

PLC 在提升广播电视供电系统安全中的应用

王岳锋

池州市传媒中心，安徽 池州 247100

摘 要： 本文针对广播电视系统供电安全要求高、影响大、故障频率高等特点进行总结分析，提出了在现有供电系统中运用 PLC 技术，提升供电安全性、降低处置故障时间的方案，详细阐述设计思路、主要功能、硬件系统电路的工作原理，并结合实例介绍软件控制功能的实现途径。

关 键 词： 广播电视供电系统；UPS；PLC；主要功能；工作原理

Application of PLC in Enhancing the Safety of Radio and Television Power Supply Systems

Wang Yuefeng

Chizhou Media Center, Chizhou, Anhui 247100

Abstract： This article summarizes and analyzes the characteristics of radio and television broadcasting systems, which include high power supply safety requirements, significant influence, and high failure frequency. It proposes the use of PLC technology in existing power supply systems to enhance power supply safety and reduce fault handling time. The article elaborates on the design ideas, main functions, and working principles of the hardware system circuitry, and introduces the implementation of software control functions through practical examples.

Keywords： radio and television power supply system; UPS; PLC; main functions; working principles

引言

当前，在各市县广播电视播出系统中，安全播出电源系统基本上实现了双回路供电并配置一台智能化 UPS 进行供电保障，使得安全播出供电安全性提高的同时也带来了设备的冗余和复杂性，一旦发生供电故障使得值机人员有点不知所措，很难在短时间内及时找到故障点并快速采取措施恢复供电。因此，时刻了解供电系统状态和极端状况下快速恢复播出系统供电就显得尤为重要。

一、设计背景

按照国家广播电视安全播出管理规定，各市县广播电视供电系统基本实现了双回路设计与不间断电源 UPS 之间的搭配使用方案^[1]，使供电安全有了一定的安全保障，但在实际应用中普遍存在以下问题：一是绝大多数双回路并没有严格独立开来，仍同时受到外界不可控因素（气候、地震、火灾等）影响较大；二是受投资维护经费影响，UPS 基本上单台配备，没有冗余配置，且电池容量有限，留给技术人员故障处置时间短；三是 UPS 作为电子硬件产品，使用年限增加故障发生的概率增大，当切换旁路出现故障时，需要快速判断并手动切换，这对于值机人员的要求较高；四是对于供电线路电流、电压、主电缆的温度、电池温度等状态缺乏实时监控，发生供电故障时很难快速判定是哪路线路出现了故障；五是在开启备用柴油发电时，缺乏针对发电机组的状态监测，既不安全也不经济。

供电系统状态监测虽然市面上技术比较成熟，但是购买类似监控系统往往厂家模块化量产，定制需求费用较高，且基本上只能实现监测很难再某些极端情况下进行电源的自动切换功能。鉴

于此，本设计方案根据自己的需求对供电系统优化和完善，具有经济、稳定、具备监测和特殊状态下的自动切的功能。^[2]

二、主要功能及工作原理

本电源监测告警切换系统包括主进线状态监测、UPS 工作状态监测、UPS 故障应急切换、柴油发电机运行监测（根据实际供电系统架构增添）等四个主要部分构成。^[3]

1. 进线主电源的状态监测功能设计。该部分的设计功能：一是通过电流、电压传感器对进线电源参数进行采集并送入 PLC 中进行变换，二是实时采集双电源转换开关的工作状态，一般情况下双回路转换开关都配有信号输出点，可通过中间继电器转换为数字量输入到 PLC 中，实时读取双回路开关闭合情况，为自动切换提供逻辑判断依据。

