

# 节水型城市再生水利用状况分析

苏冰

广州丰泽源水利科技有限公司

**摘要:** 国家节水型城市是全国城市节水工作最高荣誉, 节水示范效果显著, 2021年再生水生产能力和再生水利用量达到169.2亿m<sup>3</sup>/a和111.9亿m<sup>3</sup>, 占全国的65.0%和66.2%; 受地区政策导向、水资源状况和用水结构等因素影响, 节水型城市再生水利用水平发展不均, 总体呈现东南沿海向西北内陆递减的趋势; 节水型城市再生水设施负荷率为66.2%, 还有较大的发展提升空间。

**关键词:** 节水型城市; 再生水; 再生水利用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.074

## 一、引言

我国是世界上最缺水的国家之一, 城市缺水尤为突出<sup>[1]</sup>。再生水被誉为城市的“第二水源”, 再生水回用是提高水资源综合利用率、缓解水资源紧缺的有效途径之一<sup>[2]</sup>, 是建设资源节约型和环境友好型社会的必然选择。

现阶段我国再生水利用呈现快速发展态势, 全国各地积极推进再生水利用工作, 出台再生水利用的相关政策, 对再生水利用进行规划和部署, 因此污水处理水平和处理量稳步提升, 再生水利用量逐年增加, 但目前我国再生水利用仍处于初级阶段<sup>[3]</sup>, 再生水利用比例总

体相对较低, 因此加快推进污水资源化利用, 提升水资源循环利用水平, 是新时期治水工作的一个重要焦点。近年来, 国内学者对地区再生水利用进行了较多研究<sup>[4-9]</sup>, 但多局限于对单一地区的再生水利用现状、发展趋势和规划配置进行分析, 较少从区域空间的差异性深入研究再生水利用与政策导向和经济发展的关系, 对进一步分析实现再生水利用的节水目标研究更是鲜有报道。

国家节水型城市是全国城市节水工作最高荣誉, 本文以国家节水型城市作为研究对象, 分析不同区域的城市再生水生产能力、生产设施负荷和利用情况及其空间分布差异特征, 以期为推进我国再生水利用与城市高质量发展提供科学参考。

## 二、研究区域与数据来源

### (一) 研究区域范围

截至2023年3月, 我国已建成十批共134个国家节水型城市, 包括3个直辖市、99个地级市(州)、26个县级市和6个区县级试点, 节水型城市分布呈现东南沿海向西北内陆递减的趋势。由于县级市和区县级试点所在的地级市均为节水型城市, 因此本文主要对节水型城市所在的地级市(州)和直辖市共计102个城市进行分析(见表1)。

### (二) 数据来源

表1 本文涉及的节水型城市

地区	省(自治区、直辖市)	节水型城市
东北地区	辽宁	辽宁: 1-大连、2-沈阳
华北地区	北京、天津、河北、山西、内蒙古	直辖市: 3-北京、4-天津 河北: 5-唐山、6-廊坊、7-石家庄、8-沧州、9-秦皇岛、10-邯郸、11-邢台、12-衡水 山西: 13-太原 内蒙古: 14-包头
华东地区	上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东	直辖市: 15-上海 江苏: 16-南京、17-无锡、18-徐州、19-常州、20-苏州、21-南通、22-连云港、23-淮安、24-盐城、25-扬州、26-镇江、27-泰州、28-宿迁 浙江: 29-杭州、30-宁波、31-嘉兴、32-湖州、33-绍兴、34-金华、35-衢州、36-舟山 安徽: 37-合肥、38-蚌埠、39-淮南、40-淮北、41-铜陵、42-黄山、43-滁州、44-阜阳、45-宿州、46-六安、47-亳州、48-池州、49-宣城 福建: 50-厦门、51-泉州、52-漳州 山东: 53-济南、54-青岛、55-淄博、56-枣庄、57-东营、58-烟台、59-潍坊、60-济宁、61-泰安、62-威海、63-日照、64-德州、65-滨州
华中地区	河南、湖北、湖南	河南: 66-郑州、67-平顶山、68-鹤壁、69-许昌、70-漯河、71-驻马店、72-济源 湖北: 73-武汉、74-黄石、75-宜昌、76-荆州 湖南: 77-常德、78-郴州
华南地区	广东、广西、海南	广东: 79-广州、80-深圳、81-珠海、82-汕头、83-东莞 广西: 84-南宁、85-桂林、86-北海 海南: 87-海口
西南地区	四川、贵州、云南	四川: 88-成都、89-绵阳、90-遂宁 贵州: 91-贵阳、92-遵义、93-安顺 云南: 94-昆明、95-玉溪、96-丽江
西北地区	陕西、宁夏、新疆	陕西: 97-西安、98-宝鸡、99-延安 宁夏: 100-银川 新疆: 101-乌鲁木齐、102-克拉玛依

