(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
2019 年 9 月 12 日 (12.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/169920 A1

(51) 国际专利分类号:
*G05D 1/02* (2006.01) *A47L 11/28* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/120181

(22) 国际申请日: 2019 年 1 月 3 日 (03.01.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810193172.3 2018年3月9日 (09.03.2018) CN

(71) 申请人: 珠海市一微半导体有限公司 (**ZHUHAI AMICRO SEMICONDUCTOR CO., LTD**) [CN/CN]; 中国广东省珠海市横琴新区宝华路6号105室-514知识产权管理部张晓琴, Guangdong 519000 (CN)。

(72) 发明人: **赖钦伟(LAI, Qinwei)**; 中国广东省珠海市横琴新区宝华路6号105室-514知识产权管理部张晓琴, Guangdong 519000 (CN)。 **肖刚军(XIAO, Gangjun)**; 中国广东省珠海市横琴新区宝华路6号105室-514知识产权管理部张晓琴, Guangdong 519000 (CN)。 **黄泰明(HUANG, Taiming)**; 中国广东省珠海市横琴新区宝华路6号105室-514知识产权管理部张晓琴, Guangdong 519000 (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,

WO 2019/169920 A1

(54) **Title:** METHOD FOR CONTROLLING AUTONOMOUS MOBILE ROBOT TO TRAVEL ALONG EDGE

(54) **发明名称:** 自主移动机器人沿边行走的控制方法

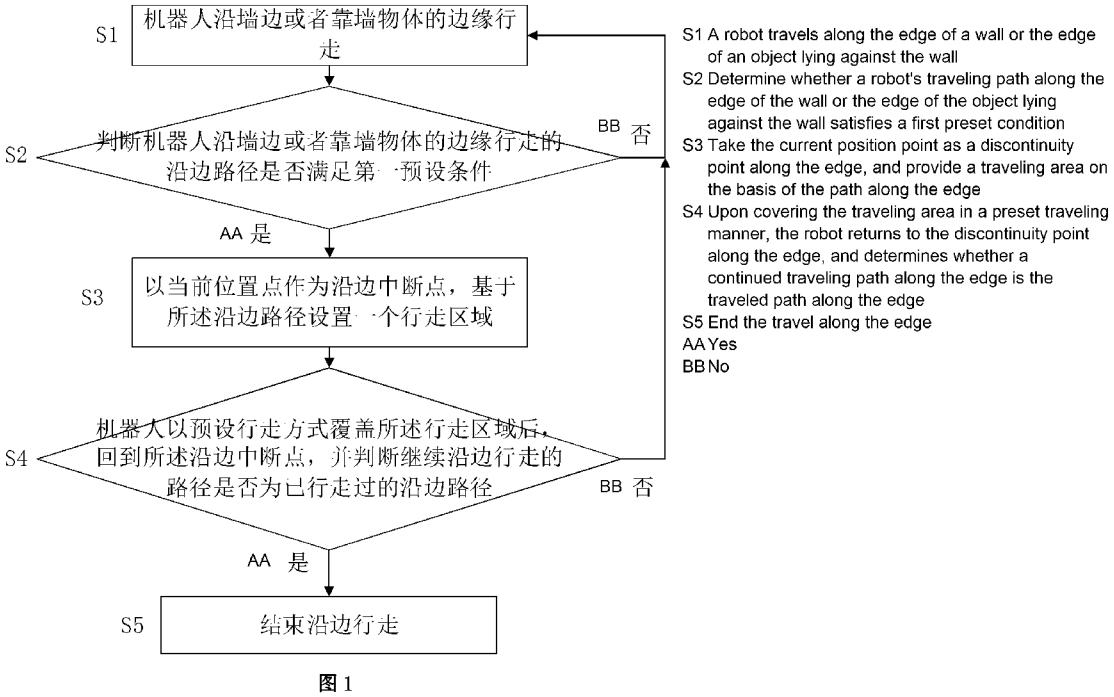



图 1

(57) **Abstract:** A method for controlling an autonomous mobile robot to travel along an edge, a robot traveling along the edge of a wall or the edge of an object lying against the wall (S1), planning a corresponding traveling area according to a path of traveling along the edge, and then traveling around to cover the traveling area. According to the present invention, a traveling area is planned and covered in such a manner of traveling along an edge, being able to effectively avoid the problem of incomplete sweeping or repeated cleaning, improving the cleaning efficiency in open environments, enabling a cleaning robot to easily find the entrance/exit of the room, thus realizing complete cleaning of each room, having a high cleaning efficiency.

[见续页]

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)。

**根据细则4.17的声明**：

- 关于发明人身份(细则4.17(i))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
- 发明人资格(细则4.17(iv))

**本国际公布**：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

**(57) 摘要**：一种自主移动机器人沿边行走的控制方法，机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走(S1)，并依据沿边行走的路径规划出相应的行走区域，再行走覆盖这一行走区域。通过这种基于沿边行走的方式，进行行走区域的规划和覆盖，可以有效避免漏扫或重复清洁的问题，不仅提高空旷环境中的清洁效率，还能够使清洁机器人很容易找到房间的出入口，实现对每个房间的完全清洁，清洁效率很高。

# 自主移动机器人沿边行走的控制方法

## 技术领域

本发明涉及机器人领域，具体涉及一种自主移动机器人沿边行走的控制方法。

## 背景技术

现有的清洁机器人能以一定的运行模式在需清洁区域移动时自动擦洗地板或者利用真空吸尘装置吸取地板上的垃圾。目前，比较常见的运行模式有随机方向清洁模式，该模式是指清洁机器人不采取路径规划，行走时遇到障碍物则随机转过一定角度继续行走清洁。这种模式控制简单，且不需太多高精度的传感器，因此成本较低。但是容易使得一些地方未被清洁到，而另一些地方则被重复清洁，清洁效率较低。

## 发明内容

为解决上述问题，本发明提供了一种自主移动机器人沿边行走的控制方法，可以提高机器人行走的覆盖效率，从而提高地面清洁效率。本发明的具体技术方案如下：

一种自主移动机器人沿边行走的控制方法，包括如下步骤：步骤 S1：机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走；步骤 S2：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，如果是，则进入步骤 S3，如果否，则返回步骤 S1；步骤 S3：以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域；步骤 S4：机器人以预设行走方式覆盖所述行走区域后，回到所述沿边中断点，并判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径，如果否，则返回步骤 S1，如果是，则进入步骤 S5；步骤 S5：结束沿边行走。

进一步地，在步骤 S1 之前，还包括如下步骤：步骤 S01：机器人判断机体侧边的沿边传感器是否检测到障碍物，如果是，则直接进入步骤 S02，如果否，则向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所

述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤 S02；步骤 S02：根据所述沿边传感器检测到的机体与障碍物之间的距离，控制机器人沿障碍物的边缘行走，并保持机体与障碍物之间的距离为第一预设距离；步骤 S03：判断当前沿边行走的路径是否小于第一预设长度，并且机器人转动的角度是否大于第一预设角度，如果是，则确定机器人不是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤 S04，如果否，则确定机器人是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤 S2；步骤 S04：机器人转动第二预设角度，并向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤 S02。

进一步地，步骤 S2 所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤 S21：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第一预设条件。

进一步地，步骤 S2 所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤 S21：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度，如果任意一个判断结果为是，则进入步骤 S23，否则返回步骤 S21；步骤 S23：判断所述沿边路径是否包含沿直线方向延伸的定位边，如果是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件，否则，机器人继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走至所述沿边路径包含沿直线方向延伸的定位边，并确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件。

进一步地，步骤 S3 所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路

径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤 S311：确定当前位置点为沿边中断点；步骤 S312：确定所述沿边路径中沿 X 轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线；步骤 S313：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S314，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S315；步骤 S314：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域；步骤 S315：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域。

进一步地，步骤 S3 所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤 S321：确定当前位置点为沿边中断点；步骤 S322：确定所述沿边路径中沿 X 轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线；步骤 S323：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S324，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S325；步骤 S324：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，

如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤 S326；步骤 S325：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤 S326；步骤 S326：判断所述预行走区域与之前确定的行走区域之间的重叠面积是否大于所述预行走区域的面积的预设比例值，如果是，则进入步骤 S327，如果否，则确定所述预行走区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域，并进入步骤 S4；步骤 S327：取消当前确定的沿边中断点，并继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；步骤 S328：确定当前位置点作为沿边中断点；步骤 S329：确定当前沿边中断点到上一个沿边中断点之间的沿边路径中，沿 X 轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线，判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S330，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S331；步骤 S330：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第五预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第五预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行

