团 体 标 准

T/CNEA XXX-202X

压水堆核电厂运行阶段辐射控制区清洁技术规范

Technical specification for cleaning of radiation control zone of PWR nuclear power plant

**（征求意见稿）**

XXXX-XX-XX发布 XXXX-XX-XX实施

**中国核能行业协会 发布**

中国核能行业协会（China Nuclear Energy Association，CNEA）是经国务院同意、民政部批准设立的全国性非营利社会团体，成立于2007年4月18日。协会的中心任务是做好政府与会员单位之间、会员单位之间、国内与国际之间的沟通与交流，维护全行业和会员的合法权益，向政府建言献策，为企业排忧解难，努力发挥桥梁和纽带作用。制定中国核能行业协会团体标准（以下简称：核协团标），以满足我国核能行业标准化发展市场需求为导向，为核能行业和相关社会事业提供行业领先的标准化服务，是中国核能行业协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订核协团标的建议并参与有关工作。

核协团标按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

核协团标草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的3/4以上的专家、成员的投票赞同，方可作为核协团标予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国核能行业协会，以便修订时参考。

本标准版权为中国核能行业协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国核能行业协会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。

中国核能行业协会地址：北京市海淀区西三环北路72号世纪经贸大厦B座28层。

固话：010-88305833 传真：010-88305800

网址：http://www.china-nea.cn 电子信箱：cnea\_standard@vip.163.com

目  次

[目次 II](#_Toc65594261)

[前言 III](#_Toc65594262)

[引言 IV](#_Toc65594263)

[1 范围 5](#_Toc65594264)

[2 规范性引用文件 5](#_Toc65594265)

[3 术语和定义 5](#_Toc65594266)

[4 总则 5](#_Toc65594269)

[5 清洁区域划分 6](#_Toc65594270)

[6 清洁作业 7](#_Toc65594278)

[7 清洁验收 10](#_Toc65594295)

[8 清洁管理及维护 10](#_Toc65594296)

[9 巡检 11](#_Toc65594297)

[10 应急响应 11](#_Toc65594298)

前  言

本标准依据GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则编写。

本标准起草单位：江苏核电有限公司。

本标准起草人：李广华、刘胜龙、穆振州、宋纪煜、付永明、曹重庆、李贤朝、李康、邵红泰、赵建博、赵喜寰、丁长龙、李中华。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国核能行业协会不负责对任何该类专利的鉴别。

本标准为首次发布。

引  言

截止2020年底，我国在运核电机组已达47台，其中压水堆45台。核电机组装料带核运行后，辐射控制区也随之建立。辐射控制区地面、构筑物、设备等外表面沉积物及异物会给机组安全稳定运行带来一定的安全风险，包括异物进入反应堆一回路系统导致水质劣化；异物进入堆芯被活化，导致活化产物增加；异物、沉积物导致材料劣化；放射性污染物沉积导致污染扩散并致人员受到放射性污染等。因此，为降低辐射控制区沉积物及异物带来的风险，对辐射控制区的清洁度水平在常规清洁度的基础上提出了更高的要求。当前辐射控制区清洁活动已经成为机组生产活动中必不可少的一部分。

目前国内核电厂之间通过同行交流的方式在辐射控制区的清洁活动规范及验收标准方面形成一定的共识，但是清洁工作一直以来是根据各个核电厂自身管理要求开展，作业方式以及验收标准基本依赖于其内部管理要求，行业内缺乏统一的作业规范和标准要求，不利于核电厂的安全管理，也不便于相关监管部门监督管理。国内核电站经过二十多年的发展，压水堆运行阶段辐射控制区清洁服务已趋于产业化，并积累了丰富的理论和实践经验,当前迫切需要一个技术标准指导辐射控制区清洁工作，规范辐射控制区清洁活动，引导辐射控制区清洁技术健康有序开展。技术标准的建立对降低辐射安全风险，有效改善核电站运行环境，降低核电运行成本，促进核电事业的健康发展具有重要意义。

压水堆核电厂运行阶段辐射控制区清洁技术规范

1. 范围

本标准规定了压水堆核电厂运行阶段辐射控制区清洁活动的技术要求和质量验收标准。

本标准适用于压水堆核电厂运行阶段辐射控制区清洁活动和验收，其他核工程运行阶段辐射控制区清洁活动和验收可参照执行。

本标准不适应于设备的内部的清洁。

1. 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，仅所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 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 4200 高温作业分级

