

## 2022 年“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：离散行业自动化方向

#### ——逻辑算法子方向

#### 初赛样题（本科组）

本样题是为了让参赛队伍了解本赛项初赛的被控对象及控制要求。参赛队伍可根据样题中的要求进行诸如控制程序的初步设计等相关准备工作。

本赛项以电梯行业为背景，要求参赛选手按照现实工程项目的实施流程来完成对电梯的控制。比赛以西门子 S7-1200 系列 PLC 为控制系统，电梯仿真模型为被控对象，从项目前期方案文档、项目工程/程序开发及项目现场执行调试三方面进行考察，不仅能提高学生的逻辑思维能力，还可以培养学生综合应用所学知识，分析、处理复杂环境下控制科学与工程及相关领域现实问题，提高学生对社会和环境变迁，以及危机和突发事件的适应能力。

### 一、被控对象描述

#### 1. 对象模型

对象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、限位开关等）、各个楼层按钮（呼梯按钮及指示灯）、电梯内部设备（轿厢开关门按钮、轿厢选层按钮及指示灯等）。电梯模型采用多部多层结构，其外形及样例示意图如下所示：



图 1：电梯模型外形示意图

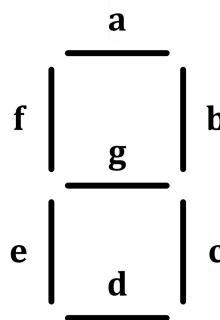


图 2：七段数码管

电梯模型中各 IO 参数均可与 PLC 通过现场总线相连，实施自动控制。

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，用以评估控制程序及调度算法设计得是否可靠合理。

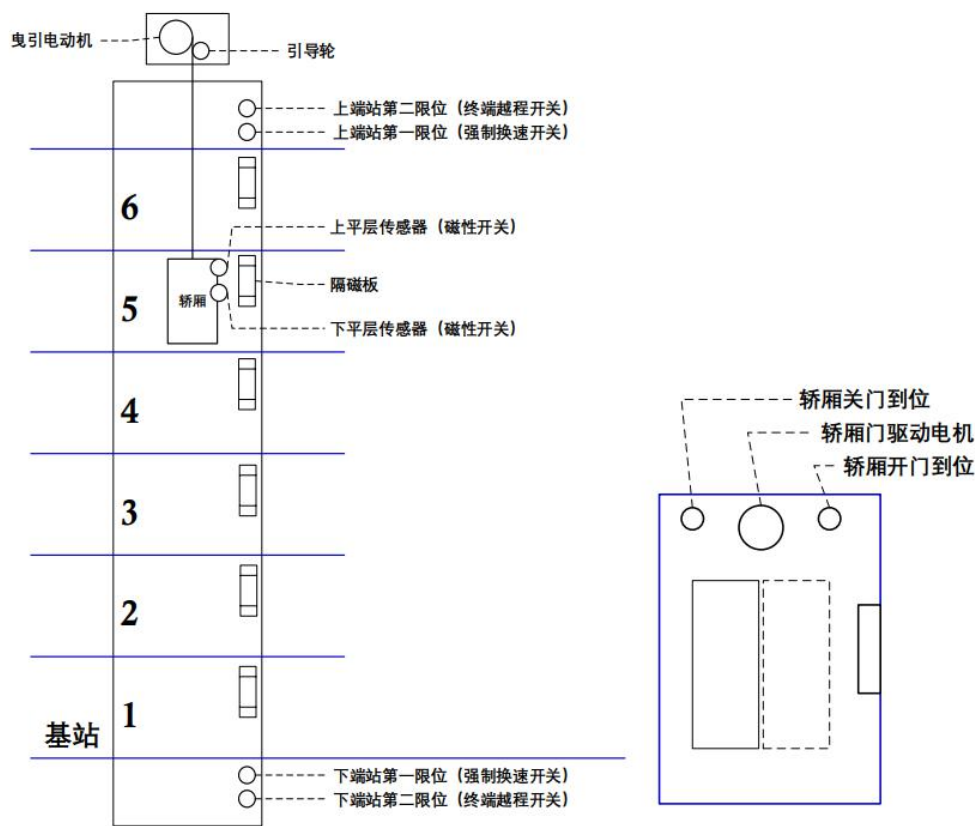


图 3：电梯模型原理示意图

## 2. 设计参数

名称	设计参数	名称	设计参数
客梯数量	1 ~ N 个	客梯层数	N 层
单部载重	1000kg	单部定员	13 人

## 二、 控制系统配置

被控对象支持工业以太网方式与控制系统进行通讯。

大赛所使用的控制器标准配置为 SIMATIC S7-1200 系列 PLC<sup>\*</sup>，以及西门子 TIA Portal 软件系统。其中，工程组态软件为 STEP7 Professional，HMI 软件为 WINCC Advanced。（TIA Portal 软件版本为 V15.1）

其主要配置如下表。

规格	分项	型号	备注
CPU 1214C	CPU 1214C，紧凑型 CPU DC/DC/DC，集成输入/输出：14 DI 24V 直流输入，10 晶体管输出 24 V 直流，2 模拟量输入 0 - 10V DC 或 0 - 20mA，供电：直流 DC 20.4 - 28.8 V，可编程数据存储区：50 KB；	6ES7 214-1AG40-0XB0 或 6ES7 214-1AG31-0XB0	CPU 具体型号及固件版本以分赛区现场为准
Profibus 主站 CM 1243-5	用于 S7-1200，Profibus CM 通信服务总线协议，可与 DP-V0/V1 从站进行通讯	6GK7 243-5DX30-0XE0	固件版本以分赛区现场为准

模拟输出模块	1AO 12BIT +/- 10VDC / 0-20 mA	6ES7 232-4HA30-0XB0	以分赛区现场为准
--------	-------------------------------	---------------------	----------

\*本赛项允许参赛队伍自带西门子其它小型控制器，如 S7-200、S7-200SMART、S7-300 等系列 PLC。注意，自带控制器的参赛队伍需自行完成接线，以及自行保证所带 PLC、PC 及相关软硬件的可靠性，同时在比赛完成后，还需保证将现场比赛环境复原无误。

### 三、任务及要求

#### 1. 单部电梯任务

##### 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，初始化完成后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。此外，还需根据电梯类型、速度的不同，自适应地调整电梯的应答响应策略。

##### 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，1) 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；2) 短时间内连按两次选层指令的按钮，该选层信号就被取消；3) 禁止反向登陆。

#### 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，故障指示灯闪烁，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. 电梯群控指标

针对多部多层电梯实施联合控制，满足常见不同应用场景下（如上下班高峰期，午餐高峰期，楼层分区等）集群电梯的控制策略切换。一般地，至少需要考虑以下几个因素：载客人数、乘客平均候梯时间、乘客平均乘梯时间、乘客长时间候梯率及系统整体能耗等。

## 3. WINCC 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) 能够实现将组态从工程师站下载到操作员站；
- 5) 监控画面上能够实时显示现场实际运行状态等数据。

## 4. 异常情况应对

当系统出现故障时，需要对某一部或多部电梯进行检修，需要根据具体情况完成检修工况程序设计。