走区域；步骤 S331：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第四预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域。

进一步地，步骤 S327 中所述的至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件，包括如下步骤：步骤 S3271：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S3272：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第四预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第五预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第二预设条件。

进一步地，在所述步骤 S1 之后，步骤 S2 之前，还包括如下步骤：步骤 S11：根据机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的位姿，确定机器人连续沿同一方向范围行走的距离大于第三预设距离的行走路径为直线路径；步骤 S12：记录垂直于所述直线路径且指向所述直线路径内侧方向的方向为标定方向；步骤 S13：将记录有位姿信息和标定方向的直线路径确定为定位边。

进一步地，步骤 S4 中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤 S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤 S42，否则进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤 S42：搜索最早确定的所述定位边中的一个参考位置点；步骤 S43：向所述参考位置点行走；步骤 S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤 S45，如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤 S43；步骤 S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果

是，则把机器人的位姿修正为所述定位边所对应的位姿，然后进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤 S43。

进一步地，步骤 S4 中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤 S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤 S42，否则进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤 S42：搜索具有交点的两条所述定位边，确定所述交点为参考位置点；步骤 S43：向所述参考位置点行走；步骤 S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤 S45，如果否，则重新确定另外两条所述定位边的交点为参考位置点，并回到步骤 S43；步骤 S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果是，则返回沿边中断点，并进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤，如果否，则把机器人行走至交点时的位姿修正为所述参考位置点所对应的位姿，然后进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤。

进一步地，步骤 S41 中所述的判断机器人是否满足进行定位修正的条件，包括如下步骤：步骤 S411：判断机器人沿边行走的时间是否达到预设时间，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则进入步骤 S412；步骤 S412：判断机器人沿边行走的路径是否达到第六预设长度，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则确定机器人不满足进行定位修正的条件。

本发明所述技术方案的有益效果包括：所述机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并依据沿边行走的路径规划出相应的行走区域，再行走覆盖所述行走区域。通过这种基于沿边行走的方式，进行行走区域的规划和覆盖，可以有效避免漏扫或重复清洁的问题，不仅提高空旷环境中的清洁效率，还能够使清洁机器人很容易找到房间的出入口，实现对每个房间的完全清洁，清洁效率很高。

## 附图说明

图 1 为本发明所述自主移动机器人沿边行走的控制方法的流程示意图。

图 2 为本发明所述自主移动机器人沿边行走的分析示意图。

## 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行详细描述。应当理解，下面所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明所述的机器人是一种智能清洁机器人（比如扫地机器人或者拖地机器人），下述实施例中提到的机器人都是指代智能清洁机器人。这些机器人能凭借一定的人工智能，自动在某些场合自动进行行走。机器人的机体上设有各种传感器，可检测行走距离、行走角度、机体状态和障碍物等，如碰到墙壁或其他障碍物，会自行转弯，并依不同的设定，而走不同的路线，有规划地行走，还会根据行走过程中检测到的各种数据构建栅格地图。本发明所述的机器人包括如下结构：带有左驱动轮和右驱动轮的能够自主行走的机器人机体，机体上设有人机交互界面，机体上设有障碍检测单元。机体内部设置有惯性传感器，所述惯性传感器包括加速度计和陀螺仪等，两个驱动轮上都设有用于检测驱动轮的行走距离的里程计（一般是码盘），还设有能够处理相关传感器的参数，并能够输出控制信号到执行部件的控制模块。

如图 1 所示的一种自主移动机器人沿边行走的控制方法，包括如下步骤：步骤 S1：机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走；步骤 S2：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，如果是，则进入步骤 S3，如果否，则返回步骤 S1；步骤 S3：以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域；步骤 S4：机器人以预设行走方式覆盖所述行走区域后，回到所述沿边中断点，并判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径，如果否，则返回步骤 S1，如果是，则进入步骤 S5；步骤 S5：结束沿边行走。由于整个室内物理环境的二维平面图中，墙边和靠墙物体（比如沙发、电视柜等）的边缘所围成的区域就是机器人所要清洁的全局区域，所以，

机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走（后续简称为沿边行走）时，可以绕全局区域的边界一周。当机器人开始沿边行走时，需要实时检测并判断沿边行走的沿边路径是否满足第一预设条件，该第一预设条件是判断能否构建行走区域的条件，这个条件可以根据具体设计需求进行相应设置，比如设置为沿边路径达到一定长度，和/或沿边路径的角度变化量大于预设值，和/或沿边路径是否包含一条直边等。如果满足所述第一预设条件，则机器人以当前位置点作为沿边中断点，然后基于所述沿边路径设置一个行走区域。设置行走区域的方式可以根据具体的设计需求进行相应设置，比如以沿边路径的两个端点向沿边路径内侧的区域进行水平方向和竖直方向延伸，延伸一定长度后所围成的区域作为行走区域。也可以以沿边路径内侧的区域中的某一位置点作为公共点，从沿边路径的两端点向公共点延伸所围成的区域为行走区域。设置行走区域的方式也可以是动态调整设置的方式，以满足与相邻行走区域的无缝连接，比如按上述方式设置好一个行走区域为接近方形的区域后，在设置下一个时，会基于上一个行走区域的方形边界和当前沿边路径的形状，适应性调整为三角形形状的区域，三角形区域和方形区域有一条边是共用的。在设置好了行走区域后，机器人从中断位置点开始，以预设行走方式覆盖所述行走区域。所述预设行走方式也是可以根据具体设计需求进行相应设置的，比如按弓字型行走方式、人工势场控制行走方式或者人工智能控制行走方式等。按所设置的行走方式覆盖清洁完所述行走区域后，机器人回到该行走区域所对应的沿边中断点，接着判断继续沿边行走的路径是不是已经沿边行走过了，比如检测到当前的沿边中断点或者下一个位置点就是最开始沿边时的沿边路径的起始位置点，则确定继续沿边行走的路径是已行走过的沿边路径。如果确定了继续沿边行走的路径是已行走过的沿边路径，则表明机器人已经完成了绕全局地图一圈，可以停止继续沿边，避免重复清洁。最后再覆盖清洁全局地图的中部没有覆盖清洁到的区域，当然，如果需要覆盖的面积比较小，或者行走区域的范围设置得比较大，就可以在沿边清洁时把中部一起清洁，不需要额外清洁中部了。如果确定了继续沿边行走的路径不是已行走过的沿边路径，则继续按上述方式进行沿边行走和设置行走区域，以此类推至沿边一周，最后再覆盖清洁全局地图的中部没有覆盖清洁到的区域。本实施例所述的方法，通过这种基于沿边行走的方式，进行行走区域

的规划和覆盖，可以有效避免漏扫或重复清洁的问题，不仅提高空旷环境中的清洁效率，还能够使清洁机器人很容易找到房间的出入口，实现对每个房间的完全清洁，清洁效率很高。

作为其中一种实施方式，在步骤 S1 之前，还包括如下步骤：步骤 S01：机器人判断机体侧边的沿边传感器是否检测到障碍物，如果是，则直接进入步骤 S02，如果否，则向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤 S02；步骤 S02：根据所述沿边传感器检测到的机体与障碍物之间的距离，控制机器人沿障碍物的边缘行走，并保持机体与障碍物之间的距离为第一预设距离；步骤 S03：判断当前沿边行走的路径是否小于第一预设长度，并且机器人转动的角度是否大于第一预设角度，如果是，则确定机器人不是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤 S04，如果否，则确定机器人是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤 S2；步骤 S04：机器人转动第二预设角度，并向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤 S02。由于机器人开始行走时，并不确定自己是否处于墙边或者靠墙物体的边缘，所以，需要先通过机体侧边的沿边传感器检测机体侧边是否有障碍物。如果没有，则表明机器人不靠近其它物体，机器人需要向前直行，寻找障碍物的边缘，当机器人向前行走直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，此时，机器人不能确定所碰撞到的是什么障碍物，机器人需要调整方向，使沿边传感器检测到该障碍物。然后根据所述沿边传感器检测到的机体与障碍物之间的距离，沿障碍物的边缘行走，行走过程中保持机体与障碍物之间的距离为第一预设距离（所述第一预设距离可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 1 厘米）。如果机器人一直沿障碍物的边缘行走的路径小于第一预设长度（所述第一预设长度可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 6 米），并且机器人转动的角度大于第一预设角度（所述第一预设角度可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 270°），则可以确定机器人不是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走。因为一般家庭中，孤立物体的体积一般不会太大，即不靠墙的物体占地面积不会太大，占地面积较大的一般只有餐桌或者茶几，这些障碍物的边缘长度都不会太长，所以，当机

