

水利工程施工中的新技术与新方法研究

郭智旭 严小利

中国南水北调集团江汉水网建设开发有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：水利工程对于国家的水资源利用、防洪、灌溉以及能源开发等方面具有极为重要的意义。随着科技的不断进步，水利工程施工中涌现出了一系列新技术与新方法。本文详细探讨了这些新技术与新方法，包括GPS定位技术、GIS技术、混凝土新型施工技术、土工合成材料的应用以及生态护坡技术等在水利工程施工中的应用特点、优势以及存在的问题，并对其发展前景进行了展望，旨在促进水利工程施工技术水平的进一步提高，推动水利工程建设事业的可持续发展。

关键词：水利工程；施工技术；新技术；新方法

引言：水利工程是国民经济基础设施的重要组成部分，其建设规模大、施工条件复杂、技术要求高。传统的水利工程施工技术在一定程度上满足了工程建设的需求，但随着社会经济的快速发展和科技的日新月异，对水利工程的质量、效率、环保等方面提出了更高的要求。近年来，各种新技术与新方法在水利工程施工中的应用日益广泛，为水利工程建设带来了新的活力和机遇，也为解决传统施工技术存在的问题提供了有效途径。

1 GPS 定位技术在水利工程施工中的应用

1.1 技术原理

全球定位系统（GPS）是一种基于卫星导航的空间定位技术。通过在地球上空运行的多颗GPS卫星，向地面接收设备发射信号，地面接收设备根据接收到的卫星信号的时间差等信息，计算出自身的三维坐标（经度、纬度、高程）。在水利工程施工中，主要利用GPS技术进行施工控制测量、地形测绘以及建筑物的定位等工作。

1.2 应用优势

（1）高精度定位。GPS技术能够提供高精度的定位服务，其平面定位精度可达厘米级甚至毫米级，高程精度也能满足水利工程施工的要求。在大坝、水闸等重要水利建筑物的施工中，精确的定位对于保证建筑物的结构安全和正常运行至关重要。例如，在大坝的基础施工中，利用GPS技术可以精确确定坝基的位置和高程，确保坝体的稳定性。（2）高效便捷。与传统的测量方法相比，GPS测量无需通视，减少了测量控制点的设置数量和测量工作量。测量人员只需携带GPS接收机在待测区域内进行测量，即可快速获取测量数据，大大提高了测量工作的效率。在水利工程的大面积地形测绘中，GPS技术能够快速完成数据采集，缩短了测绘周期。（3）实时动态监测。GPS技术还可以实现实时动态监测功能。在水利工

程施工过程中，对于一些容易发生变形的部位，如大坝的坝体、堤防等，可以设置GPS监测点，实时监测其位移变化情况。一旦发现异常变形，可以及时采取措施进行处理，保障工程的安全^[1]。

2 GIS 技术在水利工程施工中的应用

2.1 技术原理

地理信息系统（GIS）是一种集地理数据采集、存储、管理、分析和可视化表达于一体的技术系统。它将地理空间数据与属性数据相结合，通过建立地理数据库和空间分析模型，实现对地理信息的综合处理和应用。在水利工程施工中，GIS技术主要用于施工场地的规划与管理、水利资源的分析与调配以及施工过程的可视化模拟等。

2.2 应用优势

（1）施工场地优化规划。利用GIS技术可以对水利工程施工场地的地形、地貌、交通、水电等基础设施进行数字化处理，建立施工场地的地理信息模型。通过空间分析功能，可以对施工场地进行合理的分区规划，确定施工营地、材料堆放场、机械设备停放场等的最佳位置，优化施工场地的布局，提高施工场地的利用效率，减少施工过程中的相互干扰。（2）水利资源综合分析。对于水利工程涉及的水资源，GIS技术可以整合流域内的水文、气象、水资源利用等多方面的数据，进行综合分析。例如，可以分析流域内的水资源分布情况、水资源的供需平衡关系以及水利工程建设对水资源环境的影响等，为水利工程的水资源调配方案制定提供科学依据，实现水资源的合理开发与可持续利用。（3）施工过程可视化模拟。通过将水利工程的设计方案与施工场地的地理信息相结合，利用GIS的三维可视化功能，可以对施工过程进行模拟演示。施工人员可以直观地看到工程施工

的各个环节和步骤,提前发现施工方案中可能存在的问题,如施工顺序不合理、施工空间冲突等,从而对施工方案进行优化调整,提高施工方案的可行性和安全性。

2.3 应用实例

在某河道整治工程中,运用GIS技术进行施工场地规划和施工过程模拟。首先,对河道整治工程的施工区域进行地理信息数据采集,包括地形、土地利用、现有建筑物等信息。然后,利用GIS软件建立施工场地的地理信息模型,通过分析模型确定了材料堆放场、施工道路等的最佳位置,减少了材料运输距离和施工对周边环境的影响。同时,根据工程设计方案,在GIS平台上进行施工过程的可视化模拟,发现了原设计方案中在河道狭窄段的施工顺序存在问题,经过调整后,提高了施工效率,保障了工程顺利进行。

