

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 1 月 2 日 (02.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/000871 A1

- (51) 国际专利分类号:
G05B 19/042 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/115815
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 16 日 (16.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810674523.2 2018年6月27日 (27.06.2018) CN
- (71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市京口区学府路 301号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (72) 发明人: 汤玲迪 (TANG, Lingdi); 中国江苏省镇江市京口区学府路301号, Jiangsu 212013 (CN)。

汤跃 (TANG, Yue); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 杨磊 (YANG, Lei); 中国江苏省镇江市京口区学府路301号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14号A5楼7层701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** WIRELESS INTERCONNECTED CONTROL SYSTEM AND METHOD USED FOR ELECTRIC DRIVING REEL-TYPE SPRINKLER IRRIGATION MACHINE AND CAPABLE OF IMPROVING SPRINKLER IRRIGATION UNIFORMITY

(54) 发明名称: 一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统及方法

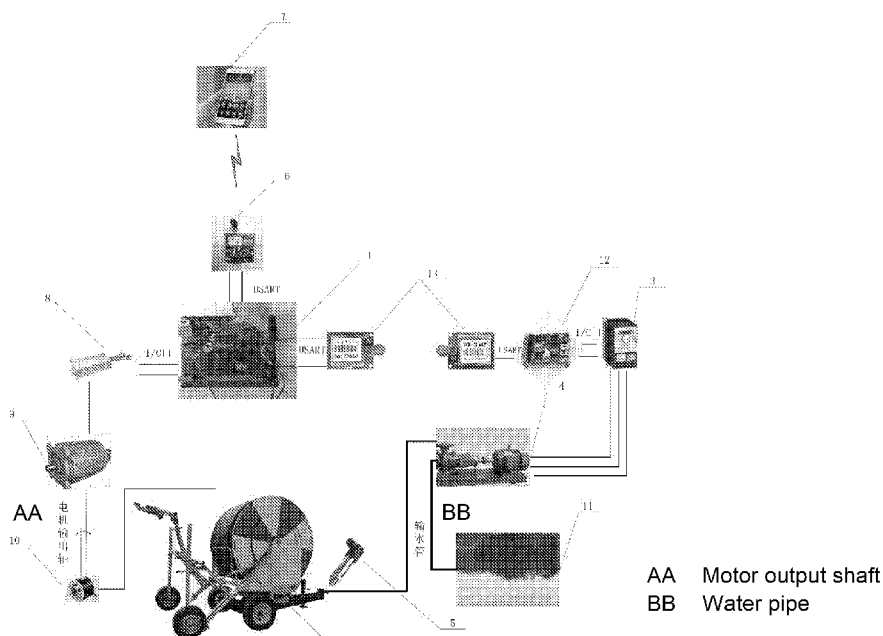


图 1

(57) **Abstract:** A wireless interconnected control system and method for an electric driving reel-type sprinkler irrigation machine (2) and capable of improving sprinkler irrigation uniformity, the system comprising: a pressure PID controller composed of a microprocessing controller module (1), a wireless data transmission module (13), a single-chip microprocessor module (12) and a frequency converter (3); a water pump motor (4); a pressure transmitter (5); a wireless transmission module (6); a mobile phone APP client terminal (7);

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and an encoder (10). The pressure PID controller indirectly controls constancy of pressure of an inlet of a sprinkler head by controlling the pressure change of inlet pressure of the reel-type sprinkler irrigation machine (2). The microprocessor controller module (1), a brushless direct current motor (9) and a motor controller (8) form a speed PID controller for directly controlling PE pipe recycling speed. The wireless transmission module (6) implements interactive communication between the sprinkler head inlet pressure and the mobile phone APP client terminal (7) and between PE pipe recycling speed values and the mobile phone APP client terminal (7) by means of text messages. Automatic adjustment of operation conditions is carried out after configuration of corresponding parameters. By employing the present invention, sprinkler irrigation operation uniformity of the reel-type sprinkler irrigation machine (2) is improved, and remote, real time and accurate control over the operation conditions of the reel-type sprinkler irrigation machine (2) is achieved, so that a front-end guarantee is provided for smart irrigation.

(57) 摘要: 一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机(2)无线互联控制系统及方法, 系统包括由微处理控制器模块(1)、无线数传模块(13)、单片机模块(12)、变频器(3)组成的压力PID控制器以及水泵电机(4)、压力变送器(5)、无线传输模块(6)、手机APP客户端(7)、编码器(10), 压力PID控制器通过控制卷盘式喷灌机(2)入机压力的变压间接控制喷头入口压力的恒定, 微处理控制器模块(1)与无刷直流电机(9)、电机控制器(8)组成速度PID控制器直接控制PE管回收速度, 无线传输模块(6)将喷头入口压力、PE管回收速度值与手机APP客户端(7)通过短信模式交互通信, 在设置相应的参数后实现作业工况的自动调整, 提高了卷盘式喷灌机(2)喷灌作业的均匀性, 实现了卷盘式喷灌机(2)作业工况的远程实时、精确控制, 为智慧灌溉提供了前台保障。

一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统及方法

技术领域

本发明涉及无线控制与电机控制领域，具体涉及一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统及方法。

背景技术

卷盘式喷灌机是重要的高效、节水灌溉装备，喷灌均匀系数是反映喷灌质量的重要指标之一。根据 GB 50085-2007《喷灌工程技术规范第 4 部分：喷灌技术参数》中的要求，行喷式喷灌系统喷灌均匀系数不应低于 0.85。

