

教育部 2020 “西门子杯”中国智能制造挑战赛
智能制造工程设计与应用类赛项：工业自动化（线上）方向
资格赛 赛题及说明

2020.07

一、 被控对象描述

1.1 电梯模型

电梯模型包括电梯运动模型与乘客行为模型两项。

电梯运动模型是以三维虚拟仿真的形式呈现，其主要包括：电梯整体（包括轿厢、电机、限位开关…）、各个楼层按钮（上下行呼梯按钮与指示灯…）、电梯内部设备（轿厢开关门按钮、轿厢选层按钮与指示灯…），等等。模型中的电梯采用单部六层结构，其外形及示意图如下所示：



图 1：电梯模型外形示意图

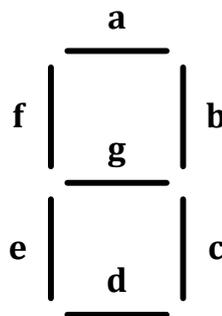


图 2：七段数码管

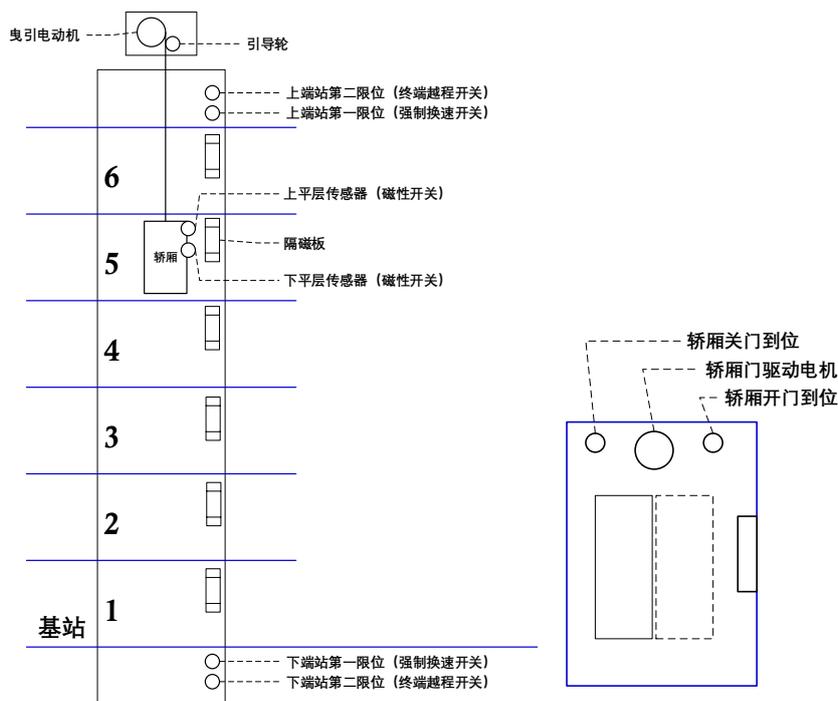


图 3：电梯模型原理示意图

乘客行为模型针对各楼层出现的乘客数量以及每位乘客对电梯的操作行为进行模拟，比如每一名乘客按下期望到达的目标楼层按钮的动作等。乘客行为模型可以模拟现实情况下大量乘客使用电梯时的典型场景，其可作为对 PLC 控制电梯的测试案例，用以评估控制程序设计得是否可靠合理。