器人沿障碍物的边缘行走的距离不超过 6 米，且陀螺仪检测到机器人已经转动了 270°，则表明机器人是在较小的范围内绕圈行走，所沿边的障碍物是孤立物体，不是墙边或者靠墙物体，如果机器人所沿的是墙边或者靠墙物体的边缘，需要行走很长的距离才能达到陀螺仪检测角度很大或者达到 360° 的值，比如机器人行走了 30 米后，陀螺仪检测到的角度变化为 360°，则可以认为机器人绕室内边界行走了一周。则机器人停止继续沿边，然后转动第二预设角度（所述第二预设角度可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 90°），并向前直行，寻找下一条障碍物的边，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物后，又调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，然后再重复上述沿障碍物的边缘行走，并判断这个障碍物是不是墙边或者靠墙物体的步骤。以此类推，直到机器人找到了墙边或者靠墙物体的边缘。

如果机器人一开始就检测到机体侧边有障碍物，则表明机器人此时在某一物体的边缘，但不一定是墙边或者靠墙物体的边缘，此时，就可以直接开始沿障碍物的边缘行走，并依照上述相同的方式，判断此障碍物是孤立物体，还是墙边或者靠墙物体。如果不是，则按第二预设角度调整方向，继续寻找并判断下一个障碍物的边缘是不是属于墙边或者靠墙物体的边缘，以此类推，直到机器人找到了墙边或者靠墙物体的边缘。

本实施例所述的控制方法，通过增加机器人寻找墙边或者靠墙物体的边缘的步骤，使机器人的初始位置无论处于什么位置，都可以顺利实现上一实施例所述的沿边行走清洁的目的，提高了机器人的适用范围，避免机器人一开始不是处于墙边或者靠墙物体边缘的情况下，盲目行走所带来的清洁效率低的问题。

作为其中一种实施方式，步骤 S2 所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤 S21：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第一预设条件。由于

机器人是以沿边行走的方式规划行走区域，所以，需要知道沿边行走至什么位置，才可以设置行走区域。因此，通过本实施例所述的判断步骤，可以使机器人有规划地进行沿边行走，从而实现高效的清洁目的。如图 2 所示，图中数字 1 至 7 标示的长直边是墙边，机器人沿墙边行走的沿边路径为直线路径，小圆形表示靠墙物体，机器人沿靠墙物体的边缘行走的沿边路径不是直线路径。机器人沿边行走时，沿边行走路径是位于墙边和靠墙物体所围成的区域内的，比如沿墙边 AB 行走时，沿边路径位于墙边 AB 的右侧，沿墙边 CD 行走时，沿边路径位于墙边 CD 的上侧。为了便于说明，本实施例和其它实施例也可以直接将图 2 中的 AB、BC 和 CD 等线路直接表示为沿边路径。虚线箭头指示机器人的整体行走方向。首先，机器人以开始沿边的起始位置点（A 点）为原点建立 XY 轴坐标系（图中未示出该坐标系，默认以图中的水平方向为 X 轴方向，图中的竖直方向为 Y 轴方向），然后一边行走一边检测行走距离和方向，当机器人行走到 B 点时，所行走的沿边路径 AB 在沿 Y 轴的方向达到了第三预设长度（所述第三预设长度可以根据具体的设计需求进行相应设置，本实施例设置为 4 米），此时，机器人判断沿边行走的沿边路径 AB 满足第一预设条件，可以基于该沿边路径 AB 设置一个行走区域 a。机器人覆盖清洁完行走区域 a 后，回到 B 点，再以 B 点为下一段沿边路径的起始位置点，继续沿边行走，由于行走到 C 点时，沿边路径 BC 在沿 X 轴方向的水平长度没有达到第二预设长度，在沿 Y 轴方向的竖直长度也没有达到第三预设长度，所以机器人继续沿边行走，当行走到 D 点时，沿边路径 BD 在沿 X 轴方向的水平长度达到了第二预设长度（所述第二预设长度可以根据具体的设计需求进行相应设置，本实施例设置为 5 米），同时，沿边路径 BD 在沿 Y 轴方向的竖直长度也达到了第三预设长度，所以，机器人判断沿边行走的沿边路径 BD 满足第一预设条件，可以基于该沿边路径 BD 设置一个行走区域 b。按所述相同的方式，机器人继续沿边行走并建立对应的行走区域。本实施例所述方法设置第二预设长度和第三预设长度这两种长度的目的是为了给后续设置行走区域提供参考依据，使所设置的行走区域达到合适的大小，有利于提升机器人的区域覆盖效果。

作为其中一种实施方式，步骤 S2 所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤 S21：以所述

沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度，如果任意一个判断结果为是，则进入步骤 S23，否则返回步骤 S21；步骤 S23：判断所述沿边路径是否包含沿直线方向延伸的定位边，如果是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件，否则，机器人继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走至所述沿边路径包含沿直线方向延伸的定位边，并确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件。本实施例所述的方法与上一个实施例的区别主要在于，增加了沿边路径中需要包含定位边的判断条件，该定位边是通过机器人一边沿边行走，一边基于陀螺仪检测的角度变化来确定的，当机器人检测到沿同一角度方向一直行走并超过一定距离（该距离可以设置为 1 米至 3 米中的任意一值），则表示机器人所沿的边是直边，当然，由于检测误差的原因，只要在一定误差范围内的角度，都可以认为是同一角度方向，比如陀螺仪检测到的角度变化在 38° 至 42° 之间的范围变化，就可以认为机器人是一直在沿 40° 的方向行走。通过增加该判断条件，有利于后续机器人在行走偏差比较大时，能及时返回该区域，沿所述定位边行走以进行偏差修正。如图 2 所示，行走区域 a 和 e 都包含有一条定位边，行走区域 b、c 和 d 都包含有两条定位边。当机器人从起始位置点（A 点）开始，行走覆盖完行走区域 a 和行走区域 b 后，会返回行走区域 a 所对应的定位边，然后沿该直边行走并修正此前所产生的行走偏差。修正完后，再回到 b 区域所对应的沿边中断点（D 点），继续进行下一条沿边路径的确定。除此之外，机器人也可以每行走覆盖完两个或者三个行走区域后，再返回上两条或者上三条定位边进行偏差修正，也可以返回最接近当前位置的定位边进行偏差修正。所以，本实施例所述的方法，通过沿边的路径长度结合直边特征来判断沿边路径是否满足第一预设条件，使得机器人的沿边路径规划清洁更准确，效率更高。

作为其中一种实施方式，步骤 S3 所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤 S311：确定当前位置点为沿边中断点；步骤 S312：确定所述沿边路径中沿 X 轴方向距离最远的两个

位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线；步骤 S313：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S314，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S315；.步骤 S314：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域；步骤 S315：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域。如图 2 所示，当机器人从 A 点沿边行走至 B 点时，判断机器人沿边行走的沿边路径满足了第一预设条件，则确定 B 点为沿边中断点，接着确定沿边路径 AB 中沿 X 轴方向（即图 2 的水平方向）距离最远的 A 点和 B 点为第一参考点，确定沿边路径 AB 中沿 Y 轴方向（即图 2 的竖直方向）距离最远的 A 点和 B 点为第二参考点，构建分别穿过 A 点和 B 点的两条参考竖直线和两条参考水平线。由于两条所述参考水平线之间的垂直距离等于所述第三预设长度（该第三预设长度和上一个实施例所述的第三预设长度相同，即直线 p1p4 的距离长度或者直线 p2p3 的距离长度），所以，确定两条所述参考水平线都为水平边界线（即直线 p1p2 和直线 p4p3）。又由于两条所述参考竖直线之间的垂直距离小于所述第二预设长度（该第二预设长度和上一个实施例所述的第二预设长度相同），所以，将位于所述沿边路径 AB 外侧（即图中 AB 线的左侧）的参考竖直线作为一条竖直边界线（即直线 p1p4），位于所述沿边路径 AB 内侧（即图中 AB 线

的右侧）且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度（即直线 p4p3 的距离长度）的竖直线作为另一条竖直边界线（即直线 p2p3），此时，由 p1p2p3p4 所标示的虚线框形成了一个矩形区域，并最终在这个矩形区域中，确定由沿边路径 AB 和位于所述沿边路径 AB 内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域（即由 Ap2p3B 所标示的区域）为行走区域（即 a 区）。

