

2018 年全国海水利用报告

自然资源部海洋战略规划与经济司

2020 年 1 月

前 言

2018年，各有关部门和沿海地方以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中全会精神，围绕经济社会发展对海水利用的需求，有序推进海水利用工作开展。在对2018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《2018年全国海水利用报告》。

报告中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，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.....	3
(三) 技术应用.....	5
三、海水直接利用.....	7
(一) 利用规模.....	7
(二) 区域分布.....	7
(三) 技术应用.....	8
四、海水化学资源利用.....	9
五、检验与标准.....	10
(一) 检验检测.....	10
(二) 标准规范.....	10
六、政策与交流.....	14
(一) 政策规划.....	14
(二) 国际交流与合作.....	15
附表 1: 2018 年海水利用大事纪要.....	18
附表 2: 2018 年新建海水淡化工程表.....	21
附表 3: 2018 年新公布海水利用标准表.....	22
附录: 主要名词解释.....	23

一、概述

截至 2018 年底，全国已建成海水淡化工程 142 个，工程规模 1201741 吨/日，新增海水淡化工程规模 12536 吨/日；年海水冷却用水量 1391.56 亿吨，新增海水冷却用水量 46.71 亿吨/年。

国家发展和改革委员会、自然资源部就海水淡化用电、政策性金融等方面予以支持，鼓励促进海水利用产业发展；浙江、青岛出台地方规划和实施方案，推进海水淡化在沿海缺水城市和海岛的应用。反渗透膜、高压泵等关键材料设备研制方面进展顺利，自主海水淡化技术装备实现对外出口。海水利用标准体系进一步健全，新发布国家标准 2 项、行业标准 16 项。

二、海水淡化

(一) 工程规模

截至 2018 年底，全国已建成海水淡化工程 142 个，工程规模 1201741 吨/日（图 1）。其中，2018 年，全国新建成海水淡化工程 5 个，新增海水淡化工程规模 12536 吨/日，分布在浙江和广东（图 2），主要用于海岛生活用水和沿海城市工业用水。

