

The book cover features a light blue background with a pattern of orange circuit lines and nodes. In the upper right, there are stylized blue shapes resembling leaves or petals. In the lower half, there are larger, abstract blue shapes, including a prominent curved shape that looks like a stylized letter 'C' or a brushstroke, and two black circles with white centers. The title 'The Raindrop-Blue Book' is centered in a bold, black, sans-serif font.

The Raindrop-Blue Book

Typst 中文教程

Myriad-Dreamin 等著

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

“License” shall mean the terms and conditions for use, reproduction, and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

“Licensor” shall mean the copyright owner or entity authorized by the copyright owner that is granting the License.

“Legal Entity” shall mean the union of the acting entity and all other entities that control, are controlled by, or are under common control with that entity. For the purposes of this definition, “control” means (i) the power, direct or indirect, to cause the direction or management of such entity, whether by contract or otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

“You” (or “Your”) shall mean an individual or Legal Entity exercising permissions granted by this License.

“Source” form shall mean the preferred form for making modifications, including but not limited to software source code, documentation source, and configuration files.

“Object” form shall mean any form resulting from mechanical transformation or translation of a Source form, including but not limited to compiled object code, generated documentation, and conversions to other media types.

“Work” shall mean the work of authorship, whether in Source or Object form, made available under the License, as indicated by a copyright notice that is included in or attached to the work (an example is provided in the Appendix below).

“Derivative Works” shall mean any work, whether in Source or Object form, that is based on (or derived from) the Work and for which the editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes of this License, Derivative Works shall not include works that remain separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of, the Work and Derivative Works thereof.

“Contribution” shall mean any work of authorship, including the original version of the Work and any modifications or additions to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of the copyright owner. For the purposes of this definition, “submitted” means any form of electronic, verbal, or written communication sent to the Licensor or its representatives, including but not limited to communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as “Not a Contribution.”

“Contributor” shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable

copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.
4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:
 - (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and
 - (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and
 - (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and
 - (d) If the Work includes a “NOTICE” text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.
5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.
6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.
8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory, whether in tort (including negligence), contract, or otherwise, unless required by applicable law (such as deliberate and grossly negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be liable to You for damages, including any direct, indirect, special, incidental, or consequential damages of any character arising as a result of this License or out of the use or inability to use the Work (including but not limited to damages for loss of goodwill, work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all other commercial damages or losses), even if such Contributor has been advised of the possibility of such damages.
9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer, and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity, or other liability obligations and/or rights consistent with this License. However, in accepting such obligations, You may act only on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf of any other Contributor, and only if You agree to indemnify, defend, and hold each Contributor harmless for any liability incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

APPENDIX: How to apply the Apache License to your work.

To apply the Apache License to your work, attach the following boilerplate notice, with the fields enclosed by brackets “[]” replaced with your own identifying information. (Don’t include the brackets!) The text should be enclosed in the appropriate comment syntax for the file format. We also recommend that a file or class name and description of purpose be included on the same “printed page” as the copyright notice for easier identification within third-party archives.

Copyright [yyyy] [name of copyright owner]

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the “License”); you may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at

<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

致谢

本文档的主要部分由 [Myriad Dreamin](#) 编写。

[OrangeX4](#) 参与了基本教程部分的勘误。

[GiggleDing](#) 编写了《参考：常用数学符号》。

在此表示感谢。

目录

致谢	5
导引	8
配置 Typst 运行环境	8
如何阅读本书	12
许可证	13
Part.1 基本教程	14
1.1. 编写一篇基本文档 —— 标记篇	15
1.2. 编写一篇基本文档 —— 脚本篇	23
1.3. 基本字面量、变量和简单函数	37
1.4. 复合字面量、控制流和复杂函数	59
Part.2 基本参考	73
2.1. 参考：基本类型	74
2.2. 参考：内置类型	84
2.3. 参考：时间类型	85
2.4. 参考：数据读写与数据处理	86
2.5. 参考：图形与几何元素	87
2.6. 参考：颜色、色彩渐变与模式	90
2.7. 参考：数值计算	93
2.8. 参考：数学模式	94
2.9. 参考：常用数学符号	95
2.10. 参考：WASM 插件	99
2.11. 参考：导入和使用参考文献	100
2.12. 参考：函数表（字典序）	101
2.13. 参考：语法示例检索表	111
Part.3 进阶教程	120
3.1. 内容、作用域与样式	121
3.2. 维护和查询文档状态	135
3.3. 查询文档状态 —— 制作页眉标题法一	146
3.4. 维护文档状态 —— 制作页眉标题法二	155
3.5. 模块、外部库与多文件文档	161
3.6. 编写一篇进阶文档	172
Part.4 进阶参考	173
4.1. 参考：计数器和状态	174
4.2. 参考：长度单位	175
4.3. 参考：布局函数	180
4.4. 参考：表格	197
4.5. 参考：文档大纲	198
4.6. 参考：语法示例检索表 II	199
Part.5 专题	200
5.1. 编写一篇中文文档	201
5.2. 编写一篇数学文档	203

5.3. 制作一个组件库	204
5.4. 制作一个外部插件	205
5.5. 在 Typst 内执行 Js、Python、Typst 等	206
5.6. 制作一个书籍模板	207
5.7. 制作一个 CV 模板	208
5.8. 制作一个 IEEE 模板	209
Part.6 公式和定理	210
6.1. 化学方程式	211
6.2. 伪算法	212
6.3. 定理环境	213
Part.7 杂项	214
7.1. 字体设置	215
7.2. 自定义代码高亮规则	216
7.3. 自定义代码主题	217
7.4. 读取外部文件和文本处理	218
Part.8 绘制图表	219
8.1. 制表	220
8.2. 立体几何	221
8.3. 拓扑图	224
8.4. 统计图	225
8.5. 状态机	226
8.6. 电路图	227
Part.9 模板	228
9.1. 演示文稿 (PPT)	229
9.2. 论文模板	230
9.3. 书籍模板	231

导引

本教程面向所有 Typst 用户，循序渐进，供以中文为母语的 Typst 语言初学者和爱好者查阅和参考。本教程希望弥补 Typst 相关资料的缺失，作为官方文档的补充，帮助大家入门和学习 Typst。

本教程的首要定位是，即便你没有学习过任何编程语言，也能通过在本教程中学到的知识上手使用 Typst，在日常生活中使用 Typst 编写各式各样的文档。同时，本教程也会总结在使用 Typst 编写文档的过程中遇到的一系列问题。

为什么学习 Typst?

在开始之前，让我们考虑一下 Typst 到底是什么，以及我们在什么时候应该使用它。Typst 是一种用于排版文档的标记语言，它旨在易于学习、快速且用途广泛。Typst 输入带有标记的文本文件，并将其输出为 PDF 格式。

Typst 是撰写长篇文本（如论文、文章、书籍、报告和作业）的极佳选择。并且，Typst 非常适合书写包含数学公式的文档，例如数学、物理和工程领域的论文。此外，由于其强大的样式和自动化功能，它是编写具有相同样式的一系列文档（例如丛书）的绝佳选择。

阅读本教程前，您需要了解的知识

你不需要了解任何前置知识，所需的仅仅是安装 Typst，并跟着本教程的在线示例一步步学习。

其他参考资料

- [官方文档翻译 - 入门教程](#)
- [非官方中文用户指南](#)
- [官方文档翻译 - 参考](#)
- [Typst Example Books](#)

配置 Typst 运行环境

使用官方的 webapp（推荐）

官方提供了[在线且免费](#)的多人协作编辑器。该编辑器会从远程下载 WASM 编译器，并在你的浏览器内运行编辑器，为你提供预览服务。

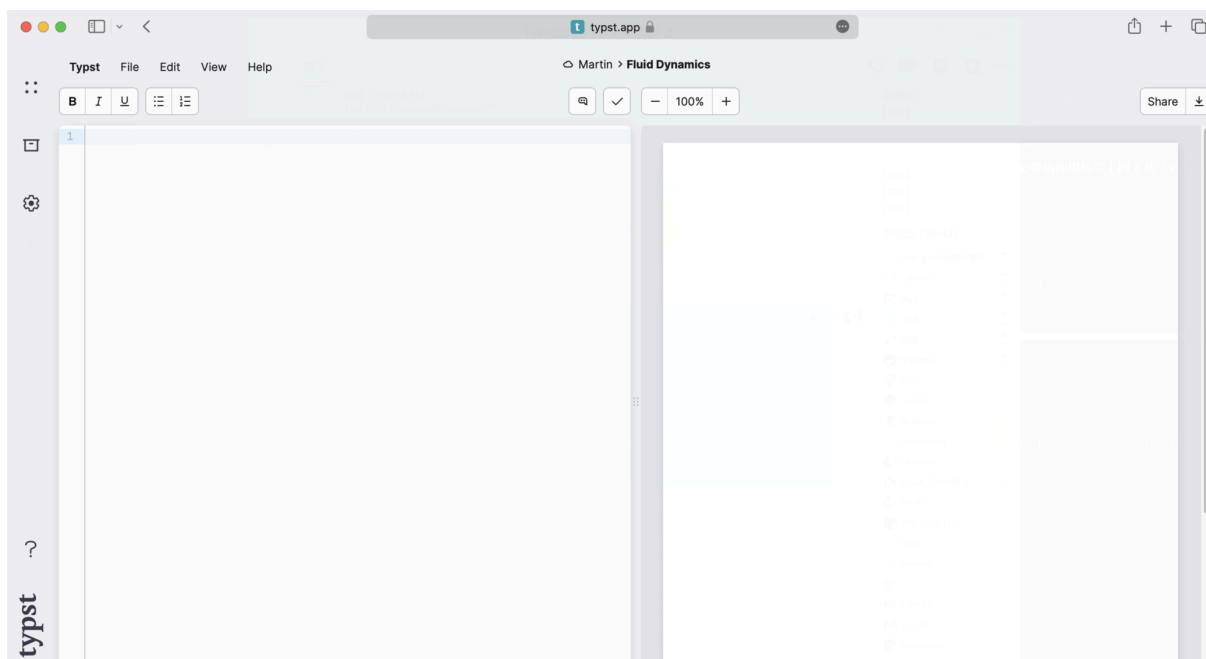


图 1 本书作者在网页中打开 webapp 的瞬间

该编辑器的速度相比许多 LaTeX 编辑器都有显著优势。这是因为：

- 你的大部分编辑操作不会导致阻塞的网络请求。
- 所有计算都在本地浏览器中运行。
- 编译器本身性能极其优越。

你可以注册一个账户并开箱即用该编辑器。

注意：你需要检测你的网络环境，如有必要请使用科学上网工具（VPN 等）。

使用 VSCode 编辑（推荐）

打开扩展界面，搜索并安装两个插件：

1. `nvarner.typst-lsp`：以获得 LSP 服务。
 - 它为你提供语法高亮。
 - 它为你提供自动的代码补全。
 - 它为你提供自动的代码格式化。
2. `mgt19937.typst-preview`：以获得即时预览服务。
 - 它为你提供预览服务。

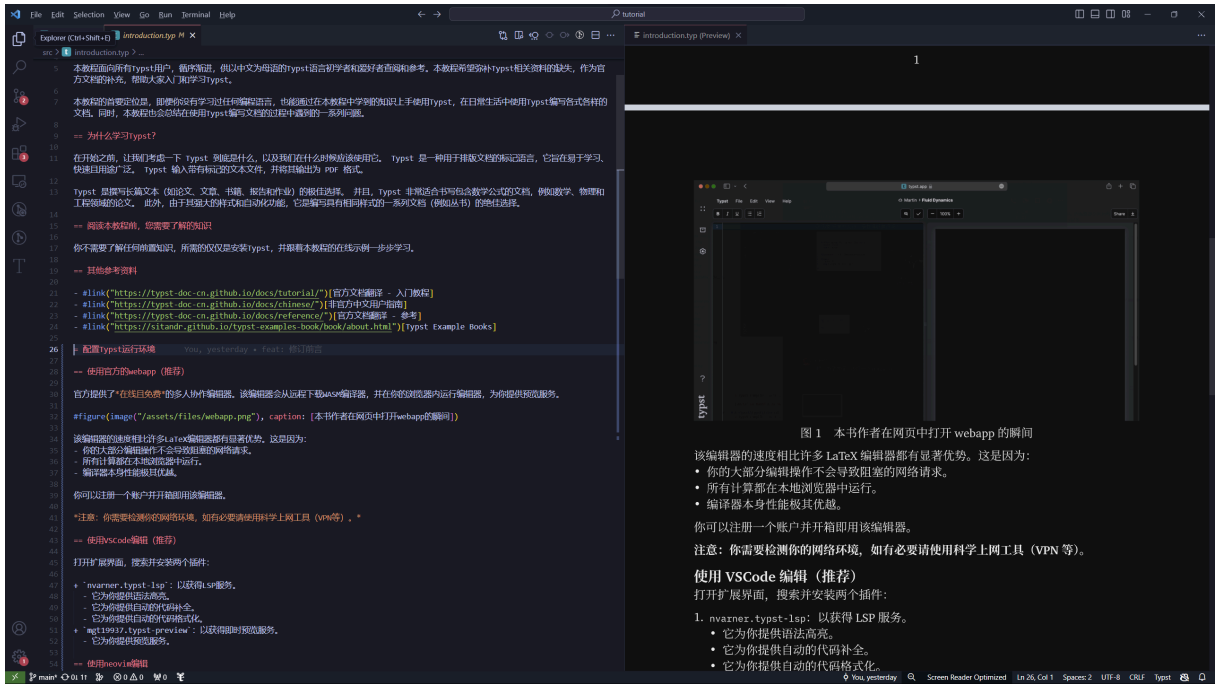


图 2 本书作者在 VSCode 中预览并编辑本文的瞬间

该编辑器的速度相比 webapp 略慢。这是因为：

- 编译器与预览程序是两个不同的进程，有通信开销。
- 用户事件和文件 IO 有可能增加 E2E 延时。

但是：

- 大部分时间下，你感受不到和 webapp 之间的性能差异。Typst 真的非常快。
- 你可以离线编辑 Typst 文档，无需任何网络连接，例如本书的部分章节是在飞机上完成的。
- 你可以在文件系统中管理你所有的源代码，实施包括但不限于使用 git 等源码管理软件等操作。

使用 neovim 编辑

细节可以问群友。

自去年年底，该编辑器与 VSCode 一样，已经可以有很好的 Typst 编辑体验。

使用 Emacs 编辑

可以问群友。

自今年年初，该编辑器与 VSCode 一样，已经可以有很好的 Typst 编辑体验。

使用 typst-cli 与 PDF 阅读器

Typst 的 CLI 可从不同的来源获得：

- 你可以获得最新版本的 Typst 的源代码和预构建的二进制文件来自[发布页面](#)。下载适合你平台的存档并将其放在“PATH”中的目录中。及时了解未来发布后，你只需运行 `typst update` 即可。

- 你可以通过不同的包管理器安装 Typst。请注意，包管理器中的版本可能落后于最新版本。
 - Linux: 查看 [Typst on Repology](#)。
 - macOS: `brew install typst`。
 - Windows: `winget install --id Typst.Typst`。
- 如果您安装了 Rust 工具链, 您还可以安装最新开发版本 `cargo --git https://github.com/typst/typst --locked typst-cli`。请注意, 这将是一个“夜间”版本, 可能已损坏或尚未正确记录。
- Nix 用户可以将 `typst` 包与 `nix-shell -p typst` 一起使用, 或者构建并使用 `nix run github:typst/typst -- --version` 运行前沿版本。
- Docker 用户可以运行预构建的镜像 `docker run -it ghcr.io/typst/typst:latest`。

安装好 CLI 之后, 你就可以在命令行里运行 Typst 编译器了:

```
# Creates `file.pdf` in working directory.
typst compile file.typ

# Creates PDF file at the desired path.
typst compile path/to/source.typ path/to/output.pdf
```

为了提供预览服务, 你需要让 Typst 编译器运行在监视模式 (watch) 下:

```
# Watches source files and recompiles on changes.
typst watch file.typ
```

当你启动 Typst 编译器后, 你可以使用你喜欢的编辑器编辑 Typst 文档, 并使用你喜欢的 PDF 阅读器打开编译好的 PDF 文件。PDF 阅读器推荐使用:

- 在 Windows 下使用 [Sumatra PDF](#)。

各 Typst 运行环境的比较

名称	编辑器	编译器环境	预览方案	是否支持即时编译	语言服务	备注
WebAPP	Code Mirror	wasm	渲染图片	是	优秀	开箱即用, 需要科学上网, 无法 git
VSCode	VSCode	native	webview	是	良好	简单上手, 定制性差
neovim	neovim	native	webview	是	良好	不易安装, 定制性好
Emacs	Emacs	native	webview	是	良好	难以安装
typst-cli	任意编辑器	native	任意 PDF 阅读器	否	无	简单上手, 灵活组合

如何阅读本书

本书主要分为三个部分：

1. 教程：介绍 Typst 的语法、原理和理念，以助你深度理解 Typst。
2. 参考：完整介绍 Typst 中内置的函数和各种外部库，以助你广泛了解 Typst 的能力，用 Typst 实现各种排版需求。
3. 专题等：与参考等章节的区别是，每个专题都专注解决一类问题，而不会讲解函数的用法。

每个部分都包含大量例子，它们各有侧重：

- 教程中的例子希望切中要点，而避免冗长的全面的展示特性。
- 参考中的例子希望讲透元素和函数的使用，例子多选自过去的一年中大家常问的问题。
- 专题中的例子往往有连贯性，从前往后带你完成一系列专门的问题。专题中的例子假设你已经掌握了相关知识，只以最专业的代码解决该问题。

📌 本书会随时夹带一些“Pro Tip”。这些“Pro Tip”由蓝色框包裹。它们告诉你一些较难理解的知识点。

你可以选择在初次阅读时**跳过**这些框，而不影响对正文的理解。但建议你在阅读完整本书后回头观看所不理解的那些“Pro Tip”。

以下是推荐的阅读方法：

1. 首先阅读《编写一篇基本文档 – 标记篇》和《编写一篇基本文档 – 脚本篇》。

经过这一步，你应该可以像使用 Markdown 那样，编写一篇基本不设置样式的文档。同时，这一步的学习难度也与学习完整 Markdown 语法相当。

2. 接着，阅读《基本教程》剩余两篇内容。

经过这一步，你应该已经基本入门了 Typst 的标记和脚本。此时，你和进阶用户的唯一区别是，你还不太会使用高级的样式配置。推荐：

- 如果你熟练阅读英语，推荐主要参考[官方文档](#)的内容。
- 否则，推荐继续阅读本书剩下的内容，并参考[非官方中文文档](#)的内容。

有什么问题？

- 本书只有《基本教程》完成了校对和润色，后续部分还非常不完善。甚至《基本教程》部分还有待改进。
- [非官方中文文档](#)是 GPT 机翻后润色的的结果，有可能错翻、漏翻，内容也可能有些许迟滞。

3. 接着，同时阅读《基本参考》和《进阶教程》。你可以根据你的需求挑选《基本参考》的部分章节阅读。即便不阅读任何《基本参考》中的内容，你也可以继续阅读《进阶教程》。

经过这一步，你应该已经完全学会了目前 Typst 的所有理念与内容。

许可证

typst-tutorial-cn 所有的源码和文档都在 [Apache License v2.0](#) 许可证下发布.



Part.1 基本教程



编写一篇基本文档 —— 标记篇

Typst 是一门简明但强大的现代排版语言，你可以使用简洁直观的语法排版出好看的文档。

Typst 希望你总是尽可能少的配置样式，就获得一个排版精良的文档。多数情况下，你只需要专心撰写文档，而不需要在文档内部对排版做任何更复杂的调整。

得益于此设计目标，为了使你可以用 Typst 编写一篇基本文档，本节仍只需涉及最基本的语法。哪怕只依靠这些语法，你已经可以编写满足很多场合需求的文档。

段落

普通文本默认组成一个个段落。

我是一段文本

我是一段文本

另起一行文本不会产生新的段落。为了创建新的段落，你需要空至少一行。

轻轻的我走了，
正如我轻轻的来；

我轻轻的招手，
作别西天的云彩。

轻轻的我走了， 正如我轻轻的来；
我轻轻的招手， 作别西天的云彩。

缩进并不会产生新的空格：

轻轻的我走了，
 正如我轻轻的来；

我轻轻的招手，
 作别西天的云彩。

轻轻的我走了， 正如我轻轻的来；
我轻轻的招手， 作别西天的云彩。

注意：在 Typst 的中文排版中，另起一行会引入一个小的空格。该问题会在未来修复。

轻轻的我走了，
正如我轻轻的来；

轻轻的我走了，正如我轻轻的来；

轻轻的我走了， 正如我轻轻的来；
轻轻的我走了，正如我轻轻的来；

标题

你可以使用一个或多个**连续的**「等于号」(=) 开启一个标题。

≡ 一级标题

我走了。

≡≡ 二级标题

我来了。

≡≡≡ 三级标题

我走了又来了。

一级标题

我走了。

二级标题

我来了。

三级标题

我走了又来了。

等于号的数量恰好对应了标题的级别。一级标题由一个「等于号」开启，二级标题由两个「等于号」开启，以此类推。

注意：正如你所见，标题会强制划分新的段落。

- ① 使用 `show` 规则可以改变“标题会强制划分新的段落”这个默认规则。

```
#show heading.where(level: 3): box
```

≡ 一级标题

我走了。

≡≡≡ 三级标题

我走了又来了。

一级标题

我走了。

三级标题 我走了又来了。

着重和强调语义

有许多与「等于号」类似的语法标记。当你以相应的语法标记文本内容时，相应的文本就被赋予了特别的语义和样式。

- ① 与 HTML 一样，Typst 总是希望语义先行。所谓语义先行，就是在编写文档时总是首先考虑标记语义。所有样式都是附加到语义上的。

例如在英文排版中，`strong` 的样式是加粗，`emph` 的样式是倾斜。你完全可以在中文排版中为它们更换样式。

```
#show strong: content => {
  show regex("\p{Hani}"): it =>
  box(place(text(".", size: 1.3em),
    dx: 0.3em, dy: 0.5em) + it)
  content.body
}
```

中文排版的着重语义用加点表示。

中文排版的着重语义用加点表示。

与许多标记语言相同，Typst 中使用一系列「定界符」(delimiter) 规则确定一段语义的开始和结束。为赋予语义，需要将一个「定界符」置于文本之前，表示某语义的开始；同时将另一个「定界符」置于文本末尾，表示该语义的结束。

例如，「星号」(*) 作为定界符赋予所包裹的一段文本以「着重语义」(strong semantics)。

着重语义：这里有一个***重点!** *

着重语义：这里有一个**重点!**

与「着重语义」类似，「下划线」() 作为定界符将赋予「强调语义」(emphasis semantics)：

强调语义：*_emphasis_*

强调语义：*emphasis*

着重语义一般比强调语义语气更重。着重和强调语义可以相互嵌套：

着重且强调：****_strong emph_**** 或 ***_strong emph**_**

着重且强调：***strong emph*** 或 ***strong emph***

注意：中文排版一般不使用斜体表示着重或强调。

(计算机) 代码片段

Typst 的「代码片段」(raw block) 标记语法与 Markdown 完全相同。如果你使用过 Markdown，那么你应该对以下「代码片段」的标记方式非常熟悉。

配对的「反引号」(`) 包裹一段内容，表示内容为「代码片段」。

短代码片段：`code`

短代码片段：code

有时候你希望允许代码内容包含换行或「反引号」。这时候，你需要使用**至少连续三个**「反引号」组成定界符标记「代码片段」：

使用三个反引号包裹：``` ` ` `

使用三个反引号包裹：`

使用四个反引号包裹：```` ` ` ` `

使用四个反引号包裹：``

对于长代码片段，你还可以在起始定界符后**紧接着**指定该代码的语言类别，以便 Typst 根据语言进行语法高亮。

一段有高亮的代码片段：````javascript
function uninstallLaTeX {}````

一段有高亮的代码片段：**function**
uninstallLaTeX {}

另一段有高亮的代码片段：````typst 包含反引号
的长代码片段：```` ` ` ` `

另一段有高亮的代码片段：包含反引号的
长代码片段：```` ` ` ` `

除了定界符的长短，代码片段还有是否成块的区分。如果代码片段符合以下两点，那么它就是一个「块代码片段」(blocky raw block)：

1. 是长代码片段，即使用**至少连续三个**「反引号」。
2. 内容包含至少一个「换行符」(line break)。

非块代码片段: ````rust trait World````

块代码片段: ````js
function fibonacci(n) {
 return n <= 1 ? : `...`;
}
````

非块代码片段: `trait World`

块代码片段:

```
function fibonacci(n) {
 return n <= 1 ? : `...`;
}
```

## 列表

Typst 的列表语法与 Markdown 非常类似, 但不完全相同。如果你使用过 Markdown, 那么你将可以很快上手。

你可以使用一个「减号」(-) 开启一个无编号列表项:

- 一级列表项 1

• 一级列表项 1

你使用缩进调整列表项等级:

- 一级列表项 1  
- 二级列表项 1.1  
- 三级列表项 1.1.1  
- 二级列表项 1.2  
- 一级列表项 2  
- 二级列表项 2.1

• 一级列表项 1  
• 二级列表项 1.1  
• 三级列表项 1.1.1  
• 二级列表项 1.2  
• 一级列表项 2  
• 二级列表项 2.1

与之相对, 「加号」(+) 开启一个有编号列表项。

+ 一级列表项 1

1. 一级列表项 1

有编号列表项可以与无编号列表项相混合。

+ 一级列表项 1  
- 二级列表项 1.1  
+ 三级列表项 1.1.1  
- 二级列表项 1.2  
+ 一级列表项 2  
- 二级列表项 2.1

1. 一级列表项 1  
• 二级列表项 1.1  
1. 三级列表项 1.1.1  
• 二级列表项 1.2  
2. 一级列表项 2  
• 二级列表项 2.1

和 Markdown 相同, Typst 同样允许使用 1. 开启一个有编号列表项, 并且可以从指定编号开始。

1. 列表项 1  
1. 列表项 2  
1. 列表项 3

1. 列表项 1  
1. 列表项 2  
1. 列表项 3

4. 列表项 4  
+ 列表项 5  
+ 列表项 6

4. 列表项 4  
5. 列表项 5  
6. 列表项 6

## 转义序列

你有时希望直接展示标记符号本身的真实内容。例如，你可能希望在段落中直接展示一个「下划线」。这时你需要使用「转义序列」(escape sequences)：

在段落中直接使用下划线 `>\_<!`

在段落中直接使用下划线 `>_<!`

遵从了大部分语言的习惯，Typst 使用「反斜杠」(\) 转义特殊标记。下表给出了部分可以转义的字符：

|    |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                    |                    |                       |
|----|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 代码 | <code>\\</code> | <code>\/</code>  | <code>\[</code> | <code>\]</code> | <code>\{</code> | <code>\}</code> | <code>\&lt;</code> | <code>\&gt;</code> | <code>\u{cccc}</code> |
| 效果 | \               | /                | [               | ]               | {               | }               | <                  | >                  | 책                     |
| 代码 | <code>\(</code> | <code>\)</code>  | <code>\#</code> | <code>\*</code> | <code>\_</code> | <code>\+</code> | <code>\=</code>    | <code>\~</code>    | <code>\u{cCCc}</code> |
| 效果 | (               | )                | #               | *               | _               | +               | =                  | ~                  | 책                     |
| 代码 | <code>\`</code> | <code>\\$</code> | <code>\"</code> | <code>\'</code> | <code>\@</code> | <code>\a</code> | <code>\A</code>    |                    | <code>\u{2665}</code> |
| 效果 | `               | \$               | "               | '               | @               | a               | A                  |                    | ♥                     |

以上大部分「转义序列」都紧跟单个字符，除了表中的最后一列。

`\u{unicode}`的语法也常见于各种语言。你可以通过将 `unicode` 替换为 [Unicode 码位](#) 的值，以输出该特定字符，而无需**输入法支持**。例如，你可以这样输出一句话：

```
\u{9999}\u{8FA3}\u{725B}
\u{8089}\u{7C89}\u{597D}
\u{5403}\u{2665}
```

香辣牛肉粉好吃♥

诸多「转义序列」无需死记硬背，你只需要记住：

1. 请尝试在字符前添加一个「反斜杠」，如果其在 Typst 中已经被赋予含义。
2. 请考虑使用 `\u{unicode}`，如果其不可见或难以使用输入法获得。

## 输出换行符

输出换行符是一种特殊的「转义序列」，它使得文档输出换行。

使用「反斜杠」加上任意一个空白字符，表示在此处主动插入一个段落内的换行符：

```
转义空格可以换行 \
转义回车也可以换行 \
换行!
```

```
转义空格可以换行
转义回车也可以换行
换行!
```

空白字符可以取短空格 (U+0020)、长空格 (U+3000)、回车 (U+000D) 等。

## 速记符号

在「标记模式」(markup mode) 下, 一些符号需要用特殊的符号组合打出, 这种符号组合被称为「速记符号」(shorthand)。它们是:

空格 (U+0020) 的「速记符号」是「波浪号」(~):

```
AB v.s. A~B
```

```
AB v.s. A B
```

连接号 (en dash, U+2013) 的「速记符号」由两个连续的「连字号」(-) 组成:

```
北京--上海路线的列车正在到站。
```

```
北京-上海路线的列车正在到站。
```

省略号的「速记符号」由三个连续的「点号」(.) 组成:

```
真的假的.....
```

```
真的假的.....
```

## 注释

Typst 的「注释」(comment) 直接采用 C 语言风格的注释语法, 有两种表示方法。

第一种写法是将注释内容放在两个连续的「斜杠」(/) 后面, 从双斜杠到行尾都属于「注释」。

```
// 这是一行注释
一行文本 // 这也是注释
```

```
一行文本
```

与代码片段的情形类似, Typst 也提供了另外一种可以跨行的「注释」, 形如/\*...\*/。

```
你没有看见/* 混入其中 */注释
```

```
你没有看见注释
```

值得注意的是, Typst 会将「注释」从源码中剔除后再解释你的文档, 因此它们对文档没有影响。

以下两个段落等价:

```
注释不会
// 这是一行注释 // 注释内的注释还是注释
插入换行 // 这也是注释
```

```
注释不会
插入换行
```

```
注释不会 插入换行
注释不会 插入换行
```

以下三个段落等价：

```
注释不会/* 混入其中 */插入空格
```

```
注释不会/*
混入其中
*/插入空格
```

```
注释不会插入空格
```

```
注释不会插入空格
注释不会插入空格
注释不会插入空格
```

## 总结

基于《编写一篇基本文档》前半部分掌握的知识，你应该编写一些非常简单的文档。

## 习题

1. 使源码至少有两行，第一行包含“欲穷千里目，”，第二行包含“更上一层楼。”，但是输出不换行不空格：

```
欲穷千里目，更上一层楼。
```

2. 输出一个「星号」，期望的输出：

```
*
```

3. 插入代码片段使其包含一个反引号，期望的输出：

```
`
```

4. 插入代码片段使其包含三个反引号，期望的输出：

```
...
```

5. 插入行内的“typc”代码，期望的输出：

```
你可以在 Typst 内通过插件 plugin("typst.wasm") 调用 Typst 编译器。
```

6. 在有序列表间插入描述，期望的输出：

约法五章。

1. 其一。

2. 其二。

前两条不算。

3. 其三。

4. 其四。

5. 其五。

# 编写一篇基本文档 —— 脚本篇

从现在开始，示例将会逐渐开始出现脚本。不要担心，它们都仅涉及脚本的简单用法。

## 内容块

有时，文档中会出现连续大段的标记文本。

```
从前有座山，山会讲故事，故事讲的是
```

```
从前有座山，山会讲故事，故事讲的是
```

```
...
```

从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

...

这可行，但稍显麻烦。如下代码则显得更为整洁：

```
#strong[
 从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

 从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

 ...
]
```

从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

从前有座山，山会讲故事，故事讲的是

...

例中，`#strong[]`这个内容的语法包含三个部分：

1. `#` 使解释器进入「脚本模式」(code mode)。
2. `strong` 调用了赋予「着重语义」(strong semantics) 函数。
3. `[]` 作为「内容块」(content block) 标记一段内容，供 `strong` 使用。

本小节首先讲解第三点，即「内容块」语法。

「内容块」的内容使用中括号包裹，如下所示：

```
#[一段文本]#[两段文本] #[三段文本]
```

一段文本 两段文本 三段文本

「内容块」不会影响包裹的内容——Typst 仅仅是解析内部代码作为「内容块」的内容。

「内容块」的唯一作用就是“界定内容”。它收集一个或多个「内容」(content)，以待后续使用。有了「内容块」，你就可以**准确指定**一段内容，并用「脚本」(scripting) 加工。

所谓「脚本」，就是将原始内容通过各种方式转换、裁剪和重组，最终形成文档的执行过程。因为有了「脚本」，Typst 才能有远超 Markdown 的排版能力，在许多情况下不逊于 LaTeX 排版，将来有望全面超越 LaTeX 排版。

在接下来两小节你将看到 Typst 作为一门编程语言的核心设计，也是进行更高级排版必须要掌握的知识点。由于本节的目标仅仅是编写一篇基本文档，我们将会尽可能减少引入更多知识点，仅仅介绍其中最简单常用的语法。

## 解释模式

`#strong[]` 语法第一点提及：`#` 使解释器进入「脚本模式」。

```
#[一段文本]
```

```
一段文本
```

在内容块前，还有一个「井号」(`#`)。它不属于内容块的语法一部分，而是 Typst 中关于「脚本模式」的定界符。

作为一个解释器，Typst 会从头到尾「解释」(interpret) 你的文档。更进一步，解释器还具备多种「解释模式」(interpreting mode)。不同的「解释模式」下，解释器以不同的语法规则解释你的文档。

## 标记模式

默认情况下，文档处于「标记模式」(markup mode)，在这个模式下，你可以使用各种记号创建标题、列表、段落……在这个模式下，Typst 语法几乎就和 Markdown 一样。

当 Typst 处于「标记模式」，且遇到一个「井号」时，Typst 会立即将后续的一段代码认作「脚本」并执行，即它进入了「脚本模式」(scripting mode)。

## 脚本模式

在「脚本模式」下，你可以转而主要计算各种内容。例如，你可以计算一个算式的「内容」：

```
##(1024*1024*8*7*17+1)是一个常见素数。
```

```
998244353 是一个常见素数。
```

当处于「脚本模式」时，解释器在适当的时候从「脚本模式」退回为「标记模式」。如下所示，在「脚本模式」下解析到数字 `2` 后解释器回到了「标记模式」：

```
##2 是一个常见素数。
```

```
2 是一个常见素数。
```

Typst 总是倾向于更快地退出脚本模式。

- ① 具体来说，你几乎可以认为解释器至多解释到一个完整的表达式就会退出「脚本模式」。当然 Typst 也会在一些情况下特判：

```
##let a = 1; ##let b = 2;
##(a, b) = (4, 5)
##a, ##b
```

```
4, 5
```

按照前面的想法，`(a, b)` 已经是一个完整的数组表达式了，应当结束「脚本模式」，但是 Typst 还会继续检查是否为解构赋值。

个人认为这种属于边缘情况，并且你应该使用括号避免歧义 `##((a, b) = (4, 5))`。



特别地，当处于「脚本模式」时，你还可以通过「内容块」语法临时返回「标记模式」，以嵌套复杂的逻辑：

```
#([=== 脚本模式下创建一个标题] +
strong[后接一段文本])
```

脚本模式下创建一个标题  
后接一段文本

内容块本身没有任何作用，但是允许你进而标记大段内容供函数使用，而几乎不影响内容的书写。

① 唯一的影响是你需要在内容块内部转义右中括号。

```
#[x\]y]
```

x]y

如此反复，Typst 就同时具备了方便文档创作与脚本编写的能力。

① 能否直接像使用「星号」那样，让「标记模式」直接将中括号包裹的一段作为内容块的内容？

这是可以的，但是存在一些问题。例如，人们也常常在正文中使用中括号等标记：

区间 $[1, \infty)$ 上几乎所有有理数都可以表示为  $x^x$ ，其中  $x$  是无理数。

区间 $[1, \infty)$ 上几乎所有有理数都可以表示为 $x^x$ ，其中 $x$ 是无理数。

如此，「标记模式」下默认将中括号解析为普通文本看起来更为合理。

## 函数和函数调用

这里仅作最基础的介绍。《基本字面量、变量和简单函数》和《复合字面量、控制流和复杂函数》中有对函数和函数调用更详细的介绍。

在 Typst 中，函数与函数调用同样归属「脚本模式」，所以在调用函数前，你需要先使用「井号」让 Typst 先进入「脚本模式」。

与大部分语言相同的是，在调用 Typst 函数时，你可以向其传递以逗号分隔的「值」(value)，这些「值」被称为参数。

```
四的三次方为 #calc.pow(4, 3)。
```

四的三次方为 64。

这里 `calc.pow` 是内置的幂计算函数，其接受两个参数：

1. 一为 4，为幂的底
2. 一为 3，为幂的指数。

你可以使用函数修饰「内容块」。例如，你可以使用着重函数 `strong` 标记一整段内容：

```
#strong([
 And every _fair from fair_
 sometime declines,

 By chance, or nature's changing
 course untrimm'd;

 But thy _eternal summer_ shall not
 fade,

 Nor lose possession of that fair
 thou ow'st;
])
```

*And every fair from fair sometime declines,*

**By chance, or nature's changing course untrimm'd;**

*But thy eternal summer shall not fade,*

**Nor lose possession of that fair thou ow'st;**

虽然示例很长，但请认真观察，它很简单。首先，中括号包裹的是一大段内容。在之前已经学到，这是一个「内容块」。然后「内容块」在参数列表中，说明它是 `strong` 的参数。`strong` 与 `emph` 函数没有什么不同，无非是接受了一个「内容块」作为参数。

类似地，`emph` 可以标记一整段内容为强调语义：

```
#emph([
 And every *fair from fair*
 sometime declines,

])
```

*And every fair from fair sometime declines,*

.....

Typst 强调「一致性」(consistency)，因此无论是通过标记还是通过函数，最终效果都必定是一样的。你可以根据实际情况任意组合方式。

## 内容参数的糖

在许多的语言中，所有函数参数必须包裹在函数调用参数列表的「圆括号」之内。

着重语义：这里有一个 `#strong([重点! ])`

着重语义：这里有一个**重点!**

但在 Typst 中，如果将内容块作为参数，内容块可以紧贴在参数列表的「圆括号」之后。

着重语义：这里有一个 `#strong()[重点! ]`

着重语义：这里有一个**重点!**

特别地，如果参数列表为空，Typst 允许省略多余的参数列表。

着重语义：这里有一个 `#strong[重点! ]`

着重语义：这里有一个**重点!**

所以，示例也可以写为：

```
#strong[
 And every fair from fair
 sometime declines,
]

#emph[
 And every fair from fair
 sometime declines,
]
```

And every *fair from fair* sometime declines,

And every **fair from fair** sometime declines,

① 函数调用可以后接不止一个内容参数。例如下面的例子后接了两个内容参数：

```
#let exercise(question, answer) =
 strong(question) + parbreak() +
 answer

#exercise[
 Question: _turing complete_?
][
 Answer: Yes, Typst is.
]
```

**Question:** *turing complete?*

Answer: Yes, Typst is.

## 文字修饰

现在你可以使用更多的文本函数来丰富你的文档效果。

### 背景高亮

你可以使用 `highlight` 高亮一段内容：

```
#highlight[高亮一段内容]
```

高亮一段内容

你可以传入 `fill` 参数以改变高亮颜色。

```
#highlight(fill: orange)[高亮一段内容]
// ^^^^^^^^^^^^^^^ 具名传参
```

高亮一段内容

这种传参方式被称为「具名传参」。

### 修饰线

你可以分别使用 `underline`、`overline`、或 `strike` 为一段内容添加下划线、上划线或中划线（删除线）：

```
平地翻滚: #underline[ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ] \
施展轻功: #overline[ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ] \
泥地打滚: #strike[ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ] \
```

平地翻滚: ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ  
 施展轻功: ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ  
 泥地打滚: ㄣㄣㄣㄣㄣㄣ

值得注意的是，被划线内容需要保持相同字体才能保证线段同时处于同一水平高度。

```
#set text(font: ("Linux Libertine",
"Source Han Serif SC"))
下划线效果: #underline[空格 字体不一致] \
#set text(font: "Source Han Serif
SC")
下划线效果: #underline[空格 字体一致] \

```

下划线效果: 空格 字体不一致  
下划线效果: 空格 字体一致

该限制可能会在将来被解除。

`underline` 有一个很有用的 `offset` 参数, 通过它你可以修改下划线相对于「基线」的偏移量:

```
#underline(offset: 1.5pt,
underline(offset: 3pt, [双下划线]))
```

双下划线

如果你更喜欢连贯的下划线, 你可以设置 `evade` 参数, 以解除驱逐效果。

```
带驱逐效果: #underline[Language] \
不带驱逐效果: #underline(evade: false)
[Language]
```

带驱逐效果: Language  
不带驱逐效果: Language

## 上下标

你可以分别使用 `sub` 或 `super` 将一段文本调整至下标位置或上标位置:

```
下标: 威严满满 #sub[抱头蹲防] \
上标: 香風とうふ店 #super[TM] \

```

下标: 威严满满<sub>抱头蹲防</sub>  
上标: 香風とうふ店<sup>TM</sup>

你可以为上下标设置特定的字体大小:

```
上标: 香風とうふ店 #super(size: 0.8em)
[TM] \

```

上标: 香風とうふ店<sup>TM</sup>

你可以为上下标设置相对基线的合适高度:

```
上标: 香風とうふ店 #super(size: 1em,
baseline: -0.1em)[TM] \

```

上标: 香風とうふ店<sup>TM</sup>

## 文字属性

文本本身也可以设置一些「具名参数」。与 `strong` 和 `emph` 类似, 文本也有一个对应的元素函数 `text`。`text` 接受任意内容, 返回一个影响内部文本的结果。

当输入是单个文本时很好理解, 返回的就是一个文本元素:

```
#text("一段内容")
```

一段内容

当输入是一段内容时, 返回的是该内容本身, 但是对于内容中的每一个文本元素, 都作相应文本属性的修改。下例修改了「代码片段」元素中的文本元素为红色:

```
#text(fill: red)[``
影响块元素的内容
``]
```

影响块元素的内容

进一步，我们强调，其实际修改了缺省的文本属性。对比以下两个情形：

```
#text[``typ #strong[一段内容]
#emph[一段内容]``] \
#text(fill: red)[``typ #strong[一段
内容] #emph[一段内容]``] \
#emph[一段内容]
```

```
#strong[一段内容] #emph[一段内容]
#strong[一段内容] #emph[一段内容]
```

可以看见“红色”的设置仅对代码片段中的“默认颜色”的文本生效。对于那些已经被语法高亮的文本，“红色”的设置不再生效。

这说明了为什么下列情形输出了蓝色的文本：

```
#text(fill: red, text(fill: blue, "一
段内容"))
```

一段内容

## 设置大小

通过 `size` 参数，可以设置文本大小。

