

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020 年 5 月 22 日 (22.05.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/098090 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H02G 1/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/123661

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 25 日 (25.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201811357332.X 2018 年 11 月 15 日 (15.11.2018) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 王吉岱(WANG, Jidai); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。孙爱芹(SUN, Aiqin); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。王智伟(WANG, Zhiwei); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。魏军英(WEI, Junying); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。付恩鹏(FU, Enpeng); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。郝木新(HAO, Muxin); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。梁茂轩(LIANG, Maoxuan); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。郭帅(GUO, Shuai); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(54) Title: ROBOT WALKING AND CLIMBING ALONG OVERHEAD LINE

(54) 发明名称: 一种沿架空线路行走攀爬机器人

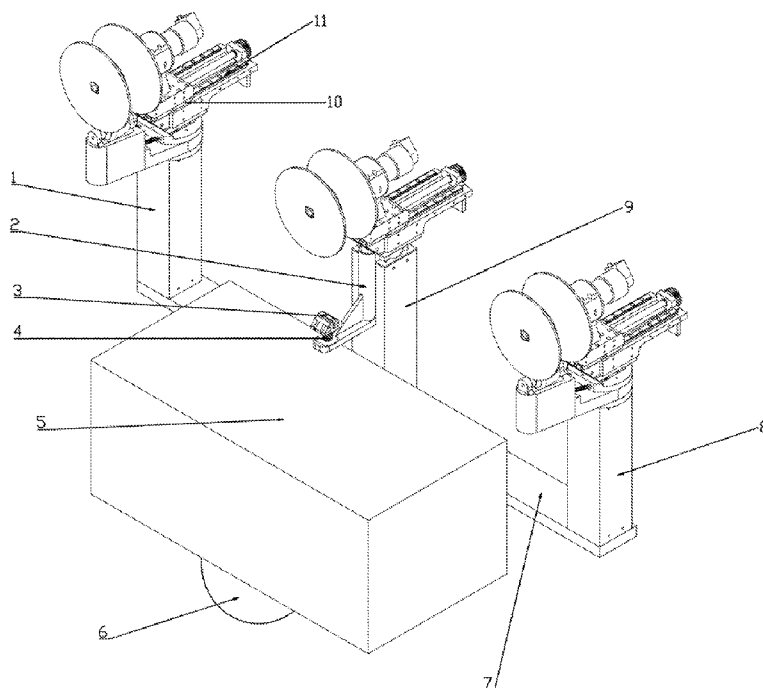


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a robot walking and climbing along an overhead line, the robot comprising a support structure (5), the support structure having a controller provided inside same, with one side of the support structure being provided with a front, a middle and a rear cantilever device (1, 9, 8), wherein the three cantilever devices are connected to the support structure by means of a cantilever device base (7). The front and rear cantilever devices are located at two ends of the support structure, and each of the front and rear cantilever devices comprises: a walking drive mechanism located at the top of same; an unfolding mechanism, a flexible rotating

(74) 代理人: 青 岛 智 地 领 创 专 利 代 理 有 限 公 司 (QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山路480号青岛研创中心4号楼602室 懋松, Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

mechanism and a clamping mechanism located in the middle of same; and a lifting mechanism located at a lower portion thereof. The middle cantilever device comprises a walking drive mechanism located at the top of same, an unfolding mechanism and a flexible rotating mechanism located in the middle of same, a lifting mechanism located at a lower portion thereof, and a charging mechanism located at a front side of the middle cantilever device. The robot achieves stable walking and climbing along an overhead line of 220-500 kV, and can stride over line equipment, such as vibration dampers and suspension clamps, installed on the overhead line. The robot has the characteristics of a strong obstacle-crossing capability, a high obstacle-crossing efficiency, a large climbing angle, a stable structure, a light weight, simple operation and a great real-time performance.

(57) 摘要: 一种沿架空线路行走攀爬机器人, 其包括支撑结构 (5), 支撑结构内包含控制器, 支撑结构的某一侧部有前、中、后三只悬臂装置 (1、9、8), 其中, 三只悬臂装置通过悬臂装置底座 (7) 与支撑结构相连, 前、后悬臂装置位于支撑结构的两端, 前、后悬臂装置包括位于顶部的行走驱动机构, 中部的张开机构、柔性回转机构、夹紧机构以及下方的举升机构, 中间悬臂装置包括顶部的行走驱动机构, 中部的张开机构、柔性回转机构, 下方的举升机构和中间悬臂装置前侧的充电机构。该机器人实现了沿220kV~500kV架空线路的稳定行走与攀爬, 可跨越安装于架空线路上的防震锤、悬垂线夹等线路设备。具有越障能力强、越障效率高、爬坡角度大、结构稳固、重量轻、操作简单、实时性好等特点。

# 一种沿架空线路行走攀爬机器人

## 技术领域

[0001] 本发明属于电力巡检设备技术领域，尤其涉及一种沿架空线路行走攀爬机器人。

## 背景技术

[0002] 为了保证高压输电线安全稳定的运行，必须定期对高压输电线进行检修。高压输电线的巡检检查对保护电网的安全是非常必要的，高压输电线分布广泛，部分地区地理环境较为复杂，人工巡检方式由于劳动强度大，巡检精度低，已经不再适用，因此只能寻求新的巡检方式。随着移动机器人技术的发展，为架空高压输电线线的巡检提供了新的技术平台。

[0003] 目前研究的巡检机器人，无论是沿架空线路行驶还是沿导线行驶，均需要跨越障碍物，不仅极大影响机器人的巡检效率，而且机器人本身也存在安全隐患。相较于沿导线行驶的机器人，沿架空线路行驶的机器人能够“居高临下”，因此巡检线路的视场角大，巡检效果好，但架空线路的耐张塔头结构复杂，使得机器人难以逾越，机器人的实用性受到了极大制约。

## 发明概述

## 技术问题

## 问题的解决方案

## 技术解决方案

[0004] 本发明的目的在于提出一种沿架空线路行走攀爬机器人，能够实现障碍物的自动跨越。

[0005] 本发明为了实现上述目的，采用如下技术方案：

[0006] 一种沿架空线路行走攀爬机器人，包括安装有巡检设备的支撑结构；

[0007] 所述沿架空线路行走攀爬机器人还包括：

[0008] 连接于所述支撑结构某一侧部的悬臂装置底座以及

[0009] 在所述悬臂装置底座上沿前后方向依次安装的前悬臂装置、中悬臂装置和后悬

臂装置；

- [0010] 所述前悬臂装置和后悬臂装置具有相同的结构；前悬臂装置/后悬臂装置包括一号驱动轮、一号行走驱动机构、一号张开机构、夹紧机构、一号柔性回转机构和一号举升机构；
- [0011] 其中，一号行走驱动机构与所述一号驱动轮连接，并带动所述一号驱动轮转动；
- [0012] 一号行走驱动机构的底部安装于所述一号张开机构上，所述一号张开机构用于带动所述一号驱动轮和一号行走驱动机构同时沿左右方向运动以实现所述一号驱动轮的开合动作；
- [0013] 夹紧机构位于一号驱动轮下方，且被配置为用于限定架空线路在一号驱动轮的轮槽内；
- [0014] 所述夹紧机构配置有用于在该夹紧机构偏离一号驱动轮下方后自动归位的拉力弹簧；
- [0015] 一号柔性回转机构位于一号张开机构的下方，且与所述一号张开机构相连；所述一号柔性回转机构被配置为用于带动所述一号张开机构实现水平方向内一定角度的转动；
- [0016] 所述一号举升机构位于一号柔性回转机构的下方，且用于带动所述一号驱动轮、一号行走驱动机构、一号张开机构、夹紧机构和一号柔性回转机构同步实现上升和下降动作；
- [0017] 中悬臂装置包括二号驱动轮、二号行走驱动机构、二号张开机构、二号柔性回转机构和二号举升机构；二号行走驱动机构与所述二号驱动轮连接，并带动所述二号驱动轮转动；
- [0018] 二号行走驱动机构的底部安装于所述二号张开机构上，所述二号张开机构用于带动所述二号驱动轮和二号行走驱动机构同时沿左右方向运动以实现所述二号驱动轮的开合动作；
- [0019] 二号柔性回转机构位于二号张开机构的下方，且与所述二号张开机构相连；所述二号柔性回转机构被配置为用于带动所述二号张开机构实现水平方向内一定角度的转动；

