水资源开发利用及水文水资源监测分析

邱　然

包头水文水资源分中心　内蒙古　包头　014030

摘　要：本文梳理了某地区水资源开发利用现状，肯定其在工程体系、节水技术上的成效，同时指出时空分布失衡、用水结构不合理等结构性矛盾，以及监测体系存在监测精度不足、部门数据壁垒等短板。基于此，提出以“四水四定”优化水资源配置、以科技创新构建智慧监测体系、以制度创新完善治理体系的协同路径。研究表明，内蒙古中西部通过节水、系统治理与科技赋能，可实现水资源与经济社会发展的动态平衡，为干旱区治理提供参考。

关键词：内蒙古中西部；水资源开发利用；水文水资源监测

1 引言

内蒙古中西部地处干旱半干旱过渡带，地理气候复杂，既是国家重要能源与粮食基地，又是生态脆弱、多民族聚居区，生态保护与民生改善任务重。但受全球气候变化和人类活动影响，水资源供需矛盾成区域可持续发展瓶颈，人均水资源量低，且存在地下水超采、湖泊萎缩、水环境安全受威胁等问题。在此背景下，科学开发利用水资源、构建精准监测体系，以实现水资源可持续管理与多方协调发展，成为关键命题。

2 内蒙古中西部水资源开发利用：成就与挑战并存

2.1 开发利用成效：工程体系初具规模，节水技术逐步推广

内蒙古中西部已形成以黄河为骨干、水库调蓄为支撑、灌区工程为基础的水资源开发利用体系。截至2025年，全区建成水库475座、总库容达120亿立方米，引黄灌区面积突破2000万亩，农业灌溉水利用系数提升至0.583，较2010年提高23%。工业领域，包头钢铁集团、鄂尔多斯化工园区等重点企业通过建设污水处理回用系统，工业用水重复利用率达85%以上。乌海市作为资源型城市转型典范，通过“水权贷”金融创新支持企业节水改造，2024年万元GDP用水量较2020年下降9.58%，入选全国节水型社会建设优秀案例。

2.2 典型案例：河套灌区现代化改造

河套灌区作为亚洲最大的一首制自流灌区，通过实施“十四五”续建配套与现代化改造工程，完成渠道衬砌1200公里，安装智能量水设施3000套，实现从“经验灌溉”向“精准灌溉”转变。2025年春灌期间，灌区用水效率提升15%，节约水量1.2亿立方米，保障了386万亩耕地灌溉需求，同时通过生态补水维持乌梁素海水域面积稳定在293平方公里。

2.3 开发利用困境：结构性矛盾突出，生态风险累积

2.3.1 时空分布失衡加剧供需矛盾

内蒙古中西部年降水量自东向西从400毫米骤减至50毫米，且80%的径流集中在6-9月，导致“雨季洪涝、旱季缺水”的极端现象频发。黄河内蒙古段作为区域主要地表水源，过境水量占全区地表水资源的95%，但受上游来水减少与流域用水竞争加剧影响，水资源供需矛盾日益尖锐[1]。2023年，黄河内蒙古断面径流量较多年平均偏少18%，导致沿岸部分灌区春灌延迟15天，30万亩耕地因缺水无法按时播种，直接经济损失超2亿元。

2.3.2 用水结构不合理制约可持续发展

农业用水占比长期维持在75%以上，成为水资源消耗主体。然而，大水漫灌现象仍普遍存在，鄂尔多斯市达拉特旗某合作社数据显示，传统漫灌亩均用水量达800立方米，而膜下滴灌技术可节水50%以上，但推广率不足30%。工业领域，高耗水行业占比过高，火电、化工、冶金三大行业用水量占工业总用水量的65%，单位产品水耗高于全国平均水平20%-30%。例如，包头市某铝厂吨铝水耗达15立方米，较国内先进水平高出40%，年多消耗水资源200万立方米。

2.3.3 生态用水被挤占威胁生态系统稳定

为满足经济社会发展需求，湖泊、湿地生态补水常被压缩。呼伦湖作为内蒙古最大湖泊，面积从2000年的2339平方公里萎缩至2012年的2006平方公里，导致周边草场退化、沙尘天气频发。尽管通过实施生态补水工程，2025年呼伦湖面积恢复至2240平方公里，但年均补水量仍不足需求量的60%，生态系统稳定性亟待提升。此外，乌梁素海作为河套灌区排水承泄区，因长期接纳高盐分农田退水，水质恶化至劣V类，生物多样性锐减，生态修复任务艰巨。

