

水利工程设计中的创新与实践

周培豪 黎 莉

广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530000

摘要: 随着我国社会经济建设的飞速发展,水利工程作为调配和控制水资源的基础设施,其重要性日益凸显。水利工程设计不仅是工程实施的基础保障,也是确保工程质量和功能实现的关键环节。本文旨在探讨水利工程设计中的创新与实践,分析当前设计面临的挑战,并提出相应的解决方案。

关键词: 水利工程;设计创新;BIM技术;大数据;人工智能;可持续发展

引言

水利工程是用于调配和控制水资源的工程,包括农田水利工程、水力发电工程、供水排水工程、航道港口工程、环境水利工程、防洪工程等。这些工程的建设对人们的生活及社会效益的实现有着重要的改善作用。然而,传统的水利工程设计往往过于注重实用性和功能性,忽视了美观性和创新性,难以满足现代社会对水利工程的多元化需求。因此,探索水利工程设计中的创新与实践具有重要意义。

1 水利工程设计中的创新

1.1 生态化设计

随着全球环保意识的日益增强,生态化设计已成为水利工程领域的重要趋势。这种设计理念不仅关注工程本身的功能性和实用性,更强调在设计 and 施工过程中尊重自然规律,保护生态环境,实现人与自然的和谐共生。在河道改造和堤岸建设中,生态化设计的应用尤为突出。传统的设计方法往往采用硬化、不透水的材料,如混凝土、石材等,这不仅破坏了河道的自然生态,还影响了水生生物的栖息和繁衍。而生态化设计则倡导使用多孔混凝土、天然石材、植被等自然或仿自然材料,以增加河道的透水性和生物多样性。多孔混凝土是一种具有优异透水性能的材料,它能够让水自然渗透,减少地表径流,同时又能为水生生物提供栖息地。在河道改造中,使用多孔混凝土铺设河床和堤岸,可以有效保护水生生物的栖息地,促进水生态系统的恢复。除了多孔混凝土,自然材质如木材、竹材等也被广泛应用于生态化设计中。这些材料不仅环保可再生,而且能够与周围环境融为一体,营造出自然、和谐的景观效果。在堤岸建设中,使用木材或竹材搭建亲水平台、步道等设施,既方便了人们的休闲活动,又保护了河道的生态环境。此外,生态化设计还注重河道的形态设计。传统的河道往往被设计成直线或规则的曲线,而生态化

设计则倡导模仿自然河道的形态,如蜿蜒、曲折等,以增加河道的自然景观价值^[1]。同时,通过种植水生植物、构建湿地生态系统等措施,进一步增强河道的自净能力,改善水质。

1.2 数字化与智能化设计

随着信息技术的飞速发展,数字化与智能化设计已成为水利工程领域的新趋势。其中,BIM技术(建筑信息模型)作为数字化管理的核心工具,正逐渐在水利工程领域展现出其巨大的潜力。BIM技术通过构建一个包含工程所有相关信息的三维模型,实现了工程信息的数字化管理。这个模型不仅包含了工程的几何形状、尺寸等基本信息,还涵盖了材料、结构、施工顺序、成本估算等多方面的数据。这样的数字化管理方式,使得设计团队能够更加直观、全面地理解工程,从而提高设计的准确性和效率。在协同工作方面,BIM技术也发挥了重要作用。传统的设计方式中,各专业之间往往存在信息壁垒,导致沟通不畅、设计冲突等问题。而BIM技术通过提供一个共享的平台,使得各专业能够在同一个模型上进行设计和修改,实现了信息的实时共享和协同工作。这不仅提高了设计效率,还减少了设计错误和冲突,确保了工程设计的整体性和一致性。除了BIM技术,大数据和人工智能技术的引入也为水利工程设计带来了革命性的变化。通过对海量数据的挖掘和分析,大数据技术能够为设计提供更为准确、全面的信息支持^[2]。例如,在水利工程设计过程中,可以利用大数据技术分析历史水文数据、气象数据等,为工程的水文设计、防洪设计等提供科学依据。

而人工智能技术的引入,则使得水利工程设计更加智能化和个性化。通过训练机器学习模型,可以实现对工程设计的自动优化和智能决策。例如,在水利工程的布局设计中,可以利用人工智能算法对多种设计方案进行评估和比较,从而选择出最优的方案。同时,人工智

