

# (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  
2015年8月6日 (06.08.2015)



(10) 国际公布号  
WO 2015/113492 A1

- (51) 国际专利分类号:  
B62D 57/024 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/071693
- (22) 国际申请日: 2015年1月28日 (28.01.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201410042713.4 2014年1月29日 (29.01.2014) CN
- (71) 申请人: 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY)  
[CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号,  
Zhejiang 310027 (CN)。
- (72) 发明人: 黎鑫 (LI, Xin); 中国浙江省杭州市西湖区  
浙大路 38 号浙江大学, Zhejiang 310027 (CN)。
- (74) 代理人: 杭州天正专利事务所有限公司 (TIAN-  
ZHENG PATENT ATTORNEYS); 中国浙江省杭州

市上城区庆春路 9 号长堤明苑 22 层 B 座王兵、俞慧, Zhejiang 310009 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[见续页]

(54) Title: CLIMBING ROBOT VEHICLE

(54) 发明名称: 攀爬机器人车

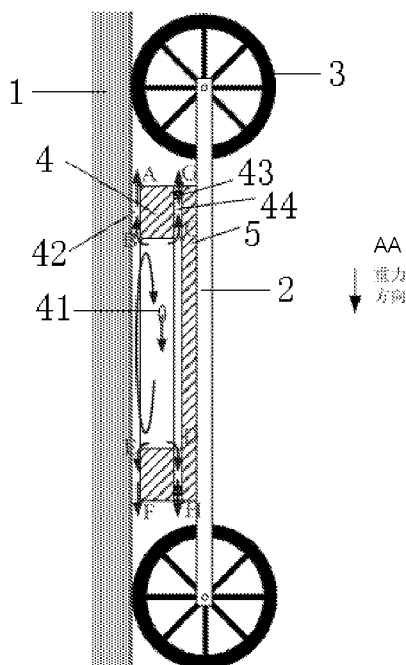


图 1a / FIG.1a

AA Direction of gravity

(57) Abstract: A climbing robot vehicle comprises a vehicle body (2) and the front and rear ends of the vehicle body are provided with wheels (3). The end of the vehicle body facing towards the wall is fixedly connected with a sucking mechanism. The sucking mechanism comprises a body, the body being a hollow cylinder (4). A cover plate (5) is provided above the hollow cylinder. The upper end face of the cover plate is fixedly connected with the vehicle body and the lower end face of the cover plate is fixedly connected with the outer edge of the upper end face of the hollow cylinder by means of the first blocks (43) spaced from each other. The inner wall of the hollow cylinder is provided with a tangential nozzle (41). The space between the first blocks (43) forms a first exhaust duct (44) between the outer edge of the upper end face of the hollow cylinder and the lower end face of the cover. A gap is formed between the lower end face of the hollow cylinder and the wall, and the gap forms a second exhaust duct (42) between the out edge of the lower end face of the hollow cylinder and the wall. The climbing robot vehicle can be sucked on various kinds of walls and has a strong sucking ability and a wide application.

(57) 摘要: 一种攀爬机器人车, 包括车体 (2), 车体前后端安装设置有车轮 (3), 车体面向墙面的一端与一吸附机构连接固定, 该吸附机构包括有本体, 该本体为中空圆筒 (4), 该中空圆筒的上方设置有一盖板 (5), 该盖板的上端面与车体连接固定, 该盖板的下端面通过间隔设置的第一垫块 (43) 与中空圆筒的上端面外缘固定连接; 该中空圆筒的内壁上设置有切向喷嘴 (41); 该第一垫块与第一垫块之间的间距形成中空圆筒的上端面外缘与盖板下端面之间的第一排气流道 (44); 该中空圆筒下端面与墙面之间留有间隙, 该间隙形成中空圆筒下端面外缘与墙面之间的第二排气流道 (42)。攀爬机器人车能吸附在各种墙面上, 吸附能力强, 应用范围广。

WO 2015/113492 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。  
TG)。

**根据细则 4.17 的声明:**

- 发明人资格(细则 4.17(iv))

## 攀爬机器人

### 技术领域

本发明涉及一种攀爬机器人。

### 背景技术

攀爬机器人是能够在垂直墙面和天花板上行走的车体，在很多特定的场合中发挥着重要的作用。比如，我们在车体上安装超声探伤仪，攀爬机器人就能够代替人来进行大型建筑物（桥梁，涵洞等）的探伤检验等工作，极大地降低了作业成本，缩短了工时。

为了让攀爬机器人攀附在墙面上，我们需要对车体施加一个指向墙面的压迫力。攀爬机器人攀附垂直墙面的情况，压迫力使车体和墙面之间产生摩擦力，摩擦力不仅克服车体自身重力而且提供车体运动所需的驱动力；攀爬机器人攀附在天井壁面的情况时，一部分的压迫力直接克服了车体自身的重力，剩余的压迫力使车体和壁面之间产生摩擦力，为车体的运动提供驱动力。

专利申请号为 CN201210405689 的发明专利公开了一种攀爬机器人，该机器人安装有电磁吸盘，并通过电磁吸盘产生吸附力。但是，其缺点是：该机器人所能攀爬的墙面必须是磁场能够产生吸力的墙面，因此它的应用具有很大的局限性。

### 发明内容

为了克服现有攀爬机器人存在的应用局限性小的缺点，本发明提供一种攀爬机器人。

本发明采用的技术方案是：

攀爬机器人，包括车体，车体前后端安装设置有车轮，车体面向墙面的一端与一吸附机构连接固定，所述的吸附机构包括有本体，其特征在于：所述的本体为中空圆筒，所述的中空圆筒的上方设置有一盖板，所述的盖板的的上端面与车体连接固定，所述的盖板的下端面通过间隔设置的第一垫块与中空圆筒的上端面外缘固定连接；所述的中空圆筒的内壁面上设置有切向喷嘴；所述的第一垫块与第一垫块之间的间距形成中空圆筒的上端面外缘与盖板下端面之间的第一排气流道；所述的中空圆筒下端面与墙面之间留有间隙，所述的间隙形成中空圆筒下端面外缘与墙面之间的第二排气流道；所述的第一排气流道、第二排气流道分别连通中空圆筒的内部与外周环境。

进一步，所述的车体上端面安装有电机，所述的电机通过其驱动的螺杆与所述的盖板连接；所述的螺杆与所述的盖板螺纹连接；所述的中空圆筒以及盖板上开设有测压孔，所述的测压孔与压力传感器连接。

进一步，所述的车体通过连接杆与所述的中空圆筒连接，所述的连接杆设置在所述的中空圆筒的上端面外缘；所述的连接杆的两端加工有螺杆，中间段是圆柱体，圆柱体和螺杆之间设有台阶，两端的螺杆分别与车体和中空圆筒螺纹连接固定，所述的盖板上对应连接杆的位置开设有通孔，所述的通孔和连接杆的中间段的圆柱体滑动配合，盖板与中空圆筒之间的间距形成第一排气流道。

进一步，所述的车体上开设有导向孔，所述的导向孔内设置有导向柱，所述的导向柱一端穿过所述的导向孔与所述的盖板的的上端面固定连接，所述的导向柱可在所述的导向孔内滑动。

进一步，所述的中空圆筒的下端面外缘设置有柔软垫片。

进一步，所述柔软垫片为绒毛条。

进一步，所述的中空圆筒的下方设置有环形隔板，所述的环形隔板的上表面通过第二垫块与中空圆筒的下端面外缘固定连接；所述的第二垫块遮盖环形隔板的部分面积，所述的第二垫块与第二垫块之间的间距形成中空圆筒下端面外缘与环形隔板之间的第三排气流道，所述的第三排气流道连通中空圆筒的内部与外周环境；所述的柔性垫片设置在环形隔板的下端

面。

进一步,所述的第一垫块、第二垫块分别等间距设置在所述的盖板的下端面与中空圆筒的上端面外缘之间以及所述的环形隔板与所述的中空圆筒的下端面之间。

进一步,所述的切向喷嘴通过管子与高压流体源连接;所述的高压流体源包括高压气源和高压液体源,所述的高压气源可以是空气压缩机、燃料发动机或蜗轮喷气发动机等机器,所述的高压液体源可以是高压水泵。

本发明的有益效果体现在:

