(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114147598 B
(45)授权公告日 2024.03.22

(21)申请号 202111442459.3
(22)申请日 2021.11.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114147598 A
(43)申请公布日 2022.03.08
(73)专利权人 清研精密轴承研究院(洛阳)有限公司
地址 471000 河南省洛阳市中国(河南)自由贸易试验区洛阳片区高新技术开发区延光路18号5幢科研中心大楼201室
专利权人 清华大学天津高端装备研究院洛阳先进制造产业研发基地
(72)发明人 张洛平 李华 马明星 蔡振华 闫姣姣 杨少丹 鲁志敏
(74)专利代理机构 洛阳市凯旋专利事务所(普通合伙) 41112
专利代理师 申朝辉
(51)Int.Cl.
B24B 27/00(2006.01)
B24B 5/22(2006.01)
B24B 5/35(2006.01)
B24B 41/06(2012.01)
B24B 41/00(2006.01)
B24B 47/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 103084962 A,2013.05.08
CN 104959843 A,2015.10.07
CN 105690192 A,2016.06.22
CN 107530857 A,2018.01.02
CN 108747737 A,2018.11.06
CN 112338654 A,2021.02.09
CN 203282292 U,2013.11.13
CN 203509961 U,2014.04.02
CN 214818399 U,2021.11.23
JP H05154750 A,1993.06.22

审查员 王颖

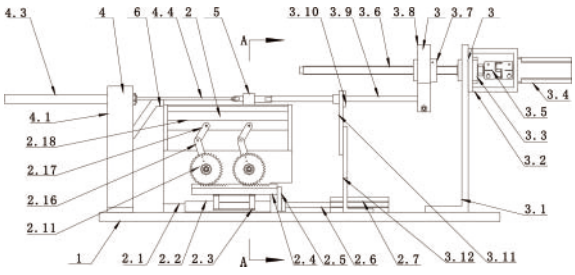
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置

(57)摘要

本发明属于滚子磨削技术领域,具体公开一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,包括滚子支撑装置、滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置,滚子支撑装置包括支撑板、滚子顶起板和驱动机构,滚子能够放置在支撑板的顶部,在支撑板上部前后方分别设有与其平行设置的滚子顶起板,滚子顶起板与支撑板活动连接,在驱动机构的作用下,滚子顶起板能够相对支撑板竖直向上移动将滚子顶起或竖直向下移动远离滚子,在驱动装置的作用下,顶头和气缸伸出杆顶头能够左右水平移动接近并顶着滚子或远离滚子,防止滚子在加工时产生跳动,提高滚子在开弧和精磨后的同轴度,提高成品质量,提高加工精度。



CN 114147598 B

1.一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:包括底板、滚子支撑装置、滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置,底板水平设置,滚子支撑装置包括支撑板、滚子顶起板和驱动机构,支撑板竖直设置在底板上,滚子能够放置在支撑板的顶部,在支撑板上部前后方分别设有与其平行设置的滚子顶起板,滚子顶起板与支撑板活动连接,驱动机构包括下连杆、上连杆、齿轮和齿条,在支撑板中部左右间隔设有两个水平贯穿支撑板的通孔,每个通孔内分别穿设有齿轮轴,每个齿轮轴的两端分别转动连接有齿轮,在所述齿轮的下方分别设有与齿轮啮合连接的齿条,齿条通过匹配设置的滑块和导轨与底板活动连接,齿条的一端通过连接件与齿条气缸的齿条气缸伸出杆连接,所述齿轮分别与倾斜向上设置的下连杆的下端连接,下连杆上端与反向倾斜设置的上连杆的下端铰接连接,上连杆的上端与滚子顶起板下端铰接连接,在齿条气缸的作用下,齿条能够左右移动并依次通过齿轮、下连杆和上连杆带动滚子顶起板相对支撑板竖直向上移动将滚子顶起或竖直向下移动远离滚子,滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置间隔设置在支撑板的左右侧,滚子伺服顶头装置包括顶头,滚子气缸顶头装置包括气缸伸出杆顶头,顶头和气缸伸出杆顶头相对设置在支撑板的上方,在驱动装置的作用下,顶头和气缸伸出杆顶头能够左右水平移动接近并顶着滚子或远离滚子。

2.根据权利要求1所述的步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:滚子伺服顶头装置包括伺服电机、联轴器、丝杠和顶头,伺服电机通过电机机架设置在底板上,伺服电机的输出端通过联轴器与丝杠的一端连接,丝杠的另一端通过螺纹连接的螺母穿设在竖直设置的螺母座上部,在螺母座的下部穿设有水平设置的顶头,顶头的自由端朝接近滚子的方向延伸,在伺服电机的作用下,丝杠能够通过螺母座带动顶头左右移动接近或远离滚子。

3.根据权利要求2所述的步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:滚子气缸顶头装置包括气缸支架、气缸固定板、气缸和气缸伸出杆顶头,气缸伸出杆顶头自由端与顶头的自由端相对设置,气缸伸出杆顶头另一端与气缸输出端连接,气缸设置在气缸固定板顶部,气缸固定板通过竖直设置的气缸支架与底板固定连接,气缸能够推动气缸伸出杆顶头向接近滚子的方向移动顶住滚子。

4.根据权利要求2所述的步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:在顶头的中部套设有直线轴承,直线轴承设置在顶杆连接板上部,顶杆连接板下部与设置在底板上的顶杆支架上端连接。

5.根据权利要求2所述的步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:在支撑板上部前后侧面的左右端分别设有与滚子顶起板匹配的卡槽,卡槽竖直设置,所述滚子顶起板的左右端分别嵌设在对应的卡槽中与卡槽滑动连接。

6.根据权利要求3所述的步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,其特征是:在支撑板顶部临近气缸固定板的一端设置有出料口,在伺服电机的作用下,顶头向接近滚子的方向移动推动加工好的滚子从出料口导出。

一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置

技术领域

[0001] 本发明属于滚子磨削技术领域,具体公开一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置。

