(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 204053139 U
(45)授权公告日 2014.12.31

(21)申请号 201320853468.6

(22)申请日 2013.12.23

(73)专利权人 南京工业大学
地址 210009 江苏省南京市鼓楼区新模范马路5号
专利权人 南京工大数控科技有限公司

(72)发明人 方成刚 黄筱调 洪荣晶 于春建

(74)专利代理机构 南京天华专利代理有限责任公司 32218
代理人 徐冬涛 蒋真

(51)Int.Cl.
B23F 1/06(2006.01)
B23C 5/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

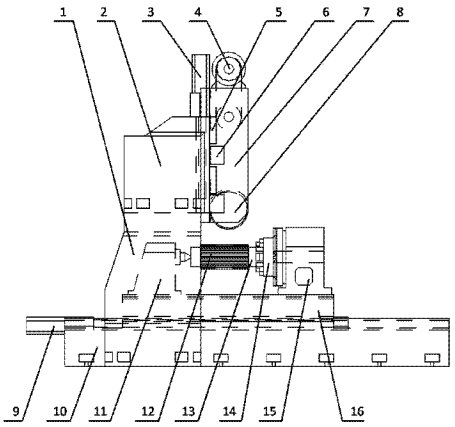
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)实用新型名称

数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床

(57)摘要

一种数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征是包括床身(10)、立柱(1)、矩形工作台(16)、定梁(2)、铣削主轴箱(7)、盘形铣刀(8)、立式旋转分度工作台(15)和尾顶针支架(11)。本数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床结构优化、操作方便、加工效率高、适应少齿数加工、性价比高，适用于摆线减速器行业各种批量的摆线齿轮加工。更换不同的成形刀具，也适用于其它需要加工直槽的轴类零件，如花键，电机转子槽等。同样投入产出比情况下，减少用户投资和占地面积，增加了设备的适应范围。



CN 204053139 U

1. 一种数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征是包括床身（10）、立柱（1）、矩形工作台（16）、定梁（2）、铣削主轴箱（7）、盘形铣刀（8）、立式旋转分度工作台（15）和尾顶针支架（11），床身（10）安装于地基上，床身（10）上侧加工有“一山一矩”导轨，与矩形工作台（16）下面的导轨形成复合滑动导轨，床身（10）与矩形工作台（16）之间设有 X 轴轴向进给系统（9），矩形工作台（16）上方开设 T 形槽，用于固定立式旋转分度工作台（15）和尾顶针支架（11），在床身（10）两侧设计有与地基连接的两个立柱（1），两个立柱（1）顶部通过定梁（2）固连，形成定梁（2）龙门结构，在定梁（2）的前侧设有垂直进给滑动导轨，通过 4 块 Z 轴压板（5）与铣削主轴箱（7）后侧的导轨配合形成径向进给矩形导轨副，在铣削主轴箱（7）和定梁（2）之间设有 Z 轴径向进给系统（3）。

2. 根据权利要求 1 所述的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征在于所述 Z 轴压板（5）之间设有 4 个主轴锁紧油缸（6）。

3. 根据权利要求 1 所述的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征在于所述铣削主轴箱（7）的主轴箱体（17）采用整体铸造结构，在主轴箱体（17）上加工有各传动孔系，主轴变频电机（4）安装于铣削主轴箱（7）顶部，通过小圆弧齿同步带轮（20）、圆弧齿同步带（19）、大圆弧齿同步带轮（18），将扭矩传递至一轴（21）；一轴（21）扭矩通过二轴传动系统（23）、三轴传动系统（24）、四轴传动系统（25）传递至主轴（26）上，盘形铣刀（8）安装在主轴（26）的刀杆上，电机旋转运动通过上述传动轴系传递至盘形铣刀（8）上。

4. 根据权利要求 1 所述的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征在于所述矩形工作台（16）上通过 T 形槽固定有立式旋转分度工作台（15）和尾顶针支架（11），立式旋转分度工作台（15）通过伺服电机驱动精密蜗轮副实现铣削单齿分度，立式旋转分度工作台（15）花盘 T 形槽上固定有三爪卡盘（14），用于夹紧工件；尾顶针支架（11）利用内置油缸锁紧工件。

5. 根据权利要求 1 所述的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征在于所述盘形铣刀（8）由刀盘（27）、刀片（28）和刀夹（29）组成，刀片（28）通过刀夹（29）固定在刀盘（27）上，刀片（28）采用机夹成形不重磨涂层硬质合金，刃形为摆线，成形的刀片（28）利用自身的定位结构置于盘形铣刀（8）刀槽内，通过刀夹（29）紧固于刀槽内。

