(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 203305028 U
(45)授权公告日 2013.11.27

(21)申请号 201320166093.6
(22)申请日 2013.04.07
(73)专利权人 重庆大学
地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号
专利权人 重庆三磨海达磨床有限公司
宝银特种钢管有限公司
(72)发明人 黄云 杨俊峰 朱海涛 邓莉
陈勇 黄摇
(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 马良清
(51)Int.Cl.
B24B 21/02(2006.01)
B24B 21/18(2006.01)
B24B 41/04(2006.01)
B24B 41/06(2012.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

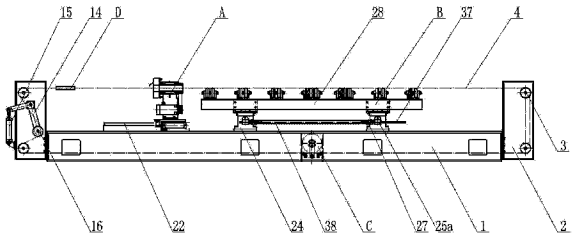
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)实用新型名称

内孔砂带磨削机床

(57)摘要

本实用新型公开了一种内孔砂带磨削机床，包括床身，在所述床身上安装有工件旋转机构，在所述床身的两端均连接有滑轮架，在两个滑轮架上均竖向安装有两个滑轮，四个该滑轮上共同支撑有钢绳，且该钢绳顶边的中心线与工件旋转机构的中心线在一条直线上，所述钢绳顶边还连接有磨头，该磨头的中心线与钢绳顶边的中心线在一条直线上，所述钢绳顶边的下方设置有工件支撑机构，该工件支撑机构安装在床身上，所述床身内还安装有磨头牵引机构，该磨头牵引机构与钢绳相连。本实用新型能够采用砂带对细长管件的内孔进行磨削，并且能够对各种粗细的工件进行加工，不仅提高了加工精度，还具有提高效率、使用灵活、结构简单等特点。



CN 203305028 U

1. 一种内孔砂带磨削机床，包括床身（1），其特征在于：在所述床身（1）上安装有工件旋转机构（A），该工件旋转机构（A）内活套有轴套（36），且该轴套（36）的一端伸出工件旋转机构（A）外与三爪卡盘（17）固定相连，在所述床身（1）的两端均连接有滑轮架（2），在两个滑轮架（2）上均竖向安装有两个滑轮（3），四个该滑轮（3）上共同支撑有钢绳（4），且该钢绳（4）顶边的中心线与三爪卡盘（17）的中心线和轴套（36）的中心线在一条直线上，所述钢绳（4）顶边还连接有磨头（D），该磨头（D）的中心线与钢绳（4）顶边的中心线在一条直线上，所述钢绳（4）顶边的下方设置有工件支撑机构（B），该工件支撑机构（B）安装在床身（1）上，所述床身（1）内还安装有磨头牵引机构（C），该磨头牵引机构（C）与钢绳（4）相连。

2. 根据权利要求 1 所述的内孔砂带磨削机床，其特征在于：所述磨头（D）包括壳体（5），该壳体（5）具有横向通孔，在该壳体（5）的横向通孔内套装有调整芯（6），所述壳体（5）为一端粗一端细的回转体，该壳体（5）的两端分别通过连接头（10）与钢绳（4）相连，在所述壳体（5）的小直径段上套装有螺母（8），该螺母（8）套装在圆筒状的调节手柄（9）内，所述调节手柄（9）的内壁与螺母（8）螺纹连接，该调节手柄（9）的横向两端由两块套装在壳体（5）上的限位板（39）限位，所述壳体（5）的小直径段上还径向开设有小条形通孔（5a），该小条形通孔（5a）内径向穿设有圆柱销（7），且该圆柱销（7）贯穿连接调整芯（6）和螺母（8）；在所述壳体（5）的大直径段上径向开设有大条形通孔（5b），该大条形通孔（5b）内的调整芯（6）具有倾斜的外圆周面，且该大条形通孔（5b）内还上下对称设置有两个调整条（11），两个所述调整条（11）相对的一面均与调整芯（6）的外圆周面相配合，在两个该调整条（11）外均覆盖有橡胶（12），两个所述橡胶（12）外共同套装有砂带（13）。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的内孔砂带磨削机床，其特征在于：在所述滑轮架（1）上设置“L”形的压紧臂（14），所述压紧臂（14）的转角处铰接安装在滑轮架（2）上，该压紧臂（14）一端与气缸（15）的活塞杆相铰接，另一端安装有压紧轮（16），所述压紧轮（16）紧压在钢绳（4）上。

4. 根据权利要求 1 所述的内孔砂带磨削机床，其特征在于：所述工件旋转机构（A）包括滑动架（18），该滑动架（18）内通过轴承安装有轴套（36），该轴套（36）两端分别伸出滑动架（18）外，所述轴套（36）的一端固定连接有三爪卡盘（17），另一端固套有第一传动轮（19），所述第一传动轮（19）为中空的盘状，该第一传动轮（19）的中心线与钢绳（4）顶边的中心线在同一条直线上，且该第一传动轮（19）通过传动带（37）与第二传动轮（20）带连接，所述第二传动轮（20）固套在电机（21）的输出轴上，该电机（21）安装在滑动架（18）中部，且位于轴套（36）的下方，所述滑动架（18）滑动安装在滑动导轨（22）上，该滑动导轨（22）与钢绳（4）顶边平行，所述滑动架（18）的底板通过向下延伸的支板（18a）与滑动气缸（23）的活塞杆固定相连，该滑动气缸（23）固定在床身（1）上。

5. 根据权利要求 1 所述的内孔砂带磨削机床，其特征在于：所述工件支撑机构（B）包括两个安装在床身（1）上的底座（24），该底座（24）的竖向截面为等边三角形，且两个该底座（24）沿钢绳（4）长度方向依次布置，在两个该底座（24）上均设置有两个升降座（25），每个底座（24）上的两个升降座（25）对称安装在该底座（24）上的两个侧面上，在所述床身（1）还设置有两个托轮座（28），两个该托轮座（28）均与钢绳（4）顶边平行，且两个托轮座（28）的分别安装在一个底座（24）上的两个升降座（25）上，另一端分别安装在另一个底座（24）上的两个升降座（25）上，在两个所述托轮座（28）上安装有多个托轮（29），该托轮（29）沿钢

