|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | |  | |  |
|  | **文件号：** | | | | | **MS-002.20W001** | |  |
|  |  | | |  | | | | |
| **MS-002** | | | | | | | | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
| **嵌入式硬件概要设计说明书** | | | | | | | | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
| 编制人： | | XXX |  | 日期： | 2023.01.06 | |  | |
|  |  |  |  |  |  | |  | |
| 审核人： | | XXX |  | 日期： | 2023.01.06 | |  | |
|  |  |  |  |  |  | |  | |
| 批准人： | | 张巍 |  | 日期： | 2023.01.06 | |  | |
|  |  | | |  | | | | |

文档更改履历

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本号 | 发布/实施日期 | 更改内容概述 | 更改者 |
| V1.0 | 2023.01.06 | 文件新编 | 雷俊勇 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**保密条款**

文档仅限产品（项目）组内流转，违者负相应法律责任。

**目录**

[1. 引言 1](#_Toc21148)

[1.1. 编写目的 1](#_Toc81)

[1.2. 项目背景 1](#_Toc31153)

[1.3. 术语及缩写词 1](#_Toc8200)

[1.4. 参考资料 2](#_Toc26573)

[1.5. 系统设计原则 2](#_Toc18828)

[1.6. 开发环境 2](#_Toc31959)

[2. 任务概述 2](#_Toc3661)

[2.1. 目标 2](#_Toc31000)

[2.2. 需求与实现 2](#_Toc14242)

[3. 总体设计 8](#_Toc10740)

[3.1.1. 台车控制板 11](#_Toc2337)

[3.1.2. 升降控制板 12](#_Toc18786)

[3.1.3. 末端控制板和末端灯板 13](#_Toc11955)

[4. 接口设计 13](#_Toc3634)

[4.1. 外部接口定义 13](#_Toc31822)

[4.1.1. 台车控制板 13](#_Toc7005)

[4.1.2. 升降控制板 14](#_Toc5244)

[4.1.3. 末端控制板 15](#_Toc12015)

[5. 功能说明 15](#_Toc29717)

[5.1.1. 台车控制板 15](#_Toc13657)

[5.1.2. 升降控制板 15](#_Toc5336)

[5.1.3. 末端控制板和末端灯板 16](#_Toc19493)

[6. 法规标准 16](#_Toc9677)

# 引言

## 编写目的

为了规范及保证MS－002项目工作合理有序地开展，作一个任务目标的阐述和总体系统框架结构的设计，明确系统处理流程、各个模块及模块之间的关联、也包括系统的内外部接口、以及其他各种主要问题的解决方案。本文档是针对硬件系统进行概要设计，将系统设计成可模块化的方案。

本项目概要设计说明书用于MS-002，并面向项目组全体成员。

## 项目背景

骨科手术机器人能够实现手术的微创化、精准化、标准化，是外科手术的发展方向。本项目是一款适用于国内临床需求的骨科手术机器人，具有实用性强、操作便捷、培训学习周期短的特点。

## 术语及缩写词

本项目开发硬件中文全称：台车控制板、升降控制板、末端控制板。

台车控制板：实现机械臂开关机自由拖动定位、状态指示灯光控制、升降立柱控制、UPS通讯关机等功能的线路板。

升降控制板：实现多个立柱电源控制，以实现台车在升降时保持水平状态的控制电路板。

末端控制板：实现各部件电源控制、控制机械臂前端通道上升、下降、左旋转及右旋转和末端灯光指示等功能的电路板。

UPS：不间断电源(Uninterruptible Power Supply)，是一种含有储能装置的不间断电源。主要用于给部分对电源稳定性要求较高的设备，提供不间断的电源。

串口通信(Serial Communication):是指外设和单片机间，通过数据信号线、地线、控制线等，按位进行传输数据的一种通讯方式。这种通信方式使用的数据线少，在远距离通信中可以节约通信成本，但其传输速度比并行传输低。

USB：英文Universal Serial Bus（通用串行总线）的缩写，是一个[外部总线](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%96%E9%83%A8%E6%80%BB%E7%BA%BF" \t "https://baike.baidu.com/item/USB/_blank)标准，用于规范[电脑](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E8%84%91/124859" \t "https://baike.baidu.com/item/USB/_blank)与[外部设备](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%96%E9%83%A8%E8%AE%BE%E5%A4%87" \t "https://baike.baidu.com/item/USB/_blank)的连接和[通讯](https://baike.baidu.com/item/%E9%80%9A%E8%AE%AF/396194" \t "https://baike.baidu.com/item/USB/_blank)，是应用在[PC](https://baike.baidu.com/item/PC/107" \t "https://baike.baidu.com/item/USB/_blank)领域的接口技术。

