

基于 SIMATIC S7-1500PLC 的电梯监控系统设计

邹鑫,何文雪,牛杰

(青岛大学 自动化学院,山东 青岛 266071)

摘要:为保证电梯运行的安全、稳定、节能,故障维修方便等,设计基于 S7-1500PLC 的电梯监控系统。在 TIA Portal 下完成控制系统的 CPU、I/O 模块、WINCC 的硬件组态和程序的编写。该系统不仅实现了电梯的基本功能,还能通过上位机画面和 1500PLC 的 Web server 功能对电梯运行情况进行实时监控。通过 PUT/GET 与电梯仿真软件进行通信调试得出:电梯运行可靠、稳定,能够有效地降低能耗,提高了查找故障的准确性和维修效率,在实际工程中有一定的应用价值。

关键词:S7-1500PLC;博途;电梯监控;PUT/GET;Web server

中图分类号:TP277.2 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2022)02-0210-04

Design of Elevator Monitoring and Control System Based on SIMATICS S7-1500PLC

ZOU Xin, HE Wenxue, NIU Jie

(School of Mechanical Automation, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: To ensure the safe and stable operation of elevator with energy-saving and convenient maintenance in real life, an elevator monitoring system based on S7-1500PLC is designed. Under TIA Portal, the hardware configuration and programming of the CPU, I/O module and WINCC of the control system are conducted. The system not only realizes the basic functions of the elevator, but also can monitor the elevator operation in real time through upper computer screen and the 1500PLC Web server function. The conclusion of the communication debugging of PUT/GET and elevator simulation software shows the elevator can operate reliably and stably with benefits of effective energy-saving, improved fault-finding accuracy and efficient maintenance, which has certain application value in actual engineering.

Keywords: S7-1500PLC; TIA Portal; elevator monitoring; PUT/GET; Web server

0 引言

随着房地产行业的快速发展,电梯已经成为人们日常生活中的重要交通工具。传统的继电器控制系统接线复杂,抗干扰能力差,维修困难已经不能满足用户的需求。本文采用 S7-1500PLC 作为控制核心,可以使得电梯监控系统运行更可靠,程序设计方便灵活,抗干扰能力强^[1]。

随着电梯数量的快速增长,发生故障的概率也随之攀升,如果不能准确地找到发生故障的位置,就会延长维修的时间,危害乘客的生命安全。本文设计的系统使用 WINCC 绘制上位机画面,实现对电梯运行状态的可视化,并使用 1500PLC 的 Web 功能对 CPU 进行监视和管理,对保障电梯的可靠运行具有十分重要的意义^[2]。TIA 博途是西门子工业自动化集团发布的一款全新的全集成自动化软件,是业内首个采用统一的工程组态和软件项目环境的自动化软件,几乎适用于所有自动化任务,与传统方法相比,无需花费大量时间集成各个软件包,同时也显著降低了成本^[3],将会在今后的工业自动化领域发挥重要的作用。

1 控制系统的总体设计方案

电梯监视控制系统主要由 S7-1500PLC、PC 上位机、EET 电梯仿真软件组成。电梯控制系统总体设计方案如图 1 所示。设计使用 SIMATIC S7-1500PLC 作为电梯控制系统的控制器实现电梯的自动运行。使用 TIA 博途软件对电梯程序进行编程,利用博途自带的 WINCC 来完成上位机画面的绘制。通过 PUT/GET 与 EET 电梯仿真软件进行通讯调试,使用上位机画面和 1500PLC 的 Web server 对电梯运行状况进行实时的监控。

2 系统的硬件设计

使用 PLC 控制电梯,对于系统的保养、维修以及故障检查不需要高技术和精密的仪器,所用的控制电器,价格便宜,更换方便。电梯控制系统分为调速部分和逻辑控制部分。调速部分的性能对电梯乘客的舒适感有着重要的影响,控制逻辑部分则是电梯可靠运行的关键。为了改善乘客的舒适感和电梯运行的可靠性,使用 S7-1500PLC 控制电梯运行。

