(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 213563660 U
(45)授权公告日 2021.06.29

(21)申请号 202021105012.8

(22)申请日 2020.06.15

(73)专利权人 天通日进精密技术有限公司
地址 314400 浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼

(72)发明人 卢建伟 潘雪明 曹奇峰 钱春军

(74)专利代理机构 上海巅石知识产权代理事务所(普通合伙) 31309
代理人 张明 王再朝

(51)Int.Cl.
B28D 5/04(2006.01)
B28D 7/00(2006.01)
B28D 7/04(2006.01)

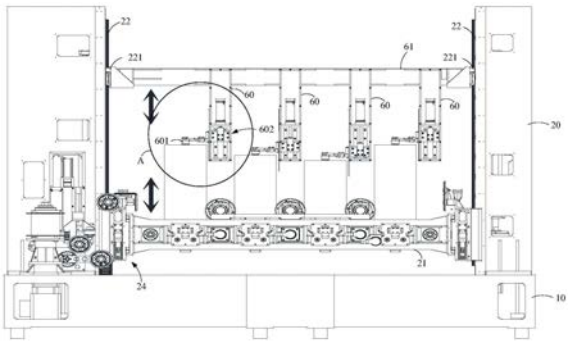
权利要求书2页 说明书58页 附图27页

(54)实用新型名称

硅棒压紧装置及硅棒开方设备

(57)摘要

本申请公开一种硅棒压紧装置与硅棒开方设备;其中,硅棒压紧装置可与硅棒开方设备中设置的线切割装置协同配合,硅棒压紧装置可与线切割装置共用一升降导轨或分别沿一升降导轨运动,将硅棒压紧装置借助线切割装置的安装梁简易设置在待切割硅棒上方,或者对硅棒压紧装置配置第二驱动机构以驱动硅棒压紧装置沿升降导轨在升降方向运动;同时,所述硅棒压紧装置中每一升降组件可沿压紧支架升降移动,以适应于对不同规格的待切割硅棒进行压紧;在开方切割前,硅棒压紧装置压紧待切割硅棒的顶部,确定硅棒稳定的立式放置在硅棒承载结构上,有效减小或避免后续切割过程中硅棒受扰动发生抖动、位移甚至倾覆的情况,提升开方加工的成品质量。



CN 213563660 U

1.一种硅棒压紧装置,其特征在于,应用于硅棒开方机中,所述硅棒开方机包括机座、硅棒承载结构、以及线切割装置,所述硅棒承载结构用于承载立式置放的硅棒,所述线切割装置包括切割架和活动设于所述切割架的线切割单元;所述硅棒压紧装置包括:

压紧支架,活动设于所述切割架;以及

多个相互独立的压紧组件,分别设于所述压紧支架上,用于压紧于所述硅棒承载结构承载的待切割硅棒的顶部;每一个所述压紧组件包括压紧头和驱动所述压紧头沿所述压紧支架作升降移动的驱动机构。

2.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述线切割装置中的线切割单元通过升降机构活动设于所述切割架,所述升降机构包括升降导轨和升降电机,所述硅棒压紧装置中的压紧支架通过所述升降导轨活动设于所述切割架。

3.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述线切割装置中的线切割单元通过第一升降机构活动设于所述切割架,所述硅棒压紧装置通过第二升降机构活动设于所述切割架。

4.根据权利要求3所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述第一升降机构包括第一升降导轨和第一驱动电机,所述第二升降机构包括第二升降导轨和第二驱动电机。

5.根据权利要求2或4所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述压紧支架上设有导轨锁紧机构。

6.根据权利要求5所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述导轨锁紧机构包括:

锁紧夹块,设于所述压紧支架;

气缸,用于推动所述锁紧夹块以在气缸推出状态下将所述锁紧夹块定位至压紧支架的升降导轨或第二升降导轨上。

7.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述驱动机构包括动力结构和导向轨道,所述压紧头与所述动力结构联动并受控于所述动力结构以沿所述导向轨道作升降移动。

8.根据权利要求7所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述动力结构包括:

气缸或液压泵;

伸缩件,与所述气缸或液压泵连接;

其中,所述压紧头设置在所述伸缩件的底部。

9.根据权利要求7所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述动力结构包括:

升降电机;

伸缩件,与所述升降电机连接;

其中,所述压紧头设置在所述伸缩件的底部。

10.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述压紧头通过延长臂连接于所述驱动机构。

11.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述压紧头为一转动压紧头。

12.根据权利要求1所述的硅棒压紧装置,其特征在于,所述压紧头沿所述压紧支架作升降移动的升降幅度为200毫米至400毫米。

13.一种硅棒开方设备,其特征在于,包括:

机座,具有硅棒加工平台;

硅棒承载结构，设于所述硅棒加工平台上，用于承载立式置放的硅棒；以及

线切割装置，包括：切割架，设于所述机座；线切割单元，活动设于所述切割架；其中，

所述线切割单元包括：切割轮、过渡轮、以及切割线，所述切割线顺次缠绕于所述切割轮和过渡轮形成至少一切割线锯；

如权利要求1-12中任一项所述的硅棒压紧装置，用于在所述线切割装置对所述硅棒承载结构承载的硅棒进行切割时压紧所述硅棒的顶部。

硅棒压紧装置及硅棒开方设备

技术领域

[0001] 本申请涉及硅棒加工技术领域，尤其涉及一种硅棒压紧装置及硅棒开方设备。

背景技术

[0002] 目前，随着社会对绿色可再生能源利用的重视和开放，光伏太阳能发电领域越来越得到重视和发展。光伏发电领域中，通常的晶体硅太阳能电池是在高质量硅片上制成的，这种硅片从提拉或浇铸的硅锭后通过切割线锯切割而成。一般采用硅棒开方设备对硅棒进行开方，此时，切割机构沿硅棒长度方向进给并在硅棒周向上切割出四个两两平行的平面；开方完毕后，再采用多线切片机沿长度方向对开方后的硅棒进行切片，得到所需硅片。

[0003] 但是，现有的硅棒开方设备中一般是依靠硅棒自身的重力设置于硅棒承载结构上，在线切割装置对硅棒切割时，切割线沿硅棒长度方向切割过程中会造成硅棒的抖动，使得切割表面不平整，成品质量差。

发明内容

[0004] 鉴于以上所述相关技术的缺点，本申请的目的在于提供一种硅棒压紧装置以及硅棒开方设备，以解决现有技术中存在的硅棒在开方加工中容易抖动而影响成品质量的问题。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的，本申请在第一方面公开了一种硅棒压紧装置，其特征在于，应用于硅棒开方设备中，所述硅棒开方设备包括机座、硅棒承载结构、以及线切割装置，所述硅棒承载结构用于立式承载硅棒，所述线切割装置包括切割架和活动设于所述切割架的线切割单元；所述硅棒压紧装置包括：压紧支架，活动设于所述切割架；以及多个相互独立的压紧组件，分别设于所述压紧支架上，用于压紧于所述硅棒承载结构承载的待切割硅棒的顶部；每一个所述压紧组件包括压紧头和驱动所述压紧头沿所述压紧支架作升降移动的驱动机构。

[0006] 本申请在第二方面还公开了一种硅棒开方设备，包括：机座，具有硅棒加工平台；硅棒承载结构，设于所述硅棒加工平台上，用于立式承载硅棒；以及线切割装置，包括：切割架，设于所述机座；线切割单元，活动设于所述切割架；其中，所述线切割单元包括：切割轮、过渡轮、以及切割线，所述切割线顺次缠绕于所述切割轮和过渡轮形成至少一切割线锯；如本申请第一方面提供的任一实施方式所述的硅棒压紧装置，用于在所述线切割装置对所述硅棒承载结构承载的硅棒进行切割时压紧所述硅棒的顶部。

[0007] 综上所述，本申请提供的硅棒压紧装置与硅棒开方设备，具有如下有益效果：

[0008] 所述硅棒压紧装置可与硅棒开方设备中设置的线切割装置协同配合，硅棒压紧装置可与线切割装置共用一升降导轨或分别沿一升降导轨运动，将硅棒压紧装置借助线切割装置的安装梁简易设置在待切割硅棒上方，或者对硅棒压紧装置配置第二驱动机构以驱动硅棒压紧装置沿升降导轨在升降方向运动；同时，所述硅棒压紧装置中每一升降组件可沿压紧支架升降移动，以适应于对不同规格的待切割硅棒进行压紧；在开方切割前，硅棒压紧

装置压紧待切割硅棒的顶部，确定硅棒稳定的立式放置在硅棒承载结构上，有效减小或避免后续切割过程中硅棒受扰动发生抖动、位移甚至倾覆的情况，提升开方加工的成品质量。

附图说明

[0009] 本申请所涉及的实用新型的具体特征如所附权利要求书所显示。通过参考下文中详细描述的示例性实施方式和附图能够更好地理解本申请所涉及实用新型的特点和优势。对附图简要说明如下：

[0010] 图1显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的结构示意图。

[0011] 图2a显示为硅棒装卸装置在一实施例中夹持待切割硅棒状态下的部分结构示意图。

[0012] 图2b显示为硅棒装卸装置在一实施例中夹持待切割硅棒状态下的部分结构仰视图。

[0013] 图3a显示为硅棒装卸装置在一实施例中夹持已切割硅棒状态下的部分结构示意图。

[0014] 图3b显示为硅棒装卸装置在一实施例中夹持已切割硅棒状态下的部分结构仰视图。

[0015] 图4显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的一硅棒夹持件的结构示意图。

[0016] 图5显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的结构示意图。

[0017] 图6显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的升降驱动机构的结构示意图。

[0018] 图7a-7b显示为硅棒装卸装置在一实施例中的升降驱动机构在不同状态的结构示意图。

[0019] 图8a-8d显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中处于不同转运状态的示意图。

[0020] 图9显示为本申请的硅棒加工设备的硅棒运动装置在一实施例中的结构示意图。

[0021] 图10显示为本申请的硅棒加工设备的弹性推杆结构在一实施例中结构示意图。

[0022] 图11显示为本申请的硅棒加工设备的硅棒运送装置在一实施例中的部分结构示意图。

[0023] 图12显示为本申请的硅棒加工设备的硅棒运送装置在一实施例中的结构示意图。

[0024] 图13显示为本申请的硅棒压紧装置在一实施例中的结构示意图。

[0025] 图14a显示为本申请的硅棒压紧装置在一实施例中的结构示意图。

[0026] 图14b-14c显示为图14a中B在不同锁紧状态下的放大示意图。

[0027] 图15显示为图13中A处放大示意图。

[0028] 图16显示为本申请的线切割装置在一实施例中的结构示意图。

[0029] 图17实现为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图。

[0030] 图18显示为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图。

[0031] 图19显示为本申请的线切割装置中线切割单元在一实施例中的结构示意图。

[0032] 图20显示为线切割装置在一实施例中的中间切割轮和其旁侧的过渡轮的结构示

意图。

[0033] 图21显示为本申请的为硅棒截断设备的硅棒加工设备在一实施例中的部分结构示意图。

[0034] 图22显示为硅棒切磨一体机的硅棒加工设备在一实施例中的部分结构示意图。

[0035] 图23显示为本申请的线切割装置在一实施例中的结构示意图。

[0036] 图24显示本申请的线切割装置在一实施例中的过渡轮及支架的结构示意图。

[0037] 图25显示为图23中C处的放大示意图。

[0038] 图26显示为图17中D处的放大示意图。

[0039] 图27显示为本申请的线切割装置在一实施例中的俯视图。

[0040] 图28显示为本申请的线切割装置在一实施例中的侧视图。

[0041] 图29显示为图28中E处的放大结构示意图。

[0042] 图30显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图。

[0043] 图31显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的结构示意图。

[0044] 图32显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中边皮顶托机构的结构示意图。

[0045] 图33显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的边皮提升单元的结构示意图。

[0046] 图34显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的夹持组件的结构示意图。

[0047] 图35显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的夹持组件的剖面示意图。

[0048] 图36显示为本申请的边皮卸料装置在另一实施例中的夹持组件的剖面示意图。

[0049] 图37a-37e显示为边皮卸料装置在一实施例中执行边皮转运的不同状态示意图。

具体实施方式

[0050] 以下由特定的具体实施例说明本申请的实施方式，熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本申请的其他优点及功效。

[0051] 在下述描述中，参考附图，附图描述了本申请的若干实施例。应当理解，还可使用其他实施例，并且可以在不背离本公开的精神和范围的情况下进行机械组成、结构以及操作上的改变。下面的详细描述不应该被认为是限制性的，并且本申请的实施例的范围仅由公布的专利的权利要求书所限定。这里使用的术语仅是为了描述特定实施例，而并非旨在限制本申请。空间相关的术语，例如“上”、“下”、“左”、“右”、“下面”、“下方”、“下部”、“上方”、“上部”等，可在文中使用以便于说明图中所示的一个元件或特征与另一元件或特征的关系。

[0052] 虽然在一些实例中术语第一、第二等在本文中用来描述各种元件或参数，但是这些元件或参数不应当被这些术语限制。这些术语仅用来将一个元件或参数与另一个元件或参数进行区分。例如，第一线槽可以被称作第二线槽，并且类似地，第二线槽可以被称作第一线槽，而不脱离各种所描述的实施例的范围。第一线槽和第二线槽均是在描述一个线槽，但是除非上下文以其他方式明确指出，否则它们不是同一个线槽。相似的情况还包括第一线切割单元与第二线切割单元，或者第一切割轮组与第二切割轮组。

[0053] 晶体硅在工业生产中通常被加工为硅片形态后再用于产品制造，其中，原始获得的硅棒包括单晶硅棒与多晶硅棒，单晶硅棒即通过用直拉法或悬浮区熔法从熔体中生长出

棒状单晶硅，例如在硅棒加工中常见的例如为5000mm或5360mm等长度规格的单晶硅棒，又或大约为800mm长度的单晶硅棒等，多晶硅即采用析出技术如化学气相沉积技术使硅在硅芯线表面析出的硅棒。

[0054] 现有硅片的制作流程，一般是先将多晶硅脆状材料提拉为单晶硅棒，然后采用开方机进行开方；此时，切割机构沿硅棒长度方向进给并在硅棒周向上切割出四个两两平行的平面，使得硅棒截面呈类矩形；开方完毕后，再采用多线切片机沿长度方向对开方后的硅棒进行切片，得到所需硅片。

[0055] 在对硅棒的开方作业中，需要将待切割硅棒(即还未进行开方的硅棒)装载至硅棒开方设备上预设的承载位置，以便于配合线切割装置以预设的规格对硅棒进行开方切割，在开方完成后，需要将已切割硅棒转运离开机座的承载结构以使得硅棒开方设备可继续切割加工待切割硅棒。

[0056] 本申请提供了一种用于硅棒开方设备的硅棒装卸装置，所述硅棒开方设备包括机座、硅棒承载结构、以及线切割装置，所述硅棒承载结构用于承载立式置放的硅棒；所述硅棒装卸装置包括：第一支架，通过一安装框吊装于所述机座；硅棒夹具，设于所述第一支架上，用于夹持待切割硅棒或已切割硅棒；移位机构，用于驱动所述第一支架及其上的硅棒夹具在所述安装框上沿至少一个方向移位，使得所述硅棒夹具移动至第一预定位置以夹持待切割硅棒或已切割硅棒并将夹持的待切割硅棒或已切割硅棒移送到第二预定位置。

[0057] 在此，所述第一预定位置、第二预定位置并部限于在所设立的坐标系中确立的固定位置或区域，在本申请提供的示例中，通过确定所述装卸装置在进行装卸中的转移路径，顺应转移的时间顺序，将转移路径中硅棒装卸装置中第一支架的起始位置作为第一预定位置，第一支架终点位置作为第二预定位置。在此，当所述硅棒装卸装置执行的是上料过程，则硅棒夹具执行夹持待切割硅棒的位置为第一预定位置，通过移动机构运动以将待切割硅棒移动到硅棒承载结构的承托面上方以将待切割硅棒置放于硅棒承载结构的位置为第二预定位置；反之，当所述硅棒装卸装置执行的是将开方完成后的已切割硅棒移送出机座的下料过程，第一支架位于硅棒承载结构邻位以夹持已切割硅棒的位置作为起始位置也即第一预定位置，已切割硅棒被硅棒夹具转运离开机座并予以释放的位置为第二预定位置。

[0058] 请参阅图1，显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的结构示意图。如图所示，所述第一支架31通过以安装框33吊装于所述机座。在此，所述第一支架31可作为硅棒夹具32的承载结构，所述第一支架31活动设置于所述安装框33上并可在移位机构作用下沿至少一个方向移动，由此实现由硅棒夹具32夹持的待切割硅棒或已切割硅棒移动。

[0059] 所述安装框33设置于机座上方，在此，所述安装框33可用于确定第一支架31沿安装框33移动的路径与范围跨度，在某些实施方式中，如图1所示的示例中，所述安装框33设置于机座的硅棒加工平台中的装卸区的硅棒承载结构上方，同时，所述安装框33在第一方向的长度范围大于装卸区，或，所述安装框33在第一方向的长度端点位于装卸区的硅棒承载结构外侧，以使得所述第一支架31沿安装框33移动时可移动至装卸区的任一硅棒承载结构邻位以将待切割硅棒安置于对应的硅棒承载结构或将硅棒承载结构上的已切割硅棒转运离装卸区。在此，所述装卸区为在硅棒开方设备的硅棒加工平台上进行装载和卸料的区域。例如，在某些示例中，所述安装框33平行于硅棒开方设备的线切割支座设置，以充分利用机座上方空余的设备空间。

[0060] 所述硅棒装卸装置3可通过安装框33设于硅棒开方设备的机座上，在某些示例中，所述硅棒装卸装置3也可作为单独的组件与硅棒开方设备拆分，例如作为独立的销售装置。例如，所述安装框33与硅棒开方设备为可拆卸连接，所述安装框33与第一支架31及硅棒夹具32可设置于硅棒开方设备上；又如，所述第一支架31与安装框33为可拆卸连接，所述第一支架31与硅棒夹具32可设置在包括安装框33或吊装架的硅棒开方设备上。

[0061] 所述硅棒夹具32设于所述第一支架31上，在此，所述硅棒夹具32中包括硅棒夹持件，所述硅棒夹持件接触硅棒表面并执行夹持或释放动作。在某些示例中，所述硅棒夹具32中包括一个硅棒夹持件，在此示例下，所述硅棒夹持件的夹持面可设置为具有一定的高度以确保夹持状态下硅棒夹持件与立式放置的硅棒侧面的接触面积可实现夹持。

[0062] 请参阅图2a，显示为本申请的硅棒装卸装置的第一支架31及硅棒夹具在一示例中的结构示意图。如图2a所示，所述第一支架31上的任一所述硅棒夹持件包括相对设置的第一夹臂321和第二夹臂322，以及夹臂驱动机构320，用于驱动所述第一夹臂321和第一夹臂321作开合动作。应当理解，所述第一夹臂321与第二夹臂322可为镜像设置或对称设置，当第一夹臂321与第二夹臂322执行闭合动作，即可用于靠近并夹持硅棒；当所述第一夹臂321与第二夹臂322执行张开动作，即可用于释放所夹持的硅棒。

[0063] 在某些实施方式中，所述第一夹臂及第二夹臂具有夹持弧面和夹持平面。在此，所述硅棒夹持件可用于夹持待切割硅棒或已切割硅棒，为实现将所夹持的硅棒立式放置于硅棒承载结构上或从硅棒承载结构处夹持立式置放的硅棒，所述第一夹臂与第一夹臂通过开合动作在硅棒侧面进行夹持，也即，在夹持状态下所述硅棒为立式。对应地，所述第一夹臂和第一夹臂具有适配于待切割硅棒表面弧面的夹持弧面，以及适配于已切割硅棒的侧面平面的夹持平面。

[0064] 所述第一夹臂和第二夹臂的夹持弧面并不限于在夹臂上设置用于接触硅棒的弧面，在某些实现方式中，请参阅图2a至图3b，显示为本申请的硅棒夹持件在不同夹持状态下的侧视图和仰视图，其中，图2a和图2b为硅棒夹持件夹持具有弧形侧面的待切割硅棒的立体示意图和仰视图，图3a和图3b为硅棒夹持件夹持已切割硅棒的立体示意图和仰视图。如图所示，所述第一夹臂和第二夹臂上对称的设有夹持弧面和夹持平面。

[0065] 如图3a、图3b所示，所述夹持弧面可以为顺应硅棒表面弧度设置在不同方向的接触平面，在图3b所示视图下，单个夹臂上的所述不同方向的平面对称于硅棒截面的直径，使得第一夹臂321与第二夹臂322在夹持中施加于硅棒的压力交汇于硅棒截面圆心，以防止夹持状态下硅棒受到的压力合力的延长线在夹持弧面之外而使得硅棒具有脱离硅棒夹持件的倾向。

[0066] 在某些实现方式中，所述第一夹臂、第二夹臂的夹持弧面超过待切割硅棒侧面四分之一的圆弧，在进行夹持时形成的夹持接触面超过硅棒侧面二分之一圆弧；再者，所述夹持弧面上还可设置有缓冲垫，以避免在夹持状态下损伤硅棒表面。所述缓冲垫例如采用具有弹性的橡胶材料制成，或者硅胶或由其他具有弹性形变、阻尼特性或缓冲特性的材料制成，以防止夹持转运中待切割硅棒或已切割硅棒的表面被划伤或磕碰碎裂。

[0067] 在某些示例中，所述夹臂驱动机构包括：开合齿轮、齿条及驱动源(未予以图示)；其中，所述第一夹臂及第二夹臂上分别设有开合齿轮，所述齿条的相对两侧分别设有与所述第一夹臂和第二夹臂上的开合齿轮啮合对应的齿纹，所述驱动源连接与所述齿轮驱动

件，用于驱动所述齿轮驱动件运动。

[0068] 在一种实现方式上，齿轮驱动件为齿条，该齿条位于第一夹臂与第二夹臂中间，齿条中分别面向于两侧的夹臂的两个外侧面上分别设有与第一夹臂和第二夹臂上的开合齿轮啮合对应的齿纹，驱动源可例如为驱动电机或气缸。这样，根据上述实现方式，在实际应用中，当需实现夹臂夹合时，由作为驱动源的驱动电机或气缸驱动作为齿轮驱动件的齿条向上移动，由齿条带动两旁啮合的开合齿轮作外旋动作，开合齿轮在外旋过程中带动夹臂(开合齿轮与夹臂可通过转轴连接)作下放动作以由松开状态转入夹合状态；反之，当需实现夹臂松开时，由作为驱动源的驱动电机(或气缸)驱动作为齿轮驱动件的齿条向下移动，由齿条带动两旁啮合的开合齿轮作内旋动作，开合齿轮在内旋过程中带动夹臂(开合齿轮与夹臂可通过转轴连接)作上扬动作以由夹合状态转入松开状态。当然，上述仅为一实施例，并非用于限制硅棒夹持件的工作状态，实际上，前述中的“向上”、“外旋”、“下放”、“向下”、“内旋”、“上扬”、以及“松开”和“夹合”状态变化均可根据夹臂的结构和运作方式、夹臂驱动机构的构造而有其他的变更。

[0069] 在另一实现方式中，请参阅图4，显示为本申请的硅棒装卸装置的一硅棒夹持件在一实施例中的结构示意图。如图所示，所述夹臂驱动机构320包括：第一齿条3201、第二齿条3202、夹紧气缸3203以及传动齿轮3204；所述第一齿条3201联动于所述第一夹臂，所述第二齿条3202联动于所述第二夹臂，所述传动齿轮3204与所述第一齿条3201及所述第二齿条3202相啮合，用于在正向转动时带动所述第一夹臂及第二夹臂相向运动以执行闭合动作，在逆向转动时带动所述第一夹臂及第二夹臂背向运动以执行张开动作。基于齿轮间或齿轮与齿条间外部啮合的基本规律，所述第一齿条3201在传动齿轮3204旋转时，沿与所述传动齿轮3204上侧齿部的线速度的反方向运动；所述第二齿条3202在传动齿轮3204旋转时，沿所述传动齿轮3204下侧齿部的线速度的反方向运动。所述传动齿轮3204旋转时关于齿轮中心对称的第一齿条3201与第二齿条3202必然满足线速度方向相反的关系，即表现为相向靠近或相互远离的运动。如，当所述夹紧气缸3203推动第一齿条3201或第二齿条3202运动以带动传动齿轮3204旋转，当所述传动齿轮3204处于正转状态，所述第一齿条3201与第二齿条3202相向靠近以驱使第一夹臂和第二夹臂相向靠近执行闭合动作；当所述传动齿轮3204处于反转状态，所述第一齿条3201与第二齿条3202相互远离以驱使第一夹臂和第二夹臂相互远离以执行张开动作。

[0070] 在又一实现方式中，所述夹臂驱动机构包括第一齿条、第二齿条以及驱动齿轮；所述第一齿条联动于所述第一夹臂，所述第二齿条联动于所述第二夹臂，所述驱动齿轮连接于驱动电机的动力输出轴(未予以图示)，并与所述第一齿条及所述第二齿条相啮合，用于在正向转动时带动所述第一夹臂及第二夹臂相向运动以执行闭合动作，在逆向转动时带动所述第一夹臂及第二夹臂背向运动以执行张开动作。所述第一齿条与第二齿条可啮合于所述驱动齿轮的两侧，使得驱动齿轮旋转时第一齿条和第二齿条处的线速度方向相反，由驱动电机带动所述驱动齿轮旋转，令驱动齿轮正转时第一齿条与第二齿条相向运动即带动第一夹臂与第二夹臂相向运动以执行闭合动作，驱动齿轮被带动逆向转动时第一齿条与第二齿条背向运动以带动第一夹臂和第二夹臂背向运动以执行张开动作。

[0071] 在某些示例中，所述硅棒夹具中的硅棒夹持件在升降方向固定设置于所述第一支架上，用于夹持同一规格或预设的规格范围(例如长度为500mm至800mm)内的硅棒。在某些

示例中，所述第一支架上可设置多组硅棒夹持件以确保所述硅棒装卸装置可夹持的硅棒涵盖各类长度规格。

[0072] 在此，针对单晶圆硅棒，是通过对原初的长硅棒进行截断作业而形成的，势必使得单晶圆硅棒之间的尺寸差异迥异，鉴于硅棒夹持件是用于对竖立放置状态下的单晶圆硅棒或开方后的已切割硅棒进行夹持，因此，对于硅棒夹具而言，前述尺寸差异的影响主要就表现在单晶圆硅棒的长度差异性对硅棒夹具中的硅棒夹持件是否能对应夹持到单晶圆硅棒的隐忧。

[0073] 为减少甚至是免除上述硅棒夹持件可能会无法夹持到硅棒的风险，硅棒夹具会有不同的设计方案。

[0074] 在某些示例中，所述硅棒夹具中包括至少两个硅棒夹持件，其中两个硅棒夹持件间距设置于所述第一支架上。例如图2a、图3a所示实施例中，所述第一支架31主体呈立式，所述硅棒夹具中的两个硅棒夹持件上下间隔设置在第一支架31上。在具体实现方式中，所述硅棒夹持件可藉由夹持件安装座设于所述第一支架31，在某些示例中，所述夹持件安装座为活动设置在所述第一支架31上，用以调整所述硅棒夹持件相对于硅棒的夹持部位或间隔设置的硅棒夹持件之间的距离。例如在图示实施例中，所述第一支架31设有升降导轨，所述夹持件安装座可设置为活动设于所述升降导轨的滑块，由此可实现沿第一支架31上下移动。在此设置下，不同硅棒夹持件之间的间距可调整，即可基于数量较少如为两个的硅棒夹持件实现对不同规格的硅棒的夹持。

[0075] 在某些示例中，所述硅棒夹具还包括升降驱动机构，所述至少两个硅棒夹持件中的至少一个硅棒夹持件由所述升降驱动机构驱动沿所述第一支架作升降运动。例如，当所述硅棒夹具中包括两个硅棒夹持件，可将其中一个硅棒夹持件固定于所述第一支架，另一硅棒夹持件活动设置于所述第一支架并由所述升降驱动机构带动沿第一支架升降运动；又如，所述硅棒夹具中的两个硅棒夹持件均可活动设置于所述第一支架，并在所述升降驱动机构求驱动下沿第一支架升降运动。

[0076] 在某些示例中，所述升降驱动机构包括：传动链条以及至少一个锁止装置；其中，所述传动链条绕设于上下设置的两个传动链轮上，所述两个传动链轮中的至少一个传动链轮轴接于链轮驱动源，所述至少一个锁止装置设于至少一硅棒夹持件上，用于转换所述至少一硅棒夹持件与所述传动链条之间锁止和活动两种状态。

[0077] 在此，所述至少一个锁止装置与至少一硅棒夹持件对应，例如，当所述锁止装置为一个，即设置在一个硅棒夹持件上，当所述锁止装置为两个，则设置在两个硅棒夹持件上，每一锁止装置用于对一个硅棒夹持件与传动链条之间的锁止或活动状态的控制，以实现硅棒夹持件顺应传动链条运动或停止在第一支架上的预设高度的状态切换。

[0078] 请参阅图5，显示为本申请的硅棒装卸装置在一实施例中的结构示意图。所述升降驱动机构323中设有传动链条3231，所述传动链条3231可设置为环状链条(呈如图5所示实施例)或开放的具有端点的链轮，所绕设的传动链轮3232中至少一个由例如驱动电机的链轮驱动源3233驱动旋转，由此带动啮合于传动链轮3232的传动链条3231运动，所述传动链条3231运动的方向由上下设置的传动链轮3232的位置确定，例如，当所述上下设置的传动链轮3232位于同一铅垂线上，两个传动链轮3232之间的传动链条3231即在升降方向运动。

[0079] 请参阅图6，显示为本申请的升降驱动机构的部分结构在一实施例中的简化示意

图。在某些实施方式中，所述锁止装置3234包括：锁止链轮32341以及锁紧机构32340，所述锁止链轮32341可转动的设置于所述硅棒夹持件上并啮合于所述传动链条3231，所述锁紧机构32340设于所述硅棒夹持件，用于锁紧所述锁止链轮32341使得所述锁止链轮32341相对传动链条3231静止，以使所述锁止链轮32341连接的硅棒夹持件与传动链条3231之间从活动状态切换至锁止状态。在此，所述锁止链轮32341可通过链轮转轴连接至硅棒夹持件，在锁紧机构32340停息状态下，所述锁止链轮32341在相啮合的传动链条3231带动下绕链轮转轴旋转；当所述锁紧机构32340处于工作状态，锁紧机构32340限制锁止链轮32341转动以藉由传动链条3231在升降方向的运动以给予锁止链轮32341以及硅棒夹持件升降方向运动的力，因此，在锁止链轮32341相对于传动链条的运动为静止的状态下，所述硅棒夹持件可在传动链条3231带动下沿第一支架升降运动。在此，所述锁紧机构32340例如可通过夹持锁止链轮32341轮齿的方式限制锁止链轮32341旋转。

[0080] 请参阅图7a和图7b，显示为本申请的升降驱动机构在一实施例中不同锁止状态的结构示意图。在某些实施方式中，如图所示，所述锁紧机构32340包括锁紧气缸32342以及锁紧部32343，所述锁紧部32343连接于所述锁紧气缸32342的伸缩端，在所述锁紧气缸32342驱动下进入所述锁止链轮32341的轮齿以锁止所述锁止链轮32341。

[0081] 在一具体实施方式上，所述锁紧机构32340的详细结构为：包括一台固定安装在硅棒夹持件上的锁紧气缸32342，该锁紧气缸32342的伸缩杆可沿锁止链轮32341的径向伸缩，同时在锁紧气缸32342的伸缩杆的端部上固定有一锁紧部32343，该锁紧部32343外部轮廓为矩形块结构，在该锁紧部32343靠近锁止链轮32341一侧设置有一插销，当锁紧部32343被锁紧气缸32342带动伸入锁止链轮32341时，锁紧部32343卡死锁止链轮32341，使之与传动链条3231之间不再产生相对转动(呈如图7b所示状态)。此时，锁紧机构32340连接的硅棒夹持件随传动链条3231同步升降运动。当所述硅棒夹持件升降至预设高度后，所述锁紧部32343收缩回退，使所述锁止链轮32341恢复可转动的啮合于传动链条3231的状态(呈如图7a所示状态)，所述硅棒夹持件失去由锁止链轮32341传递的升降方向的力，即可稳定在预设的高度。

[0082] 同时，在具体实施过程中，因为锁紧部在进入锁止链轮后，其所受的来自锁止链轮的作用力较大，容易导致锁紧气缸的伸缩杆在长时间的受力过程中产生形变，影响锁紧气缸的使用寿命。为了解决该问题，在某些示例中，在硅棒夹持件上固定的设置有一保持部，该保持部由两块压板构成，分设在锁紧部的两侧，且与硅棒夹持件之间形成一平行于锁止气缸伸缩方向的滑动通道，锁紧部可滑动的设置在该滑动通道中。当锁紧部受到来自锁止链轮的较大作用力而要改变锁紧气缸的伸缩杆形态时，保持部压制在锁紧部外侧，可起一定的稳定作用。

[0083] 在其他可实现方式中，该保持部3235还可以是一沿着锁紧部运动轨迹方向设置的长方块，在该长方块中设置有一滑槽，锁紧部滑动设置在该滑槽中，并沿着锁止链轮径向的运动。

[0084] 在某些情况下，传动链条3231在传动过程中可能会出现抖动情况，导致传动链条3231与锁止链轮32341之间脱离啮合，从而使得硅棒夹持件与传动链条3231之间始终为活动状态。为了消除该种情况出现的可能，在某些实施方式中，所述升降驱动机构323中还设置了一个防脱离机构3235，如图5所示实施例，该防脱离机构3235为U型结构，其两条平行侧

边固定在所述硅棒夹持件上以跟随硅棒夹持件同步升降，而防脱离机构3235的位于U型结构底部的槽底则与传动链条3231相贴近。当传动链条3231抖动而即将与锁止链轮32341脱离啮合时，防脱离机构3235的槽底则必然对传动链条3231施加一个朝向锁止链轮32341径向的作用力，从而阻挡传动链条3231从锁止链轮32341上脱离。

[0085] 在此，基于所述锁止装置3234即可实现硅棒夹持件顺应传动链条3231同步运动的锁止状态或硅棒夹持件与传动链条3231相对活动状态的切换，在实际场景中，基于预设的硅棒夹持件的调整高度，令锁止装置3234将硅棒夹持件与传动链条3231锁止，当硅棒夹持件在传动链条3231驱动下升降到预设的高度后锁止装置3234恢复硅棒夹持件与传动链条3231之间的活动状态，使硅棒夹持件可稳定在第一支架31的预设高度位置。当然，所述硅棒夹持件的活动范围与第一支架31有关，通过此活动设置的硅棒夹持件，所述硅棒夹具可夹持的硅棒的长度规格范围增加。

[0086] 请结合参考图1和图5，所述第一支架31以及第一支架31上设置的硅棒夹具32可在移位机构33的作用下在所述安装框30上沿至少一个方向移位，使得硅棒夹具32从第一预定位置进行夹持后将硅棒移送至第二预设位置。

[0087] 在某些实施方式中，所述移位机构33包括第一方向移位机构，所述第一方向移位机构包括第一方向导轨3310以及第一驱动装置(图中未予以显示)，所述第一方向导轨3310设置于所述安装框30上，所述第一驱动装置用于驱动所述第一支架31在所述安装框30上沿第一方向导轨移位。所述第一支架基于适配于所述第一方向导轨3310的第一滑块3311连接至所述安装框30，以形成沿所述第一方向导轨运动3310的自由度。

[0088] 在此，所述第一支架31通过安装框30吊装于机座，即可在第一驱动装置的驱动下沿位于机座上方的安装框30移动。在实际场景中，所述安装框30上设有第一方向导轨3310以吊装所述第一支架31，所述第一方向导轨3310可设置为跨越机座第一方向的两端，又或所述第一方向导轨3310的长度可涵盖至装卸区内的每一硅棒承载结构，使得设置于第一方向导轨3310上的第一机架31可在第一驱动装置的驱动下沿第一方向导轨3310移动至装卸区的每一硅棒承载结构邻位。在某些示例中，所述硅棒加工平台装卸区的硅棒承载结构设置于第一方向的同一直线上，所述第一方向导轨3310可设置在连接硅棒承载结构的直线上方，以便于第一机架31移动至硅棒承载结构承托部分的上方以对硅棒承载结构上承载的已切割硅棒进行夹持或将待切割硅棒放置于硅棒承载结构上。

[0089] 所述第一驱动装置例如为行进电机，所述第一支架可通过行进丝杠连接至所述第一方向导轨，所述行进丝杠铺设于第一方向导轨并同时连接至行进电机，由此可在行进电机的驱动下带动所述第一支架沿第一方向导轨运动。在某些示例中，所述第一驱动装置还可为藉由滚珠丝杠带动第一支架运动的驱动电机，本申请不做限制。

[0090] 所述第一支架31通过沿所述安装框30移动，即可在机座上方的设备空间内实现上下料，在硅棒开方设备处于空闲状态时，所述第一机架31可移动至机座上方以实现收纳，由此缩减了工序流转中设备占据空间过大带来的操作的不便利性，继而可增加硅棒加工中工序流转的效率。

[0091] 在某些实施方式中，所述移位机构还包括第二方向移位机构，所述第二方向移位机构包括第二方向导轨及第二驱动装置，所述第二方向导轨用于设置所述第一支架，所述第二驱动装置用于驱动所述第一支架沿第二方向导轨移动。所述第二驱动装置例如为行进

电机，通过行进丝杠带动第一支架沿第二方向导轨移动，当然，第二驱动装置可也设置为别的可实现推动第一机架移动的装置，例如通过链条输送机构带动所述第一机架移动，本申请不做限制。

