

核电厂腐蚀控制工程全生命周期 通用要求

Corrosion Control Engineering Life Cycle in Nuclear Power Plant - General Requirements

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(WD 草案)

(本稿完成日期: 2022. 6. 28)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX- 实施

目 录

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
5 目标	错误!未定义书签。
6 腐蚀源	2
7 材料	2
8 技术	3
9 开发	3
10 设计	3
11 制造	4
12 运输与贮存	4
13 施工与安装	4
14 调试与验收	4
15 运行	5
16 测试检验	5
17 保养与维修	5
18 延寿与报废	5
19 文件与记录	6
20 资源管理	6
21 综合评估	6
附录 A (资料行附录) 三类主力核电厂总体构成示意图	9

前 言

ISO（国际标准化组织）是一个世界性的国家标准机构联合会（ISO 成员机构）。编写国际标准的工作通常是通过 ISO 技术委员会进行的。对设立技术委员会的主题感兴趣的每一成员机构都有权在该委员会中担任代表。国际组织，政府和非政府组织，与国际标准化组织联络，也参加这项工作。ISO 密切地合作与国际电工委员会（IEC）在电工技术标准化方面。

用于开发该文件和用于进一步维护的程序在 ISO/IEC 指令中描述，第 1 部分。特别是对于不同类型的 ISO 文件需要注意不同的批准标准。这个文件是与 ISO/IEC 指令编辑规则规定起草，2 部分（见**错误!超链接引用无效。**）。

请注意，本文件的某些内容可能是专利权的主体。ISO 不应负责识别任何或所有此类专利权。任何专利权的开发文档中发现的细节将在专利声明 ISO 目录的推出和/或接受（见**错误!超链接引用无效。**）。

本文件所使用的任何商业名称都是为了方便用户而提供的信息，不构成背书。

在 ISO 的具体条款和合格评定的相关表达意义的解释，以及关于 ISO 的坚持信息向世界贸易组织（WTO）的技术性贸易壁垒（TBT）原则交易见以下网址：

www.iso.org/iso/foreword.html。

本文件由 ISO/TC156 金属和合金腐蚀标准化委员会，SC1 腐蚀控制工程全生命周期分技术委员会归口。

本文件为首次提出。

核电厂腐蚀控制工程全生命周期 通用要求

1 范围

本文件规定了核电厂腐蚀控制工程全生命周期中的目标、腐蚀源、材料、技术、开发、设计、制造、运输与贮存、施工与安装、调试与验收、运行、测试检验、保养与维修、延寿与报废、文件与记录、资源管理、综合评估的通用要求。

本文件适用于核电厂的腐蚀控制工程。

2 规范性引用文件

文本中引用的下列文件,其部分或全部内容构成本文件的要求。对于注日期的引用文件,只有所引用的版本适用。对于不注日期的引用文件,其最后版本(包括其任何修改单)适用于本文件。

ISO 23123, 腐蚀控制工程生命周期 通用要求

ISO 23222, 腐蚀控制工程生命周期 风险评估

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护用于标准化的术语数据库。地址如下:

----ISO 在线浏览平台: 可在 <https://www.iso.org/obp> 获得。

----IEC Electropedia: 可在 <http://www.electropedia.org/> 获得。

3.1

核电厂腐蚀控制工程全生命周期 corrosion control engineering life cycle in nuclear power plants

从核电厂腐蚀源识别到腐蚀行为得到控制的整个过程

条目注 1: 整个过程是指涉及到的腐蚀控制材料和技术的选择、系统工程的设计、施工、检验、评估和维护等全部环节。

3.2

直接腐蚀源 direct corrosion source

直接与材料接触造成或引起腐蚀的各种因素,如:环境介质酸、碱、盐等

3.3

间接腐蚀源 indirect corrosion source

不直接与材料接触造成或引起腐蚀的各种因素,如:环境条件、介质工况条件等

4 总则

腐蚀充满了核电厂,核电厂没有不腐蚀的地方,凡有腐蚀的地方,必有被腐蚀的对象。仅因被腐蚀的对象受到不同环境的作用,造成腐蚀破坏的程度也就不同包括重大事故的发生,但都给核电厂带来损失和风险,必须加以控制。而现在所要制定的 ISO 核电厂腐蚀控制工程全生命周期通用要求标准,就是为全世界核电厂领域提供对腐蚀加以控制的各核电厂实施若干个具体腐蚀控制工程全生命周期标准相应制定的顶层通用性、指导原则性的技术、标准和依据。

