

基于 SIMATIC NET 的电梯模型 PLC 控制系统

马喜春，王锦标

(清华大学自动化系，北京 100084)

摘要 为了配合自动化系本科生教学和实践的需要，在 SIMATIC NET 网络化设备的基础上，开发了“基于 SIMATIC NET 的电梯模型 PLC 控制系统”。该系统包括 PLC 硬件配置、PLC 硬件及控制网络组态、电梯控制逻辑设计、人机界面设计等四项实验。

关键词 SIMATIC NET; PLC; 电梯, WinCC

PLC Control System of Elevator Model Based on SIMATIC NET

MA Xi-chun, WANG Jin-biao

(The Department of Automation, Tsinghua University, Beijing100084, China)

Abstract: Need for the teaching and training the undergraduate students in the department of Automation, PLC Control System of Elevator Model Based on SIMATIC NET has been developed. On this system four experiments can be implemented, including hardware configuration PLC, PLC hardware and configuration of network control, logic designing of elevator control, HMI(Human Machine Interface) design.

Key words: SIMATIC NET; PLC; elevator; WinCC

1 项目简介

可编程序控制器（PLC）是现代工业自动化重要技术支柱之一，也是工业控制的主要自动化设备。因此，PLC 是自动化技术人员应该了解和掌握的必修课。

清华大学自动化系一向重视培养学生的实践能力，从教学、课程设置以及人才培养方面考虑，要求自动化专业的学生掌握一种主流 PLC 的使用，毕业后具备开发完整的工业控制系统的能力。

基于这样一个初衷，自动化系在西门子公司所赠送的 SIMATIC NET 网络化设备的基础上，设计、开发了“基于 SIMATIC NET 的电梯模型 PLC 控制系统”，其组成包括 PLC 硬件配置、PLC 硬件及控制网络组态、电梯控制逻辑设计、人机界面设计等四项实验。该系统适用于自动化、电气工程、机电一体化等专业及其他相关专业高年级本科生的实验教学及毕业设计等。

2 控制系统组成

SIMATIC NET 是西门子公司的工业通信网络解决方案的统称，它包括 PROFINET、PROFIBUS 和 AS-Interface 等等。一般来说，企业的通信网络可分为三级：企业级、车间级、现场级。企业级通信网络用于企业的上层管理，使用 Internet 或 Intranet。车间级通信网络解决车间内需要协调工作的不同工艺段之间的通信，其主要解决方案是工业以太网或 PROFINET。现场级通信网络直接连接生产现场的各种设备，包括 I/O 设备、传感器、变频器等，由于网络上传递的主要是控制信号，因此，对网络的实时性和确定性有很高的要求，PROFIBUS 是主要的解决方案。

2.1 控制系统构成

我们以五层电梯模型为控制对象，在 S7-300 PLC 的基础上，进行基于 SIMATIC NET（PROFINET、PROFIBUS-DP）的系统设计与开发。也就是说，电梯模型所需的输入和输出信号来自 PROFINET 网络上的 ET200S 及 PROFIBUS-DP 网络上的 ET200S 相应的 DI/DO 模块。通过 WinCC 实现对电梯模型的监控，以完善从底层的设备网到人机界面的系统结构。

