

PLC 在改造电梯控制系统中的应用

黄建国 宝鸡车辆厂(721006)

Abstract

This paper proposes the whole process of elevator improvement by PLC in detail. The maintenance of the mechanical part and the controlling technologies of PLC which is applied in the implementation of the controlling system improvement for 9-floors elevator are presented in this paper, also discussed the composition of hardware system and the methods of the software design.

Keywords: PLC, elevator, automatic controlling, software design

摘要

详细介绍了 PLC 改造电梯的全过程。从机械部分的维护保养,到应用 PLC 控制技术对实现九层九站电梯控制系统改造的应用,包括硬件系统的构成和软件设计的方法,对软件设计中遇到的疑难问题进行了分析,提出了解决方法。

关键词: PLC, 电梯, 自动控制, 软件分析

J-AZ 型电梯是一种针对住宅设计的传统客梯,这种电梯具有价格低廉、安装方便等特点,在 20 世纪的中、低档客梯中有着较广泛的应用。然而,这种电梯的电气控制采用的是传统的继电器控制系统,在长期的使用中暴露出较多的问题。经过分析对比,笔者提出用较先进的 PLC 技术对传统的继电器控制系统进行改造。

1 PLC 改造的准备工作

在实践中,PLC 内部所造成的故障率很低。电梯改造能否成功,很大程度上取决于电梯机械部件的完好状况。电梯在长期的运行中,导轨的磨损、位移在所难免,厅门、轿厢的磨损也相当严重,这些问题又会引起电气故障的频繁发生。因此很有必要在对电梯控制系统改造前,对电梯的机械部件进行一次较彻底维修、保养。

按照要求,轿厢导轨的垂直度应 $\leq 0.7/5000\text{mm}$ 在整个高度应 $\leq 1\text{mm}$ 。导轨间的距离偏差 $\leq L\pm 1\text{mm}$ 。导轨间距缝隙 $\leq 0.5\text{mm}$ 。导轨的接头台阶应 $\leq 0.05\text{mm}$ 。应使用精校卡尺,精心调整使其达到标准。同时更换导靴靴衬,按标准调整导靴。对于厅门、轿厢门的标准为:当门闭合后,应保证门扇与门扇、门扇与门套的间隙 $< 6\text{mm}$ 。同时门刀与层门地坎、门锁滚轮与轿厢地坎间隙为 $5\sim 8\text{mm}$ 。应保证厅门启闭灵活,门锁机构的机械、电气连锁可靠有效。同时对曳引机进行保养,更换磨损的轴承,更换新的润滑油,调整紧固盘根端盖。

按照规定当轿厢下行速度超速时($\geq 115\%$ 规定速度),要求限速器动作,夹住安全钳钢丝绳,而使安全钳动作。阻止轿厢下滑。同时切断控制电源。限速器出厂时都经过了严格的检查和试验,并加了铅封,不得随意调整。保养时,应对各传动轴进行润滑,保证其灵活可靠。安全钳楔块与导轨侧面的间隙应调整为 $2\sim 3\text{mm}$ 。在改造完成后,要对安全钳进行一次动作试验。调整制动器闸瓦与制动轮间隙,其间隙应 $\leq 0.7\text{mm}$,且间隙一致。检查曳引钢丝绳,钢丝绳不应有断丝、松股、扭曲和机械损伤等缺陷,磨损超标应报废。绳头组合应安全可靠。

厅门连锁装置是重要的保护,如果厅门没有上锁,电梯就不能开动,这点极其重要。否则,容易因厅门打开,而产生人身坠落事故。在改造时,应对门锁的机械部分进行精心调整,对电气连锁开关全部进行更新。检查保养轿厢门的安全触板,保证其安全可靠。调整永磁感应器和感应板的间隙,其标准为 10mm ,偏差 $\leq 2\text{mm}$ 。检修或更换各安全极限开关,保证其可靠动作。

