

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXXX—XXXX

海水淡化水足迹评价规范
第2部分：淡化系统水足迹效益评价指南

Specification for evaluating water footprint of seawater desalination—

Part 2: Guide for benefit evaluation of water footprint of seawater desalination system

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(2020-09-07)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

自然资源部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、哈尔滨工业大学（深圳）、中国标准化研究院、轻工业环境保护研究所。

本文件主要起草人：

海水淡化水足迹评价规范

第2部分 淡化系统水足迹效益评价指南

1 范围

本文件规定了基于水足迹计算结果的海水淡化系统水足迹效益评价的方法、指标。
本文件适用于实施和报告海水淡化系统的水足迹效益评价结果。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准文件；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 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架（ISO 14040: 2006, IDT）
- GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南（ISO 14044: 2006, IDT）
- GB/T 33859-2017 环境管理 水足迹 原则、要求与指南（ISO 14046: 2014, IDT）
- GB/T 37756-2019 产品水足迹评价和报告指南
- HY/T 289 海水淡化浓盐水排放要求
- HY/T xxx.1-202x 海水淡化水足迹评价规范 第1部分：淡化系统水足迹核算要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

淡水 fresh water

总含盐量小于或等于1 000 mg/L的水。

[来源：HY/T 203.2-2016, 2.1]

3.2

海水 seawater

海洋中的水。

注：海水的溶解性固体浓度大于或等于30 000 mg/L。

[来源：GB/T 33859-2017, 3.1.4]

3.3

产品水 product water

经淡化装置处理后获得的比原水总含盐量低的水，其不包括外界输入蒸汽的凝结水。

[来源：HY/T 203.2-2016, 2.2]

3.4

水质 water quality

与人类或生态系统利用相关的水的物理（例如热特性）、化学和生物学特性。

[来源：GB/T 33859-2017, 3.2.4]

3.5

海水淡化系统水足迹 water footprint of seawater desalination system

量化海水淡化系统与水相关的潜在环境影响的指标，可根据影响类型的不同分为海水淡化系统水稀缺足迹、海水淡化系统水劣化足迹等。

3.6

海水淡化系统水稀缺足迹 scarcity footprint of desalination system

量化海水淡化系统与水稀缺程度相关的潜在环境影响的指标。

3.7

海水淡化系统水劣化足迹 degradation footprint of desalination system

量化海水淡化系统与水质负面变化相关的潜在环境影响的指标。

3.8

水足迹清单分析 water footprint inventory analysis

在确定的目的和范围内，编制所研究的产品、过程和组织中与水相关的输入和输出清单并量化的一个阶段。

[来源：GB/T 33859-2017, 3.3.7]

3.9

系统边界 system boundary

确定哪些单元过程属于产品系统或者哪些活动属于一个组织的条件设定（界限）。

[来源：GB/T 33859-2017, 3.3.8]

3.10

水足迹评价 water footprint assessment

编制产品、过程或组织用水或影响水的输入、输出清单，并评估其潜在环境影响。

[来源：GB/T 33859-2017, 3.3.2]

4 评价原则和范围

4.1 评价原则

海水淡化系统水足迹评价用于海水淡化系统之间进行比较，应基于系统的可比性确定评价范围，并应在解释结果之前评价不同海水淡化系统在清单分析和影响评价阶段是否采用相同的功能单位和等同的方法学（如系统边界、数据质量、分配程序等）。任何参数的差异都应识别并报告。

4.2 系统边界

按照GB/T 24040-2008中的5.2.3选择系统边界。基于海水淡化系统完整工艺过程，包括海水取水、预处理、脱盐、淡化后处理、浓盐水排放，选择“大门到大门”边界，进行海水淡化系统生产阶段的水足迹核算，见图1。系统边界不包括场地基础设施、设备、人员、产品水输送等。

