

水利工程斜墙模板设计改进与抗浮性能提升研究

赵晓东

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 在水利工程中,斜墙的设计与施工对于确保整个结构的稳固性和功能性起着至关重要的作用。特别是在挡水,控水或是水土保持工程中,斜墙不仅要承受水压力,还经常面对地下水流的影响,因此,提高其抗浮性能变得尤为重要。采用合理的斜墙模板设计,不仅能够有效提升整个水利工程结构的安全性和稳定性,还能够确保工程的经济有效性和施工的便捷性。综上所述,本文将结合实际工程案例,探讨水利工程斜墙模板设计改进与抗浮性能提升策略,以供相关施工单位参考。

关键词: 水利工程;斜墙模板设计;抗浮性能

前言:斜墙模板设计及其抗浮性能的提升,是水利工程成功的关键。通过合理的设计,精确的计算,以及有效的施工措施,可以确保斜墙在功能上的有效发挥,及其在安全性、稳定性和经济性上的优势,保障水利工程的长期稳定运营。

1 水利工程中采用斜墙模板设计并提升结构抗浮性能的必要性

斜墙模板设计首先需要考虑到斜墙自身的结构要求和功能需要。通过科学计算和合理布局,确保斜墙能够有效地承受和分散水压力,同时考量地下水流对斜墙产生的浮力影响。斜墙模板设计的优化,包括但不限于材料选择,结构布局,以及与周边环境的和谐共处,都是保证斜墙功能发挥的关键因素。斜墙建设中,提升其抗浮性能是非常关键的一步。由于水的流动性和不稳定性,地下水位的波动可能对斜墙产生强大的浮力,这种浮力如果不被有效控制,可能会导致斜墙发生位移乃至整个结构的损坏。因此,在设计阶段就准确预测并计算斜墙可能承受的最大浮力,并据此进行设计,是提高抗浮性能的首要任务。

另外,斜墙的抗浮措施也是保障水利工程安全的重要手段。通过在斜墙设计中加入抗拔锚杆,使用重力式或加筋式斜墙,或采用混凝土底座等手段,来增加斜墙本身的重量和稳定性,从而有效对抗地下水产生的浮

力。同时,在斜墙与其接触的基底上采用特制的防渗层或软排水垫层,可以进一步降低地下水对斜墙产生的直接影响,从而提升整个斜墙的抗浮能力。除硬件上的措施之外,斜墙的抗浮性能还可以通过施工工艺的改进来提升。例如,在斜墙的浇筑过程中,采用分段浇筑、分层固化的技术,可以有效控制斜墙在施工过程中的稳定性,减少因施工引起的变形和损伤。同时,施工过程中严格控制水位,采用抽水降水等手段,减少地下水对斜墙施工的不利影响,也是提升抗浮性能的有效途径。

2 水利工程斜墙模板设计改进措施

2.1 项目介绍

半城子水库座落于北京市密云县北部山区的忙牛河上,流域总面积覆盖数平方公里,具有万立方米的蓄水能力^[1]。该水库的枢纽设施包括一道截流大坝、输水隧道、溢洪道、导流廊道以及坝后发电站等组成部分。在水库的规划与设计初期,团队曾经对比考虑了建造粘土斜墙坝和粘土心墙坝两个方案。这两种设计方案都需要使用大量粘土(约万立方米),且其施工周期较长。由于所在山区本身缺少合适的筑坝材料,而且开挖材料将破坏耕地,对农业生产带来不利影响。同时,这些方案还难以在当年完成拦洪任务,且工程成本相对较高。基于上述考量,项目最终决定采用沥青混凝土斜墙坝方案,这一决策不仅充分考虑了材料的可获取性、经济效益,还确保了工程的及时完成,有效地平衡了工程质量、成本与环境保护之间的关系。

