

**2019年全国职业院校技能大赛
“轨道交通信号控制系统设计与应用”
赛项**

竞赛任务书

工位_____

选手须知：

（1）本竞赛任务书页码数为39页，如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，更换任务书。

（2）竞赛时间共3小时，包括系统安装部署、逻辑设计、故障维修、智能监控辅助系统开发、综合应用、工作报告和提交成果时间等，参赛团队应在3小时内完成竞赛任务书规定内容。

（3）参赛选手提交的竞赛答题卡与竞赛任务书上只能按要求填写工位号进行识别，不得填写指定内容之外的任何识别性标记。如果出现地区、校名、姓名等其他任何与竞赛队有关的识别信息，一经发现，竞赛答题卡及其它提交结果作废，比赛成绩按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（4）任务中要求提交的截图\照片、文字、视频资料等内容中都不允许出现本工位或者其他工位参赛选手图像、选手姓名、校名或者其他任何识别性的标记。一经发现，竞赛答题卡及其它提交结果作废，比赛成绩按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（5）竞赛任务书、竞赛答题卡、竞赛工具及竞赛材料等不得带出竞赛场地，一经发现，竞赛答题卡及其它提交结果作废，比赛成绩按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（6）正式比赛前，参赛选手需对竞赛平台中的设备、工具、模块等进行清点确认，正式比赛开始后，参赛选手如发现竞赛技术平台中的设备、工具、模块等有故障可向裁判提出更换，但如果该工具/

模块经现场裁判与技术支持人员测定完好，属参赛选手误判时，不予延时。

(7) 竞赛过程中，参赛选手要遵守**安全操作规范**，确保人身及设备安全，并接受裁判员的监督和警示。竞赛过程中，若出现因参赛选手不规范操作造成设备模块损坏等情况，裁判与裁判长等商量后，可根据现场情况给予酌情扣分。

(8) 在竞赛过程中，参赛选手如有舞弊、不服从裁判判决、扰乱赛场秩序等行为，裁判长按照规定扣减相应分数。情节严重的取消竞赛资格，竞赛成绩记为零分。

特别注意

● 比赛所用 U 盘根目录下包括2个文件夹：“辅助资料”、“提交资料”。任务中所涉及的原理图、接线图、素材等比赛资料，都存放在 “辅助资料” 文件夹中。

● 竞赛答题卡完成后，必须转化为 PDF 格式。最终成绩评判，以 U 盘中 PDF 格式的**竞赛答题卡**为准，在竞赛任务书上作答无效。在竞赛答题卡上作答、但未按照要求转换成 PDF 格式或者未存放在 U 盘指定目录下，对评分造成影响，责任由参赛队伍自负。

● 要求提交的截图\照片、视频、文档等资料都必须存放到“提交资料”文件夹中，比赛结束前，将需要提交的竞赛文件按要求命名后全部拷贝到 U 盘“提交资料”文件夹中，比赛结束时一并提交。比赛提交结果以 U 盘为准。参赛队伍未按照要求存储或者提交，对评分造成影响，责任自负。

● 竞赛答题卡中的截图\照片必须按照题目要求进行命名，且截图/照片必须保持清晰，若因照片模糊、排版错乱影响评分，责任由参赛队伍自负。

● 截图可使用 windows 系统自带的“截图工具”，图片保存为 PNG 格式(默认设置)。

● 使用竞赛配置的摄像头进行拍照，保存为 PNG 格式，使用方法见附录一。

● 题目要求录像时，须将指定内容进行录像，视频输出格式：**wmv**（视频录制软件已经设置好），视频名称要与题目要求完全一致。录制使用方法见附录一。

● 竞赛答题过程中，须定时保存竞赛答题卡，以防文件丢失。建议在主控台的计算机中和 U 盘中对需要提交的比赛文件都进行备份，以防文件损坏和丢失。

任务一 信号系统逻辑设计与配置（10分）

（一）信号设备逻辑设计（6分）

1. 画出CTCS-3级（兼容CTCS-2级）列控系统临时限速命令从CTC下发到车载设备的完整流程，图片命名为“图1-1-逻辑关系图”。（画图软件用WPS软件，或者将图绘制在A4纸上，用摄像头拍照），并将图片保存至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

2. 请写出移频柜内区段6的接收器连接的CAN总线名称（请从CAND1, CAND2, CANE1, CANE2中选择）。并将答案保存至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。



移频柜

3. CTCS-2级列控系统中防止列车超速运行包括哪些内容？（请列举出4点），并将答案保存至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

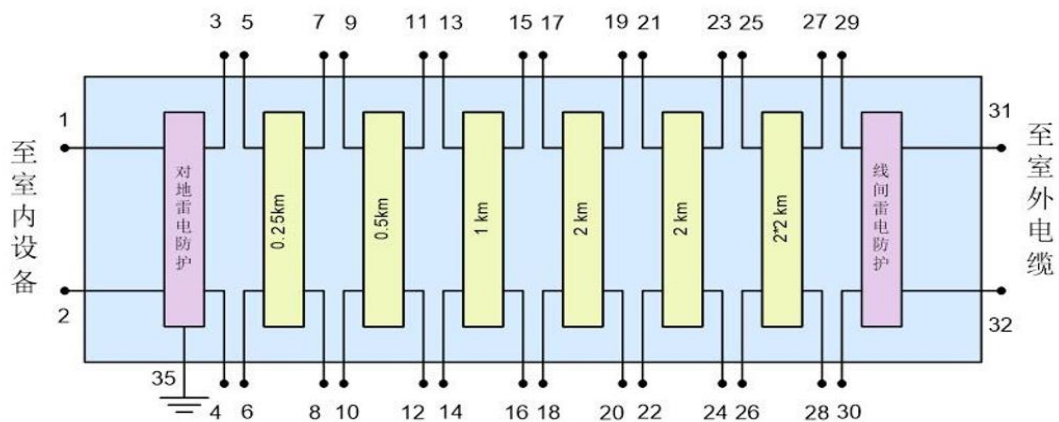
（二）写出各信号设备主要配置参数和传输参数（4分）

参数1：根据U盘根目录“辅助资料\任务一\任务一站场图.png”，写出轨道区段926BG，944AG对应的载频值。

参数2：查阅并分析U盘根目录“辅助资料\任务一\发送器工作原理.pdf”参考资料,若要发送器的功出电压最大，请写出对应的发送器电平调整接线方式。

参数3：根据U盘根目录“辅助资料\任务一”中提供的“衰耗盘接线图.png”和“参数参照表.pdf”，写出衰耗盘主轨道接收电平。

参数4：已知送端模拟网络盘对应的室外实际电缆长度8.5km,算出送端模拟网络盘补偿电缆长度（总设计长度是10km），并根据下面的模拟网络盘原理图写出该场景下送端模拟网络盘的接线方式。



模拟网络盘原理图

并将以上结果填写到U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

任务二 信号控制系统安装部署（25分）

（一）系统设备安装、布线（14分）

根据U盘根目录“辅助资料\任务二”中提供的“任务二轨道交通信号控制系统信号组合柜布线图”、“任务二轨道交通信号控制系统信号主控台布线图”、“任务二轨道交通信号控制系统信号主控台对插端子图”对轨道交通信号控制系统信号组合柜、主控台设备（输入输出端子板、CAN转接板、直流24V正极电源接线端子排、直流24V负极电源接线端子排、发送器、接收器、衰耗盘、轨道继电器、方向继电器、轨道模拟盘、模拟网络盘、温湿度传感器、报警灯、照明灯、EM231、开右侧门按钮、关右侧门按钮、右侧门开启指示灯、右侧门关闭指示灯等）进行安装布线，并完成通电试验和调试。

注意：上电之前确保设备接线正确，设备上所有模块安装牢固、接触良好。

要求如下：

- （1）安装布线过程遵守**安全操作规范**（贴在主控台右侧）。
- （2）模块的安装位置正确牢固，螺丝、螺母选型合理。
- （3）线号管与走线对应正确，且字体方向一致。
- （4）冷压端子、对插端子选型正确，压制牢固，无铜线裸露。

