

# 龙滩水电站1号、2号机18 kV 离相封闭母线 安装工艺综述

庄永辉

(四川二滩建设咨询有限公司, 四川 成都 610021)

摘要: 龙滩电厂18 kV 封闭母线是继三峡工程之后国内目前容量最大的母线, 具有容量大、半径大、跨距长、安装空间小、施工场地狭窄、安装高差大、施工困难等特点, 封闭母线导体与外壳采用绝缘子连接, 采用抱箍及铜辫连接方式。

关键词: 18 kV 封闭母线; 安装; 焊接工艺; 龙滩电厂

中图分类号: TV733; TV737

文献标识码: B

文章编号: 10012184(2007)05005703

## 1 概况

龙滩电厂设计安装单机70 MVA 的水轮发电机组7台, 机组电流经18 kV 封闭母线至主变压器升压后经500 kV GIS 配电装置向南方电网供电, 并采用18 kV 全连式离相封闭母线。主母线:

QLFM 20/27000Z 型、四绝缘子, 分支母线: QLFM 20/500Z 型、三绝缘子, 外壳直径1 510 mm, 板厚12 mm, 导体直径950 mm, 板厚17 mm, 每相由13小节组成, 在现场配装, 母线安装布置见图1。

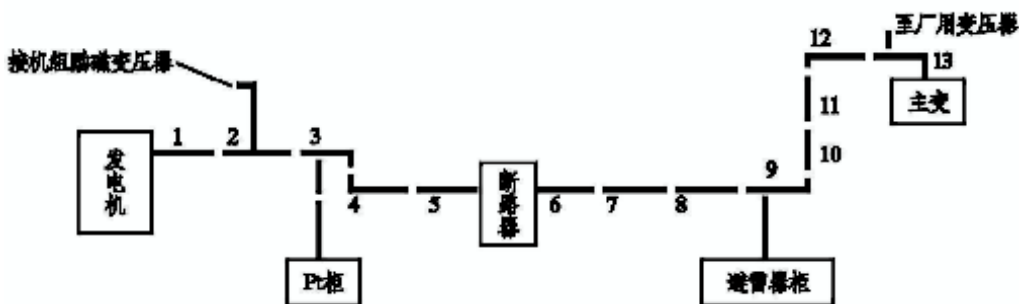


图1 龙滩水电站封闭母线布置图

## 2 母线安装工艺流程

母线安装工艺流程见图2。

## 3 封闭母线本体安装

### 3.1 施工前准备

(1) 由专业测量人员根据图纸放样, 再以主变和发电机中心连线为准修正母线中心, 偏差在 $\pm 3\text{ mm/m}$  内, 整体不大于 $\pm 10\text{ mm}$ 。

(2) 依照厂家施工图纸, 对到货设备进行开箱清点, 检查母线外壳是否变形、划伤, 绝缘子是否有损坏现象, 母线导体是否窜位, 并对母线到货尺寸进行确认。

(3) 对外壳和导体端部焊缝打磨平滑, 以确保抱瓦与本体严密接触; 清除表面氧化物, 仔细清扫母线内壁, 用酒精将绝缘子擦拭干净后, 用塑料

纸将母线端口封闭。

(4) 安装断路器以后各段钢支撑, 水平偏差 $\pm 3\text{ mm/m}$  内, 高程偏差 $\pm 3\text{ mm/m}$  内, 整体不大于 $\pm 10\text{ mm}$ 。

### 3.2 发电机出口断路器就位安装

断路器吊至母线层就位。按厂家及GBJ492 1990 要求调整断路器中心、水平, 中心偏差 $\pm 3\text{ mm}$  内, 高程偏差 $\pm 2\text{ mm}$  内, 水平偏差 $\pm 2\text{ mm/m}$  内。

### 3.3 母线吊装及调整

(1) 因施工场地和挂装部位的特殊性, 有针对性的先吊装第11和10段。吊装前使用软吊带从下端兜住导体, 预防导体窜位、滑落。使用卷扬机拖拽、导链配合, 先后将第11和10段母线吊到安装位置, 用导链暂时挂在高程245.7 m 楼板吊

