(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 202023563 U
(45)授权公告日 2011.11.02

(21)申请号 201120029074.X

(22)申请日 2011.01.27

(73)专利权人 西北工业大学
地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72)发明人 葛文杰 王舟 张林 曹小宝
胡玉龙 孙丽军 文学

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心 61204
代理人 王鲜凯

(51)Int.Cl.
E21D 9/00(2006.01)
E21D 9/087(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

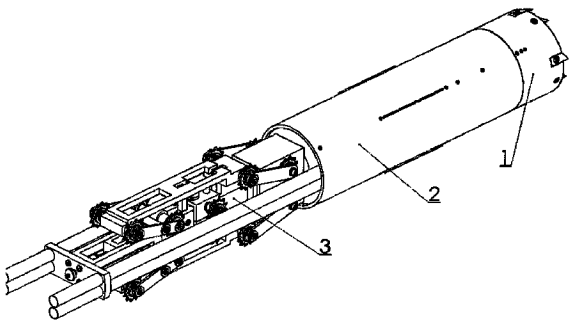
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54)实用新型名称

自行走式微型地下管道掘进机

(57)摘要

本实用新型提出了一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：所述自行走式微型地下管道掘进机前部为刀头机构、后部为行走机构、中部为动力机构。在刀头机构采用刀片的径向位置和切削角可调设计，将刀片设置为螺旋状排列，减小每个刀片的刀刃尺寸，降低对动力的要求；并实现每组可调刀架和固定刀架的受力相等，整体受力平衡，在切削时提供轴向的前进推力，有利于刀头沿轴向前进；此外，根据不同土壤特性调节刀片切削角，降低切削阻力，减少刀具磨损，保证切削土体的流动性，提高刀头的使用寿命。在行走机构中设置链条张紧机构实现链条的张紧；通过调节机构实现平行支架的平行移动，具备两个平行支架间的距离根据土壤的疏松程度自动调节的功能，保证链条与土壤始终接触；通过带附件链条使链条运动的时候与土壤有效地接触，产生足够的前进推力。



CN 202023563 U

1. 一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：所述自行走式微型地下管道掘进机前部为刀头机构、后部为行走机构、中部为动力机构；

A、动力机构包括刀头驱动电机和行走机构驱动电机，刀头驱动电机与行走机构驱动电机串列在自行走式微型地下管道掘进机的中部，通过支撑盘和中部外壳将两部电机固定，支撑盘与中部外壳固定连接；

B、刀头机构包括外壳切削机构、主体切削刀具和带钻头心轴；

外壳切削机构包括刀头外壳和周向刀片；刀头外壳为薄壁圆筒形结构，在其前端的内壁面和外壁面上均匀交替开有若干刀槽，周向刀片固定安装在刀槽内，刀刃方向朝向带钻头心轴的旋转方向，刀刃与刀头外壳轴向的夹角为 45° -60°；

主体切削刀具包括有若干组切削刀具组件，每组切削刀具组件包括刀片、可调刀架、固定刀架、刀架连杆和刀架调节件；固定刀架两侧有连接孔，分别用于与刀头外壳和带钻头心轴固定连接，带动刀头外壳随带钻头心轴同步转动；固定刀架中部有凹槽，凹槽底部伸出有带螺纹孔的刀架调节件安装板；可调刀架下部置于固定刀架中部凹槽内，并与固定刀架轴连接，可调刀架可绕连接轴转动；可调刀架中部有凹槽，可调刀架上部有刀片固定槽，刀片安装在刀片固定槽上，并且刀片在刀片固定槽的安装位置可调节；刀架调节件包括调节螺杆和连接块，连接块中部有凹槽，凹槽底面有通孔，调节螺杆一端穿过连接块底面通孔与连接块连接，且调节螺杆与连接块之间只有转动副，调节螺杆的螺纹段穿过刀架调节件安装板的螺纹孔与固定刀架连接；刀架连杆两端分别置于连接块凹槽内和可调刀架中部凹槽内，并与连接块和可调刀架轴连接，刀架连杆可绕两个连接轴转动；

带钻头心轴末端与刀头驱动电机的动力输出轴之间通过动力连杆固定相连，刀头驱动电机的动力输出端带通动力连杆和带钻头心轴旋转；

C、行走机构包括减速机构、支撑支架和传动调节机构；

减速机构包括有 RV 减速器和 4 个主动链轮，RV 减速器动力输入轴与行走机构驱动电机的动力输出轴固连，4 个主动链轮分别固定在 RV 减速器的两根动力输出轴两端，RV 减速器动力输出轴垂直于 RV 减速器动力输入轴，减速机构实现减速、动力换向和双轴动力输出功能；

支撑支架前端通过连接法兰与 RV 减速器固连；支撑支架后部为中空结构，用于安装传动调节机构的导向滑块，中空结构两侧面上开有滑槽，支撑支架后端平面上有螺纹孔；支撑支架中部有两个对称的平行轴孔，轴孔平行于 RV 减速器动力输出轴，轴孔内固定有内从动轴，内从动轴两端轴承连接有内从动链轮；支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有螺纹孔，螺纹孔垂直于 RV 减速器动力输出轴和 RV 减速器动力输入轴，用于与传动调节机构的调节螺栓相连；

传动调节机构包括有传动机构、链条张紧机构和调节机构；传动机构沿支撑支架分为对称的两部分，每部分均包括平行支架、链轮连杆和从动链轮，平行支架两端有轴孔，轴孔内分别固定有前从动轴和后从动轴，前从动轴两端轴承连接有前从动链轮，前从动轴与 RV 减速器动力输出轴同侧的端头之间通过前链轮连杆相连，后从动轴两端轴承连接有后从动链轮，后从动轴与内从动轴同侧的端头之间通过后链轮连杆相连，每部分两个后链轮连杆之间还固连有调节轴，调节轴与后从动轴平行；链条张紧机构沿支撑支架分为对称的两部分，每部分均包括调整支架、调节螺栓和张紧链轮，调整支架为“U”型结构，底面开有通孔，

两侧侧面开有同轴孔，调节螺栓穿过调整支架底面通孔与支撑支架中部螺纹孔连接，且调节螺栓与调整支架之间套有卡簧，使调节螺栓转动时可带动调整支架沿调节螺栓轴向移动，张紧链轮轴穿过调整支架侧面轴孔，并与调整支架固连，张紧链轮 轴两端轴承连接有张紧链轮；调节机构包括调节螺杆、导向滑块、导向轴和调节连杆，调节螺杆穿过支撑支架后端的螺纹孔与支撑支架螺纹连接，调节螺杆端部穿过导向滑块底面通孔，调节螺杆中部伸出有挡块，在挡块和导向滑块外侧底面之间的调节螺杆上套有弹簧，导向滑块为“U”型结构，两侧侧面开有同轴孔，导向滑块置于支撑支架后部的中空结构中，导向轴穿过导向滑块两侧同轴孔，并且导向轴两端处于支撑支架后部侧面滑槽内，导向轴与调节轴之间通过调节连杆相连；

链条将同一组的主动链轮、前从动链轮、后从动链路和内从动链轮绕连，张紧链轮处于链条内侧，用于将链条张紧；

D、在动力机构和刀头机构之间为泥浆搅拌区，泥浆搅拌区与动力机构之间通过支撑盘封闭，泥浆搅拌区的外壳与外部土壤密封；带钻头心轴末端与刀头驱动电机的动力输出轴之间的动力连杆上伸出有搅拌棒，搅拌棒位于泥浆搅拌区内；外部有进水管道和排水管道通如泥浆搅拌区，用于进水和将泥浆排除。

2. 根据权利要求 1 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：刀头机构中，从距带钻头心轴径向距离最近的刀片起，沿带钻头心轴的转动方向，每组切削刀具组件的刀片在可调刀架上的安装位置距带钻头心轴的径向距离均匀增大，刀片的刀刃刃口尺寸均匀减小。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：刀头机构中，每个刀片的切削角可调节，并且保持相同。