JGJ80 建筑施工高处作业安全技术规范

NB/T 20185 压水堆核动力厂厂内辐射分区设计准则

NB/T 20142 压水堆核电厂一回路系统及设备化学去污导则

GB/T 14056.1 表面污染测定 第1部分：β发射体(Eβmax＞0.15MeV)和α发射体

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

辐射控制区 radiation control zone

在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施，以便：

——在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展；

——防止潜在照射或限制其程度。

清洁度 cleanliness

辐射控制区某一给定表面在机组运行阶段所要求达到的清洁程度。

去污 decontamination

用物理、化学、电化学或生物等方法去除或降低放射性污染的过程。

1. 总则

目的

压水堆核电厂辐射控制区清洁目的：

——防止异物进入反应堆一回路系统导致水质劣化；

——防止异物进入堆芯被活化，导致活化产物增加；

——防止异物、沉积物导致材料劣化；

——防止污染物沉积导致辐射增加；

—— 防止放射性污染扩散导致人员受到污染；

——防止异物、沉积物对转动设备部件的不利影响。

核电厂应明确辐射控制区清洁管理职责，并组织实施清洁活动。

核电厂应编制辐射控制区清洁管理程序和作业程序等文件。

根据设备及厂房环境要求，应分区域和分阶段对厂房清洁度进行管控。

辐射控制区清洁活动需符合GB18871—2002相关要求。

辐射控制区清洁内容主要包括：

——房间地面、墙壁，天花板、楼梯间、卫生间清洁；

——地面疏水槽，地漏表面、地坑内部清洁；

——电梯轿厢内部清洁；

——机械、电气、仪控设备表面清洁；

——电缆桥架清洁；

——管道、容器外表面清洁；

——钢结构清洁；

——门窗玻璃清洁；

——辐射控制区内其他清洁活动；

——以上清洁内容应包含清洁活动所涉及的放射性去污。

本标准所指清洁方法基于辐射控制区内的混凝土构筑物表面均经过涂刷油漆等保护层， 碳钢表面涂刷了防腐层。其他未经过涂层保护而导致的深层的污染，需要根据具体情况制定去污和清洁方案。

1. 清洁区域划分

辐射分区

根据预期的场所剂量率和放射性污染水平，核电厂辐射控制区按照辐射风险通常可分为六个区，区域名称、工作场所和场剂量率划分如表1所示。

表1 核电厂辐射控制区辐射分区限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域名称 | 工作场所 | 场剂量率  （mSv/h） |
| 绿区 | 常规工作区 | ≤0.01 |
| 黄区1 | 间断工作区 | ≤0.1 |
| 黄区2 | 限定工作区 | ≤1 |
| 橙区1 | 高辐射区 | ≤10 |
| 橙区2 | 特高辐射区 | ≤100 |
| 红区 | 超高辐射区 | ＞100 |

清洁区域划分及清洁度要求

* + 1. 按清洁对象的特点，在考虑对清洁对象的保护、清洁活动人员安全风险及防护要求等因素情况下，清洁区域分A类区域、B类区域、C类区域3个等级。

1. A类区域：电气设备、仪控设备、转动设备、通讯设备、高温管道及容器、腐蚀介质管道及容器表面，橙区和红区内所有房间及其区域内设备表面。
2. B类区域：绿区和黄区以及机组大修期间反应堆厂房范围内的普通静止设备、容器、管道表面和地面疏水槽，地漏、地坑等，黄区范围内的地面、墙壁等。
3. C类区域：绿区及机组大修期间反应堆厂房范围内的地面、墙壁、天花板、电缆桥架、门窗玻璃、电梯轿厢内部、钢格栅、楼梯、扶手、护栏、卫生间设施等。
   * 1. 清洁度标准

如设计无特殊要求时，清洁应按以下通用准则执行：

——所有表面放射性污染水平要满足GB18871—2002要求；

——目视检查设备、管道表面无废弃物、灰尘、油污、结晶物等，用白色、干净棉布擦拭，目视检查无污迹；

——目视检查墙面、地面应无废弃物、灰尘、油污、积水等，用白色、干净棉布擦拭，目视检查无污迹。

清洁频度要求

1. A类区域

应由运行管理者或设备维修管理者依据需求提出清洁申请，并组织清洁工作，在采取了专门的安全措施，保证设备和清洁人员的安全的情况下，实施清洁工作，清洁工作应符合辐射防护最优化原则。

1. B类区域

由清洁人员根据清洁度情况制定清洁计划，或根据设备管理者提出的需求适时开展，黄区内清洁工作需要控制工作时间，清洁工作应符合辐射防护最优化原则。

1. C类区域

应适时保证区域清洁度满足要求，清洁人员自主开展清洁。

根据清洁度保持的难易程度可将C类区域划分为1级清洁工作区、2级清洁工作区、3级清洁工作区，建议的清洁频度如下：

—— 1级清洁工作区，主要为辐射控制区3级区域范围内的主要通道、大厅、卫生出入口、卫生间、值班室、电梯轿厢内部、楼梯等区域地面以及楼梯扶手等区域，可根据清洁度要求及时清洁，清洁频度不低于每天一次；

