

# 浅析水工挡土墙设计要点

崔贝贝

河南省江淮水利勘测设计有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**水工挡土墙是水利工程中抵御土体侧向压力、防止边坡坍塌和水土流失的核心构筑物，对工程安全稳定运行至关重要。本文结合SL/T386—2025新规范要求，阐述其核心功能、类型划分及设计影响因素，重点分析选型、稳定性验算、地基处理、排水防渗等核心设计要点，剖析设计中常见问题并提出优化措施，为水利工程挡土墙设计提供科学参考，兼顾安全性、经济性与技术可行性，助力工程长期稳定运行。

**关键词：**水工挡土墙；设计要点；常见问题；优化措施

引言：在水利工程建设中，水工挡土墙广泛应用于堤坝、渠道、水库岸坡等场景，承担着稳定边坡、防护构筑物安全的关键作用。随着SL/T386—2025规范的实施，挡土墙设计标准进一步优化升级。当前部分工程因设计不合理，易出现墙体开裂、失稳等隐患，影响工程耐久性。基于此，本文结合工程实际与规范要求，浅析水工挡土墙设计要点，排查常见问题并给出优化方案，为相关设计工作提供实践指导。

## 1 水工挡土墙相关基础理论与类型划分

### 1.1 水工挡土墙的核心功能与设计原则

(1) 核心功能：水工挡土墙的核心功能是抵御土体侧向压力，防止边坡坍塌、水土流失，保障水利工程构筑物（如堤坝、渠道、水库岸坡等）的结构安全。同时，需兼顾排水、防渗等辅助功能，及时排出墙后积水，减少水压力对墙体的侵蚀，避免因积水导致墙体开裂、失稳，确保工程长期稳定运行。(2) 设计原则：遵循安全可靠、经济合理、技术可行、与工程整体适配的核心原则。安全可靠是首要前提，需通过科学验算确保墙体抗倾覆、抗滑移能力达标；经济合理要求在满足安全的前提下，优化结构设计、合理选用材料，控制工程造价；技术可行需结合工程实际条件，选用成熟、适用的施工工艺；同时兼顾生态环保与规范合规性，减少对周边环境的影响，严格遵循水利工程相关设计规范。

### 1.2 水工挡土墙的常见类型及适用场景

(1) 重力式挡土墙：依靠墙体自身重量维持稳定，结构简单、施工便捷且造价较低，适用于低矮边坡（高度一般不超过5米）、土质良好且地基承载力充足的场景，广泛应用于中小型水利工程的边坡防护。(2) 悬臂式与扶壁式挡土墙：采用钢筋混凝土浇筑，结构轻盈、断面小巧，抗倾覆和抗滑能力较强，适用于高度较大（5-10米）、场地受限的工程场景。此类挡土墙对混凝土强度等

级有明确要求，需确保结构强度满足荷载受力需求，扶壁式相较于悬臂式更适用于更高边坡。(3) 板桩式与锚拉式挡土墙：适用于复杂地质（如软土地基）、深基坑或滑坡支挡等特殊场景。板桩式依靠板桩入土深度维持稳定，锚拉式需借助锚固系统提供拉力，二者均需注重锚固系统的设计合理性与防腐处理，避免长期使用中出现锚固失效。

### 1.3 水工挡土墙设计的核心影响因素

(1) 地质与水文因素：地基承载力、岩土性质直接决定墙体基础设计，岩土的抗剪强度、压缩性影响墙体尺寸选取；地下水位高低、冻胀情况需重点考虑，地下水位过高会增加水压力，冻胀会导致墙体开裂，需采取相应的防渗、防冻措施。(2) 荷载因素：土压力是主要荷载，需根据土体性质、边坡坡度计算合理数值；同时考虑水压力、地震荷载、施工荷载等，按水利工程设计规范要求进荷载组合验算，确保墙体在各类荷载作用下均能保持稳定<sup>[1]</sup>。(3) 材料与施工因素：墙体材料性能直接影响结构强度，需结合工程等级确定混凝土、砂浆等材料的强度等级；施工工艺水平影响工程质量，需规范施工流程，控制基础开挖、墙体砌筑或浇筑质量，确保施工参数符合设计要求。

