(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113211018 B
(45)授权公告日 2022.03.04

(21)申请号 202110641261.1

(22)申请日 2021.06.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113211018 A

(43)申请公布日 2021.08.06

(73)专利权人 上海电气上重铸锻有限公司
地址 200000 上海市闵行区江川路1800号

(72)发明人 丁晶 贺腾 焦慧增

(74)专利代理机构 上海乐泓专利代理事务所(普通合伙) 31385
代理人 张雪

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

(56)对比文件
CN 111890326 A,2020.11.06
CN 108127483 A,2018.06.08
CN 111330977 A,2020.06.26
WO 9004492 A2,1990.05.03
CN 112685858 A,2021.04.20
CN 108121291 A,2018.06.05
CN 112857315 A,2021.05.28

审查员 李春宇

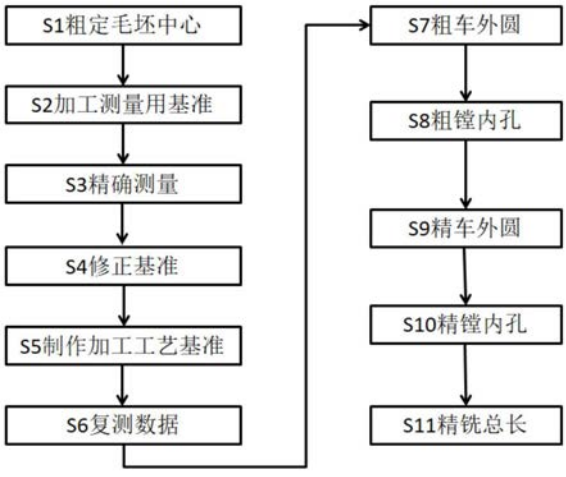
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺，包括钢管毛坯外圆加工步骤和内孔加工步骤，在此之前还包括以下步骤：S1粗定毛坯中心；S2加工测量用基准；S3精确测量；S4修正基准；S5制作加工工艺基准；S6复测数据，确保基准正确无误。本发明利用三维扫描与传统技术相结合的方式，通过三维扫描构建毛坯模型与目标模型匹配，实现一次精准定位毛坯中心和加工基准，进一步通过在加工基准处设置工装装夹实现对钢管毛坯支撑，既实现对超长钢管强度的增加，避免钢管长度方向上因重力产生挠度等问题，影响加工精度，又使得加工工艺基准在不同机床交替作业时有效转移。



CN 113211018 B

1.一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,包括钢管毛坯外圆加工步骤和内孔加工步骤,其特征在于,外圆加工步骤和内孔加工步骤包括依次进行S7粗车外圆、S8粗镗内孔、S9精车外圆以及S10精镗内孔,外圆加工步骤和内孔加工步骤中均在每一加工工艺基准处设置工装装夹钢管毛坯,所述工装为对称设置的两托轮,两托轮分别设置在所述钢管毛坯加工工艺基准的两侧,在此之前还包括以下步骤:

S1粗定毛坯中心:钢管毛坯轧制完成后,上划线平台划出总长端面线,根据余量情况粗定中心;

S2加工测量用基准:利用钢管毛坯总长两端余量铣平两端面,并铣出内外圆;

S3精确测量:三维扫描钢管毛坯获得毛坯模型,并以S2铣出的钢管毛坯内外圆及毛坯长度为基准与目标模型匹配确定偏借方案,精确测定钢管实际中心;

S4修正基准:按S3精确测量数据重新修正两端内孔;

S5制作加工工艺基准:根据S4修正后的钢管毛坯两端内孔尺寸配工装闷头,上卧车装夹,沿钢管毛坯轴向长度且余量较多处擦n处加工工艺基准,加工工艺基准根据工件实际长度决定,L/3≤n≤L/2,其中,L为钢管毛坯长度,单位为米,n取整数,余量较多指单边余量≥15mm;

S6复测数据,确保基准正确无误:操作超声测厚仪对壁厚较少处进行测量,将壁厚数据与三维扫描数据进行对比分析,确保数据一致,无误后进行后续加工。

2.根据权利要求1所述的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,其特征在于,在外圆加工过程中移动工装以加工工艺基准处。

3.根据权利要求1所述的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,其特征在于,在外圆加工步骤中,外圆加工完毕后对钢管毛坯一端轴向加工出导向孔以为后续内孔加工导向。