4. 根据权利要求 1 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：行走机构中，支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有导向杆孔，导向杆孔中固定安装有导向杆；在平行支架上开有导向槽，导向槽与导向杆配合，限制平行支架只能在 垂直于 RV 减速器动力输出轴的平面方向内运动。

5. 根据权利要求 1 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：行走机构中，支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有导向轴孔，导向轴孔中固定安装有导向轴；调整支架底面上开有两个通孔，一个通孔与支撑支架中部的螺纹孔配合，另一个通孔与支撑支架中部的导向轴孔配合，导向轴穿过导向轴孔和调整支架底面通孔，限制调整支架只能垂直于支撑支架运动。

6. 根据权利要求 1、4、5 任一所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：行走机构中，所述链条为带附件链条，附件为“U”型凹槽结构，附件固定在链条每对外链板的外侧，链条卡在附件的凹槽内，且附件的两侧面处于外链板的两根销轴间。

7. 根据权利要求 1 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：中部外壳上开有若干平行于中部外壳轴线的缝隙，在中部支撑盘之间固定有条形刀片，条形刀片刀刃伸出中部外壳上的缝隙。

8. 根据权利要求 1 所述的一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于：采用在支撑盘上开有水管孔，采用一条进水管和三条排水管从后部行走机构两侧穿过支撑板通入泥浆搅拌区。

自行走式微型地下管道掘进机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及地下管道掘进技术，具体为一种自行走式微型地下管道掘进机。

背景技术

[0002] 目前，城市的上下水管网、热力管道等小口径管道通常采用开槽铺设的方法修建，这种修建方法容易对地面交通产生影响。非开挖铺设地下管线施工技术是在地表不挖槽和地层结构破坏极小的情况下，对诸如供水、煤气、天然气、污水、电信电缆等公用管线进行铺设的施工技术。

[0003] 国内外的非开挖铺设地下管线施工技术主要有导向钻进、定向钻进、微型隧道掘进、冲击矛和夯管法等。美国 vermeer 公司在气动冲击矛方面有较完整的系列，其直径从 45mm 到 580mm 共 21 种型号，并且按用途和地层不同，可更换不同配件，可用于拉管、夯管可胀管作业，国内中国地质科学院勘探技术研究所推出的有 6 种规格的 H 系列夯管锤，铺管直径 108 ～ 1500mm ；深圳钻通机电设备开发公司推出了 3 种规格 T 系列夯管锤，铺管直径 219 ～ 1020mm ；哈尔滨工程大学研制的穿地龙机器人是一种依靠气动冲击做功，克服土壤变形能在土中前进挤压成孔的装置，属于冲击矛 ；同济大学研制的 DH 系列气动穿孔机可实现地下水平孔的穿越，采用气动矛冲击形式，但在穿孔过程中不能自动修正前进轨迹，只能完成直线施工，施工时靠目标坑的标杆与工作坑的瞄准器实现初始冲击定位。

[0004] 以上方法在进行微型地下管道掘进施工时，无法自行走，其前进距离受气动源、液压源等的影响，且土层结构破坏严重、动力要求大。

实用新型内容

[0005] 要解决的技术问题

[0006] 为解决现有技术中的问题，本实用新型提出了一种自行走式微型地下管道掘进机，依靠自身携带的电机提供动力，能够自行走进行微型地下管道的掘进。

[0007] 技术方案

[0008] 本实用新型的技术方案为 ：

[0009] 所述一种自行走式微型地下管道掘进机，其特征在于 ：所述自行走式微型地下管道掘进机前部为刀头机构、后部为行走机构、中部为动力机构 ；

[0010] A、动力机构包括刀头驱动电机和行走机构驱动电机，刀头驱动电机与行走机构驱动电机串列在自行走式微型地下管道掘进机的中部，通过支撑盘和中部外壳将两部电机固定，支撑盘与中部外壳固定连接 ；

[0011] B、刀头机构包括外壳切削机构、主体切削刀具和带钻头心轴 ；

[0012] 外壳切削机构包括刀头外壳和周向刀片 ；刀头外壳为薄壁圆筒形结构，在其前端的内壁面和外壁面上均匀交替开有若干刀槽，周向刀片固定安装在刀槽内，刀刃方向朝向带钻头心轴的旋转方向，刀刃与刀头外壳轴向的夹角为 45° -60° ；

[0013] 主体切削刀具包括有若干组切削刀具组件，每组切削刀具组件包括刀片、可调刀

架、固定刀架、刀架连杆和刀架调节件；固定刀架两侧有连接孔，分别用于与刀头外壳和带钻头心轴固定连接，带动刀头外壳随带钻头心轴同步转动；固定刀架中部有凹槽，凹槽底部伸出有带螺纹孔的刀架调节件安装板；可调刀架下部置于固定刀架中部凹槽内，并与固定刀架轴连接，可调刀架可绕连接轴转动；可调刀架中部有凹槽，可调刀架上部有刀片固定槽，刀片安装在刀片固定槽上，并且刀片在刀片固定槽的安装位置可调节；刀架调节件包括调节螺杆和连接块，连接块中部有凹槽，凹槽底面有通孔，调节螺杆一端穿过连接块底面通孔与连接块连接，且调节螺杆与连接块之间只有转动副，调节螺杆的螺纹段穿过刀架调节件安装板的螺纹孔与固定刀架连接；刀架连杆两端分别置于连接块凹槽内和可调刀架中部凹槽内，并与连接块和可调刀架轴连接，刀架连杆可绕两个连接轴转动；

[0014] 带钻头心轴末端与刀头驱动电机的动力输出轴之间通过动力连杆固定相连，刀头驱动电机的动力输出端带通动力连杆和带钻头心轴旋转；

[0015] C、行走机构包括减速机构、支撑支架和传动调节机构；

[0016] 减速机构包括有 RV 减速器和 4 个主动链轮，RV 减速器动力输入轴与行走机构驱动电机的动力输出轴固连，4 个主动链轮分别固定在 RV 减速器的两根动力输出轴两端，RV 减速器动力输出轴垂直于 RV 减速器动力输入轴，减速机构实现减速、动力换向和双轴动力输出功能；

[0017] 支撑支架前端通过连接法兰与 RV 减速器固连；支撑支架后部为中空结构，用于安装传动调节机构的导向滑块，中空结构两侧面上开有滑槽，支撑支架后端平面上有螺纹孔；支撑支架中部有两个对称的平行轴孔，轴孔平行于 RV 减速器动力输出轴，轴孔内固定有内从动轴，内从动轴两端轴承连接有内从动链轮；支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有螺纹孔，螺纹孔垂直于 RV 减速器动力输出轴和 RV 减速器动力输入轴，用于与传动调节机构的调节螺栓相连；

[0018] 传动调节机构包括有传动机构、链条张紧机构和调节机构；传动机构沿支撑支架分为对称的两部分，每部分均包括平行支架、链轮连杆和从动链轮，平行支架两端有轴孔，轴孔内分别固定有前从动轴和后从动轴，前从动轴两端轴承连接有前从动链轮，前从动轴与 RV 减速器动力输出轴同侧的端头之间通过前链轮连杆相连，后从动轴两端轴承连接有后从动链轮，后从动轴与内从动轴同侧的端头之间通过后链轮连杆相连，每部分两个后链轮连杆之间还固连有调节轴，调节轴与后从动轴平行；链条张紧机构沿支撑支架分为对称的两部分，每部分均包括调整支架、调节螺栓和张紧链轮，调整支架为“U”型结构，底面开有通孔，两侧侧面开有同轴孔，调节螺栓穿过调整支架底面通孔与支撑支架中部螺纹孔连接，且调节螺栓与调整支架之间套有卡簧，使调节螺栓转动时可带动调整支架沿调节螺栓轴向移动，张紧链轮轴穿过调整支架侧面轴孔，并与调整支架固连，张紧链轮轴两端轴承连接有张紧链轮；调节机构包括调节螺杆、导向滑块、导向轴和调节连杆，调节螺杆穿过支撑支架后端的螺纹孔与支撑支架螺纹连接，调节螺杆端部穿过导向滑块底面通孔，调节螺杆中部伸出有挡块，在挡块和导向滑块外侧底面之间的调节螺杆上套有弹簧，导向滑块为“U”型结构，两侧侧面开有同轴孔，导向滑块置于支撑支架后部的中空结构中，导向轴穿过导向滑块两侧同轴孔，并且导向轴两端处于支撑支架后部侧面滑槽内，导向轴与调节轴之间通过调节连杆相连；

