

(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
2017 年 11 月 23 日 (23.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/198222 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/02 (2006.01)

[CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/085137

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 19 日 (19.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201610340259.X	2016年5月19日 (19.05.2016)	CN
201610388090.5	2016年6月3日 (03.06.2016)	CN
201610403543.7	2016年6月8日 (08.06.2016)	CN
201610668448.X	2016年8月15日 (15.08.2016)	CN

(71) 申请人: 苏州宝时得电动工具有限公司 (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD)

(72) 发明人: 杜江 (DU, Jiang); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。焦石平 (JIAO, Shiping); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。冉沅忠 (RAN, Yuanzhong); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。唐修睿 (TANG, Xiurui); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。兰彬财 (LAN, Bincai); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。廖亮亮 (LIAO, Liangliang); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。范碧峰 (FAN, Bifeng); 中国江苏省苏州市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。周潇迪 (ZHOU, Xiaodi); 中国江苏省苏州

(54) Title: AUTOMATIC WORK SYSTEM, SELF-MOVING DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 自动工作系统, 自移动设备及其控制方法

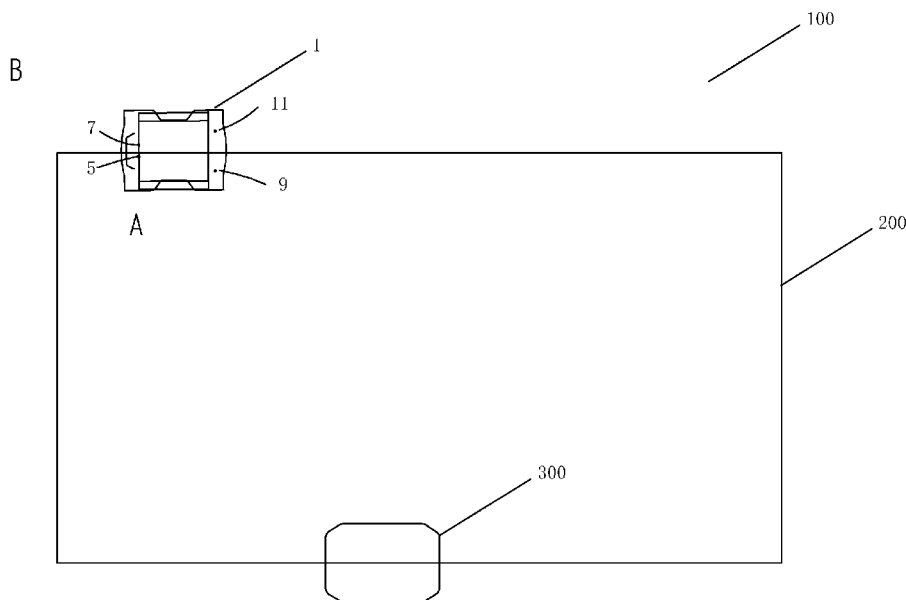


图1

(57) Abstract: A self-moving device (1) comprising: a housing (2), said housing (2) comprising a longitudinal axis (X), the directions of the two ends of said longitudinal axis (X) defining a first extension direction (D1) and a second extension direction (D2), the directions being opposite one another; a movement module, comprising tracks (3); a control module, said control module controlling the movement module to drive forward motion of the self-moving device (1) and controlling the self-moving device to execute work (1), such that the direction of the velocity component of the self-moving device (1) along the longitudinal axis (X) is consistent with the first extension



WO 2017/198222 A1

市工业园区东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。
高萍(GAO, Ping); 中国江苏省苏州市工业园区
东旺路18号, Jiangsu 215123 (CN)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(74) 代理人: 上海翼胜专利商标事务所(普通合伙)(SHANGHAI ESSEN PATENT & TRADEMARK AGENCY); 中国上海市普陀区中山北路1958号2718室, Shanghai 200063 (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, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 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))

direction (D1) of the longitudinal axis (X); or, the control module controlling the movement module to drive backward motion of the self-moving device (1) and controlling the self-moving device to execute work (1), such that the direction of the velocity component of the self-moving device (1) along the longitudinal axis (X) is consistent with the second extension direction (D2) of the longitudinal axis (X); The control module controls the movement module driving the self-moving device (1) to switch between forward motion and backward motion; forward movement of the self-moving device (1) creates a forward path, and backward movement thereof creates a backward path; the control module controls the movement module to drive the self-moving device (1) to turn, making the forward path and backward path at least partially non-overlapping.

(57) 摘要: 一种自移动设备(1), 包括: 壳体(2), 壳体(2)包括纵轴线(X), 纵轴线(X)的两端方向定义出相反的第一延伸方向(D1)和第二延伸方向(D2); 移动模块, 包括履带(3); 控制模块, 控制模块控制移动模块带动自移动设备(1)正向移动并控制自移动设备(1)执行工作, 使自移动设备(1)的移动速度沿纵轴线(X)的分量方向与纵轴线(X)的第一延伸方向(D1)一致; 或控制移动模块带动自移动设备(1)反向移动并控制自移动设备(1)执行工作, 使自移动设备(1)的移动速度沿纵轴线(X)的分量方向与纵轴线(X)的第二延伸方向(D2)一致; 控制模块控制移动模块带动自移动设备(1)在正向移动与反向移动间切换; 自移动设备(1)的正向移动形成正向路径, 反向移动形成反向路径; 控制模块控制移动模块带动自移动设备(1)转向, 使正向路径与反向路径至少部分不重合。

技术领域

本发明涉及一种自动工作系统，一种自移动设备及其控制方法。

背景技术

割草机是帮助人们维护草坪的工具，近年来，越来越多的自动割草机被投入市场。自动割草机能够自动在用户的草坪中割草、充电，将用户从草坪维护的枯燥且费时费力的家务工作中解放出来，因此受到极大欢迎。自动割草机工作过程中无需用户的操作，这就要求自动割草机具有良好的性能，使其面对斜坡、障碍物等特殊场景时也能够正常工作。为了提高自动割草机的性能，尤其是提高自动割草机的爬坡和越障能力，一些生产厂家想到了将履带运用于自动割草机。履带割草机的一个问题是，转向时容易造成草坪磨损。现有技术中，自动割草机需要改变行驶方向时，会调转方向，以类似于汽车调头的方式行驶。自动割草机在调转方向时采取原地转向，或者以小半径转向。对于履带式割草机而言，这样的行驶方式将对草坪造成严重的磨损。由于自动割草机通常在遇到边界时需要转向，因此，倘若增大自动割草机的转向半径，则自动割草机可能在转向过程中驶出工作区域，造成安全性问题。另外一个问题是，自动割草机行驶至某些狭窄的区域时，调转方向困难，或者在狭窄区域多次调转方向，也会对草坪造成磨损。又另外一个问题是，当草坪湿度较大时，履带式割草机转向时容易造成刮土，造成对草坪的损坏，割草机的转向半径越小，对草坪造成的损坏越严重。然而，若一味增大割草机的转向半径，则使得割草机的可接近性差，尤其是自动割草机可能无法覆盖狭窄区域。

自动割草机在工作过程中无需人工操作，因此，自动割草机必须适应环境的变化灵活调节移动策略，例如，自动割草机遇边界或障碍物时自动转向。通常，小型的轮式割草机采用原地转向的策略，利用左右两侧轮子的正反转实现自动割草机旋转一角度，原地转向的一个问题是对草坪的磨损，尤其对于履带式割草机而言，原地转向将对草坪造成严重的磨损。履带割草机在转向时会产生滑移量，所谓滑移量是指，履带从接触工作表面至离开工作表面期间移动的量。履带的滑移量越大，对草坪的磨损越严重。解决自动割草机转向时磨损草

坪的一种技术手段是，自动割草机转向的同时保持移动。但是，由于安规的要求，自动割草机在工作过程中机身不能够完全位于工作区域外，而自动割草机需要转向时往往位于边界线处，在转向的同时保持移动容易造成自动割草机出界。在自动割草机沿边界线回归充电的过程中，这一问题尤其明显。

自动割草机在其行走路径上前进或后退时，遇到一些需要避让的标识物，会相应的后退或前进移动一段距离，然后转动一定角度，继续前进或后退。但是，当自动割草机遇到一些复杂的工况，如自动割草机附近标识物较多，自动割草机需要多次前进、后退以及转动，工作效率较低，自动割草机的行走组件容易破坏工作地面；又如，当自动割草机行走至狭窄空间后，自动割草机的移动范围被狭窄空间所限制，不易实现角度的转动，导致自动割草机停机等待，工作效率明显很低。所以，在复杂工况下自动割草机通过上述方法避让标识物，行走效率过低，并且工况适应性较差。

自动割草机为获得较高的切割效率，在差分全球定位系统（DGPS）提前预设的路径下行走并工作。为了较好的切割效果，自动割草机一般沿着类似矩形的行走路径从起点出发，依次经过多个转弯处，边切割草地，边行走至终点，完成切割工作。但是自动割草机在每个转弯处都要近似原地转弯，这样会损伤草坪。

发明内容

为克服现有技术的缺陷，本发明所要解决的一个问题是提供一种由履带带动移动的自移动设备，使得自移动设备的转向灵活，且防止自移动设备的转向运动对工作表面造成磨损。

本发明解决现有技术问题所采用的技术方案是：

一种自移动设备，包括：壳体，壳体包括纵轴线，与自移动设备的移动方向平行，纵轴线的两端方向定义出相反的第一延伸方向和第二延伸方向；移动模块，包括履带，所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；控制模块，控制自移动设备的移动和工作；控制模块控制移动模块带动自移动设备正向移动并控制自移动设备执行工作，使得自移动设备的移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第一延伸方向一致，或者控制移动模块带动自移动设备反向移动并控制自移动设备执行工作，使得自移动设备的移动速度沿纵轴线的分

量方向与纵轴线的第二延伸方向一致；控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动与反向移动之间切换；自移动设备的正向移动形成正向路径，反向移动形成反向路径；控制模块控制移动模块带动自移动设备转向，使得正向路径与反向路径至少部分不重合。

优选的，自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿纵轴线方向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动与反向移动之间切换时，开始执行转向。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换后，带动自移动设备移动预设距离，再开始执行转向。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换之前，开始执行转向。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换；或者控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备沿转向完成时的方向继续移动预设距离，再带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，自移动设备的正向移动和反向移动形成 Z 字形路径，控制模块控制自移动设备以所述 Z 字形路径覆盖工作区域。

优选的，控制模块控制移动模块带动自移动设备完成所述转向的转向角度不超过 90 度。

优选的，控制模块控制移动模块带动自移动设备转向的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制模块控制移动模块带动自移动设备转向的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，控制模块控制驱动马达在相反的旋转方向之间切换，来控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，控制模块控制自移动设备在由界限限定的工作区域内移动和工作，

控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备转向；若控制模块判断自移动设备未完成转向，再次移动至界限，则减小自移动设备再次转向的转向半径。

优选的，控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备转向；自移动设备再次移动至界限之前，若控制模块判断自移动设备完成转向，则控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

优选的，根据自移动设备转向的角度是否达到预设角度值，或转向时移动的距离是否达到预设距离值，或转向的时间是否达到预设时间值，控制模块判断自移动设备是否完成转向。

优选的，将自移动设备相邻两次移动至界限的时间间隔称为第一时间间隔，控制模块判断第一时间间隔是否小于或等于时间间隔预设值，至少连续两次判断第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时，控制模块调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

优选的，控制模块判断在第二时间间隔内，自移动设备移动至界限的次数达到预设值时，控制模块调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

优选的，控制模块调整自移动设备的移动方式，包括控制移动模块带动自移动设备沿界限移动，或者以纵轴线与界限所成角度小于或等于第一角度值的方向移动。

优选的，自移动设备包括界限侦测传感器，设置在壳体的沿纵轴线的两端，界限侦测传感器侦测到自身与界限的距离达到预设值时，或者位于界限外时，控制模块判断自移动设备移动至界限。

优选的，自移动设备的移动形成平行路径，控制模块控制自移动设备以所述平行路径覆盖工作区域。

本发明还提供一种自动工作系统，包括前述任一项所述的自移动设备。

本发明还提供一种自移动设备，包括：壳体，壳体包括平行于自移动设备的移动方向的纵向，以及平行于工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的横

向；移动模块，包括履带，所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；控制模块，控制自移动设备的移动和工作；控制模块控制移动模块带动自移动设备前进并控制自移动设备执行工作，控制模块判断自移动设备移动至一预设位置时，控制移动模块带动自移动设备后退并控制自移动设备执行工作；控制模块再次判断自移动设备移动至一预设位置时，再控制移动模块带动自移动设备前进并控制自移动设备执行工作；控制模块控制移动模块执行转向，使得自移动设备前进运动和后退运动的其中之一的轨迹相对于其中另一的轨迹沿壳体的横向发生偏移。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿壳体纵向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在前进和后退之间切换时，开始执行转向。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备直线移动。

优选的，所述预设角度值小于或等于 90 度。

优选的，所述预设位置为工作区域的界限。

本发明还提供一种自移动设备，包括：壳体，壳体沿自移动设备的移动方向的两端定义出第一端和第二端；移动模块，包括履带，所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；控制模块，控制自移动设备的移动和工作；控制模块控制移动模块带动自移动设备正向移动并控制自移动设备执行工作，使得壳体的第一端位于壳体沿移动方向的前部，或者控制移动模块带动自移动设备反向移动并控制自移动设备执行工作，使得壳体的第二端位于壳体沿移动方向的前部；控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换；自移动设备的正向移动形成正向路径，反向移动形成反向路径；控制模块控制移动模块执行转向，使得自移动设备的正向路径与反向路径不同。

优选的，以自移动设备的移动方向为履带的长度方向，控制模块控制移动模块的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分的长度的比值大于或等于

1.5。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换时，开始执行转向。

本发明还提供一种自移动设备，包括：壳体；移动模块，安装于壳体；移动模块包括轮组，绕设于轮组的履带，以及驱动轮组运动的驱动马达；移动模块包括两组轮组，安装在壳体沿移动方向的两侧，分别由第一驱动马达和第二驱动马达驱动；自移动设备还包括控制模块，与移动模块电连接；控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第一旋转方向旋转，使得移动模块带动自移动设备正向移动，同时控制自移动设备执行工作；或者控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第二旋转方向旋转，使得移动模块带动自移动设备反向移动，同时控制自移动设备执行工作；第一旋转方向与第二旋转方向相反；控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换；自移动设备的正向移动形成正向路径，反向移动形成反向路径；控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达以不同的转速旋转，使得移动模块带动自移动设备转向，从而使得正向路径和反向路径至少部分不重合。

优选的，以自移动设备的移动方向为履带的长度方向，控制模块控制自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分的长度的比值大于或等于 1.5。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，控制模块在控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换时，控制第一驱动马达和第二驱动马达的相对转速改变。

本发明还提供一种自移动设备的控制方法，所述自移动设备包括壳体，壳体包括纵轴线，与自移动设备的移动方向平行，纵轴线的两端方向定义出相反的第一延伸方向和第二延伸方向；所述自移动设备还包括履带，履带或自移动设备由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；所述自移动设备的控制方法包括步骤：控制自移动设备正向移动并执行工作，使得移动速度沿纵轴线的分量方

向与纵轴线的第二延伸方向一致；控制自移动设备反向移动并执行工作，使得移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第二延伸方向一致；控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换；控制自移动设备转向，使得正向移动与反向移动的路径至少部分不重合。

优选的，控制自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿纵轴线方向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

优选的，自移动设备在正向移动切换和反向移动之间切换时，控制自移动设备开始转向。

优选的，控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换后移动预设距离，再控制自移动设备开始转向。

优选的，自移动设备转向预设角度值后，控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

优选的，自移动设备在正向移动和反向移动之间切换之前，控制自移动设备开始转向。

优选的，控制自移动设备转向预设角度值后在正向移动和反向移动之间切换；或者控制自移动设备转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动预设距离，再控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，自移动设备的正向移动和反向移动形成之字形路径，控制自移动设备以所述之字形路径覆盖工作区域。

优选的，控制自移动设备完成所述转向的转向角度不超过 90 度。

优选的，控制自移动设备完成所述转向的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制自移动设备完成所述转向的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，通过控制驱动马达在相反的旋转方向之间切换，来控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，所述自移动设备在由界限限定的工作区域内移动并工作，判断自移动设备是否移动至界限，若自移动设备移动至界限，控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

优选的，若自移动设备移动至界限，控制自移动设备开始转向；判断自移动设备是否完成转向，若自移动设备未完成转向，且自移动设备再次移动至界

限，则减小自移动设备再次转向的转向半径。

优选的，若自移动设备移动至界限，控制自移动设备开始转向；判断自移动设备是否完成转向，若自移动设备完成转向，则控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

优选的，根据自移动设备转向的角度是否达到预设角度值，或转向时移动的距离是否达到预设距离值，或转向的时间是否达到预设时间值，判断自移动设备是否完成转向。

优选的，将自移动设备相邻两次移动至界限的时间间隔称为第一时间间隔，判断第一时间间隔是否小于或等于时间间隔预设值，至少连续两次判断第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时，调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

优选的，判断在第二时间间隔内，自移动设备移动至界限的次数达到预设值时，调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

优选的，调整自移动设备的移动方式，包括控制自移动设备沿界限移动，或者以纵轴线与界限所成角度小于或等于第一角度值的方向移动。

优选的，所述自移动设备包括界限侦测传感器，设置在壳体的沿纵轴线的两端，界限侦测传感器侦测到自身与界限的距离达到预设值时，或者位于界限外时，判断自移动设备移动至界限。

优选的，自移动设备的移动形成平行路径，控制自移动设备以所述平行路径覆盖工作区域。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：自移动设备可选择地正向移动并执行工作，或者反向移动并执行工作；自移动设备在移动和工作过程中，可以在正向移动和反向移动之间切换，使得自移动设备的移动和工作更加灵活。自移动设备通过转向使得正向移动与反向移动的路径不重合，自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿壳体纵轴线方向的尺寸的比值大于或等于 1.5，使得在履带尺寸固定的情况下，自动割草机的转向半径较大，减小了自动割草机转向时，履带对工作表面的磨损。

本发明还提供一种履带带动移动的自移动设备，根据环境自动调节转向半径，或移动速度，或工作时间计划，使得自移动设备的移动对工作表面造成的

本发明解决现有技术问题所采用的技术方案是：

一种自移动设备，包括：壳体；移动模块，安装于壳体，移动模块包括履带，所述履带或移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动和转向；控制模块，与移动模块电连接；自移动设备还包括外部信息采集单元，与控制模块电连接，外部信息采集单元采集外部信息，控制模块根据所述外部信息调整自移动设备转向时的转向半径，或自移动设备的移动速度，或自移动设备的工作时间计划。

优选的，外部信息采集单元采集的外部信息包括工作表面的湿度信息，控制模块判断工作表面的湿度增大时，增大自移动设备的转向半径；判断工作表面的湿度减小时，减小自移动设备的转向半径。

优选的，控制模块控制自动割草机的转向半径大于或等于 0.4m。

优选的，控制模块控制自动割草机的转向半径大于或等于 0.8m。

优选的，外部信息采集单元采集的信息包括工作表面的湿度信息，控制模块判断工作表面的湿度增大时，减小自移动设备的移动速度；判断工作表面的湿度减小时，增大自移动设备的移动速度。

优选的，外部信息采集单元包括湿度传感器，安装于壳体外部，检测自移动设备的工作环境的湿度信息，控制模块根据湿度传感器检测到的湿度信息，判断工作表面的湿度。

优选的，外部信息采集单元包括电容传感器，安装于壳体下方，检测工作表面的湿度信息，控制模块根据电容传感器检测到的湿度信息，判断工作表面的湿度。

优选的，外部信息采集单元包括无线通讯模块，接收天气信息，控制模块根据无线通讯模块接收到的天气信息，判断工作表面的湿度。

优选的，控制模块判断工作表面的湿度大于第一湿度阈值时，控制自移动设备停止移动和工作。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：自移动设备根据外部信息，尤其是根据湿度信息来调整转向半径，或移动速度，或工作时间计划，使得在工作表面的湿度较大时，自移动设备的移动对工作表面造成的损坏降低，在其他情

况下，自移动设备能够保持良好的工作性能，高效率地、且全面地覆盖工作区域。

本发明还需要解决的一个问题是提供一种对草坪的磨损小，且能够保证安全性的自动割草机。

本发明为解决上述问题所采用的技术方案是：

一种自移动设备，在边界线限定的工作区域内移动并工作，包括：壳体；移动模块，带动自移动设备移动；控制模块，控制自移动设备移动和工作；控制模块控制自移动设备沿边界线移动；自移动设备还包括转角侦测模块，侦测自移动设备是否移动至边界线的转角；在第一模式下，若自移动设备移动至边界线的转角，控制模块控制自移动设备后退，再控制自移动设备转向，转向的同时保持前进；控制模块控制自移动设备转向后继续沿边界线移动。

优选的，控制模块控制自移动设备在转向过程中始终位于边界线限定的工作区域内或边界线上。

优选的，控制模块控制自移动设备后退的同时转向，自移动设备后退的同时转向的旋转方向，与自移动设备转向的同时保持前进的旋转方向一致。

优选的，自移动设备后退的距离与自移动设备的转动半径相关联。

优选的，自移动设备后退的距离与转动半径同向变化。

优选的，自移动设备的转向半径大于等于 0.8m。

优选的，控制模块控制自移动设备以固定的旋转方向沿边界线移动。

优选的，转角侦测模块还包括角度检测单元，检测边界线转角的角度。

优选的，自移动设备后退的距离与边界线转角的角度相关联。

优选的，自移动设备的转动半径与边界线转角的角度相关联。

优选的，将边界线在工作区域内形成的转角称为第一转角，角度检测单元检测第一转角的角度。

优选的，角度检测单元检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，通过检测边界信号，角度检测单元检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，转角侦测模块包括第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器，相对的设置自移动设备移动方向的两侧。

优选的，以平行于自移动设备的工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的方向为横向，第一转角侦测传感器与第二转角侦测传感器的横向间距不大于100mm。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器设置在自移动设备的移动方向的前部。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器检测边界信号，侦测自身位于边界线限定的工作区域内或工作区域外。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制模块控制第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位位于边界线限定的工作区域外。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内时，控制模块判断自移动设备移动至边界线的转角。

优选的，若第一转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内，控制模块控制自移动设备向第一转角侦测传感器所在的一侧转向。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至边界线限定的工作区域外时，控制模块判断边界线转角角度小于180度；第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域外移动至边界线限定的工作区域内时，控制模块判断边界线转角角度大于180度。

优选的，角度检测单元包括第一角度检测传感器，将第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的至少其中之一作为第一角度检测传感器。

优选的，当转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块控制自移动设备继续前进预设距离，自移动设备继续前进预设距离后，控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线的转角角度。

优选的，控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与多个信号强度的预设范围进行比较，信号强度的预设范围与边界线的转角角度的值

优选的，若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度在信号强度的预设范围内，则判断边界线的转角角度为第一角度值，或判断边界线的转角角度在第一角度范围内。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，且第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围；第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制模块控制自移动设备后退第一距离；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备后退的距离小于第一距离；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备后退的距离大于第一距离。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制模块控制自移动设备的转向半径为第一半径；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备的转向半径大于第一半径；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备的转向半径小于第一半径。

优选的，第一角度值为 90 度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离小于自移动设备的长度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离大于等于自移动设备的长度的 $1/2$ 。

优选的，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离在 0.2m-0.5m 之间。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于工作区域外，则控制模块控制自移动设备继续前进。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感

器均位于边界线限定的工作区域外，则控制模块控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，自移动设备再次转向的旋转反向与前一次转向的旋转方向相同。

优选的，控制模块控制自移动设备再次转向前后退。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，自移动设备转向后，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域内，则控制模块控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相反。

优选的，角度检测单元包括第二角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块可选择地控制自移动设备继续前进，使得第二角度检测传感器到达边界线转角前方第二距离的位置，控制模块将第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线转角的角度的。

优选的，第二角度检测传感器设置在自移动设备移动方向的前部。

优选的，角度检测单元包括第三角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块可选择地控制自移动设备继续前进第三距离，控制模块根据第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，判断边界线转角的角度的。

优选的，包括至少两个第三角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制模块控制第三角度检测传感器均位于边界线限定的工作区域内，或均位于边界线限定的工作区域外。

优选的，根据第三角度检测传感器的至少其中之一位于边界线限定的工作区域内，或位于边界线限定的工作区域外，控制模块判断第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系。

优选的，第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，与边界线转角角度的值或范围一一对应。

优选的，角度检测单元包括两个第四角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模

块可选择地控制自移动设备继续前进第四距离，控制模块比较两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，若两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度相同，则判断边界线的转角角度为第二角度值。

优选的，若边界线转角角度小于 180 度，且在自移动设备的移动方向上，前侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于后侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，则判断边界线的转角角度大于第二角度值，反之，判断边界线的转角角度小于第二角度值。

优选的，角度检测单元包括第五角度检测传感器，检测边界线转角的预置标记，根据第五角度检测传感器检测到的边界线转角的预置标记，控制模块判断边界线转角的角度值或范围，其中，边界线转角的预置标记与边界线转角角度的值或范围一一对应。

本发明还提供一种自动工作系统，包括边界线，以及前述任一项所述的自移动设备。

本发明还提供一种自移动设备，在边界线限定的工作区域内移动并工作，包括：

壳体；移动模块，带动自移动设备移动；控制模块，控制自移动设备移动和工作；控制模块控制自移动设备沿边界线移动；自移动设备还包括转角侦测模块，侦测自移动设备是否移动至边界线的转角，若自移动设备移动至边界线的转角，控制模块控制自移动设备转向，转向的同时保持前进，并使得自移动设备在转向过程中始终位于边界线限定的工作区域内或边界线上；控制模块控制自移动设备转向后继续沿边界线移动。

优选的，在第一模式下，控制模块控制自移动设备在转向前后退。

优选的，控制模块控制自移动设备后退的同时转向，自移动设备后退的同时转向的旋转方向，与自移动设备转向的同时保持前进的旋转方向一致。

优选的，自移动设备后退的距离与自移动设备的转动半径相关联。

优选的，自移动设备后退的距离与转动半径同向变化。

优选的，自移动设备的转向半径大于等于 0.8m。

优选的，控制模块控制自移动设备以固定的旋转方向沿边界线移动。

优选的，转角侦测模块还包括角度检测单元，检测边界线转角的角度。

优选的，自移动设备后退的距离与边界线转角的角度相关联。

优选的，自移动设备的转动半径与边界线转角的角度相关联。

优选的，将边界线在工作区域内形成的转角称为第一转角，角度检测单元检测第一转角的角度。

优选的，角度检测单元检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，通过检测边界信号，角度检测单元检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，转角侦测模块包括第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器，相对的设置在自移动设备移动方向的两侧。

优选的，以平行于自移动设备的工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的方向为横向，第一转角侦测传感器与第二转角侦测传感器的横向间距不大于100mm。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器设置在自移动设备的移动方向的前部。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器检测边界信号，侦测自身位于边界线限定的工作区域内或工作区域外。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制模块控制第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于边界线限定的工作区域外。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内时，控制模块判断自移动设备移动至边界线的转角。

优选的，若第一转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内，控制模块控制自移动设备向第一转角侦测传感器所在的一侧转向。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至边界线限定的工作区域外时，控制模块判断边界线转角角度小于180度；第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域外移动至边界线限定的工作区域内时，控制模块判断边

界线转角角度大于 180 度。

优选的，角度检测单元包括第一角度检测传感器，将第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的至少其中之一作为第一角度检测传感器。

优选的，当转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块控制自移动设备继续前进预设距离，自移动设备继续前进预设距离后，控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线的转角角度。

优选的，控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与多个信号强度的预设范围进行比较，信号强度的预设范围与边界线的转角角度的值或范围一一对应。

优选的，若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度在信号强度的预设范围内，则判断边界线的转角角度为第一角度值，或判断边界线的转角角度在第一角度范围内。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，且第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围；第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制模块控制自移动设备后退第一距离；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备后退的距离小于第一距离；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备后退的距离大于第一距离。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制模块控制自移动设备的转向半径为第一半径；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备的转向半径大于第一半径；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制模块控制自移动设备的转向半径小于第一半径。

优选的，第一角度值为 90 度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离小于自移动设备的长度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离大于等于自移动设备的长度的 $1/2$ 。

优选的，控制模块控制自移动设备继续移动的预设距离在 0.2m – 0.5m 之间。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于工作区域外，则控制模块控制自移动设备继续前进。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域外，则控制模块控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，自移动设备再次转向的旋转反向与前一次转向的旋转方向相同。

优选的，控制模块控制自移动设备再次转向前后退。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，自移动设备转向后，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域内，则控制模块控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相反。

优选的，角度检测单元包括第二角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块可选择地控制自移动设备继续前进，使得第二角度检测传感器到达边界线转角前方第二距离的位置，控制模块将第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线转角的角度。

优选的，第二角度检测传感器设置在自移动设备移动方向的前部。

优选的，角度检测单元包括第三角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块可选择地控制自移动设备继续前进第三距离，控制模块根据第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，判断边界线转角的角度。

优选的，包括至少两个第三角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制模块控制第三角度检测传感器均位于边界线限定的工作区域内，或均位于边界线限定的工作区域外。

优选的，根据第三角度检测传感器的至少其中之一位于边界线限定的工作区域内，或位于边界线限定的工作区域外，控制模块判断第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系。

优选的，第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，与边界线转角角度的值或范围一一对应。

优选的，角度检测单元包括两个第四角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制模块可选择地控制自移动设备继续前进第四距离，控制模块比较两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，若两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度相同，则判断边界线的转角角度为第二角度值。

优选的，若边界线转角角度小于180度，且在自移动设备的移动方向上，前侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于后侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，则判断边界线的转角角度大于第二角度值，反之，判断边界线的转角角度小于第二角度值。

优选的，角度检测单元包括第五角度检测传感器，检测边界线转角的预置标记，根据第五角度检测传感器检测到的边界线转角的预置标记，控制模块判断边界线转角的角度值或范围，其中，边界线转角的预置标记与边界线转角角度的值或范围一一对应。

本发明还提供一种自动工作系统，包括边界线，以及前述任一项所述的自移动设备。

本发明还提供一种自移动设备的控制方法，自移动设备在边界线限定的工作区域内移动并工作，所述自移动设备的控制方法包括步骤：控制自移动设备沿边界线移动；判断自移动设备移动至边界线的转角；控制自移动设备后退；控制自移动设备转向，使得自移动设备在转向的同时保持前进；控制自移动设备转向后继续沿边界线移动；

