

2020 年全国海水利用报告

自然资源部海洋战略规划与经济司

2021 年 12 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。

2020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，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，克服新冠肺炎疫情不利影响，扎实推进海水利用工作。在对2020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《2020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.....	3
(三) 技术应用.....	4
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.....	9
(一) 检验检测.....	9
(二) 标准规范.....	10
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 2020 年海水利用相关政策文件列表.....	15
附表 2 2020 年新建成海水淡化工程表.....	19
附表 3 2020 年新公布海水利用标准表.....	20
主要名词解释.....	21

一、概述

截至 2020 年底，全国现有海水淡化工程 135 个，工程规模 1651083 吨/日，新建成海水淡化工程规模 64850 吨/日；年海水冷却用水量 1698.14 亿吨，比 2019 年增加了 212.01 亿吨。天津、山东、江苏等省市研究制定支持海水利用的政策措施，天津海水淡化产业（人才）联盟、胶东经济圈海水淡化与综合利用产业联盟和山东省海水淡化利用协会相继成立，促进海水利用产业在沿海地区进一步集聚发展。新发布海水利用标准 16 项，包括国家标准 11 项、行业标准 4 项、地方标准 1 项。

二、海水淡化

（一）工程规模

截至 2020 年底，全国现有海水淡化工程 135 个，工程规模 1651083 吨/日（图 1）。其中，万吨级及以上海水淡化工程 40 个，工程规模 1452448 吨/日；千吨级及以上、万吨级以下海水淡化工程 50 个，工程规模 188894 吨/日；千吨级以下海水淡化工程 45 个，工程规模 9741 吨/日。

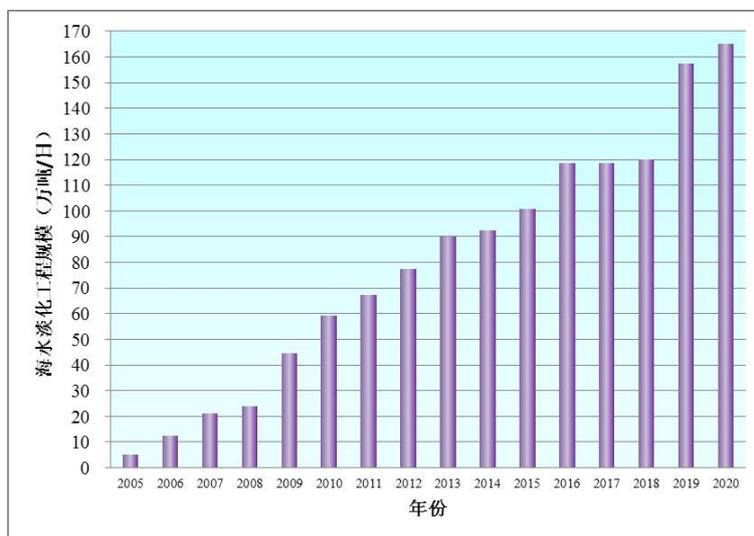


图 1 全国海水淡化工程规模增长图

2020 年，全国新建成海水淡化工程 14 个，工程规模 64850 吨/日，分布在河北、山东、江苏和浙江（图 2），主要用于沿海城市钢铁、电力、冶金等工业用水以及海岛地区生活用水。