2. UPS 运行状态监测。包括 UPS 进线电源状态、UPS 电池电压状态、旁路运行状态、设备运行是否有故障、输出电压情况等。

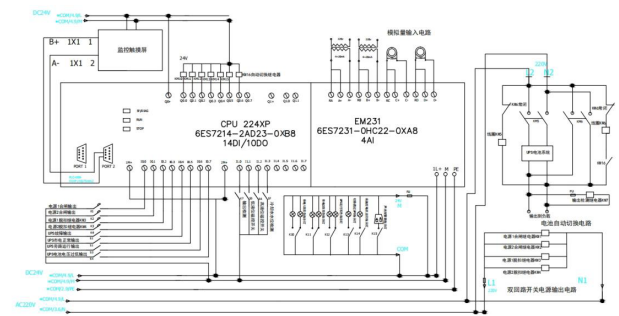
3. UPS 特殊故障时应急切换。在线式 UPS 的工作原理即市电

经整流器变成直流，一路逆变成纯净的正弦电压供给负载，另一路给电池充电。一旦市电中断时，先由蓄电池逆变供给负载，若逆变器出现故障，则静态开关动作转旁路直接供电。从 UPS 的工作原理来说，可以解决绝大部分的供电中断故障，大大提高供电的稳定性，但仍然存在供电风险。比如当静态开关或末端输出电子线路出现故障，UPS 供电就很难保障了。鉴于此，本设计增加自动切换电路，即在 UPS 的进线端并入一套接触器联动控制开合回路，当监测到 UPS 主机发生故障告警且输出没有电压输出时，接触器线圈快速吸合，带动接触器主回路闭合，直接跳过 UPS 进行供电。^[4]

4. 发电机状态监测告警。目前在单回路供电系统中一般配备一台柴油发电机。当需要人为观察冷却水和油位情况，既繁琐又存在一定安全风险。考虑到实际应用，可将发电机组的水温和油位信号采集进入 PLC 进行实时监控，并设定报警限位告警。

三、硬件电路系统介绍

本电源监测告警切换系统硬件电路主要包含 PLC 主控系统、开关量输入检测电路、模拟量输入检测电路、输出执行电路、电池自动切换电路、状态监测液晶屏以及供电电源电路等 7 个部分组成，具体如图 1 所示。



> 图1

PLC 主控系统采用西门子 200 系列 PLC 模块作为主控电路核心控制器件。选用 200 系列 PLC 作为主要理由：一是相比较 300 以上的 PLC 控制器模块，200 系列 PLC 性价比更高，在满足控制要求的同时价格相对较低，减少投入成本；二是西门子系列 PLC 具有高可靠性、扩展丰富、操作便捷、通讯能力强劲以及丰富指令集和内置集成功能等特点，特别适合小型控制系统的设计。本设计选了一个 224XP 主控 CPU 和一个 EM231 的 4 路模拟量输入模块组成了核心控制器件。224XP 主控 CPU 集成 14 输入 10 输出共 24 个数字量 I/O 点，2 输入 /1 输出共 3 个模拟量 I/O 点，可连接 7 个扩展模块，最大扩展值至 168 路数字量 I/O 点或 38 路模拟量 I/O 点。20K 字节程序和数据存储空间,2 个 RS485 通讯 / 编程口，具有 PPI 通讯协议、MPI 通讯协议和自由方式通讯能力。考虑到 224XP 模拟量输入的点位不够以及后续的功能扩展因素，在扩展模块上选了一个 4 路模拟量输入模块 EM231。

开关量输入检测电路分为三个部分，即双回路开关电源状态检测、UPS 系统主机运行状态检测以及扩展自备发电机的状态检

测。双回路开关电源部分主要针对两路电源的合闸、脱扣的状态进行检测，从双回路开关电源的控制输出端子引入 4 个 220V 继电器控制回路 KM1~KM4, 然后从继电器的常开点 K1~K4 串联到 PLC 的输入端 I0.0~I0.3，从而实现双回路控制电源的状态实时监测。UPS 系统的检测相对比较简单，因为 PLC 主机自带了无源状态输出端子，不需要过 modbus 通讯模式读取数据，直接将状态端子 S1~S4 串接到 PLC 的 I0.4~I0.7 输入端。自备发电机的运行监测可以直接从发电机的控制箱读取状态信号，如果没有信号点也可以增加磁控液位检测开关实时监测油位、冷却水等状态，这里主要通过 S5~S7 检测燃油的油位和冷却水低液位状态。

模拟量输入主要检测输入电流和电压信号，电压检测值可直观反应电网的波动情况，电流的检测值可实时了解当前供电系统的负载状况，两者都是重要数值信息。由于 EM231 模块灵活性强且可适用于复杂的控制场合，具有 12 位的分辨率和多种输入 / 输出范围，能够不用外加放大器而与传感器直接相连，因此，可直接将电压、电流输入的 4~20mA 电流信号接入模块的输入端子。

