

超大型平面定轮闸门制造研究与应用

梁加虎

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

摘要:黄河玛尔挡水电站工程泄洪洞进口事故闸门结构特征:平面直立式焊接定轮闸门,面板设置在上游侧,上游止水,分5节制造,在工地由安装单位焊接成整体,底节为箱型结构,其余各节三主梁结构。中国水利水电第四工程局对黄河玛尔挡水电站泄洪洞进口事故闸门制作从设计结构上进行分析,针对闸门结构设计特殊,制作难度大的特点,有针对性的编制了施工工艺、设计制作了工装。该闸门制造工艺实现了生产效率与产品质量的显著飞跃,该闸门在应用层面实现了显著的经济效益飞跃。技术已成功对接玛尔挡与羊曲两座水电站的工程实践,技术进步显著提升了闸门制造的精细度和稳固性,显著节省了工程投资费用,施工时长显著缩减。该行动显著促进了经济与社会效益的协同效应质量飞跃,为后续项目提供了丰富的借鉴与指导智慧宝库。

关键词:平面定轮;闸门;制造技术

1 超大型平面定轮闸门制造特点

1.1 泄洪放空洞事故闸门共分5节,边梁为箱型结构、底节主梁为箱型梁、顶节主梁为T型梁,中间门叶结构主梁为工字型梁,组装过程中节间错台需控制2mm之内,门叶底缘直线度不大于2mm,两边梁底缘平面度不大于2mm,在制造过程中采用单个构件组装加工后再整体组装的方式需对各个构件质量进行控制。应用本工法能提高工效、降低成本、缩短工期、保证质量。

1.2 由于闸门面板、腹板和后翼缘板厚度 $\delta 30\sim 855\text{mm}$,设计坡口为50度双面坡口,焊接填充量大,收缩量大,产生的应力影响门叶整体精度;设计要求闸门的I类、II类焊缝和组合焊缝均需全融透焊缝,焊接时会产生较大的焊接变形。因此放样时各装配线之间根据焊缝的大小和多少留出焊接收缩量,焊接时选择 CO_2 气体保护焊,采用偶数焊工均布于门体上,同步对称施焊,方式为分段退步焊接,以减少焊接变形。仰焊位置先加固焊待门叶翻身,平焊位置施焊,保证了焊接质量。大幅增进生产效率及钢管焊接的内在品质,大幅改善了焊缝外观的成型效果。

1.3 闸门边梁为双腹式边梁,定轮轴孔设计的内孔为 $\Phi 330\text{H}1$,外孔为 $\Phi 290\text{H}1$,两孔开档尺寸440mm,如何保证定轮轴孔的同心度的对加工的设备及工艺措施特别重要,针对边梁主轮孔不易加工且同心度调正较难的问题,在制作过程当中采用边梁单个组件组装、焊接加工后闸门整体放样装配。有效缩短了施工工期,保证了质量。

1.4 针对超大型平面定轮闸门制作的工序流程特点,按照流水生产线作业原理,结合质量控制的三级检验制度,经过精心改良的闸门制造生产线,生产效率与品质

的双重提升迈出了关键步伐,显著缩短了工期,经济效益显著攀升至新高度。

2 适用范围

本工法适用于水电站大型、超大型平面定轮闸门的制作,该材料对碳素钢、低合金结构钢等多种材质兼容性极佳,在水力发电领域的钢闸门制造中具有广泛的应用前景和推广价值。

3 工艺原理

3.1 根据焊接原理,为减少焊接变形给部件带来的影响,周密设计的焊接方案是抑制焊接形变的关键手段,无疑是实现高效运作的优选路径。

3.2 为有效减少焊接变形对闸门外形尺寸的影响,本工法在工艺流程上,尽可能将构件的焊接变形消除在部件的制作过程中;其次从整体装配焊接工装、工艺上削弱焊接变形给闸门带来的影响。