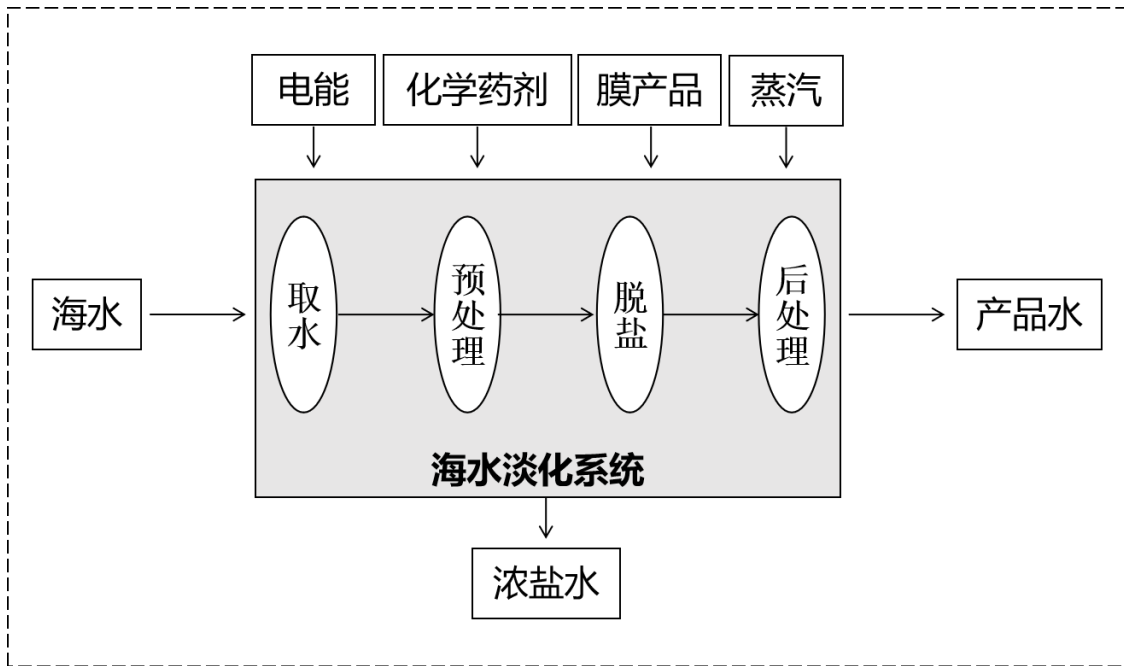


图1 海水淡化系统水足迹评价的系统边界

4.3 功能单位

海水淡化系统水足迹评价以产品水的体积为计量单位，一般为立方米（ m^3 ）。

5 海水淡化系统水足迹影响评价

5.1 基本步骤

海水淡化系统水足迹评价应根据HY/T xxx.1-202x中6.2.4规定的水足迹清单结果，按照以下步骤进行：

- 将海水淡化系统水足迹清单结果划分到特定的影响类型中；
- 进行典型参数的选择或计算；
- 识别海水淡化系统中影响水足迹的关键因素；
- 结合清单分析结果提出关键因素的改善建议。

5.2 影响类型的选择

开展海水淡化系统水足迹影响评价时，可使用以下方法选择影响类型：

- 若仅考虑水量变化产生的潜在环境影响，应评价海水淡化系统水稀缺足迹；
- 若考虑浓盐水排放产生的潜在环境影响，应评价海水淡化系统水劣化足迹。

5.3 海水淡化系统水足迹计算结果的评价

5.3.1 海水淡化系统水稀缺足迹评价

海水淡化系统水稀缺足迹评价包括直接及间接水稀缺足迹，主要从以下三方面进行分析：

- a) 能耗水稀缺足迹，包括从设备运行电耗、蒸汽消耗量等方面；
- b) 耗材水稀缺足迹，包括从药剂投放量、膜产品更换等方面；
- c) 淡化产品水的水稀缺足迹，从产水水量变化方面。

5.3.2 海水淡化系统水劣化足迹评价

海水淡化系统水劣化足迹可选择临界稀释体积法或当量系数法，按照GB/T 37756-2019中6.3.2的公式核算。浓盐水的水劣化足迹对照标准HY/T 289规定的浓盐水排放水质要求核算。海水淡化系统水劣化足迹主要从以下方面进行分析：

- a) 浓盐水的处置方式；
- b) 海水淡化系统中药剂投加的种类。

5.3.3 海水淡化系统单位水资源增量

海水淡化与其他耗水的生产过程的不同在于，海水淡化是一个生产优质淡水的过程，是水资源增量技术。海水淡化系统单位水资源增量为生产 1m^3 产品水净增加的水资源量按式（1）计算：

$$WF_{in} = 1 - WF \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- WF_{in} ——海水淡化系统单位水资源增量，单位为立方米（ m^3 ）；
 WF ——海水淡化系统水足迹，单位为立方米（ m^3 ）。

