

# 浅析吉牛水电站抗系统冲击的能力

赵小龙, 侯坤

(四川革什扎水电开发有限责任公司, 四川 丹巴 626302)

**摘要:**介绍了吉牛水电站在送出通道出现故障、由双回输电线路运行转单回输电线路薄弱运行时依靠站内设备的良好性能和运行人员的积极配合的过程,对稳定电网运行发挥了强有力的支撑作用;客观分析、评价了整个事件的人员处理过程和设备动作情况,提出了具体的防范和改进建议。

**关键词:**系统冲击;能力;吉牛水电站

**中图分类号:**TV7;TV72

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2016)增1-0092-03

## 1 概述

吉牛水电站位于甘孜州丹巴县革什扎河干流上,是革什扎河流域“一库四级”水电开发方案中的最末一级,为低闸引水式电站,设计水头 506 m,总装机容量 240 MW,装有 2 台单机容量为 120 MW 的冲击式六喷六折水轮发电机组,设计多年平均发电量 11.83 亿 kW·h,年利用小时数为 4 929 h。该电站于 2009 年 5 月开工建设,2013 年 12 月全面建成投产,负荷主要送成都负荷中心,在四川电网中担负调峰、调频、调压以及事故备用任务。

该水电站 220 kV 系统主接线采用双进双出单母线接线方式,通过 1 回 220 kV 架空线路牛丹线与丹巴 500 kV 变电站相连,实现电力电量的对外输送;另 1 回预留接入后续开发的水电站。发电机和主变压器采用单元接线方式,2 台高压厂用变压器分别接于 2 台主变压器低压侧,将 13.8 kV 电压变为 10.5 kV,再经各厂用变压器降为 0.4 kV 供各厂用系统用电。

鉴于吉牛水电站所处地理环境特殊,其外送通道的输电线路为同塔双线,距离长,跨越严寒、高海拔山区,自然条件恶劣,受大风、雨雪冰霜和山火的影响发生故障机率较大,两条输电线路相继故障跳闸导致送出通道中断激发区域电网振荡时有发生,单条输电线路严重故障跳闸或两条输电线路瞬时故障重合闸动作冲击系统现象更是频发。笔者列举了一起电站成功配合处理、典型的送出通道中一条输电线路严重故障跳闸、另一条

输电线路薄弱运行系统冲击事件,并对站内各系统的动作情况和运行当班人员的处理过程进行了综合分析 with 客观评价,提出了具体的改进措施和完善建议。

## 2 吉牛水电站经历的送出通道因故障由双回线运行转单回线薄弱运行冲击事件

### 2.1 站内受系统冲击事件的经过

#### 2.1.1 故障前站内设备运行状态

13.8 kV 1 号发电机带 81.36 MW 有功负荷、40.05 Mvar 无功负荷并网运行,2 号发电机停机备用。220 kV 1 号主变中性点间隙接地、2 号主变中性点直接接地方式运行。220 kV 牛丹线输出 80.89 MW 有功负荷、31.02 Mvar 无功负荷,各保护装置保护按定值单方式正常投入运行(其中压频解列装置保护按照省调下发的定值单整定并启用高频切机、高压解列保护),系统电压、频率正常。

#### 2.1.2 故障时站内设备动作情况

2014 年 2 月 15 日 22 时 26 分,监控系统连续报警:“220 kV 开关站故障录波装置启动”、“13.8 kV 1 号发电机故障录波装置启动”、“220 kV 1 号母线 2 号母差保护异常运行报警”、“220 kV 1 号母线 2 号母差保护异常运行报警消失”。运行值班人员监视到 13.8 kV 1 号发电机在冲击过程中有功功率为 81.47 MW、无明显变化,无功功率上升至 45.94 Mvar 后最终稳定在 46.36 Mvar;220 kV 牛丹线在冲击过程中有功功率为 80.89 MW、无明显变化,无功功率上升至 38.14 Mvar 后最终稳定在 36.46 Mvar;220 kV 1 号母线电压、频率正

