

水电运行与检修

锦屏水电站事故预防与应急处置工作的思考

肖启露, 顾挺, 刘强, 瞿大林, 李侯小

(雅砻江流域水电开发有限公司, 四川 成都 610021)

摘要:锦屏电站作为国家“西电东送”战略的重要电源点之一,在我国电力生产中具有举足轻重的地位。在电网送出系统及电站机组异常时,梯级电站快速准确的应急处置能确保电网的安全稳定运行,同时保证梯级水库水位控制在规定范围内。加强锦屏电站事故应急处置的研究,对提升事故处理效率,水电联动等方面起到了很大的作用。

关键词:锦屏电站;运行要求;事件特征;主要问题;处置措施

中图分类号:[TM622];U298.5+9;R827.21

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2018)01-0118-04

0 引言

锦屏一级水电站位于四川省凉山州盐源县与木里县境内,是雅砻江干流(卡拉至江口河段)五个梯级中的龙头电站,水库具有年调节能力,厂房安装6台单机功率600 MW的混流式水轮发电机组,年利用小时数4 616 h。锦屏水力发电厂作为国家“西电东送”战略的重要电源点之一,主要通过锦苏直流输电系统接入国家电网,电力主要供江苏地区消纳,同时兼顾四川、重庆两地区用电的需求。

雅砻江集控中心作为雅砻江流域梯级电站远程控制中心,目前实行“调度权在集控,控制权在现地”的运行管理模式,在锦屏水力发电厂送出系统异常,发生切机或快速减负荷时,电站现场要立即按照电网相关事故原则进行处理,同时集控中心要做好国调指令的正确传达且要兼顾锦屏一级、二级两个水库的应急调度,若处置不当会造成电网事故扩大、水库水位越限等事故的发生。

1 锦屏一级、二级水库运行要求

锦屏一级水库正常蓄水位1 880 m,死水位1 800 m,正常蓄水位下库容77.65亿 m^3 ,调节库容49.1亿 m^3 ,最大水头240 m,额定水头200 m,最低水头153 m,而锦屏二级拦河坝坝最大坝高34 m,水库正常蓄水位1 646 m,死水位1 640 m,日调节库容496万 m^3 。由于锦屏二级电站为锦屏

一级电站下一梯级电站,两座电站水库首尾相连,两级水库需调度水电联调,水流从锦屏一级电站尾水流至锦屏二级库区仅需10 min左右时间,所以锦屏一级电站负荷变化、泄洪闸门泄水对锦屏二级电站水库水位影响较为明显且迅速。在锦屏一级电站减负荷、开闸泄水后需同时考虑锦屏二级水库的运行约束条件。

2 锦屏水力发电厂速降负荷事件特征

2.1 事件类型

(1)国调紧急下调令快速调减锦屏水力发电厂或锦官电源组总出力;

(2)锦苏直流输电系统送出通道受阻导致锦官电源组多台机组切机;

(3)厂站设备故障导致相关保护动作引起多台机组跳闸。

2.2 风险特性与危害

(1)雅砻江流域汛期期间,锦屏水力发电厂全厂机组满发,锦屏电厂急降负荷发生后,如处理不当,会造成事件范围扩大,影响社会用电安全,同时影响梯级电站防洪度汛任务,造成弃水,并对厂站的运行机组及辅助设备也有直接危害。

(2)在事故情况下,锦屏一级水库水位上升超过限制值将威胁大坝等水工建筑物安全运行。

(3)当锦屏二级库区水位(闸坝前)上涨超过1 645.0 m时,若此时锦屏一级水垫塘正在检修将威胁水垫塘工作人员的人身安全和设备安全。

收稿日期:2018-01-17

表 1 锦屏二级拦河闸坝流量与水库水位变幅对照表

流量 / $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	时间 /h	水库水位变幅 /m
约 223	1	1

表 2 锦屏二级水库水位上涨与时间关系(估算值)

水位/用时 /min	锦屏二级甩负荷 /MW							
	300	600	900	1 200	1 500	1 800	2 100	2 400
1 640.0 m 上涨至 1 646.5 m	806.6	400.1	267.5	200.1	160.3	133.4	114.5	100.0
1 640.5 m 上涨至 1 646.5 m	750.7	372.4	248.9	186.2	149.2	124.1	106.5	93.1
1 641.0 m 上涨至 1 646.5 m	693.0	343.8	229.8	171.9	137.7	114.6	98.3	85.9
1 642.0 m 上涨至 1 646.5 m	573.5	284.5	190.2	142.3	114.0	94.8	81.4	71.1
1 643.0 m 上涨至 1 646.5 m	450.1	223.3	149.3	111.6	89.5	74.4	63.9	55.8
1 644.0 m 上涨至 1 646.5 m	324.0	160.7	107.4	80.4	64.4	53.6	46.0	40.2
1 645.0 m 上涨至 1 646.5 m	195.9	97.2	65.0	48.6	38.9	32.4	27.8	24.3
1 646.0 m 上涨至 1 646.5 m	65.9	32.7	21.9	16.3	13.1	10.9	9.4	8.2

