

# PLC控制系统在电厂应用中抗干扰的改进措施

徐立军, 马阳升

大坝发电有限责任公司 (青铜峡 751607)

**摘要:** 介绍了PLC控制系统的组成和原理。并分析了电磁干扰及其对PLC控制系统干扰的机理,提出在电厂中PLC控制系统抗干扰的改进措施。

**关键词:** 原理; 干扰; 改进; 措施

中图分类号: TP13

文献标识码: B

文章编号: 1672-3643(2005)ZK-0135-02

## improvement measures for anti-disturbance of PLC control system in power plant

XU Li-jun, MA Yang-sheng

Ningxia Daba Generation Co. Ltd. (Qingtongxia 751607)

**Abstract:** Introduced consist and principle of PLC control system. Analyzed the mechanism of electromagnetic disturbance on PLC control system. Put forward improvement measures of anti-disturbance for PLC control system applied in power plant.

**Key words:** principle; disturbance; improvement; measures

## 1 概述

随着科学技术的发展,尤其是大规模和超大规模集成电路的迅猛发展,以16位和32位微处理器构成的可编程序控制器得到了惊人发展,在概念、设计、性能价格比等方面有了重大突破。可编程序控制器具有了高速计数,中断技术,PID(比例,积分,微分)控制等功能,同时联网通信能力也得到了加强,这些都使得可编程序控制器的应用范围不断扩大。为了使这一新型工业控制系统的生产和发展规范化,国际电工委员会(IEC)制定了PLC的标准,并给出了它的定义:可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计,它采用可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制实际的生产过程。PLC控制系统的可靠性直接影响到电厂的安全生产和经济运行,系统的抗干扰能力是关系到整个系统可靠运行的关键。大坝发电有限责任公司的

热控系统中所使用的各种类型的PLC,有的是集中安装在控制室,有的是安装在生产现场各控制柜内,它们大多处在强电电路和强电设备所形成的恶劣电磁环境中。要提高PLC控制系统的可靠性,一方面要求PLC生产厂家提高设备的抗干扰能力;另一方面,要求工程设计、安装施工和使用维护中引起高度重视,多方配合才能完善解决问题,有效地增强系统的抗干扰性能。

## 2 PLC的基本组成及工作原理

PLC从结构上可分为整体式和模块式两种,但其内部组成是相似的,PLC的基本组成包括CPU模块,存储器,输入/输出(I/O)模块,编程器及电源模块。

PLC工作原理虽与计算机相同,但在应用时,可不必用计算机的软硬件知识去做深入的分析,而只需将PLC看成是由继电器、定时器、计数器等组成的控制系统,从而将PLC等效成输入部分,逻辑控制部分和输出部分。输入部分

收稿日期: 2005-06-09

作者简介: 徐立军(1972-),男,助理工程师,从事热工检修工作。

主要是将输入电压或电流信号转换成 PLC 内部 CPU 所能接收的电平信号,逻辑控制部分由 CPU 和存储器等器件组成,通过特定的程序语言或者制造厂家为用户提供的适合的逻辑部件,如“软继电器”,“定时器”,“计数器”等,实现特定的逻辑功能。输入部分是将用户程序执行的结果,即逻辑部分输出的低电平信号转换成外部执行电器所需的电压或电流。PLC 依照事先由编程器编制、输入的控制程序,扫描各输入端的状态,逐条扫描用户程序,最后输出驱动外部电器,从而达到控制的目的。

### 3 电磁干扰源及干扰的来源

#### 3.1 干扰源及干扰一般分类

在电厂中,影响 PLC 控制系统的干扰源大都产生在电流或电压剧烈变化的部位,这些电荷剧烈移动的部位就是噪声源,即干扰源。干扰类型通常按干扰产生的原因、噪声干扰模式和噪声的波形性质的不同划分。其中:按噪声产生的原因不同,分为放电噪声、浪涌噪声、高频振荡噪声等;按噪声的波形、性质不同,分为持续噪声、偶发噪声等;按噪声干扰模式不同,分为共模干扰和差模干扰。共模干扰和差模干扰是一种比较常用的分类方法。共模干扰是信号对地的电位差,主要由电网串入、地电位差及空间电磁辐射在信号线上感应的共态(同方向)电压迭加所形成。共模电压有时较大,特别是采用隔离性能差的配电器供电室,变送器输出信号的共模电压普遍较高,有的可高达 130V 以上。共模电压通过不对称电路可转换成差模电压,直接影响测控信号,造成元器件损坏(这就是一些系统 I/O 模块损坏率较高的主要原因),这种共模干扰可为直流、亦可为交流。差模干扰是指作用于信号两极间的干扰电压,主要由空间电磁场在信号间耦合感应及由不平衡电路转换共模干扰所形成的电压,这种干扰叠加在信号上,直接影响测量与控制精度。