机器人在行走覆盖完 a 区后，回到 B 点，以 B 点为下一条沿边路径的起始位置点，继续进行沿边行走。当机器人从 B 点沿边行走至 D 点时，判断机器人沿边行走的沿边路径满足了第一预设条件，则确定 D 点为沿边中断点。同样的，确定沿边路径 BD 的 B 点和 D 点为第一参考点和第二参考点，基于 B 点和 D 点再构建参考水平线和参考竖直线，最后确定由沿边路径 BD 和位于所述沿边路径 BD 内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域（即由 Bp3DC 标示的区域）为行走区域（即 b 区）。依次类推，设置其它行走区域。

本实施例所述的方法，基于沿边路径的形状、参考水平线和参考竖直线来构建行走区域，使得各行走区域之间可以较好地实现无缝连接，避免重复清洁或者漏扫的问题，提高了机器人的清洁效率。

作为其中一种实施方式，步骤 S3 所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤 S321：确定当前位置点为沿边中断点；步骤 S322：确定所述沿边路径中沿 X 轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线；步骤 S323：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S324，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S325；步骤 S324：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界

线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤 S326；步骤 S325：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤 S326；步骤 S326：判断所述预行走区域与之前确定的行走区域之间的重叠面积是否大于所述预行走区域的面积的预设比例值，如果是，则进入步骤 S327，如果否，则确定所述预行走区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域，并进入步骤 S4；步骤 S327：取消当前确定的沿边中断点，并继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；步骤 S328：确定当前位置点作为沿边中断点；步骤 S329：确定当前沿边中断点到上一个沿边中断点之间的沿边路径中，沿 X 轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与 Y 轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿 Y 轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与 X 轴方向相同的参考水平线，判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤 S330，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤 S331；步骤 S330：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第五预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第五预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域；步骤 S331：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于

所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第四预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域。本实施例所述方法与上一个实施例的区别主要在于，增加了对规划区域重叠的判断以及出现重叠时的处理的步骤，如果重叠面积较大，则说明机器人当前构建的区域中需要覆盖清洁的面积较少，如果直接覆盖清洁这个小面积的区域，机器人的清洁效率就比较低，所以，需要对预先构建的区域进行扩展，使得机器人实际可以有效清洁的面积较大时，才进行清洁。如图 2 所示，当机器人覆盖清洁完区域 c 后，回到沿边中断点 E 点，又以 E 点作为下一沿边路径的起始位置点，继续进行沿边行走，行走至 G 点时，判断沿边路径满足第一预设条件，则以 G 点作为沿边中断点。基于沿边路径 EG 的第一参考点（E 点和 F 点）构建两条参考竖直线，第二参考点（E 点和 G 点）构建两条参考水平线。由于两条所述参考水平线之间的垂直距离等于所述第三预设长度（与上述实施例的第三预设长度相同），所以确定两条所述参考水平线都为水平边界线（即直线 p7p8，直线 p9p10）。又由于两条参考竖直线之间的垂直距离不等于第二预设长度（与上述实施例的第二预设长度相同），所以，以位于所述沿边路径 EG 外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线（即直线 p8p9），位于所述沿边路径 EG 内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线（即直线 p7p10）。其中，所述直线 p7p8 和直线 p9p10 的长度都为第三预设长度，优选为 5 米，所述直线 p8p9 和直线 p7p10 的长度都为第二预设长度，优选为 4 米。然后，确定由沿边路径 EG 和位于所述沿边路径 EG 内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域（即 p7EFGp10 所标示的区域 d1）。从图中可以看出，该区域 d1 与区域 c 的重叠面积很大，已经大于区域 d1 面积的 50%（即预设比例值，该比例值可以根据具体的设计需求进行相应设置，也可以设置为 60%、65%或者 70%等），如果机器人直接对区域 d1 进行覆盖清洁，所做的大都是重复清洁工作，工作效率较低。所以，需要对区域 d1 进行扩展，先取消当前确定的沿边中断点（即 G 点不再是沿边中断点），然后机器人继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，到达 H 点。此时，机器人沿墙边或者靠墙物体的

边缘行走的沿边路径 EH 沿 Y 轴方向的竖直长度等于第五预设长度，即机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径 EH 满足第二预设条件，所以，机器人确定 H 点为沿边中断点，基于沿边路径 EH 的第一参考点（E 点和 F 点）构建两条参考竖直线，第二参考点（E 点和 H 点）构建两条参考水平线。由于两条所述参考水平线之间的垂直距离等于所述第五预设长度（该第五预设长度可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 6 米），所以确定两条所述参考水平线都为水平边界线（即直线 p6p8，直线 p11p12）。又由于两条参考竖直线之间的垂直距离不等于第四预设长度（该第四预设长度可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 8 米），所以，以位于所述沿边路径 EH 外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线（即直线 p8p11），位于所述沿边路径 EH 内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第四预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线（即直线 p6p12）。最后，确定由沿边路径 EH 和位于所述沿边路径 EH 内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域（即 EFHp12p6 所标示的区域）减去重叠面积区域（即 EFHp12p6 所标示的区域与区域 c 相交的区域）后剩余的区域为行走区域（即区域 d）。本实施例所述的扩展清洁区域的方法，可以有效提高机器人的清洁效率。

作为其中一种实施方式，步骤 S327 中所述的至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件，包括如下步骤：步骤 S3271：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立 XY 轴坐标系；步骤 S3272：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 X 轴方向的水平长度是否等于第四预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿 Y 轴方向的竖直长度是否等于第五预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第二预设条件。同样的，由于机器人是以沿边行走的方式规划行走区域，所以，需要知道继续沿边行走至什么位置，才可以设置需要扩展的行走区域。因此，通过本实施例所述的判断步骤，可以使机器人有规划地进行沿边行走，从而实现高效的清洁目的。如图 2 所示，首先，机器人以开始沿边的起始位置点（E 点）为原点建立 XY 轴坐标系（图中未示出该坐标系，默认以图中的水平方向为 X 轴方向，图中的竖直方向

为 Y 轴方向），然后机器人从 G 点继续行走，一边行走一边检测行走距离和方向，当机器人行走到 H 点时，所行走的沿边路径 EH 在沿 Y 轴的方向达到了第五预设长度（所述第五预设长度与上一实施例相同），此时，机器人判断沿边行走的沿边路径 EH 满足第二预设条件，可以基于该沿边路径 EH 规划行走区域。本实施例所述方法设置第四预设长度和第五预设长度这两种长度的目的是为了给后续规划设置行走区域提供参考依据，使所设置的行走区域达到合适的大小，有利于提升机器人的区域覆盖效果。

作为其中一种实施方式，如图 2 所示，机器人覆盖清洁完行走区域 d 后，回到 H 点，然后以 H 点作为初始位置点，继续沿边行走。刚开始行走的一段都是沿靠墙物体的边缘，此时，即使沿边路径沿 X 轴方向的长度达到第二预设长度或者沿 Y 轴方向的长度达到第三预设长度，机器人也不会中断沿边并构建行走区域。机器人会一直行走至墙边 7，并沿墙边 7 的直线路径行走至 A 点，此时，机器人从 H 点到 A 点之间沿边路径已经包含了定位边，所以，机器人才开始基于沿边路径 HA 构建行走区域，构建行走区域的方式与上述实施例相似，在此不再赘述，其区别仅在于第二预设长度和第三预设长度的具体参数与上述实施例不同。本实施例所述的方法，机器人构建行走区域所依据的沿边路径必须包含有定位边，从而使得设置的行走区域更具有规划性，同时每个行走区域都具有可以进行定位修正的定位边，使得机器人能及时地进行行走误差修正，保证机器人行走的准确性。机器人清洁完行走区域 e 后，回到沿边中断点 A 点。然后检测到继续沿边行走的沿边路径是已经行走过的沿边路径，所以，机器人终止继续沿边。

作为其中一种实施方式，所述沿边路径内侧是指沿边路径的远离墙边或者靠墙物体的一侧。所述沿边路径外侧是指沿边路径的靠近墙边或者靠墙物体的一侧。如图 2 所示，如果数字 1 至 7 所标示的长直边作为墙边，圆形小球作为靠墙物体，由墙边和靠墙物体所围成的区域即为机器人需要进行清洁的全局区域。此时，机器人是在该全局区域内进行沿边，沿边路径内侧为沿边路径中靠近全局区域中心的一侧，沿边路径外侧为沿边路径中远离全局区域中心的另一侧。比如，图 2 中，机器人沿着墙边 AB 行走时，沿边路径是在墙边 AB 的右侧，则沿边路径的远离墙边的一侧即为沿边路径的右侧，沿边路径的靠近墙边或者