本标准是以核电厂腐蚀控制工程全生命周期为对象,立足于全球核电厂腐蚀控制工程全生命周期领域全局的高度,对影响其控制相应核电厂的腐蚀源,确保人身健康和生命财产安全、国家安全和生态环境安全经济运行的基础上,求得核电厂经济、全生命周期和绿色环保的最佳效益为目标,对其全过程链条上的所有因素(目标、腐蚀源、材料、技术、设计、研

发、制造、施工与安装、贮存与运输、调试与验收、运行、保养与维修、延寿与报废、文件与记录、资源管理、综合评估），开展其因素内、因素间及其全局间对当代全世界核电厂腐蚀控制领域中所有相关的腐蚀控制科学技术和所有相关的非腐蚀控制的科学技术进行统筹、协调性的总揽，开展其择优、协调性地选用，通过集成的方式、集成的模式和集成的过程实现最佳的资源优化的配置，制定出一套具有整体性、系统性、相互协调优化性、相互衔接、相互交织、相互支撑的全面综合程序性并具有第三方对程序性相应监督、认可、认定的国际核电厂腐蚀控制工程全生命周期通用要求的标准。实现有效控制、无效报警！

5 目标：

为控制核电厂相应的腐蚀源，在确保人身健康和生命财产安全、国家安全和生态环境安全经济运行的基础上，求得核电厂经济、全生命周期和绿色环保的最佳效益的为目标，同时，最大限度的减少腐蚀给核电厂造成各种危害、杜绝或避免腐蚀造成各种重大安全、环保事故的发生。

6 腐蚀源

6.1 核电厂的腐蚀源分为：

- a) 直接腐蚀源，如：轻水、重水、液态金属、氦气、硼酸溶液、蒸汽、海水、淡水、土壤、酸碱盐溶液、废液、大气等。
- b) 间接腐蚀源，如：工况条件（压力、温度、湿度）等。
- c) 环境腐蚀源，如：杂散电流干扰等。
- d) 过程中产生的腐蚀源。

6.2 应对核电厂腐蚀控制工程在全生命周期各阶段涉及的腐蚀源进行系统、全面、准确的调查和识别。

6.3 腐蚀源识别应考虑核电厂不同堆型的差异性（见附录 A），应涵盖核电厂设备设施的正常运行工况和事故工况。

6.4 通过相应的程序对核电厂的腐蚀源进行第三方评估和认可。

7 材料

7.1 腐蚀控制材料包括但不限于：

- a) 金属材料，如：锆合金、镍基合金、不锈钢、碳钢、低合金钢、铸铁、铜合金、钛合金、铝合金等；
- b) 非金属材料，如：橡胶、玻璃钢、塑料、涂料等；
- c) 复合材料等，如：钢塑复合材料等。

7.2 择优协调选用能抵御第 6 章所识别确认之腐蚀源的材料，实现核电厂安全、经济、长生命周期运行和绿色环保的最佳效益。

7.3 材料选择要考虑、协调、优化但不限于下列要求：

- a) 材料的耐蚀性能、物理性能（如耐热、导电等）、机械性能（如强度、硬度、塑性等）和加工工艺性能（如机加工、铸造、焊接等）；
- b) 材料的科学性、技术性、经济性和绿色环保等；
- c) 材料在同类型工程的业绩；
- d) 用于辐照区的材料，还应具备良好的抗辐照和去污性能；与反应堆冷却剂接触的材料，应尽量限制易导致放射性活化增加的元素。

