

ICS 07.060; 91.140

CCS A 45

备案号:

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 187.1—××××

代替 HY/T 187.1—2015

海水循环冷却系统设计规范 第 1 部分：取水技术要求

Specification for design of recirculating cooling seawater system—

Part 1: Requirement of intake technology

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

200×-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 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。

HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》共分为5个部分。本文件与 HY/T 187.2《第2部分：排水技术要求》、HY/T 240.3《第3部分：海水预处理》、HY/T 187.4《第4部分：材料选用及防腐设计导则》和《第5部分：循环水场》共同构成海水循环冷却系统设计规范系列标准。

本文件是 HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》的第1部分。HY/T 187 已经发布了以下部分：

- 第1部分：取水技术要求；
- 第2部分：排水技术要求；
- 第3部分：海水预处理；
- 第4部分：材料选用及防腐设计导则；
- 第5部分：循环水场

本文件代替 HY/T 187.1—2015《海水循环冷却系统设计规范 第1部分：取水技术要求》，与 HY/T 187.1—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了标准化适用性的陈述（见第1章）；
- 修改了规范性引用文件中“GB/T 3097 海水水质标准”的标准号、“GB 50013—2006 室外给水设计规范”的标准号和标准名称、“GB 50265 泵站设计规范”的标准名称、“DL/T 5195 水工隧洞设计规范”的标准号、“JTJ 213—1998 海港水文规范”的标准号和标准名称、“JTJ 267 港口工程混凝土结构设计规范”的标准名称和标准号（见第2章）；
- 删除了规范性引用文件中“GB 17378.4 海洋监测规范 第4部分：海水分析”、“GB 17501 海洋工程地形测量规范”、“GB/T 19570—2004 污水排海管道工程技术规范”、“GB/T 23248—2009 海水循环冷却系统设计规范”、“GB 50050—2007 工业循环冷却水处理设计规范”、“GB 50296 供水管井技术规范”、“JTJ 275 海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范”（见2015年版的第2章）；
- 增加了规范性引用文件中“GB/T 17005 滨海设施外加电流阴极保护系统通用要求”、“GB/T 35490 预应力钢筒混凝土管防腐蚀技术”、“GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准”、“GB 50286 堤防工程设计规范”、“DL/T 458 板框式旋转滤网”、“DL/T 1257 鼓形旋转滤网”、“DL/T 5507 火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定”、“JTS/T 231 水运工程模拟试验技术规范”、“NB/T 25002—2011 核电厂海工构筑物设计规范”、“SL 160 冷却水工程水力、热力模拟技术规程”（见第2章）；
- 增加了术语和定义中“物理模型”的定义（见3.2）、“数值模拟”的定义（见3.3）、“引水管渠”的定义（见3.6）、“设计使用年限”的定义（见3.7）、“群体性海洋生物入侵事件”的定义（见3.9）、“海水预处理自用水量”的定义（见3.10）、“取水头部”的定义（见3.20）、“水工隧洞”的定义（见3.21）；
- 修改了术语和定义中“海水预处理”、“海上突发环境污染事件”、“风吹损失水量”、“浓缩倍数”、“引水明渠取水构筑物”、“潮汐式取水构筑物”的定义（见3.4、3.8、3.14、3.15、3.17、3.19，2015年版的3.14、3.2、3.12、3.13、3.6、3.8）；
- 删除了术语和定义中“海滩井取水构筑物”的定义（见2015年版的3.7）；
- 修改了术语和定义中“海水循环冷却水系统”、“补充水量”、“蒸发水量”和“排污水量”的定义和出自标准（见3.1、3.11、3.12和3.13，2015年版的3.1、3.9、3.11和3.10）；
- 修改了对海水循环冷却系统取水设计的总体要求（见4.1，2015年版的4.1）；
- 删除了对海水循环冷却系统取水设计节约用水的要求（见2015年版的4.2）；

