文章编号:1001-5485(2009)05-0031-03

某水电站内部观测自动化系统防雷措施

张世中,胡 哲
(中国地震局 地壳应力研究所,北京 100085)

摘要:简要介绍了某水电站内部观测自动化监测系统,重点介绍了系统所采用的整体屏蔽、交流电源防雷、通信线路防雷、传感器线路防雷等各项防雷措施。在应用中对发生的数次雷击事件进行了仔细分析,查找出雷击造成设备损坏的原因,并针对其提出了改进措施,提高了监测系统的防雷能力,取得了良好的效果。

关 键 词:水电;自动化;雷击;
中图分类号:TV737 **文献标识码**:A

1 工程概况

2006年,受某水电站委托,对其大坝扩机工程内观传感器进行自动化改造。传感器种类有测斜仪、基岩变位计、多点位移计、测缝计、锚杆应力计、锚索测力计、钢筋计、渗压计、应变计、无应力计、测压计、温度计、钢板计共13种,共计700多支。在扩机工程施工期监测采用便携式读数仪进行人工流动观测,扩机工程已经完工验收,本次纳入自动化系统监测的传感器(除温度计不需观测外)分别布置在8个部位,分为14个监测站。

扩机工程自动化监测系统由传感器、现场测量控制单元(14个监测站共21台MCU),系统交流220V供电,系统RS485数据通信,系统防雷,监控中心计算机及其外部设备,自动化监测管理信息系统软件等软、硬件组成。同时,该系统还为老厂自动化观测设计预留足够的接口,以便今后全部自动化观测项目在同一软件环境下运行。下面简要介绍该自动化监测系统的部分结构。

1.1 交流供电

因为14个监测站分布在不同高程,相互距离较远,统一的220 V供电会造成最远端监测站电压低于数据采集器所要求的电源电压,所以将220 V电源按照分布位置使用2台交流防雷稳压电源供电,如图1所示。

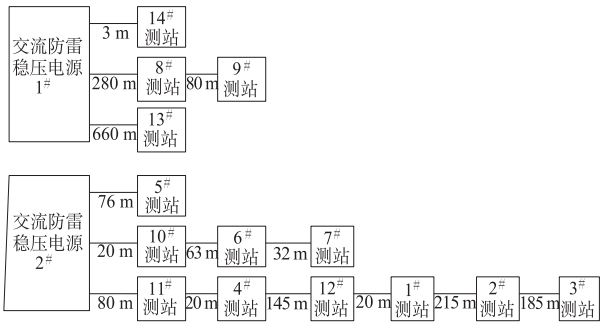


图1 自动化监测系统交流220 V供电示意图

Fig.1 Diagram of AC 220 power supply of an automatic supervisory system

1.2 RS485通信

根据监测中心和各监测站处于不同高程的地理位置,将RS485的连接方式设计如图2所示,考虑RS485总线的负载能力,在11#测站加RS485中继器1只。

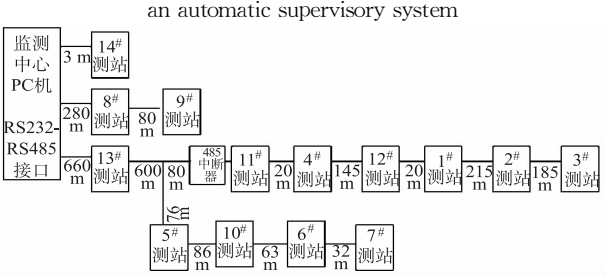


图2 自动化监测系统RS485布线示意图

Fig.2 Diagram of RS485 net of an automatic supervisory system

1.3 防雷措施

由于该大坝地处高雷区,年平均雷暴日为50 d左右,从每年3月份到9月份,时间跨度长大半年多,所以对自动化监测系统的防雷要求较高,经技术人员现场勘查,自动化监测系统采取了以下防雷措施。

1.3.1 整体屏蔽

14个监测站的设备机柜全部安放在山洞或办公大楼内部,避免遭受直击雷;现场监测设备装配在

收稿日期:2008-07-25; **修回日期**:2008-12-16
作者简介:张世中(1970-),男,甘肃会宁人,硕士,副研究员,主要从事自动化仪器研制及在工程中的应用,(电话)010-62846750(电子信箱)zsz70@163.com。

良好接地的钢制机柜内,重要的模块和关键器件采取二次屏蔽,装配在机柜内的钢制机箱中;所有的交流电线路和 RS485 通信双绞线尽可能在山洞内铺设,有很少一部分必须在洞外的线路采用埋地加金属管接地保护措施。