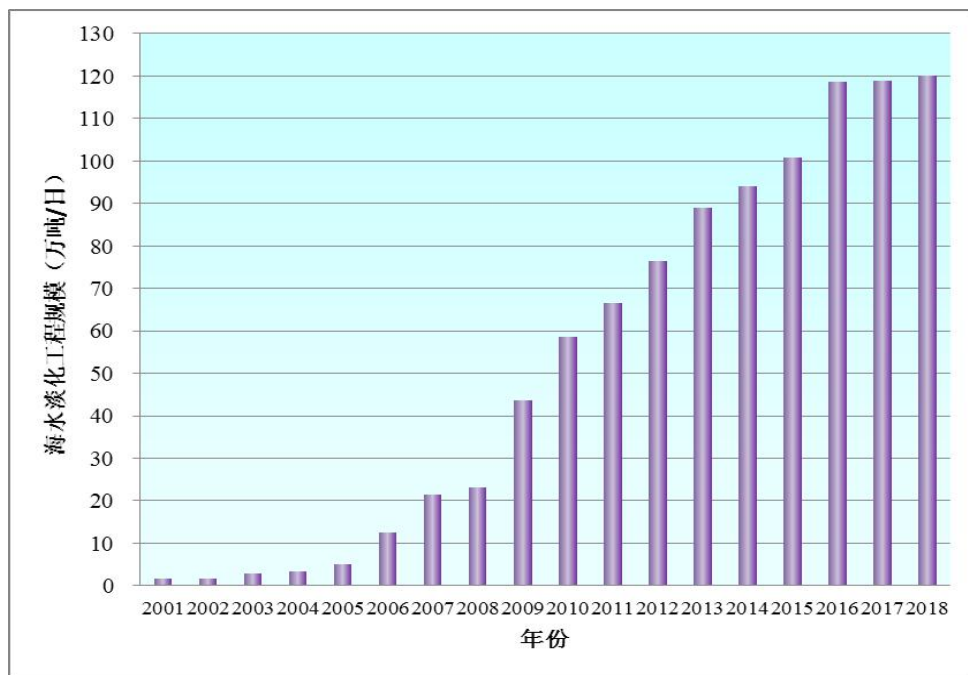


图 1 全国海水淡化工程规模增长图

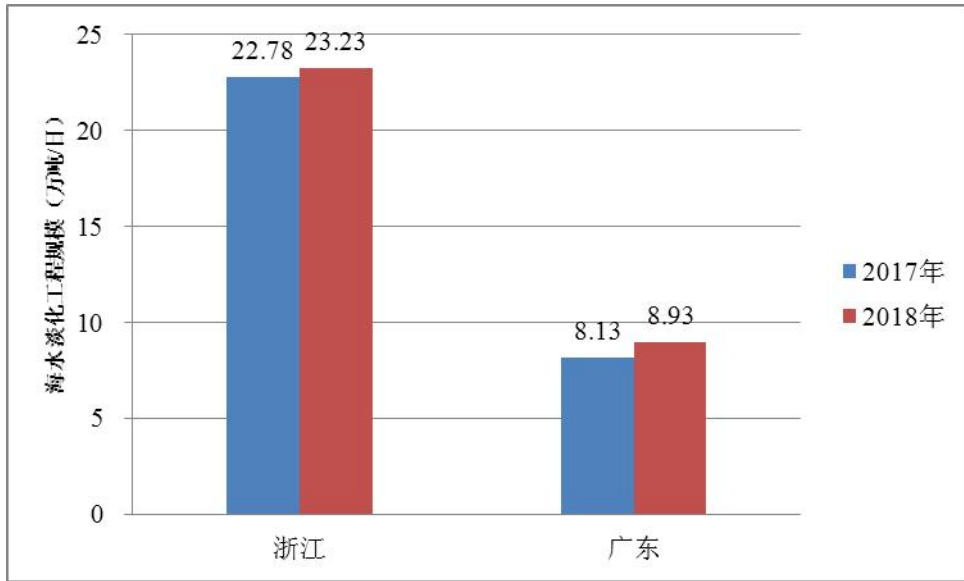


图2 2018年沿海新增海水淡化工程规模及分布图

全国已建成万吨级及以上海水淡化工程 36 个，工程规模 1059600 吨/日；千吨级及以上、万吨级以下海水淡化工程 41 个，工程规模 129500 吨/日；千吨级以下海水淡化工程 65 个，工程规模 12641 吨/日（图 3）。全国已建成的海水淡化工程最大单体规模为 200000 吨/日。

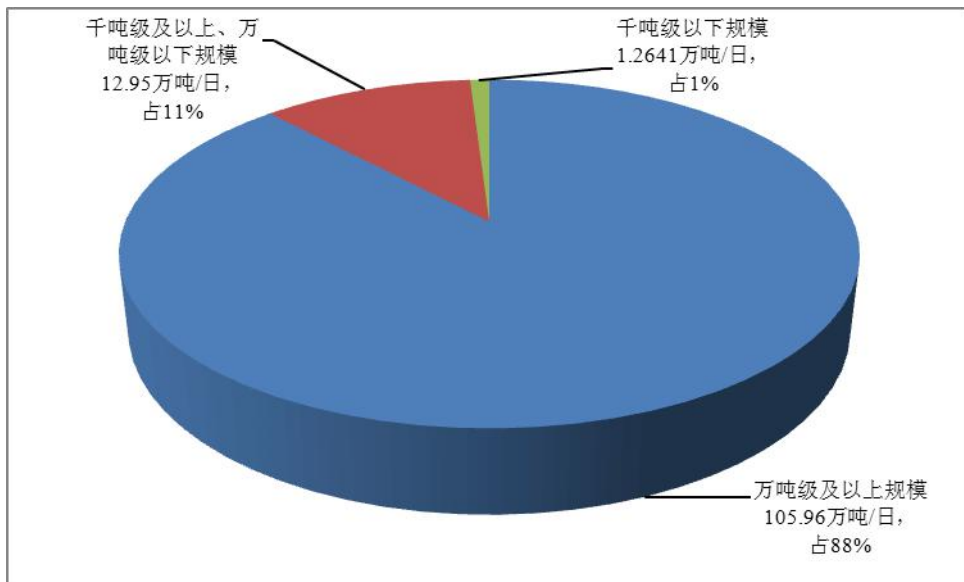


图3 全国已建成海水淡化工程规模分布及占比图

（二）区域分布

截至 2018 年底，全国海水淡化工程分布在沿海 9 个省

市（图 4）水资源严重短缺的城市和海岛。北部海洋经济圈以大规模的工业用海水淡化工程为主，主要集中在天津、山东、河北等地的电力、钢铁等高耗水行业；东部、南部海洋经济圈以民用海岛海水淡化工程居多，主要分布在浙江、广东等地，以百吨级和千吨级工程为主。