(5) 继电器焊接处加塑料套管，焊接方式穿焊，焊点光滑无毛刺。

(6) 严格按照布线图中的线色及接线要求接线，且线序正确，布局合理。

(7) 在整体上，走线合理、整齐、长短适宜、美观大方。

(8) 提交试卷前，确保线槽盖及机柜盖盖好。

(二) 功能调试 (6分)

1. 上电后，使“831AG”轨道模拟盘处在空闲状态，观察发送器、接收器、衰耗盘的指示灯，若指示灯全为绿色，则为正常状态。并将工作状态正常的发送器、接收器、衰耗盘进行拍照（要求在一张照片上能清晰的看到三个设备的指示灯显示状态），图片命名为“**图2-1-移频设备状态**”。将“831AG”轨道模拟盘拨至占用状态，对衰耗盘进行拍照，图片命名为“**图2-2-衰耗盘**”。并将以上两张图片粘贴至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

2. 将U盘根目录“辅助资料\任务二\PLC测试程序.mwp”下载到PLC中（程序已加密），将U盘根目录“辅助资料\任务二\人机交互界面测试程序.emtp”下载到人机交互界面中，连接好PLC与人机交互界面的通信线，运行PLC和人机交互界面，对人机交互界面拍照，图片命名为“**图2-3-数据显示**”；点击人机交互界面右上角“下一页”进入人机交互界面的下一个界面，按下开右侧门按钮，对人机交互界面拍照，图片命名为“**图2-4-状态显示1**”；按下关右侧门按钮，对人机

交互界面拍照，图片命名为“**图2-5-状态显示2**”；并将以上三张图片粘贴至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

（三）环境部署（5分）

信号组合柜各信号设备上电，打开组合柜列控中心设备上的“启动轨道交通信号控制系统实训平台”软件，对启动后的“轨道交通信号控制系统操作终端”软件界面进行操作，使其显示低频和载频信息，将界面缩放至能完整且清晰的显示整个站场图，并将该“轨道交通信号控制系统操作终端”界面截图，图片命名为“**图2-6-操作终端界面**”；

将正面左数1-7块轨道模拟盘都拨到空闲状态，对DI板拍照（要求图片上能清楚的看到指示灯的状态），图片命名为“**图2-7-空闲**”，将正面左数1-7块轨道模拟盘都拨到占用状态，对该“轨道交通信号控制系统操作终端”界面截图，图片命名为“**图2-8-占用**”。

请执行相应操作，使PIO视图中最右侧“驱动板”的S_ZGFJ亮绿灯，将操作后的PIO视图界面截图，图片命名保存为“**图2-9-PIO视图界面**”。

并将上述四张图片粘贴至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

任务三信号控制系统故障原因分析追查（20分）

背景介绍：信号组合柜上有8个轨道模拟盘，依次对应信号组合柜上8个轨道继电器。正常情况下，当某一个轨道模拟盘上的拨动开关拨到空闲状态时，对应的轨道继电器就会吸起，当拨动开关拨到占

用状态时，对应的轨道继电器就会落下；如果打开信号组合柜列控中心设备上的“轨道交通信号控制系统操作终端”软件，可以查看到系统站场图上对应区段分别为蓝色光带（对应轨道模拟盘拨到空闲状态）和红色光带（对应轨道模拟盘拨到占用状态）。

注意：8个轨道模拟盘中正面左数第8块轨道模拟盘（电路板名称：轨道模拟盘V1.6）增加了电压范围检测电路，可调电源输出的电压在25V和16.39V之间（精确到小数点后2位，四舍五入），此时电压范围检测电路中的LED3（黄灯）亮起。（电压检测电路正常，LED3亮起）。

（一）确定故障现象（8分）

根据提供的文档资料（U盘根目录“辅助资料\任务三\轨道模拟盘原理图、元器件参考手册和轨道继电器说明书.pdf”）结合任务三背景介绍判断并维修信号组合柜上的故障轨道模拟盘，将故障定位、处理方法填写到表3.1中（**注意：**答案须填写到U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”对应的表3.1中）。

（**提示：**共4处需要维修。原理图中没有设计性的错误，但电路板上可能出现器件焊错、器件选错、器件质量问题等故障。如有必要，可以适当割线、跳线、更换器件，使得拨动开关可以正常控制继电器。其中， R_a 、 R_b 与 R_x 三个电阻在原理图中的参数缺失，且没有焊接；这三个电阻不计为故障，参赛选手需根据电源芯片与继电器的参数，通过计算，再到“维修物料包”中选取合适的电阻进行维修。如“维修物料包”中没有合适的电阻，可把电阻进行串联、并联处理。）

表 3.1 轨道模拟盘故障排查记录表

故障定位	处理方法
电路板名称+元器件符号+故障（过大，过小，焊错、空焊等）。示例：轨道模拟盘V1.6 R100 电阻过大	将故障定位的元器件修改为xxx或者添加或者重新焊接。示例：轨道模拟盘V1.6 R100阻值修改成1K。

（二）故障排查与维修（8分）

确定故障后，利用万用表、烙铁等工具对故障轨道模拟盘进行维修，把维修后的轨道模拟盘安装到信号组合柜原来的位置，上电测试。

1. 把维修后的轨道模拟盘拨到空闲状态，同时使用工具箱里提供的万用表直流电压档红黑表笔分别测量维修的轨道模拟盘电路板上的两个测试点T1、T2，对测量结果进行拍照，图片命名为“图3-1-轨道模拟盘空闲”；

2. 把维修的轨道模拟盘拨到占用状态，同时使用工具箱里提供的万用表直流电压档红黑表笔分别测量维修的轨道模拟盘电路板上的两个测试点T1、T2，对测量结果进行拍照，图片命名为“图3-2-轨道模拟盘占用”；并将上述两张图片粘贴到U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

注意：

①插拔轨道模拟盘后面的供电端子须断开24V 电源；

②参赛队维修过程中使用的元器件全部在大赛执委会提供的“维修物料包”中，竞赛过程中不得再申领元器件；

③拍照后的图片完整清晰，并能显示整个维修的轨道模拟盘电路

板和万用表上测量显示的数值。

（三）数据测量（4分）

测量并记录“831AG”区段在空闲状态下信号组合柜设备上各测试点的数据。测试点的位置在U盘根目录“辅助资料\任务三”中的“任务三轨道交通信号控制系统信号组合柜测试图.pdf”中已经标注A,B,C,D四处，（A,B,D用万用表交流电压档测量，C用万用表直流电压档进行测量）将结果填写到U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”对应的表3.2中。并将对应状态下万用表测量的显示屏进行拍照（照片中要包含测量结果的数值），图片分别命名为“图3-3-1”、“图3-3-2”、“图3-3-3”、“图3-3-4”），并将以上四张图片分别粘帖至U盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

注意：

①拍照后的图片完整清晰，并能显示出测量位置及万用表上测量显示的示数。

②表3.2中填写的测试结果须与对应图片上万用表显示屏示数一致，否则不得分。

表3.2 数据测量记录表

插孔位置	测试结果（单位：V）
A	
B	
C	
D	

任务四 智能监控辅助系统开发（20分）

一、 人机交互界面设计-列车运行管理系统设计（10 分）

高速铁路中列车运行管理非常重要，行车安全运行控制是首位，为了保证乘客的乘车舒适性，车内环境数据监测、车内设备的控制也变得非常必要，随着列车运行速度的提高，可能遇到的各种危险因素也在增多。高铁线路易受大风、暴雨的影响，为了保障行车安全，提高运输效率，需建设包括风、雨的气象监测系统和异物入侵监控系统，使高速铁路具备在大风、暴雨气象条件下抵御灾害的能力。另外，过去列车低速运行时，以人为驾驶为主，当线路上有障碍物时，从目视发现到列车制动停止，时间和距离上尚可保证安全，意外较少。高速铁路列车运行速度快，时速 200km 的高速列车常规制动距离约 10km，紧急制动距离为 6km，当轨道出现异物或灾害时，目视瞭望已不能保证行车安全，危险大大增加。因此，针对以上需求，利用人机交互界面编程软件进行列车运行管理系统设计。