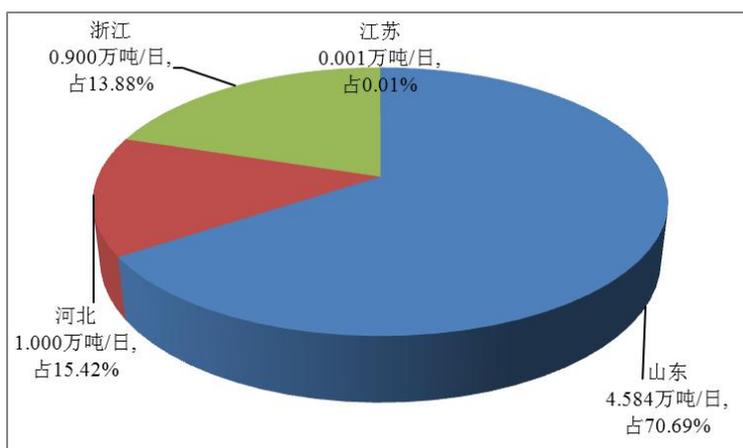


图 2 2020 年新建成海水淡化工程规模分布及占比图

(二) 区域分布与用途

截至 2020 年底，全国海水淡化工程分布在沿海 9 个省市水资源严重短缺的城市和海岛（图 3）。辽宁现有海水淡化工程规模 114811 吨/日，天津现有海水淡化工程规模 306000 吨/日，河北现有海水淡化工程规模 315700 吨/日，山东现有海水淡化工程规模 371434 吨/日，江苏现有海水淡化工程规模 5020 吨/日，浙江现有海水淡化工程规模 413886 吨/日，福建现有海水淡化工程规模 26600 吨/日，广东现有海水淡化工程规模 86771 吨/日，海南现有海水淡化工程规模 10861 吨/日。其中，海岛地区现有海水淡化工程规模 398471 吨/日。

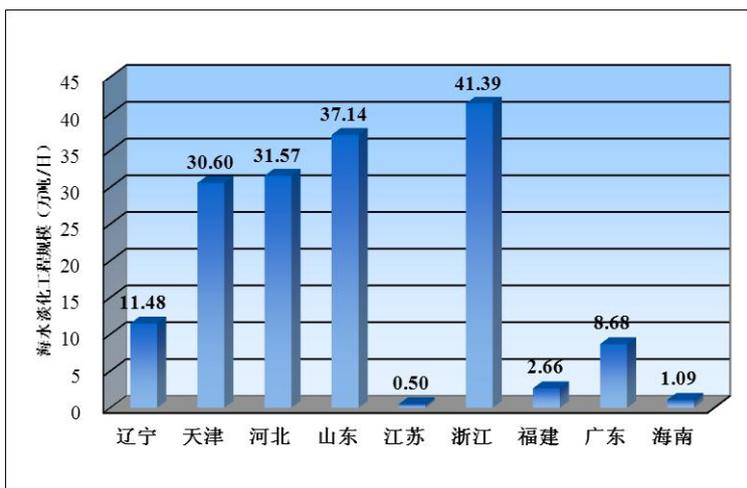


图3 全国沿海省市现有海水淡化工程规模分布图

海水淡化水的主要用途以工业用水和生活用水为主。其中，海水淡化用于工业用水主要集中在沿海地区北部、东部和南部海洋经济圈的电力、石化、钢铁等高耗水行业；海水淡化用于生活用水主要集中在海岛地区和北部海洋经济圈的天津、青岛2个沿海城市。2020年，新增海水淡化工程用于工业用水主要是为首钢京唐钢铁厂、烟台南山铝业、大唐东营电厂等高耗水企业提供高品质工业用水；新增海水淡化工程用于生活用水主要是为舟山和烟台缺水海岛提供可靠的水资源供给。

（三）技术应用

截至2020年底，全国应用反渗透技术的工程118个¹，工程规模1078453吨/日，占总工程规模的65.32%；应用低温多效技术的工程15个²，工程规模565530吨/日，占总工

^{1,2} 应用反渗透技术和低温多效技术的海水淡化工程，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。

工程规模的 34.25%；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 0.36%；应用电渗析技术的工程 2 个，工程规模 600 吨/日，占总工程规模的 0.04%；应用正渗透技术的工程 1 个，工程规模 500 吨/日，占总工程规模的 0.03%（图 4）。2020 年，新增海水淡化工程全部采用反渗透技术。

