

研究论文

可停泊南极机器人的小型新能源充电保温房设计

任一宁 窦银科 王煜尘

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

摘要 世界各国在南极开展的科学考察活动中, 大多数科考任务的开展均基于自动化设备。而针对机器人在南极难以长期续航工作以及机器人与其设备长期在低温下使用导致使用寿命缩短、敏感度下降的问题, 提出一种可停泊南极机器人的小型新能源充电保温房。该设计包括上位机控制系统和以 Arduino 芯片为核心的主控制系统。本设计通过 OpenMV 摄像头识别机器人且能与 Arduino 通讯, 同时在内部搭载温度控制系统和无线充电系统, 从而保障机器人的长时间高效运行。经过仿真和实验测试, 本设计能够在寒冷环境下保持合适的温度, 同时能使用无线充电对机器人锂电池进行充电, 解决了南极科考机器人的续航问题, 实现了对南极科考机器人的充电工作和对其传感器设备的保温工作。

关键词 南极机器人 保温 无线充电 有限元分析

doi: 10.13679/j. jdyj.20220205

0 引言

南极蕴含着地球上 72% 的淡水资源, 较北极更为丰富的资源和能源, 有世界上最大的铁山和煤田、丰富的海洋生物和油气资源, 矿物资源有 220 余种。随着科学技术的进步, 南极凭借其地理条件逐渐成为了天文观测、空间物理观测、地球物理研究、基础物理研究实验等科学研究的绝佳实验场所。南极部分地区的极限环境, 人类难以抵达并进行长时间观测, 不适合人类开展长期不间断大范围的研究工作。南极地区能源资源稀缺, 所以需要开发新能源来优化能源利用^[1]。自动化无人值守智能设备, 多用途机器人作为今后解决此类问题创造了途径。南极机器人以无人车为载体, 可以实现许多功能: 对环境的温湿度、风速风向、地磁、重力、冰层结构、太阳风等进行长时期无人值守的观测。低气温环境影响南极机器人传感

器的功能及其数据采集的正常工作, 从而对设备的长时间使用造成威胁, 为减低或消除低气温的不利影响, 应合理有效地采用保温措施。可停泊南极机器人的小型新能源充电保温房为南极机器人及其设备的长期工作提供了安全保障。本文提出一种可停泊南极机器人的新能源充电保温房, 通过光伏发电、氢罐储能, 使房子实现温度可调节以及自动识别机器人履带车充电的功能^[2]。

本文提出的新能源充电保温房基于 Turtlebot3 机器人进行设计(如图 1 所示), 该机器人长

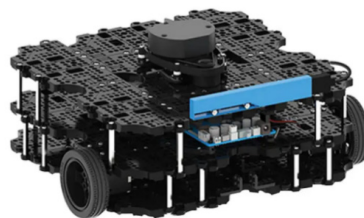


图 1 机器人结构示意图
Fig.1. Schematic diagram of robot structure

[收稿日期] 2022 年 4 月收到来稿, 2022 年 9 月收到修改稿

[基金项目] 国家科技部重点研发计划(2018YFB1307504)资助

[作者简介] 任一宁, 男, 1997 年生。硕士研究生, 主要从事南极履带机器人研究。E-mail: 799206293@qq.com

[通信作者] 窦银科, E-mail: douyk8888cn@126.com

281 mm, 宽 306 mm, 高 141 mm, 重约 1.8 kg, 负重 30 kg。

该充电保温房分内外两层, 中间填充保温层(如图 2 所示)。内外壳均采用导热系数为 $16.3 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 的 304 不锈钢, 中间保温层采用导热系数为 $0.04 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 的岩棉。充电保温房内部有光伏发电动力源与氢储能单元, 而且通过变压模块可以将其转化为设备充电的 220 V 电源和为机器人提供持续的 12 V 电源, 实现长时间南极考察。充电保温房外面安装有 OpenMV 摄像头, 通过识别机器人上面的二维码来控制卷闸门的开合, 同时内部的温度控制系统能保证保温房内部温度处于设定的合适温度^[3]。

