

《X 射线应力测定仪辐射防护技术指南》
(征求意见稿)
编制说明



中国医学科学院放射医学研究所

2024 年 3 月 14 日

目 录

一、 工作简况	1
(一) 任务来源	1
(二) 协作单位	1
(三) 制定背景	3
(四) 起草过程	4
二、 标准编制原则和确定主要内容的依据	4
三、 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果、社会效益和生态效益	7
四、 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况	8
五、 以国际标准为基础的起草情况，以及是否合格引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因	9
六、 与有关法律、行政法规及相关标准的关系	9
七、 重大分歧意见的处理经过和依据	10
八、 涉及专利的有关说明	10
九、 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	10
十、 其他应予说明的事项	10

X 射线应力测定仪辐射防护技术指南

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2023 年 7 月，中华环保联合会组织开展了《关于召开核能核技术与生态环境保护团体标准审查会的通知》团体标准立项评审。经申报，中国医学科学院放射医学研究所等单位联合申报的《X 射线应力测定仪辐射防护技术指南》列入了 2023 年度团体标准立项项目。最终中国医学科学院放射医学研究所取得编制《X 射线应力测定仪辐射防护技术指南》团体标准制定权。

（二）协作单位

本标准由中华环保联合会归口，中国医学科学院放射医学研究所、长润安测科技有限公司、天津市疾病预防控制中心、天津市河西区疾病预防控制中心、大连市卫生健康监督中心、天一瑞邦环境工程有限公司、核工业理化工程研究院、四川省疾病预防控制中心、科安睿检测科技（甘肃）有限公司、邯郸市爱斯特应力技术有限公司、北京翔博科技股份有限公司、瑞邦（杭州）工程设计有限公司等机构单位参与该项团体标准的起草工作。

本文件主要起草人：

起草组由中国医学科学院放射医学研究所、长润安测科技有限公司、天津市疾病预防控制中心、天津市河西区疾病预防控制中心、大连市卫生健康监督中心、天一瑞邦环境工程有限公司、核工业理化工程研究院、四川省疾病预防控制中心、科安睿检测科技（甘肃）有限公司、邯郸市爱斯特应力技术有限公司、北京翔博科技股份有限公司、瑞邦（杭州）工程设计有限公司等相关成员组成，起草组成员涉及放射生物学、辐射剂量、辐射急救救治、辐射防护、检验检测、仪器研发等专业。

中国医学科学院放射医学研究所

讨论稿、报批稿的专家沟通与汇总；

执笔编制初稿、审查稿、征求意见稿，并完成报批稿。

四川省疾病预防控制中心、天津市河西区疾病预防控制中心

文本结构进行指导；

验证报告的结构进行指导；

文本内容的修改。

核工业理化工程研究院、天津市疾病预防控制中心

专业性指导，技术把关和方案讨论；

参与讨论稿、报批稿的汇总。

长润安测科技有限公司、福科安睿检测科技（甘肃）有限公司、邯郸市爱斯特应力技术有限公司、北京翔博科技股份有限公司负责提供试验设备和仪器，并收集相关材料。

大连市卫生健康监督中心、天一瑞邦环境工程有限公司、瑞邦(杭州)工程设计有限公司参与方法论证和实践。

(三) 制定背景

残余应力是一种在没有外载荷作用下的自平衡应力，分布在材料或构件的内部，对其以后的再加工和使用性能等方面产生影响。随着 X 射线应力测定技术的发展，实用化的 X 射线应力分析仪已成为残余应力测量重要的设备，被广泛应用于科学研究、工业生产、航空航天等各个领域中。

X 射线应力测定仪种类繁多，可分为便携式和固定式，也可分为闭束型和敞束型。X 射线应力测定仪的工作参数多为 30~50 kV 和 0~10 mA，部分设备可达 60 kV 和 80 mA。X 射线应力测定仪朝着便携、能够实现多场景使用的方向发展。携带方便、便于户外使用的便携式 X 射线应力测定仪应用得到极大的推广，机器人手臂也被应用到 X 射线应力测定仪，实现了大尺寸、大体积、重量过大装置残余应力的测量。

X 射线应力测定仪在工作过程中可产生 X 射线等放射性危害因素，同时可产生臭氧和氮氧化物等危害因素。X 射线是 X 射线应力测定仪污染环境的主要污染因子。对于封闭式的工作场所，臭氧和氮氧化物也是 X 射线应力测定仪污染环境的重要污染因子之一。而目前，对于 X 射线应力测定仪的辐射防护与安全管理、检测与评价缺少相应的标准。因此急需一个针对 X 射线应力测定仪的辐射防护与

