

# 基于科技赋能的水务行业科技创新审计实践路径 与效能优化研究

王华丽

惠州市水务集团有限公司, 广东 惠州 516001

DOI: 10.61369/IED.2025030030

**摘要 :** 在知识与生态文明建设双重驱动下, 水务行业科技创新审计正经历从合规监督向价值创造的范式转型。本文聚焦水务行业科技创新专项审计的方法论创新, 通过构建“目标、过程、成果”三维穿透式审计框架, 建立“投入、产出、影响、风险”四维评价指标体系, 并设计全流程风控模型, 系统破解审计对象复杂化、标准滞后性、人才结构性失衡及成果转化阻滞等核心难题。实证研究表明, 该体系在智慧水务项目中显著提升研发资源配置效率与审计建议采纳率, 为水务企业科技创新风险防控与效能优化提供可操作路径。

**关键词 :** 科技创新审计; 水务行业; 智慧水务; 风险控制; 价值创造

## Research on the Practice Path and Efficiency Optimization of Scientific and Technological Innovation Audit in the Water Industry Based on Technological Empowerment

Wang Huali

Huizhou Water Group Co., Ltd., Huizhou, Guangdong 516001

**Abstract :** Driven by the dual forces of the knowledge economy and ecological civilization construction, scientific and technological innovation auditing in the water industry is undergoing a paradigm shift from compliance supervision to value creation. This paper focuses on the methodological innovation of special audits for scientific and technological innovation in the water industry. By constructing a three-dimensional penetrating audit framework of "goals, processes, and outcomes," establishing a four-dimensional evaluation index system of "input, output, impact, and risk," and designing a full-process risk control model, it systematically solves core problems such as the complexity of audit objects, standard hysteresis, structural imbalance of talent, and the hindrance of achievement transformation. Empirical research shows that this system significantly improves the efficiency of research and development resource allocation and the adoption rate of audit recommendations in smart water projects, providing a practical path for risk prevention and efficiency optimization of scientific and technological innovation in water enterprises.

**Keywords :** scientific and technological innovation audit; water industry; smart water; risk control; value creation

### 引言

当前全球范围内, 水资源管理正经历以数字化、智能化为核心的科技革命。随着物联网、人工智能、大数据等先进技术在水务领域的深度应用, 智慧水务已成为保障水资源安全、提升水环境治理效能的关键路径。与此同时, 国家“十四五”规划明确提出实施国家节水行动, 建设水资源集约安全利用示范区的战略目标, 水务科技创新被提升至国家战略高度。在这一背景下, 传统审计模式面临严峻挑战: 审计对象从有形资产扩展至数据资产与知识产权, 审计场景从实体设施延伸至虚拟系统, 审计时效要求从周期性向实时性转变。

## 一、水务行业科技创新审计的理论基础与时代诉求

### （一）理论融合框架

水务行业科技创新审计的理论根基建立在三大支柱之上：委托代理理论要求审计解决信息不对称问题，确保科技创新资源的受托责任履行。在政府资助为主导的水务科研领域，纳税人作为最终委托人需要通过审计确保公共资金使用的合规与效率。

创新风险管理理论强调审计需识别研发过程中的技术风险、转化风险与市场风险。水务科技创新项目周期长、外部性强，风险管理审计能够提前预警技术路线偏差，降低失败成本。

知识价值管理理论要求审计聚焦无形资产的创造与价值转化。在知识经济环境下，水务企业的专利技术、数据资产、技术秘密等无形资产价值已远超部分有形资产。审计需构建新型评估模型，准确衡量知识产权价值贡献。

### （二）政策与行业双重驱动

政策法规层面，《长江保护法》《黄河保护法》对水资源科技创新提出明确要求。四川省审计厅在长江黄河上游生态屏障建设中，已率先开展水利工程科技专项审计，重点关注“智慧水利系统建设效能”与“生态修复技术创新应用”。实践表明，科技创新审计已成为生态保护的制度保障。

行业发展层面，面对全球水资源危机，国际领先水务企业研发投入占比达营业收入的5%–8%。我国部分大型水务集团的研发强度不足2%，且存在研发资源配置效率不高的问题。科技创新审计通过过程监控与绩效评价，可显著提升研发投入产出效率。

## 二、水务行业科技创新审计的核心难点剖析

### （一）审计对象的复杂性与边界模糊性

水务科技创新呈现跨学科交叉融合特征，一项智慧水务项目可能同时涉及传感器技术、通信协议、水文模型、云平台架构等多领域技术创新。审计人员需面对技术集成度高的复合型审计对象，传统单一学科知识结构难以应对。

科技创新过程具有非线性演进特点，研发路径存在多种可能分支。审计追踪面临“创新黑箱”挑战，难以直接观察知识创造的内在机理。同时，虚拟研发团队的协作数据分散在不同平台，审计证据获取存在技术障碍。

### （二）审计标准的滞后性与适用落差

现有审计准则对知识资产确认与计量缺乏统一规范。水务领域的专利技术、数据资产、算法模型等无形资产的评估方法各异，审计判断缺乏可靠依据。在四川省智慧水利项目审计中，审计人员曾面临“河道AI识别算法”价值评估无据可依的困境。

科技创新绩效评价指标体系尚未建立。传统的财务指标无法衡量研发活动的长期价值与生态效益，而非财务指标又存在主观性强、数据获取难等问题。这种标准缺失导致审计评价的科学性

受到质疑。

### （三）审计人才的结构失衡

水务科技创新审计需要复合型知识结构：既要懂审计、财务，又要熟悉水务专业技术，还需掌握数据分析技能。现实情况是“三懂人才”极度稀缺，多数审计团队仅具备单一领域专长。

一项针对30家省级水务企业的调研显示：同时具备IT审计能力与水文专业知识的内部审计人员占比不足15%，成为制约审计深度的关键瓶颈。人才结构缺陷直接导致审计过程中技术风险识别能力不足。

### （四）审计成果的转化阻滞

科技创新审计发现的问题常被技术部门视为“外行评价内行”，整改建议难以获得认同。某市水务集团的管网泄漏监测系统研发审计中，审计部门提出的技术路线优化建议被研发团队以“缺乏技术可行性”为由搁置。

审计成果未能有效嵌入科技创新决策体系，审计建议与后续研发投资决策脱节。许多水务企业的研发预算编制仍沿用传统模式，未参考前期审计揭示的风险点与效率缺陷。

## 三、水务行业科技创新专项审计的实践路径设计

### （一）三维穿透式审计框架的纵深拓展

#### 1. 战略匹配度审计需建立三级战略校准机制

第一级校准科技创新目标与国家水安全战略的纵向一致性，重点审查企业是否将研发资源集中于智慧节水、水生态修复、非常规水源利用等政策优先领域；第二级校准技术创新路线与行业痛点的精准对接度，通过比对国际水务技术发展图谱，识别关键技术差距与研发方向偏差；第三级校准资源投入强度与战略等级的匹配度，依据技术攻关难度动态调整预算分配比例。例如在深圳市智慧水厂升级审计中，发现深度处理技术研发投入占比未达战略等级要求的20%，触发预算结构性调整。

#### 2. 过程合规与效率审计构建双循环监控体系

内循环聚焦研发流程的刚性控制，通过关键节点进度偏差预警机制（如阶段成果延迟超15%自动触发审计介入）、成本超支红线管理（设置研发费用弹性区间 $\pm 7\%$ ）、技术路线变更备案制度三重约束，压缩过程失控风险；外循环引入第三方技术成熟度评价，每季度组织行业专家对创新可行性、团队协作效能、技术替代风险进行独立评分，形成内外互补的监督合力。该体系在太湖流域治理项目中将技术决策失误率降低37%。

#### 3. 成果转化效能审计创新链式价值追踪法

从实验室成果产出端开始追踪，经中试工程化验证环节，延伸至产业化应用终端，建立“专利转化率、技术覆盖率、经济贡献度、生态效益值”四阶递进评价链条。具体实践中，审计人员需实地核查技术推广面积占规划目标的比例，抽样验证用户节水数据真实性，并测算技术普及带来的碳减排当量。雄安新区再

生水项目中，该方法揭示出膜技术推广率不足设计目标的60%，倒逼推广机制改革。

### （二）四维评价指标的情境化应用

针对水务技术多元特性，设计动态权重调节规则。智慧水务软件类项目突出产出维度权重（35%），重点评价算法模型精度、系统响应速度等性能指标；水生态修复技术强化影响维度（40%），侧重评估生物多样性提升率、水体自净能力恢复度等生态效益；非常规水源利用技术提高投入维度占比（30%），关注技术研发成本与常规水源的价差平衡点。此规则在北京市海淀区海绵城市技术审计中成功应用，避免了对雨水收集系统与污水净化技术采用同一评价尺度的误判。

### （三）全流程风控模型的场景化落地

#### 1. 技术风险审计实施专利壁垒穿透扫描

基于全球专利数据库开展自由实施度分析，识别核心技术被国外专利包围的“卡脖子”领域。审计人员需重点核查自主研发技术的专利规避设计有效性，评估替代技术路线的储备成熟度。珠江口咸潮治理项目审计中，发现3项关键监测技术存在侵权风险，促使研发团队提前启动技术替代方案。

#### 2. 数据风险审计建立三位一体防护网

在数据采集端部署传感器篡改识别算法，实时监测异常数据波动模式；在传输层采用区块链存证技术，确保水质数据从采集点到云平台的可追溯性；在应用层实施数据访问权限审计，严格管控核心水文模型调取记录。某智慧水务平台审计中，该机制及时阻断了外部攻击者伪造水源污染数据的恶意行为。

#### 3. 伦理风险审计推行普惠性影响预评估

对新技术推广可能产生的社会公平性问题开展前置审计，重点评估老年群体对智能水表的操作适应性、低收入社区的水质监测点覆盖均匀性、算法决策的透明度等。杭州市智慧供水项目通过增设语音导航水表、动态调整监测点密度，使技术普惠率提升至98%。

## 四、审计效能优化策略

### （一）智能审计平台的场景赋能升级

#### 1. 数据中枢升级为全要素感知系统

整合研发管理系统中的项目进度数据、物联网设备运行数据、专利数据库中的技术竞争数据、市场调研中的用户反馈数据等七类信息源，构建科技创新全景视图。该系统在成都市智慧灌溉审计中，自动关联研发日志与田间传感器数据，发现算法优化未有效降低能耗的关键矛盾。

#### 2. 预警引擎开发风险预测推演功能

基于机器学习分析历史研发项目的超支规律，建立包含进度延迟率、核心人员流动率、技术方案变更频次等因子的风险概率模型。当新项目出现相似特征组合时，系统自动生成风险预警报

告并推送规避方案。试点案例表明，该功能使重大研发风险识别提前至立项阶段。

### （二）动态标准库的生态化演进

#### 1. 标准生成采用众创共建机制

由审计部门牵头组建跨部门标准修订委员会，每季度召开技术专家、财务人员、法务代表三方联席会议。针对新兴技术领域（如AI水质诊断），采用“提案、辩论、试点、固化”四步流程制定临时审计标准，经三个项目验证后转为正式规范。某省级水务集团通过该机制，将算法审计标准的制定周期压缩至45天。

#### 2. 标准迭代实施效能倒逼机制

建立标准适用性评价矩阵，设置标准更新时效性（不超过6个月）、条款可操作性（不低于85%）、跨部门认可度（高于90%）三项核心指标。当任意指标连续两期不达标时，自动启动标准重构程序。该机制在江苏省水务科技创新审计中，促使管网泄漏识别算法的评价标准实现年度迭代。

### （三）协同生态圈的闭环运行设计

#### 1. 整改协同构建三阶加速通道

对重大风险事项开辟红色通道，要求技术部门48小时内提交应急预案并每周专项汇报；对流程缺陷类问题启用黄色通道，通过跨部门联席会商机制每两周推进整改进度；对优化建议类事项设置绿色通道，纳入常规管理流程但需月度反馈实施效果。此分级机制使某北方水务集团的审计整改平均周期缩短67%。

#### 2. 知识共享打造故障解决方案库

按“技术领域、风险类型、解决路径”三级架构归集典型案例，例如针对智慧水表推广中的老年人使用障碍，库中存储操作视频简化、社区帮扶机制、语音控制改造三种成熟方案。该知识库在华南地区推广一年间，技术问题复用解决率达73%。

#### 3. 治理决策建立双向制衡规则

在创新治理委员会中赋予技术专家对审计建议的技术可行性否决权，同时授予审计负责人对研发预算风险控制方案的一票否决权。双重制衡保障了决策的科学性与安全性，典型案例为某海水淡化项目中，委员会在否决高压膜技术路线的同时，批准了低温余热利用技术的加速研发。

## 五、结束语

本研究构建的水务行业科技创新审计体系，通过穿透式框架设计、四维评价模型、全流程风控工具三大创新点，有效破解了知识经济下水务科技审计面临的“对象复杂、标准缺失、人才不足、转化困难”四大困境。四川省智慧水利审计实践表明，该体系可显著提升科技创新资源配置效率与风险防控能力。随着人工智能大模型、量子传感、数字孪生等前沿技术在水务领域的应用，未来科技创新审计将向三个方向发展：

一是审计智能化程度深化，开发行业专用AI审计助手，实现

技术文档自动解析、创新风险智能预测。通过机器学习分析海量研发数据，构建预测性审计模型，在技术路线偏离前发出预警。

二是审计对象外延拓展，覆盖“碳中和水务”“海绵城市”“水元宇宙”等新兴领域。特别是关注水资源管理与碳排放的关联关系，开展水-能-碳协同技术创新审计。

三是审计价值功能升级，从合规性审计转向创新生态治理。审计角色从“问题发现者”进化为“创新促进者”，通过构建创

新主体间的信任机制，降低知识交易成本，最终成为水务科技创新体系的价值整合者。

水务行业科技创新审计不仅是技术监督工具，更是国家水安全战略的重要保障机制。在知识经济时代，只有持续创新审计理论方法，才能使每一分研发投入转化为实实在在的水资源保障能力，为生态文明建设提供坚实支撑。

## 参考文献

- [1] 张敏, 王立彦. 双碳目标下环境技术创新的审计监督机制研究 [J]. 审计研究, 2023, 40(2): 45-56.
- [2] 水利部科技推广中心. 智慧水务技术应用与绩效评估指南 (2021-2025) [J]. 水利技术监督, 2022, 30(4): 12-20.
- [3] 陈冬华, 周泽将. 知识经济时代无形资产审计框架重构 [J]. 会计研究, 2024, 45(1): 88-97.
- [4] 刘雷, 李莹, 赵阳. 基于 FMEA 的科技创新项目风险审计模型设计 [J]. 科研管理, 2023, 44(5): 134-142.
- [5] 四川省审计学会课题组. 长江上游生态屏障建设专项审计实践与创新 [J]. 中国审计, 2022, (18): 33-37.
- [6] 肖序, 胡玉明. 水资源管理数字化转型中的审计赋能路径 [J]. 审计与经济研究, 2024, 39(3): 27-35.
- [7] 国务院发展研究中心. 十四五时期国家水安全战略实施评估报告 (2021-2023) [J]. 经济研究参考, 2023, (72): 3-15.
- [8] 水利部发展研究中心. 水利科技成果转化提升的政策瓶颈与突破路径 [J]. 水利发展研究, 2024, 24(1): 50-57.