

# 古城水电站电气主接线方案探讨

刘 阳, 谭先春

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南长沙 410014)

**摘 要:**古城水电站电气主接线 220 kV 侧在可行性研究阶段采用外桥接线,而在施工详图设计阶段则变更为单母线接线。比较了不同接线方式的优缺点,可供今后类似工程设计借鉴。

**关键词:**电气主接线;外桥接线;单母线接线;古城水电站

**中图分类号:**TV7;TV22

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2014)06-0083-03

## 1 概 述

古城水电站位于四川省平武县境内,系涪江上游干流梯级开发规划中的第二级电站。总装机容量为 100 MW,保证出力为 29.75 MW,年发电量为 4.025 亿 kW·h。

该电站在可行性研究阶段,我院推荐的电气主接线 220 kV 侧采用外桥接线方式。但在施工详图设计阶段,经过进一步的技术经济比较,并结合流域梯级电站电气主接线方式,最终将古城水电站 220 kV 侧主接线变更为单母线接线方式。

虽然上述两种主接线方式在投资上相差不大,但单母线接线方式技术更为可靠,运行操作更灵活、方便。笔者阐述了变更的必要性、可行性,并对几种接线方案的技术、经济性进行了比较。

## 2 220 kV 侧电气主接线方式的变更

### 2.1 220 kV 侧电气主接线方式变更的必要性与可行性

#### (1) 电气主接线方式变更的必要性。

据业主介绍,该公司前期建设的火溪河一库四级电站均采用单母线接线方式,技术人员已十分熟悉单母线接线的运行、维护和检修。而且该业主对整个流域电站的设备运行和管理的模式是一支队伍管理所有电站,如果包括古城水电站在内的 8 个电站 220 kV 侧全部采用单母线接线,将有利于整个流域电站设备的运行管理和维护,并且设备操作的安全性也相对较高。

从技术方面看,尽管桥型接线方式与单母线接线基本相当,但仍存在细微的差别:

对于外桥接线而言,当任意一条线路需要正

常停电时,由于线路上未设断路器,故接于该段上的机组必须短时停电,完成一系列的设 备操作,再将该线路进行隔离后重新开机,通过另一条线路送出全站负荷,操作过程比较复杂,运行不方便,同时亦对厂用电系统正常运行造成影响;当线路发生故障时,由于线路上未设断路器,将直接造成机组甩负荷,可能会对机组的安全运行及使用寿命产生影响。

而对于单母线接线而言,接线简单明了。由于线路和变压器高压侧均设有断路器,运行方式更为可靠、简单,操作灵活,当任意一条线路正常停电或发生故障时,均不会影响机组和变压器的正常运行。

#### (2) 电气主接线变更的可行性。

在提出古城水电站电气主接线 220 kV 侧接线变更时,古城水电站电气部分的施工详图设计尚处于总体规划设计阶段,220 kV 开关站亦未动工,220 kV 设备还没有招标。因此,古城水电站 220 kV 侧电气主接线由外桥接线变更为单母线接线从时间上来说是可行的,既不影响土建专业的工程进度,也不影响电气专业对 220 kV 设备的采购。

### 2.2 220 kV 侧电气主接线方案技术与经济比较

#### 2.2.1 技术方案比较

电气主接线方案技术比较即为对其可靠性、灵活性、设备运行安全性进行分析比较,主要包括各电气设备在故障、检修时对机组供电的影响,操作、运行及维护的影响,发电机、变压器是否正常工作,设备布置是否简单合理,厂用电供电是否可靠等。

收稿日期:2014-07-11

对于两台机组、两回出线的古城水电站,当确定机组采用单元接线后,主变高压侧接线可采用的方案有以下三个:

