

水利水文监测网络覆盖与优化布局

徐 健

新疆维吾尔自治区昌吉水文勘测中心 新疆 昌吉 831100

摘 要：水利水文监测网络是水资源管理的重要基础设施，其覆盖与优化布局对于确保数据的准确性和全面性至关重要。通过网格化、代表性、完备性和经济性等原则，结合遥感和GIS技术、小流域法、层级布置法、灵敏度分析法和可达性分析法等策略，可以实现对监测网络的科学优化。这些方法和原则的应用能够提升监测网络的覆盖范围、数据精度和响应速度，为水资源管理、防汛抗旱和水质保护等工作提供有力支持，促进水资源的可持续利用和生态环境的保护。

关键词：水利水文监测；网络覆盖；优化布局

引言：水利水文监测网络作为水资源管理与保护的重要基石，其覆盖广度与优化布局直接关系到水文数据的精准度与实时性。在全球气候变化及人类活动对水资源影响加剧的背景下，监测网络的科学布局与有效覆盖显得尤为关键。本文旨在探讨水利水文监测网络的覆盖策略与优化布局方法，以期提高监测效率，为水资源管理、防汛抗旱、水质监测等提供坚实的数据支撑，促进水资源的可持续利用与生态环境保护。

1 水利水文监测网络概述

1.1 监测网络的基本概念与功能

(1) 监测网络的定义。水利水文监测网络，又称水文信息自动化采集系统，是指通过自动或半自动的方式，对江河、湖泊、水库等水体以及地下水的水位、流速、流量、水质等进行实时在线监测的综合性网络。该系统利用先进的传感器技术、通信技术以及数据处理技术，实现了对水文数据的快速、准确采集与传输，为水资源管理、防汛抗旱、水质保护等提供了重要支撑。

(2) 监测网络的主要功能。水利水文监测网络的功能主要体现在以下几个方面：一是实时监测水文参数，包括水位、流速、流量、水质等，为水资源管理提供及时、准确的数据支持；二是预警预报，通过对水文数据的实时分析和处理，可以及时发现异常情况，并进行预警预报，为防汛抗旱工作提供决策依据；三是数据存储与管理，监测网络可以实时存储水文数据，并支持历史数据的查询与导出，为科学研究和水资源评价提供可靠的数据来源；四是远程监控与管理，通过先进的通信技术，监测网络可以实现对水文站点的远程监控与管理，提高了工作效率和安全性。

1.2 监测网络的发展历程与现状

(1) 我国监测网络的发展历程。我国水利水文监测

网络的发展历程可以追溯到上世纪五六十年代，当时主要通过人工观测和记录水文数据。随着科技的进步，上世纪八十年代开始，我国逐步引入自动化监测技术，建立了一批自动水文站。进入二十一世纪，随着物联网、大数据、云计算等技术的快速发展，我国水利水文监测网络实现了跨越式发展，监测范围不断扩大，监测精度和时效性显著提高。(2) 当前监测网络的布局与特点。当前，我国水利水文监测网络已经形成了覆盖主要江河湖泊、水库和地下水系统的监测网络。这些监测站点分布广泛，布局合理，能够全面反映我国水文状况。同时，监测网络具有高度的自动化和智能化水平，能够实时监测和传输水文数据，大大提高了监测效率和数据准确性。此外，随着信息技术的发展，监测网络还具备了数据存储、分析、预警预报等多种功能，为水资源管理和防汛抗旱工作提供了有力的技术保障。

2 水利水文监测网络覆盖的重要性

2.1 覆盖范围的界定与评估

(1) 覆盖范围的确定方法。确定水利水文监测网络的覆盖范围，需要综合考虑多种因素。首先，要根据地理特征、水系分布、气候特点等自然条件，确定监测站点的布局 and 数量。其次，要充分考虑到人类活动对水文环境的影响，如城市化进程、工业排放等，确保监测网络能够捕捉到这些变化。最后，还要结合水资源管理和灾害预警的需求，确定监测的精度和频率。在确定覆盖范围时，可以采用地理信息系统(GIS)和遥感技术，对监测区域进行精确划分和定位。同时，还可以利用历史水文数据，分析水文变化的规律和趋势，为监测站点的布局提供科学依据^[1]。(2) 覆盖范围的评估指标。评估水利水文监测网络的覆盖范围，需要制定一系列评估指标。这些指标包括监测站点的数量、分布密度、监测精

度、数据传输速度等。此外,还可以考虑监测网络的稳定性和可靠性,以及数据共享和应用的程度。通过定期评估这些指标,可以了解监测网络的运行状况,发现存在的问题和不足,为优化布局和提升性能提供依据。

