

# 2023 年全国海水利用报告

自然资源部海洋战略规划与经济司

2024 年 6 月

# 前 言

海水利用主要包括海水淡化、海水直接利用和海水化学资源利用。

2023 年，各有关部门和沿海地方政府以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，面对沿海经济社会发展对水资源的迫切需求，扎实推进海水利用工作。在对 2023 年海水利用情况调查、统计和分析的基础上，我们组织编制了《2023 年全国海水利用报告》。

报告中涉及的全国性统计数字，均未包括香港、澳门特别行政区和台湾省。

# 目 录

一、概述 .....	1
二、海水淡化 .....	2
(一) 工程规模 .....	2
(二) 区域分布与用途 .....	2
(三) 技术应用 .....	4
三、海水直接利用 .....	6
(一) 利用规模 .....	6
(二) 区域分布 .....	6
(三) 技术应用 .....	7
四、海水化学资源利用 .....	8
五、检验与标准 .....	9
(一) 检验检测 .....	9
(二) 标准规范 .....	9
六、政策与交流 .....	11
(一) 政策规划 .....	11
(二) 国际交流与合作 .....	12
七、附录 .....	14
大事纪要 .....	14
附表 1 2023 年海水利用相关政策文件列表 .....	15
附表 2 2023 年新建成万吨级及以上海水淡化工程表 .....	20
附表 3 2023 年新发布海水利用标准表 .....	21
主要名词解释 .....	22

## 一、概述

2023 年，海水利用工作持续稳步推进。中共中央、国务院印发的《国家水网建设规划纲要》提出“统筹用好当地水、外调水，强化地表水、地下水联调联供，加强再生水、淡化海水、集蓄雨水、矿井水、苦咸水等非常规水源利用，提高水资源循环和安全利用水平”。国家发展改革委、自然资源部、科技部、工业和信息化部、财政部、生态环境部、住房城乡建设部、水利部、税务总局、市场监管总局、国家能源局、国家疾控局等部门统筹推进海水利用工作，海水利用作为重要内容被列入相关部门政策文件中。截至 2023 年底，全国现有海水淡化工程 156 个，工程规模 2522956 吨/日，比 2022 年增加了 165908 吨/日。年海水冷却用水量 1853.79 亿吨，比 2022 年增加了 83.32 亿吨。

## 二、海水淡化

### （一）工程规模

截至 2023 年底，全国现有海水淡化工程 156 个，工程规模 2522956 吨/日（图 1），比 2022 年增加了 165908 吨/日。其中，万吨级及以上海水淡化工程 55 个，工程规模 2300728 吨/日；千吨级及以上、万吨级以下海水淡化工程 51 个，工程规模 208266 吨/日；千吨级以下海水淡化工程 50 个，工程规模 13962 吨/日。

