

水库土工膜施工工艺与质量控制研究

朱方超

黄河水电工程建设有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 本文针对水库土工膜防渗施工展开研究,阐述了土工膜选材要求与适用条件,细化基底整平压实、膜体铺设、接缝焊接、节点处理等全套施工工艺,分析施工全过程的质量控制要点。结合工程实际,总结材料检测、焊缝探伤、渗漏排查等质控方法,提出常见质量缺陷的防治措施。研究意在规范施工流程,严控工程质量,解决水库渗漏难题,提升防渗工程稳定性与耐久性,为同类水库防渗工程施工提供可靠的技术参考。

关键词: 水库土工膜;施工工艺;质量控制

引言: 水库作为重要的水利基础设施,防渗性能直接关系工程安全与运行效益。土工膜防渗效果优异、施工便捷、成本适中,被广泛应用于水库防渗加固工程。现阶段,部分工程存在施工工艺粗糙、质控体系不完善等问题,容易引发膜体破损、接缝渗漏、基底失稳等隐患,影响工程使用寿命。基于此,本文深入研究水库土工膜施工要点,完善质量管控措施,保障工程质量,推动水库防渗施工技术规范化、标准化发展。

1 水库土工膜防渗工程基础概述

1.1 土工膜材料特性与选型

(1) 常用土工膜种类及性能特点。水库防渗常用土工膜以聚乙烯材质为主,主要包括高密度聚乙烯土工膜、低密度聚乙烯土工膜两类。高密度聚乙烯土工膜强度高、抗老化能力强、耐腐蚀性好,防渗性能优异,适用范围广;低密度聚乙烯土工膜柔韧性好,施工贴合度高,适合地形复杂区域。两类材料均具备不透水、抗拉伸、抗穿刺的特性,能满足水库长期防渗需求。(2) 水库工程土工膜选型依据。土工膜选型需结合水库规模、水深、地质条件、环境气候等因素综合判定。大型水库、深水区域优先选用高强度、厚规格的高密度聚乙烯土工膜;地形起伏大、边坡陡峭的小型水库,可选用柔韧性佳的膜材。同时兼顾施工条件、造价成本,选用适配性强、性价比高的材料,保障防渗效果与工程耐用性。(3) 土工膜质量标准与进场要求。土工膜需符合国家规范标准,具备出厂合格证明、检测报告。进场前要开展外观检查,杜绝破损、开裂、厚薄不均的产品,同时抽样送检,检测拉伸强度、断裂伸长率、渗透系数等指标,合格后方可入场存放,存放时做好防护,避免日晒雨淋、尖锐物划伤。

1.2 水库土工膜防渗结构设计

(1) 防渗结构体系组成。水库土工膜防渗结构为多层复合体系,自上而下分为保护层、土工膜防渗层、基

底垫层。各层分工明确,保护层抵御外力破坏,土工膜层核心防渗,垫层平整基底、分散应力,层层配合形成完整防渗体系,杜绝渗漏隐患。(2) 基底垫层与保护层设计要点。基底垫层选用级配砂石,颗粒圆润无棱角,厚度均匀,铺设后碾压密实,消除凸起、凹陷,保证表面平整。保护层选用素土、细砂或无砂混凝土,厚度达标,质地松软,避免尖锐杂物刺破膜材,同时兼顾排水性,防止积水浸泡^[1]。(3) 特殊部位防渗设计。边坡部位控制坡度,膜材铺设贴合坡面,防止褶皱悬空;拐角处做成圆弧过渡,避免直角弯折破损;锚固沟深挖夯实,膜材末端埋入沟内,回填压实固定,防止膜材滑移,提升整体防渗密封性。

1.3 施工前期准备工作

(1) 施工现场勘察与场地清理。全面勘察施工现场,摸清地质、地形、地下管线情况,清理场地内杂草、树根、石块、建筑垃圾,平整坡面与基底,消除尖锐杂物,排除积水,为施工打造干净平整的作业面。(2) 施工方案编制与技术交底。结合工程实际编制专项施工方案,明确施工流程、质量标准、安全措施。组织施工人员开展技术交底,讲解施工要点、操作规范,让全员掌握施工要求,杜绝违规操作。(3) 施工设备调试与材料进场检验。调试焊接机、碾压设备、裁剪工具等,确保设备运转正常、参数精准。所有进场材料二次复核检验,分类存放,做好标识,备齐施工物资,为后续施工筑牢基础。

2 水库土工膜核心施工工艺

2.1 基底处理施工工艺

(1) 基底平整与压实作业。基底处理是土工膜防渗施工的根基,直接决定膜体贴合度与使用寿命。施工时先清除表层浮土及杂物,采用推土机粗平、人工精平相结合的方式修整基面,分层开展压实作业。大面积平地采用振动碾压机压实,边坡、边角等狭小区域改用小型

