(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 204700553 U
(45)授权公告日 2015.10.14

(21)申请号 201520253081.6

(22)申请日 2015.04.24

(73)专利权人 重庆麦斯特精密机械有限公司
地址 409100 重庆市石柱土家族自治县特色工业园区

(72)发明人 杨勇

(74)专利代理机构 重庆市前沿专利事务所（普通合伙） 50211
代理人 方洪

(51)Int.Cl.
B23Q 1/01(2006.01)
B23Q 5/40(2006.01)
B23Q 1/62(2006.01)
B23Q 11/00(2006.01)
B23Q 11/08(2006.01)
B23Q 5/10(2006.01)
B23Q 5/12(2006.01)

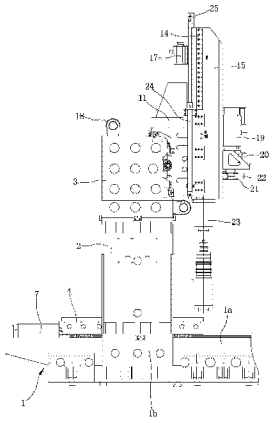
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)实用新型名称

高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构

(57)摘要

本实用新型公开了一种高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，在支撑台顶部的左右两边对称设置排屑槽，支撑台的尾端设置有副水箱；在支撑台的上方设置工作台，工作台底部固定的X轴螺母座与X轴丝杆螺纹配合，在X轴丝杆的左右两侧对称设置X轴滑轨，工作台通过底部的X轴滑块与X轴滑轨滑动配合；在Y轴滑座的左右两侧对称设置氮气平衡缸；主轴电机的输出轴与齿轮箱的输入端连接，齿轮箱的输出轴上套装主动轮，该主动轮通过皮带与主轴上的从动轮连接。本实用新型结构简单、紧凑，精度高，振动小，噪音低，可靠性好，排屑顺畅、彻底，排屑效率高，能有效减小Z轴电机的负荷，可高速切削，也可低速大扭矩切削。



CN 204700553 U

1. 一种高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，在底座 (1) 的顶部一体形成有矩形的支撑台 (1a)，该支撑台 (1a) 中后部的左右两侧对称设置支座 (1b)，各支座 (1b) 上固定立柱 (2)，左右两边立柱 (2) 的顶部共同支撑横梁 (3)，其特征在于 ：

在所述支撑台 (1a) 顶部的左右两边对称设置排屑槽 (1d)，排屑槽 (1d) 沿前后方向延伸，排屑槽 (1d) 的前端贯通至支撑台 (1a) 的前端面，并在每个排屑槽 (1d) 中均装有螺旋排屑机 (27) ；在所述支撑台 (1a) 的尾端设置有副水箱 (1c)，所述副水箱 (1c) 和支撑台 (1a) 通过铸造为一体，副水箱 (1c) 的进水口和出水口开设在支撑台 (1a) 的尾端面上 ；

在所述支撑台 (1a) 的上方设置工作台 (4)，该工作台 (4) 位于两个立柱 (2) 之间，工作台 (4) 底部固定的 X 轴螺母座 (5) 与 X 轴丝杆 (6) 螺纹配合，所述 X 轴丝杆 (6) 的后端通过第一联轴器与 X 轴电机连接，X 轴电机安装在支撑台 (1a) 的后端，并位于 X 轴护罩 (7) 内 ；在所述 X 轴丝杆 (6) 的左右两侧对称设置 X 轴滑轨 (8)，工作台 (4) 通过底部的 X 轴滑块 (9) 与 X 轴滑轨 (8) 滑动配合 ；

在所述横梁 (3) 的前端面装有上下两根 Y 轴滑轨 (10)，Y 轴滑座 (11) 通过 Y 轴滑块与这两根 Y 轴滑轨 (10) 滑动配合，在 Y 轴滑座 (11) 的背面固定 Y 轴螺母座，该 Y 轴螺母座与 Y 轴丝杆 (12) 螺纹配合，所述 Y 轴丝杆 (12) 位于两根 Y 轴滑轨 (10) 之间，该 Y 轴丝杆 (12) 的一端通过第二联轴器与 Y 轴电机 (13) 连接 ；

在所述 Y 轴滑座 (11) 的前端面设置两根左右平行的 Z 轴滑轨 (14)，主轴箱 (15) 位于这两根 Z 轴滑轨 (14) 之间，并通过侧边的 Z 轴滑块 (16) 与这两根 Z 轴滑轨 (14) 滑动配合，在主轴箱 (15) 的背面固定 Z 轴螺母座，该 Z 轴螺母座与 Z 轴丝杆螺纹配合，所述 Z 轴丝杆位于两根 Z 轴滑轨 (14) 之间，该 Z 轴丝杆的上端通过第三联轴器与 Z 轴电机 (17) 连接 ；

在所述 Y 轴滑座 (11) 的左右两侧对称设置氮气平衡缸 (24)，该氮气平衡缸 (24) 的缸体与 Y 轴滑座 (11) 相固定，氮气平衡缸 (24) 的活塞杆竖直向上伸出，并与顶支架 (25) 连接，所述顶支架 (25) 固定于主轴箱 (15) 的顶部 ；

在所述主轴箱 (15) 的前端面安装主轴电机 (19)，该主轴电机 (19) 的输出轴竖直向下，并与齿轮箱 (20) 的输入端连接，齿轮箱 (20) 的输出轴上套装主动轮 (21)，该主动轮 (21) 通过皮带 (22) 与主轴 (23) 上的从动轮连接，所述主轴 (23) 垂直于支撑台 (1a)。

