

枕头坝一级水电站 500 kV 升压站雷电过电压分析

陈丹燕, 王勇, 刘涛

(中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550081)

摘要:介绍了枕头坝一级水电站 500 kV 升压站雷电过电压计算分析成果,提出了可用于实际工程的避雷器配置方案。

关键词:雷电;侵入波;避雷器;冲击接地电阻;枕头坝一级水电站

中图分类号:TV7;TV733;TV734.4

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增 1-0097-02

枕头坝一级水电站总装机容量为 4×180 MW,出线电压等级为 500 kV,电气主接线采用联合单元与四角形接线方案。由于 500 kV 升压站高压配电设置复杂且在系统中处于重要位置,因此,从安全可靠、技术可行性和投资的经济性出发需对该电站的雷电侵入过电压进行计算分析,从而确定避雷器的配置方案,以保证电站安全经济运行。

1 计算参数

1.1 架空线路参数

本电站的 500 kV 送出线路导线采用 $4 \times \text{LGL}-300$ 钢芯铝绞线,导线计算外径为 23.94 mm;绝缘子串片数为 31 片;第一基杆塔到零号杆的距离为 125 m,到第二基杆塔档距为 100 m,到其余以外杆塔档距为 450 m,杆塔接地电阻按不同值分别进行计算分析。

1.2 设备参数

变压器、GIS 套管及电压互感器入口电容值分别为 5 000 pF、300 pF 及 5 000 pF。

500 kV GIS 及两回出线均配置了避雷器,GIS 处其额定电压为 420 kV,雷电冲击残压为 1 026 kV,出线处其额定电压为 444 kV,雷电冲击残压为 1 075 kV,标称放电电流均为 20 kA。

1.3 计算条件

采用雷击线路杆塔发生反击,雷击线路发生绕击作为雷电侵入波;采用幅值 250 kA、负极性的 $2.6/50 \mu\text{s}$ 雷电流作为雷电反击侵入波,雷电绕击电流根据实际塔形进行计算;不考虑站内杆塔被击中的状况,以杆塔 1#和 2#为近区雷击点,以杆塔 6#为远区雷击点;在仿真计算中,考虑线路电压极性与雷电极性相反的最严酷情况。

2 计算结果及分析

2.1 雷击点的比较

在计算过程中,考虑了电站外 2 km 的进线段,即在电站外前 6 基杆塔。其中第一、二基杆塔为近区雷击,第六基杆塔为远区雷击。雷击在 1#杆塔上电站内的各设备雷电过电压最大,计算结果见表 1。

表 1 1#杆塔雷击点计算结果表

雷击点	设备过电压 /kV					避雷器电流 /kA	
	主变	GIS 出线	进线 CVT	出线 CVT2	出线 CVT1	进线	出线
杆塔 1	964	988	885	1 003	991	3.93	8.11

2.2 运行方式的比较

考虑到有些回路停运检修等严重工况,分析时主要研究了 4 种较为常用的运行接线方式:单线单变、双线单变、单线双变和双线双变情况。雷击 TW1 时,对应 4 种不同运行方式,单线单变运行方式过电压最严重,计算结果见表 2。

2.3 杆塔接地电阻的影响

由于雷击第一基杆塔所引起的雷击过电压最高,故第一基杆塔的接地电阻对雷电过电压的影响最大。以 15Ω 为默认值,改变第一基杆塔的接地电阻值,运行方式为单线单变,对计算结果进行分析可知:雷电过电压大小与接地电阻大小正相关,即接地电阻越小,过电压越小。因此,在工程

收稿日期:2015-01-07

表 2 单线单变运行方式计算结果表

雷击点	设备过电压 /kV					避雷器电流 /kA	
	主变	GIS 出线	进线 CVT	出线 CVT2	出线 CVT1	进线	出线
单线单变	1 093	1 105	1 004	1 114	1 063	5.09	19.03

实践中,尽量降低电站近区杆塔的接地电阻,可以提高站内设备的绝缘安全裕度。

2.4 避雷器的配置及参数的影响

避雷器安装有多种方案,对于在电站内出线、GIS 以及主变处均安装避雷器这种配置情况下(方案 1),站内设备过电压水平较低,设备运行安全水平较高。

根据接线情况,两组避雷器的位置可以有以下三种方案:出线 + GIS(方案 2)、GIS + 主变(方案 3)、出线 + 主变(方案 4)。四种方案站内雷电过电压对比计算结果见表 3。