(4) 锦屏二级水库拉空,将导致锦屏二级全部停机进而影响电网稳定,并可能导致下游河道断流、引水隧洞拉空变形。

(5) 锦屏一级水库水位超 1 880 m,可能威胁大坝及上游地区人身与财产安全。

2.3 应急处置措施

(1) 当锦屏一级电站由于系统故障发生快速减负荷事件,应及时与集控中心沟通,初步掌握事故情况及事故原因,事故可能恢复的时间,实时监视正常运行设备。

(2) 密切关注锦屏一级电站母线电压及频率,及时调整减少机组无功控制母线电压在曲线范围内。若全厂已无进相能力,则汇报集控中心联系国调通过系统调压。

(3) 若为其他事故切机,切机过程中,应密切监视机组运行情况,根据实际运行情况及时改变电站的运行方式。若事故持续时间较长,应申请调度值班人员将被切机组停机备用。

(4) 全厂无备用容量或机组情况下,若为保护动作停机,应密切监视机组停机过程。若主变跳闸停电,需重点关注厂用电、重要辅助设备运行情况,必要时电站应倒换厂用电运行方式。

(5) 锦屏一级电站快速减负荷事件发生后,为保证机组切机后水库的安全运行及锦屏二级电站发电用水,应根据水库运行实际情况,申请集控中心开启锦屏一级备用机组至空转态或合理运用泄水设施向锦屏二级补水,控制锦屏二级闸坝水库水位及变幅不超水库调度规程相关规定。

2.4 锦屏一级常见涉网事故应急处理流程(以锦屏一级机组跳闸或送出通道受阻为例)

(1) 锦屏一级发生单机或多机跳闸事故时,

锦屏一级、二级运行人员应及时沟通,若锦屏一级有旋转备用或停机备用机组,应首先申请集控中心调整运行机组或开启备用机组,逐步恢复锦屏一级出力,尽量使下泄流量满足二级发电要求。

(2) 若因为机组跳闸、送出通道受阻等原因导致一级出力短时无法恢复,锦屏一级下泄流量不能满足二级发电用水需求时,优先开启备用机组空转对二级水库补水($25\text{ m}^3/\text{s}/\text{台}$);二级根据水库水位下降情况降低机组出力(预计:在生态流量泄放洞闸门全关时,一级 3 台机空转,二级约带 32 万 kW 负荷);若二级水库水位降低至 1 640.5 m 且无法恢复时,应立即申请集控将二级机组全停。如果系统有紧急的负荷需要,可开启一级泄水工作闸门向二级水库补水,以满足二级发电用水需求。

(3) 若一级出力短时无法恢复,可利用一级水库调蓄作用拦蓄来水。当一级水库水位可能超设计蓄水位时,优先开启一级备用机组空转从而增加一级下泄流量的方式控制水位。若一级水库水位将超设计蓄水位,需要开启泄水工作闸门泄水时,集控中心正常情况下提前 3.5 小时,紧急情况下提前 40 分钟通知一级中控室,一级中控室接到集控通知后,发布泄洪预警信息,立即通知泄洪雾化区域工作人员撤离工作现场,拉响泄洪警报 10 分钟,当得到有关人员全部撤离的答复并经运行人员现场确认后,方可开启泄水工作闸门泄水。

2.5 注意事项

正确判断事故,处理得当,避免事态扩大或引起其他安全事故,在保证枢纽安全、发电安全的前提下,应充分考虑发电效益^[4],注意在锦屏一级、二级两水库间进行平衡调配,减少弃水。密切监

视水库运行信息,关注事态的变化,根据新的情况实施新的安全措施。当须要开启闸门对下游进行补水时,适当考虑闸门调度要求。当班运行人员遇到不能决策和处理的问题时,应及时汇报相关生产厂领导及集控中心,采取相应措施,保证现场应急处置工作及时完成。

3 锦屏电厂电力安全生产事故应急体系建设存在的主要问题

针对锦苏直流网架结构仍然薄弱的现状,加之线路较长易受暴雨、冰雹、大风、山火、泥石流等灾害性天气的影响,致使锦苏直流较易发生双极闭锁、通道受阻、安控切机等不安全事件。锦屏电厂当前在应急体系建设方面存在的问题主要有思想认识不到位、能力缺位、安全职责落实不到位等。

