(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 116372691 B
(45)授权公告日 2023.11.24

(21)申请号 202310285970.X

(22)申请日 2023.03.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116372691 A

(43)申请公布日 2023.07.04

(73)专利权人 广东工科机电有限公司
地址 528000 广东省佛山市南海区狮山镇罗村街边七星工业区七星工业大道六路区B1

(72)发明人 龙其瑞 见瑞碧 韦金卫 黄晓军 高磊

(74)专利代理机构 广州市科丰知识产权代理事务所(普通合伙) 44467
专利代理师 罗啸秋

(51)Int.Cl.
B24B 7/06(2006.01)
B24B 41/047(2006.01)
B24B 41/00(2006.01)
B24B 55/00(2006.01)
B24B 47/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 113732946 A,2021.12.03
CN 203738589 U,2014.07.30
CN 2723116 Y,2005.09.07
EP 0687527 A1,1995.12.20
JP 2009125854 A,2009.06.11
CN 209717238 U,2019.12.03
CN 106863101 A,2017.06.20
CN 201086233 Y,2008.07.16
CN 203792147 U,2014.08.27
CN 208681318 U,2019.04.02

审查员 王友胜

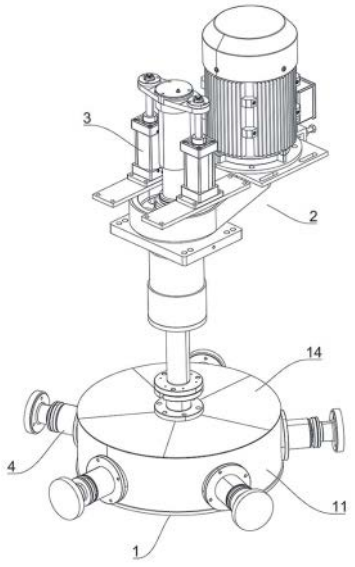
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种粗磨抛装置、粗磨抛系统以及粗磨抛工艺

(57)摘要

本发明公开了一种粗磨抛装置,旨在让磨头组件卧式布置,让磨具的外周面进行磨抛,磨抛面与外设板材为线接触,磨削力更优,进而可以提高粗磨抛时的进给量,提高粗磨抛效率,其技术方案:一种粗磨抛装置,包括公转盘、驱动公转盘旋转的第一驱动模块,所述公转盘的旋转轴线为第一轴线,所述公转盘上围绕第一轴线周向均布有多个磨头组件;所述磨头组件包括座体以及第二驱动模块,所述座体上转动连接有一磨轮盘,所述第二驱动模块驱动磨轮盘围绕第二轴线自转,所述磨轮盘上安装有磨具;所述磨具为圆柱状并与所述第二轴线同轴,所述磨具的外周面为磨抛面,属于磨抛技术领域。



CN 116372691 B

1.一种粗磨抛装置,其特征在于,包括公转盘、驱动公转盘旋转的第一驱动模块,所述公转盘的旋转轴线为第一轴线,所述公转盘上围绕第一轴线周向均布有多个磨头组件;

所述磨头组件包括座体以及第二驱动模块,所述座体上转动连接有一磨轮盘,所述第二驱动模块驱动磨轮盘围绕第二轴线自转,所述磨轮盘上安装有磨具;

所述磨具为圆柱状并与所述第二轴线同轴,所述磨具的外周面为磨抛面,所述磨抛面用于接触外设板材表面;

所述座体上转动设置有一转轴,所述转轴的轴线为第二轴线,所述磨轮盘通过关节轴承与所述转轴连接,所述转轴上套设有一上压板,所述上压板位于所述磨轮盘背向磨具的一侧,所述上压板与磨轮盘之间设有弹性胶圈;

所述磨轮盘与关节轴承的外圈固定连接,所述关节轴承的内圈与转轴配合,所述转轴的端部设有一压盖,所述压盖压紧关节轴承的内圈以让磨轮盘按压弹性胶圈;所述第二驱动模块驱动转轴旋转,弹性胶圈两个端面的静摩擦副来传递转矩以使转轴和磨轮盘同步转动;

