

《地铁辐射环境管理规范》（送审稿）

编制说明

一、项目背景

1.1 立项背景和意义

伴随深圳国际化城市建设进程加速，深圳地铁轨道交通也进入了高速发展期。但是在地铁轨道交通的运行中，地铁辐射（电磁辐射、X射线安检设备射线泄漏、地下氡及其子体富集等）对公众乘客和工作人员健康所带来的负面影响也将愈加凸显。

地铁辐射环境主要由电磁环境和电离环境构成，辐射环境安全主要涉及电离辐射安全、电磁辐射安全。地铁电离辐射安全涉及地铁站和通道内人员居留及可达区域的空气氡浓度、环境地表 γ 辐射、X射线行李包检查系统产生的X射线。电离辐射是能使受作用物质发生电离现象的辐射。人体有躯体细胞和生殖细胞。电离辐射对机体的损伤其本质是对细胞的灭活作用,当被灭活的细胞达到一定数量时,躯体细胞的损伤会导致人体器官组织发生疾病。躯体细胞一旦死亡,损伤细胞也随之消失了,不会遗传到下一代。根据国际放射防护委员会第103号出版物,在电离辐射的影响下,当生殖细胞中的DNA受到损伤时,可导致遗传基因发生突变,后代继承母体改变了的基因,导致遗传疾病和生殖系统病变的发生。因此孕妇、儿童等射线敏感人群在进站安检时需要对X射线行李包检查系统泄露的射线进行管控，确保特殊人群辐射安全。

世界卫生组织(WHO)在上世纪80年代将氡列为19种主要环境致癌物质之一。氡及子体已成为仅次于吸烟的第二大肺癌相关的环境和职业致癌因子，人类肺癌的 10% 左右可归因于氡及其子体的辐射。地铁位于地下，由于花岗岩系土壤在深圳广泛分布（花岗岩系土壤镭含量比其他类岩石高，相应氡的产生量也较高），且有三条放射性异常带（观澜异常带、莲塘—坪山异常带、公明异常带）覆盖了全市大部分区域，断裂带的构造历史变动痕迹明显，使得土壤和岩石的氡容易释放到空气中。深圳市是我国高氡背景区之一。城市地铁隧道是一个相对封闭的系

统，地下建筑物四周土壤均可释放氡气，通常地下建筑物内氡浓度较地面建筑物内高，需要特别重视地铁环境氡浓度的监测。

地铁电磁环境主要由专用通信系统、无线通信系统、供电系统的设备和设施产生。我国地铁专用无线通信系统主要采用陆地集群无线电系统，工作在806-876 MHz 频段，通过安装在司机室顶端中心位置的天线收发信息；无线通信系统工作在900MHz-4.9GHz频段。近几年来，轨道交通的电磁场暴露对人体健康影响的研究逐渐增多，其安全性受到越来越普遍的关注。

1.2 国内外情况说明

目前，国内尚无地铁辐射环境管理方面的技术标准。深圳市第六届人民代表大会第八次会议代表建议第20200006号提出：关于先行先试制定深圳地铁辐射标准的建议。因此开展地铁辐射环境管理技术规范研制工作，构建符合深圳先行示范区在地铁运营方面具有引领性的辐射防控技术标准，切实保障地铁辐射环境安全，具有重要的现实意义，以及示范引领作用。

二、工作简况

2.1 任务来源

市六届人大八次会议代表建议《关于先行先试制定深圳地铁辐射标准的建议》（第20200006号）提出了“建立《深圳地铁辐射标准》，尽快启动地铁电离、电磁标准制定以及相关配套管理办法的制定”和“全面开展“深圳城市轨道交通电磁、电离辐射环境影响分析”，针对深圳地铁设备和地铁车厢内的电磁辐射对人体健康的潜在危害进行评估、分析，及时将有关信息向社会公众进行告知，并加强地铁辐射安全、健康环境的相关宣传。”的建议。深圳市市场监督管理局印发了《关于下达2020年第一批深圳市地方标准计划项目任务的通知》确定对《地铁辐射环境管理规范》予以立项，将任务下达给广东省深圳生态环境监测中心站（原深圳市环境监测中心站）。

2.2 主要编制过程

本文件具体编制过程安排如下：

1) 2020年6月，成立标准编制小组，由广东省深圳生态环境监测中心站、深圳市计量质量检测研究院、广东药科大学、江苏蓝创智能科技股份有限公司等专业技术单位的辐射环境管理、辐射环境检测、辐射环境在线监测系统研发的专业技术

