

华能明台水电站 10 kV 共箱封闭母线的应用

陈岳定 黄仁伦

(上海勘测设计研究院 上海 200434)

TV734

19
59-60, 62

摘要 介绍华能明台水电站在施工进程中临时改变电气主接线及主变压器的布置位置,在原设计的电缆隧道中需要增加 10 kV 母线,通过选用 10 kV, 3500 A 共箱封闭母线,在已经形成的电站主、副厂房及电缆廊道的基础上,对共箱封闭母线采用侧装形式,利用吊架、托架安装方式解决了布置上的难题。此外还介绍华能明台水电站 10 kV 共箱封闭母线的结构形式、参数及安装方式。

关键词 水电站;电气主接线;共箱封闭母线;安装

华能明台水电站位于四川省涪江中游三台县城,是梯级开发的河床式电站,河床式厂房,装机容量为 3 台 1.5 万 kW,共 4.5 万 kW,选用立轴悬式水轮发电机组。发电机额定电压 10.5 kV,额定功率因数 $\cos\varphi = 0.80$ (滞后),额定电流 1031 A。电站环境条件:多年平均气温 16.7℃,绝对最高气温按 40℃计,绝对最低气温 -6.8℃,多年平均相对湿度 79%,最高月平均相对湿度 84%。发电机电压侧接线为三机一变形式的扩大单元接线,设置发电机断路器、短路电流计算值(10.5 kV 侧):短路起始周期分量有效值 $I'' = 38.83$ kA,0.1 s 有效值 $I_{0.1} = 34.21$ kA,0.2 s 有效值 $I_{0.2} = 33.62$ kA,4 s 有效值 $I_4 = 32.38$ kA,冲击电流 $I_{ch} = 104.1$ kA,以此作为校验设备及母线动稳、热稳的基本参数。

电站主厂房位于右岸,副厂房紧靠着主厂房,且位于主厂房的下游侧,跨 3 个机组段,10.5 kV 发电机引出线采用单片 80 mm × 8 mm 铜排母线,从发电机机墩引入副厂房,再垂直引上至发电机电压开关设备室(高程从 370.10 m 至 378.20 m),然后从 10 kV 开关柜顶部水平(母线安装高程 382.55 m)引至该开关室的下游侧,上述母线布置形式是按原主接线方案,3 个回路相互独立,且已施工安装,3 台主变安装在尾水平台,主接线方案改为三机一变方式后,3 台机组母线须合并后再引至主变低压侧。110 kV 开关站位于主副厂房的右侧,主变从尾水平台移位至 110 kV 开关站。副厂房右端原设计有尺寸为 2.5 m × 2.14 m(宽 × 高)的电缆隧道(高程为 381.00 m)通向中控楼(中控楼也位于主厂房的右侧)。且电缆隧道已有一段施工完成,所以在 10 kV 开关室下游侧,采用侧装悬吊形式

的共箱封闭母线,把 3 台机组的铜排母线合并起来,为利于共箱母线的制造和安装,共箱母线进入电缆隧道后(电缆隧道的上游侧布置电缆桥架,敷设动力电缆及控制电缆,下游侧可供共箱母线布置),安装方式改为离开地面 195 mm 的托架侧装形式,以使整段都是侧装的共箱母线处在同一水平高程。共箱母线的吊架、托架安装方式见图 1 和图 2。