方案(一):单母线接线(图1)。

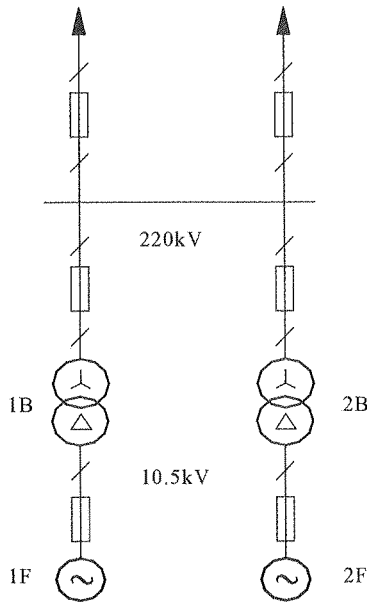


图1 单母线接线示意图

单母线接线方式的优缺点:

优点:①接线简单明了;②开关站布置简单,占地面积相对较小;③每一进出线回路各自连接一组断路器,互不影响;④正常运行操作由断路器进行,便于实现自动化和远动化。隔离开关只作为断路器或线路及母线检修时隔离用,从而减少了误操作的可能性。同时,继电保护也比较简单;⑤断路器与进出线回路数相等,设备少,投资省。

缺点:①断路器检修时,所连回路必需停电;②较外桥接线投资有所增加。

方案(二):外桥接线(图2)。

外桥接线方式的优缺点:

优点:①高压断路器数量少,比角形接线和单母线接线经济;②开关站布置简单,占地面积相对较小。

缺点:①桥连断路器故障时全厂将停电;②一回线路故障时,需暂时停止电站一半功率送出且同时开断两台断路器。一台发电机组将甩所带负荷,对机组长期安全运行不利。拉开线路隔离开关后,电站全部功率可由一回线路送出;③任意一条线路停电,接于该段上的机组和主变也必须短时停机停电,会对电站厂用电安全构成威胁,操作

不方便;④桥连断路器检修时,两回线路需解列运行,此时若有穿越功率通过其将受影响。

方案(三):四角形接线(图3)。

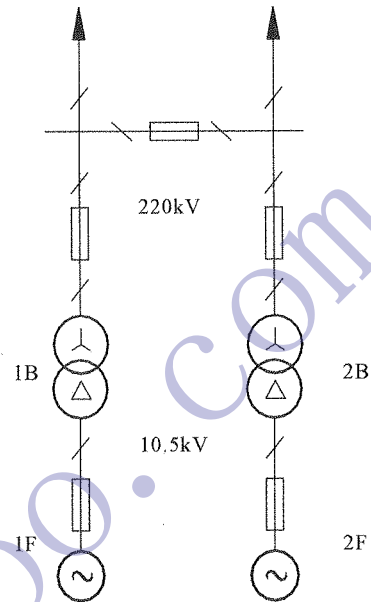


图2 外桥接线示意图

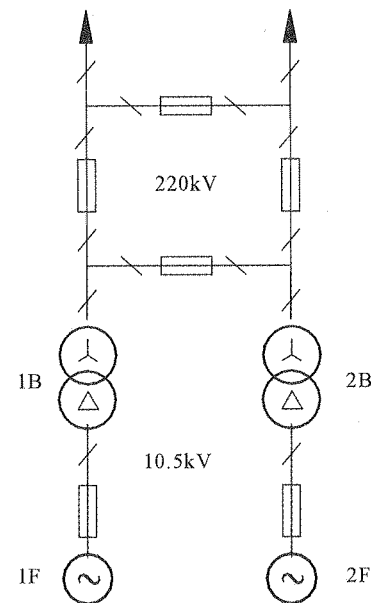


图3 四角形接线示意图

四角形接线方式的优缺点:

优点:①接线成闭合环形,没有母线,可以充分利用每一回路双断路器的特点,任一断路器检修时,不会影响回路的连续供电,可靠性高;②正常运行操作由断路器进行,便于实现电站的自动化和远动化,不需要母线机电保护。隔离开关只作为断路器或进出线回路检修时隔离用,从而减

