

# 水利水电工程中混凝土坝施工技术分析

张琢玥<sup>1</sup> 刘佳辉<sup>2</sup>

1. 水利部海河水利委员会引滦工程管理局 河北 唐山 064300
2. 国网新源控股有限公司潘家口蓄能电厂 河北 唐山 064300

**摘要:** 在水利水电工程的巍峨构筑中, 混凝土坝以其卓越的结构稳定性和出色的抗震性能成为了不可或缺的一部分。然而, 这背后离不开精湛施工技术的支撑。施工技术不仅关乎坝体的安全稳固, 更影响着整个工程的质量与进度。从精细的模板与支架施工到混凝土的巧妙制备与浇筑, 从大体积混凝土的温度控制到防渗措施的严密布置, 再到质量检测与监控的严格把关, 每一个环节都凝聚着技术的精髓和工匠的智慧。优化施工技术, 就是对工程品质的极致追求, 也是对人与自然和谐共生的最好诠释。

**关键词:** 水利水电工程; 混凝土坝; 施工技术

## 引言

在众多国家基础设施建设的璀璨明珠中, 水利水电工程犹如一颗耀眼的恒星, 照亮着国家发展的征程。而混凝土坝, 作为水利水电工程的坚实脊梁, 承载着蓄水发电、防洪灌溉等重要使命。其施工技术的精湛与否, 不仅关乎坝体的坚固与安全, 更影响着整个工程的品质与寿命。因此, 对混凝土坝施工技术进行细致入微的剖析, 既是提升水利水电工程建设质量的必由之路, 也是推动国家基础设施建设迈向新高度的关键一环。

### 1 水利水电工程中混凝土坝施工技术的重要性

在水利水电工程中, 混凝土坝施工技术的重要性不言而喻, 它如同工程的灵魂, 贯穿于整个建设过程, 确保着工程的安全、质量、进度与环保。首先, 谈及安全, 混凝土坝施工技术是确保坝体稳定性的关键。一座坚固的坝体能够抵御水流的冲击、地震的摇晃, 降低溃坝的风险, 保护下游人民的生命财产安全。而施工技术的精湛与否, 直接决定了坝体的稳固程度。其次, 在工程质量方面, 混凝土坝施工技术同样扮演着举足轻重的角色。优质的施工技术能够保证混凝土的均匀性、密实性, 避免出现裂缝、蜂窝等质量问题, 从而提高坝体的整体性能和使用寿命。此外, 施工进度也是评价一个工程技术水平的重要指标。高效的施工技术能够合理安排施工流程, 减少重复劳动和材料浪费, 提高施工效率, 从而缩短工程周期, 降低工程成本。这对于资金紧张、时间紧迫的水利水电工程来说, 无疑是雪中送炭。最后, 在环保日益受到重视的今天, 混凝土坝施工技术也需要与时俱进, 实现绿色施工。合理的施工技术能够减少混凝土废弃物的产生, 降低施工噪音和粉尘对周围环境的影响。这不仅是对自然环境的尊重, 也是对未来可

持续发展的承诺。总之, 混凝土坝施工技术在水利水电工程中的重要性不言而喻。它是确保工程安全、提高工程质量、促进施工进度和降低环境污染的关键因素。因此, 我们必须高度重视施工技术的研究与创新, 为水利水电工程的建设提供有力保障<sup>[1]</sup>。

## 2 混凝土坝施工技术要点

### 2.1 模板与支架施工

在水利水电工程中, 混凝土坝的施工是一个复杂而精细的过程, 其中模板与支架施工是至关重要的一环。它们不仅为混凝土的浇筑提供了必要的支撑和形状, 还直接关系到坝体的稳定性、平整度和精度。因此, 确保模板与支架施工的质量, 对于整个混凝土坝工程的安全和质量具有重大意义。模板施工是混凝土坝施工中的先行工作, 它要求具备高精度和高稳定性。首先, 模板的选材十分关键, 必须选择强度高、变形小、耐候性好的材料, 以确保在混凝土浇筑过程中模板不发生变形或位移。其次, 模板的制作和安装也需精细操作, 严格按照设计图纸进行, 保证模板的平整度、垂直度和尺寸精度, 从而确保混凝土浇筑后的坝体表面平整光滑, 符合设计要求。支架施工则是模板施工的坚实后盾, 它为模板提供了必要的支撑和稳定性。支架的设计需根据模板的重量、混凝土的浇筑压力以及施工过程中的其他荷载进行, 确保其具有足够的承载力和稳定性。同时, 支架的安装也需十分谨慎, 必须确保其与模板紧密连接, 形成一个整体, 共同抵抗外部荷载。在模板与支架施工过程中, 还需特别注意以下几点: 一是要加强现场管理, 确保施工材料和设备的有序摆放, 避免对模板和支架造成不必要的损伤; 二是要加强施工过程中的质量监控, 对模板和支架的变形、位移等进行实时监测, 一旦发现