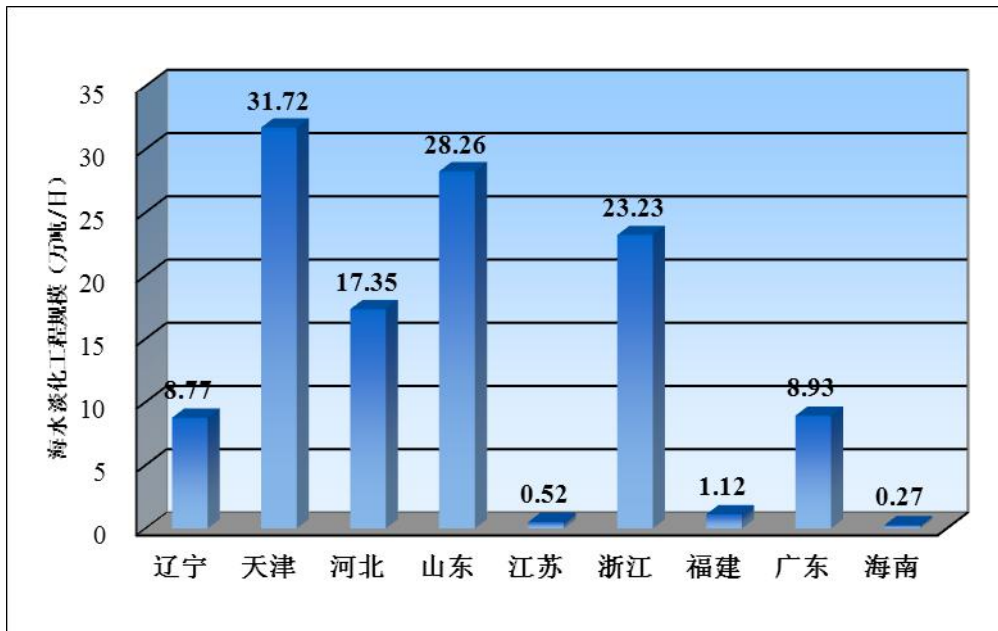


图 4 全国沿海省市海水淡化工程分布图

天津已建成海水淡化工程规模 317245 吨/日，山东已建成海水淡化工程规模 282625 吨/日，浙江已建成海水淡化工程规模 232295 吨/日，河北已建成海水淡化工程规模 173500 吨/日，广东已建成海水淡化工程规模 89296 吨/日，辽宁已建成海水淡化工程规模 87664 吨/日，福建已建成海水淡化工程规模 11231 吨/日，江苏已建成海水淡化工程规模 5200 吨/日，海南已建成海水淡化工程规模 2685 吨/日。其中，在海岛地区，海水淡化工程规模为 153406 吨/日。

（三）技术应用

截至 2018 年底，全国应用反渗透（RO）技术的工程 121 个，工程规模 825641 吨/日，占总工程规模的 68.70%；应用低温多效（MED）技术的工程 16 个，工程规模 369150 吨/日，占总工程规模的 30.72%；应用多级闪蒸（MSF）技术的工程 1 个，工程规模 6000 吨/日，占总工程规模的 0.50%；应用正渗透（FO）技术的工程 1 个，工程规模 500 吨/日，占总工程规模的 0.04%；应用电渗析（ED）技术的工程 3 个，工程规模 450 吨/日，占总工程规模的 0.04%（图 5）。海水淡化水用途主要为工业用水、生活用水和其他用水。2018 年，新增应用反渗透技术的工程 4 个，工程规模 12036 吨/日；应用正渗透技术的工程 1 个，工程规模 500 吨/日。

