

《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范
(征求意见稿)》编制说明

《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》

标准编制组

2024年10月

《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范 (征求意见稿)》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

工业射线探伤作为一种常用的无损检测方法,广泛应用于各种材料和结构的内部缺陷检测。截至目前,我省从事质检技术服务的核技术利用单位共 50 余家,探伤用 II 类放射源 78 枚, II 类射线装置共 900 余台套,工业射线探伤在我省应用呈现点多、面广特点,潜在辐射安全风险较大。

为进一步强化我省工业射线探伤作业管理,规范放射源运输及贮存、工业射线探伤作业、探伤设备退役等活动开展,降低辐射事故风险,保障从业人员健康以及防治放射性污染,2021 年起,陕西省生态环境厅组织开展了国内外工业射线探伤管理现状调查和我省工业射线探伤行业现状调查,2022 年,陕西省生态环境厅申报《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》地方标准的制订项目,并通过陕西省市场监管局的地方标准立项评审(SDBXM052-2022)。

1.2 工作过程

2021 年起,陕西省生态环境厅开展了工业射线探伤辐射安全管理研究,通过掌握国内外工业射线探伤行业发展趋势,深入了解国内外工业射线探伤行业辐射安全管理现状,总结归纳国内外工业射线探伤管理经验,掌握陕西省工业射线探伤单位数量、规模以及辐射安全管理现状与存在的问题,为建立适用于陕西省工业射线探伤管理需求的地方标准提出可行有效建议。

针对陕西省不同地区、不同规模、不同探伤装置种类、不同探伤条件的单位进行随机抽取,筛选出 16 家探伤企业进行现场调研。调研结果表明,辖区工业射线探伤企业存在辐射防护负责人未进行辐射安全防护培训、探伤室缺少分区标识、X 探伤设备性能不满足现行标准要求、探伤室联锁装置失效和移动探伤区域

安全警示措施不到位等问题。

2022年5月，省生态环境厅辐射源安全监管处根据《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》编制任务，组织相关业务人员成立编制组，制定实施方案，明确任务分工和工作重点。

在收集、分析我国相关法律法规、部门规章、规范性文件、国家标准和其他省市相关地方标准经验的基础上，总结、提炼、识别、梳理后，明确了我省《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》标准制定的范围，搭建标准框架。

在前期工业射线探伤行业调研的基础上，编制组组织开展《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》（初稿）的编制工作。在起草过程中，征集了监管部门、监测部门及核技术利用单位相关从业人员对初稿编制的意见建议，编制组根据各方意见建议对《工业射线探伤辐射安全和防护技术规范》（初稿）进行了修改完善。

2 编制的必要性

2.1 工业射线探伤的特点

工业X射线探伤作为一种重要的无损检测技术，主要使用Ir-192、Se-75等II类放射源和工业用X射线探伤装置等II类射线装置，具有高精度检测、非破坏性、高效率和广泛适用性的优点，在各个领域发挥着重要作用。其中，II类放射源为高危险源，没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可致人死亡，II类射线装置事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，其安全与防护要求较高。在工作开展过程中，放射源的运输、探伤机的移动、使用过程中探伤设备的出束和出回源过程，都引入辐射安全风险。

2004-2021年，我国工业 γ 射线探伤应用领域共发生19起辐射事故，其中一般辐射事故2起，较大辐射事故9起，重大辐射事故8起，较大和重大事故所占比例较高，占总数的89%，社会影响面大。

2.2 国家标准在工作实践中需补充和细化

近年来，生态环境部针对核医学、放射性测井、电子加速器辐照等核技术利

用领域，先后出台行业标准，明确相关领域的辐射安全与防护要求，为相关领域核技术利用单位建设项目环境影响评价审批、辐射安全监管等活动提供了参考依据。目前，针对工业射线探伤工作的标准主要是职业卫生防护标准和无损探伤行业标准，但标准内容与辐射安全防护需求及环保要求相比，侧重点不同。

全国几起探伤辐射事故发生后，生态环境部以规范性文件的形式，对工业射线探伤的辐射安全管理提出要求，对从业人员资质、探伤现场安全措施、探伤装置生产单位和各级监管单位提出新要求，但在现有的规范和标准中，这些要求未能体现。因此，有必要针对行业工作特点，制定技术规范，加强我省工业射线探伤行业的辐射防护与安全管理。