绳(4)长度方向并排布置,且两个托轮座(28)上的托轮(29)相向布置。

6. 根据权利要求 5 所述的内孔砂带磨削机床,其特征在于:四个所述升降座(25)内均安装有蜗轮蜗杆机构(40)和丝杆螺母副(26),该丝杆螺母副(26)的螺母(26b)螺纹连接在丝杆(26a)上,且该螺母(26b)与其上方的托轮座(28)固定相连,该丝杆螺母副(26)的丝杆(26a)的上端活套在升降座(25)内,且该丝杆(26a)与底座(24)的侧面平行,该丝杆(26a)的下端与蜗轮蜗杆机构(40)的蜗杆同轴相连,且该蜗轮蜗杆机构(40)的蜗轮(40a)内均套装有驱动轴(37),位于两个底座(24)上同一侧面的两根驱动轴(37)通过万向节(27)和连接轴(38)连接在一起,所述床身(1)上还安装有升降电机(30),该升降电机(30)的输出轴上套装有主传动轮(31),该主传动轮(31)通过传动链(32)分别与两个副传动轮(33)相连,两个所述副传动轮(33)位于主传动轮(31)的两侧,两个该副传动轮(33)分别套装在靠近升降电机(30)的一个底座(24)两个侧面上的两根驱动轴(37)上。

7. 根据权利要求 1 所述的内孔砂带磨削机床,其特征在于:所述磨头牵引机构(C)包括牵引电机(34),该牵引电机(34)的输出轴上固套有卷线筒(35),所述卷线筒(35)与钢绳(4)相连接,且该钢绳(4)底边的中部缠绕在卷线筒(35)上。

内孔砂带磨削机床

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种磨床，特别是涉及一种细长管内孔的砂带磨削机床。

背景技术

[0002] 目前，细长圆管广泛运用于化工，制药，食品等行业。但在很多行业中，对细长管内孔的粗糙度有较高的要求，如果细长管内孔的粗糙度过高，内孔就容易积聚残留物，影响管件的正常使用。因此需要对细长管内孔进行抛光，而对细长管内管壁进行抛光一直是一个难题。

[0003] 目前针对细长圆管的抛光问题，主要采用的工艺方法有：磨削抛光、电解抛光、离心抛光、磁力抛光以及砂轮磨削等工艺技术方案。其中，离心抛光和磁力抛光二者只能实现微量切削，故效率比较低，不适用于大切削量、大批量细长圆管的抛光；而电解抛光要求被抛磨的管件内壁粗糙度为 R0.5um 左右，故在电解抛光前还是必须进行一次去氧化皮及减小表面粗糙度值的抛磨加工；同时，由于砂轮在磨削过程中会产生较大离心力，从而导致芯轴发生大幅度的振动甚至碰上管件，保证不了内孔圆度要求，虽然针对该问题提出了用柔性金属软轴的方式进行加工，但是最大的进给距离也只有 2.5m，而且还要将工件调头以满足长管件的抛光，故灵活性较差。因此为了提高细长内孔的加工精度，提高内孔加工效率，必须提出一种更先进的加工工艺方法。

实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题在于提供一种能够高精度和稳定度磨削细长管内孔的内孔砂带磨削机床。

[0005] 本发明的技术方案如下：一种内孔砂带磨削机床，包括床身(1)，在所述床身(1)上安装有工件旋转机构(A)，该工件旋转机构(A)内活套有轴套(36)，且该轴套(36)的一端伸出工件旋转机构(A)外与三爪卡盘(17)固定相连，在所述床身(1)的两端均连接有滑轮架(2)，在两个滑轮架(2)上均竖向安装有两个滑轮(3)，四个该滑轮(3)上共同支撑有钢绳(4)，且该钢绳(4)顶边的中心线与三爪卡盘(17)的中心线和轴套(36)的中心线在一条直线上，所述钢绳(4)顶边还连接有磨头(D)，该磨头(D)的中心线与钢绳(4)顶边的中心线在一条直线上，所述钢绳(4)顶边的下方设置有工件支撑机构(B)，该工件支撑机构(B)安装在床身(1)上，所述床身(1)内还安装有磨头牵引机构(C)，该磨头牵引机构(C)与钢绳(4)相连。

[0006] 采用以上磨床进行加工时，将工件从三爪卡盘和轴套中插入，使用三爪卡盘夹紧工件，然后调整工件支撑机构上，是工件支撑机构刚好与工件接触起到支撑工件的作用，然后驱动工件旋转机构旋转工件，在旋转的同时，磨头牵引机构带动钢绳四个滑轮支撑起来的轮廓移动，从而带动钢绳上的磨头在工件的内部做往复运动，这样磨头在工件内的往复运动和工件的旋转运动和就构成了整个磨削过程。这种磨削方式不仅适用于大切削量、大批量细长圆管的抛光，而且在磨削过程中离心力较小，能够保证内孔圆度要求。

[0007] 所述磨头(D)包括壳体(5),该壳体(5)具有横向通孔,在该壳体(5)的横向通孔内套装有调整芯(6),所述壳体(5)为一端粗一端细的回转体,该 壳体(5)的两端分别通过连接头 (10) 与钢绳(4)相连,在所述壳体(5)的小直径段上套装有螺母(8),该螺母(8)套装在圆筒状的调节手柄(9)内,所述调节手柄(9)的内壁与螺母(8)螺纹连接,该调节手柄(9)的横向两端由两块套装在壳体(5)上的限位板(39)限位,所述壳体(5)的小直径段上还径向开设有小条形通孔(5a),该小条形通孔(5a)内径向穿设有圆柱销(7),且该圆柱销(7)贯穿连接调整芯(6)和螺母(8);在所述壳体(5)的大直径段上径向开设有大条形通孔(5b),该大条形通孔(5b)内的调整芯(6)具有倾斜的外圆周面,且该大条形通孔(5b)内还上下对称设置有两个调整条(11),两个所述调整条(11)相对的一面均与调整芯(6)的外圆周面相配合,在两个该调整条(11)外均覆盖有橡胶(12),两个所述橡胶(12)外共同套装有砂带(13)。在使用时,将磨头较粗的一端放置到工件内孔中,然后转动调节手柄,调节手柄的两端被限位板所限位,无法移动,只能做转动,从而带动调节手柄内螺纹连接的螺母转动,但是由于螺母和调整芯被圆柱销所贯穿连接,无法转动,所以螺母带动调整型在小条形通孔内沿小条形通孔长度方向做平移运动,当调整芯作水平运动时,由于调整芯位于大条形通孔内的部分具有倾斜的外圆周面,而在大条形通孔内又具有与调整芯相配合的调整条,当调整芯做平移运动时,调整芯会向外挤压其外侧的调整条,从而使得调整条向外扩张平移,最终使得调整条顶着橡胶将砂带向外胀大,从而接触工件的内孔表面。当工件旋转时,磨头整体作平移运动,橡胶外的砂带就开始对工件内孔进行磨削加工。