## 参考资料

《MS-002技术需求规格书》

《STM32F103xC数据手册》

《STM8L101X3数据手册》

《TPS54202数据表》

《RZ7899数据手册》

## 系统设计原则

硬件系统设计要遵循安全性、合理性、经济性、实用性和规范性等原则。

## 开发环境

表1.6-1 开发环境

|  |  |
| --- | --- |
| 操作系统 | Windows10 64位 |
| 硬件设计工具 | 立创EDA V1.5.32 |
| 调试工具 | 电烙铁，直流稳压电源，万用表，示波器 |

# 任务概述

## 目标

开发本硬件系统的预期目标：旨在规范及保证MS－002项目工作合理有序的开展，作一个任务目标的阐述和总体系统框架结构的设计，明确系统处理流程、各个模块及模块之间的关联、也包括系统的内外部接口、以及其他各种主要问题的解决方案。

## 需求与实现

表2.3－1 功能模块说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **产品性能需求** | | |
| **输入需**  **求序号** | **需求描述** | **硬件实现方式** |
| PR0102 | UPS供电持续工作≥5分钟 | 选择合适容量的UPS |
| PR0201 | 机械臂自由度≥6自由度 | 选择机械臂需要大于6个自由度 |
| PR0202 | 机械臂肩部关节活动范围≥280度，肘部关节活动范围≥320度，其他关节活动范围≥700度 | 选择机械臂，机械臂肩部关节活动范围≥280度，肘部关节活动范围≥320度，其他关节活动范围≥700度 |
| PR0203 | 机械臂有效功能半径≥850mm | 选择机械臂有效功能半径≥850mm |
| PR0301 | 精度≤0.25mm | 选择相应双目相机实现 |
| PR0302 | 定位激光功率≥1mW | 选择相应双目相机实现 |
| PR0303 | 最大刷新频率≥60Hz | 选择相应双目相机实现 |
| PR0304 | 光学跟踪相机重量≤1.7Kg | 选择相应双目相机实现 |
| PR0305 | 视场范围纵向范围950mm至3000mm，  横向范围480mm\*448mm 至1856mm\*1470mm | 选择相应双目相机实现 |
| PR0401 | 内存容量≥16GB | 选择相应主站机器 |
| PR0402 | 硬盘容量≥1TB | 选择相应主站机器 |
| PR0403 | CPU主频≥3.6GHz | 选择相应主站机器 |
| PR0404 | GPU内存≥4GB | 选择相应主站机器 |
| PR0405 | 显存频率≥14Gbps | 选择相应主站机器 |
| **技术需求规格书-导航台车功能需求** | | |
| **输入需**  **求序号** | **功能需求** | **硬件实现方式说明** |
| TR020001 | 使用环境：手术室 | 采用符合GB/T 14710-2009环境要求的元器件，同时进行优化设计 |
| TR020003 | 供电方式：AC 220V 50/60Hz | 选用AC 220V 50/60Hz电源配套关键器件 |
| TR020005 | 接口：USB3.0接口4个 | 主机选型需要大于4个USB接口 |
| TR020006 | 接口：百兆网口3个 | 使用交换机扩展网口 |
| TR020007 | 接口：电源接口1个（防脱落设计） | 电源接口选用带防脱落装置的接口 |
| TR020008 | 接口：视频接口1个 | 使用HDMI视频接口 |
| TR020009 | 开关按钮：电源总开关1个 | 电源部分外置一个开关 |
| TR020010 | 开关按钮：系统开机按钮1个（包含指示灯）。 | 工作站开关外接一个带灯的开关机按钮 |
| TR020011 | 灯光：电源指示灯1个，设备上电后立即亮起 | 电源开关并联一个指示灯 |
| TR020012 | 灯光：UPS充电状态指示灯1个 | 设计台车控制板进行UPS充电状态查询并进行灯光指示，见5.1.1台车控制板 |