3 混凝土新型施工技术在水利工程中的应用

3.1 高性能混凝土技术

(1) 技术特点。高性能混凝土是在普通混凝土的基础上,通过优化原材料的选择和配合比设计,采用新型外加剂等手段,使其具有更高的强度、更好的耐久性、良好的工作性和体积稳定性。在水利工程中,高性能混凝土常用于大坝、水闸等重要结构部位。其高强度可以满足大体积混凝土结构承受巨大荷载的要求,良好的耐久性可以抵抗水流冲刷、化学侵蚀等恶劣环境条件,减少混凝土结构的维修和更换次数。(2) 应用实例。在某大型水电站的大坝建设中,采用了高性能混凝土技术。通过选用优质的水泥、骨料,添加高效减水剂和矿物掺合料,精心设计配合比,制备出了具有高强度、高抗渗性和高抗冻性的高性能混凝土。在大坝施工过程中,高性能混凝土的良好工作性使得混凝土的浇筑和振捣更加容易,保证了混凝土的密实度。经过多年的运行监测,大坝的混凝土结构性能良好,未出现明显的裂缝、渗漏等问题,有效地保障了水电站的安全运行。

3.2 混凝土裂缝控制新技术

(1) 温度控制与监测技术。大体积混凝土在水利工程中应用广泛,如大坝、船闸等结构。由于混凝土在水化过程中会产生大量的水化热,导致混凝土内部温度升高,如果不能有效控制温度变化,容易产生温度裂缝。新型的温度控制与监测技术采用预埋温度传感器的方法,实时监测混凝土内部温度变化情况。根据监测结果,采取相应的温度控制措施,如在混凝土内部埋设冷却水管,通过循环冷却水带走水化热,降低混凝土内部温度;在混凝土表面采取保温保湿措施,减少混凝土表面与内部的温差,从而有效控制混凝土裂缝的产生。

(2) 纤维混凝土技术。纤维混凝土是在混凝土中掺入适量的纤维材料,如钢纤维、聚丙烯纤维等。纤维在混凝土中起到增强、增韧和阻裂的作用。当混凝土受到外力作用或内部产生应力集中时,纤维可以承担部分荷载,阻止裂缝的扩展。在水利工程的一些易受冲击或有抗裂要求较高的部位,如溢洪道的底板、消力池等,纤维混凝土得到了广泛应用。例如,在某溢洪道工程中,采用聚丙烯纤维混凝土,有效地提高了混凝土的抗裂性能,减少了因裂缝导致的渗漏和结构破坏风险。

4 土工合成材料在水利工程施工中的应用

4.1 土工织物。

土工织物作为一种重要的土工合成材料,在水利工程的土体处理方面发挥着不可或缺的作用。其主要功能集中于过滤和排水,对于保障水利工程结构的稳定性与安全性意义重大。以堤坝工程为例,在堤坝的反滤层设置中,土工织物犹如一道精密的滤网。它能够凭借自身独特的物理结构,有效阻挡土颗粒随水流失,避免因土颗粒流失而致使堤坝内部结构被破坏,从而防止了堤坝因渗透问题引发的险情。与此同时,土工织物又具备良好的透水性,可确保水在堤坝内部能够按照设计要求顺畅地排出,维持了土体的正常渗流状态,使得堤坝在长期运行过程中始终保持稳固。在河道整治工程里的排水盲沟应用场景下,土工织物同样表现出色。它精准地过滤掉水中的杂质与细小土粒,防止这些物质进入并堵塞排水通道,保障了排水系统的高效运行,为河道整治工程的顺利实施和长期效益提供了坚实的支撑。

4.2 土工格栅

土工格栅凭借其卓越的力学性能,即较高的抗拉强度和较低的延伸率,在水利工程土体加筋领域占据重要地位。无论是填方边坡还是堤坝等水利工程结构,土工格栅都展现出强大的土体增强能力。当土工格栅与土体相互结合时,它们之间会产生复杂而有效的相互作用。土工格栅的表面特性使其与土体之间形成可观的摩擦力,同时其网格结构又能与土体产生咬合力。通过这两种力的协同作用,土工格栅能够将土体所承受的应力进行均匀地分散与传递,极大地限制了土体的侧向位移趋势。在填方边坡工程中,土工格栅有效抑制了边坡土体的滑移变形,增强了边坡的整体稳定性,减少了滑坡等地质灾害的发生风险。在堤坝工程中,土工格栅则显著提升了堤坝土体的承载能力,使其能够更好地抵御洪水等外部荷载的冲击,确保堤坝在各种工况下都能安全可靠地运行,为水利工程的耐久性和安全性提供了有力保障。