异常情况立即采取措施进行纠正；三是要加强施工人员的培训和安全教育，提高他们的操作技能和安全意识，确保施工过程的顺利进行。

## 2.2 混凝土制备与浇筑

混凝土坝作为水利水电工程的核心结构，其制备与浇筑技术直接影响着坝体的整体性能和使用寿命。因此，在施工过程中，必须严格控制混凝土的制备与浇筑质量，确保坝体的安全性、稳定性和耐久性<sup>[2]</sup>。在混凝土制备方面，首先要合理选择水泥品种。不同品种的水泥具有不同的性能和用途，因此需要根据工程要求和坝体使用环境来选择合适的水泥品种。例如，对于要求较高的工程，可以选择强度较高、抗渗性较好的水泥。其次，要严格控制骨料的质量和级配。骨料是混凝土的主要组成部分，其质量和级配直接影响着混凝土的强度和耐久性。因此，在选择骨料时，必须确保其满足相关标准，并按照设计要求进行级配。最后，要合理确定拌合比例。拌合比例是混凝土制备过程中的重要参数，它直接影响着混凝土的各项性能指标。因此，在拌合过程中，必须严格按照设计要求的比例进行拌合，确保混凝土的性能符合工程要求。在混凝土浇筑方面，振捣是一个至关重要的环节。振捣的目的是使混凝土在模板内充分密实，排出其中的气泡和水分，从而提高混凝土的密实性和强度。在振捣过程中，要注意振捣器的选择和操作方式。选择合适的振捣器可以确保混凝土得到充分振捣，而正确的操作方式则可以避免过振或欠振的情况发生。同时，为了避免蜂窝、麻面等质量问题，还需要在浇筑前对模板进行充分湿润，并在浇筑过程中及时清除混凝土表面的浮浆和气泡。除了上述要点外，还需要注意以下几点：一是要加强混凝土的养护工作。浇筑完成后，应及时对混凝土进行养护，保持其表面湿润，避免干裂和温差裂缝的产生。二是要加强混凝土的质量检测工作。在浇筑过程中，应定期对混凝土进行取样检测，确保其性能符合设计要求。三是要加强施工现场的管理工作。确保施工现场整洁有序，避免杂物和污水对混凝土造成污染。

## 2.3 大体积混凝土施工

在水利水电工程中，混凝土坝往往涉及大体积混凝土施工，这是整个工程中最具挑战性的环节之一。大体积混凝土施工不仅要保证混凝土的强度和耐久性，更要关注温度控制，以防止裂缝的产生，确保大坝的整体性能和安全。温度控制是大体积混凝土施工的核心问题。由于混凝土在硬化过程中会释放大量水化热，如果热量不能及时散发，就会导致混凝土内部温度急剧升高，与

外部形成较大的温差，从而产生温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时，就会出现裂缝，严重影响大坝的安全性和耐久性。为了有效控制混凝土的温度，可以采取一系列措施。首先是预冷混凝土，即在混凝土拌合前对骨料进行预冷处理，以降低混凝土的入模温度。这一措施可以有效减少混凝土内部的水化热，从而降低温度应力。其次是施工期间的遮阳措施，即在混凝土浇筑过程中搭设遮阳棚或使用遮阳布等遮挡阳光，避免阳光直射造成混凝土表面温度过高。最后是后期养护，即在混凝土浇筑完成后及时进行保湿、保温养护，以控制混凝土的内外温差，防止裂缝的产生。除了上述措施外，大体积混凝土施工还需要注意以下几点。一是要合理分缝分块，根据大坝的结构特点和施工条件，将大坝划分为若干个独立的块体进行施工，以减小每次浇筑的混凝土体积，降低温度应力<sup>[3]</sup>。二是要优化混凝土配合比，通过调整水泥用量、水灰比等参数，配制出低水化热、高抗裂性能的混凝土。三是要加强施工过程中的温度监测，随时掌握混凝土内部的温度变化情况，以便及时采取措施防止裂缝的产生。大体积混凝土施工是混凝土坝施工中的关键环节，也是技术难度最大的环节之一。只有严格控制混凝土的温度、采取有效的措施防止裂缝的产生、加强施工过程中的管理和监测，才能确保大坝的整体性能和安全。