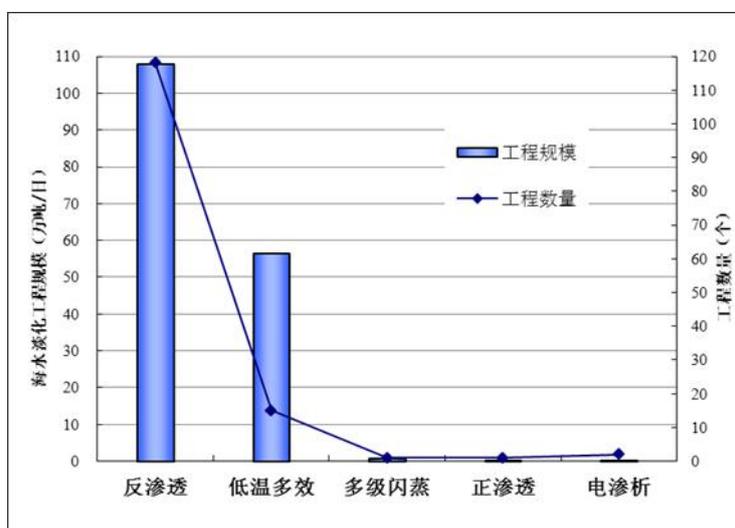


图 4 全国海水淡化工程技术应用情况分布图

国家发展改革委、工业和信息化部、科技部等部门通过生态文明建设专项 2020 年中央预算内投资项目、高技术船舶专项项目、“科技助力经济 2020”重点专项项目等支持海水利用技术装备研制及产业化。“全膜法 (UF+NF/RO) 海水利用成套装备开发与工程推广应用”“新型高效节能海水淡化重大技术装备”等项目通过验收。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完成主体建

设。“全海域岛用海水淡化成套技术及装备”“气体净化膜材料设计与制备的关键技术及应用”“反渗透海水淡化高压泵、增压泵关键技术研究及应用”和“万吨级海水淡化节能高效工艺研究及智能控制系统开发”项目分别获 2020 年度海洋工程科学技术奖特等奖、2020 年江苏省科学技术奖一等奖、2020 年山东省海洋科技创新奖技术开发类一等奖和 2020 年浙江省水利科技创新奖一等奖。

三、海水直接利用

(一) 利用规模

2020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5）。据测算，2020年全国海水冷却用水量1698.14亿吨，比2019年增加了212.01亿吨。

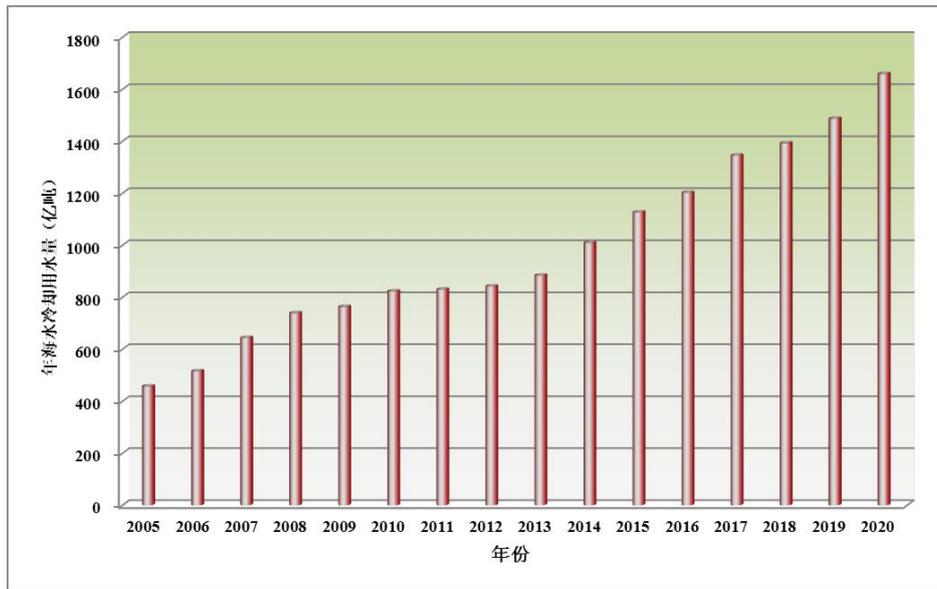


图5 全国海水冷却用水量增长图

(二) 区域分布

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6）。2020年，辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东年海水冷却用水量超过百亿吨，分别为139.14亿吨、123.09亿吨、112.33亿吨、333.74亿吨、249.24亿吨、564.11亿吨。

