(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113083921 A
(43)申请公布日 2021.07.09

(21)申请号 202110398759.X

(22)申请日 2021.04.13

(71)申请人 东北大学
地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 李英龙 吴晓玉 邵琦 张校烽 皮宗力 张玲

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109
代理人 梁焱

(51)Int.Cl.
B21C 1/00(2006.01)
B21C 1/02(2006.01)
B21C 19/00(2006.01)

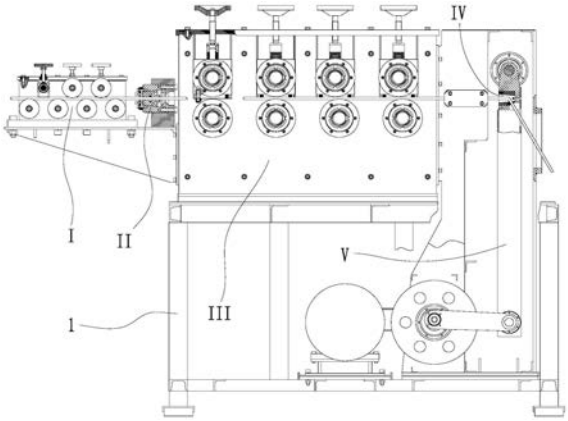
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备

(57)摘要

一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，包括机架、校直机构、止退器、动力推进机构、ECAP模具及振动机构；校直机构、止退器、动力推进机构及ECAP模具顺序分布在机架顶部，ECAP模具设置在振动机构上；ECAP模具包括模套及模芯，锥形模芯位于模套锥形孔内，模芯内部开设有等径圆柱型腔孔；模芯分为左模芯和右模芯，左右模芯小径端芯体上与模套之间穿装有定位销轴，模套内孔锥度及模芯锥度采用5号莫氏锥度；振动机构由电动机作为动力源驱动机构内的摆杆做摆转振动，ECAP模具位于摆杆顶的ECAP模具安装槽内。本发明可进行连续振动条件下的塑性成形加工，具有连续、高效、短流程、节能、可大规模生产有色金属合金超细晶棒、线材的能力。



CN 113083921 A

1.一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：包括机架、校直机构、止退器、动力推进机构、ECAP模具及振动机构；所述校直机构、止退器、动力推进机构及ECAP模具顺序分布在机架顶部，所述ECAP模具设置在振动机构上。

2.根据权利要求1所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述校直机构包括支撑立板架、上校直轮及下校直轮；所述支撑立板架竖直固装在机架顶部；所述上校直轮数量若干且构成上校直轮组，所述下校直轮数量若干且构成下校直轮组，上校直轮组与下校直轮组平行分布，上校直轮组内的上校直轮与下校直轮组内的下校直轮交错分布；在所述支撑立板架的上端板体上开设有若干竖直设置的校直轨道槽孔，在每个校直轨道槽孔内均安装有校直滑块，校直滑块相对于校直轨道槽孔具有竖直移动自由度，每个校直滑块上均安装有一个上校直轮；在所述校直滑块正上方的支撑立板架上竖直设置有校直螺栓，校直螺栓下端延伸至校直轨道槽孔内并与校直滑块上表面顶靠接触配合，校直螺栓上端延伸至支撑立板架上方，在校直螺栓上端安装有校直手柄。

3.根据权利要求1所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述止退器包括支撑座、止退锥、止退套、前限位挡板、后限位挡板及推力弹簧；所述支撑座竖直固装在机架顶部；所述止退套水平固定安装在支撑座上，止退套的内孔为锥形孔，所述止退锥位于止退套的锥形孔内，止退锥相对于止退套的锥形孔具有轴向移动自由度；所述止退锥采用四瓣式结构，止退锥的四瓣锥体之间配装有同步环，止退锥的四瓣锥体通过同步环进行同步轴向移动；所述前限位挡板固装在止退套的锥形孔小径端外部，所述后限位挡板固装在止退套的锥形孔大径端外部；所述推力弹簧设置在止退锥大径端与后限位挡板内表面之间；在所述支撑座、前限位挡板及后限位挡板上开设有线材穿行让位孔，在所述止退锥的中心开设有线材穿行止退孔。

4.根据权利要求1所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述动力推进机构包括支撑箱体、上夹线轮、下夹线轮、齿轮传动组件及夹线轮驱动电机；所述支撑箱体竖直固装在机架顶部；所述上夹线轮数量若干且构成上夹线轮组，所述下夹线轮数量若干且构成下夹线轮组，上夹线轮与下夹线轮数量相等，上夹线轮组与下夹线轮组平行分布，上夹线轮组的上夹线轮与下夹线轮组的下夹线轮位置一一对应；在所述支撑箱体的上端侧箱板上开设有若干竖直设置的夹线轨道槽孔，在每个夹线轨道槽孔内均安装有夹线滑块，夹线滑块相对于夹线轨道槽孔具有竖直移动自由度，每个夹线滑块上均安装有一个上夹线轮；在所述夹线滑块正上方的支撑箱体顶板上竖直设置有夹线螺栓，夹线螺栓下端延伸至夹线轨道槽孔内；在所述夹线滑块上表面竖直设置有第一夹线导向销，在第一夹线导向销外侧套装有碟簧，在碟簧顶部设置有碟簧压盖，碟簧压盖套装在第一夹线导向销顶部，碟簧压盖与第一夹线导向销为间隙配合，所述夹线螺栓下端与碟簧压盖上表面顶靠接触配合；在所述夹线滑块下方的夹线轨道槽孔底部竖直设置有第二夹线导向销，在第二夹线导向销外侧套装有夹线弹簧，第二夹线导向销正上方的夹线滑块底部开设有导向销孔，第二夹线导向销顶部插装在导向销孔内，第二夹线导向销与导向销孔之间为间隙配合；所述夹线螺栓上端延伸至支撑箱体上方，在夹线螺栓上端安装有夹线手柄；所述上夹线轮组与下夹线轮组通过齿轮传动组件与夹线轮驱动电机传动连接。

5.根据权利要求4所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述齿轮传动组件包括第一齿轮、第二齿轮、第三齿轮、第四齿轮、第五齿轮及

第六齿轮；每个所述上夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第一齿轮，第一齿轮位于支撑箱体内部；每个所述下夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第二齿轮，第二齿轮位于支撑箱体内部，同一位置处的第一齿轮与第二齿轮相啮合；每个所述下夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第三齿轮，第三齿轮位于支撑箱体外部；在所述支撑箱体外部的机架顶部固装有辅助支撑架，在辅助支撑架与支撑箱体之间分别设置有第一辅助齿轮轴和第二辅助齿轮轴，第一辅助齿轮轴与第二辅助齿轮轴相平行，第一辅助齿轮轴和第二辅助齿轮轴均具有回转自由度；所述第四齿轮固定套装在靠近支撑箱体一侧的第一辅助齿轮轴上，且第四齿轮与第三齿轮相啮合；所述第五齿轮固定套装在靠近辅助支撑架一侧的第一辅助齿轮轴上；所述第六齿轮固定套装在第二辅助齿轮轴上，第六齿轮与第五齿轮相啮合；所述夹线轮驱动电机的电机轴与第二辅助齿轮轴同轴固连。

6.根据权利要求1所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述ECAP模具包括模套及模芯；在所述模套的内孔为锥形孔，所述模芯为锥形结构，模芯位于模套的锥形孔内，在模芯内部开设有等径圆柱型腔孔；所述模芯采用两瓣式结构，分为左模芯和右模芯，左模芯与右模芯扣合形成完整模芯；所述等径圆柱型腔孔的进料口位于模芯的大径端平面上，等径圆柱型腔孔的出料口位于模芯的侧圆锥面上，在与等径圆柱型腔孔的出料口正对的模套上设置有线材出口；在所述左模芯、右模芯的小径端芯体上与模套之间穿装有一根模芯定位销轴；所述等径圆柱型腔孔的进料口及模套上线材出口的孔口均采用外扩式结构；所述模套的内孔锥度及模芯的锥度均采用5号莫氏锥度。