1、设置第一排气流道后,可消除盖板下表面形成的局部高压分布,从而确保施加一压迫力在车体上。在攀爬机器车攀附垂直墙面时,压迫力使车体和墙面之间产生摩擦力,摩擦力不仅克服车体自身重力而且提供车体运动所需的驱动力。

2、设置第二排气流道,使中空圆筒的下端面和墙面之间不发生接触,因此车体能够顺利地在上行。在墙面上行驶。

3、通过调节中空圆筒与盖板之间的第一排气流道的高度以及中空圆筒与墙面之间的第二排气流道的高度,可使车体所受到的压迫力始终处于或接近最大压迫力。

4、柔性垫片的设置阻断了墙面和中空圆筒之间的第二排气流道内的排气流动,从而也就消除了第二排气流道里因墙面的凹凸不平整所引起的紊乱流动,最大限度地抑制了墙面的凹凸及不平整对压力分布所产生的影响;并且,柔性垫片也阻断了空气从外面逆流进入中空圆筒内的空气流动,最大限度地保护了中空圆筒内的旋转流动。

5、设置第三排气流道后,可降低环形隔板与墙面之间没有柔性垫片部分的压力,从而可增加机器车所受到的压迫力。

#### 附图说明

图 1a 是本发明实施例 1 的示意图。

图 1b 是中空圆筒在切向喷嘴的位置处的剖面图

图 1c 是本发明实施例 1 中气体在 C-G 面和 D-H 面所形成的圆周方向的流速分量的分布图。

图 2 是未设置第一排气流道和设置第一排气流道的压力分布对比图。

图 3 是本发明设置第一排气流道后中空圆筒内壁面附近的稠密空气的流动示意图。

图 4 是本发明实施例 2 的示意图。

图 5 是本发明实施例 3 的示意图。

图 6 是本发明实施例 4 的示意图(在实施例 2 的基础上设置柔软垫片)。

图 7 是本发明机器车的前方有障碍物时的示意图。

图 8 是本发明实施例 5 的示意图。

图 9 是设置第三排气流道与未设置第三排气流道的压力分布图。

图 10a 是本发明切向喷嘴与蜗轮喷气发动机连接示意图。

图 10b 是本发明切向喷嘴与燃料发动机连接示意图。

#### 具体实施方式

##### 实施例 1

参照图 1a,图 1b 和图 1c,攀爬机器车,包括车体 2,车体 2 前后端安装设置有车轮 3,车体 2 面向墙面 1 的一端与一吸附机构连接固定,所述的吸附机构包括有本体,所述的本体为中空圆筒 4,所述的中空圆筒 4 的上方设置有一盖板 5,所述的中空圆筒 4 的内壁面上设置有切向喷嘴 41;所述的盖板 5 的上端面与车体 2 连接固定;所述的盖板 5 的下端面通过间隔设置的第一垫块 43 与中空圆筒 4 的上端面外缘固定连接;所述的第一垫块 43 与第一垫块 43 之间的间距形成中空圆筒的上端面外缘与盖板下端面之间的第一排气流道 44,所述的第一排气流道 44 连通中空圆筒的内部与外周环境。所述的中空圆筒 4 下端面与墙面之间留

有间隙，所述的间隙形成中空圆筒下端面外缘与墙面之间的第二排气流道 42，所述的第二排气流道 42 连通中空圆筒的内部与外周环境。

切向喷嘴的上流供给加压空气后，空气从喷嘴高速喷出并沿着中空圆筒内的圆形壁面做旋转流动。旋转后的空气的一部分会通过第一排气流道排出，另一部分会通过第二排气流道排出。第一排气流道和第二排气流道都起到非常重要的作用，下面详细说明两个排气流道的作用。

为了方便接下来的说明，我们对车体的一些关键点进行标注，参见图 1a。车体所受到的压迫力是空气流动在 A-B 面，C-D 面和 E-F 面上所形成的压力分布（不特指的话，这里的压力均指表压）所产生的力之和。

第一排气流道的作用：

第一排气流道主要是影响 C-D 面的压力分布。空气在中空圆筒内旋转，于是，中空圆筒内的中心部空气会被离心力抛甩至外周，这就使得中心部的空气变得稀薄，而中空圆筒内侧壁面附近的空气变得稠密，也就是说，中空圆筒内会形成中心低外周高的凹陷形状的压力分布（如图 2 所示）。如果没有第一排气流道的话，C-D 面的外周的压力分布会出现高压，即，表压大于零。这一高压部分不仅会施加一个排斥力作用在车体上，还会使中空圆筒内的凹陷状的压力分布整体向高压方向移动。这些都会削弱车体所受的压迫力。在中空圆筒的上端面 and 盖板之间设置第一排气流道能够大幅提高压迫力。第一排气流道连通中空圆筒的内部和外部环境，被旋转气流的离心力抛甩至外周壁面的空气会流入并流经第一排气流道排出，疏导了聚集在中空圆筒内壁面附近的稠密空气，形成了如图 3 所示的流动，从而能够降低中空圆筒内壁面附近的高压。又因为第一排气流道与 C-D 面处在同一截面上，因此，C-D 面是该流动的最下游，于是，C-D 面的压力比其他截面要低。另外，空气在进入第一排气流道时具有圆周方向的流速分量，随着空气流经第一排气流道向外排出，这一流速分量会在粘性摩擦的作用下逐渐减弱为零。图 1b 是在第一排气流道内（即 C-G 段和 D-H 段）所形成的圆周方向的流速分量的分布图。我们通过分析流体运动方程式（即 Navier-Stokes 方程）可知，圆周方向的流速分量能够影响半径方向上的压力分布。当第一排气流道的高度处于适宜高度时，圆周方向的流速分量会在第一排气流道内形成微弱的低压分布。又因为第一排气流道与 C-D 面处于同一截面上，所以在第一排气流道内形成的低压分布能够使 C-D 面的压力分布向低压方向移动，如图 2 所示。综上，第一排气流道能够提高车体所受到的压迫力。

第二排气流道的作用：

中空圆筒下端面和墙面之间形成的第二排气流道使得中空圆筒和墙面之间不存在接触，从而使得车体能够顺利地在地面上行驶。假设如果没有第二排气流道，那么中空圆筒的下端面 and 墙面之间就会产生接触从而产生摩擦力，摩擦力会阻碍车体在地面上行驶；并且，如果墙面上有凸起等障碍物的话，中空圆筒会和障碍物发生碰撞导致车体被卡住。第二排气流道的又一作用是能够使 A-B 面和 E-F 面产生微弱的低压分布。一部分的空气会通过第二排气流道排出。空气在进入第二排气流道时具有圆周方向的流速分量，随着空气流经第二排气流道向外排出，这一流速分量会在粘性摩擦的作用下逐渐减弱为零。我们通过分析流体运动方程式（即 Navier-Stokes 方程）可知，圆周方向的流速分量能够影响半径方向上的压力分布。当第二排气流道的高度处于适宜高度时，圆周方向的流速分量能够在第二排气流道内（即 A-B 段和 E-F 段）形成微弱的低压分布。该低压分布能够施加一个压迫力作用在车体上，从而增大车体所受的压迫力的总和。

## 实施例 2

参照图 4，在上述实施例 1 的基础上，在所述的车体 2 上端面安装电机 6，所述的电机 6 通过其驱动的螺杆 61 与所述的盖板 5 连接；所述的螺杆 61 与所述的盖板 5 螺纹连接；所述的盖板 5 上开设有测压孔，所述的测压孔与压力传感器 7 连接；所述的盖板通过连接杆 9

与所述的中空圆筒 4 连接，所述的连接杆 9 设置在所述的中空圆筒 4 的上端面的外缘。所述的连接杆 9 的两端加工有螺杆，中间段是圆柱体，圆柱体和螺杆之间设有台阶，两端的螺杆分别与车体和中空圆筒连接固定，所述的盖板上对应连接杆的位置开设有通孔，所述的通孔和连接杆的中间段的圆柱体滑动配合，盖板与中空圆筒的上端面之间的间距形成第一排气流道。

在本实施例中，空气在中空圆筒内做旋转流动之后，一部分空气通过中空圆筒和盖板之间的第一排气流道排出，一部分空气通过中空圆筒和墙面之间的第二排气流道排出。本实施例是实施例 1 的进一步改进方案，该方案可自动调节第一排气流道的高度。