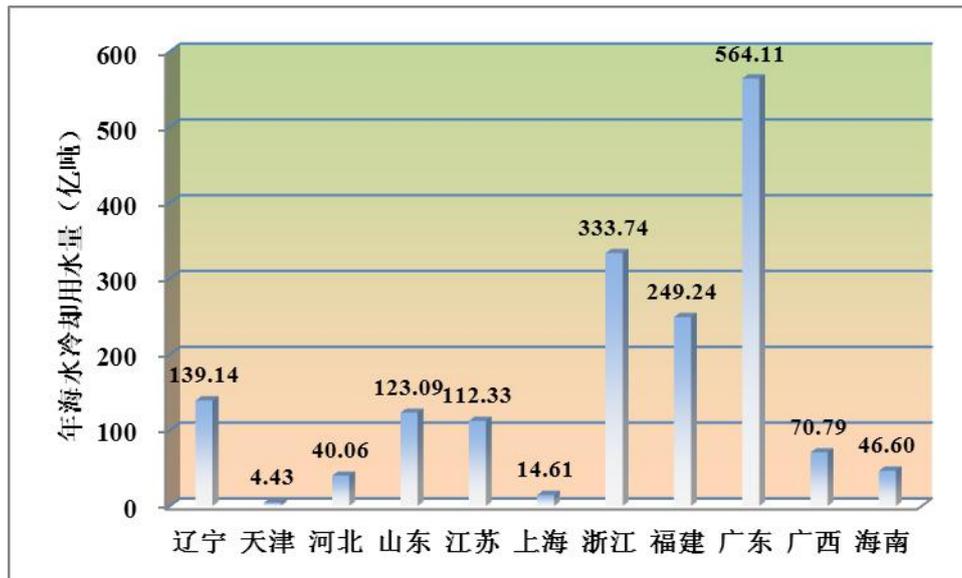


图6 全国沿海省市年海水冷却用水量分布图

(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。2020年，江苏、福建两台核电机组实现并网运行，核电行业海水冷却用水量持续上升。海水循环冷却技术在沿海推广应用，截至2020年底，我国已建成海水循环冷却工程22个，总循环量为192.48万吨/小时。2020年无新增海水循环冷却工程。

四、海水化学资源利用

2020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、河北、山东、福建和海南等地。

山东省通过实施重点研发计划项目“地下卤水高效节能提溴产业化创新装置研发、示范与推广”，将海水提溴高效节能产业化技术拓展应用至地下卤水，开展“地下卤水高效节能提溴产业化装置”研制，2020年11月在山东潍坊建成示范装置并开展运行调试。

五、检验与标准

（一）检验检测

截至2020年底，国家海水及苦咸水利用产品质量监督检验中心检测能力覆盖42种海水利用产品380个检测项目/参数，为海水淡化装备及部件、海水水处理设备、海水水处理药剂、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提供服务。国家海洋仪器设备产品质量监督检验中心检测能力覆盖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监督检验中心和海洋仪器设备产品质量监督检验中心积极面向

行业机构，开展海水利用权威检测、试验、验证及评价服务，2020年全年为188家企业提供检测服务576次。

（二）标准规范

截至2020年底，全国现行有效海水利用相关标准180项，包括国家标准53项、行业标准119项、地方标准8项（图7）。其中，2020年新发布海水利用相关国家标准11项、行业标准4项、地方标准1项，包括：GB/T 39481-2020《海水淡化利用 工业用水水质》、GB/T 39221-2020《反渗透海水淡化阻垢剂阻垢性能试验 周期浓缩循环法》、GB/T 39219-2020《海水淡化水后处理设计指南》、GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》（替代GB/T 23248-2009）、HY/T 0289-2020《海水淡化浓盐水排放要求》、DL/T 2099-2020《多效蒸馏海水淡化装置用热交换管选用导则》、DB37/T 4299-2020《海水中金刚烷胺的测定 液相色谱串联质谱法》等。通过国际标准化组织船舶与海洋技术委员会海洋技术分委会（ISO/TC8/SC13/WG3）平台，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所开展了海水淡化领域首个国际标准《海洋技术-反渗透海水淡化产品水水质-市政供水指南》编制工作。

