
《海水循环冷却系统运行管理规范》

(征求意见稿)

编制说明

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所

二〇二二年五月

1 修订标准的背景、目的和意义

自 1999 年天津渤海化工集团天津碱厂 $100\text{m}^3/\text{h}$ 海水循环冷却工业试验系统成功运行以来，我国海水循环冷却技术发展已经历二十余年的时间。在这二十余年的发展历程中，我国的海水循环冷却工程从无到有，历经“百吨级”、“千吨级”、“万吨级”和“十万吨级”的工程示范，发展到今天已建成海水循环冷却工程 22 个，总循环量已达 $192.48 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 。与此同时，我国也基本形成了包含 GB/T 23248—2020《海水循环水处理设计规范》和 HY/T 187《海水循环冷却系统设计规范》系列标准在内的工程设计技术标准体系。

然而，随着工程数量的增多和已有系统的长期运行，现有海水循环冷却系统在运行管理方面的问题也越来越多地暴露出来。例如，山东某化工企业海水循环冷却系统和深圳某发电厂海水循环冷却系统因缺乏防腐维护而导致的严重腐蚀问题已造成相关设施不能正常使用，其现场情况如图 1 和图 2 所示。



图 1 取水泵房旋转滤网腐蚀情况



图 2 海水冷却塔上塔管腐蚀情况

再例如，山东某发电厂海水循环冷却系统因运行维护管理不到位引起了淋水填料堵塞甚至垮塌；华北某电厂海水循环冷却系统菌藻控制强度不足出现了海水冷却塔藻类附着。其现场情况如图 3 和图 4 所示。



图 3 淋水填料堵塞垮塌情况



图 4 冷却塔结冰

毫无疑问，以上情况的发生轻则影响系统正常运行，降低生产效率；重则造成生产安全隐患，威胁生命财产安全。而根据调研发现，发生以上问题的原因，大多是因为我国还没有专门指导海水循环冷却系统运行管理的相关标准，不熟悉海水循环冷却系统与淡水循环冷却系统运行管理的差异性，照搬淡水循环冷却系

统运行维护经验，无法实施科学可靠的运行管理所致。

鉴于以上现状，为使我国现有和未来拟建海水循环冷却系统均能长期安全、稳定、高效的运行，针对海水循环冷却系统运行维护的特殊要求，结合已有淡水循环冷却系统运行维护经验，编制专门的海水循环冷却系统运行管理规范已势在必行。

海水循环冷却系统运行管理规范的编制将填补我国尚无海水循环冷却系统运行管理技术标准的空白，使海水循环冷却系统的运行管理有科学可靠的技术标准可依，减少相关问题的发生，降低运行维护成本，推动海水循环冷却技术更加广泛和科学的应用。

2 工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、国家标准主要起草人及其所做的工作等；）

2.1 任务来源

根据《自然资源部办公厅关于印发2021年自然资源标准制修订工作计划的通知》（自然资办发〔2021〕60号）下达的标准编制计划（计划项目编号：202124005），自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所为负责起草单位，全面负责标准的起草、报批和质量控制工作。

2.2 主要工作过程

2021年10月，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所在接到本文件的编制任务以后，根据《自然资源标准化管理办法》的要求组成了《海水循环冷却系统运行管理规范》海洋行业标准起草组。标准起草组主要成员共9人，其中6人来自于自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，其余3人分别来自天津国投津能发电有限公司、华润电力（渤海新区）有限公司、天津市中海水处理科技有限公司。标准修订起草组成员包括教授级高工2名，高工6名，工程师1名。具体任务分工为：王印忠高级工程师为标准起草组负责人，全面负责标准的起草、修改和报批工作；李雪高级工程师和李治洁工程师负责国内外相关技术标准的调研工作；陈冲高级工程师负责提供工程案例资料；张文帅、栗春雷和陈兴祥高级工程师负责技术咨询和标准条文的技术审核；尹建华、王维珍教授级高工负责标准编写的质量和进度控制。

标准起草组主要从以下4个方面开展了工作：（1）调研国内已有的海水循环冷却系统工程实例，走访主管运行管理的一线工作人员和管理人员，搜集现实问题和运行维护实践经验，掌握运行维护技术需求；（2）检索国内外已有的相关海水循环冷却系统运行维护的技术文献，分析总结系统运行维护中出现的问题、解决方法和应用效果；（3）对国内外相关法律法规和标准规范进行查找和深入研究，规避与法律法规的冲突之处，获得可供利用的现有技术内容；（4）针对

已编制完成或发布实施的《海水循环冷却系统设计规范》系列标准，根据GB/T 1.1-2020开展协调性审查，消除本文件与《海水循环冷却系统设计规范》其他标准之间存在的不协调问题。

2022年4月，在以上工作的基础上，标准修订起草组撰写了《<海水循环冷却系统运行维护技术规范>修订调研报告》，并形成了《海水循环冷却系统运行维护技术规范》草案稿和“编制说明”。

3 标准编制原则和确定标准主要内容的论据

3.1 标准制定原则

首先，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，在条文的表述上严格遵循一致性原则、协调性原则和易用性原则，在技术条文的确定上严格遵循可证实性原则，在标准格式的编排上按照GB/T 1.1-2020的要求执行。

其次，本文件的条文内容以完善的设计方案为基础，着重强调系统建成后的运行维护工作。对于运行维护中需要添加相关设施的要求不属于本文件的规定范围。因此，对于参考标准文献中“应设置相关设施”的条文，本文件一律不予引用，以明确区分设计工作和运行维护工作的区别。

此外，随着我国企业对管理科学的重视，现有企业大多按照市场需要建立了各种认证性管理体系，例如质量管理体系ISO 9001、环境管理体系ISO14001、职业健康和安全管理体系ISO 45001、信息安全管理体系BS7799/ISO27001等。鉴于此，本文件不再对管理体系框架文件，例如运行维护记录、报告审批制度等做详细规定，而主要专注于技术性条文的起草。

最后，对于换热器的运行维护内容，本文件仅涉及换热器海水侧的运行管理。相关换热器的其他运行管理内容本文件暂不涉及。

3.2 确定标准主要内容的论据

本文件文本格式的编辑主要依据GB/T 1.1-2020的要求。

本文件技术条文共分为11章，分别为：（1）范围：主要规定了本文件的适用范围；（2）规范性引用文件：列举了本文件条文中引用的规范性文件；（3）术语和定义：说明了适用于本文件的术语和定义；（4）总体要求：主要对海水循环冷却系统运行管理的目标、人力和设备配备、实施方法等做出总体要求。（5）海水取水构筑物及设备：主要对海水取水构筑物及设备运行管理的目标，运行期间的巡查、防污损生物药剂投加，维护期间的防腐、清污、清淤等提出技术要求。

（6）海水预处理构筑物及设备：主要对海水取水构筑物及设备运行管理的目标，运行期间的排泥、加药和搅拌调节，维护期间斜管和斜板的防堵、防污等提出技术要求。（7）海水循环冷却水处理构筑物及设备：主要对海水冷却水处理构筑

物及设备运行管理的目标，运行期间海水冷却塔的补水、排污、水位调节、处理药剂投加，维护期间的防结冰、清污和清淤提出具体要求。（8）循环水泵及循环水管道：主要对循环水泵及循环水管道运行管理的目标，运行期间的水泵及阀门调节，维修期间的防腐维护提出要求。（9）换热设备：主要对换热设备运行管理的目标，换热设备运行期间的换热效果调节，维护期间的设备清洗、修漏和组装提出技术要求。（10）海水排水构筑物及设备：主要对海水排水构筑物及设备运行管理的目标，运行期间污泥处理压泥机操作、清洗，维护期间的滤布更换提出要求。（11）检测和监测：主要对海水循环冷却系统检测和监测的目标，建（构）筑物、设备、水质、水处理药剂产品质量等提出检测和监测要求。