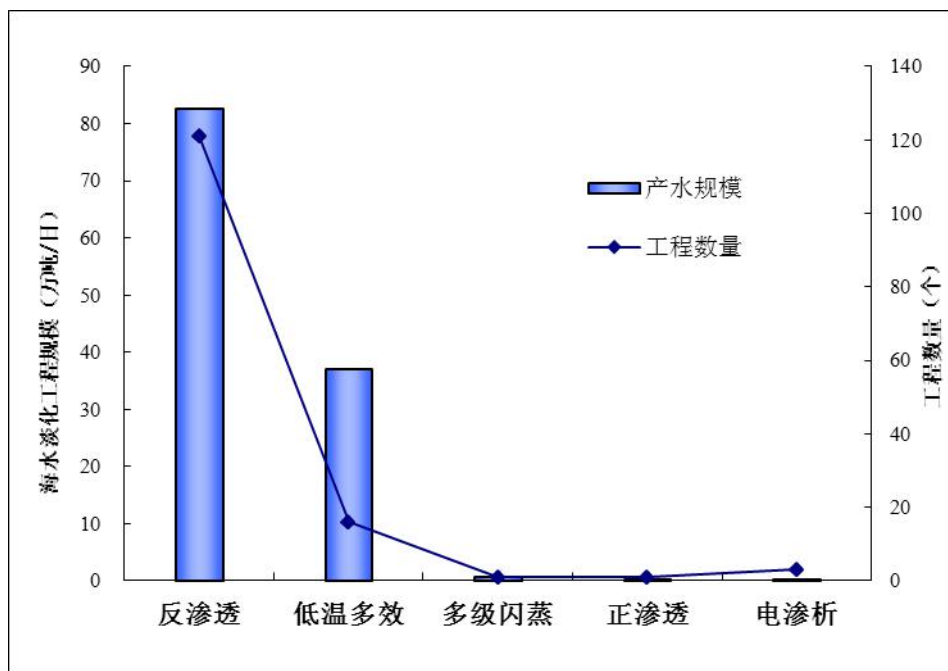


图 5 全国海水淡化工程技术应用情况分布图

2018 年，国家重点研发计划“水资源高效开发利用”重点专项“面向规模化应用的膜法海水淡化关键技术及装备开

发与示范”“海水淡化全流程药剂关键技术研究及应用示范”“高性能海水淡化混合基质反渗透膜产品开发与应用示范”“海水淡化泵与能量回收一体机关键技术研究及产品开发”等项目进展顺利。“滨海城市海水淡化综合利用技术研究及应用”项目获批立项。“均相离子膜制备关键技术及应用”项目获得国家技术发明二等奖；“环境友好型海水水处理药剂研制与应用”获得 2018 年度海洋工程科学技术奖一等奖。自然资源部天津临港海水淡化与综合利用示范基地一期中试实验区基本建设完成。

我国企业积极承揽海外海水淡化工程，服务“一带一路”建设。由上海电气电站集团承制的恒逸（文莱）PMB 石油化工项目配套 3×12500 吨/日低温多效海水淡化工程主设备蒸发器发运文莱；杭州水处理技术研究开发中心有限公司先后建成越南永新 14400 吨/日反渗透海水淡化工程、委内瑞拉马岛 10560 吨/日反渗透海水淡化工程和巴基斯坦胡布 7200 吨/日反渗透海水淡化工程；自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所制造的 100 吨/日集装箱式反渗透海水淡化装置在吉布提建成。

2018 年，沿海地区不断提高海水淡化产能利用率，重点监测的 6 个 5 万吨/日以上规模的海水淡化工程总产水量约 9000 万吨，为保障沿海缺水地区水资源供给发挥了重要作用。

三、海水直接利用

(一) 利用规模

2018年，沿海核电、火电、钢铁、石化等行业海水冷却用水量稳步增长（图6）。据测算，截至2018年底，年海水冷却用水量为1391.56亿吨。其中，2018年新增海水冷却用水量46.71亿吨。