优选的，控制自移动设备在转向过程中始终位于边界线限定的工作区域内或边界线上。

优选的，控制自移动设备后退的同时转向，自移动设备后退的同时转向的旋转方向，与自移动设备转向的同时保持前进的旋转方向一致。

优选的，自移动设备后退的距离与自移动设备的转动半径相关联。

优选的，自移动设备后退的距离与转动半径同向变化。

优选的，自移动设备的转向半径大于等于 0.8m。

优选的，控制自移动设备以固定的旋转方向沿边界线移动。

优选的，还包括步骤：检测边界线转角的角度。

优选的，自移动设备后退的距离与边界线转角的角度相关联。

优选的，自移动设备的转动半径与边界线转角的角度相关联。

优选的，将边界线在工作区域内形成的转角称为第一转角，检测第一转角的角度的角度。

优选的，检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，通过检测边界信号，检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的，通过转角侦测模块判断自移动设备移动至边界线的转角，转角侦测模块包括第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器，相对的设置自移动设备移动方向的两侧。

优选的，以平行于自移动设备的工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的方向为横向，第一转角侦测传感器与第二转角侦测传感器的横向间距不大于 100mm。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器设置在自移动设备的移动方向的前部。

优选的，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器检测边界信号，侦测自身位于边界线限定的工作区域内或工作区域外。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于边界线限定的工作区域外。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内时，判断自移动设备移动至边界线的转角。

优选的，若第一转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内，控制自移动设备向第一转角侦测传感器所在的一侧转向。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至边界线限定的工作区域外时，判断边界线转角角度小于180度；第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域外移动至边界线限定的工作区域内时，判断边界线转角角度大于180度。

优选的，使用角度检测单元检测边界线转角的角度。

优选的，角度检测单元包括第一角度检测传感器，将第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的至少其中之一作为第一角度检测传感器。

优选的，当转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制自移动设备继续前进预设距离，自移动设备继续前进预设距离后，将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线的转角角度。

优选的，将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与多个信号强度的预设范围进行比较，信号强度的预设范围与边界线的转角角度的值或范围一一对应。

优选的，若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度在信号强度的预设范围内，则判断边界线的转角角度为第一角度值，或判断边界线的转角角度在第一角度范围内。

优选的，若边界线的转角角度小于180度，且第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围；第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制自移动设备后退第一距离；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制自移动设备后退的距离小于第一距离；若边界线的转角角度小

于第一角度值或小于第一角度范围，则控制自移动设备后退的距离大于第一距离。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制自移动设备的转向半径为第一半径；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制自移动设备的转向半径大于第一半径；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制自移动设备的转向半径小于第一半径。

优选的，第一角度值为 90 度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制自移动设备继续移动的预设距离小于自移动设备的长度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制自移动设备继续移动的预设距离大于等于自移动设备的长度的 1/2。

优选的，控制自移动设备继续移动的预设距离在 0.2m-0.5m 之间。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于工作区域外，则控制自移动设备继续前进。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域外，则控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，自移动设备再次转向的旋转反向与前一次转向的旋转方向相同。

优选的，控制自移动设备再次转向前后退。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，自移动设备转向后，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域内，则控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相反。

优选的，角度检测单元包括第二角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进，使得第二角度检测传感器到达边界线转角前方第二距离的位置，将第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线转角的角度。

优选的，第二角度检测传感器设置在自移动设备移动方向的前部。

优选的，角度检测单元包括第三角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进第三距离，根据第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，判断边界线转角的角度。

优选的，包括至少两个第三角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制第三角度检测传感器均位于边界线限定的工作区域内，或均位于边界线限定的工作区域外。

优选的，根据第三角度检测传感器的至少其中之一位于边界线限定的工作区域内，或位于边界线限定的工作区域外，判断第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系。

优选的，第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，与边界线转角角度的值或范围一一对应。

优选的，角度检测单元包括两个第四角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进第四距离，比较两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，若两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度相同，则判断边界线的转角角度为第二角度值。

优选的，若边界线转角角度小于 180 度，且在自移动设备的移动方向上，前侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于后侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，则判断边界线的转角角度大于第二角度值，反之，判断边界线的转角角度小于第二角度值。

优选的，角度检测单元包括第五角度检测传感器，检测边界线转角的预置标记，根据第五角度检测传感器检测到的边界线转角的预置标记，判断边界线转角的角度值或范围，其中，边界线转角的预置标记与边界线转角角度的值或范围一一对应。

本发明还提供一种自移动设备的控制方法，所述自移动设备在边界线限定的工作区域内移动并工作，所述自移动设备的控制方法包括步骤：控制自移动设备沿边界线移动；判断自移动设备移动至边界线的转角；控制自移动设备转

向,使得自移动设备在转向的同时保持前进;控制自移动设备转向后继续沿边界线行走;自移动设备的转向过程中,控制自移动设备始终位于边界线限定的工作区域内或边界线上。

优选的,还包括步骤:控制自移动设备后退;

优选的,控制自移动设备后退的同时转向,自移动设备后退的同时转向的旋转方向,与自移动设备转向的同时保持前进的旋转方向一致。

优选的,自移动设备后退的距离与自移动设备的转动半径相关联。

优选的,自移动设备后退的距离与转动半径同向变化。

优选的,自移动设备的转向半径大于等于 0.8m。

优选的,控制自移动设备以固定的旋转方向沿边界线移动。

优选的,还包括步骤:检测边界线转角的角度。

优选的,自移动设备后退的距离与边界线转角的角度相关联。

优选的,自移动设备的转动半径与边界线转角的角度相关联。

优选的,将边界线在工作区域内形成的转角称为第一转角,检测第一转角的角度。

优选的,检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的,通过检测边界信号,检测边界线转角的角度值或角度范围。

优选的,通过转角侦测模块判断自移动设备移动至边界线的转角,转角侦测模块包括第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器,相对的设置自移动设备移动方向的两侧。

优选的,以平行于自移动设备的工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的方向为横向,第一转角侦测传感器与第二转角侦测传感器的横向间距不大于 100mm。

优选的,第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器设置在自移动设备的移动方向的前部。

优选的,第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器检测边界信号,侦测自身位于边界线限定的工作区域内或工作区域外。

优选的,自移动设备沿边界线移动时,控制第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内,其中另一位于边界线

限定的工作区域外。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内时，判断自移动设备移动至边界线的转角。

优选的，若第一转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至工作区域外，或从工作区域外移动至工作区域内，控制自移动设备向第一转角侦测传感器所在的一侧转向。

优选的，第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域内移动至边界线限定的工作区域外时，判断边界线转角角度小于180度；第一转角侦测传感器或第二转角侦测传感器侦测到自身从边界线限定的工作区域外移动至边界线限定的工作区域内时，判断边界线转角角度大于180度。

优选的，使用角度检测单元检测边界线转角的角度。

优选的，角度检测单元包括第一角度检测传感器，将第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的至少其中之一作为第一角度检测传感器。

优选的，当转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，控制自移动设备继续前进预设距离，自移动设备继续前进预设距离后，将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线的转角角度。

优选的，将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与多个信号强度的预设范围进行比较，信号强度的预设范围与边界线的转角角度的值或范围一一对应。

优选的，若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度在信号强度的预设范围内，则判断边界线的转角角度为第一角度值，或判断边界线的转角角度在第一角度范围内。

优选的，若边界线的转角角度小于180度，且第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围；第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于信号强度的预设范围，则判断边界线的转角角度小于第一角度值或小于第

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制自移动设备后退第一距离；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制自移动设备后退的距离小于第一距离；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制自移动设备后退的距离大于第一距离。

优选的，若边界线的转角角度为第一角度值或在第一角度范围内，则控制自移动设备的转向半径为第一半径；若边界线的转角角度大于第一角度值或大于第一角度范围，则控制自移动设备的转向半径大于第一半径；若边界线的转角角度小于第一角度值或小于第一角度范围，则控制自移动设备的转向半径小于第一半径。

优选的，第一角度值为 90 度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制自移动设备继续移动的预设距离小于自移动设备的长度。

优选的，以自移动设备的移动方向为长度方向，控制自移动设备继续移动的预设距离大于等于自移动设备的长度的 $1/2$ 。

优选的，控制自移动设备继续移动的预设距离在 0.2m-0.5m 之间。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器的其中之一位于边界线限定的工作区域内，其中另一位于工作区域外，则控制自移动设备继续前进。

优选的，自移动设备转向后，若第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域外，则控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，自移动设备再次转向的旋转反向与前一次转向的旋转方向相同。

优选的，控制自移动设备再次转向前后退。

优选的，若边界线的转角角度小于 180 度，自移动设备转向后，第一转角侦测传感器和第二转角侦测传感器均位于边界线限定的工作区域内，则控制自移动设备再次转向，转向的同时保持行走，再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相反。

优选的，角度检测单元包括第二角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自

移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进，使得第二角度检测传感器到达边界线转角前方第二距离的位置，将第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线转角的角度。

优选的，第二角度检测传感器设置在自移动设备移动方向的前部。

优选的，角度检测单元包括第三角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进第三距离，根据第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，判断边界线转角的角度。

优选的，包括至少两个第三角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置。

优选的，自移动设备沿边界线移动时，控制第三角度检测传感器均位于边界线限定的工作区域内，或均位于边界线限定的工作区域外。

优选的，根据第三角度检测传感器的至少其中之一位于边界线限定的工作区域内，或位于边界线限定的工作区域外，判断第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系。

优选的，第三角度检测传感器相对于边界线的位置关系，与边界线转角角度的值或范围一一对应。

优选的，角度检测单元包括两个第四角度检测传感器，沿自移动设备的移动方向设置，转角侦测模块侦测到自移动设备移动至边界线的转角时，可选择地控制自移动设备继续前进第四距离，比较两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，若两个第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度相同，则判断边界线的转角角度为第二角度值。

优选的，若边界线转角角度小于180度，且在自移动设备的移动方向上，前侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于后侧的第四角度检测传感器检测到的边界信号的强度，则判断边界线的转角角度大于第二角度值，反之，判断边界线的转角角度小于第二角度值。

优选的，角度检测单元包括第五角度检测传感器，检测边界线转角的预置标记，根据第五角度检测传感器检测到的边界线转角的预置标记，判断边界线转角的角度值或范围，其中，边界线转角的预置标记与边界线转角角度的值或

与现有技术相比，本发明的有益效果是：自移动设备沿边界线移动至边界线的转角时，控制自移动设备后退，再转向，转向的同时保持前进，使得自移动设备在转向过程中对草坪的磨损小，同时，自移动设备的转向过程在边界线限定的工作区域内或边界线上完成，保证了自移动设备的安全性。

本发明还提供一种避让标识物并且提高行走效率和适应性的自移动设备的行走方法、自移动设备以及自动行走系统。

一种自移动设备的行走方法，所述自移动设备包括分别朝第一方向和第二方向延伸的纵轴线，所述行走方法包括以下步骤：沿第一路径行走，自移动设备沿所述第一路径行走时的速度在所述纵轴线的方向上具有第一分量，所述第一分量与所述第一方向的方向相同；识别到标识物，自移动设备在识别到标识物的所处位置为第一位置，所述自移动设备在所述第一位置停止行走，并处于第一状态；自所述第一状态沿第二路径行走，所述第二路径和所述第一路径不重合，自移动设备沿所述第二路径行走时的速度在所述纵轴线的方向上具有第二分量，所述第二分量与所述第二方向的方向相同。

优选的，所述自移动设备包括分设在所述纵轴线两侧的第一行走组件和第二行走组件，自移动设备分别沿所述第一路径和所述第二路径行走时，所述第一行走组件和所述第二行走组件的速度差不同。

优选的，自移动设备沿着所述第二路径行走过程中，自移动设备的纵轴线与处于第一状态时的自移动设备的纵轴线相比，转动的角度小于 90 度。

优选的，自移动设备处于所述第一状态后，并保持延时时间，若自移动设备没有识别到标识物，自移动设备继续沿着所述第一路径行走。

优选的，自移动设备沿所述第二路径行走预设距离或预设时间后，自移动设备随即沿第三路径行走。

优选的，自移动设备沿所述第二路径行走过程中，所述第一行走组件和所述第二行走组件之间的速度差保持恒定，所述第二路径为一圆弧状路径。

优选的，自移动设备识别到标识物，并且所述标识物为障碍物，自移动设备识别所述障碍物的尺寸，若所述障碍物的尺寸小于尺寸阈值，自移动设备继

续沿着第一路径行走。

优选的，所述第一行走组件和所述第二行走组件分别由第一驱动电机和第二驱动电机驱动，自移动设备沿着所述第一路径行走时，所述第一驱动电机和所述第二驱动电机绕着第一旋转方向输出旋转动力，自移动设备沿着所述第二路径行走时，所述第一驱动电机和所述第二驱动电机绕着第二旋转方向输出旋转动力，所述第一旋转方向和所述第二旋转方向相反。

一种自移动设备，其包括：纵轴线，分别朝第一方向和第二方向延伸；行走单元，用以在地面行走；识别单元，用以识别标识物；驱动单元，驱动所述行走单元行走；控制单元，与所述识别单元和所述驱动单元连接；所述控制单元生成第一路径，并通过所述驱动单元驱动行走单元沿着所述第一路径行走，自移动设备沿所述第一路径行走时的速度在所述纵轴线的方向上具有第一分量，所述第一分量与所述第一方向的方向相同；自移动设备沿着所述第一路径行走的过程中，若所述识别单元识别到标识物，自移动设备在识别到标识物的所处位置为第一位置，所述控制单元控制所述驱动单元停止，使所述自移动设备在所述第一位置停止行走，并处于第一状态；所述控制单元生成第二路径，所述第二路径与所述第一路径不重合，自移动设备自所述第一状态沿所述第二路径行走，自移动设备沿所述第二路径行走时的速度在所述纵轴线的方向上具有第二分量，所述第二分量与所述第二方向的方向相同。

优选的，所述行走单元包括分设在所述纵轴线两侧的第一行走组件和第二行走组件，自移动设备分别沿所述第一路径和第二路径行走时，所述控制单元通过所述驱动单元驱动控制所述第一行走组件和所述第二组件的速度差不同。

优选的，自移动设备沿着所述第二路径行走过程中，所述控制单元控制所述行走单元，使得自移动设备的纵轴线与处于第一状态时的自移动设备的纵轴线相比，转动的角度小于 90 度。

优选的，所述自移动设备还包括延时单元，所述延时单元设置有延时时间，自移动设备处于第一状态后，经过延时时间，所述控制单元控制所述识别单元识别标识物，若所述识别单元未识别到标识物，所述控制单元控制所述驱动单元继续驱动所述行走单元沿着所述第一路径行走。

优选的，所述自移动设备还包括测距或计时单元，自移动设备开始沿所述第二路径行走后，所述测距单元测量行走距离，所述计时单元测量行走时间，经过预设行走距离或预设行走时间后，所述控制单元通过所述驱动单元控制所述行走单元沿生成的第三路径行走。

优选的，自移动设备沿所述第二路径行走过程中，所述控制单元通过驱动单元控制第一行走组件和所述第二行走组件之间的速度差保持恒定，所述第二路径为一圆弧状路径。

优选的，自移动设备还包括障碍物尺寸识别单元，用以识别障碍物的尺寸，当所述标识物为障碍物时，所述障碍物尺寸识别单元识别所述障碍物的尺寸，若所述障碍物的尺寸小于尺寸阈值，所述控制单元控制所述行走单元继续沿着所述第一路径行走。

优选的，所述驱动单元包括分别驱动所述第一行走组件和所述第二行走组件的第一驱动电机和第二驱动电机，自移动设备沿着所述第一路径行走时，所述控制单元控制所述第一驱动电机和所述第二驱动电机绕着第一旋转方向输出旋转动力，自移动设备沿着所述第二路径行走时，所述控制单元控制所述第一驱动电机和所述第二驱动电机绕着第二旋转方向输出旋转动力，所述第一旋转方向和所述第二旋转方向相反。

优选的，包括边界线和以上所述的自移动设备，自移动设备在所述边界线所围的工作区域内行走，所述边界线为标识物，识别单元至少用以识别所述边界线。

上述自移动设备的行走方法、自移动设备及自动行走系统，通过在识别标识物前改变第一路径和第二路径的行走方向以及第二路径的行走方式来提升行走效率和工况适应性。

本发明针对传统的自动割草机在转弯处原地转弯，会损伤草坪的问题，还提供了一种自移动设备路径控制方法。

此外，针对传统的自动割草机在转弯处原地转弯，会损伤草坪的问题，还提供了一种自移动设备路径控制装置。

一种自移动设备路径控制方法，包括步骤：

获取所述自移动设备的行走路径的数据；

依据所述数据，控制所述自移动设备沿着所述行走路径行走；

在所述行走路径中预设的转弯处，控制所述自移动设备偏转，并且控制偏转角度为锐角。

优选的，所述行走路径包括起点和终点，所述行走路径为从所述起点至所述终点的环形路径。

优选的，所述行走路径包括起点、多个倒车点、多个偏转点及终点，一个所述倒车点和一个所述偏转点对应，所述偏转点为预设的所述转弯处，所述倒车点和所述偏转点位于所述起点与所述终点之间的所述行走路径上，所述倒车点与所述偏转点相对，且与所述倒车点相邻的为所述偏转点，所有所述倒车点与相对的所述偏转点之间的直线平行。

优选的，所述依据所述数据，控制所述自移动设备沿着所述行走路径行走的步骤包括：

从所述起点出发，行走至相邻的所述倒车点；

从所述倒车点行走至与所述倒车点相对的所述偏转点；

判断所述偏转点是否是最后一个所述偏转点，若是，则由所述偏转点行走至所述终点，若否，则偏转至下一个与所述偏转点相邻的所述倒车点。

优选的，所述从所述倒车点行走至与所述倒车点相对的所述偏转点的步骤包括：

从所述倒车点沿直线行走至与所述倒车点相对的所述偏转点。

优选的，所述从所述倒车点行走至与所述倒车点相对的所述偏转点的步骤包括：

从所述倒车点以倒车式或正车式的行走方式行走至与所述倒车点相对的所述偏转点，且在相邻的两平行路径上的行走方式不同。

一种自移动设备路径控制装置，包括：

数据获取模块，用于获取所述自移动设备的行走路径的数据；

路径控制模块，用于依据所述数据，控制所述自移动设备沿着所述行走路径行走；

偏转控制模块，用于在所述行走路径中预设的转弯处，控制所述自移动设备偏转，并且控制偏转角度为锐角。

优选的，所述行走路径包括起点和终点，所述行走路径为从所述起点至所述终点的环形路径。

优选的，所述行走路径包括起点、多个倒车点、多个偏转点及终点，一个所述倒车点和一个所述偏转点对应，所述偏转点为预设的所述转弯处，所述倒车点和所述偏转点位于所述起点与所述终点之间的所述行走路径上，所述倒车点与所述偏转点相对，且与所述倒车点相邻的为所述偏转点，所有所述倒车点与相对的所述偏转点之间的直线平行。

优选的，所述路径控制模块包括：

启动模块，用于使所述自移动设备从所述起点出发，行走至相邻的所述倒车点；

行走模块，用于使所述自移动设备从所述倒车点行走至与所述倒车点相对的所述偏转点；

判断模块，用于判断所述偏转点是否是最后一个所述偏转点，若是，则所述偏转控制模块使所述自移动设备由所述偏转点行走至所述终点，若否，则所述偏转控制模块使所述自移动设备偏转至下一个与所述偏转点相邻的所述倒车点。

优选的，所述行走模块还用于使所述自移动设备从所述倒车点沿直线行走至与所述倒车点相对的所述偏转点。

优选的，所述行走模块还用于使所述自移动设备从所述倒车点以倒车式或正车式的行走方式行走至与所述倒车点相对的所述偏转点，且在相邻的两平行路径上的行走方式不同。

上述自移动设备路径控制方法和装置，获取了自移动设备的行走路径的数据之后，控制自移动设备沿着预设的行走路径行走，在行走路径的转弯处，控制自移动设备偏转，偏转角度为锐角，即在转弯处，偏转前的行走方向与偏转后的行走方向的夹角为锐角，偏转角度较小，避免了呈钝角甚至 180° 角的转弯，也就是避免了自移动设备在转弯处的近似原地转弯，从而降低转弯时对地

面或地面上的植被的损害程度。

附图说明

以上所述的本发明的目的、技术方案以及有益效果可以通过下面附图实现：

图 1 为本发明的第一实施例的自动工作系统示意图。

图 2 为本发明的第一实施例的自动割草机的结构图。

图 3 为本发明的第一实施例的自动割草机的移动方式示意图。

图 4 为本发明的第二实施例的自动割草机的移动方式示意图。

图 5 为本发明的第三实施例的自动割草机的移动方式示意图。

图 6 为本发明的第四实施例的自动割草机的移动方式示意图。

图 7 为本发明的第一实施例的自动割草机的转向半径与滑移量的关系曲线图。

图 8 为本发明的第一实施例的自动割草机在工作区域内移动的路径示意图。

图 9 (a) 为本发明的第一实施例的自动割草机在狭窄通道内移动时的路径示意图。

图 9 (b) 为本发明的第五实施例的自动割草机在狭窄通道内移动时的路径示意图。

图 9 (c) 为本发明的第六实施例的自动割草机在狭窄通道内移动时的路径示意图。

图 10 为本发明的第七实施例的自动割草机在工作区域内移动的路径示意图。

图 11 为本发明的第八实施例的自动割草机在工作区域内移动的路径示意图。

图 12-15 为本发明的第十实施例的自动割草机在不同情境下的转向过程示意图；

图 16 为本发明的第十实施例的自动割草机检测边界线转角角度的示意图；

图 17 为本发明的第十实施例的自动割草机转向后的一状态图；

图 18 为本发明的第十实施例的自动割草机转向后的另一状态图；

图 19 为本发明的第十实施例的自动割草机转向后的另一状态图；

图 20 为本发明的第十二实施例的自动割草机检测边界线转角角度的示意图；

图 21 为本发明的第十三实施例的自动割草机检测边界线转角角度的示意图；

图 22 为本发明的第十四实施例的自动割草机检测边界线转角角度的示意图；

图 23 为本发明的另一实施例的自动割草机转向过程示意图。

图 24 为本发明的另一实施例中的行走方法的应用环境图；

图 25 为本发明的另一实施例中的行走方法的流程示意图；

图 26 为本发明的另一实施例中的行走方法的流程示意图；

图 27 为本发明的另一实施例中的行走方法的流程示意图；

图 28 为本发明的另一实施例中的行走方法的流程示意图；

图 29 为本发明的另一实施例的具体场景中的行走方法的示意图；

图 30 为本发明的另一实施例的自移动设备的结构框图。

图 31 为本发明的另一实施例的自移动设备路径控制方法的流程示意图；

图 32 为本发明的另一实施例的行走路径为环形路径的示意图；

图 33 为本发明的另一实施例的矩形路径的示意图；

图 34 为自移动设备沿着图 33 所示的矩形路径行走的示意图；

图 35 为本发明的另一实施例的自移动设备路径控制装置的结构框图。

具体实施方式

图 1 为本发明的第一实施例的自动工作系统 100 示意图。自动工作系统 100 包括自移动设备，边界线 200，以及停靠站 300。本实施例中，自移动设备为自动割草机 1，在其他实施例中，自移动设备也可以为自动清洁设备、自动浇灌设备、自动扫雪机等适合无人值守的设备。边界线 200 将工作区域划分为工作区域内和工作区域外，自动割草机 1 在边界线 200 限定的工作区域内移动并工作。当然，自动工作系统 100 的工作区域也可以不由边界线限定，例如，草坪和马路之间形成自然边界。工作区域的边界还可以是由软件定义的虚拟边界，例如将工作区域划分为多个子区域的子区域边界。工作区域内还包括障碍物，例如水塘、花台等，障碍物也会限制自动割草机的移动。本实施例中，将边界

(包括子区域的边界)和障碍物统称为界限。

图 2 为本发明的第一实施例的自动割草机 1 的结构图。本实施例中,自动割草机包括壳体 2。以自动割草机的移动方向为自动割草机(壳体)的纵向,也即自动割草机的长度方向,平行于自动割草机的工作平面且垂直于自动割草机的移动方向的方向为自动割草机(壳体)的横向,也即自动割草机的宽度方向。本实施例中,壳体 2 沿纵向的两端定义出第一端 12 和第二端 14。在图 2 中,从图纸左侧看到的为壳体的第一端 12,从图纸右侧看到的为壳体的第二端 14,从图纸上方看到的为壳体的右侧,从图纸下方看到的为壳体的左侧。自动割草机还包括移动模块,任务执行模块,能量模块,以及控制模块等。移动模块、任务执行模块、能量模块以及控制模块均安装于壳体 2。移动模块带动自动割草机移动。移动模块包括轮组,绕设于轮组的履带 3,以及驱动轮组和履带 3 运动的驱动马达。本实施例中,自动割草机包括两组轮组和履带 3,设置在壳体沿移动方向的两侧,每组轮组和履带 3 由独立的驱动马达驱动。本实施例中,任务执行模块为切割模块,包括切割组件,切割组件包括刀片,由切割马达驱动以执行割草工作。能量模块包括电池包,为自动割草机的移动和工作提供能量。控制模块与移动模块、任务执行模块以及能量模块电连接,控制自动割草机的移动和工作。控制模块包括存储单元、计算单元等等。本实施例中,自动割草机的移动包括自动割草机的转向运动。

本实施例中,自动割草机的壳体 2 包括纵轴线 x ,纵轴线 x 与自动割草机的移动方向平行,纵轴线 x 的两端方向定义出相反的第一延伸方向 D1 和第二延伸方向 D2。具体的,纵轴线 x 由壳体 2 的中部向第一端 12 延伸的方向为第一延伸方向 D1,纵轴线 x 由壳体 2 的中部向第二端 14 延伸的方向为第二延伸方向 D2,第一延伸方向 D1 与第二延伸方向 D2 相反。

图 3 为本发明的第一实施例的自动割草机的移动方式示意图。本实施例中,自动割草机可正向移动并执行工作,或反向移动并执行工作。如图 3 所示,自动割草机正向移动形成正向路径 a,反向移动形成反向路径 b。自动割草机的移动方向如图 3 中箭头所示。自动割草机移动时,移动速度包括沿纵轴线的分量 v_1 ,移动速度沿纵轴线的分量 v_1 的方向或者与纵轴线的第一延伸方向一致,或者与纵轴线的第二延伸方向一致。令自动割草机正向移动时,移动速度沿纵轴

线的分量 v_1 的方向与纵轴线的第二延伸方向一致，自动割草机反向移动时，移动速度沿纵轴线的分量 v_1 的方向与纵轴线的第二延伸方向一致。也就是说，自动割草机正向移动时，壳体的第一端作为自动割草机的前端，壳体的第二端作为自动割草机的后端。自动割草机反向移动时，壳体的第二端作为自动割草机的前端，壳体的第一端作为自动割草机的后端。自动割草机可以两种姿态在工作区域中移动，移动方式更加灵活。

本实施例中，自动割草机移动和工作过程中，在正向移动和反向移动之间切换。自动割草机由正向移动切换为反向移动时，可以认为是自动割草机由前进运动变换为后退运动，反之亦然。与传统的自动割草机的后退运动不同的是，本实施例中，自动割草机的“后退运动”与“前进运动”具有等效的功能，自动割草机在“后退运动”过程中同样执行工作；优选的，“后退运动”的路径长度与“前进运动”的路径长度相当。而传统的自动割草机的后退运动通常是为了辅助自动割草机的转向运动，后退距离小，且后退时停止切割工作。

自动割草机在正向移动和反向移动之间切换时，驱动马达在相反的旋转方向之间切换。本实施例中，位于壳体两侧的轮组和履带分别由第一驱动马达和第二驱动马达驱动。第一驱动马达和第二驱动马达可选择地以第一旋转方向或第二旋转方向旋转，第一旋转方向与第二旋转方向相反。控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第一旋转方向旋转时，移动模块带动自动割草机正向移动。控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第二旋转方向旋转时，移动模块带动自动割草机反向移动。本实施例中，自动割草机正向移动或反向移动时，第一驱动马达和第二驱动马达的旋转方向始终一致。自动割草机在正向移动和反向移动之间切换时，第一驱动马达和第二驱动马达同时在第一旋转方向和第二旋转方向之间切换。控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达以不同的转速旋转时，移动模块带动自动割草机转向。控制模块通过控制第一驱动马达和第二驱动马达的转速差，来控制自动割草机的转向半径。

本实施例中，自动割草机通过转向使得正向移动和反向移动的路径至少部分不重合。具体的，本实施例中，自动割草机在正向移动和反向移动之间切换时，开始转向。如图 3 所示，自动割草机沿正向路径 a 移动至预设位置时，由正向移动切换为反向移动，同时开始转向，使得反向路径 b 偏离正向路径 a。

本实施例中，自动割草机移动至预设位置指自动割草机移动至界限，在其他实施例中，自动割草机也可以在其他场景中由正向移动切换为反向移动，例如，当自动割草机在斜坡上移动至某高度时，等等。本实施例中，自动割草机转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动。同样的，自动割草机沿反向路径 b 移动至界限时，由反向移动切换为正向移动，同时开始转向，移动方式与上述步骤类似。

本实施例中，自动割草机通过转向，使得前进运动的轨迹相对于后退运动的轨迹沿壳体的横向发生偏移，同样的，也使后退运动的轨迹相对于前进运动的轨迹沿壳体的横向发生偏移，从而使得正向路径与反向路径不重合，使得自动割草机能够以在正向移动和反向移动间切换的移动方式覆盖整个工作区域。

在其他实施例中，自动割草机开始转向的时间与自动割草机在正向移动和反向移动之间切换的时间也可以不一致。

本发明的第二实施例中，自动割草机的移动方式与第一实施例基本相同，差异在于，自动割草机在正向移动和反向移动之间切换后移动预设距离，再开始转向。如图 4 所示，自动割草机沿正向路径 a 移动至预设位置时，由正向移动切换为反向移动，此时，驱动马达在第一旋转方向和第二旋转方向之间切换。驱动马达切换旋转方向后仍保持第一驱动马达和第二驱动马达的转速差为零，自动割草机沿反向路径 b 移动。自动割草机移动一段距离后，开始转向，反向路径 b 开始偏离正向路径 a。自动割草机转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动。自动割草机由反向移动切换为正向移动的方式与上述步骤类似。

