

浅谈水电站的电气系统自动化设计及应用

宋甜甜

(国网武汉供电公司 湖北武汉市 430019)

摘要:科技的发展下电气自动化技术被广泛应用于水电站的电气系统中,在提升水电站运行效率的同时,提高了水资源利用率,同时有效改善了水电站的劳动条件。根据电气系统的组成情况,对电气系统的计算机监控、电视监视、消防监控以及自动装置系统进行自动化设计,将 PLC 技术、计算机与实时监控技术用于其中,推动电气系统的自动化稳定运行。

关键词:水电站;电气系统;PLC 技术;计算机监控系统

引言:近年来市场经济快速发展的同时,人民生活水平显著提升,社会的发展对电力需求与日俱增,同时对电能质量也提出了尤为严格的要求。为保障电能质量,提高发电效率,针对水电站电气系统应加强自动化改造,发挥计算机监控系统的作用,依据水电站的自动化运行要求进行电气系统设计,从而减少人工操作,实现无人值班的最终目标。

1 水电站中电气自动化系统组成

水电站多建设于偏远地区,远离城镇,工作环境相对较艰苦,因此对水电站进行自动化改造旨在改造电站运行环境,依靠计算机系统代替人工操作完成定时巡回检查与记录等枯燥繁琐的工作,通过综合自动化系统实现电气系统自动化设计,发挥自动化技术的应用作用,保障电网供电质量。水电站电气自动化系统由多个部分组成,具体包含以下几部分:(1)控制系统。面向水电站的控制系统涵盖自动化测控与设备控制等系统,在传感器的应用下测量水电站运行的各项参数,实时监控数据,实现自动化控制,完成对发电机组和水闸的控制。(2)数据采集和传输系统,通过传感器采集设备数据,对数据转换信号完成数据的传输。(3)远程控制系统,经过网络连接,在远程的方式下对设备进行监测。(4)监控与报警系统,在视频监控技术的应用下全方位监测水电站整体安全情况,以便及时发现隐患并报警处理。(5)管理系统,对电气自动化进行人口与设备管理,科学制定管理计划,加强设备维修与养护,为水电站自动化营造稳定的运行环境^[1]。

2 水电站电气系统自动化设计

2.1 计算机监控系统设计

可以说计算机监控系统是整个水电站电气系统的核心部分,利用计算机进行设备监控,按照不同设备的运行需求创建各种形式的监控系统。通常计算机监控系统的运行主要有两种模式,一种是以计算机为核心,在常规控制设备的辅助下实现监控功能;另一种是基于常规控制设备下的计算机监控模式。目前水电站的电气自动化多选用远程控制方式,通过对各系统与设备的远程操

控降低信息传输难度,并形成基于资源共享的网络办公模式,方便人们线上办公。按照水电站装机容量情况,结合其在电网中的作用情况选择不同模式的监控系统,目前多数水电站会取消常规控制设备的方式,使用全计算机支持下的梯级电站中心计算机监控系统,系统运行具备“四遥”功能,可实现对水电站的有效监控^[2]。

2.2 工业电视监视系统设计

在水电站自动化运行期间,工业电视系统具体指通过现代化管理与监视手段的应用,真实反映被监测对象的实际运行情况,为其运行决策提供科学参考依据。监控人员利用监视系统掌握水电站运行实况,从而直观的进行各项设备的控制操作,保障设备在远程操控模式下的安全性,提高水电站自动化生产水平。通常工业电视系统不会与计算机监控系统相结合,工业电视监视系统运行时,系统前段设备会将获取到的信息经过监视系统网络传递到控制室。根据系统的监控点数量确定摄像机,来自摄像单元的视频信号会在分配器的作用下传递给视频主机,并存储与数字硬盘中,主机系统可对所有视频信息集中监控与控制。图像采集部分,在安装场、中央控制室安装彩色一体化定位系统;在计算机室和高压实验室安装彩色固定摄像机;在高压开关室与厂用配电室安装彩色一体化摄像机,并配备云台,采用 RS485 总线控制方式,保障监控系统运行安全。

2.3 消防监控系统设计

目前大规模水电站会安装更加先进的电气设备,主副厂房与重要机电设备内安装探测器,以此完成对设备运行情况的全过程监控,其中消防安全监控是重中之重。当探测器发现异常状态时,系统会通过总线将信号传输给报警控制器,同时发出报警信号,控制器立即收集信号并整合分析,再用数字化形式显示当前火灾发生部位,分析火灾产生原因,方便消防人员及时赶到事故现场,快速处理事故。面向水电站的消防监控系统主要由各种功能的探测器、隔离器与监控设备构成,系统通过大屏幕图形化的方式来显示供电线路的实际供电情况,及时显示报警故障信息。探测器中的传感器主要为剩余电流

互感器,设备常规运行下,互感器不会输出电压信号,而故障电流会是其环形铁芯产生磁通,方便系统监测到剩余电流。水电站消防监控系统主要具备报警功能与报故障功能。探测供电线路剩余电流与温度,将数据传输到监控设备,一旦达到报警设定值后系统立即报警;系统如果遇到探测器或电源故障问题,监控装置将会及时报出故障位置及类型,方便消防人员及时处理故障问题^[3]。

