

大型弧形钢闸门更换施工技术探讨

刘媛媛 万泉

(江苏省江都水利工程管理处, 江苏 江都 225200)

【摘要】 弧形钢闸门是水闸建设中采用较多的门型之一。它具有闸门启门力小、运行速度较快、操作灵活、运转安全等优点,是众多闸门中最为经济的一种门型,在五六十年来被广泛应用。本文对芒稻闸弧形钢闸门更换的制作、安装施工技术进行整理和探讨,可为类似工程提供借鉴。

【关键词】 弧形钢闸门; 加固改造; 施工技术

中图分类号: TV663+.2

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)06-0015-04

Discussion on replacement construction technology of large steel arc gate

LIU Yuanyuan, WAN Quan

(Jiangsu Jiangdu Water Conservancy Project Administrative Office, Jiangdu 225200, China)

Abstract: Steel arc gate is one of gate forms which are adopted in the construction of sluice frequently. It has advantages of low gate opening force, faster operation speed, flexible operation, safe operation, etc. It is the most economical gate form among many gates, which was widely applied in 1950s and 1960s. In the paper, the replacement production and installation construction technology of Mangdao sluice steel arc gate is sorted and discussed, thereby providing reference for similar projects.

Keywords: steel arc gate; reinforcement reform; construction technology

1 工程概况

南水北调东线工程输水干线沿线有 300 多座涵闸,大多建于 20 世纪 60—70 年代,由于年久失修,多数闸门和启闭机破损,漏水严重。芒稻闸位于扬州市江都区引江桥西的芒稻河口上,是国家南水北调东线源头工程江都水利枢纽工程的重要组成部分,也是江都管理处沿运闸洞漏水处理工程的主要建设内容之一。

芒稻闸始建于 1964 年,共 7 孔,每孔净宽 10m,设

计流量 $830\text{m}^3/\text{s}$ 。工程规模为中型,工程等级为 II 等。根据江苏省水利建设工程质量检测站出具的《芒稻闸闸门及启闭机安全检测报告》,该闸存在闸门止水结构老化、局部漏水、闸门外锈蚀严重等问题。经复核算,强度达不到设计要求。为满足南水北调东线工程通水的要求,减少水资源流失,提高江都抽水站输水效益,需要更换闸门。

2 工艺特点

由于芒稻闸闸门叶尺寸较大,弧形面展开长和宽均

接近 10m,新闸门重达 41t,受闸孔尺寸、施工空间和起吊位置的限制,制作好的新闸门安装难度较大,经施工阶段多次研究论证,最终采用门叶整体吊装、支臂现场焊接的方法。此外,为满足芒稻闸新闸门安装施工作业空间的要求,临时拆除公路桥内侧人行道栏杆和翼缘板,并在新闸门安装完成后进行恢复。

3 原闸门拆除

拆除流程:开闸冲污、闭门→安装上游检修门→拆除公路桥内侧人行道栏杆及翼缘板→闸门吊起→安装钢制平台→吊放闸门拆除→解体闸门后分块吊出→搭脚手架拆支铰、支臂→侧轨、止水拆除。

4 新弧形钢闸门制作安装

4.1 新弧形钢闸门制作

流程:门叶各部件放样下料→门叶各部组合件的拼装、焊接及矫正→门叶整体焊接、拼装、矫正→焊缝质量检验→安装侧止水座板和底止水压板→喷砂、镀锌、上底漆→出厂验收,运至现场对焊接→第三方检测合格后,喷涂面漆和安装止水橡皮。

考虑到芒稻闸新制作弧形钢闸门门叶尺寸较大(长 9940mm×宽 9856mm),普通平板拖车无法运输,因此,闸门生产厂商采取纵向分两片(长 4750mm×宽 9856mm,长 5670mm×宽 9856mm)的制作方案,从而满足运输要求。

