

水文监测数据在黄河水资源管理与调度中的应用研究

魏涛¹ 奔驰² 梁元恒³

1.巴彦淖尔市水文水资源勘测中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.巴彦淖尔市临河区新华东街桃源人居小区 内蒙古 巴彦淖尔 015000

3.巴彦淖尔市临河区向阳路兴隆园 内蒙古 巴彦淖尔 015000

【摘要】：黄河是我国西北、华北地区最重要的供水水源，担负着流域内工农业生产、居民生活和生态环境的重任，水资源供需矛盾突出、水沙关系复杂、调度管控难度大，是流域治理的中心问题。水文监测数据是黄河水资源管理与调度工作的重要支撑，包含水位、流量、含沙量、水质、地下水等各个方面，贯穿水资源评价、总量控制、水量调度、水沙调控、生态保护的全过程。本文以黄河流域水文监测体系建设现状和水资源管理工作实际为基础，对水文监测数据在水资源常态化管理、精细化调度中具体的运用场景及成效进行分析，找出目前数据应用存在的短板和不足，提出相应的优化路径，以进一步发挥水文监测数据的核心价值，提高黄河水资源集约化利用和科学化调度水平，助力黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的落实。

【关键词】：黄河；水文监测数据；水资源管理；水量统一调度；水沙调控

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.091

1 引言

黄河流域横跨我国东中西部九省区，流域面积广大，水资源总量不足，人均水资源占有量远低于全国平均水平，流域内农业灌溉用水量、工业用水需求不断增大、生态补水任务重，水资源供需矛盾长期存在。目前黄河流域已经形成了天空地一体化的水文监测感知网络，监测手段由原来的传统的手工测报逐渐转变为自动化的、智能化的监测，数据采集的及时性和准确性大大提高，数据的应用场景也不断拓展。因此，本文主要研究水文监测数据实际应用的价值，在黄河水资源管理、调度中发挥的作用，结合实践案例总结出应用效果，提出存在问题的解决办法，为黄河水资源管理工作提质增效提供借鉴。

2 黄河水文监测数据体系及核心特征

2.1 水文监测体系建设现状

经过多年的建设和完善，黄河流域已经形成了覆盖干支流、上下游、左右岸的全方位水文监测网络，兼顾常规监测和应急监测，融合地面站点、卫星遥感、无人机航测、在线监测设备等多种手段，构建起“天空地水工”一体化感知体系。监测站点涉及干流重要控制断面、支流汇入口、大中型水库、重点灌区取水口、地下水超采区、水质监测断面等重要节点，做到流域水资源主要要素全方位覆盖、动态化监测。监测内容由原来的水位、流量监测扩展到含沙量、水质指标、土壤墒情、地下水埋深、凌情、工情等各方面，构建起全要素、全天候、高精度的水文监测体系，为数据采集和应用打下了良好的基础。

2.2 水文监测数据核心类型与特征

黄河水文监测数据按照应用场景可以分为实时监测数据、历史整编数据、应急专项数据三类。实时监测数据依靠自动化监测设备实时采集、传输，体现河道、水库、取水口的即时水

情、沙情、水质状况，给实时调度赋予动态支撑，历史整编数据是经由对长久监测数据实施系统整理、剖析并加以校核而产生的长序列、标准数据集，它被用来开展水资源评价、演变规律探究、规划制订等工作，应急专项数据则是针对流域干旱、凌汛、洪水、水污染等突发状况展开专项监测采集，以支持应急调度和处置任务。

表1 黄河干流关键控制断面水文监测核心内容

序号	干流关键控制断面	核心监测数据类型	关键监测指标
1	头道拐断面	径流、含沙量、水位、凌情	日均流量、年径流量、含沙量、封开河时间
2	潼关断面	径流、含沙量、水位、水质	汛期流量、输沙量、年均径流量、水质类别
3	花园口断面	径流、水位、含沙量、水质	枯水期流量、洪水流量、河道淤积量、饮用水源地水质
4	利津断面	入海径流、含沙量、水位、生态流量	入海年径流量、输沙量、最小生态流量

3 水文监测数据在黄河水资源管理中的核心应用

3.1 支撑流域水资源评价与规划编制

水资源评价是黄河水资源管理的基础性工作，核心就是摸清流域水资源总量、可利用量、时空分布特征和开发利用现状，长序列水文监测数据是进行评价的主要依据。对多年流量、径

流、地下水埋深等数据进行整编分析,可以准确计算出黄河流域地表水资源量、地下水资源量和水资源总量,确定水资源可开发利用上限,为流域水资源综合规划、中长期供水规划、水量分配方案编制提供基础数据支持。结合历史用水数据和水文监测数据,可以分析流域水资源开发利用程度、用水结构演变趋势,找出水资源开发利用中的薄弱环节,为优化水资源开发布局、控制开发强度提供科学依据,防止水资源过度开发造成生态破坏的问题。