安全标准，来规范 X 射线应力测定仪的应用与检测评价，保障人员和环境的安全。X 射线应力测定仪辐射防护技术指南的制定，为保障人员健康和预防辐射安全事故的发生，为辐射防护与安全的管理提供可靠的技术规范、标准方法及依据。

（四）起草过程

1、2023 年 7 月，《X 射线应力测定仪辐射防护技术指南》列入了 2023 年度团体标准立项项目，下达任务项目编号 ACEF-RP-011-2023。

2、2023 年 8 月-9 月，起草单位成立了标准起草工作组，就标准编制推进工作做了安排，制定了工作计划及人员组成等方案。

3、2023 年 10 月-12 月，工作组初步讨论，确定标准编制思路，开展验证试验，撰写并完成标准草稿和编制说明。

4、2023 年 12 月，中华环保联合会发布立项公告，本标准正式立项。

5、2024 年 3 月，中华环保联合会组织召开团体标准草案稿审查会议，工作组依据草案稿审查专家组意见修改本标准，形成征求意见稿。

二、标准编制原则和确定主要内容的依据

根据《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规和规章，要求射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照

射的安全措施，对于放射性危害场所应进行放射防护检测与评价。

本标准编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，严格按照《GB/T 1.1—2020 标准化工作导则 第1部分：标准文化的结构和起草规则》、GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定进行编写和表述。

标准的主要内容：

第1章 范围

本文件规定了 X 射线应力测定仪辐射防护的总体要求、设备防护性能的技术要点、辐射工作场所辐射防护要点、操作中的辐射防护要点和辐射监测。

本文件适用于 X 射线应力测定仪及其使用过程中的辐射防护。

第2章 规范性文件

列出了本标准所引用的标准。

第3章 术语与定义

阐述了 X 射线应力测定仪、残余应力、封闭式 X 射线设备、开放式 X 射线设备、自屏蔽等术语定义。

第4章 总则

一般要求包括工作场所的布局、控制区与监督区的划分，建立健全辐射防护与安全管理体系，制定相应的辐射事故处置制度和辐射事故应急预案，人员培训等内容。遵从放射防护最优化的原则，保证实践正当化，明确职业照射和公众照射的剂量约束值，仪器使用过程中的合理设置，操作人员岗前技术培训等辐射防护要点。

第 5 章 设备防护性能的技术要点

从一般规定、封闭式 X 射线设备、开放式 X 射线设备 3 个方面逐一阐述。

标准中要求 X 射线发生装置需明确管电压、管电流的标称值，并设置其设定显示界面或装置。明确 X 射线管电压和管电流的标称值。若 X 射线管电压和管电流可调，应规定调节范围。控制出束的控制系统应具有管电压、管电流调节功能和射线控制开关和指示灯。封闭式 X 射线系统，正常操作时，人体的任何部位都不能进入防护罩内部。设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。开放式 X 射线系统，连接电缆长度需不小于 2 m。控制系统上应设置急停开关。

