

# PLC控制系统的可靠性研究及其在伺服驱动柜中的应用

蒋春蕾<sup>1</sup>, 黄鹏<sup>1</sup>, 孙涛<sup>2</sup>, 杨道勇<sup>2</sup>

(1.西昌学院 汽车与电子工程学院, 四川 西昌 615013; 2.西昌卫星发射中心, 四川 西昌 615000)

**【摘要】**随着PLC控制系统越来越广泛的应用,其可靠性研究很有必要,本文针对伺服驱动柜中如何提高PLC控制系统的可靠性进行探讨、研究,为其他PLC控制系统如何设计、研究提供借鉴。

**【关键词】**可靠性; PLC; 自动控制系统; 驱动柜

**【中图分类号】**TP273 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2010)04-0075-04

## 1 概述

随着计算机技术的发展,尤其以可编程控制器PLC为中心的系统在传统工业控制系统改造中的应用,使得控制系统功能日趋完善,可靠性得到很大提高。但尽管目前PLC的无故障寿命时间很长,PLC的整机平均无故障时间一般可达2~5万小时,甚至更高,但一些外围元器件故障率仍然很高,例如:行程开关、接触开关、继电器、拨码器、电磁阀等器件。针对这一问题,本文对PLC控制系统进行可靠性研究,考虑可靠性因素进行硬件设计,用少许硬件并配以相应的软件实现系统维护、监测。

## 2 PLC控制系统可靠性降低的主要原因

虽然工业控制机和可编程控制器本身都具有很高的可靠性,但如果输入给PLC的开关量信号出现错误,模拟量信号出现较大偏差,PLC输出口控制的执行机构没有按要求动作,这些都可能导致控制过程出错,造成无法挽回的经济损失。

### 2.1 影响现场输入给PLC信号出错的主要原因

(1)造成传输信号线短路或断路(由于机械拉扯,线路自身老化,电线、元器件等的锈蚀、雨淋、盐雾等),当传输信号线出故障时,现场信号无法传送给PLC,造成控制出错。

(2)机械触点抖动,现场触点虽然只闭合一次,PLC却认为闭合了多次,虽然硬件加了滤波电路,软件增加微分指令,但由于PLC扫描周期太短,仍可能在计数、累加、移位等指令中出错,出现错误控制结果。

(3)现场变送器,机械开关自身出故障,如触点接触不良,变送器反映现场非电量偏差较大或不能正常工作等,这些故障同样会使控制系统不能正常工作。例如:接触器故障,由于其吸合不稳定,噼啪噼啪地响,这样就引起PLC输入端时通时断,引起设备工作不正常,同时还会造成其他设备故障,比如能够引起天线振动、结构松动等。

### 2.2 影响输出设备出错的主要原因

(1)输出设备中控制负载的接触不能可靠动作,虽然PLC发出了动作指令,但执行机构并没按要求动作。

(2)各种电动阀、电磁阀、接触器等该开的没能打开,该关的没能关到位,由于执行机构没能按PLC的控制要求动作,使系统无法正常工作,降低了系统可靠性。

要提高整个控制系统的可靠性,必须提高输入信号的可靠性和输出设备动作的准确性,否则PLC也要能够及时发现问题,用声光等报警办法提示给操作人员,尽快排除故障,让系统安全、可靠、正确地工作。

## 3 控制系统的可靠性研究及其在伺服驱动柜中的应用

### 3.1 系统硬件的可靠性设计

一种功能往往有几种实现电路。例如:启动和停止控制电路,如图1及图2所示有四种电路和程序的组合都完成启动开关按下,输出动作,停止开关按下,输出动作停止的功能,图1中S1为启动开关,S2为停止开关,输出为Q0.0(伺服驱动柜使用SIEMENS公司SIMATIC S7-200系列PLC为例)。

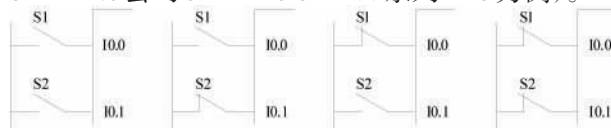


图1 启动与停止电路接线图

假设输出动作停止为安全状态,从可靠性角度看,最佳的实现电路是第二组。因为S1、S2都有发生故障的可能,最大的可能性是输入电路发生开路现象。首先,考虑S1开关是选用常开还是常闭,如果用常闭,则在PLC里低电平为有效电平,元器件坏了的情况下就会使输入端出现低电平,不可靠;再看S2开关,如果选用常开,则当元器件出现故障,不起作用的时候,停不了机。所以只有采用第二组

