

节能环保型施工技术在水利工程中的应用分析

刘 丽

(磴口县水利局, 内蒙古 巴彦淖尔 015200)

摘 要 传统的水利工程施工往往伴随着资源消耗大、环境污染重等问题, 针对这些问题, 本文以某水利工程为例, 详细分析了基坑开挖、混凝土浇筑和铺设生态坡等施工环节中节能环保型施工技术的应用, 以期通过应用该技术提高能源利用效率、减少废弃物排放, 从而降低水利工程建设对自然环境的影响, 同时保证工程质量和经济效益。

关键词 节能环保技术; 水利工程; 基坑开挖; 混凝土浇筑; 铺设生态坡

中图分类号: TV52

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.02.016

0 引言

水利工程作为国民经济的基础设施之一, 在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着不可替代的作用。在水利工程建设中引入节能环保型施工技术, 不仅有助于缓解资源压力, 保护环境, 还能提升水利工程的整体效益, 促进水利行业的可持续发展。本文将探讨节能环保技术在水利工程中的应用。在施工准备阶段, 通过优化混凝土配合比, 为后续施工奠定了绿色基础。在基坑开挖过程中, 采用湿法作业和扬尘控制等技术手段, 有效减少了施工对周边环境的影响。混凝土浇筑环节通过废弃物回收利用等方式, 实现了资源的高效利用和污染的最小化。通过铺设生态坡, 不仅恢复了工程区域的生态环境, 还提升了水利工程的整体美观度和生态效益。本文旨在为水利工程建设领域的可持续发展提供有益的参考和借鉴, 推动水利工程建设向更加绿色、低碳、环保的方向发展。

1 工程概况

本项目为某县级河流的堤防加固工程, 新建堤防长度为 3 公里, 旨在提高该地区的防洪能力, 保障下游村庄和农田的安全。

工程总投资约为 3 000 万元人民币, 施工周期预计为 6 个月。新建土堤 3.5 公里, 其中主堤长 3 公里, 副堤长 0.5 公里; 堤防顶部宽度设计为 4 米, 堤身采用梯形断面, 迎水坡比为 1:2.5, 背水坡比为 1:2。堤防护坡采用生态护坡的方式, 喷射植被混凝土, 实现环保目的。在施工过程中, 将应用节能环保型施工技术, 使能耗降低 10%, 减少废水、废渣排放 15%, 并尽量减少对周边生态环境的影响, 推动小型水利工程向绿色、可持续发展方向迈进。

2 施工准备

准备环保、可再生的建筑材料, 优化混凝土配合比, 以实现节能环保, 具体配合比如表 1 所示。

表 1 混凝土配合表

原料名称	规格 / 型号	用量 (%)
水泥	P. O 42.5R	30
再生骨料	5 ~ 20 毫米	35
粉煤灰	F 类 I 级	7.5
矿渣粉	S95 级	6.5
减水剂	聚羧酸高效减水剂	3
水	饮用水	18

由表 1 可知, 在混凝土配制和浇筑过程中, 使用 35% 再生骨料替代部分天然骨料, 减少自然资源的消耗和 CO₂ 排放量。使用前从废弃混凝土中回收并进行加工处理, 确保再生骨料的粒径、含泥量等指标满足设计要求。使用颚式破碎机初步破碎 1 ~ 2 小时, 再经过圆锥破碎机细碎 2 ~ 4 小时, 之后利用振动筛筛分 1 ~ 2 小时, 以分离出粒径为 5 ~ 20 毫米的骨料。筛分后的骨料送入洗砂机进行清洗, 以去除骨料表面的泥土、杂质及附着物, 保证骨料的清洁度, 减少搅拌过程中的粉尘产生和排放。在搅拌前 5 小时内将再生骨料进行浸泡处理, 使其预先吸收 30% 的水分, 以减少搅拌器的能耗, 提高搅拌效率。掺加 7.5% 粉煤灰、6.5% 矿渣替代部分水泥, 降低水泥使用量和能耗, 同时提高混凝土的耐久性和抗裂性能。选用环保型外加剂, 3% 聚羧酸高效减水剂, 减少 CO₂ 排放量。