背景技术

[0002] 圆弧或对数曲线滚子常采用无心贯穿磨磨削,这种磨削方法为达到滚子的尺寸精度和表面质量要求,需在两台磨床上分别进行开弧和精磨两道工序,导致滚子质量稳定性差、工作效率较低,为提高滚子加工质量和工作效率,需要设计一种多工位无心滚子外圆磨床,同时具有开弧与精磨双工位,滚子在磨床上磨削时能够快速支撑装夹,并能根据不同尺寸的滚子进行调节,达到提高滚子加工质量和效率的目的。

发明内容

[0003] 为了解决背景技术中问题,本发明公开一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,包括滚子支撑装置、滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置,能够在同一台磨床上步进式进行开弧和精磨外圆,加工效率高,成品质量好。

[0004] 为实现上述发明目的,本发明采用下述技术方案:

[0005] 一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,包括底板、滚子支撑装置、滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置,底板水平设置,滚子支撑装置包括支撑板、滚子顶起板和驱动机构,支撑板竖直设置在底板上,滚子能够放置在支撑板的顶部,在支撑板上部前后方分别设有与其平行设置的滚子顶起板,滚子顶起板与支撑板活动连接,在驱动机构的作用下,滚子顶起板能够相对支撑板竖直向上移动将滚子顶起或竖直向下移动远离滚子,滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置间隔设置在支撑板的左右侧,滚子伺服顶头装置包括顶头,滚子气缸顶头装置包括气缸伸出杆顶头,顶头和气缸伸出杆顶头相对设置在支撑板的上方,在驱动装置的作用下,顶头和气缸伸出杆顶头能够左右水平移动接近并顶着滚子或远离滚子。

[0006] 进一步地,驱动机构包括下连杆、上连杆、齿轮和齿条,在支撑板中部左右间隔设有两个水平贯穿支撑板的通孔,每个通孔内分别穿设有齿轮轴,每个齿轮轴的两端分别转动连接有齿轮,在所述齿轮的下方分别设有与齿轮啮合连接的齿条,齿条通过匹配设置的滑块和导轨与底板活动连接,齿条的一端通过连接件与齿条气缸的齿条气缸伸出杆连接,所述齿轮分别与倾斜向上设置的下连杆的下端连接,下连杆上端与反向倾斜设置的上连杆的下端铰接连接,上连杆的上端与滚子顶起板下端铰接连接,在齿条气缸的作用下,齿条能够左右移动并依次通过齿轮、下连杆和上连杆带动滚子顶起板相对支撑板竖直向上移动将滚子顶起或竖直向下移动远离滚子。

[0007] 进一步地,滚子伺服顶头装置包括伺服电机、联轴器、丝杠和顶头,伺服电机通过电机机架设置在固定板上,伺服电机的输出端通过联轴器与丝杠的一端连接,丝杠的另一端通过螺纹连接的螺母穿设在竖直设置的螺母座上部,在螺母座的下部穿设有水平设置的

顶头,顶头的自由端朝接近滚子的方向延伸,在伺服电机的作用下,丝杠能够通过螺母座带动顶头左右移动接近或远离滚子。

[0008] 进一步地,滚子气缸顶头装置包括气缸支架、气缸固定板、气缸和气缸伸出杆顶头,气缸伸出杆顶头自由端与顶头的自由端相对设置,气缸伸出杆顶头另一端与气缸输出端连接,气缸设置在气缸固定板顶部,气缸固定板通过竖直设置的气缸支架与底板固定连接,气缸能够推动气缸伸出杆顶头向接近滚子的方向移动顶着滚子。

[0009] 进一步地,在顶头的中部套设有直线轴承,直线轴承设置在顶杆连接板上部,顶杆连接板下部与设置在底板上的顶杆支架上端连接。

[0010] 进一步地,在支撑板上部前后侧面的左右端方分别设有与滚子顶起板匹配的卡槽,卡槽竖直设置,所述滚子顶起板的左右端分别嵌设在对应的卡槽中与卡槽滑动连接。

[0011] 进一步地,在支撑板顶部临近气缸固定板的一端设置有出料口,在伺服电机的作用下,顶头向接近滚子的方向移动推动加工好的滚子从出料口导出。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0013] 本发明步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,包括滚子支撑装置、滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置,滚子支撑装置用于支撑滚子,滚子伺服顶头装置和滚子气缸顶头装置间隔设置在支撑板的左右侧,滚子伺服顶头装置包括顶头,滚子气缸顶头装置包括气缸伸出杆顶头,顶头和气缸伸出杆顶头相对设置在支撑板的上方,在驱动装置的作用下,顶头和气缸伸出杆顶头能够左右水平移动接近并顶着滚子或远离滚子,工作时,滚子两端面分别由伺服电机顶杆和气缸出杆顶头顶着,可以防止滚子在加工时产生跳动,提高滚子在开弧和精磨后的同轴度,提高成品质量,提高加工精度, 在同一台磨床上步进式进行开弧和精磨外圆,加工效率高,成品质量好,调整、安装、维护、使用方便。

附图说明

[0014] 图1 是本发明的主视结构示意图;

[0015] 图2 是图1中A-A剖视结构示意图;

[0016] 图3 是图1的俯视结构示意图;

[0017] 图4 是图1的左视结构示意图;

[0018] 图5 是图1的右视结构示意图;

[0019] 图6 是图1的立体结构示意图;

[0020] 图7 是滚子精磨加工状态示意简图;

[0021] 上述图中:1-底板;2-滚子支撑装置;3-滚子伺服顶头装置;4-滚子气缸顶头装置;5-滚子;6-出料口;2.1-支撑板;2.2-导轨;2.3-滑块;2.4-齿条;2.5-齿条气缸固定板;2.6-齿条气缸伸出杆;2.7-齿条气缸;2.8-齿轮轴;2.9-键;2.10-推力轴承A;2.11-齿轮;2.12-深沟球轴承;2.13-推力轴承B;2.14-压盖;2.15-锁紧螺母;2.16-下连杆;2.17-上连杆;2.18-滚子顶起板;3.1-电机机架;3.2-电机座;3.3-轴承座;3.4-伺服电机;3.5-联轴器;3.6-丝杠;3.7-螺母;3.8-螺母座;3.9-顶头;3.10-直线轴承;3.11-顶杆连接板;3.12-顶杆支架;4.1-气缸支架;4.2-气缸固定板;4.3-气缸;4.4-气缸伸出杆顶头。