[0019] 链条将同一组的主动链轮、前从动链轮、后从动链路和内从动链轮绕连，张紧链轮

处于链条内侧，用于将链条张紧。

[0020] D、在动力机构和刀头机构之间为泥浆搅拌区，泥浆搅拌区与动力机构之间通过支撑盘封闭，泥浆搅拌区的外壳与外部土壤密封；带钻头心轴末端与刀头驱动电机的动力输出轴之间的动力连杆上伸出有搅拌棒，搅拌棒位于泥浆搅拌区内；外部有进水管道和排水管道通如泥浆搅拌区，用于进水和将泥浆排除。

[0021] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：刀头机构中，从距带钻头心轴径向距离最近的刀片起，沿带钻头心轴的转动方向，每组切削刀具组件的刀片在可调刀架上的安装位置距带钻头心轴的径向距离均匀增大，刀片的刀刃刃口尺寸均匀减小。

[0022] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：刀头机构中，每个刀片的切削角可调节，并且保持相同。

[0023] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：行走机构中，支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有导向杆孔，导向杆孔中固定安装有导向杆；在平行支架上开有导向槽，导向槽与导向杆配合，限制平行支架只能在垂直于 RV 减速器动力输出轴的平面方向内运动。

[0024] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：行走机构中，支撑支架在轴孔与连接法兰之间还开有导向轴孔，导向轴孔中固定安装有导向轴；调整支架底面上开有两个通孔，一个通孔与支撑支架中部的螺纹孔配合，另一个通孔与支撑支架中部的导向轴孔配合，导向轴穿过导向轴孔和调整支架底面通孔，限制调整支架只能垂直于支撑支架运动。

[0025] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：行走机构中，所述链条为带附件链条，附件为“U”型凹槽结构，附件固定在链条每对外链板的外侧，链条卡在附件的凹槽内，且附件的两侧面处于外链板的两根销轴间。

[0026] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：中部外壳上开有若干平行于中部外壳轴线的缝隙，在中部支撑盘之间固定有条形刀片，条形刀片刀刃伸出中部外壳上的缝隙。

[0027] 本实用新型所述一种自行走式微型地下管道掘进机的优选方案，其特征在于：采用在支撑盘上开有水管孔，采用一条进水管和三条排水管从后部行走机构两侧穿过支撑板通入泥浆搅拌区。

[0028] 有益效果

[0029] 采用本实用新型提出的自行走式微型地下管道掘进机，在刀头机构通过设置刀头外壳，将将土壤切割为壳内和壳外两部分，既有利于对壳内土壤进行切削，又不会对壳外土壤造成破坏；通过采用刀片的径向位置和切削角可调设计，将刀片设置为螺旋状排列，可以减小每个刀片的刀刃尺寸，从而降低对动力的要求；并可以实现每个刀片的切削力大小相等，进而使每组可调刀架和固定刀架的受力相等，整体受力平衡，在切削时能提供一个轴向的前进推力，有利于刀头沿轴向前进；此外，根据不同土壤特性，可以调节刀片切削角，降低切削阻力，减少刀具磨损，保证切削土体的流动性；通过更换不同形状的刀具，可以提高刀头的使用寿命。在行走机构中通过设置链条张紧机构可以实现链条的张紧；通过调节机构实现平行支架的平行移动，并且具备两个平行支架间的距离根据土壤的疏松程度自动调节

的功能，保证链条与土壤始终接触；通过带附件链条使链条运动的时候与土壤有效地接触，产生足够的前进推力。

附图说明

[0030] 图 1：本实用新型的整体结构示意图；

[0031] 图 2：本实用新型内部结构示意图；

[0032] 图 3：刀头结构示意图；

[0033] 图 4：切削刀具组件的结构示意图一；

[0034] 图 5：切削刀具组件的结构示意图二；

[0035] 图 6：中部机构的结构示意图；

[0036] 图 7：行走机构结构示意图；

[0037] 图 8：支撑支架和链条张紧机构部分部件结构示意图；

[0038] 图 9：支撑支架和调节机构部分部件结构示意图；

[0039] 图 10：带附件链条结构示意图；

[0040] 图 11：带钻头心轴的结构示意图；

[0041] 图 12：可调刀架的结构示意图；

[0042] 图 13：刀架连杆的结构示意图；

[0043] 其中：1、刀头机构；2、中部外壳；3、行走机构；4、密封橡胶；5、第一排水管；6、第二排水管；7、进水管；8、第三排水管；9、第四排水管；10、第五排水管；11、刀头外壳；12、带钻头心轴；13、切削刀具组件；14、周向刀片；15、刀片；16、可调刀架；17、固定刀架；18、刀架连杆；19、连接块；20、调节螺杆；21、行走机构驱动电机；22、刀头驱动电机；23、第一支撑盘；24、第二支撑盘；25、第三支撑盘；26、第四支撑盘；27、第五支撑盘；28、动力连杆；29、联轴套；30、固定架；31、条形刀片；32、RV 减速器动力输入轴；33、RV 减速器；34、主动链轮；35、前链轮连杆；36、支撑支架；37、前从动链轮；38、平行支架；39、张紧链轮；40、调整支架；41、导向杆；42、内从动链轮；43、后链轮连杆；44、后从动链轮；45、调节螺杆；46、调节轴；47、导向轴；48、调节螺栓；49、张紧链轮轴；50、卡簧；51、导向滑块；52、导向轴；53、调节连杆；54、弹簧。

具体实施方式

[0044] 下面结合具体实施例描述本实用新型：

[0045] 实施例：

[0046] 本实施例用于地下 1 米、直径为 20cm 的地下管线掘进施工中，管线铺设环境为土质均匀、少量杂质的干燥黏土或砂土环境。

[0047] 参照附图 1，本实施例中，自行走式微型地下管道掘进机前部为刀头机构 1、后部为行走机构 3、中部为动力机构，动力机构外有中部外壳 2 将动力机构与外部土壤分隔开。

[0048] 参照附图 3，刀头机构 1 包括外壳切削机构、主体切削刀具和带钻头心轴 12 三个部分。外壳切削机构包括有刀头外壳 11 和周向刀片 14；刀头外壳 11 为薄壁圆筒形结构，外筒壁圆周半径为 114mm，壁厚为 4mm，在刀头外壳 11 前端的内壁面和外壁面上均匀交替开有 4 组刀槽，每组刀槽包括有一个外壁面刀槽和一个内壁面刀槽，周向刀片 14 通过平头螺

丝和薄螺母固定安装在刀槽内，周向刀片 14 的厚度略小于刀槽的厚度，从而尽可能保证刀头外壳 11 外壁面的平整，周向刀片 14 的刀刃方向朝向带钻头心轴 12 的旋转方向，刀刃与刀头外壳轴向的夹角为 45°，4 组共 8 个周向刀片 14 在刀头外壳 11 外端形成锯齿状，当刀头外壳 11 跟随带钻头心轴 12 旋转时，周向刀片 14 可以对刀头外壳 11 厚度上的土壤进行有效切削，顺利将土壤切割为壳内和壳外两部分，既有利于对壳内土壤进行切削，又不会对壳外土壤造成破坏。

[0049] 主体切削刀具包括有 4 组切削刀具组件 3，参照附图 4 和附图 5，每组切削刀具组件 13 包括刀片 15、可调刀架 16、固定刀架 17、刀架连杆 18 和刀架调节件。