[0008] 为了进一步张紧钢绳,使其加工时张力更好,在所述滑轮架(1)上设置“L”形的压紧臂(14),所述压紧臂(14)的转角处铰接安装在滑轮架(1)上,该压紧臂(14)一端与气缸(15)的活塞杆相铰接,另一端安装有压紧轮(16), 所述压紧轮(16)紧压在钢绳(4)上。

[0009] 所述工件旋转机构(A)包括滑动架(18),该滑动架(18)内通过轴承安装有轴套(36),该轴套(36)两端分别伸出滑动架(18)外,所述轴套(36)的一端固定连接有三爪卡盘(17),另一端固套有第一传动轮(19),所述第一传动轮(19)为中空的盘状,该第一传动轮(19)的中心线与钢绳(4)顶边的中心线在同一条直线上,且该第一传动轮(19)通过传动带(37)与第二传动轮(20)带连接,所述第二传动轮(20)固套在电机(21)的输出轴上,该电机(21)安装在滑动架(18)中部,且位于轴套(36)的下方,所述滑动架(18)滑动安装在滑动导轨(22)上,该滑动导轨(22)与钢绳(4)顶边平行,所述滑动架(18)的底板通过向下延伸的支板(18a)与滑动气缸(23)的活塞杆固定相连,该滑动气缸(23)固定在床身(1)上。在使用时,将工件从第一传动轮和三爪卡盘中插入,然后拨动三爪卡盘,使三爪卡盘将工件夹紧。然后驱动电机旋转,带动第二传动轮旋转,通过传动带带动第一传动轮旋转,最后带动工件旋转。当加工不同长度的工件时,可以驱动滑动气缸的活塞杆伸出或收缩,用以移动三爪卡盘的位置,以适应不同长度的工件。

[0010] 所述工件支撑机构(B)包括两个安装在床身(1)上的底座(24),该底座(24)的竖向截面为等边三角形,且两个该底座(24)沿钢绳(4)长度方向依次布置,在两个该底座(24)上均设置有两个升降座(25),每个底座(24)上的两个升降座(25)对称安装在该底座(24)上的两个侧面上,在所述床身(1)还设置有两个托轮座(28),两个该托轮座(28)均与钢绳(4)顶边平行,且两个托轮座(28)的一端分别安装在一个底座(24)上的两个升降座(25)上,另一端分别安装在另一个底座(24)上的两个升降座(25)上,在两个所述托 轮

座(28)上安装有多个托轮(29),该托轮(29)沿钢绳(4)长度方向并排布置,且两个托轮座(28)上的托轮(29)相向布置。在使用时,将工件放置在两个托轮座(28)上的托轮(29)上。

[0011] 四个所述升降座(25)内均安装有蜗轮蜗杆机构(40)和丝杆螺母副(26),该丝杆螺母副(26)的螺母(26b)螺纹连接在丝杆(26a)上,且该螺母(26b)与其上方的托轮座(28)固定相连,该丝杆螺母副(26)的丝杆(26a)的上端活套在升降座(25)内,且该丝杆(26a)与底座(24)的侧面平行,该丝杆(26a)的下端与蜗轮蜗杆机构(40)的蜗杆同轴相连,且该蜗轮蜗杆机构(40)的蜗轮(40a)内均套装有驱动轴(37),位于两个底座(24)上同一侧面的两根驱动轴(37)通过万向节(27)和连接轴(38)连接在一起,所述床身(1)上还安装有升降电机(30),该升降电机(30)的输出轴上套装有主传动轮(31),该主传动轮(31)通过传动链(32)分别与两个副传动轮(33)相连,两个所述副传动轮(33)位于主传动轮(31)的两侧,两个该副传动轮(33)分别套装在靠近升降电机(30)的一个底座(24)两个侧面上的两根驱动轴(37)上。当需要修磨不同粗细的工件时,驱动升降电机的输出轴旋转,带动主传动轮旋转,从而带动两个副传动轮旋转,两个副传动轮的动力通过驱动轴与连接轴传递给四个升降座,再传递给升降座内的蜗轮蜗杆机构,蜗轮蜗杆机构的动力带动丝杆螺母副的丝杆旋转,从而带动螺母沿丝杆长度方向平移,从而带动托轮座沿底座侧面上下移动

[0012] 所述磨头牵引机构(C)包括牵引电机(34),该牵引电机(34)的输出轴上固套有卷线筒(35),所述卷线筒(35)与钢绳(4)相连接,且该钢绳(4) 底边的中部缠绕在卷线筒(35)上。牵引电机带动卷线筒旋转,卷线筒就带动其一侧的钢绳正向缠绕,并带动其另一侧的钢绳反向缠绕,从而带动钢绳上连接的磨头沿钢绳长度方向平移。

[0013] 有益效果:本实用新型能够采用砂带对细长管件的内孔进行磨削,并且能够对各种粗细的工件进行加工,不仅提高了加工精度,还具有提高效率、使用灵活、结构简单等特点。

附图说明

[0014] 图 1 为本实用新型的结构示意图。

[0015] 图 2 为图 2 的俯视图(不含托轮座)。

[0016] 图 3 为图 1 中磨头 D 的结构示意图。

[0017] 图 4 为图 3 中的 A-A 剖视图。

[0018] 图 5 为图 1 中工件支撑机构 B 的侧视图。

[0019] 图 6 为图 1 中工件旋转机构 A 的结构示意图。

[0020] 图 7 为图 1 中磨头牵引机构 C 的结构示意图。

[0021] 图 8 为图 2 中升降电机 30、主传动轮 31 和副传动轮 33 的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明。