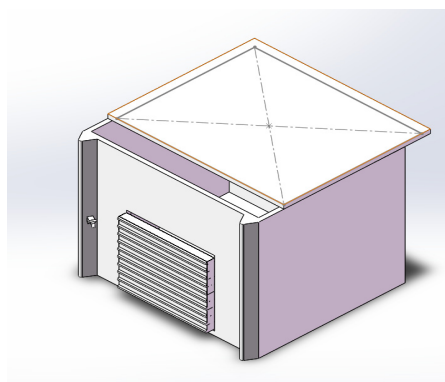


图2 充电保温房结构示意图

Fig.2. Schematic diagram of charging insulation room structure

本控制系统的硬件部分以 Arduino 控制器为核心, 上位机控制系统发出指令, 单片机根据指令控制各个模块, 系统结构如图 3 所示。

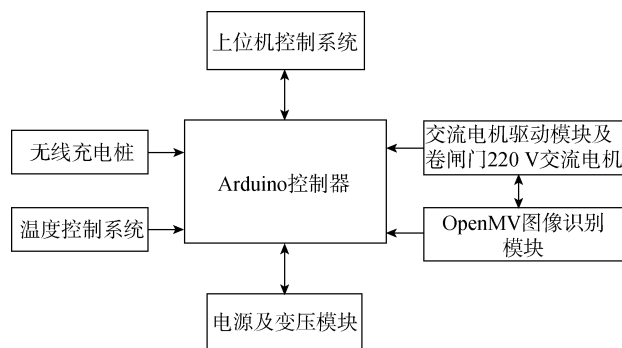


图3 控制系统结构图

Fig.3. Control system structure diagram

Arduino 控制器的主要工作包括: 数据处理、温度控制、信息通讯等。在各模块上电初始化完成后, OpenMV 模块识别机器人上面的二维码, 单片机将数据信息传回上位机的同时, 根据上位机的指令, 调节卷闸门内部电机的正反转, 完成开合。DHT22 模块测出当前充电保温房内部的温度, 在温度低于预设值时, 通过单片机将数据信息传给电伴热模块, 开始加热, 等到温度到达预测值时停止加热。

上位机控制系统由 PC 机组成。PC 安装有监测充电保温房各项数据和控制机器人小车运动的上位机软件, 通过软件接收充电保温房传回的数据和发送控制机器人运动的指令, 可以将 OpenMV 实时拍摄的图片显示在软件界面上, 同时还能显示机器人的航行轨迹。

1 系统硬件设计

1.1 Arduino 控制器

Arduino UNO 是使用最广泛的开源模块, 是基于 ATmega328 的微控制器。有 14 个数字输入/输出引脚(其中 6 个可做 PWM 输出引脚), 6 个模拟输入引脚, 控制器结构如图 4 所示, 正常工作时耗电低至 $0.75 \mu\text{A}$, 工作温度为 $-40 \sim 85^\circ\text{C}$, 满足极地环境要求^[4]。

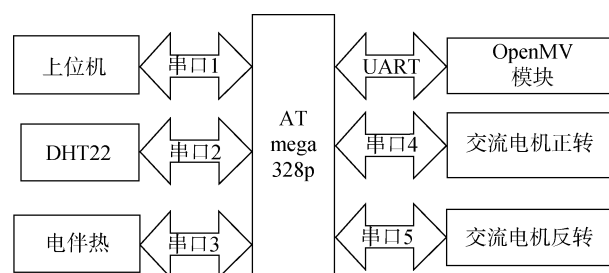


图4 控制器结构图

Fig.4. Controller structure diagram

新能源充电保温房使用光伏发电、氢罐储能的清洁能源作为动力源, 而且内部搭载无线充电桩留有 12 V 电源线为机器人的充电提供动力。使用 XXK-2420 直-交流降压模块, 同时搭配继电器, 将电源变为 5 V、3.3 V 和 220 V 交流电, 提供单片机、传感器和卷闸门需要的工作电压。

1.2 图像识别系统与卷闸门控制

本识别系统使用 OpenMV 摄像头通过识别二维码来获取机器人实时位置，当机器人停在充电保温房前方时，识别完成后卷闸门打开，机器人驶入充电保温房中。OpenMV 主控芯片为 STM32F7，主频有 216 MHz，使其帧率可以达到 85~90 帧。其感光元件为 OV7725，分辨率能达到 640×480，并且其工作温度范围为-40~125℃。OpenMV 内置了二维码识别的算法，采用 Apriltag 上面使用的四元检测算法，而且二维码识别要考虑桶型畸变的问题，需要使用内置算法 lens_corr()来校正畸变^[5]。OpenMV 通过 UART 与单片机通信^[6]。

OpenMV 兼容 3.3 V/5 V 电平，占用 1 个 UART 串口与单片机通信，如图 5 所示，具有 8 种数据格式语句，识别到当前二维码图像信息后传给单片机处理^[7]。使用二维码识别的优势有准确度极高、隐私度高、安全性强、成本低廉等多个优点，在低温恶劣的环境中使用效果显著^[8]。

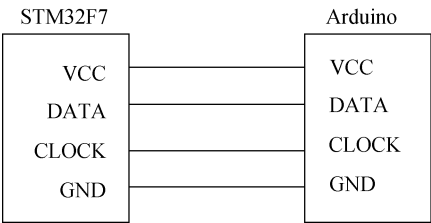


图 5 Arduino 与 OpenMV 连接示意图
Fig.5. Schematic diagram of connection between Arduino and OpenMV

