

西安邮电大学

毕业设计（论文）

题目： 基于 FB 块的三部电梯控制系统设计

学院： 自动化学院

专业： 自动化专业

班级： 自动 1403 班

学生姓名： 张彪

学号： 06141105

导师姓名： 沈建冬 职称： 副教授

起止时间： 2017 年 12 月 5 日 至 2018 年 6 月 10 日

毕业设计（论文）声明书

本人所提交的毕业论文《基于FB块的三部电梯控制系统设计》是本人在指导教师指导下独立研究、写作的成果，论文中所引用他人的文献、数据、图件、资料均已明确标注；对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明并表示感谢。

本人完全理解《西安邮电大学本科毕业设计（论文）管理办法》的各项规定并自愿遵守。

本人深知本声明书的法律责任，违规后果由本人承担。

论文作者签名：

日期： 年 月 日

西安邮电大学本科毕业设计(论文)选题审批表

申报人	沈建冬	职称	副教授	学院	自动化学院		
题目名称	基于 FB 块的三部电梯控制系统设计						
题目来源	科研				教学	√	其它
题目类型	硬件设计		软件设计	√	论文		艺术作品
题目性质	应用研究		√		理论研究		
题目简述	<p>(为什么申报该课题)</p> <p>在现代社会和经济活动中, 电梯已经成为城市物质文明的一种标志, 特别是对于现代社会来说, 高层建筑越来越多, 无形中也对楼宇智能化提出了更高的要求。对于居住在高层建筑里的居民来说, 电梯是必不可少的一项垂直交通运输工具, 很多高层建筑中都安装了多部电梯。电梯群控的目的是为了提高对乘客的服务质量, 并减少能量损耗。为提高电梯群控系统的性能, 改善服务质量, 因此电梯的群控算法显得尤为重要。</p>						
对学生知识与能力要求	<p>1. 有一定的编程能力</p> <p>2. 熟悉博图软件</p> <p>3. 对电梯控制方法有一定的了解</p>						
具体任务以及预期目标	<p>(应完成的具体工作, 预期目标和成果形式)</p> <p>1. 完成电梯群控算法</p> <p>2. 算法具有一定的可操作性</p> <p>3. 完成毕设论文</p>						
时间进度	<p>第 1-2 周, 毕设开题 第 3-4 周, 根据毕设题目要求, 查阅相关资料 第 5-11 周, 根据毕设题目要求, 完成毕设任务 第 12-14 周, 撰写、修改、打印毕设论文</p>						
系(教研室)主任 签字		2017 年 12 月 9 日			主管院长 签字		2017 年 12 月 9 日

西安邮电大学本科毕业设计（论文）开题报告

学号	061411105	姓名	张彪	导师	沈建冬
题目	基于 FB 块的三部电梯控制系统设计				
<p>选题目的（为什么选该课题）</p> <p>随着我国城镇化的进程的加速，电梯已成为城市居民楼里一种不可或缺的配置。对于现代化的社区来说，电梯已成为居民出行甚至搬运家具的重要工具，电梯在提升公众的生产,生活效率与质量的同时，其质量与整体性能也显得尤为重要。传统的电梯元件多，线路复杂，在操作和维修方面存在很多不便，为了优化这一问题，本课题利用 PLC 强大的控制功能，对电梯系统的控制不足之处进行改进。</p>					
<p>前期基础（已学课程、掌握的工具，资料积累、软硬件条件等）</p> <p>已学课程：《PLC 原理及应用》、《AutoCAD 设计》和《PLC 课程设计》。</p> <p>掌握的工具：计算机、万用表、西门子系列 plc</p> <p>资料积累：博途软件的结构与基本应用，西门子系列 plc 的基本应用，二者的基本通讯方法。</p> <p>软件：博途 V13</p> <p>硬件：s7-1200</p>					
<p>要解决的问题（做什么）</p> <p>1、对电梯运行原理进行分析</p> <p>2、对已有电梯调度算法进行了解</p> <p>3、进行全面的电梯算法分析及实施</p> <p>4、编写电梯程序</p> <p>5、利用工控软件对电梯模拟系统进行算法检测及验证</p>					
<p>工作思路和方案（怎么做）</p> <p>第 1 周---第 2 周：搜集资料参考文献，学习了解 PLC 以及电梯的背景知识。</p> <p>第 3 周---第 4 周：对三步电梯过程进行分析与优化，设计系统流程图。</p> <p>第 5 周---第 6 周：编写程序。</p> <p>第 7 周---第 10 周：选用器件并将其连接。</p> <p>第 11 周---第 12 周：将软件与硬件进行通讯连接，并调试。</p> <p>第 13 周---第 14 周：撰写毕业论文并进行答辩。</p>					
指导教师意见					
签字					
2018 年 1 月 9 日					

西安邮电大学毕业设计（论文）成绩评定表

学生姓名	张彪	性别	男	学号	06141105	专业 班级	自动化 自动1403班
课题名称	基于FB块的三部电梯控制系统设计						
指导教师意见	<div style="height: 100px; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 评分（百分制）：_____ 指导教师(签字)：_____ _____年__月__日						
评阅教师意见	<div style="height: 100px; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 评分（百分制）：_____ 评阅教师(签字)：_____ _____年__月__日						
验收小组意见	<div style="height: 100px; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 评分（百分制）：_____ 验收教师(组长)(签字)：_____ _____年__月__日						
答辩小组意见	<div style="height: 100px; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 评分（百分制）：_____ 答辩小组组长(签字)：_____ _____年__月__日						
评分比例	指导教师评分(20%)		评阅教师评分(30%)		验收小组评分(30%)		答辩小组评分(20%)
学生总评成绩	百分制成绩				等级制成绩		
答辩委员会意见	<div style="height: 100px; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 毕业论文(设计)最终成绩(等级)：_____ <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 学院答辩委员会主任(签字)：_____ _____年__月__日 </div>						

目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	II
第一章 绪论.....	1
1.1 电梯的发展趋势及现状.....	1
1.2 本文研究的目的及意义.....	1
1.3 本文研究的主要内容.....	1
第二章 系统分析.....	2
2.1 对象特性分析.....	2
2.2 设计需求.....	3
2.3 设计参数.....	3
2.4 设计要点.....	3
第三章 电梯控制系统的技术分析.....	4
3.1 电梯系统功能分析.....	4
3.2 电梯控制系统的硬件选型.....	4
3.2.1 S7-1200 CPU 配置介绍.....	5
3.2.2 PLC 的工业自动化通信网络.....	5
3.3 编程软件简介.....	6
3.3.1 软件基本操作简介.....	6
3.3.2 功能块简介.....	8
3.3.3 指令介绍.....	9
第四章 多部电梯的控制系统设计.....	11
4.1 单部电梯控制系统.....	11
4.2 上下行控制分析.....	11
4.3 开关门控制分析.....	12
4.4 楼层判断及停车.....	14
4.5 电梯上下行指示灯显示.....	15
4.6 数码管显示.....	16
4.7 三部电梯的集群控制设计.....	17
4.7.1 三部电梯集群控制分析.....	17
4.7.2 三部电梯群控算法设计.....	18
4.7.3 三部电梯集群控制的软件设计.....	19
第五章 电梯控制系统的调试.....	21
结束语.....	26

致 谢.....27

参考文献.....28

摘 要

随着城市化发展的脚步不断加快，高层建筑越来越多，电梯已变成了高层建筑物中十分重要的运输载体。电梯对于提高生活质量，提升服务水平，加快出行效率有着深远意义。目前电梯主要适用于教学楼、公寓、居民楼、休闲娱乐会所、生产车间等。人们对电梯的依赖大大加速了其专业技术的发展和研究，使电梯的各个性能变得更加稳定和成熟。

本论文以电梯为被控对象，以“安全、稳定、快速”为控制目标，利用可编程控制器（PLC）在生产中的应用，从而证明 PLC 有很好的实用性。本文通过博途软件编程，采用西门子 S7-1200 作为主要控制器，对电梯模型进行程序仿真，来实现控制过程的运行及监测。由此提出了基于 FB 块的三部电梯的控制系统，该系统不仅能够实现电梯的基本要求，而且还具有响应时间短、运行效率高、能耗低等特点。

关键词：电梯；集群控制；S7-1200PLC；

ABSTRACT

With the accelerating pace of urbanization and the increasing number of high-rise buildings, elevators have become a very important transportation carrier in high-rise buildings. Elevators have far-reaching significance for improving the quality of life, improving service levels, and accelerating travel efficiency. At present, elevators are mainly used in teaching buildings, hotels, residential buildings, leisure clubs, and production workshops. People's laziness in the elevator has greatly accelerated the development and research of their professional technology, making the various performances of the elevator more stable and mature.

In this paper, the elevator is the controlled object, with the "safe, stable, and fast" as the control objective, and the programmable controller (PLC) is used in the production to prove that the PLC has good practicality. This article through the software programming, using the Siemens S7-1200 as the main controller, carrying on the procedure simulation to the elevator model, realizes the control process movement and the monitoring. This puts forward the control system of three elevators based on FB blocks. This system can not only achieve the basic requirements of elevators, but also has the characteristics of short response time, high operating efficiency, and low energy consumption.

