

四川省大渡河安谷水电站接入系统调整方案研究

杨有清¹, 杨天亮²

(1. 四川西星电力科技咨询有限公司, 四川 成都 610041;

2. 中国水电建设集团圣达水电有限公司, 四川 乐山 614013)

摘要:由于乐山“十二五”电网网架发生较大变化等原因,需要对安谷水电站接入系统原方案作出调整,研究新的并网方案。推荐的调整方案为:安谷水电站将两回大截面 220 kV 线路并入南天 500 kV 站。经分析得知:该方案可靠性较高、施工可行性好、电网结构清晰、投资最少。电气计算表明:安谷水电站并网后乐山 220 kV 网络潮流分布合理;需在南天 500 kV 站每台主变中性点安装 16 Ω 的小电抗才能将其单相短路电流限制在断路器遮断容量以内;在已订货的发电机暂态参数基础上,乐山电网 220 kV、500 kV 线路正常运行方式和检修运行方式下发生短路故障时乐山电网能够保持稳定运行。

关键词:调整方案;经济技术比较;短路计算;稳定计算;安谷水电站

中图分类号:TV7;TV736;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)01-0004-04

安谷水电站位于四川省乐山市,为大渡河干流梯级开发中的最后一级。电站装机容量为 772 MW ($4 \times 190 \text{ MW} + 12 \text{ MW}$)。

2008 年,四川省电力公司批复了安谷水电站接入系统方案。四川省电力公司的批复有效期为两年,而因安谷水电站建设推迟,该批复已过期。原《四川省大渡河安谷水电站接入系统方案设计报告》是基于《乐山电网“十一五”规划优化调整报告》和《四川省“十一五”电网规划设计及 2020 年目标网架规划》的网架编制的。2010 年,四川省电力公司组织编写了《四川省电网“十二五”发展规划报告》和《乐山电网“十二五”发展规划报告》,报告对四川和乐山电网的 2015 年和 2020 年规划网架进行了调整,并且岷江航电的犍为、东风岩和老木孔电站(总装机约 1 175.4 MW)也将在“十三五”期间接入嘉州 500 kV 站或嘉州 500 kV 站附近的 220 kV 变电站,因此,不宜再将安谷水电站接入 500 kV 嘉州变电站供电区域。

基于上述变化,有必要重新研究安谷水电站的接入系统方案。

1 接入系统调整方案

1.1 送电方向

笔者对乐山电网 2011 ~ 2015 年逐年进行了供电平衡,平衡结果表明:大渡河安谷水电站建成投产后,补充了乐山电网逐年增大的电力缺额,从

而减小了从四川主网下网的电力。从地理位置看,安谷水电站地处乐山电网负荷中心区域的乐山市区、峨眉山市附近,安谷水电站应就近考虑接入乐山电网,在乐山电网内消纳。

1.2 出线电压等级和回路数

由于安谷水电站已经完成了项目核准,国家发展和改革委员会文件批复:安谷水电站以 220 kV 电压接入四川电网。故此次调整方案中出线电压等级仍采用 220 kV。根据电站装机容量,建议电站采用 2 ~ 4 回 220 kV 线路接入电网。

1.3 并网点分析

嘉州 500 kV 站短路电流较高、主变容量压力较大,安谷水电站不宜再接入嘉州 500 kV 变电站供区。而南天 500 kV 站供区是负荷中心,目前南天 500 kV 站丰水期和枯水期主变均为下网。因此,安谷水电站可考虑就近在南天 500 kV 站的供区消纳。

安谷水电站周围可以选择的并网点有南天 500 kV 变电站、城西 220 kV 变电站、松林 220 kV 变电站和绿心 220 kV 变电站。南天 500 kV 变电站 220 kV 间隔已经全部安排完毕,经现场踏勘得知:南天 500 kV 变电站站外可以征地扩建两个 220 kV 间隔。城西 220 kV 变电站已经完成了可行性研究报告,计划 2015 年投产,220 kV 间隔本期 3 回,终期 6 回。松林 220 kV 变电站 220 kV 间隔共 8 回,已用 6 回。绿心 220 kV 变电站目前

收稿日期:2017-09-25

处于规划阶段。

1.4 调整方案的拟定

通过以上对送出方向、出线电压等级、出线回路数和并网点分析拟定了以下三个方案(图 1、2、3)。

方案一:安谷水电站出两回 220 kV 线路接入南天 500 kV 变电站,导线型号为 LGJ-2×720,长度约 15 km。

方案二:安谷水电站出两回 220 kV 线路接入南天 500 kV 变电站,导线型号为 LGJ-2×400,长度约 15 km;另外,出两回 220 kV 线路接入城西变电站,导线型号为 LGJ-2×400,长度约 10 km。

