

水利水电工程大坝混凝土施工质量问题及解决方法

李 栋

新疆生产建设兵团第七师奎屯河引水工程建设管理局 新疆 奎屯 833200

摘 要：水利水电工程大坝混凝土施工中常见质量问题包括混凝土裂缝、抗压强度低及原材料质量不达标等。这些问题主要由水泥质量不佳、骨料控制不严、浇筑与养护不当等因素引起。解决方法包括严格控制原材料质量、完善浇筑管理、加强养护工作以及提高施工技术人员责任意识等，确保大坝混凝土施工的质量与安全。

关键词：水利水电工程；大坝混凝土；施工质量问题；解决方法

引言：水利水电工程大坝作为国家和民生的重要基础设施，其混凝土施工质量对整个工程的稳定性、安全性和持久性起着至关重要的作用。然而，在大坝混凝土施工过程中，常常会遇到各种质量问题，如抗压强度不达标、裂缝、麻面与蜂窝现象、孔洞与露筋等。本文将对这些问题进行深入探讨，并提出针对性的解决方法，以为大坝混凝土施工提供有益的参考和指导。

1 水利水电工程大坝混凝土施工概述

1.1 大坝混凝土施工特点

(1) 工程量大：大坝混凝土施工往往涉及大规模的混凝土浇筑作业。由于大坝体积庞大，所需混凝土的数量巨大，这就要求施工单位具备强大的生产能力和高效的施工组织，以确保工程进度和质量。此外，大规模的混凝土浇筑还需要考虑温度控制、材料运输和浇筑工艺等多个方面的因素，增加了施工的复杂性和挑战性。

(2) 技术复杂：大坝混凝土施工涉及多种技术和工艺，包括混凝土配合比设计、浇筑方法、振捣技术、温控措施等。这些技术环节相互关联，相互影响，任何一个环节的失误都可能导致施工质量问题。因此，大坝混凝土施工对技术人员的专业素养和操作水平提出了很高的要求。(3) 质量要求高：大坝作为水利水电工程的重要组成部分，其混凝土施工质量直接关系到工程的安全性、稳定性和耐久性。因此，大坝混凝土施工必须严格遵守国家相关规范和标准，确保混凝土强度、抗渗性、耐久性等性能指标满足设计要求。同时，施工过程中还需要加强质量监控和检验，及时发现和解决质量问题，确保大坝混凝土施工的整体质量。

1.2 混凝土材料与配比

(1) 水泥、骨料、水及外加剂的选择与配比：在大坝混凝土施工中，水泥、骨料、水和外加剂的选择至关重要。水泥应选用品质优良、强度等级合适的水泥；骨料应具备良好的级配和颗粒形状，以确保混凝土的强度

和耐久性；水应清洁无污染，符合施工要求；外加剂应根据工程需要合理选择，以提高混凝土的工作性能和力学性能。在配比方面，应根据混凝土的强度等级、工作性能、耐久性要求以及施工条件等因素进行综合考虑，确定合理的配合比。(2) 实验室配比与施工配比的转换：实验室配比是在理想条件下得出的理论配比，而施工配比则需要考虑现场实际情况，如材料含水率、施工设备等因素的影响。因此，在实验室配比确定后，还需要进行现场试配和调整，以确保施工配比能够满足工程要求。同时，施工过程中还需要加强配比管理和监控，确保配比准确性和稳定性。

2 水利水电工程大坝混凝土施工质量问题分析

2.1 混凝土抗压强度不足

混凝土抗压强度是衡量大坝混凝土质量的重要指标。当混凝土抗压强度不足时，将直接威胁到大坝的安全性和耐久性。(1) 水泥强度与水灰比不当。水泥是混凝土的主要胶凝材料，其强度直接决定了混凝土的强度。如果选用的水泥强度等级不够，或者水灰比控制不当，都会造成混凝土抗压强度不足。水灰比过大，意味着混凝土中水的含量过高，这将导致水泥水化不完全，进而降低混凝土的强度。反之，水灰比过小，则会使混凝土过于干燥，影响工作性能，也难以保证强度。(2) 配比不合理导致强度不达标。混凝土的配比是指各种原材料的用量比例。如果配比不合理，如水泥用量不足、骨料级配不当、外加剂掺量过多或过少等，都会造成混凝土抗压强度不达标。合理的配比设计应该充分考虑到原材料的性能特点以及大坝的具体要求，通过实验室试验确定最佳配比，以确保混凝土的强度和其他性能指标满足设计要求。

