

水利大坝施工中混凝土施工技术及要点

屈国瑞

中国水利水电第十六工程局有限公司 福建 福州 350000

摘要：本文深入剖析了水利大坝施工中至关重要的混凝土施工技术，其精髓在于精细的配合比设计、科学的浇筑方法以及严谨的温度控制。文章犹如一幅精细的施工蓝图，逐一揭示了混凝土施工的奥秘。通过对施工要点的详尽剖析，不仅为水利大坝的建设筑牢了质量与安全的基石，更在技术层面提供了强有力的支撑。辅以生动的图文与详实的数据表格，混凝土施工的每一个步骤与关键环节都得以直观展现，令人一目了然，尽显技术之美。

关键词：水利大坝；混凝土施工；技术要点；温度控制

引言

水利大坝，宛如巨龙横卧江河之畔，以其雄伟之姿，捍卫着流域的安宁，滋养着广袤的田野，点亮了无数家园的希望之光。在这座不朽丰碑的铸就历程中，混凝土以其坚不可摧的力量，肩负起防洪固堤、蓄水兴利、驱动水电的崇高使命。混凝土施工的质量，犹如大坝的生命线，直接关系到大坝的安全稳固与岁月恒久。因此，精准把握并严谨执行混凝土施工的每一项技术细节与核心要领，不仅是技术人员专业精神的体现，更是铸就水利大坝千秋伟业、永葆青春的坚实保障。

1 混凝土配合比设计

在水利大坝的宏伟构筑中，混凝土施工技术扮演着举足轻重的角色，而混凝土配合比设计则是这一技术领域的核心精髓。它不仅关乎大坝的结构安全，还直接影响到大坝的长期稳定运行。因而，在进行配合比设计时，必须全方位、多角度地考量大坝的设计规范、特定工程部位的需求以及现场的实际施工条件，力求所配制的混凝土能够精准对接大坝建设的高标准、严要求。大坝，作为水利枢纽的心脏地带，其混凝土必须兼备高强度与高耐久性。面对巨大的水压和荷载，混凝土需展现出坚不可摧的承载力；而在长期的水流冲刷、侵蚀及复杂多变的环境考验下，它又要保持历久弥新的坚韧；此外，低水化热作为大坝混凝土的一项关键指标，对于预防混凝土在硬化过程中因温度应力而产生的裂缝具有至关重要的作用，从而确保大坝的整体稳定性和安全性。在配合比设计的精细过程中，原材料的选择是首要且关键的一步。水泥，作为混凝土的灵魂，其品种与用量的科学确定，直接关联到混凝土的强度与耐久性。骨料的选用同样不容小觑，它不仅构成了混凝土的骨架，其级配与质量的优劣还深刻影响着混凝土的工作性和强度表现；而外加剂的巧妙运用，则能显著提升混凝土的工作

性能，为施工效率的提升插上翅膀。为了有效降低混凝土的水化热，除了精心挑选低热水泥外，粉煤灰等矿物掺合料的掺入成为了一项明智之举。这些掺合料不仅能够有效替代部分水泥，减少水泥用量，从而降低水化热的产生，还能显著提升混凝土的密实度与耐久性，一举两得。同时，对骨料级配的优化调整也是降低水化热的有效途径，通过精心搭配不同粒径的骨料，可以最大限度地减少混凝土内部的空隙与缺陷，进而提升混凝土的密实度与强度，为大坝的坚固与长久奠定坚实基础^[1]。

2 混凝土浇筑

2.1 浇筑前的准备工作

在水利大坝施工的混凝土浇筑环节中，浇筑前的准备工作是确保浇筑质量和施工进度的基础。（1）必须对模板、钢筋以及预埋件进行全面而细致的检查。模板的尺寸、形状和位置需与设计图纸严格相符，确保混凝土成型后的尺寸精度；钢筋的规格、数量和绑扎质量也需满足设计要求，以形成坚固的混凝土结构骨架；预埋件的位置和固定方式则需准确无误，以便于后续施工和设备安装。（2）浇筑部位需进行彻底的清理工作，去除杂物和积水，保持浇筑面的清洁和干燥。这有助于增强混凝土与浇筑面之间的粘结力，提高混凝土的密实度和强度。（3）在浇筑前还需对混凝土运输设备和浇筑设备进行检查和调试。确保运输设备能够稳定、连续地将混凝土输送到浇筑部位；浇筑设备则需操作灵活、性能可靠，以满足不同浇筑部位和浇筑方式的需求。（4）根据施工条件和设计要求，做好混凝土的配合比调整和坍落度控制。通过合理的配合比设计，确保混凝土具有良好的工作性、强度和耐久性；通过严格的坍落度控制，则能够保障混凝土在浇筑过程中的流动性和稳定性，从而确保浇筑质量。

