

水利工程中衡重式挡土墙防洪堤施工技术研究

张 露

辰特建设集团有限公司 江西 赣州 341000

【摘要】：本文聚焦于水利工程中衡重式挡土墙防洪堤施工技术，深入剖析其设计要点、施工流程、质量控制及安全保障措施。通过实际工程案例分析，验证了该技术在防洪堤建设中的有效性，为提高水利工程防洪能力提供了技术参考。

【关键词】：水利工程；衡重式挡土墙；防洪堤；施工技术

DOI:10.12417/2705-0998.25.24.046

1 引言

水利工程是保障国家水资源安全、防洪减灾的重要基础设施。防洪堤作为水利工程的关键组成部分，其施工质量直接影响防洪效果。衡重式挡土墙凭借其独特的结构形式，在防洪堤建设中得到广泛应用。本文旨在系统研究衡重式挡土墙防洪堤施工技术，为实际工程提供科学指导。

2 衡重式挡土墙设计要点

2.1 结构选型与参数确定

衡重式挡土墙作为一种在工程建设中常用的支挡结构，特别适用于地形复杂、土质较差或者需要较大挡土高度的场合。在这类场合中，普通的挡土墙可能无法满足工程的稳定性和安全性要求，而衡重式挡土墙凭借其独特的结构设计能够发挥出显著的优势。在设计初期，工程师需要全面且细致地结合地形、地质以及荷载条件来确定其结构形式。例如，在填方路段，当墙高处于6m-12m这个范围时，衡重式挡土墙的优势就会非常显著。这是因为在这个高度区间内，衡重式挡土墙能够更好地平衡墙身自重和填土压力，从而保证墙体的稳定性。而在挖方路段，如果边坡较陡（坡度 $>1:0.5$ ），则需要结合衡重台的尺寸对墙身断面进行合理调整。因为较陡的边坡会使墙后填土的下滑力增大，若不进行调整，很可能会导致墙后填土滑坡，进而影响整个挡土墙的稳定性。

2.2 墙身断面设计

墙身断面的设计是衡重式挡土墙设计中的关键环节，它需要巧妙地平衡“自重抗滑”与“填土配重”之间的关系。墙面坡度一般采用1:0.05-1:0.2（竖直:水平），这种坡度的选择是经过大量工程实践和理论研究确定的，能够在保证墙身稳定性的同时，有效减小土压力。其中，衡重台以下的墙面坡度可以略微陡一些，而上方墙面坡度则需要适当放缓。这样的设计方式是因为衡重台以下部分主要依靠墙身自重来抵抗土压力，较陡的坡度可以增加墙身的自重；而上方部分放缓坡度则可以减小土压力对墙身的作用，从而达到平衡“自重抗滑”与“填土配重”的目的。衡重台的宽度通常取墙高的0.15-0.2倍，其厚度需要 $\geq 0.4m$ ，以保证衡重台具有足够的强度和稳定性。同时，衡重台的顶面宜设置2%-3%的排水横坡，这是为了防止积水软

化填土。因为积水会使填土的含水量增加，从而降低填土的抗剪强度，影响挡土墙的稳定性。墙顶宽度方面，浆砌结构要求 $\geq 0.5m$ ，混凝土结构要求 $\geq 0.4m$ ，这是为了保证墙顶能够承受一定的荷载。墙趾挑出长度需要 \leq 墙高的0.1倍，这样做的目的是避免基底应力集中，防止因基底应力过大而导致墙体发生不均匀沉降。

2.3 基础设计

基础作为挡墙稳定的核心部分，必须要满足埋深要求。除了软基处理段之外，一般情况下基础埋深需要 $\geq 1m$ ，并且要低于冲刷线（在水利工程中）或者冻土层（在寒冷地区）。这是因为如果基础埋深不足，在受到水流冲刷或者冻融作用时，可能会导致基础的稳定性受到影响，进而危及整个挡土墙的安全。若基底为岩质，首先需要清除风化层，因为风化层的强度较低，会影响基底与基岩的结合效果。同时，要使基岩面坡度 $\leq 1:5$ ，如果坡度不符合要求，则应设置台阶。设置台阶可以增加基础与基岩的接触面积，提高基础的稳定性。对于软土地基，由于其承载能力较低，需要采取相应的加固措施。可采用换填碎石（厚度 $\geq 1m$ ）的方法，通过换填可以提高地基的承载能力；也可以采用水泥搅拌桩加固，水泥搅拌桩能够与软土形成复合地基，增强地基的稳定性。对于裂隙发育的岩基，需要进行注浆封闭，这是为了防止地下水侵蚀。地下水的侵蚀会使岩基的强度降低，影响基础的稳定性。