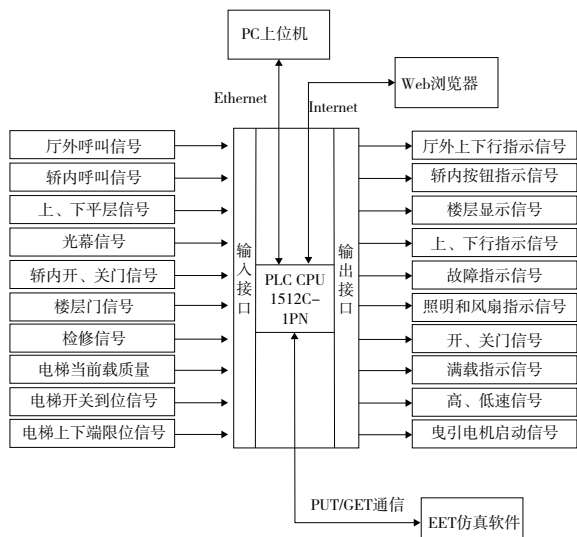


图1 电梯控制系统总体设计方案

2.1 电梯主驱动系统

为了提高电梯的稳定性,提高乘客的舒适度,不让乘客有突然的超重和失重感,故使用交流双速电机作为电梯的驱动单元。在起动过程中,为了减少起动电流,起动时会串电阻、电抗,待起动平稳后通过 1500PLC 控制将其限流电路断开;减速制动是在慢速绕组中通过 1500PLC 控制其按照时间原则进行在发生电制动时减速,以低速运行至平层停车。交流双速电梯主驱动系统原理如图 2 所示。

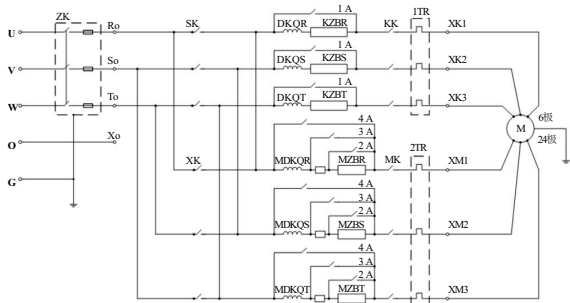


图2 交流双速电梯主驱动系统原理图

电梯的驱动电机选择改变磁极对数调速方法,该方法具有较硬的力学特性,稳定性能好;无转差损耗,效率高;接线简单、控制方便等特点。因此在三相交流异步电动机定子内装有两个不同磁极对数的绕组(6极和24极)。快速绕组(6极)用作起动和稳速,慢速绕组(24极)用作制动力矩和慢速平层停车用。

2.2 PLC 选型

对于 PLC 的选择主要包括 CPU 和 I/O 模块的选择,经过比较,选用西门子近年来推出的高性能 S7-1500 系列 PLC,其 CPU 选用 1512C-1 PN,与其他系列 PLC 相比,主要表现在响应速度快、PROFINET 数据通信更高速、更高效的组态和编程以及更低的维护成本^[4],其中位指令执行时间为 48 ns,可以快速地处理输入和输出信号。S7-

1500 PLC 的模块集成具有诊断的功能并且诊断的级别为通道级,当发生故障时,不需要进行额外的编程就能快速准确地查到受影响的通道,减少因故障而停机的时间^[5]。

2.3 PLC 与 EET 的通信配置

PLC 通过 PUT/GET 与电梯虚拟调试软件进行通信调试。将 PLC 设置为允许来自远程对象的 PUT/GET 通信访问,并将输入输出数据块属性中的优化块访问去掉。在没有 PLC 的情况下,使用 PLCSIM Advanced v2.0 SP1 来仿真,PLC 通过以太网与上位机画面和电梯仿真软件通信。首先设置 PC/PG 接口为 Siemens PLCSIM Virtual Ethernet Adapter.TCPIP.1,接着将 CPU、PLCSIM Advanced 以及 PLCSIM Virtual Ethernet Adapter 的网卡设置成与本地连接网卡的 IP 在同一个网段下,并且子网掩码要一致。最后将 CPU、PLCSIM Advanced 和电梯虚拟调试软件的 IP 地址以及子网掩码设置成一样,点击电梯仿真软件的通信按钮,当出现如图 3 所示的界面,说明通信成功。

