

钴—60 辐照装置 的辐射防护与安全标准

1 范围

本标准规定了⁶⁰Co 辐照装置设施的辐射防护与安全要求,包括场所划分、工作人员和公众受照控制以及有关防护与安全等管理和技术要求。

本标准适用于水池贮源式⁶⁰Co 辐照装置的选址、设计、建造、运行和退役。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 3095—82 大气环境质量标准

GB 4076—83 密封放射源一般规定

GB 13367—92 辐射源和实践的豁免管理原则

3 辐射照射与污染控制

3.1 职业照射的控制

3.1.1 放射工作人员职业照射的控制依照有关辐射防护基本标准执行。

3.1.2 在辐照装置控制区和监督区内工作的人员,与源相关的剂量应控制在每年 5 mSv 以内。

3.2 公众受照的控制

3.2.1 由辐射装置所致公众个人的照射,不应超过每 0.25 mSv。

3.2.2 照射室屏蔽墙的设计,要保证非限制区内和附近公众个人受照年剂量不应超过 0.1 mSv。

3.3 放射性物质污染的控制

3.3.1 贮源井水中所含放射性污染物的活度浓度应控制在 10 Bq/L 以下。

3.3.2 依照 GB 13367,每月排到下水道的⁶⁰Co 总活度不得超过 1×10^6 Bq。单次排放活度不应超过 1×10^5 Bq。排放点要固定,排放后用水冲洗排放口,以免污染物积累。

3.3.3 工作人员的衣服、体表及工作场所的设备、工具、地面等表面 β 放射性物质污染控制水平见表 1。

表 1 表面 β 放射性物质污染控制水平

Bq/cm²

表面类型	β 放射性物质
控制区地面	40
源设备和源的装卸工具	40
监督区地面	4
工作服、手套、工作鞋	4
手、皮肤、内衣、工作袜	0.4

注:1 表中所列数值系指固定污染和松散污染总量。

2 表面污染水平按一定面积上的平均值计算;地面取 1000cm^2 ,设备取 300cm^2 ,手、皮肤和工作服取 100cm^2 。

3 手、皮肤和内衣污染时,应采取去污措施、及时清洗并尽可能达到本底水平。设备、墙壁、地面经去污后,仍高于表中数值时,可视为固定性污染,经辐射防护部门检查同意,可适当提高控制水平,但不得超过表中数值的 5 倍。

3.3.4 工作场所内的设备与用品,经仔细去污后,其污染水平低于表 1 中所列控制区限值的 $1/50$ 时,经辐射防护部门测量并许可后,可作普通物件使用,但不得用于炊具。

4 工作场所的划分与要求

4.1 控制区:辐照装置照射室屏蔽回路外端入口以内的区域。在此区工作的人员必须严格遵守规定的防护和安全操作规程。照射室的入口处应设置明显的电离辐射标志,应设置防止人员误入照射室的控制措施。

4.2 监督区:与照射室直接相连接的房间、控制室以及照射室回路入口以外的通道及房间。在源运行状态下,在此区工作的人员受到的照射可以有把握的预估能满足本标准对职业人员照射的控制要求。此区内也应设置电离辐射标志。

4.3 非限制区:与照射室不直接连接的辅助房间。在此区长期停留的人员受到的照射能满足公众受照控制的要求。此区内不设电离辐射标志,也不要求有特殊的防护措施。

5 辐射防护与安全管理

5.1 辐照装置的选址、设计、建造、运行和退役必须按有关的法规、标准要求,由营运单位提出申请,提交“辐照装置安全分析报告”,经审管部门审评合格并发放许可证后方可实施。

5.2 辐照装置装源量有显著增加或装置有重大改变时,营运单位必须向审管部门提出审批申请,经对其辐射防护和安全认证后方可实施。

5.3 辐照装置营运单位必须设有专职或兼职的辐射防护与安全工作人员,负责日常辐射防护与安全的管理与监督。通常情况下,还应聘请有关专家担任辐射防护与安全顾问。

5.4 辐照装置营运单位应对辐射防护与安全负主要责任,其职责应至少包括:

- a) 确立符合标准要求的防护与安全目标;
- b) 制定、实施防护与安全大纲,主要内容包括:
 - 1) 确定并保证达到防护与安全目标所需的措施与资源;
 - 2) 经常评审所需的措施与资源,定期核实是否已达到防护和安全目标;
 - 3) 鉴定所需的措施与资源的失误和缺点,采取纠正步骤并进行经验反馈;
 - 4) 做好并保存防护与安全管理记录。

5.5 必须制定辐射防护与安全操作规程和有关文件,其中应至少包括下列资料:

- 向主管部门提交营运单位的组织和人员及其职责的说明;
- 操作说明书;
- 安全联锁、辐照装置及元器件运行功能的检查、测试程序和方法;
- 辐照装置设计及建设单位、最大装源活度、装卸源登记;
- 辐照装置全部图纸;
- 以上与防护和安全相关的文件(或副本)应保存在控制室。