2.4 排水系统设计

排水失效往往是挡墙出现病害的主要原因，因此在设计排水系统时需要遵循“疏排结合”的原则。泄水孔的布置间距一般为2-3m，并且上下排要交错设置。这样的布置方式可以保证墙后积水能够及时排出，避免积水对挡土墙造成不利影响。孔口采用 $\Phi 100-150mm$ PVC管，进口处设置反滤包（土工布包裹碎石），反滤包的作用是防止填土流失。因为如果填土随着水流从泄水孔流出，会导致墙后填土减少，从而影响挡土墙的稳定性。墙后地面需要设置宽0.5m、深0.3m的截水沟，截水沟要与泄水孔连通，这样可以将墙后地面的雨水及时引入泄水孔排出。墙趾处需要设置纵向排水沟，其坡度 $\geq 0.5\%$ ，目的是将水顺利引至场外。填土宜选用透水性材料，如砂砾、碎石土

等, 这些材料具有良好的透水性, 能够使墙后积水迅速排出。同时, 填土需要分层压实, 压实度 $\geq 93\%$, 以保证填土的密实度和稳定性。填土顶部还需要设置 30cm 厚的黏土隔水层, 这是为了防止地表水入渗, 避免因地表水的渗透导致填土含水量增加, 影响挡土墙的稳定性。

2.5 土压力与稳定性验算

为了确保衡重式挡土墙的安全性和稳定性, 需要通过规范方法(如《公路路基设计规范》)对土压力与稳定性进行验算。在计算土压力时, 通常采用库仑理论。同时, 需要考虑衡重台填土的“卸荷”效应, 因为衡重台填土会对墙后土压力产生一定的影响, 所以主动土压力系数需要结合墙面、墙背坡度以及填土内摩擦角进行修正。在进行稳定性分析时, 抗滑稳定系数要求 ≥ 1.3 (非地震区), 这是为了保证挡土墙在受到水平推力时不会发生滑动; 抗倾覆稳定系数要求 ≥ 1.5 , 这是为了防止挡土墙在土压力作用下发生倾覆。在进行地基承载力验算时, 基底最大应力需要 ≤ 1.2 倍地容许承载力, 并且应力差需要 ≤ 0.3 倍容许值。这样做的目的是防止地基发生不均匀沉降, 因为不均匀沉降会导致挡土墙出现裂缝、倾斜等病害, 影响其正常使用和安全性。

3 衡重式挡土墙防洪堤施工流程

3.1 施工准备

施工准备工作是确保衡重式挡土墙防洪堤施工顺利进行的基础, 需从技术、材料、人员和场地等多方面进行全面筹备。在技术准备方面, 组织施工人员熟悉施工图纸, 进行详细的技术交底, 明确施工工艺和质量标准。同时, 对施工现场的地质、水文等条件进行再次勘察, 制定针对性的施工方案。材料准备上, 根据设计要求采购优质的水泥、砂石、钢材等原材料, 并严格进行检验和试验, 确保材料质量符合标准。人员准备时, 配备专业的施工队伍, 包括测量工、混凝土工、砌筑工等, 并进行安全和技术培训。场地准备主要是完成施工场地的平整、障碍物清除和临时设施搭建, 确保施工场地具备施工条件。

3.2 基础施工

基础施工是防洪堤稳定的关键环节。首先进行测量放线, 根据设计图纸确定基础的位置和尺寸, 并设置明显的控制桩和水准点。然后进行基础开挖, 采用机械开挖和人工清理相结合的方式, 避免超挖和扰动基底土。在开挖过程中, 要注意控制开挖深度和坡度, 及时排除基坑内的积水。基底处理是基础施工的重要步骤, 对于不同的地基情况采取相应的处理措施。如前文所述, 软土地基可换填碎石或采用水泥搅拌桩加固, 岩质地基需清除风化层并进行必要的注浆封闭。基础混凝土浇筑时, 要严格控制配合比和坍落度, 确保混凝土的强度和耐久性。采用分层振捣的方式, 保证混凝土的密实性。

3.3 墙身砌筑与浇筑

墙身施工可根据设计要求选择浆砌或混凝土浇筑方式。如果采用浆砌施工, 要选用质地坚硬、无风化的石料, 砌筑时应采用坐浆法, 确保灰缝饱满、密实, 灰缝厚度控制在 2-3cm。砌筑过程中要注意墙体的垂直度和平整度, 采用分段砌筑的方式, 每段长度不宜过长, 相邻两段之间要设置伸缩缝。伸缩缝内填充沥青麻丝等柔性材料, 以适应墙体的伸缩变形。若采用混凝土浇筑墙身, 要注意模板的安装质量, 保证模板的强度、刚度和稳定性。混凝土浇筑要连续进行, 避免出现施工缝。在浇筑过程中, 要加强振捣, 防止出现蜂窝、麻面等质量问题。同时, 要按照设计要求预留泄水孔和排水坡度, 确保排水系统的畅通。