2.3 陕西省辐射安全监管工作需要

我省工业射线探伤行业呈现点多、面广特点，但在调研中发现，对现行管理标准中条款认识不足、执行不到位的地方依然存在。另外，从业人员**专业水平不高**，工业射线探伤辐射工作人员中，高中及以下学历的人员约占总人数的 1/4，从业人员的辐射安全与防护专业知识水平整体偏低，加之射线具有看不见、摸不着的特性，辐射事故发生的风险较大。

为应对工业射线探伤引入的辐射安全监管压力，需要对现行标准的要求未明确的辐射安全管理部分重要事项予以明确，制订地方标准规范工业射线探伤活动开展迫在眉睫。

3 编制的依据和原则

3.1 法律法规

- 《中华人民共和国放射性污染防治法》
- 《中华人民共和国标准化法》
- 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》
- 《放射性物品运输安全管理条例》
- 《陕西省放射性污染防治条例》

3.2 部门规章

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》

3.3 规范性文件

《国家环境保护总局关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8号）

《关于进一步加强 γ 射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函〔2014〕1293号）

3.4 标准文件

《GB/T1.1 标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》

《GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

《GB/T 14058 γ 射线探伤机》

《GBZ 117 工业探伤放射防护标准》

《GB 11806 放射性物品安全运输规程》

《GB/T 26837 无损检测仪器 固定式和移动式工业 X 射线探伤机》

《GBZ 98 放射工作人员健康要求及监护规范》

《GBZ 128 职业性外照射个人监测规范》

《GBZ/T 250 工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

3.5 编制原则

遵循“先进性、实用性、统一性、规范性、全面、科学、具体”的基本原则，满足生态环境部门监管和工业射线探伤活动健康发展需要。

4 主要内容说明

本标准分为8个章节，包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、探伤设备辐射安全与防护要求、工作场所辐射安全与防护要求、辐射监测要求、辐射事故应急响应要求。

第1章范围，本标准规定了工业射线探伤的辐射安全和防护技术要求。本文

件适用于使用 600 kV 及以下 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机（包括固定式探伤和移动式探伤），以及同辐射源范围的工业 CT 探伤设备的辐射安全与防护，不适用于加速器和中子工业探伤的辐射安全与防护。

第 2 章规范性引用文件，说明了本标准引用了 GB 18871《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GB/T 14058《 γ 射线探伤机》、GB/T 26837《无损检测仪器固定式和移动式工业 X 射线探伤机》、GBZ 98《放射工作人员健康要求及监护规范》、GBZ 117《工业探伤放射防护标准》、GBZ 128《职业性外照射个人监测规范》和 GA 1002《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》等相关标准。

第 3 章术语定义，说明了本标准在编写中涉及、引用的一些专业术语定义，包括工业射线探伤、X 射线探伤机、 γ 射线探伤机、工业 CT 探伤设备、固定式探伤、移动式探伤、换源器、使用单位、控制区和监督区等。

第 4 章总则，明确工业射线探伤中的基本原则、剂量限值和剂量约束值、对使用单位制度建设和人员培训、职业健康方面的要求。其中，剂量约束值的取值参考了 HJ 1188《核医学辐射防护与安全要求》、HJ 1325《放射性测井辐射安全与防护》等行业标准。

第 5 章探伤设备辐射安全与防护中，分别对 γ 射线探伤机、X 射线探伤机和工业 CT 探伤设备的辐射安全与防护要求作出了规定。5.1 节结合 GBZ 117 详细阐述了当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且有装配好保护盖（若有）时，源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率限值，且 γ 射线探伤机其他辐射安全与防护性能应符合 GB/T 14058 的要求。5.2 节结合 GBZ 117 对 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率做出了规定，且 X 射线探伤机其他辐射安全与防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。其中， γ 射线探伤机源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值和 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值参考了 GBZ 117《工业探伤放射防护标准》。5.3 节明确工业 CT 探伤设备根据辐射源的种类，参照 γ 射线探伤机或 X 射线探伤机的要求执行。