6 辐射防护与安全技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 辐照装置在建造、正常运行、维修、应急情况下,对工作人员和公众的辐射照射应保持在可合理达到的尽可能低的水平;事故发生几率和严重程度应保持在可合理达到的最低水平。

6.1.2 辐照装置安全系统的设计应遵循下列主要原则:

——多重性:对重要的其失效可能产生人身危害的安全措施须有足够的冗余,至少应设置两种或两种以上的安全对策以及相应的硬件设备;

——多样性:对重要的安全控制器件,应采用两个或两个以上不同结构和不同生产厂的产品,以防止因同一原因使执行同一功能的措施同时失效;

——独立性:各种安全措施应是相互独立的,以防止因同一原因造成两个或两个以上安全措施同时失效。

6.2 密封辐射源及其托架

6.2.1 辐照装置的密封辐射源必须符合 GB 4076 的要求,经生产厂检验并出具检验证明。

6.2.2 必须有保护辐射源不受贮源井水腐蚀的措施。

6.2.3 源托架必须确保辐射源的定位,在正常运行中不脱落。

6.2.4 应有防止被照射物或容器碰撞或倒压在辐射源上的保护措施。

6.3 屏蔽

6.3.1 应保证照射室辐射屏蔽的完整性和安全性。构筑物的屏蔽设计要有足够厚度,混凝土浇注应保证无裂缝和空洞。对于辐射屏蔽薄弱的部位(如排风口、屋顶、穿墙管道周围等),应有防止漏束的补偿措施。

6.3.2 应保证水井辐射屏蔽的完整性和安全性。井内设备和井衬里应选用耐腐蚀性好的材料,井底不得穿孔,并确保在最大装源活度时,水表面剂量不应超过监督区的控制水平,应设水位控制系统和报警系统,水位低于容许值时应能自动补水并有防止人员进(掉)入井内的措施。

6.4 照射室出入口联锁

6.4.1 照射室进出口必须设置安全和防护联锁装置及断电保护装置(通常情况下,断电时源能自动进入安全位置)。通道外出口处的剂量不得超过监督区剂量控制值,必须设有防止人员误入的措施或安全防护门。不得在去除任一安全联锁部分的情况下继续运行。

6.4.2 辐照装置正在照射时应有信号指示。此时联锁装置必须能阻止人员误入照射室或当人员强行进入时使辐射源自动降入贮源井水中。此项安全措施还应保证即使在断电情况下亦能起到防护作用。

6.4.3 为防止有人留在照射室内源被提升,应在升源前给出信号或其他安全措施(如熄灭照明灯、亮起升源红灯,注意不可关闭全部灯光)。误留于室内人员可在内出口处控制终止升源(并降源),同时开启出口防护门。

6.5 废物控制

6.5.1 被放射性物质污染的水、器物和营运过程中产生的放射性废物,必须按有关规定处理和处置。

6.5.2 应对辐射源产生的臭氧和其他有害气体浓度加以控制。臭氧和其他有害气体的控制浓度和监测要求见附录 A(标准的附录)。

7 辐照装置的安全分析

7.1 营运单位必须在辐照装置设计初步完成时提交“辐照装置初步安全分析报告”,在装源前提交“辐照装置最终安全分析报告”。这两个安全分析报告作为审管部门向营运单位发放建造许可证和运行许可证的重要评审内容之一。

7.2 安全分析报告应至少包括下列内容:

- a) 辐照装置的规模、主要用途、拥有或计划拥有的辐射源的类型、数量；
- b) 辐照装置周围环境、交通、人口分布；
- c) 辐照装置构筑物、系统和部件的功能与可靠性描述和分析；
- d) 对可能发生的事件或事故的分析：
 - 1) 系统或部件的完整性，如照射室屏蔽、辐射源密封和水池的完整性等受到破坏；
 - 2) 辐射源移动控制失灵或脱出；
 - 3) 系统或部件故障和误操作；
 - 4) 照射室入口控制失效；
 - 5) 防闯入措施失效；
 - 6) 动力故障，局部至全部失去电源；
 - 7) 外部事件，如风暴、洪水、火灾、地震或爆炸等外部事件的后果；
 - 8) 人因错误分析；
 - 9) 管理程序受到破坏。
- e) 运行组织机构、职能与管理程序描述和分析：
 - 1) 安全负责人员的职责和经验与培训；
 - 2) 工作人员的资格与培训；
 - 3) 辐射安全大纲，其中包括个人监测，辐射监测仪表，泄漏检验、检修计划等；
 - 4) 废物管理；
 - 5) 应急计划；
 - 6) 退役计划。

8 辐射源的清点与盘存

8.1 新进源必须持有使用许可证，并做好交接手续。在装源前后必须清点并做好详细的立帐登记（包括辐射源的类型、数量，每一个源的活度、日期、占据源架的位置等），装源人员、辐射防护负责人和主管人员签字，记录长期保存。