Key words: elevator; cluster control; S7-1200 PLC;

第一章 绪论

1.1 电梯的发展趋势及现状

随着城市化进程加快，高层建筑的规模越来越大，建筑物越来越高，电梯已然成为不可缺少的交通工具^[1]。过去，电梯主要是由利用继电器控制。继电器的控制系统主要采用时间继电器来实现时间控制，致使电梯的工作频率低，时间响应范围窄、易受到外界因素的干扰^[2]。因此我们在本课题中选用性能较好的 PLC 作为控制系统中的主要控制器，来对电梯进行控制。

1.2 本文研究的目的及意义

随着都市生活的节奏越来越快，建筑物中单部电梯的投入已远不能满足人们的需求，所以本文设计了三部电梯的集群控制系统。该系统主要研究了电梯之间的集群控制，根据就近原则的算法思想对电梯的响应控制进行了最优选择。主要内容就是首先把电梯的所有外呼信号进行综合，然后根据算法程序安排响应^[3]，选择最优的解决方案，从而使多部电梯协调配合工作，在选择目的楼层和运行方向上达到运行的高效，从而大大减少时间的消耗，满足了人们节约时间的需求。

1.3 本文研究的主要内容

1. 掌握电梯模型，熟悉电梯流程，分析其主要原理。
2. 对电梯各个功能进行系统的分析，掌握博途软件和电梯工控机之间的应用，实现对电梯模型的建立。
3. 在单部电梯完成系统设计并对其完成监控调试后，设计出三部六层电梯之间的集群调度算法以及程序设计，分析并对其进行系统调试与监控。

第二章 系统分析

2.1 对象特性分析

本文是基于 FB 块的三部电梯控制系统设计分析，所以在设计中主要的控制对象是三部六层电梯控制系统模型^[4]，模型外观如图 2-1、图 2-2 所示。



图 2-1 电梯模型外观示意图

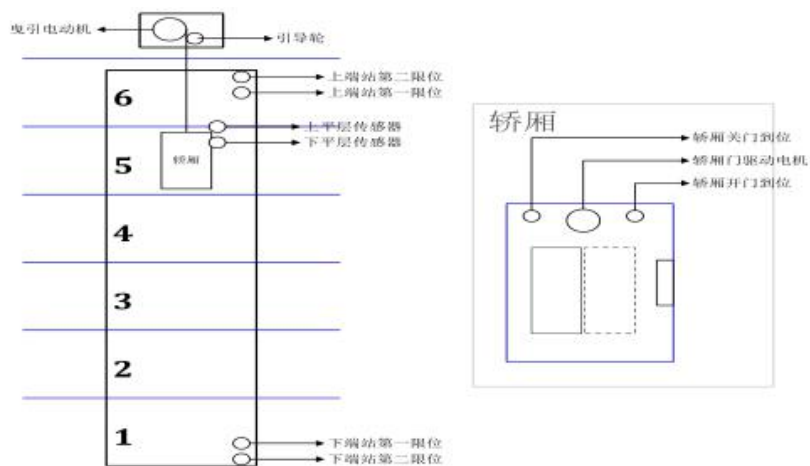


图 2-2 电梯模型原理示意图

电梯的轿厢门上主要有电机、开关传感器和红外传感器等如图 2-3 所示。

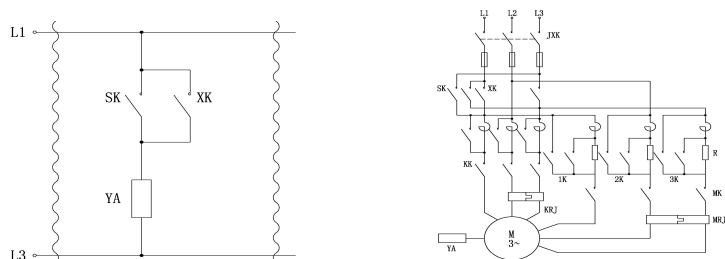


图 2-3 交流电梯拖动系统图

2.2 设计需求

本需求包括：电梯的初始化分析、轿厢上下行分析、轿厢门开关程序设计、轿厢平层及停车控制、上下行指示灯显示分析、电梯对各个呼叫信号的处理以及电梯群控算法的分析^[5]。

2.3 设计参数

在设计中，首先需要对电梯的载重和楼层高度进行设置，设计参数如表 2-1 所示，英文符号含义表如表 2-2 所示。

表 2-1 设计参数

名称	设计参数	名称	设计参数
客梯数量	3 部	客梯层数	6 层
单部载重	1050kg	单部定员	14 人

表 2-2 英文符号含义表

符号	含义	符号	含义
JXK	电机启动信号	SK	上行接触器
1K	1 级制动减速	XK	下行接触器
2K	2 级制动减速	KK	高速运行
3K	3 级制动减速	MK	低速运行
YA	抱闸		

2.4 设计要点

（1）合理性：所设计的电梯程序不仅需要满足电梯的基本功能，还应在程序所设计的状态下安全运行。

（2）可靠性：电梯在发生故障时，系统程序可以检测出来并采取相应处理方法使其能够继续工作，并将故障自动上报给管理人员。

（3）便捷性：在程序设计中，我们所用的 PLC 设置有自动检测功能。采用程序块进行编程，是为了更方便地控制和维护系统，例如：在有故障时只需检测对应的程序块即可^[3]。

第三章 电梯控制系统的技术分析

3.1 电梯系统功能分析

随着城市化进程的不断发展，高层楼宇的增多，电梯在人们的工作生活中的作用也变得十分重要了，已融入到人们出行的各个方面^[6]。电梯是根据自身控制程序以及外部呼叫信号等协同运行的。但是由于外呼信号的不确定性，电梯需要响应人实时的外呼指令并完成自身运行工作^[7]。所以电梯本质上是由乘客输入信号，电梯响应并输出信号的交互过程，为保证其交互过程的准确性及克服传统电梯控制方式的局限性与单一性，因此需要运用随机逻辑方法进行调控。电梯控制系统稳定准确运行有以下几点控制准则。

（1）位置信号处理

为了方便乘客了解自己所在电梯的楼层数以及即将要乘坐电梯的乘客知道电梯的运行状态，因而在门厅和轿厢中都安装有楼层标志显示屏^[8]。为满足上述要求在电梯的运行过程中需要井道中的位置开关提供位置信号。当位置信号被触发时，就可以在显示屏上显示楼层位置信息了。

（2）外呼信号和内呼信号

电梯内的乘客进入电梯后，在轿厢的操作盘上选择自己所要去的目的楼层的按键按下，这个操作称为内选信号。按键按下后，信号被记忆会后亮起相应的指示灯。在门厅等待电梯的乘客按下门厅外的上行或下行按键，此为外呼信号^[9]。该信号也是在被记忆后会亮起相应的指示灯，这些保持信号在条件得到响应时自动消失。

（3）轿厢门控制与平层

当电梯平层停车时，为保证无论是老年用户还是小孩都可以从容安全的乘坐电梯，防止因行动缓慢或贪玩被电梯夹伤，应设置红外感应装置使其可以智能控制，当人在进出电梯时，应让轿厢门持续在打开状态或是由关闭状态迅速转变为打开状态^[10]。电梯在工作状态中必须知道其目的楼层数，平层的含义即是使电梯停止时，电梯必须和门厅的水平面在同一高度。

（4）电梯的集群控制

对于单部电梯来说，无论外呼信号是向上还是向下，只需要按照程序完成逻辑控制。对于多部电梯的控制来说，每部电梯不但要响应本部电梯的外呼信号时，还需考虑其他电梯的响应信号。电梯的集群控制是需要将所有的电梯呼叫信号进行收集，利用算法进行最优分配^[11]。主要的原则是就近原则，首先根据距离目的楼层的路程安排最近的电梯区响应，其次按在距离路程相等的情况下，同方向的电梯优先响应。这样，不仅能够保证所有的信号得到及时处理和响应，而且电梯的能耗最少。

3.2 电梯控制系统的硬件选型

PLC 的种类多种多样，我们需要根据工业生产得自身需求，选择一款适合本课题

研究设计的可编程控制器。通过对电梯控制系统的整体分析，选择了一款可靠性高而且稳定的 PLC—西门子 S7-1200PLC。

3.2.1 S7-1200 CPU 配置介绍

如图 3-1 所示则是 S7-1200 的外观图。

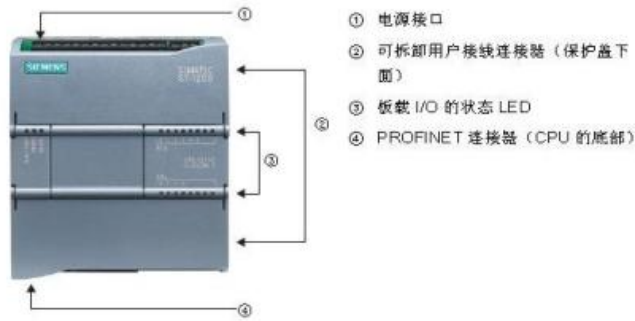


图 3-1 PLC 外观图

S7-1200 现在有三种型号的 CPU 模块，本课题采用的是 1214C DC/DC/DC 型号的 CPU，该系统的硬件图配置如表 3-1：

表 3-1 硬件配置表

名称	型号	订货号	数量	备注
CPU	1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1AG31-0XB0	1	在一个紧凑的外壳下包括微处理器、集成电源、输入点、输出点等，功能强大 集成用户存储区、模拟量输入、数字量输出和输入
PROFIBUS 通信模块	CM1243-5P PROFIBUS - DP	6ES7 242-5DX30-0XE0	1	PROFIBUS 通信模块增加了满足通信要求的接口能力，并且支持 AS-I 通信
电源模块	PM12 7	6ES7 332-1SH71	1	PM127 提供了电压输入和稳定的 24V DC2.5 A 输出，能够给 CPU 或其他模块供电
数字量输入输出模块	SM 1234	214-1AG31-0XB0	1	识别开关量信号，输入输出都为直流 24V 电压

3.2.2 PLC 的工业自动化通信网络

PLC 的通信主要包括 PLC 自身与其他 PLC 之间的通信，PLC 与控制计算机之间的通信，PLC 与其它工业控制设备之间的通信^[12]。PLC 与计算机可以直接通过处理器相连构成网络，以实现信息的交换，其每一个输入输出模块均采用分总的模式进行控制，即先分别在不同地方实现自身功能，再将其各种实现后的功能集中在一起实现总的控制。

PROFINET 采用的是开放的 IT 标准^[13]，与以太网的 TCP/IP 协议相兼容，提供了实时通讯的功能，基本可以满足所有的工业自动化的要求。它不但大大减少了各个网络节点的响应时间，而且可以大大提高系统的稳定性。尤其适用于对系统的响应时间

要求较高的自动化设备^[14]。

PROFINET 可以运用各种形状的拓扑结构，不仅能够合理布线，而且十分实用和便捷。

3.3 编程软件简介

可编程控制器作为工业上的必要工具，有自己的编程软件，SIMATIC S7 产品系列使用的是兼容性很强的 PROFINET。在进行工业控制时，编写 PLC 代码、HMI 界面的调控及配置现场的器件它们各自都需要一套编程软件，为方便使它们协调统一更方便工程控制人员的操作，故而需要一款可以同时编辑 PLC、HMI 设备和工业设备的软件，才能很好的发挥 PLC 控制系统的优势，而博途便是这样一款软件^[15]，可以将所有的西门子产品统一进行编辑和调试，集中高效解决所有的问题。在本文中我们选取的 S7-1200PLC 则使用的是博途 V13 这款软件。

3.3.1 软件基本操作简介

进入我们所使用的博图 V13 软件的开始界面，打开其“项目视图”如图 3-2 所示：



图 3-2 软件视图

在项目视图下，可以选择点击“新建”命令，就会弹出一个“新建项目”的对话框，在对话框中填写新建项目的名称、保存路径和作者等信息后，单击“建立”便新建了一个项目。还可以选择“打开”按键，可以找到最近浏览和创建的项目。项目创建完成后点击设备与网络，可以添加工业控制器、计算机系统和 HMI 设备等，如图 3-3 所示。