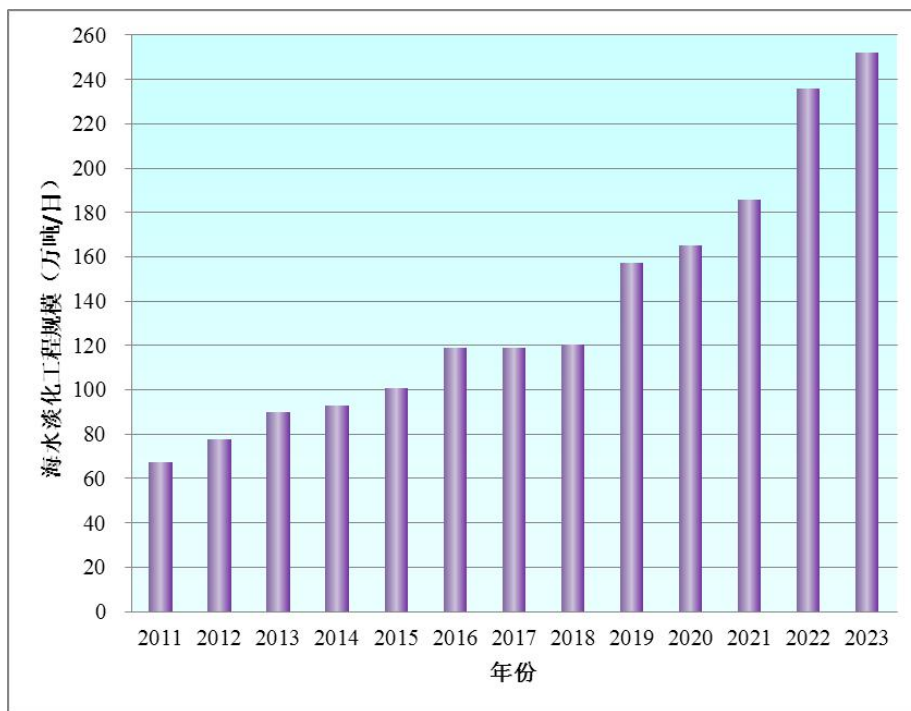


图 1 全国海水淡化工程规模增长图

### （二）区域分布与用途

截至 2023 年底，全国海水淡化工程分布在沿海 10 个省（区、市）水资源严重短缺的城市和海岛（图 2）。辽宁省现

有海水淡化工程规模 161384 吨/日，天津市现有海水淡化工程规模 306000 吨/日，河北省现有海水淡化工程规模 390700 吨/日，山东省现有海水淡化工程规模 713209 吨/日，江苏省现有海水淡化工程规模 5020 吨/日，浙江省现有海水淡化工程规模 801473 吨/日，福建省现有海水淡化工程规模 37870 吨/日，广东省现有海水淡化工程规模 97800 吨/日，广西壮族自治区现有海水淡化工程规模 750 吨/日，海南省现有海水淡化工程规模 8750 吨/日。其中，海岛地区现有海水淡化工程规模 801908 吨/日。

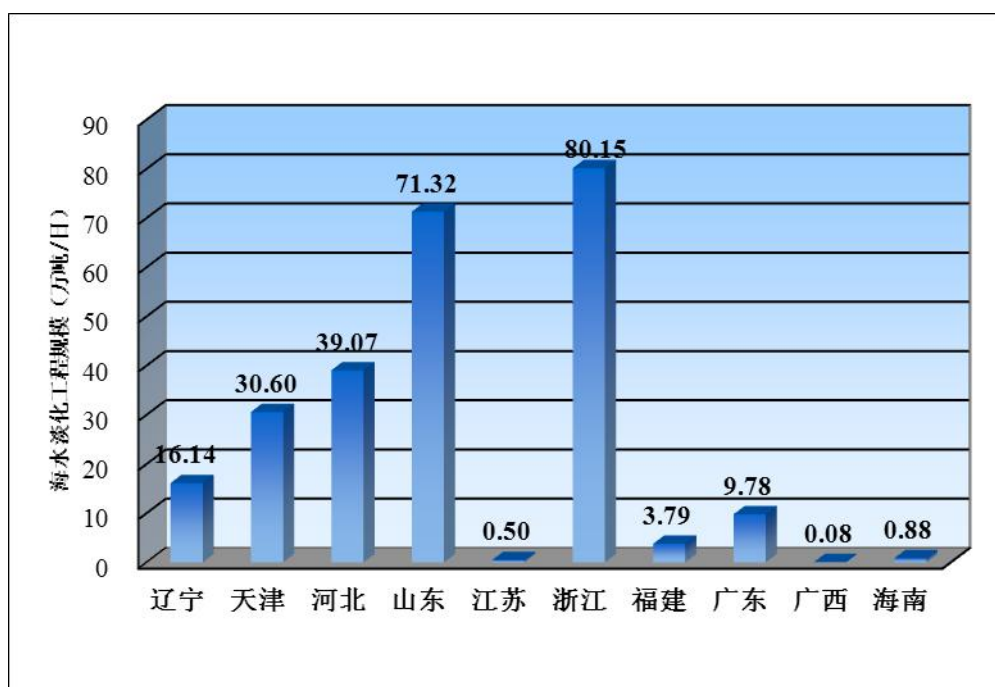


图 2 全国现有海水淡化工程规模分布图

海水淡化水主要用于工业用水和生活用水。其中，工业用水主要集中在沿海地区的电力、石化、钢铁等高耗水行业；生活用水主要集中在海岛地区和天津、青岛 2 个沿海城市。

2023 年，新增用于工业用水的海水淡化工程主要是为石化、电力等高耗水行业提供高品质用水；新增用于生活用水的海水淡化工程主要是为浙江省、海南省等地缺水海岛提供水资源供给保障。

