(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117680929 A
(43)申请公布日 2024.03.12

(21)申请号 202311644920.2

(22)申请日 2023.12.01

(71)申请人 西安航天动力机械有限公司
地址 710025 陕西省西安市灞桥区田王正街特字一号14号

(72)发明人 常维博 贺永海 张黎旭 王小璇 彭韬源 白雪侠 周雪梅 李艳辉

(74)专利代理机构 重庆大学专利中心 50201
专利代理师 慕安荣

(51)Int.Cl.
B23P 15/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种有质量质心控制要求的压力容器制造方法

(57)摘要

一种有质量质心控制要求的压力容器制造方法,通过将配重环与筒段连接处加工成为对接止口,采用外装形式,便于对接中的操作和对接精度的控制,避免了焊接收缩量导致产品长度指标超差的风险,精确控制了有质心控制环的位置,工艺与设计要求一致性高。采用旋压成形工艺,提高了圆筒段的壁厚导致的重量和质心偏差问题;通过焊接后的热处理去应力,确保了有质量质心控制要求的压力容器机械加工质量稳定可靠。本发明通过焊前件设计,旋压、机加、焊接、热处理多种工艺方法组合流程设计,使有质量质心控制要求的压力容器制造过程中的质量、质心成形一致性高、质量稳定可靠,满足设计要求。



CN 117680929 A

1.一种有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,具体过程是:

步骤一:确定原材料技术状态:

原材料采用30CrMnSiA钢锻件,热处理制度为退火态;

步骤二:焊前件准备:

所述焊前件准备包括前机口焊前件和后机口焊前件机械加工、质量质心配重环机械加工和圆筒的旋压及圆筒段的车加工;

步骤三:焊接:

所述焊接的过程包括集件、定位焊、自动氩弧焊和探伤,具体过程是:

集件:按组焊要求进行集件,清洁各集件焊接位置50mm范围内的表面;按设计要求将各集件装配,并且错边量≤0.3mm;得到待焊接压力容器的装配体;

定位焊:将所述装配体的待焊处加热至80±30℃并焊接,依次完成所述装配体的定位焊;焊接速度为7~9mm/min,焊接电流为120~180A;

自动氩弧焊:将经过定位焊的装配体与环焊缝焊机装夹并找正;将该装配体的各待焊处加热至80±30℃并焊接;焊后对焊缝加热至250±30℃保温10~20min后自然冷却;

探伤:对焊缝进行射线探伤,探伤结果合格,

得到压力容器的焊接结构件;

步骤四:热处理:

所述热处理是低温时效处理;将得到的焊接结构件随炉加热至300±10℃保温100±20min进行时效处理;时效处理结束后,对各焊缝外表面进行磁粉检测;检测结果合格,得到压力容器的半成品;

步骤五:机械加工

采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的长度;

采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的前机口对接尺寸与后机口的对接尺寸;

得到压力容器。

2.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,前机口焊前件和后机口焊前件机械加工时,均包括粗加工、热处理和精加工三个阶段:通过车加工粗加工各前机口焊前件和后机口焊前件的内径、外径和端面;

通过调质的方式进行热处理;热处理后采用端面检测硬度的方式进行硬度检测,该硬度检测值满足HRC33-38;

精加工时,前机口焊前件对接尺寸面和后机口焊前件件对接尺寸面均留后续机加余量,该加工余量为内径、外径和端面均为3mm的加工余量;其余部位尺寸按图纸机加至最终尺寸;与圆筒段焊接部位机加焊接坡口。

3.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,机械加工质量质心配重环时,在该质量质心配重环两端的外圆周表面机加出长度为10mm的装配对接段,以满足后续与圆筒段对接的需求;所述装配对接段用于该质量质心配重环与圆筒段的插接;在该装配对接段的对接面上有焊接坡口;

通过车加工完成该质量质心配重环的外形轮廓。

4.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,圆筒的旋

压的过程是:

以30CrMnSiA退火态原材料作为所述旋压毛坯的坯料;该旋压毛坯初始壁厚为13mm的旋压毛坯;

旋压成形圆筒;对得到的旋压毛坯采用三道次连续旋压的方式成形;终旋后,该旋压毛坯形成旋压圆筒的壁厚为4±0.1mm。

5.如权利要求4所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,旋压要求及过程参数:安装旋压芯模,要求旋压芯模跳动≤0.05mm;安装旋轮,要求旋轮跳动≤0.05;主轴转速S=90±15r/min;进给速度F=67±20mm/min;