本文节水型城市再生水生产能力和再生水利用量数据主要源于《城市建筑统计年鉴》（2021）和各省、市

水资源公报等公开资料，不同资料来源的数据存在一定差异。节水型城市再生水利用情况见图2。

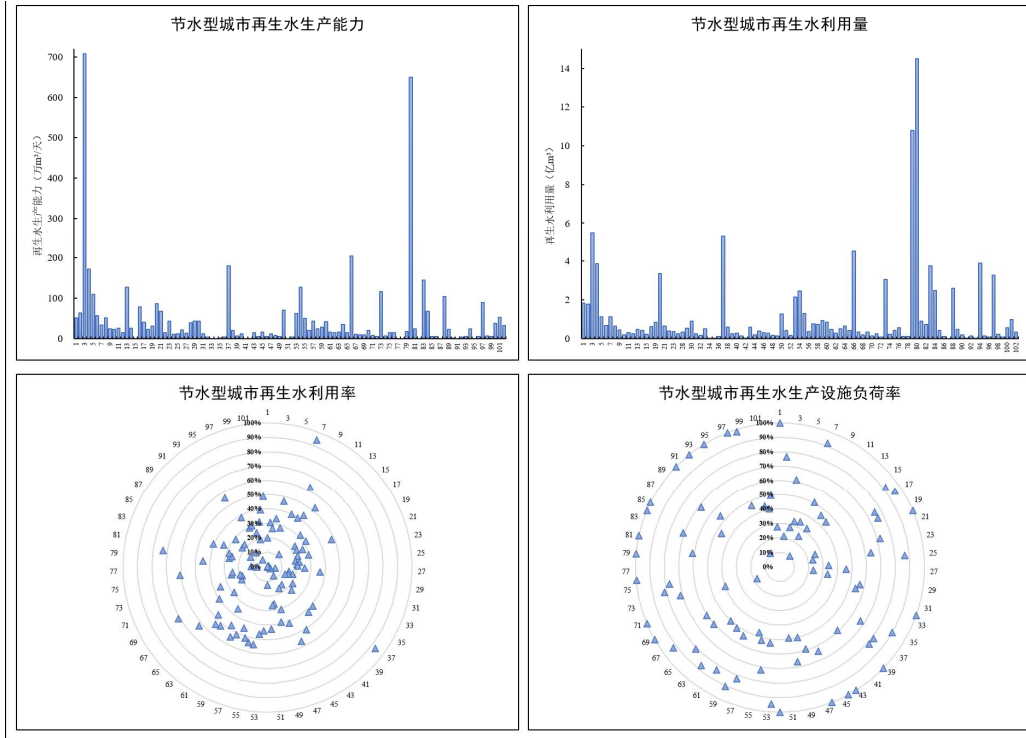


图2 节水型城市再生水利用情况（序号对应城市见表1）

### 三、节水型城市再生水利用状况

#### （一）再生水生产能力

2021年全国有统计数据的692个城市再生水生产能力为7134.9万m<sup>3</sup>/d，102个节水型城市的再生水生产能力总和为4634.34万m<sup>3</sup>/d，占比达65.0%，节水型城市建设成效显著，示范作用突出。

城市再生水能力受地区综合经济实力与技术水平影响，具体表现为省会城市或一线城市的再生水生产能力会显著高于同地区其他节水型城市，如华北地区北京为707.9万m<sup>3</sup>/d，华东地区合肥为179.5万m<sup>3</sup>/d，华中地区郑州为205.0万m<sup>3</sup>/d，华南地区深圳为649.5万m<sup>3</sup>/d，西南地区成都为103.5万m<sup>3</sup>/d，西北地区西安88.6万m<sup>3</sup>/d。由此可见，省会城市或一线城市具有更多政策支持和资源优势，地方政府相对更加重视节水型城市建设，并投入更多的资金和资源用于再生水生产设施的建设和运营，从而提高再生水生产能力。

