

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 232—2010

核电厂职业照射监测规范

Specifications for monitoring for occupational exposure
of nuclear power plant

2010-06-04 发布

2010-12-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
5 常规个人监测	2
6 工作场所的常规监测	3
7 特殊监测与任务监测	4
8 监测结果评价	5
9 质量保证	5
附录 A (规范性附录) 核电厂工作人员的剂量限值	7
附录 B (资料性附录) 核电厂工作人员职业照射的管理目标推荐值	8
附录 C (规范性附录) 核电厂工作场所的表面污染控制水平	9

前 言

本标准编制所依据的起草规则为 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》。

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章为强制性内容，其余为推荐性内容。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位：中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所。

本标准主要起草人：赵兰才、侯长松、张勇、林志凯、朱卫国、张奇、朱培、刘柏群。

核电厂职业照射监测规范

1 范围

本标准规定了核电厂职业照射监测的一般要求、不同类别监测的技术要求及其监测结果评价和质量保证。

本标准适用于为控制核电厂职业照射而进行的辐射监测。

核电厂以外的其他核反应堆运行单位可参照使用。

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。凡是注明日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡不注明日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 14056.1—2008 表面污染测定 第1部分:β发射体($E_{\beta\max} > 0.15 \text{ MeV}$)和α发射体

GB/T 16141 放射性核素的α能谱分析方法

GB/T 16145 生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法

GB/T 16148 放射性核素摄入量及内照射剂量估算规范

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

GBZ 129 职业性内照射个人监测规范

GBZ/T 151 放射事故个人外照射剂量估算原则

GBZ 166—2005 职业性皮肤放射性污染个人监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核电厂 nuclear power plant

用铀、钚等作核燃料,将其在裂变反应中产生的能量转变为电能的发电厂。又称核电站。

3.2

常规监测 routine monitoring

按照预先制定的程序与内容规律性地进行的监测。按监测对象划分,常规监测可分为常规个人监测、常规工作场所监测等不同类型。

3.3

任务(操作)监测 task (operational) monitoring

旨在为特定的任务(操作)提供有关操作管理的即时决策或放射防护最优化所需的资料而进行的非常规性监测。

3.4

特殊监测 special monitoring

当工作场所被怀疑不符合要求的情况下进行的调查研究性监测。特殊监测的实施一般是基于对某

一事件的识别,如自动辐射监测装置发出报警,个人监测数据出现异常等。

3.5

自主监测 self-monitoring

核电厂营运单位内设机构或组织对本单位进行的监测。

3.6

表面放射性污染 surface radioactive contamination

人体、衣物、设备、装置与仪器表面及工作台面、地面、墙面等介质表面出现不希望有的、超过其天然存在量的放射性物质的现象。

3.7

固定表面污染 fixed surface contamination

正常工作条件下,放射性物质与介质表面牢固结合,不能转移的表面污染。

3.8

可去除表面污染 removable surface contamination

正常工作条件下,放射性物质能发生转移并可以去除的表面污染。或称松散表面污染。

4 一般要求

4.1 核电厂营运单位应当设立专门的监测机构或组织,取得相应资质后进行自主监测,或委托具备相应职业卫生技术服务资质的监测机构进行职业照射监测。职业照射监测包括常规个人监测、工作场所的常规监测、特殊监测与任务监测。

4.2 从事核电厂职业照射监测的机构或组织应当具有职业照射监测的工作条件、技术能力和完善的质量保证体系,能独立开展相应的职业照射监测工作。

4.3 从事职业照射监测的人员应掌握放射卫生防护的基本知识、监测技术和质量控制程序,接受卫生行政部门或其授权机构组织的放射防护相关知识培训,经考核合格后上岗。

4.4 核电厂营运单位应当制定本单位的职业照射监测计划。

4.4.1 制定职业照射监测计划,应当有助于实现以下目标:

- a) 评估工作场所的辐射状况;
- b) 对工作人员受到的照射进行评价;
- c) 审查控制区和监督区划分是否适当;
- d) 改善工作人员的防护条件,降低和控制工作人员的受照剂量。

