

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 187.5—XXXX

海水循环冷却系统设计规范  
第5部分：循环水场

Code for design of recirculating cooling seawater system—

Part 5: Recirculating cooling water field

(报批稿)

200×-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 发布

## 前 言

HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》分为 5 个部分：

- 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。

本部分为 HY/T 187 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国自然资源部提出。

本部分由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本部分起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、天津国投津能发电有限公司、华润电力（渤海新区）有限公司。

本部分主要起草人：王印忠、张文帅、依庆文、栗春雷、李雪、张连强、尹建华。

# 海水循环冷却系统设计规范

## 第 5 部分：循环水场

### 1 范围

本部分规定了海水循环冷却系统循环水场设计的技术要求。

本部分适用于电力和化工行业中新建、改建或扩建的海水循环冷却系统循环水场设计，其他行业的海水循环冷却系统循环水场设计可参照执行。

### 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 3091 低压流体输送用焊接钢管
- GB 5696 预应力混凝土管
- GB/T 12763.4 海洋调查规范 第 4 部分：海洋化学要素调查
- 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 17378.4 海洋监测规范 第 4 部分：海水分析
- GB/T 19685 预应力钢筒混凝土管
- GB/T 23248 海水循环冷却水处理设计规范
- GB/T 33584（所有部分） 海水冷却水质要求及分析检测方法
- GB/T 34550（所有部分） 海水冷却水处理药剂性能评价方法
- GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB/T 50102 工业循环水冷却设计规范
- GB 50265 泵站设计规范
- GB 50489 化工企业总图运输设计规范
- DL/T 933 冷却塔淋水填料、除水器、喷溅装置性能试验方法
- DL/T 5032 火力发电厂总图运输设计规范
- DL/T 5507 火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定
- DL/T 5525 冷却塔塔芯部件选择设计导则
- HY/T 187.1 海水循环冷却系统设计规范 第 1 部分：取水技术要求
- HY/T 187.2 海水循环冷却系统设计规范 第 2 部分：排水技术要求
- HY/T 189 海水冷却水处理碳钢缓蚀阻垢剂技术要求
- HY/T 191 海水冷却水中铁的测定
- HY/T 240.3 海水循环冷却系统设计规范 第 3 部分：海水预处理

### 3 术语和定义

HY/T 187.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**循环水场** **recirculating cooling water field**

由冷却设施、水质处理设施、水泵、管道及其他设施组成，用以提供循环冷却水的场所。

注：改写GB/T 50746-2012，定义2.1.1。

#### 3.2

**循环水泵站** **recirculating water pumping station**

循环水泵及相关设备安装、运行的场所。

### 3.3

**系统水容积 system capacity volume**

循环冷却水系统内所有水容积的总和。

注：改写GB/T 50050—2017，定义2.1.14。

### 3.4

**药剂允许停留时间 permitted retention time of chemicals**

药剂在海水循环冷却水系统中有效的时间。

[GB/T 23248-2009，定义 3.3]

### 3.5

**海水冷却塔 seawater cooling tower**

用于海水循环冷却过程的一种构筑物。海水被输送到塔内，通过海水和空气之间进行热、质交换，达到降低水温的目的。

[GB/T 23248-2009，定义3.4]

### 3.6

**逼近度 approach**

冷却塔的出水温度与进塔空气湿球温度之差值。

[GB/T 50392-2016，定义2.0.6]

### 3.7

**淋水密度 water flow cross per unit area of filling**

单位时间内通过每平方米淋水填料断面的循环水量。

[GB/T 50746-2012，定义2.1.7]

### 3.8

**塔芯部件 cooling tower core parts**

冷却塔内的淋水填料、填料支撑、喷溅装置、配水管和除水器等。

[DL/T 5525-2017，定义2.0.1]

### 3.9

**进塔空气干球温度 inlet air dry bulb temperature**

由暴露于空气中而又不受太阳直接照射的干球温度表测量的进塔空气温度。

## 4 设计原则

4.1 循环水场设计应使海水循环冷却系统整体达到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便、节能环保的要求。

4.2 循环水场设计应与海水循环冷却系统中的海水取水设计及污海水排放设计同步进行，协调统一，整体优化。

4.3 循环水场设计应掌握全面、完整和正确的工程资料，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实验或数值模拟计算进行验证。