所述弹性胶圈为与转轴同轴的环形胶圈;

所述磨轮盘靠近上压板的一面为压紧端面,所述压紧端面与弹性胶圈接触将弹性胶圈按压至上压板,所述压紧端面上设有与弹性胶圈的内圈配合的定位凸起,所述上压板、弹性胶圈、定位凸起和转轴均同轴布置;

所述定位凸起与上压板之间、磨轮盘与转轴之间均留有间隙,以使磨轮盘可以摇动。

2.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述第一轴线与第二轴线具有预设角度,所述预设角度为60°-90°。

3.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述弹性胶圈为硅胶材质。

4.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述压盖上穿设有螺栓,所述螺栓与转轴螺纹连接,通过转动螺栓来让压盖压紧关节轴承的内圈。

5.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述第二驱动模块为驱动电机,所述转轴为驱动电机的电机轴。

6.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述公转盘在一升降模块的驱动下可升降。

7.根据权利要求1所述的粗磨抛装置,其特征在于,所述公转盘上由内到外依次设有第一围板和第二围板,所述第一围板和第二围板均与第一轴线同轴,第一围板和第二围板在公转盘上构建出一环形腔室,所述环形腔室中设有多个肋板,多个所述肋板将环形腔室分隔成与磨头组件一一对应的容纳室,所述座体固定在第二围板上,所述第二驱动模块位于容纳室中。

8.一种粗磨抛系统,包括机架,所述机架上设有用于输送外设板材的输送装置,所述输送装置的上方沿其输送方向间隔布置有多个粗磨抛装置,其特征在于,所述粗磨抛装置如权利要求1-7任一所述,所述磨轮盘上的磨具用于磨抛外设板材。

9.根据权利要求8所述的粗磨抛系统,其特征在于,所述输送装置的上方设有沿其输送方向延伸的横梁,所述横梁滑动配合在机架上,所述机架上设有驱动装置,所述驱动装置用于驱动横梁移动,所述横梁的移动方向分别垂直于第一轴线和输送装置的输送方向。

10.一种粗磨抛工艺,其特征在于,使用权利要求8-9任一所述的粗磨抛系统对外设板

材进行磨抛,包括以下步骤:

将外设板材放置到输送装置上,使外设板材从粗磨抛装置的下方经过;

外设板材经过粗磨抛装置的下方时,所述公转盘旋转带动磨轮盘围绕第一轴线公转,所述公转盘围绕第二轴线自转,所述磨轮盘上的磨具的磨抛面与外设板材接触进行磨抛。

一种粗磨抛装置、粗磨抛系统以及粗磨抛工艺

技术领域

[0001] 本发明属于磨抛技术领域,更具体而言,涉及一种粗磨抛装置、粗磨抛系统以及粗磨抛工艺。

背景技术

[0002] 板材一般需要先进行粗磨抛,再进行精磨抛;粗磨抛的目的去除大部分板材表面的余量,降低板材的表面的波动幅度,方便后续精磨抛的加工。

[0003] 例如,CN203792147U公开了一种大板打磨组合抛光线,包括抛光机,所述抛光机由第一抛光机和第二抛光机构成,所述第一抛光机采用10头粗磨机,所述第二抛光机采用8头粗磨机,所述第一抛光机和第二抛光机之间连接有第一输送机;

[0004] 上述抛光线是利用粗磨机来进行板材的粗磨抛的,根据其说明书的描述,其粗磨机的磨头均是立式布置,也就是说,其磨头上的磨具在旋转时的旋转轴线与板材垂直,磨具的底面为磨抛面,磨抛面与板材接触来对板材进行磨抛;