在本实施例中，中空圆筒通过多根连接杆与车体固定。连接杆的两端加工有螺杆，中间段是圆柱体，圆柱体和螺杆之间有台阶。盖板上对应连接杆的位置加工了通孔，通孔和连接杆的中间段圆柱体是滑动配合，因此，连接杆限制了盖板使其在移动的时候不会发生倾斜。在中空圆筒或是盖板上加工一个或若干个测压孔，测压孔与压力传感器相连接。电机将根据压力传感器所测的压力信号来调节第一排气流道的高度，目的是为了使车体所受到的压迫力始终处于或接近最大压迫力。接下来举例说明这一设计的必要性。

我们来考虑车体的车轮发生漏气现象的情况。车轮漏气后，车轮的半径会变小，从而导致车体与墙面的间距缩小，也就导致了中空圆筒的下端面与墙面所组成的第二排气流道的高度缩小。这会导致空气流经第二排气流道时的粘性摩擦阻力增大，于是，第二排气流道内（即 A-B 面和 E-F 面）的压力分布会向高压方向移动。另外，因为第二排气流道的粘性摩擦阻力增大，于是，部分的空气会转至盖板和中空圆筒之间的第一排气流道排出。更多的空气流量流经第一排气流道会导致第一排气流道内（即 C-G 面和 D-H 面）的压力分布向高压方向移动，进而导致 C-D 面的压力分布向高压方向移动。以上所述的因素会削弱车体所受到的压迫力。为了解决这一问题，本实施方案采取调节第一排气流道的高度的方式。我们利用压力传感器实时地检测出中空圆筒内以及排气流道内的压力变化，并根据压力的变化来调节第一排气流道的高度。

图 4 所示的实施例使用了三个压力传感器分别检测出三个位置的壓力，一个压力传感器通过设置在第一排气流道的中间位置的测压孔连接，该压力传感器能够反映第一排气流道内的压力变化情况；一个压力传感器通过设置在靠近中空圆筒的中心位置的测压孔连接，该压力传感器能够反映中空圆筒内的压力变化情况；一个压力传感器设置在中空圆筒上，通过测压孔测量第二排气流道内的压力变化。以攀爬机器车的轮胎发生漏气的情况为例，三个压力传感器将会检测到压力的升高，此时，我们就需要适当地增大第一排气流道的高度，使空气流经第一排气流道时所受到的粘性摩擦阻力减小，从而降低第一排气流道内的压力分布。另外，第一排气流道的高度增加后，更多的空气流经第一排气流道排出，从而也就减小了流经第二排气流道的空气流量，因此，可以降低第二排气流道内的压力分布。综上，我们可以增加第一排气流道的高度直至三个压力传感器的检测值降至最低值，从而确保车体所受到的压迫力处于或接近最大值。

### 实施例 3

参照图 5，在上述实施例 1 的基础上，在所述的车体 2 上端面安装电机 6，所述的电机 6 通过其驱动的螺杆 61 与所述的盖板 5 连接；所述的螺杆 61 与所述的盖板 5 螺纹连接；所述的盖板 5 和中空圆筒 4 上开设有测压孔，所述的测压孔与压力传感器 7 连接。所述的车体 2 上开设有导向孔，所述的导向孔内设置有导向柱 8，所述的导向柱 8 一端穿过所述的导向孔与所述的盖板 5 的上端面固定连接，所述的导向柱 8 可在所述的导向孔内滑动。

在本实施例中，空气在中空圆筒内做旋转流动之后，一部分空气通过中空圆筒和盖板之间的第一排气流道排出，一部分空气通过中空圆筒和墙面之间的第二排气流道排出。本实施

例是实施例 1 的进一步改进方案, 该方案可自动调节第二排气流道的高度。盖板通过垫块和中空圆筒固定连接成为一个整体。在车体上固定一个电机, 电机轴加工螺纹, 盖板中心加工了与之相配合的螺纹孔, 电机转动后通过螺纹传动带动车体下部的盖板和中空圆筒移动。盖板的上表面安装固定了导向柱, 导向柱伸入加工在车体上的导向孔, 导向柱可在导向孔中做滑动。导向柱和导向孔限制了盖板和中空圆筒在移动的时候不会发生倾斜。在中空圆筒以及盖板上加工一个或若干个测压孔, 测压孔与压力传感器相连接。电机将根据压力传感器所测的压力信号来调节第二排气流道的高度, 目的是为了使车体所受到的压迫力始终处于或接近最大压迫力。接下来举例说明这一设计的必要性。

我们来考虑车体的车轮发生漏气现象的情况。车轮漏气后, 车轮的半径会变小, 从而导致车体与墙面的间距缩小, 也就导致了中空圆筒与墙面所组成的第二排气流道的高度缩小。这会导致空气流经第二排气流道时的粘性摩擦阻力增大, 于是, 第二排气流道内 (即 A-B 面和 E-F 面) 的压力分布会向高压方向移动。另外, 因为第二排气流道的粘性摩擦阻力增大, 于是, 部分的空气转至盖板和中空圆筒之间的第一排气流道排出。更多的空气流量流经第一排气流道会导致第一排气流道内 (即 C-G 面和 D-H 面) 的压力分布向高压方向移动, 进而导致 C-D 面的压力分布向高压方向移动。以上所述的因素会削弱车体所受到的压迫力。为了解决这一问题, 本实施方案采用调节第二排气流道的高度的方式。我们利用压力传感器实时地检测出中空圆筒内以及排气流道内的压力变化, 并根据压力的变化来调节第二排气流道的高度。

图 5 所示的实施例使用了三个压力传感器分别检测出三个位置的壓力, 一个压力传感器通过设置在第一排气流道的中间位置的测压孔连接, 该压力传感器能够反映第一排气流道内的压力变化情况; 一个压力传感器通过设置在靠近中空圆筒的中心位置的测压孔连接, 该压力传感器能够反映中空圆筒内的压力变化情况; 一个压力传感器设置在中空圆筒上, 通过测压孔测量第二排气流道内的压力变化。以攀爬机器车的轮胎发生漏气的情况为例, 三个压力传感器将会检测到压力的升高, 此时, 我们就需要适当地增大第二排气流道的高度, 从而减小第二排气流道的粘性摩擦阻力, 降低第二排气流道内 (A-B 面和 E-F 面) 的压力。另外, 又因为第二排气流道的排气阻力降低, 因此, 更多的空气流经第二排气流道排出, 从而减小了第一排气流道的排气量, 这能够降低第一排气流道内的压力, 也就降低了 C-D 面的压力分布。我们可以增加第二排气流道的高度直至三个压力传感器的检测值降至最低值, 从而确保车体所受到的压迫力处于或接近最大值。

#### 实施例 4

参考图 6, 在实施例 2 的基础上, 在所述的中空圆筒 4 的下端面外缘上设置柔软垫片 45。

本实施例中, 中空圆筒面向墙面的下端面安装了柔软垫片。柔软垫片是由柔软的材料构成, 柔软材料的一端固定在中空圆筒上, 另一端与墙面相接触。举例来说, 柔性垫片可以是绒毛条, 绒毛条一端粘在中空圆筒上, 另一端与墙面相接触。即便是凹凸不平整的墙面, 绒毛条也可以紧贴墙面, 使墙面和绒毛条之间没有缝隙。一方面, 因为绒毛条柔软, 不会对车体在墙面上的运动带来影响。绒毛条在墙面和中空圆筒之间形成了一个非常大的流阻。绒毛条自身虽然也存在着空隙, 但已经足以阻断中空圆筒内的空气从第二排气流道排出, 其原因是: 当我们将各排气流道的高度设定为适宜值时, 排气流道内的压力是非常接近大气压的, 也就是说, 排气流道内的压力和外周环境压力之间并不存在很大的压力差, 因此, 绒毛条所产生的流阻足以阻断中空圆筒内的空气通过第二排气流道向外排出, 于是, 几乎所有的空气都会从平整的第一排气流道排出。

当机器车攀爬的墙面是凹凸不平的时候, 若不设置柔性垫片, 则空气从中空圆筒和墙面之间的第二排气流道排出时, 墙面的不平整的凹凸会使排气流道里的空气流动发生紊乱。紊

