

水利工程电气自动化系统防雷技术探究

储伟杰 朱增伟

江苏省泰州引江河管理处 江苏 泰州 225321

【摘要】：近几年来，国家对水资源的重视程度不断提高，水利工程项目不断增加，水资源利用率也随之提高，但相应的问题也逐渐显露出来。基于此，本文就水利工程电气自动化系统面临的雷击威胁进行分析，从雷击类型入手，提出具体可行的防雷措施，并且结合实际案例具体分析防雷技术的应用情况，确定防雷效果，以供参考。

【关键词】：水利工程；电气自动化；防雷技术；接地处理

引言：电气自动化系统包括控制、监测、通讯这三个方面，在提高水利工程运行效率和运行质量上具有重要作用，但其极容易受到电压、电流等因素的影响导致故障发生。如果遇到雷击，那么系统可能会被严重破坏，轻则导致工程效率下降，重则工程无法运行。因此必须要对水利工程电气自动化系统防雷技术进行全面分析，以保证电气自动化系统和水利工程都可以高效运行。

1. 水利工程电气自动化系统的应用现状

在水利工程项目不断扩大的同时，电气自动化系统在其中的作用也逐渐凸显出来，作为工程运行的关键，保证系统性能是每个工作人员都面临的问题。从过往的经验来看，一些细微的参数数值变动都可能导致系统出现问题，因此技术人员需要对系统的运行参数和设备工作状态进行实时性记录，保证水利工程项目得到控制，稳定运行。在实际应用过程中，电气自动化系统主要针对泵站、降压站、电力设备、控制系统等进行统一管理，系统监控泵组和其他电气设备的运行情况，并且向管理人员传递实时性信息。泵站采用了分层开放式网格布局，设计语音报警系统、GPS定位系统、通讯系统、数据服务器等内容，实现对水利工程失步保护、失磁保护、过电压保护、电流速断保护。

2. 水利工程电气自动化系统常见的雷击类型

水利工程存在的主要目的在于强化城乡一体化建设，从根本上改善群众用水条件，因此常建在水库、水电站等雷电高发地区。但电气自动化系统较为脆弱，非常容易受到雷击的影响，必须要提前预防，常见的雷击类型包括以下几个方面：

第一，直击雷。这种类型的雷击效果较强，也是对电气自动化系统危害最大的一种。一旦这种直击雷接触到电气设备，会在瞬时产生巨大的电流，进入地下，并且产生较大的对地电压，导致电气设备出现故障。第二，球状雷。这种类型的雷击常见于雷雨、雷暴天气，如果水利工程中存在裂缝和通道，那么会对设备产生严重的损害。第三，普通雷电。这种类型的雷电产生的影响较弱，但依然不可忽视，否则就会出现触电事故，

这种雷电产生的一般为侵入波雷电，电流不仅会进入地下，还会通过输电线路、金属管道等物质入侵电气自动化系统中，直接导致设备绝缘性能降低，长期受到这种雷电的侵蚀很有可能出现漏电等问题。第四，雷电感应。虽然并不是常见的雷电类型，但其带来的影响却是和雷击一样的，静电感应、电磁感应都属于雷电感应。以电磁感应为例，当地面突出物体表面感受到电荷后，就会出现异性相吸的情况，摆脱束缚后，就会进入到设备中，阻碍信息传输，导致电源脉冲被干扰，让自动化设备被损坏。

3. 水利工程电气自动化系统的防雷措施

国家在水利工程上投入了大量的至今，各地区都有着不同规模的工程项目，为了进一步节约资金、人力，提高工程项目的实际作用，电气自动化系统得到了广泛应用。电子设备本身就非常容易受到雷击的影响，而电气自动化系统中的设备大都较为精细，任何细微的影响都有可能导致设备无法正常运行。但绝大部分水利工程都建立在山区或者林区，属于雷电高发区，必须要按照不同区域落实相应的防雷措施。

3.1 通信电缆的防雷措施

水利工程电气自动化系统中通信电缆的作用极为重要，承担着信息传递的作用，如果想要让其在雷击下依然可以正常运转，可以采用屏蔽电缆作为通信电缆的替代品。控制室是电气自动化系统中的核心，这一区域的安全关系到系统的整体，在地面铺设紫铜排，从而打造出一个闭，降低雷击灾害带来的负面影响。此时，再利用4-10mm的铜芯线，以达到遏制雷电负面影响的的目的。紫铜排铺设后，形成一个闭环、接地的汇流母排，进而连接到配电箱金属外壳以及电源接地等电位接地进行连接，让防雷效果得到最大化发展。

3.2 天线反馈的防雷措施

信号系统和天线反馈部分是电气自动化系统中的关键，这一部分的防雷措施一般会采用特制的屏蔽线，按照穿管方式完成铺设，即便在管道过电时会产生1kV-2kV的感应电压，但整体出在安全范围内。除了屏蔽线之外，还要安装合适的避雷

器,根据电气自动化系统中计算机通讯、数据交换时产生的实时频率为主要参考。从实际经验来看,专用的信号避雷器最为合适,比如,在雷击产生时,通信电缆会产生瞬时过电压,而同一时间三级浪涌保护器就会将电流从支路路径中排放出去,转向低下排除,以此将电流和电压控制在安全标准。因此,在电气自动化系统天馈这一部分来讲,最合适的专用的信号避雷器就是三级浪涌保护器,该设备能够将绝大部分电流排出地下。比如,TVS管作为典型的防雷措施,应用在信号线和电源线上效果较优,其本身响应时间快、体积小,且无损坏极限,可以最大程度满足自动化系统需要。