收稿日期: 20070822

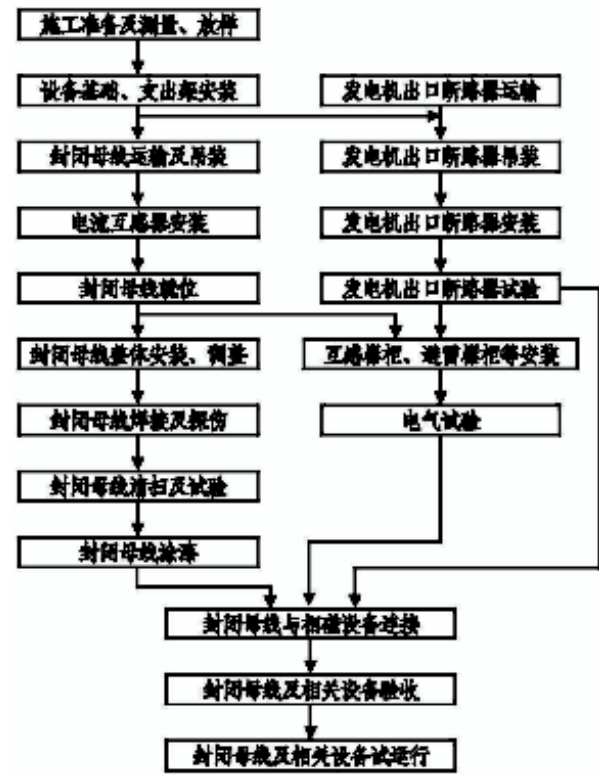


图2 母线安装工艺流程图

耳上,使用软吊带将母线固定在钢支撑上。

(2)将第5和第6段放至小推车上,用导链将实验合格的3相4组CT吊装至母线入口内,按照厂家要求把紧螺栓,将母线推至安装位置并放至钢支座上;用小车将第4、7、8、9段分别运至安装位置,并初步就位。

(3)调整第5、6段与断路器端口各项尺寸满足要求后,再调整母线中心,三相调整完毕,以A相为基准,平均分配偏差调整三相间距。把紧鞍形支撑与钢支架螺栓后,按照厂家焊接要求,将母线与支撑焊接、固定。

(4)以第5、6段为基准,调整、固定第4、7段母线。在调整过程中,对第5、6段各相间距偏差进行找正,同理完成第8、9段就位工作,在端口调整过程中可使用增减薄铁片等方法,对端口尺寸进行检查和细调,以满足安装尺寸要求。

(5)以第9段母线出口为基准,调整第10段各相母线的高程、中心、垂直度、等端口尺寸,固定鞍形支撑、焊接外壳与支架接缝后,拆除临时导链和软吊带,用扁铲等工具拆除临时内支撑,将焊角打磨光滑并按要求安装内抱瓦至焊接完毕,同理

完成第11段安装和内抱瓦焊接。

(6)将第1、2、3段吊至安装位置,按照设计图纸安装、焊接支架和吊架后,调整第1段与发电机端口尺寸满足要求,再调整母线水平和中心;以第1段为基准,按要求调整第2段,以第4段为基准,调整第3段出口;按要求校正第2~3端口中心和间距后固定2、3段。

(7)在主变室利用汽车吊和导链将第12、13段分别初步就位后,以第11段出口和低压套管口为基准,调整、固定第12、13段母线。

3.4 发电机出口铝屏蔽板的安装

(1)因带电母线的周围空间存在着强大的交变磁场,而位于其中的钢构件会因产生涡流、磁滞损耗、感应环流发热并超过设计允许温升,从而增加母线系统的损耗或诱发事故。龙滩电厂18 kV封闭母线分别在发电机出口处以及第2、12段母线穿墙处安装纯铝屏蔽板,起到了去磁和削弱附近磁场的作用。发电机出口采用全封闭式铝屏蔽板,板厚20 mm,边角处采用5 mm 铝板搭焊(图3)。

(2)现场量取每台机组的出口尺寸,在厂内根据测量数据下料,现场进行适当配割,从而确保了屏蔽的密封性。第1段母线吊装前将底板初步就位,母线就位后再进行总体配装,自下而上依次配装完毕,满焊所有连接缝。

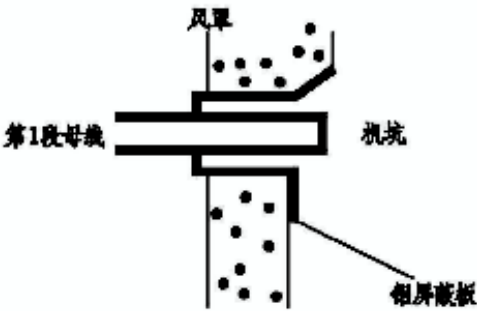


图3 发电机出口铝屏蔽板布置图

3.5 导体和外壳抱瓦的安装

封闭母线断口结构见图4,用扁铲去除导体和外壳间的支撑并将焊角打磨光滑,清理抱瓦内壁和导体端口各10 cm 内的氧化物(抱瓦与导体搭接量为5 cm),并用酒精清洗导体和抱瓦后,用导链对抱瓦进行调整。要求:抱瓦与导体的搭接长度大于2倍的板材厚度,与两端导体的搭接量