蛙式打夯机,避免漏压。压实过程顺着库区坡度进行,保证基面排水顺畅、无局部积水,让基底坚实平整,为后续铺设提供稳固基面,防止后期沉降拉扯损坏膜体。

(2) 尖锐杂物清除与软弱地基处理。施工前需全方位排查基底,彻底剔除石块、树根、碎玻璃、钢筋头等尖锐硬物,杜绝刺破土工膜。针对淤泥、软土、松散填土等软弱地基,先挖除不合格土层,清理深度达标后,回填级配砂石、素土等合规填料,分层摊铺、逐层碾压,提升基底承载力。局部凹陷部位用同种填料填补夯实,严禁直接在软弱土层上施工,防止不均匀沉降导致防渗层开裂^[2]。

(3) 基底平整度与压实度控制标准。基底平整度严格执行规范要求,坡面与底面高差控制在允许范围内,不得出现陡坎、凸起。压实度按水库工程等级和设计要 求把控,主防渗区域基底压实度不低于90%,一般区域不低于85%。施工过程中随机抽样检测,压实度不达标、平整度不合格的部位,必须返工处理,经监理验收合格后,方可进入下一道工序。

2.2 土工膜铺设施工工艺

(1) 铺设顺序与铺设原则。土工膜铺设遵循先边坡、后池底,从上游至下游、从高到低的顺序,严禁逆向施工。铺设时坚持舒展平顺、紧贴基面、预留松紧、避免褶皱的原则,膜体摆放顺直,不扭曲、不拉伸过度。搭接缝朝向水流方向,减少渗水隐患,施工避开大风、暴雨、高温暴晒天气,选在气温适中的时段作业,保障铺设质量。

(2) 边坡与池底铺设操作要点。边坡铺设自上而下缓慢展开,安排专人牵引膜体,防止下滑拉扯,铺设时紧贴坡面,不留悬空空隙,搭接宽度控制在规范范围内。池底铺设从一侧向另一侧推进,分块铺设、逐块拼接,块间对齐规整,搭接宽度均匀一致。拐角、边缘部位人工微调膜体,贴合基面弧度,避免局部翘边、悬空,保证膜体与基底完全贴合。

(3) 膜体松弛度控制与防风固定措施。铺设时预留适量松弛度,适配温度变化和地基微沉降,松弛度控制在3%-5%,既防止紧绷开裂,又避免过度松弛堆积。大风天气施工时,每铺设完成一段,立即用沙袋、土袋轻柔压固,防止膜体被风吹起移位,固定物避开焊缝位置,且不得使用尖锐重物,防止划伤膜面,待接缝焊接完毕后再移除固定物^[3]。

2.3 土工膜连接施工工艺

(1) 热熔焊接施工流程与参数控制。热熔焊接是土工膜连接的主要方式,施工前先清理接缝处灰尘、油污,保持接触面干燥洁净。调试热熔焊机参数,控制焊接温度在280-300℃,行走速度匀速稳定,压力适中,先试焊检测,合格后再正式施焊。采用双轨热熔焊接,焊缝

平整光滑、无气泡、无划痕,焊接完成后自然冷却,严禁中途拉扯、踩踏焊缝。

(2) 粘接施工工艺与适用场景。粘接施工适用于修补作业、边角狭小空间、焊机无法施工的部位。选用专用土工膜胶黏剂,施工时将粘接面打磨干净,均匀涂刷胶黏剂,晾置至合适黏度后,将两幅膜体贴合压实,排出内部空气,静置固化至强度达标。粘接施工要求基面干燥无积水,胶层厚度均匀,杜绝空鼓、脱粘现象^[4]。

(3) 接缝质量控制与缺陷预防。接缝施工全程严控质量,安排专人负责焊接、粘接作业,施工完成后逐段检查。重点防范虚焊、漏焊、跳焊、粘接不牢等缺陷,提前清理接触面,精准调试设备,规范操作手法。发现缺陷立即标记,铲除不合格接缝,重新焊接或粘接,复检合格后方可继续施工。

2.4 特殊部位与收尾施工

(1) 锚固沟、拐角、穿坝管件处理工艺。锚固沟内膜体埋深达标,末端弯折固定,回填土分层夯实,防止膜体滑移。拐角处做成圆弧过渡,半径不小于50cm,避免直角弯折破损,膜体贴合弧度铺设。穿坝管件周边精细施工,膜体紧密包裹管件,增设加强层密封,接缝二次加固,杜绝管壁周边渗漏。

(2) 破损修补与缺陷修复方法。施工过程中发现膜体破损、孔洞,及时标记处理。小面积破损用同材质膜片裁剪成圆形或椭圆形,面积大于破损区域3倍以上,采用热熔焊接或专用胶粘接加固。大面积破损需更换整幅膜材,重新铺设焊接,修复后做密封性检测,确保无渗漏隐患。