4.根据权利要求3所述的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,其特征在于,所述导向孔深度为1/45L～1/90L,其中,L为钢管毛坯长度。

5.根据权利要求1所述的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,其特征在于,内孔加工过程中每一刀加工结束后利用超声测厚仪测壁厚复测同轴度。

6.根据权利要求1所述的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,其特征在于,外圆加工步骤和内孔加工步骤完成后还包括精铣总长步骤:钢管上龙门铣床,按外圆校对,铣总长两端面,保证端面垂直度符合图纸要求。

一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及金属管材加工技术领域，尤其涉及一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺。

背景技术

[0002] 随着我国重型装备制造行业的快速发展，采用锻压制坯的各类大直径薄壁钢管应用越来越广泛，需求量持续攀升，产品的质量要求及机加工难度也不断提高。

[0003] 如图1所示，目前新要求为超长大直径薄壁钢管结构，交货尺寸内径Φ1076mm，外径Φ1166mm，总长近9000mm，壁厚仅45mm，内、外圆同轴度和圆柱度公差0.04mm，端面垂直度0.025mm，该零件需要精加工交货。从机械加工工艺性进行分析，该零件加工过程存在诸多制造难点：

[0004] 1、毛坯精确测量不易。因制坯采用钢锭锻压方式，壁厚难以控制，余量不均，用传统的划线测量和测壁厚的方法很难精准定出零件中心，容易形成局部缺量，有报废风险。

[0005] 2、装夹困难。零件直径大、壁薄，整体刚性差，加工装夹时夹紧力不宜过大，否则会产生变形，影响精度；夹紧力太小又夹不紧，安全性差；毛坯总长超过9米，在长度方向上会因重力产生挠度等问题，影响加工精度。

[0006] 3、长深孔加工困难。钢管尺寸突破了以往制造极限记录，尤其是内孔，常规机床无法加工，要使用深孔镗床加工。

[0007] 4、加工工艺基准确定和转移难题。加工工艺基准是保证零件精度的前提，粗加工阶段要寻找有效方法快速准确定出加工基准。在后续的加工过程中，零件涉及多部不同机床交替作业，如何确保加工工艺基准有效转移也需要研究解决。

[0008] 因此，针对上述问题，有必要提出进一步地解决方案，以至少解决其中一个问题。

发明内容

[0009] 本发明旨在提供一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺，以克服现有技术中存在的不足。

[0010] 为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

[0011] 一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺，包括钢管毛坯外圆加工步骤和内孔加工步骤，在此之前还包括以下步骤：

[0012] S1粗定毛坯中心：钢管毛坯轧制完成后，上划线平台划出总长端面线，根据余量情况粗定中心；

[0013] S2加工测量用基准：利用钢管毛坯总长两端余量铣平两端面，并铣出内外圆；

[0014] S3精确测量：三维扫描钢管毛坯获得毛坯模型，并以S2铣出的钢管毛坯内外圆及毛坯长度为基准与目标模型匹配确定偏借方案，精确测定钢管实际中心；

[0015] S4修正基准：按S3精确测量数据重新修正两端内孔；

[0016] S5制作加工工艺基准：根据S4修正后的钢管毛坯两端内孔尺寸配工装闷头，上卧

车装夹，沿钢管毛坯轴向长度且余量较多处擦n处加工工艺基准；

[0017] S6复测数据，确保基准正确无误：操作超声测厚仪对壁厚较少处进行测量，将壁厚数据与三维扫描数据进行对比分析，确保数据一致，无误后进行后续加工。

[0018] 本发明的一个较佳实施例中，外圆加工步骤和内孔加工步骤包括依次进行S7粗车外圆、S8粗镗内孔、S9精车外圆以及S10精镗内孔。

[0019] 本发明的一个较佳实施例中，L/3≤n≤L/2，其中，L为钢管毛坯长度，单位为米，n取整数。

[0020] 本发明的一个较佳实施例中，外圆加工步骤和内孔加工步骤中均在每一加工工艺基准处设置工装装夹钢管毛坯。

[0021] 本发明的一个较佳实施例中，所述工装为对称设置的两托轮，两托轮分别设置在所述钢管毛坯加工工艺基准的两侧。

[0022] 本发明的一个较佳实施例中，在外圆加工过程中移动工装以加工工艺基准处。

[0023] 本发明的一个较佳实施例中，在外圆加工步骤中，外圆加工完毕后对钢管毛坯一端轴向加工出导向孔以为后续内孔加工导向。

[0024] 本发明的一个较佳实施例中，所述导向孔深度为1/45L～1/90L，其中，L为钢管毛坯长度。

[0025] 本发明的一个较佳实施例中，内孔加工过程中每一刀加工结束后利用超声测厚仪测壁厚复测同轴度。

[0026] 本发明的一个较佳实施例中，外圆加工步骤和内孔加工步骤完成后还包括精铣总长步骤：钢管上龙门铣床，按外圆校对，铣总长两端面，保证端面垂直度符合图纸要求。