注意：

①界面中所有文字字体设置无要求，建议设置为楷体、微软雅黑等常用字体；

②界面中所有文字字体颜色有要求，请务必按照图示字体颜色进行设置。

（提示：所需的图片资源在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面\人机交互界面素材”中，做题时请使用图片原尺寸。）

（一）列车运行管理系统登录及权限设计（1 分）

列车运行管理系统登录主界面如图 4.1 所示。标题采用滚动显示方式。按下标题下方按钮，弹出登录窗口，如图 4.2 所示。



图 4.1 系统登录主界面



图 4.2 登录窗口界面


三种用户分别为乘务员、操作员、管理员。乘务员默认密码为 444，操作员默认密码为 555，管理员默认密码为 666。输入正确密码，弹出进入按钮，点击按钮可跳转至“请选择用户类型”界面。输入错误弹出错误提示窗口，如图 4.3 所示。



图 4.3 登陆失败错误提示

设计乘务员、操作员、管理员三种按钮，如图 4.4 所示。已知权限等级为管理员>操作员>乘务员，管理员可以点击所有按钮。操作员可以点击乘务员和操作员按钮，乘务员只能点击自己的按钮。若无权限，弹出提示窗口，如图 4.5 所示。点击乘务员按钮，跳转至“列车室内环境监测区”界面；点击操作员按钮，跳转至列车环境控制操作区界面；点击管理员按钮，跳转至列车运行控制区界面。

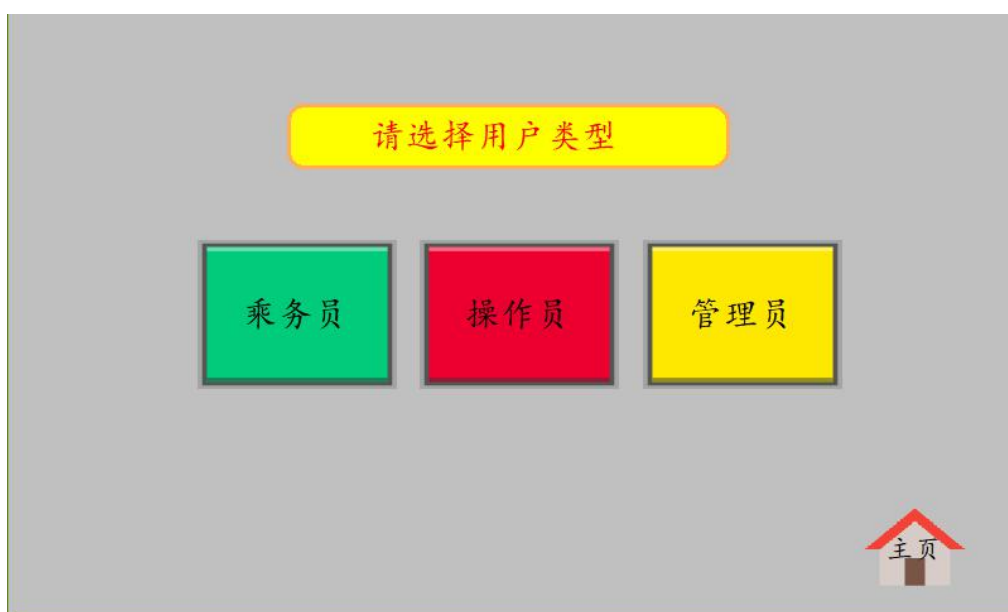


图 4.4 选择用户类型

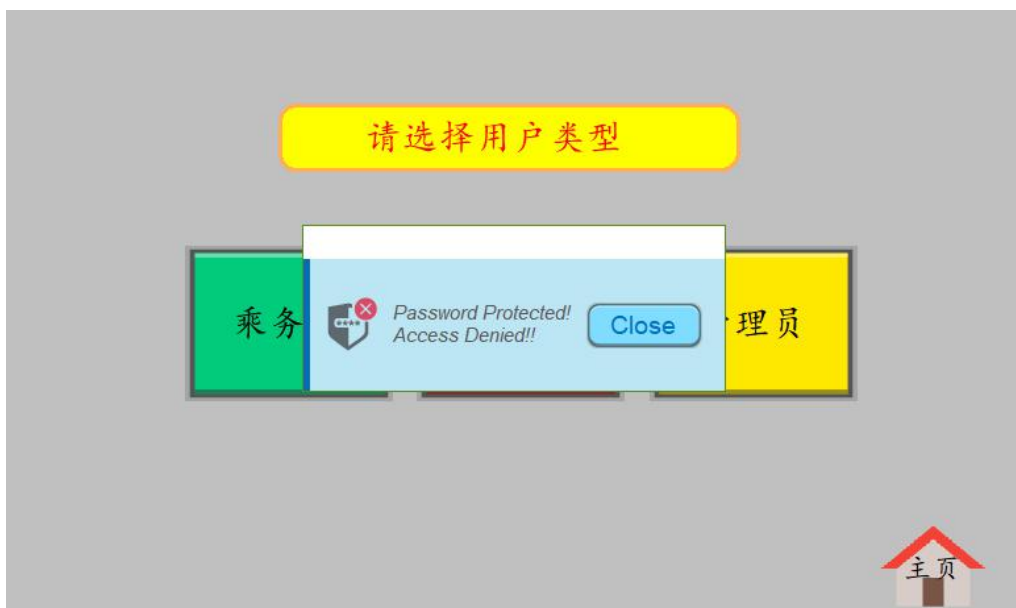


图 4.5 无权限提示

将设计完成的以上界面下载至人机交互界面中，将系统登录主界面，乘务员、操作员、管理员 3 个用户的登录窗口，登录失败，登录成功，以及乘务员、操作员、管理员的权限功能录制视频，将录制的视频命名为“**列车运行管理系统登录及权限设计.wmv**”，并保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\人机交互界面视频”中。“列车运行管理系统登录及权限设计”功能演示视频在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面”中。

（二）列车室内环境监测区设计（1 分）

列车室内环境监测区可实时显示当前的时间，编写 PLC 环境数据采集程序，在人机交互界面上实时显示当前环境的温度数据、湿度数据、光照数据、烟雾状态（按下主控台上烟雾传感器上的黑色按钮来模拟有烟雾）。界面如图 4.6 所示。将设计完成的界面下载至人机交互界面中，将“列车室内环境监测区”功能录像，要求录像中包含当前时间、3 个实时数据（录像至少 5S，可观察到时间和 3 个数据的变

化)、烟雾的 2 种状态（包含主控台上烟雾传感器上黑色按钮的按下和松开的过程），将录制的视频命名为“列车室内环境监测区.wmv”，并保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\人机交互界面视频”中。“列车室内环境监测区”功能演示视频在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面中。



图 4.6 列车室内环境监测区

（三）列车环境控制操作区设计（2 分）

列车环境控制操作区分为手动控制操作区和模拟控制操作区 2 部分，手动控制操作区可点击该界面区域下方的按钮来控制人机交互界面和主控台上的照明灯及风扇的打开关闭，模拟控制操作区模拟了温度过高的故障操作，模拟温度值（数据格式 16-bit Unsigned），通过点击制冷上方的按钮控制当前模拟温度值的变化，按钮的关闭打开对应制冷和加热 2 种状态，当按钮处于加热状态时，温度值自 0 开始增加，每秒 10℃递增至 100℃为止，当按钮处于制冷状态时，温度值自 100 开始递减，每秒 10℃递减至 0℃为止，柱状图显示当前的模拟温

