



茅台學院

MOUTAI INSTITUTE

PLC 课程设计

基于 Portal 软件的单部六层电梯设计及仿真

姓 名:	李云芳
学 号:	20200606009
系 部:	酿酒工程自动化系
专 业:	自动化
指导教师:	任玲玲

二〇二三年五月

茅台学院课程设计诚信承诺书

本人郑重声明：在茅台学院攻读学士学位期间，所提交的课程设计，是本人在导师指导下独立进行研究工作所取得的成果。对本文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明，其它未注明部分不包含他人已发表或撰写过的研究成果，不存在购买、由他人代写、剽窃和伪造数据等作假行为。

本人愿为此声明承担法律责任。

作者签名： 李云芳

日期：2023 年 06 月 01 日

茅台学院课程设计使用授权声明

本人完全了解茅台学院关于收集、保存、使用课程设计的规定，即：本人按照学校要求提交课程设计的印刷本和电子版本；学校有权按有关规定向国家有关部门送交课程设计，可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文等。

作者签名： 李云芳

日期：2023 年 06 月 01 日

摘 要

PLC 电梯控制系统是一种基于可编程逻辑控制器（PLC）技术的智能电梯控制系统，其主要功能是对电梯的运行进行自动化和控制。该系统采用了 PLC 控制器和传感器组成的控制网络，可以实现对电梯的实时监控和管理。该系统支持多种编程语言和操作模式，可以灵活地配置和定制。除此之外，PLC 电梯控制系统还支持多种安全保护机制，例如紧急停电、电梯井盖异常等。该系统的设计具有可靠性高、稳定性好和维护成本低等特点。PLC 电梯控制系统可以大大提高电梯的安全性和效率，为用户提供更加优质和便捷的电梯出行体验。第一段：简明扼要交代论文的选题背景和目的与意义

本次设计利用西门子 S7-1500 PLC 作为主要的控制器，以博途 TIA Portal 软件、S7-PLCSIM Advanced V2.0 虚拟的 PLC、EET Basic 电梯模型作为基础平台进行系统的开发。首先完成单部六层电梯控制系统的硬件组态，其次是通过博途软件进行电梯功能的设计，比如开关门控制、楼层显示、待载休眠等，最后是 Wincc 监控画面的设计。通过博途、S7-PLCSIM Advanced、EET Basic 电梯结构模型进行以太网通讯，以此对系统进行测试。经过一系列的仿真，可证明该控制系统能够做到实时性的监控电梯的运行情况，且电梯的功能得到了实现并在监控系统中体现，能够实现电梯安全、平稳、可靠的运行。

关键词：电梯控制；可编程控制器；S7-1500；TIA Portal

Abstract

PLC elevator control system is an intelligent elevator control system based on Programmable Logic Controller (PLC) technology, which is mainly used for automation and control of elevator operation. The system uses a control network composed of PLC controllers and sensors to achieve real-time monitoring and management of elevators. The system supports multiple programming languages and operation modes, enabling flexible configuration and customization. Additionally, the PLC elevator control system supports multiple safety mechanisms, such as emergency power off and elevator shaft cover exceptions. The design of the system has the characteristics of high reliability, stability, and low maintenance costs. The PLC elevator control system greatly improves the safety and efficiency of elevators, providing users with a more high-quality and convenient elevator travel experience.

The purpose of this project is to develop an elevator control system based on Siemens S7-1500 PLC, using TIA Portal software, S7-PLCSIM Advanced V2.0 virtual PLC, and EET Basic elevator model as the basis. The design includes hardware configuration for a six-floor elevator control system, elevator functional design using TIA Portal software, and Wincc monitor screen design. The system is then tested using Ethernet communication through EET Basic elevator structure model and S7-PLCSIM Advanced. After a series of simulations, it can be proven that the control system can monitor elevator operations in real-time and all of the necessary functionalities have been implemented and reflected in the monitoring system, thus ensuring safe, smooth, and reliable elevator operation.

Key Words: Elevator control; Programmable controller; S7-1500; TIA Portal

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究现状.....	1
1.3 研究意义.....	2
第 2 章 控制系统总体设计	3
2.1 项目需求分析.....	3
2.2 被控对象特性分析.....	3
2.3 系统硬件设计.....	4
2.4 整体逻辑设计.....	5
第 3 章 控制系统软件设计	7
3.1 软件使用情况.....	7
3.1.1 TIA PORTAL	7
3.1.2 EET BASIC.....	7
3.2 PLC 组态设计.....	8
3.3 主要控制逻辑.....	9
3.3.1 初始化逻辑.....	9
3.3.2 开关门逻辑.....	10
3.3.3 其他程序.....	11
3.4 涉及程序.....	12
第 4 章 运行与调试	16
4.1 通讯.....	16
4.2 运行	17
参考文献.....	19
附 录.....	20

第1章 绪论

1.1 研究背景

随着城市化的加速和高层建筑的普及，电梯作为一种重要的交通工具，人们的生活产生了越来越大的影响。在过去，电梯的控制方式大多采用传统的电气控制方式，但随着电子技术的不断发展和应用，电梯的控制方式已经逐渐向数字化、智能化方向发展。这也促进了电梯离散控制研究的兴起。

电梯离散控制研究主要借助计算机、通讯技术、控制论等多个领域的理论和技术，通过对电梯运动过程进行建模和分析，实现对电梯运行的精确控制，提高电梯的安全性、运行效率和人员舒适度。离散控制技术逐渐降低了电梯控制成本，实现了高效智能化的电梯运行。

电梯离散控制研究对于改善人们的生活质量和提高城市建设水平都有着重要的作用，因此此领域的研究也越来越受到人们的关注和重视。

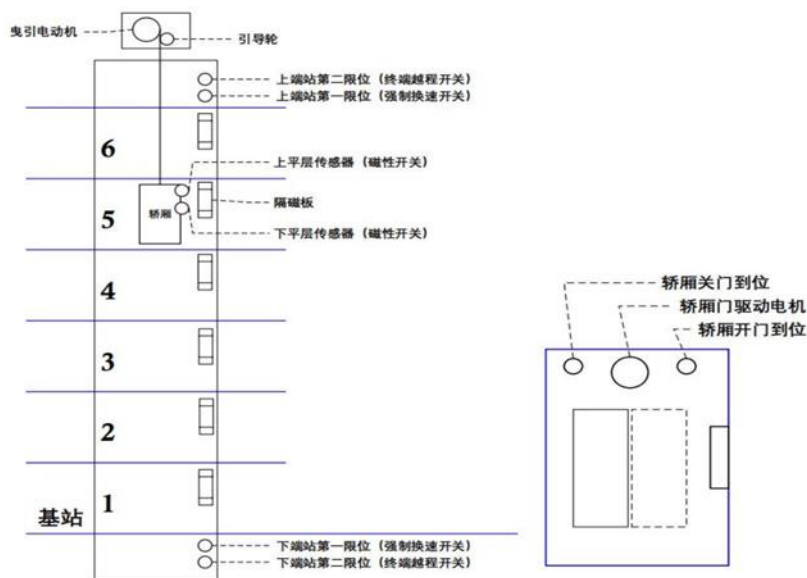


图 1-1 电梯基本结构图

1.2 研究现状

我国的经济发展保持了较快的速度，同时也在加速城市化。凡事必有先后，

这在客观上使我国的电梯产业达到了前所未有的高度，而我国已经是世界上最大的电梯市场。现在，我国已经超越了日本，成为全球新安装电梯的最大市场。随着房地产、市政建设不可阻挡的发展，接下来的 10 年里，我国电梯市场的年平均增长速度有望达到 20%，年营业额有望突破 500 亿元。

