



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103680283 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310752759. 0

(22) 申请日 2013. 12. 31

(71) 申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市孝陵卫 200 号

(72) 发明人 邢宗义 陈岳剑

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 朱显国

(51) Int. Cl.

G09B 25/00 (2006. 01)

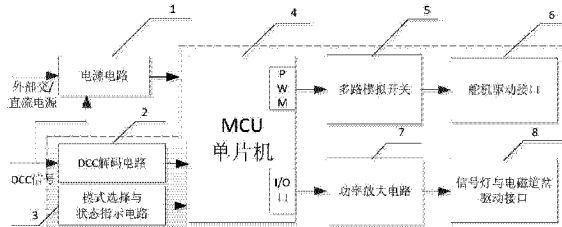
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器

(57) 摘要

本发明公开了一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器。该解码控制器中电源电路为整个解码控制器供电, DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路均接入单片机, 单片机的 PWM 端口通过多路模拟开关接入舵机驱动接口, I/O 端口通过功率放大电路接入信号灯与电磁道岔驱动接口; DCC 解码电路首先将输入的 DCC 信号进行光电隔离, 转换为单片机能识别的波形, 单片机完成 DCC 信号的解码; 获得控制信息后, 单片机的 PWM 端口通过多路模拟开关向舵机驱动接口发送舵机控制信号, 实现对道岔的转撤控制和对挡杆的控制, 单片机 I/O 端口发送的电平信号经功率放大电路后实现对信号灯或电磁道岔搬道器的控制。本发明能完成对道岔、信号灯和挡杆等静态沙盘对象的控制, 具有功能多、成本低、兼容性强的特点。



1. 一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,包括电源电路、DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路、单片机、多路模拟开关、功率放大电路、舵机驱动接口、信号灯与电磁道岔驱动接口,其中电源电路为整个解码控制器供电,DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路均接入单片机,单片机的 PWM 输出端口通过多路模拟开关接入舵机驱动接口,单片机的 I/O 端口通过功率放大电路接入信号灯与电磁道岔驱动接口;

电源电路将外部交流或直流电源整流成稳定的直流电源,并且电源电路兼容 DCC 信号整流供电;DCC 信号给控制器供电时,DCC 解码电路首先将输入的 DCC 信号进行光电隔离,转换为单片机能识别的波形,单片机通过电平变化中断和定时器完成 DCC 信号的解码;获得控制信息后,单片机的 PWM 输出端口通过多路模拟开关向舵机驱动接口发送舵机控制信号,实现对道岔的转撤控制和对挡杆的控制,单片机 I/O 端口发送的电平信号经功率放大电路后实现对信号灯或电磁道岔搬道器的控制。

2. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述电源电路包含交直流转换桥路、集成稳压芯片、模式选择开关和滤波电容,外部交流 12~20V 或直流 12-20V 电源,经过交直流转换桥路后输入至集成稳压芯片,得到直流电源,为解码器各部分电路供电;电源电路同时兼容整流 DCC 信号直接供电功能,DCC 信号接入另一交直流转换桥路,整流后接入集成稳压芯片的输入端,得到直流电源;两个供电模式通过拨码选择开关切换。

3. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述 DCC 解码电路采用光电耦合器作为解调电路的输入隔离,将 DCC 信号转换成 0~5V 的方波信号,轨道中的 DCC 信号作为光电耦合器的输入,光电耦合器输出连接到单片机的 I/O 端口。

4. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述模式选择与状态指示电路包括输入按键和输出指示灯,其中输入按键用于修改单片机工作模式,输出指示灯指示解码控制器的工作状态。

5. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述单片机采用 Microchip 公司的 PIC18F2525。

6. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述功率放大电路采用达林顿管驱动芯片 ULN2803。

