

天津市滨海新区土壤氡浓度水平调查

赵 锋, 王建军, 田义宗, 高建政

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)03-0334-02

【摘要】目的 掌握天津市滨海新区的土壤氡浓度。方法 通过 RAD7 现场监测仪器瞬时监测。结果 取得监测数据 50组, 土壤氡浓度平均值为 1838.2 Bq/m³。结论 在进行滨海新区土壤氡浓度调查后, 根据标准要求当确定工程地点不存在断裂带时, 可不再进行土壤氡浓度的测量。

【关键词】土壤氡浓度; 滨海新区; 调查

天津市滨海新区包括塘沽区、汉沽区、大港区三个行政区, 面积约 2270 km², 当前常住人口约 200万, 自滨海新区纳入国家区域经济发展战略后, 经济社会快速持续发展, 民用和工业建筑工程建设明显加快, 土地作为经济社会的承载者得到充分利用, 对建筑工程用土地的相关检测、研究也在加紧进行。

根据国家强制执行的《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB50325-2001)(2006年版)有关规定, 新建、扩建的民用建筑工程的工程地质勘察报告, 应包括工程所在城市区域土壤浓度或土壤表面氡析出率测定历史资料及土壤氡浓度或土壤表面氡析出率平均值数据。因此为服务滨海新区发展、建设, 从 2009年 8月~12月对滨海新区的土壤氡浓度进行了监测。

1 地基土壤是室内氡的主要来源

室内空气中的氡主要由于地基(岩石、土壤)、建材、室外空气、生活用水、家用燃料, 其中地基土壤氡是室内氡的主要源

作者单位: 天津市辐射环境管理所, 天津, 300191
作者简介: 赵锋(1970~), 男, 天津市人, 高级工程师, 从事核与辐射环境管理工作
通讯作者: 田义宗

$$E_{Rm} = 5 \times 1.59 \times 10^{-6} T \cdot C \cdot F \quad (3)$$

式中: E_{Rm} 为 1年吸入氡及其子体所致有效剂量(mSv/a); 5为有效剂量与工作水平月之间的转换系数(mSv/WLM); 1.59×10^{-6} 为平衡当量氡浓度暴露量与工作水平月之间的转换系数(WLM/Bq·h·m⁻³); T为工作时间, 2400 h^[3]; C为氡浓度(Bq/m³); F^[4]为平衡因子。

表 2 矿工在不同通风率条件下的年有效剂量

序号	通风率 (m·min ⁻¹)	F	CRn (Bq/m ³)	ERN (mSv/a)
1	0.00	1.00	23800	454.1
2	0.0002	1.00	17000	324.4
3	0.001	0.96	4410	80.78
4	0.003	0.87	1590	26.39
5	0.01	0.66	482	6.069
6	0.03	0.39	165	1.228
7	0.10	0.16	48.8	0.149
8	0.30	0.06	16.6	0.019
9	1.00	0.02	4.88	0.0019

根据表可知, 井下通风率至少达到 0.01m·min⁻¹, 才符合国家标准 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》附录 H中规定工作场所中氡持续照射下的行动水平小于 500Bq²²²Rn/m³的要求, 并且估算的吸入氡及其子体的内照射也低于国家标准职业年有效剂量限值 20mSv/a的要求, 可不需要采取补救行动。

由此可见, 通风换气次数对井下氡浓度的影响很大。如果

项, 约占室内氡来源的 60%^[1]。建筑物周围及地基土壤的氡, 通过扩散和渗透进入室内, 一般情况下, 花岗岩、明矾石页岩、炭质页岩等岩石的铀、钍含量较高, 尤其是由放射性含量高的岩石风化而成的土壤氡浓度更高。

表 1 世界平均地区室内空气氡的来源比较

氡源	进入率 (Bq·m ⁻³ ·h ⁻¹)	所占比率 (%)
房屋及土壤	34.0	60.4
建筑材料	11.0	19.5
室外空气	10.0	17.8
生活用水	1.0	1.8
家用燃料	0.3	0.5
合计	56.3	100

2 全国土壤氡浓度概况

目前我国尚未在全国范围内进行地表土壤氡水平的普查, 据部分地区的调查报告称, 不同地方的地表土壤氡水平相差悬殊。根据文献[2]提供的资料, 用航测数据换算进行的 144个