[0023] 如图 1、图 2 和图 7 所示,在所述床身 1 上安装有工件旋转机构 A,在所述床身 1 的两端均连接有滑轮架 2,在两个滑轮架 2 上均竖向安装有两个滑轮 3,四个该滑轮 3 上共同支撑有钢绳 4,所述床身 1 内还安装有磨头牵引机构 C,该磨头牵引机构 C 包括牵引电机 34,该牵引电机 34 的输出轴上固套有卷线筒 35, 所述卷线筒 35 与钢绳 4 相连接,且该钢绳 4

底边的中部缠绕在卷线筒 35 上。

[0024] 由图 1 进一步可知，在所述滑轮架 1 上设置“L”形的压紧臂 14，所述压紧臂 14 的转角处铰接安装在滑轮架 1 上，该压紧臂 14 一端与气缸 15 的活塞杆相铰接，另一端安装有压紧轮 16，所述压紧轮 16 紧压在钢绳 4 上。

[0025] 如图 1、图 2、图 3 和图 4 所示，在钢绳 4 上连接有磨头 D，所述磨头 D 包括壳体 5，该壳体 5 具有横向通孔，在该壳体 5 的横向通孔内套装有调整芯 6，所述壳体 5 为一端粗一端细的回转体，该壳体 5 的两端分别通过连接头 10 与钢绳 4 相连，在所述壳体 5 的小直径段上套装有螺母 8，该螺母 8 套装在圆筒状的调节手柄 9 内，所述调节手柄 9 的内壁与螺母 8 螺纹连接，该调节手柄 9 的横向两端由两块套装在壳体 5 上的限位板 39 限位，所述壳体 5 的小直径段上还径向开设有小条形通孔 5a，该小条形通孔 5a 内径向穿设有圆柱销 7，且该圆柱销 7 贯穿连接调整芯 6 和螺母 8 ；在所述壳体 5 的大直径段上径向开设有大条形通孔 5b，该大条形通孔 5b 内的调整芯 6 具有倾斜的外圆周面，且该大条形通孔 5b 内还上下对称设置有两个调整条 11，两个所述调整条 11 相对的一面均与调整芯 6 的外圆周面相配合，在两个该调整条 11 外均覆盖有橡胶 12，两个所述橡胶 12 外共同套装有砂带 13。

[0026] 如图 1、图 2 和图 6 所示，在床身 1 安装有钢绳旋转机构 A，上所述钢绳旋转机构 A 包括轴套 36，该轴套 36 通过轴承安装在滑动架 18 上，所述轴套 36 的一端固定连接有三爪卡盘 17，另一端固套有第一传动轮 19，所述轴套 36 的中心线和三爪卡盘 17 的中心线均与钢绳 4 顶边的中心线在同一条直线上，所述第一传动轮 19 为中空的盘状，该第一传动轮 19 的中心线与钢绳 4 顶边的中心线在同一条直线上，且该第一传动轮 19 通过传动带 37 与第二传动轮 20 带连接， 所述第二传动轮 20 固套在电机 21 的输出轴上，该电机 21 安装在滑动架 18，所述滑动架 18 滑动安装在滑动导轨 22 上，该滑动导轨 22 沿钢绳 4 顶边长度方向安装在床身 1 上，所述滑动架 18 的底部与滑动气缸 23 的活塞杆固定相连，该滑动气缸 23 固定在床身 1 上。

[0027] 如图 1、图 2 和图 5 所述工件支撑机构 B 包括两个安装在床身 1 上的底座 24，该底座 24 的径向截面为等边三角形，且两个该底座 24 沿钢绳 4 长度方向依次布置，在两个该底座 24 上均设置有两个升降座 25，每个底座 24 上的两个升降座 25 对称安装在该底座 24 上的两个侧面上，在所述床身 1 还设置有两个托轮座 28，两个该托轮座 28 沿钢绳 4 长度方向平行布置，且两个托轮座 28 的一端分别安装在一个底座 24 上的两个升降座 25 上，另一端分别安装在另一个底座 24 上的两个升降座 25 上，在两个所述托轮座 28 上安装有多个托轮 29，该托轮 29 沿钢绳 4 长度方向并排布置，且两个托轮座 28 上的托轮 29 相向布置。

[0028] 由图 5 和图 8 进一步可知，四个所述升降座 25 内均安装有蜗轮蜗杆机构 40 和丝杆螺母副 26，该丝杆螺母副 26 的螺母 26b 螺纹连接在丝杆 26a 上，且该螺母 26b 与其上方的托轮座 28 固定相连，该丝杆螺母副 26 的丝杆 26a 的上端活套在升降座 25 内，且该丝杆 26a 与底座 24 的侧面平行，该丝杆 26a 的下端与蜗轮蜗杆机构 40 的蜗杆同轴相连，且该蜗轮蜗杆机构 40 的蜗轮 40a 内均套装有驱动轴 37，位于两个底座 24 上同一侧面的两根驱动轴 37 通过万向节 27 和连接轴 38 连接在一起，所述床身 1 上还安装有升降电机 30，该升降电机 30 的输出轴上套装有主传动轮 31，该主传动轮 31 通过传动链 32 分别与两个副传动轮 33 相连，两个所述副传动轮 33 位于主传动轮 31 的两侧，两个该副传动轮 33 分别套装在靠近升降电机 30 的一个底座 24 两个侧面上的两根驱动轴 37 上。

[0029] 本实用新型的工作原理如下：

[0030] 将工件从三爪卡盘 17 中穿入，然后拨动三爪卡盘 17，使其将工件牢牢夹紧，然后驱动升降电机 30，使其带动两个托轮座 28 向上移动，使托轮 29 刚好与工件接触，再操作气缸 15 来压紧钢绳 4。然后将钢绳 4 穿过工件，并且使钢绳的两端与磨头 D 的两端相连。再旋转调节手柄 9，从而带动调节手柄 9 内螺纹连接的螺母 8 和调整芯 6 做平移运动，调整芯 6 向外挤压其外侧的调整条 11，最终使得调整条 11 顶着橡胶 12 将砂带 13 向外胀大，从而接触工件的内孔表面。最后驱动牵引电机 34，带动钢绳 3 和磨头 D 在工件内孔来回运动。

[0031] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已，并不以本实用新型为限制，凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进如改变表架和基准柱的数量等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