(3) 保护层回填与防护施工。防渗层验收合格后,进行保护层回填,选用细砂、素土等无尖锐杂物的填料,分层摊铺,轻柔碾压,严禁重型机械直接碾压膜体。边坡保护层做好防滑处理,池底保护层厚度均匀,全面覆盖土工膜,防止日晒老化、外力破损。完工后做好成品保护,禁止踩踏、堆放重物,保护防渗结构完好。

3 水库土工膜施工质量控制与检测

3.1 施工全过程质量管控体系

(1) 事前质量控制要点。事前管控是保障施工质量的基础,需严把人员、材料、方案关口。筛选专业施工队伍,对作业人员开展专项培训,明确工艺标准和质控要求;审核施工方案,细化工序流程、质控节点和应急措施;提前排查场地隐患,清理作业面,备好合格机具,杜绝前期准备不足引发质量问题。

(2) 事中工序质量监控措施。施工过程实行全程旁站监督,落实工序报验制度,每道工序完工后自检、复检合格,方可进入下一工序。重点监控基底处理、膜体铺设、接缝焊接、回填防护等关键工序,严查违规操作。实时记录施工数据,留

存影像资料,发现质量偏差立即停工整改,杜绝隐患遗留。(3)事后质量验收与管控。工程完工后,依照设计图纸和规范标准开展分项、分部验收,核对施工资料、检测报告,核查现场施工质量。验收合格后做好成品保护,划定禁行区域,禁止重物碾压、尖锐物磕碰。建立质量台账,留存验收资料,落实后期管护责任,保障防渗工程长期稳定运行。

3.2 关键质量检测项目与方法

(1)土工膜原材料性能检测。材料进场后,按批次抽样送检,重点检测拉伸强度、断裂伸长率、渗透系数、耐老化性能等指标,核对出厂合格证、检测报告。严禁不合格材料入场使用,存放期间定期检查,防止膜材老化、破损,保证原材料符合设计和规范要求。(2)焊缝气密性、强度检测方法。焊缝质量采用气压法和拉力测试检测。气压检测针对双轨焊缝,封闭焊缝两端,充气至规定压力,稳压观察压力值变化,无压降即为合格。拉力检测抽样截取焊缝试件,做拉伸试验,焊缝强度不低于母材强度。不合格焊缝立即标记,铲除重焊,复检合格为止。(3)防渗效果与渗漏检测。防渗效果检测采用蓄水试验或闭水试验,按设计水深蓄水,静置观察水位变化和周边渗漏情况。也可采用电渗法检测隐蔽部位渗漏,精准定位漏点。检测期间做好记录,发现渗漏点及时修补,确保整体防渗达标。

3.3 常见质量问题与防治措施

(1)基底缺陷引发的质量问题及处理。基底不平整、压实度不足、杂物残留,易造成膜体破损、不均匀沉降。防治措施为彻底清理尖锐杂物,分层碾压夯实基底,严控平整度和压实度。已出现沉降破损部位,挖除松散土层,重新回填夯实,更换破损膜材,重新焊接密封。(2)焊接

缺陷、膜体破损防治措施。虚焊、漏焊、膜体刺破是常见通病,施工前清理焊缝接触面,调试焊机参数,规范焊接操作;铺设时做好防护,避免硬物划伤。小破损用同材质膜片修补,大面积破损更换整幅膜材,修补范围大于缺陷区域,保证密封牢固^[5]。(3)后期运维质量保障措施。工程投入使用后,定期巡查库区,检查膜体完整性、保护层状况、锚固部位稳固性,及时清理杂物。严禁在防渗区域内爆破、开挖、堆放重物,做好防冻、防晒防护。发现破损、渗漏立即维修,建立运维台账,延长工程使用寿命。

结束语

水库土工膜施工需严守工序要求,抓好基底处理、膜体铺设、焊缝检测等关键环节,落实全过程精细化管理。施工期间要严把材料进场关,规范操作流程,做好现场监管与质量检测,及时消除各类质量隐患。工程完工后,还要做好后期养护与定期排查,维护防渗结构完好。只有全方位把控施工与运维质量,才能杜绝渗漏问题,延长工程使用年限,助力水利工程安全、高效、长久运行。

参考文献

- [1]万侃强.复合土工膜在水库防渗加固工程中的施工技术分析[J].甘肃科技纵横,2021,50(9):49-51.
- [2]余光黎.水库坝体加固工程中的土工膜防渗施工技术研究[J].中国高新科技,2023,13(1):134-136.
- [3]魏文菁.土工膜在水利防渗工程中的施工探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2022,8(6):73-76.
- [4]丁玲.超深土工膜复合防渗墙施工技术概述及应用[J].城市道桥与防洪,2023,20(2):165-168.
- [5]闫正先.土工膜在水利防渗工程中的施工质量控制[J].质量与市场,2022,10(17):139-141.