度值的变化，当当前的模拟温度值大于 50°C 时，表示发生了温度过高故障，柱状图整体颜色变为红色，显示报警信息“温度过高故障发生”，人机交互界面报警灯亮和主控台上的设备报警灯闪烁，此时点击复位按钮，不能控制人机交互界面报警灯灭和主控台上的设备报警灯灭，报警信息“温度过高故障发生”依然显示，当当前的模拟温度值小于 50°C 时，表示故障解除，柱状图整体颜色变为蓝色，此时报警灯仍然为亮的状态，报警信息“温度过高故障发生”依然显示，此时可通过复位按钮控制人机交互界面报警灯灭和主控台上的设备报警灯灭，同时报警信息“温度过高故障发生”不显示，初始化界面如图 4.7 所示，温度过高故障发生如图 4.8 所示，温度过高故障解除不复位如图 4.9 所示，温度过高故障解除后复位如图 4.10 所示，将设计完成的界面下载至人机交互界面中，将“列车环境控制操作区”录像，要求录像中包含手动控制区照明灯和风扇的打开关闭（包含主控台上 2 种设备的打开关闭状态）、模拟控制操作区加热至温度过高故障发生、故障发生时复位、故障解除不复位、故障解除后复位功能，将录制的视频命名为“**列车环境控制操作区.wmv**”，并保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\人机交互界面视频”中。“列车环境控制操作区”功能演示视频在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面”中。