### （三）技术应用

截至 2023 年底，全国应用反渗透技术的工程 140 个，工程规模 1696426 吨/日，占总工程规模的 67.24%；应用低温多效技术的工程 17 个<sup>1</sup>，工程规模 820530 吨/日，占总工程规模的 32.52%；应用多级闪蒸技术的工程 1 个，工程规模 6000 吨/日，占总工程规模的 0.24%（图 3）。

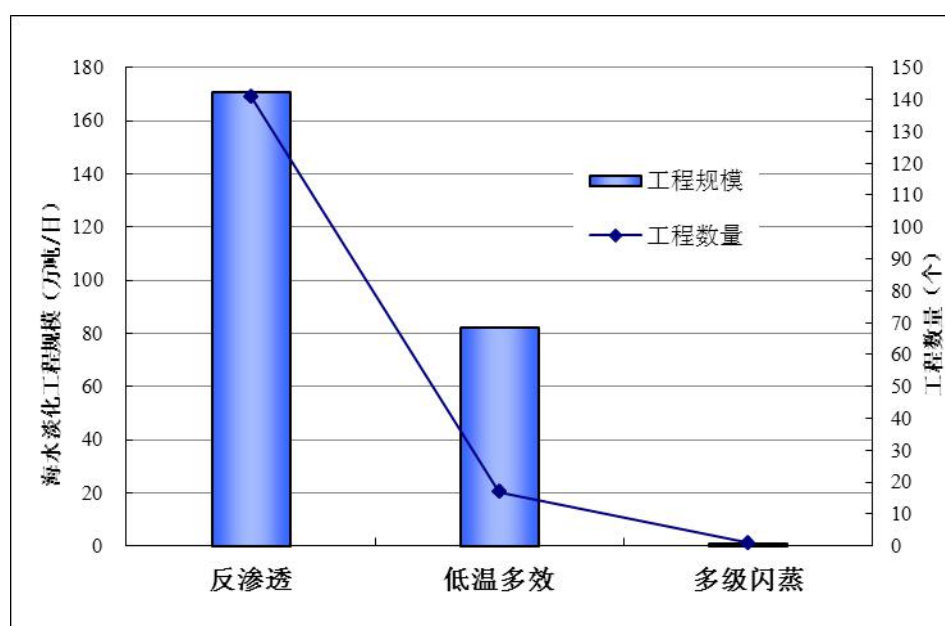


图 3 全国海水淡化工程技术应用情况分布图

<sup>1</sup>应用反渗透技术的 140 个海水淡化工程和应用低温多效技术的 17 个海水淡化工程，在数量统计中均包括 2 个“反渗透+低温多效”海水淡化工程项目。

2023年，我国积极推进海水淡化关键装备及材料研发与应用。“十四五”国家重点研发计划“长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理”重点专项“流域典型地区海水淡化技术装备研发与应用示范”和“高端功能与智能材料”重点专项“聚醚醚酮和聚四氟乙烯基制膜材料及其耐溶剂复合膜制备关键技术”等项目有序推进。自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所等单位“低碳海水淡化关键技术研发及拓展应用”项目获自然资源科技进步奖二等奖。“中空纤维纳米复合过滤膜规模化制备关键技术及工业化应用”获浙江省科学技术进步奖一等奖。

2023年，我国企业积极承揽国际海水淡化工程。由中国电力建设集团山东电力建设第三工程有限公司承担的沙特朱拜勒3B海水淡化项目建成产水，并签订沙特拉比格四期、沙特贾富拉、阿联酋哈斯彦等海水淡化项目。中国中化杭州水处理技术研究开发中心有限公司签订阿尔及利亚市政海水淡化项目。



### 三、海水直接利用

#### （一）利用规模

2023年，沿海电力、钢铁、石化等行业海水冷却用水量回升增长（图4）。据测算，截至2023年底，年海水冷却用水量1853.79亿吨，比2022年增加了83.32亿吨。