| TR020013 | 灯光：系统供电状态指示灯1个，未上电灯灭，电源供电蓝色，UPS供电黄色 | 设计台车控制板进行UPS状态查询并进行灯光指示，见5.1.1台车控制板 |
| TR020014 | 提示音：UPS独立供电时设备发出提示音 | 选择具有外电掉电提示功能的UPS |
| TR020015 | 显示方式：27寸显示器，分辨率1920\*1080 | 选择27寸显示器，分辨率1920\*1080的显示器 |
| TR020018 | 台车组成：工作站 | 台车内置工作站 |
| TR020019 | 台车组成：UPS | 台车内置UPS |
| TR020020 | 台车组成：交换机 | 台车内置交换机 |
| TR020021 | 台车组成：电源（开关电源、滤波开关） | 内置电源滤波模块和开关电源模块 |
| TR020022 | 台车组成：显示器 | 选用27寸宽屏显示器 |
| TR020024 | 台车组成：电源线 | 配备合适的电源线 |
| TR020025 | 台车组成：网线 | 配备合适的网线 |
| TR020043 | 其他：设备非正常断电启动UPS供电 | 选用UPS具有外电掉电自动电池供电功能 |
| **技术需求规格书-执行台车功能需求** | | |
| **输入需**  **求序号** | **功能需求** | **硬件实现方式说明** |
| TR030001 | 使用环境：手术室 | 采用符合GB/T 14710-2009环境要求的元器件，同时进行优化设计 |
| TR030003 | 电源：AC 220V 50/60Hz | 选用AC 220V 50/60Hz 10A电源配套关键器件 |
| TR030005 | 接口：USB接口1个 | 外置一个USB接口与机械臂控制箱连接 |
| TR030006 | 接口：网口2个 | 使用交换机进行网口扩展 |
| TR030007 | 接口：电源接口1个（防脱落设计） | 电源接口选用带防脱落装置的接口 |
| TR030008 | 脚踏接口1个 | 脚踏开关连接至机机械臂IO口 |
| TR030009 | 开关按钮：急停开关1个 | 急停开关直接控制机械臂紧急停止接口 |
| TR030010 | 开关按钮：台车升、降按钮各1个（包含指示灯） | 设计控制板，实现台车升降和灯光，见5.1.2升降控制板 |
| TR030011 | 开关按钮：通道“上升”、“下降”、“左旋”、“右旋”按钮各一个，位于机械臂法兰端 | 设计通道升降按键板，实现通道“上升”、“下降”、“左旋”、“右旋”，见5.1.3末端控制板 |
| TR030012 | 开关按钮：电源开关按钮1个 | 电源部分外置一个开关 |
| TR030013 | 开关按钮：系统开机按钮1个（包含指示灯） | 设计台车控制板外接一个带灯按钮实现机械臂开关机，见5.1.1台车控制板 |
| TR030014 | 灯光：电源指示灯1个，设备上电后立即亮起 | 电源开关并联一个指示灯 |
| TR030015 | 灯光：UPS充电状态指示灯1个 | 设计台车控制板进行UPS充电状态查询并进行灯光指示，见5.1.1台车控制板 |
| TR030016 | 灯光：系统供电状态指示灯1个，未上电灯灭，电源供电蓝色，UPS供电黄色 | 设计台车控制板进行UPS状态查询并进行灯光指示，见5.1.1台车控制板 |
| TR030017 | 灯光：机械臂运行指示灯1个 | 设计末端控制板进行机械臂灯光指示，见5.1.3末端控制板 |
| TR030018 | 提示音：UPS独立供电时设备发出提示音 | 选择具有外电掉电提示功能的UPS |
| TR030020 | 台车组成：UR5e机械臂及控制箱 | 设计控制板，与机械臂和机械臂控制箱协同工作,见3.1.1台车控制板 |
| TR030021 | 台车组成：UPS（UPS供电时，需要提示声音） | 系统包含UPS系统，同时设计UPS控制板，与UPS协同工作,见3.1.1台车控制板 |
| TR030022 | 台车组成：USB分线器 | 系统包含USB分线器 |
| TR030023 | 台车组成：升降机构 | 系统包含升降立柱，同时设计控制板，控制升降机构工作,见3.1.2升降控制板 |
| TR030024 | 台车组成：电源（开关电源、滤波开关） | 系统开关电源为控制板供电，网电源入口加装滤波器 |