人员组成，召开了第一次标准研制线上启动会，明确了各起草单位和起草人的任务分工。

2) 2020 年 7 月-12 月，标准编制小组完成前期调研、标准研制实施方案制定，对深圳市地铁处于正常运营状态的地铁 1 号线、2 号线、3 号线、4 号线和 11 号线开展了辐射环境监测。监测项目包括：环境瞬时氡浓度、累积氡浓度、环境地表 γ 辐射剂量率、环境 γ 辐射累积剂量、X 射线行李包检查系统 X 射线比释动能率、工频电场、工频磁场、射频电磁辐射等八个项目。

3)、2021 年 1 月-2021 年 11 月，地铁“女性优先”车厢和站台辐射水平监测交互系统研制和实验室测试工作；确定本文件重点关注要求及有关技术细节。

4)2021 年 12 月-2022 年 2 月，标准编制小组起草本文件主要内容，完成标准初稿编制和内部讨论。

5)2022 年 4-6 月，召开标准编制讨论会，形成征求意见稿；在深圳市生态环境局官网公开征求意见，并广泛征求深圳市公安局、深圳市轨道交通建设指挥部办公室、深圳市地铁集团有限公司、港铁轨道交通（深圳）有限公司等单位和中国科技大学、江苏省核与辐射安全监督管理中心、广东省广州生态环境监测中心站专家的意见，形成送审稿。

三、制定标准原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

3.1 编制原则

本文件贯彻落实国家相关的法律、法规、规章、标准预防为主、严格管理、安全第一的方针，积极采取有效措施，保障地铁公共场所辐射环境安全，确保地铁乘客和辐射工作人员安全。本文件遵循系统性、规范性、可操作性的编制原则。

1)、系统性原则

本文件按照 X 射线行李包检查系统、辐射工作人员、辐射环境检测、辐射安全管理制度等地铁公共场所辐射环境安全相关四方面分别进行规范，从源项、人员、检测、制度不同体系和维度进行规范，最终确保地铁乘客和辐射工作人员安全，体现系统性。

2)、规范性原则

本文件按照 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》给出的规则进行编写，同时编写也符合《中华人民共和国标准化法》《地方标准管理办法》《广东省标准化条例》等文件要求，编制规范。

3)、可操作性原则

本文件 X 射线行李包检查系统、辐射工作人员、辐射环境检测、辐射安全管理制度等相关四方面规范内容，都是经过充分调研，征求相关方意见和建议，参照类似行业领域规范要求，结合深圳实际制定，强调可操作性原则。

3.2 编制依据

本文件的编制主要是依据国家、深圳市的相关法律法规，在参考了轨道交通国家标准、辐射环境行业标准的基础上，结合深圳市实际情况，编制完成的。文件涉及的各项参数数值来源主要有两个方面，一是相关国家标准、行业标准以及相关的政策法规，二是根据深圳市地铁公共场所辐射环境管理积累的经验。以下为各核心章节条文编制依据：

1.X射线行李包检查系统管理要求

1) 标准编制小组对成都市、广州市地铁X射线行李包检查系统，广深城际和广州城际铁路X射线行李包检查系统调研发现，部分站点X射线行李包检查系统对传送带进行了延长，加设了不锈钢材质的防护栏，防护栏高度35-45cm不等，有效的利用了距离防护和屏蔽防护方式，降低了乘客受到X射线泄露的暴露水平，保障乘客健康安全。

根据调研情况提出了X射线行李包检查系统进出口的传送带长度不少于1m；应设置传送带防护栏，防护栏宜采用不锈钢或不低于0.35mm铅当量的铅玻璃等对X射线具有较好屏蔽功能的材料，防护栏与传送带的高差不低于35cm。

2) 标准编制小组对深圳地铁在运行的X射线行李包检查系统辐射环境进行了抽检，基本覆盖所有品牌和主要型号，检测的X射线行李包检查系统总共87台。正常工况下X射线行李包检查系统距其外表面5cm任意一点的空气比释动能率都低于1.5 μ Gy/h。当上下班高峰期或行李尺寸过长时，X射线行李包检查系统的通道口出铅胶帘处于打开状态，造成乘客可接近的区域空气比释动能率基本都达到5.0 μ Gy/h以上（超过环境本底水平20倍以上）。如果孕妇和儿童在该状态下进行安检，将受到较高的辐射照射，根据国际放射防护委员会第103号出版物，电离辐射诱发胎儿和儿童不确定效应的风险急剧增大。因此孕妇、儿童等射线敏感人