7.4 通过相应的程序对选用的材料进行第三方评估和论证。

8 技术

- 8.1 择优协调选用能抵御第 6 章所识别确认之腐蚀源的腐蚀控制技术，实现核电厂安全、经济、长生命周期运行和绿色环保的最佳效益。
- 8.2 核电厂腐蚀控制技术包括但不限于：
- a) 改善介质环境条件技术，如：添加缓蚀剂、除盐、除氧、除湿等；
 - b) 覆盖层保护技术，如：涂层、橡胶等非金属覆盖层，热喷锌、热喷铝等金属覆盖层，以及钝化层、磷化层等表面转化膜；
 - c) 电化学保护技术，如：牺牲阳极和外加电流阴极保护，阳极保护。
- 8.3 腐蚀控制技术选择要考虑、协调、优化但不限于下列因素：
- a) 腐蚀控制技术的安全性，应满足核电厂安全设计要求；
 - b) 腐蚀控制技术的科学性、技术性、经济性和绿色环保等；
 - c) 成功的业绩或实施案例；
 - d) 水化学控制技术对反应堆的反应性；
 - e) 阴极保护技术的可靠性、安全性、服役寿命等。
- 8.4 应通过相应的程序对选用的腐蚀控制技术进行第三方评估和论证。

9 设计

- 9.1 根据确定的腐蚀源，针对优选的腐蚀控制材料和技术，择优协调核电厂腐蚀控制工程全生命周期的相关因素、环节和节点的要求，实施腐蚀控制工程设计，编制设计文件，制定最佳设计方案，达到资源优化配置，实现抵御腐蚀源的目的。
- 9.2 腐蚀控制工程设计包括但不限于：
- a) 结构设计；
 - b) 均匀腐蚀的强度设计；
 - c) 局部腐蚀的强度设计。
- 9.3 腐蚀控制工程设计要求包括但不限于：
- a) 符合安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标；
 - b) 考虑核电厂正常运行、停机检修和事故工况等条件下腐蚀源的特性，以及核电厂制造、安装调试、运行和退役等阶段的经验；
 - c) 考虑运行阶段检测与维修、退役阶段拆除等工作的可达性与便利性；
 - d) 为核电厂安全留有适当的裕度，保证其服役寿期内的可靠性。
 - e) 根据腐蚀源的特性设计选用的材料和技术等。
- 9.4 择优协调选用能满足目标要求的设计单位。
- 9.5 设计文件应满足核电厂相关法规、规范、标准和设计任务书的要求。
- 9.6 设计文件应有设计人、校核人、审核人签字，必要时应有审批人签字。
- 9.7 应通过相应的程序对腐蚀控制工程设计文件进行第三方评估和论证。

10 开发

- 10.1 核电厂腐蚀控制工程的开发包括但不限于相关腐蚀控制技术（包括非技术因素）、工艺方法、设备、材料以及信息化和智能化的集成等。
- 10.2 集成核电厂腐蚀控制工程全生命周期内的相关因素，择优协调实施相应的研究、开发和改进，以实现腐蚀控制工程持续安全、经济、长周期运行和绿色环保的最佳效益。
- 10.3 编制开发项目可行性报告并进行论证，按照既定程序实施研究开发工作，确保研发项目的科学性、技术性和经济性。

10.4 通过相应的程序对开发项目进行第三方评估、论证和验收，或通过其它相关应用经验的检验，来证明其适用性。

10.5 应积极开展新材料、新技术、新工艺、智能化的应用。

11 制造

11.1 根据腐蚀控制工程设计文件的要求，结合择优选用的材料和技术，协调与优化相关因素，通过资源优化配置，实施腐蚀控制工程的制造，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

11.2 择优协调选用能满足目标要求的制造单位。

11.3 制造过程应严格执行相关技术规范、标准、设计文件的规定。

11.4 制造期间应避免产生新的腐蚀源，并同时做好相应的防护措施。

11.5 应通过相应的程序对制造过程实施专业技术监理。

12 运输与贮存

12.1 通过与核电厂腐蚀控制工程全生命周期中相关因素的优化协调，选用最适宜的运输与贮存方法，以保护相关物项免受腐蚀破坏，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的目标。

