

# 混凝土面板堆石坝施工中质量控制要点研究

肖勇

贵州水利实业有限公司

**摘要：**水利水电工程是国家公益性基础建设工程中的重要组成部分，其本身的建设质量关系到了国家的农田灌溉水平、防洪抗涝性能等多个方面，与国计民生之间具有密不可分的内在关联。而在水利水电工程建设的过程中，水库是其中最为关键的组成部分之一，水库的整体结构稳定性和建设质量也关系到了后续整个水利工程的运行情况。目前，在水库建设和发展的过程中，混凝土面板堆石坝技术的应用更加广泛，这项技术本身的前期投入成本可控，并且整体的施工流程较为简洁，具有施工质量有所保障、施工周期相对较短的应用优势以及独特的优越性，在我国水利水电工程建设过程中得到了广泛的应用。因此，如何能够针对混凝土面板堆石坝施工过程中的技术要点进行有效的控制，更成了提升我国水利水电工程运行质量的关键切入点。本文主要是以我国某水库的建设方案为例，分析了混凝土面板堆石坝施工过程中的质量控制要点，希望能够为提升我国水利水电工程建设水平提供参考意见。

**关键词：**水利水电工程；混凝土堆石坝施工；质量控制；应用要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.025

混凝土堆石坝工程是水库建设过程中目前广泛被应用的一种坝体施工技术工艺。尤其是随着近年来全球极端气候频率不断增加，这也导致我国的防洪抗旱形势和面临的险情更加严峻。而做好水库的建设工作，也是保障水利水电工程实现防洪抗涝功能以及农田灌溉功能的关键点。考虑到混凝土对水坝施工本身的施工设计面相对较广，其中，涉及了多个不同的施工环节，总体来说是一项复杂的系统性工程，尤其是考虑到后续水库的应用场景，其建设的质量更是直接决定了水库的运行性能。因此，更需要针对混凝土堆石板施工工艺引起重视，确保该项施工工艺在水利水电工程中的应用水平，才能为水利水电工程后续的平稳运行提供助力。

## 一、实践案例

在我国某水库建设工程中，平均蓄水位置大约为133.1米，该水库可容纳 $10.89 \times 10^8$ 立方米的水量，水库建设过程中的最高高程达到157米。而考虑到，水利工程建设所在区位条件的河床走向以及当地的地形条件，此次建设过程中，采用了混凝土面板堆石坝施工技术，需要在坝体结构的上游位置设计形状为L型的防水墙，是一项典型的大规模水利工程。在本次的混凝土面板堆

石坝施工过程中，施工首选大宗材料为钢筋水泥材料，同时，钢筋水泥面板坡的坡度为1:1.4，而水泥混凝土面板在设计过程中的厚度也具有较大的差异性，整体的厚度范围需要控制在0.4毫米到0.85毫米之间。按照前期的设计规划来说，水泥土面板的混凝土浇筑环节需要分期完成。此次施工过程中，针对斜坡上方的部分采用的是喷阳离子乳化沥青的方式，作为典型的防渗技术，而在斜坡的顶端考虑到设置了防浪墙结构，需要在顶端与水泥面板采用相互衔接的方式避免水深漏的问题。在混凝土浇筑施工过程，需要遵循从中心逐渐向两端浇筑的原则和顺序。尤其是在二期的浇筑环节中，还需要按照三层浇筑的顺序轮流施工。

## 二、混凝土面板堆石坝施工工艺中质量控制的要点

### （一）接止水缝施工技术的质量控制

混凝土面板堆石坝施工技术中的接止水缝环节的安装关系到了后期混凝土堆石坝结构的防渗性能，整体的技术安装工作主要包括趾板安装、高趾墙安装、防水墙的安装以及面板与周边衔接区域的防水缝工作。考虑到面板之间的垂直缝区域是受到外部作用力影响较大的集中区域，因此，在这一区域需要设置扩张性的衔接缝，这样才能够确保面板之间的衔接紧密性，保证面板之间的防水性能。其中，应用到的铜止水施工技术需要在混凝土面板的堆石坝施工过程中一次加工完成，切不可多次分批施工，并且要在一次完成的前提条件下，确保施工质量。而铜止水在施工环节中对于双面焊接工艺的施工要求极为严格，因此，在质量控制过程中，必须要注重焊接施工的工艺，不能出现焊接裂缝或焊渣等现象。而在面板之间，为了确保面板之间的衔接紧密性和防水性能，需要采用橡胶止水棒以及聚氯乙稀垫片等材料，将面板之间进行固定和衔接处理。也需要在面板之间涂抹其他的化学防水剂以及密封性材料，等这些材料干燥冷却之后再镶嵌到面板中，在镶嵌完成之后还需要在上面覆盖保护罩并且压紧，通过后续的维护保养，确保面板之间的密封和衔接效果。

