

(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 10 月 26 日 (26.10.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/181995 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/081452

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 21 日 (21.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610250973.X 2016 年 4 月 21 日 (21.04.2016) CN

(71) 申请人: 苏州宝时得电动工具有限公司 (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD)
[CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区东旺路 18 号, Jiangsu 215123 (CN)。

(72) 发明人: 多尔夫达维德 (DALFRA, Davide); 意大利曼托瓦省维林彭塔市图拉蒂大街 5 号, Mantova (IT)。

(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,

(54) Title: AUTOMATIC WORKING SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 自动工作系统及其控制方法

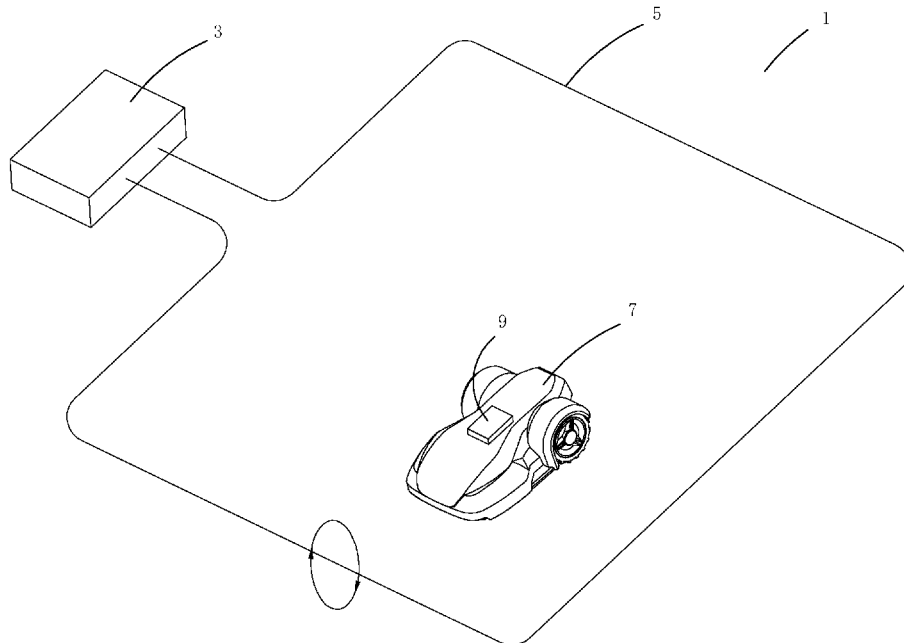


图 1

(57) Abstract: An automatic working system (1) and a control method therefor. The automatic working system (1) comprises a signal station (3), a boundary line (5) and an automatic walking device, with the signal station (3) generating and transmitting a boundary signal within the boundary line (5); and the automatic walking device detects the boundary signal, walks and works in a working area defined by the boundary line (5). The automatic working system (1) also comprises a non-wire signal generator (9), for sending a non-wire signal; and a time interval (Ta, Tb) in which the signal station (3) generates the boundary signal and a time interval (Tc, Td)



WO 2017/181995 A1

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))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

in which the automatic walking device detects the boundary signal are associated with the non-wire signal, so that the time interval (Ta, Tb) in which the signal station (3) generates the boundary signal is within the time interval (Tc, Td) in which the automatic walking device detects the boundary signal. The detection of a boundary signal by the automatic walking device can avoid the influence of an interference signal in a working environment.

(57) 摘要: 一种自动工作系统 (1) 及其控制方法, 自动工作系统 (1) 包括信号站 (3), 边界线 (5) 以及自动行走设备, 信号站 (3) 生成并在边界线 (5) 中传输边界信号; 自动行走设备检测边界信号, 在边界线 (5) 限定的工作区域内行走并工作; 自动工作系统 (1) 还包括非导线信号发生器 (9), 发送非导线信号; 信号站 (3) 生成边界信号的时间区间 (Ta, Tb) 及自动行走设备检测边界信号的时间区间 (Tc, Td) 与非导线信号相关联, 使得信号站 (3) 生成边界信号的时间区间 (Ta, Tb) 在自动行走设备检测边界信号的时间区间 (Tc, Td) 之内。自动行走设备对边界信号的检测能够避免受工作环境中的干扰信号的影响。

自动工作系统及其控制方法

技术领域

本发明涉及一种自动工作系统及其控制方法。

背景技术

随着科学技术的发展，智能的自动行走设备为人们所熟知，由于自动行走设备可以自动预先设置的程序执行预先设置的相关任务，无须人为的操作与干预，因此在工业应用及家居产品上的应用非常广泛。工业上的应用如执行各种功能的机器人，家居产品上的应用如割草机、吸尘器等，这些智能的自动行走设备极大地节省了人们的时间，给工业生产及家居生活都带来了极大的便利。

为保证上述自动行走设备在预设的工作范围内工作，通常采用自动工作系统对自动行走设备的工作范围进行控制。自动工作系统包括铺设在地表的边界线，与边界线连接的信号发生装置，自动行走设备上的信号检测单元以及对信号进行处理并控制自动行走设备行走路径的控制单元。控制单元根据边界线传递的电信号确认自动行走设备离边界线的远近，从而控制自动行走设备在接近边界线时转换行走方向，防止自动行走设备行走至边界线外，从而使自动行走设备始终在边界线内工作。

自动行走设备在工作中检测边界线信号，同时也会检测到干扰信号，干扰信号可能来自于自动工作系统附近的其他设备发出的辐射信号，也可能来自于附近的其他自动工作系统发射的边界线信号，尤其当附近存在同一厂家生产的自动工作系统时，由于边界线信号的形式相似，极易对自动行走设备的行走造成干涉，导致自动行走设备的误判断。

信号发生装置持续生成电信号将消耗大量的电能，当自动行走设备的工作区域较大时，边界信号在工作区域的中央发生衰减，为保证自动行走设备在工作区域内都能检测到边界信号，信号发生装置须生成高强度的电信号，导致电能消耗过大。

发明内容

本发明解决的技术问题为：提供一种能够有效避免干扰信号对边界线信号的影响的自动工作系统。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统，包括信号站，边界线以及自动行走设备；所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述自动工作系统还包括非导线信号发生器，发送非导线信号；所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联，使得所述信号站生成边界信号的时间区间在所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

优选的，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，信号站判断生成边界信号的时间区间。

优选的，信号站生成边界信号的时间区间与时间基准之间形成第一时间间隔，所述第一时间间隔不固定。

优选的，非导线信号的数据包括第一间隔时间数据。

优选的，根据非导线信号的数据，信号站判断生成边界信号的时间区间。

优选的，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

优选的，根据非导线信号的数据，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

优选的，信号站生成边界信号的时间区间相对于自动行走设备检测边界信号的时间区间不固定。

优选的，非导线信号发生器相邻两次发送非导线信号的时间之间形成第二时间间隔，第二时间间隔不固定。

优选的，所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备上，与所述自动行走设备通讯，所述信号站接收非导线信号。

优选的，所述非导线信号发生器设置于所述信号站上，与所述信号站通讯，所述自动行走设备接收非导线信号。

优选的，所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备和所述信号站的外部，所述自动行走设备和所述信号站接收非导线信号。

优选的，所述非导线信号为无线电信号，或者音频信号，或者光学信号。

本发明的有益效果是：自动行走设备向信号站发送请求信号，信号站响应

于自动行走设备的请求信号生成边界信号,自动行走设备相应的检测边界信号,使得自动工作系统能够有效地避免受工作环境中的干扰信号的影响。

本发明解决的另一个技术问题为:提供一种能够有效避免干扰信号对边界线信号的影响的控制自动工作系统的方法。

为解决上述技术问题,本发明的技术方案是:

一种控制自动工作系统的方法,所述自动工作系统包括信号站,边界线,自动行走设备以及非导线信号发生器;所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤:所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号;所述自动行走设备检测边界信号,在所述边界线限定的工作区域内行走并工作;所述非导线信号发生器发送非导线信号,使得所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联,并且所述信号站生成边界信号的时间区间在所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

优选的,以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准,信号站判断生成边界信号的时间区间。

优选的,根据非导线信号的数据,信号站判断生成边界信号的时间区间。

优选的,以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准,自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

优选的,根据非导线信号的数据,自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

优选的,所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备上,与所述自动行走设备通讯,所述信号站接收非导线信号。

优选的,所述非导线信号发生器设置于所述信号站上,与所述信号站通讯,所述自动行走设备接收非导线信号。

优选的,所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备和所述信号站的外部,所述自动行走设备和所述信号站接收非导线信号。

本发明的有益效果是:自动割草机向信号站发送请求信号,信号站响应于自动割草机的请求信号生成边界信号,自动割草机相应的检测边界信号,使得自动工作系统能够有效地避免受工作环境中的干扰信号的影响。

本发明解决的另一个技术问题为:提供一种能够进一步避免干扰信号对边

界线信号的影响的自动工作系统。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统，包括信号站，边界线以及自动行走设备；所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述自动工作系统还包括非导线信号发生器，发送非导线信号；所述信号站生成边界信号的时间及所述自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联；所述自动工作系统还包括非导线信号接收器，接收非导线信号；所述非导线信号接收器与所述非导线信号发生器配对。

优选的，所述非导线信号发生器与非导线信号接收器的其中之一设置于自动行走设备上，其中另一设置于信号站上。

优选的，所述非导线信号发生器设置在自动行走设备和所述信号站的外部，所述非导线信号接收器设置在自动行走设备以及信号站上。

优选的，所述信号站生成非导线信号的时间区间位于所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

本发明的有益效果是：非导线信号发生器与非导线信号接收器配对，使得不同自动工作系统中的信号站和自动割草机避免相互干扰。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够进一步避免干扰信号对边界线信号的影响的控制自动工作系统的方法。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种控制自动工作系统的方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，自动行走设备，非导线信号发生器以及非导线信号接收器；所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤：所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述非导线信号发生器与所述非导线信号接收器之间进行排他性的非导线信号传输，使得所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联。

优选的，所述非导线信号发生器与非导线信号接收器的其中之一设置于自动行走设备上，其中另一设置于信号站上。

优选的,所述非导线信号发生器设置在自动行走设备和所述信号站的外部,所述非导线信号接收器设置在自动行走设备以及信号站上。

优选的,所述信号站生成非导线信号的时间区间位于所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

本发明的有益效果是:非导线信号发生器与非导线信号接收器配对,使得不同自动工作系统中的信号站和自动割草机避免相互干扰。

本发明解决的另一个技术问题为:提供一种能够有效避免干扰信号对边界线信号的影响、且能够保证稳定工作的自动工作系统。

为解决上述技术问题,本发明的技术方案是:

一种自动工作系统,包括信号站,边界线以及自动行走设备;所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号;所述自动行走设备检测边界信号,在所述边界线限定的工作区域内行走并工作;所述自动工作系统还包括非导线信号发生器,发送非导线信号;所述自动工作系统可选择地工作在第一工作模式或第二工作模式;第一工作模式下,信号站生成边界信号的时间及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联;第二工作模式下,信号站生成边界信号的时间及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号不相关。

优选的,自动工作系统工作在第一工作模式时,若自动工作系统的工作满足预设条件,则使自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

优选的,所述预设条件为,非导线信号的发送或接收不可靠。

优选的,所述预设条件为,自动行走设备在预设时间内未检测到边界信号。

优选的,所述预设条件为,信号站在预设时间内未生成边界信号。

优选的,所述预设条件为,自动行走设备或信号站判断预设时间内无非导线信号被发送。

优选的,第一工作模式下,信号站生成边界信号的时间区间位于自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

优选的,自动工作系统工作在第一工作模式时,自动行走设备在检测边界信号的时间区间内未检测到边界信号,则使自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

