

[控制系统]

小型PLC在地铁配电自动化系统中的应用

文/许继集团有限公司 米红亮

利用美国AB的小型micro850设计地铁变电所配电自动化系统。工程实践证明，小型PLC具有高可靠性和高性价比等优点，具有较好的经济效益。

地铁的配电系统对自动化程度的要求高，配电要保障的设备涉及车站的各个系统，保护设置繁杂，数据交换自动化要求高，近些年，地铁变电所全面采用自动化设计，变电所配电设备多，信息交换量大，而且要求信息传输速度快和准确无误。

地铁变电所配电自动化系统组成

地铁变电所配电自动化系统采用集中管理、分散布置的模式，各下位监控单元安装于各400 V开关柜、有源滤波柜以及交直流屏和配电变压器温控器内，小型PLC（上位主控单元）通过通信网络对其进行监视控制和数据采集。

可编程控制器技术经过几十年的发展，已经相当成熟。PLC安全可靠，功能繁多，已被广泛应用于工业控制的各个领域。用小型PLC来实现地铁变电所配电设备的备自投功能和自动化RTU功能，能够很好地满足备自投要求和“三遥”的要求。工程实践中，常用的小型PLC有美国AB的micro850系列、西门子的S7-1200系列、施耐德的Modicon M200系列等。

小型PLC结构采用模块化设计，可扩展，便于工业和制造过程实时控制。PLC一般采用DI、DO、AI模块来实现“三遥”：使用PLC的DI模块来实现遥信、用PLC的DO模块来实现遥控、用PLC的AI模块来实现遥测。对应于变电所配电设备的种类和点数的多少，可以适时增减相应的扩

展模块。

通信协议选择

小型PLC可以与满足相应标准规约（Profibus，Spabus，Modbus等）的其他公司相关的（IED）互联进行信息交换。如今网络通信层设计通常采用Modbus-RTU/TCP协议，能充分满足大流量实时数据传送的实时性和可靠性。

Modbus属于半双工的主/从协议，由主站启动通信（称为“查询”），从站根据主站的要求做出响应（不使用ACK或NAK应答机制）数据传送只是由主站发起查询，从站响应来完成。Modbus接收者根据“静音”时间间隔来判断数据包是否传送完毕。

软件设计

PLC以循环扫描和中断两种方式来执行程序。为了完成所有RTU功能，PLC采用循环扫描方式，与各个下位监控单元进行通信。同时，PLC通过Modbus总线，读取各个单元的遥测、遥信信息，同时通过总线通信对各个配电单元进行点对点操作，实现遥控功能。

设计人员可以很方便地在micro850配套的CC-Workbench一体化编程软件中进行PLC的组态编程，实现了变电站自动化的三遥功能。

首先，为了响应Modbus主站的读写命令，PLC的变量必须映射到Modbus地址中，连续使用

Modbus地址，中间不要留无用的地址。因为大多数Modbus主站设备（如PVC屏）为了提高效率，会对连续的数据块进行读写。例如，如果你只让PVC显示Modbus寄存器40001和40009的值，那么，PVC会使用一条读指令将40001~40009的值一次性全部读入，而不会分2次读。如果40002~40008的值没有被Map（映射），则指令会出现02错误代码（非法数据地址）。Modbus映射表中，最多只能有200条，有些数据类型（如TIME、DATE、STRING）不能映射，任何数据类型的数组都不能映射。

结合软件中的文本语言编程，完成所有PLC的变量映射，以完成所有遥信量的上传。

其次，为了实现地铁变电所内400 V开关柜、有源滤波柜以及交直流屏和配电变压器温控器各类数据的采集，在CC_Workbench中使用Modbus message 指令，先将一个block拖放到梯形图中，然后选择MSG_MODBUS，黄色三角形警告，提示必须为指令块的输入端指定所需数据类型的常数或变量（输出端则不是必须的）。MSG_MODBUS 指令由IN的上升沿触发，一旦触发，指令将一直执行，不管IN后来是否为真，直到执行完成。将Cancel置为真是终止MSG_MODBUS执行的唯一方法。通常可以让该引脚常FALSE，以确保指令正常执行。MSG_MODBUS指令设置成功后，通过通信串口模块，用非连续触发的方式，读取所有配电设备的数据信息。

最后，通过小型PLC成熟可靠的软件和硬件配置，小型PLC可以确保开关投切的正确性和可靠性，并可在现场对逻辑进行修改，实现母联备自投功能。

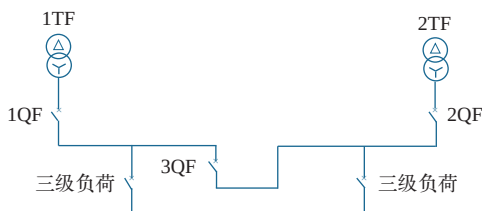


图1 母联备自投系统实现

母联备自投实现过程（见图1）两进线供电正常时，进线开关1QF和2QF合闸，分别为I段和II段母线供电，3QF处于断开状态。当其中一路进线电压跌落时（以变压器1TF退出为例），1QF断开，同时I段母线的三级负荷自动退出，然后母联开关3QF闭合，此时变压器2TF同时为I、II段母线

供电，实现两进线电源的动态冗余。当电压跌落的进线回路供电正常后，低压配电系统应能恢复到正常供电状态，此种工作方式称为低压配电设备自投。

小型PLC实现地铁低压配电设备自投控制的逻辑编程如图2所示。

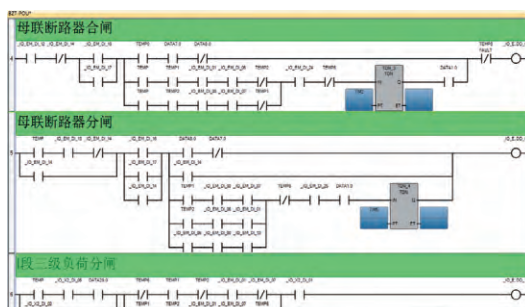


图2 备自投编程

在备自投程序中经过简单的指令编程即可通过对备自投的闭锁，实现对低压断路器的单点遥控。如图3所示。

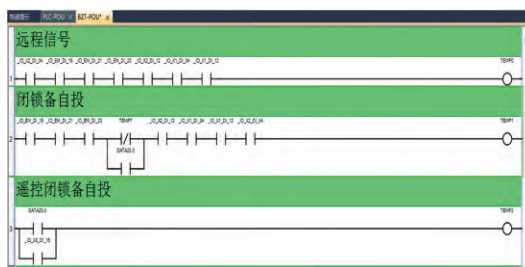


图3 备自投闭锁

结束语

在实际运行中，在小型PLC中编写完成一个“心跳”程序，用心跳值有没有变化来验证网络通信是否正常，这样网络通道的开断状态由软件来判断，大大提高了发现问题的及时性，克服了通信传输的不确定性。PLC的双通道同时出现故障的概率并不是很高，实际运营中有在备用通道长时间运行的情况，这样就给检修人员预留了充足的时间来检查问题。

PLC硬件由于应用工业级可靠性设计，因此实际运行中非常可靠，绝少出现死机的情况，可靠性远高于采用Windows 操作系统的通用计算机，很好地满足了供电监控的要求。从交付运营到现在PLC还没有出现过硬件故障，凸显了PLC对地铁的潮湿、高温环境的适应性。模块化的设计更进一步使得系统的检修和更新程序更为便捷。EA

（收稿日期：2016.09.11）

（编辑：杨得润）