均匀、抱瓦间距均匀,使用塞尺检查抱瓦间隙(控制在 0.5 mm 以内),合格后先分段点焊,再总体焊接。用酒精清洗绝缘子后,按照同样要求安装、焊接外抱瓦。

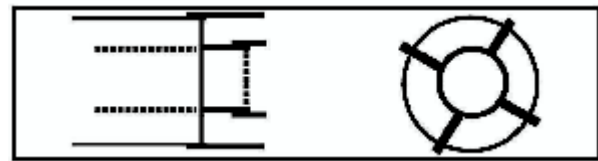


图 4 母线断口结构图

4 母线的焊接及探伤

4.1 焊接前准备

表 1 焊接工艺要求表

| 焊接电流 /A   | 焊接电压 /V | 送丝速度 /m·m in <sup>-1</sup> | 焊丝伸出长度 /cm | 气体流量 /L·m in <sup>-1</sup> |
|-----------|---------|----------------------------|------------|----------------------------|
| 210 ~ 230 | 25 ~ 26 | > 5.9 ~ 6.1                | > 12       | > 30                       |

10%,总长度 $\geq$ 焊缝长度的 20%,根部突出 $\geq$ 4 mm,凹坑深度 $\geq$ 2 mm,焊接长度>3 倍板厚,焊接后必须清理掉焊缝飞溅和氧化物,并对所有抱瓦焊缝进行 100%PT 探伤检测并合格。

4.3 抱瓦安装及焊接顺序

按 5~6→6~7→7~8→8~9→11~12→12~13,4~3→3~2→2~1 顺序安装、焊接抱瓦,最后安装第 5、6 段与断路器外壳抱瓦。

5 封闭母线耐压试验

交流耐压试验能对母线设计、施工、整体的稳定性及在安全运行状态下所承受的电压能力进行验证,并能及时发现施工、设计中出现的相关问题并予以处理。

以龙滩电厂 2 号母线为例,试验设备:吉欧表,3123 型 $\pm 5\%$ ;试验变,YDQ250/60 型高压试验变压器,50kVA/60 kVA /0.83 A 型,额定 500 V/100 A。试验证明:18 kV 封闭母线设计和施工质量达到了要求,能满足机组安全运行的要求。试验结果为:

(1)发电机出口——出口断路器主母线(包括 CT、GCB 端口,励磁分支母线,机组侧 PT 分支)试验数据见表 2。

表 2 试验数据表

| 项目        | 相 位 |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|
|           | A   | B   | C   |
| 试验前绝缘 /MΩ | 271 | 175 | 35  |
| 试验后绝缘 /MΩ | 258 | 177 | 301 |

导体及外壳焊接使用富氩保护焊,采用奥地利 TPS4000 型全自动脉冲气体保护焊机。在焊接过程中,可以控制焊丝的熔滴量,飞溅小,焊缝成型美观。

4.2 焊接、探伤的技术要求

母线导体及外壳焊接质量的好坏直接决定机组能否安全、稳定、可靠地运行。焊接工艺要求见表 1。

焊接质量要求:不允许出现夹渣、材料未熔合、焊缝表面气孔现象;焊缝咬边深度 $\geq$ 板厚的

经 51 kV 交流耐压 1 m in 通过。

(2)发电机出口断路器——主变低压侧主母线(包括 CT、GCB 端口、厂高变高压侧分支和主变 PT 分支母线)试验数据见表 3。

表 3 试验数据表

| 项 目       | 相 位  |       |      |
|-----------|------|-------|------|
|           | A    | B     | C    |
| 试验前绝缘 /MΩ | 36.4 | 179.6 | 61.6 |
| 试验后绝缘 /MΩ | 48.3 | 206   | 70.1 |

经 51 kV 交流耐压 1 m in 通过。

6 问题及建议

(1)热风保养系统:在第 2 段母线处设置 1 套热风保养设备,因主母线总长 120 m,在主变端及分支母线出口风力不大,设计效果不明显;

(2)外壳绝缘子:第 9~13 段中心导体重量基本由第 9、12 段底部绝缘子承载,为确保母线长期、可靠运行,建议适当增加第 9、12 段底部绝缘子数量或增大绝缘子半径;

(3)局部发热问题:1 号、2 号机组带电运行过程中,发现第 1 段母线与出口铝屏蔽板接触处温度偏高。分析原因:屏蔽板与母线外壳形成涡流回路,导致薄弱点发热,建议厂家在外壳与屏蔽接触缝设置高压绝缘层。

作者简介:  
庄永辉(19812),男,四川盐源人,助理工程师,学士,从事机电设备安装监理工作。  
(责任编辑:李燕辉)