

深圳地铁一期工程各站段放射性水平与分析

慈捷元¹, 时劲松², 陈 峰², 何伟川², 饶秀珍², 李胜浓¹, 李忠平¹, 杨小柯¹

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2006)04-0474-01

【摘要】 目的 对深圳地铁一期工程各站段(包括站厅、站台、隧道口处)γ 辐射水平和氡浓度进行监测与评价。方法 按照《环境地表γ 辐射剂量率测定规范》和《空气中氡浓度的 闪烁瓶测量方法》监测。结果 深圳地铁一期工程各站段放射性属正常本底水平。结论 地铁工作人员所受辐射年有效剂量与深圳市民所受辐射年有效剂量基本相当,在地铁站长期工作或乘车旅行均不能造成额外明显的受照负担。

【关键词】 深圳地铁; 放射性检测; 卫生学评价

深圳地铁一期工程是深圳市现代交通体系建设的重大工程,是深圳交通发展史上的重大成果。我们于 2004 年 11 月作为地铁一期工程竣工验收组卫生防疫检测与评价工作内容,对其所属 18 个站厅、站台以及各站段隧道口处放射性水平进行了监测。

1 监测内容与方法

1.1 监测内容 地铁车站是过往乘客必经之处,人员密集,任何异常环境有害因素都可能对人群健康产生不良影响。根据放射性危害作用特点,我们对各站台、站厅及隧道口处分别做了γ 辐射剂量率现场监测和氡浓度测定。

1.2 仪器 γ 辐射剂量率测定采用北京核仪器厂生产的 BH3103A 型便携式 X-γ 剂量率仪,量程范围为 0~10 000×10⁻⁸Gy/h;氡浓度测定仪为北京核仪器厂生产的 FD-125/FH463A 型氡钍分析仪。γ 辐射剂量率仪及氡钍分析仪分别于 2004 年 9 月和 6 月由中国计量科学研究院和南华大学氡实验室检定(检定证书编号 FSj2004-0289;氡检字第 2004-120 号)。

1.3 方法 分别在站台层、站厅层按梅花布点法现场检测和样品采集。各站段连续检测,采样 3 d。检测数据按计量资料求得算术均数,做 t 检验分析。γ 辐射剂量率测量按照《环境地表γ 辐射剂量率测定规范》^[1]要求检测;氡浓度测定按照《空气中氡浓度的闪烁瓶测量方法》^[2]测定。

2 结果

2.1 各站段γ 辐射水平与氡浓度检测及统计结果列于表 1。

从表 1 可见,各监测点 γ 辐射水平在 0.137~0.250μGy/h,平均值为 0.191μGy/h;各站段 γ 辐射平均值最低是国贸站为 0.173μGy/h,最高是竹子林站为 0.216μGy/h;各采样点空气中瞬时氡浓度在 1.7~95.2Bq/m³,平均值为 18.3Bq/m³,各站段氡浓度平均值最低是华强路站为 13.2 Bq/m³,最高是竹子林站为 23.2 Bq/m³。

2.2 各站段不同地层γ 辐射水平与氡浓度 站厅和站台、隧道不同层面γ 辐射及氡浓度统计结果列于表 2。各层面间γ 辐射平均值经方差分析差异有显著性(P<0.05);各层面氡浓度平均值之间差异无显著性(P>0.05)。

3 讨论

从以上监测和统计结果看到,深圳地铁一期工程各站段γ 辐射水平在 0.137~0.250μGy/h,平均值为 0.191μGy/h,辐射剂量率符合广东省平均统计^[3]结果,属正常本底水平(广东省室