7. 根据权利要求 1 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述电源电路、DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路、单片机、多路模拟开关、功率放大电路、舵机驱动接口、信号灯与电磁道岔驱动接口均封装于一个铝合金外壳内,整个解码控制器电路板通过铜柱垫高固定在铝合金外壳的内部底板上,铝合金外壳的外部面板固定有多个接插件,接插件分别与解码控制器电路板上的电源端口、DCC 信号接入端口和输出控制端口相连接。

8. 根据权利要求 6 所述的城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,其特征在于,所述功率放大电路 ULN2803 的电源端接一个 470uF 的电解电容进行蓄电。

一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及城轨交通安全运营模拟沙盘的静态沙盘对象控制领域,特别是一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器。

背景技术

[0002] 搭建城市轨道交通运营安全模拟沙盘,可以模拟不同类型的事故或危险环境,并可进行不允许实际发生的仿真实验,从而为城轨交通安全运营提供经验积累和技术支持,在实际中减少或避免安全事故,降低财物损失及旅客生命危险。城市轨道交通运营安全模拟沙盘的核心是列车模型控制系统,列车模型控制系统的基本要求是对列车模型、道岔和信号灯等的控制以及列车位置的反馈。

[0003] 静态沙盘对象是指区别于列车模型之外的,布置在模拟沙盘确定位置的对象,如道岔、信号灯和档杆等。道岔转辙机可分为舵机转辙和电磁转辙两种。舵机转辙在轨道上安装小舵机,通过连杆机构实现道岔的转辙控制。电磁转辙在道岔附件上安装两个电磁线圈,通过线圈内部的卡簧实现锁闭功能,当需要进行转辙时,控制系统对应的驱动电路输出电流至电磁线圈,并克服卡簧的锁闭,从而带动叉芯位移实现道岔转辙。信号灯一般采用简单的发光二极管,采用开关量输出驱动显示。档杆是指汽车道与轨道切换处,有列车通过过程中汽车道禁止通行的一种装置,主要为了实现切换处列车通过时档杆放下,无列车时档杆伸起的仿真。档杆通常为一条长塑料直杆,尾部配有质量块以达到转动是的力矩匹配。通过舵机便可简便的实现档杆的控制。

[0004] 邱鹏(城市轨道交通的 ATC 模拟系统设计,南京,南京理工大学硕士论文,2010)开发的城市轨道交通 ATC 模拟系统采用 MSP430 单片机控制道岔、信号灯,PC 直接通过串口发送指令给单片机实现各个被控对象的模拟控制。该系统未应用数字电流控制技术(Digital Command Control, DCC)控制静态对象,使得系统兼容性差。且系统无法实现分布式控制,现场道岔信号灯均集成在一块控制板,导致场景内走线杂,系统可维护性较差。且该系统仅能完成电磁道岔转辙机,LED 信号灯的控制,功能单一,无法完成城轨交通模拟沙盘控制的要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,以完成对道岔、信号灯和档杆等静态沙盘对象的控制,具有功能多、成本低、兼容性强和满足分布式要求的特点。

[0006] 实现本发明目的的技术解决方案是:一种城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,包括电源电路、DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路、单片机、多路模拟开关、功率放大电路、舵机驱动接口、信号灯与电磁道岔驱动接口,其中电源电路为整个解码控制器供电,DCC 解码电路、模式选择与状态指示电路均接入单片机,单片机的 PWM 输出端口通过多路模拟开关接入舵机驱动接口,单片机的 I/O 端口通过功率放大电路接入信号灯与电

磁道岔驱动接口；

[0007] 电源电路将外部交流或直流电源整流成稳定的直流电源，并且电源电路兼容 DCC 信号整流供电；DCC 信号给控制器供电时，DCC 解码电路首先将输入的 DCC 信号进行光电隔离，转换为单片机能识别的波形，单片机通过电平变化中断和定时器完成 DCC 信号的解码；获得控制信息后，单片机的 PWM 输出端口通过多路模拟开关向舵机驱动接口发送舵机控制信号，实现对道岔的转撤控制和对挡杆的控制，单片机 I/O 端口发送的电平信号经功率放大电路后实现对信号灯或电磁道岔搬道器的控制。