另一方面，受地理环境、水资源量等因素影响，不同地区节水型城市再生水生产能力差异显著，城市再生水生产能力呈现东南沿海向西北内陆递减的趋势：华南和华东地区再生水生产能力平均水平分别为38.0万m<sup>3</sup>/d和27.8万m<sup>3</sup>/d，华北东北地区为34.8万m<sup>3</sup>/d，华中、西南和西北地区再生水生产能力平均水平分别为10.7万m<sup>3</sup>/d、10.2万m<sup>3</sup>/d和14.4万m<sup>3</sup>/d。其中，西北地区由于地理环境干旱，水资源相对匮乏，水资源限制了再生水生产能力的提高，再生水利用面临较大的挑战；而西南地区地形复杂，水资源分布不均，再生水利用受到地理和环境限制，由此可见水资源供需矛盾较为突出。

#### （二）再生水利用量和利用率

2021年全国有统计数据的692个城市再生水利用量为161.1亿m<sup>3</sup>，102个节水型城市的再生水利用量为111.9亿m<sup>3</sup>，占比为69.5%。由此可见，在节水型城市建设中，再生水利用作为关键考核指标之一，被广泛应用于各用水领域。

再生水利用量在不同地区城市之间存在显著差异，城市化进程较快和人口密集地区的再生水利用量较高，主要因为这些城市的用水需求量大，再生水利用是一种有效的水资源管理方式，可以满足城市居民和产业的用水需求。深圳、广州、北京、合肥、郑州、昆明、天津、东莞、苏州、西安和武汉等节水型城市再生水利用量均达到3亿m<sup>3</sup>以上，其中深圳和广州再生水利用量居于全国前二且远高于其他节水型城市，分别为14.5亿m<sup>3</sup>和10.8亿m<sup>3</sup>。

根据住房和城乡建设部、国家发展改革委、水利部、工业和信息化部四部门办公厅联合印发《关于加强城市节水工作的指导意见》（建办城〔2021〕51号），到2025年，全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上，京津冀地区达到35%以上，黄河流域中下游力争达到30%。

2021年节水型城市再生水利用率和归类情况如表2所示。50个城市再生水利用率达到30%以上，华东、华北地区城市占比高达70%。其中，京津冀地区的廊坊、石家庄、唐山、邯郸、秦皇岛、沧州、邢台和衡水等城市再生水利用率均达到35%以上，黄河流域中下游地级及以上缺水城市中除宝鸡、延安、太原和济源外，其他

城市再生水利用率均达到30%以上，主要包括西安、郑州、济南、淄博、东营、济宁、泰安、德州和滨海等节水型城市。64个城市再生水利用率达到25%以上，占有统计数据城市总数的62.7%，由此可见各节水型城市再生水利用率大部分已达到“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划目标要求，取得了显著节水成效。

总体来看，由于政策支持导向，全国节水型城市大力推进再生水利用的应用，其中华东、华北和华南地区部分节水型城市再生水利用率相对较高，但是城市之间再生水利用发展不均衡，受城市自身水资源状况、用水结构和用水行为等多种因素影响，降低了再生水利用的紧迫性和需求，如上海由于水资源调配和供应网络较为便利，海南城市由于旅游业导向更倾向于使用自然水

源，因此再生水基础设施建设方面相对滞后。华中、东北和西北地区节水型城市再生水利用水平相对平均，主要因为该地区城市水资源相对短缺，水资源供需矛盾严重，再生水利用是提高水资源利用效率的重要措施，因此对再生水利用较为重视，部分城市如郑州和许昌等再生水利用率较高。而西南地区的城市再生水利用率方面相对较低，主要因为该地区地形复杂，水资源分布不均匀，部分城市因水资源短缺问题限制了再生水利用的发展，水资源较为丰富的城市则由于水资源供应方面相对平衡而降低了再生水利用的需求，同时经济发展的限制和资金投入的不足，再生水利用设施的建设和运营受到一定的影响。