车加工圆筒段;将旋压加工得到的圆筒切分为三个圆筒段,分别是第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段;各圆筒段的外径和壁厚相同;各圆筒的长度按图纸要求确定。

6.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,所述集件包括前机口焊前件、三件质量质心配重环,第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段和后机口焊前件。

7.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,所述定位焊为对称4点定位,焊点长度为4~5mm。

8.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,若各焊缝探伤结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行修补,直至探伤结果合格。

9.如权利要求1所述有质量质心控制要求的压力容器制造方法,其特征在于,若磁粉检测结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行翻修;翻修时,将有缺陷部位的焊缝打磨掉,重复所述定位焊的过程进行修补,直至检测结果合格。

一种有质量质心控制要求的压力容器制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机械加工领域,具体是一种有质量质心控制要求的压力容器的加工制造方法。

背景技术

[0002] 某型压力容器主要用于工程模拟训练使用,验证该型产品与总体相关接口的协调性。根据功能需求,其外部接口尺寸、质量、质心等要素需与正式状态压力容器一致。典型的压力容器成形工艺主要涉及焊接、热处理、机加等多种技术。

[0003] 在原技术方案中,质量质心控制主要受制于以下几点:

[0004] 圆筒段重量控制难度大。在该型压力容器成形过程中,圆筒段对产品重量指标贡献较大,需要精确控制。圆筒段一般采用卷焊圆筒或钢管制造坯件的工艺进行制造。卷焊圆筒的缺点为:圆筒卷焊成形时,需采用退火、校正工序进行尺寸调节,制作工艺流程复杂,而且成型后的产品精度差,影响重量的精确控制。钢管制坯圆筒的缺点为:钢管一般采用热轧钢管,壁厚公差一般为±0.3mm,热轧钢管的壁厚误差对后续重量指标的影响较大。

[0005] 质心控制难度大。在该型压力容器中,质心主要依靠质量质心控制环来调节,质量质心控制环与筒段的配合精度,对于后期设计指标实现意义重大。在大直径有质量质心控制要求的压力容器在制造过程中,质量质心控制环需采用人工内装焊的形式进行,内部空间较狭小,操作时,质量质心控制环的轴向位置和质量质心控制环外圆与筒段内孔的配合精度均不易控制,进而导致产品重量和质心指标控制出现偏差,无法满足设计指标要求。

[0006] 如果圆筒质量和质量质心配重环的位置偏离设计指标,圆筒段与配重环因外径误差无法完成准确的装焊、定位,导致后续均会产品后期成型后质量、质心偏离设计要求,需采用后续多次配重,方可满足设计要求。

[0007] 综上所述,原有技术方法中,其前、后机口尺寸机械加工成形工艺方法成熟,但其质量、质心控制难度较大。特别是一些大长径比或大尺寸、大重量的压力容器,由于用于质量质心控制的结构在容器内部,容器内部操作空间有限等因素,质量、质心不能精确控制,研制后需根据测试结果对质量、质心进行多次有质量质心控制要求的调整,质量稳定性差,不利于产品质量的保证。

发明内容

[0008] 为克服现有技术中存在的质量质心难以精确控制,需经过多次调整方能满足要求的不足,本发明提出了一种有质量质心控制要求的压力容器制造方法。

[0009] 本发明的具体过程是:

[0010] 步骤一:确定原材料技术状态:

[0011] 原材料采用30CrMnSiA钢锻件,热处理制度为退火态。

[0012] 步骤二:焊前件准备:

[0013] 所述焊前件准备包括前机口焊前件和后机口焊前件机械加工、质量质心配重环机

械加工和圆筒的旋压及圆筒段的车加工。

[0014] 前机口焊前件和后机口焊前件机械加工时,均包括粗加工、热处理和精加工三个阶段:

[0015] 通过车加工粗加工各前机口焊前件和后机口焊前件的内径、外径和端面。

[0016] 通过调质的方式进行热处理。热处理后采用端面检测硬度的方式进行硬度检测,该硬度检测值满足HRC33-38。

[0017] 精加工时,前机口焊前件对接尺寸面和后机口焊前件件对接尺寸面均留后续机加余量,该加工余量为内径、外径和端面均为3mm的加工余量;其余部位尺寸按图纸机加至最终尺寸。与圆筒段焊接部位机加焊接坡口。