2. 根据权利要求 1 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于 ：在所述横梁 (3) 顶部的左右两端对称安装吊具 (18)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于 ：所述 Z 轴滑块 (16) 具有上、中、下三对，每对 Z 轴滑块 (16) 分为左右对称的两个。

4. 根据权利要求 1 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于 ：所述支座 (1b) 为方框体，支座 (1b) 的顶面与支撑台 (1a) 的顶面平齐，且支座 (1b) 和支撑台 (1a) 铸造为一体。

5. 根据权利要求 1 或 4 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于 ：在所述支撑台 (1a) 顶面中前部的中间位置设有前后两根相互平行的横条 (28)，这两根横条 (28) 的上方设有左右两个纵向块 (29)，所述纵向块 (29) 与横条 (28) 相垂直，纵向块 (29) 的前后两端由对应的横条 (28) 支撑固定，且纵向块 (29) 上从前往后开有多个螺孔。

6. 根据权利要求 1 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于：在所述支撑台 (1a) 的顶面上设有前后两组定位块 (26)，每组定位块 (26) 分为左右两个，两组共四个定位块 (26) 按矩形分布；所述定位块 (26) 为矩形，各定位块 (26) 上均分布有四个按矩形分布的定位孔。

7. 根据权利要求 1 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于：所述氮气平衡缸 (24) 缸体的上下两端均通过抱箍与 Y 轴滑座 (11) 连接。

8. 根据权利要求 1 所述的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，其特征在于：所述顶支架 (25) 为“T”形。

高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构

技术领域

[0001] 本实用新型属于机床技术领域，具体地说，特别涉及一种高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构。

背景技术

[0002] 数控加工中心是由机械设备与数控系统组成的适用于加工复杂零件的高效率自动化机床。数控加工中心是目前世界上产量最高、应用最广泛的数控机床之一。它的综合加工能力较强，工件一次装夹后能完成较多的加工内容，加工精度较高，就中等加工难度的批量工件，其效率是普通设备的5～10倍，特别是它能完成许多普通设备不能完成的加工，对形状较复杂，精度要求高的单件加工或中小批量多品种生产更为适用。

[0003] 横梁固定式龙门加工中心是目前广泛应用的数控机床。但现有的数控龙门加工中心体积庞大，占用面积大，结构刚性较差，整体精度不稳定；同时，在工作过程中振动较大，会产生较大的噪音，并且温升快，可靠性欠佳。数控龙门加工中心的主轴箱竖直布置，主轴箱的重量基本由Z轴电机承载，由此会增大Z轴丝杆的磨损，影响Z轴运动的平稳性以及Z轴电机的使用寿命。龙门加工中心的主轴采用主轴电机直接驱动，只能进行高速切削，难以满足不同的加工需要。

[0004] 底座是整个加工中心的底盘，位于最底部，用于支撑整个设备的重量并便于其它部件布置。现有的数控龙门加工中心一般在底座的旁边配备副水箱，用于盛装冷却液，并起沉淀、过滤冷却液的作用。但副水箱需要另外制作护罩支撑机构，一方面增加了成本，不利于装配；另一方面，底座的体积增大，运输非常不方便，会影响整个加工中心的整体性。

[0005] 数控龙门加工中心工作过程所产生的铁屑由专门的排屑装置进行清理。现有的排屑装置不仅结构复杂，拆装不方便，而且清理铁屑不彻底，往往还需要人工进行二次清理，从而会影响加工的效率。

实用新型内容

[0006] 本实用新型所要解决的技术问题在于提供一种排屑效率高、能有效减小电机负荷、并能满足不同加工需要的高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构。

[0007] 本实用新型的技术方案如下：一种高精度数控龙门加工中心主轴传动与多轴联动机构，在底座(1)的顶部一体形成有矩形的支撑台(1a)，该支撑台(1a)中后部的左右两侧对称设置支座(1b)，各支座(1b)上固定立柱(2)，左右两边立柱(2)的顶部共同支撑横梁(3)，其特征在于：

[0008] 在所述支撑台(1a)顶部的左右两边对称设置排屑槽(1d)，排屑槽(1d)沿前后方向延伸，排屑槽(1d)的前端贯通至支撑台(1a)的前端面，并在每个排屑槽(1d)中均装有螺旋排屑机(27)；在所述支撑台(1a)的尾端设置有副水箱(1c)，所述副水箱(1c)和支撑台(1a)通过铸造为一体，副水箱(1c)的进水口和出水口开设在支撑台(1a)的尾端面上；

[0009] 在所述支撑台(1a)的上方设置工作台(4)，该工作台(4)位于两个立柱(2)之间，

工作台 (4) 底部固定的 X 轴螺母座 (5) 与 X 轴丝杆 (6) 螺纹配合，所述 X 轴丝杆 (6) 的后端通过第一联轴器与 X 轴电机连接，X 轴电机安装在支撑台 (1a) 的后端，并位于 X 轴护罩 (7) 内；在所述 X 轴丝杆 (6) 的左右两侧对称设置 X 轴滑轨 (8)，工作台 (4) 通过底部的 X 轴滑块 (9) 与 X 轴滑轨 (8) 滑动配合；