2 电气控制硬件系统的构成

PLC 应用现场工况十分恶劣,由于条件限制,不能单独外接 PLC 工作电源,PLC 电源与动力电源接自同一回路。工作时,接触器反复起动曳引电机,交流电源产生强烈的二次谐波,产生前沿陡度很大的浪涌过电压。这些强干扰脉冲频带甚宽(可达 100MHz)不仅在本回路造成强干扰,还会以辐射方式或经导线传输,以电场或磁场方式干扰较远回路。对于这种强脉冲强辐射形式,选用层层设防的方式难以奏效。抗干扰重点应方在控制干扰源上,对于直流操作的接触器应采用 D 网络抑制反电动势,即在接触器线圈两端反向并接续流二极管,效果很好。虽然延迟了接触器动作时间,但仍在允许的范围内。在机房布线时要注意,动力线 I/O 口线,要分别穿入各自的线管中,线管要良好接地。

控制主电机正反转的接触器,互锁要可靠。仅在梯形图中用软件来实现逻辑互锁是不够的。因为当接触器的主触点烧死,出现线圈断电后主电路仍不断开的故障。这时输出点的定义是失电。若给出反转命令时,反转接触器就会启动,从而造成三相电源短路。解决这个问题的方法是:用硬接线将两个接触器的常闭触点,互相串接在对方的线圈回路中实现硬件的电气互锁。按照规程要求,在设计中同时还要选用具有机械互锁作用的组合接触器。

根据 J-AZ 型电梯工作过程的控制原理,本次改造主要针对开关量信号进行。首先将原电梯电气原理图进行消化吸收,将输出执行元件与输入信号按功能进行分类,确定了输入、输出的点数和规格。对于 9 层 9 站的电梯控制系统,出于提高性价比的考虑,我们选用了日本富士公司的小型机,型号为 FLEX-NB2-90。输入 48 路,输出 42 路。该型号机输入信号为光耦隔离,输出信号为继电器隔离。根据 I/O 口,确定基本单元的地址分配。

对于某些功能相近的触点,串连后接入输入口。将上召唤按钮与下召唤按钮接入自制的模块,译码后接入层召唤和方向召唤。软件识别时,认为无上方向召唤即为向下方向召唤。

机内配置有 DC24V 电源供输入接口使用。在机外,另外设计外接电源供楼层显示信号使用。另设计 DC110V 供轿厢门电路、接触器等使用。主回路使用 AC380V 供电。在输出接口中,将输出设计为相互独立的 10 模块。4 个主接触器、2 个轿门继电器、每路单独输出,单独提供外接的电源。其余的接触器组成一个模块,共用外接电源,采用共负极接法。

输出的楼层指示与召唤指示灯,则分为 3 个彼此独立的模

块,使用外接电源为其供电,每个指示灯模块单独串接保险管,保护外部短路。这样做既减少了模块间的干扰,又便于出现问题时查找故障;输入模块则利用 PLC 机内的 24V 提供电源,(该电源具有输出短路保护功能)外接按钮开关、等 48 路输入信号,采用共负极接法。

3 系统的软件构成

软件设计主要由包括以下几个功能模块所组成:

1)自动开关门:自动开关门模块要求轿厢在平层停车后,自动打开轿门及厅门。当门闭合后,在电气节点上要予以确认。同时要求具备防止夹住乘客的安全保护功能。

2)电梯运行方向的控制:任何类型的电梯,其运行的必要和充分条件之一是,要有确定的电梯运行方向,它是根据轿厢内乘客欲往层站的信号,与电梯所处层站的位置信号进行比较和判断,予以确认。