[0018] 机械加工质量质心配重环时,在该质量质心配重环两端的外圆周表面机加出长度为10mm的装配对接段,以满足后续与圆筒段对接的需求。所述装配对接段用于该质量质心配重环与圆筒段的插接。在该装配对接段的对接面上有焊接坡口。

[0019] 通过车加工完成该质量质心配重环的外形轮廓。

[0020] 圆筒的旋压的过程是:

[0021] 以30CrMnSiA退火态原材料作为所述旋压毛坯的坯料。该旋压毛坯初始壁厚为13mm的旋压毛坯。

[0022] 旋压成形圆筒。对得到的旋压毛坯采用三道次连续旋压的方式成形。终旋后,该旋压毛坯形成旋压圆筒的壁厚为4±0.1mm。

[0023] 旋压要求及过程参数:安装旋压芯模,要求旋压芯模跳动≤0.05mm。安装旋轮,要求旋轮跳动≤0.05。主轴转速S=90±15r/min;进给速度F=67±20mm/min。

[0024] 车加工圆筒段;将旋压加工得到的圆筒切分为三个圆筒段,分别是第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段;各圆筒段的外径和壁厚相同;各圆筒的长度按图纸要求确定。

[0025] 步骤三:焊接:

[0026] 所述焊接的过程包括集件、定位焊、自动氩弧焊和探伤,具体过程是:

[0027] 集件:按组焊要求进行集件,清洁各集件焊接位置50mm范围内的表面。按设计要求将各集件装配,并且错边量≤0.3mm。得到待焊接压力容器的装配体。

[0028] 所述集件包括前机口焊前件、三件质量质心配重环,第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段和后机口焊前件。

[0029] 定位焊:将所述装配体的待焊处加热至80±30℃并焊接,依次完成所述装配体的定位焊。焊接速度为7~9mm/min,焊接电流为120~180A。所述定位焊为对称4点定位,焊点长度为4~5mm。

[0030] 自动氩弧焊:将经过定位焊的装配体与环焊缝焊机装夹并找正。将该装配体的各待焊处加热至80±30℃并焊接。焊后对焊缝加热至250±30℃保温10~20min后自然冷却。

[0031] 探伤:对焊缝进行射线探伤,探伤结果合格,

[0032] 若各焊缝探伤结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行修补,直至探伤结果合格。

[0033] 得到压力容器的焊接结构件。

[0034] 步骤四:热处理:

[0035] 所述热处理是低温时效处理。将得到的焊接结构件随炉加热至300±10℃保温100±20min进行时效处理。时效处理结束后,对各焊缝外表面进行磁粉检测。检测结果合格,得

到压力容器的半成品。

[0036] 若磁粉检测结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行翻修;翻修时,将有缺陷部位的焊缝打磨掉,重复所述定位焊的过程进行修补,直至检测结果合格。

[0037] 步骤五:机械加工

[0038] 采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的长度。

[0039] 采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的前机口对接尺寸与后机口的对接尺寸。

[0040] 得到压力容器。

[0041] 本发明通过焊前件设计,旋压、机加、焊接、热处理等多种工艺方法组合流程设计,使有质量质心控制要求的压力容器制造过程中的质量、质心成形一致性高、质量稳定可靠,满足设计要求。

[0042] 与现有技术相比较,本发明取得的有益效果是:

[0043] 1.本发明通过将所述配重环与筒段连接处加工成为对接止口,将现有技术中的内装形式改为外装形式,便于对接中的操作和对接精度的控制,一方面避免了焊接收缩量导致产品长度指标超差的风险,另一方面精确控制了有质心控制环的位置,工艺与设计要求一致性高。采用旋压成形工艺,提高了圆筒段的壁厚导致的重量和质心偏差问题;通过焊接后的热处理去应力,确保了有质量质心控制要求的压力容器机械加工质量稳定可靠。通过上述工艺路线的设计,形成新的有质量质心控制要求的压力容器制造方法。

[0044] 2.本发明所加工的有质量质心控制要求的压力容器,零部组件加工制造工艺技术状态与设计指标一致性高,质量、质心实现可行性保障能力强,质量稳定受控。经实际加工有质量质心控制要求的压力容器两种共计26台。其中直径φ1350mm长度7000mm的压力容器12台;直径φ350mm,长度3700mm的压力容器14台。经后续检测确认,重量和质心控制指标100%合格,符合设计文件要求。