[0005] 在实践中发现,立柱布置的磨头,由于磨具与板材的接触面积大,在磨抛板材表面时的进给量有限,以至于需要反复磨抛,导致粗磨抛时间长,粗磨抛效率比较低。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种粗磨抛装置,旨在让磨头组件卧式布置,让磨具的外周面进行磨抛,磨抛面与外设板材为线接触,磨削力更优,进而可以提高粗磨抛时的进给量,提高粗磨抛效率。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种粗磨抛装置,包括公转盘、驱动公转盘旋转的第一驱动模块,所述公转盘的旋转轴线为第一轴线,所述公转盘上围绕第一轴线周向均布有多个磨头组件;

[0008] 所述磨头组件包括座体以及第二驱动模块,所述座体上转动连接有一磨轮盘,所述第二驱动模块驱动磨轮盘围绕第二轴线自转,所述磨轮盘上安装有磨具;

[0009] 所述磨具为圆柱状并与所述第二轴线同轴,所述磨具的外周面为磨抛面,所述磨抛面用于接触外设板材表面。

[0010] 在上述的粗磨抛装置中,所述第一轴线与第二轴线具有预设角度,所述预设角度为60°-90°。

[0011] 优选地,所述预设角度为65°-90°。

[0012] 优选地,所述预设角度为70°-90°。

[0013] 优选地,所述预设角度为75°-90°。

[0014] 优选地,所述预设角度为80°-90°。

[0015] 优选地,所述预设角度为85°-90°。

[0016] 在上述的粗磨抛装置中,所述座体上转动设置有一转轴,所述转轴的轴线为第二轴线,所述磨轮盘通过关节轴承与所述转轴连接,所述转轴上套设有一上压板,所述上压板

位于所述磨轮盘背向磨具的一侧,所述上压板与磨轮盘之间设有弹性胶圈;

[0017] 所述磨轮盘与关节轴承的外圈固定连接,所述关节轴承的内圈与转轴配合,所述转轴的端部设有一压盖,所述压盖压紧关节轴承的内圈以让磨轮盘按压弹性胶圈;所述第二驱动模块驱动转轴旋转,弹性胶圈两个端面的静摩擦副来传递转矩以使转轴和磨轮盘同步转动;

[0018] 所述弹性胶圈为与转轴同轴的环形胶圈。

[0019] 在上述的粗磨抛装置中,所述磨轮盘靠近上压板的一面为压紧端面,所述压紧端面与弹性胶圈接触将弹性胶圈按压至上压板,所述压紧端面上设有与弹性胶圈的内圈配合的定位凸起,所述上压板、弹性胶圈、定位凸起和转轴均同轴布置;

[0020] 所述定位凸起与上压板之间、磨轮盘与转轴之间均留有间隙,以使磨轮盘可以摇动。

[0021] 在上述的粗磨抛装置中,所述弹性胶圈为硅胶材质。

[0022] 在上述的粗磨抛装置中,所述压盖上穿设有螺栓,所述螺栓与转轴螺纹连接,通过转动螺栓来让压盖压紧关节轴承的内圈。

[0023] 在上述的粗磨抛装置中,所述第二驱动模块为驱动电机,所述转轴为驱动电机的电机轴。

[0024] 在上述的粗磨抛装置中,所述公转盘在一升降模块的驱动下可升降。

[0025] 在上述的粗磨抛装置中,所述公转盘上由内到外依次设有第一围板和第二围板,所述第一围板和第二围板均与第一轴线同轴,第一围板和第二围板在公转盘上构建出一环形腔室,所述环形腔室中设有多个肋板,多个所述肋板将环形腔室分隔成与磨头组件一一对应的容纳室,所述座体固定在第二围板上,所述第二驱动模块位于容纳室中。

[0026] 根据本发明的第二方面,提供了一种粗磨抛系统,包括机架,所述机架上设有用于输送外设板材的输送装置,所述输送装置的上方沿其输送方向间隔布置有多个粗磨抛装置,所述粗磨抛装置如第一方面所述,所述磨轮盘上的磨具用于磨抛外设板材。