乱的流动会在第二排气流道内产生高压分布，且该高压分布在圆周方向上可能是不对称的。第二排气流道内的高压分布不仅会施加一个排斥力作用在中空圆筒上，而且还会使中空圆筒内的压力分布向高压方向移动。这些都会削弱车体所受到的压迫力，不利于车体吸附在墙面上。设置柔软垫片后（比如绒毛条），柔软垫片始终与墙面贴合，因此能够在中空圆筒和墙面之间形成一个非常大的流阻，该流阻能够阻止空气流经第二排气流道排出。设置柔软垫片能带来如下好处：

(1) 因为阻断了第二排气流道里的空气流动，所以消除了第二排气流道里的紊乱流动，也就最大限度地抑制了墙面的凹凸及不平整对中空圆筒内的旋转流动所产生的影响；

(2) 机器车的底盘（即吸附机构的下端面）和墙面之间的间距越大越好。间距越大，机器车就能够越过比较大的障碍。举例来说，如图 7 所示，机器车的前方有方块障碍物。如果中空圆筒和墙面的间距小于障碍物的高度的话，那么很显然机器车是无法越过这个障碍物的。柔软垫片阻断了第二排气流道内的空气流动，那么，第二排气流道的高度就可以适当增加，也就能够增大中空圆筒的下端面和墙面的间距，从而达到提高机器车的越障能力。

柔软垫片阻断了中空圆筒内的空气通过第二排气流道向外排出，于是，几乎所有的空气都会从平整的第一排气流道排出。我们需要适当调节第一排气流道的高度来确保 C-D 面的压力处于最低状态，进而确保车体所受到的压迫力处于或接近最大值。

## 实施例 5

参照图 8 和图 9，在上述实施例 4 的基础上，在所述的中空圆筒 4 的下方设置有环形隔板 46，所述的环形隔板 46 的上端面通过第二垫块 47 与中空圆筒 4 的下端面外缘固定连接；所述的环形隔板 46 的下端面与墙面形成第二排气流道；所述的第二垫块 47 遮盖环形隔板 46 的部分面积，所述的第二垫块 47 与第二垫块 47 之间的间距形成中空圆筒下端面外缘与环形隔板之间的第三排气流道，所述的第三排气流道连通中空圆筒的内部与外周环境。所述环形隔板的下端面设置有柔软垫片，所述柔软垫片可以是绒毛条。

在本实施例中，设置第三排气流道的目的在于降低 A-B 面以及 E-F 面上没有柔软垫片的部分（图中的 BB' 和 E'E 面）的压力。以下是详细说明。

为了达到较好的密封效果，我们通常把柔性垫片设置在环形隔板下端面的外周。那么，环形隔板和墙面之间就会存在一个没有柔软垫片的缝隙空间（图中的 BB' 和 E'E 面）。在这个缝隙空间里会形成高压分布，形成的原因是：旋转流动的离心力将空气抛甩至外周；如果外周没有排气的流道的话，外周就会形成高压。我们根据该思路并通过实验验证发现，采用柔软垫片阻断了环形隔板的下端面与墙面之间的第二排气流道内的空气流动之后，A-B'-B-E-E'-F 面的压力分布整体向高压方向移动，如图 9 所示，缝隙空间形成微弱高压分布，该高压分布会作用一个排斥力在环形隔板上，从而削弱了机器车所受的压迫力。在中空圆筒上增设第三排气流道后，该流道连通中空筒体内部和外周环境，并且尽量靠近 A-B 面和 E-F 面。第三排气流道能够将流道入口处附近的稠密空气疏导排出，因此能够降低流道入口处附近的压力。又因为该流道靠近 A-B 面和 E-F 面，所以能够降低 B-B' 面和 E-E' 面的压力。图 9 中，c 是未设置第三排气流道的压力分布，d 是设置第三排气流道后的压力分布，结果显示设置第三排气流道后压力分布整体向低压方向移动，B-B' 面和 E-E' 面也出现了微弱低压。这些因素能够增加机器车所受到的压迫力。

进一步，根据各面的压力情况，第三排气流道的高度设计成可自动调节的结构形式，以确保车体所受到的压迫力处于或接近最大值。

参考图 10a 和图 10b，上述实施例 1~5 中都需要从切向喷嘴喷出高速气流才能在中空圆筒内形成高速旋转的流动。通常，我们将喷嘴通过气管与高压气源连接从而获得气流供给。高压气源通常是采用空气压缩机来产生高压空气。因为压缩机非常沉重，所以我们不可能把

压缩机固定安装在攀爬机器车上，我们只能采用压缩机和攀爬机器车分离的方式。这样会带来如下问题：（1）压缩机和机器车之间的气管会限制机器车的移动范围；（2）机器车只能在有空气压缩机的情况下才能工作，这就限制了攀爬机器车的适用范围；（3）空气压缩机通过气管向机器车供给气流的过程中，气管会产生沿程压损，且气管越长，压损就越大，这会导致气管的出口处（即切向喷嘴的入口）的压力不足。

为了解决以上问题，我们采用燃料发动机来解决供给高压气源的问题。燃料发动机利用燃料（比如，汽油，柴油等）的爆炸燃烧来产生高压气流。图 10a 是采用小型涡轮喷气发动机 411 来代替高压气源。我们将小型涡轮喷气发动机安装在中空圆筒的切线位置。小型涡轮发动机将燃料燃烧时产生的气体高速喷射进入中空圆筒内，从而在中空圆筒内形成旋转的流动。图 10b 所示则是利用一个燃料发动机 412 来作为高压气源，喷嘴通过气管与燃料发动机相连接。燃料发动机通过燃烧和爆炸来产生高压气流，该高压气流与喷嘴通过气管相连接。这一技术方案能够很好地解决以上所提到的问题：（1）燃料发动机体积小和重量轻，可以直接安装在车体上，因此，车体不需要与外部装置设备相连接，移动范围不会受到限制；（2）充填上燃料后，攀爬机器车就可以在任何地方正常工作，适用范围更广；（3）燃料发动机直接安装固定在车体上，发动机和喷嘴之间的气管非常短，几乎可以不用考虑气管里的压力损失，因此，喷嘴的入口压力能够得到保障。

本说明书所述的实施例都是在大气环境下工作的情况。本发明的攀爬机器车也可以工作在液体的环境，比如，本发明的攀爬机器车可以工作在深海里。当机器车工作在液体环境里时，我们可以采用水泵来向切向喷嘴供给高压水流，水流从喷嘴喷出后在中空圆筒内形成旋转流动。产生压迫力的原理与实施例 1-5 相同。在此，我们将高压气源或是高压液体源统称为高压流体源。

为了增大压迫力，吸附机构不限于一个，也可以是多个。

本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思的实现形式的列举，本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式，本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。

1、攀爬机器人，包括车体，车体前后端安装设置有车轮，车体面向墙面的一端与一吸附机构连接固定，所述的吸附机构包括有本体，其特征在于：所述的本体为中空圆筒，所述的中空圆筒的上方设置有一盖板，所述的盖板的上端面与车体连接固定，所述的盖板的下端面通过间隔设置的第一垫块与中空圆筒的上端面外缘固定连接；所述的中空圆筒的内壁上设置有切向喷嘴；所述的第一垫块与第一垫块之间的间距形成中空圆筒的上端面外缘与盖板下端面之间的第一排气流道；所述的中空圆筒下端面与墙面之间留有间隙，所述的间隙形成中空圆筒下端面外缘与墙面之间的第二排气流道；所述的第一排气流道、第二排气流道分别连通中空圆筒的内部与外周环境。

2、如权利要求1所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的车体上端面安装有电机，所述的电机通过其驱动的螺杆与所述的盖板连接；所述的螺杆与所述的盖板螺纹连接；所述的中空圆筒以及盖板上开设有测压孔，所述的测压孔与压力传感器连接。

3、如权利要求2所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的车体通过连接杆与所述的中空圆筒连接，所述的连接杆设置在所述的中空圆筒的上端面外缘；所述的连接杆的两端加工有螺杆，中间段是圆柱体，圆柱体和螺杆之间设有台阶，两端的螺杆分别与车体和中空圆筒螺纹连接固定，所述的盖板上对应连接杆的位置开设有通孔，所述的通孔和连接杆的中间段的圆柱体滑动配合，盖板与中空圆筒之间的间距形成第一排气流道。