第 6 章工作场所辐射安全与防护中，分别对放射源的贮存及运输、固定式探伤、移动式探伤的辐射安全与防护要求作出了规定。6.1 节和 6.2 节对放射源的

贮存与运输做出了规定,明确了放射源贮存库周边剂量限值,并对在线监控系统、电离辐射标志和防火、防水、防盗(防抢)、防丢失、防破坏、防射线泄露等安全防护措施做出了要求;明确了运源车的周边剂量限值,并对运输过程中在线监控系统、电离辐射标志和防震、防冲撞等安全防护措施做出了要求。其中,放射源库屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率参考了 HJ 1325《放射性测井辐射安全与防护》,对于人员不可达的室顶,参考 GBZ 117《工业探伤放射防护标准》对于探伤室顶的周围剂量当量率限值的规定进行了放宽处理。运源车周边不同距离的周围剂量当量率限值参考了《放射性测井辐射安全与防护》。6.3 节对固定式探伤的辐射安全与防护要求作出规定。明确规定了同一探伤室内每次只能启动 1 台射线探伤装置进行作业;探伤作业人员进入探伤室前应佩戴常规个人剂量计、个人剂量报警仪、携带便携式辐射监测仪。且其他辐射防护安全措施与安全操作应符合 GBZ 117 的要求。6.4 节对移动式探伤的辐射安全与防护要求作了规定,要求移动探伤作业时应对工作场所实行分区管理,结合 GBZ 117 的要求将工作场所划分为监督区与控制区,并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定的控制区区域内进行,同时探伤作业人员应在控制区边界外操作,否则应采取专门的防护措施。

第 7 章辐射环境监测要求中,从监测仪器以及 γ 射线探伤机源容器、固定式探伤、移动式探伤的辐射监测做出了要求和规定。7.1 节对监测仪器的维护保养要求作出了规定。明确了便携式辐射监测仪器的主要性能,即量程范围最低示值不高于 $1 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ($\mu\text{Sv/h}$),最高示值不低于 5 mGy/h (mSv/h);能量响应范围满足 $50\text{keV} \sim 1.3\text{MeV} \leq \pm 30\%$ (^{137}Cs);具有声、光报警及电池电量检查功能。其中,对于监测仪器的要求,考了了探伤机使用的射线能量,以及 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值的监测需求。7.2-7.4 规定了 γ 射线探伤机源容器、固定式探伤和移动式探伤的监测周期与必要监测项目以及监测注意事项,配合附录 B 规定了对监测结果响应时间修正的办法,附录 C 提供了 γ 射线探伤机源容器辐射监测记录表的样表供使用单位参考。

第 8 章辐射事故应急响应要求中,分别从工业射线探伤单位的应急预案、应急物资、应急演练及辐射事故应急管理作出规定。8.1 节规定了工业射线探伤单位应当制定辐射事故应急预案并报所在地县级环境保护行政主管部门备案,同时

结合附录 D 为工业射线探伤单位辐射事故应急预案的编制做出了指导。8.2 节要求工业射线探伤单位针对本单位可能发生的事故类型准备足量必要的辐射事故应急物资。8.3 节对工业射线探伤单位定期开展应急演练作出明确规定。8.4 节规定使用单位发生辐射事故时的应急响应与事故报告流程,使用单位在发生辐射事故应按照预案进行上报、配合相关政府部门进行应急处置并承担相关的辐射安全责任和应急处置费用,明确事故调查和处理要求和辐射事故/事件档案包含的主要内容。

5 与国内外标准或技术文件的对比

本标准为新制定陕西省地方标准,编制组通过整理分析有关职业卫生防护标准和工业射线探伤行业标准、技术文件、辐射事故(事件)案例资料,同时参阅 2022 年 11 月 IAEA 发布的《工业射线照相中的辐射安全》文件和南京市地方标准《X 射线探伤单位辐射安全管理建设指南》,结合陕西省工业探伤行业的实际情况,本标准以使用 600kV 及以下的 X 射线探伤设备和 γ 射线探伤设备的探伤工作为主,不涉及加速器和中子探伤设备的工业探伤工作,主要情况如下表。