当今的国际电梯市场，比如日本三菱、美国奥的斯、日立等八大名牌电梯公司占了绝大部分，换一种方式可以说是被他们垄断。他们的服务网点就像连锁店一样，遍布世界的各个地方、角落，他们的销量之和，在所有国家的销量总和中能够占到 90%以上，其中奥的斯电梯公司在这八大名牌中，无论是技术还是运营等各方面，是最大的电梯企业公司。我国的电梯行业市场是非常巨大的，这些名牌电梯公司看准了机会，大举在我国寻找合伙人进行设立独资或者合资电梯企业公司，在技术方面远比我国的电梯企业占有的远大优势下，国内的电梯行业市场很快就到处充满他们的影子。凭着技术的发展优势、相关的经营理念以及丰富的市场经验，给国内的电梯企业带来了非常大的发展压力。

随着近年我国城镇房地产市场规模的空前快速健康发展,人们对于电梯的使用次数也在增加,电梯已然成为标配,对电梯的需求日益增长。我国现在的社会国民经济建设与进出口对外商品贸易,发展电子商务的需求速度都逐渐地上升,也是因此使我国现在的电梯的维保交易在受其的影响下,也因此得到了较为迅速有效的发展,电梯的维维保交易额正在逐年的增长。预计截止到了 2025 年,我国民用电梯改造维修设备行业产品的全球市场规模预计将被进一步地扩大,行业市场的良好发展和状况将可谓前景无限广阔。

1.3 研究意义

随着城镇化的不断扩大，高层建筑的数量日益增多，因此对于电梯的需求日益增加，然而电梯在方便人们日常生活的同时也伴随着一些潜在问题，比如电梯能否达到安全稳定、高效节能、抗干扰能力强、控制简单、故障率低、噪音小等已经成为实际工程中必须考虑并解决的问题。本文基于 S7- 1500PLC 设计了一套满足高效节能、安全可靠的电梯控制系统，在满足电梯的基本需求下，实现了电梯的高效运行、安全可靠等功能。

第 2 章 控制系统总体设计

2.1 项目需求分析

PLC 作为逻辑控制部件,与驱动部分通讯采用的是开关量而不用模拟量。曳引电动机的转速控制是闭环的,其转速的检测由和电动机同轴旋转的光电编码器完成,这样保证了平层的精度以及运行的可靠性。在系统启动时,PLC 通过编码器记忆各点的位置,实际使用时 PLC 根据运行距离,决定运行的速度。

PLC 处理的逻辑信号有:

- a、楼层计数信号,该信号用来识别电梯所在的楼层位置以及位置的变化情况,是控制电梯运行的重要依据。
- b、呼梯、选层信号,用以登记呼梯和选层情况,以便确定电梯的启动和运行。
- c、定向信号,它根据电梯当前所在位置以及呼梯、选层情况决定电梯的运行反向。
- d、换速信号,用于停车前的换速控制。
- e、主控制信号,用来控制电梯的启动、运行和停靠。
- f、其他信号:开、关门控制,楼层显示,呼梯,选层显示,单、双控制,安全条件自动检测,自动平层,消防等各种控制信号。

2.2 被控对象特性分析

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 2-1：电梯模型外形示意图

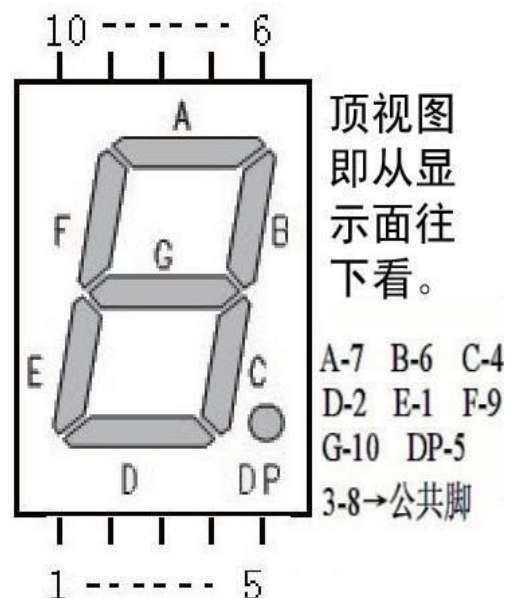


图 2-2：七段数码

电梯模型中各 IO 参数均可与 PLC 通过现场总线相连，实现自动控制。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。

2.3 系统硬件设计

电梯仿真对象（EET）由控制系统与被控系统两大部分组成，其中，控制器采用西门子 S7-1516C DC/DC/DC PCL，被控对象即为电梯仿真软件。控制对象运行在工控机中。

被控对象支持工业以太网方式与控制系统进行通讯。所使用的控制器标准配置为 SIMATIC S7-1500 系列 PLC，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 EET basic。

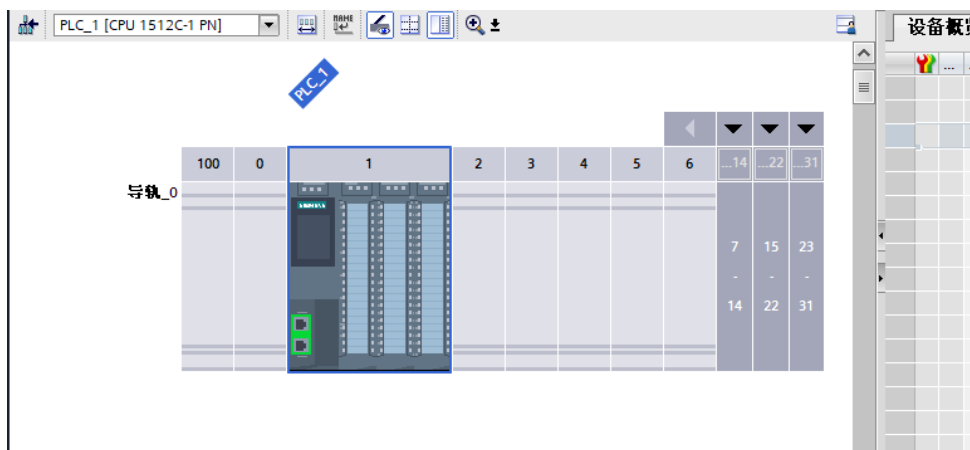
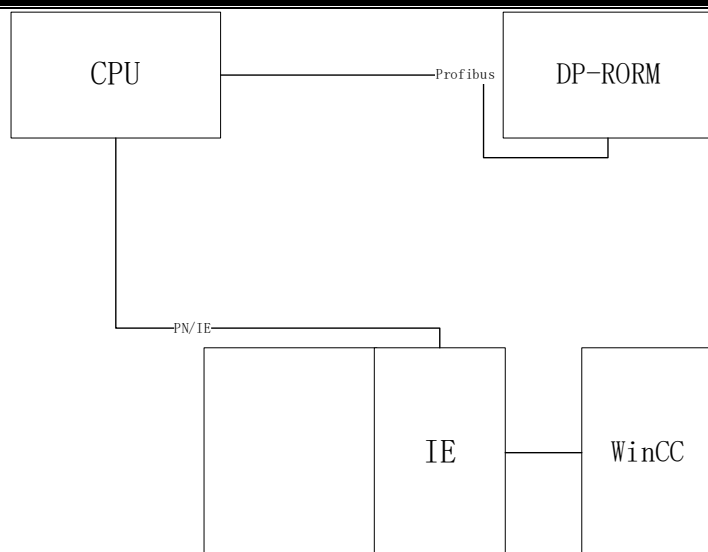