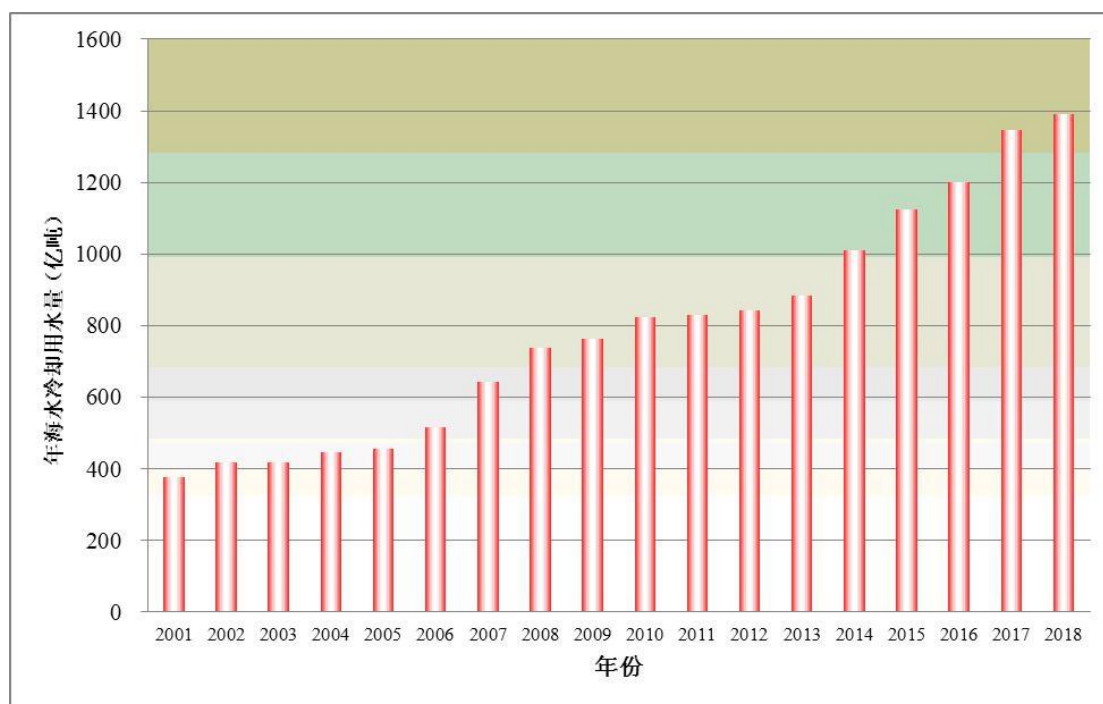


图6 全国海水冷却用水量增长图

(二) 区域分布

截至2018年底，辽宁、天津、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、海南11个沿海省市均有海水冷却工程分布（图7）。2018年，广东、浙江、福建和辽宁海水冷却用水量超过百亿吨，分别为416.86亿吨、315.44亿吨、234.51亿吨、104.23亿吨。

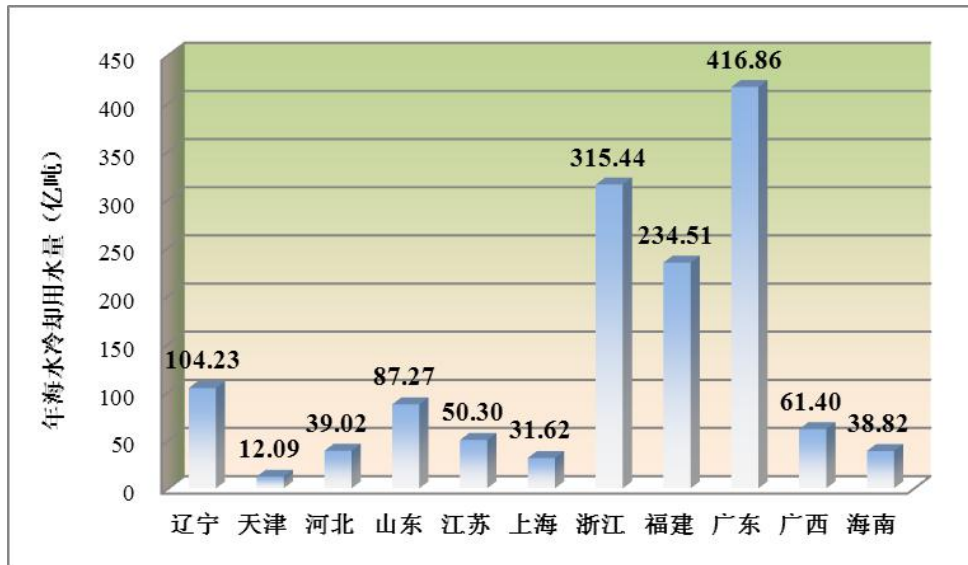


图7 全国沿海省市年海水冷却用水量分布图

(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。截至2018年底，我国已建成海水循环冷却工程21个，总循环量为181.88万吨/小时，新增海水循环冷却循环量14万吨/小时。2018年，建成山东烟台八角电厂14万吨/小时海水循环冷却工程。

四、海水化学资源利用

2018年，除海水制盐外，产品主要包括溴素、氯化钾、氯化镁、硫酸镁、硫酸钾，生产企业主要分布在天津、河北、山东、福建和海南等地。

在浓海水综合利用及产品高值化产业化技术研究方面，海洋公益性行业科研专项项目“浓海水制卤、苦卤结晶纯化及产品高值化技术与示范”进入示范阶段，完成了30万吨/年电渗析工厂化制盐示范工程前期准备工作，食品级氯化钾产业化工程试车运行。浓海水高效节能提溴技术与装备取得突破，建成高效低能耗卤水提溴工业级示范装置，完成现场中试试验研究，通过优化液体喷淋密度、规范气液分布和提高传质接触面积，较传统提溴技术能耗降低10%，收率提高7%，形成了工艺包及塔芯内构件核心关键装备的产业化定型，为产业化技术改造奠定基础。

