

## PLC 电梯控制系统的设计与实践

黄桂梅, 刘永立

(保定电力职业技术学院, 动力工程系 保定 071051)

**摘要:** 本文主要介绍了可编程控制器(PLC)的应用特点以及采用PLC的模拟电梯控制系统的硬件设计与软件功能设计。并通过实践验证了硬件设计与软件功能的合理性。

**关键词:** 电梯控制; 硬件设计; 信号排队; 顺向载车; 软件调试

### The Design and Practice of Elevator Control System with PLC

HUANG Gui-mei, LIU Yong-li

(Power Engineering Department, Baoding Technical and Vocational College of Electric Power, Baoding 071051)

**Abstract:** The main purpose of this paper is to introduce the application features of programmable logic controller (PLC) and the design of the hardware and software's functions of the simulation elevator control system with PLC. The practice shows the validation of the design of the hardware and the software's functions.

**Key words:** Elevator Control; Hardware Design; Signal Queue; Taking elevator in the same direction; Software Debugging

## 0 引言

由于可编程控制器(PLC)具有编程软件采用易学易懂的梯形图语言、控制灵活方便、抗干扰能力强、运行稳定可靠等特点,现在的过程自动控制很多都采用可编程控制器来实现。所以,一个接一个的制造商在许多生产中正在推广应用PLC控制方案。基于PLC的控制系统易于安装和使用,有高级的诊断功能,为系统集成商提供了更灵活的选择,从长远角度看,PLC控制系统维护成本低。另外PLC也正在向微型化、网络化、PC化和开放性方向发展。由此可见以PLC控制技术为基础的低成本工业控制自动化是目前及未来一段时间自动化的主流。

电梯控制系统是根据外部呼叫信号以及自身控制规律运行的,而呼叫是随机的,电梯实际上是一个人机交互式的控制系统,单纯用顺序步控制或一般逻辑控制都不能满足控制要求,而是采用随机逻辑方式控制的。为此,开发设计了以电梯控制为主的PLC试验平台。

## 1 硬件系统设计

### 1.1 硬件系统总体设计

图1示出了该试验平台的总体构成框图。它由PLC控制器、接口、电梯升降机构、门机、信号检测与显示部分等构成。

### 1.2 电梯装置

考虑到电梯装置每层之间有一定的距离,将电梯装置设计成五层。每层有两个呼叫按钮(上行按钮,下行按钮),另有五个轿内呼叫按钮。轿厢位置由五个接近开关进行检测并

送至控制器,经过逻辑运算后返回到电梯各层的LED数码管显示出来。电梯由可逆电机驱动,由电磁铁来实现开门或关门的动作。电梯顶层有一个位置开关,用于限位。电梯控制输入、输出之间通过接口1进行联系。具体接线如图2、图3所示。输入接点共18个,其中楼层位置检测信号5个、轿内指令信号5个以及呼叫电梯信号8个。输出接点15个,其中控制电梯上升、下降各1个、控制电梯各楼层门打开5个以及8个用于控制7段译码显示器以显示楼层位置。

在电梯的底盘上设计了十个输入按钮,在电梯的正上方设计有八个LED输出指示灯,二者通过接口2进行联系。这部分主要作为指令练习、编写简单程序以及掌握编程技巧等实践项目的试验装置。接口2共有10个输入信号,8个输出信号。

## 2 主要软件设计

电梯控制软件框图见图4所示。软件功能主要包括呼叫信号登记并保持信号,检测电梯当前的位置,决定运行的方向和终点,驱动电梯上升或下降,决定哪一层停止,驱动门机动作,驱动数码管显示轿厢位置等。

### 2.1 信号登记与动作方向判断设计

在无任何呼叫信号的情况下,只要有一个呼叫按钮按下,无论是上行还是下行呼叫,该按钮所在的层站就是运行终点。由电梯所在的当前位置与终点比较,即可确定出运行的方向。在已有呼叫信号的情况下,如再有信号呼叫按钮按下,则根据已确定的运行方向和已有的全部呼叫确定终点。上行时,所有按下的上行呼叫按钮信号中的最上层站为终点;下行时,所有按下的下行呼叫按钮信号中的最下层站为