4.4.2 职业照射监测计划应当包括:

- a) 接受职业照射的人员及其岗位分布;
- b) 监测类型及其拟监测的量;
- c) 监测的时间、地点与频度;
- d) 监测用仪器类型及性能要求;
- e) 监测方法与程序;
- f) 监测结果的评价;
- g) 监测、评价结果的记录与保存;
- h) 监测的质量保证。

4.4.3 核电厂营运单位应当每年对职业照射监测计划的执行情况进行一次评估,根据评估结果及时调整监测计划。

5 常规个人监测

5.1 进入控制区和监督区工作的人员应当根据受照方式分别接受不同种类个人监测。

- 5.1.1 控制区和监督区所有人员均应接受外照射个人监测。
- 5.1.2 在控制区工作的人员及其他有可能受到体表或体内放射性污染的人员,特别是设备维修人员应当同时接受外照射个人监测和内照射个人监测。
- 5.1.3 参与放射性物质逸出事件处理等疑有体表污染的人员应接受皮肤放射性污染监测,必要时还应接受内照射个人监测。
- 5.1.4 在重水堆核电厂控制区工作的人员,应当接受尿中 ^3H 的监测。
- 5.2 外照射个人监测按照 GBZ 128 的规定执行,同时应符合以下要求。
- 5.2.1 在中子和 γ 射线混合辐射场工作的人员,应当佩戴测量中子剂量的剂量计和测量 γ 射线剂量的剂量计,分别测定中子和 γ 射线引起的个人剂量。
- 5.2.2 从事设备维修及其他可能受到非均匀照射的操作时,工作人员除应佩带常规个人剂量计外,还应在身体可能受到较大照射的部位,或与主要器官相对应的体表部位佩带局部剂量计,如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计或足踝剂量计。局部剂量计应能测量 β 射线引起的外照射。
- 5.2.3 临时进入核电厂控制区的人员(包括参观人员和检修人员),应佩带直读式个人剂量计,检修人员应佩带报警式个人剂量计。
- 5.2.4 常规外照射个人监测的量一般为深部个人剂量当量 $H_p(10)$ 和浅表个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 。对于强、弱贯穿辐射均明显存在的混合辐射场,应使用能识别两者的鉴别式个人剂量计,分别测量 $H_p(10)$ 、和 $H_p(0.07)$ 。
- 5.2.5 核电厂 γ 射线外照射监测的周期一般为 30 d,最长不应超过 60 d。
- 5.3 内照射个人监测按照 GBZ 129 的规定执行,同时应符合以下要求。
- 5.3.1 核电厂内照射常规个人监测一般可使用专门测量装置对全身或器官中放射性核素活度进行直接测量,也可采用排泄物及其他生物样品分析等监测方法。
- 5.3.2 核电厂内照射监测的重点核素是裂变产物和活化产物,如 ^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 ^{58}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^3H 与 ^{14}C 等核素。
- 5.3.3 核电厂营运单位应按以下原则确定内照射监测周期:
- a) 换料大修前、后 30 d 内应分别进行 1 次内照射监测;
 - b) 内照射监测周期一般为 180 d;
 - c) 对内照射风险较低的人员可适当延长,但是最长不应超过 1 年。
- 5.3.4 采用排泄物及其他生物样品分析等监测方法时,应按照 GB/T 16145、GB/T 16141、GBZ 129 等相应标准的规定采集、处理样品并进行测定。
- 5.4 工作人员的皮肤放射性污染监测方法可参照 GBZ 166—2005 第 3 章执行。