卷闸门受 DM35S 交流电机控制，DM35S 交流电机额定扭矩为 3 N·m，输出转速为 28 rpm，额定功率为 98 W。单片机通过接入 TKS-M2A 交流电机驱动板和继电器来控制卷闸门开断，实现 5 V 弱电控制 220 V 强电。单片机接收到信号后，将开通信号传给卷闸门，原理图如图 6 所示^[9]。

1.3 温度控制系统

新能源充电保温房的应用地点在南极，现场环境复杂、天气寒冷，所以在设计温度控制系统时选择耐低温低功耗的器件。本系统由单片机 I/O 口发送指令、5 V 继电器、DHT22 温湿度传感器和电伴热带组成。

电伴热是用电热的能量来补充被伴热体在工

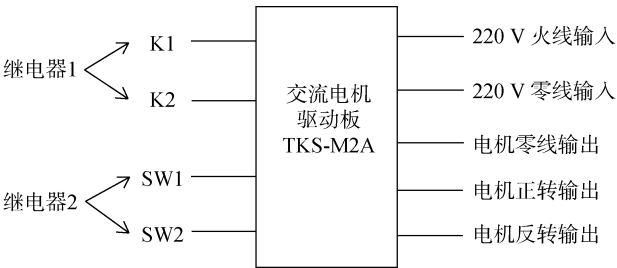


图 6 交流电机驱动板与继电器连接图
Fig.6. Connection diagram of AC motor drive board and relay

艺流程中所散失的热量，它是一种高新技术产品。电伴热是沿充电保温房内部一圈均匀放热，它不同于在一个点或小面积上热负荷高度集中的加热，如图 7 所示。电伴热温度梯度小，热稳定时间较长，适合长期使用，其所需电功率大大低于电加热。电伴热具有热效率高、节约能源、设计简单、施工安装方便、无污染、使用寿命长、能实现遥控和自动控制等优点^[10]。其温度可达到 65℃，功率为 30 W，使用 220 V 交流电为其供电。经过 DHT22 测量的即时温湿度数据，当房子内温度低于设定温度时，单片机发送信号控制继电器开通，使得电伴热开始工作。加热到指定温度后停止工作^[11]。



图 7 电伴热带图
Fig.7. Electric tracing band diagram

1.4 无线充电系统

为了实现南极机器人的长时间科考工作，提出一种无线充电系统为其续航。本系统重点在于在保温房内提供高效、可靠、方便的锂电池充电方式。机器人动力锂电池的充电方式一般采用“先恒流后恒压”充电，即系统首先进入恒流充电模

式, 此阶段电池电压不断升高, 当电池电压达到一个额定值时, 将系统切换为恒压充电模式, 此阶段流经电池的电流不断下降, 直到电池完全充满, 结束充电^[12]。本系统由 24 VDC 电源、发射模块、接收模块(无线线圈)和数字显示电流电压表组成, 如图 8 所示。

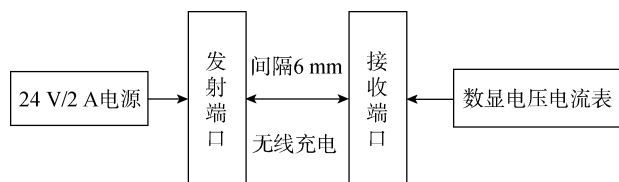


图 8 无线充电结构示意图

Fig.8. Schematic diagram of wireless charging structure

发射端接 24 V/2 A 电源适配器, 发射模块主要由功率放大电路、振荡电路和耦合线圈三部分组成^[13]。搭载了 TX-24VHS 无线充电模块, LM358 运算放大器可以向负载输出信号。振荡电路采纳 NE555 构成频率可调的多谐振荡器, 采纳 NE555 芯片输出 PWM 波, 从而驱动开关 MOS 开关开断。接收电路的设计必须要考虑到为锂电池充电的电压稳定限制, 还要考虑到锂电池充电保护问题, 主要是要防止充电时电流过大和过充, 选择了 292304-1 型锂电池充电办理芯片^[14]。接收端通过集成 MBRD-10100CT 整流二极管使得输出为 12.6 V, 同时串接数显电压电流表来显示当前锂电池的充电电流和电压。控制板还集成了指示灯, 充电中红灯常亮, 电量达到 95%时蓝灯亮, 完全充满电后自动断开。无线充电系统各部分参数如表 1 所示。