2.4 自动装置系统设计

水电站自动化装置指的是集成计算机、控制与监测等先进技术的智能化设备,主要用来完成对水电站的自动化监测控制,具备自动化与智能化的运行特点。系统运行期间,通过对传感器采集到的数据进行处理分析,按照预设的逻辑算法生成控制指令,再将指令发送到与之相应的执行机构,从而完成对各电气系统的自动化控制。现代化水电站中安装了大量先进设备,以促进电气系统功能转换为目标,保持机组运行稳定。引入自动化技术,创建自动装置系统,该系统独立于计算机监控系统,电气系统运行期间需要将自动控制装置和计算机系统相结合,最大程度上发挥自动装置系统的应用效果。

3 水电站电气系统自动化技术应用

3.1 PLC 技术

针对水电站电气工程的应用场景,适用于水电站电气系统的自动化技术有很多,其中最常见的当属可编程控制器即 PLC 技术,该项技术中涵盖了编程器、接口与主机等多部分,PLC 在水电站电气系统应用期间需根据 PLC 系统的预留余量,确定 I/O 点数,设置至少 10% 的余量,随后根据 PLC 负载输出电流的类型和渠道,合理选择晶闸管与晶体管等渠道,尽可能的保障 PLC 系统能够稳定运行。选择适宜的 COM 点,因其输出点数量有所不同,适用范围存在差异,所以具体情况应根据电流规模来决定。当水电站电气系统为大电流,建议 COM 点产品带 1-2 个输出点;如果水电站为小电流,COM 点可选择 4 或 8 个输出点。选择与电气自动化相适应的 PLC 编程器,其中手持式编程器适合用在小容量 PLC 系统,图形编程器操作便捷,工作人员可以快速掌握操作技巧,此外还有一种兼容软件式编程器,这是一种高效编程器产品,选用时需要考虑对成本的消耗情况,确保编程器的应用符合水电站当前电气工程运行条件。对于 PLC 的电源部分,一般会应用 DC24 V 与 AC240 V,为进一步提升电源抗干扰性,需安装比例 1:1 的隔离变压器。当大电流设备需要应用 PLC 技术,应提前做好晶体管保护,合理计算模拟量与脉冲量,保障 PLC 技术在电气系统运行的适应性及协调性。

当 PLC 系统的模拟单元的分辨率为 1 时,那么标准电量是 0V,系统检测到的温度范围为 0-100℃。在计算

模拟量时需根据电压和电流参数来确定,比如-10~10V 时,PLC 系统分辨率 6000 的转换为 F448 到 0BB8Hex 以内。基于触发控制端的指引,联通管型氙灯,解决过去人工闭合开关的问题。按照分辨率的实际差异情况计算模拟物理量,再根据水电站的步进电机计算脉冲量,控制电机角度时可通过以下公式获得角度动作脉冲数 (a)^[4]。

$$a = a_{\text{总}} \times \frac{b}{360^\circ}$$

上述公式当中, $a_{\text{总}}$ 和 b 分别代表一圈总脉冲数和设定的电机转动角度。将距离看作是 PLC 控制主体,按照以下公式计算距离脉冲数 (c)。

$$c = \frac{d}{d_{\text{滚轮}} \times 3.14} \times b$$

公式当中, d 和 $d_{\text{滚轮}}$ 分别为设定距离和滚轮直径。

按照上述计算公式计算脉冲量范围,为 PLC 技术在电气系统自动化中的应用提供科学参考。

在水电站电气工程自动化中的涡轮螺旋桨调速环节应用 PLC 技术,对水位进行自动化控制,在 PLC 技术的控制下提高水能利用率,实现水位和水轮机水头之间的协调设计,确保螺旋桨转动角度和频率符合现阶段发电机组的高质量、高水准运行需求。依据 PLC 把握水位变化规律,对涡轮螺旋桨进行实时调整,使水力发电状态得到优化,防止设备因异常运行而影响发电进程。将 PLC 用于涡轮螺旋桨的热力循环中,通过有效功的增加实现对螺旋桨发动机热力循环效率的自动化控制。

3.2 计算机技术

水电站中的计算机系统具体指示利用计算机对电能生产的过程加以控制,从而达到自动化控制的目的,提升水电站运行的自动化水平,保障供电质量。在水电站内应用计算机技术,对自动化程序加以简化,优化测控装置性能,提高继电保护装置运行效率。此外,计算机系统中包含远程监控与数据分析功能,将其用于电气自动化过程中能够有效进行电气模拟量的分析,根据水电站历史数据判断异常情况,再绘制电气系统的模拟曲线,利用专家系统判断当前水电站的运行是否稳定。应用计算机技术自动化调节水电站出力情况,相应公式如下:

$$N = 9.81 \eta QH = AQH$$

上述公式中, η 为机械效率; Q 为水轮机的发电流量; H 为净水头; A 为水电站出力系数。利用计算机按照水电站的出力范围科学设置调节频率,确保水能的实际

供应量能够和发电量之间相互协调。将水轮机发电流量作为水库下泄流量,依靠计算技术实现电站自动化控制,并对电气系统进行无功补偿,降低电气工程对人工的过度依赖。计算机控制系统是自控技术和计算机技术结合后的产物,水电站中的监控系统运行需要依靠计算机,在发电自动控制环节,无论是水轮发电机组的启停,还是机组发电,各项功能的转化需要用到计算机发出的命令,比如体积电站的运行和最佳励磁的自动化控制需要计算机完成。在最优发电控制时,按照电力系统对功率的需求,通过计算机控制系统调节水轮机的导叶开度,并在其中输入相应水量,实现机组负荷的合理氛围,确定水电站发电机组运行的最佳方案,对电压与无功功率合理分配,在计算机内输入电压限值,再将无功功率分配到机组中,完成对机组的自动化控制。