| TR030025 | 台车组成：静音轮（带扫线器、刹车） | 系统包含扫线器、刹车功能的静音轮 |
| TR030026 | 台车组成：兼容有线双脚踏和无线双脚踏 | 系统包含双脚踏的开关，同时设计控制板 |
| TR030027 | 台车组成：末端控制器：   * 设置有绝缘层用于定位器和机械臂本体间的电器隔离。 * 有灯带，用于显示机械臂工作状态。 * 有“上升”、“下降”、“左旋”、“右旋”四个按钮，控制机械臂沿着通道轴线运动。 * 有转接法兰，用于定位器的连接 | 设计末端控制器，实现此功能,见3.1.3末端控制板 |
| TR030029 | 台车组成：电源线 | 选择合适的电源线 |
| TR03048 | 台车升降：台车的升降由“台车升”和“台车降”按钮控制，行程不少于6cm。  升降按钮的信号接升降控制板和机械臂控制箱，台车升降时，机械臂不可运动或拖动。机械臂运动过程中，控制箱有信号发送给升降控制板，台车不可升降。 | 设计升降控制器，实现此功能,见3.1.2升降控制板 |
| **技术需求规格书-操作台车功能需求** | | |
| **输入需**  **求序号** | **功能需求** | **硬件实现方式** |
| TR040001 | 使用环境：手术室 | 采用符合GB/T 14710-2009环境要求的元器件，同时进行优化设计 |
| TR040003 | 电源：AC 220V 50/60Hz | 选用AC 220V 50/60Hz 10A电源配套关键器件 |
| TR040005 | 接口：电源接口1个（防脱落设计） | 电源接口选用带防脱落装置的接口 |
| TR040006 | 接口：视频接口1个。 | 使用HDMI视频接口 |
| TR040007 | 开关按钮：电源开关1个 | 电源部分外置一个开关 |
| TR040008 | 灯光：电源指示灯1个，设备上电后立即亮起 | 电源开关并联一个指示灯 |
| TR040009 | 提示音 | 加入音响功能 |
| TR040012 | 台车组成：视频信号接收插口 | 设置视频DIMI接口 |
| TR040013 | 显示方式：27寸显示器，分辨率1920\*1080 | 选择27寸显示器，分辨率1920\*1080的显示器 |
| TR040014 | 台车组成：电源模块(滤波开关) | 内置电源滤波模块(滤波开关) |
| TR040015 | 静音轮（带扫线器、刹车） | 系统包含扫线器、刹车功能的静音轮 |
| TR040016 | 电源线 | 选择合适的电源线 |
| **技术需求规格书-非功能需求** | | |
| **输入需**  **求序号** | **功能需求** | **硬件实现方式** |
| TR060001 | 标识、标记和文件 | 外部标记：标签上标明设备编码等信息；  内部标记：对熔断器，温度保护开关和热流保护开关等做相应标识；导线的颜色：电源线使用三芯电缆：绿/黄色、浅蓝色、棕色；机械臂指示灯：按灯光功能定义设计末端控制板程序，见3.1.3末端控制板；供电状态指示灯：按供电状态指示灯功能定义设计台车控制板程序，见3.1.1台车控制板 |
| TR060002 | 电击危险的防护 | 按照GB 9706.1-2020 《医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求》进行系统设计 |
| TR060004 | 超温 | 按照GB 9706.1-2020 《医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求》进行系统设计 |
| TR060005 | 设备结构 | 选取合规的元器件。 |
| TR060006 | 电磁兼容要求 | 按照YY 9706.102-2021 《医用电气设备 第1-2部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：电磁兼容 要求和试验》的要求进行系统设计和选型 |
| TR060009 | 环境要求 | 按照GB/T 14710-2009《医用电器环境要求及试验方法》的要求进行系统设计和测试验证 |