[0010] 在所述横梁 (3) 的前端面装有上下两根 Y 轴滑轨 (10)，Y 轴滑座 (11) 通过 Y 轴滑块与这两根 Y 轴滑轨 (10) 滑动配合，在 Y 轴滑座 (11) 的背面固定 Y 轴螺母座，该 Y 轴螺母座与 Y 轴丝杆 (12) 螺纹配合，所述 Y 轴丝杆 (12) 位于两根 Y 轴滑轨 (10) 之间，该 Y 轴丝杆 (12) 的一端通过第二联轴器与 Y 轴电机 (13) 连接；

[0011] 在所述 Y 轴滑座 (11) 的前端面设置两根左右平行的 Z 轴滑轨 (14)，主轴箱 (15) 位于这两根 Z 轴滑轨 (14) 之间，并通过侧边的 Z 轴滑块 (16) 与这两根 Z 轴滑轨 (14) 滑动配合，在主轴箱 (15) 的背面固定 Z 轴螺母座，该 Z 轴螺母座与 Z 轴丝杆螺纹配合，所述 Z 轴丝杆位于两根 Z 轴滑轨 (14) 之间，该 Z 轴丝杆的上端通过第三联轴器与 Z 轴电机 (17) 连接；

[0012] 在所述 Y 轴滑座 (11) 的左右两侧对称设置氮气平衡缸 (24)，该氮气平衡缸 (24) 的缸体与 Y 轴滑座 (11) 相固定，氮气平衡缸 (24) 的活塞杆竖直向上伸出，并与顶支架 (25) 连接，所述顶支架 (25) 固定于主轴箱 (15) 的顶部；

[0013] 在所述主轴箱 (15) 的前端面安装主轴电机 (19)，该主轴电机 (19) 的输出轴竖直向下，并与齿轮箱 (20) 的输入端连接，齿轮箱 (20) 的输出轴上套装主动轮 (21)，该主动轮 (21) 通过皮带 (22) 与主轴 (23) 上的从动轮连接，所述主轴 (23) 垂直于支撑台 (1a)。

[0014] 采用以上技术方案，X 轴电机运转，带动 X 轴丝杆原地转动，使工作台在前后方向移动，以实现工作台上所装夹工件的 X 轴位移；Y 轴电机运转，带动 Y 轴丝杆原地转动，使 Y 轴滑座及主轴箱在左右方向移动，以实现刀具的 Y 轴位移；Z 轴电机运转，带动 Z 轴丝杆原地转动，使主轴箱在上下方向移动，以实现刀具的 Z 轴位移。以上多轴联动，可加工大型框架以及复杂型面，可钻、铣、镗，功能多样，适用范围非常广泛。X 轴电机、Y 轴电机和 Z 轴电机均选用大扭矩电机，各自配备丝杆螺母副将旋转运动转换成直线运动，并采用直线导轨进行导向，这样无需配备减速箱，在简化结构，降低成本的同时，一方面能有效减小整个加工中心的体积，结构刚性好；另一方面，精度高并且精度稳定，在工作过程中振动小，噪音低，温升较慢，可靠性有保障。

[0015] 在底座支撑台上设置左右两个排屑槽，该排屑槽用于收集加工的铁屑，并在加工的过程中，随着螺旋排屑机的运转，铁屑顺着排屑槽向前移动，直至从底座的前端排出，整个排屑过程与加工过程同步，能够使铁屑自动排除干净，排屑效率高。

[0016] 本实用新型在底座尾端一体式铸造副水箱，避免了另外制作护罩支撑机构和副水箱，一方面简化了结构，省去了装配工序，大大降低了生产成本；另一方面，从根本上解决了副水箱因装配不到位引起的漏水漏油，并且运输方便，增强了加工中心的整体性。副水箱的进出水口设置在底座顶部支撑台的尾端面，有利于管路连接及布置。

[0017] 在 Y 轴滑座的两侧增设氮气平衡缸，主轴箱在 Z 轴电机的带动下作上下运动时，氮气平衡缸的活塞杆随着主轴箱的上下运动而伸缩，氮气平衡缸用于平衡主轴箱的重力，从而减小了 Z 轴电机的负荷，减小了 Z 轴丝杆的磨损，使 Z 轴运动更平稳，Z 轴电机的使用寿命更长。

[0018] 主轴电机运转的时候，其输出轴带动齿轮箱的输入端连接，传递的扭矩经齿轮箱变速后，由齿轮箱的输出轴带动主动轮旋转，主动轮再通过皮带带动从动轮以及主轴一起转动。主轴由齿轮箱以及皮带轮机构带动，提高了刀具切削扭矩，可高速切削，也可低速大扭矩切削，能满足不同的加工需要。

[0019] 为了方便吊装，在所述横梁 (3) 顶部的左右两端对称安装吊具 (18)。

[0020] 为了使主轴箱上下移动更顺畅，所述 Z 轴滑块 (16) 具有上、中、下三对，每对 Z 轴滑块 (16) 分为左右对称的两个。

[0021] 所述支座 (1b) 为方框体，支座 (1b) 的顶面与支撑台 (1a) 的顶面平齐，且支座 (1b) 和支撑台 (1a) 铸造为一体。以上结构支座造型简单，易于加工制作，并且在支座上安装立柱方便，能够确保支撑立柱的稳固性。

[0022] 在所述支撑台 (1a) 顶面中前部的中间位置设有前后两根相互平行的横条 (28)，这两根横条 (28) 的上方设有左右两个纵向块 (29)，所述纵向块 (29) 与横条 (28) 相垂直，纵向块 (29) 的前后两端由对应的横条 (28) 支撑固定，且纵向块 (29) 上从前往后开有多个螺孔。以上结构横条和纵向块组成轴承座支撑体，用于支撑固定 X 轴丝杆的轴承座，在方便轴承座装配的同时，能够使轴承座安装牢靠。