图 2-3：硬件选型和连接方式

2.4 整体逻辑设计

控制算法时 PLC 电梯控制系统设计中最为重要的部分，进行控制算法设计时需要充分考虑电梯的运行状态。例如，上下行、开关门、内外呼等，确保电梯投入使用后安全且功能完善。以呼梯信号为例，呼梯信号包括内选信号和外呼信号，当乘客在轿梯内选择好楼层后，该楼层的内选楼层指示灯被点亮，内选信号就被储存，乘客到达相应楼层并执行开门程序，说明轿厢到达该楼层并执行开门程序等待乘客离开，此时内选信号应该被清除。此外，在进行电梯控制系统设计时要考虑电梯控制的自锁与互锁关系，故在进行电梯控制设计时采用随机逻辑控制方式。

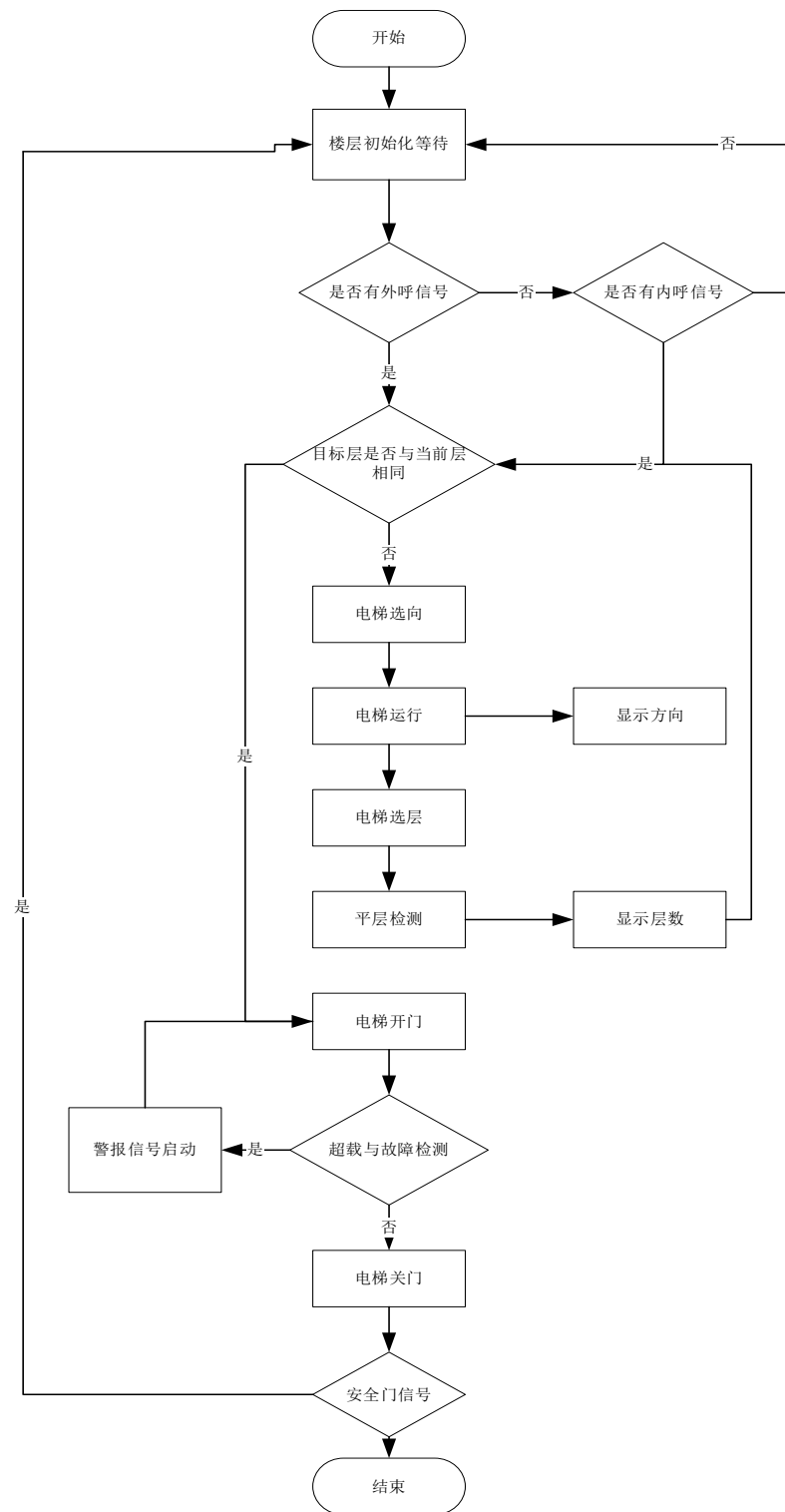


图 2-4：单部电梯逻辑

第 3 章 控制系统软件设计

3.1 软件使用情况

3.1.1 TIA Portal

TIA Portal（全集成自动化门户），是西门子推出的一款集成开发环境（IDE），用于开发、调试和维护西门子自动化设备的软件。该软件可以支持多种西门子自动化产品，包括模块化控制器、PLC、HMI、驱动器、安全控制器和工业网络等，并可在用户界面上实现统一的控制和监视。通过该软件，用户可以集成多种控制器和系统，助于提高生产效率、节省成本和提高生产质量。

TIA Portal 的主要特点包括：

1. 可以支持多个操作系统，如 Windows 7、Windows 10 等
2. 集成多种西门子自动化设备的软件，提供全面的用户界面
3. 集成多种工业网络，并提供简单易用的编程工具
4. 提供全面的诊断功能和在线监视
5. 支持多种语言编程，如 LAD（梯形图）、FBD（功能块图）、SCL（结构化文本语言）等。
6. 以用户为中心，提供丰富的学习和培训资源

3.1.2 EET Basic

EET Basic 是一种基于 Web 的编程语言，专门用于物联网（IoT）设备的编程，由德国的 Eclipse 源社区开发。EET Basic 可以在多种单板计算机（如树莓派、BeagleBone 等）和嵌入式设备上运行，并且可以扩展到许多不同的传感器和执行器。

EET Basic 的主要特点包括：

1. 简单易学，类似于 BASIC 语言的语法
2. 开源且跨平台，支持多种嵌入式设备和操作系统
3. 集成了多种 IoT 组件和 API，如 MQTT，RESTful，WebSocket 等
4. 支持多种通信连接，包括以太网、WiFi、蓝牙和 RS-232 等
5. 具有可扩展性，可以通过模块化的方式便捷地添加新的功能和硬件支持。