[0050] 固定刀架 17 主要起连接带钻头心轴 12 和刀头外壳 11，带动刀头外壳 11 跟随带钻头心轴 12 转动的作用，同时也起到支撑可调刀架 16 的作用。固定刀架 17 两侧有连接孔，参照附图 3，固定刀架 17 一侧的连接孔通过内六角螺丝和刀头外壳 11 固连，固定刀架 17 另一侧的连接孔与带钻头心轴 12 中部的销轴过盈配合，从而通过固定刀架 17 将刀头外壳 11 与带钻头心轴 12 相连；参照附图 4 和附图 5，固定刀架 17 中部有凹槽，凹槽提供了可调刀架 16 的转动范围，在凹槽底部伸出有刀架调节件安装板，安装板上有螺纹孔，螺纹孔的作用是与刀架调节件中的调节螺杆 20 螺纹连接。本实施例中，固定刀架 17 底面与其凹槽底面有 30° 夹角，主要作用是为了刀头机构 1 整体受力平衡。

[0051] 可调刀架 16 主要作用是用于固定刀片 15，并且通过绕固定刀架 17 上的转轴转动，来调节刀片 15 的切削角。参照附图 3、附图 5 和附图 12，可调刀架 16 下部置于固定刀架 17 中部凹槽内，并通过转轴连接，转轴与固定刀架 17 之间过盈配合，使转轴不在固定刀架 17 内转动，转轴与可调刀架 16 为间隙配合，可调刀架 16 可绕转轴转动。可调刀架中部有凹槽，凹槽作用是便于与刀架连杆 18 通过转轴连接。可调刀架 16 上部有刀片固定槽，刀片 15 通过圆头螺丝和薄螺母固定在可调刀架 16 上，可通过调节刀片 15 在刀片固定槽中的安装位置，来调节刀片 15 距带钻头心轴 12 的径向距离。

[0052] 参照附图 4，刀架调节件包括调节螺杆 20 和连接块 19，连接块 19 中部有凹槽，凹槽作用是便于与刀架连杆 18 通过转轴连接，凹槽底面有通孔，调节螺杆 20 一端穿过连接块 19 底面通孔，并通过卡簧限制调节螺杆 20 与连接块 19 之间只有转动副，即当调节螺杆 20 转动时，连接块 19 受卡簧限制不转动，但调节螺杆 20 的轴向运动可传递给连接块 19，从而带动连接块 19 沿调节螺杆 20 轴向运动；调节螺杆 20 的螺纹段穿过刀架调节件安装板的螺纹孔与固定刀架 17 连接，调节螺杆 20 绕刀架调节件安装板的螺纹孔转动后产生轴向运动。

[0053] 参照附图 4 和附图 13，刀架连杆 18 为“8”字型，两端分别置于连接块 19 凹槽内和可调刀架 16 中部凹槽内，并与连接块 19 和可调刀架 16 轴连接，刀架连杆 18 可绕两个连接轴转动，而连接块 19 和可调刀架 16 与此处转轴为过盈配合，相互之间不转动。从而固定刀架 17、可调刀架 16、刀架连杆 18、连接块 19 和调节螺杆 20 之间形成类似曲柄滑块的机构，其中连接块 19 类似于滑块。通过转动调节螺杆 20，推动连接块 19 沿调节螺杆 20 轴向运动，连接块 19 通过刀架连杆 18 推动可调刀架 16 绕固定刀架 17 转动，从而能够调节刀片 15 的切削角。

[0054] 参照附图 3 和附图 11，带钻头心轴 12 末端通过螺栓与动力连杆 28 固定连接，带钻头心轴 12 中部为矩形柱状结构，四面均有销轴，用于与固定刀架 17 固定连接，带钻头心轴 12 前部为钻头部分，用于土壤的切削和导向功能。带钻头心轴 12 整体长度等于刀头外

壳 11 的轴向长度。

[0055] 参照附图 6，本实施例的动力机构包括刀头驱动电机 22 和行走机构驱动电机 21，刀头驱动电机 22 与行走机构驱动电机 21 同轴串列在自行走式微型地下管道掘进机的中部，第一支撑盘 23 将行走机构驱动电机 21 轴向固定，第二支撑盘 24 和第三支撑盘 25 将刀头驱动电机 22 轴向固定，在第二支撑盘 24 和第三支撑盘 25 之间通过固定架 30 固定有 4 片条形刀片 31，4 片条形刀片 31 均匀分布。刀头驱动电机 22 的动力输出轴通过联轴套 29 与动力连杆 28 固定相连，并且第四支撑盘 26 和第五支撑盘 27 将联轴套 29 和动力连杆 28 轴向固定。在动力机构外部有中部外壳 2 将动力机构与外部土壤分隔开，且中部外壳 2 上开有 4 条平行于中部外壳轴线的缝隙，缝隙与 4 片条形刀片 31 配合，条形刀片 31 从缝隙中伸出插入泥土中，实现抵抗由于刀头机构 1 切削土壤产生的扭矩的功能，保证刀头机构 1 后部结构不会转动。

[0056] 参照附图 2 和附图 6，第五支撑盘 27 与刀头机构 1 之间为泥浆搅拌区，泥浆搅拌区的外壳与外部土壤通过密封橡胶 4 密封，密封橡胶 4 也套在中部外壳 2 内，动力连杆 28 处于泥浆搅拌区内，在动力连杆 28 上垂直交叉插入有 3 对搅拌棒，从外部有第一排水管 5、第二排水管 6、进水管 7、第三排水管 8、第四排水管 9 和第五排水管 10 穿过五个支承盘，通入泥浆搅拌区，其中由于水管只能安装在行走机构 3 两侧，而在中部动力机构中，水管是沿支撑盘均匀分布，所以在第一支撑盘 23 和第二支承盘 24 之间，第二排水管 6 与第一排水管 5 之间通过软管连接，第三排水管 8 与第四排水管 9 之间通过软管连接。进水管 7 用于向泥浆搅拌区注水，排水管与地面的泥浆泵相连，将搅拌区内的泥浆抽出。

[0057] 参照附图 7，行走机构 3 包括有减速机构、支撑支架 36 和传动调节机构。

[0058] 减速机构包括 RV 减速器 33 和四个主动链轮 34，RV 减速器 33 动力输入轴 32 与行走机构驱动电机 21 的动力输出轴固连，四个主动链轮 34 分别固定在 RV 减速器 33 的两根动力输出轴两端，并与动力输出轴键连接，RV 减速器动力输出轴垂直于 RV 减速器动力输入轴，且两个动力输出轴一上一下对称放置，便于后面传动调节机构的工作。减速机构实现了减速、动力换向和双轴动力输出的功能。

[0059] 支撑支架 36 前端通过连接法兰与 RV 减速器 33 螺栓固定连接。参照附图 8 和附图 9，支撑支架 36 后部为中空结构，用于安装传动调节机构的导向滑块 51，且在中空结构两侧面上开有滑槽，便于导向轴 52 两端在滑槽内移动，在支撑支架 36 后端平面上还有螺纹孔，用于与调节螺杆 45 螺纹连接；在支撑支架 36 后部中空结构之前，支撑支架 36 上下开有两个对称的平行轴孔，轴孔平行于 RV 减速器动力输出轴，轴孔内固定内从动轴，并与内从动轴过盈配合，内从动轴两端采用轴承连接有内从动链轮 42；支撑支架 36 在轴孔与与连接法兰之间还开有两个导向杆孔，一个导向轴孔和一螺纹孔，四个孔的中心轴线均垂直于支撑支架 36 平面，导向杆孔内穿过有导向杆 41，作用是与平行支架 38 上的导向槽配合，限制平行支架 38 只能在垂直于 RV 减速器动力输出轴的平面方向内运动，螺纹孔用于与传动调节机构的调节螺栓 48 螺纹连接。

[0060] 参照附图 7，传动调节机构包括有传动机构、链条张紧机构和调节机构。

[0061] 传动机构沿支撑支架分为对称的两部分，每部分均包括一个平行支架 38、四个链轮连杆和六个从动链轮，平行支架 38 两端有平行轴孔，前端轴孔内固定有前从动轴，前端轴孔与前从动轴过盈配合，后端轴孔内固定有后从动轴，后端轴孔与后从动轴过盈配合，前