```
#text(size: 12pt)[一斤鸭梨]
#text(size: 24pt)[四斤鸭梨]
```

一斤鸭梨 四斤鸭梨

其中 `pt` 是点单位。中文排版中常见的号单位与点单位有直接换算关系：

|          |    |      |      |     |     |      |    |       |
|----------|----|------|------|-----|-----|------|----|-------|
| 字号       | 初号 | 小初   | 一号   | 二号  | 小二  | 三号   | 小三 | 四号    |
| 中国（单位：点） | 42 | 36   | 26   | 22  | 18  | 16   | 15 | 14    |
| 日本（单位：点） | 42 | -    | 27.5 | 21  | -   | 16   | -  | 13.75 |
| 字号       | 小四 | 五号   | 小五   | 六号  | 小六  | 七号   | 八号 |       |
| 中国（单位：点） | 12 | 10.5 | 9    | 7.5 | 6.5 | 5.5  | 5  |       |
| 日本（单位：点） | -  | 10.5 | -    | 8   | -   | 5.25 | 4  |       |

另一个常见单位是 `em`：

```
#text(size: 1em)[一斤鸭梨]
#text(size: 2em)[四斤鸭梨]
```

一斤鸭梨 四斤鸭梨

`1em` 是当前设置的文字大小。

关于 Typst 中长度单位的详细介绍，可以挪步 [《参考：长度单位》](#)。

## 设置颜色

你可以通过 `fill` 参数为文字配置各种颜色：

```
#text(fill: red)[红色鸭梨]
#text(fill: blue)[蓝色鸭梨]
```

红色鸭梨 蓝色鸭梨

你还可以通过颜色函数创建自定义颜色：

```
#text(fill: rgb("ef475d"))[茉莉红色鸭梨]
#text(fill: color.hsl(200deg, 100%, 70%))[天依蓝色鸭梨]
```

茉莉红色鸭梨 天依蓝色鸭梨

关于 Typst 中色彩系统的详细介绍，详见《参考：颜色、渐变填充与模式填充》。

## 设置字体

你可以通过 font 参数为文字配置字体：

```
#text(font: "FangSong")[北京鸭梨]
#text(font: "Microsoft YaHei")[板正鸭梨]
```

北京鸭梨 板正鸭梨

你可以用逗号分隔的「列表」同时为文本设置多个字体。Typst 按顺序优先使用靠前字体。例如可以同时设置西文为 Times New Roman 字体，中文为仿宋字体：

```
#text(font: ("Times New Roman", "FangSong"))[中西 Pear]
```

中西 Pear

关于如何在不同系统上配置中文、西文、数学等多种字体，详见《字体设置》。

## 「set」语法

Typst 允许你为元素的「具名参数」设置新的「默认值」，这个特性由「set」语法实现。

例如，你可以这样设置文本字体：

```
#set text(fill: red)
红色鸭梨
```

红色鸭梨

set 关键字后跟随一个与函数调用相同语法的表达式，表示此后所有的元素都具有新的默认值。这比 #text(fill: red)[红色鸭梨] 要更易读。

默认情况下文本元素的 fill 参数为黑色，即文本默认为黑色。经过 set 规则，其往后的文本都默认为红色。

```
黑色鸭梨
#set text(fill: red)
红色鸭梨
```

黑色鸭梨 红色鸭梨

之所以说它是默认值，是因为仍然可以在创建元素的时候指定参数值以覆盖默认值：

```
#set text(fill: red)
#text(fill: blue)[蓝色鸭梨]
```

蓝色鸭梨

本节前面讲述的所有「具名参数」都可以如是设置，例如文本大小、字体等。关于对「set」语法更详细的介绍，详见《内容、作用域与样式》。

## 图像

图像对应元素函数 `image`。

你可以通过绝对路径或相对路径加载一个图片文件：

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg")
```



`image` 有一个很有用的 `width` 参数，用于限制图片的宽度：

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 100pt)
```



你还可以相对于父元素设置宽度，例如设置为父元素宽度的 50%：

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 50%)
```



同理，你也可以用 `height` 参数限制图片的高度。

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", height: 100pt)
```



当同时设置了图片的宽度和高度时，图片默认会被裁剪：

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 100pt, height: 100pt)
```



如果想要拉伸图片而非裁剪图片，可以同时使用 `fit` 参数：

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 100pt, height: 100pt, fit: "stretch")
```



“stretch” 在英文中是拉伸的意思。

## 图形

你可以通过 `figure` 函数为图像设置标题：

```
#figure(image("/assets/files/香風とうふ店.jpg"), caption: [上世纪90年代, 香風とうふ店送外卖的宝贵影像])
```



`figure` 不仅仅可以接受 `image` 作为内容，而是可以接受任意内容：

```
#figure(``typ
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg")
``, caption: [用于加载香風とうふ店送外卖的宝贵影像的代码])
```

```
#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg")
```

代码 1 用于加载香風とうふ店送外卖的宝贵影像的代码

## 行内盒子

todo: 本节添加 `box` 的基础使用。



在一段话中插入一个 `#box(baseline: 0.15em, image("/assets/files/info-icon.svg", width: 1em))` 图片。

在一段话中插入一个  图片。

## 链接

链接可以分为外链与内链。最简单情况下，你只需要使用 `link` 函数即可创建一个链接：

```
#link("https://zh.wikipedia.org")
```

<https://zh.wikipedia.org>

特别地，Typst 会自动识别文中的 HTTPS 和 HTTP 链接文本并创建链接：

```
https://zh.wikipedia.org
```

<https://zh.wikipedia.org>

无论是内链还是外链，你都可以额外传入一段任意内容作为链接标题：

```
不基于比较方法，#link("https://zh.wikipedia.org/zh-hans/%E5%9F%BA%E6%95%B0%E6%8E%92%E5%BA%8F")[排序]可以做到 $\text{Op}(\text{upright}(0)) (n)$ 时间复杂度。
```

不基于比较方法，[排序](#)可以做到  $O(n)$  时间复杂度。

请回忆，这其实等价于调用函数：

```
#link("...")[链接] 等价于 #link("...", [链接])
```

[链接](#) 等价于 [链接](#)

## 内部链接

你可以通过创建标签，标记任意内容：

```
== 一个神秘标题 <myst>
```

[一个神秘标题](#)

上例中 `myst` 是该标签的名字。每个标签都会附加到恰在其之前的内容，这里内容即为该标题。

 在脚本模式中，标签无法附加到之前的内容。

```
#show <awa>: set text(fill: red)
#{[a]; [<awa>]}
#[b] <awa>
```

a b

对比上例，具体来说，标签附加到它的「语法前驱」(syntactic predecessor)。这不是问题，但是易用性有可能在将来得到改善。

你可以通过 `link` 函数在文档中的任意位置链接到该内容：

```
==_一个神秘标题 <mystery>
```

讲述了 `#link(<mystery>)` [一个神秘标题]。

一个神秘标题

讲述了一个神秘标题。

## 表格基础

你可以通过 `table` 函数创建表格。`table` 接受一系列内容，并根据参数将内容组装成一个表格。如下，通过 `columns` 参数设置表格为 2 列，Typst 自动为你生成了一个 2 行 2 列的表格：

```
#table(columns: 2, [111], [2], [3])
```

|     |   |
|-----|---|
| 111 | 2 |
| 3   |   |

你可以为表格设定对齐：

```
#table(columns: 2, align: center, [111], [2], [3])
```

|     |   |
|-----|---|
| 111 | 2 |
| 3   |   |

其他可选的对齐有 `left`、`right`、`bottom`、`top`、`horizon` 等，详见《[参考：布局函数](#)》。

## 数学模式

Typst 解释器一共有三种模式，其中两种我们之前已经介绍。这剩下的最后一种被称为「数学模式」(math mode)。很多人认为 Typst 针对 LaTeX 的核心竞争点之一就是优美的「数学模式」。

Typst 的数学模式如下：

行内数学公式：`$\sum_x$`

行间数学公式：`$\sum_x$`

行内数学公式： $\sum_x$

行间数学公式：

$$\sum_x$$

由于使用「数学模式」有很多值得注意的地方，且「数学模式」是一个较为独立的模式，本书将其单列为一章参考，可选阅读。有需要在文档中插入数学公式的同学请移步《[参考：数学模式](#)》。

## 使用其他人的模板

虽然这是一片教你写基础文档的教程，但是为什么不更进一步？有赖于 Typst 将样式与内容分离，如果你能找到一个朋友愿意为你分享两行神秘代码，当你粘贴到文档开头时，你的文档将会变得更为美观：

```
#import "latex-look.typ": latex-look
#show: latex-look
```

= 这是一篇与 LaTeX 样式更接近的文档

Hey there!

Here are two paragraphs. The output is shown to the right.

Let's get started writing this article by putting insightful paragraphs right here!

- + following best practices
- + being aware of current results of other researchers
- + checking the data for biases

```
$
f(x) = integral _(-oo)^oo hat(f)
(xi)e^(2 pi i xi x) dif xi
$
```

这是一篇与 **LaTeX** 样式更接近的文档

Hey there!

Here are two paragraphs. The output is shown to the right.

Let's get started writing this article by putting insightful paragraphs right here!

1. following best practices
2. being aware of current results of other researchers
3. checking the data for biases

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\xi) e^{2\pi i \xi x} d\xi$$

一般来说，使用他人的模板需要做两件事：

1. 将 `latex-look.typ` 放在你的文档文件夹中。
2. 使用以下两行代码应用模板样式：

```
#import "latex-look.typ": latex-look
#show: latex-look
```

## 总结

基于《编写一篇基本文档》掌握的知识你应该可以：

1. 像使用 Markdown 那样，编写一篇基本不设置样式的文档。
2. 查看《参考：数学模式》和《参考：常用数学符号》，以助你编写简单的数学公式。
3. 查看《参考：时间类型》，以在文档中使用时间。

## 习题

1. 用 `underline` 实现“删除线”效果，其中删除线距离 `baseline` 距离为 40%：

吾輩は猫である。

2. 攻击者有可能读取你文件系统中的内容，并将其隐藏存储在你的 PDF 中。请尝试将用户密码“`I'm the flag`”以文本形式存放在 PDF 中，但不可见：

3. 请仅用 `em` 实现以下效果，其中后一个字是前一个字大小的 1.5 倍：

走走走走

4. 请仅用 em 实现以下效果，其中后一个字是前一个字大小的 1.5 倍：

走走走走

5. 请仅用 em 实现以下效果，其中前一个字是后一个字大小的 1.5 倍。要求代码中不允许出现中括号也不允许出现双引号：

走走走

# 基本字面量、变量和简单函数

Typst 很快，并不是因为它的「解析器」(parser) 和「解释器」(interpreter) 具有惊世的性能，而是因为在 Typst 脚本的世界一切都是纯的，没有几乎。

本节与下一节从 Typst 的底层原理出发，带你反推和破魅 Typst 脚本执行逻辑。

声明，为了节省作者笔力，本文部分内容加工自《[Practical Go Lessons](#)》。

## Typst 世界的 Hello World

编程领域有一个习俗，无论学什么语言，写的第一个程序都将在某处输出 Hello world。我们入乡随俗，将这个任务稍加改造：使用 Typst 制作一个内容为“Hello world!!”的文档。

在「标记模式」中，要完成这个任务相当容易。根据我们在上一节中学到的知识，我们只需要录入一段文本，即可得到一个内容为“Hello world!!”的文档：

```
Hello world!!
```

```
Hello world!!
```

但是，若对条件稍加限制，仅使用「脚本模式」(code mode) 完成这个任务，事情就会变得稍显复杂。

```
#"Hello " + "world!!"
```

```
Hello world!!
```

这是自然的，有的任务更适合在「标记模式」(markup mode) 下完成，有的任务更适合在「脚本模式」下完成。这也是 Typst 同时为你提供这两种「解释模式」(interpreting mode) 的原因。

事实上，使用「脚本模式」还可以写出更加奇形怪状的 Hello World 程序：

```
#let hello-world() = {
 "H"; "e"; "l"; "l"; "o"; " "
 "w"; "o"; "r"; "l"; "d"; "!!"; "!"
}
#hello-world()
```

```
Hello world!!
```

这三个程序都输出了相同的结果。虽然后两者并不实用，却更能引人思考。理解它们将有助于你掌握 Typst 脚本的本质。

## 代码表示的自省函数

在开始学习之前，先学习几个与排版无关但非常实用的函数。

`repr` 是一个「自省函数」(introspection function)，可以帮你获得任意值的代码表示。

```
#[一段文本]
```

```
#repr([一段文本])
```

一段文本

```
[[], [一段文本], []]
```

① 「自省函数」是指那些为你获取解释器内部状态的函数。它们往往接受一类值，而返回存储在解释器内部的相关信息。

在这里，`repr` 强大到接受任意值，而返回对应的代码表示。

`repr` 的特点是可以接受任意值，因此很适合用来在调试代码的时候输出内容。

## 类型的自省函数

与 `repr` 类似，一个特殊的函数 `type` 可以获得任意值的「类型」(type)。

```
#type("一个字符串")
```

```
#type([一段文本])
```

```
#type(() => { "一个函数" })
```

string

content

function

所谓「类型」，就是这个值归属的分类。例如：

- 1 是整数数字，类型就对应于整数类型 (integer)。

```
#type(1)
```

integer

- 一段内容是文本内容，类型就对应于内容类型 (content)。

```
#type([一段内容])
```

content

一个值只会属于一种类型，而类别是精确的。因此，类型是可以比较的：

```
#(str == str) \
#(type("一个字符串") == type("另一个字符串")) \
#(type("一个字符串") == str) \
#([一段文本] == str)
```

```
true
true
true
false
```

类型的类型是类型 (它自身)：

```
#(type(str)) \
#(type(str) == type) \
#(type(type(str)) == type) \
#(type(type(type(str))) == type)
```

```
type
true
true
true
```

## 求值函数

`eval` 函数接受一个字符串，把字符串当作代码执行并求出结果：

```
#eval("1"), #type(eval("1")) \
#eval("[一段内容]"), #type(eval("[一段内容]"))
```

```
1, integer
一段内容, content
```

从 `eval("[一段内容]")` 的中括号被解释为「内容块」可以得知，`eval` 默认以「脚本模式」解释你的代码。

你可以使用 `mode` 参数修改 `eval` 的「解释模式」。code 对应为「脚本模式」，markup 对应为「标记模式」：

```
代码模式 eval: #eval("[一段内容]", mode:
"code") \
标记模式 eval: #eval("[一段内容]", mode:
"markup")
```

```
代码模式 eval: 一段内容
标记模式 eval: [一段内容]
```

## 基本字面量

```
#("Hello " + "world!!")
```

为了完全掌握上面的代码，你首先需要了解 Typst 中已有的基本字面量。

如果你学过 Python 等语言，那么这将对你来说不是问题。在 Typst 中，常用的字面量并不多，它们是：

1. 「空字面量」(none literal)。
2. 「布尔字面量」(boolean literal)。
3. 「整数字面量」(integer literal)。
4. 「浮点数字面量」(floating-Point literal)。
5. 「字符串字面量」(string literal)。

### 空字面量

空字面量是纯粹抽象的概念，这意味着你在现实中很难找到对应的实体。就像是数学中的零与负数，空字面量自然产生于运算过程中。

```
#repr((0, 1).find((_) => false)),
#repr(if false [啊?])
```

```
none, none
```

上例第一行，当在「数组」中查找一个不存在的元素时，“没有”就是 `none`。

上例第二行，当条件不满足，且没有 `false` 分支时，“没有内容”就是 `none`。

这些例子都蕴含较复杂的脚本逻辑，会在下一节详细介绍。

① 空字面量自然产生于运算过程中。以下是所有会产生 `none` 的自然场景：

- 当变量未初始化时。

```
#let x; #type(x)
```

`none`

- 当 `if` 语句条件不满足，且没有 `false` (`else`) 分支时，`if` 语句的值为 `none`。

```
#type(if false {})
```

`none`

- 当 `for` 语句、`while` 语句、函数没有产生任何值时，函数返回值为 `none`。

```
#let f() = {}; #type(f())
```

`none`

- 当函数显式 `return` 且未写明返回值时，函数返回值为 `none`。

```
#let f() = return; #type(f())
```

`none`

`none` 不产生任何内容：

```
#none
```

`none` 的类型是 `none` 类型：

```
#type(none)
```

`none`

`none` 值不等于 `none` 类型，因为一个是值而另一个是类型：

```
!(type(none) == none), #type(none),
#type(type(none))
```

`false, none, type`

使用以下方法将 `none` 转化为布尔类型：

```
#let some-x = none
#(some-x == none)
#((some-x != none) and (1 < 2))
```

`true false`

## 布尔字面量

一个布尔字面量表示逻辑的确否。它要么为 `false` (真) 要么为 `true` (假)。

两个值 `#false` 和 `#true` 偷偷混入了我们内容之中。

两个值 `false` 和 `true` 偷偷混入了我们内容之中。

一般来说，我们不直接使用布尔值。当代码做逻辑判断的时候，会自然产生布尔值。



```
$1 < 2$的结果为: #(1 < 2) \
$1 > 2$的结果为: #(1 > 2)
```

```
1 < 2的结果为: true
1 > 2的结果为: false
```

布尔值的类型是布尔类型:

```
#type(false), #type(true)
```

```
boolean, boolean
```

## 整数字面量

一个整数字面量代表一个整数。相信你一定知道整数的含义。Typst 中的整数默认为十进制:

三个值 `#(-1)`、`#0` 和 `#1` 偷偷混入了我们内容之中。

三个值 `-1`、`0` 和 `1` 偷偷混入了我们内容之中。

- 有的时候 Typst 不支持在「井号」(`#`) 后直接跟一个值。这个时候无论值有多么复杂, 都可以将值用一对圆括号包裹起来, 从而允许 Typst 轻松解析该值。例如, Typst 无法处理「井号」后直接跟随一个「连字号」(`-`) 的情况:

```
#(-1), #(0), #(1)
```

```
-1, 0, 1
```

Typst 允许十进制数存在前导零:

```
#009009
```

```
9009
```

有些数字使用其他进制表示更为方便。你可以分别使用 `0x`、`0o` 和 `0b` 前缀加上进制内容表示十六进制数、八进制数和二进制数:

```
十六进制数: #(0xdeadbeef)、
#(-0xdeadbeef) \
八进制数: #(0o755)、#(-0o644) \
二进制数: #(0b1001)、#(-0b1001)
```

```
十六进制数 :
3735928559、-3735928559
八进制数: 493、-420
二进制数: 9、-9
```

上例中, 当数字被输出到文档时, Typst 将数字都转换成了十进制表示。

以十六进制数为例介绍其与十进制数之间的关系。将一个十六进制数转换成一个十进制数, 计算方式是: 从十六进制数的低位 (右边) 开始, 逐步向高位 (左边), 取每位的字符对应十进制数值, 与 16 的  $n$  次幂相乘 (这里的  $n$  不是固定的, 它等于该字符所在的位序  $-1$ , 位序指从低位到高位排序), 最后将每位的计算结果相加, 即可获得对应十进制的值。

十六进制数字与十进制数字对应关系如下:

|      |     |   |   |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 十六进制 | ... | 8 | 9 | a/A | b/B | c/C | d/D | e/E | f/F |
| 十进制  | ... | 8 | 9 | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |

举个例子：十进制的 1324 相当于十六进制的 0x52C。

1. 计算“C”：因为“C”对应的十进制值是 12，它所在的位序是 1，即它是右边第 1 位，所以它的值为： $12 \cdot (16^{1-1}) = 12$
2. 计算“2”：因为“2”对应的十进制值是 2，它所在的位序是 2，即它是右边第 2 位，所以它的值为： $2 \cdot (16^{2-1}) = 32$
3. 计算“5”：因为“5”对应的十进制值是 5，它所在的位序是 3，即它是右边第 3 位，所以它的值为： $5 \cdot (16^{3-1}) = 1280$
4. 将每位结果相加：

$$12 + 32 + 1280 = 1324$$

检验：

```
#1324, #0x52c, #(0x52c == 1324)
```

```
1324, 1324, true
```

整数的类型是整数类型：

```
#type(0), #type(0x0), #type(0o0),
#type(0b0)
```

```
integer, integer, integer, integer
```

整数的有效取值范围是 $[-2^{63}, 2^{63})$ ，其中 $2^{63} = 9223372036854775808$ 。

## 浮点数字面量

浮点数与整数非常类似。最常见的浮点数由至少一个整数部分或小数部分组成：

三个值 `#(0.001)`、`#(.1)` 和 `#(2.)` 偷偷混入了我们内容之中。

三个值 0.001、0.1 和 2 偷偷混入了我们内容之中。

浮点数的类型是浮点数类型：

```
#type(2.)
```

```
float
```

可见 `2.` 与 `2` 类型并不相同。

当数字过大时，其会被隐式转换为浮点数存储：

```
#type(90000000000000000000000000000000)
```

```
float
```

整数相除时会被转换为浮点数：

```
#(10 / 4), #type(10 / 4) \
#(12 / 4), #type(12 / 4) \
```

```
2.5, float
3, float
```



```
#repr(`包含换行符和双引号的
"内容"`.text)
```

"包含换行符和双引号的\n\n"内容"

## 变量

如下语法,「变量声明」表示使得 x 的内容与"Hello world!!"相等。我们对语法一一翻译:

```
#let x = "Hello world!!"
// ^^^^ ^ ^
^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
// 令 变量名 为 初始值表达式
```

同时我们看见输出的文档为空,这是因为「变量声明」并不产生任何内容。

「变量声明」一共分为 4 个部分, let 关键字、「变量名标识符」(variable identifier)、「等于号」(=)和「初始值表达式」(initialization expression)。其中 let 关键字和「等于号」是你每次都必须固定书写的部分。

let 关键字告诉 Typst 接下来即将开启一段「声明」。

let 关键字后紧接着跟随一个「变量名标识符」。标识符是变量的“名称”。「变量声明」后续的位置都可以通过标识符引用该变量。

1. 标识符以 Unicode 字母、Unicode 数字和「下划线」(\_) 开头。以下是示例的合法变量名:

```
// 以英文字母开头, 是 Unicode 字母
#let a; #let z; #let A; #let Z;
// 以汉字开头, 是 Unicode 字母
#let 这;
// 以下划线开头
#let _;
```

2. 标识符后接有限个 Unicode 字母、Unicode 数字、「连字号」和「下划线」。以下是示例的合法变量名:

```
// 纯英文变量名, 带连字号
#let alpha-test; #let alpha--test;
// 纯中文变量名
#let 这个变量; #let 这个_变量; #let 这个-变量;
// 连字号、下划线在多种位置
#let alpha-; // 连字号不能在变量名开头位置
#let _alpha; #let alpha_;
```

3. 特殊规则: 标识符仅为「下划线」时, 不允许在后续位置继续使用。

```
#let _ = 1;
// 不能编译: #_
```

该标识符被称为「占位符」(placeholder)。

4. 特殊规则: 标识符不允许为 let、set、show 等关键字。

```
// 不能编译:
// #let let = 1;
```

建议标识符简短且具有描述性。同时建议标识符中仅含英文与「连字号」。

「等于号」告诉 Typst 变量初始等于一个表达式的值。该表达式在编译领域有一个专业术语，称为「初始值表达式」。这里，「初始值表达式」可以为任意表达式，请参阅[表达式小节](#)。

「变量声明」可以没有初始值表达式：

```
#let x
#repr(x)
```

none

事实上，它等价于将 x 初始化为 none。

```
#let x = none
#repr(x)
```

none

尽管 Typst 允许你不写初始值表达式，本书还是建议你让所有的「变量声明」都具有初始值表达式。因为初始值表达式还告诉阅读你代码的人这个变量可能具有什么样的类型。

「变量声明」后续的位置都可以继续使用该变量，取决于「作用域」。

📖 关于作用域，你可以参考《[内容、作用域与样式](#)》。

变量可以重复输出到文档中：

```
#let x = "阿吧"
#x#x, #x#x
```

阿吧阿吧，阿吧阿吧

任意时刻都可以将任意类型的值赋给一个变量。上一节所提到的「内容块」也可以赋值给一个变量。

```
#let y = [一段文本]
#y \
// 重新赋值为一个整数
#(y = 1)
#y \
```

一段文本  
1

任意时刻都可以重复定义相同变量名的变量，但是之前被定义的变量将无法再被使用：

```
#let y = [一段文本]
#y \
// 重新声明为一个整数
#let y = 1
#y \
```

一段文本  
1

## 简单函数

在 Typst 中，变量和简单函数有着类似的语法。

如下语法，「函数声明」表示使得  $f(x, y)$  的内容与右侧表达式的值相等。我们对语法一翻翻译：

```
#let f(x, y) = [两个值 #(x)
和 #(y)偷偷混入了我们内容之中。]
// ^^^^ ^^^^^^^ ^
^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
// 令 函数名(参数列表) 为
一段内容
```

同样我们看见输出的文档为空，这是因为「函数声明」也并不产生任何内容。

「函数声明」一共分为 5 个部分，`let` 关键字、「函数名标识符」(function identifier)、参数列表、「等于号」和「函数体表达式」(function body expression)。其中 `let` 和「等于号」是你每次都必须固定书写的部分。

「函数声明」与「变量声明」有很多部分是完全一致的。`let` 关键字与「等于号」自不必说。「函数名标识符」的规则与功能与「变量名标识符」相似，可用于后续使用该函数时引用。

参数列表的个数可以有零个，一个，至任意多个，由逗号分隔。每个参数都是一个单独的「参数标识符」(parameter identifier)。

```
// 零个参数
#f()
// 一个参数
#f(x)
// 两个参数
#f(x, y)
// ..
```

我想你应该已经会抢答了，「参数标识符」的规则与功能与「变量名标识符」相似，可用于后续使用该参数时引用。

视角挪到等号右侧。「函数体表达式」的规则与功能则与「初始值表达式」相似。「函数体表达式」可以任意使用参数列表中的“变量”，并组合出一个表达式。组合出的表达式的值就是函数调用的结果。

结合例子理解函数的作用。将对应参数应用于函数可以取得对应的结果：

```
#let f(x, y) = [两个值 #(x)和 #(y)偷偷混
入了我们内容之中。]

#let x = "Hello world!!"
#let y = [一段文本]
#f(repr(x), y)
```

两个值"Hello world!!"和一段文本偷偷混入了我们内容之中。

其中 `#f(repr(x), y)` 的执行过程是这样的：

```
#f(repr(x), y) // 转变为
#f(repr("Hello world!!"), y) // 转变为
#f(["Hello world!!\"], y) // 转变为
#f(["Hello world!!\"], [一段文本])
```

注意，此时我们进入右侧表达式。

```
#let x = ["Hello world!!\"]
#let y = [一段文本]
#[两个值 #(x)和 #(y)偷偷混入了我们内容之中。] // 转变为
#[两个值 #(["Hello world!!\"]) and #([一段文本])偷偷混入了我们内容之中。]
```

最后整理式子得到：

```
// 转变为
#[两个值 "Hello world!!\"和一段文本偷偷混入了我们内容之中。] // 转变为
两个值 "Hello world!!\"和一段文本偷偷混入了我们内容之中。
```

请体会我们在介绍「变量声明」时的特殊措辞，并与「函数声明」的语法描述相对应。

- 以下「变量声明」表示使得  $x$  的内容与 "Hello world!!" 相等。

```
#let x = "Hello world!!"
```

- 以下「函数声明」表示使得  $f(x, y)$  的内容与经过计算后的 [两个值  $\#(x)$  和  $\#(y)$  偷偷混入了我们内容之中。] 相等。

```
#let f(x, y) = [两个值 #(x)和 #(y)偷偷混入了我们内容之中。]
```

## 表达式

表达式从感性上理解就是检验执行一段代码是否对应产生一个值。精确来说，表达式是以下对象的集合：

1. 前述的各种「字面量」是表达式：

```
// 这些是表达式
#none, #true, #1, #.2, #"s"
```

```
, true, 1, 0.2, s
```

2. 「变量」是表达式：

```
#let a = 1;
// 这是表达式
#a
```

```
1
```

3. 「括号表达式」(parenthesized expression) 是表达式：

```
// 这些是表达式
#(0), #(1+2), #(((((((1))))))))
```

```
0, 3, 1
```

4. 「函数调用」是表达式：

```
#let add(a, b) = a + b
#let a = 1;
// 这是表达式
#add(a, 2)
```

3

5. 特别地，Typst 中的「代码块」和「内容块」是表达式：

```
// 这些是表达式
#repr({ 1 }), #repr([1]),
```

1, [[ [ ], [1], [ ] ],

6. 特别地，Typst 中的「if 语句」、「for 语句」和「while 语句」等都是表达式：

```
// 这些是表达式
#repr(if false [啊?]),
#repr(for _ in range(0) {}),
#repr(while false {}),
#repr(let _ = 1),
```

none, none, none, none,

这些将在后文中介绍。

7. 情形 1 至情形 7 的所有对象作为项，任意项之间的「运算」也是表达式。

其中，情形 1 至情形 3 被称为「初始表达式」(primary expression)，它们就像是表达式的种子，由其他操作继续组合生成更多表达式。

情形 4 至情形 6 本身都是经典意义上的「语句」(statement)，它们由一个或多个子表达式组成，形成一个有新含义的表达式。在 Typst 中它们都被赋予了「值」的语义，因此它们也都是表达式。我们将会在后续文章中继续学习。

① Typst 借鉴了 Rust。遵从「面向表达式编程」(expression-oriented programming) 的哲学，它将所有的语句都根据可折叠规则（见后文）转为了表达式。

1. 如果一个语句能产生值，那么该语句的结果是所有值的折叠。
2. 否则，如果一个语句不能产生值，那么该语句的结果是 `none`。

特别地，许多类型的折叠符合规则：类型  $T$  的值  $v$  与 `none` 折叠仍然是值本身。

$$\forall v \in T \cup \{\text{none}\}, \text{fold}_T(v, \text{none}) = v$$

仅有少量的语句不是表达式。

① `show` 语句和 `set` 语句不是表达式。

本节主要讲解情形 7。由于情形 1 至情形 6 都可以作为情形 7 的项，不失一般性，我们仍然可以仅以「字面量」作为项讲解所有情形 7 的情况。

## 逻辑比较表达式

数字之间可以相互（算术逻辑）比较，并产生布尔类型的表达式：

- 小于：



```
#(1 < 0), #(1 < 1), #(1 < 2)
```

```
false, false, true
```

- 小于等于:

```
#(1 <= 0), #(1 <= 1), #(1 <= 2)
```

```
false, true, true
```

- 大于:

```
#(1 > 0), #(1 > 1), #(1 > 2)
```

```
true, false, false
```

- 大于等于:

```
#(1 >= 0), #(1 >= 1), #(1 >= 2)
```

```
true, true, false
```

- 等于:

```
#(1 == 0), #(1 == 1), #(1 == 2)
```

```
false, true, false
```

- 不等于:

```
#(1 != 0), #(1 != 1), #(1 != 2)
```

```
true, false, true
```

不仅整数与整数之间、浮点数与浮点数之间可以做比较，而且整数与浮点数之间也可以做比较。当整数与浮点数相互比较时，整数会转换为浮点数再参与比较。

```
#(1 != 0.), #(1 != 1.), #(1 != 2.)
```

```
true, false, true
```

注意：不推荐将整数与浮点数相互比较，这有可能产生意料之外的浮点误差。

```
#(9/1e160*1e160), #(9/1e160*1e160 == 9) \
// 理论上为 true, 实际运算结果为 false
#(9/1e160/1e160*1e160*1e160),
#(9/1e160/1e160*1e160*1e160 == 9)
```

```
9, true
8.999899804644146, false
```

## 逻辑运算表达式

布尔值之间可以做逻辑运算，并产生布尔类型的表达式：

- 非运算:

```
#(not false), #(not true)
```

```
true, false
```

- 或运算:

```
#(false or false), #(false or true), #(true or false), #(true or true)
```

```
false, true, true, true
```

- 且运算:

`#(false and false), #(false and true), #(true and false), #(true and true)`

`false, false, false, true`

真值表如下:

| $p$ | $q$ | $\neg p$ | $p \vee q$ | $p \wedge q$ |
|-----|-----|----------|------------|--------------|
| 0   | 0   | 1        | 0          | 0            |
| 0   | 1   | 1        | 1          | 0            |
| 1   | 0   | 0        | 1          | 0            |
| 1   | 1   | 0        | 1          | 1            |

逻辑运算使用起来很简单, 建议入门的同学找一些专题阅读, 例如[数理逻辑 \(1\) ——命题逻辑的基本概念](#)。

一旦涉及到对复杂事物的逻辑讨论, 你就可能陷入了知识的海洋。关于逻辑运算已经形成一门学科, 如有兴趣建议后续找一些书籍阅读, 例如[逻辑学概论](#)。

本书自然不负责教你逻辑学。

### 算术运算表达式

数字之间可以做算术运算, 并产生数字结果的表达式:

- 取正运算:

`#(+1), #(+0), #(++1)`

`1, 0, 1`

- 取负运算:

`#(-1), #(-0), #(--1), #(-+1)`

`-1, 0, 1, 1`

- 加运算:

`#(1 + 2), #(1 + 1), #(1 + -1), #(1 + -2)`

`3, 2, 0, -1`

- 减运算:

`#(1 - 2), #(1 - 1), #(1 - -1), #(1 - -2)`

`-1, 0, 2, 3`

- 乘运算:

`#(1 * 2), #(2 * 2), #(2 * -2)`

`2, 4, -4`

- 除运算:

```
#(1 / 2), #(2 / 2), #(2 / -2)
```

```
0.5, 1, -1
```

值得注意的是 $-2^{63}$ 在 Typst 中是浮点数，这可能是 Typst 的 bug:

```
#type(-9223372036854775808)
```

```
float
```

为了正常使用该整数值你需要强制转换:

```
#int(-9223372036854775808),
#type(int(-9223372036854775808))
```

```
-9223372036854775808, integer
```

在日常生活中，我们还常用整除，如下方法实现了整除:

```
#let fdiv(x, y) = int(x / y)
#fdiv(3, 2), #fdiv(-12, 2),
#fdiv(-12, 5) \
// 或
#int(3 / 2), #int(-12 / 2),
#int(-12 / 5)
```

```
1, -6, -2
1, -6, -2
```

**calc.rem** 函数帮你求解整除的余数:

```
#let fdiv(x, y) = int(x / y)
$ 3 div & 2 = & #fdiv(3, 2)
& & #calc.rem(3, 2). \
-12 div & 2 = & #fdiv(-12, 2)
& & #calc.rem(-12, 2). \
-12 div & 5 = & #fdiv(-12, 5)
& & #calc.rem(-12, 5). $
```

```
3 ÷ 2 = 1 1.
-12 ÷ 2 = -6 0.
-12 ÷ 5 = -2 -2.
```

## 赋值表达式

变量可以被赋予一个表达式的值，所有的赋值表达式都产生 `none` 值而非返回变量的值。

- 赋值及先加（减、乘或除）后赋值:

```
#let a = 1
#repr(a = 10), #a, #repr(a += 2),
#a, #repr(a -= 2), #a, #repr(a *=
2), #a, #repr(a /= 2), #a
```

```
none, 10, none, 12, none, 10, none,
20, none, 10
```

## 字符串相关的表达式

字符串相加表示字符串的连接:

```
#("a" + "b")
```

```
ab
```

字符串与数字相乘表示将该字符串重复  $n$  次后再连接:

```
#("a" * 4), #(4 * "ab")
```

```
aaaa, abababab
```

字符串之间的比较遵从「字典序」(lexicographical order)。

等于和不等于的比较, 比较每个字符是否相等:

```
#("a" == "a"), #("a" != "a") \
#("a" == "b"), #("a" != "b") \

```

```
true, false
false, true
```

大于和小于的比较, 从第一个字符开始依次比较, 比较每个字符是否相等。直到第一个不相等的字符时作以下判断, 字符的 Unicode 值较小的字符串则 x 相应更“小”:

```
#("a" < "b"), #("a" > "a"), \
#("a" < "ba"), #("ac" < "ba"), \
#("aac" < "aba")
```

```
true, false,
true, true, true
```

若一直比到了其中一个字符串的尽头, 则较短的字符串更“小”:

```
#("a" < "ab")
```

```
true
```

大于等于和小于等于的比较则将「相等性」纳入考虑:

```
#("a" >= "a"), #("a" <= "a") \

```

```
true, true
```

## 回顾第二个 Hello World 程序

让我们具体来看这个示例。

```
一个值 #0.001 偷偷混入了我们内容之中。\
一个值 #1e-3 偷偷混入了我们内容之中。\

```

```
一个值 0.001 偷偷混入了我们内容之
中。
一个值 0.001 偷偷混入了我们内容之
中。
```

其中 1e-3 是 0.001 的另一种写法, 准确来说 1e-3 是 0.001 的科学表示法。

我们可以根据文档的输出**反推出**: 当 Typst 处于标记模式下, 并看到我们提供的一个「值」的时候, 它没有尊重我们的写法, 而是将「值」转换成了「内容」再根据内容生成文档。

于是我们可以解释第二个 Hello World 程序所作的事情:

1. 进入「脚本模式」(code mode)
2. 创建一个 "Hello " 字符串字面量。
3. 创建一个 "world!!" 字符串字面量。
4. 将这两个字面量相加, 得到 "Hello world!!" 字符串字面量。
5. 脚本模式将该字符串“置于原地”, 表示希望将这个字符串输出到文档。

6. 脚本结束, Typst 自动回到「标记模式」。由于脚本产生的结果不是「内容」而是「值」, Typst 将其转换为合适的内容后添加到文档中。

## 类型转换

整数转浮点数:

```
#float(1), #(type(float(1)))
```

```
1, float
```

布尔值转整数:

```
#int(false), #(type(int(false))) \
#int(true), #(type(int(true)))
```

```
0, integer
1, integer
```

浮点数转整数:

```
#int(1), #(type(int(1)))
```

```
1, integer
```

该方法是就近取整, 并有精度损失 (根据规范, 超出精度范围时, 如何选择较近的值舍入是「与实现相关」):

```
#int(1.5), #int(1.99),
// 超出浮点精度范围会就近舍入再转换成整数
#int(1.9999999999999999)
```

```
1, 1, 2
```

为了向下或向上取整, 你可以同时使用 `calc.floor` 或 `calc.ceil` 函数 (有精度损失):

```
#int(calc.floor(1.9)),
#int(calc.ceil(1.9))
```

```
1, 2
```

十进制字符串转整数:

```
#int("1"), #(type(int("1")))
```

```
1, integer
```

十六进制/八进制/二进制字符串转整数:

```
#let safe-to-int(x) = {
 let res = eval(x)
 assert(type(res) == int, message:
"should be integer")
 res
}
#safe-to-int("0xf"), #(type(safe-to-
int("0xf"))) \
#safe-to-int("0o755"), #(type(safe-
to-int("0o755"))) \
#safe-to-int("0b1011"), #(type(safe-
to-int("0b1011"))) \
```

```
15, integer
493, integer
11, integer
```

注意: `assert(type(res) == int)`是必须的, 否则是不安全的。

数字转字符串:

```
#repr(str(1)), #(type(str(1)))
#repr(str(.5)), #(type(str(.5)))
```

```
"1", string "0.5", string
```

整数转  $N$  进制字符串:

```
#str(501, base:16), #str(0xdeadbeef,
base:36)
```

```
1f5, 1ps9wxb
```

布尔值转字符串:

```
#repr(false), #(type(repr(false)))
```

```
false, string
```

数字转布尔值:

```
#let to-bool(x) = x != 0
#repr(to-bool(0)), #(type(to-
bool(0))) \
#repr(to-bool(1)), #(type(to-
bool(1)))
```

```
false, boolean
true, boolean
```

## 计算标准库

由于该库即将废弃 (本文将介绍新的计算 API), 如有希望使用的朋友, 请参见 [Typst Reference - Calculation](#)。

## 代码块和内容块

在上一节中, 我们介绍了「内容块」, 但我们并未对内容块做过多描述。在这里我们将与「代码块」一起详细介绍内容块。

- 代码块: 按顺序包含一系列语句, 内部为「脚本模式」。
- 内容块: 按顺序包含一系列内容, 内部为「标记模式」。

内容块 (标记模式) 内部没有语句的概念, 一个个内容或元素按顺序排列。但你可以通过「井号」将解释器的「解释模式」从「标记模式」临时改为「脚本模式」。当执行完脚本后, 将脚本结果转换成内容, 并放置在「井号」处。

相比, 代码块内部则有语句概念。每个语句可以是换行分隔, 也可以是「分号」(;) 分隔。

```
#{
 "a"
 "b"
} \
// 与下表达式等同:
#{ "a"; "b" }
```

```
ab
ab
```

在 Typst 中, 代码块和内容块是等同的。甚至, 内容块和文档文件本身是等同的。

内容块的值从感性理解, 最终可以形成一个内容。那么代码块的值要如何理解? 这就引入了「可折叠」的值 (Foldable) 的概念。

## 「可折叠」的值 (Foldable)

先来看代码块。代码块其实就是一个脚本。既然是脚本，Typst 就可以按照语句顺序依次执行「语句」。

① 准确地来说，按照控制流顺序。

Typst 按控制流顺序执行代码，将所有结果**折叠**成一个值。所谓折叠，就是将所有数值“连接”在一起。这样讲还是太抽象了，来看一个具体的例子。

### 字符串折叠

Typst 实际上不限制代码块的每个语句将会产生什么结果，只要是结果之间可以**折叠**即可。

我们说字符串是可以折叠的：

```
#{"Hello"; " "; "World"}
```

Hello World

实际上折叠操作基本就是「加号」(+) 操作。那么字符串的折叠就是在做字符串连接操作：

```
#("Hello" + " " + "World")
```

Hello World

再看一个例子：

```
#{
 let hello = "Hello";
 let space = " ";
 let world = "World";
 hello; space; world;
 let destroy = ", Destroy"
 destroy; space; world; "."
}
```

Hello World, Destroy World.

如何理解将「变量声明」与表达式混写？

回忆前文。对了，「变量声明」表达式的结果为 `none`。

```
#type(let hello = "Hello")
```

none

并且还有一个重点是，字符串与 `none` 相加是字符串本身，`none` 加 `none` 还是 `none`：

```
#("Hello" + none), #(none +
"Hello"), #repr(none + none)
```

Hello, Hello, none

现在可以重新体会这句话了：Typst 按控制流顺序执行代码，将所有结果**折叠**成一个值。对于上例，每句话的执行结果分别是：

```
#{
 none; // let hello = "Hello";
 none; // let space = " ";
 none; // let world = "World";
 "Hello"; " "; "World"; // hello; space; world;
 none; // let destroy = ", Destroy"
 ", Destroy"; " "; "Wrold"; "." // destroy; space; world; "."
}
```

将结果收集并“折叠”，得到结果：

```
#{(none + none + none + "Hello" + " "
+ "World" + none + ", Destroy" + " "
+ "Wrold" + ".")}
```

Hello World, Destroy Wrold.

### 其他基本类型的情况

那么为什么说折叠操作基本就是「加号」操作。那么就是说有的“「加号」操作”并非折叠操作。

布尔值、整数和浮点数都不能相互折叠：

```
// 不能编译
#{ false; true }; #{ 1; 2 }; #{ 1.; 2. }
```

还有其他可以折叠的值，我们将会在将来学到。

#### 数组与字典是可以折叠的：