本文件技术条文的编制依据如下：

3.2.1 范围

本文件依据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》中的8.5节编写，标准化对象的陈述采用了“本文件规定了……的要求”的表述，并列举了标准化对象所覆盖的各个方面，即“本文件规定了海水循环冷却系统运行管理的总体要求以及对海水取水构筑物及设备、海水预处理构筑物及设备、海水循环冷却水处理构筑物及设备、循环水泵及循环水管道、换热器、海水排水构筑物及设备的运行维护和系统监测与检测的具体要求”；标准化适用性的陈述采用了“本文件适用于”的表述，规定了本文件适用于“海水循环冷却系统的运行管理，海水直流冷却系统的运行管理可参照执行”。

3.2.2 规范性引用文件

本文件依据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》中的8.6节编写，并使用了引导语“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”引出。

规范性引用文件清单按照国家标准和行业标准顺序编排（无其他标准），并按标准顺序号排列。

3.2.3 术语和定义

本部分依据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》中的8.7节编写。因本文件除HY/T 187.1、HY/T 187.2、HY/T 240.3、HY/T 187.4和HY/T 0187.5界定的术语和定义适用本文件外，还有其他术语和定义适用于本文件，因此使用了引导语“……界定的以及下列术语和定义适用于本文件”引出，即“HY/T 187.1、HY/T 187.2、HY/T 240.3、HY/T 187.4和HY/T 0187.5界定的以及下列术语和定义适用于本文件。”

3.2.4 总体要求

4.1条是对海水循环冷却系统运行管理的总体目标要求。设计寿命是指海水循环冷却系统设计时达到的预计不失去使用功能的有效使用时间。以目前海水循环冷却系统应用最多的火力发电厂而言（化工行业未发现相关规定），GB50049-2011《小型火力发电厂设计规范》3.0.9条规定，单机容量在125MW以下的小型发电厂的工艺系统设计寿命为30年；GB50660-2011《大中型火力发电厂设计规范》1.0.7条规定，单机容量在125MW及以上的大中型发电厂的工艺系统设计寿命为30年；DL/T5339-2018《火力发电厂水工设计规范》1.0.4条规定，火力发电厂的水工工艺系统设计寿命为30年，除临时结构外，火力发电厂水工建（构）筑物的结构设计使用年限应为50年。由此，海水循环冷却系统运行管理目标的达成是以系统整体处于设计寿命内为前提的。

在海水循环冷却系统的设计寿命内，运行管理工作应使系统整体达到“长期安全、稳定、高效地运行”。“长期”是要求在设计寿命内，系统整体安全、稳定、高效运行的时间越长越好；“安全”是要求不能出现重大的人身和财产损失；“稳定”是要求系统的产能输出不能忽高忽低，应在正常范围波动或平缓过渡；“高效”则要求在运行成本不断合理降低的同时，运行管理效率不断提升。

但是，需要指出的是，系统整体长期安全、稳定、高效地运行与系统是不是满负荷运行没有直接关系。非满负荷运行状态下，系统运行管理也应使系统整体长期安全、稳定、高效地运行。

4.2条是对海水循环冷却系统运行管理应服从全厂运行管理的要求。海水循环冷却系统作为生产辅助系统往往只是全厂组成的一部分，因此为使全厂整体达到长期安全、稳定、高效地运行，海水循环冷却系统的运行管理必须纳入全厂的运行管理，统一安排，协调实施。

4.3条是将海水循环冷却系统的运行管理进行制度化提升的要求。本文件的条文内容主要是运行管理的技术要求，而不是运行管理制度。为保障条文内容的有效实施，使用单位应配套人事、考勤、培训、技术监督等各项管理制度，并根据实施经验的积累而定期修订。

4.4条是对海水循环冷却系统运行管理安全实施的要求。目前，我国施行了《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国特种设备安全法》、《危险化学品安全管理条例》、《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》等安全管理法律法规。为保证海水循环冷却系统长期安全运行的总体要求，运行管理工作必须切实执行高处作业、有限空间作业、危险化学品使用、特种设备使用等相关安全管理规定。

4.5条是对海水循环冷却系统运行管理科学实施的要求。海水循环冷却系统运行管理的对象主要由建（构）筑物、设备和药剂组成。建（构）筑物的使用要求和药剂的投加方案一般在设计资料中明确给出，而设备的运行和维护要求一般在随机使用说明书中给出。因此，为保证海水循环冷却系统运行管理的实施效果，运行管理行为要严格按照设计和使用要求科学实施，坚决杜绝盲目蛮干。同时，对于备用构筑物和设备以及处于常开或常闭状态的阀门等应进行定期的轮换运行或改变运行状态以保证良好的备用状态。药剂应在保质期内使用，否则可能影响使用效果。

4.6条是对海水循环冷却系统运行管理人员的配置要求。人是海水循环冷却系统运行维护的执行主体，只有配备数量充足、素质过硬的专职人员才能按要求施行相应的运行管理工作。

4.7条是对海水循环冷却系统运行管理工具和设备的配置要求。

4.8条是对海水循环冷却系统运行管理实施方式的要求。由于某些运行管理工作的专业性和技术性较强，仅靠工程项目本单位的专职人员难于胜任，因此在做好外单位人员安全管理的情况下，聘请专业服务单位甚至是临时人员参与运行管理通常必要的，也是较为通用的做法。为保证专业服务单位和临时人员的服务质量，本单位人员要做好选择、培训、监督和验收等管理工作。

4.9条是对完善运行管理方法，提高运行管理水平的要求。

3.2.5 海水取水构筑物及设备

5.1.1条是对海水取水构筑物及设备运行管理的总体要求。设置和运行管理海水取水构筑物及设备的目的就是根据生产需要向海水循环冷却系统提供满足流量和压力要求的原海水。但是根据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》6.2.5条和7.2.14条的规定，当出现校核低水位时，实际取水水量不应低于设计取水水量的70%。当陆上输水管道设置2条，且其中一条管道发生事故时，其余管道的通过流量应满足海水循环冷却系统事故时用水要求。

5.1.2条是对海水取水构筑物闸门的运行管理要求。海水取水构筑物闸门起着截断水流、隔离检修空间的作用。但是，根据标准起草组的现场调研发现，由于取水构筑物闸门平时启闭较少且疏于维护，造成关闭状态下闸门漏水的情况时有发生。例如，天津某火力发电厂海水循环冷却系统采用潮汐式取水构筑物，在取水海域和一级沉淀池以及一、二级沉淀池之间均装有进水闸门。但是，在运行几年后，第一道进水闸门就出现了严重的漏水问题，低潮时沉淀池内的储水大量流向外海，造成沉淀池储水量下降，取水安全保障明显降低。因此，运行管理应使海水取水构筑物中的闸门随时启闭，且关闭状态下不出现大量漏水。

5.1.3条是对海水取水构筑物中的拦污栅或滤网的运行管理要求。根据标准起草组的现场调研发现,拦污栅或滤网发生的运行管理问题主要是栅前或网前杂物滞留过多引起的液位差过大或自动停机。对人工清渣的拦污栅而言,清渣不及时将造成栅前和栅后液位差过大,甚至完全中断通水。对自动清渣的旋转滤网而言,根据行业标准DL/T 1257—2013《鼓形旋转滤网》和DL/T 459-1998《板框式旋转滤网》规定,水位差达到300mm时就会报警甚至停机,否则滤网就有损坏的可能。因此,运行管理应使海水取水构筑物中的拦污栅或滤网能正常拦污及出渣,不应因杂物滞留过多而出现液位差过大或自动停机现象。