[0092] 请继续结合参考图1和图5，在此，所述第一支架31通过第二方向导轨3320设置于安装框的第一方向导轨3310上，在此，所述第一支架31例如可通过第二滑块3321连接至所述第二方向导轨3320，所述第一支架31即可基于第一驱动装置驱动沿第一方向即机座的长度方向运动，同时，也可在第二驱动装置(图中未予以显示)驱动下沿第二方向导轨3320在第二方向运动，第一支架31及硅棒夹具32在空间中的移动范围被增大，即可适用于在空间位置关系不同的第一预设位置与第二预设位置之间移送硅棒，例如，当所述第一预设位置与第二预设位置在第二方向上有一定的间距，所述硅棒夹具32可通过沿第二方向导轨3320移动以到达目标位置。

[0093] 在一场景中，当所述第一预设位置为机座外侧的置放待切割硅棒的位置，所述第二预设位置为硅棒承载结构的承托位置，所述第一支架在第一驱动装置驱动下移动至与所述第一预设位置的连线为第二方向的直线，而后在第二驱动装置驱动下趋近所述第一预设位置；当然，也可先由第二驱动装置驱动下移动至第一支架与第一预设位置的连线在第一方向的直线上，而后通过所述第一驱动装置的驱动移动至第一预设位置；在此应当说明，所述第一驱动装置与第二驱动装置相独立，因此，所述第一支架与硅棒夹具的移动路径也可为多段折线，例如先沿第一方向移动一定距离，而后沿第二方向移动，又再次沿第一方向移动以至预设位置，前述移动方向仅为举例说明一些可实现的移动路径，所述第一支架只需实现移动至预设位置即可；同时，在实际场景中，顺应设备布局以及移动机构的移动导轨的方向设置，所述移动路径也可随之变更。类似的，所述第一支架在达到第一预设位置后，从第一预设位置移动至第二预设位置的移动路径也可基于移位机构确定的移动范围设定，当所述移动范围包可涵盖第一预设位置与第二预设位置时即可实现移送。

[0094] 在此，所述移动路径具有多种可选的方式，但基于本申请的硅棒装卸装置的设置，所述移动路径通过直线路径或折线路径进行硅棒移送，同时利用了机座上方的设备空间进行移送并可将其设备空间作为硅棒装卸装置的容纳空间，在转运时可减小对硅棒开方设备机座外侧的空间的占用，同时硅棒装卸装置可一体与硅棒开方设备设置，则免去了硅棒装卸装置的设备调用的工序，使得转运过程更为简易。

[0095] 请参阅图8a至图8d，显示为本申请的硅棒装卸装置在不同转运状态的结构示意图。

[0096] 在本申请的一实施例中，所述硅棒装卸装置对待切割硅棒进行夹持的过程如下：

[0097] 所述硅棒夹持件顺应第一支架31在第一方向移位机构的带动下沿安装框30移动，所述硅棒夹持件及第一支架31可例如由第一驱动装置驱动以沿设置在安装框30上的第一方向导轨移动；同时，在某些场景中，所述第一支架31及硅棒夹持件可由第二方向移位机构驱动，例如在第二驱动装置的驱动下沿第二方向导轨移动；通过所述第一移位机构或/及第二移位机构，硅棒夹持件跟随第一支架31移动以趋近位于第一预定位置的待切割硅棒(呈如图8a所示状态)；再者，在所述硅棒夹持件跟随第一支架移动过程中，所述硅棒夹持件可基于所处的移动状态(或移动位置)控制硅棒夹持件的第一夹臂及第二夹臂执行张开或闭合动作，例如：在到达所述第一预定位置前，硅棒夹持件的驱动齿轮在电机带动下反转，令

所述第一夹臂与第二夹臂分离至夹臂间的夹持空间大于硅棒直径或与硅棒间存在间隙以形成对待切割硅棒的容纳空间，当所述第一支架31带动硅棒夹持件运动至待切割硅棒位于第一夹臂与第二夹臂间的容纳空间时，所述驱动齿轮正转以控制所述第一夹臂与第二夹臂相互靠近即相互趋近待夹持硅棒，所述第一夹臂与第二夹臂接触并夹紧硅棒时停止相向运动。

[0098] 所述硅棒夹持件在夹持了硅棒后保持夹紧状态，根据预设的硅棒的摆放位置，相应的由第一方向移位机构或/及第二方向移位机构驱动所述第一支架31与硅棒夹持件沿预设的路径移送硅棒，至将所夹持的硅棒运送至第二预定位置(呈如图8b所示状态)后所述第一夹臂与第二夹臂执行张开动作以释放硅棒，在此，所述第二预定位置例如为被夹持的待切割硅棒位于硅棒承载结构中用于承载硅棒的承托面的正上方。

[0099] 在如图8a和图8b所示实施例中，所述硅棒夹持件执行将待切割硅棒装载至硅棒承载结构的过程，应理解的，当完成对一待切割硅棒的运送后(呈如图8b所示状态)，所述硅棒夹持件顺应第一支架在第一方向移位机构或/及第二方向位移机构驱动下回到第一预定位置(呈如图8a所示状态)，以继续执行对下一待切割硅棒的装载运送；当所述硅棒装卸装置将对应的开方作业中的待切割硅棒均装载完毕后，例如图8a或图8b所示视图的硅棒开方设备中，硅棒装卸装置对机座上的装卸区的多个硅棒承载结构均装载完毕对应的待切割硅棒后，所述第一支架31及硅棒夹持件还可在第一方向移位机构或/及第二方向位移机构驱动下回到一初始位置，所述初始位置例如为硅棒装卸装置在非工作状态下的等待区位，在实际场景中，可基于硅棒开方设备的布局设定所述初始位置，例如，在图8a或图8b所示示例中可将所述初始位置设于安装框30末端。

[0100] 在某些示例中，当所述硅棒装卸装置执行对已切割硅棒的卸料过程，类似地，所述硅棒夹具与第一支架31顺应移位机构的带动沿安装框30移动，在此，在运动至承载有已切割硅棒的硅棒承载结构邻位处即第一预定位置处停止运动(呈如图8c所示状态)，所述第一夹臂与第二夹臂相互靠近即相互趋近待夹持硅棒，接触并夹紧硅棒时停止相向运动；所述硅棒夹具与第一支架31根据第二预定位置在第一方向移位机构及第二方向移位机构驱动下沿直线或折线运动以将已切割硅棒转运出机座的加工平台，并将已切割硅棒转移至用于下料的第二预定位置(呈如图8d所示状态)。在卸料作业结束后，所述第一支架31及硅棒夹持件还可回到前述初始位置。

[0101] 本申请在另一方面还提供了一种硅棒开方设备，包括机座、硅棒承载结构、线切割装置、以及吊装于所述机座如图1至图8d所示实施例中任一实施方式所述的硅棒装卸装置。其中，所述硅棒承载结构用于承载立式置放的硅棒，所述硅棒装卸装置用于夹持待切割硅棒或已切割硅棒并将夹持的待切割硅棒或已切割硅棒移送到预定位置。

[0102] 在某些示例中，所述线切割装置中包括可升降的线切割支座与设于所述线切割支座上的线切割单元，所述线切割单元中具有切割线锯，即可通过线切割支座的升降运动带动切割线锯对硅棒承载结构上立式置放的硅棒进行切割。在切割前需要将待切割硅棒放置于硅棒开方设备的装卸区，并在切割完成后将已切割硅棒及时转运出去以进行对不同硅棒开方的流水作业，所述硅棒装卸装置即可将待转运的硅棒从所述第一预定位置转移至第二预定位置，以配合线切割装置进行不同硅棒的切割。

[0103] 在此，所述硅棒装卸装置吊装于所述机座上，硅棒夹具藉由移位机构实现在第一

预定位置至第二预定位置之间的转换，在一些场景中，待切割硅棒的置物区以及已切割硅棒放置的区域与机座有较远的距离，例如需要将待切割硅棒转运至第一预定位置，继而由所述硅棒装卸装置将待切割硅棒转运至硅棒承载结构处；又如在切割线锯对硅棒开方完成后，所述硅棒装卸装置将已切割硅棒从硅棒承载结构转移至第二预定位置，再而将第二预定位置处的已切割硅棒转运到预设的已切割硅棒的放置区域或转运至下一工序设备处。

[0104] 在此，所述第一预定位置、第二预定位置并不限于在所设立的坐标系中确立的固定位置或区域，在本申请提供的示例中，通过确定所述装卸装置在进行装卸中的转移路径，顺应转移的时间顺序，将转移路径中硅棒装卸装置中第一支架的起始位置作为第一预定位置，第一支架终点位置作为第二预定位置。在此，当所述硅棒装卸装置执行的是上料过程，则硅棒夹具执行夹持待切割硅棒的位置为第一预定位置，通过移动机构运动以将待切割硅棒移动到硅棒承载结构的承托面上方以将待切割硅棒置放于硅棒承载结构的位置为第二预定位置；反之，当所述硅棒装卸装置执行的是将开方完成后的已切割硅棒移送出机座的下料过程，第一支架位于硅棒承载结构邻位以夹持已切割硅棒的位置作为起始位置也即第一预定位置，已切割硅棒被硅棒夹具转运离开机座并予以释放的位置为第二预定位置。

[0105] 在某些示例中，所述硅棒开方设备还包括硅棒运送装置，所述硅棒转运装置包括上料转运部以及上料驱动源，其中，所述上料转运部用于输送待切割硅棒，所述上料驱动源用于驱动所述上料转运部运动以带动待切割硅棒移动。

[0106] 所述上料转运部在上料驱动源的驱动下将所承载的待切割硅棒转运至所述第一预定位置，所述硅棒装卸装置即可实现硅棒转运。在某些示例中，所述上料转运部的末端即设置于硅棒装卸装置执行上料过程的所述第一预定位置。

[0107] 请参阅图9，显示为本申请的硅棒加工设备的硅棒运送装置在一实施例中的结构示意图。在某些示例中，所述上料转运部41包括用于承载待切割硅棒的承载部411以及链条输送机构412；其中，所述承载部411具有相对设置的两列滚轮，所述链条输送机构412包括输送链条4121，还包括至少设置在输送链条4121两端并与输送链条4121相啮合的链轮4122。在此，所述承载部411为用于实现硅棒承托的部位，通过相对设置的滚轮以接触待切割硅棒的并实现卧式运输硅棒。所述输送链所啮合的链轮4122中至少一个作为主动链轮连接至链轮驱动源，例如主动链轮4122轴接于一电机的动力输出轴以带动输送链条4121转动。

[0108] 在某些示例中，所述上料转运部41进行输送的距离较长，对应的输送链条4121长度较长，为防止输送链条4121出现松弛、与链轮4122脱离啮合等情况，所述链条输送机构412中设有多个链轮4122，所述多个链轮4122例如可等间距设置，以确保输送链条4121各处的张力。

[0109] 在某些示例中，所述上料转运部还包括至少一弹性推杆结构，所述至少一弹性推杆结构与所述输送链条连接，用于推动待切割硅棒沿所述上料转运部移动。

[0110] 请结合参阅图9、图10，其中，图10显示为所述弹性推杆结构413在一实施例中结构示意图。如图所示，所述弹性推杆结构413包括推杆4131、扭转弹簧4132。所述弹性推杆结构413设置在输送链条4121上，在所述上料转运部的输送链条4121前进运动(如图9所示箭头方向)时抵靠至硅棒端面，以配合所述转运部将所抵靠的硅棒移动至预设位置，以及在所述输送链条4121回退运动(如图9所示箭头的反方向)时避开障碍物也即在此场景中的待切割

硅棒;所述扭转弹簧4132设于所述推杆4131下方,用以配合所述推杆4131的转动运动。

[0111] 在此,所述推杆4131包括作为主体的摆动杆子,设于摆动杆子远端的用于接触待切割硅棒的滚轮,以及摆动杆子近端的转轴,所述摆动杆子即可沿转轴转动;所述扭转弹簧4132套设于转轴,以提供所述摆动杆子在一定角度被定位的扭矩例如当摆动杆子不受外力作用时可藉由扭转弹簧4132稳定在摆动杆子为直立的位置。所述弹性推杆结构413中还包括一支承底座4133,固定连接至所述输送链条4121,用于设置所述推杆4131与弹簧,所述支承底座4133中还包括一限位挡板,如图所示,当所述摆动杆子逆时针转动,则将抵靠至所述限位挡板而达到最大转动角度,在所述弹性推杆结构413整体顺应输送链条4121前进运动的过程中,摆动杆子远端的滚轮接触待切割硅棒端面而产生相对转轴逆时针转动的倾向,在抵靠限位挡板后转动停止,所述推杆4131即可基于限位挡板的限位作用产生对待切割硅棒的推力,从而推动待切割硅棒以前进方向沿承载部移动。

[0112] 请参阅图11,显示为本申请的硅棒运送装置在一示例中的部分结构示意图。如图所示,在一具体实现方式中,所述承载部411包括设置于输送链条4121相对两侧的立板4111,两侧立板4111上设置有相对设置的两列滚轮4112,应当理解,所述待切割硅棒与滚轮4112之间为点接触,在某些示例中,相对设置的两列滚轮4112为可转动的设置在输送链条4121上方的立板4111上。所述弹性推杆结构随输送链条4121运动,在输送链条4121前进运动的过程中,推杆抵靠至待切割硅棒端面即可提供给待切割硅棒沿硅棒轴向运动的推力,通过所述包括滚轮4112的承载部411与弹性推杆结构配合的设置,当所述待切割硅棒沿承载部411移动,所述推力只需克服与滚轮4112之间的滚动摩擦,实现硅棒传动所需克服的阻力较小。

[0113] 在某些示例中,所述上料转运部例如包括承载部与传送带结构,所述弹性推杆结构固定设置在传动带上跟随传送带运动,以在传送带前进运动时抵靠待切割硅棒端面以带动待硅棒沿前进方向移动。

[0114] 当然,根据实际场景中硅棒上料过程中转运方向的需要,在某些示例中,也可将所述弹性推杆结构设置为顺应输送链条或传送带回退运动的过程中抵靠至硅棒端面,以将带切割硅棒运送至上料过程中的所述第一预定位置。

[0115] 在某些示例中,所述硅棒转运装置还包括下料转运部、以及下料驱动源。所述下料转运部用于输送已切割硅棒,所述下料驱动源用于驱动下料转运部运动以带动已切割硅棒移动。在此,所述下料转运部的起始端例如可设置在硅棒装卸装置下料过程中的所述第二预定位置,由所述硅棒装卸装置将已切割硅棒从硅棒承载结构处夹持转运至下料转运部,从而由所述硅棒运送装置将已切割硅棒转移至下一工序位置或已切割硅棒的放置区域。

[0116] 请参阅图12,显示为本申请的硅棒运送装置在一实施例中的结构示意图。在某些示例中,所述下料转运部42为传送带机构。应当理解,所述已切割硅棒为开方完成后侧面为平面的类长方体,将所述已切割硅棒卧式置放在传送带上,即可凭借已切割硅棒的自重在传动带表面形成的摩擦实现运送。在此,所述下料驱动源例如为驱动电机,通过带动传送带机构中的至少一个同步带轮转动以使传送带发生转动。

[0117] 在某些示例中,所述硅棒运送装置还包括翻转装置,用于将所承载的待切割硅棒从卧式状态翻转至立式状态以及将所承载的已切割硅棒从立式状态翻转至卧式状态。

[0118] 所述硅棒开方设备中的硅棒装卸装置可用于夹持立式置放的待切割硅棒或已切

割硅棒，在此，所述翻转装置43可用于待切割硅棒从卧式状态翻转至立式状态以使得硅棒装卸装置执行对待切割硅棒的装载运送，又或可用于将从硅棒承载结构处运送至硅棒转运装置的已切割硅棒从立式状态翻转至卧式状态以实现后续的对已切割硅棒的输送。

[0119] 所述翻转装置43对接与上料转运部的末端或下料转运部的起始端，在某些示例中，所述上料转运部与下料转运部设置在机座同侧，以使得所述硅棒装卸装置在机座同侧移动即可到达上料转运部与下料转运部。在此，所述翻转装置43设于一直线运动机构44上以从所述上料转运部移动至对接所述下料转运部，即，所述翻转装置43可在上料转运部与下料转运部之间移动。

[0120] 请结合参阅图8c、图12，所述上料转运部与下料转运部设置在机座同侧并为平行设置，所述翻转装置43设置在铺设于第二方向的直线运动机构44上，所述直线运动机构44例如包括第二方向的直线导轨、行进电机以及行进丝杠，所述行进丝杠连接直线导轨与所述翻转装置43，所述翻转装置43在行进电机驱动下沿第二方向的直线导轨运动，即可令所述上料转运部与下料转运部共用同一翻转装置43。例如，在实际场景中，所述翻转装置43在上料转运部将卧式置放的待切割硅棒翻转为立式后，即可顺应第二方向的直线导轨运动至对接下料转运部，以将立式置放的已切割硅棒翻转为卧式。

[0121] 当然，在实际场景中，所述上料转运部与下料转运部也可设置在机座的两侧，例如当设置有硅棒承载结构的硅棒加工平台设置于平移机构上，将机座一侧设置为上料的装载区，当硅棒被开方切割后朝向远离装载区的一侧平移，以将已切割硅棒移动至卸载区，所述上料转运部与下料转运部即分别对应所述装载区与卸载区。

[0122] 在某些示例中，如图12所示，所述翻转装置43包括翻转台431，所述翻转台431设有翻转电机，用于驱动所述翻转台431转动。在此，所述翻转台431包括：翻转部以及翻转转轴，所述翻转转轴设置于所述翻转部，并轴接于一翻转电机，从而在翻转电机的驱动下带动翻转部旋转预定角度；所述翻转部用于承载待切割硅棒或已切割硅棒，并通过夹持、吸附、或限位等作用使得翻转中待切割硅棒或以切割硅棒始终贴合于翻转部。在一具体实现方式中，所述翻转部包括设置于翻转部的承载板上的升降座以及设于升降座上的压制块或压制板，在另一些实现方式中，所述翻转部也可包括夹持臂或套箍以作为限位结构。

[0123] 在如图12所示视图中，所述翻转转轴设置于翻转部右侧，当所述翻转装置对应于上料转运部，所述翻转部在翻转电机驱动下绕翻转转轴顺时针转动90°以将所承载的待切割硅棒翻转为立式置放；当所述翻转装置对应于下料转运部，所述翻转部在翻转电机驱动下绕翻转转轴逆时针转动90°以将所承载的已切割硅棒翻转为卧式置放。

[0124] 由此，本申请的硅棒开方设备，通过硅棒运送装置将待切割硅棒运送至第一预定位置，硅棒装卸装置即可通过移位机构沿机座上方的安装框移动到达所述第一预定位置，并可沿安装框移动以将待切割硅棒转运至硅棒承载结构上，所述硅棒运送装置与硅棒装卸装置配合线切割装置进行硅棒的转运与切割加工，使得不同工序之间的流转为自动化，可减少人力成本并有益于在转运流转中避免硅棒被磕碰损害；再者，所述硅棒装卸装置的转运路径可为直线或折线路径，并采用吊装设置的方式为在地面摆放设置例如硅棒运动装置预留了设备空间，所述硅棒开方设备即可通过占据较小的设备空间即实现硅棒开方作业中自动化的工序流转。

[0125] 现有的单晶硅棒一般为圆柱形结构，现有的开方设备中一般是依靠硅棒自身的重

力设置于硅棒承载结构上，在线切割装置对硅棒切割时，切割线沿硅棒长度方向切割过程中会造成硅棒的抖动，使得切割表面不平整，成品质量差。因此，有必要提出一种硅棒开方设备，使得在切割过程中能保证硅棒稳定的立于硅棒承载结构上，本申请中所提及的硅棒为单晶硅棒。本申请公开了一种硅棒压紧装置以及设置有所述硅棒压紧装置的硅棒开方设备，所述硅棒压紧装置可在线切割装置对硅棒承载结构上的单晶硅棒进行切割时压紧单晶硅棒的顶部，使硅棒稳定的立于硅棒承载结构上，在进行切割作业时保证硅棒的平稳，保证了硅棒的切割质量。

[0126] 本申请的硅棒压紧装置可用于硅棒开方设备中，所述硅棒压紧装置可作为独立的单元可拆卸的设置在硅棒开方设备中，以在硅棒开方设备中配合硅棒开方作业，在开方切割过程中压紧硅棒，使得硅棒在切割过程中处于稳定的状态；当然，应当理解，在某些实施方式中，也可将所述硅棒压紧装置设置在硅棒开方设备中形成一体的结构。

[0127] 请参阅图13，显示为所述硅棒压紧装置在一实施例中的结构示意图，如图所示，所述硅棒压紧装置应用于硅棒开方设备中，所述硅棒开方设备包括机座10、硅棒承载结构(图中未予以显示)、以及线切割装置；所述硅棒压紧装置包括压紧支架61以及多个相互独立的压紧组件60，其中，所述压紧支架60活动设于所述切割架20，所述多个相互独立的压紧组件60分别设于所述压紧支架61上，用于压紧于所述硅棒承载结构承载的待切割硅棒的顶部，每一个所述压紧组件60包括压紧头601和驱动所述压紧头601相对所述压紧支架61作升降移动的驱动机构602。

[0128] 所述机座10设置为本申请硅棒开方设备的主体部件，用于提供开方作业平台，在一种示例中，所述机座10的体积和重量均较大以提供更大的安装面以及更牢固的整机稳固度。

[0129] 所述硅棒承载结构设置在硅棒加工平台上，用于承载立式放置的待切割硅棒。

[0130] 所述线切割装置上设置的有至少一线切割单元21，所述线切割单元中设置有切割轮、过渡轮、以及缠绕于切割轮和过渡轮之间的切割线，由此，线切割单元21形成用于对硅棒进行切割的切割线锯。

[0131] 所述硅棒压紧装置包括压紧支架61和设于所述压紧支架61上且与位于切割区的硅棒承载结构对应的压紧组件60。在一示例中，所述压紧支架61上固定有与所述升降导轨22相配合的滑块，所述压紧支架61通过其滑块与所述升降导轨22配合可升降地架设于所述切割架上且位于所述线切割装置上方，所述压紧组件60设置于压紧支架61上并可随压紧支架61升降以释放或压紧位于切割区硅棒承载结构上的待切割硅棒。

[0132] 受制造工艺的影响，位于切割区硅棒承载结构上的待切割硅棒在高度上并不完全一致，压紧组件60跟随压紧支架61下降并不能保证每个压紧组件60都紧压在其对应的硅棒承载结构所承载的待切割硅棒上。在此，本申请提供的硅棒压紧装置中，所述压紧支架61上设有多个相互独立的压紧组件60，每一压紧组件60包括压紧头601和驱动所述压紧头601沿所述压紧支架61作升降移动的驱动机构602，也即每一压紧组件60具有跟随压紧支架61沿切割架移动的自由度与相对所述压紧支架61升降移动的自由度。

[0133] 每一压紧组件60可用于执行对一硅棒承载结构上的立式置放的硅棒的压紧操作，在实际场景中，所述硅棒压紧装置例如可调节压紧支架61及设置于压紧支架61上的每一压紧组件60的整体升降位置，在压紧组件60的压紧头601距离待切割硅棒的上端面距离在预

设范围内后，基于硅棒承载结构上每一待切割硅棒的上端面高度调节对应的压紧头601升降幅度，以使所述压紧头601接触并压紧待切割硅棒。

[0134] 在某些实施方式中，所述线切割装置中的线切割单元21通过升降机构活动设于所述切割架20，所述升降机构包括升降导轨22和升降电机，所述硅棒压紧装置中的压紧支架61通过所述升降导轨22活动设于所述切割架20。即，在此，所述升降压紧装置与所述线切割单元21可共用一升降导轨22实现在升降方向的移动，所述升降导轨22设置于所述切割架20上。

[0135] 为了简化本申请硅棒开方设备的结构，降低设备的制造成本，在一种实施方式中，所述硅棒压紧装置依靠自身重力搭附于用于支撑线切割单元21的安装梁214上，可跟随安装梁214沿着升降导轨22作升降运动。所述升降电机驱动安装梁214带动线切割单元21沿着所述升降导轨22下降，所述硅棒压紧装置搭附着所述安装梁214也沿着所述升降导轨22下降至位于切割区的硅棒承载结构承载的待切割硅棒的顶部，其压紧组件60中的驱动结构驱动压紧头601升降运动以压紧所对应的待切割硅棒，而安装梁214将继续被第一驱动机构602驱动带着线切割单元21下降进行待切割硅棒的切割作业。

[0136] 在某些实施方式中，所述线切割单元和所述硅棒压紧装置分别配置有升降驱动装置，所述线切割单元例如可由设置于承载线切割单元的安装梁上的升降电机驱动，以跟随安装梁升降活动；所述硅棒压紧装置中的压紧支架在设置于压紧支架的升降驱动装置的驱动下沿切割架的升降导轨运动。

[0137] 在一种示例中，设有所述硅棒压紧装置的硅棒开方设备中包括第一升降驱动机构与第二升降驱动机构，其中，所述第一升降驱动机构用于驱动所述线切割单元沿升降导轨移动；所述第二升降驱动机构用于驱动硅棒压紧装置沿所述升降导轨作升降运动。此时，所述硅棒压紧装置不再依靠重力搭附于安装梁，而是被第二升降驱动机构驱动沿着所述升降导轨作升降运动，所述第二升降驱动机构设置为气缸组件或藉由电机驱动的丝杆组件。于实际应用中，第一升降驱动机构驱动安装梁载着线切割单元下降，第二升降驱动机构驱动硅棒压紧装置下降至预定位置时，第二升降驱动机构停止驱动硅棒压紧装置使得硅棒压紧装置定位于预定位置对待切割硅棒进行压紧，而第一升降驱动机构继续驱动安装梁载着线切割单元下降以完成待切割硅棒的切割，完成待切割硅棒的切割作业后，第一升降驱动机构驱动安装梁载着线切割单元上升，第二升降驱动机构驱动硅棒压紧装置上升。

[0138] 在某些实施方式中，所述线切割装置中的线切割单元通过第一升降机构活动设于所述切割架，所述硅棒压紧装置通过第二升降机构活动设于所述切割架。

[0139] 在某些实施方式中，所述第一升降机构包括第一升降导轨和第一驱动电机，所述第二升降机构包括第二升降导轨和第二驱动电机。

[0140] 在此，所述第一升降导轨与第二升降导轨分别为布置在竖直方向也即重垂线方向的导轨，所述第一升降导轨与第二升降导轨均设置于切割架两侧，所述线切割单元设置在安装梁上，安装梁两端分别连接至机座两侧的切割架上的第一升降导轨，并在第一驱动电机的驱动下带动线切割单元在升降方向运动，在此，线切割单元中的切割线段随之升降运动，即可在第一驱动电机控制下实现对硅棒的切割加工；所述硅棒压紧装置的压紧支架两端设置在切割架两侧的第二升降导轨上，在第二驱动电机驱动下，压紧支架载着压紧组件沿升降导轨运动，即可实现由压紧组件的压紧头压紧至硅棒顶部。

[0141] 在某些实施方式中，所述压紧支架上设有导轨锁紧机构。例如，为了防止硅棒压紧装置持续跟随安装梁下降而损坏待切割硅棒，在所述硅棒压紧装置的压紧支架上设置有导轨锁紧机构；又如，为了防止硅棒压紧装置在第二驱动电机作用下沿用于设置压紧支架的升降导轨或第二升降导轨运动时不能稳定在预设高度，所述压紧支架上设置有导轨锁紧机构。

[0142] 所述导轨锁紧机构可用于将所述硅棒压紧装置定位于升降导轨(或第二升降导轨)上预定位置，例如，预定位置为硅棒压紧装置中的压紧组件位于其所对应的待切割硅棒上方0至5cm，但并以此为限，只需压紧组件位于其所对应的待切割硅棒上方，在压紧组件中的压紧头被驱动下降时能够压紧于其对应的待切割硅棒的顶面。

[0143] 在一实现方式中，所述导轨锁紧机构包括锁紧夹块和气缸，所述锁紧夹块设于压紧支架，所述气缸用于对所述锁紧夹块提供夹紧升降导轨或第二升降导轨的作用力，在气缸推出状态下所述锁紧夹块受力抵靠至连接压紧支架的升降导轨或第二升降导轨上，基于气缸推出状态下的作用力，锁紧夹块在抵靠升降导轨或第二升降导轨后与所抵靠的导轨保持相对静止。

[0144] 请参阅图14a、14b、图14c，图14a显示为本申请的硅棒压紧装置6在一实施例中的结构示意图，图14b、图14c显示为硅棒压紧装置6在不同运动状态下图14a中的B的放大示意图。如图所示，所述导轨锁紧机构62例如为图中显示的气动导轨锁紧机构62，如图14a所示，所述硅棒压紧装置6设置在升降导轨22上，由此实现在升降方向的移动以实现对硅棒的压紧。如图14b或14c所示，本实施例中的气动导轨锁紧机构62包括与升降导轨22相配合的锁紧夹块621以及驱动锁紧夹块621动作的气缸622以及弹簧623，在此，所述锁紧夹块621与升降导轨22上分别设置有升降方向也即沿导轨方向的齿条，所述锁紧夹块621设置于所述硅棒压紧装置6中的压紧支架上，在一运动状态中，所述硅棒压紧装置6跟安装梁下降(呈如图14b所示状态)，此时所述气缸622处于停息状态，所述锁紧夹块621与升降导轨22之间的齿条藉由弹簧623弹力处于分离状态，由此，硅棒压紧装置6可沿升降导轨22移动，到预定位置时，气缸622驱动压紧支架上的锁紧夹块621移动，在此气缸622的推进作用克服弹簧623弹力，使得锁紧夹块621抱紧升降导轨22而将硅棒压紧装置6定位于预定位置(呈如图14c所示状态)，锁紧夹块621与升降导轨22的齿条啮合咬紧，由此将所述硅棒压紧装置6固定在升降导轨22上，以将硅棒压紧装置6定位至预定位置。所述硅棒压紧装置6中的压紧组件压紧其相应的待切割硅棒，而安装梁继续被驱动带动线切割单元下降完成待切割硅棒的切割，在完成待切割硅棒的切割作业之后，所述安装梁被第一驱动机构驱动带动线切割单元上升至硅棒压紧装置6所定位的位置时，所述气缸622驱动压紧支架上的锁紧夹块621放松升降导轨22以使得硅棒压紧装置6继续搭附于安装梁上升(呈如图14b所示状态)。

[0145] 在某些实施方式中，所述压紧支架61上设有导轨钳制器(呈如图13所示实施例)，所述导轨钳制器可设置于压紧支架61两端以将所述压紧支架61连接至升降导轨22或第二升降导轨上，当所述切割架20两侧的升降导轨22或第二升降导轨为双导轨，所述导轨钳制器221可配置为4个，分别在两侧的双导轨处连接压紧支架61。在实际场景中，所述压紧支架61可搭附于切割架20以沿升降导轨22移动或在第二驱动电机作用下沿第二升降导轨移动，在达到预定位置后由导轨钳制器221压紧导轨使得压紧支架61稳定在预设高度。

[0146] 在此，所述压紧支架上设置的多个相互独立的压紧组件即可在压紧支架的带动下

沿升降导轨移动，同时，每一个所述升降组件的压紧头可在驱动机构的驱动下沿所述升降支架升降移动。

[0147] 在某些实施方式中，所述驱动机构包括动力结构和导向轨道，所述压紧头与所述动力结构联动并受控于所述动力结构以沿所述导向轨道作升降移动。

[0148] 请结合参阅图13和图15，其中，图15显示为图13中A处的放大示意图。如图所示，所述压紧支架61上设置有多个压紧组件60，分别对应于硅棒开方设置切割区的多个硅棒承载结构，每一压紧组件60中设有压紧头601与驱动机构602。所述驱动机构602包括在压紧支架61上沿升降方向设置的导向轨道6022、以及作为压紧头601升降驱动源的动力结构6021，所述压紧头601即可在动力结构6021驱动下沿导向轨道6022移动。

[0149] 在某些实施方式中，所述动力结构6021包括：气缸或液压泵以及伸缩件，其中，所述伸缩件与所述气缸或液压泵连接，所述压紧头601设置在所述伸缩件的底部。

[0150] 在一具体实现方式中，所述伸缩件在气缸的推进作用下沿升降方向运动，例如，所述伸缩件连接至气缸活塞杆，所述压紧头601设置在伸缩件的底部(即伸缩件朝向位于切割区的硅棒承载结构的端面上)，所述气缸驱动伸缩件带着压紧头601作升降运动以释放或压紧位于切割区硅棒承载结构上的待切割硅棒。

[0151] 在另一具体实现方式中，所述伸缩件连接至液压泵，例如所述伸缩件为连接至液压缸活塞的杆体或连接至液压泵的升降油缸，所述伸缩件即可在液压泵驱动下沿导向轨道6022升降运动，并带动伸缩件底部的压紧头601升降运动以调整压紧头601至待切割硅棒端面的距离。

[0152] 在又一具体实现方式中，所述驱动机构包括导向轨道和升降电机(未予以图示)，所述导向轨道沿升降方向设置在压紧支架上，所述压紧头在升降电机的驱动下相对压紧支架升降运动，以调整压紧头至待切割硅棒顶部的距离。

[0153] 在某些实施方式中，所述动力结构包括升降电机以及伸缩件，其中，所述伸缩件与所述升降电机连接，所述压紧头设置在所述伸缩件的底部。在此，所述伸缩件例如为升降电机与压紧头的连接杆，所述升降电机例如为可沿导向轨道移动的行进电机，伸缩件在行进电机的运动下带动压紧头升降运动，以实现压紧头至待切割硅棒端面的距离调整；又或，所述伸缩件为升降电机驱动的电动推杆，所述电动推杆延伸端连接至压紧头，藉由升降电机驱动带动压缩头升降运动。

[0154] 在某些实施方式中，所述压紧头通过延长臂连接于所述驱动机构。

[0155] 请继续参阅图15，在一具体实现方式中，所述延长臂6011近端连接至所述驱动机构602，远端连接至压紧头601，以在所述驱动机构602驱动下所述延长臂6011带动远端的压紧头601相对压紧支架升降运动。在实际场景中，所述延长臂6011例如可连接至所述动力结构6021的伸缩件；又如，所述延长臂6011远端连接至可沿导向轨道6022移动的滑块上，所述滑块由升降电机驱动运动。

[0156] 所述延长臂6011还可设置为长度可调节的形式，延长臂6011远端为长度调节时的自由端；在此，每一压紧组件60中的导向导轨设置在硅棒承载结构一侧，使得导向轨道6022及其延伸方向在对应的待切割硅棒外，例如图1视图中显示的导向轨道6022位于硅棒承载结构右侧，所述延长臂6011远端向左侧延伸以使得压紧头601位于待切割硅棒端面正上方。

[0157] 通过所述长度可调节的延长臂6011连接压紧头601，即可避免压紧头601位置不在

待切割硅棒中心使得压紧效果不佳甚而产生具有倾覆作用的力矩;同时,所述延长臂6011的长度调节易于实现并可通过小型的部件移动即可实现对硅棒压紧位置的调整,调整过程中不会对其他硅棒压紧装置或硅棒开方设备中其他结构或部件造成干扰。所述延长臂6011例如为设有伸缩驱动装置的伸缩杆。在某些示例中,所述延长臂6011上可设置直线导轨,所述压紧头601设置于直线导轨上,即可等效的实现延长臂6011长度可调节的效果,以确保压紧头601在待切割硅棒端面中心处压紧硅棒。

[0158] 在某些示例中,所述压紧头为一转动压紧头。

[0159] 在某些示例中,在设置有所述硅棒压紧装置的硅棒开方设备中,硅棒承载结构具有转动机构,可带动位于其上的待切割硅棒进行旋转以调整待切割面。为了配合硅棒承载结构的转动机构,在一实现方式中,所述压紧头通过转轴(未予以图示)与所述驱动结构连接。例如,在连接至气缸的伸缩件的底部设置一轴承(未予以图示),所述压紧头具有一与所述轴承相适配的转轴,所述压紧头通过转轴可转动的安装于所述伸缩件的轴承上,如此,在压紧头压紧待切割硅棒时硅棒承载结构带动待切割硅棒转动,所述压紧头也可配合于待切割硅棒转动。

[0160] 在某些示例中,每一压紧头可转动的设置于所述延长臂远端,所述压紧头可通过转轴连接至延长臂,所述转轴设置于第三方向也即升降方向,在压紧头压紧待切割硅棒的状态下,所述压紧头可在硅棒承载结构带动硅棒转动时沿所述转轴转动。

[0161] 在某些示例中,为了更好的保护待切割硅棒,可在所述压紧头和待切割硅棒之间设置缓冲垫(未图示),该缓冲垫固定于所述压紧头的压紧面(该压紧面即为所述压紧头的下表面)。

[0162] 在某些实施方式中,所述压紧头底部还设置有检测装置(未予以图示),用于检测压紧头对待切割硅棒的接触状态。在一实现方式中,所述检测装置包括压力传感器,设于所述压紧头下表面用以接触待切割硅棒。所述压力传感器的压力敏感元件接触到所述待切割硅棒,输出接触信号,所述压力传感器还可用于检测压力值的大小以确定待切割硅棒承受的压紧力在预设的范围内。

[0163] 在某些实施方式中,所述压紧头沿所述压紧支架作升降移动的升降幅度为200毫米至400毫米。在开方加工中,待切割硅棒可能长度规格不同,所述待切割硅棒通常为将通过直拉法或悬浮区熔法从熔体中生长出棒状单晶硅棒截断后的硅棒截段,不同硅棒截段之间可能存在一定的高度差,呈如图13所示状态。

[0164] 在具体实现方式上,例如可将所述导向轨道长度设置为200毫米至400毫米,又或将伸缩件的伸缩距离设置为200毫米至400毫米。由此,设置于同一压紧支架上的压紧组件中压紧头的高度差可达200毫米至400毫米,所述硅棒压紧装置即可压紧于切割区的硅棒承载结构上不同长度的待切割硅棒,则无需基于相同的长度对待切割硅棒进行分组后再进行装载与切割,使得开方过程更为简易。

[0165] 在实际场景中,当所述待切割硅棒间的高度差大于400毫米,即可将所述待切割硅棒基于长度进行分组后进行装载与切割,例如,在如图1所示的硅棒开方设备中,切割区对应有4个硅棒承载结构,在此可将待切割硅棒分为每四个一组,令每一组中待切割硅棒间的长度差在400毫米以下,所述硅棒压紧装置即可用于对每一组待切割硅棒的压紧。由于每一组待切割硅棒可存在长度差,在确定长度时无需精准测量,可使对不同长度规格硅棒的开