3.2 助力水资源总量管控与取水许可监管

黄河水资源实行总量控制和定额管理相结合的制度,水文监测数据是落实总量管控、加强取水许可监管的主要方式。根据干支流控制断面的径流监测数据来确定各省区年度取水总量指标,并进一步细化到各个行业、各个取水户,从而达到水资源总量刚性约束的目的。日常监管时,依靠重点取水口、灌区引水口的流量在线监测数据,实时掌控各个区域、各个用水户实际取水量,准确算出用水消耗量,同核定用水指标展开对比,立刻发出超量取水预警,促使用水单位承担起节水责任。结合地下水监测数据来控制地下水开采强度,重点治理地下水超采区,逐步修复地下水生态,实现地表和地下水资源的协同管控,筑牢水资源总量管控防线。

3.3 保障水资源保护与生态修复落地

随着黄河流域生态保护的要求越来越高,水文监测数据在水资源保护、生态流量保障、生态修复中所起的作用也越来越明显。利用水质监测数据实时监测流域干支流、重点水源地的水质状况,及时发现水污染风险,为水污染防治、水源地保护提供靶向依据;根据河道控制断面的流量、水位监测数据,严格控制河道生态流量,保证枯水期、关键生态时段河道内生态用水充足,维持河流生态系统稳定。根据河口湿地、河道生态敏感区的水文监测数据来制定出专门的生态补水方案,准确地控制补水量、补水时间,提高生态修复的效果。同时利用水沙监测数据分析河道冲淤规律,给河道整治、滩区保护提供数据支持,实现水资源利用和生态保护的协同推进。

3.4 推动节水管理与用水效率提升

将水文监测数据同用水监测数据结合起来,可以准确计算出流域各个行业的用水效率,找到节水的潜力,推进节水型社会建设。根据灌区引水流量、土壤墒情监测数据来分析农业灌溉用水效率,改进灌溉制度,削减大水漫灌造成的水资源浪费,依靠工业取水、排水监测数据来核算工业用水重复利用率,督促高耗水企业落实节水改造举措,依靠城镇供水和排水监测数据来优化城镇供水管网布置,削减管网漏损率。根据水文监测数据进行水资源承载能力分析,确定区域水资源承载阈值,倒逼产业结构调整升级,控制高耗水产业无序扩张,促进流域用水方式由粗放向集约转变。

4 水文监测数据在黄河水量调度中的实践应用

4.1 支撑年度水量分配与常态化调度

黄河水量统一调度主要用水文监测数据为依据,达到对年度水量精细分配以及动态调节的目的。每年汛后,根据上年度水文监测数据、当年径流监测数据和下年度径流预测数据,结合各省区用水需求、生态补水任务,编制年度水量分配方案,确定干支流重要控制断面的下泄流量指标、各省区取水总量指标。在日常调度中实时观测干支流控制断面、水库出库流量、取水口引水流量,对流域来水、用水、蓄水变化状况进行跟踪,按年度方案及时下发调度指令,保证水量分配指标落实。利用水文监测数据的实时反馈,达到水资源在上下游、左右岸、干支流之间均衡分配的目的,保证流域生活、生产、生态用水有序供应。

4.2 服务枯水期精准调度与应急保供

黄河流域降水时空分布不均,枯水期径流量小,水资源供需矛盾十分尖锐,水文监测数据成了枯水期科学调度的主要依靠。冬春枯水期、农业灌溉关键期,用实时监测水库蓄水、河道径流、土壤墒情等数据,准确预测用水高峰时段的水资源供需缺口,提前制订调度预案,优化水库蓄水、放水节奏,先保居民生活用水,后保农业灌溉和重点工业用水。根据流域干旱等突发状况,依靠应急水文监测数据,及时改变调度方案,增大水库下泄流量,跨区域调配水资源,解决干旱缺水问题,保证流域用水安全。经过多年的实践证明,精确的水文监测数据可以很好地防止枯水期河道断流的风险,从而保证流域经济社会的平稳运行。

4.3 赋能水沙联合调度与河道治理

黄河水少沙多、水沙关系不协调是流域治理的主要问题,水文监测数据是开展水沙联合调度、调水调沙工作的主要依据。利用水库进出库流量、含沙量、河道冲淤量等数据,准确把握水沙变化规律,科学制订调水调沙方案,控制水库下泄流量和含沙量,形成有利于泥沙输送的水流过程,使河道泥沙输送到海洋,减少河道淤积,提高河道行洪能力。在调水调沙实施过程中,对各个控制断面的水沙指标进行全程监测,及时调整调度指令,保证调水调沙的效果。目前黄河已经开展了多次调水调沙工作,依靠水文监测数据的准确支撑,有效地降低了下游河道淤积高程,提高了流域防洪行洪能力,实现了水资源利用和河道治理的双赢。