井下通风条件不佳, 很有可能超出国家标准, 危害职业工作人员, 这时控制井下氡浓度必须采取增大通风换气率。

3.2 其他降氡措施 除了增大通风率来降低巷内氡及其子体浓度, 也可采取对矿井内废旧巷道和采空区的井壁进行防氡保护层的涂抹、预通风、湿式作业、佩戴防护口罩、井下矿石、废矿石和巷道内的积水及时清除等措施都是利益代价较小的方式。

4 结论

通过对此钼矿的氡气水平的调查监测, 可以了解该伴生放射性钼矿施工期部分平峒内氡浓度水平达到了 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定工作场所氡持续照射下的宜考虑采取补救行动水平的要求。

为了有效的降低井下氡浓度, 可通过增大井下通风率(至少达到 0.01m·min⁻¹)和其他利益代价较小的降氡方式, 这在伴生矿开采过程中采取的辐射防护有一定的指导意义, 并对工程设计人员有实际参考价值。

参考资料:

[1] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
[2] 郑天亮, 周竹虚, 尚兵. 建筑工程防氡技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006. 65-67.
[3] ICRP Publication 65 Protection against radon-222 at home and at work[R]. ICRP 1994.
[4] GB18198-2000 矿工氡子体个人累积暴露量估算规范[S].
(收稿日期: 2010-05-12)

城市土壤氡浓度平均值为 7 300 Bq/m³, 具有土壤氡高背景值的 17个城市浓度为 10 100~22 900Bq/m³, 中背景值的 101个城市为 5 100~9 900Bq/m³, 低背景值的 26个城市为 3 700~4 900Bq/m³, 其中天津的土壤氡浓度平均为 4 300Bq/m³。

3 检测仪器和使用条件

本次调查监测使用美国斯坦福公司生产的 RAD7金硅面α粒子探测器, 测量范围 3 7 Bq/m³~ 7. 4×10⁵ Bq/m³; 响应时间 2 min~24 h;探测下限 3 7 Bq/m³。该仪器通过监测每个α粒子的能量, 鉴别出钋-218、钋-214等区分新氡、旧氡, 钍、信号和噪声。金硅面α粒子监测器采样室是一个 0. 7L的半球状物, 内表面涂有导电层。半球的中心位置是一个固态粒子植入式平面硅α粒子探测器, 在导电层与探测器之间加有 2 000~2 500V高压形成一个电场, 该电场把带正电微粒推向探测器。氡-222衰变后形成带正电的钋-218, 在内部电场作用下粘附在探测器上, 当半衰期为 3. 05s的钋-218在探测器表面衰变时, 其放出的α粒子有 50%的可能性进入探测器, 形成与α粒子能量成正比的电信号。

表 2 滨海新区土壤氡浓度

序号	区域	数据量(个)	土壤氡浓度 平均值 (Bq/m ³)	浓度范围 (Bq/m ³)	测量环境描述
1	汉沽内陆区	4	794. 5±684. 3	82. 0~1. 4×10 ³	基本农田, 湿度小
2	汉沽滨海区	5	442. 1±551. 2	76. 6~1. 4×10 ³	盐碱地, 水位浅
3	黄港水库区	5	178. 9±103. 0	65. 4~308. 7	湿度大, 水位浅
4	东丽区	3	448. 1±612. 5	49. 1~1. 2×10 ³	湿度大
5	TEDA城区	4	(3. 4±2. 7)×10 ³	576. 0~5. 7×10 ³	外来土, 湿度小
6	大港城区	3	310. 5±381. 8	87. 3~751. 3	外来土, 湿度大
7	大港港西区	6	(1. 8±1. 8)×10 ³	115. 0~4. 6×10 ³	基本农田, 水位深
8	大港油田区	4	(1. 2±1. 7)×10 ³	82. 3~3. 8×10 ³	湿度小, 盐碱地
9	大港涉水区	4	(1. 1±1. 4)×10 ³	164. 0~3. 3×10 ³	水位浅, 盐碱地
10	塘沽东沽	2	(1. 6±1. 9)×10 ³	289. 0~3. 0×10 ³	外来土, 盐碱地
11	临港工业区	5	182. 0±28. 7	164. 0~224. 4	填海造地, 水位浅
12	东疆港保税区	3	(2. 6±1. 0)×10 ³	(1. 7~3. 5)×10 ³	填海造地, 水位浅
13	中新生态城	2	(9. 7±6. 0)×10 ³	5. 5×10 ³ ~1. 4×10 ⁴	外来土, 水位较浅
共计		50	(1. 8±2. 6)×10 ³	49. 1~1. 4×10 ⁴	——