3.3 配电线路的防雷措施

配电线路是电气自动化系统中的关键,一般会选择瞬态过电压保护器,该保护器可以设置三级保护模式。第一级保护模式位于进线柜断路器后方、变压器二次侧的中性线和三根相线,第二级保护模式位于UPS、PLC专用配电母线中的中性线和三根相线;第三级保护模式位于UPS、PLC等自动化设备接线板熔断器后方的中性线与相线连接处。三级保护的目各不相同,第一级和第三级都是为了释放残压,实现抗过压干扰保护的目的。这两个部位的线路可以将强电压排除,能够承担的电压是启动电压的2.5倍,第二级的目的则是在第一级的基础上让感应过电压、耦合过电压等过电压更好的分流排出,最大程度降低电磁干扰,避免出现设备损坏。此外,在配电线路方面,还可以借助限流模块、瞬态电压抑制器、压敏电阻等设备,打造出立体化的防雷系统,让过电压保护功能得到最大程度的发挥。比如,将UPS电源应用在配电线路中可以将其不间断的功能发挥到最大,让其稳压能力得到大幅度提高。即便出现雷击事故,导致断电问题的出现,其不间断功能也可以位置一段时间的电源供给,将损失降至最低,保证数据安全性,提高自动化系统的应急能力。

3.4 其他部分的防雷措施

除了上述几个方面之外,在电气自动化系统中还有很多部分都需要得到了防雷保护。防雷保护顾名思义就是将雷电能产生的电流引入地下,电气自动化系统具有一定的特殊性,可以采用的防雷措施包括以下几个方面:工作接地、安全接地、直流工作接地,不同接地设计的电阻不同,分别为电阻不大于 4Ω 、电阻不超 4Ω 、信号屏蔽电阻和逻辑接地电阻等均不超过 2Ω 。如果无法实现分级处理,则可以采用联合接地的方式,并且将接地电阻控制在 2Ω 内。传统的消雷器、避雷带、避雷针也是必须要安装的设备,还要注意将相应的自动化控制设备安装在距离避雷网金属物体较远的位置上,避免因为感应电流

参考文献:

- [1] 杨浩.水利工程电气自动化系统防雷技术探究[J].现代物业(中旬刊),2020(04):40-41.
- [2] 郝红勋.关于水利工程电气自动化系统防雷措施分析[J].门窗,2019(10):154.

出现损坏的设备。分隔设置接地网是因为在修剪时没有考虑到弱电设备的运行情况,尤其是在用电较为复杂的情况下,盲目的采用联合接地方式可能会对弱电设备产生负面影响。因此在设计接地网时,要充分考虑到用电情况和电气自动化系统的实际需求。如果采用分开设置方式,每个接地网之间要保持10m以上的距离,如果必须要进入室内,那么要配合局部绝缘和屏蔽措施,避免接地网影响到设备的正常运行。

4. 水利工程电气自动化系统的防雷案例

为了进一步验证前文提及的水利工程电气自动化系统的防雷措施,该工程的取水泵站距离水库大坝11km,工程项目穿越地层、隧洞较长、投资较大,不仅如此,该地区的雷电气候极为常见,在实际应用过程中,必须要落实相应的防雷措施。从该系统的运行情况来看,采用集中监控的方式,通过一个监控室就可以完成对降压站和泵站的生产控制,分别设置了5台现地控制,保证1台LCU单元控制机监控两台电动机。在实际应用过程中,重点对直击雷保护、过电压保护、接地这三个方面进行分析。

第一,在直击雷保护中,因该工程项目属于典型钢筋混凝土结构,因此在屋顶敷设了一圈避雷带,以保证屋内电气设备安全,同时根据具体防雷计算结果来看,在降压站附近设置了24m高的独立避雷针,最大程度保证户外电气设备的安全。同时在35kV架空线上加入了专用避雷线,避免架空线,引发直击雷危害。第二,过电压保护。将避雷器分别安装在了电动机6kV母线、泵站35kV进线以及电动机进线端,以此及时对过电压进行处置,将雷击影响控制在最小范围内。第三,接地保护。该水利工程电气为自动化系统采用了自然接地和人工接地相混合的保护模式,按照前文提出的联合接地保护法,35kV降压站接地、泵站接地和其它电器设备接地连接入同一个接地网中,接地电阻值控制在 $\leq 1\Omega$ 。自然接地体和人工接地体分管不同的两个部分,采用两根截面为 $50\text{mm}\times 6\text{mm}$ 的镀锌扁钢接地干线连接,构造出一个完整的接地系统最大程度降低接地危害,也是对雷击影响进一步控制。值得一提的是,该水利工程电气自动化系统在防雷措施不知的过程中,在关键部分均设置了均压网,让整个结构电位更加均衡。

总结:综上所述,水利工程是国家社会发展的重点,在推动社会发展、经济建设上承担着重要责任,提高水利工程的自动化、精密化、智能化是未来的主要任务。电气自动化系统是水利工程中无法分割的一部分,在推动水利工程发展上具有重要作用,因此技术人员要加强对这一系统的重视程度,创新技术保护措施,落实雷电防护工作,降低雷击可能带来的损害。