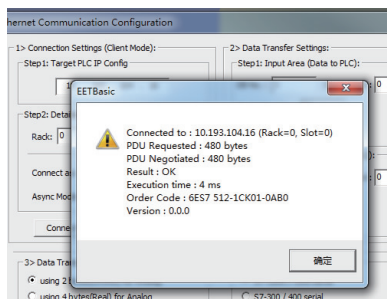


图3 与电梯虚拟调试软件通信视图

2.4 上位机与 PLC 的通信配置

首先对 PG/PC 接口进行相关的设置,然后将 PC 系统上常规 IE 接口的 IP 地址设置成与 PLC 在同一个网段下,并保证在同一子网掩码下。最后在博途组态画面通过 PN/IE 线连接 PLC 和常规 IE 的以太网接口。打开项目树 HMI 的连接就可以看到连接的 PLC 相关信息。点击画面仿真按钮,当出现如图 4 所示画面,说明 WINCC 与 PLC 通信成功。

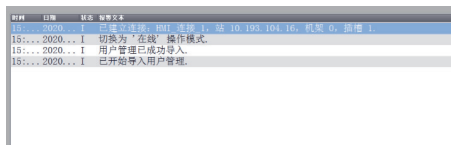


图4 WINCC 与 PLC 通信视图

SIMATIC PC Station 通过以太网与 S7-1500PLC 进行通信,使用 Wincc RT Advanced 组态监控画面,控制系统由 TIA V15.1 软件对系统硬件进行组态,如图 5 所示。以上硬件的选择可以实现电梯的可视化管理保障电梯安全稳定运行。

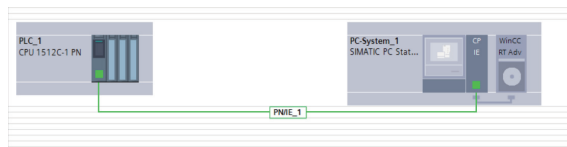


图5 控制系统硬件组态

3 系统的软件设计

3.1 程序设计

设计的程序能够满足不同楼层用户的呼叫请求,实现正常的上、下行功能及自动平层、满载指示、开、关门等。为保障乘客的安全,设计相应的故障程序,比如电梯运行到上、下端限位时需要停止电梯运行,超重时应保持门敞开,直到满载指示消失。开、关门保护,若电梯在持续关门

一段时间后没有收到关门到位信号时,电梯应为开门状态;若电梯在持续开门一段时间后没有收到开门到位信号时,电梯应为关门状态,并在关门后,响应下一个呼叫请求。

电梯在运行时如果长时间没有收到呼叫请求,为了达到节能减排的目的,关闭轿厢内的照明和风扇。程序中写有禁止反向登录程序,如果电梯上行到4层并继续上行时,系统就不会响应4层以下的厅外呼叫请求以及错误指令消除程序。当到达顶层的时候,就会消除轿内原有登记的后方选层按钮以及短时间内连续按两次轿厢内按钮可以取消轿内呼叫指令。程序流程图如图6所示。