影响卷盘式喷灌机喷灌均匀性的重要因素是喷头入口压力和喷头车回收速度。专利（CN 105961152A）公开了基于无刷直流电机与 APP 的速度控制系统，采用无刷直流电机代替水涡轮实现了喷头车均速回收，但没有考虑 PE 管的阻力损失所造成的喷头入口压力变化对喷灌均匀性的影响。专利（CN106171864A）公开了一种智能电动卷盘喷灌机，设置了入机压力检测装置，但未对喷头入口压力进行控制。如果将压力变送器安装在喷头入口处，并在压力变送器与控制水泵电机转速的变频器之间采用无线数传模块进行通信，则需要为压力变送器和无线数传模块提供额外的电源，继而带来附加的成本和使用中的麻烦。目前，尚未发现通过控制卷盘式喷灌机入机压力的改变来达到喷头入口压力恒定从而提高喷灌均匀性的文献报道。

发明内容

针对现有技术中卷盘式喷灌机喷头入口压力变化导致喷灌均匀性降低的不足之处，本发明提供了一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统。

本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的。

一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，包括微处理控制器模块、无线数传模块、STC 单片机模块、变频器、水泵电机、压力变送器、GPRS 无线传输模块、手机 APP 客户端、编码器，所述微处理控制器模块通过 USART 串口与无线数传模块通讯，无线数传模块使用 USART 串口与 STC 单片机模块通讯，STC 单片机模块通过 I/O 口与变频器连接，水泵通过输水管分别连接水源和盘式喷灌机，所述微处理控制器模块的输入端与压力变送器相连，压力变送器安装在卷盘式喷灌机入水管外壁，所述微处理控制器模块通过串口与 GPRS 无线传输模块相连，GPRS 无线传输模块与手机 APP 客户端进行

通讯,所述微处理控制器模块还通过 I/O 口依次连接无刷直流电机控制器、无刷直流电机,所述无刷直流电机的输出轴上安装用于检测无刷直流电机转速的编码器,编码器与微处理控制器模块输入端相连。

进一步,所述微处理控制器模块包括串口收发模块、速度控制信号调理模块及报警监测模块,所述串口收发模块用于实现微处理控制器模块与变频器、GPRS 无线传输模块之间的通信,所述速度控制信号调理模块与无刷直流电机控制器、无刷直流电机组成速度 PID 控制器,调整无刷直流电机转速;所述报警监测模块监测卷盘式喷灌机作业时 PE 管状态、喷头入口压力,异常情况发生时报警提醒用户,所述 PE 管状态包括展开长度、盘绕层数以及盘绕圈数,所述喷头入口压力由入机压力减去 PE 管压力损失所得,PE 管压力损失包括动态变化的展开部分和弯曲盘绕部分组成,由试验获得,由于现有计算模型不能完全准确计算 PE 盘管的压力损失,所以,采用事先实测不同规格不同长度 PE 管的压力损失数据的方法更加可靠;试验时,在入机测压口和喷头入口分别安装好压力表,在供水泵与卷盘式喷灌机入口之间安装好流量计;首先,将 PE 管完全拉出展开,盘绕圈数 $C=0$,实测不同工作流量 $Q_i(i=0,1,2,\dots)$ 下的入机压力 p_{10} 和入机压力与喷头入口压力的差值 Δp_{10} ,获得 $p_{10}=f(Q_i)$, $\Delta p_{10}=f(Q_i)$;其次,将 PE 管盘绕一圈($C=1$)到卷盘上,实测不同流量 $Q_i(i=0,1,2,\dots)$ 下的入机压力 p_{11} 和入机压力与喷头入口压力数据的差值 Δp_{11} ,获得 $p_{11}=f(Q_i)$, $\Delta p_{11}=f(Q_i)$;第三,盘绕 2 圈 $C=2$ 、3 圈 $C=3$, ..., 直至完全盘绕到卷盘上,这样就获得了某种特定规格 PE 管在盘绕不同圈数时压力损失数据 $p_{1C}=f(Q_i)$, $\Delta p_{1C}=f(Q_i)$ 。采用同样方法可以建立不同规格的 PE 管的动态压力损失数据库。实际使用时,由 PE 管当前盘绕圈数下的入机压力值 p_{1C} ,通过 $p_{1C}=f(Q_i)$,确定当时对应的流量 Q ,再由 $\Delta p_{1C}=f(Q_i)$ 确定入机压力的补偿值和入机压力的修正值,并通过无线数传模块将水泵电机变频器的控制压力重新设定,进而控制水泵电机提升供水压力,使入机压力得到补偿,从而达到喷头压力的恒定。

进一步,所述无线数传模块、STC 单片机模块、变频器与微处理控制器模块组成压力 PID 控制器,控制卷盘式喷灌机的入机压力。

进一步,所述 GPRS 无线传输模块包括短信收发模块,短信收发模块与手机 APP 客户端交互卷盘式喷灌机作业时的各种工况信息。

进一步,所述手机 APP 客户端包括卷盘式喷灌机参数设置界面、卷盘式喷灌机作业工况实时显示界面。

进一步,所述微处理控制器模块为 STM32F103RBT6 处理器,所述压力变送器为 AS-131 系列扩散硅压力变送器,所述 GPRS 无线传输模块采用 ATK-SIM800C 模块,所述无线数

传模块为 WSN-02 无线数传模块。

一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制方法，包括以下步骤：

1)，打开手机 APP 客户端，选择短信模式进入卷盘式喷灌机设置界面，设置喷头入口压力、PE 管回收速度、GPRS 无线传输模块 SIM 卡号码，手机 APP 客户端将设置好的信息发送到指定号码的 GPRS 无线传输模块；

