

《海水淡化利用 工业用水水质》 编制说明

（征求意见稿）

标准编制工作组

二〇一九年十二月

目 录

1 工作概况	1
1.1 任务来源	1
1.2 任务背景	1
1.3 编制单位	2
1.4 任务分配	2
2 标准化对象、标准编制原则、采标程度及主要技术特点	2
2.1 标准化对象简介	2
2.2 标准编制原则	2
2.3 采用国内外先进标准程度	3
2.4 有关的现行法律、法规和标准的关系	3
2.5 本标准的主要技术特点	3
3 标准编制的主要工作过程及工作计划	4
3.1 第一阶段	4
3.2 第二阶段	4
3.3 第三阶段	4
3.4 第四阶段	4
3.5 第五阶段	4
4 标准主要内容说明	5
5 预期效果	19
5.1 经济效益方面	20
5.2 社会效益方面	20
5.3 环境效益方面	20
6 与国内外同类标准的对比	20
7 对实施本标准的建议	21

《海水淡化利用 工业用水水质》编制说明

1 工作概况

1.1 任务来源

本标准《海水淡化利用 工业用水水质》根据国家重点研发计划课题“典型非常规水资源利用技术标准研究”（项目编号：2017YFF0206703）要求编制，国标委计划号为20194312-T-469，由全国节水标准化技术委员会（SAC/TC 442）提出并归口，项目计划2020年完成。由自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所等单位起草。

1.2 任务背景

（1）我国淡水资源缺乏，水资源短缺问题十分严重

水资源短缺是我国面临的一项长期战略性资源问题，同时也是制约我国经济和社会可持续发展的瓶颈之一。经过几十年的发展，海水淡化已经成为解决水资源危机的重要途径和方法，截至2017年底，全国已建成海水淡化工程136个，工程规模1189105吨/日，新增海水淡化工程规模1040吨/日。

（2）海水淡化水工业用途广泛，可满足沿海高耗水行业需求

海水淡化水的终端用户主要分为两类：一类是工业用水，另一类是生活用水。截至2017年底，海水淡化水用于工业用水的工程规模为791385吨/日，占总工程规模的66.56%。其中，火电企业为31.58%，核电企业为4.61%，化工企业为5.05%，石化企业为12.29%，钢铁企业为13.03%。用于居民生活用水的工程规模为393745吨/日，占总工程规模的33.11%。用于绿化等其他用水的工程规模为3975吨/日，占0.33%。

（3）海水淡化水作为工业用水存在诸多问题，急需制定水质标准

工业用水是水资源消耗的重要领域，像火电、钢铁、石化等行业生产和运行过程中都会用到大量的水资源作为生产补给水等。为了节约水资源，国家鼓励耗水工业充分地利用海水，节约水资源。《全国海水利用“十三五”规划》将海水利

用作为重要内容写入科技创新、海洋经济、全民节水、工业绿色发展等多个部门规划，并列入“十三五”海洋经济创新发展区域示范重点支持的三大产业之一。

虽然海水淡化水已经广泛应用于工业用水领域，但目前国内尚未建立统一的水质标准，很多企业反映水质标准的缺失已显著影响淡化设施的建设、使用和管理。为了提升海水淡化水在工业领域的适用性和安全性，需要建立统一的水质要求标准，以促进海水淡化水在工业领域的安全可靠应用。

1.3 编制单位

本标准起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、中国标准化研究院、国家海水及苦咸水利用产品质量监督检验中心、天津国投津能发电有限公司、青岛百发海水淡化有限公司、时代沃顿科技有限公司。

1.4 任务分配

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所作为牵头单位，负责制定标准的管理与协调工作，标准起草、会议召集，编制单位之间的沟通交流；其他起草单位负责各工序技术要素编写和数据整理工作、参与草稿的讨论及技术支持。

2 标准化对象、标准编制原则、采标程度及主要技术特点

2.1 标准化对象简介

本标准的标准化对象为：

《海水淡化利用 工业用水水质》标准规定了作为工业用水的海水淡化出厂水的水质标准和利用方式。本标准适用于以海水淡化出厂水为水源的工业用水场合，主要包括：循环冷却水、锅炉补给水、工艺用水等。