本发明的第三实施例中，自动割草机的移动方式与第一实施例基本相同，差异在于，自动割草机在正向移动和反向移动之间切换之前，开始转向。具体的，自动割草机转向预设角度值后在正向移动和反向移动之间切换。如图 5 所示，自动割草机先沿正向路径 a 直线移动，自动割草机移动至预设位置，或者距离预设位置达到预设距离值时，开始转向，自动割草机仍然保持正向移动。自动割草机转向预设角度值后，由正向移动切换为反向移动。自动割草机反向移动时可以令第一驱动马达和第二驱动马达的转速差为零，使自动割草机沿直线移动，形成反向路径 b。由于自动割草机由正向移动切换为反向移动前发生了转向，因此，自动割草机由正向移动切换为反向移动后，反向路径 b 将偏离

正向路径 a。自动割草机由反向移动切换为正向移动的方式与上述步骤类似。

本发明的第四实施例中，自动割草机的移动方式与第一实施例基本相同，差异在于，自动割草机在正向移动和反向移动之间切换之前，开始转向。具体的，自动割草机转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动预设距离，再在正向移动和反向移动之间切换。如图 6 所示，自动割草机先沿正向路径 a 移动，自动割草机移动至预设位置，或者距离预设位置达到第一预设距离值时，开始转向，自动割草机转向时仍然保持正向移动。自动割草机转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动第二预设距离，再由正向移动切换为反向移动。自动割草机沿反向路径 b 移动时，将在自动割草机正向移动完成转向的位置开始偏离正向路径 a，使得反向路径 b 与正向路径 a 至少部分不重合。自动割草机由反向移动切换为正向移动的方式与上述步骤类似。

本发明的第一实施例中，自动割草机的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分的长度的比值大于或等于 1.5。履带与工作表面的接触部分的长度，即履带与工作表面的接触部分沿纵轴线方向的尺寸，称为履带的接地长度。本实施例中，自动割草机的驱动模块包括前轮和后轮，履带绕设于前轮和后轮上，履带的接地长度为履带从前轮的旋转中心延伸至后轮的旋转中心的长度。由履带带动移动的自动割草机，转向过程中履带容易对草坪造成磨损。履带对草坪的磨损主要由转向过程中履带的滑动运动造成，履带对草坪造成的磨损程度可以用履带的滑移量来衡量。履带的滑移量指，履带上定点从接触工作表面至离开工作表面期间，相对工作表面移动的量。履带的滑移量越大，对草坪的磨损越严重。履带的滑移量与自动割草机的转向半径以及履带的接地长度有关，自动割草机的转向半径越小，或者履带的接地长度越长，履带的滑移量越大。

本实施例中，履带的接地长度为 500mm，经测试，自动割草机的转向半径 R 与滑移量 S 的关系曲线如图 7 所示。由图 7 可知，当转向半径小于 0.2m 时，履带的滑移量快速增大；当转向半径大于 3m 时，履带的滑移量缓慢减小。本实施例中，将履带的滑移量控制在 8mm 以下，自动割草机的转向半径大于等于 0.75m，自动割草机的转向半径与履带的接地长度的比值大于或等于 1.5。在其他实施例中，将履带的滑移量控制在 10mm 以下，自动割草机的转向半径大于等于 0.8m，自动割草机的转向半径与履带的接地长度的比值大于或等于 1.6。当然，也可

以控制自动割草机的转向半径大于等于 1m 或 1.2m, 则自动割草机的转向半径与履带的接地长度的比值大于或等于 2 或 2.4。

当自动割草机的转向半径与履带的接地长度的比值大于或等于 1.5 时, 自动割草机转向时, 履带对草坪的磨损较小, 使得自动割草机性能改善的同时, 防止了履带对草坪的磨损。

自动割草机遇界限的场景, 是自动割草机在正向移动和反向移动之间切换, 并转向的这种移动方式所应用的主要场景。本实施例中, 自动割草机由履带带动移动, 自动割草机的体积较普通自动割草机更大, 在正向移动和反向移动之间切换的移动方式使得自动割草机的移动更加灵活, 且自动割草机能够以较大的半径转向, 而不用担心驶出界限, 保证了自动割草机的安全性, 同时解决了履带对草坪的磨损问题。

本发明的另一实施例中, 自动割草机的移动方式与第一实施例基本相同, 差异在于, 履带的接地长度为 250mm, 将履带的滑移量控制在 10mm 以下时, 自动割草机的转向半径大于或等于 0.4m。自动割草机的性能与履带的接地长度相关, 履带的接地长度过短时, 自动割草机的越障能力和爬坡能力将受到影响, 因此, 理想的, 将履带的接地长度控制在大于或等于 250mm。

图 8 为本发明的第一实施例的自动割草机在工作区域内移动的路径示意图。自动割草机的正向移动和反向移动形成 Z 字形路径, 自动割草机以 Z 字形路径覆盖工作区域。由上面的描述已知, 本实施例中, 自动割草机遇界限时, 在正向移动和反向移动之间切换, 同时转向, 转向预设角度值后沿转向完成时的方向继续移动。上述移动方式在整个工作区域内形成 Z 字形路径。具体的, 自动割草机的正向路径与反向路径之间形成夹角 γ 。夹角 γ 的值可以用自动割草机的纵轴线在转向完成时相对于转向开始时转过的角度值来衡量, 也即自动割草机在上述移动方式中转动的预设角度值。本实施例中, 自动割草机在上述移动方式中转动的预设角度值不超过 90 度。理想的, 自动割草机在上述移动方式中转动的预设角度值小于或等于 45 度。当自动割草机转动的角度值过大时, 自动割草机遇界限转向后, 将保持在界限附近的区域内移动, 使得自动割草机不能很好地覆盖到整个工作区域。当自动割草机完成上述转向的转向角度不超过 90 度, 尤其是当转向角度小于或等于 45 度时, 自动割草机能够快速全面地

覆盖整个工作区域。

本发明的第一实施例中，自动割草机包括界限侦测传感器，设置在壳体的第一端和第二端，用于侦测自动割草机相对于界限的位置关系。自动割草机还包括控制模块，控制自动割草机在由界限限定的工作区域内移动并工作。当界限侦测传感器侦测到自身位于界限外，或者自身与界限的距离达到预设值时，控制模块判断自动割草机移动至界限。控制模块判断自动割草机移动至界限时，控制自动割草机在正向移动和反向移动之间切换。

图 9(a) 为本发明的第一实施例的自动割草机在狭窄通道内移动时的路径示意图。本实施例中，控制模块判断自动割草机移动至界限时，控制自动割草机开始转向；若控制模块判断自动割草机未完成转向，再次移动至界限，则减小自动割草机再次转向的转向半径。

如图 9(a)，自动割草机沿正向路径 a1 移动至界限 A 处，由上面的描述已知，控制模块将控制自动割草机由正向移动切换为反向移动，同时控制自动割草机转向，自动割草机沿反向路径 b1 移动。当自动割草机在狭窄通道内移动时，自动割草机可能未完成上一次转向就再次遇界限。图 9(a) 中，自动割草机沿反向路径 b1 移动，在未完成转向的情况下，再次移动至界限 B 处，控制模块将控制自动割草机由反向移动切换为正向移动，同时控制自动割草机转向。若自动割草机的转向半径 R 不变，在一种模式下（本发明的第五实施例中），自动割草机切换为正向移动时，正向路径 a2' 将与反向路径 b1 重合，自动割草机将再次移动至界限 A 处，由正向移动切换为反向移动，并转向，反向路径 b2' 仍与上一反向路径 b1 重合，也就是说，自动割草机将在界限 A 处和界限 B 处之间以重合路径往复移动，如图 9(b) 所示。在另一种模式下（本发明的第六实施例中），自动割草机向壳体的靠近狭窄通道的入口的一侧转向，则自动割草机将回到进入狭窄通道前的工作区域，而不能通过狭窄通道，如图 9(c) 所示。本发明的第一实施例中，若自动割草机未完成转向，再次移动至界限，则减小自动割草机再次转向的转向半径。如图 9(a)，自动割草机移动至界限 B 处时，由于未完成上一次转向，令自动割草机再次转向的转向半径减小，自动割草机仍向壳体的靠近狭窄通道的出口的一侧转向，自动割草机沿正向路径 a2 移动，由于自动割草机在正向移动和反向移动之间切换前和切换后的转向半径不同，切

换前后的路径不重合。如图 9 (a), 自动割草机沿正向路径 a2 移动, 完成转向后, 将沿转向完成后的方向继续移动, 直至移动至界限 C 处, 自动割草机再次由正向移动切换为反向移动, 并转向, 此时可以令自动割草机恢复转向半径 R。自动割草机以上述移动方式移动, 将从狭窄通道的一端移动至另一端。

本实施例中, 根据自动割草机转向的角度是否达到预设角度值, 控制模块判断自动割草机是否完成转向。本实施例中, 预设角度值为 45 度。自动割草机包括角度计, 记录自动割草机转过的角度, 当自动割草机转过的角度达到 45 度时, 控制模块判断自动割草机完成转向, 若自动割草机转过的角度未达到 45 度, 控制模块判断自动割草机未完成转向。当然, 在其他实施例中, 也可以通过其他等效的方法来判断自动割草机是否完成转向。在其中一个实施例中, 根据自动割草机转向时移动的距离是否达到预设距离值, 控制模块判断自动割草机是否完成转向。根据自动割草机的转向半径, 以及自动割草机需完成的转向角度, 可以计算出自动割草机完成转向所移动的距离。自动割草机包括里程计, 记录自动割草机转向时移动的距离, 当自动割草机转向时移动的距离达到预设距离值时, 控制模块判断自动割草机完成转向。在其中另一个实施例中, 根据自动割草机转向的时间是否达到预设时间值, 控制模块判断自动割草机是否完成转向。根据自动割草机的移动速度, 以及自动割草机需完成的转向角度, 可以计算出自动割草机完成转向所需的时间。自动割草机包括计时器, 记录自动割草机转向的时间, 当自动割草机转向的时间达到预设时间值时, 控制模块判断自动割草机完成转向。

如图 9 (a), 当自动割草机在狭窄通道内移动时, 将频繁遇界限, 导致自动割草机的工作效率低。本实施例中, 控制模块检测到自动割草机频繁遇界限时, 判断自动割草机在狭窄通道内移动, 控制模块调整自动割草机的移动方式, 使得自动割草机能够快速通过狭窄通道。本实施例中, 将自动割草机相邻两次移动至界限的时间间隔称为第一时间间隔, 控制模块判断第一时间间隔是否小于或等于时间间隔预设值, 至少连续两次判断第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时, 控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动。如图 9 (a) 所示, 自动割草机从界限 A 处移动至界限 B 处的时间间隔即为第一时间间隔, 自动割草机包括计时器, 自自动割草机移动至界限 A 处时开始计时, 自动割草机移动

至界限 B 处时停止本次计时，并开始下一次计时。控制模块将计时器记录的时间间隔存储在存储器中，并与时间间隔预设值比较，在存储器中存储该比较结果。自动割草机从界限 B 处移动至界限 C 处的时间间隔也为第一时间间隔，计时器记录自动割草机从界限 B 处移动至界限 C 处的时间间隔，控制模块比较计时器记录的时间间隔与时间间隔预设值，并存储比较结果。根据存储器中存储的比较结果，控制模块可以判断第一时间间隔是否已连续 N 次小于或等于时间间隔预设值，其中，N 大于或等于 2。若是，控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动。在本发明的一优选实施例中，令 N 等于 2，即控制模块判断连续两次第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时，判断自动割草机在狭窄通道内移动。

自动割草机在工作区域内移动时，因遇障碍物等原因，可能偶尔出现相邻两次遇界限的时间间隔很小的情况，若仅以某一次第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值来判断自动割草机在狭窄通道内移动，则容易导致误判断。而连续两次第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时，则可以较准确地判断自动割草机在狭窄通道内移动。

可以理解的是，由于自动割草机在狭窄通道内移动时相邻两次遇界限的时间间隔必然较短，所以可以采用将自动割草机相邻两次遇界限的时间间隔与时间间隔预设值比较的方法，来判断自动割草机在狭窄通道内移动。若自动割草机在较开阔的区域内移动，自动割草机相邻两次遇界限的时间间隔较长，计时器自自动割草机遇边界时开始计时，若计时时间已远远超过时间间隔预设值，则无需再继续计时，即可判断自动割草机工作在开阔区域。

本实施例中，时间间隔预设值可以根据自动割草机的移动速度、转向半径、以及自动割草机可通过的狭窄通道的宽度等因素来确定，例如可以取 5-30 秒中的某一值。

当然，作为一种等效的判断方法，控制模块也可以判断自动割草机相邻两次遇界限的移动路径的长度，来判断自动割草机是否在狭窄通道内移动。

本发明的另一实施例中，判断自动割草机在狭窄通道内移动的方法与第一实施例中的方法基本相同，差异在于，时间间隔预设值可以包括多个。如图 9 (a) 所示，自动割草机在狭窄通道内移动时，相邻两次遇界限的路径长度不同，

因此相邻两次遇界限的时间间隔不同。例如从界限 A 处移动至界限 B 处的路径，由于未完成转向，因此路径长度较短，相邻两次遇界限的时间间隔较短；而从界限 B 处移动至界限 C 处的路径，由于完成转向并沿转向完成时的方向继续移动了一段距离，因此路径长度较长，相邻两次遇界限的时间间隔较长。可以针对自动割草机完成转向和未完成转向的不同情景，设定不同的时间间隔预设值。令计时器在自动割草机遇界限时开始计时，若自动割草机再次遇界限时未完成转向，则将计时器记录的时间间隔与时间间隔的第一预设值比较；若自动割草机再次遇界限前已完成转向，并沿转向完成时的方向继续移动，直至再次遇界限，则将计时器记录的时间间隔与时间间隔的第二预设值比较。时间间隔的第一预设值小于第二预设值。若计时器记录的时间间隔连续 N 次小于或等于时间间隔的第一预设值或第二预设值时，控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动。

上述实施例中，若自动割草机遇界限的同时完成上一次转向，自动割草机未开始沿转向完成时的方向继续移动，则控制模块仍将判断自动割草机未完成上一次转向。可以理解的是，在上述情景中，自动割草机遇界限再次转向时，若保持转向半径 R 不变，则自动割草机再次转向时的移动路径仍将与遇界限前的移动路径重合，因此，在上述情景中，判断自动割草机未完成上一次转向，从而减小自动割草机再次转向时的转向半径，是合理的。具体的，可以在自动割草机遇界限时，停止记录自动割草机的转向角度，或转向时移动的距离，或转向的时间，控制模块判断自动割草机是否完成转向时，基于自动割草机遇界限的前一时刻的数据来判断。

本发明的另一实施例中，控制模块判断自动割草机是否频繁遇界限的方法为，控制模块判断在第二时间间隔内，自动割草机移动至界限的次数是否达到预设值。具体的，第二时间间隔取 1 分钟，自动割草机移动至界限的次数取 5-20 次中的某一值，该实施例中，优选的，取自动割草机移动至界限的次数为 11 次。自动割草机每一次遇界限都在存储器中标记，若控制模块判断自动割草机在 1 分钟内遇界限的次数达到 11 次，则判断自动割草机在狭窄通道内移动。

本发明的第一实施例中，若控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动，则调整自动割草机的移动方式，以减小自动割草机移动至界限的频率。具体的，

控制模块控制自动割草机沿界限移动，再控制自动割草机以纵轴线与界限所成角度小于或等于第一角度值的方向移动。如图 9(a) 所示，自动割草机移动至界限 S 处时，此时控制模块已判断自动割草机在狭窄通道内移动，控制模块控制自动割草机沿界限移动一段距离，然后向工作区域内小角度转向，沿转向完成后的方向移动，从而驶出狭窄通道。在上述移动方式中，自动割草机转向完成时纵轴线与界限所夹锐角为 θ ， θ 取一较小的角度值，例如，可以令 θ 小于或等于 15 度。 θ 取较小的角度值时，能够使自动割草机快速驶出狭窄通道，避免自动割草机在狭窄通道内再次遇界限，从而减小自动割草机移动至界限的频率。

当然，在其他实施例中，当控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动时，也可以控制自动割草机从界限 S 处直接转向至纵轴线与界限所夹锐角为 θ 的姿态，并以该姿态驶出狭窄通道。或者，当控制模块判断自动割草机在狭窄通道内移动时，控制自动割草机从界限 S 处转向至纵轴线与界限平行，沿界限移动直至离开狭窄通道。

本发明的第七实施例中，自动割草机的移动在工作区域内形成平行路径，自动割草机以平行路径覆盖工作区域。如图 10 所示，自动割草机正向移动形成正向子路径 a'，自动割草机在距离界限到达预设距离值的位置沿第一旋转方向转向，转向半径为 R1，自动割草机的转向运动形成正向子路径 a''。自动割草机转过角度 $\phi 1$ 时移动至界限。自动割草机由正向移动切换为反向移动，并以第二旋转方向转向，转向半径为 R2，R2 小于 R1。第一旋转方向与第二旋转方向相反。自动割草机转过角度 $\phi 1$ ，形成反向子路径 b''。自动割草机转过角度 $\phi 1$ 后沿转向完成时的方向继续移动，形成反向子路径 b'。自动割草机下次遇界限时，在反向移动和正向移动之间切换的移动方式与上述步骤类似。在上述移动方式中，正向子路径 a' 与反向子路径 b' 平行。自动割草机在开阔区域内移动时，平行的正向子路径和反向子路径覆盖绝大部分工作区域，自动割草机仅在靠近界限的区域进行转向，转向路径对正向移动和反向移动所形成的路径的整体形状和效果的影响可以忽略不计。也就是说，本实施例中，自动割草机的正向移动和反向移动在工作区域内形成平行路径，自动割草机以平行路径覆盖工作区域。自动割草机以平行路径覆盖工作区域，使得草坪更加美观，自动割

草机覆盖工作区域的效率更高。

如图 11, 本发明的第八实施例中, 自动割草机正向移动形成正向子路径 a' , 自动割草机移动至界限时, 由正向移动切换为反向移动, 同时沿第二旋转方向转向, 自动割草机沿第二旋转方向转动角度 ϕ_2 后, 再沿第一旋转方向转动角度 ϕ_2 , 自动割草机沿转向完成时的方向继续移动, 形成反向子路径 b' 。正向子路径 a' 与反向子路径 b' 平行。同样的, 当自动割草机反向移动遇界限时, 移动方式与上述步骤类似。

在图 10 与图 11 所示的实施例中, 自动割草机通过旋转方向相反的转向, 使得正向移动和反向移动形成平行路径。由于自动割草机沿第一旋转方向和第二旋转方向转过相同的角度, 自动割草机在转向开始前的姿态与转向结束后的姿态相同, 因此, 自动割草机沿转向开始前的方向移动形成的路径与沿转向结束后的方向移动形成的路径平行。

在图 10 与图 11 所示的实施例中, 自动割草机还包括定位装置, 定位装置包括 GPS 模块, 或 DGPS 模块, 或北斗导航模块, 或伽利略导航模块, 定位装置还可以包括惯性导航模块。定位装置用于判断自动割草机的当前位置, 若自动割草机的当前位置不在预定的移动路径上, 则校正自动割草机的姿态, 使自动割草机回到预定的移动路径上, 从而保证自动割草机以平行路径覆盖工作区域。

本发明的第九实施例中, 自动割草机的结构和移动方式与第一实施例中基本相同, 差异在于, 自动割草机包括外部信息采集单元, 采集外部信息。外部信息采集单元与控制模块电连接, 控制模块根据外部信息采集单元采集到的外部信息, 来调整自动割草机转向时的转向半径, 或者自动割草机的移动速度, 或者自动割草机的工作时间计划。本实施例中, 外部信息采集单元采集的外部信息包括工作表面的湿度信息。具体的, 外部信息采集单元为电容传感器, 安装于壳体的下方, 检测草况。控制模块根据电容传感器的输出判断草坪的湿度。本实施例中, 控制模块判断草坪的湿度增大时, 增大自动割草机的转向半径, 判断草坪的湿度减小时, 减小自动割草机的转向半径。具体的, 控制模块中设置多个草坪湿度阈值, 以及与草坪湿度阈值相对应的转向半径值, 控制模块判断当前草坪湿度位于哪个湿度阈值的区间, 或位于哪两个湿度阈值之间, 控制自动割草机转向时符合相对应的转向半径。例如, 本实施例中, 当草坪湿度为

80%-90%时，令自动割草机的转向半径为 3m。草坪湿度越大，自动割草机转向时履带越容易对草坪造成损伤，增大自动割草机的转向半径能够降低履带对草坪的损伤。当草坪湿度适中时，相应的减小自动割草机的转向半径，避免自动割草机的转向半径过大，造成部分工作区域不能被完全覆盖。可以理解的是，当自动割草机的转向半径很大时，自动割草机移动至狭窄区域的概率将降低，即使自动割草机移动至狭窄区域，由于自动割草机的转向半径较大，将很快离开狭窄区域，相对的，当自动割草机的转向半径较小时，则能够保持在狭窄区域内工作，从而更好地覆盖整个工作区域。因此，根据草坪的湿度情况，调整自动割草机的转向半径，能够在草坪湿度较大时，使自动割草机的转向对草坪造成的损坏降低，同时在草坪湿度适中时，使自动割草机保持较高的工作效率。

本实施例中，控制模块判断草坪的湿度增大时，减小自动割草机的移动速度，判断草坪的湿度减小时，增大自动割草机的移动速度。草坪湿度较大时，容易导致履带打滑，造成草坪磨损，引起自动割草机的运行故障。因此，当控制模块判断草坪的湿度较大时，减小自动割草机的移动速度，使自动割草机的运行更加平稳。当控制模块判断草坪的湿度减小时，则适当增大自动割草机的移动速度，使自动割草机的工作效率更高。

本实施例中，控制模块判断草坪的湿度大于第一湿度阈值时，控制自动割草机停止移动和工作。具体的，当控制模块判断草坪的湿度大于或等于 95%时，控制自动割草机停止移动和工作。草坪的湿度达到一定程度时，自动割草机继续工作将对草坪造成严重磨损，例如草坪由于下雨而变得非常潮湿时，则自动割草机不宜再继续工作。

本发明的另一实施例中，自动割草机的结构与第九实施例中基本相同，差异在于，外部信息采集单元包括湿度传感器，湿度传感器设置于壳体外部，检测工作环境的湿度信息，控制模块根据湿度传感器检测到的湿度信息，判断工作表面的湿度。湿度传感器可以为雨淋传感器，也可以为能够检测空气中水分含量的传感器。湿度传感器设置于壳体上能够准确感应环境湿度的位置，例如设置于壳体的顶部。

本发明的另一实施例中，自动割草机的结构与第九实施例中基本相同，差异在于，外部信息采集单元包括无线通讯模块，接收天气信息，控制模块根据

无线通讯模块接收到的天气信息来判断草坪的湿度。无线通讯模块可以是wifi模块、或蜂窝网络模块、或蓝牙模块、或zigbee模块等等。该实施例中，自动割草机还包括定位装置，提供自动割草机所在位置信息，无线通讯模块接收自动割草机所在位置的天气预报，控制模块根据自动割草机所在位置的天气预报判断草坪的湿度，控制模块根据草坪的湿度调整自动割草机转向时的转向半径，或调整自动割草机的移动速度，或制定自动割草机的工作时间计划。在其他实施例中，无线通讯模块还可以与外部服务器通讯，接收外部服务器发出的天气信息或环境湿度信息等。当然，无线通讯模块还可以与用户终端通讯，接收用户发送的草坪湿度信息，或直接接收用户发送的控制自动割草机的转向半径、或移动速度、或工作时间计划的指令。

当然，在其他实施例中，外部信息采集单元还可以包括其他设备，例如，外部信息采集单元可以包括摄像头，捕获工作区域的图像，控制模块通过分析工作区域的图像来获取工作区域的环境信息。

本发明的第十实施例的自动工作系统，请参考图1所示。自动工作系统100包括自动割草机1，边界线200，以及停靠站300。边界线200将工作区域划分为工作区域内A和工作区域外B，自动割草机1在边界线200限定的工作区域内A移动并工作。当自动割草机1需要补充电量时，控制模块控制自动割草机1沿边界线200移动，回归停靠站300充电。

图12-15为本发明的第十实施例的自动割草机1在不同情境下的转向示意图。本实施例中，自动割草机1包括转角侦测模块，与控制模块电性连接。转角侦测模块侦测到自动割草机1移动至边界线的转角时，控制模块控制自动割草机1转向。自动割草机1的转向策略与边界线200的转角角度相关，因此，本实施例中，转角侦测模块还包括角度检测单元，检测边界线200转角的角度，具体的，角度检测单元检测边界线200转角的角度值或角度范围。本实施例中，边界线200转角的角度指边界线200在工作区域内A形成的转角的角度，将边界线200在工作区域内形成的转角称为第一转角，角度检测单元检测第一转角的角度。

转角侦测模块包括第一转角侦测传感器5和第二转角侦测传感器7。第一转角侦测传感器5和第二转角侦测传感器7相对的设置自动割草机1移动方

向的两侧，优选的，关于自动割草机 1 的纵轴线对称设置。第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的横向间距不大于 100mm，优选的，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的横向间距不大于 90mm。第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 设置在自动割草机 1 移动方向的前部。边界线 200 传输的电信号产生电磁场，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 检测电磁场，侦测自身位于边界线 200 限定的工作区域内 A 或工作区域外 B。

自动割草机 1 沿边界线 200 移动时，控制模块控制第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的其中之一位于边界线 200 限定的工作区域内 A，其中另一位于边界线 200 限定的工作区域外 B。本实施例中，控制自动割草机 1 沿边界线 200 回归停靠站时，总是以逆时针方向移动，因此，控制第一转角侦测传感器 5 位于工作区域内 A，第二转角侦测传感器 7 位于工作区域外 B。

在图 12-14 所示的情境中，当自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，第一转角侦测传感器 5 从工作区域内 A 移动至工作区域外 B，也即第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 均位于工作区域外 B，控制模块由此判断自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角，控制自动割草机 1 转向。

在图 15 所示的情境中，自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，第二转角侦测传感器 7 从工作区域外 B 移动至工作区域内 A，也即第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 均位于工作区域内 A，控制模块由此判断自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角，控制自动割草机 1 转向。

由图 12-15 所示的情境可知，无论自动割草机 1 沿逆时针方向移动还是沿顺时针方向移动，当边界线 200 的转角角度小于 180 度时，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的其中之一将从工作区域内 A 移动至工作区域外 B，当边界线 200 的转角角度大于 180 度时，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的其中之一将从工作区域外 B 移动至工作区域内 A。本实施例中，当第一转角侦测传感器 5 侦测到自身从边界线 200 限定的工作区域内 A 移动至工作区域外 B 时，控制模块判断边界线 200 的转角角度小于 180 度，当第二转角侦测传感器 7 侦测到自身从工作区域外 B 移动至工作区域内 A 时，控制模块判断边界线 200 的转角角度大于 180 度。

如图 12-14 所示，本实施例中，在第一模式下，转角侦测模块侦测到自动

割草机 1 移动至边界线 200 的转角时, 控制模块控制自动割草机 1 后退, 再控制自动割草机 1 转向, 转向的同时保持前进, 自动割草机 1 的转向轨迹如图 12-14 中虚线所示。控制模块控制自动割草机 1 转向后继续沿边界线 200 移动。

自动割草机 1 的转向半径越大, 对草坪的磨损越小。自动割草机 1 的转向过程中, 履带 3 的运动包括滚动运动和滑动运动, 滑动运动对草坪造成磨损, 将履带 3 从接触工作表面至离开工作表面的过程中滑动运动的位移量称为滑移量, 滑移量越大, 对草坪的磨损越严重。履带 3 的滑移量与自动割草机 1 的转向半径以及履带 3 的长度有关, 在履带 3 的长度一定的情况下, 自动割草机 1 的转向半径越大, 履带 3 的滑移量越小, 当转向半径趋向于无穷大时, 履带 3 的运动趋向于纯滚动运动, 履带 3 的滑移量接近于零。本实施例中, 履带 3 的接地长度为 500mm, 经测试, 自动割草机 1 的转向半径 R 与滑移量 S 的关系曲线如图 7 所示。由图 7 可知, 当转向半径小于 0.2m 时, 履带 3 的滑移量快速增大; 当转向半径大于 3m 时, 履带 3 的滑移量缓慢减小。本实施例中, 将履带 3 的滑移量控制在 10mm 以下, 自动割草机 1 的转向半径大于等于 0.8m。当然, 在其他实施例中, 也可以控制自动割草机 1 的转向半径大于等于 1m 或 1.2m 等等。

本实施例中, 控制模块控制自动割草机 1 在转向过程中始终位于边界线 200 限定的工作区域内 A 或边界线上。

为使自动割草机 1 在转向过程中不出界, 控制模块控制自动割草机 1 在转向前后退一定距离, 后退的距离与转向半径相关联, 具体的, 后退的距离与转向半径同向变化。当边界线 200 的转角角度不变时, 为使自动割草机 1 在转向过程中不出界, 且转向完成后能够继续沿边界线 200 移动, 自动割草机 1 的转向半径越大, 后退距离也越大。根据边界线 200 转角的角度, 以及转向半径, 能够确定后退的距离。

如图 12-14 所示, 自动割草机 1 后退的距离与边界线 200 转角的角度相关联。在图 12-14 中, 自动割草机 1 的转向半径不变, 图 13 中边界线 200 转角的角度相对于图 12 中边界线 200 转角的角度减小, 自动割草机 1 后退的距离增大; 图 14 中边界线 200 转角的角度相对于图 12 中边界线 200 转角的角度增大, 自动割草机 1 后退的距离减小。

当然，也可以控制自动割草机 1 后退的距离不变，根据边界线 200 转角的角度调节自动割草机 1 的转向半径。当边界线 200 转角的角度增大时，转向半径增大；当边界线 200 转角的角度减小时，转向半径减小。

如图 15 所示，本实施例中，第二模式下，转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块控制自动割草机 1 直接转向，转向的同时保持前进，自动割草机 1 的转向轨迹如图 15 中虚线所示。控制模块控制自动割草机 1 转向后继续沿边界线 200 移动。当然，在图 15 所示的情境中，自动割草机 1 也可以工作在第一模式下，即自动割草机 1 在转向前后退一定距离，如此使得自动割草机 1 转向后能够顺利沿边界线 200 移动，只要保证自动割草机 1 转向过程中不出界即可。

本实施例中，当边界线 200 转角的角度小于 180 度且接近 180 度时，自动割草机 1 工作在第二模式下，即转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制自动割草机 1 直接转向。当边界线 200 转角的角度小于 180 度，且自动割草机 1 直接转向易造成自动割草机 1 出界时，自动割草机 1 工作在第一模式下，即转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块控制自动割草机 1 先后退再转向。