5.1.4条是对海水取水泵的运行管理要求。海水取水泵的长期稳定运行是对运行管理的基本要求,在此基础上应根据夏季和冬季海水循环冷却系统补水流量的变化调节取水流量。

5.1.5条和5.1.6条是对杀生剂投加和泥沙清淤的运行管理要求。污损生物附着和泥沙淤积均能引起输水管道和输水设备过流断面缩小,水头损失增加,进而导致管道和设备输水能力下降。由于污损生物附着和泥沙淤积目前还无法做到完全杜绝,因此本文件要求由污损生物附着引起的实际取水水量减少和供水压力降低不应影响系统正常运行;由泥沙淤积引起的原海水泥沙含量增加不应超过海水预处理构筑物的处理能力。

5.1.7条是对海水输水管渠运行管理的要求。输水管渠上长期出现无关的圈地、占用、挤压、埋设现象,轻则妨碍维护检修,重则造成海水输水管渠破坏失效,因此此种现象应加以杜绝。本条与CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的4.2.2条第1款相一致。

5.1.8条是对应对台风、海上突发环境污染事件和群体性海洋生物入侵事件的要求。台风(又称热带气旋)由于风力巨大,能够给海水取水构筑物及设备造成严重破坏,如淹水、倒塌、断电等。海上突发环境污染事件可能造成取水海域原海水化学污染、混油等水质明显突变的情况,进而使取水设施或水处理设施部分或完全失效。群体性海洋生物入侵则能够直接导致取水口堵塞,滤网停机等事故。例如,2016年5月3日,中华人民共和国生态环境部国家核安全局发布了《关于近期海洋生物或异物影响核电厂取水安全事件的通报》(国核安发[2016]91号),详述了国内外6起海洋生物或异物影响核电厂取水安全事件。这6起事件包括:法国CRUAS核电厂4号机组因水草堵塞泵站丧失冷源事件;宁德核电厂3号取水泵因小型海地瓜堵塞鼓网导致停堆运行事件;红沿河核电厂大量水母涌入循环水过滤系统(CFI)取水口导致H1/2号机组停堆运行事件;岭澳核电厂2号机组因毛虾涌入取水口导致反应堆紧急停堆运行事件;田湾核电厂海水取水口麦秸秆堵塞运行事件;秦山第二核电厂循环水系统因大量水草杂物造成鼓网(3CRF202TF)销

子断裂，常规岛生水系统（3SEN）进气导致机组降功率运行事件等。由于台风、海上突发环境污染事件和群体性海洋生物入侵事件往往来势突然，因此本文件认为只有做好应急预案并切实施行才能有效应对。

5.2.1条是对海水取水构筑物人员定期巡查的要求。本条参考了现行行业标准CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中4.1.4条第4款的要求，即“取水口每（2~4）h巡视一次，预沉池和水库应至少每8h巡视一次”。同时从人身安全方面考虑，在天气恶劣时，人员巡查可以暂停。

5.2.2条是对水下取水构筑物采用水下机器人定期检查的要求。随着科学技术的不断进步，采用水下机器人视频检查已经成为现实。水下机器人视频检查具有实物可见，无需人员潜水，安全简单的特点，对观察水下取水构筑物泥沙沉积、污损生物附着和设施损坏尤其适用，因此本文件予以推广。

5.2.3条是对机械格栅和旋转滤网的运行要求。根据DL/T1257—2013《鼓形旋转滤网》和DL/T459-1998《板框式旋转滤网》，水位差达到300mm时就会报警甚至停机，否则滤网就有损坏的可能，因此本文件规定机械格栅和旋转滤网前后的水位差不应超过0.3m。

5.2.4条是对海水取水泵启、停或调整其运行工况的要求。由于存在冬、夏补水变化及系统停机检修，海水取水泵需要根据海水循环冷却系统运行需要调整取水量。根据标准起草组调研发现，目前较为常见的调整方式，一是在采用大流量水泵的情况下通过变频调速；二是在采用不同流量水泵的情况下调整水泵的运行组合。无论哪种方式在降低取水电耗方面均是有益的。

5.2.5条是杀生剂的投加要求。目前，投加杀生剂是海水取水构筑物采用最多的一种污损生物防腐方法，具体的药剂投加方案应按照设计方案执行。但当设计方案效果不佳时，运行管理人员应通过试验调整其投加方法，以找到最佳的防污效果。

5.2.6条是对停止取水期间杀生剂投加的要求。根据标准起草组调研发现，海水循环冷却系统运行单位往往在系统停运期间停止向海水取水构筑物投加杀生剂以节省运行成本。但是，当系统停运一段时间后再开始运行时，加药泵虽开启，但药桶液位不下降。经调查发现，这种现象是由于停水停加药期间加药管被污损生物所堵塞，再加药时药液无法流出所致。因此，停止取水期间也应继续投加杀生剂以防止加药管堵塞，但投药量可适当减少。

5.2.7条是对电解海水制取次氯酸钠装置的运行维护要求。由于电解海水制取次氯酸钠装置是制式专用产品，其运行维护应严格按照产品说明书进行。为指导电解海水制取次氯酸钠装置运行维护的一般性操作，标准起草组参考武汉兴达高技术工程有限公司为沙特Rabigh IPP 2×600MW燃油机组工程电解海水制取次

氯酸钠发生装置编制的运行维护手册对一般性操作做了规定。参考文献的索引如下：<https://max.book118.com/html/2018/0421/162286012.shtm>。此外，GB/T 22839-2010《电解海水制次氯酸钠发生器》3.1条d)款规定，发生装置运行的海水温度不低于10℃时。这是因为，当发生装置运行的海水温度低于10℃时，电解海水制取次氯酸钠装置的产率会显著下降。如果要保持产率在较高水平就需要加大电流，而加大电流后电极寿命则会因腐蚀而明显缩短，因此厂家一般建议当原海水温度低于10℃时，宜停运电解海水制氯系统，保护电极不受腐蚀。本文件也将此条列入。

5.2.10条是对陆上输水管渠连通管阀门切换的要求。当陆上输水管道设置2条时，会在2条管道之间设置连通管，以方便在一条管道局部损坏时，通过阀门切换将管道局部隔离出去进行修复，同时将70%的设计取水量全部通过1根管道输送。因此，为保证事故水量供应，运行管理应及时切换连通管阀门。

5.3.1条是取水构筑物进水口附近清淤的要求。泥沙淤积是海水取水构筑物运行管理中经常遇到的问题，尤其对取用渤海海水的取水构筑物更加重要。海水取水构筑物清淤应做到泥沙淤积堵塞取水头部，不造成引水明渠过水断面显著减小，沉积泥沙不被水流携带进入海水取水泵等。清淤频率视泥沙沉积情况宜每年一次。

5.3.2条是对取水头部进水格栅的维护要求。取水头部的进水格栅由于会在水下受到鱼虾、海草和污损生物的堵塞而需要清理，但因进水格栅设置于水下且重量较大，无法频繁清理，因此要求至少每年清理一次。

5.3.3条是对堤防工程的维护管理要求。SL 595-2013《堤防工程养护修理规程》主要规定了堤防工程检查分类项目、内容及方法；堤防各部分的养护修理；坡式、坝式、墙式护岸的养护修理；穿、跨堤建筑物与堤防结合部的养护修理；堤防工程险情判别和抢护；堤防工程动物危害防治；生物防护工程养护修理；管理设施养护修理及抢险物料管护等。由于海水取水构筑物中的潮汐式构筑物和引水明渠式取水构筑物均有堤防设置，因此为对堤防进行科学的维护管理，本文件对SL 595-2013《堤防工程养护修理规程》加以引用。

5.3.4条是对闸门及启闭机的维护管理要求。SL/T 722-2020《水工钢闸门及启闭机安全运行规程》主要规定了水工钢闸门及启闭机安全运行管理涉及的管理制度要求；设备操作规程的编写以及操作人员和操作过程的要求；设备维修养护的基本规定及设备检查、维护、检修要求；设备维修养护记录和报告的要求；应急管理中对应急预案、培训、演练的要求；设备管理登记评定的要求；安全监测与安全评价的要求等。对阀门及启闭机的维护管理要求较为科学全面，本文件加以引用。