2.2 标准编制原则

(1) 标准编制过程中针对我国海水淡化水水质控制与管理需求，注重与我国已有的工业用水技术标准相结合，并充分考虑海水淡化工艺特点和出厂水水质特性。

(2) 充分借鉴国际上其他国家及海水淡化先进国家的水质控制管理经验和标准关键技术指标，保证海水淡化工业用水水质管控具有规范性。

(3) 结合国内海水淡化工程的水质控制与管理实践经验，细化各项技术指标，确保标准的可行性。

(4) 与现行海水淡化标准衔接，充分考虑我国海水淡化水质管理特征及发展趋势，引导海水淡化产业高质量发展。

2.3 采用国内外先进标准程度

通过对国内外先进标准最新版本的收集、分析，遵循采用国内外先进标准的原则，本标准以下列文件作为规范性引用文件：

GB/T 1576 工业锅炉水质

GB/T 5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标

GB/T 5750.5-2006 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标

GB/T 5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标

GB/T 5750.7-2006 生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标

GB/T 12145-2016 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

GB/T 15451-2006 工业循环冷却水 总碱及酚酞碱度的测定

2.4 有关的现行法律、法规和标准的关系

本标准是规范海水淡化工业用水水质的标准，与有关的现行法律、法规和标准等无矛盾之处。

2.5 本标准的主要技术特点

本标准与现行工业用水水质标准的区别：各行业现行的工业用水水质标准规范的是该行业用水水源水质要求；本标准规范的是作为工业用水的海水淡化水水质和利用方式，主要是针对海水淡化工艺过程和出厂水水质，当淡化水不能满足

某种工业用水要求时，还需根据不同生产工艺或不同产品的具体情况，增加后续处理过程。

本标准首先在系统调研、分析海水淡化水工业用途的基础上，确定了海水淡化水的三类基础应用场合；其次，根据国内外海水淡化技术水平和应用经验，确定了具体的水质指标限制；最后，本标准针对每项水质检测项目，提出了适合可行的检测分析方法。

3 标准编制的主要工作过程及工作计划

标准从2019年8月开始，可以分为5个阶段：

3.1 第一阶段

2019年8月：成立起草组。自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所接到标准制定任务后，立刻组织落实标准编制工作。由自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所为工作领导机构和标准编制实施机构，并由来自相关行业、企业和科研机构的相关专家组成起草组。

3.2 第二阶段

2019年9月-10月：搜集国内外海水淡化工业用水的相关标准和技术资料，调研我国相关工程的设计参数和技术要求，确认为满足要求、确定为现行有效版本。

3.3 第三阶段

2019年11月-12月：制定标准编写大纲，起草标准征求意见稿和编制说明。

3.4 第四阶段

2020年1月-2月：发送征求意见稿，征求各单位意见；

2019年2月-3月：修改征求意见稿，形成送审稿初稿。

3.5 第五阶段

2020年3月-4月：召开送审稿审查会；

2020年5月-6月：修改送审稿，形成报批稿，经审查后上报主管部门。

4 标准主要内容说明

1 范围

本标准规定了作为工业用水的海水淡化出厂水水质要求和利用方式。

本标准适用于以海水淡化出厂水为水源的工业用水场合，主要包括：循环冷却水、锅炉补给水、工艺用水等。

条款说明：

海水淡化水分为两个主要用途：一是用作工业用水，二是用作生活用水。本标准规定了作为工业用水的海水淡化出厂水的水质标准和利用方式。

基于海水淡化水的工业用途，本标准通过调研分析，将以海水淡化出厂水为水源的工业用水场合主要分为循环冷却水、锅炉补给水、工艺用水三类。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1576 工业锅炉水质

GB/T 5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标

GB/T 5750.5-2006 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标

GB/T 5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标

GB/T 5750.7-2006 生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标

GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

GB/T 12149-2017 工业循环冷却水和锅炉用水中硅的测定

GB/T 15451-2006 工业循环冷却水 总碱及酚酞碱度的测定

GB/T 21534 工业用水节水 术语

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

条款说明：

本条款指出了本标准引用的国家标准和行业标准包括GB/T 1576《工业锅炉水质》、GB/T 5750.4-2006《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》、

