

长河坝水电站超大型平面闸门安装技术

刘 剑

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局,四川 彭山 620860)

摘要:结合长河坝水电站初期导流洞进水口闸门及启闭机安装技术规范,在分析现场工况和安装难点的基础上,制定了安全、高效、可行、可靠的施工方案,并详细介绍了吊装方案、闸门尺寸控制、焊缝质量控制等关键环节的安装技术。安装方案的实施保证了闸门安装质量,各项安装指标都达到规范要求,焊缝全部一次性合格,闸门经过有水调试,运行无卡阻无擦碰,闸门止水滴水不漏。

关键词:平面闸门;启闭机;安装技术;长河坝水电站

中图分类号:TV547.1 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-7647(2013)S2-0048-02

长河坝水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定县境内,电站设计装机4台,单机容量650 MW,总装机容量2 600 MW。电站导流方式为断流围堰,隧洞导流,分3期进行,初期导流2条导流洞均布置在右岸。2条导流洞进口高程均为1482.00 m,1号导流洞出口高程为1476.00 m,2号导流洞出口高程为1475.00 m。

2条导流洞闸首设置4套闸门,4套(8台)启闭机,闸门系潜孔式超大型平面滑动闸门;下游侧止水,单套闸门共由5节组成,现场组装焊接成整体,单件最大质量41.6 t;闸门高度14.6 m,孔口宽6 m,最大挡水水头98.72 m,总水压力85 423 kN,支承采用钢基铜塑滑道。闸门启闭机形式为固定卷扬式启闭机,规格为2×2 000 kN,单套卷扬机总质量为68 t。4套闸门及启闭机安装均由中国水利水电第七工程局有限公司承担。

1 安装工况

- a. 闸门门槽前期已经安装完毕,单侧门槽内设有三节门槽填框,其作用是防止砂石等杂物进入门槽影响下闸。
- b. 所有平台的混凝土已经浇筑完成,启闭机平台(1539平台)也已经浇筑完成,如图1所示。
- c. 1530.50 m高程有一长28 m、宽10 m的安装平台,靠下游侧,可停放吊车及存放部分闸门。
- d. 闸门整体在制造厂内分5节制作,滑块、侧轮等附件装配在单节闸门上。闸门节间边梁翼板、

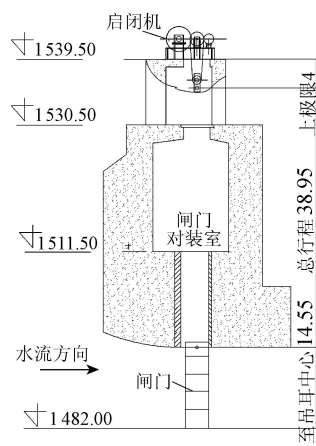


图1 闸门及启闭机工位布置示意图(单位:m)

边梁腹板需焊接,坡口形式为单边V形,预留有3 mm钝边。

2 安装难点分析

- a. 1539启闭机平台已经完成,闸门不能从启闭机平台直接吊入闸室。更不能整体对装完成后吊入闸室。因此,闸门只有从1530平台侧面送入闸室,如何安全吊装是安装难点之一。
- b. 启闭机中心与闸门重心应保持一致,否则闸门很难进入门槽内,并且影响闸门的止水效果。
- c. 闸门安装仅能单节进入高程1511.00~1530.50 m之间的安装间,分节吊入组装,节间需焊接,闸门水封平面度小于2 mm。止水橡皮与滑道面距离误差控制在-1~+2 mm之间。
- d. 边梁翼板与主梁腹板现场需焊接,焊接本身

会产生变形,影响门叶水封座面的平面度。边梁翼板与主梁腹板较厚,分别为 50 mm 和 40 mm,焊缝内部质量为 I 类缝,需要焊透及进行超声波探伤。

3 安装程序

根据现场情况,结合闸门安装质量要求确定其安装程序如下:启闭机放样→启闭机安装→锁定吊入→底节闸门吊入→底节闸门调整→第二节闸门吊入对装、调整、焊接及检验→第三节闸门吊入对装、焊接及检验→第四节闸门吊入对装、焊接及检验→第五节闸门吊入对装、焊接及检验→水封装配→无水、有水调试→验收。

4 吊装方案

根据现场位置,1530 安装平台可以停留一辆汽车吊,因此采用汽车吊与启闭机相配合的方式吊装,先在闸门主梁腹板上焊接 4 个临时吊耳,用汽车吊将闸门移至孔口,并用方木将其垫高,方木高度必须高于侧轮高度。然后汽车吊挂单侧吊耳,启闭机挂另一侧吊耳,两者抬移,将门叶移至孔口。启闭机继续启动,闸门慢慢立起,当立直后落入 1511 平台。

