

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98809372.3

[43]公开日 2000年10月25日

[11]公开号 CN 1271431A

[22]申请日 1998.9.10 [21]申请号 98809372.3

[30]优先权

[32]1997.9.22 [33]US [31]08/934,943

[86]国际申请 PCT/US98/18928 1998.9.10

[87]国际公布 WO99/15942 英 1999.4.1

[85]进入国家阶段日期 2000.3.21

[71]申请人 费希尔控制产品国际公司

地址 美国密苏里州

[72]发明人 P·R·亚当斯 K·J·加贝尔

D·G·罗珀

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

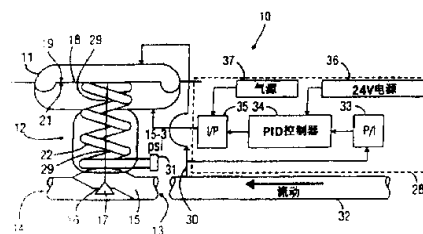
代理人 胡晓萍

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图页数 12 页

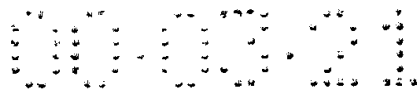
[54]发明名称 智能型压力调节器

[57]摘要

一种用于将过程中的流体保持在预定压力上的智能型压力调节器,它包含有提高调节器性能且提供自诊断和通信能力的电子控制器。该电子控制器包含有提供表示受控流体压力的信号的压力传感器、调整节流件位置用的调整压力、以及接收表示受控流体压力的信号并根据该信号向致动器施加调整压力的PID控制器。



ISSN 1008-4274



# 权 利 要 求 书

---

1. 一种用于将流体保持在所需压力上的自调型压力调节器，它包括：

限定流体流动通道的主体；

可在所述流体通道中移动、用于可选择地限制流过流动通道的流体流率的节流件；

与所述节流件相联、并向该节流件施加预设力的预设致动器，所述预设力与将节流件定位到获得所需压力处的估算力相对应；

提供要被保持在所需压力上的流体所感应到的压力的压力传感器；以及

与所述压力传感器相联、并适于向节流件施加力的可调致动器，所述可调致动器向节流件提供随着所感应到的压力与所需压力间的差异而变化的力，以使节流件移动、以缩小所感应到的压力与所需压力间的差异。

2. 如权利要求 1 所述的自调型压力调节器，其特征在于，所述预设致动器包括弹簧。

3. 如权利要求 1 所述的自调型压力调节器，其特征在于，所述可调致动器包括接收与所感应到的压力和所需压力间的差异相对应的电信号、并提供输出气动压力的电流—压力转换器，并且所述节流件被构成为使所述输出气动压力在该节流件上施加力。

4. 如权利要求 1 所述的自调型压力调节器，其特征在于，还包括用于向外部通信装置提供通信信号的通信电路，其中所述通信信号与所感应到的压力和所需压力间的差异相对应。

5. 一种用于将过程中的流体保持在预定压力上的压力调节器，它包括：

限定流体入口、流体出口和与所述入口和出口流体相通的流体流动通道的主体；

可在所述流体通道中移动、用于可选择地限制流过流动通道的流体流率的节流件；

与所述节流件相联、用于可选择地移动该节流件的致动器，所述致动器具有控制侧和参考侧；

与致动器的所述参考侧相联、用于将节流件偏置到预定参考位置的参考负载；

用于将来自过程中的流体的压力施加到致动器的所述控制侧上、以使致动器

克服所述参考负载移动、从而将在所述流动通道内的节流件定位的反馈线路；

提供表示过程中的流体压力的信号的压力传感器；

接收表示流体压力的所述信号、并根据所感应到的压力与预定值之间的差异向节流件输出代表该项调整的信号的控制器；以及

用于根据由所述控制器输出的调整信号将节流件进一步定位的调整机构。

6. 如权利要求 5 所述的压力调节器，其特征在于，所述反馈线路在所述调节器的下游施加来自过程中的流体的压力。

7. 如权利要求 5 所述的压力调节器，其特征在于，所述致动器包含有隔膜。

8. 如权利要求 7 所述的压力调节器，其特征在于，所述调整机构包括响应所述控制器而向所述致动器的参考侧提供气动压力的电流—压力转换器。

9. 如权利要求 5 所述的压力调节器，其特征在于，所述参考负载包括弹簧。

10. 一种用于压力调节器的电子控制器，所述压力调节器利用过程中的流体压力来将节流件定位、从而限制流过该压力调节器的流体流率，所述电子控制器包括：

提供表示受控流体压力的信号的压力传感器；

接收表示受控流体压力的所述信号、并根据所感应到的压力与预定压力值之间的差异向所述节流件输出代表该项调整的信号的处理器；以及

与所述处理器相联、并适于根据由处理器所输出的所述信号向节流件施加力以调整节流件位置的调整机构。

11. 如权利要求 10 所述的电子控制器，其特征在于，所述调整机构包括向所述压力调节器提供输出气动压力的电流—压力转换器，其中来自所述控制器的气动压力可用于调整所述节流件的位置。

12. 如权利要求 10 所述的电子控制器，其特征在于，还包括为所述处理器供电的电源，其中所述电源包括将过程中的流体用作为能源的发电机。

13. 如权利要求 10 所述的电子控制器，其特征在于，所述电子控制器还包括存储结构，其中所述控制器适于将与所述压力调节器的操作有关的数字数据储存在所述存储结构内，并且所述控制器包含有用于使至少所储存的某些数字数据与位于电子控制器外部的装置通信的通信电路。

14. 一种用于补偿压力调节器中的偏差的方法，所述压力调节器利用流体压力来将节流件定位、从而限制流过该压力调节器的流体流率，所述方法包括下列动作：



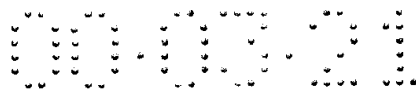


流体压力的电信号，并将所述电信号的数字表征值储存在所述存储器内。

18. 如权利要求 16 所述的自调型压力调节器，其特征在于，还包括用于向所述电子控制器和所述电流—压力转换器供电的电源。

19. 如权利要求 18 所述的自调型压力调节器，其特征在于，所述电源包括太阳能板和由所述太阳能板供电的电池系统。

20. 如权利要求 16 所述的压力调节器，其特征在于，所述压力调节器还限定与所述流体通道流体相通的输入口和与该通道流体相通的输出口，其中所述输入口适于接收大于所述输出口处的流体压力的压力，并且所述反馈线路向所述隔膜的控制侧施加来自输出口的压力。



# 说明书

## 智能型压力调节器

本发明涉及流体压力调节器，尤其涉及一种具有用以提高性能的智能型电子设备和软件的改进型流体压力调节器。

### 发明背景

一般而言，过程控制回路的四个基本要素包括要控制的过程变量、过程传感器或者过程变量状态的测量、控制器和控制件。该传感器向控制器提供过程变量状态的表征值，该控制器还含有所需的过程变量状态的表征值或“设定点”。控制器将过程变量状态与设定点作比较后算得一修正信号，将该信号传送至控制件，以便对过程施加影响而使其达到设定点状态。该控制件是回路的最后部分，最常用的末级控制件是阀，尽管它也可包括例如变速驱动装置或泵。

压力调节器是一种简单的自成独立(self-contained)控制系统，它将过程传感器、控制器和阀组合在一个单元内。压力调节器广泛地用于流体分布应用及生产加工行业中的压力控制，例如用于保持所需的减小的输出压力、同时又提供所要求的流体流率以满足不同的下游要求。压力调节器通常分为两种主要类型：直接作用型调节器和导控作用型(pilot-operated)调节器。

图 1 中示出了已有技术中一种典型的直接作用型调节器 11。该直接作用型调节器的典型用途包括：工业、商业和供气服务；工具(instrument)用气或气体供给；供至燃烧器的燃气；水压控制；供汽服务；以及容器包封(tank blanketing)。该直接作用型调节器 11 具有一调节器主体 12，该主体具有一入口 13 和一出口 14。具有一限流区 16 的一流体流动通道区 15 将入口 13 和出口 14 相连。该限流区 16 具有诸如塞子、膜片、叶片、套管(sleeve)或者当其移动时可限制流体（气体或液体）流率的类似的限流装置之类的一节流件 17。包含有具有两个侧面的传感元件的一致动器对受控流体压力中的变化起反应。传感元件的例子包括膜片、隔膜或活塞。图 1 所示的实施例采用传感元件用的一隔膜 18。控制压力经由控制线路或调节器主体 12 内部的通道 20 施加于传感元件的第一侧或控制侧 19。倘若控制线路用于此目的的话，则它可与调节器主体 12 成一体或者位于相邻管路中。传感元件的第二侧或参考侧 21 一般称之为大气侧。诸如弹簧 22 之类的附加力可施加

至致动器，该附加力将节流件偏置到代表设定点的预定位置上。

由于传感元件（隔膜 18）由一内部通道 20 与调节器下游的压力（在流体出口侧）14 相联，因此图 1 所示的直接作用型调节器 11 是一种“减压”调节器。下游压力中的增量通过内部通道 20 施加至控制侧 19，将压力施加至隔膜 18 而迫使该隔膜向上克服弹簧 22 的力。接着，将节流件向上移动至限流区 16，从而减小了调节器出口 14 的流体压力。

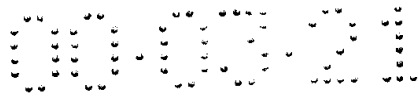
减压调节器通过感应调节器下游的压力来调节流率。减压调节器典型地应用于蒸汽锅炉，在此应用中，减压调节器提供最初的压力调节。倘若隔膜 18 与上游压力相联、且节流件 17 移至限流区 16 的另一侧，则直接作用型调节器 11 应当称为一种“背压”调节器。该背压调节器被施加至例如压缩机，用以确保压缩机中不会出现真空状态。

