

# 粘土心墙风化料坝设计与施工质量控制

李荣周

云南思广益工程技术检测有限公司 云南临沧 677099

**摘要:** 粘土心墙风化料坝设计与施工质量控制是确保水坝工程安全、稳定运行的重要环节。设计方面,需综合考虑心墙防渗土料、反滤料、坝壳料和棱体堆石料,确保在面对水力挑战时坝体表现出优越的性能。施工方面,则需要关注材料选择与质量控制、施工工艺与标准执行、施工设备与监测系统、质量检验与验收以及安全管理与环境保护等多个方面。本文通过芒回水库的实践详细探讨这些要点,旨在提供一套全面有效的指南,以确保粘土心墙风化料坝的设计与施工达到高质量标准。

**关键词:** 粘土心墙; 质量控制; 料坝设计

## 引言

水坝工程在水资源管理和防洪方面起着不可替代的作用。粘土心墙风化料坝以其良好的防渗性能和适应性,在水坝设计中占据重要地位。本文旨在探讨粘土心墙风化料坝设计与施工质量控制的关键因素,以满足日益增长的水资源需求和提高防洪能力的需求。在芒回水库建设过程中通过对设计与施工过程中关键环节的深入研究,我们将揭示如何确保水坝工程具备卓越的安全性、稳定性和可持续性。

## 1 粘土心墙风化料坝设计

芒回水库总库容 1951.32 万 m<sup>3</sup>, 兴利库容 1216.70 万 m<sup>3</sup>。项目区总需水量 1886.14 万 m<sup>3</sup>, 水库供水量 1655.82 万 m<sup>3</sup>, 区间利用水量 230.32 万 m<sup>3</sup>, 水库枢纽建筑物由主坝、副坝、溢洪道、导流放空隧洞、连通箱涵和输水隧洞组成。主副坝均为粘土心墙风化料坝,坝顶高程 1302.8m,坝顶宽 8m,主坝最大坝高 47.0m,副坝最大坝高 43.0m;

### 1.1 心墙防渗土料

在粘土心墙风化料坝设计中,心墙防渗土料的重要性不可忽视。这一关键组成部分在保障坝体稳定性和安全性方面发挥着关键作用。选用适宜的心墙防渗土料是确保水分不渗透到坝体内部的关键一步。通常情况下,工程师会选择具有出色防渗性质的粘土作为心墙土料。这种粘土应当具备适当的压缩性能、渗透性能以及稳定性,以应对水流对坝体的不断挑战。在土料选择的过程中,需要充分考虑当地的地质特征和水文条件,以确保所选用的粘土材料能够在不同环境下保持可靠性和持久性。通过精心选择和设计心墙防渗土料,可以有效地提升整个粘土心墙风化料坝的性能,确保其在运行中具备卓越的抗渗能力。

### 1.2 反滤料

在粘土心墙风化料坝设计中,反滤料扮演着至关重要的角色。其主要职责是在防止土壤颗粒被水流冲走的同时,允许水分通过。这一关键材料通常选用砾石或砂石混合物,以确保具备较大的孔隙度和透水性。在选择适宜的反滤料时,工程师需充分考虑颗粒的稳定性、孔隙度以及与心墙防渗土料的协调性。通过巧妙设计反滤料层,可以有效减小水流对坝体的冲刷作用,维护坝体的稳定性。反滤料的布置不仅能够有效减缓水流的速度,还能够防止土壤颗粒的流失,进而降低水坝结构受到的侵蚀。这种精心设计的反滤料层不仅有助于维护坝体的整体结构,还能够提高其抗冲刷性能,确保水坝在不同水文条件下均能保持良好的运行状态。

### 1.3 坝壳料

坝壳料在粘土心墙风化料坝中扮演着至关重要的角色,构成整个坝体的主体材料。在选择合适的坝壳料时,需要全面考虑多个因素,其中包括强度、稳定性和耐久性等关键性能。常见的坝壳料种

类包括混凝土和碎石混凝土等。这些材料必须具备足够的抗压强度,以承受水压和其他外部荷载的作用。坝壳料的选用不仅关系到整个坝体的结构强度,还与水坝的寿命和稳定性直接相关。在设计阶段,工程师需要精确评估当地地质和水文条件,以确定最适合的坝壳料类型。此外,对坝壳料的施工质量和工艺也需给予充分关注,确保施工符合相应的标准和规范。通过科学合理的坝壳料选择和高质量的施工,可以保障整个水坝工程在运行中充分发挥其结构性性能,确保其在各种外部环境和水压条件下的稳定运行。