第二模式下，自动割草机 1 的转向半径随边界线 200 转角角度的增大而增大。

如图 12-15 所示，本实施例中，若第一转角侦测传感器 5 侦测到自身从边界线 200 限定的工作区域内 A 移动至工作区域外 B，则控制模块控制自动割草机 1 向第一转角侦测传感器 5 所在的一侧转向，若第二转角侦测传感器 7 侦测到自身从工作区域外 B 移动至工作区域内 A，则控制模块控制自动割草机 1 向第二转角侦测传感器 7 所在的一侧转向。可以理解的是，当自动割草机 1 沿顺时针移动时，若第一转角侦测传感器 5 侦测到自身从工作区域外 B 移动至工作区域内 A，则控制模块控制自动割草机 1 向第一转角侦测传感器 5 所在的一侧转向，若第二转角侦测传感器 7 侦测到自身从工作区域内 A 移动至工作区域外 B，则控制模块控制自动割草机 1 向第二转角侦测传感器 7 所在的一侧转向。

本实施例的自动割草机 1 的转向过程中，自动割草机 1 转向的同时保持移动，因此对草坪的磨损小，自动割草机 1 采用先后退再转向的移动策略，使得

自动割草机 1 在转向过程中能够始终位于边界线 200 限定的工作区域内 A 或边界线上, 而不会移动至工作区域外 B, 保证了自动割草机 1 的安全性。

本实施例中, 角度检测单元包括角度检测传感器, 检测边界线 200 转角的角度, 控制模块根据边界线 200 转角的角度, 控制自动割草机 1 后退的距离。

在判断边界线 200 转角的角度之前, 控制模块已判断边界线 200 转角角度是否小于 180 度, 以下对边界线 200 转角角度的具体检测过程的描述, 均以控制模块判断边界线 200 的转角角度小于 180 度为前提。

本实施例中, 角度检测单元包括第一角度检测传感器, 将第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的至少其中之一作为第一角度检测传感器。具体的, 若第一转角侦测传感器 5 侦测到自身从边界线 200 限定的工作区域内 A 移动至工作区域外 B, 则将第一转角侦测传感器 5 作为第一角度检测传感器, 如图 12-14 中的工作情境所示。若第二转角侦测传感器 7 侦测到自身从边界线 200 限定的工作区域外 B 移动至工作区域内 A, 则将第二转角侦测传感器 7 作为第一角度检测传感器, 如图 15 中的工作情境所示。

本实施例中, 通过第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度, 控制模块判断边界线 200 转角的角度, 具体的, 第一角度检测传感器检测边界线 200 中传输的电信号产生的电磁场的强度。

下面以图 12-14 所示的工作情境为例, 说明自动割草机 1 检测边界线 200 转角角度的过程。其中, 图 12 所示的工作情境中, 边界线 200 转角为直角; 图 13 所示的工作情境中, 边界线 200 转角为锐角; 图 14 所示的工作情境中, 边界线 200 转角为钝角。自动割草机 1 检测边界线 200 转角角度的具体过程如图 16 所示。为便于说明自动割草机 1 检测边界线 200 转角角度的原理, 在图 16 中同时示出图 12-14 的工作情境中的边界线 200, 其中, 图 12 的工作情境中的边界线 200 如图 16 中实线所示, 图 13 和图 14 的工作情境中的边界线 200 分别如图 16 中右侧的虚线和左侧的虚线所示。

当第一转角侦测传感器 5 从工作区域内 A 移动至工作区域外 B, 即转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时, 控制模块控制自动割草机 1 继续前进预设距离, 到达图 16 所示的位置。控制模块读取此时第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度。控制模块包括存储单元, 存储信号强度

的预设范围，信号强度的预设范围对应边界线 200 的转角角度为第一角度值或第一角度范围时，第一角度检测传感器在图 16 所示的位置检测到的边界信号的强度。控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度满足信号强度的预设范围，则控制模块判断边界线 200 的转角角度为第一角度值，或判断边界线 200 的转角角度在第一角度范围内。

本实施例中，信号强度的预设范围对应：边界线 200 的转角角度为第一角度值时，第一角度检测传感器在图 16 所示的位置检测到的边界信号的强度，第一角度值为 90 度。因此，在图 12 所示的工作情境中，自动割草机 1 移动至图 8 所示的位置后，第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度将满足信号强度的预设范围，由此控制模块判断边界线 200 的转角角度满足第一角度值，即判断边界线 200 的转角角度为 90 度。

如图 16 所示，当自动割草机 1 工作在图 13 的工作情境中时，自动割草机 1 移动至图 16 所示的位置时，边界线 200 与第一角度检测传感器的距离比图 12 的边界线 200 与第一角度检测传感器的距离大。也就是说，在图 13 所示的工作情境中，边界线 200 与第一角度检测传感器的距离，比边界线 200 的转角角度为第一角度值时边界线 200 与第一角度检测传感器的距离大。因此，在图 13 所示的工作情境中，第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度，将小于边界线 200 的转角角度为第一角度值时第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度，也就小于信号强度的预设范围。控制模块根据第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于信号强度的预设范围，判断边界线 200 的转角角度小于第一角度值。

同理，如图 16 所示，当自动割草机 1 工作在图 14 的工作情境中时，自动割草机 1 移动至图 16 所示的位置时，边界线 200 与第一角度检测传感器的距离比图 12 的边界线 200 与第一角度检测传感器的距离小。也就是说，在图 14 所示的工作情境中，边界线 200 与第一角度检测传感器的距离，比边界线 200 的转角角度为第一角度值时边界线 200 与第一角度检测传感器的距离小。因此，在图 14 所示的工作情境中，第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度，将大于边界线 200 的转角角度为第一角度值时第一角度检测传感器检测到的边界

信号的强度，也就大于信号强度的预设范围。控制模块根据第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于信号强度的预设范围，判断边界线 200 的转角角度大于第一角度值。

通过上述方法，控制模块能够判断边界线 200 的转角角度为直角或锐角或钝角，由此控制自动割草机 1 后退的距离或转向的半径。本实施例中，保持自动割草机 1 的转向半径不变，为不同的边界线 200 的转角角度设置不同的后退距离。令边界线 200 的转角角度为直角时，自动割草机 1 后退的距离为第一距离，第一距离根据转向半径得出。边界线 200 的转角角度为锐角时，自动割草机 1 后退的距离大于第一距离。边界线 200 的转角角度为钝角时，自动割草机 1 后退的距离小于第一距离。

在其他实施例中，也可以保持自动割草机 1 后退的距离不变，为不同的边界线 200 的转角角度设置不同的转向半径。令边界线 200 的转角角度为直角时，自动割草机 1 的转向半径为第一半径，第一半径根据自动割草机 1 后退的距离得出。边界线 200 的转角角度为锐角时，自动割草机 1 的转向半径小于第一半径。边界线 200 的转角角度为钝角时，自动割草机 1 的转向半径大于第一半径。

本实施例中，转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块控制自动割草机 1 继续前进的预设距离为自动割草机 1 的机身长度的 $1/2$ 。此时，第一角度检测传感器与边界线 200 转角的距离约为自动割草机 1 的机身长度的 $1/2$ ，第一角度检测传感器能够准确地区分不同转角的边界线 200 信号的强度。本实施例中，由于第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 的横向间距小，自动割草机 1 沿边界线移动时，第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 均靠近边界线 200，因此在图 12-14 的工作情境中，第一转角侦测传感器 5 从工作区域内 A 移动至工作区域外 B 的位置几乎相同，这一位置因边界线 200 转角角度的变化而发生的变化相对于自动割草机 1 机身长度的 $1/2$ 可以忽略不计。因此，在图 12-14 的工作情境中，转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角后，自动割草机 1 继续前进机身长度的 $1/2$ 所到达的位置与边界线 200 转角的距离几乎相同，使得第一角度检测传感器 5 能够准确地区分不同转角的边界线 200 信号的强度。为保证自动割草机 1 不出界，应控制自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角后继续前进的预设

距离小于自动割草机 1 的机身长度。为保证自动割草机 1 不出界，且使第一角度检测传感器能够准确区分不同转角的边界线 200 信号的强度，优选的，将上述预设距离控制在 0.2m-0.5m 之间。

本实施例中，控制模块控制自动割草机 1 转向后继续沿边界线 200 移动。若自动割草机 1 转向后，自动割草机 1 相对于边界线 200 的位置关系能够满足第一转角侦测传感器 5 位于工作区域内 A，第二转角侦测传感器 7 位于工作区域外 B，即满足自动割草机 1 沿边界线 200 移动时的条件，则控制模块控制自动割草机 1 继续前进。由于边界线 200 转角角度的变化，自动割草机 1 转向后并不总是能顺利地沿边界线 200 移动。在其中一种情况下，自动割草机 1 转向后提前遇边界线 200，表现为，自动割草机 1 转向后，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 均位于边界线 200 限定的工作区域外 B。这种情况通常出现在自动割草机 1 的转向半径过大，或者自动割草机 1 后退的距离过小时。此时，若自动割草机 1 继续前进则可能出界。为了使得自动割草机 1 能够继续沿边界线 200 移动，控制自动割草机 1 再次转向，转向的同时保持移动，且再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相同。图 17 为自动割草机 1 转向后的某一状态图，在图 17 所示的状态下，控制自动割草机 1 后退一预设距离后再转向，直至自动割草机 1 转向后能够顺利沿边界线 200 移动。图 18 为自动割草机 1 转向后的另一状态图，在图 18 所示的状态下，可在保证自动割草机 1 不出界的情况下控制自动割草机 1 直接转向，转向完成后沿边界线 200 移动。本实施例中，自动割草机还包括第三转角侦测传感器 9 和第四转角侦测传感器 11，关于自动割草机 1 的纵轴线对称设置在自动割草机 1 移动方向的后部，间距远大于第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 的间距。当第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 均位于工作区域外 B，而第三转角侦测传感器 9 和第四转角侦测传感器 11 均位于工作区域内 A 时，控制自动割草机 1 转向前先后退。当第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 均位于工作区域外 B，第三转角侦测传感器 9 和第四转角侦测传感器 11 的其中之一位于工作区域内 A，其中另一位于工作区域外 B 时，可控制自动割草机 1 直接转向。当然，也可以通过判断自动割草机 1 的纵轴线与边界线 200 的夹角角度，来判断自动割草机 1 转向前是否需要后退。自动割草机 1 转向后不能顺利沿边界线

200 移动的另一情况为, 自动割草机 1 转向预设角度后仍未遇边界线 200, 表现为, 自动割草机 1 转向预设角度后, 例如转向 90 度后, 第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 均位于工作区域内 A。这种情况通常出现在转向半径过小, 或自动割草机 1 后退的距离过大时。此时, 控制自动割草机 1 再次转向, 转向的同时保持移动, 且再次转向的旋转方向与前一次转向的旋转方向相反。如图 19 所示, 自动割草机 1 的再次转向使得自动割草机 1 向边界线 200 偏移, 从而能够沿边界线 200 移动。

在其他实施例中, 由于第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 的横向间距小, 当自动割草机 1 移动至图 16 中的位置时, 第一转角侦测传感器 5 与第二转角侦测传感器 7 相对于边界线 200 的距离相差不大, 因此, 也可以将第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 均作为第一角度检测传感器, 综合第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 检测到的边界信号的强度, 来判断边界线 200 转角的角度。当然, 也可以在图 12-14 所示的工作情境中, 将第二转角侦测传感器 7 作为第一角度检测传感器, 在图 15 所示的工作情境中, 将第一转角侦测传感器 5 作为第一角度检测传感器。

本实施例中, 存储单元存储多个信号强度的预设范围, 分别与第一角度值以及不同于第一角度值的多个角度值一一对应。具体的, 存储单元还存储了与边界线 200 转角的角度为 30 度, 60 度, 120 度以及 150 度时对应的信号强度的预设范围。自动割草机 1 移动至图 16 所示的位置时, 控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度分别与各个信号强度的预设范围进行比较, 若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度满足某一角度值对应的信号强度的预设范围, 则判断边界线 200 转角的角度满足该角度值, 若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度小于某一角度值对应的信号强度的预设范围, 则判断边界线 200 转角的角度小于该角度值, 若第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度大于某一角度值对应的信号强度的预设范围, 则判断边界线 200 转角的角度大于该角度值。

当然, 在其他实施例中, 信号强度的预设范围也可以与转角角度的范围一一对应。自动割草机 1 移动至图 16 所示的位置时, 控制模块将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度分别与各个信号强度的预设范围进行比较, 若第

一角度检测传感器检测到的边界信号的强度满足某一角度范围对应的信号强度的预设范围，则判断边界线 200 转角的角度满足该角度范围。

当然，在其他实施例中，也可以将信号强度的预设范围限定为一预设值，将第一角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设值进行比较。

经测试，本发明的第一实施例的边界线 200 转角角度检测方法，能够准确地区分以大于等于 10 度为区间的边界线 200 转角角度的范围。将第一转角侦测传感器 5 或第二转角侦测传感器 7 同时作为角度检测传感器使用，使得自动割草机 1 的成本得到了很好的控制。

本发明的第十一实施例中，自动割草机 1 对边界线 200 转角角度的检测与第一实施中基本相同，差异在于，角度检测单元包括第二角度检测传感器，转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块可选择地控制自动割草机 1 继续前进，使得第二角度检测传感器到达边界线 200 转角前方第二距离的位置，角度检测单元将第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度与信号强度的预设范围进行比较，根据比较结果判断边界线 200 转角的角度值或范围。

第十一实施例中，检测边界线 200 转角角度的原理与第十实施例中的基本相同，可参考图 16，不同之处在于，采用不同于第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 的第二角度检测传感器检测边界信号的强度。本实施例中，第二角度检测传感器设置在自动割草机 1 的前部，具体的，在自动割草机 1 的长度方向上，第二角度检测传感器靠近第一/第二转角侦测传感器设置。当转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块控制自动割草机 1 继续前进一段距离，使得第二角度检测传感器到达边界线 200 转角前方第二距离的位置。本实施例中，第二距离为自动割草机 1 机身长度的 1/2，以使得第二角度检测传感器能够准确区分不同转角的边界线 200 信号的强度。边界线 200 转角的前方指自动割草机 1 的移动方向的前方。在其他实施例中，第一转角侦测传感器 5 和第二转角侦测传感器 7 可能相对的设置第二角度检测传感器的后部，当转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，第二角度检测传感器位于边界线 200 转角的前方第二距离的位置，则自

自动割草机 1 不需要继续前进，控制模块读取此时第二角度检测传感器检测到的边界信号的强度，与信号强度的预设范围进行比较。在其他实施例中，第二角度检测传感器也可以设置在自动割草机 1 的其他位置，只需保证第二角度检测传感器到达边界线 200 转角前方第二距离的位置，使得第二角度检测传感器能够准确区分不同转角的边界线 200 信号的强度。

本发明的第十二实施例中，自动割草机 1 对边界线 200 转角角度的检测与第一实施中基本相同，差异在于，角度检测单元包括第三角度检测传感器 13，转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时，控制模块可选择地控制自动割草机 1 继续前进第三距离，自动割草机前进第三距离后，控制模块根据第三角度检测传感器 13 相对于边界线 200 的位置关系，判断边界线 200 转角的角度值或范围。

第十二实施例中，角度检测单元包括至少两个第三角度检测传感器 13，沿自动割草机 1 的移动方向设置。自动割草机 1 沿边界线 200 移动时，控制模块控制第三角度检测传感器 13 均位于边界线 200 限定的工作区域内 A，或均位于边界线 200 限定的工作区域外 B。本实施例仅针对边界线 200 的转角角度小于 180 的工作情境进行描述，本实施例中，自动割草机 1 沿边界线 200 移动时，第三角度检测传感器 13 均位于边界线 200 限定的工作区域内 A。本实施例中，控制模块根据第三角度检测传感器 13 的至少其中之一位于边界线 200 限定的工作区域内 A，或位于边界线限定的工作区域外 B，判断第三角度检测传感器 13 相对于边界线 200 的位置关系。第三角度检测传感器 13 相对于边界线 200 的位置关系，与边界线 200 转角角度的值或范围一一对应。

下面以图 12-14 所示的工作情境为例，结合图 20，说明自动割草机 1 检测边界线 200 转角角度的原理。为便于说明，在图 20 中同时示出图 12-14 的工作情境中的边界线 200，其中，图 12 的工作情境中的边界线 200 如图 20 中实线所示，图 13 和图 14 的工作情境中的边界线 200 分别如图 20 中右侧的虚线和左侧的虚线所示。

如图 20 所示，自动割草机 1 移动方向的左侧设置有两个第三角度检测传感器 13，相对的设置自动割草机 1 的前部和后部。当自动割草机 1 沿逆时针方向移动时，第三角度检测传感器 13 均位于工作区域内 A。本实施例中，当自动

割草机 1 移动至边界线 200 的转角时, 控制模块控制自动割草机 1 继续移动第三距离, 到达图 20 所示的位置。在图 12 所示的工作情境中, 自动割草机 1 到达图 20 所示的位置时, 位于前部的第三角度检测传感器 13 已从工作区域内 A 移动至工作区域外 B, 位于后部的第三角度检测传感器 13 仍然位于工作区域内 A。在图 13 所示的工作情境中, 自动割草机 1 到达图 20 所示的位置时, 第三角度检测传感器 13 均位于工作区域外 B。在图 14 所示的工作情境中, 自动割草机 1 到达图 20 所示的位置时, 第三角度检测传感器 13 均位于工作区域内 A。设定第三距离的值, 使得边界线 200 的转角角度为第三角度范围时, 自动割草机 1 移动至图 20 所示的位置时, 前部的第三角度检测传感器 13 位于工作区域外 B, 后部的第三角度检测传感器 13 位于工作区域内 A。当自动割草机 1 移动至图 20 所示的位置时, 控制模块判断前部的第三角度检测传感器 13 位于工作区域外 B, 后部的第三角度检测传感器 13 位于工作区域内 A, 则判断边界线 200 的转角角度在第三角度范围内; 控制模块判断第三角度检测传感器 13 均位于工作区域外 B, 则判断边界线 200 的转角角度小于第三角度范围; 控制模块判断第三角度检测传感器 13 均位于工作区域内 A, 则判断边界线 200 的转角角度大于第三角度范围。具体的, 本实施例中, 第三角度范围为以 90 度为中心上下浮动的区间。本实施例中, 沿自动割草机 1 的长度方向, 两个第三角度检测传感器 13 设置在靠近自动割草机 1 机身中部的位置, 沿自动割草机 1 的宽度方向, 两个第三角度检测传感器 13 设置在靠近自动割草机 1 机身边沿的位置。

当然, 在其他实施例中, 第三角度检测传感器 13 可以有多个, 沿自动割草机 1 的移动方向设置, 自动割草机 1 移动至图 20 所示的位置时, 控制模块判断各个第三角度传感器 13 位于工作区域内 A 还是工作区域外 B, 来判断边界线 200 转角的角度的。第三角度检测传感器 13 的个数越多, 对边界线 200 转角角度的判断越准确。多个第三角度检测传感器 13 可以均匀或不均匀地沿自动割草机 1 的移动方向分布, 使得能够以最少数量的第三角度检测传感器 13 获得最有效的转角角度范围, 从而确定自动割草机 1 后退距离的最优值。

可以理解的是, 根据第一/第二转角侦测传感器设置位置的变化, 例如第一/第二转角侦测传感器不设置在自动割草机 1 的前部时, 转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角后, 自动割草机 1 也可以不继续前进, 控

制模块根据此时第三角度检测传感器 13 相对于边界线 200 的位置关系,判断边界线 200 转角的角度值或范围。

第十二实施例的边界线 200 转角角度检测方法,对边界线 200 转角角度范围的判断准确,用户体验感好。

本发明的第十三实施例中,自动割草机 1 对边界线 200 转角角度的检测与第一实施中基本相同,差异在于,角度检测单元包括两个第四角度检测传感器 15,沿自动割草机 1 的移动方向设置,转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时,控制模块可选择地控制自动割草机 1 继续前进第四距离,控制模块比较两个第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度,来判断边界线 200 转角的角度。

下面以图 12-14 所示的工作情境为例,结合图 21,说明自动割草机 1 检测边界线 200 转角角度的原理。为便于说明,在图 21 中同时示出图 12-14 的工作情境中的边界线,其中,图 12 的工作情境中的边界线如图 21 中实线所示,图 13 和图 14 的工作情境中的边界线分别如图 21 中右侧的虚线和左侧的虚线所示。转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角时,控制模块可选择地控制自动割草机 1 继续前进第四距离,到达图 21 所示的位置。设定第四距离的值,使得边界线 200 的转角角度为第二角度值时,自动割草机 1 到达图 21 所示的位置时,两个第四角度检测传感器 15 与边界线 200 的距离相同,因此,两个第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度相同。在检测边界线 200 的转角角度时,当自动割草机 1 移动至图 21 所示的位置时,控制模块比较两个第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度,若两个第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度相同,则判断边界线 200 转角的角度满足第二角度值;若前侧的第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度大于后侧的第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度,则判断边界线 200 的转角角度大于第二角度值,反之,判断边界线 200 的转角角度小于第二角度值。

本实施例中,第二角度值为 90 度。本实施例中,沿自动割草机 1 的长度方向,两个第四角度检测传感器 15 分别设置在自动割草机 1 的前部和后部,沿自动割草机 1 的宽度方向,两个第四角度检测传感器 15 设置在靠近自动割草机 1 机身边沿的位置。

可以理解的是,根据第一/第二转角侦测传感器设置位置的变化,例如第一/第二转角侦测传感器在两个第四角度检测传感器 15 之间等距设置时,转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边界线 200 的转角后,自动割草机 1 也可以不继续前进,控制模块比较此时两个第四角度检测传感器 15 检测到的边界信号的强度,来判断边界线 200 转角的角度。

本发明的第十四实施例中,自动割草机 1 对边界线 200 转角角度的检测与第一实施中基本相同,差异在于,角度检测单元包括第五角度检测传感器,检测边界线 200 转角的预置标记,根据第五角度检测传感器检测到的边界线 200 转角的预置标记,控制模块判断边界线 200 转角的角度值或范围,其中,边界线 200 转角的预置标记与边界线 200 转角角度的值或范围一一对应。

如图 22 所示,在边界线 200 的转角处设置标记,根据边界线 200 转角角度的不同,边界线 200 转角处设置的标记不同。具体的,本实施例中,第五角度检测传感器为霍尔元件,在边界线 200 转角处的布线钉上增加磁钢,边界线 200 的钝角转角处设置一个磁钢,直角转角处设置两个磁钢,锐角转角处设置三个磁钢,自动割草机 1 行进相同距离检测不同磁钢数量信号,来区分边界线 200 转角角度。

上述实施例的检测边界线 200 转角角度的方法均针对边界线 200 转角角度小于 180 度的情境,当边界线 200 转角角度大于 180 度时,可以采用相对应的方法检测边界线 200 转角的角度,检测原理已在上述描述中清楚阐明,在此不再赘述。

利用上述实施例的方法检测边界线 200 转角的角度后,若自动割草机 1 转向前后退,且保持转向半径不变,则自动割草机 1 后退的距离将与边界线 200 转角的角度值或范围密切相关,具体的,后退的距离将根据不同的边界线 200 转角角度来确定,边界线 200 转角角度越精确,自动割草机 1 后退的距离控制的越好,自动割草机 1 的转向效果越好。

本发明的另一实施例中,自动割草机 1 沿边界线 200 移动时的转向策略与第一实施例的基本相同,差异在于,自动割草机 1 在后退的同时转向。具体的,自动割草机 1 后退的同时转向的旋转方向,与自动割草机 1 转向的同时保持前进的旋转方向一致。如图 23 所示,转角侦测模块侦测到自动割草机 1 移动至边

界线 200 的转角时, 控制模块控制自动割草机 1 后退, 后退的同时转向, 再控制自动割草机 1 前进, 前进的同时转向, 使得自动割草机 1 转向后继续沿边界线 200 移动。自动割草机 1 后退的同时转向, 起到辅助自动割草机 1 转向的作用。自动割草机 1 后退并转向的过程中, 自动割草机 1 始终位于边界线 200 上。

本发明一实施例提供的行走方法, 该方法可以应用于自移动设备上, 如机器人、割草机、吸尘器、扫地机等。这些自移动设备包括分别朝着第一方向和第二方向延伸的纵轴线, 在纵轴线的两侧分设相应的工作模块, 并且在纵轴线的两侧分别设置有第一行走组件和第二行走组件。该方法可以应用与如图 1 所述的应用场景中。请参考图 24, 在此, 自移动设备为自动割草机 110, 该自动割草机 110 在工作区域 120 内工作, 该工作区域 120 由边界 130 所围而成, 自动割草机 110 可以识别到边界 130, 从而控制分设在纵轴线 111 两侧的第一行走组件 112 和第二行走组件 113 的行走路径, 使自动割草机 110 不会全部超出边界 120 所围的工作区域 130, 并且工作区域 130 还会包括一些自动割草机 110 在行走过程中继续按照原始路径行走的障碍物 140。识别物为边界 130 和障碍物 140, 自动割草机 110 为了提升割草效果, 其行走范围基本要覆盖整个工作区域 130, 当其识别到边界 130 或障碍物 140 时, 需要避开边界 130 或障碍物 140。自动割草机 110 整个行走过程中, 仅仅为了方便描述, 可以将自动割草机 110 在识别到标识物前后的行走过程定义为子行走过程, 在子行走过程中, 自动割草机 110 识别到标识物前的行走路径定义为第一路径, 将自动割草机 110 识别到标识物后, 为了避开标识物的行走路径定义为第二路径。并且, 自动割草机 110 沿第一路径和第二路径的行走方向是不同的, 以及第一路径和第二路径不重合。即若自动割草机 110 沿第一路径前进, 则自动割草机 110 沿第二路径后退; 若自动割草机 110 沿第一路径后退, 则反之。并且为了使得第一路径和第二路径所覆盖的路径不同, 可以控制第一行走组件 122 和第二行走组件 123 之间的速度差。该自动割草机 110 经过合适数量的子行走过程后, 基本上或全部完成对工作区域 130 的割草工作。

其中, 在自动割草机 110 整个行走过程中, 可以包括多个子行走过程, 在第 N 个 ($N \geq 2$) 子行走过程中的第一路径可以为第 $N-1$ 个子行走过程中的第

二路径，而第 N 个子行走过程中的第二路径可以为第 N+1 个子行走过程（若存在）中的第一路径；当然，在第 N 个子行走过程中的第一路径也可与第 N-1 个子行走过程中的第二路径不同，即在第 N-1 个子行走过程中，自动割草机 110 沿第二路径行走一段距离后，然后改变行走路径，仅仅为了方便起见，定义该行走路径为第三路径，并且自动割草机 110 沿着第三路径行走时，识别到标识物，该第三路径就为第 N 个子行走过程中的第一路径，当然，在第 N-1 个子行走过程中还可以包括第四路径、第五路径等；本领域技术人员可以理解的是，第 N+1 个子行走过程中的第一路径与第 N 个子行走过程中的第二路径也具有相似的关系。

该行走方法通过在识别标识物前改变第一路径和第二路径的行走方向以及第二路径的行走方式来提升行走效率和工况适应性。

如图 25 所述，在一个实施例中，提供了一种自移动设备的行走方法，该行走方法，包括如下步骤：

步骤 202：沿第一路径行走，自移动设备沿第一路径行走时的速度在纵轴线的方向上具有第一分量，第一分量与第一方向的方向相同。

具体的，自移动设备包括纵轴线，该纵轴线的两端分别朝着方向相反的第一方向和第二方向延伸，自移动设备以该纵轴线为基准进行布局，并且第一行走组件和第二行走组件分设在该纵轴线的两侧。自移动设备行走时，可以沿着纵轴线或与纵轴线呈一定角度前进或后退。无论，自移动设备在前进或后退过程中，自移动设备的速度在纵轴线方向上具有分量。在此，自移动设备沿第一路径行走时的某一时刻的速度在纵轴线的方向具有第一分量，该第一分量与第一方向的方向相同，从而可以根据第一方向所指的方向，确定自移动设备行走时为前进或后退。

步骤 204：识别到标识物，自移动设备在识别到标识物的所处位置为第一位置，自移动设备在第一位置停止行走，并处于第一状态。

具体的，自移动设备在沿第一路径行走，其识别到标识物后，该标识物阻碍自移动设备继续沿着第一路径行走，该标识物可以为边界或障碍物等。边界可以为电子围栏或光线围栏或光纤围栏等，障碍物可以为土坡、树桩、石头、

无需工作区域等，自移动设备可以根据所需判断的标识物的不同来设置相应的识别装置。自移动设备识别到标识物后，其所处的位置为第一位置，并且保持其角度等状态不变，将该状态定义为第一状态，并且该第一位置即为第一路径的终点。

步骤 206：自第一状态沿第二路径行走，第二路径和第一路径不重合，自移动设备沿所述第二路径行走时的速度在所述纵轴线的方向上具有第二分量，所述第二分量与所述第二方向的方向相同。

具体的，自移动设备行走过程中，需要在不同区域进行相应任务，其沿第二路径行走的路径与第一路径是不同的，同样的，其速度在纵轴线的方向上具备第二分量，并且该第二分量的方向与步骤 202 中的第一分量的方向是不同的。即当自移动设备沿第一路径前进的话，自移动设备沿第二路径则是后退；不然，则反之。更进一步的，该自移动设备包括分设在纵轴线两侧的第一行走组件和第二行走组件，自移动设备分别沿所述第一路径和所述第二路径行走时，第一行走组件和第二行走组件的速度差不同。自移动设备行走过程中，其行走路径与纵轴线之间存在着一定的角度，该角度可以根据第一行走组件的速度、第二行走组件的速度以及两者之间的速度差来确定。优选的，第一组件和第二组件分别由第一驱动电机和第二驱动电机驱动，自移动设备沿着所述第一路径行走时，第一驱动电机和第二驱动电机绕着第一旋转方向输出旋转动力，自移动设备沿着第二路径行走时，第一驱动电机和第二驱动电机绕着第二旋转方向输出旋转动力，并且第一旋转方向和第二旋转方向相反，从而来实现自移动设备在第一路径和第二路径行走时，按照前进或后退的不同行走方式来行走。

更进一步的，该自移动设备沿着第二路径行走过程中，自移动设备的纵轴线与处于第一状态时的自移动设备的纵轴线相比，转动的角度小于 90 度，来提高自移动设备的行走效率，不会因为转动的角度过大，使得自移动设备只是在第一位置的附近进行转动，使得自移动设备行走的范围较小，不能够高效的行走全部或基本全部的工作区域，行走效率大大降低。