6. 根据权利要求 5 所述的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，其特征在于所述刀夹（29）中间有直径 90mm 的内孔，与主轴箱体（17）的主轴（26）相连，并通过盘形铣刀（8）两侧的端面键进行扭矩传递。

数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床

技术领域

[0001] 本实用新型属于先进制造领域，涉及一种摆线齿轮加工机床，具体是一种数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床。尤其涉及利用数控卧式龙门定梁结构机床对摆线齿轮进行单分度成形铣削。

背景技术

[0002] 利用普通滚齿机对摆线齿轮进行滚削加工是目前加工摆线齿轮的主要方法，但此法存在一些问题：

[0003] 1. 利用专门设计的摆线高速钢滚刀切削加工，受限于刀具线速度和机床刚性，整体滚削加工效率低，造成投入设备数量多、操作人员多、占地面积大等缺点。

[0004] 2. 由于滚切啮合原理限制，无法滚切少齿数摆线齿轮。针对少齿数摆线齿轮，目前通常利用靠模法进行仿形铣削，加工精度低、精度低，并需要备置大量的仿形靠模，投入成本大。

[0005] 3. 滚削湿切加工产生油烟污染车间环境，对操作工人健康不利，不符合绿色制造的发展方向。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的在于解决现有摆线齿轮滚削加工工艺中存在的不足，提供一种数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床。机床采用风冷干式切削，利用数控装 置实现加工过程全自动化，并可承受高效强力铣削。

[0007] 本实用新型的技术方案如下：

[0008] 一种数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床，包括床身 10、立柱 1、矩形工作台 16、定梁 2、铣削主轴箱 7、盘形铣刀 8、立式旋转分度工作台 15 和尾顶针支架 11，床身 10 安装于地基上，床身 10 上侧加工有“一山一矩”导轨，与矩形工作台 16 下面的导轨形成复合滑动导轨，床身 10 与矩形工作台 16 之间设有 X 轴轴向进给系统 9，矩形工作台 16 上方开设 T 形槽，用于固定立式旋转分度工作台 15 和尾顶针支架 11，在床身 10 两侧设计有与地基连接的两个立柱 1，两个立柱 1 顶部通过定梁 2 固连，形成定梁 2 龙门结构，在定梁 2 的前侧设有垂直进给滑动导轨，通过 4 块 Z 轴压板 5 与铣削主轴箱 7 后侧的导轨配合形成径向进给矩形导轨副，在铣削主轴箱 7 和定梁 2 之间设有 Z 轴径向进给系统 3。

[0009] 所述 Z 轴压板 5 之间设有 4 个主轴锁紧油缸 6。

[0010] 所述铣削主轴箱 7 的主轴箱体 17 采用整体铸造结构，在主轴箱体 17 上加工有各传动孔系，主轴变频电机 4 安装于铣削主轴箱 7 顶部，通过小圆弧齿同步带轮 20、圆弧齿同步带 19、大圆弧齿同步带轮 18，将扭矩传递至一轴 21；一轴 21 扭矩通过二轴传动系统 23、三轴传动系统 24、四轴传动系统 25 传递至主轴 26 上，盘形铣刀 8 安装在主轴 26 的刀杆上，电机旋转运动通过上述传动轴系传递至盘形铣刀 8 上。

[0011] 所述矩形工作台 16 上通过 T 形槽固定有立式旋转分度工作台 15 和尾顶针支架

11。立式旋转分度工作台 15 通过伺服电机驱动精密蜗轮副实现铣削单齿分度，立式旋转分度工作台 15 花盘 T 形槽上固定有三爪卡盘 14，用于夹紧工件。尾顶针支架 11 利用内置油缸锁紧工件。

[0012] 所述盘形铣刀 8 由刀盘 27、刀片 28 和刀夹 29 组成，刀片 28 通过刀夹 29 固定在刀盘 27 上，刀片 28 采用机夹成形不重磨涂层硬质合金，刃形为摆线，成形的刀片 28 利用自身的定位结构置于盘形铣刀 8 刀槽内，通过刀夹 29 紧固于刀槽内。

[0013] 所述刀夹 29 中间有直径 90mm 的内孔，与主轴箱体 17 的主轴 26 相连，并通过盘形铣刀 8 两侧的端面键进行扭矩传递。

[0014] 本实用新型所涉及的单分度强力铣削摆线齿轮机床属于数控成形铣削加工机床，机床利用数控装置进行控制，配备三个伺服进给运动轴和一个变频主运动轴。三个进给运动分别为沿工件长度方向的轴向进给运动，沿工件直径方向的径向进给运动，以及实现工件单分度的旋转进给运动；主运动驱动盘状成形铣刀进行旋转切削运动。轴向进给运动和径向进给运动均采用直线进给伺服系统进行驱动，分齿运动采用旋转蜗轮副进行精密单分度运动，主运动由交流异步变频电机进行驱动。