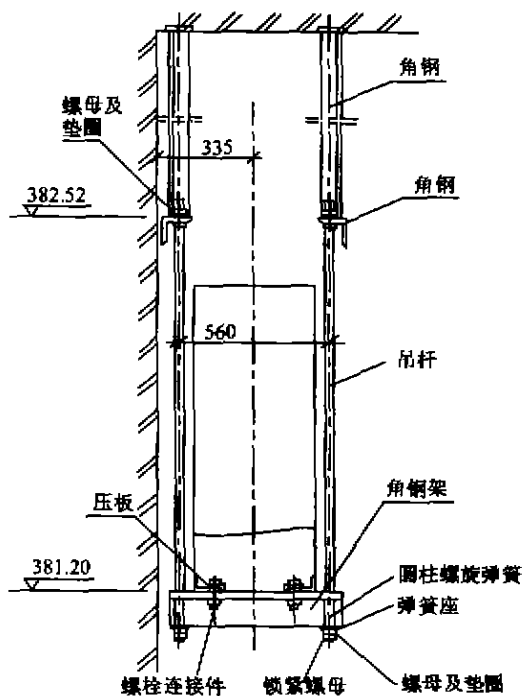


图 1 吊架固定形式

1 结构、规格及主要技术要求

三机合并,母线持续工作电流为 3248 A,采用 2

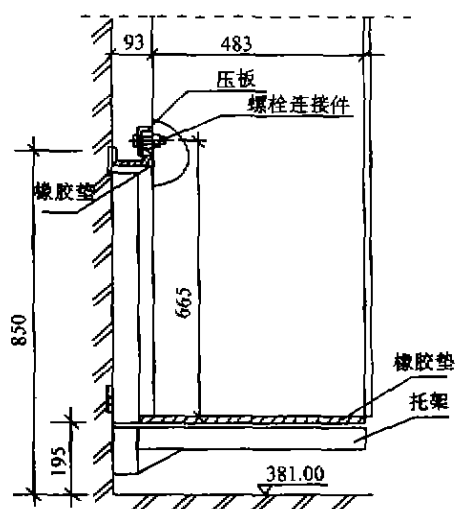


图2 托架固定形式

片 $10\text{ mm} \times 125\text{ mm}$ 铜母排, 截面积为 2500 mm^2 , 载流量以 1.4 A/mm^2 计, 共箱母线的载流量达 3500 A 。

共箱封闭母线技术标准目前还没有国标可以参照, 业主委托苏州东海电气有限责任公司供货。厂家根据 GB311.1—1997《高压输变电设备的绝缘配合》, GB763-90《交流高压电器长期工作时的发热》, GB2706—81《高压电器的动稳定、热稳定试验方法》, IEC364—5—54《对接地系统的要求》等规程规范中相应的条款作为共箱封闭母线的技术要求。

共箱封闭母线的主要设计参数如下(产品型号定为 GFM—1): ①额定电压: 10 kV ; ②最高工作电压: 11.5 kV ; ③额定电流: 3500 A ; ④工频短时试验电压(有效值): 湿试 28 kV , 干试 30 kV , 相—相、相—地电气间隙不小于 155 mm ; ⑤支柱绝缘子选用 ZN—10/8 型, 抗弯曲破坏强度为 8 kN , 其挡距取 500 mm , 以避开有害共振区; 绝缘子的工频耐压(有效值)湿试 30 kV , 干试 42 kV ; ⑥绝缘电阻: 相—相、相—地绝缘电阻大于 $500\text{ M}\Omega$; ⑦允许温升: 铜导体 50 K , 共箱母线外壳 40 K ; ⑧共箱母线为 2 m 一节, 两节之间铜导体的搭接处接触电阻不大于铜导体的电阻值; ⑨母线铜排每隔 $20\sim 30\text{ m}$ 设置一伸缩节; ⑩共箱母线的外形尺寸为 $1160\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ (高 $\times$ 深), 外壳为铝合金喷塑, 侧面设置检修孔。

2 出厂前试验

把 5 节共箱母线联接起来, 进行测试检验。

绝缘电阻测量: 相—相、相—地之间绝缘电阻大于或等于 $500\text{ M}\Omega$ 。

耐压试验: 相—相、相—地之间作正弦交流工频耐压至 28 kV 试验。

3 现场安装及试验

a. 母线外表面及外壳内表面均涂有半导体无

光泽黑漆, 外壳外表面涂有浅绿色漆。母线搭接处和瓷瓶夹紧处不涂漆, 不涂漆范围距搭接边缘为 10 mm 。

b. 共箱封闭母线的框架 ($1160\text{ mm} \times 500\text{ mm}$) 为 $L40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 角钢, 为使角钢框架不形成闭合回路, 每只框架中替换一段 8 cm 长的不锈钢段。每只母线金具分为上下两块夹板, 上面一块为铸铝板, 另一块固定于支柱绝缘子顶的夹板用一般的钢板冲制, 其目的也是不使每相母线的固定金具形成闭合回路。