7.根据权利要求1所述的一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，其特征在于：所述振动机构包括支撑框架、电动机、主动带轮、皮带、从动带轮、动力传动轴、飞轮、偏心转接块、偏心转接轴、连杆及摆杆；所述电动机固定安装在支撑框架底部，所述动力传动轴位于支撑框架底部且与电动机的电机轴相平行，动力传动轴具有回转自由度；所述主动带轮固定套装在电动机的电机轴上，所述从动带轮固定套装在动力传动轴一端，主动带轮与从动带轮之间通过皮带传动连接；所述飞轮固定套装在动力传动轴中部；所述偏心转接块固定连接在动力传动轴另一端，所述偏心转接轴固定连接在偏心转接块上，偏心转接轴与动力传动轴偏心平行分布；所述连杆一端铰接在偏心转接轴上，所述摆杆一端与连杆另一端相铰接，摆杆另一端铰接在支撑框架顶部；在所述摆杆顶部设置有ECAP模具安装槽，在ECAP模具安装槽正前方的支撑框架上安装有夹持器，通过夹持器对进入ECAP模具前的线材进行力约束和形状约束。

一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料塑性成形加工技术领域，特别是涉及一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备。

背景技术

[0002] 在传统的有色金属连续ECAP塑性成形加工过程中，很容易出现原料、挤压轮和槽封块的摩擦与不均，进而导致原料径向出现金属流动变形不均匀现象，从而影响制品的组织与性能的均一性，同时摩擦会消耗机械能，导致变形效率进一步降低。因此，研发一种连续、高效、短流程、节能、可大规模生产有色金属合金的设备势在必行。

发明内容

[0003] 针对现有技术存在的问题，本发明提供一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，主要针对有色金属中的铝、镁、钛及其合金，可进行连续振动条件下的塑性成形加工，具有连续、高效、短流程、节能、可大规模生产有色金属合金超细晶棒、线材的能力，同时也可以为振动条件下的大塑性变形行为开展系统研究工作。

[0004] 为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，包括机架、校直机构、止退器、动力推进机构、ECAP模具及振动机构；所述校直机构、止退器、动力推进机构及ECAP模具顺序分布在机架顶部，所述ECAP模具设置在振动机构上。

[0005] 所述校直机构包括支撑立板架、上校直轮及下校直轮；所述支撑立板架竖直固装在机架顶部；所述上校直轮数量若干且构成上校直轮组，所述下校直轮数量若干且构成下校直轮组，上校直轮组与下校直轮组平行分布，上校直轮组内的上校直轮与下校直轮组内的下校直轮交错分布；在所述支撑立板架的上端板体上开设有若干竖直设置的校直轨道槽孔，在每个校直轨道槽孔内均安装有校直滑块，校直滑块相对于校直轨道槽孔具有竖直移动自由度，每个校直滑块上均安装有一个上校直轮；在所述校直滑块正上方的支撑立板架上竖直设置有校直螺栓，校直螺栓下端延伸至校直轨道槽孔内并与校直滑块上表面顶靠接触配合，校直螺栓上端延伸至支撑立板架上方，在校直螺栓上端安装有校直手柄。

[0006] 所述止退器包括支撑座、止退锥、止退套、前限位挡板、后限位挡板及推力弹簧；所述支撑座竖直固装在机架顶部；所述止退套水平固定安装在支撑座上，止退套的内孔为锥形孔，所述止退锥位于止退套的锥形孔内，止退锥相对于止退套的锥形孔具有轴向移动自由度；所述止退锥采用四瓣式结构，止退锥的四瓣锥体之间配装有同步环，止退锥的四瓣锥体通过同步环进行同步轴向移动；所述前限位挡板固装在止退套的锥形孔小径端外部，所述后限位挡板固装在止退套的锥形孔大径端外部；所述推力弹簧设置在止退锥大径端与后限位挡板内表面之间；在所述支撑座、前限位挡板及后限位挡板上开设有线材穿行让位孔，在所述止退锥的中心开设有线材穿行止退孔。

[0007] 所述动力推进机构包括支撑箱体、上夹线轮、下夹线轮、齿轮传动组件及夹线轮驱

动电机;所述支撑箱体竖直固装在机架顶部;所述上夹线轮数量若干且构成上夹线轮组,所述下夹线轮数量若干且构成下夹线轮组,上夹线轮与下夹线轮数量相等,上夹线轮组与下夹线轮组平行分布,上夹线轮组的上夹线轮与下夹线轮组的下夹线轮位置一一对应;在所述支撑箱体的上端侧箱板上开设有若干竖直设置的夹线轨道槽孔,在每个夹线轨道槽孔内均安装有夹线滑块,夹线滑块相对于夹线轨道槽孔具有竖直移动自由度,每个夹线滑块上均安装有一个上夹线轮;在所述夹线滑块正上方的支撑箱体顶板上竖直设置有夹线螺栓,夹线螺栓下端延伸至夹线轨道槽孔内;在所述夹线滑块上表面竖直设置有第一夹线导向销,在第一夹线导向销外侧套装有碟簧,在碟簧顶部设置有碟簧压盖,碟簧压盖套装在第一夹线导向销顶部,碟簧压盖与第一夹线导向销为间隙配合,所述夹线螺栓下端与碟簧压盖上表面顶靠接触配合;在所述夹线滑块下方的夹线轨道槽孔底部竖直设置有第二夹线导向销,在第二夹线导向销外侧套装有夹线弹簧,第二夹线导向销正上方的夹线滑块底部开设有导向销孔,第二夹线导向销顶部插装在导向销孔内,第二夹线导向销与导向销孔之间为间隙配合;所述夹线螺栓上端延伸至支撑箱体上方,在夹线螺栓上端安装有夹线手柄;所述上夹线轮组与下夹线轮组通过齿轮传动组件与夹线轮驱动电机传动连接。

[0008] 所述齿轮传动组件包括第一齿轮、第二齿轮、第三齿轮、第四齿轮、第五齿轮及第六齿轮;每个所述上夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第一齿轮,第一齿轮位于支撑箱体内部;每个所述下夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第二齿轮,第二齿轮位于支撑箱体内部,同一位置处的第一齿轮与第二齿轮相啮合;每个所述下夹线轮的轮轴上均固定套装有一个第三齿轮,第三齿轮位于支撑箱体外部;在所述支撑箱体外部的机架顶部固装有辅助支撑架,在辅助支撑架与支撑箱体之间分别设置有第一辅助齿轮轴和第二辅助齿轮轴,第一辅助齿轮轴与第二辅助齿轮轴相平行,第一辅助齿轮轴和第二辅助齿轮轴均具有回转自由度;所述第四齿轮固定套装在靠近支撑箱体一侧的第一辅助齿轮轴上,且第四齿轮与第三齿轮相啮合;所述第五齿轮固定套装在靠近辅助支撑架一侧的第一辅助齿轮轴上;所述第六齿轮固定套装在第二辅助齿轮轴上,第六齿轮与第五齿轮相啮合;所述夹线轮驱动电机的电机轴与第二辅助齿轮轴同轴固连。