## 2 水工挡土墙核心设计要点分析

### 2.1 挡土墙选型设计要点

(1) 选型依据：挡土墙选型需结合工程实际综合考量，核心依据包括工程规模、地质条件、场地限制、造价预算，同时严格遵循SL/T386—2025规范要求，确保选型合规合理。工程规模方面，大型水利工程需优先考虑结构稳定性强、耐久性好的类型，中小型工程可兼顾经济性与实用性；地质条件直接决定选型方向，土质较好、地基承载力充足的场地可选用重力式，复杂地质或软土地基需选用悬臂式、锚拉式等轻型结构；场地受限

区域需优先选用断面小、占地少的类型, 造价预算需在满足安全的前提下优化选型, 避免过度设计导致成本浪费, 所有选型均需符合规范对不同类型挡土墙的适用范围及技术要求<sup>[2]</sup>。(2) 选型优化: 选型过程中需对各类挡土墙的优势与劣势进行全面对比, 结合具体工程场景针对性优化, 杜绝选型不合理引发的安全隐患与成本浪费。例如, 低矮边坡、场地开阔且土质良好的场景, 重力式挡土墙施工简单、成本低, 但若盲目选用悬臂式则会增加造价; 高度较大、场地狭窄的工程, 悬臂式或扶壁式更具优势, 若选用重力式则需增大墙体断面, 不仅占用空间, 还会提高成本。同时, 需结合工程长期运行需求, 考虑后期维护难度, 选型时兼顾稳定性与经济性, 确保选型与工程实际需求高度匹配。

## 2.2 稳定性验算设计要点

(1) 抗滑稳定性验算: 抗滑稳定性是挡土墙设计的核心, 需结合地基岩土性质、墙体受力情况, 采用SL/T386—2025规范推荐的计算方法, 核算墙体在水平荷载(土压力、水压力等)作用下的抗滑能力。验算时需准确计算滑动阻力与滑动推力, 确保抗滑安全系数满足规范要求(一般不小于1.3); 当安全系数不足时, 需采取针对性优化措施, 如增加底板宽度以增大接触面积、加深齿墙嵌入地基持力层以提高抗滑阻力, 或在底板铺设防滑垫层, 增强墙体抗滑性能, 杜绝墙体沿基底滑动破坏。(2) 抗倾覆稳定性验算: 需按规范规定的公式计算抗倾覆安全系数, 核心是控制墙体基底偏心距, 确保偏心距不超过基底宽度的1/6, 避免因偏心过大导致墙体绕基底边缘倾覆破坏。验算时需全面考虑各类荷载的影响, 包括土压力、水压力、墙体自重、地震荷载等, 合理选取荷载组合, 确保在最不利荷载工况下, 抗倾覆安全系数仍满足规范要求(一般不小于1.5); 若验算不达标, 可通过增加墙体自重、调整墙体断面尺寸、设置配重等方式优化, 提高抗倾覆能力<sup>[3]</sup>。(3) 地基整体稳定验算: 需根据地基类型采取对应的验算方法, 土质地基优先采用瑞典圆弧滑动法, 核算地基土体的抗滑稳定性, 防止地基整体滑动; 岩石地基重点核算深层抗滑稳定, 排查软弱结构面、裂隙等隐患, 验算岩体抗剪强度是否满足要求。对于1、2级水工挡土墙, 因其安全等级高, 需做专门的地基稳定研究, 结合地质勘察资料, 采用更精准的验算方法, 必要时采取加固措施, 确保地基整体稳定, 避免因地基失稳导致墙体破坏。