图 3-3 组态设备界面

为了更直观的向大家展示项目视图下软件各部分的功能，这里随机的打开一个测试项目如图 3-4。整个页面窗口的最上方是标题栏和菜单栏，如图 3-4 中图左侧表示的是项目树，项目树分为上下两部分，上面的部分为显示设备，下面的部分为细节显示。项目中所需要进行编辑、组态的项目基本在导航栏中可以找到。需要查看某一项目的细节时，可以在细节显示中查找。项目树是按照树状图的逻辑分布展示项目中需要的各种信息，主要目的是在项目编辑时方便人们便于查找和导航检索。

图中右侧是资源卡。这里不仅显示与当前操作有关的资源，软件会自动选择可能需要的资源，而且在编辑程序时，这里也会自动显示指令资源，便于人们选择。其中包括对梯形图程序编程的一些基本指令，主要有常开开关、常闭开关、计数器、线圈、定时器等基本指令，还有中断、脉冲和字符串等一些扩展指令。另外，图 3-4 窗口的右边还可以实现对全局库的检索和修改变量等能力。

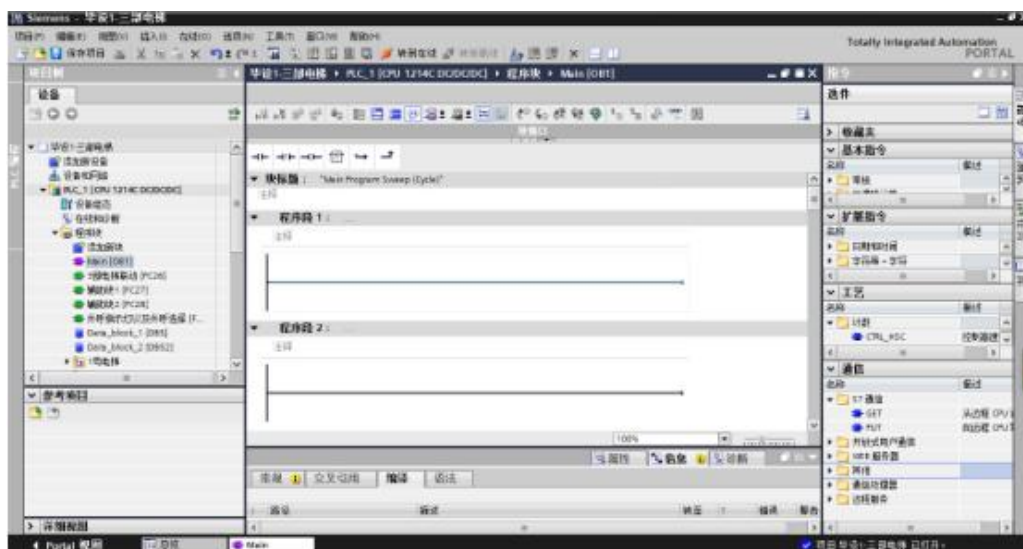


图 3-4 门户视图

3.3.2 功能块简介

将写好的程序需要下载到 CPU 中。其主要包括以下 4 个模块。

(1) OB 块简介：OB 块是 Organization block 的简称，通常叫做组织块，其主要功能是连接代码与操作系统的入口，并通过代码来触发 OB 块的内部程序，在 PLC 内部的操作系统中，每种事情对应有相应的 OB 块，而且每种对应关系不能更改。OB 块中包含许多不同种功能的组织块，主要有循环组织块、时间中断组织块、延时中断组织块、同步循环组织块等。

(2) DB 块简介：DB 块 Data block 的简称，通常叫做数据块，主要有共享数据块和背景数据块两种类型。在整个控制系统中，必然会产生很多输入变量、输出变量和一些中间变量，这些变量不仅需要占用存储资源，而且不易管理，所以把这些变量存放在不同的 DB 块中，这类数据块就成为共享数据块。而背景数据块主要是根据 FB 块的设置自动合成 DB 块，用于存储系统值。

(3) FC 块分为含接口参数的和不含接口参数的 FC 块。一个完整的项目中可以有許多 FC 块，这些 FC 块可以用同一个符号名，但不能重名，每一个 FC 的编号也不能重复。FC 块可以嵌套调用，如果 FC 块没有被任何的 OB 块调用，那么该 FC 块里面的程序则不会被运行。当 FC 块被调用时，需要将系统中的变量一一对应地与 FC 块内设置的接口参数联系起来。

(4) FB 块的简介：对于 FB 块，它的命名、调用、书写方式和嵌套原则和 FC 块相似，而且还可以定义接口参数。和 FC 块不同的是，FB 块的程序不仅可以表达逻辑，而且还可以对数据进行存储。FB 块在被进行调用的时候，必须指定一个 DB（背景数据块）进行调用数据的存储，否则 FB 块没有任何作用。在编辑 FB 块的时候，不仅可以定义接口参数，而且还可以定义一系列的状态量。在调用 FB 块的时候，调用软件会自动建立一个背景数据块用于存储程序运行计算的一系列状态的数据，不需要调用其他数据块。

如图 3-6 表示为各个功能块之间的关系图，由此可见，各个功能块之间相互协作，才能更好地运行。

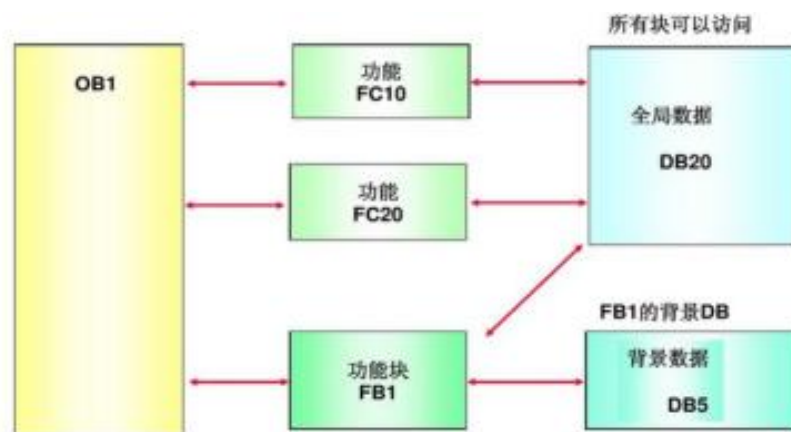


图 3-6 功能块结构图

3.3.3 指令介绍

在编辑梯形图程序时，需要用到多种指令方法去编译。每一段梯形图都必须包括两个部分，输入和输出部分。输入部分相当于就是在表达条件，输出部分相当于是表达输出。梯形图就是根据这些指令之间的配合才能完整地表达逻辑的。下面就介绍一些梯形图编程中常用的指令表 3-2；表 3-3；表 3-4 所示：

表 3-2 位逻辑运算指令










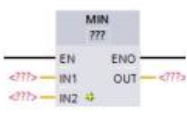













指令	描述	STL
	常开触点	LD
	常闭触点	LDN
	线圈（输出）	=
	线圈的取反	=!
	复位输出	R
	置位输出	S
	操作数信号上升沿	EU
	操作数信号下降沿	ED

表 3-3 定时器以及计数器指令

	关断延迟	TOF	IN 信号导通 Q 为 1, IN 信号断开开始计时，计时完毕后 Q 为 0。
	时间累加器	TONR	IN 信号导通开始计时，计时完毕后，无论 IN 是否为 1，Q 为 1。
	加计数器	CTU	CU 信号导通，CV 数值依次递增。R 为 0，CV 和 PV 数值相等时 Q 输出。R 为 1 复位 CV 数值。
	减计数器	CTD	CD 信号导通，CV 数值依次递减。LD 为 1 时，将 PV 值赋给 CV。
	加减计数器	CTUD	将加法器、减法器集成于一体的指令。其功能与加减法器同理。

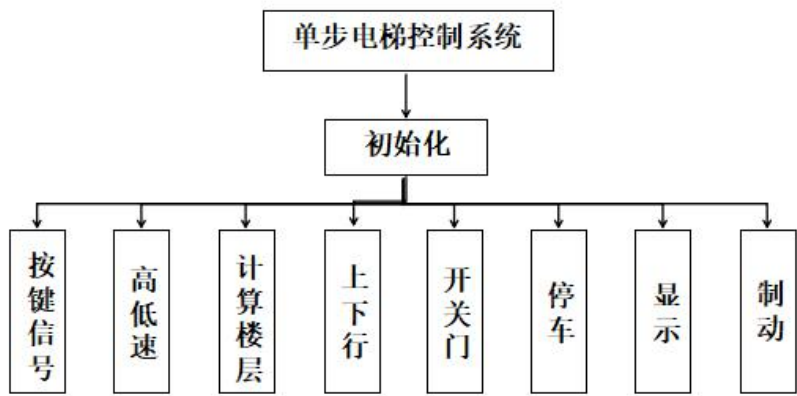
表 3-4 比较器操作指令级数学函数指令

指令	描述	指令	描述
 CMP ==	等于		从 IN 输入所有值 选择最小值输出。
 CMP <>	不等于		
 CMP >=	大于或等于		
 CMP <=	小于或等于		从 IN 输入所有值 选择最大值输出。
 CMP >	大于		
 CMP <	小于		
 ADD	加	 MOVE	赋值
 SUB	减	 CONVERT	转换值
 MUL	乘	 ROUND	取整
 DIV	除		

第四章 多部电梯的控制系统设计

4.1 单部电梯控制系统

单部电梯的控制系统是一个复杂的逻辑问题，因此我们可以把电梯拆分开来，根据电梯各部分之间的功能来进行分析。如图 4-1 所示。



4.2 上下行控制分析

电梯轿厢的运行是通过相应的逻辑判断来实现的。电梯运动控制一般有三种情况：当处于轿厢上层的楼层有呼叫信号时，电梯向上运行；当处于轿厢下层的楼层有呼叫信号时，电梯向下运动；当轿厢停止层有外呼信号时，轿厢处于静止状态并且开门响应。

当电梯有上行外呼信号时，电梯也不一定会上行。只有满足上行接触器导通的情况下，它才会上行运行。因为当电梯门没有完全关闭时，上行导通器没有导通，电梯还是不会向上运行。如下图 4-2，图 4-3。