## 2.4 防渗措施

在水利水电工程中，混凝土坝的防渗性能是关乎工程安全、稳定与持久运行的关键因素。防渗措施作为保障坝体安全的重要手段，其重要性不言而喻。在实际施工中，必须高度重视防渗措施的设置与实施，确保坝体能够抵御水流的长期侵蚀，防止因水渗漏而导致的各种损害。防渗墙是混凝土坝防渗措施中的重要组成部分。通过设置防渗墙，可以在坝体内部形成一道连续的防渗屏障，有效阻止水流的渗透。在设置防渗墙时，需要充分考虑坝体的结构特点和地质条件，选择合适的墙体材料和施工工艺。例如，在地质条件较为复杂的地区，可以采用混凝土防渗墙或塑性混凝土防渗墙等技术手段，以确保墙体的稳定性和防渗效果。帷幕灌浆是另一种有效的防渗措施。通过在坝体基岩中灌注水泥浆或其他化学浆液，可以填充基岩中的裂隙和空隙，形成一道连续的防渗帷幕。帷幕灌浆不仅可以提高坝体的整体性和稳定性，还可以增强坝体的抗渗能力。在实施帷幕灌浆时，需要严格控制浆液的配比和灌注压力，确保浆液能够充分填充基岩中的空隙，形成有效的防渗帷幕。除了上述两种防渗措施外，还有其他一些辅助措施可以采

用。例如,在坝体上游面可以设置排水孔或排水管,以便及时排除坝体内的渗水;在坝体下游面可以设置反滤层或排水沟,以防止渗水对坝体造成冲刷和侵蚀。这些辅助措施虽然看似简单,但却能够在关键时刻发挥重要作用,保障坝体的安全稳定。在实施防渗措施时,还需要特别注意以下几点:一是要加强现场勘察和地质分析工作,充分了解坝体所在地区的地质条件和水文特征,为制定科学合理的防渗方案提供依据;二是要加强施工过程中的质量检测和验收工作,确保各项防渗措施能够按照设计要求落实到位;三是要加强后期运行管理和维护工作,及时发现并处理坝体出现的渗漏问题,确保坝体的长期安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 2.5 质量检测与监控

在水利水电工程中,混凝土坝的施工是一项浩大而复杂的任务,涉及众多环节与要素。为确保工程的最终质量和安全,质量检测与监控成为了整个施工过程中不可或缺的一部分。这不仅能够及时发现和处理潜在的质量问题,更能通过科学的数据分析,优化施工流程,提高施工效率。质量检测是混凝土坝施工过程中的“眼睛”,它负责捕捉每一个可能影响工程质量的细节。这包括混凝土的强度、耐久性、抗渗性等关键指标的检测,以及施工过程中模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑等环节的监控。通过定期和不定期的抽样检测,可以确保每一批次的混凝土材料都符合设计要求,每一个施工环节都严格按照规范进行。在质量检测过程中,一旦发现不合格或异常情况,应立即启动应急处理机制。这可能包括暂停施工、返工重做、调整施工方案等措施,以确保问题得到及时有效的解决。同时,质量检测的结果也为后续的施工提供了宝贵的数据支持,帮助施工团队更好地理解工程特性,优化施工方案。除了传统的质量

检测手段外,现代混凝土坝施工还越来越注重信息化管理。通过引入先进的传感器技术、数据分析软件和云计算平台,可以实现对施工过程的实时监控和智能分析。这不仅提高了质量检测的准确性和效率,还使得施工过程中的各项数据得以有效整合和利用。信息化管理还带来了另一重要优势——提高施工效率和管理水平。通过实时监控施工现场的情况,管理团队可以更加精确地掌握施工进度和资源消耗情况,从而做出更加科学的决策。此外,利用大数据分析技术,还可以对施工过程中的风险进行预测和评估,帮助管理团队提前制定应对措施,减少不必要的损失。

### 结语

回望整个水利水电工程的壮丽画卷,混凝土坝施工技术犹如画中的点睛之笔,赋予工程以生命与活力。正是这项技术的不断精进,确保了工程的稳健安全,提升了其品质与效率,同时也为环境保护贡献了力量。未来,我们仍需深耕混凝土坝施工技术的研究与创新,持续探索优化工艺和管理的新路径。相信随着技术的不断进步,我国水利水电工程必将迎来更加辉煌的明天,为国家的繁荣富强注入源源不断的动力。

### 参考文献

- [1]季云峰.重大水利水电工程施工实时控制关键技术及其工程应用[J].黑龙江科技信息,2019,10:201.
- [2]巢悟辉,于京京.水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术的应用分析[J].低碳世界,2019,04:102-103.
- [3]张鑫路,高胜君,陈明新.浅谈水利水电工程施工技术及其中存在的问题[J].信息化建设,2019,04:357.
- [4]李德雯.水利水电施工过程中边坡开挖及支护技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2019,09:192.