收稿日期: 2006-11-02

作者简介: 黄桂梅(1967-),女,副教授,硕士学位,主要研究方向为控制工程,自动检测技术。

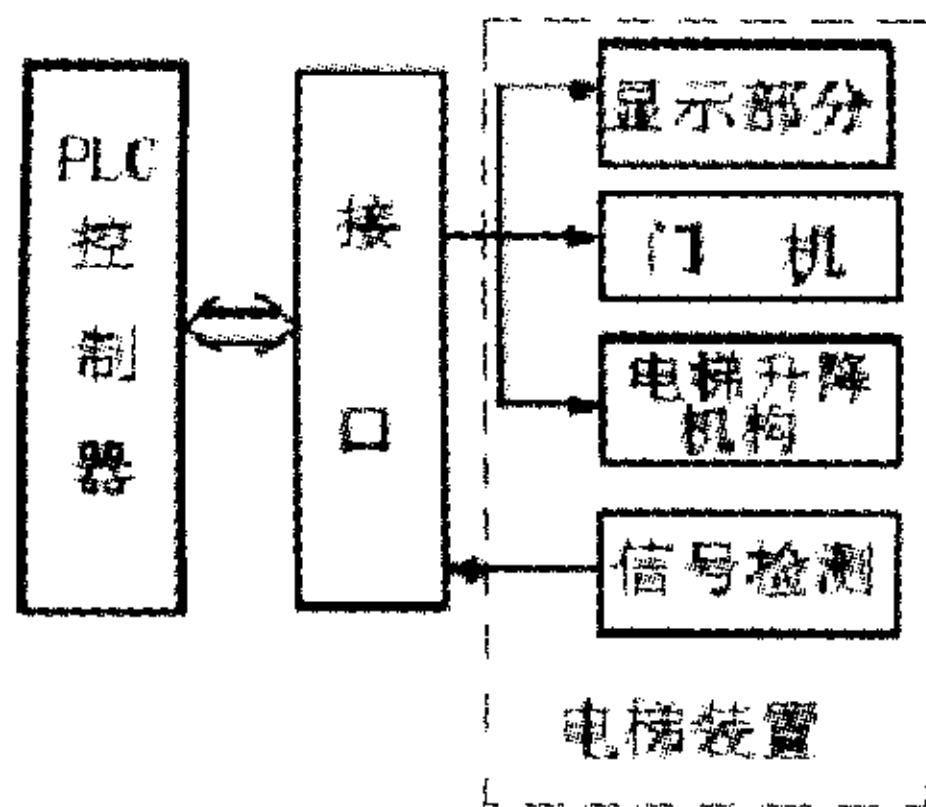


图1 系统总体构成框图

终点; 电梯运行过程中, 与运行方向同向的呼叫信号随时参与终点的确定。电梯运行到终点后, 运行方向显示消失, 重新根据呼叫情况确定下一周期的运行终点和运行方向。

## 2.2 信号排队与顺向载车功能设计

为了做到电梯效率高, 采用信号排队和同向信号先执行方式, 其中信号排队功能在呼叫电梯指令登记程序段靠上行指示内部触点或下行指示内部触点与各楼层登记信号并联来实现, 其中同向信号先执行功能在顺向载车程序段靠低楼层的上行指令与相应楼层信号以及上行指示信号串联或者高楼层的下行指令与相应楼层信号以及下行指示信号串联来实现停车顺向载人。

## 2.3 电梯轿厢的驱动与停止

电梯轿厢的驱动依据动作方向判断得到的信号来决定电梯上升或下降。靠停站信号的常闭触点来停靠电梯到某层站。为了保证安全, 电梯门必须关闭后才能让电梯运行, 所以串联了门锁信号常闭触点来限制电梯运行。电梯停止是由呼叫指令登记信号与相应的楼层检测信号相串联后得到停止指令, 所有的停止指令并联后电梯运行指令串联得到总的停站信号。