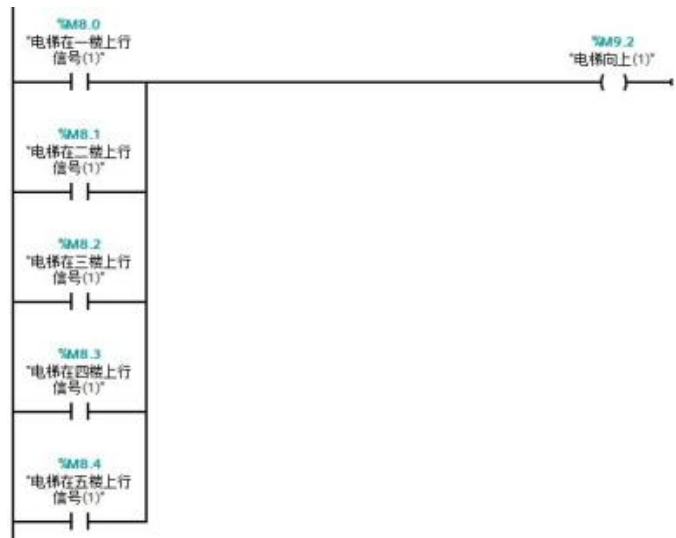


图 4-2 轿厢向上信号程序



图 4-3 电梯上行程序

如果电梯下层有外呼信号时，也不一定会向下运行。只有当电梯的下行接触器导通时，电梯才会下行响应。因为当电梯门没有完全关闭时，电梯的下行接触器没有导通，电梯则不会下行响应。如图 4-4、图 4-5。

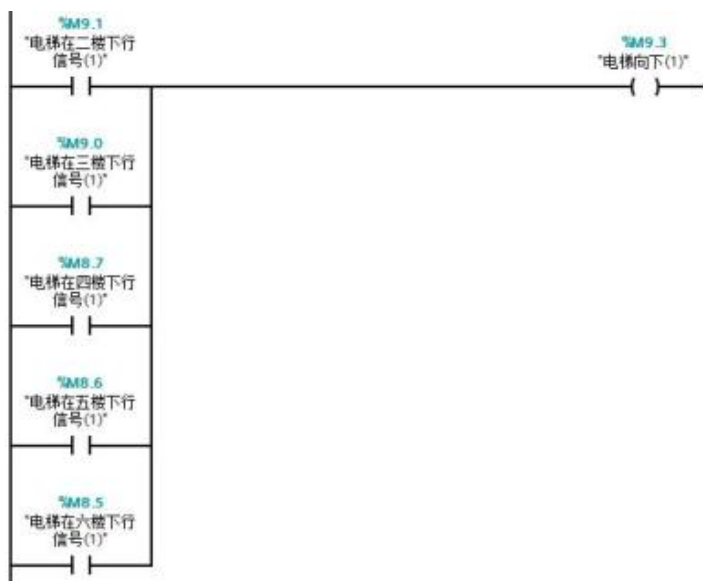


图 4-4 轿厢向下信号



图 4-5 电梯下程序

4.3 开关门控制分析

一般情况下，在电梯正常运行时，电梯处在自动控制状态下，电梯按照既定的程序运行。当电梯平层停车之后，在程序运行下，电机正转，轿厢开门。电梯开门后，若存在超重情况，电梯会继续保持开门状态，直至超重信号消失；若红外光幕感应到有人或货物的信号时，电梯也是继续保持开门状态；若本楼层还有外呼信号时即平层信号，则电梯响应开门；当这些信号都处理解决时，电梯才会正常关门，才得以按照程序继续运行。主要思路如图 4-6 所示，开关门程序如图 4-7、图 4-8。

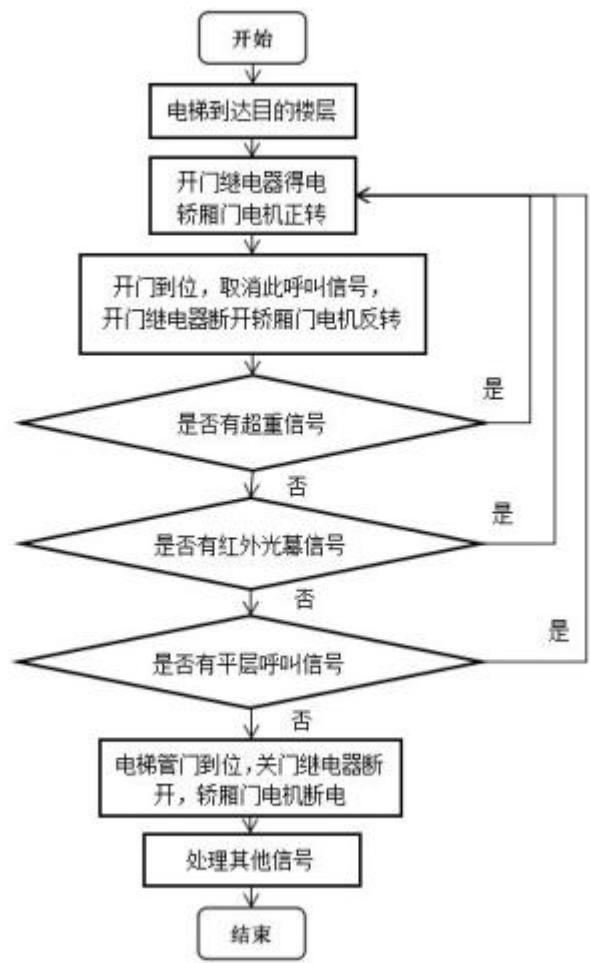


图 4-6 开关门控制框图

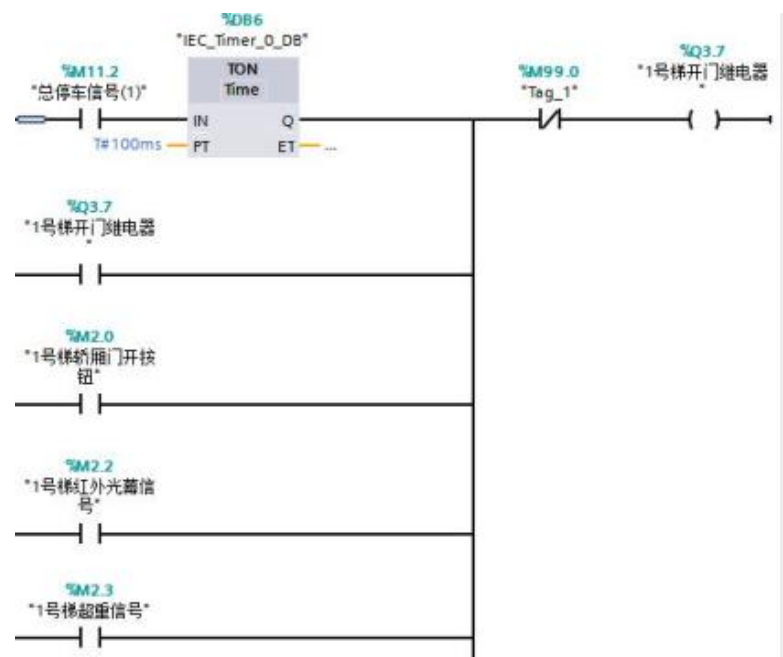


图 4-7 开门程序

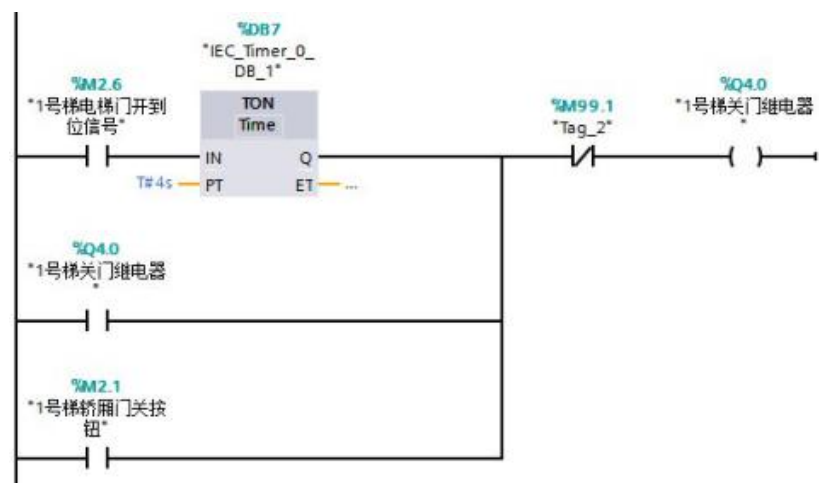


图 4-8 关门程序

4. 4 楼层判断及停车

一部电梯正常工作时，需要具有正常上行和下行的功能，同时还需要满足平层停车功能。当电梯初始化之后，设当前所处的楼层为第一层，电梯处在暂停状态且运行方向朝上，然后等待控制器的调度。首先判断是否有高于该楼层的楼层是否有呼叫信号，如果有向上的呼叫信号，则电梯根据信号响应向上运行。若有低于该楼层的楼层有外呼信号时，电梯根据信号响应向下运行。若没有向上或者向下的呼叫信号时，电梯则处于继续等待状态。电梯在运行过程中，当上下平层的数值等于外呼信号的所在的楼层数值时，电梯停车，完成外呼响应。基本框图如图 4-9 所示。