2.2 结构形式

斜墙的结构设计具有两种主要形式:复式断面和筒式断面。这两种设计各有特点和应用场景。复式断面因其复杂的层次结构而闻名,这种设计能够为水库提供更高的安全保障,并且便于监测墙体的渗透情况,确保工

通讯作者: 赵晓东,出生年月:1997年12月,民族:汉,性别:男,籍贯:河北省石家庄市井陘县孙庄乡西元村,单位:河北省水利工程局集团有限公司,职位:项目安全负责人,职称:助理工程师,学历:全日制本科,邮编:050000,研究方向:水利工程斜墙模板设计改进与抗浮性能提升研究。

程的稳定性和长期运营的安全性。在项目的设计阶段, 专家组织过针对这两种设计方案的详细比对和分析, 旨在找到最适合实际需要的解决方案。考虑到该水库项目面临的紧迫工期, 目标是在规定的时间内完成拦洪工作, 因此, 在权衡各种因素后, 决策者更倾向于选择施工周期短、能够迅速推进工程进度的设计方案。因应这一需求, 最终选定了筒式断面作为斜墙的结构形式。筒式断面的构成相对简单高效, 包括了平整的排水垫层、有效的防渗层、封闭层(通常采用涂抹沥青或玛蹄脂等材料), 以及用于反射阳光降低温度的反光降温层等^[2]。这种断面的选用不仅加速了施工进度, 还满足了工程安全和防渗的基本要求, 实现了在有限的时间内迅速完成水库拦洪能力的目标。此外, 筒式断面的选择也体现了在特定条件下对工程效率和经济性的重视, 同时也确保了工程的基本安全性和功能性, 展示了在紧迫的工期和特定的工程要求下, 通过合理的设计选择和科学的施工管理, 可以有效地解决工程挑战, 确保项目的顺利实施。

2.3 斜墙厚度

沥青混凝土, 作为一种热粘弹性材料, 其工作性能受到许多因素的影响。在确定斜墙的厚度时, 现有的计算公式虽然众多, 但仍旧存在不小的局限性, 它们与实际工作条件的偏差较大, 因而计算得出的结果更多地被作为参考。因此, 在实际操作中, 斜墙厚度的确定往往依靠已有工程的实践经验进行指导。设计过程中, 通过对国内外许多高度接近的斜墙坝的资料进行细致分析, 吸取这些工程实践中的经验与教训。同时, 考虑到留足一定的安全余地, 结合相关公式的计算结果, 最终决定将斜墙的总厚度定为25厘米。在这个基础上, 斜墙中的密级配沥青混凝土防渗层的厚度被设定为15厘米, 并采取三层错缝铺设的技术, 以增强斜墙的防渗效果^[3]。此外, 开级配沥青混凝土整平排水垫层的厚度采取相应的标准进行设计。施工过程中, 非常重视对接缝和层间结合度的严格控制。这一做法目的是确保斜墙整体的牢固性和密封性, 从而提高整个工程的质量和效能。通过这些精细的设计与施工措施, 不仅充分利用了沥青混凝土这一材料的优点, 也有效地避免了可能出现的问题, 确保了斜墙坝工程的安全、稳定及其长期的工作性能。这种以实践经验为基础, 结合理论计算和控制施工质量的方法论, 为类似的工程建设提供了宝贵的指导和参考。