4.4 循环水场设计应全面统筹规划，做好系统水量平衡计算，充分施行海水的综合利用和复用。

4.5 循环水场设计应通过全面的技术经济比较，选择经济合理的设备和建（构）筑物。

4.6 循环水场中的环境保护设施，应与主体设施同时设计、同时施工、同时投产使用。

4.7 循环水场的设计规模应按海水循环冷却系统近期规划的设计循环水量确定。

4.8 循环水场中的钢筋混凝土建（构）筑物和埋地输水管渠的设计使用年限均应等于或大于工程项目整体的设计使用年限。明设输水管道、非钢筋混凝土附属构筑物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。

- 4.9 循环水场设计应充分利用回水管道的压力。
- 4.10 对改建和扩建的循环水场设计，应从实际出发，充分发挥原有设施的效能。
- 4.11 循环水场设计应在不断总结生产实践经验和科学试验的基础上，采用行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备，保障安全供水，优化运行管理，节约能源和资源，降低工程造价和运行成本。

## 5 设计内容

- 5.1 循环水场设计应包括以下内容：
- a) 总体设计；
  - b) 水处理设施设计；
  - c) 冷却设施设计；
  - d) 循环水泵站及场内管渠设计；
  - e) 检测、监测与控制设计。
- 5.2 循环水场设计中的总体设计应包括以下内容：
- a) 设计基础资料收集；
  - b) 场址选择及场内布置设计；
  - c) 系统水量平衡计算；
  - d) 药剂的系统停留时间计算。
- 5.3 循环水场设计中的水处理设施设计应包括以下内容：
- a) 海水预处理设施设计；
  - b) 循环水处理设施设计；
  - c) 排水及污泥处理设施设计。

## 6 总体设计

### 6.1 设计基础资料

- 6.1.1 循环水场设计所需基础资料的内容和深度应符合 DL/T5507 的要求。
- 6.1.2 除符合 6.1.1 的要求外，循环水场设计还应具有以下资料：
- a) 换热器的结构形式和材质；
  - b) 换热器的工艺操作条件；
  - c) 被冷却介质的种类和性质；
  - d) 已有厂区、建（构）筑物、产湿和产热装置对海水冷却塔的影响情况；
  - e) 近5年大气中日最大含尘量的平均值；
  - f) 当地的气象、地形和地质等自然条件对海水冷却塔的影响情况；
  - g) 建厂地区及周边地域水处理药剂的供应情况；
  - h) 其他工程项目的海水利用情况。
- 6.1.3 当循环水场设计需要动态模拟试验提供资料时，动态模拟试验应依据国家或行业现行标准进行。
- 6.1.4 循环水场设计所需的设计资料应通过相关的政府机构、专业的科研院所，以及具有相关资质的勘察、检测等单位获得。

### 6.2 系统水量平衡

- 6.2.1 循环水场设计应进行系统水量平衡计算。
- 6.2.2 系统水量平衡计算应按照以下要求进行：
- a) 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；
  - b) 海水循环冷却系统应根据补充水水质、循环水水质、水处理药剂性能以及环境要求等因素确定合理的浓缩倍数（N），宜取 1.8~2.5；

c) 海水循环冷却系统补充水量应按式 (1) 或式 (2) 计算:

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

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

式中:

$Q_m$ ——补充水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_e$ ——蒸发水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_b$ ——排污水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_w$ ——风吹损失水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$N$ ——浓缩倍数, 宜取1.8~2.5。

d) 蒸发水量应按式 (3) 计算:

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

式中:

$Q_e$ ——蒸发水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$k$ ——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 ( $1/^\circ\text{C}$ );

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

$Q$ ——循环水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

表1 系数 $k$

进塔空气干球温度/ $^\circ\text{C}$	$k/(1/^\circ\text{C})$
-10	0.000 76
0	0.000 95
10	0.001 14
20	0.001 33
30	0.001 43
40	0.001 52

f) 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 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_e$ ——蒸发水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$N$ ——浓缩倍数, 宜取 1.8~2.5;

$Q_w$ ——风吹损失水量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

g) 冷却塔的风吹损失水量 $Q_w$ 占进入冷却塔循环水量的百分数, 应按冷却塔的塔型和设计选用的除水器的逸出水率以及从塔的进风口吹出的水损失率确定。当缺乏除水器的逸出水率等数据时, 机械通风冷却塔宜取0.1%, 风筒式自然通风冷却塔宜取0.05%。