导控作用型调节器的结构与直接作用型调节器相似。图 2A 概略地示出了已有技术中一种典型的减压导控作用型调节器 23，而图 2B 中则示出了已有技术中一种背压导控作用型调节器。该导控作用型调节器具有直接作用型调节器所有的结构元件，并且还增加了导控件 24（也称之为继电器、放大器或乘法器）。该导控件是一辅助装置，它放大了调节器致动器上的负荷压力，用以调节压力。该导控件的结构与自作用型调节器相似，并且还具有与自作用型调节器基本相同的元件。

在图 2A 和图 2B 所示的导控作用型调节器 23 中，入口压力经由位于调节器 23 的上游管路中的压力喷嘴(tap)27 来施加。在图 2B 所示的背压导控作用型调节器 23 中，在压力喷嘴 27 中还可包含一限流区 26。施加至导控件的入口压力还可通过一体的压力喷嘴施加至调节器主体。出口压力通过与调节器 23 的下游相连的管路 20 进行反馈。下游压力与导控件 24 和主调节器 10 相联。导控件 24 放大横跨主调节器隔膜 18 的压力差，以便控制上游（背压）或下游（减压）流体压力。

压力调节器具有优于其它控制装置的许多优点。调节器的成本较低。它们一般不需要外部电源来执行压力控制功能；相反，调节器将来自受控过程中的压力用作动力。另外，过程传感器、控制器和控制阀组合在一较小的自成独立的包装内。其它的优点包括良好的频率响应、良好的可调范围、较小的尺寸以及通常极少或不存在杆漏泄(stem leakage)。

当然，现有的调节器也存在着若干缺点。与现有的压力调节器相关的显著问题包括“下垂(droop)”和“上升(build-up)”、也称之为偏差或比例区域。下垂



被定义为当从低负荷移至满负荷流动状态时减压调节器的受控压力的减小，而上升则被定义为当从低负荷移至满负荷流动状态时背压调节器的受控压力的增大。它们一般用百分比表示。下垂和上升尤其普遍存在于直接作用型调节器中，但是它也较少程度地存在于已有的导控作用型调节器中。

调节器常常需要进入一种称之为“闭锁”或“复位”的不流动状态。在图 1 所示的诸如自作用型调节器之类的减压调节器 11 或图 2A 所示的导控作用型调节器 23 中，下游压力可达到对于调节器 11 所要求的、完全停止流体流动的一个点。当处于该下游压力时，反馈至隔膜 18 的控制压力将节流件 17 完全移入到限流区 16 之中，由此阻塞流动。这种状态称之为“闭锁”。在图 2B 所示的、诸如导控作用型调节器 23 之类的背压调节器中，调节器的上游压力可降至需要调节器切断流动的压力值上。在这种情况下，上游控制压力跌落到这样一个值上，即承载弹簧和/或导控压力会使节流件 17 移向完全阻塞流体流动的位置上。内部部件出问题、内部部件移动中的污染或粘结(binding)均会使闭锁能力减弱。

由于调节器是一种自成独立控制系统，因此现有的调节器一般不包含与过程控制系统的其它部分通信的能力。这就会导致以下几个缺点。由于不存在远距离提供设定点或调谐调节器用的装置，因此必须进行人工调整。该项调整是通过转动调节器上的调整旋钮、从而在致动器上施加所需的力来进行的。这在远距离应用或者控制危险物质的压力的过程中尤为不理想。由于不存在显示调节器性能的控制室，因而操作者只能通过其它过程显示的读数来推论确定调节器的故障。

通信和处理能力的缺乏还会导致维修保养的问题。由于难以或无法在整个时间段内严密地监视调节器的性能，因而几乎不会发出修理或更换调节器的预先警报。还缺乏紧急故障的预先警报，这对于现有的压力调节器而言尤为麻烦：由于它们是过程供能的，因此它们一般不包含故障模式运作。倘若弹簧承载减压调节器的运作隔膜发生故障的话，则该调节器将完全打开。这样，倘若此时下游管路无法抵抗上游压力状态，或者倘若可应付调节器的最大流率的减压阀不存在的话，就会引起问题。当隔膜发生故障时，背压调节器将完全关闭，这就会在过程的上游部分中引起类似的问题。

众所周知，在可采用压力调节器的众多场合中可用控制阀来取代压力调节器。该控制阀具有与移动节流件来控制流率用的内施信号起反应的机动致动器。已估算出的是，适当地利用调节器可在采用控制阀的 25% 的应用中取代控制阀。迟迟不敢用调节器来取代控制阀的原因在很大程度上是由于现有压力调节器



的有关缺陷所致。主要原因包括下垂特性和缺乏远距离操作性。然而，过程设备的用户期待着在成本上更具竞争性。除了寻求现有过程设备的处理效率和正常运行时间中的改进之外，过程设备的用户还在寻求一种低成本的过程控制。倘若消除了调节器的上述缺陷的话，则可为众多控制阀的应用提供一种低成本的选择方案。

美国企业每年要花费大约二千亿美元来对工厂设备进行维修保养。这显示维修保养成本占每年商品销售成本的 15-40%。另外，花费在维修保养上的美金的三分之一被浪费在不必要或无效的维修保养上。例如，由于现有的调节器不具有与外部系统交换信息用的诊断或通信能力，因此难以查出故障。常常在修正未被识别的过程故障的尝试中更换了调节器，但却发现调节器性能正常。更换调节器可能须要暂停整个过程，这就会大大地浪费生产时间。提高诸如压力调节器之类的过程仪器的性能以及通过提高过程能力和通信能力来改善维修保养性能都将显著地降低制造成本。

因此，需要一种可补偿下垂特性、并具有改进的性能的改进型压力调节器。另外，对于该改进型调节器而言最好具有通信和诊断能力，以便进行远距离操作，并能交换数据以提高维修保养性能。此外，这些新增的特点同时还需要兼备压力调节的经济利益。

### 发明概述

本发明通过提供一种提高调节器性能、包括处理和通信能力在内的智能型压力调节器来解决已有技术中所存在的上述问题。这是在同时保留压力调节器已有的结构简单且廉价的优点的情况下实现的。

在一个主要方面中，本发明一示范用实施例提供了一种用于将过程中的流体保持在预定压力上的智能型调节器，它包括：流体入口，流体出口，连接该入口和出口的流体流动通道，以及可在该流动通道内移动、用于可选择地限制流过流动通道的流体流率的节流件。致动器与该节流件相联，用于可选择地移动节流件。该致动器具有控制侧和参考侧，其中参考负载与该参考侧相联，用于将节流件偏置到代表预定压力的预定参考位置上。反馈线路将来自受控流体的压力施加至控制侧，以使致动器克服参考负载移动，从而使节流件在流动通道内移动以调整流体流率，由此来控制过程中的流体压力。本发明还具有：提供表示受控流体压力的信号的压力传感器，调整节流件位置用的调整压力，以及接收表示受控流体的

压力、并根据该信号向致动器施加调整压力的控制器。其它实施例提供了用于比例、积分和微分(PID)控制、诊断处理及与外部装置通信的能力。

根据本发明另一实施例，本发明提供了一种用于压力调节器的电子控制器，该压力调节器通过利用受控流体的压力来定位节流件、用以限制流过自作用型压力调节器的流体流率来将流体压力粗略地保持在预定值上，该电子控制器包括：提供表示受控流体压力的信号的压力传感器，接收该表示受控流体压力的信号、并向节流件输出表示该项调整的信号的处理器的处理器，以及除受控流体压力之外的、根据处理器所输出的信号施加至节流件的调整压力。

在另一个主要方面中，本发明提供了一种用于补偿压力调节器中的下垂的方法，该压力调节器通过利用受控流体的压力来定位节流件、用以限制流过自作用型压力调节器的流体流率来将流体压力粗略地保持在预定值上。该方法包括下列动作：确定受控流体的压力，通过将该受控流体的压力与预定值作比较来计算误差值，将该误差值转换成调整压力，以及通过向节流件施加除受控流体压力之外的该调整压力来重新定位节流件。