五、检验与标准

（一）检验检测

截至 2018 年底，国家海水及苦咸水利用产品质量监督检验中心的检测能力已覆盖 37 种海水利用产品 383 个检测项目/参数，可开展海水淡化装备及部件、水处理设备、水处理药剂、海水化学资源提取产品、海水及淡水水质全分析等检验检测服务。2018 年 4 月，国家海水及苦咸水利用产品质量监督检验中心与中国膜工业协会液体分离膜检验检测中心在南京联合举办了第四届“分离膜产品检测技术培训班”（图 8），来自全国液体分离膜行业生产企业、科研院所的技术人员及高校学生等近 80 人参加了本次培训。



图 8 第四届“分离膜产品检测技术培训班”

（二）标准规范

截至 2018 年底，全国现行有效海水利用相关标准 165 项，包括国家标准 43 项、行业标准 115 项、地方标准 7 项（图 9）。其中，2018 年新发布海水利用相关国家标准 2 项、行业标准 16 项，包括：《中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整

性检验方法》(GB/T 36137-2018)、《反渗透和纳滤装置渗漏检测方法》(GB/T 37200-2018)和《反渗透海水淡化工程设计规范》(HY/T 074-2018)、《海水冷却塔测试规程》(HY/T 232-2018)、《超滤膜性能检测方法 第1部分:总则》(HY/T 233-2018)、《海水制取氢氧化镁工艺设计规范》(HY/T 239-2018)、《海水循环冷却系统设计规范 第3部分:海水预处理》(HY/T 240.3-2018)、《海水冷却塔飘水率测试方法 等速取样法》(HY/T 241-2018)、《海水淡化浓海水中排放中卤代有机物的测定 气相色谱法》(HY/T 242-2018)、《海水淡化装置能量消耗测试方法》(HY/T 245-2018)、《海岛反渗透海水淡化装置》(HY/T 246-2018)、《海水淡化产品水水质要求》(HY/T 247-2018)、《高纯镁砂》(HY/T 248-2018)、《大生活用海水系统运行管理规范》(HY/T 249-2018)、《外压中空纤维超滤膜表面亲水性的测试 接触角法》(HY/T 266-2018)、《微滤水处理设备》(CJ/T 169-2018)、《超滤水处理设备》(CJ/T 170-2018)、《钢铁行业海水淡化技术规范 第4部分:浓含盐海水综合利用》(YB/T 4256.4-2018)。



图9 全国海水利用标准数量增长图

2018年，《海水循环冷却水处理设计规范》（GB/T 23248-2009）获中国标准创新贡献奖。由我国主导提出的国际标准《反渗透海水淡化产品水》在国际标准化组织（ISO）获批立项，这是我国首个在ISO中获得立项的海水淡化标准。

全国海洋标准化技术委员会海水淡化及综合利用分技术委员会（TC283/SC7）在天津召开了2018年度工作会议暨海水利用领域标准立项审查会（图10）。《海水淡化水后处理用小型反渗透膜元件》《分离膜有机物截留率的测定 总有机碳法》《海水循环冷却系统设计规范 第5部分 循环水场》《海水冷却塔飘滴盐沉积监测方法》和《海水和卤水中铷离子的测定 原子吸收光谱法》共5项海洋行业标准通过了技术审查并获批立项。



图 10 2018 年度海水利用领域标准立项审查会

六、政策与交流

（一）政策规划

国家发展和改革委员会印发《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》，提出未来将完善部分环保行业用电支持政策，到2025年底前，对实行两部制电价的海水淡化用电，免收需量（容量）电费。自然资源部和中国工商银行出台《关于促进海洋经济高质量发展的实施意见》，将海水淡化装备研发制造、海水淡化产业化规模化示范、海岛海水淡化及综合利用工程建设列入重点支持领域。

自然资源部印发《自然资源科技创新发展规划纲要》，提出要“大力发展海水及苦咸水资源利用关键技术，形成规模化利用示范”“突破低成本、高效能海水淡化系统优化设计、成套和施工各环节的核心技术；研发海水提钾、海水提溴和溴系镁系产品的高值化深加工成套技术与装备，建成专用分离材料和装备生产基地；突破环境友好型大生活用海水核心共性技术，积极推进大生活用海水示范园区建设”。“国家海水利用工程技术研究中心”已列入自然资源部科技创新平台建设“已建国家工程技术研究中心、专业型国家技术创新中心（第一梯队）”，“海水及苦咸水资源重点实验室”已列入自然资源部科技创新平台建设“国家重点实验室培育（第三梯队）”。