3.1 思想认识不到位

事故信息处置盲目^[1]。极少部分人员仍未意识到事故信息的及时、准确汇报与传递是应急处置的一部分,甚至忽视了信息报告的重要性、及时性、准确性。表现在抓不住问题的关键,不能及时采取临时应急措施,导致因突发事件的蔓延引起事件的扩大。

3.2 能力缺位

部分人员的专业培训力度不够、应急处置的心理素质不够强大、专业知识掌握不够扎实和全面,存在部分人员能力不能满足应急处置工作的要求。主要表现在亟需切实提高当班值长、值班员的安全意识,健全、统一调度相关制度,加强应急处置工作的培训力度,不断学习事故预想和借鉴其他厂站事故经验。

3.3 安全职责落实不到位

虽然厂内制订了比较多、比较细致的规章制度来保证安全生产,也明确了在安全生产事故中的一些责任追究,但是难以避免某些环节的安全生产责任落实不到位的问题。当班值长往往忙于当班期间的事务而不能深入到现场进行巡查看,只是单纯听取值班员的汇报,难于发现基础工作中的主要问题。工作中部分值班员不能深刻挖掘分析导致事故发生的直接和间接因素^[2],没有起到吸取教训、引以为戒的作用。

4 提升电力安全生产事故预防与应急处置工作质效的措施

4.1 落实安全生产责任制度

首先安全生产要不断完善其管理体系,加强全面的、全过程的安全管理。现场第一负责人就是第一责任人的制度要始终坚持下去,通过安全生产工作的分配及设备的区域划分,将总体安全生产责任分散到个人,形成安全生产的级别控制,把安全工作同部门、个人经济利益挂钩,调动每个人的责任感,真正使电厂安全管理工作形成全过程管理的新模式。其次,要学习总结过去的事故教训,积累经验并进行全体员工的学习,避免类似事故再次发生。

4.2 加强电厂设备的维修与保养

电厂内设备进行全面巡视检查,对厂内设备可能出现的隐患缺陷进行排查治理,进一步掌握全厂设备的运行工况,从而预防事故的发生,全力确保电厂及电网安全稳定运行。对厂内设备进行全面细致排查要求做到巡视排查全覆盖、零遗漏,对厂内存在的安全隐患制定详细有效的整改措施,及时进行有效整改,全面提高设备的健康运行水平,为实现电站、电网安全稳定运行奠定坚实的基础。

4.3 提高人员的安全防范意识

电站运行事故预防工作中应该营造出人人讲安全、人人重安全的氛围,树立人人身上有担子的责任感^[3]。定期考核工作人员的安全知识,切实促进外委单位人员对安全知识的学习和安全责任的落实;强化熟悉事故处理步骤,养成在事故状态下临危不乱的良好心理素质和有条不紊处理事故的能力;定期有针对性地对工作人员进行维修、应急等培训工作,尤其应该根据夏季高温高负荷、雷电活动频繁、泥石流灾害性天气多发,冬季易引发大风、冰雹、山火的特点,系统电压无功变化情况以及主要设备薄弱环节(或安全隐患),开展相应的事故预防培训工作。

4.4 强化运行人员事故处理能力

运行人员只有具备扎实的专业技能,且对系统、规程、图纸、现场等熟悉,才能对生产中遇到的各类事故进行正确的判断和果断的处理。水电厂设备众多,事故处理的经验和能力的积累是一个由简单到复杂、由局部到全面的过程。运行人员应通过多种形式开展班组技能培训(技术问答、反事故演习、专业班组讲课、班组内部培训、技能大比武、劳动竞赛等),提高和锻炼运行人员的事故处理能力。应针对夏季和冬季事故多发的特点

编写相应的事故预想、开展反事故演习和实战应急演练(锦苏直流双极闭锁、系统送出通道受阻、西锦同塔双回线路跳闸、系统振荡、负荷波动、机组故障跳闸等),旨在让电站员工较全面掌握和理解应急预案处理原则,提高应急反应速度,提前做好筹划、准备,并锻炼其心理素质和技术水平,以达到快速进入事故处理所应担负角色的目的。

5 结 语

水电站运行过程中由于电网送出系统、设备自身或是人为原因可能导致多种事故的发生,为了提高水电站现场应急处置、协调、配合能力,预防、减少事故发生,并采取及时的应对措施,以便提高锦屏一级水电站应急处理事故能力,为保障人身和电网的安全提供了有力保障。