输出执行电路主要通过 24V 继电器输出控制两路电源状态指示 (KM10~KM11)、UPS 状态指示 (KM12)、自动切换状态指示 (KM13)、柴油发电机的状态指示 (KM14)、以及异常状态的声光报警 (KM15) 等继电器，然后将继电器的常开接入到输出执行控制电路中，实现各种状态的实时监测。

电池自动切换电路设计主要针对 UPS 故障无输出或切换旁路失效的极端情况。主控电路采用两个主控接触器形成联动闭锁控制，主控电路 1 路 KM5 作为正常情况下的运行，串入 KM6 的常闭形成闭锁联动；主控电路 2 路 KM6 作为异常情况下的运行，串入 KM5 的常闭点以及 PLC 逻辑输出控制常开点 KM16 综合判断进行切换控制。在 UPS 的输入端引入了状态监测继电器 KM7 回路，实时监测 UPS 是否输出正常作为 PLC 控制判断是否切换到主控 2 路运行的重要依据。

状态监测选用西门子 Smart 1000IE V4 触摸屏，属于高灵敏度 4 线电阻式触摸屏，宽屏 10.1 英寸，工作电压 24VDC，分辨率 1024*600，Arm 主频 800MHz, 内存大小 256MB, 40 个变量归档，既支持 RJ45 标准以太网接口也支持 R422/485 串口通讯，为后续开发提供方便。本设计采用 WinCC flexible SMART 软件进行组态设计，通过网线进行程序下载到触摸屏，触摸屏与 PLC 控制器之间采用 Modbus RTU 通讯线进行通讯，实现数据传输。

全电路包括 24VDC 和 220VAC 两种工作电压。24VDC 部分选用两个 24VDC/2A 的开关电源，一路给为 PLC、输出执行电路中的指示灯、声光报警器等供电，另一路给输出继电器 KM10~KM16 进行供电、触摸屏等供电。220VAC 直接从双回路开关电源的输出端取电。

四、软件控制介绍

从硬件设计图中可看出该电源检测与线路切换系统输入 / 输出点较多，控制起来比较复杂，因此在软件编程中需要逻辑清晰。为了明晰该系统软件编程控制逻辑，可分为输入电源监测、UPS

电源监测控制以及扩展柴油发电机组告警三个部分进行分析说明。^[5-6]

电源状态监测控制逻辑：主要是运用双回路开关电源的开关量输入和两回路电压、电流模拟量输入数值进行组合逻辑控制，输出由电源指示灯的状态、触摸屏显示电压电流值及运行状态等，从而达到实时监测。现就控制逻辑列表说明如下：

表（一）

输入				输出			
I0.0	I0.1	Ra	Rb	Q0.0	Q0.1	Q0.5	触摸屏显示
1	0	Y	Y	1	0	0	显示电流、电压值，在用回路1路或者2路
0	1	Y	Y	0	1	0	
1	0	Y	N	1	0	1	1路显示正常，告警2路掉电
0	1	N	Y	0	1	1	2路显示正常，告警1路掉电
0	0	N	N	0	0	1	两路电源无显示，报警器告警
I0.0 电源1路合闸输出 I0.1 电源1路合闸输出 Ra 电源1路电压检测 RB 电源2路电压检测 Q0.0 市电1路运行指示灯 Q0.1 市电2路运行指示灯 Q0.5 声光报警器输出							

由上表可知：（1）当 Ra 和 Rb 两路检测值正常时，无论 I0.0 电源1路合闸还是 I0.1 电源2路合闸，此时两路电源电压电流显示正常，并且根据合闸信号可在触摸屏中显示当前合闸回路；（2）当 Ra 和 Rb 两路检测只有1路正常时，则正常回路电源指示绿灯，另一路显示红灯闪烁，并告警输出，且此时可合闸回路信号必定也是对应正常供电回路，否则可判断双回路开关故障，没有动作；（3）当 Ra 和 Rb 两路检测值都没有时，则无论是 I0.0 电源1路合闸还是 I0.1 电源2路合闸，都不能提供电源，此时两回路电源指示灯显示红灯闪烁，报警器输出报警。