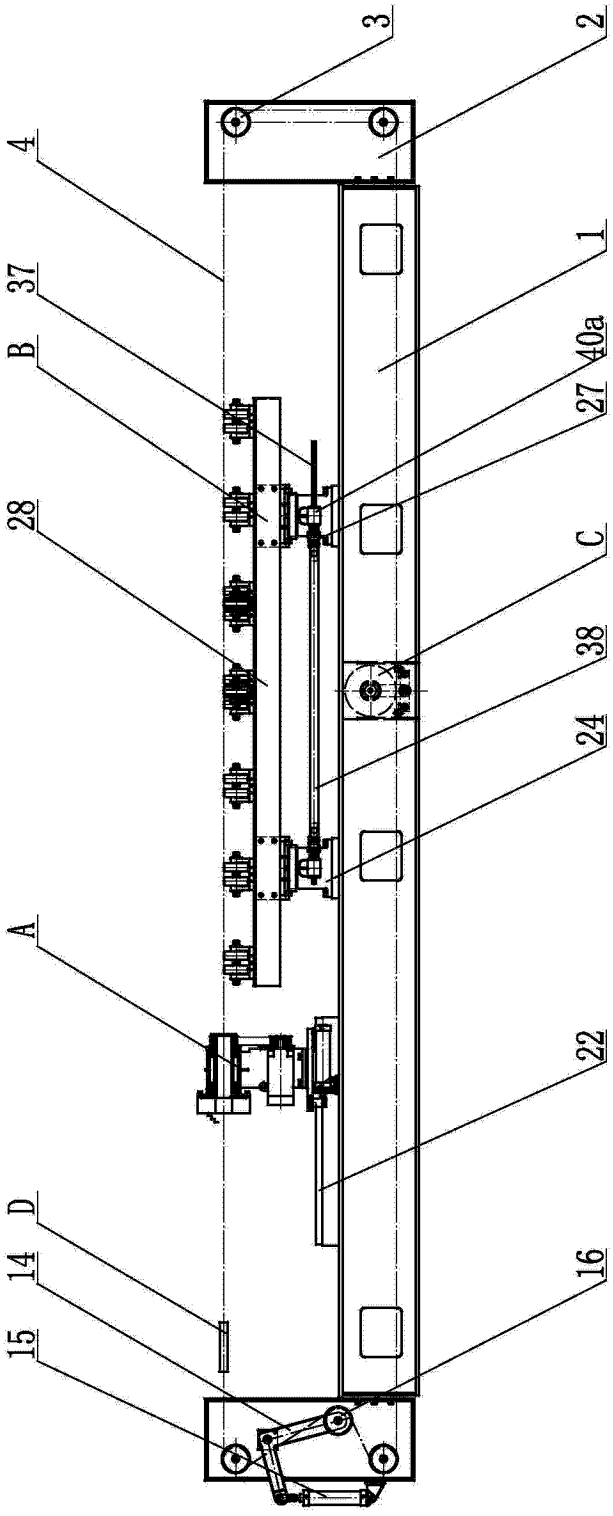


图 1

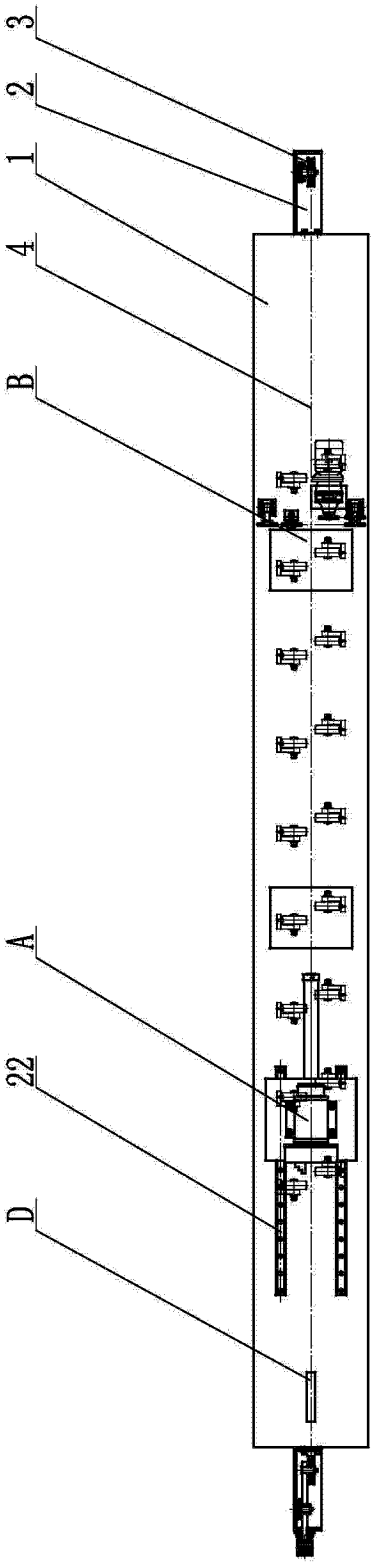


图 2