2.4 接头构造

在施工沥青混凝土斜墙时, 特别关注的节点之一便是斜墙与周围结构的接头部分。这包括斜墙和岸坡的基础、混凝土防浸墙以及其他混凝土结构如溢洪道的导

墙、导流廊道, 和坝顶的防浪墙等。由于斜墙自身的厚度较薄, 斜墙在受到外部环境的变化和坝体沉降的影响下, 接头位置极易出现位移, 乃至产生裂缝或脱离, 而造成渗漏, 甚至威胁到大坝的安全稳定。因此, 接头的处理和施工, 对于确保整个斜墙的稳固性和防渗效能至关重要。半城子水库的施工设计中, 为了有效应对斜墙与岸坡接头可能出现的变形和位移, 特别选择了具有一定柔性的接头设计方案。在这些关键接头位置, 采用了在斜墙局部适当加宽的设计方案, 并在扩宽部分填充具有良好柔性的沥青砂浆, 同时, 在接触面之间涂抹沥青油膏, 以确保接头既具备一定的变形适应能力, 又能满足防渗的要求。对于岸坡接头处混凝土齿墙的基础, 还需进行帷幕灌浆处理, 这样做的目的是为了强化整个大坝的整体防渗效果。

为保证施工进度, 针对岸坡接头采取了浇筑式的施工方法。经过实际运行六年的观察, 这种柔性接头的设计方案在各种工况下均展现出良好的性能。即便在冬季由于斜墙温度的收缩在斜墙与岸坡接缝处偶尔出现表层的细微裂缝, 但待温度回升裂缝便能自愈, 处理维修也相对容易, 从而在确保了大坝安全运行的同时, 也提高了其维护的便捷性^[4]。对于基础混凝土防渗墙与沥青混凝土斜墙的结合部分, 采取了一种独特的接触面设计方案。这一接触面为弧形, 以适应两种材料之间可能出现的微小位移。接触面上涂有沥青油膏, 增强了接头的防渗性能, 并提供了一定的柔性, 以适应斜墙和基础在运行过程中出现的微小变化, 有效地增强了大坝的稳定性和安全性。通过这些细致周到的设计和施工措施, 确立了沥青混凝土斜墙在大坝工程中的可靠性, 进一步验证了现代工程技术在解决复杂工程问题中的高效性和灵活性。

3 水利工程抗浮性能提升策略

3.1 项目介绍

在该提水工程项目中, 施工过程被细分为五个核心部分: 水利构件、泵站建筑、内渠清污设施、外河防洪设施以及灌溉配套园区。这些部分的施工安排紧密相连, 遵循着严格的序列和先后顺序。项目的施工首要聚焦于水利构件部分, 这不仅是因为它构成了整个工程的骨架, 也因为它为其他四个部分的施工奠定了基础。特别是, 泵站建筑的施工需要在水利部分中泵站的中段挡土墙建设完毕后才能开始。此外, 在外河防洪闸建设完成之后, 才能进行启闭室的施工工序。与此同时, 灌溉园区的建设计划是在泵房临近外河段的挡土墙施工完结后启动。

3.2 承载力解析

在勘察阶段,地下水位的测定结果显示,其埋深范围是0.00至14.10米,平均深度约为4.15米,普遍深度分布在2至4米之间,而且地下水位在一年中的波动范围大约是1至2米。随着新建筑物的建立和落成,以及生活废水的增加和地表面硬化等因素的影响,地下水的水文地质状况将不可避免地发生改变。鉴于目前场地中建筑物基础位于地下水位线之下,对于地下结构,就必须采纳针对地下水防渗和防浮力的设计标准。地下结构对抗浮力的考虑,可以基于地下结构顶板的标高来进行,而对于抗压和防水设计则可依据建筑物在使用期间可能遇到的最大水头压力来设定。对于地形起伏较大的区域,应采用平均高程进行计算。在无法达到所需计算结果的情况下,必须设计抗浮措施,如采用抗拔锚杆或设置抗拔桩以防浮力作用。在建设阶段,可以利用排水井点降水方法来处理地下水问题。如果地下室自重及其承受的永久荷载的总和未能满足抗浮验算要求,就需要通过在地下室底盘安装抗拔锚杆(桩)或在地下结构顶部覆盖土层等有效措施来实现抗浮效果。施工期间,应特别注意地下室的临时抗浮控制。在建筑施工过程中,如果由于上部荷载及抗浮措施不足以应对浮力,需要通过井点降水减轻地下水对地下室的上浮影响,以确保地下结构的稳定性。一旦满足抗浮要求,就可以停止井点降水。值得注意的是,井点降水深度不宜过大,一旦降水过深,应及时采取补水措施,防止可能引发的周边地表沉降或邻近建筑裂缝等问题。

