**2023年全国职业院校技能大赛**

**“轨道车辆技术”赛项**

**竞赛模块3：子任务3-4**

**控制电路优化设计**

**竞赛任务书**

**A卷**

场次号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

工位：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

场次号处填写“C1、C2、C3”，例如：C3

工位处填写“两位数的工位号+已确认”，例如：01已确认

**注意事项：**

（1）任务书下发后应仔细检查，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）按要求填写场次号、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，竞赛试卷和提交结果作废，比赛按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（3）任务中要求提交的截图等资料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， 竞赛试卷和提交结果作废，比赛按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（4）竞赛任务书、竞赛工具、竞赛器材及竞赛材料等不得带出竞赛场地，一经发现，竞赛提交结果作废，比赛按零分处理，并且提请赛项执委会进行处罚。

（5）正式比赛前，参赛选手需对竞赛平台进行确认， 正式比赛开始后，参赛选手如测定竞赛技术平台有故障可提出更换，但经现场裁判与技术支持人员测定完好，确属参赛选手误判， 不予任何延时。

（6）竞赛过程中，参赛选手要遵守安全操作规程，确保人身及设备安全，并接受裁判员的监督和警示。竞赛过程中由于参赛选手不规范操作造成的设备模块损 坏，裁判员与裁判长商定后，可根据现场情况和赛项规程给予酌情扣分。

（7）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，裁判长按照赛项规程扣减相应分数。情节严重的取消竞赛资格，竞赛成绩记 为零分。

**特别注意：**

● 要求提交的截图等资料都必须存放到**桌面**“**提交资料/控制电路优化设计**”文件夹中，未按照要求存储或者提交，对评分造成影响，责任自负。

● 各任务中要求的截图必须按照题目要求进行命名。提交的截图必须保持清晰，若因图片模糊影响评分，责任自负。

● 截图可使用windows自带“截图工具”或软件上自带的“截图工具”，必须保存为PNG格式。

● 控制电路优化设计分数占整个城轨车辆技术赛项总分（100分）的8%；控制电路优化设计竞赛任务书共有2个考题：**控制电路优化设计考题1、控制电路优化设计考题2**，每个考题是100分，共计是200分；此部分的最终分数等于2个考题的得分之和除以200然后乘以8（结果保留小数点后2位）。

● 控制电路优化设计**共有2个考题**，软件端首先接收的是考题1，选手可对考题1进行作答，只有考题1作答完成并点击软件右上角的 “**提交试题**” 按钮后软件端方可显示考题2，然后才能在软件端进行考题2作答，考题2作答完成后也需要点击软件右上角的 “**提交试题**”按钮，提交作答内容；

● 软件端点击 “**提交试题**”按钮后则**不可对其进行撤回和再次编辑**，请各位选手一定在确保无误的情况下提交试题；

● 比赛时提供有**纸质竞赛任务书和竞赛任务书相关纸质辅助资料**，选手可在纸质任务书上对考题1、考题2进行作答，然后再在软件端进行作答提交，**软件端和纸质答题卡都需要作答提交**。

● 在**桌面“提交资料”**文件夹下有软件使用说明书“**控制电路优化设计软件使用说明书.pdf**”，可作为参考使用。

# **一、控制电路优化设计考题1（100分）**

## （一）故障现象描述

某地铁车辆开关门操作采用司机手动控制方式，但在开门状态下，司机断开司机台主钥匙一段时间（约5S以上），再次闭合时，发现列车客室车门存在无法保持开门状态而自行关闭的问题，给地铁运营及维修生产带来不良影响。