优选的,第二工作模式下,信号站持续生成边界信号,自动行走设备持续

优选的，非导线信号发生器设置在自动行走设备和信号站的其中之一上，第一工作模式下，自动行走设备和信号站的其中另一接收非导线信号。

优选的，非导线信号发生器设置在自动行走设备和信号站的外部，第一工作模式下，自动行走设备和信号站接收非导线信号。

本发明的有益效果是：自动工作系统可选择地工作在第一工作模式或第二工作模式，在第一工作模式下，信号站生成边界信号的时间及自动割草机检测边界信号的时间与非导线信号相关联，使得自动行走设备对边界信号的检测能够有效地避免受工作环境中的干扰信号的影响；判断非导线信号不可靠时，自动工作系统切换至第二工作模式，信号站生成边界信号的时间及自动割草机检测边界信号的时间与非导线信号不相关，使得自动工作系统能够稳定工作。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够有效避免干扰信号对边界线信号的影响、且能够保证稳定工作的控制自动工作系统的方法。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种控制自动工作系统的方法，所述自动工作系统包括：信号站，生成边界信号；边界线，与信号站电性连接，传输边界信号；自动行走设备，检测边界信号，在边界线限定的工作区域内行走并工作；非导线信号发生器，发送非导线信号；所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤：令所述自动工作系统工作在第一工作模式，使得信号站生成边界信号的时间以及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联；判断非导线信号不可靠时，令自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式，使得信号站生成边界信号的时间以及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号不相关。

优选的，判断非导线信号的发送或接收不可靠时，令自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

优选的，自动行走设备在预设时间内未检测到边界信号，则判断非导线信号不可靠。

优选的，信号站在预设时间内未生成边界信号，则判断非导线信号不可靠。

优选的，自动行走设备或信号站判断预设时间内无非导线信号被发送，则判断非导线信号不可靠。

优选的，第一工作模式下，自动行走设备被配置为接收非导线信号，若自动行走设备在预设时间内未接收到非导线信号，则判断非导线信号不可靠。

优选的，信号站被配置为接收非导线信号，若信号站在预设时间内未接收到非导线信号，则判断非导线信号不可靠。

优选的，第一工作模式下，信号站生成边界信号的时间区间位于自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

优选的，自动行走设备在检测边界信号的时间区间内未检测到边界信号，则判断非导线信号不可靠。

本发明的有益效果是：自动工作系统可选择地工作在第一工作模式或第二工作模式，在第一工作模式下，信号站生成边界信号的时间及自动割草机检测边界信号的时间与非导线信号相关联，使得自动行走设备对边界信号的检测能够有效地避免受工作环境中的干扰信号的影响；判断非导线信号不可靠时，自动工作系统切换至第二工作模式，信号站生成边界信号的时间及自动割草机检测边界信号的时间与非导线信号不相关，使得自动工作系统能够稳定工作。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够降低边界信号的功耗的自动工作系统。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统，包括信号站，边界线，以及自动行走设备；所述信号站生成边界信号；所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述自动行走设备根据自身到边界线的距离，调节边界信号的电流水平。

优选的，所述自动行走设备判断自身到边界线的距离减小时，减小边界信号的电流水平；所述自动行走设备判断自身到边界线的距离增大时，增大边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备与信号站通信，来调节边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

优选的，自动工作系统存储自动行走设备到边界线的距离，与边界信号的

电流水平的目标值之间的映射关系。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并根据所述目标值调节边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备根据自身到边界线的距离以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并向信号站发送所述目标值。

优选的，自动行走设备向信号站发送检测到的电磁场的强度信号，信号站根据自动行走设备检测到的电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离。

本发明的有益效果是：根据自动行走设备到边界线的距离调节信号站生成边界信号的强度，实现边界信号的功耗降低。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够降低边界信号的功耗的控制自动工作系统的方法。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统的控制方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，以及自动行走设备；所述自动工作系统的控制方法包括如下步骤：所述信号站生成边界信号；所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述自动行走设备根据自身到边界线的距离，调节边界信号的电流水平。

优选的，所述自动行走设备判断自身到边界线的距离减小时，减小边界信号的电流水平；所述自动行走设备判断自身到边界线的距离增大时，增大边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备与信号站通信，来调节边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

优选的，自动工作系统存储自动行走设备到边界线的距离，与边界信号的电流水平的目标值之间的映射关系。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根

据所述距离信号以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并根据所述目标值调节边界信号的电流水平。

优选的，自动行走设备根据自身到边界线的距离以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并向信号站发送所述目标值。

优选的，自动行走设备向信号站发送检测到的电磁场的强度信号，信号站根据自动行走设备检测到的电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离。

本发明的有益效果是：根据自动行走设备到边界线的距离调节信号站生成边界信号的强度，实现边界信号的功耗降低。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够降低边界信号的功耗的自动工作系统。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统，包括信号站，边界线，以及自动行走设备；所述信号站生成边界信号；所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；

所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述信号站生成边界信号的时间间隔，与所述自动行走设备检测到的电磁场的强度相关联。

优选的，自动行走设备检测到的电磁场的强度减小，信号站生成边界信号的时间间隔增大；自动行走设备检测到的电磁场的强度增大，信号站生成边界信号的时间间隔减小。

优选的，自动行走设备与信号站通讯，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身检测到的电磁场的强度信号，信号站根据所述电磁场的强度信号，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，信号站根据所述电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离，并根据自动行走设备到边界线的距离，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，信号站根据自动行走设备到边界线的距离，计算生成边界信号的最大时间间隔，并生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备到边界线的距离减小，信号站生成边界信号的时间间隔减小；自动行走设备到边界线的距离增大，信号站生成边界信号的时间间隔增大。

优选的，自动行走设备包括非导线信号发生器，发送非导线信号，信号站接收非导线信号，生成边界信号。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，调节发送非导线信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离，并根据自身到边界线的距离，调节发送非导线信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算发送非导线信号的最大时间间隔，并发送非导线信号，使得发送非导线信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算信号站生成边界信号的最大时间间隔，并向信号站发送所述最大时间间隔信号，信号站接收所述最大时间间隔信号，生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

本发明的有益效果是：根据自动行走设备检测到的边界信号的电磁场的强度，或者根据自动行走设备到边界线的距离，调节信号站生成边界信号的频率，实现边界信号的功耗降低。

本发明解决的另一个技术问题为：提供一种能够降低边界信号的功耗的控制自动工作系统的方法。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：

一种自动工作系统的控制方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，以及自动行走设备；所述自动工作系统的控制方法包括如下步骤：所述信号站生成边界信号；所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；所述自动行走

设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；所述信号站生成边界信号的时间间隔，与所述自动行走设备检测到的电磁场的强度相关联。

优选的，自动行走设备检测到的电磁场的强度减小，信号站生成边界信号的时间间隔增大；自动行走设备检测到的电磁场的强度增大，信号站生成边界信号的时间间隔减小。

优选的，自动行走设备与信号站通讯，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身检测到的电磁场的强度信号，信号站根据所述电磁场的强度信号，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，信号站根据所述电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离，并根据自动行走设备到边界线的距离，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，信号站根据自动行走设备到边界线的距离，计算生成边界信号的最大时间间隔，并生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

优选的，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号，调节生成边界信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备到边界线的距离减小，信号站生成边界信号的时间间隔减小；自动行走设备到边界线的距离增大，信号站生成边界信号的时间间隔增大。

优选的，自动行走设备包括非导线信号发生器，发送非导线信号，信号站接收非导线信号，生成边界信号。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，调节发送非导线信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离，并根据自身到边界线的距离，调节发送非导线信号的时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算发送非导线信号

的最大时间间隔，并发送非导线信号，使得发送非导线信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

优选的，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算信号站生成边界信号的最大时间间隔，并向信号站发送所述最大时间间隔信号，信号站接收所述最大时间间隔信号，生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

本发明的有益效果是：根据自动行走设备检测到的边界信号的电磁场的强度，或者根据自动行走设备到边界线的距离，调节信号站生成边界信号的频率，实现边界信号的功耗降低。

附图说明

以上所述的本发明解决的技术问题、技术方案以及有益效果可以通过下面的能够实现本发明的较佳的具体实施例的详细描述，同时结合附图描述而清楚地获得。

图 1 是本发明的第一实施例的自动工作系统的示意图；

图 2 是图 1 所示自动工作系统的边界信号的生成及检测过程示意图；

图 3 是图 1 所示自动工作系统的边界信号的生成及检测过程步骤图；

图 4 是本发明的另一实施例的自动工作系统的工作区域示意图；

图 5 是图 4 所示的自动工作系统的不同工作区域的边界信号对比图；

图 6 是图 4 所示的自动工作系统的边界信号的调节过程步骤图；

图 7 是本发明的另一实施例的自动工作系统的工作区域示意图。

1. 自动工作系统

3. 信号站

5. 边界线

7. 自动割草机

9. 非导线信号发生器

具体实施方式

图 1 是本发明的第一实施例的自动工作系统的示意图。自动工作系统 1 包括信号站 3、边界线 5 以及自动行走设备。信号站 3 生成边界信号，边界线 5 与信号站 3 电性连接，传输边界信号，并产生电磁场。边界线 5 将自动行走设备的工作平面划分为工作区域内和工作区域外。自动行走设备在工作区域内行走并工作。自动行走设备检测边界信号，具体的，检测环境中的电磁场，根据检测到的电磁场判断自身位于工作区域内或工作区域外。

本实施例中，自动行走设备为自动割草机 7，执行割草工作。在其他实施例中，自动行走设备也可以是自动吸尘器、自动喷洒设备等适合无人值守的设备。当自动行走设备为自动割草机 7 时，包括行走模块、切割模块、检测模块、能量模块、以及控制模块等。行走模块带动自动割草机 7 在工作区域内行走并转向，切割模块执行割草工作，能量模块为自动割草机 7 提供能量，检测模块检测边界信号，控制模块与其他各模块电性连接，控制自动割草机 7 按照预设程序行走并工作。控制模块可以包括计时器，在触发信号来临时开始计时，计时达到预设时间时生成指示信号。

信号站 3 包括控制模块，控制边界信号的生成，包括边界信号的生成时间、持续时间以及边界信号的电流水平等。本实施例中，信号站 3 生成的边界信号为脉冲形信号，自动行走设备检测边界信号的上升沿和下降沿，判断自身位于工作区域内或工作区域外。在其他实施例中，边界信号也可以为正弦形、锯齿形信号等。信号站 3 的控制模块可以包括计时器，在触发信号来临时开始计时，计时达到预设时间时生成指示信号。

本实施例中，自动工作系统 1 还包括非导线信号发生器 9，发送非导线信号。非导线信号发生器 9 设置于自动割草机 7 上，与自动割草机 7 通讯。具体的，非导线信号发生器 9 与自动割草机 7 电性连接，自动割草机 7 能够读取非导线信号的发送时间，以及非导线信号的数据。非导线信号的发送时间、包括时间间隔，以及非导线信号的数据等，可以预存在非导线信号发生器 9 中，也可以由非导线信号发生器 9 在工作中随机生成，或者，可以由自动割草机 7 预存或生成，并传输给非导线信号发生器 9。信号站 3 接收非导线信号，根据接收到非导线信号的时间或者非导线信号的数据等来判断生成边界信号的时间，以及边界信号的电流水平等。

本实施例中，自动行走设备工作在基于非导线信号的工作模式，信号站生成边界信号的时间与非导线信号相关联，自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联，且信号站生成边界信号的时间位于自动行走设备检测边界信号的时间之内。

下面结合图 2 阐述自动工作系统的边界信号的生成及检测过程。

自动割草机开始工作后，非导线信号发生器将发送非导线信号，信号站接

收到非导线信号，并响应于非导线信号生成边界信号。自动割草机根据非导线信号的发送，做好检测边界信号的准备。信号站生成边界信号时，自动割草机检测到边界信号，根据边界信号判断自身位于工作区域内或工作区域外。信号站停止生成边界信号后，自动割草机随即停止检测边界信号，直到下一次非导线信号被发送。信号站不生成边界信号的期间，自动割草机不检测边界信号。采用上述方法，能够有效避免干扰信号对自动工作系统的影响，例如，信号站不生成边界信号的期间，环境中的干扰信号不会被自动割草机检测，因此不会造成自动割草机的误判断。