[0023] 在所述支撑台 (1a) 的顶面上设有前后两组定位块 (26)，每组定位块 (26) 分为左右两个，两组共四个定位块 (26) 按矩形分布；所述定位块 (26) 为矩形，各定位块 (26) 上均分布有四个按矩形分布的定位孔。以上结构定位块造型简单，在底座上易于布置，牢固性好；定位块起备用的作用，以便于根据需要在底座上加装其它装置。定位块低于底座上的滑轨，不会影响工作台的正常运动。

[0024] 所述氮气平衡缸 (24) 缸体的上下两端均通过抱箍与 Y 轴滑座 (11) 连接。以上结构氮气平衡缸拆装方便，与 Y 轴滑座连接既牢固又可靠。

[0025] 为了简化造型，方便加工制作，确保结构强度，所述顶支架 (25) 为“T”形。

[0026] 本实用新型的有益效果是：

[0027] 1、各个轴向运动由大扭矩电机和丝杆螺母副实现，可实现复杂型面的加工，具有结构简单、紧凑，体积小，精度高，振动小，噪音低，可靠性好等特点。

[0028] 2、在底座上设置排屑槽及螺旋排屑机，不会额外增加整个加工中心的体积；通过螺旋排屑机能够在加工过程中自动清理铁屑，排屑顺畅、彻底，排屑效率高。

[0029] 3、副水箱集成在底座上，避免了另外制作护罩支撑机构和副水箱，在降低生产成本的同时，从根本上解决了副水箱因装配不到位引起的漏水漏油。

[0030] 4、通过氮气平衡缸来平衡主轴箱的重力，能有效减小 Z 轴电机的负荷，以确保 Z 轴运动的平稳性。

[0031] 5、能根据不同的加工需要，可高速切削，也可低速大扭矩切削，加工范围广泛。

附图说明

[0032] 图 1 为本实用新型的侧视图。

[0033] 图 2 为图 1 的右视图。

[0034] 图 3 为图 2 的俯视图。

[0035] 图 4 为底座的俯视图。

[0036] 图 5 为底座带工作台的前视图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明：

[0038] 如图 1、图 2、图 4、图 5 所示，在底座 1 的顶部一体形成有矩形的支撑台 1a，支撑台 1a 顶部的左右两边对称设置排屑槽 1d，排屑槽 1d 沿前后方向延伸，该排屑槽 1d 的横截面优选为“V”形，且排屑槽 1d 的前端贯通至支撑台 1a 的前端面。在每个排屑槽 1d 中均装有螺旋排屑机 27，螺旋排屑机 27 为现有技术，其结构在此不做赘述。在螺旋排屑机 27 运转的过程中，能够将排屑槽 1d 中的铁屑从后往前输送。

[0039] 如图 4、图 5 所示，在支撑台 1a 的尾端设置有副水箱 1c，副水箱 1c 和支撑台 1a 通过铸造为一体，副水箱 1c 的进水口和出水口开设在支撑台 1a 的尾端面上，并且副水箱 1c 的进水口和出水口位于同一高度。在支撑台 1a 中后部的左右两侧对称设置支座 1b，该支座 1b 为方框体，用于支撑固定立柱。支座 1b 的顶面与支撑台 1a 的顶面平齐，且支座 1b 和支撑台 1a 铸造为一体。

[0040] 如图 4、图 5 所示，在支撑台 1a 顶面中前部的中间位置设有前后两根相互平行的横条 28，横条 28 与支撑台 1a 为一体结构。在两根横条 28 的上方设有左右两个纵向块 29，纵向块 29 与横条 28 相垂直，纵向块 29 的前后两端由对应的横条 28 支撑固定，且纵向块 29 上从前往后开有多个螺孔，螺孔的数目根据实际需要确定，本实施例优选为三个，左右两个纵向块 29 上的螺孔相对称。在支撑台 1a 的顶面上设有前后两组定位块 26，每组定位块 26 分为左右两个，两组共四个定位块 26 按矩形分布。定位块 26 优选为矩形，并通过焊接与支撑台 1a 相固定，每个定位块 26 上均分布有四个按矩形分布的定位孔，定位孔优选为螺孔。

[0041] 如图 1、图 2、图 3 所示，各支座 1b 上固定立柱 2，左右两边立柱 2 的顶部共同支撑横梁 3。在支撑台 1a 的上方设置工作台 4，工作台 4 用于对待加工工件进行定位。工作台 4 位于两个立柱 2 之间，工作台 4 底部固定的 X 轴螺母座 5 与 X 轴丝杆 6 螺纹配合。X 轴丝杆 6 沿前后方向延伸，该 X 轴丝杆 6 的两端通过轴承及轴承座支承在支撑台 1a 上。X 轴丝杆 6 的后端通过第一联轴器与 X 轴电机的输出轴连接，X 轴电机安装在支撑台 1a 的后端，并位于 X 轴护罩 7 内，X 轴护罩 7 固定于支撑台 1a 上。在 X 轴丝杆 6 的左右两侧对称设置 X 轴滑轨 8，X 轴滑轨 8 与 X 轴丝杆 6 相平行，两根 X 轴滑轨 8 到 X 轴丝杆 6 的距离相等，工作台 4 通过底部的两组 X 轴滑块 9 分别与两根 X 轴滑轨 8 滑动配合。当 X 轴电机运转的时候，X 轴电机的输出轴带动 X 轴丝杆 6 原地转动，在 X 轴滑轨 8 的导向作用下，工作台 4 在前后方向移动。