12.2 制定适宜的运输与贮存程序，提供满足程序要求的运输工具、包装和防护措施以及贮存设施。

12.3 运输到达后的检查应在不低于贮存条件的环境中进行。

12.4 运输与贮存期间应避免产生新的腐蚀源，并做好相应的防护措施和定期检查。

12.5 贮存期间应定期检查。

13 施工与安装

13.1 在施工与安装阶段，应遵循第4章要求，与设计、制造以及运行等全生命周期内相关因素的协调与优化配置，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

13.2 择优协调选用能满足目标要求的施工与安装单位。

13.3 施工与安装单位应根据相关规范、标准的要求，结合被腐蚀控制工程的特点编制施工与安装方案，方案应通过相关方评审。

13.4 施工与安装期间应避免产生新的腐蚀源，并做好相应的防护措施。

13.5 施工与安装阶段做好必要的同期留样工作，供运行阶段设备腐蚀劣化探测与评价使用。

13.6 应对施工与安装工作实施专业技术监理，并按照既定程序进行审查和评估。

14 调试与验收

14.1 在调试与验收阶段，应遵循第4章要求，与设计、制造、运输与贮存、施工安装以及运行等全生命周期内各因素的协调与优化配置，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

14.2 应按相关的标准和设计文件的规定编制核电厂腐蚀控制工程调试与验收大纲，并按照调试与验收大纲进行调试与验收。

14.3 腐蚀控制工程装置调试完成投入运行前，应按照设计标准进行验收，相关参数作为运行阶段的基准数据。

14.4 调试与验收结果不满足设计要求时，应按17章的规定对腐蚀控制工程进行维修或返工。调试与验收未通过的腐蚀控制工程不得交付使用。

14.5 应避免调试与验收过程中产生新的腐蚀源，并做好相应的防护措施。

14.6 调试与验收过程形成的记录应有填写、审核、批准三级会签。

15 运行

15.1 运行阶段应遵循第4章要求，与材料、技术、设计、制造、施工与安装以及延寿退役等全生命周期内各因素的协调与优化配置，编制并按照腐蚀控制工程运行操作手册进行的运行操作。以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

15.2 核电厂腐蚀控制工程应按其设计意图和规定的运行限值运行，并通过定期测试检验、保养维修等工作确保其状态可知、可控和持续有效。

15.3 核电厂腐蚀控制工程的运行操作人员应掌握腐蚀控制的必备知识，并进行定期培训和考核，持证上岗；

15.4 应定期开展腐蚀控制工程运行状态和效果的检查与评。

15.5 避免运行过程中产生新的腐蚀源，并做好相应的防护措施。如有新腐蚀源产生，应按第6章的规定进行识别和确认，并详细记录运行过程中的腐蚀情况。

16 测试检验

16.1 测试检验应遵循第4章要求，与设计、制造、施工安装、调试与验收、运行以及延寿退役等全生命周期内各要素之间进行横向协调与优化配置，结合核电厂腐蚀控制工程的运行状况，制定并按周期要求实施腐蚀控制工程的测试检验项目，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

16.2 腐蚀测试检验方式应包括腐蚀检测、状态评估和在线监测，做到有效监测、无效报警；测试检验项目应包括覆盖层状态、阴极保护系统状态、水化学控制状态、基体腐蚀状态等。

16.3 测试检验数据应纳入腐蚀控制数据库，结合相关基础数据、设备运行数据、维修更换数据等分析评估腐蚀控制效果。

16.4 测试检验结果应满足设计要求，对于防护不充分或失效的部位，应及时进行维修、调整或更换，同时将检查评估结果作为腐蚀控制工程设计、过程管理和持续改进的反馈输入。