——2级清洁工作区，设备间地面、2米以下墙壁、电缆桥架、门窗玻璃、钢格栅等，可根据实际需要适时进行，清洁频度一般不低于每月一次；

——3级清洁工作区，2米以上墙面、电缆桥架、门窗玻璃、天花板等，可根据实际需要适时进行，清洁频度一般不低于每年一次。

1. 清洁作业

一般要求

* + 1. 辐射控制区清洁人员需经过基本工业安全知识培训和辐射防护安全知识培训，并取得辐射工作授权，同时还需要进行必要的清洁技能培训，经考核合格后方可从事辐射控制区清洁工作。
    2. 清洁前要做好风险分析，制定风险应对措施，并进行安全技术交底。
    3. 高处作业需按照JGJ80--2016 要求采取安全防护措施。
    4. 高温作业需采取防烫伤或降温等安全措施，高温作业持续时间需按照GB/T 4200-2008执行。
    5. 对于A类区域的设备，清洁前应清洁前应将设备置于安全状态，如：带电设备断电、转动设备停运并断电隔离等措施，在设备管理者监护下进行清洁，以确保人员安全。
    6. 清洁人员进入辐射控制区作业应穿戴专用基本防护用品做好个人防护措施，具有高污染风险区域应穿戴必要的附加辐射防护用品，如：鞋套、橡胶手套、呼吸面罩等。
    7. 辐射控制区现场清洁工作必须遵守辐射防护有关规定，清洁工作应执行“先去污、后清洁”的原则。
    8. 应定期对辐射控制区进行放射性污染普查，发现污染超标应及时组织进行去污。
    9. 表面污染测量方法参照GB/T14056.1-2008执行。
    10. 辐射控制区发现的液体或其他废弃物，应首先确定其放射性水平、化学特性及来源，然后根据情况确定清洁方法。
    11. 清洁一般采用机械清洁方法，如擦拭、清扫和吸尘等方法。
    12. 清洁应选用适当的合格工器具和材料，通常的清洁工具及材料包括：扫把、簸箕、胶棉拖把、刮水板、吸水纸、抹布、吸尘器、扁铲、清洁剂、梯子、移动式铝合金操作平台等。
    13. 使用工具不应造成被清洁物体损坏，也不应造成二次污染，使用的吸尘器应有可更换的灰尘收集装置避免交叉污染。
    14. 设备清洁只能使用除盐水，地面清洁可以使用清洁剂，但清洁剂必须符合核电厂化学品使用管理要求。
    15. 针对A类区域等风险较高的去污，应建立合理的工作审批流程，采取适当的安全措施，避免影响到机组运行、设备以及人员安全。
    16. 清洁产生的废水应倒入机组运行人员指定的废液收集系统内。
    17. 清洁产生的固体废物应按照辐射控制区放射性废物管理规定进行分类收集、处理、处置，应符合放射性废物最小化原则。
    18. 应对清洁过程进行记录，记录包括工作内容、验收检查、巡检及异常情况处理等内容。
    19. 应鼓励和倡导辐射控制区清洁管理和清洁方法创新，充分利用先进的管理手段及技术手段提高工作质量和工作效率，降低人员辐射影响，减少放射性废物的产生。创新工作应以不降低核安全水平为前提。

放射性去污

辐射控制区构筑物表面及设备表面清洁之前应先进行放射性污染测量，如果放射性污染超过控制标准，则应先去除放射性污染。放射性去污往往是局部的有针对性的，因此去污完成后应进行全面清洁至满足清洁度要求，通常的去污方法分为物理方法和化学方法。

* + 1. 物理方法

主要针对表面松散的污染物，去污方法包括：擦拭或刷洗、真空吸尘、可剥离去污涂料、超声波清洗、低/高压水或蒸汽喷洗等，一般情况下，这些去污技术简单易行，对于非固定污染的去除效果良好，是核电站最常用的去污技术。

擦拭去污时，应避免二次污染。可选用约200mm×200mm见方棉布若干，首先用一块棉布一面擦拭污染物，再将擦拭过的一面向内对折，用干净面再次擦拭，然后更换干净棉布擦拭，直至去污完成。

发现地面存在放射性污染，应按照测量结果划出污染区域，建立污染隔离区，以防止人员意外进入污染区域。如存在影响环境剂量率水平的热点，应尽可能去先除热点。污染区域的去污应从污染隔离区边界的非污染区一侧开始向污染区逐步实施去污。