[0027] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0028] 本发明利用三维扫描与传统技术相结合的方式，通过三维扫描构建毛坯模型与目标模型匹配，实现一次精准定位毛坯中心和加工基准，进一步通过在加工基准处设置工装实现对钢管毛坯支撑，既实现对超长钢管强度的增加，避免钢管长度方向上因重力产生挠度等问题，影响加工精度，又使得加工工艺基准在不同机床交替作业时有效转移。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明的超长大直径薄壁钢管的结构示意图；

[0031] 图2为本发明的超长大直径薄壁钢管的机加工工艺流程图；

[0032] 图3为本发明钢管毛坯外圆粗加工示意图；

[0033] 图4为本发明钢管毛坯内孔加工示意图；

[0034] 图5为本发明钢管毛坯外圆精加工示意图示意图；

[0035] 图6为本发明中的改制深孔镗头一种组装方式的立体示意图；

[0036] 图7为本发明中的改制深孔镗头另一种组装方式的立体示意图。

[0037] 其中，1、钢管毛坯；2、托轮；3、加工工艺基准；4、机床导轨；5、闷头；6、导向孔；

[0038] 7、改制深孔镗头;100、镗头座;210、支撑座;220、第一支撑块;230、第二支撑块;310、盖板;311、第二通孔;312、凹槽;320、深孔镗刀头;321、深孔镗刀座;322、深孔镗刀;330、可调浮动镗刀头;331、可调浮动镗刀座;332、可调浮动镗刀。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0041] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或隐含指明所指示的技术特征的数量。因此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明创造的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0042] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0043] 如图2所示,一种超长大直径薄壁钢管的机加工工艺,包括钢管毛坯1外圆加工步骤和内孔加工步骤,在此之前还包括以下步骤:

[0044] S1粗定毛坯中心:钢管毛坯1轧制完成后,上划线平台划出总长端面线,根据余量情况粗定中心。

[0045] S2加工测量用基准:利用钢管毛坯1总长两端余量铣平两端面,并铣出内外圆,内外圆轴向长度优选为50-100mm。

[0046] S3精确测量:三维扫描钢管毛坯1获得毛坯模型,并以S2铣出的钢管毛坯1内外圆及毛坯长度为基准与目标模型匹配确定偏借方案,精确测定钢管实际中心。

[0047] 其中,一般采用激光跟踪仪进行三维扫描。三维扫描前需将毛坯垫高平放,注意接触面积尽量小以尽可能全部扫描到,防止未扫描到部位缺量,四周优选放置测量参考球体进行三维扫描,数据导入计算机处理得到毛坯模型,与目标模型(加工后模型)以内外圆及毛坯长度为基准进行自动匹配,当然必要时可手动调整模型相匹配,根据实际余量情况设置横截面,以各个横截面余量尺寸为依据确定偏借方案,精确测定钢管实际中心。

[0048] S4修正基准:按S3精确测量数据重新修正两端内孔,最小加工量见圆即可。

[0049] S5制作加工工艺基准3:根据S4修正后的钢管毛坯1两端内孔尺寸配工装闷头5,上卧车装夹牢固,沿钢管毛坯1轴向长度且余量较多处擦n处加工工艺基准3。

[0050] 由于工件为大长径比薄壁零件,工件整体刚性差,易变形,为防止挠度变形导致余量不足,故在余量较多处擦加工工艺基准3,跳动0.10mm以内,加工工艺基准3沿轴向长度方向尽量均匀分布。外圆其余部分最小量擦白,余量较少处留黑皮。同时,也为后续超声测厚提供基础。

