

水利工程提高堰坝埋石混凝土性能研究

周 勇

浙江省水电建筑安装有限公司 浙江 杭州 310053

摘要：在水利工程建设中，堰坝作为重要的水工建筑物，其性能直接关系到工程的整体安全性和稳定性。埋石混凝土作为一种具有较高耐久性和稳定性的新型混凝土结构，在水利工程中得到了广泛应用。然而，如何提高堰坝埋石混凝土的性能，以满足日益增长的工程需求，是当前水利工程领域亟待解决的问题。本文将从原材料质量、配合比设计、施工工艺等方面进行深入探讨，旨在为提高堰坝埋石混凝土性能提供理论依据和技术支持。

关键词：水利工程；堰坝埋石混凝土；性能研究

引言：水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其安全性和耐久性至关重要。堰坝作为水利工程中的关键结构，其性能直接影响到整个工程的安全和稳定。埋石混凝土作为一种创新的建筑材料，因其卓越的耐久性和稳定性，在水利工程中得到了广泛应用。然而，埋石混凝土的性能受多种因素影响，因此，深入研究这些因素对埋石混凝土性能的影响，并提出有效的改进措施，对于提高水利工程堰坝埋石混凝土的性能具有重要意义。

1 埋石混凝土的基本特性与优势

1.1 耐久性

在混凝土中埋入石料，相当于在结构体内部增设了众多的应力分散点。这些石料能够有效地吸收和分散外部荷载产生的应力，从而大大减少了混凝土因应力集中而引发的裂缝。裂缝的减少，直接提升了混凝土的耐久性，使得埋石混凝土在长期使用过程中能够保持更好的完整性和稳定性。此外，石料的加入还增强了混凝土的抗渗性能。石料与混凝土之间的紧密结合，形成了一道天然的防水屏障，有效阻止了水分的渗透，使得埋石混凝土在水下工程等潮湿环境中表现出色。

1.2 稳定性

石料作为混凝土中的骨料，其本身的抗压强度和抗折强度都远高于混凝土。因此，当石料被埋入混凝土后，整个结构体的抗压和抗折能力都得到了显著提升。这使得埋石混凝土在承受较大荷载的建筑工程中表现出色，如高层建筑、大型桥梁等。在这些工程中，埋石混凝土能够提供更为可靠的结构支撑，确保工程的安全性和稳定性。

1.3 装饰效果

石料作为自然界中的天然材料，其纹理和色彩丰富多样。当这些石料被埋入混凝土后，它们的纹理和色彩

得以保留，并自然地呈现在混凝土表面。这使得埋石混凝土在视觉上具有独特的魅力，能够为建筑工程增添一份自然与和谐的美感。因此，埋石混凝土在人行道、桥梁等公共建筑工程中的应用越来越广泛^[1]。它不仅能够满足工程的结构需求，还能够提升工程的美学价值，为城市景观增添一份独特的韵味。

2 影响堰坝埋石混凝土性能的因素

2.1 原材料质量

原材料质量是影响埋石混凝土性能的基础因素，埋石混凝土的主要原材料包括水泥、骨料、水、外加剂以及埋入的石块等。这些原材料的质量直接决定了混凝土的强度、抗裂性能和耐久性。（1）水泥。目前常用的水泥品种有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、高性能混凝土水泥等。选择水泥时需要根据具体工程条件，同时要根据设计要求确定适当的水泥用量。水泥的质量必须符合相关标准，包括强度等级、实际强度、密度等。此外，水泥应保持干燥、无结块，存放期不应超过三个月。（2）骨料。骨料应选择硬度较高、强度较大的石料，如花岗岩等。同时应控制骨料的粒径分布，避免出现过多的细颗粒。骨料的种类和粒径选择应根据工程特点和施工环境进行综合考虑。（3）水。水的质量应符合饮用水标准，避免使用含有有害物质的水。水灰比是混凝土中水和水泥用量的比值，控制好水灰比可以有效提高混凝土的强度和抗裂性能。然而，水灰比过低会导致混凝土的可塑性不足，施工难度大；而水灰比过高则容易导致混凝土龟裂和开裂。（4）外加剂和掺和料。外加剂如减水剂、缓凝剂等，可以调整混凝土的流动性和凝结时间。掺和料如粉煤灰、矿渣粉等，可以降低水泥用量，提高混凝土的耐久性和抗裂性能。使用外加剂和掺和料时，需要严格控制其掺量，确保混凝土性能满足设计要求。（5）石块。石块应选择新鲜、完整、无风化剥落层或裂

缝的岩块,抗压强度应大于 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 。石块的粒径应在 $15\text{cm}-45\text{cm}$ 之间,以提高埋石率。石块应充分润湿,以减少混凝土与石块之间的空隙,提高混凝土的密实度。