2)，GPRS 无线传输模块接收到手机 APP 客户端的信息后将压力、速度值传输到微处理控制器模块，微处理控制器模块启动卷盘式喷灌机运行；

3)，压力变送器将压力信号发送到微处理控制器模块，微处理控制器模块通过无线数传模块将压力控制信号远程发送到 STC 单片机模块，STC 单片机模块转发压力控制信号到变频器，微处理控制器模块、无线数传模块、STC 单片机模块、变频器组成的压力 PID 控制器将压力信号与设定压力值进行压力 PID 运算，控制水泵电机的转速控制卷盘式喷灌机入机压力；

4)，设定的 PE 管回收速度值与速度监测模块的无刷直流电机实时速度在微处理控制器模块进行 PID 运算并调整无刷直流电机转速；

5)，微处理控制器模块将接收到的压力变送器实时压力信号、编码器实时速度信号，通过 GPRS 无线传输模块转发到手机 APP 客户端，相关参数显示在卷盘式喷灌机工况实时显示界面上，用户实时监测运行工况并可以做出相应的调整。

本发明与现有技术相比有益效果如下：

1.设计了一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，通过实测获得的 PE 管压力损失规律控制卷盘式喷灌机入机压力来间接达到控制喷头入口压力的恒定，突破了传统直接控制喷头入口压力的限制，为卷盘式喷灌机测控领域提供了一种新的思路，降低了设备维护以及更换频率，大大节省了农业灌溉成本。在使用无刷直流电机保证 PE 管匀速带动喷头车回收的前提下，提高了卷盘式喷灌机的喷灌均匀性。

2.通过手机 APP 客户端作业工况显示界面将现场参数实时、精确地呈现给操作人员，用户能远程集中地完成对多组喷灌机喷灌作业的控制，为实现喷灌机智慧灌溉提供了前台保障。

附图说明

图 1 为本发明所述控制系统的连接框图。

图 2 为系统的手机 APP 客户端参数设置界面。

图 3 为系统的手机 APP 客户端作业工况实时显示界面。

图 4 无线控制系统作业流程图。

附图标记说明如下：1-微处理控制器模块，2-卷盘式喷灌机，3-变频器，4-水泵电机，5-压力变送器，6-GPRS 无线传输模块，7-手机 APP 客户端，8-无刷直流电机控制器，9-无刷直流电机，10-编码器，11-水源地，12-STC 单片机模块，13-无线数传模块。

具体实施方式

下面结合附图以及具体实施例对本发明作进一步的说明，但本发明的保护范围并不限于此。

一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统总体结构如图 1 所示，包括微处理控制器模块 1、卷盘式喷灌机 2、无线数传模块 13（WSN-02 无线数传模块）、STC 单片机模块 12、变频器 3、水泵电机 4、压力变送器 5（AS-131 系列扩散硅压力变送器）、GPRS 无线传输模块 6（ATK-SIM800C 模块）、手机 APP 客户端 7、无刷直流电机控制器 8、无刷直流电机 9、编码器 10 以及水源地 11；微处理控制器模块 1、GPRS 无线传输模块 6 安装在卷盘式喷灌机 2 底架上，卷盘式喷灌机 2 中采用 STM32F103RBT6 的微处理控制器模块 1 作为主控制器，微处理控制器模块 1 通过 USART 串口（采用 TTL 协议）无线数传模块 13 通讯，无线数传模块 13 通过 USART 串口（采用 TTL 协议）与 STC 单片机模块 12 通讯，STC 单片机模块 12 通过 I/O 口与变频器 3 连接通讯，水泵电机 4 通过输水管分别连接水源地 11 和卷盘式喷灌机 2，变频器 3 通过改变输入频率来控制水泵电机 4 的转速，卷盘式喷灌机入机压力通过安装在卷盘式喷灌机 2 入水管外壁的压力变送器 5 测定，压力变送器 5 与微处理控制器模块 1 的输入端相连，将压力信号实时传输到微处理控制器模块 1；卷盘式喷灌机 2 采用无刷直流电机 9 代替水涡轮作为驱动装置，带动卷盘转动控制 PE 管回收速度；变频器 3、无线数传模块 13、STC 单片机模块 12 与微处理控制器模块 1 组成压力 PID 控制器，压力 PID 控制器接收来自压力变送器 5 的压力信号并根据设定值进行 PID 运算，发送指令给变频器 3 调整水泵电机 4 的输入电压来改变水泵电机 4 转速，控制卷盘式喷灌机入机压力；GPRS 无线传输模块 6 包括短信收发模块，短信收发模块与手机 APP 客户端 7 交互卷盘式喷灌机 2 作业时的各种工况信息。

微处理控制器 1 包括速度控制信号调理模块、串口数据收发模块、报警监测模块，串口收发模块用于实现微处理控制器模块 1 与无线数传模块 13 的通信、微处理控制器模块 1 与 GPRS 无线传输模块 6 之间的通信；微处理控制器模块 1 通过串口收发数据收发模块的串行口 3（采用 TTL 协议）与无线数传模块 13 通讯，无线数传模块 13 与 STC 单片机模块 12 的串行口（采用 TTL 协议）通讯，STC 单片机模块 12 通过 I/O 口与变频器 3 通信，变频

