

DB11

北京市地方标准

DB 11/T 1033—2013

工业射线探伤辐射安全和防护 分级管理要求

Requirements for radiation safety and protection of industrial radiography

2013 - 12 - 20 发布

2014 - 01 - 01 实施

北京市质量技术监督局 发布

目 次

前言..... II

引言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 分级管理..... 2

5 通用管理要求..... 2

6 分级管理要求..... 5

参考文献..... 11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由北京市环境保护局提出并归口。

本标准由北京市环境保护局组织实施。

本标准起草单位：中国原子能科学研究院。

本标准主要起草人：何荣华、王绍林、李航、薛建中、陈文梅。

引 言

为规范北京市工业射线探伤行业的辐射安全和防护管理，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性物品运输安全管理条例》等法律法规制定本标准。

工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求

1 范围

本标准规定了工业射线探伤辐射安全和防护的通用和分级管理要求。
本标准适用于固定式和移动式工业射线探伤作业的辐射安全和防护管理。
本标准不适用于工业射线探伤设备生产、销售过程中的辐射安全和防护管理。

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/T14058 γ 射线探伤机

GBZ 117 工业X射线探伤放射卫生防护标准

DB11/ 412-2010 放射性物品库安全防范要求

DB11/ 413-2007 放射性物品公路运输风险等级和安全防范要求

3 术语和定义

下列术语定义适用于本文件。

3.1

工业射线探伤 Industrial radiography

利用X、 γ 射线探伤装置（包括含放射源的探伤机、产生X射线的X射线机）对物件进行探伤作业的活动。

3.2

工业射线探伤室 Industrial radiography room

具有屏蔽效能和安全连锁系统的专用于工业射线探伤作业的固定场所。

3.3

固定式探伤 Stationary radiography

在工业射线探伤室内用固定安装的或可有限移动的探伤装置进行的工业射线探伤作业。

3.4

移动式探伤 Mobile radiography

在工业射线探伤室以外使用可移动的探伤装置进行的工业射线探伤作业。

3.5

辐射安全和防护机构 Radiation safety and protection organization

制订和实施辐射安全和防护相关的技术及管理措施的机构。

3.6

管理等级 Management grades

根据工业射线探伤作业中正常照射和潜在照射风险大小划分为四个管理等级。

4 分级管理

本标准将管理等级共分为四级，管理等级的划分及相应的辐射安全和防护管理要求见表1。

表1 管理等级的划分及管理要求

管理等级	管理对象	管理要求
一级	γ 射线移动式探伤	通用管理要求及级管理要求
二级	γ 射线固定式探伤	通用管理要求及二级管理要求
三级	X射线移动式探伤	通用管理要求及三级管理要求
四级	X射线固定式探伤	通用管理要求及四级管理要求

5 通用管理要求

5.1 对工业射线探伤单位的要求

- 5.1.1 应依法取得辐射安全许可证并在其有效期内从事规定范围内的活动。
- 5.1.2 应建立辐射安全和防护机构，并至少设置 1 名辐射安全和防护负责人和 1 名辐射防护人员。
- 5.1.3 应建立辐射安全和防护管理制度，包括岗位职责、人员培训、探伤装置检查维护、放射源管理、台账管理、辐射监测、辐射安全检查等。
- 5.1.4 应制订健全的操作规程，包括探伤室及现场作业、探伤设备使用、监测仪表操作等，并定期修订。
- 5.1.5 应成立辐射应急组织，明确参与应急准备与响应的部门及人员，并制订辐射应急预案。
- 5.1.6 应对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向环保部门提交上一年度的评估报告。