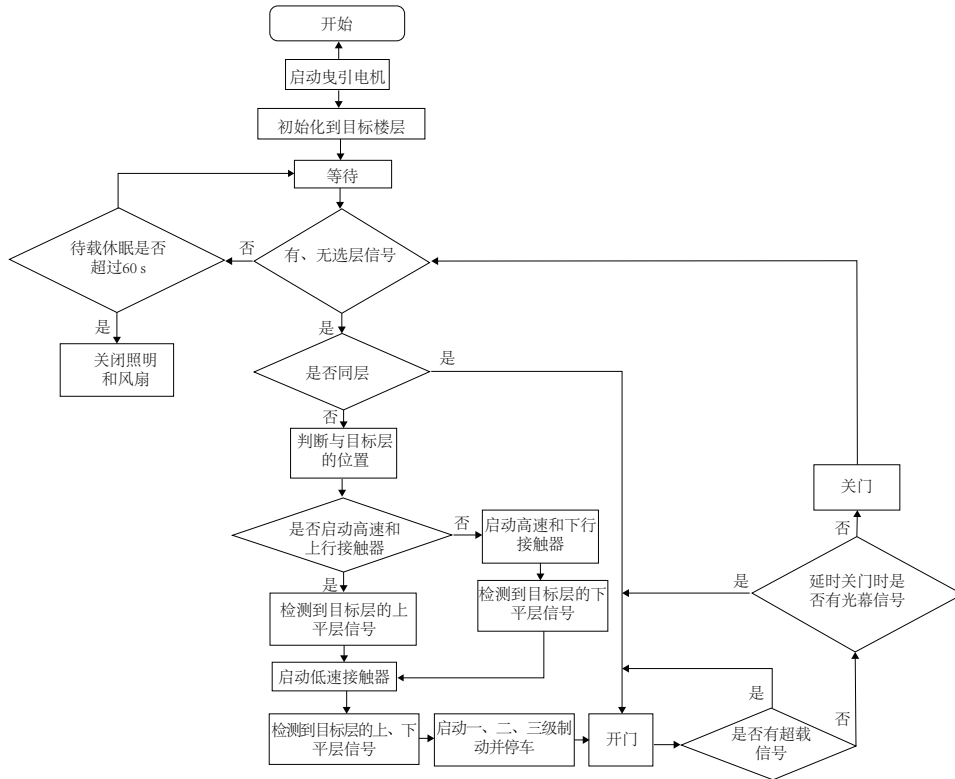


图6 程序流程图

3.2 上位机画面的设计

上位机画面采用博途中的组态软件进行绘制,首先将HMI变量与PLC变量进行关联,然后点击运行系统设置,设置适合的屏幕分辨率。博途WINCC中提供了丰富的控件、动画及基本的绘图工具,对工具箱中的基本对象、元素、控件和图形等通过鼠标简单的设置就能实现大部分的监控需求。画面设计有电梯监视界面、用户管理界面、系统诊断界面、报警界面、历史报警界面、输入状态描述界面、输出状态描述界面,并且每个画面可以互相切换^[6]。

1) 电梯监视界面

电梯监视界面中包括电梯模型、厅外呼叫按钮、轿厢内呼叫按钮、电梯当前载质量显示和楼层显示等如图7所示。这些主要是用工具箱中的基本对象来绘制,并关联上相应的变量。对于电梯门的开关画面,就是通过门锁信号的状态来设置可见性。

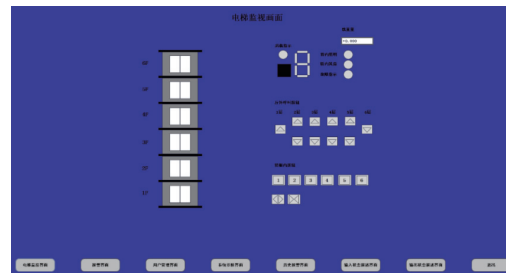


图7 电梯监视界面

2) 输入输出状态描述界面

输入输出状态描述界面的绘制,通过工具箱元素中的符号I/O域显示出来,由于输入输出点很多,所以在画面中加入上下翻页按钮,并编写相关程序如图8所示,输入、输出是否有信号,通过圆圈颜色的变化来判断,输入状态描述界面如图9所示。通过输入、输出界面可以查出非正