2.3.4 地下水超采引发地质环境问题

内蒙古中西部地下水开采量占供水总量的55%，远超30%的安全阈值。鄂尔多斯市乌审旗因煤炭开采与农业灌溉双重需求，地下水埋深以每年0.5米的速度下降，形成面积达2000平方公里的降落漏斗，导致植被枯死、土地沙化面积扩大15%。包头市昆都仑区因长期超采地下水，引发地面沉降，累计沉降量超过1米，导致部分建筑物出现裂缝，城市基础设施安全受到威胁。

3 水文水资源监测体系：现状审视与瓶颈突破

3.1 监测网络建设：从“点状覆盖”到“全域感知”

内蒙古已建成由2600眼地下水监测井、457座水库水位站、124个大型灌区量水设施构成的水文监测网络，基本实现地表水、地下水、用水量的动态监测。2025年启用的“内蒙古水网数字孪生平台”，集成卫星遥感、无人机巡测、物联网传感器等技术，构建“空天地水工”一体化监测体系。卫星遥感可实现每10天一次的全域地表水监测，无人机巡测可对重点区域进行每周一次的高精度巡查，物联网传感器则实现河湖水位、水质、流量的分钟级更新[2]。例如，在2024年黄河凌汛期，平台通过AI算法对卫星影像与地面监测数据融合分析，提前72小时预测开河时间，指导沿岸城市启动应急预案，避免经济损失超10亿元。

3.2 监测能力短板：数据质量与协同机制待提升

3.2.1 监测精度不足影响决策科学性

部分偏远地区仍依赖人工观测，数据采集频次低、误差大。乌兰布和沙漠边缘的某监测站数据显示，人工测量的地下水位与自动监测仪偏差达0.3米，导致水资源评价准确性降低。此外，水质监测指标覆盖不全，对新型污染物（如微塑料、抗生素）的检测能力薄弱。例如，呼和浩特市某饮用水水源地检测出微量抗生素，但因缺乏相关标准与监测设备，无法评估其健康风险，难以制定针对性治理措施。

3.3 部门数据壁垒阻碍协同治理

水利、环保、气象等部门监测系统独立运行，数据格式不统一、共享机制缺失。例如，环保部门的水质监测数据与水利部门的水量数据缺乏关联分析，导致污染溯源与治理决策滞后。2023年鄂尔多斯市某化工园区废水泄漏事件中，环保部门监测到水质异常后，因需通过纸质文件层层审批才能向水利部门共享数据，导致信息传递延迟6小时，污染范围扩大30%，造成直接经济损失5000万元。

3.4 监测与治理脱节削弱系统效能

监测数据多用于事后评估，缺乏对水资源开发利用的前瞻性预警。例如，河套灌区土壤盐渍化监测显示，20%的耕地盐分含量超标，但因缺乏与灌溉制度的联动模型，盐渍化治理措施滞后于病情发展，导致每年减产粮食10万吨。此外，地下水超采监测数据仅用于年度评价，未与用水总量控制指标动态挂钩，难以实现对超采行为的实时约束。

4 破解水资源困局：开发利用与监测协同治理路径

4.1 以“四水四定”为原则，优化水资源配置格局

4.1.1 以水定城：严控城市扩张边界

将水资源承载力作为城市规划的核心约束条件，对呼和浩特、包头等缺水城市实施“用水总量红线管控”。例如，包头市通过划定城市开发边界，将新建城区人口密度控制在每平方公里1万人以内，配套建设再生水厂与雨水收集系统，确保人均综合用水量不超过300升/日。同时，推广海绵城市建设理念，通过透水铺装、下沉式绿地等措施提升雨水资源化利用率，2025年城市雨水回用率达15%。

4.1.2 以水定地：调整农业种植结构

在河套灌区推广“粮改饲”工程，将玉米种植面积压缩30%，改种耐旱的苜蓿、燕麦草等饲料作物，配套建设青贮饲料加工厂，形成“种植-养殖-加工”循环产业链[3]。鄂尔多斯市达拉特旗试点显示，该模式可减少农业用水20%，同时提升土地产出效益50%。此外，推广节水抗旱作物品种，如抗旱玉米、耐盐碱水稻等，通过品种改良降低单位面积用水需求。

4.1.3 以水定产：倒逼工业转型升级

对高耗水行业实施“用水定额+阶梯水价”双重约束，对超定额用水企业加征3倍水资源税。鄂尔多斯市准格尔旗通过政策引导，推动6家火电企业实施空冷技术改造，年节水1.2亿立方米；包头钢铁集团建设废水淡化项目，将工业用水重复利用率提升至90%，减少黄河取水量30%。同时，培育节水服务产业，通过合同节水管理、第三方运营等模式，为企业提供节水诊断、技术改造与运营维护一体化服务，降低企业节水成本。