EET Basic 被视为一种适用于初学者的 IoT 编程语言，它不需要太多的编程经验，只需要少量的代码和组件即可实现许多常见的 IoT 应用程序。同时，由于其

开源和模块化的特性，它也可以通过社区的支持不断地扩展和改进，满足不同应用场景的需求。

3.2 PLC 组态设计

PLC 与 PC 机之间采用以太网通讯。

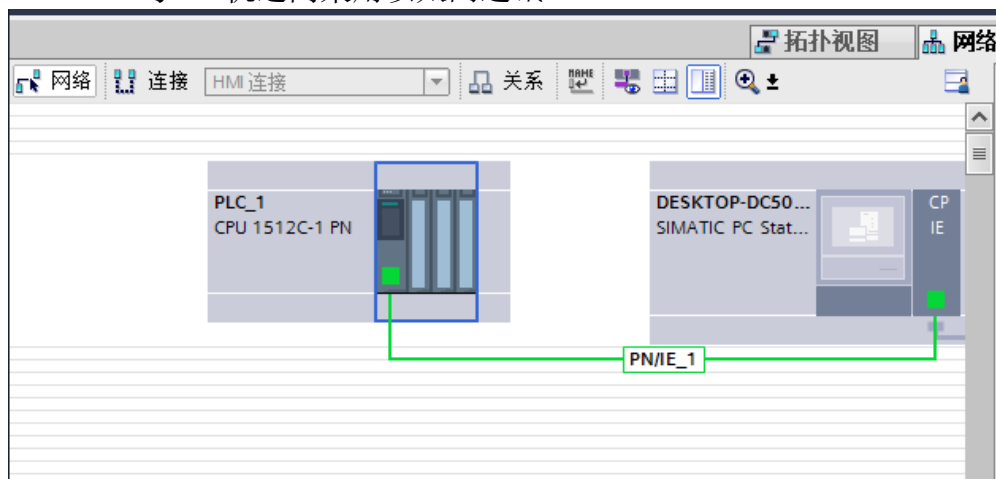


图 3-1：通讯逻辑

(1) 添加新设备：第一步，选择控制器 SIMATIC S7-1500，设备为 CPU 1516-3 PN/DP，订货号为 6ES7 516-3AN00-0AB0，版本为 V1.8，点击确定。

(2) 选择 PC 系统，选择常规 PC 里的 PC station，订货号为 SIMATIC PC-station，版本为 V1.0，点击确定。

(3) 双击 PC station，在硬件目录里分别找到 SIMATIC HMI 应用软件和通信模块的 PROFINET/Etherent，分别找到 WinCC RT Advance 以及常规 IE，并拖到相应模块。

(4) 切换到网络视图，将 CPU 与 PC station 的端口进行连接。

(5) 进入控制面板，在网络连接处找到 Siemens PLCSIM Virtual Ethernet Adapter，右击鼠标右键，点击属性，找到 Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)，单击并点击属性，将自动获得 IP 地址改成使用下面的地址。比如，IP 地址为 192.168.0.25，子网掩码为 255.255.255.0。将常规 IE 的 IP 地址设置为 192.168.0.25。

(6) 鼠标右键项目属性和 PLC 属性，分别勾选“块编译时支持仿真”和“允许来自远程对象的 PUG/GET 通信访问”。

3.3 主要控制逻辑

3.3.1 初始化逻辑

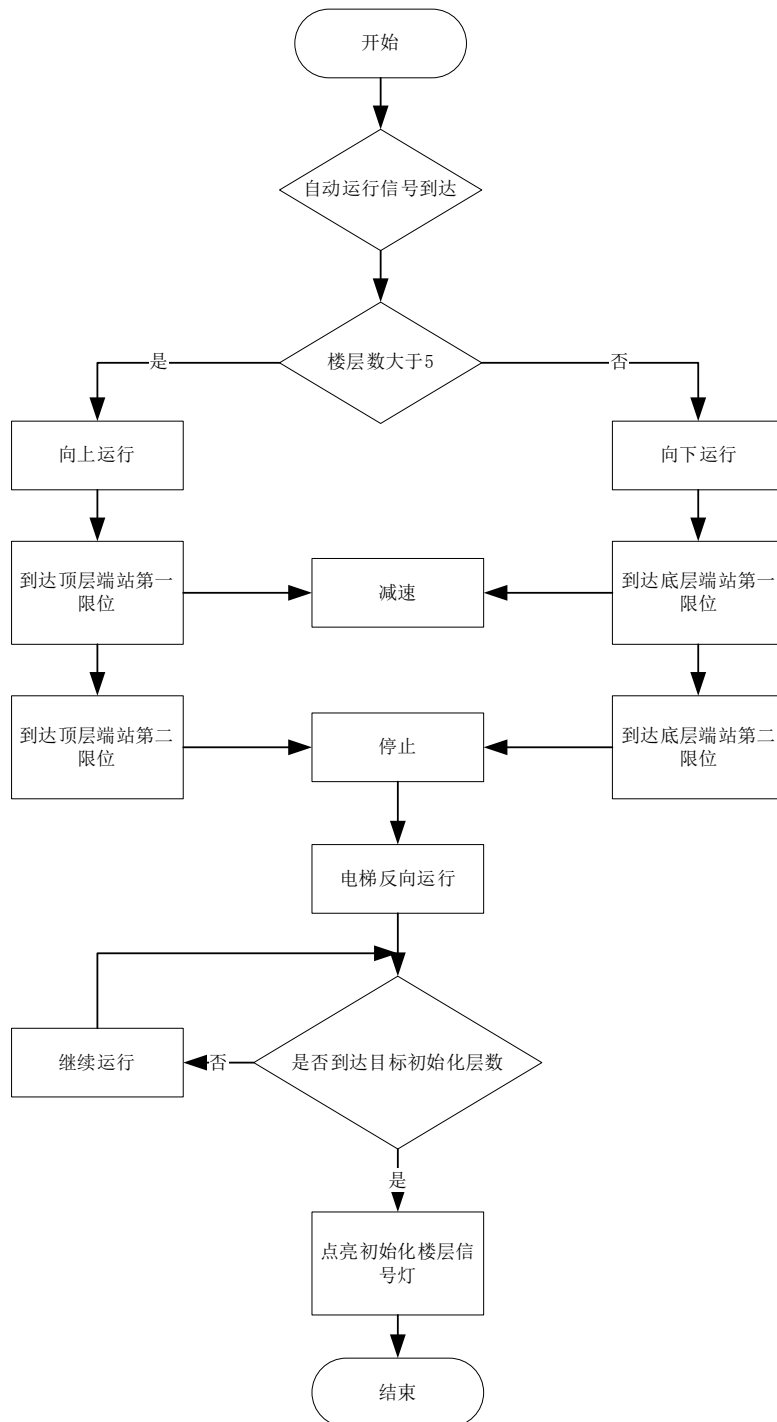


图 3-2：初始化逻辑

当电梯检修或出现楼层丢失故障维修恢复以后，电梯控制系统不能够确定轿厢停靠的具体位置，为了能够准确定位电梯轿厢当前位置。需要用户或电梯管理员通过初始化操作来对电梯系统进行一次重新校准，使其重新工作。其示意图如错误!未找到引用源。所示。

