

# 基于组态软件的电梯控制与仿真

吴晓雪, 何南, 谷军

(大连海洋大学 信息工程学院, 辽宁 大连 116023)

**摘要:** 针对 PLC 教学中缺少工程应用背景、直观性差等问题, 将组态软件引入 PLC 教学, 构建仿真系统; 文章介绍了电梯控制系统组态界面设计和 PLC 编程, 构建了由 S7-1200 PLC 和 PC 机的基于博图 V14 的六部十层电梯控制系统, 该系统可以直观地模拟电梯的控制过程, 进行实时监测, 具有故障处理、报警和异常状态显示等功能; 结果显示, 将组态仿真软件技术与 PLC 教学相结合, 无需实际物理控制对象也可以实现对 PLC 程序的调试和仿真运行, 即减小了成本又可以最大程度地丰富教学内容和增强教学生动性。

**关键词:** WINCC; 仿真实验; PLC 1200; 电梯控制; 组态; S7-PLCSIM

## Elevator Control and Simulation Based on Configuration Software

Wu Xiaoxue, He Nan, Gu Jun

(School of Information Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

**Abstract:** In view of the lack of engineering application background and poor visibility in PLC teaching, configuration software is introduced into PLC teaching to build a simulation system. This paper introduces the configuration interface design and PLC programming of elevator control system, and constructs six 10-floor elevator control system based on Botu V14 by S7-1200 PLC and PC. This system can directly simulate the elevator control process, carry out real-time monitoring, and have the functions of fault processing, alarm and abnormal status display. The results show that by combining the configuration simulation software technology with PLC teaching, the debugging and simulation of PLC program can be realized without the actual physical control object, which can reduce the cost and enrich the teaching content and enhance the teaching vitality to the greatest extent.

**Keywords:** WINCC; simulation; PLC 1200; elevator control; configuration; S7-PLCSIM

## 0 引言

随着我国计算机网络技术的飞速发展, 工业自动化的水平越来越高, 在工业的应用与生产中, 组态控制软件、PLC 等作用尤其凸显, 这些技术已经成为控制工业流程的核心, 各高校为了在这一领域更多地应用技术型人才, 对 PLC 应用技术这一核心课程也提起了足够的重视, 对其教学环节以及教学效果加以看中。<sup>[1]</sup>但目前教学中仍存在问题: 1) 目前 PLC 实验均采用 PC+PLC+对象的方式, 控制效果由模块体现。<sup>[2]</sup>但现有实验装置中的各个控制对象多采用教学仪器厂(或自制)的模块模拟, 一般只用输入输出灯来显示通断状态, 不够直观, 对于复杂的过程控制程序很难找出编译出错的地方; 2) 学生数量远大于设备数, 无法给每个学生提供足够的上机练习时间; 3) 由于实验设备大部分设施为基础教学设备, 缺少复杂、高级的硬件设备, 如果需要进行毕业设计、科技创新等实验时无法进行现场演示, 学生难以对控制系统要求和性能有较好的

理解和认识。<sup>[3]</sup>该方法引入组态软件 WINCC、SIMATIC S7-PLCSIM 到 PLC 教学系统。利用组态软件 WINCC 可以仿真多种 PLC 控制对象与各种工业环境, 为过程可视化和操作提供全面的平台性功能; S7-PLCSIM 软件可以模拟 PLC 来对 Step7 程序进行调试, 并提供一个可以更改和监视 Step7 程序参数的界面。<sup>[4]</sup>采用组态仿真软件与 PLC 控制系统相结合, 利用计算机模拟被控对象, 学生通过仿真程序界面可以实时观察 PLC 运行情况, 完成 PLC 控制系统的调试。<sup>[5]</sup>本文以六部十层电梯为例介绍在 PLC 控制系统中西门子 Step7、S7-PLCSIM 和 WINCC 软件的应用。

## 1 控制系统组成

电梯的主要控制技术包括电力拖动控制和 PLC 逻辑控制部分以及运行载重和安全的检测部分, 实现电梯安全、可靠、平稳地运行。<sup>[6-7]</sup>电力拖动控制部分为电梯垂直方向主拖动电路和轿厢开关电源, 主要以电梯运行速度为控制目标, 根据给定速度曲线, 按照三级制动减速停止电梯运行, 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)。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。逻辑控制部分由 PLC 控制, PLC 接收呼叫信号、轿厢和厅门系统的功能信号以及井道的状态信号<sup>[8]</sup>, 将数据模糊化, 结合数学建模方法, 实现电梯集控控制。同时上位机 PC 使用 WINCC 组态软件