4、如权利要求2所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的车体上开设有导向孔，所述的导向孔内设置有导向柱，所述的导向柱一端穿过所述的导向孔与所述的盖板的上端面固定连接，所述的导向柱可在所述的导向孔内滑动。

5、如权利要求3或4所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的中空圆筒的下端面外缘设置有柔软垫片。

6、如权利要求5所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的柔软垫片为绒毛条。

7、如权利要求3或4所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的中空圆筒的下方设置有环形隔板，所述的环形隔板的上端面通过第二垫块与中空圆筒的下端面外缘固定连接；所述的第二垫块遮盖环形隔板的部分面积，所述的第二垫块与第二垫块之间的间距形成中空圆筒下端面外缘与环形隔板之间的第三排气流道，所述的第三排气流道连通中空圆筒的内部与外周环境；所述的环形隔板的下端面设置柔软垫片。

8、如权利要求7所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的第一垫块、第二垫块分别等间距设置在所述的盖板的下端面与中空圆筒的上端面外缘之间以及所述的环形隔板的上端面与所述的中空圆筒的下端面之间。

9、如权利要求1所述的攀爬机器人，其特征在于：所述的切向喷嘴通过管子与高压流体源连接。

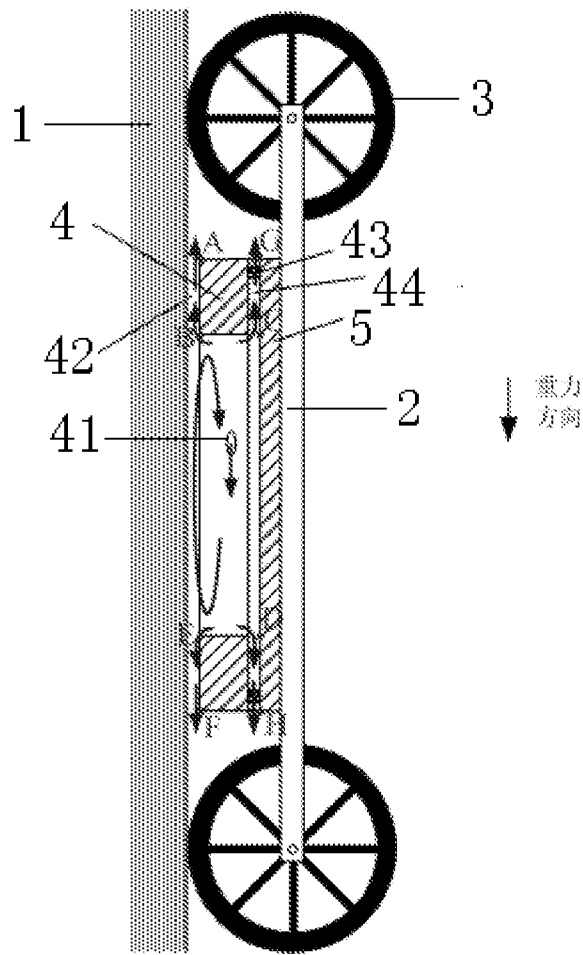


图 1a

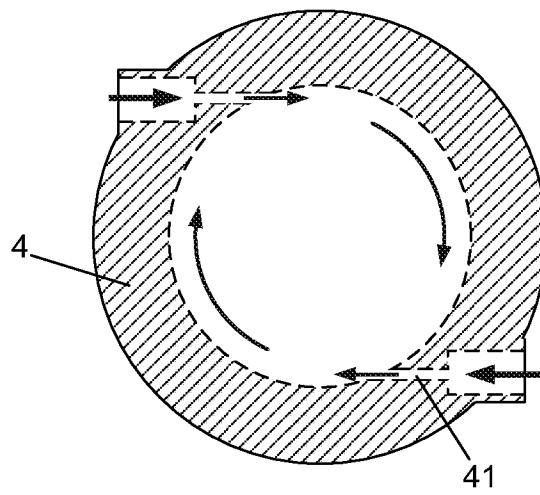


图 1b

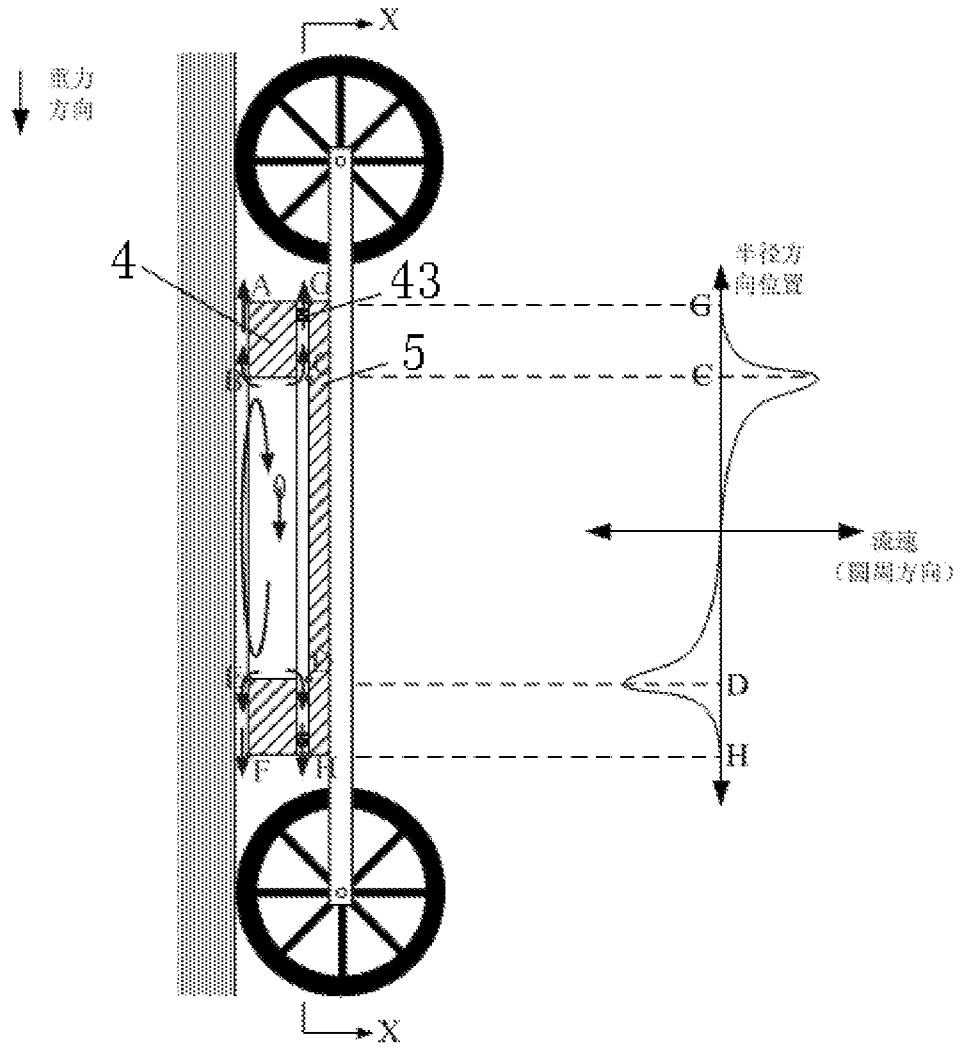


图 1c

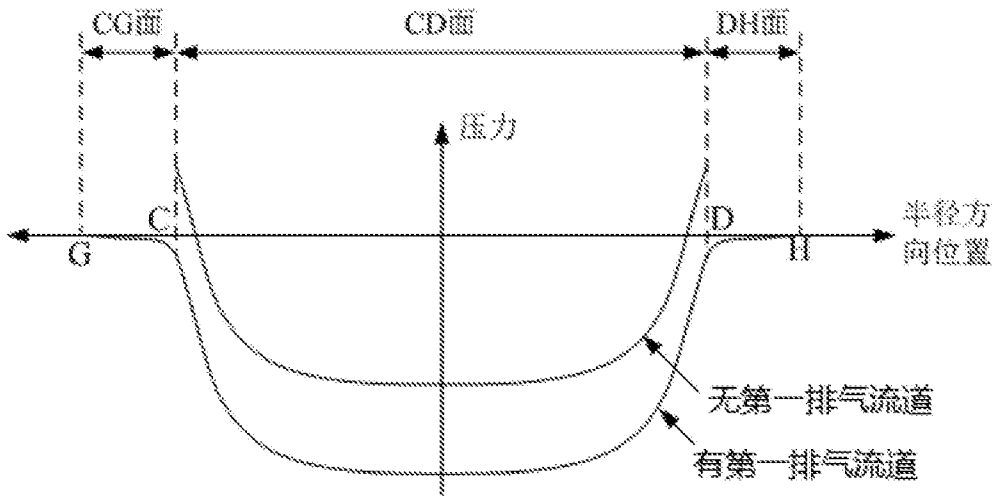


图 2

图 2

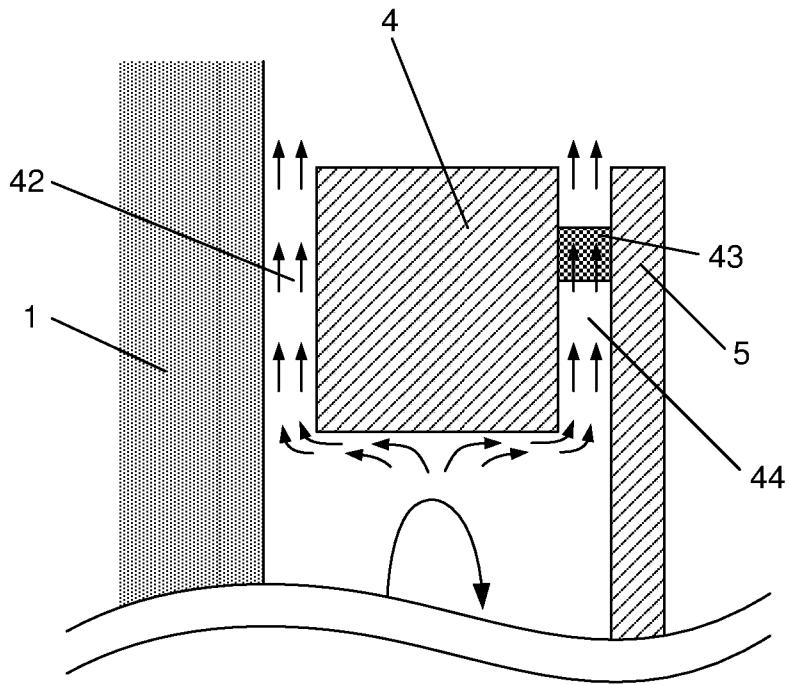


图 3

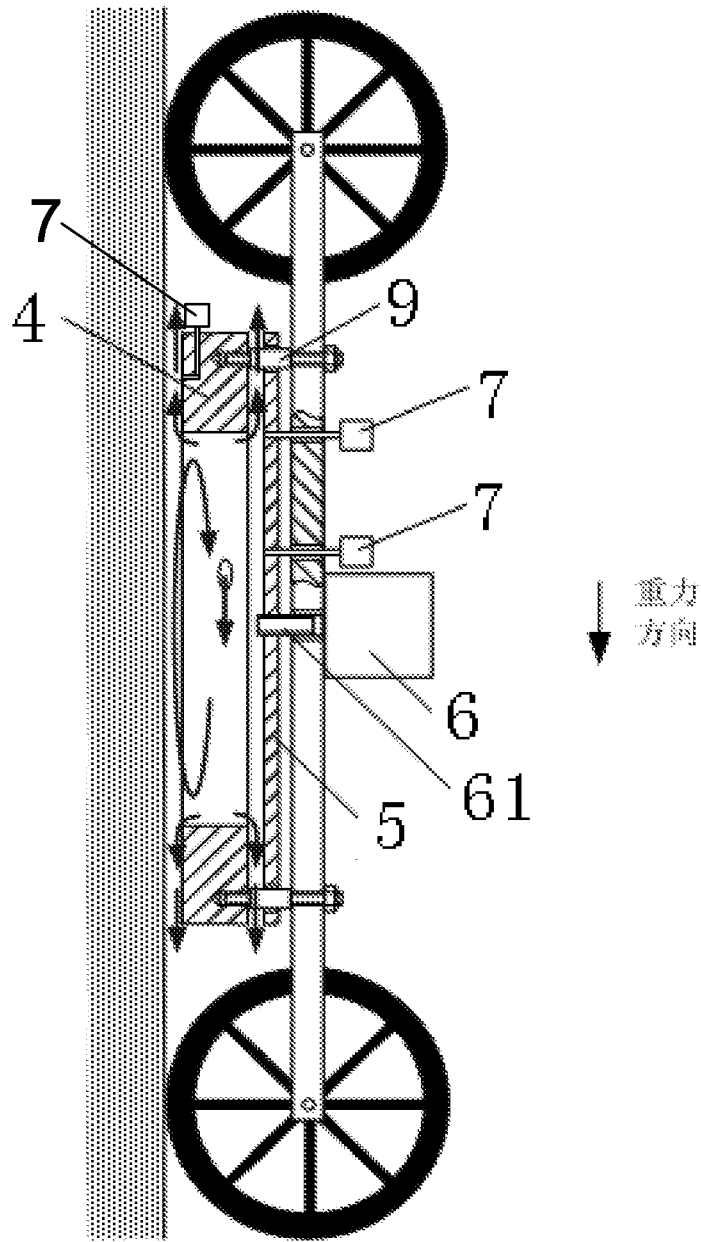


图 4

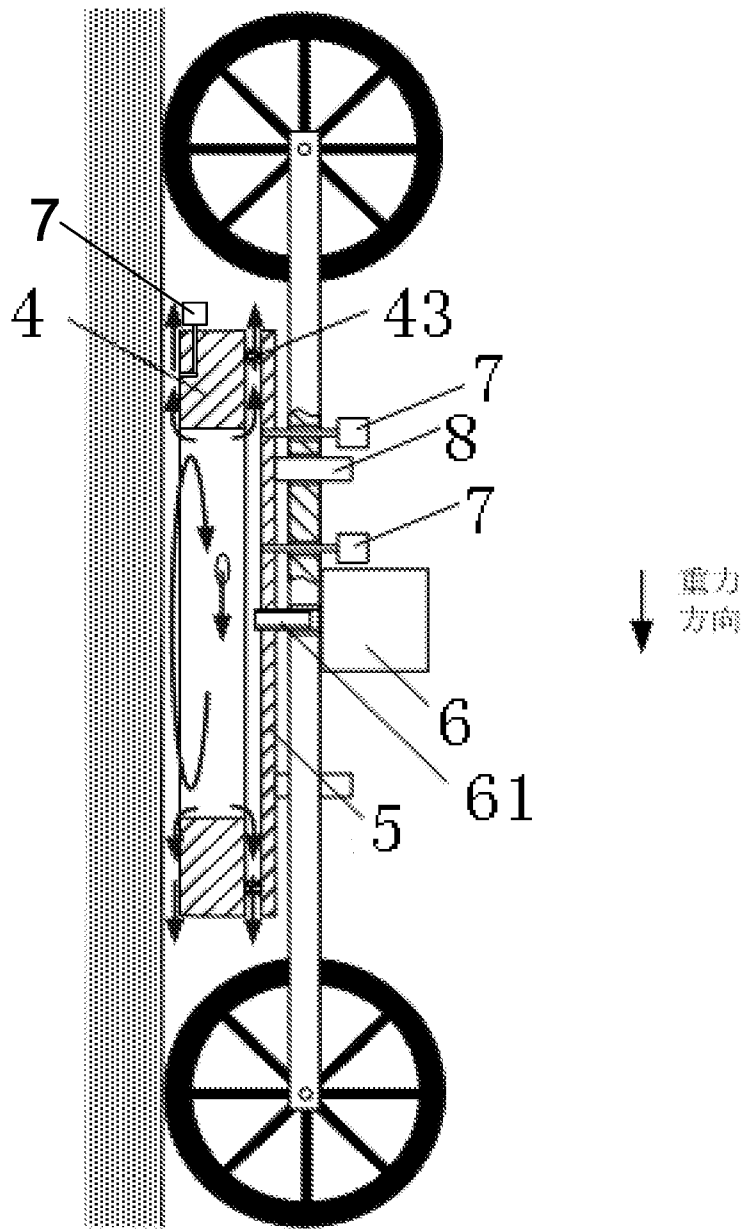


图 5

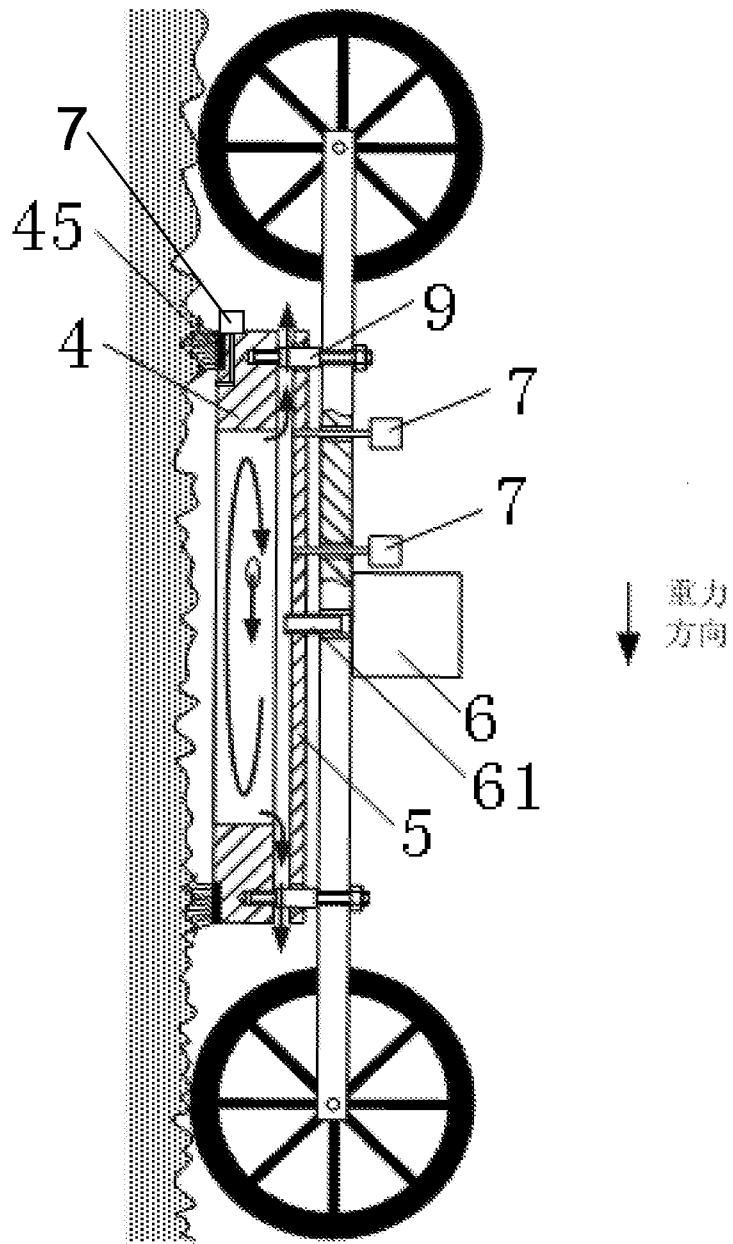


图 6

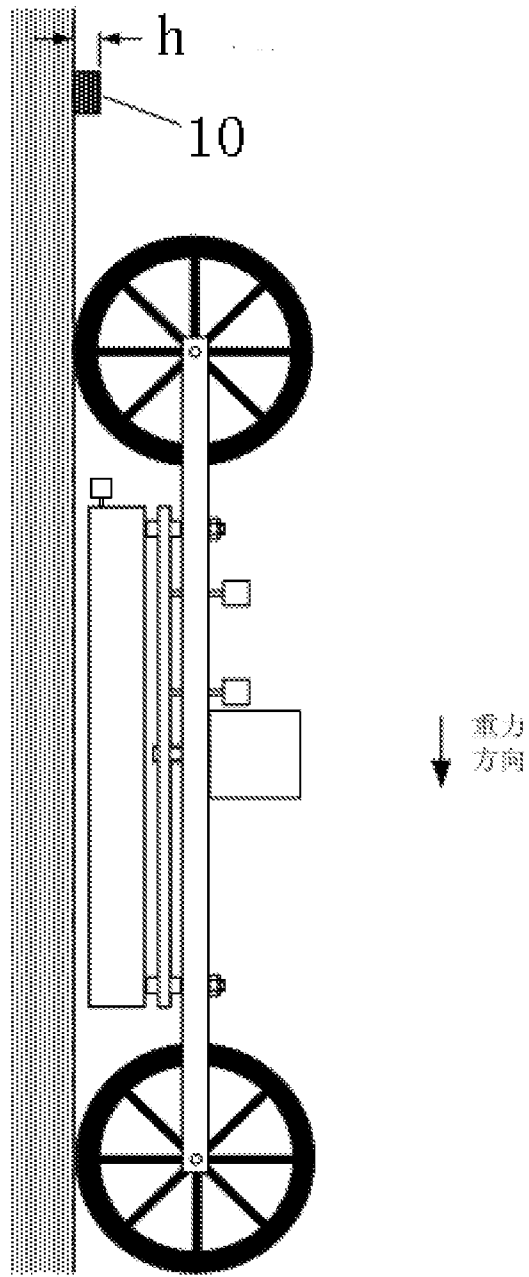


图 7

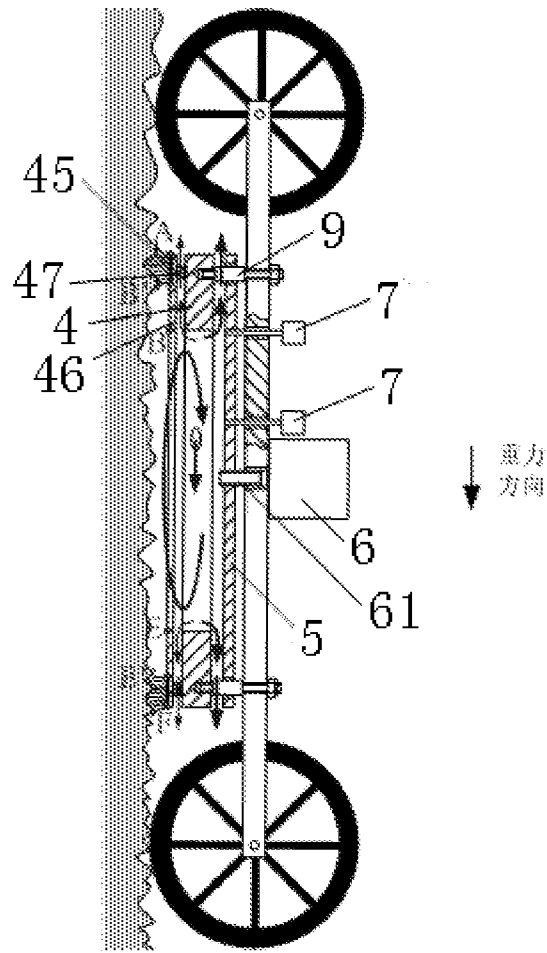


图 8

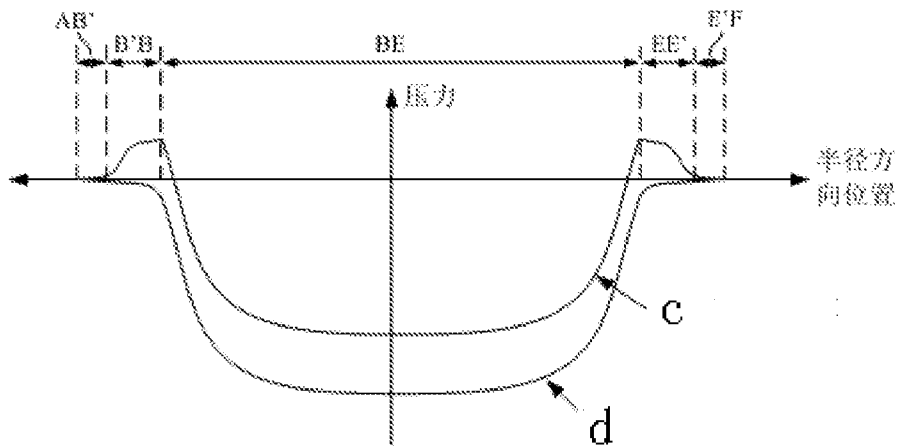


图 9

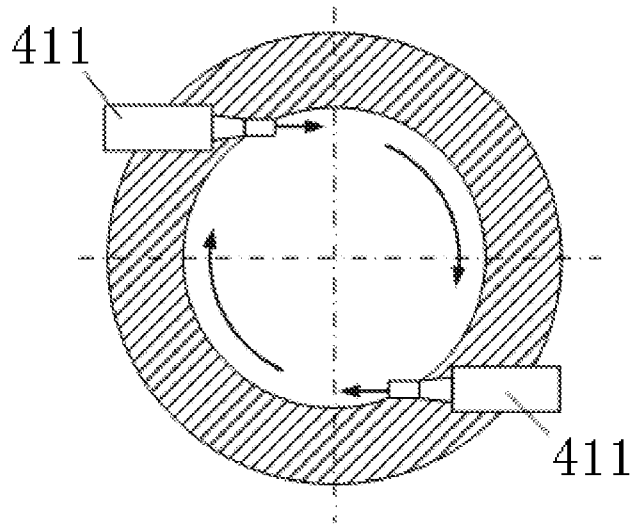


图 10a

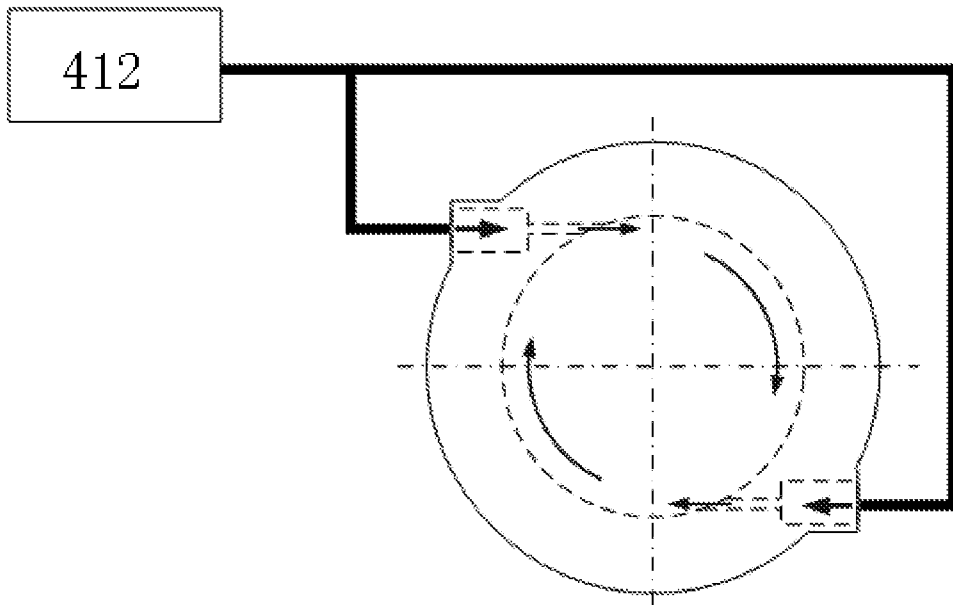


图 10b

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2015/071693

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 57/024 (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)

B62D 57/00; 57/024; 57/04; B25J 5/00; 11/00; 15/00; 15/06

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: climb+, robot, car, suck+, flow, stream, current, air, gas, channel, passage, nozzle, spray, eject+,  
clearance

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102211626 A (LI, Yuanda) 12 October 2011 (12.10.2011) the whole document	1-9
