

上海市松江区地铁站环境辐射累积剂量监测

王桂敏, 孙中兴, 姜永根, 王彦梅

摘要: [目的] 监测上海市松江区地铁站的环境辐射累积剂量, 了解X射线行李包安全检查系统对工作人员和公众的辐射风险。[方法] 采用放置热释光探测器检测松江区9个地铁站X射线行李包安全检查系统周围环境的辐射累积剂量。[结果] 地铁站X射线行李包安全检查系统周围环境不同位置的辐射累积剂量之间($F=1.549$, $P>0.05$)及年估算辐射吸收剂量之间($F=1.548$, $P>0.05$)差异均无统计学意义。[结论] 松江区地铁站安检系统环境辐射累积剂量极低, 对安检工作人员和公众的健康影响风险较小, 需继续加强辐射防护并减少不必要的X射线照射。

关键词: 上海; 地铁站; X射线行李包检查系统; 辐射累积剂量; 热释光探测器; 监测

Monitoring Environmental Cumulative Radiation Dose in Subway Stations in Songjiang District, Shanghai WANG Gui-min, SUN Zhong-xing, JIANG Yong-gen, WANG Yan-mei (Health Monitoring Department, Songjiang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201620, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To monitor the environmental cumulative radiation dose in the subway stations in Songjiang District of Shanghai, and to understand the radiation risks of X-ray luggage inspection systems to the staff and the public. [Methods] The environmental cumulative radiation dose of X-ray luggage inspection systems in nine Songjiang subway stations were measured with thermoluminescent detector. [Results] No significant differences were found among cumulative radiation absorbed doses ($F=1.549$, $P>0.05$) and annual estimated radiation absorbed dose ($F=1.548$, $P>0.05$) in accessible areas. [Conclusion] The environmental cumulative radiation dose is very low and poses little health risks to the security staff and the public. It is important to strengthen the radiation protection and reduce unnecessary X-ray irradiation.

Key Words: Shanghai; subway station; X-ray luggage inspection system; cumulative radiation dose; thermoluminescent detector; monitoring

上海市是全国率先开展地铁站旅客行李包安全检查的城市。地铁站X射线行李包安全检查系统的环境辐射防护问题一直被媒体和公众所关注。有调查发现, 地铁站X射线行李包安全检查系统工作时入口和出口存在一定的辐射泄漏^[1-2], 但目前尚无关于地铁站因X射线行李包安全检查系统所致辐射累积剂量的报道。本研究旨在了解上海市松江区地铁站X射线行李包安全检查系统附近及周围环境辐射累积剂量水平, 探讨地铁站X射线行李包安全检查系统对工作人员和公众的健康影响风险。

1 对象与方法

1.1 监测对象

选择上海市松江区9个地铁站16台X射线行李

包安全检查系统(安检系统)为调查对象, 对其周围环境进行辐射累积剂量的监测。

1.2 监测方法

采用热释光探测器监测地铁站安检系统周围工作人员工作场所及旅客可能活动场所的环境辐射累积剂量。按照GBZ 128—2002《职业性外照射个人监测规范》的要求, 选用国产的分散度 $\leq 3\%$ 的GR 200A型LiF(Mg、Cu、P)热释光探测器, 测读仪器为RGD-3B型热释光剂量计(TLD, 北京防化研究院生产), 分别将探测器2片放置于地铁站工作人员工作岗位处、安检系统周边及地铁站旅客流动或逗留较多的位置, 放置时间为30d。热释光剂量检测系统经国家计量检定部门检定合格并在有效期内, 处理测量结果时考虑到热释光剂量检测系统的刻度因子(C_f), 以减少测量误差。所有TLD剂量元件同时退火、包装; 在现场布放时, 记录各监测点的实际布放时间; 回收现场布放的剂量计时记录各监测点TLD离开现场时间, 并在3d内完成回收现场TLD; 对回收的TLD测读后作数据

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.15103

[基金项目] 上海市松江区卫生计生委科研课题项目(编号: 2012-III-62)

[作者简介] 王桂敏(1970—), 女, 博士, 副主任医师; 研究方向: 劳动与环境卫生学; E-mail: songjiangwgm@163.com

[作者单位] 松江区疾病预防控制中心卫生监测科, 上海 201620

处理。剂量元件测读过程每0.5 h检查一次光源读数,光源读数变化小于1%。环境辐射累积剂量(mSv)= $1/1000 \times (\text{被测剂量计的仪器读数} \times C_f - \text{环境本底})$,本研究的环境本底=30 d $\times$ 2.667 μ Sv/d=80.01 μ Sv。年估算辐射吸收剂量=30天辐射累积吸收剂量 $\times$ 365/30。