表 1 无线充电系统参数
Table 1. Parameters of wireless charging system

	发射模块	接收模块
硬件型号	TX-24VHS	MBRD10100CT
输入电压	24 VDC	12.6 VDC
输入电流	≤ 1.5 A	≤ 2 A
接电方式	5.5-2.5-2.1DC座	无线
线圈尺寸	直径43 mm 厚度2 mm	直径35 mm 厚度9 mm
无线线圈	铜丝	铜丝/天然纤维防护层
充电效率	70%	80%

在实际测试中, 每隔 30 min 观察数显电压电流表上的锂电池电压读数, 将得到的测试点绘制成较为光滑的曲线, 最终得到的锂电池无线充电电压-时间曲线图如图 9 所示^[15]。经测试, 本无线充电模块设计, 无线充电有效距离达到 2.5 cm。同时, 发射模块和接收模块都附带电路保护功能, 接收模块还带有充电保护功能, 从而保证了电路的安全性。

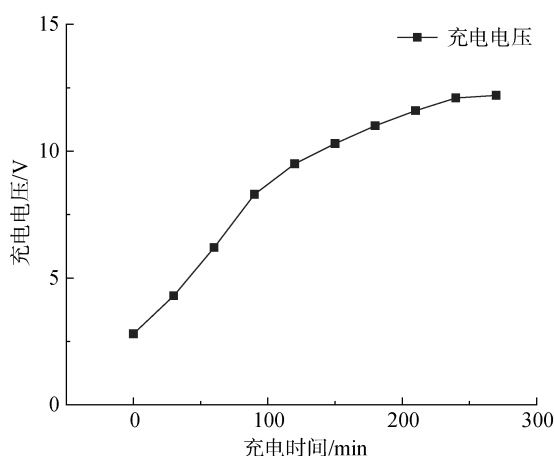


图 9 无线充电电压-时间曲线图

Fig.9. Wireless charging voltage time curve

2 系统软件设计

2.1 充电保温房控制程序设计

控制程序主要实现的是图像采集与识别策略、温度控制策略和数据采集策略。

控制程序的开发环境为 Arduino IDE 和 OpenMV IDE, 设计方式采用模块化设计, 主程序执行流程如图 10 所示。充电保温房的控制系统采用 Arduino 单片机芯片作为控制核心, 完成嵌入式控制系统的选用设计。该类芯片包含了国际先进的 ARM 处理器, 可以同时支持处理 16 位和 32 位的指令, 运用范围广泛。同时, 它的指令执行速度比较快, 底层控制系统接受传感器采集到的信号后, 利用 RS232 通信串口将采集到的数据传送到上层控制器^[16]。首先进行摄像头初始化初始配置, 然后开始检测二维码, 为保证对二维码的准确判断, 在初始化摄像头时, 应该加入防止镜头畸变的初始配置, 从而使图像边缘能够平顺展现^[17]。系统上电后, 各工作模块初始化, OpenMV