器 3、无线数传模块 13、STC 单片机模块 12 与微处理控制器模块 1 一起构成压力 PID 控制器，压力变送器 5 测定卷盘式喷灌机入水口的实时压力值，压力变送器 5 输出的 4-20mA 模拟信号在微处理控制器 1 内部的 ADC 模块转换为数字信号，转换成的数字信号在微处理控制器 1 的算术模块内与 PE 管局部和沿程阻力损失模型的设定压力值做差并计算出相对于设定压力值的百分比，当计算出的百分比超过给定压力误差带（ $\pm 2\%$ ）时，微处理控制器 1 将实时压力值与设定压力值通过串行口 3（采用 TTL 协议）传送到无线数传模块 13，无线数传模块 13 将收到的信号通过串行口（采用 TTL 协议）传送到 STC 单片机模块 12，STC 单片机模块 12 将受到的数字信号解析为模拟信号通过 I/O 口输入到变频器 3，变频器 3 内置的算术模块将压力变送器 5 发送过来的实际压力与 PE 管局部和沿程阻力损失模型的设定压力做差值运算，得出压力偏差以及偏差随时间的变化率作为输入，压力 PID 控制器通过控制水泵电机 4 的输入电压频率调整水泵电机输出转速实现卷盘式喷灌机入机压力的在线调整。速度控制信号调理模块与无刷直流电机 9、无刷直流电机控制器 8 组成速度 PID 控制器，根据手机 APP 客户端 7 设置的速度值与无刷直流电机 9 的实时速度进行 PID 运算，改变无刷直流电机 9 的输入电压来调整无刷直流电机转速。报警监测模块监测卷盘式喷灌机 2 作业时 PE 管状态、喷头入口压力，PE 管状态包括展开长度、盘绕层数以及盘绕圈数，卷盘式喷灌机 PE 管接近全部展开或接近全部盘绕时、PE 管在作业区域遇到障碍物无法正常回收、卷盘式喷灌机输水管阻塞导致喷头入口压力异常，报警监测模块通过串口数据收发模块发出报警信息到 GPRS 无线数据传输模块，再转发到手机 APP 客户端 7 发出短信报警提醒用户。

安装在无刷直流电机 9 输出轴上的编码器 10，测定的转速会转化为稳定的脉冲电压模拟信号，速度 PID 控制器配置相应的 I/O 口为输入捕获模式实时监测 PE 管回收速度，通过串口收发数据收发模块的串行口 1 对输出转速作出相应调整维持回收速度的稳定。

GPRS 无线传输模块 6 与微处理控制器 1 串口数据收发模块通过串行口 2 相互连接完成数据的交换，用户在手机 APP 客户端 7 操作界面设置好相关参数后以短信打包的方式将控制指令发送到 GPRS 无线传输模块 6，再经串口 2 到达微处理控制器模块 1，完成相应的控制功能；卷盘式喷灌机 2 作业时的实时卷盘式喷灌机入机压力、无刷直流电机 9 转速数据经串口 2 通过 GPRS 无线传输模块 6 发送到手机 APP 客户端 7，实现作业状态的实时显示。

手机 APP 客户端 7 包括卷盘式喷灌机参数设置界面（图 2）、卷盘式喷灌机作业工况实时显示界面（图 3），卷盘式喷灌机参数设置界面用于设置卷盘式喷灌机喷头入口压力、PE

管回收速度、与手机 APP 客户端 7 通信的 GPRS 无线传输模块 6 的号码；卷盘式喷灌机作业工况实时显示界面用于显示 GPRS 无线传输模块 6 发送来的喷头当前入口压力、PE 管当前回收速度、PE 管设定回收速度、喷头设定入口压力、电池电流、电池电压、电池电量、回收速度误差、压力误差、PE 管展开长度、盘绕圈数、盘绕层数、传动比、工作时长和剩余时长。如图 2，手机 APP 客户端 7 开机后完成初始化，选择短信模式进入用户参数设置界面，工作人员根据实际需要设定喷头入口压力、PE 管回收速度，输入对应的 GPRS 无线传输模块 6 的 SIM 卡号码后点击连接按钮，随后确认无误后点击发送键，用户设置好的信息将通过短信的方式打包发送到指定号码的 GPRS 无线传输模块 6。如图 3，卷盘式喷灌机 2 作业时，压力变送器 5 采集的实时卷盘式喷灌机入机压力输入到在压力 PID 控制器，通过 PE 管局部和沿程阻力损失模型计算后得到喷灌机喷头当前入口压力，与编码器 10 测量的 PE 管当前回收速度、PE 管设定回收速度、喷头设定入口压力、电池电流、电池电压、电池电量、回收速度误差、压力误差、PE 管展开长度、盘绕圈数、盘绕层数、传动比、工作时长和剩余时长这些参数通过微处理控制器模块 1 的串口 2 发送到 GPRS 无线传输模块 6，GPRS 无线传输模块 6 加入数据头、校验码、短信序号后转发到手机 APP 客户端 7，手机 APP 客户端 7 收到短信后解析出打包信息并显示在作业工况实时显示界面，用户可以通过图 3 实时控制卷盘式喷灌机 2 的作业，在作业一段时间后可以根椐实际灌溉效果增大或减小喷头入口压力、PE 管回收速度的设定值。