[0008] 本发明与现有技术相比，其显著效果是：(1) 功能多样，可以实现道岔、信号灯和档杆等现有的城市轨道交通模拟沙盘的静态对象控制；(2) 采用单片机完成控制，成本低；(3) 兼容性强，采用 DCC 信号，可以满足大部分轨道交通模拟沙盘的需求；(4) 分布式，可实现在沙盘内不同位置布置，避免复杂的走线。

附图说明

[0009] 图 1 为数字命令控制 DCC 信号时序示意图。

[0010] 图 2 为舵机道岔转撤机转撤原理示意图；

[0011] 图 3 为本发明城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器的结构示意图。

[0012] 图 4 为本发明城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器的电路原理图。

[0013] 图 5 为本发明舵机的标准控制信号波形图。

[0014] 图 6 为本发明解码控制器的外壳封装示意图，其中 (a) 为前面板，(b) 为剖面视图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0016] 列车模型控制可分为直接直流控制 (Direct Current, DC) 和数字命令控制 (Digital Command Control, DCC)。早期的 DC 控制属于模拟控制，通过加载电流的大小和极性实现列车的速度和方向控制，但在同一区间内 DC 无法实现不同列车的独立控制，且存在低速时列车运行不平稳等缺点，因此 DC 控制只能用于简单的展示沙盘等场景。在 DC 基础上发展完善的 DCC 控制，采用在轨道上加载数字电流信号的方式实现了列车模型的控制。解码器可对轨道数字电流进行整流后作为驱动电源，同时获取解码器地址，信号灯道岔等控制信号。

[0017] 图 1 表示出了 DCC 信号时序示意图。DCC 的电流信号由方波信号调制而成，方波幅值根据不同比例的列车模型确定，如 H0 比例的列车模型对应的方波幅值为 14.5V。在方波电流信号中，短波代表 1，其周期为 116 μ s，长波代表 0，其周期为 232 μ s，延伸 0 代表数据包结束，周期在 95 μ s 至 9.9ms 之间。数字命令控制 DCC 数据包由引导位、地址字节、数据字节、校验字节组成，其中引导位由大于 14 位的 1 组成，数据字节不大于 4 且每个字节由 0 间隔。DCC 信号可实现信号灯道岔解码操作，还可以针对地址字节实现解码变量配置等功能。

[0018] 图 2 表示出了舵机型道岔转撤的典型应用方法。安装支架 13 由紧固螺钉 14 固定在模拟沙盘支撑板 11 上，舵机 12 由安装支架 13 安装在支撑板 11 下方，支撑板内有可以由金属导杆 9 通过的小孔。舵机转动，带动金属导杆 9 在轨道部分相应的转动，从而实现道岔

的转撤。当需要进行转撤时,单片机控制舵机即可实现对道岔转撤的控制。

[0019] 结合图 3,本发明城轨交通运营安全模拟沙盘的多功能解码控制器,包括电源电路 1、DCC 解码电路 2、模式选择与状态指示电路 3、单片机 4、多路模拟开关 5、功率放大电路 7、舵机驱动接口 6、信号灯与电磁道岔驱动接口 8,其中电源电路 1 为整个控制器供电,DCC 解码电路 2、模式选择与状态指示电路 3 均接入单片机 4,单片机 4 的 PWM 输出端口通过多路模拟开关 5 接入舵机驱动接口 6,单片机 4 的 I/O 端口通过功率放大电路 7 接入信号灯与电磁道岔驱动接口 8;电源电路 1 将外部交流或直流电源整流成稳定的直流电源,并且电源电路 1 兼容 DCC 信号整流供电;DCC 信号给控制器供电时,DCC 解码电路 2 首先将输入的 DCC 信号进行光电隔离,转换为单片机 4 能识别的波形,单片机 4 通过电平变化中断和定时器完成 DCC 信号的解码;获得控制信息后,单片机 4 的 PWM 输出端口通过多路模拟开关 5 向舵机驱动接口 6 发送舵机控制信号,实现对道岔的转撤控制和对挡杆的控制,单片机 4 的 I/O 端口发送的电平信号经功率放大电路 7 后实现对信号灯或电磁道岔搬道器的控制。