- 修改了对海水循环冷却系统取水设计依法实施的要求（见 4.2，2015 年版的 4.3）；
- 修改了对海水循环冷却系统取水设计搜集基础资料的要求（见 4.3，2015 年版的 4.4）；
- 修改了对海水取水工程的取水能力按远期设计的要求（见 4.5，2015 年版的 4.9）；
- 修改了取水泵房、引水管渠和陆上埋地输水管渠设计使用年限的要求（见 4.6，2015 年版的 4.11）；
- 修改了对海水循环冷却系统取水设计防范措施的要求（见 4.8，2015 年版的 4.7）；
- 增加了对海水取水构筑物减少冲淤的设计要求（见 4.9）；
- 修改了对海水取水设计结合施工条件的要求（见 4.11，2015 年版的 4.13）；
- 修改了对海水取水构筑物外观设计的要求（见 4.12，2015 年版的 4.12）；
- 修改了浓缩倍数的取值范围（见 5.3 和 5.5，2015 年版的 5.1.3 和 5.1.5）；
- 修改了系数 k 的取值方法和范围（见 5.4，2015 年版的 5.1.4）；
- 增加了海水循环冷却系统设计循环水量的确定方法（见 5.6）；
- 修改了风吹损失水量占设计循环水量的百分数（见 5.7，2015 年版的 5.1.6）；
- 删除了对海水进行预处理的要求（见 2015 年版的 5.2.2）；
- 删除了海水取水工程选址前的调查要求和调查项目（见 2015 年版的 6.1.1、6.1.3~6.1.9）；
- 修改了对取水工程选址的要求（见 6.1.1. a），2015 年版的 6.1.2. a），b），c））；
- 增加了对取水工程选址于航道附近时，应取得当地航运管理部门的书面许可的要求（见 6.1.2，2015 年版的 6.1.2）；
- 删除了对取得海域使用权许可证的要求（2015 年版的 6.1.10）；
- 修改了对具有海港、码头的海岸岸段取水构筑物型式选择的要求（见 6.2.1. a），2015 年版的 6.2.1. e））；
- 删除了对海滩井取水构筑物的选择要求（见 2015 年版的 6.2.1. c））；
- 增加了对感潮河口取水构筑物型式选择的要求（见 6.2.1. e））；
- 删除了对海滩井结构及过滤器的设计要求（见 2015 年版的 6.2.2）；
- 删除了对海水取水构筑物设计尽量减少水下工程量的要求（见 2015 年版的 6.2.3）；
- 删除了对海水取水构筑物设计不影响海床的稳定性和加剧海岸后退的要求（见 2015 年版的 6.2.4）；
- 修改了对海水取水构筑物各设计水位选择的要求（见 6.2.2，2015 年版的 6.2.5）；
- 增加了对物理模型实验或数值模拟计算的规定（见 6.2.3）；
- 增加了对取水头部主体结构的要求（见 7.1.2）；
- 修改了取水头部进水孔上缘在水面下的深度要求（见 7.1.5，2015 年版的 7.1.4）；
- 修改了取水头部进水格栅栅条间距（见 7.1.6，2015 年版的 7.1.5）；
- 修改了进水孔的过栅流速（见 7.1.7，2015 年版的 7.1.6）；
- 增加了对格栅栅条断面形状的要求（见 7.1.8）；
- 增加了对格栅安装方式的要求（见 7.1.9）；
- 增加了对格栅材质的要求（见 7.1.10）；
- 修改了对取水头部格栅面积的计算要求（见 7.1.11，2015 年版的 7.1.7）；
- 修改了对取水头部设置杀生剂投加装置和格栅冲洗装置的要求（见 7.1.13，2015 年版的 7.1.9）；
- 修改了引水管中自流管和虹吸管的选择要求（见 7.2.2，2015 年版的 7.2.2）；
- 增加了自流管型式的要求（见 7.2.3）；
- 修改了对引水管管材的选择要求（见 7.2.4，2015 年版的 7.2.3）；
- 增加了对引水明渠的设计要求（见 7.3.1、7.3.3、7.3.5~7.3.8、7.3.10）；
- 修改了引水明渠设置条数的要求（见 7.3.9，2015 年版的 7.2.9）；
- 增加了对潮汐式取水构筑物的设计要求（见 7.4.1~7.4.5）；

- 增加了与港口、码头结合的海水取水构筑物的设计要求（见 7.5.1~7.5.4）；
- 修改了取水泵房的防洪要求及波峰面高度计算所依据的标准（见 7.6.1，2015 年版的 8.1.1）；
- 增加了泵房吸水池的有效波高要求（见 7.6.3）；
- 修改了海水取水泵的防腐设计要求（见 7.6.4，2015 年版的 8.2.1）；
- 增加了对泵房进水口过栅流速的要求（见 7.6.8）；
- 修改了对旋转滤网的技术要求（见 7.6.9，2015 年版的 8.2.5）；
- 增加了对格栅和滤网面积计算的要求（见 7.6.10）；
- 增加了对格栅及滤网设置冲洗装置的要求（见 7.6.11）；
- 增加了对冲洗水泵设置的要求（见 7.6.12）；
- 删除了对取水泵房采用的混凝土最低强度等级的要求（见 2015 年版的 8.3.2）；
- 删除了对海水中结构可选用普通硅酸盐水泥的要求（见 2015 年版的 8.3.3）；
- 增加了对取水泵房设置鱼类洄游路线的要求（见 7.6.14）；
- 修改了对陆上输水管渠流速的要求（见 7.7.2，2015 年版的 7.2.15）；
- 增加了对输水管材的要求（见 7.7.4）；
- 修改了海水取水构筑物的防腐蚀设计标准（见 7.8.1，2015 年版的 7.3.1）；
- 增加了对海水取水泵及鼓形旋转滤网电化学保护的设计要求（见 7.8.3）；
- 修改了对拦污栅、旋转滤网等设备电化学保护的设计规定（见 7.8.4，2015 年版的 8.2.6）；
- 删除了对电化学防腐的设计要求（见 2015 年版的 7.3.4）；
- 修改了对污损生物防除方法的设计要求（见 7.8.7~7.8.9，2015 年版的 7.3.6~7.3.8）；
- 删除了对多种杀生剂使用时不应相互抵消药效的要求（见 2015 年版的 7.3.9）；
- 增加了取水构筑物设置拦污及防护设施的规定（见 7.8.14）；
- 修改了对海水取水工程监测与控制的设计要求（见 8.1.1，2015 年版的 9.1）；
- 增加了对取水头部设置视频监控系统的要求（见 8.2.1）；
- 修改了对海水取水泵站的监测设计要求（见 8.2.2，2015 年版的 9.4）；
- 删除了对海滩井监测的设计要求（见 2015 年版的 9.5）；
- 增加了对取水构筑物在施工和运行期间安全监测项目和不同取水构筑物安全监测设计的技术要求（见 8.2.5）；
- 修改了对海水取水控制设计的要求（见 8.3.1~8.3.5，2015 年版的 9.10~9.13）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

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、中国市政工程东北设计研究总院有限公司。

本文件主要起草人：王印忠、李雪、张岩、张连强、尹建华、许薇、陈冲、李治洁。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2015 年首次发布为 HY/T 187.1—2015；
- 本次为第一次修订。