#### 3.2 PLC 控制系统中电磁干扰的主要来源

##### 3.2.1 来自空间的辐射干扰

空间的辐射电磁场主要是由电气设备的暂态过程、雷电、高频感应加热设备等产生的,通常称为辐射干扰,其分布极为复杂。若 PLC 系统置于所射频场内,就会收到辐射干扰,其影响主要通过两条路径:一是直接对 PLC 内部的辐射,由电路感应产生干扰;二是对 PLC 通信内网络的辐射,由通信线路的感应引入干扰。辐射干扰与现场设备布置及设备所产生的电磁场大小,特别是频率有关,一般通过设置屏蔽电缆和 PLC 局部屏蔽及高压泄放元件进行保护。

##### 3.2.2 来自系统外引线的干扰

与 PLC 控制系统连接的各类信号传输线,除了传输有效的各类信息之外,总会有外部干扰信号侵入。此干扰主要有两种途径:一是通过变送器供电电源或共用信号仪表的供电电源串入的电网干扰,这往往被忽视;二是信号线受空间电磁辐射感应的干扰,即信号线上的外部感应干扰,这是

很严重的。由信号引入干扰会引起 I/O 信号工作异常和测量精度大大降低,严重时将引起元器件损伤。对于隔离性能差的系统,还将导致信号间互相干扰,引起共地系统总线回流,造成逻辑数据变化、误动和死机。PLC 控制系统因信号引入干扰造成 I/O 模块损坏数量相当严重,由此引起系统故障的情况也很多。

接地是提高电子设备电磁兼容性的有效手段之一。正确的接地,既能抑制电磁干扰的影响,又能抑制设备向外发出干扰;而错误的接地,反而会引入严重的干扰信号,使 PLC 系统无法正常工作。

PLC 控制系统的地线包括系统地、屏蔽地、交流地和保护地等。接地系统混乱对 PLC 系统的干扰主要是各个接地点电位分布不均,不同接地点间存在地电位差,引起地环路电流,影响系统正常工作。例如电缆屏蔽层必须一点接地,如果电缆屏蔽层两端 A、B 都接地,就存在地电位差,有电流流过屏蔽层,当发生异常状态(如雷击)时,地线电流将更大。

此外,屏蔽层、接地线和大地有可能构成闭合环路,在变化磁场的作用下,屏蔽层内会出现感应电流,通过屏蔽层与芯线之间的耦合,干扰信号回路。若系统地与其它接地处理混乱,所产生的地环路就可能在导线上产生不等电位分布,影响 PLC 内逻辑电路和模拟电路的正常工作。PLC 工作的逻辑电压干扰容限较低,逻辑地电位的分布干扰容易影响 PLC 的逻辑运算和数据存贮,造成数据混乱、程序跑飞或死机。模拟地电位的分布将导致测量精度下降,引起对信号测控的严重失真和误动作。

##### 3.2.3 来自 PLC 系统内部的干扰

主要由系统内部元器件及电路间的相互电磁辐射产生,如逻辑电路相互辐射及其对模拟电路的影响,模拟地与逻辑地的相互影响及元器件间的相互不匹配使用等。这都属于 PLC 制造厂对系统内部进行电磁兼容设计的内容,比较复杂,作为使用单位是无法改变,可不必过多考虑,但要注意选择具有良好性能的产品。

## 4 在实际应用中对 PLC 控制系统的选型设计

为了保证系统在电磁环境中免受或减少内外电磁干扰,在选择设备时,首先要选择有较高抗干扰能力的产品,包括电磁兼容性,尤其是抗外部干扰能力,其次还应了解生产厂给出的抗干扰指标,如共模抑制比、差模抑制比,耐压能力、允许在多大电场强度和多高频的磁场强度环境中工作。

其次要考虑来自系统外部的几种抑制措施。主要内容包括:对 PLC 系统及外引线进行屏蔽以防空间辐射电磁干扰;对外引线进行隔离、滤波,特别是动力电缆,分层布置,以防通过外引线引入传导电磁干扰;正确设计接地点和接地装置,完善接地系统。另外还必须利用软件手段,进一步

(下转第 140 页)

研究,以加强对运行工况的精确监测,因此,运行维护人员也应充分掌握微机保护装置的故障记录,对其正确分析,以便在设备巡视时能及早发现问题、分析问题,及时反馈故障信息,将故障隐患消除在萌芽状态。

(上接第 136 页)