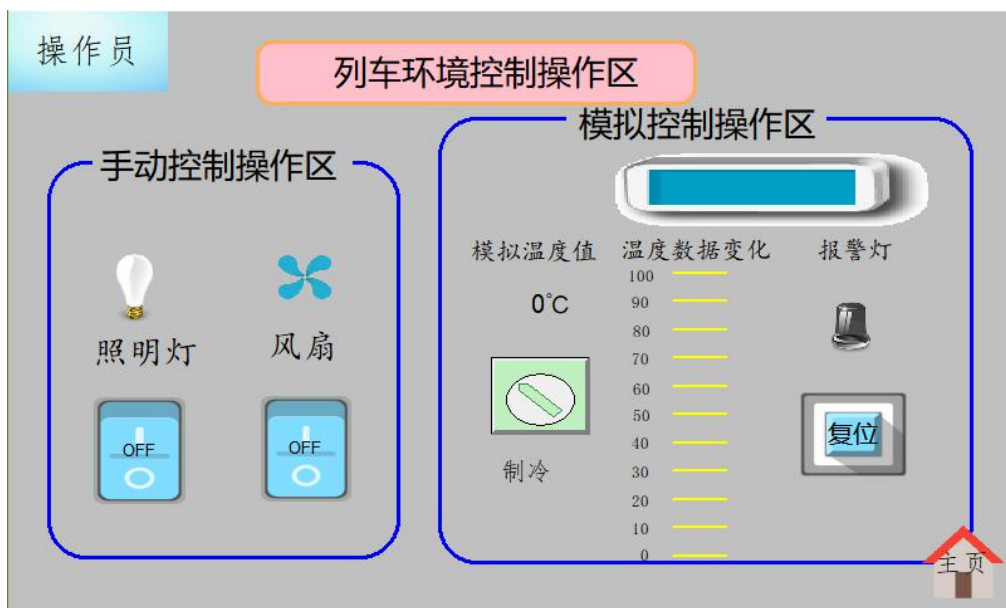


图 4.7 列车环境控制操作区初始化界面

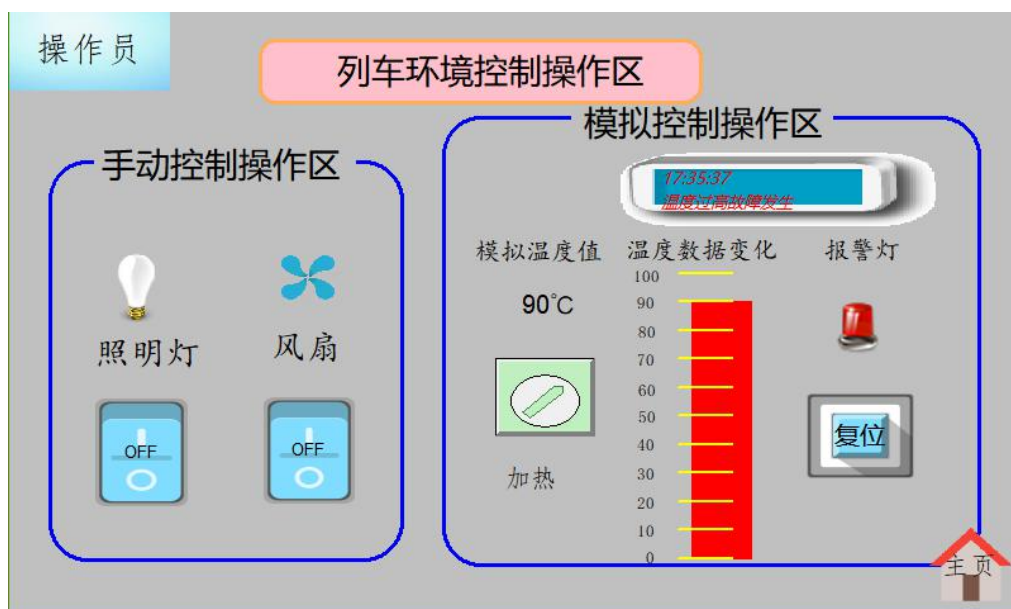


图 4.8 温度过高故障发生

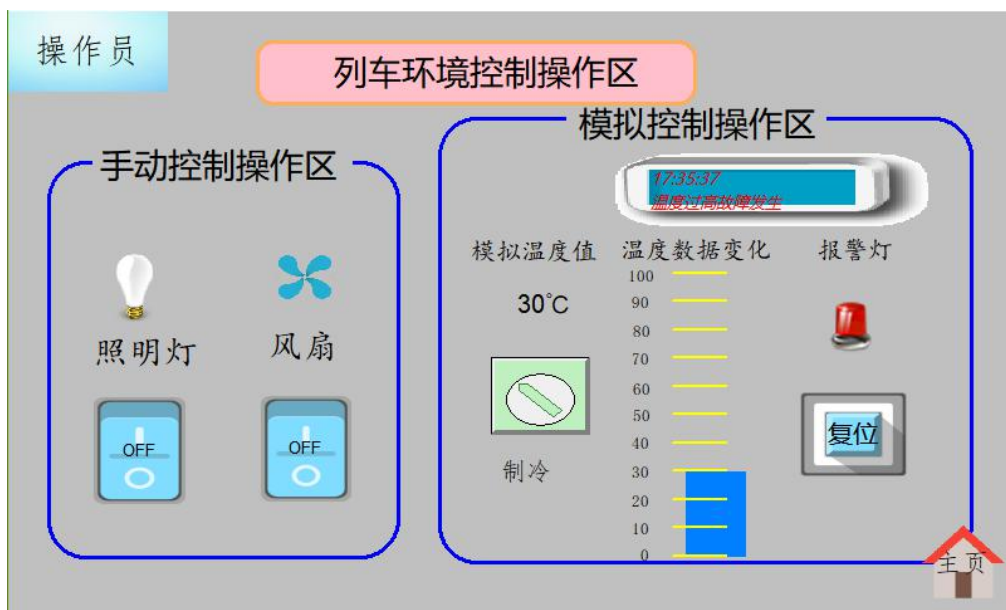


图 4.9 温度过高故障解除不复位

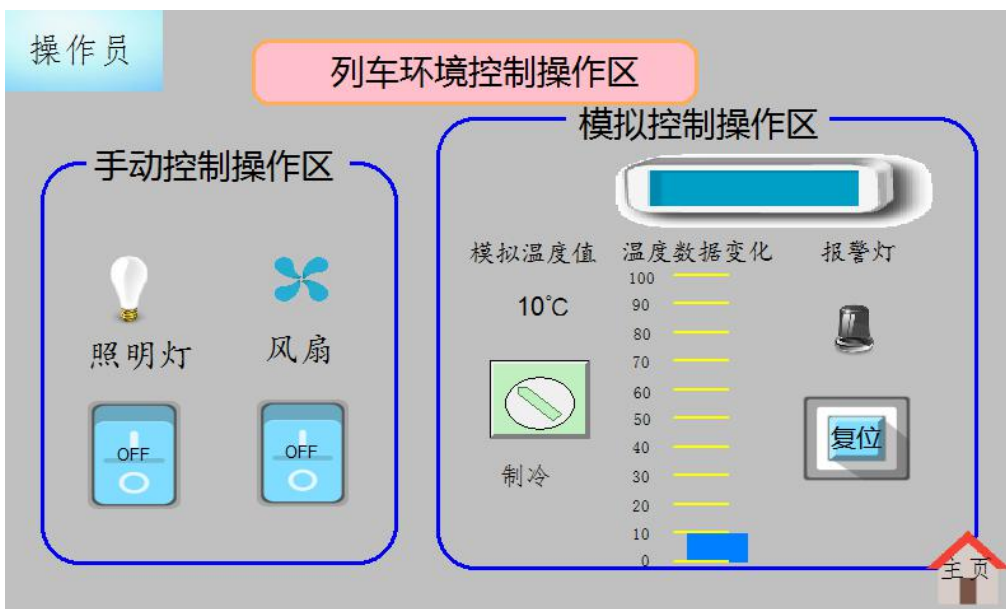


图 4.10 温度过高故障解除复位

(四) 列车运行控制区设计及故障信息统计设计 (6 分)

将 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面\PLC 列车控制程序.mwp”下载至 PLC 中 (程序已加密), PLC 列车控制程序与人机交互界面通信波特率为 19200, 人机交互界面发给 PLC 的数据存放在 VB0 中, PLC 发给人机交互的数据存放在 VB1 中, PLC 接收到人机交互界面发的数据后控制主控台上的按钮按下是否有效, 列车运行过程中,

人机交互界面发送数据给 PLC, 人机交互列车在第 1 区段发送 1 给 PLC, 人机交互列车在第 2 区段发送 2 给 PLC, 此时主控台左侧开门按钮按下才有效, 按下之后 PLC 发送 1 给人机交互界面, 人机交互列车在第 5 区段发送 5 给 PLC, 列车在第 6 区段发送 6 给 PLC, 此时主控台右侧开门按钮按下才有效, 按下之后 PLC 发送 3 给人机交互界面, PLC 接收到人机交互发送的数据 11, 此时主控台左侧关门按钮按下才有效, 按下后发送数据 2 给人机交互界面, PLC 接收到人机交互发送的数据 12, 此时主控台右侧关门按钮按下才有效, 按下后发送数据 4 给人机交互界面, 根据以上通信信息, 编写人机交互列车运行控制区设计及故障信息统计设计功能界面。

4.1 列车运行控制区设计 (5 分)

列车在环形轨道上循环行驶, 在列车运行过程中可能会遇到轨道出现异物或灾害的情况, 列车轨道上共有 10 个轨道区段, 如图 4.11 所示, 当前列车所在区段为第 1 区段, 2 个黄色三角之间为 1 个区段, 自第 1 区段后按照列车轨道顺时针方向依次为第 2 第 3 区段至第 10 区段, 正常情况下列车以时速 200km/h 在闭环轨道上循环行驶 (循环行驶中在 1 区段不停车), 只有至前方是故障区段才会停车, 其中第 5 和第 9 这 2 个轨道区段可能存在故障, 列车运行至故障区段的前方要减速停车, 故障清除后列车加速运行至 200km/h 后保持该时速运行, 列车运行所在区段为红色, 故障轨道区段也为红色, 其他区段显示正常的轨道颜色, 我们使用主控制台 4 个按钮定点模拟大雪、异物入侵灾害故障, 如表 4.1 所示

表 4.1 主控台按钮及故障对应关系

主控台按钮	模拟故障情况	对应轨道区段情况
左侧开门按钮按下	前方大雪	第 5 个轨道区段 形成大雪故障
左侧关门按钮按下	大雪清除	5 区段故障清除
右侧开门按钮按下	前方异物	第 9 个轨道区段 形成异物故障
右侧关门按钮按下	异物清除	9 区段故障清除

只有在故障轨道区段（不包括故障轨道区段）前 4 个轨道区段中的前 2 个区段才能操作主控台按钮才能实现故障设置，其他轨道区段操作主控台按钮设置故障无效，故障发生后，在故障轨道区段（不包括故障区段）前方 2 个轨道区段是紧急制动距离，列车减速，每个区段降速 100km/h，从 200km/h 减速到 100km/h，再减速到 0km/h，列车停车；列车停车后才能设置故障清除，在故障前 1 个轨道区段（不包括故障轨道区段）上才能操作主控台按钮设置故障清除，其他轨道区段操作主控台按钮清除故障无效，故障清除后 2 个轨道区段，列车加速，每个区段增速 100km/h，从 0km/h 加速到 100km/h，再加速到 200km/h，列车上方实时显示当前列车速度值及速度曲线。当列车收到故障消息后，报警灯亮，需要显示红色报警信息，“前方存在大雪/异物故障，请减速”，列车减速行驶，减速停车后，报警信息消失；当列车收到故障清除后，报警灯灭，显示黑色报警信息，“前方大雪/异物故障清除，请加速”，列车加速行驶 200km/时，报警信息消失。

列车运行控制区初始化界面如图 4.11 所示，“列车运行控制区设计”功能演示视频在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面中”。

注：列车在轨道上循环行驶，只有前方故障区段才会停车，列车运行时，每 2 个区段的列车运行间隔为 6S。

说明：假设 8 轨道存在故障，那么在 4 轨道及 5 轨道才能设置 8 轨道故障,故障设置后,6 轨道及 7 轨道是减速停车区段，故障清除后，8 轨道以及 9 轨道区段是加速区段。



图 4.11 列车运行控制区初始化界面

录制视频时，要求按照以下（1）-（6）顺序录制功能视频

（1）在 10 个轨道区段上，设置第 5 区段故障，相应区段列车减速至列车停车，清除当前故障后，列车加速至 200，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当前时速，显示报警信息。

（2）在 10 个轨道区段上，不设置故障时，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当前时速，不显示报警信息。

（3）在 10 个轨道区段上，不设置第 5 区段故障，按下设置第 9 区段故障，相应区段列车减速至列车停车，清除当前故障后，列车加速至 200，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当

前时速，显示报警信息。

(4) 在 10 个轨道区段上，设置第 5 区段故障，相应区段列车减速至列车停车，清除当前故障后，列车加速至 200，再设置第 9 区段故障，相应区段列车减速至列车停车，清除当前故障后，列车加速至 200，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当前时速，显示报警信息。

(5) 在 10 个轨道区段上，不设置故障时，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当前时速，不显示报警信息。

(6) 在 10 个轨道区段上，设置第 5 区段故障，相应区段列车减速至列车停车，清除当前故障后，列车加速至 200，列车从 1-10 个轨道区段运行过程，要求数值与曲线显示当前时速，显示报警信息。