## 2.4 轿门打开与关闭

电梯轿门打开靠总停站信号与相应的楼层检测信号串联后来驱动。电梯轿门打开时间由定时器来设定, 一旦时间到轿门自动关闭。门锁信号靠驱动信号加延时(延时时间比电

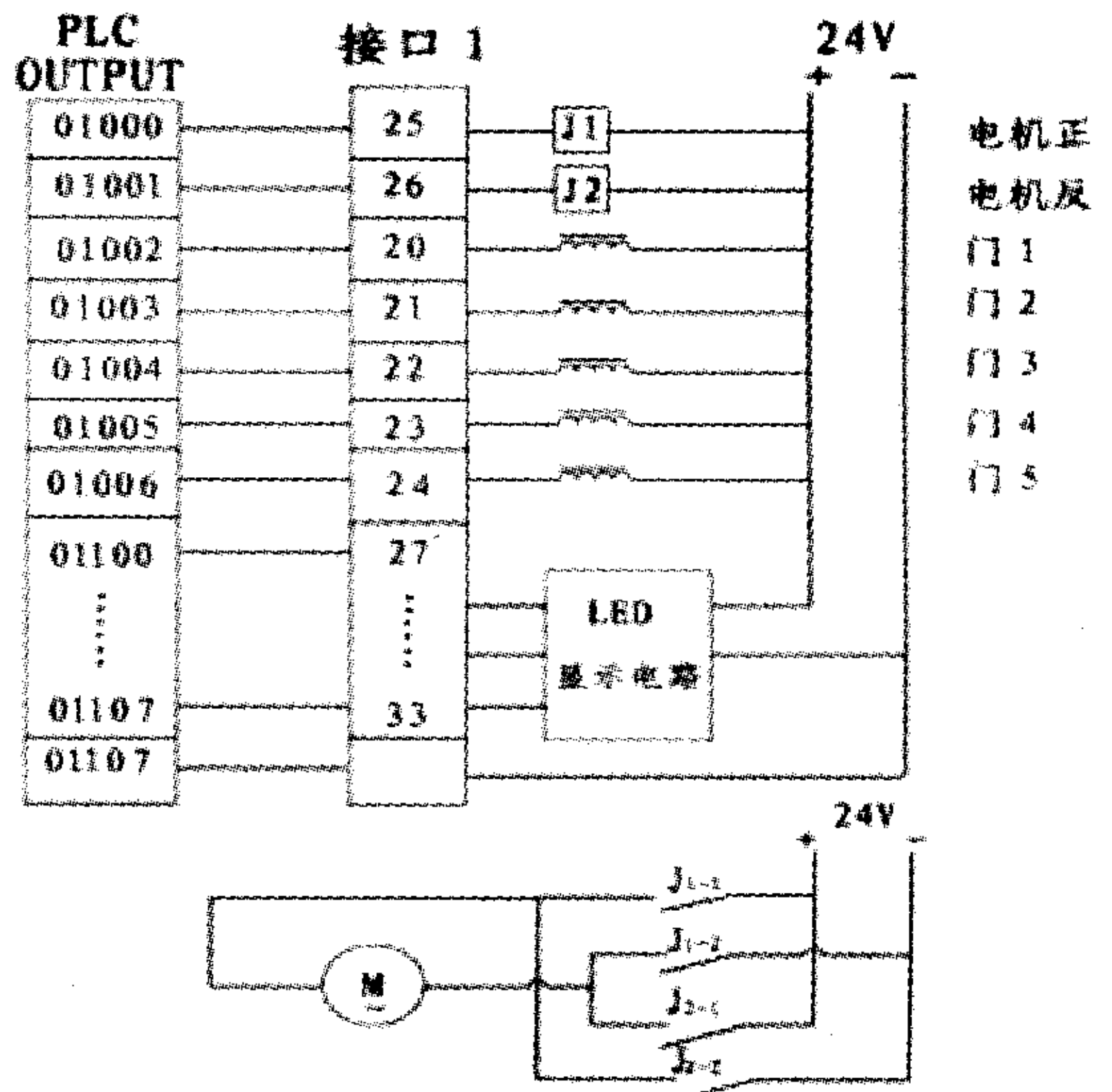


图3 电梯控制模型PLC输出接线

梯轿门打开时间长一些) 来实现。

## 2.5 自动返回一层与楼层显示功能设计

要实现电梯长时间无指令控制时能自动返回一层的功能, 可采用轿厢的高楼层位置信号和电梯升、降信号的常闭点相串联进行延时控制, 绝不能用轿厢的高层位置信号和电梯停止信号相串联, 因为电梯停止信号不能长时间保持。楼层显示根据楼层检测信号直接送入内部继电器某一通道, 通过七段译码器译码后从011通道输出到硬件显示电路使并联的五个LED数码管进行显示。

## 3 电梯控制软件调试

在对电梯控制系统进行调试监视过程中发现了一些问题, 具体处理如下。

(1) 当把“楼层检测信号自锁及换层”放在“指令信号登记及消号”和“呼梯登记及消号”的前面时, 电梯不能按预定工况工作, 电梯轿门不能打开, 不能实现电梯顺向载车功能。经过分析发现是由于PLC本身巡回扫描工作原理造成的, 调试处理后把“楼层检测信号自锁”放在“轿厢内指令信号及呼梯信号登记”的后面, 则电梯能正常工作。