- [0020] 所述二号举升机构位于所述二号柔性回转机构的下方，且用于带动所述二号驱动轮、二号行走驱动机构、二号张开机构和二号柔性回转机构同步实现上升和下降动作；
- [0021] 所述支撑结构内设有控制器，其中，控制器与所述一号行走驱动机构、二号行走驱动机构、一号张开机构、二号张开机构、一号举升机构和二号举升机构相连。
- [0022] 优选地，所述一号行走驱动机构和二号行走驱动机构具有相同的结构；
- [0023] 所述一号行走驱动机构/二号行走驱动机构包括驱动电机、轴套和电机座；其中：
- [0024] 驱动电机通过轴套与所述一号驱动轮/二号驱动轮连接，驱动电机安装于电机座上；
- [0025] 电机座安装于所述一号张开机构/二号张开机构上；
- [0026] 驱动电机通过控制线路与所述控制器连接。
- [0027] 优选地，所述一号张开机构和二号张开机构具有相同的结构；
- [0028] 所述一号张开机构/二号张开机构包括开合底座、直线导轨、承重滑块、开合电机、驱动齿轮、从动齿轮、开合丝杠以及丝杠螺母；其中：
- [0029] 直线导轨和开合丝杠安装于开合底座的上方，且沿所述左右方向布置；
- [0030] 承重滑块安装于直线导轨上；
- [0031] 开合电机安装于所述开合底座的下方；
- [0032] 开合电机的一端与驱动齿轮相连，从动齿轮位于驱动齿轮上方且与所述驱动齿轮啮合；
- [0033] 从动齿轮安装于开合丝杠的一个端部；丝杠螺母安装于开合丝杠上；
- [0034] 所述一号行走驱动机构/二号行走驱动机构的底部安装于承重滑块和丝杠螺母上；
- [0035] 开合电机通过控制线路与所述控制器连接。
- [0036] 优选地，所述一号柔性回转机构和二号柔性回转机构具有相同的结构；
- [0037] 一号柔性回转机构/二号柔性回转机构包括滚针轴承、轴承底座、聚酯弹性块和限位条；

- [0038] 在一号张开机构/二号张开机构的底部设有容纳滚针轴承的圆形凹槽；
- [0039] 滚针轴承的外圈伸入所述圆形凹槽内并与所述一号张开机构/二号张开机构固连；
- [0040] 滚针轴承的内圈与所述轴承底座相连；
- [0041] 聚酯弹性块的内侧具有与所述轴承底座的外轮廓相适应的开孔；
- [0042] 轴承底座通过过盈配合与所述聚酯弹性块连接；
- [0043] 在聚酯弹性块的某一侧部设有用于容纳限位条的下端的凹槽；
- [0044] 在一号张开机构/二号张开机构的底部还设有用于容纳限位条的上端的限位槽；
- [0045] 限位槽位于所述凹槽的正上方，且所述限位槽的宽度大于限位条的宽度；
- [0046] 限位条的下端伸入所述凹槽内，上端伸入所述限位槽内。
- [0047] 优选地，所述夹紧机构包括夹紧轮、夹紧轮座、上支撑座、下支撑座以及所述拉力弹簧；
- [0048] 其中夹紧轮安装于夹紧轮座的一端，且位于所述一号驱动轮的下方；
- [0049] 所述上支撑座与下支撑座均为固定安装；
- [0050] 上支撑座与下轴承座中的至少一个具有竖向的环形侧壁；
- [0051] 夹紧轮座的另一端具有环形连接座；夹紧轮座的另一端位于上支撑座与下支撑座之间并套置于所述环形侧壁上，且可绕所述环形侧壁前后摆动；
- [0052] 在夹紧轮座与上支撑座之间对称安装有两个所述拉力弹簧，其中一个拉力弹簧用于向夹紧轮座施向斜前方的作用力，另一个拉力弹簧用于向所述夹紧轮座施向斜后方的作用力。
- [0053] 优选地，所述一号举升机构/二号举升机构具有相同的结构；
- [0054] 所述一号举升机构/二号举升机构包括悬臂装置外管、导向块、悬臂装置内管和举升推杆；
- [0055] 其中，悬臂装置外管通过导向块与悬臂装置内管连接；
- [0056] 举升推杆通过举升推杆底座与所述悬臂装置外管的底部连接；
- [0057] 举升推杆与悬臂装置内管连接，且用于带动所述悬臂装置内管上下运动；
- [0058] 举升推杆通过控制线路与所述控制器连接。

- [0059] 优选地，所述巡检设备包括摄像头、红外探测仪和无线信号收发器；
- [0060] 其中，摄像头、红外探测仪分别通过线路与所述无线信号收发器相连。

## 发明的有益效果

### 有益效果

- [0061] 本发明具有如下优点：
- [0062] 本发明中的沿架空线路行走攀爬机器人，包括三个悬臂装置，在每个悬臂装置上均设有驱动轮，三个驱动轮可以同时挂线，同时配合夹紧轮起到保护作用。在越障时，至少有两个悬臂装置同时挂线，使得机器人不会因为晃动而从线路上掉下，从而保证了机器人的运行稳定性。另外，本发明中的机器人在跨越防震锤等障碍物时，能够直接撞开夹紧机构，省略了越障步骤，从而提高了越障效率。此外，本发明能够将行走过的线路信息通过4G网络清晰地传输给地面基站，保证了架空线路巡检工作的质量；还可远程控制，可广泛应用于架空线路的巡检工作。本发明实现了沿10kV~500kV架空线路稳定行驶，可跨越安装于架空线路的防震锤、悬垂线夹等线路设备。本发明很好实现了行走、越障时的自动控制，其具有越障时间短、效率高、爬坡角度大、结构稳固、重量轻、操作简单、实时性好等优点。

## 对附图的简要说明

### 附图说明

- [0063] 图1为本发明实施例中沿架空线路行走攀爬机器人的结构示意图；
- [0064] 图2为本发明实施例中沿架空线路行走攀爬机器人的剖视图；
- [0065] 图3为本发明实施例中行走驱动机构的结构示意图；
- [0066] 图4为本发明实施例中行走驱动机构的结构示意图（图中省略了驱动轮）；
- [0067] 图5为本发明实施例中张开机构的结构示意图；
- [0068] 图6为本发明实施例中举升机构、柔性回转机构和夹紧机构的装配结构图；
- [0069] 图7为本发明实施例中举升机构的内部结构示意图；
- [0070] 图8为本发明实施例中下支撑座的结构示意图；
- [0071] 图9为本发明实施例中夹紧轮座的结构示意图；
- [0072] 图10为本发明实施例中开合底座与滚针轴承的装配示意图；

[0073] 图11为本发明实施例中开合底座的结构示意图。

[0074] 其中，1-前悬臂装置，2-充电座，3-充电插头，4-压簧，5-支撑结构，6-巡检设备，7-悬臂装置底座，8-后悬臂装置，9-中悬臂装置，10-承重滑块，11-直线导轨，12-驱动轮，13-轴套，14-滚珠轴承，15-钢套，16-滚针轴承，17-夹紧轮，18-夹紧轮座，19-拉力弹簧，20-上支撑座，21-下支撑座，22-悬臂装置外管，23-举升推杆底座，24-举升推杆，25-悬臂装置内管，26-轴承底座；27-聚酯弹性块，28-限位条，29-滚针轴承，30-开合电机，31-驱动齿轮，32-开合底座，33-从动齿轮，34-开合丝杠，35-丝杠螺母，36-驱动电机，37-电机座，38-导向块，39、40-安装孔，41-上段，42-中段，43-下段，44-圆形凹槽，45-限位槽。