[0009] 所述ECAP模具包括模套及模芯;在所述模套的内孔为锥形孔,所述模芯为锥形结构,模芯位于模套的锥形孔内,在模芯内部开设有等径圆柱型腔孔;所述模芯采用两瓣式结构,分为左模芯和右模芯,左模芯与右模芯扣合形成完整模芯;所述等径圆柱型腔孔的进料口位于模芯的大径端平面上,等径圆柱型腔孔的出料口位于模芯的侧圆锥面上,在与等径圆柱型腔孔的出料口正对的模套上设置有线材出口;在所述左模芯、右模芯的小径端芯体上与模套之间穿装有一根模芯定位销轴;所述等径圆柱型腔孔的进料口及模套上线材出口的孔口均采用外扩式结构;所述模套的内孔锥度及模芯的锥度均采用5号莫氏锥度。

[0010] 所述振动机构包括支撑框架、电动机、主动带轮、皮带、从动带轮、动力传动轴、飞轮、偏心转接块、偏心转接轴、连杆及摆杆;所述电动机固定安装在支撑框架底部,所述动力传动轴位于支撑框架底部且与电动机的电机轴相平行,动力传动轴具有回转自由度;所述主动带轮固定套装在电动机的电机轴上,所述从动带轮固定套装在动力传动轴一端,主动带轮与从动带轮之间通过皮带传动连接;所述飞轮固定套装在动力传动轴中部;所述偏心转接块固定连接在动力传动轴另一端,所述偏心转接轴固定连接在偏心转接块上,偏心转接轴与动力传动轴偏心平行分布;所述连杆一端铰接在偏心转接轴上,所述摆杆一端与连

杆另一端相铰接，摆杆另一端铰接在支撑框架顶部；在所述摆杆顶部设置有ECAP模具安装槽，在ECAP模具安装槽正前方的支撑框架上安装有夹持器，通过夹持器对进入ECAP模具前的线材进行力约束和形状约束。

[0011] 本发明的有益效果：

[0012] 本发明的带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，主要针对有色金属中的铝、镁、钛及其合金，可进行连续振动条件下的塑性成形加工，具有连续、高效、短流程、节能、可大规模生产有色金属合金超细晶棒、线材的能力，同时也可以为振动条件下的大塑性变形行为开展系统研究工作。

附图说明

[0013] 图1为本发明的带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备的结构示意图；

[0014] 图2为本发明的校直机构的正视图；

[0015] 图3为本发明的校直机构的侧向剖视图；

[0016] 图4为本发明的止退器的结构示意图；

[0017] 图5为本发明的动力推进机构的正视图；

[0018] 图6为本发明的动力推进机构的俯向剖视图；

[0019] 图7为本发明的动力推进机构的侧向剖视图；

[0020] 图8为本发明的ECAP模具的立体图；

[0021] 图9为本发明的ECAP模具的侧向剖视图；

[0022] 图10为本发明的振动机构的正视图；

[0023] 图11为本发明的振动机构的俯向剖视图；

[0024] 图中，I—校直机构，II—止退器，III—动力推进机构，IV—ECAP模具，V—振动机构，1—机架，2—支撑立板架，3—上校直轮，4—下校直轮，5—轨道槽孔，6—校直滑块，7—校直螺栓，8—校直手柄，9—支撑座，10—止退锥，11—止退套，12—前限位挡板，13—后限位挡板，14—推力弹簧，15—同步环，16—支撑箱体，17—上夹线轮，18—下夹线轮，19—夹线轮驱动电机，20—夹线轨道槽孔，21—夹线滑块，22—夹线螺栓，23—第一夹线导向销，24—碟簧，25—碟簧压盖，26—第二夹线导向销，27—夹线弹簧，28—导向销孔，29—夹线手柄，30—第一齿轮，31—第二齿轮，32—第三齿轮，33—第四齿轮，34—第五齿轮，35—第六齿轮，36—辅助支撑架，37—第一辅助齿轮轴，38—第二辅助齿轮轴，39—模套，40—等径圆柱型腔孔，41—左模芯，42—右模芯，43—线材出口，44—模芯定位销轴，45—支撑框架，46—电动机，47—主动带轮，48—皮带，49—从动带轮，50—动力传动轴，51—飞轮，52—偏心转接块，53—偏心转接轴，54—连杆，55—摆杆，56—ECAP模具安装槽，57—夹持器。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0026] 如图1～11所示，一种带有振动机构的有色金属连续ECAP塑性成形加工设备，包括机架1、校直机构I、止退器II、动力推进机构III、ECAP模具IV及振动机构V；所述校直机构I、止退器II、动力推进机构III及ECAP模具IV顺序分布在机架1顶部，所述ECAP模具IV设置在

振动机构V上。

[0027] 所述校直机构I包括支撑立板架2、上校直轮3及下校直轮4;所述支撑立板架2竖直固装在机架1顶部;所述上校直轮3数量若干且构成上校直轮组,所述下校直轮4数量若干且构成下校直轮组,上校直轮组与下校直轮组平行分布,上校直轮组内的上校直轮3与下校直轮组内的下校直轮4交错分布;在所述支撑立板架2的上端板体上开设有若干竖直设置的校直轨道槽孔5,在每个校直轨道槽孔5内均安装有校直滑块6,校直滑块6相对于校直轨道槽孔5具有竖直移动自由度,每个校直滑块6上均安装有一个上校直轮3;在所述校直滑块6正上方的支撑立板架2上竖直设置有校直螺栓7,校直螺栓7下端延伸至校直轨道槽孔5内并与校直滑块6上表面顶靠接触配合,校直螺栓7上端延伸至支撑立板架2上方,在校直螺栓7上端安装有校直手柄8。

[0028] 所述止退器II包括支撑座9、止退锥10、止退套11、前限位挡板12、后限位挡板13及推力弹簧14;所述支撑座9竖直固装在机架1顶部;所述止退套11水平固定安装在支撑座9上,止退套11的内孔为锥形孔,所述止退锥10位于止退套11的锥形孔内,止退锥10相对于止退套11的锥形孔具有轴向移动自由度;所述止退锥10采用四瓣式结构,止退锥10的四瓣锥体之间配装有同步环15,止退锥10的四瓣锥体通过同步环15进行同步轴向移动;所述前限位挡板12固装在止退套11的锥形孔小径端外部,所述后限位挡板13固装在止退套11的锥形孔大径端外部;所述推力弹簧14设置在止退锥10大径端与后限位挡板13内表面之间;在所述支撑座9、前限位挡板12及后限位挡板13上开设有线材穿行让位孔,在所述止退锥10的中心开设有线材穿行止退孔。

[0029] 所述动力推进机构III包括支撑箱体16、上夹线轮17、下夹线轮18、齿轮传动组件及夹线轮驱动电机19;所述支撑箱体16竖直固装在机架1顶部;所述上夹线轮17数量若干且构成上夹线轮组,所述下夹线轮18数量若干且构成下夹线轮组,上夹线轮17与下夹线轮18数量相等,上夹线轮组与下夹线轮组平行分布,上夹线轮组的上夹线轮17与下夹线轮组的下夹线轮18位置一一对应;在所述支撑箱体16的上端侧箱板上开设有若干竖直设置的夹线轨道槽孔20,在每个夹线轨道槽孔20内均安装有夹线滑块21,夹线滑块21相对于夹线轨道槽孔20具有竖直移动自由度,每个夹线滑块21上均安装有一个上夹线轮17;在所述夹线滑块21正上方的支撑箱体16顶板上竖直设置有夹线螺栓22,夹线螺栓22下端延伸至夹线轨道槽孔20内;在所述夹线滑块21上表面竖直设置有第一夹线导向销23,在第一夹线导向销23外侧套装有碟簧24,在碟簧24顶部设置有碟簧压盖25,碟簧压盖25套装在第一夹线导向销23顶部,碟簧压盖25与第一夹线导向销23为间隙配合,所述夹线螺栓22下端与碟簧压盖25上表面顶靠接触配合;在所述夹线滑块21下方的夹线轨道槽孔20底部竖直设置有第二夹线导向销26,在第二夹线导向销26外侧套装有夹线弹簧27,第二夹线导向销26正上方的夹线滑块21底部开设有导向销孔28,第二夹线导向销26顶部插装在导向销孔28内,第二夹线导向销26与导向销孔28之间为间隙配合;所述夹线螺栓22上端延伸至支撑箱体16上方,在夹线螺栓22上端安装有夹线手柄29;所述上夹线轮组与下夹线轮组通过齿轮传动组件与夹线轮驱动电机19传动连接。