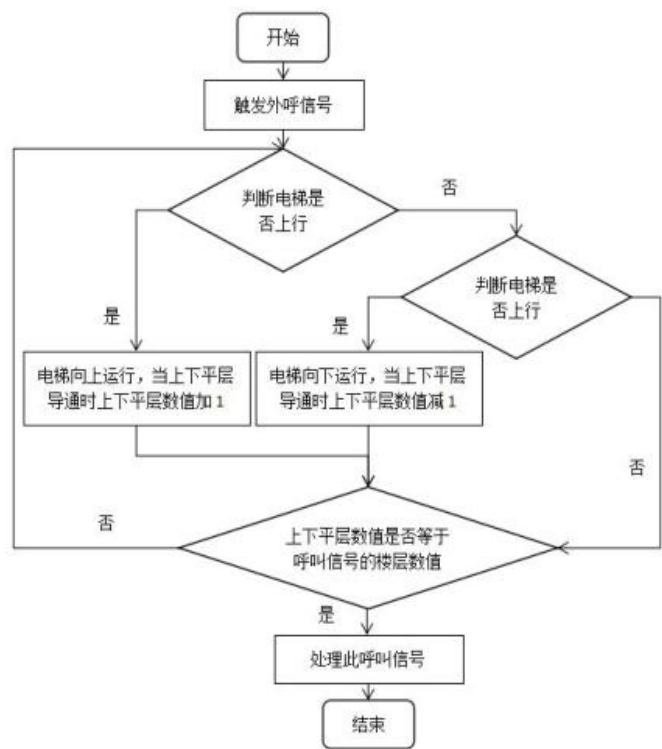


图 4-9 平层停车框图

上下平层数值的增减值程序如图 4-10、图 4-11 所示。

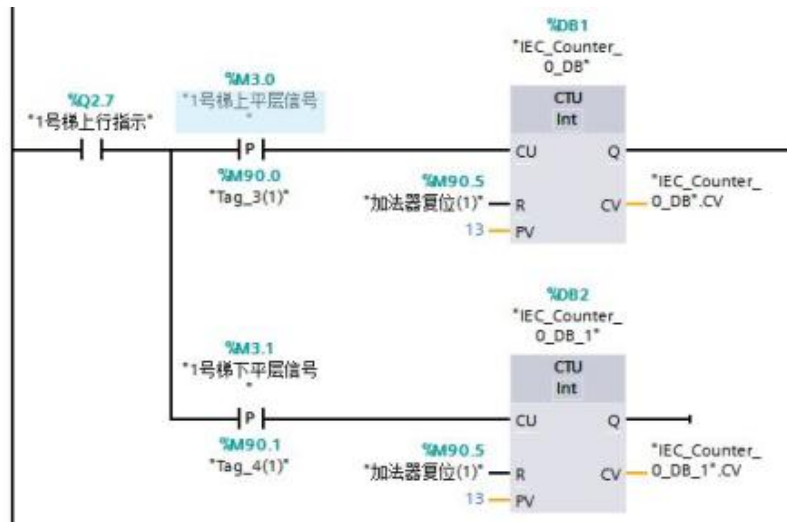


图 4-10 电梯上行过程中的数值加值程序

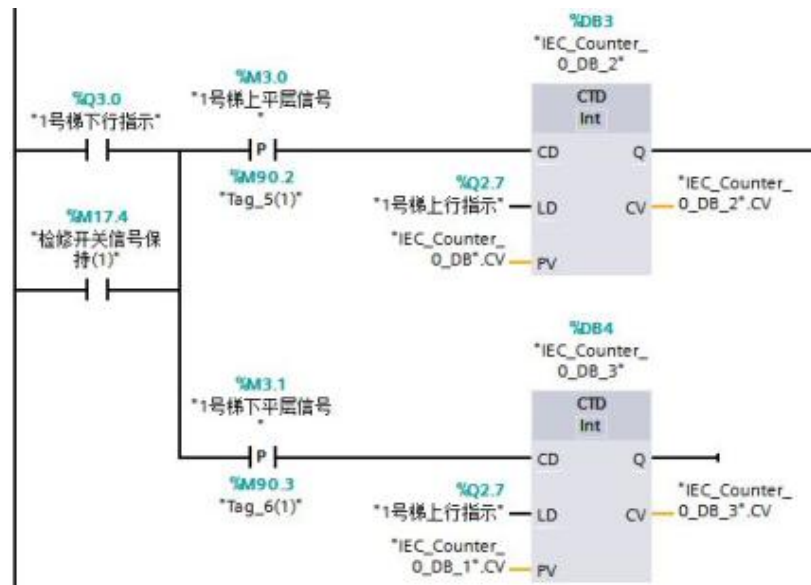


图 4-11 电梯下行过程中数值减值程序

4.5 电梯上下行指示灯显示

为了使乘客及时知道电梯的状态及目前所处的位置的需求,设计了一些人性化服务如电梯上下行指示灯和楼层显示等。当高于电梯停止楼层的楼层有呼叫信号时,电梯的上行继电器导通,电梯的上行指示灯亮起显示;当低于电梯停止楼层的楼层有呼叫信号时,下行继电器导通显示下行指示灯。当电梯没有向上或者向下的呼叫信号时,电梯处在待机状态,显示灯不显示。程序设计图如图 4-12、图 4-13 所示。

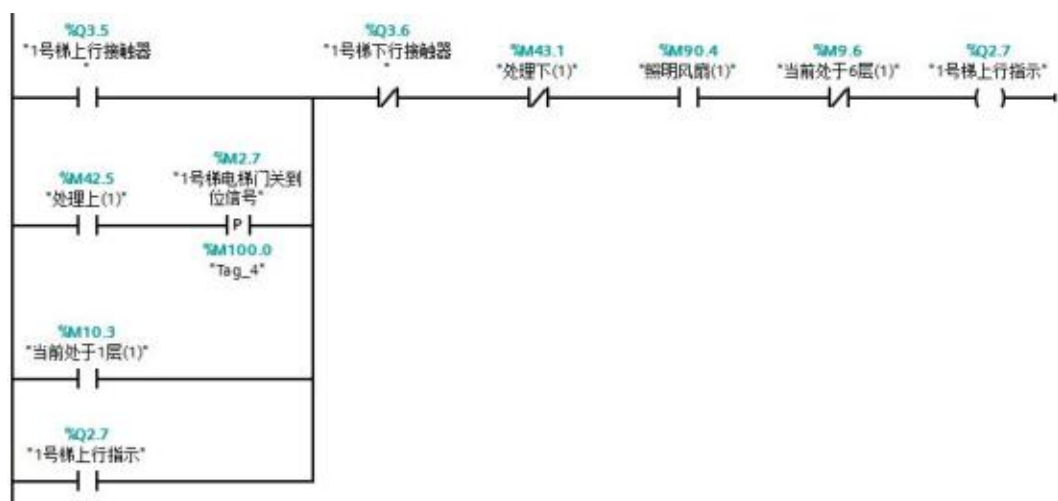


图 4-12 电梯向上运行指示灯显示程序

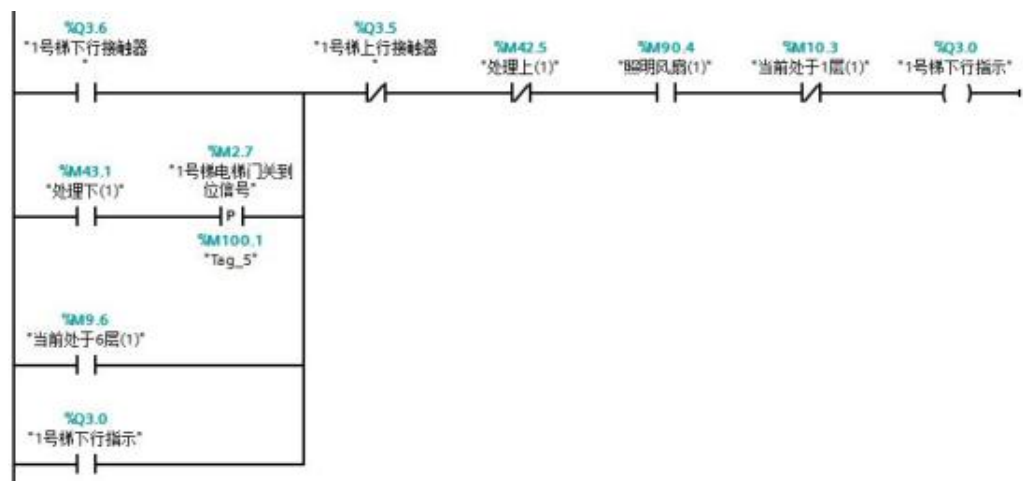


图 4-13 下行过程中指示灯显示程序

4.6 数码管显示

楼层数字的显示是通过若干二极管实现的，楼层中一般用到的数码管是七段数码管，数码管的示意图如图 4-14 所示，数码管真值表如表 4-1 所示，数码管显示程序如图 4-15 所示。

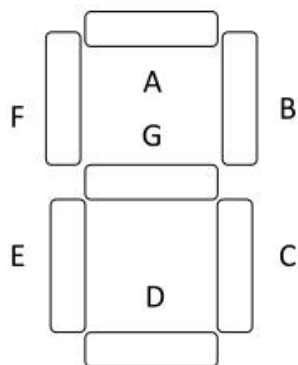


图 4-14 数码管示意图

表 4-1 数码管真值表

	A	B	C	D	E	F	G
一楼	0	1	1	0	0	0	0
二楼	1	1	0	1	1	0	1
三楼	1	1	1	1	0	0	1
四楼	0	1	1	0	0	1	1
五楼	1	0	1	1	0	1	1
六楼	1	0	1	1	1	1	1

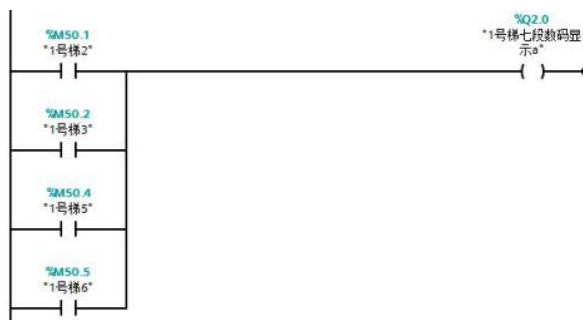


图 4-15 数码管显示程序

4.7 三部电梯的集群控制设计

4.7.1 三部电梯集群控制分析

只有在单部电梯运行系统安全运行的前提下，多部电梯的群控算法才有运行的可能。运用数学算法，选择一个最优的电梯控制方案，才能群控算法的优点，达到降低能耗、减少等待时间的目的。基本控制框图如图 4-16 所示：

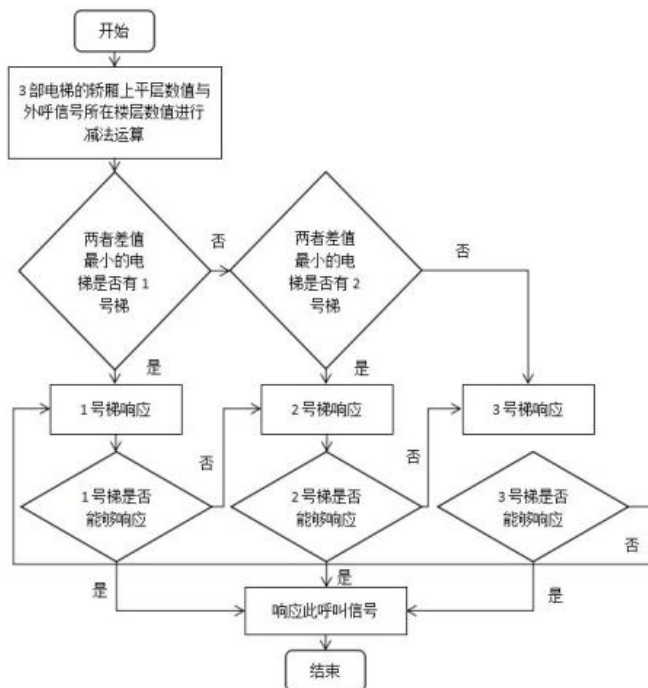


图 4-16 三部电梯集群控制框图

4.7.2 三部电梯群控算法设计

电梯群控算法中调度的原则是：就近原则先距离再方向，为了较快地响应外呼电梯，则先安排距离目的最近的电梯去响应，如果距离相等，则比较轿厢的运行方向，运行方向与外呼信号的运行方向一致的电梯则优先响应。电梯的响应优先级 $A > B > C$ ，则我们只要列出 A 电梯的算法即可。