从动轴两端采用轴承连接有前从动链轮 37，前从动轴与 RV 减速器动力输出轴平行，前从动轴与 RV 减速器动力输出轴同侧的端头之间通过前链轮连杆 35 相连，前链轮连杆 35 与前从动轴和 RV 减速器动力输出轴之间为转动连接，后从动轴两端采用轴承连接有后从动链轮 44，后从动轴与内从动轴平行，后从动轴与内从动轴同侧的端头之间通过后链轮连杆 43 相连，后链轮连杆 43 与后从动轴和内从动轴之间为转动连接，在每部分的两个后链轮连杆 43 之间还固定有调节轴 46，调节轴 46 与后从动轴平行。实际上每部分传动机构为由平行支架 38、两个前链轮连杆、支撑支架 36 和两个后链轮连杆组成的平行四边形机构，以 RV 减速器动力输出轴、前从动轴、后从动轴和内从动轴为平行四边形机构的铰链轴。用带附件链条将同一组的主动链轮、前从动链轮、后从动链路和内从动链轮绕连，主动链轮转动时，带动带附件链条转动，并与管壁土壤接触，形成摩擦力，从而能够前进。

[0062] 参照附图 7 和附图 8，链条张紧机构沿支撑支架也分为对称的两部分，每部分均包括调整支架 40、调节螺栓 48 和张紧链轮 39，调整支架 40 为“U”型结构，“U”槽朝向支撑支架 36，调整支架 40 底面开有两个通孔，两侧侧面开有同轴孔，调节螺栓 48 穿过调整支架 40 底面的一个通孔与支撑支架 36 中部螺纹孔螺纹连接，且调节螺栓 48 与调整支架 40 之间套有卡簧 50，卡簧 50 使调节螺栓 48 转动时可带动调整支架 40 沿调节螺栓 48 轴向移动，导向轴 47 穿过支撑支架 36 的导向轴孔和调整支架 40 底面的另一个通孔，限制调整支架 40 只能沿导向轴 47 运动，张紧链轮轴 49 穿过调整支架 40 侧面的轴孔，并与轴孔过盈配合，张紧链轮轴 49 两端采用轴承连接有张紧链轮 39。这里链条张紧机构的机理是通过旋转调节螺栓 48 带动调整支架 40 运动，进而带动张紧链轮 39 运动，张紧链轮 39 处于带附件链条内侧，用于将带附件链条张紧。

[0063] 参照附图 10，带附件链条的每对外链板外侧通过胶接固连有“U”形附件，链条卡在“U”形附件的凹槽内，且“U”形附件的两侧面处于外链板的两根销轴间，“U”形附件外底面与外链板两个销轴孔中心连线的夹角为 30°，夹角方向与带附件链条运动的方向一致，如此便可以使带附件链条运动的时候与土壤有效地接触，产生足够的前进推力。

[0064] 参照附图 7 和附图 9，调节机构包括调节螺杆 45、导向滑块 51、导向轴 52 和调节连杆 53。调节螺杆 45 穿过支撑支架 36 后端的螺纹孔与支撑支架 36 螺纹连接，调节螺杆 45 的前端部穿过导向滑块 51 的底面通孔，并与导向滑块 51 间隙配合，调节螺杆 45 中部伸出有挡块，在挡块和导向滑块 51 外侧底面之间的调节螺杆上套有弹簧 54，当旋转调节螺杆 45 前进时，挡块推动弹簧 54 前进，弹簧 54 进而推动导向滑块 51 前进，导向滑块 51 为“U”型结构，两侧侧面开有同轴孔，导向滑块 51 置于支撑支架 36 后部的中空结构中，导向轴 52 穿过导向滑块 51 两侧同轴孔，并且导向轴 52 两端处于支撑支架 36 后部侧面滑槽内，从而导向轴 52 限制导向滑块 51 只能沿支撑支架 36 后部侧面滑槽方向移动，导向轴 52 与调节轴 46 之间通过调节连杆 53 相连，并且调节连杆 53 与导向轴 52 和调节轴 46 均为转动连接。这里调节机构的目的是为了使整个行走机构能够具有自适应能力，当调节螺杆 45 在某个位置确定后，导向滑块 51 的运动就是由弹簧 54 的压力及管道土壤壁面的压力来决定，当管道尺寸变小时，管道压缩前后从动链轮，进而带动平行支架 38 向支撑支架 36 靠拢，此时调节连杆 53 推动导向滑块 51 压缩弹簧 54；当管道尺寸变大时，弹簧 54 推动导向滑块 51 并带动调节连杆 53 运动，推动平行支架 38 向支撑支架 36 外张开，从而始终保持带附件链条与管道土壤壁面接触。

[0065] 本实施例中，刀头外壳 11，中部外壳 2 和带钻头心轴 12 为 304 不锈钢，周向刀片 14 和刀片 15 为高速钢，其余零件材料为 LY12。

[0066] 本实施例工作时，首先调节调节螺杆使两个平行支架保持一个合适高度，便于机构前进。调节链条张紧机构使带附件链条张紧，并与外界充分接触。然后刀头驱动电机和行走机构驱动电机开始工作，刀头驱动电机带动带钻头心轴 12 转动，转速为 10-80r/min，带钻头心轴 12 本身有切削土壤的效果，同时带钻头心轴 12 带动四组切削刀具组件 13 转动，并通过固定刀架 17 带动刀头外壳 11 转动，转动时刀头外壳 11 上的周向刀片 14 对刀头外壳 11 厚度上的土壤进行有效切削，顺利将土壤切割为壳内和壳外两部分；四组切削刀具组件 13 转动时，刀片 15 对刀头外壳 11 壳内的土壤进行主要切削，其中，从一个距带钻头心轴 12 径向距离最近的刀片起，沿带钻头心轴 12 的转动方向，以此调节刀片在刀片固定槽上的安装位置，使刀片距带钻头心轴的径向距离均匀增大。本实施例中从安装在刀片固定槽内端的刀片开始，顺着带钻头心轴 12 的转动方向，均匀增大刀片距带钻头心轴的径向距离，到第四个刀片时，刀片安装在刀片固定槽外端，使四个刀片成螺旋状排列，并在整个径向尺寸内的土壤都有刀片能切削到。这种结构的作用是：可以减小每个刀片的刀刃尺寸，从而降低对动力的要求；由于刀片的切削力随着与中心的径向距离增大而增大，因此随着径向距离增大，刀刃刃口尺寸依次均匀减小，并且调节每个调节螺杆，使四个刀片的切削角相等，这样也可以实现每个刀片的切削力大小相等，进而使每组可调刀架 16 和固定刀架 17 的受力相等，整体受力平衡，并在切削时能提供一个轴向的前进推力，有利于刀头沿轴向前进；此外，根据不同土壤特性，可以调节刀片切削角，降低切削阻力，减少刀具磨损，保证切削土体的流动性；通过更换不同形状的刀具，可以提高刀头的使用寿命。行走机构驱动电机通过 RV 减速器实现减速和动力换向，RV 减速器的蜗轮轴将动力传递至主动链轮上，主动链轮再带动带附件链条驱动所有的从动链轮转动，实现整体机构向前行进。