1.3.2 交流电源防雷

为防止感应雷电沿交流电缆线侵入监测设备,综合采取了多种措施:①采用交流防雷稳压电源提供交流 220 V;②在各监测站设备机柜中采用防雷模块和保险丝;③采用隔离线性电源产生直流电源,各主控板和采集板所需的直流电源再采用 DC-DC 隔离电源模块提供。如图 3,4,5 所示。

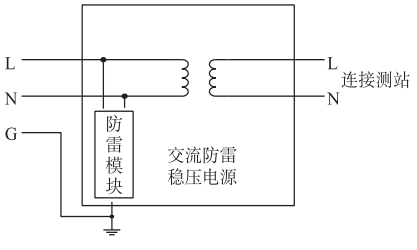


图 3 交流防雷稳压电源示意图

Fig. 3 Diagram of AC power lightning-proof steady-voltage system

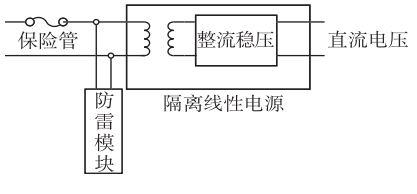


图 4 隔离线性电源示意图

Fig. 4 Diagram of insulation linearity power

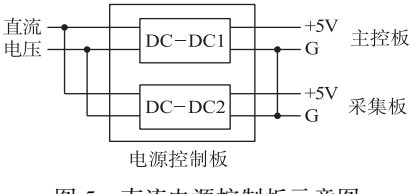


图 5 直流电源控制板示意图

Fig. 5 Diagram of DC power control module

1.3.3 通信线路防雷

为防止感应雷电沿 RS485 通信线路侵入监测设备,在 RS485 线路进监测站机柜的后面采用串联型 SPD 连接,并且将主控板和采集板的 485 接口都设计为光隔型,如图 6 所示。

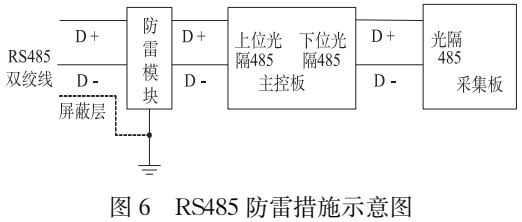


图 6 RS485 防雷措施示意图

Fig. 6 Diagram of lightning proof methods of RS485

1.3.4 传感器线路防雷

根据设计,该大坝扩机内观所用的传感器的埋设,在扩机开始就严格依照设计规范对传感器铺设在山体外部的线路,采取穿金属管接地保护方式引到各监测站,这部分工作已通过监理验收。自动化系统设计时,在采集板的信号入口增加了 TVS 器件,进一步提高其防雷能力。传感器线路防雷如图 7 所示。

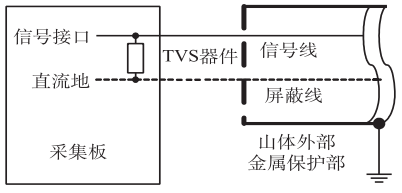


图 7 传感器防雷措施示意图

Fig. 7 Diagram of lightning-proof methods of sensors

2 雷击事件调查

2.1 雷击事件

该自动化监测系统 2007 年 1 月通过技术验收,至 2007 年 8 月发生了 5 次雷击损坏事件,具体见表 1。

表 1 雷击事件统计表

Table 1 Statistics of lightning stroke

雷击时间	受损测站	损坏设备
2007 年 3 月	13#	采集板 3 块
2007 年 4 月	8#,9#	通信防雷模块 2 块
2007 年 5 月	13#	采集板 1 块
2007 年 7 月	13#	线性电源 1 只 电源控制板 1 块 主控板 1 块 采集板 6 块
2007 年 8 月	9#	采集板 6 只
2007 年 8 月	13#	线性电源 1 只 电源控制板 1 块 主控板 1 块 采集板 9 块
2007 年 8 月	14#	电源控制板 1 块 主控板 1 块 采集板 3 块

2007 年 4 月的 8#,9# 测站遭受雷击,造成通讯防雷模块损坏。经技术人员现场检查,故障原因为设备安装时受现场其它项目施工影响,监测中心通向 8#,9# 测站的通讯电缆线中,有一部分采用的是临时架空方式,并且没有采用金属管道保护接地,造成通讯线路遭受到感应雷击。找到故障原因后,立即将架空线路改造成为埋地金属管接地保护方式,这之后,8#,9# 测站通讯线路再没有发生遭受雷击损坏事件。