吊装需注意 3 点:一是闸门吊耳设置要满足安全吊装的需要;根据闸门重量,在闸门主梁腹板上加焊 4 个吊耳,闸门最大质量 41.6 t,考虑闸门顶侧吊耳在闸门立起时需承受闸门全部重量,吊耳选择板厚 30 mm、长 300 mm、宽 250 mm 的半圆弧板,吊耳与闸门焊缝开 V 形坡口并留间隙,按照 I 类缝进行焊接,并进行超声波探伤。二是闸门吊装时,启闭机吊轴与闸门吊耳之间的连接钢丝绳大小选择要符合安全要求,钢丝绳直径选择 25 mm,型号 6×19 丝,总数为 8 根(用经验公式进行效核,8 根钢丝绳可吊起 41.6 t)。三是汽车吊型号要适合现场需要,要能满足现场吊物重量及安全需要,根据吊物重最,结合相关吊车参数,选择 160 t 吊车配合作业。

5 启闭机与闸门重心的同心度控制

设计图纸要求闸门重心与启闭机吊点中心重合,启闭机中心在门槽主反轨中心偏下游 36 mm 处;启闭机吊点中心与闸门重心如不保持重合,闸门吊起或是偏倾,或扭曲,或难以进入门槽内,直接影响闸门的提升质量,影响闸门的止水效果。为保证几个中心的一致性,采取如下措施:一是根据已装配门槽的开口尺寸确定启闭机吊点中心,在 1511 平台处,找出门槽中心及门叶安装中心,通过此确定启闭机吊点中心,并将 1511 平台中心线通过线锤配合经纬仪转移到 1539 平台;二是以图纸和制造厂标志中

心为准,确定闸门门叶宽度方向中心及厚度方向中心。每节闸门吊装过程中都进行 3 个中心的复核,保证其一致性。

6 闸门安装尺寸控制

闸门门叶整体需要控制的指标有:门叶底缘倾斜度、闸门水封座面的平面度、闸门滑块座面的平面度、滑块与水封座面的相对高差及侧轮的竖向直线度等。在安装过程中,主要注意从 3 方面控制:一是首节门落到锁定后,对闸门与门槽的中心重合度进行复核,主要宽度方向中心与门槽两侧止水中心重合;门叶厚度方向中心在门槽中心下游 36 mm 处重合;闸门底缘线调平控制在 2 mm 内;单节门叶需在水封座及滑块座处测量垂直度,单节控制在 1 mm 左右;以上尺寸调整好后直接对门叶进行加固防止发生变化。二是当第二节闸门吊入时,重点以制造厂内焊接的定位块为定位基础,当闸门之间还有 3 mm 左右间隙时(间隙内可加 3 mm 垫物),对上节门叶进行调整,重点是水封孔的直线度及平面度、滑块中心的直线度及平面度,检查平面度同时校核垂直度,检查主、边梁腹板的错位,并加焊拉板进行加固。三是两节门叶对装尽量往面板侧弯曲,但也不应过大,控制在 2 mm 以内,根据经验边梁翼板焊接收缩大,向面板弯曲相当于预留反变形。

7 焊接质量控制

焊接主要从焊接变形控制及焊缝内部质量控制两方面入手^[1-3],该闸门节间焊接主要是边梁翼板对接板厚 50 mm(长度 750 mm);边梁腹板对接缝板厚 40 mm(长度 1830 mm);闸门本身在制造厂内设置有 3 mm 钝边,坡口形式为“单边 V 形”,钢材材质为 Q345B。

a. 焊接变形控制主要从两方面考虑,一是预留少量的焊接反变形量;二是从焊接顺序、焊接人员的安排、焊接参数方面进行控制。安排偶数个焊工(4 名),先进行边梁腹板对接缝的焊接;腹板焊缝焊接完成或者完成 2/3 后才开始主梁翼板对接焊缝的焊接;4 名焊工焊接速度应基本保持一致,焊接电流电压等参数也应一致。

b. 焊缝内部质量控制。该闸门难以进行内部清根(内部设有筋板),仅能采用单面焊双面成形技术。为控制焊缝质量,一是设置焊缝间隙,根据钢板厚度及坡口形式,结合焊工的经验,预留 3 mm 左右的间隙;二是清根刨除钝边,尽管留有间隙但制造厂预留的钝边是难熔透的,因此先用碳弧气刨清除坡口钝边,保证焊透。虽然 Q345 钢材(下转第 65 页)