电梯轿厢内部安装有称重变送器，变送器测量范围为 0~2000kg，输出信号为 0~10V 电压信号。

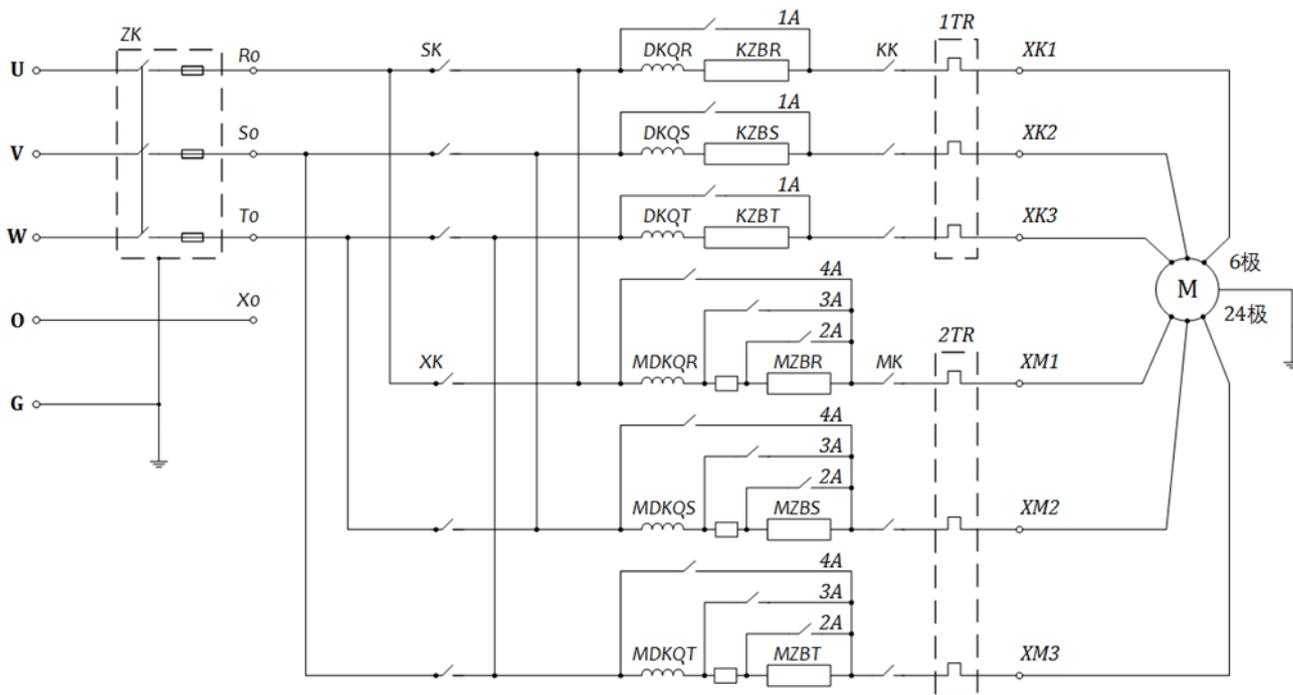


图 4 交流双速电梯主驱动系统原理图

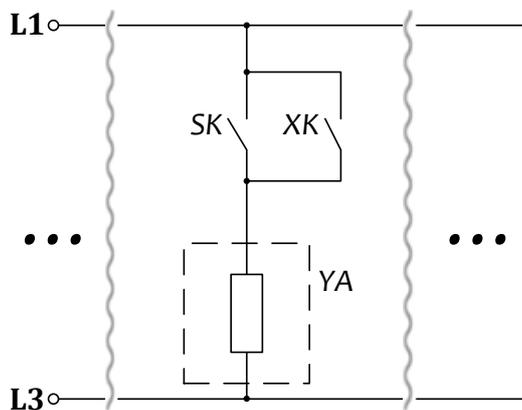


图 5 抱闸制动回路示意图

符号	说明	符号	说明
SK	上行接触器	KK	高速接触器
XK	下行接触器	MK	低速接触器
1A	一级加速	2A	一级减速制动
3A	二级减速制动	4A	三级减速制动
YA	抱闸制动回路	ZK	电梯启动信号

- 对于交流双速电梯主驱动系统工作的说明如下：

三相交流异步电动机定子内具有两个不同极对数的绕组（分别为 6 极和 24 极）。快速绕组（6 极）作为启动和稳速之用，慢速绕组（24 极）作为制动减速和慢速平层停车用。启动过程中，为了限制启动电流，以减小对电网电压波动的影响，启动时会串电阻、电抗一级加速；减速制动是在慢速绕组中按时间原则进行三级再生发电制动减速，以慢速绕组进行低速运行直至平层停车。目前在本模型中，一级加速过程由系统根据时间原则自动完成。

关于电梯的抱闸制动过程，当电梯处于启动、运行阶段，抱闸线圈通电，制动器松闸；电梯制动停车后，抱闸线圈断电，制动器抱闸。

1.2 设计参数

名称	设计参数	名称	设计参数
客梯数量	1 个	客梯层数	6 层
单部载重	1050kg	单部定员	14 人

二、 控制功能要求

2.1 单部电梯控制功能及电梯群控

- 基本功能

根据不同楼层客户需求及时响应，实现自动平层、开关门、超重提示、实现上下限位，层门联锁保护等，并根据不同的需求实现合理的响应。功能描述如下：

1) 电梯初始化

比赛开始时，电梯模型会给出自动运行信号示意比赛开始，控制程序需要在收到该信号后，进行必要的初始化工作，并返回准备就绪信号以确认。例如，使电梯位于基站（即一层）待命。

2) 集选控制

集选控制是指集合呼叫信号，选择应答控制。例如，电梯在运行过程中可以应答同一方向所有层站呼梯信号和轿厢内的选层指令信号，并自动在这些信号指定的层站平层停靠。电梯运行响应完所有呼梯信号和选层指令信号后，停在最后一次运行的目标层待命。