锦屏电站作为国家“西电东送”战略的重要电源点之一,在我国电力生产中具有举足轻重的地位。在电网送出系统及电站机组异常时,梯级电站快速准确的应急处置能确保电网的安全稳定运行,同时保证梯级水库水位控制在规定范围内。加强锦屏电站事故应急处置的研究,对提升事故处理效率,水电联动等方面起到了很大的作用^[5]。

参考文献:
~~~~~  
(上接第 117 页)

表 1 数据编码规则

| 码段序号 | 位 置 码 段 |        |              |              |         |        |
|------|---------|--------|--------------|--------------|---------|--------|
|      | 第 1 码段  | 第 2 码段 | 第 3 码段       | 第 4 码段       | 第 5 码段  | 第 6 码段 |
| 码段含义 | 电厂标识    | 电站标识   | 主系统标识        | 子系统标识        | 数据特征标识  | 数据编号   |
| 码段长度 | 2       | 1      | 2            | 3            | 6       | 6      |
| 标识方式 | 字母      | 字母     | 字母或字母<br>加数字 | 字母或字母<br>加数字 | 字母 + 数字 | 数字     |

3 结 语

瀑布沟电站各个电力生产、管理应用系统分别来自不同厂家,各系统之间存在协议不统一,数据规范不一致,导致系统之间无法互联互通,形成系统信息孤岛,阻碍了系统之间高级应用的开发。为解决这一难题,设计了瀑布沟综合数据平台。瀑布沟水电站综合数据平台的设计方案在监控系统各安全分区布置服务器和接入设备,并采用安全隔离装置进行物理隔离,在硬件设备基础上部署系统功能和数据库软件,通过 Modbus、TCP/IP 等多种通信方式实现水电站电力生产应用系统与综合数据平台的互联互通,通过制定综合数据平台的数据命名规范和标准将水电站所有生产系统

[1] 刘志亮、杨永刚. 电力安全生产事故应急处置工作探讨[J]. 管理视界,2010,9,85 – 86.  
[2] 菅平. 电力安全生产事故应急处置工作研究[J]. 科技传播,2011,19,19 – 20.  
[3] 杨水霞、刘惠超、姚亚莉. 浅析变电运行过程中事故的预防及处理措施[J]. 电子测试,2015,14,103 – 104.  
[4] 李德银、莫祖凤、潘峰. 梯级电站事故切机水库调度应急处置研究[J]. 水电与新能源,2015,6,58 – 61.  
[5] 林显、胡仁焱、赵全等. 溪洛渡右岸电站汛期快速减负荷应急处置措施[J]. 水电与新能源,2016,3,61 – 65.

作者简介:  
肖启露(1989-),男,四川西昌人,助理工程师,毕业于四川大学电气工程及其自动化专业,在雅砻江公司锦屏水力发电厂从事水电站运行工作;  
顾 挺(1986-),男,湖北鄂州人,工程师,毕业于重庆大学电气工程及其自动化专业,在雅砻江公司锦屏水力发电厂从事水电站运行工作;  
刘 强(1990-),男,山西朔州人,助理工程师,毕业于东北电力大学电气工程及其自动化专业,在雅砻江公司锦屏水力发电厂从事水电站运行工作;  
瞿大林(1991-),男,四川彭山人,毕业于西安交通大学电气工程及其自动化专业,在雅砻江公司锦屏水力发电厂从事水电站运行工作;  
李侯小(1994-),男,陕西榆林人,毕业于西安理工大学电气工程及其自动化专业,在雅砻江公司锦屏水力发电厂从事水电站运行工作。

(责任编辑:卓政昌)

数据进行集中存储和标准化处理,建立水电站全方位的生产数据中心,为开展电力生产数据的综合利用奠定数据基础。

参考文献:  
[1] 周霖,宋志刚,何鹏. 瀑电总厂对标管理的实践与应用. 科技风,2016. [2] 李啸. 基于数据交换系统水电站集控中心信息化建设[J]. 低碳世界,2016:94 – 95.  
[3] 邢纪. 配电地理信息系统. 东北大学硕士学位论文, 2013.  
[4] 杜振东,兰洲,戴攀. 面向电网规划平台的应用数据子系统架构设计[J]. 微型电脑应用,2015:60 – 63.

作者简介:  
刘 鹤(1986-),男,河南邓州人,大学本科,国电大渡河瀑布沟水力发电总厂从事水电站技术管理工作;  
杨朝政(1985-),男,四川平昌人,硕士研究生,国电大渡河瀑布沟水力发电总厂从事水电站技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)