[0030] 所述齿轮传动组件包括第一齿轮30、第二齿轮31、第三齿轮32、第四齿轮33、第五齿轮34及第六齿轮35;每个所述上夹线轮17的轮轴上均固定套装有一个第一齿轮30,第一齿轮30位于支撑箱体16内部;每个所述下夹线轮18的轮轴上均固定套装有一个第二齿轮

31，第二齿轮31位于支撑箱体16内部，同一位置处的第一齿轮30与第二齿轮31相啮合；每个所述下夹线轮18的轮轴上均固定套装有一个第三齿轮32，第三齿轮32位于支撑箱体16外部；在所述支撑箱体16外部的机架1顶部固装有辅助支撑架36，在辅助支撑架36与支撑箱体16之间分别设置有第一辅助齿轮轴37和第二辅助齿轮轴38，第一辅助齿轮轴37与第二辅助齿轮轴38相平行，第一辅助齿轮轴37和第二辅助齿轮轴38均具有回转自由度；所述第四齿轮33固定套装在靠近支撑箱体16一侧的第一辅助齿轮轴37上，且第四齿轮33与第三齿轮32相啮合；所述第五齿轮34固定套装在靠近辅助支撑架36一侧的第一辅助齿轮轴37上；所述第六齿轮35固定套装在第二辅助齿轮轴38上，第六齿轮35与第五齿轮34相啮合；所述夹线轮驱动电机19的电机轴与第二辅助齿轮轴38同轴固连。

[0031] 所述ECAP模具IV包括模套39及模芯；在所述模套39的内孔为锥形孔，所述模芯为锥形结构，模芯位于模套39的锥形孔内，在模芯内部开设有等径圆柱型腔孔40；所述模芯采用两瓣式结构，分为左模芯41和右模芯42，左模芯41与右模芯42扣合形成完整模芯；所述等径圆柱型腔孔40的进料口位于模芯的大径端平面上，等径圆柱型腔孔40的出料口位于模芯的侧圆锥面上，在与等径圆柱型腔孔40的出料口正对的模套39上设置有线材出口43；在所述左模芯41、右模芯42的小径端芯体上与模套39之间穿装有一根模芯定位销轴44；所述等径圆柱型腔孔40的进料口及模套39上线材出口42的孔口均采用外扩式结构；所述模套39的内孔锥度及模芯的锥度均采用5号莫氏锥度。

[0032] 所述振动机构V包括支撑框架45、电动机46、主动带轮47、皮带48、从动带轮49、动力传动轴50、飞轮51、偏心转接块52、偏心转接轴53、连杆54及摆杆55；所述电动机46固定安装在支撑框架45底部，所述动力传动轴50位于支撑框架45底部且与电动机46的电机轴相平行，动力传动轴50具有回转自由度；所述主动带轮47固定套装在电动机46的电机轴上，所述从动带轮49固定套装在动力传动轴50一端，主动带轮47与从动带轮49之间通过皮带48传动连接；所述飞轮51固定套装在动力传动轴50中部；所述偏心转接块52固定连接在动力传动轴50另一端，所述偏心转接轴53固定连接在偏心转接块52上，偏心转接轴53与动力传动轴50偏心平行分布；所述连杆54一端铰接在偏心转接轴53上，所述摆杆55一端与连杆54另一端相铰接，摆杆55另一端铰接在支撑框架45顶部；在所述摆杆55顶部设置有ECAP模具安装槽56，在ECAP模具安装槽56正前方的支撑框架45上安装有夹持器57，通过夹持器57对进入ECAP模具IV前的线材进行力约束和形状约束。

[0033] 下面结合附图说明本发明的一次使用过程：

[0034] 金属线材首先进入校直机构I，本实施例中，上校直轮3数量为三个，下校直轮4数量为四个，校直机构I主要通过预弯作用对金属线材进行校直，而预弯作用具体通过旋拧校直手柄8进行施加，旋拧校直手柄8以带动校直螺栓7向下旋进，进而对校直滑块6产生下压力，此时上校直轮3会将校直滑块6受到的下压力传递给金属线材，最终通过上校直轮3对金属线材进行预弯调直，经过预弯调直后，金属线材可笔直输出校直机构I。

[0035] 当金属线材由校直机构I输出后需经过止退器II进入动力推进机构III后，且当金属线材正常向前穿过止退锥10中心的线材穿行止退孔时，由于金属线材与止退锥10之间存在接触摩擦力，会使止退锥10沿轴向脱离止退套11，此时的止退锥10不会对金属线材产生止退作用，金属线材可以自由穿过止退器II，同时由于推力弹簧14输出的弹簧力存在，止退锥10可以对金属线材产生一定的夹持作用，此时的止退锥10对金属线材还可以起到一定的

力约束和形状约束，保证金属线材稳定的处于一定的运动轨迹上，进而保证了金属线材的几何偏差在给定的公差范围内。当金属线材向后移动时，在摩擦力作用下，止退锥10会向小径端移动，止退锥10的四瓣锥体会向中心聚拢，从而对金属线材产生巨大的摩擦力，用以阻止线材后退，从而实现了金属线材的止退效果。

[0036] 当金属线材经过止退器II直接进入动力推进机构III后，本实施例中，动力推进机构III中的上夹线轮17和下夹线轮18的数量均为四个，当金属线材进入上夹线轮17和下夹线轮18之间后，由夹线轮驱动电机19经过齿轮传动组件带动上夹线轮17和下夹线轮18同步转动，通过上夹线轮17和下夹线轮18相互咬合的摩擦力牵引金属线材向前推进，上夹线轮17和下夹线轮18均可实现同步、同向、全动力转动，进而保证线材可以匀速、稳定的向前移动。为了适应不同直径的金属线材，可通过旋拧夹线手柄29带动夹线螺栓22上下旋进，进而使夹线滑块21可以上下移动，以实现上夹线轮17高度位置的调整，最终实现上夹线轮17与下夹线轮18间隙的调整，以适应不同直径的金属线材。本实施例中，第一辅助齿轮轴37数量为两根，每根第一辅助齿轮轴37上的第四齿轮33同时与两个第三齿轮32啮合传动，且第二辅助齿轮轴38上的第六齿轮35同时与两个第五齿轮34啮合传动。经过四组夹线轮的推进，金属线材直接进入ECAP模具IV。

[0037] 当金属线材进入ECAP模具IV后，由于ECAP模具IV采用了模套39与左模芯41和右模芯42配合的结构形式，与传统的ECAP模具相比，解决了传统ECAP模具在挤压过程中紧固螺栓受力过大的问题，而且模套39的内孔锥度及模芯的锥度均采用5号莫氏锥度，利用摩擦力的原理可以传递一定的扭矩，使得左模芯41和右模芯42紧固在模套39内，减小了因为挤压力过大使ECAP模具受损的可能性，同时减少了压缩区和定径区的长度，也降低了模具与线材之间的摩擦能耗问题。此外，由于等径圆柱型腔孔40的进料口及模套39上线材出口42的孔口均采用外扩式结构，可以防止金属线材在挤压或拉拔时进入模具而发生墩粗现象。