3) 开关门控制

电梯门会根据当前电梯的状态、轿厢门的状态、呼梯信号、选层信号及光幕信号状态等，合理的进行相应的响应。例如，当门未全关时，如有光幕信号，须优先响应，保持电梯门打开；当电梯平层开门后，延时关闭，且此时间可修改；在持续按住开门按钮时，电梯门延时关闭功能失效。

4) 启停控制

根据电梯主电路完成按时间原则的启动、停止过程。当电梯平层时，需要依时间原则依次触发三级制动减速，待平层后，切断上行、下行接触器，抱闸停车。

5) 运行监控

在运行过程中，需要始终对当前运行方向、当前楼层（采用七段数码管显示）进行实时监控与显示。通常，乘客会根据当前电梯运行方向及电梯门是否打开来判断是否进入轿厢。仅当无呼叫指令时，运行方向指示无指向。

6) 错误指令消除

针对选层指令中可能存在的人为误操作进行相应的优化。例如，当电梯到达最远端层站（比如六层）将要反向时，轿厢内原有登记的所有后方选层指令（比如三层）全部消除。

7) 待载休眠

电梯无指令时或外登记超过一段时间后，轿厢内照明、风扇自动断电。但在接到指令或召唤信号后，又会自动重新上电投入使用。

● 运行（异常）状态监测

在电梯整个运行过程中，监测状态参数以及各种反馈信号等，确保电梯稳定运行。在故障情况下，制定相应的安全策略。当有出现异常状态时，输出信号至故障指示灯。功能描述如下：

1) 超载保护

电梯超载时，满载指示灯亮起，并保持开门状态，电梯不允许启动。

2) 终端越程保护

电梯的上下终端都装有终端减速开关、终端限位开关，以保证电梯不会越程。

3) 开关门保护

如果电梯持续关门一段时间后，尚未使门锁闭合，电梯就会转换成开门状态，故障指示灯常亮。

如果电梯在持续开门一段时间后，尚未收到开门到位信号，电梯就会变成关门状态，并在门关闭后，响应下一个召唤和指令。

4) 运行保护

为安全起见，在门区外或电梯运作中，设定电梯不能开门。

2.2 监控画面

要求能够实现对电梯运行状况的实时监控，所需包含但不限于如下内容：

- 1) 需要对监控画面的总体结构进行设计，确定需要创建的过程画面以及各画面的功能；

- 2) 需要分析各画面之间的关系，并根据操作需要安排画面间的切换顺序，且各画面之间相互关系应该层次分明、操作方便；
- 3) 能够组态不同层次的用户来管理，对于不同的用户，可根据各自的权限进行相应操作；
- 4) 监控画面上能够实时显示现场实际运行状态等数据。

三、 资格赛任务及评分细则

3.1 任务说明

机缘巧合之下，你加入了一个电梯改造项目，负责控制方案的实施与调试。硬件选型的工作已由同事根据甲方需求确定，跟 PLC 控制相关的列出如下：

硬件类型	名称	订货号
SIMATIC S7-1500 Compact CPU	CPU 1512C-1 PN	6ES7512-1CK01-0AB0

注意：PLC 控制程序硬件组态必须按照此选型进行配置，否则按照规则成绩视为无效。

由于目前仍处于项目前期，因此你的主要任务是控制方案的实施及调试。包括：

- 1) PLC 硬件组态；
- 2) WINCC 监控画面设计与组态；
- 3) PLC 与 WINCC 之间的通信连接；
- 4) 按照第二节中所列的控制功能要求，编写电梯 PLC 控制程序，实现电梯的自动控制，使其能够及时响应不同楼层客户的召唤请求。
- 5) 控制系统调试与仿真测试。

● 项目调试环境的选择

项目开发所使用的工程组态软件为 TIA Portal 软件系统。其中，STEP7 须使用 Professional V15 及以上版本。因硬件设备未能就位，故使用 SIEMENS PLCSIM Advanced V2.0 SP1 来仿真 PLC，以完成控制程序调试。被控对象（即电梯）使用由甲方提供的单部电梯仿真软件（EET Basic）来进行模拟。