## 发明实施例

### 本发明的实施方式

[0075] 下面结合附图以及具体实施方式对本发明作进一步详细说明：

[0076] 结合图1和图2所示，一种沿架空线路行走攀爬机器人，包括支撑结构5、悬臂装置底座7以及三个悬臂装置。其中：

[0077] 本实施例中的支撑结构5例如可以采用箱体结构。

[0078] 支撑结构5内设有控制器（未示出），用于实现对其他机构的自动化控制。

[0079] 此外，在支撑结构5上还设有巡检设备6，例如包括摄像头、红外探测仪和无线信号收发器等。其中，摄像头、红外探测仪分别通过线路与无线信号收发器相连。

[0080] 无线信号收发器通过无线信号连接位于地面上的基站控制中心。

[0081] 优选地，本实施例中的巡检设备6安装于支撑结构5的正下方。

[0082] 巡检设备6将拍摄的线路图像信息通过无线网桥传到地面的基站控制中心，便于地面工作人员确定损坏的输电线位置及其周围环境状况，以便进行维修。

[0083] 悬臂装置底座7连接于支撑结构5的某一侧部，例如图1中支撑结构5的右侧部（当然还可以是图1中支撑结构5的左侧部）。悬臂装置底座7为前后方向布置，用于安装悬臂装置。

[0084] 优选地，悬臂装置底座7采用长方形安装板。

[0085] 各个悬臂装置沿前后方向依次安装在悬臂装置底座7上。

[0086] 如图1中,定义三个悬臂装置,从前往后依次为前悬臂装置1、中悬臂装置9和后悬臂装置8。其中,前悬臂装置1和后悬臂装置8的结构完全相同。

[0087] 中悬臂装置9与其他两个悬臂装置相比缺少下述的夹紧机构,一方面由于中悬臂装置无需单独挂线,另一方面由于中悬臂装置需要安装充电机构。除此之外,中悬臂装置9的其余结构与前悬臂装置1、后悬臂装置8的结构完全相同,下面具体介绍。

[0088] 以前悬臂装置1为例进行说明:

[0089] 前悬臂装置1包括驱动轮12、行走驱动机构、张开机构、夹紧机构、柔性回转机构和举升机构。其中在机器人行走或越障时,驱动轮12挂在架空线路上,用于行走。

[0090] 行走驱动机构用于带动驱动轮12实现行走。具体的,

[0091] 如图2、图3和图4所示,行走驱动机构包括驱动电机36、轴套13、滚珠轴承14、钢套15、滚针轴承16和电机座37等部件。其中:

[0092] 驱动电机36通过轴套13与驱动轮12连接,并可带动驱动轮12转动。

[0093] 驱动电机36安装于电机座37上。

[0094] 此外,在电机座37上还设有安装孔39,用于实现与张开机构的连接(下面详述)。

[0095] 本实施例中的驱动电机36通过控制线路与控制器连接,由控制器控制动作。

[0096] 张开机构用于带动驱动轮12和行走驱动机构沿图1中的左右方向运动,从而实现驱动轮12的开合动作,以完成越障过程。具体的,

[0097] 如图5所示,张开机构包括开合底座32、直线导轨11、承重滑块10、开合电机30、驱动齿轮31、从动齿轮33、开合丝杠34以及丝杠螺母35。其中:

[0098] 直线导轨11和开合丝杠34安装于开合底座32的上方,且沿左右方向布置。

[0099] 本实施例中的直线导轨11有两条,在每条直线导轨11上分别设有两个承重滑块10。

[0100] 承重滑块10可沿直线导轨11进行往复滑动。

[0101] 在各个承重滑块19上均设有安装孔40,由于在电机座37上设置安装孔39,因而,可以通过穿过安装孔39和安装孔40的螺栓,实现电机座37和承重滑块19的控

制。

[0102] 开合电机30安装于开合底座32的下方。开合电机30的一端与驱动齿轮31相连，从动齿轮33位于驱动齿轮31上方且与驱动齿轮31啮合。

[0103] 从动齿轮33安装于开合丝杠34的一个端部；丝杠螺母35安装于开合丝杠34上。丝杠螺母35可沿开合丝杠34滑动。此外，丝杠螺母35通过螺栓与电机座37相连。

[0104] 开合电机30通过控制线路与控制器连接，并由控制器控制开合电机30动作。

[0105] 下面对张开机构的动作原理具体说明：

[0106] 在控制器的控制下，开合电机30动作，并带动驱动齿轮31转动，从而带动从动齿轮33转动，从而使得丝杠螺母35沿开合丝杠34左右运动。由于丝杠螺母35与电机座37连接，进而可以带动驱动轮12和行走驱动机构左右方向运动。

[0107] 当开合电机30带动驱动轮12和行走驱动机构向右运动时，实现驱动轮12的开动作，当开合电机30带动驱动轮12和行走驱动机构向左运动时，实现驱动轮12的合动作。

[0108] 柔性回转机构位于张开机构的下方，且与张开机构相连。

[0109] 该柔性回转机构用于带动对应的张开机构在水平方向上实现一定角度的转动，从而使得各个悬臂装置均具有一定的转动角度，可以过桥，可以跨越更多的障碍。

[0110] 如图6所示，柔性回转机构包括滚针轴承29、轴承底座26、聚酯弹性块27和限位条28。如图10和图11所示，滚针轴承29的外圈与开合底座32相连。

[0111] 具体的，在开合底座32的前侧下部设有用于容纳滚针轴承29的圆形凹槽44，滚针轴承29的外圈伸入圆形凹槽44内并固定。上述固定连接方式例如可以为螺栓连接等等。

[0112] 滚针轴承29的内圈通过螺栓与轴承底座26相连。

[0113] 此外，聚酯弹性块27的内侧具有与轴承底座26的外轮廓相适应的开孔，例如轴承底座26的外侧轮廓为方形，则聚酯弹性块27的内侧开设方形的孔。

[0114] 上述设计，便于聚酯弹性块27与轴承底座26进行过盈配合。

[0115] 此外，在聚酯弹性块27的某一侧部，例如后侧部设有用于容纳限位条28的凹槽

(未示出)，凹槽例如为方形，限位条28也可以为长条形。限位条28的下端伸入上述凹槽内。

[0116] 如图11所示，在开合底座上还设有一限位槽45，限位槽45位于圆形凹槽44的后侧。

[0117] 上述限位槽45可以设计为方形。限位条28的上端伸入该限位槽45内。

[0118] 限位槽45位于凹槽的正上方。本实施例中的限位条28宽度小于限位槽45的宽度，以保证开合底座32在滚针轴承29外圈的带动下有小幅度摆动。

[0119] 需要说明的是，本实施例中滚针轴承29的运动为被动式运动，即在外界障碍物的作用下即可实现转动，从而带动开合底座32在水平方向内一定角度的活动量。

[0120] 本实施例中限位条28的上端和下端中的至少有一端需要固定，例如螺栓固定。

[0121] 柔性回转机构，使得各个悬臂装置均具有一定的转动角度，可以过桥，甚至跨越更多的障碍。而通过限位条28、限位槽45的设计，使得开合底座32仅仅有小范围的摆动量。

[0122] 轴承底座26例如可以固定在下述悬臂装置内管25上，如图7所示。

[0123] 本实施例中的夹紧机构位于驱动轮12的下方，且被配置为用于限定架空线路在驱动轮12的轮槽内，以保证各个悬臂装置在架空线路上运行的稳定性。如图6所示，夹紧机构包括夹紧轮17、夹紧轮座18、拉力弹簧19、上支撑座20和下支撑座21。其中：

[0124] 夹紧轮17安装于夹紧轮座18的一端，且位于驱动轮12的下方。

[0125] 在夹紧轮17的作用下，架空线路处于驱动轮12的轮槽内，保证了机器人行走的稳定性。

[0126] 本实施例中的上支撑座20与下支撑座21均为固定安装。

[0127] 如图8所示，本实施例中下支撑座21由上段41、中段42和下段43依次连接组成。

[0128] 上段41的外侧轮廓呈环形；中段42的外侧轮廓呈环形，即具有一个竖向的环形侧壁；下段43的外侧轮廓呈方形。中段42截面尺寸大于上段41的截面尺寸、下段43截面尺寸。