如图 2 所示， (T_a, T_b) 为信号站生成边界信号的时间区间， (T_c, T_d) 为自动割草机检测边界信号的时间区间。信号站生成边界信号的时间区间由信号站生成边界的开始时间 T_a 以及持续时间确定，例如，信号站生成的边界信号可以包括一个脉冲，也可以包括 2 个或多个脉冲。非导线信号发生器发送非导线信号的时间与信号站接收到非导线信号的时间之间的时间差可以忽略不计。如图 2 所示，非导线信号发生器发送非导线信号的时间与信号站生成边界信号的时间之间存在一时间间隔，将上述时间间隔称为第一时间间隔，上述时间间隔也可以称为信号站的等待时间，也就是说，信号站接收到非导线信号，并在第一时间间隔后，开始生成边界信号。本实施例中，第一时间间隔为非导线信号的发送时间与信号站生成边界信号的开始时间 T_a 之间的时间间隔。如图 2 所示，非导线信号发生器相邻两次发送非导线信号的时间之间存在时间间隔，将上述时间间隔称为第二时间间隔。

本实施例中，非导线信号的发送时间以及非导线信号的数据由自动割草机控制，具体的，自动割草机向非导线信号发生器发送触发信号，触发非导线信号发生器发送非导线信号。自动割草机向非导线信号发生器传输数据，来设置非导线信号的数据。

当然，在其他实施例中，非导线信号的发送时间以及非导线信号的数据也可以由非导线信号发生器生成。非导线信号发生器发送非导线信号时，向自动割草机发送触发信号，自动割草机接收到触发信号开始计时。并且，自动割草机能够主动或被动读取非导线信号的数据。

第一实施例中，第一时间间隔由非导线信号的数据决定。非导线信号的数

据包括第一时间间隔数据，信号站接收到非导线信号的同时，读取第一时间间隔数据，相对于非导线信号的发送时间，在第一时间间隔后生成边界信号。本实施例中，第一时间间隔数据是不固定的值，具体的，第一时间间隔数据是由自动割草机生成的随机数据。

本实施例中，信号站生成边界信号的时间区间相对于自动割草机检测边界信号的时间区间是不固定的。如图 2，区间 (Ta, Tb) 在区间 (Tc, Td) 内是可移动的。非导线信号发生器发送非导线信号的时间是自动割草机已知的，非导线信号的数据也是自动割草机已知的，因此，自动割草机能够判断信号站生成边界信号的开始时间，在已知边界信号的持续时间的情况下，还能够判断信号站生成边界信号的结束时间。当然，自动割草机也可以根据检测到的边界信号终止，确定信号站生成边界信号的结束时间。据此，自动割草机判断检测边界信号的时间区间，使得信号站生成边界信号的时间区间落在自动割草机检测边界信号的时间区间之内。信号站生成边界信号的时间区间相对于自动割草机检测边界信号的时间区间可以是不固定的，例如，自动割草机能够选择性地设置检测边界信号的开始时间，使其早于信号站生成边界信号的开始时间。尽管如此，自动割草机检测边界信号的时间，仍然是以非导线信号的发送时间为时间基准来设定的。例如，自动割草机根据已知的信号站生成边界信号的等待时间，判断自身检测边界信号的时间与非导线信号的发送时间之间的时间间隔，称为第三时间间隔，自动割草机在判断非导线信号被发送，并等待第三时间间隔之后，开始检测边界信号。

本实施例中，非导线信号发生器相邻两次发送非导线信号的时间间隔是不固定的，即第二时间间隔是不固定的。将非导线信号的发送时间与自动割草机上一次检测边界信号的时间之间的时间间隔称为第四时间间隔，如图 2 所示。第二时间间隔随第四时间间隔的变化而变化，当第四时间间隔不固定时，相应的，第二时间间隔不固定。本实施例中，第四时间间隔由自动割草机根据自身的工作情况进行调整，具体的，自动割草机检测到边界信号后，计算第四时间间隔的数据，并根据第四时间间隔的数据判断触发非导线信号发生器发送非导线信号的时间。本实施例中，控制第二时间间隔/第四时间间隔不大于特定值，以防止自动割草机长时间检测不到边界信号，行走至工作区域外。

无论是第一时间间隔不固定，还是信号站生成边界信号的时间区间相对于自动割草机检测边界信号的时间区间不固定，亦或是第二时间间隔不固定，都能够更有效地减小干扰信号对自动工作系统的影响，干扰信号出现在自动割草机检测边界信号时的概率进一步降低。

如图 3 所示，本实施例中，自动工作系统的边界信号的生成及检测过程包括如下步骤：

S1：自动割草机开始工作，自动割草机生成第一时间间隔数据，以及第三时间间隔数据；

S2：自动割草机向非导线信号发生器传输第一时间间隔数据；

S3：自动割草机向非导线信号发生器发送触发信号，非导线信号发生器发送非导线信号；

S4：信号站接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取第一时间间隔数据，同时开始计时；

S5：信号站判断计时时间达到第一时间间隔，生成边界信号；

S6（上一步骤为 S3）：自动割草机开始计时；

S7：自动割草机判断计时时间达到第三时间间隔，检测边界信号；

S8：自动割草机计算第四时间间隔的数据，并开始计时；

S9：自动割草机重新生成第一时间间隔数据，以及第三时间间隔数据；

S10：自动割草机向非导线信号发生器传输第一时间间隔数据；

S11：自动割草机判断计时时间达到第四时间间隔，回到步骤 S3。

当然，在其他实施例中，自动割草机检测到边界信号后，也可以直接判断第二时间间隔。自动割草机自上一次非导线信号被发送时开始计时，计时达到第二时间间隔时触发非导线信号发生器发送非导线信号。即在上述步骤 S7 中继续计时，在步骤 S8 中计算第二时间间隔的数据，在步骤 S11 中判断计时时间达到第二时间间隔。

第一实施例中，非导线信号可以为无线电信号，或者音频信号，或者光学信号等。具体的，本实施例中，非导线信号为无线电射频信号，非导线信号发生器为射频信号发生器，非导线信号通过射频通道被发送/接收。

本实施例中，自动工作系统还包括非导线信号接收器，设置在信号站上，

非导线信号发生器与非导线信号接收器配对，非导线信号发生器与非导线信号接收器之间进行排他性的非导线信号传输。具体的，信号站上的非导线信号接收器识别非导线信号发生器，根据被识别的非导线信号发生器发送的非导线信号，信号站生成边界信号。具体的，非导线信号发生器发送的非导线信号包括验证码，非导线信号接收器识别验证码。本实施例中，非导线信号接收器预存验证码，非导线信号接收器接收到非导线信号后，将非导线信号的验证码与预存的验证码进行比较，若非导线信号的验证码与预存的验证码匹配，则令信号站响应于非导线信号生成边界信号，若非导线信号的验证码与预存的验证码不匹配，则判断接收到的非导线信号无效，信号站不生成边界信号。采用上述方案能够有效避免信号站错误地响应自动工作系统外的非导线信号，导致不必要的能量消耗。当自动工作系统附近存在另一相同或相似的自动工作系统时，由于不同的自动工作系统中的非导线信号发生器对应不同的验证码，可以有效地避免相邻自动工作系统中的信号站错误地响应非导线信号，生成干扰信号，导致自动割草机的误判断。

可以理解的是，自动工作系统可以包括不止一个非导线信号发生器，每一个非导线信号发生器对应一个验证码，不同的非导线信号发生器发送的非导线信号包括不同的验证码，同一个非导线信号发生器发送的非导线信号包括相同的验证码。信号站预存自动工作系统中的有效的非导线信号发生器对应的验证码，使得信号站能且仅能响应于自动工作系统中的有效的非导线信号发生器发送的非导线信号。

本发明的另一实施例中，自动割草机向非导线信号发送触发信号后，在预设时间内未检测到边界信号，或者在自动行走设备检测边界信号的时间区间内未检测到边界信号，则再次向非导线信号发生器发送触发信号，令非导线信号发生器发送非导线信号。

本发明的另一实施例中，自动工作系统能够从基于非导线信号的工作模式切换至不基于非导线信号的工作模式，以防止非导线信号的故障引起自动工作系统的运行故障。具体的，若自动割草机长时间检测不到边界信号，则认为发生了非导线信号故障，自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式。自动工作系统的工作过程中，由于工作环境中存在障碍物，或其他原因，可能导

致非导线信号的发送或接收失败，从而没有边界信号生成，自动割草机若长时间检测不到边界信号，可能行走至工作区域外，引起事故。为了避免由于非导线信号的故障造成的自动工作系统的运行故障，提高自动工作系统的稳定性和可靠性，令自动割草机在长时间检测不到边界信号的情况下，控制自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式。具体的，控制自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式的条件为，自动割草机在预设时间内未检测到边界信号。具体的，若距离自动割草机上一次检测到边界信号的时间达到或超过预设时间的时间内，自动割草机未检测到边界信号，则控制自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式。该预设时间可以根据自动行走设备上一次检测到的边界信号的强度进行实时的调整。控制自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式的条件也可以为，信号站在预设时间内未生成边界信号；或者，自动割草机判断预设时间内无非导线信号被发送；或者，信号站判断在预设时间内未接收到非导线信号，也即信号站判断在预设时间内无非导线信号被发送；或者，自动割草机判断非导线信号被发送后，在预设时间内未检测到边界信号；或者，在自动割草机检测边界信号的时间区间内，自动割草机未检测到边界信号等等。自动工作系统切换至不基于非导线信号的工作模式时，信号站生成边界信号的时间不再与非导线信号相关联，具体的，信号站持续生成边界信号；自动割草机检测边界信号的时间也不再与非导线信号相关联，具体的，自动割草机持续检测边界信号。

本发明的另一实施例中，第一时间间隔、第二/第四时间间隔以及第三时间间隔的值为固定的值，上述固定的值预存在自动割草机，或者非导线信号发生器，或者信号站中。

本发明的另一实施例中，第一时间间隔、第二/第四时间间隔以及第三时间间隔的值为预设的一个序列，例如，第一时间间隔的值可以依次为 3ms，5ms，7ms。因此，上述时间间隔虽然不是固定的，但仍然是已知的，被预存在自动割草机，或者非导线信号发生器，或者信号站中。

本发明的另一实施例中，信号站接收到非导线信号后立即生成边界信号，自动割草机判断非导线信号被发送后立即检测边界信号。

本发明的其他实施例中，第一时间间隔、第二/第四时间间隔以及第三时间

间隔的值可选择地为随机值，或者固定值，或者序列值。其中，第一时间间隔或第三时间间隔也可以选择为零。

本发明的另一实施例中，信号站生成边界信号的时间，以及自动割草机检测边界信号的时间根据非导线信号的数据确定，非导线信号的数据为指定信号站生成边界信号，以及自动割草机检测边界信号的时刻的数据。具体的，自动割草机和信号站都包括时钟单元，根据非导线信号的数据确定生成边界信号，或检测边界信号的时间。

本发明的另一实施例中，非导线信号发生器包括两个或多个域，发送非导线信号，其中之一包括第一时间间隔数据，其中另一包括信号站生成脉冲的个数数据。

可以理解的是，在其他实施例中，第一时间间隔的数据的生成也可以在信号站中完成，例如，当第三时间间隔为固定值时。第一时间间隔、第二/第四时间间隔、第三时间间隔以及脉冲个数的数据均可选择地在非导线信号发生器或自动割草机中生成，自动割草机可与非导线信号发生器通讯。另外，自动割草机还可以与信号站双向通讯，使得上述数据的生成更加灵活。