6.2.3 海水循环冷却系统的取水设计水量和排放设计水量应分别按照HY/T187.1和HY/T187.2的相关规定计算。

### 6.3 场址选择及场内布置

6.3.1 除海水取水构筑物、污海水排放构筑物及输水管道外, 海水循环冷却系统所属的建(构)筑物及附属设施宜集中设置在循环水场内。对循环水水温、水质和水压要求差别较大的工艺换热设备宜分别设置循环水场; 对于个别水压要求较高的换热设备宜采用局部升压措施。

6.3.2 循环水场位置选择应按下列要求综合比较确定:

a) 靠近主要用水装置(或单元);

- b) 远离露天热源和噪声敏感区；
- c) 在粉尘或有害气体污染源、化学品堆场及散装库的全年最大频率风向的上风侧；
- d) 具有良好的工程地质；
- e) 便于水、电、药剂的供应；
- f) 通风条件良好；
- g) 符合防火、防爆、安全与噪声防护要求。

### 6.3.3 循环水场内建（构）筑物及附属设施的布置方式应按下列要求综合比较确定：

- a) 当循环水场面积较小时，循环水场内的变（配）电间、水质处理间、加药间等建（构）筑物宜与循环水泵站毗邻；当循环水场面积较大时，循环水场内的变（配）电间、加药间等建（构）筑物宜与海水预处理构筑物毗邻；
- b) 循环水场内应设巡回、检修和运输通道，并应充分考虑大型运输车辆的进出和装卸需要；
- c) 循环水场内各建（构）筑物周围地坪应铺砌透水性地面硬化材料，不应在冷却塔进风口周围种植树木；
- d) 海水冷却塔与周围各建（构）筑物的间距应满足其通风要求；
- e) 在寒冷地区，海水冷却塔应布置在临近主要建（构）筑物及露天配电装置的冬季最大频率风向的下风侧；
- g) 符合防火、防爆、安全与噪声防护要求。

### 6.3.4 循环水场的具体布置要求应符合DL/T5032或GB50489的规定。

## 6.4 药剂的系统停留时间

6.4.1 循环水场设计应进行药剂的系统停留时间计算，且应控制药剂的系统停留时间不超过药剂允许停留时间。

6.4.2 药剂的系统停留时间应按式（5）进行计算：

$$T_d = V (Q_b + Q_w)^{-1} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$T_d$ ——药剂的系统停留时间，单位为小时（h）；

$V$ ——海水循环冷却系统水容积，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$Q_b$ ——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（ $m^3/h$ ）。

6.4.3 海水循环冷却系统水容积宜小于设计循环水量的 1/3，并按式（6）进行计算：

$$V = V_e + V_r + V_t \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$V$ ——海水循环冷却系统水容积，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$V_e$ ——循环水泵、换热器、处理设施等设备中的水容积，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$V_r$ ——循环冷却水管道容积，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$V_t$ ——水池水容积，单位为立方米（ $m^3$ ）。