[0042] 如图 1、图 2、图 3 所示，在横梁 3 顶部的左右两端对称安装吊具 18，以方便吊装。在横梁 3 的前端面装有上下两根相互平行的 Y 轴滑轨 10，Y 轴滑轨 10 沿左右方向延伸。Y 轴滑座 11 通过两组 Y 轴滑块分别与这两根 Y 轴滑轨 10 滑动配合。在 Y 轴滑座 11 的背面固定 Y 轴螺母座，该 Y 轴螺母座与 Y 轴丝杆 12 螺纹配合。Y 轴丝杆 12 位于两根 Y 轴滑轨 10 之间，Y 轴丝杆 12 平行于 Y 轴滑轨 10，且 Y 轴丝杆 12 到两根 Y 轴滑轨 10 的距离相等。Y 轴丝杆 12 通过两组轴承及轴承座可转动地支承于横梁 3 上，Y 轴丝杆 12 的一端通过第二联轴器与 Y 轴电机 13 的输出轴连接。当 Y 轴电机 13 运转的时候，Y 轴电机 13 的输出轴带动 Y 轴丝杆 12 原地转动，在 Y 轴滑轨 10 的导向作用下，Y 轴滑座 11 在左右方向移动。

[0043] 如图 1、图 2、图 3 所示，在 Y 轴滑座 11 的前端面设置两根左右平行的 Z 轴滑轨 14，Z 轴滑轨 14 沿上下方向延伸。主轴箱 15 位于这两根 Z 轴滑轨 14 之间，并通过侧边的 Z 轴滑块 16 与这两根 Z 轴滑轨 14 滑动配合。作为优选，本实施例中 Z 轴滑块 16 具有上、中、下三对，每对 Z 轴滑块 16 分为左右对称的两个。在主轴箱 15 的背面固定 Z 轴螺母座，该 Z 轴螺母座与 Z 轴丝杆螺纹配合。Z 轴丝杆位于两根 Z 轴滑轨 14 之间，该 Z 轴丝杆与 Z 轴滑轨 14 相平行，Z 轴丝杆到两根 Z 轴滑轨 14 的距离相等。Z 轴丝杆可转动地支承于 Y 轴滑座 11 上，Z 轴丝杆的上端通过第三联轴器与 Z 轴电机 17 的输出轴连接。当 Z 轴电机 17 运转的时候，Z 轴电机 17 的输出轴带动 Z 轴丝杆原地转动，在 Z 轴滑轨 14 的导向作用下，主轴箱 15 在上下方向移动。

[0044] 如图 1、图 2、图 3 所示，在主轴箱 15 的顶部设置顶支架 25，该顶支架 25 优选为“T”形，顶支架 25 的底端与主轴箱 15 相固定。在 Y 轴滑座 11 的左右两侧对称设置氮气平衡缸 24，该氮气平衡缸 24 缸体的上下两端均通过抱箍与 Y 轴滑座 11 连接，氮气平衡缸 24 的活塞杆竖直向上伸出，并与顶支架 25 的悬臂连接。

[0045] 如图 1、图 2、图 3 所示，在主轴箱 15 的前端面安装主轴电机 19，该主轴电机 19 的输出轴竖直向下，并与齿轮箱 20 的输入端连接，齿轮箱 20 的箱体通过齿轮箱支架固定于主轴箱 15 的前端面。齿轮箱 20 的输出轴向下穿过齿轮箱支架，并在齿轮箱 20 的输出轴上套装主动轮 21，该主动轮 21 通过皮带 22 与主轴 23 上的从动轮连接，主轴 23 垂直于支撑台 1a，该主轴 23 通过轴承与主轴箱 15 相支承。