GB/T 5750.5-2006 《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》、GB/T 5750.6-2006 《生活饮用水标准检验方法 金属指标》、GB/T 5750.7-2006 《生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标》、GB/T 12145 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》、GB/T 12149-2017 《工业循环冷却水和锅炉用水中硅的测定》、GB/T 15451-2006 《工业循环冷却水 总碱及酚酞碱度的测定》、GB/T 21534 《工业用水节水 术语》和GB/T 50050 《工业循环冷却水处理设计规范》等。

3 术语和定义

GB/T 21534界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 21534中的某些术语和定义。

3.1 出厂水 finished water

经淡化厂所有工序处理后将出厂供给用户的水。

3.2 循环冷却水 recirculating cooling water

循环用于同一过程的冷却水。

[GB/T 21534, 定义3.13]

3.3 锅炉补给水 make up water for boiler

补充锅炉汽、水损失的水。

[GB/T 21534, 定义3.19]

3.4 工艺用水 process water

工业生产中，用于制造、加工产品以及与制造、加工工艺过程有关的用水。

[GB/T 21534, 定义3.6]。

条款说明：

本标准针对供给工业用水的海水淡化出厂水，将其定义为经淡化厂所有工序处理后准备出厂供给用户的淡水。

本标准在定义循环冷却水、锅炉补给水和工艺用水概念时，参考GB/T 21534 《工业用水节水 术语》中的相关定义。

4 海水淡化出厂水水质要求

当海水淡化出厂水作为工业用水水源时，出厂水水质应满足表1的规定。

表1 海水淡化出厂水用作工业用水的水质要求

控制项目	单位	循环冷却水 ^a	锅炉补给水	工艺用水
pH值（25℃）	—	6.8~8.5	7.0~8.5	6.5~8.5
浑浊度	NTU	≤1.0	≤0.5	≤1.0
色度	度	—	≤5	≤15
溶解性总固体	mg/L	≤1000	≤50	≤500
化学需氧量（COD _{Mn} ）	mg/L	≤3.0	≤2.0	≤3.0
总硬度（以CaCO ₃ 计）	mg/□	≤100	≤5	≤20
总碱度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	—	≤10	≤20
氯化物	mg/L	≤500 ^b	≤25	≤250
硫酸盐	mg/L	—	≤2	≤10
总铁	mg/L	≤2.0	≤0.3	≤0.3
锰	mg/L	—	≤0.1	≤0.1
氨氮（以N计）	mg/L	≤1.0	≤0.5	≤0.5
二氧化硅（SiO ₂ ）	mg/L	—	≤0.3	≤0.3

a 循环冷却水指间冷开式系统循环冷却水和直冷系统循环冷却水；
b 作为轧钢层流水时氯化物应≤300mg/L。

条款说明：

本条款指出了当海水淡化出厂水用作工业用水时，出厂水水质应满足的具体指标要求。

一、海水淡化水用作工业用水的分类

工业用水种类繁多，不同的工业用水，对水质的要求各不相同。若以生活用水水质标准作为分界线，则工业用水水质可分为高于（等于）生活用水水质和低于生活用水水质两类。

海水淡化水是由海水通过反渗透膜脱盐或蒸发脱盐获得的淡水，其纯度要高于（等于）常规生活用水水质，按照国内外水资源管理中普遍遵循的“高质高用、低质低用”原则，海水淡化水应按高于（等于）常规生活用水水质来加以利用。

海水淡化水的终端用户主要分为两类：一类是工业用水，另一类是生活用水。根据自然资源部海洋战略规划与经济司发布的《2017年全国海水利用报告》：截至2017年底，海水淡化水用于工业用水的工程规模为791385 吨/日，占总工程规模的66.56%。其中，火电企业为31.58%，钢铁企业为13.03%，石化企业为12.29%，化工企业为5.05%，核电企业为4.61%。标准编制组通过对国内海水淡化水工业用途进行调研，充分了解这些企业的海水淡化水工业用水去向，最终用途分为循环冷却水、锅炉补给水和工艺用水三类，暂未发现产品用水用途。