两片闸门制作完成后,生产厂商对闸门表面先喷砂预处理,接着喷涂锌层,闸门接缝处两边各留 10cm 不喷涂锌层,以方便施工现场两片闸门的对焊接工作;锌层检验合格后按照图纸要求在闸门表面上一道底漆和 中层漆,面漆留在施工现场闸门对接后再喷涂,之后,闸门经陆路由平板拖车运输至芒稻闸施工现场,将闸门卸至预先准备好的登高马凳上,按照厂商制作闸门时留下的靠模对缝焊接闸门,闸门焊接好后对面板进行矫正,矫正好后由专业无损检测人员对焊缝进行外观检查 and 无损探伤检验,自检合格后提交监理单位

和建设单位委托的第三方检测,检测合格后对面板焊缝进行防腐处理,最后喷涂面漆。待闸门吊装进入闸孔就位,安装止水橡皮。

4.2 新弧形钢闸门安装

流程:安装平台就位→安装方钢滑行轨道→平板车将新闸门运至闸孔→两台汽车吊将闸门吊入闸孔→启闭机和闸门连接,在闸门进入闸孔、逐步进入安装预定位置过程中,由公路桥上的两台汽车吊、启闭机两个吊点,共 4 个吊点,使闸门在闸孔中逐渐进入轨道→闸门沿轨道下滑至安装位置→固定门叶→支臂、支铰现场焊接→安装侧、底、顶止水→焊缝防腐→闸门和启闭机联动调试、移交。

4.2.1 吊装设备选择

a. 闸门吊点设置。上吊点设置在闸门两侧纵梁顶部面板上,下吊点设置在两侧纵梁面板上,吊点距与启闭机吊点距保持一致(9m),从而保证启闭机的安全运行。

b. 钢丝绳选配。起重机使用的钢丝绳安全系数取 5.5 倍,门叶主体最重按 28t,吊装时钢丝绳夹角为 30° ,根据计算公式 $s = k \times q/n$, k 值为常数取 1.15, n 为使用时钢丝绳根数,取 4 根, q 为物体重量,则 $s = 1.15 \times 28/4 = 8.05t$, $8.05t \times 5.5 = 44.275t$ 。查钢丝绳使用表得直径为 $\phi 30 \times 6 \times 37 + 1$ 钢丝绳,使用拉力为 53.5t, $53.5 \times 0.866 = 46.331t$, $46.331 > 44.275t$,满足吊装要求。

c. 吊装使用的卸扣。卸扣 $\phi 30$,单件载荷 15t, $15t \times 2 = 30t$, $30t > 28t$,满足闸门吊装。

d. 临时吊耳设计计算。局部紧接承压应力 $[\sigma_{cj}] = 80MPa$;孔壁抗拉应力 $[\sigma_k] = 120MPa$;容许拉应力 $[\sigma] = 160MPa$,门叶最重约 28000kg;设计采用 4 只吊耳均匀受力,每只吊耳承受载荷 $p = 28000/4 = 7000kg$;取吊耳卸扣所配中心孔径 $d = 80mm$;板宽 $B = [2.4 \times 2.6]d$, $B = 2.5d = 2.5 \times 80mm = 200mm$,取 $B = 240mm$;验证 $\delta \geq B/20 = 240/20 = 12mm$,取材质为 235,板厚为 $s = 20$, $r = 120$ 。

吊耳孔壁承压力 $\sigma_{cj} = p/d, \delta = 7000 \times 9.8 / (80 \times 20) = 42.875 \text{MPa} < [\sigma_{cj}] = 80 \text{MPa}$ 。

吊耳孔壁抗拉应力 $\sigma_k = \sigma_{cj} [R^2 + (d/2)^2] / (R^2 - (d/2)^2) = 39.8 \times (120 \times 120 + 40 \times 40) / (120 \times 120 - 40 \times 40) = 49.75 \text{MPa} < [\sigma_k] = 120 \text{MPa}$ 。

e. 焊缝的强度计算。 $\sigma = P/\delta B = 7000 \times 9.8 / (20 \times 240) = 14.29 \text{MPa}$ 。

采用 $s = 20 \text{mm}$, 两侧开坡口焊接, 焊缝 10mm , 因此选值吊耳参数是 $\delta HB = 20 \times 200 \times 240$, $d = 80 \text{mm}$, $R = 120 \text{mm}$ 。