```
#{for i in range(1, 5) { (i, i * 10) } }
```

(1, 10, 2, 20, 3, 30, 4, 40)

```
#{for i in range(1, 5) { let d = (:); d.insert(str(i), i * 10); d } }
```

{"1": 10, "2": 20, "3": 30, "4": 40}

那么是否说布尔值、整数和浮点数都不能折叠呢。答案又是否认的，它们都可以与 `none` 折叠（把下面的加号看成折叠操作）：

```
#{1 + none}
```

1

所以你可以保证一个代码块中只有一个「语句」产生布尔值、整数或浮点数结果，这样的代码块就又是能编译的了。让我们利用 `let _ =` 来实现这一点：

```
#{ let _ = false; true }, #{ 1; let _ = 2 }, #{ let _ = 1.; 2. }
```

true, 1, 2

回忆之前所讲的特殊规则：「占位符」用作标识符的作用是“忽略不必要的语句结果”。



## 内容折叠

Typst 脚本的核心重点就在本段。

内容也可以作为代码块的语句结果，这时候内容块的结果是每个语句内容的“折叠”。

```
#{
 [= 生活在 Content 树上]
 [现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。]
 [滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。]
 [但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。]
}
```

### 生活在 Content 树上

现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。

是不是感觉很熟悉？实际上内容块就是上述代码块的“糖”。所谓糖就是同一事物更方便书写的语法。上述代码块与下述内容块等价：

```
#[
 = 生活在 Content 树上
 现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。
]
```

### 生活在 Content 树上

现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。

由于 Typst 默认以「标记模式」开始解释你的文档，这又与省略#[ ]的写法等价：

```
= 生活在 Content 树上
现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。
```

### 生活在 Content 树上

现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翩。

## 回顾第三个 Hello World 程序

回顾以下脚本：

```
#!let hello-world() = {
 "H"; "e"; "l"; "l"; "o"; " "
 "w"; "o"; "r"; "l"; "d"; "!" ; "!"
}
#hello-world()
```

首先 `hello-world` 是一个函数。

当调用该函数时，该函数返回对应代码块的结果。根据「代码块」的特性，代码块产生的结果为所有语句的折叠。

这里所有字符串折叠得到一个完整的字符串 `"Hello world!!"`。

根据我们在第二个 Hello World 程序中学到的知识，字符串被转换成内容后添加到文档中。

```
Hello world!!
```

## 总结

基于《基本字面量、变量和简单函数》掌握的知识你应该可以：

1. 查看《参考：基本类型》，以掌握基本类型的使用方法。
2. 查看《参考：颜色、色彩渐变与模式》，以掌握色彩的高级管理方法。
3. 查看《参考：数据读写与数据处理》，以助你从外部读取数据或将文档数据输出到文件。
4. 查看《参考：导入和使用参考文献》，以助你导入和使用参考文献。

## 习题

1. 使用本节所讲述的语法，计算  $2^{32}$  的值：

```
4294967296
```

2. 输出下面的诗句，但你的代码中至多只能出现 17 个汉字：

```
一帆一浆一渔舟，一个渔翁一钓钩。
一俯一仰一场笑，一江明月一江秋。
```

# 复合字面量、控制流和复杂函数

## Hello World 程序改

有的时候，我们想要访问字面量、变量与函数中存储的“信息”。例如，给定一个字符串"Hello World"，我们想要截取其中的第二个单词。

单词 World 就在那里，但仅凭我们有限的脚本知识，却没有方法得到它。这是因为字符串本身是一个整体，虽然它具备单词信息，我们却缺乏了访问信息的方法。

Typst 为我们提供了「成员」和「方法」两种概念访问这些信息。使用「方法」，可以使用以下脚本完成目标：

```
#"Hello World".split(" ").at(1)
```

```
World
```

为了方便讲解，我们改写出 6 行脚本。除了第二行，每一行都输出一段内容：

```
#let x = "Hello World"; #x \
#let split = str.split \
#split(x, " ") \
#str.split(x, " ") \
#x.split(" ") \
#x.split(" ").at(1)
```

```
Hello World
("Hello", "World")
("Hello", "World")
("Hello", "World")
World
```

从 `#x.split(" ").at(1)` 的输出可以看出，这一行帮助我们实现了“截取其中的第二个单词”的目标。我们虽然隐隐约约能揣测出其中的意思：

```
 #(x .split(" ") .at(1))
 // 将字符串 根据字符串拆分 取出其中的第 2 个单词 (字符串)
```

但至少我们对「点号」(.) 仍是一无所知。

本节我们就来讲解 Typst 中较为高级的脚本语法。这些脚本语法与大部分编程语言的语法相同，但是我们假设你并不知道这些语法。

## 成员

Typst 提供了一系列「成员」和「方法」访问字面量、变量与函数中存储的“信息”。

其实在上一节（甚至是第二节），你就已经见过了「成员」语法。你可以通过「点号」，即 ``0v0`.text`，获得代码块的“text”（文本内容）：

```
这是一个代码块内容: #repr(`0v0`)
```

```
这是一段文本: #repr(`0v0`.text)
```

```
这是一个代码块内容: raw(text: "OvO",
block: false)
```

```
这是一段文本: "OvO"
```

每个类型有哪些「成员」是由 Typst 决定的。你需要逐渐积累经验以知晓这些「成员」的分布，才能更快地通过访问成员快速编写出收集和处理信息的脚本。(todo: 建议阅读)

当然，为防你不知道，大家不都是死记硬背的：有软件手段帮助你使用这些「成员」。本人在此提醒你：可以安装一个带 LSP 的编辑器，例如 VSCode。当你为某个对象后接一个点号时，编辑器会自动为你做代码补全。(todo: 搭建环境)



图 4 作者使用编辑器作代码补全的精彩瞬间。

从图中可以看出来，该代码片段对象上有七个「成员」。特别是“text”成员赫然立于其中，就是它了。除了「成员」列表，编辑器还会告诉你每个「成员」的作用，以及如何使用。这时候只需要选择一个「成员」作为补全结果即可。

## 方法

「方法」是一种特殊的「成员」。准确来说，如果一个「成员」是一个对象的函数，那么它就被称为该对象的「方法」。

统一来看 Hello World 程序的第三行、第四行与第五行脚本。它们输出了相同的内容，事实上，它们是同一「函数调用」的不同写法：

|                                                                                                                      |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <pre>#let x = "Hello World" #let str-split = str.split #str-split(x, " ") \ #str.split(x, " ") \ #x.split(" ")</pre> | <pre>("Hello", "World") ("Hello", "World") ("Hello", "World")</pre> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|

第三行脚本含义对照如下。之前已经学过，这正是「函数调用」的语法：

```
 #(str-split(x, " "))
 // 调用 字符串拆分函数，参数为 变量 x 和空格
```

观察第三行与第四行脚本：

```
#str-split(x, " ") \
#str.split(x, " ") \
```

从 str-split 的「变量声明」可以推断：第四行脚本仍然是在做「函数调用」，只不过在语法上更为紧凑。

第五行脚本的写法则更加简明。

```
#x.split(" ")
```

约定 `str.split(x, y)` 可以简写为 `x.split(y)`，如果：

1. 对象 `x` 是 `str` 类型，且方法 `split` 是 `str` 类型的「成员」。
2. 对象 `x` 用作 `str.split` 调用的第一个参数。

这种写法可以进一步推及其他类型和类型的方法，被称为「方法调用」，即一种特殊的「函数调用」，是一个在各编程语言中广泛存在的简写规则。

「方法调用」大大简化了脚本。当然你也可以选择不用「方法调用」，毕竟你可以看到「函数调用」一样可以完成所有任务。

❶ 这里有一个问题：为什么 Typst 要引入「方法」的概念呢？主要有以下几点考量。

其一，为了引入「方法调用」的语法，这种语法相对要更为方便和易读。对比以下两行，它们都完成了获取"Hello World"字符串的第二个单词的第一个字母的功能：

```
#"Hello World".split(" ")
).at(1).split("").at(1)

#array.at(str.split(array.at(
 str.split("Hello World", " "),
 1), ""), 1)
```

W  
W

可以明显看见，第一行脚本全部写在一行还能很方便地阅读，但第二行语句的参数已经散落在括号的里里外外，很难理解到底做了什么事情。

其二，相比「函数调用」，「方法调用」更有利于现代 IDE 补全脚本。如果你使用了带脚本自动补全的编辑器，当你在"Hello World"字符串后敲下一个「点号」时，IDE 会自动联想你接下来可能需要与“字符串”相关的函数，你便可以通过 `.split` 很快定位到“字符串拆分”这个函数。

与之相对，「函数调用」的“筛选效率”更低。若想调用 `str-split` 或 `str.split`，你首先需要敲下一个 `s` 字符，很快编辑器就会把所有以 `s` 开头的函数都告诉你了，这可就有点头疼了。

其三，方便用户管理相似功能的函数。你很快就可以联想到，不仅仅是字符串可以拆分，似乎内容也可以拆分。不仅如此，将来可能还有各种各样的拆分。如果需要为他们都取不同的名字，那就太头疼了。相比 `str.split` 就简单多了。要知道，程序员最讨厌给变量和函数想命名这种东西了。

接下来只需要理解最后一行脚本，就能彻底搞懂这个 Hello World 程序了。看起来，它也是某种类型上的某个「方法」。

```
#let x = "Hello World".split(" ")
#x.at(1)
```

World

若需要理解最后一行，则需引入「数组」的概念。

## 数组字面量

脚本模式中有非常重要的复合字面量，它们是「数组」和「字典」。

「数组」是按照顺序存储的一些「值」，你可以在「数组」中存放任意内容而不拘泥于类型。你可以使用圆括号与一个逗号分隔的列表创建一个数组字面量：

```
#let x = (1, "OvO", [一段内容])
#x
```

```
(1, "OvO", [一段内容])
```

构造数组字面量时，允许尾随一个多余的逗号而不造成影响。

```
#let x = (1, "OvO", [一段内容],)
// 这里有一个多余的逗号^^^
#x
```

```
(1, "OvO", [一段内容])
```

为了访问数组，你可以使用 at 方法。“at”在中文里是“在”的意思，它表示对「数组」使用「索引」操作。在数组中，第 0 个值就是字面量声明中的第一个值，第 1 个值就是字面量声明中的第二个值，以此类推。如下所示：

```
#let x = (1, "OvO", [一段内容])
#x.at(0) \
#x.at(1) \
#x.at(2)
```

```
1
OvO
一段内容
```

至于为什么「索引」从零开始，这只是一个约定俗成。相信等你习惯了，你也会变成计数从零开始的好程序员。

与数组相关的另一个重要语法是 in, x in (...), 表示判断 x 是否在某个数组中：

```
 #(1 in (1, "OvO", [一段内容])) \
 #([一段内容] in (1, "OvO", [一段内容]))
 \
 #([另一段内容] in (1, "OvO", [一段内容]))
```

```
true
true
false
```

同时，你还可以使用语法 not in 判断 x 是否不在某个数组中：

```
 #(1 not in (1, "OvO", [一段内容])) \
 #([另一段内容] not in (1, "OvO", [一段内容]))
```

```
false
true
```

## 回顾示例

回顾 Hello World 程序：

```
#let x = "Hello World".split(" ")
#x \
#x.at(1)
```

```
("Hello", "World")
World
```

含义不言而喻：使用空格拆分字符串可以得到两个单词，使用 at 方法，当「索引」参数为 1 的时候，就取出了其中的第二个元素，即"Hello World"字符串中的第二个单词。

## 字典字面量

与「数组」同理，你可以使用圆括号与一个逗号分隔的列表创建一个字典字面量。与数组略微不同的是，列表的每一项是由冒号分隔的「键值对」。

所谓「字典」即是「键值对」的集合。如下例所示，“neko-mimi”、“utterance”和“attribute”是字典的「键」，它们必须是字符串。而 2、“喵喵喵”和[kawaii\~]分别是对应的「值」。

```
#let cat = (
 neko-mimi: 2,
 "utterance": "喵喵喵",
 attribute: [kawaii\~]
)
#cat
```

```
(
 neko-mimi: 2,
 utterance: "喵喵喵",
 attribute: [[kawaii], [~]],
)
```

构造字典字面量时，允许尾随一个多余的逗号而不造成影响。

```
#let cat = (
 neko-mimi: 2,
 "utterance": "喵喵喵",
 attribute: [kawaii\~],
 // 这里有一个尾随的小逗号^^^
)
#cat
```

```
(
 neko-mimi: 2,
 utterance: "喵喵喵",
 attribute: [[kawaii], [~]],
)
```

为了访问字典，你可以使用 at 方法。但由于「键」都是字符串，你需要使用字符串作为字典的「索引」。

```
#let cat = (neko-mimi: 2,
 "utterance": "喵喵喵", attribute:
 [kawaii\~])
#cat.at("neko-mimi") \
#cat.at("utterance") \
#cat.at("attribute")
```

```
2
喵喵喵
kawaii~
```

为了方便，Typst 允许你直接通过成员方法访问字典对应「键」的值：

```
#let cat = (neko-mimi: 2,
 "utterance": "喵喵喵")
// 等价于 cat.at("neko-mimi")
#cat.neko-mimi \
// 等价于 cat.at("utterance")
#cat.utterance
```

```
2
喵喵喵
```

与数组类似，字典也可以使用相关的另一个重要语法是 in, x in (...), 表示判断 x 是否是字典的一个「键」：

```
#let cat = (neko-mimi: 2)
#("neko-mimi" in cat)
```

```
true
```

注意：x in (...)与"x" in (...)是不同的。例如 neko-mimi in cat 将检查 neko-mimi 变量的内容是否是字典变量 cat 的一个「键」，而"neko-mimi"检查对应字符串是否在其中。

## 数组和字典字面量典例

讲解一些关于数组与字典字面量相关的典例：

```
#() \ // 是空的数组
#(:) \ // 是空的字典
#(1) \ // 被括号包裹的整数 1
#(()) \ // 被括号包裹的空数组
#((())) \ // 被括号包裹的被括号包裹的空数组
#(1,) \ // 是含有一个元素的数组
```

```
()
(:)
1
()
()
(1,)
```

()是空的数组，不含任何值；如果你想构建空的字典，需要中置一个冒号，(:)是空的字典，不含任何键值对。

如果括号内含了一个值，而无法与数组区分，例如(1)，那么它仅仅是被括号包裹的整数1，仍然是整数1本身。

类似的，(())是被括号包裹的空数组，((( )))是被括号包裹的被括号包裹的空数组。

如果你想构建含有一个元素的数组，需要在列表末尾放置一个额外的逗号以区分括号语法，例如(1, )。

## 数组和字典的「解构赋值」

除了使用字面量「构造」元素，Typst还支持「构造」的反向操作：「解构赋值」。顾名思义，你可以在左侧用相似的语法从数组或字典中获取值并赋值到**对应**的变量上。

```
#let x = (1, "Hello, World", [一段内容])
#let (one, hello-world, a-content) = x
#one \
#hello-world \
#a-content
```

```
1
Hello, World
一段内容
```

```
#let cat = (neko-mimi: 2,
"utterance": "喵喵喵", attribute:
[kawaii\~])
#let (utterance: u, attribute: a) = cat
#u \
#a
```

```
喵喵喵
kawaii~
```

数组的「解构赋值」必须一一解构，如果数组包含10项，则你必须解构出10个变量。否则，如果只想解构其中一部分值，可以尾随一个「延展符」(..)，以示省略：



```
#let (first, ..) = (1, "Hello,
World", [一段内容])
#first \
#let (_, second, ..) = (1, "Hello,
World!!!", [一段内容])
#second \
#let (attribute: a, ..) = (neko-
mimi: 2, "utterance": "喵喵喵",
attribute: [kawaii\~])
#a
```

```
1
Hello, World!!!
kawaii~
```

数组的「解构赋值」有一个妙用，那就是重映射内容。

```
#let a = 1; #let b = 2; #let c = 3
#let (b, c, a) = (a, b, c)
#a, #b, #c
```

```
3, 1, 2
```

特别地，如果两个变量相互重映射，这种操作被称为「交换」：

```
#let a = 1; #let b = 2
#((a, b) = (b, a))
#a, #b
```

```
2, 1
```

从如下脚本，你可以更好地体会到「构造」与「解构赋值」互为相反操作的含义：

```
#let (one, hello-world, a-
content) = {
 (1, "Hello, World", [一段内容])
}
#one \
#hello-world \
#a-content
```

```
1
Hello, World
一段内容
```

## none 类型和 if 语句

默认情况下，在逻辑上，Typst 按照顺序执行你的代码，即先执行前面的语句，再执行后面的语句。开发者如果想要控制程序执行的流程，就必须使用流程控制的语法结构，主要是条件执行和循环执行。

if 语句用于条件判断，满足条件时，就执行指定的语句。

```
#if expression { then-block } else { else-block }
#if expression { then-block }
```

上面式子中，表达式 expression 为真（值为布尔值 true）时，就执行 then-block 代码块，否则执行 else-block 代码块。特别地，else 可以省略。

如下所示：

```
 #(1 < 2) \
 #if (1 < 2) { "确实" } else { "啊?" }
```

```
true
确实
```

因为  $1 < 2$  表达式为真，所以脚本执行了 then-block 代码块，而忽略了 else-block 代码块，于是最后文档的内容为“确实”。

if 语句还可以无限串联下去，你可以自行类比推理更长的 if 语句的语义：

```
#if expression { .. } else if expression { .. } else { .. }
#if expression { .. } else if expression { .. }
#if expression { .. } else if expression { .. } else if ..
```

这里有一个疑问，如果只写了 then 代码块，而没写 else 代码块，但偏偏表达式不为真，最终脚本会报错吗？请看：

```
#if (1 > 2) { "啊?" }
```

虽然很合理，但是为了学到更多知识，我们用 repr 一探究竟：

```
#repr(if (1 > 2) { "啊?" })
```

none

当 if 表达式没写 else 代码块而条件为假时，结果为 none。“none”在中文里意思是“无”，“什么都没有”。同时再次强调 none 在「可折叠」的值中很重要的一个性质：none 在折叠过程中被忽略。

见下程序，其根据数组所包含的值输出特定字符串：

```
#let 查成分(成分数组) = {
 "是个"
 if "A" in 成分数组 { "萌萌" }
 if "C" in 成分数组 { "萌萌" }
 if "G" in 成分数组 { "萌萌" }
 if "T" in 成分数组 { "工具" }
 "人"
}

查成分()

查成分(("A", "C",))

查成分(("A", "T",))
```

是个人  
是个萌萌萌萌人  
是个萌萌工具人

由于 if 也是表达式，你可以直接将 if 作为函数体，例如 fibonacci 函数的递归可以非常简单：

```
#let fib(n) = if n <= 1 {
 n
} else {
 fib(n - 1) + fib(n - 2)
}

#fib(46)
```

1836311903

## while 语句

while 语句用于循环结构，满足条件时，不断执行循环体。

```
#while expression { CONT }
```

上面代码中，如果表达式 `expression` 为真，就会执行 `CONT` 代码块，然后再次判断 `expression` 是否为假；如果 `expression` 为假就跳出循环，不再执行循环体。

```
#{
 let i = 0;
 while i < 10 {
 (i * 2,)
 i += 1;
 }
}
```

```
(0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18)
```

上面代码中，循环体会执行 10 次，每次将 `i` 增加 1，直到等于 10 才退出循环。

## for 语句

for 语句也是常用的循环结构，它迭代访问某个对象的每一项。

```
#for X in A { CONT }
```

上面代码中，对于 `A` 的每一项，都执行 `CONT` 代码块。在执行 `CONT` 时，项的内容是 `x`。例如以下代码做了与之前循环相同的事情：

```
#for i in range(10) {
 (i * 2,)
}
```

```
(0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18)
```

其中 `range(10)` 创建了一个内容为 `(0, 1, 2, ..., 9)` 一共 10 个值的数组。

所有的数组都可以使用 `for` 遍历，同理所有字典也都可以使用 `for` 遍历。在执行 `CONT` 时，项的内容是键值对，而 `Typst` 将用一个数组代表这个键值对，交给你。键值对数组的第 0 项是键，键值对数组的第 1 项是对应的值。

```
#let cat = (neko-mimi: 2,
 "utterance": "喵喵喵", attribute:
 [kawaii\~])
#for i in cat {
 [猫猫的 #i.at(0) 是 #i.at(1)\]
}
```

```
猫猫的 neko-mimi 是 2
猫猫的 utterance 是 喵喵喵
猫猫的 attribute 是 kawaii~
```

你可以同时使用「解构赋值」让代码变得更容易阅读：

```
#let cat = (neko-mimi: 2,
"utterance": "喵喵喵", attribute:
[kawaii\~])
#for (特色, 这个) in cat {
 [猫猫的 #特色 是 #这个\]
}
```

```
猫猫的 neko-mimi 是 2
猫猫的 utterance 是 喵喵喵
猫猫的 attribute 是 kawaii~
```

## break 语句和 continue 语句

无论是 while 还是 for，都可以使用 break 跳出循环，或 continue 直接进入下一次执行。基于以下 for 循环，我们探索 break 和 continue 语句的作用。

```
#for i in range(10) { (i,) }
```

```
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
```

在第一次执行时，如果我们直接使用 break 跳出循环，但是在 break 之前就已经产生了一些值，那么 for 的结果是 break 前的那些值的「折叠」。

```
#for i in range(10) { (i,); (i +
1926,); break }
```

```
(0, 1926)
```

特别地，如果我们直接使用 break 跳出循环，那么 for 的结果是 none。

```
#for i in range(10) { break }
```

在 break 之后的那些值将会被忽略：

```
#for i in range(10) { break; (i,);
(i + 1926,); }
```

以下代码将收集迭代的所有结果，直到  $i \geq 5$ ：

```
#for i in range(10) {
 if i >= 5 { break }
 (i,)
}
```

```
(0, 1, 2, 3, 4)
```

continue 有相似的规则，便不再赘述。我们举一个例子，以下程序输出在 range(10) 中不是偶数的数字：

```
#let 是偶数(i) = calc.even(i)
#for i in range(10) {
 if 是偶数(i) { continue }
 (i,)
}
```

```
(1, 3, 5, 7, 9)
```

事实上 break 语句和 continue 语句还可以在参数列表中使用，但本书非常不推荐这些写法，因此也不多做介绍：

```
#let add(a, b, c) = a + b + c
#while true { add(1, break, 2) }
```

3

## 控制函数返回值

你可以通过多种方法控制函数返回值。

### 占位符

早在上节我们就学习过了占位符，这在编写函数体表达式的时候尤为有用。你可以通过占位符忽略不需要的函数返回值。

以下函数获取数组的倒数第二个元素：

```
#let last-two(t) = {
 let _ = t.pop()
 t.pop()
}
#last-two((1, 2, 3, 4))
```

3

### return 语句

你可以通过 `return` 语句忽略表达式其余**所有语句**的结果，而使用 `return` 语句返回特定的值。

以下函数获取数组的倒数第二个元素：

```
#let last-two(t) = {
 t.pop()
 return t.pop()
}
#last-two((1, 2, 3, 4))
```

3

## 变量的可变性

Typst 对内置实现的所有函数都有良好的自我管理，但总免不了用户打算写一些逆天的函数。为了保证缓存计算仍较为有效，Typst 强制要求用户编写的**所有函数**都是纯函数。这允许 Typst 有效地缓存计算，在相当一部分文档的编译速度上，快过 LaTeX 等语言上百倍。

你可能不知道所谓的纯函数是何物，本书也不打算讲解什么是纯函数。关键点是，涉及函数的**纯性**，就涉及到变量的可变性。

相比纯函数，变量的可变性就要好懂多了。

你可以任意改变一个变量的内容，也就是说一个变量默认是可变的：

```
#let a = 1; #let b = 2;
#((a, b) = (b, a))
#a, #b \
#for i in range(10) { a += i }
#a, #b
```

2, 1  
47, 1

但是，一个函数的函数体表达式不允许涉及到函数体外的变量修改：

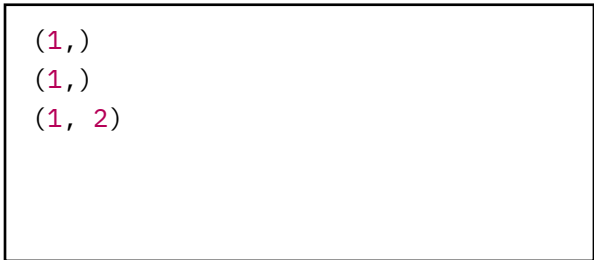
```
#let a = 1;
#let f() = (a += 1);
// 调用将会产生报错, 无法修改`a`变量:
// #f()
```



这是因为纯函数不允许产生带有副作用的操作。

同时, 传递进函数的数组和字典参数都会被拷贝。这将导致对参数数组或参数字典的修改不会影响外部变量的内容:

```
#let a = (1,);
#let add-array(a) = (a += (2,));
#a \ // 初始值
#add-array(a);
#a \ // 函数调用后不发生任何变化
#(a += (2,));
#a \ // 期望 a += (2,)的效果
```



① 准确地说, 数组和字典参数会被写时拷贝。所谓写时拷贝, 即只有当你期望修改数组和字典参数时, 拷贝才会随即发生。

为了“修改”外部变量, 你必须将修改过的变量设法传出函数, 并在外部更新外部变量。

```
#let a = (1,);
#let add-array(a) = {
 a += (2,)
 return a
};
#a \ // 初始值
#(a = add-array(a));
#a \ // 返回值更新数组
```



① 一个函数是纯的, 如果:

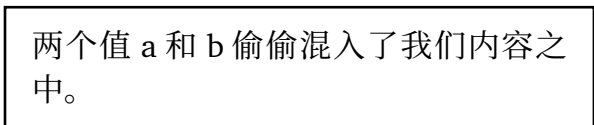
1. 对于所有相同参数, 返回相同的结果。
2. 函数没有副作用, 即局部静态变量、非局部变量、可变引用参数或输入/输出流等状态不会发生变化。

本节所讲述的内容是对第二点要求的体现。

## 函数闭包

函数的闭包是一个很有用的语法。上一节我们学习了简单函数的「函数声明」。现在我们对照「函数声明」学习「闭包声明」。一个简单的「闭包」如下:

```
#let f = (x, y) => [两个值 #(x)和 #(y)
偷偷混入了我们内容之中。]
#f("a", "b")
```



其中「闭包」是以下表达式:

```
(x, y) => [两个值 #(x)和 #(y)偷偷混入了我们内容之中。]
// 参数列表 函数体表达式
```

「闭包」是一类特殊的函数。其主要特点是不需要指定函数名标识符。

「闭包」很适合用来作为参数传入其他函数，即作为「回调」函数。我们将会在下一章经常使用「回调」函数。

例如，Typst 提供一个 `locate` 函数。其接受一个函数参数。你可以使用「函数声明」：

```
#let f(loc) = [
 当前页面为 #loc.page().
]
#locate(f)
```

当前页面为 71。

但是，等价地，「函数声明」在这种情况下不如「闭包声明」优美：

```
#locate(loc => [
 当前页面为 #loc.page().
])
```

当前页面为 71。

## 具名参数声明

「函数声明」和「闭包声明」都允许包含「具名参数」。「具名参数」需要指定默认值：

```
#let g(some-arg: none) = [很多个值,
#some-arg, 偷偷混入了我们内容之中。]
#g()
#g(some-arg: "OwO")
```

很多个值, , 偷偷混入了我们内容之中。  
很多个值, OwO, 偷偷混入了我们内容之中。

todo: 完善

## 含变参函数和 Argument 类型

「函数声明」和「闭包声明」都允许包含「变长参数」。

```
#let g(..args) = [很多个值,
#args.pos().join([、]), 偷偷混入了我们内容之中。]
#g([一个两个], [仨个四个], [五六七八个])
```

很多个值, 一个两个、仨个四个、五六七八个, 偷偷混入了我们内容之中。

`args.pos()`的类型是 `Argument`。

1. 使用 `args.pos()`得到按顺序传入的参数
2. 使用 `args.at(name)`访问名称为 `name` 的具名参数。

todo: 完善

## 总结

Typst 如何保证一个简单函数甚至是一个闭包是“纯函数”？

答：1. 禁止修改外部变量，则捕获的变量的值是“纯的”或不可变的；2. 折叠的对象是纯的，且「折叠」操作是纯的。

Typst 的多文件特性从何而来?

答: 1. `import` 函数产生一个模块对象, 而模块其实是文件顶层的 `scope`。2. `include` 函数即执行该文件, 获得该文件对应的内容块。

基于以上两个特性, Typst 为什么快?

1. Typst 支持增量解析文件。
2. Typst 所有由用户声明的函数都是纯的, 在其上的调用都是纯的。例如 Typst 天生支持快速计算递归实现的 `fibonacci` 函数:

```
#let fib(n) = if n <= 1 { n } else
{ fib(n - 1) + fib(n - 2) }
#fib(42)
```

267914296

3. Typst 使用 `include` 导入其他文件的顶层「内容块」。当其他文件内容未改变时, 内容块一定不变, 而所有使用到对应内容块的函数的结果也一定不会因此改变。

这意味着, 如果你发现了 Typst 中与一般语言的不同之处, 可以思考以上种种优势对用户脚本的增强或限制。

基于《复合字面量、控制流和复杂函数》掌握的知识你应该可以:

1. 查看《参考: 内置类型》, 以掌握内置类型的使用方法。
2. 查看《参考: 图形与几何元素》, 以掌握图形和几何元素的使用方法。
3. 查看《参考: WASM 插件》, 以掌握在 Typst 中使用 Rust、JavaScript、Python 等语言编写插件库。
4. 阅读《参考: 语法示例检索表》, 以检查自己的语法掌握程度。
5. 阅读基本参考部分中的所有内容。

## 习题

1. 已知斐波那契数列的递推式为  $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ , 且  $F_0 = 0, F_1 = 1$ 。使用本节所讲述的语法, 计算  $F_{75}$  的值:

2111485077978050

2. 编写函数, 使用 `table` (表格) 元素打印任意  $N \times M$  矩阵, 例如:

```
#matrix-fmt(
 (1, 2, 3),
 (4, 5, 6),
 (7, 8, 9),
)
```

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 |





## Part.2 基本参考



# 参考：基本类型

Typst 的基本类型设计大量参考 Python 和 Rust。Typst 基本类型的特点是半纯的 API 设计。其基本类型的方法倾向于保持纯度，但如果影响到了使用的方便性，Typst 会适当牺牲纯度。

如下所示，`array.push` 就是带有副作用的：

```
#let t = (1, 2)
#t.push(3)
#t
```

```
(1, 2, 3)
```

## 布尔类型

type:bool

Typst 的布尔值是只有两个实例的类型。

```
#false, #true
```

```
false, true
```

布尔值一般用来表示逻辑的确否。

```
 #(1 < 2), #(1 > 2)
```

```
true, false
```

## 整数

type:int

Typst 的整数是 64 位宽度的有符号整数。

有符号整数的意思是，你可以使用正整数、负整数或零作为整数对象的内容。

```
正数: #1; 负数: #(-1); 零: #0。
```

```
正数: 1; 负数: -1; 零: 0。
```

**64 位宽度**整数的意思是，Typst 允许你使用的整数是有限大的。正数、负数与整数均分 $2^{64}$ 个数字。因此：

- 最大的正整数是 $2^{63} - 1$ 。

```
#int(9223372036854775807)
```

```
9223372036854775807
```

- 最小的负整数是 $-2^{63}$ 。

```
#int(-9223372036854775808)
```

```
-9223372036854775808
```

Typst 还允许你使用其他「表示法」(representation) 表示整数。借鉴了其他编程语言，使用 `0x`、`0o` 和 `0b` 分别可以指定十六进制、八进制和二进制整数：

```
#0xffff, #0o755, #0b101010
```

```
65535, 493, 42
```

```
fn int(value: bool int float str) -> int
```

func:int

除了「字面量」(literal) 构造整数, 你还能使用构造器 `int` 将其他值转换为整数。

- 将布尔值转换为0或1:

```
#int(false), #int(true)
```

```
0, 1
```

- 将浮点数向零取整为整数:

```
#int(-1.1), #int(1.1),
#int(-0.1), #int(-1.9)
```

```
-1, 1, 0, -1
```

- 将字符串依照十进制表示转换为整数:

```
#int("42"), #int("0"),
#int("-17")
```

```
42, 0, -17
```

你可以使用各种操作符进行整数运算:

```
#{1 + 2} \
#{2 - 5} \
#{3 + 4 < 8}
```

```
3
-3
true
```

详见《[基本字面量、变量和简单函数](#)》中的表达式类型。

整数类型上没有任何方法, 但是 Typst 正计划将 `calc` 上的方法移动到整数类型和浮点数类型上。

## 浮点数

type:float

Typst 的浮点数是 64 位宽度的有符号浮点数。

**有符号**浮点数的意思是, 你可以使用正数、负数或零作为浮点数对象的内容。**64 位宽度**浮点数的意思是, Typst 允许你使用的浮点数是有限大的。正数、负数与浮点数均分  $2^{64}$  个浮点数。

Typst 的浮点数遵守 [IEEE-754 浮点数标准](#)。因此:

- 最大的正数为  $f_{\max} = 2^{1023} \cdot (2 - 2^{-52})$ 。
- 最小的正数为  $f_{\min} = 2^{-1022} \cdot 2^{-52}$ 。
- 最大的负数为  $-f_{\min}$ 。
- 最小的负数为  $-f_{\max}$ 。

Typst 还允许你使用「指数表示法」(exponential notation) 表示浮点数。Typst 允许你使用  $\{x\}e\{y\}$  格式表示  $x \cdot 10^y$  的浮点数:

```
#1e1, #1e-1, #(-1e1), #(-1e-1),
#(1.1e1)
```

```
10, 0.1, -10, -0.1, 11
```

```
fn float(value: bool int float ratio str) -> float
```

func:float

除了「字面量」构造浮点数，你还能使用构造器 `float` 将其他值转换为浮点数。

- 将布尔值转换为0.0或1.0:

```
#float(false), #float(true)
```

```
0, 1
```

- 将整数转换成「最近」(nearest)的浮点数:

```
#float(0), #float(-0),
#float(10000000000)
```

```
0, 0, 10000000000
```

- 将百分比数字转换成「最近」的浮点数:

```
#float(100%), #float(1150%),
#float(1%)
```

```
1, 11.5, 0.01
```

- 将字符串依照十进制或「指数表示法」表示转换为浮点数:

```
#float("42.2"), #float("0"),
#float("-17"), #float("1e5")
```

```
42.2, 0, -17, 100000
```

你可以使用各种操作符进行浮点数运算，且浮点数允许与整数混合运算:

```
 #(10 / 4) \
 #(3.5 + 4.6 < 8)
```

```
2.5
false
```

详见《基本字面量、变量和简单函数》中的表达式类型。

浮点数类型上没有任何方法，但是 Typst 正计划将 `calc` 上的方法移动到整数类型和浮点数类型上。

## 字符串

type:str

Typst 的字符串是「UTF-8 编码」(utf-8 encoding) 的字节序列。

UTF-8 编码是一个广泛使用的变长编码规范。这意味着当你使用“abc123”字符串时，实际存储了这样的字节数据:

```
#let f(x) = range(x.len()).map(
 i => x.at(i))
#f(bytes("abc123"))
```

```
(97, 98, 99, 49, 50, 51)
```

这意味着当你使用“ふ店”字符串时，实际存储了这样的字节数据:

```
#let f(x) = range(x.len()).map(
 i => x.at(i))
#f(bytes("ふ店"))
```

```
(227, 129, 181, 229, 186, 151)
```

在绝大部分情况下, 你不需要关心字符串的编码问题, 因为在 Typst 脚本中只有「UTF-8 编码」的字符串。

但是这并不意味着你不需要了解「UTF-8 编码」。Typst 的字符串 API 与底层编码息息相关, 因此你需要尽可能多地掌握与「UTF-8 编码」有关的知识。

在编码体系中, 与 Typst 相关的主要有三层, 它们在原始字节数据视角下的边界并不一样:

1. 字节表示: 按字节寻址时, 每个偏移量都索引到一个字节。
2. 「码位」(codepoint) 表示: 「UTF-8 编码」是变长编码。在「UTF-8 编码」中, 很多「码位」都由多个字节组成。UTF-8 字符串中「码位」数据按照顺序存放, 自然有些字节偏移量在「码位」寻址中不是合法的。
3. 「字素簇」(grapheme cluster) 表示: 「字素簇」就是人类视觉效果上的“最小字符单位”。在码位之上, Unicode 规范还规定了多个码位组成一个「字素簇」的情况。在这种情况下, 自然有些码位(字节)偏移量在「字素簇」寻址中不是合法的。

下表说明了 ä 在字节表示下的合法偏移量。

| 数据  | 0x61        | 0xcc                              | 0x83    |
|-----|-------------|-----------------------------------|---------|
| 字节  | 第 1 个字节     | 第 2 个字节                           | 第 3 个字节 |
| 码位  | 英文字母 a      | 「波浪变音符号」(tilde diacritical marks) | 非法      |
| 字素簇 | 波浪变音的英文字母 a | 非法                                | 非法      |

关于「字素簇」的定义, 请参考《Unicode 规范: 文本分段》。

字符串的字面量由双引号包裹。你可以在字符串字面量中使用与字符串相关的转义序列。

```
#"hello world!" \
#"\"hello\n world\!" \
```

```
hello world!
"hello
world!"
```

详见《基本字面量、变量和简单函数》中关于字符串类型的描述。

你可以使用 `in` 关键字检查一个字符串是否是另一个字符串的子串:

```
operator: in
of str
```

```
#("fox" in "lazy fox"),
#(" fox" in "lazy fox"),
#("fox " in "lazy fox"),
#("dog" in "lazy fox")
```

```
true, true, false, false
```

`in` 关键字左侧值还可以是一个正则表达式类型，以检查「模式串」(pattern) 是否匹配字符串：

```
#(regex("\\d+") in "ten euros")
\
#(regex("\\d+") in "10 euros")
```

```
false
true
```

`in` 关键字是以「码位」为粒度检查文本的：

```
#("\\u{0303}" in "ã")
```

```
true
```

```
fn str(value: int float str bytes label version type, base: int) -> str
```

func:str

除了「字面量」构造字符串，你还能使用构造器 `str` 将其他值转换为字符串。

- 将整数和浮点数转换为十进制格式字符串：

```
#str(0), #str(199),
#str(0.1), #str(9.1)
```

```
0, 199, 0.1, 9.1
```

- 将标签转换为其名称：

```
#str(<owo:this-label>)
```

```
owo:this-label
```

- 将字节数组依照「UTF-8 编码」编码：

```
#str(bytes((72, 0x69, 33)))
```

```
Hi!
```

param:base  
of str

特别地，你可以使用 `base` 参数，将整数依照  $N(2 \leq N \leq 36)$  进制格式转换为字符串：

```
#str(15, base: 16),
#str(14, base: 14),
#str(0xdeadbeef, base: 36)
```

```
f, 10, 1ps9wxb
```

借鉴 Python 和 JavaScript，Typst 不提供字符类型。相应的，仅具备单个「码位」的字符串就被视作一个「字符」(character)。也就是说，Typst 认定「字符」与「码位」等同。这是符合主流观念的。

- “a”、“我” 是字符。
- “ã” 不是字符。

```
fn str.to-unicode(character: str) -> int
```

method:to-  
unicode  
of str

你可以使用 `str.to-unicode` 函数获得一个字符的「码位」表示:

```
#"a".to-unicode(),
#"我".to-unicode()
```

97, 25105

显然, 不是所有的“字符”都可以应用 `to-unicode` 方法。

```
#"ã".to-unicode() /* 不能编译 */
```

这是因为视觉上为单个字符的 `ã` 是一个「字素簇」, 包含多个码位。

```
fn str.from-unicode(value: int) -> str
```

method:from-  
unicode  
of str

你可以使用 `str.from-unicode` 函数将一个数字的「码位」表示转换成字符(串):

```
#str.from-unicode(97),
#str.from-unicode(25105)
```

a, 我

```
fn str.len() -> int
```

method:len  
of str

你可以使用 `str.len` 函数获得一个字符串的字节表示的长度:

```
#"abc".len(),
#"香風とうふ店".len(),
#"ã".len()
```

3, 18, 3

你可能希望得到一个字符串的「码位宽度」(codepoint width), 这时你可以组合以下方法:

```
#"abc".codepoints().len(),
#"香風とうふ
店".codepoints().len(),
#"ã".codepoints().len()
```

3, 6, 2

你可能希望得到一个字符串的「字素簇宽度」(grapheme cluster width), 这时你可以组合以下方法:

```
#"abc".clusters().len(),
#"香風とうふ店".clusters().len(),
#"ã".clusters().len()
```

3, 6, 1

```
fn str.first() -> str
```

method: first  
of str

你可以使用 `str.first` 函数获得一个字符串的第一个「字素簇」：

```
#"Wee".first(),
#"我们俩".first(),
#" \u{0061}\u{0303}\u{0061}
".first()
```

W, 我, ã

```
fn str.last() -> str
```

method: last  
of str

你可以使用 `str.last` 函数获得一个字符串的最后一个「字素簇」：

```
#"Wee".last(),
#"我们俩".last(),
#" \u{0061}\u{0303}\u{0061}
".last(),
#" \u{0061}\u{0061}\u{0303}
".last()
```

e, 俩, a, ã

```
fn str.at(index: int, default: any) -> any
```

method: at  
of str

你可以使用 `str.at` 函数获得一个字符串位于**字节偏移量**为 `offset` 的「字素簇」：

```
#"我们俩".at(0),
#"我们俩".at(3),
#"我们俩".at(4),
#"我们俩".at(8)
```

我, , 们, 俩

上例中，第一个空格的字节偏移量为 3，“俩”的字节偏移量为 8。

```
fn str.slice(start: int, end: none int, count: int) -> str
```

method: slice  
of str

你可以使用 `str.slice` 函数截取字节偏移量从 `start` 到 `end` 的子串：

```
#"我们俩".slice(0, 11),
#"我们俩".slice(4, 8),
```

"我们俩", "们",

param: end  
of str.slice

`end` 参数可以省略：

```
#"我们俩".slice(0),
#"我们俩".slice(4),
```

"我们俩", "们俩",

```
fn str.trim(pattern: none str regex, at: alignment, repeat: bool) -> str
```

method: trim  
of str

你可以使用 `str.trim` 去除字符串的首尾空白字符：

```
#" A ".trim()
```

"A"



param:pattern  
of str.trim

str.trim 可以指定 pattern 参数。

```
#repr("wwAww".trim("w"))
```

```
"A"
```

pattern 可以是 none、字符串或正则表达式。当不指定 pattern 时，Typst 会指定一个模式贪婪地去除首尾空格。

```
#repr(" A ".trim()),
#repr(" A ".trim(none)),
#repr("wwAww".trim("w")),
#repr("abAde".trim(regex("[a-z]+"))),
```

```
"A", "A", "A", "A",
```

① 当 pattern 参数为 none 时，Typst 直接调用 Rust 的 trim\_start 或 trim\_end 方法，以默认获得更高的性能。

param:at  
of str.trim

at 参数可以为 start 或 end，分别指定则只清除起始位置或结束位置的字符。

```
#repr(" A ".trim(" ", at:
start)),
#repr(" A ".trim(" ", at:
end))
```

```
"A ", " A"
```

param:repeat  
of str.trim

repeat 参数为 false 时，不会重复运行 pattern；否则会重复运行。默认 repeat 为 true。

```
#repr(" A ".trim(" ")),
#repr(" A ".trim(" ", repeat:
false))
```

```
"A", " A "
```

pattern 会在起始位置或结束位置执行至少一次。

```
#repr(" A ".trim(" ", at:
start, repeat: false)),
#repr("abAde".trim(
regex("[a-z]"), repeat:
false)),
#repr("abAde".trim(
regex("[a-z]+"), repeat:
false))
```

```
" A ", "bAd", "A"
```

```
fn str.split(pattern: none str regex) -> array
```

method:split  
of str

你可以使用 str.split 函数将一个字符串依照空白字符拆分：

```
#"我们仨".split(),
```

```
("我", "们仨"),
```

```
fn str.rev() -> str
```

method: rev  
of str

你可以使用 `str.rev` 函数将一个字符串逆转:

```
#"abcdedfg".rev()
```

```
gfdedcba
```

逆转时 `Typst` 会为你考虑「字素簇」。

```
#"äb".rev()
```

```
bä
```

`str.clusters`, `str.codepoints`

`str.contains`, `str.starts-with`, `str.ends-with`

`str.find`, `str.position`, `str.match`, `str.matches`, `str.replace`

## 字典

```
#let dict = (
 name: "Typst",
 born: 2019,
)

#dict.name \
#(dict.launch = 20)
#dict.len() \
#dict.keys() \
#dict.values() \
#dict.at("born") \
#dict.insert("city", "Berlin ")
#"name" in dict
```

```
Typst
3
("name", "born", "launch")
("Typst", 2019, 20)
2019
true
```

`dict.len`, `dict.at`

`dict.insert`, `dict.remove`

`dict.keys`, `dict.values`, `dict.pairs`

## 数组

```
#let values = (1, 7, 4, -3, 2)

#values.at(0) \
#(values.at(0) = 3)
#values.at(-1) \
#values.find(calc.even) \
#values.filter(calc.odd) \
#values.map(calc.abs) \
#values.rev() \
#(1, (2, 3)).flatten() \
#"A", "B", "C"
 .join(", ", last: " and ")
```

```
1
2
4
(3, 7, -3)
(3, 7, 4, 3, 2)
(2, -3, 4, 7, 3)
(1, 2, 3)
A, B and C
```

array.range

array.len

array.first, array.last, array.slice

array.push, array.pop, array.insert, array.remove

array.contains, array.find, array.position, array.filter

array.map, array.enumerate, array.zip, array.fold, array.sum, array.product,  
array.any, array.all, array.flatten, array.rev, array.split, array.join,  
array.intersperse, array.sorted, array.dedup

# 参考：内置类型

空类型

type

content

function

arguments

module

plugin

regex

label

reference

selector

version

# 参考：时间类型

## 日期

datetime

日期表示时间长河中的一个具体的时间戳。

一个值 `#datetime(year: 2023, month: 4, day: 19).display()` 偷偷混入了我们内容之中。

一个值 2023-04-19 偷偷混入了我们内容之中。

## 时间间隔

duration

时间间隔表示两个时间戳之间的时间差。

一个值 `#duration(days: 3, hours: 10).seconds()`s 偷偷混入了我们内容之中。

一个值 295200s 偷偷混入了我们内容之中。

## typst-pdf 时间戳

```
set document(date: auto)
```

# 参考：数据读写与数据处理

read

数据格式

字节数组

image.decode

字符串 Unicode

正则匹配

wasm 插件

metadata

typst query

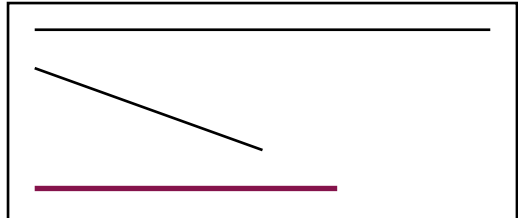
# 参考：图形与几何元素

## 直线

line

A line from one point to another.