## （二）客室车门控制电路介绍

**1.司机室激活电路**

列车蓄电池投入，且列车已上电，DC110V非永久母线得电，闭合司机台主钥匙（Key）后，相关继电器得电。

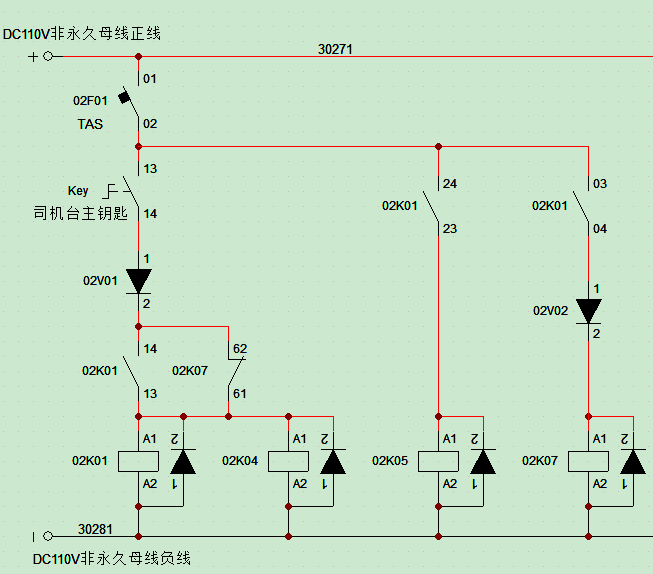


图1 司机室激活电路

1. **开左门电路**
2. 04S01自锁旋钮为列车运行模式选择开关，闭合时，列车运行模式为URM模式；断开时，列车运行在ATP模式；默认列车运行在URM模式；
3. 当列车处于零速时，零速监控继电器02K11得电，这里使用S01自锁旋钮模拟列车零速信号，当S01自锁旋钮闭合后则表示列车处于零速状态；
4. 08K01为左侧门使能继电器；
5. S02为开左门按钮。

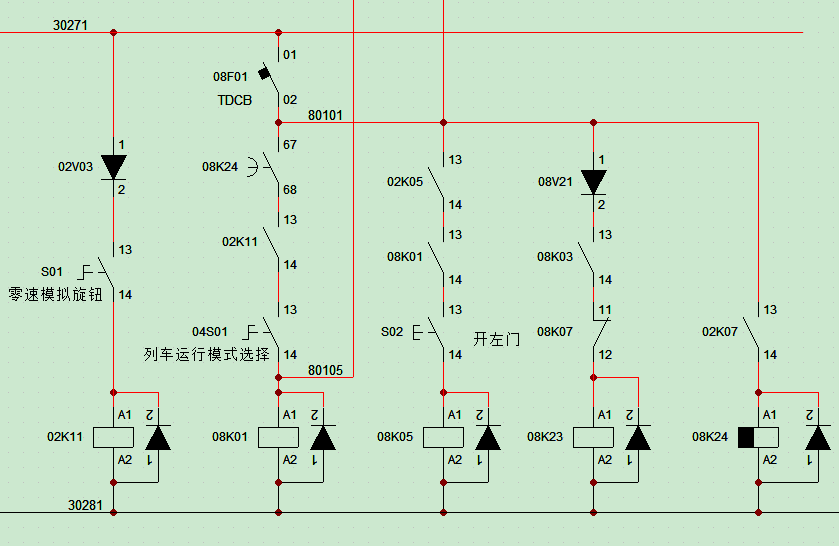


图2 开左门电路

1. **开左门保持电路**

08K03为开门保持继电器，当开门保持继电器 O8KO3 得电并保持时, 左侧车门保持常开状态；当 O8KO3 失电时,左侧车门就会关闭。

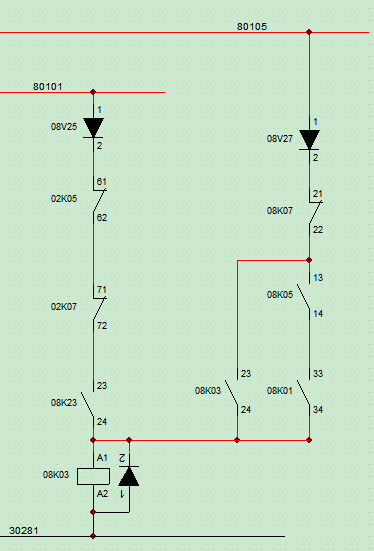


图3 开左门保持电路

经测试发现，在客室车门打开状态下，司机断开主钥匙开关后又立即闭合则客室车门依旧处于保持打开的状态；但是当司机断开主钥匙开关的时间过长（约5S以上），再次闭合主钥匙开关时，客室车门则无法保持打开状态而自动关闭。