2.2 覆盖不足对水资源管理的影响

(1) 数据缺失对决策的影响。水利水电监测网络覆盖不足,会导致数据缺失或不全。这将对水资源管理决策产生严重影响。例如,在水资源分配和调度方面,如果缺乏全面、准确的水文数据,决策者可能无法准确判断水资源的供需状况,导致水资源分配不合理或调度不及时。此外,在水资源保护和治理方面,数据缺失也会限制决策者对水质污染、水土流失等问题的准确判断,从而影响治理效果和生态保护。(2) 监测盲区对灾害预警的制约。水利水电监测网络覆盖不足,还会形成监测盲区。这些盲区在灾害预警方面尤为关键。例如,在洪水预警方面,如果监测网络无法覆盖到所有关键区域,就可能无法及时发现洪水迹象,导致预警不及时或预警失误。同样,在干旱预警方面,如果监测网络无法捕捉到地下水位、土壤湿度等关键信息,就可能无法准确判断干旱程度和影响范围,从而影响抗旱救灾工作的部署和效果。因此,加强水利水电监测网络的覆盖范围和性能提升,对于提高水资源管理水平和灾害预警能力具有重要意义。

3 水利水电监测网络优化布局的原则

3.1 网格化布置原则

网格化布置原则基于地形气候、水文条件等多方面的综合考虑,旨在通过均匀分布的监测站点,形成全面覆盖的监测网络。地形和气候的复杂性决定了监测站点的分布需根据具体条件进行调整,如山区需增加站点密度以捕捉地形对水流的影响,而湿润区域则需关注降雨量的变化。网格化布置的优势在于能够捕捉到水文现象的细微变化,提高数据的空间分辨率和时效性。然而,网格化布置也面临局限性,特别是在偏远和恶劣环境下,站点建设和维护成本高昂,可能超出预算限制。因此,在实施网格化布置时,需权衡成本和效益,寻求最优解^[2]。

3.2 代表性原则

代表性原则强调监测站点应选取在能够反映区域水文特征的关键位置。代表性位置的选取方法通常基于历史数据分析和实地调查,结合地形地貌、植被覆盖、土壤类型等多因素进行综合考虑。代表性站点能够捕捉到区域水文过程的代表性特征,为水资源管理提供准确的数据支持。代表性对观测数据准确性的影响至关重要,

若站点选取不当,可能导致数据失真,影响决策效果。因此,在优化布局时,需重视代表性原则,确保站点布局的合理性和科学性。

3.3 完备性原则

完备性原则要求监测网络应全面覆盖所有关键水文要素和敏感区域,以确保数据的完整性和可靠性。完备性要求的提出基于水文现象的复杂性和动态性,需通过增加监测站点、优化站点布局等方式实现。在实现完备性的过程中,需与其他原则进行协调和平衡,如经济性、代表性等。过度追求完备性可能导致成本增加,影响项目的可持续性。因此,在优化布局时,需综合考虑各原则,寻求最优解。

3.4 经济性原则

经济性原则是优化布局中不可忽视的重要原则。经济性评估的方法通常包括成本效益分析、投资回报率计算等,旨在确保监测网络的建设和运行成本在可控范围内。在评估经济性时,需关注监测设备的购置成本、站点建设和维护成本以及数据传输和处理成本等多方面因素。经济性对监测网络布局的影响主要体现在站点数量、分布以及监测技术和设备的选择上。在追求经济性的同时,需确保监测网络的可靠性和数据质量,避免过度压缩成本导致数据失真或网络失效。

4 水利水电监测网络优化布局的方法与策略

4.1 遥感和GIS技术辅助

(1) 遥感与GIS技术在监测网络布局中的应用。遥感与GIS技术为水利水电监测网络的布局提供了强大的技术支持。遥感技术通过卫星或无人机等平台,能够获取大范围、高精度的地表信息,包括地形、植被、水体等,为监测站点的选址提供了重要依据。GIS技术则具备强大的空间数据处理和分析能力,能够将遥感数据与其他地理信息进行整合,实现空间可视化与量化分析。在监测网络布局中,GIS技术可帮助识别关键水文要素、确定监测区域边界、分析潜在的水文风险区域等,从而提高布局的科学性和针对性。(2) 技术辅助下的布局优化效果评估。利用遥感与GIS技术进行监测网络布局优化后,可通过多种指标对优化效果进行评估。例如,通过对比优化前后监测数据的准确性、完整性和时效性,可以判断布局优化的实际效果。同时,还可以结合地理信息系统中的空间分析方法,评估监测网络在覆盖面积、监测频率、数据传输效率等方面的改善程度。此外,还可以通过建立数学模型,对监测网络的经济效益、社会效益和环境效益进行综合评估,为后续的监测工作提供科学依据。

