



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114012506 B

(45) 授权公告日 2023.02.17

(21) 申请号 202111458291.5

B23P 13/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.01

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114012506 A

CN 101913104 A, 2010.12.15

CN 101913104 A, 2010.12.15

CN 109551178 A, 2019.04.02

(43) 申请公布日 2022.02.08

CN 111112955 A, 2020.05.08

(73) 专利权人 山西柴油机工业有限责任公司  
地址 037036 山西省大同市云冈区大庆西路97号

CN 102335831 A, 2012.02.01

CN 103658734 A, 2014.03.26

CN 108723414 A, 2018.11.02

(72) 发明人 辛亮 李祥 方博 李冬伟  
田志勇

CN 111283439 A, 2020.06.16

CN 110103075 A, 2019.08.09

(74) 专利代理机构 天津合正知识产权代理有限公司 12229  
专利代理师 孟令琨

CN 101972935 A, 2011.02.16

CN 203622025 U, 2014.06.04

CN 101666376 A, 2010.03.10

CN 207104400 U, 2018.03.16

(51) Int. Cl.

审查员 蒋福宗

B23Q 17/00 (2006.01)

B23Q 17/20 (2006.01)

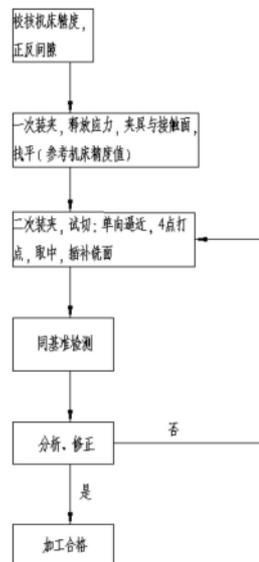
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

一种大型复杂箱体的加工精度保证方法

## (57) 摘要

本发明提供了一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,包括如下步骤:S1、校核机床精度;S2、一次装夹;S3、二次装夹,并对工件进行试切加工;S4、同基准检测,并进行误差分析;S5、修正工件加工误差,并对工件进行合格检验;S6、重复步骤S2至S5,直至工件加工合格;按合格加工工艺建立基准,输出标准合格加工工艺数据,以保证后续加工工件的加工精度。本发明提供了一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,通过在箱体加工前对可能影响加工精度的机床问题有了一个提前的预判,保证后续工件的加工精度。



1. 一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - S1、校核机床精度;
  - S2、一次装夹;对工件进行一次装夹,并夹紧;将工件静置一段时间,释放工件的应力;
  - S3、二次装夹;松开工件,利用塞尺检验底面与夹具间隙,并将大于一定尺寸的间隙使用塞尺垫平;二次夹紧,并设定一致的夹紧力;  
并对工件进行试切加工;
  - S4、以同一基准检测工件,并进行误差分析;
  - S5、修正工件加工误差,并对工件进行合格检验;
  - S6、重复步骤S2至S5,直至工件加工合格;按合格加工工艺建立基准,输出标准合格加工工艺数据,以保证后续加工工件的加工精度。
2. 根据权利要求1所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,所述步骤S1中校核机床精度的具体步骤如下:
  - 检测机床重复定位精度,得到反向间隙的数值,为选择加工方法提供选择依据;
  - 校核机床几何精度,得到机床主轴立柱与Z轴导轨之间的偏角角度A、以及机床工作台B轴旋转误差,为工件的误差分析提供依据。
3. 根据权利要求1所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,所述步骤S3中,试切加工包括:
  - 试加工孔,在加工过程中用单向逼近法加工每一个孔;加工过程中采用双向打点测量加工孔的实际加工偏差,根据实际加工偏差对加工孔进行补值,直至同向定轴加工的两个加工孔共心;
  - 利用单向逼近法依次试加工各孔,至结束,送检工件进行误差检测。
4. 根据权利要求1所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,所述步骤S4中,以同一基准检测工件并进行误差分析的具体步骤如下:
  - 选取并确定统一的三坐标基准坐标系,作为工件加工和检测过程中的基准坐标系;
  - 以同向定轴加工的两个加工孔的轴线作为加工基准,检测其他加工孔,得到工件的加工误差、以及产生误差的原因。
5. 根据权利要求1所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,所述步骤S5中,修正工件加工误差的具体步骤如下:
  - 根据工件的加工误差,对工件进行误差修正加工,使工件、以及工件上的加工孔满足设计要求。
6. 根据权利要求5所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,其特征在于,所述对工件进行误差修正加工的具体步骤如下:
  - 采用Z轴插补法铣面,根据工件的加工误差,对工件进行铣削加工,使工件符合设计要求。