常故障,比如电梯运行后输入平层信号的状态为 0,可以判断出可能是平层传感器出现故障。

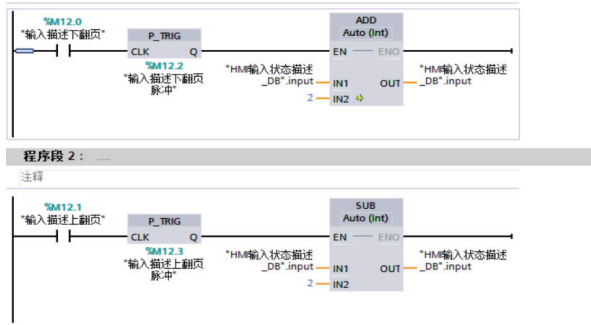


图 8 翻页梯形图



图 9 输入状态描述画面

3.3 Web server

使用 S7-1500 PLC 的 Web server 功能可以获得 CPU 的诊断数据和过程数据,在没有 STEP7 等工具软件时也能实现对 CPU 的监视和管理。首先启动 PLC 的 Web 服务器功能,设置刷新时间,设置不同用户的访问级别,加入变量监控表^[7]。可以通过路由器进行端口映射到公网,通过在 IE 浏览器上输入公网 IP 地址,如图 10 所示,能够实现对 PLC 的远程监控。从图 10 左侧项目树中可以看出该网页能够实现各种功能。当设备出现故障并且现场工作人员不能解决时,不需要工程师远道而来,通过 Web 浏览器修改参数或者电话指导现场维修即可完成。

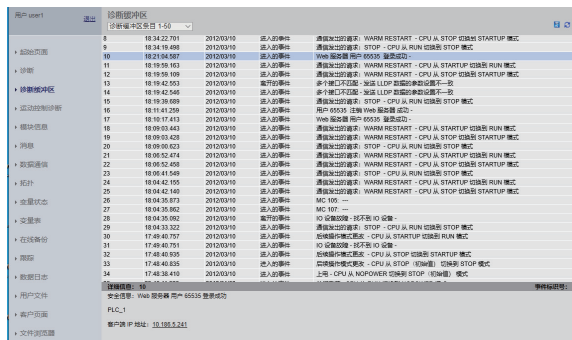


图 10 Web server 界面

4 仿真

在硬件和软件设计好之后进行仿真,PLC 通过 PUT/GET 与电梯虚拟仿真软件通信,通信成功后点击 EET 仿真软件的自动按钮,电梯会初始化到一楼,等待呼叫电梯请求,并按照给定的客流模型运行,打开上位机画面对电梯进行实时监控。如果电梯在运行过程中出现过载、超限、关门异常等状态时,画面上就会显示如图 11 所示情况。如果报警消除,会在报警状态后显示 IO,在历史报警界面中会记录下这条报警,直到按下消除报警缓冲按钮。

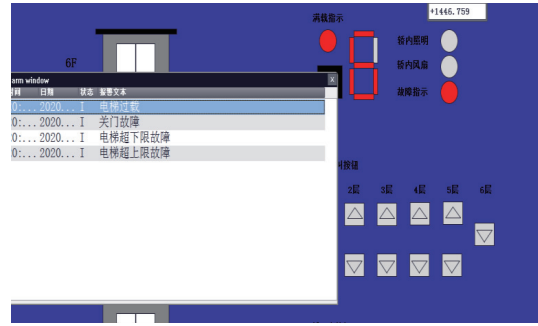


图 11 电梯报警画面

5 结语

电梯监控系统是采用西门子 S7-1500 PLC 作为控制核心,在博途软件平台下进行硬件组态、程序编写和上位机画面绘制。通过电梯虚拟软件的仿真和调试可以使得系统运行可靠、稳定、能耗低,能够针对不同的呼叫请求实现合理的响应。使用可视化人机交互界面和 1500 PLC 的 Web server 功能,提高了查找故障发生位置的速度和维修效率,降低了维修成本和运行风险,有一定的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 张忍. 基于 PLC 电梯控制系统设计[J]. 科技创新与应用, 2018(11): 74-75.
- [2] 王超,孙万麟. 基于博途软件的 PLC 电梯监控系统设计[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(4): 74-77, 81.
- [3] 张宇,胡守伟. 基于 TIA Portal 电梯上位机显示运行故障的设计[J]. 机械工程与自动化, 2014(5): 177-178.
- [4] 向晓汉. 西门子 PLC 工业通信完全精通教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [5] 陈鹏飞. 基于西门子 S7-1500PLC 节能电梯集群控制系统设计[J]. 节能, 2020, 39(10): 84-86.
- [6] 王晓瑜. 基于 SIMATIC S7-1200 PLC、WINCC 和 VVVF 的电梯监控系统设计与仿真[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(9): 81-85.
- [7] KOPČEK M. Embedded PLC webserver and possibilities of its utilization[J]. Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology, 2016, 24(39): 33-42.

收稿日期: 2021-01-05