能还可以根据用户的需求和偏好,为工程提供个性化的设计方案,满足用户的多样化需求。

1.3 高效节水灌溉技术

在农业水利工程领域,高效节水灌溉技术以其显著的水资源节约效果和促进农业可持续发展的能力,正逐渐成为现代农业不可或缺的一部分。其中,喷灌、地下灌溉(也称渗灌)等技术凭借其高效、精准的特点,得到了广泛应用。这些技术不仅极大地提高了水资源的利用效率,还有效促进了农业的可持续发展,为构建绿色、环保的农业生产模式奠定了坚实基础。喷灌技术通过喷头将水以细小水滴或雾状形式均匀喷洒到作物叶面及根系区域,模拟自然降雨过程,实现了对作物的精准灌溉。这种灌溉方式不仅减少了水分蒸发和流失,还避免了传统灌溉方式中的水分浪费现象。同时,喷灌技术还能根据作物生长需求调整灌溉量和频率,确保作物得到充足且适量的水分供应。地下灌溉技术则是将灌溉管道埋设于地下,通过管道渗水或微孔渗水的方式直接向作物根部供水。这种灌溉方式有效减少了地表蒸发,避免了土壤板结,保持了土壤结构的完整性,有利于作物根系的生长和发展。此外,地下灌溉技术还能根据土壤湿度和作物需水情况自动调节灌溉量,实现灌溉的精准控制。为了进一步提高节水效果,现代高效节水灌溉技术开始与物联网、遥感等先进技术相结合,实现农田灌溉的精准化管理。

2 水利工程设计中的实践

2.1 地质勘察与基础处理

在水利工程设计过程中,地质勘察作为项目启动的基石,其重要性不言而喻。这一环节不仅关乎工程的安全性、稳定性和经济性,更是确保工程设计方案科学合理、切实可行的关键。地质勘察工作需全面而深入,涵盖工程现场的水文地质条件、地质构造特征、土壤力学性质、地下水位及动态变化、气候条件以及周边环境等多个方面。水文地质条件的勘察是了解地下水分布、流向、水质及补给来源等,这对水利工程的水量平衡计算、防渗设计、排水系统设计等至关重要。地质构造特征的掌握则有助于识别潜在的地质灾害风险,如地震、滑坡、泥石流等,为工程选址和结构设计提供依据。土壤力学性质的测试,包括土壤的承载力、变形特性、抗剪强度等,是确定基础处理方案、评估地基稳定性的基础数据。在基础处理方面,随着材料科学的进步,高强度、耐久性好的新型材料被广泛应用于水利工程中,以提升工程结构的承载能力和稳定性。高性能混凝土以其高强度、高耐久性、良好的工作性能等优点,成为水利

工程中不可或缺的基础材料。它不仅能满足复杂应力状态下的结构要求,还能有效抵抗环境中的有害物质侵蚀,延长工程使用寿命。纤维增强混凝土则是另一种创新材料,通过在混凝土中加入纤维材料(如钢纤维、聚丙烯纤维等),可以显著提高混凝土的韧性和抗裂性能。这种材料特别适用于水利工程中需要承受较大拉力、剪切力或冲击力的部位,如大坝、闸墩、渡槽等结构。此外,在基础处理中还应考虑地基加固技术,如桩基、地下连续墙、高压旋喷桩等,以进一步增强地基的承载力和稳定性。对于软土地基,可采用预压法、换填法、强夯法等措施进行加固处理,确保工程基础牢固可靠^[3]。

2.2 施工过程控制

水利工程的施工过程控制是项目成功与否的关键所在,它不仅关乎工程质量,还直接影响到工程的进度、成本以及最终的使用效果。为了确保施工过程的精准、高效与安全,现代水利工程普遍采用数字化技术进行全过程模拟与优化,并积极探索施工机器人的应用,以实现自动化、智能化的施工操作。(1)数字化施工模拟与优化。数字化技术,特别是BIM(建筑信息模型)技术的应用,为水利工程施工过程提供了强大的模拟与优化工具。通过构建三维可视化模型,施工人员可以在虚拟环境中对施工过程进行预演,提前发现并解决潜在的设计问题、施工冲突或资源调配不当等问题。这种“先模拟后施工”的方式,极大地提高了施工的预见性和可控性,减少了实际施工中的变更和返工,从而提升了施工精度和效率。此外,数字化技术还允许施工团队对施工进度、成本、资源等进行精细化管理。通过实时数据收集与分析,可以精确掌握施工进度,及时发现并纠正偏差;同时,对材料消耗、人力资源等成本进行实时监控,有助于优化资源配置,降低施工成本。(2)施工机器人的研发与应用。随着人工智能和机器人技术的不断发展,水利工程施工机器人逐渐成为施工现场的新宠。这些机器人能够执行精确、重复或危险的任务,如混凝土浇筑、钢筋绑扎、焊接、挖掘等,不仅提高了施工效率,还显著降低了人力投入和施工安全风险。施工机器人通常配备有高精度传感器、摄像头和控制系统,能够根据预设的程序或远程指令进行精准作业。例如,在混凝土浇筑过程中,机器人可以自动调整浇筑速度、角度和高度,确保混凝土均匀分布,减少空洞和裂缝的产生;在钢筋绑扎作业中,机器人能够快速、准确地完成钢筋的定位和绑扎,提高结构的安全性。此外,施工机器人还具备强大的环境适应能力和自我保护机制。它们能够在恶劣的天气条件下持续工作,如高温、低温、雨