在群控算法中，电梯群控算法中距离的含义是指电梯从当前所处位置运行到响应此外呼信号时的运行楼层数。根据计算 A, B, C 梯各自距离外呼信号距离并进行，距离最短的优先响应，其次再判断电梯的运行方向。

电梯调度算法计算过程：首先算出 A, B, C 梯所处的楼层，用 Z 代表当前外呼信号所在的楼层。将按键信号分为上行按键与下行按键，电梯运行状态分为静止、上行、和下行三种值进行计算，电梯的程序算法如表 4-2 所示。

表 4-2 电梯程序算法计算表

A 梯静止	外呼信号上行			A 梯响应外呼 z 信号	
	外呼信号下行				
A 梯上行	外呼信号 上行	楼层高度	A<Z		A 梯响应外呼 z 信号
			A=Z	上行接触器=1	A 梯不响应外呼 z 信号
				上行接触器=0	A 梯响应外呼 z 信号
			A>Z	A 梯不响应外呼 z 信号	
	外呼信号 下行	楼层高度	A<Z	A 梯没有响应 Z 层以上信号	A 梯响应外呼 z 信号
				A 梯响应 Z 层以上信号	A 梯不响应外呼 z 信号
					A>=Z
A 梯下行	外呼信号 上行	楼层高度	A<=Z		A 梯不响应外呼 z 信号
			A>Z	A 梯没有响应 Z 层以下信号	A 梯响应外呼 z 信号
				A 梯响应 Z 层以下信号	A 梯不响应外呼 z 信号
	外呼信号 下行	楼层高度	A<Z		A 梯不响应外呼 z 信号
			A=Z	下行接触器=1	A 梯不响应外呼 z 信号
				下行接触器	A 梯响应外呼 z 信号
		A<Z	A 梯响应外呼 z 信号		

4.7.3 三部电梯集群控制的软件设计

在三部电梯的设计过程中，其主要思想是就近原则。首先电梯的集群控制要能满足正常的运行，其次在电梯的运行过程中需要将所有的呼叫信号集中起来，根据算法选择响应时间最短，能耗最小的响应方式去响应。档电梯有呼叫信号时，首先将各个电梯的所处楼层与目的楼层的差值进行比较，程序如图 4-17 所示。

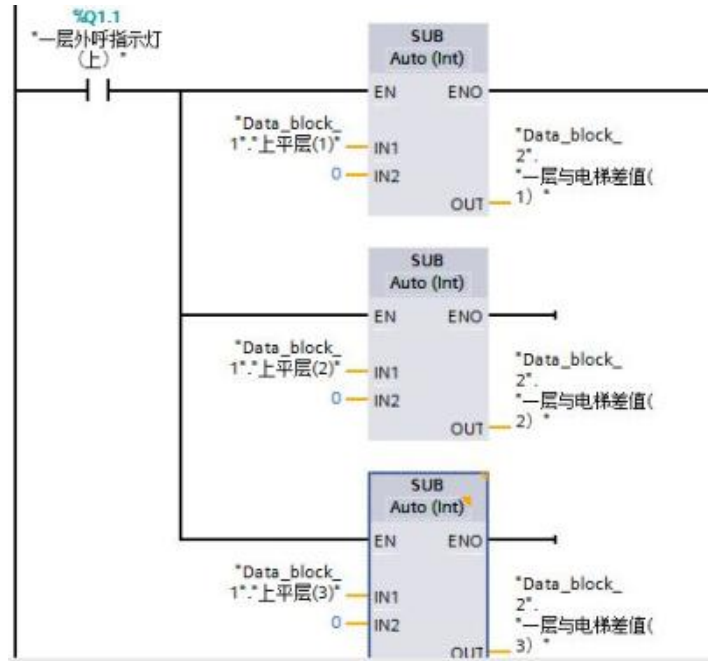


图 4-17 各部电梯的差值比较

把每部电梯所处的楼层与外呼的目的楼层进行差值比较后，选择距离最近的电梯去响应。但是当所选择的电梯不能去响应或者出现故障时，则根据程序继续选择，直至选择出响应电梯，程序如图 4-18 所示。

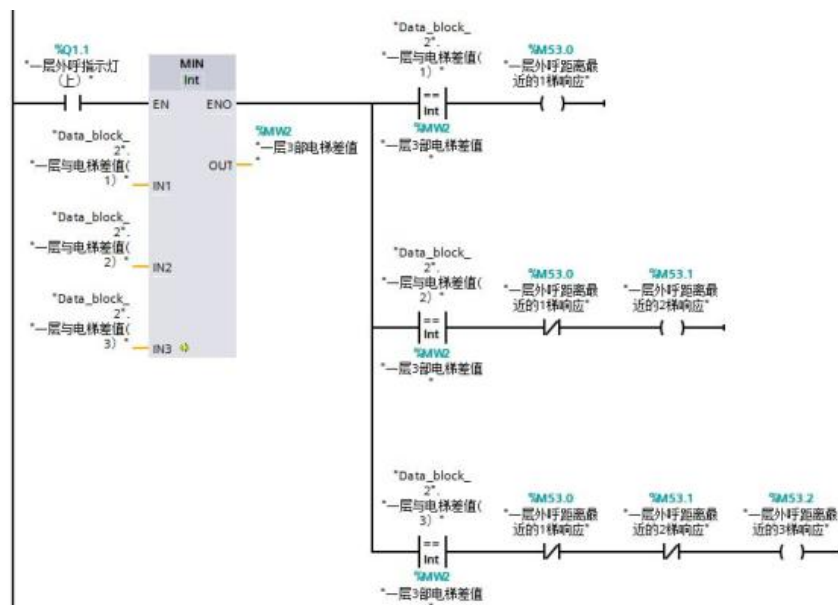


图 4-18 各部电梯的程序对比

现假设有一个一层的呼叫信号时，首先将三部电梯和目的楼层的距离进行比较，得出 1 号电梯距离最近，则安排一号电梯去响应。但是如果一号电梯出现其他故障，则安排其他电梯区响应该信号。设计程序如图 4-19。

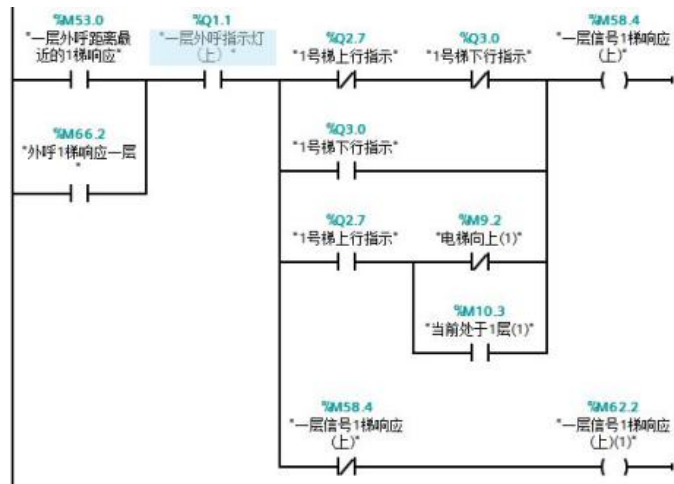


图 4-19 一层响应程序

第五章 电梯控制系统的调试

完成电梯程序设计后,用工控机上的模拟仿真软件对电梯进行三部六层的模拟仿真。第一步先对电梯进行初始化。电梯初始化的仿真图如图 5-1 所示。



图 5-1 电梯初始化仿真

根据电梯程序设计的原则,在电梯距离目的楼层的距离相等时,根据电梯的优先级去响应,电梯的优先级顺序是 1 号电梯>2 号电梯>3 号电梯,所以在有一个二层上行的外呼信号时,1 号梯优先响应上行,接着又有一个四层下行的外呼信号时,2 号电梯的优先级又大于 3 号电梯,因此 2 号梯去响应该信号,电梯的程序运行图如图 5-2 所示。

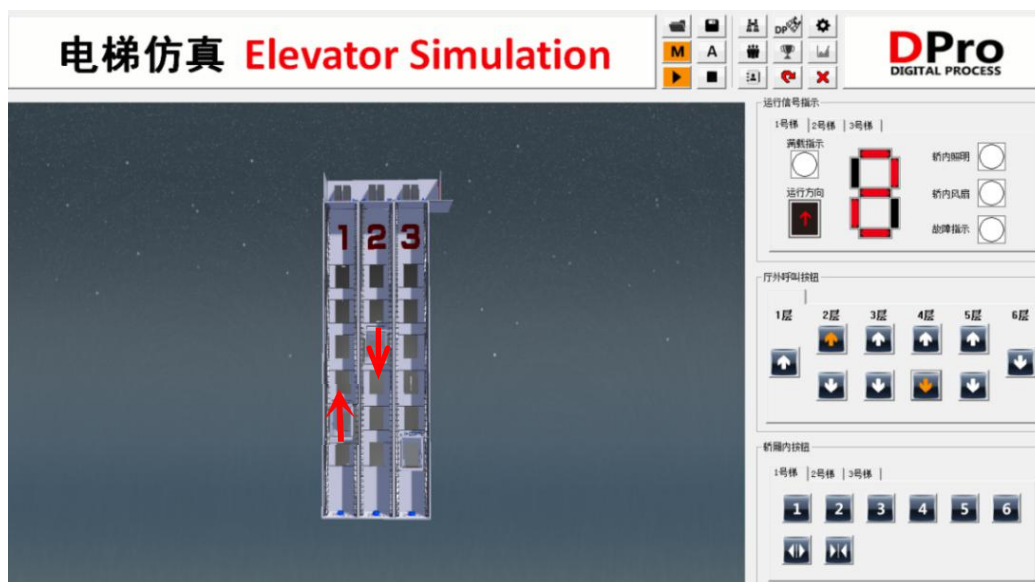


图 5-2 1 号梯上行响应和 2 号梯下行响应图

当 1 号梯在二层向上、2 号梯在四层向下、3 号梯在一层静止时，有一个三层向上的外呼信号时，首先判断各电梯与目的楼层之间距离，判断出 1 号梯和 2 号梯距离目的楼层的距离相等，然后又根据同方向运行优先的原则和响应优先级的原则，所以 1 号梯优先响应，电梯程序运行图如图 5-3、图 5-4 所示。

