

某水电站定子一点接地故障的处理与分析

廖 涛

(华电雅安发电有限公司,四川 成都 610041)

摘 要:某水电站位于雅安市雨城区草坝镇青衣江干流,为闸坝式低水头河床式电站。电站 10.5 kV 系统中性点是经消弧线圈接地的小电流接地系统,当发生“单相接地”故障时,10.5 kV 系统中所有运行中的 $3U_0$ 保护装置都会动作,除机组的 $3U_0$ 保护装置能自动启动机组事故停机外,其余的 $3U_0$ 保护装置只发警告信号,因此 $3U_0$ 保护装置不能自动切除发生“单相接地”的故障点;如果运检维护人员对此类故障处理不及时,10.5 kV 系统中(健全相)绝缘薄弱的电气设备将被烧毁。

关键词:水电站;事故停机;原因;处理

中图分类号: [TM622];U464.331+.2;U472.42

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2017)01-0146-02

1 故障概况

2015年08月25日23时,某电站机组按调度曲线运行上网50 MW,其中二号发电机有功功率16.87 MW,无功功率7.49 MVar,励磁电流660.29 A,励磁电压135.93 V,发电机机端电流1 035.56 A,机端电压10.37 kV,三号发电机有功功率16.59 MW,无功功率4.64 MVar,励磁电流587.14 A,励磁电压118.87 V,发电机机端电流960.33 A,机端电压10.37 kV。

23:48:34 中控室上位机报“公用2号主变低压侧保护装置告警动作”;

23:48:49 上位机报“2号机组发电机保护定子接地故障动作”、“3号机组发电机保护定子接地故障动作”;

23:49:07 报“2号机组85%额定电压复归”、“2号机组有、无功可调复归”、“2号机组不定态动作”;

23:49:11 报“3号机组85%额定电压复归”、“3号机组有、无功可调复归”、“3号机组不定态动作”。

同时,上位机画面中2号机组各参数呈灰色,上位机、下位机均无法监视2号机组运行状态。

2 故障处理及原因

2.1 检查处理情况

该站10.5 kV系统包括运用中的发电机组、10.5 kV母线Ⅰ段及10.5 kV母线Ⅱ段等,其中性点是经消弧线圈接地的,是典型的小电流接地

系统。根据设计院继电保护原理图知道,当前10.5 kV系统在发生单相接地故障时,运行中的发电机组机端的 $3U_0$ (定子一点接地保护)动作,先发警告信号,再延时作用于事故停机,而10.5 kV母线段的 $3U_0$ 只动作于发警告信号。

故障发生后,现场检查如下:

(1)机组外部检查情况:定子接地报警时,二号、三号机组外部管路、各电气部位及10 kVⅡ段母线无明显故障点。

(2)机组报警装置检查情况:二号机组、三号机组保护控制柜“报警”信号动作无法复归;三号机组在停机后保护装置信号仍不能复归,二号机组报警信号复归后恢复正常。

(3)机组内部检查情况:二号机组各部正常;三号机组竖井内主轴密封水排水管未直接排入渗水竖井,竖井周边金属结构槽积水较多,定子线圈底部有水流渗入且有明显积水,部分线圈浸泡在水中(深度约15~20 cm)。

(4)二号机组通讯装置检查情况:机组监控LCU A柜内PLC模块运行停止,显示“STOP”。

二号机组处理过程:运行总值长向当班值长下令“二号机组状态无法监视,对PLC装置及SJ30通讯装置进行了检查,疑是PLC装置故障,为避免机组失控,立即将2F进行停机”。运行人员手动执行二号机组“停机令”,停机正常。经处理后,二号机组PLC2连接成功,上、下位机均能正常监视二号机组运行状态,执行“2F零起升压”试验,维护人员对2F定子引出线进行了绝缘测