更进一步的，自移动设备沿第二路径行走过程中，第一行走组件和第二行走组件之间的速度差保持恒定，这样第二路径为一圆弧状路径。该圆弧状路径

的半径根据第一行走组件和第二行走组件的速度以及两者之间的距离来确定。

假设，自移动设备沿第二路径后退，并且第一行走组件的速度大于第二行走组件的速度，该圆弧状路径朝向第一行走组件方向弯曲，第一行走组件为内侧行走组件，而第二行走组件为外侧行走组件，并且第一行走组件的速度为 v_1 、第二行走组件的速度为 v_2 、第一行走组件和第二行走组件之间的中心距为 h ，则该圆弧状路径的半径 $r = h \cdot v_2 / (v_2 - v_1)$ ，在本实施方式中，半径 r 的数值较大，使得该圆弧状路径的弯曲程度较为平缓，从而来提高行走效率。该半径 r 可以根据工作区域的大小等因素来确定，使得 v_1 和 v_2 处于合适的数值。

在另一个实施例中，请参考图 26，在步骤 202 后还可以包括步骤 2031：自移动设备处于第一状态后，并保持延时时间后，若自移动设备没有识别到标识物，自移动设备继续沿着第一路径行走。

具体的，在自移动设备工作环境中，自移动设备会产生一些误识别，例如，在自移动设备在室内行走时，由于宠物等物体的存在，宠物会干扰自移动设备的判断，自移动设备行走时，宠物正好行动至自移动设备的附近，影响自移动设备的判断；若自移动设备在室外行走时，野生动物等也会影响自移动设备的判断。因此当自移动设备识别到标识物后，保持第一状态一段时间，使得干扰物远离自移动设备后，再次对先前识别的标识物进行识别，若仍能够识别到标识物，表明该标识物并非干扰项，其可以进行下一步的步骤；若自移动设备没有识别到标识物，表明先前识别到的标识物为干扰项，并不影响自移动设备的行走，其可以继续沿着原先的路径进行行走。在此，延时时间可以根据实际情况来设置。

在另一个实施例中，请参考图 27，在步骤 202 后还可以包括步骤 2033：自移动设备识别到标识物，并且标识物为障碍物，自移动设备识别障碍物的尺寸，若障碍物的尺寸小于尺寸阈值，自移动设备继续沿着第一路径行走。

具体的，当自移动设备识别到障碍物后，自移动设备根据相应的工作模块识别障碍物的尺寸，若该障碍物的尺寸较小时，该障碍物并不会影响自移动设备的行走路径，自移动设备可以直接从障碍物上通过，为了提升行走效率，该自移动设备识别到这样的障碍物后，可以继续沿着原先的路径行走。自移动设

备预先设置有尺寸阈值，当障碍物的尺寸小于该尺寸阈值时，自移动设备可以直接从障碍物上通过；而当障碍物的尺寸部小于该尺寸阈值时，自移动设备需要绕开该障碍物，其不能够继续沿着原先的路径行走，而要改变行走路径。该尺寸阈值可以根据自移动设备的离地距离、第一行走组件和第二行走组件之间的间隙大小以及越障能力等因素来设定。

更进一步的，该步骤 2033 也可以设置在步骤 2031 后，当自移动设备在识别障碍物时，排除干扰项后，在来判断障碍物的尺寸，并做出相应的行走动作。

在另一个实施例中，请参考图 28，在步骤 206 后还包括步骤 208：自移动设备沿第二路径行走预设距离或预设时间后，自移动设备随即沿第三路径行走。

具体的，第三路径可以为随机行走路径，也可以为其他形式的路径。该第三路径可以根据工作区域形状、大小等因素来确定，从而提升自移动设备的行走效率。

请参考图 29，图 29 为一个具体场景中的行走方法的示意图，在该场景中，自移动设备 310 沿着第一路径 321 行走至窄胡同 330 内，该窄胡同 330 仅一面具有开口 331，其余的三面均为围墙，该开口 331 既为进口又为出口，并且该窄胡同 330 的宽度略大于自移动设备 310 的宽度，自移动设备 310 并不适合在该窄胡同 330 内进行转弯动作。此时自移动设备 310 沿着第一路径 321 前进行行走至窄胡同 330 的尽头，自移动设备 310 识别到标识物，并且判断其并不能按照原先的第一路径继续行走，此时自移动设备 310 改变第一行走组件 311 和第二行走组件 312 的行走方向，使得自移动设备 310 后退，并且控制两者的速度及速度差，使得自移动设备 310 行走的第二路径 322 为一圆弧状路线。在此，形成如图 29 所示的弯曲方向的第二路径 322，需要第二行走组件 312 的速度小于第一行走组件 311 的速度，并且设置两者合适的速度以及速度差，使得第二路径 322 的半径较大，其弯曲的程度较小，从而可以使得自移动设备 310 可以顺利的从窄胡同 330 内行走出来。

本发明实施例还提供了一种自移动设备，请参考图 30，图 30 为自移动设备 400 的结构框图，该自移动设备 400 包括纵轴线，该纵轴线的两端分别朝着方向相反的第一方向和第二方向延伸，自移动设备 400 以该纵轴线为基准进行

布局，该自移动设备 400 包括控制单元 410、行走单元 420、识别单元 430、驱动单元 440。其中，行走单元 420 用以在地面行走，其包括分设在纵轴线两侧的第一行走组件 421 和第二行走组件 423；识别单元 430 用以识别标识物；驱动单元 440 驱动行走单元 420 行走；控制单元 410 与识别单元 430 和驱动单元 440 连接。该控制单元 410 生成第一路径，并通过驱动单元 440 驱动行走单元 420 沿着第一路径行走，自移动设备 400 沿第一路径行走时的速度在纵轴线的方向上具有第一分量，该第一分量与第一方向的方向相同。自移动设备 400 沿着第一路径行走的过程中，若识别单元 430 识别到标识物，自移动设备在识别到标识物的所处位置为第一位置，控制单元 410 控制驱动单元 440 停止，该自移动设备 400 在第一位置停止行走，并处于第一状态。随后，控制单元 410 生成第二路径，该第二路径与第一路径是不重合的，在此可以通过驱动单元 440 驱动控制第一行走组件 441 和第二组件 442 的速度差的不同来实现第一路径和第二路径不重合。自移动设备 400 自第一状态沿第二路径行走，自移动设备 400 沿第二路径行走时的速度在纵轴线的方向上具有第二分量，第二分量与第二方向的方向相同。即，自移动设备 400 沿第一路径和第二路径行走的行走方向是不同的，当自移动设备 400 沿第一路径前进的话，其沿第二路径则为后退；反则反之。在本实施例中，自移动设备 400 识别到标识物后，该标识物阻碍自移动设备 400 继续沿着第一路径行走，该标识物可以为边界或障碍物等。边界可以为电子围栏或光线围栏或光纤围栏等，障碍物可以为土坡、树桩、石头、无需工作区域等，识别单元 430 可以根据所需判断的标识物的不同来设置相应的识别装置。本领域技术人员可以理解的是，当识别单元 430 需要识别边界时，根据边界的设置方式的不同，识别单元 430 包括相应的识别模块；当识别单元 430 需要识别障碍物时，识别单元 430 可以包括微动开关或超声波传感器或霍尔开关或红外传感器或图像识别模块等，通过相应的工作原理来完成识别障碍物的任务；当某些区域由于特定的原因设定为非工作区域，在该非工作区域设置相应的电子标签、电子信标等，识别单元 430 包括相应的识别模块，从而来实现识别这些区域的目的；当然，识别单元 430 可以根据标识物的性质来设置相应的模块。

在本实施例中，行走单元 420 可以为滚轮，第一行走组件 421 和第二行走组件 422 可以为滚轮组，这些滚轮组中，可以设置有分设两侧的驱动轮，其他滚轮可以为从动轮。行走单元 420 可以为履带，第一行走组件 421 和第二行走组件 422 为分设在两侧的履带，从而来提升自移动设备的越野性能。

在本实施例中，自移动设备 400 沿着第二路径行走过程中，控制单元 410 控制行走单元 420，使得自移动设备 400 的纵轴线与处于第一状态时的自移动设备 400 的纵轴线相比，转动的角度小于 90 度，这样可以提高自移动设备 400 的行走效率。

在本实施例中，自移动设备 400 沿第二路径行走过程中，控制单元 410 通过驱动单元 440 控制第一行走组件 421 和第二行走组件 422 之间的速度差保持恒定，这样第二路径为一圆弧状路径。更进一步的，控制单元 410 控制第一行走组件 421 和第二行走组件 422 的速度至合适的数值，使得该圆弧状路径的半径弯曲程度较为平缓，提升行走效率。

在本实施例中，该驱动单元 440 包括分别驱动第一行走组件 421 和第二行走组件 422 的第一驱动电机 441 和第二驱动电机 442。控制单元 410 通过控制第一驱动电机 441 和第二驱动电机 442 的转动方向的不同来改变第一行走组件 421 和第二行走组件 422 的行走方向。在此，自移动设备 400 沿着第一路径行走时，控制单元 410 控制第一驱动电机 441 和第二驱动电机 442 绕着第一旋转方向输出旋转动力；自移动设备 400 沿着第二路径行走时，控制单元 410 控制第一驱动电机 441 和第二驱动电机 442 绕着第二旋转方向输出旋转动力，并且第一旋转方向和第二旋转方向相反。

当然，在其他实施例中，第一行走组件 421 和第二行走组件 422 还可以由同一驱动电机驱动，在驱动电机和第一行走组件 421、第二行走组件 422 之间设置相应的差速装置，通过差速装置来完成第一行走组件 421 和第二行走组件 422 之间的速度差。

在本实施例中，该自移动设备 400 还包括延时单元 450，该延时单元 450 设置有延时时间，自移动设备 400 处于第一状态后，延时单元 450 开始计时，经过延时时间后，向控制单元 410 发送相应的信息，然后控制单元 410 控制识

别单元 430 识别标识物，若识别单元 430 未识别到标识物，控制单元 410 控制驱动单元 440 继续驱动行走单元 420 继续沿着第一路径行走。这样，可以大大的降低识别单元 430 的误识别，提升工作效率。

在本实施例中，该自移动设备 400 还包括障碍物尺寸识别单元 460，该障碍物尺寸识别单元 460 用以识别障碍物的尺寸，并且存储有尺寸阈值，当识别单元 430 识别到的标识物为障碍物时，障碍物尺寸识别单元 460 识别该障碍物的尺寸，若该障碍物的尺寸小于尺寸阈值，该障碍物尺寸识别单元 460 向控制单元 410 发送相应信息，控制单元 410 控制行走单元 420 继续沿着原先的第一路径行走。本领域技术人员可以理解的是，障碍物尺寸识别单元 460 可以包括超声波模块或图像识别模块等，通过相应的工作原理来识别障碍物的尺寸。

在本实施例中，该自移动设备 400 还包括测距或计时单元 470，该测距或计时单元 470 存储有预设行走距离或预设行走时间，自移动设备 400 开始沿第二路径行走后，控制单元 410 控制测距或计时单元 470 开始测量行走距离或行走时间，经过预设的行走距离或预设行走时间后，控制单元 410 通过驱动单元 440 控制行走单元 420 沿由控制单元 410 生成的第三路径行走。第三路径可以为随机行走路径，也可以为其他形式的路径。该第三路径可以根据工作区域形状、大小等因素来确定，从而提升自移动设备 400 的行走效率。

本发明实施例还提供了一种自动行走系统，该自动行走系统包括了如上所述的自移动设备 400 以及由边界线所围的工作区域，该自移动设备 400 在工作区域内行走，并且不超出工作区域行走。在该系统中，边界线为标识物，该自移动设备 400 的识别单元至少可以识别到边界线。在本实施例中，根据边界线的性质不同，识别单元的工作方式也进行相应的调整。例如，边界线为电缆，该电缆可以流通大小或/和方向发生改变的电流，从而在电缆周围形成电磁波，该识别单元可以为电磁波识别装置，用以识别电缆产生的电磁波，从而确定边界线的位置；该边界线也可以由红外线发生装置发射的红外线形成，该识别单元可以为红外线识别装置，当自移动设备 400 识别到红外线时，就可以确定边界线的位置。本领域技术人员可以理解的是，边界线还可以为其他形式，识别单元根据边界线的形式来确定其内部工作原理以及结构。

该自动行走系统还可以包括充电站，当自移动设备 400 的电池电量不足时或工作完成后，其可以自动返回充电站进行充电。

请参照图 31，为本发明的一实施例的自移动设备路径控制方法的流程示意图。如图 31 所示，一种自移动设备路径控制方法，包括：

步骤 S110，获取自移动设备的行走路径的数据。

具体地，本实施例中的自移动设备可以是割草机或除雪机，也可以是其它工具。自移动设备的外圈设置有边界电子围栏，用于圈定自移动设备的工作区域。自移动设备行走路径的数据是在边界电子围栏内预先规划的坐标数据，并且是具有顺序关系的坐标数据，根据坐标数据，就可以得到自移动设备的行走路径。

步骤 S130，依据数据，控制自移动设备沿着行走路径行走。

具体地，依据上述的坐标数据，控制自移动设备沿着其行走路径行走。本实施例中，应用 DGPS 系统实现自移动设备的精确定位，使自移动设备精确地沿着行走路径行走。在行走的同时，自移动设备执行工作任务。

步骤 S150，在行走路径中预设的转弯处，控制自移动设备偏转，并且控制偏转角度为锐角。

具体地，为了较好的执行工作任务，自移动设备在其行走路径中需要多次转弯，所以在行走路径中会预设多个转弯处。在转弯处，控制自移动设备偏转，并且控制该偏转角度为锐角，即偏转前的行走方向与偏转后的行走方向的夹角为锐角。进一步地，用户可以根据需要设置偏转角度，比如 30° 、 45° 、 60° 等，以适应不同行走路径需求。

上述自移动设备路径控制方法，获取了自移动设备的行走路径的数据之后，控制自移动设备沿着预设的行走路径行走。在行走路径的转弯处，控制自移动设备偏转，偏转角度为锐角，即在转弯处，偏转前的行走方向与偏转后的行走方向的夹角为锐角，偏转角度较小，避免了自移动设备呈钝角甚至 180° 角的转弯，也就是避免了自移动设备在转弯处的近似原地转弯，从而降低转弯时对地面或地面上的植被的损害程度。

请参照图 32，为本实施例的行走路径为环形路径的示意图。本实施例中，

行走路径包括起点 A1 和终点 B1,行走路径为从起点 A1 至终点 B1 的环形路径。

该环形路径的形状可以是规则的圆环形,也可以是不规则的环状。这样,可以使得自移动设备执行任务更有针对性,执行任务的路径比较顺滑,无顿挫感。该环形路径的环数可根据用户需求设置,用户可以将环数设置的尽可能多,这样可以保证不会漏掉需要自移动设备需要执行任务的区域。

本实施例中,根据工作要求,该环形路径的形状是不规则的环状。自移动设备沿该环形路径行走的过程中,自移动设备偏转角度很小,也就是说沿该环形路径行走的过程中,自移动设备的行走方向在不断地微调,以实现偏转角度为锐角,并且可以实现偏转角度为较小的锐角,避免转弯角度过大而损害转弯处的地面或地面上的植被。

请参照图 33,为一实施例的矩形路径的示意图。行走路径包括起点 A2、多个倒车点 C2、多个偏转点 D2 及终点 B2,一个倒车点 C2 和一个偏转点 D2 对应,偏转点 D2 为预设的转弯处,倒车点 C2 和偏转点 D2 位于起点 A2 与终点 B2 之间的行走路径上,倒车点 C2 与偏转点 D2 相对,且与倒车点 C2 相邻的为偏转点 D2,所有倒车点 C2 与相对的偏转点 D2 之间的直线平行。

具体地,本实施例中,为了保证自移动设备执行工作任务的范围最大,起点 A2、倒车点 C2、偏转点 D2 和终点 B2 都是边界点。起点 A2 和终点 B2 分别位于两个相对的方向,在起点 A2 和终点 B2 之间的边界上,倒车点 C2 和偏转点 D2 成对设置,倒车点 C2 和偏转点 D2 相对,且与倒车点 C2 相邻的为偏转点 D2,同样地,与偏转点 D2 相邻的为倒车点 C2。

本实施例中,依据行走数据,控制自移动设备沿着行走路径行走的步骤包括:

从起点 A2 出发,行走至相邻的倒车点 C2;

从倒车点 C2 行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2;

判断偏转点 D2 是否是最后一个偏转点 D2,若是,则由偏转点 D2 行走至终点 B2,若否,则偏转至下一个与偏转点 D2 相邻的倒车点 C2。

具体地,自移动设备从起点 A2 出发,首先行走至相邻的倒车点 C2,然后,依次经过所有偏转点 D2 和其它倒车点 C2 行走至终点 B2。

从倒车点 C2 至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 之间的行走路径可以是直线路径，也可以是曲线路径。可以根据需要采取相应的路径模式。这样执行任务更有针对性，提高效率。

自移动设备到达偏转点 D2，根据该偏转点 D2 的坐标判断是否是最后一个偏转点 D2。如果是，那么自移动设备的工作任务完成，行走路径接近尾声，随后，自移动设备偏转行走至终点 B2。如果不是，则自移动设备的工作任务还未完成，需要继续在后续的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间行走，同时执行工作任务，这时自移动设备偏转至下一个与偏转点 D2 相邻的倒车点 C2，直到行走至最后一个偏转点 D2。

沿着这样的行走路径行走，只需要在偏转点 D2 偏转至倒车点 C2，且偏转角度是锐角。这样，既能保证在偏转点 D2 的偏转角度较小，同时还大大减少了该矩形路径中的偏转次数，进一步减少了自移动设备转弯对地面或地面上的植被的损害。

进一步地，本实施例中，从倒车点 C2 行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 的步骤包括：从倒车点 C2 沿直线行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2。如图 33 所示，行走路径为矩形路径，即在起点 A2 和终点 B2 之间，假设在相对的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的直线路径上没有障碍物，所有相对的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的行走路径为直线且相互平行，在相邻的平行路径上的行走方向相反。用户可以根据需求设置相邻的平行路径之间的间距。自移动设备沿着这样的矩形路径行走并工作，执行任务更高效。

需要说明的是，如果在相对的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的直线路径上存在障碍物，那么，自移动设备从倒车点 C2 依然沿朝向偏转点 D2 的直线方向出发，绕过倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的障碍物，继续回归该直线路径行走，直至行走至偏转点 D2。也就是说，如果在相对的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的直线路径上存在障碍物，所有相对的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的行走路径近似地为直线且相互平行。

请参照图 34，为自移动设备 10 沿着图 33 所示的矩形路径行走的示意图。如图 34 所示，从倒车点 C2 行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 的步骤包括：

从倒车点 C2 以倒车式或正车式的行走方式行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2，且在相邻的两平行路径上的行走方式不同。

具体地，从倒车点 C2 行走至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 的过程中，自移动设备 10 既可以是正车式行走，也可以是倒车式行走。自移动设备 10 正向行走可以完成工作任务，倒车式行走的同时，依然可以完成工作任务。

在相邻的两平行路径上的行走方式不同，即为自移动设备 10 在沿着该矩形路径行走的过程中，如果在一条直线路径上的行走方式是倒车式行走，那么在与该直线路径相邻的路径上的行走方式是正车式行走。也就是说，在相邻的两平行路径上，自移动设备 10 的车头方向一致。举例说明如下。

(1) 从倒车点 C2 至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 采用倒车式的行走方式的情况如下所述。如图 34 所示，例如，自移动设备 10 从起点 A2 至相邻的倒车点 C2，是头部 10a 朝向倒车点 C2 行走。因此，在与起点 A2 相邻的倒车点 C2，为了以较小的角度调整自移动设备 10 的方向，自移动设备 10 应该是尾部 10b 朝向与该倒车点 C2 相对的偏转点 D2，这时，控制自移动设备 10 沿直线倒车式行走至与该倒车点 C2 相对的偏转点 D2，并同时完成工作任务。

(2) 在与 (1) 中的路径相邻的路径上，从倒车点 C2 至与倒车点 C2 相对的偏转点 D2 采用正车式的行走方式的情况如下所述。当自移动设备 10 到达 (1) 中的偏转点 D2，自移动设备 10 本着偏转角度是锐角的原则，偏转至下一个与该偏转点 D2 相邻的倒车点 C2。在该倒车点 C2，自移动设备 10 也以最小的角度调整自身的初始方向，结果是头部 10a 朝向与该倒车点 C2 相对的偏转点 D2，即正车方向对准相对的偏转点 D2，所以，从该倒车点 C2 行走至与该倒车点 C2 相对的偏转点 D2，控制自移动设备 10 正车式行走至与该倒车点 C2 相对的偏转点 D2，并同时完成工作任务。

在后续的倒车点 C2 和偏转点 D2 之间的行走方式依次类推。

这样，在转弯点 D2，自移动设备 10 的偏转角度是锐角，在倒车点 C2，自移动设备 10 也以最小的角度调整自身的方向，使正车方向或倒车方向对准相对的偏转点 D2，在转弯点 D2 和倒车点 C2 都避免了大角度偏转或转动，从而避免了对地面或地面上的植被的损害。

需要说明的是，在其它实施例中，自移动设备 10 从起点 A2 至相邻的倒车点 C2，从该倒车点 C2 向偏转点 D2 的行走方式不局限于倒车式行走，自移动设备 10 在倒车点 C2 以最小的角度调整自身的方向后，也有可能是头部 10a 朝向偏转点 D2，即有可能是以正车式的行走方式向相对的偏转点 D2 行走，具体应视起点 A2 与相邻的倒车点 C2 的相对位置情况而不同。

请参照图 35，为一实施例的自移动设备路径控制装置的结构框图。一种自移动设备路径控制装置，包括：

数据获取模块 101，用于获取自移动设备的行走路径的数据；

路径控制模块 102，用于依据数据，控制自移动设备沿着行走路径行走；

偏转控制模块 103，用于在行走路径中预设的转弯处，控制自移动设备偏转，并且控制偏转角度为锐角。

上述自移动设备路径控制装置，数据获取模块 101 获取了自移动设备的行走路径的数据之后，路径控制模块 102 控制自移动设备沿着预设的行走路径行走，在行走路径的转弯处，偏转控制模块 103 控制自移动设备偏转，并且偏转角度为锐角，即在转弯处，偏转前的行走方向与偏转后的行走方向的夹角为锐角，偏转角度较小，避免了呈钝角甚至 180° 角的转弯，也就是避免了自移动设备在转弯处的近似原地转弯，从而降低转弯时对地面或地面上的植被的损害程度。

在其中一个实施例中，行走路径包括起点和终点，行走路径为从起点至终点的环形路径。

在其中一个实施例中，行走路径包括起点、多个倒车点、多个偏转点及终点，一个倒车点和一个偏转点对应，偏转点为预设的转弯处，倒车点和偏转点位于起点与终点之间的行走路径上，倒车点与偏转点相对，且与倒车点相邻的为偏转点，所有倒车点与相对的偏转点之间的直线平行。

在其中一个实施例中，路径控制模块包括：

启动模块，用于使自移动设备从起点出发，行走至相邻的倒车点；

行走模块，用于使自移动设备从倒车点行走至与倒车点相对的偏转点；

判断模块，用于判断偏转点是否是最后一个偏转点，若是，则偏转控制模

块使自移动设备由偏转点行走至终点，若否，则偏转控制模块使自移动设备偏转至下一个与偏转点相邻的倒车点。

在其中一个实施例中，行走模块还用于使自移动设备从倒车点沿直线行走至与倒车点相对的偏转点。

在其中一个实施例中，行走模块还用于使自移动设备从倒车点以倒车式或正车式的行走方式行走至与所述倒车点相对的所述偏转点，且在相邻的两平行路径上的行走方式不同。

本发明不局限于所举的具体实施例，基于本发明构思的结构和方法均属于本发明保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种自移动设备，包括：

壳体，壳体包括纵轴线，与自移动设备的移动方向平行，纵轴线的两端方向定义出相反的第一延伸方向和第二延伸方向；

移动模块，包括履带，所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；

控制模块，控制自移动设备的移动和工作；其特征在于，

控制模块控制移动模块带动自移动设备正向移动并控制自移动设备执行工作，使得自移动设备的移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第二延伸方向一致，或者控制移动模块带动自移动设备反向移动并控制自移动设备执行工作，使得自移动设备的移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第二延伸方向一致；

控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动与反向移动之间切换；自移动设备的正向移动形成正向路径，反向移动形成反向路径；

控制模块控制移动模块带动自移动设备转向，使得正向路径与反向路径至少部分不重合。

2. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿纵轴线方向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

3. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动与反向移动之间切换时，开始执行转向。

4. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换后，带动自移动设备移动预设距离，再开始执行转向。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

6. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换之前，开始执行转向。

7. 根据权利要求 6 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备在正向移动和反向移动之

间切换；或者控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后，带动自移动设备沿转向完成时的方向继续移动预设距离，再带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

8. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，自移动设备的正向移动和反向移动形成 Z 字形路径，控制模块控制自移动设备以所述 Z 字形路径覆盖工作区域。

9. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块带动自移动设备完成所述转向的转向角度不超过 90 度。

10. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块带动自移动设备转向的转向半径大于或等于 0.4m。

11. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制移动模块带动自移动设备转向的转向半径大于或等于 0.8m。

12. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制驱动马达在相反的旋转方向之间切换，来控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

13. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制自移动设备在由界限限定的工作区域内移动和工作，控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

14. 根据权利要求 13 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备转向；若控制模块判断自移动设备未完成转向，再次移动至界限，则减小自移动设备再次转向的转向半径。

15. 根据权利要求 13 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块判断自移动设备移动至界限时，控制移动模块带动自移动设备转向；自移动设备再次移动至界限之前，若控制模块判断自移动设备完成转向，则控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的自移动设备，其特征在于，根据自移动设备转向的角度是否达到预设角度值，或转向时移动的距离是否达到预设距离值，或转向的时间是否达到预设时间值，控制模块判断自移动设备是否完成转向。

17. 根据权利要求 13 所述的自移动设备，其特征在于，将自移动设备相邻两次

移动至界限的时间间隔称为第一时间间隔，控制模块判断第一时间间隔是否小于或等于时间间隔预设值，至少连续两次判断第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时，控制模块调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

18. 根据权利要求 13 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块判断在第二时间间隔内，自移动设备移动至界限的次数达到预设值时，控制模块调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块调整自移动设备的移动方式，包括控制移动模块带动自移动设备沿界限移动，或者以纵轴线与界限所成角度小于或等于第一角度值的方向移动。

20. 根据权利要求 13 所述的自移动设备，其特征在于，自移动设备包括界限侦测传感器，设置在壳体的沿纵轴线的两端，界限侦测传感器侦测到自身与界限的距离达到预设值时，或者位于界限外时，控制模块判断自移动设备移动至界限。

21. 根据权利要求 1 所述的自移动设备，其特征在于，自移动设备的移动形成平行路径，控制模块控制自移动设备以所述平行路径覆盖工作区域。

22. 一种自动工作系统，其特征在于，包括如权利要求 1-21 任一项所述的自移动设备。

23. 一种自移动设备，包括：

壳体，壳体包括平行于自移动设备的移动方向的纵向，以及平行于工作平面且垂直于自移动设备的移动方向的横向；

移动模块，包括履带，所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；

控制模块，控制自移动设备的移动和工作；其特征在于，

控制模块控制移动模块带动自移动设备前进并控制自移动设备执行工作，控制模块判断自移动设备移动至一预设位置时，控制移动模块带动自移动设备后退并控制自移动设备执行工作；控制模块再次判断自移动设备移动至一预设位置时，再控制移动模块带动自移动设备前进并控制自移动设备执行工作；

控制模块控制移动模块执行转向，使得自移动设备前进运动和后退运动的其中之一的轨迹相对于其中另一的轨迹沿壳体的横向发生偏移。

24. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径, 以及履带与工作表面的接触部分沿壳体纵向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

25. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

26. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

27. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制移动模块在带动自移动设备在前进和后退之间切换时, 开始执行转向。

28. 根据权利要求 27 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制移动模块在带动自移动设备转向预设角度值后, 带动自移动设备直线移动。

29. 根据权利要求 28 所述的自移动设备, 其特征在于, 所述预设角度值小于或等于 90 度。

30. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 所述预设位置为工作区域的界限。

31. 一种自移动设备, 包括:

壳体, 壳体沿自移动设备的移动方向的两端定义出第一端和第二端;

移动模块, 包括履带, 所述移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动;

控制模块, 控制自移动设备的移动和工作; 其特征在于,

控制模块控制移动模块带动自移动设备正向移动并控制自移动设备执行工作, 使得壳体的第一端位于壳体沿移动方向的前部, 或者控制移动模块带动自移动设备反向移动并控制自移动设备执行工作, 使得壳体的第二端位于壳体沿移动方向的前部;

控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换;

自移动设备的正向移动形成正向路径, 反向移动形成反向路径;

控制模块控制移动模块执行转向, 使得自移动设备的正向路径与反向路径不同。

32. 根据权利要求 31 所述的自移动设备, 其特征在于, 以自移动设备的移动方向为履带的长度方向, 控制模块控制移动模块的转向半径, 以及履带与工作表面的接触部分的长度的比值大于或等于 1.5。

33. 根据权利要求 31 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

34. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

35. 根据权利要求 1 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制移动模块在带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换时, 开始执行转向。

36. 一种自移动设备, 包括:

壳体;

移动模块, 安装于壳体; 移动模块包括轮组, 绕设于轮组的履带, 以及驱动轮组运动的驱动马达; 移动模块包括两组轮组, 安装在壳体沿移动方向的两侧, 分别由第一驱动马达和第二驱动马达驱动;

自移动设备还包括控制模块, 与移动模块电连接;

控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第一旋转方向旋转, 使得移动模块带动自移动设备正向移动, 同时控制自移动设备执行工作; 或者控制第一驱动马达和第二驱动马达沿第二旋转方向旋转, 使得移动模块带动自移动设备反向移动, 同时控制自移动设备执行工作;

第一旋转方向与第二旋转方向相反;

控制模块控制移动模块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换;

自移动设备的正向移动形成正向路径, 反向移动形成反向路径;

控制模块控制第一驱动马达和第二驱动马达以不同的转速旋转, 使得移动模块带动自移动设备转向, 从而使得正向路径和反向路径至少部分不重合。

37. 根据权利要求 36 所述的自移动设备, 其特征在于, 以自移动设备的移动方向为履带的长度方向, 控制模块控制自移动设备的转向半径, 以及履带与工作表面的接触部分的长度的比值大于或等于 1.5。

38. 根据权利要求 36 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.4m。

39. 根据权利要求 36 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块控制自移动设备的转向半径大于或等于 0.8m。