### （二）阳离子乳化沥青稳固技术的质量控制

当混凝土面板的堆石坝施工工程已经建筑到一定的高度之后，需要针对上游的坡面阶段，在碾压处理合格之后，采用阳离子乳化沥青喷射的方式对坡面阶段进行加固工作。在完成乳化沥青的喷洒工作之后，需要在乳化沥青层的表面采用人工洒沙的方式有效地提升乳化沥青表面的整体结构强。通常情况下，在完成乳化沥青的

喷洒工作之后，需要采用斜坡振动碾压以及静态碾压分别进行两次碾压工作。在质量控制工作中，需要分别对两次碾压施工的整体质量进行检验，确保碾压施工的结果合格之后，才能够进入下一道施工工序。除此之外，在水库的基坑施工环节中，也需要应用到阳离子乳化沥青喷射的技术，做好基础结构的防渗以及加固工作，在质量控制环节中依然需要针对沥青层表面的碾压质量进行控制<sup>[1]</sup>。

### （三）侧模板的安装

考虑到混凝土面板堆石坝施工技术中所采用的侧模板，大多数都是木质材料加工形成的，通过在顶面安装角钢，能够有效地提升侧面滑膜的滑动性能。这样也能够确保滑模在移动和转动过程中更加便捷。在侧模施工的质量控制过程中，需要针对侧模的编号检查清晰<sup>[2]</sup>。

### （四）混凝土面板堆石坝施工过程中钢筋结构的制备和安装控制

混凝土面板堆石坝施工技术中，需要在垫层的坡面结构上安插钢筋结构，而钢筋结构需要在后方的工厂中预制完成之后才运输到施工现场进行施工。因此，在钢筋结构的预制环节中，必须要针对钢筋结构的整体规格以及材料质量进行有效的控制，然后采用卷扬机吊装到施工面上，在现场进行绑扎。在钢筋结构的绑扎过程中，也需要注重绑扎之间的衔接紧密性，这也是施工质量控制中的要点环节。

（五）水泥混凝土块的浇筑质量控制在混凝土面板堆石坝施工技术中，水泥混凝土的浇筑环节是最为关键的施工环节之一，也是质量控制工作中的要点<sup>[3]</sup>。混凝土浇筑主要采用的是水泥搅拌车，将提前制备好的混凝土材料运输到现场，然后利用料斗进行卸装，在卸装完成之后，需要将混凝土材料放置到移动槽的末端，然后借助人力捣振的方式提升混凝土砂浆的流动性能<sup>[4]</sup>。

### （六）水泥混凝土浇筑完成后的养护工作

在水泥混凝土面板堆石坝浇筑施工完成之后，就需要对混凝土面板，堆石板的混凝土表层进行养护，这样才能够确保后续混凝土表层的质量以及结构稳定性。如果施工集中在夏季时间，就可以在混凝土浇筑的表面覆盖草席或麻布等材料。除此之外，也可以在混凝土的表面喷洒乳化养护剂的方式，配合人工洒水对混凝土表面进行维护，需要注意，养护环节需要持续两个半月左右，在这一过程中，需要持续关注混凝土表面的质量状况。如果施工区域集中在冬季时间，考虑到冬季时节相对来说气温较低，为了避免内外温度不一所引发的裂缝问题，需要做好混凝土表面的保温养护工作。可以通过在混凝土表面覆盖塑料薄膜或保温被的方式，确保混凝土结构表面的整体温度<sup>[5]</sup>。

