



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110441023 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 29

(21) 申请号 201910697031.X
 (22) 申请日 2019.07.30
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110441023 A
 (43) 申请公布日 2019.11.12
 (73) 专利权人 中国商用飞机有限责任公司北京
 民用飞机技术研究中心
 地址 102211 北京市昌平区昌平镇超前路9
 号301室
 专利权人 中国商用飞机有限责任公司
 (72) 发明人 闫海津 赖国俊 杜玺 邓志
 林大楷 巴玉龙
 (74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
 有限公司 11401
 专利代理师 皋吉甫

(51) Int. Cl.
 G01M 9/04 (2006.01)
 G01K 7/02 (2021.01)
 G01L 19/00 (2006.01)
 B22F 3/105 (2006.01)
 B33Y 10/00 (2015.01)
 B33Y 80/00 (2015.01)

(56) 对比文件
 CN 108907191 A, 2018.11.30
 CN 107917793 A, 2018.04.17
 CN 108929113 A, 2018.12.04
 CN 107206536 A, 2017.09.26
 CN 106248990 A, 2016.12.21
 和永进 等. “某型飞机进气道测量耙研制”.
 《燃气涡轮试验与研究》. 2008, 第21卷 (第3期),
 第59-62页.

审查员 毕凯

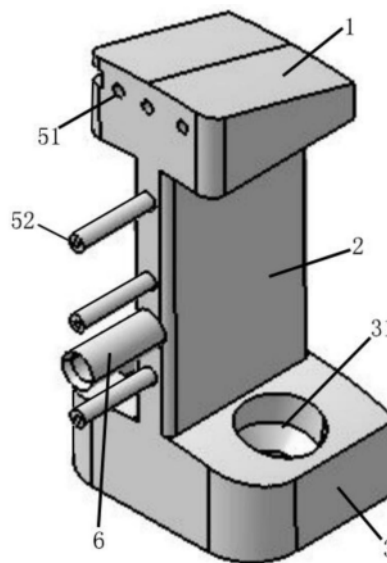
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法

(57) 摘要

本发明属于测量耙制造领域,具体涉及一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法。所述测量耙包括:测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管;所述测量耙头部、测量耙主体和测量耙底座依次连接;多根所述内部通气管设置在所述测量耙头部内部并延伸至所述测量耙主体内部;所述热电偶走线槽从所述测量耙头部延伸至所述测量耙主体上。通过3D打印技术,可以提高测量耙的机械设计自由度,有效控制测量耙尺寸,缩短测量耙的制造时间;在同一测量耙上集成热电偶和测压管,可实现流场参数的集成化采集,减少测量耙数量,降低测量耙对流场干扰,在确保获取足够的流场信息前提下降低流道堵塞度。



1. 一种用于风洞试验的测量系统,其特征在于,所述系统包括微型测量耙、电子压力扫描阀、测压管、温度信息采集系统和热电偶线;

所述测量耙包括:

测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管;

所述测量耙头部、测量耙主体和测量耙底座依次连接;

多根所述内部通气管设置在所述测量耙头部内部并延伸至所述测量耙主体内部;

所述内部通气管位于所述测量耙头部的一端延伸至所述测量耙头部外侧,形成测压管连接孔;位于所述测量耙主体的一端延伸到所述测量耙主体外部,形成测压孔;

所述热电偶走线槽从所述测量耙头部延伸至所述测量耙主体上;

所述测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印技术制成一体;

测量耙的外部结构设计根据实际流场的型面而确定,内部通气管的结构布置根据测量耙的外部型面布置,保证气流通畅而互不干扰;

内部通气管从测量耙头部能直接弯曲延伸至测量耙主体;

所述测压管一端与所述电子压力扫描阀连接,另一端通过所述测压管连接孔插入所述内部通气管并固定;

所述热电偶线一端与温度信息采集系统连接,另一端经过热电偶走线槽并固定在热电偶线套管中;