6.4.4 当药剂的系统停留时间超过药剂允许停留时间时，应调整海水循环冷却系统水容积或更换药剂配方。

## 7 水处理设施

7.1 循环水场的海水预处理工艺及设施设计应符合 HY/T240.3 的规定。

7.2 循环水场的循环水处理工艺及设施设计应符合 GB/T23248 的规定。

7.3 循环水场的排水处理和污泥处理工艺及设施设计应符合HY/T187.2的规定。

7.4 循环水处理中所使用缓蚀阻垢剂的性能应符合 HY/T189 的规定。

7.5 循环水处理中药剂种类的选择及设计投加量的确定宜根据药剂性能评价结果，经综合比较性能、价格、配伍性和环保性后确定。

7.6 循环水处理药剂性能评价应符合 GB/T34550.1~GB/T34550.4 的规定。

## 8 冷却设施

8.1 循环水场中的冷却设施应采用海水冷却塔。

8.2 海水冷却塔的选型应根据循环水的水量、水质、水温 and 循环水系统的运行方式等使用要求，并结合下列因素及具体工程条件，通过技术经济比较确定：

- a) 当地的气象、地形和地质等自然条件；
- b) 材料和设备的供应情况；
- c) 场地布置和施工条件；
- d) 冷却塔与周围环境的相互影响。

8.3 电力企业循环水场宜采用自然通风逆流式海水冷却塔，且每座塔宜配用一台汽轮机。在逼近度小于等于 5℃或其他特殊情况下，宜采用机械通风逆流式海水冷却塔。

8.4 化工企业宜采用机械通风逆流式海水冷却塔。

8.5 海水冷却塔的淋水密度和塔内风速宜按表 2 的范围取值。寒冷地区的淋水密度宜取大值。

表2 海水冷却塔的淋水密度和塔内风速

塔型	淋水密度 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	塔内风速 $\text{m/s}$
自然通风逆流式海水冷却塔	6~10	0.6~1.5
机械通风逆流式海水冷却塔	10~16	2.0~2.5

8.6 海水冷却塔塔芯部件的选择设计应符合 DL/T5525 的规定。

8.7 海水冷却塔热力计算所采用的淋水填料热交换特性，应采用与工程情况相近的海水冷却塔实测数据。当缺乏海水冷却塔实测数据时，宜利用淡水冷却塔淋水填料热交换特性按式（7）修正：

$$N_s = A_s \times N_w \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$N_s$ ——海水冷却塔的冷却数；

$A_s$ ——海水冷却塔热力计算时淋水填料热交换特性修正系数，宜通过淋水填料热力性能试验确定；

$N_w$ ——淡水冷却塔的冷却数。

8.8 淋水填料的热力性能试验应按照 DL/T933 规定的方法进行，且试验用海水宜采用工程所在地的海水。

8.9 海水冷却塔的设计应符合 GB/T50102 的规定。

8.10 除符合 8.9 的规定外，海水冷却塔设计宜符合以下要求：

- a) 钢筋混凝土结构的机械通风冷却塔外表面防腐宜采用釉面瓷砖；
- b) 当补充水自流进入集水池时，补充水管道宜从回水台下进入集水池；
- c) 集水池围栏宜设于回水台内侧。

8.11 当选用成品海水冷却塔时，应根据该型产品实测的热力特性曲线选用。

## 9 辅助建（构）筑物及场内管渠

### 9.1 循环水泵站及过水廊道

9.1.1 循环水泵的选择应在满足海水循环冷却系统设计循环水量、设计压力和耐腐蚀性要求的基础上，综合考虑流量和压力变化、水泵运行效率、维修工作量等因素比较确定。



9.1.2 单机容量200 MW以上的电力企业循环水场中，每台汽轮机宜配置2台循环水泵，且其并联流量宜大于或等于该机组的最大计算用水量。

9.1.3 循环水泵的过流部分宜选用双相不锈钢。当采用普通水泵时，应对泵体和基座进行电化学和涂层联合防腐。

9.1.4 循环水泵宜布置在泵房或罩棚内，寒冷地区的循环水泵应布置在泵房内。

9.1.5 循环水泵站宜设置独立的循环水泵吸水池。

9.1.6 当循环水泵露天布置或设于罩棚内时，循环水泵站周围宜设围栏或围挡设施。

9.1.7 冷却塔集水池与吸水池间过水廊道的过水能力应满足循环水泵机组最大小时吸水量的要求，过水断面流速宜为0.8 m/s ~1.0 m/s。过水廊道不宜少于两条，且应满足吸水池均衡进水的要求。