具体实施方式

[0022] 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。

[0023] 结合附图1-7,详细阐述本发明一种步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置,包括底板1、滚子支撑装置2、滚子伺服顶头装置3和滚子气缸顶头装置4,底板1水平设置,滚子支撑装置2包括支撑板2.1、滚子顶起板2.18和驱动机构,支撑板2.1竖直设置在底板1上,滚子5能够放置在支撑板2.1的顶部,在支撑板2.1上部前后方分别设有与其平行设置的滚子顶起板2.18,在支撑板2.1上部前后侧面的左右端方分别设有与滚子顶起板2.18匹配的卡槽,卡槽竖直设置,所述滚子顶起板2.18的左右端分别嵌设在对应的卡槽中与卡槽滑动连接,在驱动机构的作用下,滚子顶起板2.18能够相对支撑板2.1竖直向上移动将滚子5顶起或竖直向下移动远离滚子5,滚子伺服顶头装置3和滚子气缸顶头装置4间隔设置在支撑板2.1的左右侧,滚子伺服顶头装置3包括顶头3.9,滚子气缸顶头装置4包括气缸伸出杆顶头4.4,顶头3.9和气缸伸出杆顶头4.4相对设置在支撑板2.1的上方,在驱动装置的作用下,顶头3.9和气缸伸出杆顶头4.4能够左右水平移动接近并顶着滚子5或远离滚子5,顶头3.9和气缸伸出杆顶头4.4顶着滚子5的两端,防止在加工过程中滚子5跳动,在支撑板2.1顶部临近气缸固定板4.2的一端设置有出料口6,在伺服电机3.4的作用下,顶头3.9向接近滚子5的方向移动推动加工好的滚子5从出料口6导出。

[0024] 作为可选设计,优选所述滚子支撑装置2的驱动机构包括下连杆2.16、上连杆2.17、齿轮2.11和齿条2.4,在支撑板2.1中部左右间隔设有两个水平贯穿支撑板2.1的通孔,每个通孔内分别穿设有齿轮轴2.8,齿轮轴2.8通过键2.9与滚子支撑板2.1连接,每个齿轮轴2.8的两端分别转动连接有齿轮2.11,两个齿轮轴2.8伸出滚子支撑板2.1的两端分别套装推力轴承A2.10和深沟球轴承2.12,推力轴承A2.10两端分别与滚子支撑板2.1和齿轮2.11表面接触,深沟球轴承2.12外圈套装在四个齿轮2.11中部的孔内,齿轮2.11外侧的凹槽内套装推力轴承B2.13,压盖2.14的内凸台与推力轴承B2.13内孔配合,压盖2.14轴肩与推力轴承B2.13端面接触,锁紧螺母2.15与齿轮轴2.8两端最外侧的螺纹旋合以固定齿轮2.11,在所述齿轮2.11的下方分别设有与齿轮2.11啮合连接的齿条2.4,齿条2.4通过匹配设置的滑块2.3和导轨2.2与底板1活动连接,在支撑板2.1下端的前后两侧分别固定安装有导轨2.2,滑块2.3配装在导轨2.2上,齿条2.4固定安装在滑块2.3上方,两个齿条2.4的右端固定安装齿条气缸固定板2.5,齿条气缸2.7固定安装在底板1上方,位于滚子支撑板2.1右侧,齿条气缸伸出杆2.6与齿条气缸固定板2.5固定连接,所述齿轮2.11分别与倾斜向上设置的下连杆2.16的下端连接,齿轮2.11端面上有两个小螺孔,固定安装下连杆2.16,下连杆2.16上端与反向倾斜设置的上连杆2.17的下端铰接连接,上连杆2.17的上端与滚子顶起板2.18下端铰接连接,齿条气缸2.7推动齿条气缸伸出杆2.6向外伸出,推动齿条2.4向左运动驱动齿轮2.11顺时针旋转,通过下连杆2.16和上连杆2.17的连杆机构,驱动滚子顶起板2.18在滚子支撑板2.1上部的滑槽内向上顶起,滚子顶起板2.18顶到最高处时,支撑板2.1前后侧的滚子顶起板2.18高出滚子支撑板2.1上表面,将滚子支撑板2.1上的滚子5顶起,离开滚子支撑板2.1,滚子顶起板2.18采用塑料材质,便于滚子5在伺服电机3.4的推动下向左

滑动,且滚子表面不易被划伤。

[0025] 作为可选设计,优选滚子伺服顶头装置3包括伺服电机3.4、联轴器3.5、丝杠3.6和顶头3.9,伺服电机3.4固定安装在电机座3.2右端,电机座3.2固定安装在电机支架3.1上方右侧,电机支架3.1固定安装在底板1上方右侧,轴承座3.3套装在电机支架3.1上方的孔内,丝杠3.6右端套装在轴承座3.3中间的孔内,通过联轴器3.5与伺服电机3.4输出轴连接,螺母3.7套装在丝杠3.6上,螺母3.7外圆固定套装在螺母座3.8中,螺母座3.8下方的开槽小孔内穿设有顶头3.9,直线轴承3.10套装在顶头3.9中部,直线轴承3.10套装在顶杆连接板3.11上方的孔内,顶杆连接板3.11下方与顶杆支架3.12固定连接,顶杆支架3.12下方固定安装在底板1上,伺服电机3.4驱动丝杠3.6旋转,使螺母3.7左右移动,带动顶头3.9在直线轴承3.10孔内左右移动,以推动滚子5使其步进式进入开弧和精磨加工工位,最后推动滚子5进入出料口。