4.2 故障信息统计设计（1 分）

将 4.1 功能故障设置进行信息统计，并显示在列车运行故障信息统计表和列车运行故障信息统计图中，列车运行故障信息统计图中显示发生过的故障。如图 4.12 所示。

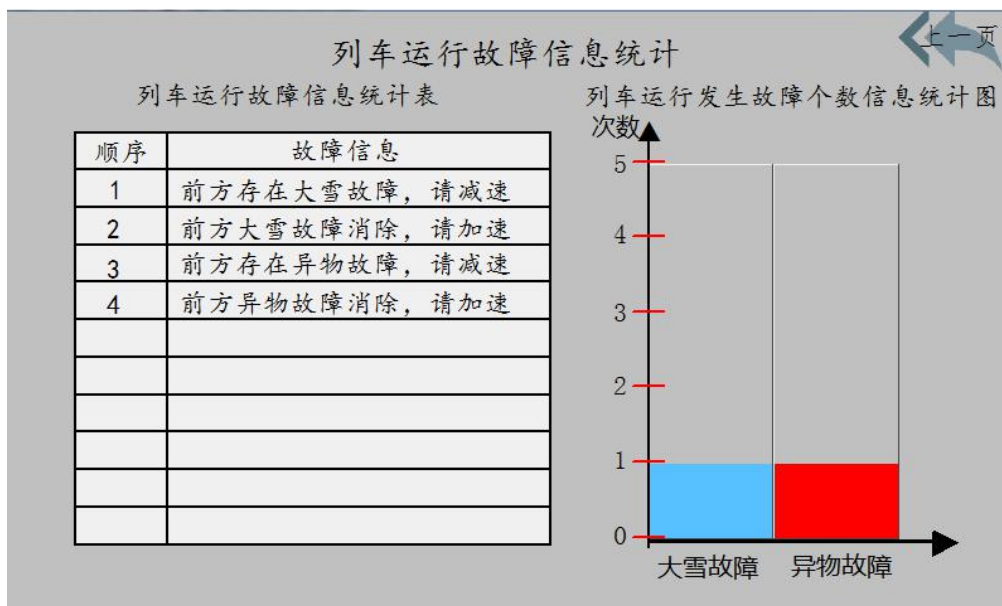


图 4.12 列车故障信息统计

列车运行控制区设计及故障信息统计设计完成后，设计完成的界面下载至人机交互界面中，将“列车运行控制区设计及故障信息统计设计”功能录像，要求按照 4.1 功能顺序及 4.2 故障信息统计设计界面录制 1 个视频，视频中需包含清晰的人机交互界面、设置故障与取消故障需包含清晰主控台按钮操作及故障信息统计界面，将录制的视频命名为“列车运行控制区设计及故障信息统计设计.wmv”，并保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\人机交互界面视频”中。“列车运行控制区设计及故障信息统计设计”功能演示视频在 U 盘根目录“辅助资料\任务四\人机交互界面中”。

将完成的“人机交互界面设计-列车运行管理系统设计”的完整工程文件，命名为“列车运行管理系统设计界面”，并保存在“提交资料\任务四\人机交互界面程序”中。

二、PLC 程序设计（10 分）

（一）PLC 顺序功能图设计（2 分）

1. 任务背景

列车驾驶室内装有智能空调一台，空调的启动与停止利用 S7-200PLC 进行控制，而且 PLC 的数字量输入端口连接到一个数字量输出的温度传感器模块的输出端口（温度传感器模块检测到温度大于 25℃，输出高电平（+24V）；检测到温度小于 25℃，输出低电平（0V）），温度传感器模块检查驾驶室内部的温度，并把检查结果传给 PLC 进而控制空调运行模式（制热模式、制冷模式和送风模式），司机驾驶台上装有 2 个按钮：空调启动按钮 SB1 和空调停止按钮 SB2，两个按钮也

连接到 S7-200PLC 的数字量输入端口。

2. 功能描述

① 空调启动按钮 SB1 按下后, 温度传感器模块开始检查驾驶室内温度。

② 如果驾驶室内温度小于 25℃, 空调则循环间歇式制热 (制热 10 分钟, 送风 1 分钟, 送风模式下室内温度不变化), 期间温度大于 25℃时, 则立刻开始制冷;

③ 如果驾驶室内温度大于 25℃, 空调则循环间歇式制冷 (制冷 10 分钟, 送风 1 分钟, 送风模式下室内温度不变化), 期间温度小于 25℃时, 则立刻开始制热;

④ 空调停止按钮 SB2 按下后, 无论空调在何种状态下都要立刻停止工作。

注意: SB1 和 SB2 是自恢复按钮;

I/O 分配: 如表 4.2 所示。

表 4.2 I/O 分配表

输入信号	信号元件及作用
I0.0 I0.1 I0.2	SB1: 启动 SB2: 停止 TEM: 温度传感器输出
输出信号	控制对象及作用
Q0.0 Q0.1 Q0.2	空调: 制热模式 空调: 制冷模式 空调: 送风模式

根据以上功能描述, 把提供的 “PLC 顺序功能图答题纸” 补全 (PLC 顺序功能图答题纸为纸质版), 并将补全后的 PLC 顺序功能图

答题纸拍照。图片命名为“图 4-1-顺序功能图”，并粘贴至 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。（注意：顺序功能图介绍可参考 U 盘根目录“辅助资料\任务四\PLC\4.1\顺序功能图说明.pdf”）

（二）PLC 控制系统设计（2 分）

1. 任务背景

列车车厢内部一般配备有温度自动控制系统和烟雾报警系统。温度自动控制系统：当温度高于设定值打开风机送风，当温度低于设定值后则关闭风机；烟雾报警系统：当检测到烟雾后报警灯会闪烁，以提醒列车工作人员进行及时处理。

轨道交通信号控制系统-信号主控台上装有温湿度传感器模块、风机、烟雾传感器模块、报警灯、PLC、EM231 等。现利用主控台上的设备设计出温度自动控制系统与烟雾报警系统（保持任务二模块安装布线不变）。

2. 功能描述

① 用开右侧门按钮模拟系统启动按钮，按下系统启动按钮后，温度自动控制系统与烟雾报警系统开始工作，人机交互界面显示系统已启动，并开始显示当前车厢内温度值及烟雾传感器状态；

② 人机交互界面上有用户温度值设定区，当用户设定的温度值小于车厢内实际温度值时，主控台上风机工作开始送风，同时人机交互界面上风机图片开始转动；当用户设定的温度值大于车厢内实际温度

值时，主控台上风机停止工作，同时人机交互界面上风机图片停止转动；

③ 烟雾传感器模块上有个**黑色按钮**，按下可模拟检测到烟雾（按下后烟雾传感器模块上的指示灯开始频闪，代表检测到烟雾）。当检测到烟雾时，主控台上报警灯开始闪烁，同时人机交互界面上烟雾图片变为检测到烟雾状态且报警灯图片变为点亮状态；停止按烟雾传感器模块上的黑色按钮，烟雾传感器模块上的指示灯停止频闪，代表车厢内已没有烟雾，人机交互界面上烟雾图片变为没有检测到烟雾状态，但此时人机交互界面上的报警灯图片依旧为点亮状态和主控台上的报警灯依旧闪烁，此时需人工按下**关右侧门按钮**（模拟烟雾清除，烟雾报警系统恢复正常），人机交互界面上报警灯图片变为熄灭状态和主控台上的报警灯停止闪烁；

④ 根据①②③功能描述，编写 PLC 程序，将编写完成的 PLC 程序命名为“**列车控制系统.mwp**”，保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\PLC\4.2”文件夹下；人机交互界面程序为“**列车控制系统.emtp**”（已提供），位于 U 盘根目录“辅助资料\任务四\PLC\4.2”文件夹下；

⑤ 将编写完成的 PLC 程序下载到 PLC 和提供的人机交互界面程序下载到人机交互界面，并运行 PLC 与人机交互界面，然后依次操作温度自动控制系统和烟雾报警系统（**整个操作过程及操作后的现象进行视频录制**）。具体步骤如下：

温度自动控制系统操作及现象：

步骤一：人机交互界面启动后，开始拍摄人机交互界面，然后按下右侧门打开按钮，人机交互界面上显示系统已启动、当前温度值显示室内温度，人机交互界面上风机图片转动，主控台上风机转动；