9.1.8 过水廊道的运行水位差不宜超过0.3 m。

9.1.9 过水廊道上应设截污格网、检修门槽及配套起吊设施。

9.1.10 循环水泵站及过水廊道内宜采用符合使用要求的非金属构件。当使用金属构件时，应对金属构件进行有效的防腐。

9.1.11 当循环水泵和金属构件采用电化学方法进行防腐时，其防腐设计应符合GB/T16166或GB/T17005的规定。

9.1.12 循环水泵站吸水池和过水廊道混凝土的抗冻等级和抗渗等级应符合表3的规定。

**表3 混凝土最小抗冻等级和抗渗等级**

结构部位	最小抗冻等级						最小抗渗等级
	微冻地区 冻融次数		寒冷地区 冻融次数		严寒地区 冻融次数		
	≤100	>100	≤100	>100	≤100	>100	
池壁及廊道壁面	F250	F250	F250	F250	F250	F300	W <sub>6</sub>
水池底板	F250	F250	F250	F250	F250	F300	W <sub>4</sub>
<p>注1：低温地区的划分：微冻地区指最冷月月平均气温在2℃～—3℃；寒冷地区指最冷月月平均气温在—3℃～—8℃；严寒地区指最冷月月平均气温低于—8℃。对于地区最冷月月平均气温低于—25℃的酷寒地区，混凝土抗冻等级应根据具体情况研究确定。</p> <p>注2：冻融次数的划分：与水池水面接触且近距离直接接触冷空气的构件，如水池壁、压力沟、构架柱，可能挂冰的构件，如外区下层梁，相对重要构件，如塔筒、斜支柱，视为冻融次数&gt;100。中央竖井且内区梁等远距离接触冷空气的构件，耳基等间接接触冷空气的构件，视为冻融次数≤100。</p>							

9.1.13 循环水泵站吸水池和过水廊道应采用水工混凝土，并应符合下列要求：

- 水泥品种宜采用普通硅酸盐水泥，其熟料中铝酸三钙质量含量不宜超过8%；
- 混凝土最小强度等级应为C30；
- 在混凝土中宜掺塑化剂、减水剂等外加剂。当有抗冻要求时，应掺加引气剂；
- 水工混凝土不得掺用氯盐。

9.1.14 循环水泵站吸水池和过水廊道所使用混凝土的最大水胶比为0.4。

9.1.15 循环水泵站吸水池和过水廊道的钢筋保护层最小厚度应符合表4的规定。

**表4 钢筋的最小保护层厚度**

部位	环境划分	循环水盐度	钢筋保护层最小厚度 mm
吸水池及廊道内壁	水下区	≤55	50
		>55	55
吸水池及廊道外壁	有地下水		50
	无地下水		40
注：基础的外壁钢筋保护层厚度应根据地基土及地下水的腐蚀特性调整。			

- 9.1.16 循环水泵站吸水池和过水廊道宜使用热轧钢筋，不得使用冷拉钢筋。
- 9.1.17 循环水泵站吸水池和过水廊道的内表面应有防腐涂层，且应符合下列规定：
- 防腐涂层应采用成熟、安全、可靠的技术和材料，免维护使用期不宜少于10 a；
  - 防腐材料宜采用环氧类、聚氨酯类或硅烷类等；
  - 防腐涂层干膜最小厚度不应小于400  $\mu\text{m}$ 。
- 9.1.18 循环水泵机组的用电负荷应按一级用电负荷进行设计。
- 9.1.19 循环水泵房的设计要求应按照GB 50265和GB/T 50046的规定执行。

## 9.2 药剂存储间与加药间

- 9.2.1 药剂存储间与加药间宜合建或毗连，并宜设置药剂搬运设备。
- 9.2.2 药剂存储间与加药间的操作台、地坪和与药剂接触的墙或池壁等应进行防腐处理。
- 9.2.3 药剂存储间与加药间内的贮存、调配、投加、输送及计量监测设备等应根据药剂性质采取相应的防腐、防潮、保温和清洗措施。
- 9.2.4 药剂存储间与加药间应根据药剂性质及贮存、使用条件设置相应的安全生产防护设施。
- 9.2.5 药剂存储间内的水处理药剂应根据药剂性质及存储要求进行分区贮存，且贮存分区应靠近该药剂的投加设备。
- 9.2.6 药剂堆放高度应符合所使用药剂的堆放要求。当无明确要求时，袋装药剂宜为1.5m~2.0m，桶装药剂宜为0.8 m~1.2 m。
- 9.2.7 药剂储存量应根据药剂消耗量、供应情况和运输条件等因素综合确定，或按下列要求经计算确定：
- 阻垢剂、菌藻抑制剂、水处理固体添加物、固体絮凝剂及助凝剂宜按30d计算；
  - 液体絮凝剂及助凝剂宜按7 d~15 d计算；
  - 浓硫酸储罐的容积宜按10 d~15 d消耗量并结合运输情况确定。
- 9.2.8 循环水处理药剂的投加点宜靠近冷却塔集水池出口或循环水泵吸水池进口，以及其他易于与循环冷却水混合处，且各投加点之间应保持一定距离。
- 9.2.9 缓蚀阻垢剂的投加应符合下列要求：
- 宜直接投加复配原液。泵与溶配设备的设计投加能力应按5倍~10倍校核；
  - 宜采用计量泵投加，并宜设置备用泵。计量泵出口应设安全阀；
  - 宜投加在冷却塔集水池出口或吸水池中，且宜深入正常水位下0.4 m处；
  - 药液输送应采用耐腐蚀管道，室内管道宜沿墙或架空明设，室外管道宜架空或管沟敷设。