[0027] 在上述的粗磨抛系统中,所述输送装置的上方设有沿其输送方向延伸的横梁,所述横梁滑动配合在机架上,所述机架上设有驱动装置,所述驱动装置用于驱动横梁移动,所述横梁的移动方向分别垂直于第一轴线和输送装置的输送方向。

[0028] 根据本发明的第三方面,提供了一种粗磨抛工艺,使用上述第二方面所述的粗磨抛系统对外设板材进行磨抛,包括以下步骤:

[0029] 将外设板材放置到输送装置上,使外设板材从粗磨抛装置的下方经过;

[0030] 外设板材经过粗磨抛装置的下方时,所述公转盘旋转带动磨轮盘围绕第一轴线公转,所述公转盘围绕第二轴线自转,所述磨轮盘上的磨具的磨抛面与外设板材接触进行磨抛。

[0031] 本发明上述技术方案中的一个技术方案至少具有如下优点或有益效果之一:

[0032] 本发明中,将磨头组件卧式布置到公转盘上,使得第一轴线与第二轴线相垂直或接近垂直,磨轮盘上的磨具的外周面便作为磨抛面,使用时,第一驱动模块驱动公转盘旋转,让磨头组件围绕第一轴线公转,磨轮盘上的磨具也就公转对外设板材进行磨抛,同时,第二驱动模块驱动磨轮盘围绕第二轴线自转,也就是让磨具自转,这个过程中,磨具是外周面在与外设板材接触进行磨抛,磨抛面与外设板材是线接触,磨具对外设板材施加的压强

更大,磨削力更优,在粗磨抛时可以提高进给量,进而提高粗磨抛效率;

[0033] 且,磨轮盘通过关节轴承与转轴连接,使得磨轮盘可以摇动,加上弹性胶圈可弹性变形,使得磨具在接触到外设板材是可以偏转,按压在外设板材上,进行弹性压力磨抛;通过压盖的压紧力,让弹性胶圈形变,弹性胶圈具备一定的预紧力,使上压板与弹性胶圈之间、压紧端面和弹性胶圈之间都产生静摩擦力,弹性胶圈依靠两面的静摩擦力来传递转矩,使上压板、转轴和磨轮盘同步转动,对弹性胶圈的预紧让弹性胶圈产生回弹力,弹性胶圈的回弹力在磨抛过程中会促使磨轮盘复位归中,让磨具的轴线趋于与转轴的轴线同轴,磨具的轴线就会趋于平行外设板材表面,粗磨抛后平面度更好,有利于后续的精磨抛加工。

附图说明

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明;

[0035] 图1是本发明实施例1的结构示意图;

[0036] 图2是本发明实施例1去除盖体后的结构示意图;

[0037] 图3是本发明实施例1的磨头组件的结构示意图;

[0038] 图4是本发明实施例2的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面详细描述本发明的实施方式,实施方式的示例在附图中示出,其中相同或类似的标号自始至终表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0040] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同方案。

[0041] 实施例1

[0042] 参照图1至图3所示,本发明一个实施例中,一种粗磨抛装置,包括公转盘1、驱动公转盘1旋转的第一驱动模块2,且公转盘1在一升降模块3的驱动下可升降;

[0043] 具体来说,外设机架5上固定有一固定座,固定座内转动连接有传动套,公转盘1上设有主轴,主轴从传动套内穿过,主轴与传动套滑动配合,以支撑主轴升降,同时主轴上设有键,传动套上设有与键配合的键槽,键槽上下两端是开放的,方便主轴升降,同时传动套旋转时又可以带动主轴旋转;该升降结构具体可参考专利CN206047895U;

[0044] 第一驱动模块2包括主轴驱动电机、设置在主轴驱动电机上的主带轮、设置在传动套上的从带轮,通过皮带连接主带轮和从带轮,进而让主轴驱动电机驱动主轴旋转,带动公转盘1旋转;