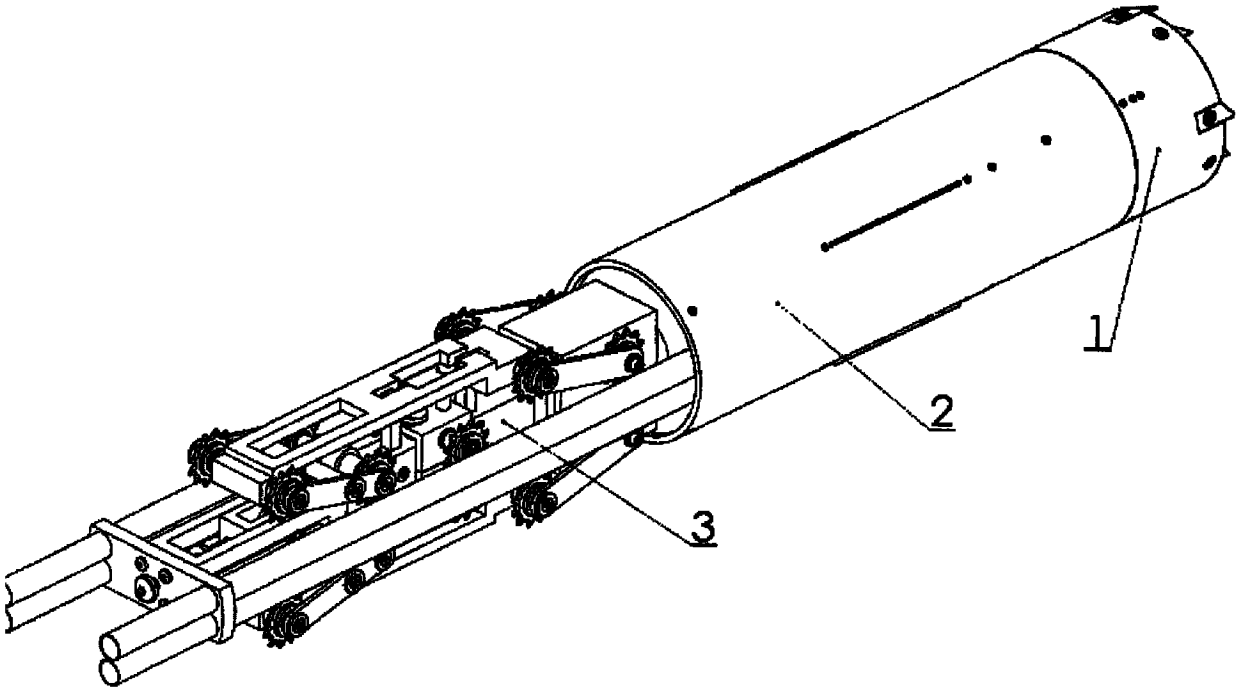


图 1

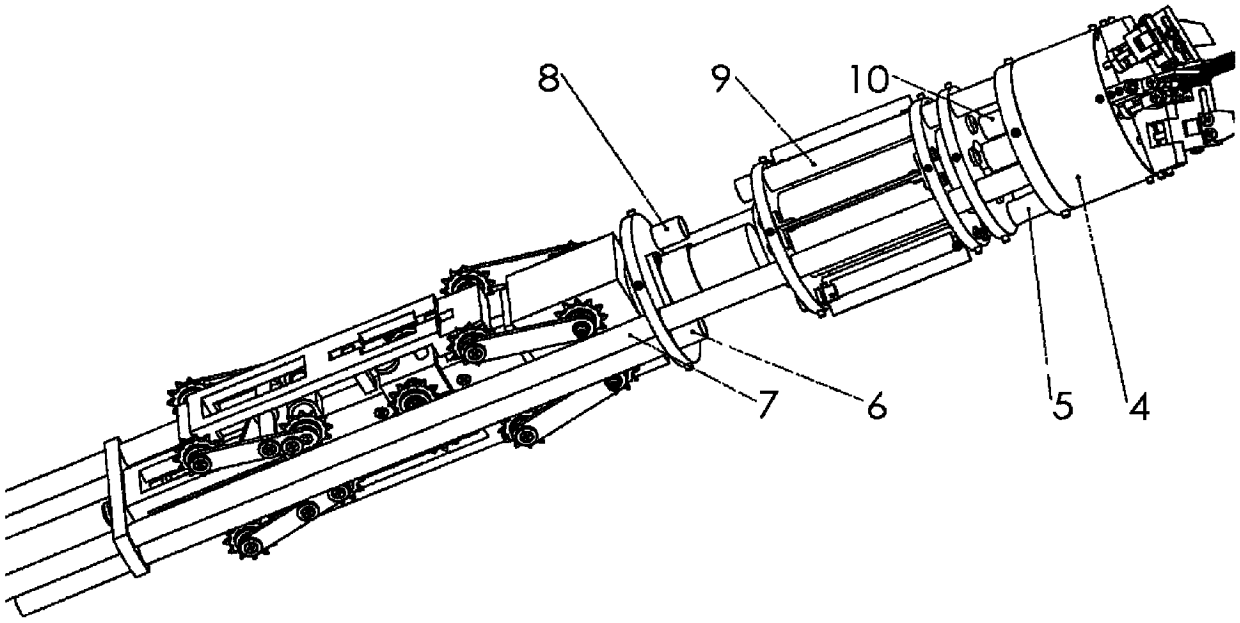


图 2

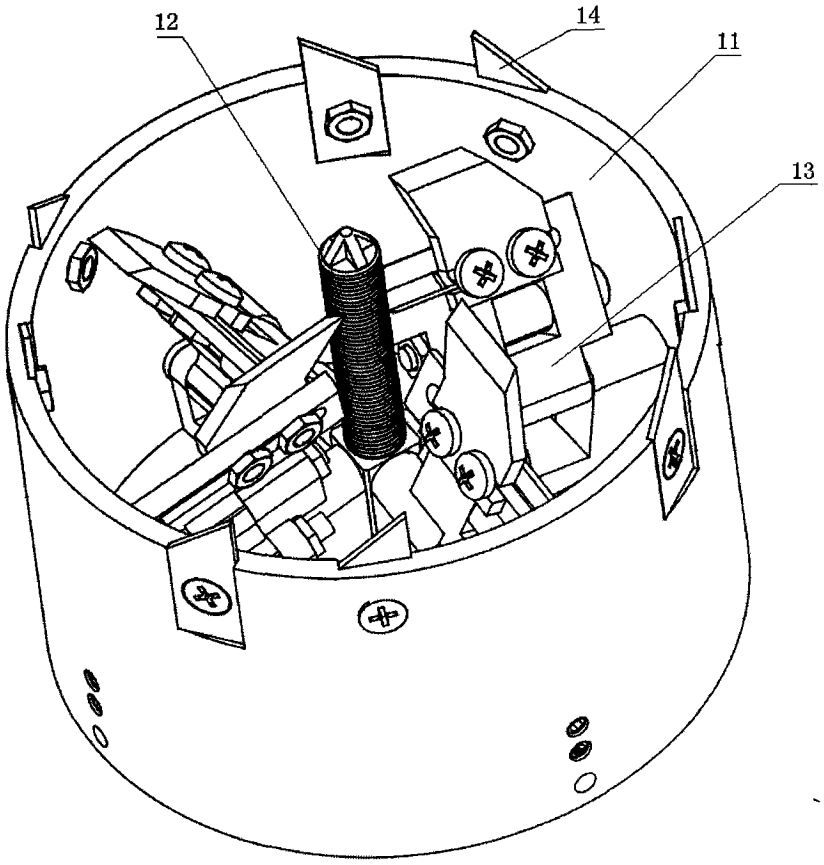


图 3

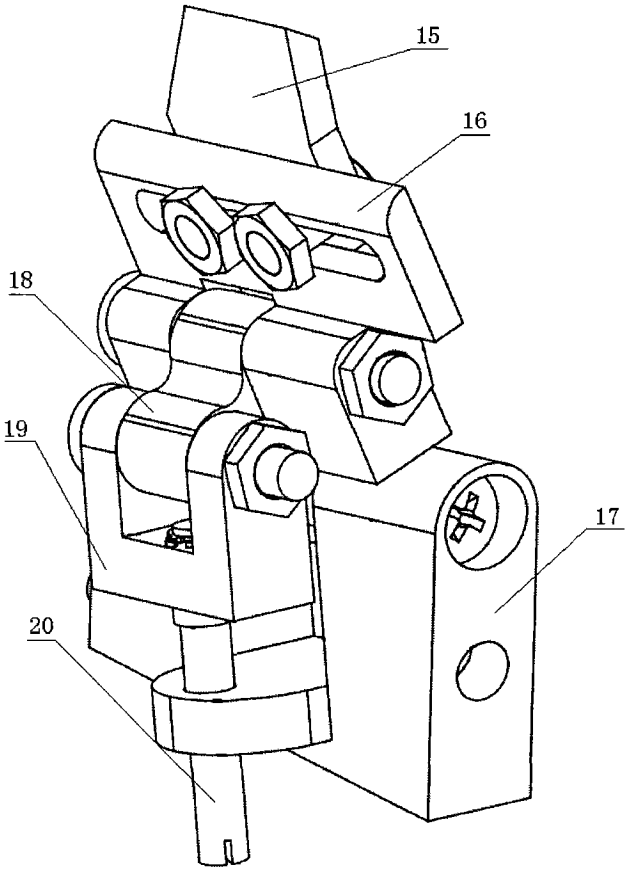


图 4