经大量测试分析后，需要对开左门保持电路80101支路进行优化设计，如图4 所示，图中**方框表示此处需要优化**；请选择**软件中**提供的优化方式**串并联1、串并联2、串并联3、替换、短接、开路（优化方式介绍见“（三）电路优化设计要求”），**对 “**开左门保持电路**” 进行优化设计，解决“列车到站车门在开门状态下，司机断开司机台主钥匙一段时间（约5S以上），再次闭合时，列车客室车门无法保持开门状态而自行关闭”的问题，使列车到站车门打开后，无论司机如何操作司机台主钥匙，车门依旧保持打开状态。

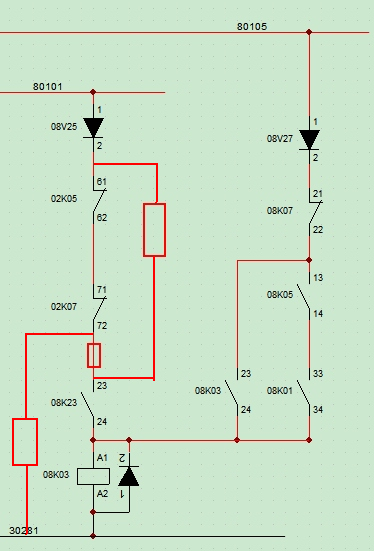


图4 优化设计开左门保持电路

## （三）电路优化设计要求

**1.软件端设计要求**

软件上提供了6种电路优化方式：**串并联1、串并联2、串并联3、替换、短接、开路**，如图5所示，选手根据题目要求选择合适的优化方式，对上述问题电路进行优化设计，每种优化方式可重复使用。

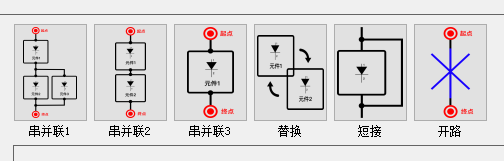


图5 优化方式

选手在**软件端**进行优化操作步骤如下：

1. 选择需要的优化方式并正确填写里面的内容后点击优化方式右下角的 “**确认**”按钮进行确认；
2. 如果需要修改优化方式，选手可点击优化方式左下角的“**×**”按钮进行删除；
3. 在提交考题之前需要对**设计电路图**部分优化设计后的电路原理图进行**截图**保存，保存到**桌面**“**提交资料/控制电路优化设计**”文件夹下，要求截图完整，字迹清晰，如图6所示，并命名为“**考题1控制电路优化设计.png**”；
4. 提交试卷需要点击软件右上角的 “**提交试题**” 按钮进行试题提交；