收稿日期:2010-10-10

作者简介:蒋春蕾(1979-),女,讲师,主要从事电子、计算机应用方向的研究。

电路,才能保证任何情况下,输出都为安全状态,保证了系统的安全和可靠。

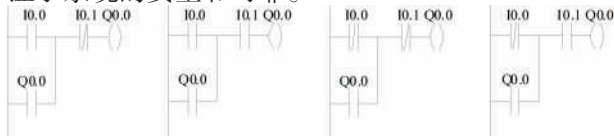


图2 启动与停止梯形图

在PLC输入设备的安装过程中按照以上原理,在控制开关以及程序设计上都经过严密设计、研究,做到以天线安全为第一前提。

### 3.2 输入信号的可靠性研究

要提高现场输入给PLC信号的可靠性,首先要选择可靠性较高的变送器和各种开关,防止各种原因引起传送信号线短路、断路或接触不良。其次在程序设计时增加数字滤波程序,增加输入信号的可信性。

(1)在程序中增加自吸功能,减少因开关、继电器出现触点抖动而引起的问题。

以上面第二种情况为例,梯形图如图3:

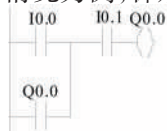


图3 启动停止梯形图

在图3中,只要S1按下,触点出现闭合情况后,Q0.0就有输出,为了防止触点抖动情况,在程序中增加了自吸,如果触点出现抖动也不会影响到设备。

(2)在现场输入触点后加一定时器,定时时间根据触点抖动情况和系统要的响应速度确定,一般在几十到几百ms,这样可保证触点确实稳定闭合后,才有其它响应。

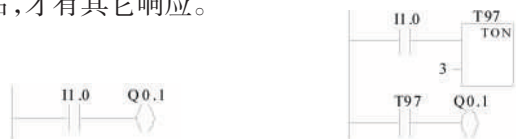


图4 接通梯形图

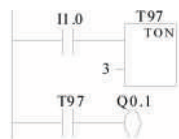


图5 改善后接通梯形图

在图4中,如果触点出现抖动,则Q0.1会随着I1.0的抖动而抖动。所以,在程序中增加一个延时继电器,延时300ms,然后再输出给Q0.1,如图5所示,这样就解决了输入点动作后的触电抖动问题。

(3)在程序设计中,确保各个输入、输出定义唯一,即便出现误操作或其他特殊情况,也能使天线处于安全状态。

下面以伺服驱动柜使用1#PWM打开1#电机为例,详细介绍如何针对可靠性进行程序设计。

I0.1、I0.2、I0.3:为控制开关(为三个输入点,通过选择输入点可以选择具体哪套PWM带动哪套电机工作);

I0.6:单/双开机控制(通为单开,断为双开);

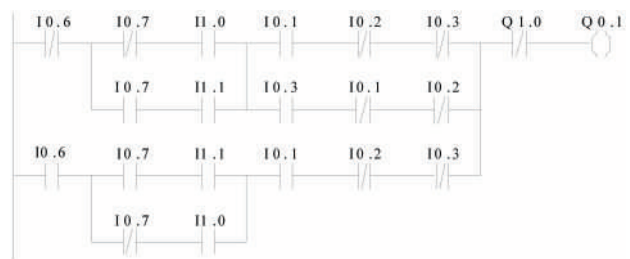
I0.7:远/本控控制(通为本控,断为远控);

I1.0:远控开机信号(开机信号是指给驱动柜加上220V电压,使得驱动柜能够进行插拔锁、用手轮控制天线运转等工作);

I1.1:本控开机信号(远控、本控开机信号分别设置了一个输入点,确保定义唯一);

Q1.0:故障输出(设备一有故障即会有输出);

Q0.1:U1开机输出(一有输出就会给电机加上电压,使电机根据电流大小运转;共设置了四个输出,它们分别是Q0.1、Q0.2、Q0.3、Q0.4,分别是1#PWM带1#电机,2#PWM带2#电机,3#PWM带1#电机,3#PWM带2#电机)。



在进行程序设计时,首先考虑单开与双开分开(单开指只开一套PWM带动一套电机工作,双开是开两套PWM分别带动两套电机工作);其次,考虑远控与本控分开(远控是指由ACU控制驱动柜,本控是指在驱动柜上操作);其三,考虑开机信号定义唯一。