引 言

近年来，海水循环冷却系统以其能够替代大量淡水，取水和排放量较少，对海洋自然环境影响小的特点，在我国获得了越来越多的工程应用。为规范和指导海水循环冷却系统设计，使海水循环冷却系统达到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便、节能环保的要求，我国逐步发布和实施了 HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》系列行业标准。

为便于分区或分步设计，HY/T 187 由五个部分构成：

- 第 1 部分：取水技术要求。目的在于规范海水取水构筑物的设计和相关设备的选取。
- 第 2 部分：排水技术要求。目的在于规范海水排水的综合利用、处理和排放设计。
- 第 3 部分：海水预处理。目的在于规范原海水处理构筑物的设计和相关设备的选取。
- 第 4 部分：材料选用及防腐设计导则。目的在于指导海水循环冷却系统所用材料及防腐措施的选取。
- 第 5 部分：循环水场。目的在于规范循环水场的布置及场内各建、构筑物功能衔接。

目前，HY/T 187 的第 1 部分至第 5 部分已全部发布实施，分别为 HY/T 187.1-2015、HY/T 187.2-2015、HY/T 240.3-2018、HY/T 187.4-2020 和 HY/T 0187.5-2021。

自发布实施以来，HY/T 187.1-2015 对我国的海水循环冷却系统取水设计，甚至对海水直流冷却系统和海水淡化系统的取水设计均产生了显著的指导作用，反馈效果较为良好。但是，随着国内外海水循环冷却技术的快速进步，以及相关工程出现的新变化，HY/T 187.1-2015 的部分内容已不能完全适应当前和未来海水取水设计的发展需要。首先，HY/T 187.1-2015 所规定的浓缩倍数取值范围为 1.5~2.5，而近年来新建的海水循环冷却系统设计浓缩倍数多采用 2.0，少有采用 1.8 以下的情况。因此，在提高浓缩倍数可以减少排污和补充水量，降低运行费用的情况下，提高设计浓缩倍数的取值下限已势在必行。其次，欧美国家已通过立法，要求在海水取水构筑物中采取防止海生物撞击和夹带死亡的措施来保护海洋生态环境，其相关产品也已广泛使用，但 HY/T 187.1-2015 在此方面的具体要求明显不足，有必要增设条文以反映新时代生态保护理念和技术进步。再次，大量海洋生物或异物入侵海水取水构筑物，影响核电厂取水安全的事件已经引起国家核安全局的警示，其发生的可能性和严重性也适用于海水循环冷却系统取水构筑物，因此 HY/T 187.1-2015 在此方面需补充相关要求。最后，相较于 HY/T 187.1-2015 发布时的情况，HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》第 4 部分和第 5 部分的标准名称已有较大调整，相同条款的规定内容也存在不同，因此需要通过修订消除其不协调之处。鉴于此，确有必要修订 HY/T 187.1-2015 以适应我国海水循环冷却系统取水设计的发展需要，完善不足，体现进步，确保对工程设计指导的可靠性、先进性和全面性。

本次对 HY/T 187.1-2015 的修订，除修改完善以上内容外，重点补充了对各型取水构筑物的设计要求，增加了对取水构筑物在施工和运行期间安全监测项目和不同取水构筑物的安全监测设计要求。此外，本次修订也根据 GB/T 1.1-2020 对 HY/T 187.1-2015 的文件格式进行了修改。

海水循环冷却系统设计规范

第 1 部分：取水技术要求

1 范围

本文件规定了海水循环冷却系统取水工程设计的要求。

本文件适用于新建、改建或扩建的海水循环冷却系统取水工程设计，其他海水利用系统的取水工程设计可参照执行。

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 3097 海水水质标准
- GB/T 16166 滨海电厂海水冷却水系统牺牲阳极阴极保护
- GB/T 17005 滨海设施外加电流阴极保护系统通用要求
- GB/T 35490 预应力钢筒混凝土管防腐技术
- GB 50013 室外给水设计标准
- GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
- GB 50265 泵站设计标准
- GB 50268—2008 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50286 堤防工程设计规范
- DL/T 458 板框式旋转滤网
- DL/T 1257 鼓形旋转滤网
- DL/T 5507 火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定
- JTS 145 港口与航道水文规范
- JTS 151 水运工程混凝土结构设计规范
- JTS/T 231 水运工程模拟试验技术规范
- NB/T 10391 水工隧洞设计规范
- NB/T 25002—2011 核电厂海工构筑物设计规范
- SL 160 冷却水工程水力、热力模拟技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海水循环冷却水系统 recirculating cooling seawater system

以海水作为冷却介质，由换热设备、海水冷却塔、水泵、管道及其他有关设备组成的循环运行的一种给水系统。

[来源：GB/T 23248-2020，3.1]

3.2

物理模型 physical model

将研究对象按满足一定相似条件或相似准则缩制而成的实体模型。

[来源：JTS/T 231-2021，2.0.2]

3.3

数值模拟 numerical simulation

针对研究对象和需要研究问题的数学方程式，按给定的定解条件进行数值求解的方法。

[来源：JTS/T 231-2021，2.0.3，有修改]

3.4

海水预处理 seawater pre-treatment

当原海水水质不能满足海水循环冷却系统补充水水质指标要求时，对原海水进行的处理过程。

注：通常包括预沉、混凝、沉淀、气浮/沉淀等措施。

3.5

海水取水构筑物 seawater intake structure

为取集海水而设置的各种构筑物的总称。

注：通常包括岸边式取水构筑物、海床式取水构筑物和潮汐式取水构筑物等。

3.6

引水管渠 intake pipe and channel

引导海水流向取水泵房的管道或渠道。

3.7

设计使用年限 design service life

设计规定的结构或结构构件不需要进行大修即可按预定目的使用的年限。

[来源：GB 50068—2018，2.1.5]