(2) 在防止电梯轿门连续多次开门/关门动作时, 最好不要直接用停止动作信号去开电梯门, 而要经过微分指令的转换后方去开电梯轿门。另外为使电梯轿厢到达某层站停稳后再开门, 需要增加一定延时后再开。

(3) 想要实现电梯长时间等待而无指令控制时能自动返回

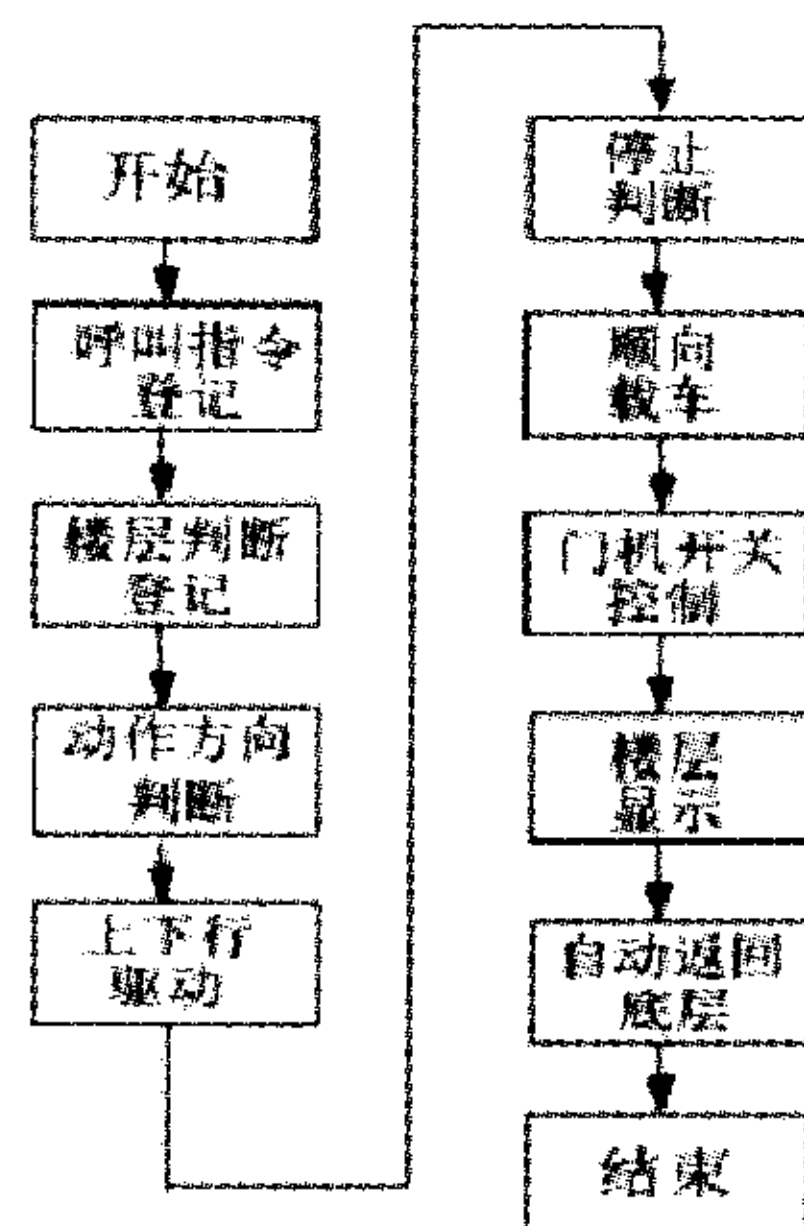


图4 控制软件流程图

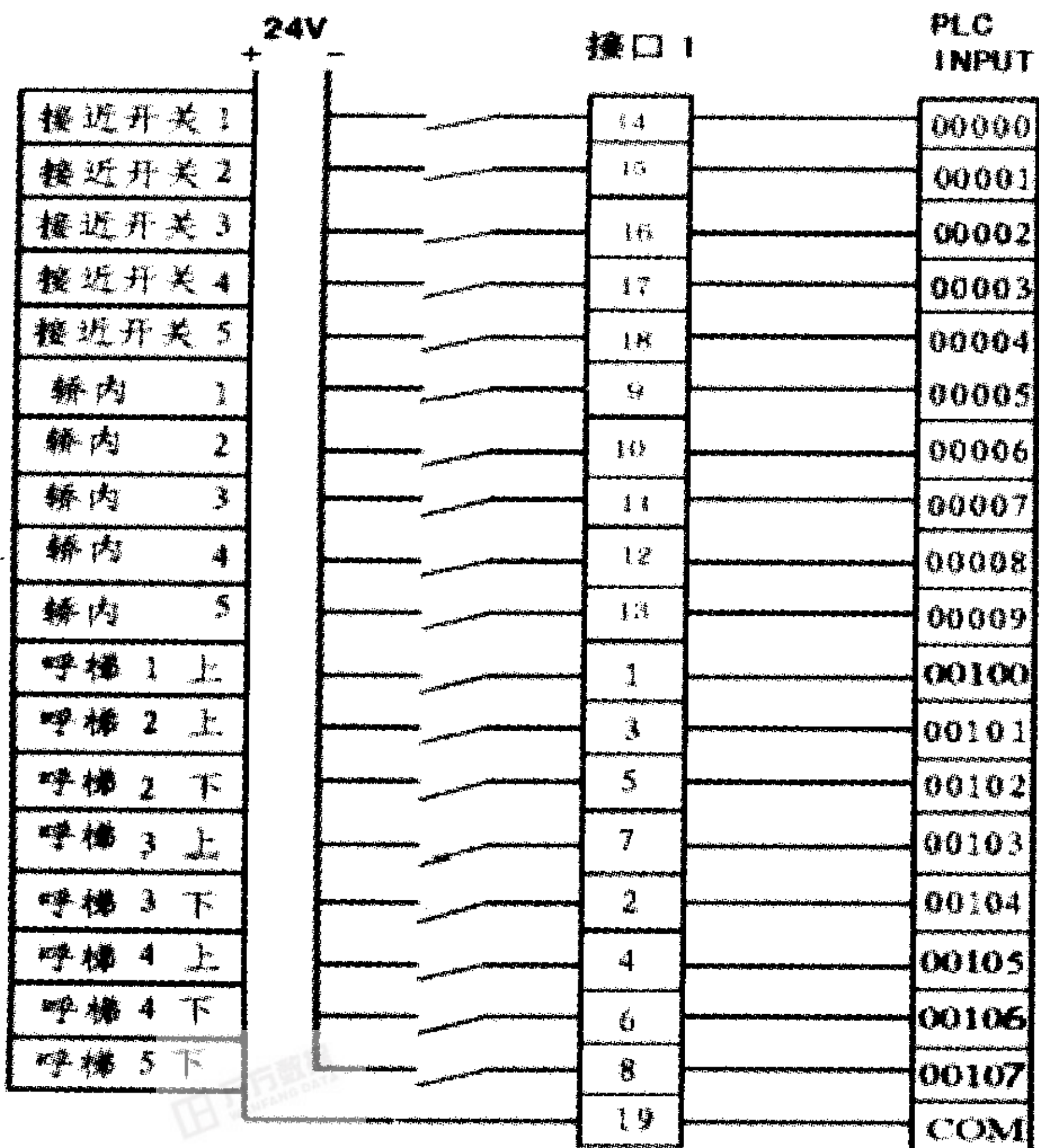


图2 电梯控制模型PLC输入接线

【下转第90页】

护系统的专利[3, 4]。

## 1.4 交流电磁场检测技术

交流电磁场检测(Alternating Current Field Measurement, 简称为 ACFM)基本原理为:利用了导电材料中的缺陷会改变电磁场的分布产生压电磁性效应,通过测量电磁场分布的变化,并和标准的理想缺陷所形成的电磁场进行比较,从而确定缺陷[6]。利用 ACFM 非接触法确定缺陷尺寸,电流线在缺陷附近会发生偏转,从而在试件上诱发出畸变的磁场,用磁场探头测得磁场的  $B_x$  和  $B_z$  分量的变化,就能确定裂纹的长度和深度。

1995 年 CHRISTOPHER 申请了检测裂纹缺陷的可移动阵列探头的专利。2002 年 GEORGE 申请了基于 ACFM 技术的裂纹检测探头的专利。国内对 ACFM 理论和实验进行了深入研究,目前正实现 ACFM 技术的产品化、实用化[7]。

## 1.5 磁记忆检测技术

铁磁性金属构件由于受载荷和地磁场共同作用,在应力和变形集中区会发生具有磁致伸缩性质的磁畴组织定向和不可逆的重新取向,这种磁状态的不可逆变化在工作载荷消除后不仅会保留,还与最大作用应力有关。金属构件表面的这种磁状态“记忆”着微观缺陷或应力集中的位置。检测垂直于金属构件表面的磁场强度分量沿某一方向的分布,可对构件的应力集中程度以及是否存在微观缺陷进行评价。