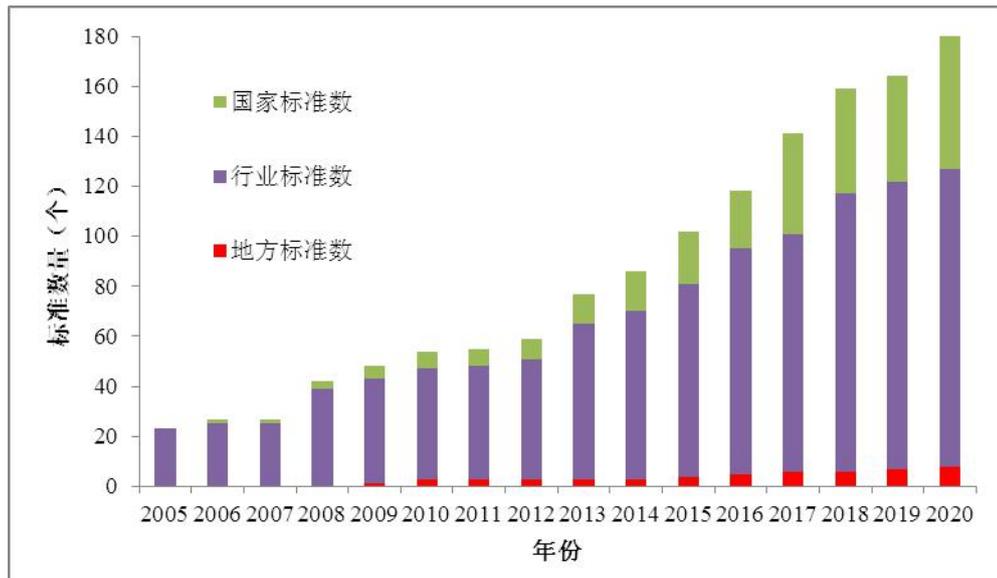


图7 全国海水利用标准数量增长图

2020年7月23日，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（SAC/TC283/SC4）在天津召开2020年度海水利用领域标准立项审查会。1项国家标准《热法海水淡化药剂性能评价方法》和5项行业标准《平板式有机分离膜断裂拉伸强度测定方法》《反渗透膜污染物鉴别试验方法》《中空纤维膜爆破强度测试方法》《反渗透膜耐微生物污染性能测试方法》和《海水循环冷却系统设计规范第2部分：排水技术要求》（修订HY/T 187.2-2015）通过审查并推荐立项。

六、政策与交流

（一）政策规划

2020年，国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、生态环境部、银保监会、全国工商联出台了《关于营造更好

发展环境 支持民营节能环保企业健康发展的实施意见》，提出鼓励引导民营企业参与海水（苦咸水）淡化及综合利用等节能环保重大工程建设。

天津市、山东省、江苏省等沿海省市通过出台供水补贴、制定产业发展意见以及用电优惠等政策，鼓励促进当地海水利用产业发展。其中，天津港保税区管委会出台《天津港保税区支持海洋产业发展的若干政策》，提出对于海水淡化保障供水需求的项目，将按年实际供水量每吨 1 元给予补贴，单个项目补贴额最高不超过 100 万元/年。

山东省人民政府办公厅出台《关于加快发展海水淡化与综合利用产业的意见》，提出到 2022 年山东全省海水淡化产能规模将超过 100 万吨/日，并形成一区、两园、多点、群星的总体布局。

江苏省人民政府出台《江苏省人民政府关于推进绿色产业发展的意见》，提出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、港口岸电运营商用用电、海水淡化用电，免收需量（容量）电费。

大连、天津、浙江、广东、海南等沿海省市将海水淡化纳入海洋中心城市建设、海洋装备、水资源管理、战略性新兴产业集群等行动计划、指导意见或实施方案中。

（二）国际交流与合作

2020 年，经中国与沙特阿拉伯两国政府批准，自然资源

部天津海水淡化与综合利用研究所与沙特阿拉伯盐水转化公司（SWCC）签订合作谅解备忘录，就开展海水淡化技术研发合作达成共识。

2020年9月16日，2020青岛国际水大会（图8）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”。会议采用“线下+线上”的方式举行，来自加拿大、以色列、比利时、新加坡等国家（地区）的水资源利用领域专家学者以及国内外水处理行业企业代表参加了会议，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、水行业有关政策及水环境标准等多个领域开展了专题学术交流与研讨。



图8 2020青岛国际水大会

七、附录

大事纪要

2020年8月2日，“天津海水淡化产业（人才）联盟”在天津成立。该联盟首批发起单位共47家，包括来自天津、北京、山东等10个省市有关海域规划、装备制造、工艺集成、科学研究、终端用户等各个环节的代表性单位。自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所当选为联盟主席单位。