[0020] 所述电源电路 1 包含交直流转换桥路、集成稳压芯片、模式选择开关和滤波电容,外部交流 12 ~ 20V 或直流 12-20V 电源,经过交直流转换桥路后输入至集成稳压芯片,得到直流电源,为解码器各部分电路供电;电源电路 1 同时兼容整流 DCC 信号直接供电功能,DCC 信号接入另一交直流转换桥路,整流后接入集成稳压芯片的输入端,得到直流电源;两个供电模式通过拨码选择开关切换。所述 DCC 解码电路 2 采用光电耦合器作为解调电路的输入隔离,将 DCC 信号转换成 0 ~ 5V 的方波信号,轨道中的 DCC 信号作为光电耦合器的输入,光电耦合器输出连接到单片机 4 的 I/O 端口。所述模式选择与状态指示电路 3 包括输入按键和输出指示灯,其中输入按键用于修改单片机 4 工作模式,输出指示灯指示解码控制器的工作状态。所述单片机 4 采用 Microchip 公司的 PIC18F2525。所述功率放大电路 7 采用达林顿管驱动芯片 ULN2803,所述功率放大电路 ULN2803 的电源端接一个 470uF 的电解电容进行蓄电。所述电源电路 1、DCC 解码电路 2、模式选择与状态指示电路 3、单片机 4、多路模拟开关 5、功率放大电路 7、舵机驱动接口 6、信号灯与电磁道岔驱动接口 8 均封装于一个铝合金外壳内,整个解码控制器电路板通过铜柱垫高固定在铝合金外壳的内部底板上,铝合金外壳的外部面板固定有多个接插件,接插件分别与解码控制器电路板上的电源端口、DCC 信号接入端口和输出控制端口相连接。

[0021] 下面结合具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0022] 实施例 1

[0023] 结合图 3,本发明城轨交通安全运营模拟沙盘的多功能解码控制器,包括电源电路 1、DCC 解码电路 2、模式选择与状态指示电路 3、单片机(MCU) 4、多路模拟开关 5、功率放大电路 7、舵机驱动接口 6、信号灯与电磁道岔驱动接口 8。电源电路 1 将外部交流 12 ~ 20V 或直流 12-20V 电源整流成稳定的直流电源,同时可由拨码选择开关切换到 DCC 信号整流供电,给控制器供电。DCC 解码电路首先将输入的 DCC 信号进行光电隔离,转换为单片机 I/O 能识别的波形,单片机通过电平变化中断和 58 μ s 定时器一起完成 DCC 信号的解码。解码 DCC 信号获得控制信息后,单片机通过硬件 PWM 外设模块的 CPP 端口发送舵机控制信号,实现对道岔的转撤控制和对挡杆的控制,通过 RA 端口发送电平信号经功率放大器后实现对信号灯或电磁道岔搬道器的控制。

[0024] 结合图 4,各部分电路具体如以下(1) ~ (7)所述:

[0025] (1) 电源电路, 包含交直流转换桥路、集成稳压芯片、模式选择开关和滤波电容等。交直流转换桥路选用 KBL608, 可承受高至 6A 的电流。集成稳压芯片选用典型的 LM7812 和 LM7805, 分别提供 12V 和 5V 直流电源。芯片的三个管脚一个接 V_{in} 、一个接 GND、一个接 V_{out} , V_{out} 即为稳定直流电输出。外部交流 12 ~ 20V 或直流 12-20V 电源, 输入到交直流转换桥路, 后再输入集成稳压芯片, 得到直流电源。同时, 电源电路兼容整流 DCC 信号供电, DCC 信号接入另一交直流转换桥路, 整流后接 LM7805 的输入端, 得到 5V 直流电源。两个供电模式通过拨码选择开关选择。