5.3.5条是对立式斜流泵的维护要求。立式斜流泵具有流量大、扬程低的特点，在海水取水工程中被广泛采用（过流部分大多采用双相不锈钢）。但是，根据标准起草组的调研发现，海水立式斜流泵由于泵轴长，海水腐蚀大，水中泥沙多等原因造成泵轴下端摆动过大，导轴承和轴套磨损严重，导流筒体螺栓和轴承支架因磨损而断裂等问题，维护检修较为频繁。因此，为保证水泵的长期安全、稳定运行，应至少每年检查一次泵轴、联轴器、导流筒体螺栓和轴承支架的磨损及腐蚀情况。当超出厂家的安全运行标准时，应及时更换。

5.3.6条是对电解海水制氯装置的维护要求。本条也是参考武汉兴达高技术工程有限公司为沙特Rabigh IPP 2×600MW燃油机组工程电解海水制取次氯酸钠发生装置编制的运行维护手册对一般性维护工作做了规定。

3.2.6 海水预处理构筑物及设备

6.1.1条是对海水预处理构筑物及设备运行管理的一般要求。

6.1.2条是对海水补充水水质即海水预处理出水水质的要求。本条与GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中的表1相一致。

6.1.3条是对海水预处理运行维护降低药剂使用量的要求。海水预处理一般需要加入絮凝剂和助凝剂，是海水循环冷却系统运行维护中药剂使用较多的工序，因此保证出水水质的情况下降低药剂使用量对降低系统的运行成本具有重要意义。

6.1.4条是对海水预处理的水质检测和监测记录数据保存的要求。

6.2.1条是对并联的多个或多组海水预处理构筑物及设备的运行管理要求。海水预处理构筑物为了安全运行和便于水量调节，通常设置并联的两个或两组，而设备则可能更多。当所需处理水量较小时，可能运行一个或一组以节约运行成本；而当所需处理水量较大或满负荷时，则需要全部运行。因此，投入运行的海水预处理构筑物及设备数量应根据处理水量进行调整。当多组海水预处理构筑物同时投入运行时，应保证各组之间的进水量差别不大。

6.2.2条至6.2.10条是对海水预处理构筑物的运行要求。参考了现行行业标准CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的4.3.1条、4.3.2条、4.5.1条、4.5.2条、4.6.2条和4.6.3条。

6.2.11条是对海水预处理药剂的选择要求。海水预处理药剂一般采用絮凝剂和助凝剂，而药剂的具体种类一般根据设计方案，由运行管理部门申请采购。当申请采购时，运行管理部门应按照我国现行药剂质量标准提出采购质量要求，否则可能由于药剂质量不合格而造成处理水质不达标。本文件给出了常见混凝剂和助凝剂的所有质量标准以供参考。

6.2.12条是对混凝剂的配置要求。本条参考了现行行业标准CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中4.4.1条的要求，即“1 对固体混凝剂的配置，其溶解时应在溶解池内机械或空气搅拌，使其充分混合、稀释，药剂的质量宜控制在5%~20%的范围内，药剂配好后，应继续搅拌15min，并静置30min以上方可使用；2 对液体混凝剂的配置，原液可直接投加或按一定的比例稀释后投加”。根据标准起草组调研发现，GB/T 22627-2014《水处理剂 聚氯化铝》规定的液体聚氯化铝中氧化铝（ Al_2O_3 ）的质量分数为6.0%；GB/T 4482-2018《水处理剂 氯化铁》规定的液体氯化铁中 Fe^{3+} 的质量分数为13%；GB31060-2014《水处理剂 硫酸铝》规定的液体硫酸铝中氧化铝（ Al_2O_3 ）的质量分数为15.6%；GB/T14591-2016《水处理剂 聚合硫酸铁》规定的液体聚合硫酸铁中全铁的质量分数为11%；HG/T 4672-2014《水处理剂 聚氯化铁》规定的液体聚氯化铁中 Fe^{3+} 的质量分数为8.0%。根据以上数据，本标准规定液体混凝剂直接投加或稀释后投加的质量浓度也宜控制在5%~20%。

6.2.13条和6.2.15条是对聚丙烯酰胺的溶解和投加要求。本条参考了CJJ 40-2011《高浊度水给水设计规范》中的6.2.1条、6.3.1条和6.3.2条。

6.3.1条至6.3.5条是对海水预处理构筑物的维护要求。本条参考了现行行业标准CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的4.3.1条、4.3.2条、4.6.1条、4.6.2条、4.13.2条。

3.2.7 循环冷却水处理构筑物及设备

7.1.1条是对循环冷却水水质的处理要求。本条与GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中的表2相一致。

7.1.2条是对海水循环冷却系统微生物控制指标的要求。本条与GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》6.1.2条e)和f)款相一致。

7.1.3条对海水冷却塔的运行管理要求。本条是在参考了电力行业标准DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》和出版书籍《冷却塔运行维护与检修》的基础上总结出运行维护要求，涉及冷却塔出力、消雾效果、结构安全、水质达标、进风口挂冰和淋水填料堵塞等要求。

7.1.4条是对旁滤装置的运行管理要求。设置旁滤装置的目的是通过过滤去除循环冷却水中的部分悬浮物，以维持循环水中的悬浮物浓度。要达到这一目的，旁滤装置要保持足够的过滤水量和滤后水质，因此本条对此提出要求。

7.2.1条是对海水循环冷却水处理构筑物及设备运行中浓缩倍数的要求。系统浓缩倍数的确定关系着各水量的平衡，进而关系到药剂投加量，因此海水循环冷却水处理构筑物及设备的运行应保持经济技术合理的浓缩倍数。GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》6.1.2条规定的设计浓缩倍数为

1.5~2.5。而 HY/T 0187.5-2021《海水循环冷却系统设计规范 第 5 部分：循环水场》6.2.2 条规定的设计浓缩倍数为 1.8~2.5。根据标准起草组调研发现，目前现有的海水循环冷却系统实际运行时保持的浓缩倍数范围为 1.04~2.10，大部分时间以设计浓缩倍数为基础，在±0.2 的合理范围内变动。当出现极端水质变化情况时，运行浓缩倍数也可能出现极低值，但当小于 1.5 时，经济性较差，因此本文件建议运行浓缩倍数不应小于 1.5。

7.2.2 条是对循环冷却水处理使用药剂的要求。海水循环冷却水处理通常需要投加阻垢分散剂和菌藻抑制剂以控制循环冷却水的结垢趋势和微生物滋生。

7.2.3 条是对阻垢分散剂和菌藻抑制剂投加量的要求。海水循环冷却系统设计时一般给出设计投加量，但因设计投加量来自于工程经验或试验结果，与实际运行稍有差距，因此应以设计投加量为基础通过运行效果确定最优投加量。

7.2.4 条是对阻垢分散剂投加量计算方法的要求。海水循环冷却水处理运行时需要计算药剂用量以进行采购和储备，在已知设计投加浓度或优化投加浓度的情况下，运行人员应按照本条自行计算阻垢分散剂投加量。

本条的计算方法参考了 GB/T 50050-2017《工业循环冷却水处理设计规范》中的 3.3.5 条和 3.3.6 条以及 GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》6.4.5 条中的 a)和 b)。但是，无论是 GB/T 50050-2017《工业循环冷却水处理设计规范》3.3.6 条中以排污水量和风吹损失水量为计算水量，还是 GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》6.4.5 条 b) 中以蒸发水量为计算水量，在实际操作中均存在不容易计量和计算的问题，因此本条根据实际情况，采用了以补充水量为计算水量的方法，其浓缩取值相差 N 倍（浓缩倍数）。