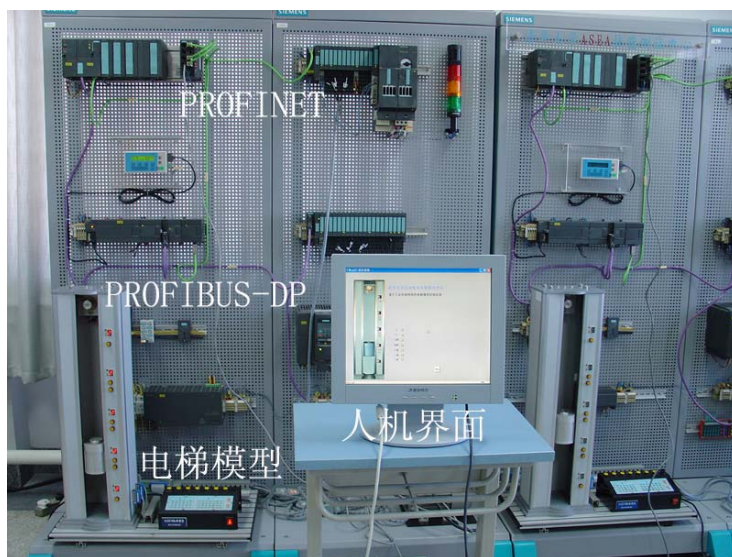


图1 控制系统组成

电梯模型主体有 10 个带指示灯的外呼叫按钮开关，分别是：一层上、二层下、二层上、三层下、三层上、四层下、四层上、五层下。10 个三角形发光二极管作为轿厢当前运行方向指示（上升、下降）。7 段数码管指示轿厢当前在哪一层。主体内部的限位开关可使轿厢可靠地停在被选楼层，并可使 7 段数码管指示轿厢位置。控制电机上下和开关门的继电器也装在主体内部。轿厢内控制盒面板包括 7 个带指示灯的按钮开关：内选层（一至五层）、开门、关门。

该系统实物如图 1 所示 控制系统由两部分组成,包括上位机的人机界面及下位机的电梯模型的控制。

2.2 控制网络协议

该控制系统采用了 PROFINET 及 PROFIBUS 通信网络。

PROFINET 是建立在 Ethernet 和 TCP/IP 协议的基础上,再加上适于工业监控的应用层。其体系结构分为 5 个层次:下面两层是以太网的物理层和数据链路层;中间两层是 TCP/IP 体系结构的 IP 和 TCP/UDP;上面一层是适合于工业场合的应用层。

PROFINET 支持以下几种通信协议:ISO Transport、ISO-on-TCP、UDP、TCP/IP。该控制系统开发中使用了 TCP/IP 协议,它支持第四层 TCP/IP 的开放数据通信,用于 SIMATIC S7 和 PC 及非西门子的支持 TCP/IP 协议的以太网系统。

PROFIBUS 协议采用 ISO/OSI 模型的第一层、第二层和第七层,它提供了三种通信协议类型:DP (Distributed Periphery)、FMS (Fieldbus Message Speciation) 和 PA (Process Automation)。其中,PROFIBUS-DP 适用于 PLC 与现场分散的 I/O 设备之间的通信,主要应用于制造业自动化系统中现场级的通信,传输速率可在 9.6kb/s~12Mb/s 间选择,采用主从通信方式。控制网络拓扑结构如图 2 所示。

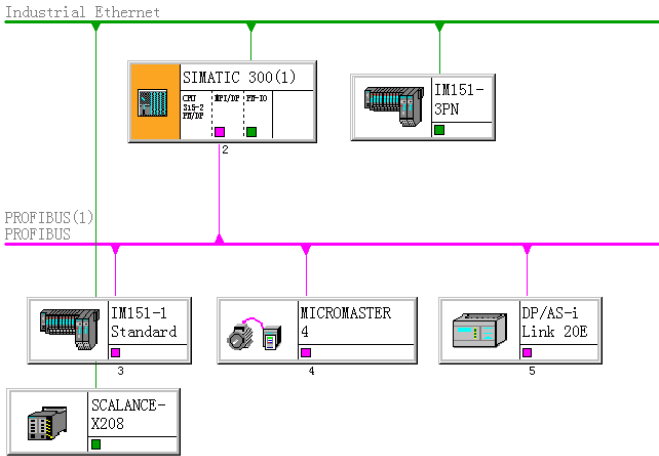


图 2 控制网络拓扑结构

2.3 控制系统硬件配置

网络配置是组建 S7-300 PLC 控制系统的基础,是硬件安装和组态的关键。网络配置包括 PROFINET 和 PROFIBUS-DP 两部分。S7-300 PLC 控制系统配置包括硬件的选型、安装和组态。首先根据应用要求选择 CPU 模块、信号模块 (SM)、接口模块 (IM)、功能模块 (FM) 和通信处理器 (CP) 等,再把选好的硬件按要求安装。S7-300 采用模块化结构,模块内集成背板总线,把所选择的模块安装在底板 (连接器) 上。