1.3 统计学分析

运用SPSS 19软件Shapiro-Wilk test进行正态性检验。以平均数及标准差描述辐射累积吸收剂量,多组间比较采用单因素方差分析进行,多组中两两比较采用LSD方法,与标准限值比较采用 t -test。

2 结果

2.1 基本情况

本研究选取上海市松江区9个地铁站16台安检系统,安检系统生产厂家为上海高晶影像科技有限公司(型号:XS6550型14台,XS100100型2台)。正常情况下,安检系统工作时管电压为70~90 kV,管电流为0.1 mA。X线管照射方向均为自下而上。地铁站工作人员主要的工作岗位有:视频观测位、安检系统入口安检位、服务中心、车控室、站长室和休息室。地铁站内旅客可能活动或逗留的位置有:站台出入口、旅客进站闸机口、安检系统出入口。

2.2 环境辐射累积剂量和年估算辐射吸收剂量

表1可见,地铁站环境各位置,包括安检系统周围及地铁站所有工作人员工作岗位处和地铁站内旅客可能活动或逗留的场所辐射累积吸收剂量和年估算辐射吸收剂量差异均无统计学意义($F=1.549$, $P>$

0.05; $F=1.548$, $P>0.05$)。各监测点环境辐射累积剂量均较低。

3 讨论

本研究在上海市松江区9个地铁站共16台安检系统周围不同位置放置TLD监测环境辐射累积剂量,从而探讨地铁站X射线行李包安全检查系统对地铁站工作人员和旅客的健康风险。TLD剂量计作为辐射剂量测量技术,现已成为世界上公认的重要方法^[3-5],应用广泛。不仅用于放射工作人员个人剂量监测,还可用于环境辐射测量。罗晋甘等^[4]报道,累积剂量监测值与瞬时剂量值差异无统计学意义。本研究为避免测量系统误差,检测点的选择比较严格,布放TLD时严格按照规范要求。TLD的辐射特性好、灵敏度高,长时间放置测量准确性相对较高,虽然个别位置TLD因放置时间长而未列入统计,但未影响到本研究统计和分析结果。

监测发现,松江区地铁站环境辐射累积剂量,不论是安检系统附近还是远处,安检系统周边和可作为环境本底的地铁站站台出入口,均处于较低水平,其环境辐射水平基本处于环境本底水平。

在安检系统出口下放置了30d的TLD监测到的累积辐射吸收剂量值最大,剂量范围为0.005~1.043 mSv,此监测值过大可能与安检系统出口处铅胶帘老化导致辐射泄漏有关(见另文报道),由此计算的年估算辐射吸收剂量范围为0.059~12.690 mSv/a。系统入口安检位是工作人员工作位置,其年吸收剂量范围为0.050~1.985 mSv/a。即便有个别超标的安检系统导致累积剂量的偏高,依据GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[6]的规定,放射工作人员连续5年的年平均有效剂量限值为20 mSv/a,依然显示松江区地铁站环境累积辐射剂量均远低于国家标准规定的放射工作人员年有效剂量限值。因此,说明该区地铁站安检系统对安检工作人员健康影响风险较小。

结果显示,地铁站旅客经常活动或可能逗留的场所,如安检系统出口和安检系统顶盖等处,监测到的累积辐射吸收剂量估算的年吸收剂量超过国家标准^[6]中规定的公众年平均有效剂量(≤ 1 mSv/a)的限值。可能与与安检系统出入口处铅胶帘被行李掀起时辐射泄漏有关,且调查发现有机铅胶帘存在老化导致辐射泄漏较多的现象(见另文报道)。鉴于旅客不可能

表1 松江区地铁站环境辐射累积剂量(mSv)及年估算辐射吸收剂量(mSv/a)