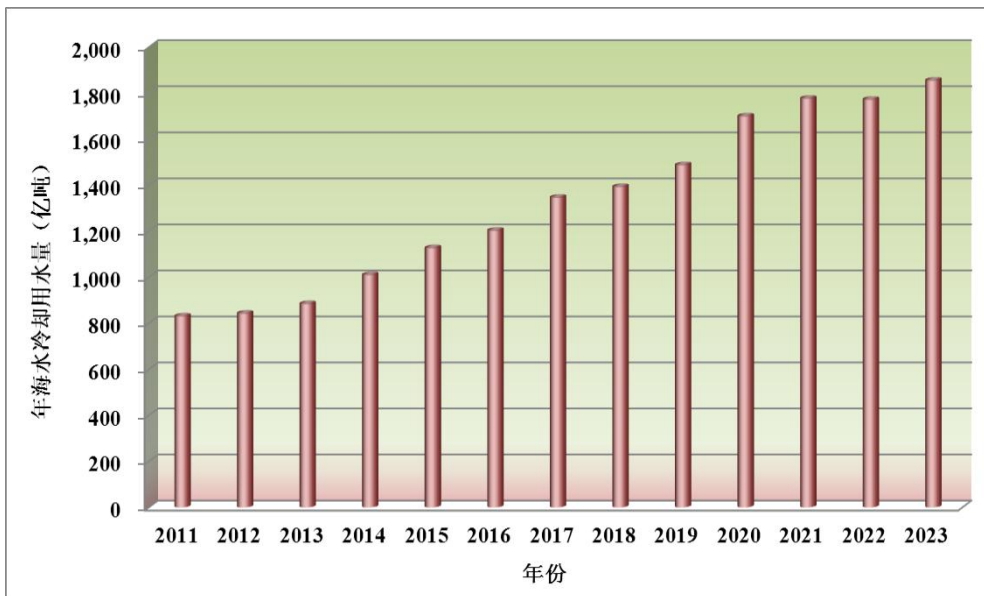


图4 全国海水冷却用水量变化图

#### （二）区域分布

辽宁省、天津市、河北省、山东省、江苏省、上海市、浙江省、福建省、广东省、广西壮族自治区、海南省11个沿海省（区、市）均有海水冷却工程分布（图5）。2023年，辽宁省、山东省、江苏省、浙江省、福建省、广东省年海水冷却用水量超过百亿吨，分别为165.90亿吨、130.81亿吨、118.09亿吨、355.97亿吨、318.33亿吨、556.07亿吨。

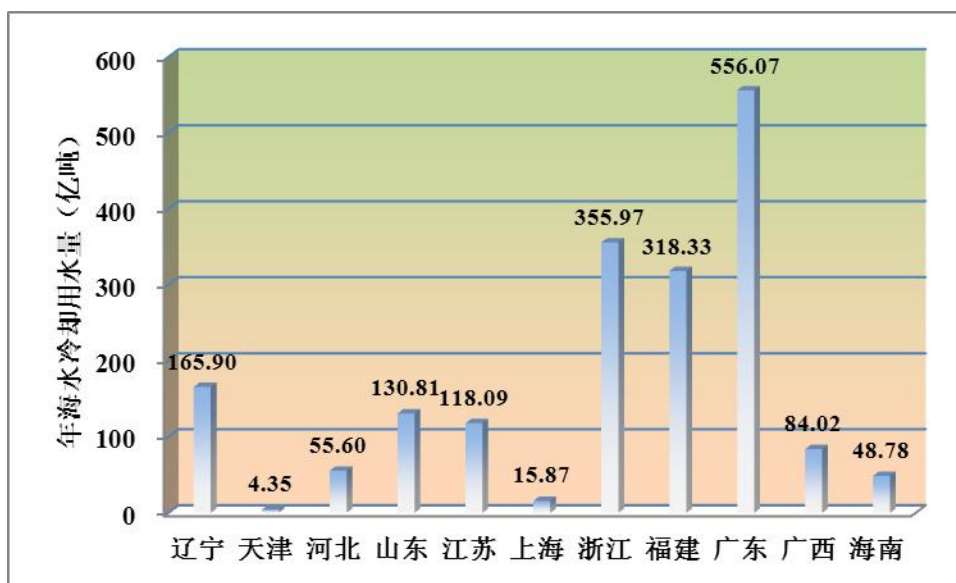


图5 全国年海水冷却用水量分布图

### (三) 技术应用

国内海水直流冷却技术成熟，主要应用于沿海电力、石化和钢铁等行业，节约替代了大量淡水资源。截至2023年底，我国已建成海水循环冷却工程22个，总循环量为193.48万吨/小时。2023年，无新增海水循环冷却工程。