所述测量耙的尺寸长*宽*高为10mm*14mm*26mm。

2. 根据权利要求1所述的一种用于风洞试验的测量系统,其特征在于,所述测量耙底座上设置底座连接螺钉孔,采用螺钉和所述底座连接螺钉孔将所述测量耙与待测目标连接。

3. 根据权利要求1所述的一种用于风洞试验的测量系统,其特征在于,所述测量耙还包括热电偶线套管;所述热电偶线套管设置在所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上。

4. 根据权利要求3所述的一种用于风洞试验的测量系统,其特征在于,所述热电偶线套管包括钢管和陶瓷管,所述钢管内嵌所述陶瓷管。

5. 根据权利要求1所述的一种用于风洞试验的测量系统,其特征在于,多根所述内部通气管的内径相同。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的一种用于风洞试验的测量系统的测量方法,其特征在于,所述测量方法包括:

S1,将测量耙通过底座连接螺钉孔与待测目标连接;将所述测量耙主体处于流场中;

S2,所述电子压力扫描阀实时读取和采集测量耙所处流场的压力;

S3,热电偶线与流场接触,实时读取流场的温度。

7. 一种制造如权利要求1~5任一项所述的一种用于风洞试验的测量系统的3D打印方法,其特征在于,所述3D打印方法包括如下步骤:

步骤1,确定测量耙的外部结构、内部通气管的结构布置、内部通气管的内径和热电偶走线槽尺寸的数据;

步骤2,选择3D打印的金属材料,根据步骤1的数据,将测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印一体成型;

步骤3,将热电偶线套管插入所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上;所述测量耙打印完成。

8.根据权利要求7所述的3D打印方法,其特征在于,所述3D打印为激光烧结3D打印。

一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法

技术领域

[0001] 本发明属于测量耙制造领域,具体涉及一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法。

背景技术

[0002] 测量耙是风洞试验中采集流场参数信息的重要装置,在风洞试验中,测量耙用于采集内部流场或者外部流场的压力和温度等数据。在发动机短舱进气道试验中,需要使用测量耙测量进气道风扇面处的压力,用以说明在不同工况下进气道的气动特性能够保证发动机进气均匀、满足流量要求;在喷流试验中,需要使用测量耙测量喷管某一截面的压力和温度,用以计算喷管性能是否满足设计要求

[0003] 流场单点压力的采集一般依靠在测量耙主体内布置若干测压管。这些测压管与电子压力扫描阀相连,由后者读取和采集测量耙处的压力信息。流场单点温度的采集也依靠在测量耙主体内布置热电偶线,这些热电偶线连接到信号采集装置,通过后者读取和采集测量耙处的温度信息。

[0004] 在现有风洞试验中,测量耙通常采用机械加工的方式进行生产制造,设计加工难度大,特别是在内流流场测量风洞试验中还需要满足测量耙占流道堵塞度的要求。而测量耙尺寸受限于测压管外径和数量、热电偶线陶瓷管的外径和数量以及机械加工工艺水平,势必造成测量参数数量与堵塞度的矛盾。

[0005] 现有风洞试验测量耙一般用于读取压力和温度信息,其制造通常采用机械加工的方式,例如专利在专利《大尺寸复合材料进气道测量耙》,申请号:201210563062.4,和《一种复合测量耙》,申请号:201811034708.3。而在进行带喷流风洞试验时,需要测量喷管内流的流场参数,喷管涵道流道空间有限,这增加了测量耙占流道堵塞度不超过6%的要求,使用传统的机械加工的方式设计测量耙其尺寸约束较多,势必造成测量参数数量与堵塞度的矛盾。

发明内容

[0006] 为解决上述问题,本发明提出一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法,通过3D打印技术,可以提高测量耙的机械设计自由度,有效控制测量耙尺寸,缩短测量耙的制造时间;在同一测量耙上集成热电偶和测压管,可实现流场参数的集成化采集,减少了测量耙数量,降低测量耙对流场干扰,在确保获取足够的流场信息前提下降低流道堵塞度。

[0007] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0008] 一种用于风洞试验的微型测量耙,所述测量耙包括:

[0009] 测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管;