**收稿日期:** 2019-03-29; **修回日期:** 2019-06-10。

**基金项目:** 辽宁省国际教育“十三五”科研规划项目(18LNGJ006); 大连海洋大学创新创业训练项目资助。

**作者简介:** 吴晓雪(1989-), 女, 辽宁辽阳人, 实验师, 主要从事计算机控制方向的研究。

**通讯作者:** 谷军(1964-), 副教授, 主要从事电工电子技术方向的研究。

建立工控对象及脚本程序, 创建动画, 实现对 PLC 的监控; 编写 WINCC 组态软件的脚本程序, 直观的模拟电梯的实际运行状况, 如电梯故障、风扇、照明情况;<sup>[9]</sup> 电梯所处的当前楼层及上、下行; 运行 (异常) 状态监测等。设计总体方案如图 1 所示。

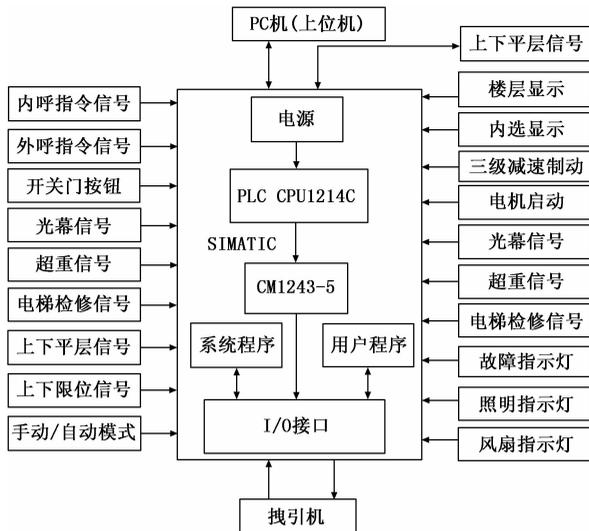


图 1 电梯监控系统设计方案

电梯仿真系统硬件主要包括电源、计算机、下位机 SIMATIC S7 1214C、通信模块 CM1243-5、I/O 信号板、Profibus-DP 从站 PM-125 以及六部十层电梯仿真; 系统软件包括 TIA Portal V14 编写的 PLC 控制程序、WINCC 组态监控程序、下位机和上位机之间的通信程序等。

## 2 PLC 程序设计

根据图 1 电梯监控系统总体设计方案, 下面从电梯控制系统的 WINCC 界面组态、程序结构、PLC 的 I/O 地址分配等方面进行逐一说明, 介绍该仿真实验的具体实施过程。

### 2.1 PLC 输入/输出地址分配

设计六部十层电梯控制系统, 需要输入点至少 313 个, 包括上行呼梯按钮 54 个, 下层呼梯按钮 54 个, 各部电梯内选按钮 60 个, 轿厢关门按钮 6 个, 轿厢关门按钮 6 个, 光幕信号 6 个, 超重信号 6 个, 电梯检修信号 6 个, 电梯轿厢门锁信号 66 个, 电梯开门到位信号 6 个, 电梯关门到位信号 6 个, 上平层信号 6 个, 下平层信号 6 个, 电梯上端站第一限位 6 个, 上端站第二限位 6 个, 电梯下端站第 1 限位 6 个, 电梯下端站第 2 限位 6 个, 自动信息信号 1 个。输出点至少 349 个, 包括上行呼梯按钮指示灯 54 个, 下行呼梯按钮指示灯 54 个, 楼层按钮指示灯 60 个, 电梯 LED 指示灯 84 个, 电梯上行指示灯 6 个, 下行指示灯 6 个, 电梯故障指示灯 6 个, 电梯照明指示灯 6 个, 电梯风扇指示灯 6 个, 电梯满载指示灯 6 个, 电梯电机启动信号 6 个, 电梯上行接触器 6 个, 下行接触器 6 个, 高速接触器 6 个, 低速接触器 6 个, 电梯开门继电器 6 个, 电梯关门继电器 6 个, 电梯 1 级减速制动 6 个, 电梯 2 级减速制动 6 个, 电梯 3 级减速制