[0045] 升降模块3包括固定在外设机架上的气缸,气缸的输出端与主轴的上端连接,进而可以带动主轴升降,让公转盘1升降;

[0046] 且,主轴为中空结构,方便注水,以在磨抛时往外设板材上喷射水流。

[0047] 公转盘1的旋转轴45线为第一轴线,公转盘1上围绕第一轴线周向均布有多个磨头组件4;

[0048] 磨头组件4包括座体41以及第二驱动模块42,座体41上转动连接有一磨轮盘43,第二驱动模块42驱动磨轮盘43围绕第二轴线自转,磨轮盘43上安装有磨具44;

[0049] 磨具44为圆柱状并与第二轴线同轴,磨具44的外周面为磨抛面,磨抛面用于接触

外设板材表面；

[0050] 将磨头组件4卧式布置到公转盘1上，使得第一轴线与第二轴线相垂直或接近垂直，磨轮盘43上的磨具44的外周面便作为磨抛面，使用时，第一驱动模块2驱动公转盘1旋转，让磨头组件4围绕第一轴线公转，磨轮盘43上的磨具44也就公转对外设板材进行磨抛，同时，第二驱动模块42驱动磨轮盘43围绕第二轴线自转，也就是让磨具44自转，这个过程中，磨具44是外周面在与外设板材接触进行磨抛，磨抛面与外设板材是线接触，磨具44对外设板材施加的压强更大，磨削力更优，在粗磨抛时可以提高进给量，进而提高粗磨抛效率。

[0051] 因为在实际布置时，第一轴线难以确保与第二轴线垂直，其可以有一定的夹角；该夹角便为预设角度，预设角度为60°-90°；

[0052] 优选地，预设角度为65°-90°；

[0053] 优选地，预设角度为70°-90°；

[0054] 优选地，预设角度为75°-90°；

[0055] 优选地，预设角度为80°-90°；

[0056] 更为优选地，所述预设角度为85°-90°。

[0057] 在本实施例中，座体41上转动设置有一转轴45，转轴45的轴线为第二轴线，磨轮盘43通过关节轴承46与转轴45连接，转轴45上套设有一上压板47，上压板47位于磨轮盘43背向磨具44的一侧，上压板47与磨轮盘43之间设有弹性胶圈48；

[0058] 磨轮盘43与关节轴承46的外圈固定连接，关节轴承46的内圈与转轴45配合，转轴45的端部设有一压盖49，压盖49压紧关节轴承46的内圈以让磨轮盘43按压弹性胶圈48；第二驱动模块42驱动转轴45旋转，弹性胶圈48两个端面的静摩擦副来传递转矩以使转轴45和磨轮盘43同步转动；

[0059] 弹性胶圈48为与转轴45同轴的环形胶圈；

[0060] 磨轮盘43靠近上压板47的一面为压紧端面，压紧端面与弹性胶圈48接触将弹性胶圈48按压至上压板47，压紧端面上设有与弹性胶圈48的内圈配合的定位凸起431，上压板47、弹性胶圈48、定位凸起431和转轴45均同轴布置；

[0061] 定位凸起431与上压板47之间、磨轮盘43与转轴45之间均留有间隙，以使磨轮盘43可以摇动；

[0062] 磨轮盘43通过关节轴承46与转轴45连接，使得磨轮盘43可以摇动，加上弹性胶圈48可弹性变形，使得磨具44在接触到外设板材是可以偏转，按压在外设板材上，进行弹性压力磨抛；通过压盖49的压紧力，让弹性胶圈48形变，弹性胶圈48具备一定的预紧力，使上压板47与弹性胶圈48之间、压紧端面和弹性胶圈48之间都产生静摩擦力，弹性胶圈48依靠两面的静摩擦力来传递转矩，使上压板47、转轴45和磨轮盘43同步转动，对弹性胶圈48的预紧让弹性胶圈48产生回弹力，弹性胶圈48的回弹力在磨抛过程中会促使磨轮盘43复位归中，让磨具44的轴线趋于与转轴45的轴线同轴，磨具44的轴线就会趋于平行于外设板材表面，粗磨抛后平面度更好，有利于后续的精磨抛加工；