[0010] 所述测量耙头部、测量耙主体和测量耙底座依次连接;

[0011] 多根所述内部通气管设置在所述测量耙头部内部并延伸至所述测量耙主体内部;

[0012] 所述内部通气管位于所述测量耙头部的一端延伸至所述测量耙头部外侧,形

成测压管连接孔;位于所述测量耙主体的一端延伸到所述测量耙主体外部,形成测压孔;

[0013] 所述热电偶走线槽从所述测量耙头部延伸至所述测量耙主体上。

[0014] 进一步地,所述测量耙底座上设置底座连接螺钉孔,采用螺钉和所述底座连接螺钉孔将所述测量耙与待测目标连接。

[0015] 进一步地,所述测压孔的内径与3D打印激光烧结技术的精度相关。

[0016] 进一步地,所述测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印技术制成一体。

[0017] 进一步地,所述测量耙的尺寸长*宽*高为7~15mm*10~20mm*20~40mm;优选的长*宽*高为10mm*14mm*26mm。

[0018] 进一步地,所述3D打印技术类型激光烧结打印。

[0019] 进一步地,所述3D打印技术选取的打印材料为金属粉末。

[0020] 进一步地,所述金属粉末的选择标准是满足测量耙的强度要求,包括钛合金粉末。

[0021] 进一步地,所述测量耙还包括热电偶线套管;所述热电偶线套管设置在所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上;

[0022] 所述热电偶线套管包括钢管和陶瓷管,所述钢管内嵌所述陶瓷管。

[0023] 进一步地,所述热电偶线套管的内径根据所述陶瓷管选型确定。

[0024] 进一步地,采用所述测量耙测量目标流场前,将一端连接有电子压力扫描阀的测压管的另一端插入所述测量耙的测压管连接孔中,以便所述电子压力扫描阀读取所述目标流场的压力信息。

[0025] 本发明的另一目的在于提供一种上述的用于风洞试验的微型测量耙的测量系统,所述系统还包括电子压力扫描阀、测压管、温度信息采集系统和热电偶线;

[0026] 所述测压管一端与所述电子压力扫描阀连接,另一端通过所述测压管连接孔插入所述内部通气管并固定;

[0027] 所述热电偶线一端与温度信息采集系统连接,另一端经过热电偶走线槽并固定在热电偶线套管中。

[0028] 本发明的又一目的在于提供一种测量系统的测量方法,所述测量方法包括:

[0029] S1,将测量耙通过底座连接螺钉孔与待测目标连接;将所述测量耙主体处于流场中;

[0030] S2,所述电子压力扫描阀实时读取和采集测量耙所处流场的压力;

[0031] S3,热电偶线与流场接触,实时读取流场的温度。

[0032] 进一步地,多根所述内部通气管的内径相同,内径以3D打印制造精度为参考进行设定,从0.2mm到1.0mm之间不等。

[0033] 进一步地,所述测量耙的外部结构设计根据实际流场的型面而确定,多根所述内部通气管的结构布置根据测量耙的外部型面设置。

[0034] 本发明的另一目的在于提供一种制造如前所述测量耙的3D打印方法,所述3D打印方法包括如下步骤:

[0035] 步骤1,确定测量耙的外部结构、内部通气管的结构布置、内部通气管的内径和热电偶走线槽尺寸的数据;

[0036] 步骤2,选择3D打印的金属材料,根据步骤1的数据,将测量耙头部、测量耙主体、测

量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印一体成型；

[0037] 步骤3,将热电偶线套管插入所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上;所述测量耙打印完成。

[0038] 进一步地,步骤3中所述热电偶线套管的尺寸与热电偶走线槽尺寸相匹配。

[0039] 进一步地,所述3D打印为激光烧结3D打印。

[0040] 本发明具有如下有益技术效果:

[0041] (1) 本发明采用3D打印技术提高了测量耙的机械设计自由度,有效控制测量耙尺寸,缩短测量耙的制造时间,使其能够在有限流场空间内参数集成化采集。

[0042] (2) 本发明采用3D打印技术避免了机械加工工艺的约束,有效控制测量耙尺寸(制造得到的测量耙的尺寸长*宽*高为7~15mm*10~20mm*20~40mm,与现有的机械加工得到的测量耙相比,尺寸做成微型),缩短测量耙的制造时间,3D打印精度成为了测量耙尺寸最主要的约束条件,不必再考虑耙体内部管路的走向问题,提升了测量耙的设计空间和使用范围。

[0043] (3) 本发明通过3D打印技术打印测量耙,可以令测量耙的外部结构设计根据实际流场的型面而确定,内部通气管的结构布置根据测量耙的外部型面布置,保证气流畅通而互不干扰。

[0044] (4) 本发明通过3D打印技术打印得到的测量耙,其内部通气管从测量耙头部能直接弯曲延伸至测量耙主体,与现有的机械加工的测量耙相比,制造时间短,管路设置的大小、弯曲程度更加自由。

[0045] (5) 本发明的测量耙集成了温度(热电偶走线槽)和压力信息(内部通气管)采集,实现了在有限流场空间内参数集成化采集,减少了测量耙的数量,有效降低流道堵塞度。

附图说明

[0046] 图1为本发明实施例中一种用于风洞试验的微型测量耙中测量耙头部、测量耙主体和多根内部通气管的结构示意图。

[0047] 图2为本发明实施例中一种用于风洞试验的微型测量耙外部立体结构示意图。

[0048] 图3为本发明实施例中一种用于风洞试验的微型测量耙中热电偶走线槽的结构示意图。

[0049] 图4为本发明实施例中一种用于风洞试验的微型测量耙的三视结构示意图。

[0050] 图5为本发明实施例中一种制造测量耙的3D打印方法的流程示意图。

[0051] 附图标记说明:1-测量耙头部、2-测量耙主体、3-测量耙底座、4-热电偶走线槽、5-内部通气管、6-热电偶线套管、51-测压管连接孔、52-测压孔、31-底座连接螺钉孔。

具体实施方式

[0052] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例及说明书附图,对本发明进行进一步详细描述。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0053] 相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效教学方法以及方案。进一步,为了使公众对本发明有更好的了解,在下文对本发明

的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0054] 应当明确,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0055] 在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本发明。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。

[0056] 参考图1~3,在本实施例中,提出一种用于风洞试验的微型测量耙,所述测量耙包括:

[0057] 测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管;

[0058] 所述测量耙头部、测量耙主体和测量耙底座依次连接;

[0059] 多根所述内部通气管设置在所述测量耙头部内部并延伸至所述测量耙主体内部;

[0060] 所述内部通气管位于所述测量耙头部的一端延伸至所述测量耙头部外侧,形成测压管连接孔;位于所述测量耙主体的一端延伸到所述测量耙主体外部,形成测压孔;

[0061] 所述热电偶走线槽从所述测量耙头部延伸至所述测量耙主体上。

[0062] 测量耙集成了温度(热电偶走线槽)和压力信息(内部通气管)采集,实现了在有限流场空间内参数集成化采集,减少了测量耙的数量,有效降低流道堵塞度。

[0063] 参考图1,在本实施例中,所述测量耙底座上设置底座连接螺钉孔,采用螺钉和所述底座连接螺钉孔将所述测量耙与待测目标连接。

[0064] 在本实施例中,所述测压孔的内径与3D打印激光烧结技术的精度相关。

[0065] 在本实施例中,所述测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印技术制成一体。

[0066] 在本实施例中,所述测量耙的尺寸长*宽*高为7~15mm*10~20mm*20~40mm。

[0067] 在本实施例中,所述测量耙的尺寸长*宽*高优选为10mm*14mm*26mm。

[0068] 在本实施例中,所述3D打印技术选取的打印材料为金属粉末。

[0069] 在本实施例中,所述金属粉末具体为钛合金粉。

[0070] 在本实施例中,所述测量耙还包括热电偶线套管;所述热电偶线套管设置在所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上;