17 保养与维修

17.1 保养与维修工作应遵循第4章要求，与设计、制造、运行以及延寿退役等全生命周期内各要素之间进行横向协调与优化配置，结合核电厂腐蚀控制工程的运行状况，制定保养与维修方案，进行腐蚀控制工程的保养与维修，以实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

17.2 根据保养与维修的能力和同类型工程业绩等，择优协调选用保养与维修单位。

17.3 保养与维修应符合相关技术规范、标准和设计规定。

17.4 避免在保养与维修过程中产生新的腐蚀源，并做好相应的防护措施。

17.5 对保养与维修工作实施专业技术监理，并按照既定程序进行审查和评估。

17.6 对保养与维修过程进行回溯与分析，通过设计改进、工艺改进、测试检验改进等途径降低维修活动频度。

18 延寿与报废

18.1 延寿与报废工作应遵循第4章要求，与设计、运行等全生命周期内各要素之间进行横向协调与优化配置，实现安全、经济、长周期运行和绿色环保的总体目标。

18.2 根据运行阶段检测评价结果，确定核电厂腐蚀控制工程是否持续有效，并对其进行寿命评估，判断腐蚀控制工程相关装置、组件是否需要更换或做报废处理。

18.3 核电厂腐蚀控制工程相关装置、组件的更换应确保与被保护设备设施的剩余寿命相匹配，满足安全性、功能性和原始设计要求。

18.4 对更换的腐蚀控制工程相关装置、组件进行检验和验收，合格后方可投入运行。

18.5 报废的腐蚀控制工程装置、组件应按照设计阶段提出的绿色计划进行处置。

18.6 延寿与报废过程应按照既定程序进行审查和评估。

19 文件与记录

19.1 核电厂腐蚀控制工程全生命周期的所有要素、节点和环节应形成文件、予以记录并存档，具有可追溯性。

19.2 文件和记录应符合相关规范、标准和程序的要求，并做定期审查，确保腐蚀控制信息完整性。

19.3 应做好文件管理和控制，包括文件的审查、批准、生效、使用、变更和保存控制。

19.4 应依托全生命周期腐蚀控制数据库进行数据记录采集、储存、分析和应用，数据库系统宜在核电厂工程建设阶段建立，以确保数据的全面性。

20 资源管理

20.1 一般规定