7.2.5 条是对菌藻抑制剂投加量计算方法的要求。本条的计算方法参考了 GB/T 50050-2017《工业循环冷却水处理设计规范》中的 3.5.6 条以及 GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》6.4.5 条中的 c)。

7.2.6 条是对粘泥剥离剂的投加要求。经标准起草组调研发现，去除系统内附着粘泥的方法就是投加粘泥剥离剂。例如，华润电力（渤海新区）发电有限公司所使用的粘泥剥离剂为 1227，即十二烷基二甲基苄基氯化铵。投加方法为：与次氯酸钠交替冲击投加，投加量按系统保有水量计算，投加浓度约为 50mg/L。天津国投津能发电有限公司使用 1227 作为粘泥剥离剂，投加方法为：在夏季菌藻滋生严重时与次氯酸钠交替冲击投加，投加量按系统保有水量计算，投加浓度约为 150mg/L。参考以上已有运行经验，本文件对粘泥剥离剂的投加提出要求。

7.2.7 条是对海水冷却塔运行方案的编制要求。本条与 DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》3.2.1 条相一致。

7.2.8 条是对海水循环冷却系统补水的要求。海水循环冷却系统在运行过程中因蒸发、风吹、排污及泄漏而造成循环水量减少和损失，为保持系统浓缩倍数而不断向系统补充水量以保持损失和补充的平衡。当蒸发、风吹、排污及泄漏损失大于补充水量时，海水冷却塔集水池水位会逐渐降低，结垢趋势增加，这时应及时补水以重新恢复平衡。但是，当补水水质发生变化时，既是要保持海水冷却塔集水池水位变化不大，循环水的浓缩倍数也会有明显变化，因此也应参考循环水水质检测结果控制补充水量。

7.2.9 条是对海水循环冷却系统排污的要求。循环冷却水排污是当循环冷却水质超过水质控制标准而排放部分循环冷却水的做法，通过排污保持了循环冷却水的水质稳定。

7.2.10 条是对合理分配上塔流量的要求。本条与 DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的 3.2.2 条相一致。

电厂循环冷却系统配置通常分为单元制和母管制。单元制又有常规单元制和扩大单元制。常规单元制是一座海水冷却塔对应一套发电机组，循环水管道彼此互不联通。优点是系统简单，投资少；缺点是相邻单位不能切换与备用，运行灵活性差。扩大单元制是一座海水冷却塔对应一套发电机组，但循环水管道由一根比主干管小的管道彼此联通以增加可调节性。目前，我国现有的自然通风冷却塔海水循环冷却系统大多采用扩大单元制设计。

母管制系统又分为集中母管制和切换母管制。集中母管制是所有冷却塔的出水均由一根母管集中输送，然后再由母管接出支管分配给凝汽器。切换母管制是每个单元与切换母管相连处装有三个切换阀门，机组可以单元制运行，亦可以切换成母管制运行。目前，我国现有的机械通风冷却塔海水循环冷却系统大多采用集中母管制设计。

无论是扩大单元制还是母管制，均存在冷却塔上塔流量分配的问题。海水冷却塔的运行管理应根据各个海水冷却塔的实际性能合理分配上塔流量，达到混合后的出塔水温最低。

7.2.11 是对冬季冷态运行或热负荷较低时的运行要求。国家标准 GB/T 50102-2014《工业循环水冷却设计规范》中的 3.1.37 条第 9 款规定：“当循环水系统冬季冷态运行或热负荷较低时，循环水可直接进入塔的集水池”。

7.2.12 是对槽式配水系统的运行要求。本条与 DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的 3.2.3 条相一致。

7.2.13 是对配水槽配水均匀性的要求。本条参考了李晨生等所著的《冷却塔运行维护与检修》（中国电力出版社，2014，P19）一书中的对配水槽配水均匀

性的运行要求。

7.2.14条是对淋水区的控制要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.4条相一致。

7.2.15条是对自然通风冷却塔挡风板的悬挂要求。本条参考了李晨生等所著的《冷却塔运行维护与检修》（中国电力出版社，2014，P26）一书中的对自然通风冷却塔挡风板的悬挂要求。

7.2.16条是对消雾冷却塔的运行要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.6条相一致。

7.2.17条是对防冻板的运行要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.7条相一致。

7.2.18条是对机械通风冷却塔风量的调节要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.8条相一致。

7.2.20条至7.2.23条是对冷却塔防挂冰的运行要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.14条至3.2.18条相一致。

7.2.23条是对海水冷却塔进风口挂冰的清理要求。本条参考了李晨生等所著的《冷却塔运行维护与检修》（中国电力出版社，2014，P27）一书中对冬季防冰冻的要求。

7.2.24条是对循环水沟滤网的运行要求。本条参考了李晨生等所著的《冷却塔运行维护与检修》（中国电力出版社，2014，P19）一书中的对循环水沟滤网的运行要求。

7.2.25条是对具有虹吸配水装置的冷却塔中循环水泵的启动要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.19条相一致。

7.2.26条是对机械通风冷却塔风机及电动机的运行要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.2.9条相一致。

7.2.27条是对旁滤装置的运行要求。旁滤装置运行时随着截留水中杂质的增多，会出现过滤压差变大，过滤流量变小或滤后水质变差的情况，因此运行一段时间后需要进行定时或不定时反冲，以保证滤后水质水量稳定。当旁滤装置由多个过滤器组成时，过滤器冲洗一般按顺序进行，以保证冲洗时总过滤水量稳定。

7.3.1条是对海水循环冷却水处理加药设备的维护要求。

7.3.2条是对所有机械设备的维护要求。

7.3.3条是对冷却塔集水池和循环水沟淤泥的清理要求。根据标准起草组的调研，冷却塔集水池和循环水沟淤泥的清理一般每年清理一次。此外，由于自然通风海水冷却塔内常有湿污泥淤积于人行平台，因此为了通行方便，应在每次停止进水后清理淤泥。

7.3.4条是对配水管、配水槽的维护要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.6条相一致。

7.3.5条是对淋水填料的维护要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.10条相一致。

7.3.6条是对冷却塔防腐层的维护要求。国家标准GB/T 50102-2014《工业循环水冷却设计规范》中的3.9.3条规定：“冷却塔防水防腐涂层应采用成熟、安全、可靠的技术和材料，免维护使用期不少于10年”。因此，本条要求“自然通风海水冷却塔防水防腐涂层应根据老化情况及时补刷”。

7.3.7条是对冷却塔周围没有遮挡物的要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.1条相一致。

7.3.9条至7.3.11是对海水冷却设备或设施检修更换的要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.3条、3.3.4条和3.3.7条相一致。

7.3.12条是对除水器和淋水填料用淡水冲洗的要求。目前，利用淡水在停机检修期间对除水器和淋水填料进行冲洗是保持除水器和淋水填料少量结垢的有效措施，宜加以推行。国家标准GB/T 50102-2014《工业循环水冷却设计规范》中的3.1.36条第8款规定：“海水冷却塔可设置填料淡水冲洗装置”。同时，3.7.4条第3款规定“淋水填料表面结垢重。淋水填料每侧的结垢厚度对于洁净原淡水可取0.5mm；对偏于浑浊原淡水、再生水、海水可取1.0mm”。因此，本条要求“停机检修期间宜用淡水将除水器和淋水填料中的污垢冲洗干净。淋水填料的污垢厚度不宜大于1.0mm”。

7.3.13条是对喷溅装置的更换与对中要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.9条相一致。

7.3.14是对虹吸装置的维护要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.11条相一致。

7.3.15条是对风机叶片的维护要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.12条相一致。

7.3.16条是对高位收水冷却塔防溅器及收水槽的维护要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.13条相一致。

7.3.17条是对冷却塔支撑柱及塔体内壁苔藓的清理要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.14条相一致。

7.3.18条是对节水消雾冷却塔消雾模块的冷热流体双向通道的清理要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.19条相一致。