c. 共箱母线直接段总长 85 m , 中间设置一只伸缩节, 由 0.5 mm 厚的铜质薄片压成(两端压制成长方形), 共 24 片, 其截面积为铜导体的 1.2 倍。

d. 母线之间连接采用压板搭接, 铜母线连接处及铜压板全部进行镀银处理, 镀银厚度 $6\text{ }\mu\text{m}$, 铜排两端镀银长度 12 cm 。连接时压板与铜母线接触面之间均匀涂上导电膏。拧紧时用力矩扳手, 拧紧力矩为 $180\text{ N}\cdot\text{m}$, 搭接面积为 3 面 $120\text{ mm} \times 125\text{ mm}$, 母线持续工作电流按 3248 A 计, 则螺栓压接接触面电流密度为 0.072 A/mm^2 , 小于规程值 $0.1\sim 0.15\text{ A/mm}^2$ 。每节母线连接完成之后, 在 250 mm 的连接段测得电阻值为 $3.0\sim 5.0\text{ }\mu\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$, 根据铜排材料生产厂家提供的数据, 铜导体电阻率 $\rho_{20} = 0.01777\text{ }\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$, 可计算得 250 mm 长的铜导体电阻 $R = 3.55\text{ }\mu\Omega$ (当时为 5 月份, 环境温度 20°C 左右)。连接工艺符合设计要求。

e. 共箱母线的 T 型及 L 型接头的端部, 由 8 mm 厚的环氧玻璃纤维板封住, 在 1 号、2 号、3 号机铜排母线穿入的位置上开有比铜排母线截面 ($8\text{ mm} \times 80\text{ mm}$) 稍大的方孔。同时, 铜排 $8\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 母线与绝缘板相交处, 装 200 mm 长的交联聚乙烯绝缘热缩套。共箱母线的两片 $10\text{ mm} \times 125\text{ mm}$ 铜导体引出共箱母线端部处, 厂家参照 10 kV 电缆头的工艺形式, 对铜导体先包半导体带, 再包扎绝缘自粘带, 穿出端部绝缘板, 引向主变压器 10 kV 侧。

f. 为确保共箱母线有良好的接地系统, 在每节母线外壳连接法兰处设有 4 个接地连接点, 并有明显接地标记。安装时, 在法兰对角位置的两个连接处, 拧紧两块 $3\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 接地铜排, 跨接两节共箱母线的外壳, 并且跨接条总截面为 180 mm^2 (铜条)。在共箱母线的两端及中间段共 3 个点用 $50\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 扁钢与电站接地干线作良好的连接 (电站接地电阻小于或等于 $0.5\text{ }\Omega$)。

(下转第 62 页)

执行机构为接触器或断路器、报警信号灯, 600 A以下的负荷由接触器控制(接触器分为普通型、有压型、无压型三种), 600 A以上的负荷由断路器控制, 微控器发出跳、合闸脉冲通过继电器送到接触器或断路器的跳、合闸控制回路。存储电量小于 $10\text{ kW}\cdot\text{h}$ 时, 显示器和报警信号灯变亮, 提醒用户购电; 电量用完后, 自动切断该用户的供电回路并关灭信号灯。用完后违章超用电, 则记录负电量。无压型交流接触器则是每插卡一次, 合闸一次。

电能表可用三相三线制、三相四线制三相表或三只单相表, 既可以用传统的感应式电能表, 也可以用全电子式电能表, 电能表的计数脉冲通过光电隔离器送到微控器的计数口, 微控器统计脉冲数, 并进行变换, 得到电度数: 电度数 = 脉冲数 ÷ 脉冲常数。