[0071] 所述热电偶线套管包括钢管和陶瓷管,所述钢管内嵌所述陶瓷管。

[0072] 在本实施例中,所述热电偶线套管的内径根据所述陶瓷管选型确定。

[0073] 在本实施例中,采用所述测量耙测量目标流场前,将一端连接有电子压力扫描阀的测压管的另一端插入所述测量耙的测压管连接孔中,以便所述电子压力扫描阀读取所述目标流场的压力信息。

[0074] 在本实施例中,所述测量耙的测量方法包括:

[0075] ①将与电子压力扫描阀相连的测压管一端通过所述测压管连接孔插入所述内部通气管并固定;

[0076] ②将热电偶线一端与温度信息采集系统连接,另一端经过热电偶走线槽并固定在热电偶线套管中;

[0077] ③将测量耙通过底座连接螺钉孔与待测目标连接;将所述测量耙主体处于流场中;

[0078] ④电子压力扫描阀读取和采集测量耙所处流场的压力信息;

[0079] ⑤热电偶线与流场接触可读取流场温度信息。

[0080] 在其他实施例中,提出一种用于风洞试验的微型测量耙的测量系统,所述系统包括所述测量耙,还包括电子压力扫描阀、测压管、温度信息采集系统和热电偶线;

[0081] 所述测压管一端与所述电子压力扫描阀连接,另一端通过所述测压管连接孔插入所述内部通气管并固定;

[0082] 所述热电偶线一端与温度信息采集系统连接,另一端经过热电偶走线槽并固定在热电偶线套管中。

[0083] 在本实施例中,多根所述内部通气管的内径相同,内径为0.4mm,以3D打印制造精度为参考进行设定。

[0084] 在其他实施例中,所述内部通气管的内径从0.2mm到1.0mm之间不等。

[0085] 在本实施例中,所述测量耙的外部结构设计根据实际流场的型面而确定,多根所述内部通气管的结构布置根据测量耙的外部型面设置。

[0086] 参考图4,在另一实施例中,提供一种制造如前所述测量耙的3D打印方法,所述3D打印方法包括如下步骤:

[0087] 步骤1,确定测量耙的外部结构、内部通气管的结构布置、内部通气管的内径和热电偶走线槽尺寸的数据;

[0088] 步骤2,选择3D打印的金属材料,根据步骤1的数据,将测量耙头部、测量耙主体、测量耙底座、热电偶走线槽和多根内部通气管采用3D打印一体成型;

[0089] 步骤3,将热电偶线套管插入所述热电偶走线槽位于所述测量耙主体的一端上;所述测量耙打印完成。

[0090] 步骤3中所述热电偶线套管的尺寸与热电偶走线槽尺寸相匹配。

[0091] 所述3D打印为激光烧结3D打印。

[0092] 采用3D打印技术提高了测量耙的机械设计自由度,有效控制测量耙尺寸,缩短测量耙的制造时间,使其能够在有限流场空间内参数集成化采集。

[0093] 3D打印技术避免了机械加工工艺的约束,有效控制测量耙尺寸(制造得到的测量耙的尺寸长*宽*高为7~15mm*10~20mm*20~40mm,与现有的机械加工得到的测量耙相比,尺寸缩的很小),缩短测量耙的制造时间,3D打印精度成为了测量耙尺寸最主要的约束条件,不必再考虑耙体内部管路的走向问题,提升了测量耙的设计空间和使用范围。

[0094] 3D打印技术打印测量耙,可以令测量耙的外部结构设计根据实际流场的型面而确定,内部通气管的结构布置根据测量耙的外部型面布置,保证气流通畅而互不干扰。

[0095] 通过3D打印技术打印得到的测量耙,其内部通气管从测量耙头部能直接弯曲延伸至测量耙主体,与现有的机械加工的测量耙相比,制造时间短,管路设置的大小、弯曲程度更加自由。

[0096] 以上对本申请实施例所提供的一种用于风洞试验的微型测量耙及其3D打印方法进行了详细介绍。以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改