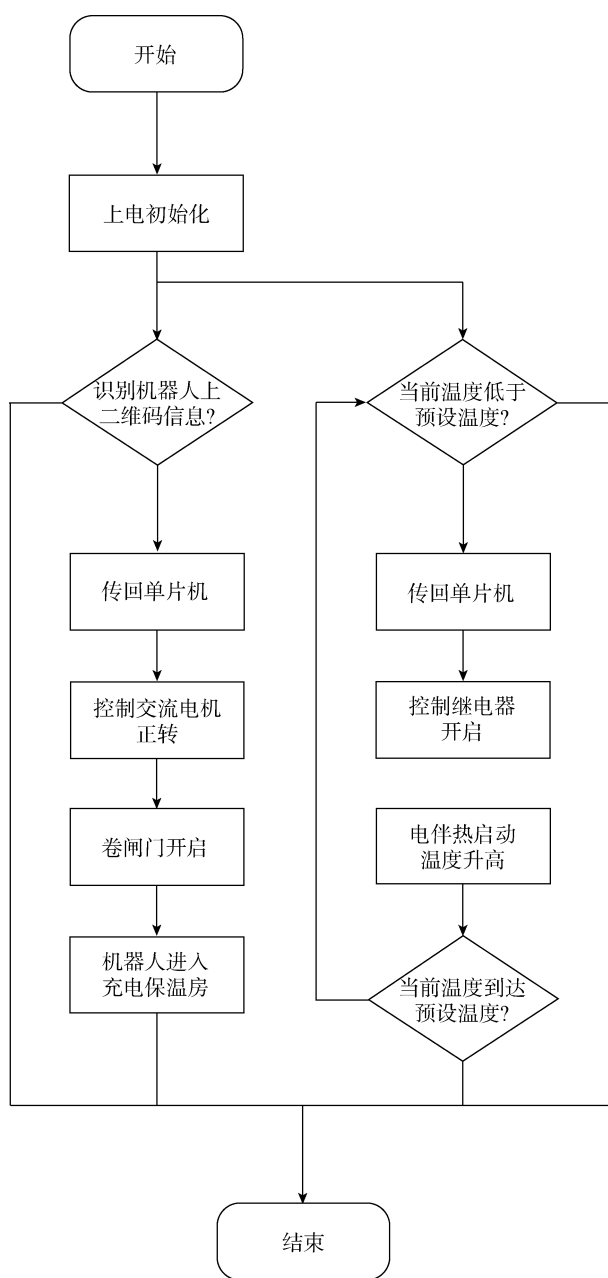


图 10 程序流程图
Fig.10. Program flow chart

摄像头检测是否能识别到二维码。识别成功后,单片机控制交流电机正转,卷闸门开启,机器人进入充电保温房,完全进入后,交流电机反转,卷闸门关闭。当温度低于预设温度时,单片机控制电伴热开启,温度升高,上升到预设温度范围后,经过传感器 DHT22 检测后,数据传回,单片机控制电伴热关断。

机器人电量过低时,进入充电保温房中找

到无线充电桩进行充电,当机器人靠近充电桩时,无线充电激活,开始充电。在整个充电过程中,控制系统会持续采集当前充电信息,并传回上位机。

2.2 上位机软件设计

为了实现对充电保温房内部数据的监控与实时监察 OpenMV 摄像头采集的图像,设计上位机软件。上位机软件为 Arduino IDE 和 OpenMV IDE, OpenMV IDE 是由 Qt Creator 编写,可跨平台使用,使用 python 语言编程。

如图 11 所示的软件界面 IDE, 左边是常用的文档编辑操作, 代码编写区延续了 Qt 的功能, 包括代码高亮、自动补全等等。右上角为图像区与帧缓冲器查看器, 显示 OpenMV 镜头的图像, 可以保存也可以截图。右下角为图像的三色 RGB 直方图, 可以做一些特征提取、阈值处理等图像的操作。

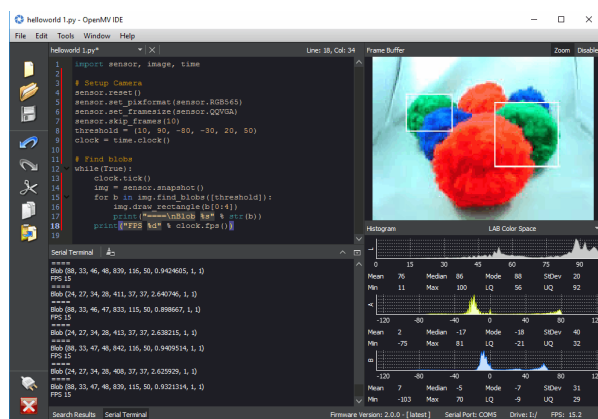


图 11 软件界面
Fig.11. Software interface

软件右上方窗口显示当前摄像头所拍摄的情况, 识别二维码之后的信息与 Arduino 通讯的指令和应答会显示在左下方的串行终端界面上。

3 系统仿真与分析

为了研究在南极环境下充电保温房内外部的热量传递与热量分布, 从而实现对充电保温房未来时间的温度预测以及更好地控制充电保温房温度。通过对传热学的应用与 ANSYS 的热分析, 实现系统的仿真分析。

3.1 传热学理论与应用

传热学就是研究由温差引起的热能传递规律的学科。热能传递有 3 种方式: 热对流、热传导和热辐射。物体之间没有宏观的相对移动, 而是依靠分子、自由电子等等微观粒子的热运动而使热量发生传递, 这种热量传递方式为热传导。热对流是由于流体各部分之间存在宏观上的相对运动, 造成冷热流体相互掺混而产生的量能传递的过程。在工程中常常最关心的是流体流过固体表面时的热能传递现象, 这称之为对流传热。热辐射是物体之间通过电磁波传递能量的传热方式^[18]。新能源充电保温房处在南极低温干燥无湿度的环境下, 内部温度通过热传导与外界环境温度达到动态平衡。同时南极冷空气对充电保温房进行对流换热(热对流)。在这种情况下热辐射的影响微乎其微, 所以在热分析中忽略不计。

3.2 ANSYS 热分析

ANSYS 热分析遵循能量守恒定律的平衡方程, 用于计算系统或部件各节点的温度分布及导出所需的热温度参数, 如热通量, 热量的获取与损失等。本文仿真分析包括对新能源充电保温房的稳态热分析, 瞬态热分析。