A	US 2009193611 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD et al.) 06 August 2009 (06.08.2009) the whole document	1-9
A	JPH 08310461 A (HITACHI Zosen CORP.) 26 November 1996 (26.11.1996) the whole document	1-9
A	JPS 60219172 A (FUJI ELECTRIC MFG CO LTD) 01 November 1985 (01.11.0985) the whole document	1-9
A	CN 1736668 A (UNIV TSINGHUA) 22 February 2006 (22.02.2006) the whole document	1-9
A	CN 101412415 A (BEIJING INST TECHNOLOGY) 22 April 2009 (22.04.2009) the whole document	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  
14 April 2015

Date of mailing of the international search report  
22 April 2015

Name and mailing address of the ISA  
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  
LU, Yan  
Telephone No. (86-10) 5392

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

International application No.  
PCT/CN2015/071693

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102211626 A	12 October 2011	None	
US 2009193611 A1	06 August 2009	EP 2085009 A2	05 August 2009
		EP 2085009 A3	12 January 2011
		KR 20090084227 A	05 August 2009
		RU 2008135257 A	27 February 2010
		EP 2085009 B1	03 April 2013
		US 8240000 B2	14 August 2012
JPH 08310461 A	26 November 1996	None	
JPS 60219172 A	01 November 1985	None	
CN 1736668 A	22 February 2006	None	
CN 101412415 A	22 April 2009	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p>B62D 57/024(2006.01)i</p> <p>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</p>																																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>B62D 57/00, 57/024, 57/04, B25J 5/00, 11/00, 15/00, 15/06</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC爬, 机器人, 车, 吸, 气流, 通道, 喷, 间隙, climb+, robot, car, suck+, flow, stream, current, air, gas, channel, passage, nozzle, spray, eject+, clearance</p>																																