**注意：切记试题一旦提交就不可撤回和再次编辑，请各位选手谨慎提交；**

**软件端具体操作步骤见桌面“提交资料”文件夹下的“控制电路优化设计软件使用说明书.pdf”。**

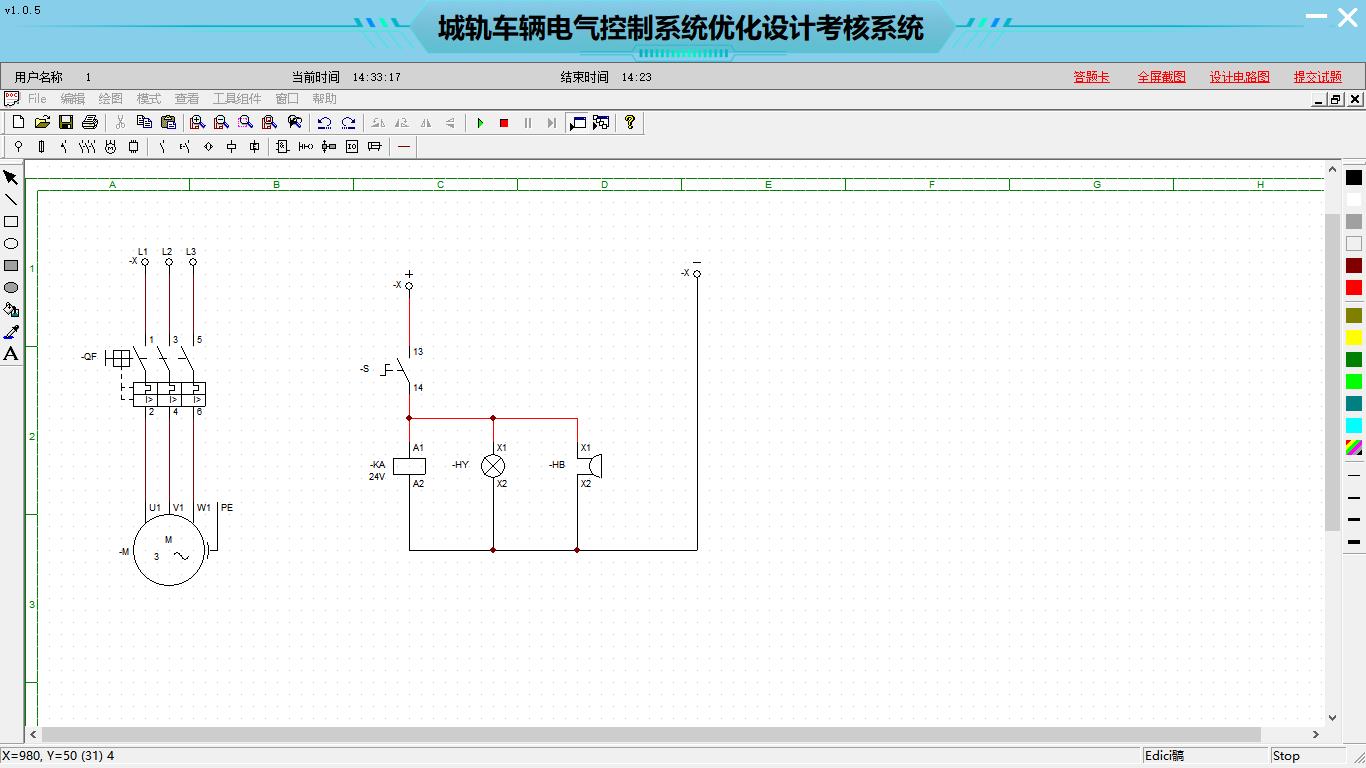


图6 考题1控制电路优化设计

**2.纸质端设计要求**

选手还需要在提供的纸质任务书最后面的**纸质答题卡**上填写出试题中用到的优化方式；如图7所示。

**起点和终点：**表示需要连接到具体电路的位置，从提供的纸质辅助资料“**考题1电路元件和节点**”中的**元件节点编号**栏中选择；

**元件：**从提供的纸质辅助资料“**电路优化设计可选元件库**”和“**考题1电路元件和节点**”中选择；除**“替换”**优化方式中的**元件1**是从提供的纸质辅助资料“**考题1电路元件和节点**”中的**元件编号**栏中选择；其他优化方式（包括**“替换”**优化方式**元件2**）中所有的元件是从提供的纸质辅助资料“**电路优化设计可选元件库**”中选择，选择合适的元件后，只需填写元件名称对应前列的**元件库编号**即可。

在纸质答题卡中，填写的优化方式中没有用到的表格处可用“/”表示；



图7 优化方式纸质答题卡示例

# **二、控制电路优化设计考题2（100分）**

1. **引言**

地铁车辆因其载客量大、污染小、运输正点保证率高等特点，为人们的工作和生活提供了舒适的出行方式。对于地铁列车的运行安全性必须给予足够的重视，以保障出行乘客的人身安全。客室车门是地铁车辆至关重要的部件，不仅数量多，而且操作频繁。车门的控制若在设计上不够安全可靠，将会给正线运行带来较大风险，甚至直接危害乘客的人身安全。

1. **地铁客室车门控制原理**

以地铁客室车门左侧车门为例，车门打开控制原理如图 8 所示，在列车自动保护系统（ ATP）作用下，即 ATP 钥匙开关处于合位，由信号系统给出开门使能信号，控制左门允许继电器 K01 得电；在非 ATP 保护下，即 ATP 钥匙开关处于分位，列车停车后，零速继电器得电，列车触发左门允许继电器 K01 得电。