3.3 为了保证闸门装配的几何尺寸,在设计的闸门装配模上装配,可有效控制闸门两边梁轴孔的同轴度、定轮承压面的平面度、边梁安装的腹板中心倾斜度、边梁中心距、单节闸门的对角线相对差,有效的提高闸门装配精度及效率。

4 施工工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程

4.1.1 闸门制作工艺流程如下图1所示。

下料→单个构件加工→隔板、吊耳、边梁、主梁组装及焊接→组装构件校正→边梁机加工→门叶整体组装、焊接→门叶解体→门叶校正→门叶预拼装→水封座板及滑块座板机加工→定轮装配→附件装配→防腐→出厂验收

(1) 制作前期主要进行技术准备工作,通过三维模型进一步校核图纸。进行工艺文件编制,考虑焊接收缩量、焊接变形等影响因素,采取相应的工艺措施。下料工序做为首要质量控制检停点。

(2) 采用数控编程进行下料时,因数控编程下料后可能存在不可控因素,主要对主梁腹板、边梁腹板、吊耳腹板、边梁翼缘板等异形的构件进行尺寸检查,单个构件加工采取抽查的控制措施。

(3) 门叶整体组装时,将面板放样作为关键检停点,面板的平面度及放样线是否合适影响着整体装配精度。

(4) 水封座板机加工作为关键的质量控制工序,严格按工艺文件的要求进行机加工及检验。

(5) 门叶预拼装作为主要的质量控制检停点。

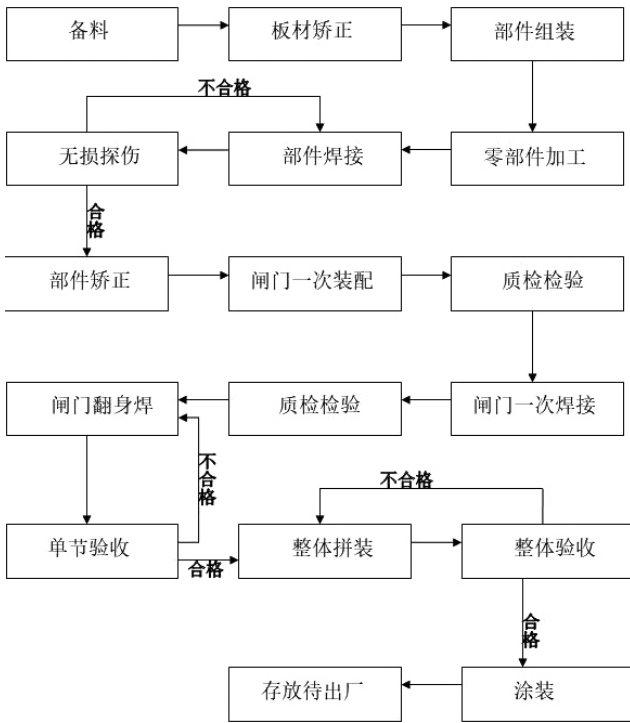


图1 闸门施工工艺流程图

4.2 操作要点

闸门制造工艺流程详见图5.1-1施工工艺流程图,具体操作要点如下:

4.2.1 备料、划线、下料及坡口加工

按照设计蓝图与物料分配步骤,各式构件在直线火焰、半自动氧乙炔火焰、数控火焰切割及锯床切割等工艺流程中完成下料作业。在材料划线准备的关键时期,全面审视切割作业的预留空间与加工余度细节,分析焊接作业中的首次收缩与后续收缩的数值变化,特别是门叶结构焊接时的二次收缩。依照构件焊接的特定作业细节,度身定制的焊接坡口加工方案。坡口尺寸的公差需

遵循《气焊、电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本型式与尺寸》(GB985-88)、《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》(GB986-88)的相关标准或设计图纸的要求。坡口区域必须杜绝裂纹、分层或杂质等瑕疵,并保持清洁无污。坡口加工顺利转入下一生产阶段,敏捷地施涂一层无害的防锈保护膜,此涂料不会削弱焊接性能与焊接质量。