本发明的另一实施例中，信号站生成边界信号并在边界线中传输，信号站不通过射频信道发送反馈信号。

本发明的第二实施例中，自动工作系统的边界信号的生成及检测与第一实施例基本相同，差异在于，非导线信号发生器设置在信号站上，与信号站通讯，自动割草机接收非导线信号。本实施例中，第一时间间隔数据、第二时间间隔数据、以及第三时间间隔数据均由非导线信号发生器生成，其中，非导线信号的数据包括第三时间间隔数据。本实施例中，第一时间间隔数据、第二时间间隔数据、以及第三时间间隔数据均为随机的数据，且第三时间间隔的数据不大于第一时间间隔的数据。自动割草机接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取第三时间间隔数据，同时开始计时，判断计时时间达到第三时间间隔后，检测边界信号。信号站与非导线信号发生器进行通讯，读取第一时间间隔数据，判断非导线信号被发送后开始计时，判断计时时间达到第一时间间隔后，生成边界信号。非导线信号发生器发送非导线信号后开始计时，判断计时时间达到第二时间间隔后再次发送非导线信号。

本实施例中，自动工作系统还包括非导线信号接收器，设置在自动割草机上，非导线信号发生器与非导线信号接收器配对，非导线信号发生器与非导线信号接收器之间进行排他性的非导线信号传输。具体的，自动行走设备上的非导线信号接收器预存验证码。非导线信号接收器接收到非导线信号后，将非导线信号的验证码与预存的验证码进行比较，若非导线信号的验证码与预存的验证码匹配，则令自动割草机响应于非导线信号检测边界信号，若非导线信号的验证码与预存的验证码不匹配，则判断接收到的非导线信号无效，自动割草机不检测边界信号。当自动工作系统附近存在另一相同或相似的自动工作系统时，可以有效地避免自动割草机错误地响应于相邻自动工作系统中的非导线信号，导致自动割草机的误判断。

本发明的另一实施例中，自动工作系统的结构与第二实施例基本相同，差异在于，判断非导线信号发生故障时，自动工作系统能够从基于非导线信号的工作模式切换至不基于非导线信号的工作模式，具体的，切换条件为自动割草机在预设时间内未接收到非导线信号。

本发明的另一实施例中，由于信号站总是优选的设置在自动工作系统的停靠站上的，自动割草机在回归停靠站充电的过程中，根据非导线信号的方向判断信号站的大致方向，来调整行驶方向，在遇到边界线后沿边界线回归停靠站。

本发明的第三实施例中，自动工作系统的边界信号的生成及检测与第一实施例基本相同，差异在于，非导线信号发生器设置在自动割草机和信号站的外部，自动割草机和信号站接收非导线信号。具体的，非导线信号发生器可以固定在工作区域内或工作区域外。非导线信号发生器生成第一时间间隔数据，第一时间间隔数据可以是随机的数据。其中，非导线信号的数据包括第一时间间隔数据。信号站接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取第一时间间隔数据。信号站接收到非导线信号后开始计时，判断计时时间达到第一时间间隔后，生成边界信号。自动割草机接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取第一时间间隔数据，生成第三时间间隔数据。自动割草机接收到非导线信号后开始计时，判断计时时间达到第三时间间隔后，检测边界信号。非导线信号发生器还生成第二时间间隔数据，第二时间间隔数据可以是随机的数据。非导线信号发生器发送非导线信号后开始计时，判断计时时间达到第二时间间隔后，

再次发送非导线信号。

当然，本实施例中，非导线信号发生器也可以生成第三时间间隔数据，非导线信号包括第一时间间隔数据和第三时间间隔数据，其中，通过为第一时间间隔数据和第三时间间隔数据设置不同的识别码，使得第一时间间隔数据和第三时间间隔数据能够分别被信号站和自动割草机识别。

本实施例中，自动工作系统还包括非导线信号接收器，设置在自动割草机以及信号站上，非导线信号发生器与非导线信号接收器配对，非导线信号发生器与非导线信号接收器之间进行排他性的非导线信号传输。具体的，信号站与自动割草机上的非导线信号接收器均预存验证码。信号站与自动割草机上的非导线信号接收器接收到非导线信号后，将非导线信号的验证码与预存的验证码进行比较。若非导线信号的验证码与信号站上的非导线信号接收器中预存的验证码匹配，则信号站响应于非导线信号生成边界信号，若不匹配，则判断接收到的非导线信号无效。若非导线信号的验证码与自动割草机上的非导线信号接收器中预存的验证码匹配，则自动割草机响应于非导线信号检测边界信号，若不匹配，则判断接收到的非导线信号无效。

采用本发明的实施例中生成并检测边界信号的方法，使得自动工作系统能够有效避免受工作环境中的干扰信号的影响，不仅可以避免受邻近的自动工作系统中信号的干扰，也适用于边界线重叠的情况。大面积草坪需要多个自动割草机配合工作，自动割草机在各自的边界系统中行走并工作，边界线之间形成重叠区域，如图7所示。采用传统的边界信号的检测方法，重叠区域中的边界线对自动工作系统的工作将产生严重的干扰，而采用本发明的实施例的方法检测边界信号，则可以有效避免相邻边界系统之间的干扰，使自动工作系统能够正常运行。

本发明还提供一种能够降低边界信号的功耗的自动工作系统。

本发明的第四实施例中，自动工作系统的边界信号的生成与检测过程与第一实施例基本相同，差异在于，信号站生成的边界信号的强度，以及信号站生成边界信号的频率，与自动割草机检测到的电磁场的强度相关联。信号站生成的边界信号的强度与边界信号的电流水平（或电压水平）相关，也就是说，信号站生成的边界信号的电流水平与自动割草机检测到的电磁场的强度相关联。

信号站生成边界信号的频率与信号站生成边界信号的时间间隔相关,也就是说,信号站生成边界信号的时间间隔与自动割草机检测到的电磁场的强度相关联。在边界线中传输的边界信号的强度一定的情况下,自动割草机检测到的电磁场的强度与自动割草机到边界线的距离相关,因此,本实施例中,信号站生成的边界信号的强度,以及信号站生成边界信号的频率,与自动割草机到边界线的距离相关联。

下面结合图 4 阐述本实施例中边界信号的强度以及频率的调节过程。

如图 4 所示,自动割草机的工作区域包括区域 A 和区域 B,区域 A 距离边界线较远,区域 B 距离边界线较近。边界信号产生的电磁场的强度随着与边界线的距离的增大而减弱,因此,在边界线中传输的边界信号的电流水平一定的情况下,自动割草机在区域 A 内检测到的电磁场的强度较弱,自动割草机在区域 B 内检测到的电磁场的强度较强。为限定自动割草机在工作区域内行走,需要保证自动割草机检测到边界信号产生的一定强度的电磁场。当工作区域较大时,自动割草机在位于工作区域中央的区域 A 中检测到的电磁场强度,远小于靠近边界线的区域 B 中检测到的电磁场的强度。在边界线中传输的边界信号的电流水平一定的情况下,为了保证自动割草机在工作区域的任何位置,例如在区域 A 中,能检测到强度符合自动割草机的工作要求的电磁场,边界线中传输的边界信号的电流水平必须足够大。然而,当自动割草机位于到边界线距离较近的工作区域时,例如在区域 B 中,检测到的电磁场的强度远大于符合自动割草机的工作要求的强度,这将造成生成边界信号的能源的浪费。

本实施例中,当自动割草机运行在距离边界线较远的区域,例如在区域 A 中时,使信号站生成边界信号的电流水平较高,从而边界线中传输的边界信号产生的电磁场的强度较强,使得自动割草机在距离边界线较远的区域能够检测到强度符合自动割草机的工作要求的电磁场。当自动割草机运行在距离边界线较近的区域,例如在区域 B 中时,使信号站生成边界信号的电流水平较低,尽管边界信号的电流水平较低,产生的电磁场的强度较弱,但是在距离边界线较近区域内,边界信号产生的电磁场的强度足够满足自动割草机的工作要求,与此同时,边界信号的功耗得到了大大的降低。

本实施例中,非导线信号的数据包括自动割草机到边界线的距离数据。自

动割草机检测边界信号产生的电磁场，通过检测到的电磁场的强度判断自身到边界线的距离，将该距离数据传输给非导线信号发生器，非导线信号发生器发送非导线信号，使得非导线信号包括该距离数据。信号站接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取自动割草机到边界线的距离数据。信号站根据自动割草机到边界线的距离数据，判断所要生成的边界信号的电流水平。若自动割草机到边界线的距离数据反应出自动割草机到边界线的较大距离，则信号站生成电流水平较高的边界信号；若自动割草机到边界线的距离数据反应出自动割草机到边界线的较小距离，则信号站生成电流水平较低的边界信号。本实施例中，自动工作系统中预存的信息包括：自动割草机到边界线的距离，与边界信号的电流水平的目标值之间的映射关系。具体的，自动割草机与信号站均存储有上述映射关系。信号站根据所获取的自动割草机到边界线的距离数据，利用上述映射关系，确定生成边界信号的电流水平的目标值。信号站生成边界信号，使得边界信号的电流水平符合上述目标值。同时，自动割草机已知自身到边界线的距离，利用上述映射关系，可以得知信号站所生成边界信号的电流水平的目标值。当信号站生成边界信号，自动割草机再次检测边界信号时，通过已知的信号站生成边界信号的电流水平的目标值、以及该次检测中检测到的电磁场的强度，得出该次检测时自身到边界线的距离数据。采用上述方法，自动割草机只需知道信号站首次生成边界信号的电流水平，便能够重复上述过程，在自动工作系统的工作过程中，调节信号站生成边界信号的电流水平。信号站首次生成边界信号的电流水平的值可以是预设的。本实施例中，信号站生成边界信号的电流水平是实时调节的，采用上述方法，能够利用实时调节的边界信号的电流水平来计算自动割草机与边界线的距离。

本实施例中，自动割草机通过非导线信号使用 RSSI(无线电信号强度指示)与信号站通信，信号站根据 RSSI 值调节生成边界信号的强度。

当自动割草机位于距离边界线较远的工作区域，例如在区域 A 中时，自动割草机检测到边界信号后，无论采取何种行驶策略，距离自动割草机行驶至边界线的时间较长，因此，自动割草机不需要频繁地检测边界信号，以确保自身位于工作区域内。本实施例中，当自动割草机位于距离边界线较远的工作区域时，使信号站生成边界信号的频率较低，以降低生成边界信号的功耗。当自动

割草机位于距离边界线较近的工作区域，例如在工作区域 B 中时，自动割草机面临驶出工作区域的风险，因此，自动割草机需要较频繁地检测边界信号，以防止自身驶出工作区域。本实施例中，当自动割草机位于距离边界线较近的工作区域，例如在区域 B 中时，使得信号站生成边界信号的频率较高，以限定自动割草机在工作区域内行走并工作。

本实施例中，自动割草机根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离；根据自身到边界线的距离，判断信号站生成边界信号的时间间隔，即信号站下一次生成边界信号的时间与本次生成边界信号的时间之间的时间间隔。可以理解的是，信号站生成边界信号的时间间隔越大，代表着信号站生成边界信号的频率越低；信号站生成边界信号的时间间隔越小，代表着信号站生成边界信号的频率越高。本实施例中，自动割草机根据自身到边界线的距离，判断信号站生成边界信号的最大时间间隔。该最大时间间隔可以根据自动割草机的行驶参数、路径特征等估算得到。由于信号站总是响应于非导线信号而生成边界信号，且信号站生成边界信号的时间与非导线信号的发送时间之间的时间间隔是自动割草机已知的，因此，本实施例中，自动割草机通过控制非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔，来控制信号站生成边界信号的时间间隔，并使得非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔不大于上述最大时间间隔。本实施例中，自动割草机判断自身到边界线的距离越大，控制非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔越大；自动割草机判断自身到边界线的距离越小，控制非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔越小。

当然，自动割草机也可以通过控制非导线信号发生器下一次发送非导线信号的时间与自动割草机本次检测到边界信号的时间之间的时间间隔，来控制信号站生成边界信号的时间间隔。本实施例中，非导线信号发生器发送非导线信号的时间与信号站生成边界信号的时间之间的时间间隔，即第一时间间隔，远小于信号站相邻两次生成边界信号的时间间隔。同样的，第一时间间隔也远小于非导线信号发生器相邻两次发送非导线信号的时间间隔。本实施例中，第一时间间隔可以是 3ms、5ms、7ms 等等。