[0063] 且，弹性胶圈48为环形胶圈，环形胶圈一般是一体成型，两个面的平行度要更好，在弹性变形时所产生的预紧力也是均匀地，使得磨轮盘43上的磨具44的轴线与转轴45的轴线同轴；加上弹性胶圈48为硅胶材质，是不容易塑性变形的，在长时间的磨抛过程中，整个环形胶圈能够保持预紧力，不会出现某个区域弹性失效的情况，后续在磨轮盘43摇动后的

复位归中过程中,环形胶圈一定会促使磨轮盘43上的磨具44的轴线与转轴45的轴线同轴。

[0064] 在另外的一些实施例中,弹性胶圈48可以是其他不容易塑性变形的弹性体材质,并形成连续的环形结构。

[0065] 在本实施例中,压盖49上穿设有螺栓491,螺栓491与转轴45螺纹连接,通过转动螺栓491来调节压盖49在转轴45上的轴向位置;压盖49、螺栓491均与转轴45同轴布置;

[0066] 压盖49上设有容纳转轴45的端部的凹槽,使得压盖49可以套设在转轴45的端部上,转轴45的端部与凹槽的底部之间留有空隙,而压盖49靠近关节轴承46的一端与关节轴承46的内圈接触,螺栓491穿过压盖49与转轴45螺纹连接,转动螺栓491,可以调节凹槽的底部与转轴45的端部之间的空隙,以让关节轴承46的内圈压紧关节轴承46的外圈,进而压紧磨轮盘43,压紧端面便压紧弹性胶圈48;

[0067] 板材的硬度、质地不同,所需要的弹性胶圈48的预紧力不同,可根据实际情况进行调整。

[0068] 且,螺栓491与转轴45螺纹连接时,可以在螺栓491上加注螺纹胶,防止螺栓491松动。

[0069] 在本实施例中,第二驱动模块42为驱动电机,驱动电机的电机轴通过键与转轴45传动连接,进而可以驱动转轴45旋转;

[0070] 具体来说,公转盘1上由内到外依次设有第一围板11和第二围板12,第一围板11和第二围板12均与第一轴线同轴,第一围板11和第二围板12在公转盘1上构建出一环形腔室,环形腔室中设有多个肋板13,多个肋板13将环形腔室分隔成与磨头组件4一一对应的容纳室,座体41固定在第二围板12上,驱动电机位于容纳室中,驱动电机的电机轴插入到转轴45的电机孔中,电机轴利用键来带动转轴45转动。

[0071] 优选地,容纳室上设有盖板14,盖板14可以防尘,如果有必要的话,盖体也可以设置成防水结构,防止水进入到容纳室中。

[0072] 优选地,肋板13上设有减重孔,可以减轻设备的重量。

[0073] 在另外的一些实施例中,转轴45便为驱动电机的电机轴,不需要联轴器等进行连接,传动效率更高;优选地,可以通过设计将驱动电机嵌入在座体41中,使磨头组件4形成驱动电机本体,这种一体化设计可以简化整体的组装,提高传动效率。

[0074] 实施例2

[0075] 参照图4,根据本发明的第二方面,提供了一种粗磨抛系统,包括机架5,机架5上设有用于输送外设板材的输送装置6,输送装置6的上方沿其输送方向间隔布置有多个粗磨抛装置,粗磨抛装置为实施例1所述的粗磨抛装置;

[0076] 使用时,将外设板材放置到输送装置6上,使外设板材依次经过各个粗磨抛装置的下方,粗磨抛装置上的磨具44的磨抛面会对外设板材进行磨抛;