[0051] 其中,余量较多指单边余量≥15mm,加工后最小不得＜10mm。

[0052] 加工工艺基准3根据工件实际长度决定,优选地,L/3≤n≤L/2,其中,L为钢管毛坯1长度,单位为米,n取整数。

[0053] 具体地,本实施例中,钢管毛长度约为9m,因此设置3档加工工艺基准3,三处加工工艺基准3沿轴向长度方向尽量均匀分布。

[0054] S6复测数据,确保基准正确无误:操作超声测厚仪对壁厚较少处进行测量,将壁厚数据与三维扫描数据进行对比分析,确保数据一致,无误后进行后续加工。

[0055] 超声测厚需加工表面进行测厚,毛坯表面无法测量,通过上一步骤选取余量较多处先行擦出测量复验数据,若产生偏差仍可继续借调。

[0056] 优选地,外圆加工步骤和内孔加工步骤中均在每一加工工艺基准3处设置工装装夹钢管毛坯1,以支撑工件,增强刚性,减少变形。同时加工工艺基准3和支承基准一致,便于确保加工工艺基准3在不同机床交替作业中有效转移,从而确保加工精度。

[0057] 进一步优选地,所述工装为对称设置的两托轮2,两托轮2分别设置在所述钢管毛坯1加工工艺基准3的两侧,以为钢管毛提供适宜的夹紧力。

[0058] 优选地,在外圆加工过程中移动工装以加工工艺基准3处实现全面加工。

[0059] 由于钢管毛内径大,管壁薄,为确保内外圆同轴度,在外圆加工步骤中,外圆加工完毕后对钢管毛坯1一端轴向加工出导向孔6以为后续内孔加工导向,从而利于长深孔加工。进一步地,内孔加工过程中每一刀加工结束后利用超声测厚仪测壁厚复测同轴度。

[0060] 优选地,所述导向孔6深度为1/45L～1/90L,其中,L为钢管毛坯1长度。

[0061] 优选地,外圆加工步骤和内孔加工步骤包括依次进行S7粗车外圆、S8粗镗内孔、S9精车外圆以及S10精镗内孔。外圆加工步骤和内孔加工步骤完成后还包括精铣总长步骤。

[0062] 具体地,S7粗车外圆:如图3所示,加工工艺基准3处搭托轮2,托轮2置于机床导轨4上,外圆单边留5-6mm余量全部粗加工车出。加工过程中移动托轮2,重新加工三处托轮2档,跳动0.06mm以内。搭托轮2,取下车床尾座一端闷头5,车一段轴向长度100-200mm内孔作为后续深孔加工导向基准孔,端面以最小量光平。

[0063] S8粗镗内孔:如图4所示,钢管毛坯转移至深孔镗床上车,三处托轮2档搭托轮2,校调跳动不超过0.06mm。安装改制深孔镗头7,以前序车出导向孔6为基准单边留量5-6mm加工内孔。每一刀加工结束后利用超声测厚仪测壁厚复测同轴度。

[0064] S9精车外圆:如图5所示,根据半精内孔尺寸配闷头5重新上卧车,三处托轮2档搭托轮2,校调跳动不超过0.06mm,精加工外圆时要适时移动托轮2,加工外圆到图纸尺寸,跳动0.04mm以内,加工过程吃刀量尽量小,充分冷却,减少发热引起的变形。一般设置半精加工吃刀量0.5mm,精加工吃刀量0.1-0.2mm。取下车床尾座一端闷头5,车一段轴向长度100-200mm内孔作为后续深孔精加工导向基准孔,端面最小量光出。

[0065] S10精镗内孔:外圆轴向长度适当位置选三处搭托轮2,校调跳动不超过0.04mm,保证内外圆加工基准一致。安装改制深孔镗头7,以前序车出导向孔6为基准镗对内孔。每一刀加工结束后利用超声测厚仪测壁厚复测同轴度。

[0066] S11精铣总长:钢管毛上龙门铣床,按外圆校对,铣总长两端面,保证端面垂直度符合图纸要求0.025。

[0067] 至此全部加工完成。

[0068] 如图6和图7所示,改制深孔镗头7包括镗头座100、支撑块组件以及镗头组件。

[0069] 镗头座100设置有贯穿其长度方向的第一通孔,以供冷却油通过(将在下文中详细叙述)。

[0070] 支撑块组件包括多个支撑座210、第一支撑块220和第二支撑块230。多个支撑座210沿镗头座100周向间隔设置,优选地,多个支撑座210沿镗头座100周向均匀间隔设置,以实现稳定支撑。本实施例中沿镗头座100周向均匀间隔设置有4个支撑座210。