## 一种大型复杂箱体的加工精度保证方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于机床加工领域,尤其是涉及一种大型复杂箱体的加工精度保证方法。

### 背景技术

[0002] 大型箱体类零件一直以加工精度高,尺寸要求严而成为机械加工领域的加工难点,而各孔之间的位置度,以及两孔轴线与其他孔轴线之间的平行度、垂直度也是加工中的关键所在,上述加工的精度一直是靠机床的精度来保证。但机床使用过程中不可避免的因各种因素会导致机床精度下降,随着机床精度的下降加工的产品会出现很多意想不到的误差,分析起来十分困难,加工出的产品也没办法满足使用要求。具体为在加工大型箱体时,尤其是多轴线、多孔、变孔径的加工过程中,会有很多制约加工精度的因素,同时由于三坐标检验机基准设定的不同,分析产生误差的原因错综复杂。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明旨在提出一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,以解决大型箱体加工时加工精度不佳的问题。

[0004] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0005] 一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,包括如下步骤:

[0006] S1、校核机床精度;

[0007] S2、一次装夹;

[0008] S3、二次装夹,并对工件进行试切加工;

[0009] S4、以同一基准检测工件,并进行误差分析;

[0010] S5、修正工件加工误差,并对工件进行合格检验;

[0011] S6、重复步骤S2至S5,直至工件加工合格;按合格加工工艺建立基准,输出标准合格加工工艺数据,以保证后续加工工件的加工精度。

[0012] 进一步的,所述步骤S1中校核机床精度的具体步骤如下:

[0013] 检测机床重复定位精度,得到反向间隙的数值,为选择加工方法提供选择依据;当反向间隙的数值大于0.1mm时,程序补偿将会出现误差,因此反向间隙的数值大小能作为选择何种加工方法的依据;

[0014] 校核机床几何精度,得到机床主轴立柱与Z轴导轨之间的偏角角度A、以及机床工作台B轴旋转误差,为工件的误差分析提供依据。

[0015] 进一步的,所述步骤S2中,一次装夹的具体步骤如下:

[0016] 对工件进行一次装夹,并夹紧;

[0017] 将工件静置一段时间,释放工件的应力。

[0018] 进一步的,所述步骤S3中,二次装夹的具体步骤如下:

[0019] 松开工件,利用塞尺检验底面与夹具间隙,并将大于一定尺寸的间隙使用塞尺垫平;

- [0020] 二次夹紧,并设定一致的夹紧力。
- [0021] 进一步的,所述步骤S3中,试切加工包括:
- [0022] 试加工孔,在加工过程中用单向逼近法加工每一个孔;加工过程中采用双向打点测量加工孔的实际加工偏差,根据实际加工偏差对加工孔进行补值,直至同向定轴加工的两个加工孔共心;
- [0023] 利用单向逼近法依次试加工各孔,至结束,送检工件进行误差检测。
- [0024] 进一步的,所述步骤S4中,以同一基准检测工件并进行误差分析的具体步骤如下:
- [0025] 选取并确定统一的三坐标基准坐标系,作为工件加工和检测过程中的基准坐标系,用于分析得到工件的加工误差及误差产生的原因;
- [0026] 以同向定轴加工的两个加工孔的轴线作为加工基准,检测其他加工孔,得到工件的加工误差、以及产生误差的原因。
- [0027] 进一步的,所述步骤S5中,修正工件加工误差的具体步骤如下:
- [0028] 根据工件的加工误差,对工件进行误差修正加工,使工件、以及工件上的加工孔满足设计要求。
- [0029] 进一步的,所述对工件进行误差修正加工的具体步骤如下:
- [0030] 采用Z轴插补法铣面,根据工件的加工误差,对工件进行铣削加工,使工件符合设计要求。
- [0031] 相对于现有技术,本发明所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法具有以下优势:
- [0032] 本发明提供了一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,通过在箱体加工前对可能影响加工精度的机床问题有了一个提前的预判,保证后续工件的加工精度;当预检时发现的问题和预判的因为机床精度导致的误差分析结果一致,可以直接针对问题采取方法解决,避免了问题找不准、或错误分析误差形成结果而采用方法不当造成的加工一次一个结果,确保工件连续加工时的加工精度。