根据文献[2], 如果对 50个检测点位按照 0~1 000 Bq/m³、1 001~3 700 Bq/m³、3 701~4 900 Bq/m³、4 901~9 999 Bq/m³、10 000 Bq/m³以上划分 5个活度区间, 监测点位浓度背景主要集中在低及其以下, 中高的仅有 4个点位。

表 3 土壤氡浓度分布状况

背景区间	浓度范围 (Bq/m ³)	数据个数
极低	0~100	30
较低	1 001~3 700	14
低	3 700~4 900	2
中	5 100~9 900	3
高	10 000以上	1

5 结论

由于在 2 270 km²的滨海新区在建项目较多, 从长远看可以把整个新区作为一个城市, 根据《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB50325—2001)(2006年版)的规定, 在城市区域可按 2 km×2 km网格布置测点, 因此设置 50个监测点位; 由于新区的土地环境非常复杂, 严格按照 2 km×2 km网格布点是不现实的, 有的布点位置不得不作适当调整, 但是基本按照上述布点原则。

从表 3看出, 本次检测的数值绝大多数低于文献[2]给出

本次调查监测的时间均选择在上午 10点到下午 4点之间, 现场取样测试均为晴天, 环境湿度 50%~80%, 风力 0~3m/s之间; 仪器电压为 5 9~6 0V以下, 通过土壤杆抽取土壤中气体经干燥后的湿度为 9%以下, 仪器选择 Sniff模式, 用来追踪浓度快速变化的氡, 在该模式下, 仪器通过检测 3 min的钋-218的α的峰值来对氡水平作出快速响应; Thoron关闭。

每个监测点均采用螺纹钢钎打孔, 孔的直径为 20 mm, 深度为 700~800 mm, 把钢钎拔出后立刻把土壤杆放入, 用铁锤把土壤杆周围压实, 检验是否漏气; 每个点采样周期为 5个, 每个周期设定的时间为 5 min, 前两个周期作为净化空气用, 取后 3个周期的平均值作为该采样点的土壤中氡浓度测量值。

4 调查结果

根据土壤类型、测量环境或者行政区域, 把在整个滨海新区测量的 50组数据分成 13个区域, 因为整个测量区域地面环境较为复杂, 区域的划分有一定的随机性。整个区域的水位较浅, 尤其是东疆港保税区、临港工业区和黄港水库区; 整个区域土壤的湿度较大, 基本农田较少, 盐碱地较多, 尤其是滨海部分。

的天津土壤氡浓度平均为 4 300Bq/m³的值; 从表 2看出, 所有点位的平均浓度为 1 838. 2Bq/m³也低于该值 2倍多。出现上述检测结果的原因可能是, 从文献[2]看出计算/实测值为 0. 62~2. 97之间, 变化范围很大, 利用航测土壤铀含量换算的天津市土壤氡浓度值与实际监测的数据不一致很正常。

由于 50个测点的监测环境条件很不一致, 所测得数据的偏差也较大, 最大值与最小值相差百倍, 对相差极大的数据进行平均掩盖了数据的真相, 因此是否进行土壤氡浓度监测应该分析具体建设项目, 不能一概而论。

根据标准要求, 滨海新区的土壤氡浓度监测结果绝大多数低于 10 000 Bq/m³, 因此在确定工程场地所在地点不存在地质断裂构造, 可不再进行土壤氡浓度测定。实际上, 滨海新区的部分地区地质结构较为复杂, 有宁河凸起、北塘凹陷、潘庄凸起带, 又有蓟运河断裂、北仓东断裂和汉沽断裂等, 因此在确定是否进行土壤氡浓度时, 应该根据具体情况分析。

参考文献:

[1] 任天山. 室内氡的来源、水平和控制[J]. 辐射防护, 2001, 9: 291—298.
[2] 王喜元, 朱立. 中国土壤氡概况[M]. 北京: 科学出版社, 2006.