闸门临时吊耳图如图 1 所示。

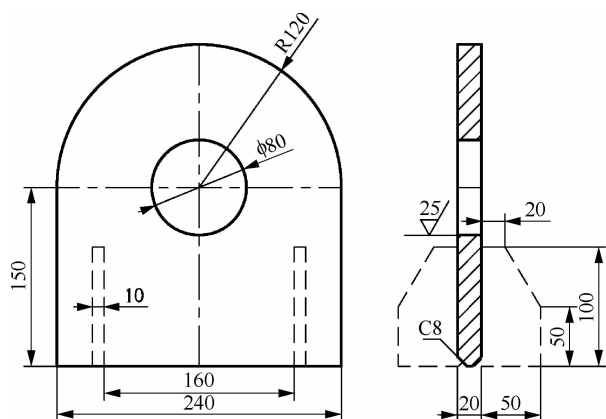


图 1 闸门临时吊耳 (单位: m)

f. 吊装汽车吊选值。50t, 臂长 18.0m, 幅度 10m, 吊重 9.2t, $9.2 \times 2t = 18.4 > 7 \times 2 = 14 \text{t}$, 满足吊装要求。

4.2.2 吊装准备

a. 技术准备。熟悉图纸、计算荷载、编制吊装方案、进行方案审查和完善工作。

b. 现场准备。由于闸门尺寸较大, 闸门在转运至现场时, 需要将芒稻闸西侧大门拆除, 以及将上游侧围挡拆除以便闸门顺利进入现场; 同时根据闸门安装的精确位置将滑道布置到位并将滑道固定, 放置闸门在沿滑道下滑时滑道错位。

c. 吊具及辅助设备准备。钢丝绳购置加工、临时

吊耳准备等。

d. 操作人员准备。吊装人员提前到现场察看, 详细了解设备重量、设备形状、吊装点设置、滑道布置, 查明吊装现场周围环境、危险障碍物等, 制定吊装作业方案并对相关人员进行交底。

4.2.3 吊装施工

先在安装闸门的闸室内吊入一个安装平台, 在平台上安装两根方钢连接平台与工作桥, 方钢作为闸门安装时的滑行轨道, 闸门面板向上用汽车运输至安装位置, 用 2 台 50t 汽车吊平抬就位, 汽车吊的后脚支撑在闸墩上, 靠闸墩处制作支撑台 2 只, 汽车吊后脚、前脚支撑 $1000 \text{mm} \times 1000 \text{mm} \times 200 \text{mm}$ 钢垫 4 只, 保证施工安全, 将闸门平吊起, 转移到闸室, 用已设置的吊耳与启闭机钢丝绳连接, 启闭机上行至吊车内吊点钢丝绳松弛处, 此时解除吊车的内吊点钢丝绳。门叶下端由启闭机吊起门叶上端暂搁置在闸公路桥上, 松开汽车吊吊点, 开走平板运输车, 汽车吊再分别吊起门叶上端的两个吊点。启闭机下行, 吊车配合, 使闸门沿轨道下滑至安装位置, 解除启闭机及汽车吊点, 再将启闭机连接至门顶吊耳上, 将闸门拉起, 用上游设置的手拉葫芦将闸门精确定位至安装位置保险。用汽车吊分别将支臂吊入闸室与其他辅助设施就位, 就位后先安装支铰侧, 后与门体连接, 严格控制支铰中心到闸门面板的曲率半径, 两侧、顶底符合规范要求后, 进行加固, 报监理单位验收合格后, 进行焊接; 支臂焊接后, 开启启闭机上行, 将闸门拉起, 安装侧、底止水后, 将闸门吊起, 移走水上施工平台, 将闸门降到底坎上, 安装顶止水, 安装时施工人员要保证顶止水与顶止水座的密合, 再进行固定牢靠, 进行焊接, 先焊上部焊缝, 再焊下部焊缝, 焊接后, 进行焊缝防腐。最后, 闸门和启闭机进行联动、调试。新闸门吊装如下页图 2 所示。