[0015] 本实用新型采用定梁龙门结构。在机床两侧分别设置两个独立的立柱与地基固连，立柱采用塔式结构，内部布置蜂窝型筋板，具有良好的动、静刚度特性，满足摆线齿轮强力铣削要求。两个立柱顶部采用定梁连接，定梁为复合矩形结构，内部采用箱体式多层筋板，定梁无运动副环节、结构刚性好，可抵抗齿轮强力铣削的弯曲扭矩和振动，保持铣削过程中的高精度和稳定性。定梁正面设有滑动导轨副和轴承支承座，用于安装主轴箱和驱动主轴作径向运动的进给系统。

[0016] 机床床身位于两个立柱之间，床身内部采用蜂窝筋板增强其动、静态刚度，床身上侧设计成“一山一矩”复合形滑动导轨，既满足承载要求又满足导轨精 确导向定位要求。矩形工作台面下面的“一山一矩”导轨与床身配合，在伺服电机及滚珠丝杠副驱动下实现工件的轴向进给运动；矩形工作台面上面开有 T 型槽，用于固定转台及尾顶针支架。

[0017] 主轴箱背面设有滑动导轨面与定梁正面的导轨形成径向进给导轨副。导轨副侧面采用斜铁进行间隙调整，既保证径向进给运动的导向精度，又满足强力铣削的稳定性；导轨副正面采用压板结构固定主轴箱，承受主轴箱重力及铣削力形成的倾覆力拒。铣削摆线齿轮时，刀具仅作轴向进给运动，而径向固定不动。主轴箱径向进给运动的重要特征在于：为进一步提高铣削效率，铣削过程中利用液压油缸锁紧主轴箱，将主轴箱压紧在定梁上，使主轴箱承受强力铣削重载时不会因导轨间隙产生振动。通过伺服电机及滚珠丝杠副驱动主轴箱在定梁上作沿工件径向的进给运动，以适应不同直径工件的铣削。

[0018] 主轴箱采用交流异步变频电机作为动力源，通过变频器调节电机转速满足不同工况下的铣削线速度要求。电机输出转矩由圆弧齿同步带及带轮输入到主轴箱体的第一轴。主轴箱第一轴到刀具主轴之间共设有五档齿轮，通过齿轮副进行减速增扭，满足强力铣削的大扭矩要求。主轴箱主传动系统的重要特征在于使用双边传动消隙结构，有效地的降低传动噪声，提高加工表面光洁度。主轴箱内部全部采用斜齿轮传动，并将第一轴的一侧齿轮设计为轴向浮动齿轮，通过矩形键实现轴向浮动并传递扭矩，齿轮轴向浮动的动力源来自于空套在一轴上的消隙油缸。主轴箱铣削加工时，通过消隙油缸使浮动齿轮产生轴向移动，利用斜齿轮螺旋面原理形成齿轮的附加旋转运动及双边传动的约束关系，有效地消除

齿轮箱内部主传动的齿轮间隙，避免了主传动系统在承受断续强力切削力时产生的非线性振动，提高了加工过程质量。

[0019] 本实用新型采用成形法加工摆线齿轮，所使用刀具为与工件轴截形相适应的盘形刀具。所述盘刀采用机夹硬质合金涂层刀片，刀片为成形摆线形状，可直接加工出摆线齿形。盘刀将齿形搭接区设置于摆线齿形根部，并通过后续磨削加工去除刀片搭接区，使整个齿面端截形无尖点，美化外观、应力集中较小。

[0020] 所述盘形刀具上方配备风冷装置，利用压缩空气冷却切削区域，提高刀具使用寿命；并利用风速清洁刀具表面，防止刀具表面粘粘铁屑对加工表面形成二次划伤，提高铣削表面质量。

[0021] 固定于矩形工作台面前侧的回转轴用于摆线齿轮的单齿分度，所述转台采用精密法向直廓蜗轮副进行分度，通过伺服电机驱动可实现任意分度，满足不同齿数的齿轮加工。转台分度定位后，通过液压油缸锁紧，承受强力铣削过程的颠覆力，保证工件铣削过程中的分度定位准确。

[0022] 在旋转分度转台的花盘上固定有三爪卡盘用于夹紧工件端部。在矩形工作台后侧固定有顶针装置，用于固定工件的另一端。本实用新型按不同规格摆线齿轮的内孔设计相应装夹芯棒，将多个工件同时固定于芯棒上，实现一次装夹同时加工多个工件，以提高加工效率。

[0023] 本实用新型的有益效果：

[0024] 本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床采用模块化设计、高刚性理念设计的机床可承受重载强力切削，配合专用摆线镶片硬质合金盘铣刀，刀具切削线速度达到150m/min，大大提高加工效率。