3 基坑开挖

使用全站仪精确放出基坑的开挖边界线, 确保开挖位置的准确性。在开挖作业前, 使用洒水车对施工区域进行洒水, 每日洒水量约为 200 立方米, 以减少粉尘污染。开挖过程中, 应持续监测粉尘浓度, 确保 PM10 浓度低于 150 微克 / 立方米^[1]。

使用挖掘机从基坑的一端开始, 按照每次进尺 0.5 米的方式进行开挖, 直至达到第一层 2 米深度。沿着基坑边缘打入钢板桩, 每根钢板桩打入深度控制在 4 ~ 4.5 米, 间距为 1 ~ 1.3 米, 以进行边坡的初步支护。在完成第一层的开挖和支护后, 按照同样的方法和步骤进行下一层的开挖和支护, 直到 3 层基坑挖掘完成。开挖到距槽底 50 厘米以内时, 测出水平标志线, 并在槽帮上钉小木桩以控制标高, 预留 20 ~ 30 厘米土层进行人工开挖, 防止超挖^[2]。在基坑底部铺设一层厚度为 10 ~ 15 厘米碎石垫层, 以提高基坑底部的承载力和排水性能。碎石垫层的粒径控制在 5 ~ 20 毫米之间, 含泥量不超过 5%。对开挖出的土石料进行分类处理, 可回收利用的土石料集中堆放, 用于后续回填或其他工程; 不可回收利用的废弃物按照环保要求妥善处理, 避免随意丢弃^[3]。

4 混凝土浇筑

基坑挖掘完成后, 开始浇筑混凝土, 修筑堤防主体部分, 图 1 是具体的施工流程图。

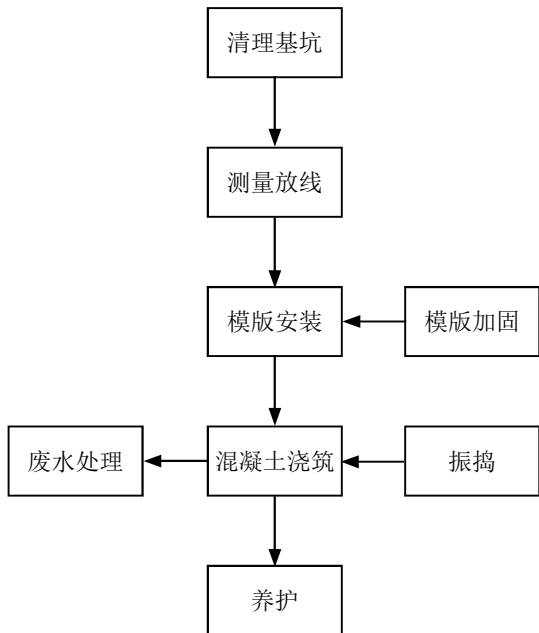


图 1 混凝土浇筑流程图

在进行基坑清理时, 应使用安装节水型喷头的高压水枪清洗基坑底部, 将每分钟的喷水量控制在 50 ~

80 升之间, 将水压设定在 20 ~ 30 帕之间, 既能有效清洗基坑, 又能减少水资源消耗。在基坑边缘使用全站仪测量并标记出模板支架的安装点, 确保每个支架的安装位置误差不超过 ± 10 毫米。

根据标记点, 安装模板支架。模板选用可重复使用的钢模板, 减少木材消耗, 降低资源浪费。依次将模板铺设在支架上, 模板的拼接方向与混凝土浇筑方向一致, 以减少浇筑时的阻力。在模板拼接处, 使用卡扣将模板紧密拼接在一起, 确保拼接缝隙不超过 1 毫米, 并使用密封胶进行密封处理, 避免因漏浆造成的材料浪费和环境污染。在模板四周设置支撑杆, 支撑杆与模板的夹角保持在 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间, 每根支撑杆之间的距离控制在 1 ~ 1.5 米, 以确保模板整体受力均匀, 不出现变形或位移^[4]。模板安装后, 使用垂直尺检查模板的垂直度和平整度, 确保误差不超过 ± 2 毫米。