#### 附图简介

图 1 是一示意图，它示出了已有技术中一种典型的直接作用型压力调节器。

图 2A 是一示意图，它示出了已有技术中一种典型的导控作用型减压调节器。

图 2B 是一示意图，它示出了已有技术中一种典型的导控作用型背压调节器。

图 3 是一示意图，它示出了本发明一种背压控制智能型调节器的一示范用实施例。

图 4 是一示意图，它示出了本发明一种减压智能型调节器的一示范用实施例。

图 5A 用图表示出了用于本发明一实施例的电子控制器的下垂补偿功能。

图 5B 用图表示出了用于本发明一实施例的电子控制器的上升补偿功能。

图 6 是智能型调节器的框图，它着重强调了自作用型调节器和电子控制器的功能区。

图 7 概略地示出了本发明一实施例的电子控制器。

图 8A 是一调节器的偏差图表，它绘出了用于减压调节器的设定压力值和控制压力对流率的关系。

图 8B 是一调节器的偏差图表，它绘出了用于背压调节器的设定压力值和控制压力对流率的关系。

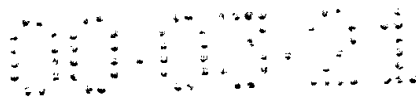


图 9A 是一调节器入口灵敏度图表，它示出了用于减压调节器的各种入口压力的控制压力曲线。

图 9B 是一调节器入口灵敏度图表，它示出了用于背压调节器的各种入口压力的控制压力曲线。

图 10 是一图表，它示出了对压力调节器的滞后误差的测量。

图 11A 是一图表，它示出了减压调节器中的“闭锁”。

图 11B 是一图表，它示出了背压调节器中的“复位”。

图 12 示出了采用带有菲尔德总线(Fieldbus)的一单绞合线对在本发明智能型调节器与外部控制室之间的通信线路。

图 13 示出了采用带有哈特(HART)的一单绞合线对在本发明智能型调节器与外部控制室之间的通信线路。

图 14 示出了采用四线、双绞合线对的配置在本发明智能型调节器与外部控制室之间的通信线路。

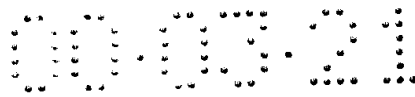
图 15 示出了采用无线电联系在本发明智能型调节器与外部控制室之间的通信线路。

图 16 示出了采用诸如调制解调器或光导纤维之类的其它通信装置在本发明智能型调节器与外部控制室之间的通信线路。

### 本发明的详述

现在请参阅附图、尤其参见图 3 和图 4，图中概略地示出了本发明智能型压力调节器的两个实施例。每个实施例均由标号 10 来表示，并且各包含有一自作用型调节器和一电子控制器（在图 3 和图 4 中由虚线所包围）。总的来讲，图 3 示出了使用在背压控制应用中的本发明一种智能型调节器，而图 4 则示出了使用在减压应用中的本发明一种智能型调节器。在图 3 中，流体是从右流到左。在图 4 中，流体则是从左流到右。图 3 和图 4 中所示的特定实施例包含有一自作用型调节器，但本技术领域中的熟练技术人员还可有利地使本发明采用一种导控作用型调节器。

请参阅附图，自作用型调节器 11 具有一主体 12，该主体则具有一流体入口 13、一流体出口 14 以及连接入口 13 与出口 14 的一流动通道 15。在该流动通道 15 之中设有一限流区 16，并有一节流件 17 起到限制流过该限流区 16 的流体流率的作用。该节流件 17 可具有一塞子、膜片、叶片、套管或者其它当其在限流区 16



内移动时可节制流体流动的适当的元件。调节器 10 还包含有具有一传感元件的一致动器，在图 3 和图 4 所示的特定实施例中，该传感元件具有与调节器主体 12 相联的一隔膜 18。该传感元件也可采用膜片或者活塞的形式。一滑动杆 29 将节流件 17 与隔膜 18 相连。该隔膜 18 具有其上施加有控制压力 30 的一控制侧 19。该控制压力 30 借助于一控制线路（未图示）或者阀体 12 内或其外部的一通道（未图示）连至隔膜 18。

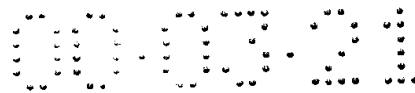
由于控制压力 30 施加到处于调节器 10 上游方的隔膜 18 上，因此图 3 所示实施例的调节器 10 是一种背压调节器。图 4 中所示的是一种减压调节器，其中与控制压力 30 相连的隔膜 18 处于调节器 10 的下游方。隔膜 18 还具有与控制侧 19 相对且参照大气压的一参考侧 21。在现有的调节器中，参考侧一般具有一弹簧 22 或其它向该参考侧 21 施加一附加力的、诸如重物之类的适当的装置。另外，还设置一定位螺钉 31，用以设定弹簧 22 的初始位置。

在图 3 所示的背压调节器 10 中，过程流体如图所示通过一管道 32 流动。弹簧 22 是偏置的，以使节流件 17 保持在基本关闭的位置上。流体流入入口 13，流经限流区 16 后从出口 14 流出。控制压力 30 是以这样一种方式、即系统压力从一上游位置施加至控制侧 19、迫使隔膜 18 克服弹簧 22 的力移动、从而必要地移动杆和节流件 17 以改变流过限流区 16 的流率、由此调节流体压力的方式连至隔膜 18 的控制侧 19 的。

图 4 所示的减压调节器 10 是以类似于结合图 3 所述的背压调节器的方式运作的，只是控制压力 30 是在调节器 10 的下游方感受到的，而且节流件 17 位于限流区 16 的相对侧上。在该减压调节器 10 中，弹簧 22 以使节流件 17 偏置在一基本开放的位置上、或者脱离限流区 16 的方式向隔膜 18 的参考侧 21 施加力。控制压力 30 从一下游位置施加至隔膜 18 的控制侧，由此使节流件 17 进一步移入或移出限流区 16，从而通过调节流过限流区 16 的流率来控制下游压力。

在典型的自作用型调节器的弹簧承载系统的情况下，随着流率从最小值变化至最大值，所控制的压力往往会减小。这被称作为减压调节器中的下垂和背压调节器中的上升（也称之为比例区域或偏差）。本发明可补偿下垂和上升，并通过附设一同时接收设定点和控制压力的表征值的电子控制器 28 来提高调节器的精度。该控制器将设定点与控制压力作比较，然后向隔膜的参考侧施加一调整压力，用以补偿调节器弹簧体系统的限制。

图 5A 用图表示出了电子控制器的下垂调节功能，其中 y 轴表示控制压力，x



轴则表示流率。在图 5A 中，用“a”标识的曲线表示的是一种典型的自作用型减压调节器的下垂或偏差，其中控制压力随着流率的增加而减小。用“b”标识的曲线表示的是用来补偿图 5A 中的曲线 a 所呈现的下垂用的电子控制器的输出量。忽略摩擦作用，这些曲线基本上相互镜面对称。曲线“c”表示的是曲线“a”和“b”合成后的结果，与设定点相等。

类似地，图 5B 用图表示出了上升调节功能。同图 5A 一样，图 5B 中用“a”标识的曲线表示的是一种背压调节器的上升或偏差，其中控制压力随着流率的增加而增大。用“b”标识的曲线表示的是用来补偿图 5B 中的曲线 a 所呈现的上升用的电子控制器的输出量。忽略摩擦作用，这些曲线以类似于图 5A 中所示的下垂曲线的方式基本上相互镜面对称。曲线“c”表示的是曲线“a”和“b”合成后的结果，与设定点相等。

请再回到图 3 和图 4 上，电子控制器 28 包含有一压力—电流 (P/I) 转换器 33、一用作为比例积分微分 (PID) 控制器 34 的处理器和一电流—压力 (I/P) 转换器 35。该 PID 控制器 34 可包括在一微处理器中。电子控制器 28 由一外部电源 36 供电，图 3 和图 4 中示出的是一 24 伏电源。该电能可由包括诸如来自分布式控制系统的变压器或环路电源之类的外部电源、将来自受控过程中的压力用作为能源的自作用型调节器内部的发电机、太阳能源或电池能源在内的若干适当的电源来提供。压力 37 供给于 I/P 转换器 35，它向隔膜 18 的参考侧 21 提供气动压力，以便根据流动状况必要地提供下垂或上升补偿。在不包含有 I/P 转换器 35 的情况下，利用压力供给 37 来提供气动压力的另一种方法是驱动带有一电动机的致动器。更确切地说 (rather)，该电动机应当接收直接来自 PID 控制器 34 的信号。

图 6 示出了智能型调节器 10 的示范用实施例的功能区。粗设定点块 38 表示所需的压力或设定点，这在本发明一实施例中是采用在隔膜的参考侧上施加力的调节器承载弹簧的形式，如求和点 39 所示。由于由自作用型调节器 11 所进行的压力调节会下垂，因此设定点 38 是一“粗”设定点。通过调整设定调节器弹簧的负载用的定位螺钉而将该粗设定点 38 输入至自作用型调节器。由调节器承载弹簧克服隔膜所施加的力如图所示是求和点 39 处的一正 (+) 的力。

从求和点 39 出来的力连同调节器的弹簧系数 (rate) 一起设定调节器节流件在限流区中的位置。将放大因数 40 施加至位置信息以设定调节器的输出流率  $W$ 。该输出流率  $W$  在求和点 41 与所需流率或负荷流率  $W_L$  作比较。倘若输出流率  $W$  与负荷流率  $W_L$  相等，则系统处于稳定状态，并且控制压力  $P_c$  保持恒定。倘若系统



由电子控制器转换成数字数值的模拟信号。

基线诊断数据可用于导出特定调节器的“特征标示(signature)”，它可储存在控制器的存储器、或者外部系统的存储器中。接着可处理从传感部分 50 和变换输入部分 53 提供给诊断部分 49 的性能信息，并将其与基线数据或特征标示作比较，倘若调节器的特性及性能脱离所期望的特征性能超过一定预定量的话，则诊断部分 49 会向系统操作者发出警报、实际故障和预期故障及其它诊断信息。警报状态可经由从调节器到主机的未经请求的通信、或经由来自主机的定时询问自发地进行报告。定时询问可以预定的时间间隔进行。或者，提供例如声音或可视警报的报警装置可发出与特征标示不一致的信号。然后，该信息可用于维修预报、系统性能的改善、寿命周期的累计等。下文将叙述可由本发明一实施例的诊断部分 49 所处理的特殊信息的例子。

偏差：如上所述，现有的调节器呈现出诸如下垂或上升之类的偏差。图 8A 和图 8B 绘出了自作用型调节器的设定压力值和控制压力对 x 轴上的流率的图表。该设定值在整个流率范围内是恒定的。如图 8A 中用“调节器”标识的曲线所示，用于减压调节器的控制压力随着流率的增加而减小，而如图 8B 所示，用于背压调节器的控制压力随着流率的增加而增大（忽略不计电子控制器的下垂或上升补偿）。导控作用型调节器应呈现出类似的曲线，但是偏差要小一点。介于下垂曲线（图 8A）或上升曲线（图 8B）与一给定流率上的设定点曲线之间的距离即是调节器的偏差。各点的偏差可由下式在其各点处确定：

$$\text{偏差} = \Delta P * K_L$$

其中： $\Delta P$  是控制压力与入口压力间的差异，而  $K_L$  则是该点处的流动系数。智能型调节器的处理器可监视该偏差，并将其与一基线值作比较。偏差中的变化可表示例如该调节器的负载力（弹簧）问题。于是，可将这种状态通知操作者。