根据电梯控制功能的分析,电梯模型需要 DI 点 22 个、DO 点 28 个。表 1 列出了所需模块的型号。

表1 S7-300 模块的型号

模块	订货号	数量
CPU315-2 PN/DP	6ES7 315-2EG10-0AB0	1
电源模块 PS307-2A	6ES7 307-1BA00-0AA0	1
电源模块 PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0	2
交换机 SCALANCE-X208	6GK5 208-0BA00-2AA3	1
数字量输入模块 DI	6ES7 131-4BB01-0AA0	11
数字量输出模块 DO	6ES7 132-4BB01-0AA0	14
接口模块(IM151-1)	6ES7 151-1AA04-0AB0	1
接口模块(IM151-3)	6ES7 151-3AA00-0AB0	1

其中，S7-300 PLC 主机架的基本配置有电源块(PS307-2A)、CPU 块(CPU315-2 PN/DP)、交换机块(Switch)。PROFINET 结点有 S7-300 CPU 模块以及 ET200S。ET200S 的基本配置有电源模块(PM-E DC24V)、接口模块(IM151-3)、2 点 DO 块(2DO DC24V/0.5V ST)7 个。PROFIBUS-DP 结点有 ET200S，它的基本配置有电源模块(PM-E DC24V)、接口模块(IM151-1)、2 点 DI 块(2DI DC24V ST)11 个、2 点 DO 块(2DO DC24V/0.5V ST)7 个。

2.4 控制系统硬件及网络组态

首先安装 STEP 7 SIMATIC 管理器，提供软硬件组态环境，它集成了所有部件和任务于一体的易用系统。

启动 SIMATIC 管理器，创建 S7 项目，插入一个 S7-300 主站，进行硬件组态，在组态中，按要求配置 S7-300 PLC 的控制网络 PROFINET 及 PROFIBUS-DP。通过网络把 S7-300 主站、远程 I/O 连接起来。配置 S7-300 的 PROFINET 时，要注意分配 IP 地址和网络设备名，而且网络设备名应与实际设备名一致，这一点容易被忽略。配置 S7-300 的 PROFIBUS-DP 时，注意识别各个设备的实际 DP 网络地址，并与组态地址相一致。组态正确后保存组态并下载到 PLC。

3 控制系统功能及实现

本系统的主要功能是在控制网络的环境下完成电梯模型的监控，控制网络通过各自的通信协议保证数据通信双方能正确而自动地进行通信。即实现 S7-300 主站与远程 I/O (ET200S) 从站间的通信。下面介绍电梯的控制功能。