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 102211626 A (李远达) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009193611 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD等) 2009年 8月 6日 (2009 - 08 - 06) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP H08310461 A (HITACHI ZOSEN CORP) 1996年 11月 26日 (1996 - 11 - 26) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP S60219172 A (FUJI ELECTRIC MFG CO LTD) 1985年 11月 1日 (1985 - 11 - 01) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1736668 A (清华大学) 2006年 2月 22日 (2006 - 02 - 22) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101412415 A (北京理工大学) 2009年 4月 22日 (2009 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td>“&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 102211626 A (李远达) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 全文	1-9	A	US 2009193611 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD等) 2009年 8月 6日 (2009 - 08 - 06) 全文	1-9	A	JP H08310461 A (HITACHI ZOSEN CORP) 1996年 11月 26日 (1996 - 11 - 26) 全文	1-9	A	JP S60219172 A (FUJI ELECTRIC MFG CO LTD) 1985年 11月 1日 (1985 - 11 - 01) 全文	1-9	A	CN 1736668 A (清华大学) 2006年 2月 22日 (2006 - 02 - 22) 全文	1-9	A	CN 101412415 A (北京理工大学) 2009年 4月 22日 (2009 - 04 - 22) 全文	1-9	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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	“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)	“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	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	“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	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																															
A	CN 102211626 A (李远达) 2011年 10月 12日 (2011 - 10 - 12) 全文	1-9																															
A	US 2009193611 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD等) 2009年 8月 6日 (2009 - 08 - 06) 全文	1-9																															