2020年8月4日，“胶东经济圈海水淡化与综合利用产业联盟”在青岛成立。来自胶东五市（青岛市、烟台市、威海市、潍坊市、日照市）的海水淡化与综合利用领域有关设计研发、生产制造、配套服务企业以及科研机构等共50家单位参会并成为该联盟首批会员。青岛水务集团有限公司、山东格润内泽姆环保科技有限公司轮值担任理事长单位。

2020年12月7日，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所与山东省海洋局共建的“山东海水淡化与综合利用产业研究院”取得事业单位法人证书。

2020年12月16日，天津市科学技术局发布2020年认定产业技术研究院及同意组建综合性技术创新中心的名单，“天津市海水资源利用技术创新中心”获批组建。

2020年12月21日，山东省海水淡化利用协会在青岛召开第一次会员代表大会暨成立大会。

附表 1

2020 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
2020 年 1 月 13 日	海南省发展和改革委员会 海南省水务厅	《海南省节水行动实施方案》	提出“加强再生水、雨水、海水及淡化等非常规水开发和安全利用。将非常规水源纳入区域水资源统一配置，逐年提高利用比例，并严格考核。推行沿海市县发电等工业企业直接利用海水冷却，加大各海岛海水淡化利用力度”，“沿海地区应当制定扶持政策，鼓励和引导用水户对海水进行综合利用。高耗水行业和工业园区用水要优先利用海水，在离岸有居民海岛实施海水淡化工程”。
2020 年 3 月 27 日	江苏省人民政府	《江苏省关于推进绿色产业发展的意见》	提出“支持沿海地区开展海水淡化等非常规水利用，开展水效领跑者引领行动”，“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”。
2020 年 3 月 31 日	河北省水利厅 河北省发展和改革委员会	《关于印发 2020 年全省节水工作要点的通知》	提出“加大海水利用力度，指导秦皇岛、唐山、沧州市建设产业示范基地，提高海水淡化技术水平和装备制造能力。加快建设海水淡化配套输送管网，推进海水淡化水‘点对点’直供重点工业企业，扩大海水利用应用规模”。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2020年4月9日	大连市人民政府	《大连市加快建设海洋中心城市的指导意见》	提出“高质量发展现代海洋产业。秉承创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，依托大连海洋资源和产业基础优势，大力发展海洋新能源、海洋生物医药、海水综合利用等海洋战略性新兴产业，推动海洋渔业、船舶工业、滨海旅游、交通运输等传统海洋产业转型升级”。
2020年4月15日	青岛市水务管理局 青岛市发展和改革委员会	《青岛市落实国家节水行动方案实施意见》	提出“扩大海水利用规模。落实青岛市海水淡化专项规划，积极推进百发二期等海水淡化项目建设，提高海水淡化生产能力，研究扩大海水淡化水并入供水管网，提升供水水质，增加城市供水能力。在沿海钢铁、化工、石化等行业和工业园区，推行海水利用。将海水淡化水纳入水资源综合规划，作为市政新增供水及应急备用的重要水源”。
2020年5月21日	国家发展改革委 科技部 工业和信息化部 生态环境部 银保监会 全国工商联	《关于营造更好发展环境 支持民营企业节能环保企业健康发展的实施意见》	提出“积极支持民营企业参与大气、水、土壤污染防治攻坚战，引导民营企业参与污水垃圾等环境基础设施建设、危险废物收集处理处置、城乡黑臭水体整治、产业园区绿色循环化改造、重点行业清洁生产示范、海水（苦咸水）淡化及综合利用、污水资源化利用，以及长江经济带尾矿库污染防治项目、化工等工业园区治污项目等重大生态环保工程建设”。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2020年6月4日	浙江省人民政府办公厅	《浙江省节水行动实施方案》	提出“沿海地区充分利用海水。推动海岛地区海水淡化规模化应用，高耗水行业和工业园区优先利用海水、亚海水。在海岛地区和产业园区开展试点，探索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,完善供水水源结构和产业链条，提升供水保障能力。到2022年，海水淡化产能规模达到40万立方米/日”。
2020年7月20日	天津市工业和信息化局	《天津市海洋装备产业发展五年行动计划（2020—2024年）》	针对海洋油气装备、高技术船舶、港口航道工程装备、海水淡化装备和海洋能开发利用装备产业，打造五大高端产品和五大产业集群，并推进这五大产品拓展延伸产业链，加速产业集聚，构建产业生态。
2020年8月15日	山东省人民政府办公厅	《关于加快发展海水淡化与综合利用产业的意见》	提出到2022年，山东全省海水淡化产能规模将超过100万吨/日。山东省沿海地区总体布局是：一区、两园、多点、群星。全省整体创建全国海水淡化与综合利用示范区；建设青岛百发、烟台海阳两个具有辐射供水功能和全产业链的综合性产业园；在东营、烟台、潍坊、威海、日照、滨州6市沿海工业园区配套建设14个海水淡化基地，在潍坊建设2个海水淡化与综合利用基地，实现水盐联产；根据需求在全省32处有居民海岛建设海水淡化站，500余艘远洋船舶配备海水淡化装置。未来，山东省将实施五大行动，包括沿海工业园区“增水”行动、有居民海岛“供水”行动、沿海缺水城市“补水”行动、全产业链协同发展行动、科技支撑行动。