[0045] 本发明通过对制造工艺的优化,以及焊前件插接结构设计,避免焊接收缩量,精确控制质心控制环的位置;通过旋压成形技术,提高了圆筒段的壁厚精度;通过焊接后的热处理去应力,确保了有质量质心控制要求的压力容器机械加工质量稳定可靠。

附图说明

[0046] 图1是本发明的结构示意图。

[0047] 图2是前机口机构示意图。

[0048] 图3是有质量质心控制要求的环结构示意图。

[0049] 图4是后机口结构示意图。

[0050] 图5是压力容器筒段的结构示意图。

[0051] 图6是本发明的流程图。

[0052] 图中:1.前机口;2.有质量质心控制要求的环;3.第一圆筒段;4.第二圆筒段;5.第三圆筒段;6.后机口。

具体实施方式

[0053] 本实施例是针对的某种原材料采用30CrMnSiA高强钢的典型结构的有质量质心控

制要求的压力容器,所述有质量质心控制要求的压力容器外圆直径φ350mm,壁厚4mm,总3700mm。有质量质心控制要求的压力容器由前至后分别由前机口、质量质心配重环、第一圆筒段、质量质心配重环、第二圆筒段、质量质心控制要求环、第三圆筒段和后机口组成。

[0054] 所述前机口、后机口由30CrMnSiA钢锻件机械加工成形,先进行粗加工,粗加工后进行调质处理,调质处理后机加至焊前件状态,前机口、后机口对接尺寸需最终机械加工保证,内孔、外圆单边留量3mm,端面留量5mm;所述质量质心配重环由锻件机加至焊前件状态;所述第一圆筒段、第二圆筒段和第三圆筒段由锻件机加成旋压毛坯,经多道次旋压后成形按长度尺寸进行分切。

[0055] 所述焊前件配套齐备后,采用氩弧焊从前至后对焊前件逐次进行定位焊、自动氩弧焊,完成焊缝成形后,经磁粉探伤合格,采用低温时效的方式去除焊接应力,时效完成后,磁粉探伤合格,进行前后机口尺寸的机械加工,机械加工完成后,检测相关尺寸指标满足设计文件要求。

[0056] 具体的制造过程是:

[0057] 步骤一:确定原材料技术状态:

[0058] 原材料采用30CrMnSiA钢锻件,执行标准为QJ500B-2014或GB/T3077-2015,要求按HB20159-2014 A级进行超声波探伤。所述原材料供货热处理制度为退火态。

[0059] 步骤二:焊前件准备:

[0060] 所述焊前件准备包括前机口焊前件和后机口焊前件机械加工、质量质心配重环机械加工和圆筒段旋压及车加工。

[0061] I前机口焊前件和后机口焊前件机械加工。

[0062] 前机口焊前件和后机口焊前件机械加工均分为粗加工、热处理和精加工三个阶段:

[0063] 通过车加工粗加工各前机口焊前件和后机口焊前件的内径、外径和端面,均留量4mm的加工余量。

[0064] 采用常规方法,通过调质的方式进行热处理。热处理后采用端面检测硬度的方式进行硬度检测,该硬度检测值满足HRC33-38。

[0065] 精加工时,前机口焊前件对接尺寸面和后机口焊前件件对接尺寸面均留后续机加余量,该加工余量为内径、外径和端面均为3mm的加工余量;其余部位尺寸按图纸机加至最终尺寸。与圆筒段焊接部位机加焊接坡口;该焊接坡口的对接钝边为1mm,角度为35°。

[0066] Ⅱ质量质心配重环的机械加工

[0067] 在该质量质心配重环两端的外圆周表面机加出长度为10mm的装配对接段,以满足后续与圆筒段对接的需求。所述装配对接段用于该质量质心配重环与圆筒段的插接。在该装配对接段的对接面上有焊接坡口,并且该焊接坡口的对接钝边为1mm,角度为35°。

[0068] 质量质心配重环的机械加工分为粗加工和精加工两个阶段,其中粗加工时内径、外径和端面均留量3mm的加工余量;精加工时按设计图纸进行加工。

[0069] 采用常规方法,通过车加工完成该质量质心配重环的外形轮廓。

[0070] Ⅲ圆筒的旋压及车加工

[0071] 通过旋压加工圆筒。具体是:

[0072] 机加旋压毛坯。以30CrMnSiA退火态原材料作为所述旋压毛坯的坯料。通过车加工

按设计尺寸完成该旋压毛坯的加工,得到初始壁厚为13mm的旋压毛坯。

[0073] 旋压成形圆筒。对得到的旋压毛坯采用三道次连续旋压的方式成形。终旋后,该旋压毛坯形成旋压圆筒的壁厚为4±0.1mm。

[0074] 旋压要求及过程参数:安装旋压芯模,要求旋压芯模跳动≤0.05mm。安装旋轮,要求旋轮跳动≤0.05。主轴转速S=90±15r/min;进给速度F=67±20mm/min。

[0075] 成形圆筒段;将旋压加工得到的圆筒切分为三个圆筒段,分别是第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段;各圆筒段的外径和壁厚相同;各圆筒的长度按图纸要求确定。具体是:

[0076] 三道次旋压后,采用内撑具工装,采用常规方法对所述圆筒进行撑圆和找正;所述内撑具工装为现有技术。找正后使所述圆筒两端外圆四点对称<0.1mm。

[0077] 对经过找正的圆筒进行切分。将该圆筒切分为三段,分别是所述第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段。切分长度根据设计要求确定。切分时,在得到的第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段的两个端面的外缘处分别加工出对接钝边为1mm、角度为35°的焊接坡口。得到第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段。

[0078] 步骤三:焊接:

[0079] 所述焊接的过程包括集件、定位焊、自动氩弧焊和探伤,具体过程是:

[0080] 集件:按组焊要求进行集件,所述集件包括前机口焊前件、3件质量质心配重环,第一圆筒段、第二圆筒段、第三圆筒段和后机口焊前件。对各集件焊接位置50mm范围内砂光,以去除油污、锈蚀及杂物;砂光焊接坡口。按设计要求将各集件装配,并且错边量≤0.3mm。得到待焊接压力容器的装配体。

[0081] 定位焊:执行QJ175-1993Ⅱ级标准,通过氩弧焊实施所述定位焊。具体是,分别将所述装配体的待焊处加热至80±30℃并焊接,依次完成所述装配体的定位焊。焊接速度为7~9mm/min,焊接电流为120~180A。本实施例中,焊接速度为8mm/min,焊接电流为150A。

[0082] 所述氩弧焊定位焊为对称4点定位,焊点长度为4~5mm。本实施例中,焊点长度为5mm

[0083] 自动氩弧焊:将经过定位焊的装配体与环焊缝焊机装夹并找正。将该装配体的各待焊处加热至80±30℃并焊接。焊后对焊缝加热至250±30℃保温10~20min后自然冷却。本实施例中,保温时间为15min。

[0084] 探伤:对焊缝进行射线探伤,按QJ175-1993Ⅱ级标准要求评定焊缝质量。按QJ1842A-2011进行焊缝表观检测。若各焊缝探伤结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行翻修;翻修时,将有缺陷部位的焊缝打磨掉,重复所述定位焊的过程进行修补,直至探伤结果合格。

[0085] 得到压力容器的焊接结构件。

[0086] 步骤四:热处理:

[0087] 所述热处理是低温时效处理。将得到的焊接结构件随炉加热至300±10℃保温100±20min进行时效处理。时效处理结束后,执行HB20158-2014对各焊缝外表面进行磁粉检测。

[0088] 若磁粉检测结果显示有局部缺陷,对该局部缺陷进行翻修;翻修时,将有缺陷部位的焊缝打磨掉,重复所述定位焊的过程进行修补,直至检测结果合格。

[0089] 得到压力容器的半成品。

[0090] 步骤五:机械加工

[0091] 机械加工前需找正压力容器的半成品外圆,两端外圆周表面跳动＜0.1mm。

[0092] 采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的长度。

[0093] 采用车铣复合加工,按照设计要求,精加工所述压力容器半成品的前机口对接尺寸与后机口的对接尺寸。得到压力容器。

[0094] 为验证本实施例的效果,依据设计图样进行全尺寸检测,测试产品质量、质心指标并记录。检测结果证明该压力容器质量为351kg,质心距前机口端面2312mm,符合设计文件中该压力容器重量350±5kg,质心距前机口端面2310±8mm的指标要求。