[0025] 本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床采用风冷切削技术，不产生切削油雾，不需要处理废油，使车间环境得到改善，节省了冷却液成本，符合绿色环保制造的方向。利用成形铣削原理，无铣削齿数限制，可以加工极小齿 数的摆线齿轮。

[0026] 本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床利用精铣成形盘铣刀可以直接对摆线齿轮齿廓进行成形加工，成形精度达国标 7-8 级，成形精度高、表面粗糙度优于传统的滚削工艺。机床能够适应 800mm 以内任意直径的摆线齿轮铣削加工，且一次装夹可以同时铣削多个齿轮，机床综合加工效率比传统滚削效率提高 6-8 倍。

附图说明

[0027] 图 1 是本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床的整体立体结构示意图。

[0028] 图 2 是本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床的侧视图。

[0029] 图 3 是本实用新型的主轴箱传动结构示意图。

[0030] 图 4 是本实用新型的盘形刀具的结构示意图。

[0031] 图 5 是本实用新型的盘形刀具的径向剖视图。

[0032] 图中：1、立柱；2、定梁；3、Z 轴径向进给系统；4、主轴变频电机；5、Z 轴压板；6、主轴锁紧油缸；7、铣削主轴箱；8、盘形铣刀；9、X 轴轴向进给系统；10、床身；11、尾顶针支架；12、摆线齿轮工件；13、装夹芯棒；14、三爪卡盘；15、立式旋转分度工作台；16、矩形工作台；17、主轴箱体；18、大圆弧齿同步带轮；19、圆弧齿同步带；20、小圆弧齿同步带轮；21、一轴；

22、一轴小齿轮；23、二轴传动系统；24、三轴传动系统；25、四轴传动系统；26、主轴、27 为刀盘、28 为刀片、29 为刀夹。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本实用新型作进一步描述：

[0034] 如图 1 所示，本实用新型的数控卧式龙门定梁摆线齿轮铣床由床身 10、立柱 1、矩形工作台 16、定梁 2、铣削主轴箱 7、盘形铣刀 8、立式旋转分度工作台 15、尾顶针支架 11、冷却系统、控制系统等部分组成。

[0035] 床身 10 安装于地基上，床身 10 上侧加工有“一山一矩”导轨，与矩形工作台 16 下面的导轨形成复合滑动导轨，约束除工件轴向运动以外的所有自由度。床身 10 与矩形工作台 16 之间设有 X 轴轴向进给系统 9，通过伺服电机、行星减速器、轴承座及滚珠丝杠副形成直线进给伺服系统，满足工件铣削过程的轴向进给运动。矩形工作台 16 上方开设 T 形槽，用于固定立式旋转分度工作台 15 和尾顶针支架 11。

[0036] 在床身 10 两侧设计有与地基连接的两个立柱 1，两个立柱 1 顶部通过定梁 2 固连，形成定梁 2 龙门结构。在定梁 2 的前侧设有垂直进给滑动导轨，通过 4 块 Z 轴压板 5 与铣削主轴箱 7 后侧的导轨配合形成径向进给矩形导轨副。在铣削主轴箱 7 和定梁 2 之间设有 Z 轴径向进给系统 3，通过伺服电机、行星减速器、轴承座及滚珠丝杠副形成直线进给伺服系统，满足工件铣削过程的径向进给运动。另外，在 Z 轴压板 5 之间设有 4 个主轴锁紧油缸 6，用于工件铣削过程中的锁紧，防止强力铣削造成压板间隙的振动，影响切削过程稳定性。

[0037] 主轴箱传动结构如图 3 所示，铣削主轴箱 7 的主轴箱体 17 采用整体铸造结构，在主轴箱体 17 上加工有各传动孔系。主轴变频电机 4 安装于铣削主轴箱 7 顶部，通过小圆弧齿同步带轮 20、圆弧齿同步带 19、大圆弧齿同步带轮 18，将扭矩传递至一轴 21；一轴 21 扭矩通过二轴传动系统 23、三轴传动系统 24、四 轴传动系统 25 传递至主轴 26 上，盘形铣刀 8 安装在主轴 26 的刀杆上。电机旋转运动通过上述传动轴系传递至盘形铣刀 8 上，通过变频调速和传动系统减速驱动铣刀实现 40-170rpm 之间变速，满足不同切削工况的需求。主轴箱内部采用双侧齿轮传动，并通过油缸实现消隙，减小切削振动。