#### 四、海水化学资源利用

2023年，除海水制盐外，海水化学资源利用产品主要包括溴素、氯化钾、氯化镁、硫酸镁、硫酸钾，生产企业主要分布于天津市、河北省、山东省、福建省和海南省等地。

天津市、河北省、山东省、福建省等地积极开展海水提溴、提钾工艺技术装备研发与成果转化，鼓励技术工艺改造和产业升级，促进产学研协同创新，构建海水化学资源综合利用绿色产业链。福建省年产10万吨海水提取氯化钾项目开工建设，天津市100万千瓦“盐光互补”光伏项目并网发电，山东省海卤水资源高效利用技术创新中心完成筹建并通过绩效评价。同时，相关科研院所、高校及企业也积极开展海水中提取锂、铀等微量元素的研究。

## 五、检验与标准

### （一）检验检测

截至 2023 年底，国家海水及苦咸水利用产品质量检验检测中心检测能力覆盖 58 种海水利用产品 707 个检测项目/参数，可为海水淡化和水处理相关的装备、关键部件、药剂及相关产品的产品定型、质量检验、项目验收等提供检测服务。国家海洋仪器设备产品质量检验检测中心检测能力覆盖 5 类膜产品 22 个检测项目/参数，为微孔滤膜、中空纤维微孔滤膜及其组件、中空纤维超滤膜及其组件的检测提供服务。国家海水及苦咸水利用产品质量检验检测中心和国家海洋仪器设备产品质量检验检测中心积极面向行业机构，开展海水利用检验检测等服务，2023 年全年为行业提供检测服务 700 余批次。

### （二）标准规范

截至 2023 年底，全国现行有效海水利用相关标准 197 项，包括国家标准 59 项、行业标准 130 项、地方标准 8 项（图 6）。其中，2023 年新发布海水利用相关国家标准 2 项、行业标准 4 项、地方标准 1 项，包括：GB/T 43230-2023 《反渗透海水淡化产品水水质要求》、GB/T 23609-2023 《海水淡化装置用铜合金无缝管》（替代 GB/T 23609-2009）和 JB/T 14509-2023 《反渗透海水淡化设备技术规范》、DL/T

2595-2023《发电厂海水淡化工程运行和维护导则》、DL/T 2711-2023《海水法烟气脱硫系统检修导则》、DL/T 2712-2023《海水法烟气脱硫系统运行导则》及 DB37/T 5268-2023《海水淡化水纳入城市供水系统水质安全保障技术标准》。



图6 全国海水利用标准数量增长图

经全国海洋标准化技术委员会海水淡化与综合利用分技术委员会（TC283/SC4）标准立项审查，2023年共3项国家标准和4项海洋行业标准获批立项。其中，获批立项的国家标准为《海水淡化浓盐水排放标准》《蒸馏法海水淡化阻垢剂性能评价方法 动态模拟试验法》和《卤水中锂的测定火焰原子吸收光谱法》；获批立项的海洋行业标准为《海水资源利用监测评估技术指南》《海水淡化浓海水排海生态影响评价指南》《海水淡化反渗透膜元件脱硼率测试方法》和《海水循环冷却系统设计规范 第3部分：海水预处理》。

## 六、政策与交流

### （一）政策规划

为贯彻落实《国家水网建设规划纲要》有关部署，海水利用作为重要内容被列入《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》《关于进一步加强水资源节约集约利用的意见》《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录（2023年）》等指导意见和鼓励目录中。

河北省、山东省、江苏省、浙江省、广西壮族自治区、海南省等沿海省（区、市）将海水利用纳入当地非常规水源配置、水资源利用、碳达峰、海洋经济等实施方案、管理条例或实施意见中，包括：《河北省非常规水源配置利用实施方案》《山东省全面加强水资源节约高效利用的实施意见》《山东省人民政府关于贯彻落实“四水四定”原则若干措施的通知》《山东省建设绿色低碳高质量发展先行区三年行动计划（2023—2025年）》《江苏省工业领域及重点行业碳达峰实施方案》《浙江省水资源节约保护和利用总体规划（2021—2035年）》《广西大力发展向海经济建设海洋强区三年行动计划（2023—2025年）》和《海南省“六水共治”实施方案（2023-2026年）》等。