IC卡售电机既可独立使用, 也可与计算机通讯实现计算机的售电管理^[2,3]。

3 结 语

采用新型农村配变电能计控箱可以对农村及小动力用户实现 IC卡电能预收费管理, 是一种符合我国国情的新的电能管理模式, 可应用于当前的农网改造。要使配变电能计控箱真正应用于实际, 计控箱必须具有功能全面、操作简便、运行可靠等特点, 在技术上重点要解决准确性、“死机”和“乱码”等难题。

参考文献

- 1 苏建元. IC卡预付费电能表的技术及发展现状. 华北电力技术, 1999(8): 46~48
- 2 苏建元, 王柏林. IC卡计算机售电管理系统. 管理信息系统, 1999(4): 23~25
- 3 苏建元, 王柏林. IC卡预付费电表系统的安全性分析. 南京师范大学学报, 1997, 20(2): 31~34

(收稿日期: 1998-09-03 编辑: 张志琴)

(上接第 60 页)

g. 通常共箱母线安装完成之后, 与 1 号机组的铜排母线连接; 之后进行耐压试验, 工频 I_{min} 耐压升压至 25 kV, 在共箱母线的端部绝缘板听到“兹兹兹”的电离声, 并无其它异常现象。绝缘电阻测量值: 相—相, 相—地之间均大于 500 MΩ。

h. 在副厂房段共箱母线的安装方式采用吊架, 为克服土建的沉降误差, 吊架底部配用圆柱螺旋弹簧。在电缆隧道段采用角钢支架, 为缓减地面运输等原因引起的振动对共箱母线的运行造成不利影响, 在每个角钢支架上垫一块 6 mm 厚橡胶块。

4 结 语

a. 技术协议中共箱母线发热温升不超过 50 K 来计算载流量, 外壳发热温升不超过 40 K。按规程铜导体允许最大温升可达 60 K, 母线载流还有余度(按温升 60 K 计, 载流可达 3 724 A)。外壳发热温升以不允许超过 30 K 来校验散热条件。

b. 共箱母线直线段长为 85 m, 厂家供应 1 只铜排伸缩节, 按规程须设置 2 只铜排伸缩节, 以补充铜排母线在运行中由于温度变化、基础不均匀沉降引起的内应力增加。从 1997 年 8 月投运至今, 共箱母线运行情况良好, 温升未超过设计要求, 抗沉降也符合设计要求。

c. 利用 10 kV 共箱封闭母线很好地解决了本电站 10 kV 回路的布置难题, 共箱母线在副厂房段采用吊架、在电缆隧道内采用托架安装方式, 很好地利用了已形成的水工建筑基础上进行 10 kV 母线的

布置, 使土建工程修改工作量最小, 取得较好的经济效益。

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. 北京: 水利电力出版社, 1982
- 2 GB 8349—87 离相封闭母线
- 3 ZBK 11001—89 封闭母线

(收稿日期: 1999-07-15 编辑: 张志琴)

本刊加入万方数据系统科技期刊群的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化, 推进科技信息交流的网络化进程, 本刊现已入网“万方数据(ChinaInfo)系统科技期刊群”, 所以, 向本刊投稿并录用的稿件, 将一律由编辑部统一纳入万方数据(ChinaInfo)系统, 进入因特网提供信息服务。凡有不同意见者, 请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬, 不再另付。

万方数据(ChinaInfo)系统科技期刊群是国家“九五”重点科技攻关项目, 截止 1998 年底已有 200 种期刊全文上网(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>), 将在近年内增至 1 000 种科技期刊。本刊全文内容按照统一格式制作编入万方数据(ChinaInfo)系统, 读者可上因特网进入万方数据(ChinaInfo)系统免费(一年后开始酌情收费)查询检索本刊内容, 也欢迎各界朋友通过万方数据(ChinaInfo)系统向我刊提出宝贵意见、建议。

《水利水电科技进展》编辑部