3.4 排水系统施工

排水系统施工应与墙身施工同步进行。泄水孔的安装要严格按照设计要求进行, 确保孔间距和坡度符合标准。在安装泄水孔时, 要先在墙身上预留孔洞, 然后将 PVC 管插入孔洞中, 并用水泥砂浆固定。反滤包的制作要规范, 采用土工布包裹碎石, 确保其具有良好的透水性和反滤效果。墙后截水沟和墙趾排水沟的施工要保证沟壁的平整和坚实, 沟底坡度符合排水要求。在施工过程中, 要注意排水系统与周边排水设施的衔接, 确保排水顺畅。填土施工时, 要选用透水性良好的材料, 并按照设计要求进行分层压实, 保证填土的压实度符合标准。顶部黏土隔水层的施工要保证厚度均匀, 压实紧密, 防止地表水入渗。

3.5 墙后填土

墙后填土应在墙身混凝土或砂浆强度达到设计强度的 70% 以上后进行。填土前要对墙后基底进行清理和夯实, 清除杂物和松散土。填土时要分层填筑, 每层厚度不宜超过 30cm, 并采用机械或人工的方式进行压实。压实度要符合设计要求, 一般不低于 93%。在填土过程中, 要注意保护墙身和排水系统, 避免对其造成损坏。同时, 要控制填土的速率和高度, 防止墙身受到过大的侧向压力。填土至衡重台位置时, 要按照设计要求进行特殊处理, 确保衡重台的填土质量和稳定性。填土完成后, 要对坡面进行修整和防护, 如铺设草皮、砌石等, 防止坡面水土流失。

4 质量控制与安全保障

4.1 材料质量控制

材料质量是保证衡重式挡土墙防洪堤施工质量的基础。对于水泥, 要检查其出厂合格证和质量检验报告, 对其安定性、强度等指标进行抽样复试, 合格后方可使用。砂石材料的颗粒级配、含泥量等要符合设计要求。钢材的品种、规格和质量要符合国家标准, 对其进行力学性能试验, 确保其强度和韧性满足工程需求。同时, 要做好材料的储存和保管工作, 防止材料

受潮、生锈或变质。

4.2 施工过程质量控制

在施工过程中,要建立严格的质量检验制度。基础施工时,要对基底的承载力进行检测,确保其符合设计要求。墙身砌筑或浇筑过程中,要加强对灰缝质量、墙体垂直度和平整度的检查,及时纠正偏差。排水系统施工要保证泄水孔畅通、反滤包有效,截水沟和排水沟排水顺畅。填土施工要严格控制填土的压实度和分层厚度,确保填土质量。每道工序完成后,要进行质量验收,合格后方可进行下一道工序。

4.3 安全保障措施

安全是施工的首要任务。在施工现场要设置明显的安全警示标志,配备必要的安全防护设施,如安全帽、安全带、安全网等。施工人员要接受安全培训,提高安全意识,严格遵守安全操作规程。在基础开挖、高处作业、电气设备使用等危险作业环节,要制定专项安全措施,确保施工安全。同时,要加强对施工现场的安全管理,定期进行安全检查,及时消除安全隐患。

5 实际工程案例分析

以某水利工程中的衡重式挡土墙防洪堤建设为例。该工程

所在地地形复杂,土质较差,且防洪要求较高。在设计阶段,根据现场地形、地质条件,合理确定了衡重式挡土墙的结构形式和参数。墙身断面设计充分考虑了“自重抗滑”与“填土配重”的关系,排水系统设计完善。在施工过程中,严格按照施工程序进行操作,加强了质量控制和安全保障。基础施工时,对软土地基进行了换填碎石处理,保证了基础的稳定性。墙身砌筑采用坐浆法,灰缝饱满,墙体垂直度和平整度符合要求。排水系统施工规范,排水顺畅。墙后填土分层压实,压实度达到了设计标准。经过一段时间的运行,该防洪堤未出现明显的质量问题,有效地发挥了防洪作用,验证了衡重式挡土墙防洪堤施工技术的有效性。

6 结论

衡重式挡土墙防洪堤施工技术在水利工程中具有重要的应用价值。通过合理的设计、严格的施工程序控制、有效的质量控制和安全保障措施,可以确保防洪堤的施工质量和稳定性,提高水利工程的防洪能力。实际工程案例表明,该技术能够适应复杂的地形和地质条件,为水利工程建设提供了可靠的技术支持。在未来的水利工程建设中,应进一步推广和应用衡重式挡土墙防洪堤施工技术,并不断进行技术创新和改进。

参考文献:

- [1] 基于衡重式挡土墙技术的高海拔路基防护与稳定性研究[J].王君虎;胡露;吴平安;林世川;杨涛.工程建设与设计,2025(08).
- [2] 考虑地震作用下的云南山区高速公路衡重式挡土墙设计优化[J].汪媛媛.交通科技与管理,2024(05).
- [3] 有限宽度填土衡重式挡土墙主动土压力研究[J].刘一心;熊传祥.水利与建筑工程学报,2022(02).
- [4] 衡重式挡土墙地基承载力不足的设计与施工方法[J].吴翔;秦鹏一;王兴洲;张杰;黄鹏睿.重庆建筑,2021(09).