[0038] 在金属线材进入ECAP模具IV时，振动机构V也同步启动，具体通过启动电动机46，由电动机46带动主动带轮47转动，通过皮带48带动从动带轮49转动，进而带动动力传动轴50及其上飞轮51转动，飞轮51具有较大的转动惯量，可以用来减少电动机46运转过程中的速度波动，而动力传动轴50将带动偏心转接块52和偏心转接轴53转动，而偏心转接轴53在进行偏心转动过程中会带动连杆54运动，最终带动摆杆55做摆转振动，该摆转振动会直接作用到ECAP模具IV上，这种振动形式可以降低变形力和接触摩擦力，进而改善有色金属合金的变形均匀性、细化晶粒以及改善表面质量。本实施例中，电动机46为2.2kW的四频电机，转速为800～2800rpm，可通过摆杆55向ECAP模具IV施加水平振幅为0.1～1mm以及频率为800～2800Hz的振动作用。

[0039] 实施例中的方案并非用以限制本发明的专利保护范围，凡未脱离本发明所为的等效实施或变更，均包含于本案的专利范围中。

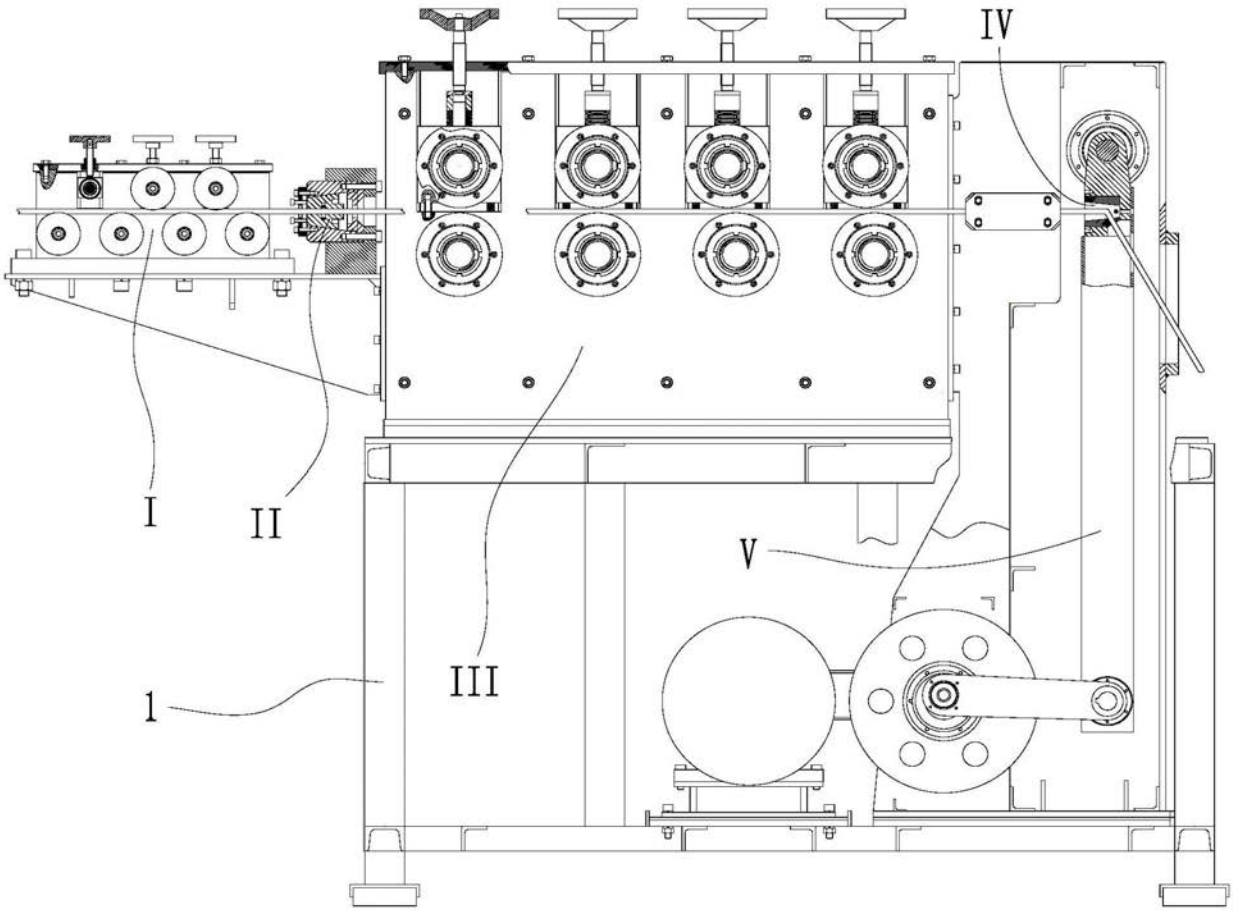