2.2 配合比的设计

配合比的设计是确定混凝土性能的关键步骤,配合比设计应根据原材料性能及对混凝土的技术要求进行计算,并经实验室试配、调整后确定。普通混凝土的组成材料主要包括水泥、粗集料、细集料和水,随着混凝土技术的发展,外加剂和掺和料的应用也日益普遍。配合比设计需要满足混凝土配制强度、拌合物性能、力学性能和耐久性能的要求。设计过程中必须明确三个基本参数:水灰比、砂率和单位用水量。水灰比决定了混凝土的强度和耐久性,用沙量反映了水泥的工作性能与水泥用量,单位用水量则反映了水泥浆量与骨料间的比例关系。在进行配合比设计时,需要了解混凝土设计强度等级和强度的标准差、材料的基本情况(如水泥品种、强度等级、实际强度、密度;砂的种类、表观密度、细度模数、含水率;材料类型、表观密度、含水量;是否掺外加剂)、混凝土的主要工作性能指标(如坍落度指标)以及工程特点和施工工艺(如构件几何尺寸、钢筋的疏密、浇筑振捣的方法等)。配合比设计的任务是根据这些资料,通过计算、试配、调整,确定出能满足工程所要求的技术经济指标的各项组成材料的用量。设计过程包括初步计算配合比、基准配合比、实验室配合比和施工配合比四个阶段。每个阶段都需要经过严格的试验和检测,以确保混凝土性能满足设计要求。

2.3 施工工艺

良好的施工工艺可以确保混凝土质量,提高大坝的安全稳定性。(1)基面验收和仓面准备。需要清除基面杂物和泥土,确保基面平整。同时需要设置挡水围堰和排水沟渠,防止异地水流入现场。(2)混凝土搅拌。需要严格控制原材料的配比和称量误差,确保混凝土配合比准确。搅拌时间应足够长,使混凝土充分混合均匀。(3)浇筑。浇筑前需要处理好基底,如铺设砂浆等。浇筑时应保证施工的连续性和均匀性,避免出现分层和夹杂物等问题。埋石混凝土浇筑时,应先将石块湿润并铺放在仓内,再用混凝土浇筑并振捣密实。(4)振捣。振捣时间应以混凝土不再明显下沉、无气泡出现、开始灌浆为基准。振捣器应插入下层混凝土中 $5-10\text{cm}$,避免漏振和过振。(5)养护。养护期间应保持混凝土的湿润度和温度,避免混凝土过早干燥和龟裂。养护时间应根据混凝土强度等级和气候条件确定。此外,施工过程中的温度控制也是影响埋石混凝土性能的重要因素^[2]。大体积

混凝土施工容易产生温度裂缝,因此需要采取有效的温控措施,如埋设冷却水管、采用低热水泥等。

3 水利工程提高堰坝埋石混凝土性能的具体措施

3.1 选用优质原材料

原材料的质量是影响埋石混凝土性能的关键因素。因此,在选用原材料时,必须严格把关,确保所选材料符合设计要求和相关标准。对于块石的选择,应优先考虑抗压强度高、质地坚硬、无风化剥落层或裂纹的岩块。这样的岩块具有良好的稳定性和耐久性,能够有效提高埋石混凝土的抗压强度和抗裂性能。块石的形状和尺寸也应符合设计要求,以确保其在混凝土中的分布均匀,避免出现空洞和裂缝。在混凝土原材料方面,应选用优质水泥、骨料和掺合料。水泥是混凝土的主要胶凝材料,其品种和质量的选择对混凝土的性能有重要影响。因此,应选用符合国家标准的水泥,并根据工程要求选择合适的水泥品种和强度等级。骨料是混凝土的主要骨架材料,其质量和粒径的选择也会影响混凝土的强度和抗裂性能。应选用质地坚硬、无杂质、粒径分布合理的骨料,以确保混凝土的密实度和强度。掺合料如粉煤灰、矿渣粉等,可以改善混凝土的性能,提高其耐久性和抗裂性能^[3]。在选用掺合料时,应根据其性能和工程要求进行选择,并确保其掺量合理。

3.2 优化配合比设计

配合比设计是确定混凝土性能的重要环节,通过试验确定最佳的水胶比、骨料级配和掺合料种类及掺量,可以确保混凝土的性能指标达到设计要求。在配合比设计过程中,应充分考虑混凝土的强度、耐久性、抗裂性等性能指标。根据工程的具体要求和施工条件,选择合适的配合比参数。例如,对于需要较高强度的混凝土,可以适当提高水泥用量和降低水胶比;对于需要较好耐久性的混凝土,可以选用优质的掺合料并控制其掺量。还应注意骨料级配的选择,合理的骨料级配可以提高混凝土的密实度和强度,减少空隙和裂缝的产生。在配合比设计时,应根据骨料的粒径分布和形状进行合理搭配,确保混凝土的性能达到最佳状态。