根据卷盘式喷灌机 PE 管局部和沿程阻力损失模型，所述喷头入口压力由入机压力减去 PE 管压力损失所得，PE 管压力损失包括动态变化的展开部分和弯曲盘绕部分组成，由试验获得，由于现有计算模型不能完全准确计算 PE 盘管的压力损失，所以，采用事先实测不同规格不同长度 PE 管的压力损失数据的方法更加可靠。试验时，在入机测压口和喷头入口分别安装好压力表，在供水泵与卷盘式喷灌机入口之间安装好流量计。首先，将 PE 管完全拉出展开，盘绕圈数 $C=0$ ，实测不同工作流量 $Q_i(i=0,1,2,...)$ 下的入机压力 p_{10} 和入机压力与喷头入口压力的差值 Δp_{10} ，获得 $p_{10}=f(Q_i)$ ， $\Delta p_{10}=f(Q_i)$ ；其次，将 PE 管盘绕一圈($C=1$)到卷盘上，实测不同流量 $Q_i(i=0,1,2,...)$ 下的入机压力 p_{11} 和入机压力与喷头入口压力数据的差值 Δp_{11} ，获得 $p_{11}=f(Q_i)$ ， $\Delta p_{11}=f(Q_i)$ ；第三，盘绕 2 圈 $C=2$ 、3 圈 $C=3$ ，...，直至完全盘绕到卷盘上，这样就获得了某种特定规格 PE 管在盘绕不同圈数时压力损失数据 $p_{1C}=f(Q_i)$ ， $\Delta p_{1C}=f(Q_i)$ 。采用同样方法可以建立不同规格的 PE 管的动态压力损失数据库。实际使用时，由 PE 管当前盘绕圈数下的入机压力值 p_{1C} ，通过 $p_{1C}=f(Q_i)$ ，确定当时对应的流量 Q ，再由 $\Delta p_{1C}=f(Q_i)$ 确定入机压力的补偿值和入机压力的修正值，并通过无线数传模块将水泵电机变

频器的控制压力重新设定，进而控制水泵电机提升供水压力，使入机压力得到补偿，从而达到喷头压力的恒定。

一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统作业流程图如图 4。用户在手机 APP 客户端 7 设置好速度以及压力值后，通过 PE 管回收速度 PID 闭环和卷盘式喷灌机入机压力 PID 闭环的作用下，实现卷盘式喷灌机 2 的高均匀性喷灌作业。

本系统具体实施步骤如下：

步骤 1)：手机 APP 客户端 7 在初始化以后选择短信模式，进入卷盘式喷灌机运行参数设置界面，用户根据需要设置好 PE 管回收速度、喷头入口压力，输入对应的 GPRS 无线传输模块 6 内的 SIM 卡号码，设置完成后建立 GPRS 无线传输模块 6 与手机 APP 客户端 7 的连接；

步骤 2)：手机 APP 进入实施工况显示界面，微处理控制器模块 1 获得当前的速度、压力等数据后，开始执行喷灌作业；

步骤 3)：微处理控制器模块 1 根据设置的喷头入口压力根据 PE 管局部和沿程阻力损失模型计算出对应的卷盘式喷灌机入机压力，在对比压力变送器 5 传输来的实时压力值采样进行压力 PID 运算，微处理控制器模块 1 通过无线数传模块 13 将压力运算结果远程发送到 STC 单片机模块 12，STC 单片机模块 12 转发压力运算结果到变频器 3，控制水泵电机 4 的转速调整卷盘式喷灌机入机压力的大小；

步骤 4)：微处理控制器模块 1 获得无刷直流电机 9 转速后，根据手机 APP 客户端 7 设置的速度值与编码器 10 测定的无刷直流电机实时转速进行 PID 运算，并运算结果通过速度 PID 控制器调整 PE 管的回收速度；

步骤 5)：实时的喷头入口压力、无刷直流电机转速数据经 GPRS 无线传输模块 6 以短信模式发送到手机 APP 客户端 7，用户实现卷盘式喷灌机 2 作业的全时段无线远程控制；

所述实施例为本发明的优选的实施方式，但本发明并不限于上述实施方式，在不背离本发明的实质内容的情况下，本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，其特征在于，包括微处理控制器模块（1）、无线数传模块（13）、STC 单片机模块（12）、变频器（3）、水泵电机（4）、压力变送器（5）、GPRS 无线传输模块（6）、手机 APP 客户端（7）、编码器（10），所述微处理控制器模块（1）通过 USART 串口与无线数传模块（13）通讯，无线数传模块（13）使用 USART 串口与 STC 单片机模块（12）通讯，STC 单片机模块（12）通过 I/O 口与变频器（3）连接，变频器（3）竖直安装在水泵电机（4）启动装置的金属底座上，水泵电机（4）通过输水管分别连接水源地（11）和盘式喷灌机（2），所述微处理控制器模块（1）的输入端与压力变送器（5）相连，压力变送器（5）安装在卷盘式喷灌机（2）入水管外壁，所述微处理控制器模块（1）通过串口与 GPRS 无线传输模块（6）相连，GPRS 无线传输模块（6）与手机 APP 客户端（7）进行通讯，所述微处理控制器模块（1）还通过 I/O 口依次连接无刷直流电机控制器（8）、无刷直流电机（9），所述无刷直流电机（9）的输出轴上安装编码器（10），编码器（10）与处理控制器模块（1）相连。

2、如权利要求 1 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，其特征在于，所述微处理控制器模块（1）包括串口收发模块、速度控制信号调理模块及报警监测模块，所述串口收发模块用于实现微处理控制器模块（1）与变频器（3）、GPRS 无线传输模块（6）之间的通信，所述速度控制信号调理模块与无刷直流电机（9）、无刷直流电机控制器（8）组成速度 PID 控制器，调整电机转速；所述报警监测模块监测卷盘式喷灌机作业时 PE 管状态、喷头入口压力，异常情况发生时报警提醒用户。

3、如权利要求 2 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，其特征在于，所述 PE 管状态包括展开长度、盘绕层数以及盘绕圈数。