天津、山东、广西、海南等沿海省市将海水利用纳入海洋工程装备、新旧动能转换、海洋经济、海洋强市建设等实施方案或行动方案。

（二）国际交流与合作

2018年6月26日，2018青岛国际水大会（图11）在山东省青岛市西海岸新区召开，大会主题为“水——生命之源 发展之基”，来自美国、加拿大、德国、奥地利、日本、以色列等20多个国家（地区）的水资源利用领域专家学者以及相关企业代表参加了大会，围绕海水淡化、工业节水、水生态文明建设、水源再利用、水安全保障等多个领域展开交流与研讨。



图 11 2018 青岛国际水大会

2018年7月11日，2018年亚太脱盐协会理事会（图12）在新加坡召开。会议选举产生了新一届理事会，讨论了2019~2021年亚太脱盐协会理事会和研讨会举办地，选定2019、2020和2021年亚太脱盐协会理事会举办国分别为阿联酋、中国和日本。



图 12 2018 年亚太脱盐协会理事会

同期，召开了新加坡水协-亚太脱盐协会联合学术研讨会（图 13）。来自东丽株式会社、东洋纺株式会社、新加坡公共事业局、韩国光州科技大学、自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、时代沃顿有限公司等单位的专家和学者针对海水淡化节能降耗技术和各国海水淡化工程实践等展开交流和讨论，来自亚太各国 60 余名代表参加了研讨会。



图 13 新加坡水协-亚太脱盐协会联合学术研讨会

2018 年 11 月 10 日，第六届西湖国际水业大会（原西湖国际海水淡化与水再利用大会）（图 14）在浙江省杭州市举行，来自多个国家（地区）海水淡化和水资源利用领域专家及国内外企业代表参加了大会，围绕海水及苦咸水淡化、工

业废水资源化、城镇污水回用等展开交流和研讨。



图 14 第六届西湖国际水业大会

附表 1

2018 年海水利用大事纪要

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2018 年 1 月 17 日	国家知识产权局	《知识产权重点支持产业目录（2018 年本）》	“海水淡化与综合利用”被列入“海洋资源开发利用产业”知识产权重点支持领域。
2018 年 1 月 29 日	山东省物价局	《关于烟台市海水淡化用电价格有关事项的通知》	明确烟台市长岛县和崆峒岛海水淡化项目自 2018 年 3 月 1 日起用电价格暂按居民生活用电类的非居民用户每千瓦时 0.555 元(含税)标准执行。
2018 年 1 月 31 日	工业和信息化部	《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2017 年版）》	“海水淡化成套装备”被列入“大型环保及资源综合利用装备”。
2018 年 2 月 6 日	青岛市经济和信息化委员会	《青岛市海水淡化产业发展规划（2017-2030 年）》	提出了青岛市海水淡化产业发展的总体思路、发展目标、发展布局、重点任务和保障举措等。
2018 年 4 月 11 日	中共中央 国务院	《关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》	提出加快培育海水淡化与综合利用等新兴产业。

2018年5月8日	山东省海洋与渔业厅	《全省海洋与渔业系统深入推进新旧动能转换重大工程的实施方案》	提出“推进海水淡化规模化应用，建设全国重要的海水利用基地，鼓励沿海城市开展海水综合利用示范”。
2018年5月22日	中共青岛市委 青岛市人民政府	《关于推进新旧动能转换重大工程的实施意见》	提出重点发展海水利用等产业。
2018年6月21日	国家发展和改革委员会	《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》	提出“完善部分环保行业用电支持政策，到2025年底前，对实行两部制电价的污水处理企业用电、电动汽车集中式充换电设施用电、港口岸电运营商用、海水淡化用电，免收需量（容量）电费”。
2018年6月27日	山东省发展和改革委员会	《新旧动能转换重大项目库第一批优选项目名单》	山东省3个海水利用项目被列入新旧动能转换重大项目库第一批优选项目名单。
2018年6月29日	天津市滨海新区发展和改革委员会	《关于废止〈关于华泰龙淡化海水供水价格的复函〉的通知》	明确天津市华泰龙淡化海水有限公司进入城镇自来水管网的淡化海水销售价格的制定和调整，需向天津市发展和改革委员会提出。
2018年7月4日	中共青岛市委 青岛市人民政府	《青岛市大力发展海洋经济 加快建设国际海洋名城行动方案》	提出“加快海水淡化专用膜及关键装备和成套设备自主研发，推进海水淡化规模化应用，建设国家重要的海水利用基地和国家海水淡化与综合利用示范城市”。
2018年7月6日	天津市工业和信息化委员会	《天津市海洋工程装备和高技术船舶产业发展三年行动方案（2018-2020年）》	提出提高海水淡化与综合利用等战略性新兴产业集聚度，加快在临港经济区形成海水淡化与综合利用产业基地。
2018年7月27日	自然资源部 中国工商银行	《关于促进海洋经济高质量发展的实施意见》	海水淡化装备研发制造、海水淡化产业化规模化示范、海岛海水淡化及综合利用工程建设被列入重点支持领域。