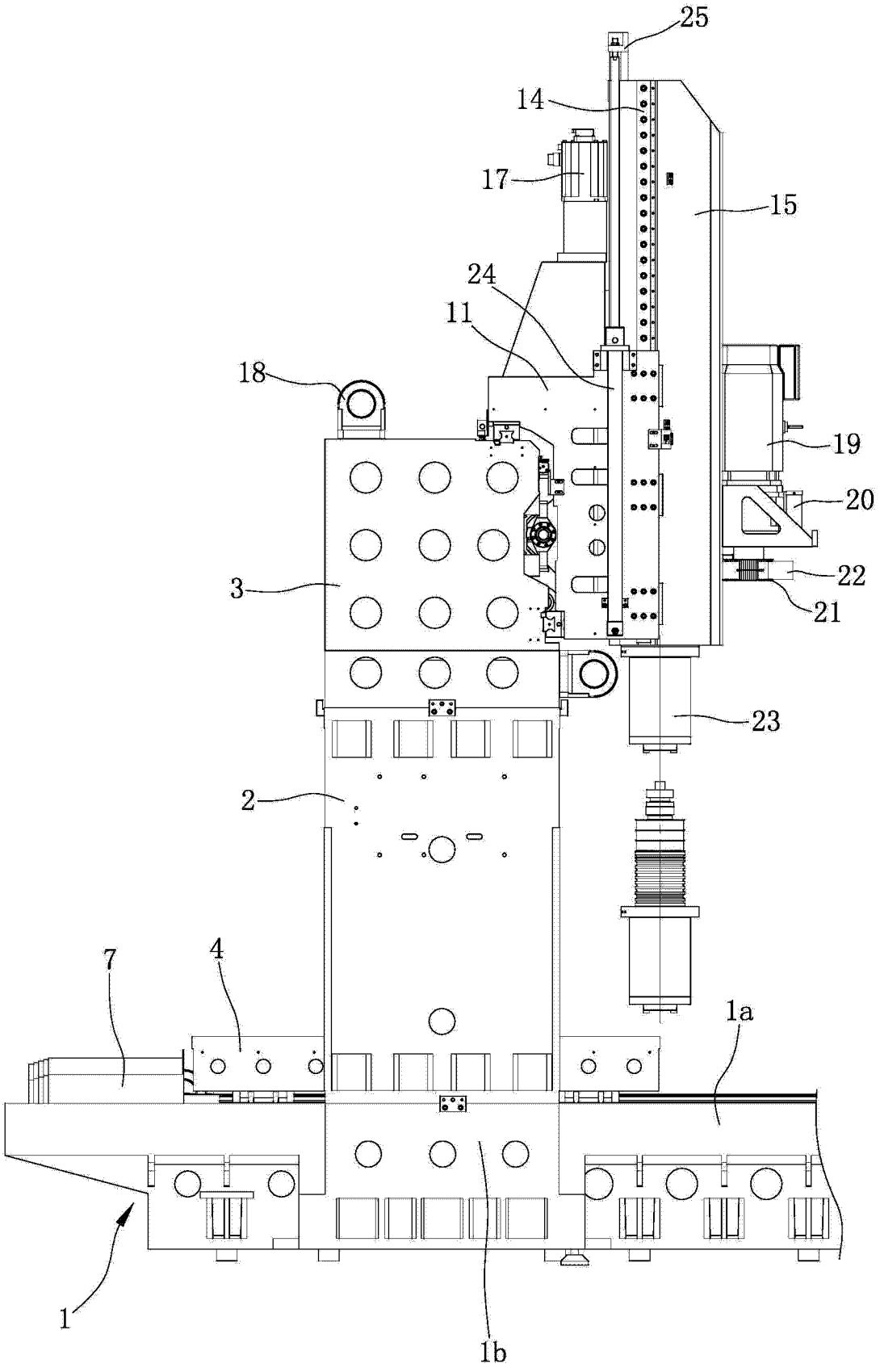


图 1

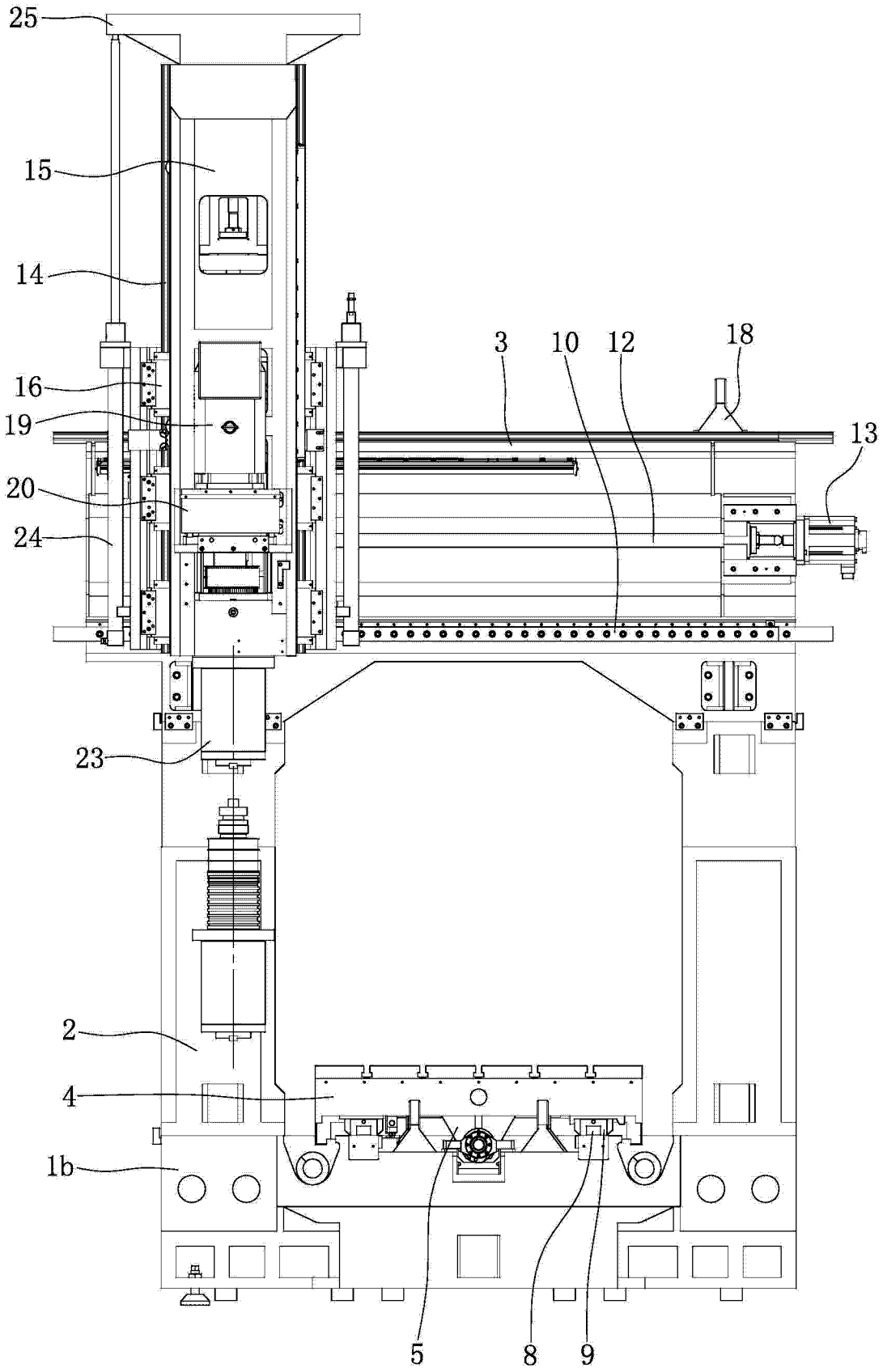