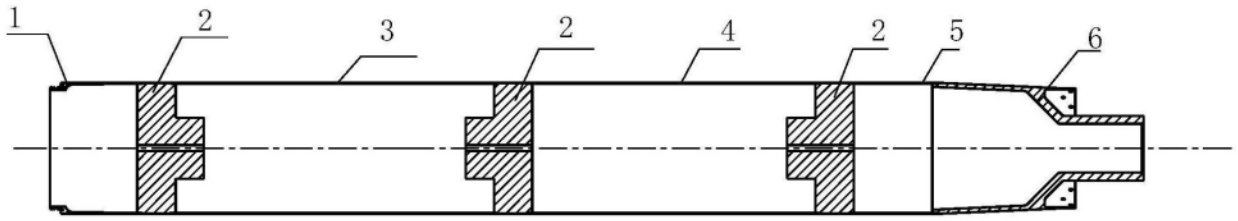

图1

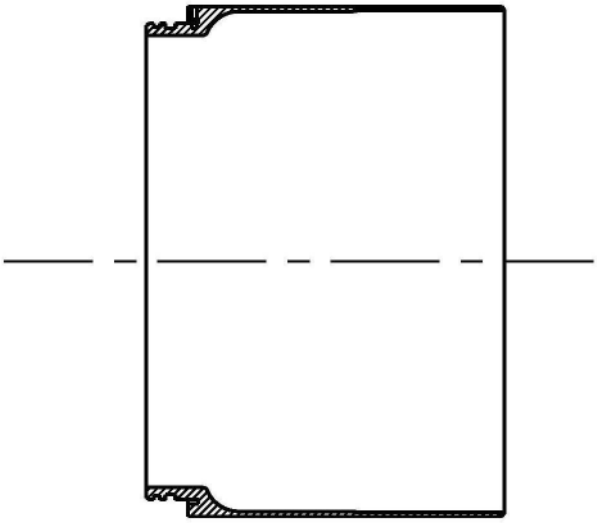

图2

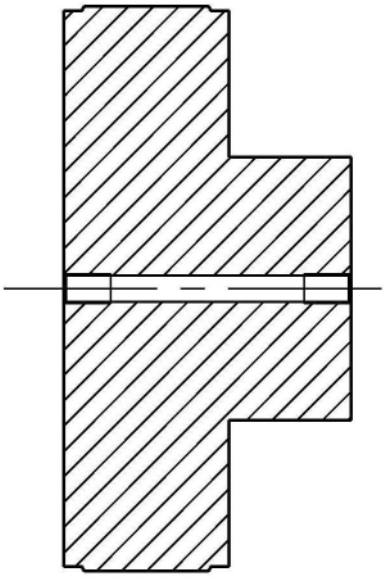

图3

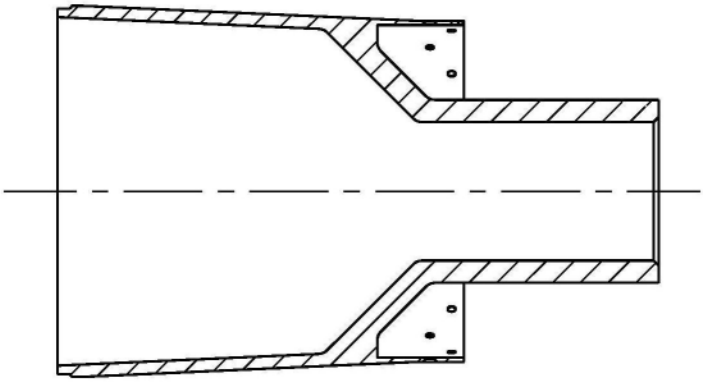

图4

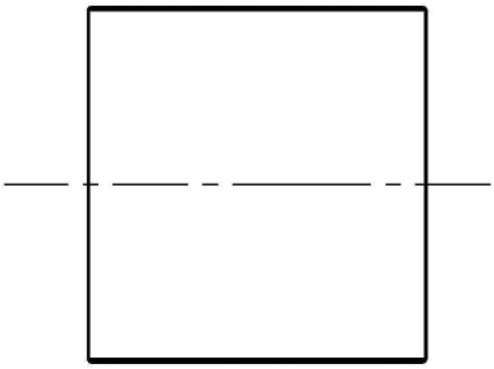

图5



图6