监测点	数量	辐射累积剂量		年估算辐射吸收剂量	
		$\bar{x} \pm s$	范围	$\bar{x} \pm s$	范围
安检系统内侧	18	0.030 $\pm$ 0.018	0.008~0.068	0.370 $\pm$ 0.215	0.093~0.833
视频观测位	19	0.063 $\pm$ 0.019	0.031~0.092	0.771 $\pm$ 0.228	0.382~1.124
系统入口安检位	14	0.066 $\pm$ 0.052	0.004~0.163	0.799 $\pm$ 0.634	0.050~1.985
安检系统入口	20	0.077 $\pm$ 0.028	0.046~0.162	0.937 $\pm$ 0.337	0.556~1.966
安检系统出口	19	0.094 $\pm$ 0.232	0.005~1.043	1.142 $\pm$ 2.852	0.059~12.69
安检系统顶盖	16	0.123 $\pm$ 0.049	0.004~0.167	1.501 $\pm$ 0.592	0.052~2.027
旅客进站闸机口	20	0.085 $\pm$ 0.031	0.040~0.143	1.038 $\pm$ 0.371	0.486~1.742
服务中心	11	0.039 $\pm$ 0.017	0.019~0.071	0.474 $\pm$ 0.211	0.230~0.859
车控室	10	0.035 $\pm$ 0.016	0.022~0.070	0.423 $\pm$ 0.194	0.263~0.854
站长室	7	0.051 $\pm$ 0.015	0.035~0.075	0.620 $\pm$ 0.176	0.422~0.909
休息室	5	0.057 $\pm$ 0.010	0.042~0.068	0.701 $\pm$ 0.119	0.511~0.830
站台出入口	12	0.076 $\pm$ 0.032	0.045~0.134	0.931 $\pm$ 0.394	0.544~1.628

全年不间断在上述监测位置处停留,且铅胶帘恢复正常位置后的瞬时监测值在正常范围,可以认为安检系统对旅客的健康影响风险也较小。

监测还显示,采用TLD进行的累积辐射吸收剂量的监测结果,与瞬时监测的安检系统工作时周围辐射空气比释动能率结果一致^[1-2,7]。本次监测时间仅为30d,若能进行多个周期的监测,则更能说明各监测位置辐射水平的规律性变化特点。同时本次监测也提示,根据放射卫生最优化原则,仍应加强对地铁站工作人员及公众进行科学宣传教育,强化工作人员的轮岗工作制度,设置警示牌提醒公众勿在安检系统附近逗留,以减少不必要的辐射。

(志谢:本文为上海现场流行病学二期培训时完成,感谢康来仪、庄宇、俞雪莲、何懿老师的指导和帮助!)

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1]谭红汕,王桂敏,姜永根,等.上海市地铁站X射线行李包检查系统辐射水平监测结果分析[J].环境与职业医学,

2013, 30(6): 16-419.

[2]谭红汕,王桂敏,姜永根,等.上海市地铁站行李包安全检查系统防护情况调查[J].中国辐射卫生,2013,22(1): 99-100.

[3]Hsu FY, Lee WF, Tung CJ, et al. Ambient and personal dose assessment of a container inspection site using a mobile X-ray system[J]. Appl Radiat Isot, 2012, 70(3): 456-461.

[4]罗晋甘,林涌钦,张怡,等.两种方法测量深圳地区室内天然辐射剂量结果比较[J].中国热带医学,2014,14(10): 1257-1258, 1263.

[5]彭忠革,陆建芬,劳建成,等.柳州铁路局X射线行李包检查机工作人员个人剂量监测结果分析[J].广西预防医学,2005,11(4): 207.

[6]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中华人民共和国卫生部. GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].北京:中国标准出版社,2002.

[7]丁金焕,李杰,盖正东.某车站X射线行李包检查系统辐射水平分析[J].环境与职业医学,2014,31(4): 292-293.

(收稿日期:2015-01-04)

(英文编辑:汪源;编辑:洪琪;校对:葛宏妍)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志被中国科学引文数据库(CSCD)收录

2015年4月,中国科学院文献情报中心公布了2015—2016年度中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD)来源期刊。该库收录来源期刊1200种,其中中国出版的英文期刊194种,中文期刊1006种。经由定量遴选、专家定性评估,《环境与职业医学》杂志被收录为CSCD来源期刊(http://sciencechina.cn/cscd_source.jsp)。

《环境与职业医学》杂志衷心感谢各位编委、审稿专家、作者和读者对本刊的支持!热忱希望广大读者、作者、专家一如既往支持本刊工作,踊跃投稿!

《环境与职业医学》杂志编辑部