变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

[0097] 如在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求书当中所提及的“包含”、“包括”为一开放式用语,故应解释成“包含/包括但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。说明书后续描述为实施本申请的较佳实施方式,然所述描述乃以说明本申请的一般原则为目的,并非用以限定本申请的范围。本申请的保护范围当视所附权利要求书所界定者为准。

[0098] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0099] 应当理解,本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0100] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述申请构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围,则都应在本申请所附权利要求书的保护范围内。

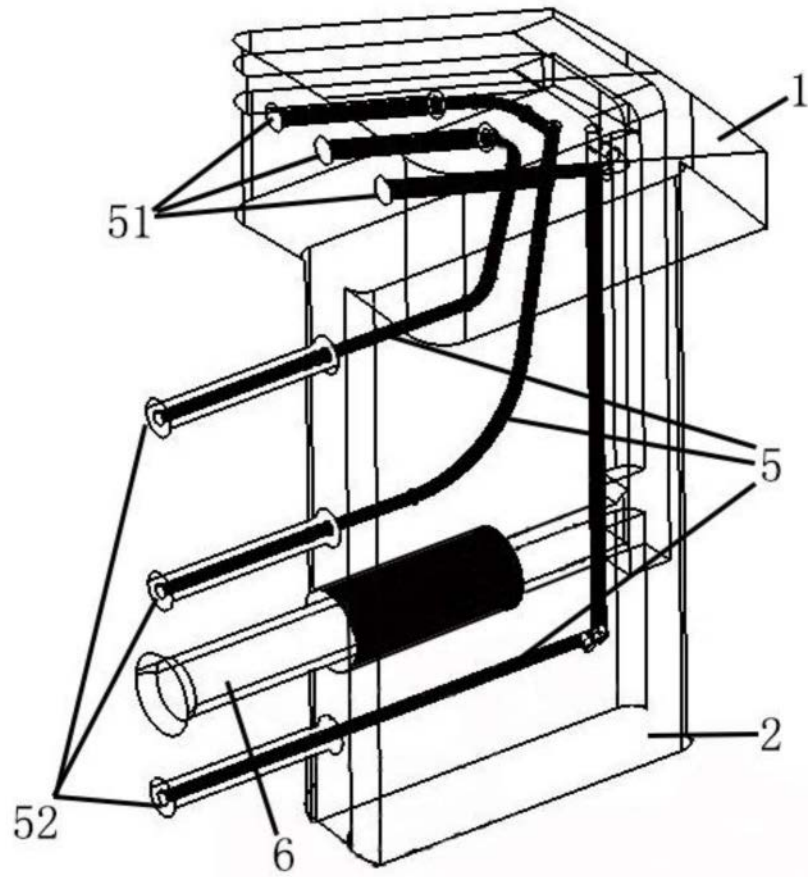


图1

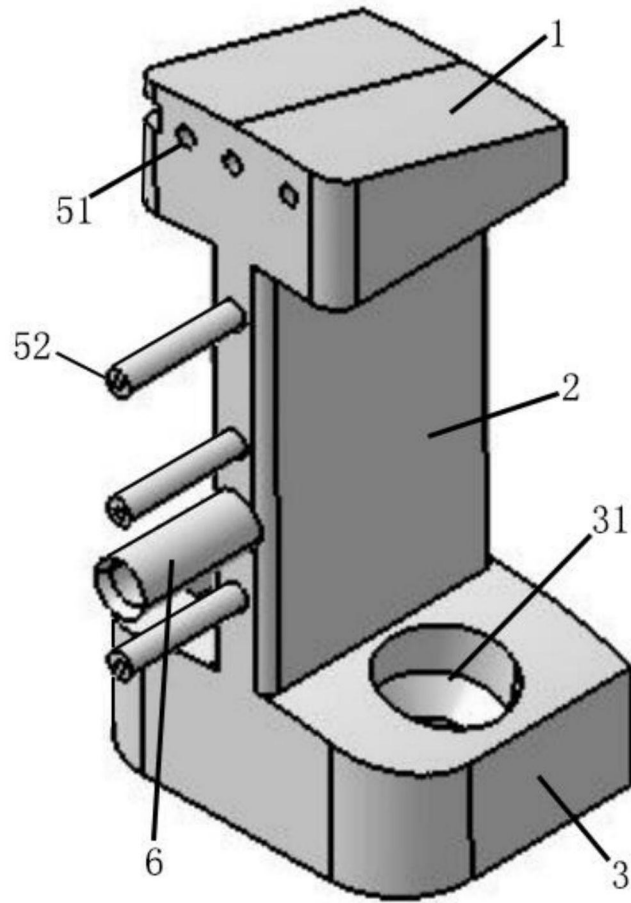


图2

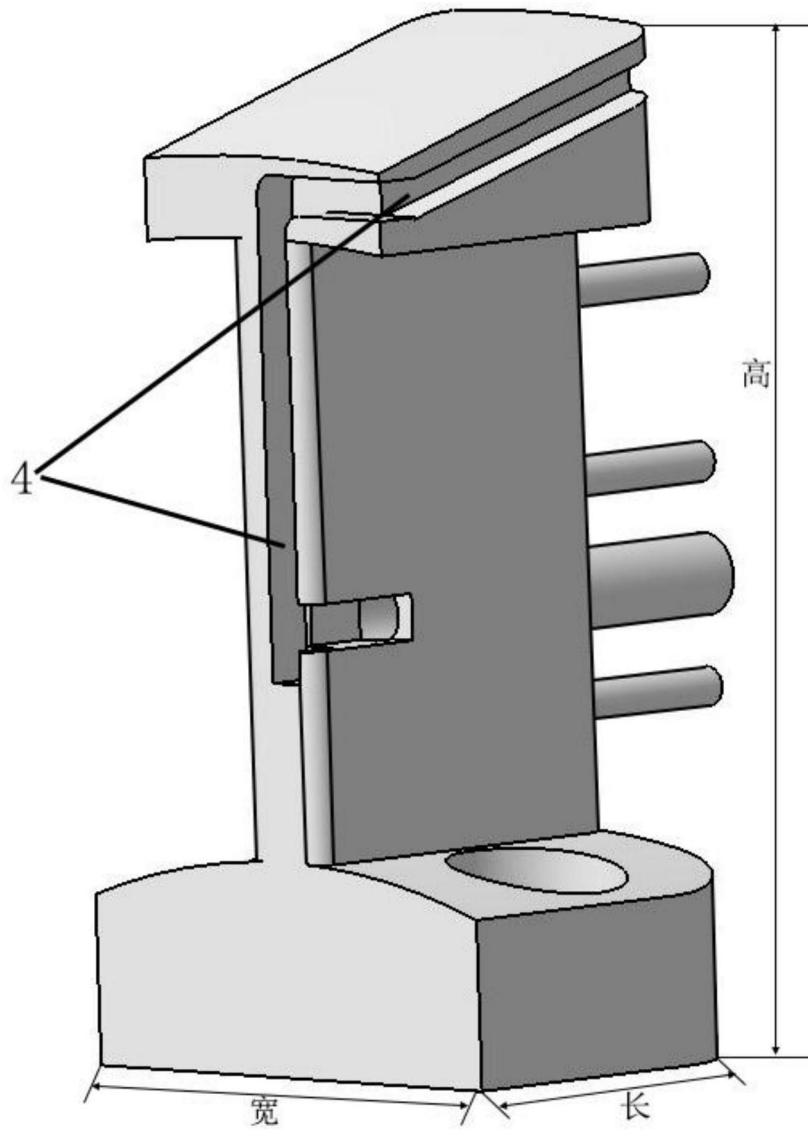


图3

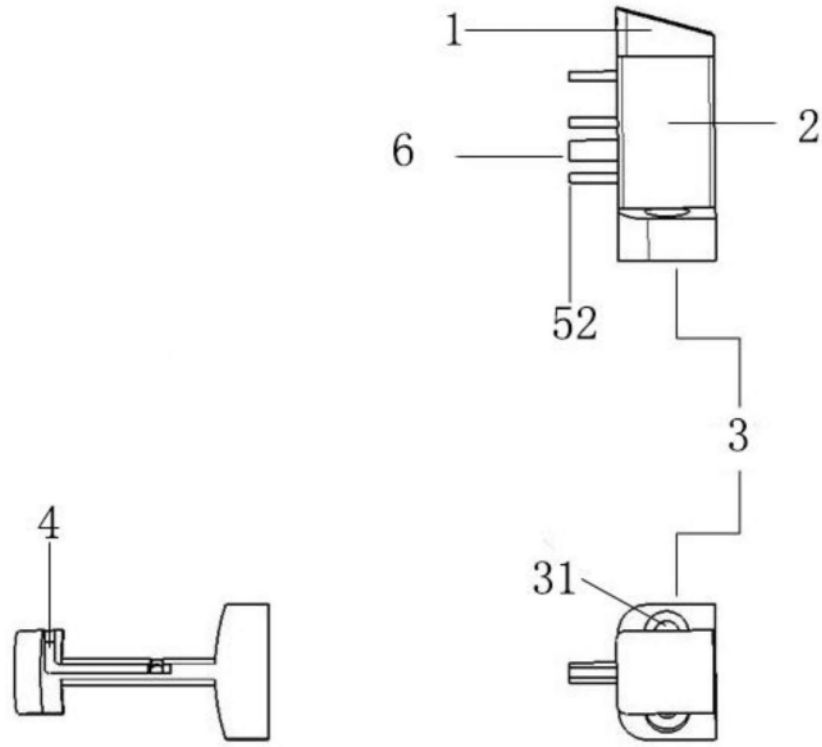


图4

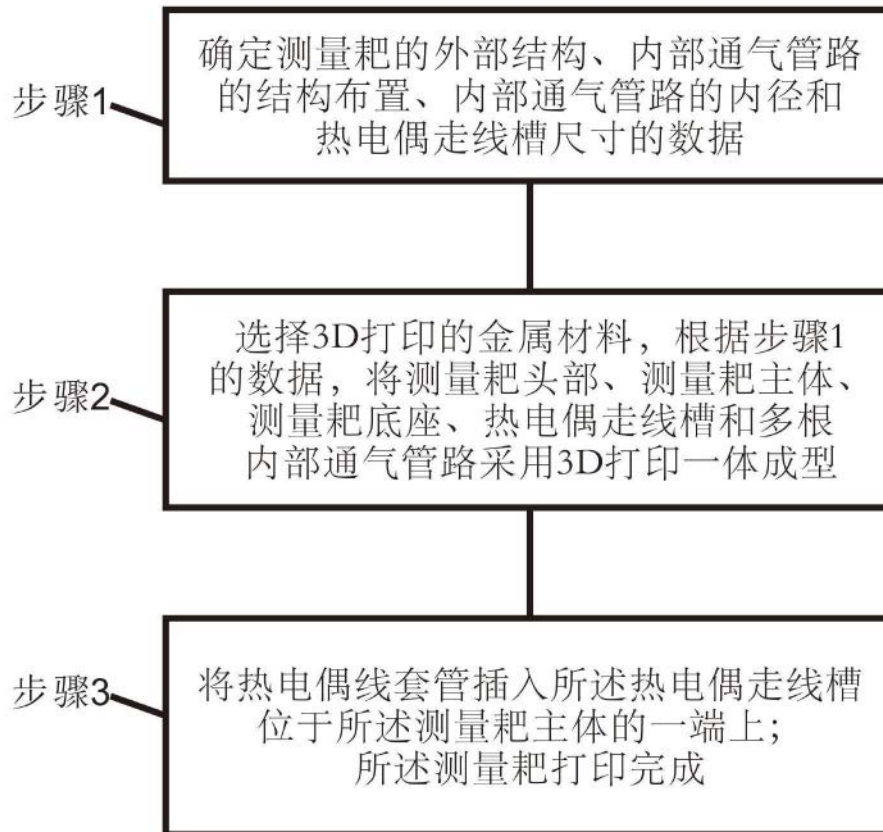


图5