## 9.3 场内管渠

- 9.3.1 循环水场内原海水埋地输水管道的材质和防腐设计宜与海水取水设计一致。
- 9.3.2 海水预处理进、出水管道的的设计应按照 HY/T240.3 的规定执行。
- 9.3.3 循环水场内排水管渠的设计应按照 HY/T187.2 的规定执行。
- 9.3.4 循环水供、回水管道的的设计应符合下列要求：
- 循环水供、回水管道宜选用预应力钢筒混凝土管道、预应力钢筋混凝土管道或碳钢管道；
  - 预应力钢筋混凝土管或预应力钢筒混凝土管的管材质量和防腐设计应分别符合GB5696及GB/T19685的要求；
  - 循环水泵站和换热器附近的供、回水管道以及公称直径小于DN400的供、回水管道宜采用碳钢管道；
  - 当采用碳钢管道作为供、回水管道时，钢材宜为Q235，其质量应符合GB/T3091的规定；
  - 碳钢管道应采用电化学防腐和涂层防腐联合保护；
  - 碳钢管道的电化学防腐设计应符合GB/T16166或GB/T17005的规定；

- g) 当碳钢管道采用牺牲阳极的阴极保护方式时, 钢管内表面牺牲阳极块的设计保护年限不宜少于10 a, 不易检修时不宜少于25 a; 钢管外表面牺牲阳极块的设计保护年限不宜少于25 a;
- h) 循环水供、回水管道上的阀门宜采用耐腐蚀材料。当采用普通阀门时, 阀门整体应进行电化学和涂层联合防腐;
- i) 循环水供、回水管道上的适当位置处应设置检修孔;
- j) 当循环水供、回水管道的管径为1000 mm~1600 mm时, 其管内水流流速宜控制在1.5 m/s~2.0 m/s。当循环水供、回水管道的管径大于1600 mm时, 其管内水流流速宜控制在2.0 m/s~3.0 m/s。

## 10 检测、监测与控制

### 10.1 一般要求

- 10.1.1 循环水场应设计全场性的检测、监测和控制系统。
- 10.1.2 循环水场的检测、监测和控制系统设计应与工程项目的检测、监测和控制系统设计进行整体规划, 集中管理。
- 10.1.3 检测、监测和控制设备应适用于海水水质特点及变化。
- 10.1.4 检测、监测和控制设计宜兼顾现有、新建及规划要求。

### 10.2 检测与监测

- 10.2.1 循环水场内海水预处理的检测与监测项目应符合HY/T240.3的规定。
- 10.2.2 循环水场内循环水处理的检测与监测项目应符合GB/T23248的规定。
- 10.2.3 循环水场内海水排水的检测与监测项目应符合HY/T187.2的规定。
- 10.2.4 循环水泵站的监测项目应符合GB50265的规定。
- 10.2.5 海水循环冷却系统水质检测与监测方法应符合GB/T33584.1~GB/T33584.6、GB17378.4、GB/T12763.4和HY/T191的技术要求。

### 10.3 控制

- 10.3.1 循环水场的在线监测信息宜集中至控制室。
- 10.3.2 循环水泵和冷却塔风机宜设就地和远程启停控制。
- 10.3.3 循环水场宜对下列运行参数进行联锁控制:
  - a) 海水预处理沉淀池泥位与排泥阀启闭联锁控制;
  - b) 海水预处理沉淀池絮体粒径特征监测与混凝剂投药量联锁控制;
  - c) 补充水流量与吸水池液位联锁控制;
  - d) 排污水量与循环水电导率联锁控制;
  - e) 氧化性菌藻抑制剂与循环水氧化还原电位(ORP)或余氯浓度联锁控制。