3.1 电梯的控制功能

(1) 电梯所在楼层数字由 7 段数码管显示

①上升过程中：轿厢在 1、2 层之间显示“2”；在 2、3 层之间显示“3”，依此类推。

②下降过程中：轿厢在 1、2 层之间显示“1”；在 2、3 层之间显示“2”，依此类推。

(2) 电梯运行方向由轿厢上、下行指示灯显示。

(3) 无论哪层有呼叫（包括电梯内呼叫或各层外呼叫），该层的未响应指示灯亮，表示轿厢将去那一层，直到该呼叫被响应后该指示灯灭。

(4) 无论电梯处于何种状态，只要有电梯内呼叫，轿厢运行到该层，即可响应此呼叫。

(5) 当按电梯外呼叫按键时，该按键的指示灯亮，直到该呼叫被响应后指示灯灭。

(6) 只有单一呼叫信号时，电梯运行到呼叫所在楼层等待乘客进入。

(7) 当有多个呼叫信号时，电梯每响应一个呼叫，均开门停车，等待乘客进入，再去响应下一个呼叫。其响应顺序遵循以下原则：

①如果电梯处于上升的状态，则优先响应上升呼叫和内呼叫信号，再返回响应下降呼叫信号。

②如果电梯处于下降的状态，则优先响应下降呼叫和内呼叫信号，再返回响应上升呼叫信号。

(8) 为了运行安全，在电梯运行过程中不响应开门信号，电梯在停车等待和暂停期间可以手动开、关门。

(9) 电梯每到一层停车时先打开轿厢门，1 秒后自动关门。若有其他需响应的信号，轿厢继续运行；若无其他需响应的信号停车，轿厢等待。

(10) 电梯关门停在某一层时，该层有外呼叫信号，则自动开门，1 秒后自动关门。

(11) 当电梯运行到极限位置时，通过程序强行让电梯停止运行。

3.2 电梯控制程序设计

电梯控制程序采用模块化结构设计。包括主程序块 OB1，5 个 FC：FC1 内呼控制功能，FC2 开关门控制功能，FC3 数码管显示功能，FC4 外呼叫控制功能，FC5 停层控制功能。由主程序块分别调用 FC1~FC5。

下面以电梯“内呼控制功能”为例，说明编程中的技巧。

在 S7-300 指令系统中，置位（S）及复位（R）指令的配合使用，可以大大降低程序的复杂度，增强程序的可读性。置位（S）功能：如果 RLO=“1”（逻辑操作结果），指定的地址被置位为信号状态“1”，而且保持置位直到它被另一条指令复位为止；复位（R）功能：如果 RLO=“1”，指定的地址被复位为信号状态“0”，而且保持这种状态直到它被另一条指令置位为止。

例如，在“内呼控制功能”中，以按下一层内呼按钮为例，如图 3 所示。一层内呼按钮按下，则一层内呼显示灯亮，直到电梯到达一层使得一层限位开关闭合，则一层内呼显示灯灭。图 4 是运用普通线圈输出指令来完成与图 3 相同的功能。

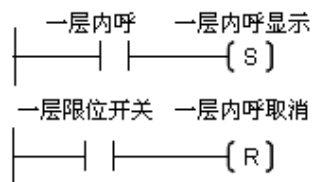


图3 运用置位（S）和复位（R）指令

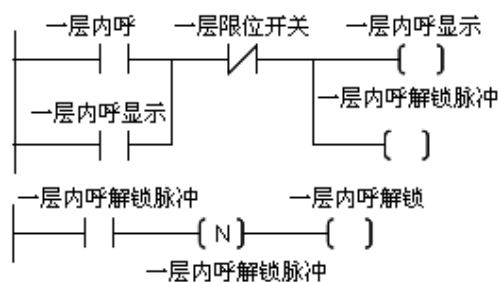


图4 运用普通线圈输出指令

4 结束语

在 PLC 控制系统的开发中，之所以选择电梯模型作为控制对象是因为电梯模型既反映了 PLC 技术在日常生活中的应用，又带有典型的顺序、逻辑控制等多种特征，用此作为控制对象进行 PLC 教学有一定的代表性。系统主要通过基本的 DI、DO，复杂的顺序、逻辑控制实现，总共使用了 50 多个 NETWORK，以及 22DI、28 DO。通过 WinCC 实现对其的监控更加完善了从底层的设备网到人机界面的系统结构。

参考文献

- 1 西门子公司. 深入浅出西门子 S7—300, 北京航空航天大学出版社, 2004
- 2 崔坚. 西门子工业网络通信指南, 机械工业出版社, 2005
- 3 梁延东. 电梯控制技术, 中国建筑工业出版社, 1997
- 4 高鸿斌 孔美静. 西门子 PLC 与工业控制网络应用, 电子工业出版社, 2006
- 5 黄净. 电气及 PLC 控制技术, 机械工业出版社, 2003
- 6 [德] Raimond Pigan Mark Metter 著 汤亚锋 等译. 西门子 PROFINET 工业通信指南, 人民邮电出版社, 2007
- 7 高鸿斌等. 西门子 PLC 与工业控制网络应用, 电子工业出版社, 2006

第一作者简介:

马喜春 (1967--), 女, 河北省任丘县人, 学士, 高级工程师, 主要从事计算机网络与多媒体技术、企业网络与系统集成等课程的实验教学。