收稿日期:2016-03-08

常。现场经检查确认 13.8 kV 1 号发电机故障录波启动原因为“电压越限”,220 kV 开关站故障录波启动原因为“电压越限”。

### 2.1.3 跳闸后站内处理过程

经运行值班人员综合分析、初步判断跳闸为区外故障引起系统冲击,故在加强系统监视的同时对全厂设备进行巡查,重点检查发电机、主变的运行状况,并打印出 220 kV 开关站、13.8 kV 1 号发电机故障录波装置故障录波报告及 220 kV 1 号母线 2 号母差保护装置保护动作报告进行分析,验证初判情况属实,遂立即将站内设备检查情况汇报调度值班人员。

22 时 26 分开始,运行值班人员积极、主动、及时、准确地配合调度值班人员进行送出通道故障由双回线运行转单回线薄弱运行冲击事件的处理,先后执行了将 13.8 kV 1 号发电机转入调频模式,有功负荷从 80 MW 减至 40 MW、再减至 20 MW,13.8 kV 2 号发电机开机并网运行,控制上网有功负荷 12 ~ 15 MW 之间运行等调度指令,直至 16 日 19 时 22 分送出通道恢复双回线正常,13.8 kV 2 号发电机固定有功功率 55 MW、1 号发电机停机备用,系统冲击事件处理完毕。

## 2.2 站内受系统冲击动作情况分析

### 2.2.1 主设备受系统冲击动作情况分析

本次系统冲击是由送出通道两回线中一回线 500 kV 甘蜀一线 BC 相永久性相间短路故障跳闸引起,受此影响电网系统和站内设备运行在经过短暂波动后恢复正常,系统电压和频率稳定,220 kV 开关站故障录波装置采集到的故障分量达到装置启动定值故启动录波,属正确动作;而 220 kV 1 号母线 2 号差动保护装置采集到的故障分量达到保护启动定值但未达到保护动作定值、随后系统恢复正常后故障分量消失,装置启动后又复归,亦属正常动作。

### 2.2.2 压频解列装置动作情况分析

根据调度指令:压频解列装置启用高频切机、高压解列功能,停用高频解列功能。此次系统冲击事件发生时仅 13.8 kV 1 号发电机并网运行,根据《吉牛压频解列装置切机、切并网线方案》(第 FS - JiNiu - 20140126 号),退出 13.8 kV 1 号发电机的允切和切机出口压板。此次故障产生的

故障分量未达到压频解列装置保护启动定值,装置无反应属于正常情况。

### 2.2.3 调速系统受系统冲击动作情况分析

在网运行的 13.8 kV 1 号发电机由于精细调节、稳定控制需要,将调速器设定为开度模式。此次系统冲击造成 0.015 Hz 的较小频率波动,其波动范围既未达到一次调频动作定值,更不满足切换至频率模式定值,仍维持在开度模式,喷针开度未发生变化。受系统频率波动影响,机组有功功率仅有 0.11 MW 的波动、无明显变化,在系统快速恢复的情况下,机组稳定在对应喷针开度负荷运行。

### 2.2.4 励磁系统受系统冲击动作情况分析

此次系统故障瞬间出现电压不平衡,尤其是相应线电压下降明显,在网运行 13.8 kV 1 号发电机励磁调节器处于自动恒电压调节方式,在采集到线电压突降后立即增加励磁,反映在励磁电压调节上有一个瞬时增量调节用以提升系统电压,机组无功功率由此增加 7.12 Mvar。随着保护动作故障切除后机组励磁调节器进行反方向调节,使系统电压趋于恒定值,维持系统稳定运行。

### 2.2.5 监控系统受系统冲击过程事件记录

在此次冲击事件过程中,监控系统对相关历史信息记录情况见表 1。

表 1 监控系统事件表

时 间	事 件 描 述	动 作 情 况
22:26:17	开关站 220 kV 1 号母线 2 号差动保护运行异常	有效
22:26:17	开关站 220 kV 故障录波装置启动信号	有效
22:26:17	13.8 kV 1 号发电机故障录波启动	有效
22:26:18	开关站 220 kV 1 号母线 2 号差动保护运行异常	消失

监控系统正确反映了站内设备的动作情况,为运行人员的检查处理和事后的分析判断提供了正确方向。

### 2.2.6 运行值班人员应急处置情况分析

在此次系统冲击事件处理过程中,运行值班人员反应迅速、配合得当,在接到调度值班人员调频的调度指令后迅速调整在运发电机有功功率、根据电网需要快速开出备用 13.8 kV 2 号发电机对系统潮流进行调节等,在薄弱运行方式下,充分

