

江苏省工业园区节水路径实践探索

范博文¹, 孙振利¹, 何菡丹², 孙晓文², 高嘉蔚², 孙建波³

(1. 江苏省水利工程科技咨询股份有限公司, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省水资源服务中心, 江苏 南京 210029;
3. 靖江市水利局, 江苏 泰州 214500)

摘要:通过对江苏省工业园区现状的分析,探讨了工业园区节水的必要性和现实意义,并提出了具体的节水路径与实践创新。基于工业园区在节水方面存在显著的区域差异和行业影响,从政策引领、三级循环、管理措施等方面总结了工业园区节水的路径,为进一步提高再生水利用率,加强技术创新,平衡区域发展,提出了相应的对策与建议。通过政策激励、资金支持、区域协同、专业管理、产业升级等措施,持续推动江苏省工业园区节水工作,实现水资源的高效利用和工业的绿色发展。

关键词:工业园区; 节水技术; 区域差异; 三级循环

中图分类号:TV213.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2025)08-0022-0005

Exploration on the practice of water saving paths in industrial parks of Jiangsu Province

FAN Bowen¹, SUN Zhenli¹, HE Handan², SUN Xiaowen², GAO Jiawei², SUN Jianbo³

(1. *Jiangsu Water Conservancy Engineering Technology Consulting Co., Ltd., Nanjing 210029, China;*
2. *Water Resources Service Center of Jiangsu province, Nanjing 210029, China;*
3. *Jingjiang Water Resources Bureau, Taizhou 214500, China*)

Abstract: By analyzing the current situation of industrial parks in Jiangsu Province, this paper explores the necessity and practical significance of water saving in industrial parks, and proposes specific water saving paths and practical innovations. Based on the significant regional differences and industry impacts in water conservation in industrial parks, this paper summarizes the path of water conservation in industrial parks from policy guidance, three-level circulation, management measures, and other aspects. To further improve the utilization rate of reclaimed water, strengthen technological innovation, and balance regional development, corresponding countermeasures and suggestions are proposed. Through measures such as policy incentives, financial support, regional collaboration, professional management, and industrial upgrading, water saving in industrial parks of Jiangsu Province are continuously promoted to achieve efficient utilization of water resources and green development of industry.

Key words: industrial park; water saving technology; regional differences; three level cycle

收稿日期: 2025-06-13

基金项目: 江苏省水利科技项目(2023060)

作者简介: 范博文(1996—),男,硕士,主要从事水文学及水资源研究工作。E-mail:1925024248@qq.com

通信作者: 孙振利(1989—),女,工程师,硕士,主要从事节约用水、水文水资源研究工作。E-mail:zhenlisun@foxmail.com

1 概述

1.1 研究背景

工业园区是具备明晰范围和统一管理机构,以产品制造和能源供给为主要功能,是用地和用水类型均以工业为主的工业企业集聚区。工业园区的工业增加值高,用水量大,是衡量工业用水效率的一个重要版块,也是建设节水型社会的重要组成部分^[1]。江苏省是制造业大省,地处江、淮、沂沭泗流域下游和南北气候过渡带,河湖众多,水系复杂,但是本地水资源不足且时空分布不均。江苏省共有省级以上开发区158个,另外还有各类工业园区数千个。近年来,随着工业化和城市化的快速发展,工业用水量持续增加,水资源供需矛盾日益突出。工业园区作为工业发展的主要载体,其水资源利用效率直接影响着全省的水资源管理水平和工业可持续发展能力。

1.2 研究意义

水资源保障方面,有助于缓解水资源短缺压力,提高水资源利用效率。经济效益方面,通过推广节水技术和工艺,可以降低企业生产成本,提高经济效益,同时有助于推动产业结构优化升级,培育新的经济增长点,增强区域竞争力。生态环境效益方面,工业园区节水有利于减少污水排放,改善水环境质量,促进生态文明建设。因此,推进工业园区节水具有重要的现实意义,加快推进工业园区节水已成为江苏省实现水资源可持续利用和工业绿色发展的必然选择。本研究基于江苏省苏南、苏中、苏北地区的典型工业园区的实地调研,收集园区节水技术应用、水资源管理、再生水利用等方面的数据,对区域差异和行业影响进行分析。

2 工业园区节水实践模式

2.1 完善政策驱动体系

各工业园区应积极开展节水型园区的建设与探索,遵循相关法规要求,如工业用水应当采用先进技术、工艺和设备,增加循环用水次数,提高水的重复利用率;推进现有企业和园区开展以节水为重点内容的绿色高质量转型升级和循环化改造,加快节水及水循环利用设施建设,促进企业间串联用水、分质用水,一水多用和循环利用。《工业水效提升行动计划》提出“鼓励工业企业、园区、集聚区主动开展或委托第三方服务机构开展生产工艺和设备节水评估,深挖节水潜力,实施工业水效提升改

造,推进用水系统集成优化,实现串联用水、分质用水、一水多用和梯级利用”。《节约用水条例》提出“鼓励已经建成的工业集聚区开展以节水为重点内容的绿色高质量转型升级和循环化改造,加快节水及水循环利用设施建设”。《江苏省节水行动实施方案》提出“加强园区供、排水监测,提高园区污水处理市场化程度,搭建园区节水、废水处理及资源化专业技术服务支撑体系和服务平台,推动节水型工业园区建设”^[2]。

2.2 建立三级循环路径

部分工业园区以工业企业绩效综合评价为抓手,推动要素向水资源消耗少、产出效益多的企业集中,加速推进用水方式向节约集约转变。以管廊为纽带,实行集中供气供热,构建“企业内小循环、产业间中循环、园区内大循环”的循环体系^[3],实现水资源利用“三级循环”(图1),不断提高用水效率^[3]。

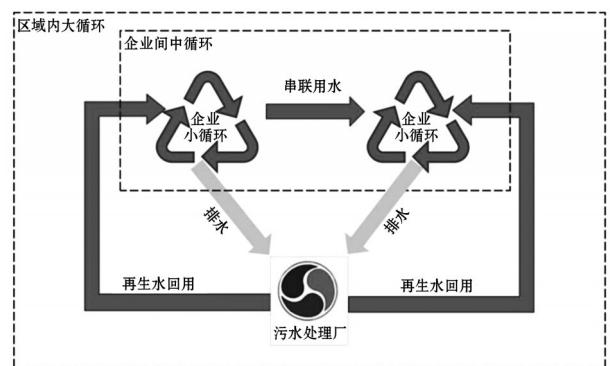


图1 工业园区水资源利用“三级循环”示意图

2.3 落实各项管理措施

2.3.1 智慧节水

建设水务一体化平台,整合城市管网、水环境、引排水工程管理等管理职能,构建市政管网设施管理、城市水环境管理、城市内涝决策、片长制精细管理等应用体系,形成水利信息化治理体系。搭建取水信息化管理平台,设置档案统计、数据统计、消息处理等功能模块,提升节水管理能力。推动企业建立“监、管、控”三位一体的智能化管理信息系统,实时监管企业内部用水、排水、中水回用、雨水集蓄利用等环节,实现用水数据电子化管理和信息化控制。建设综合信息监管平台,嵌入智能预警和分析评价程序,对水、电、汽使用及污水排放实行“一企一管”和实时在线监测,异常情况通过平台和移动端及时预警,全面提升园区水资源管理的智能化和精细化水平^[4]。

2.3.2 合同节水

通过效果保证型的合同节水项目,投资建设排水回收装置,推进中水回用项目,促进水资源循环利用,或采用效益分享型的合同节水管理模式,委托专业公司提供用水系统诊断、节水项目可行性分析、改造方案设计、设备选型与安装调试、人员培训、设备维护及节水量监测等全流程服务,显著提升节水效果。例如通过“筹集资本、集成技术、节水改造、收回投资、委托管理、费用托管”的合同节水商业模式,由第三方资本完成节水改造工程,后期通过支付水费的模式让第三方逐步收回改造成本并盈利,同时企业的用水量、出水水质也满足了管理部门的要求,最终实现三方共赢。

2.3.3 水权交易

通过建立水权交易机制,企业可以将节约的水资源通过市场交易进行转让,既为节水企业带来经济效益,又为水资源需求较大的企业提供了获取水资源的合法途径。这种市场化手段激励企业主动采取节水措施,优化用水结构,提升水资源利用效率,同时促进了园区内水资源的合理配置和高效利用。水权交易不仅推动了工业园区的节水减排工作,还为区域水资源的可持续管理提供了市场化解决方案。

2.3.4 节水宣传

通过投资建设现代化科技馆,从水文化、水资源、水利用、水工艺、水节约、水法规、水教育等多维度,采用模型演示、实物展示、互动体验、四折幕、3D影院等先进技术,全面普及水的法律法规、文化生态及与人类社会的关系,打造节水宣传示范样板。在公共领域,联合相关部门打造节水主题公园,增设节水示范点,通过直观展示引导公众认识水资源的重要性和节水紧迫性,提升节水意识。同时,注重加强学校、企业和社区的联动,组织节水主题实践活动,通过现场科普和互动体验,向学生和居民普及节水知识,培养其爱水、护水的意识,推动节水理念从校园向社会延伸。这些举措有效提升了公众节水意识,营造了良好的节水氛围。

2.3.5 激励机制

在节水减排激励机制方面采取了多项创新措施,通过出台差别化资源配置政策,对园区内企业进行年度绩效综合评价,根据得分将企业分为不同等级,实施差别化用水、用气、排污管理,优先支持节水减排表现优异的企业,限制高耗水、高排放企业,形成激励与倒逼并重的机制。同时,推行排污

总量动态管理,根据企业实际建设情况和绩效考核结果,核定年度排污限值,实现排污总量的科学分配。此外,实施差别化水价政策,对工业自来水、再生水、用汽等资源实行分级定价,激励企业主动优化用水结构,提升资源利用效率。这些措施通过市场化手段和动态管理方式,有效推动了企业节水减排,促进了园区资源要素的高效配置和工业经济的高质量发展^[5]。

2.3.6 规范制定

工业园区节水管理技术规范的制定对工业园区节水减排具有重要的积极意义和作用。首先,规范明确了工业园区的节水管理要求、设施标准和监管措施,为园区节水管理提供了系统化的技术指导和操作依据,有助于提升园区整体的水资源利用效率。其次,通过设定用水效率指标、推广非常规水源利用、强化用水计量和节水设施建设,规范推动了园区内企业的节水技术改造和节水意识的提升,有效减少了水资源浪费和污水排放量。此外,规范还通过建立节水激励机制和市场化交易机制,鼓励企业主动参与节水减排,促进了水资源的优化配置和可持续利用。

3 节水成效分析

3.1 区域分析

苏南地区的工业园区普遍表现出较低的万元工业增加值取水量和较高的水资源重复利用率。这主要得益于该区域以技术密集型产业为主导,如电子信息、高端装备制造等,这些行业对水资源的需求相对较低,且节水技术应用广泛。此外,苏南地区的经济发展水平较高,园区基础设施完善,再生水利用设施覆盖率较高,再生水回用率也处于中高水平,部分高耗水工艺仍需进一步优化。

苏中地区经济发展较为均衡,万元工业增加值取水量和重复利用率介于苏南和苏北之间。该区域以机械制造、纺织等产业为主,部分园区已经开始提升水资源的循环利用能力,尤其是针对水处理设施和废水再利用技术的投资项目,节水技术推广范围及再生水利用设施覆盖率有待进一步提升。部分园区在节水管理上取得了一定成效,整体节水水平仍有提升空间,尤其是在推动企业水资源循环利用和分质供水方面。

苏北地区的工业园区万元工业增加值取水量相对较高,该区域以化工、食品等传统行业为主,用水强度较大,特别是钢铁、电力等行业废水排放的

治理和管理是需要重点关注的问题。部分园区已开始大力推广节水技术改造,未来需通过政策支持和技术帮扶,进一步提高水资源重复利用率和再生水回用率,持续推动传统行业节水升级,不断提升节水管理能力。

3.2 行业分析

3.2.1 火电行业

为园区企业供应电力和蒸汽,部分工业园区有配套的火电厂或热电厂。火电行业是典型的高耗水行业,其万元工业增加值取水量较高,火电行业中的冷却水和蒸汽冷凝水通常会经过处理后进行回收利用,部分园区采用循环水系统,因此水资源重复利用率较高。但是,由于冷却水的循环利用效率受气候、技术和设备条件的影响,因此水资源重复利用率可能存在波动。通过高效的废水回用和处理系统,大大提高了水资源利用效率。

3.2.2 钢铁行业

钢铁行业是典型的水密集型行业,对水资源的需求非常大,特别是在炼钢、轧钢和冷却过程中。钢铁厂通常需要大量的水用于冷却炉体和生产设备,因此钢铁行业的万元工业增加值取水量较高。钢铁行业往往通过水循环系统进行废水回收利用,尤其是冷却水、洗涤水等,可以通过技术手段进行净化并再次利用,需要经过专业的废水处理设施处理后排放,水资源重复利用率有时会受到处理技术和设施能力的限制。

3.2.3 化工行业

石化、精细化工等领域的水资源需求较大,尤其是在反应、冷却和清洗过程中,水消耗较为明显。随着废水处理技术和水资源回用技术的不断发展,通过建立废水处理和回用系统,尤其是在化学反应过程中产生的废水,水资源重复利用率已逐渐提高。大型化工园区配套工业污水处理厂,在废水处理设施的建设和水资源回用方面逐渐加强,再生水回用率往往较高。

3.2.4 纺织行业

纺织行业在染色、印花、后处理等过程中,水的消耗量较大。纺织品的处理过程常常需要大量的清洗和水洗工序,因此其万元工业增加值取水量相对较高。近年来不少企业引入无水染色、低浴比染色、超临界二氧化碳染色等先进技术,大幅减少了生产过程中的用水量。废水主要来自清洗、染色等过程,许多企业已经开始建设水循环系统和废水处理设施,因此水资源重复利用率逐年提升,也减少

了染色废水和洗涤废水的排放量。

3.2.5 电子行业

电子行业的生产工艺对水质要求极高,尤其是半导体、集成电路等高端制造领域,需要制备超纯水用于产品清洗。由于通常生产的是高附加值、高技术含量的产品,相对于其高产值而言,所需的水资源消耗相对较少,因此万元工业增加值用水量自然较低。高端制造业在生产过程中往往配备了高效的水资源管理系统,废水回收和再利用的技术也相对成熟。这些行业中的许多厂房都采用了严格的水资源管理和水循环系统,水资源重复利用率相对较高。

综上所述,对于苏中和苏北火电、钢铁、化工、纺织等高耗水行业聚集的园区,万元工业增加值取水量相对较高,废水排放量较大,再生水回用率低,未来需进一步加强节水技术改造和废水处理技术研发。对于苏南聚集的电子行业等高新技术产业园区,万元工业增加值取水量相对较低,废水排放量较小,节水技术应用广泛,但高端电子产业园区还应进一步加强再生水的回用。

4 优化路径与对策建议

4.1 政策激励降成本,设施建设增能力

对使用再生水的企业给予补贴或优惠政策,降低企业使用再生水的成本;推动园区建设集中式再生水处理设施,降低单个企业的投资压力,提高再生水供应能力;选择典型园区进行再生水利用示范,展示再生水在工业生产中的应用效果,形成典型示范;制定再生水回用标准,明确再生水在工业生产中的适用范围和水质要求,增加企业对再生水利用的信心。

4.2 资金支持促研发,平台推广助应用

设立专项资金,支持高校、科研机构和企业联合开展节水技术研发,突破关键节水技术瓶颈;建立节水技术推广平台,为企业提供技术咨询、设备选型和成本效益分析服务,降低技术应用门槛;推动高校、科研机构与企业的深度合作,建立产学研一体化创新机制,加速节水技术的成果转化;针对中小企业,提供低成本、易操作的节水技术解决方案,并通过相应补贴降低技术应用成本。

4.3 区域协同促均衡,资金技术助发展

建立跨区域节水工作协同机制,推动先进经验和技术向苏中、苏北地区转移;加大对苏中、苏北地区的资金支持力度,用于节水设施建设和技术改

造,缩小区域差距;可组织苏南地区的先进园区和企业对苏中、苏北地区进行技术帮扶,提供技术指导和人员培训;根据苏中、苏北地区的实际情况,制定差异化的节水政策,确保政策的适应性和可操作性。

4.4 专业团队强管理,信息协同提效率

推动工业园区组建专业的水资源管理团队,负责节水规划、技术推广和日常管理,提升管理水平;建立工业园区水资源管理信息系统,实时监控企业用水和排水情况,实现水资源的精细化管理;鼓励企业建立水资源协同管理机制,推动企业水资源的梯级利用和循环利用;加强工业园区与外部水资源管理部门的联动,建立信息共享和应急响应机制,提高水资源管理效率。

4.5 产业升级降耗水,规划论证保平衡

推动传统高耗水行业转型升级,鼓励企业采用节水型生产工艺和设备,降低单位产品用水量;在园区规划中充分考虑水资源承载力,合理布局产业,避免水资源“超载”现象;加强园区规划水资源论证,确保园区发展与水资源承载能力相匹配,避免过度开发;引入绿色金融工具,为节水型企业 and 项目提供低融资成本,支持高耗水行业的绿色转型。

5 结论与建议

5.1 研究结论

通过对江苏省工业园区节水路径实践探索研究,得出以下主要结论。

三级循环体系有效:通过构建“企业内小循环、产业间中循环、园区内大循环”的三级循环体系,能够显著提高水资源利用效率,减少废水排放,推动园区绿色可持续发展。

政策与管理措施关键:政策驱动、智慧节水、合同节水、水权交易等管理措施在推动工业园区节水建设中发挥了重要作用。工业园区节水管理技术规范的发布,为园区节水管理提供了系统化的技术指导。

区域与行业存在差异:苏南地区由于技术密集型产业主导,节水指标表现较好,而苏北地区传统高耗水行业集中,节水水平有待进一步提升。不同行业对水资源的需求和节水技术的应用也存在一定差异,如火电、钢铁、化工等高耗水行业的节水潜力较大,电子行业技术密集度高,节水技术应用广泛,但再生水回用率仍有提升空间。

5.2 相关建议

通过对江苏省工业园区节水路径实践探索研究,提出如下相关建议:

跨区域水资源协同管理:未来可探索跨区域的水资源协同管理机制,特别是在省内苏南、苏中、苏北地区之间建立更加紧密的水资源调配和共享机制。通过区域间的合作,优化水资源的空间配置,缓解水资源分布不均的问题。

气候变化对水资源管理的影响:随着全球气候变化的加剧,未来水资源管理将面临更大的不确定性。研究气候变化对工业用水需求、水资源供应和水环境的影响,将成为未来区域节水建设的重要课题。

数字化与智能化的技术应用:随着物联网、人工智能、大数据等技术的快速发展,工业园区的水资源管理将更加智能化和精细化。如何将这些新兴技术应用于水资源的实时监控、预测和优化调度,将是未来节水技术发展的重要方向。

水资源与能源的协同优化:水资源和能源的使用密切相关,未来可进一步探索水资源与能源的协同优化管理。例如,研究如何在工业园区内实现水-能耦合,通过优化能源使用来减少水资源消耗,或通过节水措施降低能源需求。

社会参与度和公众意识提升:工业园区的节水建设不仅需要政府和企业的努力,还需要社会各界的广泛参与。研究如何通过公众教育、社区参与和社会监督,进一步提升全社会对节水重要性的认识,持续推动节水文化的形成,将是未来研究的一个重要方向。

参考文献:

- [1] 张少杰,陈辉,景卫华. 节水型工业园区建设初探[J]. 中国水利,2015(17):38-39.
- [2] 严婷婷,陈世博,王凤春,等. 基于政策工具视角的我国节水政策研究[J]. 水利水电技术,2023,54(增刊2):314-320.
- [3] 刘景洋,董莉,孙晓明,等. 工业园区节水减排技术途径分析[C]//中国环境科学学会学术年会论文集. 广州:中国环境科学学会,2015:292-295.
- [4] 何菡丹,王文强,祝栋林,等. 江苏省节水型工业园区水资源智慧管理平台构建研究[J]. 江苏水利,2023(8):51-54.
- [5] 李昂臻,龚道孝,王丽红,等. 关于我国城市节水激励政策的思考[J]. 给水排水,2021,57(1):28-32.