

《气溶胶中钋-210 的分析方法》
(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 9 月 27 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.....	2
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	4
(一) 统一性.....	5
(二) 协调性.....	5
(三) 实用性.....	5
三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益.....	6
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.....	6
五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规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.....	7
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系.....	7
七、重大分歧意见的处理经过和依据.....	7
八、涉及专利的有关说明.....	7
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.....	8
十、其他应予说明的事项。.....	8

气溶胶中钋-210 的分析方法 编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2024 年 1 月，中华环保联合会组织发布了关于征集《核能核技术与生态环境保护团体标准项目》的通知。经申报，由中国医学科学院放射医学研究所等单位联合申报的《气溶胶中钋-210 的分析方法》列入了 2024 年度团体标准拟立项项目。最终中国医学科学院放射医学研究所取得编制《气溶胶中钋-210 的分析方法》团体标准制定权。

（二）协作单位

本文件由中华环保联合会归口，中国医学科学院放射医学研究所、天津师范大学、卡迪诺科技(北京)有限公司、上海仁机仪器仪表有限公司、天津恒瑞医药有限公司、天津市生态环境监测中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、天津市疾病预防控制中心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、天津师范大学、卡迪诺科技(北京)有限公司、上海仁机仪器仪表有限公司、天津恒瑞医药有限公司、天津市生态环境监测中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、天津市疾病预防控制中心等相关成员组成。

1、中国医学科学院放射医学研究所。

a) 讨论稿、征求意见稿的专家沟通与汇总；

b) 执笔编制初稿、审查稿、征求意见稿，并完成报批稿；

c) 汇总并修改征求意见稿。

2、天津师范大学、天津市疾病预防控制中心。

a) 文本结构进行专业性指导；

b) 验证报告的结构进行指导；

c) 文本内容的修改。

3、天津市生态环境监测中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所。

d) 文本及技术把关和方案讨论；

e) 参与讨论稿、征求意见稿的汇总，参与方法论证和实践。

4、卡迪诺科技(北京)有限公司、上海仁机仪器仪表有限公司、天津恒瑞医药有限公司：意见汇总，修改文本，责任分工与协调。

(三) 制定背景

大气污染防治一直是我国生态环境保护的重要组成部分。近年来，在打赢蓝天保卫战的统筹部署下，通过开展大气污染防治行动，我国空气环境质量得到了有效改善，空气中PM_{2.5}、PM₁₀及SO₂等污染物浓度明显下降，增强了人民的蓝天幸福感。但我国雾霾、沙尘暴等大气颗粒物重污染事件仍时常发生，尤其京津冀及其周边地区尤为突出。大气颗粒物是大气中固态和液态颗粒状物质的总称，也称为大气气溶胶。大气颗粒物比表面积大，易吸附重金属、细菌和病毒等有毒有害物质，并通过呼吸系统进入人体，最终沉积在血液、支气管以及肺部，造成呼吸系统疾病、心血管疾病、癌症等，严重危害人体健康。

根据《中国生态环境状况公报》，2013-2020 年全国 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 平均浓度分别由 72 μg/m³ 降至 33 μg/m³ 和 118 μg/m³ 降至 56 μg/m³，局部地区仍高于国家二级标准，且 O₃ 等二次污染问题开始凸显并不断加重。

近年来，随着人们对能源的需求越来越大，煤炭、天然气等化石燃料的大量使用，使得大气中天然放射性核素有明细增高的趋势。因此分析大气中钋-210 的活度浓度，了解大气环境是否受到放射性核素的污染，以及受到污染后其污染范围和严重程度尤为重要。

钋-210 是天然放射性核素，由铀-238 自然衰变而来（见图 1）。钋-210 的核素符号为 ²¹⁰Po，原子序数为 84，单位质量活度为 1.66×10¹⁴Bq/g，属于极毒核素。钋-210 半衰期为 138.4 天，主要发射 α 射线，其最大能量为 5.3 MeV，发射几率为 100%。钋-210 进入人体，其内照射对于人体伤害极大，被世界卫生组织国际癌症研究机构（IARC）归为一类致癌物。开展气溶胶中钋-210 的监测，对维护公众健康意义重大。

钋-210 广泛分布于自然界中，是人类天然辐射本底的重要组成部分。环境中的钋-210 主要来源于地球表面的岩石风化、火山喷发、海洋中 Rn 的析出、表层土壤再悬浮、森林火灾、化石燃料的燃烧等。钋-210 在地球表面的土壤、江河湖海的水体和植物表面都可检测到。

钋-210 广泛分布于自然界，环境中的钋-210 可通过吸入、食入、经皮肤、伤口接触等途径进入人体（其中吸入和食入是钋-210 进入人体的重要途径）。大气中钋-210 通过吸入进入人体所致的辐射照射年