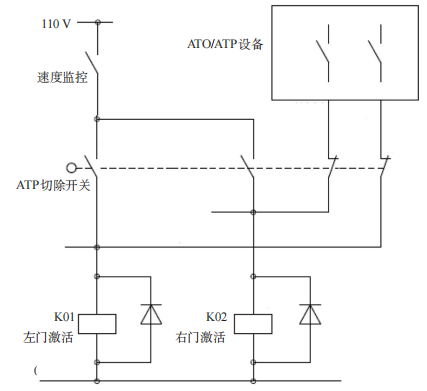


图8 车门使能信号控制电路

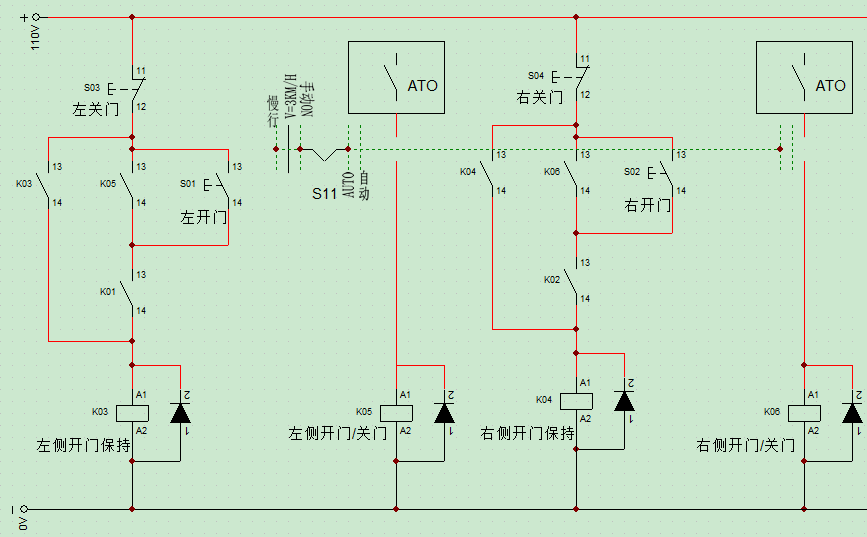
车辆在列车自动运行（ ATO） 模式下，信号系统控制继电器 K05 得电，然后车门保持继电器 K03 得电；在非 ATO 模式下，按压开门按钮 S01，车门保持继电器K03得电，生成列车开门指令，如图 9 所示。

图9 开门保持控制电路

车门保持继电器得电后，其常开触点吸合后单节车车门开继电器 K23 得电，然后再通过车钩电气盒送给其他节车的车门继电器，如图10所示。单节车车门继电器得电后，将开门指令直接送到车门控制单元（EDCU），控制每个车门打开。

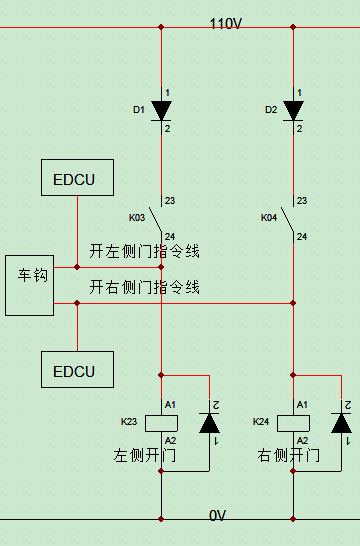


图10 开门控制电路

右侧门打开控制原理与左侧门相同。车门关闭控制原理与开门基本类似，只是继电器动作相反：当按压关门按钮 S03（左门）、S04（右门）后，其常闭触点断开，车门保持继电器失电，单节车车门继电器失电，开门指令失效，关门指令生效，车门执行关闭操作。

1. **故障分析**

**1.问题描述**

某地铁1号线A3型车5556车在中山公园上行方向出现整列车门不能打开（有开门使能信号，无微动开关跳闸、无故障信息），司机分别执行 S11 打手动位、切除ATP 开关、打零速旁路均无法开门；司机手动操作开门继电器 K03 后车门打开，给正线运营造成晚点。