提高系统的安全可靠性。

## 5 主要抗干扰改进措施

### 5.1 硬件方面

隔离是抗干扰的主要措施之一。PLC 的输入、输出电路一般用光电耦合器传递信号,这样在电性能上使外部电路与 CPU 间完全没有电路上的联系,因此输出端的信号不会反馈到输入端上,也不会产生地线干扰或其它串扰,而且由于输入端是发光二极管,其正向阻抗大约是  $100\Omega\sim 1k\Omega$ ,因此输入阻抗较低,而外界干扰源的内阻一般都比较大,按分压原理计算,干扰源能馈送到输入端的干扰噪声很小。而且由于干扰源的内阻较大,虽能产生较高的干扰电压,但能量很小,因此只能产生很弱的电流。发光二极管只有通过一定量的电流才能发光,这就抑制了干扰信号。正是由于 PLC 在现场信号的输入环节上采用了光耦合,故而有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响。滤波则是 PLC 抗干扰的另一主要措施。在 PLC 电源电路和 I/O 模块中,设置了多种滤波电路,它们对高频干扰信号有良好的抑制作用,对 PLC 内部向 CPU 供电的电源,采取了多级滤波和稳压措施,有效地防止了干扰信号通过供电电源进入 PLC。此外,还设置了联锁,环境检测与诊断电路。

### 5.2 软件方面

设置故障检测与诊断程序。PLC 在扫描过程的内部处理期间,检测系统硬件是否正常,锂电池电压是否正常(如交流电源是否断电,输入电路电压是否超过允许值)。PLC 还能检查用户程序的语法错误,发现问题后立即自动进行相应的处理,如报警、保护数据、封锁输出等。此外在 PLC 控制系统的软件设计和组态时,应在软件方面进行抗干扰处理,进一步提高系统的可靠性。我们采取的措施有:数字滤波和工频整形采样,可有效消除周期性干扰;定时校正参考点电位,并采用动态零点,可有效防止电位漂移;采用信息冗余技术,设计相应的软件标志位;采用间接跳转,设置软件陷阱等提高软件结构可靠性。

### 5.3 采用性能优良的电源,抑制电网引入的干扰

在 PLC 控制系统中,电源占有极重要的地位。电网干扰串入 PLC 控制系统主要通过 PLC 系统的供电电源(如 CPU 电源、I/O 电源等)进入的。大坝发电有限责任公司

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答. 北京中国电力出版社,1999.
- [2] 高永昌. 电力系统继电保护. 北京水利电力出版社,1989.

PLC 控制系统大多采用在线式不间断供电电源(UPS)供电,不但提高供电的安全可靠性。并且 UPS 还具有较强的干扰隔离性能,基本杜绝了从电源串入的干扰,为设备的运行设置了一道安全屏障。

### 5.4 电缆选择的敷设

为了减少动力电缆辐射电磁干扰,尤其是变频装置馈电电缆,从而降低了动力线产生的电磁干扰。对于不同类型的信号分别由不同电缆传输,信号电缆应按传输信号种类分层敷设,避免信号线与动力电缆靠近平行敷设,以减少电磁干扰。

### 5.5 正确选择接地点,完善接地系统

接地的目的通常有两个,其一为了安全,其二是为了抑制干扰。完善的接地系统是 PLC 控制系统抗电磁干扰的重要措施之一。

系统接地方式有:浮地方式、直接接地方式和电容接地三种方式。对 PLC 控制系统而言,它属高速低电平控制装置,应采用直接接地方式。由于信号电缆分布电容和输入装置滤波等的影响,装置之间的信号交换频率一般都低于 1MHz,所以 PLC 控制系统接地线采用一点接地和串联一点接地方式。

信号源接地时,屏蔽层应在信号侧接地;不接地时,应在 PLC 侧接地;信号线中间有接头时,屏蔽层应牢固连接并进行绝缘处理,一定要避免多点接地;多个测点信号的屏蔽双绞线与多芯对绞总屏电缆连接时,各屏蔽层应相互连接好,并经绝缘处理。选择适当的接地处单点接点。

## 6 结束语

PLC 控制系统中的干扰是一个十分复杂的问题,因此在抗干扰改进设计中应综合考虑各方面的因素,如 I 期锅炉磨组油站 PLC 环境比较差,经常受到煤粉的污染,而高加水位的 PLC,又布置在继电器柜内,会受到很大的电磁干扰。合理有效地抑制各种干扰,对有些干扰情况还需做具体分析,采取对症下药的方法。在实际工作中,根据不同设备上所使用的 PLC 机出现的不同缺陷,要进行具体分析。要不断地总结,不断地学习,不断地改进,这样才能够使 PLC 控制系统更好地工作。才能够保证机组的长期安全经济运行。