[0026] 作为可选设计,优选滚子气缸顶头装置4包括气缸支架4.1、气缸固定板4.2、气缸4.3和气缸伸出杆顶头4.4,气缸伸出杆顶头4.4自由端与顶头3.9的自由端相对设置,气缸伸出杆顶头4.4另一端与气缸4.3输出端连接,气缸4.3设置在气缸固定板4.2顶部,气缸固定板4.2通过竖直设置的气缸支架4.1与底板1固定连接,气缸4.3能够推动气缸伸出杆顶头4.4向接近滚子5的方向移动顶着滚子5,保证滚子5在加工时不产生跳动。

[0027] 本发明工作过程如下:

[0028] 本发明步进式多工位无心滚子外圆磨床滚子支撑装置配套使用的磨床上的砂轮是双砂轮,一个砂轮是80粒,用于开弧;另一个砂轮是240粒,用于精磨,导轮也是双导轮,分别用于开弧和精磨,双砂轮和双导轮的外圆形状都根据所磨滚子工序要求的尺寸和形状进行修型,磨削时,滚子在支撑板2.1上方,砂轮和导轮分别位于滚子外圆两侧,并与滚子相接触,滚子右端面用伺服电机3.4驱动的顶头3.9顶着,左端面用气缸伸出杆顶头4.4顶着,这样可以防止滚子在磨削时产生跳动,伺服电,3.4驱动顶头3.9推送滚子5到每个工位所需准确位置,双砂轮和双导轮设计能保证滚子在加工时的同轴度,且能避免二次装夹,能提高加工精度和效率;

[0029] 磨削前,启动齿条气缸2.7,齿条气缸伸出杆2.6推动齿条2.4向左移动,带动齿轮2.11顺时针旋转,并通过下连杆2.16和上连杆2.17连杆机构顶起滚子顶起板2.18,将滚子5放到两块滚子顶起板2.18上方最右端中间的凹槽内,打开伺服电机3.4,伺服电机3.4驱动丝杠3.6旋转,丝杠3.6带动顶头3.9向左推动,顶头3.9顶着滚子5右端面后,将滚子5准确推到第一工位,即开弧工位,停止伺服电机3.4,齿条气缸2.7反向进气,齿条气缸伸出杆2.6带动齿条2.4向右移动,带动齿轮2.11逆时针旋转,通过下连杆2.16和上连杆2.17连杆机构拉着滚子顶起板2.18向下移动,使滚子顶起板2.18的顶部低于滚子支撑板2.1顶部,滚子5落到滚子支撑板2.1上端,打开气缸4.3,气缸伸出杆顶头4.4向右伸出顶着滚子5另一端面;

[0030] 开弧时,砂轮和导轮开始旋转,80粒砂轮和第一导轮慢慢靠近磨削滚子5,80粒砂轮和第一导轮的外圆面根据滚子开弧要求的外圆形状进行修整,将滚子5磨削成开弧所需的形状和尺寸;

[0031] 开弧完成后,80粒砂轮、第一导轮和气缸4.3退回,打开齿条气缸2.7,齿条气缸伸出杆2.6推动齿条2.4向左移动,带动齿轮2.11顺时针旋转,通过下连杆2.16和上连杆2.17连杆机构顶起滚子顶起板2.18,将滚子5顶起来,离开滚子支撑板2.1,打开伺服电机3.4,伺

服电机3.4继续驱动顶头3.9顶着滚子5向左移动,将滚子5准确推到到第二工位即精磨外圆工位,停止伺服电机3.4,齿条气缸2.7反向进气,齿条气缸伸出杆2.6带动齿条2.4向右移动,带动齿轮2.11逆时针旋转,通过下连杆2.16和上连杆2.17连杆机构拉着滚子顶起板2.18向下移动,使滚子顶起板2.18的顶部低于滚子支撑板2.1顶部,滚子5落到滚子支撑板2.1上端,打开气缸4.3,气缸伸出杆顶头4.4向右伸出顶着滚子5另一端面;

[0032] 精磨时,240粒砂轮和第二导轮慢慢靠近磨削滚子5,240粒砂轮和第二导轮的外圆面根据滚子精磨要求的外圆形状进行修整,将滚子5磨削成精磨所需的形状和尺寸;

[0033] 精磨完成后,240粒砂轮、第二导轮和气缸4.3退回,打开齿条气缸2.7,齿条气缸伸出杆2.6推动齿条2.4向左移动,带动齿轮2.11顺时针旋转,通过下连杆2.16和上连杆2.17连杆机构顶起滚子顶起板2.18,将滚子5顶起来,离开滚子支撑板2.1,打开伺服电机3.4,伺服电机3.4驱动顶头3.9顶着滚子5继续向左移动,进入出料口6,在同一台磨床上步进式进行开弧和精磨外圆,加工效率高,成品质量好,调整、安装、维护、使用方便。