发挥了站内设备的良好性能,对系统稳定起到了强有力的支撑作用。

### 3 结 语

笔者介绍了一起典型的送出通道因故障由双回线运行转单回线薄弱运行造成的系统冲击事件。吉牛水电站依靠自身设备的调节性能和运行人员的积极配合,成功稳定了四川电网运行,防止了事故的扩大和蔓延。笔者根据所处位置的重要性、特殊性,结合实际运行经验和生产情况,提出了以下8点防范建议和改进措施:

(1)严肃调度指令。严格执行调度指令,准确、及时执行调度指令,积极配合系统故障处理是电厂运行值班人员必须遵守的规矩。并网发电厂必须在省调值班调度员统一指挥、协调下,共同参与调节和配合处理,以维护电网系统安全、稳定、高效运行。

(2)提高设备健康状况。开展危险源(点)分析,规范设备缺陷管理,加强隐患排查,加大设备治理,根治安全风险,切实提高站内设备的可靠性和可用性,提高运行设备的健康水平,夯实安全生产的基础。

(3)保存重要数据。对重要数据的存储极为重要,可以为事后进行分析提供可能性和依据。如此次事故后于2月15日完整地调取、保存了此次事件的重要运行参数(机组有功功率、无功功率、喷针开度、励磁电流和系统频率、线路电压等),对故障原因分析和设备动作分析提供了重要的数据支持。

(4)完善保障措施。站内设备的安全、正常是电网系统高效、稳定运行的保障和基础。除做好必要的技术管理、安全管理、运行管理外,还应有完备的保厂用电、保通讯等措施和要求,进而为电厂人身、设备安全运行提供保障。

(5)强化设备分析。主动分析不安全事件,深入查找、及时整改技术问题。如2月18日再次调取喷针开度数据失败,发现每个喷针仅有一个开度传感器,此传感器输出值由调速系统以通讯方式上送监控系统,后续将在监控系统中完善部分重要、唯一通信数据的保存周期。

(6)规范技术管理。加强站内保护装置、励

磁系统、调速系统、监控系统等自动装置和继电保护的技术管理,定期开展定值核对、时钟校对、保护分析,及时发现、解决存在的问题,确保设备良好、反应正确、动作可靠。

(7)提升应急处置能力。纵观当班运行人员在处理过程中的表现,虽然只反映在个别人员、个别班组身上,但以点代面,也能反映出运行人员普遍存在的问题,尤其是在应对系统稳定破坏的应急处置能力上还需继续完善、提高。

(8)加强事故演练。各电厂应根据自身在电网中的位置和作用,结合设备性能,制定出程序化的事故处理流程,按照季节性生产特点,提前开展有关事故演练或事故推演,及时总结、认真分析,找出其中的盲点和短板,制定措施、积极完善,实现应急预案闭环管理。

革什扎公司按照以上建议进行了功能完善和技术改进,加强了运行人员应对系统稳定破坏事故演练,提高了对此类事件的应急处置能力,在随后发生的“7.15”等几起系统故障中,监控报警正确、记录完整,设备动作可靠、性能良好,人员配合迅速、处理得当,对电网稳定运行起到了强有力的支撑作用,得到省网公司的好评,电网公司在随后测试机组黑启动能力符合要求后,将吉牛电站确定为甘东地区黑启动电源点。

以上为笔者对吉牛水电站实践经验的总结,旨在为今后类似事件处理提供借鉴、为区域内其他电厂提供参考、为四川电网的稳定运行提供帮助。

#### 参考文献:

- [1] 王广延,吕继超. 电力系统继电保护原理与运行分析(上、下册)[M]. 北京:水利电力出版社,2001.
- [2] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理(3版)[M]. 北京:中国电力出版社,1994.
- [3] 李晓明. 现代高压电网继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社,2007.

#### 作者简介:

赵小龙(1973-),男,四川成都人,副处长,工程师,从事电力生产技术与管理工作;

侯 坤(1992-),男,陕西汉中,助理工程师,学士,从事电力生产技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)