2.2 浇筑方法

在水利大坝施工的混凝土浇筑过程中，浇筑方法是确保浇筑质量和大坝结构稳定性的关键。（1）分层厚度应根据混凝土的振捣设备和浇筑能力来确定，一般控制在30~50cm之间。这样的分层厚度既能够保证混凝土的振捣效果，又能够避免混凝土堆积过高导致的浇筑困难；分段长度也需根据大坝的结构特点和施工条件来合理确定，一般控制在10~20m之间，以确保浇筑过程的连续性和稳定性。（2）在浇筑过程中，还需严格控制混凝土的浇筑速度。过快的浇筑速度可能导致混凝土堆积过高，出现浇筑不均匀的情况；而过慢的浇筑速度则可能影响施工进度和混凝土的初凝时间；应根据实际情况合理调整浇筑速度，确保混凝土的浇筑质量。（3）加强混凝土的振捣也是确保浇筑质量的重要措施之一。通过合理的振捣操作，能够使混凝土更加密实，提高混凝土的强度和耐久性；在浇筑过程中应加强对混凝土的振捣控制，确保每一层混凝土都能够达到设计要求的密实度。（如图1所示）



图1 某工程大坝混凝土浇筑现场

2.3 施工缝处理

（1）一般来说，施工缝的处理应在混凝土初凝前进行，这是确保处理效果的关键。处理方法通常包括凿毛、清洗和铺设水泥砂浆等步骤。凿毛是为了去除混凝土表面的浮浆和松散层，使新旧混凝土能够更好地粘结在一起；清洗则是为了去除凿毛后留下的杂物和灰尘，保持混凝土表面的清洁；铺设水泥砂浆则是为了在新旧混凝土之间形成一层粘结层，增强结构的整体性。（2）对于大坝中重要部位的施工缝，如坝体与水库接触面、溢洪道等，还应采用止水材料进行处理。止水材料能够有效地防止漏水现象的发生，保障大坝的防渗性能。在处理这些部位的施工缝时，应严格按照设计要求选用合适的止水材料，并按照正确的施工方法进行施工，确保止水效果达到设计要求^[2]。

2.4 混凝土养护

（1）混凝土浇筑一旦完成，应立即着手进行养护工

作。养护的主要目的是保持混凝土表面的湿润，防止因水分蒸发过快而导致的干缩裂缝，同时促进混凝土内部的水化反应，提高混凝土的强度和耐久性。（2）养护方法多种多样，包括洒水养护、覆盖养护以及喷涂养护剂等。洒水养护是最常用的方法，通过定期向混凝土表面洒水，保持其湿润状态；覆盖养护则是用湿布、塑料薄膜等材料覆盖在混凝土表面，减少水分蒸发；喷涂养护剂则是一种更为先进的养护方法，通过在混凝土表面喷涂一层养护剂，形成保护膜，既能减少水分蒸发，又能促进混凝土的水化反应。（3）养护时间的长短应根据混凝土的类型、环境温度以及施工条件等因素综合考虑，但一般不少于14天。在这段时间内，应持续进行养护工作，确保混凝土得到充分的养护，从而达到设计要求的强度和耐久性。

3 温度控制

3.1 温度控制措施

在水利大坝的混凝土施工中，温度控制是确保大坝质量和安全性的关键环节；为了有效应对混凝土浇筑过程中因水泥水化热而产生的高温问题，必须采取一系列精细且科学的温度控制措施。（1）优化混凝土配合比是至关重要的。通过精确计算和调整混凝土中各组分比例，特别是降低水泥的用量，可以显著减少水化热的产生，从而降低混凝土内部的温度。（2）选择低热水泥或掺加粉煤灰等矿物掺合料也是有效的手段。这些材料不仅能够降低混凝土的水化热，还能改善混凝土的工作性能和耐久性，提高大坝的整体质量。（3）在混凝土浇筑过程中，埋设冷却水管是一种直接且有效的降温方法；通过循环冷却水，可以迅速带走混凝土内部的热量，降低其温度，防止因温度过高而引起的裂缝。（4）控制混凝土的浇筑温度也是必不可少的。在高温时段进行混凝土浇筑会加剧水化热的影响，因此应合理安排施工时间，避免在高温时段进行大规模浇筑。（5）加强混凝土的养护工作也是温度控制的重要一环。通过保持混凝土表面的湿润，可以降低其表面温度梯度，减少因温度差异而引起的应力和裂缝；良好的养护还能促进混凝土的硬化和强度的提高^[3]。

3.2 温度监测

在水利大坝的混凝土施工中，温度控制是确保大坝结构稳定性和耐久性的重要环节，而温度监测则是实现这一目标的关键手段。在混凝土施工过程中，进行持续、准确的温度监测，对于及时掌握混凝土内部温度变化情况，预防温度裂缝的产生具有至关重要的作用。（1）为了进行有效的温度监测，通常会在混凝土中埋