本实施例中，信号站相邻两次生成边界信号的时间之间存在时间间隔，信号站生成的边界信号的电流水平，与信号站上一次生成边界信号时自动割草机

到边界线的距离相关。本实施例中，信号站相邻两次生成边界信号的时间间隔被控制在合理的范围内，使得，尽管自动割草机在远离边界线的区域时，信号站生成边界信号的时间间隔较大，但自动割草机在上述时间间隔内的位移，相对于自动割草机到边界线的距离而言，仍然是较小的。因此，尽管在上述时间间隔内自动割草机到边界线的距离发生了变化，但信号站生成的边界信号的电流水平对自动割草机检测边界信号的要求而言仍然是合适的。

本实施例中，自动割草机到边界线的距离数据使用 RSSI(无线电信号强度指示)获得。

在其他的实施例中，可以设定多个自动割草机到边界线的距离范围，使得，自动割草机到边界线的距离在相应的范围内时，信号站生成边界信号的电流水平以及时间间隔取相应的特定值。

图 5 为本实施例的自动割草机位于区域 A 和区域 B 时的边界信号的对比图。

图 6 为本实施例的自动工作系统的边界信号的生成及检测的流程图。本实施例中，自动工作系统的边界信号的调节过程如下：

S0: 自动割草机向非导线信号发生器发送触发信号，同时开始计时；非导线信号发生器发送非导线信号；信号站接收非导线信号，判断所要生成的边界信号的电流水平的目标值；

S1: 信号站生成电流水平为 I_x 的边界信号 (I_x 是不固定的值)；

S2: 自动割草机检测边界信号产生的电磁场，根据检测到的电磁场的强度判断自身到边界线的距离，以及非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔；

S3: 自动割草机将自身到边界线的距离数据传输给非导线信号发生器；

S4: 自动割草机判断计时时间达到上述时间间隔，向非导线信号发生器发送触发信号，重新开始计时；

S5: 非导线信号发生器发送非导线信号，非导线信号的数据包括上述距离数据；

S6: 信号站接收非导线信号，读取非导线信号的数据，获取上述距离数据，根据上述距离数据判断生成边界信号的电流水平的目标值，回到 S1。

采用上述方法调节信号站生成边界信号的电流水平以及频率，使得边界信号的功耗大大降低。上述方案解决了大面积的工作区域中边界信号衰减的问题，

使得自动割草机在大面积的工作区域的中央区域能够检测到满足工作要求的电磁场，同时，自动割草机运行至靠近边界线的区域时边界信号的电流水平得以降低，从而使边界信号的功耗水平得到了控制。

可以理解的是，在其他实施例中，根据自动割草机检测到的电磁场的强度来判断自动割草机到边界线的距离的过程，可以在自动割草机中完成，也可以在信号站中完成，甚至可以在非导线信号发生器中完成。同样的，根据自动割草机到边界线的距离来判断信号站生成边界信号的时间间隔的过程，或者说判断非导线信号发生器发送非导线信号的时间间隔的过程，以及判断信号站生成边界信号的电流水平的过程，可以在自动割草机中完成，也可以在信号站中完成，甚至可以在非导线信号发生器中完成。只要自动割草机能够与信号站通讯，使信号站能够得知自动行走设备到边界线的大致距离，就能够实现对生成边界信号的电流水平以及频率进行调节。自动割草机通过非导线信号发生器向信号站发送的非导线信号包括的数据，可以是自动割草机检测到的电磁场的强度数据，也可以是自动割草机到边界线的距离数据，也可以是信号站所要生成的边界信号的电流水平的目标值数据。

在本发明的其他实施例中，调节信号站生成边界信号的电流水平以及频率的方法，非导线信号发生器并不是必要的，只要自动割草机能够与信号站通讯即可，自动割草机与信号站的通讯方式可以是无线电信号、音频信号、光学信号等非导线信号的方式，也可以是有线连接的方式。

本发明的另一实施例中，信号站生成边界信号的时间与非导线信号无关，自动割草机检测边界信号的时间也与非导线信号无关，自动割草机检测到边界信号后，立即或延迟一时间后将自动割草机到边界线的距离信号，或者检测到的电磁场的强度信号，以非导线信号的方式发送给信号站，信号站接收非导线信号，读取非导线信号的数据，根据非导线信号的数据判断生成边界信号的时间间隔，在该时间间隔限定的时间到来时生成边界信号。也就是说，信号站生成边界信号的时间间隔的判断可以在信号站中完成。该实施例中，自动割草机可以始终处于检测边界信号的状态。当然，在其他实施例中，信号站生成边界信号的时间间隔的判断也可以在非导线信号发生器中完成。

本发明的另一实施例中，信号站持续生成边界信号。自动割草机实时地或

者间歇地将自身到边界线的距离信号，或者检测到的电磁场的强度信号，以非导线信号的方式反馈给信号站，信号站根据接收到的非导线信号的数据实时地调节边界信号的电流水平。

本发明的另一实施例中，信号站生成边界信号的电流水平直接与自动割草机检测到的电磁场的强度相关，无需计算自动割草机到边界线的距离。设定自动割草机的检测到的电磁场强度的目标值，根据自动割草机检测到的实际电磁场的强度，调节边界信号的电流水平。当自动割草机检测到的电磁场强度大于目标值时，减小边界信号的电流水平；当自动割草机检测到的电磁场强度小于目标值时，增大边界信号的电流水平。

本发明的另一实施例中，信号站生成边界信号的时间间隔直接与自动割草机检测到的电磁场的强度相关，无需计算自动割草机到边界线的距离。自动割草机检测到的电磁场的强度反映了自动割草机到边界线的距离，可以直接通过自动割草机检测到的电磁场的强度，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。具体的，本实施例中，信号站不调节生成的边界信号的电流水平，自动割草机检测到的电磁场的强度减小时，增大信号站生成边界信号的时间间隔，自动割草机检测到的电磁场的强度增大时，减小信号站生成边界信号的时间间隔。或者，也可以在自动工作系统中预存自动割草机检测到的电磁场的强度与信号站生成边界信号的时间间隔之间的关系，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。

上述技术方案可以任意的组合，例如，可选择边界信号的电流水平或生成边界信号的时间间隔是否调节，以及调节的方法。

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. 一种自动工作系统，包括信号站，边界线以及自动行走设备；
所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；
所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；
其特征在于，
所述自动工作系统还包括非导线信号发生器，发送非导线信号；
所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联，使得所述信号站生成边界信号的时间区间在所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。
2. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，信号站判断生成边界信号的时间区间。
3. 根据权利要求 2 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站生成边界信号的时间区间与时间基准之间形成第一时间间隔，所述第一时间间隔不固定。
4. 根据权利要求 3 所述的自动工作系统，其特征在于，非导线信号的数据包括第一间隔时间数据。
5. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，根据非导线信号的数据，信号站判断生成边界信号的时间区间。
6. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。
7. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，根据非导线信号的数据，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。
8. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站生成边界信号的时间区间相对于自动行走设备检测边界信号的时间区间不固定。
9. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，非导线信号发生器相邻两次发送非导线信号的时间之间形成第二时间间隔，第二时间间隔不固定。
10. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备上，与所述自动行走设备通讯，所述信号站接收非导线信号。
11. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号发生器设置于所述信号站上，与所述信号站通讯，所述自动行走设备接收非导线信号。
12. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号发生

器设置于所述自动行走设备和所述信号站的外部，所述自动行走设备和所述信号站接收非导线信号。

13. 根据权利要求 1 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号为无线电信号，或者音频信号，或者光学信号。

14. 一种控制自动工作系统的方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，自动行走设备以及非导线信号发生器；其特征在于，所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤：

所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；

所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；

所述非导线信号发生器发送非导线信号，使得

所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联，并且所述信号站生成边界信号的时间区间在所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

15. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，信号站判断生成边界信号的时间区间。

16. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，根据非导线信号的数据，信号站判断生成边界信号的时间区间。

17. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，以非导线信号发生器发送非导线信号的时间为时间基准，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

18. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，根据非导线信号的数据，自动行走设备判断检测边界信号的时间区间。

19. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备上，与所述自动行走设备通讯，所述信号站接收非导线信号。

20. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述非导线信号发生器设置于所述信号站上，与所述信号站通讯，所述自动行走设备接收非导线信号。

21. 根据权利要求 14 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述非导线信号发生器设置于所述自动行走设备和所述信号站的外部，所述自动行走设备和所述信号站接收非导线信号。

22. 一种自动工作系统，包括信号站，边界线以及自动行走设备；

所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；

所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；
其特征在于，

所述自动工作系统还包括非导线信号发生器，发送非导线信号；

所述信号站生成边界信号的时间及所述自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联；

所述自动工作系统还包括非导线信号接收器，接收非导线信号；

所述非导线信号接收器与所述非导线信号发生器配对。

23. 根据权利要求 22 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号发生器与非导线信号接收器的其中之一设置于自动行走设备上，其中另一设置于信号站上。

24. 根据权利要求 22 所述的自动工作系统，其特征在于，所述非导线信号发生器设置在自动行走设备和信号站的外部，所述非导线信号接收器设置在自动行走设备以及信号站上。

25. 根据权利要求 22 所述的自动工作系统，其特征在于，所述信号站生成非导线信号的时间区间位于所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

26. 一种控制自动工作系统的方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，自动行走设备，非导线信号发生器以及非导线信号接收器；其特征在于，所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤：

所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；

所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；
所述非导线信号发生器与所述非导线信号接收器之间进行排他性的非导线信号传输，使得所述信号站生成边界信号的时间区间及所述自动行走设备检测边界信号的时间区间与非导线信号相关联。

27. 根据权利要求 26 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述非导线信号发生器与非导线信号接收器的其中之一设置于自动行走设备上，其中另一设置于信号站上。

28. 根据权利要求 26 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述非导线信号发生器设置在自动行走设备和信号站的外部，所述非导线信号接收器设置在自动行走设备以及信号站上。

29. 根据权利要求 26 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，所述信号

站生成非导线信号的时间区间位于所述自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

30.一种自动工作系统，包括信号站，边界线以及自动行走设备；

所述信号站生成并在所述边界线中传输边界信号；

所述自动行走设备检测边界信号，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；其特征在于，

所述自动工作系统还包括非导线信号发生器，发送非导线信号；

所述自动工作系统可选择地工作在第一工作模式或第二工作模式；

第一工作模式下，信号站生成边界信号的时间及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联；

第二工作模式下，信号站生成边界信号的时间及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号不相关。

31. 根据权利要求 30 所述的自动工作系统，其特征在于，自动工作系统工作在第一工作模式时，若自动工作系统的工作满足预设条件，则使自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

32. 根据权利要求 31 所述的自动工作系统，其特征在于，所述预设条件为，非导线信号的发送或接收不可靠。

33. 根据权利要求 31 所述的自动工作系统，其特征在于，所述预设条件为，自动行走设备在预设时间内未检测到边界信号。

34. 根据权利要求 31 所述的自动工作系统，其特征在于，所述预设条件为，信号站在预设时间内未生成边界信号。

35. 根据权利要求 31 所述的自动工作系统，其特征在于，所述预设条件为，自动行走设备或信号站判断预设时间内无非导线信号被发送。

36. 根据权利要求 30 所述的自动工作系统，其特征在于，第一工作模式下，信号站生成边界信号的时间区间位于自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

37. 根据权利要求 36 所述的自动工作系统，其特征在于，自动工作系统工作在第一工作模式时，自动行走设备在检测边界信号的时间区间内未检测到边界信号，则使自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