3.3 加强施工工艺控制

在施工过程中,应严格控制块石和混凝土的浇筑质量,确保施工过程的规范性和准确性。在铺设块石时,应确保块石分布均匀、密实,避免出现空洞和裂缝。还应注意块石与混凝土之间的粘结性,确保块石能够牢固地嵌入混凝土中。在浇筑混凝土时,应分层进行,每层浇筑后要及时振捣密实。振捣是确保混凝土密实度的关键步骤之一,通过振捣可以排除混凝土中的空隙和气

泡,提高混凝土的强度和耐久性。在振捣过程中,应控制振捣时间和振捣力度,确保混凝土能够充分密实^[4]。还需要加强混凝土的养护工作。通过养护可以保持混凝土在硬化过程中的适宜温度和湿度条件,促进水泥的水化反应和混凝土的强度发展。在养护过程中,应控制养护时间和养护条件,确保混凝土能够充分硬化并达到设计要求。

3.4 引入先进施工技术

随着科技的不断进步和水利工程建设的不断发展,许多先进的施工技术被引入到水利工程中。这些先进技术的引入可以进一步提高埋石混凝土的性能和施工效率。例如,堆石混凝土技术就是一种利用自密实混凝土高流动性抗分离的性能发展起来的新型大体积混凝土施工技术。该技术通过优化配合比设计和施工工艺控制,实现了混凝土的高流动性和自密实性能。在堆石混凝土施工中,石料被直接堆放在仓面内,然后通过浇筑自密实混凝土进行填充和振捣。这种施工技术具有水泥用量少、水化热低、体积稳定性好、综合性能高、低碳环保等特点。在堰坝埋石混凝土施工中引入堆石混凝土技术,可以进一步提高混凝土的性能和施工效率,降低工程成本和能源消耗^[5]。除了堆石混凝土技术外,还有其他一些先进技术也可以被引入到堰坝埋石混凝土施工中。例如,采用振动碾压技术可以提高混凝土的密实度和强度;采用喷雾养护技术可以保持混凝土在硬化过程中的适宜湿度条件;采用智能化施工技术可以实现施工过程的自动化和精准控制等。这些先进技术的引入可以进一步提高埋石混凝土的性能和施工效率,推动水利工程建设的不断发展。

3.5 加强质量控制与检测

在堰坝埋石混凝土施工过程中,应加强质量控制与检测工作。通过定期对原材料、配合比、施工工艺等进行检测和评估,可以及时发现问题并采取有效措施进行整改。还需要建立完善的质量管理体系和检测机制,

确保工程质量的可靠性和稳定性。在质量控制方面,应建立严格的质量控制流程和标准。对于原材料的选择和检验、配合比的确定和调整、施工工艺的控制和监督等环节都应制定详细的操作规程和质量标准。在施工过程中,应严格按照操作规程和质量标准进行操作和控制,确保施工质量符合设计要求和相关标准。在检测方面,应建立完善的检测机制和评估体系。定期对原材料、配合比、施工工艺等进行检测和评估,及时发现问题并采取有效措施进行整改。还应加强对施工过程的监督和检查,确保施工过程的规范性和准确性。对于发现的问题和隐患,应及时进行处理和消除,确保工程质量的可靠性和稳定性。

结语

综上所述,提高水利工程中堰坝埋石混凝土的性能对于确保工程的安全与稳定具有重要意义。展望未来,随着科技的不断进步和水利工程领域的不断发展,相信会有更多新技术、新材料被引入到水利工程中。这将为进一步提高堰坝埋石混凝土性能、推动水利工程建设事业的发展提供更加有力的支持。同时,我们也需要不断总结经验教训、加强科研攻关和技术创新,为水利工程领域的发展贡献更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]詹文虎,谌钊,秦思磊,等.水利工程提高堰坝埋石混凝土性能研究[J].海河水利,2024(1):93-95.
- [2]漆荣辉.埋石混凝土在水利工程实践中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(9):128-130,158.
- [3]杨云国,孔祥伟.埋石混凝土在混凝土面板坝趾板基础处理中的应用与研究[J].云南水力发电,2023,39(11):148-150.
- [4]葛登洋.埋石混凝土坝施工相关问题分析[J].建材发展导向(上),2020,18(9):84.
- [5]翟景科,吴川花.埋石混凝土坝施工技术研究[J].河南建材,2020(11):45-47,50.