

PLC 系统干扰问题的解决方案

PLC 控制系统应用的抗干扰问题

1 概述

随着科学技术的发展，PLC 在工业控制中的应用越来越广泛。PLC 控制系统的可靠性直接影响到工业企业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。自动化系统中所使用的各种类型 PLC，有的是集中安装在控制室，有的是安装在生产现场和各电机设备上，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 控制系统可靠性，一方面要求 PLC 生产厂家用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 电磁干扰源及对系统的干扰

2.1 干扰源及干扰一般分类

影响 PLC 控制系统的干扰源与一般影响工业控制设备的干扰源一样，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，变频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，这种让直接叠加在信号上，直接影响测量与控制精度。

2.2 PLC 控制系统中电磁干扰的主要来源

2.2.1 来自空间的辐射干扰

空间的辐射电磁场（EMI）主要是由电力网络、电气设备的暂态过程、雷电、无线电广播、电视、雷达、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，就回收到辐射干扰，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；而是对 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。

2.2.2 来自系统外引线的干扰

主要通过电源和信号线引入，通常称为传导干扰。这种干扰在我国工业现场较严重。

（1）来自电源的干扰

实践证明，因电源引入的干扰造成 PLC 控制系统故障的情况很多，笔者在某工程调试中遇到过，后更换隔离性能更高的 PLC 电源，问题才得到解决。

PLC 系统的正常供电电源均由电网供电。由于电网覆盖范围广，它将受到所有空间电磁干扰而在线路上感应电压和电流。尤其是电网内部的变化，如开关操作浪涌、大型电力设备起停、交直流传动装置引起的谐波、电网短路暂态冲击等，都通过输电线路传到电源原边。PLC 电源通常采用隔离电源，但其机构及制造工艺因素使其隔离性并不理想。实际上，由于分布参数特别是分布电容的存在，绝对隔离是不可能的。

(2) 来自信号线引入的干扰

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 模块损坏数相当严重，由此引起系统故障的情况也很多。

(3) 来自接地系统混乱时的干扰

接地是提高电子设备电磁兼容性 (EMC) 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 系统将无法正常工作。

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，所产生的地环流就可能在地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。

2.2.3 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，作为应用部门是无法改变，可不必过多考虑，但要选择具有较多应用实绩或经过考验的系统。

3 PLC 控制系统工程应用的抗干扰设计

为了保证系统在工业电磁环境中免受或减少内外电磁干扰，必须从设计阶段开始便采取三个方面抑制措施：抑制干扰源；切断或衰减电磁干扰的传播途径；提高装置和系统的

抗干扰能力。这三点就是抑制电磁干扰的基本原则。

PLC 控制系统的抗干扰是一个系统工程，要求制造单位设计生产出具有较强抗干扰能力的产品，且有赖于使用部门在工程设计、安装施工和运行维护中予以全面考虑，并结合具有情况进行综合设计，才能保证系统的电磁兼容性和运行可靠性。进行具体工程的抗干扰设计时，应主要以下两个方面。

3.1 设备选型

在选择设备时，首先要选择有较高抗干扰能力的产品，其包括了电磁兼容性（EMC），尤其是抗外部干扰能力，如采用浮地技术、隔离性能好的 PLC 系统；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率的磁场强度环境中工作；另外是靠考查其在类似工作中的应用实绩。在选择国外进口产品要注意：我国是采用 220V 高内阻电网制式，而欧美地区是 110V 低内阻电网。由于我国电网内阻大，零点电位漂移大，地电位变化大，工业企业现场的电磁干扰至少要比欧美地区高 4 倍以上，对系统抗干扰性能要求更高，在国外能正常工作的 PLC 产品在国内工业就不一定能可靠运行，这就要在采用国外产品时，按我国的标准（GB/T13926）合理选择。

3.2 综合抗干扰设计

主要考虑来自系统外部的几种抑制措施。主要包括：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，特别是原理动力电缆，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，进一步提高系统的安全可靠性。

4 主要抗干扰措施

4.1 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）、变送器供电电源和与 PLC 系统具有直接电气连接的仪表供电电源等耦合进入的。现在，对于 PLC 系统供电的电源，一般都采用隔离性能较好电源，而对于变送器供电的电源和 PLC 系统有直接电气连接的仪表的供电电源，并没受到足够的重视，虽然采取了一定的隔离措施，但普遍还不够，主要是使用的隔离变压器分布参数大，抑制干扰能力差，经电源耦合而串入共模干扰、差模干扰。所以，对于变送器和共用信号仪表供电应选择分布电容小、抑制带大（如采用多次隔离和屏蔽及漏感技术）的配电器，以减少 PLC 系统的干扰。

此外，为保证电网馈电不中断，可采用在线式不间断供电电源（UPS）供电，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，是一种 PLC 控制系统的理想电源。

4.2 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。笔者在某工程中，采用了铜带铠装屏蔽电力电缆，从而降低了动力线生产的电磁干扰，该工程投产后取得了满意的效果。

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，严禁用同一电缆的不同导线同时传送动力电源和信号，避免信号线与动力电缆靠近平行敷设，以

减少电磁干扰。

4.3 硬件滤波及软件抗干扰措施

信号在接入计算机前，在信号线与地间并接电容，以减少共模干扰；在信号两极间加装滤波器可减少差模干扰。

由于电磁干扰的复杂性，要根本消除迎接干扰影响是不可能的，因此在 PLC 控制系统的软件设计和组态时，还应在软件方面进行抗干扰处理，进一步提高系统的可靠性。常用的一些措施：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。

4.4 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。集中布置的 PLC 系统适于并联一点接地方式，各装置的柜体中心接地点以单独的接地线引向接地极。如果装置间距较大，应采用串联一点接地方式。用一根大截面铜母线（或绝缘电缆）连接各装置的柜体中心接地点，然后将接地母线直接连接接地极。接地线采用截面大于 22mm² 的铜导线，总母线使用截面大于 60mm² 的铜排。接地极的接地电阻小于 2Ω，接地极最好埋在距建筑物 10 ~ 15m 远处，而且 PLC 系统接地点必须与强电设备接地点相距 10m 以上。

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蔽电缆连接时，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。

5 结束语

PLC 控制系统中的干扰是一个十分复杂的问题，因此在抗干扰设计中应综合考虑各方面的因素，合理有效地抑制抗干扰，对有些干扰情况还需做具体分析，采取对症下药的方法，才能够使 PLC 控制系统正常工作。

（2007.04.16. 经笔者重新编辑）

方舟电子网址：www.888sx.com

邮箱地址：17003404@163.com

联系人：李竞

QQ：565088099

联系电话：13880648615