伺服驱动柜每台驱动柜有三台PWM以及两个电机,其中,1#PWM接1#电机,2#PWM接2#电机,3#PWM可以分别替代1#、2#PWM带1#、2#电机。这样,在双开的时候有三种组合:1#、2#PWM带1#、2#电机;2#、3#PWM带2#、1#电机;1#、3#PWM带1#、2#电机。单开有四种组合:1#PWM带1#电机;2#PWM带2#电机;3#PWM带1#电机;3#PWM带2#电机。为了考虑动令的唯一及预防误操作,动令分别是:I0.6+I0.1;I0.6+I0.2;I0.6+I0.3+I0.1;I0.6+I0.3+I0.2。然后其他的任何组合程序都不动作,如:单开的I0.6+I0.1+I0.2、I0.6+I0.1+I0.3、I0.6+I0.3等。

在图6程序使用1#PWM打开1#电机中,共有下面六种可能。只有满足六种情况的任何一种,才能实现1#PWM打开1#电机。

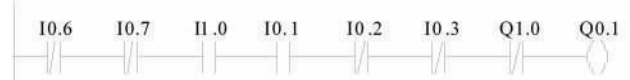


图7 第一种开机情况

①无故障(Q1.0断)双开(I0.6断)情况下,并在

本控(I0.7断)开机(I1.0通)前提下,1#PWM带1#电机开机(I0.1通、I0.2断I0.3断)。

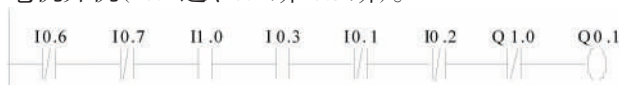


图8 第二种开机情况

②无故障(Q1.0断)双开(I0.6断)情况下,并在本控(I0.7断)开机(I1.0通)前提下,3#PWM带1#电机开机(I0.1断、I0.2断I0.3通)。

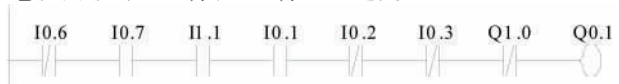


图9 第三种开机情况

③无故障(Q1.0断)双开(I0.6断)情况下,并在远控(I0.7通)开机(I1.0通)前提下,1#PWM带1#电机开机(I0.1通、I0.2断I0.3断)。

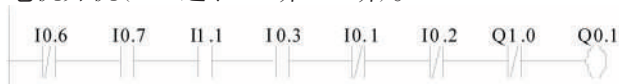


图10 第四种开机情况

④无故障(Q1.0断)双开(I0.6断)情况下,并在远控(I0.7通)开机(I1.0通)前提下,3#PWM带1#电机开机(I0.1断、I0.2断I0.3通)。

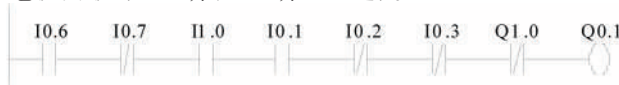


图11 第五种开机情况

⑤无故障(Q1.0断)单开(I0.6通)情况下,并在本控(I0.7断)开机(I1.0通)前提下,1#PWM带1#电机开机(I0.1通、I0.2断I0.3断)。

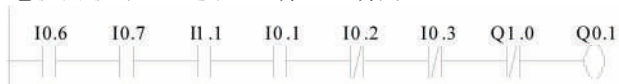


图12 第六种开机情况

⑥无故障(Q1.0断)单开(I0.6通)情况下,并在远控(I0.7通)开机(I1.0通)前提下,1#PWM带1#电机开机(I0.1通、I0.2断I0.3断)。

### 3.3 输出单元的可靠性研究

当现场的信号准确地输入给PLC后,PLC执行程序,将结果通过执行机构对现场装置进行调节、控制。确保执行机构按控制要求工作,当执行机构没有按要求工作,也要能够及时发现故障,并提醒工作人员及时处理。

#### 3.3.1 电流采样电路

继电器、电磁阀等线圈型执行元件的故障,主要体现为线圈的短路、断路及机械故障造成触点不动作,不管哪种故障都在电路上反映为电流异常。因此可根据电流的值来对输出单元进行诊断,以保证输出单元的可靠性。

电流采样电路可采用互感线圈采样电流的方

法,也可以采用在输出线圈回路中加入一个小采样电阻的方法。比较出采样时的电流是否在正常工作电流范围,是则输出去高电平,非则输出去低电平。将比较电路的输出接至PLC的输入端。

PLC在检测到输入端有异常信号(低电平)时,按程序作出相应处理。一般的处理有两种:1)无条件停机;2)有条件停机,即根据情况判断故障是否系统允许。例如:短暂的过流,这时需要一定的延时后,再次判断后再作决定。