方案三:安谷水电站出两回 220 kV 线路接入绿心 220 kV 变电站,导线型号为 LGJ-2×400,长度约 20 km;另外,出两回 220 kV 线路接入松林 220 kV 变电站,导线型号为 LGJ-2×400,长度约 12 km。

2 经济与技术性比较

根据对潮流、施工可行性、可靠性及综合经济性等多方面进行分析比较可知:

(1)安谷水电站位于乐山电网负荷中心,方案一、二中安谷水电站将电力送至南天 500 kV 变电站就近消纳,安谷水电站出力的变化对乐山电网的影响相对较小,三个方案中方案一、二均相对较好,方案三最差。

(2)安谷水电站~绿心 220 kV 变电站线路没有通道,从方案施工可行性看:方案一、二可行,方案三不可行。

(3)方案二中,安谷水电站、城西 220 kV 站和南天 500 kV 变电站形成小环网,方案二是三个方案中送电可靠性最高的。

(4)方案一、二中安谷水电站直接或通过小环网将电力送至南天 500 kV 站,与其它 220 kV 变电站没有直接的电气联系,使乐山电网结构清晰、简单,乐山电网运行更可靠、灵活,并且有利于今后乐山电网 220 kV 网络解环运行。而方案三中安谷水电站接入乐山 220 kV 电网中,使乐山 220 kV 电网结构变得复杂,增加了运行的难度。由此可见:方案一、方案二使乐山电网总体网络结构优于方案三。

(5)三个方案中方案一投资最省,综合经济性相对最好。

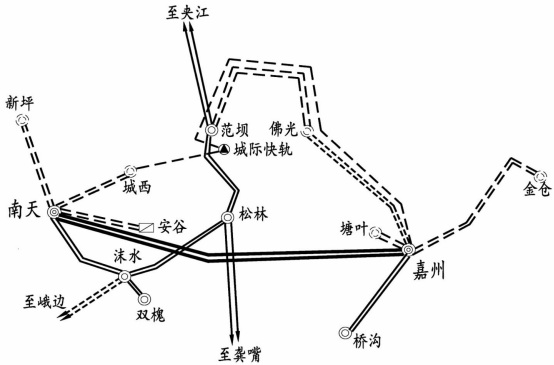


图 1 安谷水电站接入系统调整方案一

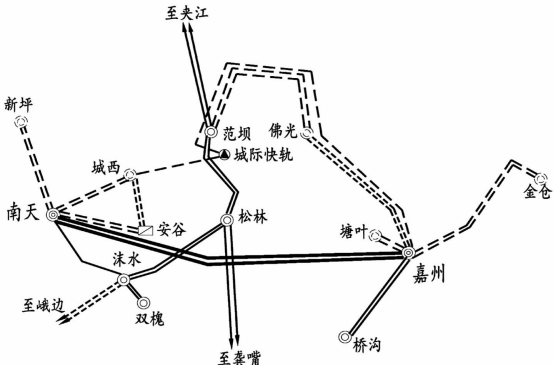


图 2 安谷水电站接入系统调整方案二

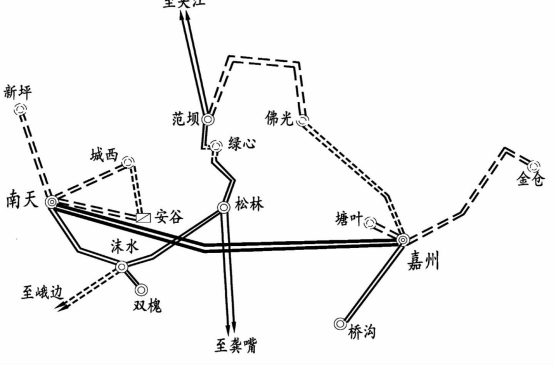


图 3 安谷水电站接入系统调整方案三

因此,推荐方案一为安谷水电站接入系统方案。

3 潮流计算

潮流计算结果表明:2015 年丰水期,南天 500 kV 站、嘉州 500 kV 站主变满足 N-1,各条 220 kV 线路满足 N-1。2015 年枯水期南天 500 kV 站、嘉州 500 kV 站主变不满足 N-1,沫水~南天和朱坎~南天线路不满足 N-1,建议在这种检修方式下由调度转移或限制部分供电负荷。

2020 年丰水期南天 500 kV 站、嘉州 500 kV 站和乐山北 500 kV 站主变满足 N-1,沫水~南天、松林~绿心、佛光~嘉州、佛光~范坝和范坝

~乐山北线路不满足 N-1,沫水~松林两回线路已经超过持续极限输送容量,建议逐步在“十三五”规划中更换小截面老线路或调整电网规划网架。2020 年枯水期南天 500 kV 站、嘉州 500 kV 站和乐山北 500 kV 站主变不满足 N-1,佛光~嘉州线路不满足 N-1。