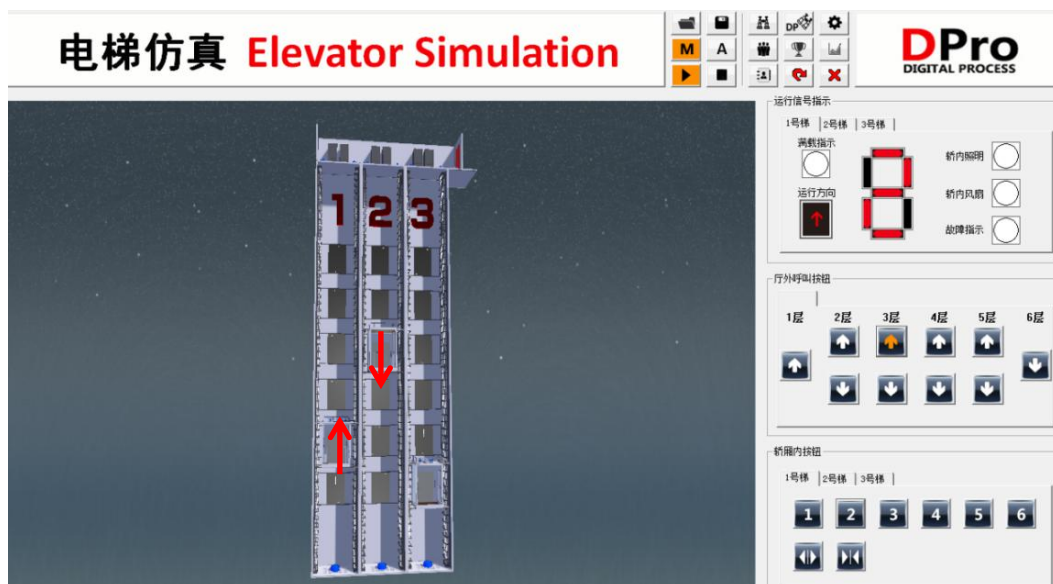


图 5-3 1 号梯上行响应图

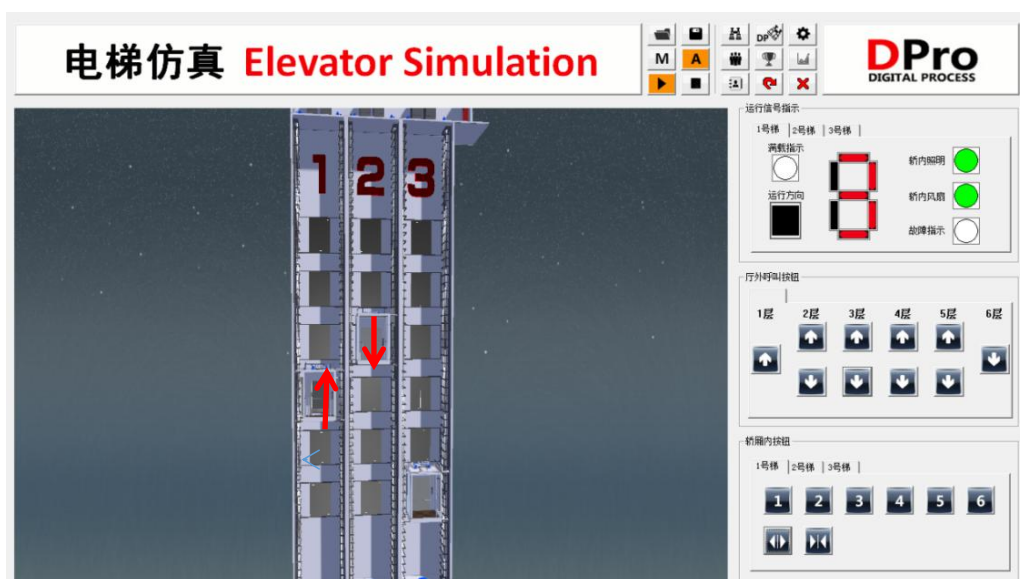


图 5-4 1 号梯响应上行到达

当 1 号电梯在三层向上运行，2 号电梯在四层向下运行，3 号电梯在一层静止时，此时有一个二层的向上运行的外呼信号，由于 1 号电梯已经过了目的楼层（必须上完所有楼层即程序运行完成才可下行），2 号电梯在下行，所以 3 号电梯去响应二层外呼信号。电梯的程序运行图如图 5-5、图 5-6 所示。

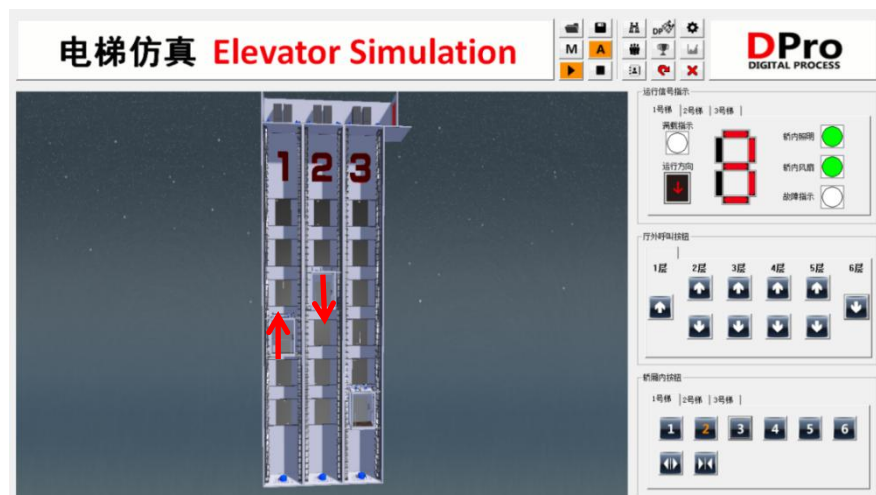


图 5-5 3 号梯响应上行运行图

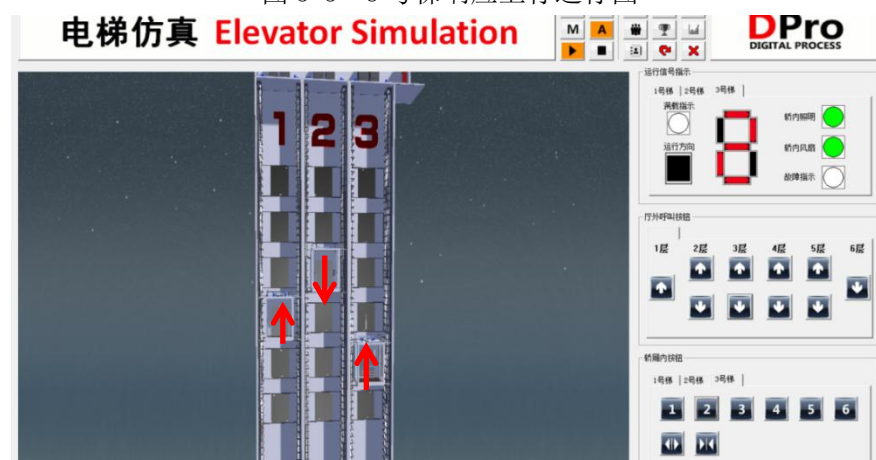


图 5-6 3 号电梯响应上行到达图

当 1 号电梯在六层向下运行，2 号电梯在四层向下运行，3 号电梯在二层向上运行，此时有一个五层向下运行的外呼信号，根据距离优先原则，应该是 1 号和 2 号电梯响应，再根据同方向优先原则，1 号电梯去响应五层向下的外呼信号。电梯的程序运行图如图 5-7 图 5-8 所示。

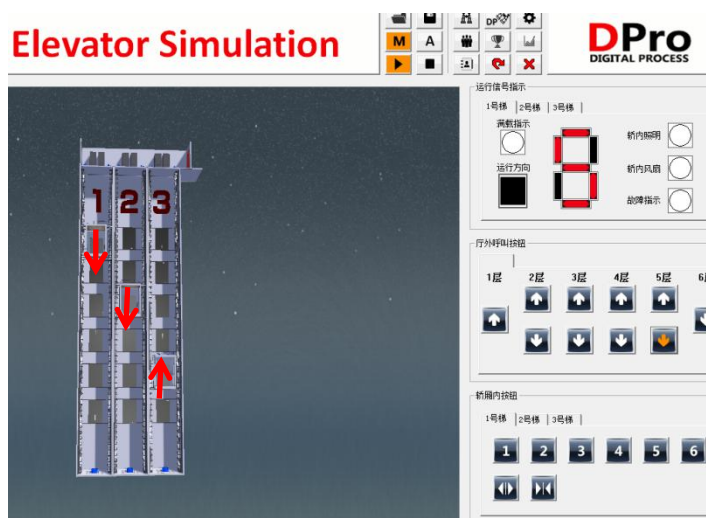


图 5-7 1 号电梯响应下行信号图

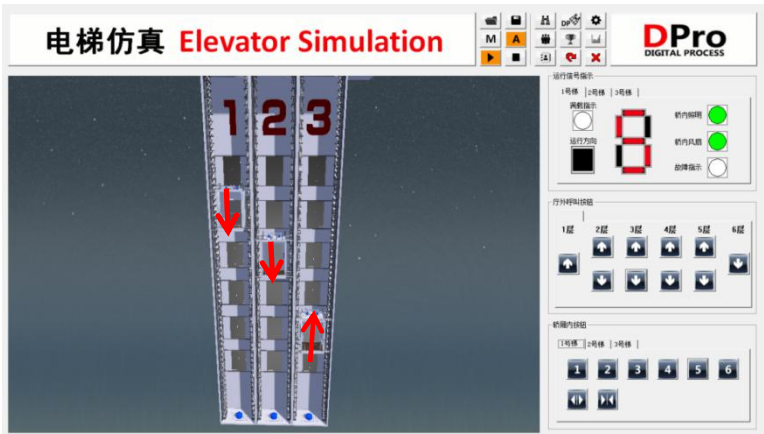


图 5-8 1 号梯响应下行到达图

1 号电梯在五层向下运行，2 号电梯在四层向下运行，3 号电梯在二层向上运行，此时有一个三层向下的外呼信号时，根据距离优先原则，2 号梯和 3 号梯优先响应，再根据同方向优先的原则，2 号梯在下行，所以 2 号梯优先响应。电梯的程序运行图如图 5-9、图 5-10 所示。