# 总体设计

MS-002系统在形态上可划分为导航台车01、执行台车02、操作台车03和工具包04。



图3-1 MS-002总体框图

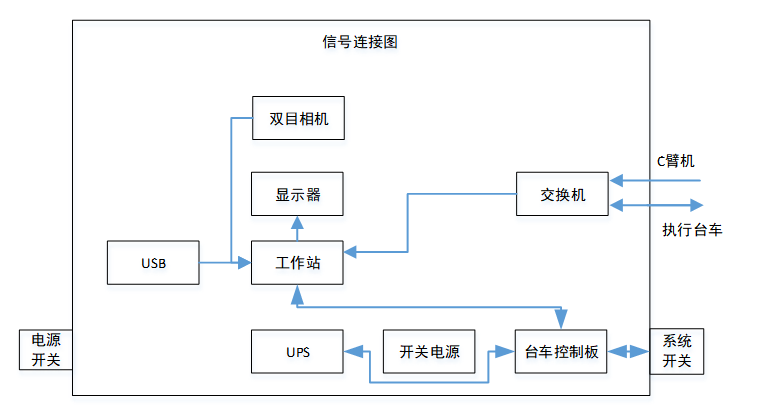


图3-2 导航台车信号连接图

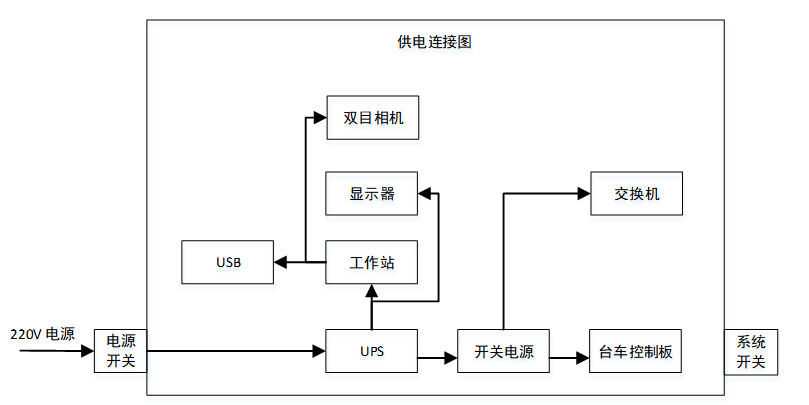


图3-3 导航台车供电连接图



图3-4 执行台车信号连接图



图3-5 执行台车供电连接图



图3-6 操作台车原理框图

### 台车控制板



图3.1.1-1 台车控制板功能框图

表3.1.1-1 台车控制板功能说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 电路功能名称 | 功能说明 |
| 1 | 按键 | 机械臂开关机按钮（包含指示灯）1个，检测按键状态，执行机械臂开关机功能 |
| 2 | UR机械臂反馈及上下电 | 检测UR机械臂工作状态，控制机械臂开关机 |
| 3 | 工作站工作状态检测 | 检测工作站工作状态，确定UPS关机模式 |
| 4 | 串口通信 | 获取UPS状态，控制UPS关机 |
| 5 | 灯光控制 | 市电供电点亮蓝灯，UPS供电点亮黄灯  UPS电池充电时点亮充电指示灯 |

### 升降控制板



图 3.1.2-1 升降控制板系统框图

表3.1.2-1 升降控制板功能说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 电路（模块）名称 | 电路功能 |
| 1 | 电源电路 | 为各个模块进行供电 |
| 2 | 加速度传感器电路 | 检测台车是否水平 |
| 3 | 与工作站通信电路 | 为串口转USB电路，更新程序使用，预留与上位机系统通信功能 |
| 4 | 按键输入检测电路 | 检测按键控制以台车立柱升降 |
| 5 | 立柱驱动电路 | 台车立柱电源输出控制 |
| 6 | 电流传感器电路 | 检测对应立柱驱动电路的电流 |
| 7 | 脉冲反馈电路 | 检测对应立柱升降动作高度 |
| 8 | 数字量运动信号输出电路 | 台车升降时，机械臂不可运动或拖动。数字量运动信号输出电路输出信号给机械臂。 |
| 9 | 数字量运动信号输入电路 | 机械臂运动过程中，控制箱有信号发送给升降控制板，数字量运动信号输入电路检测控制箱的信号，此时台车不可升降 |

### 末端控制板和末端灯板



图3.1.3-1 末端控制板系统框图

表3.1.3-1 末端控制板和末端灯板功能说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 电路功能名称 | 功能说明 |
| 1 | 末端控制板 | 将按键信号传输至机械臂控制箱，由机械臂控制箱判断操作 |
| 2 | 末端灯板 | 根据机械臂运行状态显示灯光状态 |

# 接口设计

## 外部接口定义

### 台车控制板

表4.1.1-1 台车控制板外部接口定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 接口名称 | 功能说明 |
| 1 | 电源接口 | 为整板提供电源 |
| 2 | UR机械臂启停按钮 | 控制UR机械臂开启和关闭 |
| 3 | UR控制箱DI-ON和DI-OFF | 与UR机械臂控制箱连接，发送开关信号 |
| 4 | UR控制箱灯信号 | UR机械臂启动反馈信号 |
| 5 | USB口 | 与PC连接，检测PC工作状态 |
| 6 | USB串口通信 | 与UPS连接，进行通讯 |
| 7 | 灯光1 | 连接市电供电指示灯（蓝色） |
| 8 | 灯光2 | 连接UPS供电指示灯（黄色） |
| 9 | 灯光3 | 连接UPS充电指示灯 |
| 10 | STM32F103烧录口 | 用于烧写程序和调试 |