[0129] 在下支撑座21的内侧设有供下述悬臂装置内管25向上穿过的通孔（未示出）。

[0130] 下支撑座21的下段43伸入到下述悬臂装置外管22内，并通过螺栓进行固定。而悬臂装置内管25则可以经由上述通孔向上穿过下支撑座21，如图2所示。

[0131] 安装后，中段42置于悬臂装置外管22的顶部。上支撑座21也为圆环形，且上支撑座21的下部表面与下支撑座21（上段41）的上部表面通过螺栓连接。

[0132] 如图9所示，夹紧轮座18的另一端具有环形连接座44（即具有环形孔的连接座），夹紧轮座18的另一端位于上支撑座20与下支撑座21之间，并套置于中段42上。

[0133] 在碰到障碍物时，夹紧机构可绕中段42（轴线）进行前后摆动。

[0134] 此外，在夹紧轮座18与上支撑座之间对称安装有两个拉力弹簧19。

[0135] 一个拉力弹簧19用于向夹紧轮座18施向斜前方的作用力，另一个拉力弹簧19用于向夹紧轮座18施向斜后方的作用力。通过两个拉力弹簧19相对平衡的作用力，可保持夹紧轮17位于驱动轮12的正下方。夹紧机构经过障碍物时，可能会产生向前或向后的摆动。

[0136] 在两个拉力弹簧19的作用下，能够使得夹紧轮在偏离驱动轮12的下方后自动归位。

[0137] 举升机构位于柔性回转机构的下方，用于带动其余各个机构实现上升和下降动作。

[0138] 对于前悬臂装置1和后悬臂装置8而言，举升机构可以带动驱动轮、行走驱动机构、张开机构、夹紧机构和柔性回转机构同步实现上升和下降动作。而对于中悬臂装置9，举升机构则带动驱动轮、行走驱动机构、张开机构和柔性回转机构同步实现上升和下降动作。

[0139] 如图6和图7所示，举升机构包括悬臂装置外管22、导向块38、悬臂装置内管25和举升推杆24；悬臂装置外管22通过导向块38与悬臂装置内管25连接。

[0140] 举升推杆24与悬臂装置内管25连接，且用于带动悬臂装置内管25上下运动。在运动过程中，导向块38可以保证悬臂装置内管25在悬臂装置外管22内运动的方向性。

[0141] 举升推杆24通过举升推杆底座23与悬臂装置外管22的底部连接。

[0142] 举升推杆24通过控制线路与控制器连接，并由控制器控制。

[0143] 在上面已经介绍过，中悬臂装置9具有与前悬臂装置1、后悬臂装置8相同的驱动轮、行走驱动机构、张开机构、柔性回转机构和举升机构。

[0144] 此外，中悬臂装置9还包括充电机构（位于中悬臂装置左侧）。

[0145] 其中，充电机构包括充电插头3，充电插头3通过压簧4与充电座2连接，充电座2通过螺栓与悬臂装置内管25连接。充电插头3与控制器通过线路相连。

[0146] 本实施例中的沿架空线路行走攀爬机器人，其三只悬臂装置通过行走驱动机构实现在输电线上的行走；通过举升机构实现机器人在竖直方向的上升和下降动作，即伸开、收缩状态；通过张开机构实现行走驱动机构的开合动作，即打开、闭合的状态。

[0147] 基于上述结构，在遇到障碍物时，本实施例中的三只悬臂装置相配合进行有序的伸开、收缩，打开、闭合动作以实现对障碍物的跨越功能。

[0148] 下面对本实施例中沿架空线路行走攀爬机器人的工作过程进行详细说明：

[0149] 以跨越悬垂线夹为例：在输电线上行走时，前悬臂装置1、中悬臂装置9、后悬臂装置8通过驱动轮12挂线，且前悬臂装置1、中悬臂装置9、后悬臂装置8的举升机构处于收缩状态，张开机构处于闭合状态，夹紧机构处于压紧状态。当遇到障碍物如悬垂线夹时，机器人停止行走，通过举升机构抬起前悬臂装置1，通过张开机构打开前悬臂装置1的驱动轮12，通过举升机构使前悬臂装置1下沉，机器人前行，通过举升机构抬起前悬臂装置1，通过张开机构关闭前悬臂装置1，通过举升机构使前悬臂装置1下沉，机器人前行；通过举升机构抬起中悬臂装置9，通过张开机构打开中悬臂装置9的驱动轮12，通过举升机构使中悬臂装置9下沉，机器人前行，通过举升机构抬起中悬臂装置9，通过张开机构关闭中悬臂装置9，通过举升机构使中悬臂装置9下沉，机器人前行；通过举升机构抬起后悬臂装置8，通过张开机构打开后悬臂装置8的驱动轮12，通过举升机构使后悬臂装置8下沉，机器人前行，通过举升机构抬起后悬臂装置8，通过张开机构关闭后悬臂装置8，通过举升机构使后悬臂装置8下沉，机器人前行，完成越障。当遇到障碍物如防震锤等障碍物时，因为前后悬臂装置的夹紧机构可以直接撞开障碍物，使得机器人无需能够直接前行通过。

[0150] 当然，以上说明仅仅为本发明的较佳实施例，本发明并不限于列举上述实施例，应当说明的是，任何熟悉本领域的技术人员在本说明书的教导下，所做出的所有等同替代-明显变形形式，均落在本说明书的实质范围之内，理应受到本发明的保护。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种沿架空线路行走攀爬机器人，包括安装有巡检设备的支撑结构；其特征在于：
- 所述沿架空线路行走攀爬机器人还包括：
- 连接于所述支撑结构某一侧部的悬臂装置底座以及
- 在所述悬臂装置底座上沿前后方向依次安装的前悬臂装置、中悬臂装置和后悬臂装置；
- 所述前悬臂装置和后悬臂装置具有相同的结构；前悬臂装置/后悬臂装置包括一号驱动轮、一号行走驱动机构、一号张开机构、夹紧机构、一号柔性回转机构和一号举升机构；
- 一号行走驱动机构与所述一号驱动轮连接，并带动所述一号驱动轮转动；
- 一号行走驱动机构的底部安装于所述一号张开机构上，所述一号张开机构用于带动所述一号驱动轮和一号行走驱动机构同时沿左右方向运动以实现所述一号驱动轮的开合动作；
- 夹紧机构位于一号驱动轮下方，且被配置为用于限定架空线路在一号驱动轮的轮槽内；所述夹紧机构配置有用于在该夹紧机构偏离一号驱动轮下方后自动归位的拉力弹簧；
- 一号柔性回转机构位于一号张开机构的下方，且与所述一号张开机构相连；所述一号柔性回转机构被配置为用于带动所述一号张开机构实现水平方向内一定角度的转动；
- 所述一号举升机构位于一号柔性回转机构的下方，且用于带动所述一号驱动轮、一号行走驱动机构、一号张开机构、夹紧机构和一号柔性回转机构同步实现上升和下降动作；
- 中悬臂装置包括二号驱动轮、二号行走驱动机构、二号张开机构、二号柔性回转机构和二号举升机构；二号行走驱动机构与所述二号驱动轮连接，并带动所述二号驱动轮转动；
- 二号行走驱动机构的底部安装于所述二号张开机构上，所述二号张开

机构用于带动所述二号驱动轮和二号行走驱动机构同时沿左右方向运动以实现所述二号驱动轮的开合动作；

二号柔性回转机构位于二号张开机构的下方，且与所述二号张开机构相连；所述二号柔性回转机构被配置为用于带动所述二号张开机构实现水平方向内一定角度的转动；

所述二号举升机构位于所述二号柔性回转机构的下方，且用于带动所述二号驱动轮、二号行走驱动机构、二号张开机构和二号柔性回转机构同步实现上升和下降动作；

所述支撑结构内设有控制器，其中，控制器与所述一号行走驱动机构、二号行走驱动机构、一号张开机构、二号张开机构、一号举升机构和二号举升机构相连。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述一号行走驱动机构和二号行走驱动机构具有相同的结构；