方加工流程简化。

[0166] 在此，本申请提供的硅棒压紧装置，可与硅棒开方设备中设置的线切割装置协同配合，硅棒压紧装置可与线切割装置共用一升降导轨或分别沿一升降导轨运动，将硅棒压紧装置借助线切割装置中的安装梁简易设置在待切割硅棒上方，或对硅棒压紧装置配置第二驱动机构以驱动硅棒压紧装置沿升降导轨在升降方向运动；同时，所述硅棒压紧装置中每一升降组件可沿压紧支架升降移动，以适应于对不同规格的待切割硅棒进行压紧；在开方切割前，硅棒压紧装置压紧待切割硅棒的顶部，确定硅棒稳定的立式放置在硅棒承载结构上，有效减小或避免后续切割过程中硅棒受扰动发生抖动、位移甚至倾覆的情况，提升开方加工的成品质量。

[0167] 本申请还提供了一种硅棒开方设备，包括机座、硅棒承载结构、线切割装置、以及如图13至图15所示实施例中任一实施方式所述的硅棒压紧装置。

[0168] 所述机座具有加工平台，所述硅棒承载结构设于所述硅棒加工平台上并用于承载立式置放的硅棒。所述线切割装置包括设于所述机座的切割架，活动设于所述切割架的线切割单元；其中，所述线切割单元包括切割轮、过渡轮、以及切割线，所述切割线顺次缠绕于所述切割轮和过渡轮形成至少一切割线锯，所述切割线锯即可用于对待切割硅棒进行开方切割。

[0169] 在此，本申请提供的硅棒开方设备中，所述硅棒压紧装置可配合所述线切割装置，用于在所述线切割装置对所述硅棒承载结构承载的硅棒进行切割时压紧所述硅棒的顶部即硅棒的上端面，以此确保切割过程中，硅棒稳妥的立式置放在硅棒承载结构上，从而避免由硅棒移位导致的切割质量不佳、硅棒倾覆等状况。

[0170] 在硅棒加工技术中，线切割技术为硅棒加工的多个流程所采用，例如针对硅棒的截断作业、开方作业及切片。

[0171] 线切割技术是目前世界上较先进的硅材料加工技术，它的原理是由高速运行的钢线带动附着在钢线上的切割刃料或者直接采用金刚线对待加工工件进行摩擦，从而达到线切割的目的。在切割过程中，钢线或金刚线通过导线轮引导，在切割辊上形成一根线锯或者一张线网，而待加工工件通过工作台的上升下降或线锯或线网的上升下降实现工件的进给。在压力泵的作用下，装配在设备上的冷却水自动喷洒装置将冷水喷洒至钢线或金刚线和加工件的切削部位，由钢线或金刚线往复运行产生切削，以将待加工材料一次同时切割为多块。线切割技术与传统的刀锯片、砂轮片及内圆切割相比具有效率高、产能高、精度高等优点。

[0172] 在硅棒加工技术领域中，一般是先将多晶硅脆状材料提拉为单晶硅棒，对原始获得的单晶硅棒进行截断，获得在预定长度规格下的硅棒截段，然后采用开方机进行开方；此时，切割机构沿硅棒长度方向进给并在硅棒周向上切割出四个两两平行的平面，使得硅棒截面呈类矩形；开方完毕后，再采用多线切片机沿长度方向对开方后的硅棒进行切片，得到所需硅片。

[0173] 在此，硅棒加工中多个环节需要借助线切割装置完成，高速运行的钢线带动附着在钢线上的切割刃料或者直接采用金刚线对待加工工件进行摩擦，从而达到线切割的目的。一般在多线切割设备中配置有多个切割轮和过渡轮，由切割线在切割轮的线槽以及与切割轮对应的过渡轮的线槽上依次缠绕形成多条切割线锯，从而利用多条切割线锯对待切

割硅棒进行切割。经长时间使用后，切割轮上的线槽会产生磨损，影响切割效果，因此需要更换切割轮的线槽槽位，通常，为确保将硅棒切割为预设的规格，在换槽后还需调整切割轮的移动距离。

[0174] 诚如背景技术所述，在相关线切割装置中多个切割轮在安装后相互间的位置关系不轻易变动，在其中一个线切割轮磨损后需通过调整切割轮或其他部件位置进行整体换槽，并对调整位置的部件需进一步校准，操作繁琐且效率低下。

[0175] 有鉴于此，本申请还提供了一种硅棒加工设备的线切割装置，所述硅棒加工设备包括：机座，具有硅棒加工平台；硅棒承载装置，设于所述硅棒加工平台上，用于承载待切割硅棒；所述线切割装置包括：切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切割轮上具有至少两个切割线槽；切割线，顺次绕于所述多个切割轮以形成至少一切割线锯；至少一调距机构，设于所述至少一线切割单元上，用于驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动，以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0176] 所述线切割装置可基于调距机构实现切割线在切割轮不同切割槽之间的切换，又或调整切割线锯的位置以改变相对于硅棒的切割位置(或加工规格)，应用所述线切割装置的硅棒加工设备可以是硅棒开方设备、硅棒截断设备、硅棒切磨一体设备等，应当理解，所述线切割装置由调距机构实现换槽或调整切割线锯位置仅需以一定的线切割装置本身的结构和绕线方式实现，而不以硅棒加工设备的具体类型为限制。

[0177] 在此，本申请提供的实施例中，所述切割线锯即为切割线中可用于对硅棒进给加工的一定位置区域内的线段，应当理解，切割加工中切割线处于高速运转中，切割线锯的位置通常由切割轮与切割线缠绕方式确定。

[0178] 在以下提供的实施例中，以本申请的线切割应用于硅棒开方设备为例进行说明，但并非用于限制本申请的线切割装置的应用场景。

[0179] 请结合参阅图16和图17，其中，图16显示为本申请的线切割装置在一实施例中的结构示意图，图17实现为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图。如图所示，所述线切割装置包括切割架20、至少一线切割单元21、及至少一调距机构23。

[0180] 其中，所述切割架20设于所述机座10，在某些实施方式中，所述切割架20设于机座10的两端以确保架设于切割架20的线切割单元21上形成的切割线锯可覆盖不同加工工位，例如图2所示的示例中，所述切割架20为设置于机座10两端的柱体，所述硅棒开方设备中机座10上设有多个硅棒承载结构，所述线切割单元21的跨距包括切割区内的每一硅棒承载结构。

[0181] 所述至少一线切割单元21活动设于所述切割架20；所述线切割单元21包括沿第一方向依序设置的多个切割轮211及切割线213。在一些实现方式中，如图2所示实施例，所述线切割单元21藉由线切割支座24设于所述切割架20，所述线切割支座24设于所述切割架20并包括沿第二方向设置的导轨，所述线切割单元21设于线切割支座24的导轨上以形成沿第二方向运动的自由度；当然，所述线切割支座24的上还可设置为第二方向的导向槽、第二方向的滑杆或其他第二方向的限位结构或导向结构以用于设置所述至少一线切割单元21，本

申请不做限制。

[0182] 应当理解，所述多个切割轮211需要依附于线切割单元21提供的载体，在一些示例中，所述线切割单元21中包括第一方向的安装梁214，所述安装梁214两端活动连接至切割架20，每一安装梁214上依序设置多个切割轮211。即，一线切割单元21由沿同一方向(或同一直线)的设置的多个切割轮211、切割线213及切割轮211的承载结构组成。

[0183] 在另一些实施方式中，所述线切割单元21中的多个切割轮211通过支架、连接板、或安装框架设于所述切割架20，在此，由线切割单元21提供的用于设置多个切割轮211的载体可以为不同形式，本申请不作限制。

[0184] 在某些示例中，当所述线切割装置中设有多个线切割单元21，不同的线切割单元21分属位于不同直线上，如图2所示的两个线切割单元21分别平行，在一些示例中，不同线切割单元21的延伸方向也可为相交。

[0185] 应当说明，在本申请提供的所述线切割装置的各实施例中，所述第一方向即设置线切割单元中多个切割轮的方向，例如在一些示例中的线切割单元的安装梁方向，由切割线绕于切割轮形成的切割线锯也为第一方向；所述第二方向为第一方向的正交方向，所述至少一调距机构驱动所述至少一线切割单元沿第二方向移动，即使得线切割单元中的切割线锯沿其正交方向移动。

[0186] 应当理解，线切割装置可基于线切割单元21沿切割架20的升降运动实现对硅棒的切割加工，而控制切割规格则通过调整切割线锯与硅棒之间在第二方向的相对位置实现。结合参考图16和图17，当所述硅棒置放于硅棒承载结构上其位置固定，通过所述调距机构23使切割线锯沿第二方向移动，即可调整所述至少一线切割单元21中至少一切割线锯的切割位置，可用以实现对硅棒的切割量控制。

[0187] 在某些示例中，所述至少一线切割单元还包括至少一过渡轮，每一个过渡轮具有至少两个导线槽；其中，通过所述至少一调距机构驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动时，所述至少一线切割单元中的至少一过渡轮与多个切割轮保持相对静止。

[0188] 在一些实现方式中，请结合图16、图17，以线切割装置中的一个线切割单元21为例进行说明，线切割单元21中包括至少一过渡轮212，所述至少一过渡轮212用于实现切割线213绕于不同切割轮211时的方向导向或张力调整。所述至少一过渡轮212可设置于承载多个切割轮211的载体如图17所示的安装梁214，所述调距机构23可用于驱动所述载体沿第二方向运动，所述至少一过渡轮212与多个切割轮211共同跟随载体发生沿第二方向的移动，在此状态下，所述至少一过渡轮212与多个切割轮211为相对静止，即，过渡轮212与切割轮211之间的位置关系不变。当所述调距机构23用于调整所述至少一线切割单元21中至少一线割线锯的切割位置，所述切割线锯相对于切割轮211、过渡轮212的位置关系不变，即仅发生沿第二方向的移动，即可实现切割位置调整。

[0189] 在某些实施方式中，属于同一线切割单元21中的多个切割轮211设于沿第一方向设置的安装梁214上，所述至少一过渡轮212通过支架设于所述安装梁214上。在此，所述调距机构23可设置为连接至所述安装梁214以驱动安装梁214承载的多个切割轮211沿第二方向移动，所述支架顺应安装梁214运动并带动至少一过渡轮212沿第二方向移动，以使得线切割单元21中的至少一过渡轮212与多个切割轮211保持相对静止。

[0190] 所述至少一过渡轮212具有至少两个导线槽，在所述至少一调距机构23用于变换切割线213绕于所述至少一线切割单元21中多个切割轮211的切割线槽位置时，所述至少一过渡轮212对应的变换切割线213在导线槽上的位置以使得换槽后绕于过渡轮与导线轮的切割线仍位于一铅锤面中。实际场景中，通常采用的绕线方式需要使得过渡轮与切割轮之间的切割线位于铅锤面内。应当理解，当换槽后用于缠绕切割线的切割线槽与导线槽不在同一平面内，切割线对过渡轮及切割轮具有沿第二方向的分力，不利于切割线高效运行。在此，将所述过渡轮212设置为至少两个导线槽即可用于实现换槽后的切割线213的方向调整。

[0191] 每一切割轮211上具有至少两个切割线槽，不同切割线槽相互平行且切割线槽平面在水平面上的投影沿第一方向，不同切割线槽间具有第二方向的切割偏移量，当所述切割线213变换绕于所述切割轮211上的线槽位置，则切割线213相对于切割轮211具有第二方向的位移，应当理解，由于所述过渡轮212与切割轮211相对静止，要使切割线213在变换在切割轮211的线槽位置后绕于过渡轮与导线轮的切割线锯仍位于一铅锤面中，则切割线213绕于所述过渡轮212的线槽位置也需改变。

[0192] 所述每一过渡轮212具有至少两个导线槽，所述至少两个导线槽相互平行，且导线槽所在平面在水平面上的投影沿第一方向，不同导线槽间具有第二方向的过渡偏移量，基于所述至少两个导线槽即可用于变换切割线213在过渡轮212中的导线槽，使得换槽调整后绕于过渡轮与导线轮的切割线锯仍位于一铅锤面中。

[0193] 在一些实现方式中，所述过渡轮212中相邻导线槽间的过渡偏移量与所述切割轮211中相邻切割线槽间的切割偏移量相等，以便于依预设位置实现切割线213换槽。在此示例下，所述切割轮211与导线轮在线切割单元21中可设置为导线槽与切割线槽一一对应的形式(所述对应即切割线槽与导线槽共面)，所述过渡轮212的导线槽数量与切割轮211数量相等，也可以不等。

[0194] 在不同的硅棒加工设备中，所述线切割单元21中的切割轮211与过渡轮212之间可设置为不同位置关系，并配置不同的绕线方式。

[0195] 在某些实施方式中，属于同一线切割单元中的多个切割轮以两两配对的方式形成至少两个切割轮组，在相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮之间还设有过渡轮，所述过渡轮具有至少两个导线槽，所述切割顺次绕于所述切割轮和过渡轮上以在每一个切割轮组中的两个切割轮之间形成一个切割线锯，其中，所述切割线在绕于所述相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮时由前一个切割轮组中在后的一个切割轮的切割线槽穿出并经由所述过渡轮的导线槽之后穿进后一个切割轮组中在前的一个切割轮的切割线槽；其中，通过所述至少一调距机构驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动时，所述至少一线切割单元中的至少一过渡轮与多个切割轮保持相对静止。

[0196] 请参阅图18和图19，其中图18显示为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图，图19显示为所述线切割装置中线切割单元在一实施例中的结构示意图。如图所示，所述线切割装置中的线切割单元中设置有4个切割轮组。其中，相邻的两个切割轮组之间设置有过渡轮212，在此，切割线213顺次缠绕于所述切割轮211和过渡轮212上以在每一个切割轮组的两个切割轮211上形成一个切割线锯，其中，所述切割线213在缠绕于所述相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮211时由前一个切割轮组中在后的一个切

割轮211的切割线槽穿出并经由所述过渡轮212之后穿进后一个切割轮组中在前的一个切割轮211的切割线槽。在此，每两个相邻的切割轮组中间共用同一过渡轮212进行导向，可减小用于进行张力调节和导向的切割线213长度，使得切割线213中用于形成切割线锯的切割线213长度比例增加，在化简绕线方式的同时，提高切割线213的利用率，降低生产成本。

[0197] 请结合参考图18、图19，每一切割线锯可对应于一硅棒承载结构11上的硅棒进行切割，应当理解，变更切割轮211在第一方向设置的位置间距，任一个切割线锯对应的硅棒承载结构11也可以是2个、3个、4个等，在具体实现方式上，例如可将每一切割轮组中两个切割轮211在第一方向的距离增加，或，将硅棒承载结构11在第一方向的间距减小，使得在第二方向上切割轮组中的两个切割轮211分别位于2个、3个、或4个硅棒承载结构11的两端；在升降装置带动线切割单元升降运动时，每一切割线锯即可同时对其对应的多个硅棒承载结构11上放置的硅棒进行切割。在具体实施方式中，为防止出现切割线锯过长使得切割线213中张力不均的情形，每一切割线锯对应的硅棒承载结构11数量可根据实际情况选择，以稳定加工质量。

[0198] 在某些实施方式中，属于同一线切割单元中的多个切割轮包括首切割轮、尾切割轮、以及位于所述首切割轮和尾切割轮之间的至少一中间切割轮，在所述至少一中间切割轮的旁侧还设有过渡轮，所述过渡轮具有至少两个导线槽，所述切割线顺次缠绕于所述切割轮和过渡轮以在任意相邻的两个切割轮上形成一个切割线锯，其中，所述切割线在缠绕于所述中间切割轮时，由所述中间切割轮上至少两个切割线槽中的一切割线槽穿出并经由旁侧的所述过渡轮之后由所述中间切割轮上至少两个切割线槽中的另一切割线槽穿进，从而使得任意相邻两个切割线锯之间在第二方向上具有一切割偏移量，所述切割偏移量对应于相关的两个切割线槽之间的间距；其中，通过所述至少一调距机构驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动时，所述至少一线切割单元中的至少一过渡轮与多个切割轮保持相对静止。

[0199] 请参阅图20，显示为本申请的线切割装置在一实施例中的一中间切割轮和其旁侧设置的过渡轮的结构示意图。结合图17和图20说明在此示例下所述线切割单元21采用的绕线方式，当切割线213对一线切割单元21中的切割轮组进行缠绕，每一中间切割轮211经历两次绕线，首尾切割轮211经历至少一次绕线。所述切割线213在缠绕于中间切割轮211时，由中间切割轮211上至少两个切割线槽中的第一切割线槽2111穿出并经由旁侧(在图20所示实施例中为切割轮211的上侧)的所述过渡轮212之后由所述中间切割轮211上至少两个切割线槽中的第二切割线槽2112穿进，从而使得任意相邻两个切割线锯之间在第一方向上具有一切割偏移量，所述切割偏移量对应于所述第一切割线槽2111和所述第二切割线槽2112之间的间距。

[0200] 在一些实现方式中，对每一中间切割轮及其旁侧设置的一过渡轮，所述过渡轮的轴心与所述切割轮的轴心的连线与重垂线平行。在此情况下，过渡轮两侧的切割线长度相等或近似相等，在切割过程中受力状态近似相同，有利于防止过渡轮两侧的切割线局部或单侧持续受力过大或张力不足的问题。

[0201] 在一种示例中，如图20所示，在此，将过渡轮212设置于切割轮正上方，切割线213从切割轮211的第一切割线槽2111穿出并经由过渡轮212导向后绕至切割轮211的第二切割线槽2112，形成的过渡轮212两侧的切割线213在铅锤方向的平面上的投影为等长的线段。

在此示例中，所形成的切割线锯为切割轮211的切割线槽下方的切线。

[0202] 在另一示例中，所述过渡轮也可以为设置在切割轮的正下方，也即，过渡轮与切割轮的轴心连线为一重垂线。切割线从切割轮第一切割线槽向下缠绕至过渡轮，并由过渡轮导向后向上从切割轮第二切割线槽穿进，在此示例中，所形成的切割线锯为切割轮切割线槽上方的切线。

[0203] 应当理解，所述旁侧主要用于确定中间切割轮与过渡轮的对应关系而并非特定的位置方位，例如旁侧还可以是切割轮的左侧、右侧、上侧、下侧、斜侧方等，本申请不做限制。具体的，所述线切割单元中多个切割轮与中间切割轮及切割线的布置方式可采用中国专利申请CN2020204403178(发明名称:硅棒开方设备)中描述的方式。

[0204] 在前述各示例中，虽切割轮与过渡轮的相对位置关系、以及切割线的绕线方式不同，但线切割单元中多个切割轮均可在所述至少一调距机构作用下沿第二方向移动，以实现切割线锯切割位置调整或换槽。

[0205] 请继续参阅图16，在前述各示例中已说明，属于同一线切割单元的各切割轮211可在调距机构23驱动下沿第二方向移动，因此切割轮211间形成的切割线锯在第二方向移动，即可实现切割线锯的切割位置调整；当线切割单元中还包括有过渡轮212，在所述至少一调距机构23驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮211沿第二方向移动时，所述过渡轮212与切割轮211保持相对静止，对应的切割线锯在第二方向移动即可实现切割线锯的切割位置调整。

[0206] 当所述至少一调距机构23用于实现变换切割线绕于所述至少一线切割单元21中多个切割轮211的切割线槽，在实际场景中，可预先确定的换槽前后切割线所分别对应的切割线槽，例如，换槽前切割线所在位置为切割线槽a1，换槽后切割线绕于切割线槽a2，基于切割线槽a1与切割线槽a2之间的切割偏移量确定所述至少一调距机构23驱动线切割单元中的多个切割轮211在第二方向移动的位移量，即将所述位移量设置为切割线槽a1与切割线槽a2之间的切割偏移量，即可用于实现切割线用切割线槽a1至切割线槽a2的更换；应当说明的是，所述至少一调距机构23驱动线切割单元中多个切割轮211在第二方向移动的方向为切割线槽a2指向切割线槽a1的方向，换槽后所述切割线锯在空间中的切割位置不变，则省去了进一步校准切割轮211或其他部件位置的步骤即可按照预设的切割量对硅棒进行切割，使得换槽过程被简化。

[0207] 为进一步说明所述至少一调距机构实现对线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动的实现方式，本申请提供了以下实施例。在某些示例中，当所述线切割中的线切割单元数量不同，所述至少一调距机构的具体形式可作相应变化。

[0208] 在一实施例中，所述线切割装置包括单线切割单元；所述调距机构包括：丝杆，沿第二方向设置且与所述单线切割单元螺纹连接；驱动源，用于驱动所述丝杆转动。

[0209] 在此，所述单线切割单元即为一个线切割单元，线切割装置中的单线切割单元中包括沿第一方向设置的多个切割轮，切割线缠绕于多个切割轮由此形成至少一切割线锯，且所述至少一切割线锯沿同一直线方向。所述调距机构的丝杆具有远端及近端，在具体实现方式中，例如可将丝杆近端连接至驱动源并在驱动源驱动下转动，丝杆远端以螺纹连接至所述单线切割单元，藉由丝杆两端的连接方式，所述丝杆可基于驱动源传动发生转动并借助螺纹连接将丝杆转动转化为轴线位移，所述轴向位移方向为丝杆的设置方向即第二方

向;通过调距机构中驱动源驱动丝杠转动即可实现单线切割单元在第二方向位移,所述丝杠被驱动转动的旋向不同,即可实现单线切割单元在第二方向位移的前进或后退。

[0210] 在另一实施例中,所述线切割装置包括单线切割单元;所述调距机构包括:伸缩件,沿第二方向设置且与所述单线切割单元关联;驱动源,用于驱动所述伸缩件沿第二方向作伸缩运动。在此,所述伸缩件可设置为杆体结构且杆体延伸方向即为第二方向,所述伸缩件在驱动源驱动下可沿其延伸方向伸缩运动,伸缩件一端可连接至所述驱动源,可伸缩的自由端关联所述单线切割单元,即可在驱动源作用下带动所述单线切割在第二方向移动。所述伸缩件例如为电动伸缩杆,又如为连接至气缸锥杆的连接杆,所述气缸即可作为驱动源,本申请不做限制。所述伸缩杆关联至所述单线切割单元的方式可为直线连接或间接连接,例如可直接连接至单线切割单元安装梁,又或通过支座或轴承间接连接至所述单线切割单元。应当理解,所述伸缩件伸张或收缩即可对应于单线切割单元沿第二方向的前进或回退。

[0211] 在此,在本申请提供的实施例中,所述关联例如可通过卡合、螺锁、粘接、及焊接中的一种或多种实现,例如在上述实施例中,所述伸缩杆可通过卡合、螺锁、粘接、及焊接中的一种或多种方式关联所述线切割单元;当然,所述关联的实现方式并不以此为限,而旨在于实现在第二方向的传动。

[0212] 在又一实施例中,所述线切割装置包括单线切割单元;所述调距机构包括:齿条,沿第二方向设置于所述单线切割单元;传动齿轮,与所述齿条啮合;驱动源,用于驱动所述传动齿轮转动。所述传动齿轮在驱动源驱动下转动,啮合于所述传动齿轮的齿条相应的沿齿条步骤方向移动,在此示例中,藉由所述齿条与传动齿轮配合,即可将驱动源驱动的转动运动转化为沿齿条方向的线运送,所述齿条沿第二方向设于所述单线切割单元,即可带动所述单线切割单元沿第二方向移动。同时,由所述驱动源控制切换所述传动齿轮的旋向,即可使得所述单线切割单元在切换沿第二方向前进或回退的位移方向。

[0213] 在前述各实施例中,所述调距机构可设置为一个或多个,例如,当所述单线切割单元在第一方向的跨距较大,当通过设置一调距机构难以带动所述单线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动时,可设置多个调距机构进行驱动,例如在单线切割单元沿第一方向的两端分别设置调距结构或沿第一方向等间距设置多个调距机构,在此,单线切割单元上对应的多个调距机构之间可协同作用,以确保所述多个调距机构以相同的位移量(大小和方向)驱动单线切割单元的多个线切割轮的在第二方向移动。

[0214] 在一实施例中,所述线切割装置包括沿第二方向相对设置的第一线切割单元和第二线切割单元,所述第一线切割单元和第二线切割单元中的至少一者通过所述至少一调距机构驱动沿第二方向移动,用于调整所述第一线切割单元中至少一切割线锯与所述第二线切割单元中至少一切割线锯之间的线割线锯间距、或者变换切割线绕于所述第一线切割单元中多个切割轮的切割线槽和/或所述第二线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0215] 在某些实施方式中,所述线切割装置包括两个线切割单元如第一线切割单元和第二线切割单元,例如图16所示实施例,所述第一线切割单元21a和第二线切割单元21b相互平行的沿第一方向设置,第一线切割单元21a与第二线切割单元21b中的切割线锯也相平行。在实际场景中,所述线切割装置例如可用于硅棒开方设备中,硅棒开方设备中每一硅棒承载结构上的硅棒在切割区内对应于第一切割单元与第二切割单元的切割线锯,则一次升

降切割可在硅棒表面加工形成两个相平行的切面。在此，通过调整所述第一线切割单元21a与第二线切割单元21b在第二方向间距，即可控制对硅棒的切割量。

[0216] 所述至少一调距机构23即可设置为连接至所述第一线切割单元21a或第二线切割单元21b，又或同时关联所述第一线切割单元21a和第二线切割单元21b，以驱动所连接或关联的第一线切割单元21a或/及第二线切割单元21b中多个切割轮211沿第二方向移动，并实现调整所连接或关联的第一线切割单元21a或/及第二线切割单元21b中至少一线割线锯的切割位置、或者变换所连接或关联的第一线切割单元21a或/及第二线切割单元21b中多个切割轮211的切割线槽。

[0217] 在一实施例中，所述调距机构包括：丝杆，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元螺纹连接；以及驱动源，用于驱动所述丝杆转动。所述丝杆与驱动源驱动第一线切割单元或所述第二线切割单元中多个切割轮在第二方向移动的方式与前述实施例类似，被调距机构驱动的所述第一切割单元或所述第二线切割单元可看作单线切割单元，此处不做赘述。应当理解，在任一线切割单元上设置所述调距机构，即可实现第一线切割单元与第二线切割单元间形成的相平行的切割线锯间距增加及减小，所述线切割装置即可将硅棒切割为不同规格。

[0218] 在另一实施例中，所述调距机构包括：伸缩件，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元关联；驱动源，用于驱动所述伸缩件沿第二方向作伸缩运动。在此，设置有所述调距机构的所述第一切割单元或所述第二线切割单元即可看作单线切割单元，具体实现方式可参照前述实施例，此处不再赘述。

[0219] 在又一实施例中，所述调距机构包括：齿条，沿第二方向且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元关联；传动齿轮，与所述齿条啮合；驱动源，用于驱动所述传动齿轮转动。通过相啮合的传动齿轮与齿条，所述驱动源可控制所述齿条沿齿条方向线运动，关联于所述齿条的第一线切割单元或第二线切割单元可藉由所述齿条带动多个切割轮沿第二方向移动。

[0220] 在一实施例中，所述调距机构包括：双向丝杆，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元和所述第二线切割单元螺纹连接；以及驱动源，用于驱动所述丝杆转动以使得所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动。在一种实施方式中，呈如图16所示实施例，所述双向丝杆231为双螺纹丝杆，所述双向丝杆231两端分别设有螺纹且螺纹方向相反，所述驱动源232可设置在双向丝杆231的任一一端以带动双向丝杆231沿丝杆231轴转动，藉由双向丝杆231两端方向相反的螺纹，所述双向丝杆231在驱动源232驱动下转动时双向丝杆231两端的运动被转化为方向相反的轴向线运动，所述轴向即设置双向丝杆231的第二方向。在所述驱动源232驱动下，所述第一线切割单元21a与第二线切割单元21b即可相向运动或相背运动。

[0221] 在一实施例中，所述调距机构包括：第一齿条，沿第二方向且与所述第一线切割单元关联；第二齿条，沿第二方向且与所述第二线切割单元关联；传动齿轮，与所述第一齿条和第二齿条啮合；驱动源，用于驱动所述传动齿轮转动以使得所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动。

[0222] 在实施方式中，所述第一齿条联动于所述第一线切割单元，所述第二齿条联动于所述第二线切割单元，所述传动齿轮连接于驱动源例如伺服电机的动力输出轴，并与所述

第一齿条及所述第二齿条相啮合，用于在正向转动时带动所述第一线切割单元及第二线切割单元相向运动以执行闭合动作，在逆向转动时带动所述第一线切割单元及第二线切割单元背向运动。所述第一齿条与第二齿条可啮合于所述传动齿轮的两侧，使得传动齿轮旋转时第一齿条和第二齿条处的线速度方向相反，由驱动电机带动所述传动齿轮旋转，令传动齿轮正转时第一齿条与第二齿条相向运动即带动第一线切割单元与第二线切割单元相向运动，传动齿轮被带动逆向转动时第一齿条与第二齿条背向运动以带动第一线切割单元和第二线切割单元背向运动。在此，所述传动齿轮可以轴连接至驱动源的动力输出轴，也可间接连接至所述动力输出轴例如轴连接至连接动力输出轴的转动部。

[0223] 在此，所述线切割装置中可设置一个或多个调距机构，每一调距机构与所述第一线切割单元和第二线切割单元连接，所述调距机构的数量可基于驱动的动力需要、丝杆受力、驱动线切割单元中多个切割轮移动的平稳度、以及线切割装置的设备空间等因素综合确定，例如，当所述第一线切割单元和第二线切割单元在第一方向的跨距较小，仅采用一个调距机构即可实现对切割单元中切割线锯的切割位置调整或切割线换槽，则可在线切割装置中设置一调距机构以驱动所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动；又如，当所述第一线切割单元和第二线切割单元在第一方向的跨距较长，线切割单元需要较大的动力驱动且需满足该动力在丝杆或齿条等传动连接部件的受力强度范围内，所述线切割装置中可设置多个调距机构，所述多个调距机构间协同作用以确保所述多个调距机构以相同的位移量(大小和方向)驱动第一线切割单元和第二线切割单元的多个线切割轮的在第二方向相向移动或相背移动。

[0224] 在某些实施方式中，所述调距机构为设于所述至少一线切割单元的伺服电机。在实际场景中，在所述线切割装置的至少一线切割单元上或每一线切割单元上设置伺服电机，由所述伺服电机控制对应的线切割单元在第二方向的位移。所述线切割单元可预先确定的换槽的切割偏移量或切割线变换切割位置的调整量，藉由伺服电机精确定位的功能带动所述线切割单元中多个切割轮以预设位移量沿第二方向运动。例如，所述线切割装置中设有单线切割单元，所述单线切割单元上设有伺服电机以带动所述单线切割单元沿第二方向移动；又如，所述线切割装置中设有第一线切割单元和第二线切割单元，所述第一线切割单元或/和第二线切割单元在其对应的伺服电机带动下相对独立的沿第二方向移动。在某些示例中，所述伺服电机也可更换为行进电机与行进丝杠，所述线切割单元可藉由行进电机驱动在线切割支座上沿第二方向运动。

[0225] 在此，本申请提供的硅棒加工设备的线切割装置，其中包括至少一调距机构并设于至少一线切割单元上，在所述调距机构作用下，可驱动所述线切割装置中至少一线切割单元的多个切割轮沿第二方向移动，绕于所述多个切割轮形成的至少一切割线锯由此可在调距机构作用下更改在第二方向的切割位置，又或，基于所述多个切割轮在第二方向移动可变换切割线绕于所述多个切割轮的线槽位置，基于所述调距机构实现切割线位置变换或换槽的过程简易，易于实现且操作便捷，有利于提高操作效率。

[0226] 本申请在另一方面还提供了一种硅棒加工设备，包括机座、硅棒承载结构、以及线切割装置。其中，所述机座具有硅棒加工平台；所述硅棒承载装置设于所述硅棒加工平台上，用于承载待切割硅棒；所述线切割装置包括切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切

割轮上具有至少两个切割线槽;切割线,顺次绕于所述多个切割轮以形成至少一切割线锯;至少一调距机构,设于所述至少一线切割单元上,用于驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动,以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0227] 在某些实施方式中,所述硅棒加工设备为硅棒开方设备,所述硅棒承载装置为硅棒承载结构。

[0228] 在此,所述硅棒加工平台上可以设有一个或多个硅棒承载结构,每一硅棒承载结构可用于承载单根硅棒,对应地,所述硅棒加工平台上切割区内的硅棒承载结构数量可对应于所述线切割装置的线切割单元中切割线锯的数量,例如图17或图18所示实施例,所述硅棒加工平台的切割区内设有多个硅棒承载结构11,所述线切割装置中的一线切割单元21中包括多段切割线锯以分别对应多个硅棒承载结构11。

[0229] 以图17所示实施例中所述硅棒加工设备为硅棒开方设备为例进行说明,在某些实施方式中,所述硅棒加工平台通过工作台转换机构设于所述机座10,在此,所述工作台转换机构例如可为转动机构或平移机构。

[0230] 所述转动机构例如可包括转动轴和转动驱动单元,所述转动轴轴接于所述硅棒加工平台,所述转动驱动单元驱动所述转动轴转动以带动所述硅棒加工平台转动。

[0231] 所述平移机构例如可包括平移导轨、滑块和平移驱动单元。所述平移导轨铺设于机座上,所述滑块设于所述硅棒加工平台的底部并与所述平移导轨相适配以为硅棒加工平台提供平移导向,所述平移驱动单元用于驱动所述硅棒加工平台沿着所述平移导轨移动以使得位于硅棒加工平台上的硅棒承载结构在切割区和装卸区切换,所述平移驱动单元可采用气缸组件或藉由电机驱动的丝杆组件。在其他实施例中,所述平移机构也可采用齿轮传动的方式,具体地,所述平移机构包括平移齿轨和藉由电机驱动的与平移齿轨相适配的转动齿轮,所述平移齿轨设置于所述硅棒加工平台的底部,可例如为具有一定长度的至少一个齿条,为了使得硅棒加工平台平稳的移动,各齿条适配有至少两个间隔设置的转动齿轮,电机驱动转动齿轮转动,以带动硅棒加工平台移动使位于硅棒加工平台上的硅棒承载结构在切割区和装卸区切换。

[0232] 在某些示例中,当所述工作台转换机构为平移机构,通过所述平移机构可控制所述硅棒承载结构承载的硅棒在第二方向的位置,由所述平移机构确定的硅棒位置与所述线切割装置调距机构确定的切割线锯位置,即可决定对硅棒的切割量;例如,当所述线切割装置中设有第一线切割单元与第二线切割单元,所述第一线切割单元或第二线切割单元中设有所述调距机构,当所述调距机构调整所述第一线切割单元或第二线切割单元中至少一线割线锯的切割位置后,所述平移机构可基于调整后的切割线锯位置将硅棒位置调整至硅棒轴心位于第一线切割单元与第二线切割单元的切割线锯的对称线上,由于硅棒截面通常为类圆形,令第一线切割单元与第二线切割单元的切割线锯距硅棒截面圆心的距离相等,则切削加工后在硅棒表面形成的两个相对的切面的规格大致相同。

[0233] 所述硅棒开方设备可以为例如图17或图18所示实施例的硅棒开方设备,当然,也可为其他类型的硅棒开方设备,例如,所述硅棒开方设备中线切割装置中可设置为单线切割单元;又如,所述硅棒开方设备的线切割装置中线切割单元中的切割线锯为一段,当然,切割线锯也可为两段、三段、四段等,本申请不做限制,对应的,所述硅棒加工平台上的硅棒

承载结构的数量可相应变换;再如,所述硅棒开方设备的线切割装置中线切割单元中的每一切割线锯对应的硅棒承载结构数量可以为一个、两个、三个等。

[0234] 应当理解,当所述硅棒开方设备中设有如图16至图20所示实施例中任一项所述的线切割装置,所述硅棒开方设备在开方切割中即可基于所述至少一调距机构调整切割线锯的切割位置以确定对硅棒的切割量,又或所述硅棒开方设备的切割轮在长期切割作业中线槽磨损后,可基于所述至少一调距机构变换切割线的线槽位置,以确保所述硅棒开方设备继续开方作业的加工精度。

[0235] 在某些实施方式中,当所述硅棒加工设备为硅棒截断机,所述硅棒截断机中包括机座、硅棒承载装置、以及线切割装置。

[0236] 其中,所述机座具有硅棒加工平台,所述硅棒承载装置设于所述硅棒加工平台上。在此,所述硅棒承载装置例如可用于卧式承载待切割硅棒;所述线切割装置包括切割架,设于所述机座;至少一线切割单元,活动设于所述切割架;所述线切割单元包括:沿第一方向依序设置的多个切割轮,每一个切割轮上具有至少两个切割线槽;切割线,顺次绕于所述多个切割轮以形成至少一切割线锯;至少一调距机构,设于所述至少一线切割单元上,用于驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动,以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。所述线切割装置中的线切割单元相对于切割架升降运动即可实现对待切割硅棒的进给切割。