```
#line(length: 100%)
#line(end: (50%, 50%))
#line(
 length: 4cm,
 stroke: 2pt + maroon,
)
```



## 线条样式

stroke

Defines how to draw a line.

A stroke has a paint (a solid color or gradient), a thickness, a line cap, a line join, a miter limit, and a dash pattern. All of these values are optional and have sensible defaults.

```
#set line(length: 100%)
#let rainbow = gradient.linear(
 ..color.map.rainbow)
#stack(
 spacing: 1em,
 line(stroke: 2pt + red),
 line(stroke: (paint: blue,
 thickness: 4pt, cap: "round")),
 line(stroke: (paint: blue,
 thickness: 1pt, dash:
 "dashed")),
 line(stroke: 2pt + rainbow),
)
```

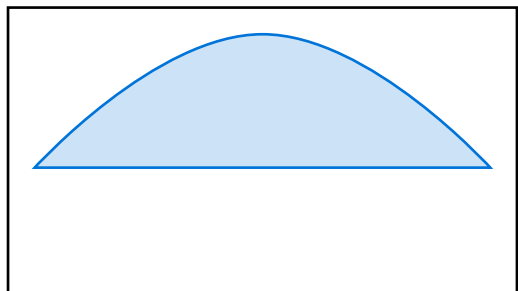


## 贝塞尔路径（曲线）

path

A path through a list of points, connected by Bezier curves.

```
#path(
 fill: blue.lighten(80%),
 stroke: blue,
 closed: true,
 (0pt, 50pt),
 (100%, 50pt),
 ((50%, 0pt), (40pt, 0pt)),
)
```



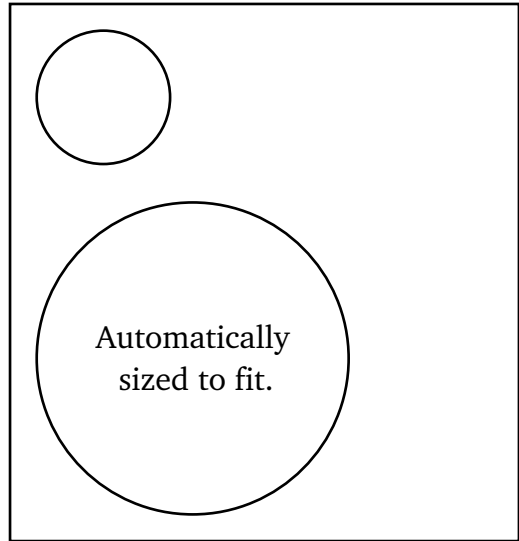
## 圓形

circle

A circle with optional content.

```
// Without content.
#circle(radius: 25pt)

// With content.
#circle[
 #set align(center + horizon)
 Automatically \
 sized to fit.
]
```



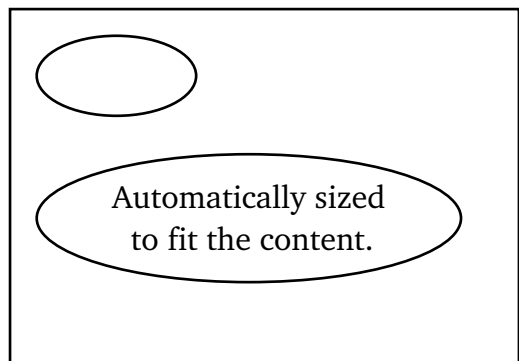
## 橢圓

ellipse

An ellipse with optional content.

```
// Without content.
#ellipse(width: 35%, height:
30pt)

// With content.
#ellipse[
 #set align(center)
 Automatically sized \
 to fit the content.
]
```



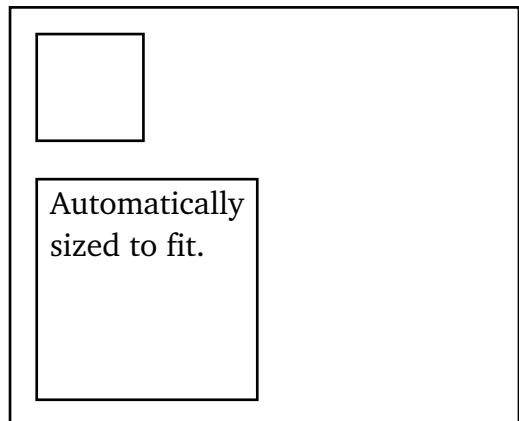
## 正方形

square

A square with optional content.

```
// Without content.
#square(size: 40pt)

// With content.
#square[
 Automatically \
 sized to fit.
]
```



## 矩形

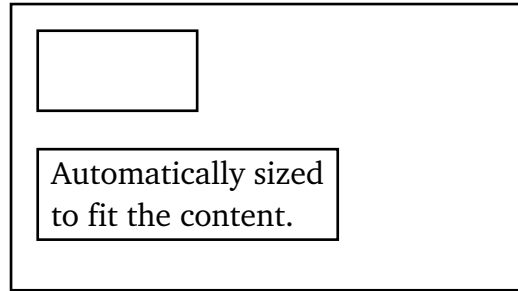
rect

A rectangle with optional content.



```
// Without content.
#rect(width: 35%, height: 30pt)

// With content.
#rect[
 Automatically sized \
 to fit the content.
]
```



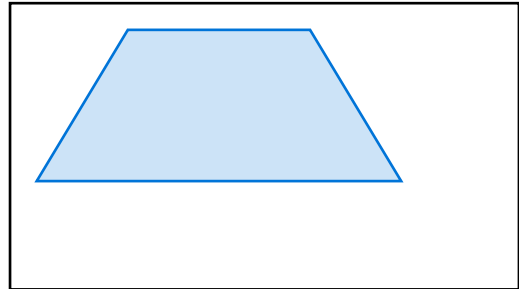
## 多边形

ellipse

A closed polygon.

The polygon is defined by its corner points and is closed automatically.

```
#polygon(
 fill: blue.lighten(80%),
 stroke: blue,
 (20%, 0pt),
 (60%, 0pt),
 (80%, 2cm),
 (0%, 2cm),
)
```



## 图形库

1. typst-fletcher
2. typst-syntree
3. cetz

# 参考：颜色、色彩渐变与模式

## RGB

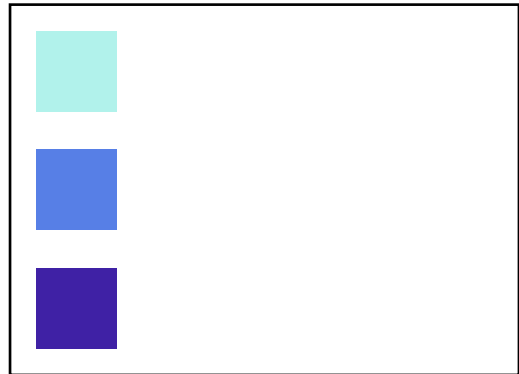
color.rgb

Create an RGB(A) color.

The color is specified in the sRGB color space.

An RGB(A) color is represented internally by an array of four components:

```
#square(fill: rgb("#b1f2eb"))
#square(fill: rgb(87, 127,
230))
#square(fill: rgb(25%, 13%,
65%))
```



## HSL

color.hsl

Create an HSL color.

This color space is useful for specifying colors by hue, saturation and lightness. It is also useful for color manipulation, such as saturating while keeping perceived hue.

An HSL color is represented internally by an array of four components:

- hue (angle)
- saturation (ratio)
- lightness (ratio)
- alpha (ratio)

These components are also available using the components method.

```
#square(
 fill: color.hsl(30deg, 50%,
60%)
)
```



## CMYK

color.cmyk

Create a CMYK color.

This is useful if you want to target a specific printer. The conversion to RGB for display preview might differ from how your printer reproduces the color.

An CMYK color is represented internally by an array of four components:

- cyan (ratio)
- magenta (ratio)
- yellow (ratio)
- key (ratio)

These components are also available using the components method.

```
#square(
 fill: cmyk(27%, 0%, 3%, 5%)
)
```



## Luma

## Oklab

## Oklch

## Linear RGB

## HSV

## 色彩空间

`color.space`

Returns the constructor function for this color's space.

## 十六进制表示 (RGB)

`color.to-hex`

Returns the color's RGB(A) hex representation.

Hex such as `#ffaa32` or `#020304fe`. The alpha component (last two digits in `#020304fe`) is omitted if it is equal to `ff` (255 / 100%).

## 颜色计算

### lighten

`color.lighten`

Lightens a color by a given factor.

### darken

`color.darken`

Darkens a color by a given factor.

### saturate

`color.saturate`

Increases the saturation of a color by a given factor.

### negate

`color.negate`

Produces the negative of the color.

### rotate

`color.rotate`

Rotates the hue of the color by a given angle.

### mix

`color.mix`

Create a color by mixing two or more colors.

## 色彩渐变

gradient

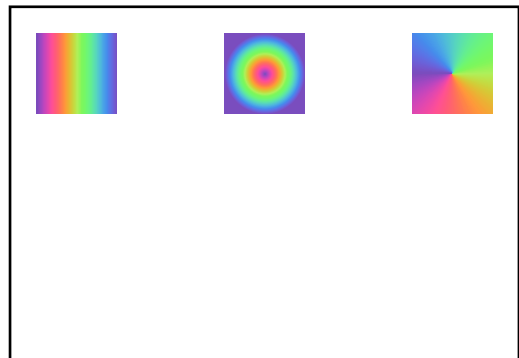
A color gradient.

Typst supports linear gradients through the `gradient.linear` function, radial gradients through the `gradient.radial` function, and conic gradients through the `gradient.conic` function.

A gradient can be used for the following purposes:

- As a fill to paint the interior of a shape: `rect(fill: gradient.linear(..))`
- As a stroke to paint the outline of a shape: `rect(stroke: 1pt + gradient.linear(..))`
- As the fill of text: `set text(fill: gradient.linear(..))`
- As a color map you can sample from: `gradient.linear(..).sample(0.5)`

```
#stack(
 dir: ltr,
 spacing: 1fr,
 square(fill: gradient.linear(
 ..color.map.rainbow)),
 square(fill: gradient.radial(
 ..color.map.rainbow)),
 square(fill: gradient.conic(
 ..color.map.rainbow)),
)
```



## 填充模式

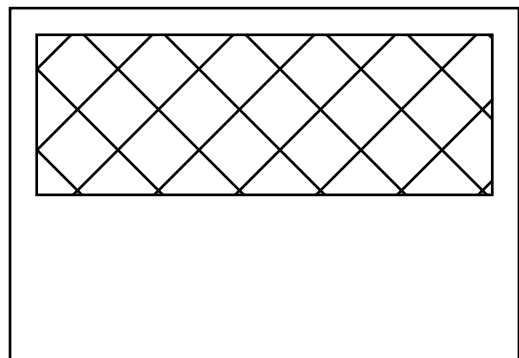
pattern

A repeating pattern fill.

Typst supports the most common pattern type of tiled patterns, where a pattern is repeated in a grid-like fashion, covering the entire area of an element that is filled or stroked. The pattern is defined by a tile size and a body defining the content of each cell. You can also add horizontal or vertical spacing between the cells of the pattern.

```
#let pat = pattern(size: (30pt,
30pt))[
 #place(line(start: (0%, 0%),
end: (100%, 100%)))
 #place(line(start: (0%,
100%), end: (100%, 0%)))
]

#rect(fill: pat, width: 100%,
height: 60pt, stroke: 1pt)
```



# 参考：数值计算

等待 [PR: Begin migration of calc functions to methods](#)

**参考：数学模式**

# 参考：常用数学符号

推荐阅读：

1. 本科生 [Typst 数学英文版](#)，适用于 [Typst 0.10.0](#)
2. 本科生 [Typst 数学中文版](#)，适用于 [Typst 0.9.0](#)

以下表格列出了**数学模式**中的常用符号。

|             |          |             |               |             |           |             |          |
|-------------|----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|----------|
| $\hat{a}$   | hat(a)   | $\check{a}$ | caron(a)      | $\tilde{a}$ | tilde(a)  | $\grave{a}$ | grave(a) |
| $\dot{a}$   | dot(a)   | $\ddot{a}$  | dot.double(a) | $\bar{a}$   | macron(a) | $\vec{a}$   | arrow(a) |
| $\acute{a}$ | acute(a) | $\breve{a}$ | breve(a)      |             |           |             |          |

表 1 数学模式重音符号

|               |             |             |           |             |           |           |         |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------|
| $\alpha$      | alpha       | $\theta$    | theta     | $o$         | o         | $v$       | upsilon |
| $\beta$       | beta        | $\vartheta$ | theta.alt | $\pi$       | pi        | $\varphi$ | phi     |
| $\gamma$      | gamma       | $\iota$     | iota      | $\varpi$    | pi.alt    | $\phi$    | phi     |
| $\delta$      | delta       | $\kappa$    | kappa     | $\rho$      | rho       | $\chi$    | chi     |
| $\epsilon$    | epsilon.alt | $\lambda$   | lambda    | $\varrho$   | rho.alt   | $\psi$    | psi     |
| $\varepsilon$ | epsilon     | $\mu$       | mu        | $\sigma$    | sigma     | $\omega$  | omega   |
| $\zeta$       | zeta        | $\nu$       | nu        | $\varsigma$ | sigma.alt |           |         |
| $\eta$        | eta         | $\xi$       | xi        | $\tau$      | tau       |           |         |
| $\Gamma$      | Gamma       | $\Lambda$   | Lambda    | $\Sigma$    | Sigma     | $\Psi$    | Psi     |
| $\Delta$      | Delta       | $\Xi$       | Xi        | $\Upsilon$  | Upsilon   | $\Omega$  | Omega   |
| $\Theta$      | Theta       | $\Pi$       | Pi        | $\Phi$      | Phi       |           |         |

表 2 希腊字母

|               |                   |               |                   |             |               |
|---------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|
| $<$           | $<$ , lt          | $>$           | $>$ , gt          | $=$         | $=$           |
| $\leq$        | $\leq$ , lt.eq    | $\geq$        | $\geq$ , gt.eq    | $\equiv$    | equiv         |
| $\ll$         | $\ll$ , lt.double | $\gg$         | $\gg$ , gt.double |             |               |
| $\prec$       | prec              | $\succ$       | succ              | $\sim$      | tilde         |
| $\preceq$     | prec.eq           | $\succeq$     | succ.eq           | $\approx$   | tilde.eq      |
| $\subset$     | subset            | $\supset$     | supset            | $\approx$   | approx        |
| $\subseteq$   | subset.eq         | $\supseteq$   | supset.eq         | $\cong$     | tilde.equiv   |
| $\sqsubset$   | subset.sq         | $\sqsupset$   | supset.sq         | $\boxtimes$ | join          |
| $\sqsubseteq$ | subset.eq.sq      | $\sqsupseteq$ | supset.eq.sq      |             |               |
| $\in$         | in                | $\ni$         | in.rev            | $\propto$   | prop          |
| $\vdash$      | tack.r            | $\dashv$      | tack.l            | $\vDash$    | tack.r.double |
| $ $           | divides           | $\parallel$   | parallel          | $\perp$     | tack.t        |
| $:$           | :                 | $\notin$      | in.not            | $\neq$      | !=, eq.not    |

表 3 二元关系

|            |               |                   |                    |                    |                     |
|------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| $+$        | $+$ , plus    | $-$               | $-$ , minus        |                    |                     |
| $\pm$      | plus.minus    | $\mp$             | minus.plus         | $\triangleleft$    | lt.tri              |
| $\cdot$    | dot           | $\div$            | div                | $\triangleright$   | gt.tri              |
| $\times$   | times         | $\setminus$       | without            | $\star$            | star                |
| $\cup$     | union         | $\cap$            | sect               | $*$                | *                   |
| $\sqcup$   | union.sq      | $\sqcap$          | sect.sq            | $\circ$            | circle.stroked.tiny |
| $\vee$     | or            | $\wedge$          | and                | $\bullet$          | bullet              |
| $\oplus$   | xor           | $\ominus$         | minus.circle       | $\odot$            | dot.circle          |
| $\uplus$   | union.plus    | $\otimes$         | times.circle       | $\bigcirc$         | circle.big          |
| $\amalg$   | product.co    | $\triangle$       | triangle.stroked.t | $\nabla$           | triangle.stroked.b  |
| $\dagger$  | dagger        | $\triangleleft$   | lt.tri             | $\triangleright$   | gt.tri              |
| $\ddagger$ | dagger.double | $\trianglelefteq$ | lt.tri.eq          | $\trianglerighteq$ | gt.tri.eq           |
| $\wr$      | wreath        |                   |                    |                    |                     |

表 4 二元运算符



|          |                 |           |                  |          |                |
|----------|-----------------|-----------|------------------|----------|----------------|
| $\Sigma$ | sum             | $\cup$    | union.big        | $\vee$   | or.big         |
| $\prod$  | product         | $\cap$    | sect.big         | $\wedge$ | and.big        |
| $\amalg$ | product.co      | $\sqcup$  | union.sq.big     | $\uplus$ | union.plus.big |
| $\int$   | integral        | $\oint$   | integral.cont    | $\odot$  | dot.circle.big |
| $\oplus$ | plus.circle.big | $\otimes$ | times.circle.big |          |                |

表 5 「大」运算符

|                    |                  |                        |                       |
|--------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| $\leftarrow$       | arrow.l          | $\longleftarrow$       | arrow.l.long          |
| $\rightarrow$      | arrow.r          | $\longrightarrow$      | arrow.r.long          |
| $\leftrightarrow$  | arrow.l.r        | $\longleftrightarrow$  | arrow.l.r.long        |
| $\Lleftarrow$      | arrow.l.double   | $\Llongleftarrow$      | arrow.l.double.long   |
| $\Rrightarrow$     | arrow.r.double   | $\Rlongrightarrow$     | arrow.r.double.long   |
| $\Lleftrightarrow$ | arrow.l.r.double | $\Llongleftrightarrow$ | arrow.l.r.double.long |
| $\mapsto$          | arrow.r.bar      | $\longmapsto$          | arrow.r.long.bar      |
| $\hookrightarrow$  | arrow.l.hook     | $\hookrightarrow$      | arrow.r.hook          |
| $\harpoonleft$     | harpoon.lt       | $\harpoonright$        | harpoon.rt            |
| $\harpoonleft$     | harpoon.lb       | $\harpoonright$        | harpoon.rb            |
| $\Leftrightarrow$  | harpoons.ltrb    | $\uparrow$             | arrow.t               |
| $\downarrow$       | arrow.b          | $\updownarrow$         | arrow.t.b             |
| $\Uparrow$         | arrow.t.double   | $\Downarrow$           | arrow.b.double        |
| $\Updownarrow$     | arrow.t.b.double | $\nearrow$             | arrow.tr              |
| $\searrow$         | arrow.br         | $\swarrow$             | arrow.bl              |
| $\nwarrow$         | arrow.tl         | $\rightsquigarrow$     | arrow.r.squiggly      |

表 6 箭头

|               |                 |             |                    |              |                |
|---------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------|----------------|
| $\dots$       | dots            | $\dots$     | dots.c             | $\vdots$     | dots.v         |
| $\dot{\cdot}$ | dots.down       | $\hbar$     | planck.reduce      | $\imath$     | dotless.i      |
| $j$           | dotless.j       | $\ell$      | ell                | $\Re$        | Re             |
| $\Im$         | Im              | $\aleph$    | aleph              | $\forall$    | forall         |
| $\exists$     | exists          | $\ohm$      | ohm.inv            | $\partial$   | diff           |
| '             | ', prime        | $\emptyset$ | emptyset           | $\infty$     | infinity       |
| $\nabla$      | nabla           | $\triangle$ | triangle.stroked.t | $\square$    | square.stroked |
| $\diamond$    | diamond.stroked | $\perp$     | bot                | $\top$       | top            |
| $\angle$      | angle           | $\clubsuit$ | suit.club          | $\spadesuit$ | suit.spade     |
| $\neg$        | not             |             |                    |              |                |

表 7 其他符号

## 参考：WASM 插件

## 参考：导入和使用参考文献

# 参考：函数表（字典序）

## 分类：函数

| 函数                        | 名称            | 描述                                                      |
|---------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|
| <code>accent</code>       | Accent        | Attaches an accent to a base.                           |
| <code>align</code>        | Align         | Aligns content horizontally and vertically.             |
| <code>assert</code>       | Assert        | Ensures that a condition is fulfilled.                  |
| <code>bibliography</code> | Bibliography  | A bibliography / reference listing.                     |
| <code>block</code>        | Block         | A block-level container.                                |
| <code>box</code>          | Box           | An inline-level container that sizes content.           |
| <code>cancel</code>       | Cancel        | Displays a diagonal line over a part of an equation.    |
| <code>cases</code>        | Cases         | A case distinction.                                     |
| <code>cbor</code>         | CBOR          | Reads structured data from a CBOR file.                 |
| <code>circle</code>       | Circle        | A circle with optional content.                         |
| <code>cite</code>         | Cite          | Cite a work from the bibliography.                      |
| <code>class</code>        | Class         | Forced use of a certain math class.                     |
| <code>colbreak</code>     | Column Break  | Forces a column break.                                  |
| <code>columns</code>      | Columns       | Separates a region into multiple equally sized columns. |
| <code>csv</code>          | CSV           | Reads structured data from a CSV file.                  |
| <code>document</code>     | Document      | The root element of a document and its metadata.        |
| <code>ellipse</code>      | Ellipse       | An ellipse with optional content.                       |
| <code>emph</code>         | Emphasis      | Emphasizes content by toggling italics.                 |
| <code>enum</code>         | Numbered List | A numbered list.                                        |
| <code>equation</code>     | Equation      | A mathematical equation.                                |
| <code>eval</code>         | Evaluate      | Evaluates a string as Typst code.                       |
| <code>figure</code>       | Figure        | A figure with an optional caption.                      |
| <code>footnote</code>     | Footnote      | A footnote.                                             |
| <code>frac</code>         | Fraction      | A mathematical fraction.                                |
| <code>grid</code>         | Grid          | Arranges content in a grid.                             |
| <code>h</code>            | Spacing (H)   | Inserts horizontal spacing into a paragraph.            |
| <code>heading</code>      | Heading       | A section heading.                                      |

|           |                 |                                                                              |
|-----------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| here      | Here            | Provides the current location in the document.                               |
| hide      | Hide            | Hides content without affecting layout.                                      |
| highlight | Highlight       | Highlights text with a background color.                                     |
| image     | Image           | A raster or vector graphic.                                                  |
| json      | JSON            | Reads structured data from a JSON file.                                      |
| layout    | Layout          | Provides access to the current outer container' s (or page' s, if none) size |
| line      | Line            | A line from one point to another.                                            |
| linebreak | Line Break      | Inserts a line break.                                                        |
| link      | Link            | Links to a URL or a location in the document.                                |
| list      | Bullet List     | A bullet list.                                                               |
| locate    | Locate          | Determines the location of an element in the document.                       |
| lorem     | Lorem           | Creates blind text.                                                          |
| lower     | Lowercase       | Converts a string or content to lowercase.                                   |
| mat       | Matrix          | A matrix.                                                                    |
| measure   | Measure         | Measures the layouted size of content.                                       |
| metadata  | Metadata        | Exposes a value to the query system without producing visible content.       |
| move      | Move            | Moves content without affecting layout.                                      |
| numbering | Numbering       | Applies a numbering to a sequence of numbers.                                |
| op        | Text Operator   | A text operator in an equation.                                              |
| outline   | Outline         | A table of contents, figures, or other elements.                             |
| overline  | Overline        | Adds a line over text.                                                       |
| pad       | Padding         | Adds spacing around content.                                                 |
| page      | Page            | Layouts its child onto one or multiple pages.                                |
| pagebreak | Page Break      | A manual page break.                                                         |
| panic     | Panic           | Fails with an error.                                                         |
| par       | Paragraph       | Arranges text, spacing and inline-level elements into a paragraph.           |
| parbreak  | Paragraph Break | A paragraph break.                                                           |
| path      | Path            | A path through a list of points, connected by Bezier curves.                 |
| place     | Place           | Places content at an absolute position.                                      |

|                            |                 |                                                              |
|----------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| <a href="#">polygon</a>    | Polygon         | A closed polygon.                                            |
| <a href="#">primes</a>     | Primes          | Grouped primes.                                              |
| <a href="#">query</a>      | Query           | Finds elements in the document.                              |
| <a href="#">quote</a>      | Quote           | Displays a quote alongside an optional attribution.          |
| <a href="#">raw</a>        | Raw Text / Code | Raw text with optional syntax highlighting.                  |
| <a href="#">read</a>       | Read            | Reads plain text or data from a file.                        |
| <a href="#">rect</a>       | Rectangle       | A rectangle with optional content.                           |
| <a href="#">ref</a>        | Reference       | A reference to a label or bibliography.                      |
| <a href="#">repeat</a>     | Repeat          | Repeats content to the available space.                      |
| <a href="#">repr</a>       | Representation  | Returns the string representation of a value.                |
| <a href="#">rotate</a>     | Rotate          | Rotates content without affecting layout.                    |
| <a href="#">scale</a>      | Scale           | Scales content without affecting layout.                     |
| <a href="#">smallcaps</a>  | Small Capitals  | Displays text in small capitals.                             |
| <a href="#">smartquote</a> | Smartquote      | A language-aware quote that reacts to its context.           |
| <a href="#">square</a>     | Square          | A square with optional content.                              |
| <a href="#">stack</a>      | Stack           | Arranges content and spacing horizontally or vertically.     |
| <a href="#">strike</a>     | Strikethrough   | Strikes through text.                                        |
| <a href="#">strong</a>     | Strong Emphasis | Strongly emphasizes content by increasing the font weight.   |
| <a href="#">style</a>      | Style           | Provides access to active styles.                            |
| <a href="#">sub</a>        | Subscript       | Renders text in subscript.                                   |
| <a href="#">super</a>      | Superscript     | Renders text in superscript.                                 |
| <a href="#">table</a>      | Table           | A table of items.                                            |
| <a href="#">terms</a>      | Term List       | A list of terms and their descriptions.                      |
| <a href="#">text</a>       | Text            | Customizes the look and layout of text in a variety of ways. |
| <a href="#">toml</a>       | TOML            | Reads structured data from a TOML file.                      |
| <a href="#">underline</a>  | Underline       | Underlines text.                                             |
| <a href="#">upper</a>      | Uppercase       | Converts a string or content to uppercase.                   |
| <a href="#">v</a>          | Spacing (V)     | Inserts vertical spacing into a flow of blocks.              |
| <a href="#">vec</a>        | Vector          | A column vector.                                             |
| <a href="#">xml</a>        | XML             | Reads structured data from an XML file.                      |
| <a href="#">yaml</a>       | YAML            | Reads structured data from a YAML file.                      |

## 分类：方法

| 方法                             | 名称          | 描述                                                                                 |
|--------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>alignment.axis</code>    | Axis        | The axis this alignment belongs to.                                                |
| <code>alignment.inv</code>     | Inverse     | The inverse alignment.                                                             |
| <code>angle.deg</code>         | Degrees     | Converts this angle to degrees.                                                    |
| <code>angle.rad</code>         | Radians     | Converts this angle to radians.                                                    |
| <code>arguments.named</code>   | Named       | Returns the captured named arguments as a dictionary.                              |
| <code>arguments.pos</code>     | Positional  | Returns the captured positional arguments as an array.                             |
| <code>array.all</code>         | All         | Whether the given function returns <code>{true}</code> for all items in the array. |
| <code>array.any</code>         | Any         | Whether the given function returns <code>{true}</code> for any item in the array.  |
| <code>array.at</code>          | At          | Returns the item at the specified index in the array. May be used on the           |
| <code>array.contains</code>    | Contains    | Whether the array contains the specified value.                                    |
| <code>array.dedup</code>       | Deduplicate | Deduplicates all items in the array.                                               |
| <code>array.enumerate</code>   | Enumerate   | Returns a new array with the values alongside their indices.                       |
| <code>array.filter</code>      | Filter      | Produces a new array with only the items from the original one for which           |
| <code>array.find</code>        | Find        | Searches for an item for which the given function returns <code>{true}</code> and  |
| <code>array.first</code>       | First       | Returns the first item in the array. May be used on the left-hand side             |
| <code>array.flatten</code>     | Flatten     | Combine all nested arrays into a single flat one.                                  |
| <code>array.fold</code>        | Fold        | Folds all items into a single value using an accumulator function.                 |
| <code>array.insert</code>      | Insert      | Inserts a value into the array at the specified index. Fails with an               |
| <code>array.intersperse</code> | Intersperse | Returns an array with a copy of the separator value placed between                 |
| <code>array.join</code>        | Join        | Combine all items in the array into one.                                           |
| <code>array.last</code>        | Last        | Returns the last item in the array. May be used on the left-hand side of           |
| <code>array.len</code>         | Length      | The number of values in the array.                                                 |



|                               |            |                                                                                   |
|-------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <code>array.map</code>        | Map        | Produces a new array in which all items from the original one were                |
| <code>array.pop</code>        | Pop        | Removes the last item from the array and returns it. Fails with an error          |
| <code>array.position</code>   | Position   | Searches for an item for which the given function returns <code>{true}</code> and |
| <code>array.product</code>    | Product    | Calculates the product all items (works for all types that can be                 |
| <code>array.push</code>       | Push       | Adds a value to the end of the array.                                             |
| <code>array.range</code>      | Range      | Create an array consisting of a sequence of numbers.                              |
| <code>array.remove</code>     | Remove     | Removes the value at the specified index from the array and return it.            |
| <code>array.rev</code>        | Reverse    | Return a new array with the same items, but in reverse order.                     |
| <code>array.slice</code>      | Slice      | Extracts a subslice of the array. Fails with an error if the start or             |
| <code>array.sorted</code>     | Sorted     | Return a sorted version of this array, optionally by a given key                  |
| <code>array.split</code>      | Split      | Split the array at occurrences of the specified value.                            |
| <code>array.sum</code>        | Sum        | Sums all items (works for all types that can be added).                           |
| <code>array.zip</code>        | Zip        | Zips the array with other arrays.                                                 |
| <code>bytes.at</code>         | At         | Returns the byte at the specified index. Returns the default value if             |
| <code>bytes.len</code>        | Length     | The length in bytes.                                                              |
| <code>bytes.slice</code>      | Slice      | Extracts a subslice of the bytes. Fails with an error if the start or             |
| <code>color.cmyk</code>       | CMYK       | Create a CMYK color.                                                              |
| <code>color.components</code> | Components | Extracts the components of this color.                                            |
| <code>color.darken</code>     | Darken     | Darkens a color by a given factor.                                                |
| <code>color.desaturate</code> | Desaturate | Decreases the saturation of a color by a given factor.                            |
| <code>color.hsl</code>        | HSL        | Create an HSL color.                                                              |
| <code>color.hsv</code>        | HSV        | Create an HSV color.                                                              |
| <code>color.lighten</code>    | Lighten    | Lightens a color by a given factor.                                               |
| <code>color.linear-rgb</code> | Linear RGB | Create an RGB(A) color with linear luma.                                          |
| <code>color.luma</code>       | Luma       | Create a grayscale color.                                                         |

|                               |          |                                                                                 |
|-------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <code>color.mix</code>        | Mix      | Create a color by mixing two or more colors.                                    |
| <code>color.negate</code>     | Negate   | Produces the complementary color using a provided color space.                  |
| <code>color.oklab</code>      | Oklab    | Create an <a href="#">Oklab</a> color.                                          |
| <code>color.oklch</code>      | Oklch    | Create an <a href="#">Oklch</a> color.                                          |
| <code>color.rgb</code>        | RGB      | Create an RGB(A) color.                                                         |
| <code>color.rotate</code>     | Rotate   | Rotates the hue of the color by a given angle.                                  |
| <code>color.saturate</code>   | Saturate | Increases the saturation of a color by a given factor.                          |
| <code>color.space</code>      | Space    | Returns the constructor function for this color's space:                        |
| <code>color.to-hex</code>     | To Hex   | Returns the color's RGB(A) hex representation (such as #ffaa32 or               |
| <code>content.at</code>       | At       | Access the specified field on the content. Returns the default value if         |
| <code>content.fields</code>   | Fields   | Returns the fields of this content.                                             |
| <code>content.func</code>     | Func     | The content's element function. This function can be used to create the element |
| <code>content.has</code>      | Has      | Whether the content has the specified field.                                    |
| <code>content.location</code> | Location | The location of the content. This is only available on content returned         |
| <code>counter.at</code>       | At       | Retrieves the value of the counter at the given location. Always returns        |
| <code>counter.display</code>  | Display  | Displays the current value of the counter with a numbering and returns          |
| <code>counter.final</code>    | Final    | Retrieves the value of the counter at the end of the document. Always           |
| <code>counter.get</code>      | Get      | Retrieves the value of the counter at the current location. Always              |
| <code>counter.step</code>     | Step     | Increases the value of the counter by one.                                      |
| <code>counter.update</code>   | Update   | Updates the value of the counter.                                               |
| <code>datetime.day</code>     | Day      | The day if it was specified, or {none} for times without a date.                |
| <code>datetime.display</code> | Display  | Displays the datetime in a specified format.                                    |
| <code>datetime.hour</code>    | Hour     | The hour if it was specified, or {none} for dates without a time.               |

|                                |             |                                                                                     |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>datetime.minute</code>   | Minute      | The minute if it was specified, or <code>{none}</code> for dates without a time.    |
| <code>datetime.month</code>    | Month       | The month if it was specified, or <code>{none}</code> for times without a date.     |
| <code>datetime.ordinal</code>  | Ordinal     | The ordinal (day of the year), or <code>{none}</code> for times without a date.     |
| <code>datetime.second</code>   | Second      | The second if it was specified, or <code>{none}</code> for dates without a time.    |
| <code>datetime.today</code>    | Today       | Returns the current date.                                                           |
| <code>datetime.weekday</code>  | Weekday     | The weekday (counting Monday as 1) or <code>{none}</code> for times without a date. |
| <code>datetime.year</code>     | Year        | The year if it was specified, or <code>{none}</code> for times without a date.      |
| <code>dictionary.at</code>     | At          | Returns the value associated with the specified key in the dictionary.              |
| <code>dictionary.insert</code> | Insert      | Inserts a new pair into the dictionary. If the dictionary already                   |
| <code>dictionary.keys</code>   | Keys        | Returns the keys of the dictionary as an array in insertion order.                  |
| <code>dictionary.len</code>    | Length      | The number of pairs in the dictionary.                                              |
| <code>dictionary.pairs</code>  | Pairs       | Returns the keys and values of the dictionary as an array of pairs. Each            |
| <code>dictionary.remove</code> | Remove      | Removes a pair from the dictionary by key and return the value.                     |
| <code>dictionary.values</code> | Values      | Returns the values of the dictionary as an array in insertion order.                |
| <code>direction.axis</code>    | Axis        | The axis this direction belongs to, either <code>{"horizontal"}</code> or           |
| <code>direction.end</code>     | End         | The end point of this direction, as an alignment.                                   |
| <code>direction.inv</code>     | Inverse     | The inverse direction.                                                              |
| <code>direction.start</code>   | Start       | The start point of this direction, as an alignment.                                 |
| <code>duration.days</code>     | Days        | The duration expressed in days.                                                     |
| <code>duration.hours</code>    | Hours       | The duration expressed in hours.                                                    |
| <code>duration.minutes</code>  | Minutes     | The duration expressed in minutes.                                                  |
| <code>duration.seconds</code>  | Seconds     | The duration expressed in seconds.                                                  |
| <code>duration.weeks</code>    | Weeks       | The duration expressed in weeks.                                                    |
| <code>float.is-infinite</code> | Is Infinite | Checks if a float is infinite.                                                      |
| <code>float.is-nan</code>      | Is Nan      | Checks if a float is not a number.                                                  |

|                                |                     |                                                                         |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <code>float.signum</code>      | Signum              | Calculates the sign of a floating point number.                         |
| <code>function.where</code>    | Where               | Returns a selector that filters for elements belonging to this function |
| <code>function.with</code>     | With                | Returns a new function that has the given arguments pre-applied.        |
| <code>gradient.angle</code>    | Angle               | Returns the angle of this gradient.                                     |
| <code>gradient.conic</code>    | Conic               | Creates a new conic gradient, in which colors change radially around a  |
| <code>gradient.kind</code>     | Kind                | Returns the kind of this gradient.                                      |
| <code>gradient.linear</code>   | Linear Gradient     | Creates a new linear gradient, in which colors transition along a       |
| <code>gradient.radial</code>   | Radial              | Creates a new radial gradient, in which colors radiate away from an     |
| <code>gradient.relative</code> | Relative            | Returns the relative placement of this gradient.                        |
| <code>gradient.repeat</code>   | Repeat              | Repeats this gradient a given number of times, optionally mirroring it  |
| <code>gradient.sample</code>   | Sample              | Sample the gradient at a given position.                                |
| <code>gradient.samples</code>  | Samples             | Samples the gradient at multiple positions at once and returns the      |
| <code>gradient.sharp</code>    | Sharp               | Creates a sharp version of this gradient.                               |
| <code>gradient.space</code>    | Space               | Returns the mixing space of this gradient.                              |
| <code>gradient.stops</code>    | Stops               | Returns the stops of this gradient.                                     |
| <code>int.bit-and</code>       | Bitwise AND         | Calculates the bitwise AND between two integers.                        |
| <code>int.bit-lshift</code>    | Bitwise Left Shift  | Shifts the operand' s bits to the left by the specified amount.         |
| <code>int.bit-not</code>       | Bitwise NOT         | Calculates the bitwise NOT of an integer.                               |
| <code>int.bit-or</code>        | Bitwise OR          | Calculates the bitwise OR between two integers.                         |
| <code>int.bit-rshift</code>    | Bitwise Right Shift | Shifts the operand' s bits to the right by the specified amount.        |
| <code>int.bit-xor</code>       | Bitwise XOR         | Calculates the bitwise XOR between two integers.                        |
| <code>int.signum</code>        | Signum              | Calculates the sign of an integer.                                      |
| <code>length.cm</code>         | Centimeters         | Converts this length to centimeters.                                    |
| <code>length.inches</code>     | Inches              | Converts this length to inches.                                         |
| <code>length.mm</code>         | Millimeters         | Converts this length to millimeters.                                    |
| <code>length.pt</code>         | Points              | Converts this length to points.                                         |

|                                      |                |                                                                          |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <code>length.to-absolute</code>      | To Absolute    | Resolve this length to an absolute length.                               |
| <code>location.page</code>           | Page           | Returns the page number for this location.                               |
| <code>location.page-numbering</code> | Page Numbering | Returns the page numbering pattern of the page at this location. This    |
| <code>location.position</code>       | Position       | Returns a dictionary with the page number and the x, y position for this |
| <code>selector.after</code>          | After          | Returns a modified selector that will only match elements that occur     |
| <code>selector.and</code>            | And            | Selects all elements that match this and all of the the other selectors. |
| <code>selector.before</code>         | Before         | Returns a modified selector that will only match elements that occur     |
| <code>selector.or</code>             | Or             | Selects all elements that match this or any of the other selectors.      |
| <code>state.at</code>                | At             | Retrieves the value of the state at the given selector' s unique match.  |
| <code>state.display</code>           | Display        | <b>Deprection planned:</b> Use <code>get</code> instead.                 |
| <code>state.final</code>             | Final          | Retrieves the value of the state at the end of the document.             |
| <code>state.get</code>               | Get            | Retrieves the value of the state at the current location.                |
| <code>state.update</code>            | Update         | Update the value of the state.                                           |
| <code>str.at</code>                  | At             | Extracts the first grapheme cluster after the specified index. Returns   |
| <code>str.clusters</code>            | Clusters       | Returns the grapheme clusters of the string as an array of substrings.   |
| <code>str.codepoints</code>          | Codepoints     | Returns the Unicode codepoints of the string as an array of substrings.  |
| <code>str.contains</code>            | Contains       | Whether the string contains the specified pattern.                       |
| <code>str.ends-with</code>           | Ends With      | Whether the string ends with the specified pattern.                      |
| <code>str.find</code>                | Find           | Searches for the specified pattern in the string and returns the first   |
| <code>str.first</code>               | First          | Extracts the first grapheme cluster of the string.                       |
| <code>str.from-unicode</code>        | From Unicode   | Converts a unicode code point into its corresponding string.             |
| <code>str.last</code>                | Last           | Extracts the last grapheme cluster of the string.                        |

|                              |             |                                                                            |
|------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <code>str.len</code>         | Length      | The length of the string in UTF-8 encoded bytes.                           |
| <code>str.match</code>       | Match       | Searches for the specified pattern in the string and returns a             |
| <code>str.matches</code>     | Matches     | Searches for the specified pattern in the string and returns an array of   |
| <code>str.position</code>    | Position    | Searches for the specified pattern in the string and returns the index     |
| <code>str.replace</code>     | Replace     | Replace at most <code>count</code> occurrences of the given pattern with a |
| <code>str.rev</code>         | Reverse     | Reverse the string.                                                        |
| <code>str.slice</code>       | Slice       | Extracts a substring of the string.                                        |
| <code>str.split</code>       | Split       | Splits a string at matches of a specified pattern and returns an array     |
| <code>str.starts-with</code> | Starts With | Whether the string starts with the specified pattern.                      |
| <code>str.to-unicode</code>  | To Unicode  | Converts a character into its corresponding code point.                    |
| <code>str.trim</code>        | Trim        | Removes matches of a pattern from one or both sides of the string, once or |
| <code>version.at</code>      | At          | Retrieves a component of a version.                                        |

# 参考：语法示例检索表

点击下面每行名称都可以跳转到对应章节的对应小节。

## 分类：基本元素

| 「名称/术语」      | 语法                                                           | 渲染结果                                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 段落           | <code>writing-markup</code>                                  | writing-markup                                                                        |
| 标题           | <code>= Heading</code>                                       | <b>Heading</b>                                                                        |
| 二级标题         | <code>== Heading</code>                                      | <b>Heading</b>                                                                        |
| 着重标记         | <code>*Strong*</code>                                        | <b>Strong</b>                                                                         |
| 强调标记         | <code>_emphasis_</code>                                      | <i>emphasis</i>                                                                       |
| 着重且强调标记      | <code>*_emphasis_*</code>                                    | <b><i>emphasis</i></b>                                                                |
| 有序列表         | <code>+ List 1<br/>+ List 2</code>                           | 1. List 1<br>2. List 2                                                                |
| 有序列表（重新开始标号） | <code>4. List 1<br/>+ List 2</code>                          | 4. List 1<br>5. List 2                                                                |
| 无序列表         | <code>- Enum 1<br/>- Enum 2</code>                           | • Enum 1<br>• Enum 2                                                                  |
| 交替有序与无序列表    | <code>- Enum 1<br/>+ Item 1<br/>- Enum 2</code>              | • Enum 1<br>1. Item 1<br>• Enum 2                                                     |
| 短代码片段        | <code>`code`</code>                                          | code                                                                                  |
| 长代码片段        | <code>```code```</code>                                      | code                                                                                  |
| 语法高亮         | <code>```rs trait World```</code>                            | <code>trait World</code>                                                              |
| 块代码片段        | <code>```typ<br/>= Heading<br/>```</code>                    | <code>= Heading</code>                                                                |
| 图像           | <code>#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 50pt)</code> |  |

|                  |                                                                                                      |                                                                                                   |     |   |   |  |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|--|
| 拉伸图像             | <pre>#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg", width: 50pt, height: 50pt, fit: "stretch")</pre>             |                |     |   |   |  |
| 内联图像（盒子法）        | 在一段话中插入一个<br><pre>#box(baseline: 0.15em, image("/assets/files/info-icon.svg", width: 1em))</pre> 图片。 | 在一段话中插入一个  图片。 |     |   |   |  |
| 图像标题             | <pre>#figure(``typ #image("/assets/files/香風とうふ店.jpg") `` , caption: [用于加载香風とうふ店送外卖的宝贵影像的代码])</pre>   | <pre>#image("/assets/files/香風とうふ店.jpg")</pre><br>代码 2 用于加载香風とうふ店送外卖的宝贵影像的代码                       |     |   |   |  |
| 链接               | <pre>#link("https://zh.wikipedia.org")</pre> [维基百科]                                                  | <a href="https://zh.wikipedia.org">维基百科</a>                                                       |     |   |   |  |
| HTTP(S)链接        | <a href="https://zh.wikipedia.org">https://zh.wikipedia.org</a>                                      | <a href="https://zh.wikipedia.org">https://zh.wikipedia.org</a>                                   |     |   |   |  |
| 内部链接             | <pre>== 某个标题 &lt;ref-internal-link&gt; #link(&lt;ref-internal-link&gt;) [链接到某个标题]</pre>              | <b>某个标题</b><br>链接到某个标题                                                                            |     |   |   |  |
| 表格               | <pre>#table(columns: 2, [111], [2], [3])</pre>                                                       | <table border="1"><tr><td>111</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr></table>             | 111 | 2 | 3 |  |
| 111              | 2                                                                                                    |                                                                                                   |     |   |   |  |
| 3                |                                                                                                      |                                                                                                   |     |   |   |  |
| 对齐表格             | <pre>#table(columns: 2, align: center, [111], [2], [3])</pre>                                        | <table border="1"><tr><td>111</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr></table>             | 111 | 2 | 3 |  |
| 111              | 2                                                                                                    |                                                                                                   |     |   |   |  |
| 3                |                                                                                                      |                                                                                                   |     |   |   |  |
| 行内数学公式           | <pre>\$sum_x\$</pre>                                                                                 | $\sum_x$                                                                                          |     |   |   |  |
| 行间数学公式           | <pre>\$ sum_x \$</pre>                                                                               | $\sum_x$                                                                                          |     |   |   |  |
| 标记转义序列           | <pre>&gt;\_&lt;</pre>                                                                                | >_<                                                                                               |     |   |   |  |
| 标记的 Unicode 转义序列 | <pre>\u{9999}</pre>                                                                                  | 香                                                                                                 |     |   |   |  |
| 换行符（转义序列）        | <pre>A \ B</pre>                                                                                     | A<br>B                                                                                            |     |   |   |  |
| 换行符情形二           | <pre>A \ B</pre>                                                                                     | A<br>B                                                                                            |     |   |   |  |
| 速记符              | 北京--上海                                                                                               | 北京-上海                                                                                             |     |   |   |  |
| 空格（速记符）          | A~B                                                                                                  | A B                                                                                               |     |   |   |  |



|      |                                                                                                                 |                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 行内注释 | // 行内注释                                                                                                         |                                                                                                   |
| 行间注释 | /* 行间注释<br>*/                                                                                                   |                                                                                                   |
| 行内盒子 | 在一段话中插入一个<br><code>#box(baseline: 0.15em,<br/>image("/assets/files/info-<br/>icon.svg", width: 1em))</code> 图片。 | 在一段话中插入一个  图片。 |

## 分类：修饰文本

| 「名称/术语」   | 语法                                                              | 渲染结果                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|
| 背景高亮      | <code>#highlight</code> [高亮一段内容]                                | 高亮一段内容               |
| 下划线       | <code>#underline</code> [Language]                              | <u>Language</u>      |
| 无驱逐效果的下划线 | <code>#underline(<br/>evade: false)</code> [ <code>ㄣㄣㄣ</code> ] | <u>ㄣㄣㄣ</u>           |
| 上划线       | <code>#overline</code> [ <code>ㄣㄣㄣ</code> ]                     | <u>ㄣㄣㄣ</u>           |
| 中划线（删除线）  | <code>#strike</code> [ <code>ㄣㄣㄣ</code> ]                       | <del>ㄣㄣㄣ</del>       |
| 下标        | 威严满满 <code>#sub</code> [抱头蹲防]                                   | 威严满满 <sub>抱头蹲防</sub> |
| 上标        | 香風とうふ店 <code>#super</code> [TM]                                 | 香風とうふ店 <sup>TM</sup> |
| 设置文本大小    | <code>#text(size: 24pt)</code> [一斤鸭梨]                           | 一斤鸭梨                 |
| 设置文本颜色    | <code>#text(fill: blue)</code> [蓝色鸭梨]                           | 蓝色鸭梨                 |
| 设置字体      | <code>#text(font: "Microsoft<br/>YaHei")</code> [板正鸭梨]          | 板正鸭梨                 |

## 分类：脚本声明

| 「名称/术语」 | 语法                       | 渲染结果  |
|---------|--------------------------|-------|
| 进入脚本模式  | <code>#1</code>          | 1     |
| 代码块     | <code>#{"a"; "b"}</code> | ab    |
| 内容块     | <code>#[内容块]</code>      | 内容块   |
| 空字面量    | <code>#none</code>       |       |
| 假（布尔值）  | <code>#false</code>      | false |

|                   |                                                                      |                                               |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 真 (布尔值)           | <code>#true</code>                                                   | <code>true</code>                             |
| 整数字面量             | <code>#(-1), #(0), #(1)</code>                                       | <code>-1, 0, 1</code>                         |
| 进制数字面量            | <code>#(-0xdeadbeef), #(-0o644), #(-0b1001)</code>                   | <code>-3735928559, -420, -9</code>            |
| 浮点数字面量            | <code>#(0.001), #(.1), #(2.)</code>                                  | <code>0.001, 0.1, 2</code>                    |
| 指数表示法             | <code>#(1e2), #(1.926e3), #(-1e-3)</code>                            | <code>100, 1926, -0.001</code>                |
| 字符串字面量            | <code>#"Hello world!!"</code>                                        | <code>Hello world!!</code>                    |
| 字符串转义序列           | <code>#"\""</code>                                                   | <code>"</code>                                |
| 字符串的 Unicode 转义序列 | <code>#"\\u{9999}"</code>                                            | <code>香</code>                                |
| 数组字面量             | <code>#(1, "0v0", [一段内容])</code>                                     | <code>(1, "0v0", [一段内容])</code>               |
| 字典字面量             | <code>#(neko-mimi: 2, "utterance": "喵喵喵")</code>                     | <code>(neko-mimi: 2, utterance: "喵喵喵")</code> |
| 空数组               | <code>#()</code>                                                     | <code>()</code>                               |
| 空字典               | <code>#(:)</code>                                                    | <code>(:)</code>                              |
| 被括号包裹的空数组         | <code>#(())</code>                                                   | <code>()</code>                               |
| 含有一个元素的数组         | <code>#(1,)</code>                                                   | <code>(1,)</code>                             |
| 变量声明              | <code>#let x = 1</code>                                              |                                               |
| 函数声明              | <code>#let f(x) = x * 2</code>                                       |                                               |
| 函数闭包              | <code>#let f = (x, y) =&gt; x + y</code>                             |                                               |
| 具名参数声明            | <code>#let g(named: none) = named</code>                             |                                               |
| 含变参函数             | <code>#let g(..args) = args.pos().join([, ])</code>                  |                                               |
| 数组解构赋值            | <code>#let (one, hello-world) = (1, "Hello, World")</code>           |                                               |
| 数组解构赋值情形二         | <code>#let (_, second, ..) = (1, "Hello, World", []); #second</code> | <code>Hello, World</code>                     |
| 字典解构赋值            | <code>#let (neko-mimi: mimi) = (neko-mimi: 2); #mimi</code>          | <code>2</code>                                |

|                  |                                                                                       |         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 数组内容重映射          | <pre>#let (a, b, c) = (1, 2, 3) #let (b, c, a) = (a, b, c) #a, #b, #c</pre>           | 3, 1, 2 |
| 数组内容交换           | <pre>#let (a, b) = (1, 2) #((a, b) = (b, a)) #a, #b</pre>                             | 2, 1    |
| 占位符 (let _ = ..) | <pre>#let last-two(t) = {   let _ = t.pop()   t.pop() } #last-two((1, 2, 3, 4))</pre> | 3       |

## 分类：脚本语句

| 「名称/术语」     | 语法                                                                                            | 渲染结果                                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| if 语句       | <pre>#if true { 1 }, #if false { 1 } else { 0 }</pre>                                         | 1, 0                                |
| 串联 if 语句    | <pre>#if false { 0 } else if true { 1 }, #if false { 2 } else if false { 1 } else { 0 }</pre> | 1, 0                                |
| while 语句    | <pre>#{   let i = 0;   while i &lt; 10 {     (i * 2, )     i += 1;   } }</pre>                | (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18) |
| for 语句      | <pre>#for i in range(10) {   (i * 2, ) }</pre>                                                | (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18) |
| for 语句解构赋值  | <pre>#for (特色, 这个) in (neko- mimi: 2) [猫猫的 #特色 是 #这 个\ ]</pre>                                | 猫猫的 neko-mimi 是 2                   |
| break 语句    | <pre>#for i in range(10) { (i, ); (i + 1926, ); break }</pre>                                 | (0, 1926)                           |
| continue 语句 | <pre>#for i in range(10) {   if calc.even(i)   { continue }   (i, ) }</pre>                   | (1, 3, 5, 7, 9)                     |

|            |                                                           |            |
|------------|-----------------------------------------------------------|------------|
| return 语句  | <pre>#let never(..args) = return #type(never(1, 2))</pre> | none       |
| include 语句 | <pre>#include "other-file.typ"</pre>                      | 一段文本 另一段文本 |

## 分类：脚本样式

| 「名称/术语」     | 语法                                                                                                                                  | 渲染结果                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| set 语句      | <pre>#set text(size: 24pt) 四斤鸭梨</pre>                                                                                               | 四斤鸭梨                                 |
| 作用域         | <pre>两只 #[兔 #set text(fill: rgb("#ffd1dc").darken(15%)) #[兔白 #set text(fill: orange) 又白], 真可爱 ]</pre>                               | 两只兔兔白又白, 真可爱                         |
| set if 语句   | <pre>#let is-dark-theme = true #set rect(fill: black) if is-dark-theme #set text(fill: white) if is-dark-theme #rect([wink!])</pre> | wink!                                |
| show set 语句 | <pre>#show: set text(fill: blue) wink!</pre>                                                                                        | wink!                                |
| show 语句     | <pre>#show raw: it =&gt; it.lines.at(1) 获取代码片段第二行内容: ``typ #{ set text(fill: true) } ``</pre>                                       | 获取代码片段第二行内容:<br>set text(fill: true) |
| 文本选择器       | <pre>#show "cpp": strong(emph(box("C++"))) 在古代, cpp 是一门常用语言。</pre>                                                                  | 在古代, C++ 是一门常用语言。                    |
| 正则文本选择器     | <pre>#show regex("[”。 ]+"): it =&gt; { set text(font: "KaiTi") highlight(it, fill: yellow) } “无名, 万物之始也; 有名, 万物之母也。”</pre>          | “无名, 万物之始也; 有名, 万物之母也。”              |

|                       |                                                                                                             |                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 标签选择器                 | <pre>#show &lt;一整段话&gt;: set text(fill: blue) #[<math>\lambda</math>语言是世界上最好的语言。] &lt;一整段话&gt;  另一段话。</pre> | $\lambda$ 语言是世界上最好的语言。<br>另一段话。         |
| 选择器表达式                | <pre>#show heading.where(level: 2): set text(fill: blue) == 一级标题 === 二级标题</pre>                             | <b>一级标题</b><br><b>二级标题</b>              |
| 获取位置                  | <pre>#locate(loc =&gt; loc.position())</pre>                                                                | (page: 117, x: 377.8pt,<br>y: 240.38pt) |
| 检测当前页面是否为偶数页 (位置相关计算) | <pre>#locate(loc =&gt; [ 页码是偶数: #calc.even(loc.page()) ])</pre>                                             | 页码是偶数: false                            |
| 查询文档内容                | <pre>#locate(loc =&gt; query(&lt;ref- internal-link&gt;, loc).at(0).body)</pre>                             | 某个标题                                    |
| 声明全局状态                | <pre>#state("my-state", 1)</pre>                                                                            | state("my-state", 1)                    |

## 分类：脚本表达式

| 「名称/术语」    | 语法                                                  | 渲染结果               |
|------------|-----------------------------------------------------|--------------------|
| 函数调用       | <pre>#calc.pow(4, 3)</pre>                          | 64                 |
| 函数调用传递内容参数 | <pre>#emph[emphasis]</pre>                          | <i>emphasis</i>    |
| 成员访问       | <pre>#`OvO`.text</pre>                              | OvO                |
| 方法调用       | <pre>#"Hello World".split(" ")</pre>                | ("Hello", "World") |
| 字典成员访问     | <pre>#let cat = (neko-mimi: 2) #cat.neko-mimi</pre> | 2                  |
| 内容成员访问     | <pre>#`OvO`.text</pre>                              | OvO                |
| 代码表示的自省函数  | <pre>#repr[ 一段文本 ]</pre>                            | [[ ], [一段文本], [ ]] |
| 类型的自省函数    | <pre>#type[一段文本]</pre>                              | content            |
| 求值函数       | <pre>#type(eval("1"))</pre>                         | integer            |
| 求值函数(标记模式) | <pre>#eval("== 一个标题", mode: "markup")</pre>         | <b>一个标题</b>        |

|           |                                                                                |                           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 判断数组内容    | <pre>#let pol = (1, "0v0", []) #(1 in pol)</pre>                               | true                      |
| 判断数组内容不在  | <pre>#let pol = (1, "0v0", []) #[另一段内容] not in pol)</pre>                      | true                      |
| 判断字典内容    | <pre>#let cat = (neko-mimi: 2) #"neko-mimi" in cat)</pre>                      | true                      |
| 逻辑比较表达式   | <pre> #(1 &lt; 0), #(1 &gt;= 2),  #(1 == 2), #(1 != 2)</pre>                   | false, false, false, true |
| 逻辑运算表达式   | <pre> #(not false), #(false or  true), #(true and false)</pre>                 | true, true, false         |
| 取正运算      | <pre> #(+1), #(+0), #(1), #(++1)</pre>                                         | 1, 0, 1, 1                |
| 取负运算      | <pre> #(-1), #(-0), #(--1),  #(-+-1)</pre>                                     | -1, 0, 1, 1               |
| 算术运算表达式   | <pre> #(1 + 1), #(1 + -1),  #(1 - 1), #(1 - -1)</pre>                          | 2, 0, 0, 2                |
| 赋值表达式     | <pre> #let a = 1; #repr(a = 10),  #a, #repr(a += 2), #a</pre>                  | none, 10, none, 12        |
| 字符串连接     | <pre> #("a" + "b")</pre>                                                       | ab                        |
| 重复连接字符串   | <pre> #("a" * 4), #(4 * "ab")</pre>                                            | aaaa, abababab            |
| 字符串比较     | <pre> #("a" == "b"), #("a" !=  "b"), #("a" &lt; "ab"), #("a"  &gt;= "a")</pre> | false, true, true, true   |
| 整数转浮点数    | <pre> #float(1), #(type(float(1)))</pre>                                       | 1, float                  |
| 布尔值转整数    | <pre> #int(true),  #(type(int(true)))</pre>                                    | 1, integer                |
| 浮点数转整数    | <pre> #int(1), #(type(int(1)))</pre>                                           | 1, integer                |
| 十进制字符串转整数 | <pre> #int("1"), #(type(int("1")))</pre>                                       | 1, integer                |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                            |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 十六进制/八进制/二进制字符串转整数 | <pre>#let safe-to-int(x) = {   let res = eval(x)   assert(type(res) == int, message: "should be integer")   res } #safe-to-int("0xf"), #(type(safe-to-int("0xf"))) \ #safe-to-int("0o755"), #(type(safe-to- int("0o755"))) \ #safe-to-int("0b1011"), #(type(safe-to- int("0b1011"))) \</pre> | 15, integer<br>493, integer<br>11, integer |
| 数字转字符串             | <pre>#repr(str(1)), #repr(str(.5))</pre>                                                                                                                                                                                                                                                     | "1", "0.5"                                 |
| 整数转十六进制字符串         | <pre>#str(501, base:16), #str(0xdeadbeef, base:36)</pre>                                                                                                                                                                                                                                     | 1f5, 1ps9wxb                               |
| 布尔值转字符串            | <pre>#repr(false)</pre>                                                                                                                                                                                                                                                                      | false                                      |
| 数字转布尔值             | <pre>#let to-bool(x) = x != 0 #repr(to-bool(0)), #repr(to-bool(1))</pre>                                                                                                                                                                                                                     | false, true                                |



# Part.3 进阶教程





# 内容、作用域与样式

经历了三节入门教程，我们进入进阶教程。

在《编写一篇基本文档》中，我们学到了很多各式各样的内容。我们学到了段落、标题、代码片段……

在《脚本基础》和《脚本进阶》中我们学习了各式各样的脚本技巧。我们学到了字面量、变量、函数、控制流、闭包……

但是它们之间似乎隔有一层厚障壁，阻止了我们进行更高级的排版。是了，如果「内容」也是一种值，那么我们应该也可以使用脚本操控它们。Typst 以排版为核心，应当也对「内容类型」有着精心设计。

本节主要介绍如何使用脚本排版内容。这也是 Typst 的核心功能，并在语法上**与很多其他语言有着不同之处**。

不用担心，在我们已经学了很多 Typst 语言的知识的基础上，本节也仅仅更进一步，教你如何以脚本视角看待一篇文档。

## 字数统计

从一个典型程序开始，这个程序基本解决我们一个需求：完成一段内容的字数统计。按照惯例，这一个程序涉及了本节所有的知识点。