4.2 以科技创新为驱动，构建智慧监测体系

4.2.1 提升监测技术精度

在地下水超采区部署分布式光纤传感网络，通过监测地下水位变化引起的光纤应变，实现地下水位、温度、应变的实时监测，精度达厘米级。例如，乌海市在矿区布设光纤监测系统后，成功预警3次地下水突水事故，避免经济损失超2亿元。推广便携式水质快速检测仪，集成电化学、光学等多参数检测模块，将重金属、有机物检测时间从24小时缩短至30分钟，提升应急响应能力。

4.2.2 打破部门数据壁垒

建设“内蒙古水资源大数据中心”，统一数据标准与接口规范，实现水利、环保、气象等部门数据实时共享。开发“水资源一张图”决策支持系统，集成监测数据、模型模拟与政策法规，为水量调度、污染治理提供可视化决策工具[4]。例如，在2025年黄河凌汛期，系统通过多源数据融合分析，精准预测开河位置与时间，指导沿岸城市启动应急预案，避免经济损失超10亿元。同时，建立数据质量核查机制，对异常数据进行自动预警与人工复核，确保数据真实性。

4.2.3 强化监测与治理联动

建立“监测-预警-响应”闭环机制，对土壤盐渍化、地下水超采等风险区域实施动态监管。例如，河套灌区

构建“盐渍化监测-灌溉制度优化-排水工程改造”联动模型，通过调整灌溉定额与排水时间，使中度盐渍化耕地比例从15%降至8%，粮食产量提升10%。此外，将监测数据与用水总量控制、生态补水调度等业务系统对接，实现监测数据对治理决策的实时支撑。

4.3 以制度创新为保障，完善水资源治理体系

4.3.1 深化水权制度改革

在黄河灌区开展水权确权登记，将用水指标分配至农户与合作社，允许通过水权交易平台流转节余水量。鄂尔多斯市达拉特旗试点显示，水权交易使农业用水效率提升25%，农民通过出售水权年均增收3000元。探索“水银行”模式，由政府或企业收购闲置水权，统筹用于生态补水与战略储备。例如，呼和浩特市成立“水权交易中心”，2025年促成水权交易200宗，交易水量5000万立方米，有效缓解了工业用水紧张局面。

4.3.2 健全生态补偿机制

对向湖泊、湿地让渡用水权的农牧民给予财政补贴，补贴标准按生态用水量与农业用水价差计算。例如，呼伦湖周边牧民通过减少牲畜养殖规模，将节约的草场用水用于湖泊补水，每年可获得每亩50元的生态补偿，实现“生态保护+增收致富”双赢。同时，建立跨区域生态补偿机制，对上游地区实施生态保护与修复的项目，由下游受益地区通过财政转移支付给予补偿，调动上游地区保护水资源的积极性。

4.3.3 强化执法监管力度

建立“河湖长+警长+检察长”联合执法机制，对非法取水、污染排放等行为实施“零容忍”打击。2024年，内蒙古共查处水事违法案件1200起，罚款金额超5000万元，刑事拘留涉案人员30人，形成有力震慑。同时，推广非现场执法手段，通过无人机巡查、在线监测数据比对等方式，提高执法效率与精准度。例如，包头市利用卫星遥感技术发现某企业非法取水线索，通过大数据分析锁定违法行为，依法处罚企业并责令整改，有效维护了水资源管理秩序。

结语

内蒙古中西部水资源开发利用与监测治理是一场涉及技术、制度与文化的系统性变革。面对气候变暖与人口增长的双重压力，唯有坚持“节水优先”方针，以科技创新重构监测体系，以制度创新激活市场活力，方能实现水资源可持续利用与经济社会高质量发展的动态平衡。未来，随着南水北调西线工程启动与数字孪生技术普及，内蒙古中西部有望构建“外调水+本地水+非常规水”的多源互补供水格局，通过智能调度系统实现水资源时空均衡配置。同时，通过深化水权制度改革与生态补偿机制创新，激发全社会节水护水内生动力，为筑牢祖国北方生态安全屏障提供坚实水保障。在这一进程中，政府、企业与社会需形成合力，共同书写干旱区水资源治理的典范篇章。

参考文献

[1]孟庆帅,巩钰,刘小燕,等.水资源-社会经济-生态环境耦合协调度关系研究及预测—— 以黄河流域内蒙古段为例[J].干旱区研究,2025,42(04):682-694.

[2]马飞华,田云,陈若曦,等.内蒙古自治区西辽河流域水资源开发利用分析[J].内蒙古水利,2024,(12):69-70.

[3]郑凌宇,靳雨萌,黄骁东,等.内蒙古黄河流域水资源配置存在的问题及对策建议[J].内蒙古水利,2024,(12):71-72.

[4]解卫东.浅谈内蒙古自治区水资源管理的难点及解决措施[J].内蒙古水利,2024,(08):31-32.