3.8

海上突发环境污染事件 unexpected environmental pollution incidents on the sea

不可预见其发生，并造成局部海域生态环境要素突然改变的事件。

注：如石油或化学品泄漏，大量固体废弃物集中漂移等。

3.9

群体性海洋生物入侵事件 mass marine organism invasion incidents

大量海洋生物突然集中进入海水取水构筑物，造成取水构筑物或拦污机械堵塞甚至停机的的事件。

3.10

海水预处理自用水量 seawater consumption in seawater pre-treatment

海水预处理过程所需用的水量。

注：如预沉池排泥水量、混凝沉淀池排泥水量等。

3.11

补充水量 amount of make-up

为了维持系统规定的浓缩倍数，需要向海水循环冷却水系统补充的海水量。

注：单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

[来源：GB/T 23248—2020，3.22，有修改]

3.12

蒸发水量 amount of evaporation

在海水冷却过程中，由于蒸发而损失的水量。

注：单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

[来源：HY/T 203.1-2016，2.15，有修改]

3.13

排污水量 amount of blowdown

为了维持系统规定的浓缩倍数，需要从海水循环冷却水系统排放的水量。

注：单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

[来源：GB/T 23248—2020，3.23]

3.14

风吹损失水量 **amount of windage loss**

在冷却塔运行过程中，以水滴形式被空气带出系统的循环水量。

注：由出塔空气中带出的水滴（飘滴）和从塔的进风口处吹出塔外的水滴组成，单位为立方米每小时（m³/h）。

3.15

浓缩倍数 **cycle of concentration**

循环冷却水与补充水含盐量的比值。

[来源：GB/T 50050—2017，2.1.15]

3.16

岸边式取水构筑物 **onshore intake structure**

设在海岸边取水的构筑物。

注：一般由进水间和泵房两部分组成。

3.17

引水明渠取水构筑物 **approach channel intake structure**

采用明渠取集海水的构筑物。

注：一般由拦砂防波堤、引水渠道、进水间（或集水井）和泵房组成。

3.18

海床式取水构筑物 **off-shore intake structure**

利用引水管将取水头部伸入海中取水的构筑物。

注：一般由取水头部、引水管（自流管或虹吸管）、进水间（或集水井）和泵房组成。

3.19

潮汐式取水构筑物 **tidal intake structure**

根据潮位涨落，在高潮时间歇取水的构筑物。

注：一般由进水闸门、蓄水池、进水间（或集水井）和泵房组成。

3.20

取水头部 **intake head**

海床式取水构筑物的进水部分。

3.21

水工隧洞 **hydraulic tunnel**

设置于岩（土）体中，用于输送海水且具有封闭断面的通道。

[来源：NB/T 10391-2020，2.0.1，有修改]

4 总体要求

4.1 海水循环冷却系统取水设计应使海水取水工程达到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便、节能环保的要求。

4.2 海水循环冷却系统取水设计应以国家和沿海地方政府的海洋管理和环保法规为依据，与其他相关用海工程相协调。

4.3 海水循环冷却系统取水设计应搜集水文、气象、工程地质和地形等基础资料，并利用科学可靠的方法进行分析和计算，必要时应采用物理模型试验或数值模拟计算进行验证。设计基础资料的搜集内容和深度应符合DL/T 5507的规定。

4.4 海水循环冷却系统取水设计应与海水预处理设计、循环冷却水处理设计和排水设计同步进行，统一规划，相互协调。

- 4.5 海水取水工程的取水能力应根据工程项目总体规划，按远期设计，但应设置接近期较小流量运行时防止泥沙淤积的措施。
- 4.6 引水管渠和取水泵房的设计使用年限应大于或等于50 a，且应满足工程项目最后一期海水循环冷却系统的设计使用年限需要。陆上埋地输水管道的的设计使用年限宜等于或大于本期海水循环冷却系统的设计使用年限。陆上明设输水管渠及专用设备的合理设计使用年限宜按材质和产品更新周期经技术经济比较确定。
- 4.7 对扩建和改建的海水循环冷却系统取水设计，应从实际出发，充分利用原有设施的功能。
- 4.8 海水循环冷却系统取水设计应有防范海上突发环境污染事件和群体性海洋生物入侵事件的措施。
- 4.9 海水取水构筑物应考虑建成后尽可能减少水流对海岸、海床产生局部冲刷或淤积，应根据工程情况进行冲淤分析和计算。必要时，冲淤程度及相应措施可通过数值模拟或物理模型试验确定。
- 4.10 海水循环冷却系统取水设计中的环境保护设施，应与取水工程同时设计、同时施工、同时投产使用。
- 4.11 海水循环冷却系统取水设计应结合可获得的施工条件和施工技术水平，减少水下工程量和大型专用施工设备的使用。
- 4.12 海水取水构筑物的外观设计宜与周围建筑物和自然环境相协调。
- 4.13 海水循环冷却系统取水设计应在结合生产实践经验和科学试验的基础上，积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备。

5 海水取水水量和水质

5.1 海水循环冷却系统设计取水水量由下列各项组成：

- a) 海水循环冷却系统补充水量；
- b) 海水预处理自用水量；
- c) 合建海水取水构筑物的其他工程的设计取水水量；
- d) 输水管渠的漏损水量。

5.2 海水循环冷却系统设计取水水量，应按 5.1 中 a)、b)、c)和 d)最高日水量之和确定。但当设有调蓄构筑物时，应满足调蓄构筑物的进水要求。

5.3 海水循环冷却系统补充水量应按式（1）或式（2）计算：

$$Q_m = Q_e + Q_b + Q_w \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_m = N(N-1)^{-1} Q_e \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_m ——补充水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q_e ——蒸发水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q_b ——排污水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q_w ——风吹损失水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