6 工作场所的常规监测

- 6.1 核电厂营运单位应对控制区和监督区的工作场所进行常规放射性监测。
- 6.1.1 在控制区的出口,应设置表面污染监测装置,对离开控制区人员的体表和衣物进行放射性污染监测。
- 6.1.2 对控制区有可能受到放射性污染的设备表面、工作台面、地面等表面应当进行放射性表面污染监测。
- 6.1.3 工作人员日常工作场所和巡检可能到达的区域一般只需进行 γ 射线周围剂量当量率 $H^*(10)$ 监测,但是对于弱贯穿辐射很明显的强、弱贯穿辐射混合辐射场,还应进行定向剂量当量率 $H^*(0.07)$ 测量。
- 6.1.4 工作人员可能到达的存在中子辐射的区域应进行中子周围剂量当量监测。
- 6.1.5 放射性物质有可能逸出的区域应对空气中气溶胶进行总 β 放射性活度浓度监测。

6.1.6 不同区域的监测项目、频度应不少于表1的要求。

表1 核电厂工作场所的常规监测项目与频度

监测项目	区域	监测频度
表面污染	控制区	2次/月
γ 射线周围剂量当量	控制区	2次/月
	监督区	1次/月
中子周围剂量当量	控制区	自定
气溶胶总 β 放射性活度浓度	控制区	1次/月

6.2 用于放射性监测的表面污染监测仪表、 γ 射线巡测仪、中子剂量当量仪等辐射监测仪表的量程范围、能量响应特性和最小可探测限值等性能应满足监测需要,并具有有效检定或校准证书。

6.3 选择监测点应遵循以下原则:

- 监测结果具有代表性;
- 工作人员工作或停留时间较长;
- 辐射水平变化较大;
- 辐射监测仪表受到的干扰较小,能保持正常工作状态。

6.4 进行 γ 射线周围剂量当量与中子周围剂量当量测量时,探测器有效中心点应在人员站立地表面向上距离为1 m处。

6.5 进行大气气溶胶总 β 放射性活度浓度测量时,取样点应在工作人员站立地表面向上约1.5 m处的呼吸带。

6.6 表面放射性污染的监测应根据可能的污染类型确定相应的监测方法。表面放射性污染的直接测量与间接测量方法分别按照GB/T 14056.1—2008的4.2和4.3进行。

7 特殊监测与任务监测

7.1 需要对某一事件展开调查或工作人员执行预期达到或超过剂量管理目标值的操作任务时,应当进行特殊监测或任务监测。

7.2 发生或可能发生7.1的情况时,应当立即启动第6章规定的工作场所监测,必要时增加空气气溶胶等监测的频度和监测项目,包括进行核素分析。

7.3 从事有可能发生临界事故的操作等预期外照射剂量超过剂量限值的操作时,工作人员除应佩带常规个人剂量计外,还应佩带报警式个人剂量计。

7.4 当工作人员受到事故照射或应急照射时,除了根据其佩带的剂量计估算事故剂量外,还应参考其他方法测得的剂量资料,例如受到中子照射后感生放射性核素的测量资料,以及基于外周血淋巴细胞染色体畸变分析的生物剂量资料。事故剂量估算的原则参见GBZ/T 151。

7.5 在已知或怀疑有放射性物质摄入时,或常规排泄物测量结果超过导出调查水平以及鼻涕、鼻拭等采集样品或其他监测结果发现异常时,应当按照5.3的规定进行内照射监测,参照GB/T 16148的规定对摄入途径与时间进行分析与判断,估算放射性核素摄入量与内照射剂量。

7.6 工作人员在事故或执行操作任务受外伤时,应对伤口部位或切除组织部位进行放射性测量,根据需要再作直接测量以及尿和粪排泄监测。

7.7 对工作人员进行医学干预后,应制定特殊监测计划,对放射性污染物在体内的分布、滞留和排泄进行追踪监测,并根据这些数据对该摄入者的待积有效剂量作出专门估算。

8 监测结果评价

8.1 监测机构应当按照 GB 18871 等国家标准和相关国家职业卫生标准及行业有关规定,对职业照射监测结果进行评价。

8.2 用于常规个人监测评价的量是年有效剂量和当量剂量。核电厂工作人员的有效剂量和当量剂量限值见附录 A。

8.3 核电厂营运单位及其主管部门应当遵照放射防护最优化原则,规定本单位或本部门工作人员受照剂量的管理目标值,核电厂工作人员推荐性管理目标值见附录 B。

8.4 核电厂营运单位应根据常规个人监测评价结果分别采取相应的措施:

- a) 年有效剂量小于 5 mSv 时,只需记录个人监测的剂量结果;
- b) 年有效剂量达到或超过 5 mSv 时,除记录个人监测结果外,还应做进一步调查;
- c) 年有效剂量达到或超过管理目标值时,除记录个人监测结果并进行调查外,还应进一步改进防护措施;
- d) 年有效剂量大于剂量限值时,除记录个人监测结果外,还应估算工作人员主要受照器官或组织的当量剂量,必要时,应估算人员的有效剂量,以进行安全评价,并查明原因,改进防护措施。

8.5 职业照射的总剂量,应包括在规定时间内职业性外照射引起的剂量以及在同一期间内因摄入放射性核素所致内照射的待积剂量之和。计算待积剂量的期限,对成年人的摄入一般应为 50 年。

8.6 对仅接受 γ 射线外照射监测的人员,其年受照剂量低于限值 20 mSv 时,可使用个人剂量当量 $H_p(10)$ 或周围剂量当量 $H^*(10)$ 进行评价;在年剂量监测结果超过当量剂量或有效剂量相应限值时,可利用多个局部剂量计,分别测得主要受照器官或组织的当量剂量,并估算有效剂量。

8.7 对同时接受内外照射监测的人员,应按照 GBZ 128 的规定计算年总有效剂量并确定是否符合有效剂量的控制要求。

8.8 工作场所的常规监测结果主要用于对个人监测数据的验证与补充,发现异常时应及时调查原因,采取有效防护措施,并报告本单位辐射防护主管部门。

8.9 表面放射性污染监测结果主要用于对工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套、工作鞋、手、皮肤、内衣、工作袜等表面放射性污染的控制,工作场所的表面污染应不超过附录 C 规定的控制水平。

9 质量保证

9.1 应将质量保证贯穿于从监测计划制定到监测结果评价的全过程。监测计划应有质量保证要求,监测设备的计量学特性(如准确度、稳定性、量程和分辨能力等)应符合要求,执行测量与分析程序,监测记录、结果、评价应妥善保管。

9.2 核电厂营运单位或其委托的监测机构制定的质量保证计划应符合下列要求:

- a) 健全的监测和质量保证组织机构;
- b) 应用并保持标准监测器具、标准物质和参考辐射,使用标准的或经验证可靠的监测方法;
- c) 对仪器、装置的检定或校准每年不少于一次;
- d) 对监测过程中每一环节进行质量控制;
- e) 监测结果的量值必须能溯源到国家基准并符合不确定度要求;
- f) 按照有关职业卫生法规要求安排技术人员的培训。

9.3 核电厂营运单位或其委托的监测机构应保证其监测结果的不确定度符合下列要求:

- a) 参加实验室外照射个人监测比对的结果,其不确定度应优于 10%;
- b) 对工作人员每月受到接近 2 mSv γ 射线的监测,监测值与约定参考值一般应在 $-33\% \sim +50\%$ 范

围内相符；

- c) 当外照射监测的剂量水平更低时,对任何辐射,可进一步放宽对不确定度的要求,直到不超过2倍因子,即监测值与约定参考值应在 $-50\% \sim +100\%$ 范围内相符；
- d) 内照射个人监测结果的不确定度应符合 GBZ 129 的相关要求；
- e) 表面污染监测仪的示值与约定参考值应在 $\pm 20\%$ 范围内相符。

9.4 数据处理应使用适宜的统计学方法(如数据修约方法,均值及标准差计算和表示方法等),以尽量减少数据处理过程中可能产生和积累的计算误差。

9.5 尽可能在现场用复查的方法,或使用适宜的统计学方法剔除异常数据。在剔除异常数据的同时,还应调查和分析其产生原因,并记录在案。

9.6 核电厂营运单位或其委托的监测机构应按规定的格式记录监测有关内容:

- a) 监测原始记录应包括:记录的唯一编号,监测时间,监测地点,采样及样品预处理、仪器名称型号,温度、气压等条件与监测人姓名,每一步测量结果及相关计算公式；
- b) 质量控制记录应包括:监测仪器的校准、检验和维修情况,检验源、标准源和参考辐射的有关信息,质量控制样品及其分析或测量情况,实验室间比对情况。

9.7 核电厂营运单位或其委托的监测机构应按规定的格式填写监测报告,监测报告应包括:

- a) 报告的唯一编号；
- b) 监测项目；
- c) 监测依据；
- d) 监测仪器名称、型号与编号；
- e) 监测结果及其与相关标准的比较；
- f) 监测单位或个人的签章；
- g) 报告日期。

9.8 核电厂营运单位应妥善保存监测报告、监测原始记录与质量控制记录。

9.8.1 放射工作人员个人剂量监测资料应终生保存。

9.8.2 个人剂量监测资料以外的监测报告、监测原始记录与质量控制记录保存至核电厂退役;国家职业卫生等主管部门另有规定的,依照其规定执行。

附 录 A

(规范性附录)

核电厂工作人员的剂量限值

A.1 核电厂营运单位应对工作人员的职业照射进行控制,使之不超过表 A.1 规定的剂量限值。

表 A.1 职业照射剂量限值

年有效剂量	连续 5 年平均为 20 mSv,任何一年为 50 mSv
眼晶体的年当量剂量	150 mSv
皮肤和手足的年当量剂量	500 mSv

A.2 在确认核电厂是根据良好的工程实践设计和实施的,营运单位的放射防护已按照 GB 18871 进行优化,但是其职业照射仍然超过表 A.1 第 1 行规定限值的情况下,经审管部门批准,可对此剂量限值作如下临时变更:

- 将表 A.1 所列剂量平均期破例延长到 10 个连续年;并且,在此期间内,任何工作人员所接受的年平均有效剂量不应超过 20 mSv,任何单一年份不应超过 50 mSv;此外,当任何一个工作人员自此延长平均期开始以来所接受的剂量累计达到 100 mSv 时,应对这种情况进行审查;
- 剂量限制的临时变更应遵循审管部门的规定,但任何一年内不得超过 50 mSv,临时变更的期限不得超过 5 年。

附 录 B
(资料性附录)

核电厂工作人员职业照射的管理目标推荐值

核电厂营运单位及其主管部门应当遵照放射防护最优化原则,规定本单位或本部门工作人员受照剂量的管理目标值,核电厂工作人员管理目标推荐值见表 B.1。

表 B.1 职业照射管理目标推荐值

年有效剂量	15 mSv
眼晶体的年当量剂量	100 mSv
皮肤和手足的年当量剂量	300 mSv

附 录 C
(规范性附录)

核电厂工作场所的表面污染控制水平

核电厂工作场所的表面污染控制水平如表 C.1 所列。

表 C.1 放射性表面污染控制水平

单位为贝可每平方米

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区(不包括高污染子区)	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}
注 1: 表中所列数值系指表面上固定污染和可去除污染的总数。 注 2: 手、皮肤、内衣、工作袜污染时,应及时清洗,尽可能清洗到本底水平。其他表面污染水平超过表中所列数值时,应采取去污措施。 注 3: 设备、墙壁、地面经采取适当的去污措施后,仍超过表中所列数值时,可视为固定污染,经审管部门或审管部门授权的部门检查同意,可适当放宽控制水平,但不得超过表中所列数值的 5 倍。 注 4: 氟和氟化水的表面污染控制水平,可为表中所列数值的 10 倍。 注 5: 表面污染水平可按一定面积上的平均值计算:皮肤和工作服取 100 cm^2,地面取 $1\,000 \text{ cm}^2$。				