```
#let plain-text(it) = {
 if it.has("children") {
 ("", ..it.children.map(plain-text)).join()
 } else if it.has("child") {
 plain-text(it.child)
 } else if it.has("body") {
 plain-text(it.body)
 } else if it.has("text") {
 it.text
 } else if it.func() == smartquote {
 if it.double { "\"" } else { "'" }
 } else {
 " "
 }
}
```

以及基于其上实现一个字数统计函数：

```
#let word-count(it) = {
 plain-text(it).replace(regex("\p{hani}"), "\1 ").split().len()
}
```

以下是该函数的表现：

```
#let show-me-the(it) = {
 repr(plain-text(it))
 [的字数统计为]
 repr(word-count(it))
}
#show-me-the([])\
#show-me-the([一段文本]) \
#show-me-the([A bc]) \
#show-me-the([
 - 列表项 1
 - 列表项 2
])
```

```
"" 的字数统计为 0
"一段文本" 的字数统计为 4
"A bc" 的字数统计为 2
"列表项 1 列表项 2" 的字数统计为 8
```

## 内容类型的特性

我们已经学过很多内容：段落、标题、代码片段。

我们也知道所有的内容语法都可以使用相应的函数构造。例如标题：

```
// 用语法构造标题
#repr([= 123]) \
// 用函数构造标题
#repr(heading(level: 1)[123])
// 展示
#heading(level: 1)[123]
```

```
heading(body: [123], level: 1)
heading(body: [123], level: 1)
```

**123**

例如列表：

```
// 用语法构造列表
#repr([- 1
- 2]) \
// 用函数构造列表
#repr(([1],
[2]).map(list.item).join([]))
// 展示
#([1], [2]).map(list.item).join([])
```

```
[(item(body: [1]), [], item(body:
[2]))]
```

```
[(item(body: [1]), [], item(body:
[2]))]
```

- 1
- 2

### 特性一：所有内容函数构造出的值都被包装成「内容类型」

一个常见的误区是，使用以下方法判断一个内容是否为标题元素：

```
标题是 heading 类型 (伪)? #(type([≡
123]) == heading)
```

```
标题是 heading 类型 (伪)? false
```

这引出了一个重要的理念，Typst 中一切皆组合。Typst 中目前没有继承概念，一切功能都是组合出来的，这类似于 Rust 语言的概念。你可能没有学过 Rust 语言，但这里有一个冷知识：

Typst ⇔ Typ(setting Ru)st ⇔ Typesetting Rust

即 Typst 是以 Rust 语言特性为基础设计出的一个排版 (Typesetting) 语言。

当各式各样的内容函数接受参数时，它们会构造出「元素」，然后将元素包装成一个共同的类型：「内容类型」。

heading 是函数而不是类型。与其他语言不同，没有一个 heading 类型继承 content。因此不能使用 `type([= 123]) == heading` 判断一个内容是否为标题元素：

```
标题函数的类型: #(type(heading)) \
标题的类型: #type([= 123])

内容类型与 heading 函数相等? #(type([= 123]) == heading)
```

```
标题函数的类型: function
标题的类型: content

内容类型与 heading 函数相等? false
```

### 特性二：内容类型的 func 方法

所有内容都允许使用 func 得到构造这个内容所使用的函数。因此，可以使用以下方法判断一个内容是否为标题元素：

```
标题所使用的构造函数: #([= 123]).func()

标题的构造函数是`heading`? #(([= 123]).func() == heading)
```

```
标题所使用的构造函数: heading
标题的构造函数是 heading? true
```

### 特性三：内容类型的 fields 方法

Typst 中一切皆组合，它将所有内容打包成「内容类型」的值以完成类型上的统一，而非类型继承。

但是这也有坏处，坏处是无法“透明”访问内部内容。例如，我们可能希望知道 heading 的级别。如果不提供任何方法访问标题的级别，那么我们就无法编程完成与之相关的排版。

为了解决这个问题，Typst 提供一个 fields 方法提供一个 content 的部分信息：

```
#([= 123]).fields()
```

```
(body: [123], level: 1)
```

fields() 将部分信息组成字典并返回。如上图所示，我们可以通过这个字典对象进一步访问标题的内容和级别。

```
标题有`level`: #("level" in ([= 123]).fields()) \
标题的`level`是: #([= 123]).fields().at("level") \
标题的`level`是: 1
```

```
标题有 level: true
标题的 level 是: 1
```

① 这里的“部分信息”描述稍显模糊。具体来说，Typst 只允许你直接访问内容中不受样式影响的信息，至少包含语法属性。如下：

```
#let x = [= 123]
#rect([#x <the-heading>])
#x.fields() \
#locate(loc => query(<the-heading>, loc))
```

**123**

```
(body: [123], level: 1)
(
 heading(
 body: [123],
 level: 1,
 numbering: none,
 supplement: [小节],
 outlined: false,
 bookmarked: auto,
),
)
```

通过 `query` 我们获得同一个内容上更多的信息，即「样式」属性，即内容上的那些可选函数参数。

根据上述例子，我们来理解为什么它只提供了语法属性。假设只看 `= 123` 这 5 个字符，显然我们从语法上只能获得两个信息：

1. 它是一级标题。
2. 它的内容是 123。

与之相对，当一个标题真正被放置到一个具体的「上下文」中时，才能真正关联与之相关的样式属性。例如，标题的 `numbering` 字段是与上下文相关的。

#### 特性四：内容类型与 `fields` 相关的方法糖

由于我们经常需要与 `fields` 交互，Typst 提供了 `has` 方法帮助我们判断一个内容的 `fields` 是否有相关的「键」。

```
使用 `... in x.fields()` 判断: #("text"
in `x`.fields()) \
等同于使用 `has` 方法判断:
#(`x`.has("text"))
```

```
使用... in x.fields()判断: true
等同于使用 has 方法判断: true
```

Typst 提供了 `at` 方法帮助我们访问一个内容的 `fields` 中键对应的值。

```
使用`x.fields().at()`获取值:
#(`www`.fields().at("text")) \
等同于使用`at`方法: #(`www`.at("text"))
```

```
使用`x.fields().at()`获取值: www
等同于使用`at`方法: www
```

特别地，内容的成员包含 `fields` 的键，我们可以直接通过成员访问相关信息：

```
使用`at`方法: #(`www`.at("text")) \
等同于访问`text`成员: #(`www`.text)
```

```
使用`at`方法: www
等同于访问`text`成员: www
```

## 内容的「样式」

文本是段落的重要组成部分，与之对应的内容函数是 `text`。

我们知道一个函数可以有各种参数。那么我们从函数视角来看，内容的样式便由这些函数参数决定。

例如，我们想要获得一段蓝色的文本：

```
#text("一段文本", fill: blue)
```

```
一段文本
```

`fill: blue` 是函数的参数，指定了文本的样式。

这个视角有助于我们更好的将对「样式」的需求转换为对函数的操控。

例如，我们可以使用函数的 `with` 方法，获得一个固定样式的文本函数：

```
#let warning = text.with(fill:
orange)
#warning[警告，你做个人吧]
```

```
警告，你做个人吧
```

## 「set」语法

一个段落主要是一个内容序列，其中有可能很多个文本。

```
#repr([一段很长的话可能不止包含.....一个
文本!])
```

```
[(
 [一段很长的话可能不止包含],
 [...],
 [...],
 [一个文本!],
)]
```

假设我们想要让一整个段落都显示成蓝色，显然不能将文本一个个用 `text.with(fill: blue)` 构造好再组装起来。

这个时候「set」语法出手了。「set」关键字后可以跟随一个函数调用，为影响范围内所有函数关联的对应内容设置对应参数。

```
#set text(fill: blue)
一段很长的话可能不止包含.....一个文本!
- 似乎, 列表中也由文本。
```

一段很长的话可能不止包含.....一个文本!

- 似乎, 列表中也由文本。

重点: 「set」的影响范围是其所在「作用域」内的后续内容。

我们紧接着来讲与之相关的, Typst 中最重要的概念之一: 「作用域」。

## 内容块与代码块的「作用域」

「作用域」是一个非常抽象的概念。但是理解他也并不困难。我们需要记住一件事, 那就是每个「代码块」创建了一个单独的「作用域」:

```
两只 #{
 [兔]
 set text(fill:
rgb("#ffd1dc").darken(15%))
 {
 [兔白]
 set text(fill: orange)
 [又白]
 }
 [, 真可爱]
}
```

两只兔兔白又白, 真可爱

从上面的染色结果来看, 粉色规则可以染色到[兔白]、[又白]和[真可爱], 橘色规则可以染色到[又白]但不能染色到[, 真可爱]。以内容的视角来看:

1. [兔]不是相对粉色规则的后续内容, 更不是相对橘色规则的后续内容, 所以它默认是黑色。
2. [兔白]是相对粉色规则的后续内容, 所以它是粉色。
3. [又白]同时被两个规则影响, 但是根据「执行顺序」, 橘色规则被优先使用。
4. [真可爱]虽然从代码先后顺序来看在橘色规则后面, 但不在橘色规则所在作用域内, 不满足「set」影响范围的设定。

我们说「set」的影响范围是其所在「作用域」内的后续内容, 意思是: 对于每个「代码块」, 「set」规则只影响到从它自身语句开始, 到该「代码块」的结束位置。

接下来, 我们回忆: 「内容块」和「代码块」没有什么不同。上述例子还可以以「内容块」的语法改写成:

```
两只 #[兔 #set text(fill:
rgb("#ffd1dc").darken(15%))
#[兔白 #set text(fill: orange)
又白], 真可爱
]
```

两只兔兔白又白, 真可爱

由于断行问题, 这不方便阅读, 但从结果来看, 它们确实是等价的。

针对「内容块」, 我们重申一遍「set」的影响范围。其影响等价于: 对于每个「内容块」, 「set」规则只影响到从它自身语句开始, 到该「内容块」的结束位置。

最后我们再回忆：文件本身是一个「内容块」。

```
两小只, #set text(fill: orange)
真可爱
```

两小只, 真可爱

针对文件, 我们仍重申一遍「set」的影响范围。其影响等价于: 对于文件本身, 顶层「set」规则影响到该文件的结束位置。

## 「set if」语法

假设我们脚本中设置了当前文档是否处于暗黑主题, 并希望使用「set」规则感知这个设定, 你可能会写:

```
#let is-dark-theme = true
#if is-dark-theme {
 set rect(fill: black)
 set text(fill: white)
}

#rect([wink!])
```

wink!

根据我们的知识, 这应该不起作用, 因为 if 后的代码块创建了一个新的作用域, 而「set」规则只能影响到该代码块内后续的代码。但是 if 的 then 和 else 一定需要创建一个新的作用域, 这有点难办了。

set if 语法出手了, 它允许你在当前作用域设置规则。

```
#let is-dark-theme = true
#set rect(fill: black) if is-dark-theme
#set text(fill: white) if is-dark-theme
#rect([wink!])
```

wink!

解读 #set rect(fill: black) if is-dark-theme。它的意思是, 如果满足 is-dark-theme 条件, 那么设置相关规则。这其实与下面代码“感觉”一样。

```
#let is-dark-theme = true
#if is-dark-theme {
 set rect(fill: black)
}
#rect([wink!])
```

wink!

区别仅仅在 set if 语法确实从语法上没有新建一个作用域。这就好像一个“规则怪谈”: 如果你想要让「set」规则影响到对应的内容, 就想方设法满足「set」影响范围的要求。

## 「内容」是一棵树

Typst 对代码块有着的一系列语法设计, 让代码块非常适合描述内容。又由于作用域的性质, 最终代码块让「内容」形成为一颗树。

「内容」是一棵树。一个 main.typ 就是「内容」的一再嵌套。

```

#let main-tyt() = {
 [= 生活在 Content 树上]
 {
 [现代社会以海德格尔的一句]
 [“一切实践传统都已经瓦解完了”]
 [为嚆矢。]
 }
 [滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。]
 {
 [但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺]
 [“树上的男爵”]
 [的生活好过过早地振翻。]
 }
 parbreak()
 [...]
 parbreak()
 [在孜孜矻矻以求生活意义的道路上，对自己的期望本就是在与家庭与社会对接中塑型的动态过程。]
 [而我们的底料便是对不同生活方式、不同角色的觉感与体认。]
 [...]
}
#main-tyt()

```

## 生活在 Content 树上

现代社会以海德格尔的一句“一切实践传统都已经瓦解完了”为嚆矢。滥觞于家庭与社会传统的期望正失去它们的借鉴意义。但面对看似无垠的未来天空，我想循卡尔维诺“树上的男爵”的生活好过过早地振翻。

...

在孜孜矻矻以求生活意义的道路上，对自己的期望本就是在与家庭与社会对接中塑型的动态过程。而我们的底料便是对不同生活方式、不同角色的觉感与体认。...

## 回顾 plain-text，以及递归函数

回想 plain-text，它正是在树上递归遍历：

```

#let plain-text(it) = {
 if it.has("children") {
 ("", ..it.children.map(plain-text)).join()
 } else if it.has("child") {
 plain-text(it.child)
 } else if it.has("body") {
 plain-text(it.body)
 } else if it.has("text") {
 it.text
 } else if it.func() == smartquote {
 if it.double { "\"" } else { "'" }
 } else {
 " "
 }
}

```



所谓递归，就是函数体中包含它自身的函数调用。例如这里，`plain-text(it.body)`便再度调用了 `plain-text` 函数。

首先它使用了 `has` 函数，以及 `fields` 中对应键的值做了三件事情：

如果一个内容有孩子，那么对其每个孩子都继续调用 `plain-text` 函数并组合在一起：

```
#if it.has("children") {
 ("", ..it.children.map(plain-text)).join()
}
```

否则如果一个内容有子内容，那么访问其子内容：

```
#if it.has("child") {
 plain-text(it.child)
} else if it.has("body") {
 plain-text(it.body)
}
```

否则如果一个内容有字符串内容，那么返回其字符串内容：

```
#if it.has("text") {
 it.text
}
```

这里值得注意的是，`it.text` 具有多态行为。即便没有继承，这里通过一定动态特性，允许我们同时访问「代码片段」的 `text` 和「文本」的 `text`。例如：

```
#let plain-text-mini(it) = if
it.has("text") {
 it.text
}
#repr(plain-text-mini(`代码片段中的
text`)) \
#repr(plain-text-mini([文本中的
text]))
```

"代码片段中的 text"  
"文本中的 text"

紧接着我们还使用了 `func` 方法，对一些特殊的内容做了特殊处理。

```
#if it.func() == smartquote {
 if it.double { "\"" } else { "'" }
}
```

至此，我们已经完全讲明了 `plain-text` 的实现。

④ 利用「内容」与「树」的特性，我们可以在 `Typst` 中设计出更多优雅脚本功能。

## CeTZ 的「树」

CeTZ 利用内容树制作“内嵌的 DSL”。CeTZ 的 `canvas` 函数接收的不完全是内容，而是内容与其 IR 的混合。

例如它的 `line` 函数的返回值，就完全不是一个内容，而是一个无法窥视的函数。

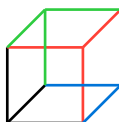
```
#import "@preview/cetz:0.2.0"
#repr(cetz.draw.line((0, 0), (1, 1),
fill: blue))
```

`((..) => ..)`

当你产生一个“混合”的内容并将其传递给 `cezt.canvas`，CeTZ 就会像 `plain-text` 一样遍历你的混合内容，并加以区分和处理。如果遇到了他自己特定的 IR，例如 `cezt.draw.line`，便将其以特殊的方式转换为真正的「内容」。

使用混合语言，在 Typst 中可以很优雅地画多面体：

```
#import "@preview/cetz:0.2.0"
#align(center, cetz.canvas({
 // 导入 cetz 的 draw 方言
 import cetz.draw: *
 let neg(u) = if u == 0 { 1 } else { -1 }
 for (p, c) in (
 ((0, 0, 0), black), ((1, 1, 0), red),
 ((1, 0, 1), blue), ((0, 1, 1), green),
) {
 line(cetz.vector.add(p, (0, 0, neg(p.at(2))))), p, stroke: c)
 line(cetz.vector.add(p, (0, neg(p.at(1)), 0))), p, stroke: c)
 line(cetz.vector.add(p, (neg(p.at(0)), 0, 0))), p, stroke: c)
 }
}))
```



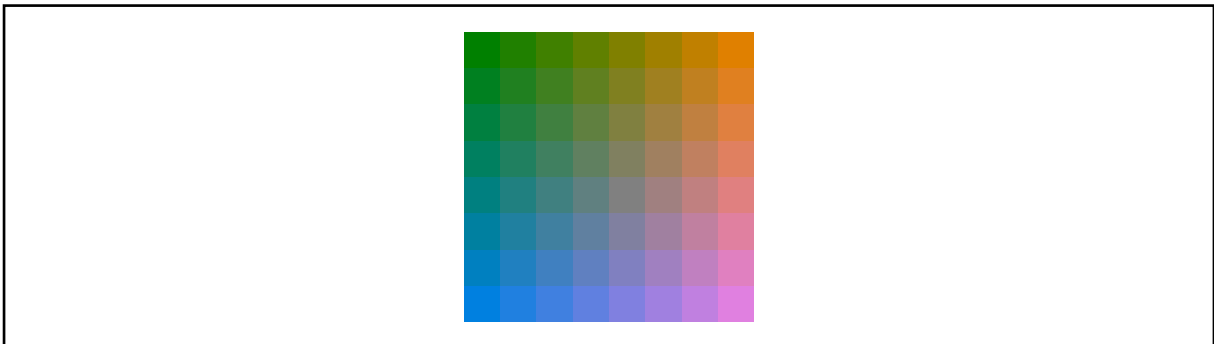
## PNG.typ 的树

我们知道「内容块」与「代码块」没有什么本质区别。

如果我们可以基于「代码块」描述一棵「内容」的树，那么一张 PNG 格式的图片似乎也可以被描述为一棵「字节」的树。

通过代码块语法，你可以在 Typst 中拼接字节，依像素地创建一张 PNG 格式的图片：

```
// Origin: https://typst.app/project/r0SkRmsZYIYNxjs6Q712aP
#import "png.typ": *
#let prelude = (0x89, 0x50, 0x4E, 0x47, 0x0D, 0x0A, 0x1A, 0x0A)
#let ihdr(w, h) = chunk("IHDR", be32(w) + be32(h) + (8, 2, 0, 0, 0))
#let idat(lines) = chunk("IDAT", {
 (0x08, 0x1D, 0x01)
 let data = lines.map(line => (0x00,) + line).flatten()
 let len = le32(data.len()).slice(0, 2)
 len
 len.map(xor.with(0xFF))
 data
 be32(adler32(data))
})
#align(center, box(width: 25%, image.decode(bytes({
 let (w, h) = (8, 8)
 prelude
 ihdr(w, h)
 idat(for y in range(h) {
 let line = for x in range(w) {
 (calc.floor(256 * x / w), 128, calc.floor(256 * y / h))
 }
 (line,)
 })
 chunk("IEND", ())
}))))
```



## 「show」语法

「set」语法是「show set」语法的简写。因此显然，相比 set，「show」语法可以更强大。

```
#show: set text(fill: blue)
wink!
```

wink!

我们可以看到「show」语法由两部分组成，由冒号分隔。

show 的右半部分是一个函数，表示选择文档的一部分以作修改。你可能会问，先姑且不问函数要怎么写，难道 set text(fill: blue)也能算一个函数吗？

事实上，set 规则是「内容类型」，它接受一个样式和一个内容，返回一个 styled 内容：

```
#let x = [#set text(fill: blue)]
#x.func()
```

styled

以下使用方法非常黑客，请最好不要在你的文档中包含这种代码。仅用于理解：

```
#let styled = [#set text(fill:
blue)].func()
#let styles = text("", fill:
red).styles
#styled([Red Text], styles)
```

Red Text

1. 第一行代码，我们说 `func` 方法返回内容函数本身，这里便返回了一个内部的函数 `styled`。
2. 第二行代码，这里我们从 `text` 内容上找到了它关于设置红色文本的样式（参数）。
3. 第三行代码，把一个内容及一个无论如何从某处得到了的样式传递给 `styled` 函数。
4. 最终我们构造出了一个真实的红色文本。

`show` 的左半部分是选择器，表示选择文档的一部分以作修改。它作用于「作用域」内的后续所有被选择器选中的内容。

如果选择器为空，则默认选择后续所有内容。这也是「`set`」语法对应规则的原理。如果选择器不为空，那么因为我们还没讲解选择器，所以这里不作过多讲解。

但有一种选择器比较简单易懂。我们可以将内容函数作为选择器，选择相应内容作影响。

以下脚本设置所有代码片段的颜色：

```
#show raw: set text(fill: blue)
被秀了的`代码片段`！
```

被秀了的代码片段！

以下脚本设置所有数学公式的颜色，但同时也修改代码片段的颜色：

```
#show raw: set text(fill: red)
#show math.equation: set text(fill:
blue)
#let dif2(x) = math.op(math.Delta +
x)
一个公式: $ \sum_{f \in S(x)} \text{refl}(f) \Delta x $
(f) dif2(x) $
```

一个公式：

$$\sum_{f \in S(x)} \text{refl}(f) \Delta x$$

我们说，`show` 的右半部分是一个函数，表示选择文档的一部分以作修改。除了直接应用 `set`，应该可以有很多其他操作。现在是时候解锁 `Typst` 强大能力了。

这个函数接受一个参数：参数是未打包（unpacked）的内容；这个函数返回一个任意内容。

以下示例说明它接受一个未打包的内容。对于代码片段，我们使用「`show`」语法择区其中第二行：