5.2 对辐射安全和防护机构的要求

- 5.2.1 辐射安全和防护机构应明确规定成员的管理职责和工作程序。
- 5.2.2 该机构的职责范围应覆盖所有与辐射安全和防护有关的活动。

5.2.3 该机构应对本单位的法人负责，在贯彻执行辐射安全和防护管理制度过程中具有充分的监督权和核查权，相关部门及个人应予以配合。

5.3 对辐射工作人员的岗位要求

5.3.1 辐射工作人员包括辐射安全和防护负责人、辐射防护人员和射线探伤作业人员、射线探伤装置保管人员等。

5.3.2 辐射安全和防护负责人。

5.3.2.1 辐射安全和防护负责人应由探伤单位内负责辐射安全和防护的领导担任。

5.3.2.2 负责辐射安全和防护机构及人员的监督、管理工作。

5.3.2.3 负责辐射安全和防护管理制度的贯彻实施。

5.3.2.4 组织本单位相关部门及人员开展辐射应急行动。

5.3.2.5 组织对本单位的辐射安全和防护状况进行评估。

5.3.3 辐射防护人员。

5.3.3.1 定期组织对探伤室、探伤装置和放射源的安全状况进行检查并记录。

5.3.3.2 组织开展相关辐射监测，并负责监测数据的记录及管理。

5.3.3.3 负责个人剂量计及辐射监测仪器的维护、检定及比对。

5.3.3.4 负责辐射防护用品与应急物资的管理及发放。

5.3.3.5 参与本单位的辐射应急行动，控制应急人员的受照剂量。

5.3.3.6 负责对辐射工作人员进行辐射防护知识和监测仪表操作技能的培训。

5.3.4 射线探伤作业人员。

5.3.4.1 遵守辐射安全和防护制度、执行探伤作业相关规程。

5.3.4.2 正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，使用辐射监测仪。

5.3.4.3 负责作业前后对探伤装置进行安全检查，作业过程中对作业场所进行安全检查。

5.3.4.4 在探伤作业时采取合理的防护措施减少人员受照剂量。

5.3.4.5 发现辐射安全隐患及时向辐射安全和防护负责人报告。

5.3.5 射线探伤装置保管人员。

5.3.5.1 遵守辐射安全和防护制度、执行探伤装置保管相关规程，熟练使用辐射监测仪。

5.3.5.2 负责建立射线探伤装置及放射源的台账并定期盘查。其中，放射源台账的内容包括核素名称、放射源编码、出厂时间、活度、来源及去向等。

5.3.5.3 负责移动式射线探伤装置的出入库管理及安全状况检查。检查时需要在探伤装置相对固定的位置进行辐射水平监测，以确认放射源处于安全位置。

5.3.5.4 负责定期对射线探伤装置及保管场所进行安全检查并记录。

5.3.5.5 发现辐射安全隐患及时向辐射安全和防护负责人报告。

5.4 对辐射工作人员的管理要求

5.4.1 职业健康管理要求

5.4.1.1 辐射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加探伤工作。

5.4.1.2 辐射工作人员上岗后应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

5.4.1.3 辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应进行离岗前的职业健康检查。

5.4.1.4 射线探伤单位应建立辐射工作人员的职业健康档案。

5.4.2 个人剂量管理的要求

5.4.2.1 辐射工作人员应进行个人外照射剂量监测。

5.4.2.2 辐射工作人员在紧急情况、突发事件或执行应急程序时所受到的剂量，应与常规工作中所受到的剂量加以区分。

5.4.2.3 个人剂量档案应包括辐射工作人员的个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作后三十年。

5.4.3 培训的要求

5.4.3.1 从事工业 γ 射线探伤活动的辐射工作人员应通过有资质单位的中级以上辐射安全培训，经考试合格后持证上岗，并且每四年接受一次再培训。

5.4.3.2 从事工业 X 射线探伤活动的辐射工作人员应通过有资质单位的初级以上辐射安全培训，经考试合格后持证上岗。

5.4.3.3 辐射工作人员应参加单位内部的辐射安全和防护管理制度、作业规程、射线探伤设备及辐射监测仪器的使用、辐射事故应急处置等培训。

5.5 辐射监测的要求

5.5.1 辐射监测应包括外照射个人剂量监测、探伤装置监测、作业场所监测、周围环境监测及应急监测等内容。

5.5.2 监测记录包括监测位置、监测方法、监测设备、场所和环境剂量率水平，控制区与监督区边界的剂量率水平、监测频度以及监测人姓名等内容。

5.5.3 探伤室、放射源库和现场作业场所应配备便携式辐射监测仪。辐射工作人员均应配备个人剂量计，从事辐射工作时还应配备个人剂量报警仪。

5.5.4 便携式辐射监测仪的主要性能应满足以下要求：

- a) 量程范围：最低示值不高于 $1 \times 10^{-1} \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)，最高示值不低于 $1 \times 10^2 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$)；
- b) 能量响应： $50\text{keV} \sim 1.3\text{MeV} \leq \pm 30\%$ (^{137}Cs)；
- c) 具有声、光报警及电池电量检查功能。