UPS 电源切换控制回路的控制逻辑：主要基于 UPS 故障情况下的逻辑控制，因为切换回路的设计主要针对 UPS 自身故障且切换旁路失效且无输出的情况，所以这里就简要说明 UPS 进线电源正常而主机故障情况下的运行控制逻辑：

表（二）

输入					输出				
I0.4	I0.5	I0.6	I0.7	I1.0	Q0.2	Q0.3	Q0.5	Q0.6	触摸屏显示
1	1	1	0	1	1	0	1	0	UPS故障 切换旁路运行
1	1	0	0	1	1	0	1	0	UPS故障 电池逆变运行
1	1	0	1	0	1	1	1	1	UPS故障 切换跳过 UPS 运行
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
I0.4 UPS故障信号 I0.5 UPS进线正常 I0.6 UPS旁路运行正常 I0.7UPS 电池电压过低告警 I1.0 UPS输出负载端信号 Q0.2 UPS运行状态指示 Q0.3切换跳过 UPS指示灯 Q0.5 声光报警器输出 Q0.6切换跳过 UPS输出信号									

由上表二可知：（1）当 UPS 电源进线正常，主机发生故障告警，但是能够正常切换旁路，负载有输出则只进行声光报警，提示 UPS 有故障，正在旁路运行；（2）当 UPS 电源进线电源正常，

主机发生故障告警，没有切换旁路，电池电压正常，输出负载端有输出，则说明 UPS 正在逆变供电，此时触摸屏显示逆变运行并告警；（3）当 UPS 电源进线电源正常，主机发生故障告警，也没有切换旁路，电池电压有过低告警，输出端无输出，此时自动切换到跳过 UPS 运行并发出告警信号。^[7]

柴油发电机联动告警控制逻辑：当柴油发电机开启时，需要关注的是柴油发电机的运行状态，所以在本设计案例中通过 I1.1—I1.3 输入点采集了柴油发电机的燃料油位和冷却水的水位告警，当低于告警值时提醒值班人员及时补充燃料和冷却水。在实际应用中，多数发电机提供了联动启停、运行状态告警等信号接入点，可以根据自己需要进行深度联动控制或者功能扩展，这里不再赘述。^[8-9]

五、结语

本设计是以实际应用需求为初衷，综合考虑可靠性和投资性价比而精心设计的电源监测与切换系统，具有能耗低、无需运维、运行稳定可靠、告警及时、状态指示精准、自动切换有效及时等特点，为广播电视供电安全保驾护航。该系统还综合考虑到实际供电系统配置差异化将发电机状态接入作为可扩展项，同时针对电源自切换部分设置手动 / 自动切换模式，可根据实际运行自行切换。当然，本系统虽可大大提高供电系统的安全性和稳定性的同时也具有一定局限性，比如受供电电源的影响、缺乏日志留存以及短信远程报警等功能，后期可根据实际工作场景需求拓展完善。^[10]

参考文献

- [1]刘鑫.广播电视传输发射机房UPS电源系统的设计与维护[J].中国新通信,2023,25(09):31-33.
- [2]王琳.广播电视发射台供电系统扩容改造研究[J].电视技术,2022,46(12):122-124.
- [3]孙尚攀.广播电视转播台站低压双回路供电系统设计与运行[J].电视技术,2022,46(05):82-84.
- [4]陈英.广播电视发射台供电系统的运行和日常维护[J].西部广播电视,2022,43(04):232-234.
- [5]和安元.广播电视传输发射机房UPS电源系统设计和应用[J].通信电源技术,2019,36(04):53-54+58.
- [6]王娜.广播电视微波无人值守站供电系统改造实践[J].西部广播电视,2021,42(16):234-235.
- [7]张岩梅.广播电视机房电力供给系统优化改造设计[J].科学技术创新,2021,(15):182-183.
- [8]赵军棋,李正花.广播电视无线台站UPS电源系统智能化设计与技术运用[J].电子世界,2021,(16):180-181.
- [9]陈卓.无线发射台(站)电力系统技术方案的探讨[J].广播电视信息,2020,(02):101-102.
- [10]江林.关于广播电视专业设备供电系统中UPS电源、发电机组设备合理正确运用的探讨[J].影视制作,2017,23(02):68-70.