雪等；同时，通过内置的传感器和监控系统，能够实时监测机器人的工作状态和周围环境，及时发现并处理异常情况，确保施工安全。

2.3 监测与预警系统

在水利工程的运维管理中，构建一个高效、智能的监测与预警系统是至关重要的。这一系统充分利用了物联网、大数据、云计算以及人工智能等前沿技术，旨在实现对水利工程的全方位、实时监测与深度数据分析。通过这一系统，我们能够及时发现并精准定位潜在的安全隐患，从而确保工程的长期安全运行。该系统以物联网技术为核心，通过在水利工程的关键部位和敏感区域部署各类高精度传感器，如水位计、压力传感器、位移监测器、裂缝检测仪等，形成了一个覆盖全面的监测网络。这些传感器能够实时采集工程的各项运行参数和环境数据，并通过物联网技术将这些数据快速、准确地传输至数据中心。在数据中心，大数据技术和人工智能算法对这些海量数据进行深度挖掘和分析，从而揭示出工程运行的内在规律和潜在风险。一旦系统分析出数据异常或潜在的安全隐患，它会立即触发预警机制，通过短信、邮件、APP推送等多种方式，迅速将预警信息发送给相关管理人员和决策者。这些信息不仅包括隐患的具体位置和性质，还会给出可能的后果和初步的应对措施建议，从而确保管理人员能够迅速、准确地做出反应，有效避免安全事故的发生。此外，为了进一步提升管理效率和质量，我们在监测与预警系统的基础上引入了精益化管理理念和方法。精益化管理强调以客户需求为导向，追求零浪费、高效率 and 持续改进^[4]。在水利工程管理中，我们以客户（即工程的安全、稳定运行）为中心，对管理流程进行了全面梳理和优化。通过制定标准化的操作流程、合理配置资源、建立持续改进机制以及实施绩效考核与激励措施，我们成功地将精益化管理的理念和方法融入到了水利工程的日常管理中，从而实现了管理效率和质量的双重提升。

3 水利工程设计中的挑战与对策

水利工程设计，作为水利工程建设之魂，近年来在技术创新与实践应用上取得了显著进步。然而，随着水利事业的快速发展，设计领域也面临着前所未有的挑战。设计人员的专业素质参差不齐，部分人员缺乏深

入的专业知识和创新能力，这成为制约设计水平提升的关键因素。同时，设计过程中质量控制意识的薄弱，也导致设计成果难以满足实际工程需求，甚至引发安全隐患。为应对这些挑战，必须采取有力对策。首先，加强设计人员的培训和教育至关重要。通过定期举办专业培训、研讨会和学术交流活动，不仅可以提升设计人员的专业素养，还能激发他们的创新思维，为水利工程设计注入新的活力。其次，建立完善的质量管理体系是保障设计质量的关键。我们应明确设计过程中的各个环节和责任人，实施严格的设计评审、校对和审核制度，确保设计文件的准确性和完整性。同时，引入第三方质量评估机构，对设计成果进行客观评价，进一步提高设计质量。此外，引入市场竞争机制也是提升设计水平的有效途径。通过公开招标、择优录取等方式，鼓励优秀设计单位和人才参与水利工程设计项目，推动设计行业的良性竞争。最后，加强政府监督和管理力度，整顿水利水电工程内部结构中不合理的部分，为水利工程设计创造一个公平、公正、有序的市场环境。通过这些综合措施的实施，我们相信能够克服水利工程设计中的种种挑战，推动水利事业的持续发展。

结束语

水利工程设计中的创新与实践是推动水利工程高质量发展的关键。通过引入前沿技术、注重生态化设计、加强施工过程控制等措施，可以提高水利工程设计科学性、合理性和美观性，推动水利工程向更加环保、可持续发展的方向发展。未来，随着科技的不断进步和人们对水利工程需求的不断增加，水利工程设计将继续迎来新的挑战 and 机遇。

参考文献

- [1]刘伟峰.谈水利工程设计创新发展前景[J].工程建设与设计,2018(01):99-101.
- [2]吴显著,钱艳春.浅谈水利工程设计创新发展前景[J].科技与企业,2015(03):34.
- [3]魏丽娟,黄广翔.浅谈水利工程设计创新发展前景[J].黑龙江科学,2014,5(05):99.
- [4]陈立理.浅谈水利工程设计创新发展前景[J].工程建设与设计,2018(20):160-161.