[0038] 在矩形工作台 16 上通过 T 形槽固定有立式旋转分度工作台 15 和尾顶针支架 11。立式旋转分度工作台 15 通过伺服电机驱动精密蜗轮副实现铣削单齿分度，分度完毕后利用液压油缸和转台内置刹车片进行锁紧，防止铣削力导致蜗轮副啮合侧隙振动。立式旋转分度工作台 15 花盘 T 形槽上固定有三爪卡盘 14，用于夹紧工件。尾顶针支架 11 利用内置油缸锁紧工件。

[0039] 图 4 为铣削摆线齿轮的盘形铣刀，由刀盘 27、刀片 28 和刀夹 29 组成。刀片 28 通过刀夹 29 固定在刀盘 27 上。刀片 28 采用机夹成形不重磨涂层硬质合金，刃形为摆线，可直接铣削加工出齿廓。成形的刀片 28 利用自身的定位结构置于盘形铣刀 8 刀槽内，通过刀夹 29 紧固于刀槽内。刀夹 29 中间有直径 90mm 的内孔，与主轴箱体 17 的主轴 26 相连，并通过盘形铣刀 8 两侧的端面键进行扭矩传递。

[0040] 本实用新型铣削摆线齿轮过程如下：将多个摆线齿轮工件 12 同时串连于装夹芯棒 13 之上并紧固，将装夹芯棒 13 两端分别固定于立式旋转分度工作台 15 的三爪卡盘 14 与尾顶针支架 11 之间。启动机床主轴驱动盘形刀具旋转，根据工件直径大小通过数控径向

垂直进给轴自动将主轴箱进给至相应位置，启动数控轴向进给轴作轴向进给，同时铣削多个工件的同一位置齿槽。铣削完一个齿槽后，通过旋转轴做单分齿，重复上述动作铣削下一个齿槽。直至铣削完所有齿槽，拆卸工件。

[0041] 本机床结构优化、操作方便、加工效率高、适应少齿数加工、性价比高，适用于摆线减速器行业各种批量的摆线齿轮加工。更换不同的成形刀具，也适用于其它需要加工直槽的轴类零件，如花键，电机转子槽等。同样投入产出比情况下，减少用户投资和占地面积，增加了设备的适应范围。

[0042] 上面所述的实施例仅仅是对本实用新型的优选实施方式进行描述，并非对本实用新型的构思和范围进行限定，在不脱离本实用新型设计构思前提下，本领域中普通工程技术人员对本实用新型的技术方案作出的各种变型和改进，均应落入本实用新型的保护范围，本实用新型请求保护的技术内容已经全部记载在权利要求书中。