3)电梯的内外呼梯的控制。

4)电梯的制动减速控制:当电梯达到目的层站的一定距离位置时,必须让电梯制动减速,只有这样才能保证电梯的平层精度,它是一个非常重要的控制信号。

5)平层停车的控制:在电气控制系统完成了电梯拖动系统的制动减速过程后,就进入了自动平层停车阶段,到达平层后准确的发出停车信号

6)电梯的安全保护:它主要包括超速断绳保护、层门锁保护、电梯门的安全保护、上下端站的减速保护、上下方向限位保护、缺相和错相保护等所组成

7)电梯的信号指示:各部分的控制程序都要参考原电工原理图来编制,但并不是完全的机械照搬原理图。对一些较复杂的问题还要做深入的分析,我们在编程时就遇到这个问题。

以电梯运行方向控制为例,原电气原理图(运行方向控制部分)见图 1。



图 1 电气原理图(运行方向控制部分)

从图 1 可以看出,当电梯在某层(例如三层)平层停车后,则三楼位置继电器 3HFJ 吸合的常闭触点 9-10,11-12 断开,从而定向键与此处断开。若 5 楼有指令则 5HFJ 吸合电路只能接通上行继电器 SKJ。若二楼有指令,则 2HFJ 闭合电路,只能接通下行继电器 XKJ。

若在三层停车时平层不准确,或三层感应器(图中未画出)

(上接第 68 页)

数据存放在双口 RAM 中,主站的数据也存放在同一双口 RAM 中,以完成主从站的数据交换。编程时应注意的是:根据 PROFIBUS-DP 协议,DP 从站与主站间进行交换的数据类型及长度在系统组态时应予以确定,该参数在 GSD 文件中描述。用户系统的最大实际数据长度应小于此长度。主站下发数据时,超

出现故障,则继电器 3HFJ 未吸合,定向键未断开,电梯失去了楼层记忆。也就失去了短暂的方向判断,假设五楼有指令时,它可能接通下行继电器或上行继电器之一(取决于继电器的相差动作时间),向下或向上运行一层后平层停车,而后恢复转入正常运行。

使用 PLC 控制,上述情况复杂一些。首先对原电气原理图进行变形处理,转换成梯形图,处理后梯形图见图 2(〔 〕内的梯形图初始未编入)。

图 2 PLC 梯形图(运行方向控制部分)

在完成初次的编程后,使用我们自制的简易模拟试验台进行了 PLC 主机的单独模拟试运行,运行多次都是正常的。但在后来的模拟故障时却发现了问题,出现了意想不到的故障。假设“电梯”停在三楼,三楼感应器 x023(图中未画出)出现故障,则 M023 没有吸合,M023 常闭点也就没有断开,电梯失去了楼层记忆。按下二楼按钮,有时就可能出现错误方向运行,“电梯”上行至九楼减速停车再转下行到二楼停车。

经分析认为,PLC 的指令速度要比继电器快的多,在执行原理图的某些功能时,有可能出现竞争冒险,最终确定为梯形图中 M005 与 M006 产生竞争冒险。后在软件中插入“延时继电器”T004,T003(〔 〕内的梯形图)。当出现上述模拟情况时,电梯向下运行一层平层停车,然后转入正常运行,直至转入实际正常运行。

对电梯改造软件的设计,一定要充分地模拟试运行。只有这样,才可能暴露器存在的问题。

4 结束语

软件设计增加了电梯自动回基站、电梯运行时间检测等附加功能,在实际运行中都收到良好的效果。由于改造资金不足,未能选用变频器对主拖动控制进行改造,若能进行两项改造则电梯整个性能将会趋于更加完善。

参考文献

- 1 电梯原理与维修.刘培尧主编.电子工业出版社,1998
- 2 黄建国.FLEX-PC.NB 系列用户手册.宝鸡车辆厂,2005

[收稿日期:2005.3.13]

出数据实际长度部分应补“0”,接收从站数据时,应去掉多余的“0”。另外,为提高转换器 RS485/232 的效率,可在数据报文中指定本帧有效长度。

参考文献

- 1 陈德池等编著.微处理器与现场总线技术.湖南:中南大学出版社,20032

[收稿日期:2005.1.17]