2.2 混凝土裂缝问题

混凝土裂缝是大坝混凝土施工中常见的质量问题之一。裂缝的存在不仅影响大坝的外观质量，更重要的是

会降低其抗渗性、抗冻性和耐久性，从而威胁到大坝的安全运行。（1）温度变化引起的体积变化与裂缝。混凝土在浇筑过程中会产生水化热，导致内部温度升高。随着浇筑完成后的散热过程，混凝土内部温度逐渐降低，而表面温度受环境温度影响较大。这种内外温度差异会导致混凝土产生体积变化，从而产生裂缝。特别是大体积混凝土，由于其内部热量难以散发，更容易产生温度裂缝^[1]。（2）钢筋腐蚀导致的裂缝。钢筋是大坝混凝土中的重要受力构件。如果钢筋受到腐蚀，其截面面积将减小，从而导致承载能力下降。同时，腐蚀产物在钢筋与混凝土之间产生膨胀力，进一步加剧了混凝土的裂缝产生。钢筋腐蚀的主要原因包括氯离子侵蚀、碳化作用以及电化学腐蚀等。（3）施工不当产生的裂缝。施工过程中的不当操作也是导致混凝土裂缝的重要原因。如振捣不实，会导致混凝土内部存在空洞和气泡，降低混凝土的密实度和强度；模板问题，如模板支撑不稳固、模板拼缝不严等，会导致混凝土在浇筑过程中发生漏浆和变形；此外，混凝土浇筑速度过快、振捣频率不当等也会导致裂缝的产生。

2.3 麻面与蜂窝现象

麻面是指混凝土表面出现局部缺浆、小凹坑和麻点，形成粗糙面。蜂窝则是指混凝土结构局部出现疏松，砂浆少、石子多，形成类似蜂窝状的窟窿。（1）模板处理不当导致的麻面。模板的清洁程度、表面粗糙度以及脱模剂的选用都会影响混凝土表面的质量。如果模板表面残留有水泥渣、油污等杂质，或者脱模剂涂刷不均匀，都会在混凝土表面形成麻点。此外，模板拼接不严、拼缝过大也会导致漏浆和麻面的产生。（2）原材料配比与振捣问题引发的蜂窝。原材料配比不当，如水泥用量不足、骨料级配不合理等，都会导致混凝土的流动性差，难以填充模板内的空隙。同时，振捣不实也会使混凝土内部的颗粒分布不均，形成局部疏松和空洞，即蜂窝现象。振捣是混凝土施工中至关重要的一环，它能够促进混凝土的流动和密实，使颗粒分布更加均匀。如果振捣不充分或振捣方式不当，就会导致混凝土内部存在空隙和未充分密实的区域，进而引发蜂窝现象。

2.4 孔洞与露筋现象

孔洞与露筋是大坝混凝土施工中另一种常见的质量问题。孔洞是指混凝土内部存在的空腔或空隙，而露筋则是指混凝土保护层剥落或破损，导致钢筋裸露在外。（1）施工不当导致的混凝土振捣不实。如前所述，振捣是混凝土施工中确保密实度的关键环节。如果振捣不充分或振捣方式不当，就会导致混凝土内部存在空隙和未

充分密实的区域，进而形成孔洞。特别是在钢筋密集的区域，如果振捣不到位，更容易产生孔洞。（2）钢筋保护层垫块错位与模板渗透。钢筋保护层垫块的作用是确保钢筋与混凝土之间有一定的保护层厚度，从而防止钢筋受到腐蚀和损坏。如果垫块错位或数量不足，就会导致钢筋保护层厚度不足，甚至在浇筑过程中钢筋裸露在外。此外，模板的渗透问题也会导致混凝土浆体流失，从而在钢筋周围形成空洞和孔洞。模板渗透可能是由于模板拼接不严、拼缝过大或模板材料本身存在问题导致的。

3 水利水电工程大坝混凝土施工质量问题解决方法

3.1 提高混凝土抗压强度的措施

（1）优化混凝土配比，确保原材料质量。混凝土抗压强度的提高首先依赖于合理的配比设计。在配比设计中，应充分考虑水泥的强度等级、骨料的粒径分布、掺合料的种类和掺量、外加剂的选用等因素，通过实验确定最佳配比。同时，要确保所有原材料的质量符合相关标准和要求，特别是水泥的强度、骨料的洁净度和级配、外加剂的稳定性等，这些都是影响混凝土抗压强度的关键因素。（2）严格按照规范设计配合比，并进行实验验证。在确定了初步配比后，应严格按照相关规范和标准进行配合比的实验验证。通过实验，可以进一步调整和优化配比，确保其满足大坝混凝土的抗压强度、工作性能和耐久性等要求。实验验证过程中，应详细记录各项数据，为后续施工提供参考。（3）对原材料进行含水率测定，确保施工配合比的准确性。由于原材料含水率的变化会直接影响混凝土的施工配合比，因此在施工前必须对原材料进行含水率测定。根据测定结果，及时调整施工配合比中的用水量，确保混凝土拌合物的质量和稳定性。含水率测定的准确性和及时性对于提高混凝土抗压强度至关重要。

3.2 防止混凝土裂缝的措施

（1）控制混凝土温度，降低水化热。混凝土在浇筑过程中会产生大量的水化热，导致内部温度升高，进而引发裂缝。为了降低水化热，可以采取加入适量的掺合料（如粉煤灰、矿渣粉等）来替代部分水泥，或者采用低热水泥。同时，在浇筑过程中可以采取埋设冷却水管、喷洒冷水等措施来降低混凝土温度。（2）采用缓凝型减水剂，减缓水化速度。缓凝型减水剂可以延长混凝土的初凝时间，减缓水化速度，从而降低混凝土内部的温度梯度，减少因温度变化而引起的裂缝。在使用缓凝型减水剂时，应根据混凝土的配合比和施工要求进行合理选用，避免过量使用导致混凝土性能下降^[2]。（3）提高混凝土的抗拉强度，采用二次投料法和振捣法。提高