浇筑时从基坑一端向另一端匀速推进, 确保连续浇筑, 减少冷缝产生。泵送压力控制在 10 ~ 20 MPa 范围内, 泵送速度控制在每小时 80 ~ 120 立方米之间, 避免因速度过快或过慢导致的混凝土离析或堵塞问题, 节省混凝土资源。控制垫层混凝土厚度为 10 厘米, 每浇筑 30 毫米使用激光水平仪检测一次, 确保厚度误差在 ± 5 毫米以内。采用高频振动棒进行振捣, 振点间距控制在 30 厘米左右, 振捣时间不超过 30 秒, 每个振点的振捣次数平均约为 5 ~ 6 次。每次插入振捣的时间为 20 ~ 30 秒, 直到混凝土不再显著下沉, 不出现气泡, 表面泛出水泥浆和外观均匀, 停止振捣^[5]。混凝土浇筑完成后, 采用双层覆盖法, 持续养护 7 ~ 9 天。

考虑混凝土拌和废水碱性大, 在絮凝中和池对混凝土拌和废水进行处理。具体流程如图 2 所示。

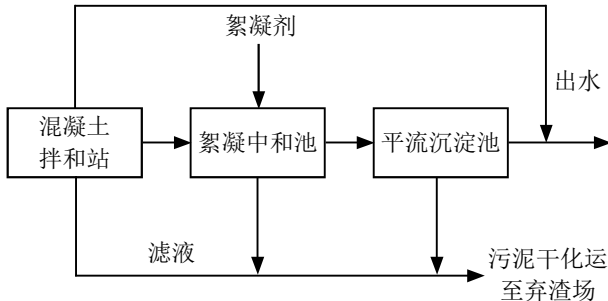


图 2 废水处理流程图

每立方米废水加入 0.5 ~ 1.0 千克绿矾, 在加入绿矾后, 废水经过 30 分钟的充分搅拌和反应, 使绿矾与废水中的污染物发生化学反应, 形成较大的絮凝体, 便于后续的沉淀处理。随后, 将废水排入沉淀池, 对絮凝反应产生的絮体进行沉淀。停留时间控制约 2 小时, 中和水质及去除粒径较大的泥沙颗粒, 降低废水

的 pH 值和悬浮物含量,减少对环境的污染。沉淀池上清液供混凝土拌和系统回用,实现水资源的循环利用。絮凝池、沉淀池的沉渣由挖掘机直接清理,再经压滤机压滤脱水处理,以减少其体积和含水量,便于运输和后续处理。这些成渣最终被装车运至弃渣场,这一过程中尽量减少运输次数和距离,以减少运输过程中的能耗和排放。

通过应用上述节能环保型施工技术,不仅提高了垫层混凝土浇筑的施工质量,还显著降低了施工过程中的能耗和废弃物排放,实现了经济效益与环境效益的双赢。

5 铺设生态坡

浇筑完垫层混凝土后,利用植被混凝土浇筑技术铺设生态坡,其结合了混凝土施工与植被生长的原理,通过其基质材料和植被根系的共同作用,既实现了护坡功能,又修复了环境。图 3 是铺设生态坡的施工流程图。