图1

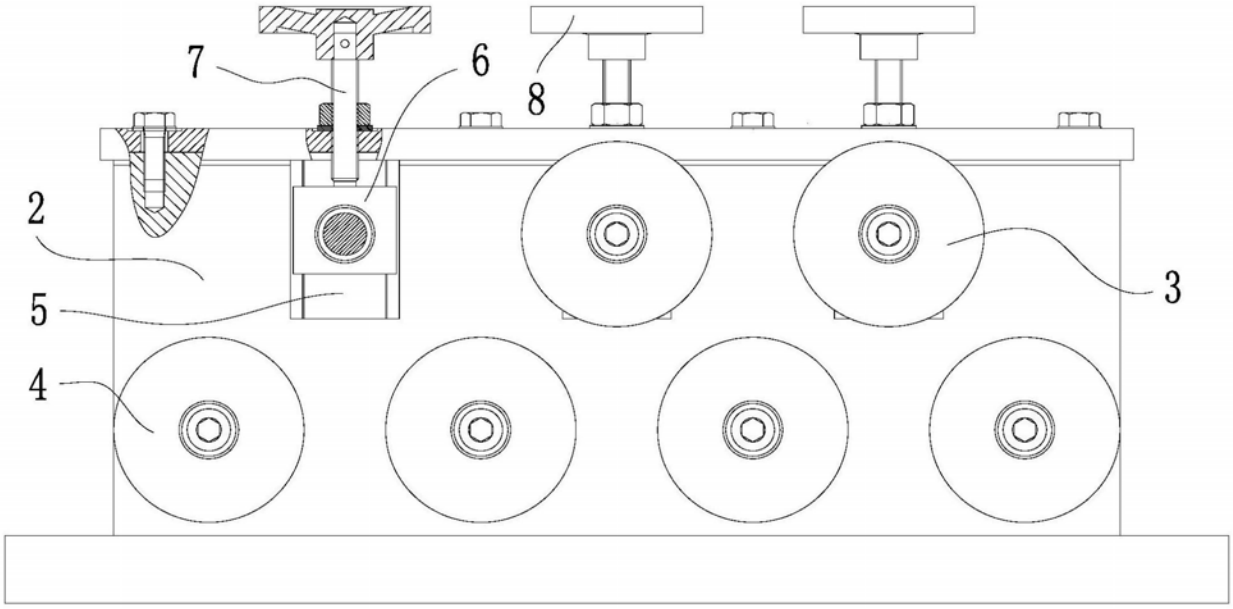


图2

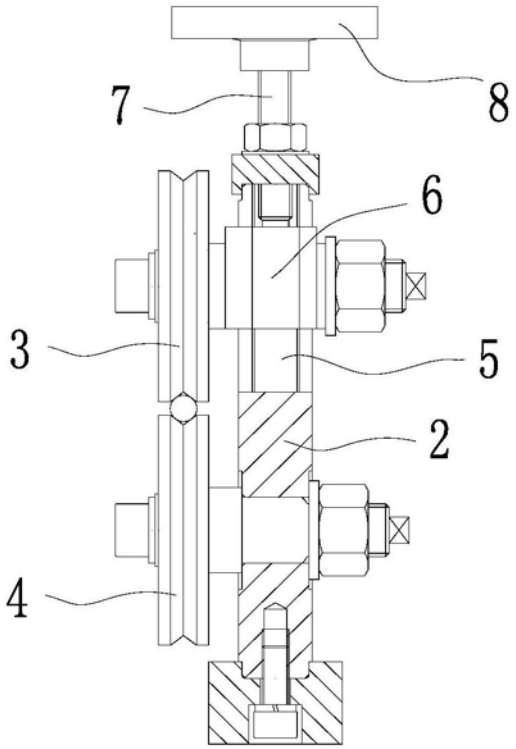


图3

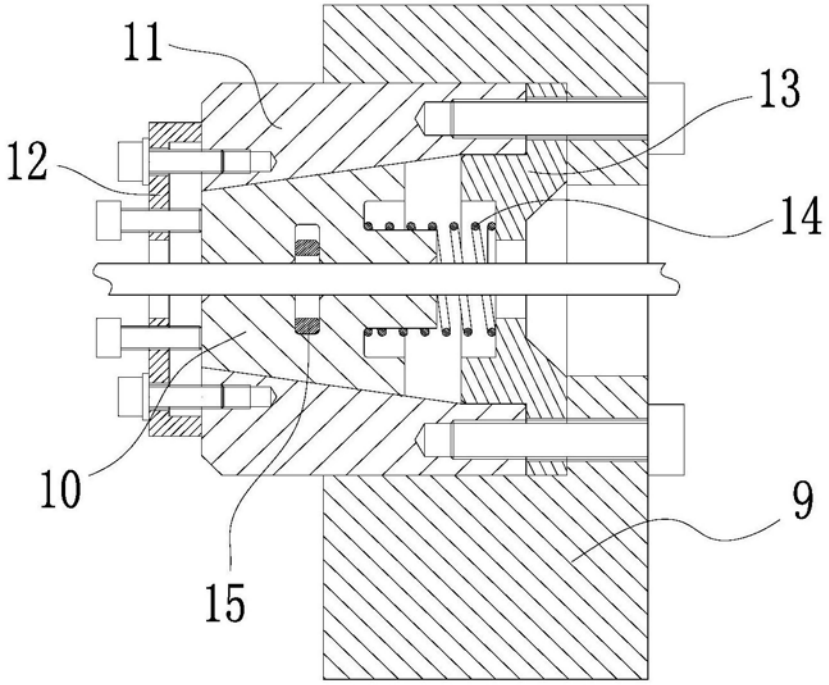


图4

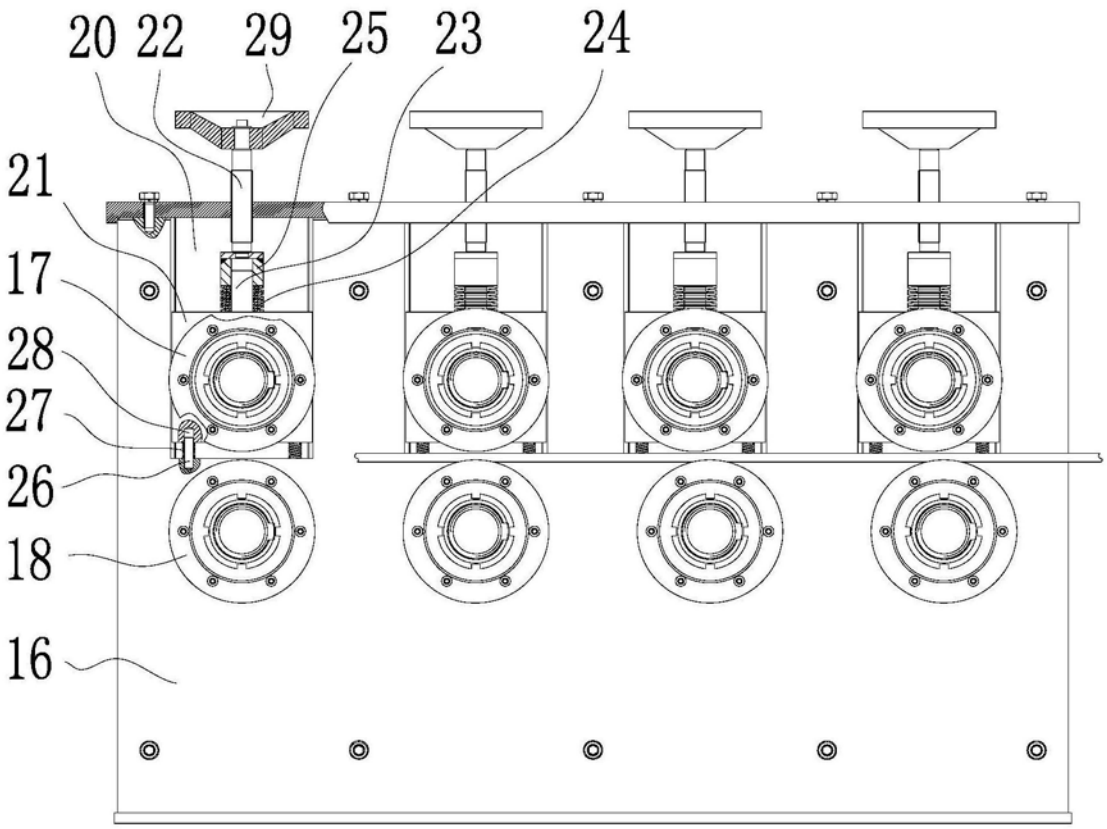


图5

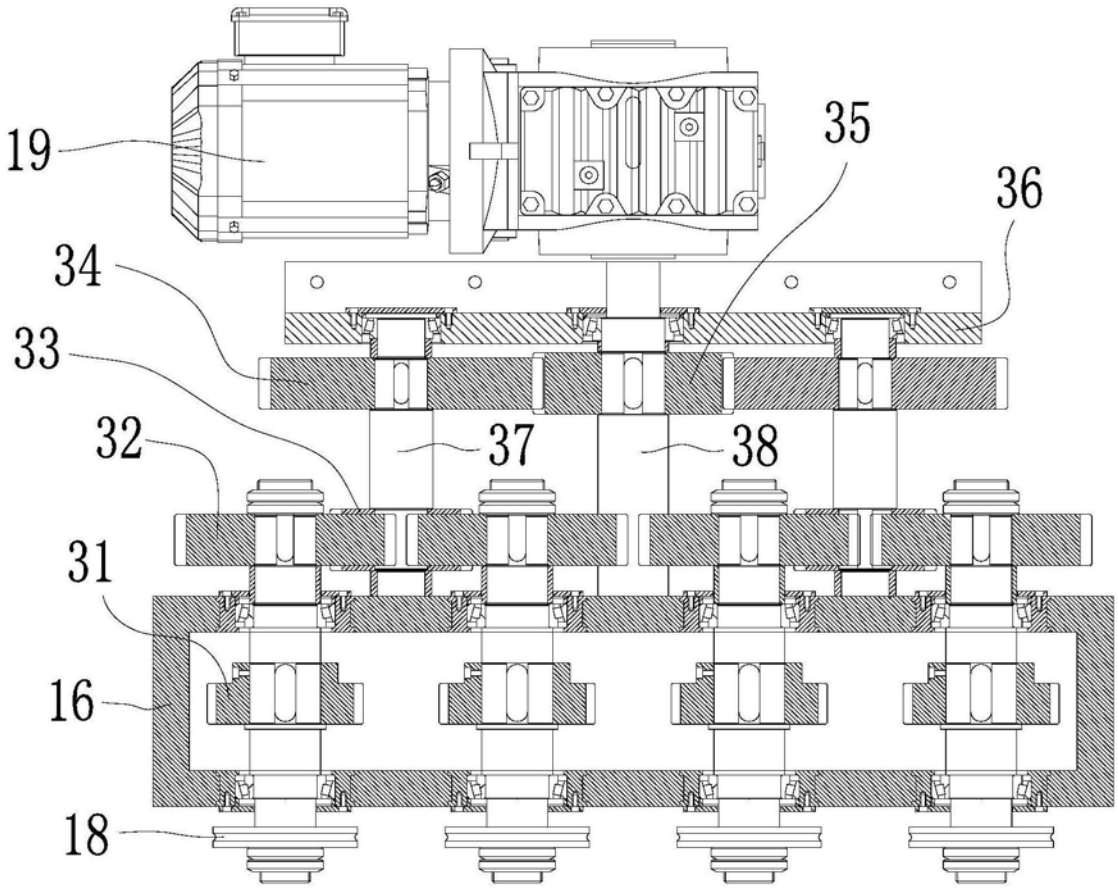