5.5.5 应保证至少有 1 台辐射监测仪经过有资质部门的检定或校准，并确保在检定或校准的有效期内使用。其他监测仪器应与经过检定或校准的仪器定期进行比对。

5.6 辐射应急的要求

5.6.1 辐射应急预案应包括以下内容：

- a) 应急机构和职责分工；
- b) 应急人员的组织、应急培训和应急救助的程序；
- c) 应急事故类型与应急响应程序；
- d) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- e) 综合预案、专项预案和现场处置方案。

5.6.2 发生放射源卡堵、脱落等辐射事件时，应急准备与响应包括以下内容：

——应急物资的准备：

- a) 功能完好的能测量高剂量率辐射监测仪；
- b) 个人剂量报警仪、备用的个人剂量计；
- c) 备用铅皮、铅衣、源容器；
- d) 指示灯、警示标识、警戒绳；
- e) 适当的工具和源恢复设备（1.5 米以上的长杆夹具、钳子、螺丝刀、断线钳、活动扳手、钢锯、手电筒等）。

——应急处置措施：

- a) 辐射安全和防护负责人及辐射防护人员应及时到场；
- b) 禁止无关人员进入控制区；
- c) 在辐射监测仪监测下并佩戴个人剂量报警仪才能进入潜在高剂量或未知剂量率的地区；
- d) 必要时应向专业技术人员或放射源供应商寻求支援，现场作业人员不可超越职责范围依靠个人技能及经验擅自行动。

5.6.3 发生辐射事故时，应按以下要求向相关部门报告：

- a) 射线探伤单位自发生（发现）事故起，2 小时内报告环保部门；
- b) 发生放射源丢失、被盗和故意引发的辐射事故应同时报告公安部门；
- c) 发生（发现）人员受照射剂量可能达到对人体产生危害时，应同时报告卫生主管部门。

6 分级管理要求

6.1 四级管理要求

6.1.1 X 射线探伤装置

应满足GBZ117中的要求。

6.1.2 探伤室及安全设施

6.1.2.1 屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及周围环境情况。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值应取为 $0.3\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ ，探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.1.2.2 应安装门-机联锁安全装置。联锁安全装置应具有以下功能：安全门开启时射线装置不能启动照射，在照射过程中安全门一旦开启射线装置自动停止，重新启动被中止的照射只能通过控制台进行。

6.1.2.3 应在控制台、迷道和探伤室内及出入口处安装紧急停止按钮。紧急停止按钮应清晰标记和说明。

6.1.2.4 探伤室工作人员出入口门外和被探伤物件出入口门外醒目位置应安装电离辐射警告标志和工作状态指示灯。探伤作业开始前，应有声音警示，探伤过程中指示灯应醒目显示禁止入内的标识。

6.1.2.5 同一探伤室内每次只能启动 1 台射线探伤装置进行探伤作业。

6.1.3 辐射监测

6.1.3.1 X 射线探伤装置的泄漏辐射监测应符合 GBZ 117 的要求。

6.1.3.2 X 射线探伤室应配备便携式辐射监测仪。

6.1.3.3 对于 X 射线探伤室，应采取定点监测和巡测相结合的方式监测探伤室周围的辐射水平。其中，定点监测应至少包括以下内容：

- a) 通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
- d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个监测点；
- e) 人员经常活动的位置。

6.1.3.4 探伤室建成后应由有资质的机构进行验收监测，投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

6.1.4 安全检查和维护

6.1.4.1 每次工作前，探伤作业操作人员应检查安全联锁装置的性能及警示信号的状态。确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用后才能启动照射。