N ——浓缩倍数，宜取1.8~2.5。在保证安全可靠的情况下，浓缩倍数取值可高于上限。

5.4 蒸发水量应按式（3）计算：

$$Q_e = k \Delta t Q \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q_e ——蒸发水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q ——循环水量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Δt ——冷却水进、出冷却塔温差，单位为摄氏度（ $^{\circ}C$ ）；

k ——蒸发水量损失系数，按表 1 取值，当进塔空气干球温度为中间值时按内差法计算，单位为摄氏度分之一（ $1/^{\circ}C$ ）。

表1 蒸发水量损失系数 k (续)

进塔空气干球温度 ℃	k 1/℃
-10	0.00076
0	0.00095
10	0.00114
20	0.00133
30	0.00143
40	0.00152

5.5 排污水量应按式(4)计算:

$$Q_b = (N-1)^{-1} Q_e - Q_w \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

Q_b ——排污水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

Q_e ——蒸发水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

N ——浓缩倍数,宜取1.8~2.5。在保证安全可靠的情况下,浓缩倍数取值可高于上限;

Q_w ——风吹损失水量,单位为立方米每小时(m^3/h)。

5.6 海水循环冷却系统设计循环水量应按用户要求的连续和间断小时用水量之和的最大值确定。

5.7 冷却塔的风吹损失水量占设计循环水量的百分数,应按冷却塔的塔型和设计选用的收水器的逸出水率以及从塔的进风口吹出的水损失率确定。当采用高效收水器时,宜取设计循环水量的0.002%。

5.8 海水预处理自用水量应根据海水水质、所采用的处理工艺和构筑物类型等因素确定,宜取海水循环冷却系统补充水量的5.0%~10.0%。当海水预处理仅采用混凝、沉淀工艺时,自用水量宜取海水循环冷却系统补充水量的3.5%~7.0%。当有其他海水利用工程的海水处理构筑物与海水循环冷却系统海水预处理构筑物合建时,其自用量的计算基准应为合建的海水预处理构筑物产水量。

5.9 输水管渠的漏损水量应根据输水管渠的管材、管径、长度和工作压力等条件按照GB 50268—2008第9章规定的允许渗水量进行计算。

5.10 海水取水水质宜符合GB 3097中三类及三类以上水质标准的要求。

6 工程选址及取水构筑物型式选择

6.1 工程选址

6.1.1 取水工程选址区应结合设计基础资料、现场踏勘情况和以下各项条件通过经济技术比较确定:

- a) 在不妨碍航运的情况下,应优先与港口或码头相结合;
- b) 应具有较好的陆上和海上施工条件;
- c) 宜靠近主要用水区;
- d) 宜避开波浪破碎带、沿岸流强烈、含砂量较大和有浮冰撞击的区段;
- e) 宜选择受风浪影响较小的区域,当在海岛岸边选址时,不宜选择易受台风袭击的迎风侧;
- f) 不宜靠近可能产生海上突发环境污染事故的重要航道、滨海化工厂、炼油厂或石油库等。

6.1.2 当取水工程选址于航道附近时,应取得当地航运管理部门的书面许可。

6.2 取水构筑物型式

6.2.1 取水构筑物的型式,应根据取水量和水质要求,结合海岸带自然条件,参考以下方案确定:

- a) 对于具有海港、码头的海岸岸段,取水构筑物宜从港池引水上岸,并将取水泵房设于厂区内或者直接在港池岸边设置取水泵房;

- b) 对于海岸陡峻，高低潮位差值小，海水含泥砂量小的基岩海岸，宜选用岸边式取水构筑物或引水明渠取水构筑物；
 - c) 对于海岸较陡，高低潮位差值较小，海水含泥砂量较小的砂砾质海岸，宜采用海床式取水构筑物；
 - d) 对于海岸平缓，高低潮位差值大而低潮位离海岸远，海水含泥砂量大，冬天容易结冰的淤泥质海岸，宜采用潮汐式取水构筑物；
 - e) 对于海水与淡水交替往复变化，海水含泥砂量较多的感潮河岸，宜采用岸边式取水构筑物；
 - f) 当海岸工程条件适宜其他形式的取水构筑物时，也可采用其他形式的取水构筑物。
- 6.2.2 海水取水构筑物各设计水位的选择应符合下列要求：
- a) 引水明渠及其口门平均流速过水断面尺寸的计算应选择取水海域的平均海平面高程；
 - b) 岸边取水泵房±0.00 m层入口地面设计标高计算，引水明渠和潮汐式取水构筑物防波堤堤顶设计标高的校核应选择取水海域频率为1%的高潮位；
 - c) 岸边取水泵房±0.00 m层入口地面设计标高的防洪标高校核应选择取水海域频率为0.1%的高潮位；
 - d) 岸边取水泵房及自流管渠的设计取水水量计算应选择取水海域频率为97%的低潮位；
 - e) 岸边取水泵房及自流管渠的设计取水水量校核应选择取水海域频率为99%的低潮位。校核取水水量不应低于设计取水水量的70%；
 - f) 当采用潮汐式取水构筑物时，设计水位标准的选择应根据厂址条件通过技术经济比较确定。
- 6.2.3 海水取水构筑物设计当需要进行潮流、波浪或泥沙的物理模型试验或数值模拟计算时应符合JTS/T 231的规定；当需要进行水力和热力物理模型试验或数值模拟计算时应符合SL160的规定。