靠墙物体的一侧即为沿边路径的左侧。比如机器人沿着墙边 CD 行走时，沿边路径是在墙边 CD 的上侧，则沿边路径的远离墙边的一侧即为沿边路径的上侧，沿边路径的靠近墙边或者靠墙物体的一侧即为沿边路径的下侧。本实施例通过对沿边路径的内侧和外侧进行区分，使得机器人所构建的行走区域更准确，机器人的清洁动作则相应地具有更强的针对性。

作为其中一种实施方式，在所述步骤 S1 之后，步骤 S2 之前，还包括如下步骤：步骤 S11：根据机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的位姿，确定机器人连续沿同一方向范围行走的距离大于第三预设距离的行走路径为直线路径；步骤 S12：记录垂直于所述直线路径且指向所述直线路径内侧方向的方向为标定方向；步骤 S13：将记录有位姿信息和标定方向的直线路径确定为定位边。由于机器人在行走过程中，会受到驱动轮打滑、陀螺仪漂移等因素的影响而产生行走误差，机器人所记录的位置数据与实际的位置情况会存在偏差，并且这些偏差会随机器人的行走距离的增大而增大。所以，机器人需要在行走一定距离或者一定时间后，需要进行行走误差的修正。如图 2 所示，机器人从 A 点开始沿墙边行走，一边行走一边检测和记录机器人的位姿（即坐标位置和坐标方向）。由于机器人沿 AN 方向一直是沿直线行走，所以检测到的行走方向保持不变，始终在同一方向范围内（在一定的偏差范围内角度变化均可认为是保持不变，本实施例中，在±3° 的范围内变化的角度，都认为是在同一方向范围内），并且一直行走到 N 点的位置时，机器人行走的距离已经超过第三预设距离（所述第三预设距离可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，可以设置为 2 米至 4 米中的任意一值，本实施例设置为 3 米），所以，机器人记录垂直于直线路径 AN 且指向所述直线路径 AN 内侧方向的方向为标定方向（即 w 方向，通过该方向可以知道沿边路径是位于墙体的哪一侧），将直线路径 AN 确定为一条定位边，该定位边对应的信息有位姿信息（坐标位置和坐标方向）和标定方向（w 方向）。本实施例通过设置定位边，使机器人可以通过定位边所对应的位姿信息和标定方向进行行走误差的修正，从而提高机器人的行走精度，保证清洁效果。

作为其中一种实施方式，步骤 S4 中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤 S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤 S42，否

则进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤 S42：搜索最早确定的所述定位边中的一个参考位置点；步骤 S43：向所述参考位置点行走；步骤 S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤 S45，如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤 S43；步骤 S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果是，则把机器人的位姿修正为所述定位边所对应的位姿，然后进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤 S43。由于机器人在行走过程中，行走误差是随着行走距离或者行走时间的增大而不断慢慢累积的，如果时时进行误差修正，则机器人的行走效率会非常低，所以，机器人需要在行走了一定距离或者时间后，才进行一次误差修正，这样可以在保证行走效率的同时，修正行走误差以满足行走精度的要求。本实施例所述的方法中，是在完成了行走区域的覆盖，回到该区域对应的沿边中断点之后，再判断是否进行修正，这样可以提高机器人清洁的规划性，避免机器人在区域清洁的过程中跑去进行误差修正的情况。当机器人回到沿边中断点，并判断满足进行定位修正的条件时，就搜索可以进行定位修正的定位边。其中，定位修正的条件可以根据具体的设计需求进行相应设置，比如覆盖清洁完两个行走区域后，或者超过设定的清洁时间（比如 10 分钟）后等。所搜索的定位边可以是相邻的定位边，或者前几段定位边，本实施例搜索的是最早确定的定位边，即机器人最开始进行沿边行走时所确定的第一条定位边，因为这条定位边对应的定位信息最准确，所以，基于最早确定的定位边进行定位修正，修正结果更准确。机器人是基于位置点进行栅格地图形式的导航行走，所以，机器人要去到所述定位边，需要确定该定位边中的一个参考位置点，然后从当前位置点导航行走至所述参考位置点。该参考位置点可以是该定位边中的任意位置点，优选的，取该定位边的起始位置点或者中间位置点。由于机器人当前已经存在行走误差，按照所记录的地图进行导航，不能准确地到达该参考位置点，也许按地图导航还没到达该参考位置点，就已经碰撞检测到了该定位边，也许按地图导航已经到达该参考位置点了，还没有碰撞检测到任何障碍物。所以，如果机器人在所

述参考位置点的预设范围内没有检测到障碍物，则表明误差范围太大，需要重新寻找另外一条定位边，优选为相邻的定位边。然后再导航行走去该新搜索的定位边。所述参考位置点的预设范围也是可以根据设计需求进行相应设置的，优选的，设置为以参考位置点为圆心，半径为 0.5 米的圆形范围。如果检测到了障碍物，则表明该障碍物可能是所要寻找的定位边，需要进一步判断是否是正确的定位边。机器人按沿边方向沿所检测到的障碍物的边缘行走，并基于陀螺仪和里程计检测到的数据，分析当前沿边行走的角度方向是否在所记录的定位边的角度方向的误差范围内，比如，所记录的定位边的角度方向为 45°，如果当前检测到的角度方向在 35° 至 55° 这个范围内，则认为在误差范围内。当然所述误差范围是可以根据具体的设计需求进行设置的，比如设置为±5°、±8° 或者±12° 等。如果当前沿边行走的角度方向在所记录的定位边的角度方向的误差范围内，则可以确定该障碍物的边即为所记录的定位边。此时，把机器人的位姿修正为所述定位边所对应的位姿，比如机器人检测到位于定位边两端的位姿信息为（X21，Y21，X22，Y22，θ 2），而所记录的定位边两端的位姿信息为（X11，Y11，X12，Y12，θ 1），则误差位姿信息为（X21-X11，Y21-Y11，X22-X12，Y22-Y12，θ 2-θ 1），将机器人当前的位姿信息（包括所记录的地图数据信息）减去误差位姿信息即得到修正后的位姿信息。误差修正完毕后，回到原来的沿边中断点，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤。如果当前沿边行走的角度方向不在所记录的定位边的角度方向的误差范围内，则表明当前检测到的障碍物的边不是想要寻找的定位边，所以，需要重新寻找另外一条定位边，优选为相邻的另一条定位边，然后再导航行走去该新搜索的定位边的参考位置点，按上述方式继续进行定位边的确定和误差修正。通过本实施例所述的方法，可以有效准确地寻找并确定定位边，从而为误差修正提供准确的参考数据。

作为其中一种实施方式，步骤 S4 中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤 S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤 S42，否则进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤 S42：搜索具有交点的两条所述定位边，确定所述交点为参考位置点；

步骤 S43：向所述参考位置点行走；步骤 S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤 S45，如果否，则重新确定另外两条所述定位边的交点为参考位置点，并回到步骤 S43；步骤 S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果是，则返回沿边中断点，并进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤，如果否，则把机器人行走至交点时的位姿修正为所述参考位置点所对应的位姿，然后进入步骤 S4 中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤。本实施例所述的方法与上一实施例所述的方法类似，具体实现步骤就不再赘述，其区别在于：本实施例是将两条定位边的交点确定为参考位置点，上一实施例是将一条定位边中的任意一点作为参考位置点。本实施例通过采用两条定位边的交点作为参考位置点，定位效果更显著，误差修正结果更准确。

作为其中一种实施方式，步骤 S41 中所述的判断机器人是否满足进行定位修正的条件，包括如下步骤：步骤 S411：判断机器人沿边行走的时间是否达到预设时间，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则进入步骤 S412；步骤 S412：判断机器人沿边行走的路径是否达到第六预设长度，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则确定机器人不满足进行定位修正的条件。本实施例所述的方法，通过沿边行走时间结合沿边行走路径长度来判断是否需要进行误差修正，可以更准确地确定机器人累积的行走误差是否达到了需要进行修正的程度。当机器人沿边行走的时间达到预设时间，则可以直接确定机器人满足进行定位修正的条件，因为达到预设时间表明机器人已经行走了很久，累积的行走误差已经比较大了，可以进行误差修正。所述预设时间可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的，设置为 10 分钟至 20 分钟的范围内，本实施例可以设置为 15 分钟。如果机器人沿边行走的时间没有达到预设时间，但是，沿边行走的路径已经达到了第六预设长度，也可以表明机器人行走的路程比较长，累积的行走误差也比较大了，可以进行误差修正。此种情况适用于机器人沿边过程比较顺畅或者沿边时打滑比较少的情形，在这种情况下，机器人只要较少的时间，就可以沿边行走很长的距离。所述第六预设长度也可以根据具体的设计需求进行相应设置，优选的设置为 10 米至 20 米