### 1.4 棱体堆石料

为提升粘土心墙风化料坝的稳定性,常采用在坝体表面覆盖一层棱体堆石料的设计策略。这些石料通常选用坚硬而均匀的岩石,旨在为坝体提供额外的支撑,并抵御外部环境的冲刷作用。在选择和排布棱体堆石料时,需要综合考虑坝体的结构布局、坝高和流速速度等多个因素。通过科学合理的设计,棱体堆石料不仅能够有效减小坝体表面的侵蚀程度,而且能够提高整体结构的抗冲刷能力。这种石料层的存在不仅为水坝增添了一层额外的保护屏障,还有助于减缓水流速度,减小水流对坝体的冲刷力度。因此,在粘土心墙风化料坝的设计中,合理配置和设计棱体堆石料层是确保坝体长期稳定运行的重要步骤。通过这样的设计手段,可以有效保障水坝的结构完整性,延长其使用寿命,同时提高其在面对水流冲击时的整体抗性。

## 2 防渗土料及坝壳料填筑技术要点

### 2.1 防渗土料施工技术要点

1) 防渗体土料的铺土厚度和碾压遍数应根据工程要求和土体性质进行生产性碾压试验来确定。通过试验可以确定最佳的铺土厚度和碾压遍数,以确保土体的稳定性和防渗效果。

2) 在施工过程中,防渗土料应沿着坝轴线进行铺设,并进行实时监测以确保铺土厚度符合设计要求。不得超厚的要求是为了避免土体过度压实导致不必要的成本和工期增加。

3) 在铺土之前,应对防渗土料进行适量的洒水湿润,以保证土层的结合。这样可以提高土体的密实性和稳定性,增强土体的抗渗性能。

4) 在卸料过程中,防渗体土料应采用进占法进行,禁止车辆行驶在已经压实的土体表面上。这样可以避免车辆对已铺设的土体造成损坏,确保施工质量。

5) 汽车在防渗体路口处应频繁更换位置。这样做的目的是均匀分布车辆的荷载,避免局部土体过度压实或压实不足,确保土体的密实性和稳定性。

6) 碾压时,只能垂直于坝轴线进行,并应现场监督以避免超厚或欠压。垂直碾压可以确保土体的均匀密实,而现场监督能够及时发现并纠正碾压过程中出现的问题,确保施工质量。9.2.9 相邻两

段碾压交接带应进行搭接。搭接可以确保相邻土体之间的连接紧密,防止渗透介质通过接缝进入土体,影响防渗效果。

## 2.2 坝壳料填筑技术要点

1) 风化石料采取分区填筑,意味着根据风化程度的不同,将其分为风化石料 I 区和风化石料 II 区进行填筑。这样的分区填筑方法可以根据材料的性质和使用要求,在不同区域选择适合的风化程度的材料。风化石料 I 区选择风化程度较高的材料进行填筑,填筑的高程范围从上游坝壳基础高程至 1281.30m。这意味着在上游区域选择具有较高风化程度的材料,以满足该区域的填筑要求。风化石料 II 区选择风化程度较低的材料进行填筑,填筑的高程范围从上游 1281.30m 至坝顶高程,下游坝壳基础高程至坝顶高程。这意味着在上游和下游区域选择具有较低风化程度的材料,以满足该区域的填筑要求。

2) 在排水棱体和下游坝壳与堆石棱体之间使用堆石褥垫进行填筑,以提供良好的排水功能和均匀的受力传递。排水堆石倒滤体所用石料必须具备一定的特性。这些特性包括质地坚硬、具有较高的抗水性和不易溶蚀性,同时还要具备抗冻融和抗风化的能力。这样可以确保排水堆石倒滤体的稳定性和长期使用性能。为了确保堆石体的均匀性和稳定性,石块的最大边长与最小边长比例应小于 1.5。此外,填筑材料中小于 0.075 毫米的颗粒含量不得大于 5%,孔隙率不得大于 26%,渗透系数应大于  $1 \times 10^{-2}$  厘米/秒。在填筑过程中,要注意避免粗料集中架空现象,确保堆石的均匀分布和紧密排列。

3) 在施工过程中,采用进占法或后退法卸料,即从料车中逐渐推进或倒退,以保持料层的均匀性。

4) 禁止从高坡向下卸料,以防止料层发生不均匀堆积和分离。在靠近岸边地带,应使用细料进行铺填,以避免料层出现架空现象。

5) 坝壳料与反滤料交界处必须要细料铺填,不能有超径块石和块石集中、架空。

6) 在坝壳料与反滤料交界处区域,必须使用细料进行铺填,以确保坝体的稳定性。且不得出现超径块石和块石集中、架空的情况,以保证填筑体的均匀性和稳定性。

## 3 粘土心墙风化石料坝施工质量控制

### 3.1 材料选择与质量控制

粘土心墙风化石料坝的施工质量控制中,材料选择与质量控制是至关重要的一环。在施工之前,必须对心墙防渗土料、反滤料、坝壳料和棱体堆石料的质量进行仔细检查。材料的选用应当符合相关的标准和规范,以确保其在强度、密实度和渗透性等方面能够满足设计要求。关键是要建立起一套完善的材料管理体系,对材料的采购、储存和运输过程进行严格控制。这包括对材料供应商的选择,确保其能够提供符合标准的优质材料。在储存和运输过程中,需采取适当的措施,避免材料受到湿气、污染或其他不利因素的影响。通过严格控制材料的质量,可确保施工过程中所使用的材料符合设计要求,从而提高整个工程的可靠性和稳定性。