群在进站安检时需要对X射线行李包检查系统泄露的射线进行管控，确保特殊人群辐射安全。

本文件提出：地铁运营机构应在有条件时为孕妇和儿童乘客设置绿色通道，由地铁站工作人员代为进行行李包安检，避免不必要的辐射暴露。

2. 辐射工作人员管理要求

国家生态环境主管部门于 2015 年对公共场所使用的柜式 X 射线行李包检查系统进行了豁免管理的规定，但是在标准研制调研过程中，发现工作人员缺乏辐射安全与防护知识的培训，存在较大的辐射安全风险隐患。因此本文件根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告（生态环境部公告 2021 年第 9 号）》提出 X 射线行李包检查系统工作人员应按照Ⅲ类射线装置要求，接受辐射安全与防护知识培训，由各使用单位自行组织考核合格方可上岗。根据第 9 号公告，要求各单位应妥善保存本单位相关辐射工作人员自行考核记录，档案保存时间不低于 5 年。

3. 辐射环境检测要求

1) 地铁站属于特殊的地下半封闭空间功能环境，尤其是在长期不间断的大量人员流动环境下，地铁车站辐射环境安全是关系到地铁工作人员和乘客健康与安全的重要问题，辐射环境检测具有重要的现实意义。地铁运营企业应对车站、车厢内的辐射环境进行监测，确保符合相关标准要求，保障工作人员和乘客的健康与安全。目前，广州市、上海市等城市的地铁运营都明确对地铁环境进行监测，每年委托第三方CMA机构开展地铁站内环境监测（包括辐射环境）。

根据辐射环境检测需要，本文件提出：各地铁站点交通站厅、站台应开展年度环境 γ 辐射剂量率（即时测量）、室内氡浓度、电磁环境水平抽测。检测方法和内容应按HJ 61和HJ 1151规定执行。年度抽测比例宜不低于各地铁线路站点数量的20%。

2) 在辐射安全信息公开方面，提出年度环境 γ 辐射剂量率（即时测量）、室内氡浓度、电磁环境水平抽测结果和源项，应以电子或纸质方式在地铁站内醒目位置进行公示。

3) 随着科技的不断发展，使得获取和制作核化恐怖袭击所需要的材料越来越容易获得，成本越来越低，而影响范围和影响时间极大，受到恐怖分子的关注。目前直接受到核放射性材料制作的恐怖事件袭击，从而造成严重影响的事件还不

多，但每年大量核材料和核废弃物失控丢失，走私和交易频繁，不断有核恐吓事件发生，说明随时有可能发生相关恐怖事件。城市轨道交通车站具有相对封闭、空间狭小的特点，一旦发生放射性物质散布，必然会造成大量人员健康受到威胁，同时极易引发恐慌事件。

对于轨道交通环境来说，在乘客进入轨道交通范围位置进行监测，通过技防、人防、物防相结合的手段，建立一套探测与反应相结合的安全服务保障体系，为日常的反恐、防恐提供保障。在核辐射监测方面，国内地铁轨道交通大部分尚属空白，在海关进出口位置、边境检查、核电站进入通道、矿山，以及可能存在放射性污染的特殊场合已部署成规模的环境 γ 辐射剂量率连续测量设备。

东京、大阪地铁全线，捷克布拉格地铁全线、英国伦敦地铁、比利时布鲁塞尔地铁、荷兰阿姆斯特丹地铁、莫斯科地铁等陆续安装了核辐射监测设备或系统。德国政府花了十五年时间，建立了一整套核生化国家防范体系，德国议会大厦、德国柏林、法兰克福、慕尼黑地铁等都已全面安装了相应的预警监测设备。华盛顿地铁、纽约地铁花了十年时间也已全线安装了联网的核辐射监测系统。

2011年，住房和城乡建设部提出了国家标准GB/T 26718—2011《城市轨道交通安全防范系统技术要求》，此技术标准内容，提出轨道交通安全防范系统中除包括传统视频监控系统、入侵报警系统等传统技术要求外，还明确增加了放射性物质探测系统的技术要求，要求能同时对X射线、 γ 射线进行探测。

为有效防范地铁环境核恐怖袭击事件的发生，本文件提出：各地铁站点宜在地铁站入口配置满足附录A要求的环境 γ 辐射剂量率测量设备，开展环境 γ 辐射剂量率连续测量。

特别地医院核医学病人会接受放射性核素治疗，甲癌病人出院标准为低于400MBq，在该活度水平下，距离出院病人体表1m距离周围环境 γ 辐射剂量率可达23 μ Sv/h，为本底水平的100倍以上（深圳环境 γ 辐射剂量率本底水平为0.1-0.25 μ Sv/h）。如果病人乘坐地铁，将对站内和车厢内的辐射环境安全和乘客健康造成较大影响，为避免公众受到核医学病人造成的射线暴露，保护地铁站和乘客的健康安全，本文件提出：距离设有核医学的医院2 km范围内的地铁站入口应配置满足附录A要求的环境 γ 辐射剂量率测量设备，开展环境 γ 辐射剂量率连续测量。