```
#show raw: it => it.lines.at(1)
获取代码片段第二行内容: ``typ
#{
set text(fill: true)
}
``
```

获取代码片段第二行内容：`set text(fill: true)`

在《内容类型的特性》中，我们所接触到的**已经打包** (packed) 的代码片段并不包含 lines 字段。在打包后，内部大部分信息已经被屏蔽了。

以下示例说明它可以返回**任意**内容。这里我们选择语言为 my-calc 的代码片段，执行并返回一个**非代码片段**：

```
#show raw.where(lang: "my-calc"): it
=> eval(it.text)
嵌入一个计算器语言，计算`1*2+2*(2+3)`：
```my-calc 1*2+2*(2+3)```
```

嵌入一个计算器语言，计算
1*2+2*(2+3)：12

由于 show 的右半部分只要求接受内容并返回内容，我们可以有非常优雅的写法，使用一些天然满足要求的函数。

以下规则将每个代码片段用方框修饰：

```
#show raw: rect
``` QwQ ```
```

QwQ

以下规则将每个代码片段用蓝色方框修饰：

```
#show raw: rect.with(stroke: blue)
``` QwQ ```
```

QwQ

「include」语法

介绍 read, eval(mode)。

路径分为相对路径和绝对路径。如果是相对路径，read("other-file.typ")相当于在**当前**文件夹寻找对对应的文件。

include 的本质就是 eval(read("other-file.typ", mode: "markup")), 获得一个「内容」，**插入到原地**。

假设我们有一个文件：

```
// 以下是 other-file.typ 文件的内容
一段文本
#set text(fill: red)
另一段文本
```

一段文本 另一段文本

那么 #include "other-file.typ" 将获得该文件的「内容」，**插入到原地**。

```
#{
  set text(fill: blue)
  include "other-file.typ"
}
#include "other-file.typ"
```

一段文本 另一段文本 一段文本 另一段
文本

include 的文件是一个「内容块」，自带一个作用域。

plain-text 与「show」规则

思考题：为什么在 show 规则影响下，plain-text 和 word-count 分别输出对应内容？

```
#let show-me-the(it) = {  
  repr(plain-text(it))  
  [ 的字数统计为 ]  
  repr(word-count(it))  
}  
#show-me-the([#show: it => {"123";  
it}); 一段文本) \
```

"123 一段文本" 的字数统计为 5

维护和查询文档状态

在上一节中我们理解了作用域，也知道如何简单把「show」规则应用于文档中的部分内容。

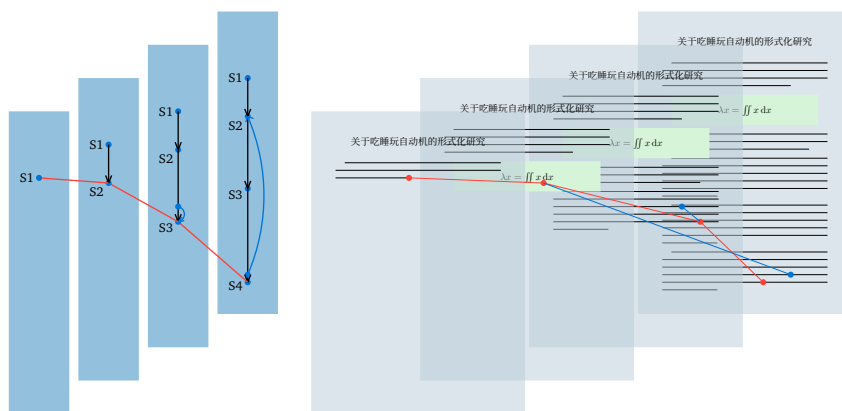
它看起来似乎已经足够强大。但还有一种可能，Typst 可以给你更强大的原语。

我是说有一种可能，Typst 对文档内容的理解至少是二维的。这二维，有一维可以比作空间，另一维可以比作时间。你可以从文档的任意位置，

1. 空间维度 (From Space to Space): 查询文档任意部分的状态 (这里的内容和那里的内容)。
2. 时间维度 (From TimeLoc to TimeLoc): 查询文档任意脚本位置的状态 (过去的状态和未来的状态)。

这里有一个示意图，红色线段表示 Typst 脚本的执行方向。最后我们形成了一个由 S1 到 S4 的“时间线”。

你可以选择文档中的任意位置，例如你可以在文档的某个位置 (蓝色弧线的起始位置)，从该处开始查询文档过去某处或未来某处 (蓝色弧线的终止位置)。



本节教你使用选择器 (selector) 定位到文档的任意部分；也教你创建与查询二维文档状态 (state)。

自定义标题样式

本节讲解的程序是如何在 Typst 中设置标题样式。我们的目标是：

1. 为每级标题单独设置样式。
2. 设置标题为内容的页眉：
 1. 如果当前页眉有二级标题，则是当前页面的第一个二级标题。
 2. 否则是之前所有页面的最后一个二级标题。

效果如下：

```
#show: set-heading
```

```
== 雨滴书 v0.1.2
```

```
=== KiraKira 样式改进
```

```
feat: 改进了样式。
```

```
=== FuwaFuwa 脚本改进
```

```
feat: 改进了脚本。
```

```
== 雨滴书 v0.1.1
```

```
refactor: 移除了 LaTeX。
```

```
feat: 删除了一个多余的文件夹。
```

```
== 雨滴书 v0.1.0
```

```
feat: 新建了两个文件夹。
```

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>雨滴书 v0.1.2</p> <h2>雨滴书 v0.1.2</h2> <p>★ <u>样式改进</u></p> <p><i>feat:</i> 改进了样式。</p> <p>🔧 <u>脚本改进</u></p> <p><i>feat:</i> 改进了脚本。</p> <p>雨滴书 v0.1.1</p> <p><i>refactor:</i> 移除了 LaTeX。</p> | <p>雨滴书 v0.1.0</p> <p><i>feat:</i> 删除了一个多余的文件夹。</p> <h2>雨滴书 v0.1.0</h2> <p><i>feat:</i> 新建了两个文件夹。</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

「样式化」内容

当我们有一个 `repr` 玩具的时候，总想着对着各种各样的对象使用 `repr`。我们在上一节讲解了「set」和「show」语法。现在让我们稍微深挖一些。

「set」是什么，`repr` 一下：

```
#repr({  
  [a]  
  set text(fill: blue)  
  [b]  
})
```

```
[[[a], styled(child: [b], ..)]]
```

「show」是什么，`repr` 一下：


```
#repr({
  [d]
  show raw: content => {
    [c]
    set text(fill: red)
    content
  }
  [a]
  `b`
})
```

```
[[
  [d],
  styled(child: [[[a], raw(text: "b",
    block: false)]], ..),
]]
```

我们知道 `set text(fill: blue)` 是 `show: set text(fill: blue)` 的简写，因此「set」语法和「show」语法都可以统一到第二个例子来理解。

对于第二个例子，我们发现 `show` 语句之后的内容都被重新包裹在 `styled` 元素中。虽然我们不知道 `styled` 做了什么事情，但是简单的事实是：

```
该元素的类型是: #type({show: set
text(fill: blue)}) \
该元素的构造函数是: #({show: set
text(fill: blue)}) .func()
```

```
该元素的类型是: content
该元素的构造函数是: styled
```

原来，你也是内容。从图中，我们可以看到被 `show` 过的内容会被封装成「样式化」内容，即图中构造函数为 `styled` 的内容。

关于 `styled` 的知识便涉及到 `Typst` 的核心架构。

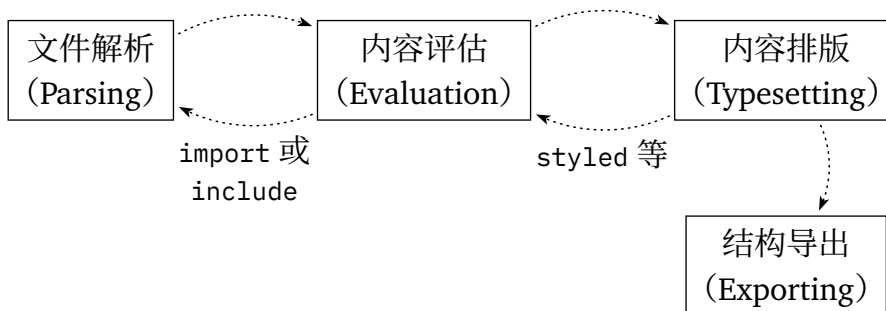
「eval 阶段」与「typeset 阶段」

现在我们介绍 `Typst` 的完整架构。

当 `Typst` 接受到一个编译请求时，他会使用「解析器」(Parser) 从 `main` 文件开始解析整个项目；对于每个文件，`Typst` 使用「评估器」(Evaluator) 执行脚本并得到「内容」；对于每个「内容」，`Typst` 使用「排版引擎」(Typesetting Engine) 计算布局与合成样式。

当一切布局与样式都计算好后，`Typst` 将最终结果导出为各种格式的文件，例如 PDF 格式。

如下图所示，`Typst` 大致上分为四个执行阶段。这四个执行阶段并不完全相互独立，但有明显的先后顺序：



这里，我们着重讲解“内容评估”阶段与“内容排版”阶段。

事实上，Typst 直接在脚本中提供了对应“内容评估”阶段的函数，它就是我们之前已经介绍过的函数 `eval`。你可以使用 `eval` 函数，将一个字符串对象「评估」为「内容」：

```
以代码模式评估: #eval("repr(str(1 + 1))") \
以标记模式评估: #eval("repr(str(1 + 1))", mode: "markup") \
以标记模式评估 2: #eval("#show: it => [c] + it + [t];a", mode: "markup")
```

```
以代码模式评估: "2"
以标记模式评估: repr(str(1 + 1))
以标记模式评估 2: cat
```

由于技术原因，Typst 并不提供对应“内容排版”阶段的函数，如果有的话这个函数的名称应该为 `typeset`。已经有很多迹象表明 `typeset` 可能产生：

1. [Polylux](#), [Touying](#) 等演示文档（PPT）框架需要将一部分内容固定为特定结果的能力。
2. Typst 的作者在其博客中提及 [Frozen State](#) 的可能性。
 1. 他提及数学公式的编号在演示文档框架。
 2. 即便不涉及用户需求，Typst 的排版引擎已经自然存在 `Frozen State` 的需求。
3. 本文档也需要 `typeset` 的能力为你展示特定页面的最终结果而不影响全局状态。

在 Typst 的源代码中，有一个 Rust 函数直接对应整个编译流程，其内容非常简短，便是调用了两个阶段对应的函数。“内容评估”阶段（`eval` 阶段）对应执行一个 Rust 函数，它的名称为 `typst::eval`；“内容排版”阶段（`typeset` 阶段）对应执行另一个 Rust 函数，它的名称为 `typst::typeset`。

```
pub fn compile(world: &dyn World) -> SourceResult<Document> {
    // Try to evaluate the source file into a module.
    let module = crate::eval::eval(world, &world.main())?;
    // Typeset the module's content, relayouting until convergence.
    typeset(world, &module.content())
}
```

从代码逻辑上来看，它有明显的先后顺序，似乎与我们所展示的架构略有不同。其 `typst::eval` 的输出为一个文件模块 `module`；其 `typst::typeset` 仅接受文件的内容 `module.content()` 并产生一个已经排版好的文档对象 `typst::Document`。

与架构图对比来看，架构图中还有两个关键的反向箭头，疑问顿生：这两个反向箭头是如何产生的？

我们首先关注与本节直接相关的「样式化」内容。当 `eval` 阶段结束时，「`show`」语法将会对应产生一个 `styled` 元素，其包含了被设置样式的内容，以及设置样式的「回调」：

```
内容是: #repr({show: set text(fill: blue); [abc]}) \
样式无法描述，但它在这里: #repr({show: set text(fill: blue); [abc]}.styles)
```

```
内容是: styled(child: [abc], ..)
样式无法描述，但它在这里: ..
```

也就是说 `eval` 并不具备任何排版能力，它只能为排版准备好各种“素材”，并把素材交给排版引擎完成排版。

这里的「回调」术语很关键：它是一个计算机术语。所谓「回调函数」就是一个临时的函数，它会在后续执行过程的合适时机“回过头来被调用”。例如，我们写了一个这样的「show」规则：

```
#repr({
  show raw: content => layout(parent
=> if parent.width > 100pt {
    set text(fill: red); content
  } else {
    content
  })
  `a`
})
```

```
styled(child: raw(text: "a", block:
false), ..)
```

这里 `parent.width > 100pt` 是说当且仅当父元素的宽度大于 100pt 时，才为该代码片段设置红色字体样式。其中，`parent.width` 与排版相关。那么，自然 `eval` 也不知道该如何评估该条件的真正结果。**计算因此被停滞。**

于是，`eval` 干脆将整个 `show` 右侧的函数都作为“素材”交给了排版引擎。当排版引擎计算好了相关内容，才回到评估阶段，执行这一小部分“素材”函数中的脚本，得到为正确的内容。我们可以看出，`show` 右侧的函数**被延后执行**可。

这种被延后执行零次、一次或多次的函数便被称为「回调函数」。相关的计算方法也有对应的术语，被称为「延迟执行」。

我们对每个术语咬文嚼字一番，它们都很准确：

1. 「内容评估」阶段仅仅“评估”出「内容排版」阶段所需的素材。「评估器」并不具备排版能力。
2. 对于依赖排版产生的内容，「内容评估」产生包含「回调函数」的内容，让「排版引擎」在合适的时机“回过头来调用”。
3. 相关的计算方法又被称为「延迟执行」。因为现在不具备执行条件，所以延迟到条件满足时才继续执行。

现在我们可以理解两个反向箭头是如何产生的了。它们是下一阶段的回调，用于完成阶段之间复杂的协作。评估阶段可能会 `import` 或 `include` 文件，这时候会重新让解析器解析文件的字符串内容。排版阶段也可能继续根据 `styled` 等元素产生复杂的内容，这时候依靠评估器执行脚本并产生或改变内容。

我们来手动描述一遍上述示例的执行过程，以加深理解：

```
#show raw: content => layout(parent
=> if parent.width < 100pt {
  set text(fill: red); content
} else {
  content
})
#box(width: 50pt, `a`)
`b`
```

```
a
b
```

首先进行内容评估得到：

```
#styled((box(width: 50pt, `a`), `b`), styles: content => ..)
```

排版引擎遇到`a`。由于`a`是 raw 元素，它「回调」了对应 show 规则右侧的函数。待执行的代码如下：

```
layout(parent => if parent.width < 100pt {  
  set text(fill: red); `a`  
} else {  
  `a`  
})
```

此时 parent 即为 box(width: 50pt)。排版引擎将这个 parent 的具体内容交给「评估器」，待执行的代码如下：

```
if box(width: 50pt).width < 100pt {  
  set text(fill: red); `a`  
} else {  
  `a`  
}
```

由于此时父元素（box 元素）宽度只有 50pt，评估器进入了 then 分支，其为代码片段设置了红色样式。内容变为：

```
#{box(width: 50pt, {set text(fill: red); `a`}), styled(`b`, ), styles:  
content => ..)}
```

待执行的代码如下：

```
set text(fill: red); text("a", font: "monospace")
```

排版引擎遇到`a`中的 text 元素。由于其是 text 元素，「回调」了 text 元素的「show」规则。记得我们之前说过 set 是一种特殊的 show，于是排版器执行了 set text(fill: red)。

```
#{box(width: 50pt, text(fill: red, "a", ..)), styled(`b`, ), styles: content  
=> ..)}
```

排版引擎离开了 show 规则右侧的函数，该函数调用由`a`触发。同时 set text(fill: red) 规则也被解除，因为离开了相关作用域。

回到文档顶层，待执行的代码如下：

```
#{show raw: ...  
`b`
```

排版引擎遇到`b`，再度「回调」了对应 show 规则右侧的函数。由于此时父元素（page 元素，即整个页面）宽度有 500pt，我们没有为代码片段设置样式。

```
#{box(width: 50pt, text(fill: red, "a", ..)), text("b", ..)}
```

至此，文档的内容已经准备好「导出」（Export）了。

「样式化」内容的补充

有时候 `show` 规则会原地执行，这属于一种细节上的优化，例如：

```
#repr({ show: it => it; [a] }) \  
#repr({ show: it => [c] + it + [d];  
[a] })
```

```
[a]  
[[c], [a], [d]]
```

这个时候 `show` 规则不会对应一个 `styled` 元素。

这种优化告诉你前面手动描述的过程仅作参考。一旦涉及更复杂的环境，Typst 的实际执行过程就会产生诸多变化。因此，你不应该依赖以上某步中排版引擎的瞬间状态。这些瞬间状态将产生「未注明特性」(undocumented details)，并随时有可能在未来被打破。

「可定位」的内容

在过去的章节中，我们了解了评估结果的具体结构，也大致了解了排版引擎的工作方式。

接下来，我们介绍一类内容的「可定位」(Locatable) 特征。你可以与前文中的「可折叠」(Foldable) 特征对照理解。

一个内容是可定位的，如果它可以以某种方式被索引得到。

如果一个内容在代码块中，并未被使用，那么显然这种内容是不可定位的。

```
#{ let unused-content = [一段不可定位的内容]; }
```

理论上文档中所有内容都是可定位的，但由于性能限制，Typst 无法允许你定位文档中的所有内容。

我们已经学习过元素函数可以用来定位内容。如下：

```
#show heading: set text(fill: blue)  
= 蓝色标题  
段落中的内容保持为原色。
```

```
蓝色标题  
段落中的内容保持为原色。
```

接下来我们继续学习更多选择器。

文本选择器

你可以使用「字符串」或「正则表达式」(regex) 匹配文本中的特定内容，例如为 `c++` 文本特别设置样式：

```
#show "cpp": strong(emph(box("C+  
+")))  
在古代，cpp 是一门常用语言。
```

```
在古代，C++ 是一门常用语言。
```

这与使用正则表达式的效果相同：

```
#show regex("cp{2}"): strong(emph(box("C++")))  
在古代，cpp 是一门常用语言。
```

```
在古代，C++ 是一门常用语言。
```

关于正则表达式的知识，推荐在 [Regex 101](#) 中继续学习。

这里讲述一个关于 `regex` 选择器的重要知识。当文本被元素选中时，会创建一个不可见的分界，导致分界之间无法继续被正则匹配：

```
#show "ab": set text(fill: blue)
#show "a": set text(fill: red)
ababababababa
```

ababababababa

因为"a"规则比"ab"规则更早应用，每个 a 都被单独分隔，所以"ab"规则无法匹配到任何本文。

```
#show "a": set text(fill: red)
#show "ab": set text(fill: blue)
ababababababa
```

ababababababa

虽然每个 ab 都被单独分隔，但是"a"规则可以继续的分界内继续匹配文本。

这个特征在设置文本的字体时需要特别注意：

为引号单独设置字体会导致错误的排版结果。因为句号与双引号之间产生了分界，使得 Typst 无法应用标点挤压规则：

```
#show "" ": it => {
  set text(font: "KaiTi")
  highlight(it, fill: yellow)
}
“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”
```

“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”

以下正则匹配也会导致句号与双引号之间产生分界，因为没有对两个标点进行贪婪匹配：

```
#show regex("[”。]+"): it => {
  set text(font: "KaiTi")
  highlight(it, fill: yellow)
}
“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”
```

“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”

以下正则匹配没有在句号与双引号之间创建分界。考虑两个标点的字体设置规则，Typst 能排版出这句话的正确结果：

```
#show regex("[”。]+"): it => {
  set text(font: "KaiTi")
  highlight(it, fill: yellow)
}
“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”
```

“无名，万物之始也；有名，万物之母也。”

标签选择器

基本上，任何元素都包含文本。这使得你很难对一段话针对性排版应用排版规则。「标签」有助于改善这一点。标签是「内容」，由一对「尖括号」(<和>)包裹：

```
一句话 <some-label>
```

一句话

「标签」可以选中恰好在它之前的一个内容。示例中，<some-label>选中了文本内容一句话。

也就是说，「标签」无法选中在它之前的多个内容。以下选择器选中了#[]后的一句话：

```
#show <一句话>: set text(fill: blue)
#[一句话。]还是一句话。 <一句话>
```

另一句话。

一句话。还是一句话。
另一句话。

这是因为#[一句话。]被分隔为了单独的内容。

我们很难判断一段话中有多少个内容。因此为了可控性，我们可以使用内容块将一段话括起来，然后使用标签准确选中这一整段话：

```
#show <一整段话>: set text(fill: blue)
#[
  $lambda$语言是世界上最好的语言。#[ ]还是一句话。
] <一整段话>
```

另一段话。

λ语言是世界上最好的语言。还是一句话。
另一段话。

选择器表达式

任意「内容」可以使用「where」方法创建选中满足条件的选择器。

例如我们可以选中二级标题：

```
#show heading.where(level: 2): set
text(fill: blue)
≡ 一级标题
≡≡ 二级标题
```

一级标题
二级标题

这里 heading 是一个元素，heading.where 创建一个选择器：

```
选择器是: #repr(heading.where(level:
2)) \
类型是: #type(heading.where(level: 2))
```

选择器是: heading.where(level: 2)
类型是: selector

同理我们可以选中行内的代码片段而不选中代码块：

```
#show raw.where(block: false): set
text(fill: blue)
`php`是世界上最好的语言。
...
typst 也是。
...`
```

php 是世界上最好的语言。
typst 也是。

回顾其一

针对特定的 `feat` 和 `refactor` 文本，我们使用 `emph` 修饰：

```
#show regex("feat|refactor"): emph
```

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>雨滴书 v0.1.2</p> <p>KiraKira 样式改进
<i>feat:</i> 改进了样式。</p> <p>FuwaFuwa 脚本改进
<i>feat:</i> 改进了脚本。</p> <p>雨滴书 v0.1.1
<i>refactor:</i> 移除了 LaTeX。</p> | <p><i>feat:</i> 删除了一个多余的文件夹。</p> <p>雨滴书 v0.1.0
<i>feat:</i> 新建了两个文件夹。</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

对于三级标题，我们将中文文本用下划线标记，同时将特定文本替换成 emoji：

```
#let set-heading(content) = {  
  show heading.where(level: 3): it => {  
    show regex("[\p{hani}\s]+"): underline  
    it  
  }  
  show heading: it => {  
    show regex("KiraKira"): box("★", baseline: -20%)  
    show regex("FuwaFuwa"): box(text("🍷", size: 0.5em), baseline: -50%)  
    it  
  }  
  content  
}  
#show: set-heading
```


| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>雨滴书 v0.1.2</p> <p>★_样式改进
<i>feat:</i> 改进了样式。</p> <p>🔧_脚本改进
<i>feat:</i> 改进了脚本。</p> <p>雨滴书 v0.1.1
<i>refactor:</i> 移除了 LaTeX。</p> | <p><i>feat:</i> 删除了一个多余的文件夹。</p> <p>雨滴书 v0.1.0
<i>feat:</i> 新建了两个文件夹。</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

制作页眉标题的两种方法

制作页眉标题至少有两种方法。一是直接查询文档内容；二是创建状态，利用布局迭代收敛的特性获得每个页面的首标题。

在接下来的两节中我们将分别介绍这两种方法。

查询文档状态 —— 制作页眉标题法一

本节我们讲解制作页眉标题的第一种方法，即通过查询文档状态直接估计当前页眉应当填入的内容。

「locate」

有的时候我们会需要获取当前位置的「位置」信息。

在 Typst 中，获取「位置」的唯一方法是使用「`locate`」函数。

`locate` 的唯一参数是一个「回调函数」，我们在上一节已经学习过这个术语。在排版阶段的过程中，一旦排版引擎为你收集到了足够的信息，就会“回过头来调用”我们传入的该函数。

我们来 `repr` 一下试试看：

```
当前位置的相关信息: #locate(it =>
repr(it))
```

```
当前位置的相关信息: ..
```

由于「位置」太过复杂了，`repr` 放弃了思考并在这里为我们放了两个点。

我们来简单学习一下 Typst 为我们提供了哪些位置信息：

```
当前位置的坐标: #locate(loc =>
loc.position())
```

```
当前位置的页码: #locate(loc =>
loc.page())
```

```
当前位置的坐标: (page: 146, x:
424.34pt, y: 447.44pt)
```

```
当前位置的页码: 146
```

或直接使用方法函数：

```
当前位置的坐标:
#locate(location.position)
```

```
当前位置的页码: #locate(location.page)
```

```
当前位置的坐标: (page: 146, x:
424.34pt, y: 554.58pt)
```

```
当前位置的页码: 146
```

一个常见的问题是：为什么 Typst 提供给我的页码信息是「内容」，我无法在内容上做条件判断和计算！

```
#repr(locate(location.page)) \
#type(locate(location.page))
```

```
locate(func: page)
content
```

上面输出的内容告诉我们 `locate` 不仅是一个函数，而且更是一个元素的构造函数。`locate` 构造出一个 `locate` 内容。

这其中的关系比较复杂。一个比较好理解的原因是：Typst 会调用你的函数多次，因此你理应将所有使用「位置」信息的脚本放在一个内容块中，这样 Typst 才能更好地合成内容。

```
#locate(loc => [ 当前位置的页  
码是偶数: #calc.even(loc.page()) ])  
// 根据位置信息 计算得到 我们想要的内容
```

当前位置的页码是偶数: `false`

① 这与 Typst 的缓存原理相关。由于 `locate` 函数接收的闭包 `loc => ..` 是一个函数，且在 Typst 中它被认定为**纯函数**，Typst 只会针对特定的参数执行一次函数。为了强制让用户书写的函数保持纯性，Typst 规定用户必须在函数内部使用「位置」信息。因此，例如我们希望在偶数页下让内容为“甲”，否则让内容为“乙”，应当这样书写：

```
#locate(loc => if  
calc.even(loc.page()) [ “甲” ] else  
[ “乙” ])
```

“乙”

「query」

使用「`query`」函数你可以获得当前文档状态。

```
#locate(loc => query(heading, loc))
```

```
(  
  heading(body: [雨滴书 v0.1.2],  
    level: 2, ..),  
  ..,  
)
```

「`query`」函数有两个参数。

第一个参数是「选择器」，很好理解。它接受一个选择器，并返回被选中的所有元素的列表。

```
#locate(loc => query(heading, loc))
```

```
(  
  heading(body: [雨滴书 v0.1.2],  
    level: 2, ..),  
  heading(body: [KiraKira 样式改进],  
    level: 3, ..),  
  heading(body: [FuwaFuwa 脚本改进],  
    level: 3, ..),  
  heading(body: [雨滴书 v0.1.1],  
    level: 2, ..),  
  heading(body: [雨滴书 v0.1.0],  
    level: 2, ..),  
)
```

我们记得，选择器允许继续指定 `where` 条件过滤内容：

```
#locate(loc =>
query(heading.where(level: 2), loc))
```

```
(
  heading(body: [雨滴书 v0.1.2],
level: 2, ..),
  heading(body: [雨滴书 v0.1.1],
level: 2, ..),
  heading(body: [雨滴书 v0.1.0],
level: 2, ..),
)
```

第二个参数是「位置」，就比较难以理解了。首先说明，`loc` 并没有任何作用，即它是一个「哑参数」(Dummy Parameter)。

如果你学过 C++，以下两个方法分别匹配到前缀自增操作函数和后缀自增操作函数。

```
class Integer {
  Integer& operator++(); // 前缀自增操作函数
  Integer operator++(int); // 后缀自增操作函数
};
```

`class Integer` 类中的 `int` 就是一个所谓的哑参数。

「哑参数」在实际函数执行中并未被使用，而仅仅作为标记以区分函数调用。我们知道以下两点：其一，只有 `locate` 函数会返回「位置」信息；其二，`query` 函数需要我们传入「位置」信息。

有了：那么 `Typst` 就是在告诉我们，`query` 函数只能在 `locate` 函数内部调用。正如示例中的那样：

```
#locate(loc => query(heading.where(level: 2), loc))
```

这个规则有些隐晦，并且 `Typst` 的设计者也已经注意到了这一点，所以他们正在计划改进这一点。当然在这之前，你只需要记住：`query` 函数的第二个「位置」参数用于限制该函数仅在 `locate` 函数内部使用。

- ① 这与 `Typst` 的缓存原理相关。为了加速 `query` 函数，`Typst` 需要对其缓存。`Typst` 合理做出以下假设：在文档每处的查询 (`loc`)，都单独缓存对应选择器的查询结果。更细致地描述如下：将 `query(selector, loc)` 的参数为「键」，执行结果为「值」构造一个哈希映射表。若使用 `(selector, loc)` 作为「键」，查询该表：
 1. 未对应结果，则执行查询，缓存并返回结果。
 2. 已经存在对应结果，则不会重新执行查询，而是使用表中的值作为结果。

回顾其二

页眉的设置方法是创建一条 `set page(header)` 规则：

```
#set page(header: [这是页眉])
```

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>这是页眉</p> <h2>雨滴书 v0.1.2</h2> <p>★ <u>样式改进</u></p> <p><i>feat:</i> 改进了样式。</p> <p>🔧 <u>脚本改进</u></p> <p><i>feat:</i> 改进了脚本。</p> <h2>雨滴书 v0.1.1</h2> <p><i>refactor:</i> 移除了 LaTeX。</p> | <p>这是页眉</p> <p><i>feat:</i> 删除了一个多余的文件夹。</p> <h2>雨滴书 v0.1.0</h2> <p><i>feat:</i> 新建了两个文件夹。</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

既然如此，只需要将[这是页眉]替换成一个 `locate` 内容，就能通过 `query` 函数完成与「位置」相关的页眉设定：

```
#set page(header: locate(loc => emph(
  get-heading-at-page(loc))))
```

现在让我们来编写 `get-heading-at-page` 函数。

首先，通过 `query` 函数查询得到整个文档的所有二级标题：

```
let headings = query(heading, loc).
  filter(it => it.level == 2)
```

如果你熟记 `where` 方法，你可以更高效地做到这件事。以下函数调用也可以得到整个文档的所有二级标题：

```
let headings = query(heading.where(level: 2), loc)
```

很好，Typst 文档可以很高效，但有些人写出的 Typst 代码天生更高效，而我们正在向他们靠近。

接着，考虑构建这样一个 `fold-headings` 函数，它返回一个数组，数组的内容是每个页面页眉应当显示的内容，即每页的第一个标题。

```
#let fold-headings(headings) = {
  ..
}
```

我们可以对其直接调用以测试：

```
#let fold-headings(headings) = {
  (none, none)
}
#fold-headings((
  (body:"v2",page:1),
  (body:"v1",page:1),(body:"v0",page:
2),
))
```

```
(none, none)
```

很好，这样我们就可以很方便地进行测试了。

该函数首先创建一个数组，数组的长度为页面的数量。

```
#let fold-headings(headings) = {
  let max-page-num =
calc.max(..headings.map(it =>
it.page))
  (none, ) * max-page-num
}
#fold-headings((
  (body:"v2",page:1),
  (body:"v1",page:1),(body:"v0",page:
2),
))
```

```
(none, none)
```

这里，`headings.map(it => it.page)`意即对每个标题获取对应位置的页码；`calc.max(..numbers)`意即取页码的最大值。

由于示例中页码的最大值为 2，`fold-headings` 针对示例会返回一个长度为 2 的数组，数组的每一项都是 `none`。

接着，该函数遍历给定的 `headings`，对每个页码，都首先获取第一个标题元素：

```
for h in headings {
  if first-headings.at(h.page - 1)
== none {
    first-headings.at(h.page - 1) =
h
  }
}
```

```
((body: "v2", page: 1), (body: "v0",
page: 2))
```

这里，`first-headings.at(h.page - 1)`意即获取当前页码对应元素；`if` 语句，如果对应页码对应的元素仍是 `none`，那么就将当前的标题元素填入对应的位置中。

同理，可以获得 `last-headings`，存储每页的最后一个标题：

```
let last-headings = (none, ) * max-
page-num
for h in headings {
  last-headings.at(h.page - 1) = h
}
```

```
((body: "v1", page: 1), (body: "v0",
page: 2))
```

这里 for 语句意即：无论如何，都将当前的标题元素存入数组中。那么每页的最后一个标题总是能被存入到数组中。

但是我们还没有考虑相邻情况。如果我们希望如果当前页面没有标题元素，则显示之前的标题。接下来我们来根据这个思路，组装正确的结果：

```
let res-headings = (none, ) * max-  
page-num  
for i in range(res-headings.len()) {  
  res-headings.at(i) = if first-  
headings.at(i) != none {  
    first-headings.at(i)  
  } else {  
    last-headings.at(i) = last-  
headings.at(  
  calc.max(0, i - 1), default:  
none)  
    last-headings.at(i)  
  }  
}
```

```
((body: "v2", page: 1), (body: "v0",  
page: 2))
```

res-headings 就是我们想要得到的结果。

由于 res-headings 的计算比较复杂，我们先来一些测试用例来理解：

情形一：假设文档的前段没有标题，该函数会将对应下标的结果置空：

```
情形一： #fold-headings((  
  (body: "v2", page: 3),  
  (body: "v1", page: 3), (body: "v0", page:  
3),  
))
```

```
情形一： (none, none, (body: "v2",  
page: 3))
```

情形二：假设一页有多个标题，那么，对应下表的结果为该页面的首个标题：

```
情形二： #fold-headings((  
  (body: "v2", page: 2),  
  (body: "v1", page: 2), (body: "v0", page:  
3),  
))
```

```
情形二： (none, (body: "v2", page:  
2), (body: "v0", page: 3))
```

情形三：假设中间有页空缺，则对应下表的结果为前页的最后一个标题。

```
情形三： #fold-headings((  
  (body: "v2", page: 1),  
  (body: "v1", page: 1), (body: "v0", page:  
3),  
))
```

```
情形三： (  
  (body: "v2", page: 1),  
  (body: "v1", page: 1),  
  (body: "v0", page: 3),  
)
```

其中，情形一其实是情形三的特例：假设某一页没有标题，则对应下表的结果为前页的最后一个标题。如果不存在前页包含标题，则对应下表的结果为 none。

于是我们可以给代码加上注释：

```
let res-headings = (none, ) * max-page-num
// 对于每一页，我们迭代下标
for i in range(res-headings.len()) {
  // 让对应下标的结果等于：
  res-headings.at(i) = {
    // 如果该页包含标题，则其等于该页的第一个标题
    if first-headings.at(i) != none {
      first-headings.at(i)
    } else {
      // 否则，我们积累`last-headings`的结果
      last-headings.at(i) = last-headings.at(
        // 始终至少等于前一页的结果
        calc.max(0, i - 1),
        // 默认没有结果
        default: none)
      // 其等于前页的最后一个标题
      last-headings.at(i)
    }
  }
}
```

最后，我们将 query 与 fold-headings 结合起来，便得到了目标函数：

```
#let get-heading-at-page(loc) = {
  let headings = fold-headings(query(
    heading.where(level: 2), loc))
    headings.at(loc.page() - 1)
}
```

这里有一个问题，那便是 fold-headings 没有考虑标题的最后一页仍然存在内容的情况。例如第二页有最后一个标题，但是我们文档一共有三页。

重新改造一下：

```
#let calc-headings(headings) = {
  // 计算 res-headings 和 last-headings
  ..

  // 同时返回最后一个标题
  (res-headings, if max-page-num > 0 {
    last-headings.at(-1)
  })
}
```

我们来简单测试一下：


```

情形一: #calc-headings((
  (body:"v2",page:3),
  (body:"v1",page:3),(body:"v0",page:
3),
)).at(1) \
情形二: #calc-headings((
  (body:"v2",page:2),
  (body:"v1",page:2),(body:"v0",page:
3),
)).at(1) \
情形三: #calc-headings((
  (body:"v2",page:1),
  (body:"v1",page:1),(body:"v0",page:
3),
)).at(1)

```

```

情形一: (body: "v0", page: 3)
情形二: (body: "v0", page: 3)
情形三: (body: "v0", page: 3)

```

很好，这样，下面的实现就完全正确了：

```

#let get-heading-at-page(loc) = {
  let (headings, last-heading) = calc-headings(
    query(heading.where(level: 2), loc))
  headings.at(loc.page() - 1, default: last-heading)
}

```

① 将 `calc-headings` 与 `get-heading-at-page` 分离可以改进脚本性能。这是因为 `Typst` 是以函数为粒度缓存你的计算。在最后的实现：

1. `query(heading.where(level: 2), loc)` 会被缓存，如果二级标题的结果不变，则 `query` 函数不会重新执行（不会重新查询文档状态）。
2. `calc-headings(..)` 会被缓存。如果查询的结果不变。则其不会重新执行。

最后，让我们适配 `calc-headings` 到真实场景，并应用到页眉规则：

```

// 这里有 get-heading-at-page 的实现..
#set page(header: locate(loc => emph(
  get-heading-at-page(loc))))

```

雨滴书 v0.1.2

雨滴书 v0.1.2

★_样式改进

feat: 改进了样式。

🔗_脚本改进

feat: 改进了脚本。

雨滴书 v0.1.1

refactor: 移除了 LaTeX。

雨滴书 v0.1.0

feat: 删除了一个多余的文件夹。

雨滴书 v0.1.0

feat: 新建了两个文件夹。

维护文档状态 —— 制作页眉标题法二

在上一节（法一）中，我们仅靠「`query`」函数就完成制作所要求页眉的功能。

思考下面函数：

```
#let get-heading-at-page(loc) = {  
  let (headings, last-heading) = calc-headings(  
    query(heading.where(level: 2), loc))  
  headings.at(loc.page() - 1, default: last-heading)  
}
```

对于每个页面，它都运行 `query(heading.where(level: 2), loc)`。显然每页的「位置」信息，即 `loc` 对应不相同。因此：

1. 它会每页都重新执行一遍 `heading.where(level: 2)` 查询。
2. 同时，每次 `query` 都是对全文档的线性扫描。

夸张来讲，假设你有一千页文档，文档中包含上千个二级标题；那么他将会使得你的每次标题更新都触发上百万次迭代。虽然 Typst 很快，但这上百万次迭代将会使得包含这种页眉的文档难以实时预览。

那么有没有一种方法避免这种全文档扫描呢？

本节将介绍法二，它基于「`state`」函数，持续维护页眉状态。

Typst 文档可以很高效，但有些人写出的 Typst 代码更高效。本节所介绍的法二，让我们变得更接近这种人。

「state」函数

`state` 接收一个名称，并创建该名称对应全局唯一的状态变量。

```
#state("my-state", 1)
```

```
state("my-state", 1)
```

你可以使用 `state.display()` 函数展示其「内容」：

```
#let s1 = state("my-state", 1)  
s1: #s1.display()
```

```
s1: 1
```

你可以使用 `state.update()` 方法更新其状态。`update` 函数接收一个「回调函数」，该回调函数接收 `state` 在某时刻的状态，并返回对应下一时刻的状态：

```
#let s1 = state("my-state", 1)  
s1: #s1.display() \  
#s1.update(it => it + 1)  
s1: #s1.display()
```

```
s1: 1  
s1: 2
```

所有的相同名称的内容将会共享更新：

```
#let s1 = state("my-state", 1)
s1: #s1.display() \
#let s2 = state("my-state", 1)
s1: #s1.display(), s2: #s2.display()
\
#s2.update(it => it + 1)
s1: #s1.display(), s2: #s2.display()
```

```
s1: 1
s1: 1, s2: 1
s1: 2, s2: 2
```

同时，请注意状态的**全局**特性，即便处于不同文件、不同库的状态，只要字符串对应相同，那么其都会共享更新。

这提示我们需要在不同的文件之间维护全局状态的名称唯一性。

另一个需要注意的是，state 允许指定一个默认值，但是一个良好的状态设置必须保持不同文件之间的默认值相同。如下所示：

```
#let s1 = state("my-state", 1)
s1: #s1.display() \
#let s2 = state("my-state", 2)
s1: #s1.display(), s2: #s2.display()
\
#s2.update(it => it + 1)
s1: #s1.display(), s2: #s2.display()
```

```
s1: 1
s1: 1, s2: 1
s1: 2, s2: 2
```

尽管 s2 指定了状态的默认值为 2，因为之前已经在文档中创建了该状态，默认值并不会应用。请注意：你不应该利用这个特性，该特性是 Typst 中的「未定义行为」。

「state.update」也是「内容」

一个值得注意的地方是，似乎与 locate 函数相似，state.update 也接收一个闭包。

事实上，与 locate 函数相同，state.update 也具备延迟执行的特性。

让我们检查下列脚本的输出结果：

```
#let s1 = state("my-state", 1)
#((s1.update(it => it + 1), ) *
3).join()
s1: #s1.display()
```

```
s1: 4
```

这告诉我们下面一件事情，当 eval 阶段结束时，其对应产生下面的一段内容：

```
(
  state("my-state", 1),
  state("my-state").update(it => it + 1),
  state("my-state").update(it => it + 1),
  state("my-state").update(it => it + 1),
)
```

排版引擎会按照**深度优先**的顺序遍历你的内容，从文档的开始位置逐渐**积累**状态。

这将帮助我们在多文件之间协助完成状态的更新与计算。

假设我们有两个文件 `s1.typ` 和 `s2.typ`，文件的内容分别是：

```
// s1.typ
#let s1 = state("my-state", (1, ))
#s1.update(it => it + (3, ))
// s2.typ
#let s1 = state("my-state", (2, ))
#s1.update(it => it + (4, ))
#s1.update(it => it + (5, ))
```

并且我们在 `main.typ` 中引入了上述两个文件：

```
#include "s1.typ"
#include "s2.typ"
```

那么根据我们的经验，主文件内容其实对应为：

```
{
  state("my-state", (1, )),
  state("my-state", it => it + (3, )),
} +
{
  state("my-state", (2, )),
  state("my-state", it => it + (4, )),
  state("my-state", it => it + (5, )),
}
```

我们按照顺序执行状态更新，则状态依次变为：

```
{
  (1, );
  (1, 3, );
}
{
  (1, 3, );
  (1, 3, 4, );
  (1, 3, 4, 5, );
}
```

查询特定时间点的「状态」

Typst 提供两个方法查询特定时间点的「状态」：

一个方法是 `state.at(loc)` 方法，其接收一个「位置」，返回在该位置对应的状态「值」。

另一个方法是 `state.final(loc)` 方法，其接收一个「位置」，返回在文档结束一切排版时对应的状态「值」。

熟悉的剧情再次发生了。让我们回想之前介绍 `query` 时讲述的知识点。

这两个方法都只能在 `locate` 内部调用。对于 `state.at` 方法，其「位置」参数是有用的；对于 `state.final` 方法，其「位置」参数仅仅作「哑参数」。

我们回想上一小节，由于文档的每个位置「状态」都会存有对应的值，而且当你使用状态的时候至少会指定一个默认值，我们可以知道在我们文档的任意位置使用文档的任意其他位置的状态的内容。

这就是允许我们进行时光回溯的基础。

「typeset」阶段的迭代收敛

一个容易值得思考的问题是，如果我在文档的开始位置调用了 `state.final` 方法，那么 Typst 要如何做才能把文档的最终状态返回给我呢？

容易推测出，原来 Typst 并不会只对内容执行一遍「typeset」。

仅考虑我们使用 `state.final` 方法的情况。

初始情况下 `state.final` 方法会返回状态默认值，并完成一次布局。接下来的迭代，`state.final` 方法会返回上一次迭代布局完成时的。直到布局的内容不再发生变化。