38. 根据权利要求 30 所述的自动工作系统，其特征在于，第二工作模式下，信号站持续生成边界信号，自动行走设备持续检测边界信号。

39. 根据权利要求 30 所述的自动工作系统，其特征在于，非导线信号发生器设

置在自动行走设备和信号站的其中之一上，第一工作模式下，自动行走设备和信号站的其中另一接收非导线信号。

40. 根据权利要求 30 所述的自动工作系统，其特征在于，非导线信号发生器设置在自动行走设备和信号站的外部，第一工作模式下，自动行走设备和信号站接收非导线信号。

41. 一种控制自动工作系统的方法，所述自动工作系统包括：

信号站，生成边界信号；

边界线，与信号站电性连接，传输边界信号；

自动行走设备，检测边界信号，在边界线限定的工作区域内行走并工作；

非导线信号发生器，发送非导线信号；其特征在于，所述控制自动工作系统的方法包括如下步骤：

令所述自动工作系统工作在第一工作模式，使得信号站生成边界信号的时间以及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号相关联；

判断非导线信号不可靠时，令自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式，使得信号站生成边界信号的时间以及自动行走设备检测边界信号的时间与非导线信号不相关。

42. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，判断非导线信号的发送或接收不可靠时，令自动工作系统从第一工作模式切换至第二工作模式。

43. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，自动行走设备在预设时间内未检测到边界信号，则判断非导线信号不可靠。

44. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，信号站在预设时间内未生成边界信号，则判断非导线信号不可靠。

45. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，自动行走设备或信号站判断预设时间内无非导线信号被发送，则判断非导线信号不可靠。

46. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，第一工作模式下，自动行走设备被配置为接收非导线信号，若自动行走设备在预设时间内未接收到非导线信号，则判断非导线信号不可靠。

47. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，第一工作模式下，信号站被配置为接收非导线信号，若信号站在预设时间内未接收到非导线信号，则判断非导线信号不可靠。

48. 根据权利要求 41 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，第一工作

模式下，信号站生成边界信号的时间区间位于自动行走设备检测边界信号的时间区间之内。

49. 根据权利要求 48 所述的控制自动工作系统的方法，其特征在于，自动行走设备在检测边界信号的时间区间内未检测到边界信号，则判断非导线信号不可靠。

50. 一种自动工作系统，包括信号站，边界线，以及自动行走设备；

所述信号站生成边界信号；

所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；

所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；其特征在于，

所述自动行走设备根据自身到边界线的距离，调节边界信号的电流水平。

51. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，所述自动行走设备判断自身到边界线的距离减小时，减小边界信号的电流水平；所述自动行走设备判断自身到边界线的距离增大时，增大边界信号的电流水平。

52. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备与信号站通信，来调节边界信号的电流水平。

53. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号。

54. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

55. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，自动工作系统存储自动行走设备到边界线的距离，与边界信号的电流水平的目标值之间的映射关系。

56. 根据权利要求 55 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并根据所述目标值调节边界信号的电流水平。

57. 根据权利要求 55 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据自身到边界线的距离以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并向信号站发送所述目标值。

58. 根据权利要求 50 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送检测到的电磁场的强度信号，信号站根据自动行走设备检测到的电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离。

59. 一种自动工作系统的控制方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，以及自动行走设备；其特征在于，所述自动工作系统的控制方法包括如下步骤：
所述信号站生成边界信号；
所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；
所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；
所述自动行走设备根据自身到边界线的距离，调节边界信号的电流水平。
60. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统的控制方法，其特征在于，所述自动行走设备判断自身到边界线的距离减小时，减小边界信号的电流水平；所述自动行走设备判断自身到边界线的距离增大时，增大边界信号的电流水平。
61. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备与信号站通信，来调节边界信号的电流水平。
62. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号。
63. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。
64. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统，其特征在于，自动工作系统存储自动行走设备到边界线的距离，与边界信号的电流水平的目标值之间的映射关系。
65. 根据权利要求 64 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并根据所述目标值调节边界信号的电流水平。
66. 根据权利要求 64 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据自身到边界线的距离以及所述映射关系判断边界信号的电流水平的目标值，并向信号站发送所述目标值。
67. 根据权利要求 59 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送检测到的电磁场的强度信号，信号站根据自动行走设备检测到的电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离。
68. 一种自动工作系统，包括信号站，边界线，以及自动行走设备；
所述信号站生成边界信号；
所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；
所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工

所述信号站生成边界信号的时间间隔，与所述自动行走设备检测到的电磁场的强度相关联。

69. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备检测到的电磁场的强度减小，信号站生成边界信号的时间间隔增大；自动行走设备检测到的电磁场的强度增大，信号站生成边界信号的时间间隔减小。

70. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备与信号站通讯，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。

71. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身检测到的电磁场的强度信号，信号站根据所述电磁场的强度信号，调节生成边界信号的时间间隔。

72. 根据权利要求 71 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站根据所述电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离，并根据自动行走设备到边界线的距离，调节生成边界信号的时间间隔。

73. 根据权利要求 72 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站根据自动行走设备到边界线的距离，计算生成边界信号的最大时间间隔，并生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

74. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

75. 根据权利要求 74 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号，调节生成边界信号的时间间隔。

76. 根据权利要求 72 或 74 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备到边界线的距离减小，信号站生成边界信号的时间间隔减小；自动行走设备到边界线的距离增大，信号站生成边界信号的时间间隔增大。

77. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备包括非导线信号发生器，发送非导线信号，信号站接收非导线信号，生成边界信号。

78. 根据权利要求 77 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，调节发送非导线信号的时间间隔。

79. 根据权利要求 77 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离，并根据自身到边界线的距离，调节发送非导线信号的时间间隔。

80. 根据权利要求 77 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算发送非导线信号的最大时间间隔，并发送非导线信号，使得发送非导线信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

81. 根据权利要求 68 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算信号站生成边界信号的最大时间间隔，并向信号站发送所述最大时间间隔信号，信号站接收所述最大时间间隔信号，生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

82. 一种自动工作系统的控制方法，所述自动工作系统包括信号站，边界线，以及自动行走设备；其特征在于，所述自动工作系统的控制方法包括如下步骤：
所述信号站生成边界信号；

所述边界线传输所述边界信号，并产生电磁场；

所述自动行走设备检测所述电磁场，在所述边界线限定的工作区域内行走并工作；

所述信号站生成边界信号的时间间隔，与所述自动行走设备检测到的电磁场的强度相关联。

83. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统的控制方法，其特征在于，自动行走设备检测到的电磁场的强度减小，信号站生成边界信号的时间间隔增大；自动行走设备检测到的电磁场的强度增大，信号站生成边界信号的时间间隔减小。

84. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备与信号站通讯，来调节信号站生成边界信号的时间间隔。

85. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号站发送自身检测到的电磁场的强度信号，信号站根据所述电磁场的强度信号，调节生成边界信号的时间间隔。

86. 根据权利要求 85 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站根据所述电磁场的强度信号，判断自动行走设备到边界线的距离，并根据自动行走设备到边界线的距离，调节生成边界信号的时间间隔。

87. 根据权利要求 86 所述的自动工作系统，其特征在于，信号站根据自动行走设备到边界线的距离，计算生成边界信号的最大时间间隔，并生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

88. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离。

89. 根据权利要求 88 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备向信号

站发送自身到边界线的距离信号，信号站根据所述距离信号，调节生成边界信号的时间间隔。

90. 根据权利要求 86 或 88 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备到边界线的距离减小，信号站生成边界信号的时间间隔减小；自动行走设备到边界线的距离增大，信号站生成边界信号的时间间隔增大。

91. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备包括非导线信号发生器，发送非导线信号，信号站接收非导线信号，生成边界信号。

92. 根据权利要求 91 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，调节发送非导线信号的时间间隔。

93. 根据权利要求 91 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，判断自身到边界线的距离，并根据自身到边界线的距离，调节发送非导线信号的时间间隔。

94. 根据权利要求 91 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算发送非导线信号的最大时间间隔，并发送非导线信号，使得发送非导线信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

95. 根据权利要求 82 所述的自动工作系统，其特征在于，自动行走设备根据检测到的电磁场的强度，计算信号站生成边界信号的最大时间间隔，并向信号站发送所述最大时间间隔信号，信号站接收所述最大时间间隔信号，生成边界信号，使得生成边界信号的时间间隔不大于所述最大时间间隔。