4. 辐射安全管理制度要求

1) 地铁运营机构应制定辐射安全管理相关制度，确保地铁辐射环境安全。例如，爆炸物检测仪属有条件豁免的含源仪表，内含一枚超过V类源活度低限的放射源，应加强此类设备的日常使用管理，防止放射源丢失或被盗，避免造成辐射事故。公共场所柜式X射线行李包检查系统的使用单位虽然实行豁免管理，即最终用户不需要填报环境影响登记表和办理辐射安全许可证，但是需要在设备醒目位置张贴操作指南，标注工作人员的操作位，工作人员需要开展辐射安全与防护知识培训，考核合格方可上岗。需要制定X射线行李包检查系统的辐射安全管理制度（包括但不限于操作规范、维修维护规定、人员培训管理、检测计划），禁止核医学治疗病人进入地铁站和禁止携带含放射性的物品进入地铁站的规定、告知制度等。

2) 地铁运营机构应加强与生态环境主管部门的沟通，制定辐射事故（事件）应急方案（至少包括发现放射性物质进入地铁站、X射线行李包检查系统卡行李包、铅屏蔽帘损坏和脱落），做好辐射应急准备与响应工作，确保在辐射异常情况发生时，能准确地掌握情况、分析评价并决策，及时采取必要和适当的响应行动，保障地铁辐射安全。地铁运营机构应制定应急方案，做好辐射应急准备与响应工作，确保在辐射异常情况发生时，能准确地掌握情况、分析评价并决策，及时采取必要和适当的响应行动，保障地铁辐射安全。

应急方案至少包括发现放射性物质（核医学治疗病人或未经授权的放射性物质）进入地铁站造成辐射预警，如何响应和处置。X射线行李包检查系统卡行李包、铅屏蔽帘损坏、脱落等非正常运行情况时，如何在确保辐射安全的情况下，进行正确的处置等。

附录A 用于环境 γ 辐射剂量率测量的设备性能指标主要参考环境辐射自动站的通用指标，并根据地铁反恐和防止放射性物质进入地铁站应用场景需求，提出了针对性的功能指标，特别规定对于量程指标下限灵敏度不应低于50 μCi 的镅-241、5 μCi 的铯-137、3 μCi 的钴-60点源距离1米处的空气比释动能率。

3.3 与现行法律、法规、标准的关系

本文件与相关标准协调一致，符合《深圳市地方标准管理办法》规定。本文件的编制完全遵守和按照我国宪法和现行有关法律、法规的要求。本文件的内容

不存在与有关现行法律、法规和强制性标准相悖之处。国内尚无此国家、行业标准。

四、主要条款的说明

4.1 标准的属性

本文件为深圳市地方标准。

4.2 有关条款的说明

本文件主要包括4个章节和 1 个附录。 以下对标准中的主要条款进行简要说明。

1. 范围

本章节界定了文件的内容和适用对象， 指明文件的适用范围。

2. 规范性引用文件

本章节列出了标准编制过程中规范性引用的相关标准。

3. 术语和定义

本章给出了本文件所用6个术语的定义：氡、氡浓度、环境 γ 辐射剂量率、空气比释动能率、室内、电磁环境。

4. X射线行李包检查系统管理要求

本章节从X射线行李包检查系统传送带长度，防护栏材料和高度进行规范，防止非正常工作状态下射线泄露；地铁运营机构应在有条件时为孕妇和儿童乘客设置绿色通道，由地铁站工作人员代为进行行李包安检，避免不必要的辐射暴露。

5 辐射工作人员管理要求

本章节规定了X射线行李包检查系统辐射工作人员辐射安全与防护知识培训要求。

6 辐射环境检测要求

6.1 规定各地铁站点交通站厅、站台应开展年度辐射环境检测的内容和检测方法，范围要求。

6.2 规定地铁运营机构应辐射环境检测具体执行要求。

6.3 规定了环境 γ 辐射剂量率连续测量相关要求。

6.4 规定了辐射环境检测信息公示要求。

7 辐射安全管理制度要求

7.1 规定了地铁运营机构制定辐射安全相关制度要求。

7.2 规定了地铁运营机构辐射事故（事件）应急准备的具体要求。

五、是否涉及专利等知识产权问题

无

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无

七、实施标准的措施建议

建议该文件发布实施后，在今后地铁X射线行李包检查系统、辐射环境检测和辐射工作人员培训等工作，涉及到本文件的，依据本文件执行。

八、其他需要说明的事项

无