[0071] 第一支撑块220、第二支撑块230用于可拆卸设置于支撑座210内且凸出支撑座210边缘,以接触钢管内壁实现对其支撑,从而增强了工装整体刚性,确保镗刀不会让刀或振刀。具体根据加工工艺采用第一支撑块220或第二支撑块230,第一支撑块220、第二支撑块230可以高度不同、材质不同等以供选择。优选地,第一支撑块220和第二支撑块230均为长条状,且其长度方向与镗头座100的轴向一致,从而在轴向上实现良好支撑。此时,支撑座210为与第一支撑块220、第二支撑块230相配合的长条状。

[0072] 镗头组件的边缘与支撑块组件的边缘齐平,以实现对钢管内壁的加工作业。镗头组件包括用于与镗头座100可拆卸连接的两盖板310,以及分别设置于两盖板310上的深孔镗刀头320、可调浮动镗刀头330,从而扩展了原有镗头的加工能力范围,实现一个镗头座100进行粗加工和精加工,降低了整体式镗头的重量,节约了生产成本,同时通过盖板310以及可调浮动镗刀头330实现大孔径加工。

[0073] 盖板310由其边缘向内形成有至少一凹槽312,盖板310上设置有贯穿其厚度方向的多个的第二通孔311,第二通孔311与第一通孔连通,以供冷却油由第一通孔流向第二通孔311并喷出,既能起冷却润滑作用,又可以将切屑及时冲出,冲出的切屑由凹槽312向外排出。

[0074] 如图6所示为镗头座100加装深孔镗刀头320的示意图。盖板310上设置有深孔镗刀座321,深孔镗刀座321内设置有深孔镗刀322,然后盖板310与镗头座100可拆卸连接,例如螺丝连接,但不限于此。此时,由于深孔镗刀322一般用于钢管内孔粗加工,为配合粗加工工艺,第一支撑块220为合金件,具体可以为铸铁,以进一步增强工装刚性。

[0075] 如图7所示为镗头座100加装可调浮动镗刀头330的示意图。盖板310上设置有可调浮动镗刀座331,可调浮动镗刀座331内设置有可调浮动镗刀332,然后盖板310与镗头座100可拆卸连接,例如螺丝连接,但不限于此。此时,由于可调浮动镗刀332一般用于钢管内孔精加工,为配合精加工工艺,第二支撑块230为木制件,以降低成本且适宜精加工。

[0076] 本实施例中的深孔镗刀头320和可调浮动镗刀头330均可采用现有的深孔镗刀头320和可调浮动镗刀头330。深孔镗刀头320一般用于深孔加工,可调浮动镗刀头330的可调浮动镗刀332相较深孔镗刀322更长,利于大内径的钢管加工。同时可调浮动镗刀332两头对称,刀刃方向相反,两刀刃间的尺寸就是所镗孔的直径,并且在镗刀座内自由滑动,做微量

的径向运动，可自动定心，使两刀刃切削深度相等，孔的加工精度、光洁度高，直线性好，一般用于精加工。

[0077] 本实施例中，还可以对盖板310直径设置以使其配合需要加工的钢管内径，从而实现大孔径加工。

[0078] 综上所述，本发明通过传统测量方法与激光跟踪仪三维扫描相结合，在钢管余量不均匀情况下快速、准确判断余量，同时通过合理的机加工工艺完成超长大直径薄壁钢管的加工。

[0079] 通过本方法的实施，企业攻克了钢管加工的难题，生产周期也在可控范围之内，各项精度指标符合客户要求，为后续同类产品的制造积累了经验，毛坯余量精确测量数据为后续钢管降低钢锭重量，提高锻坯利用率提供了有力的技术支撑，经济效益可观。对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0080] 此外，应当理解，虽然本说明书按照实施方式加以描述，但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施例中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