8.2 对使用中的辐射源应经常检查有无脱落，每年必须清点一次，做好详细记录并经检查人签字。

8.3 拆下的辐射源（包括退役源），在最终处置或退回生产厂前，必须办理审批手续并有详细的登记记录（包括源活度、日期、存放地点、安全防护措施、管理人和主管人员等）。有关人员变动时要有交接记录，每年进行核查并做记录。辐射源调出本单位时必须办理审批手续并有经办及主管人员签名和详细的记录。以上各记录要长期保存。

8.4 辐射源退役必须向审管部门提出申请，提交“辐射源退役安全分析报告”。退役辐射源的处理和处置必须符合国家有关法规和标准的要求。

9 辐射防护与安全检测内容

9.1 辐照装置换源或加源时的检测应至少包括下列内容：

- 辐射源的数量及泄漏污染状况；
- 装源容器表面剂量率及污染状况；
- 装卸源工具状况；
- 直读式个人剂量计、辐射报警仪、携带式剂量监测仪和累积剂量计。

9.2 辐照装置装源后的检测应至少包括下列内容：

- 污染状况，重点为井水的⁶⁰Co污染；

——辐射巡测,在没有被照射物的条件下,当源在贮存位置时,对照射室人员可进入的位置以及各进出口和管道部位。

9.3 常规日检查应至少包括下列内容:

- 照射室联锁控制状况;
- 升降源和被照射物传输系统状况;
- 个人报警剂量仪和携带式剂量监测仪,用检验源检验正常;
- 贮源井水位置;
- 通风系统。

9.4 常规月检查应至少包括下列内容:

- 照射室内固定式辐射监测仪;
- 应急停照和迫降系统;
- 升降源、导轨、被照射物传动系统。

9.5 常规年检查应至少包括下列内容:

- 配合年检修的检测;
- 水质及污染检测;
- 环境辐射水平;
- 全部机电、电子系统。

9.6 上述检测都应有规范化表格并做出详细记录,该记录应保存至辐照装置退役。

10 辐射监测

10.1 在控制区和监督区内工作的人员都必须佩带个人剂量计,并至少有一人佩带有声音报警的个人剂量计。剂量计的量程应能覆盖正常运行和事故情况下受照剂量范围。个人剂量计性能应符合有关标准,并依照有关规定进行检定。正常运行1~3个月测读一次。

10.2 剂量计(包括环境和个人剂量计)应测读周围剂量当量和个人剂量当量。

10.3 控制区内必须设置固定式辐射监测仪表,此仪表读数应能区分出源在贮存位、照射位或升降途中的工况。推荐用数字、宽量程仪表。每日每班都应首先检查仪表,保证其处于正常工作状态。

10.4 进入照射室的人员必须携带使用便携式(或袖珍式)射线监测仪和报警仪。仪表应能在超报警阈值时自动报警。

10.5 正常运行时,每半年应进行至少一次贮源井水污染测量。新装源井水在装源前后各做一次 ^{60}Co 放射性比活度测量。

10.6 向下水道排水后要检测有无可测到的污染物滞留在管道口内。辐照装置建成后或改建后或运行期间,要每年监测监督区及非限制区环境辐射水平和污染水平。

10.7 各监测仪表都要符合有关标准规定,按照有关规定由法定计量技术机构对所用仪表进行周期检定,并遵守监测质量保证。

10.8 监测结果应按有关规定进行记录、上报和保管。

11 事故与应急中的辐射防护

11.1 辐照装置营运单位应制定事故应急方案,其中包括事故预想、应急程序等具体措施。

11.2 发生事故后要按有关规定及时处理和报告。在一次事件中参加事故处理的应急人员受照不得超过100 mSv。孕妇和未成年人不得接受应急照射。

11.3 接受应急照射的人员,应携带个人报警式剂量仪,并佩带二个以上个人剂量计。操作全过程要有

辐射防护人员对相关的辐射场进行监测,并记录可能受照射较大人员的操作条件和工作时间。

11.4 在执行应急方案中要防止放射性污染,应保证污染不扩散到控制区以外的地方。对超过排放标准的污染水,要净化处理达到 3.3.1 或 3.3.2 要求后方可排放。

11.5 事故报告、受照人员处理及医疗措施等,必须按照有关标准和规章办理。

11.6 事故处理后清理的污染物,要统一收集后处理,并进行一次全面的辐射监测。

11.7 事故及处理经过要作出详细记录并长期保存。

附录 A

(标准的附录)

有害气体浓度限值及监测

A1 照射室内当辐射源降至井水下贮位 5min 后,臭氧浓度不应超过 0.3 mg/m^3 。

A2 照射室外的臭氧浓度 1h 平均不应超过 0.16 mg/m^3 。

A3 照射室内当辐射源至井水下贮存位 5 min 后, NO_2 浓度(包括 NO 、 N_2O 、 NO_2 等各种氮氧化物均换算为 NO_2 的浓度)不应超过 5 mg/m^3 。

A4 照射室外的氮氧化物日平均浓度不应超过 0.1 mg/m^3 ,任何一次采样的浓度不超过 0.15 mg/m^3 。

A5 有害气体的监测执行 GB 3095 的规定。