表 1 各站段γ 辐射与氡浓度					
站段	γ 辐射(μGy/h)		氡(Bq/m ³)		
	监测点数	$\bar{x} \pm s$	样品数	\bar{x}	s
罗湖站	42	0.185±0.019 (0.137~0.212)	24	19.5 (4.7~30.7)	7.00
国贸站	57	0.173±0.015 (0.151~0.211)	30	16.0 (2.4~29.4)	7.61
老街站	57	0.176±0.011 (0.153~0.201)	35	14.0 (1.7~31.2)	5.43
大剧院站	40	0.192±0.012 (0.171~0.235)	24	14.0 (3.5~21.2)	5.86
科学馆站	42	0.200±0.018 (0.166~0.228)	24	23.1 (11.1~42.0)	6.85
华强路站	42	0.187±0.016 (0.161~0.222)	24	13.2 (1.8~24.3)	5.43
岗厦站	42	0.187±0.013 (0.153~0.211)	24	17.6 (6.2~27.9)	5.68
福民站	42	0.186±0.009 (0.162~0.205)	24	19.3 (9.3~29.9)	7.06
市民中心站	42	0.191±0.014 (0.168~0.219)	24	17.7 (3.1~28.1)	6.56
少年宫站	42	0.185±0.011 (0.165~0.211)	24	19.2 (9.6~34.9)	7.54
会展中心站	68	0.180±0.016 (0.168~0.224)	36	22.5 (13.8~36.0)	6.03
购物公园站	42	0.193±0.012 (0.174~0.220)	24	17.0 (2.3~27.8)	6.56
香蜜湖站	42	0.204±0.012 (0.175~0.228)	24	16.4 (5.2~23.2)	5.14
车公庙站	42	0.195±0.019 (0.164~0.233)	26	15.9 (3.6~38.6)	7.03
竹子林站	42	0.216±0.015 (0.193~0.250)	22	23.2 (7.1~95.2)	18.04
侨城东站	42	0.198±0.012 (0.164~0.219)	21	22.4 (8.5~46.2)	10.58
世界之窗站	42	0.202±0.007 (0.182~0.214)	24	17.9 (3.0~34.0)	9.80
华侨城站	42	0.193±0.014 (0.164~0.219)	24	19.8 (7.7~33.5)	6.60
平均		0.191±0.010 (0.173~0.216)		18.3 (13.2~23.2)	3.04

内天然辐射水平范围为 0.05~0.49μGy/h,平均值为 0.18μGy/h)。氡浓度在 1.7~95.3 Bq/m³,平均值为 18.3 Bq/m³,所有检测样品空气中瞬时氡浓度均符合中华人民共和国国家标准《地下建筑物氡及其子体浓度控制标准》(GB15356-2002)、《民用建筑物室内环境污染控制规范》(GB50325-2001)及《室内空气质量标准》(GB18883-2002)。

作者单位: 1. 深圳市疾病预防控制中心, 广东 深圳 518020;
2. 深圳市环境保护监测站

作者简介: 慈捷元(1956~),男,大学,从事放射卫生工作。

表 2 站厅层和站台隧道层γ 辐射及氡浓度

检测 层面	γ 辐射(μGy/h)		氡(Bq/m ³)		
	监测点数	$\bar{x} \pm s$	样品数	\bar{x}	s
站厅层	270	0.204±0.013 (0.177~0.250)	162	17.4 (1.7~95.2)	9.15
站台层	315	0.193±0.014 (0.160~0.233)	189	17.2 (1.8~46.2)	8.04
隧道口	225	0.180±0.013 (0.137~0.215)	107	19.5 (2.3~41.3)	7.48
平均		0.192±0.009 (0.180~0.204)	458	18.0 (17.2~19.5)	1.04

根据上述检测和统计结果,按照 UNSCEAR1993 年报告的自然辐射外照射所致居民人均年有效剂量估算模式,即天然γ 辐射产生的有效剂量与空气吸收剂量率的比值取 0.7Sv/Gy。据此可对地铁工作人员因地铁内工作受照剂量做出如下估算:地铁工作人员全年在地铁站内时间约为 2000(250d×8h/d)h,其所受γ 辐射年有效剂量在 0.242(0.173~0.302)mSv 之间。均值为 0.267mSv(0.191μGy/h)。刘祖森等报道^[4],深圳市居民居留因子调查结果约为 0.8~0.2,即室内、室外存留时间约为 4:1。居民因天然本底γ 辐射外照射人均年有效剂量约为 0.83mSv。深圳地铁工作人员和一般居民所受γ 辐射年有效剂量比较列于表 3。

根据表 3 统计结果分析,深圳地铁一期工程各站段γ 辐射

表 3 深圳地铁工作人员与一般居民所受γ 辐射年有效剂量

居留场所	地铁工作人员		一般居民	
	居留时间(h)	年有效剂量(mSv/a)	居留时间(h)	年有效剂量(mSv/a)
地铁内	2000	0.267	/	/
室内	5008	0.487	7008	0.682
室外	1752	0.144	1752	0.144
合计	8760	0.898	8760	0.826

水平属正常本底辐射水平,地铁工作人员全年所受室内外γ 辐射有效剂量与深圳居民所受γ 辐射年有效剂量基本相当。在此环境内长期工作或乘车旅行都不能造成工作人员或乘客额外明显的受照负担。

参考文献:

[1] GB14585—1993 环境地表γ 辐射剂量率测定规范. 国家环境保护局[S].
[2] GB21155—2002 空气中氡浓度的闪烁瓶测量方法[S].
[3] 张林,吴鸣泉.广州地铁一号线沿线土壤放射性水平[J].中国辐射卫生,2001,10(2):86—88.
[4] 刘祖森,戈其君.广东大亚湾核电站运行前深圳市环境辐射水平及其所致居民剂量[J].中华放射医学与防护杂志,1997,17:193—196.