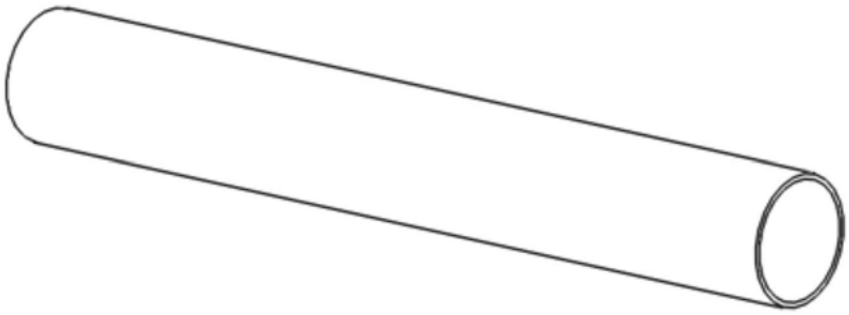


图1

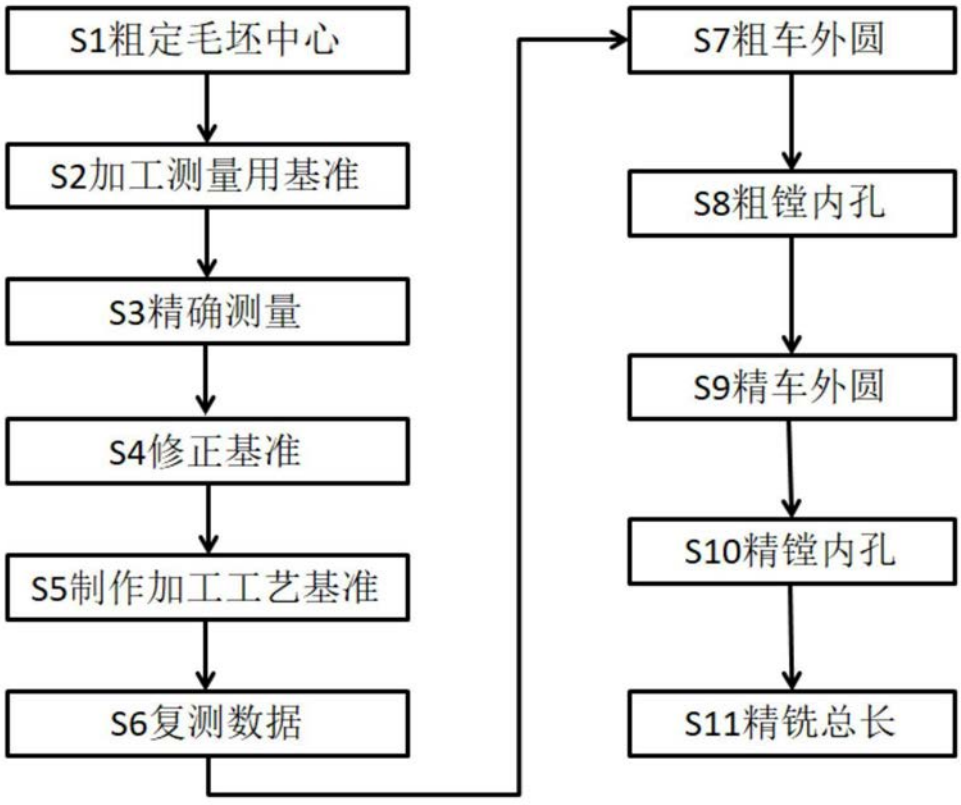

S1粗定毛坯中心
S2加工测量用基准
S3精确测量
S4修正基准
S5制作加工工艺基准
S6复测数据
S7粗车外圆
S8粗镗内孔
S9精车外圆
S10精镗内孔
S11精铣总长