《青岛市人民政府关于印发青岛市2023年“稳中向好、进中提质”政策清单（第一批）的通知》提出“将淡化海水

纳入水资源统一配置体系，对实行两部制电价的海水淡化用电免收需量（容量）费”；《青岛市支持黄河流域生态保护和高质量发展若干财政政策》提出“鼓励海水淡化项目建设与技术攻关。根据海水淡化项目产能和综合利用水平，对海水淡化项目给予最高 1000 万元建设奖补。鼓励企业、科研院所、高校等开展海水淡化及海水综合利用关键核心技术研发，对关键技术攻关项目给予最高 500 万元支持，促进海水淡化产业发展”。

## （二）国际交流与合作

2023 年 7 月 10—14 日，第十八届青岛国际水大会暨青岛国际水展在山东省青岛市召开，大会主题为“水—生命之源 发展之基”。国内外水处理行业的专家、学者、企业家参加了会议，围绕海水淡化、工业节水与废水处理、农村生活污水治理技术和运营、水环境治理与水资源高效利用、水行业有关政策及环境标准等领域开展了专题学术交流与研讨。

2023 年 9 月，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所与沙特国际电力与水务公司签署了《关于海水淡化项目合作的谅解备忘录》。双方将在海水淡化设备与材料、工程运维、浓海水化学资源提取、水回用、海水淡化环境影响监测和评估、标准化等领域开展全方位合作。

2023 年 10 月 18 日，第三届“一带一路”国际合作高峰

论坛海洋合作专题论坛在北京举行，主题为“共促蓝色合作  
共奏丝路海韵”，海水淡化作为重要内容被列入《“一带一路”  
蓝色合作倡议》和《“一带一路”蓝色合作成果清单》。



## 七、附录

### 大事纪要

2023年2月1—4日，全国政协副主席、农工党中央主席何维率全国政协人口资源环境委员会就“海水淡化规模化利用”赴山东开展专题调研。

2023年5月25日，中共中央、国务院发布《国家水网建设规划纲要》，提出“统筹用好当地水、外调水，强化地表水、地下水联调联供，加强再生水、淡化海水、集蓄雨水、矿井水、苦咸水等非常规水源利用，提高水资源循环和安全利用水平”。

2023年6月22日，水利部、国家发展改革委印发《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》。

2023年9月1日，国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部、工业和信息化部、农业农村部、自然资源部、生态环境部印发《关于进一步加强水资源节约集约利用的意见》。