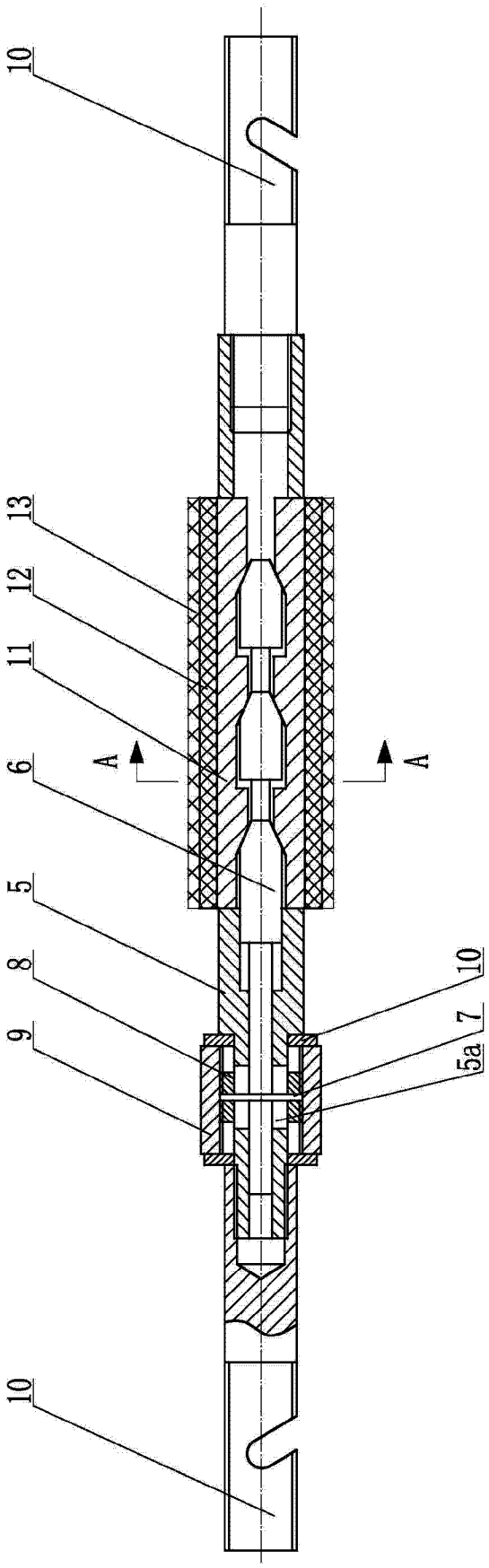


图 3

A-A

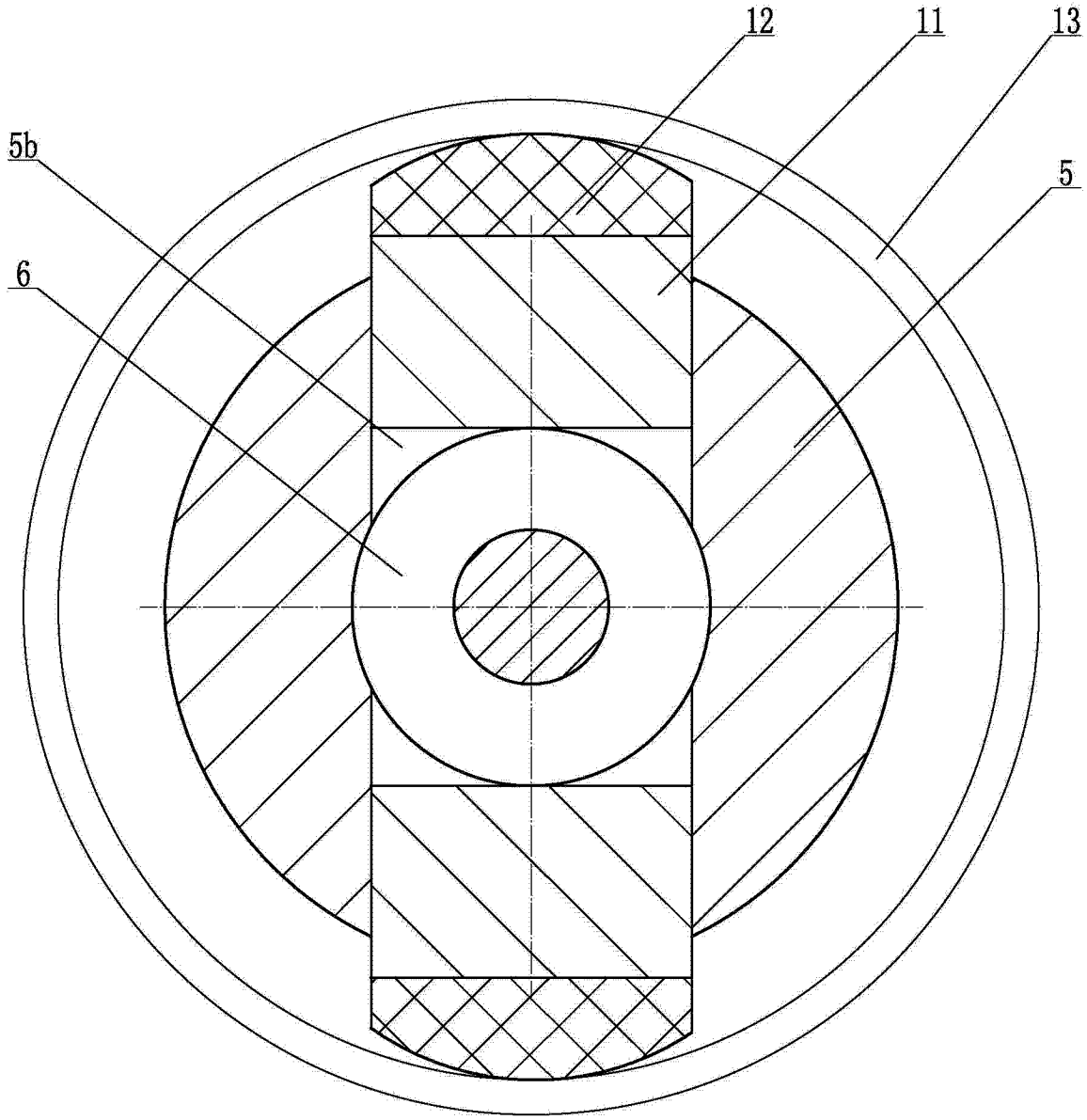


