

# 双曲拱坝混凝土保护剂涂刷施工技术

孙 伏

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

**摘要：**在我国现代化建设稳定加快的背景下，大型水利水电工程建设得到全民的关注，外观质量及混凝土面层防护施工已然成为一项关键技术。而作为国内大坝中常见的双曲拱坝来说，对其上下游混凝土面层进行防护是一项巨大的工程，有助于增加大坝防水性，耐磨性，抗紫外线、裂纹保护等，意义重大。基于此，本文将简要分析双曲拱坝混凝土保护剂涂刷的重难点，并对施工方法和安全质量保证措施展开具体阐述。

**关键词：**双曲拱坝；混凝土保护剂；施工技术

## 1 背景

考虑到坝址区多风干燥、夏季高温历时长、日温差大、春秋及冬季气温骤降频繁等气候特点，为降低混凝土内外温差，保证混凝土强度正常增长，减少混凝土表面裂缝，防止产生深层裂缝，在大坝上游面喷涂聚氨酯，其中上下游坝面及表孔下游闸墩保温工艺为旭硝子+HD-1脱模剂+聚氨酯+界面剂，大坝其他下游面及各特殊结构部位均为粘保温苯板进行保温。现对原保温材料进行铲除，并对基面进行处理后涂刷混凝土保护剂<sup>[1]</sup>。

## 2 施工重难点及措施分析

### 2.1 施工安全管控是本工程的重难点

本项目主要施工主要为高空作业，且由于施工条件限制无法正常搭设施工通道，绝大多施工均为机械吊篮或起重设备+吊篮的形式，少部分区域需搭设排架施工，同时由于工区干热河谷气候特点，高温、大风等极端天气频发，对施工人员安全及施工进度均产生巨大影响。

**对策：**

(1) 严格监督作业人员上面时正确穿戴劳保装备，施工人员正确悬挂“双保险”，每班开班前必须进行安全交底，每个工作面配专职安全员进行监督。

(2) 建立极端天气预警机构，时刻关注建设部通知的气象播报，及时反馈施工管理人员，避开极端天气时间段施工。

(3) 大坝下游面施工为关键线路，根据以往的极端天气气候分析，刨除影响时间，配置足够资源，以满足进度节点。

(4) 根据本工程施工特点，针对缆机、吊篮、排架编制专项安全措施，明确各工序安全隐患，制定相应措施，减小安全风险。

### 2.2 施工质量控制是本工程的重难点

大坝工程为椭圆型混凝土双曲拱坝，上游坝面主要

体型表现为“凸出”，下游坝面体型主要为“凹陷”，总体均呈现为弧形，无法采用常规机械设备进行施工，且底孔、深孔、表孔、坝后永久桥部位均为倒悬牛腿结构，不但该结构本身保温材料铲除施工困难，还对其下部坝面保温材料铲除施工难度有不同程度的影响，导致各工序施工困难，施工质量难以保证。

**对策：**

(1) 对大坝上下游坝面不同结构、施工难易程度及人员接触及曝光频率，对大坝上下游坝面进行分区，在满足施工质量的同时，分别制定标准，提高施工效率；

(2) 坝后倒悬牛腿结构下部坝面施工采用在每个坝段坝后桥间隔6m钻孔的方式，布置机械吊篮，通过孔洞拉伸吊篮，不仅能处理倒悬牛腿结构遮挡区域，还能多个工作面同步施工，提高施工效率。

(3) 对各阶段施工器械，如铲除、打磨等器械进行寻购，采用市场上性能优良的设备，以提高施工质量和施工效率。

## 3 施工方法

### 3.1 施工工序

施工准备→保温材料铲除→铲除的保温材料收集处理→基面处理及验收→混凝土保护剂施工及验收→成品保护。

### 3.2 坝后桥打孔施工

坝后桥拟采用地址钻机进行打孔施工，孔径56mm，间隔6m避开坝后永久桥倒悬混凝土预制模板背拉钢桁架布置。

### 3.3 保温材料拆除施工

根据大坝不同部位保温施工工艺，结合现场实际情况，采用以下方式进行保温材料铲除施工。

(1) 采用喷涂旭硝子+HD-1脱模剂+聚氨酯+界面剂保温施工区域：人工使用手持式电铲器械，对吊笼横向

长度(6m)范围内竖向条带的聚氨酯进行铲除施工,施工过程中需注意对坝面成品混凝土进行保护,避免坝面混凝土留下划痕。表层保温材料铲除后,先观察该区域是否有残留的旭硝子导致混凝土表面泛黄,若该区域混凝土表面泛黄,需采用树脂磨片或大理石磨片进行抛光打磨,直至露出混凝土本色。

(2)采用喷涂聚氨酯+界面剂、聚氨酯保温施工区域:人工使用手持式电铲器械,对吊笼横向长度(6m)范围内竖向条带的聚氨酯进行铲除施工,施工过程中需注意对坝面成品混凝土进行保护,避免坝面混凝土留下划痕。聚氨酯铲除后,对混凝土表面残留的聚氨酯泛黄区域,采用树脂磨片或大理石磨片进行抛光打磨,直至露出混凝土本色。