收稿日期:2017-02-10

试,试验结果绝缘合格(吸收比 $R_{60''}/R_{15''} \geq 1.6$, 见表1),随后成功执行2F“发电”令。

三号机组处理过程:运行维护人员对三号机组各部位、定子引出线竖井及10kVⅡ段母线进行详细检查,未发现明显接地点和故障部位。在三号机组出口开关下端对3F定子引出线(带电缆)进行了绝缘测试,多次试验结果均显示绝缘不合格(吸收比 $R_{60''}/R_{15''} < 1.3$, 见表1),进一步排查发现机组定子线圈部分已浸泡在水中(深度约

15~20 cm,见图1)。在布置好机组抢修安全措施后,检修人员将10 kV 三号厂变3CB高压侧电缆改接至3F励磁变3LB高压侧,开始对3F机组进行短路干燥,10小时后,经测试,三号机组定子引出线(不带电缆)绝缘测试结果显示绝缘合格(吸收比 $R_{60''}/R_{15''} > 1.6$ 见表1),恢复安全措施后,在上位机发3F“空转”令,成功执行;随后进行零起升压操作,监视各参数均正常,上位机发3F“发电”令,机组成功恢复并网运行。

表1 定子引出线绝缘测试数据

机组	测试次数	$R_{15''}$ (M Ω)	$R_{60''}$ (M Ω)	$R_{60''}/R_{15''}$	结论
2F	第一次(带电缆)	25.332	287.65	11.355	合格
	第一次(带电缆)	7.971	10.51	1.318	不合格
3F	第二次(带电缆)	8.16	11.38	1.394	不合格
	第三次(带电缆)	8.578	9.719	1.133	不合格
	第四次(不带电缆)	256.7	1 033.36	4.025	合格



图1 3F机组定子线圈检查图

2.2 故障原因

(1)机组监控LCU A柜内PLC模块运行停止是上、下位机都无法监视机组运行状态的直接原因。

(2)二号机组发电机保护定子接地故障动作原因是二号机组、三号机组为扩大单元接线并联在10 kVⅡ段母线上,三号机组在定子接地出现故障时,二号机组保护装置及10 kV母线装置均会同时发出“报警”信号。

(3)三号机组发电机保护定子接地故障动作主要原因:

①三号机组在检修后,主轴密封磨损较严重,导致漏水量增大。

②机组主轴密封用水一般采用副厂房屋顶水箱供水,由于副厂房屋顶水箱破裂损坏,机组主轴密封供水采用的河道内直接取水,由于正直汛期,河道内泥沙、渣滓含量重,造成机组主轴密封排水

管路堵塞,主轴密封漏水无法从排水管及时排走,漏水在机组管型座竖井内金属结构筋板内积水,积水通过高压顶起管路孔洞进入机组内,引起定子进水,定子绝缘降低造成接地故障。

3 事故防范措施

定子绕组单相接地是发电机最常见的故障之一,它的危害主要表现在接地电弧将进一步扩大绕组绝缘损坏范围,铁芯也可能被烧伤。若不能及时发现,还可能发展成严重的匝间短路或相间短路。

(1)机组在检修后短期内出现设备故障,针对此次事件,应认真吸取本次事件教训,举一反三,落实各项安全生产制度要求,认真梳理管理流程,强化现场管控,特别是加强委外工作现场监督管理及质量管理。

(2)针对电站设备基础状况差,应认真踏实开展好设备缺陷管理及设备隐患排查治理工作,特别是设备缺陷的闭环管理,确保早发现早整改。

(3)为做好机组状态在线观察,可在管型座竖井内安装高清摄像头工业电视系统,便于运行人员实时掌握机组运行情况。

(4)高度重视运行巡视制度落实到位的重要性,做好现场生产管理工作,明确机组在开机至“空转”和运行至“停机”状态下,现场值班人员必须到机组管型座竖井内对各部位进行详细检查,确保及时发现设备缺陷。(下转第163页)

水电站联合优化调度工作,推进流域一体化管理和梯级电站联合优化调度,合理配置各方资源,实现综合效益的最大化。因此,建议由省能源主管部门牵头,会同水利厅、环保厅、电网公司以及各流域公司等,共同协调电力、水利、环保及航运等各部门关系,管理和监督各流域公司的梯级水电站联合优化调度工作,并组织制定各种政策和相关规程规范,促进梯级水电站联合优化调度技术水平的提高和在生产实践中的应用。