[0034] 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。

[0035] 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。

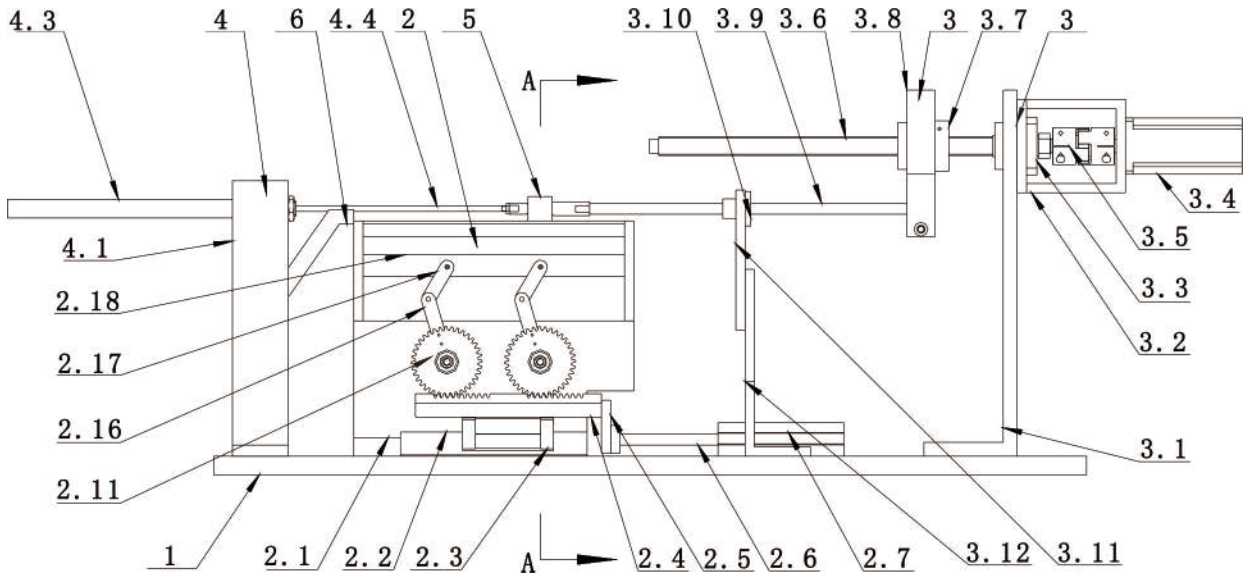

4.3
4
6
4.4
2
5
3.10
3.9
3.6
3.8
3
3.7
3
A
3.4
3.5
3.3
3.2
4.1
2.18
2.17
2.16
2.11
3.1
1
2.1
2.2
2.3
A
2.4
2.5
2.6
2.7
3.12
3.11