6 结果解释

- 6.1 海水淡化系统水足迹评价的结果解释应按照 GB/T 33859-2017 中 5.5 的要求。
- 6.2 完整性、敏感性和一致性检查，可参见 GB/T 24044-2008 中的附录 B 的 B.3。
- 6.3 海水淡化系统水足迹评价的局限应按照 GB/T 33859-2017 中的 5.6 要求。

7 报告

- 7.1 海水淡化系统水足迹评价报告应按照 GB/T 33859-2017 中第 6 章的要求。
- 7.2 海水淡化系统水足迹评价报告至少包括以下组成部分：

- a) 海水淡化系统水足迹评价的目的：
 - 1) 开展海水淡化系统水足迹评价的原因；
 - 2) 评价对象；
 - 3) 预期用途；
 - 4) 目标用户；
 - 5) 海水淡化系统水足迹评价是否用于对比或向公众公开。
- b) 海水淡化系统水足迹评价范围：

- 1) 系统边界;
 - 2) 功能单位;
 - 3) 所有假设及理由。
- c) 海水淡化系统水足迹影响评价:
- 1) 影响类型和类型参数的选择及理由;
 - 2) 海水淡化系统水足迹评价的计算和结果;
 - 3) 针对工艺过程的水足迹分别进行评价、分析和说明;
 - 4) 针对影响水足迹的关键工艺过程提出改善建议。
- d) 结果解释:
- 1) 结论;
 - 2) 局限性;
 - 3) 建议。

7.3 海水淡化系统水足迹评价示例参见附录A。

附录 A

(资料性附录)

海水淡化系统水足迹评价示例

A.1 概况

本示例选择日产万吨级以上的某大型反渗透海水淡化厂，主要满足所在工业区内的工业项目用水问题，缓解区域用水紧张状况。采用本文件建立的海水淡化系统水足迹评价方法，对该淡化系统的水足迹核算结果进行评价，作为本文件的参考依据。

A.2 目的和范围的确定

A.2.1 水足迹评价的目的

本示例选择日产万吨级以上的某大型反渗透海水淡化厂进行水足迹评价研究，以期为制定合理有效的水资源管理战略，实现从绿色供应链的角度减少水足迹提供有用信息。

A.2.2 水足迹评价的范围

完整的海水淡化系统生命周期评价的系统边界应该包括从海水淡化厂的建设开始，经历海水淡化厂的投产运行等阶段，直至海水淡化厂的报废和处置，以及围绕这些过程的其他相关活动（如员工生活等）。但是，在具体实施过程中，由于基建、物流环节没有详尽的记录，因此在本示例中没有将海水淡化厂的建设以及围绕这些活动的其他相关活动列入评价范围。根据 4.2 的内容，采用“大门到大门”的系统边界开展海水淡化水足迹评价，功能单位为立方米产品水（ m^3 产品水）。

A.3 水足迹影响评价

根据 HY/T xxx.1-202x 附录 A 的计算结果，分析海水淡化系统水足迹，结果如表 A.1 所示。从四季平均水稀缺足迹的组成可以看出海水淡化系统对淡水的消耗均来源于外购产品所引起的淡水消耗，即间接水稀缺足迹。由于海水淡化厂的自用淡水都为自产淡化水，所以海水淡化系统直接水稀缺足迹为 0。

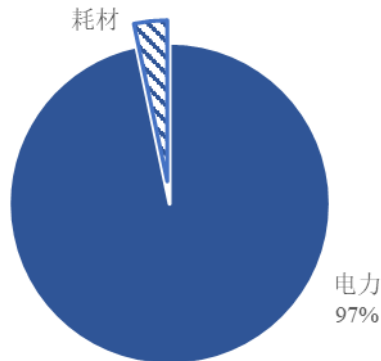
表A.1 海水淡化系统四季平均水稀缺足迹

水稀缺足迹	直接水稀缺足迹 (m^3/m^3 产品水)	间接水稀缺足迹 (m^3/m^3 产品水)	水稀缺足迹 (m^3/m^3 产品水)
数值	0	0.0152	0.0152