表 4 给出了仅安装 GIS 避雷器方案(方案 5)与安装出线 + GIS 避雷器的方案相比结果。

表 3 不同方案下站内雷电过电压表

方案	设备过电压 /kV					避雷器电流 /kA		
	主变	GIS 出线	进线 CVT	出线 CVT2	出线 CVT1	出线	GIS	主变
方案 1(三组)	980	1 060	937	1 090	997	4.19	8.73	5.08
方案 2(出线 + GIS)	1 093	1 105	1 004	1 114	1 063	5.09	19.03	/
方案 3(GIS + 主变)	1 006	1 139	1 178	1 118	1 017	/	13.2	5.18
方案 4(出线 + 主变)	1 107	1 094	1 000	1 153	1 120	5.16	/8.44	

表 4 仅用一组避雷器结果表

方案	设备过电压 /kV					避雷器电流 /kA		
	主变	GIS 出线	进线 CVT	出线 CVT2	出线 CVT1	出线	GIS	主变
方案 5(GIS)	1 109	1 168	1 197	1 183	1 083	/	22.38	/
方案 2(出线 + GIS)	1 093	1 105	1 004	1 114	1 063	5.09	19.03	/
增幅 /%	0.9	5.7	19.2	6.2	1.9	/	17.6	/

由上述可知,在安装三组避雷器时,站内过电压水平较低,设备工作在相当安全的范围内。而当采用方案 2 时,由于主变没有安装避雷器,相对地主变的过电压较高,但仍在主变的最大允许电压内。而若采用方案 3,由于出线没有加装避雷器,出线段的过电压将会很高;同理:方案 4 会使 GIS 的过电压过高。由于 GIS 和主变距离近,关系密切,故连带着主变的过电压亦会很高。但是,无论是方案 3 还是方案 4,所有电压均在安全耐受范围内。综合考虑 CVT、GIS、主变的过电压情况,方案 4 不宜采用。方案 2 与方案 3 相比,以方案 2 为佳。若只在 GIS 上加装避雷器,出线上的过电压相比方案 2 增幅太大,虽然仍在设备冲击电压耐受范围之内,但不宜采用。

3 结 语

根据对枕头坝一级水电站 500 kV 升压站雷

电过电压进行仿真分析,得出的结论与建议如下:

(1) 根据仿真结果,站内各主要设备均工作在其耐受电压下,不会发生设备损坏。

(2) 进线段杆塔的接地电阻对雷电过电压有很大影响。接地电阻越小,雷电过电压越小。因此,在工程实施中应尽量降低第一、第二基杆塔的接地电阻。

(3) 如果采用三个避雷器,虽然可以更进一步抑制过电压,但由于方案 2 已经将过电压控制在耐受范围内,故新增避雷器并不能比原设计对过电压有明显的抑制效果且新增避雷器将会加大成本。

(4) 综上所述,在所有安装两组避雷器的方案中,方案 2 是最优方案,其可以有效地将站内所有主设备的过电压抑制在安全范围内并保有一定

(下转第 108 页)

- [3] 黎志强. 主变套管介损异常的应用及其处理方法研究[J]. 中国高新技术企业. 2014, 21(34): 74-75.
- [4] 黄 敏. 电容型电流互感器现场高压测介损试验方法探讨[J]. 上海电力. 2008, 21(4): 406-409.
- [5] 赵 沛, 张源斌. 介质损耗的数字化测量方法[J]. 高压电器, 2004, 40(1): 45-47.

作者简介:

陈 释(1985-), 女, 四川成都人, 助理工程师, 硕士, 从事水电站高压电器设备试验工作;
曾燕波(1971-), 女, 四川开江人, 工程师, 从事电力系统电能计量工作.

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 98 页)

的安全裕度。最重要的是:该方案并没有非常薄弱的环节。相比而言,只在主变和出线上安装避雷器的方案会使 GIS 和主变的安全裕度较低;只在主变和 GIS 上安装避雷器的方案则会使出线处过电压较高。

(5)如果只用一组 GIS 上的避雷器,虽然雷电过电压仍在设备耐受值范围内,但其相对的安全系数较小且出线过电压很高,故不宜采用。

参考文献:

- [1] 水电站机电设计手册编写组. 水电站机电设计手册 电气一次[M]. 北京:水利电力出版社, 1982.