4.2 小流域法

(1) 小流域法的定义与实施步骤。小流域法是一种基于流域单元的水文监测网络优化方法。它通过将大流域划分为若干个小流域,并针对每个小流域的特定条件进行监测网络布局,从而提高监测的针对性和效率。实施小流域法通常包括以下几个步骤:首先,根据地形地貌、水系分布等因素,将大流域划分为若干个小流域;其次,对每个小流域进行水文特征分析,确定监测需求;然后,根据监测需求,在小流域内科学选址,建立监测站点;最后,对监测数据进行整合与分析,形成完整的监测网络^[3]。(2) 小流域法在特定区域的应用案例分析。以某山区小流域为例,该区域地形复杂,河流纵横交错,水文状况多变。采用小流域法进行监测网络优化后,针对每个小流域的特定条件,如河流的源头、交汇点、峡谷等关键位置设立了监测站点。通过实时监测和数据分析,有效掌握了该区域的水文状况变化,为防汛抗旱、水资源管理等工作提供了有力支持。此外,小流域法还促进了当地水资源的可持续利用和生态环境的改善。

4.3 层级布置法

(1) 层级布置法的原理与特点。层级布置法是一种根据监测需求和水文特征,将监测网络划分为不同层级的方法。它通常包括高层级监测网络(如国家级、省级)和低层级监测网络(如市级、县级)等。高层级监测网络主要负责宏观监测和预警,为政府决策和公众服务提供支持;低层级监测网络则侧重于具体的水文要素监测和数据分析,为当地水资源管理和生态环境保护提供科学依据。层级布置法的特点是结构清晰、职责明确、数据共享,有助于实现监测资源的优化配置和高效利用。(2) 层级布置法在监测网络优化中的应用。在监测网络优化中,层级布置法可通过以下方式实现:首先,根据监测需求和区域特征,将监测网络划分为不同层级;其次,根据各层级的监测需求和数据共享要求,确定监测站点的数量、布局和监测频次;然后,建立各层级之间的数据共享和传输机制,确保监测数据的及时、准确和完整;最后,对监测网络进行定期评估和优化调整,以适应水文状况的变化和监测需求的发展。

4.4 灵敏度分析法与可达性分析法

(1) 灵敏度分析法的应用与限制。灵敏度分析法是一种评估监测网络对水文要素变化敏感程度的方法。它通过分析监测数据与水文要素之间的相关性,确定监测网络的敏感度和稳定性。在监测网络优化中,灵敏度分析法可用于识别关键监测站点和关键水文要素,为优化布局提供依据。然而,灵敏度分析法也存在一定的局限性。例如,它可能受到监测数据质量、模型精度和不确定性因素的影响,导致分析结果出现偏差。因此,在应用灵敏度分析法时,需要综合考虑多种因素,确保分析结果的准确性和可靠性。(2) 可达性分析法的实施与效果评估。可达性分析法是一种评估监测网络对特定区域或水文要素的监测能力和响应速度的方法。它通过分析监测站点与目标区域之间的距离、数据传输速度等因素,确定监测网络的可达性和响应时间。在监测网络优化中,可达性分析法可用于优化监测站点的布局和监测频次,提高监测网络的覆盖范围和响应效率。实施可达性分析法时,需要收集和分析大量的空间和时间数据,建立合理的评估模型,并对模型结果进行验证和优化。通过科学的数据收集、模型构建、验证与优化,以及全面的效果评估,该方法能够显著提升监测网络的覆盖范围和响应效率,为水资源管理和灾害预警提供有力支持。

结束语

综上所述,水利水文监测网络的覆盖与优化布局是保障水资源科学管理、有效应对自然灾害、维护水生态平衡的重要基础。通过采用先进技术和科学方法,我们能够不断提升监测网络的效能与可靠性,为决策者提供更加精准的数据支持。未来,我们应继续加强技术创新与应用,不断完善监测体系,推动水利水文监测网络向智能化、精细化方向发展,为保障国家水安全和促进可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]田次平,张越,黄晶晶.高坝洲水文站远程在线监测系统的设计与实现[J].人民长江,2019,(05):42-43.
- [2]杜中.水文站网规划理论发展过程及趋势分析[J].水利发展研究,2019,(06):45-46.
- [3]顾圣华,李琪.长江口水文监测站网布局研究[J].华东师范大学学报(自然科学版),2019,(04):41-42.