图1

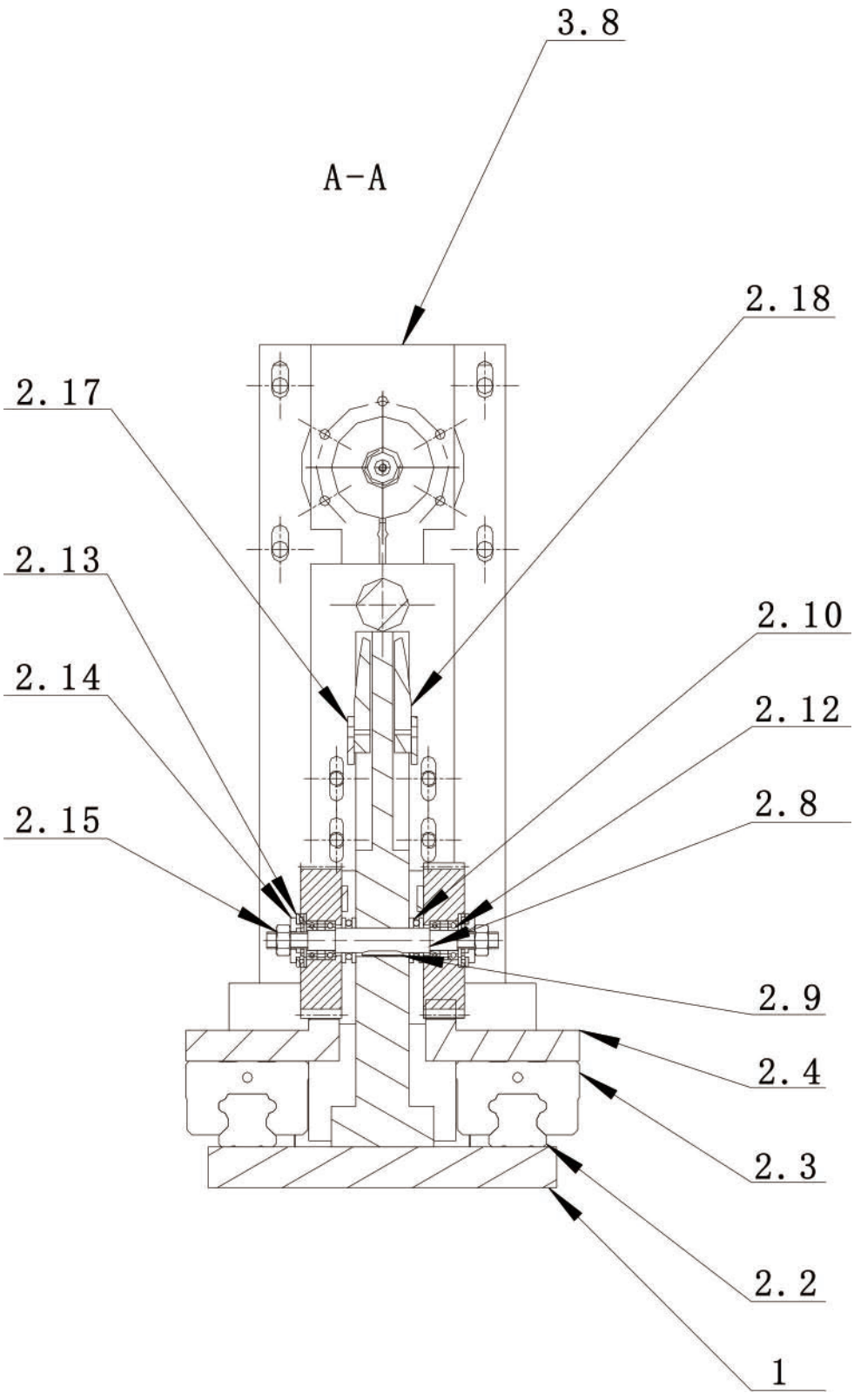


图2

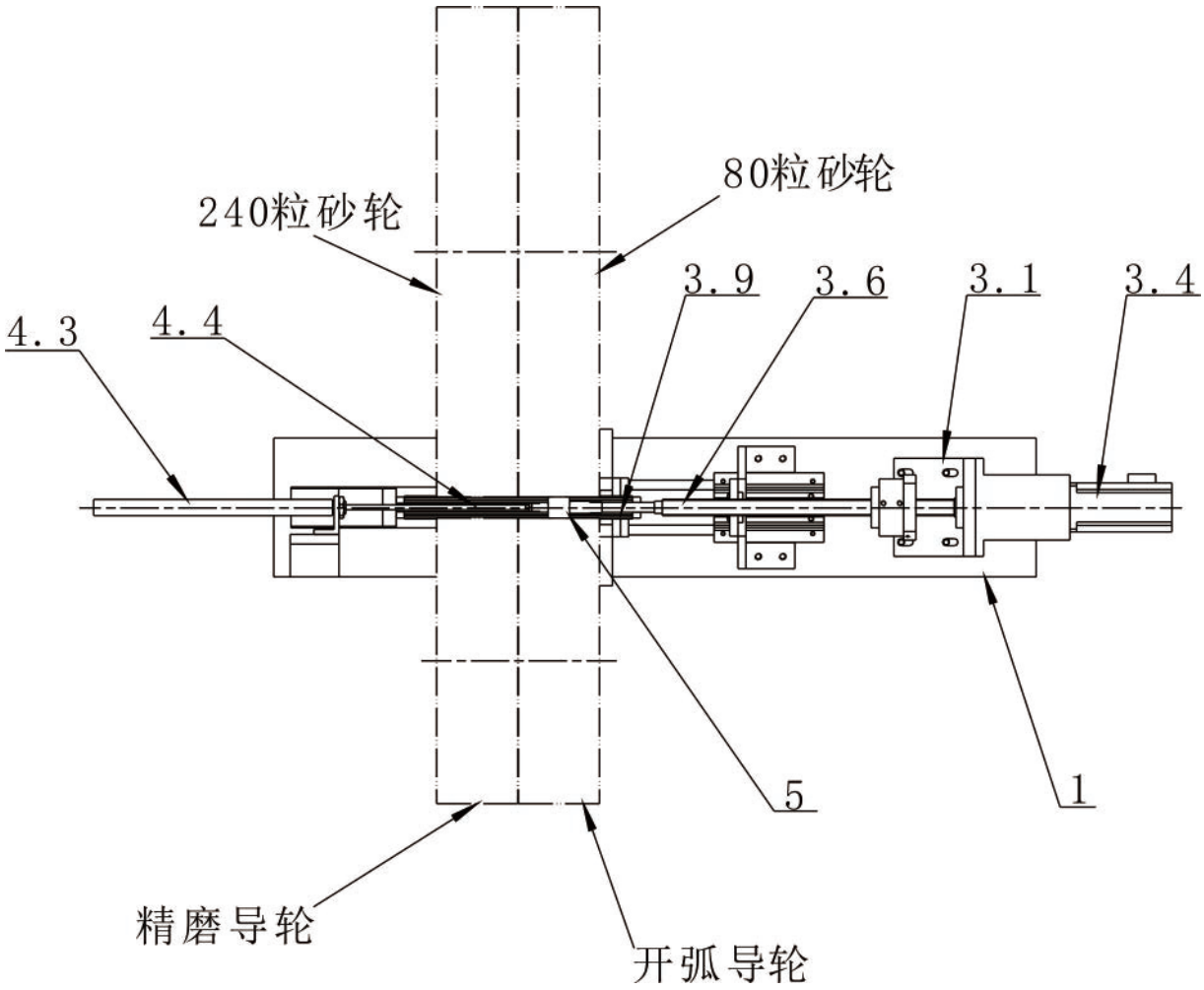


图3

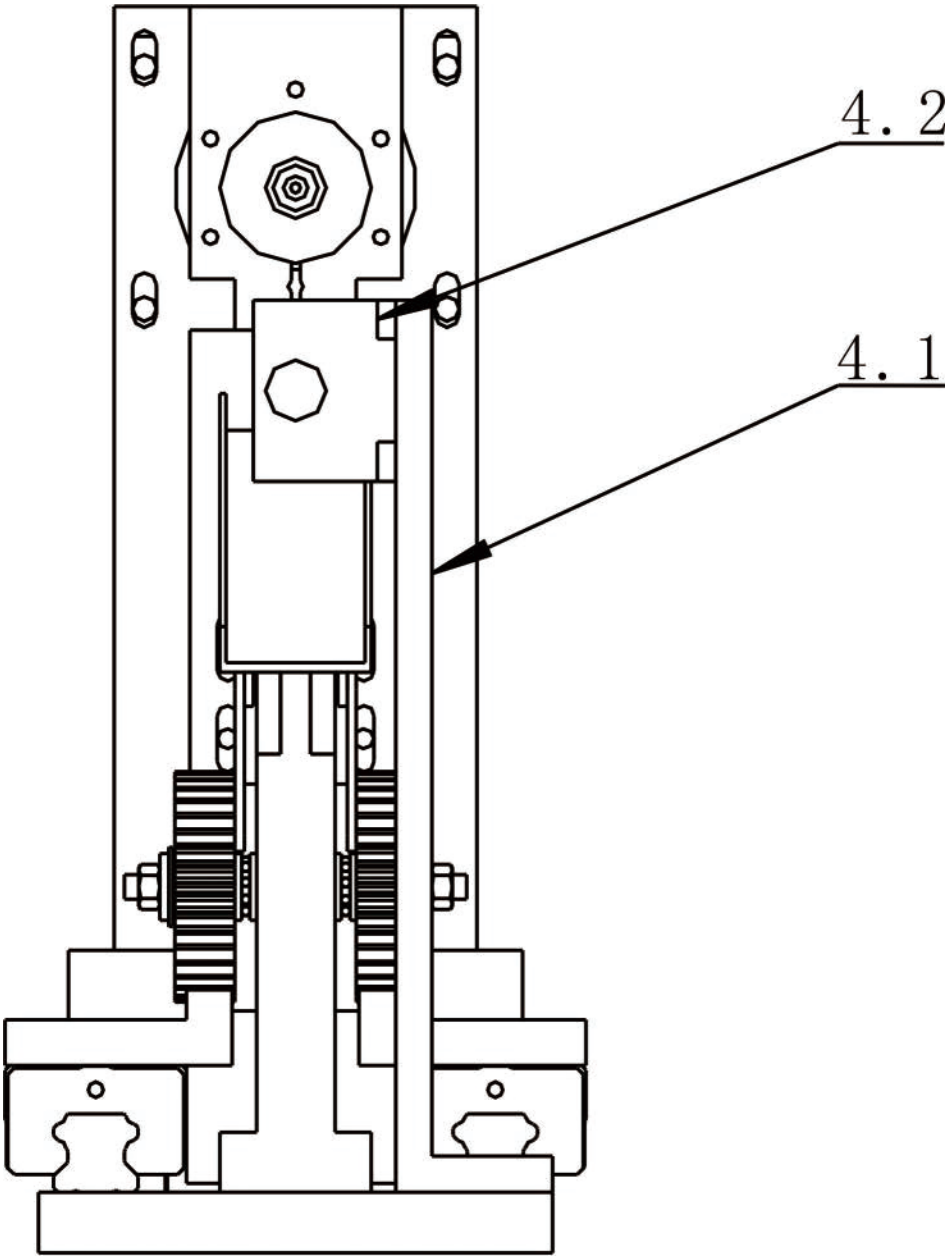