况,可以为相关数据分析研究提供方便。

图号	JKA11	JKA12	JKA13	JKA14	JKB11
r1	1723	1723	1823	1923	1539.47
r2	1723	1723	1823	1923	1537.71
a1	3504.89	1410.806	1503.33	1503.33	1579.92
a2	3082.82	1168.58	1503.33	1503.33	1368.56
b1	1725.38	1727.21	1723	1823	1499.84
b2	1725.38	1727.21	1723	1823	1503.62
a1	93.00825	94	90	90	92.74953
a2	86.99175	86	90	90	87.25047
θ	0		-3.81407	-3.81407	-1.5

图 11 钢管展开图数据库

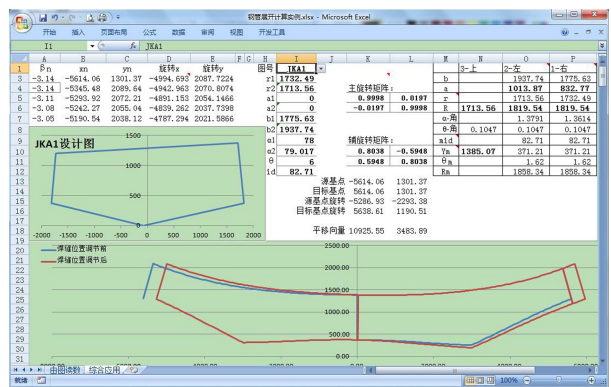


图 12 综合应用界面

4 结 语

使用常用办公软件,实现压力钢管岔管展开图的绘制,易于理解,便于操作,可提高工作效率和计算精度,经实践证明该方法能满足实际工程的需要。

参考文献:

[1] 林日东. VBA 编程在钢管展开图绘制的应用[J]. 引进与咨询,2006(5):29-30.
[2] 王卫平. 小水电设计中运用 QBASIC 程序解钢管展开图[J]. 浙江水利科技,1999(2):26-28.

(收稿日期:2013-11-23 编辑:熊水斌)

(上接第 38 页)

b. 高压电气试验主要包括外施工频耐压试验、局部放电试验、绕组变形试验。由于主变压器和 GIB 是硬链接,绕组变形试验最好在 GIB 设备对装前进行局部放电试验不需采用在 500 kV 套管上加装试验套管的方法,只需拆除变压器套管端与 GIB 导管内导电杆之间的连接件,再密封充以 SF6 气体即可进行试验,试验时将 GIS 侧接地刀闸投上。

7 结 语

官地水电站500kV单相电力变压器的安装是

在施工空间小、施工环境差、质量要求高、工期要求紧的种种困难下进行,通过项目部领导、工程技术人员及工人师傅们的共同努力,通过多次专题会议、现场考察、资料查询,制定了各种专项措施来应对不利条件,同时通过对 1 号机主变压器安装过程的总结,结合现场实际情况,对主变压器安装工序和工艺控制进行改进和优化。2 号机主变压器安装完成后,未出现任何质量问题,单元工程验收一次性合格,各种试验数据远优于国标要求,主变压器投运后运行稳定。

参考文献:

[1] 吕桂青. 探讨 220kV 大型电力变压器安装技术及注意事项[J]. 大科技,2013(13):96-97.
[2] 刘恒斌. 电力变压器安装调试与综合检测技术分析[J]. 建筑知识:学术刊,2013(6):144-144.

(收稿日期:2013-07-22 编辑:骆超)

(上接第 49 页)

焊接性能较好,不易产生裂纹,但由于板较厚,焊接应力较大,采取焊前预热 150℃,焊后用石棉布包裹缓冷的方法防止产生冷裂纹;同时为了防止焊接应力增大而产生焊缝内部裂纹,单条焊缝连续焊接,一次性焊完。

8 结 语

长河坝水电站超大型平面闸门安装通过以上措施,保证了闸门安装质量,闸门水封平面度控制在 2 mm 内,止水橡皮与滑道面距离差实测为 ±1.0 mm,其他各项质量都达到规范要求。焊缝内部质量经过超声波探伤,未发现裂纹等缺陷,全部一次性合格。闸门经过有水调试,运行无卡阻无擦碰,闸门止水滴水不漏^[4]。产品质量得到了业主及监理的高度赞扬。

参考文献:

[1] 陈祝年. 焊接工程师手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
[2] 英若采. 熔焊原理及金属材料焊接[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
[3] 刘云龙,杜则裕. 焊工技师[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
[4] DL/T5018—2004 水电水利工程钢闸门制造安装及验收规范[S].

(收稿日期:2013-07-22 编辑:熊水斌)