[0026] (2) 模式选择与状态指示电路为一个输入按键和一个 LED 灯状态指示灯。对于不同类型的电磁道岔等, 单片机输出给电磁线圈的电流持续时间有不同要求, 输入按键完成单片机工作模式的按键设置。LED 灯状态指示灯通过不同的闪烁间隔来指示解码器工作状态。

[0027] (3) 单片机选择 PIC18F2525 中高端单片机, 包括复位按键和外部 20MHz 石英晶振。PIC18 单片机是 Microchip 公司推出的中高端 8 位单片机, PIC18F2525 为属 PIC18 系列的一款 28 引脚 QFDN 封装, 纳瓦技术和多种功耗管理模式以满足低功耗要求。主要的性能指标有: 2.0-5.5V 电源, 可高达 40MHz 的主频, 内部 32KHz 的时钟, 支持在线 ICE 仿真, ICD 调试。主要的外设还有: 4 路定时器, 同时支持 I²C 和 SPI 总线的 MSSP 模块, 支持 LIN 总线的 USART, 10 位 AD, 最大分辨率 52ns 捕获和最大分辨率 833ns 的捕获捕捉比较模块 PWMCCP 模块。

[0028] (4) DCC 解码电路部分, 采用英国 ISOCOM 公司光耦 6N137 作为解调电路的输入隔离, 将方波幅值为 14.5V 的 DCC 信号转换成 0-5V 的方波信号。6N137 内部集成有一个红外线发送管, 和一个高速红外感应逻辑门电路, 门电路还具有输出保持功能。主要特性有: 速度最高达 10Mbit/s; 工作温度范围在 -40° 到 85°; 输入输出端隔离电压 $V_{iso}=5000V_{rms}$, 完全满足 DCC 解码要求。轨道中的 DCC 信号作为 6N137 的输入, 6N137 输出连接到 PIC18F2525 的 RB4 口。PIC18F2525 的 RB4-7 口具有电平变化中断外设, 通过电平变化中断和 58 μs 定时器一起完成 DCC 信号的解码。

[0029] (5) 舵机控制电路部分, 采用单片机 PIC18F2525 的 PWM 输出端口 CCP, 接多路模拟开关 AD7502 的 OUT1-4 端口, 多路模拟开关 AD7502 的选择位 A0、A1 接单片机的 RC0、RC1 端口, 单片机 PIC18F2525 控制多路开关 AD7502 的选择位, 实现 PWM 信号传送给哪个接口。舵机是一种位置伺服的驱动器, 适用于那些需要角度不断变化并可以保持的控制系统, 其工作原理是: 舵机控制信号输入信号调制芯片, 获得直流偏置电压, 舵机内部有一个检测当前电机位置的电位器, 将获得的直流偏置电压与电位器输出的电压比较, 获得电压差, 电压差的极性决定电机的正反转, 电机通过级联减速齿轮带动电位器旋转, 使得电压差始终趋向于 0。舵机的控制信号可为 PWM 信号, 利用占空比的变化改变舵机的位置, 舵机的控制要求如图 5 所示。

[0030] (6) 功率放大电路和信号灯与电磁道岔驱动接口部分, 单片机 PIC18F2525 的 RA0-7、RB2、RB3 口输出控制信号, 接典型的达林顿管驱动芯片 ULN2803 输入端, 从 ULN2803 输出端输出的功率放大后的信号, 接信号灯与电磁道岔驱动接口, 实现控制信号传输。功率放大后的信号具有输出 0.75A 自恢复熔断器电流保护, 超过该电流自动断开。信号灯为红绿 LED 灯, 开关量控制。电磁型道岔转辙机同样为开关量控制。电磁搬动过程中线圈长期