鉴于梯级水电站联合优化调度的复杂性和目前的实际运行状况,建议加大科研投入,“产-学-研”联合加强基础性研究工作,集工程和科研于一体,打造四川水电开发与运行调度的品牌,解决梯级水电站联合优化调度的重大制约问题,建立流域集中控制和梯级电站联合调度平台,并及时将研究成果和应用软件进行推广应用。

(3) 加强流域综合监测

鉴于目前四川省水电站已正开发量巨大,建议对各水系水力资源的开发利用状况进行综合监测,并结合流域环境、地质条件、社会经济等特点对各水系开发情况进行评估,加强水力资源的动态管理,更好地服务于当前社会经济建设。

参考文献:

- [1] 国家能源局及国家水能风能研究中心. 水电发展战略研究报告. 2013.
- [2] 国务院办公厅. 能源发展战略行动计划(2014-2020年). 2014
- [3] 四川省发改委. 四川省水电基地建设规划. 2010.

作者简介:

罗洋涛(1968-),男,汉族,重庆荣昌人,毕业于武汉水力电力大学,硕士,教授级高级工程师,主要从事水电能源规划、经济评价及水库调度运行等方面设计研究工作。

(责任编辑:卓政昌)

(上接第147页)

(5) 加强业务技能培训。结合现场设备,从最基础的项目入手,积极参与学习培训,努力提高生产人员的专业素质。

4 结 语

某水电站位于雅安市雨城区草坝镇青衣江干流,为闸坝式低水头河床式电站。电站10.5 kV系统中性点是经消弧线圈接地的小电流接地系统,当发生“单相接地”故障时,10.5 kV系统中所有运行中的3U₀保护装置都会动作,除机组的3U₀保护装置能自动启动机组事故停机外,其余的3U₀保护装置只发告警信号,因此3U₀保护装置不能自动切除发生“单相接地”的故障点;如果运检维护人员对此类故障处理不及时,就会将

10.5 kV系统中(健全相)绝缘薄弱的电气设备烧毁。

参考文献:

- [1] 税正中,施怀谨. 电力系统继电保护[M]. 重庆大学出版社,2004:241-242.
- [2] 翁昭桦. 继电保护(1)[M]. 中国电力出版社,1999:206-207.
- [3] 四川华电瓦屋山水电开发有限公司. 水津关电站运行技术标准(微机保护运行技术标准)[S]. 四川华电瓦屋山水电开发有限公司,2015.

作者简介:

廖涛(1984-),男,四川都江堰人,毕业于四川农业大学电气工程及其自动化专业,助理工程师,主要从事电厂生产技术及运行管理方面工作。

(责任编辑:卓政昌)

四川凉山甲米河一级水电站通过竣工环评验收

2月14日,由四川省环保厅牵头组成验收组,对集团凉山州水电投资项目甲米河一级水电站工程竣工环境保护进行了验收评审,一致认为项目满足验收要求。甲米河一级水电站是集团进军素有“水电王国”——四川凉山州的第一个水电投资项目。电站位于凉山州盐源县境内,电站装机3.6万千瓦、多年平均发电量15 509万千瓦时,工程于2011年8月12日获得四川省改委核准,于2012年5月全部机组建成投产。

四川雅安市建成水电站791处 装机容量1 267万千瓦

2月8日,记者从雅安市经信委获悉,雅安市水电装机规模持续增加。2016年末,随着装机10.5万千瓦的民治水电站顺利投产,全市建成水电站达791处,装机容量1 267万千瓦,同比增长0.9%,装机规模居全省第二位。利好频传,2016年,雅安市发电量创历史新高。全市发电量达433.7亿千瓦时,同比增长10.1%。其中,并入省网电站发电量353.6亿千瓦时,占全市发电量的81.5%,同比增长9.1%;网内小水电发电量80.1亿千瓦时,同比增长15.8%,均创历史新高。