图2

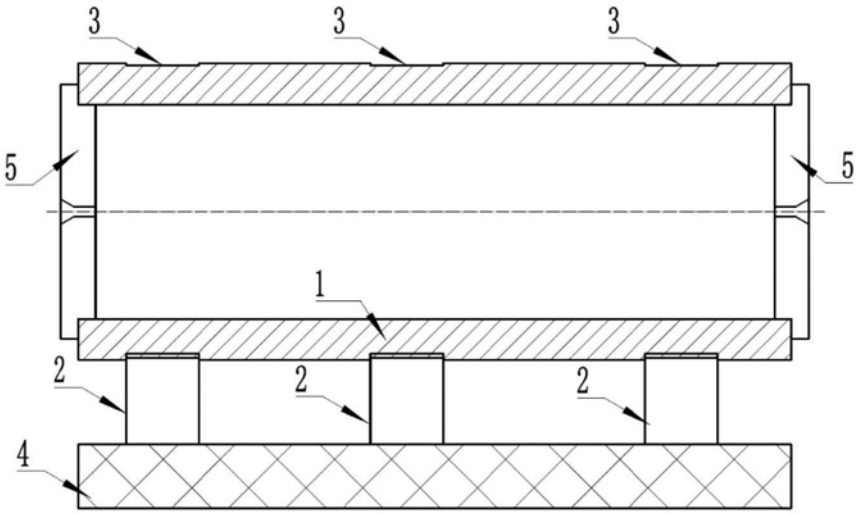


图3

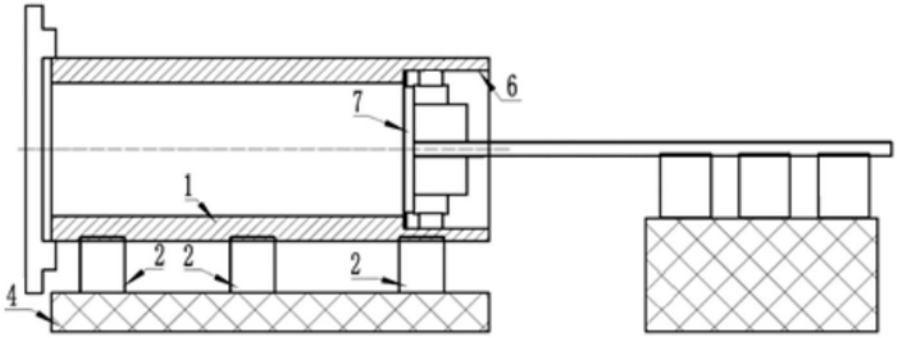


图4