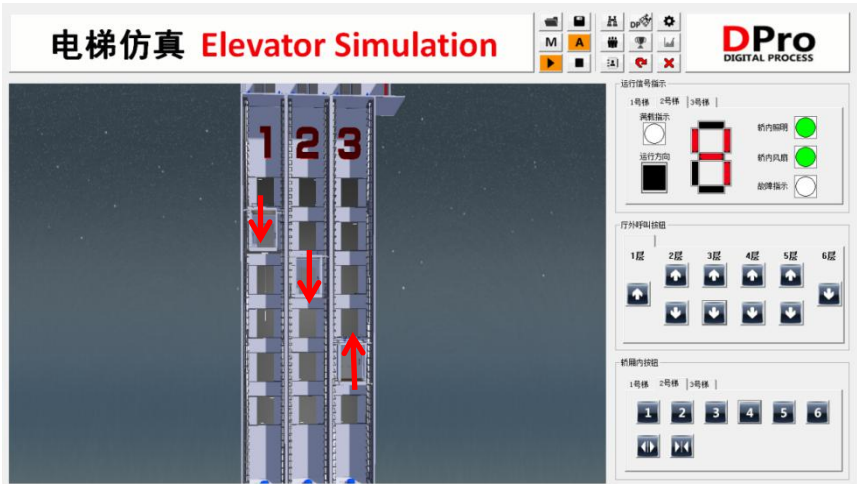


图 5-9 2 号梯响应下行图

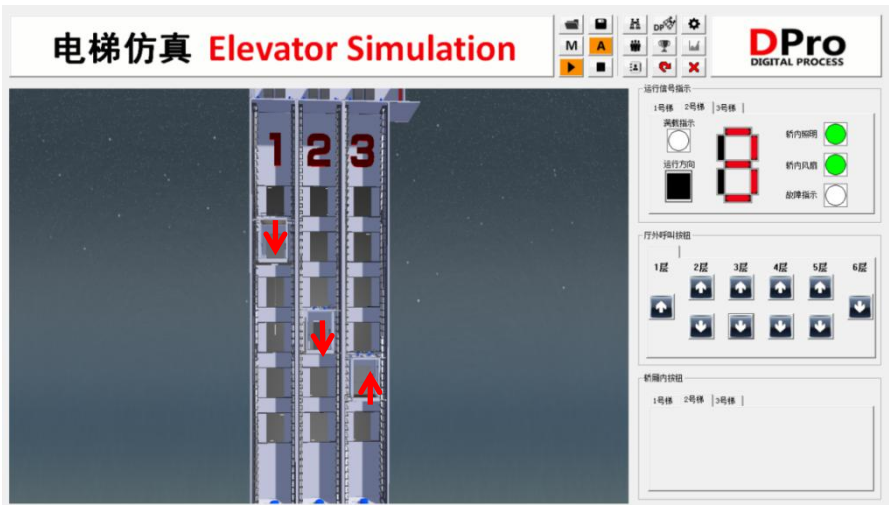


图 5-10 2 号梯响应下行到达图

1 号梯在三层下行，2 号梯在二层向下运行，3 号梯在六层静止时，当有一个五层向下的外呼信号时，根据距离优先原则，3 号梯优先响应外呼信号。电梯的程序运行图如图 5-11、图 5-12 所示。

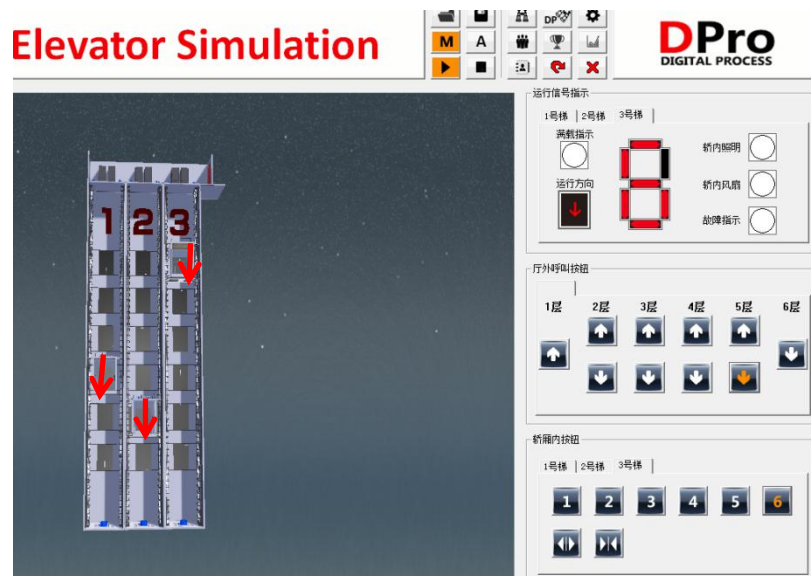


图 5-11 3 号电梯响应下行图

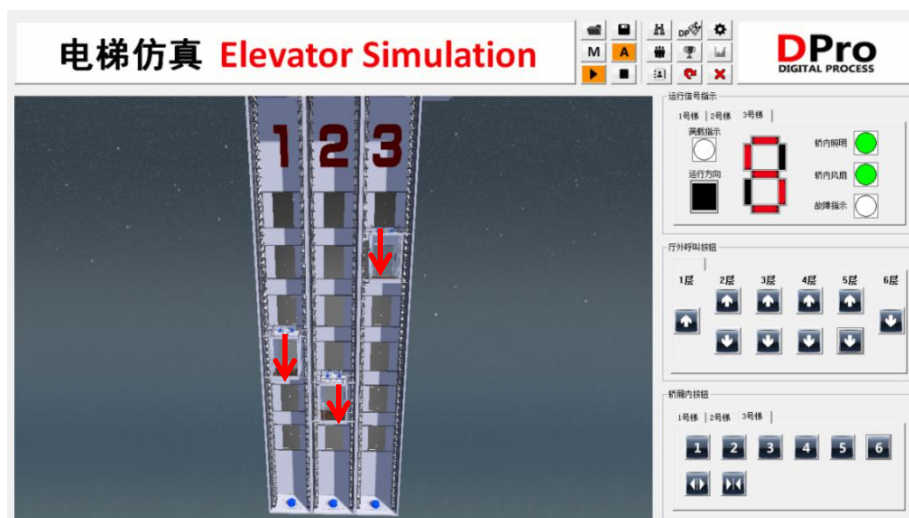


图 5-12 3 号梯响应下行到达图

结束语

随着生活质量的提升，城市户进程的加快，电梯在人们的生活中也变得越来越重要，在电梯的使用上，已不再单纯地满足电梯舒适和安全性能，还在电梯的运行效率上提出了更高的要求。在本次毕业设计中主要研究的是三部六层电梯的集群控制算法，实现电梯控制的最优算法，从而减少人们的等待时间和电梯的能耗。本次设计中用到的硬件是西门子 S7-1200PLC，利用博途软件进行编程，电梯控制系统模型自带的工控机进行模拟仿真，从而实现整个系统控制。主要的设计难点在电梯群控算法的计算和程序的设计，不仅要满足电梯基本的功能例如：轿厢上下行的控制、电梯门的开关控制、楼层以及停车的控制，还要满足最优的算法，用来减少乘客等待的时间以及电梯的能耗。通过这段时间的努力，基本实现了这一要求，成功完成了毕业设计任务。

在本次论文设计之后，不仅提高了我对西门子 PLC 的认识，还更加肯定了我对西门子系列 PLC 以后的发展，相信在在现代工业控制中，随着 PLC 技术的成熟，以后在工业的使用上必将发挥不可替代的作用。如果有机会，一定会深入学习这方面的知识。

致 谢

时光匆匆，四年的大学时光在不经意间就飞逝而过，经过岁月的洗礼，我也从一个无知的少年成长为一个有为青年。感谢我的母校，在人生最重要的时刻，教给我的不仅是以后工作的技能，更多的是教给我“爱国、求是、奋进”的人生追求。在此后的生活中，我定当时刻牢记校训，做一个有社会责任感的人。

然后，我要感谢我的毕设指导老师—沈建冬老师。老师为人正直，学术精湛，不仅教给我许多课本上的知识，让我从一个什么都不懂的外行，迅速成长为一个对电气行业有所了解的人，对我以后的工作起到了很大的帮助，更是在我人生的成长道路上给许多忠告，用他自身的经历告诫我，努力奋斗，奋发图强，做一个积极向上的人。

最后，感谢实验室同学在我毕业设计的过程中给我的指导和帮助，感谢和我一起生活四年的同窗，感谢所有的老师，祝愿大家在以后的生活中工作顺利，万事如意！

参考文献

- [1] 孟现生. 消防电梯在高层建筑中的设置[J]. 中国房地产业, 2013(4):549-549.
- [2] 杨俊秀. 电气控制与 PLC 应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [3] 陈恒亮, 闫莉丽. 可编程控制器控制电梯技术及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [4] 周宏伟. 电梯控制策略探究[J]. 中国机械, 2014(19):328-328.
- [5] 郭小菲. 基于 RSL 协议的电梯轿厢内控制板设计与研究[D]. 上海: 复旦大学, 2013.
- [6] 梁羽. 钢轨自动除锈机控制系统研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2013.
- [7] 苏楠. 浅议电梯控制技术的发展及存在的问题[J]. 改革与开放, 2014(5):11-12.
- [8] 张伟. LED 显示屏控制系统的设计及在铁路信号中的应用[D]. 四川: 西南交通大学, 2012.
- [9] 张岩峰. 西门子 PLC 在电气控制中的应用[J]. 科技风, 2013(5):99-101.
- [10] Xiaoling Yang, Qunxiong Zhu. Hong Xu. Design and Practice of an Elevator Control System Based on PLC[C], 2008 Workshop on Power Electronics and Intelligent Transportation System, 2008:94-99.
- [11] Mingxia Chen, Juncheng Yin, Fengming Liu. Design of Elevator Control System Based on PLC and Frequency Conversion Technology[C], 2018 10th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), 2008:268-269.
- [12] 许洪华. 现场总线与工业以太网技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [13] 廖常初. S7-1200PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [14] Saru Sehgal, Vikas Acharya. Effect of PLC and SCADA in boosting the working of elevator system[C], Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS), 2014 IEEE Students' Conference on, 2014:1-6.
- [15] 张运刚, 宋小春. PLC 职业技能培训及视频精讲西门子 STEP7[M]. 北京: 人民邮电出版社 2010.