(3)采用粘帖聚苯乙烯挤塑保温板保温施工区域:人工使用手持式电铲器械,对吊笼横向长度(6m)范围内竖向条带的聚苯乙烯挤塑保温板进行铲除施工,保温材料铲除后采用打磨设备将残留在混凝土表面的速凝砂浆进行磨除。

①砂浆磨除前可先洒水润湿,避免打磨过程中粉尘过大影响施工。②砂浆磨除过程中需注意对大坝混凝土进行防护,避免打磨过度,破坏坝面混凝土外观形象。③砂浆磨除后再采用树脂磨片或大理石磨片将混凝土表面进行抛光打磨,直至露出混凝土本色。

### 3.4 大坝保温材料打捞施工及处理

#### 3.4.1 大坝保温材料

(1)掉落至大坝上游库区的保温材料:采用清漂船定期进行打捞,打捞的保温材料转运至左岸清漂码头,采用装载机配合装车,25t自卸车转运至指定仓库。(2)拆除掉落至坝后非水面区域的保温材料,采用人工装袋集中至坝后扩大基础渣斗内采用缆机集中吊运之坝顶装车拉运至指定仓库。(3)掉落至水垫塘水面的保温材料:一是在二道坝坝顶设置拦漂网,拦截水垫塘水面漂浮的保温材料。二是购置新打捞船,借助缆机吊运至水垫塘水面,采用打捞船定期对漂浮的保温材料进行打捞,人工装袋集中至坝后扩大基础渣斗内采用缆机集中吊运之坝顶装车拉运至指定仓库。(4)保温材料收集处理的费用按两家承包人保温材料铲除施工区域的面积占大坝保温材料铲除施工总面积的比例承担。(5)上游铲落的保温材料需每天清理一次,避免保温材料在库区水面四处漂浮或沉淀。下游坝面铲落于马道或扩大基础区域的保温材料需每天收集清理,避免随风飘飞,影响工区形象。落于水垫塘水面的保温材料可2~3天统一清理一次,需在二道坝设拦漂网,避免保温材料入江<sup>[2]</sup>。

#### 3.4.2 大坝保温材料处理

铲除的保温材料转运至相关资质单位后,采用立式液压打包机进行临时压缩、打包处理,然后统一进行无害化处理。

#### 3.5 基面处理施工及验收

保温材料拆除后需对该区域坝面进行修复,对露筋、粘接胶、残留保温材料等进行打磨修复处理。基础处理总体原则尽量保持混凝土原有肌理,对严重影响外观效果部分进行处理、涂装后尽量接近现浇混凝土表面效果。

(1)基层处理:去除附在混凝土表面的物质(固化的水泥砂浆,水泥流淌印记,聚氨酯铲除后残留黄色素等);清理浮物;修补混凝土缺陷较大区域;消除横缝接缝错台,错位的部分全部用打磨机把错台的部位磨平,用高压水冲枪进行墙面清洗,并使其干燥。清理后至涂装前,做好基面的保护。所有基础处理工艺应尽量接近现浇混凝土表面效果。(2)修补缺陷:专用修补材料填充混凝土缺陷,使混凝土坝面整体平整,若缺陷程度较大,需要用水泥或砂浆进行填充,达到平整度要求。(3)色差调整:专用色差调整剂调整色差,能最大程度恢复混凝土原有的色彩肌理及质感。保护混凝土免受自然环境的侵蚀,防止开裂脱落,从而达到混凝土长久历新。(4)对混凝土外露钢筋接头,使用切割机进行割除,并涂刷防锈漆。(5)基层处理完成后须申报监理验收,验收合格后方可进行下一道工序施工,验收均采用无人机拍摄影像资料配合望远镜的形式进行。

#### 3.6 混凝土保护剂喷涂及验收

混凝土保护剂种类及涂刷工艺需根据生产性试验确定混凝土保护剂种类、涂刷工艺及要求。本方案暂定为采用旭硝子混凝土保护剂施工。

涂刷工艺:涂刷底漆二遍→涂刷清水漆中层漆一遍→涂刷面漆两遍→成品保护→完工清场。

(1)在整理好的基面涂刷混凝土保护剂(底漆、中层漆、面漆,施工温度:低温 $>5^{\circ}\text{C}$ ,高温 $<35^{\circ}\text{C}$ )。

(2)采用混凝土保护剂调配色浆,修补基底色差,使基面颜色一致,达到坝面混凝土本来之色(青灰色),纹路清晰自然。坝面灰尘必须清理干净,以保证保护剂与坝面粘接牢固,刷涂作业自上而下进行(对于基层的表面清理和调整色差,应做好样板试验,待业主、设计确认后,方可大面积开展)。(3)底漆二遍:涂布量为 $0.18\sim 0.24\text{kg}/\text{m}^2$ ,用滚涂或喷涂方式进行涂刷,使用时充分搅拌,搅拌时间为15分钟以上。底漆涂装完工后,间隔3~5小时以上进行中涂的涂装。中间漆涂装之前须待底