- [2] 水力发电厂过电压保护和绝缘配合, DL/T 5090-1999 [S].

- [3] 杜 林, 戴 斌, 司马文霞. 架空输电线路雷电过电压识别[J]. 高压技术, 2010, 36(3): 590-597.

作者简介:

陈丹燕(1981-), 女, 湖北鄂州人, 工程师, 硕士, 从事水电站电气一次设计工作;
王 勇(1963-), 男, 安徽灵璧人, 副总工程师, 教授级高级工程师, 硕士, 从事水电站电气设计工作;
刘 涛(1964-), 男, 四川威远人, 分院副总工程师, 高级工程师, 学士, 从事水电站电气设计工作.

(责任编辑:李燕辉)

国内第一高坝——两河口水电站大坝工程举行签字仪式

4月25日,中国电建集团中标的国内第一高坝——两河口水电站大坝及引水发电系统工程施工合同签字仪式在成都举行。雅砻江流域水电开发有限公司董事长、党委书记陈云华;电建集团董事长晏志勇出席仪式并作重要讲话。中水五局公司总经理贺鹏程、水电十二局总经理孙阳代表12·5联合体,水电十四局总经理洪坤,水电十六局总经理林文进代表14·16联合体分别与雅砻江流域水电开发有限公司董事长、党委书记陈云华在大坝工程标施工合同及引水发电系统工程标施工合同上签字。两河口水电站大坝及引水发电系统工程标由中水五局公司与十二局组成的12·5联合体中标,由十四局和十六局组成的14·16联合体中标引水发电系统。雅砻江两河口水电站大坝工程为砾石土心墙堆石坝,最大坝高295米,是目前中国已建或在建的第一高土石坝。晏志勇作重要讲话。他说,中国电建与雅砻江水电开发公司的合作由来已久,在二滩水电站、锦屏一级、二级水电站的工程建设中,双方建立了良好的相互信任关系,缔结了深厚的友谊。两河口水电站是目前国内藏区最大规模的水电项目,这次中标雅砻江两河口水电站大坝工程和引水发电系统工程,我们倍感自豪与荣光,这是雅砻江流域水电开发有限公司对中国电建品牌与实力的充分肯定。他要求,各参加单位切实履行央企责任,不辱使命,不负重托,迅速组建精干高效的项目管理团队,坚持高标准、严要求,坚决服从业主和监理的管理,全面兑现诚信履约承诺。晏志勇表示,中国电建作为各参建单位的坚强后盾,将举集团之全力投入到两河口水电站工程建设中去,将两河口水电站打造为优质工程、示范工程。出席签字仪式的领导还有四川省投资集团有限公司副总经理李文志,雅砻江水电开发有限公司总经理祁宁春以及中国电建集团公司总经理助理兼市场经营部主任张健文、成都院、西北院、水电五局、水电十四局、水电十六局的主要领导。两河口水电站位于四川省甘孜藏族自治州雅江县境内,为雅砻江中游“龙头”梯级水库电站。据了解,在雅砻江干流中游规划建设7座梯级电站中,两河口水电站装机规模最大,总装机容量达300万千瓦,总库容107.67亿立方米,具有多年调节能力,设计多年平均年发电量为110亿千瓦时,电站总投资达664亿元。枢纽建筑物由砾石土心墙堆石坝、溢洪道、泄洪洞、放空洞、发电厂房、引水及尾水建筑物等组成。两河口大坝采用当地材料建设,坝高295米,是目前中国已建或在建的第一高土石坝、全球第二高土石坝。坝体总填筑量达4160万立方米,相当于6个“鸟巢”的体积。两河口电站计划于2021年底首台机组发电,2023年底工程竣工。其开发建设对整个雅砻江梯级电站的开发影响巨大。电站建设除发电外,还具有蓄水蓄能、改善长江航道枯水期航运条件的功能,对提高长江三峡、葛洲坝的发电质量、减轻长江中下游地区的防洪负担也具有突出的作用,其经济效益十分显著。