[0237] 在某些示例中,所述硅棒截断机的线切割装置中设有多个相平行的线切割单元,所述多个相平行的线切割单元沿切割架升降运动,即可在一次切割中将待切割硅棒截取为多个硅棒截段。基于所述线切割装置的至少一调距机构调整线切割单元中的至少一切割线锯在第二方向的切割位置,即可将待切割硅棒截取为不同长度规格的硅棒截段。在一实现方式中,所述硅棒截断机的线切割装置的设置方式以及硅棒承载装置的形式可参照中国专利CN105196433B公开的布置方式,当然,所述硅棒截断机的线切割装置中包括所述至少一调距机构,以调整所述硅棒截断机的至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0238] 在某些示例中,所述硅棒截断机例如为双根硅棒截断设备,在此,所述硅棒截断机的硅棒承载装置中设有第一加工工位与第二加工工位,以分别对应承载第一待切割硅棒与第二待切割硅棒。请参阅图21,显示为所述硅棒截断机的线切割装置在一实施例中的结构示意图。在此示例中,所述线切割支座24设于切割架20上,线切割支座24沿第一方向的两侧分别设置有至少一线切割单元21,位于所述线切割支座24两侧的至少一线切割单元21即可分别对第一加工工位、第二加工工位处的待切割硅棒进行切割。所述线切割单元21中设有多个切割轮211、绕于所述切割轮211的切割线213,在某些示例中线切割单元21中还设有过渡轮212。其中,所述切割轮211具有至少两个切割槽,所述过渡轮212具有至少两个导线槽。在此,所述线切割支座24任一一侧还包括所述至少一调距机构(图中未予以显示),所述调距机构例如可设置为如图16至图20所示实施例的任一实现方式中所述的调距机构,例如藉由丝杆与第一线切割单元或第二线切割单元连接、又如藉由双向丝杆与第一线切割单元及第二线切割单元连接、或如所述调距机构为伺服电机等,此处不再赘述。如此,利用所述调距机构,可调整所述至少一线切割单元21中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线

213绕于所述至少一线切割单元21中多个切割轮211的切割线槽。

[0239] 当所述调距机构用于调整所述至少一切割线锯位置或变换切割线213绕于切割轮211中的切割线槽时，线切割单元21中的过渡轮212与切割轮211保持相对静止；其中，当所述调距机构用于调整切割线锯位置时，所述调距机构例如可带动线切割单元21上的切割轮211与过渡轮212均沿第二方向移动，所述切割线锯相对于切割轮211、过渡轮212的位置关系不变，即仅发生沿第二方向的移动，即可实现切割位置调整；当所述调距机构用于实现对变换切割线213绕于切割轮211中的线槽位置时，所述过渡轮212中用于缠绕切割线213的导线槽位置也相应改变，即可使得切割线213换槽后用于缠绕切割线213的导线槽与切割线槽仍在同一平面内。

[0240] 在某些实施方式中，所述线切割支座24两侧的线切割单元21还可组成至少一对线切割单元21，例如，将线切割支座24两侧的线切割单元21一一对应的连接形成至少一对线切割单元21，所述一对线切割单元21位于第一方向的同一直线上，在此示例下，基于同一调距机构可驱动所述一对线切割单元21中的多个切割轮211在第二方向移动，当然，所述一对线切割单元21也可由多个调距机构协同驱动。

[0241] 当然，所述硅棒截断机的具体形式不以前述实施例为限制，例如，基于硅棒承载装置上硅棒的摆放位置与切割线锯的位置关系，所述硅棒截断机中每一切割线锯可同时对多根硅棒进行截断切割；又如所述硅棒截断机的线切割装置中仅包括一段切割线锯，所述一段切割线锯用于对单根或多根硅棒进行截断时一次截断作业中被切割的硅棒被分割出一硅棒截段；本申请不做限制，应当说明的是，所述硅棒截断机的线切割装置包括至少一调距机构，可用于驱动线切割装置的至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动，以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0242] 在某些实施方式中，所述硅棒加工设备为硅棒切磨一体机。在此，所述硅棒切磨一体机包括机座、硅棒承载装置、线切割装置、以及研磨装置。

[0243] 其中，所述机座具有硅棒加工平台，在所述硅棒切磨一体机中，所述硅棒加工平台可设置为执行不同加工功能的加工区位，例如由切割工位与研磨工位组成。所述硅棒承载装置用于承载待加工硅棒。所述线切割装置包括切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切割轮上具有至少两个切割线槽；切割线，顺次绕于所述多个切割轮以形成至少一切割线锯；至少一调距机构，设于所述至少一线切割单元上，用于驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动，以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0244] 请参阅图22，显示为本申请的硅棒切磨一体机在一实施例中的结构示意图。在此示例中，如图22所示，所述硅棒切磨一体机包括机座，具有硅棒加工平台；线切割装置，设于所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒进行第一方向侧面切割以及对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒进行第二方向侧面切割，形成方形的硅棒；研磨装置，设于所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角；硅棒转换装置，设于所述硅棒加工平台上，用于将所述硅棒在第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位上进行转换。

[0245] 在此，所述线切割装置包括：切割架20、线切割支座24、第一切割单元组、以及第二切割单元组，所述第一切割单元组、第二切割单元组用以分别对第一加工区位、第二加工区位上的硅棒进行切割。

[0246] 在本实施例中，由于线切割支座24可供配置第一切割单元组和第二切割单元组，即，第一切割单元组和第二切割单元组共用线切割支座24。因此，在本实施例中，一方面，线切割装置中的切割架20和线切割支座24设于第一加工区位和第二加工区位之间的居中位置。另一方面，线切割支座24作了特别的设计。如图22所示，本实施例中的线切割支座24可包括支座主体和位于支座主体相对两旁侧的第一支座侧翼和第二支座侧翼。在某些实施方式中，线切割支座24中的支座主体以与X轴或Y轴呈45°设置，第一支座侧翼与支座主体之间呈145°夹角并以沿Y轴设置，第二支座侧翼与支座主体之间呈145°夹角并以沿X轴设置。

[0247] 在某些实施例中，第一切割单元组可至少包括四个第一切割轮211a，这四个第一切割轮211a可组合成一对第一切割轮组，即，由沿着X轴相对设置两个第一切割轮211a形成一个第一切割轮组，由沿着Y轴的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组，即形成沿X方向布置的相平行的两个线切割单元21。切割线213依序绕设于第一切割单元组中的各个第一切割轮组后形成切割线网。于实际的应用中，切割线213依序绕设于第一切割单元组中的四个第一切割轮211a后形成两条切割线锯，这两条切割线锯即沿X轴方向设置并相互平行，构成切割线网。具体地，切割线213绕设于一个第一切割轮组中沿X轴方向设置的两个第一切割轮211a后形成一条切割线锯，切割线213绕设于另一个第一切割轮组中沿X轴方向设置的两个第一切割轮211a后形成另一条切割线锯。如此，这两条相互平行的切割线锯配合形成沿X轴方向呈“=”字型的第一切割线网。

[0248] 类似地，所述第二切割单元组可至少包括四个第二切割轮211b，由沿着Y轴相对设置两个第二切割轮211b成一个第二切割轮组，由沿着X轴的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组，即形成沿Y方向布置的相平行的两个线切割单元21；于实际的应用中，切割线213依序绕设于第二切割单元组中的四个第二切割轮211b后形成两条切割线锯，这两条切割线锯即沿Y轴方向设置并相互平行，两条相互平行的切割线锯配合形成沿Y轴方向呈“=”字型的第二切割线网。

[0249] 在某些示例中，所述硅棒转换装置设于所述硅棒加工平台的居中区域，用于将硅棒在所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位之间转换。在一实施方式中，硅棒转换装置旋转设置于所述硅棒加工平台上，硅棒转换装置可进一步包括：输送本体，呈圆盘状、方盘状或其他类似状；设于输送本体上的硅棒定位机构(即硅棒承载装置)，用于对硅棒进行定位；转换驱动机构，用于驱动输送本体转动以带动硅棒定位机构所定位的硅棒转换位置。在某些示例中，所述硅棒定位机构还包括一转动结构，用于带动承载于硅棒定位机构上的硅棒沿硅棒轴心转动以调整硅棒的切割面。

[0250] 在此，待切割硅棒被置放定位于硅棒定位机构上后，待切割硅棒在第一加工区位处由线切割装置中的沿X轴方向呈“=”字型的第一切割线网进行切割形成沿X轴方向的两个轴切面；而后，所述转换驱动机构驱动输送本体带动硅棒定位机构将硅棒定位至第二加工区位，由线切割装置中的沿Y轴方向呈“=”字型的第二切割线网进行切割形成沿Y轴方向的两个轴切面，即形成截面为类矩形的已切割硅棒；所述已切割硅棒还可转换至第三加工区位进行后续的研磨作业。

[0251] 在所述硅棒切磨一体机的前述各示例中，所述线切割装置中还包括至少一调距机构(图中未予以显示)，在一具体实施方式中，在第一加工区位处的第一切割单元组与在第二加工区位处的第二切割单元组中包括至少一调距机构，设于对应的切割单元组中的至少一线切割单元上，用于驱动所述至少一线切割单元切割轮组中多个切割轮沿第二方向移动。

[0252] 在此，所述第一方向与第二方向基于线切割单元的载体坐标系定义，因此，当硅棒加工设备(在此示例中为硅棒切磨一体机)中多个线切割单元的方向不同，多个线切割所分别对应的第一方向在外部空间不是同一方向；对应地，所述第二方向正交于第一方向，因此，由所述至少一调距机构执行的驱动移动方向为相对于所驱动的线切割单元的正交方向。例如，在所述第一切割单元组中，线切割单元与切割线锯沿X轴方向设置，第一切割单元组中所述第一方向为X轴方向，第二方向为Y轴方向；在所述第二切割单元组中，线切割单元与切割线锯沿Y轴方向设置，第二切割单元组中所述第一方向为Y轴方向，第二方向为X轴方向。

[0253] 以所述第一切割单元组为例，其中包括两个线切割单元，所述调距机构例如可关联至两个线切割单元的第一线切割单元或第二线切割单元，又或同时关联至第一线切割单元与第二线切割单元，所述调距机构例如可设置为如图16至图20所示实施例的任一实现方式中所述的调距机构，例如藉由丝杆与第一线切割单元或第二线切割单元连接、又如藉由双向丝杆与第一线切割单元及第二线切割单元连接、或如所述调距机构为伺服电机等，此处不再赘述。

[0254] 在所述第一切割单元组中，当所述至少一调距机构驱动第一线切割单元或/及第二线切割单元中的多个切割轮沿第二方向移动，所述第一线切割单元或/及第二线切割单元例如可为沿第一支座侧翼移动即沿第一切割单元组中的第二方向(Y轴方向)移动；可用以调整所述第一线切割单元或/及第二线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述第一线切割单元或/及第二线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0255] 所述第二切割单元组与第一切割单元组的结构形式类似，主要区别在于在硅棒切磨一体机中布置位置与方向不同；但在第二切割单元组中，用于驱动第一线切割单元或/及第二线切割单元中的多个切割轮沿第二方向移动的所述至少一调距机构的结构与功能类似第一切割单元组，此处不再赘述。

[0256] 应当理解，在某些实施方式中，所述第一加工区位与第二加工区位的位置关系可作变换，例如将第一加工区位与第二加工区位设置为硅棒转换装置载着硅棒转动60°即可实现在两个加工区位间切换，对应的所述第一切割单元组与第二切割单元组中线切割单元的方向也可能改变，在此示例下，所述第一切割单元组与第二切割单元组的线切割单元分别对应的第一方向改变，但仍可藉由切割单元组中的至少一调距机构实现切割线锯位置调整或换槽；在某些实施方式中，所述硅棒切磨一体机中不同加工工位处例如只包括单线切割单元；在某些实施方式中，所述硅棒切磨一体机例如仅设置有一个用于进行切割加工的工位，在一种具体实现方式上，所述切割加工的工位中可设置“=”字型切割线网，硅棒定位机构驱动硅棒转动90°再次进行切割；所述硅棒切磨一体机具有多种变形形式，本申请不做限制。

[0257] 一般来说，在相关线切割装置中多个切割轮在安装后相互间的位置关系不轻易变

动，在其中一个线切割轮磨损后需通过调整切割轮或其他部件位置进行整体换槽，并对调整位置的部件需进一步校准，操作繁琐且效率低下。

[0258] 在此，本申请还提供了一种硅棒加工设备的线切割装置，所述硅棒加工设备包括机座，具有硅棒加工平台；硅棒承载装置，设于所述硅棒加工平台上，用于承载待切割硅棒；所述线切割装置包括：切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切割轮上具有至少两个切割线槽；至少一过渡轮，每一个所述过渡轮具有导线槽；切割线，顺次绕于所述多个切割轮和过渡轮以形成至少一切割线锯；至少一移位机构，用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。

[0259] 应当理解，在线切割装置中，由高速运行的钢线带动附着在钢线上的切割刃料或者直接采用金刚线对待加工工件进行摩擦，从而达到线切割的目的。在切割过程中，钢线或金刚线通过过渡轮引导，在切割轮上形成一根线锯或者一张线网，而待加工工件通过工作台的上升下降或线锯或线网的上升下降实现工件的进给。在长期的切割作业中，切割轮的切割线槽与过渡轮的导线槽不可避免的产生磨损，则影响切割线的定位精度，由此引申了换槽的需要。

[0260] 在本申请提供的以下实施例中，所述线切割装置中包括至少一线切割单元，所述线切割单元中多个切割轮沿第一方向设置，即多个切割轮的切割线槽所在平面平行于第一方向，对所述多个切割轮中的任一切割轮，其不同切割线槽间具有第二方向的偏移；所述至少一移位机构可用于驱动至少一过渡轮相对于线切割单元沿第二方向移动，即可将过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。

[0261] 在此，所述第一线槽(在本申请中也称作第一切割线槽)与第二线槽(在本申请中也称作第二切割线槽)用于指代所述至少一过渡轮中在移位机构驱动移动前后的经切割缠绕的导线槽分别对应的切割轮的切割线槽，所述切割轮的切割线槽数量并不以两个为限，同时，所述第一线槽与第二线槽不必要为切割轮上的相邻切割线槽，仅当为不同切割线槽。

[0262] 应用所述线切割装置的硅棒加工设备可以是硅棒开方设备、硅棒截断设备、硅棒切磨一体设备等，在以下提供的实施例中，以本申请的线切割应用于硅棒开方设备为例进行说明，但并非用于限制本申请的线切割装置的应用场景。

[0263] 请结合参阅图23和图17，其中图23显示为本申请的线切割装置在一实施例中的结构示意图，图17显示为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图。如图所示，所述线切割装置包括切割架20、以及至少一线切割单元21。

[0264] 其中，所述切割架20设于所述机座，在某些实施方式中，所述切割架20设于机座的两端以确保架设于切割架20的线切割单元21上形成的切割线锯可覆盖不同加工工位，例如图2所示的示例中，所述切割架20为设置于机座两端的柱体，所述硅棒开方设备中机座上设有多个硅棒承载结构，所述线切割单元21的跨距包括切割区内的每一硅棒承载结构。

[0265] 所述线切割单元21中包括多个切割轮211、至少一过渡轮212、切割线213、以及至少一移位机构215。

[0266] 应当理解，所述多个切割轮211需要依附于线切割单元21提供的载体，在一些示例

中，所述线切割单元21中包括第一方向的安装梁214，所述安装梁214两端活动连接至切割架20，每一安装梁214上依序设置多个切割轮211。即，一线切割单元21由沿同一方向(或同一直线)的设置的多个切割轮211、切割线213及切割轮211的承载结构组成；所述多个切割轮211沿安装梁214设置的方向为切割轮211轮面(或切割线槽所在平面)沿安装梁214方向(即第一方向)。

[0267] 在某些示例中，当所述线切割装置中设有多个线切割单元21，不同的线切割单元21分属位于不同直线上，如图23所示的两个线切割单元21分别平行，在一些示例中，不同线切割单元21的延伸方向也可为相交。

[0268] 应当说明，在本申请提供的所述线切割装置的各实施例中，所述第一方向即设置线切割单元21中多个切割轮211的方向，例如在一些示例中的线切割单元21的安装梁214方向，由切割线213绕于切割轮211形成的切割线锯也为第一方向；所述第二方向为第一方向的正交方向，所述至少一调距机构驱动所述至少一线切割单元21沿第二方向移动，即使得线切割单元21中的切割线锯沿其正交方向移动。

[0269] 所述至少一过渡轮212用于实现切割线213绕于不同切割轮211时的方向导向或张力调整。

[0270] 在一些实现方式中，以一线切割单元21为例进行说明，线切割单元21中包括至少一过渡轮212，所述至少一过渡轮212可活动设置于承载多个切割轮211的载体。

[0271] 应当理解，所述多个切割轮211需要依附于线切割单元21提供的载体，在某些实施方式中，属于同一线切割单元21中的多个切割轮211设于沿第一方向设置的安装梁214上。所述安装梁214两端可活动连接至切割架20，每一安装梁214上依序设置多个切割轮211。即，一线切割单元21由沿同一方向(或同一直线)的设置的多个切割轮211、切割线213及设置切割轮211的安装梁214组成。在另一些实施方式中，所述线切割单元21中的多个切割轮211通过安装架、连接板、或框架设于所述切割架20，在此，由线切割单元21提供的用于设置多个切割轮211的载体可以为不同形式，本申请不做限制。

[0272] 如图17所示实施例，在此，同一线切割单元21中的多个切割轮211设置于一安装梁214上，所述安装梁214沿第一方向设置并在所述至少一移位机构215的驱动下沿第二方向相对所述安装梁214运动，所述至少一过渡轮212即发生相对于线切割单元21中多个切割轮211在第二方向的移动，由所述至少一移位机构215控制过渡轮212的位移，即可实现所述至少一过渡轮212中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮211的第一线槽移动至对应于所述切割轮211的第二线槽。在实际场景中，变换所述至少一过渡轮212的导线槽对应的切割线槽位置，则无需对过渡轮212进行调整即可实现切割线213在切割轮211上的换槽，可有效化简换槽操作。

[0273] 在此，换槽过程可在切割线213所缠绕的导线槽不发生更变的情形下完成，在某些示例中，所述过渡轮212为单导线槽过渡轮212。

[0274] 在一实施例中，所述至少一过渡轮可拆卸的设于所述线切割单元。在此，所述过渡轮可设置为可更换的过渡轮，例如，所述过渡轮对应的轮轴设于所述线切割单元，所述过渡轮的轮面为可拆卸的套设在过渡轮对应的轮轴上，在实际场景中，为降低生产成本，所述过渡轮轮面例如可设置为塑料材质的消耗性的过渡轮，在使用中过渡轮被磨损后，拆卸更换新过渡轮即可，即可省去对过渡轮换槽时安装定位、校准等操作，使得线切割装置的设备维

护更为简易;当然,所述过渡轮也可为整体可拆卸的设置在线切割单元的过渡轮支架上,所述过渡轮的材质还可为橡胶及其类似材质,本申请不做限制。在此,当所述过渡轮为消耗性过渡轮,所述过渡轮可设置为单导线槽过渡轮。

[0275] 当然,在另一些示例中,所述过渡轮也可设置为具有至少两个导线槽的过渡轮。在此,所述过渡轮中导线槽的数量可基于过渡轮与切割轮的位置关系与切割线的绕线方式确定。

[0276] 当所述每一过渡轮具有至少两个导线槽,所述至少两个导线槽相互平行,在一示例中,将所述导线轮设置为导线槽所在平面在水平面上的投影沿第一方向,不同导线槽间具有第二方向的过渡偏移量。在一些实现方式中,所述过渡轮中相邻导线槽间的过渡偏移量与所述切割轮中相邻切割线槽间的切割偏移量相等;在此示例下,所述切割轮与导线轮在线切割单元中可设置为导线槽与切割线槽一一对应的形式(所述对应即切割线槽与导线槽共面),所述过渡轮的导线槽数量与切割轮数量相等,也可以不等。

[0277] 在此,基于选择所述过渡轮的结构形式例如导线槽数量、以及过渡轮与切割轮的位置关系、切割线的缠绕方式,所述线切割单元可设置为不同形式,例如本申请提供了将所述线切割单元应用于硅棒开方设备中的以下实施例:

[0278] 在某些实施方式中,属于同一线切割单元中的多个切割轮以两两配对的方式形成至少两个切割轮组,在相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮之间设有过渡轮,所述切割线顺次绕于所述切割轮和过渡轮上以在每一个切割轮组中的两个切割轮之间形成一个切割线锯,其中,所述切割线在绕于所述相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮时由前一个切割轮组中在后的一个切割轮的切割线槽穿出并经由所述过渡轮的导线槽之后穿进后一个切割轮组中在前的一个切割轮的切割线槽。

[0279] 请参阅图18和图19,其中图18显示为本申请的线切割装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图,图19显示为所述线切割装置中线切割单元在一实施例中的结构示意图。如图所示,所述线切割装置中的线切割单元21中设置有4个切割轮组。其中,相邻的两个切割轮组之间设置有过渡轮212,在此,切割线213顺次缠绕于所述切割轮211和过渡轮212上以在每一个切割轮组的两个切割轮211上形成一个切割线锯,其中,所述切割线213在缠绕于所述相邻两个切割轮组中相邻两个切割轮211时由前一个切割轮组中在后的一个切割轮211的切割线槽穿出并经由所述过渡轮212之后穿进后一个切割轮组中在前的一个切割轮211的切割线槽。在此,每两个相邻的切割轮组中间共用同一过渡轮212进行导向,可减小用于进行张力调节和导向的切割线213长度,使得切割线213中用于形成切割线锯的切割线213长度比例增加,在化简绕线方式的同时,提高切割线213的利用率,降低生产成本。

[0280] 基于每一切割轮组中切割轮211与硅棒承载结构的位置关系,任一个切割线锯可用于对应1个(如图18所示实施例)、2个、3个、4个等硅棒承载结构的硅棒进行切割,在具体实施方式中,为防止出现切割线锯过长使得切割线213中张力不均的情形,每一切割线锯对应的硅棒承载结构数量可根据实际情况选择,以稳定加工质量。

[0281] 在另一些实施方式中,如图2所示,属于同一线切割单元21中的多个切割轮211包括首切割轮211、尾切割轮211、以及位于所述首切割轮211和尾切割轮211之间的至少一中间切割轮211,在所述至少一中间切割轮211的旁侧还设有过渡轮212,所述过渡轮212具有至少两个导线槽,所述切割线213顺次缠绕于所述切割轮211和过渡轮212以在任意相邻的

两个切割轮211上形成一个切割线锯，其中，所述切割线213在缠绕于所述中间切割轮211时，由所述中间切割轮211上至少两个切割线槽中的一切割线槽穿出并经由旁侧的所述过渡轮212之后由所述中间切割轮211上至少两个切割线槽中的另一切割线槽穿进，从而使得任意相邻两个切割线锯之间在第二方向上具有一切割偏移量，所述切割偏移量对应于相关的两个切割线槽之间的间距。

[0282] 所述过渡轮与所述至少一移位机构可直接连接，又或为间接连接。

[0283] 在某些实施方式中，每一个所述过渡轮设于支架上，所述支架通过所述至少一移位机构带着所述过渡轮沿第二方向移动。

[0284] 在一实施例中，线切割单元中设有用于承载过渡轮的支架，所述支架为活动设置在所述线切割单元的安装梁上，所述支架在所述至少一移位机构的驱动下沿第二方向移动，设于支架的所述过渡轮跟随支架相对于安装梁沿第二方向运动。

[0285] 请参阅图24，显示为本申请的线切割装置在一实施例中的过渡轮及支架的结构示意图。如图所示，用于设置过渡轮212的所述支架2121例如可设置为三角支架或桁架结构，当然，所述支架2121也可设置为其他结构如立式承载板等，所述过渡轮212可转动的设置于支架2121，当所述至少一移位机构带动支架2121沿第二方向移动，即可带动支架2121所承载的过渡轮212跟随移动。

[0286] 在某些实施方式中，所述至少一过渡轮配置有相互独立的移位机构上，每一过渡轮由对应的一移位机构驱动沿第二方向移动；或，所述至少一过渡轮的支架通过连接梁连接在一起，所述连接梁通过所述至少一移位机构带着所述至少一过渡轮沿第二方向移动。

[0287] 在此，所述至少一过渡轮中的每一过渡轮例如可配置一移位机构以独立驱动对应的过渡轮在第二方向移动，所述移位机构可连接至过渡轮支架；再如，所述至少一过渡轮的支架通过连接梁连接在一起，所述连接梁的具体形式不以梁结构为限制，例如所述连接梁可为梁体、桁架结构、框架结构等，所述连接梁仅当对线切割单元中不同过渡轮的支架实现连接即可，所述至少一移位机构驱动所述连接梁沿第二方向移动，即可实现由连接梁相对固定的每一过渡轮及其对应的支座跟随连接梁在第二方向移动。

[0288] 在某些实施方式中，所述移位机构用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，同时，所述移位机构也可将所述至少一过渡轮活动设置于线切割单元中。

[0289] 在一些示例中，所述移位机构包括：移位导轨，沿第二方向设置；动力源，用于驱动所述至少一过渡轮沿移位导轨移动。

[0290] 请参阅图25，显示为图23中C处的放大结构示意图。结合图23及图25，如图所示，所述移位导轨2151例如可设置于所述安装梁上，并用于承载所述过渡轮212以令所述过渡轮212在动力源带动下沿导轨移动；又或用于承载过渡轮支架2121或连接各过渡轮支架2121的连接梁2122，对应的，所述动力源可驱动所述过渡轮212的支架2121或连接梁2122上。在具体实现方式中，所述过渡轮212、支架2121或连接梁2122例如可通过滑块设于所述移位导轨2151，在动力源作用下，所述移位导轨2151上承载的过渡轮212、支架2121或连接梁2122可在移位导轨2151的限位作用下发生沿第二方向的位移。

[0291] 应当说明的是，在本申请提供的实施例中，当所述至少一过渡轮中的每一过渡轮配置一移位机构以独立驱动对应的过渡轮在第二方向移动，所述移位机构中移位导轨对应于一过渡轮，动力源对应驱动移位导轨上设置的过渡轮；当所述至少一过渡轮的支架通过

连接梁连接在一起，所述移位导轨对应设置所述连接梁，所述移位导轨的数量可以为一根、两根、三根等，在实际场景中，可基于连接梁跨距长度与连接梁及其承载的过渡轮总重等因素综合确定设置的移位导轨数量。

[0292] 在某些实施方式中，所述动力源为气缸组件，包括气缸或液压泵，以及伸缩杆；其中，所述伸缩杆连接至所述过渡轮的支架或所述连接梁。

[0293] 在此，所述伸缩杆沿第二方向设置，伸缩杆一端连接至所述气缸或液压泵，另一端即自由端连接至所述过渡轮的支架或所述连接梁，所述伸缩杆的自由端在气缸或液压泵驱动下伸缩运动，即发生沿第二方向的前进或回退的运动，由此带动自由端连接的过渡轮支架或所述连接梁沿第二方向前进或回退，过渡轮支架或所述连接梁对应的过渡轮的导线槽位置由此相对切割线槽发生沿第二方向的移动，通过控制所述伸缩杆自由端的位移，即可将对应的过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。

[0294] 在某些实施方式中，所述动力源包括：丝杆及驱动源；其中，所述丝杆连接至所述过渡轮的支架或所述连接梁。

[0295] 在一实现方式中，所述丝杆设置于第二方向，丝杠一端连接所述驱动源以在驱动源驱动下沿丝杆轴转动，丝杠另一端通过螺纹连接至所述过渡轮支架或连接梁，藉由螺纹连接形式所述丝杆将驱动源驱动的转动转化为沿丝杆设置方向的线运动，所述过渡轮支架或连接梁由丝杆传动沿移位导轨移动。

[0296] 在另一实现方式中，所述丝杆一端连接至所述驱动源，另一端连接所述过渡轮支架或连接梁，所述丝杆在驱动源驱动下沿第二方向移动例如丝杆连接至气缸活塞杆，又如连接至其他可产生直线运动的机构，所述丝杆在驱动源驱动下沿第二方向直线运动并带动所连接的过渡轮的支架或连接梁发生第二方向的位移。

[0297] 在此，所述至少一过渡轮在所述至少一移位机构作用下可沿第二方向移动，通过控制所述至少一过渡轮的移动距离即可使得所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽，由此可进行对切割轮的换槽，切换槽过程中无需进行过渡轮换槽及校准，换槽过程被简化。

[0298] 在实际切割作业中，在执行换槽操作后，切割线从第一线槽移动至第二线槽，则切割线锯在第二方向的位置改变，基于加工需要，通常还要调整切割线锯的位置，以依照预设的切割量进行硅棒加工。为化简此过程，本申请还提供了以下实施例：

[0299] 在某些实施方式中，所述线切割装置中还包括：至少一调距机构，设于所述至少一线切割单元上，用于驱动所述至少一线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动，以调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述至少一线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0300] 所述线切割装置可基于所述至少一调距机构实现切割线在切割轮不同切割槽之间的切换，又或调整切割线锯的位置以改变相对于硅棒的切割位置(或加工规格)。

[0301] 在一些实现方式中，请参阅图26，显示为图17中D处的放大示意图。如图所示，所述线切割单元21可藉由线切割支座24设于所述切割架20，所述线切割支座24设于所述切割架20并包括沿第二方向设置的导轨，所述线切割单元21设于线切割支座24的导轨上以形成沿第二方向运动的自由度；当然，所述线切割支座24的上还可设置为第二方向的导向槽、第二

方向的滑杆或其他第二方向的限位结构或导向结构以用于设置所述至少一线切割单元21，本申请不做限制。所述至少一调距机构23藉由此调整所述线切割单元21在线切割支座24上的第二方向上的位置。

[0302] 应当理解，线切割装置可基于线切割单元21沿切割架20的升降运动实现对硅棒的切割加工，而控制切割规格则通过调整切割线锯与硅棒之间在第二方向的相对位置实现。结合参考图17和图26，当所述硅棒置放于硅棒承载结构上时位置固定，通过所述调距机构23使切割线锯沿第二方向移动，即可调整所述至少一线切割单元21中至少一线割线锯的切割位置，可用以实现对硅棒的切割量控制。又或，通过调整所述线切割单元21承载的切割轮沿第二方向的位置，即可对切割线进行换槽且控制换槽前后切割线锯在第二方向的位置不变。

[0303] 在某些实施例中，所述线切割装置包括单线切割单元，所述调距机构包括：丝杆，沿第二方向设置且与所述单线切割单元螺纹连接；驱动源，用于驱动所述丝杆转动。

[0304] 在此，所述单线切割单元即为一个线切割单元，线切割装置中的单线切割单元中包括沿第一方向设置的多个切割轮，切割线缠绕于多个切割轮由此形成至少一切割线锯，且所述至少一切割线锯沿同一直线方向。所述调距机构的丝杆具有远端及近端，在具体实现方式中，例如可将丝杆近端连接至驱动源并在驱动源驱动下转动，丝杆远端以螺纹连接至所述单线切割单元，藉由丝杆两端的连接方式，所述丝杆可基于驱动源传动发生转动并借助螺纹连接将丝杆转动转化为轴线位移，所述轴向位移方向为丝杆的设置方向即第二方向；通过调距机构中驱动源驱动丝杠转动即可实现单线切割单元在第二方向位移，所述丝杠被驱动转动的旋向不同，即可实现单线切割单元在第二方向位移的前进或后退。

[0305] 在另一实施例中，所述线切割装置包括单线切割单元；所述调距机构包括：伸缩件，沿第二方向设置且与所述单线切割单元关联；驱动源，用于驱动所述伸缩件沿第二方向作伸缩运动。在此，所述伸缩件可设置为杆体结构且杆体延伸方向即为第二方向，所述伸缩件在驱动源驱动下可沿其延伸方向伸缩运动，伸缩件一端可连接至所述驱动源，可伸缩的自由端关联所述单线切割单元，即可在驱动源作用下带动所述单线切割在第二方向移动。所述伸缩件例如为电动伸缩杆，又如为连接至气缸锥杆的连接杆，所述气缸即可作为驱动源，本申请不做限制。所述伸缩杆关联至所述单线切割单元的方式可为直线连接或间接连接，例如可直接连接至单线切割单元安装梁，又或通过支座或轴承间接连接至所述单线切割单元。应当理解，所述伸缩件伸张或收缩即可对应于单线切割单元沿第二方向的前进或回退。

[0306] 在此，在本申请提供的实施例中，所述关联例如可通过卡合、螺锁、粘接、及焊接中的一种或多种实现，例如在上述实施例中，所述伸缩杆可通过卡合、螺锁、粘接、及焊接中的一种或多种方式关联所述线切割单元；当然，所述关联的实现方式并不以此为限，而旨在于实现在第二方向的传动。

[0307] 在又一实施例中，所述线切割装置包括单线切割单元；所述调距机构包括：齿条，沿第二方向设置于所述单线切割单元；传动齿轮，与所述齿条啮合；驱动源，用于驱动所述传动齿轮转动。所述传动齿轮在驱动源驱动下转动，啮合于所述传动齿轮的齿条相应的沿齿条步骤方向移动，在此示例中，藉由所述齿条与传动齿轮配合，即可将驱动源驱动的转动运动转化为沿齿条方向的线运送，所述齿条沿第二方向设于所述单线切割单元，即可带动

所述单线切割单元沿第二方向移动。同时，由所述驱动源控制切换所述传动齿轮的旋向，即可使得所述单线切割单元在切换沿第二方向前进或回退的位移方向。

[0308] 在前述各实施例中，所述调距机构可设置为一个或多个，例如，当所述单线切割单元在第一方向的跨距较大，当通过设置一调距机构难以带动所述单线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动时，可设置多个调距机构进行驱动，例如在单线切割单元沿第一方向的两端分别设置调距结构或沿第一方向等间距设置多个调距机构，在此，单线切割单元上对应的多个调距机构之间可协同作用，以确保所述多个调距机构以相同的位移量(大小和方向)驱动单线切割单元的多个线切割轮的在第二方向移动。

[0309] 在某些实施例中，所述线切割装置包括沿第二方向相对设置的第一线切割单元和第二线切割单元，所述第一线切割单元和第二线切割单元中的至少一者通过所述至少一调距机构驱动沿第二方向移动，用于调整所述第一线切割单元中至少一切割线锯与所述第二线切割单元中至少一切割线锯之间的线割线锯间距、或者变换切割线绕于所述第一线切割单元中多个切割轮的切割线槽和/或所述第二线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0310] 在某些实施方式中，所述线切割装置包括两个线切割单元如第一线切割单元和第二线切割单元，例如图23所示实施例，所述第一线切割单元和第二线切割单元相互平行的沿第一方向设置，第一线切割单元与第二线切割单元中的切割线锯也相平行。在实际场景中，所述线切割装置例如可用于硅棒开方设备中，硅棒开方设备中每一硅棒承载结构上的硅棒在切割区内对应于第一切割单元与第二切割单元的切割线锯，则一次升降切割可在硅棒表面加工形成两个相平行的切面。在此，通过调整所述第一线切割单元与第二线切割单元在第二方向间距，即可控制对硅棒的切割量。

[0311] 所述至少一调距机构即可设置为连接至所述第一线切割单元或第二线切割单元，又或同时关联所述第一线切割单元和第二线切割单元，以驱动所连接或关联的第一线切割单元或/及第二线切割单元中多个切割轮沿第二方向移动，并实现调整所连接或关联的第一线切割单元或/及第二线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换所连接或关联的第一线切割单元或/及第二线切割单元中多个切割轮的切割线槽。

[0312] 在一实施例中，所述调距机构包括：丝杆，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元螺纹连接；以及驱动源，用于驱动所述丝杆转动。所述丝杆与驱动源驱动第一线切割单元或所述第二线切割单元中多个切割轮在第二方向移动的方式与前述实施例类似，被调距机构驱动的所述第一切割单元或所述第二线切割单元可看作单线切割单元，此处不做赘述。应当理解，在任一线切割单元上设置所述调距机构，即可实现第一线切割单元与第二线切割单元间形成的相平行的切割线锯间距增加及减小，所述线切割装置即可将硅棒切割为不同规格。

[0313] 在另一实施例中，所述调距机构包括：伸缩件，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元关联；驱动源，用于驱动所述伸缩件沿第二方向作伸缩运动。在此，设置有所述调距机构的所述第一切割单元或所述第二线切割单元即可看作单线切割单元，具体实现方式可参照前述实施例，此处不再赘述。

[0314] 在又一实施例中，所述调距机构包括：齿条，沿第二方向且与所述第一线切割单元或所述第二线切割单元关联；传动齿轮，与所述齿条啮合；驱动源，用于驱动所述传动齿轮转动。通过相啮合的传动齿轮与齿条，所述驱动源可控制所述齿条沿齿条方向线运动，关联

于所述齿条的第一线切割单元或第二线切割单元可藉由所述齿条带动以沿第二方向移动。

[0315] 在一实施例中，所述调距机构包括：双向丝杆，沿第二方向设置且与所述第一线切割单元和所述第二线切割单元螺纹连接；以及驱动源，用于驱动所述丝杆转动以使得所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动。在一种实施方式中，所述双向丝杆为双螺纹丝杆，所述双向丝杆两端分别设有螺纹且螺纹方向相反，所述驱动源可设置在双向丝杆的任一一端以带动双向丝杆沿丝杆轴转动，藉由双向丝杆两端方向相反的螺纹，所述双向丝杆在驱动源驱动下转动时双向丝杆两端的运动被转化为方向相反的轴向线运动，所述轴向即设置双向丝杆的第二方向。在所述驱动源驱动下，所述第一线切割单元与第二线切割单元即可相向运动或相背运动。

[0316] 在一实施例中，所述调距机构包括：第一齿条，沿第二方向且与所述第一线切割单元关联；第二齿条，沿第二方向且与所述第二线切割单元关联；传动齿轮，与所述第一齿条和第二齿条啮合；驱动源，用于驱动所述传动齿轮转动以使得所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动。

[0317] 在实施方式中，所述第一齿条联动于所述第一线切割单元，所述第二齿条联动于所述第二线切割单元，所述传动齿轮连接于驱动源例如伺服电机的动力输出轴(未予以图示)，并与所述第一齿条及所述第二齿条相啮合，用于在正向转动时带动所述第一线切割单元及第二线切割单元相向运动以执行闭合动作，在逆向转动时带动所述第一线切割单元及第二线切割单元背向运动。所述第一齿条与第二齿条可啮合于所述传动齿轮的两侧，使得传动齿轮旋转时第一齿条和第二齿条处的线速度方向相反，由驱动电机带动所述传动齿轮旋转，令传动齿轮正转时第一齿条与第二齿条相向运动即带动第一线切割单元与第二线切割单元相向运动，传动齿轮被带动逆向转动时第一齿条与第二齿条背向运动以带动第一线切割单元和第二线切割单元背向运动。在此，所述传动齿轮可以轴连接至驱动源的动力输出轴，也可间接连接至所述动力输出轴例如轴连接至连接动力输出轴的转动部。