A.4 结果解释

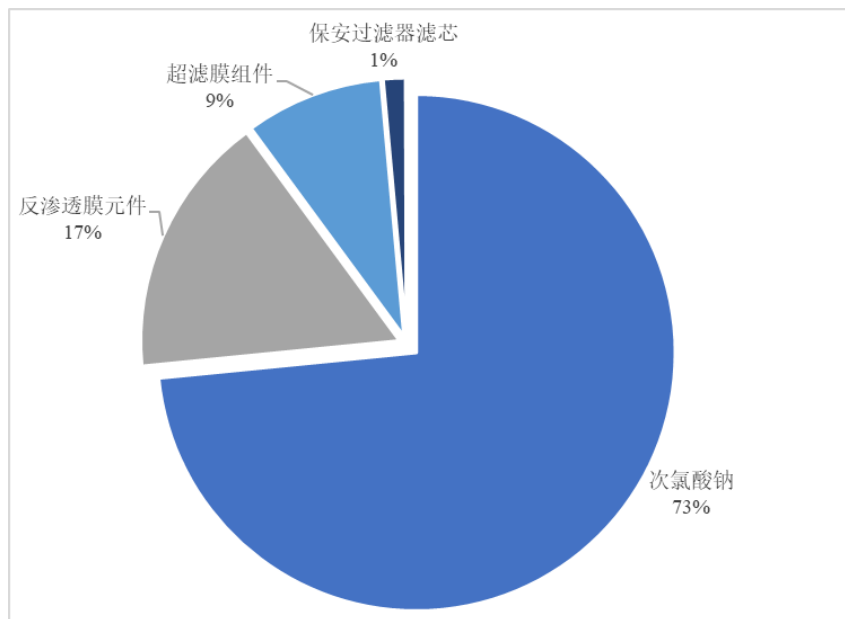
A.4.1 结论

以夏季为例进行分析，由图 A.1 海水淡化系统夏季间接水稀缺足迹的组成可以看出，电耗的水足迹所占的比例最大，占间接水稀缺足迹的 97%。



图A.1 海水淡化系统夏季水稀缺足迹分布图

由图 A.2 中的夏季耗材间接水稀缺足迹的组成可以看出，耗材中水足迹占比较大的依次为次氯酸钠、反渗透膜组件和超滤膜组件。



图A.2 海水淡化系统夏季耗材水稀缺足迹分布图

由表A.2中不同季节水稀缺足迹的构成可以看出，海水淡化系统水稀缺足迹随季节温度的降低而升高。

表A.2 海水淡化系统不同季节水稀缺足迹

水稀缺足迹	夏季 (m ³ /m ³ 产品水)	春秋季 (m ³ /m ³ 产品水)	冬季 (m ³ /m ³ 产品水)
数值	0.0146	0.0149	0.0162

由表A.3海水淡化系统不同季节电耗水足迹看出，电耗水稀缺足迹随着季节温度的降低而升高，与水稀缺足迹总量变化一致，因此电耗水稀缺足迹的变化是导致海水淡化系统水稀缺足迹随季节温度降低而升高的主要原因。

表A.3 海水淡化系统不同季节电耗水足迹

电耗水稀缺足迹	夏季 (m ³ /m ³ 产品水)	春秋季 (m ³ /m ³ 产品水)	冬季 (m ³ /m ³ 产品水)
数值	0.0141	0.0145	0.0157

由于海水淡化系统是一个淡水增量的过程，根据其特点，将产品水纳入为水资源增量。海水淡化系统单位水资源增量如表A.4所示。

表A.4 海水淡化系统单位水资源增量

单位水资源增量	夏季 (m ³ /m ³ 产品水)	春秋季 (m ³ /m ³ 产品水)	冬季 (m ³ /m ³ 产品水)
数值	0.9854	0.9851	0.9838

A.4.2 局限性

本示例由于数据获取条件的限制等原因，建造、报废以及运输等过程不予考虑。系统边界选择“大门到大门”而非包含产品的全部生命周期。只评价了水稀缺足迹，而未对水劣化足迹进行评价。具有一定的局限性。

A.4.3 建议

基于上述的结论，可以从以下几个方面着手降低海水淡化系统水足迹：

- a) 鉴于电耗对海水淡化系统间接水足迹贡献最大，建议可以通过提高进水水温（例如利用温排海水等）、优化工艺设计、合理配置膜系统以降低膜前进水压力、提高能量回收装置效率等来减少电耗，促进电耗水足迹的减少；
- b) 海水淡化系统本身是一个水资源增量的过程，通过增大海水淡化系统的产品水生产量可以降低海水淡化系统水足迹。