的范围内，本实施例设置为 15 米。

如上所述的这些实施例中，所述水平方向、水平线、竖直方向和竖直线都是基于附图所示的二维平面结构来说的，比如，从图 2 来看，直线 p1p2 即为水平线，其延伸方向即为水平方向；直线 p2p3 即为竖直线，其延伸方向即为竖直方向。所述沿边方向也是预先设置好的，可以设置为顺时针沿边方向，也可以设置为逆时针沿边方向，设置好后，机器人无论是在沿孤立物体的边缘，还是沿墙边或者靠墙物体的边缘，都是统一按所设置的顺时针或者逆时针方向行走。由于机器人在移动时，是一边行走一边清洁，所以，上述这些实施例描述机器人在某路径或区域行走，即表示机器人沿该路径进行行走清洁；描述机器人行走覆盖某区域时，机器人清洁了该区域。此外，机器人还可以对同一个位置点定义不同属性，这些属性是相互共存的，比如定义 A 点为第一条沿边路径的起始位置点，同时 A 点也可以定义为最后一条沿边路径的沿边中断点。

显然，上述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例，各个实施例之间的技术方案可以相互结合。此外，如果实施例中出现“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等术语，其指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。如果实施例中出现“第一”、“第二”、“第三”等术语，是为了便于相关特征的区分，不能理解为指示或暗示其相对重要性、次序的先后或者技术特征的数量。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。这些程序可以存储于计算机可读取存储

介质（比如 ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质）中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改， 或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

# 权利要求书

[权利要求 1] 一种自主移动机器人沿边行走的控制方法，其特征在于，包括如下步骤：步骤S1：机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走；步骤S2：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，如果是，则进入步骤S3，如果否，则返回步骤S1；步骤S3：以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域；步骤S4：机器人以预设行走方式覆盖所述行走区域后，回到所述沿边中断点，并判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径，如果否，则返回步骤S1，如果是，则进入步骤S5；步骤S5：结束沿边行走。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤S1之前，还包括如下步骤：步骤S01：机器人判断机体侧边的沿边传感器是否检测到障碍物，如果是，则直接进入步骤S02，如果否，则向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤S02；步骤S02：根据所述沿边传感器检测到的机体与障碍物之间的距离，控制机器人沿障碍物的边缘行走，并保持机体与障碍物之间的距离为第一预设距离；步骤S03：判断当前沿边行走的路径是否小于第一预设长度，并且机器人转动的角度是否大于第一预设角度，如果是，则确定机器人不是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤S04，如果否，则确定机器人是沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，并进入步骤S2；步骤S04：机器人转动第二预设角度，并向前直行，直到机体前端的障碍传感器检测到障碍物，然后调整方向，使所述沿边传感器检测到所述障碍物，再进入步骤S02。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，步骤S2所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤S21：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立XY轴坐标系；步骤S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走

的沿边路径沿X轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿Y轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第一预设条件。

[权利要求 4] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，步骤S2所述的判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件，包括如下步骤：步骤S21：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立XY轴坐标系；步骤S22：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿X轴方向的水平长度是否等于第二预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿Y轴方向的竖直长度是否等于第三预设长度，如果任意一个判断结果为是，则进入步骤S23，否则返回步骤S21；步骤S23：判断所述沿边路径是否包含沿直线方向延伸的定位边，如果是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件，否则，机器人继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走至所述沿边路径包含沿直线方向延伸的定位边，并确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第一预设条件。

[权利要求 5] 根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，步骤S3所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤S311：确定当前位置点为沿边中断点；步骤S312：确定所述沿边路径中沿X轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与Y轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿Y轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与X轴方向相同的参考水平线；步骤S313：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤S314，否则

，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤S315；步骤S314：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域；步骤S315：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为行走区域。

[权利要求 6] 根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，步骤S3所述的以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域，包括如下步骤：步骤S321：确定当前位置点为沿边中断点；步骤S322：确定所述沿边路径中沿X轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与Y轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿Y轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与X轴方向相同的参考水平线；步骤S323：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤S324，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤S325；步骤S324：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第三预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于

所述沿边路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第三预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤S326；步骤S325：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第二预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第二预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的竖直边界线和水平边界线所围成的区域为预行走区域，并进入步骤S326；步骤S326：判断所述预行走区域与之前确定的行走区域之间的重叠面积是否大于所述预行走区域的面积的预设比例值，如果是，则进入步骤S327，如果否，则确定所述预行走区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域，并进入步骤S4；步骤S327：取消当前确定的沿边中断点，并继续沿墙边或者靠墙物体的边缘行走，至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；步骤S328：确定当前位置点作为沿边中断点；步骤S329：确定当前沿边中断点到上一个沿边中断点之间的沿边路径中，沿X轴方向距离最远的两个位置点为第一参考点，构建穿过所述第一参考点且与Y轴方向相同的参考竖直线；确定所述沿边路径中沿Y轴方向距离最远的两个位置点为第二参考点，构建穿过所述第二参考点且与X轴方向相同的参考水平线，判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定所述参考竖直线为竖直边界线，并进入步骤S330，否则，确定所述参考水平线为水平边界线，并进入步骤S331；步骤S330：判断两条所述参考水平线之间的垂直距离是否等于所述第五预设长度，如果是，则确定两条所述参考水平线都为水平边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考水平线作为一条水平边界线，位于所述沿边

路径内侧且平行于所述参考水平线，并与所述沿边路径外侧的参考水平线的垂直距离等于第五预设长度的水平线作为另一条水平边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域；步骤S331：判断两条所述参考竖直线之间的垂直距离是否等于所述第四预设长度，如果是，则确定两条所述参考竖直线都为竖直边界线，如果否，则以位于所述沿边路径外侧的参考竖直线作为一条竖直边界线，位于所述沿边路径内侧且平行于所述参考竖直线，并与所述沿边路径外侧的参考竖直线的垂直距离等于第四预设长度的竖直线作为另一条竖直边界线，确定由沿边路径和位于所述沿边路径内侧的所述竖直边界线和所述水平边界线所围成的区域减去重叠面积区域后剩余的区域为行走区域。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，步骤S327中所述的至沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件，包括如下步骤：步骤S3271：以所述沿边路径的起始位置点为原点建立XY轴坐标系；步骤S3272：判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿X轴方向的水平长度是否等于第四预设长度，或者判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径沿Y轴方向的竖直长度是否等于第五预设长度；如果任意一个判断结果为是，则确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径满足第二预设条件；否则，确定机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径不满足第二预设条件。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述步骤S1之后，步骤S2之前，还包括如下步骤：步骤S11：根据机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的位姿，确定机器人连续沿同一方向范围行走的距离大于第三预设距离的行走路径为直线路径；步骤S12：记录垂直于所述直线路径且指向所述直线路径内侧方向的方向为标定方向；步骤S13：将记录有位姿信息和标定方向的直线路径确定为定位边。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，步骤S4中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤S42，否则进入步骤S4中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤S42：搜索最早确定的所述定位边中的一个参考位置点；步骤S43：向所述参考位置点行走；步骤S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤S45，如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤S43；步骤S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果是，则把机器人的位姿修正为所述定位边所对应的位姿，然后进入步骤S4中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；如果否，则重新确定相邻的另一条定位边中的参考位置点，并回到步骤S43。

[权利要求 10] 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，步骤S4中所述的回到所述沿边中断点之后，判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径之前，还包括如下步骤：步骤S41：判断机器人是否满足进行定位修正的条件，如果是，则进入步骤S42，否则进入步骤S4中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤；步骤S42：搜索具有交点的两条所述定位边，确定所述交点为参考位置点；步骤S43：向所述参考位置点行走；步骤S44：在所述参考位置点的预设范围内是否检测到障碍物，如果是，则按沿边方向沿障碍物的边缘行走，并进入步骤S45，如果否，则重新确定另外两条所述定位边的交点为参考位置点，并回到步骤S43；步骤S45：判断沿障碍物的边缘行走的角度方向是否在所述定位边的角度方向的误差范围内，如果是，则返回沿边中断点，并进入步骤S4中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤，如果否，则把机器人行走至交点时的位姿修正为所述参考位置点所对应的位姿，然后进入步骤S4