图 2

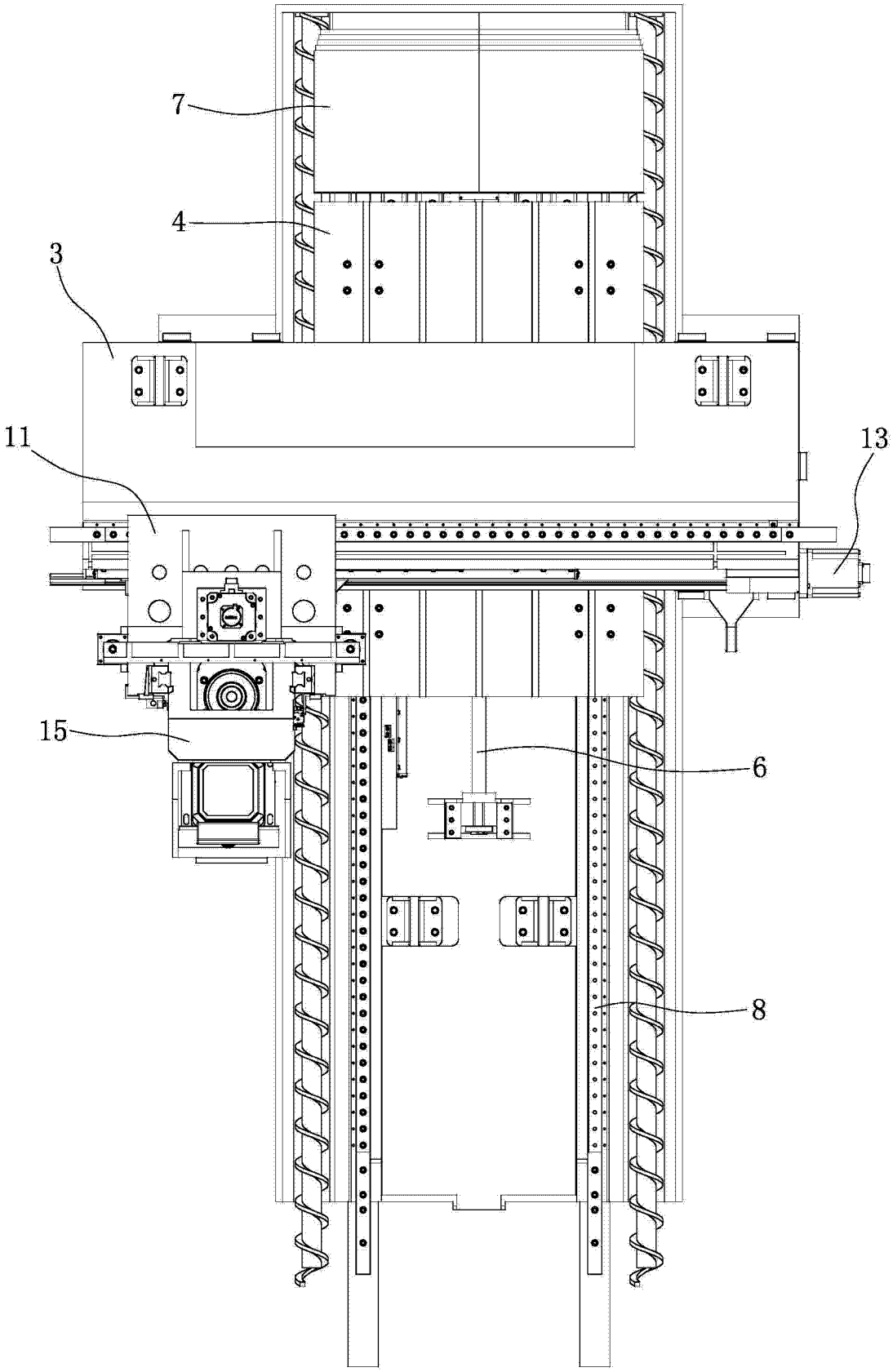


图 3