**2.原因分析**

车辆人员检查后发现为关门按钮 S03 发生故障，拆下 S03按钮发现开关断脚，造成开关元件卡滞，使 S03 不能闭合。根据图 1 和图 2，当关门按钮 S03不导通时，将导致按压开门按钮时，左侧开门保持继电器 K03 不得电，从而导致车门不能打开。该按钮为塑料材质，按压时两侧按钮脚受力联动开关元件动作，观察按钮脚的断裂面较光滑，分析为按钮频繁受力而导致断裂。

**3.潜在隐患**

目前列车上使用的几乎全部为该型号的按钮开关，日常运用过程中故障率较高，经常发现开关元件触点不导通、接触不良以及类似断脚等故障。由于按钮开关存在固有的不稳定性，尤其是已使用一定年限的，且列车上按钮开关出现不导通情况时有发生，定期更换按钮开关或是对按钮开关进行换型，不能从根本上杜绝潜在隐患。

此外，对车门控制电路进一步分析发现，若**其控制回路中的继电器如 K01、K03 出现卡滞/触点不导通**等故障时，亦会导致类似整列车车门不能打开故障。且列车上继电器出现卡滞、继电器触点接触不良等故障时有发生。

若在正线载客运营时，列车运行到站后整列车门不能打开，将会导致乘客不能正常上、下车，若再遇上车厢内存在紧急情况如火灾等，将会对乘客安全和列车正常运营带来极大影响。鉴于此，对车门控制电路进行改造势在必行。

## （四）电路优化设计要求

**1.软件端设计要求**

软件上提供了6种电路优化方式：**串并联1、串并联2、串并联3、替换、短接、开路**，如图11所示，选手根据题目要求选择合适的优化方式，对上述问题电路进行优化设计，（**当按钮损坏或继电器出现机械卡滞时也可以紧急打开左右车门**）每种优化方式可重复使用。

**注意：**优化设计的电路只在紧急情况下使用，设计时需考虑正常运营下**反向窜电**对此优化电路的影响。

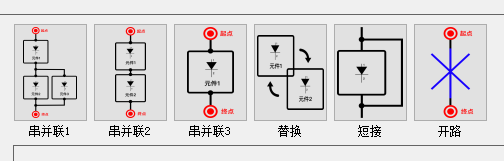


图11 优化方式

选手在**软件端**进行优化操作步骤如下：

1. 选择需要的优化方式并正确填写里面的内容后点击优化方式右下角的 “**确认**”按钮进行确认；
2. 如果需要修改优化方式，选手可点击优化方式左下角的“**×**”按钮进行删除；
3. 在提交考题之前需要对**设计电路图**部分优化设计后的电路原理图进行**截图**保存，保存到**桌面**“**提交资料/控制电路优化设计**”文件夹下，要求截图完整，字迹清晰，如图12所示，并命名为“**考题2控制电路优化设计.png**”；
4. 提交试卷需要点击软件右上角的 “**提交试题**” 按钮进行试题提交；