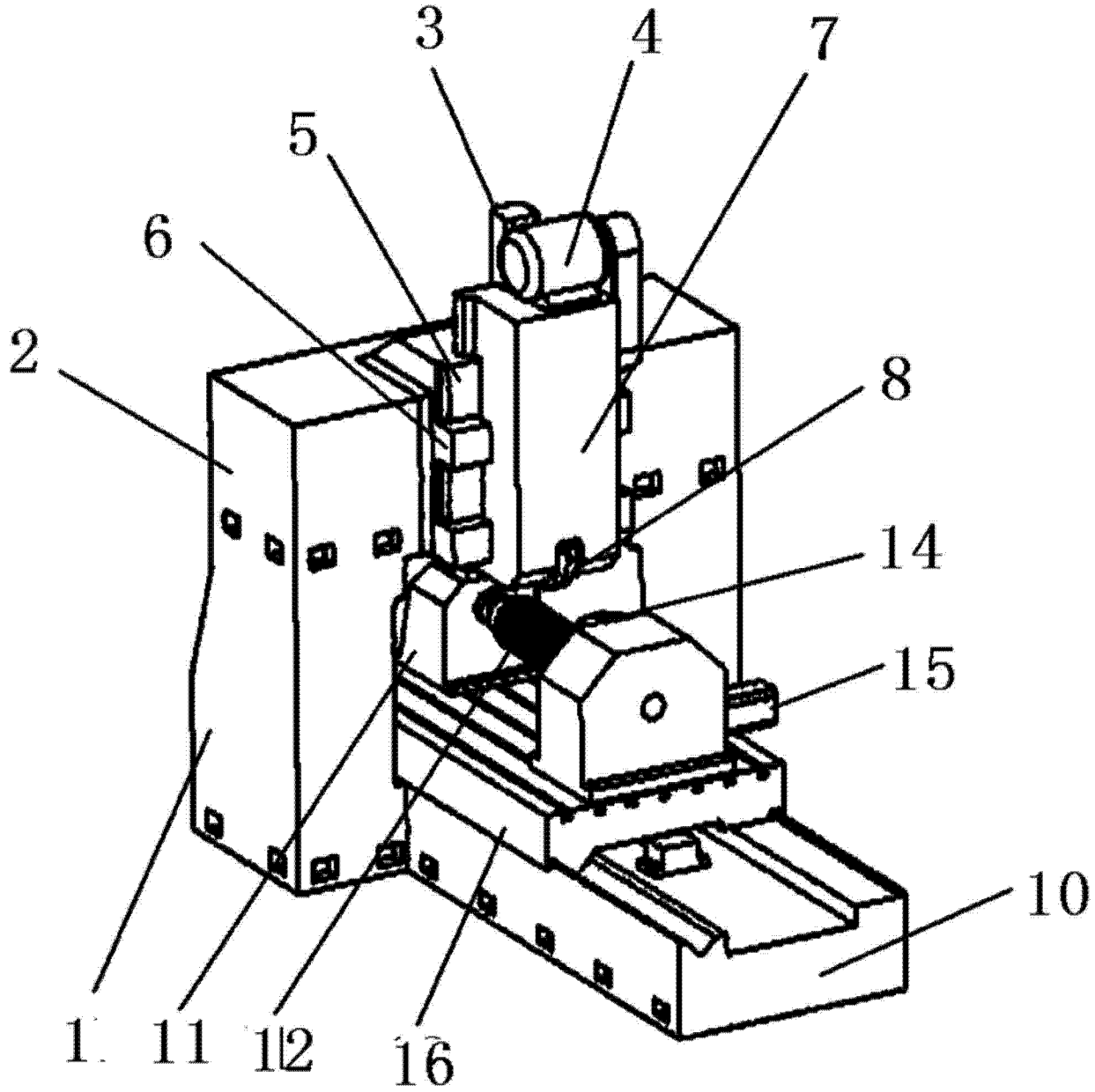


图 1

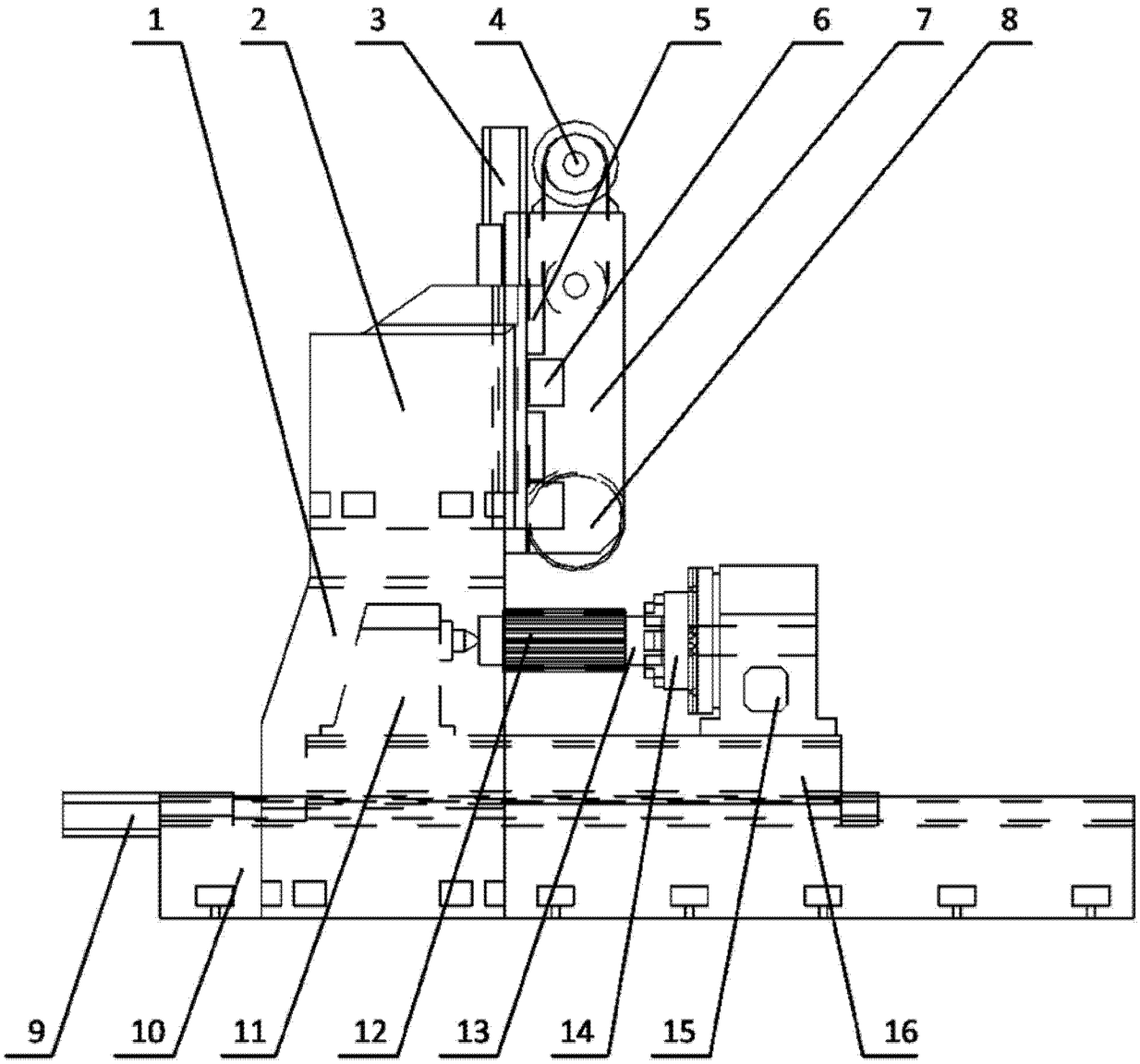