`state.at` 会导致相似的布局迭代，只不过情况更为复杂，这里便不再展开细节。

所有对文档的查询都会导致布局的迭代：

1. `query` 函数可能会导致布局的迭代。
1. `state.at` 函数可能会导致布局的迭代。
1. `state.final` 函数一定会导致布局的迭代。

回顾其三

本节使用递归的方法完成状态的构建，其更为巧妙。

首先，我们声明两个与法一类似的状态，只不过这次我们将状态定义在全局。

```
#let first-heading = state("first-heading", ())
#let last-heading = state("last-heading", ())
```

然后，我们在每个二级标题后紧接着触发一个更新：

```
show heading.where(level: 2): curr-heading => {
  curr-heading
  locate(loc => ..)
}
```

对于 `last-heading` 状态，我们可以非常简单地如此更新内容：

```
last-heading.update(headings => {
  headings.insert(str(loc.page()), curr-heading.body)
  headings
})
```

每页的最后一个标题总能最后触发状态更新，所以 `str(loc.page())` 总是能对应到每页的最后一个标题的内容。

对于 `first-heading` 状态，稍微复杂但也好理解：

```

first-heading.update(headings => {
  let k = str(loc.page())
  if k not in headings {
    headings.insert(k, curr-heading.body)
  }
  headings
})

```

对于每页靠后的二级标题，都不能使 `if` 条件成立。所以 `str(loc.page())` 总是能对应到每页的第一个二级标题的内容。

接下来便是简单的查询了，我们回忆之前 `get-heading-at-page` 的逻辑，它首先判断是否存在本页的第一个标题，否则取前页的最后一个标题。以下函数完成了前半部分：

```

let get-heading-at-page(loc) = {
  let page-num = loc.page()
  let first-headings = first-heading.final(loc)

  first-headings.at(str(page-num))
}

```

我们为 `at` 函数添加 `default` 函数，其取前页的最后一个标题。

```

let get-heading-at-page(loc) = {
  ..
  let last-headings = last-heading.at(loc)

  first-headings.at(str(page-num), default: find-headings(last-headings,
page-num))
}

```

我们使用递归的方法实现 `find-headings`：

```

let find-headings(headings, page-num) = if page-num > 0 {
  headings.at(str(page-num), default: find-headings(headings, page-num - 1))
}

```

递归有两个分支：

1. 递归的基是，若一直找到文档最前页都找不到相应的标题，则返回 `none`。
2. 否则检查 `headings` 中是否有对应页的标题
 1. 若有则直接返回其内容
 2. 否则继续往前页迭代。

一个细节值得注意，我们对 `first-heading` 使用了 `final` 方法，但对 `last-heading` 使用了 `at` 方法。这是因为：

1. `first-heading` 需要我们支持后向查找，因此需要直接获取文档最终的状态。
2. `last-heading` 仅仅需要前向查找，因此使用 `at` 方法可以改进迭代效率。

这个递归函数是高性能的，因为 `Typst` 会对 `find-headings` 缓存，并且 `Typst` 对于后一页的内容，都总是能命中前一页的缓存。

与之相反，基于 `query` 的实现没有那么好命。它没法很好利用递归完成标题信息的构建。这是因为 `query` 的实现中，`calc-headings` 的首次执行就被要求计算文档的所有标题。最后让我们设置页眉：

```
// 这里有 get-heading-at-page 的实现..  
  
#set page(header: locate(loc => emph(  
  get-heading-at-page(loc))))
```

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>雨滴书 v0.1.2</p> <h2>雨滴书 v0.1.2</h2> <p>★ 样式改进</p> <p><i>feat:</i> 改进了样式。</p> <p>🔧 脚本改进</p> <p><i>feat:</i> 改进了脚本。</p> <h2>雨滴书 v0.1.1</h2> <p><i>refactor:</i> 移除了 LaTeX。</p> | <p>雨滴书 v0.1.0</p> <p><i>feat:</i> 删除了一个多余的文件夹。</p> <h2>雨滴书 v0.1.0</h2> <p><i>feat:</i> 新建了两个文件夹。</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

模块、外部库与多文件文档

正如我们在《基础文档》中所说的。Typst 为我们提供了脚本的便捷性，但如果已经有一个满足排版需求的外部库，我们不必重新造轮子。这个时候，我们需要 Typst 为我们提供一个合理引入外部库的方式。

Typst 的外部库 (external packages) 机制可能不是世界上最精简的，但是我所见过当中最精简的。它可能更稍显简陋，但已经有上百个外部库通过官方渠道发布，并足以满足我们日常生活的使用。

由于 Typst 的模块机制过于简单，本节将不会涉及很多需要理解的地方。故而，本节主要伴随讲解一些日常使用模块机制时所遇到的问题。

本节将告诉你有关 Typst 的模块机制的一切。Typst 模块将允许你：

1. 在本地工作区内，在多个文档之间共享你爱用的排版函数。
2. 将一份文档分作多个文件编写。
3. 通过本地注册或网络共享，使用外部模板或库。

根目录

根目录的概念是 Typst 自 0.1.0 开始就引入的。

1. 当你使用 `typst-cli` 程序时，根目录默认为你文件的父目录。你也可以通过 `--root` 命令行参数手动指定一个根目录。例如你可以指定当前工作目录的父文件夹作为编译程序的根目录：

```
typst c --root ..
```

2. 当你使用 VSCode 的 `typst-lsp` 或 `typst-preview` 程序时，为了方便多文件的编写，根目录默认为你所打开的文件夹。如果你打开一个 VSCode 工作区，则根目录相对于离你所编辑文件最近的工作目录。

在早期，Typst 就禁止访问**根目录以外的内容**。因此，尽管扩大可访问的文件数量在某种程度上增进了便捷性，也意味着降低了执行 Typst 脚本的安全性。这是因为，根目录下所有的子文件夹和子文件都有机会被**你编写的或其他人编写（外部库）的 Typst 脚本访问**。

一个常见的谬误是，为了共享本地代码或模板，在使用 `typst-cli` 的时候将根目录指定为系统的根目录。

- 如果你是 Windows 用户，则以下使用方法将有可能导致个人隐私泄露：

```
typst c --root C:\
```

并访问你系统中的某处文件。

```
#import "/Users/me/templates/book.typ": book-template
```

- 如果你是 Linux 或 macOS 用户，则以下使用方法将有可能导致个人隐私泄露：

```
typst c --root /
```

并访问你系统中的某处文件。

```
#import "/home/me/templates/book.typ": book-template
```

本节将介绍另外一种方式——通过在注册本地包在你的多个 Typst 项目之间共享代码。

绝对路径与相对路径

我们已经讲解过 `read` 函数和 `include` 语法，其中都有路径的概念。

如果路径以字符 `/` 开头，则其为「绝对路径」。绝对路径相对于根目录解析。若设置了根目录为 `/0w0/`，则路径 `/a/b/c` 对应路径 `/0w0/a/b/c`。

```
#include "/src/intermediate/  
chapter1.typ"
```

我 是 /0w0/src/intermediate/
chapter1.typ 文件!

否则，路径不以字符 `/` 开头，则其「相对路径」。相对路径相对于当前文件的父文件夹解析。若我们正在编辑 `/0w0/src/intermediate/main.typ` 文件，则路径 `d/e/f` 对应路径 `/0w0/src/intermediate/d/e/f`。

```
#include "chapter2.typ"
```

我 是 /0w0/src/intermediate/
chapter2.typ 文件!

「import」语法与「模块」

Typst 中的模块概念相当简单，你只需记住：每个文件都是一个模块。

假设有一个文件位于 `packages/m1.typ`：

一段内容

```
#let add(x, y) = x + y
```

另一段内容

```
#let sub = {  
  let sub(x, y) = x - y  
  sub  
}
```

此时文件名就是所引入模块的名称，那么 `packages/m1.typ` 就对应 `m1` 模块。

你可以简单通过绝对路径或相对路径引入一个文件模块：

```
#import "packages/m1.typ"  
#repr(m1)
```

<module m1>

你可以通过这个「模块」对象访问到文件顶层作用域的变量或函数。例如在 `m1` 文件中，你可以访问到其顶层作用域中的 `add` 或 `sub` 函数。

```
#import "packages/m1.typ"  
#m1.add \  
#m1.sub
```

```
add  
sub
```

你可以在引入模块名的同时将其更名为你想要的名称：

```
#{  
  import "packages/m1.typ" as m2  
  repr(m2)  
} \  
// 等价于  
#{  
  import "packages/m1.typ"  
  let m2 = m1  
  repr(m2)  
}
```

```
<module m1>  
<module m1>
```

你可以在冒号后添加一个星号表示直接引入模块中所有的函数：

```
// 引入所有函数  
#import "packages/m1.typ": *  
#type(add), #type(sub)
```

```
function, function
```

你也可以在冒号后追加一个逗号分隔的名称列表，部分引入来自其他文件的变量或函数：

```
// 仅仅引入 `sub` 函数  
#import "packages/m1.typ": sub  
#type(sub) \  
// 引入 `add` 和 `sub` 函数  
#import "packages/m1.typ": add, sub  
#type(add), #type(sub) \  

```

```
function  
function, function
```

注意，本地的变量声明与 `import` 进来的变量声明都会覆盖 Typst 内置的变量声明。例如 Typst 内置的 `sub` 函数实际上为取下标函数。你可以在引入外部变量的同时更名以避免可能的名称冲突：

```
1#sub[2]  
#import "packages/m1.typ": sub as  
subtract  
#repr(subtract(10, 1))#sub[3]
```

```
12 93
```

「include」语法与「import」语法的关系

在 Typst 内部，当解析完一个文件时，文件将被分为顶层作用域中的「内容」和「变量声明」，组成一个文件模块。

例如对于 `packages/m1.typ` 文件：

一段内容

```
#let add(x, y) = x + y
```

另一段内容

```
#let sub = {  
  let sub(x, y) = x - y  
  sub  
}
```

其「内容」是除了「变量声明」以外的文件内容，连接起来为：

一段内容

```
// #let add(x, y) = x + y
```

另一段内容

```
// #let sub = ..
```

其导出所有在文件顶层作用域中的「变量声明」：

```
// 一段内容  
//  
#let add(x, y) = x + y  
//  
// 另一段内容  
//  
#let sub(x, y) = x - y
```

因此 `include` 和 `import` 分别得到以下结果。

使用 `include` 得到：

```
#repr(include "packages/m1.typ")
```

```
[(  
  [],  
  [一段内容],  
  parbreak(),  
  [],  
  parbreak(),  
  [另一段内容],  
  parbreak(),  
  [],  
)]
```

使用 `import` 得到：

```
#import "packages/m1.typ"
#repr(m1.add), #repr(m1.sub)
```

add, sub

你可以同时使用 `include` 和 `import` 获得同一个文件的内容和变量声明。

控制变量导出的三种方式

有的时候你不希望将一些变量暴露出去, 这个时候你可以让这些变量的名称以「下划线」(`_`) 开头:

```
#let _factor = 1;
#let add2(x, y) = _factor * (x + y)
```

这样 `import` 的时候就不会轻易访问到这些变量。

还有一种方法是在非顶层作用域中构造闭包, 这样 `import` 中就不会包含 `factor`, 因为 `factor` 不在顶层:

```
#let add2 = {
  let factor = 1;
  (x, y) => factor * (x + y)
}
```

值得注意的是, `import` 进来的变量也可以被重新导出, 只要他们也在顶层作用域。这允许你以更优雅的第三种方式为使用者屏蔽内部变量, 例如你可以在子文件夹中完成实现并重新导出:

```
// 仅从 packages/m1/add.typ 文件中重新导出 `add` 函数。
#import "m1/add.typ": add
// 重新导出 packages/m1/sub.typ 文件中所有的函数
#import "m1/sub.typ": *
```

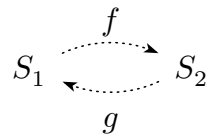
使用外部库

在 `Typst` 中使用外部库极为简单, 你只需要 `import` 特定的路径就能访问其内部的变量声明。例如你可以导入一个用于绘画自动机的外部库:

```
#import "@preview/fletcher:0.4.0" as
fletcher: node, edge

#align(center, fletcher.diagram(
  node((0, 0), $S_1$),
  node((1, 0), $S_2$),

  edge((1, 0), (0, 0), $g$, "...>",
  bend: 25deg),
  edge((0, 0), (1, 0), $f$, "...>",
  bend: 25deg),
))
```



其中, 以下一行代码完成了导入外部库的所有工作。我们注意到其完全为 `import` 语法, 唯一陌生的是其中的路径格式:

```
#import "@preview/fletcher:0.4.0" as fletcher: node, edge
```

解读路径@preview/fletcher:0.4.0的格式，它由三部分组成。

「命名空间」，@preview

以@字符开头。目前仅允许使用两个命名空间：

- @preview: Typst 仅开放 beta 版本的包管理机制。所有 beta 版本的都在 preview 命名空间下。
- @local: Typst 建议的本地库命名空间。

「库名」，fletcher

必须符合变量命名规范：

1. 以 ASCII 英文字符 (a-z 或 A-Z) 开头；
2. 跟随任意多个 ASCII 英文或数字字符 (a-z 或 A-Z 或 0-9) 或下划线 (_) 或中划线 (-)。

例如 0v0、0_0、0-0 都是合法的库名。但是 0v0 不是合法库名，因为其以数字零开头。

「版本号」，0.4.0

必须符合 SemVer 规范。

如果你不能很好地阅读和理解 SemVer 规范，仅记住合法的版本号由三个递增的数字组成，并用「点号」(.) 分隔；版本号之间可以相互比较，且比较版本时按顺序比较数字。例如 0.0.0、0.10.0、1.5.11、1.24.1 是合法且递增的版本号。

1. 1.0.11 比 0.10.0 大，因为 1 大于 0；
2. 1.24.1 比 1.5.11 大，因为 24 大于 5；
3. 1.24.0 与 1.24.0 相等。

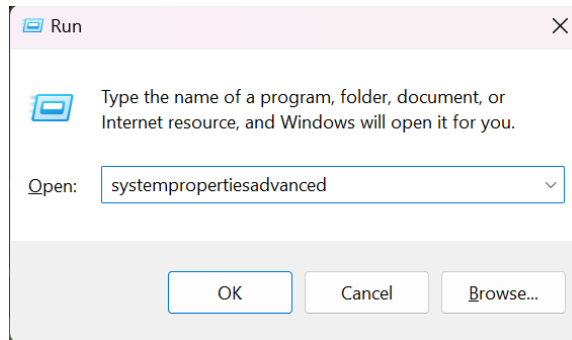
下载外部库

一般来说，使用外部库与导入本地模块一样简单。当你尝试导入一个外部库时，Typst 会立即启动下载线程为你从网络下载外部库代码：

```
#import "@preview/fletcher:0.4.0" as fletcher: node, edge
```

一般情况下，从网络下载外部库的时间不会超过十秒钟，并且不需要任何额外配置。但由于不可描述的原因，你有可能需要为下载线程配置代理。当你希望通过网络代理下载外部库时，请检查全局环境变量 HTTP_PROXY 和 HTTPS_PROXY 是否成功设置。

1. 如果你的网络代理软件包含环境变量设置，请**优先**在你的网络代理环境中配置。
2. 否则如果你是 Linux 用户，请检查启动 typst-cli 或 vscode 的 shell 中，使用 echo \$HTTP_PROXY 检查是否包含该环境变量。
3. 否则如果你是 Windows 用户，请使用 Win + R 快捷键呼出运行窗口，执行 system propertiesadvanced，调出「环境变量」窗口，并检查是否包含该环境变量。



库文件夹

上一小节中的「命名空间」对应本地的一个或多个文件夹。

首先，Typst 会感知你系统上的“数据文件夹”和“缓存文件夹”并在其中存储库代码。

Typst 将会在 `{cache-dir}/typst/packages` 中缓存从网络下载的库代码。其中 `{cache-dir}` 在不同的操作系统上：

- 在 Linux 上对应为 `$XDG_CACHE_HOME` or `~/.cache`。
- 在 macOS 上对应为 `~/Library/Caches`。
- 在 Windows 上对应为 `%LOCALAPPDATA%`。

Typst 同时会检查 `{data-dir}/typst/packages` 中是否包含相应的库。其中 `{data-dir}` 在不同的操作系统上：

- 在 Linux 上对应为 `$XDG_DATA_HOME` or `/.local/share`。
- 在 macOS 上对应为 `~/Library/Application Support`。
- 在 Windows 上对应为 `%APPDATA%`。

当你尝试引入 `preview` 命名空间中的外部库 `@preview/fletcher:0.4.0` 时，Typst 会严格按照顺序做如下事情。

1. 检查数据文件夹。

检查是否包含对应库，其应当位于 `{data-dir}/typst/packages/preview/fletcher/0.4.0`。如果有，那么解析路径为对应库路径。

2. 检查缓存文件夹。

检查是否包含对应库，其应当位于 `{cache-dir}/typst/packages/preview/fletcher/0.4.0`。如果有，那么直接解析路径为对应库路径。否则从网络下载库代码至对应位置。并解析路径为对应库路径。

简单来说，Typst 会将库路径映射到你数据文件夹或缓存文件夹，优先按顺序使用已经存在的库代码，并按需从网络下载外部库。

Typst 的该规则意味着你可以拥有以下几条特性。

其一，若你已经下载了网络库到本地，再次访问将不会再产生网络请求和检查远程库代码的状态。

其二，你可以将本地库存储到数据文件夹。特别地，你可以在数据文件夹中的 `preview` 文件夹中存储库，以覆盖缓存文件夹中已经下载的库。这有利于你调试或临时使用即将发布的外部库。

其三，你可以在本地随意创建新的命名空间，对于 `@my-namespace/my-package:version`，Typst 将检查并使用你位于 `{data-dir}/typst/packages/my-namespace/my-package/version` 的库代码。尽管 Typst 对命名空间没有限制，但建议你使用 `@local` 作为所有本地库的命名空间。

构建和注册本地库

本小节教你如何构建和注册本地库。由于库代码与文档代码并没有什么本质区别，这一节也供你参考组织多文件结构的 Typst 项目。

元数据文件

在库的根目录下必须有一个名称为 `typst.toml` 的元数据文件，这是对代码库的描述。内容示例如下：

```
[package]
name = "example"
version = "0.1.0"
entrypoint = "lib.typ"
```

为了满足 Typst 对信息描述最低限度的要求，你仅需要填入以下三个字段：

- `name`：该库的名字。
- `version`：该库的版本号。
- `entrypoint`：库的入口文件。

其中，`entrypoint` 字段建议始终为 `lib.typ`，所以你仅需自行填写 `name` 和 `version` 字段即可满足最低要求。

入口文件

你可以在元数据文件中配置入口文件路径。一般来说，该文件对应为库的根目录下的 `lib.typ` 文件。

你可以使用本节提及的《变量导出的三种方式》编写该文件。当导入该库时，其中的「变量声明」将提供给文档使用。

示例库的文件组织

假设你希望构建一个 `@local/example:0.1.0` 的外部库供本地使用。你应该将 `example` 库的文件夹**复制或链接**到 `{data-dir}/typst/packages/local/example/0.1.0` 路径。

创建 `{data-dir}/typst/packages/local/example/0.1.0/typst.toml` 文件，并包含以下内容：

```
[package]
name = "example"
version = "0.1.0"
entrypoint = "lib.typ"
```


创建`{data-dir}/typst/packages/local/example/0.1.0/lib.typ` 文件，并包含以下内容：

```
#import "add.typ": add
#import "sub.typ": sub
```

这样你就可以在本地的任意文档中使用库中的 `add` 或 `sub` 函数了：

```
#import "@local/example:0.1.0" as example: add, sub as subtract
```

发布库到官方源

略

再谈「根目录」

在 Typst 编译器中，任意文件都被编码为以下两个字段的组合：

1. `package`，表示该文件所属的库，将决定文件所属的「根目录」。
2. `path`，表示该文件夹相对于库「根目录」的位置。

如果 `package` 字段为空 (`None`)，那么表示该文件属于文档本身。这意味着文件路径的根目录为文档的根目录。

否则，表示该文件属于某个库。考虑前面小节中 Typst 解析库文件夹的过程，文件路径的根目录将改变为你数据文件夹或缓存文件夹中的某个子文件夹。这意味着，如果在库中使用绝对路径或相对路径，「根目录」将发生相应改变。请回忆《绝对路径与相对路径》小节内容。

例如在文件夹 `@local/example:0.1.0` 的内部，设使内部文件 `{data-dir}/typst/packages/local/example/0.1.0/src/add-simd.typ` 中包含这样的代码。

```
#read("/typst.toml")
#read("../typst.toml")
```

则「根目录」被解析为 `{data-dir}/{example-lib}`。

绝对路径 `/typst.toml` 被解析为 `{data-dir}/{example-lib}/typst.toml`

相对路径 `../typst.toml` 被解析为 `{data-dir}/{example-lib}/src/../typst.toml`

函数与闭包中的路径解析

这里有一个微妙的问题。在函数或闭包中请求解析一个绝对路径或相对路径，Typst 会如何做？

答案是，任何路径解析都依附于路径解析代码所在文件。这句话有些晦涩，但例子却容易懂。这里举两个例子。

假设函数在文档相对于根目录的 `/packages/m1.typ` 中被声明：假设其中有这样一个函数：

```
#let parse-code(path) = {
  let content = read(path)
  return parse-text(content)
}
```

那么无论我们在哪个文件引入了 `parse-code` 函数，其 `read(path)` 的路径解析都是固定的，其绝对路径相对于文档根目录，其相对路径相对于 `/packages/m1.typ` 的父目录。例如：

- 调用 `parse-code("/abc.typ")` 时，该函数始终读取 `/abc.typ` 文件。
- 调用 `parse-code("../def.typ")` 时，始终读取 `/packages/../def.typ` 文件。

假设函数在某个库的 `/src/m1.typ` 中被声明，则其绝对路径相对于**库根目录**，其相对路径相对于 `/src/m1.typ` 的父目录。

这种行为在有的时候不是你期望的，但你可以同样通过传递一个来自文档的闭包绕过该限制。例如，`parse-code` 改写为：

```
#let parse-code(path, read-file: read) = {
  let content = read-file(path)
  return parse-text(content)
}
```

并且在调用时传入一个读取文件的「回调函数」

```
#parse-code("../def.typ", read-file: (p) => read(p))
```

本书建议的多文件最佳实践

尽管本书提倡你尽可能将所有文档内容放在单个文件中，本书给出构建一个多文件架构的合理方案。

- 工作区中包含多个主文件
- 每个主文件可以 `include` 多个子文件

```
typ/packages
├── util.typ
└── util2.typ
typ/templates
├── book-template.typ
└── note-template.typ
documents/
├── my-book/
│   ├── main.typ
│   ├── mod.typ
│   ├── part1/
│   │   ├── mod.typ
│   │   └── chap1.typ
│   └── part2/
│       ├── mod.typ
│       ├── chap2.typ
│       └── chap3.typ
```

工作区内的模板与库

使用绝对路径方便引入工作区内的模板与库：

```
#import "/typ/templates/ebook.typ": project as ebook
```

主文件和主库文件

main.typ 文件中仅仅包含模板配置与 include 多个子文件。

```
// 在 mod.typ 文件中:  
// #import "/typ/templates/ebook.typ": project as ebook  
#import "mod.typ": *  
  
#show: ebook.with(title: "My Book")  
  
#include "part1/chap1.typ"  
#include "part2/chap2.typ"  
#include "part2/chap3.typ"
```

对于每个子文件，你可以都 import 一个主库文件 mod.typ，以减少冗余。例如在 documents/my-book/part1/chap1.typ 中：

```
#import "mod.typ": *
```

重导出文件

示例文件结构中的 mod.typ 与编写库时的 lib.typ 很类似，都重新导出了大量函数。例如当你希望同时在 chap2.typ 和 chap3.typ 中使用相似的函数时，你可以在 mod.typ 中原地实现该函数或者从外部库中重导出对应函数：

```
#import "@preview/example:0.1.0": add  
// 或者原地实现`add`  
#let add(x, y) = x + y
```

这时你可以同时在 chap2.typ 和 chap3.typ 中直接使用该 add 函数。

依赖管理

你可以不在 main.typ 或者 chap{N}.typ 文件中直接引入外部库，而在 my-book/mod.typ 中引入外部库。由于级联的 mod.typ，相关函数会传递给每个 main.typ 或者 chap{N}.typ 使用。

编写一篇进阶文档



Part.4 进阶参考



参考：计数器和状态

参考：长度单位

在 Typst 中有三种不同种类的长度单位，它们是：绝对长度 (absolute length)、相对长度 (relative length) 与上下文有关长度 (context-sensitive length)。

1. 绝对长度：人们最熟知的长度单位。例如，`1cm` 恰等于真实的一厘米。

```
1cm 等于 #1cm
```

```
1cm 等于 28.35pt
```

2. 相对长度：与父元素长度相关联的长度单位，例如 `100%` 恰等于父元素高度或宽度的 100%。下例即获得一个 `box(width: 70%)` 的实际宽度，其等于父元素 `box(width: 123pt)` 的 70%：

```
123pt \* 70% 等于 #(123pt * 70%)  
\ 子 box 宽度等于 #box(width:  
123pt, box(width: 70%,  
layout(l => l.width)))
```

```
123pt * 70% 等于 86.1pt  
子 box 宽度 等于  
86.1pt
```

3. 上下文有关长度：与样式等上下文有关的长度单位，例如 `1em` 恰等于当前位置设置的字体长度。

```
#let measured-length =  
style(styles =>  
measure(line(length: 1em),  
styles).width)  
#{  
  set text(size: 10pt)  
  [1em 等于] + measured-length  
  set text(size: 20pt)  
  [\ 1em 等于] + measured-  
length  
}
```

```
1em 等于 10pt  
1em 等于 20pt
```

绝对长度

目前 Typst 一共提供四种绝对长度。除了公制长度单位 `1cm` 与 `1mm` 与英制长度单位 `1in`，Typst 还提供排版专用的长度单位“点”，即 `1pt`。

点（英语：*point*），*pt*，是印刷所使用的长度单位，用于表示字型的大小，也用于余白（字距、行距）等其他版面构成要素的长度。作为铸字行业内部的一个专用单位，1 点的长度在世界各地、各个时代曾经有过不同定义，并不统一。当代最通行的是广泛应用于桌面排版软件的 DTP 点，72 点等于 1 英寸（ $1\text{ point} = 127360\text{ mm} = 0.352777\cdots\text{ mm}$ ）。中国传统字体排印上的字号单位是号，而后采用“点”“号”兼容的体制。

——[维基百科：点 \(印刷\)](#)

Typst 会将你提供的任意长度单位都统一成点单位，以便进行长度运算。

```
#set align(center)
#let units = ((1pt, "pt"),
(1mm, "mm"), (1cm, "cm"), (1in,
"in"))
#let methods = (length.pt,
length.mm, length.cm,
length.inches)
#table(
  columns: 5,
  "", ..("pt", "mm", "cm",
"in").map(e => raw("=?" + e)),
  ..units.map(((l, u)) => {
    (raw("1" + u, lang:
"typc"), ) + methods.map(
      method =>
[#calc.round(method(l), digits:
2)])
  }).flatten()
)
```

| | =?pt | =?mm | =?cm | =?in |
|-----|-------|------|------|------|
| 1pt | 1 | 0.35 | 0.04 | 0.01 |
| 1mm | 2.83 | 1 | 0.1 | 0.04 |
| 1cm | 28.35 | 10 | 1 | 0.39 |
| 1in | 72 | 25.4 | 2.54 | 1 |

绝对长度的运算

长度单位可以参与任意多个浮点值的运算。一个长度表达式是合法的当且仅当运算结果**保持长度量纲**。请观察下列算式，它们都可以编译：

```
#(1cm * 3), #(1cm / 3), #(2 *
1cm * 3 / 2), #(1cm + 3in)
```

```
85.04pt,    9.45pt,    85.04pt,
244.35pt
```

请观察下列算式，它们都不能编译：

```
#(1cm + 3), #(3 / 1cm), #(1cm * 1cm)
```

所谓**保持长度量纲**，即：

- 由于 1cm 与 3in 量纲均为长度量纲（m），它们之间**可以进行加减运算**。
- 由于 3 无量纲，1cm 与 3 之间**不能进行加减运算**。

进一步，通过量纲运算，可以判断一个长度算术表达式是否合法：

| 长度表达式 | 量纲运算 | 检查合法性 | 判断结果 |
|---------------------------|-------------------|--------------|------|
| $1\text{cm} * 3$ | $m \cdot 1 = m$ | $m = m$ | 合法 |
| $1\text{cm} / 3$ | $m / 1 = m$ | $m = m$ | 合法 |
| $3 / 1\text{cm}$ | $1 / m = m^{-1}$ | $m^{-1} = m$ | 非法 |
| $1\text{cm} * 1\text{cm}$ | $m \cdot m = m^2$ | $m^2 = m$ | 非法 |

绝对长度的转换

你可以使用 `length` 类型上的「方法」实现不同单位到浮点数的转换：

```
#1cm 是 #1cm.pt() 点 \
#1cm 是 #1cm.mm() 毫米 \
#1cm 是 #1cm.cm() 厘米 \
#1cm 是 #1cm.inches() 英尺
```

```
28.35pt 是 28.3465 点
28.35pt 是 10 毫米
28.35pt 是 1 厘米
28.35pt 是 0.3937013888888889 英尺
```

你可以使用乘法实现浮点数到长度上的转换：

```
 #(28.3465 * 1pt) 是 #(28.3465 * 1pt).cm() 厘米
```

```
28.35pt 是 1 厘米
```

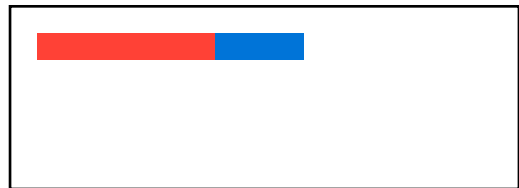
相对长度

有两种相对长度（Relative Length），一是百分比（Ratio），一是分数比（Fraction）。

百分比

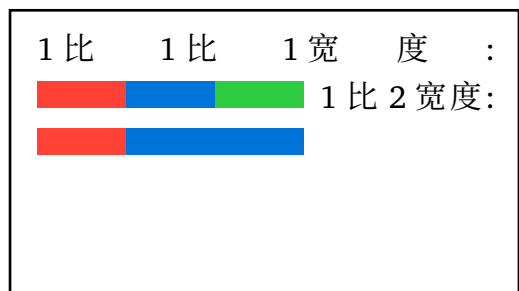
当「百分比」用作长度时，其实际值取决于父容器宽度：

```
#box(width: 100pt, fill: blue,
box(width: 66.66%, height:
10pt, fill: red) + box(width:
33.34%, height: 10pt, fill:
blue))
```



Typst 还支持以「分数比」作长度单位。当分数比作长度单位时，Typst 按比例分配长度。

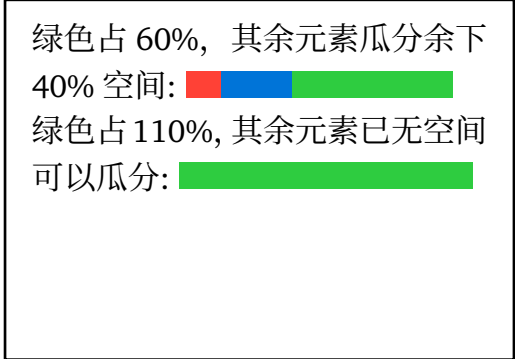
```
#let p(w, f) = box(width: w,
height: 10pt, fill: f)
1比1比1宽度: #box(width:
100pt, fill: blue, p(1fr, red)
+ p(1fr, blue) + p(1fr, green))
1比2宽度: #box(width: 100pt,
fill: blue, p(1fr, red) +
p(2fr, blue))
```



结合代码与图例理解，`N fr` 代表：在总的比例中，这个元素应当占有其中 `N` 份长度。

当同级元素既有分数比长度元素，又有其他长度单位元素时，优先将空间分配给其他长度单位元素。

```
#let p(w, f) = box(width: w,
height: 10pt, fill: f)
绿色占 60%，其余元素瓜分余下 40% 空间：
#box(width: 100pt, fill: blue,
p(1fr, red) + p(2fr, blue) +
p(60%, green)) \
绿色占 110%，其余元素已无空间可以瓜
分：#box(width: 100pt, fill:
blue, p(1fr, red) + p(1fr,
blue) + p(110%, green))
```

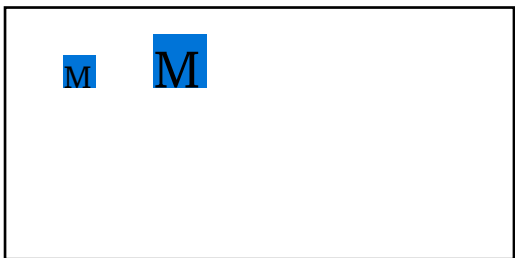


建议结合《布局函数》中 `grid` 布局关于长度的使用，加深对相对长度的理解。

上下文有关长度

目前 `Typst` 仅提供一种上下文有关长度，即当前上下文中的字体大小。历史上，定义该字体中大写字母 `M` 的宽度为 `1em`，但是现代排版中，`1em` 可以比 `M` 的宽度要更窄或者更宽：

```
#let bm =
[#box(move(box(height: 1em,
width: 1em, fill: blue), dx:
1em))M]
#bm
#set text(size: 20pt)
#bm
```



通过 `repr`，可以发现 `1em` 不会像绝对长度那样被直接转化为“点”：

```
#repr(1em)
```



混合长度

以上所介绍的各种长度可以通过「加号」任意混合成单个长度的值，其长度的值为每个分量总和：

```
#{1pt + 1em + 100%}
```



长度的自省或评估

你可以通过 `measure` 获取 `1em` 在当前位置的具体值：

```
#let measured-length(1) =  
style(styles =>  
measure(line(length: 1),  
styles).width)  
1em 等于 #measured-length(1em)。  
1em+1pt 等于 #measured-  
length(1em+1pt)。
```

1em 等于 12pt。1em+1pt 等于 13pt。

但是该方式是不被推荐的，因为一个长度值中的相对长度分量会被评估为 0pt，从而导致计算失真：

```
#let measured-length(1) =  
style(styles =>  
measure(line(length: 1),  
styles).width)  
1em+1pt+100% 等于 #measured-  
length(1em+1pt+100%)。
```

1em+1pt+100% 等于 13pt。

这是因为提供给 `measure` 的内容在评估的时候没有锚定一个“父元素”。

一种更为鲁棒的方法是使用 `layout` 函数获取 `layout` 位置的宽度和高度信息：

```
1em+1pt+100% 等于 #box(width:  
1em+1pt+100%, layout(1 =>  
l.width))
```

1em+1pt+100% 等于 183.77pt

但是使用 `layout` 会导致布局的多轮迭代，有可能严重降低编译性能。

参考：布局函数

Typst 的布局引擎仍未完成，其主要[缺失](#)或[不足](#)的内容为：

1. 修饰段落容器的[行](#)或[字符](#)。
2. 将段落容器的接口[暴露](#)给用户。
3. [浮动布局](#)。
4. [更灵活](#)的 Layout splitter。目前仅支持 columns（多栏布局）。

「容器及其断点」

容器就是一类特殊的「内容」，它并不真正具备具体的内容，而仅仅容纳一个或多个「内容」，**以便布局**。

针对 PDF 页面模型，Typst 构建了完整的容器层次。Todo：用 `cetz` 绘制层次：

1. page，一个 PDF 有很多页。
2. par，一个文档中有很多段。
3. block，一页/段中有很多块。
4. box，一个块中有很多行内元素。
5. sequence，很多个元素可以组成一个元素序列。
6. 各种基础元素。

page

每个 page 都单独产生一个单独的页面。并且若你希望将 Typst 文档导出为 PDF，其恰好为 PDF 中单独的一页。

任何内容都会至少产生新的一页：

```
// 第一页
A
```

每个 `pagebreak` 函数（分页函数）将会产生新的一页：

```
// 第一页
A
#pagebreak()
// 第二页
B
```

```
// 第一页
A
#pagebreak()
// 第二页
#pagebreak()
// 第三页
B
```

你可以使用 `#pagebreak(weak: true)` 产生弱的分页。这里弱的意思是：假设当前页面并没有包含任何内容，`pagebreak(weak: true)` 就不会创建新的页面。你可以理解为弱的分页意即非必要不分页。

```
// 第一页
A
#pagebreak(weak: true)
#pagebreak(weak: true)
// 第二页
B
```

每个 `page` 函数都会单列新的一页：

```
// 第一页
A
#page[
  // 第二页
  A
]
// 第三页
B
```

如果 `page` 的前后已经是空页，则 `page` 不会导致前后产生空页。

```
// 这里不分页
#page[
  // 第一页
  A
] // 这里不分页
#page[
  // 第二页
  A
] // 这里不分页
```

你可以理解为 `page` 前后自动产生弱的分页，其前后**非必要不分页**，上例相当于：

```
#pagebreak(weak: true)
// 第一页
A
#pagebreak(weak: true)
#pagebreak(weak: true)
// 第二页
A
#pagebreak(weak: true)
```

所以 `page` 与 `pagebreak` 是互通的，你可以随意使用你喜欢的风格创建新的页面。

注意：设置 `page` 样式将导致新的弱分页：

```
// 第一页
A
#set page(..)
// 第二页
B
```

等价于：

```
A
#pagebreak(weak: true)
#set page(..)
#pagebreak(weak: true)
B
```

par

每个 `par` 都单独产生一个单独的段落。

`par` 的特性与 `page` 完全相同，其前后非必要不分段。

```
#par[
  // 第一段
  A
]
```



`parbreak` 与 `pagebreak` 也是除了同理，除了 `parbreak` 一定是弱分段，并且没有可以指定的 `weak` 参数：

```
// 第一段
A
#parbreak()
#parbreak()
// 第二段
B
```



很多元素都会在其前后自动产生新的段落，例如 `figure` 和 `heading`。

block

`block` 是布局中的块状元素。块状元素会在布局中自成一行。你几乎可以将 `block` 理解为某种程度上的分段：

```
// 第一段
#block(fill: blue)[A]
#block(fill: blue)[B]
```



事实上 `par` 本来就由 `block` 组成。你可以通过对 `block` 设置规则影响到段间距：

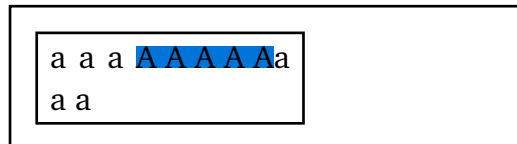
```
#set block(spacing: 0.5em)
A
#parbreak()
#parbreak()
B
```



box

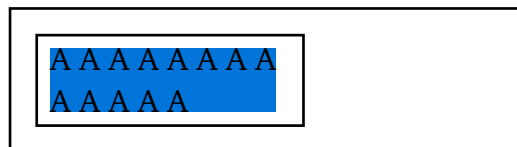
box 是布局中的行内块元素。行内块元素会在布局中自成一。所谓行内块即其自成一块但不会立即导致换行。如下所示：

```
#rect(width: 100pt)[a a a
#box(fill: blue)[A A A A A]a a
a]
```



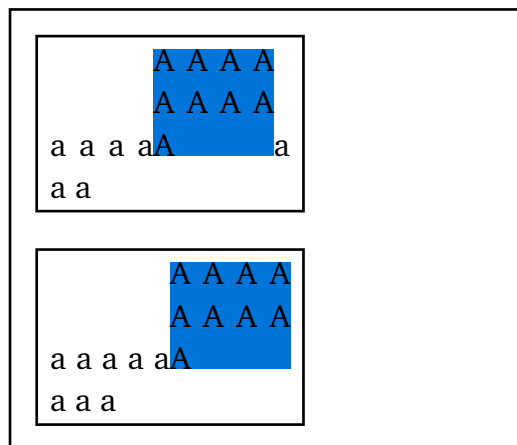
box 并不意味着不换行。box 的宽度默认占满父元素内宽度的 100%。box 内部的文本在其内部继续换行。如下所示，当文字太多时，将导致其在 box 内部换行：

```
#rect(width: 100pt)[#box(fill:
blue)[A A A A A A A A A A A
A]]
```



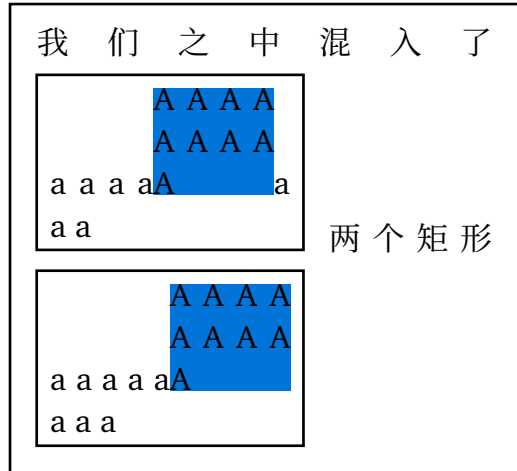
box 整体必须处于段落中的同一行：

```
#rect(width: 100pt)[a a a
a#box(fill: blue, width: 50%)[A
A A A A A A A A]a a a]
#rect(width: 100pt)[a a a a
a#box(fill: blue, width: 50%)[A
A A A A A A A A]a a a]
```



一个妙用是，你可以将“块元素”包裹一层 box，使得这些块元素位于段落中的同一行：

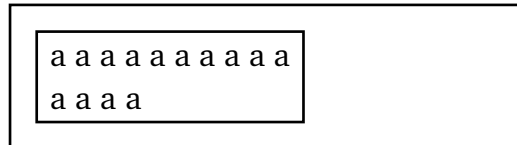
我们之中混入了
`#box(rect(width: 100pt)[a a a
a#box(fill: blue, width: 50%)[A
A A A A A A A A]a a a])`
两个矩形
`#box(rect(width: 100pt)[a a a a
a#box(fill: blue, width: 50%)[A
A A A A A A A A]a a a])`



sequence

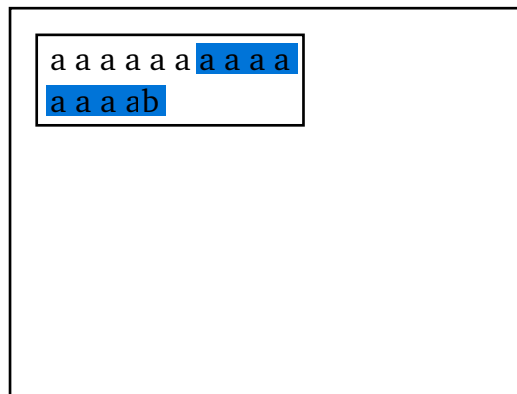
sequence 是布局中最松散的组织。事实上，它正是我们在《基础文档》中就学过的「内容块」。它起不到任何效果，仅仅容纳一系列其他内容。

```
#rect(width: 100pt)[#[a a a a a  
a] #[a a a a a a a a ]]
```



我们来温习一下。sequence 主要的作用是可以储存一段内容供函数使用。使用 sequence 的一个好处是允许「标签」准确地选中一段内容。例如，以下代码自制了 highlight 效果：

```
#show <fill-blue>: it => {  
  show regex("[\w]"): it => {  
    box(place(dx: -0.1em, dy:  
-0.15em, box(fill: blue, width:  
0.85em, height: 0.95em)) + it)  
  }  
  it  
}  
#rect(width: 100pt)[#[a a a a a  
a] #[a a a a a a a aab] <fill-  
blue> ]
```



「布局分割及其断点」

「布局分割器」(Splitter) 将所持有内容分成多段并放置于页面上。

目前 Typst 唯一提供的分割器是 columns，其实现了多栏布局。因为缺乏好用的分割器，有很多布局都难以在 Typst 中实现，例如浮动布局。但注意，这不代表现在的 Typst 不支持各种特殊布局。已经有外部库帮助你实现了首字母下沉，浮动布局等特殊布局。

你可以使用 columns 在任意容器内创建多栏布局，并用 colbreak 分割每栏。


```
#columns(2) [
  #lorem(13)
  #colbreak()
  #lorem(10)
]
```

Lorem ipsum Lorem ipsum
dolor sit amet, dolor sit amet,
consectetur consectetur
adipiscing elit, adipiscing elit,
sed do eiusmod sed do.
tempor
incididunt.