7.3.19条是对冷却塔噪声的控制要求。本条与DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》中的3.3.20条相一致。

7.3.20条是对海水冷却塔钢筋混凝土结构修复做法和修复质量的要求。根据标准编写组现场调研发现,部分运行10年以上的海水冷却塔已出现了明显的较大裂缝、混凝土脱落或钢筋外露现象,必须进行修复以保证结构安全。但是钢筋混凝土结构的修复不能盲目进行,要按照科学方法进行且要进行质量验收。目前,我国有国家标准GB 50367-2013《混凝土结构加固设计规范》和GB 50550-2010《建筑结构加固工程施工质量验收规范》对此进行规范,因此本文件对涉及运行管理中涉及修复的GB 50550-2010《建筑结构加固工程施工质量验收规范》加以引用。

7.3.21条是对旁滤装置滤料补充和更新的要求。旁滤装置中的滤料由于重复反冲洗,会产生磨损,也会随水流流出而减少,因此应及时补充和更新滤料。

3.2.8 循环水泵房及循环水管道

8.1.1条是对循环水泵及循环水管道运行功能的要求。循环水泵及循环水管道主要负责介质输送以及相应的管道切换和流量调节,因此,循环水泵及循环水管道运行管理应保证按照生产需要进行介质输送和切换调节。

8.1.2条是对系统管、渠及附属构筑物的运行状态的要求。跑、冒、滴、漏和堵塞是循环水泵及循环水管道最为常见的问题,多发而不容易察觉,因此应重点关注。

8.1.3条是对循环水泵及循环水管道防腐维护的要求。由于海水的强腐蚀性,防腐维护是海水循环冷却系统运行维护中较为重要的工作,而且要求技术较高,因此本条要求防腐维护应按照相关标准科学实施,并满足设计使用年限的要求。

8.2.1条是对循环水泵及循环水管道切换调节的要求。循环水泵及循环水管道错综复杂,调节阀门分布广、数量多。运行维护人员应在熟知位置、作用和操作方法的基础上准确、及时的实施切换调节。

8.2.2条是对循环水泵及循环水管道巡检频次和巡检内容的要求。管、渠的跑、冒、滴、漏和堵塞以及井盖的缺失和塌陷是最为常见问题,必须重点关注。

8.3.1条是对管道和附属设施牺牲阳极的维护要求。牺牲阳极的维护工作主要是及时、正确地更换牺牲阳极块,因此牺牲阳极块的选型、更换应按照设计图纸或国家标准GB/T 16166-2013《滨海电厂海水冷却水系统牺牲阳极阴极保护》执行。

8.3.2条是对管道和附属设施外加电流阴极保护系统的维护要求。外加电流阴极保护系统的维护工作主要是及时、正确地维护阳极、参比电极和恒电位仪,因

此外加电流阴极保护系统的维护检修应按照设计图纸或国家标准GB/T 17005-2019《滨海设施外加电流阴极保护系统通用要求》执行。

8.3.3条是对管道和附属设施防腐涂层的维护要求。对于没有施工图设计没有要求的一般管道和附属设施，其维护方案应按照GB/T 31404-2015《核电站海水循环系统防腐蚀作业技术规范》执行。

8.3.4条是对预应力钢筒混凝土管防腐维护的要求。国家标准GB/T 35490-2017《预应力钢筒混凝土管防腐蚀技术》对预应力钢筒混凝土管的防腐设计、施工、质量控制和验收、管理和维护、安全、卫生和环境保护均做了详细规定，因此本标准加以引用。

3.2.9 换热器

9.1.1条是对换热器传热面水侧运行管理状态的要求。本条参考了GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中6.1.2条b)、c)款的要求。

9.1.2条是对表面式水冷凝汽器海水侧的运行管理状态要求。本条参考了DL/T 932-2019《凝汽器与真空系统运行维护导则》中4.1节中关于海水侧的运行维护要求。

9.1.3条是对板式换热器海水侧的运行管理状态要求。本条参考了网络文献《板式换热器维护检修规程》的相关内容。

<http://www.doc88.com/p-5856868468378.html>。

9.2.1条是对凝汽器进水口阀门的运行要求。本条参考了DL/T 932-2019《凝汽器与真空系统运行维护导则》的4.2.7条。

9.2.2条对二次滤网的运行要求。本条参考了DL/T 932-2019《凝汽器与真空系统运行维护导则》的4.2.3条。

9.2.3条和9.2.4条是对板式换热器的运行要求。本条参考了网络文献《板式换热器维护检修规程》的相关内容。

9.3.1条是对凝汽器的停机查看和维护要求。通过标准起草组调研发现，运行维护人员在停机时进入凝汽器水室现场查看仍是判断凝汽器换热管运行状态的主要途径。通常情况下，停机查看的主要问题是换热管是否结垢，水室内是否有沉积物和杂物，牺牲阳极损耗情况等。查看后，应根据情况进行沉积物和杂物清理及牺牲阳极更换。

对于检查和更换牺牲阳极应该注意，除根据国家标准GB/T 16166-2013《滨海电厂海水冷却水系统牺牲阳极阴极保护》的规定，阳极的消耗量超过初始量的70%时应更换阳极外，还可能存在以下情况也需要及时更换牺牲阳极块：首先，阳极剩余量已不足保护下次检修间隔期所需用量；其次，表面不溶解（因局部绝

缘造成)且被保护结构电位达不到最小保护电位;第三,表面溶解不均匀,造成阳极铁芯明显外漏,短期内会造成阳极脱落。

9.3.2条是对凝汽器维护问题的解决要求。当表面式水冷凝汽器换热管内结垢较快,水室内沉积物和杂物较多,牺牲阳极损耗较快或长时间未见损耗时,可能存在循环水结垢趋势较强、水质悬浮物较多或腐蚀趋势较重的情况。在这种情况下,不能仅解决表面问题,还要剖析系统运行的深层次原因,从整体上找到根本解决方法,这样才能使系统运行维护长期安全、稳定、高效。例如,当牺牲阳极长时间未见损耗时,不应简单理解为没有腐蚀趋势,而应当检查牺牲阳极与水室连接处是否绝缘连接,从而造成未有效保护水室的情况。

9.3.3条和9.3.4条是对凝汽器电化学保护系统维护的要求。

9.3.5条是对胶球清洗的要求。本条参考了DL/T 932-2019《凝汽器与真空系统运行维护导则》的4.2.8条。

9.3.6条和9.3.7条是凝汽器需要化学清洗的判定和对化学清洗方法的要求。此两条参考了行业标准DL/T 957-2017《火力发电厂凝汽器化学清洗及成膜导则》。

9.3.8条和9.3.10条是对板式换热器的维护要求。本条参考了网络文献《板式换热器维护检修规程》和国家标准《工业设备化学清洗质量验收规范》(GB/T 25146-2010)的规定。

9.3.11条是对处于长时间停用或备用换热设备的防腐蚀维护要求。本文件参考了《火力发电厂停(备)用热力设备防锈蚀导则》(DL/T 956-2017)。

3.2.10 海水排水构筑物及设备

10.1.1条是对海水循环冷却系统的排泥水处理和污泥处置的要求。海洋行业标准HY/T 187.2-2015《海水循环冷却系统设计规范 第2部分:排水技术要求》专门规定了对海水循环冷却系统的排泥水处理和污泥处置的要求,本文件加以引用。

10.1.2条是对海水循环冷却系统排放的水质要求。目前,国家标准GB/T 39361-2020《海水冷却水排放要求》已发布实施。该标准首次对海水直流冷却和海水循环冷却的排放水质提出了具体参数要求,一举改变了我国海水直流冷却工程和海水循环冷却工程无专门排放水质标准的局面。因此,本文件加以引用。