## 2.3 地基处理设计要点

(1) 土质地基处理: 土质地基需根据土质类别、承载力大小, 采取针对性处理措施, 确保地基承载力满足

设计要求, 减少地基沉降。对于粉质土、粘性土等承载力不足的地基, 可采用强夯法夯实土体, 提高土体密度与承载力; 对于软弱土质地基, 可采用换填垫层法, 换填强度高、稳定性好的填料(如砂石、灰土), 改善地基受力性能; 对于渗透系数大、承载力低的地基, 可采用注浆法, 通过注入浆液胶结土体, 提高地基整体性与承载力, 同时起到防渗作用。(2) 岩石地基处理: 岩石地基虽承载力较高, 但需重点处理软弱结构面、缓倾角裂隙等隐患, 避免深层滑动。针对岩石中的软弱夹层、裂隙, 可采用灌浆加固措施, 注入水泥浆或水泥砂浆, 胶结裂隙、填充夹层, 提高岩体整体性; 对于缓倾角裂隙, 需核算裂隙面抗剪强度, 必要时设置抗滑键、锚杆等, 增强岩石地基的抗滑能力, 消除深层滑动隐患, 确保地基长期稳定<sup>[4]</sup>。(3) 特殊地基处理: 对于溶洞、湿陷性黄土、膨胀土等特殊地基, 需采取针对性处理方法, 保障地基均匀稳定, 避免后期沉降或滑动。溶洞地基需先查明溶洞大小、位置, 采用挖填封堵、压力灌浆等方法填充溶洞, 确保地基承载力均匀; 湿陷性黄土地基需消除湿陷性, 可采用换填、夯实、注浆等措施, 减少土体湿陷量; 膨胀土地基需控制土体膨胀收缩, 采用换填非膨胀土、设置排水系统等方法, 避免地基变形导致墙体开裂。

## 2.4 排水与防渗设计要点

(1) 排水系统设计: 排水系统的核心是及时排出墙后积水, 降低墙后水压力, 避免积水侵蚀墙体、软化地基。设计时需在墙身适当位置设置排水孔, 排水孔间距、孔径需符合规范要求, 确保排水通畅; 同时在墙后布设反滤层与盲沟, 反滤层采用分层铺设的砂石材料, 防止填料流失, 盲沟需与排水孔连通, 拦截地表径流与地下渗水, 将积水及时排出墙外, 减少水压力对墙体的作用, 保障墙体稳定。(2) 防渗措施设计: 需采取全方位防渗措施, 防止渗水侵蚀墙体结构、导致填料流失, 延长挡土墙使用寿命。墙背需涂刷符合规范要求的防水涂料, 形成防渗层, 阻止渗水渗透墙体; 墙体分缝(伸缩缝、沉降缝)处需设置止水装置(如止水带、止水膏), 密封缝隙, 防止渗水从缝隙渗入; 对于地下水位较高的区域, 可在墙前设置防渗帷幕, 进一步阻断渗水通道, 提升防渗效果。(3) 冻胀防护设计: 寒冷地区需重点考虑冻胀影响, 采取针对性防护措施, 降低冻害风险。设计时需合理确定基础埋深, 将基础埋置于冻土层以下, 避免冻胀导致基础隆起、墙体开裂; 同时减少墙后回填土含水量, 选用级配良好、透水性强的回填材料, 避免回填土冻结膨胀产生的侧压力破坏墙体; 必要时可在墙后设置防冻层, 进