本文仿真分析利用 ANSYS 软件, 建立热模型, 结合南极常年气象站所获取的现场温度、风向等参数, 模拟充电保温房内部在南极环境下的温度变化情况, 监测充电保温房内部设备是否能在该环境下正常工作, 从而建立一套预测充电保温房内部温度环境的体系, 保障南极科考机器人的正常使用和续航。

利用 ANSYS 对新能源充电保温房进行稳态热分析大致分为 3 个步骤: 前处理、求解、后处理。基本步骤如图 12 所示, 通过 SOLIDWORKS 建模导入 ANSYS 得到有限元模型, 进行求解^[19]。

边界条件及载荷条件设定完成后, ANSYS 即可进入计算流程, 软件计算完毕后, 会自动地将具有相同温度的区域用相同的颜色表示, 并显示在模型上, 即等值云图。通过等值云图, 便可直观地查看模型中温度的分布情况。

图 13、图 14 为新能源保温房处在 -35°C 的环境温度时, 其表面及内部分布云图, 通过仿真可以看到房子内部温度保持在 25°C 左右, 能够保证内部设备的正常运转, 并且能为机器人传感器设

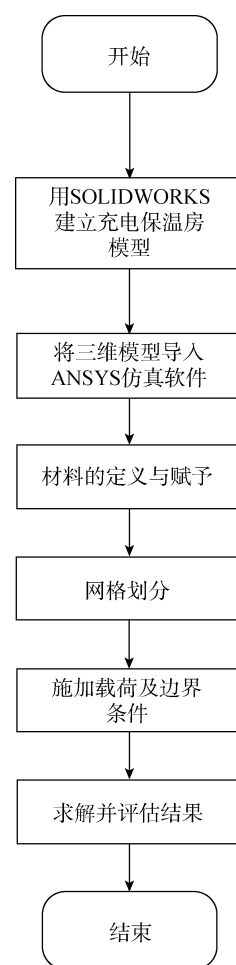


图 12 充电保温房稳态热分析过程
Fig.12. Steady state thermal analysis process of charging insulation room

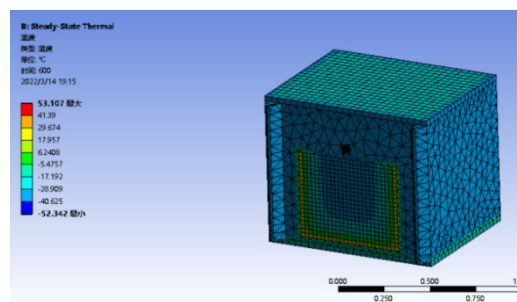


图 13 充电保温房表面温度分布云图
Fig.13. Cloud diagram of surface temperature distribution of charging insulation room

备提供正常的使用温度, 符合充电保温房的设计目标。充电保温房使用的保温材料为岩棉, 可以看出保温层与外壳之间的温度差为 18.45°C , 保温性能良好。卷闸门的温度接近外部环境温度,

温度差为 24.98℃,说明卷闸门材料不锈钢的保温性能远远不如岩棉,为了提升充电保温房的保温性能,需在卷闸门上加一层岩棉。

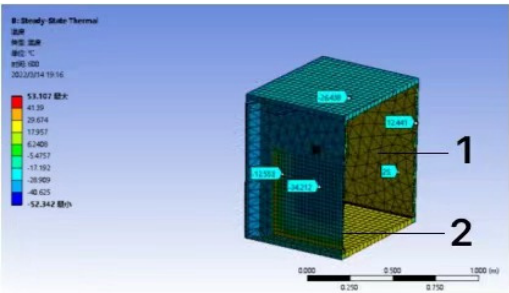


图 14 充电保温房内部温度分布云图
Fig.14. Cloud diagram of internal temperature distribution of charging insulation room

4 系统实验与分析

在布放充电保温房和机器人之前需要检查设备状况,首先确保设备连接处及控制板接口处连接情况,然后在上位机软件查看当前温度等数据,机器人、卷闸门、OpenMV 摄像头与电伴热带能否接收上位机指令并正确执行。

为验证系统的工作性能,2022 年 2 月 19 日,在山西省太原市进行了实验(如图 15 所示),当时气温为-13℃,由极地数据共享平台提供的数据,得知中山站 2022 年 6 月份的温度数据^[20],其最高温度为-1.3℃,最低温度为-20.1℃,平均温度为-13.5℃。通过 DHT22 温湿度传感器测定当前保温房的内部温度,在保温房内部设定两个温度监测点,如图 14 所示。在实验开始 120 min 后,操控 Turtlebot 机器人移动到新能源充电保温房前面,房子正上方的 OpenMV 摄像头识别到机器人(如图 16 所示),卷闸门打开,机器人自动进入充电保温房并识别到无线充电桩的位置,移动到指定位置开始充电。等待机器人进入后卷闸门关闭。上位机持续检测温度变化,由于卷闸门开通一段时间,充电保温房内部温度下降,DHT22 传感器检测到温度变化,电伴热带开始加热工作,内部温度上升,上升到指定温度范围内停止加热。经过一段时间后,机器人电量充满(如图 17 所示),无线充电桩自动断开充电,机器人驶离充电保温房,完成实验。在实验过程中上位机软件实时监