入口压力灵敏度：图 9A 和图 9B 分别示出了在用 a、b 和 c 标识的多种入口压力上控制压力对流率的三种曲线。这示出了对于不同入口压力的调节器的灵敏度。对于一给定流率，不同入口压力的控制压力间的差异构成了入口灵敏度。图 9A 中的诸条曲线示出了减压调节器的入口灵敏度，而图 9B 则示出了背压调节器的入口灵敏度曲线。由于存在偏差。入口灵敏度可与基线信息作比较，以便向用户提供来自电子控制器的诊断和故障预期信息。

滞后和死区：滞后被定义为取决于所产生的输入系由前一值增加还是减小而引起仪器对于一给定输入给出一不同输出的趋势。图 10 示出了包含滞后和死区的

滞后误差的测量。用“a”标识的曲线示出了用于要求流率减小的控制压力对流率的曲线。用“b”标识的曲线示出了用于要求流率增加的类似曲线。换句话说，曲线“a”绘出了当节流件沿第一方向移动时用于给定流率的控制压力，而曲线“b”则绘出了当节流件沿相反方向移动时用于相应流率的控制压力。介于两条曲线之间的差称为“死区”。监视滞后曲线的斜率可提供例如有关弹簧常数的信息。死区中的变化或滞后曲线斜率中的变化可指示出或用于预报弹簧、致动器、节流件或其它调节器构件有问题。

闭锁和复位：图 11A 和图 11B 用图表示出了闭锁和复位状态。在减压调节器（图 11A）中，当下游压力达到位于设定值之上的一预定点时，控制压力应使节流件移向一完全关闭的位置上，从而阻止流体流动。该闭锁点在图 11A 中用“a”来标识。图 11B 示出了背压调节器与闭锁相对应的复位。当上游压力降到设定值之下时发生复位，以使节流件移向关闭位置，由图 11B 中的“b”来标识。闭锁/复位控制压力值和介于设定值与闭锁或复位点之间调节器压力段的斜率可被确定并储存在智能型调节器诊断部分或一外部计算机内。或者，可采用诸如声频或地震换能器之类的漏泄换能器来使闭锁或复位状态与已知的流动状态相关联。将调节器的闭锁/复位性能与这些基线值作比较以诊断调节器的运作。闭锁/复位性能中的变化可指示出例如内部零件有问题或内部零件移动中有粘结。

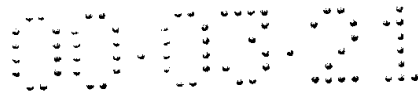
期望的 PID 控制：通过检查控制压力、偏差、流率和/或滞后误差，并将这些变量与期望的 PID 控制的性能作比较可获得总的调节器性能。可采用调节器主体用的、与液流、气流和蒸汽流相关的流动系数参数在电子控制器内部计算流率。然后，将该内部流率与致动器的位移和调节器主体的修正因数作比较以计算调节器主流率。这些计算可在电子调节器的处理器中进行，或者该信息可经由通信部分与一计算用主机通信。

自动调谐：上述因数也可用于导出 P、I 和 D 调谐常数。将步进(step)变化经由电子控制器输入到设定点内，接着测量输出响应以进行系统动态诊断。

位移：致动器位移是一个重要的诊断因数。在其他方面，致动器位移还用于计算节流件的负荷和位置。将位移用作诊断目的的一个例子是计算并比较隔膜相对侧上的力。处理器的诊断部分可计算由调节器的承载弹簧施加在隔膜参考侧上的力：

$$(T_1 + I_s) * K_1$$





其中： $T_1$  = 致动器的位移， $I_s$  = 由定位螺钉所设定的最初的弹簧调整值，以及  $K_1$  = 弹簧常数。这与施加在隔膜控制侧上的力作比较：

$$P_c * A$$

其中： $P_c$  = 控制压力，而  $A$  = 隔膜面积。在导控作用型调节器中，导控致动器的位移也可以类似方式用于诊断。另外，在采用电动机来调整节流件的调节器中，电动机的电压和电流也可被看作与用于诊断目的的位移相对应。这些比较，以及入口和控制压力、入口灵敏度、滞后误差及流率的表示用于提供与调节器的正常状况和性能相关的诊断信息。

泄放和空泡现象：这些均是在液流中发生的现象，它们会给调节器带来噪声和振动，可能会缩短调节器的使用寿命。泄放和空泡现象皆与在流体中形成气泡有关。当流体流过限流区时，流速增加，且压力减小，这样就形成了气泡。一旦流体流过限流区，流速减慢，且压力复原，由此使气泡急剧破裂。无论是声频传感器还是振动传感器均可用于通过比较所感应到的噪声/振动特性并将它们与基线特性作比较来直接感应空泡或泄放现象的存在，或者另一过程变量  $\Delta P_A$  可由下式来计算

$$\Delta P_A = K_C (P_1 - r_C P_v)$$

其中： $K_C$  = 空泡或泄放指数， $P_1$  = 入口压力， $r_C$  = 临界压力比常数，以及  $P_v$  = 蒸汽压力。该值与液流蒸汽压力的输入常数作比较以直接确定泄放或空泡现象的存在，并传送一警报。

在具备加入到调节器中的新颖的诊断能力的情况下，即可在上述各类区域及其它区域内进行在线诊断。一种电子“冲击”——阶跃式步进变化至设定值——可能会被引入到系统中。这会使过程控制回路失常，由此智能型调节器会试图作修正。当调节器对电子冲击起反应时，电子控制器的诊断部分测量涉及上述各种因数（及其它因数）的调节器的性能，并将其与调节器的特征标示作比较。这样就提供了一基准，以便进行在先诊断，而不使过程严重失常或被扰乱。

来自示范用智能型调节器的设定点、配置、诊断及其它信息可通过各种通信装置与外部系统和装置进行交换。这样就提供了远距离控制调节器的能力，这是区别现有的机械压力调节器的一个重要特征。操作者可将指令发送至调节器、改变运作参数和报告参数。另外，也可将诊断信息发送至作处理用的外部系统，而不是在调节器内进行处理。示范用智能型调节器的通信能

力尤其适用于维修及操作较困难的远距离和危险的环境。

多种通信媒体可与本发明的智能型调节器配合使用，诸如具有被叠加 (overlaid) 在功率电源上或用功率电源进行调制的通信的一单绞合线对、仅用于数据通信的一单绞合线对、无线电、调制解调器、光导纤维、同轴电缆和若干其它的通信技术。本发明示范用实施例的通信能力还可与其它的过程仪器、或与外部控制系统或主机交换配置和控制信息。

图 12 示出的是可采用数字菲尔德总线通信协议用本发明智能型调节器的一实施例实施的两种电线通信的简图，其中数字数据在单绞合线对上与用于智能型调节器的电子控制器的电源相结合。从控制室 54 发送的信号途经一低通滤波器 55，以使系统功率电源与数据相分离。然后，该电源途经功率调节电路 56 后供至本发明智能型调节器及其它装置。所接收的菲尔德总线信号途经高通滤波器 57，以使通信数据与系统功率电源相分离，接着又传至电子控制器的通道部分 51。传送回主系统的信息途经一调制解调器 58，以使数据与系统功率电源信号相结合。

图 13 示出的是可采用哈特协议用本发明一实施例实施的另一种通信的简图，其中数字通信数据叠加在 4-20 mA 的模拟信号上。来自控制室 54 的信号途经阻抗控制及滤波电路 59。然后，该 4-20 mA 的信号被调节，以便向智能型调节器及其它装置提供适当的电源功率。所接收的信号在 57 处被滤波，以便将通信数据从 4-20 mA 的哈特信号中取出，并被传至电子控制器的通信部分 51。所传送的数据途经一调制解调器 58，以使该数据与 4-20 mA 信号相结合。

图 14 示出了采用双绞合线对的通信系统的一个实例。功率电源在 56 处被调节，并在双线对的其中一对上供至智能型调节器及其它装置。数据从控制室 54 越过另一线对、经过传送及接收电路 60 传至电子控制器的通信部分 51。

在图 15 中示出了采用无线电通信的通信设置的一个实例。含有无线电信号的数据从控制室送至与智能型调节器相关联的一台无线电 61。该信号途经一功率电源控制装置 62 (倘若调节器的无线电未配备数据传送准备控制的话) 和适当的数据通信硬件 63，接着该信息被传至调节器的通信部分 51。类似地，图 16 示出了用于利用调制解调器或光导纤维在控制室 54 与本发明智能型调节器之间进行通信的一种配置。图 16 中所示的配置还可与其它通信媒体配



合使用。数据从控制室 54 送至一适当的无线电收发报机 64，该无线电收发报机处理该数据，并使其经过通信硬件 63 后传至电子控制器的通信部分 51。

上述的若干个示范用实施例仅作示例之用，并不能成为对本发明的限制。在不脱离本发明范围和精神实质的前提下，本文中所描述的诸实施例及方法均可有多种变化形式。本发明仅受下列权项的范围及精神实质的限制。