[0318] 在实际场景中，所述线切割装置中可设置一个或多个调距机构，每一调距机构与所述第一线切割单元和第二线切割单元连接，所述调距机构的数量可基于驱动的动力需要、传动机构如丝杆的受力状态、驱动线切割单元中多个切割轮移动的平稳度、以及线切割装置的设备空间等因素综合确定，例如，当所述第一线切割单元和第二线切割单元在第一方向的跨距较小，仅采用一个调距机构即可实现对切割单元中切割线锯的切割位置调整或切割线换槽，则可在线切割装置中设置一调距机构以驱动所述第一线切割单元和所述第二线切割单元沿第二方向相向移动或相背移动；又如，当所述第一线切割单元和第二线切割单元在第一方向的跨距较长，线切割单元需要较大的动力驱动且需满足该动力在丝杆或齿条等传动连接部件的受力强度范围内，所述线切割装置中可设置多个调距机构，所述多个调距机构间协同作用以确保所述多个调距机构以相同的位移量(大小和方向)驱动第一线切割单元和第二线切割单元的多个线切割轮的在第二方向相向移动或相背移动。

[0319] 在某些实施方式中，所述调距机构为设于所述至少一线切割单元的伺服电机。在实际场景中，在所述线切割装置的至少一线切割单元上或每一线切割单元上设置伺服电机，由所述伺服电机控制对应的线切割单元在第二方向的位移。所述线切割单元可预先确定的换槽的切割偏移量或切割线变换切割位置的调整量，藉由伺服电机精确定位的功能带动所述线切割单元中多个切割轮以预设位移量沿第二方向运动。例如，所述线切割装置中

设有单线切割单元，所述单线切割单元上设有伺服电机以带动所述单线切割单元沿第二方向移动；又如，所述线切割装置中设有第一线切割单元和第二线切割单元，所述第一线切割单元或/和第二线切割单元在其对应的伺服电机带动下相对独立的沿第二方向移动。在某些示例中，所述伺服电机也可更换为行进电机与行进丝杠，所述线切割单元可藉由行进电机驱动在线切割支座上沿第二方向运动。

[0320] 在某些实施方式中，所述至少一调距机构于驱动所述下线切割单元沿第二方向运动，所述至少一过渡轮与多个切割轮共同跟随安装梁发生沿第二方向的移动，在此状态下，所述至少一过渡轮与多个切割轮为相对静止，即，过渡轮与切割轮之间的位置关系不变。当所述调距机构用于调整所述至少一线切割单元中至少一线割线锯的切割位置，所述切割线锯相对于切割轮、过渡轮的位置关系不变，即仅发生沿第二方向的移动，即可实现切割位置调整。

[0321] 请参阅图27、图28及图29，图27显示为本申请的线切割装置在一实施例中的俯视图，图28显示为本申请的线切割装置在一实施例中的侧视图，图29显示为图28中E处的放大结构示意图。

[0322] 请结合参考图27及图28，在某些实施方式中，当所述至少一调距机构驱动所述线切割单元21沿第二方向运动，所述至少一过渡轮212与多个切割轮211共同跟随安装梁214发生沿第二方向的移动(呈如图27所示箭头方向)，同时，所述至少一移位机构215驱动所述至少一过渡轮212或用于连接过渡轮支架2121的连接梁2122顺应移位导轨沿第二方向移动(呈如图28中支架2121上方所示的箭头方向)，即使所述至少一过渡轮212相对所述安装梁214沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮212中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮211的第一线槽移动至对应于所述切割轮211的第二线槽，结合参考图29，当所述过渡轮212相对切割轮211沿第二方向移动，过渡轮212的导线槽即可切换对应至不同的切割线槽。在此状态下，控制所述调距机构驱动线切割单元21沿第二方向移动的距离与所述至少一移位机构215驱动所述至少一过渡轮212沿第二方向移动的距离相等且方向相反，即可用于实现对切割线213相对于切割轮211的换槽，且换槽前后切割线213的空间位置不变，即在换槽后可依照换槽前预设的对硅棒的切割规格继续进行硅棒切割，在此示例下换槽过程中可省去对过渡轮212的换槽调整、以及对切割线213和切割轮211的位置校准操作。

[0323] 在实际场景中，可预先确定的换槽前后切割线所分别对应的切割线槽，例如，换槽前切割线所在位置为切割线槽a1，换槽后切割线绕于切割线槽a2，基于切割线槽a1与切割线槽a2之间的切割偏移量确定所述至少一调距机构驱动线切割单元中的多个切割轮在第二方向移动的位移量，即将所述位移量设置为切割线槽a1与切割线槽a2之间的切割偏移量，即可用于实现切割线用切割线槽a1至切割线槽a2的更换；应当说明的是，所述至少一调距机构驱动线切割单元中多个切割轮在第二方向移动的方向为切割线槽a2指向切割线槽a1的方向；同时，所述移位机构驱动所述至少一过渡轮相对线切割单元沿第二方向移动，移动距离即为切割线槽a1与切割线槽a2之间的切割偏移量，且所述至少一过渡轮相对线切割单元的位移方向为切割线槽a1指向切割线槽a2的方向，在移动前后，所述至少一过渡轮在空间中(例如以机座为参照)的第二方向的位置不变；在此，换槽后所述切割线锯在空间中的切割位置不变，则省去了进一步校准切割轮或其他部件位置的步骤即可按照预设的切割

量对硅棒进行切割，使得换槽过程被简化。

[0324] 在此，本申请提供的硅棒加工设备的线切割装置，其线切割单元中包括至少一移位机构用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。本申请提供的线切割装置在可藉由所述至少一移位机构在换槽过程中无需调整切割线绕于导线槽的槽位，换槽后可省去对过渡轮的调整、校准等操作；同时，所述过渡轮可采用单槽过渡轮即可实现换槽，在实际场景中，还可将过渡轮设置为可更换式的消耗性过渡轮，当过渡轮的导线槽磨损后直接更换过渡轮即可，使得对切割造成的设备磨损的设备维护过程化简。

[0325] 本申请在另一方面还提供了一种硅棒加工设备，包括机座、硅棒承载结构、以及如23至图29所示实施例中任一实现方式所述的线切割装置。其中，所述机座具有硅棒加工平台，所述硅棒承载装置设于所述硅棒加工平台上，用于承载待切割硅棒。

[0326] 在某些实施方式中，所述硅棒加工设备为硅棒开方设备，所述硅棒承载装置为硅棒承载结构。

[0327] 在此，所述硅棒加工平台上可以设有一个或多个硅棒承载结构，每一硅棒承载结构可用于承载单根硅棒，对应的，所述硅棒加工平台上切割区内的硅棒承载结构数量可对应于所述线切割装置的线切割单元中切割线锯的数量，例如图17或图18所示实施例，所述硅棒加工平台的切割区内设有多个硅棒承载结构11，所述线切割装置中的一线切割单元21中包括多段切割线锯以分别对应多个硅棒承载结构11。

[0328] 以图17所示实施例中所述硅棒加工设备为硅棒开方设备为例进行说明，在某些实施方式中，所述硅棒加工平台通过工作台转换机构设于所述机座10，在此，所述工作台转换机构例如可为转动机构或平移机构。

[0329] 所述转动机构例如可包括转动轴和转动驱动单元，所述转动轴轴接于所述硅棒加工平台，所述转动驱动单元驱动所述转动轴转动以带动所述硅棒加工平台转动。

[0330] 所述平移机构例如可包括平移导轨、滑块和平移驱动单元。所述平移导轨铺设于机座上，所述滑块设于所述硅棒加工平台的底部并与所述平移导轨相适配以为硅棒加工平台提供平移导向，所述平移驱动单元用于驱动所述硅棒加工平台沿着所述平移导轨移动以使得硅棒承载结构在切割区和装卸区切换；在其他实施例中，所述平移机构也可采用齿轮传动的方式，具体地，所述平移机构包括平移齿轨和藉由电机驱动的与平移齿轨相适配的转动齿轮，所述平移齿轨设置于所述硅棒加工平台的底部，可例如为具有一定长度的至少一个齿条，为了使得硅棒加工平台平稳的移动，各齿条适配有至少两个间隔设置的转动齿轮，电机驱动转动齿轮转动，以带动位于硅棒加工平台上的硅棒承载结构在切割区和装卸区切换。

[0331] 所述硅棒开方设备可以为例如图17或图18所示实施例的硅棒开方设备，当然，也可为其他类型的硅棒开方设备，例如，所述硅棒开方设备中线切割装置中可设置为单线切割单元；又如，所述硅棒开方设备的线切割装置中线切割单元中的切割线锯为一段，当然，切割线锯也可为两段、三段、四段等，本申请不做限制，对应的，所述硅棒加工平台上的硅棒承载结构的数量可相应变换；再如，所述硅棒开方设备的线切割装置中线切割单元中的每一切割线锯对应的硅棒承载结构数量可以为一个、两个、三个等。

[0332] 所述硅棒开方设备中设有如图23至图29所示实施例中任一项所述的线切割装置，在此，所述硅棒开方设备中切割轮在执行开方作业使得切割线槽磨损后，可藉由所述移位机构在换槽过程中省去对过渡轮换槽及过渡轮的校准，使得换槽过程更为简易；在图23至图29所提供的一些实施例中，所述硅棒开方设备的线切割装置中还可设置有至少一调距机构，基于所述至少一调距机构可调整切割线锯的切割位置以确定对硅棒的切割量，又或所述硅棒开方设备的切割轮在长期切割作业中线槽磨损后，可基于所述至少一调距机构变换切割线的线槽位置，以确保所述硅棒开方设备继续开方作业的加工精度，同时，所述至少一调距机构与所述至少一移位机构协同配合的情形下，所述硅棒开方设备变换切割线槽时无需调整过渡轮中用于缠绕切割线的导向槽，同时换槽后的切割线锯在第二方向位置可保持与换槽前一致即可省去切割线位置校准操作，使得换槽过程被化简。

[0333] 在某些实施方式中，当所述硅棒加工设备为硅棒截断机，所述硅棒截断机中包括机座、硅棒承载装置、以及线切割装置。

[0334] 其中，所述机座具有硅棒加工平台，所述硅棒承载装置设于所述硅棒加工平台上。在此，所述硅棒承载装置例如可用于卧式承载待切割硅棒，所述线切割装置包括：切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切割轮上具有至少两个切割线槽；至少一过渡轮，每一个所述过渡轮具有导线槽；切割线，顺次绕于所述多个切割轮和过渡轮以形成至少一切割线锯；至少一移位机构，用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。所述线切割单元相对于切割架升降运动即可实现对待切割硅棒的进给切割。

[0335] 在某些示例中，所述硅棒截断机的线切割装置中设有多个相平行的线切割单元，所述多个相平行的线切割单元沿切割架升降运动，即可在一次切割中将待切割硅棒截取为多个硅棒截段。基于所述线切割装置的至少一移位机构可调整线切割单元中的至少一切割线锯在切割轮中的切割线槽，即可使得截断作业中被磨损的切割轮在更换切割线槽后继续使用，同时，换槽过程无需调整切割线在过渡轮上的导线槽位置即可实现。

[0336] 在一实施方式中，所述硅棒截断机的线切割装置的设置方式以及硅棒承载装置的形式可参照中国专利CN105196433B公开的布置方式，当然，所述硅棒截断机的线切割装置中包括所述至少一移位机构，用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。

[0337] 在某些示例中，所述硅棒截断机例如为双根硅棒截断设备，在此，所述硅棒截断机的硅棒承载装置中设有第一加工工位与第二加工工位，以分别对应承载第一待切割硅棒与第二待切割硅棒。请参阅图21，显示为所述硅棒截断机的线切割装置在一实施例中的结构示意图。在此示例中，所述线切割支座24设于切割架20上，线切割支座24沿第一方向的两侧分别设置有至少一线切割单元21，位于所述线切割支座24两侧的至少一线切割单元21即可分别对第一加工工位、第二加工工位处的待切割硅棒进行切割。在此，所述线切割支座24的线切割单元21中包括切割轮211、过渡轮212、绕于所述切割轮211的切割线213、以及至少一移位机构；其中，所述切割轮211上具有至少两个切割线槽，所述至少一移位机构用于驱动

所述至少一过渡轮212沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮212中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮211的第一线槽移动至对应于所述切割轮211的第二线槽。基于所述至少一移位机构，所述硅棒截断机的线切割单元中过渡轮212与切割轮211间在第二方向的相对位置可调节，在至少一移位机构驱动下过渡轮的导线槽可对齐至切割轮中的不同切割线槽。在实际场景中，对所述切割轮211进行切割线换槽时无需改变切割线213绕于所述过渡轮212中的导线槽，即可使得换槽前后用于缠绕切割线213的导线槽与切割线槽在第二方向上对齐。

[0338] 在此，所述至少一移位机构的形式还可参照如图23至图29所示实施例中任一项所述的移位机构。

[0339] 在某些实施方式中，所述线切割支座24两侧的线切割单元21还可组成至少一对线切割单元21，例如，将线切割支座24两侧的线切割单元21一一对应的连接形成至少一对线切割单元21，所述一对线切割单元21位于第一方向的同一直线上，在此示例下，基于同一移位机构可驱动一对线切割单元21上的过渡轮212沿第二方向移动，例如当一对线切割单元21的过渡轮212的支架通过连接梁连接在一起；当然，所述一对线切割单元21也可由多个移位机构协同驱动，又或每一过渡轮212由相互独立的移位机构驱动。

[0340] 在此，所述移位机构的具体形式可参照如图23至图29所示实施例中提供的实施方式，在此不再赘述。在某些示例中，所述线切割单元中还可设置如图23至图29所示实施例提供的实施方式中所述的调距机构；在此，所述调距机构与移位机构之间协同配合以执行对切割线锯的位置调整或变换切割线绕于切割轮中的切割线槽的实现方式可参照如图23至图29所示实施例中提供的实现方式。

[0341] 当然，所述硅棒截断机的具体形式不以前述实施例为限制，例如，基于硅棒承载装置上硅棒的摆放位置与切割线锯的位置关系，所述硅棒截断机中每一切割线锯可同时对多根硅棒进行截断切割；又如所述硅棒截断机的线切割装置中仅包括一段切割线锯，所述一段切割线锯用于对单根或多根硅棒进行截断时一次截断作业中被切割的硅棒被分割出一硅棒截段；本申请不做限制，应当说明的是，所述硅棒截断机的线切割装置包括如图23至图29所示实施例中任一实施方式所述的移位机构，以对线切割装置中的过渡轮相对切割轮在第二方向的位置进行调整。

[0342] 在某些实施方式中，所述硅棒加工设备为硅棒切磨一体机。在此，所述硅棒切磨一体机包括机座、硅棒承载装置、线切割装置、以及研磨装置。

[0343] 所述机座具有硅棒加工平台，在所述硅棒切磨一体机中，所述硅棒加工平台可设置为执行不同加工功能的加工区位，例如由切割工位与研磨工位组成；所述硅棒承载装置用于承载待加工硅棒；所述线切割装置包括：切割架，设于所述机座；至少一线切割单元，活动设于所述切割架；所述线切割单元包括：沿第一方向依序设置的多个切割轮，每一个切割轮上具有至少两个切割线槽；至少一过渡轮，每一个所述过渡轮具有导线槽；切割线，顺次绕于所述多个切割轮和过渡轮以形成至少一切割线锯；至少一移位机构，用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动，以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。

[0344] 请参阅图22，显示为本申请的硅棒切磨一体机在一实施例中的结构示意图。在此示例中，如图22所示，所述硅棒切磨一体机包括机座，具有硅棒加工平台；线切割装置，设于

所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒进行第一方向侧面切割以及对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒进行第二方向侧面切割，形成方形的硅棒；研磨装置，设于所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角；硅棒转换装置，设于所述硅棒加工平台上，用于将所述硅棒在第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位上进行转换。

[0345] 在此，所述线切割装置包括：切割架20、线切割支座24、第一切割单元组、以及第二切割单元组，所述第一切割单元组、第二切割单元组用以分别对第一加工区位、第二加工区位上的硅棒进行切割。

[0346] 在本实施例中，由于线切割支座24可供配置第一切割单元和第二切割单元，即，第一切割单元和第二切割单元共用线切割支座24。因此，在本实施例中，一方面，线切割装置中的切割架20和线切割支座24设于第一加工区位和第二加工区位之间的居中位置。另一方面，线切割支座24作了特别的设计。如图22所示，本实施例中的线切割支座24可包括支座主体和位于支座主体相对两旁侧的第一支座侧翼和第二支座侧翼。在某些实施方式中，线切割支座24中的支座主体以与X轴或Y轴呈45°设置，第一支座侧翼与支座主体之间呈145°夹角并以沿Y轴设置，第二支座侧翼与支座主体之间呈145°夹角并以沿X轴设置。

[0347] 在某些实施例中，第一切割单元组可至少包括四个第一切割轮211a与两个第一过渡轮，这四个第一切割轮211a可组合成一对第一切割轮组，即，由沿着X轴相对设置两个第一切割轮211a形成一个第一切割轮组，由沿着Y轴的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组。切割线213依序绕设于第一切割单元组中的各个第一切割轮211a后形成切割线网。于实际的应用中，切割线213依序绕设于第一切割单元组中的四个第一切割轮211a后形成两条切割线锯，这两条切割线锯即沿X轴方向设置并相互平行，构成切割线网。具体地，两条相互平行的切割线锯配合形成沿X轴方向呈“=”字型的第一切割线网；同时所述切割线213在绕于所述第一切割轮组时，绕于所述第一过渡轮以进行切割线213换向或张力调整，在此，所述第一过渡轮与对应的第一切割轮组的切割轮211轮面平行，即，均平行于第一方向。由沿着X轴相对设置两个第一切割轮211a、绕于其中的切割线213以及一个第一过渡轮，即可形成一线切割单元，在此实施例中，所述第一切割单元组中形成两个相互平行的线切割单元21。

[0348] 类似的，所述第二切割单元组可至少包括四个第二切割轮211b及两个第二过渡轮，由沿着Y轴相对设置两个第二切割轮211b成一个第二切割轮组，由沿着X轴的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组；于实际的应用中，切割线213依序绕设于第二切割单元组中的四个第二切割轮211b后形成两条切割线锯，这两条切割线锯即沿Y轴方向设置并相互平行，两条相互平行的切割线锯配合形成沿Y轴方向呈“=”字型的第二切割线网；同时所述切割线213在绕于所述第二切割轮组时，绕于所述第二过渡轮以进行切割线213换向或张力调整，在此，所述第二过渡轮与对应的第二切割轮组的切割轮211轮面平行，即，均平行于第一方向。由沿着Y轴相对设置两个第一切割轮211a、绕于其中的切割线213以及一个第二过渡轮，即可形成一线切割单元，在此实施例中，所述第二切割单元组中形成两个相互平行的线切割单元21。

[0349] 应当说明的是，所述第一方向与第二方向基于线切割单元的载体坐标系定义，因此，当硅棒加工设备(在此示例中为硅棒切磨一体机)中多个线切割单元的方向不同，多个

线切割所分别对应的第一方向在外部空间不是同一方向;对应的,所述第二方向正交于第一方向,因此,由所述至少一移位机构执行的驱动至少一过渡轮的移动方向为相对于所驱动的线切割单元的正交方向。例如,在所述第一切割单元组中,线切割单元与切割线锯沿X轴方向设置,第一切割单元组中所述第一方向为X轴方向,第二方向为Y轴方向;在所述第二切割单元组中,线切割单元与切割线锯沿Y轴方向设置,第二切割单元组中所述第一方向为Y轴方向,第二方向为X轴方向。

[0350] 当然,在第一切割单元组及第二切割单元组中,任一所述线切割单元中切割轮与过渡轮数量可作相应变换,例如,一个线切割单元中切割轮数量还可为三个、四个等,过渡轮数量也可为两个及以上。

[0351] 在某些示例中,所述硅棒转换装置设于所述硅棒加工平台的居中区域,用于将硅棒在所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位之间转换。在一实施方式中,硅棒转换装置旋转设置于所述硅棒加工平台上,硅棒转换装置可进一步包括:输送本体,呈圆盘状、方盘状或其他类似状;设于输送本体上的硅棒定位机构(即硅棒承载装置),用于对硅棒进行定位;转换驱动机构,用于驱动输送本体转动以带动硅棒定位机构所定位的硅棒转换位置。在某些示例中,所述硅棒定位机构还包括一转动结构,用于带动承载于硅棒定位机构上的硅棒沿硅棒轴心转动以调整硅棒的切割面。

[0352] 在此,待切割硅棒被置放定位于硅棒定位机构上后,待切割硅棒在第一加工区位处由线切割装置中的沿X轴方向呈“=”字型的第一切割线网进行切割形成沿X轴方向的两个轴切面;而后,所述转换驱动机构驱动输送本体带动硅棒定位机构将硅棒定位至第二加工区位,由线切割装置中的沿Y轴方向呈“=”字型的第二切割线网进行切割形成沿Y轴方向的两个轴切面,即形成截面为类矩形的已切割硅棒;所述已切割硅棒还可转换至第三加工区位进行后续的研磨作业。

[0353] 在所述硅棒切磨一体机的前述各示例中,所述线切割单元中的每一切割轮具有至少两个切割线槽,在此,所述线切割装置的任一线切割单元中还包括至少一移位机构,用于驱动所述至少一过渡轮沿第二方向移动,以使所述至少一过渡轮中经切割缠绕的当前导线槽在第二方向上从对应于所述切割轮的第一线槽移动至对应于所述切割轮的第二线槽。在此设置下,所述过渡轮可为单导线槽过渡轮,也可为多导线槽过渡轮,基于所述至少一移位机构的驱动作用,切割线绕于所述过渡轮的导线槽位置无需改变,即可实现切割线在切割轮上的换槽。当所述第一切割单元组或第二切割单元组的线切割单元中的切割轮执行开方作业而使得切割线槽被磨损后,通过所述移位机构更换切割线绕于所述切割轮的切割线槽位置即可令切割轮复用,通过所述至少一移位机构,在换槽过程中无需调整切割线与过渡轮的相对位置。在此,所述移位机构的设置方式可参照如图23至图29所示实施例的任一实现方式中所述的移位机构。

[0354] 在所述硅棒研磨一体机中,第一加工区位及第二加工区位处包括两个相平行的线切割单元,在某些示例中,第一加工区位及第二加工区位处还包括至少一调距机构,所述调距机构例如可关联至两个线切割单元的第一线切割单元或第二线切割单元,又或同时关联至第一线切割单元与第二线切割单元,所述调距机构例如可设置为如图23至图29所示实施例的任一实现方式中所述的调距机构,例如藉由丝杆与第一线切割单元或第二线切割单元连接、又如藉由双向丝杆与第一线切割单元及第二线切割单元连接、或如所述调距机构为

伺服电机等，此处不再赘述。

[0355] 当所述至少一调距机构驱动第一线切割单元或/及第二线切割单元中的多个切割轮沿第二方向移动，所述第一线切割单元或/及第二线切割单元例如可为沿第一支座侧翼移动即沿第一切割单元组中的第二方向(Y轴方向)移动；可用以调整所述第一线切割单元或/及第二线切割单元中至少一线割线锯的切割位置、或者变换切割线绕于所述第一线切割单元或/及第二线切割单元中多个切割轮的切割线槽；所述至少一调距机构与线切割单元中的至少一移位机构配合，在无需改变过渡轮中用于缠绕切割线的导线槽的状态下即可实现换槽，同时换槽前后切割线锯在第二方向的位置不变。

[0356] 所述第二切割单元组与第一切割单元组的结构形式类似，主要区别在于在硅棒切磨一体机中布置位置与方向不同；但在第二切割单元组处的所述至少一位移机构以及所述至少一调距机构的结构与功能与第一切割单元组中至少一位移机构及所述至少一调距机构类似，此处不再赘述。

[0357] 应当理解，在某些实施方式中，所述第一加工区位与第二加工区位的位置关系可作变换，例如将第一加工区位与第二加工区位设置为硅棒转换装置载着硅棒转动60°即可实现在两个加工区位间切换，对应的所述第一切割单元组与第二切割单元组中线切割单元的方向也可能改变，在此示例下，所述第一切割单元组与第二切割单元组的线切割单元分别对应的第一方向改变，但在任一切割单元组中线切割单元仍可藉由如图23至图29所示实施例中任一实施方式所述的至少一移位机构实现过渡轮相对切割轮在第二方向的位置调整；在某些实施方式中，所述硅棒切磨一体机中不同加工工位处例如只包括单线切割单元；在某些实施方式中，所述硅棒切磨一体机例如仅设置有一个用于进行切割加工的工位，在一种具体实现方式上，所述切割加工的工位中可设置“=”字型切割线网，在经由切割线网一次升降切割硅棒后由所述硅棒定位机构驱动硅棒转动90°再次进行切割；所述硅棒切磨一体机具有多种变形形式，本申请不做限制。

[0358] 在硅棒开方作业中，硅棒经开方切割后会形成边皮，因此，需先将形成的边皮予以卸载，现有的边皮卸载方式大多还是由操作人员手工操作将边皮脱离于已切割硅棒并将其搬离出硅棒开方设备，不仅效率低下，且在搬运过程中会使得边皮与已切割硅棒发生碰撞而增加已切割硅棒损伤的风险。因此，有必要提出一种硅棒开方设备及应用于硅棒开方设备的边皮卸料装置，使得能够及时的将边皮卸离，提高作业效率。

[0359] 再者，在边皮卸料装置中基于将边皮从切割区转运至边皮卸载区的需要会占据一定的设备空间，通过确定边皮卸料装置的结构和转运路径，边皮卸料装置的设备布局的简易程度、转运效率等也不同，在此，本申请提供了一种边皮卸料装置，所述边皮卸料装置中设置有用于转运边皮的边皮夹持机构，所述边皮夹持机构可通过摆臂转动的方式转运边皮，也可在未转运状态下通过摆臂转动收纳边皮夹持机构，使得边皮卸料装置占据设备空间减小，同时转运路径化简，转运效率提高。

[0360] 在申请提供的各实施例中，提供了一种应用于硅棒开方设备的边皮卸料装置，所述硅棒开方设备包括机座、线切割装置和硅棒承载结构，所述硅棒承载结构用于承载立式置放的硅棒，所述线切割装置包括可升降的线切割支座和设于所述线切割支座上的线切割单元，所述线切割单元中具有切割线锯，所述切割线锯切割硅棒形成已切割硅棒和边皮；所述边皮卸料装置包括：边皮提升单元，用于提升所述边皮以使得所述边皮顶端凸出所述已

切割硅棒;用于进行边皮夹持及转运的边皮夹持单元,所述边皮夹持单元包括:支撑柱,设于所述机座上;第一安装部,设于所述支撑柱上;至少一组边皮夹持机构,通过摆臂连接至所述第一安装部,用于夹持所述边皮并提升所述边皮脱离已切割硅棒,以及受控绕摆臂转轴转动以将所述边皮转运至边皮卸载区。

[0361] 请参阅图30及图31,其中,图30显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中应用于硅棒开方设备中的结构示意图,图31显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的结构示意图。如图所示,所述硅棒开方设备中具有硅棒承载结构11,可用于承载立式置放的硅棒,当线切割装置中切割线锯切割硅棒后,所形成的边皮依靠于自身重力作用与硅棒承载结构11的限位作用继续停留在硅棒承载结构11上并紧靠已切割硅棒,因此需要令切割后形成的边皮与已切割硅棒发生相对位移,通过位移交错形成的凸出部分夹持边皮,后续进行边皮转运,本申请所述的边皮提升单元即用于提升所述边皮以使得所述边皮顶端凸出所述已切割硅棒。

[0362] 在一些示例中,设有所述边皮卸料装置的硅棒开方设备中的硅棒承载结构的承托面为一平面结构,则被切割后形成的边皮可能因没有相应的支撑而存在发生掉落或倾覆等风险;在某些实施例中,所述边皮卸料装置中还包括边皮顶托机构,用于顶托待切割硅棒进行开方切割后所形成的边皮,所述边皮提升单元对藉由边皮顶托机支撑的机构进行提升。应当说明的是,所述边皮顶托机构也可作为硅棒开方设备的组成部分,又或,所述边皮顶托机构并非所述边皮卸料装置或硅棒开方设备中的必要机构。

[0363] 在一实施例中,参阅图32,显示为一实施例中边皮顶托机构的结构示意图,如图所示,所述边皮顶托机构53包括承托件,所述承托件包括连接于硅棒承载结构11其中一侧面的底座531和由底座531向上延伸的顶托部532。所述底座531也可设置为与硅棒承载结构11的侧面相适配的平面板结构、曲面板结构或其他异型结构,本申请不做限制。所述顶托部532设置为位于所述底座531两侧的两个顶柱,所述顶柱延伸的高度与硅棒承载结构11的承载面的高度一致,实际中,所述顶托部532也可采用为由所述底座531向上延伸的顶板或顶杆。当线切割装置对硅棒承载结构11上的待切割硅棒进行开方切割时,承托件即可托住对应的边皮,从而有效防止线切割装置中的切割线段在穿出待切割硅棒时出现崩边的状况,且可避免边皮发生掉落和倾覆。

[0364] 在另一实施例中,所述边皮顶托机构包括活动承托件和锁定控制件。在本实施例中所述活动承托件包括连接于硅棒承载结构其中一侧面的活动底座、由所述活动底座向上延伸的顶托部、以及提供所述顶托部上下运动的动力产生结构。在一实现方式中,所述活动底座可例如为与硅棒承载结构的侧面相适配的平面板结构,但并不以此为限,所述活动底座也可例如为曲面板结构或其他异型结构。所述顶托部为由所述活动底座向上延伸的至少两个顶杆,但并不以此为限,所述顶托部也可例如为由所述活动底座向上延伸的顶板或顶柱。所述动力产生结构包括设于所述活动底座处的两个支脚以及分别套设于两个支脚的两个弹簧,但并不以此为限,所述动力产生结构也可采用例如扭簧、弹片等结构。利用所述弹簧的弹力,可使得所述支脚及相连的所述顶杆能相对于硅棒承载结构作上下运动。在本实施例中所述锁定控制件用于在活动承托件抵靠于待切割硅棒的底部时将活动承托件控制在锁定状态,在一实现方式中,锁定控制件则可例如为电磁锁。在初始状态下,所述顶杆在所述支脚和所述弹簧的作用下凸露于硅棒承载结构的承载面,当将待切割硅棒进行置放

时，所述顶杆在受到待切割硅棒的压制后克服所述弹簧的弹力而向下运动直至于待切割硅棒完全置放于硅棒承载结构的承载面上，此时，作为锁定控制件的电磁锁通电并通过电生磁原理产生的强磁力紧紧地吸附住活动承托件中的活动底座，从而将所述顶杆控制在锁定状态。当线切割装置对硅棒转换装置中对应于切割区的硅棒承载结构所承载的待切割硅棒进行开方切割时，处于锁定状态下的活动承托件即可顶托住对应的边皮，能有效防止线切割单元中的切割线网在穿出待切割硅棒时出现崩边的状况，且可避免边皮发生掉落和倾覆等。

[0365] 所述边皮提升单元与边皮夹持单元即可用于将位于硅棒承载结构上的边皮凸出已切割硅棒并予以转移。

[0366] 在某些示例中，所述边皮提升单元包括可升降运动的顶升件，所述顶升件受控承托所述边皮以提升所述边皮。

[0367] 在一种示例中，所述边皮提升单元通过升降导轨设置于机座上，在切割形成所述边皮后，所述边皮提升单元受控升降至硅棒承载结构底部并从边皮底部提升所述边皮以使得边皮凸出已切割硅棒。

[0368] 在另一示例中，所述边皮提升单元藉由依附于线切割装置中可升降的线切割支座进行升降运动，请参阅图33，显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的边皮提升单元51的结构示意图，所述边皮提升单元51包括设于所述线切割支座上的顶升件511，所述顶升件被一伸缩部件512驱动可做伸缩运动，所述顶升件511受控作伸展运动后托住所述边皮的底部以顶升所述边皮。

[0369] 在一实施例中，所述顶升件511包括抵靠板和承托板，所述抵靠板自所述承托板的底部向上延伸，进一步地，所述抵靠板可为与边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于边皮时，能与边皮的弧形表面充分接触，所述抵靠板与边皮接触的部位为圆滑设计或者在所述抵靠板中要有与边皮接触的内表面增设缓冲垫。所述承托板用于承托住边皮的底部，进一步地，所述承托板可为与边皮的底面相适配弓形板。在其他实施例中，作为承托板的弓形板的弦边还可增设凸块，以增加与边皮的底面的接触面积。

[0370] 在一实施例中，伸缩部件512例如为带有伸缩杆的气缸，其中，所述伸缩杆可通过连接结构与顶升件511中的所述承托板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆以带动顶升件511作伸缩运动。在此，所述顶升件511的伸缩运动包括顶升件511的收缩及伸展运动，在实际场景中，所述顶升件511的收缩运动是为所述气缸驱动所述伸缩杆收缩以带动顶升件511远离边皮，顶升件511的伸展运动具体指的是所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动顶升件511靠近边皮。当然，前述伸缩部件512也可采用其他实现方式，例如，所述伸缩部件512也可例如为带有丝杠的伺服电机，所述丝杠与所述顶升件511相连，由所述伺服电机的驱动所述丝杠转动以带动相连的所述顶升件511作伸缩运动，例如，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件511作收缩运动，及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件511作伸展运动，或者，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件511作伸展运动及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件511作收缩运动。

[0371] 于实际应用中，在初始状态下，所述伸缩杆带动顶升件511处于收缩状态，线切割单元被驱动随着线切割支座下降以使得线切割单元中各个切割线段所形成的切割线对位于切割区的待切割硅棒进行开方切割，直至所述切割线段贯穿待切割硅棒，完成对待切割

硅棒的一次完全切割并形成边皮，此时，边皮提升机构已跟随线切割支座下降至底部，所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动顶升件511靠近边皮直至顶升件511中的抵靠板与边皮接触并实现抵靠，后续，线切割单元被驱动跟随线切割支座上升，边皮提升机构跟随线切割支座上升，带动边皮相对已进行一次切割的硅棒发生上升位移，使得边皮的顶端凸出于待切割硅棒，当边皮的顶端相较于待切割硅棒凸出部分满足设定条件时，则可控制线切割支座停止上升，如此，边皮的顶端即可作为进行抓取的着力部位，使得边皮被抓取卸料，然后，气缸驱动伸缩杆收缩以带动顶升件511回到初始状态的同时控制线切割支座带动线切割单元和边皮提升机构继续上升至待切割硅棒上方以备执行下一次切割作业。

[0372] 在某些示例中，所述边皮提升单元包括可伸缩运动的吸附件，所述吸附件受控作伸展运动后抵靠于所述边皮以提升所述边皮。

[0373] 在一实现方式中，所述边皮提升机构可包括吸附件和驱动所述吸附件作伸缩运动的伸缩部件，所述吸附件受控于所述伸缩部件而抵靠于边皮并吸附住边皮。所述吸附件更可包括抵靠板和吸附元件。所述抵靠板可例如为与所述边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于所述边皮时，能与所述边皮的弧形表面充分接触。所述吸附元件可例如为真空吸盘，多个真空吸盘可布设于所述抵靠板中要与所述边皮接触的接触面上。所述伸缩部件可例如为带有伸缩杆的气缸或是带有丝杠的伺服电机，以带有伸缩杆的气缸为例，所述伸缩杆可通过连接结构与所述顶升件中的抵靠板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆收缩以带动所述抵靠板远离所述边皮，所述气缸可驱动所述伸缩杆伸展以带动所述抵靠板靠近所述边皮并在所述抵靠板与所述边皮接触后由所述吸附元件吸附住所述边皮。后续，线切割支座被驱动上升，所述边皮提升机构和线切割装置跟随线切割支座上升，所述边皮提升机构利用吸附力可带动边皮相对所述已切割硅棒发生上升位移，使得所述边皮的顶端凸出于所述已进行一次切割作业的硅棒。

[0374] 需要说明的是，在一些示例中，所述硅棒开方设备设置有多个切割轮组同时对多个待切割硅棒进行切割，故而在线切割支座上对应于多个切割轮组设置有多个边皮提升机构同时对已进行切割作业的多个硅棒进行边皮卸料。在线切割装置中包括一个线切割单元的情况下，所述线切割装置的一次下压切割形成一个边皮，在线切割支座上对应于每个硅棒承载结构的一对切割轮的上方设有一个边皮提升机构以将切割作业中形成的边皮及时卸料。在线切割装置中设有两个线切割单元的情况下，所述线切割装置的一次下压切割形成两个边皮，在线切割支座上对应于每个硅棒承载结构的上方设有两个边皮提升机构以将切割作业中形成的边皮顶托凸出已切割硅棒以实现对边皮的及时卸料。

[0375] 经由所述边皮提升单元形成所述边皮相对于已切割硅棒的凸出部分后，所述边皮夹持单元基于该凸出部分继续进行对边皮的位移，以夹持所述边皮并将边皮转运至卸载区。

[0376] 请继续参阅图30、图31，如图30所示，所述边皮夹持单元52包括设置于所述硅棒开方设备机座10上的支撑柱521，所述支撑柱521例如为图示的至少一根设置在第一方向的导柱。所述支撑柱521上设置有第一安装部522、以及连接至第一安装部522的边皮夹持机构523。在图示的示例中，所述支撑柱521设置于硅棒开方设备第一方向的中部，以便于减小边皮夹持机构523至边皮的距离，当然，所述支撑柱521设置的位置不以此为限。

[0377] 所述第一安装部522设置于所述支撑柱521上，所述第一安装部522可作为边皮夹

持机构523与所述支撑柱521的转接部分，在一些示例中，所述第一安装部522例如为活动设置或固定设置于所述支撑柱521的承载块体。

[0378] 所述至少一组边皮夹持机构523通过摆臂524连接至所述第一安装部522。在某些示例中，所述第一安装部522固定于在所述支撑柱521的预设高度，所述预设高度例如为支撑柱521顶部以确保连接至所述第一安装部522的边皮夹持机构523在夹持所述边皮后可将边皮提升脱离已切割硅棒。