## 三、混凝土面板堆石坝施工技术中的防裂质量控制

### 要点

#### （一）做好混凝土面板堆石坝的结构设计工作

在主体结构的外层防水施工环节，为了避免外层结构的细微性裂缝问题，必须要提前想到相应的预警防范对策。有时候，即使已经在混凝土外表层施工之后采取了相应的维护措施，也很难保证在外表层凝结过程中，不会由于周边温度影响国内外应力的变化而出现一些裂缝等其他的病害性问题。因此，在坝体的混凝土防水结构，施工以及外表层设计的过程，你能尽可能确保主体结构表层防水材料涂抹的均匀性，同时也要确保结构空间布局方面不要出现过于尖锐的区域，在大面积均衡布局的条件下，就可以有效的避免混凝土在后续凝结过程中，由于应力集中在尖锐区域引发的裂缝现象。不仅如此，在前期的规划环节中也可以通过配筋数量的调节以及配筋密度的控制，避免由于钢筋隔离宽度过大而出现混凝土裂缝的现象<sup>[6]</sup>。尤其是对于主体结构的迎水面来说，还应当对迎水面适当的提升配筋的密度，这样才能够将裂缝的规格控制在0.2毫米之内。而在主体结构的背水面，可以适当的让主体结构内部的钢筋距离有所拓宽。为了有效的避免大规格裂缝在主体结构表面的出现，还可以通过增强纵向区域的钢筋配置密度，将每一条钢筋之间的间隔距离控制在15厘米以下。如果主体结构的纵向区域跨越较大，也可以在混凝土维护时期的表层增加一张约束网，这样就能够避免混凝土结构面临温度变化或内外应力变化的情况下，尽可能的避免变形和裂缝问题<sup>[7]</sup>。

#### （二）确保混凝土材料的制备质量

首先，需要针对混凝土的整体结构强度进行控制。水泥是混凝土材料中最为关键的原材料之一，如果在早期制备过程中，熟料添加量超过规定范围，就会导致水泥内部的碱性、活性和一些晶体含量超过标准值，进而影响到混凝土后续应用中的强度和使用寿命。在过去的施工建设中，很多施工人员错误的认为在早期制备过程中加大水泥用量，就能够提升整体结构的使用寿命。然而，这种做法所带来的效应却完全相反，不仅无法确保混凝土的使用寿命，还会导致混凝土的整体脆性增加。事实上，如果在混凝土制备过程中添加过多的水泥原材料，由于水泥本身的水热化特性，就会导致后期水热化的速率持续提升，从而由于温度变化所带来的应力导致混凝土表面出现裂缝。其次，针对混凝土制备的水分量进行合理的控制。混凝土前期制备过程中所需要的水量，应当根据其他材料的浓稠度标准进行衡量。近年来，由于很多化学减水剂在材料制备过程中的广泛应用，现代混凝土制备过程中的用水衡量标准也发生了翻天覆地的变化。虽然在水泥黏稠度测验过程中，并不会将减水剂添加的问题考量在内，但在混凝土制备过程

中,其整体的后续使用性能就会由于减水剂的添加而发生改变。当大量减水剂添加在内时,混凝土内部结构的固体吸附能力就会持续削弱<sup>[8]</sup>。由此可见,减水剂的应用量确实会对混凝土后续的应用性能带来一定的影响,因此,必须要合理控制潜水器以及水分的应用量,才能避免裂缝等病害性问题的出现。最后,要保证制备原材料的质量控制水平。在原材料制备过程中,一旦其中的骨料颗粒过细,极有可能导致前期的脂热化进程提前,最终,由于热力变动导致混凝土出现温度因素带来的收缩变化问题。通过多次的实验研究数据发现,想要保障混凝土在后续应用过程中的使用性能,就必须确保原材料水热化的时间点。在水热化速度过高或速度过低的情况下都有可能影响到后续混凝土材料的运用性能<sup>[9]</sup>。