控充电保温房内部的温湿度(如图 18 所示),同时通过上位机 ROS 自带的 RVIZ 软件来查看机器人当前的速度和运动情况以及机器人当前电量(如图 19 所示)。

为了验证温度控制系统的可靠性,测定的温度如表 2 所示,得到的实验结果与图 14 中仿真的温度分布吻合度较好^[21]。

表 2 保温房内部温度 Table 2. internal temperature of insulation room			
时间 /min	理论设定保 温温度/℃	实验监测点1实 际保温温度1/℃	实验监测点2实 际保温温度2/℃
0	23.0	-9.7	-9.5
30	23.0	-3.3	-5.2
60	23.0	5.9	2.3
90	23.0	14.5	8.9
120	23.0	21.8	14.5
150	23.0	17.6	10.2
180	23.0	22.2	15.2
210	23.0	24.3	16.7

实验完成后,对保温房的器件和传感器进行了回收和检查,OpenMV 摄像头和交流电机在实验中都能正常工作运转并且状况良好,经现场实验表明,机器人在新能源充电保温房内部根据指令完成了充电的功能,充电保温房完成了温度调节功能和控制卷闸门开断的工作并且可以长期稳定工作。



图 15 实验现场图
Fig.15. Experimental site map



图 16 OpenMV 拍摄图像

Fig.16. OpenMV captured images

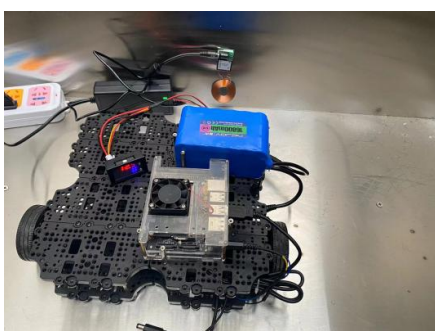


图 17 无线充电实验图

Fig.17. Wireless charging experiment diagram

湿度:19.10%RH	温度:21.60°C	the temperature is raising
湿度:21.10%RH	温度:21.70°C	the temperature is raising
湿度:20.60%RH	温度:21.90°C	the temperature is raising
湿度:19.90%RH	温度:22.00°C	keep present temperature
湿度:19.90%RH	温度:22.20°C	keep present temperature
湿度:20.50%RH	温度:22.30°C	keep present temperature

图 18 上位机监测温湿度数据图

Fig.18. Temperature and humidity data diagram monitored by upper computer

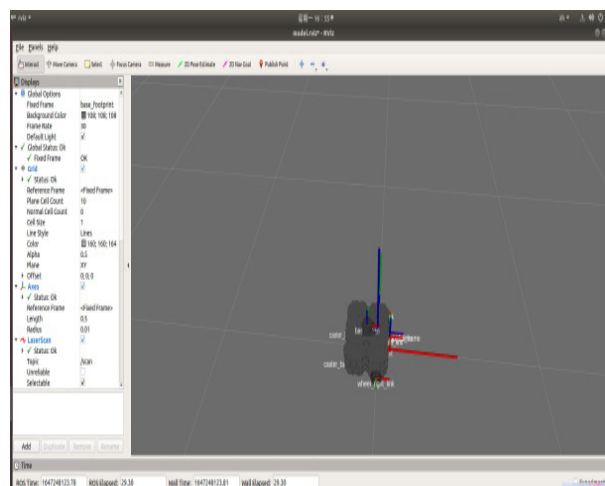


图 19 RIVZ 机器人姿态轨迹图

Fig.19. Posture trajectory of RIVZ robot

5 总结

本文提出了一种基于 Arduino 的可停泊南极机器人的小型新能源充电保温房系统,并对系统的软硬件进行了设计。新能源充电保温房使用光伏发电、氢罐储能的清洁能源作为动力源。Turtlebot 机器人通过无线充电的方式实现在充电保温房内部的充电,充电保温房也能够实现温度控制系统、识别二维码以及控制卷帘门的开断。经实验测试,验证了系统在低温环境的稳定性,上位机软件可以方便直观地实时监测充电保温房内部温度等各种数据的情况,同时控制机器人在充电保温房内部无线充电,解决了南极机器人在电量不足时的充电方案和完成科考任务时停泊地点,达到了预期目标。