建立完善的管理与协调组织，协调腐蚀控制工程生命周期内各项工作开展，保障实现腐蚀控制工程总体目标所需的各项资源并进行优化配置，如人员、设备、材料、程序、环境等。

20.2 人员

从事腐蚀控制工程各项工作的作业、管理和技术监督的人员资质应满足相应规范、标准规定。

20.3 设备

对腐蚀控制工程有关测试检验、维修保养等各类设备（包括制造设备、施工安装设备、检验试验装置）进行定期检定和保养。

20.4 材料

按本文件第7章的规定，对腐蚀控制工程有关材料进行选材和管理。

20.5 程序

应建立健全作业指导程序和工作方法。

20.6 环境

具备满足腐蚀控制工程全生命周期达到要求所需的工作环境。

21 综合评估

21.1 对核电厂腐蚀控制工程各要素以及要素间的整体性、系统性和相互协调性进行评估，确保达到安全、经济、长周期运行和绿色环保的目标。

21.2 应在核电厂腐蚀控制工程全生命周期实施专业技术监理，按照既定程序进行检验检测、审查和评估。

21.3 检验检测方式应包括腐蚀检测、状态评估和在线监测等，做到有效监测、无效报警。

21.4 检验检测的数据应纳入腐蚀控制数据库，结合相关基础数据、运行数据、维修更换数据等分析评估腐蚀控制效果。

21.5 应依据 ISO 23222 的要求对核电厂腐蚀控制工程全生命周期的不同阶段进行全过程、综合性评估，满足本文件的要求。

21.6 综合评估结果应反馈至核电厂腐蚀控制工程全生命周期各个要素，作为腐蚀控制工程设计、过程管理、验收以及持续改进与完善的依据。

附录 A
 (资料行附录)
 三类主力核电厂总体构成示意图

三类主力核电厂（按照反应堆堆型划分）总体构成如图 A.1 至图 A.3 所示。

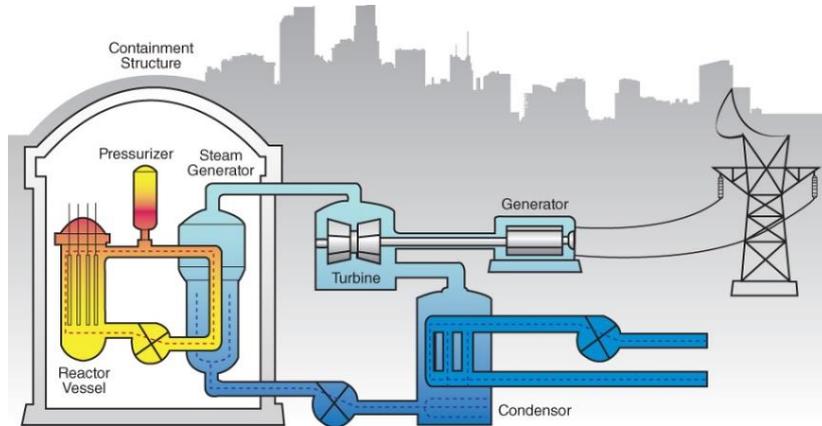


图 A.1 压水堆 (PWR) 核电厂示意图

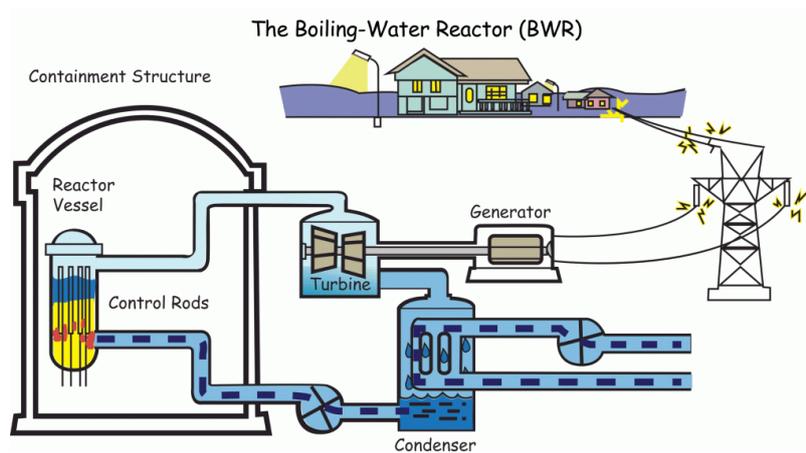


图 A.2 沸水堆 (BWR) 核电厂示意图

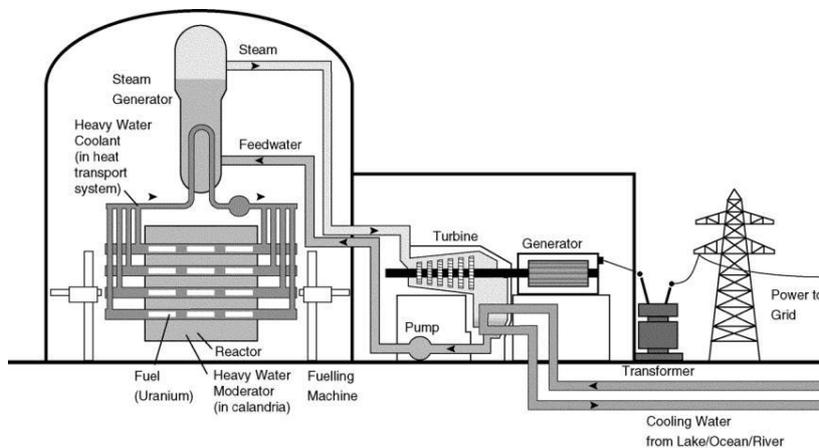


图 A.3 重水堆 (CANDU) 核电厂示意图