综合《INDUSTRIAL WATER QUALITY REQUIREMENTS》(AWWA, 2005)、《SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES VOLUME 3: INDUSTRIAL WATER USE》(SECOND EDITION, 1996)、《GUIDELINES FOR WATER REUSE》(USEPA, 2012)、《工业给水处理》(2016)、《工业用水水质标准汇编》(2014)、《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)、《工业水处理技术》(2002)、《再生水水质标准》(SL368-2006)等文献针对工业用水的分类，结合国内海水淡化水应用现状，本标准将海水淡化利用工业用水分为循环冷却水、锅炉补给水和工艺用水三类。

二、水质控制项目的遴选

综合《INDUSTRIAL WATER QUALITY REQUIREMENTS》(AWWA, 2005)、《SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES VOLUME 3: INDUSTRIAL WATER USE》(SECOND EDITION, 1996)、《GUIDELINES FOR WATER REUSE》(USEPA, 2012)、《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)、《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)、《再生水水质标准》(SL368-2006)等文献针对工业用水的水质控制项目。

本标准根据海水淡化工艺特点和海水淡化水的水质特性，遴选出以下水质控制项目：pH值、浑浊度、色度、溶解性总固体、化学需氧量、总硬度、总碱度、氯化物、硫酸盐、总铁、锰、氨氮、二氧化硅共13项。

三、水质控制项目限值的确定原则

(1) 本标准目标是制定海水淡化出厂水水质标准，面向的用途是工业用途；

(2) 本标准以国内现有海水淡化厂的通用配置和生产能力为基础，研究确定各水质项目限值；

(3) 根据海水淡化水的不同用途，针对通过调控海水淡化厂运行参数可实现的水质指标，借鉴相关工业标准中的水质限值；针对通过调控海水淡化厂运行参数尚难实现的水质指标，依据国内海水淡化厂的实际出厂水水质确定；

(4) 针对海水淡化水的特定用途，若海水淡化出厂水尚不满足最终要求，本标准通过独立章节给出补充说明。

四、水质控制项目限值及其确定依据

本标准适用于以海水淡化出厂水为水源的工业用水场合，将海水淡化水工业用途主要分为循环冷却水、锅炉补给水、工艺用水三类。

循环冷却水水质要求宽松，以一级反渗透海水淡化工艺出水水质为基准对各项指标进行确定。

锅炉补给水水质要求严格，以二级反渗透海水淡化工艺出水水质为基准对各项指标进行确定。

工艺用水水质要求宽松，以一级反渗透海水淡化工艺出水水质为基准对各项指标进行确定。

(1) pH值

海水淡化原海水的pH值通常在8.1左右，海水淡化出厂水略显酸性，pH值通常在5.5~8.5之间。

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水pH值规定为6.8~9.5；《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对于水的pH值限值为6.5~8.5。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对于软化水pH值限值为7.0~10.5；
《SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES VOLUME 3:

INDUSTRIAL WATER USE》(SECOND EDITION, 1996)中对于工业用水的pH值限值为7.0~8.0。

3) 工艺用水

《SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES VOLUME 3: INDUSTRIAL WATER USE》(SECOND EDITION, 1996)中对于工业用水的pH值限值为7.0~8.0;《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)中对于水的pH值限值为6.5~8.5;《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)中对于工艺用水pH值限值为6.5~8.5。

综合以上所列标准的有关规定,针对海水淡化水的循环冷却水用途,本标准规定pH值限值范围为6.8~8.5;针对海水淡化水的锅炉补给水用途,考虑到锅炉补给水在后续处理工艺中会采取加氨等处理工艺,本标准规定pH值限值范围为7.0~8.5;针对海水淡化水的工艺用水用途,本标准规定pH值限值范围为6.5~8.5。

(2) 浑浊度

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T 50050-2017)中对于循环冷却水浑浊度限值为 ≤ 10.0 NTU;水质远低于海水淡化厂的出厂水水质。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》(GB/T 1576-2018)中对于软化水浑浊度限值为 ≤ 5.0 NTU;水质远低于海水淡化厂的出厂水水质。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》(GB/T 12145-2016)中虽未直接提出对补给水浊度的要求,但通过其他指标的要求却可推断出对浊度本身要求十分高。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)中对于浑浊度限值为 ≤ 1.0 NTU;与海水淡化厂的出厂水水质相当;《饮用净水水质标准》(CJ/T94 2005)中对浑浊度限值为 ≤ 0.5 NTU。