图6

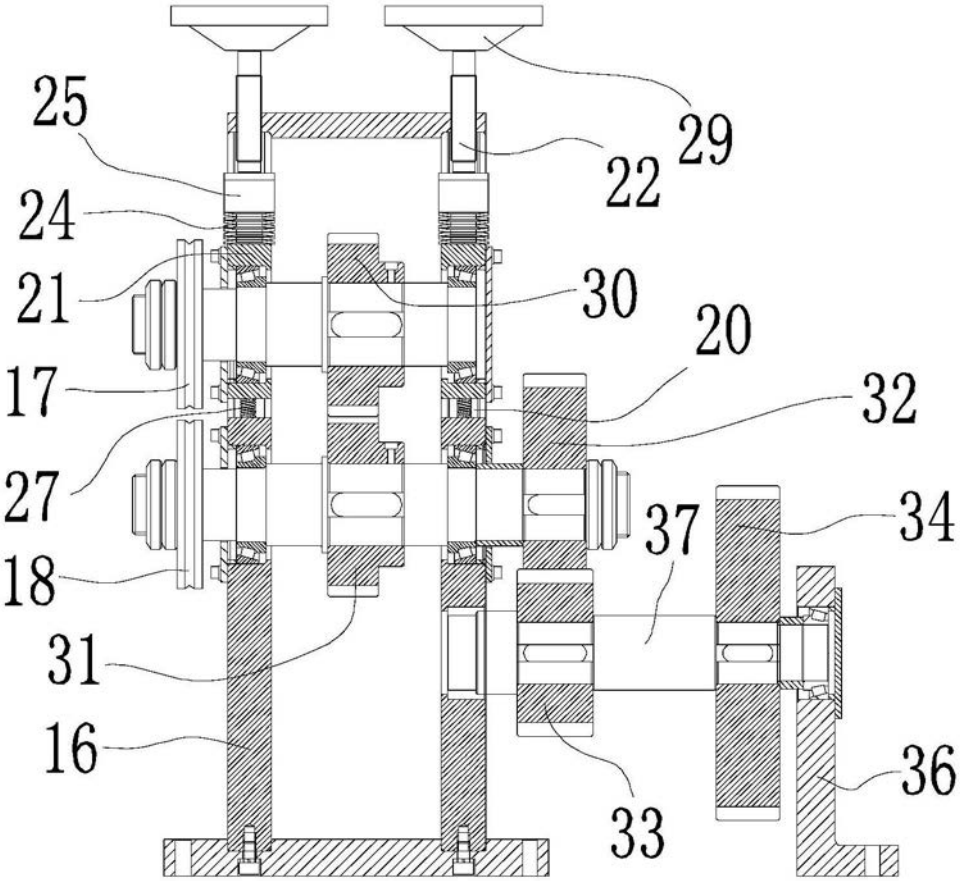


图7

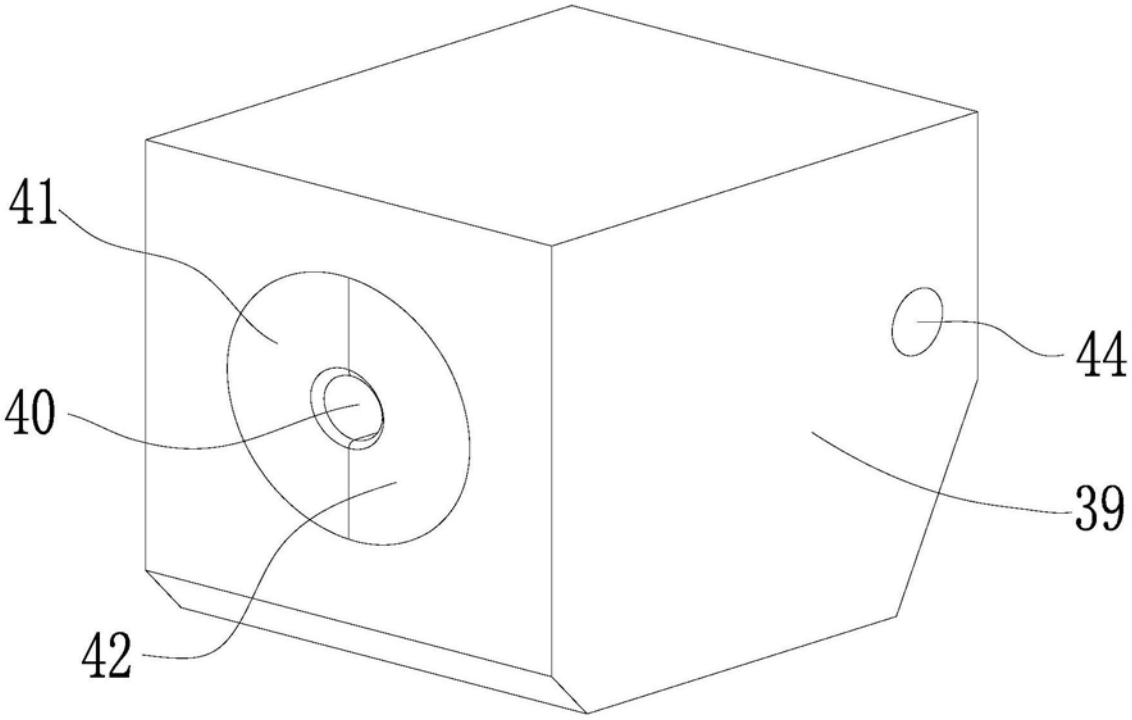


图8

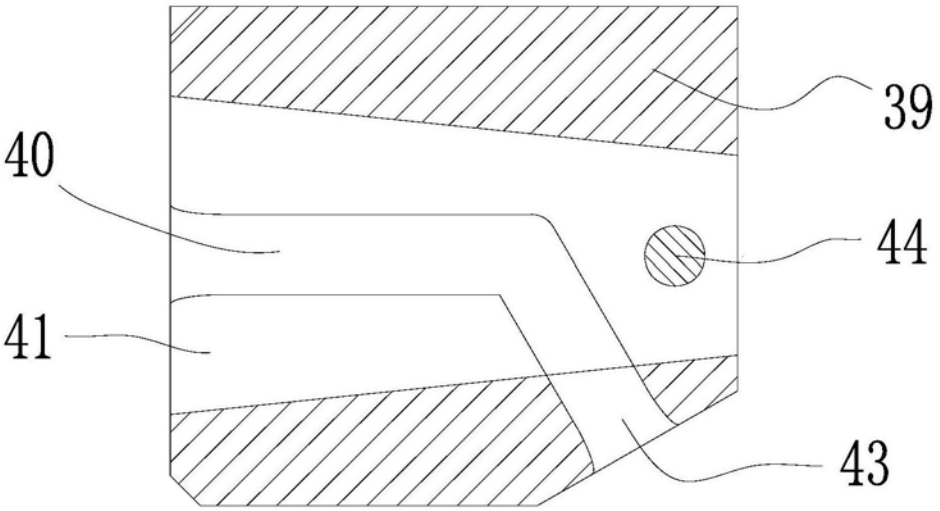


图9

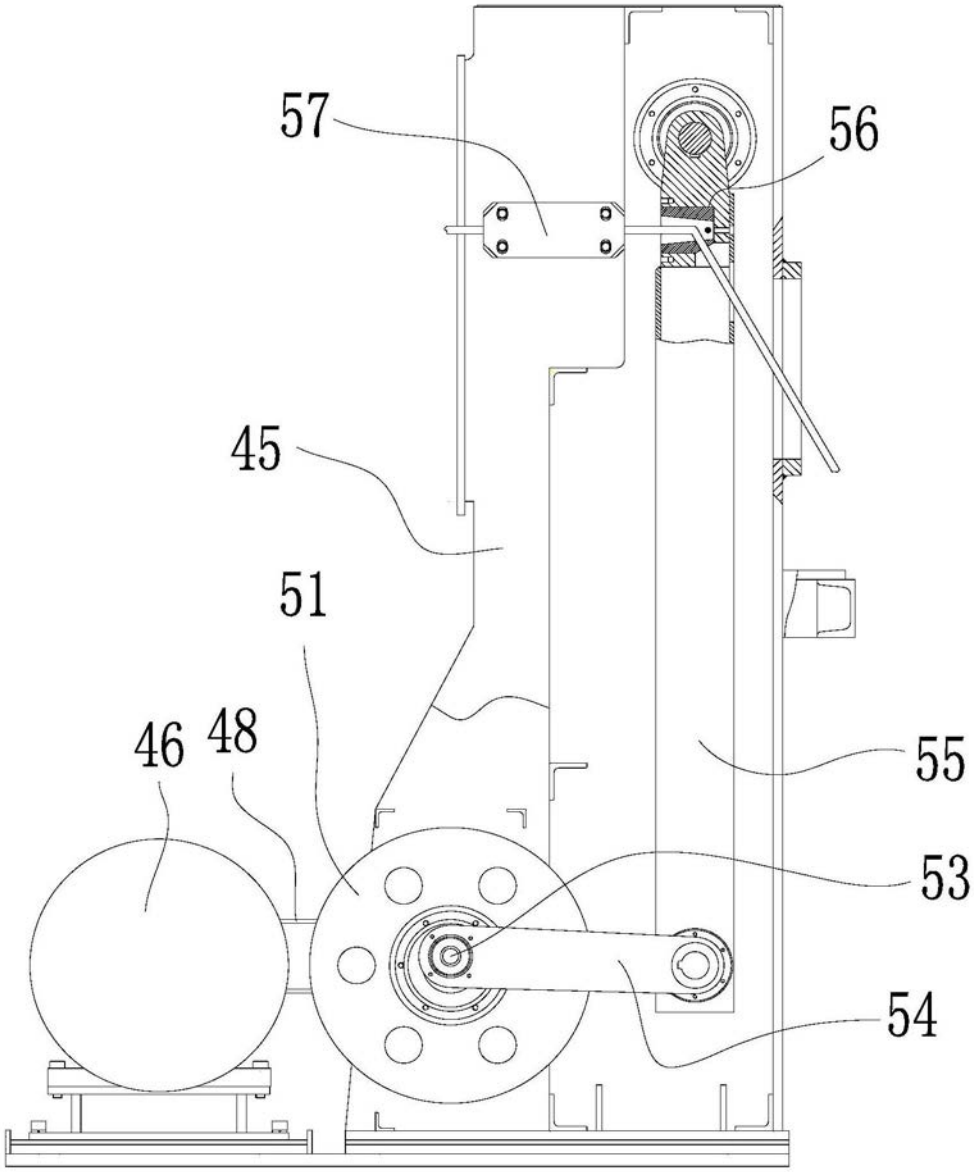


图10

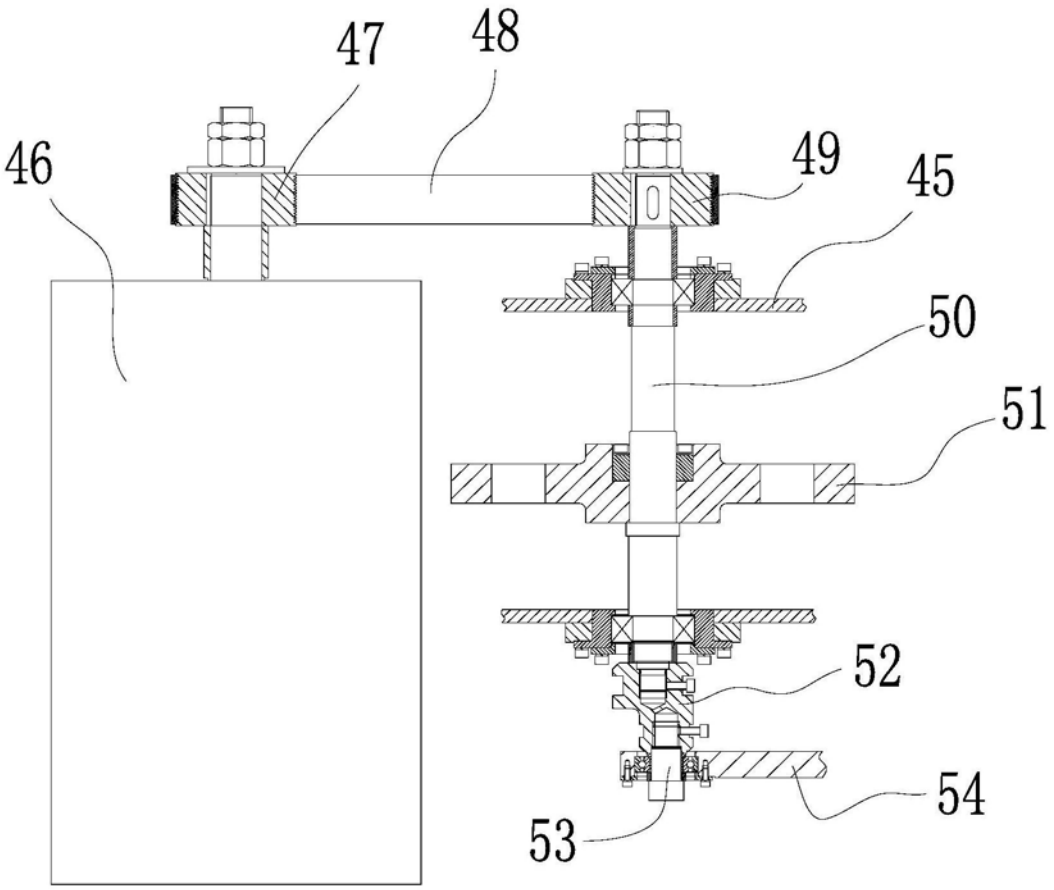


图11