

青岛市天然放射性环境地质调查与评价

夏宁¹ 邢锋² 朱立³

(1 青岛海洋地质研究所; 2 核工业东北地质局二四八大队; 3 清华大学)

摘要: 用几种方法开展了青岛地区的环境放射性调查与评价。发现青岛地区土壤中放射性核素的辐射水平高于山东省及世界平均水平,但总体上放射性核素辐射水平正常。尚未发现对人居环境有明显影响的因素和现象,整体天然放射性环境是安全的。

关键词: 天然放射性 环境地质调查 γ 剂量率 放射性核素 氡

1. 前言

青岛市位于胶东半岛的南部,海拔 500 米以下,地形起伏平缓,属于海洋性气候。该地区属新华夏系巨型构造的第二隆起带,位于山东山字型构造体系与郯城—庐江断裂构造带复合部位的东侧。主要构造是北东向展布的平缓宽阔的褶皱,有两条较大的断裂。

由于长期隆起,燕山期岩浆活动频繁,形成规模巨大的侵入岩体,主要是钾长花岗岩和二长花岗岩。

青岛地区土壤中 U、Th、Ra、K 的比活度均高于山东全省及世界平均水平,土壤放射性核素水平是由其基岩核素水平决定的。青岛地区为富含铀、钍的花岗岩分布区,其土壤覆盖层较薄,许多房屋直接坐落在花岗岩基岩上,基岩种类不同,其核素浓度差异明显。因此,岩石中核素水平对居住环境影响很大。

我国八十年代以前,对放射性的研究,主要用于找矿、找地下水、地震预报和研究地质构造等。八十年代以后,放射性核素作为一种环境污染物质,尤其是与人居环境的关系,开始引起有关部门的注意。我国辐射防护专家潘自强院士在《我国天然辐射水平和控制中一些问题的讨论》一文中指出:“自古以来人类就受到天然辐射的照射,因此习以为常。但从辐射影响的角度看,不论是天然辐射,还是人工辐射,对于持续小剂量照射,只要剂量水平是相同的,其影响也应大体相同”。

随着科技发展和社会进步,居住环境对人体健康影响的研究越来越被人们所重视。人们面临的挑战之一就是搞清天然放射性核素对人居环境的影响。通过对青岛地区天然放射性核素水平进行较为详细的调查,为本地区进一步开展放射生态研究、放射性核素在生态系统中迁移和作用、以及补救战略和减轻危害等工作奠定基础,积累可靠的数据和资料,为政府决策提供科学依据,为合理、有效地利用青岛地区国土资源提供支持。

2. 调查区范围

调查工作区四个角点的坐标为:

左下角为: $36^{\circ}00' N$, $120^{\circ} 15' E$;

左上角为： $36^{\circ} 20' N$, $120^{\circ} 15' E$;

右上角为： $36^{\circ} 20' N$ $121^{\circ} 00' E$;

右下角为： $36^{\circ} 00' N$, $121^{\circ} 00' E$ 。

包括 1: 50,000 青岛幅, 胶县幅, 沧口幅, 黄岛幅, 沙子口幅, 王哥庄幅共六个图幅的陆域面积, 包括原野和市区。

环境辐射场由陆地伽玛辐射及宇宙辐射组成, 评价陆地辐射所造成的吸收剂量率时需要减去宇宙辐射影响的成分。因此, 还定期测量了宇宙辐射的水平。

3. 测量点的布设

原则上实行网格布点, 根据剖面测试及城市目前格局等实际情况, 确定网格大小。根据本测区岩性、构造特点布设测量点, 测点尽量垂直地质体。遇异常情况 (高点、异常点) 时, 重复测量, 并向周边地区加密追索。

3.1 在人口居住密集区、沿海旅游观光区等, 按 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 网格布点。遇障碍时, 根据实际情况适当调整, 但相邻点的间距不大于 150m、小于 50m。

3.2 在市区沿路网布点, 测量道路时, 如铺路材料基本相同, 路旁情况也基本相似时, 按 $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ 网格布点。遇障碍时, 根据实际情况适当调整, 但相邻点的间距不大于 300m、小于 200m。在市郊沿路网布点, 与上述情况相同时, 网格放宽至 $500\text{ m} \times 500\text{ m}$ 。

3.3 田野、荒郊及人口稀少地区以及盐滩, 按 $500\text{ m} \times 500\text{ m}$ 网格布点。

3.4 无人居住山区, 按穿越法进行测量, 点距 250m-300m。

3.5 在构造带, 按垂直于构造带的方向测量; 岩性变化复杂区按 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 网格布点。以上两种情形在现场测量时, 根据实际情况加密布点, 直至加密到 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。