**注意：切记试题一旦提交就不可撤回和再次编辑，请各位选手谨慎提交；**

**软件端具体操作步骤见桌面“提交资料”文件夹下的“控制电路优化设计软件使用说明书.pdf”。**

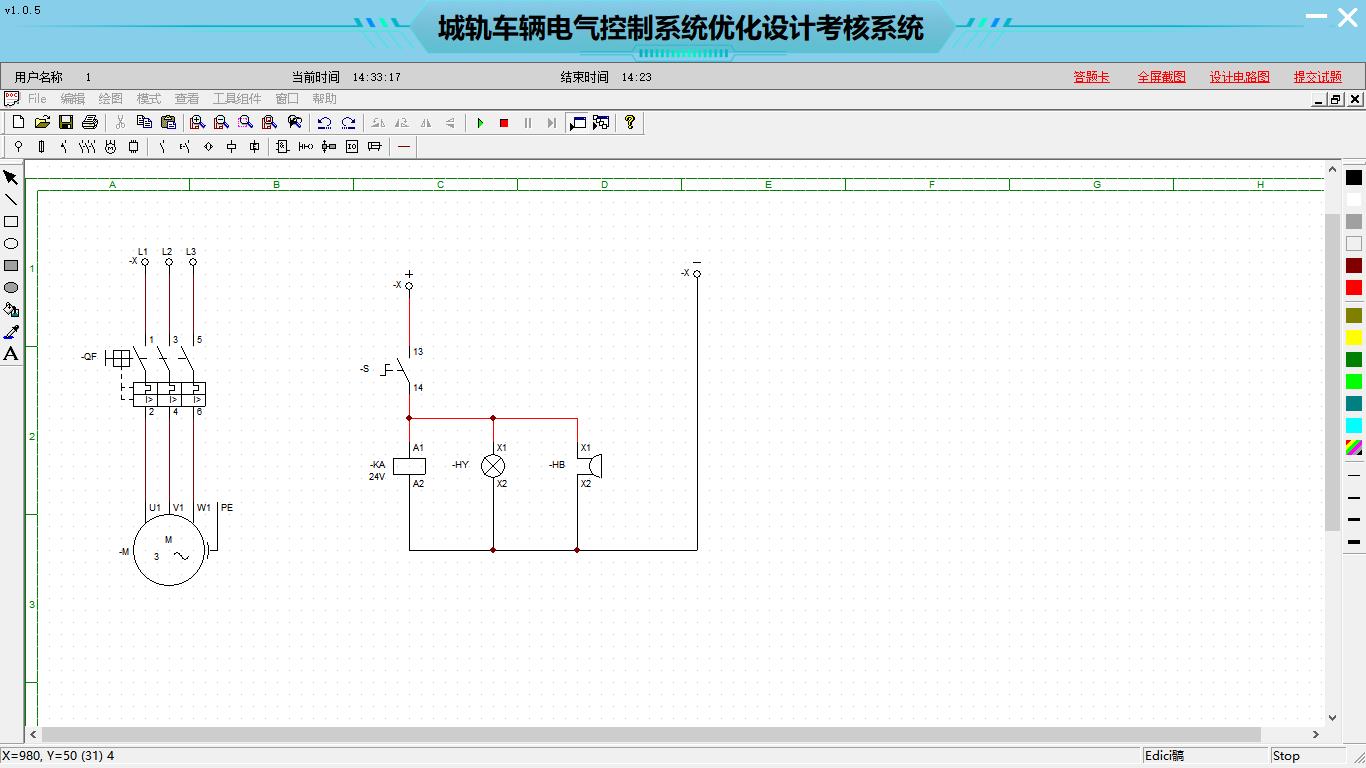


图12 考题2控制电路优化设计

**2.纸质端设计要求**

选手还需要在提供的纸质试题最后面的**纸质答题卡**上填写出试题中用到的优化方式；如图13所示。

**起点和终点：**表示需要连接到具体电路的位置，从提供的纸质辅助资料“**考题2电路元件和节点**”中的**元件节点编号**栏中选择；

**元件：**从提供的纸质辅助资料“**电路优化设计可选元件库**”和“**考题2电路元件和节点**”中选择；除**“替换”**优化方式中的**元件1**是从提供的纸质辅助资料“**考题2电路元件和节点**”中的**元件编号**栏中选择，其他优化方式（包括**“替换”**优化方式**元件2**）中所有的元件是从提供的纸质辅助资料“**电路优化设计可选元件库**”中选择，选择合适的元件后，只需填写元件名称前列对应的**元件库编号**即可。

在纸质答题卡中，填写的优化方式中没有用到的表格处可用“/”表示；



图13 优化方式纸质答题卡示例

**答题卡**

**场次号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**工位：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

场次号处填写“C1、C2、C3”，例如：C3

工位处填写“两位数的工位号+已确认”，例如：01已确认

**答案示例：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 优化方式 | 起点 | 元件1 | 元件2 | 元件3 | 终点 |
| 串并联1 | 0801 | 5 | 13 | 14 | 3081 |
| 串并联2 | 0201 | 5 | 11 | / | 0501 |
| 串并联3 | 0661 | 5 | / | / | 0885 |
| 替换 | / | 02K01-1314 | 13 | / | / |
| 短接 | 0110 | 5 | / | / | 0220 |
| 开路 | 0101 | / | / | / | 0123 |

**考题1答题卡：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 优化方式 | 起点 | 元件1 | 元件2 | 元件3 | 终点 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**考题2答题卡：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 优化方式 | 起点 | 元件1 | 元件2 | 元件3 | 终点 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |