

节水装备高质量发展实施方案（2025—2030 年）

水是国家经济社会发展不可或缺的战略资源，节水装备是推进水资源节约集约利用的重要载体，也是保障国家水安全的基础和支撑。为贯彻落实《节约用水条例》，实施全面节约战略，提升节水装备自主创新和供给能力，加快构建节水型生产方式，特制定本方案。

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神，全面贯彻习近平生态文明思想，完整、准确、全面贯彻新发展理念，深入践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路，聚焦重点缺水、水资源超载、水环境敏感、水生态脆弱地区和重点领域用水需求，落实水资源刚性约束制度，建立健全工业节水减排政策体系，强化节水装备科技创新和产业创新融合发展，增强源头到末端的全链条节水装备保障和供给能力，推动节水装备制造业高端化、智能化、绿色化发展，为经济社会发展全面绿色转型提供有力支撑。

到 2027 年，重点领域供水、用水和循环利用等节水装备取得突破，掌握一批具有自主知识产权的核心技术，高效循环冷却、高端膜分离、智慧用水管控等技术装备实现产业化应用。节水装备标准体系更加健全，培育一批节水装备龙

头企业和制造业单项冠军、专精特新“小巨人”企业，推动建立节水装备中试平台，形成大中小企业、产业链上中下游协同发展的良好生态。到 2030 年，构建覆盖全面、技术先进的节水装备体系，高性能、高效率、高可靠性的节水装备供给能力持续增强，节水装备制造达到世界先进水平。

二、增强供水装备技术创新水平

（一）净水装备。围绕工业用常规水净化过程关键技术装备，重点攻关高精度、大通量、低能耗且抗污染的过滤设备，提升对复杂水质的适应性。推广活性炭过滤器模块化集成设备，增强对有机污染物的去除能力。研发多介质、活性炭、精密过滤功能一体化的复合式过滤装置。推广紫外线与臭氧等高效协同的复合消毒设备，提高消毒效率，减少消毒副产物。研发新型软化设备，推广反冲洗水回收利用装置，提升离子去除效率和软化水得率。

（二）非常规水利用装备。以解决缺水、水资源超载、水环境敏感、水生态脆弱地区用水需求为重点，在工业领域积极鼓励非常规水利用，推动再生水、海水及海水淡化水、矿坑（井）水和微咸水等处理利用以及集蓄雨水收集利用等装备创新应用。将再生水作为工业生产用水的重要水源，开展再生水利用关键技术装备攻关。实施沿海工业园区海水淡化水替代行动，加大沿海工业企业、园区海水直接利用以及海水淡化技术装备应用力度，扩大海水利用规模。支持有条件的矿区及周边工业企业、园区积极采用矿坑（井）水分级

处理、分质利用装置，用于煤化工、钢铁等行业生产用水。适度超前布局具有智能感知和响应能力的非常规水利用装备，实现复杂条件下多种污染物的高效选择性去除，提高非常规水处理效率。

专栏 1 非常规水利用重点装备技术创新

- 1.再生水回用装置。**研制针对再生水中复杂污染物具有强吸附能力的新型吸附材料。加快基于双膜（超滤、反渗透）工艺的污水资源化高品质回用技术推广应用，开发基于膜分离的碳源浓缩装备，推进厌氧膜生物反应器、厌氧氨氧化技术等示范应用，形成面向未来的再生水处理与资源化利用技术体系。
- 2.海水与微咸水处理装置。**研制针对海水和微咸水的高效绿色阻垢剂，开发季铵盐类等广谱高效复合杀菌剂。攻克抗氧化、耐海水腐蚀、抗污染的高性能膜材料，提高膜的通量和使用寿命。突破多级水质精准调控装备，实现硬度、盐度、浊度的分级控制。开发紧凑型高压反渗透海水淡化装置，集成能量回收与膜污染自监测功能。优化微咸水梯度脱盐装置，耦合电容去离子与选择性电渗析技术，精准调控离子截留率。探索使用低成本碳膜、陶瓷膜、硅基膜等新型材料。加快高效能量回收装置、海水淡化与可再生能源耦合技术关键材料和设备攻关。
- 3.集蓄雨水与矿坑（井）水净化装置。**研制一体化雨水高效收集装置、雨水净化技术和雨水调蓄设施，提高雨水资源的收集、存储和利用效率，增强供水可靠性。研发矿坑（井）水多级协同处理装备，实现重金属与悬浮物的同步去除。开发重金属离子靶向螯合剂，优化“化学沉淀—吸附—膜分离”组合工艺，研制高选择性离子交换树脂，构建矿坑（井）水处理与资源化利用系统。

（三）特殊用途水处理装备。面向工业领域用除盐水、无菌水、超纯水等不同水质需求，加快突破多元化制水关键装备瓶颈。聚焦工业用水品质升级与精细化管理要求，系统推进特殊用途水处理装备的集成化、智能化创新，深度融合

膜分离、过滤吸附、离子交换等前沿技术与传统工艺，形成多种装备协同的复合式解决方案，实现对不同原水水质的精细化、定制化处理。针对特殊工业用水场景，研发模块化、专业化水处理装备，通过创新工艺与智能监测技术的有机结合，确保用水水质安全稳定。强化产学研用协同创新，集中攻克超纯水制备等关键技术难题，实现水质核心指标的精准控制。

三、提高重点用水装备节水效能

（四）洗涤装备。围绕不同工业清洗场景对清洁度、用水效率和微生物含量的差异化需求，重点突破高压高效喷淋装备，通过动态压力调控与多轴联动喷头设计，实现复杂工件表面的全方位、精细化冲刷，自动匹配最佳喷淋参数。研发多功能模块化工业清洗机，集成超声波、电解、高温蒸汽等多种清洗技术。突破洗涤水分级处理回用装备瓶颈，研发高效油水分离、重金属吸附与膜过滤集成装置。推广应用智能变频喷淋装备、撬装式洗涤水分级处理回用装备。探索超临界流体清洗机，实现零残留、高精度清洗。

（五）循环冷却装备。面向工业生产对冷却效率、水循环利用率及系统稳定性等要求，开展新型循环冷却装备结构优化与技术升级，创新传热结构设计，优化流体力学性能与散热机制，提升装备的显热传热效率与散热效能。重点攻关防垢、防腐蚀的高效运行处理技术，提升循环冷却水的浓缩倍数。推广模块化、集成化循环冷却装备，强化余热回收利

用，构建能源梯级利用体系，实现工业冷却过程的节水节能降碳协同增效。前瞻布局相变储能冷却技术研发，利用相变材料独特的冷、热存储特性，创新循环冷却装备运行模式，有效提升工业冷却系统对负荷波动的响应能力与调节精度。

面向数据中心、通用算力中心、智能计算中心、超算中心等新型信息基础设施节水需求，因地制宜推广液冷、蒸发冷却、热管、氟泵等高效制冷散热装备，提高自然冷源利用率。鼓励设备冷却水、机房加湿等使用工业废水和生活污水处理后的中水或再生水，实现水资源跨行业梯级利用。深度融合人工智能技术和智能运维平台，通过实时监测、动态优化和精准调控，实现数据中心节水节能高效协同。

专栏 2 循环冷却关键装备技术攻关

1.智能空气冷却器。重点攻关高效换热元件的结构优化与材质改良，通过改进翅片设计和采用新型材料，提升气热交换效率。研发智能风场控制技术，优化风机布局与运行策略，实现精准风量调节，提高冷却效果。推广应用集成高效换热与智能控制系统的新型空冷器，提升设备性能与冷却效果。

2.高效开式冷却塔。重点攻关高效淋水填料结构优化与材质改良技术，提升气水热交换效率，降低冷却能耗。突破智能节水型布水器设计工艺，实现均匀布水与精准流量控制，减少飘水损失。研发塔群等量布水装置，避免由于配管带来的进水口水量不均衡问题。开发智能水质监测与自动加药系统，实时监控水质变化，精准投加药剂防止结垢腐蚀。推广集成高效填料、智能布水、水质管控系统的高效开式冷却塔，耦合差异化节水消雾技术，提升冷却效率与节水性能。

3.闭式冷却循环装备。重点攻关高效热换热器与密封技术，优化换热管材质和结构，突破迅速泄水防冻和管外结垢技术，提高换热系数，增强抗腐蚀性能和密封可靠性。突破智能变频循环泵控制

技术，实现流量与压力的动态调节。研发密闭式膨胀水箱精准稳压系统与在线泄漏监测装置，保障系统压力稳定与介质零泄漏。推广集成高效换热、智能调控、全密闭运行的闭式冷却循环装备。

4.数据中心液冷装备。重点攻关液冷服务器的模块化设计，以及液冷系统与数据中心现有架构的兼容性适配装备。研发冷却液—水双回路热回收与再生水补给接口，实现冷凝水、排液在线过滤回用，减少冷却系统新水取用。推广冷板式、浸没式、喷淋式液冷装备应用，通过封闭循环设计减少水资源蒸发损失。

（六）凝结水回收利用装备。聚焦工业热力系统节水需求，加快攻关凝结水回收利用关键装备，研发高效集成式凝结水回收装置，推动气液分离技术与智能调压、多级过滤、防腐阻垢等设备深度融合。攻克高温高压、高杂质工况下凝结水的稳定收集与高效净化难题，实现对不同行业热力系统凝结水的精准回收利用。研发高效节水型蒸汽疏水阀，提升疏水阀的密封性、耐腐蚀性和响应灵敏度，有效降低蒸汽泄漏率，保障蒸汽系统高效运行。研发模块化智能凝结水回收装备，集成温度、压力、水质传感器与变频控制设备，实现凝结水回收过程的自动监测与动态调控。

（七）高效节水灌溉装备。面向精细化、智能化灌溉需求，重点突破节水型微灌、喷灌关键装备与技术。研制高精度、抗堵塞的滴头与微压喷头，优化结构及材料设计，提升出水均匀性和使用寿命。开发长距离小流量滴灌带、智能灌溉控制系统，实现精准施灌。

四、突破废水循环利用装备技术瓶颈

（八）膜分离装备。围绕不同水质工业废水循环利用场

景对膜分离装备的高效净化需求，重点攻关抗氧化、耐污染、高性能反渗透膜装置，将膜组件与预处理、后处理设备深度集成，实现高盐度、高硬度水质下的稳定运行。支持智能化膜分离集成系统，融合微滤、超滤、纳滤、反渗透等多种膜技术，集成水质传感器、智能控制系统与远程监控模块，实现多膜系统协同运行、自动监测与动态调控，实现工业复杂水质处理与水资源高效循环利用。

专栏3 膜分离关键装备技术攻关

- 1.微滤膜装备。**重点攻关微滤膜高精度孔隙结构调控与表面修饰技术，优化膜的过滤精度和抗堵塞能力，提升乳化油分离效率，提高对悬浮物、胶体的截留精度与通量稳定性。突破微滤膜组件的强化过滤流道设计工艺，降低跨膜压力损失。研发智能脉冲反冲洗与在线完整性检测系统，实现高效排污与膜性能实时监测。推广融合高性能膜材料、创新流道结构及智能运维的模块化微滤膜装备，实现过滤过程的精准控制与高效运行。
- 2.超滤膜装备。**重点攻关高通量抗污染超滤膜材料的改性技术，提升膜表面亲水性与机械强度，降低膜污染速率。突破超滤膜组件的错流强化设计工艺，优化水流分布与剪切力，增强抗堵塞能力。研制中空纤维超滤膜，攻克纳米级孔径控制与高通量性能。研发智能反冲洗与化学清洗协同控制系统，实现膜通量的高效恢复。结合模块化、标准化设计理念，实现超滤与微滤装备的灵活组合、快速组装与高效集成，提升循环水水质与系统运行稳定性。推广集成高性能超滤膜、自动反冲洗系统与水质监测功能的超滤膜装备。
- 3.纳滤膜装备。**重点攻关高性能膜材料与抗污染技术，优化膜孔径分布和表面改性工艺，提升膜的选择性与耐化学性，降低膜污染速率。突破膜组件的集成化与智能化控制技术，实现高效分离与自动化运行。研发纳滤膜在线清洗与智能监测系统，实现污染预警和高效清洗策略自动优化。研制具有精准筛分功能的特种纳滤膜装备，解决高盐条件下重金属选择性截留率与膜稳定性协同优化的技

术难题。推广集成高性能纳滤膜、优化流道结构、智能运维系统的工业用纳滤膜装备。

4.反渗透膜装备。重点攻关低压高脱盐率反渗透膜材料复合技术，提升盐分截留效率。突破抗污染膜元件流道优化设计工艺，增强膜面流体分布均匀性，延缓污染物附着。研发智能膜性能监测与动态清洗系统，通过大数据分析精准匹配清洗策略，延长膜使用寿命。推广集成高效反渗透膜与节能型增压泵的反渗透膜装备，结合水质在线监测与远程控制系统，实现高效脱盐与稳定供水。

（九）浓水深度处理装备。针对工业浓水成分复杂、处理难度大等问题，加快攻关适应不同工况的高效浓缩与分质减量装备。创新研制分盐与蒸发结晶一体化装备，精准控制结晶温度、浓度与分离工艺，实现废水高效循环及不同盐类资源化。研发集成机械蒸汽再压缩技术（MVR）的低温真空蒸发结晶装备，突破传统蒸发能耗高、结垢快的瓶颈，提升浓水浓缩倍数与结晶效率。研制高压脉冲电催化反应器、超临界水氧化反应器等特种设备，高效分解浓水中难降解有机物。推广撬装式蒸发结晶装备，实现浓水应急处理与分散式处理，提高浓水处理的适应性与灵活性。

五、推动节水装备产业数智化转型升级

（十）提升装备智能制造水平。系统推进人工智能、工业互联网和物联网、5G等新一代信息技术在节水装备制造中的创新融合，推动智能传感设备与具备边缘计算能力的终端深度应用，实现工艺参数动态优化与精准调控。围绕中小型净水装备、一体化膜分离装备、撬装式洗涤装备，推广模块化设计与数字化生产方式，实施智能化改造升级。鼓励龙头

企业构建基于人工智能的行业知识图谱与业务协同平台，带动产业链上下游企业开展协同设计和数字化供应链管理。支持制造企业延伸服务链条，发展服务型制造新模式。

（十一）打造智慧化节水应用场景。围绕复杂工业场景下的多元节水需求，推动节水装备与人工智能技术深度融合，加强在节水诊断、合同节水、节水技术改造等方面的集成应用。推广仿真模拟软件、虚拟现实交互式设计、数字孪生等先进技术，实现节水装备从结构优化到性能验证的精准化、智能化设计。研发推广具备恒压、限流、自闭、感应启停等功能的节水型水龙头，推动水表、阀门等终端设备的智能升级，加强与软件平台互联互通。开发基于大数据分析的工业节水大模型，利用人工智能训练技术，对用水数据进行深度分析，形成具备自主感知、分析决策与优化控制能力的智慧节水解决方案。

专栏 4 人工智能赋能工业节水典型应用场景

- 1.水资源优化配置。**以工业企业、园区水资源优化配置为大模型应用场景底座，通过物联网传感器实时采集水源特征、用水需求、管网动态等多源数据，整合水质、水量、水压等多维参数。基于深度学习框架，将一水多用的工艺逻辑、分质用水的水质标准、串联用水的路径规划、梯级利用的能量转化关系，与非常规水利用等数据融合建模，利用线性规划和网络流算法优化水资源分配与水流路径。结合动态仿真技术，实时监测用水状态并动态调整，实现水资源高效配置利用。
- 2.水循环利用调控。**以工业废水处理及循环利用系统为大模型应用场景底座，通过深度学习模型解析水质监测数据、生化处理工艺参数及污染物转化规律，实现水处理工艺的智能调控与能耗优

化。整合污水理化指标、生物菌群分布、设备运行状态等数据信息，构建水质变化预测模型与废水循环利用生成方案。开发基于强化学习的药剂投加智能控制、基于计算机视觉的设备故障识别等技术，推动废水循环利用决策管理从“经验驱动”向“数据驱动”转型，形成兼具实时调度、异常预警、策略生成功能的智能决策系统，提升水重复利用率。

3.漏损预警监测。以水资源输配管网为大模型应用场景底座，借助人工智能技术构建高精度漏损监测与定位体系。通过部署智能传感器网络采集供水管网压力、流量、声波等数据，利用深度学习算法识别漏损特征信号，实现漏点的实时监测与精准定位。针对工业园区供水管网、循环冷却水系统等多场景，研发耐腐蚀、防渗漏新型管材以及高密封性接头，突破微弱漏损信号识别算法、管网状态智能评估技术等关键环节，形成“监测—预测—优化—执行”闭环，降低漏损率与水资源浪费。

（十二）构建数智化节水管理平台。以监测仪表、数据库、模型软件等为支撑，搭建智慧用水管理系统、水平衡测试系统以及工业水处理大数据平台，重点攻关用水数据实时采集与传输、设备智能诊断与预警等关键技术，实现用水数据实时准确采集与异常智能识别、水平衡在线分析等功能。加快物联网、大数据和人工智能技术融合，开展自主可控工业控制设备、智能传感器、精密计量器具研发，推动巡检机器人、自动节水器等智能终端应用，提升节水管理平台智能化决策水平和运行效率，实现水资源动态管理、全流程智能监测和自适应优化调度。

六、优化产业创新发展环境

（十三）加大政策支持力度。依托节约用水工作部际联席会议等工作机制，加强节水装备发展整体规划布局，扩大

水效标识产品范围。落实大规模设备更新和消费品以旧换新相关政策，支持重点行业节水装备设备更新及技术改造。探索设立节水产业基金，发挥绿色金融作用，鼓励金融机构开发“节水贷”等绿色金融服务，引导企业积极采购节水装备，对符合条件的节水项目优先给予支持。落实好首台（套）重大技术装备、首批次新材料保险补偿政策，支持先进节水技术装备推广应用。

（十四）加快完善标准体系。依托节水领域标准化技术组织，健全节水装备标准体系，建立产业链标准化图谱。制定涵盖数据接口、智能运维、安全保障等节水装备基础通用标准，推动智能水表、管网监测装备数据接口规范等标准研制。加快节水装备重点领域急需的产品水效评价、计量技术规范、平台建设指南等标准研制，建立标准实施动态反馈机制，推动节水装备标准化、系列化、成套化。鼓励龙头企业参与国际标准制修订，推动优势领域标准国际化。

（十五）提升科技创新能力。通过国家重点研发计划等现有资金渠道支持节水装备攻关，推动中试平台建设。制定节水产业发展指引，利用“揭榜挂帅”等方式开展工业节水装备和关键共性技术集中攻关及示范，推动建设国家级、省级节水技术创新中心，开展国家先进成熟适用节水技术遴选与推广，搭建节水技术装备供需对接平台。利用多双边合作平台加强国际交流合作，积极引进消化吸收国外先进节水技术和管理模式。支持有关企业参与“一带一路”建设，推动

先进节水技术装备和服务“走出去”。

（十六）强化队伍建设。依托国家卓越工程师实践基地等平台，支持行业协会、第三方机构等针对重点用水行业企业开展节水法规、政策、标准、技术等培训，满足企业、园区在节水装备领域先进制造技术、先进基础工艺等人才需求。加强节水装备制造等相关学科建设，鼓励企业、科研院所和高校建立联合培养机制，培养节水学科应用型人才，实现节水装备人才链与产业链有机链接。