图 2

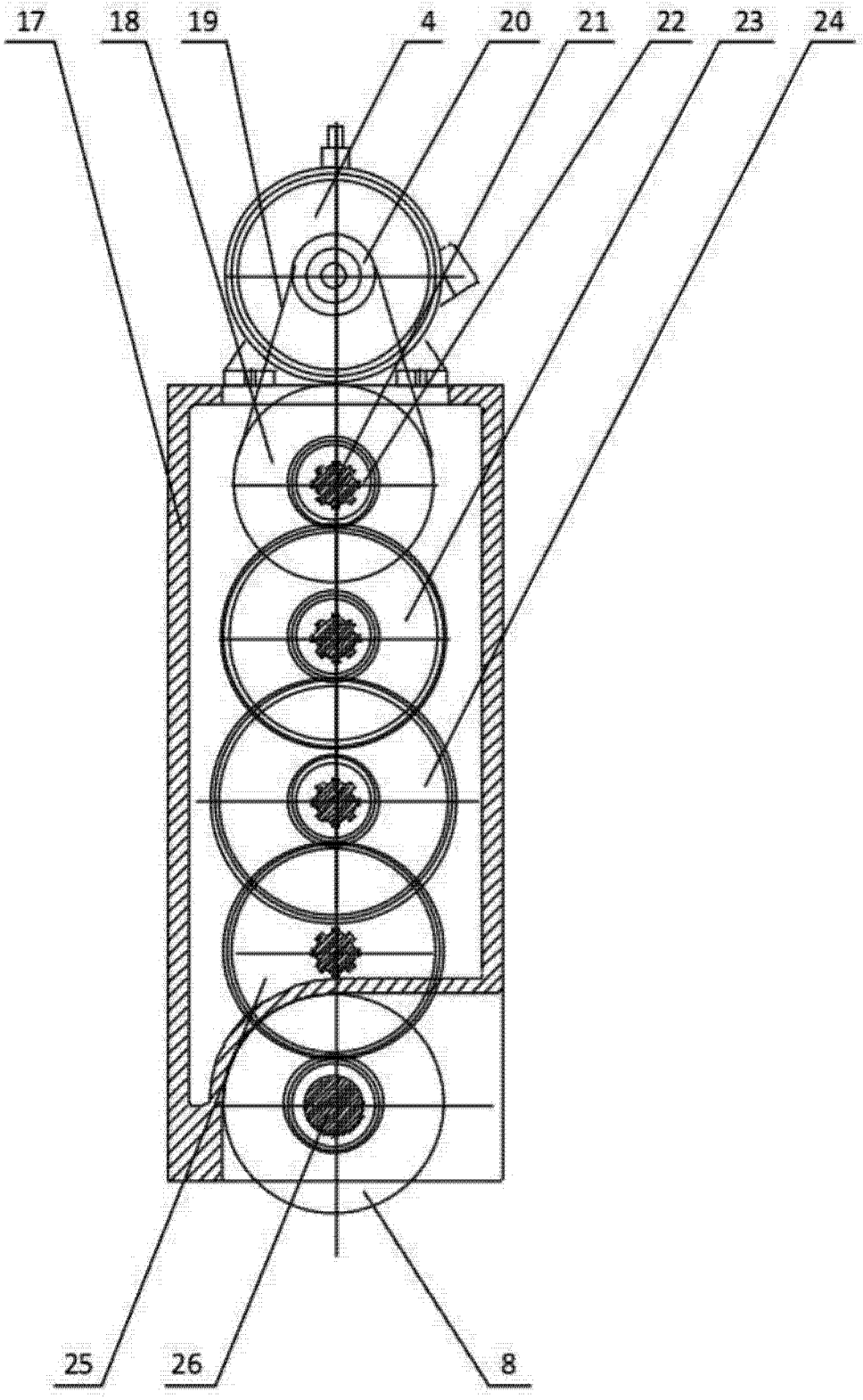


图 3