## 附表 1

### 2023 年海水利用相关政策文件列表

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2023 年 1 月 11 日	山东省委、山东省人民政府	《山东省建设绿色低碳高质量发展先行区三年行动计划（2023—2025 年）》	提出“打造集风能开发、氢能利用、海水淡化及海洋牧场建设等的海上‘能源岛’，建设烟台丁字湾双碳智谷”；“加快推进核能供热、海水淡化等技术研究和示范应用，实现由核电向“‘核电+’多元利用转变”；“加快推进再生水、淡化海水等非常规水源利用，将非常规水源纳入水资源统一配置，在青岛、东营、烟台、潍坊、威海、日照等市建设海水淡化基地，明确区域用水总量控制目标中非常规水源最低利用量目标”。
2023 年 1 月 12 日	江苏省工业和信息化厅、江苏省发展和改革委员会、江苏省生态环境厅	《江苏省工业领域及重点行业碳达峰实施方案》	提出“大力发展沿海新型海工装备、高技术船舶、海洋药物和生物制品、海水淡化装备等海洋特色产业，推进化工、钢铁等临港产业高端绿色化发展，着力打造高水平的产业发展示范带”。
2023 年 1 月 16 日	青岛市人民政府	《关于印发青岛市 2023 年“稳中向好、进中提质”政策清单（第一批）的通知》	提出“将淡化海水纳入水资源统一配置体系，对实行两部制电价的海水淡化用电免收需量（容量）”费。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2023年4月7日	青岛市财政局、青岛市科学技术局、青岛市工业和信息化局、青岛市生态环境局、青岛市住房和城乡建设局、青岛市交通运输局、青岛市水务管理局、青岛市农业农村局、青岛市海洋发展局、青岛市园林和林业局、青岛市文化和旅游局	《青岛市支持黄河流域生态保护和高质量发展若干财政政策》	提出“鼓励海水淡化项目建设与技术攻关。根据海水淡化项目产能和综合利用水平，对海水淡化项目给予最高1000万元建设奖补。鼓励企业、科研院所、高校等开展海水淡化及海水综合利用关键核心技术研发，对关键技术攻关项目给予最高500万元支持，促进海水淡化产业发展”。
2023年4月15日	广西壮族自治区人民政府办公厅	《广西大力发展向海经济建设海洋强区三年行动计划（2023—2025年）》	提出“鼓励沿海临港工业区以及沿海电力、化工、钢铁等重点行业企业，以海水作为工业冷却水，普及推广海水循环冷却技术应用，提高海水资源利用效率。结合海岛及滨海旅游区开发建设需求，推动海岛海水淡化工程落地。‘十四五’期间，全区海水综合利用产业增加值年均增速达到10%左右”。
2023年5月9日	浙江省水利厅、浙江省发展和改革委员会	《浙江省水资源节约保护和利用总体规划（2021—2035年）》	提出“以有火核电、石化等高耗水企业的象山县、洞头区、乐清市、苍南县、舟山市区、岱山县、嵊泗县、三门县、玉环市等沿海及海岛县市为重点，推动海水淡化规模化应用，冷却水优先利用海水、亚海水。在海岛地区和产业园区选择合适试点，探索不同规模海水淡化水进入城市市政供水管网的模式及投资、运营和管理机制，优化供水水源结构，完善产业链条”；“探索对海水淡化利用地区的激励机制”。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2023年5月25日	中共中央、国务院	《国家水网建设规划纲要》	提出“统筹用好当地水、外调水，强化地表水、地下水联调联供，加强再生水、淡化海水、集蓄雨水、矿井水、苦咸水等非常规水源利用，提高水资源循环和安全利用水平”。
2023年6月22日	水利部、国家发展改革委	《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》	提出“把海水作为沿海水资源的重要补充和战略储备，加强海水直接利用。沿海火电、核电及石化、化工、钢铁等重点用水行业在技术成熟的基础上推广海水作为冷却用水，鼓励脱硫、冲洗类工艺环节用水优先利用海水。支持沿海海域滩涂和盐渍化地区科学发展海水增养殖业和海水灌溉农业，推广海水源热泵技术。探索在消除含海水废污水对生态环境影响前提下，城市市政、消防、冲厕等领域直接利用海水”；“沿海缺水地区要加强海水淡化水利用，因地制宜将海水淡化水作为生活补充水源、市政新增供水及应急备用水源，进一步提高海水淡化水配置量和覆盖范围，提升城市供水安全保障水平。对沿海地区工业园区和高耗水产业应科学配置海水淡化水，扩大工业园区海水淡化水利用规模，建设海水淡化水利用示范工业园区，依法严控具备条件但未充分利用海水淡化水的高耗水项目和工业园区新增取水许可”。
2023年8月18日	河北省水利厅、河北省发展改革委	《河北省非常规水源配置利用实施方案》	提出“唐山、秦皇岛、沧州等市结合产业布局，制定海水直接利用和海水淡化利用年度工作计划。推进沿海地区钢铁、石化化工、火电等行业直接利用海水，探索城市市政、消防、冲厕等领域直接利用海水。在沿海地区大力发展海水淡化利用工程，将海水淡化作为工业用水、生活补充水源、市政新增供水及重要应急备用水源，依法严控具备条件但未充分利用海水淡化水的高耗水项目和工业园区新增取水许可。到2025年，全省新增海水淡化规模7.5万立方米/日以上，创建海水淡化示范工程、示范工业园区”。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2023年9月1日	国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部、工业和信息化部、农业农村部、自然资源部、生态环境部	《关于进一步加强水资源节约集约利用的意见》	“沿海缺水地区、海岛要将海水淡化水作为生活补充水源、市政新增供水及重要应急备用水源，工业园区、高耗水产业充分配置海水淡化水。统筹规划建设海水淡化工程，探索推动海水淡化水进入市政供水管网。鼓励海水作为火力发电、钢铁等行业的直接冷却水”。
2023年9月8日	山东省水利厅	《关于全面加强水资源节约高效利用的实施意见》	提出“到2025年，山东省非常规水利用量达到15亿立方米”；“推动淡化海水综合利用，逐步提高配置量和覆盖范围”。
2023年9月18日	海南省治水工作领导小组办公室	《海南省“六水共治”实施方案（2023-2026年）》	提出“加强再生水、雨水、海水淡化等非常规水资源开发和安全利用，将非常规水源纳入区域水资源统一配置。加快推进儋州、琼海生活污水资源化利用设施建设。在洋浦经济开发区等重点园区推进串联用水、分质用水、一水多用和梯级利用。新建小区、城市道路、公共绿地等因地制宜配套建设雨水集蓄利用设施。推行沿海市县工业企业直接利用海水冷却，加大重点岛礁和沿海缺水城镇的海水淡化利用力度。到2025年，地级市（不含三沙市）非常规水资源替代率达到20%以上，地级市再生水利用率达到25%以上，全省再生水、海水淡化利用达2.72亿m <sup>3</sup> ”。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2023年11月9日	工业和信息化部、水利部	《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录（2023年）》	在“非常规水利用技术”中将“海水循环冷却技术”“海水及苦咸水淡化反渗透膜阻垢剂”列入其中；在“‘燃-热-电-水-盐’五效一体高效循环利用技术”中提出“以联合循环发电和低温多效蒸馏海水淡化技术为核心，形成‘燃-热-电-水-盐’五效一体高效循环利用系统。利用钢铁厂的低品质燃气，在燃机充分燃烧做功，推动燃机发电，排出高温烟气引至余热锅炉，产生蒸汽（热）推动汽轮机发电，形成燃机-汽机联合循环发电；汽轮机排汽进入海淡装置制备淡化水，海水淡化产生的浓盐水作为盐碱化工原料，提取高品质盐化工产品。”
2023年12月30日	山东省人民政府	《关于贯彻落实“四水四定”原则若干措施的通知》	提出“鼓励在合理开发利用范围内通过工程建设、再生水回用、海水淡化、水权交易等方式增加可用水量”；“加快滨海地区海水淡化与综合利用”。

