

沥青混凝土心墙坝大坝基础的处理设计

成斌

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6158

[摘要] 随着水利工程的不断发展,沥青混凝土心墙坝作为一种重要的土石坝坝型,因其良好的防渗性能和适应变形能力,在水利工程中得到了广泛应用。本文立足于沥青混凝土心墙坝的特点与应用现状,分析了其对基础处理的特殊要求,并从地质勘察与评估等方面探讨了沥青混凝土心墙坝大坝基础的处理设计。在该基础上,结合相关实践经验,简要探讨了大坝基础处理的环保与可持续性策略。

[关键词] 沥青混凝土心墙坝; 大坝基础; 处理设计; 优化路径

中图分类号: TV331 文献标识码: A

Treatment design of dam foundation of asphalt concrete core wall dam

Bin Cheng

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey Design and Research Institute Company with Limited Liability

[Abstract] With the continuous development of water conservancy projects, asphalt concrete core wall dam, as an important type of earth-rock dam, has been widely used in water conservancy projects because of its good seepage resistance and deformation ability. Based on the characteristics and application status of asphalt concrete core wall dam, this paper analyzes the special requirements of foundation treatment, and discusses it from the aspects of geological investigation and evaluation. On this basis, the environmental protection and sustainability strategies of dam foundation treatment are briefly discussed.

[Key words] asphalt concrete core wall dam; dam foundation; treatment design; and optimization path

引言

在现代水利工程基础设施建设中,大坝基础的稳定性和安全性是整个大坝工程的关键所在,直接关系到大坝的整体性能和运行安全。因此深入探讨沥青混凝土心墙坝大坝基础处理设计,提出科学合理的处理方案,对于确保大坝的安全运行具有重要意义。

1 沥青混凝土心墙坝的特点与应用现状

沥青混凝土心墙坝通过在坝体中部设置沥青混凝土墙作为防渗体,可有效抵御长期水流冲刷和侵蚀,防止水体渗透,因而具有良好柔性、不透水性和耐久性等特点。沥青混凝土心墙对坝基的要求较低,在多种不同地质条件下均具有良好适用性,尤其是可调整心墙角度,将心墙设计成纯受压状态,而不产生拉应力。近年来,国家相关部门高度重视沥青混凝土心墙坝在实践领域中的优化运用,在细化完善相关技术标准规范,拓展延伸工程结构构造体系等方面制定并实施了诸多宏观政策,为新时期全面彰显其综合价值提供了重要基础遵循^[1]。同时,广大技术人员同样在心墙坝结构设计、材料优化择用以及应用效果评价等方面进行了诸多有益探索,初步构建形成了基于全流程的技术框架体系,彰显了沥青混凝土心墙坝的各项优势特点。尽管如此,

受限于诸多主客观要素,当前沥青混凝土心墙坝的具体应用水平尚有较大提升空间,基础处理设计的针对性有待进一步增强,亟需创新方式方法,优化提升其综合效果。

2 沥青混凝土心墙坝对基础处理的特殊要求

2.1 地质条件要求

沥青混凝土心墙坝基础地质状况直接关系到心墙的稳定性和防渗性能,因而在选择坝址时,应尽可能避开断层发育、强烈风化、夹泥、软黏土等不利地质条件,以免引起心墙的变形或破坏。对于无法完全避开的不利地质条件,则应采取灌浆加固、开挖置换等工程措施进行处理,以确保基础的稳定性。此外,心墙与岸坡基础的接触面应避免存在几何形状突变,使心墙与基础紧密贴合,防止因坡度过陡导致的接触不良或应力集中。

2.2 基础面处理要求

基础面的处理与心墙和基础之间的粘结强度和防渗性能具有密切关联。因此,在混凝土基础面铺设沥青混凝土心墙前,须对基础面进行凿毛处理,去除混凝土表面的浮浆、乳皮等杂质,使基础面粗糙、平整,便于沥青混凝土的粘结。凿毛处理后,在基础面涂刷稀释沥青和沥青玛蹄脂,表面应平整、无鼓泡、无流

淌现象,以增强沥青混凝土与基础混凝土之间的粘结力,防止沥青混凝土在碾压过程中与基础面分离^[2]。

2.3排水与防渗要求

受内部结构和外部环境因素影响,沥青混凝土心墙坝基础时常面临渗漏威胁,应采用棱体排水、贴坡排水、坝内排水等形式在心墙下游侧设置排水系统,及时排除坝体内部积水,降低渗透压力,防止心墙因渗透压力过高而受损。若坝基存在渗漏状况,则应在综合考虑地质条件、渗漏情况、施工条件等因素的同时,采用灌浆、混凝土防渗墙、防板柱等形式设置防渗帷幕,构造形成一道可靠的防渗屏障,防止库水通过坝基渗漏到下游。