图 4

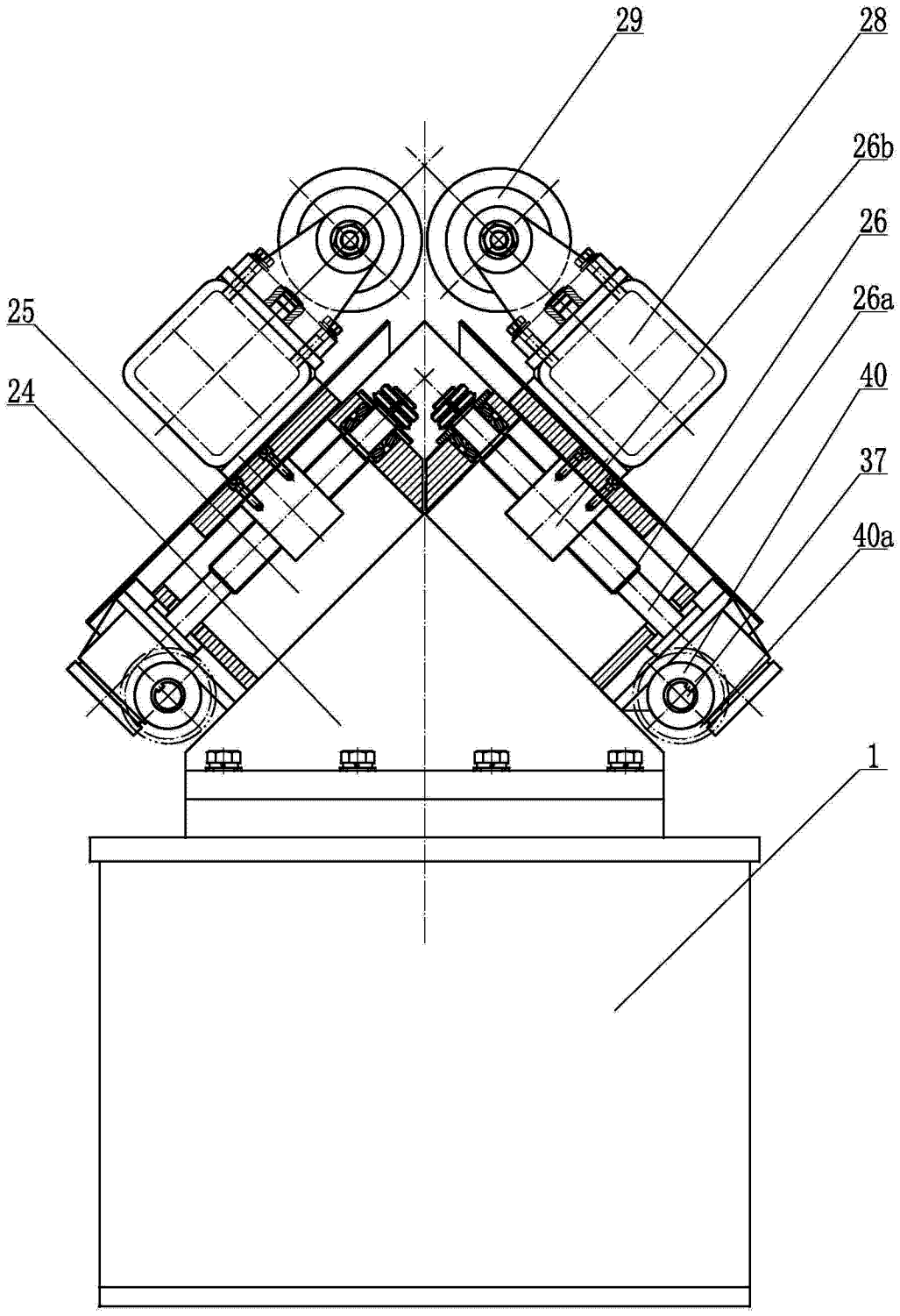


图 5

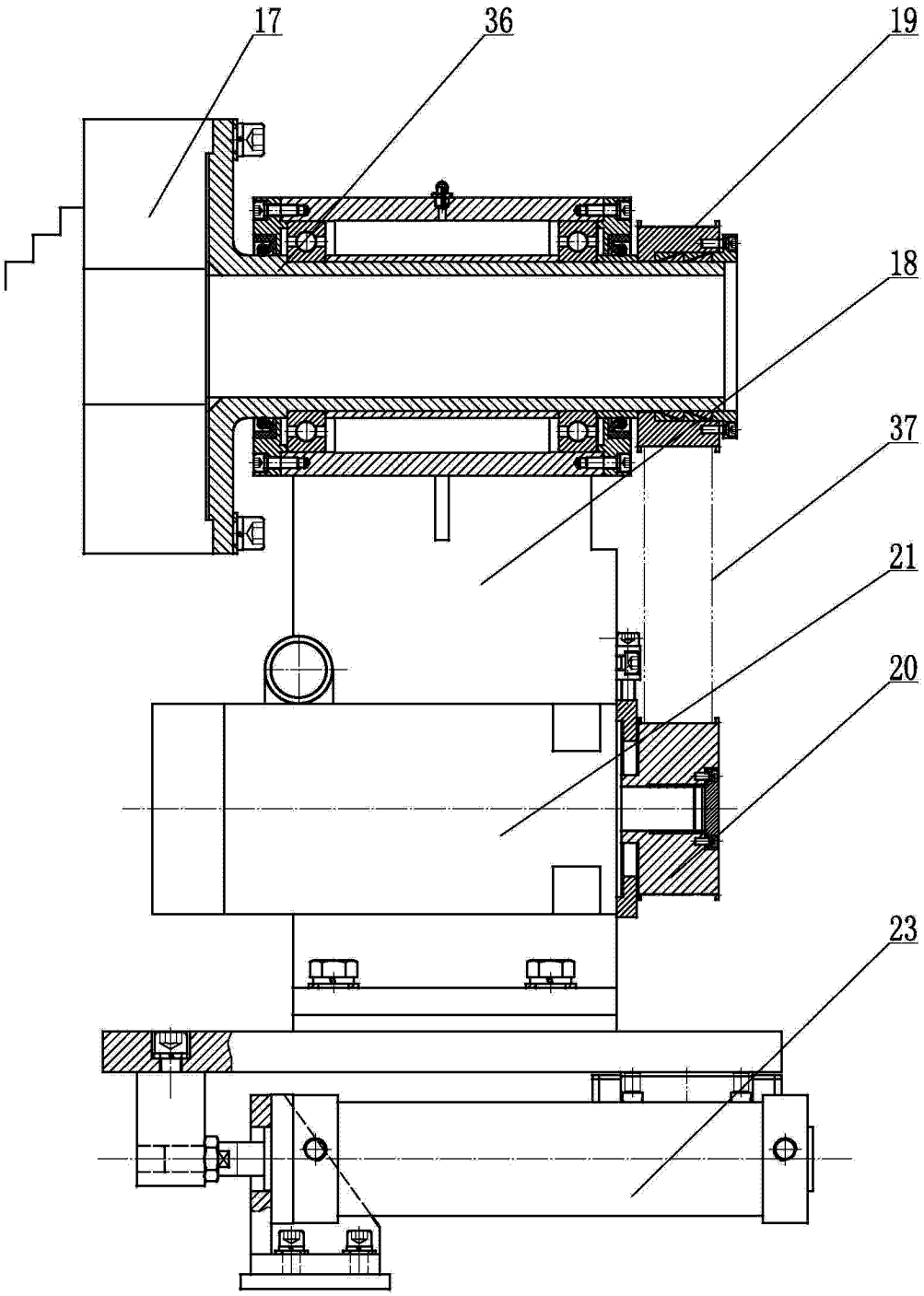