A	JP H08310461 A (HITACHI ZOSEN CORP) 1996年 11月 26日 (1996 - 11 - 26) 全文	1-9																															
A	JP S60219172 A (FUJI ELECTRIC MFG CO LTD) 1985年 11月 1日 (1985 - 11 - 01) 全文	1-9																															
A	CN 1736668 A (清华大学) 2006年 2月 22日 (2006 - 02 - 22) 全文	1-9																															
A	CN 101412415 A (北京理工大学) 2009年 4月 22日 (2009 - 04 - 22) 全文	1-9																															
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“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																																
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“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																																
“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)	“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																																
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件																																
“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																																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 4月 14日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 4月 22日</p>																																
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>卢雁</p> <p>电话号码 (86-10)5392</p>																																

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/071693

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	102211626	A	2011年 10月 12日	无	
US	2009193611	A1	2009年 8月 6日	EP	2085009 A2 2009年 8月 5日
				EP	2085009 A3 2011年 1月 12日
				KR	20090084227 A 2009年 8月 5日
				RU	2008135257 A 2010年 2月 27日
				EP	2085009 B1 2013年 4月 3日
				US	8240000 B2 2012年 8月 14日
JP	H08310461	A	1996年 11月 26日	无	
JP	S60219172	A	1985年 11月 1日	无	
CN	1736668	A	2006年 2月 22日	无	
CN	101412415	A	2009年 4月 22日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)