2007 年 3 月、5 月、7 月自动化测量系统的 13# 测站相继发生雷击损坏事件,3 月和 5 月两次雷击

损坏小,技术人员在更换损坏的采集板后重新检查自动化测量系统,但未发现异常情况。7 月底又发生强雷击事件,造成 13#测站多块设备模块损坏,技术人员赶赴现场进行维修,在更换设备重新恢复自动化测量后,继续查找雷击原因,但还是没有找到原因。直至到 8 月初该水电站又出现暴雷天气,致使 13#测站遭受雷击瘫痪,同时 9#,14#测站也遭受雷击损坏。在此情况下,设计人员赶赴现场和水电站工作人员一起查找故障原因。

2.2　原因分析

8 月初的雷击过程释放能量巨大,雷电发生时,现场工作人员看见强光进入值班室,当时使用的笔记本电脑被强电磁脉冲干扰致死机,无法重启,到第二天才能重新启动电脑。自动化系统的电源和通信以及传感器线路结构如图 1 至图 7 所示,下面我们分析雷击损坏的原因:

电源线路:数次雷击没有造成自动化系统中 2 台交流防雷稳压电源损坏;各监测站机柜中的保险管也没有损坏,220 V 电源防雷模块也没有损坏。由此可以得出结论:雷击没有沿 220 V 交流电源线路入侵监测站设备。

通讯线路:2007 年 4 月 8#,9#测站的通讯防雷模块损坏后,将其架空线改变为埋地线路后,再没有通讯防雷模块损坏情况。由此得出结论:通讯线路改造后雷击再没有从通讯线路进入。

传感器线路:遭受雷击次数最多的 13#测站损坏最多的是采集板,处于设备结构的后端,从系统结构图分析,雷击应该是沿 13#测站传感器屏蔽线引入,从而造成采集板损坏,在雷电能量大的情况下,雷电还造成主控板、电源控制板甚至线性电源的损坏。9#,14#测站 8 月遭雷击损坏也是由此原因造成的。由此得出结论:9#,13#,14#测站的雷击是从传感器屏蔽线引入。我们和水电站工作人员一同仔细检查了 13#测站在山体外的传感器线路,最终确认是在扩机初期,施工人员没有按照设计要求使用金属管保护接地方式对传感器线路进行保护,只是简单地使用水泥对裸露在山体外的传感器线路涂抹,所以 13#测站屡次遭受雷击也就不足为怪了。9#,14#测站也有一少部分传感器的线路情况和 13#测站相同,只是由于地理位置的缘故,在雷电较小时侥幸没有损坏,在 8 月份的强雷击下,也有部分设备被损坏。

2.3　处理方法

找到监测站遭雷击的原因后,其改进措施就是将各监测站传感器裸露在山体外部的部分采用金属管接地保护,但现场勘查结果却发现困难很大。因为传感器是在扩机初期就埋设的,由于山体陡峭,需要重新架设脚手架将传感器电缆从已经凝固的水泥中剥离出来,施工难度非常大,并且不能保证不损坏电缆。如果重新铺设传感器电缆,不仅施工难度大,而且成本将很高。经过多方人员数次协商,最终确定对系统的采集板进行技术改进,在采集板的传感器接口处采用继电器,平常传感器的线路和采集板电路断开,只有测量时才接通。此改进的缺陷是在系统测量时(每天 8:00 测量,一个测站完成所有传感器测量大约需要 2 min 时间)无法确保不受雷击,所以另外在机柜传感器入口增加防雷器件,如图 8 所示。

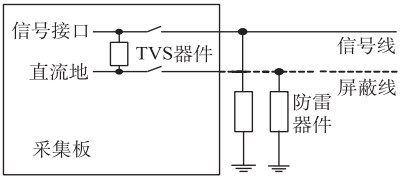


图 8　防雷改进措施示意图

Fig.8　Diagram of new lightning-proof measure

3　结　语

在系统进行技术改造后,防雷措施起到了作用,至今未出现雷击损坏事件。通过此次雷击事件,我们得出的教训是:对自动化监测系统的防雷措施,除在系统前期的设计阶段采取一定的措施外,在施工阶段必须严格按照规范执行,只有这样才能保证系统的正常运行。需要强调的是,虽然采取了各种有效的防雷措施,但是日常维护工作必不可少,特别是在雷暴天气过后,一定要仔细检查防雷设备是否完好,如有损坏或性能降低,需要立即更换。只有设计、施工、管理全部到位,才能保证自动化监测系统正常运行。

参考文献:

[1] (德)哈塞. 低压系统的防雷保护(第二版)[M]. 傅正才,叶蜚誉, 译. 北京:中国电力出版社,2005.
[2] 虞　昊. 现代防雷技术基础(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
[3] 郑军奇. EMC 电磁兼容设计与测试案例分析[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
[4] 杨克俊. 电磁兼容原理与设计技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
[5] 周志敏,周纪海,纪爱华,等. 电气电子系统防雷接地实用技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

(编辑:赵卫兵)

(下转第 49 页)