## 附表 2

### 2023 年新建成万吨级及以上海水淡化工程表

序号	工程名称	工艺	规模（吨/日）
1	山东东营港纳海水务海水淡化及综合利用工程	RO	50000
2	山东烟台龙口裕龙岛海水淡化工程	RO	60000
3	浙江舟山嵊泗县菜园镇海水淡化工程	RO	10000
4	浙江宁波三文鱼繁殖厂房海水淡化装置	RO	12000
5	浙江温州乐清电厂三期海水淡化工程	RO	10800

注：海水淡化术语英文缩写说明，反渗透（RO）。

### 附表 3

#### 2023 年新发布海水利用标准表

序号	标准名称	标准编号
1	反渗透海水淡化产品水水质要求	GB/T 43230-2023
2	海水淡化装置用铜合金无缝管	GB/T 23609-2023
3	反渗透海水淡化设备技术规范	JB/T 14509-2023
4	发电厂海水淡化工程运行和维护导则	DL/T 2595-2023
5	海水法烟气脱硫系统检修导则	DL/T 2711-2023
6	海水法烟气脱硫系统运行导则	DL/T 2712-2023
7	海水淡化水纳入城市供水系统水质安全保障技术标准	DB37/T 5268-2023



## 主要名词解释

**海水淡化** 脱除海水中的盐分，生产淡水的过程。

**反渗透** 在高于渗透压差的压力作用下，溶剂（如水）通过半透膜进入膜的低压侧，而溶液中的其他组份（如盐）被阻挡在膜的高压侧并随浓溶液排出，从而达到有效分离的过程。

**低温多效** 由多个蒸发效串联组成，蒸汽在传热管一侧冷凝生成淡水，同时放出的热使传热管另一侧的海水蒸发生成二次蒸汽，并进入下一效对海水进行加热蒸发产生淡水的方法，其最高盐水温度低于70℃。

**多级闪蒸** 海水经过加热，依次通过多个温度、压力逐级降低的闪急蒸馏室，进行蒸发冷凝的蒸馏淡化方法。

**正渗透** 利用水通过选择性渗透膜从高化学势区向低化学势区渗透迁移的过程进行淡化的技术。

**海水直接利用** 以海水为原水，直接替代淡水作为工业用水或生活用水等海水利用方式的统称。

**海水直流冷却** 以原海水为冷却介质，经换热设备完成一次性冷却后，即排海的冷却水工艺。

**海水循环冷却** 以海水作为冷却介质，循环运行的一种给水工艺，由换热设备、海水冷却塔、水泵、管道及其他有关设备组成。

**海水化学资源利用** 从海水中提取各种化学元素及其深加工利用方式的统称。