5 生态护坡技术在水利工程中的应用

5.1 植被护坡技术

植被护坡技术是一种利用植物的自然生长特性来保护坡面的方法。这种技术的核心在于植物的根系和茎叶对土体的固定和防护作用。植物的根系能够深入土体,形成强大的网络结构,从而增加土体的抗剪强度,有效防止坡面土体在雨水冲刷和侵蚀下发生滑移和坍塌。同时,植物的茎叶能够截留雨水,减缓雨水在坡面的流速,降低坡面径流对土体的冲刷力,进一步保护坡面的稳定。除了物理防护作用外,植被护坡还具有美化环境、改善生态等多重优点。植被的覆盖能够增加坡面的绿色面积,提升水利工程的整体景观效果。同时,植被的生长还能促进土壤微生物的繁殖和活动,提高土壤肥力,为其他生物提供栖息地和食物来源,从而改善坡面的生态环境。这些优点使得植被护坡技术符合现代水利工程建设生态理念,成为了一种受欢迎的护坡方法^[2]。

5.2 生态混凝土护坡技术

生态混凝土护坡技术是一种将混凝土与生态理念相结合的新型护坡方法。这种技术通过在混凝土中添加特殊的添加剂和骨料,使混凝土具有一定的孔隙率和透水性,从而为植物生长提供空间和养分。生态混凝土护坡既保留了混凝土护坡的强度和稳定性,又具备了植被护坡的生态功能。生态混凝土护坡的孔隙结构能够吸收和储存雨水,减缓雨水对坡面的冲刷作用。同时,孔隙中的土壤和养分能够为植物生长提供必要的条件。这种技术不仅能够有效保护坡面的稳定,还能提升坡面的生态环境质量。此外,生态混凝土护坡还具有施工方便、维护成本低等优点,使得其在水利工程中得到了广泛应用^[3]。

6 新技术与新方法应用存在的问题及对策

6.1 存在的问题

(1) 技术成本较高。一些新技术与新方法,如GPS定位技术、高性能混凝土技术等,在设备购置、材料选用以及技术培训等方面需要投入较高的成本,这对于一些资金有限的水利工程建设项目来说,可能会限制其应用范围。(2) 技术要求较高。新技术与新方法往往需要专业的技术人员进行操作和管理,对施工人员的技术水平和综合素质要求较高。在实际施工过程中,部分施工人

员可能对新技术掌握不够熟练,容易出现操作失误,影响工程质量和进度。(3) 技术标准与规范不完善。随着新技术与新方法的不断涌现,现有的水利工程技术标准与规范可能无法完全适应其要求。在新技术的应用过程中,可能存在标准不明确、规范不统一的问题,给工程质量控制和验收带来一定的困难。

6.2 对策

(1) 优化成本控制。对于技术成本较高的问题,可以通过加强技术研发,降低设备和材料的成本;同时,在项目规划阶段,充分评估新技术应用的经济效益,合理选择技术方案,提高资金的使用效率。例如,在GPS测量中,可以采用租赁设备的方式,减少设备购置费用。

(2) 加强技术培训与人才培养。针对施工人员技术水平不足的问题,应加强对施工人员的技术培训,定期组织新技术与新方法的培训课程和实践操作演练,提高施工人员的专业技能和综合素质。此外,还应加强与高校和科研机构的合作,培养和引进一批掌握先进水利工程施工技术的专业人才。(3) 完善技术标准与规范。相关部门应及时组织专家对新技术与新方法进行研究和总结,制定和完善相应的技术标准与规范,明确新技术应用的质量要求、施工工艺、验收标准等,为水利工程施工中新技术与新方法的推广应用提供有力的技术支持和保障。

结论:水利工程施工中的新技术与新方法为水利工程建设带来了诸多优势,如提高施工精度与效率、增强工程质量与耐久性、促进生态环境保护等。GPS定位技术、GIS技术、混凝土新型施工技术、土工合成材料以及生态护坡技术等在水利工程施工中的应用实例充分证明了其有效性和可行性。随着科技的不断进步,水利工程施工技术将继续朝着智能化、绿色化、高效化的方向发展。

参考文献

- [1]赵晓峰.水利工程智能建造技术体系与应用研究[J].水利水电技术, 2023, 54(11): 1-10.
- [2]孙明.水利工程新型护坡材料与结构性能研究[J].水力发电学报, 2024, 43(1): 120-130.
- [3]李华.绿色环保型水利工程施工技术探索[J].水利经济, 2024, 42(2): 60-65.