所述一号行走驱动机构/二号行走驱动机构包括驱动电机、轴套和电机座；其中：

驱动电机通过轴套与所述一号驱动轮/二号驱动轮连接，驱动电机安装于电机座上；

电机座安装于所述一号张开机构/二号张开机构上；

驱动电机通过控制线路与所述控制器连接。

[权利要求 3]

根据权利要求1所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述一号张开机构和二号张开机构具有相同的结构；

所述一号张开机构/二号张开机构包括开合底座、直线导轨、承重滑块、开合电机、驱动齿轮、从动齿轮、开合丝杠以及丝杠螺母；其中：

直线导轨和开合丝杠安装于开合底座的上方，且沿所述左右方向布置；

承重滑块安装于直线导轨上；

开合电机安装于所述开合底座的下方；

开合电机的一端与驱动齿轮相连，从动齿轮位于驱动齿轮上方且与所述驱动齿轮啮合；

从动齿轮安装于开合丝杠的一个端部；丝杠螺母安装于开合丝杠上；  
所述一号行走驱动机构/二号行走驱动机构的底部安装于承重滑块和丝杠螺母上；

开合电机通过控制线路与所述控制器连接。

[权利要求 4]

根据权利要求1所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述一号柔性回转机构和二号柔性回转机构具有相同的结构；

一号柔性回转机构/二号柔性回转机构包括滚针轴承、轴承底座、聚酯弹性块和限位条；

在一号张开机构/二号张开机构的底部设有容纳滚针轴承的圆形凹槽；

滚针轴承的外圈伸入所述圆形凹槽内并与所述一号张开机构/二号张开机构固连；

滚针轴承的内圈与所述轴承底座相连；

聚酯弹性块的内侧具有与所述轴承底座的外轮廓相适应的开孔；

轴承底座通过过盈配合与所述聚酯弹性块连接；

在聚酯弹性块的某一侧部设有用于容纳限位条的下端的凹槽；

在一号张开机构/二号张开机构的底部还设有用于容纳限位条的上端的限位槽；

限位槽位于所述凹槽的正上方，且所述限位槽的宽度大于限位条的宽度；

限位条的下端伸入所述凹槽内，上端伸入所述限位槽内。

[权利要求 5]

根据权利要求1所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述夹紧机构包括夹紧轮、夹紧轮座、上支撑座、下支撑座以及所述拉力弹簧；

其中夹紧轮安装于夹紧轮座的一端，且位于所述一号驱动轮的下方；

所述上支撑座与下支撑座均为固定安装；

上支撑座与下轴承座中的至少一个具有竖向的环形侧壁；

夹紧轮座的另一端具有环形连接座；夹紧轮座的另一端位于上支撑座与下支撑座之间并套置于所述环形侧壁上，且可绕所述环形侧壁前后摆动；

在夹紧轮座与上支撑座之间对称安装有两个所述拉力弹簧，其中一个拉力弹簧用于向夹紧轮座施向斜前方的作用力，另一个拉力弹簧用于向所述夹紧轮座施向斜后方的作用力。

[权利要求 6]

根据权利要求1所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述一号举升机构/二号举升机构具有相同的结构；

所述一号举升机构/二号举升机构包括悬臂装置外管、导向块、悬臂装置内管和举升推杆；

其中，悬臂装置外管通过导向块与悬臂装置内管连接；

举升推杆通过举升推杆底座与所述悬臂装置外管的底部连接；

举升推杆与悬臂装置内管连接，且用于带动所述悬臂装置内管上下运动；

举升推杆通过控制线路与所述控制器连接。

[权利要求 7]