3 沥青混凝土心墙坝大坝基础的处理设计探讨

3.1大坝基础的地质勘察与评估

3.1.1地质勘察方法与技术

地质勘察与评估是沥青混凝土心墙坝大坝基础处理设计的关键环节,可为后续相关工作提供基础数据。在当前技术条件下,可采用到的具体地质勘察方法与技术包括地质测绘、钻探、物探、原位测试和水文地质试验等,不同技术方法在适用条件、勘察过程与预期效果等方面存在明显差异,应结合大坝基础需求予以灵活选择,以形成对坝址区域地质条件的全面认识。地质勘察应分阶段进行,从初步勘察到详细勘察,逐步深入。其中,初步勘察主要了解坝址区域的基本地质条件,为坝型选择和坝址比选提供依据;详细勘察则深入查明坝基及坝肩岩性、结构、水文地质条件等,为坝基处理设计提供依据。

3.1.2地质条件的评估与分类

收集坝址区的气候、降雨、河流流量、洪水等资料,并了解坝址区的地形地貌特征,如河谷形态、岸坡坡度、冲沟发育情况等,获取详细的地质勘察报告,以便评估地质条件对大坝稳定性的影响。对收集的数据进行整理和分析,采用图表、数值计算等方法评估地质条件的复杂程度和稳定性。在野外地质调查中,应详细观察和测量断层、褶皱、节理等地质构造的分布、产状和性质,同时对坝基岩石进行取样和室内试验,确定其抗压强度、抗剪强度、渗透性等物理力学性质。根据评估结果,将坝址区划分为不同的工程地质区,明确各区域的地质条件和稳定性状况^[3]。

3.2基础处理设计

3.2.1基础处理设计的一般流程

根据地质条件评估结果,考虑施工条件、工期要求、成本等因素,明确基础处理的主要目标,并选择合适的基础处理方法。针对提高坝基的承载能力、减少渗流、增强坝基稳定性等现实需求,通过开挖与清理、固结灌浆、帷幕灌浆、混凝土防渗墙等方式进行处理。设计灌浆压力、灌浆材料、灌浆孔布置、防渗墙厚度、排水孔间距等处理参数,编写详细的基础处理方案,包括处理范围、处理方法、处理参数、施工步骤、质量控制措施等。

3.2.2不同地质条件下的基础处理措施

对于淤泥、淤泥质土、湿陷性黄土、松散砂土等软弱地基,

其强度低、压缩性高、透水性差,难以满足大坝对地基承载力和稳定性的要求。对此,可采用换填垫层法、排水固结法、复合地基法、化学加固法等进行处理,以提升大坝基础承载力和稳定性。对于基岩、老灰土、压实路面等硬质地基,由于其具有较高强度和承载力,但可能存在不均匀沉降、裂隙发育等问题,因而应清除地基表面的覆盖层、风化层等,并进行固结灌浆处理,同时设置过渡层。在岩溶、滑坡体、泥石流易发区等特殊地质条件下,需分类采取相应技术措施,降低潜在风险。

3.2.3沥青混凝土心墙与基础的连接方式

沥青混凝土心墙与基础的连接部位应具有良好的防渗性能,防止水流从连接处渗漏,且能够适应大坝在运营过程中产生的变形,防止因变形导致连接破坏。在与基岩的连接中,可采用混凝土垫座连接方式,在基岩上浇筑混凝土垫座,垫座顶面可做成弧面或平面,以适应心墙的倾斜度,且垫座与基岩之间通过锚筋、灌浆等方式进行连接。对于地质条件较好、基岩较为完整的坝址,沥青混凝土心墙可直接浇筑在基岩上^[4]。在与覆盖层的连接中,可设置防渗墙,并使防渗墙与沥青混凝土心墙通过连接板或过渡层进行连接,形成可靠的防渗屏障。对于采用基座与连接板的情形,则可在防渗墙上游设置基座,基座浇筑在覆盖层或软弱地基上,并通过连接板与防渗墙连接。常用的沥青混凝土心墙与基础连接方式如表1所示。

表1 沥青混凝土心墙与基础的常用连接方式

连接方式	构造特点	适用条件
直接浇筑连接	沥青混凝土心墙直接浇筑在经过处理的基岩或混凝土基础上	基岩坚硬、完整,混凝土基础质量好
垫层过渡连接	在沥青混凝土心墙与基础之间设置一层柔性或刚性垫层	基础存在轻微不平整或需要缓冲变形
锚固连接	使用锚杆或锚索将沥青混凝土心墙锚固在基础上	基础需要额外加固,或心墙承受较大水平力
预埋件连接	在基础中预埋连接件,与沥青混凝土心墙通过焊接或螺栓连接	需要精确控制心墙位置,或心墙与基础有相对运动
复合防渗结构连接	沥青混凝土心墙与其他防渗材料(如土工膜、防水板等)组合使用	地质条件复杂,单一防渗材料难以满足要求