图4

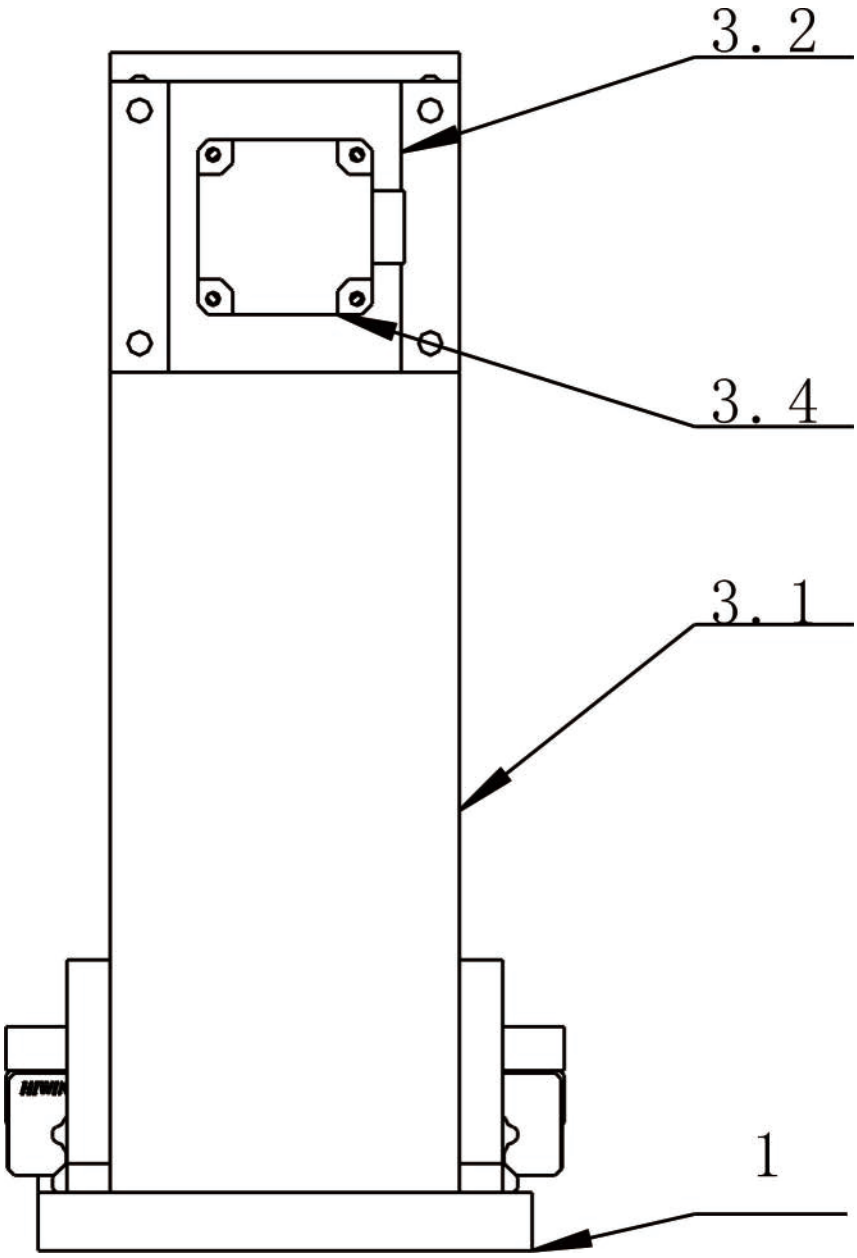


图5

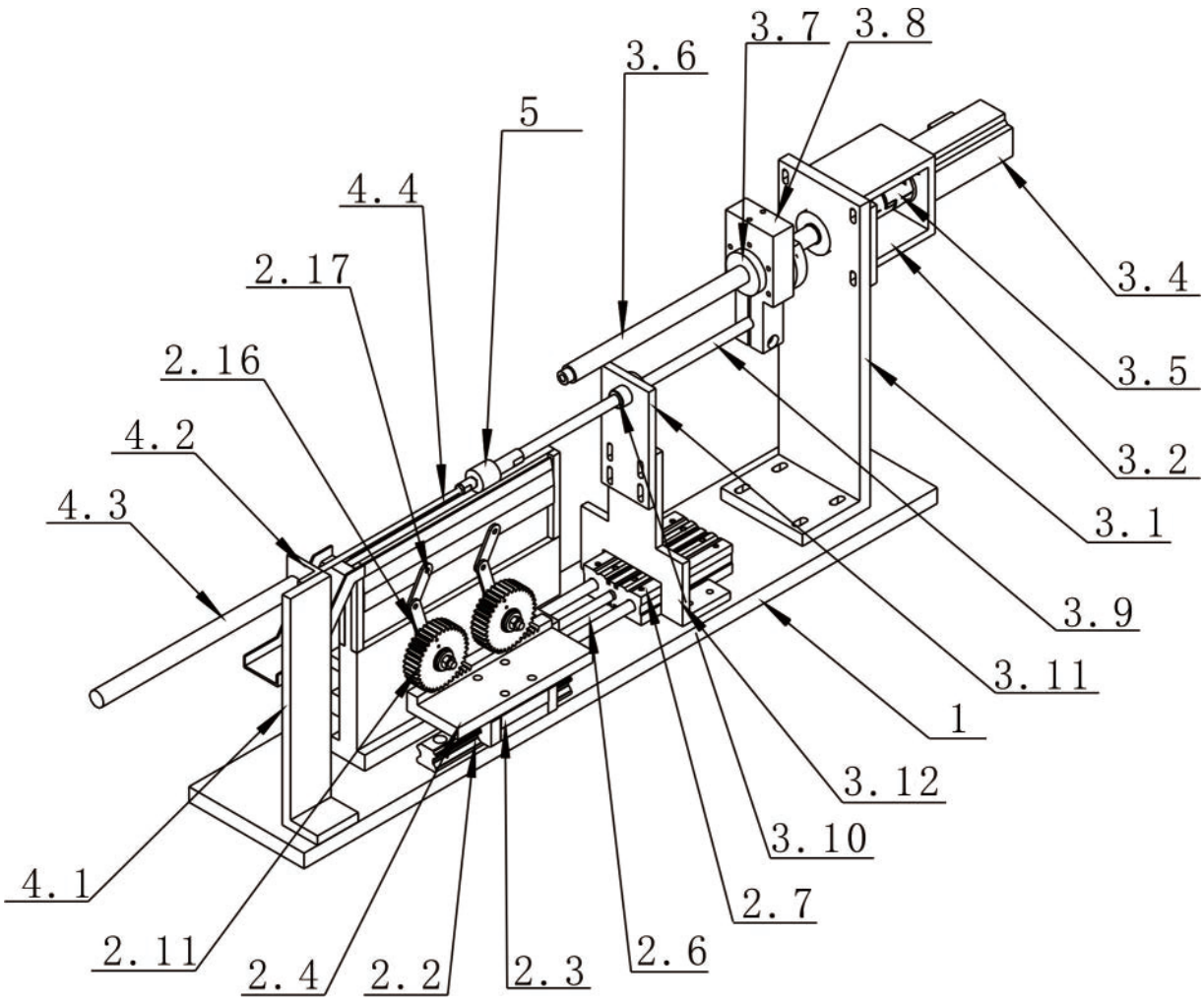

3.7
3.8
3.6
5
4.4
2.17