40. 根据权利要求 36 所述的自移动设备, 其特征在于, 控制模块在控制移动模

块带动自移动设备在正向移动和反向移动之间切换时，控制第一驱动马达和第二驱动马达的相对转速改变。

41. 一种自移动设备的控制方法，所述自移动设备包括壳体，壳体包括纵轴线，与自移动设备的移动方向平行，纵轴线的两端方向定义出相反的第一延伸方向和第二延伸方向；所述自移动设备还包括履带，履带或自移动设备由驱动马达驱动以带动自移动设备移动；其特征在于，

所述自移动设备的控制方法包括步骤：

控制自移动设备正向移动并执行工作，使得移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第二延伸方向一致；

控制自移动设备反向移动并执行工作，使得移动速度沿纵轴线的分量方向与纵轴线的第二延伸方向一致；

控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换；

控制自移动设备转向，使得正向移动与反向移动的路径至少部分不重合。

42. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，控制自移动设备的转向半径，以及履带与工作表面的接触部分沿纵轴线方向的尺寸的比值大于或等于 1.5。

43. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，自移动设备在正向移动切换和反向移动之间切换时，控制自移动设备开始转向。

44. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换后移动预设距离，再控制自移动设备开始转向。

45. 根据权利要求 43 或 44 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，自移动设备转向预设角度值后，控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

46. 根据权利要求 41 所述的自移动设备，其特征在于，自移动设备在正向移动和反向移动之间切换之前，控制自移动设备开始转向。

47. 根据权利要求 46 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，控制自移动设备转向预设角度值后在正向移动和反向移动之间切换；或者控制自移动设备转向预设角度值后，沿转向完成时的方向继续移动预设距离，再控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

48. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 自移动设备的正向移动和反向移动形成之字形路径, 控制自移动设备以所述之字形路径覆盖工作区域。

49. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 控制自移动设备完成所述转向的转向角度不超过 90 度。

50. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 控制自移动设备完成所述转向的转向半径大于或等于 0.4m。

51. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 控制自移动设备完成所述转向的转向半径大于或等于 0.8m。

52. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 通过控制驱动马达在相反的旋转方向之间切换, 来控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

53. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 所述自移动设备在由界限限定的工作区域内移动并工作, 判断自移动设备是否移动至界限, 若自移动设备移动至界限, 控制自移动设备在正向移动和反向移动之间切换。

54. 根据权利要求 53 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 若自移动设备移动至界限, 控制自移动设备开始转向; 判断自移动设备是否完成转向, 若自移动设备未完成转向, 且自移动设备再次移动至界限, 则减小自移动设备再次转向的转向半径。

55. 根据权利要求 53 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 若自移动设备移动至界限, 控制自移动设备开始转向; 判断自移动设备是否完成转向, 若自移动设备完成转向, 则控制自移动设备沿转向完成时的方向继续移动。

56. 根据权利要求 54 或 55 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 根据自移动设备转向的角度是否达到预设角度值, 或转向时移动的距离是否达到预设距离值, 或转向的时间是否达到预设时间值, 判断自移动设备是否完成转向。

57. 根据权利要求 53 所述的自移动设备的控制方法, 其特征在于, 将自移动设备相邻两次移动至界限的时间间隔称为第一时间间隔, 判断第一时间间隔是否小于或等于时间间隔预设值, 至少连续两次判断第一时间间隔小于或等于时间间隔预设值时, 调整自移动设备的移动方式, 以减小自移动设备移动至界限的

频率。

58. 根据权利要求 53 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，判断在第二时间间隔内，自移动设备移动至界限的次数达到预设值时，调整自移动设备的移动方式，以减小自移动设备移动至界限的频率。

59. 根据权利要求 57 或 58 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，调整自移动设备的移动方式，包括控制自移动设备沿界限移动，或者以纵轴线与界限所成角度小于或等于第一角度值的方向移动。

60. 根据权利要求 53 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，所述自移动设备包括界限侦测传感器，设置在壳体的沿纵轴线的两端，界限侦测传感器侦测到自身与界限的距离达到预设值时，或者位于界限外时，判断自移动设备移动至界限。

61. 根据权利要求 41 所述的自移动设备的控制方法，其特征在于，自移动设备的移动形成平行路径，控制自移动设备以所述平行路径覆盖工作区域。

62. 一种自移动设备，包括：

壳体；

移动模块，安装于壳体，移动模块包括履带，所述履带或移动模块由驱动马达驱动以带动自移动设备移动和转向；

控制模块，与移动模块电连接；其特征在于，

自移动设备还包括外部信息采集单元，与控制模块电连接，外部信息采集单元采集外部信息，控制模块根据所述外部信息调整自移动设备转向时的转向半径，或自移动设备的移动速度，或自移动设备的工作时间计划。

63. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，外部信息采集单元采集的外部信息包括工作表面的湿度信息，控制模块判断工作表面的湿度增大时，增大自移动设备的转向半径；判断工作表面的湿度减小时，减小自移动设备的转向半径。

64. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制自动割草机的转向半径大于或等于 0.4m。

65. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块控制自动割草机的转向半径大于或等于 0.8m。

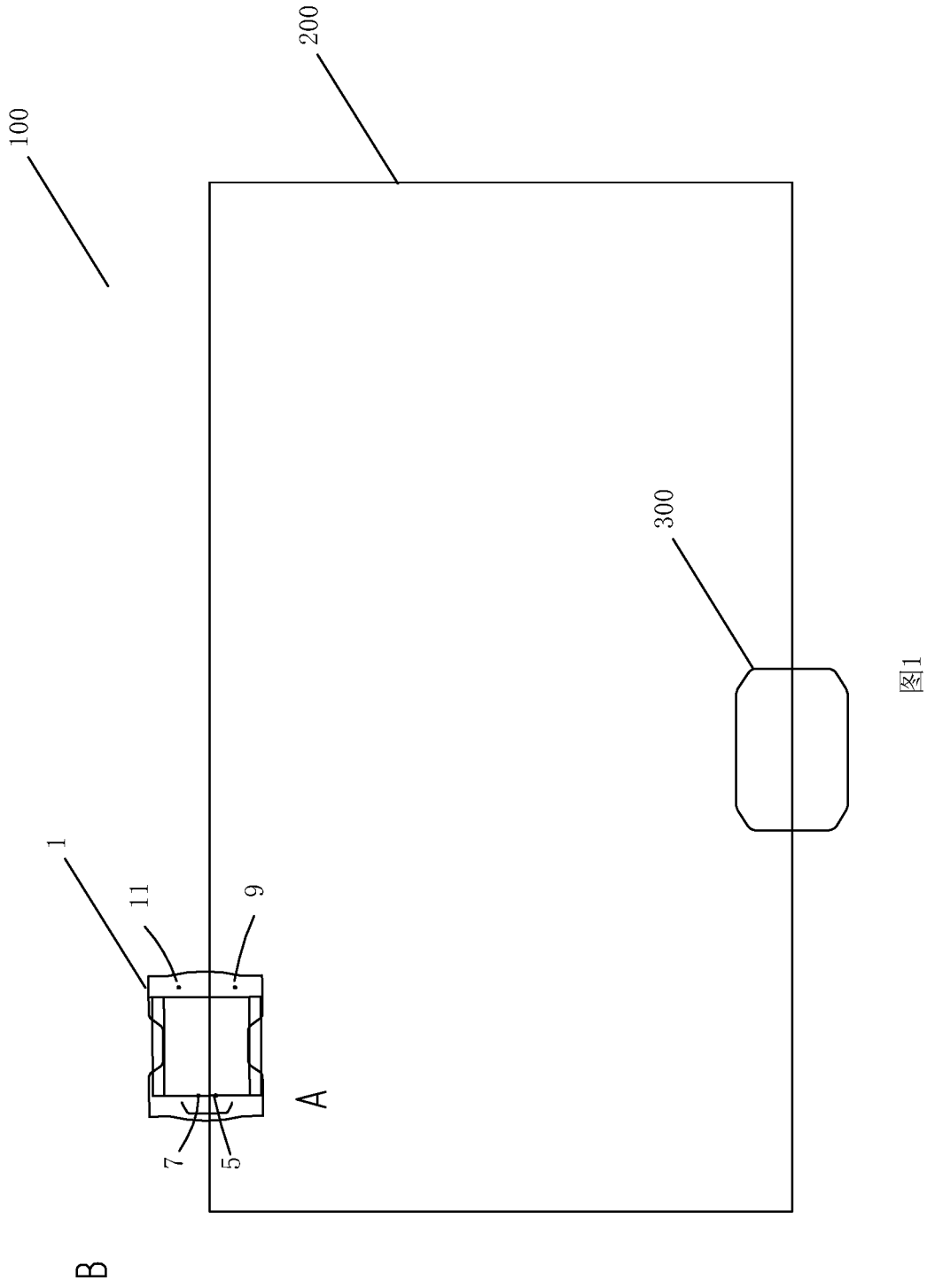
66. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，外部信息采集单元采集的信息包括工作表面的湿度信息，控制模块判断工作表面的湿度增大时，减小自移动设备的移动速度；判断工作表面的湿度减小时，增大自移动设备的移动速度。

67. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，外部信息采集单元包括湿度传感器，安装于壳体外部，检测自移动设备的工作环境的湿度信息，控制模块根据湿度传感器检测到的湿度信息，判断工作表面的湿度。

68. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，外部信息采集单元包括电容传感器，安装于壳体下方，检测工作表面的湿度信息，控制模块根据电容传感器检测到的湿度信息，判断工作表面的湿度。

69. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，外部信息采集单元包括无线通讯模块，接收天气信息，控制模块根据无线通讯模块接收到的天气信息，判断工作表面的湿度。

70. 根据权利要求 62 所述的自移动设备，其特征在于，控制模块判断工作表面的湿度大于第一湿度阈值时，控制自移动设备停止移动和工作。



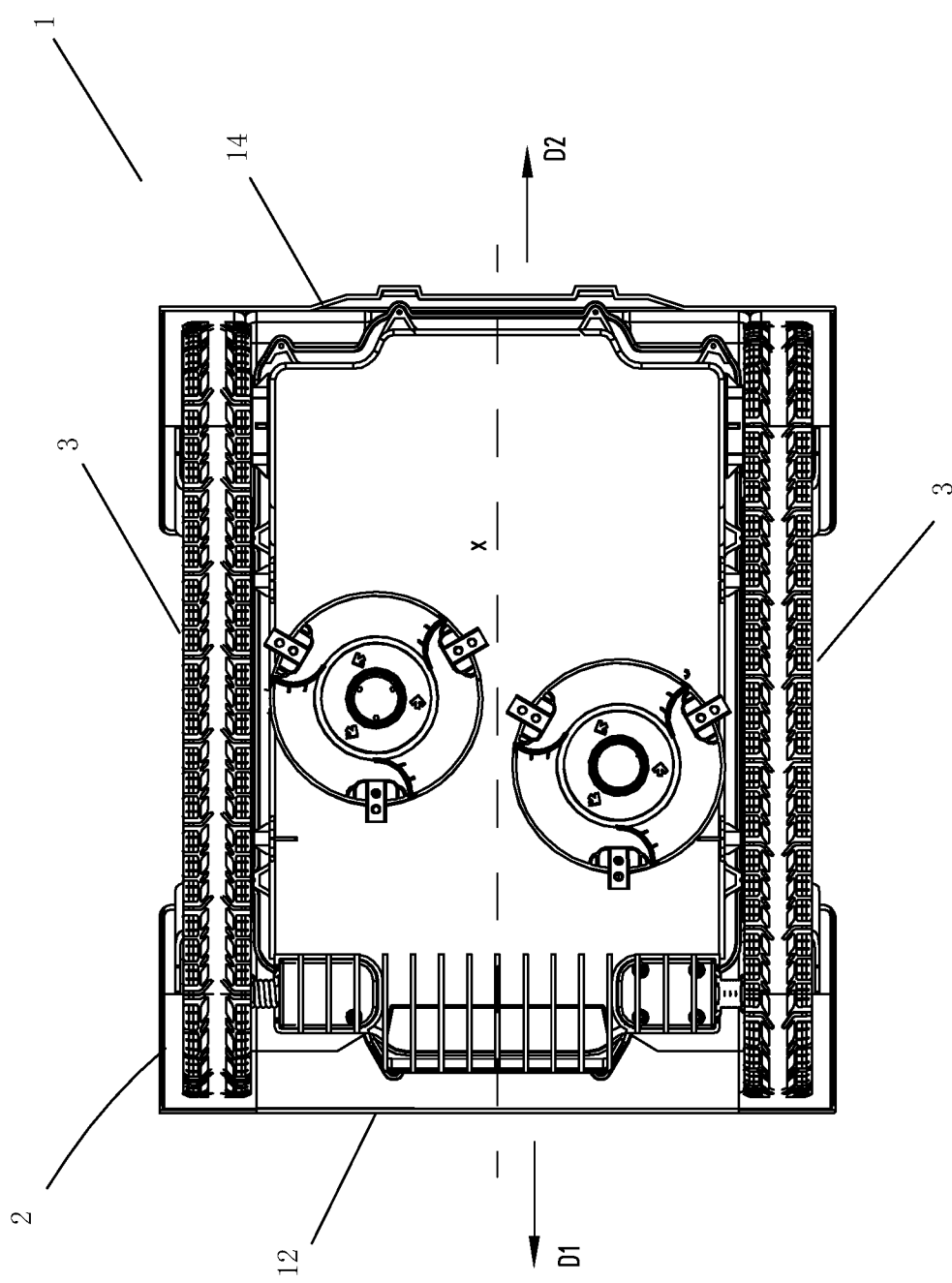


图2

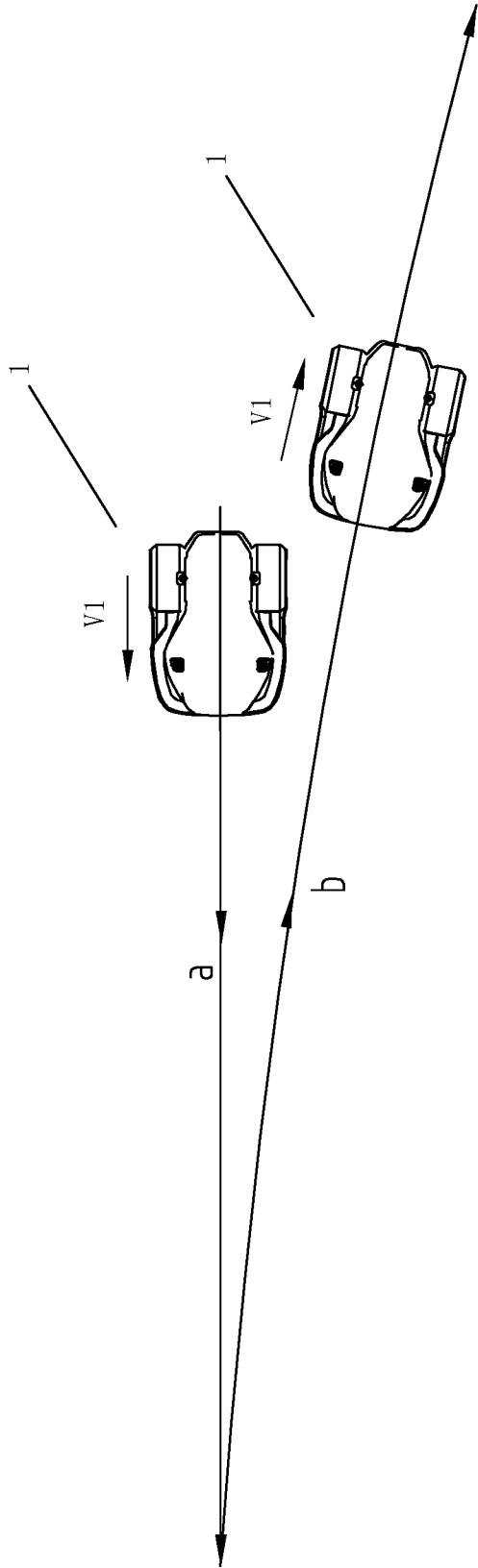


图3

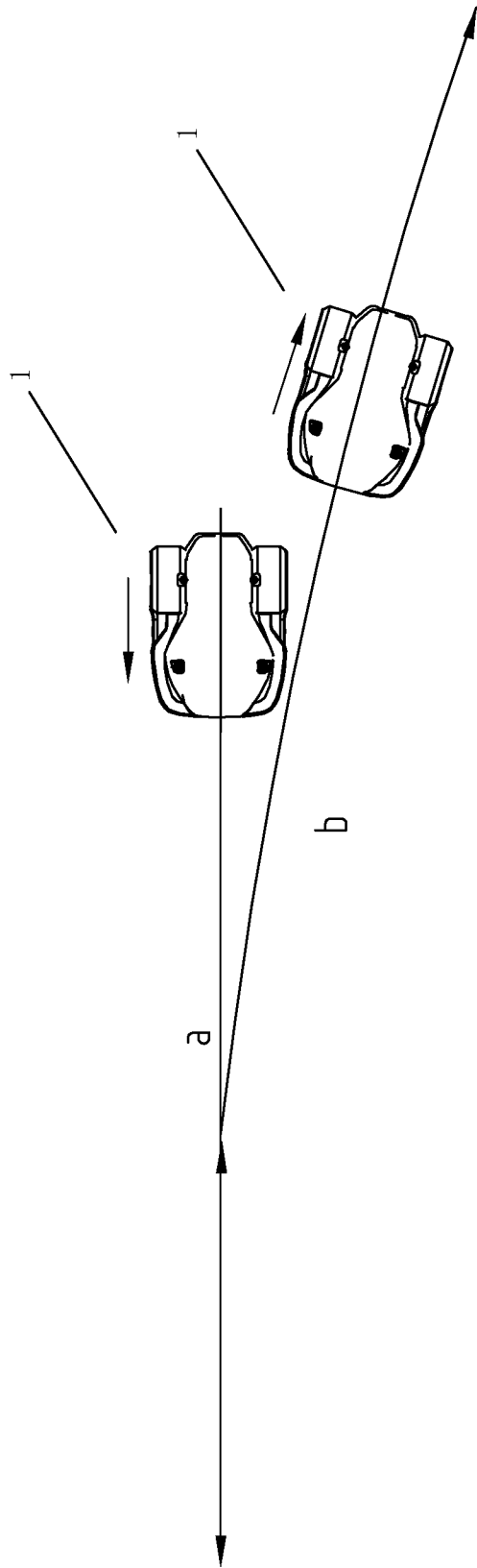


图4

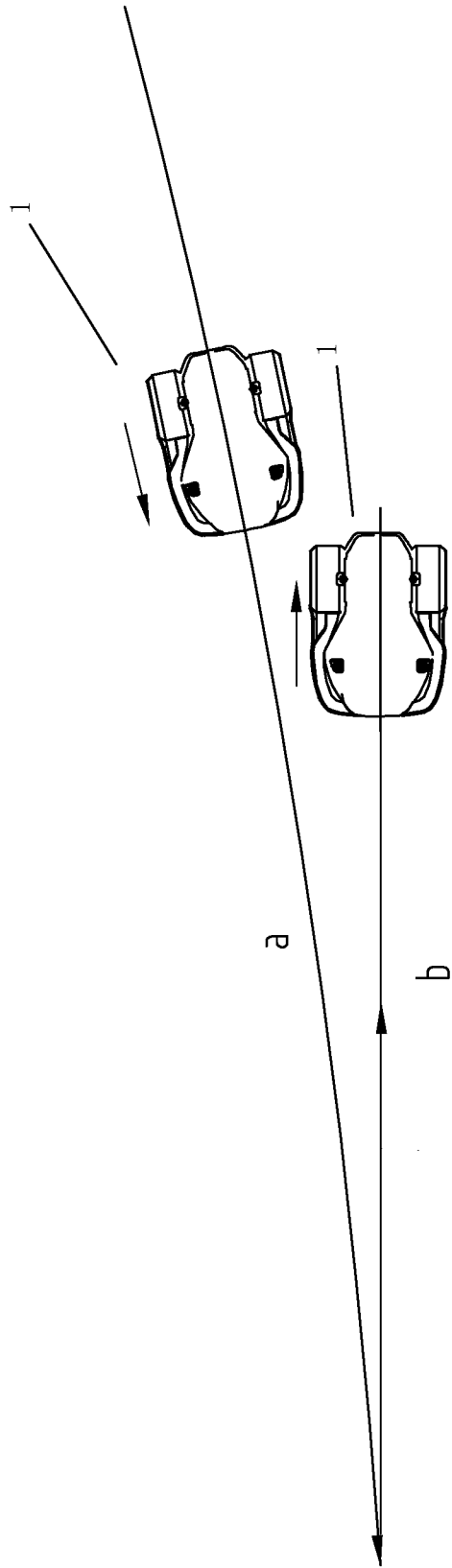


图5

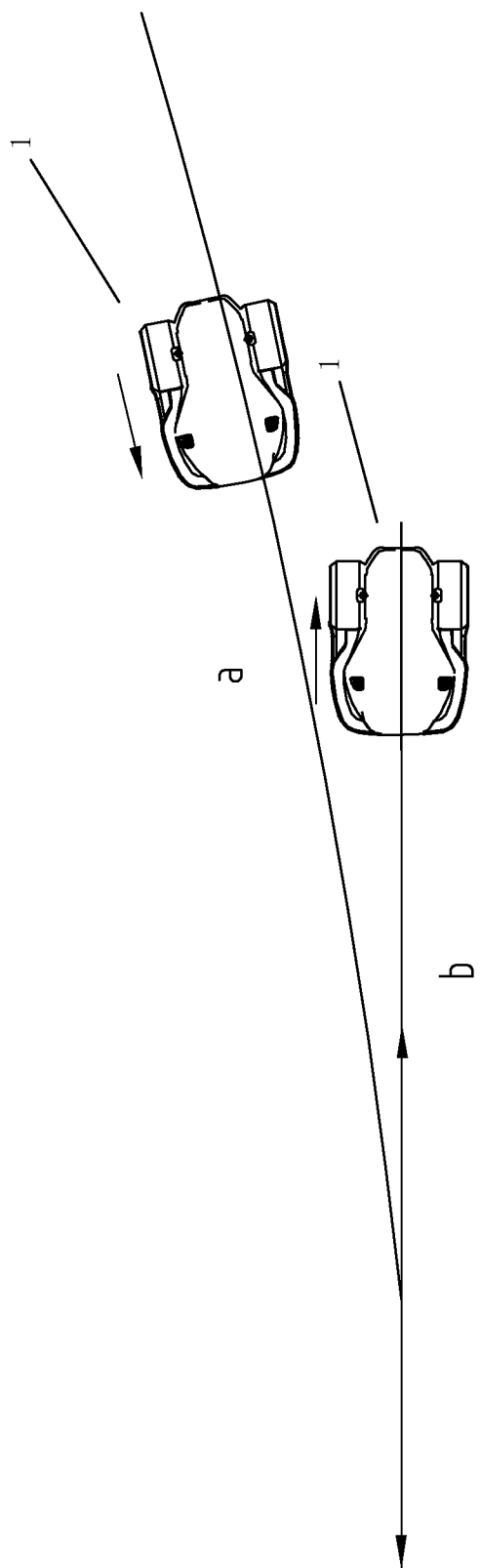


图6

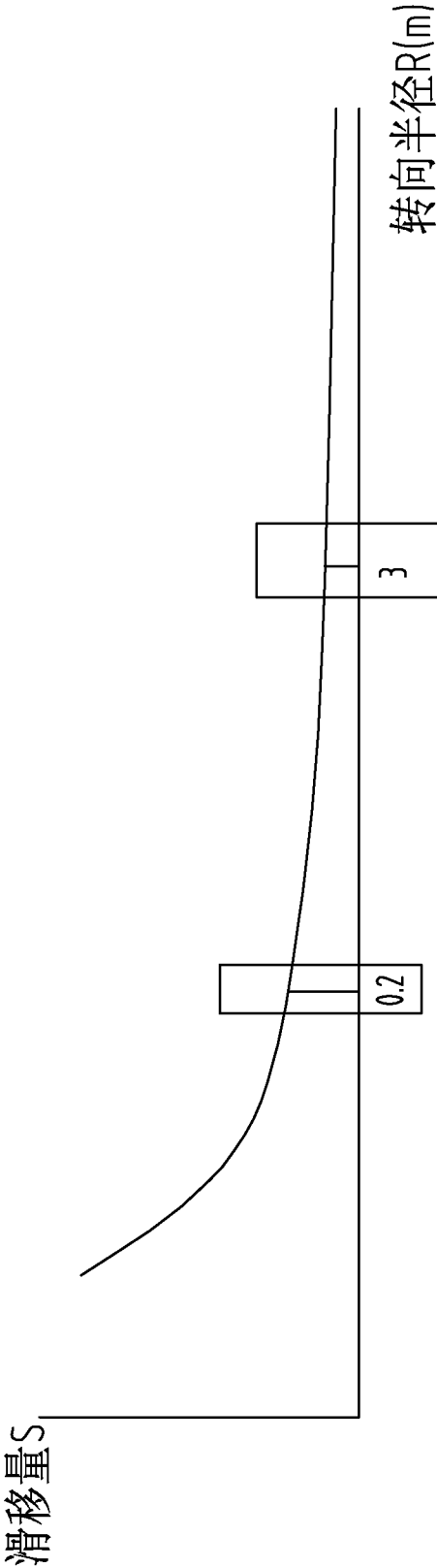


图7

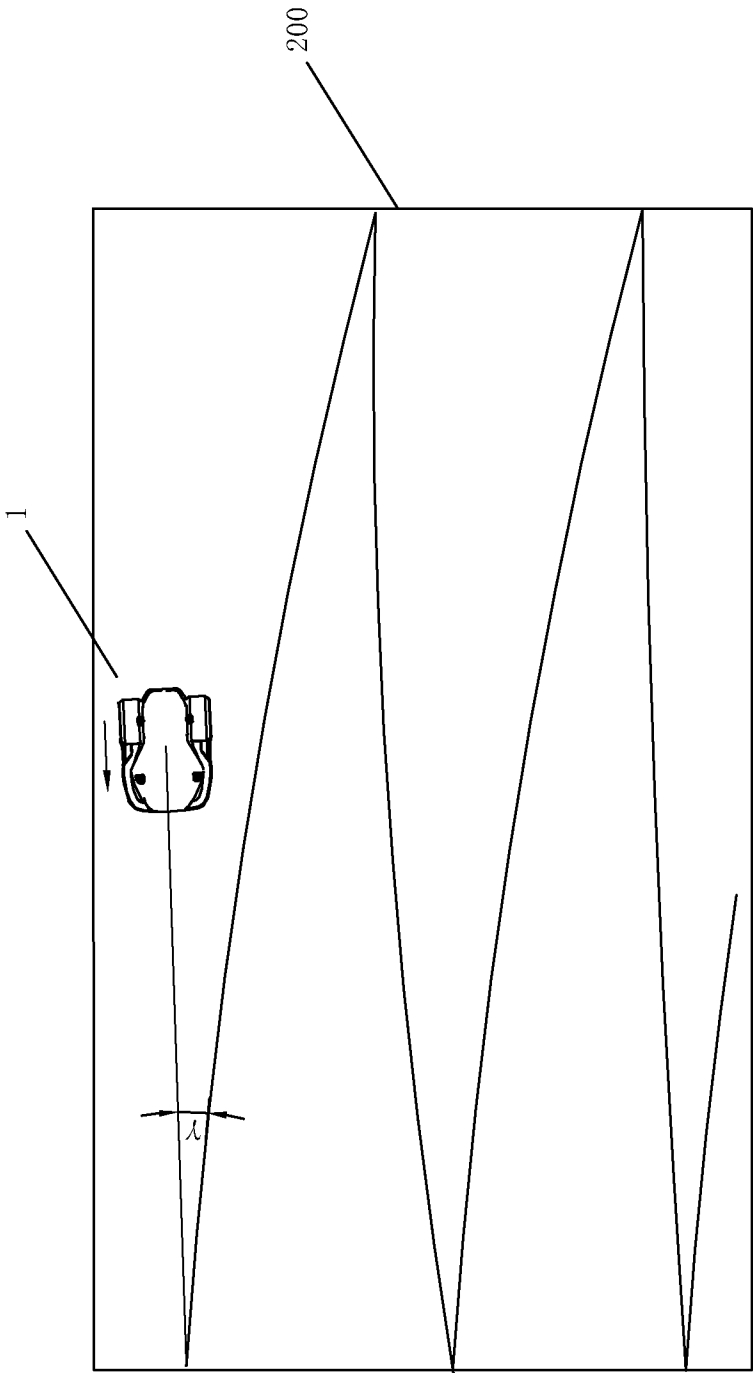


图8

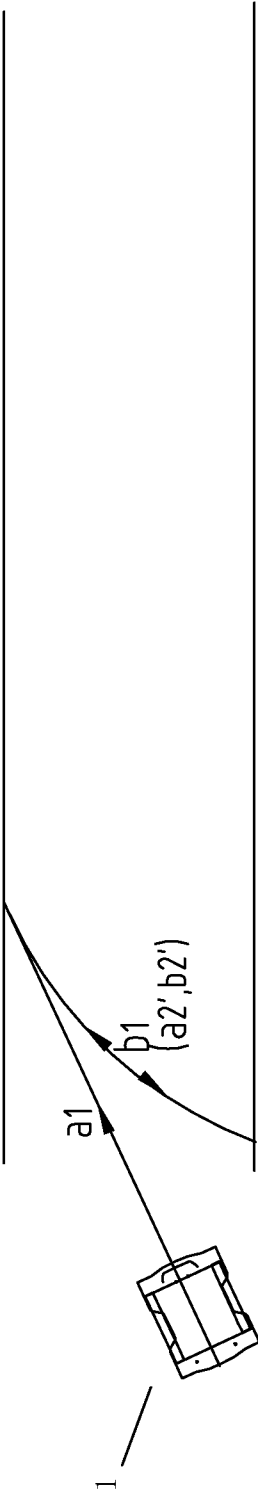


图9 (b)