根据权利要求1至6任一项所述的沿架空线路行走攀爬机器人，其特征在于，

所述巡检设备包括摄像头、红外探测仪和无线信号收发器；

其中，摄像头、红外探测仪分别通过线路与所述无线信号收发器相连

。

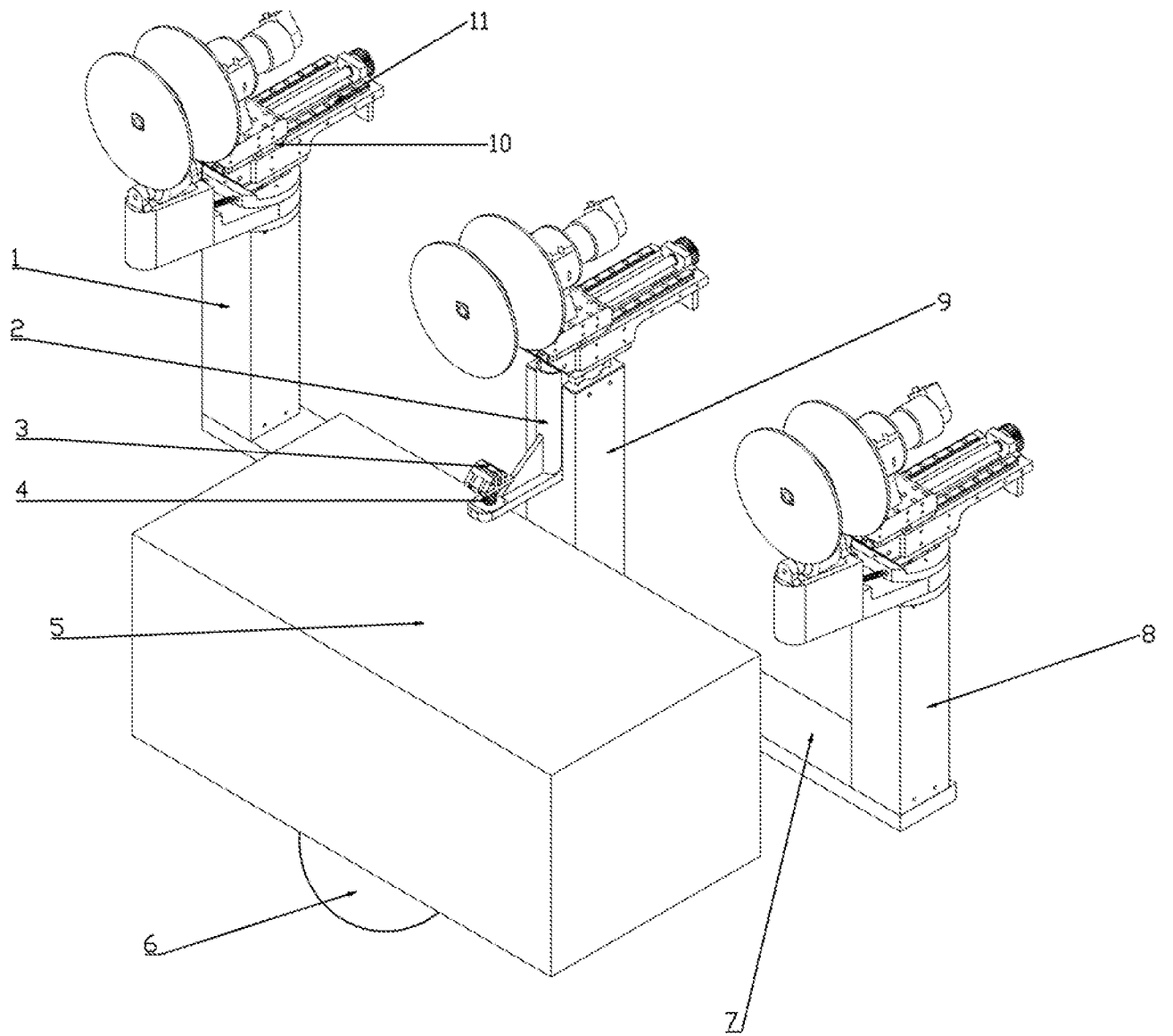


图 1

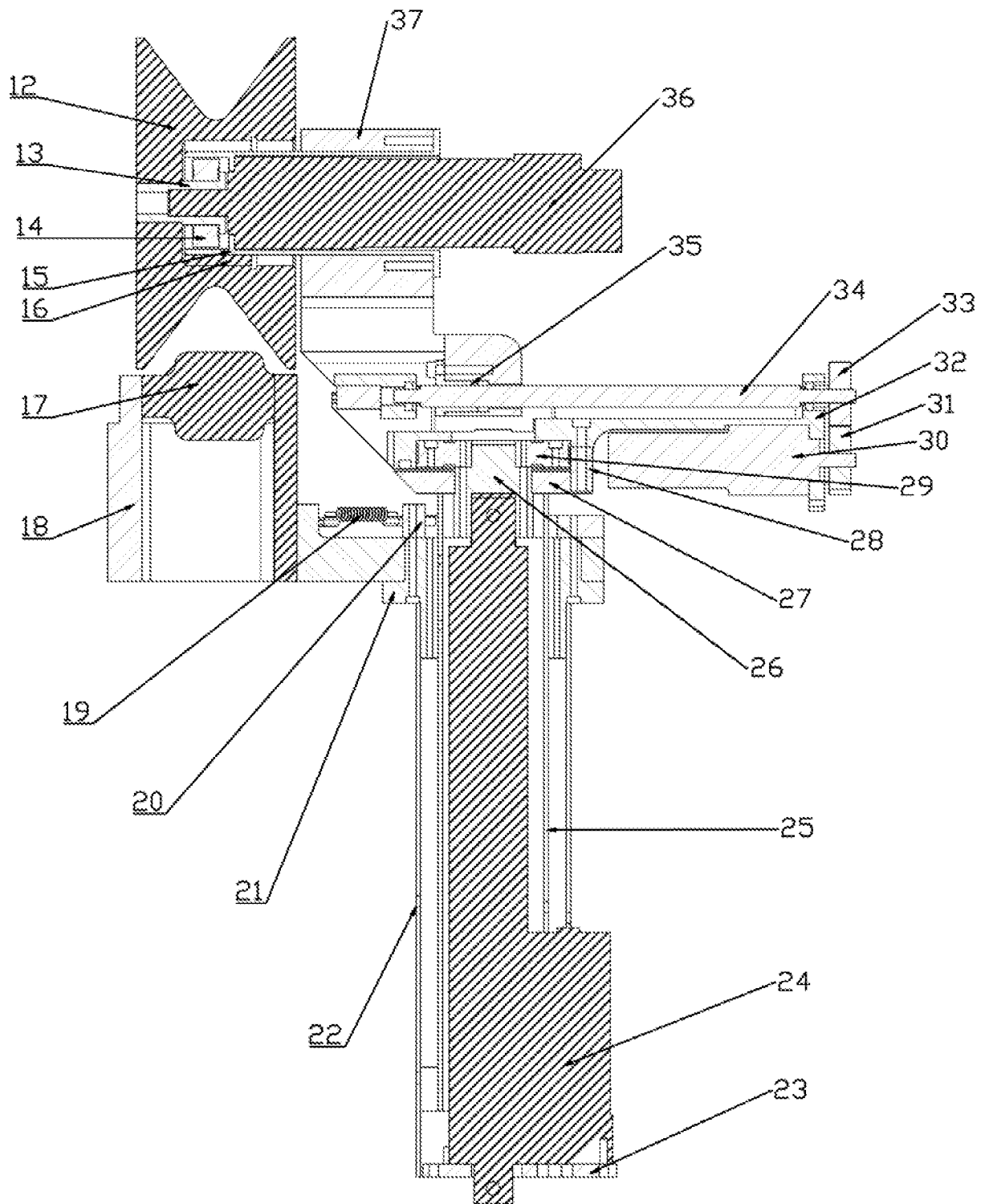


图 2

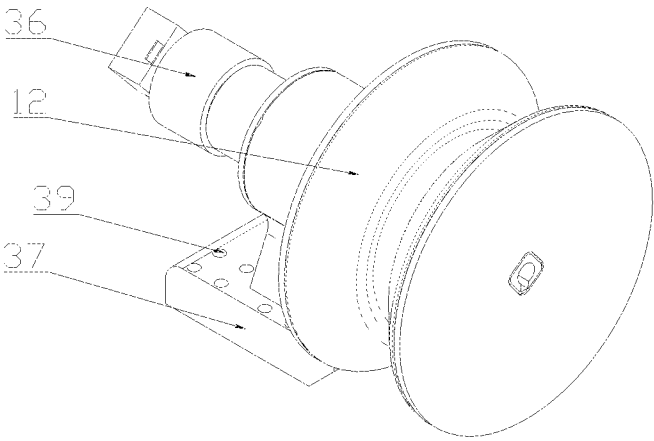


图 3

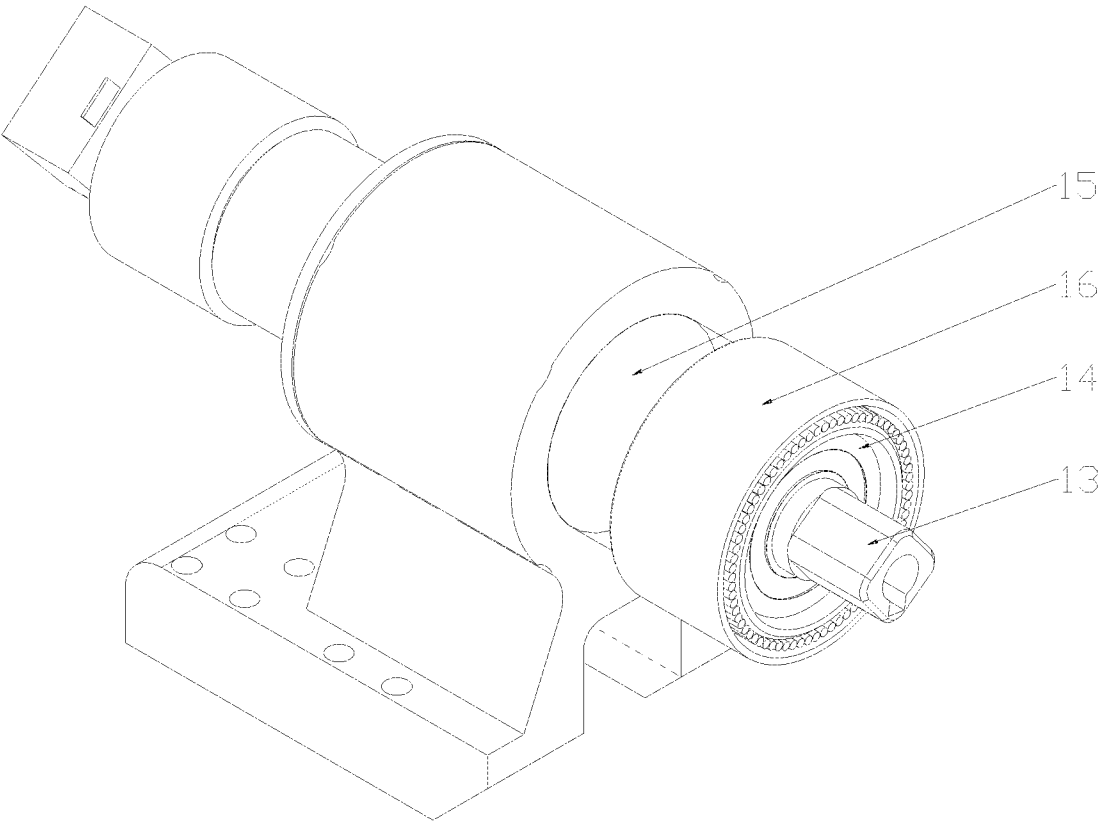


图 4

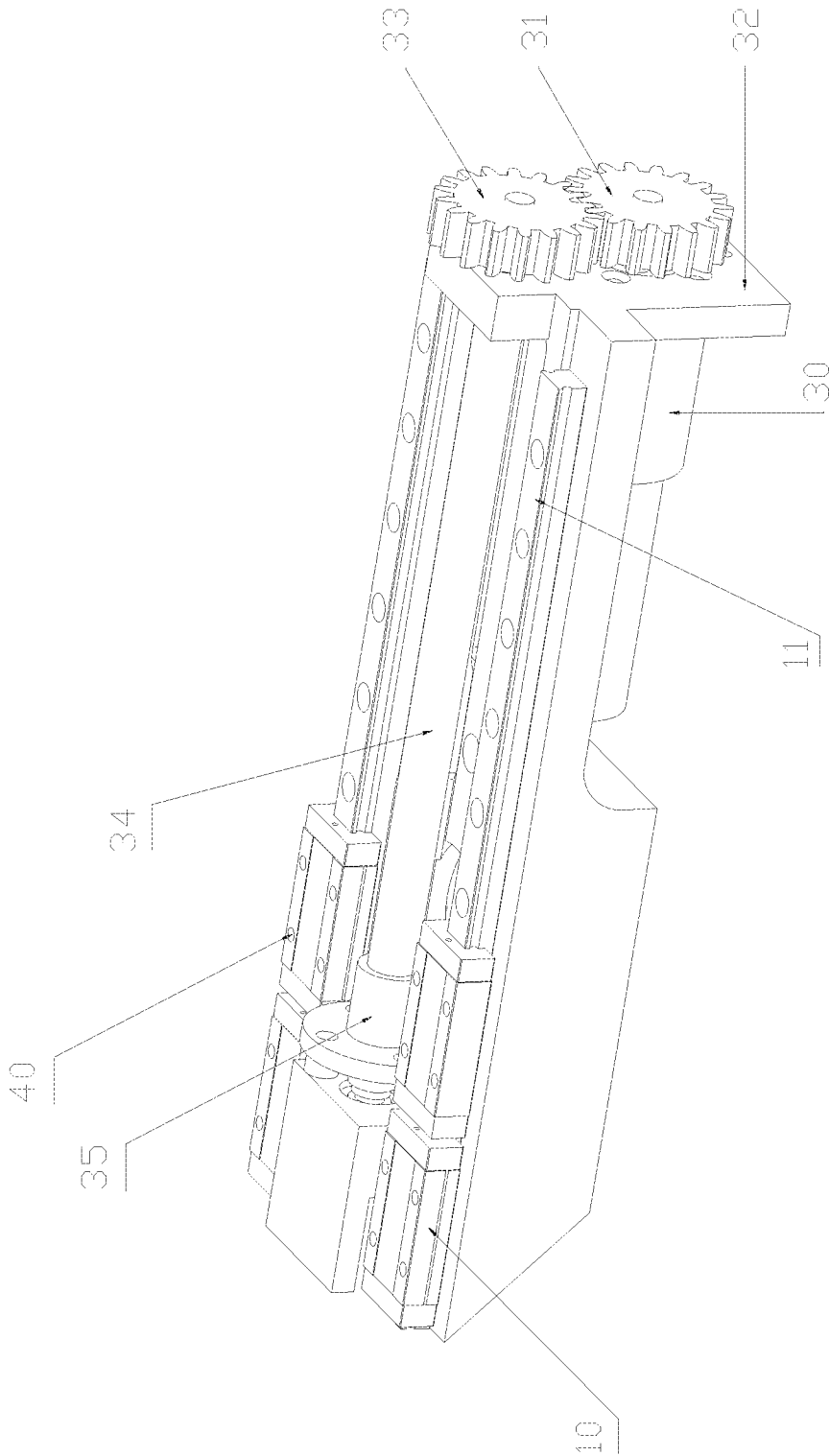


图 5

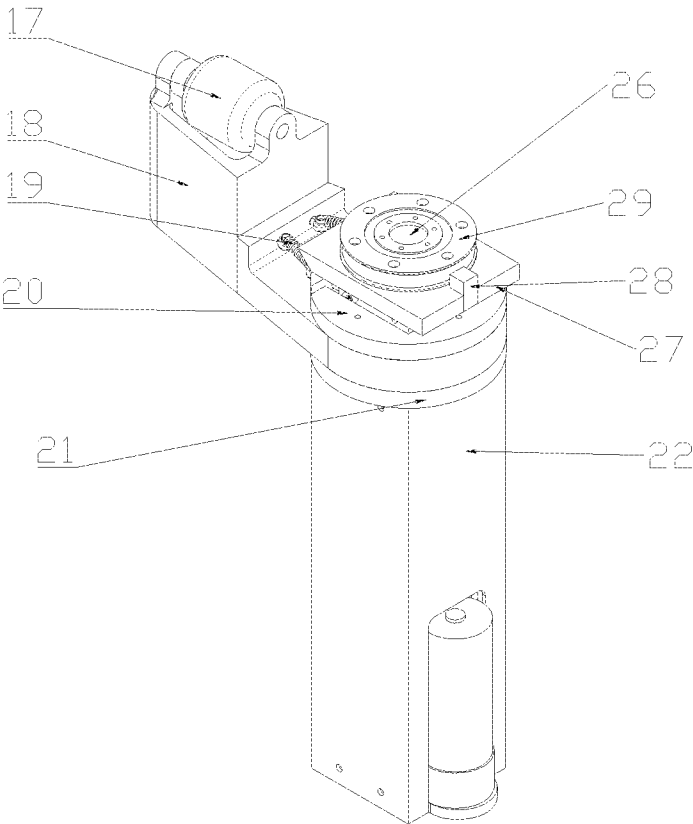


图 6

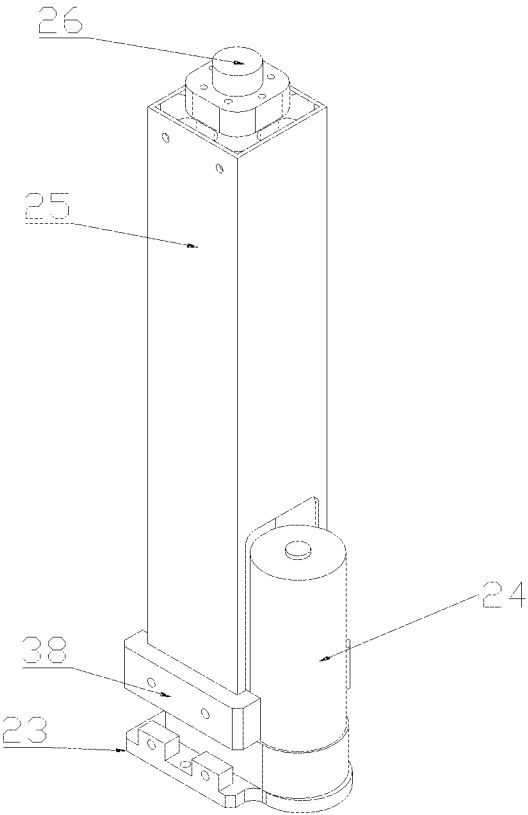


图 7

6/6

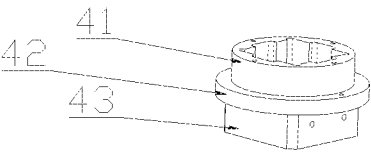


图 8

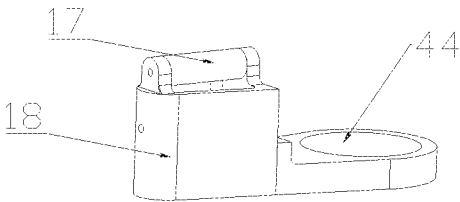


图 9

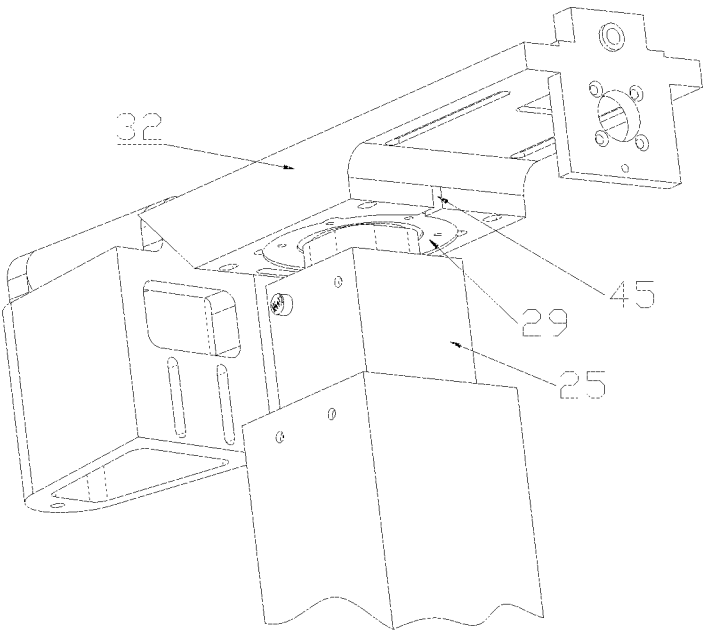


图 10

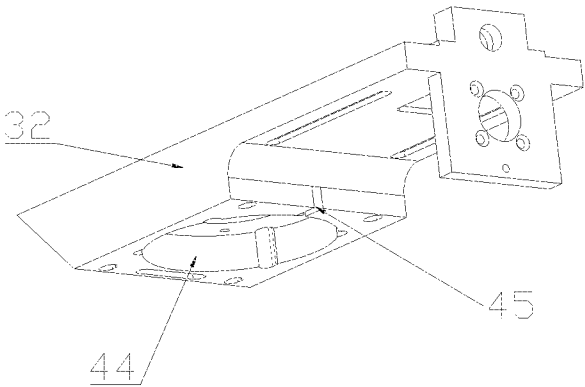


图 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/123661

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02G 1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 机器人, 架空, 障碍, 越过, 越障, 攀爬, 开合, 张开, 回转, 旋转, 夹紧, 夹持, 压紧, 弹簧, 升降, robot, overhead, obstacle, block, rotat+, revolut+, clamp+, press+, spring, lift+, elevat+

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | CN 102946072 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE OF SHANDONG ELECTRIC POWER CORPORATION et al.) 27 February 2013 (2013-02-27)<br>description, paragraphs 1-4, and figures 1-4 | 1, 2, 6, 7            |
| Y         | CN 101859990 A (WUHAN UNIVERSITY) 13 October 2010 (2010-10-13)<br>description, paragraphs 1-4, and figures 1-9                                                                 | 1, 2, 6, 7            |
| A         | CN 101771246 A (SHENYANG INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 07 July 2010 (2010-07-07)<br>entire document                                                    | 1-7                   |
| A         | CN 105305296 A (WANG, Jun) 03 February 2016 (2016-02-03)<br>entire document                                                                                                    | 1-7                   |
| A         | CN 104362547 A (STATE GRID CHONGQING ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 18 February 2015 (2015-02-18)<br>entire document                                                | 1-7                   |
| A         | CN 201075610 Y (BEIJING SHENLANG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 June 2008 (2008-06-18)<br>entire document                                                                 | 1-7                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 July 2019

Date of mailing of the international search report

25 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2018/123661****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 1647898 A (WUHAN UNIVERSITY et al.) 03 August 2005 (2005-08-03)<br>entire document                    | 1-7                   |