在伺服电机电枢线上使用了互感线圈采样电流,并把电流值引到伺服控制台,便于值班人员在值班的时候进行巡视检查。同时在伺服电机电枢线上串联了一个电流表并且并联了一个电压表,直接引在伺服驱动柜面板上,使值班人员可以直观地看到天线电机的运行电流、电压。根据电流值和电压值的大小及变化情况,可以判断系统工作是否正常,同时,还能判断天线结构上是否出现问题等。

#### 3.3.2 设计完善的故障报警系统

①PLC上有各个输入、输出以及CPU工作模式都有指示灯,接通、高电平为指示灯亮,断开、低电平则不亮。

②在伺服控制台监测PLC的状态,如果出现异常则会做出相应的处理。如:如果得到PLC的终线、手轮信号,ACU就会自动关闭伺服驱动柜的380V高压电源,使天线不会因各种驱动信号而运行;伺服驱动柜的预限位、插紧、拔清、方位进入状态、驱动OK等状态都在伺服控制台上显示,使执掌设备人员能够对伺服驱动柜的各种状态一目了然。

③在伺服驱动柜的操作面板上,安装了一排运行指示灯,其中包括电源指示灯、各驱动功放正常指示灯、故障指示灯等。使执掌设备人员能够很好地看到各个驱动柜的状态。

④在伺服控制台上设置了声音告警,一般ACU在工作时是处于自跟踪状态,当出现任何影响跟踪的故障的时候,伺服驱动柜就会对天线作出保护措施,并发出声音告警。伺服驱动柜在一出现异常后就会影响到自跟踪,伺服控制台就会发出声音告警,提醒值班人员做出相应的处理。

#### 3.3.3 及时发现故障及时处理

PLC上有各个输入、输出以及CPU工作模式指示灯,针对正常状态,制作了一张表格,表示出哪些灯应该亮,哪些灯不该亮,使执掌设备人员在出现故障时能够及时判断是哪儿出了问题,缩短了维修时间。

#### 4 结束语

通过对控制系统硬件的可靠性设计以及对控

制系统的输入、输出单元的可靠性研究,能够使伺服驱动柜更加完善、更加可靠。

#### 注释及参考文献:

- [1]SIEMENS公司.SIMATIC S7-200 系统手册[S].2002.3.
- [2]常恒毅.可编程控制器[M].北京:人民邮电出版社,1991.
- [3]陈宇,段鑫.可编程控制器基础及编程技巧[M].广州:华南理工大学出版社,2002.3.
- [4]袁任光.可编程控制器应用技术及实例[M].广州:华南理工大学出版社,2003.10.

### Reliability Research of The PLC Control System and its Application in the Server Driver

JIANG Chun-lei<sup>1</sup>, HUANG Peng<sup>1</sup>, SUN Tao<sup>2</sup>, YANG Dao-yong<sup>2</sup>

(1.School of Automotive and Electronic Engineering, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2.Xichang Satellite Launch Center, Xichang, Sichuan 615000)

**Abstract:** With the more and more wide use of PLC control system, it's necessary to research its reliability. This paper gives the discussion and study of how to improve the reliability of the PLC control system in the server driver, and provides reference for how to design and study other PLC control systems.

**Key words:** Reliability; PLC(Programmable Logic Controller); Automatic control system; Driver cabinet

(上接 74 页)

#### 注释及参考文献:

- [1]秦光源,肖斌,汪敏.基于B/S架构的毕业设计过程管理系统的分析与设计[J].计算机与信息技术,2009(9):12-13.
- [2]李天平..NET深入体验与实战精要[M].北京:电子工业出版社,2009:494-500.
- [3]胡程,李文杰.ADO.NET脱机数据的开放式并发控制研究[J].计算机与现代化,2010(3):262-265.
- [4]北大青鸟.在.NET框架下开发三层结构数据库应用系统[M].北京:科学技术文献出版社,2008:14-18.
- [5]温谦,主编程.别具光芒—CSS网页布局案例剖析[M].北京:人民邮电出版社,2010.

### Research on the Applications of Three-tier Architecture in the Thesis Management System

YUE Fu-qiang

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** In the development of modern application system, multi-layer structure is used more and more. Attention can be distributed, coupling can be loosen, logic can be reused and standard can be defined through the hierarchical designation. This paper expatiated the implementation of three-tier architecture in the thesis management system in detail, based on the introduction of three-tier architecture technology in ASP.NET.

**Key words:** Three-tier architecture; Thesis; Application research; Factory pattern