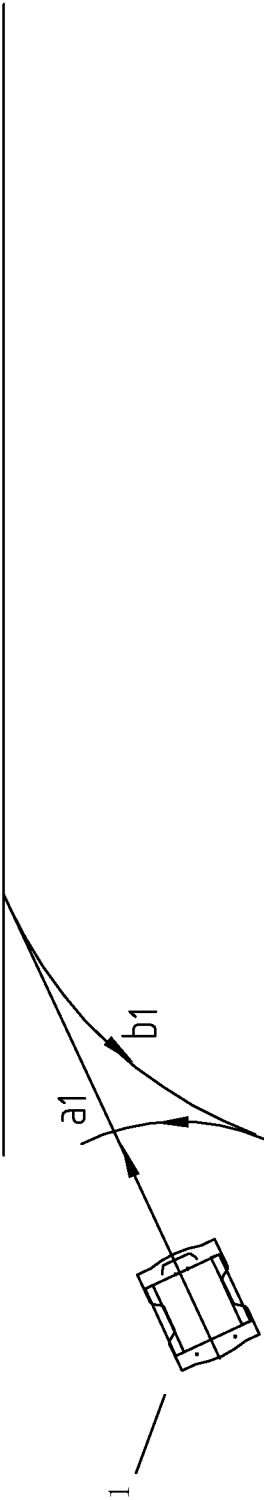


图9 (c)

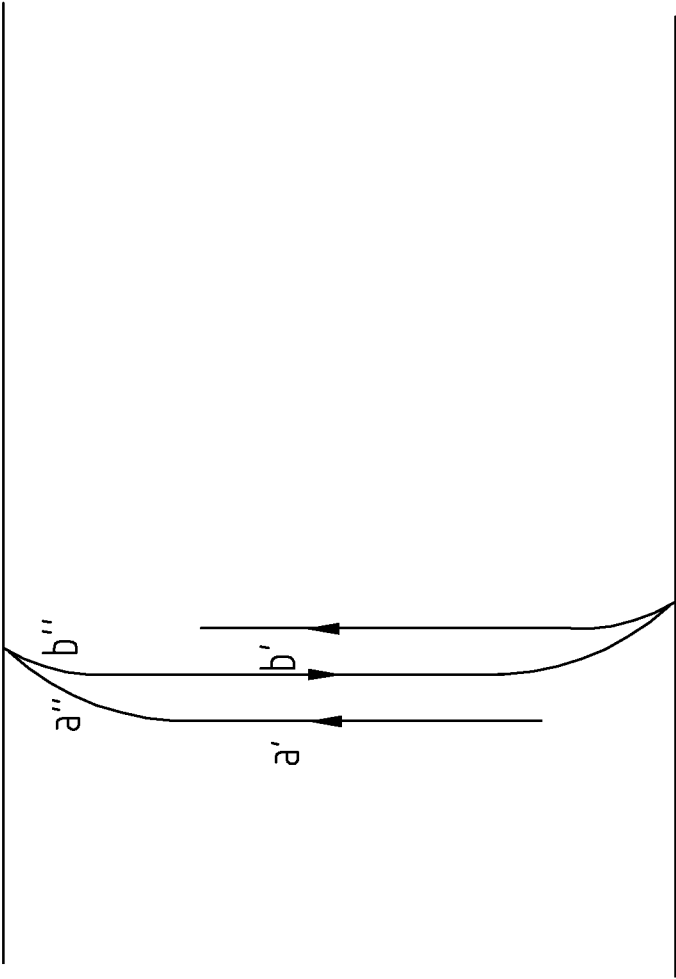


图 10

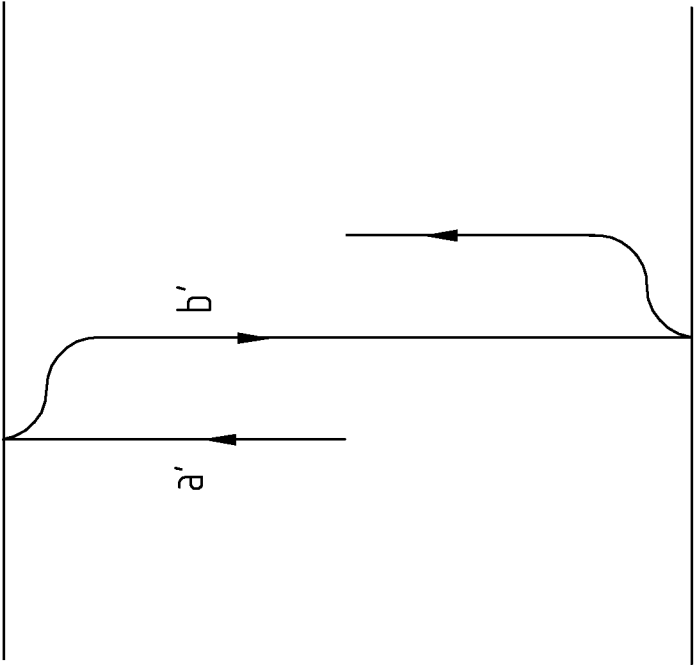


图11

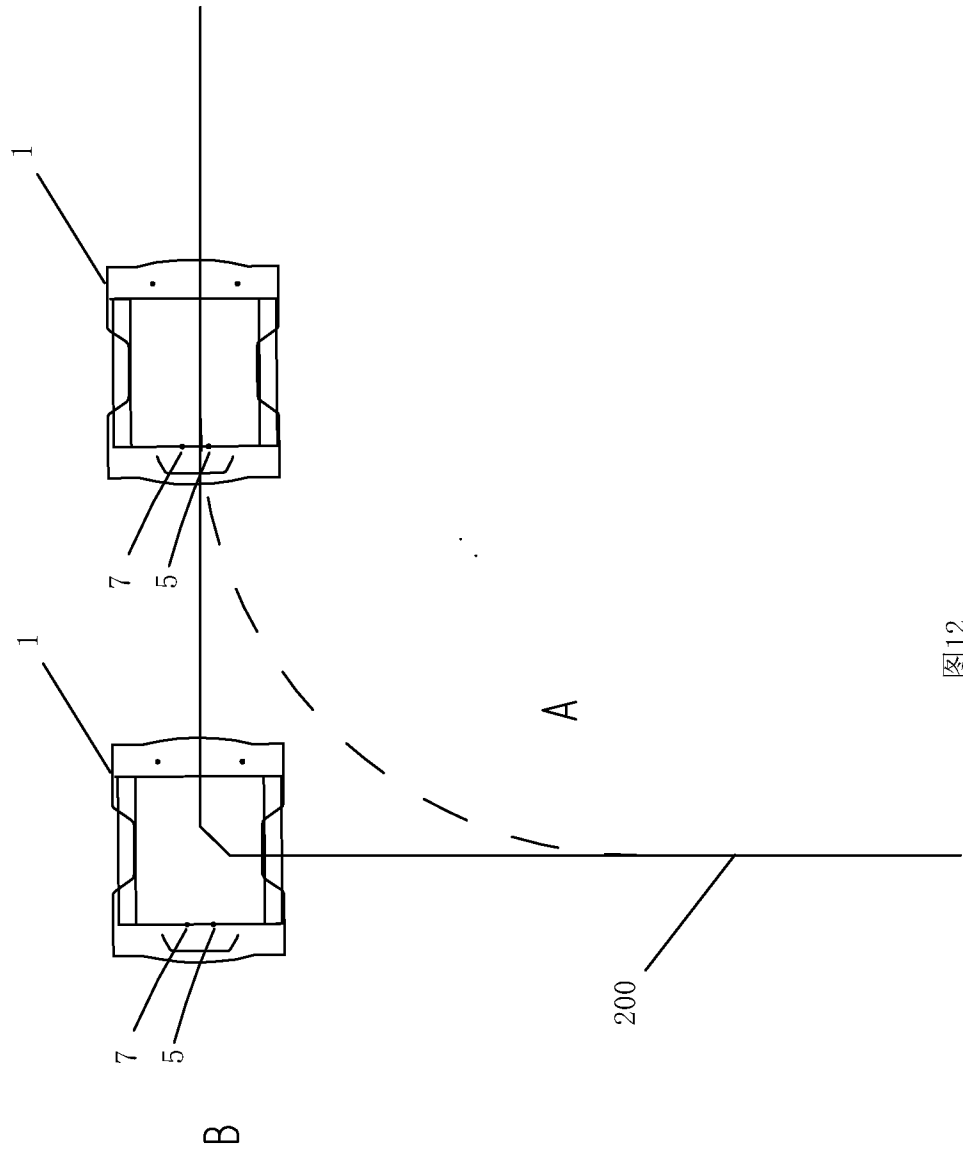


图 12

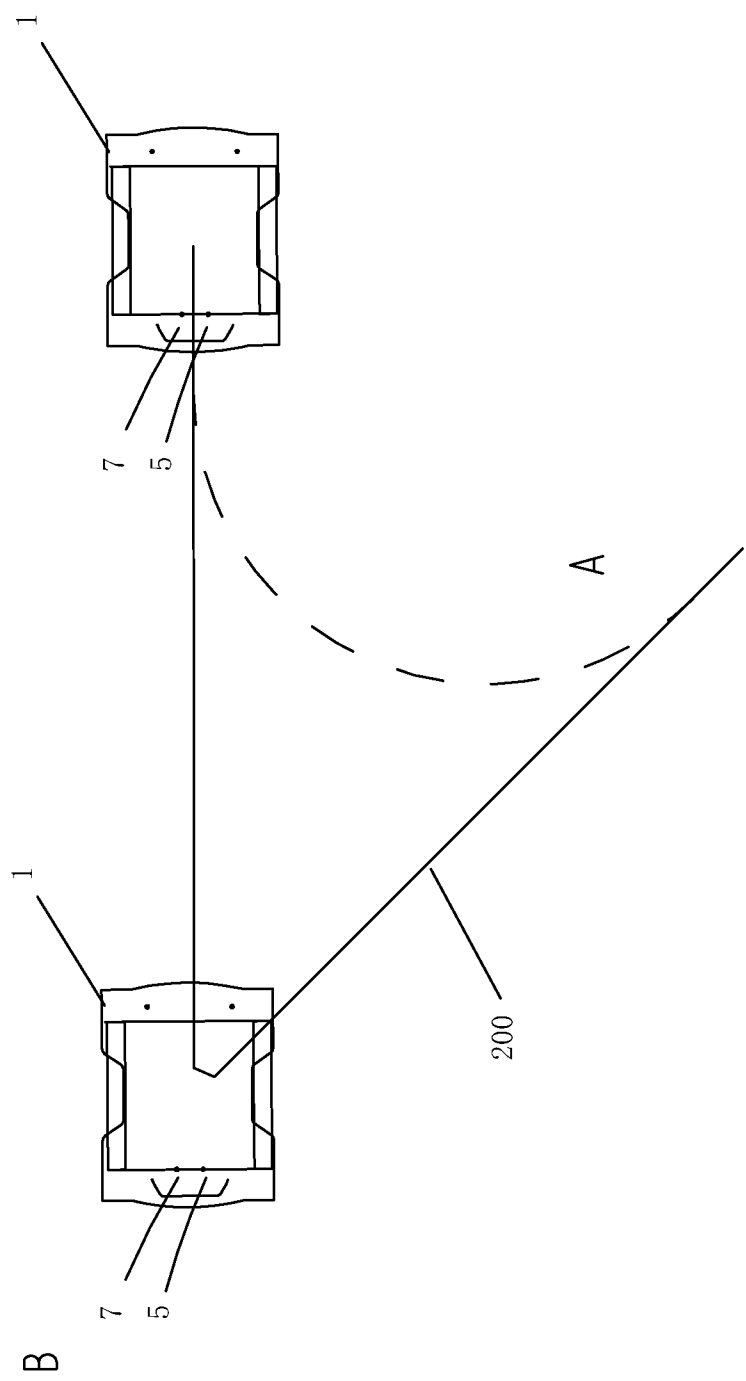


图13

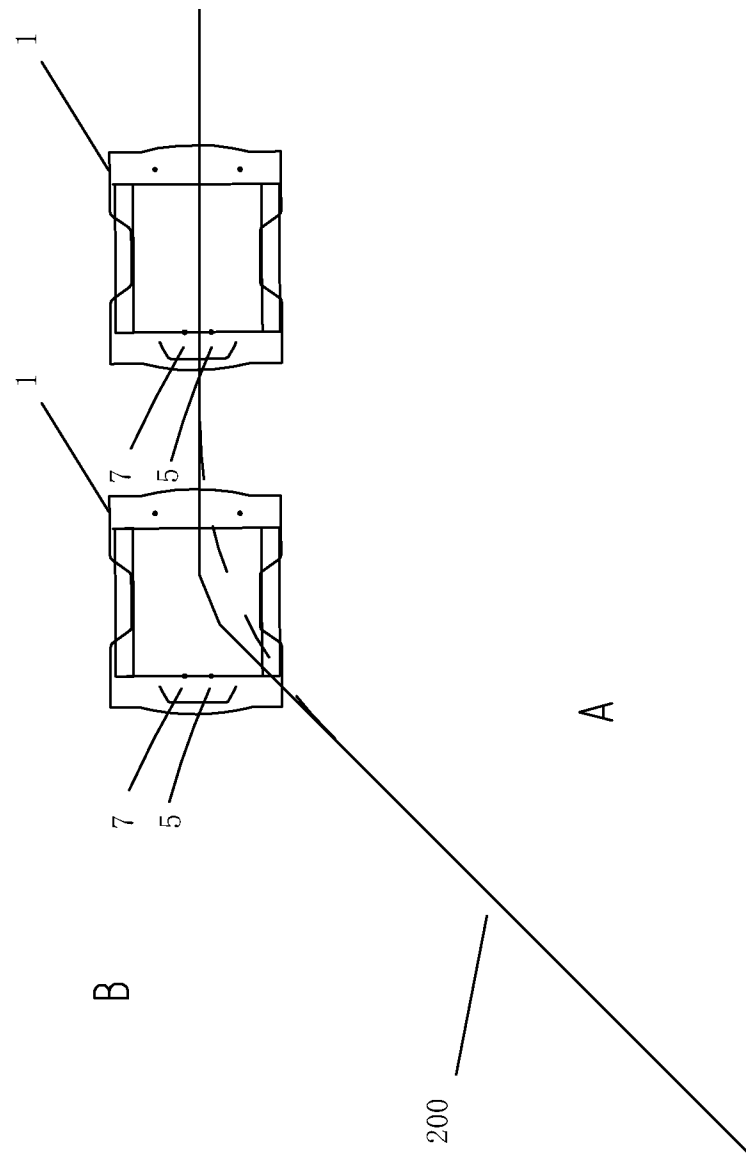


图14

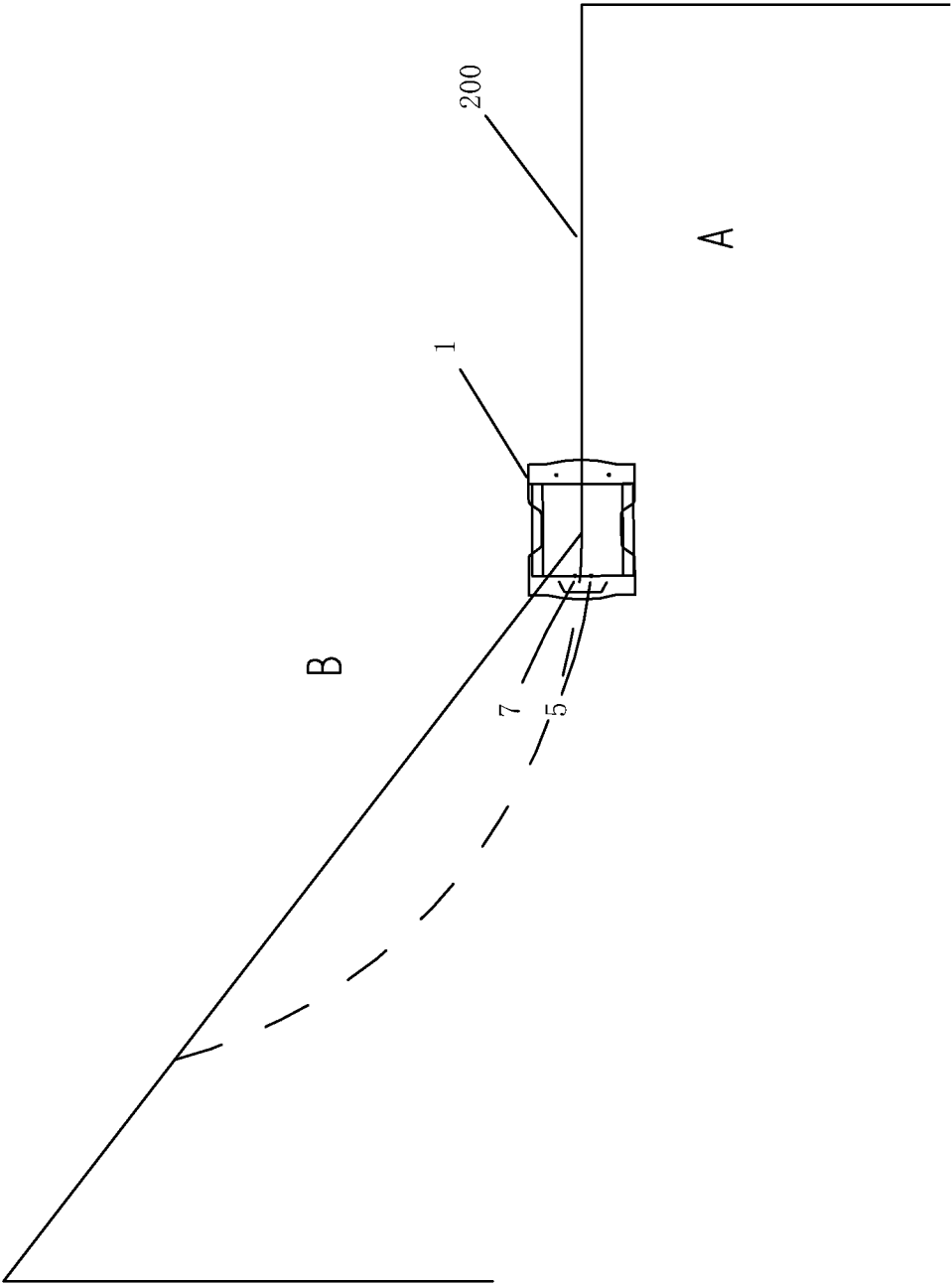


图15

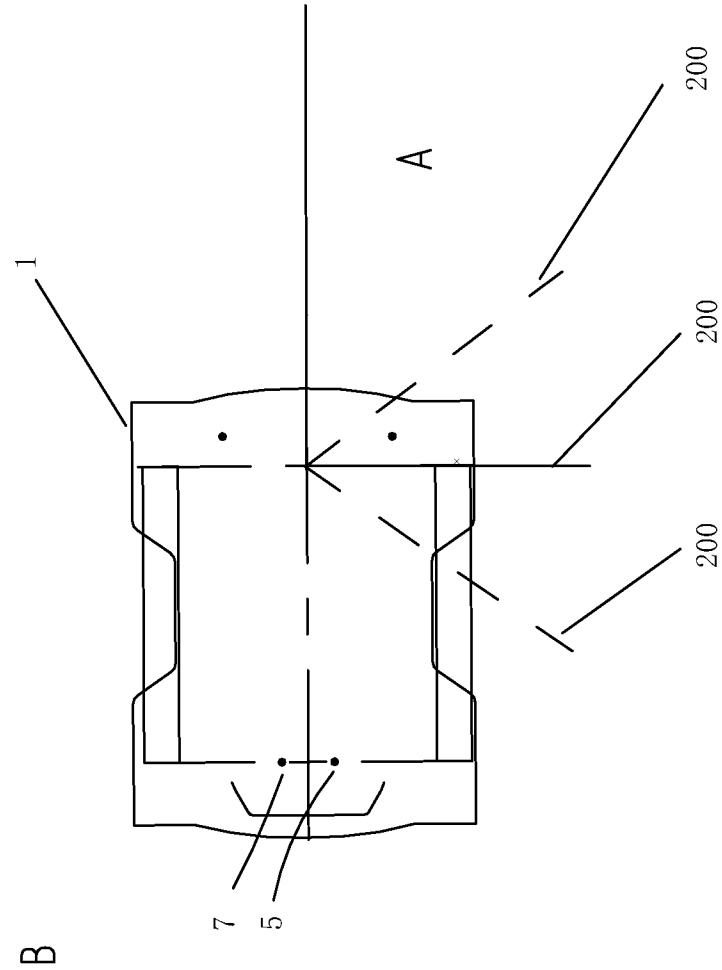


图16

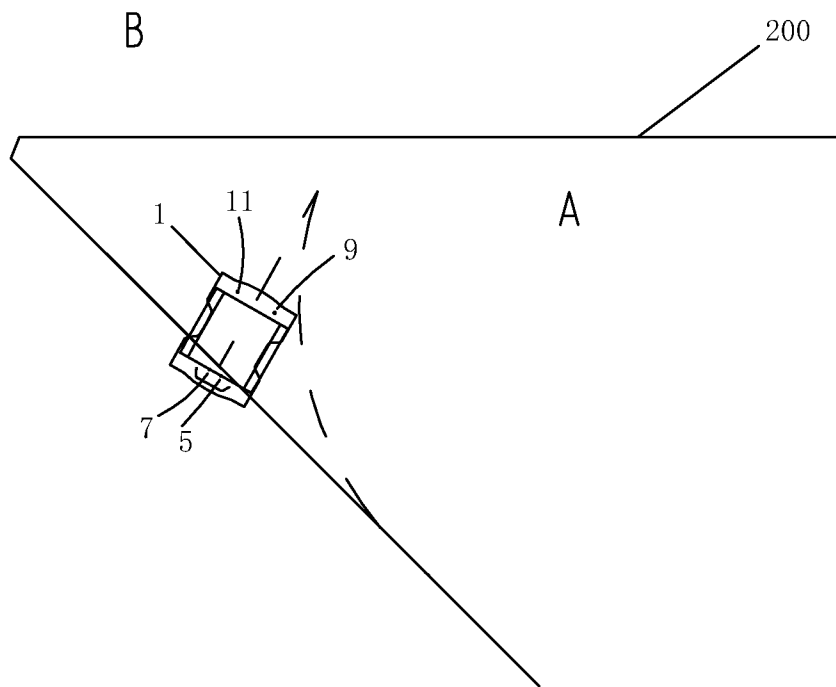


图17

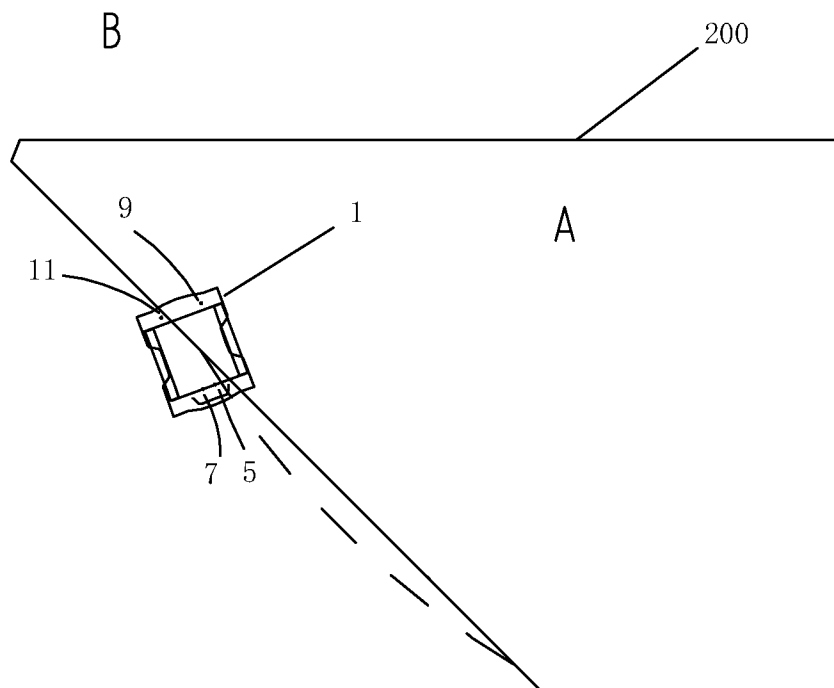


图18

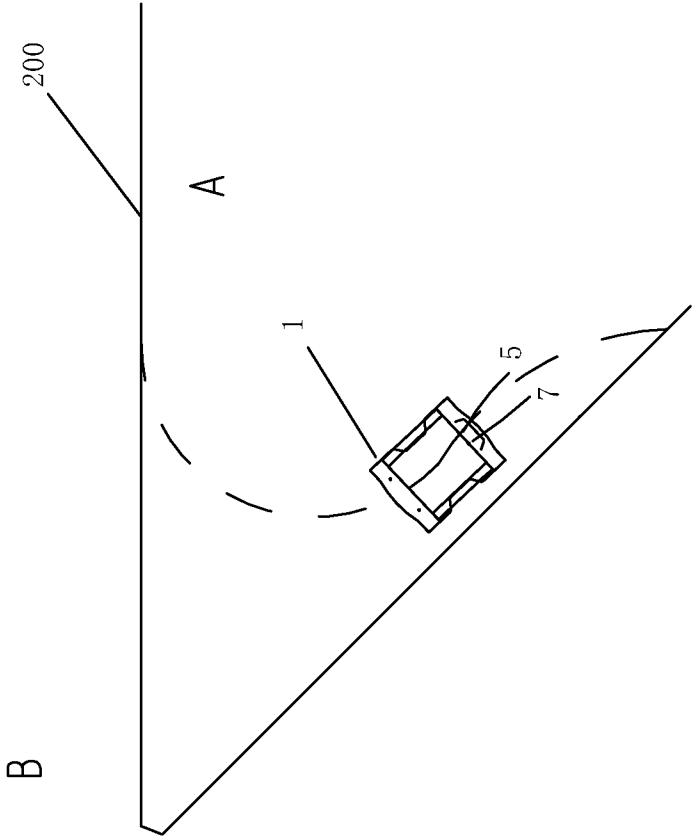
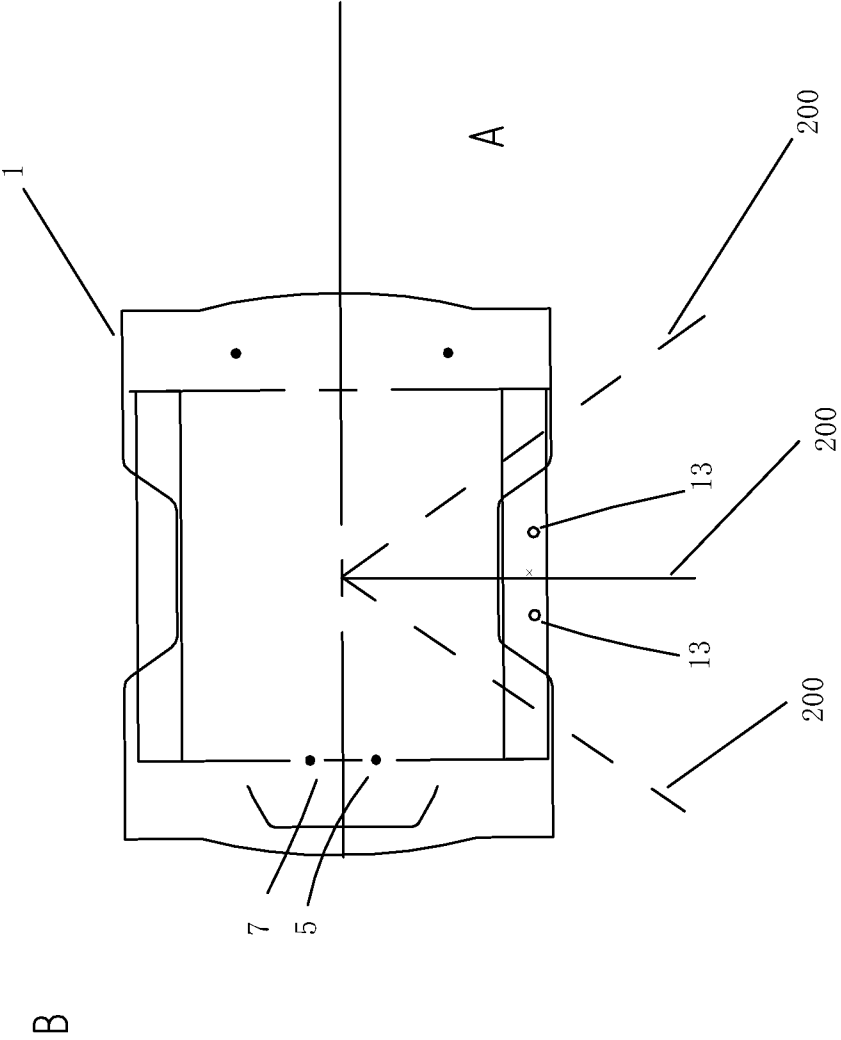