有效剂量占天然辐射照射所致的年有效剂量比例较大，已引起广泛关注。

钋-210 对人体的危害主要是内照射危害，钋-210 发射的 α 粒子会直接打在细胞的生物大分子上如（DNA、RNA 等），使其受到损伤，生物大分子的损伤可导致细胞代谢失常、功能和结构破坏乃至死亡，细胞损伤和死亡可导致组织和器官的原发损伤，或通过神经和体液的作用引起机体的继发损伤。

HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》中辐射环境质量监测方案中明确指出，气溶胶中钋-210 是监测项目之一。然而目前我国尚未制定气溶胶中的钋-210 则尚未制定相关分析方法。同时，传统的钋-210 的分析方法主要采用在盐酸体系下将钋-210 自沉积到银片上，然后利用 α 能谱仪进行定量分析。该方法回收率高、稳定性好等优点，是分析钋-210 的经典分析方法。但仍存在一定的问题：1) 自沉积耗时长，通常需要 4-6 个小时；2) 自沉积过程需要加热，自沉积的温度控制在 85°C - 90°C ；3) 自沉积过程易受到有机物、其他金属离子影响。因此，亟需建立一套快速、高效的气溶胶中钋-210 的分析方法，以满足快速响应的需求；建立统一、规范的气溶胶中钋-210 分析方法填补了我国辐射环境监测方法的空白，同时为我国辐射环境监测提供技术支持。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

根据《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国放射性污

染防治法》等法律、法规和规章，保护环境，保护人体健康，规范环境监测方法。

（一）统一性

该标准的编制严格遵守了现有相关法律法规规定，结合我省以及全国实际情况，在充分借鉴已有经验，经反复论证，在综合分析的基础上，确保内容准确一致。

（二）协调性

为了达到标准整体协调的目的，该标准按照现行的 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则编制。

（三）实用性

在语言表述上，尽可能采用通用的术语和词汇，以增强标准的可读性和可理解性。

标准的主要内容：

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 方法原理
- 5 试剂和材料
- 6 仪器和设备
- 7 样品采集
- 8 仪器的刻度

- 9 分析步骤
- 10 空白试验
- 11 结果计算与表示
- 12 质量控制
- 13 不确定度评定
- 14 参考文献

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

通过该标准制定项目工作的开展，在深入剖析当前国内辐射环境监测的资源配置及放射性核素监测中实际存在问题的基础上，制定和完善气溶胶中钋-210的分析方法，为进一步规范气溶胶样品中钋-210的分析方法提供参考，提高监测效率、加强我国辐射环境监测的技术能力储备及社会效益等方面具有深远的战略意义。该标准的出台，也将为《辐射环境监测技术规范》在我国辐射环境领域的深入贯彻实施，尤其是为空气中放射性核素的监测及其辐射防护工作提供有力的技术支持。

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

《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等法律法规和相关标准是本标准在辐射环境监测、保障人体健康、保护环境方面的纲领性要求，将参考引用。

目前关于气溶胶中钋-210的分析方法国际、国内并未出台相关标准。本标准拟采用的分析方法为：在气溶胶样品中加入钋-209示踪剂，采用盐酸浸取的方式提取气溶胶样品中的钋-210，然后在盐酸体系下将钋自沉积在镍片上，最后将样品源置于 α 能谱仪中测量钋-210和钋-209的计数，进而推算待测样品中钋-210的活度浓度，同时通过钋-209校正全流程化学回收率，提高测量方法的精密度和正确度。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规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

未采用国际标准，主要是未查找到气溶胶中钋-210的分析方法相关国际标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

现行的 GB 14883.5-2016、HJ 813-2016 等对钋-210的测定方法均或多或少与本标准中的分析方法有一定关联，但气溶胶中钋-210的分析方法因样品类型、介质条件不能安全采用 GB 14883.5-2016、HJ 813-2016 的处理方式。目前国内尚无关于气溶胶中钋-210分析的统一的技术规范；同时 HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》中辐射环境质量监测方案中明确指出，气溶胶中钋-210是监测项目之一。鉴于此，参考相关标准、文献方法，结合我国实际情况，既满足标准先进性、科学性的要求，又满足大部分机构和人员检测要求。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

无。

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

结合我国核科学、核技术的广泛，为保证放射工作人员和公众的放射防护和安全，保障辐射环境健康发展。措施建议如下：

- 1、调研工作开展，协作单位中有北京和天津等，多地均有开展气溶胶中放射性核素钋-210 的监测工作；
- 2、专题研究，参与国内生态环境相应的学术讨论；
- 3、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。