对于重要设备的表面去污，应根据设备设计要求的方法进行，如设计无要求，则应征求设备管理者的意见，必要时由去污人员与设备管理者共同制定去污方案。

* + 1. 化学方法

地面墙壁表面化学方法主要使用清洁剂去污。清洁剂主要针对放射性污染的载体为油污的表面，可使用清洁剂，清洁剂分为水基清洁剂和有机溶剂。

油漆表面清洁可用水基清洁剂，用除盐水稀释到一定比例后将棉布浸湿，用浸湿后的棉布擦拭或用稀释后的清洁剂刷洗污染面，然后用除盐水浸湿后的棉布擦拭，再用干净的棉布擦拭干净。通常水基清洁剂去污只适用于涂有油漆保护膜的表面。

电气元件以及仪控设备部件等可使用有机溶剂去污，有机溶剂通常有挥发性以及对塑料和橡胶等材质有腐蚀性，在使用有机溶剂去污前应进行充分评估，在此前提下，并在通风条件良好和人员采取了相应的防护措施后，可将有机溶剂直接喷洒在污染面，然后用干棉布擦拭干净，也可用蘸有有机溶剂的棉布直接擦拭污染面。

一回路系统设备表面化学去污，应首选设计要求的去污配方和工艺进行去污。如设计无要求，在确定去污配方时，应在实验室模拟去污工艺条件对去污对象的污染试样或预生膜试样进行去污试验，以初步确定去污配方的去污效果。

设备本生特殊要求除外，选用的去污配方应对去污对象的基体材料进行腐蚀试验，一次去污完成后，基体最大均匀腐蚀量不大于24g/m2，不发生晶间腐蚀、应力腐蚀以及其他局部腐蚀。对不可更换的精密部件，基体材料最大均匀腐蚀量不大于10 g/m2。

典型的一回路设备表面化学去污方法可参考NB/T 20142-2012。

地面、墙面清洁

设备表面灰尘使用吸尘器吸尘或用除盐水浸湿拧干的棉布擦拭。对有缝隙及粗糙的表面可使用吸尘器和软毛刷进行清洁。对较为顽固的污染物及油污可使用适当的清洁试剂擦拭或刷洗。

设备表面清洁

设备表面清洁设备表面灰尘使用吸尘器吸尘或用除盐水浸湿拧干的棉布擦拭。对有缝隙及粗糙的表面可使用吸尘器和软毛刷进行清洁，除非进行充分的评估，设备表面清洁只能用除盐水。

油脂去除

大量的油脂，应先将油脂收集在容器内，然后用干棉布擦拭，墙壁及地面的油渍可以使用清洁试剂擦拭干净。

粉末、碎屑去除

粉末、碎屑等去除，为避免造成扬尘而导致污染扩散，应先用吸尘器将松散物去除，然后用湿抹布擦拭干净。

结晶去除

针对较厚的结晶物，应先使用铲刀等工具去除松散的结晶物，用热水或热蒸汽等将结晶物溶解，然后用湿抹布擦拭干净，用干棉布擦拭干净。

1. 清洁验收
   1. 清洁完成后，应由清洁区域管理责任方组织检查验收。
   2. 清洁现场验收可采用目视检查和白布擦拭检验方法。
   3. 设计文件无相关要求时，清洁验收应按本标准6.2条的标准进行验收。
   4. 清洁作业对象涉及放射性去污的时，过程须遵循ALARA的原则，去污后表面放射性污染水平无法达到GB18871—2002要求时，可考虑将其作为放射性污染对象进行管理。
2. 清洁管理及维护
   1. 应根据清洁区域的清洁度要求以及清洁频度要求编制清洁工作计划。
   2. 清洁作业过程中产生的工作记录，应做好保存管理。
   3. 应建立辐射控制区清洁检查和巡检制度，制定清洁区维护制度。
   4. 辐射控制区所有活动均应采取有效的防止污染扩散措施，如污染场地布置。
   5. 辐射控制区内容易导致空气污染或粉尘的活动，应建立空气负压棚，所产生的空气污染物需经过过滤处理。
   6. 对清洁区进行日常维护性清洁，确定合理的清洁频次，根据作业及设备对环境的特殊要求，可适当增加清洁频次。
3. 巡检
   1. 应定期对辐射控制区清洁度进行巡检，根据不同区域制定巡检频度。
   2. 巡检主要内容主要包括：放射性污染普查、清洁度检查，以及上次检查发现问题的整改情况等。
   3. 巡检过程中发现的问题应及时组织处理。
   4. 应详细记录检查情况。
4. 应急响应
   1. 清洁实施部门应建立应急响应组织。
   2. 清洁人员应通过核电厂应急响应知识培训，熟悉辐射控制区内应急响应行动，熟悉应 急撤离路线。
   3. 清洁人员通过通知及报警信息采取相应应急响应。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_