10.1.3条是对污泥浓缩后含固率的要求。海洋行业标准HY/T 187.2-2015《海水循环冷却系统设计规范 第2部分:排水技术要求》规定排泥水的处理设计按照GB 50013—2018《室外给水设计标准》中第10章的规定执行,而GB 50013—2018《室外给水设计标准》中的10.4.2条规定污泥浓缩后的含固率应满足脱水机械的进机浓度要求,且不应小于2%。因此,本条与10.4.2条规定一致。

10.1.4条是对板框压滤机泥饼含固率和固体回收率的要求。本条与GB50013—2018《室外给水设计标准》中的10.6.13条规定一致。

10.1.5条是对离心脱水机泥饼含固率和固体回收率的要求。本条与GB50013—2018《室外给水设计标准》中的10.6.19条规定一致。

10.2.1条是对排水调节池的运行要求。由于排水调节池主要对排泥水的水量和水质进行调节，因此为防止污泥经长期沉淀而淤积、板结，应对搅拌机的启动时间和频率进行控制。

10.2.2条是对浓缩池的运行要求。本条参考了CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的4.14.1条。

10.2.3条是对污泥脱水机械的运行要求。本条参考了CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的4.14.2条。

10.3.1条是对污泥浓缩池的维护要求。本条参考了CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的6.15.1条至6.15.3条。

10.3.2条是对污泥脱水设备的维护要求。本条参考了CJJ 58-2009《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》中的6.15.4条至6.15.5条。

3.2.11 监测与检测

11.1.1条是对海水循环冷却系统运行维护中监测和检测内容的要求。海水循环冷却系统运行维护中监测和检测的内容应包括主要构筑物 and 设备的运行状态、主要水处理工序的水质和水量、水处理药剂的产品质量等。

11.1.2条是对监测或检测实施依托对象的要求。一般系统设计所设置的设施、设备和方法较为完善，能够与工程系统良好结合，因此应优先采用。但当按照实际需要增加监测和检测项目，或者出现新工艺、新设备、新方法能够显著增加监测和检测效率，节省运行维护成本时，也可添加相关设施及设备或委托具有相关资质的专业单位进行。

11.1.3条和11.1.5条是对监测或检测日常实施的具体要求。

11.2.1条是对建筑物或构筑物变形监测的要求。根据DL/T 5195-2004《水工隧洞设计规范》中11.6.2条的规定：“隧洞的观测项目如下：1 洞内观测，包括流量、流速、空蚀、水面线、沿程和局部水头损失、掺气量、围岩变形、围岩压力、外水压力、渗透压力、温度变化、支护结构的应力和应变等。2 洞外观测，包括洞口建筑物、地表及边坡的变化情况，如沉陷、位移、震动、地下水位变化及渗漏情况等”。GB 50286-2013《堤防工程设计规范》中12.0.4条规定：“堤防工程可设置下列一般性安全监测项目：1 堤身垂直位移、水平位移。2 水位、潮位。3 堤身浸润线。4 堤基渗透压力、渗透流量。5 表面观测，包括裂缝、滑坡、坍塌、隆起、渗透变形及表面侵蚀破坏等”。GB/T 50265-2010《泵站设计规范》

中12.1.1条规定：“根据工程等别、地基条件、工程运用及设计要求，泵站应设置变形、渗流、水位等监测项目，并应设应力、泥沙等监测项目，必要时还可设震动专项监测”。

JGJ 8-2016《建筑变形测量规范》指出，建筑变形测量是指对建筑物或构筑物的场地、地基、基础、上部结构及周边环境受荷载作用而产生的形状或位置变化进行观测，并对观测结果进行处理、表达和分析的工作。变形可分为沉降和位移两大类。沉降指竖向的变形，包括下沉和上升；而位移为除沉降外其他变形的统称，包括水平位移、倾斜、挠度、裂缝、收敛变形、风振变形和日照变形等。

由此可见无论是水工隧洞、堤防，还是泵房，建筑物或构筑物变形监测均需要按照JGJ8-2016《建筑变形测量规范》执行。为保持监测的科学性，本标准提出此要求。

11.2.2条是对海水循环冷却系统建（构）筑物防水防腐涂层老化检测的要求。国家标准GB/T 50102-2014《工业循环水冷却设计规范》中的3.9.3条规定：“冷却塔防水防腐涂层应采用成熟、安全、可靠的技术和材料，免维护使用期不少于10年”。因此，自然通风海水冷却塔防水防腐涂层不宜少于十年进行一次老化情况检测，以判定涂层的老化情况。检测项目和检测方法应符合GB/T 9761、GB/T 5210和GB/T 13452.2的规定。

11.2.3条是对海水循环冷却系统建（构）筑物防水防腐涂层老化检测的评价方法要求。GB/T 1766规定了涂层老化检测的评价等级。

11.2.4条是对海水循环冷却系统建（构）筑物钢筋锈蚀性状检测方法和结果评判的要求。JGJ/T 152规定了钢筋锈蚀性状检测方法和结果评判方法。

11.2.5条是对取水泵房吸水井液位的监测要求。取水泵房吸水井液位反映了取水构筑物进水和水泵抽水的匹配情况。当吸水井液位低于取水泵最低启动液位时，取水泵应停止运行。

11.2.6条是对陆上输水管线首、末端流量和压力的监测要求。陆上输水管线存在管道破损而跑水和泥沙淤积堵塞的可能。当因管道破损跑水时，输水管线末端流量必然显著小于首端流量。同时，如果泥沙淤积堵塞严重，首、末端压力下降值也将逐渐增大。因此，对输水管线首、末端流量和压力的监测是判定输水管线工作状态的重要依据。

11.2.9条是对海水冷却塔进行性能测试的要求。现行HY/T232-2018《海水冷却塔测试规范》4.1.1条规定：“新建或改建的海水冷却塔在投入正常运行后，应及时完成其热力性能、噪声和飘水率等的单项或多项验收测试。因测试条件不符合要求的，也应在投入运行后一年内完成”。DL/T 1968-2019《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》4.1.1条规定：“冷却塔大修前、后均应进行热力试验”。

综合以上两项标准的要求，本条提出了“新建海水冷却塔在投入运行一年内及已有海水冷却塔在大修前、后均应进行热力性能、噪声和飘水率的单项或多项测试，测试方法应符合HY/T 232的规定”。

11.3.1条是对水泵振动和噪声的测量要求。为检测水泵的运行状态，宜对水泵的振动和噪声进行测量，且测量方法应符合GB/T 29529和GB/T 29531的要求。

11.3.6条是对表面式水冷凝汽器的运行监测要求。本条参考了DL/T 932—2019《凝汽器与真空系统运行维护导则》中表1的要求。

11.4.1条是对陆上输水管渠末端进行水质监测的要求。本条参考了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》中的9.7条，同时增加了余氯指标，对取水构筑物的杀生剂残留量进行监测。

11.4.2条是对海水预处理构筑物出水口进行水质监测的要求。本条与HY/T 240.3-2018《海水循环冷却系统设计规范 第3部分：海水预处理》中的9.8条相一致，主要对海水补充水水质进行监测。

11.4.3条是对冷却塔集水池进行水质监测的要求。本条参考了GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中6.1.3条对海水循环冷却水水质的要求，同时增加了余氯指标，对循环冷却水中的菌藻抑制剂残留量进行监测。

11.4.4条是对海水循环冷却系统排放水质的监测要求。本条直接引用了GB/T 39361-2020《海水冷却水排放要求》。

11.4.8条是对补充水水质和循环冷却水水质的检测项目、检测频率、检测方法和依据标准的要求。本条参考了GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中的表1、表2和表3，同时按照实际运行检测的需要对检测项目进行了精简。

11.4.9条是对补充水取样点和循环水取样点的要求。

11.4.10条是对非常规检测项目、检测频率和检测方法的要求。本条参考了GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》中的表4。