《反渗透海水淡化工程设计规范》(HY/T 074-2018)、《蒸馏法海水淡化工程设计规范》(HY/T 115-2008)、《火力发电厂海水淡化工程设计规范》(GB/T 50619-2010)中对海水淡化出厂水浑浊度也有相关规定。

按照国内外水资源管理中普遍采用的“高质高用、低质低用”理念，综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水和工艺用水用途，本标准规定浑浊度限值范围为 $\leq 1.0\text{NTU}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定浑浊度限值范围为 $\leq 0.5\text{NTU}$ 。

(3) 色度

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水无色度要求。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对于软化水无色度要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对于色度限值为 ≤ 15 度；《饮用净水水质标准》（CJ/T94 2005）中对色度限值为 ≤ 5 度；《纯水机》（CJ/T 168 -2002）中对色度限值为 ≤ 5 度。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准对于色度限值范围不作具体要求；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定色度限值范围为 ≤ 5 度；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定色度限值范围为 ≤ 15 度

(4) 溶解性总固体

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于溶解性总固体未提出要求，也未提出对电导率的要求，只是提出了部分离子指标的浓度限值。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对于除盐水的电导率要求 $\leq 80\mu\text{S}/\text{cm}$ 。按照现在海水淡化厂的常规工艺配置，难以达到除盐水要求，尚需进一步处理才能满足低压锅炉要求。

《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于除盐水箱进水（氢）电导率要求在 $\leq 0.15\mu\text{S}/\text{cm}$ ，按照现在海水淡化厂的常规工艺配

置，也难以达到除盐水要求，尚需进一步处理才能满足中压锅炉要求。对于其他特定用途，可能需要进一步增加处理工序。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对于溶解性总固体限值为 $\leq 1000\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中对于溶解性总固体限值为 $\leq 1000\text{mg/L}$ 。

海水淡化水在纯度上要优于普通的自来水。《海水淡化产品水水质要求》（HY/T 247-2018）中对于不同海水淡化工艺出水的溶解性总固体含量给出了不同限值：

序号	海水淡化出厂水	溶解性总固体（mg/L）
1	单级反渗透法出水	≤ 500
2	两级反渗透法出水	≤ 50
3	蒸馏法出水	≤ 50

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准规定溶解性总固体限值范围为 $\leq 1000\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定溶解性总固体限值范围为 $\leq 50\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定溶解性总固体限值范围为 $\leq 500\text{mg/L}$ 。

（5）化学需氧量

在海水淡化领域，海水的化学需氧量采用高锰酸钾法，海水淡化出厂水有机物含量非常低，通常也采用高锰酸钾法。因此，本标准中所称化学需氧量均以高锰酸钾法为准。

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水COD限值为 $\leq 150\text{mg/L}$ ，水质远低于海水淡化厂出厂水水质。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中未对化学需氧量提出要求。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水的TOC要求在 $\leq 0.2\text{mg/L}$ 。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对于化学需氧量的限值为 $\leq 3.0\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中对于化学需氧量的限值为 $\leq 3.0\text{mg/L}$ ；《饮用净水水质标准》（CJ/T94 2005）中对于化学需氧量的限值为 $\leq 2.0\text{mg/L}$ 。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水和工艺用水用途，本标准规定化学需氧量限值范围为 $\leq 3.0\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定化学需氧量限值范围为 $\leq 2.0\text{mg/L}$ 。

（6）总硬度

海水的硬度非常高，经过淡化处理后，水里的大部分硬度得到了去除，残余硬度非常有限，水质低于常规自来水。

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水未明确给出硬度值，规定钙硬度+全碱度 $\leq 1100\text{mg/L}$ ，水质远低于海水淡化厂出厂水水质。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对软化水硬度的要求是 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ 。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水的硬度未给出直接要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对于总硬度的限值为 $\leq 450\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中对于总硬度的限值为 $\leq 450\text{mg/L}$ ；《钢铁企业给水排水设计规范》（GB 50721-2011）中对于生产新水的总硬度要求 $\leq 150\text{mg/L}$ 。