步骤二：在用户设定值区设定温度值（设定温度值要大于当前温度值），人机交互界面上风机图片停止转动和主控台上风机停止转动；

烟雾报警系统操作及现象：

步骤一：在系统启动的基础上，按下烟雾传感器模块上的黑色按钮，主控台上报警灯开始闪烁，同时人机交互界面上烟雾图片变为检测到烟雾状态、报警灯图片变为点亮状态；

步骤二：松开烟雾传感器模块上的黑色按钮，人机交互界面上烟雾图片变为没有检测到烟雾状态，但报警灯图片依旧呈点亮状态，主控台上的报警灯依旧闪烁；

步骤三：按下关右侧门按钮，人机交互界面上报警灯图片变为熄灭状态和主控台上报警灯停止闪烁。

将录制的视频命名为“**列车控制系统演示.wmv**”，保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\PLC\4.2”文件夹下；

PLC 存储区分配：如表 4.3 所示

表 4.3 PLC 存储区分配表

对象	对应 PLC 存储区
真实温度值	VD0
用户设定温度值	VD4
系统已启动/系统未启动	M0.0

其他	查看任务二主控台布线图
----	-------------

注意：

- ① 开右侧门按钮和关右侧门按钮都是**自恢复按钮**；
- ② 真实温度值 = 对应 PLC 模拟量读取值/260-40，保留小数点后两位；

（三）PLC 自由口通信设计（3 分）

1. 任务背景

CTCS-3 级列控系统中控制中心可向列车发送行车命令，列车接收到行车命令后控制列车行驶速度。

2. 功能描述

现利用轨道交通信号控制系统-信号主控台上的设备模拟列车行驶控制。信号主控台的控制中心与 PLC 进行通信(控制中心需装有“列车速度控制”软件，此软件位于 U 盘根目录“辅助资料\任务四\PLC\4.3”文件夹下，拷贝到控制中心的桌面上即可**（软件无需安装，打开即可使用）**）。控制中心发送行车命令给 PLC，PLC 接收到行车命令后控制速度表指向对应的刻度，并作出应答告诉控制中心已收到行车命令。

3. 具体要求

① “列车速度控制”软件与 PLC 进行**自由口模式通信**，通信协议位于 U 盘根目录“辅助资料\任务四\PLC\4.3\列车速度控制通信协议.xlsx”，**波特率 4800，数据位 8 位，停止位：1 位，无校验**；

② 打开“列车速度控制”软件，界面如图 4.3.1 所示，需要配置

端口号，波特率已固化为 4800，此时行车控制下的 3 个按钮无效，无法点击操作（每个按钮代表一种行车速度）。



图 4.3.1

配置完成通信参数后，点击“打开串口”，则如图 4.3.2 所示，此时行车控制下的 3 个按钮有效，可以点击操作。（注意：不同电脑的串口号可能不同）



图 4.3.2

点击行车控制下的按钮，如“80km/h”，PLC 收到命令则会作出应答，“列车速度控制”软件收到应答后，状态显示“OK”，同时主控

台上的速度表指针指向 80。软件界面如图 4.3.3 所示。



图 4.3.3

④ 根据①②③功能描述，编写 PLC 程序，将编写完成的 PLC 程序命名为“**行车速度控制.mwp**”，并保存到 U 盘根目录“提交资料\任务四\PLC\4.3”文件夹下；

⑤ 将编写完成后的 PLC 程序下载到 PLC 中，利用 USB 转 485 通信线连接好 PLC 与控制中心，运行 PLC。打开“列车速度控制.exe”软件，配置完通信参数后点击“打开串口”按钮。利用摄像头对以下操作步骤及现象进行视频录制：

步骤一：点击列车速度控制软件上“80km/h”按钮，则列车速度控制软件**状态显示：OK**，同时主控台上速度表指针指向 80km/h；

步骤二：点击列车速度控制软件上“120km/h”按钮，则列车速度控制软件**状态显示：OK**，同时主控台上速度表指针指向 120km/h；

步骤三：点击列车速度控制软件上“160km/h”按钮，则列车速度控制软件**状态显示：OK**，同时主控台上速度表指针指向 160km/h；

将录制完成后的视频命名为“**行车速度控制.wmv**”，并保存到 U

盘根目录“提交资料\任务四\PLC\4.3”文件夹下。

注意：速度表简介文档位于 U 盘根目录“辅助资料\任务四\PLC\4.3”文件夹下。

（四）PLC Modbus 通信设计（3 分）

1. 任务背景

保持任务二中接线不动，利用 V4.0 STEP 7 Micro WIN SP9 开发环境中集成的 Modbus 库（可参考 STEP7 中的帮助文件资料），编写 PLC 与 Modbus 上位机 Modbus 通信的程序（PLC 做从站，通信参数：波特率 9600，数据：8，停止位：1，无校验）。Modbus 上位机软件打开串口后，会每隔 1S 定时发送查询指令，查询当前的温湿度、光照、光照设定值。

2. 功能描述

① 数据采集模式切换。默认状态下，PLC 温湿度及光照采集功能未开启，Modbus 上位机软件采集到的温湿度及光照值均为 0。开左侧门按钮模拟功能切换按钮，长按功能切换按钮 3S 后，PLC 进入数据采集模式，Modbus 上位机界面显示真实的温湿度及光照值；再次长按功能切换按钮 3S 后，PLC 退出数据采集模式，Modbus 上位机界面显示的温湿度及光照值为 0。将 Modbus 上位机界面及模式切换功能进行录像。

② 光照值设定及联动控制。点击 Modbus 上位机软件中“光照值设定”按钮，Modbus 上位机将设定值写入 PLC 指定地址。设定成功后，Modbus 上位机软件显示当前设定的光照值，PLC 根据设定值进

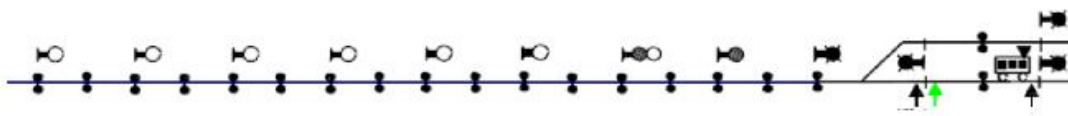
行判断，假设当外界光线值大于设定值时，主控台照明灯关闭，当外界光线值小于设定值时，主控台照明灯打开。将设定完成后的 Modbus 上位机界面和真实情况下主控台照明灯状态进行录像。

Modbus 上位机软件和 Modbus 通信协议详见“辅助资料\任务四\PLC\4.4”。用摄像头录制上述①②过程，命名为“**PLC Modbus 通信.wmv**”，并保存于 U 盘根目录“提交资料\任务四\PLC\4.4”文件夹下。

任务五 信号控制系统综合应用（15 分）

场景一：

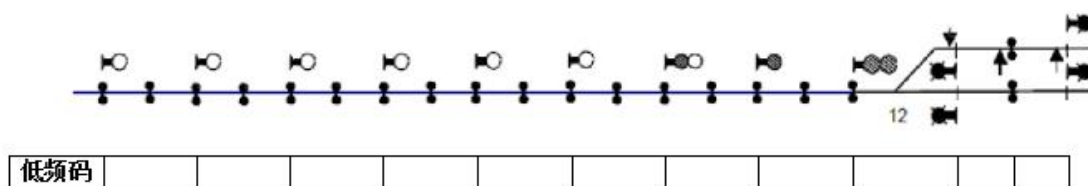
正线接车信号开放，列车进入股道，出站信号未开放，根据列控系统码序控制原则，在 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置写出该场景下各区段的低频码及对应频率。（此题不需要在操作终端软件上操作。）



低频码											
频率											

场景二：

侧线接车进路上的最小号码道岔为 12 号道岔时，侧线接车信号开放，出站信号未开放，根据列控系统码序控制原则，在 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置写出该场景下各区段的低频码。（此题不需要在操作终端软件上操作。）



场景三：

根据列控系统码序控制原则，在轨道交通信号控制系统操作终端上操作，使 4DG 显示 UUS。

要求：

1. 操作终端的站场图上最多只能允许1个区段占用。
2. 将满足要求的最终界面截图。图片命名为“图-场景三”，并粘贴至 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