4.2.2 部件组装

在钢平台上放样后进行边梁部件组装,边梁腹板比设计尺寸大4mm,轴孔单边留5mm加工量,以保证后续工序的加工精度(见图2)。

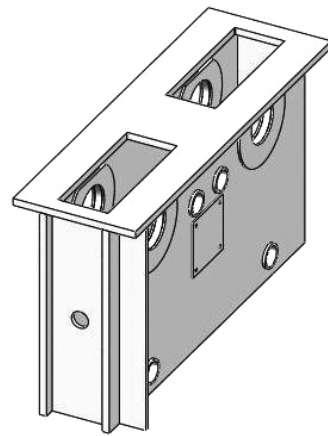
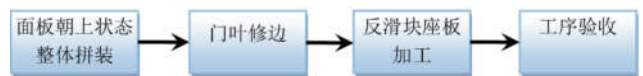


图2 边梁组装示意图

5 装焊完成单节验收,转拼装。

各单节门叶组焊完成、检查合格,面板朝上进行第一次整体预拼装,调整检查闸门平面度、节间间隙和节间错位等、切割外形轮廓、水封及反向滑块座面加工与装配、侧导向装配等。组装应在自由状态下进行,门体平卧,不得强制组合。

1) 拼装工作流程



2) 主要工序说明

①整体拼装

A门体平卧、面板朝上状态,吊放在钢平台上;
B以面板上装配中心线及控制线为基准,按门节顺序把各节门叶拼装为一体;

C以门叶面板为基准兼顾边梁后翼板将门叶整体调平,需控制节间错位 $\leq 2.0\text{mm}$,节间间隙 $\leq 3.0\text{mm}$,扭曲 $\leq 4.0\text{mm}$,结合处错位打磨平滑过渡处理;

D以门叶纵向中心线为基准将门叶调正,控制边梁腹板的节间错位 $\leq 2.0\text{mm}$;

E划出整扇门叶的边梁中心线,以边梁中心线为基准

测划出门叶纵向中心线,据此确定门叶面板的修割轮廓及滑块座板的组装路径。精确度标准要求划线误差不得超过2毫米,对角线长度误差不得超出5毫米的界限。

F划线经检查无误后,用半自动切割机对门叶面板轮廓进行切割并打磨毛刺和熔渣。通过面板整体划线修割后控制闸门的整体宽度尺寸偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$;

G划水平控制线。以边梁中心线部位的面板为基准,在两侧边腹板上用水平仪测量划出水平控制线,控制划线误差 $\leq 0.5\text{mm}$,作为门叶翻身后拼装、加工的基准线,并打上样冲眼。

②水封、滑块座面加工

装焊反向滑块座板,测算座板加工余量,并标识。用闸门专用动力铣床整体铣削反支承滑块座面,控制整体平面度不大于 2mm 。

③以门叶中心线为基准在反向滑块座面和水封座面上划出加工线,经检验合格后用移动式万向摇臂钻配螺栓孔,按线装配反向滑块。

④在边梁腹板及面板上装焊节间定位板,以便现场安装就位。

6 会议制度

6.1 技术交底会

项目启动的初期阶段之初端,生产技术办公室肩负起项目初期技术交底会议的召集使命,依据施工组织设计(施工措施)向作业人员普及技术标准。邀请质量管理办公室全体同仁及所有作业人员共同参与本次集会。

6.2 质量专题会

以质量管理办公室对施工全过程的周密分析为依据,将召集核心管理层与相关职能部门的领导共同参与。

7 作业人员培训制度

7.1 进场培训

对参与本工程现场作业的员工实施初级教育及实操技能的培训。质量管理部对工程概览与质量基准进行了深入的剖析,确立了项目质量追求的愿景、结构及规范,力图增进员工对质量管理的全面把握。

7.2 设计联络会

项目启航之际,生产技术办公室担任项目航行的舵手,邀请业主、监理、设计相关方及人员共聚一堂,项目质量管理团队也融入了协作的团队,对即将开工的项目进行深入的技术剖析与交流。深入解析图纸设计、项目属性、操作步骤及质量要求,追求员工对作业细节与品质标准的全面洞察与精准把握。