7 海水取水构筑物

7.1 取水头部

- 7.1.1 取水头部主体形状应采用圆柱体。当取水口处水流流向全年变化不大时，宜采用水力条件较好的几何外形。
- 7.1.2 取水头部的主体结构宜采用钢筋混凝土结构。
- 7.1.3 取水头部的进水孔宜设置在取水头部的侧面。
- 7.1.4 取水头部进水孔下缘距设计海床的高度，应根据海床的水文和泥砂特性以及海床稳定程度等因素确定，并应分别遵守下列规定：
- a) 侧面进水孔不应小于0.5 m；
 - b) 顶面进水孔不应小于1.0 m。
- 7.1.5 取水头部进水孔上缘在频率为97%的低潮位下的深度，应根据海域的水文、冰情和漂浮物等因素通过水力计算确定，并应分别遵守下列规定：
- a) 侧面进水孔不应小于0.5 m；
 - b) 顶面进水孔不应小于1.0 m；
 - c) 在频率为99%的低潮位时，进水孔上缘不应露出水面；
 - d) 海面封冻情况下，应从冰层下缘起算。
- 7.1.6 当取水头部进水孔设置格栅时，栅条间距应根据海洋生物种类和数量、取水量大小、冰絮和漂浮物等情况确定，宜采用200 mm。
- 7.1.7 进水孔的过栅流速，应根据水中海洋生物种类和数量、漂浮物数量、有无冰絮、取水地点的水流速度、取水量大小、检查和清理格栅的方便等因素确定，宜采用0.2 m/s~0.6 m/s。
- 7.1.8 格栅栅条断面形状宜采用迎水面或迎水面与背水面均为半圆形的矩形。
- 7.1.9 格栅在取水头部上宜采用可拆卸的安装方式。
- 7.1.10 格栅材质宜采用耐海水长期腐蚀的不锈钢或玻璃钢材质。

- 7.1.11 取水头部格栅面积的计算应计及栅条面积和污堵面积，污堵系数宜取0.60~0.75。
- 7.1.12 取水头部宜分设两个或分成两格。
- 7.1.13 当取水海域污损生物附着较为严重时，取水头部内宜设置杀生剂投加装置和格栅冲洗装置。杀生剂输药管宜设置于取水管道内。
- 7.1.14 多个取水头部的取水能力和布置方式应通过物理模型试验确定。
- 7.1.15 在含砂量较大的海湾取水时，取水头部应避免涡流区，并根据取水口处含砂量垂线分布的情况，采取减少悬移质及防止推移质进入的措施。

7.2 引水管

7.2.1 引水管渠路由的确定应在充分掌握海洋环境和海洋开发活动状况的基础上，结合以下因素，通过技术经济比较确定：

- a) 海底地形平缓，起伏小，没有滑坡、深沟和较大的弯曲，距离较短；
- b) 海床稳定，地质变化小，土层承载力好。避开岩层、礁岩和流砂等不稳定的区域；
- c) 水深较浅，适宜施工设备和潜水员水下作业；
- d) 避免与其他已有管线交叉，如海底电缆线、输油管、排污管等；
- e) 避开航行船只、锚泊区和既有的海事工程；
- f) 引水管渠上岸处应选择地势平坦，避开悬崖、峭壁和受台风、波浪影响的不稳定岸坡。

7.2.2 引水管宜采用自流管。当需要跨越堤防或遇有岩石地基时，则宜采用虹吸管。

7.2.3 自流管宜根据设计取水水量、工程地质及地形、埋深等情况采用管道、水工箱涵和水工隧洞。

7.2.4 引水管管道应根据运行安全性、水质及水量、施工及维护等条件确定，采用钢筋混凝土管、离心浇注玻璃纤维增强塑料夹砂管（离心浇注玻璃钢管）、高密度聚乙烯塑料管（HDPE管）、钢丝网骨架聚乙烯塑料复合管等。

7.2.5 当引水管有下列要求，且经过技术经济比较后宜采用水工隧洞：

- a) 需要穿越各种不同的地质条件；
- b) 对地面沉降有严格控制要求；
- c) 引水管直径大于3 m；
- d) 管道长度大于500 m。

7.2.6 水工隧洞的设计要求应符合NB/T 10391的规定。

7.2.7 虹吸管应采用钢管，并应设置能够快速形成真空的抽气系统。虹吸利用高度应通过计算确定，但不应大于7.0 m。

7.2.8 自流管和虹吸管管内流速宜控制在1.0 m/s~2.0 m/s，且不应小于0.7 m/s。当流速超过2.0 m/s时，应根据具体情况经比较确定。必要时自流管和虹吸管应有清淤措施。

7.2.9 自流管和虹吸管的数量不应少于2条。当其中一条管道发生事故时，其余管道的通过流量应满足事故时用水要求。

7.3 引水明渠取水构筑物

7.3.1 引水明渠应采用双堤式明渠或沿岸单堤式明渠。

7.3.2 引水明渠伸入海中的长度应结合水源水质、海岸地质和预沉效果等因素综合确定，宜将堤头延伸至波浪破碎带以外。

7.3.3 引水明渠的口门应选择在水深适宜、水体天然含泥砂量较低的水域。口门朝向应避开强浪向和常浪向。

7.3.4 存在淤积可能的引水明渠应在口门处设置拦砂浅堤、拦砂坎等防泥砂措施，并应根据模型试验和淤积计算提出清淤方案。

- 7.3.5 引水明渠口门在平均海平面高程时的平均流速，不宜大于口门外海域大、中、小潮垂向平均流速，一般为0.3 m/s~0.5 m/s，并不宜超过取水口门附近海区沉积物的平均起动流速。
- 7.3.6 引水明渠渠道在平均海平面高程时平均流速的确定，应综合考虑渠道的冲淤平衡及清淤方案的需要，并满足海水取水经济运行的要求。
- 7.3.7 引水明渠应避免水生植物的影响，在频率为97%的低潮位时的运行水深不宜小于1.5 m。
- 7.3.8 引水明渠的备淤深度应根据淤积量、平均淤积强度及清淤方案确定，其值不应小于0.4 m。
- 7.3.9 引水明渠的数量宜采用1条。
- 7.3.10 引水明渠的堤防设计应符合GB 50286的规定。