动 6 个, 准备就绪信号 1 个。<sup>[10]</sup>

### 2.2 程序结构

根据六部十层电梯控制要求, 结合 I/O 分配表, 编写电梯控制 T 形图和设备组态, 程序由主函数 Main [OB1] 及功能块组成, 如图 2 所示。



图 2 程序结构

Main 函数控制所有 FC 块的上电、运行。由于 FC 块没有上电自启动功能, 但 FC 作为函数块, 却能最简单实现程序模块化, 组织块有上电自启动功能, 但过多的组织块占用了 CPU 空间, 也会出现各式各样的错误。因此, 二者结合, 使用组织块使 FC 块上电, 综合了二者的优点, 弥补了不足。每个程序段代表给每个 FC 块上电说明, 通过使用不同的前提条件, 使电梯不会出现卡死的现象。需要上电的有各电机, 初始化函数, 运行函数, 上、下行判断函数, 目标楼层判断函数, 运行函数, 减速制动函数, 当前楼层判断函数, 电梯内外指示灯函数, 集控函数。这些都是电梯运行必不可少的。准备就绪信号开始为 0, 进行初始化, 故障处理, 辅助系统函数, 使电机一直上电。当初初始化完毕后, 准备就绪信号为 1, 执行其他函数。准备就绪信号可以由检修信号复位为 0。将编好的程序下载到 PLC 中并进行调试, 编译正确后, 启动设备运行开关, 通过 WINCC 监控画面对电梯状态进行实时监控。

### 2.3 WINCC 组态与通信

电梯仿真系统 (EET) 由控制器与被控对象两大部分组成。其中, 控制器采用西门子 S7-1214C DC/DC/DC PLC, 被控对象为 WINCC 组态编写的电梯仿真界面。系统拓扑结构为上位机 PC, 通过以太网与 PLC 1200 CPU 进行以太网通信, 通信协议遵从 CP-TCP/IP 协议, 通讯接口设置为工业以太网通用接口。CM1243-5 模块即为 Profibus DP 主站, PM125 模块即为 Profibus DP 从站, PLC 与主站直接相连, 仿真对象与从站直连。构建上位机监控画面, 将监控画面上创建的各元素与所建立的相应变量关联, 建立动画连接, 当变量的值改变时, 在画面上将图形对象

的动画效果表现出来。<sup>[11]</sup>如本系统中要进行动画连接的是电梯选层按钮、电梯上下行指示灯, 电梯运行过程中轿厢所在楼层显示位置等, 实时动态显示电梯的运行状态。图 3 为系统网络视图, 图 4 为 WINCC 监控画面。

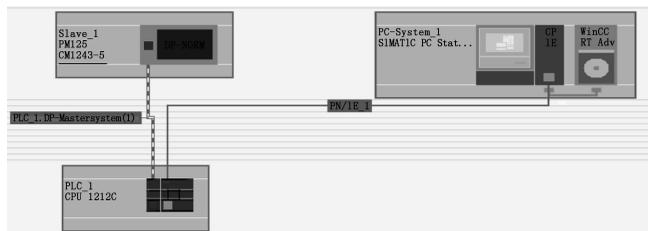


图 3 系统网络视图

进入如图 4 所示的监控画面, 左边是六部十层的电梯模型, ①为六部电梯的数码管, 电梯内部用户选层监控灯; ②为电梯上、下行指示灯; ③处的箭头为外部显示上、下行指示灯; ④方框下方的第一排灯为电机启动信号指示灯; ⑤画面中间左侧灯为自动运行信号指示灯, 右面的是准备就绪信号指示灯; ⑥为每个电梯的外呼分配; ⑦为电梯外部呼叫指示灯; ⑧右侧的矩阵为楼层门锁模块, 用于检测楼层门锁故障。画面右侧有滚动条, 可滚动画面, 点击下方注销, 退出画面。

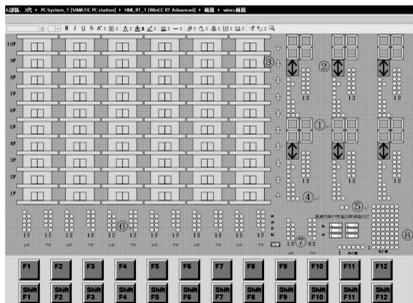


图 4 WINCC 仿真界面

## 2.4 实验结果与分析

电梯运动模型以虚拟仿真的形式呈现, 将乘客行为模型作为 PLC 控制电梯的测试案例。设定虚拟乘客量为 300 人, 时间为 10 分钟, 如图 5 通过 WINCC 监控画面, 可以测量出乘客平均候梯时间为 27.07 s (平均候梯时间指在给定的时间周期内, 所有乘客候梯的平均值, 是评定电梯控制系统性能的重要参数<sup>[12]</sup>), 乘客平均乘梯时间 45.05 s, 运输乘客数量为 297 人, 乘客长时间等待电梯几率小, 运行效果良好, 符合国家标准电梯技术条件。<sup>[13]</sup>控制电梯程序设计合理。