### 升降控制板

表4.1.2-1 升降控制板外部接口定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 接口名称 | 功能说明 |
| 1 | 24V电源接口 | 为整板提供电源 |
| 2 | 立柱1 | 连接升降立柱1电源 |
| 3 | 立柱2 | 连接升降立柱2电源 |
| 4 | 立柱3 | 连接升降立柱3电源 |
| 5 | 立柱4 | 连接升降立柱4电源 |
| 6 | 台车上升按钮 | 长按控制台车上升 |
| 7 | 信号输入 | 机械臂运动状态信号输出 |
| 8 | 台车下降按钮 | 长按控制台车下降 |
| 9 | 信号输出 | 立柱升降状态信号输出 |
| 10 | USB串口通信 | 用于USB口更新程序，预留与PC连接，进行数据收发功能 |
| 11 | STM32F103烧录口 | 用于烧写程序和调试 |

### 末端控制板

表4.1.3-1 末端控制板外部接口定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 接口名称 | 功能说明 |
| 1 | 4芯接口 | 与末端灯板连接 |
| 2 | 按键控制板5芯接口 | 与末端连接板相连接，连接至机械臂控制箱末端转接头的电源及输入、输出信号 |
| 3 | STM8F103烧录口 | 用于烧写程序和调试 |

# 功能说明

### 台车控制板

电源电路：输入24V，输出5V和3.3V的电压供给各个芯片。

UR机械臂上下电电路：按钮按下后信号传输到单片机，单片机接收到按键信号后再发出给UR控制箱，UR控制箱对机械臂进行上下电控制，机械臂启动或停止后UR控制箱会反馈给单片机信号确保机械臂正常上下电。

串口通信电路：获取当前UPS的状态，点亮相应的指示灯；依据当前负载情况，控制UPS是否关闭或是否需要延时关闭。

工作站工作状态检测电路：台车控制板检测工作站工作状态，从而控制UPS是否关闭或是否需要延时关闭。

灯光电路：依据当前工作状态，点亮对应指示灯。

### 升降控制板

电源电路输入直流24V，经过稳压后输出5V和3.3V的直流电压供给各个芯片。

加速度传感器电路用于检测台车是否处于水平状态。

串口转USB电路将台车相关信息通过微控制器发送给上位机，也可接受上位机发送的控制指令对台车进行平衡调节。

按键输入检测电路将外部按钮信息传输至微控制器，并由微控制器控制台车的升降。

数字量信号输入和输出电路实现与机械臂功能互钳，台车升降时，机械臂不可运动或拖动。机械臂运动过程中，控制箱有信号发送给升降控制板，台车不可升降。

立柱驱动电路由按键控制台车立柱的升降，按钮按下后信号传输到微控制器，微控制器接收到按钮信号后控制立柱进行升降操作。

电流传感器电路用于检测对应立柱驱动电路的电流，以便判断立柱能否进行正常的升降。

脉冲反馈电路用于检测对应立柱升降动作高度，以此来确定立柱是否工作正常。

### 末端控制板和末端灯板

电源电路输入12V，输出3.3V的电压供给各个芯片及状态灯等器件。

按键控制功能与机械臂前端八芯接口（即机械臂控制箱电源及信号输入输出）相互连接，按键控制功能含由四个按键用于控制机械臂前端通道上升、下降、左旋转及右旋转。内置STM8L101单片机将机械臂状态通过处理后反馈至状态灯。

通过按键控制部分单片机输出的信号连接至末端灯板控制显示不同的灯光状态。

# 法规标准

* GB 9706.1-2020 《医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求》
* GB/T 14710-2009 《医用电器环境要求及试验方法》
* YY 9706.102-2021 《医用电气设备 第1-2部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：电磁兼容 要求和试验》的要求（2023.5.1实施）
* YY 0505-2012 《医用电气设备 第1-2部分 安全通用要求并列标准 电磁兼容 要求和试验》
* YY 1057-2016 《医用脚踏开关通用技术条件》
* YY/T 1712-2021 《采用机器人技术的辅助手术设备和辅助手术系统》