2018年9月25日	广西壮族自治区人民政府办公厅	《广西石墨烯产业发展工作方案》	提出将协调推动石墨烯防腐蚀、海水淡化等技术在海洋产业中的应用推广。
2018年9月30日	福建省人民代表大会常务委员会	《福建省生态文明建设促进条例》	提出将培育和发展海水综合利用等海洋新兴产业。
2018年10月16日	自然资源部	《自然资源科技创新发展规划纲要》	提出“大力发展海水及苦咸水资源利用关键技术，形成规模化利用示范”“突破低成本、高效能海水淡化系统优化设计、成套和施工各环节的核心技术；研发海水提钾、海水提溴和溴系镁系产品的高值化深加工成套技术与装备，建成专用分离材料和装备生产基地；突破环境友好型大生活用海水核心共性技术，积极推进大生活用海水示范园区建设”。
2018年11月23日	国家发展和改革委员会 自然资源部	《关于建设海洋经济发展示范区的通知》	提出支持山东威海、山东日照、江苏连云港、江苏盐城、浙江宁波、浙江温州、福建福州、福建厦门、广东深圳、广西北海共10个市和天津临港、上海崇明、广东湛江、海南陵水共4个园区海洋经济发展示范区建设。天津临港海洋经济发展示范区主要示范任务为“提升海水淡化与综合利用水平，推动海水淡化产业规模化应用示范”。

附表 2

2018 年新建海水淡化工程表

序号	工程名称	规模(吨/日)	工艺
1	浙江舟山市嵊泗县嵊山镇 II 期海水淡化工程	2000	RO
2	浙江舟山市嵊泗县海水淡化装置	500	FO
3	浙江舟山市嵊泗县本岛 VI 期海水淡化工程	2000	RO
4	广东陆丰甲湖湾电厂海水淡化工程	8000	RO
5	广东汕头市南澳县南澎岛海水淡化装置	36	RO

附表 3

2018 年新公布海水利用标准表

序号	标准名称	标准编号
1	中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整性检验方法	GB/T 36137-2018
2	反渗透和纳滤装置渗漏检测方法	GB/T 37200-2018
3	反渗透海水淡化工程设计规范	HY/T 074-2018
4	海水冷却塔测试规程	HY/T 232-2018
5	超滤膜性能检测方法 第 1 部分：总则	HY/T 233-2018
6	海水制取氢氧化镁工艺设计规范	HY/T 239-2018
7	海水循环冷却系统设计规范 第 3 部分：海水预处理	HY/T 240.3-2018
8	海水冷却塔飘水率测试方法 等速取样法	HY/T 241-2018
9	海水淡化浓海水中排放中卤代有机物的测定 气相色谱法	HY/T 242-2018
10	海水淡化装置能量消耗测试方法	HY/T 245-2018
11	海岛反渗透海水淡化装置	HY/T 246-2018
12	海水淡化产品水水质要求	HY/T 247-2018
13	高纯镁砂	HY/T 248-2018
14	大生活用海水系统运行管理规范	HY/T 249-2018
15	外压中空纤维超滤膜表面亲水性的测试 接触角法	HY/T 266-2018
16	微滤水处理设备	CJ/T 169-2018
17	超滤水处理设备	CJ/T 170-2018
18	钢铁行业海水淡化技术规范 第 4 部分：浓含盐海水综合利用	YB/T 4256.4-2018

附录

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。

大生活用海水 用于公共及住宅卫生间便器冲洗等用途的海水。

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。

北部海洋经济圈 由辽东半岛、渤海湾和山东半岛沿岸地区所组

成的经济区域，主要包括辽宁省、河北省、天津市和山东省的海域与陆域。

东部海洋经济圈 由长江三角洲的沿岸地区所组成的经济区域，主要包括江苏省、上海市和浙江省的海域与陆域。

南部海洋经济圈 由福建、珠江口及其两翼、北部湾、海南岛沿岸地区所组成的经济区域，主要包括福建省、广东省、广西壮族自治区和海南省的海域与陆域。