| A         | CN 101859989 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 13 October 2010<br>(2010-10-13)<br>entire document | 1-7                   |
| A         | JP H01248919 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO. et al.) 04 October 1989 (1989-10-04)<br>entire document         | 1-7                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2018/123661**

| Patent document<br>cited in search report |           |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |   | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|---|--------------------------------------|-------------------------|-----------|---|--------------------------------------|
| CN                                        | 102946072 | A | 27 February 2013                     | CN                      | 102946072 | B | 22 April 2015                        |
| CN                                        | 101859990 | A | 13 October 2010                      | CN                      | 101859990 | B | 25 July 2012                         |
| CN                                        | 101771246 | A | 07 July 2010                         | CN                      | 101771246 | B | 07 December 2011                     |
| CN                                        | 105305296 | A | 03 February 2016                     | CN                      | 105305296 | B | 08 December 2017                     |
| CN                                        | 104362547 | A | 18 February 2015                     | CN                      | 104362547 | B | 26 January 2018                      |
| CN                                        | 201075610 | Y | 18 June 2008                         | None                    |           |   |                                      |
| CN                                        | 1647898   | A | 03 August 2005                       | CN                      | 100379529 | C | 09 April 2008                        |
| CN                                        | 101859989 | A | 13 October 2010                      | CN                      | 101859989 | B | 18 July 2012                         |
| JP                                        | H01248919 | A | 04 October 1989                      | None                    |           |   |                                      |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/123661

## A. 主题的分类

H02G 1/02 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02G

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI; EPDOC; CNPAT; CNKI: 机器人, 架空, 障碍, 越过, 越障, 攀爬, 开合, 张开, 回转, 旋转, 夹紧, 夹持, 压紧, 弹簧, 升降, robot, overhead, obstacle, block, rotat+, revolut+, clamp+, press+, spring, lift+, elevat+