尽管还不是很完善, 在与页面的结合中, Typst 为 page 提供了一个 columns 参数。该 columns 允许你设置跨页的多栏布局。

```
#set page(columns: 2)
#set text(size: 5pt)
#lorem(130)
```

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequae doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et</p> | <p>in finitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est</p> | <p>in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus</p> | <p>saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum defuturum, quas natura non depravata desiderat. Et quem ad me.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

「布局编排」

「布局编排器」(Arranger) 将多个内容组成一个新的带有布局的整体。目前, Typst 提供了两种零维布局 pad 和 align, 一种一维布局 stack, 以及一种二维布局 grid。

pad

你可以使用 pad 函数为内部元素设置 outer padding。pad 接受一个内容, 返回一个添加 padding 的新内容。默认情况下, pad 函数不添加任何 padding。

```
#let square = rect(fill: blue,
width: 15pt, height: 15pt)
#box(fill: red, square)
#box(fill: red, pad(square))
```

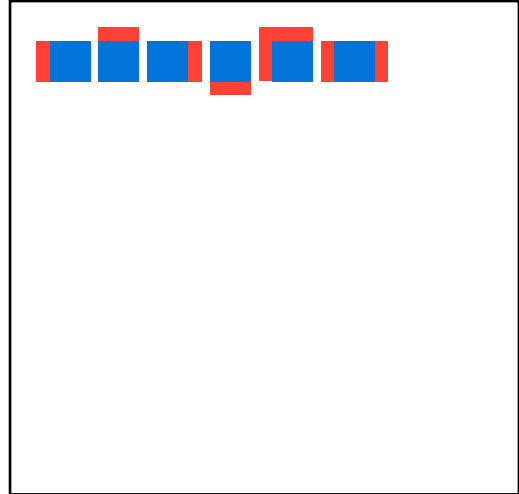


与 CSS 的 padding 属性一样, 你可以使用 left、top、right、bottom 设置四个方向的 padding:

```

#let square = rect(fill: blue,
width: 15pt, height: 15pt)
#box(fill: red, pad(left: 5pt,
square))
#box(fill: red, pad(top: 5pt,
square))
#box(fill: red, pad(right: 5pt,
square))
#box(fill: red, baseline: 5pt,
pad(bottom: 5pt, square))
#box(fill: red, pad(left: 5pt,
top: 5pt, square))
#box(fill: red, pad(left: 5pt,
right: 5pt, square))

```

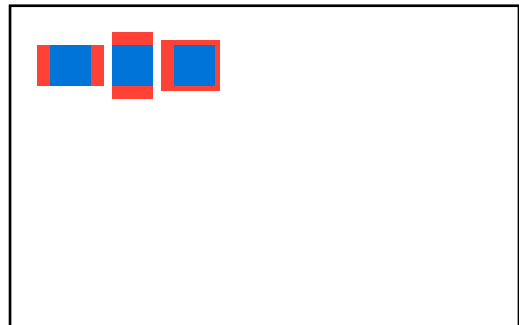


特别地，你可以使用 `x` 同时设置 `left` 和 `right` 方向的 `padding`，`y` 同时设置 `top` 和 `bottom` 方向的 `padding`，以及 `rest` 设置“其余”方向的 `padding`。

```

#let square = rect(fill: blue,
width: 15pt, height: 15pt)
#box(fill: red, pad(x: 5pt,
square))
#box(fill: red, baseline: 5pt,
pad(y: 5pt, square))
#box(fill: red, baseline: 2pt,
pad(left: 5pt, rest: 2pt,
square))

```



align

你可以使用 `align` 函数为内部元素设置相对于父元素的对齐方式。默认情况下，`align` 函数使用默认对齐方式 (`start+top`)。

```

#let square = rect(fill: red,
width: 15pt, height: 15pt)
#let abox = box.with(fill:
gradient.radial(..color.map.mako),
width: 20pt, height: 20pt)
#abox(square)
#abox(align(square))

```

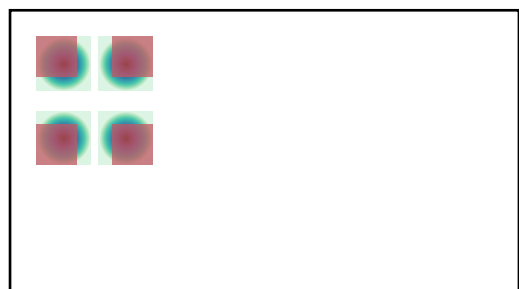


与上一节介绍的 `pad` 类似，你可以使用 `left`、`top`、`right`、`bottom` 设置四个方向的 `alignment`，并任意使用加号 (+) 组合出你想要的二维对齐方式：

```

#abox(align(left + top,
square))
#abox(align(right + top,
square)) \
#abox(align(left + bottom,
square))
#abox(align(right + bottom,
square))

```



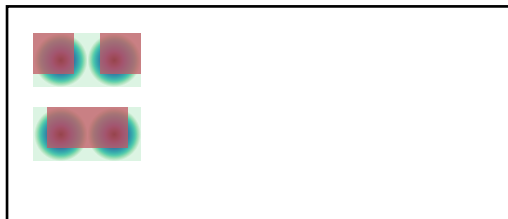
除了以上四种基础对齐，Typst 还额外提供两套对齐方式。第一套是居中对齐，你可以使用 `center` 实现水平居中对齐，以及 `horizon` 实现垂直居中对齐。

```
#abox(align(center, square))
#abox(align(horizon, square))
#abox(align(center + horizon, square))
```



第二套与文本流相关。你可以使用 `start` 实现与文本流方向一致的对齐，以及 `end` 实现与文本流方向相反的对齐。

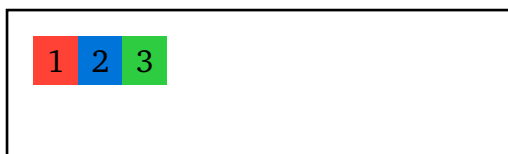
```
#let se = abox(align(start, square)) + abox(align(end, square))
#se \
#set text(dir: rtl)
#se
```



stack

与 HTML 中的 `flex` 容器类似，`stack` 可以帮你实现各种一维布局。顾名思义，`stack` 将其内部元素在页面上按顺序按方向排列。

```
#let rects = (rect(fill: red)
[1], rect(fill: blue)[2],
rect(fill: green)[3])
#stack(dir: ltr, ..rects)
```



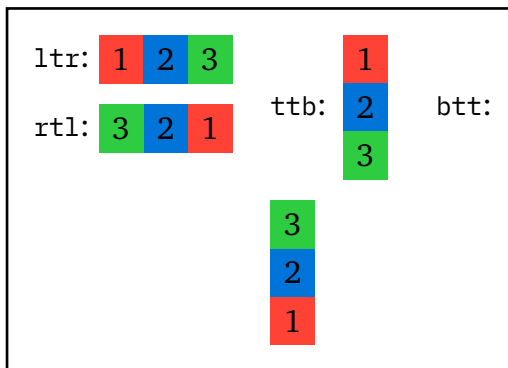
`stack` 主要只有两个可以控制的参数。

其一是排列的方向，参数对应为 `dir`。一共有四种方向可以选择，分别是：

- `ltr`: 即 left to right, 从左至右。
- `rtl`: 即 right to left, 从右至左。
- `ttb`: 即 top to bottom, 从上至下。
- `btt`: 即 bottom to top, 从下至上。

方向默认为 `ttb`。

```
#columns(2)[
`ltr`: #box(stack(dir:
ltr, ..rects)) \ `rtl`:
#box(stack(dir: rtl, ..rects))
#colbreak()
`ttb`: #box(stack(/* 默认值为:
dir: ttb, */ ..rects)) #h(1em)
`btt`: #box(stack(dir:
btt, ..rects))
]
```

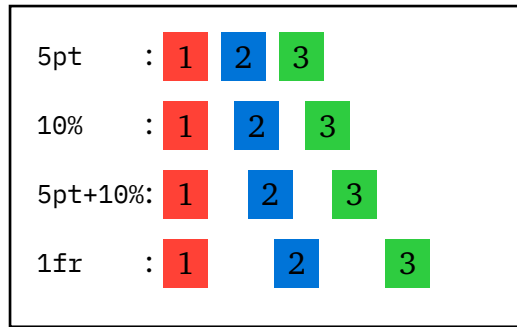


其二是排列的间距，参数对应位 `spacing`。你可以使用各种长度为 `stack` 内部元素制定合适的间距。

```

#let stack = stack.with(dir:
ltr)
#let example(s) = box(width:
100pt, stack(spacing:
s, ..rects))
`5pt` : #example(5pt ) \
`10%` : #example(10% ) \
`5pt+10%` : #example(5pt+10%) \
`1fr` : #example(1fr ) \

```

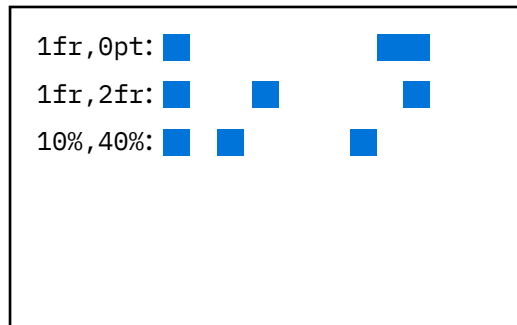


你也可以直接将长度作为参数传入，为每一个元素前后微调间距。

```

#let stack = stack.with(dir:
ltr)
#let r = rect(fill: blue)[ ]
`1fr,0pt` : #box(width: 100pt,
stack(r, 1fr, r, r)) \
`1fr,2fr` : #box(width: 100pt,
stack(r, 1fr, r, 2fr, r)) \
`10%,40%` : #box(width: 100pt,
stack(r, 10%, r, 40%, r)) \

```

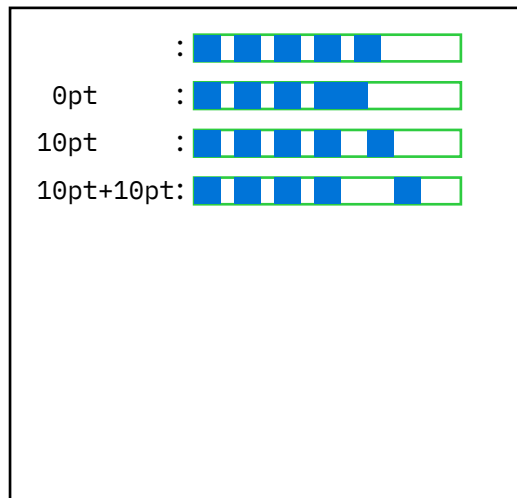


当同时声明 spacing 参数和长度参数时，长度参数会覆盖 spacing 设置：

```

#show stack: box.with(width:
100pt, stroke: green)
#let stack = stack.with(dir:
ltr)
#let r = rect(fill: blue)[ ]
` ` : #stack(spacing:
5pt, r, r, r, r, r) \
`0pt` : #stack(spacing:
5pt, r, r, r, r, 0pt, r) \
`10pt` : #stack(spacing:
5pt, r, r, r, r, 10pt, r) \
`10pt+10pt` : #stack(spacing:
5pt, r, r, r, r, 10pt, 10pt, r) \

```



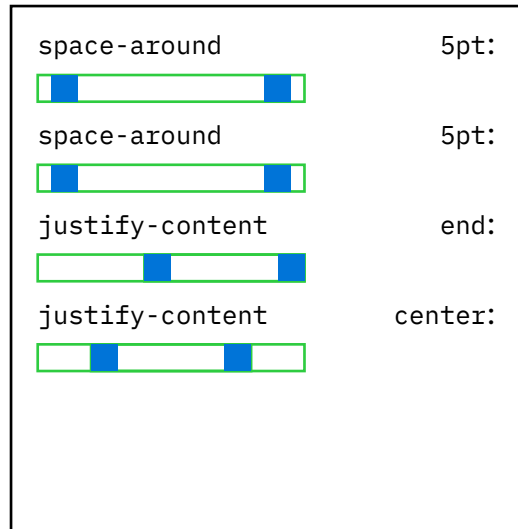
stack+align/pad

你可以将 stack 与 align/pad 相结合，实现更多一维布局。以下例子对应 CSS 相关属性：

```

#let box = box.with(width:
100pt, stroke: green)
#let stack = stack.with(dir:
ltr, spacing: 1fr)
#let r = rect(fill: blue) [ ]
`space-around 5pt`:
#box(stack(5pt, r, r, 5pt)) \
`space-around 5pt`: #box(pad(x:
5pt, stack(r, r))) \
`justify-content end`:
#box(align(end, box(width:
60pt, stack(r, r)))) \
`justify-content center`:
#box(align(center, box(width:
60pt, stack(r, r)))) \

```



上例提示我们可以组合多种布局容器实现特定的布局效果。

grid

与 HTML 中的 flex 容器类似，grid 可以帮你实现各种二维布局。如下：

```

#show grid: box.with(stroke:
green)
#let r = rect(fill: blue,
width: 10pt, height: 10pt)
#grid(columns: 3, gutter: 5pt,
r, r, r, r, r)

```



与 stack 相比，grid 要复杂得多。

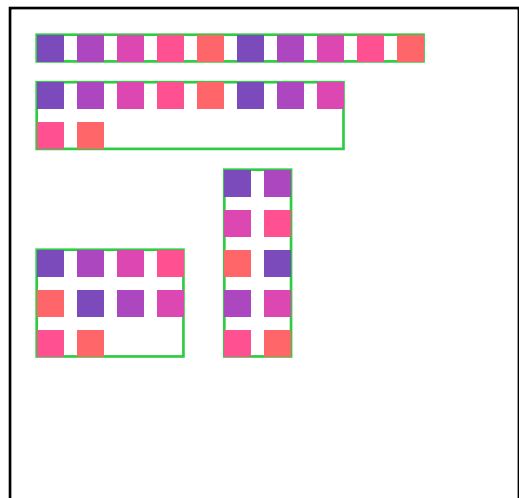
其一，grid 的前 $N - 1$ 行可容纳的元素是有限的，而最后一行与 stack 一样容纳其余所有元素。你可以通过 columns 参数控制这一特性。

columns 要求你给定一个数组，该数组表示一行中每列的宽度。

```

#let r(n, width: 10pt, height:
10pt) = range(n).map(i =>
rect(fill:
color.map.rainbow.at(calc.rem(i
* 16, 80)), width: width,
height: height))
#grid(columns: (auto, ) * 10,
gutter: 5pt, ..r(10)) #h(1em)
#grid(columns: (auto, ) * 8,
gutter: 5pt, ..r(10)) #h(1em)
#grid(columns: (auto, ) * 4,
gutter: 5pt, ..r(10)) #h(1em)
#grid(columns: (auto, ) * 2,
gutter: 5pt, ..r(10))

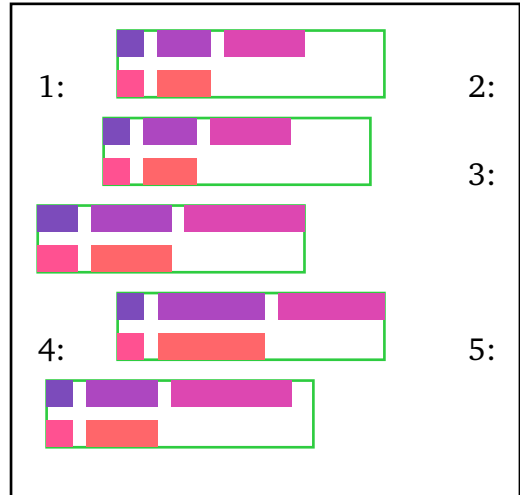
```



上例中，当 `columns` 数组的长度为 N 时，表示每行允许容纳 N 个元素，每列的**最大宽度**为 `auto`。长度设定为 `auto`，则表示每列宽度始终和该行该列内部元素宽度相等。

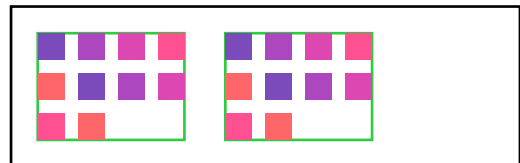
每列宽度不仅可以为 `auto`，而且可以指定为具体长度：

```
#show grid: box.with(stroke:
green, width: 100pt)
#let grid = grid.with(gutter:
5pt, ..r(5, width: auto))
1: #grid(columns: (10pt, 20pt,
30pt)) #h(1em)
2: #grid(columns: (10%, 20%,
30%)) #h(1em)
3: #grid(columns: (1fr, 2fr,
3fr)) #h(1em) \
4: #grid(columns: (10pt, 1fr,
1fr)) #h(1em)
5: #grid(columns: (10pt, 1fr,
2fr)) #h(1em)
```



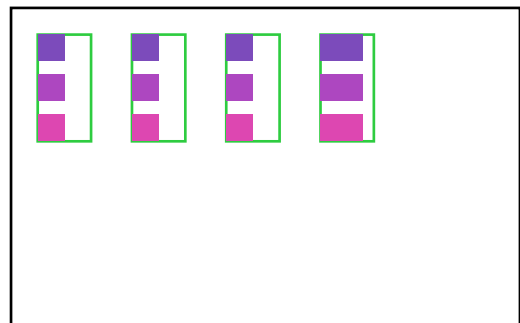
Typst 允许你使用更简便的参数表示。特别地，如果 `columns` 数组内容恰为 N 个 `auto`，那么可以直接传入一个数字。以下两种写法是等价的：

```
#grid(columns: 4, gutter:
5pt, ..r(10)) #h(1em)
#grid(columns: (auto, ) * 4,
gutter: 5pt, ..r(10)) #h(1em)
```



特别地，如果期望 `grid` 只有一列，`columns` 参数允许不传入数组而是单列的长度：

```
#show grid: box.with(stroke:
green, width: 20pt)
#let grid = grid.with(gutter:
5pt, ..r(3, width: auto))
#grid(columns: (10pt, ))
#h(1em)
#grid(columns: 10pt) #h(1em)
#grid(columns: 50%) #h(1em)
#grid(columns: 80%) #h(1em)
```

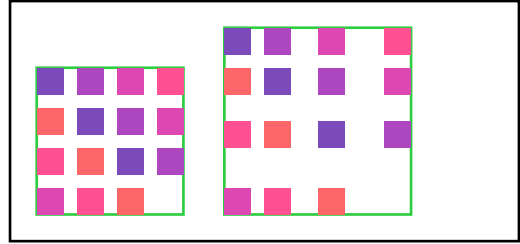


特别地，`columns` 的默认值可以理解为 `auto`。

其二，`grid` 不再允许混杂内容与长度来控制某行或某列元素之间的间隔。取而代之的是三个更为复杂的参数：`gutter`、`row-gutter` 和 `column-gutter`。这是因为“混杂的 `gutter`”在二维布局中有歧义。

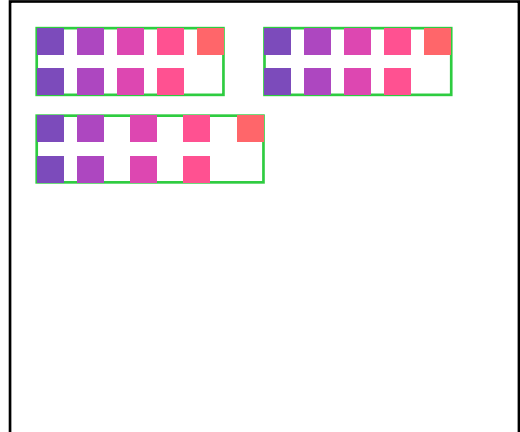
`gutter` 参数事实上是 `spacing` 参数的加强版。它允许通过传入一个长度数组为**每行每列依次**设置间隔：

```
#let grid = grid.with(columns:
(auto, ) * 4, ..r(15))
#grid(gutter: 5pt) #h(1em)
#grid(gutter: (5pt, 10pt,
15pt)) #h(1em)
```



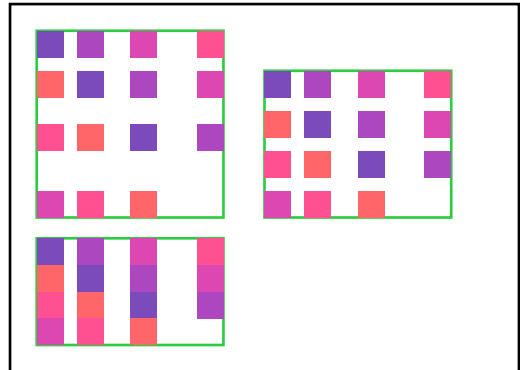
特别地，如果 gutter 参数数组比 rows 参数数组或者 columns 参数数组更短，其余行或列的的间隔以 gutter 参数数组的最后一个长度为准：

```
#let grid = grid.with(columns:
(auto, ) * 5, ..r(9))
// 等价于 `5pt, 5pt, 5pt, ..`, 一
一直 5pt 下去
#grid(gutter: 5pt) #h(1em)
// 等价于 `5pt, 5pt, 5pt, ..`, 一
一直 5pt 下去
#grid(gutter: (5pt,)) #h(1em)
// 等价于 `5pt, 10pt, 10pt, ..`,
一直 10pt 下去
#grid(gutter: (5pt, 10pt))
#h(1em)
```



你可以指定 column-gutter 而非 gutter，从而单独为**每列**设置间隔。column-gutter 参数的优先级比 gutter 参数要高。

```
#let grid = grid.with(columns:
(auto, ) * 4, ..r(15))
#grid(gutter: (5pt, 10pt,
15pt)) #h(1em)
#grid(gutter: 5pt, column-
gutter: (5pt, 10pt, 15pt))
#h(1em)
#grid(column-gutter: (5pt,
10pt, 15pt)) #h(1em)
```



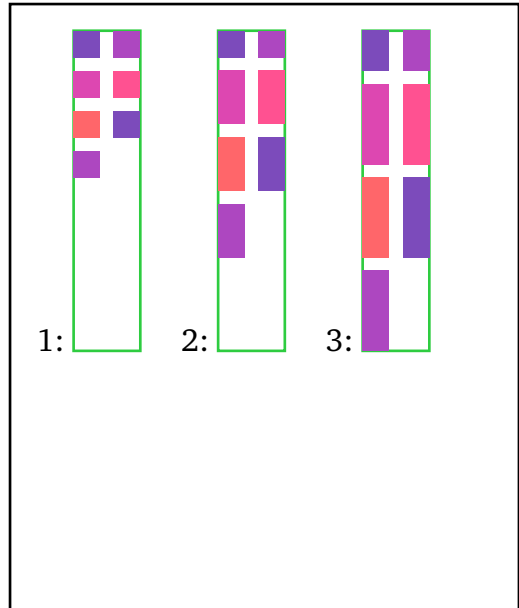
与 column-gutter 同理，你也可以指定 row-gutter 而非 gutter，从而单独为**每行**设置间隔。

与 columns 同理，你可以指定 rows 从而为每行设置高度。但是请注意，Typst 对 rows 参数数组的解释方式与 columns 不同，而与 gutter 相同：

```

#show grid: box.with(stroke:
green, height: 120pt)
#let grid = grid.with(columns:
2, gutter: 5pt, ..r(7, height:
auto))
// 等价于`10pt, 10pt, 10pt, ..`,
一直10pt下去
1: #grid(rows: (10pt, ))
#h(1em)
// 等价于`10pt, 20pt, 20pt, ..`,
一直20pt下去
2: #grid(rows: (10pt, 20pt))
#h(1em)
// 等价于`1fr, 2fr, 2fr, ..`, 一
直2fr下去
3: #grid(rows: (1fr, 2fr))
#h(1em)

```



「间距」

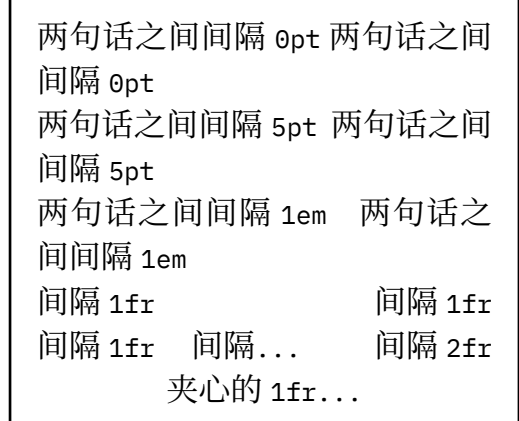
此类函数的概念引自 LaTeX，又称胶水函数。一共有两个方向的间距，分别是水平间距与垂直间距。

水平间距（h，horizon）不包含内容，而仅仅在布局中占据一定宽度：

```

两句话之间间隔`0pt` #h(0pt)两句话之
间间隔`0pt` \
两句话之间间隔`5pt` #h(5pt)两句话之
间间隔`5pt` \
两句话之间间隔`1em` #h(1em)两句话之
间间隔`1em` \
间隔`1fr` #h(1fr)间隔`1fr` \
间隔`1fr` #h(1fr)间隔`...` #h(2fr)
间隔`2fr` \
#h(1fr)夹心的`1fr` `...` #h(1fr) \

```



同理垂直间距（v，vertical）不包含内容，而仅仅在布局中占据一定高度。插入垂直间距将会导致强制换行。

```

1 2 \
1 \ 2 \
1 #v(-1em) 2

```



「空间变换」

一共有三种类型的空间变换，分别是：

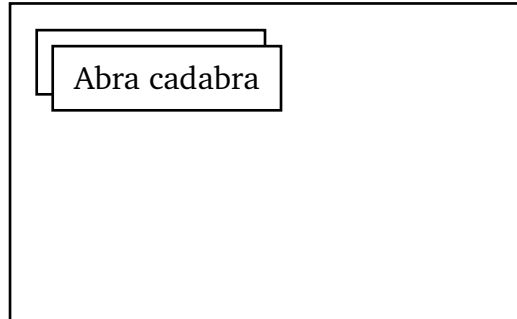
- move：移动元素。

- scale: 拉伸元素。
- rotate: 旋转元素。

它们都不会影响布局，且都会导致强制换行。

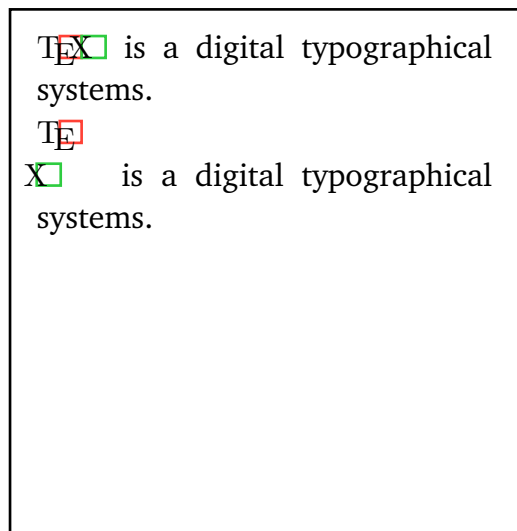
move 相对于当前位置移动一段距离。

```
#rect(inset: 0pt, move(
  dx: 6pt, dy: 6pt,
  rect(
    inset: 8pt,
    fill: white,
    stroke: black,
    [Abra cadabra]
  )
))
```



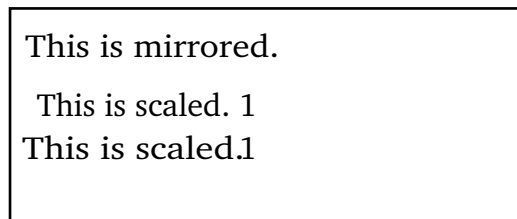
你可以使用 box 将其改为行内元素行为：

```
#let TeX(width) = {
  set text(font: "New Computer
Modern", weight: "regular")
  box(width: width, {
    [T]
    box(stroke: red, move(dx:
-0.2em, dy: 0.22em)[E])
    box(stroke: green, move(dx:
-0.4em)[X])
  })
}
#TeX(2.2em) is a digital
typographical systems. \
#TeX(2.1em) is a digital
typographical systems.
```



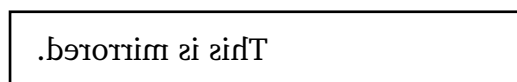
scale 可以拉伸元素，且 scale 会导致强制换行：

```
#scale(x: 110%)[This is
mirrored.]
#box(scale(x: 100%)[This is
scaled.]) 1 \
#box(scale(x: 115%)[This is
scaled.]) 1
```



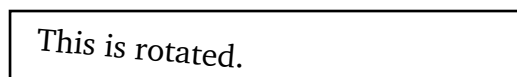
特别地，你可以指定负长度以反转元素：

```
#scale(x: -100%)[This is
mirrored.]
```



rotate 可以旋转元素：

```
#rotate(5deg)[This is rotated.]
```



让「空间变换」函数影响布局

虽然内置的 `move` 等函数不会影响布局，但是你可以通过 `box` 模拟子元素对父元素的布局影响：

```
#!let rotatex(body,angle) =
style(styles => {
  let size =
measure(body,styles)
  box(stroke: green, inset:(x:
-size.width/2+
(size.width*calc.abs(calc.cos(angle))
+size.height*calc.abs(calc.sin(angle)))/
2,
      y: -size.height/2+
(size.height*calc.abs(calc.cos(angle))
+size.width*calc.abs(calc.sin(angle)))/
2),
  rotate(body,angle))
})

#lorem(20) This is a
#rotatex([Vertical],[-90deg)
word while
#rotatex([these],[-27deg)
#rotatex([these],[27deg) are
#rotatex([skew.],[-70deg) It
also works with math
#rotatex($integral_0^oo e^(-x)
d x$,-15deg). #lorem(20)
```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat. This is a Vertical word while these these are skew. It also works with math $\int_0^{\infty} e^{-x} dx$. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat.

例子使用了 `measure` 函数评估子元素在当前上下文的大小，并强行改变子元素的边界框 (bounding box)。

「绝对定位布局」

你可以使用 `place` 完成「绝对定位布局」(absolute positioning)。 `place` 相对于父元素移动一段距离，其接受一个 `alignment` 参数，将元素放置在相对于父元素 `alignment` 的绝对位置。例如下例相对于父元素的右上角放置了一个矩形框：

```
#!box(height: 30pt, width: 100%)
[
  Hello, world!
  #place(
    top + right,
    square(
      width: 20pt,
      stroke: 2pt + blue
    ),
  )
]
```

Hello, world!



place 会使得子元素脱离父元素布局。对比两例：

```
#let TeX(width: 2.2em) = {
  set text(font: "New Computer
Modern", weight: "regular")
  box(width: width, {
    [T]
    box(stroke: red, move(dx:
-0.2em, dy: 0.22em)[E])
    box(stroke: green, move(dx:
-0.4em)[X])
  })
}
#TeX() is a digital
typographical systems. \
#let TeX = {
  set text(font: "New Computer
Modern", weight: "regular")
  box(width: 1.7em, {
    [T]
    place(top, dx: 0.56em, dy:
0.22em, box(stroke: red, [E]))
    place(top, dx: 1.1em,
box(stroke: green, [X]))
  })
}
#TeX is a digital typographical
systems.
```

TeX is a digital typographical systems.
TeX is a digital typographical systems.

你可以使用 `place(float: true)` 以创建相对于父元素的浮动布局。(todo)

「内省」

layout 允许你访问当前位置父元素的宽度和高度：

```
父元素 box 宽度等于 #box(width:
123pt, layout(l => l.width)) \
父元素 box 高度等于 #box(width:
123pt, layout(l => l.height))
```

父元素 box 宽度等于
123pt
父元素 box 高度等于
54.3pt

measure 允许你访问某个元素在当前上下文下的宽度：

```
#let thing(body) = style(styles
=> {
  let size = measure(body,
styles)
  [Width of "#body" is
#size.width]
})
#thing[Hey] \
#thing[Welcome]
```

Width of "Hey" is 20.69pt
Width of "Welcome" is 47.24pt

详见《[长度单位](#)》中关于长度内省的描述。

杂项

1. hide
2. repeat

参考：表格

参考：文档大纲

参考：语法示例检索表 II

点击下方每行名称都可以跳转到对应章节的对应小节。



Part.5 专题



编写一篇中文文档

建议结合《[Typst 中文文档：中文用户指南](#)》食用。

中文排版 —— 字体

设置中文字体

如果中文字体不符合 `typst` 要求，那么它不会选择你声明的字体，例如字体的变体数量不够，参考更详细的 [issue](#)。

1. `typst fonts` 查看系统字体，确保字体名字没有错误。
2. `typst fonts -font-path path/to/your-fonts` 指定字体目录。
3. `typst fonts -variants` 查看字体变体。
4. 检查中文字体是否已经完全安装。

设置语言和区域

如果字体与 `text(lang: ..., region: ...)` 不匹配，可能会导致连续标点的挤压。例如字体不是中国大陆的，标点压缩会出错；反之亦然。

伪粗体

伪斜体

同时设置中西字体（以宋体和 Times New Roman 为例）

中文排版 —— 间距

首行缩进

代码片段与中文文本之间的间距

数学公式与中文文本之间的间距

中文排版 —— 特殊排版

使用中文编号

为汉字和词组注音

为汉字添加着重号

竖排文本

使用国标文献格式

Typst v0.10.0 为止的已知问题及补丁

源码换行导致 linebreak

标点字体 fallback

模板参考

[本书各章节使用的模板](#)

todo: 内嵌和超链接可直接食用的模板

进一步阅读

1. 参考《[Typst 中文文档: 中文用户指南](#)》，包含中文用户常见问题。
2. 参考《[模块、外部库与多文件文档](#)》，在你的电脑上共享中文文档模板。
3. 推荐使用的外部库列表

编写一篇数学文档

制作一个组件库

制作一个外部插件

在 Typst 内执行 Js、Python、Typst 等

制作一个书籍模板

制作一个 CV 模板

制作一个 IEEE 模板



Part.6 公式和定理



化学方程式

伪算法

定理环境



Part.7 杂项



字体设置

自定义代码高亮规则

自定义代码主题

读取外部文件和文本处理

The background features a light blue horizontal band across the middle. Above it, there are stylized blue mountain-like shapes and a blue leaf-like shape. Below the band, there are large, abstract blue shapes, including a prominent blue pen nib pointing towards the bottom left. Two large black circles with white centers are positioned in the lower half of the page.

Part.8 绘制图表

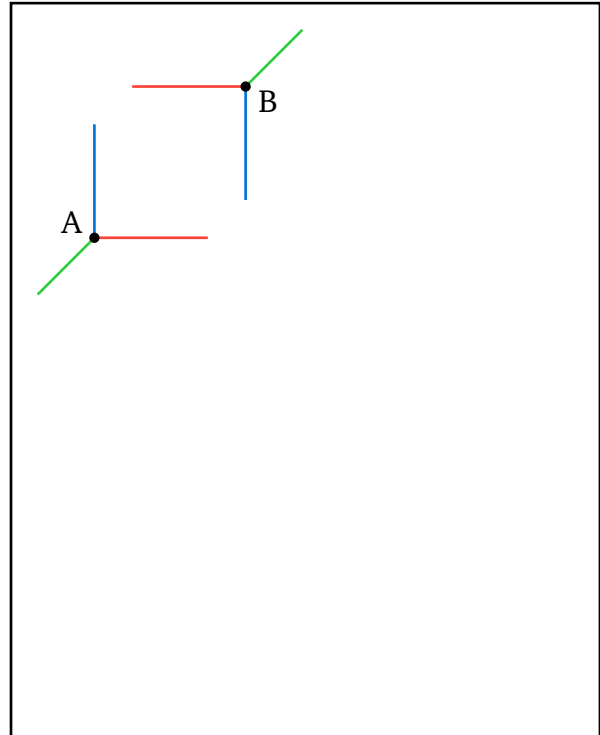
制表

立体几何

变换「坐标系」

在绘制立体图形（以及其他抽象图形）时，最重要的思路是变换「坐标系」(Viewport), 以方便绘制。

```
#import "@preview/cetz:0.2.0": *
#canvas({
  import draw: *
  let axis-line(p) = {
    line((0, 0), (x: 1.5), stroke:
red)
    line((0, 0), (y: 1.5), stroke:
blue)
    line((0, 0), (z: 1.5), stroke:
green)
    circle((0, 0, 0), fill: black,
radius: 0.05)
    content((-0.4, 0.1, -0.2), p)
  }
  set-viewport((0, 0, 0), (4, 4,
-4), bounds: (4, 4, 4))
  axis-line("A")
  set-viewport((4, 4, 4), (0, 0, 0),
bounds: (4, 4, 4))
  axis-line("B")
})
```



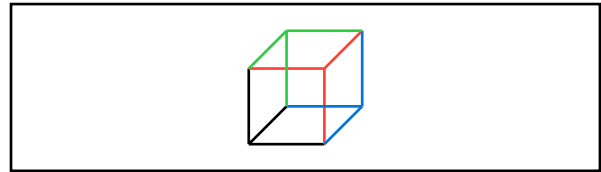
使用「空间变换」

由于「空间变换」(Transformation) 的存在，你可以先绘制基本图形，再使用变换完成图形的绘制：

```
#let 六面体 = {
  import draw: *
  let neg(u) = if u == 0 { 1 } else { -1 }
  for (p, c) in (
    ((0, 0, 0), black), ((1, 1, 0), red),
    ((1, 0, 1), blue), ((0, 1, 1), green),
  ) {
    line(vector.add(p, (0, 0, neg(p.at(2))))), p, stroke: c)
    line(vector.add(p, (0, neg(p.at(1)), 0))), p, stroke: c)
    line(vector.add(p, (neg(p.at(0)), 0, 0))), p, stroke: c)
  }
}
```

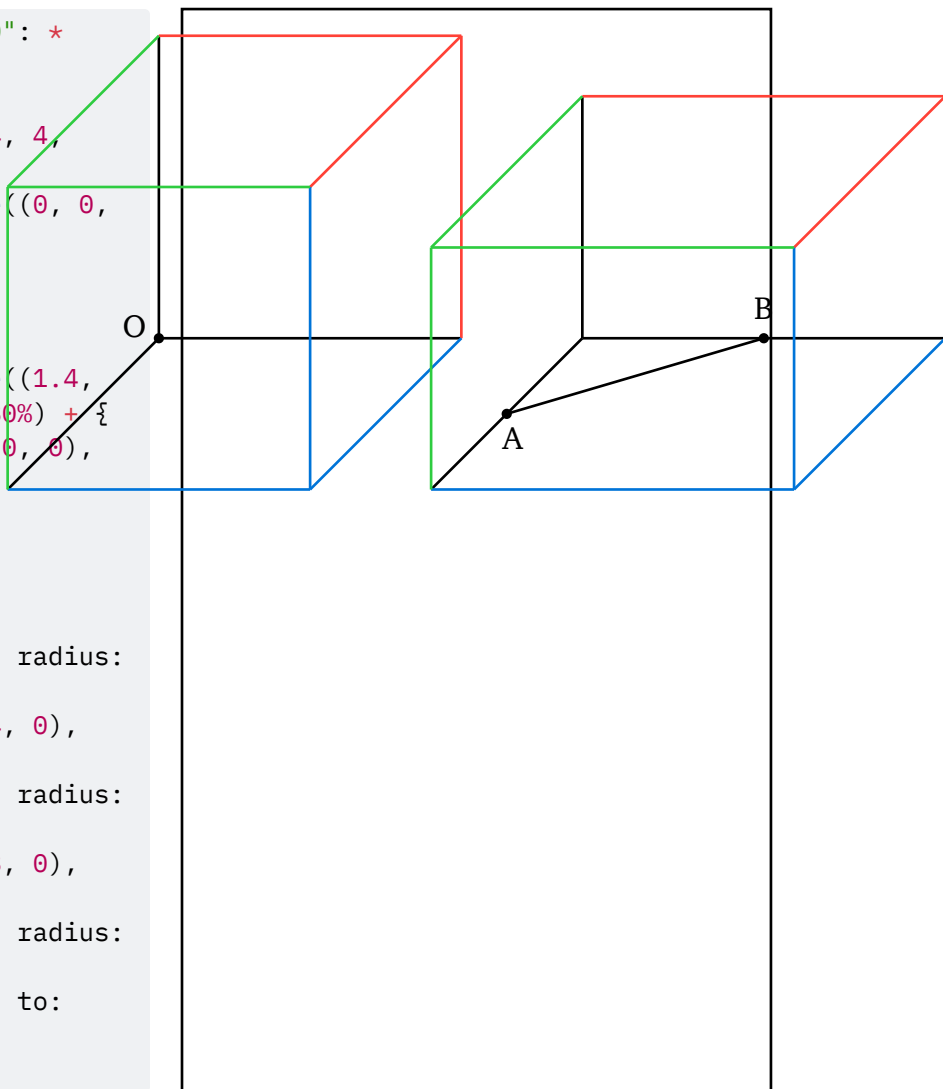
运行以下代码你将获得：

```
#import "@preview/cetz:0.2.0": *  
#align(center, canvas(六面体))
```



六面体

```
#import "@preview/cetz:0.2.0": *
#align(center, canvas({
  import draw: *
  set-viewport((0, 0, 0), (4, 4,
-4), bounds: (1, 1, 1))
  group(name: "S", translate((0, 0,
0)) + {
    anchor("O", (0, 0, 0))
    六面体
  })
  group(name: "T", translate((1.4,
0, 0)) + scale(x: 120%, y: 80%) + {
    line((0, 0, 0.5), (0.5, 0, 0),
stroke: black)
    anchor("A", (0, 0, 0.5))
    anchor("B", (0.5, 0, 0))
    六面体
  })
  circle("S.O", fill: black, radius:
0.05 / 4)
  content((rel: (-0.08, 0.04, 0),
to: "S.O"), [O])
  circle("T.A", fill: black, radius:
0.05 / 4)
  content((rel: (0.02, -0.08, 0),
to: "T.A"), [A])
  circle("T.B", fill: black, radius:
0.05 / 4)
  content((rel: (0, 0.1, 0), to:
"T.B"), [B])
}))
```




拓扑图

统计图

状态机

电路图



Part.9 模板

演示文稿 (PPT)

论文模板

书籍模板