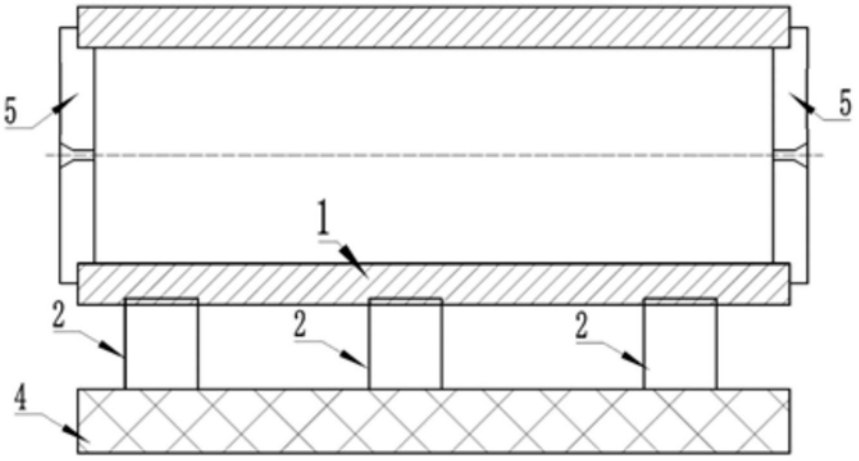


图5

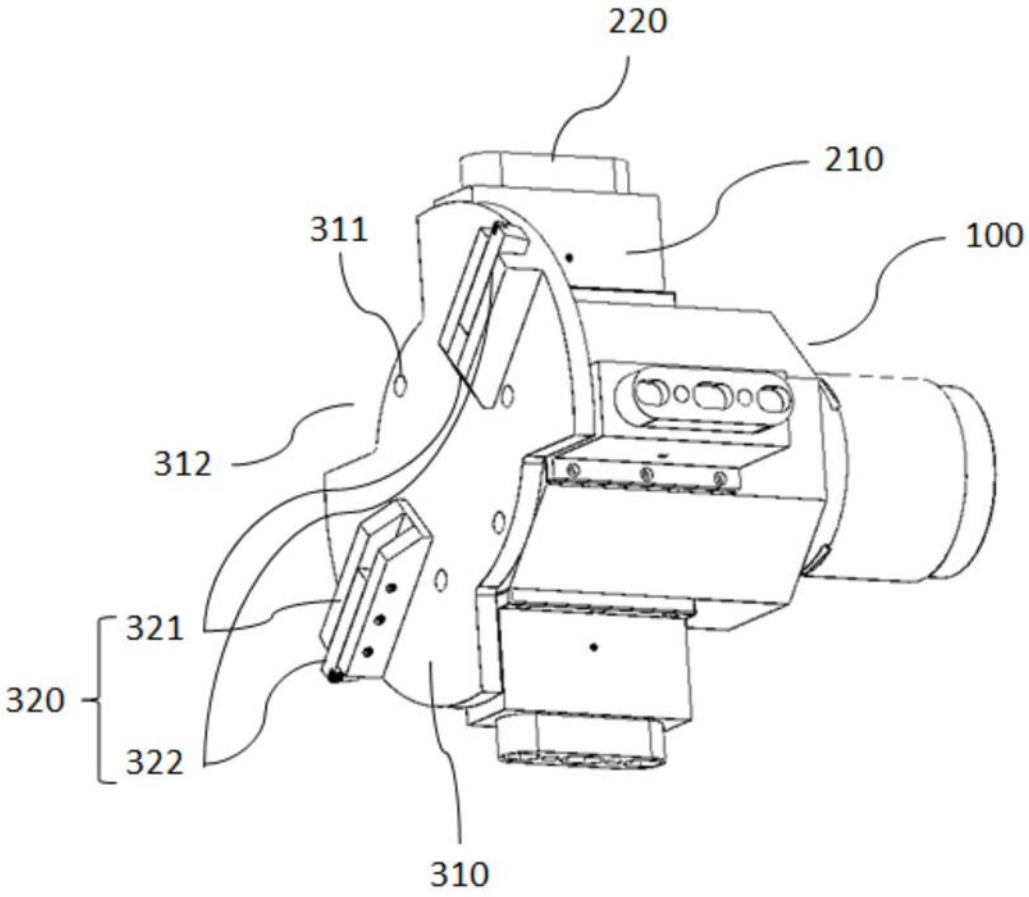


图6

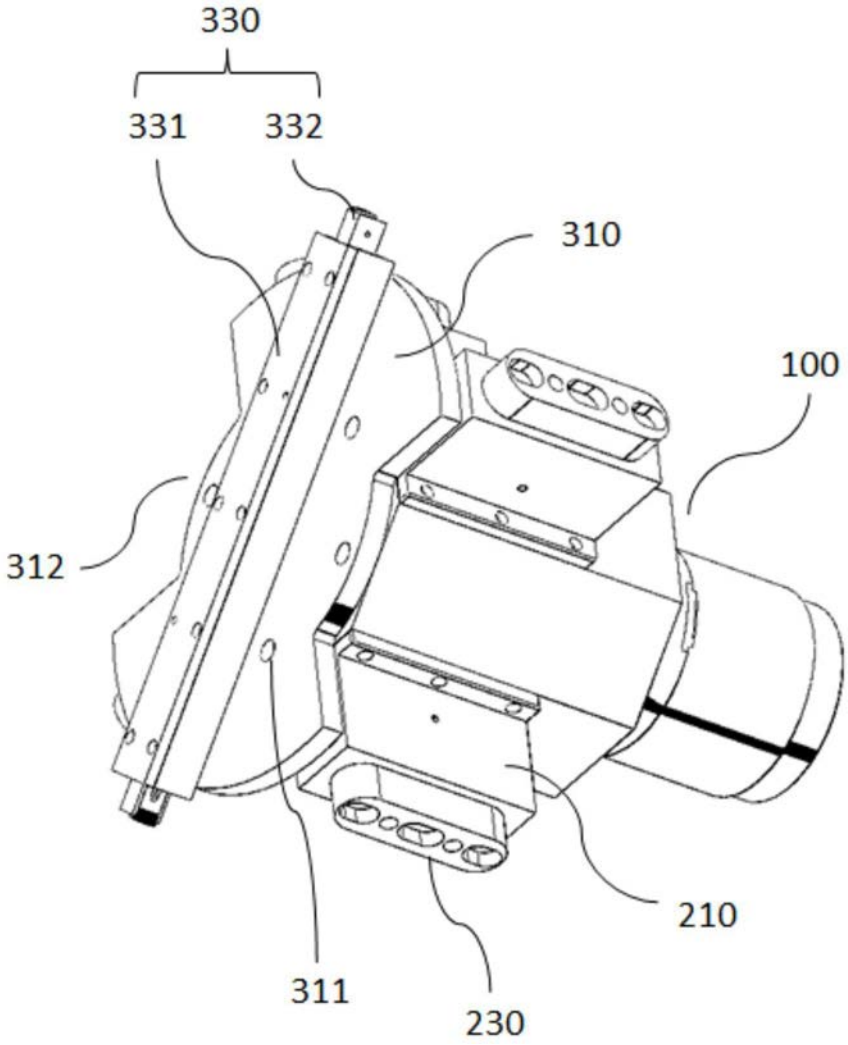


图7