第 6 章 辐射工作场所辐射防护要点

明确了具有自屏蔽或配置防护装置设备的屏蔽体内部划为控制区；固定在屏蔽室内使用的设备，屏蔽室内部划为控制区。

明确了开放式 X 射线设备使用时应设立临时控制区和监督区，可设置放射防护设施如栏杆作为临时控制区边界和设置警戒线作为监督区边界。

明确了 X 射线应力测定仪在使用过程中应合理布置，避免有用线束朝向四周，尽可能减少散射线

辐射屏蔽要求中，根据设备不同，分别明确了具体的辐射屏蔽体或控制区、监督区外的周围剂量当量率控制水平。

明确了机构辐射安全检查和检修维护中的安全管理应制定检查

计划、制订日常检查记录，发现问题及时处理，并明确设备维护需由厂家的专业技术人员或由经过厂家的专业技术培训合格的人员设施。

检查安全装置发现安全装置故障时应停用设备，并应在安全装置完全修复后方可允许使用设备。

第 7 章 操作中的辐射防护要点

对于辐射工作人员，要求熟练掌握业务技术，工作中应合理设置和使用防护用品，更换样品时，需关闭出束开关或高压开关。

开放式 X 射线设备，使用时，操作人员应在监督区边界外操作，如果无法实现，则应使用移动铅屏风或使用个人防护用品进行防护。

明确机构应定期对设备进行维护，每年至少维护一次，维护人员应由厂家的专业技术人员或由经过厂家的专业技术培训合格的人员，进行相关的维护工作。

明确在设备的维修过程中，应解除安全联锁等保护措施时，应由维护操作人员实施。检修维护结束后，先恢复安全联锁并经确认系统正常后才能启用设备。

第 8 章 辐射监测要求

提出了工作场所及周围环境监测及人员监测的规定。包括要求机构应制定辐射监测计划、做好相关记录；详细规定了监测重点关注点，并对监测设备、监测频次、监测结果作出要求；规定辐射工作人员工作期间，佩戴个人剂量计的位置，机构建立个人剂量档案等内容。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果、社会效益和生态效益

通过本标准制定工作的开展，在深入研究当前国内 X 射线应力测定仪的资源配置及科研应用与放射防护中实际存在的问题的基础上，制定和完善 X 射线应力测定仪使用过程中人员和环境保护规范，更好地规范 X 射线应力测定仪使用的规范性，为 X 射线应力测定仪使用过程中的人员和环境保护提供指导。

本标准的制定在推进 X 射线应力测定技术有关放射防护的工作进程中，对于正确引导 X 射线应力测定技术在我国的健康发展，有效预防和控制放射意外照射，提高 X 射线应力测定技术的科研价值和社会效益等方面具有深远的战略意义。

本标准期望综合国内外研究进展与实践，结合我国当前实际情况，为 X 射线应力测定技术的放射防护检测和安全措施提供技术支持，规范、指导操作人员的放射防护工作，提供操作人员放射防护意识，切实保护人员职业健康，提高 X 射线应力测定实践中的合理性。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

国际尚无针对 X 射线应力测定仪的技术标准，通过测试发现，邯郸市爱斯特应力技术有限公司 HP-1600 型 X 射线应力测定仪在 40kV/6.7mA 条件下曝光时，距离设备表面 1m 处周围剂量当量率达到 8 μ Sv/h。

Rigaku 公司 Smart Site RS 型便携式 X 射线应力测定仪在 30kV/1.7mA 条件下曝光时，距离设备表面 15cm 处周围剂量当量率达到 2.5 μ Sv/h。

Stresstech 公司 ST-Xstress 3000 型便携式 X 射线应力测定仪在 30kV/6.7mA 条件下曝光时，距离设备表面 15cm 处周围剂量当量率达到 2.5 μ Sv/h。

PROTO 公司 iXRD 型便携式 X 射线应力测定仪在 20kV/4mA 条件下曝光时，距离设备表面 15cm 处周围剂量当量率达到 2.5 μ Sv/h。

Rigaku 公司 Auto MATE II 型 X 射线应力测定仪(具有铅屏蔽体)在 40kV/40mA 条件下曝光时，距离设备表面 5cm 处周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。该设备设置有急停装置、工作状态指示装置、门机联锁和电离辐射标识等防护设施和措施。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合格引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准在起草和修改过程中未采用国际标准，主要是国际尚无针对 X 射线应力测定技术的技术标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

根据《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规和规章，要求射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，对于放射性危害场所应进行放射防护检测与评价。

本标准制订时引用国内外先进标准及文献资料，作为本标准修订的重要依据，本标准借鉴了 GB/T 7704 无损检测 X 射线应力测定方法、GBZ 115《低能射线装置放射防护标准》、HJ 61《辐射环境监测技术规范》，针对 X 射线应力测定仪的技术特征制定本标准。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草和修改过程中无重大意见分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利事项。

九、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

结合我国 X 射线应力测定技术应用与建设的实际情况，保证放射工作人员和公众的放射防护和安全，保障 X 射线应力测定技术健康发展。措施建议如下：

- 1、调研工作开展，协作单位中有北京、天津、福建等，多地均有开展 X 射线应力测定的机构调查的前期工作基础；
- 2、与协作单位所属地的 X 射线应力测定企事业单位进行实地考察与监测；
- 3、现场便携式测读设备的测试和试验、计量部门的量值溯源测试等；
- 4、专题研究，参与国内生态环境相应的学术讨论；
- 5、定期开展技术交流会，同时邀请相关专家进行指导工作。

十、其他应予说明的事项

无其他应说明的事项。