漆涂装完表干之后方可进行,从颜色上由深变浅,用手触摸不沾手。(4)中漆一遍:涂布量为 $0.1\sim 0.14\text{kg}/\text{m}^2$ ,用滚涂或喷涂方式进行涂刷,不能有涂料流挂现象。中间漆的涂装至关重要,涂层的整体颜色深浅主要靠中涂进行控制,实际涂布量不能低于理论涂布量,否则涂装完后,涂层的颜色太浅。与底涂相隔3-5个小时后就可以进行中涂的施工。(5)面漆二遍:涂布量为 $0.16\sim 0.2\text{kg}/\text{m}^2$ ,用滚涂或喷涂方式进行涂刷,不能有涂料流挂现象,目测涂装后的乳白色消失,变为透明即可。面漆第一道涂完后三小时就可进行第二道面漆的施工。(6)要精细安排混凝土透明保护漆施工,并采取有效的保护措施,确保不对已完成施工部位造成二次污染及其他形式的损坏。(7)保护剂喷涂完成后须申报监理验收,验收合格后方可移动吊篮进行下一条带施工。

#### 4 施工安全保证措施

本项目施工存在的安全隐患较大,在施工过程中,必须严格按照相关防护措施组织施工。现场须严格遵守以下安全措施:

(1)在施工前进行详细的安全技术交底,明确在施工重点施工中可能存在的风险和应该注意的安全事项。(2)建立健全可靠的安全责任体系,加强对职工的施工安全教育,工人上岗前进行安全操作培训和考核。(3)严格遵守国家劳动法律、法规的规定,及时配备、发放和更换各种劳保用品。安全绳、安全带及防坠器必须经安全部门检查合格后方可投入使用。(4)所有机械操作人员必须持证上岗,按照操作程序及规定正确操作,严禁违章作业,杜绝酒后上机或疲劳作业。(5)设置专职的安全员,对施工过程进行现场控制,施工区局设置警戒线,及时发现可能存在的安全隐患。对吊装过程中操作人员双保险的使用及起吊用具等进行仔细检查。(6)高空作业所需的工索具及材料等应放在工具箱内或临时固定,严禁上下抛掷工具及物体。(7)吊装、起重工作由专业人员指挥,吊装用的钢丝绳(不低于12倍安全系数)、吊具等必须认真挂装,且仔细检查。(8)严格遵循吊篮使用要求,控制吊篮乘坐人数及负重。(9)高空作业人员采用双保险措施,施工前检查双保险(安全带、安全绳)的完好性,施工过程中禁止将安全带、安全绳同时解开临空移动,严禁攀爬吊篮。(10)严禁出现上下交叉作业现象,吊篮作业过程中,在作业面上方和下方均设置安全监护、警戒人员,并佩戴警示标志、

配置通讯工具,保持上下通讯联系畅通,由专职安全人员主要负责<sup>[3]</sup>。

#### 5 施工质量保证措施

(1)建立完善的质量保证体系,质量责任逐层落实,从施工人员到班组长、技术员、队长各负其责。施工过程中施行“全员、全过程、全天候”的质量管理,发现质量隐患立即整改。(2)施工中严格执行工序共检制度。在进行下道工序施工之前必须对上道工序进行共检,共检合格后方可进行下道工序。(3)对施工中存在的技术难点问题,积极组织有关人员进行技术攻关,保证施工质量。(4)所有保温材料铲除完成后,组织验收,且对施工区的场地进行清理。(5)保温材料铲除过程中不得对大坝混凝土表面造成破坏或留下明显划痕。(6)混凝土保护剂的品种、性能等符合设计要求,进厂材料须组织监理验收合格方可使用。(7)混凝土基层须打凿平整,并用专业修补材料修复平整。基面表面上的灰尘,污垢及原墙面上的各种涂料须清除干净,并组织监理验收,在基层验收合格后,方可进行保护剂施工。(8)混凝土保护剂涂刷后表面不得起皮、起壳、鼓泡、透瑕疵、漏刷、掉粉、泛碱、变色、砂眼、流坠、粒子等缺陷。

#### 6 应用前景分析

本工艺主要应用于椭圆形混凝土双曲拱坝,采用混凝土保护剂进行涂刷,混凝土保护剂种类繁多,功能齐全,可根据实际情况进行实验并采用,本工程采用涂料体系包含涂料和防水剂,从而表现出优良的耐久性能和防腐性能。与传统的氟涂料不同,新型的Bonnfon涂料可以在常温下固化干燥,这极大的拓展了氟涂料的应用领域。它不仅有着杰出的耐候性,使得涂料免于维护15-20年,从实验及施工实际来看,不仅保持了混凝土的自然本色,也将是混凝土最理想的长期保护手段。希望本文可以为以后更多类似工程提供借鉴和参考。

#### 参考文献

- [1]邓伟勇.广东海上丝绸之路博物馆弧形拱体结构耐久性清水混凝土施工技术及管理研究[D].2015.
- [2]中国葛洲坝集团公司.三峡工程施工技术·二期工程卷[M].中国水利水电出版社,2003.
- [3]马国梁,冯家强,安会丽.复杂地质条件下预应力高强混凝土管桩施工技术[J].建筑施工.2022,44(8).