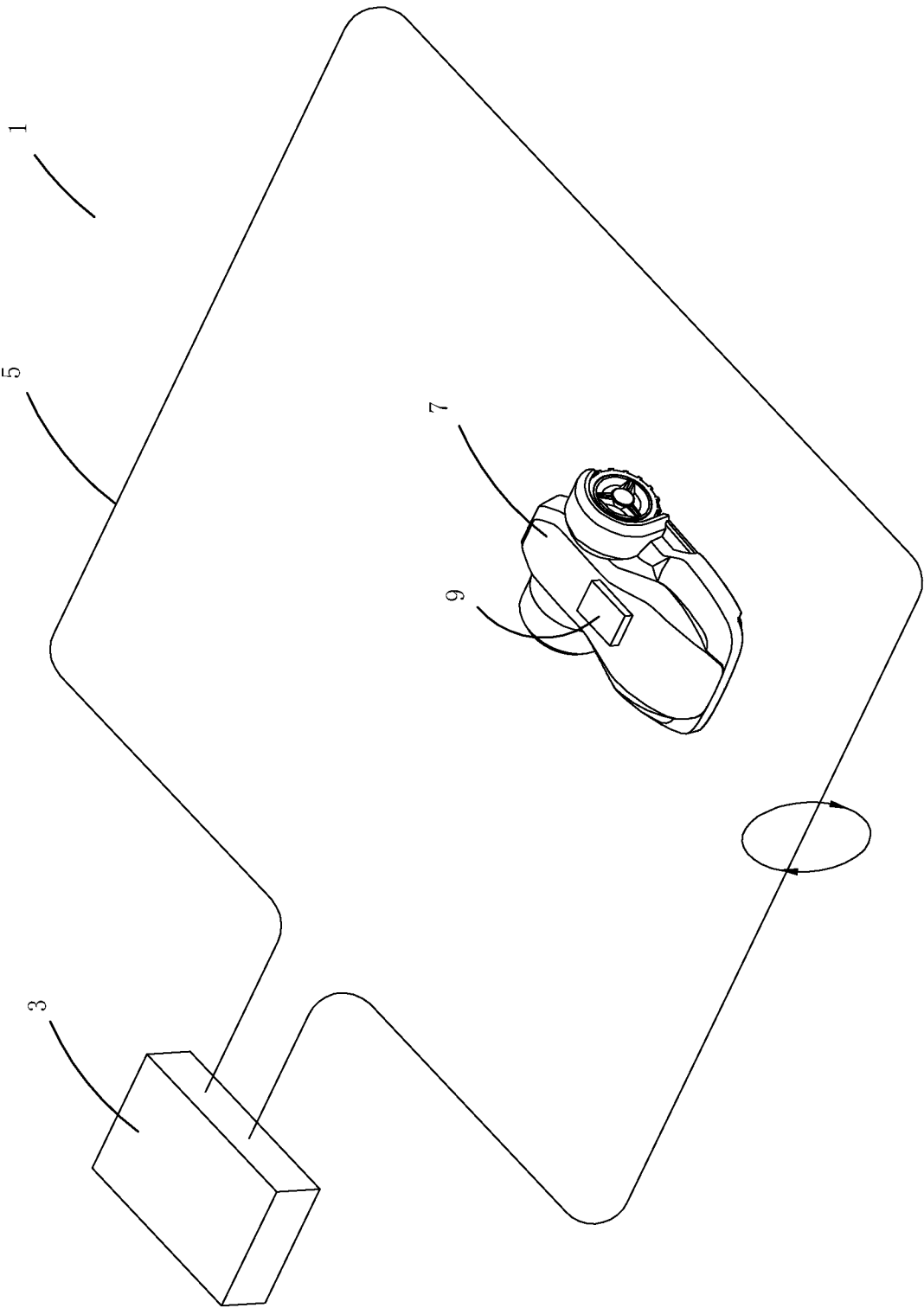


图1

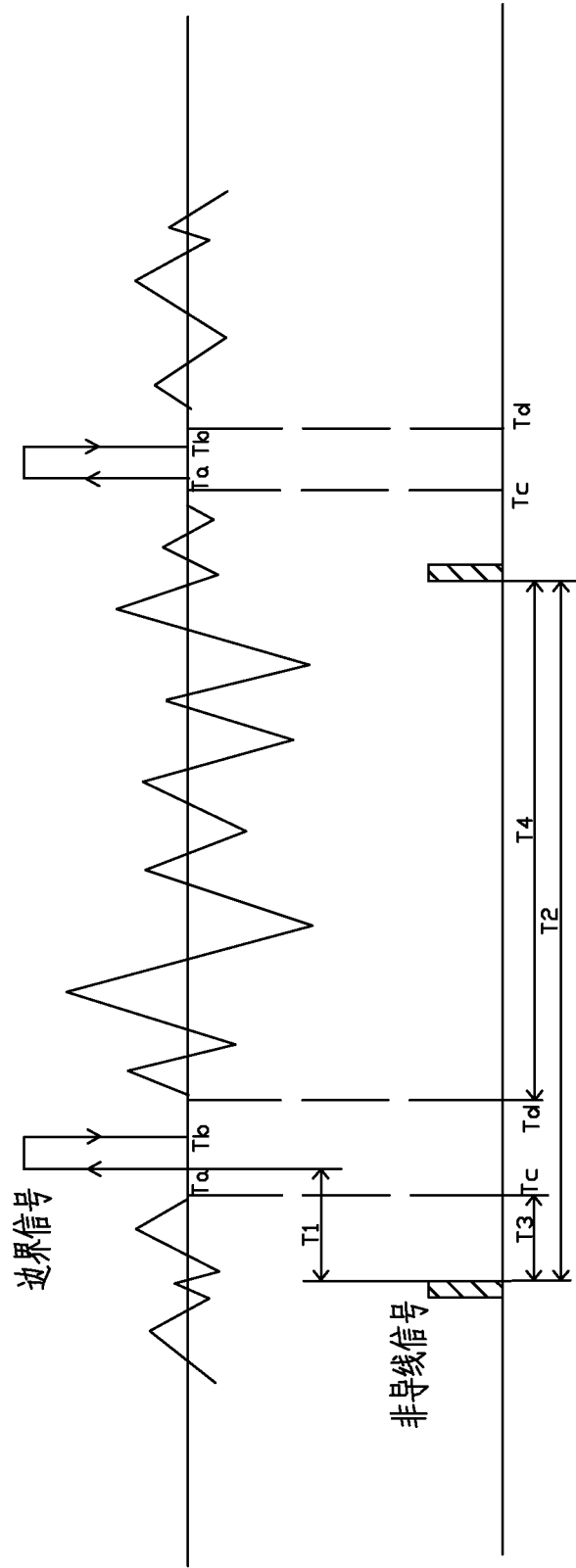


图2

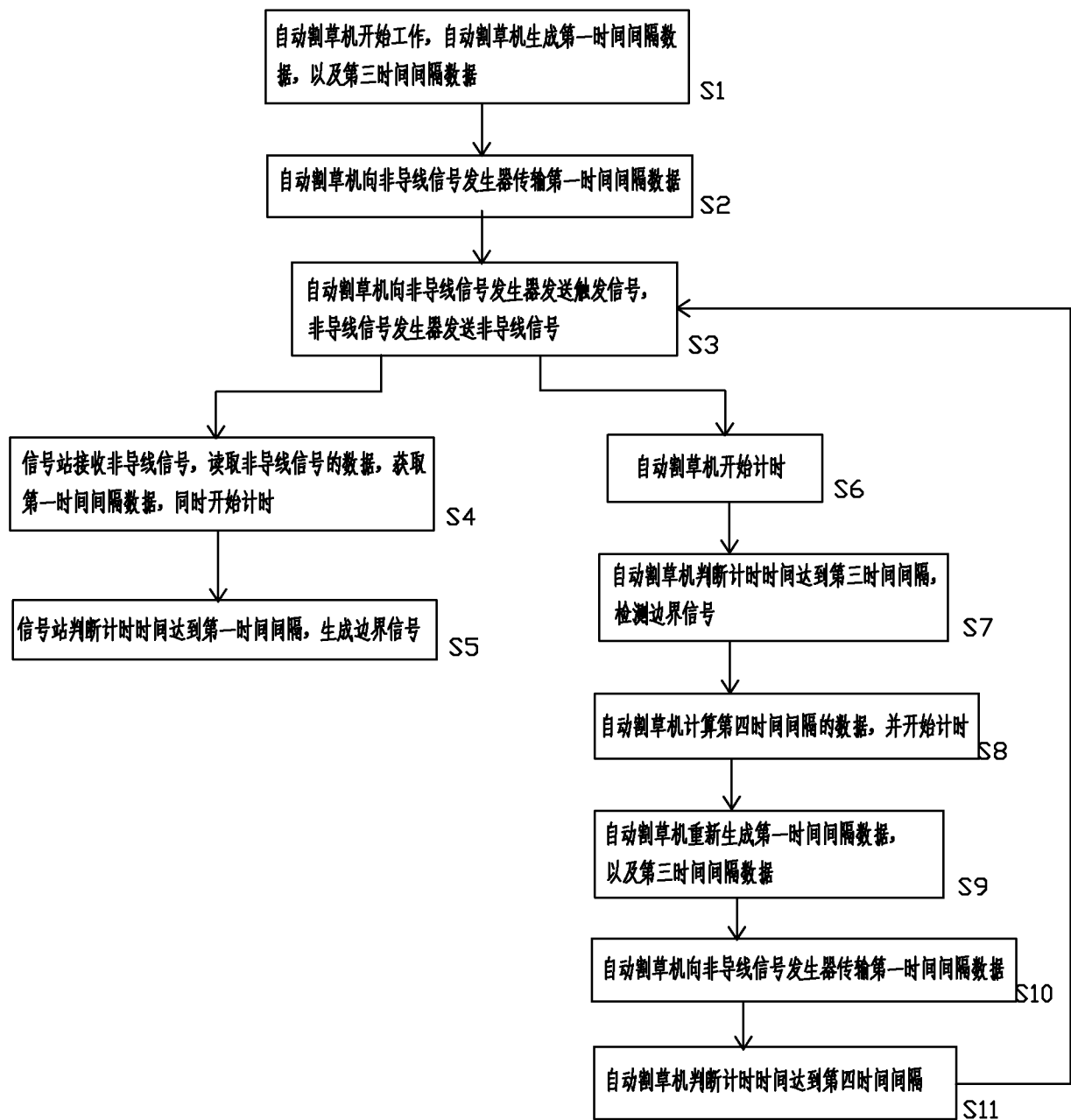


图3

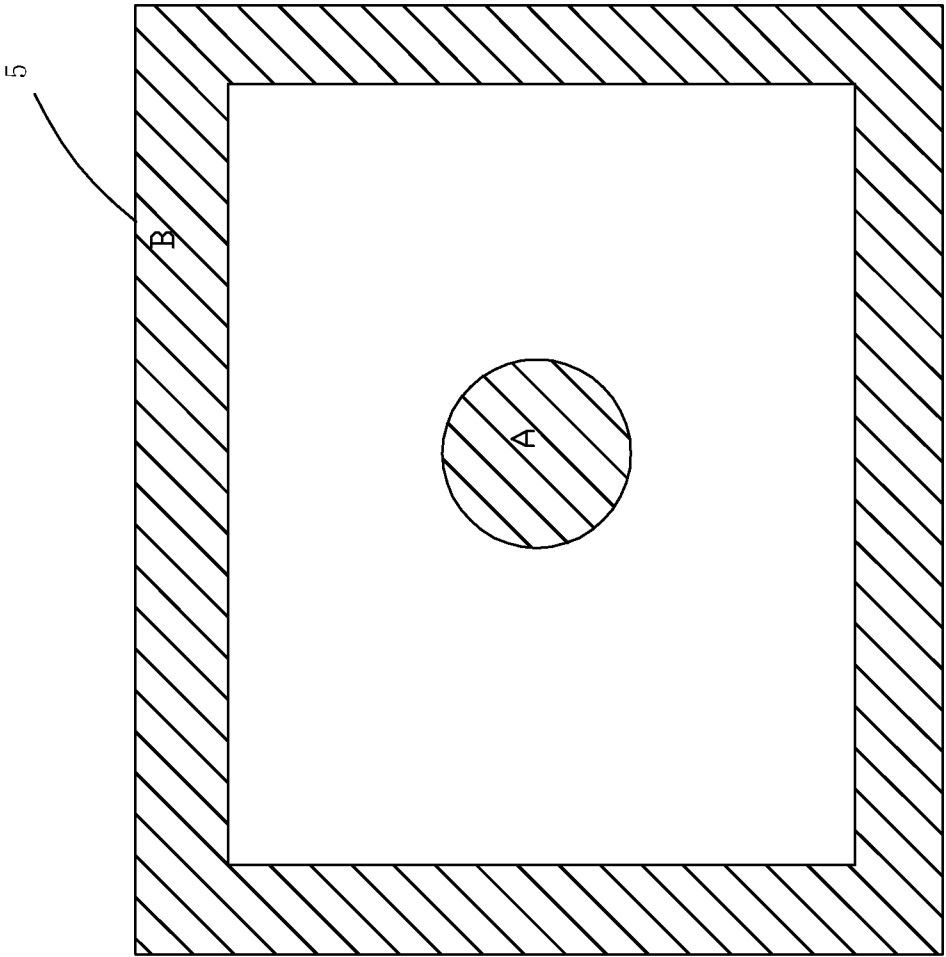


图4

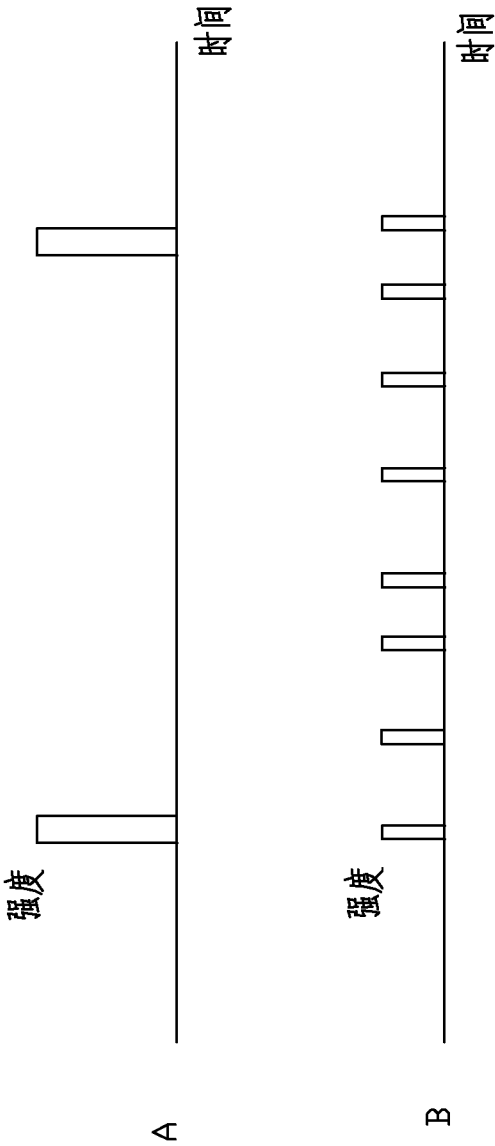


图5

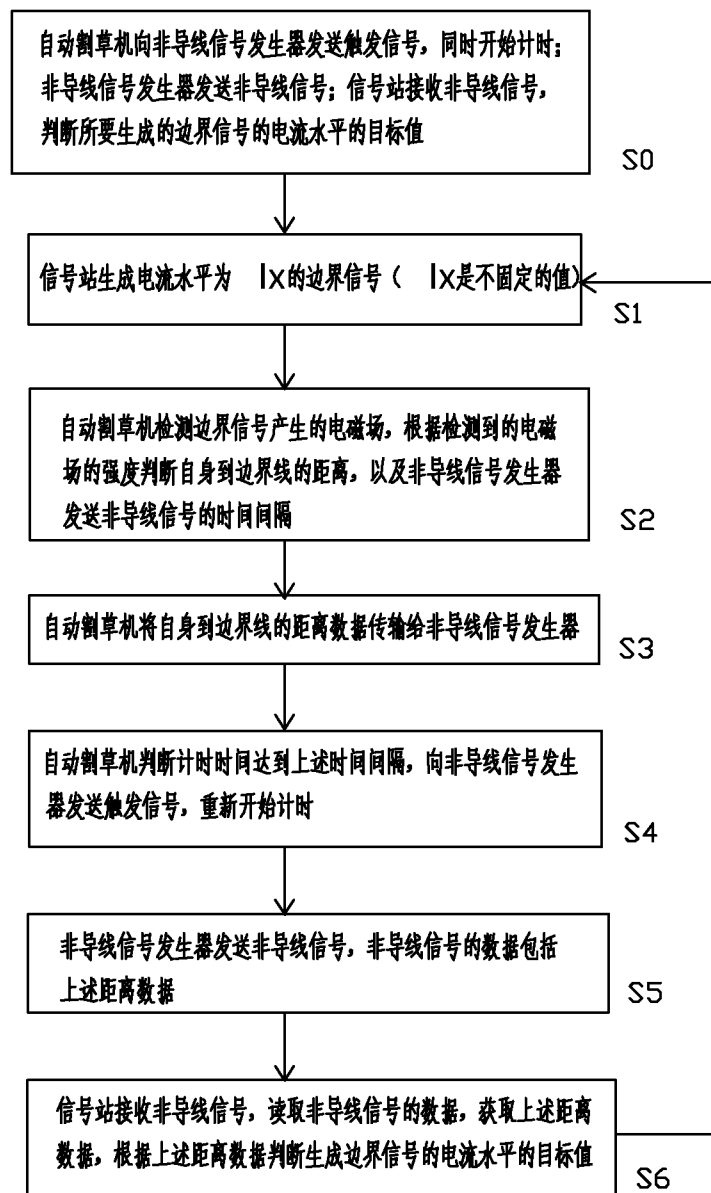


图6

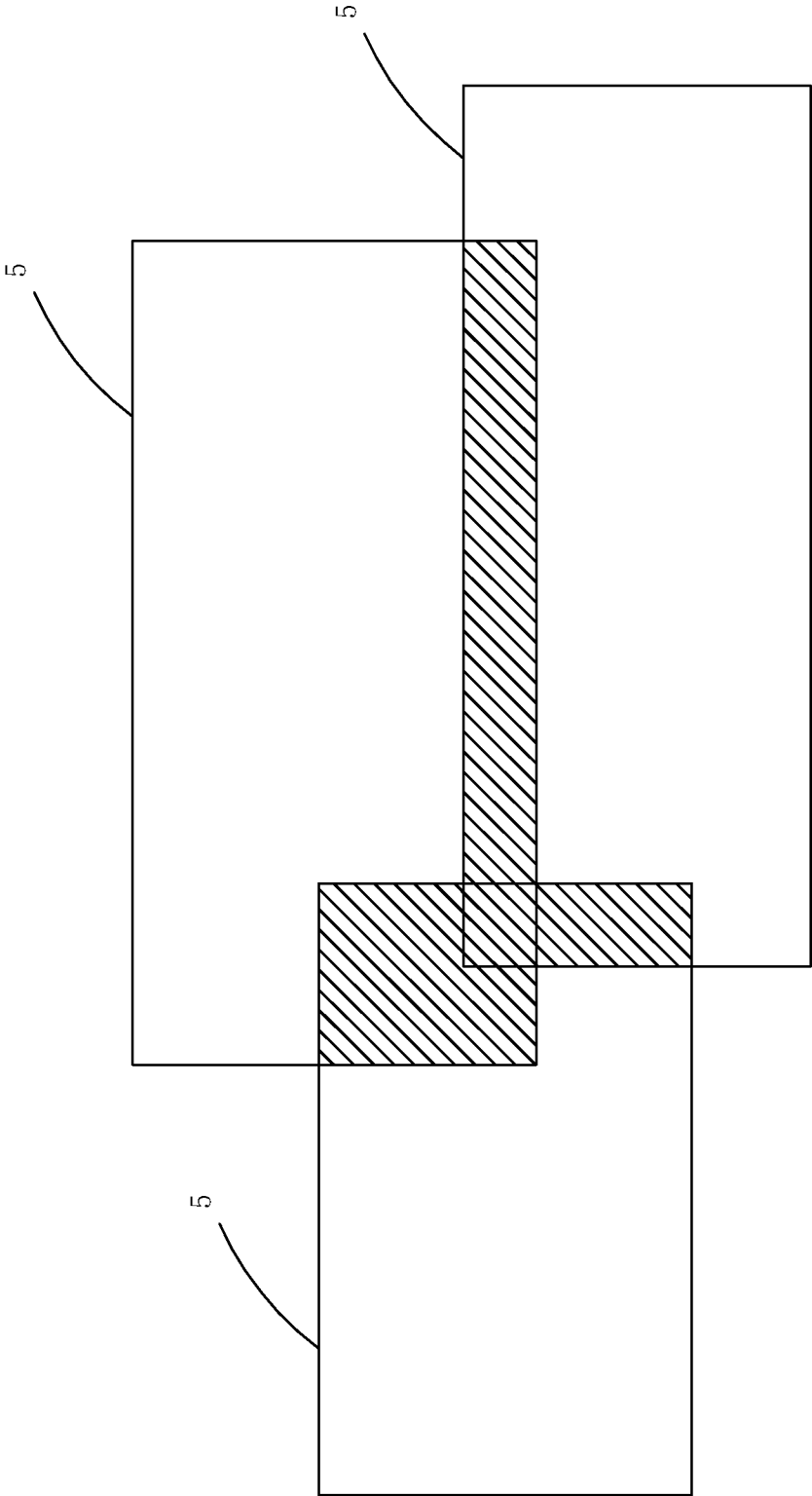


图7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/081452

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; G01C

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.; autonomic walking, autonomic working, mobile robot, grass cutting, sweep, boundary, sideline, lead wire, working region, non, detect, magnetic field, period, interfere, automatic, walking, guid+, cable, line, wire, work, region, area, range, distance, interval, magnetic, current, level, intensity, frequency, interval, time

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105467983 A (WEIBANG GARDEN MACHINE CO., LTD.), 06 April 2016 (06.04.2016), description, paragraphs [0018]-[0042], and figures 3 and 5	1-29
X	CN 102890505 A (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD.), 23 January 2013 (23.01.2013), description, paragraphs [0003] and [0062]	50-76, 81-90, 95
Y	CN 105467983 A (WEIBANG GARDEN MACHINE CO., LTD.), 06 April 2016 (06.04.2016), description, paragraphs [0018]-[0042], and figures 3 and 5	30-49, 77-80, 91-94
Y	CN 102890505 A (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD.), 23 January 2013 (23.01.2013), description, paragraphs [0003] and [0062]	30-49, 77-80, 91-94
A	CN 103838238 A (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD.), 04 June 2014 (04.06.2014), the whole document	1-95
A	CN 104252175 A (POSITEC POWER TOOLS (SUZHOU) CO., LTD.), 31 December 2014 (31.12.2014), the whole document	1-95
A	CN 102681545 A (NINGBO DELIN MACHINERY CO., LTD.), 19 September 2012 (19.09.2012), the whole document	1-95

☒ 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 27 June 2017 (27.06.2017)	Date of mailing of the international search report 21 July 2017 (21.07.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Yanqin Telephone No.: (86-10) 62414439

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/081452

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6300737 B1 (AKTIEBOLAGET ELECTROLUX), 09 October 2001 (09.10.2001), the whole document	1-95

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/081452

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105467983 A	06 April 2016	None	
CN 102890505 A	23 January 2013	CN 102890505 B	26 November 2014
		WO 2013010465 A1	24 January 2013
CN 103838238 A	04 June 2014	WO 2014079363 A1	30 May 2014
CN 104252175 A	31 December 2014	None	
CN 102681545 A	19 September 2012	WO 2013177919 A1	05 December 2013
		CN 102681545 B	20 May 2015