混凝土的抗拉强度是防止裂缝的重要措施之一。可以采用二次投料法,即将水泥和骨料分两次投入搅拌机中搅拌,使水泥和骨料充分混合均匀,提高混凝土的密实度和强度。同时,在浇筑过程中应采用振捣法,通过振捣器的振动作用使混凝土内部颗粒分布均匀,提高混凝土的抗拉强度。(4)加强温差控制,进行覆盖保湿养护。在混凝土浇筑完成后,应及时进行覆盖保湿养护,以减少混凝土表面水分的蒸发和温度梯度的变化。覆盖材料可以选择塑料薄膜、草席等保湿性能好的材料。同时,应根据气温变化及时调整养护措施,确保混凝土在适宜的温湿度条件下硬化,避免温差过大导致裂缝的产生。

3.3 解决麻面与蜂窝现象的方法

(1)清理模板表面杂物,涂刷脱模剂。在浇筑混凝土前,应彻底清理模板表面的杂物和油污,确保模板表面干净光滑。同时,应涂刷适量的脱模剂,以减少混凝土与模板之间的粘结力,防止麻面的产生。脱模剂的选择应根据混凝土的特性和模板的材质进行合理选用。

(2)确保模板板缝拼接严密,用柔软材料堵塞缝隙。模板的拼接缝应严密无漏浆现象。对于较大的缝隙,可以用柔软材料(如海绵条、橡胶条等)堵塞缝隙,防止混凝土在浇筑过程中从缝隙中渗出形成麻面。同时,应定期检查模板的拼接情况,确保模板的稳固性和密封性。

(3)按照规范进行混凝土浇筑与振捣。在混凝土浇筑过程中,必须严格按照施工规范进行操作。首先,要确保混凝土的浇筑速度均匀,避免出现浇筑过快导致的混凝土内部气泡和空隙。其次,在振捣过程中,振捣器的插入深度和振捣时间要适中,确保混凝土内部颗粒分布均匀且密实。振捣器的移动速度应匀速,避免出现漏振或过振现象。通过规范的混凝土浇筑与振捣,可以有效减少麻面与蜂窝现象的发生^[1]。

3.4 消除孔洞与露筋现象的措施

(1)适当减小混凝土振捣厚度,分层振捣。为了消除孔洞现象,可以适当减小混凝土的振捣厚度,采取分层振捣的方法。每层振捣完成后,应检查混凝土内部的密实情况,确保无空洞和气泡等缺陷。分层振捣可以

提高混凝土的密实度和均匀性,有效减少孔洞的产生。

(2)确保钢筋安装位置正确,保护层垫块均匀牢固。在钢筋安装过程中,应严格按照设计图纸要求进行,确保钢筋的位置、间距和数量准确无误。同时,为了保护钢筋不受腐蚀和损坏,应在钢筋周围设置均匀牢固的保护层垫块。保护层垫块的材质、尺寸和数量应符合规范要求,以确保混凝土保护层厚度的均匀性和稳定性。在浇筑混凝土前,应对钢筋的安装位置和保护层垫块进行检查和验收,确保满足施工要求^[4]。(3)严格把控浇灌过程中的钢筋位置与保护层厚度。在浇灌混凝土过程中,应严格把控钢筋的位置和保护层厚度。为了防止钢筋在浇灌过程中发生位移或变形,可以采取固定钢筋的措施,如使用钢筋卡子、绑扎铁丝等。同时,在浇灌过程中应定期检查钢筋的位置和保护层厚度,如发现异常情况应及时进行调整和修复。此外,还可以采用振动台或振动棒对混凝土进行振捣,以提高混凝土的密实度和均匀性,进一步减少孔洞和露筋现象的发生。

结束语

综上所述,水利水电工程大坝混凝土施工质量控制是一个复杂而关键的环节。针对施工过程中可能出现的抗压强度不足、裂缝、麻面与蜂窝等问题,我们需采取科学有效的解决方法,确保施工质量达标。未来,随着技术的不断进步和管理水平的不断提升,我们应进一步完善施工质量控制体系,保障大坝工程的安全稳定,为水利水电事业的持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]樊济通.水利水电工程大坝混凝土护坡现浇施工工艺浅述[J].地产,2020,(12):136-137.
- [2]高嘉胤.探究水利水电工程大坝混凝土护坡现浇施工工艺[J].低碳世界,2019,(05):78-79.
- [3]付魏.水利水电工程大坝混凝土施工质量问题及解决方法[J].IT经理世界,2022,(09):87-89.
- [4]屠名民,马辽辽.水利水电工程大坝混凝土施工质量问题及解决方法[J].水电科技,2022,(12):118-119.