4 短路计算

笔者分别对南天 500 kV 变电站高压、中压母线及周边相关厂站母线发生三相短路故障和单相短路故障时短路电流的大小进行了校核,计算水平年选择为 2020 年。计算结果见表 1,通过计算可以看出:

2020 年相关母线三相短路电流均在断路器的遮断容量以内。2020 年南天 500 kV 站中压母线发生单相故障时,短路电流超过了断路器遮断容量,必须采取措施加以限制。目前通用的办法有分母运行、解环、中性点加小电抗等方式。分母运行和 220 kV 电网解环运行虽然能够有效降低短路电流,但同时也大大限制了电网运行方式,降低其安全可靠。因此,笔者建议:采用中性点安装小电抗的方式加以解决。

经计算,南天 500 kV 变电站每台主变中性点各安装 16 Ω 小电抗后,能将南天 500 kV 站中压侧的单相短路电流限制在 50 kA 以内。

5 稳定计算

安谷水电站水头低、流量大,电站采用轴流式机组。由于发电机组已经订货,根据厂家提供的发电机参数,机组次暂态电抗 $X_d' = 0.33$ (不饱和值),惯性时间常数 $T_J = 7.16$ s。由于多种原因,机组参数已无法修改。惯性时间常数偏小会影响机组并网的稳定性,电站并网点相邻线路发生故障会导致电站机组失稳而切机,既影响机组安全,又降低经济效益。笔者从保证安谷水电站机组安全运行的角度出发,研究了乐山电网各种故障情况下是否会对安谷水电站造成影响;若产生影响,电站和电网应该采取什么样的措施。

笔者仿真了正常运行方式和检修运行方式下发生故障后暂态稳定情况。正常运行方式仿真时乐山电网 220 kV 及 500 kV 线路发生单相、三相短路和异名相故障;检修运行方式仿真了安谷~南天两回线路一回检修,一回发生单瞬故障(图 4);南天 500 kV 站主变一台检修,另一台主变

500 kV 母线故障(图 5、6)。

计算结果表明:发生以上故障时,乐山电网能够保持稳定运行,机组参数能够满足电网稳定运行的要求。

表 1 2020 年乐山电网短路电流计算表 /kA					
序号	站名	母线	遮断电流	三相短路	单相短路
1	南天	高压	63	52.6	38.5
		中压	50	48.9	51.7
2	东坡	高压	63	44.7	43.1
		中压	50	43.9	41.7
3	嘉州	高压	63	52	33.6
		中压	50	47	47
4	沐溪	高压	63	44.5	24
		中压	50	24.9	30.7
5	安谷	高压	50	30.9	29.6
6	朱坎	高压	50	39.2	35.1
7	沫水	高压	50	39.2	35.1
8	松林	高压	50	32	25.8
9	城西	高压	50	26.8	20.5
10	新坪	高压	50	29.5	23.2