2.16
4.2
4.3
3.4
3.5
3.2
3.1
3.9
3.11
1
3.12
3.10
2.7
2.6
4.1
2.11
2.4
2.2
2.3

图6

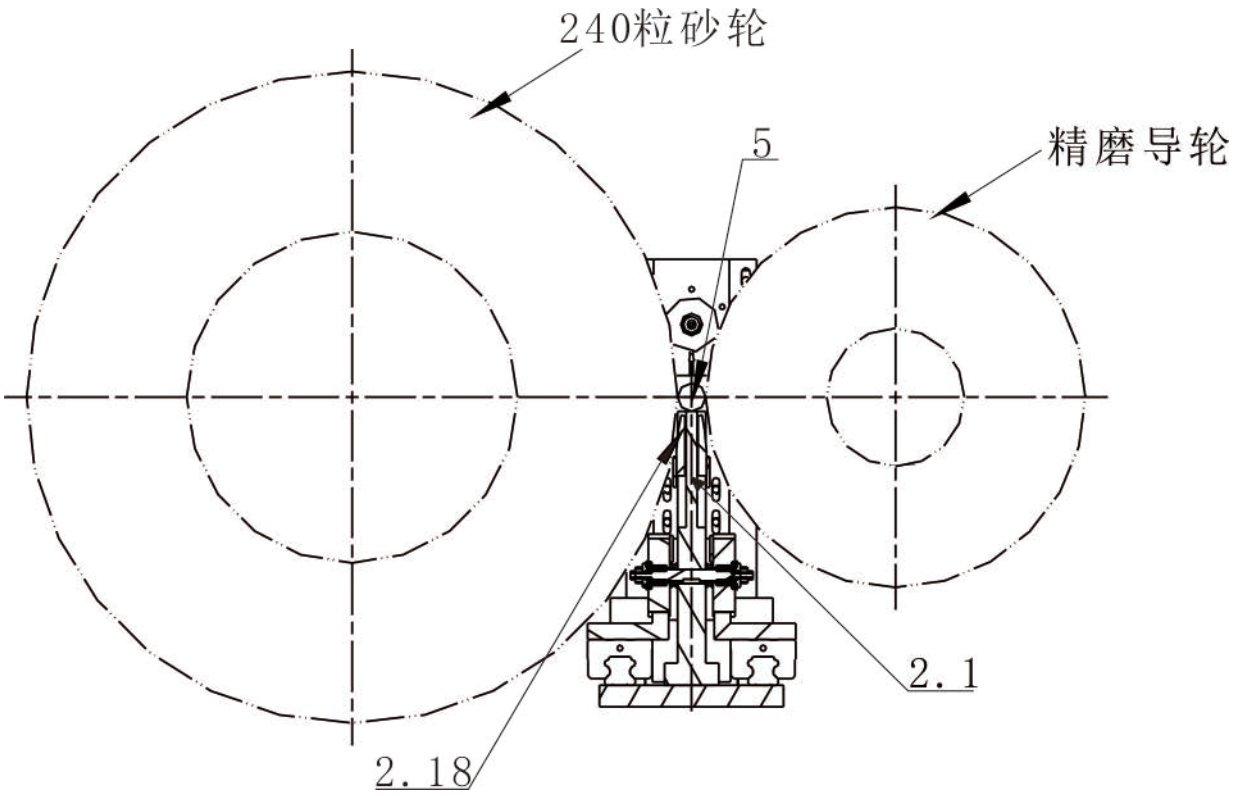


图7