## 附图说明

- [0033] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:
- [0034] 图1为本发明实施例所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法的流程图;
- [0035] 图2为本发明实施例所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法中机床的结构示意图;
- [0036] 图3为本发明实施例所述的一种大型复杂箱体的加工精度保证方法中工件的结构示意图。
- [0037] 附图标记说明:
- [0038] 1、Z轴导轨;2、机床立柱;3、主轴;4、工作台B轴;5、工件;6、孔一;7、孔二;8、孔三;9、孔四;10、孔五;11、孔六;12、孔七;13、孔八;14、孔九。

## 具体实施方式

- [0039] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相

互组合。

[0040] 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者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,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。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0041] 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;可以是直接相连,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。

[0042] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0043] 一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,如图1至图3所示,包括如下步骤:

[0044] S1、校核机床精度;

[0045] S2、一次装夹;

[0046] S3、二次装夹,并对工件进行试切加工;

[0047] S4、以同一基准检测工件,并进行误差分析;

[0048] S5、修正工件加工误差,并对工件进行合格检验;

[0049] S6、重复步骤S2至S5,直至工件加工合格;按合格加工工艺建立基准,输出标准合格加工工艺数据,以保证后续加工工件的加工精度。

[0050] 在加工工件5时,机床的几何、定位精度直接影响着工件5最终加工质量,在加工前对机床精度的校核尤为重要。本发明强调加工过程中的校核机床精度工步,将对工件5最终精度起着决定性作用。

[0051] 首先校核机床精度,将为试加工检验时产生的误差分析起到关键作用:一是检测机床重复定位精度,当反向间隙的数值大于0.1mm时,程序补偿将会出现误差,在实际操作中该值为0.13mm,所以本发明决定采用单向逼近法来消除各轴之间的反向间隙;二是校核机床几何精度,机床立柱2倾斜会导致工件5加工面与Z轴轴线不垂直且无法消除,工作台B轴4转动误差也会导致工件加工误差,因此需要先对机床几何精度进行校核,得到机床立柱2与Z轴导轨1之间的偏角角度A、以及机床工作台B轴4的旋转误差,为工件5的误差分析提供依据,由于偏角角度及旋转误差的存在,机床主轴3在沿Z轴导轨1进给加工时工件5时,工件5表面及加工孔会出现加工误差,因此通过校核机床几何精度,如果存在偏角角度和旋转误差,则可以清楚知道后续加工误差如何修正,确保工件5的加工精度。

[0052] 将机床状态摸清后即可开始试加工工件,首先在机床工作台上进行一次装夹,并夹紧工件,然后静置一段时间,例如5分钟、7分钟或10分钟,也可以在2-10分钟内取任意一时间,以充分释放工件合箱、底面与夹具接触面、以及吊装过程中的应力。

[0053] 之后进行二次装夹,先松开工件后,使用塞尺检验底面与夹具间隙,大于一定尺寸

的间隙使用塞尺垫平,例如,当间隙大于0.02mm的用塞尺垫平,然后对工件进行二次夹紧,夹紧力用公斤力扳手设定一致,开始试加工,在加工过程中用单向逼近法加工每一个加工孔。