电梯管理员不确定电梯轿厢所停靠的位置时,对该电梯轿厢进行初始化向上或者初始化向下,当该轿厢无法到达电梯下一端站第一或电梯上端站在第一限位时,轿厢换速，到达第二限位时，反向运行。使用平层传感器信号就可以判断电梯具体楼层，运行至相应楼层上平层传感器和下平层传感器同时有信号可以判断电梯此时平层，可以抱闸停车。

3.3.2 开关门逻辑

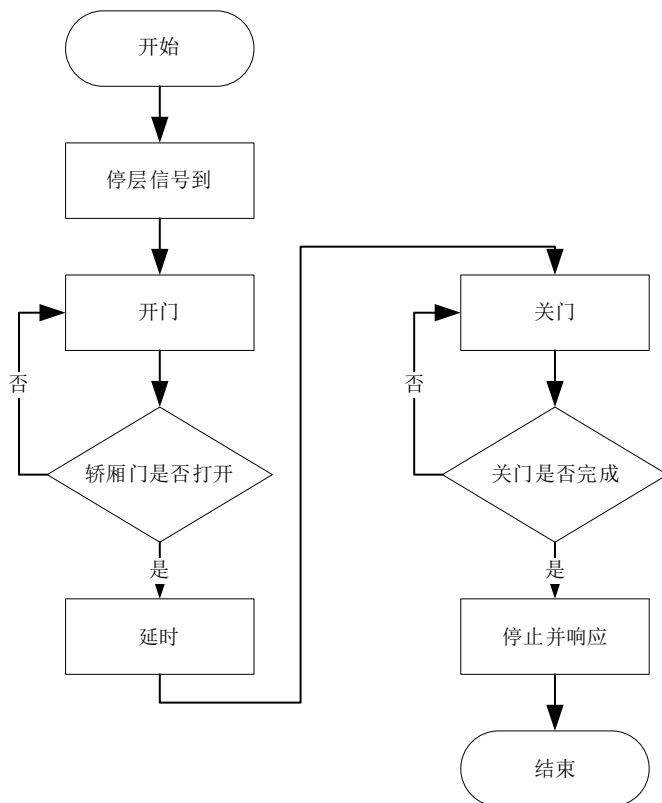


图 3-3：开关门逻辑

通过呼叫信号、光幕信号状态以及当前电梯状态等内外因素，对电梯门作出响应。比如，在关门没有就位的情况下，如果出现光幕信号或故障提示，则应以关闭和关闭的方式，使电梯门处于开启状态；如果是平楼层，则进行开门操作，延时关闭，并可以改变延时；如果乘客继续按下开门键，则自动关闭。其示意图如图所示。

3.3.3 其他程序

	添加新块
	Main [OB1]
	1 初始化 [FB1]
	2 按钮指示 [FB2]
	3 等待 [FB3]
	4 轿厢内部开关 [FB4]
	5 停梯 [FB5]
	6 防止超载 [FB6]
	7 呼梯 [FB7]
	8 开关门 [FB8]
	9 楼层显示 [FB9]
	10 确定方向 [FB10]
	11 三级刹车 [FB11]
	12 终端越城保护 [FB...]
	13 乘客载重 [FB13]

图 3-4：程序列表

	0 Input [DB10]
	0 new [DB12]
	0 Output [DB11]
	1 初始化_DB [DB5]
	2 按钮指示_DB [DB6]
	3 等待_DB [DB13]
	4 电梯内部控制_DB [...]
	5 停梯_DB [DB15]
	6 防止超载_DB [DB16]
	7-1 呼梯_DB [DB17]
	7-2 呼梯_DB_1 [DB21]
	8 开关门_DB [DB18]
	9 楼层显示_DB [DB19]
	10-1 确定方向_DB [DB...]
	10-2 确定方向_DB [DB...]
	11 三级刹车_DB [DB22]
	12 终端越城保护_DB ...
	13 乘客载重_DB [DB25]

图 3-5：变量列表

控制算法时 PLC 电梯控制系统设计中最为重要的部分，进行控制算法设计时需要充分考虑电梯的运行状态。例如，上下行、开关门、内外呼等，确保电梯投入使用后安全且功能完善。以呼梯信号为例，呼梯信号包括内选信号和外呼信号，当乘客在轿梯内选择好楼层后，该楼层的内选楼层指示灯被点亮，内选信号就被储存，乘客到达相应楼层并执行开门程序，说明轿厢到达该楼层并执行开门程序等待乘客离开，此时内选信号应该被清除。此外，在进行电梯控制系统设计时要考虑电梯控制的自锁与互锁关系，故在进行电梯控制设计时采用随机逻辑控制方式。