显然，以上标准对硬度的要求低于常规海水淡化厂出厂水硬度值，因此，总硬度指标的确定根据海水淡化厂的实际运行数据确定。

根据国内海水淡化厂运行监测数据，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准规定总硬度限值范围为 $\leq 100\text{mg/L}$ （以 CaCO_3 计）；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定总硬度限值范围为 $\leq 5\text{mg/L}$ （以 CaCO_3 计）；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定总硬度范围为 $\leq 20\text{mg/L}$ （以 CaCO_3 计）。

(7) 总碱度

海水的碱度非常高，经过淡化处理后，水里的大部分碱度得到了去除，残余碱度非常有限，水质低于常规自来水。

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水未明确给出碱度值，规定钙硬度+全碱度（以CaCO₃计）≤1100mg/L，水质远低于海水淡化厂出厂水水质；《循环冷却水用再生水水质标准》（HG/T 3923-2007）中对于再生水用作循环冷却水未直接给出碱度值，规定总硬度+总碱度（以CaCO₃计）≤700mg/L。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对碱度未给出要求。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对碱度未给出要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中对碱度未给出要求；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中对碱度未给出要求。《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）对再生水用作工业用水时，要求总碱度≤350mg/L（以CaCO₃计）；《钢铁企业给水排水设计规范》（GB 50721-2011）中对于生产新水的总碱度要求≤110mg/L（以CaCO₃计）。

显然，以上标准对碱度的要求低于常规海水淡化厂出厂水碱度值，因此，总碱度指标的确定根据海水淡化厂的实际运行数据确定。

根据国内海水淡化厂运行监测数据，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准对于总碱度限值范围不作具体要求，具体参照GB/T 50050；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定总碱度限值范围为≤10mg/L（以CaCO₃计）；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定总碱度限值范围为≤20mg/L（以CaCO₃计）。

(8) 氯化物

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于循环冷却水规定氯化物≤700mg/L，水质远低于海水淡化厂出厂水水质；《循环冷却水用再

生水水质标准》（HG/T 3923-2007）中对于再生水用作循环冷却水规定氯化物 $\leq 500\text{mg/L}$ 。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对氯化物未给出要求；《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水氯化物未给出要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中规定氯化物 $\leq 250\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中规定氯化物 $\leq 250\text{mg/L}$ ；《城市污水再生利用工业用水水质》（GBT19923-2005）对再生水用作工业用水时，规定氯化物 $\leq 250\text{mg/L}$ 。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准规定氯化物限值范围为 $\leq 500\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定氯化物限值范围为 $\leq 25\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定氯化物限值范围为 $\leq 250\text{mg/L}$ 。

（9）硫酸盐

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于硫酸盐未给出要求；《循环冷却水用再生水水质标准》（HG/T 3923-2007）中对于硫酸盐未给出要求。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对硫酸盐未给出要求；《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水硫酸盐未给出要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中规定硫酸盐 $\leq 250\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中规定硫酸盐 $\leq 250\text{mg/L}$ ；《城市污水再生利用工业用水水质》（GBT19923-2005）对再生水用作工业用水时，规定硫酸盐 $\leq 250\text{mg/L}$ 。

显然，以上标准对硫酸盐的要求低于常规海水淡化厂出厂水水质，因此，硫酸盐指标的确定根据海水淡化厂的实际运行数据确定。

根据国内海水淡化厂运行监测数据，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准对于硫酸盐限值范围不作具体要求，具体参照GB/T 50050；针对海水淡化水的锅炉补给水用途，本标准规定硫酸盐限值范围为 $\leq 2.5\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的工艺用水用途，本标准规定硫酸盐限值范围为 $\leq 10\text{mg/L}$ 。

(10) 总铁

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中要求铁 $\leq 2.0\text{mg/L}$ ；《循环冷却水用再生水水质标准》（HG/T 3923-2007）中要求铁 $\leq 0.3\text{mg/L}$ 。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中规定铁 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ；《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水中铁未给出要求。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》（CJ/T 206-2005）中规定铁 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中规定铁 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ；《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）对再生水用作工业用水时，规定铁 $\leq 0.3\text{mg/L}$ 。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准规定总铁限值范围为 $\leq 2.0\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水和工艺用水用途，本标准规定总铁限值范围为 $\leq 0.3\text{mg/L}$ 。