● 项目中通讯方式的选择

EET Basic 各 I/O 参数与 PLCSIM 通过以太网（Ethernet）通讯方式连接，如图 6 所示。

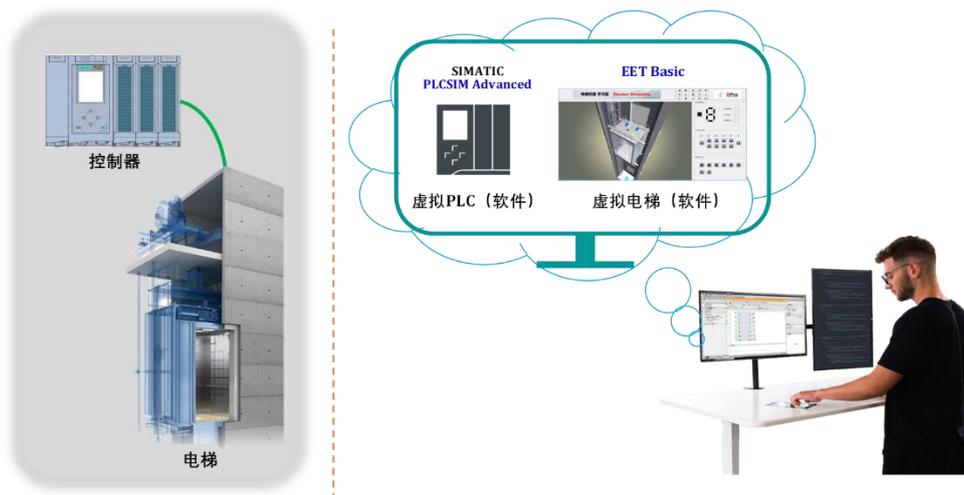


图 6 竞赛系统示意图

● I/O 变量及相对地址列表

详见《2020 线上赛项资格赛 IO 变量列表》。

3.2 评分细则参考样例

本评分细则仅针对同期发布的练习工程，是为样例。在比赛日会发布比赛工程文件，以及对应的比赛评分细则。

序号	评分项	具体要求	满分	说明
1	电梯初始化	电梯模型会给出自动运行信号（脉冲信号）示意比赛开始，控制程序需要在收到该信号后，向下进行初始化工作。	2	采样评分
		完成初始化后须返回准备就绪信号（长信号）以确认。具体目标是： 使电梯停在一层 。准备就绪即意味着电梯可以正常运行载客。	4	
2	互锁控制	上下行接触器信号需要实现 PLC 程序的电气互锁。	3	
		高低速接触器信号需要实现 PLC 程序的电气互锁。	3	
		开关门接触器信号需要实现 PLC 程序的电气互锁。	3	
3	运行监控	运行过程中，需要始终对当前楼层（采用七段数码管显示）进行实时监控与显示。	3	
		运行过程中，需要显示电梯运行方向，乘客会根据当前电梯运行方向及电梯状态来判断是否上车， 当没有运行方向指向信号时，乘客是不会上车的 。因此，仅当无任何召唤信号时，运行方向指示无指向。	3	
4	操作检查	电梯运行期间，重量大于 950kg 时，应保持满载指示灯常亮，轿厢门	4	采样评分

		处于开门到位状态，直至乘客走下轿厢，电梯重量处于荷载范围内，方可运行。（注：不要打开故障指示灯）		
5	载客量	评分期间，所运输的乘客的总数量。当乘客进入电梯，并且在本阶段内到达目的地时才进行统计。该指标越大越好。	65	
6	能耗指标	电梯在运行过程中存在运行和待机两种状态，其运行中的能耗与载重量和运行距离有关，待机过程中的能耗与照明、风扇等低压用电设备有关，总能耗为运行能耗与待机能耗的综合，该指标越小越好。	10	◆ 累计扣分项
7	群控指标*	1) 乘客平均候梯时间：该指标越小越好。 2) 乘客长时间候梯率：候梯时间超过 60s 的乘客数量占总乘客数的比例。该指标越小越好。 3) 乘客平均乘梯时间：该指标越小越好。 4) 电梯运行总距离：所有电梯的运行距离之和。该指标越小越好。		
8	强制换速功能	通过井道内设置的端站强制换速开关（第 1 限位），实现在端站固定位置的强迫换速（须以低速运行）。	5	采样评分，
9	终端越程保护	通过井道内设置的端站限位开关（第 2 限位），当其动作后，电梯应紧急停止并仅能向相反方向运行。	5	扣分项▼

*说明：当自动评分成绩相同时，群控指标 1-4 项作为参考指标进行比较，用以确定名次的先后顺序。这些指标的评价优先级按照从高到低的顺序依次是：乘客平均候梯时间 > 乘客长时间候梯率 > 乘客平均乘梯时间 > 电梯运行总距离。

◆ 累计扣分项说明：该评分项总分为 10 分，能源消耗会逐级减分，能耗越大扣分越多，扣完为止。

▼ 扣分项说明：当实现该功能时，得分为 0 分；当该功能未实现或实现有误时，得分为负分。