说明书附图

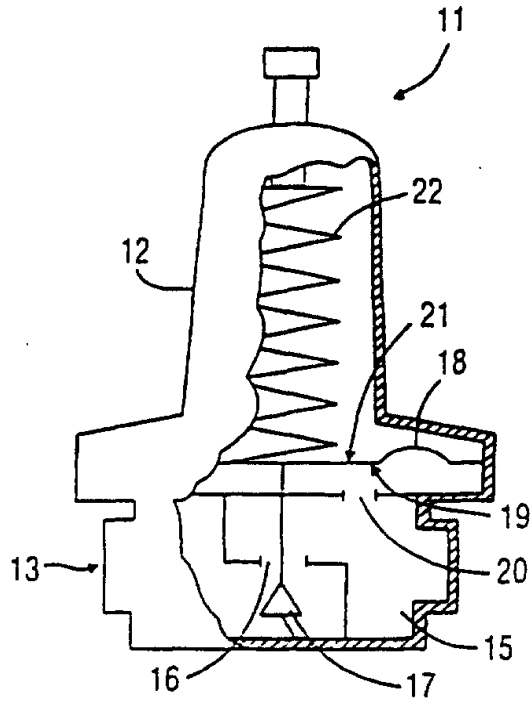


图 1

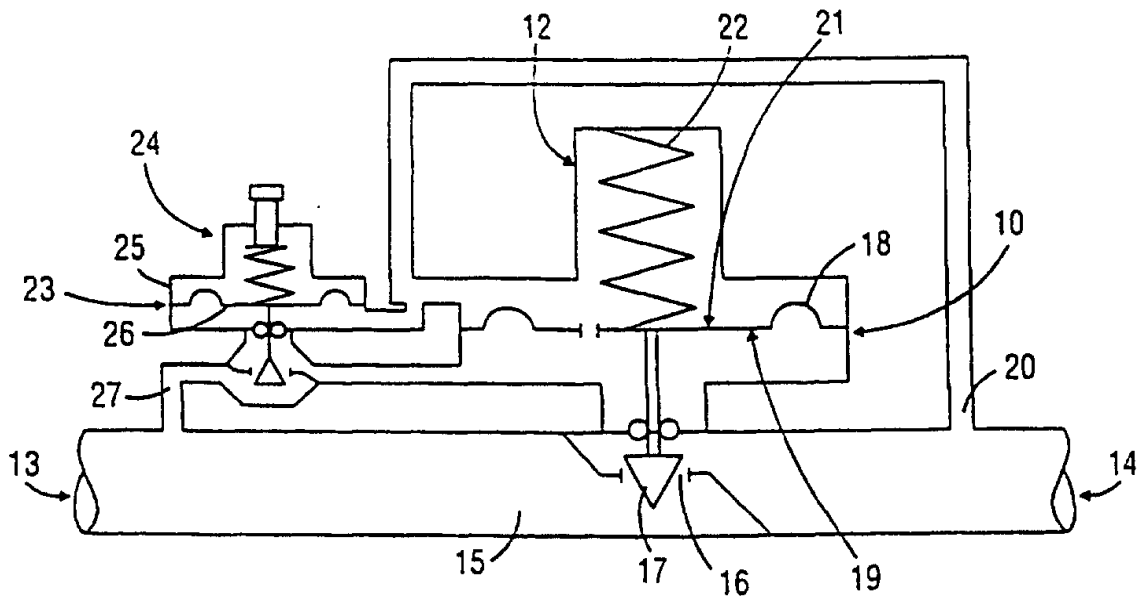


图 2A

000001

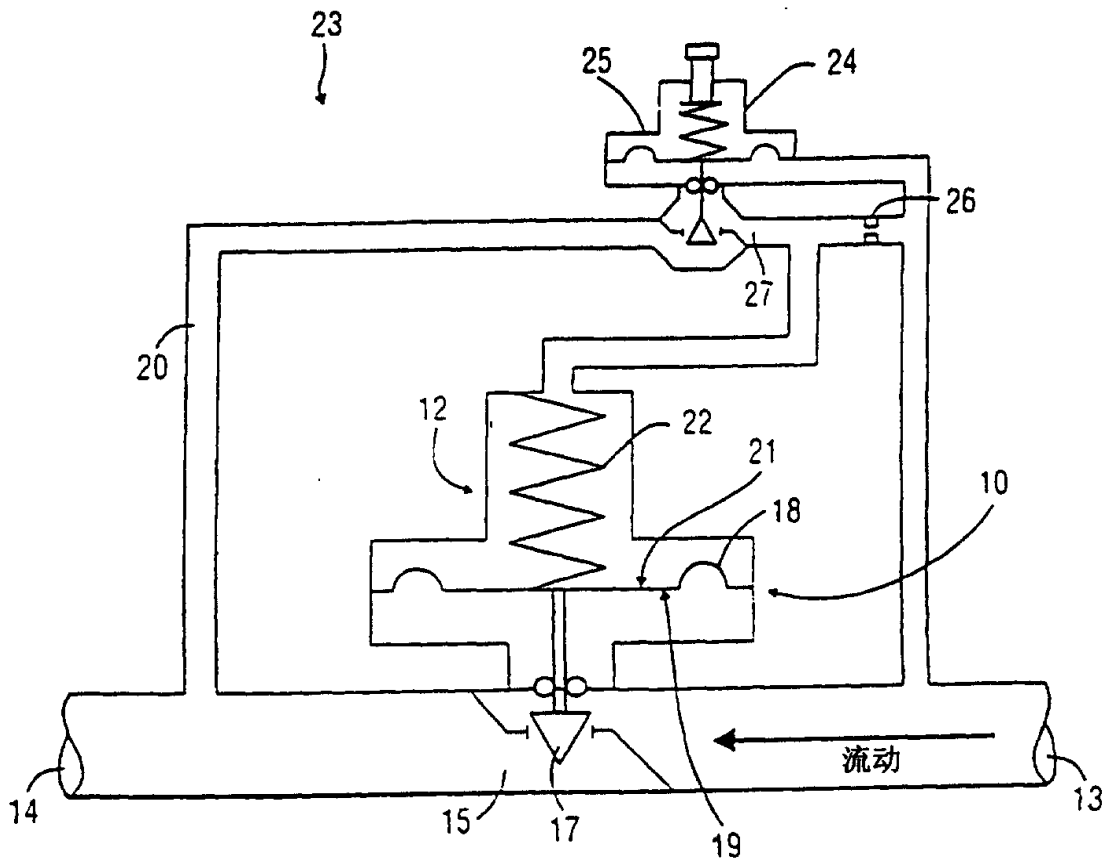


图 2B

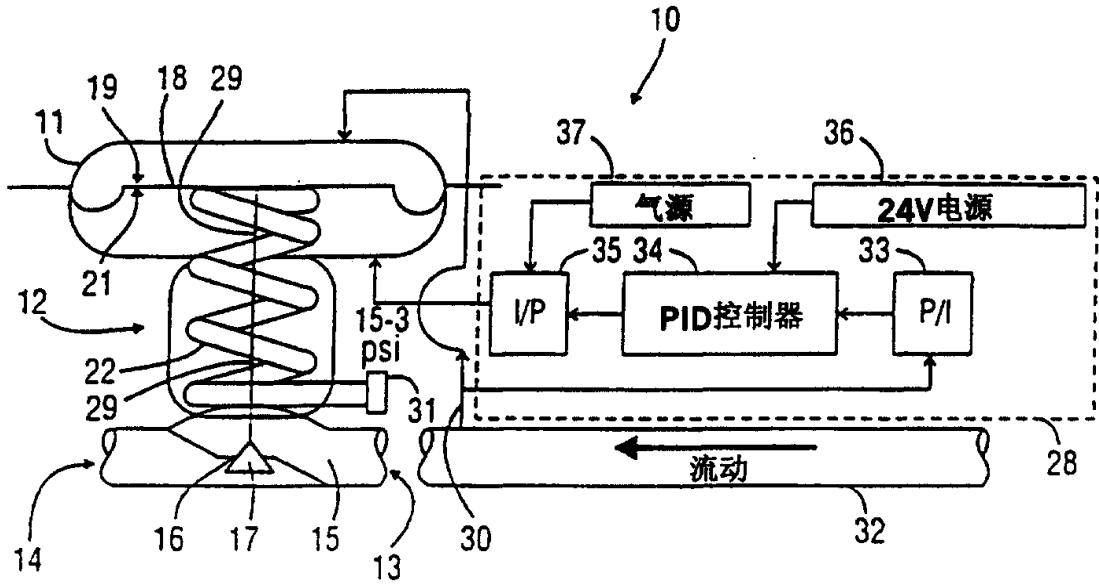


图 3

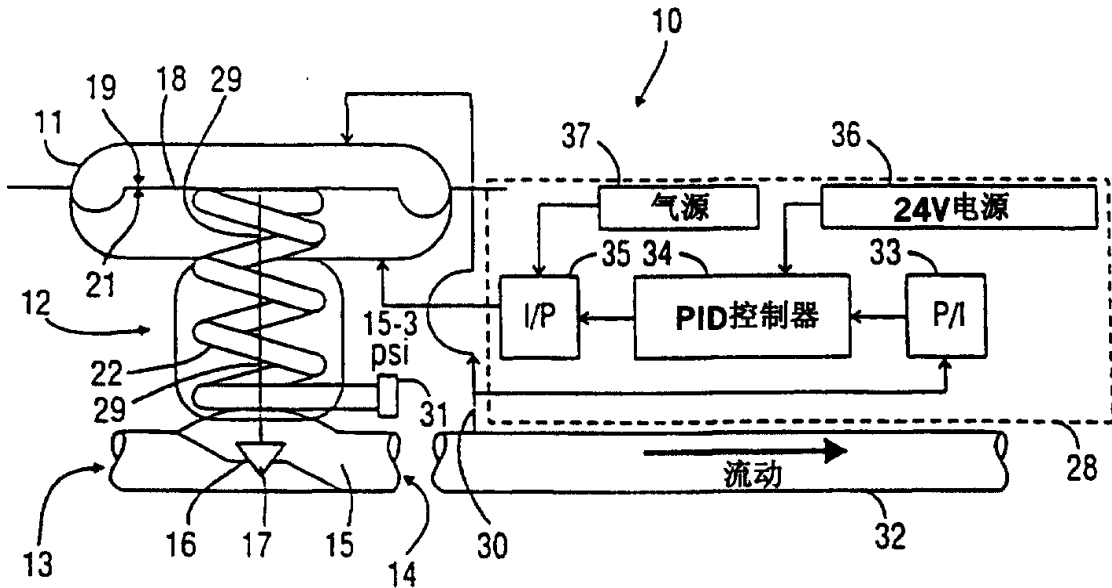


图 4

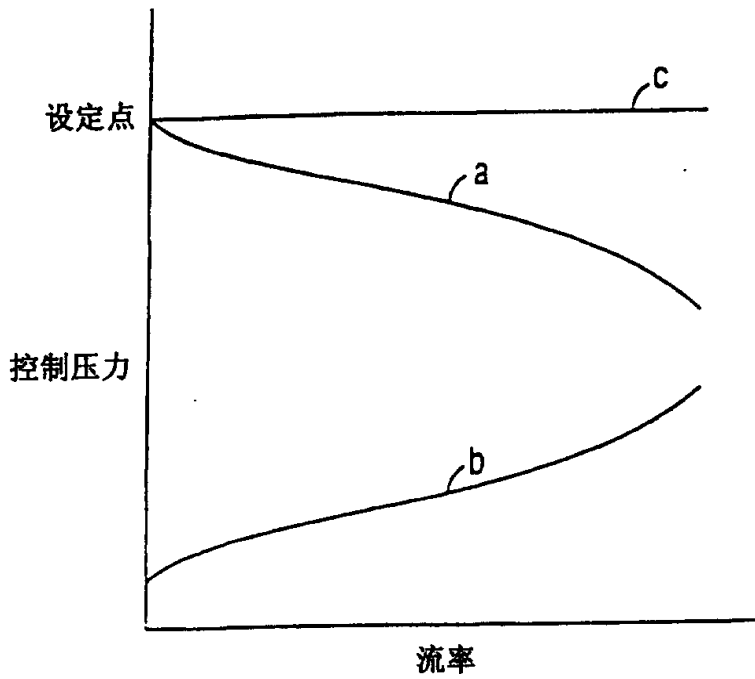


图 5A

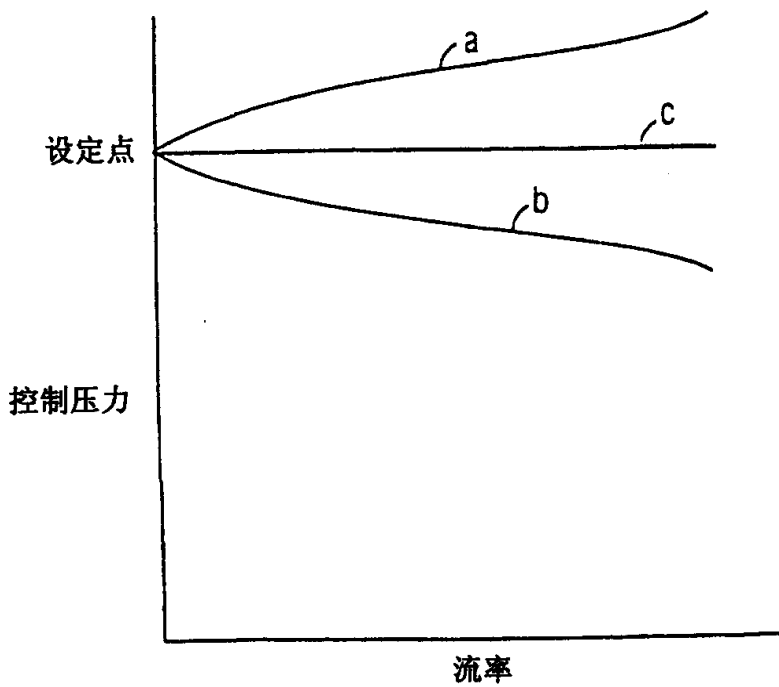


图 5B

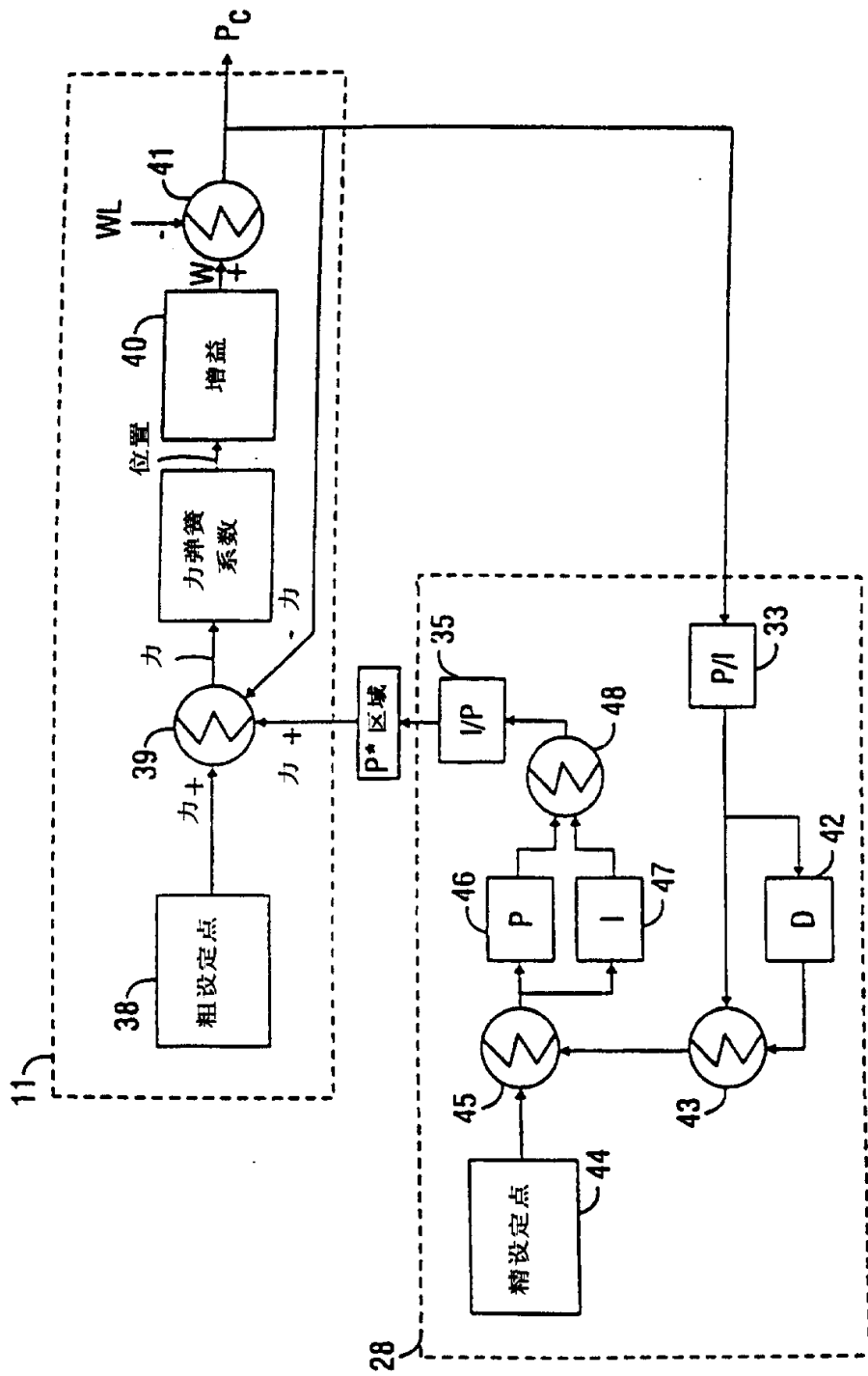


图 6



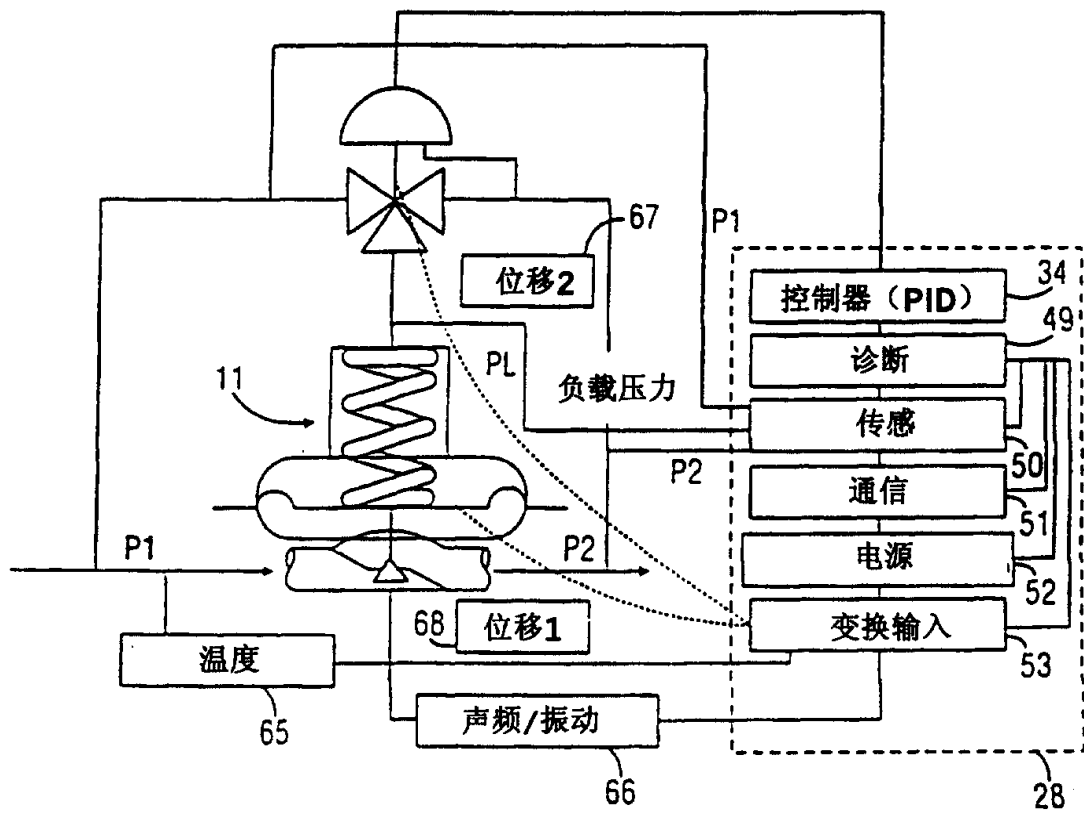


图 7

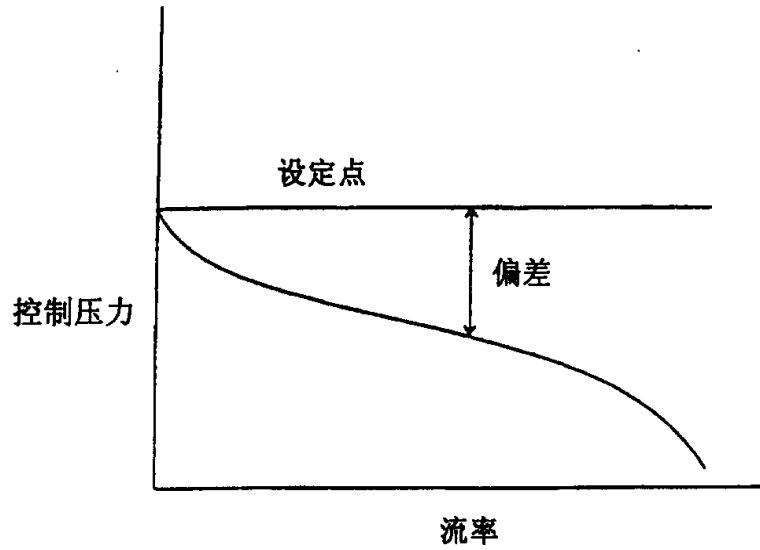


图 8A

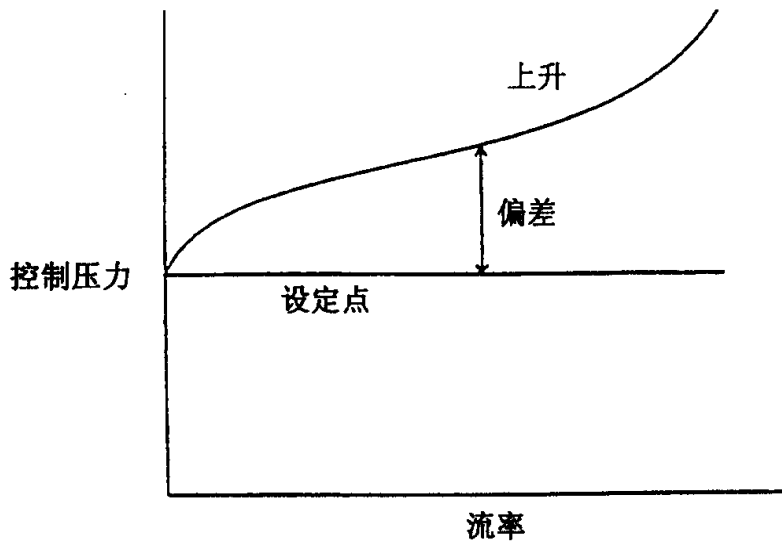


图 8B

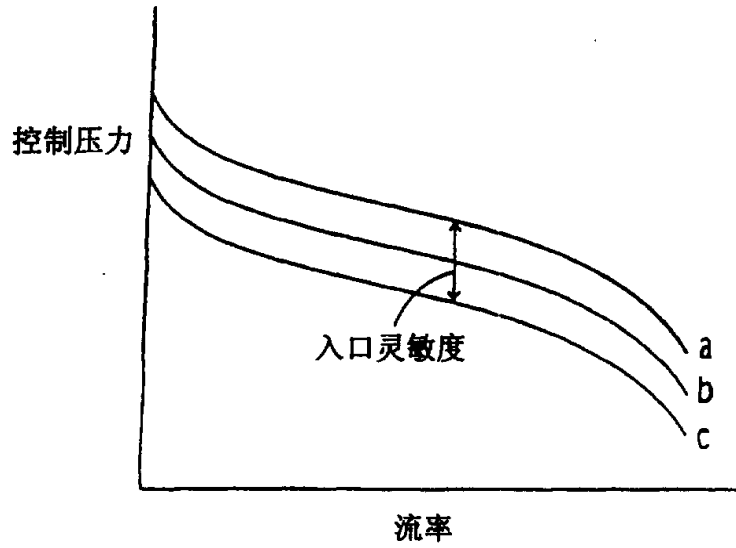


图 9A

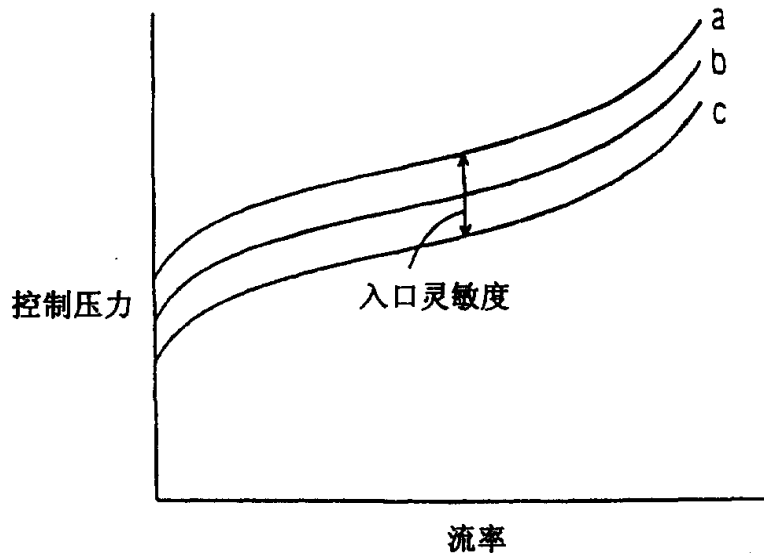


图 9B

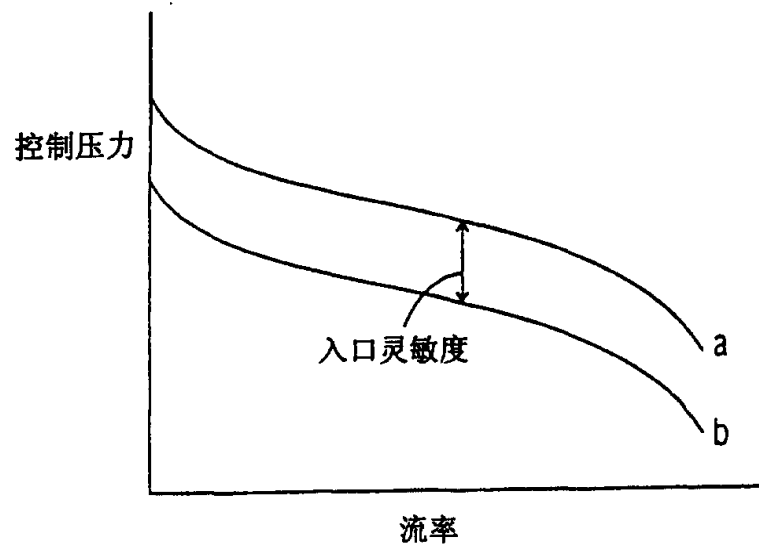


图 10

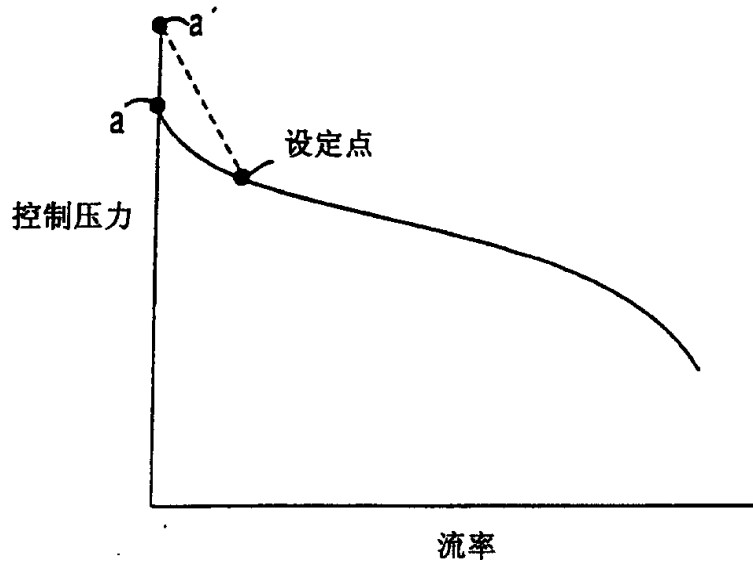


图 11A

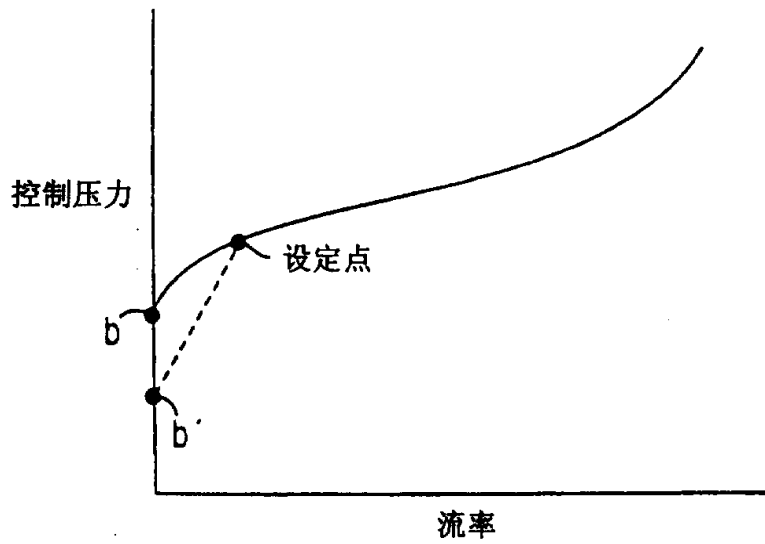


图 11B

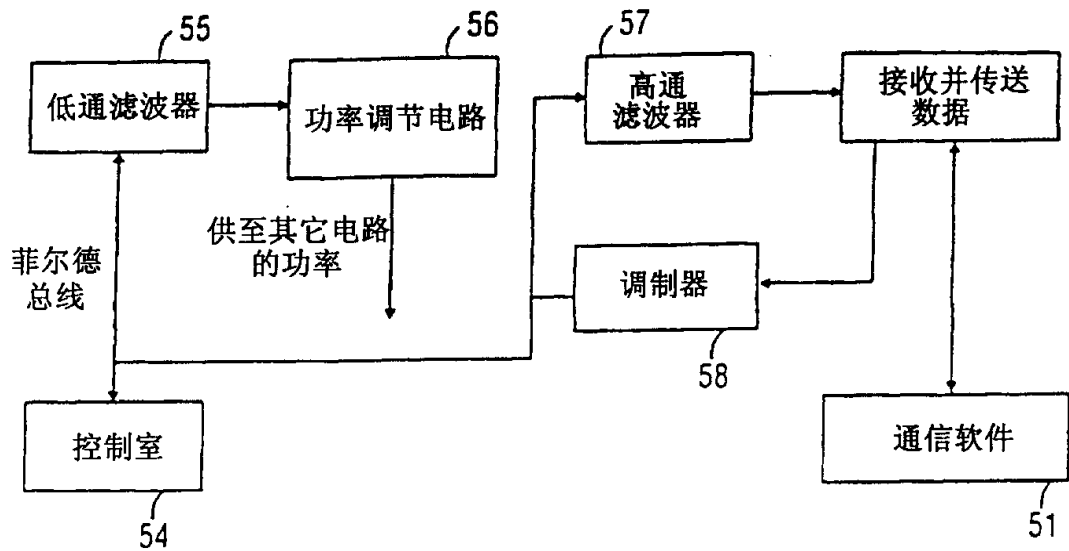


图 12

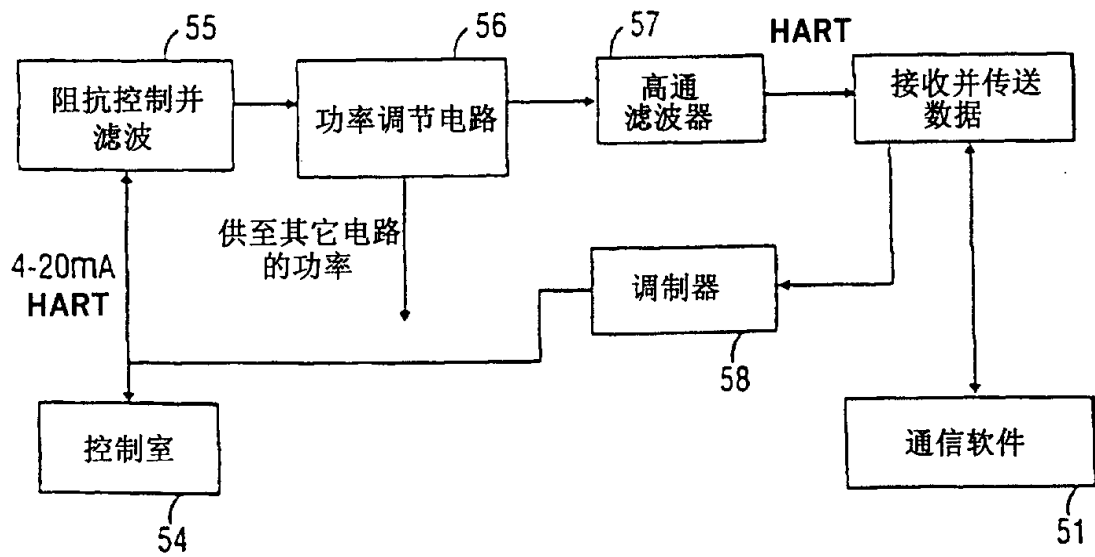


图 13

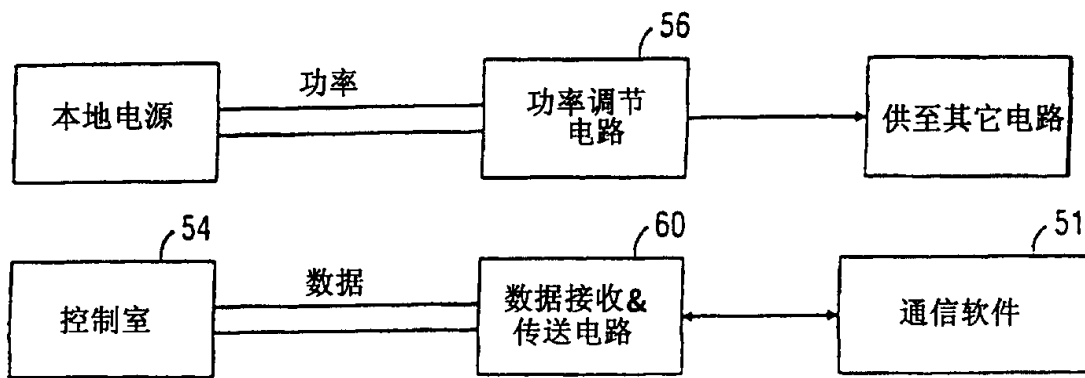


图 14

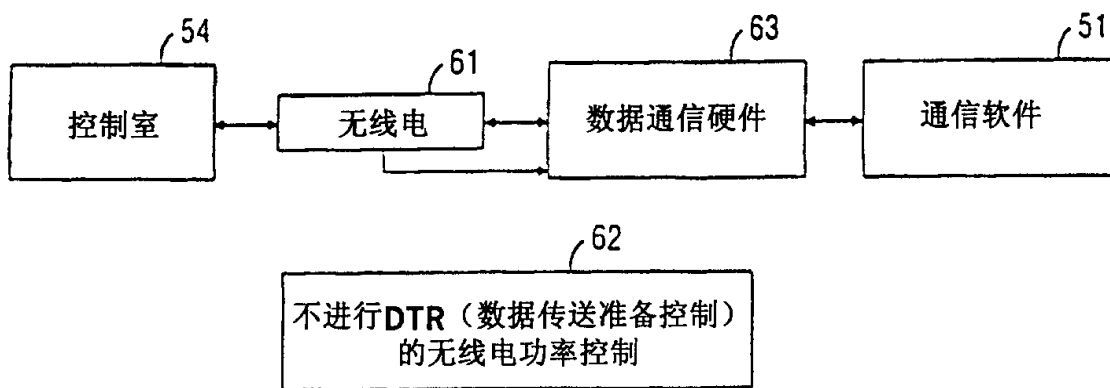


图 15

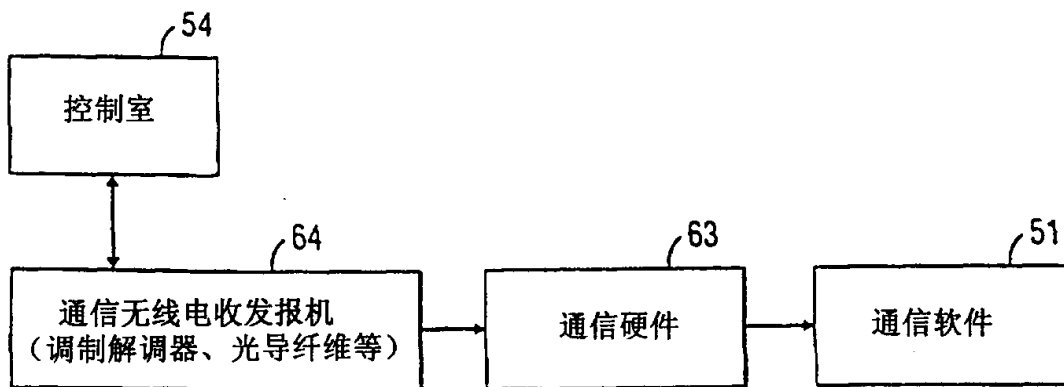


图 16