7.4 潮汐式取水构筑物

- 7.4.1 潮汐式取水构筑物的有效库容应满足在最长连续低潮位出现时间内海水循环冷却系统全时段的用水要求。
- 7.4.2 潮汐式取水构筑物高潮时段的进水量应满足全库容补水要求。
- 7.4.3 潮汐式取水构筑物口门应朝向波浪较小的方向。口门宽度应满足取水工艺设计的要求。防波堤与口门布置宜通过物理模型试验进行验证和优化。
- 7.4.4 潮汐式取水构筑物宜根据泥沙沉积及风浪情况采用多级沉淀和多级闸门控制。
- 7.4.5 潮汐式取水构筑物的堤防设计应符合GB 50286的规定。

7.5 与港口、码头结合的海水取水构筑物

- 7.5.1 海水取水构筑物与各泊位应统筹考虑，宜避开船舶作业区和强风浪区。
- 7.5.2 当海水取水构筑物建有单独的取水口或取水设施时，其口门流速宜取较小的海流流速，且应低于船舶航侧向流速要求。口门处应设置拦船网。
- 7.5.3 当海水取水构筑物与泊位结合时，口门流速应满足船舶靠泊作业和系泊码头作业要求，必要时应进行物理模型试验或船舶仿真实验。
- 7.5.4 对于有危险化学品作业的港池，海水取水构筑物设置应满足危险化学品作业要求，同时应有防范海上突发环境污染事件的措施。

7.6 泵房

- 7.6.1 当取水泵房设于岸边时，泵房±0.00 m层入口地面设计标高应为取水海域频率为1%的高潮位+频率2%浪高+超高0.5 m。当计算得到的泵房±0.00 m层入口地面设计标高小于设计校核高水位时，取水泵房应采取防洪措施。

注：频率2%浪高为重现期50 a波列累积频率1%的波浪作用在泵房前墙的波峰面高度。波峰面高度可按JTS 145的有关规定计算确定。

- 7.6.2 对风浪较大的海域，在采取防浪措施后，取水泵房适当降低泵房的±0.00 m层入口地面设计标高，必要时，应通过物理模型试验确定。
- 7.6.3 在设计高潮位和50 a一遇的波浪 $H_{13\%}$ （累计频率为13%的波高）联合作用下，泵房吸水池的有效波高 $H_{13\%}$ 不宜超过0.3m。
- 7.6.4 海水取水泵泵体和基座宜选用含镍铸铁或锡青铜，主轴和叶轮宜选用奥氏体—铁素体（双相）型不锈钢。
- 7.6.5 海水取水泵进出口采用闸阀时，应选用明杆楔式闸阀。
- 7.6.6 海水取水泵总的取水能力应满足5.1.1条的水量要求，但当海水中含砂量较大，且海洋生物较多时，水泵的输水能力应适当留有余量。
- 7.6.7 岸边式取水泵房应在进水口设置格栅，栅条间隙应采用50 mm~100 mm，并应有起吊和清除漂浮物的措施。

7.6.8 泵房进水口过栅流速宜采用0.4 m/s~1.0 m/s。

7.6.9 当取水泵前格栅（包括取水头部格栅）间隙大于10 mm时，应在每台取水泵前设置滤网，且滤网的选用应符合下列要求：

- a) 每台泵的出水量小于1.5 m³/s，且水中漂浮物较少时，应采用平板滤网，并应设置电动起吊设备；
- b) 每台泵的出水量大于或等于1.5 m³/s时，应采用旋转滤网或网箅型清污机；当水中的漂浮物较多且难以冲洗干净时，旋转滤网宜采用侧面进水方式；
- c) 旋转滤网应具有海生物保护功能，滤网网眼的净空尺寸宜采用5 mm×5 mm~10 mm×10 mm，过网流速不宜大于0.15 m/s，且具有海生物捕集和暂存功能；
- d) 滤网应能自动清洗；
- e) 鼓形旋转滤网的其他技术要求宜符合DL/T 1257的规定。板框式旋转滤网的其他技术要求宜符合DL/T 458的规定。