[0379] 在另一些示例中，所述边皮卸料装置还包括第一升降驱动装置(未予以图示)，用于驱动所述第一安装部522升降活动于所述支撑柱521。在此，基于所述第一升降驱动装置控制第一安装部522沿支撑柱521运动，即可带动连接至第一安装部522的边皮夹持机构523在空间升降运动，所述边皮夹持机构523可藉由此实现对边皮的夹持及提升，例如，当切割形成边皮后，所述第一升降驱动装置带动第一安装部522下降以致所述边皮夹持机构523接触并夹持由被提升凸出已切割硅棒的边皮，第一升降驱动装置进而可带动夹持态下的边皮夹持机构523上升使得边皮脱离已切割硅棒。

[0380] 所述边皮夹持机构523为用于进行边皮夹持与转运的部件，所述至少一组边皮夹持机构523通过摆臂524连接至所述第一安装部522，其中，所述摆臂524具有近端及远端，所述摆臂524近端设于第一安装部522，边皮夹持机构523设于摆臂524远端也即延伸端。

[0381] 所述边皮夹持机构523受控绕摆臂转轴525转动，在某些示例中，所述一组边皮夹持机构523即为共用于同一摆臂转轴525的不同摆臂524延伸端分别设置的边皮夹持机构523，如图30所示，所述一组边皮夹持机构523中包括两个边皮夹持机构523，每一个边皮夹持机构523设于一摆臂524延伸端，且一组边皮夹持机构523中的不同摆臂524近端连接至同一摆臂转轴525。在此，对应于所述一组边皮夹持机构523的摆臂转轴525连接的不同摆臂524之间可为等长(呈如图30所示的示例)，当然，也可设置为不等长；在实际场景中，不同摆臂524之间的夹角、摆臂524长度以及摆臂转轴525位置可基于硅棒承载结构11的位置确定，在此，所述边皮在水平面上的位置由硅棒承载结构11与切割线锯位置确定，应当理解，一个边皮夹持机构523可用于夹持一硅棒承载结构11上的硅棒被切割后形成的边皮，当所述一组边皮夹持机构523中包括多个边皮夹持机构523，每一边皮夹持机构523对应于一个硅棒承载结构11上的硅棒，即可基于硅棒承载结构11位置(或立式置放的硅棒的位置)确定摆臂转轴525位置、不同摆臂524长度及摆臂524间夹角，例如，基于第一安装部预先设定提升边皮时摆臂转轴525位置，基于摆臂转轴525位置与不同硅棒承载结构11的连线确定各摆臂524长度与摆臂524间的角度。

[0382] 例如，如图30所示的示例，基于硅棒开方设备上硅棒承载结构11为等间距设置，每一组边皮夹持机构523对两个硅棒承载结构11上的已切割硅棒形成的边皮进行夹持转运，在将边皮从硅棒承载结构11上开始提升时摆臂转轴525处于两个硅棒承载结构11的中垂面上，对应的连接摆臂转轴525的两个摆臂524等长。

[0383] 在某些示例中，所述至少一组边皮夹持机构中的每一组边皮夹持机构中包括至少一个边皮夹持机构，即，所述硅棒卸料装置中包括的边皮夹持机构可以为一组、两组、三组、四组等；其中，一组边皮夹持机构中边皮夹持机构的数量可以为一个、两个、三个等。

[0384] 在如图30所示的示例中，位于线切割装置下方的切割区内设有四个硅棒承载结构，每一组边皮夹持机构包括两个边皮夹持机构，分属位于第一安装部两侧的一组边皮夹

持机构分别对视图中机座左侧、右侧的各两个硅棒承载结构上的已切割硅棒进行边皮卸除。在一些示例中，所述支撑柱可设置于机座长度方向的中点，也即所述第一安装部在水平面上的投影位于机座中部，相对两侧的一组边皮夹持机构可呈对称设置，应当理解，基于硅棒开方设备硅棒承载结构的对称结构，在此设置下可减小设备占据空间。

[0385] 在某些示例中，所述摆臂转轴525还包括转动驱动装置(未予以图示)，用于驱动连接于所述摆臂转轴525的摆臂延伸端的所述边皮夹持机构523在夹持所述边皮并驱动边皮脱离已切割硅棒后转动预设角度，以将所述边皮转运至边皮卸载区。在一种实现方式中，所述摆臂转轴525连接于一驱动电机的动力输出轴，由所述驱动电机控制摆臂转轴525转动，以此带动连接于所述摆臂转轴525的摆臂转动一定角度，摆臂延伸端的边皮夹持机构523即通过顺延转动形成的弧形路径转移至边皮卸载区。

[0386] 所述边皮夹持机构523可绕摆臂转轴525转动，通过机座10上方的空间，在无需进行边皮转运时例如在硅棒开方设备处于停息状态时，可基于转动摆臂转轴525将边皮夹持机构523收纳至机座10上方，即可用于减省设备空间；再者，所述边皮夹持机构523具有基于摆臂转轴525转动的转动自由度，相比于直线路径，通过弧线路径进行边皮转运可减小转运距离，以此增加边皮的转运效率。

[0387] 在某些示例中，当所述第一安装部522相对两侧设有摆臂转轴525，两侧的摆臂转轴525在边皮转运状态下旋向相反，例如，在图30所述状态下，第一安装部522两侧的边皮夹持机构523在水平面上的投影位于硅棒承载结构11上，视图中左侧的一组边皮夹持机构523在转运中绕摆臂转轴525转动的方向如图30中左侧箭头所示，在一定角度范围内顺应转动方向，边皮夹持机构523远离机座；对应的，视图中右侧的一组边皮夹持机构523在转运中绕摆臂转轴525转动的方向如图30中右侧箭头所示，在一定角度范围内顺应转动方向，边皮夹持机构523远离机座。当然，第一安装部522两侧的边皮夹持机构523可相对独立的转动，例如每一组边皮夹持机构523分别配置有对应于摆臂转轴525的转动驱动装置，所述边皮夹持机构523绕对应的摆臂转轴525旋转的方向并不以此为限制，在此说明的方式包括：基于摆臂转轴525的位置，令摆臂转轴525对应的边皮夹持机构523在转运边皮时其旋转方向为远离第一安装部522(或支撑柱)的方向。

[0388] 在某些实施方式中，所述第一安装部还包括提供至少一个方向移动的至少一个移动机构，用于设置所述摆臂转轴。

[0389] 在此，连接于所述摆臂转轴的摆臂及摆臂延伸端的边皮夹持机构即可跟随所述摆臂转轴，沿所述至少一个移动机构提供的至少一个方向移动。由此，即可增加所述边皮夹持机构移动自由度以延展移动范围，以确使所述边皮夹持机构的移动范围可将边皮转运至卸载区；同时，所述第一安装部及其所包括的至少一个移动机构位于机座上方，可用于节省设备空间。

[0390] 在某些示例中，所述第一安装部的相对两侧分别通过一摆臂转轴设有一组边皮夹持机构。如图30或图31所示，所述第一安装部522的两侧分别设置有一移动机构5221，图示实施例显示为直线运动机构，所述直线运动机构中包括直线导轨52211，所述直线导轨52211沿硅棒开方设备的宽度方向设置，所述摆臂转轴525沿直线导轨52211移动即可带动其对应的一组边皮夹持机构远离或靠近硅棒承载结构11。在某些示例中，所述移动机构5221处还包括设于所述摆臂转轴525的移动驱动装置例如行进电机，所述行进电机例如可

通过行进丝杠连接于直线导轨52211，以藉由行进电机带动摆臂转轴525沿所述直线导轨52211移动。

[0391] 在一实施例中，如图31所示，所述移动机构5221包括直线导轨52211及移动驱动装置，其中，所述移动驱动装置包括沿直线导轨52211方向布置的伸缩杆52212及驱动源。在此示例中，所述直线导轨52211设于所述第一安装部522并沿机座的宽度方向布置；所述伸缩杆52212与所述直线导轨52211共线设置，伸缩杆52212具有远端及近端，其中，伸缩杆52212近端连接至所述驱动源，伸缩杆52212远端连接至所述摆臂转轴525，在所述驱动源驱动下伸缩杆52212远端沿伸缩杆52212轴向运动以带动所述摆臂转轴525沿直线导轨52211移动。

[0392] 在其他可实现方式中，所述伸缩杆也可替换为与摆臂转轴螺纹连接的丝杆，在驱动源作用下丝杆沿丝杆轴转动以在摆臂转轴处转化为沿丝杆轴向的直线运动；又或，所述摆臂转轴由伺服电机驱动沿直线导轨运动，本申请不做限制。

[0393] 在某些示例中，所述至少一组边皮夹持机构中的每一边皮夹持机构包括：夹持组件，用于夹持或释放所述边皮的顶端；第二升降驱动结构，用于驱动夹持组件升降运动。

[0394] 请继续参阅图31，如图所示，所述边皮夹持机构523包括第二升降驱动结构5232和以及设置在第二升降驱动结构5232底部的夹持组件5231。在实施例中，所述第二升降驱动结构5232用于驱动夹持组件5231作升降运动，所述第二升降驱动结构5232可例如为带有升降杆的升降气缸，所述升降杆与夹持组件5231相连，利用升降气缸可控制所述升降杆伸缩以带动夹持组件5231作升降运动，但并不以此为限。例如所述第二升降驱动结构5232还可为藉由电机驱动的丝杆组件，所述丝杆组件与夹持组件5231相连，利用电机驱动丝杆组件升降以带动夹持组件5231作升降运动。

[0395] 所述夹持组件即用于进行边皮夹持的部位，在某些示例中，所述夹持组件包括罩体以及可伸缩的夹持件。所述罩体用于罩设于边皮，所述可伸缩的夹持件设于所述罩体内部，所述夹持件与所述罩体主体之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。

[0396] 请结合参阅图34和图35，其中，图34显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中的夹持组件的结构示意图，图35显示为本申请的边皮卸料装置的夹持组件在一实施例中的剖面示意图。如图所示，所述夹持组件5231包括罩体52311和可伸缩的夹持件52312，所述可伸缩的夹持件52312设于所述罩体52311内部，所述夹持件52312与所述罩体52311之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。在实施例中，所述罩体52311用于罩设于边皮，所述罩体52311的可罩入尺寸要略大于待切割硅棒的截面圆，所述罩体52311设置为封闭或者非封闭的圆形罩，但并不以此为限。

[0397] 在某些示例中，所述罩体52311主体顶部具有开口，以供所述边皮被提升至凸出所述罩体52311，应当理解，当所述边皮凸出罩体52311，配合于罩体52311进行夹持的夹持件52312与边皮的接触面积即达到最大，可用于确保夹持组件5231夹持边皮的稳定性。

[0398] 在某些示例中，所述罩体52311内壁设置有尼龙齿形条523111，用于接触所夹持的边皮，使得边皮外侧与罩体52311接触的摩擦力增大，以便于进行边皮的提升。

[0399] 所述夹持组件的结构并不以此为限，在其他实施例中，所述夹持组件包括弧形板和可伸缩的夹持件，所述夹持件与所述弧形板之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。

[0400] 在某些示例中，所述夹持件为由一气缸控制的活动压块，所述活动压块通过一旋转臂与所述气缸连接。

[0401] 在某些示例中，所述旋转臂具有第一转轴、第一悬臂、以及位于第一悬臂中间的第一连接部，其中，所述第一悬臂近端连接所述第一转轴，所述第一悬臂远端连接活动压块，所述第一连接部连接所述气缸的活塞杆。

[0402] 在一实施例中，如图35所示，所述罩体52311内部设置有一用于承载所述夹持件的基座523112，所述基座523112承载所述夹持件探入已切割硅棒与边皮之间的凹陷区，所述气缸52324固定于基座523112的侧壁上且具有活塞杆，所述旋转臂的第一转轴52322与一固定于基座523112底部的支撑座相铰接以使得第二悬臂能够以所述绕第一转轴52322转动，同时所述第一转轴52322设于所述第一悬臂52321的近端，所述活动压块523121与第一悬臂52321的远端固定相连，位于所述第一悬臂52321近端与远端中间的第一连接部52323与所述气缸52324的活塞杆相铰接，气缸52324推动活塞杆伸缩运动以带动第一悬臂52321绕第一转轴52322转动，即在此，以第一转轴52322为支点，气缸52324的活塞杆为力的作用点，以第一悬臂52321受力杠杆，即可带动第一悬臂52321远端的活动压块523121运动，第一悬臂52321在绕第一转轴52322转动的过程中第一悬臂52321远端的活动压块523121靠近或远离罩体52311，即可调整活动压块523121与罩体52311之间的夹持空间。

[0403] 应当理解，仅需第一悬臂52321形成具有支点的杠杆，第一悬臂52321远端连接的活动压块523121即可由第一悬臂52321的转动远离或靠近罩体52311，在图35所实示例中，设置为第一悬臂52321的受力作用点的第一转轴52322位于悬臂近端，作为传动气缸活塞杆运动受力点的第一连接部52323设于第一悬臂52321中间，在图35的示例中，当气缸活塞杆收缩，第一悬臂52321近端受到向上提升的力，第一悬臂52321远端向上运动并使得活动压块523121远离罩体52311从而增加夹持空间，在此状态下即可释放所夹持的边皮。在需要夹持边皮时，气缸52324驱动活塞杆伸展从而带动第一悬臂52321近端绕第一转轴52322向下运动，第一悬臂52321近端绕第一转轴52322下降而带动活动压块523121靠近所述罩体52311并至抵靠边皮，气缸活塞杆保持伸展即可将边皮维持于被夹持状态。

[0404] 在某些示例中，所述第一连接部也可连接至电机驱动的丝杠组件或伸缩杆，由此带动第一悬臂绕第一转轴转动从而实现活动压块对边皮的压紧或释放。

[0405] 在一些实施方式中，所述旋转臂具有第二悬臂、第二连接部、以及位于第二悬臂中间的第二转轴，其中，所述第二连接部设于所述第二悬臂近端并连接所述气缸的活塞杆，所述第二悬臂远端连接所述活动压块。

[0406] 请参阅图36，显示为所述夹持组件在另一实施例中的剖面结构示意图。如图所示，所述罩体52311内部设置有一用于承载所述夹持件52312的基座523112，所述基座523112承载所述夹持件52312探入已切割硅棒与边皮之间的凹陷区，所述气缸52334固定于基座523112的侧壁上且具有活塞杆，所述旋转臂的第二转轴52332与一固定于基座523112底部的支撑座相铰接以使得第二悬臂52331能够以所述绕第二转轴52332转动，所述活动压块523121与第二悬臂52331的远端固定相连，所述旋转臂的第二悬臂52331近端与所述气缸52334的活塞杆相铰接，气缸52334推动活塞杆作伸缩以带动第二悬臂52331绕第二转轴52332转动，即在此，第二悬臂52331的受力杠杆中以第二转轴52332为支点，气缸52334的活塞杆为力的作用点，即可带动第二悬臂52331远端的活动压块523121运动，第二悬臂52331在绕第二转轴52332转动的过程中第二悬臂52331远端的活动压块523121靠近或远离罩体52311，即可调整活动压块523121与罩体52311之间的夹持空间。

[0407] 应当理解，仅需第二悬臂52331形成具有支点的杠杆，第二悬臂52331远端连接的活动压块523121即可由第二悬臂52331的转动远离或靠近罩体52311，在图36所实示例中，设置为第二悬臂52331的受力作用点的连接气缸活塞杆的第二连接部52333位于悬臂近端，作为转动支点的第二转轴52332设于悬臂中间，在图示中，当气缸活塞杆收缩，第二悬臂52331近端受到向上提升的力，第二悬臂52331远端向下运动并使得活动压块523121靠近罩体52311从而将边皮抵靠压紧至罩体52311上(如图36中的箭头方向)。在需要释放边皮时，气缸52334驱动活塞杆伸展从而带动第二悬臂52331近端绕第二转轴52332向下运动，第二悬臂52331近端绕第二转轴52332上升而带动活动压块523121远离所述罩体52311即回到初始状态，增大了活动压块523121与罩体52311之间的夹持空间以便于释放边皮。

[0408] 在此，应当理解，基于所述气缸活塞杆连接至第二连接部52333的方向，气缸活塞杆的收缩与伸展运动对应于活动压块523121释放或压紧边皮的状态不同，例如，图36所示实施例中气缸活塞杆连接于第二悬臂52331近端上方，通过活塞杆收缩以带动活动压块523121压紧边皮；在另一些示例中，当所述气缸活塞杆连接至第二悬臂52331近端下方，气缸活塞杆伸展以向上顶升第二悬臂52331近端向上转动，从而使得活动压块523121在向下运动过程中靠近并压紧边皮。

[0409] 在某些示例中，所述第二连接部也可连接至电机驱动的丝杠组件或伸缩杆，由此带动第二悬臂绕第二转轴转动从而实现活动压块对边皮的压紧或释放。

[0410] 需要说明的是，所述边皮夹持机构中夹持件的数量可基于硅棒开方设备中线切割装置的形式作相应变换，例如，当所述硅棒开方设备的线切割装置中具有单线切割单元，基于所述单线切割单元中形成的切割线锯对待切割硅棒进行切割作业需要执行四次单轴面切割步骤，在这种实施方式中，所述夹持件的数量设置为一个。执行第一次单轴面切割，形成一个边皮，利用一个夹持件将该边皮夹持住并再通过第一升降驱动结构、第二升降驱动结构、移位机构、以及摆臂转轴中的一个或多个将所述边皮予以转送出去，再调整待切割硅棒的切割面(例如令所述硅棒承载结构绕硅棒轴心转动90度)，执行第二次单轴面切割，再次形成一个边皮，重复进行前述夹持及转运，在此不做赘述。在另一些实施方式中，各线切割装置中包括两个线切割单元，两个线切割单元中形成相对平行的切割线锯，在一次切割作业中切割形成两个平行轴面，在这种实施方式中，所述夹持件设置为相对设置的两个。执行第一次两个平行轴面的切割，形成两个边皮，利用两个夹持件将对应位置上形成的两个边皮夹持并转运至卸料区，再调整待切割硅棒的切割面(例如令所述硅棒承载结构绕硅棒轴心转动90度)，执行第二次切割形成两个平行轴面并形成两个边皮，再次利用两个夹持件将对应位置上形成的两个边皮夹持住夹持并转送出去。

[0411] 在一些示例中，为了避免活动压块在长期夹持中与边皮接触，互相产生磨损和伤害，在一些实施例中，所述活动压块设有用于与所述边皮接触的缓冲垫。所述缓冲垫例如采用具有弹性的橡胶材料制成，或者硅胶或由其他具有弹性形变、阻尼特性或缓冲特性的材料制成，以防止夹持转运中所述边皮的表面被划伤或磕碰碎裂。

[0412] 在某些示例中，所述边皮卸料装置还包括边皮筒，设于所述边皮卸载区。在一些实现方式中，所述边皮筒的桶口可设计较大或呈喇叭口，便于边皮无障碍地置入，且，所述边皮筒的桶臂的高度也较高，可确保置入的边皮不会发生倾覆等。如此，由所述夹持转运单元将边皮由切割区移动至所述边皮筒，而后可由操作人员将边皮从所述边皮筒内取出。

[0413] 为便于对本申请的边皮卸料装置所执行的边皮夹持转运过程的理解，请参阅图37a至图37e，显示为本申请的边皮卸料装置在一实施例中于硅棒开方设备中执行边皮转运的不同状态示意图。

[0414] 在此，所述边皮夹持机构通过摆臂绕摆臂转轴转动预设角度后将边皮转运至边皮卸载区，所述预设角度可基于边皮卸载区的位置确定，如图37a至图37e所示，在进行边皮夹持及转运的实际场景中，当切割形成边皮后，边皮夹持机构523顺应第一安装部522由第一驱动装置驱动下降至硅棒端面(呈如图37a所示状态)，藉由边皮提升单元将边皮凸出硅棒端面，边皮夹持机构523由此可夹持边皮，夹持组件中的活动压块将边皮抵靠至罩体或弧形板，而后由第一驱动装置带动连接至安装部的各边皮夹持机构523上升(呈如图37b所示状态)以将边皮提升并脱离已切割硅棒；所述转动驱动装置驱动边皮夹持机构523转动预设角度，在此，如图37c所示，所述第一安装部522两侧分别设有一组边皮夹持机构523，其中每一组边皮夹持机构523在其对应的转动驱动装置驱动下向远离第一安装部522的方向旋转120°，以达所述边皮卸载区上方，而后所述边皮夹持机构523跟随第一安装部522由第一升降驱动装置驱动下降，夹持组件中活动压块远离边皮增加夹持空间，将所夹持的边皮放置在边皮卸载区的边皮收集装置例如所述边皮筒(呈如图37d所示状态)，在边皮卸载完成后，所述边皮夹持机构523顺应第一安装部522被驱动上升，并转动一定角度回到等待位置(呈如图37e所示状态)；当切割形成新的边皮后，重复前述转运过程，即可再次进行边皮卸载。当然，应当理解，前述过程中所述边皮夹持机构523的上升及下降还可由第二升降驱动结构驱动，又或同时由第一升降驱动装置和第二升降驱动结构驱动。

[0415] 在一实施例中，所述边皮卸料装置包括边皮输送结构，所述边皮输送结构设置在所述边皮卸载区，用于将经边皮夹持机构运转过来的边皮进行输送，在一种实现方式中，所述边皮输送结构可例如为输送带。应当理解的是，所述边皮卸载区为硅棒开方设备中边皮卸载的区域，具体地，所述边皮卸载区为边皮夹持机构将边皮运离切割区后其下方所对应的区域。在实际操作中，由边皮夹持机构将边皮由切割区移送至边皮卸载区，边皮夹持机构中的夹持组件松开以将边皮释放至作为边皮输送结构的输送带上，由所述输送带将边皮输送出去。

[0416] 当然，对待切割硅棒进行切割后形成的边皮予以卸料并不限于此。例如，在其他实施方式中，所述边皮卸料装置可同时包括边皮筒和边皮输送结构，其中，所述边皮输送结构可例如为输送带，所述边皮筒邻设于所述输送带的起始端(例如，所述边皮筒位于所述输送带的起始端的旁侧或直接位于所述输送带的起始端的上方等)。其中，所述边皮筒的桶口可设计较大或呈喇叭口，便于边皮无障碍地置入，且，所述边皮筒的桶臂的高度也较高，可确保置入的边皮不会发生倾覆等。于实际的应用中，所述边皮筒更可为可翻转设计，通过翻转所述边皮筒，使得所述边皮筒内的各个边皮顺畅地转移至所述输送带上。例如，所述边皮筒的底部设有翻转驱动机构，所述翻转驱动机构可包括翻转板、转轴及翻转驱动源(例如翻转电机或翻转气缸等)。如此，由所述边皮夹持机构将边皮由切割区移送至所述边皮筒内后，所述边皮筒翻转带动筒内的边皮转移至所述输送带上，由所述输送带将边皮输送出去。

[0417] 在此，本申请提供了一种用于硅棒开方设备的边皮卸料装置，所述边皮卸料装置在闲置状态可收纳于硅棒开方设备机座上方的空间内以节省硅棒开方设备整体占据的设备空间，在边皮夹持转运状态下边皮夹持机构可通过摆臂绕摆臂转轴旋转以将所夹持的边

皮转运至边皮卸载区，由此缩短转运路径，同时，所述边皮卸载装置中可设置多组边皮夹持机构与硅棒开方设备的硅棒承载结构一一对应，以提高边皮夹持转运的效率，缩减时间成本。

[0418] 本申请还提供了一种硅棒开方设备，包括机座；硅棒承载结构，用于承载立式置放的硅棒；以及线切割装置，设置在至少两个硅棒承载结构的上方，包括多个切割轮以及绕于所述多个切割轮形成有至少一条切割线锯的切割线；如图30至图37e所示实施中任一实施方式所述的边皮卸料装置。

[0419] 所述机座设置为本申请硅棒开方设备的主体部件，用于提供开方作业平台，较佳地，所述机座的体积和重量均较大以提供更大的安装面以及更牢固的整机稳固度。

[0420] 所述硅棒承载结构用于承载立式置放的硅棒，各所述硅棒承载结构具有转动机构，所述转动机构用于带动置放于硅棒承载结构上的硅棒进行转动以调整待切割面。在一示例性实施例中，所述转动机构设置为位于硅棒承载结构底部的旋转转盘，该旋转转盘受控于一驱动装置(未予以图示)，所述驱动装置可例如为驱动旋转转盘转动的伺服电机，但并不以此为限。在一可选实施例中，所述转动机构可采用升降式设计，即，硅棒承载结构底部的旋转转盘受控后可作伸缩动作以带动硅棒承载结构作升降运动，从而调整硅棒承载结构上待切割硅棒的高度。

[0421] 所述线切割装置包括切割架及架设于所述切割架的可升降的线切割支座，所述线切割支座上设置多个切割轮以及绕于所述多个切割轮形成有至少一条切割线锯的切割线，在线切割支座升降运动时带动切割线锯对设于硅棒承载结构上的硅棒升降进给以进行对硅棒的切割。

[0422] 所述硅棒开方设备中边皮卸料装置与线切割装置可配合运作，在线切割装置切割硅棒形成边皮后由边皮卸料装置将边皮提升凸出已切割硅棒并予以夹持转运，其中，边皮卸料装置中的边皮夹持机构可通过摆臂绕摆臂转轴旋转以将所夹持的边皮转运至边皮卸载区，由此缩短转运路径，同时，所述边皮卸载装置中可设置多组边皮夹持机构与硅棒开方设备的硅棒承载结构一一对应，以提高边皮夹持转运的效率，缩减时间成本，边皮被转运置放后将已切割硅棒予以卸载，所述硅棒开方设备即可继续进行待切割硅棒的开方作业，开方流程中边皮转运借助边皮卸料装置完成使得自动化程度提高，减小了人工成本并提升了加工效率。

[0423] 上述实施例仅例示性说明本申请的原理及其功效，而非用于限制本申请。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本申请的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本申请所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本申请的权利要求所涵盖。