4、如权利要求 2 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统，其特征在于，所述喷头入口压力由入机压力减去 PE 管压力损失所得，PE 管压力损失包括动态变化的展开部分和弯曲盘绕部分组成，由试验获得；试验时，在入机测压口和喷头入口分别安装好压力表，在供水泵与卷盘式喷灌机入口之间安装好流量计；首先，将 PE 管完全拉出展开，盘绕圈数 $C=0$ ，实测不同工作流量 Q_i ($i=0,1,2,\dots$) 下的入机压力 p_{i0} 和入机压力与喷头入口压力的差值 Δp_{i0} ，获得 $p_{i0}=f(Q_i)$ ， $\Delta p_{i0}=f(Q_i)$ ；其次，将 PE 管盘绕一圈绕到卷盘上，即 $C=1$ ，实测不同流量 Q_i 下的入机压力 p_{i1} 和入机压力与喷头入口压力数据的差值 Δp_{i1} ，获得 $p_{i1}=f(Q_i)$ ， $\Delta p_{i1}=f(Q_i)$ ；然后，盘绕 2 圈 $C=2$ 、3 圈 $C=3$ ，...，直至完全盘

绕到卷盘上,这样就获得了某种特定规格 PE 管在盘绕不同圈数时压力损失数据 $p_{1c}=f(Q_i)$, $\Delta p_{1c}=f(Q_i)$; 采用同样方法可以建立不同规格的 PE 管的动态压力损失数据库; 实际使用时, 由 PE 管当前盘绕圈数下的入机压力值 p_{1c} , 通过 $p_{1c}=f(Q_i)$, 确定当时对应的流量 Q , 再由 $\Delta p_{1c}=f(Q_i)$ 确定入机压力的补偿值和入机压力的修正值, 并通过无线数传模块将水泵电机变频器的控制压力重新设定, 进而控制水泵电机提升供水压力, 使入机压力得到补偿, 从而达到喷头压力的恒定。

5、如权利要求 1 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统, 其特征在于, 所述无线数传模块 (13)、STC 单片机模块 (12)、变频器 (3) 与微处理控制器模块 (1) 组成压力 PID 控制器, 控制卷盘式喷灌机 (2) 的入机压力。

6、如权利要求 1 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统, 其特征在于, 所述 GPRS 无线传输模块 (6) 包括短信收发模块, 短信收发模块与手机 APP 客户端 (7) 交互卷盘式喷灌机作业时的各种工况信息。

7、如权利要求 1 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统, 其特征在于, 所述手机 APP 客户端 (7) 包括卷盘式喷灌机参数设置界面、卷盘式喷灌机作业工况实时显示界面。

8. 如权利要求 1 所述的提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制系统, 其特征在于, 所述微处理控制器模块 (1) 为 STM32F103RBT6 处理器, 所述压力变送器 (5) 为 AS-131 系列扩散硅压力变送器, 所述 GPRS 无线传输模块 (6) 采用 ATK-SIM800C 模块, 所述无线数传模块 (13) 为 WSN-02 无线数传模块。

9. 一种提高喷灌均匀性的电驱动卷盘式喷灌机无线互联控制方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1), 打开手机 APP 客户端 (7), 选择短信模式进入卷盘式喷灌机设置界面, 设置喷头入口压力、PE 管回收速度、GPRS 无线传输模块 (6) SIM 卡号码, 手机 APP 客户端 (7) 将设置好的信息发送到指定号码的 GPRS 无线传输模块 (6);

2), GPRS 无线传输模块 (6) 接收到手机 APP 客户端 (7) 的信息后将压力、速度值传输到微处理控制器模块 (1), 微处理控制器模块 (1) 启动卷盘式喷灌机 (2) 运行;

3), 压力变送器 (5) 将压力信号发送到微处理控制器模块 (1), 微处理控制器模块 (1) 通过无线数传模块 (13) 将压力控制信号远程发送到 STC 单片机模块 (12), STC 单片机模块 (12) 转发压力控制信号到变频器 (3), 微处理控制器模块 (1)、无线数传模块 (13)、STC 单片机模块 (12)、变频器 (3) 组成的压力 PID 控制器将压力信号与设定压力值进行

压力 PID 运算，控制水泵电机（4）的转速控制卷盘式喷灌机入机压力；

4)，设定的 PE 管回收速度值与速度监测模块的无刷直流电机（9）实时速度在微处理控制器模块（1）进行 PID 运算并调整无刷直流电机转速；

5)，微处理控制器模块（1）将接收到的压力变送器（5）实时压力信号、编码器（10）实时速度信号，通过 GPRS 无线传输模块（6）转发到手机 APP 客户端（7），相关参数显示在卷盘式喷灌机工况实时显示界面上，用户实时监测运行工况并可以做出相应的调整。