4.4 支撑凌汛调度与特殊水情处置

黄河上游宁夏、内蒙古河段以及下游山东河段冬季容易出现凌汛,凌汛调度风险大、难度高,水文监测数据起着不可替代的作用。利用凌情专项监测,对河道流凌、封冻、开河进行实时监控,结合水位、流量监测数据,预测凌汛的发展趋势,制定凌汛调度方案,调节水库下泄流量,平稳应对封河、开河

阶段水位的变化,防止凌汛灾害的发生。同时根据汛期洪水、突发水污染等特殊水情,利用全方位的水文监测数据,及时了解水情、沙情、水质的变化,制定出相应的应急处置方案,准确地进行防洪调度和污染防控工作,最大程度地减少灾害造成的损失,保证流域水安全。

5 水文监测数据应用现存问题与优化对策

5.1 现存主要问题

一是数据共享协同性差,流域内水文监测、水资源管理、水量调度等各个部门之间数据壁垒还没有完全消除,部分监测数据分散存储、重复采集,数据整合和协同应用效率低;二是数据深度挖掘不够,现有的应用大多停留在数据的直观使用上,缺少基于大数据、人工智能技术的数据分析、趋势预测、决策模拟的应用,数据潜在的价值没有得到充分的发挥;三是部分监测站点的精度和覆盖率有待提高,支流小型河道、偏远灌区、地下水监测盲区还存在,部分老旧监测设备的精准度、稳定性不够,造成数据质量下降;四是智能化应用水平落后,数据传输、分析、反馈的自动化程度不高,人工干预环节较多,仍难以满足实时化、精细化调度的要求。

5.2 针对性优化对策

一是健全数据共享机制,建立黄河流域水文监测数据统一共享平台,整合各部门、各站点的监测数据,实现数据全域互通、标准化管理,打破数据壁垒,提高数据协同应用效率;二是加强数据深度挖掘,依靠数字孪生黄河创建,融合大数据、人工智能、水动力学模型等技术,创建水资源调度、水沙调控、

生态流量管控等智能分析模型,展开水资源趋势预估,调度方案模拟,成效评定等工作,充分发挥数据的价值;三是完善监测网络建设,加密支流、偏远地区监测站点,更新老旧监测设备,推广自动化、智能化监测仪器,提高监测数据的准确度和覆盖面,补齐地下水、生态流量等监测短板;四是推进智慧化升级,创建水文监测数据实时采集、自动传输、智能分析、快速反馈的一体化系统,达成水资源管理与调度的智能化决策、自动化调控,改善工作效率和管控精度。

6 结论

水文监测数据是黄河水资源管理与调度工作的基础性工作,涉及水资源评价、总量控制、水量调度、水沙调控、生态保护等各个过程,在破解黄河水资源供需矛盾、保障流域用水安全、保护河流生态健康、提高河道治理水平等方面起着不可替代的作用。伴随着黄河流域生态保护和高质量发展战略不断推进,水资源管理及调度的精细化、智能化程度越来越高,水文监测数据应用的价值也会越来越明显。

目前黄河水文监测数据的应用还存在着数据共享不够、挖掘不深、监测体系不完善等问题,需要从健全共享机制、加强技术赋能、完善监测网络、推进智慧升级四个方面入手,不断改善数据应用方式,提高数据应用水平。未来要依靠现代化的监测技术以及数字孪生技术,挖掘水文监测数据的核心价值,创建数据驱动的黄河水资源管理与调度新模式,达成水资源集约化利用、科学化调度、精细化管控的目的,给黄河流域的长治久安和高质量发展赋予强有力的水文支撑。

参考文献:

- [1] 白晨阳,刘丽霞.河长制背景下黄河水资源稽查的实践探索[J].黄河.黄土.黄种人,2026,(02):58-59.
- [2] 朱国伟,张如冰.基于《黄河保护法》的水资源节约集约利用与管理探讨[J].人民黄河,2025,47(S2):48-49.
- [3] 郭勋,李国林.GEP 视角下黄河水资源节约集约利用的路径选择[J].科技创新与应用,2025,15(32):161-164.
- [4] 朱煜,雷天朝.数字孪生技术在黄河河南段工程管理中的实践探索[J].信息与电脑,2025,37(20):95-97.
- [5] 纪东东.黄河水资源优化配置对水利工程管理的影响分析[J].生态与资源,2025,(08):81-83.