7.6.10 格栅和滤网面积的计算应计及栅条、网丝面积和污堵面积。污堵系数应根据拦截的污物多少，按格栅和滤网类型选用下列数值：

- a) 格栅宜采用0.60~0.75；
- b) 板框式滤网宜采用0.50~0.70；
- c) 旋转滤网宜采用0.75~0.80。

7.6.11 格栅及滤网应设置冲洗装置，并宜优先采用海水取水泵出水进行冲洗。当海水取水泵出水压力不能满足滤网冲洗要求时，应设置专用冲洗水泵。

7.6.12 冲洗水泵应至少设置2台，一用一备。当采用旋转滤网时，可每台旋转滤网设置1台冲洗水泵。冲洗水的水质、水压和流量应满足冲洗喷嘴及滤网的设计要求。

7.6.13 取水泵房混凝土及钢筋混凝土构件的设计应按JTS 151的规定执行。

7.6.14 取水泵房宜设置鱼类洄游路线。

7.6.15 取水泵房的其他设计要求应符合GB 50265的规定。

7.7 陆上输水管渠

7.7.1 陆上输水管道应采用2条，当其中一条管道发生事故时，其余管道的通过流量应满足事故时用水要求。当采用明渠输水时，可采用1条。

7.7.2 陆上输水管渠流速宜采用经济流速。当需要通过增加流速进行污损生物防除时，管道流速不宜小于3.0 m/s，渠道流速不宜小于2.5 m/s。

7.7.3 当冬季最低气温不影响管道正常输水时，陆上输水管道可明设，但应采取以下保护措施：

- a) 管道路由选择在山区时，应避开滚石、滑坡等危险地带；
- b) 当管道坡度在15°以上时，管道下应设挡墩支撑；
- c) 在直线管段上每隔8 m~12 m设一个滑动支墩；
- d) 在管道上每隔60 m~70 m设一个固定支墩，支墩最大间隔不超过100 m；
- f) 在两个固定支墩的管道上应设管道补偿器。

7.7.4 陆上输水管材宜采用玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管、钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管及防腐钢管等。

7.7.5 陆上输水管渠的其它设计要求应符合GB 50013的规定。

7.8 防护

7.8.1 海水取水构筑物中钢筋混凝土结构的防腐蚀设计应按GB/T 50046的规定执行。输送海水的钢筋混凝土管、渠的防腐蚀设计应按GB/T 35490的规定执行。

- 7.8.2 当海水取水建、构筑物采用金属材质时，应对其采取有效的防腐蚀保护。防腐蚀方法应优先采用电化学防腐和涂（覆）层防腐配合使用的复合防腐措施。
- 7.8.3 海水取水泵及鼓形旋转滤网宜采用外加电流的电化学保护方式，其设计应符合GB/T 17005的规定。
- 7.8.4 取水头部、引水管、格栅、旋转滤网、陆上输水管道宜采用牺牲阳极的电化学保护方式，其设计应符合GB/T 16166的规定。
- 7.8.5 金属管道的内、外防腐设计应考虑施工和运行过程中的管道变形、砂石摩擦、压力、水温和流速作用。
- 7.8.6 引水管和陆上输水管道的防腐措施的综合设计使用年限应与管道的设计使用年限相同。
- 7.8.7 污损生物防除设计应根据选址附近海域污损生物特性，经技术经济比较后确定，宜联合采用氧化性杀生剂和非氧化性杀生剂。
- 7.8.8 氧化型杀生剂宜选用电解海水制取次氯酸钠获得。
- 7.8.9 杀生剂应在取水构筑物进水口投加，投加浓度宜通过试验确定。
- 7.8.10 防腐涂（覆）层和杀生剂的使用不应影响海洋自然生态环境和渔业生产。
- 7.8.11 当埋设管道的覆盖土有液化可能时，应将管道埋设在可能的液化深度以下，并按土液化状态和吸附力校核管道的抗起浮能力。
- 7.8.12 海床表层敷设的管道应有加大管道比重，加压块等稳定管道的措施。
- 7.8.13 对架空或敷设在海底表面的管道应采用水泥锚定块进行锚固。
- 7.8.14 取水构筑物设计应根据周围海域发生海上突发环境污染事件和群体性海洋生物入侵事件的可能性设置拦污网、围油栏、防护钢桩等拦污及防护设施。拦污及防护设施的设计应符合NB/T 25002—2011中第11章的规定。

8 监测与控制

8.1 一般规定

- 8.1.1 海水取水工程监测与控制设计应服从海水循环冷却系统所在工程项目的总体规划，并与海水循环冷却系统的监测与控制相匹配，便于整体施工和集中管理。
- 8.1.2 监测及控制设备应适用于海水水质特点及变化，与海水直接接触的设备应保证长期运行安全、可靠。
- 8.1.3 监测及控制系统宜兼顾现有、新建及发展规划的要求。

8.2 监测

- 8.2.1 取水头部宜设置视频监控设备。
- 8.2.2 海水取水泵站应在滤网前后设置水位监测和报警装置，其最大允许水位差为0.3 m；在吸水井处监测液位，在海水取水泵出水管上监测出水压力、流量和电机工况；在加药装置上监测液位；真空泵启动时，还应监测真空装置的真空度。
- 8.2.3 陆上输水管线应监测输水管的首、末端流量和压力。
- 8.2.4 在陆上输水管渠的末端应设置可监测海水温度、浊度、盐度、pH值、电导率和溶解氧等指标的在线仪表，并应设置水质检测取样口。
- 8.2.5 取水构筑物在施工和运行期间的安全监测项目宜包括沉降、位移、倾斜、渗压和渗流等。堤防构筑物的安全监测设计应符合GB 50286的规定。水工隧洞的安全监测设计应符合DL/T 5195的规定。泵房的安全监测设计应符合GB/T 50265的规定。

8.3 控制

- 8.3.1 海水取水控制设计应在手动控制的基础上实现对设备的遥测和遥控。

- 8.3.2 取水头部的视频监控设备应能调整监控视野。
- 8.3.3 旋转滤网应能根据监测水位自动启、停和变速运行。
- 8.3.4 海水取水泵应能实现备用泵的自动切换运行，并宜采用变频设备调整运行工况。
- 8.3.5 杀生剂加药装置宜能实现加药量遥控调节。
- 8.3.6 监测与控制系统的其它设计要求应按GB 50013的规定执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23248—2020 海水循环冷却水处理设计规范
 - [2] GB/T 50050—2017 工业循环冷却水处理设计规范
 - [3] GB 50068—2018 建筑结构可靠性设计统一标准
 - [4] HY/T 203.1—2016 海水利用术语 第1部分：海水冷却技术
-