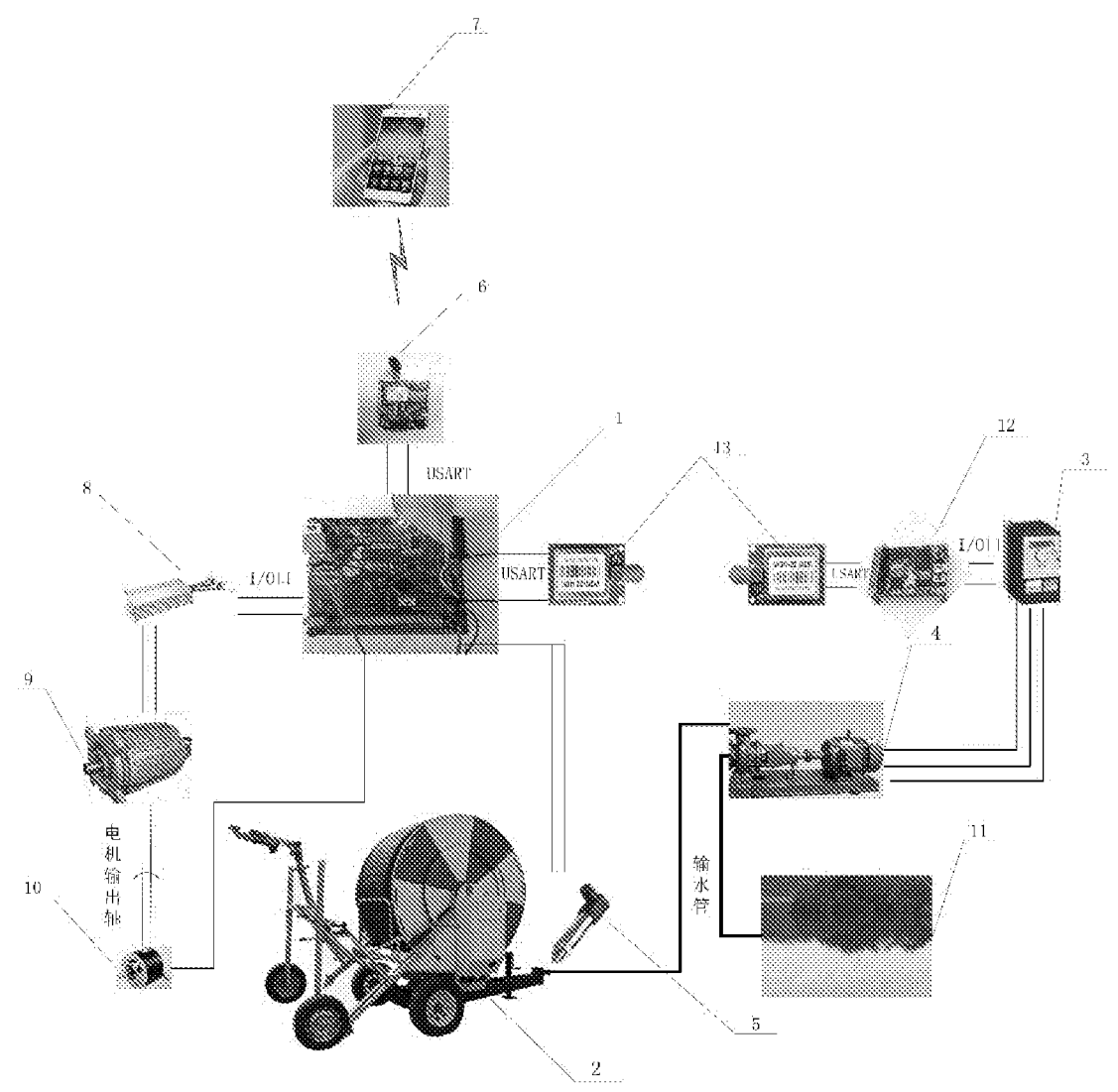


图 1

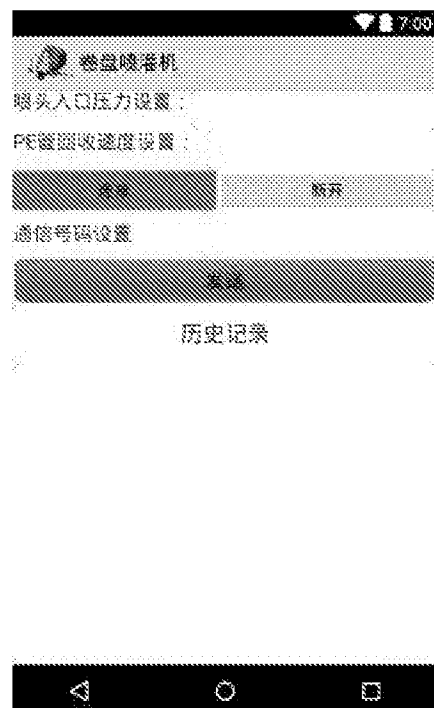


图 2



图 3

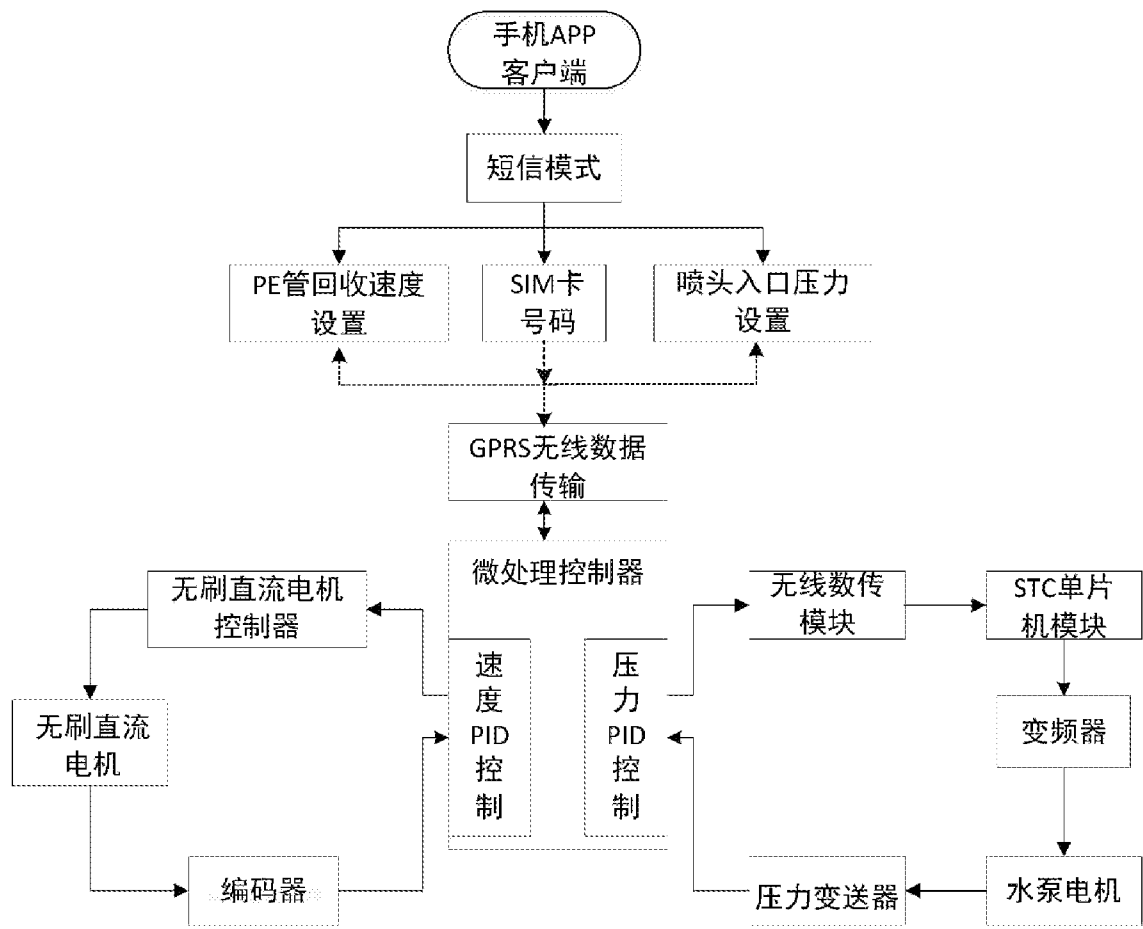


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/115815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 19/042(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)

G05B; A01G

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, EPODOC, WPI: 江苏大学, 卷, 灌溉, 浇灌, 泵, 控制, 速度, 压力, 无线, JIANGSU, university, reel, irrigat+, pump, control+, speed, pressure, wireless

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 105961152 A (JIANGSU UNIVERSITY) 28 September 2016 (2016-09-28) description, paragraphs [0034]-[0050], and figures 1-4	1-3, 5-9
Y	CN 102487789 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 13 June 2012 (2012-06-13) description, paragraphs [0013]-[0018], and figures 1-6	1-3, 5-9
PX	CN 108628224 A (JIANGSU UNIVERSITY) 09 October 2018 (2018-10-09) claims 1-9, description, paragraphs [0027]-[0039], and figures 1-4	1-9
A	CN 205124336 U (NORTHWEST A&F UNIVERSITY) 06 April 2016 (2016-04-06) entire document	1-9
A	CN 204539835 U (SHANDONG AGRICULTURAL UNIVERSITY) 12 August 2015 (2015-08-12) entire document	1-9
A	EP 0004371 A1 (EATON CORPORATION) 03 October 1979 (1979-10-03) entire document	1-9
A	EP 2147592 A1 (COMER INDUSTRIES S.P.A.) 27 January 2010 (2010-01-27) entire document	1-9

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 March 2019

Date of mailing of the international search report

29 March 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/115815

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105961152	A	28 September 2016	None			
CN	102487789	A	13 June 2012	CN	102487789	B	10 April 2013
CN	108628224	A	09 October 2018	None			
CN	205124336	U	06 April 2016	None			
CN	204539835	U	12 August 2015	None			
EP	0004371	A1	03 October 1979	AU	4527279	A	27 September 1979