时间	发布主体	文件名称	涉及内容
2020年9月24日	浙江省第十三届人大常委会	《浙江省水资源条例》	提出“注重将再生水、集蓄雨水、淡化海水等非常规水纳入水资源配置，提升水资源安全保障能力”。
2020年9月25日	广东省发展和改革委员会 广东省能源局 广东省科学技术厅 广东省工业和信息化厅 广东省自然资源厅 广东省生态环境厅	《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021-2025年)》	提出“探索基于等离激元效应的光能新利用技术、太阳能光热海水淡化技术”，“重点推进第四代核电技术的研究，加快海上小堆和铅基快堆关键技术研发，推动海水淡化、制氢、余热再利用等综合利用”。

附表 2

2020 年新建成海水淡化工程表

序号	工程名称	规模(吨/日)	工艺
1	河北首钢京唐钢铁厂二期海水淡化工程	10000	RO
2	山东烟台南山铝业海水淡化工程	33000	RO
3	山东大唐东营电厂海水淡化工程	8640	RO
4	山东烟台南长山岛海水淡化装置	1000	RO
5	山东烟台长岛南隍城岛海水淡化装置	500	RO
6	山东烟台长岛大黑山岛海水淡化装置	500	RO
7	山东烟台长岛小黑山岛海水淡化装置	200	RO
8	山东烟台长岛砣矶岛北村海水淡化装置	1000	RO
9	山东烟台长岛大钦岛东村海水淡化装置	500	RO
10	山东威海荣成石岛湾核电厂海水淡化工程	500	RO
11	江苏连云港平山岛海水淡化系统	10	RO
12	浙江舟山嵊泗洋山镇海水淡化工程	2000	RO
13	浙江舟山嵊泗枸杞乡Ⅲ期海水淡化工程	2000	RO
14	浙江舟山岱山县衢山镇Ⅲ期海水淡化工程	5000	RO

注：海水淡化术语英文缩写说明，反渗透（RO）。

附表 3

2020 年新公布海水利用标准表

序号	标准名称	标准编号
1	海水循环冷却水处理设计规范	GB/T 23248-2020
2	中空纤维膜使用寿命评价方法	GB/T 38511-2020
3	电去离子膜堆测试方法	GB/T 38514-2020
4	中空纤维膜丝截面结构尺寸的测定 图像分析法	GB/T 38902-2020
5	家用反渗透及纳滤膜元件耐氯性测试方法	GB/T 38908-2020
6	多孔膜孔径的测定 标准粒子法	GB/T 38949-2020
7	海水淡化水后处理设计指南	GB/T 39219-2020
8	反渗透海水淡化阻垢剂阻垢性能试验 周期浓缩循环法	GB/T 39221-2020
9	多效蒸馏海水淡化系统设计指南	GB/T 39222-2020
10	海水冷却水排放要求	GB/T 39361-2020
11	海水淡化利用 工业用水水质	GB/T 39481-2020
12	多效蒸馏海水淡化装置用热交换管选用导则	DL/T 2099-2020
13	海水中镉的测定 原子荧光法	HY/T 0283-2020
14	海水淡化浓盐水排放要求	HY/T 0289-2020
15	海水循环冷却系统设计规范 第 4 部分: 材料选用及防腐设计导则	HY/T 187.4-2020
16	海水中金刚烷胺的测定 液相色谱串联质谱法	DB37/T 4299-2020

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。

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。