### (三) 做好混凝土运输环节的质量控制工作

考虑到水利工程大多数处在地理区位条件较为复杂的区域,因此,混凝土都需要在场外制备完成之后,再通过运输设备运输到场内进行浇筑。为了确保运输过程中不会由于外力原因导致混凝土出现浆液分离、泄漏严重或由于温度变化引发的坍落度变化现象,就必须针对运输过程中的材料质量进行严格的控制。如果采用的是舱面垂直运输的方式,可以选择采用溜槽输送形式,这也是目前我国混凝土堆石坝工程中常见的材料输送方式。首先,必须要确保溜槽的内壁表面光滑,并且在每一节溜槽之间都应当进行紧密的衔接,避免相互之间衔接不当出现输送脱节的问题。其次,各个节点的设计角度应当控制在合理的范围内,避免角度过大,出现混凝土输送外溢的现象。尤其是要在一些坡度相对较大的节点,还应当在溜槽上设置保护盖,避免混凝土溢出<sup>[10]</sup>。最后,在运输环节更应当通过衔接车载GPS监控系统与数字大坝监控系统的方式,实现对运输车辆所处位置以及运输故障问题的动态性监测目标。目前,在现代信息技术以及通信技术迅猛发展的时代背景下,越来越多的前沿科学技术也融入了我国的施工建筑行业,并推动施工建筑行业的管理模式发生了翻天覆地的变化。例如,可以在运输大坝构建材料的车辆上安装车载北斗卫星系统,通过车载GPS系统随时向大坝数字化控制中心发送车辆,目前的运送状态,从而实现施工车辆从运输料场到大坝施工现场全过程的监控。该监控系统能够实现以下五个方面的功能:第一,根据原料厂的原料状况自动匹配相关的动态监测情报,从而根据原料厂当前的材料资源进行动态匹配。第二,通过针对不同分区来源的各种原材料性能以及强度展开统计工作。第三,针对运输线路中行车的密度进行统计和监测。第四,针对车辆的满载以及空载情况进行监视。第五,堆石坝料运

输的车辆对于满载加水量进行监控。通过车载监控设备与数字大坝监控系统之间的相互衔接,可以随时随地了解到每一个单元填筑以及上料的实际情况,同时,还能够对这些原材料的质量以及运输状况进行动态性的监测。一旦在运输过程中出现了运料混合、或运输车辆卸料错误等问题就可以及时发出警报信号,从而第一时间调整运输车辆的卸料位置,立即对卸错料区的坝料进行挖除,保障大坝材料的运输质量。

### 结语

综上所述,混凝土面板堆石坝施工技术是当前水利水电工程中最为常见的施工技术之一,为确保整体的施工质量,更应当通过做好水利水电工程的结构设计、控制原材料的配比、注重交互之后的养护工作、做好材料运输环节的质量控制等多措并举的方式,建立起全过程动态质量控制体系,保障混凝土面板堆石坝施工技术的整体质量。

### 参考文献

- [1]朱双儒.抽水蓄能电站工程中混凝土面板堆石坝施工技术研究[J].科技风,2021(28):120-122.
  - [2]郑燕妮.某水库混凝土面板堆石坝施工质量的控制[J].住宅与房地产,2021(24):179-180.
  - [3]陈金洪.混凝土面板堆石坝工程质量控制与防渗处理措施研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(01):169-171.
  - [4]陈雷,侯永朋.混凝土面板堆石坝施工与质量控制要点[J].人民黄河,2020,42(S2):191-192.
  - [5]陈华俊.混凝土面板堆石坝施工质量控制要点分析[J].建筑技术开发,2020,47(13):139-140.
  - [6]程志刚.习水县金家沟水库混凝土面板堆石坝施工中的质量控制探讨[J].工程技术研究,2020,5(05):193-194.
  - [7]陈恩平.混凝土面板堆石坝关键工序的施工管理[J].云南水力发电,2020,36(01):146-148.
  - [8]冯鹏程,冉念.古瓦水电站混凝土面板堆石坝填筑施工的质量控制[J].四川水力发电,2019,38(02):48-50+53+140.
  - [9]王国仓.混凝土面板堆石坝施工中质量控制要点[J].智能城市,2018,4(13):133-134.
  - [10]宋永.混凝土面板堆石坝坝体填筑施工质量控制要点[J].中国高新技术,2018(12):71-73.
- 作者简介:肖勇(1984-04-17),男,贵州,汉,本科,工程师,贵州水利实业有限公司,研究方向:混凝土面板堆石坝施工质量控制,水利水电工程施工质量管理。