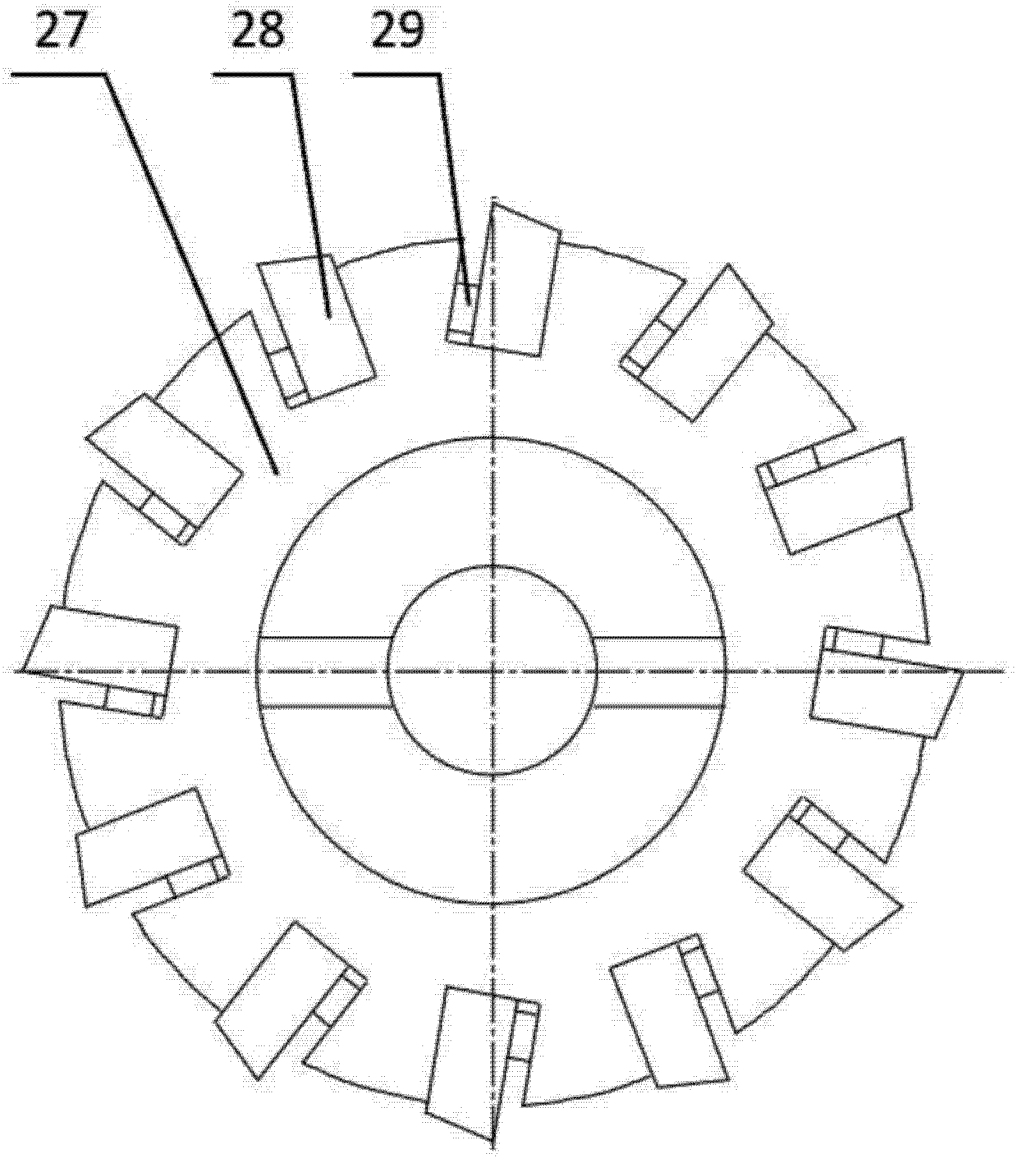


图 4

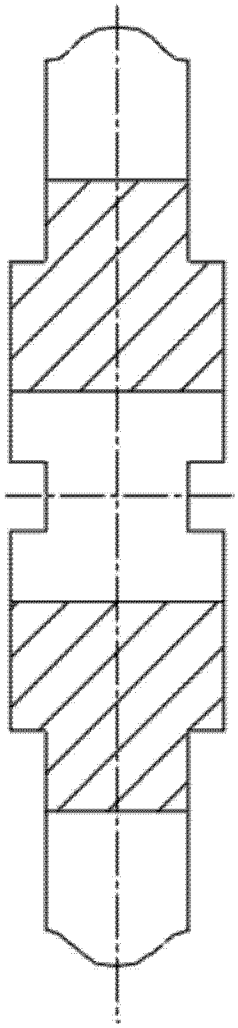


图 5