图19



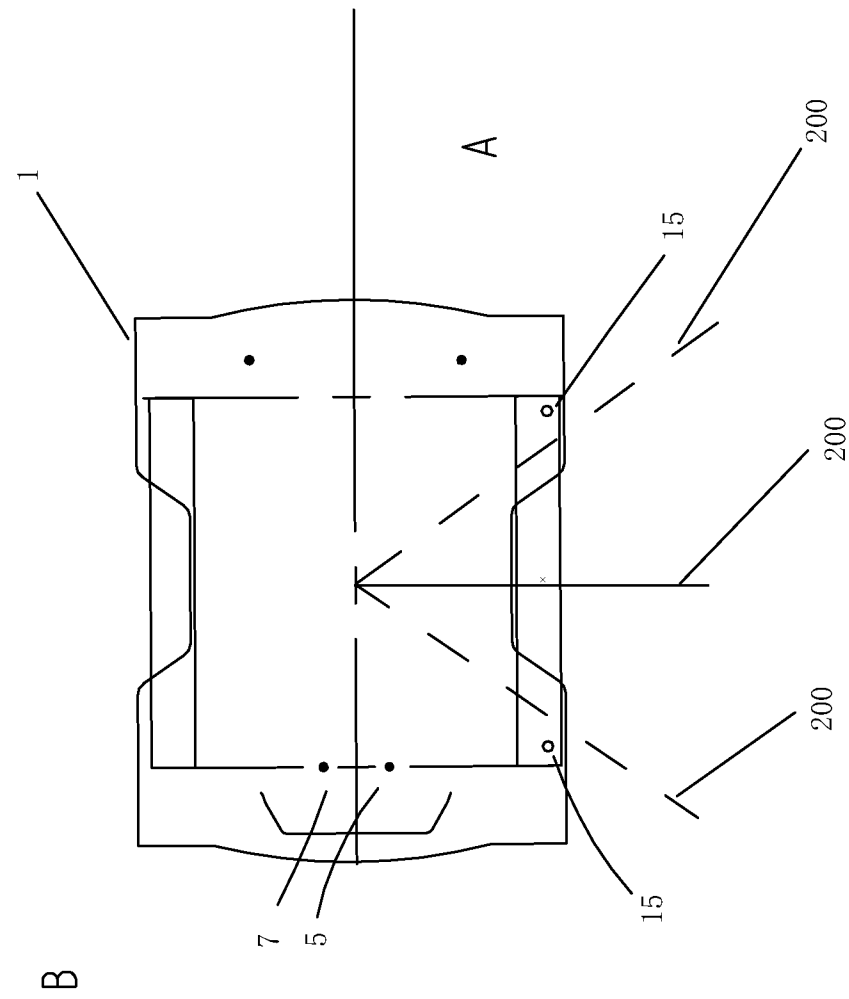


图21

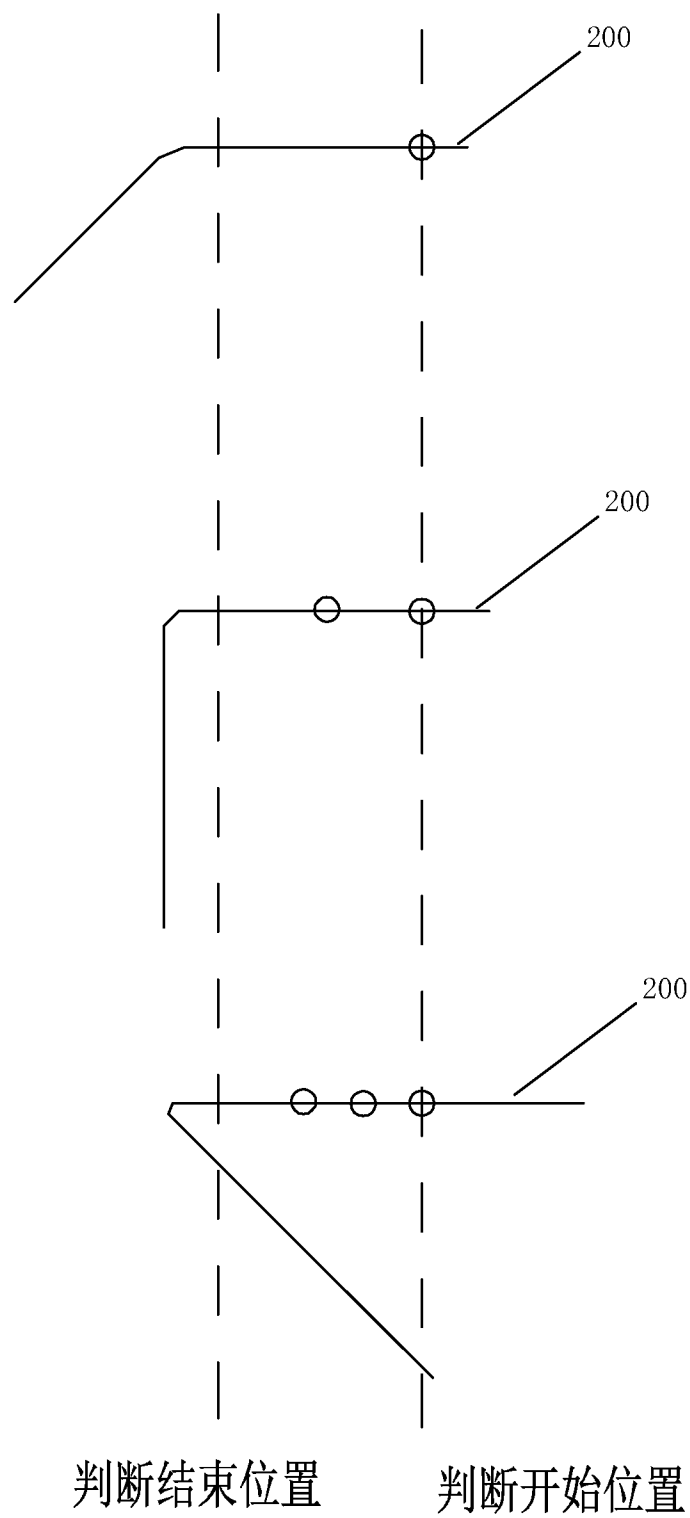


图22

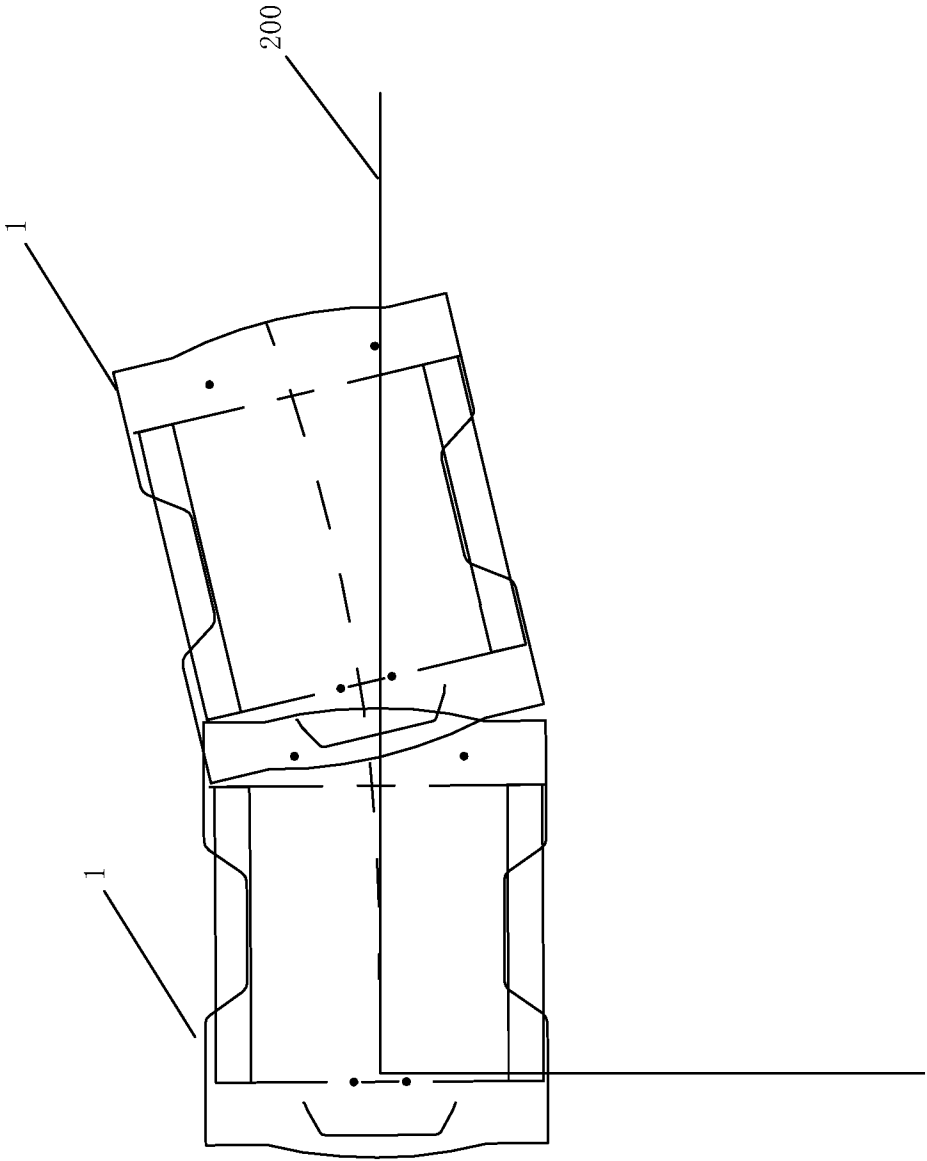


图23

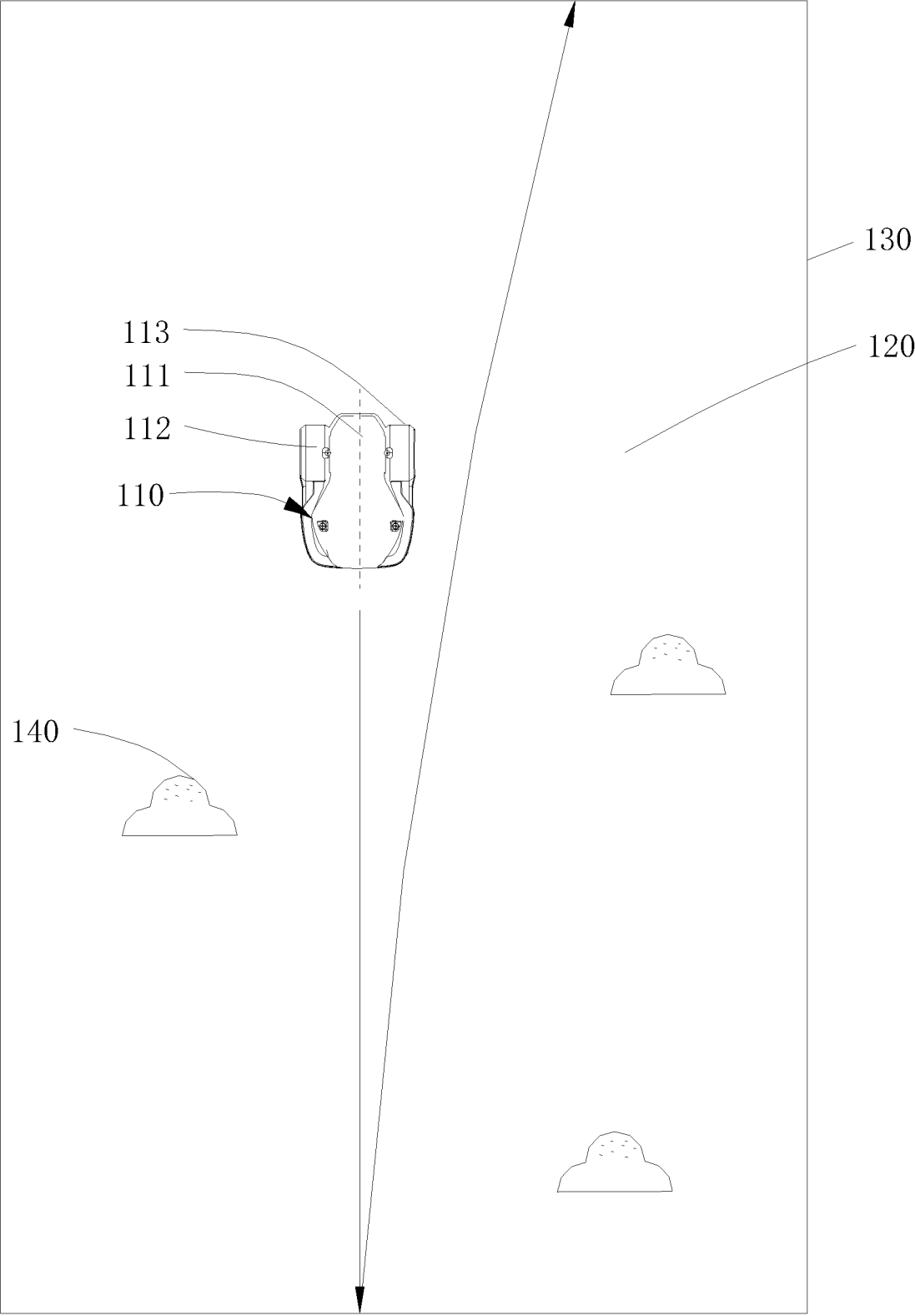


图 24

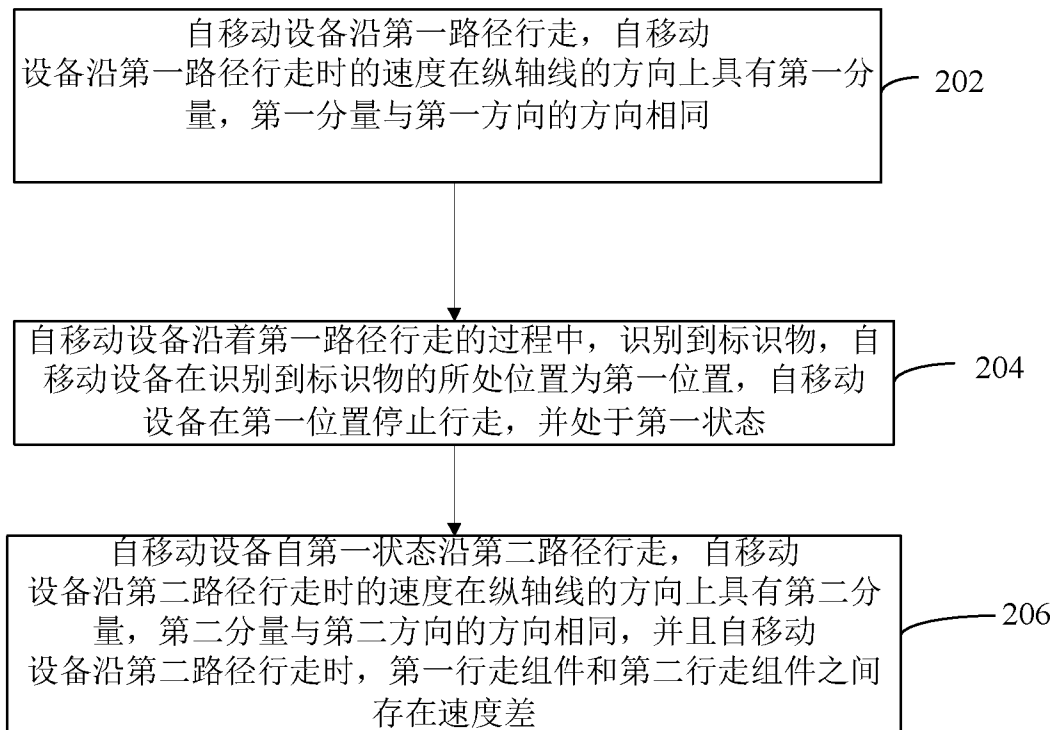


图 25

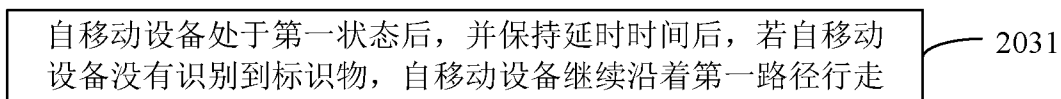


图 26

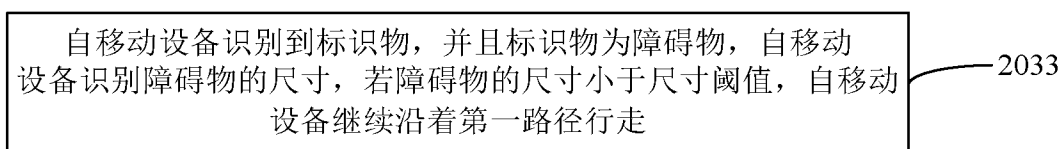


图 27

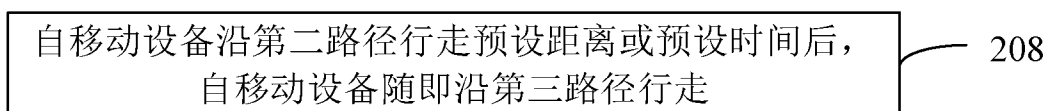


图 28

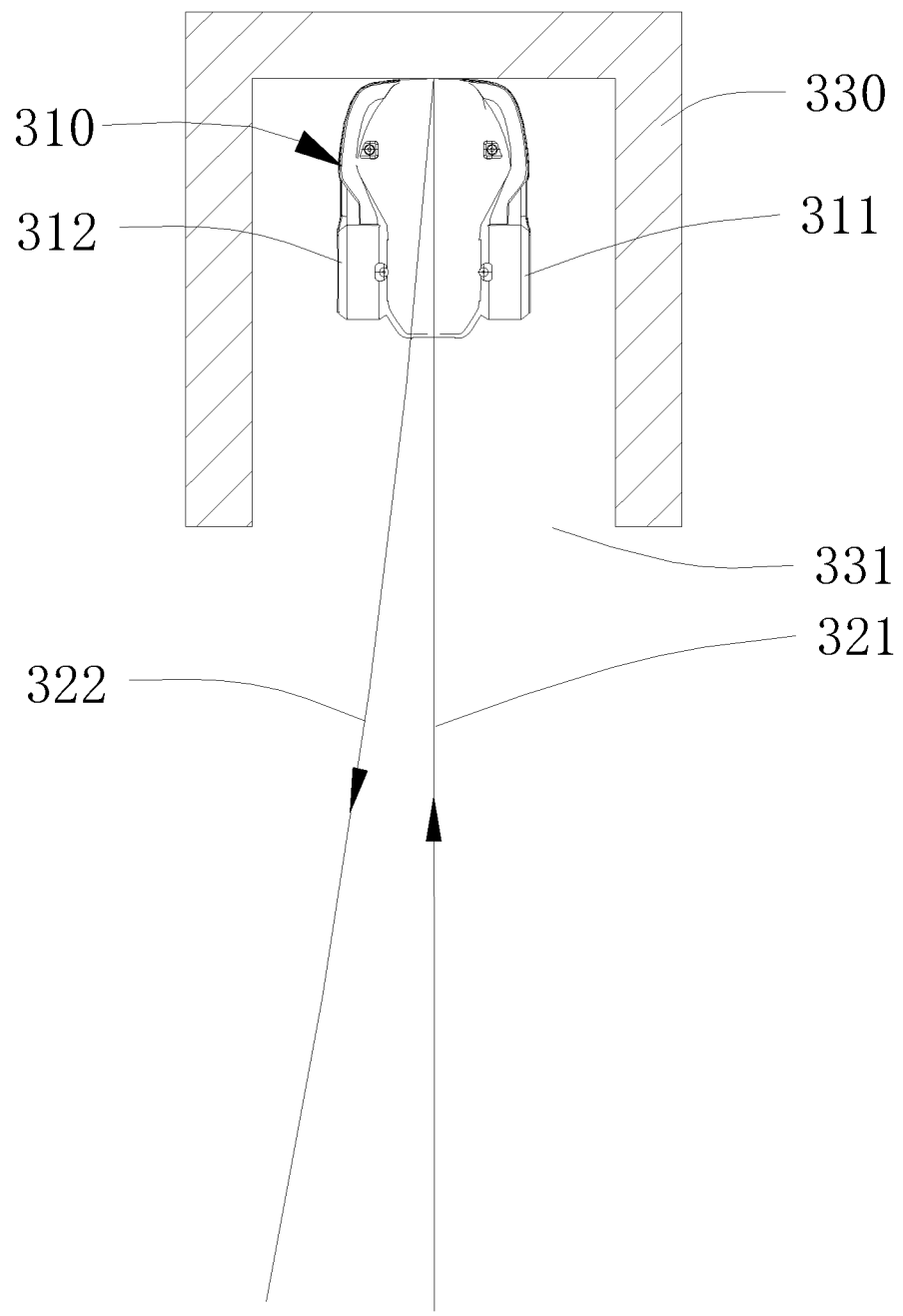


图 29

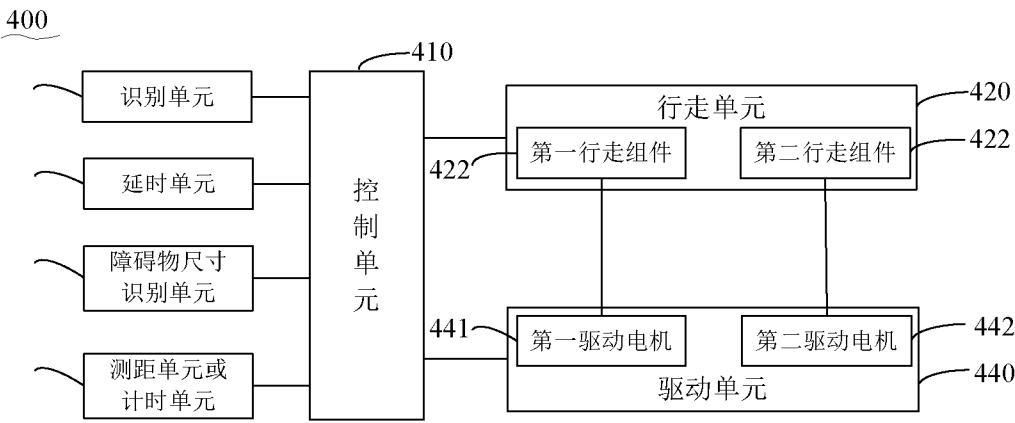


图 30

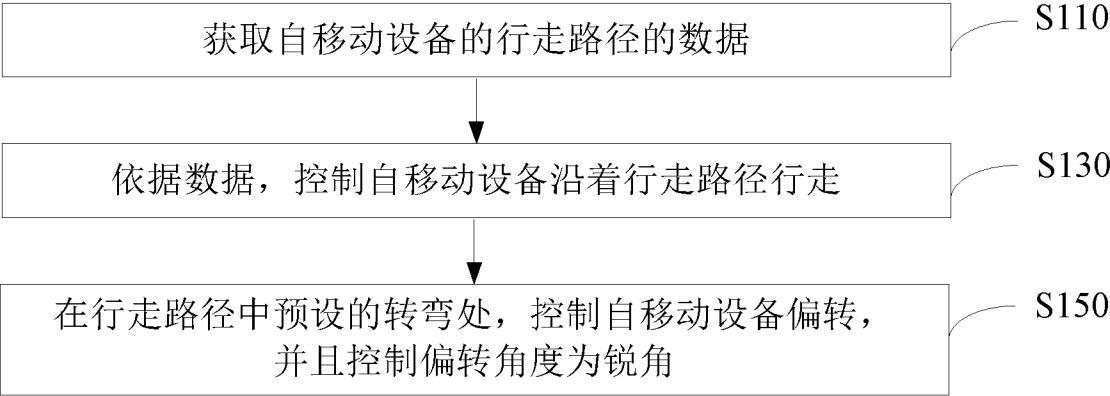


图 31

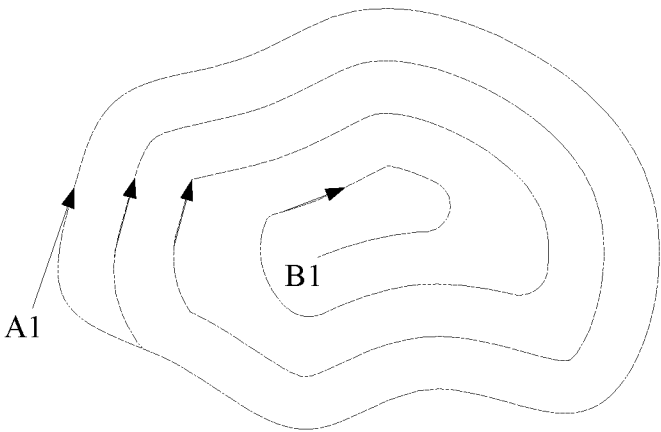


图 32

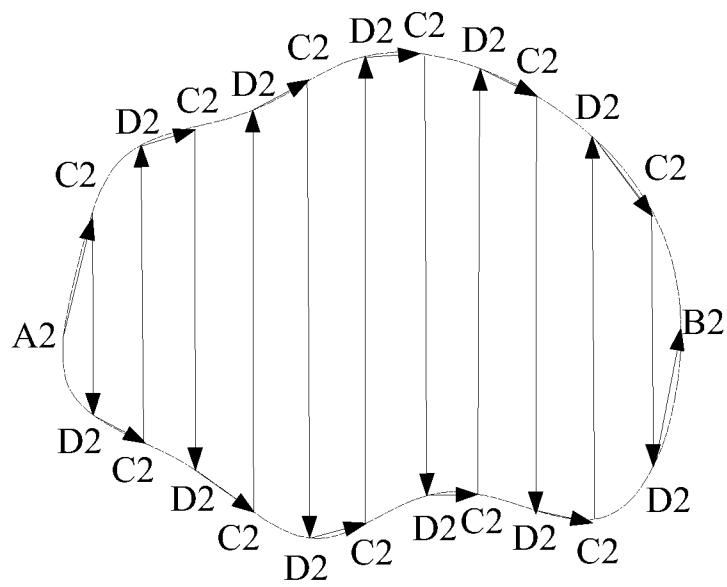


图 33

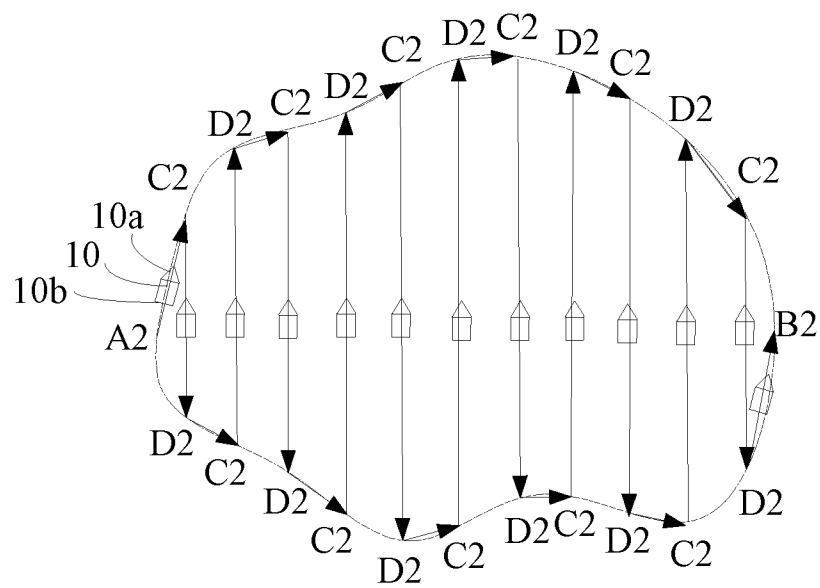


图 34

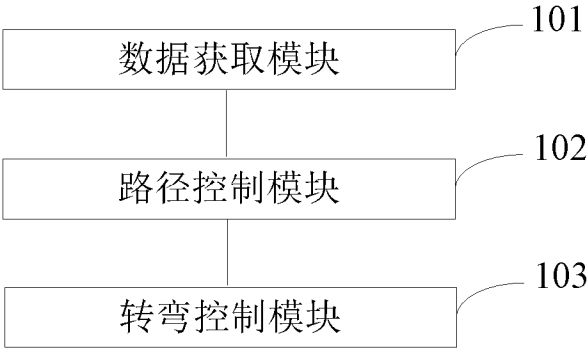


图 35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/085137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 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)

G05D

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: positec power tools (suzhou) co. , ltd. , lan bincai, du jiang, jiao shiping, liao liangliang, gao ping, zhou xiaodi, fan bifeng, ran yuanzhong, tang xiurui, automatic walking equipment, camera, automatic mobile equipment, steering, horizontal, forward direction, plan, X axes, coordinate, Y axes, switch, rotate, shell, sensor, track, humidity sensor, reverse, speed, transition, AGV, UAV, robot, forward+, parallel, trajectory+, Automatic, mower, cropper, mov+, rotary+, axis+, vehile+? path+, backward+, cleaner, track+, device, motor+, Self, vertical, walking, turn+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015040987 A1 (HITACHI KOKI K. K.) 26 March 2015 (26.03.2015) description, paragraphs [0032]-[0109] and [0126], and figure 1-6	1-70
A	CN 105242675 A (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD.) 13 January 2016 (13.01.2016) the whole document	1-70
A	CN 104057835 A (THE CHINESE PEOPLE'S LIBERATION ARMY ARMORED FORCE ENGINEERING INSTITUTE) 24 September 2014 (24.09.2014) the whole document	1-70

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&”document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 24 July 2017	Date of mailing of the international search report 10 August 2017
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 ZHU, Yanhua Telephone No. (86-10) 62414354

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2017/085137

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101973029 A (HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY) 16 February 2011 (16.02.2011) the whole document	1-70
A	CN 102390442 A (WUHAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 March 2012 (28.03.2012) the whole document	1-70
A	US 2006225928 A1 (NELSON, CARL V) 12 October 2006 (12.10.2006) the whole document	1-70

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/085137

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2015040987 A1	26 March 2015	CN 205922034 U	08 February 2017
		DE 212014000186 U1	22 April 2016
CN 105242675 A	13 January 2016	None	
CN 104057835 A	24 September 2014	None	
CN 101973029 A	16 February 2011	CN 101973029 B	16 November 2011
CN 102390442 A	28 March 2012	CN 102390442 B	12 December 2012
US 2006225928 A1	12 October 2006	US 7543664 B2	09 June 2009
		WO 2005032885 A2	14 April 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/085137

A. 主题的分类

G05D 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)

G05D

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: 苏州宝时得电动工具有限公司, 兰彬财, 杜江, 焦石平, 廖亮亮, 高萍, 周潇迪, 范碧峰, 冉沅忠, 唐修睿, 割草机, 吸尘器, 机器人, 自动行走设备, 自移动设备, 自动移动设备, 摄像头, 旋转, 转向, 电机, 横向, 移动, 正向, 退后, 计划, X轴, 前行, 前进, 后退, 坐标, 平行, Y轴, 切换, 转动, 壳体, 传感器, 轴线, 马达, 履带, 湿度传感器, 反向, 速度, 转换, 纵向, AGV, UAV, robot, forward+, parallel, trajectory+, Automatic, mower, cropper, mov+, rotary+, axis+, vehic+, path+, backward+, cleaner, track+, device, motor+, Self, vertical, walking, turn+

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
X	WO 2015040987 A1 (HITACHI KOKI K.K.) 2015年 3月 26日 (2015 - 03 - 26) 说明书第[0032]-[0109], [0126]段、附图1-16	1-70
A	CN 105242675 A (苏州宝时得电动工具有限公司) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文	1-70
A	CN 104057835 A (中国人民解放军装甲兵工程学院) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24) 全文	1-70
A	CN 101973029 A (哈尔滨工程大学) 2011年 2月 16日 (2011 - 02 - 16) 全文	1-70
A	CN 102390442 A (武汉科技大学) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-70
A	US 2006225928 A1 (NELSON, CARL V) 2006年 10月 12日 (2006 - 10 - 12) 全文	1-70

☐ 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

2017年 7月 24日

国际检索报告邮寄日期

2017年 8月 10日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (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

朱艳华

电话号码 (86-10) 62414354

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/085137

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)
WO	2015040987	A1	2015年 3月 26日	CN	205922034	U	2017年 2月 8日
				DE	212014000186	U1	2016年 4月 22日
CN	105242675	A	2016年 1月 13日	无			
CN	104057835	A	2014年 9月 24日	无			
CN	101973029	A	2011年 2月 16日	CN	101973029	B	2011年 11月 16日
CN	102390442	A	2012年 3月 28日	CN	102390442	B	2012年 12月 12日
US	2006225928	A1	2006年 10月 12日	US	7543664	B2	2009年 6月 9日
				WO	2005032885	A2	2005年 4月 14日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)