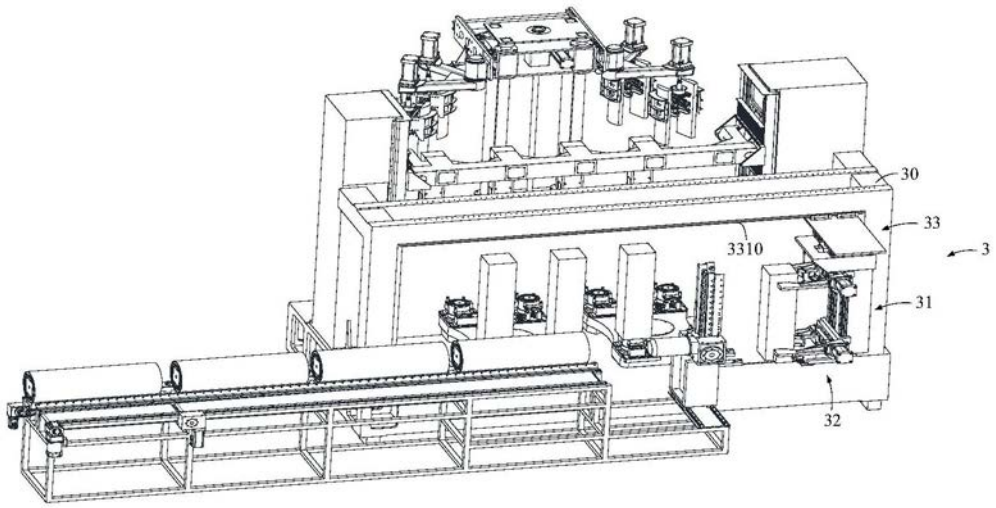


图1

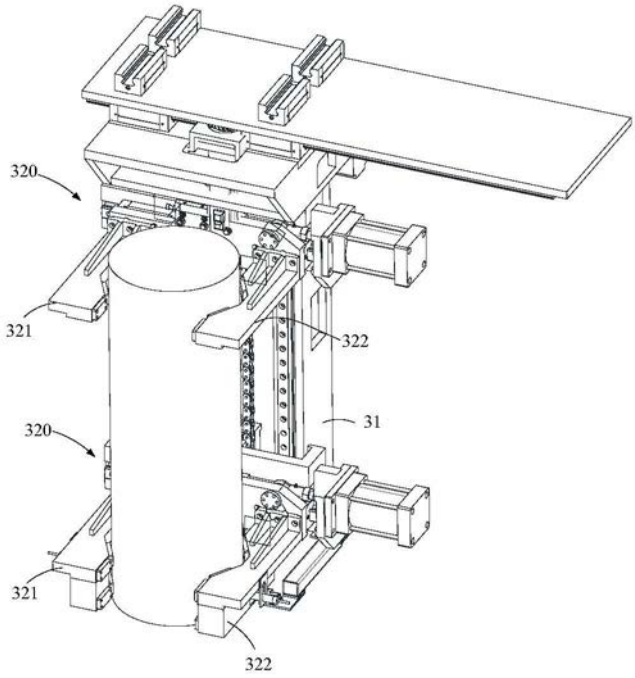


图2a

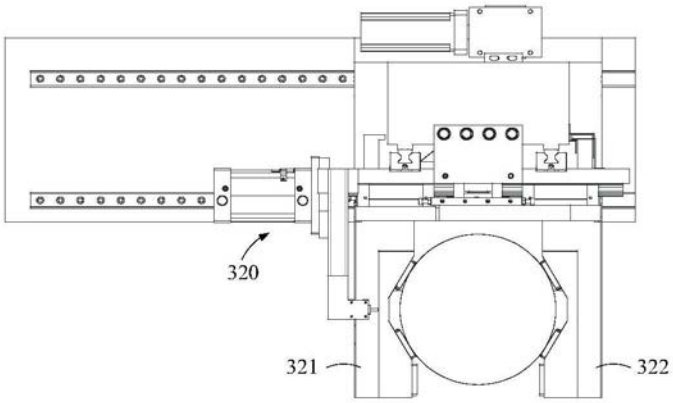


图2b

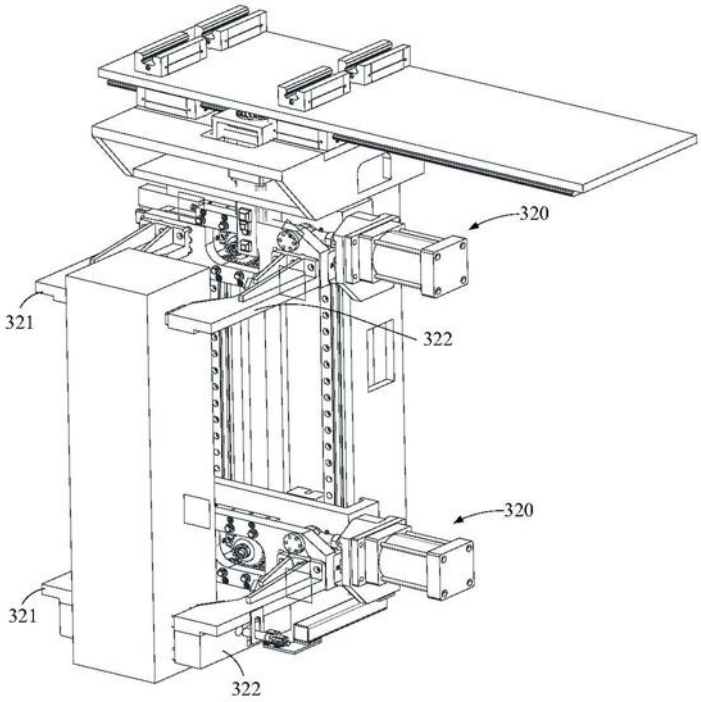


图3a

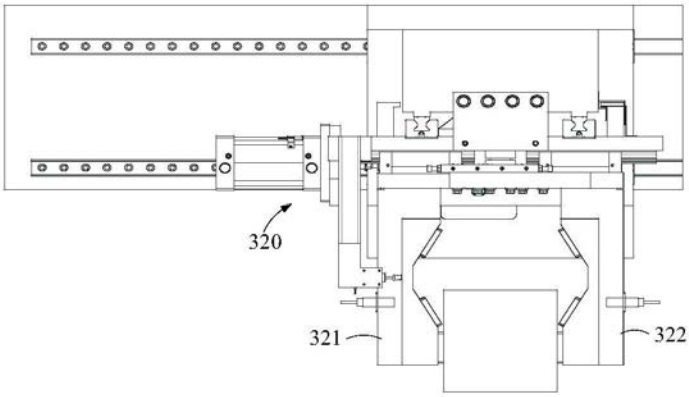


图3b

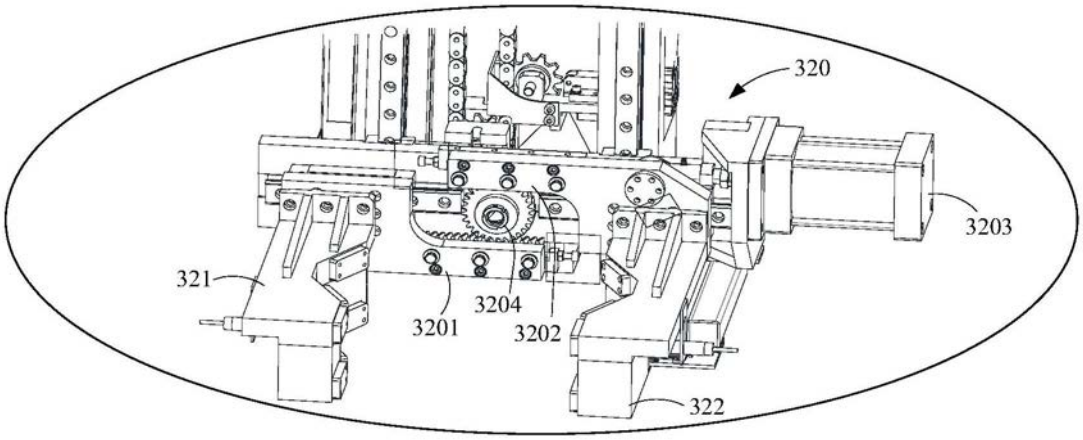


图4

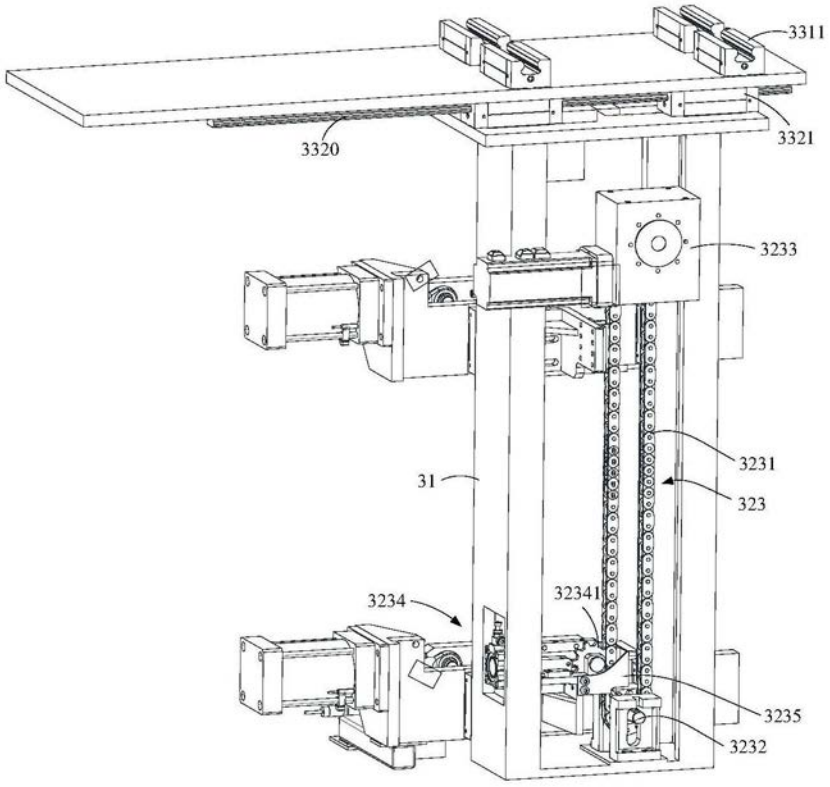

3311
3320
3321
3233
31
3231
323
3234
32341
3235
3232

图5

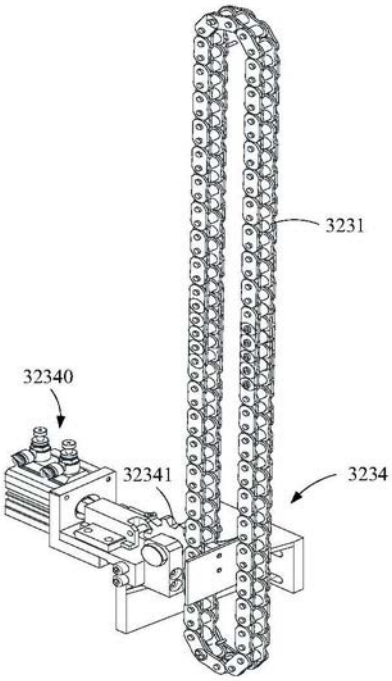

3231
32340
32341
3234

图6

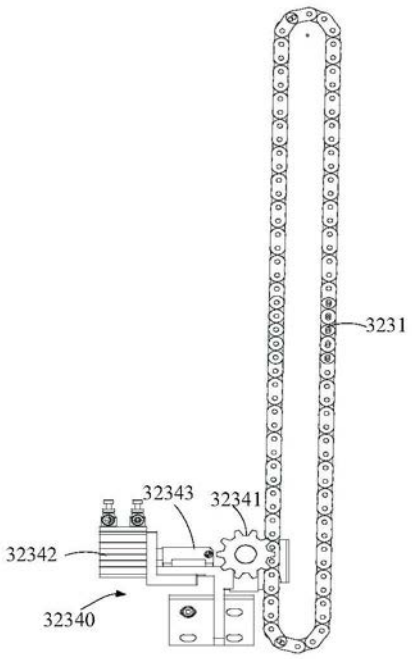


图7a

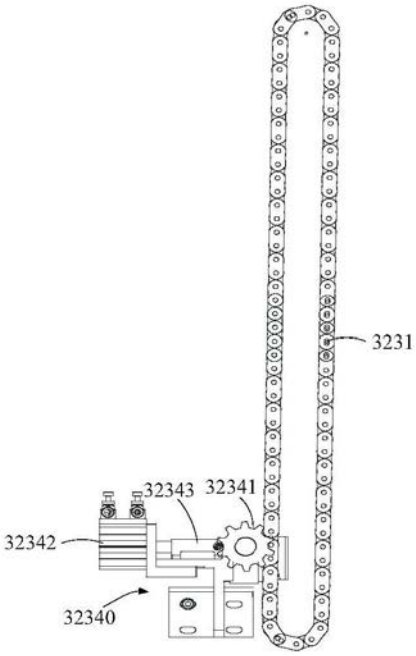


图7b

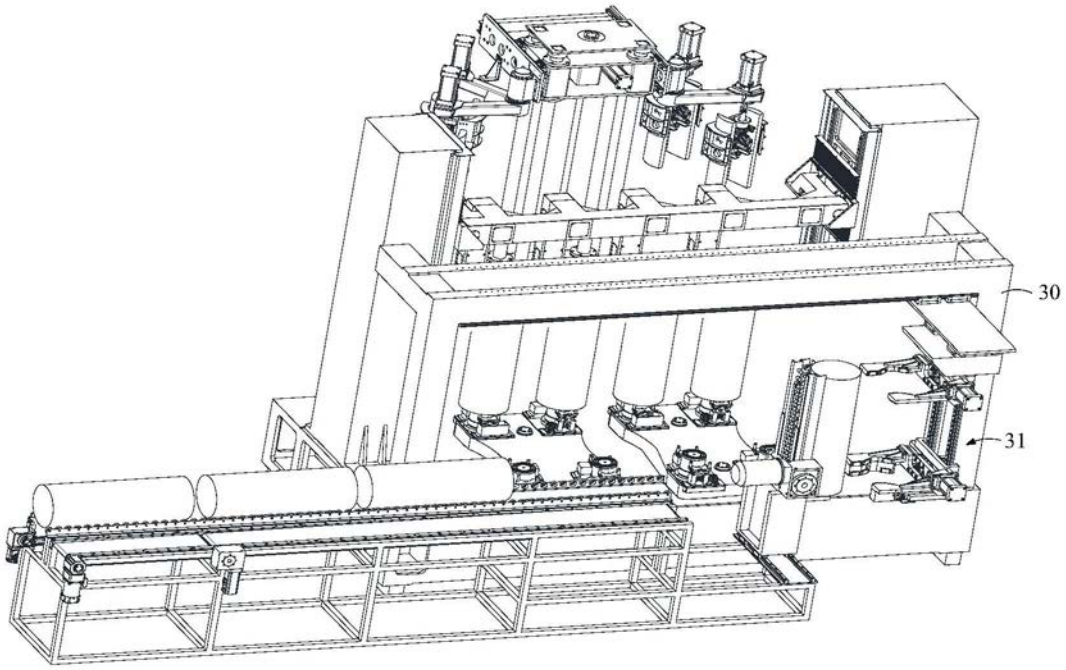


图8a

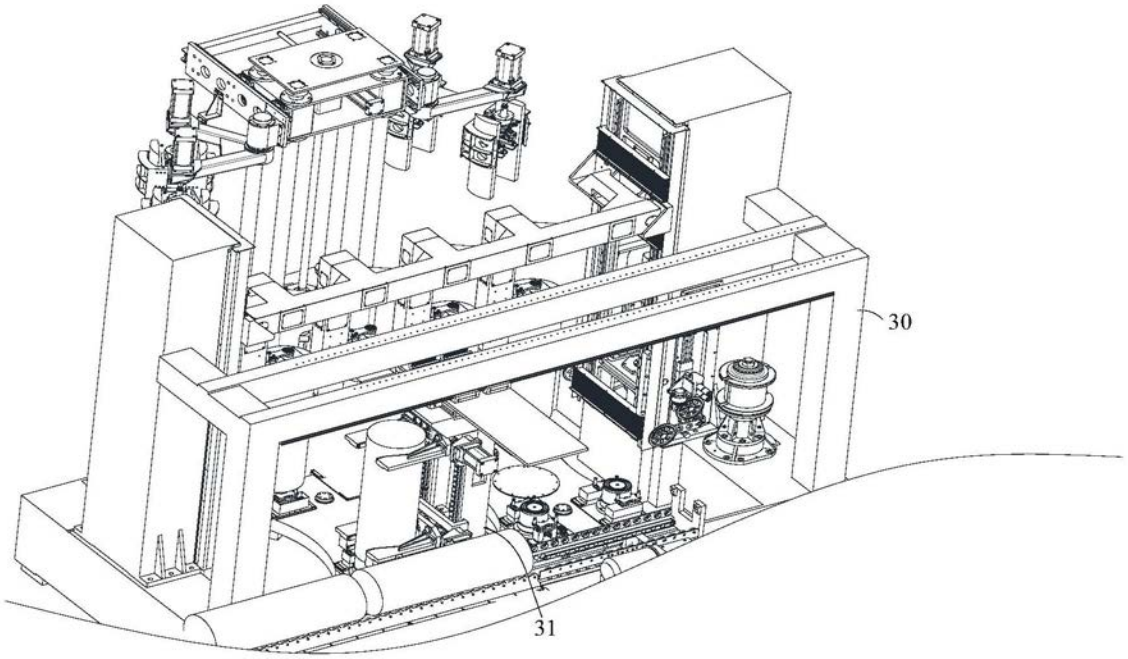


图8b

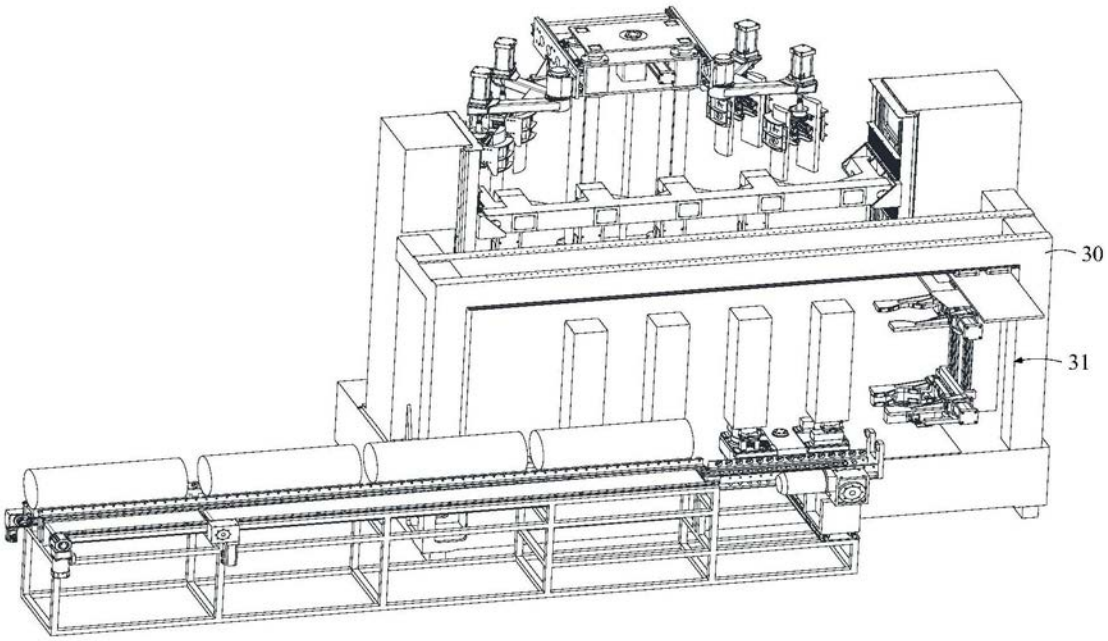


图8c

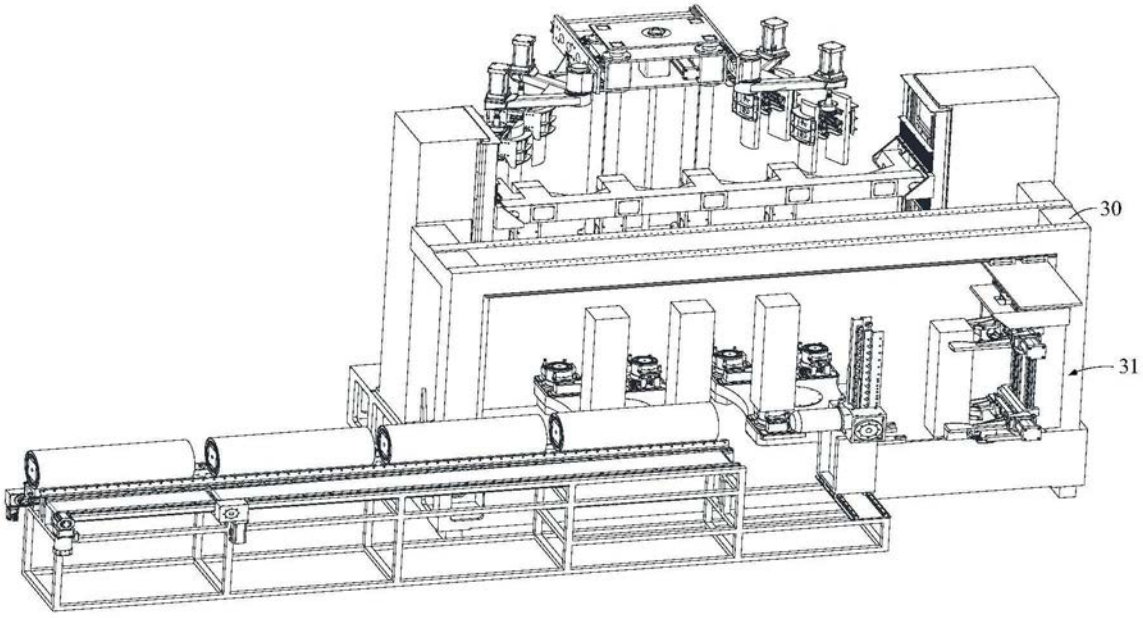


图8d

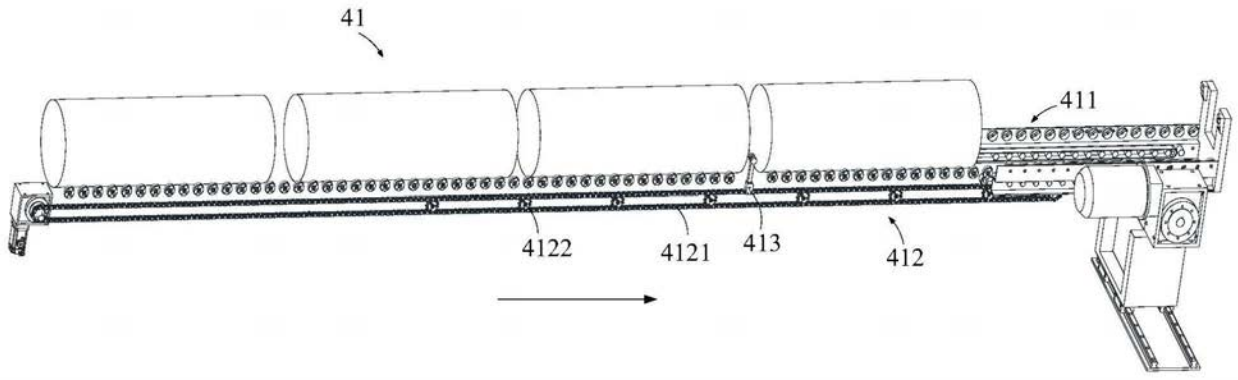


图9

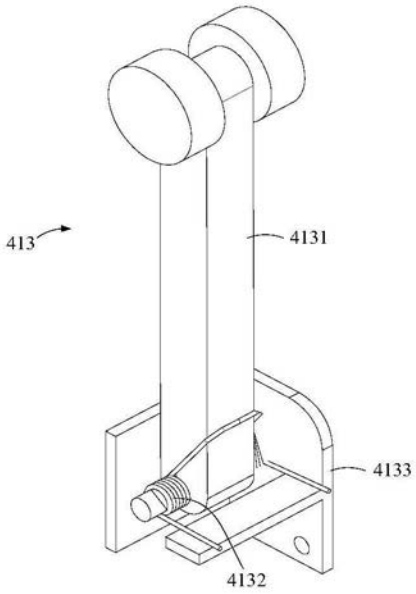


图10

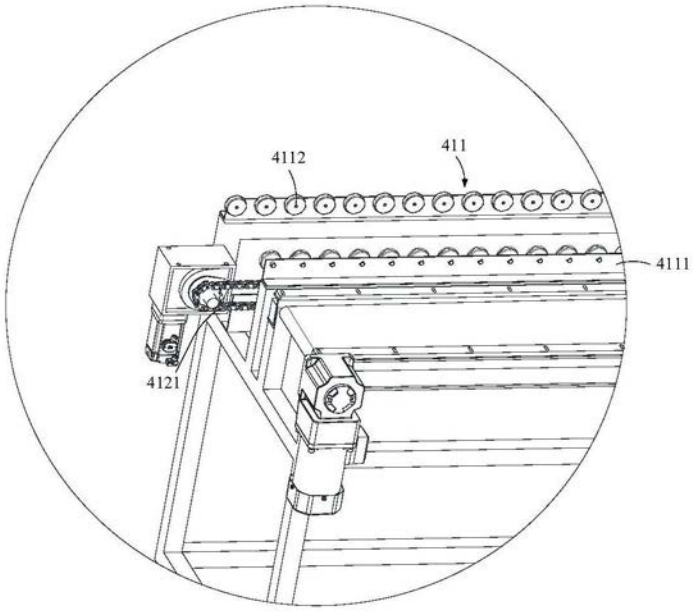


图11

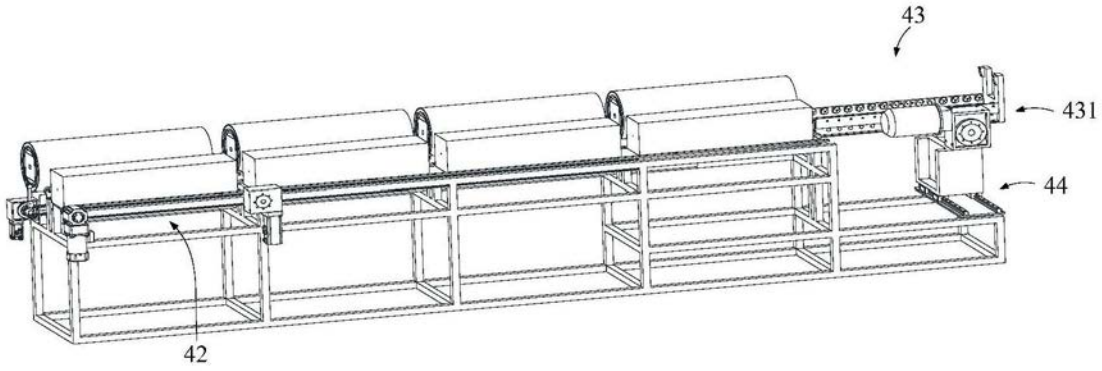


图12

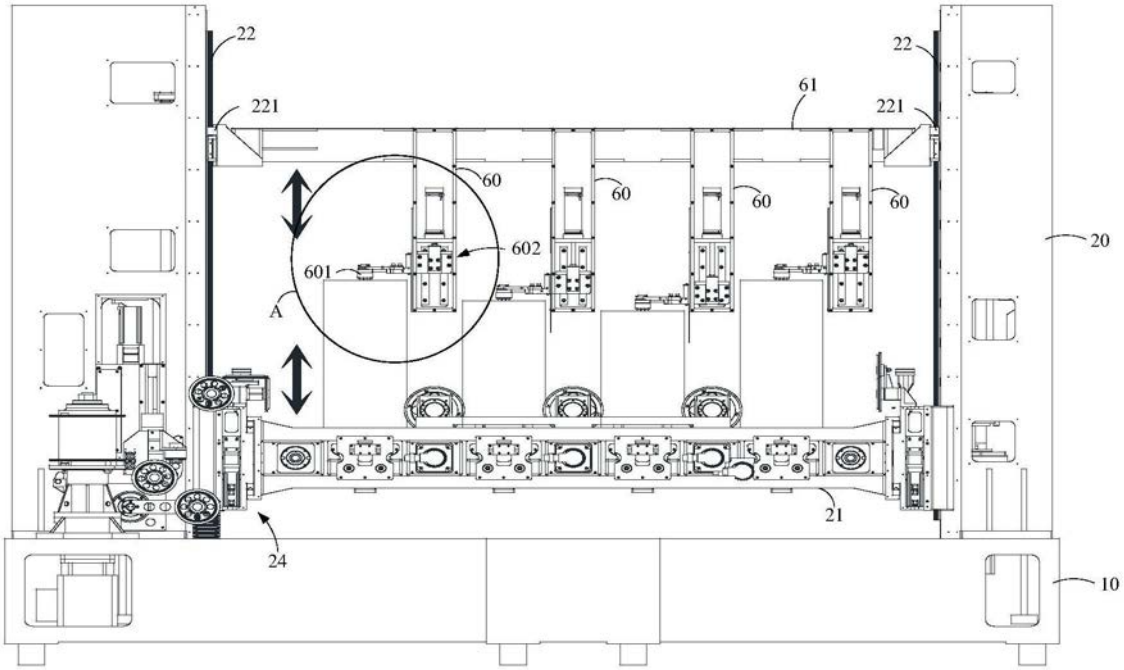


图13

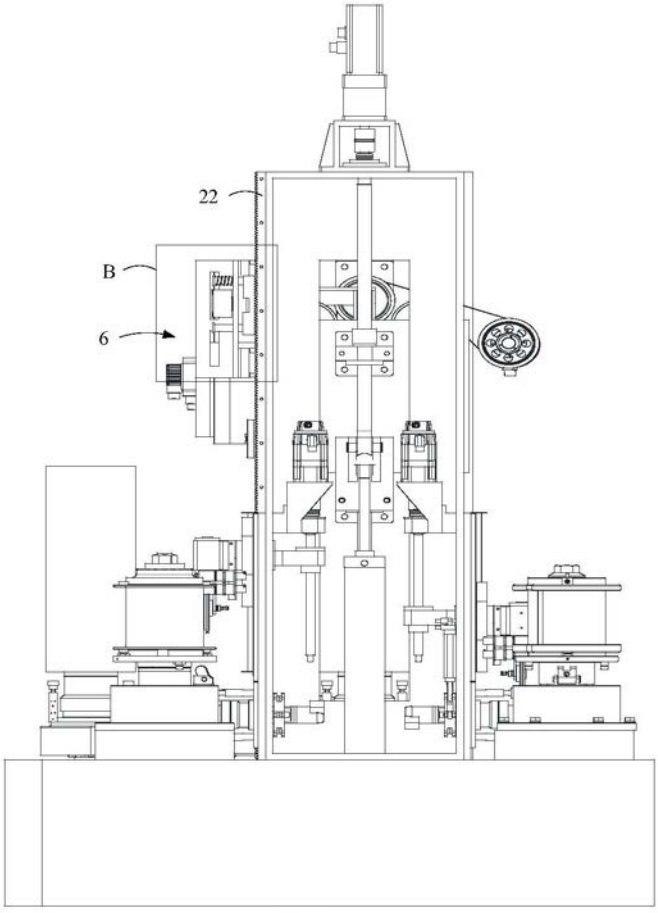


图14a

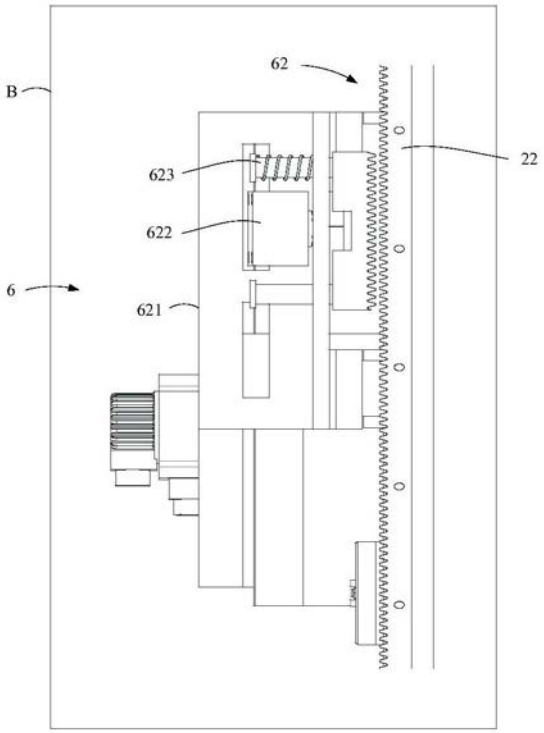


图14b

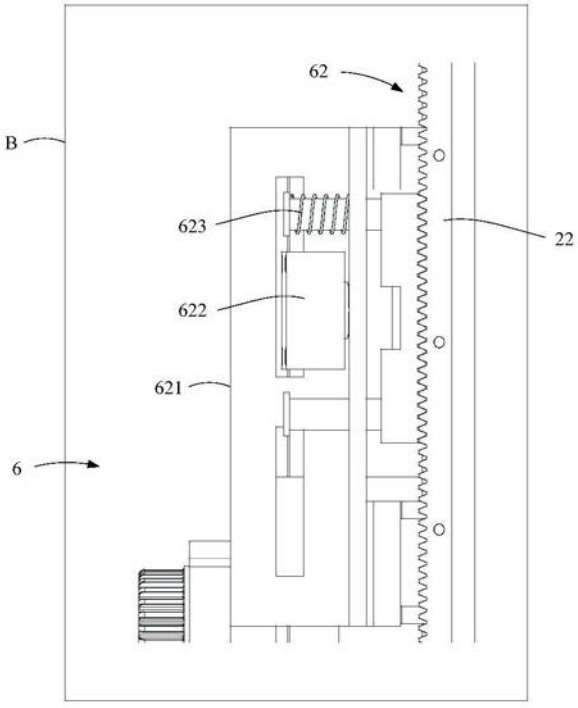


图14c

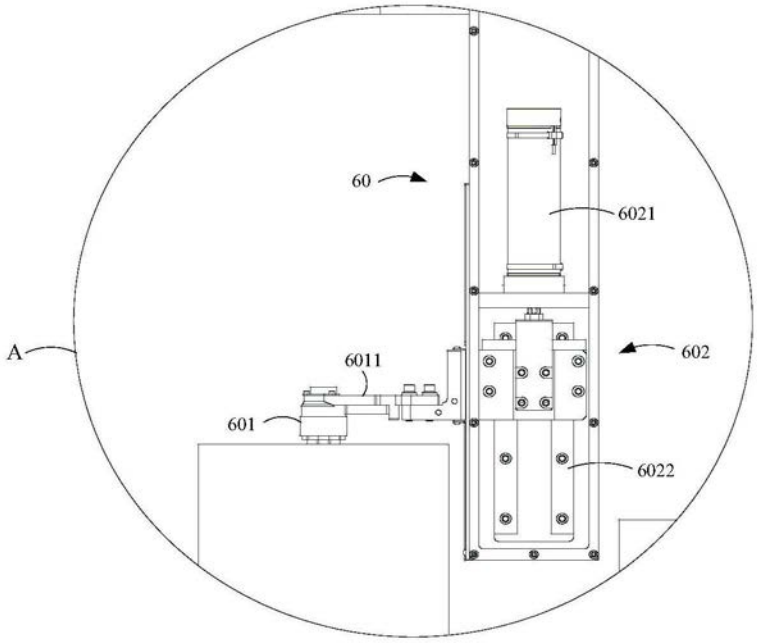

60
6021
A
602
6011
601
6022

图15

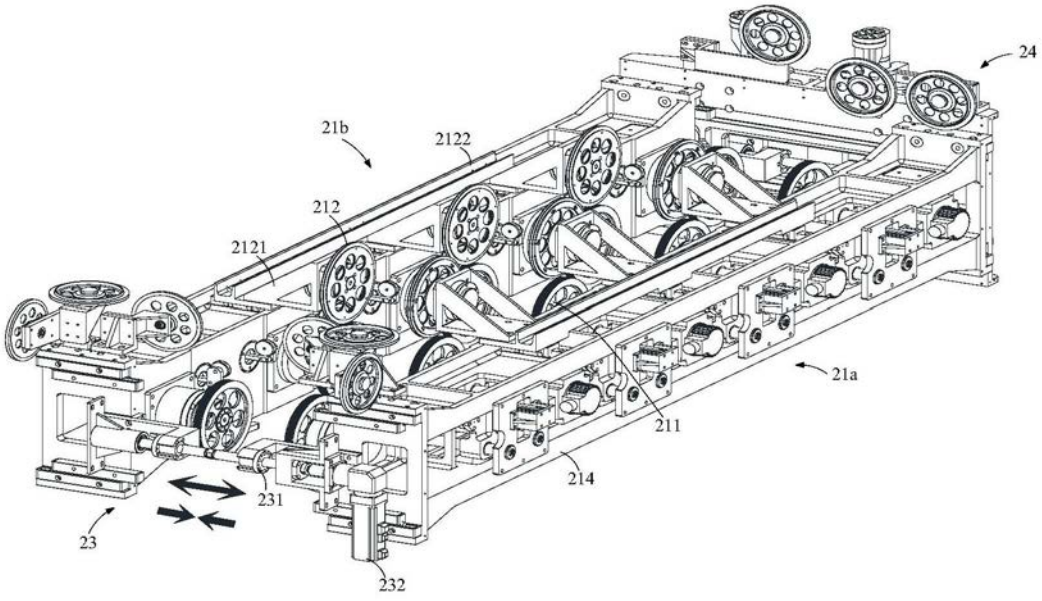

24
21b
2122
212
2121
21a
211
214
231
23
232

图16

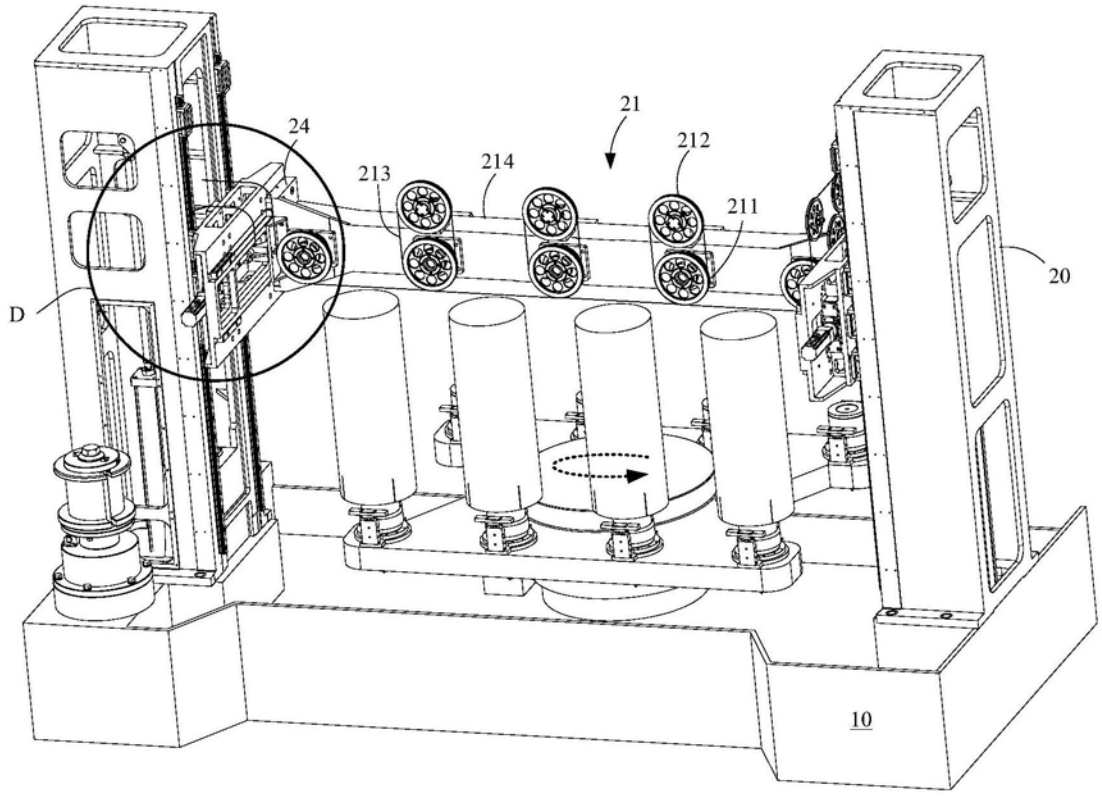


图17