MMT 技术具有以下特点[8]:既可检测出宏观缺陷又可检测出微观缺陷,并能进行安全预警;无需专门的磁化装置就能对铁磁性构件进行可靠的检测,不需对被检金属表面进行清理或其它预处理;提离效应影响很小等。

## 1.6 Magfoils 磁膜检测技术

德国 Magfoil and Inspektion-stechniken GmbH 公司研制了 Magfoil 磁膜检测技术[9]。利用磁膜探伤,可得到磁粉的影像载体,使得待记录的裂纹显示以及场强和磁场方向有永久的记录,然后就无需使用水下摄影即可在水下或水面上对不连续区域进行质量分析。

利用磁膜探伤时,将其放在待测部位,挤压其中枕头状的液袋,将内割层挤破,使磁粉与溶剂混合在一起。处于不连续部分的磁膜,会产生空白区,这是由于磁粉运动的结果。

【上接第 82 页】

一层的功能,可采用轿厢的高层位置信号和电梯升降信号的常闭点相与再延时来进行控制,不可以用轿厢的高层位置信号和电梯停止信号相与,因为电梯停止信号不能长时间保持。

## 4 结束语

经过多个班级的实践应用,该试验平台运行情况良好,各项控制指标均能很好地满足要求。为完成“PLC 应用实习”提供了必要的保证。通过对多个班级的跟踪调查与实践证明,这种试验平台有利于学生掌握 PLC 控制技术及编程技巧,开阔了学生的思路,改善了学生的创新能力。同时,这

## 2 结论与展望

近年来磁检测技术已取得了重大研究进展,但这些技术还未完全成熟,技术的应用效果不够理想,仍有待进一步研究和完善。

(1) 深入开展研究磁检测新技术理论研究,使其不断完善,为磁检测新技术的应用和推广提供可靠的理论根据。在引进与吸收国外已有技术的同时,争取在具有自主知识产权的技术成果基础上,结合我国的具体实际,开发新一代的水下智能检测技术;浑浊水环境下的成像技术更是有待突破。

(2) 当前,水下结构物磁检测新技术的自动化、可视化、数字化与智能化程度还很低,仪器的操作和缺陷的解释在很大程度上依赖于检测人员的经验;先进的计算机技术、信息技术、通信技术和数字化技术的出现,为水下结构物磁检测技术的产品化、自动化、系列化提供了良好的契机。

### 参考文献:

- [1] 陈健生. 磁粉探伤磁化技术与磁化设备[J]. 磁粉探伤磁化技术与磁化设备, 2002, 24(7): 298-306.
- [2] Haoyu Huang, Nozomu Sakurai, Toshiyuki Takagi, etc. Design of an eddy-current array probe for crack sizing in steam generator tubes[J]. NDT&E International, 2003, 36: 515-522.
- [3] European patent office[P]. 2005.
- [4] United States Patent and Trademark Office[P], 2005.
- [5] Altschuler, E, Pignotti, A. Nonlinear model of flaw detection in steel pipes by magnetic flux leakage[J]. NDT & E International, 1997, 30(1): 34.
- [6] David, T. Operational experience with the ACFM inspection technique for subsea weld inspection[J]. Environmental Engineering, 1994, 7(1): 9-13.
- [7] 齐玉良, 陈国明, 张彦廷. 交流电磁场检测数值仿真及其信号敏感性分析[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2004, 28(3): 65-68.
- [8] Chernenko, Pons, Cesari, Perekos. Martensitic transformation in a ferromagnetic Co-Ni-Ga single crystal[J]. Materials Science and Engineering, 2004, 378(1-2): 357-360.
- [9] A.M.Watt, K. G. Walther and R.G.Walther. A New and Controlled Method for Conducting Magnetic Particle Inspections [A]. OTC 5986[C]. 1989.

种试验平台也可用于实验教学,是“开关量控制技术”实验教学的一个重要补充,亦可作为科研开发的一个控制对象。由此可见,该试验平台具有一定的推广意义。

### 参考文献:

- [1] 金泳成. 《单片机与可编程控制器实习指导》,高等教育出版社.
- [2] 宗群. PLC在变压变频调速电梯控制系统中的应用变频器软启动器应用 200 例.
- [3] 耿文华. 《可编程控制器原理及应用实例》机械工业出版社.