6.1.4.2 辐射防护人员应定期检查探伤室安全门-机联锁装置，以及出束信号指示灯等安全措施，当探伤室有多台探伤装置时，每台装置在使用时均应联锁。

6.1.4.3 辐射安全和防护负责人应至少每半年组织一次对联锁安全装置和紧急停止按钮的安全检查，发现问题应及时组织检修和维护，保存检查和维护记录。

6.2 三级管理要求

6.2.1 X 射线探伤装置

应符合 6.1.1 的要求。

6.2.2 X 射线移动式探伤作业

6.2.2.1 探伤单位应向被检测方了解现场作业的特殊管理和特殊安全等相关问题，并配合现场管理者对相关工作人员进行安全培训。

6.2.2.2 开始探伤作业前，应划定作业场所警戒区域，并在相应的边界设置警示标识：

- a) 将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于 $15\ \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 的范围内划为控制区，并在其边界上设置清晰可见的“禁止进入射线区”警告牌，拉警戒绳，探伤作业人员应在控制区边界外操作；
- b) 在控制区边界外将作业时空气比释动能率大于 $1.5\ \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 的范围划为监督区，并在其边界上设置清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒，在监督区边界附近不应有经常停留的公众成员。

6.2.3 辐射监测

6.2.3.1 应符合 6.1.3.1 的要求。

6.2.3.2 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，通过巡测划出控制区和监督区，记录辐射监测数据。

6.2.3.3 当射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

6.3 二级管理要求

6.3.1 放射源使用

6.3.1.1 放射源的转让、运输及送贮的审批和备案应按相关管理规定执行。

6.3.1.2 探伤单位应对含放射源装置的使用人员进行授权。经授权的射线探伤作业人员才能按出入库程序将放射源从源库里取走。每次进行 γ 射线探伤作业的射线探伤作业人员应不少于 2 名。

6.3.1.3 射线探伤作业人员领用含源装置时，应进行辐射水平测量，确认源在装置内。工作完毕交还时，应再进行辐射水平监测，确认源在装置内，并将含源装置放回储存位置存放。探伤装置的领用、交还和辐射水平监测都应有详细的记录。

6.3.2 γ 射线探伤装置

6.3.2.1 γ 射线探伤装置应符合 GB/T 14058 的要求， γ 射线探伤装置源容器周围剂量当量率应不超过表 2 中规定的限值。

表2 周围剂量当量率极限值

γ 射线探伤装置类别与代号		最大周围剂量当量率/（mSv/h）		
		源容器外表面	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.1

6.3.2.2 γ 射线探伤装置的安全性能如安全锁、联锁装置、源的位置指示等安全装置的性能应满足 GB/T14058 的要求。 γ 射线探伤装置的使用年限应不超过 10 年。

6.3.3 γ 射线探伤装置的安全检查

6.3.3.1 探伤作业之前，作业人员应对探伤机进行以下检查，确认正常后方可开始探伤作业：

- a) 使用辐射监测仪测量源容器表面的辐射水平是否符合表 2 规定的限值，判断放射源是否在容器内；
- b) 源容器和源导管的照射末端是否损伤、磨损或者有污物；
- c) 确认放射源锁紧装置工作正常；
- d) 源容器和源导管是否连接牢固；
- e) 驱动缆与源辫是否连接牢固；
- f) 源辫位置指示器是否显示正常；
- g) 铭牌是否清晰。

6.3.3.2 每次探伤作业完成后，射线探伤作业人员应立即使用可靠的辐射监测仪沿源导管和探伤装置周围进行检测，确认放射源回到源容器的安全屏蔽位置并记录，及时送回源库。

6.3.4 源库

6.3.4.1 放射源库应符合 DB11/412-2010 中的相关要求。

6.3.4.2 射线探伤装置保管人员应定期核查探伤装置中的放射源并记录。

6.3.5 探伤室及安全设施

6.3.5.1 探伤室应符合 6.1.2.1 的要求。

6.3.5.2 探伤室的联锁装置可采用手动方式启动和关闭。射线装置启动之前手动关闭安全门并使其保持闭锁状态。探伤结束之后，如固定式辐射监测仪显示结果正常，可通过联锁装置手动开启安全门。