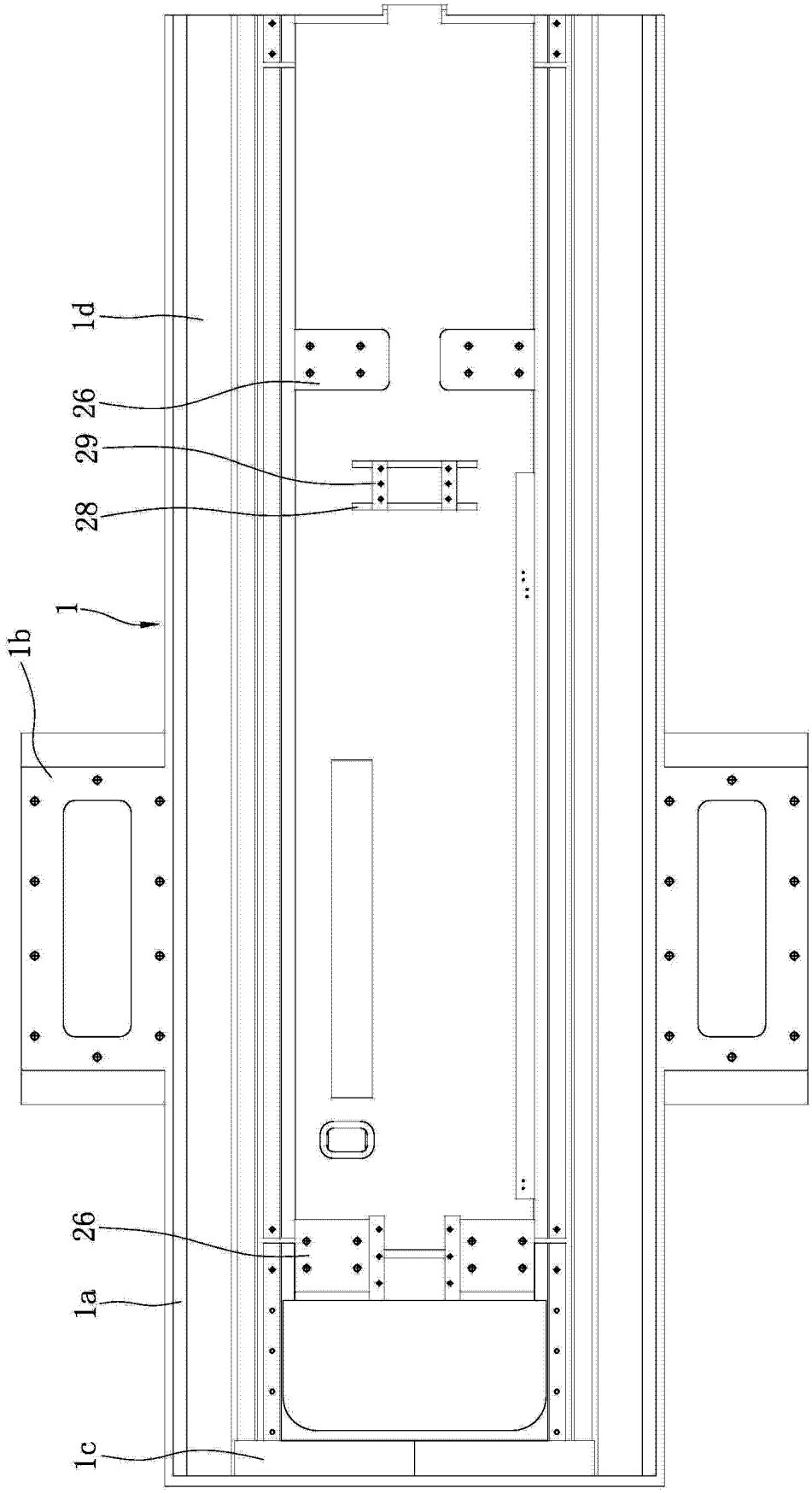


图 4

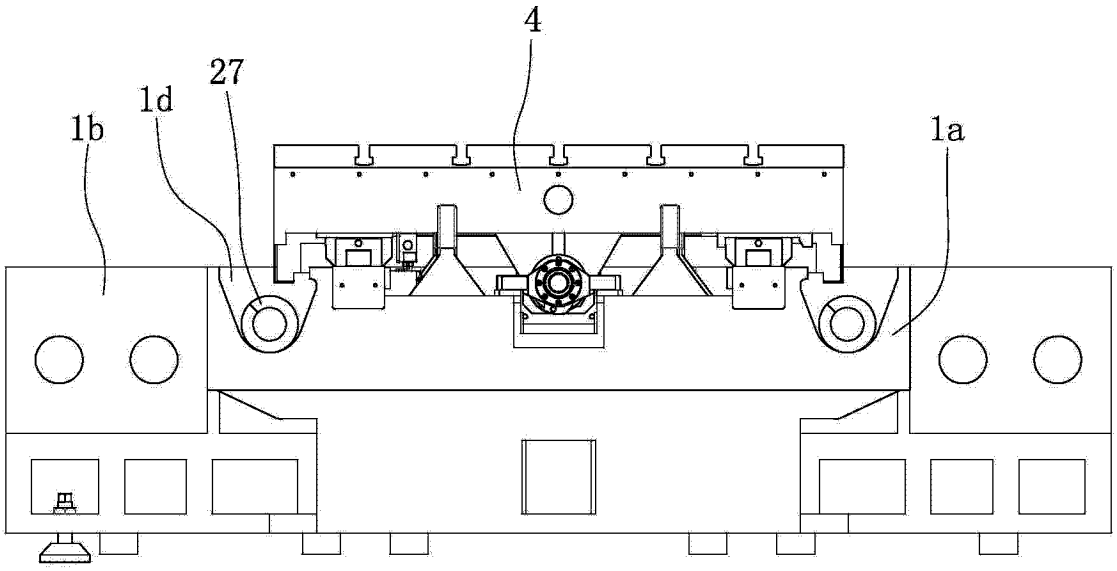


图 5