11.4.11条是对海水循环冷却系统排放水质的检测要求。本条直接引用了GB/T 39361-2020《海水冷却水排放要求》。

11.4.12条是对特殊情况下增加检验项目和频率的要求。一般在海水原水水质发生异常变化，海水循环冷却系统重新启动和水处理工艺调整时，水质变化幅度较大且较为频繁，因此应增加检验频率以更全面的掌握水质变化。

11.4.13条是对水质检测能力的配置要求。考虑到海水循环冷却系统的应用企业水质检测能力有限，规定可以将非常规检测项目外委，但外委机构必须具有海水及浓水水质检测资质以保证检测结果的正确性。

11.5.1条是对水处理药剂质量证明文件的要求。为保证海水循环冷却系统的运行效果，日常所使用的各种水处理药剂应具有全面的质量证明文件，并随药剂一起进场验收。

11.5.2条是对水处理药剂进行抽检的要求。为保证海水循环冷却系统的运行效果，日常所使用的各种水处理药剂应进行收货或久存抽检。抽检不合格的药剂不能使用。

11.5.3条和11.5.4条是对部分水处理药剂检测项目和检测方法的要求。水处理药剂检测项目和检测方法应按照标准进行。但考虑到企业自身的检测能力，本标准对非核心检测项目进行了简化，使之更加简单易行。

4 主要试验(或验证)的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果

4.1 技术经济论证

本文件是在搜集国内外已有相关循环冷却系统运行管理标准和文献，调研国内已有的海水循环冷却系统工程实例，走访主管运行管理的一线工作人员和管理人员，搜集现实问题和运行维护实践经验，掌握运行维护技术需求，并结合海水循环冷却系统系列设计标准科学编制而成的。

首先，本文件是结合海水循环冷却系统设计规范系列标准而起草完成的，使得本文件条文内容具有高度的针对性。目前，海水循环冷却系统设计规范系列行业标准，如 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》、HY/T 187.2-2015《海水循环冷却系统设计规范 第2部分：排水技术要求》、HY/T 240.3-2018《海水循环冷却系统设计规范 第3部分：海水预处理》、HY/T 187.4-2020《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 0187.5-2021《海水循环冷却系统设计规范 第5部分：循环水场》已全部发布实施，国家标准 GB/T 23248-2020《海水循环冷却水处理设计规范》和 GB/T 39361-2020《海水冷却水排放要求》也已全新发布，这为明确海水循环冷却系统构成提供了依据，也为编制海水循环冷却系统运行管理规范提供了对象。

其次，标准起草组在成立之初就邀请了来自天津国投津能发电有限公司、华润电力（渤海新区）有限公司、天津市中海水处理科技有限公司 3 位具有丰富海水循环冷却系统运行管理经验的专家作为本文件的参编人员，以保证本文件具有良好的实用性和可操作性。

在次，标准起草组广泛搜集了淡水循环冷却系统运行管理的相关标准文献作为借鉴，使得本文件规定内容尽量详细全面。淡水循环冷却系统运行管理的相关标准文献如表 1 所示。

表 1 我国现有相关运行管理标准规范

名称	标准号	参考作用
《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》	CJJ58-2009	取水构筑物、水处理构筑物及相关设备的运行和维护。
《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》	CJJ60-2011	排水构筑物、污泥处理构筑物及相关设备的运行和维护。
《火力发电厂湿式冷却塔运行维护导则》	DL/T1968-2019	冷却塔运行维护要求。
《建筑防腐工程施工规范》	GB50212-2014	建筑物和构筑物防腐工程的修复施工要求。
《建筑结构加固工程施工质量验收规范》	GB50550-2010	建筑物和构筑物的混凝土修复施工要求。
《工业设备及管道防腐工程施工规范》	GB50726-2011	设备及管道防腐工程的涂层修复施工要求。
《核电站海水循环系统防腐作业技术规范》	GB/T31404-2015	设备及管道防腐工程的电化学修复施工要求。
《水工钢闸门和启闭机安全运行规程》	SL/T722-2020	水工钢闸门和启闭机安全运行要求。
《堤防工程安全监测技术规程》	SL/T794-2020	堤防工程安全监测技术要求。
《堤防工程养护修理规程》	SL595-2013	堤防工程养护修理的技术要求。

最后，标准起草组实地调研了天津国投津能发电有限公司北疆电厂、华润电力（渤海新区）发电有限公司、天津某煤气化电厂、深圳某电厂、浙江某电厂、山东某化工厂等多个企业的海水循环冷却系统实际运行情况，从运行管理的一线工作人员和管理人员处获得了运行管理的实践经验和现实问题，为本文件的起草提供了真实而丰富的资料。

以上调研成果的取得使得本文件修订能够与工程实际紧密结合，保证了条文内容的正确性、全面性、先进性和可靠性。此外，本文件的发布实施也将改变现有海水循环冷却系统运行管理中盲目采用淡水循环冷却系统运行经验，运行维护技术不专业，不及时，不到位的现状，显著减少错位或无效工作，提高运行效率。因此，本文件的起草具有良好的技术经济先进性。

4.2 预期经济效果

从目前调研的已有海水循环冷却系统看，大多数的海水循环冷却系统运行状况不佳，存在较多的运行管理问题。例如，海水取水构筑物中杀生剂投加不足造成污损生物附着而堵塞取水头部；海水预处理中混凝剂投加不合理造成补充水水

质不合格而堵塞淋水填料和换热器频繁清理；海水循环冷却水处理中菌藻抑制剂投加不足造成菌藻繁殖；金属构件防腐不到位造成腐蚀失效等。这些问题的出现一方面长期造成系统运行效率低下，不能产生良好的投入产出比；另一方面则使本应能够长期正常使用的构筑物和设备过早退役，形成浪费。

通过本文件的实施，能够使海水循环冷却系统的运行管理按照科学、高效、经济的方法进行，减少药剂的不足投加和过量投加，减少构筑物和设备的过早损坏，降低大修和更换频次，提高系统整体的运行效率，实现海水循环冷却系统长期安全、稳定、高效的运行。因此，本文件实施后所产生的经济效果是较为显著的。

5 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

未检索到国际或国外同类标准。

6 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本文件在编写之初就对我国相关法律、法规和相关标准、规范进行了全面的搜集和分析整理，在修订中也注重对法律、法规和相关标准、规范更新情况的调查，并及时更新了相关内容。因此，本文件的条文内容与现行法律、法规和强制性标准保持完全一致，无任何冲突之处。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

无

8 作为推荐性行业标准的建议

目前，我国拥有在运行的海水循环冷却系统仅二十余座，最长运行时间仅有十余年，因此运行管理经验积累和报道均较少。本文件在起草编制过程中，除搜集到有限的海水循环冷却系统运行管理经验外，不足之处只能参考淡水循环冷却系统或海水直流冷却系统的运行管理经验，因此本文件的内容尚不能完全满足现在和未来拟建海水循环冷却系统运行管理的需要，有待在今后的更多运行实践中不断完善。由此，标准起草组建议本文件作为推荐性行业标准。

9 贯彻本文件的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

为贯彻执行本文件，使本文件能够在已有和拟建海水循环冷却系统的运行管理中充分发挥指导作用，标准修订编写组做以下建议：

（1）标准发布单位组织设立专门的贯彻推广机构，全面拟定、组织和管理贯彻标准的具体事宜。

（2）贯彻推广机构联合标准起草单位在标准正式发布后尽快对相关企业运行管理人员进行培训，使接受培训的运行管理人员能够在深入了解条文编写的根

据、目的和实施方法的基础上，正确使用本文件，并在必要时根据海水循环冷却系统的具体情况给出针对性指导。

(3) 贯彻推广机构组织相关企业运行管理人员参观现有海水循环冷却系统运行管理优秀案例，使条文学习和工程实际相结合。

(4) 贯彻推广机构联合标准起草单位及时反馈解答对本文件的相关技术疑问，并将反应问题分析汇总，以做日后完善本文件之用。