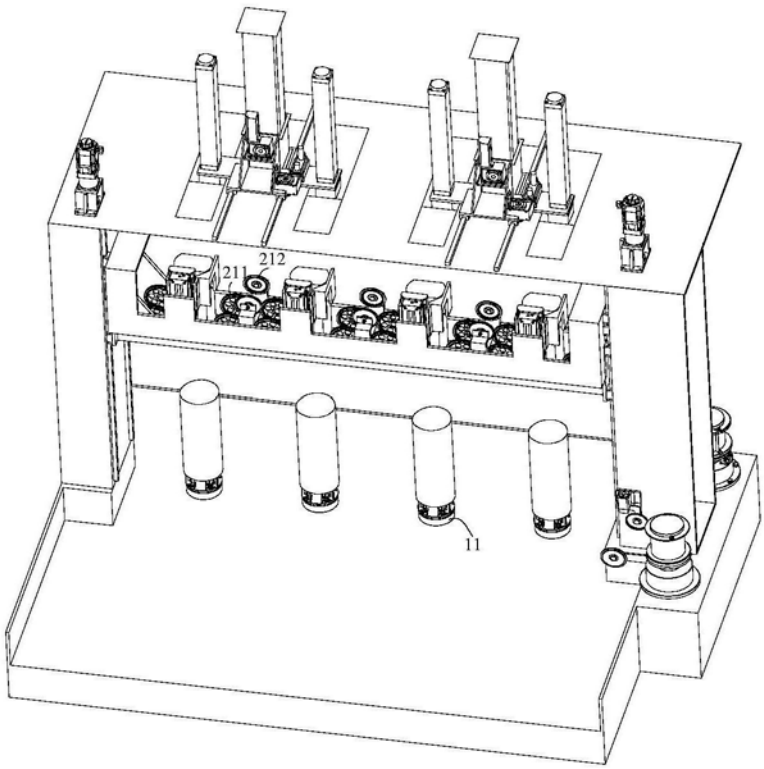


图18

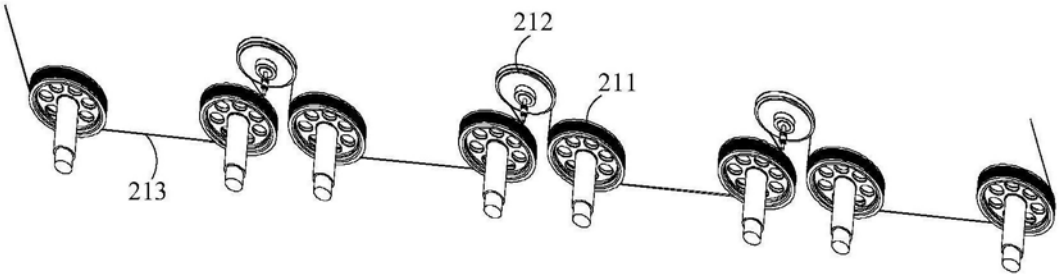

212
211
213

图19

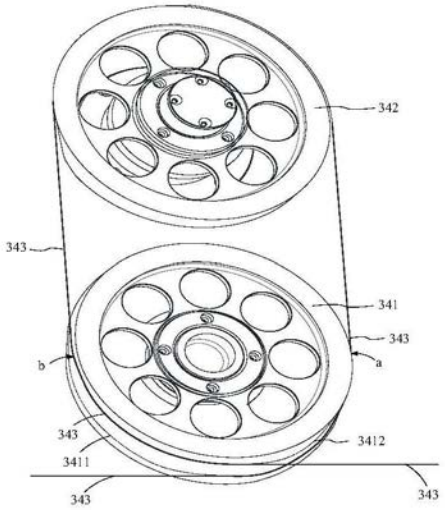

342
343
341
343
a
b
343
3412
3411
343
343

图20

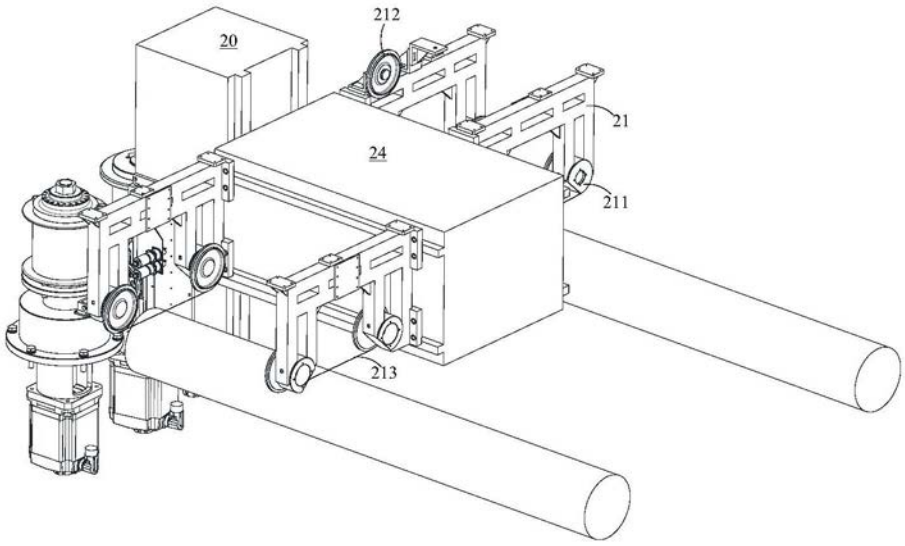

212
20
21
24
211
213

图21

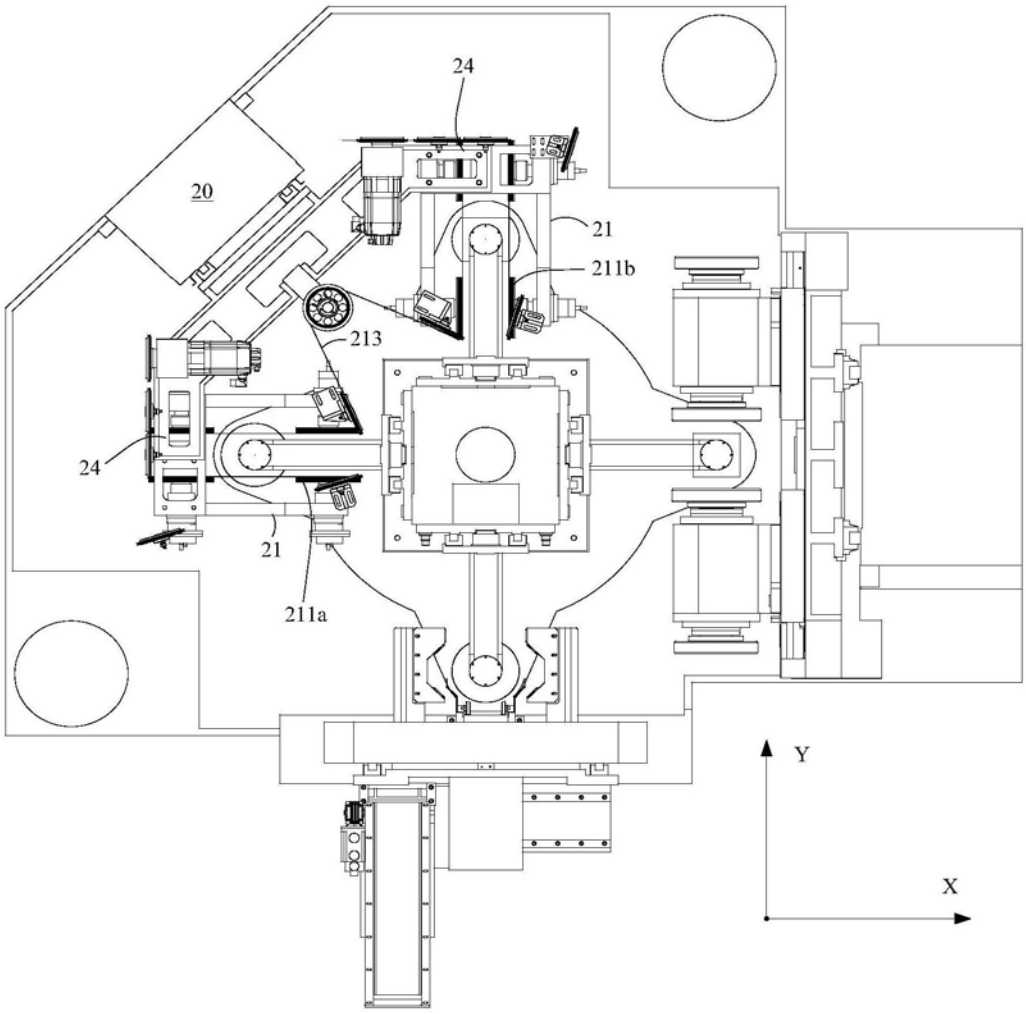


图22

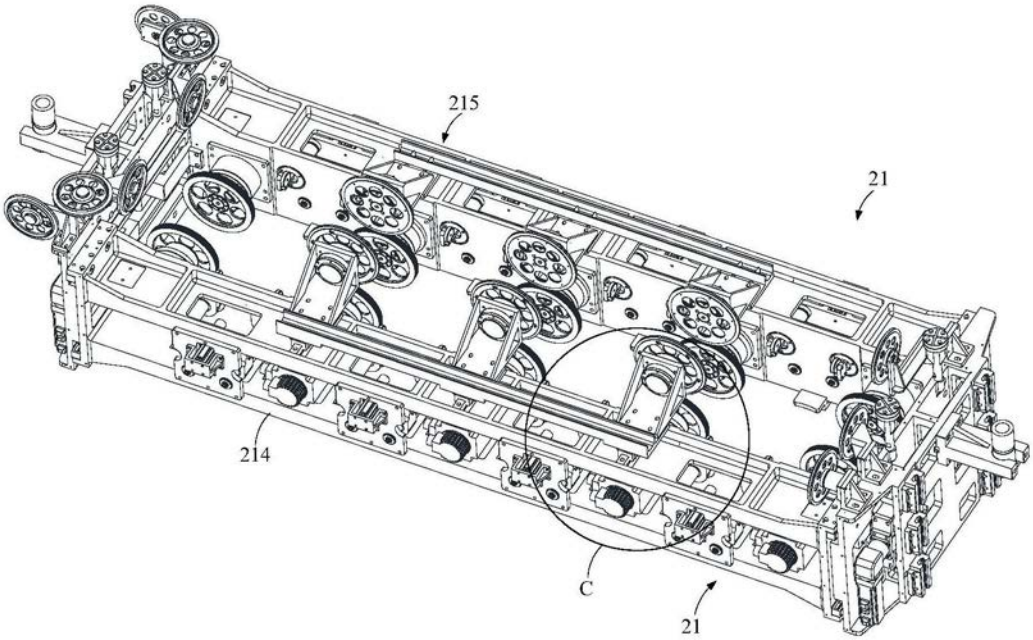


图23

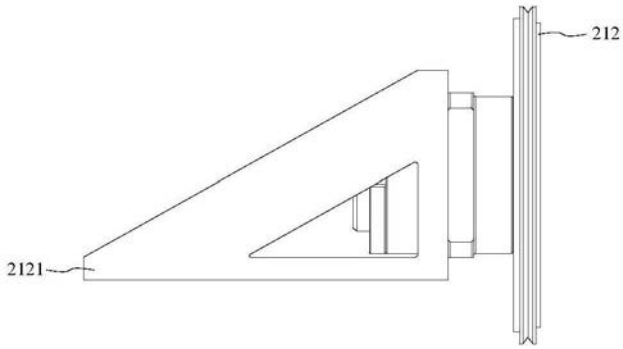


图24

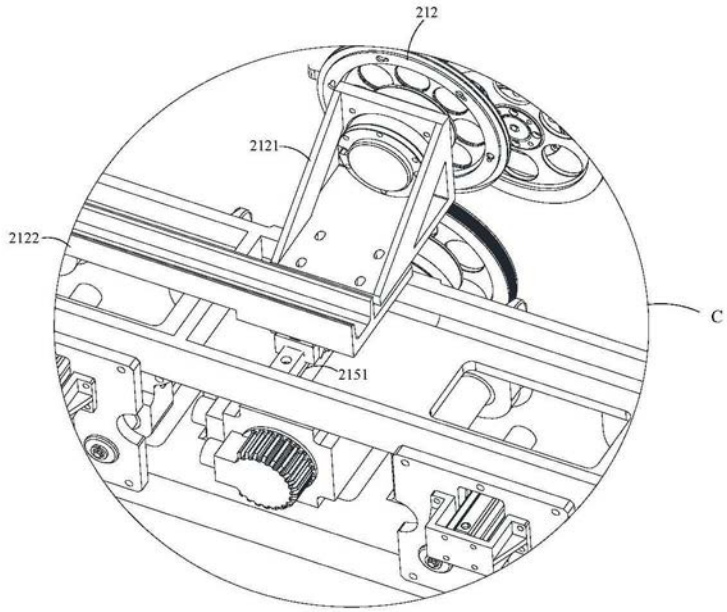


图25

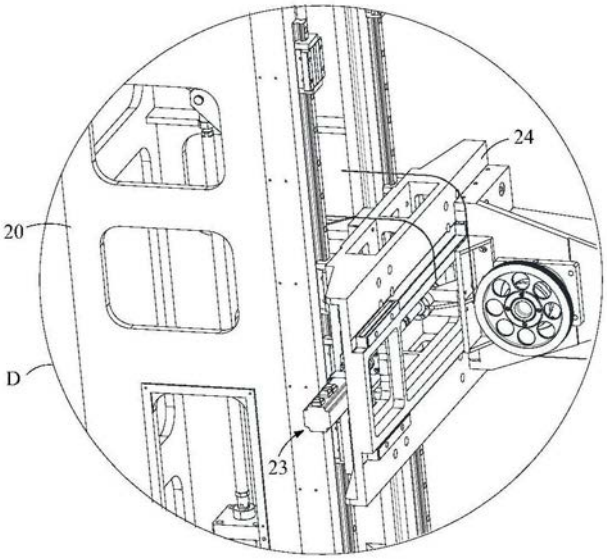


图26

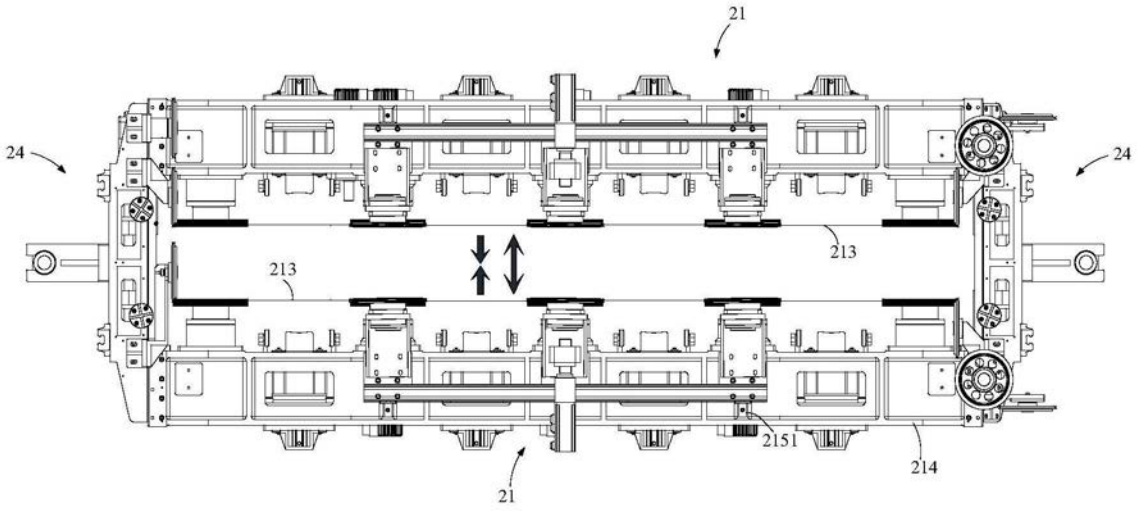


图27

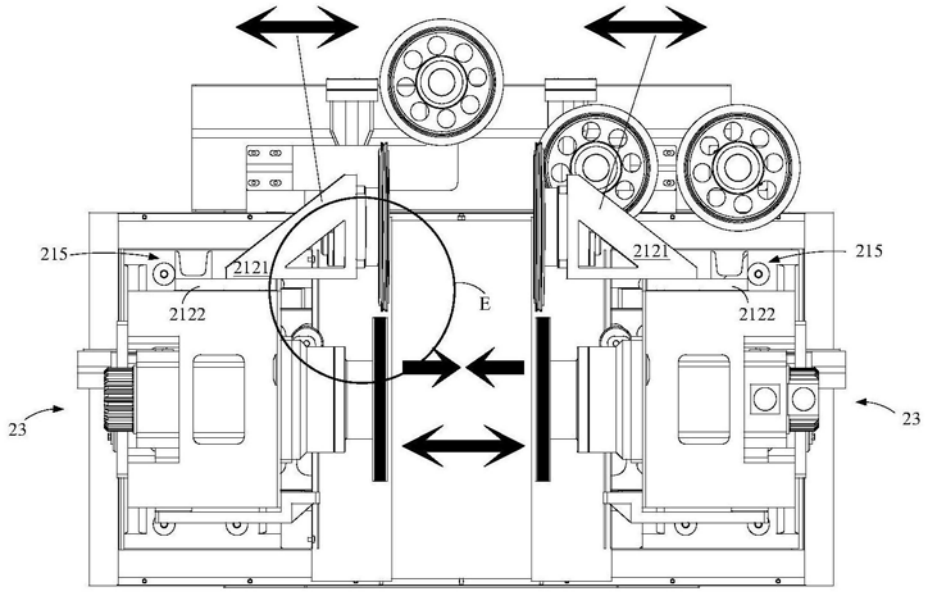


图28

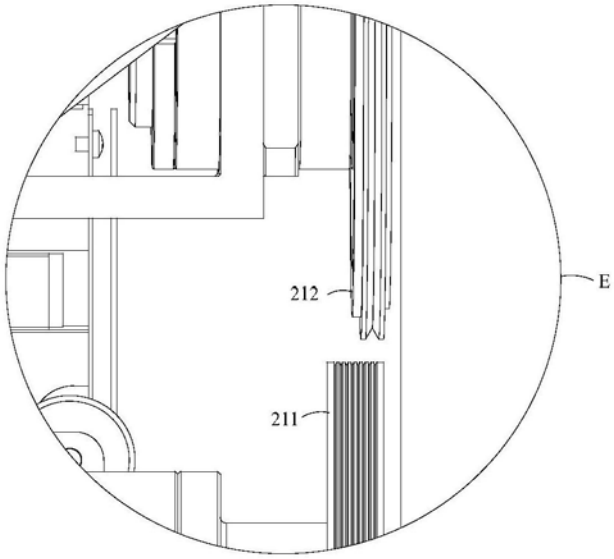


图29

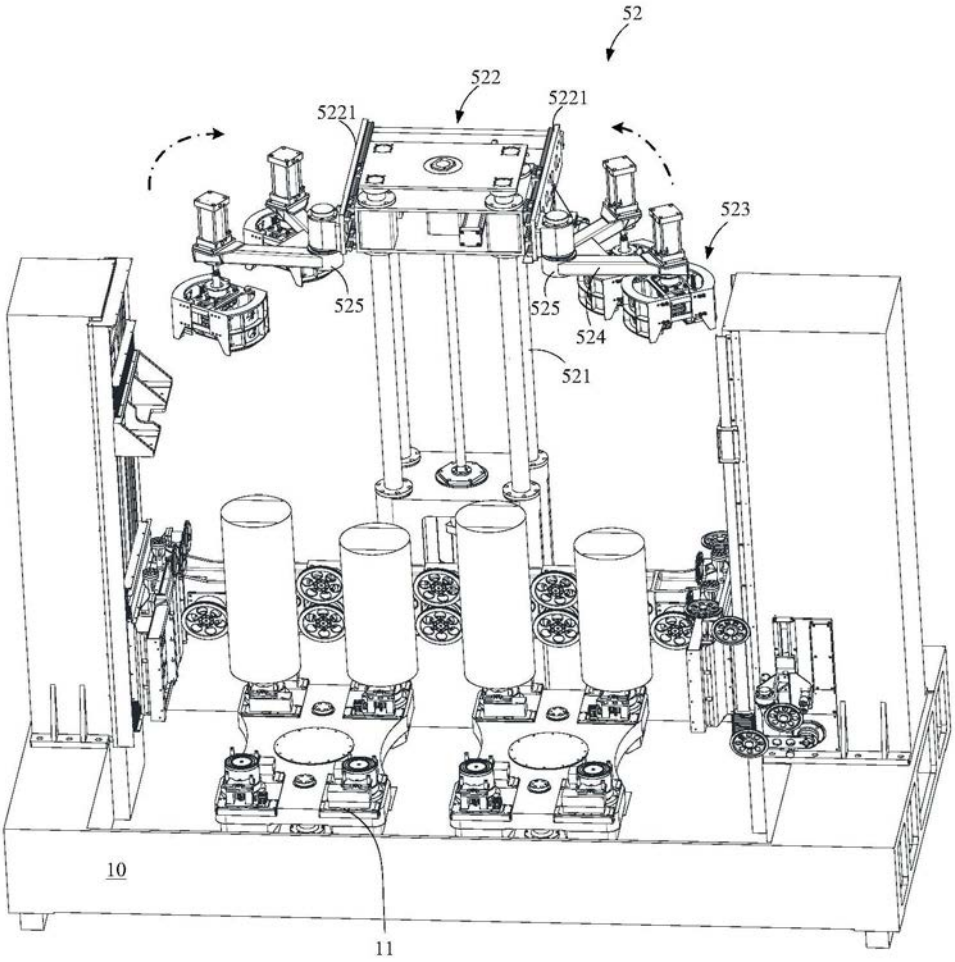


图30

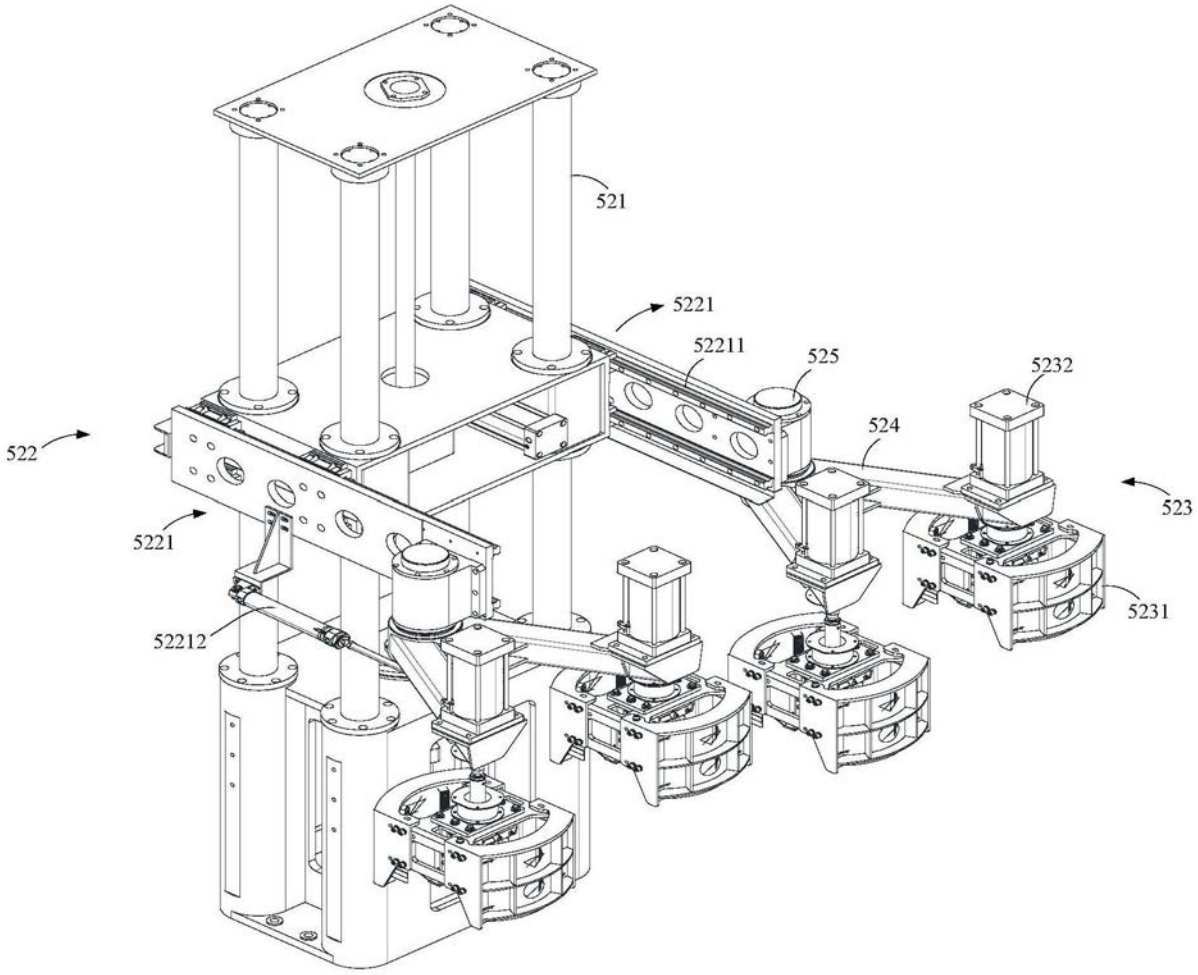


图31

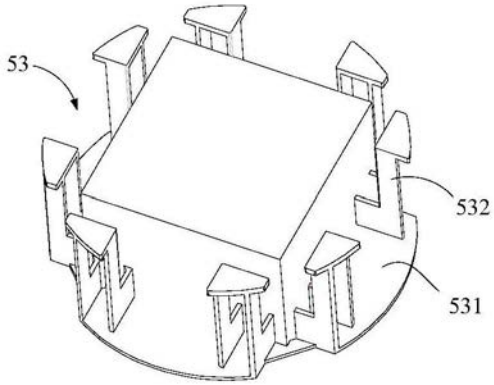


图32

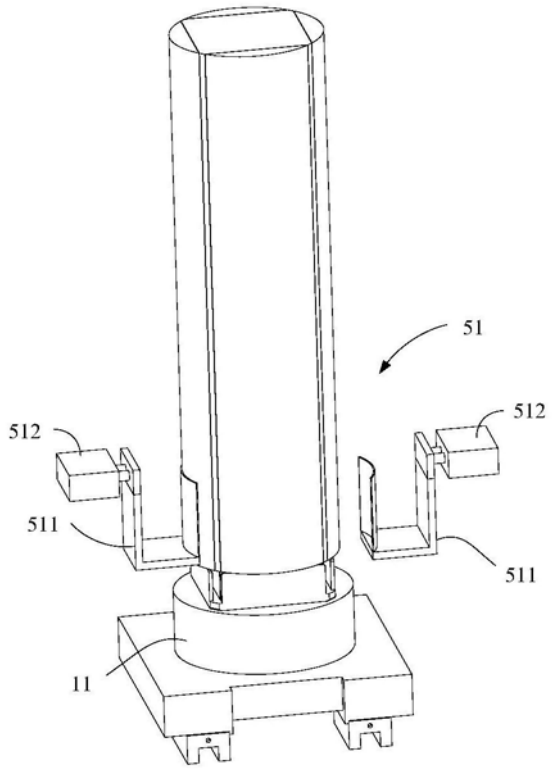


图33

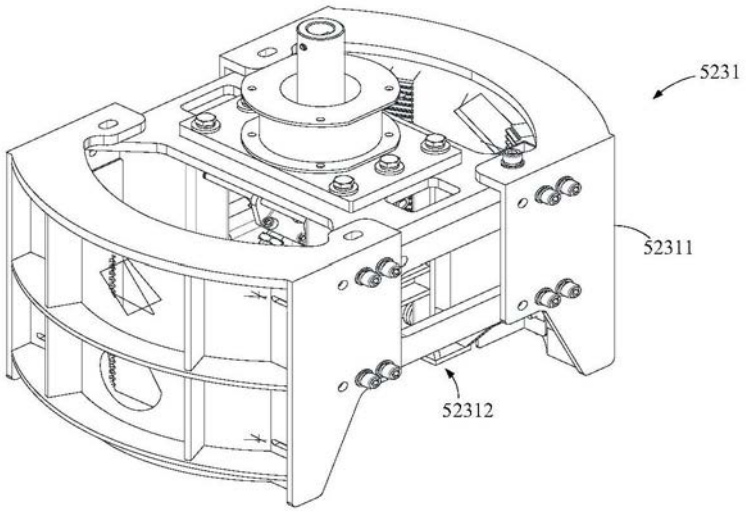


图34

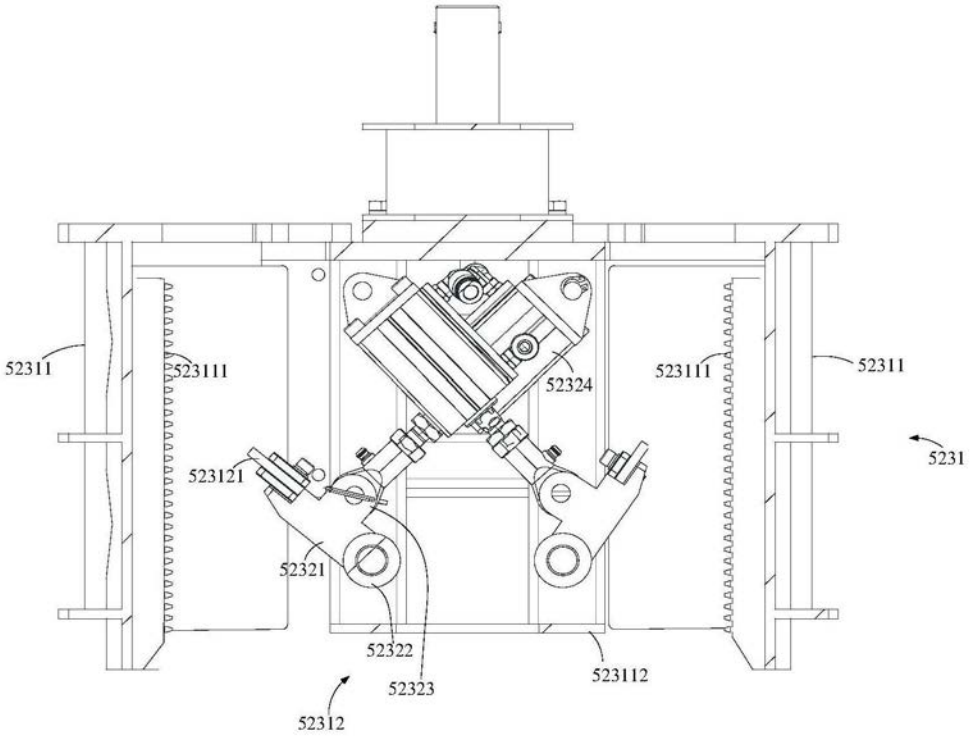

52311
523111
52324
523111
52311
5231
523121
52321
52322
52323
523112
52312

图35

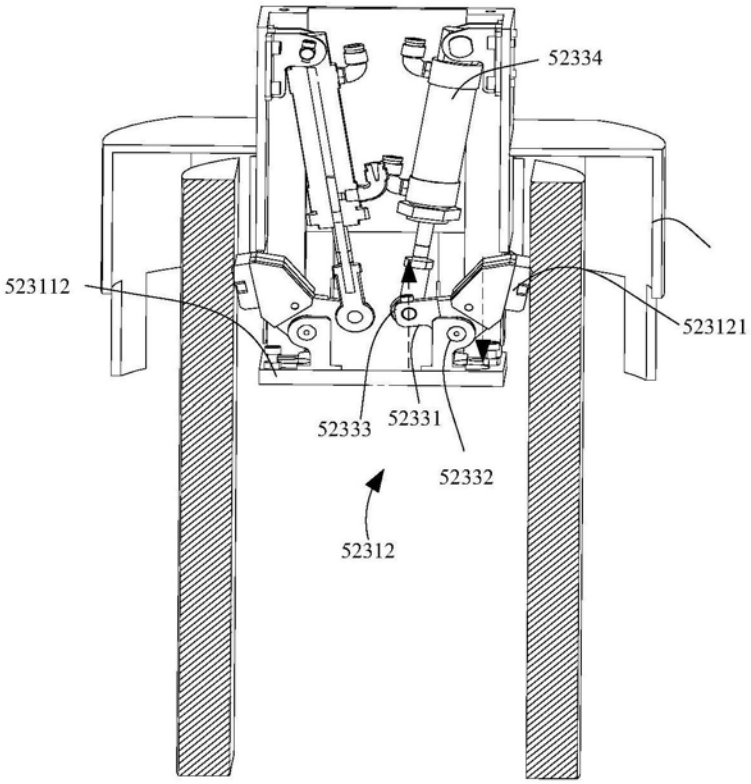

52334
523112
523121
52333
52331
52332
52312

图36

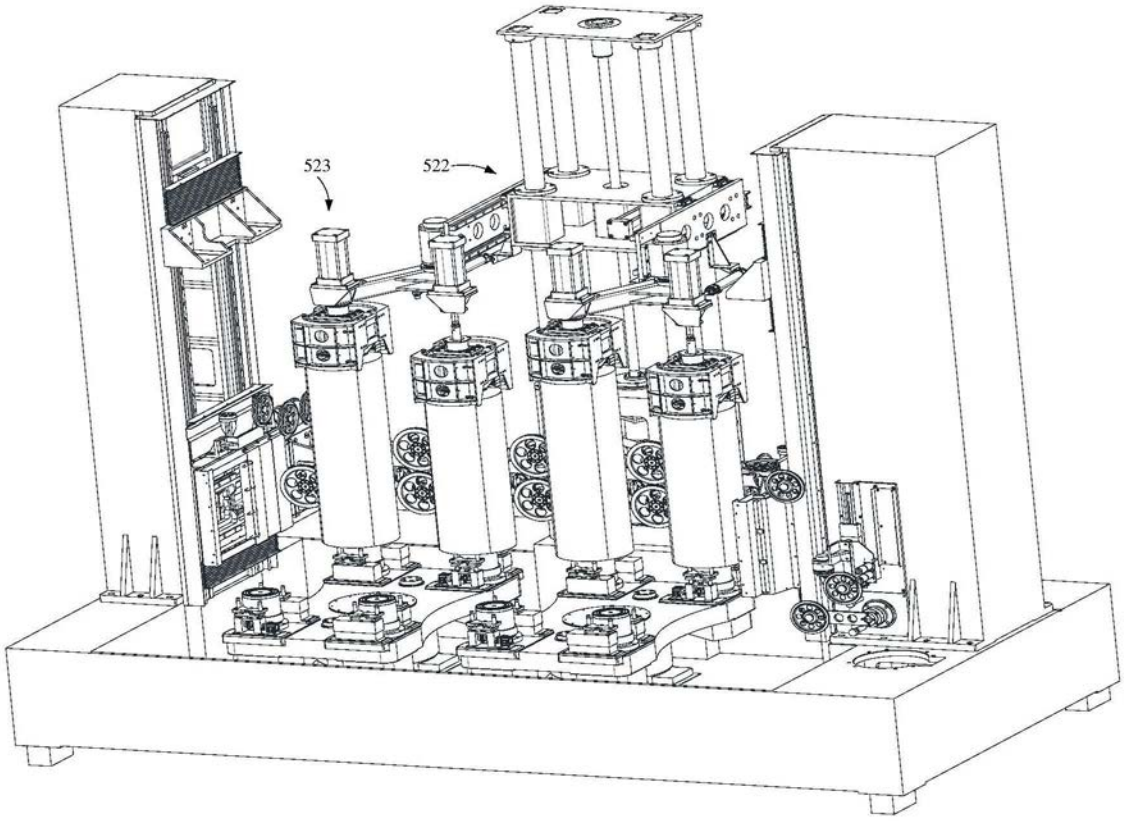


图37a

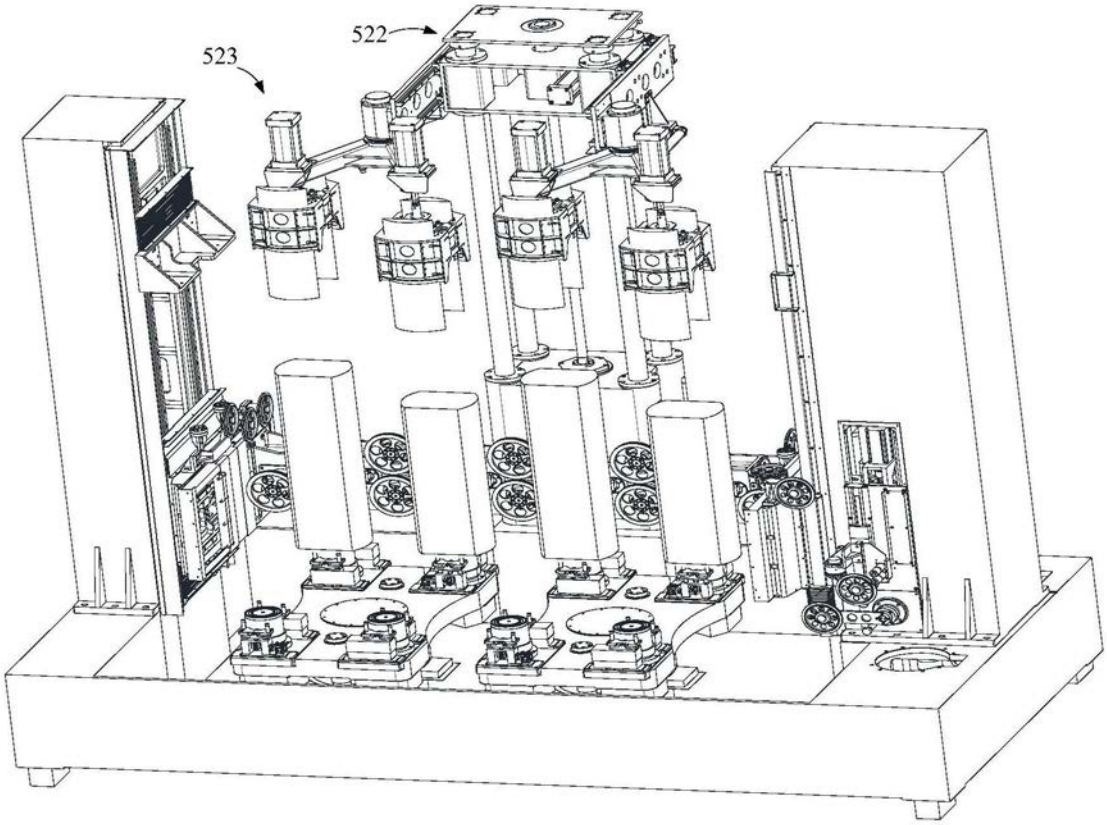


图37b

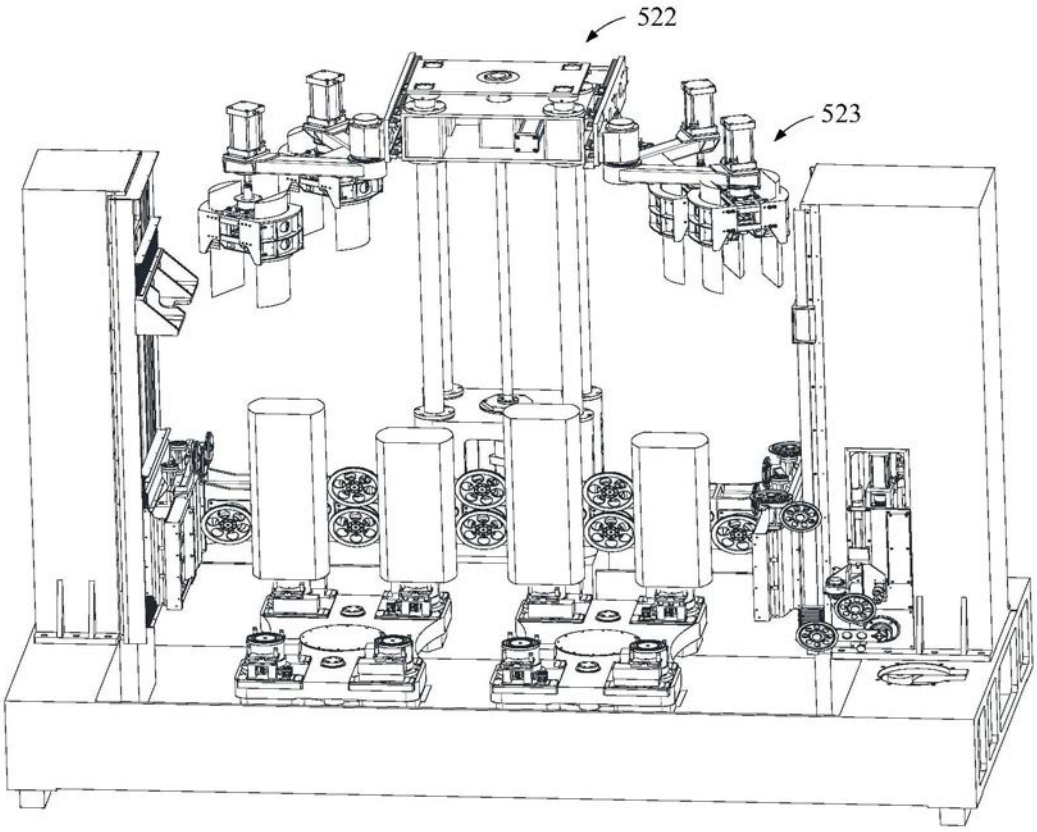


图37c

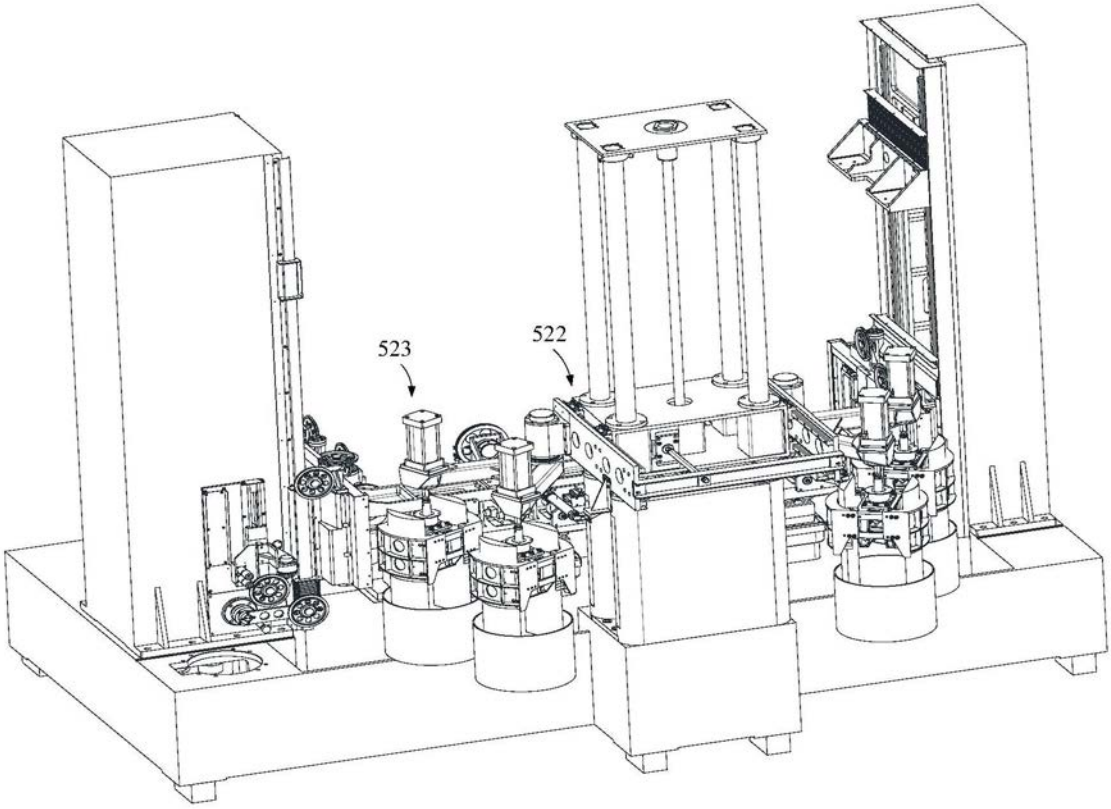


图37d

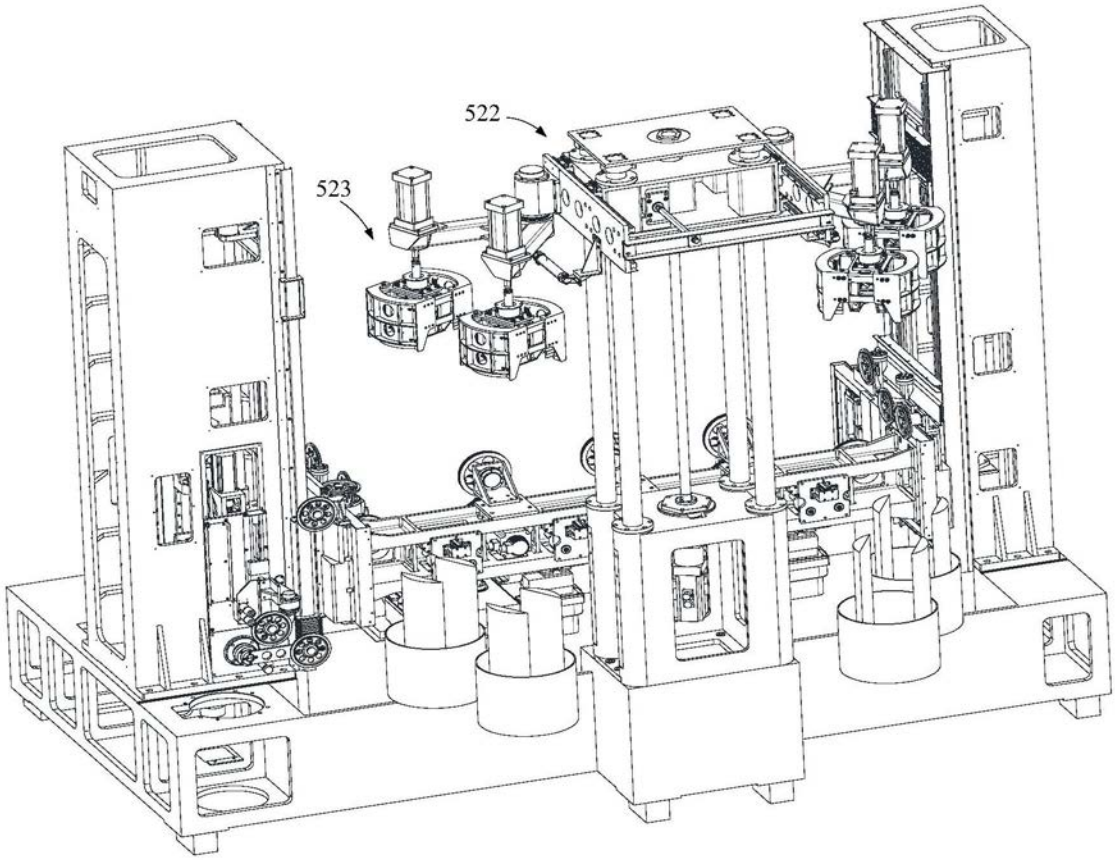


图37e