[0077] 输送装置6可以为输送带机构,并设置相应的皮带托辊用于支撑外设板材。

[0078] 在另外的一些实施例中,输送装置6的上方设有沿其输送方向延伸的横梁7,横梁7滑动配合在机架5上,机架5上设有驱动装置8,驱动装置8用于驱动横梁7移动,横梁7的移动方向分别垂直于第一轴线和输送装置6的输送方向,进而可以移动粗磨抛装置,以适应尺寸较大的外设板材,确保可以磨抛到外设板材的整个表面;

[0079] 驱动装置8一般为齿轮齿条机构,在横梁7上转动连接有与横梁7相平行的长轴,长

轴的两端均设有齿轮,并在机架5上固定与齿轮相配合的齿条,在横梁7上固定对应的主电机,主电机带动长轴旋转,进而让齿轮转动,由于齿条是固定的,所以齿轮会沿着齿条移动,长轴便可以移动,横梁7也就实现了移动。

[0080] 实施例3

[0081] 根据本发明的第三方面,提供了一种粗磨抛工艺,使用实施例2的粗磨抛系统对外设板材进行磨抛,包括以下步骤:

[0082] 将外设板材放置到输送装置6上,使外设板材从粗磨抛装置的下方经过;

[0083] 外设板材经过粗磨抛装置的下方时,公转盘1下降,让磨头组件4上的磨具44的磨抛面与外设板材接触,同时,第一驱动模块2驱动公转盘1旋转,公转盘1旋转带动磨轮盘43围绕第一轴线公转,以让磨具44围绕第一轴线公转,第二驱动模块42驱动转轴45旋转,转轴45让公转盘1围绕第二轴线自转,以让磨具44围绕第二轴线自转,以此让磨具44的磨抛面对外设板材进行粗磨抛加工。