少了误操作的可能性;③当角形接线采用一字形长条布置时,不论立式闭环还是水平式闭环,布置都比较简单。

缺点:①该方案所需设备多,投资多;②占地面积相对较大;③每一进出线回路都连着两组断路器,每一组断路器又连着两个回路,继电保护和控制回路相对比较复杂,断路器调试也比较麻烦。断路器还需满足并联开断要求;④任一组断路器检修时都会开环运行,从而降低了接线的可靠性。

表1 主要电气设备数量比较表

分 类	序号	设备名称	单位	数 量		
				方案(一)	方案(二)	方案(三)
220 kV 电气设备	1	六氟化硫断路器	台	4	3	4
	2	高压隔离开关(双接地)	组	5	6	4
	3	高压隔离开关(单接地)	组	4	4	8
	4	电流互感器	台	12	9	12
	5	电压互感器	台	9	12	12
	6	避雷器	台	9	12	12
	7	支柱绝缘子	只	5	4	4
	8	耐张绝缘子串	串	30	36	48

主要电气设备中,单价最高的是六氟化硫断路器。从表1中可以看出,方案(二)所需六氟化硫断路器最少,为3台,而方案(一)和方案(三)都需要4台。而对于其他主要设备,方案(二)和方案(一)相差不多,而方案(三)则相差较多。根据当时的价格估算,方案(二)设备价格最少,方案(一)设备相比原方案略有增加,约20万元,方案(三)方案投资增加最多,约60万元。

对于以上三种方案,设备折旧、维修费相差不多,在此忽略不计。

### 2.2.3 综合分析

方案(一)单母线接线方式在技术上具有较大优势,在经济上增加投资亦不多。因此,在施工详图设计阶段,考虑到流域梯级电站主接线的实际情况,对古城水电站电气主接线进行了变更设计,最终采用方案(一),即发变组采用单元接线、220 kV侧采用单母线接线的方式。

## 3 结 语

### 中水五局公司签署5亿美元南苏丹朱巴电站项目商务合同

8月25日,中水五局公司代表“中国水电”与南苏丹电力大坝部签署朱巴水电站项目商务合同。该项目是该公司继今年5月6日签订南苏丹延比奥水厂项目后,在南苏丹市场取得的又一重大突破,合同金额约5亿美元。2008年,中水五局公司与苏丹大坝执行管理局签订设计合同,为南(部)苏丹朱巴、苏伊和肯耶提三个小水电工程勘测、规划、可行性研究和初步设计提供服务。朱巴水电站项目属三个水电站咨询及设计项目之一。朱巴水电站位于南苏丹首都朱巴市朱巴大桥上游约4.5公里处,工程为设计、采购、施工(EPC)交钥匙总承包项目。该项目建成后,可满足南苏丹首都朱巴及其他周边城市的用电需求,能极大程度上改善南苏丹电力匮乏的现状,进一步促进南苏丹经济社会的发展。

当其他元件或回路发生故障时,另一正常回路将停电或解列运行。

### 2.2.2 经济性比较

电气主接线方案经济性比较包括设备综合投资、电气设备价格和设备折旧维修费等的比较。

笔者对以上三种方案电气主接线中相同的部分未进行比较,仅比较了220 kV侧。笔者以220 kV配电装置均采用户外敞开式设备、中式布置进行比较。主要电气设备数量比较情况见表1。

通过以上分析可知,古城水电站电气主接线220 kV侧接线方式由可研阶段的外桥接线变更为施工详图阶段的单母线接线方式可行。古城水电站于2013年12月试运行,2014年1月1日正式发电,至今运行情况良好。实践证明,古城水电站电气主接线采用单母线接线方式是合适的。

笔者认为:在进行电气主接线设计时,不仅要对接线方案进行技术经济比较,还应综合考虑业主对电站运行管理、设备维护和检修等方面的要求,以及流域梯级电站的实际接线方案,最终优化电气主接线设计。

### 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.

### 作者简介:

刘 阳(1982-),男,湖北麻城人,工程师,学士,从事机电设计工作;

谭先春(1961-),男,湖南湘乡人,主任工程师,教授级高级工程师,学士,从事机电设计工作。(责任编辑:李燕辉)