[0054] 具体的,如图所示,由于孔径,刀具等的制约,工艺路线制定为先加工孔一6、孔二7、孔三8、孔五10,然后转工作台加工孔七12、孔四9、孔九14、孔六11、孔八13。图纸要求孔一6、孔七12、孔四9共线,且与孔二7、孔八13、孔五10、孔三8、孔九14、孔六11的三轴线平行度为0.05mm,如图所示,就需要试加工孔八13,然后打点测量孔八13与孔五10的实际偏差,补值后使孔八13与孔五10共心,之后再用单向逼近法加工。

[0055] 其中,如图所示,在打点控制孔八13与孔五10共心时,为了减少误差,采用4点打点,好处是不用测量调小的孔八13直径,直接打点 $c, f$ 值,补值 $(f-c)/2$ 即可,优于单侧打点,减少测量试加工孔八13的误差。补正孔八13与孔五10两孔差值,调大孔八13直径增量 $> (f-c)$ 与 $(e-d)$ 两数值之中较大值 $<$ 至孔八13成品尺寸增量,再试切,直至 $c=f=d=e$ 则孔八13与孔五10共心。

[0056] 依次试加工各孔,至结束,送检工件。此时如按原有图纸检验,需要分别利用孔一与孔七连线检测孔四坐标、利用孔八与孔二连线检测孔五坐标、利用孔三与孔九连线检测孔六坐标,以及分别检验孔四、孔五、孔六三孔连线的平行度,这样与实际加工情况不符,出现偏差只能人为补正坐标,分析不出产生偏差的原因,对后续加工没有借鉴作用,容易出现送检一件一个样的情况。

[0057] 而本方法中,由于孔二和孔五轴线同向定轴加工,所以可作为加工基准,检测其他孔,这样与加工基准重合,可以快速判定出误差产生原因。例如,用孔二和孔五建立轴线,检测与G54面的垂直度如图所示,可以发现垂直度误差与机床立柱误差值一致。如果用孔二与孔八建立轴线,就会把孔八的加工误差清零,从而使G54面与立柱倾斜值不符,给补值及后续加工带来很多不确定性。

[0058] 通过上述分析清误差与产生原因后,可按步骤重复加工工件,在加工工件的G54面时,可采用Z轴插补法铣面,将加工误差带入Z轴插补值,将G54面铣平。重复送检步骤,直至尺寸送检合格后再按工艺要求建立基准,输出标准合格数据。

[0059] 示例的,当机床立柱与Z轴导轨存在偏角角度 $A$ ,则在工件打孔的过程中,需要根据偏角角度 $A$ 调整机床立柱上主轴的Y向坐标,该Y向坐标可以根据偏角角度 $A$ ,并结合工件加工尺寸,通过勾股定理计算得出,得出Y向加工误差差值后,可通过调整主轴的Y向坐标,消除主轴加工的加工误差,使工件加工孔达到加工要求;在工件表面进行铣削加工的过程中,同样需要调整主轴的Y向坐标,机床沿Z轴导轨移动加工的过程中,可根据得出的加工误差差值,同步调整主轴的Y向坐标,使主轴沿机床立柱Y向向下移动,铸件消除工件表面的加工误差,从而实现工件的高精度加工。

[0060] 示例的,机床工作台B轴4转动时存在旋转误差(即机床工作台B轴转动不到设计加工位置),可通过调整工作台B轴4加工过程中的转动角度,抵消工作台B轴4的旋转误差,确保工件的旋转加工精度。实际加工过程中,当预检时发现的问题和预判的因为机床精度导致的误差分析结果一致,可以直接针对问题采取方法解决,避免了问题找不准,或错误分析误差形成结果而采用方法不当,造成加工一次一个结果,从而无法保证加工精度,利用本方法则可以很好解决上述加工问题。

[0061] 本方法通过增加一次装夹预紧可以消除箱体合箱应力变形,避免精加工完成后松开工件时产生较大的变形。

[0062] 同时由于机床精度下降,在执行程序指令时会出现重复定位不准,影响加工精度。预加工时充分考虑零件特点,不同刀具重量不同产生的位置误差,并利用双向打点法校验打点精度,力争做到试切检验问题明确,采取措施一步到位。