设温度传感器。这些传感器能够实时感知混凝土内部的温度变化,并将数据准确传输至监控系统。通过监控系统的数据分析,施工人员可以及时了解混凝土的温度状态,为后续的温度控制措施提供科学依据。(2)温度监测点的布置应根据混凝土的结构特点和施工要求来确定。在布置时,应充分考虑混凝土的浇筑顺序、厚度以及可能的温度梯度等因素,确保监测点能够全面、准确地反映混凝土内部的温度分布情况。(3)根据温度监测结果,施工人员可以及时调整温度控制措施。例如,当出现建筑物内环境温度过高时,可通过添加冷却水管、减少施工环境温度以及做好表面保温等方法,以减少建筑物内的高温;而环境温度过低时,也可通过加热保温等方法,以确保混凝土的正常硬化和强度的提高。

3.3 温度控制关键参数及其重要性

在水利大坝的混凝土施工中,温度控制是确保大坝质量和安全性的关键环节,而明确并严格遵循混凝土温度控制参数则是实现这一目标的基础。以下是根据数据表格整理的混凝土温度控制关键参数及其重要性:(1)混凝土浇筑温度应控制在28℃及以下。这是因为在高温下浇筑混凝土会加剧水泥水化热的影响,导致混凝土内部温度迅速升高,从而增加开裂的风险;因而,合理安排施工时间,避免在高温时段进行大规模浇筑,是控制混凝土浇筑温度的有效措施。(2)混凝土内的环境温度宜不高于70℃。过高的内部环境温度会导致混凝土热应力增大,容易引发裂缝;为了降低混凝土内部温度,可以采取埋设冷却水管、使用低热水泥或掺加矿物掺合料等措施。(3)混凝土表面温度与内部温度之差应保持在25℃以内。过大的温度梯度会引起热应力,导致混凝土开裂;在混凝土浇筑后,应加强养护工作,保持混凝土表面湿润,以降低表面温度梯度。(4)冷却水管的通水流量应控制在1.2~1.5m³/h之间,通水时间则应为10~15天。通过合理的通水流量和时间设置,可以确保冷却水管在混凝土内部发挥有效的降温作用,降低混凝土内部温度,防止裂缝的产生^[4]。

3.4 特殊情况处理

在水利大坝的混凝土施工过程中,尽管我们会采取一系列预防措施来确保施工质量和安全性,但仍然有可能遇到一些特殊情况,如混凝土温度过高或开裂等;这

些情况如果不及时处理,可能会对大坝的结构稳定性和耐久性造成严重影响。(1)当混凝土温度过高时,必须立即采取措施来降低其内部温度。一种有效的方法是加大冷却水管的通水流量,并延长通水时间。通过增加冷却水的循环量,可以更快地带走混凝土内部的热量,从而降低其温度;还可以考虑采用其他降温措施,如喷洒冷水、使用冰块等,以进一步加快降温速度。(2)对于混凝土开裂的情况,我们需要根据裂缝的大小和性质来采取相应的处理措施。如果裂缝较小且不影响混凝土的整体结构性能,可以采取表面处理的方法,如涂抹防水涂料、贴补防裂带等,以防止裂缝进一步扩展。如果裂缝较大或已经影响到混凝土的结构性能,则需要采取更为严肃的处理措施,如灌浆。灌浆是通过向裂缝中注入特定的材料来填补裂缝,并恢复混凝土的整体性;在选择灌浆材料时,应充分考虑其与混凝土的相容性、耐久性以及施工便捷性等因素^[5]。

结语

在水利大坝的宏伟蓝图中,混凝土施工技术及其要点无疑是构筑大坝质量与安全保障的坚固基石。通过精心策划的混凝土配合比设计、严谨科学的浇筑方法,以及周密有效的温度控制措施,我们得以显著提升混凝土的施工质量,为水利大坝的安全运行筑起一道坚不可摧的防线。在实际施工过程中,我们应紧密结合工程的独特情况,精心制定详尽的施工方案,并严格遵循施工规范进行操作,从而确保混凝土的施工质量圆满达到设计要求,为水利大坝的屹立不倒奠定坚实基础。

参考文献

- [1]李献斌.水利工程水库大坝碾压混凝土加固施工技术研究[J].水利科技与经济,2022,28(12):148-152.
- [2]姜桂华.水底山水库大坝碾压混凝土施工技术分析及研究[J].内蒙古水利,2022(03):48-50.
- [3]湛影超.水利工程大坝施工中的混凝土碾压施工技术研究[J].建筑技术开发,2020(5):63-64.
- [4]代健.探究实践教学在小学数学教学中的应用[J].课程教育研究,2020(3):144-145.
- [5]杨春辉.水利工程大坝施工中的混凝土碾压施工技术分析[J].工程建设与设计,2020(20):209-210.