### (三) 再生水生产设施负荷率

表2 节水型城市再生水利用水平分类统计

再生水利用水平	节水型城市
利用率>35%	安徽-合肥, 宿州, 滁州, 淮北, 六安, 蚌埠, 池州、河北-秦皇岛, 邢台, 衡水, 石家庄, 廊坊, 邯郸, 沧州、河南-许昌, 郑州, 鹤壁, 驻马店、山东-济宁, 淄博, 枣庄, 德州, 日照, 潍坊, 东营, 滨州, 泰安, 青岛, 烟台, 济南, 威海、广东-深圳, 广州、江苏-苏州, 宿迁、福建-泉州、广西-南宁、湖北-荆州、新疆-乌鲁木齐, 克拉玛依、云南-昆明, 玉溪 (共42个城市)
利用率30-35%	广西-桂林、江苏-无锡、宁夏-银川、内蒙古-包头、安徽-亳州、陕西-西安、辽宁-大连、天津 (共8个城市)
利用率25-30%	江苏-连云港, 常州, 泰州、云南-丽江、四川-绵阳、河南-平顶山、河北-唐山、广东-珠海, 东莞, 汕头、福建-厦门、安徽-宣城、湖北-黄石、北京 (共14个城市)
利用率15-25%	湖北-宜昌, 武汉、安徽-淮南, 阜阳, 铜陵、河南-漯河, 济源、江苏-徐州, 盐城, 南通, 镇江, 扬州, 淮安, 南京、辽宁-沈阳、陕西-宝鸡, 延安、四川-遂宁, 成都、浙江-舟山, 嘉兴, 宁波, 湖州 (共23个城市)
利用率<15%	广西-北海、安徽-黄山、福建-漳州、贵州-遵义, 安顺, 贵阳、湖南-郴州, 常德、山西-太原、浙江-绍兴, 衢州, 金华, 杭州、上海、海南-海口 (共15个城市)

2021年节水型城市的总再生水利用量为111.9亿m<sup>3</sup>，为再生水生产能力的66.2%，黄河流域主要城市再生水生产设施负荷率为45.1%<sup>[10]</sup>，说明节水型城市再生水生产设施负荷率高于黄河流域主要城市，污水资源化利用更为充分，再生水利用建设相对超前，但距离满负荷运行仍有较大的发展提升空间。按照目前的再生水处理能力，若再生水处理设施满负荷运行且生产的再生水全部利用，则节水型城市的再生水利用量可增加57.3亿m<sup>3</sup>。

从地区分布来看，东北、华中和华南地区节水型城市再生水生产设施负荷率相对较高，其次为华东、西南和西北地区，较低的为华北地区。结合各地区再生水生产能力情况，再生水生产能力较高的华北地区再生水生产设施负荷率相对较低，再生水生产能力较低的东北地区和华南地区等的再生水生产设施负荷率则相对较高，由此可见再生水生产能力较低的地区由于水资源供应受限，需要更多地依赖再生水来满足城市的用水需求，从而导致再生水生产设施负荷率较高；而部分再生水生产能力较高的城市虽然具有较高的经济实力和投资力度，但由于经济发达地区城市自身水资源调配和供应网络相对较为完善，使得再生水利用在整体水资源供应中的比例较小，再生水利用设施负荷率相对较低，再生水利用潜力有待进一步挖掘。

### 四、结论

创建节水型城市有助于合理开发、高效利用城市水资源，通过政策法规引导和再生水生产能力的投资建设，节水型城市再生水利用水平较为超前，但是再生水利用空间分布不均，总体呈现东南沿海向西北内陆递减

的趋势，因此需结合地区水资源状况和用水结构特点，因地制宜出台相关支持政策，进一步加快推进污水资源化利用，科学统筹规划城镇污水处理及充分利用已有再生水利用设施。同时，拓展资源化利用途径，提高再生水利用率，以期尽早实现“十四五”发展目标。

### 参考文献

- [1] 韩振岭. 节水型城市建设措施[J]. 水科学与工程, 2010, (z1): 30-31.
- [2] 王芝国, 周彦国. 推进再生水利用规划 建设节水型社会[J]. 山西建筑, 2009, 35 (17): 2.
- [3] 李肇桀, 刘洪先. 关于再生水利用的短板分析与对策建议[J]. 水利发展研究, 2021 (011): 021.
- [4] 污水回收再利用现状及发展趋势. 姜磊; 涂月; 李向敏; 韩亚梅; 安静; 李海翔. 净水技术, 2018
- [5] 银川市市区再生水利用潜力测算与配置研究[J]. 田巍; 陈耀文; 周志轩. 中国农村水利水电, 2018 (03)
- [6] 广州市再生水利用现状分析与发展前景预测. 陈绮; 庞园. 广东水利水电, 2020
- [7] 临沂市再生水资源利用存在问题及建议[J]. 常桂峰. 山东水利, 2020 (07)
- [8] 关于再生水利用的短板分析与对策建议. 李肇桀; 刘洪先. 水利发展研究, 2021
- [9] 北京市再生水利用现状、问题及建议[J]. 刘璐. 水利发展研究, 2022 (05)
- [10] 郝姝然, 陈卓, 徐傲. 黄河流域主要城市再生水利用现状及潜力分析[J]. 环境工程. 2022, 40 (10): 1-8+79.