中所述的判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径的步骤。

[权利要求 11] 根据权利要求9或10所述的方法，其特征在于，步骤S41中所述的判断机器人是否满足进行定位修正的条件，包括如下步骤：步骤S411：判断机器人沿边行走的时间是否达到预设时间，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则进入步骤S412；步骤S412：判断机器人沿边行走的路径是否达到第六预设长度，如果是，则确定机器人满足进行定位修正的条件，如果否，则确定机器人不满足进行定位修正的条件。

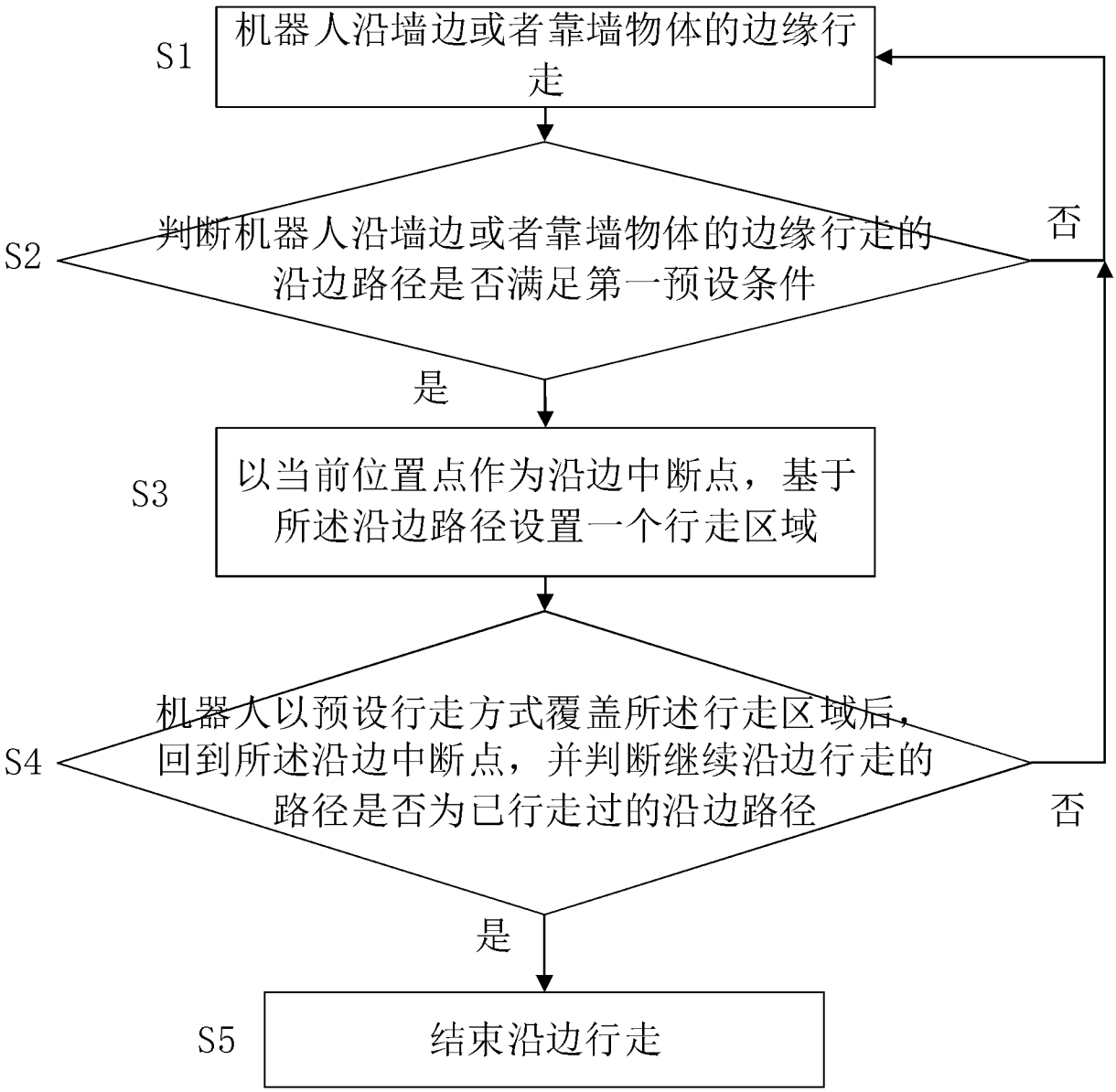

S1
机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走
S2
判断机器人沿墙边或者靠墙物体的边缘行走的沿边路径是否满足第一预设条件
否
是
S3
以当前位置点作为沿边中断点，基于所述沿边路径设置一个行走区域
S4
机器人以预设行走方式覆盖所述行走区域后，回到所述沿边中断点，并判断继续沿边行走的路径是否为已行走过的沿边路径
否
是
S5
结束沿边行走

图 1

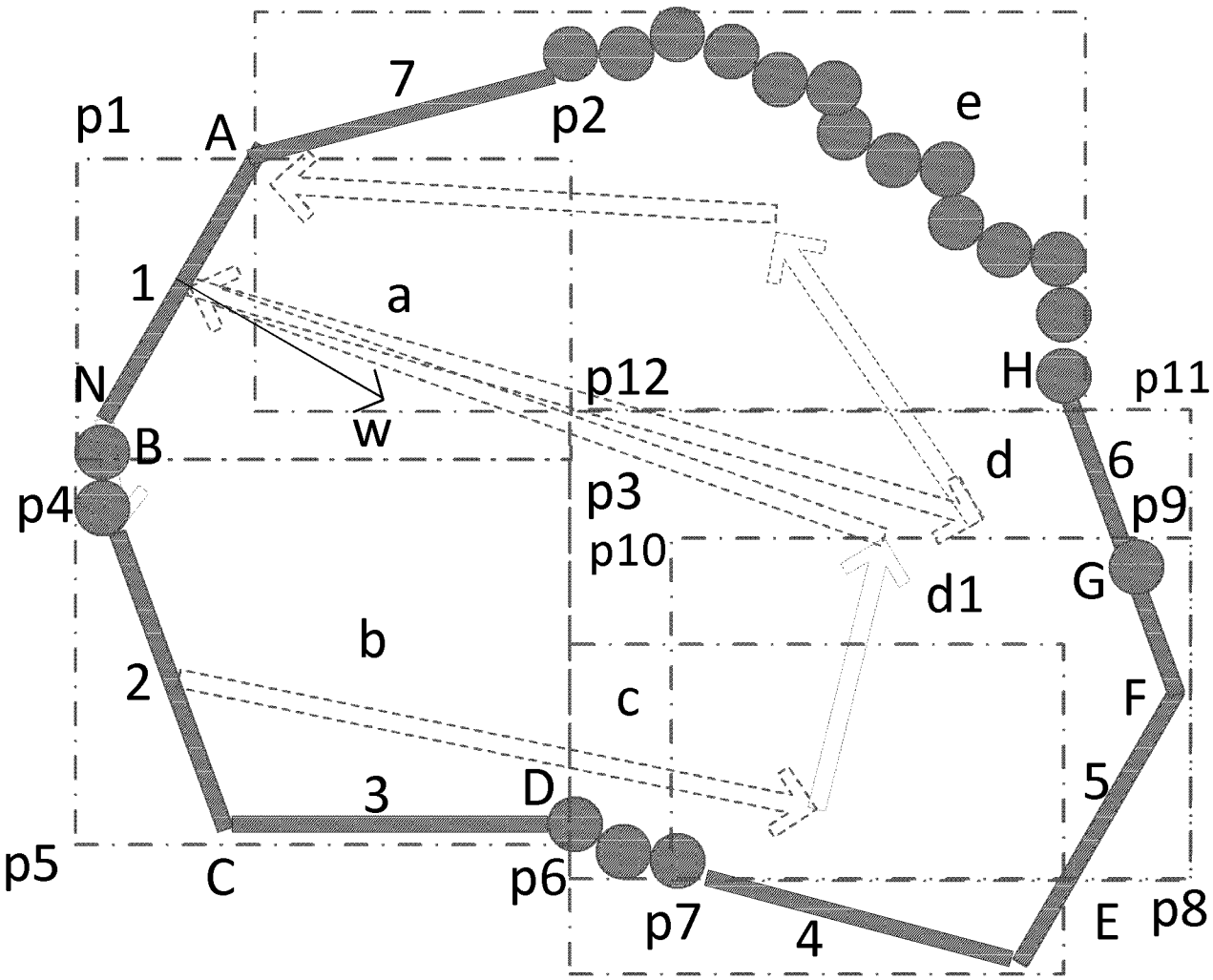

p1
A
7
p2
e
1
a
N
p12
H
p11
B
w
d
6
p4
p3
p9
p10
G
d1
b
2
c
F
5
3
D
p5
C
p6
p7
4
E
p8