3.6 测氡时, 构造带和异常区布设短剖面, 线距 50m -100m, 点距 5m-30m。

设计书中, 调查区共布点 12000 个, 2003 年已完成青岛幅陆域面积 160 平方公里 5500 个布点的测量工作。

4. 测量方法

开展了现场地质环境观察、环境地表 γ 剂量率测量、地面放射性核素浓度测量、土壤氡浓度测量和少量的放射性地化取样等工作。

4.1 地质定位、描述、环境观测及现场采样

现场用 GPS 定位, 要求误差 $\pm 15\text{ m}$ 。手图采用 1: 1 万地形图, 要求误差 $\pm 10\text{ m}$ 。如 GPS 与手图不一致时, 要复查并找出原因。定位时, 均采用北京 54 坐标系, 如遇 GPS 盲区, 以手图为准。并记录经、纬度, 实际误差。

地质描述和环境观测录入掌上电脑。掌上电脑记录的选项内容, 根据工作区地质、环境等实际情况, 进行规范化描述, 现场记录时采用选择填入。

样品采集力求覆盖全区各种岩石类型和松散层。每类岩石样品采集应均匀分布全

区露头。测区主要岩石（沉积岩、火山岩）及松散层（海积层、冲洪积层、残坡积层、土壤层等），原则上每类采集不少于 20 个样品。

4.2 γ 剂量率测量

本调查选用能量响应较好、灵敏度高、稳定性好的 CKL-3120 $\alpha-\gamma$ 剂量率仪，严格执行国家标准 GB/T14583-93《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》，进行现场 γ 辐射剂量率的测定。

4.2.1 γ 剂量率仪性能检查

a. 项目开工前，CKL-3120 $\alpha-\gamma$ 剂量率仪经中国计量科学研究院检定，合格后方可使用。

b. 每日工作前后，在选定的固定点上测量，测量方式与野外测点上的测量方式一致，以此作为仪器的长期稳定性检查。剂量率仪校准源的偏差应小于 15%，固定点测量值偏差应小于 20%。

4.2.2 γ 剂量率现场测定工作质量保证

a. 测点位置尽可能选择周边 5 米内无建筑物的平坦地点。

b. 探头距地面 1m 高，测点距附近高大建筑物的距离需大于 30 米，并选择在被测对象中间地面上 1 米处。

c. 仪器设置为 10 秒/次，3 次为 1 个循环，1 个测量点进行 10 个循环。10 次测量值间的变异系数应小于 15%。

d. 环境地表 γ 辐射剂量率水平与地下水位、土壤中水分、降雨的影响、冰雪的覆盖、放射性物质的地面沉降、射气的析出和扩散与植被的关系等环境因素有关，测量时应加以注意，记录清楚。

4.3 地表放射性核素浓度测量

据前人研究成果，青岛地区地表土壤中铀镭平衡系数为 0.99—1.2，表明该地区铀与镭基本上处于平衡状态，因此可以采用 FD-3022 微机四道伽玛能谱仪直读含量方式测量，本次测量执行地矿行业标准 DZ/T0205—1999《地面 γ 能谱测量技术规程》进行高精度测定。

4.3.1 FD-3022 微机四道伽玛能谱仪“三性”检查

a. 每年项目开工前，到核工业放射性勘查计量站对所有仪器进行精确性检定，检定合格方可使用。

b. 检定合格后，按《规程》对仪器进行高精度短期稳定性检查。然后对各台仪器的测量一致性进行高精度比对测量检查。检查合格后方可进行野外测量。

c. 选择一处读数相对稳定、环境影响较小的点，作为工作区的基准点，并测量基准点上的标准值；每天出工前和收工后，在保持相同的测量时间和几何条件下，各台仪器在基准点上进行检查测量，分别读多组数据，并取其平均值与基准点的标准读数

对比,要求各道含量值相对误差不超过 $\pm 15\%$ 。若有超差现象,则重复检查测量,检查不合格的仪器停止野外工作;若收工后发现仪器不合格,则该仪器的当天测量结果作废。以此作为仪器的长期稳定性检查。

4.3.2 放射性核素浓度现场测定工作质量保证

- a. 测点位置尽可能选择周边 5 米内无建筑物的平坦地点。
- b. 将仪器探头置于地面,采用 GPS 手持卫星定位仪确定测点坐标。
- c. 每次读数的测量时间选定 120 秒,每点读数三次,三次读数之间允许误差为:铀含量 $\leq \pm 1.5 \times 10^{-6}$;钍含量 $\leq \pm 2.0 \times 10^{-6}$;钾含量 $\leq \pm 0.5\%$;总道含量 $\leq \pm 10\%$ 。