## 3 结论

借助 WINCC 组态软件, 设计控制系统仿真画面, 对整个系统进行监控和管理, 建立 PLC 实践教学仿真模型, 模拟控制系统运行的动画效果, 使被控对象更加逼真, 解决了传统 PLC 教学中使用输入/输出灯的亮、灭代替各种运行状态的抽象性, 使教学内容更加生动。<sup>[14-15]</sup>本文以六部十层

变量	累积量	累积量	累积量	累积量
乘客平均候梯时间	27.07	27.07	27.07	27.07
乘客长时间候梯率	0.13	0.13	0.13	0.13
乘客平均乘梯时间	45.05	45.05	45.05	45.05
系统启停此数	323	323	323	323
系统运行总距离	527.15	527.15	527.15	527.15
运输乘客数量	297	297	297	297

图 5 电梯运行结果

电梯为例, 采用西门子 S7-1200 PLC 作为控制器, 在 TIA 博图平台下进行硬件组态、软件编程, 利用上位机 WINCC 进行电梯工作状态的监控。经过实践测试, 该电梯系统可以根据不同楼层的客户需求及时响应, 实现六部电梯的集选控制、开关门控制、3 级减速制动、终端越程保护等, 且由组态界面控制电梯的实时运行, 稳定可靠、故障率低。

## 参考文献:

- [1] 李玉琴, 余金永, 邓明杨. 基于组态软件的 PLC 虚拟教学实验系统的开发与应用研究 [J]. 数字通信世界, 2018 (5): 146-146.
- [2] 许仙珍, 单长考. 组态软件 WINCC 与 S7-PLCSIM 在 PLC 教学中的应用 [J]. 常熟理工学院学报, 2012, 26 (10): 104-107.
- [3] 吴晓雪, 李响, 何南. “互联网+实验教学”的线上线下混合教学模式研究. 高教学刊, 2018, (9): 115-117.
- [4] 徐萍. S7-PLCSIM 软件在控制系统中的仿真应用 [J]. 轻金属, 2015 (9): 61-64.
- [5] 朱凌云, 林琳. 基于 WINCC 的 PLC 控制系统仿真平台设计 [J]. 实验室研究与探索, 2010, 29 (5): 49-53.
- [6] 余涛, 王伟, 孙艺峻, 等. 西门子 S7-1200 PLC 在电梯运行控制系统中的应用设计 [J]. 自动化技术与应用, 2016, 35 (11): 58-61.
- [7] 王桂兰. PLC 构成电梯控制系统特性分析 [J]. 洪都科技, 2006, (1): 3-5.
- [8] 王宏, 王子成, 崔光照. 基于组态软件的 PLC 电梯控制和仿真研究 [J]. 制造业自动化, 2012, 35 (1): 109-112.
- [9] 王晓瑜. 基于 SIMATIC S7-1214C PLC、WINCC 和 VVVF 的双电梯监控系统设计与仿真 [J]. 自动化与仪表, 2018, 33 (4): 100-104.
- [10] 西门子. 2018 年“西门子杯”中国智能制造挑战赛逻辑控制赛项初赛说明及 IO 列表 [EB/OL]. <http://www.siemenscup-cimc.org.cn/Project/ProjectResourceDetail?id=2>. (2018.6.3), 2018.
- [11] 杨章勇, 李静, 石永兵. 基于 WINCC 和 S7-300 PLC 的电梯监控系统设计与仿真 [J]. 机械工程与自动化, 2016, (4): 40-42.
- [12] 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 (6): 10-15.
- [13] 肥牛牛. 中华人民共和国国家标准 [EB/OL]. <http://www.doc88.com/p-9126478708521.html>, 2018.
- [14] 孙静. WinCC flexible 在 PLC 教学中的应用 [J]. 通化师范学院学报, 2016, 35 (3): 63-65.
- [15] 王惠莉. 基于 MCGS 的仿真教学系统在 PLC 教学中的应用 [J]. 实验技术与管理, 2010 (11): 274-275.