[0063] 在检验环节中,如果三坐标基准坐标系建立不当,会产生较大的检验误差,并在误差原因分析中发生误判,导致补值失败。在加工大型箱体时,尤其是多轴线,多孔,变孔径的加工过程中,会有很多制约加工精度的因素,同时由于三坐标检验机基准设定的不同,分析产生误差的原因错综复杂。在实际运用上,某型号箱体国产化试制时,用户找了多家企业加工,一直无法保证加工质量,运用本方法后各项形位公差达到全尺寸合格。

[0064] 本方法通过选取并确定统一的三坐标基准坐标系,作为工件加工和检测过程中的基准坐标系,可以避免误差原因分析中发生误判,便于分析产生误差的原因,可实现对加工误差及产生原因的精准判断,便于后续对工件进行误差修正加工,使工件加工精度满足设计要求;本方法从机床的几何精度,重复定位精度,夹具的变形误差,刀具的长短、重量,到三坐标的基准坐标系的建立,及工艺流程的优化,总结出一套保证精度的加工方法,解决了用精度一般的机床加工高精度产品的难题,可以为工厂节约大量的购置机床费用,从而达到精益求精、降本增效的目的。

[0065] 示例的,可以在二次装夹后,将装夹工件的底部平面作为参照基准,建立统一的三坐标基准坐标系,便于后续工件加工和误差分析,相比与参照其他基准建立坐标系,以装夹后的工件底面为基准建立的坐标系,有利于得到更准确的加工误差及产生误差的原因。

[0066] 本方法在加工前增加了机床精度校核的步骤,对可能影响加工精度的机床问题有了一个提前的预判。通过在工件加工前,先对机床进行校核,可以得到机床的几何精度数据,并判断出机床在后续加工过程中可能出现的误差,在加工开始前,就设置好后续修正误差的方法和加工步骤,消除机床误差对加工工件造成的影响,有利于工件的快速加工,同时还可确保加工工件的精度,提高大型复杂箱体的加工效率。

[0067] 本发明提供了一种大型复杂箱体的加工精度保证方法,通过在箱体加工前对可能影响加工精度的机床问题有了一个提前的预判,保证后续工件的加工精度;当预检时发现的问题和预判的因为机床精度导致的误差分析结果一致,可以直接针对问题采取方法解决,避免了问题找不准、或错误分析误差形成结果而采用方法不当造成的加工一次一个结果,确保工件连续加工时的加工精度。