基于计算机技术使用调速器控制水电站水轮机,为水轮机的水头预留一定升降空间。传统控制方式下,人们会采用芯片替换的方法调整水头启动开度,但这样不利于水轮机运行效率的提升。相比之下,自动化技术可以通过计算机编程调整调速器参数,随着程序的运行,水头启动开度会按照调速器的参数进行自动化转速调整,谨防快速启动问题的发生,确保水电站的水能变化特征符合自动化运行需求。将计算机技术用于水电站水轮机控制系统,从而达到节约人力资源的效果。该系统通常指对油气水的自动化控制,为保障水力发电能够达到预期价值,系统需根据水电站规模,在自动化技术的应用下满足水利功能设计保证率达到 80% 的要求,实现对油气水资源的高效利用与自动化控制^[5]。

3.3 实时监控技术

水电站作为国民经济发展进程中至关重要的能源基地,电站的安全运行将关系到能源供应情况,为解决传统人工监控方式下成本高、监控效率低的问题,水电站需加强对实时监控技术的应用,创建视频智能监控系统,通过视频监控与视频智能分析技术创建实时监控平台,完成对水电站电气系统与设备的实时监控,同时可完成异常检测。加强智能分析算法和云计算等手段的应用,完成对水电站全方位可视化远程监控,通过对监控数据的智能分析,及时发现异常情况,满足水电站电气系统运行的高效率监管需求。系统架构如图 1 所示,依靠视频管理平台,促进各组件的高效协同,完成对水电站的监控管理,保障电气系统自动化运行效果。在智能分析模块中采用 AI 智能分析技术,凭借硬件内置的 AI 算法模型进行视频数据的分析处理,完成目标检测分析,及时察觉各类人员入侵行为,实现水电站周围安全防范。

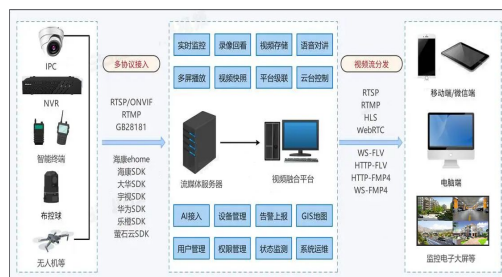


图 1 视频监控系统架构

利用实时监控技术创建专家系统,在计算机内设置操作台、GPS 系统以及报警装置,方便系统记录当前监控实现,定期打印监控信息,再将数据传递到水清测报系统中,方便工作人员判断是否需进行水资源调度迎合数字化时代发展趋势,在水电站中应用数字化监测技术,通过网络技术、计算机与自动控制技术的整合,借助来自继电器的 PLC 编程功能,在计算机的帮助下按照编程界面点完成信息的传输与接收,实现对重点区域的实时监控。在水电站橡胶坝监控系统中采用实时监控技术,最大程度上发挥橡胶坝的拦水功能。橡胶坝具有提高水资源利用率的作用,但同时也会造成诱发共振的问题,给水电站电气自动化带来溢流风险。对此,采用实时监控技术对橡胶坝的坝袋高度和压力参数加以控制,根据系统运行状态进行橡胶坝上升与下降高度的调整,促进水资源利用情况的改善。

结语:在水电站电气系统的运行过程中应用自动化技术,全方位提升水电站运行的安全性与可靠性,保障各电气设施运行稳定。通过消防监控与电视监控系统,及时发现并处理各类安全隐患,谨防事故恶化。加强 PLC 技术和计算机技术的引入,降低水电站运行成本,提高发电机组的自动化规划水平,实现对电气设备的优化配置,保障各电气设备的高质量运行。

参考文献:

[1]王永胜,刘怀龙.浅析某水电站厂用电系统的优化改造[J].水电站机电技术,2023,46(03):38-40.
 [2]刘伟,黄戡,陶锋.碾盘山水电站厂用电系统设计[J].水利水电快报,2023,44(03):63-65+71.
 [3]王文军.水电站中电气自动化技术的应用分析[J].光源与照明,2022(06):190-192.
 [4]李伟.电气自动化技术在水电站中的应用分析[J].设备管理与维修,2022(10):103-104.
 [5]黄志明.恰木萨水电站监控系统结构设计[J].水电站机电技术,2021,44(08):23-26.

宋甜甜(1980.9),男 汉族 湖北宜昌人,本科,高级工程师,电力系统及其自动化