3.4 涉及程序

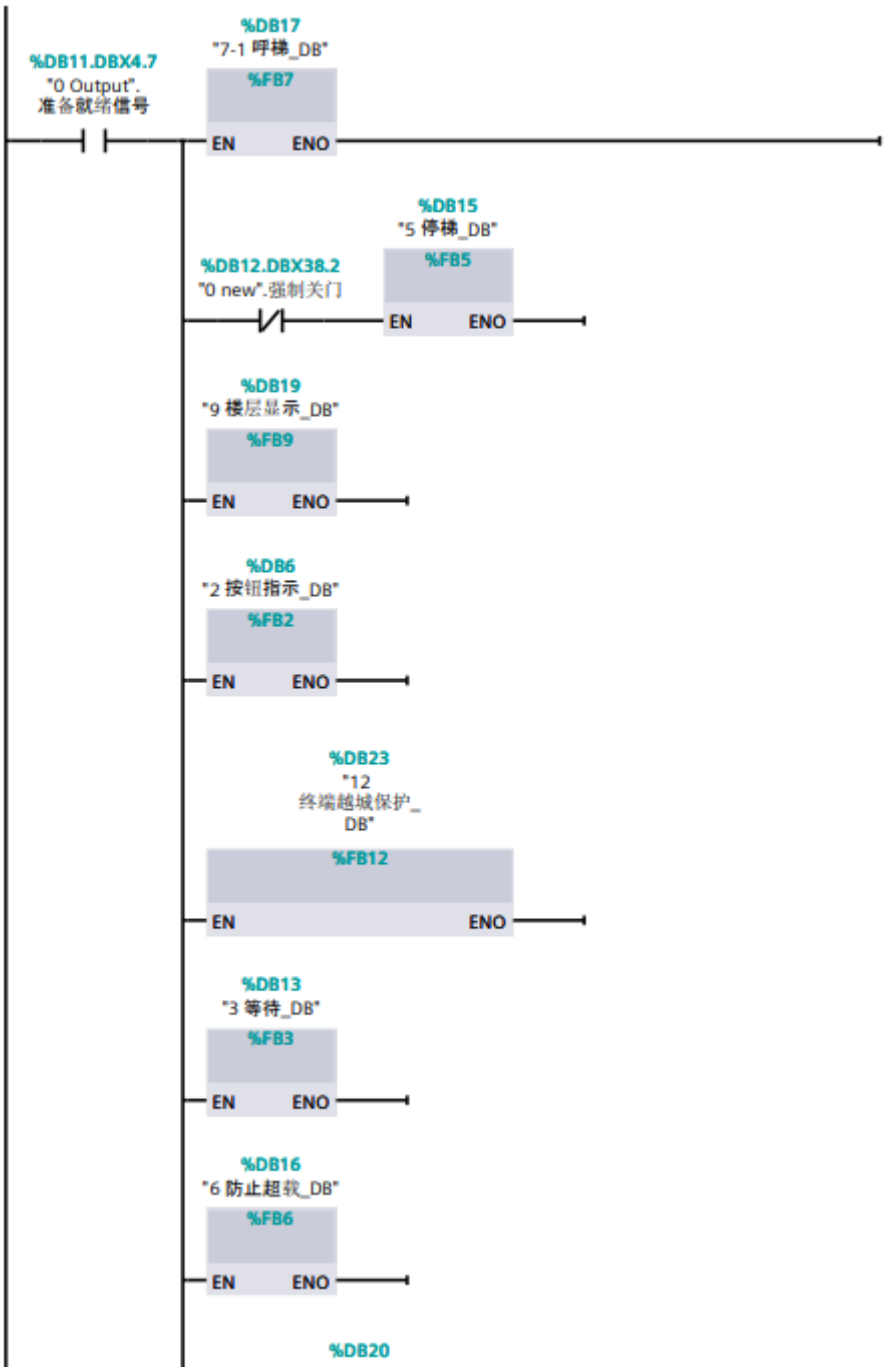
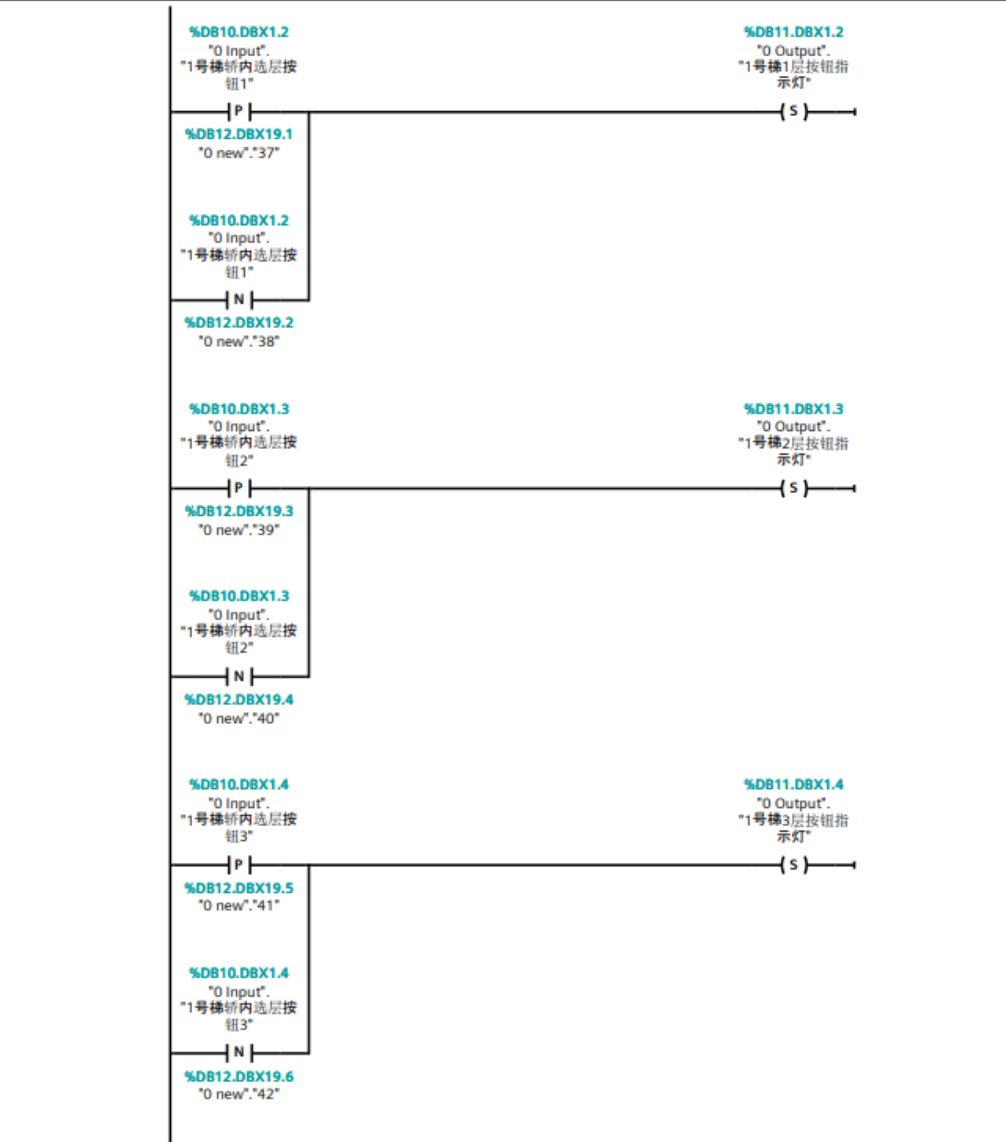