[0068] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

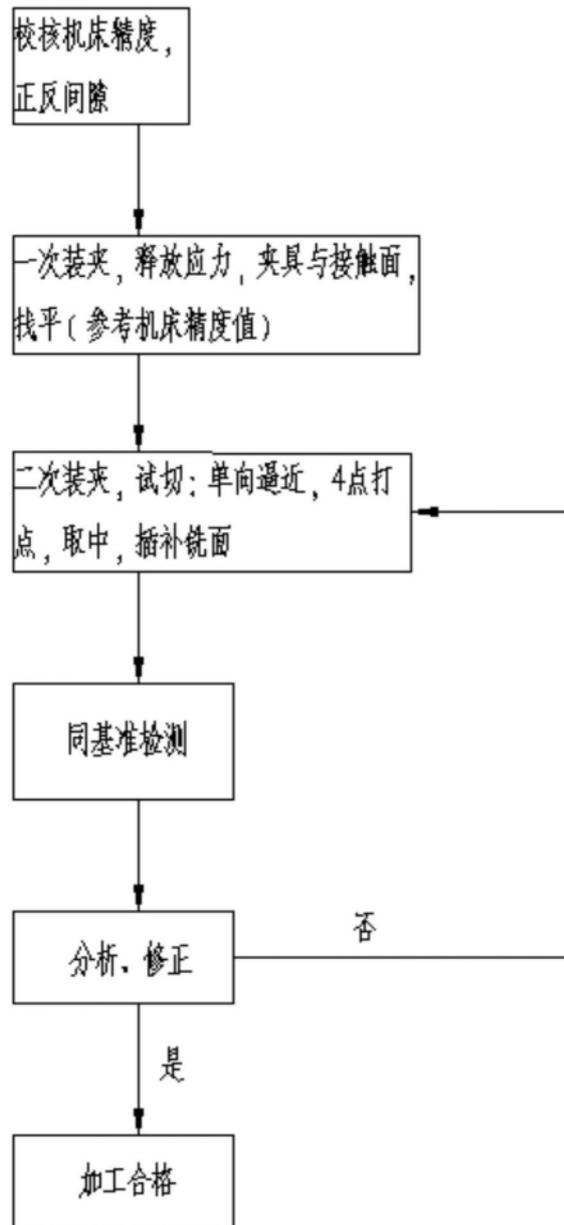


图1

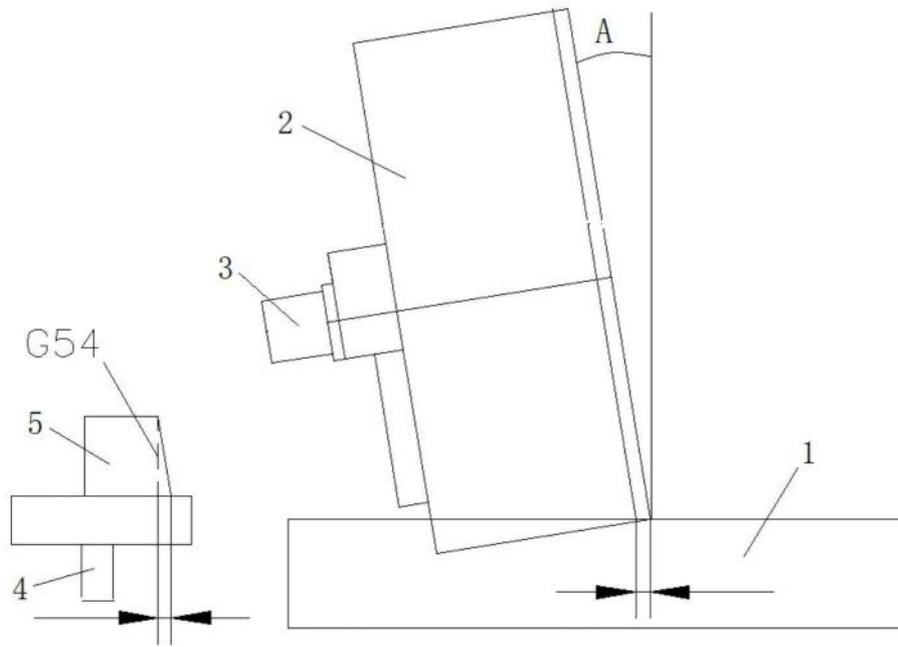


图2

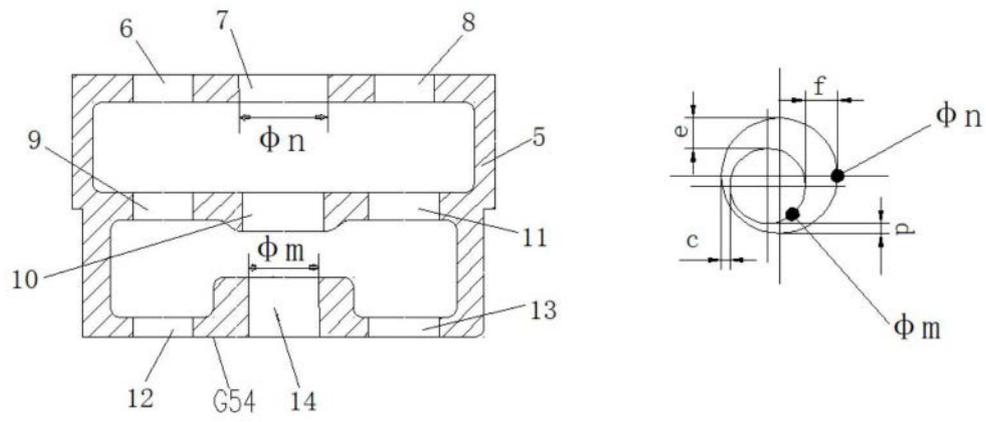


图3