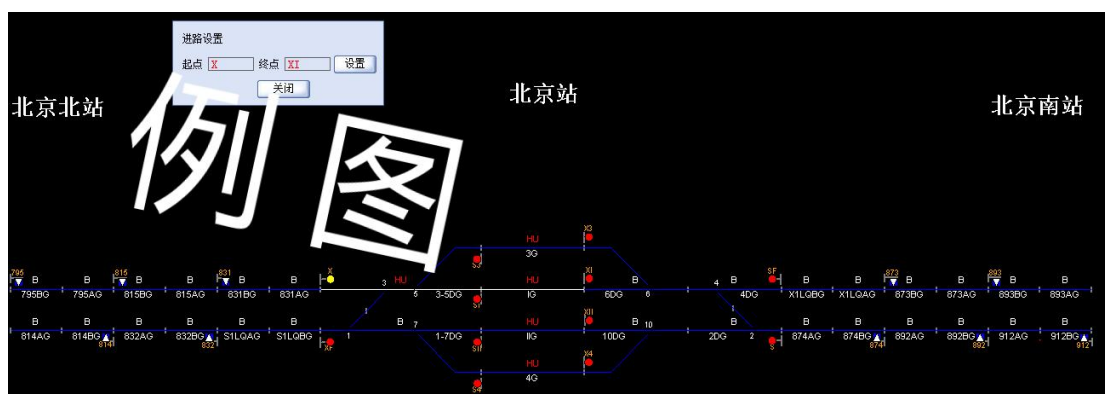
场景四：使 3G 发码为 UU 码。

要求：

1. 操作终端的站场图上最多只能允许 1 个区段占用。
2. 涉及排列进路、改方操作、模拟区段占用操作时均要截图。截图命名为“图 5-X”（X 依次为 1, 2, 3……）。并将图片粘贴至 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置。

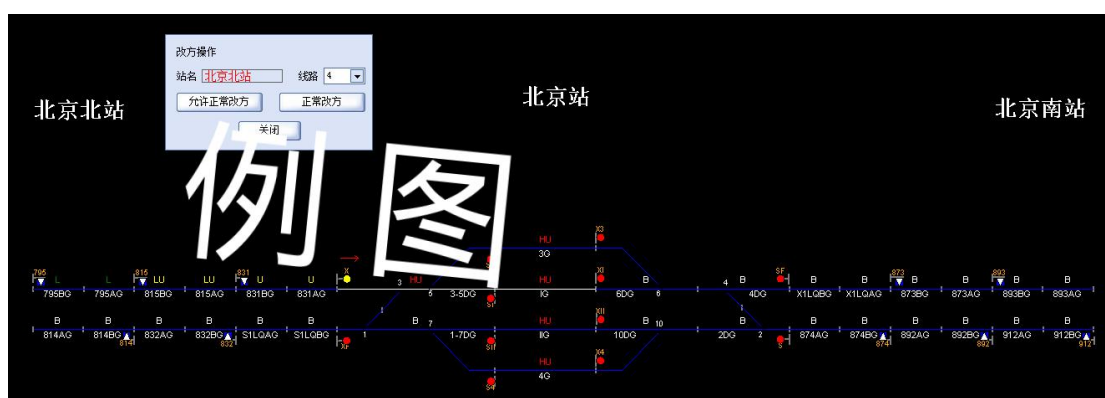
3. 截图要求：

（1）排列进路截图要求明确体现“进路设置”窗口的起点，终点以及进路设置后站场图进路锁闭状态等信息，如例图-排列进路所示。（每条进路截一张图）



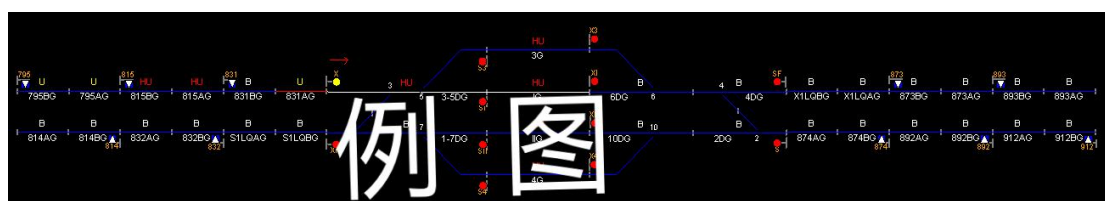
例图-排列进路

(2) 改方操作截图要求体现“改方操作”窗口中的站名、线路以及改方后的站场图区间方向等信息，如例图-改方操作所示。(每个改方操作截一张图)



例图-改方操作

(3) 模拟区段占用截图要求显示整个站场图且包含区段的低频码，区间方向、区段占用及进路等信息，如例图-区段占用所示。



例图-区段占用

注意：

图 5-X 图片在答题卡上先后顺序不做要求。

任务六 操作规范（10分）

（一）工作报告（6分）

在实际岗位中，为了定时梳理工作内容，解决工作过程中的问题，提供工作效率，都需要撰写工作报告。现需要将任务一至任务五的工作报告在 U 盘根目录“提交资料\竞赛答题卡.doc”指定位置填写完整（写在竞赛任务书上无效）。

任务一 信号系统逻辑设计与配置	
任务要求简单描述	
操作过程记录	
实施结果（填写“任务完成”或“任务未完成”，注：任务未完成需描述原因）	
任务二 信号控制系统安装部署	
任务要求简单描述	
操作过程记录	
实施结果（填写“任务完成”或“任务未完成”，注：任务未完成	

需描述原因)	
任务三 信号控制系统故障原因分析追查	
任务要求简单描述	
操作过程记录	
实施结果（填写“任务完成”或“任务未完成”，注：任务未完成需描述原因）	
任务四 智能监控辅助系统开发	
任务要求简单描述	
操作过程记录	
实施结果（填写“任务完成”或“任务未完成”，注：任务未完成需描述原因）	
任务五 信号控制系统综合应用	
任务要求简单描述	
操作过程记录	
实施结果（填写“任务完成”或“任务未完成”，注：任务未完成需描述原因）	

（二）现场管理及安全（4分）

1. 遵守安全操作规范。
2. 文明竞赛，服从管理。
3. 工位环境整洁、卫生。
4. 参赛队要做到工作井然有序、不跨区操作。
5. 接触机柜外壁（包括拆装机柜门）或机柜内部进行安装拆卸布线时需要佩戴绝缘手套。
6. 维修或焊接电路板时需要佩戴防静电手环。

附录一 摄像头使用方法步骤

（一）拍照使用方法

1. 电脑插上 USB 摄像头→双击打开桌面 AMCap 汉化版程序→摄像头对准需要拍照的地方，旋转摄像头前面的金属圆框调整焦距。

2. 固定摄像头并按下键盘 Ctrl+L（或者直接按下摄像头上方的黑色按钮进行拍照）。

3. 拍照保存的图片默认是桌面，再根据题目要求把照片放到相应的位置即可。

注意：为了防止拍照时候手的抖动造成图片模糊，建议先固定摄像头再按下键盘 Ctrl+L 快捷键完成拍照。

（二）录像使用方法

1. 电脑插上 USB 摄像头→双击打开桌面 AMCap 汉化版程序；
摄像头对准需要录制的地方，旋转摄像头前面的金属圆框调整焦距。

2. 在 AMCap 软件菜单栏选择捕捉→开始捕捉→弹出“设置捕捉文件”窗口→选择路径为桌面，输入生成录像文件的名称→弹出“设置文件大小”窗口，使用默认选项，点击确定→弹出“准备捕捉”窗口→点击确定，开始进行视频录制。

3. 结束录制。在 AMCap 软件菜单栏选择捕捉→停止捕捉。结束录制之后，录制文件会自动生成到桌面。

注意：为了防止录像时候手的抖动造成模糊，建议先固定摄像头再按下键盘 Ctrl+C 快捷键或者在 AMCap 软件菜单栏选择捕捉→开始捕捉，开始录制。