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                  | 相关的权利要求 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Y    | CN 102946072 A (山东电力集团公司电力科学研究院 等) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27)<br>说明书第1-4页, 图1-4 | 1、2、6、7 |
| Y    | CN 101859990 A (武汉大学) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13)<br>说明书第1-4页, 图1-9             | 1、2、6、7 |
| A    | CN 101771246 A (中国科学院沈阳自动化研究所) 2010年 7月 7日 (2010 - 07 - 07)<br>全文                  | 1-7     |
| A    | CN 105305296 A (王俊) 2016年 2月 3日 (2016 - 02 - 03)<br>全文                             | 1-7     |
| A    | CN 104362547 A (国网重庆市电力公司电力科学研究院 等) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18)<br>全文            | 1-7     |
| A    | CN 201075610 Y (北京深浪电子技术有限公司) 2008年 6月 18日 (2008 - 06 - 18)<br>全文                  | 1-7     |
| A    | CN 1647898 A (武汉大学 等) 2005年 8月 3日 (2005 - 08 - 03)<br>全文                           | 1-7     |

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 7月 9日

国际检索报告邮寄日期

2019年 7月 25日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

陆帅

电话号码 86-10-53960896

| C. 相关文件 |                                                                                 |         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 类 型*    | 引用文件，必要时，指明相关段落                                                                 | 相关的权利要求 |
| A       | CN 101859989 A (华南理工大学) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13)<br>全文                    | 1-7     |
| A       | JP H01248919 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO. 等) 1989年 10月 4日 (1989 - 10 - 04)<br>全文 | 1-7     |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/123661

| 检索报告引用的专利文件 |           |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利           | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|---|----------------|----------------|----------------|
| CN          | 102946072 | A | 2013年 2月 27日   | CN 102946072 B | 2015年 4月 22日   |
| CN          | 101859990 | A | 2010年 10月 13日  | CN 101859990 B | 2012年 7月 25日   |
| CN          | 101771246 | A | 2010年 7月 7日    | CN 101771246 B | 2011年 12月 7日   |
| CN          | 105305296 | A | 2016年 2月 3日    | CN 105305296 B | 2017年 12月 8日   |
| CN          | 104362547 | A | 2015年 2月 18日   | CN 104362547 B | 2018年 1月 26日   |
| CN          | 201075610 | Y | 2008年 6月 18日   | 无              |                |
| CN          | 1647898   | A | 2005年 8月 3日    | CN 100379529 C | 2008年 4月 9日    |
| CN          | 101859989 | A | 2010年 10月 13日  | CN 101859989 B | 2012年 7月 18日   |
| JP          | H01248919 | A | 1989年 10月 4日   | 无              |                |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)