图 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/CN2018/120181**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/02(2006.01)i; A47L 11/28(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)

G05D; A47L; G01C; B25J

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: 边缘 or 边沿 or 沿边 or 溜边 or 墙边 or 墙根 or 边界 or 靠墙 or 靠边, 机器人, 清洁 or 清扫 or 扫地 or 打扫, 重复 or 重叠 or 交叠 or 覆盖, 填充 or 填补, 效率, 遍历, 路径 or 路线, 区域 or 区块 or 板块 or 分区, clean+, robot+, edge? or wall? or border? or boundar???, along or towards, route? or path?? or way?, area? or block? or region? or sector

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| PX | CN 108196555 A (ZHUHAI AMICRO SEMICONDUCTOR CO., LTD.) 22 June 2018 (2018-06-22)<br>claims 1-11, and description, paragraphs [0018]-[0037] | 1-11 |
| A | CN 103099586 A (JIAN, YI) 15 May 2013 (2013-05-15)<br>description, paragraphs [0020]-[0038], and figures 1 and 4-6 | 1-11 |
| A | CN 101778588 A (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) 14 July 2010 (2010-07-14)<br>entire document | 1-11 |
| A | CN 104757909 A (SHENZHEN SILVER STAR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 July 2015 (2015-07-08)<br>entire document | 1-11 |
| A | CN 106239528 A (NINGBO EROBOT INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 December 2016 (2016-12-21)<br>entire document | 1-11 |
| A | CN 106840168 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 13 June 2017 (2017-06-13)<br>entire document | 1-11 |

☑ 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

"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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **07 March 2019** | **08 April 2019** |

| Name and mailing address of the ISA/CN | Authorized officer |
|---|---|
| **State Intellectual Property Office of the P. R, China**<br>**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing**<br>**100088**<br>**China** | |
| Facsimile No. **(86-10)62019451** | Telephone No. |

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2005211366 A (FUNAI ELECTRIC CO. LTD.) 11 August 2005 (2005-08-11)<br>entire document | 1-11 |
| A | JP 2017091246 A (SODA NOKI SEKKEI JIMUSHO KK ET AL.) 25 May 2017 (2017-05-25)<br>entire document | 1-11 |
| A | JP 10105233 A (MINOLTA CO., LTD.) 24 April 1998 (1998-04-24)<br>entire document | 1-11 |

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

International application No.
**PCT/CN2018/120181**

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CN | 108196555 | A | 22 June 2018 | None | | | |
| CN | 103099586 | A | 15 May 2013 | TW | 201434546 | A | 16 September 2014 |
| | | | | WO | 2014135008 | A1 | 12 September 2014 |
| | | | | CN | 103099586 | B | 02 March 2016 |
| CN | 101778588 | A | 14 July 2010 | WO | 2009022851 | A1 | 19 February 2009 |
| | | | | EP | 2178429 | A1 | 28 April 2010 |
| | | | | US | 2011226282 | A1 | 22 September 2011 |
| | | | | CN | 101778588 | B | 29 February 2012 |
| | | | | KR | 20090017191 | A | 18 February 2009 |
| | | | | KR | 100919698 | B1 | 29 September 2009 |
| CN | 104757909 | A | 08 July 2015 | None | | | |
| CN | 106239528 | A | 21 December 2016 | None | | | |
| CN | 106840168 | A | 13 June 2017 | None | | | |
| JP | 2005211366 | A | 11 August 2005 | JP | 3841220 | B2 | 01 November 2006 |
| | | | | US | 2005171644 | A1 | 04 August 2005 |
| JP | 2017091246 | A | 25 May 2017 | None | | | |
| JP | 10105233 | A | 24 April 1998 | JP | 3498495 | B2 | 16 February 2004 |
| | | | | US | 6142252 | A | 07 November 2000 |

# 国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2018/120181

A. 主题的分类

G05D 1/02(2006.01)i; A47L 11/28(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)

G05D; A47L; G01C; B25J

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）)

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC: 边缘 or 边沿 or 沿边 or 溜边 or 墙边 or 墙根 or 边界 or 靠墙 or 靠边, 机器人, 清洁 or 清扫 or 扫地 or 打扫, 重复 or 重叠 or 交叠 or 覆盖, 填充 or 填补, 效率, 遍历, 路径 or 路线, 区域 or 区块 or 板块 or 分区, clean+, robot+, edge? or wall? or border? or boundar???, along or towards, route? or path?? or way?, area? or block? or region? or sector

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 |
|---|---|---|
| PX | CN 108196555 A (珠海市一微半导体有限公司) 2018年 6月 22日 (2018-06-22)<br>权利要求1-11、说明书第[0018]-[0037] | 1-11 |
| A | CN 103099586 A (简毅) 2013年 5月 15日 (2013-05-15)<br>说明书第[0020]-[0038]段、图1，4-6 | 1-11 |
| A | CN 101778588 A (浦项工科大学校产学协力团) 2010年 7月 14日 (2010-07-14)<br>全文 | 1-11 |
| A | CN 104757909 A (深圳市银星智能科技股份有限公司) 2015年 7月 8日 (2015-07-08)<br>全文 | 1-11 |
| A | CN 106239528 A (宁波菜鸟智能科技有限公司) 2016年 12月 21日 (2016-12-21)<br>全文 | 1-11 |
| A | CN 106840168 A (苏州大学) 2017年 6月 13日 (2017-06-13)<br>全文 | 1-11 |
| A | JP 2005211366 A (船井电机株式会社) 2005年 8月 11日 (2005-08-11)<br>全文 | 1-11 |

☑ 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

"&" 同族专利的文件

| 国际检索实际完成的日期 | 国际检索报告邮寄日期 |
|---|---|
| 2019年 3月 7日 | 2019年 4月 8日 |

| ISA/CN的名称和邮寄地址 | 受权官员 |
|---|---|
| 中国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 | 李思思 |
| 传真号 (86-10)62019451 | 电话号码 86-(10)-53962608 |

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

# 国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/120181

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 | JP 2017091246 A (有限会社兽田农机设计事务所 等) 2017年 5月 25日 (2017 - 05 - 25)<br>全文 | 1-11 |
| A | JP 10105233 A (MINOLTA CO., LTD.) 1998年 4月 24日 (1998 - 04 - 24)<br>全文 | 1-11 |

# 国际检索报告
## 关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/120181

| 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 | 108196555 | A | 2018年 6月 22日 | 无 | | | |
| CN | 103099586 | A | 2013年 5月 15日 | TW | 201434546 | A | 2014年 9月 16日 |
| | | | | WO | 2014135008 | A1 | 2014年 9月 12日 |
| | | | | CN | 103099586 | B | 2016年 3月 2日 |
| CN | 101778588 | A | 2010年 7月 14日 | WO | 2009022851 | A1 | 2009年 2月 19日 |
| | | | | EP | 2178429 | A1 | 2010年 4月 28日 |
| | | | | US | 2011226282 | A1 | 2011年 9月 22日 |
| | | | | CN | 101778588 | B | 2012年 2月 29日 |
| | | | | KR | 20090017191 | A | 2009年 2月 18日 |
| | | | | KR | 100919698 | B1 | 2009年 9月 29日 |
| CN | 104757909 | A | 2015年 7月 8日 | 无 | | | |
| CN | 106239528 | A | 2016年 12月 21日 | 无 | | | |
| CN | 106840168 | A | 2017年 6月 13日 | 无 | | | |
| JP | 2005211366 | A | 2005年 8月 11日 | JP | 3841220 | B2 | 2006年 11月 1日 |
| | | | | US | 2005171644 | A1 | 2005年 8月 4日 |
| JP | 2017091246 | A | 2017年 5月 25日 | 无 | | | |
| JP | 10105233 | A | 1998年 4月 24日 | JP | 3498495 | B2 | 2004年 2月 16日 |
| | | | | US | 6142252 | A | 2000年 11月 7日 |