(11) 锰

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）中对于锰未给出规定。《循环冷却水用再生水水质标准》（HG/T 3923-2007）中对于锰未给出规定。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》（GB/T 1576-2018）中对于锰未给出规定。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）中对于锅炉补给水中锰未给出规定。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)中规定锰 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定锰 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ；《城市污水再生利用工业用水水质》(GBT19923-2005)对再生水用作工业用水时，规定锰 $\leq 0.1\text{mg/L}$ 。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准对于锰限值范围不作具体要求，具体参照GB/T 50050；针对海水淡化水的锅炉补给水和工艺用水用途，本标准规定锰限值范围为 $\leq 0.1\text{mg/L}$ 。

(12) 氨氮

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T 50050-2017)中对于循环冷却水规定氨氮 $\leq 1.0\text{mg/L}$ 。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》(GB/T 1576-2018)中对于氨氮未给出规定。《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》(GB/T 12145-2016)中对于锅炉补给水中氨氮未给出规定。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)中规定氨氮 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ；《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定氨氮 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ；《海水水质标准》(GB 3097-1997)未直接规定氨氮要求，对第四类海水中无机氮的规定是 $\leq 0.5\text{mg/L}$ 。

综合以上所列标准的有关规定，针对海水淡化水的循环冷却水用途，本标准规定氨氮(以N计)限值范围为 $\leq 1.0\text{mg/L}$ ；针对海水淡化水的锅炉补给水和工艺用水用途，本标准规定氨氮(以N计)限值范围为 $\leq 0.5\text{mg/L}$ 。

(13) 二氧化硅

1) 循环冷却水

《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T 50050-2017)中规定硅酸(以 SiO_2 计) $\leq 175\text{mg/L}$ ；《循环冷却水用再生水水质标准》(HG/T 3923-2007)中对于二氧化硅未给出规定。

2) 锅炉补给水

《工业锅炉水质》(GB/T 1576-2018)中对于二氧化硅未给出规定;《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》(GB/T 12145-2016)中对于锅炉补给水中二氧化硅规定 $\leq 0.01\text{mg/L}$ 。

3) 工艺用水

《城市供水水质标准》(CJ/T 206-2005)中对于二氧化硅未给出规定;《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中对于二氧化硅未给出规定;《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923-2005)对再生水用作工业用水时,规定冷却水二氧化硅 $\leq 50\text{ mg/L}$,其余用途 $\leq 30\text{ mg/L}$ 。《海水水质标准》(GB 3097-1997)中未涉及二氧化硅。

综合以上所列标准的有关规定,针对海水淡化水的循环冷却水用途,本标准对于二氧化硅限值范围不作具体要求,具体参照GB/T 50050;针对海水淡化水的锅炉补给水和工艺用水用途,本标准规定二氧化硅限值范围为 $\leq 0.3\text{mg/L}$ 。

5 海水淡化出厂水利用方式

5.1 当海水淡化出厂水作为循环冷却水水源时,达到表1中所列的控制指标后,还宜根据循环冷却工艺特点和其他水源特性掺混使用,终端水质应符合GB/T 50050的要求。

5.2 当海水淡化出厂水作为锅炉补给水水源时,达到表1中所列的控制指标后,还应根据锅炉工况对出厂水再做后续处理,直至满足锅炉用水水质指标要求。对于低压锅炉,终端水质应符合GB/T 1576的要求;对于中高压锅炉,终端水质应符合GB/T 12145的要求。

5.3 当海水淡化出厂水作为工艺用水水源时,达到表1中所列的控制指标后,还应根据不同生产工艺要求,确定是否增加后续处理工艺,终端水质应符合相关标准的要求。

条款说明:

本条款主要根据海水淡化出厂水水质特性,面向不同用途场合,提出海水淡化水的利用方式,目的是指导海水淡化水获得更合理的应用。

6 取样与监测

6.1 取样要求：水样取样点宜设在海水淡化厂总出水口。

6.2 表1中所列主要项目（pH值、浑浊度、溶解性总固体、化学需氧量、氯化物）的监测频次应不少于每日一次，其它项目的监测频次应不少于每周一次。

6.3 监测分析方法按表2的规定执行。

表2 监测分析方法

项目	测定方法	方法来源
pH值（25℃）	玻璃电极法	GB/T 5750.4-2006
浑浊度	散射法	GB/T 5750.4-2006
色度	铂-钴标准比色法	GB/T 5750.4-2006
溶解性总固体	称量法	GB/T 5750.4-2006
化学需氧量（COD _{Mn} ）	酸性高锰酸钾法	GB/T 5750.7-2006
总硬度（以CaCO ₃ 计）	乙二胺四乙酸二钠滴定法	GB/T 5750.4-2006
总碱度（以CaCO ₃ 计）	电位滴定法	GB/T 15451-2006
氯化物	硝酸银容量法	GB/T 5750.5-2006
硫酸盐	硫酸钡比浊法	GB/T 5750.5-2006
总铁	原子吸收分光光度法	GB/T 5750.6-2006
锰	原子吸收分光光度法	GB/T 5750.6-2006
氨氮（以N计）	纳氏试剂分光光度法	GB/T 5750.5-2006
二氧化硅（SiO ₂ ）	分光光度法	GB/T 12149-2017

条款说明：

本条款主要对海水淡化出厂水用于工业用水时的取样位置、重点项目频次、监测方法做出规定。

5 预期效果

为了节约水资源，国家鼓励耗水行业充分地利用海水，节约水资源。海水淡化水有着广泛用途，工业用水又是水资源消耗的重要领域，像火电、钢铁、石化等行业生产和运行过程中都会用到大量的水资源作为生产补给水等。通过制定本

标准，国内可建立统一的海水淡化水水质标准，有助于促进海水淡化设施的规范化建设、使用和管理，提升海水淡化水在工业领域的适用性和安全性。因此，以指导海水淡化出厂水工业应用为主要目的的海水淡化水工业用水水质技术标准具有广阔的应用前景。

5.1 经济效益方面

海水淡化水工业用水水质标准的实施应用，将促使我国海水淡化产业快速发展，促进海水淡化产业成为新的经济增长点，经济效益十分显著。

5.2 社会效益方面

通过本标准的推广应用，可以促进我国海水淡化水工业处理技术的进步，带动海水淡化产业的技术研发以及上下游产业的发展，从而带来明显的社会效益。

5.3 环境效益方面

海水淡化水工业用水标准的研制及应用将大量减少淡水资源的使用量，提高海水淡化水的利用效率，对于保护生态环境，建设资源节约型、环境友好型社会，实现可持续发展战略具有重大意义。

6 与国内外同类标准的对比

在海水淡化标准方面，我国在海洋行业标准体系的指导下，近年来研究制订了一系列海水淡化国家和行业标准，如《火力发电厂海水淡化工程设计规范》（GB/T 50619-2010）、《反渗透水处理设备》（GB/T 19249-2003）、《海水淡化反渗透膜装置测试评价方法》（GB/T 32359-2015）、《海水利用术语 第2部分：海水淡化技术》（HY/T 203.2）、《蒸馏法海水淡化工程设计规范》（HY/T 115-2008）、《膜法水处理 反渗透海水淡化工程设计规范》（HY/T 074-2003）、《卷式反渗透膜组件测试方法》（HY/T 107-2008）、《反渗透海水淡化装置》（CB/T 3753-1995）、《海水淡化产品水水质要求》（HY/T 247-2018）等。此外，国内外高等院校、科研机构及有关工业企业在低矿化度饮用水方面有较多研究成果，形成《低矿化度饮用水矿化卫生标准》（GJB 1335-92）等。然而，这些规范并未对海水淡化水工业用水水质提出指导，不具有实际指导价值。

本标准能够填补我国在海水淡化水工业用水水质领域的空白，具有显著的竞争优势和特色，能够促进我国海水淡化产业发展，有助于海水淡化水在工业领域的推广应用。

7 对实施本标准的建议

本标准的实施需要配套管理措施；建议标准发布实施后，根据标准实施情况适时对本标准进行修订；建议继续开展与本标准实施相关的技术研究工作。