图 6

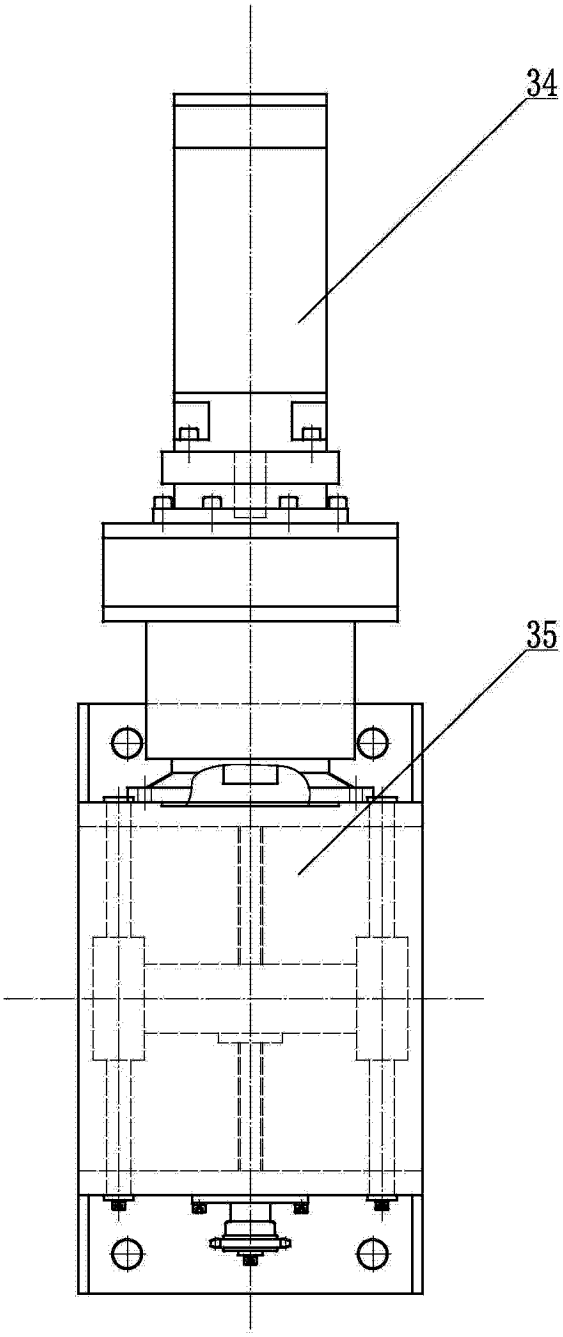


图 7

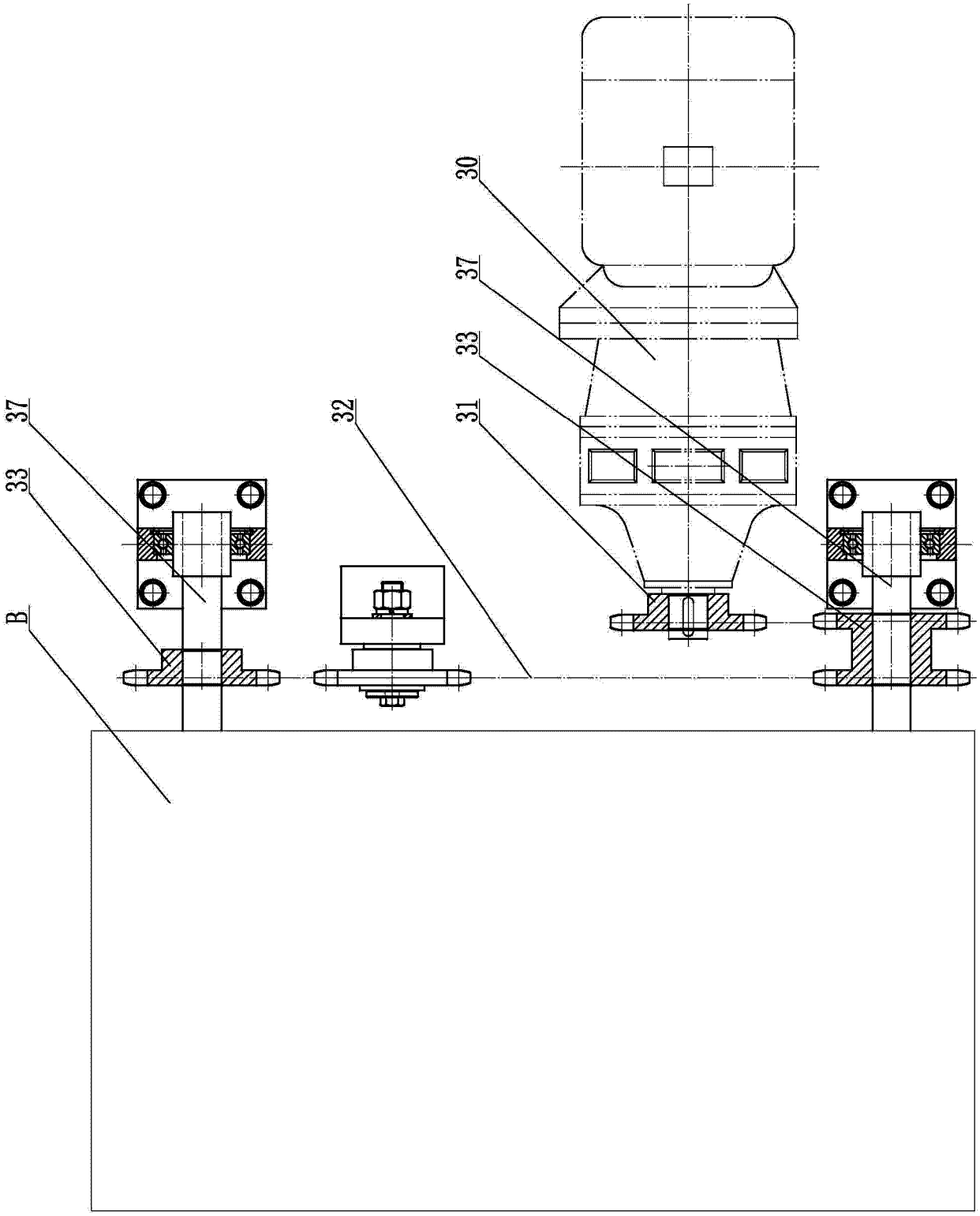


图 8