表 1 我省的标准草案与国内外相关标准对比汇总表

序号	标准名称及代号	主要编制单位	主要差异对比情况
1	《X 射线探伤单位辐射安全管理建设指南》 DB 3201/T 1169-2023	南京市生态环境局	该标准对 X 射线探伤的辐射安全管理标准化建设提出指导,包括:辐射环境管理合规性建设、辐射安全管理组织体系与人员、制度建设、辐射安全与防护实施、X 射线探伤单位评估等。 我省编制的标准草案适用范围包括 X 射线探伤设备,也包括 γ 射线探伤设备。
2	《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》 DB 11/T 1033-2013	中国原子能科学研究院	该标准主要规定了工业射线探伤的分级管理要求,根据工业射线探伤中正常照射和潜在照射的风险程度不同,将工业探伤划分为四个管理等级,分别为:一级: γ 射线移动式探伤;二级: γ 射线固定式探伤;三级:X 射线移动式探伤;四级:X 射线固定式探伤。 我省编制的标准草案根据工业射线探伤的使用情景,将工业射线探伤主要分为固定式探伤和移动式探伤两大类,并分别提出了辐射防护、安全操作、辐射环境监测要

			求，未对工业射线探伤提出分级管理要求。
3	《工业γ射线移动探伤安全防范要求》 DB11/T 1082-2014	北京市公安局治安管理总队	<p>该标准规定了工业γ射线移动探伤的安全管理要求，侧重于对放射源的安全管理，关于工业γ射线移动探伤的辐射防护、安全操作、辐射监测等描述较少。</p> <p>我省编制的标准草案适用范围更广，除工业γ射线移动探伤外，还包括工业γ射线固定探伤、工业 X 射线移动探伤、工业 X 射线固定探伤，且更侧重于辐射防护、安全操作、辐射环境监测。</p>
4	《工业 X 射线探伤放射防护要求》 GBZ 117-2022	中华人民共和国国家卫生健康委员会	<p>该标准规定了 X 射线和γ射线探伤的放射防护要求，包括固定式探伤和移动式探伤。</p> <p>我省编制的标准草案针对该标准进行了诸多补充和细化，包括：</p> <p>第 4 章明确了剂量限值和剂量约束值；</p> <p>第 5 章明确了γ射线探伤机的安全使用期限不得超过 10 年；</p> <p>第 6 章明确了为放射源设立独立建筑的专用源库，源库墙体、门窗、室顶等屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率小于 2.5 μSv/h；</p> <p>第 6 章明确了使用单位应委托取得《道路运输经营许可证》的单位运输放射源，并对运源车的屏蔽防护提出了具体要求。</p> <p>第 7 章细化了辐射环境监测要求，包括：监测仪器的性能要求；短时曝光设备的监测要求；使用单位的自主监测要求；放射源领用、归还、使用、运输等过程的辐射环境监测要求。</p> <p>第 8 章对辐射事故应急提出了具体要求。</p>
5	《工业射线照相中的辐射安全》 SSG-11	国际原子能机构 (IAEA)	<p>该安全导则为工业射线探伤的辐射安全提供了全面建议，包括：义务和责任、安全评定、辐射防护计划、培训和资格认证、工作人员的个人监测、工作场所监测、放射源控制、源和射线装置的安全、探伤室探伤、移动式探伤、放射源的运输、应急准备和响应。</p> <p>我省编制的标准草案在借鉴了该安全导则中义务和责任、辐射防护计划、工作场所监测、应急准备和响应等章节的部分内容，并根据我省实际情况进行了取舍和修改。</p>

6 采标情况

无。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

8 涉及专利的有关说明

无。

9 实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和 实施日期的建议等措施建议

本标准为首次制定，目的在于为工业射线探伤的辐射安全与防护建立相关的标准依据，建议标准发布后实施，为工业射线探伤提供从建设、环评、审批到监管全过程的参考依据。

标准建立后，通过宣贯活动，增强相关单位对于标准的理解，强化工业射线探伤应用开展及监管。

标准实施过程中，加强监管部门不同层级间、监管单位与建设和环评单位间的沟通交流，及时了解标准实施过程中的适用情况及存在问题，并出具解释意见。

10 其他应予说明的事项

无。