8 安全措施

8.1 安全法规

在实施该施工项目期间,一丝不苟地执行《安全生产法》等法律法规,参照地方与行业特有的安全操作指导模式,编制专业的安全作业指导文件及明确的施工安全防护措施。

8.2 实施并构建一套环境与职业健康安全的管理结构,着手撰写现场安全管理手册

着手着手修订一本针对本工艺的安全操作手册,本指南对钢管制造作业的安全规范、高空作业的安全措施、焊接与探伤的安全防护、起重机械的操作规程以及用电安全等规章制度进行了系统梳理。

8.3 安全措施和安全预警事项

8.3.1 加强现场的安全检查与监督,建立健全现场安全管理责任制,建立完善的安全保证网络体系和安全管理机构,设一名专职的安全副经理及专职的安全办公室,负责项目的日常安全工作管理,层层落实安全责任制。在生产活动中作到人人参与安全管理,全面实施全员投入、全流程管理、全维度维护、全天候响应的动态安全管理路径。

8.3.2 实行定期召开安全会议制度,将安全会议纳入定期会议内容。每周由安全办公室主持召开一次有班组长以上参加的会议,检查本周重点,安排安全生产任务。全面实行班前5分钟安全会制度,作到预知危险活动、预防危险活动,把安全隐患消灭在萌芽状态。

8.3.3 对作业人员进行施工前的安全技术交底,加强参与人员的安全培训工作。在工程开工前组织有关人员学习国家安全生产的法规、《水利水电建筑安全技术工作手册》、《安全生产手册》,并进行安全作业的考核。加强对作业人员的安全操作技能培训和考核。

8.3.4 建立安全奖罚制度。对安全生产进行严格检查、考核与奖罚,同时加大对各类违章和事故的处罚力度,对事故将实行责任追究制度。每年年初项目部经理与各生产部门负责人签订安全责任书,制订安全生产目标。

8.3.5 建立大型起吊设备管理规章制度,配备专职操作人员、起重工,对设备进行班前班后检查。按国家规定时间邀请地方质量技术监督局进行设备安全检验。

8.3.6 致力于强化电气设备与建筑的安全防护性能,确保对易发生漏电或遭受雷击的设施配备接地或避雷装置;电力线路与照明系统应遵循既定规范独立布设;配电箱内使用的配电柜均需遵循规范要求;变压器安置作业必须遵循操作规程;执行定期的季节性安全评估与电气设备的预防性检验措施,即刻解决暴露的故障,以防患于未然。

8.3.7 生产中各制造工序的危险点、安全重点环节,

悬挂警告类标示牌标示。氧气、乙炔按国家有关规定分类存放,使用时必须满足安全距离要求。在施工区域,施工现场需安装全套必要的安全信号,集成了规范的交通标识、警报系统、警示符号、管理指令、安全措施及指示信号等。

9 环保措施

9.1 环保法规

此工艺实施作业启动阶段的开启,我们严格依照《环境保护法》及《环境体系规范及使用指南》的指导理念。

9.2 防尘、噪音防护

9.2.1 系统的主要尘源点均应有除尘措施,如水雾除尘、通风除尘、机械收尘等。其粉尘排放应符合国家颁

布的GB3095的有关规定。

9.2.2 采取适当的措施降低或减少各生产车间的噪音。《工业企业噪声卫生试行标准》(1979年颁布)明确指出,生产车间及作业区域噪声限值为85分贝(A)。

参考文献

[1]丁伟.浅谈超大型平面定轮闸门制造[J].中国新技术新产品,2022,(15):77-79.

[2]胡锦涛.平面定轮钢闸门的制造工艺[J].装备制造技术,2021,(02):189-191+199.

[3]袁永莉.曲柄连杆式联动定轮平面闸门制造难点控制[J].江西建材,2016,(02):116-117.

[4]黎楠,吴培均.平面定轮闸门制造技术研究[J].科技与企业,2014,(08):327-328.