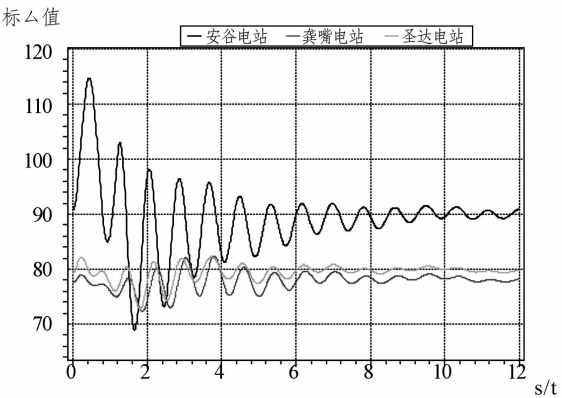


图 4 安南线路一条检修,另一条单瞬故障功角图

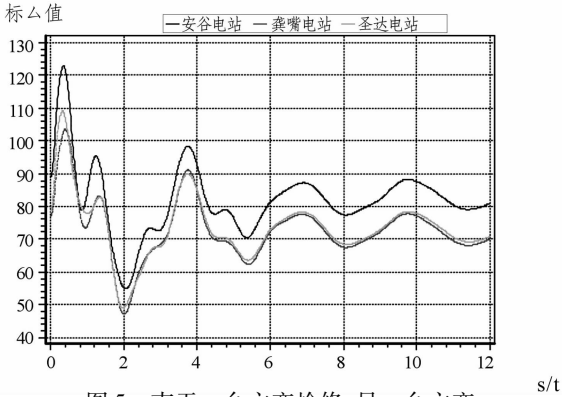


图 5 南天一台主变检修,另一台主变高压短路故障功角图

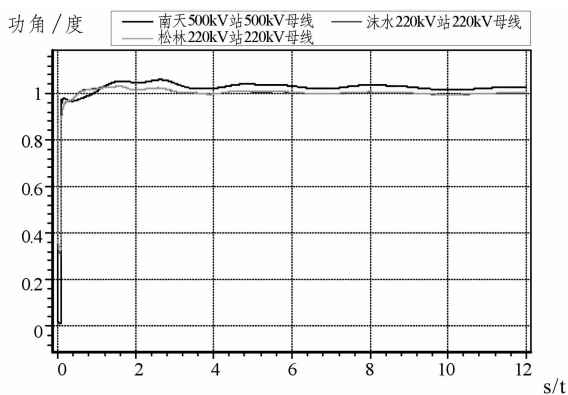


图6 南天一台主变检修,另一台高压短路故障
母线电压图

(上接第3页)

(2) 积极促进送出工程完工,满足电力送出需要。认真组织安谷水电站电力送出通道选址复核。由于先期接入系统设计的安谷水电站并不是接入附近的南天变电站,估算投资也很大。调入安谷水电站后,组织省电力公司等相关各方进行选址的复核,同时就原来沿大渡河左右岸各一条线路到两个 220 kV 变电站送出线路的方案进行变更,最终选定同塔双回线路到南天变电站,因此而节约了大量投资。认真组织送电线路及间隔扩建工程的施工管理。安谷水电站送出工程作为电站唯一的电力送出通道,制约着电站投产发电目标的实现。由于涉及移民搬迁、电网强制性事项以及项目核准等繁多事项,工期控制就显得非常关键,必须满足发电送出目标的需要。为此,专门专题研究了核准手续、工期编排、电网协调事宜,并督促和主动落实相关协调事项。经过艰苦的努力,工程于 2013 年 12 月正式开工建设,2014 年 9 月 20 日完成带电投运,满足了安谷水电站投运要求。

(3) 积极促进专项工程完工,为提前发电创造条件。加强施工现场供电管理,基本排除事故性停电。优化设备运行方式,降低损耗;科学合理地分配调节负荷和用电设备布置方案,确保节约、

三峡新能源宁夏红寺堡100兆瓦风电项目获核准

2017年11月27日,三峡新能源红寺堡100兆瓦风电项目喜获宁夏发改委核准。项目规划装机容量100兆瓦,位于宁夏回族自治区吴忠市红寺堡区大河乡境内,拟选场址地形属丘陵顶部,开阔平坦,交通便利,具备较好的风场开发建设条件。该项目自启动前期工作以来,历经政策收紧、同行竞争激烈、土地紧张等诸多困难,西北分公司认真贯彻今年卢纯董事长赴宁夏区域考察调研时的讲话精神,按照集团公司和三峡新能源工作要求,积极整合内外资源,全力争取地方政府的支持,最终获得宁夏自治区发改委的核准批复。项目的核准优化了当地能源结构,同时亦为集团在宁夏地区实现集中连片开发风电等新能源业务奠定了坚实的基础。

6 自励磁计算

笔者校核了安谷水电站 4 台大机组全停,生态机组单独运行的情况下生态发电机组是否会发生自励磁的情况。根据(DL/T 5429-2009)《电力系统设计技术规程》中的方法进行计算得知:生态机组单独运行的情况下不会产生自励磁过电压。

作者简介:

杨有清(1986-),男,四川成都人,工程师,从事电力系统规划和设计工作;

杨天亮(1962-),男,四川岳池人,副总经理,高级工程师,学士,从事水电站机电工程技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

高效地供用电管理原则的贯彻落实。以安全大检查为契机,进一步加强了变电站及线路运行安全管理工作,提高了供电保障能力。根据公司总体安排,按期完成了市中区移民安置点、沙湾区移民安置点、太平集镇供水及天然气改造工程、35 kV 厂用外接电源等项目相关工作,为提前发电创造了有利条件。

3 结 语

相对于设计工期,安谷水电站 1#机组于 2014 年 12 月 11 日提前 112 d 发电;后续机组均大幅度提前发电,创造了较好的经济效益;同时,在机组安装质量方面也取得了较好的成绩,每台机组均实现了无缝交接。能够取得这样的成绩依赖于业主高效强力管控,依赖于全体参战人员的共同努力。值得探讨的是:在业主的强力主导与管控下,如何很好地发挥监理的作用,如何将业主的强力主导与管控和监理的管理结合起来,如何更好地发挥参建单位的自主能动性,确实需要进一步研究并明确职责。

作者简介:

杨天亮(1962-),男,四川岳池人,副总经理,高级工程师,学士,从事水电站机电工程技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)