(收稿日期:2006—05—17)

(上接第 473 页)

表 2 与全国其他省市饮用天然矿泉水中放射性平均水平的比较(Bq/L)

省份	总α	总β	²²⁶ Ra
海南	0.09	0.14	0.019
吉林	0.02	0.06	0.001
山东	0.05	0.13	0.002
河南	0.19	0.13	0.010
广东	0.37	0.25	0.069
黑龙江	0.14	0.11	0.046
湖北	0.07	0.13	0.060
安徽		0.08	0.026
乐山市(四川省)	0.01	0.01	
内蒙古			0.002
新疆	0.14	0.24	0.185

(2)新疆天然饮用矿泉水中总α、总β和²²⁶Ra 放射性水平年度变化(见表 1)。经统计分析,1998 至 2005 年,8 年间矿泉水中总α、总β和²²⁶Ra 测定结果没有明显变化(P>0.05)。新疆饮用天然矿泉水中放射性平均水平与全国其他省市的比较(见表 2)^[3-12]。由此可见,这 11 个地区的矿泉水中总α均值广东>河南>黑龙江=新疆>海南>湖北>山东>吉林>乐山市(四川);总β均值广东>新疆>海南>山东=河南=湖北>黑龙江>安徽>吉林>乐山市;²²⁶Ra 均值新疆>广东>湖北>黑龙江>安徽>海南>河南>山东=内蒙古>吉林。

3 讨论

矿泉水中的放射性物质主要来自于两大部分。即矿泉水水源所在地土壤、岩石中的放射性物质向矿泉水的转移和人类的实践活动可能使水源受到污染。就前者而言,放射性物质向水源的转移是一个极其复杂过程,它取决于地质、水文、土壤和岩石的种类、理化特性等。并且周围生态环境、地貌环境及地质环境的任何改变,也将对其产生影响。同时来自于地下深层的天然矿泉水被认为未受到外界环境污染而普遍受到公众的接受,消费量日益增加。而新疆远离海洋,气候干燥,降水量少,蒸发量大,水的矿化度高。加之新疆地区花岗岩出露地质

带分布较广,矿泉水中可能含有一定量的天然放射性物质,对其进行放射性水平检测,对维护人民健康具有重要意义。

本调查分析 1998 年至 2005 年间新疆天然饮用矿泉水放射性水平后,认为所测各样本放射性属正常本底水平,虽然新疆饮用天然矿泉水中²²⁶Ra 浓度在全国已报道的数据中最高(均值 0.185Bq/L),可是仍低于国家标准中规定的限值(1.1Bq/L)。因此,就²²⁶Ra 而言,饮用上述天然矿泉水是安全有益的。我国天然矿泉水资源丰富,类型齐全,世界上的矿泉水类型,我国均有分布,应合理开发利用这一宝贵资源以造福人民。

参考文献:

[1] 中华人民共和国卫生部卫生法制与监督司.生活饮用水规范 2001.
[2] GB8537—1995.饮用天然矿泉水[S].
[3] 王川健,林智,陈玉坤.海南省饮用天然矿泉水放射性水平[J].中国辐射卫生,2005,14(3):200—202.
[4] 顾晓莉,朴永德,张冠英.吉林省矿泉水放射性水平的调查[J].中国辐射卫生,2005,14(2):117.
[5] 袁明,李福生,陈英民,等.山东省矿泉水放射性水平及卫生学评价[J].中国辐射卫生,2001,10(4):223.
[6] 秦文华,王建华,武丽,等.河南省矿泉水中总α总β和²²⁶Ra 含量及其所致剂量[J].中国辐射卫生,2001,10(4):211—212.
[7] 郭义曹,黄嘉麟,刘小莲.广东省天然矿泉水放射性核素浓度及其所致居民剂量[J].中华放射医学与防护杂志,2000,20(2):132—135.
[8] 季秀芬,栾耀君,栾瑞香.黑龙江省矿泉水中放射性水平测定[J].中国辐射卫生,1999,8(2):91.
[9] 刘江新,王焕强,王艳.湖北省矿泉水放射性水平及其所致居民剂量[J].中国辐射卫生,1998,7(2):115.
[10] 喻佩珩,何木生,吴品森,等.安徽省天然饮用矿泉水中总β和²²⁶Ra 浓度及所致居民剂量[J].安徽预防医学杂志,1997,3(2):10—11.
[11] 张秀莲,陈玉辉,代德.乐山市饮用水放射性水平调查与评价[J].现代预防医学,1997,24(4):481.
[12] 李烨,孙宝成,丛日辉.内蒙古部分盟市矿泉水中 Ra—226 放射性水平[J].中华放射医学与防护杂志,1995,15(6):370.

(收稿日期:2006—06—09)