参考文献

- 1 WANG Y C, DOU Y K, GUO J X, et al. Space physical sensor protection and control system based on neural network prediction: Application in princess Elizabeth area of Antarctica[J]. Sensors, 2020, 20(17): 4662.
- 2 徐一刁, 曹琳琳, 陈芋浩, 等. 基于手机 App 和智能机器人的新能源停车场[J]. 南方农机, 2020, 51(11): 35.
- 3 HUANG D Y, CHEN Z Q, ZHOU S Y. Model prediction-based battery-powered heating method for series-connected lithium-ion battery pack working at extremely cold temperatures[J]. Energy, 2021, 216: 119236.
- 4 于洋. 基于 Arduino 的自动避障及通信控制智能小车系统的设计与实现[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- 5 庄琼云. 基于 OpenMV 的智能寻迹小车设计与实现[J]. 黎明职业大学学报, 2018(4): 80-84.
- 6 张虎啸, 窦银科, 陈燕, 等. 北极海-冰-气多参数自动监测系统设计与应用[J]. 电子器件, 2019, 42(3): 749-755.
- 7 赵举, 李国斌, 姜涛, 等. 基于 OpenMV 的单目视觉二维码追踪小车设计与测试[J]. 电子设计工程, 2019, 27(19): 53-58.
- 8 李思熠, 王少坤. 基于 OpenMV 和 Arduino 的智能巡线机器人[J]. 科技与创新, 2020(22): 50-53.

- 9 程启明, 程尹曼, 王映斐, 等. 交流电机控制策略的发展综述[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(9): 145-154.
- 10 刘春阳. 电伴热原理及其一般用法[J]. 中国海上油气 工程, 1998, 10(6): 14-17.
- 11 王彦霞, 谷励, 王晓娜. 基于 Arduino 的红外温控系统设计[C]//全国第十四届红外加热暨红外医学发展研讨会论文及论文摘要集. 无锡, 2013: 199-202.
- 12 黄悦华, 周健飞, 魏业文, 等. 电动汽车动力锂电池 LCL 型无线充电技术[J]. 电测与仪表, 2020, 57(6): 140-147.
- 13 赵子明. 感应耦合式锂电池无线充电平台设计研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- 14 史永刚, 兰宁, 魏家选, 等. 基于锂电池的无线充电模块的设计[J]. 科学技术创新, 2019(3): 172-174.
- 15 潘力. 一种锂电池无线充电模块的设计[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- 16 王翼, 张晨晨, 沈昱明. 基于 OPENMV 与 nRF24L01 的远程同步图像采集系统设计[J]. 电子测量技术, 2019, 42(16): 7-11.
- 17 梅妍玘, 傅荣. 基于 OpenMV 的 3D 定位识别系统[J]. 新技术新工艺, 2018(2): 50-52.
- 18 余敏, 邹惠芬. ANSYS 的热分析研究[C]//第十届沈阳科学学术年会论文集(信息科学与工程技术分册). 沈阳, 2013: 473-477.
- 19 范丽娜. 基于 ANSYS 的电动汽车用直流滤波电容器热分析[J]. 电力电容器与无功补偿, 2018, 39(2): 32-37, 41.
- 20 刘磊. 极地低温环境下小型风光互补供电系统的研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2016.
- 21 徐笑锋, 章学来, JOTHAM M M, 等. 十水硫酸钠相变蓄冷保温箱保冷特性的试验研究[J]. 农业工程学报, 2017, 33(22): 308-314.

Design of a small new-energy-charging insulation room for parking Antarctic robot

Ren Yining, Dou Yinke, Wang Yuchen

(College of Electrical and Power Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract

In scientific exploration activities that are undertaken in Antarctica by various countries, most scientific missions are performed using automatic equipment. The operation of robots in Antarctica is difficult because the operational life of such robots is shortened and the sensitivity of their equipment is reduced owing to long-term use at low temperatures. Therefore, we propose a small new-energy-charging insulation room to park the robot in the Antarctic. The design includes an upper computer control system and a main control system with an Arduino chip at its core. This design identifies the robot through OpenMV camera and it can communicate with the Arduino chip. It is equipped with a temperature control system and a wireless charging system that can ensure long-term and efficient operation of the robot. Simulation and experimental testing revealed that the proposed design can maintain an appropriate temperature in the cold Antarctic environment, and can wirelessly charge the lithium battery of a robot, thereby resolving the problems of the endurance of scientific research robots in Antarctica and the thermal insulation of their sensor equipment.

Keywords Antarctic robot, insulation, wireless charging, finite element analysis