图 3-6: 初始化过程



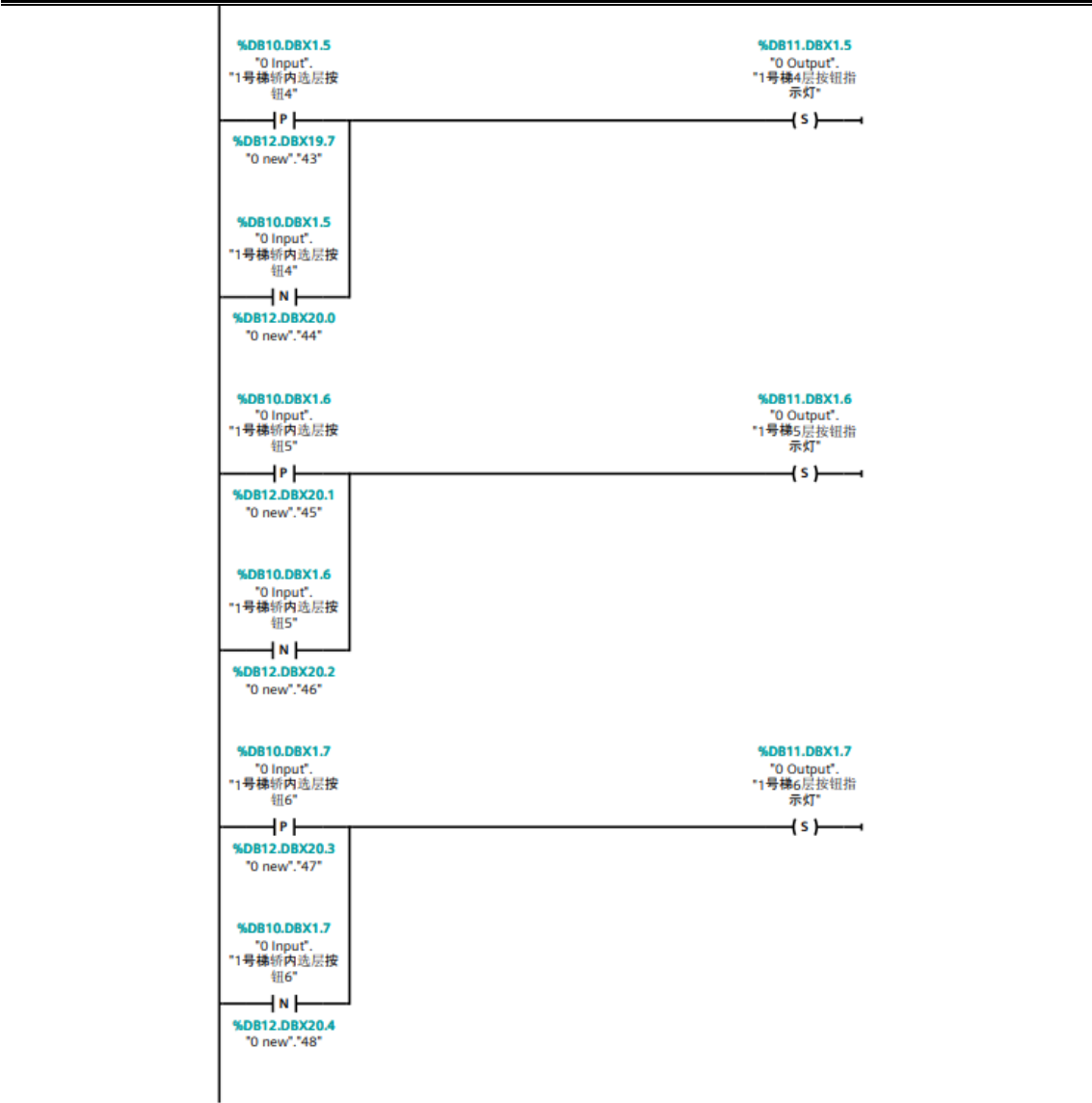


图 3-7：内呼逻辑

其余详见附录

第4章 运行与调试

4.1 通讯

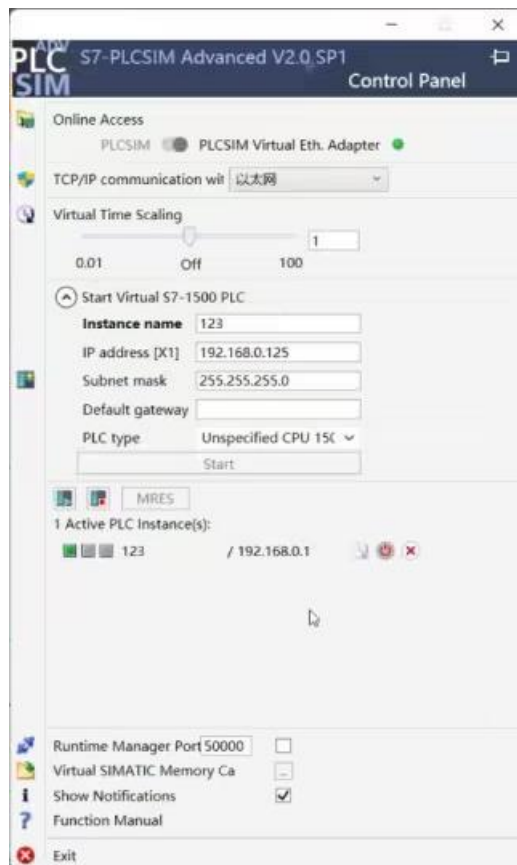


图 4-1：虚拟配置

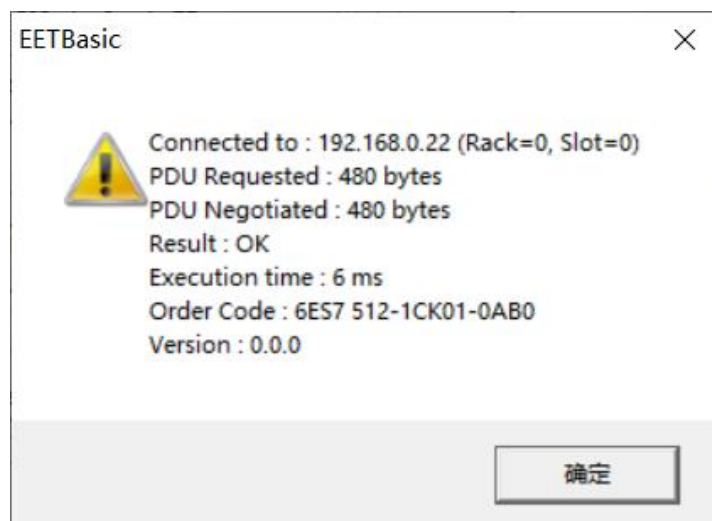


图 4-2：与 EET 通讯成功

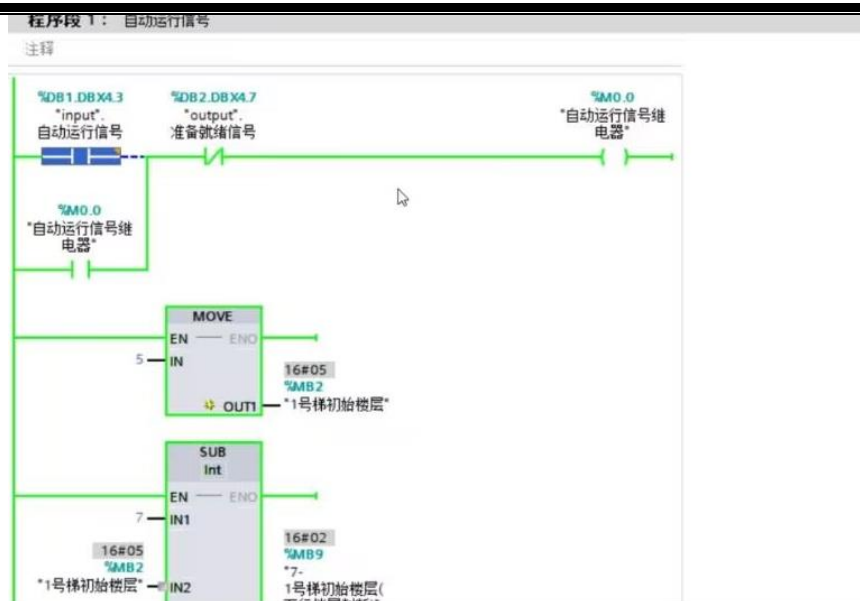


图 4-3：程序运行激活

配置模拟 S7-1500 PLC 控制器 CPU 1512C-1 PN。在 S7-PLCSIM Advanced V2.0 里进行虚拟 PLC 的配置，将 S7-PLCSIM 界面中的在线连接改为 PLCSIM Virtual Eth，在 IP address 和 Subnet mask 里填写对应的 IP 地址以及子网掩码，IP 地址以及子网掩码和控制器 CPU 端口的以太网地址一模一样。

连接。配置好虚拟的 PLC 以后，对本次设计的电梯控制系统和虚拟的 PLC 进行通讯连接。在博途软件界面中编译电梯控制系统，并下载到设备，完成通讯任务。如图所示。

与第三步一样，将电梯仿真模型 EET Basic 与配置好的 S7-PLCSIM Advanced V2.0 SP1 虚拟的 PLC 进行通讯连接，要求 IP 地址和控制器 CPU 的 IP 地址相同，系统的输入和输出变量根据设计者在系统中所用的编号填写。