6.3.5.3 探伤室的固定式辐射监测仪应具有报警功能并设有合理的报警值。当固定式辐射监测仪报警后，辐射防护人员应到场并采取相关措施，工作人员方可进入。

6.3.5.4 应在迷道和探伤室内安装安全门的紧急开启按钮并配有应清晰的标记和说明。

6.3.5.5 应符合 6.1.2.4 的要求。

6.3.5.6 同一探伤室内每次只能启动 1 台探伤装置进行探伤作业。

6.3.6 辐射监测

6.3.6.1 γ 射线探伤室应配备固定式辐射监测仪。

6.3.6.2 射线探伤作业人员进入探伤室前应确认固定式辐射监测仪显示值在正常范围内，并携带便携式辐射监测仪进行复测，结果正常方可入内工作。

6.3.6.3 γ 射线探伤装置周围的辐射水平应不大于表 2 规定的数值。

6.3.6.4 γ 射线探伤室周围辐射水平的监测应符合 6.1.3.2 的要求。

6.3.6.5 探伤室建成后应由有资质的机构进行验收监测，投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。当放射源活度增加时，应重新测量并根据测量结果做出适当改进。

6.3.7 安全检查和维护

6.3.7.1 应符合 6.1.4 的要求。

6.3.7.2 探伤装置保管人员应每月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

6.4 一级管理要求

6.4.1 放射源使用

应符合 6.3.1 的要求。

6.4.2 γ 射线探伤装置

应符合 6.3.2 的要求。

6.4.3 探伤作业前、后 γ 射线探伤装置的安全检查

应符合 6.3.3 的要求。

6.4.4 源库

应符合 6.3.4 的要求。

6.4.5 γ 射线移动式探伤作业

6.4.5.1 应符合 6.2.2.1 的要求。

6.4.5.2 应根据实际需要使用合适的准直器，以缩小监督区及控制区的范围。

6.4.5.3 探伤单位应配备至少 5 台的射线探伤装置，每台探伤装置应配备至少 2 名探伤作业操作人员。

6.4.5.4 移动使用的 γ 射线探伤装置应加装卫星定位装置。

6.4.5.5 开始探伤作业前，应划定作业场所警戒区域，并在相应的边界设置警示标识：

- a) 将作业时被检物体周围的空气比释动能率大于 $15 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 的范围内划为控制区，并在其边界上设置清晰可见的“禁止进入射线区”警告牌，拉警戒绳，探伤作业人员应在控制区边界外操作；
- b) 在控制区边界外将作业时空气比释动能率大于 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 的范围划为监督区，并在其边界上设置清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒，在监督区边界附近不应有经常停留的公众成员。

6.4.5.6 应通过利用地形、局部屏蔽或使用专用探伤装置等措施减小周围环境的辐射水平。

6.4.5.7 探伤作业时对射线不能有效屏蔽且操作人员无法躲避时，应使用全自动探伤装置进行探伤，以减小人员的受照剂量。

6.4.6 辐射监测

6.4.6.1 应符合 6.3.6.2 的要求。

6.4.6.2 探伤装置处在照射状态时，用便携式辐射监测仪从探伤位置四周由远及近测量空气比释动能率，直到 $2.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 为监督区边界，到 $15 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 为控制区边界。

6.4.7 探伤装置现场使用、保管及运输

6.4.7.1 在探伤作业结束之后移动探伤装置，射线探伤作业人员应对探伤装置的状况进行检查，并将驱动缆、源导管等附件与探伤装置断开，关闭安全锁、盖上防护盖，以免在移动途中损坏。

6.4.7.2 移动探伤使用过程中的运输应符合 DB11/413-2007 的要求，工作人员应全程监护，并使用便携式辐射监测仪进行辐射监测。

6.4.7.3 探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管的，应利用保险柜现场保存，并派专人 24 小时现场值守。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。

参 考 文 献

- GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
GB11806 放射性物质运输管理规程
GBZ132 工业 γ 射线探伤放射防护标准
-