3.2.4基础处理材料的选择

沥青混凝土心墙坝大坝基础处理所需用到的工程材料种类繁多,所选材料应满足国家及行业相关标准和规范的要求,并考虑大坝所处的地理、气候等环境因素,选择具有特定耐候性、抗冻融性等特点的材料。以沥青材料为例,优先选用供应稳定、价格适中、性能优良的道路石油沥青,若工程对沥青耐水性、耐老化性等具有特殊要求,则可选用专用水工沥青。再如,在骨料选择中,可选用石灰岩、玄武岩等质地坚硬、耐磨、级配良好的天然骨料,若天然骨料不足或质量不佳,可考虑使用人工骨料,确保其粒径、压碎值和含泥量等性能指标符合要求,防止影响沥青混凝土性能。

3.2.5基础处理设计的验算与验证

根据大坝基础的复杂性和特殊性,选择极限平衡法、有限元

法、经验公式法等承载力验算方法,对基础承载力进行准确验算。准确确定地基土的容重、内摩擦角、粘聚力、变形模量等验算参数,并考虑其不确定性和变异性,验算过程中充分考虑坝体自重、水压力、地震力等荷载作用。分析大坝在施工期、蓄水期、运行期等不同工况下地基的变形情况,尤其是注重基础不均匀沉降和水平位移对大坝稳定性的影响。采用有限元分析等方法,对地基的变形进行数值模拟,评估地基变形是否在大坝允许范围内,并据此优化基础处理设计方案。此外,还应防渗性能、抗震性能、施工可行性等进行逐一验算或验证^[5]。

4 深厚覆盖层上的基础处理策略探讨

4.1 覆盖层开挖与清理

在了解覆盖层厚度、成分、物理力学性质及地下水情况的基础上,制定覆盖层开挖方案,并采用挖掘机、推土机等进行开挖作业。严格控制开挖深度和范围,避免超挖或欠挖。对于关键部位,如存在黏土夹层的部位,应采用人工开挖或小型机械开挖,以确保开挖质量。开挖完成后,对基础面进行彻底清理,去除浮土、碎石、草根等杂物。采用高压风枪或水枪对基础面进行冲洗,确保基础面的平整和干燥。

4.2 混凝土基座施工

根据大坝设计要求和地质条件,设计混凝土基座的尺寸、形状和配筋,并在覆盖层开挖完成后,按照设计要求进行基座模板的支设和钢筋的绑扎。采用最优混凝土配合比和浇筑方法浇筑混凝土基座,严格控制混凝土的坍落度、振捣时间和振捣强度等参数,确保混凝土的密实度和强度。在基座与覆盖层之间设置排水孔或排水层,以排除地下水对基座的影响。

4.3 防渗处理

根据防渗要求,设计混凝土防渗墙的厚度、深度和位置等,采用冲击反循环钻机或液压铣槽机等设备进行防渗墙的成槽施工,严格控制槽孔的垂直度、偏差和孔深等参数。在混凝土基座下进行帷幕灌浆施工,形成连续的防渗帷幕。灌浆过程中,应严格控制灌浆压力、灌浆量和灌浆时间等参数,确保灌浆效果。

4.4 基础面处理

在进行沥青混凝土心墙铺筑前,对混凝土基础面进行凿毛

处理。采用带刃的小斧或锤剥掉混凝土表面的乳皮和浮浆,露出粗糙的骨料表面。凿毛处理完成后,在基础面上均匀涂刷一层稀释沥青或冷底子油。稀释沥青或冷底子油的掺配比例应根据气温、风力等气候条件确定。涂刷过程中,应确保涂刷厚度均匀、无空白和流淌现象。

5 结语

综上所述,沥青混凝土心墙坝大坝基础处理设计是一项复杂的系统工程,需要综合考虑地质条件、坝体结构、施工条件等多种因素。本文通过对沥青混凝土心墙坝大坝基础处理设计的研究,深入探讨了基础处理的方法、技术和措施。通过对基础地质条件的详细分析,结合不同地质条件,提出了针对性的基础处理方案,旨在确保大坝基础的稳定性和安全性。未来,随着水利工程建设的不间断推进和科学技术的不断发展,沥青混凝土心墙坝大坝基础处理设计将不断完善和创新,为水利工程的安全运行提供更加坚实的技术保障。

[基金项目]

新疆最大装机高海拔水电站工程设计关键技术研究(SLSJY-研2422)。

[参考文献]

[1]柳莹,吴俊杰,马军.某水库复杂坝基沥青混凝土心墙坝渗透安全评价[J].人民黄河,2021,43(7):137-140.

[2]涂劲,李德玉.动态循环荷载下大坝混凝土拉压转换损伤本构模型构建及影响研究[J].水利学报,2021,52(8):927-935.

[3]简红波.固结灌浆在黔北地区大坝基础处理中的运用及效果分析[J].红水河,2021,40(2):114-117.

[4]潘红岭.振冲砂石桩在罗家堡水库大坝基础处理中的应用[J].四川水力发电,2020,39(3):7-10,74.

[5]马敬,蒋兵.采用地下混凝土框格梁处理大坝软弱基础的新型策略[J].水利规划与设计,2021,(7):109-113.

作者简介:

成斌(1983—),男,汉族,新疆乌苏人,现就职于:新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司,大学本科,高级工程师,主要从事水利水电工程设计相关工作。