4.2 运行

选用 S7-1500 中的 CPU 1512C-1 PN，通过博途 TIA Portal V15.1 软件和 S7-PLCSIM Advanced V2.0 SP1 软件虚拟的 PLC，被控对象为工控机上的电梯仿真模型 EET Basic (Elevator Simulation) 已经完成通讯。仿真的运行结果如下：

在主函数 (main) 中将自动运行信号从 0 状态修改为 1 状态，电梯的初始化工作开始，初始楼层由用户根据实际的应用现状设计，本设计的电梯初始楼层设定为 5 楼层。

当各楼层呼梯按钮从 0 状态变为 1 状态，即有乘客按下按钮时，电梯经过一段时间的运行后，完成派梯并完成载客任务。

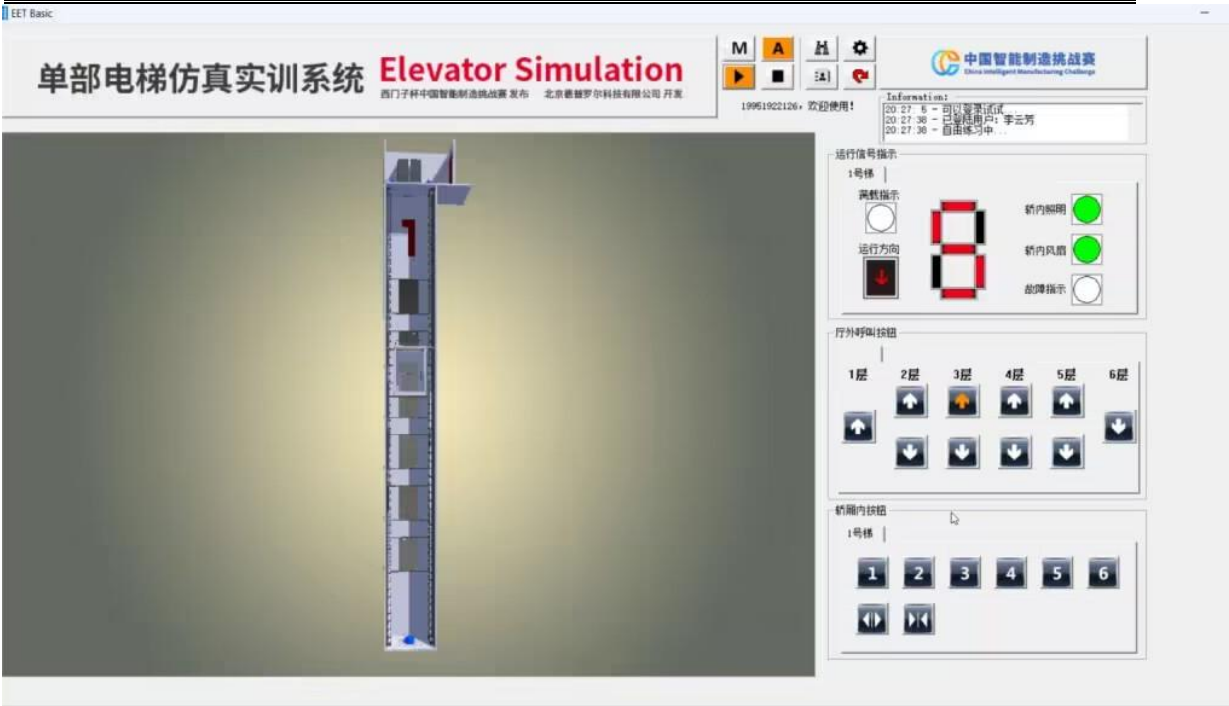


图 4-4：初始状态—停在五楼，接到三层呼叫信号

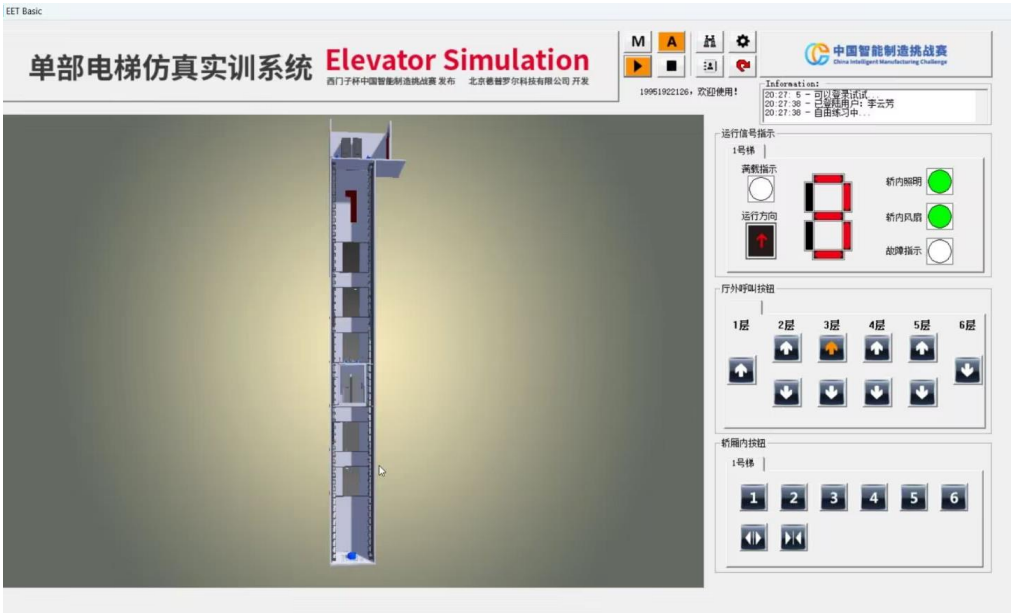


图 4-5：响应三层呼叫信号

参考文献

- [1] 杨晓鹏. 基于 PLC 电梯群控系统的设计与研究[D]. 太原理工大学, 2017.
- [2] 关英志. 基于单片机的电梯自动控制系统应用研究[J]. 科技资讯, 2011 (27) :128.
- [3] 石敬波. 教学电梯模型控制系统的研究[D]. 北方工业大学, 2010.
- [4] 崔鑫宇, 张永丽, 杜鹃. 基于西门子 S7-1200 的电梯集群控制系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37 (06) :10-15.
- [5] 刘林飞. 基于 PLC 的群控电梯设计[D]. 华东交通大学, 2020.
- [6] 钱江昆. 基于 PLC 的电梯群控系统设计[D]. 南昌工程学院, 2020.
- [7] 李根. 基于 PLC 的电梯群控系统设计与研究[D]. 广西大学, 2020.
- [8] 张飞. 基于模糊推理的电梯群控策略研究及系统实现[D]. 太原科技大学, 2020.
- [9] 孙小智. 电梯控制的 PLC 编程技术[J]. 起重运输机械, 2010 (01) :74-76.
- [10] 钟志贤, 李威龙. 可编程计算机控制器在电梯远程监控中的应用[J]. 广西工学院学报, 2005 (01) :45-48.
- [11] 马宏骞. PLC 应用在电梯控制中的编程技术[J]. 机床电器, 2003 (05) :42-44.
- [12] 李金良. 基于可编程控制器的电梯控制系统设计[D]. 河北科技大学, 2013.
- [13] 张玲. 可编程控制器在电梯控制系统中的应用[J]. 数字技术与应用, 2017 (04) :3.

附 录