处于低能耗状态,搬动时则需要较大的电流。本设计在 ULN2803 的电源端接一个 470 μ F 电解电容 C12,达到蓄电的作用,在低能耗状态下充电,搬动时提供给输出端口大电流信号。

[0031] (7)除上述主要电路外,解码控制器还附带程序拷贝 ICSP 接口。ICSP 接口与 PIC18F2525 单片机的 RB6/PGC、RB7/PGD 和 MCLR/VPP 口相连,实现单片机的程序烧写。UART 口与 PIC18F2525 单片机的 RXD、TXD 相连,实现程序调试功能。

[0032] 结合图 6,本发明多功能解码控制器集成电路 PCB 板放置于铝合金外壳内,如图 6(b)所示铝合金外壳封装包括外壳上端盖 15、外壳直板 16、连接外壳底板 21 和外壳直板 16 的螺钉紧固件 17。外壳底板 21 上打安装孔 18,使得外壳能有效安装在模拟沙盘内。集成电路 PCB 板 19 通过铜柱 20 固定在外壳底板 21 上,如图 6(a)外壳前面板通过紧固螺钉 23 固定在外壳上,外壳前面板上固定有接插件 22,集成电路 PCB 板 19 上的输出端口由导线连接到前面板的接插件 22 上。

[0033] 综上所述,本发明基于单片机实现对城市轨道交通安全运营模拟沙盘的道岔、信号灯和档杆等静态沙盘对象的控制,具有功能多、成本低、兼容性强和分布式的优点。

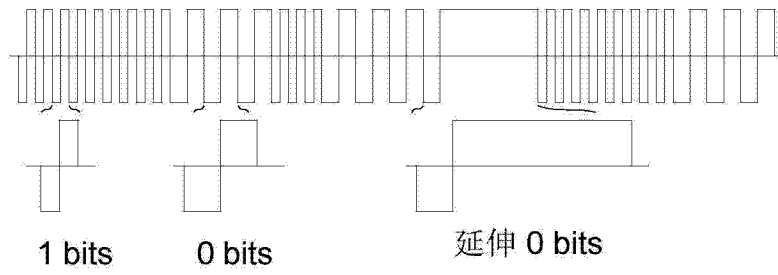