EP	2147592	A1	27 January 2010	EP	2147592	B1	28 December 2011
				IT	MO20080198	A1	22 January 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/115815

A. 主题的分类

G05B 19/042(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)

G05B; A01G

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, EPDOC, WPI: 江苏大学, 卷, 灌溉, 浇灌, 泵, 控制, 速度, 压力, 无线, JIANGSU, university, reel, irrigat+, pump, control+, speed, pressure, wireless

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 105961152 A (江苏大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 说明书第[0034]-[0050]段、附图1-4	1-3, 5-9
Y	CN 102487789 A (浙江大学) 2012年 6月 13日 (2012 - 06 - 13) 说明书第[0013]-[0018]段、附图1-6	1-3, 5-9
PX	CN 108628224 A (江苏大学) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 权利要求1-9、说明书第[0027]-[0039]段、附图1-4	1-9
A	CN 205124336 U (西北农林科技大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 全文	1-9
A	CN 204539835 U (山东农业大学) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 全文	1-9
A	EP 0004371 A1 (EATON CORPORATION) 1979年 10月 3日 (1979 - 10 - 03) 全文	1-9
A	EP 2147592 A1 (COMER INDUSTRIES S.P.A.) 2010年 1月 27日 (2010 - 01 - 27) 全文	1-9

☐ 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

2019年 3月 6日

国际检索报告邮寄日期

2019年 3月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

马兵

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(10)-53962506

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/115815

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	105961152	A	2016年 9月 28日	无			
CN	102487789	A	2012年 6月 13日	CN	102487789	B	2013年 4月 10日
CN	108628224	A	2018年 10月 9日	无			
CN	205124336	U	2016年 4月 6日	无			
CN	204539835	U	2015年 8月 12日	无			
EP	0004371	A1	1979年 10月 3日	AU	4527279	A	1979年 9月 27日
EP	2147592	A1	2010年 1月 27日	EP	2147592	B1	2011年 12月 28日
				IT	M020080198	A1	2010年 1月 22日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)