[0084] 尽管已经示出和描述了本发明的实施方式,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

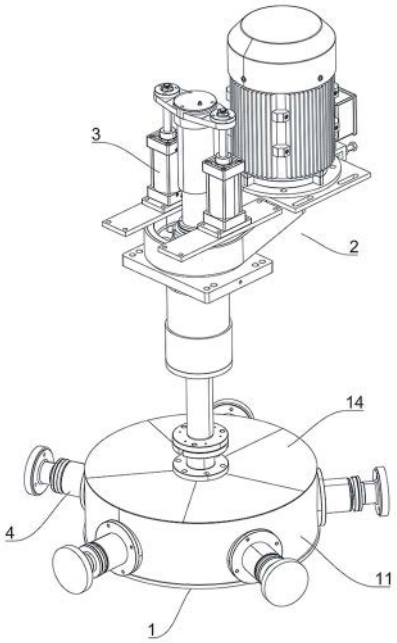


图 1

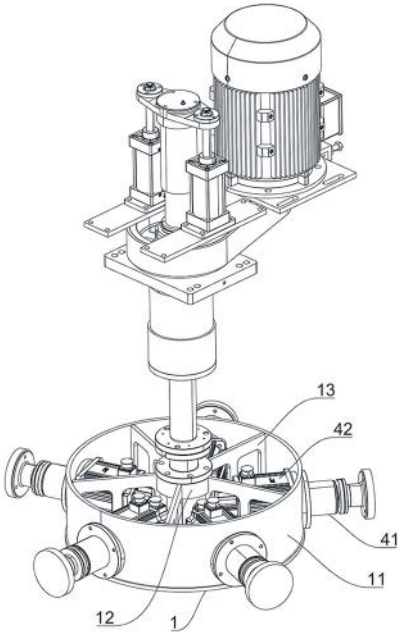


图 2

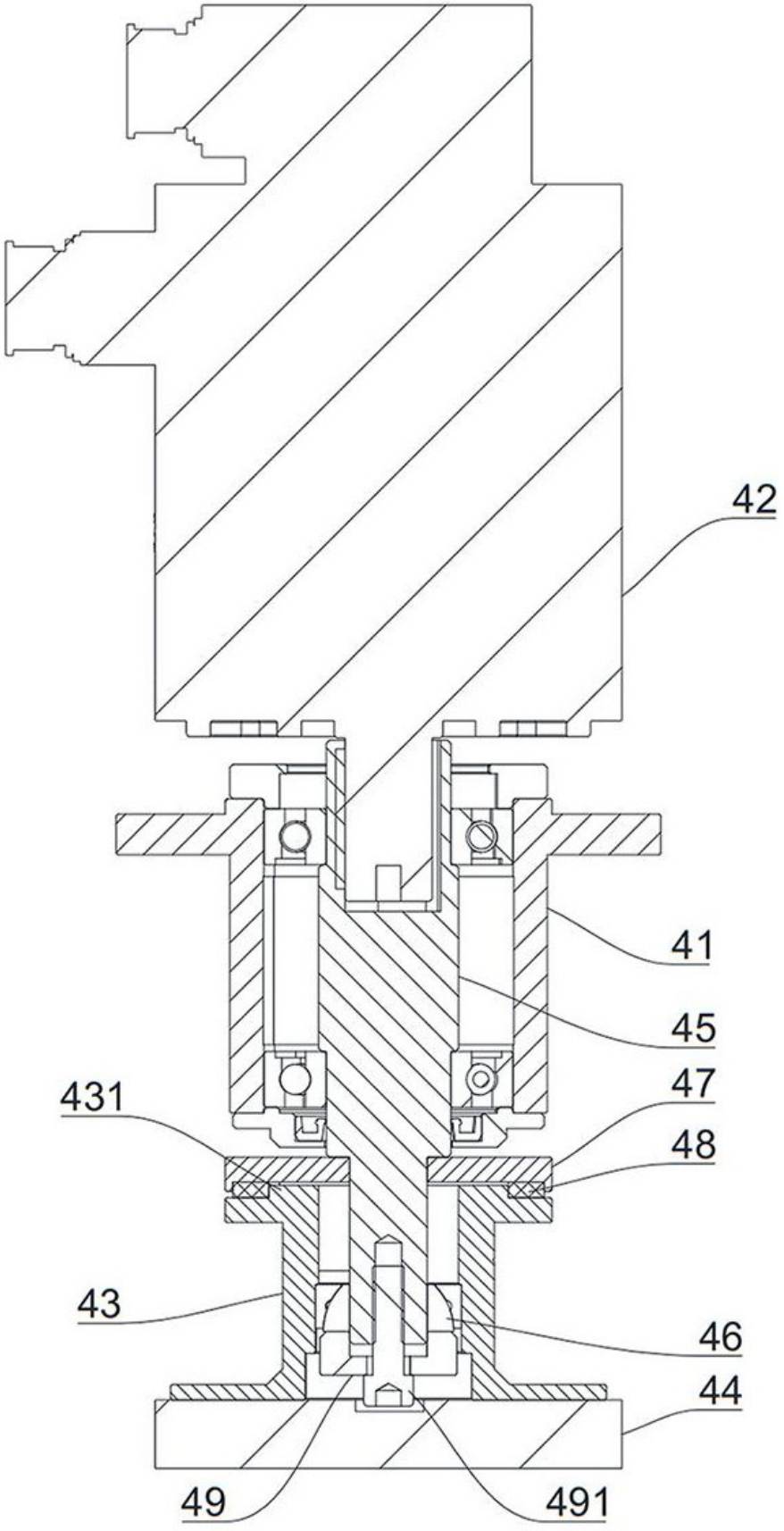


图 3

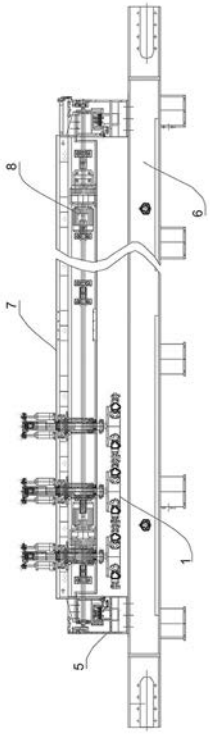


图 4