3.3 综合措施

勘探活动显示,由于施工现场与区域断裂带的距离较近,其对场地构成了明显的影响。经过一系列精密的工程处理措施,场地条件已得到显著改善,现在基本上适合进行建设。根据评估,本工程的重要性和场地复杂度均定为最高等级,即Ⅰ级,而地基的复杂性为Ⅱ级,岩土工程勘察质量为甲级,保证了项目开展的严谨性和可靠性。该建筑场地位于低矮的山丘陵地貌之中,地下水位相对较浅。水质对混凝土结构的腐蚀性属于弱,而对于钢筋混凝土结构中的钢筋以及钢结构则仅表现出微腐蚀现象,提示施工单位在建设过程中必须采取恰当的防腐措施以保证结构的耐久性。

针对抗震设计,根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016年版)的指导,此地被归类为抗震性较差的区域。项目的抗震设防强度为7度,地震峰值加速度确定为0.08g,具有0.35秒的特征周期,而抗震设防类别为甲类。鉴于场地土质为中等偏软,施工单位应当适当提

高建筑物的抗震设计标准,以增强其耐震能力^[5]。此外,鉴于区域断裂带的活跃性,建议展开专门的断裂构造勘察工作,并对场地进行地震安全性评估,以详细了解断裂带的具体情况,从而确保建设安全。根据《土壤氡浓度检测报告》的数据,该场地的土壤氡浓度未达到需要采取防氡措施的阈值,为工程建设提供了一定的便利。工程勘探还发现,泵站基础的开挖深度较大,地下水位高于底板5.4米,这就需要进行抗浮设计。为此,可以通过安装抗拔锚杆或设置抗拔桩来实现地下工程的抗浮效果。在基坑形成之后,侧壁和底板的接触面需采取沥青混凝土防渗措施,以保证水密性。施工过程中,应挖设降水井,将地下水位有效控制在底板以下0.5米,确保工程安全与施工效率。

结语

在半城子水库工程中,沥青混凝土斜墙的设计与施工经验揭示了一套有效的方法。在砂砾石组成的坝壳表面,采用一层未按粒径级配的沥青混凝土,作为斜墙下方的软质排水垫层,这种做法效果显著。斜墙与基础间,选用的圆弧铰结接头,以及在两侧墙体中引入的带有扩大截面的柔性连接,证明了这种连接方式的合理性和优越性。这种结构设计不仅结构简洁,而且极大地方便了施工过程。提高水利工程的抗浮能力方面,由于场地中存在的花岗岩风化残积土中砂粒含量高,这种风化土在接触水后容易软化和解体。为了防止施工中基础被水泡损,造成地基承载力的急剧降低,一旦完成基础挖掘至设计标高,立即采用素混凝土进行封底是至关重要的措施。这不仅有助于维护工程的施工质量,还能确保工程稳定性。通过这一系列综合性的工程措施和技术预防,可以确保建设项目在应对地下水、抗震需求以及地理地貌复杂性方面的挑战时,持续保持其结构安全、稳定,并且获得可持续发展。

参考文献

- [1]王一妃.土石坝工程枢纽布置研究[D].昆明理工大学,2022.DOI:10.
- [2]王羊子.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用[J].中华建设,2022,(07):153-154.
- [3]梁为邦,张钧,李少飞.某水库工程膨胀土坝的性状调查及加坝方案研究[J].水利技术监督,2020,(05):268-275.
- [4]王积功.水利工程施工中堤坝渗漏原因以及防渗加固技术研究[J].河南科技,2020,39(25):60-62.
- [5]张良.水利工程土石坝坝体的防渗处理对策[J].居舍,2018,(24):245.