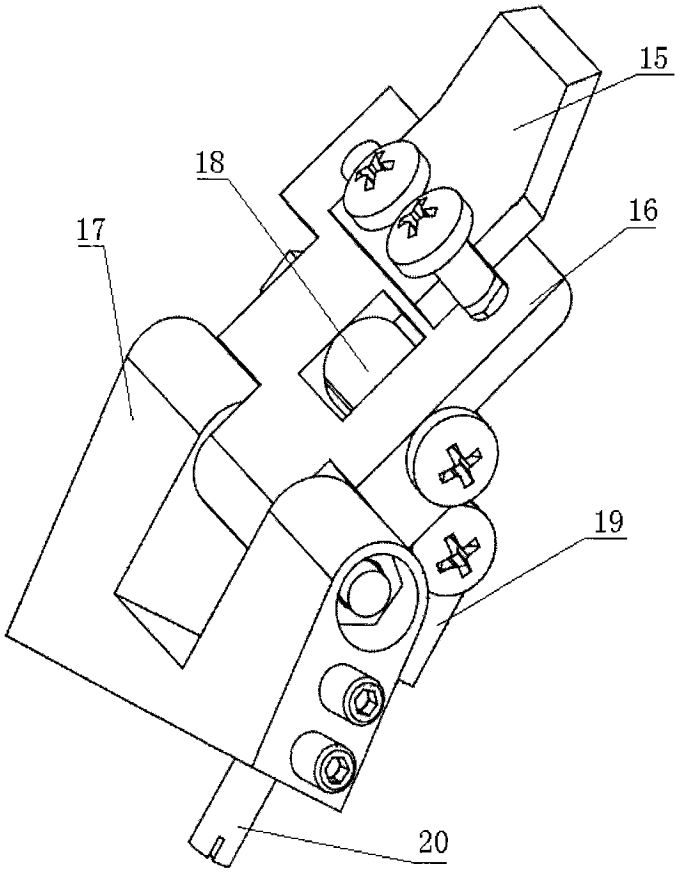


图 5

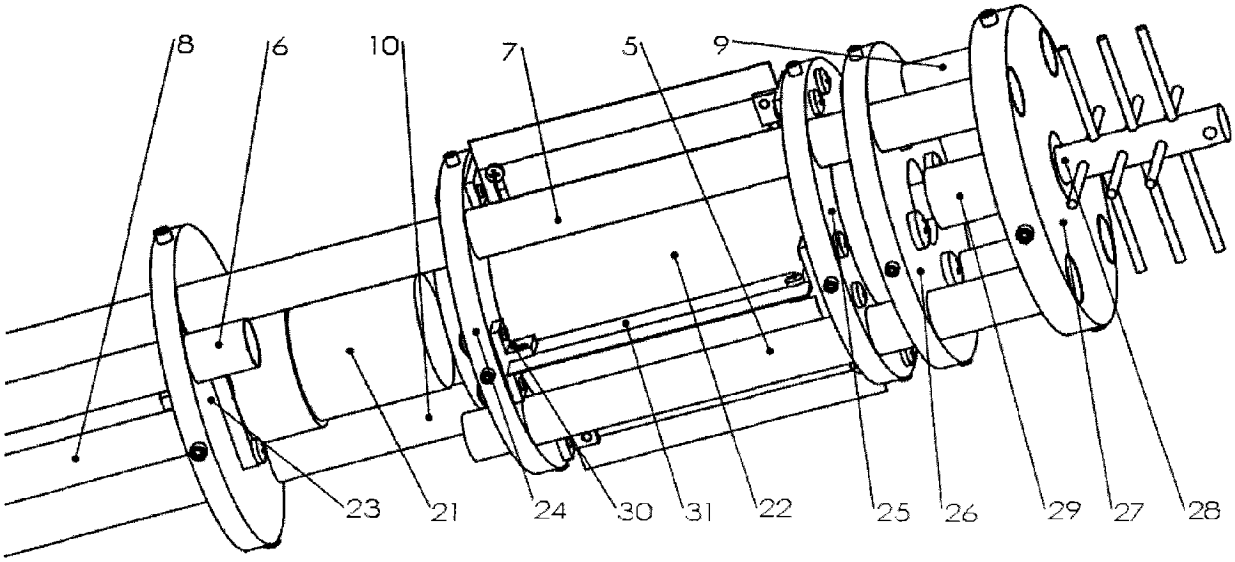


图 6

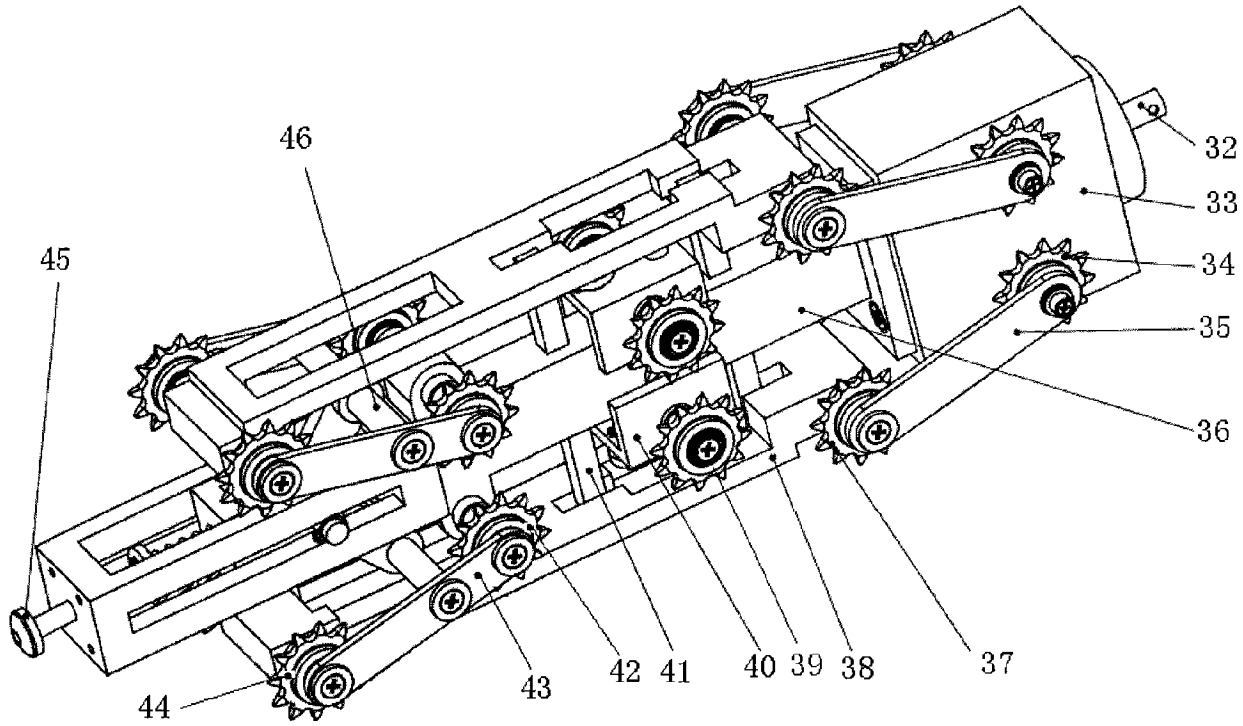


图 7

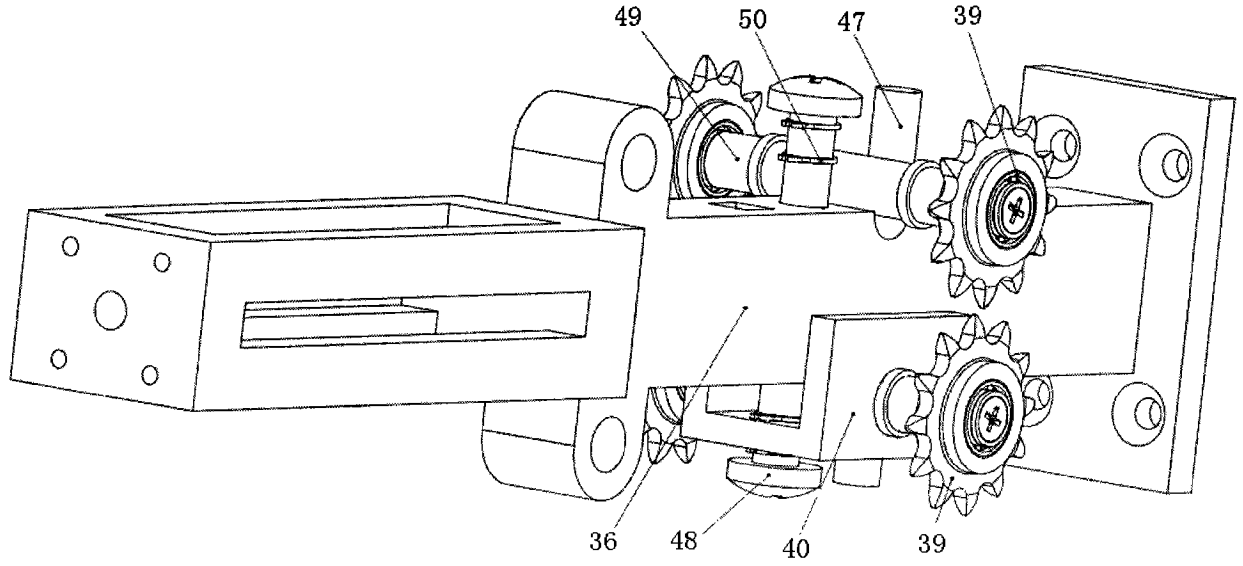


图 8

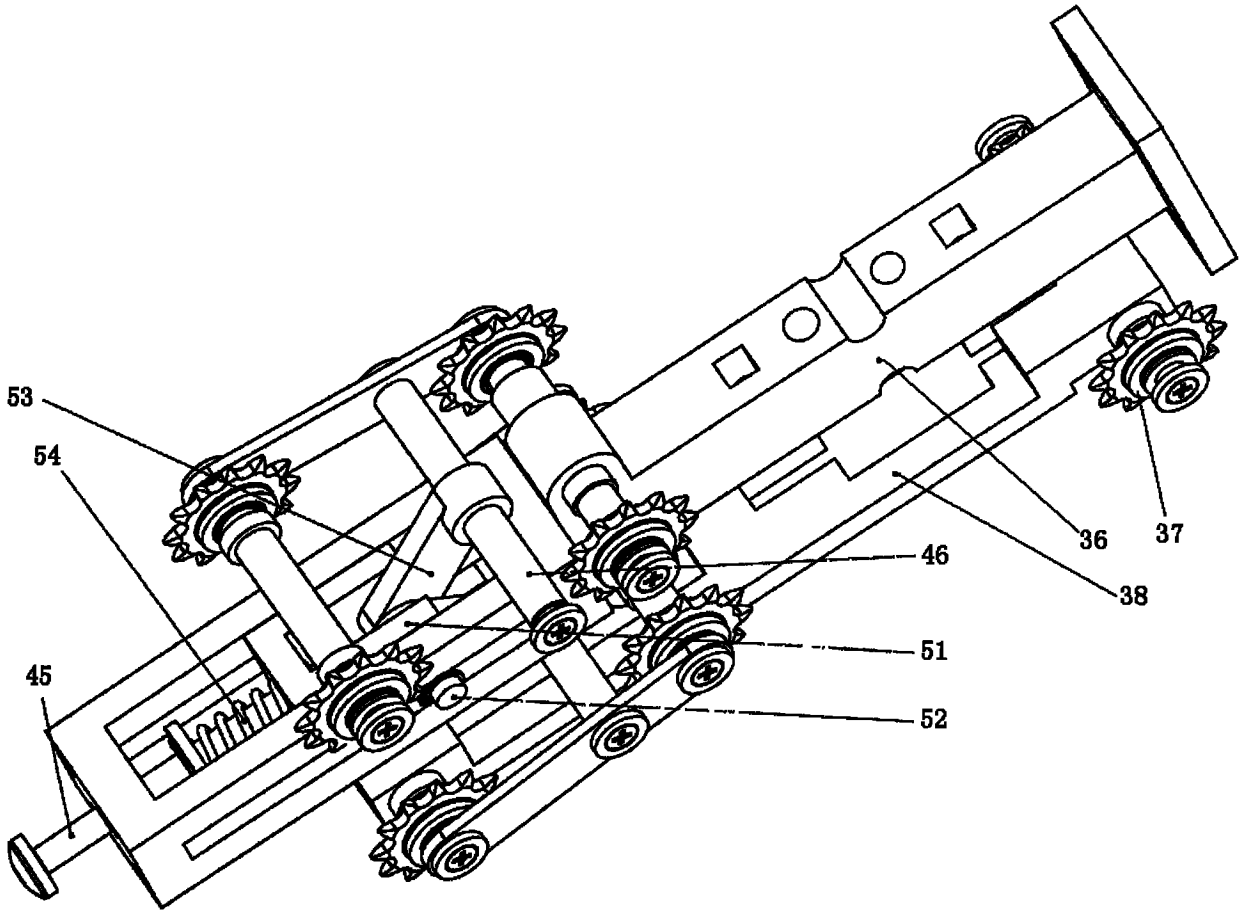