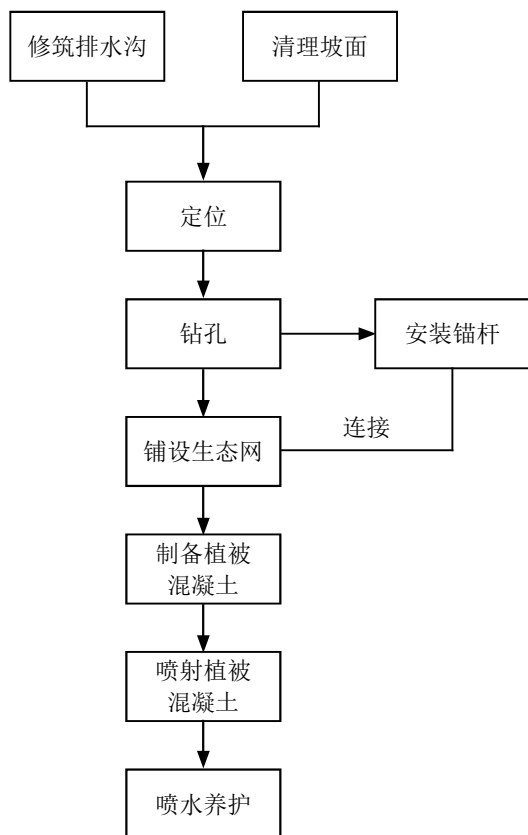


图 3 生态坡铺设流程图

在边坡四周、马道、边坡纵向每 20 米设置排水沟,以确保边坡排水顺畅,防止积水对植被混凝土造成损害。人工清除坡面淤积物、浮石、打掉突出岩石,

清理范围超出复合网铺设边界至少 50 厘米,使坡面平整。使用激光测距仪在坡面上每隔 1.5 米标记出复合网铺设的参考线,确保铺设位置准确。使用直径为 100 毫米的钻机在预定位置进行钻孔,孔深控制位 60 ~ 65 厘米。钻孔完成后,将预制的锚杆(长度为 60 厘米)缓慢插入孔洞中,直至锚杆底部接触孔底。立即开始注入水泥砂浆,注浆压力控制在 0.2 ~ 0.4 MPa 之间,确保砂浆能够充分填充孔洞并包裹锚杆。锚杆安装完成后,按照 1.5×1.5 米的间距,在坡面上铺设 $\Phi 20$ 毫米的钢筋,形成交叉锚固的网格结构。

将植被混凝土按照水泥:腐殖质:长效肥:保水剂:生植土:绿化添加剂为 12:7:12:1:54:1 的比例充分搅拌,在复合网上方浇筑植被混凝土。使用泵车将搅拌好的植被混凝土均匀浇筑在复合网上方,喷枪口距岩面 1 米左右,喷射厚度控制为 10 ~ 15 厘米。在面层喷射层完成后,覆盖 28 克/平方米无纺布进行保墒。并采用半径约为 3 ~ 5 米的喷雾喷头,进行移动喷洒,确保覆盖面积均匀且有效减少水资源的浪费。通过应用这一工艺,可以实现对边坡的有效防护和绿化美化,提高生态环境的整体质量。

6 结束语

本文剖析了节能环保型施工技术在水利工程中的具体应用,从工程概况的宏观视角到施工准备、基坑开挖、混凝土浇筑及铺设生态坡等施工环节的微观实践,都展现了这些技术所带来的积极变革。通过优化设计方案、选用环保材料、采用低能耗设备、实施绿色基坑开挖技术、优化混凝土施工工艺以及铺设生态坡等措施,有效降低了水利工程建设对自然环境的影响,实现了经济效益与生态效益的和谐统一。未来期待更多创新性的技术和方法不断涌现,为水利工程的绿色发展注入新的动力,推动水利工程的绿色化转型。

参考文献:

- [1] 万云乾. 穿越城区铁路边坡抑尘绿色施工技术及配套装备[J]. 建筑机械化,2023,44(05):42-44.
- [2] 李相珩.GRF 绿色装配式基坑支护技术研究[J]. 建筑机械化,2022,43(11):101-103.
- [3] 张春杰,强毅,陈祥森,等. 城市地下综合管廊深基坑支护施工方案设计[J]. 建筑机械化,2023,44(03):39-41,74.
- [4] 孙振博,韩小龙,李恒. 房屋建筑工程施工中的节能环保技术应用分析[J]. 建筑与装饰,2024(06):172-174.
- [5] 王恒,王宾,李锐,等. 大体积混凝土施工方法及质量管理技术研究[J]. 建筑机械化,2023,44(09):87-89.