US 6300737 B1	09 October 2001	CA 2303923 A1	01 April 1999
		EP 1025472 B1	23 October 2002
		DE 69808964 T2	12 June 2003
		DE 29824544 U1	09 August 2001
		SE 9703399 L	20 March 1999
		AT 226740 T	15 November 2002
		AU 9194698 A	12 April 1999
		WO 9915941 A1	01 April 1999
		EP 1025472 A1	09 August 2000
		SE 510524 C2	31 May 1999
		AU 751789 B2	29 August 2002
		DE 69808964 E	28 November 2002

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/081452

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; G01C 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, EPDOC; 苏州宝时得电动工具有限公司, 自动行走, 自动工作, 移动机器人, 割草, 扫地, 边界, 界限, 边线, 电缆, 线缆, 导线, 电线, 工作区域, 非, 检测, 磁场, 电流, 强度, 水平, 距离, 频率, 周期, 干扰, 时间, 间隔, automatic, walking, guid+, cable, line, wire, work, region, area, range, distance, interval, magnetic, current, level, intensity, frequency, interval, time		
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	CN 105467983 A (扬州维邦园林机械有限公司) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 说明书第[0018]-[0042]段、附图3, 5	1-29
X	CN 102890505 A (苏州宝时得电动工具有限公司) 2013年 1月 23日 (2013 - 01 - 23) 说明书第[0003], [0062]段	50-76, 81-90, 95
Y	CN 105467983 A (扬州维邦园林机械有限公司) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 说明书第[0018]-[0042]段、附图3, 5	30-49, 77-80, 91-94
Y	CN 102890505 A (苏州宝时得电动工具有限公司) 2013年 1月 23日 (2013 - 01 - 23) 说明书第[0003], [0062]段	30-49, 77-80, 91-94
A	CN 103838238 A (苏州宝时得电动工具有限公司) 2014年 6月 4日 (2014 - 06 - 04) 全文	1-95
A	CN 104252175 A (苏州宝时得电动工具有限公司) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 全文	1-95
A	CN 102681545 A (宁波市德霖机械有限公司) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-95
☒ 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
2017年 6月 27日		2017年 7月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
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		李彦琴 电话号码 (86-10)62414439

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	US 6300737 B1 (AKTIEBOLAGET ELECTROLUX) 2001年 10月 9日 (2001 - 10 - 09) 全文	1-95

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/081452

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105467983	A	2016年 4月 6日	无	
CN	102890505	A	2013年 1月 23日	CN 102890505 B	2014年 11月 26日
				WO 2013010465 A1	2013年 1月 24日
CN	103838238	A	2014年 6月 4日	WO 2014079363 A1	2014年 5月 30日
CN	104252175	A	2014年 12月 31日	无	
CN	102681545	A	2012年 9月 19日	WO 2013177919 A1	2013年 12月 5日
				CN 102681545 B	2015年 5月 20日
US	6300737	B1	2001年 10月 9日	CA 2303923 A1	1999年 4月 1日
				EP 1025472 B1	2002年 10月 23日
				DE 69808964 T2	2003年 6月 12日
				DE 29824544 U1	2001年 8月 9日
				SE 9703399 L	1999年 3月 20日
				AT 226740 T	2002年 11月 15日
				AU 9194698 A	1999年 4月 12日
				WO 9915941 A1	1999年 4月 1日
				EP 1025472 A1	2000年 8月 9日
				SE 510524 C2	1999年 5月 31日
				AU 751789 B2	2002年 8月 29日
				DE 69808964 E	2002年 11月 28日