图 1

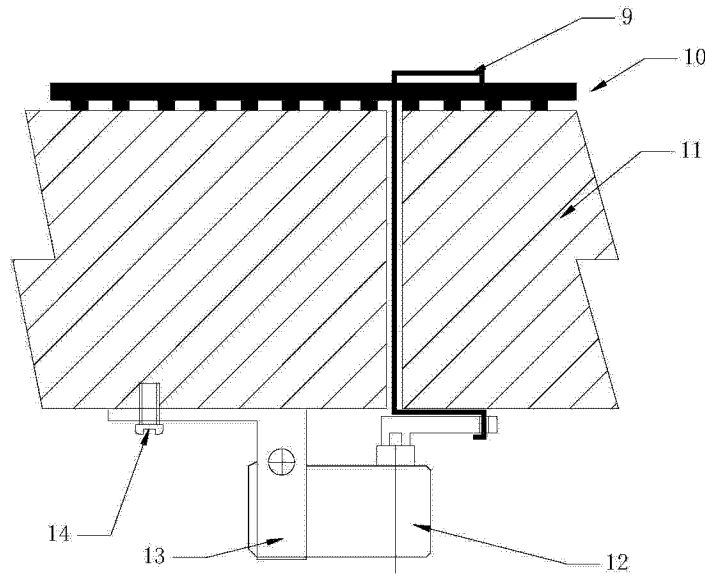


图 2

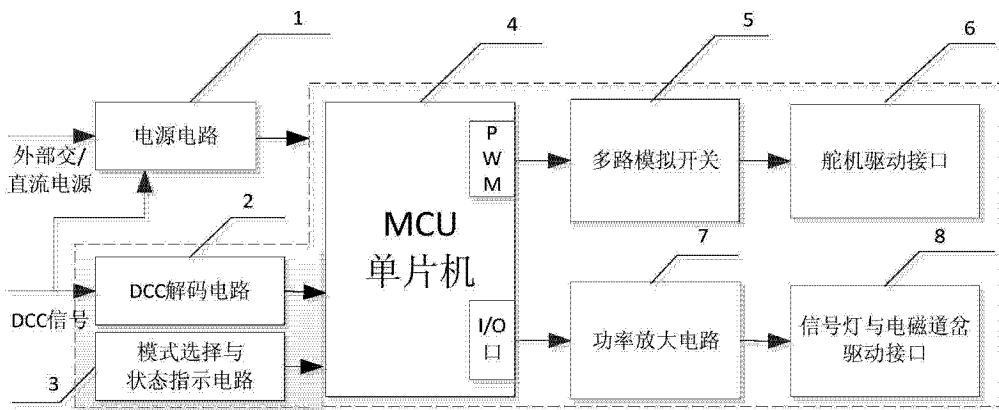


图 3

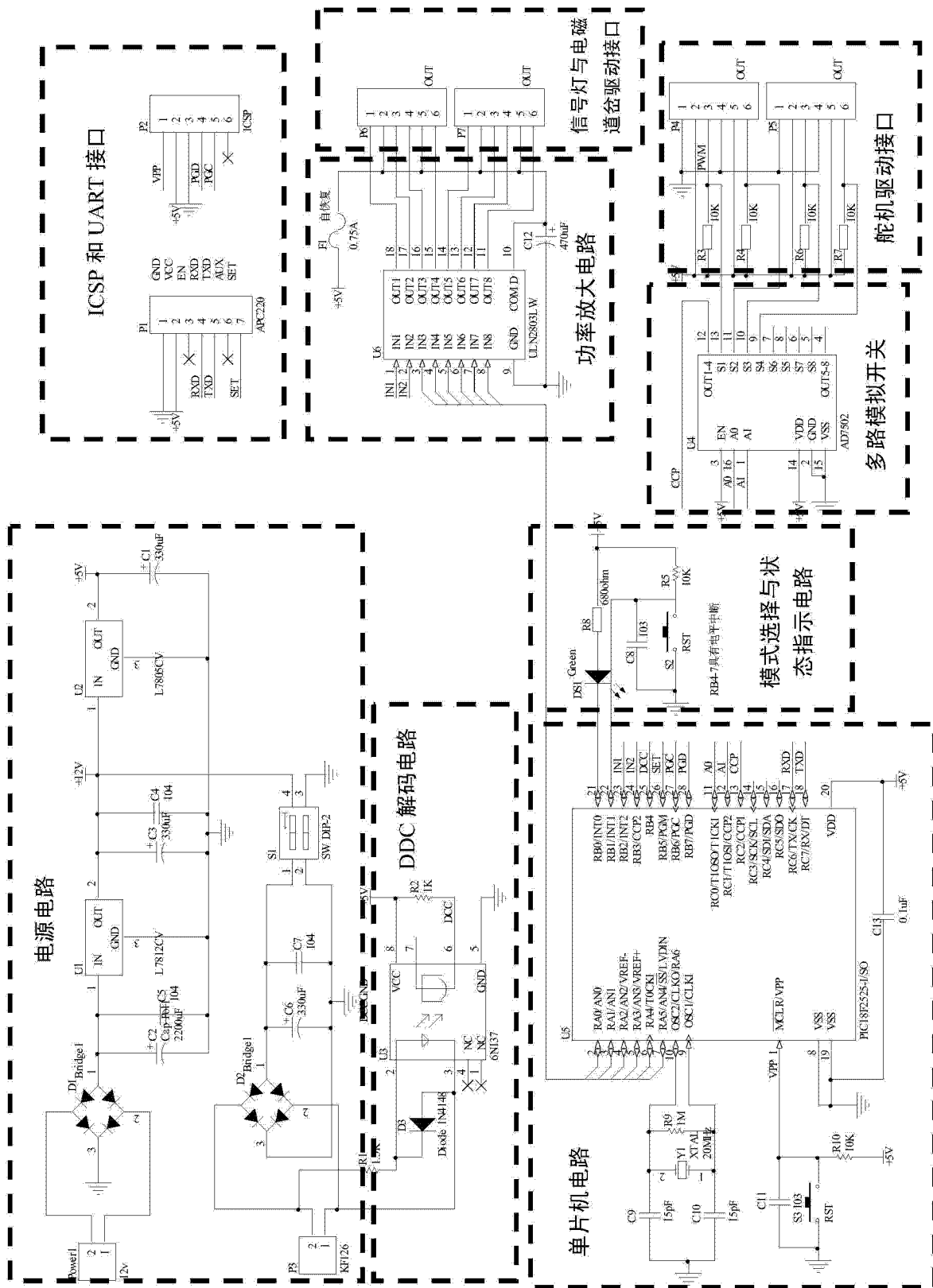


图 4

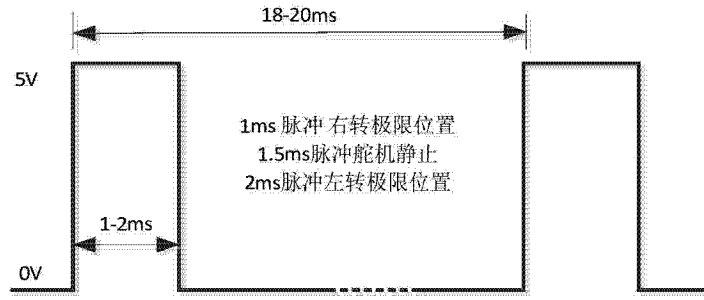
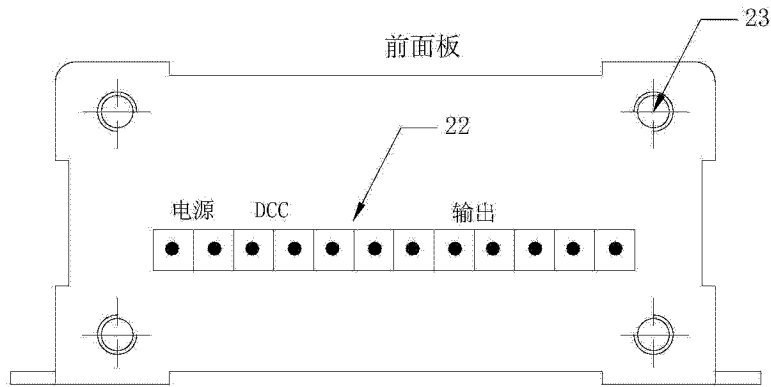
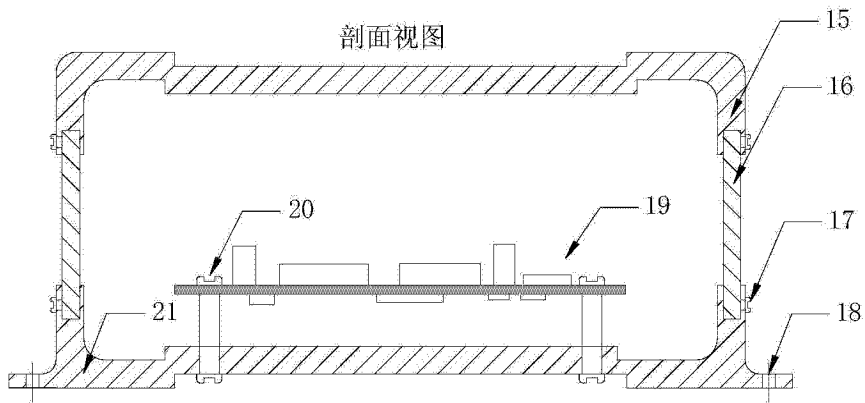


图 5



(a)



(b)

图 6