### 3.2 施工工艺与标准执行

粘土心墙风化石料坝的施工工艺与标准执行是确保整个工程质量和安全性的重中之重。施工工艺的合理性直接关系到水坝结构的稳定性和可靠性。在涉及心墙填筑、坝壳料铺设以及棱体堆石料覆盖等关键工艺节点,施工人员应按照规范要求进行操作,通过碾压试验确定压实机具、铺料方法、铺料厚度、压实方法、碾压遍数、加水量和有效压实厚度等施工方法与参数确保施工质量的持续稳定性和整体一致性。合理的施工工艺能够最大程度地降低施工过程中的风险,减少可能出现的结构问题。同时,对施工标准的严格执行可确保水坝的各项指标符合设计要求,通过对施工工艺的认真执行,可以有效确保粘土心墙风化石料坝在各个关键节点的施工质量,最终保障工程的整体质量水平。

### 3.3 施工设备与质量检测系统

在粘土心墙风化石料坝的施工过程中,施工设备的选择和使用是确保工程顺利进行的重要环节。推土机、压路机、羊角碾等设备在施工中发挥着关键作用,因此必须确保它们的性能稳定且符合安全要求。定期的维护和检修是保障设备正常运行的关键步骤,以防止在施工过程中出现设备故障,影响整体工程进度。同时,为了确保施工质量,应对施工过程中的各项参数进行实时质量检测,检测内容包括但不限于含水率、渗透系数、压实度、孔隙率等参数,通过实时质量检测,施工人员能够及时发现和纠正潜在的施工质量问题,确保整个工程的施工质量、稳定性和安全性。因此,在粘土心墙风化石料坝的施工中,科学合理的设备选择和检测手段的配置是保障工程顺利进行和提高施工质量的不可或缺的组成部分。

### 3.4 质量检验与验收

粘土心墙风化石料坝施工过程中的质量检验与验收工作至关重要。在各个施工阶段,都需要进行全面的的质量检验与验收,涵盖材料、工艺和设备等多个方面。对材料的抽样检测、施工工艺的实地检查以及设备的性能检测等环节都是不可忽视的。为确保检测结果的客观性和可靠性,质量检验工作应委托专业的检测机构进行。这确保了对材料质量、施工工艺和设备性能等方面的全面评估。与此同时,验收工作由相关监理单位进行,对施工过程中的各项工作逐步进行验收,以确保整个工程的质量完全符合设计要求。通过严格的质量检验和验收程序,可以及时发现和纠正施工过程中的问题,确保施工质量达到标准,从而保障粘土心墙风化石料坝的整体可靠性和稳定性。这种全面的质量管理措施是确保工程质量的关键步骤,有助于最终实现设计要求和工程目标。

### 3.5 安全管理与环境保护

在粘土心墙风化石料坝的施工中,安全管理和环境保护是不可或缺的关键方面。为确保施工过程中的安全性,施工单位必须建立健全的安全管理体系。这包括对施工人员的全面培训,确保他们具备充分的安全意识和相应的操作技能。通过培养良好的安全文化,能够降低施工事故的风险,保障施工人员的生命安全。与此同时,为减少施工对周边环境的负面影响,必须采取有效的环境保护措施。这包括严格控制施工废弃物的处理、减少噪音和振动等环境污染源,以及保护周边生态系统。在施工过程中,需时刻关注环境影响,采取主动的措施来预防和减轻可能的环境影响。通过综合考虑安全和环境保护因素,可以实现粘土心墙风化石料坝工程的可持续发展,使工程既能够有效运行,又能够最大程度地保护周围环境的完整性和生态平衡。

## 4 结语

粘土心墙风化石料坝的设计与施工质量控制是水坝工程成功的关键。通过综合考虑材料选择、施工工艺、设备管理、质量检验、安全环保等多个方面,我们可以构建出一个全面有效的管理体系,以确保水坝在各种环境条件下都能发挥最佳性能。这种高质量的设计与施工不仅对水资源管理和防洪工作具有深远的影响,同时也为未来的水坝工程提供了可靠的经验和指导。

### 参考文献:

- [1]施瑞庭,赵爱徐,刘永光.云龙县包罗水库大坝设计施工[J].工程技术研究,2019,4(12):196-199.
- [2]乔天发,沙继明,余瑞丽.黄木水库粘土心墙风化石料坝设计与施工质量控制[J].云南水力发电,2019,35(02):52-54+58.
- [3]李木凤,李建伟,谢庆明等.浅谈另仇水库大坝坝料设计与施工控制[J].中国水运(下半月),2013,13(03):177-178.
- [4]赵仕杰.南洋河水库粘土心墙风化石料坝设计与施工控制[J].水利水电技术,2007,(12):34-38.