一步提升冻胀防护效果,确保挡土墙在寒冷气候下正常运行<sup>[5]</sup>。

### 3 水工挡土墙设计常见问题及优化措施

#### 3.1 设计中的常见问题分析

(1) 选型不合理:这是水工挡土墙设计中最常见的问题,主要表现为未结合工程地质、荷载特性、场地限制等实际情况选型。部分设计人员盲目追求施工简便或成本节约,忽视地质与荷载差异,如软土地基、高边坡场景选用重力式挡土墙,导致抗滑、抗倾覆能力不足,易引发后期坍塌;低矮边坡、土质良好场地选用悬臂式、锚拉式挡土墙,造成造价浪费,且可能影响工程整体稳定性。(2) 稳定性验算疏漏:直接威胁挡土墙安全,主要体现在三方面:一是未按SL/T386—2025规范考虑最不利荷载组合(如土压力、水压力与地震荷载叠加);二是地基承载力、土体抗剪强度等核心参数估算偏差大;三是验算不全面,未开展深层抗滑验算或可靠度分析,尤其1、2级挡土墙未做专门稳定性研究,易留下安全隐患。(3) 排水与分缝设计缺陷:易引发墙体开裂、渗漏、冻胀等病害。部分设计中,排水孔布置不合理、未布设反滤层与盲沟,导致墙后积水无法排出,水压力侵蚀墙体;分缝间距未结合墙体高度、材料特性确定,且分缝处未填充合格止水材料,渗水渗入后,寒冷地区会因冻胀导致墙体裂缝、错位,影响结构耐久性。

#### 3.2 针对性优化设计措施

(1) 选型优化:严格结合工程实际条件与规范要求,开展多方案对比分析,确定最优结构类型。选型前需全面梳理地质勘察资料、荷载参数、场地条件及造价预算,针对不同类型挡土墙的适用场景,对比其稳定性、经济性、施工难度等,避免盲目选型。例如,复杂地质、高边坡场景优先选用锚拉式或扶壁式挡土墙,低矮边坡、土质良好且场地开阔的场景选用重力式挡土墙,确保选型既满足安全要求,又兼顾经济性与施工可行性。(2) 稳定性验算优化:规范稳定性验算流程,保障验算结果精准可靠。严格按照规范要求,合理选取地基承载力、土体抗剪强度等

计算参数,避免估算偏差;完善荷载组合设计,全面考虑各类不利荷载,确保验算工况覆盖工程实际可能出现的各类情况;对于复杂地质、高等级挡土墙,开展专门的深层抗滑验算与可靠度分析,及时发现验算中的问题并调整设计参数,确保抗滑、抗倾覆等各项安全系数满足规范要求。(3) 排水与分缝优化:针对排水与分缝设计缺陷,采取针对性优化措施。优化排水孔布置与尺寸,按规范要求确定排水孔间距、孔径,确保排水通畅;合理布设反滤层与盲沟,阻止填料流失,提升排水效果;科学设置沉降缝与伸缩缝,结合墙体高度、材料特性确定分缝间距,分缝处填充合格的止水带、止水膏等材料,强化密封防渗效果;寒冷地区需同步优化冻胀防护措施,与排水设计结合,减少墙后积水,降低冻害风险,避免墙体开裂、渗漏。

#### 结束语

水工挡土墙设计是一项系统性工程,需严格遵循安全可靠、经济合理、技术可行的原则,紧扣SL/T386—2025规范要求,综合考量地质、荷载、材料等多方面因素。本文梳理的设计要点与优化措施,可有效规避选型不合理、稳定性验算疏漏等常见问题。未来设计中,需结合工程实际灵活运用相关技术,兼顾生态环保与工程实效,不断提升设计水平,保障水利工程长期安全稳定运行。

#### 参考文献

- [1]王文义,谭丽娟.水利工程中挡土墙的设计应用[J].百科论坛电子杂志,2020,(11):151-154.
- [2]郑乐.水利水电工程挡土墙设计的探析[J].水电水利,2020,4(6):73-76.
- [3]杨阳.分析挡土墙在水利工程中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021,(7):42-47.
- [4]辛兰芳.水工结构挡土墙设计要点研究[J].文化科学,2021,(9):113-116.
- [5]刘友良.水工结构挡土墙设计要点研究[J].建筑理论,2022,(7):69-72.