图 9

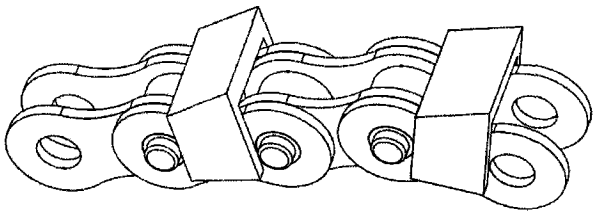


图 10

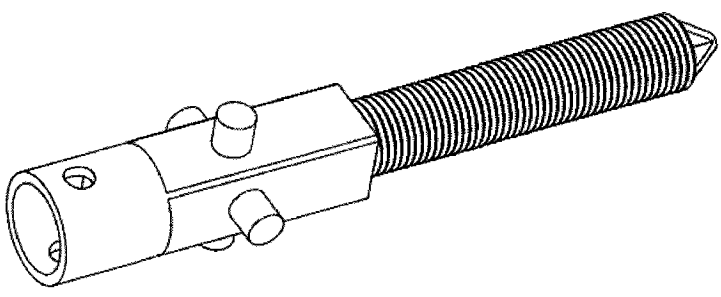


图 11

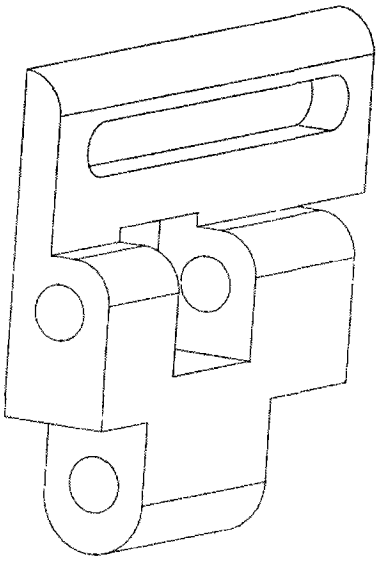


图 12

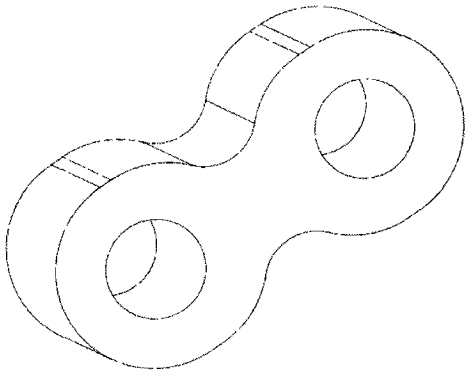


图 13