4.4 土壤氡气测量

采用 FD-3017 RaA 测氡仪,按核行业标准 EJ/T605—91《氡及其子体测量规范》进行现场测定。

4.4.1 FD-3017 RaA 测氡仪性能检查

- a. 每年项目开工前,到核工业放射性勘查计量站对仪器进行测值检定,取得合理的校准因子后方可使用。
- b. 每日出工前,检查仪器校验系数和阈值旋钮的刻度位置;工作前后用工作标准源(Pu^{239} α 源)对仪器进行检测,检测计数的相对误差应小于 10%,作为仪器稳定性检查。
- c. 开工前,选择 1—2 条剖面进行多台仪器测量,对比测量结果作为各仪器的一致性检查,各仪器的测量结果综合相对误差应不大于 30%。

4.4.2 土壤氡浓度现场测定工作质量保证

- a. 布点密度原则上同地表核素测量,但在人工覆盖(如柏油路、水泥硬化地面、各类地砖铺面和人工松散堆积物)和浮土厚度不足 0.5 米的地段不进行测量。
- b. 测点应选择浮土出露大于 10 平方米的地段中心,以保证测量的氡浓度具有客观性。
- c. 测点上采用 GPS 手持卫星定位仪确定测点坐标;取气深度 0.5 米;抽气体积选定 1.5 升,抽气时间不少于 30 秒。

- d. 测量时,高压加电时间为 2 分钟;测量读数时间为 2 分钟;每测点测量一次。

5. 调查区天然放射性环境分布水平评述

5.1 环境地表 γ 辐射剂量率水平评述

5.1.1 调查区 γ 剂量率区域分布特征

- a. 调查区 γ 剂量率测量结果表明:区内绝大多数地段 γ 剂量率小于 $10 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$;区内出现的偏高点的 γ 剂量率值一般小于 $15 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$,也属于天然放射性正常值范围,基本上属于区内各类花岗岩岩性的正常反映。
- b. 调查区海岸带由于砂、泥质海滩的覆盖屏蔽,基本上呈现较低的辐射水平,大

多数地段 γ 剂量率小于 $8 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。

c. 区内分布着大量 γ 剂量率偏高点，测值一般介于 $10—15 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，其分布规律大致与区内构造和岩体展布特征相同，即呈北东向断续展布；偏高点展布有三条带：四方北岭——李村，青岛山——双山，辛家庄——山东头。这三条偏高点带基本上分布在区内的几条大断裂带上，这表明偏高点的产生与断裂活动有关。

d. 野外地质观察和有关地质资料表明，区内几处 γ 剂量率测值较高（介于 $12—15 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ）的点，均与构造附近花岗岩体内正长斑岩岩脉的产出有关。

5.1.2 调查区环境 γ 射线辐射水平综述

综合上述，青岛市区及其周边天然辐射水平，属于一般本底水平，与国内外一般地区的水平相比呈中等天然辐射水平。未发现明显的人工放射性污染或天然辐射高本底地段。全区 γ 剂量率测值最高点位于王家麦岛北部的正长斑岩脉上，其测值为 $17.63 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；最低点位于麦岛北部海边，测值仅为 $3.77 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；平均变异系数为 15.81%， γ 剂量率变化不大，天然辐射水平较为均匀。

5.2 地面放射性核素（U、Th、K）浓度分布状况评述

5.2.1 调查区地面放射性核素浓度区域分布特征

5.2.1.1 地面放射性核素 ^{238}U 浓度区域分布特征

a. 调查区内地面放射性核素 ^{238}U 浓度平均值为 28.16Bq/kg ，分布呈东西两大单元，以北东向的青岛—李村断裂带为界，断裂带以西地面放射性核素 ^{238}U 浓度值明显偏高，除海滩地带，测量值略高，一般大于 25.0Bq/kg ，相比属于偏高地区；断裂带以东，除东部沿海新城外，地面放射性核素 ^{238}U 浓度值一般小于 25.0Bq/kg ，明显低于西部。总体上地面放射性核素 ^{238}U 浓度与山东省和世界地面放射性核素 ^{238}U 平均浓度（分别为 30.3Bq/kg 、 25.67Bq/kg ）属于正常地区。

b. 调查区西部基岩岩性是正长花岗岩岩体，岩体内分布着多处 ^{238}U 浓度偏高（测量值一般大于 40.0Bq/kg ）点，这些点的展布趋势在空间上与正长花岗岩岩体的展布特征相一致。这表明本区地面放射性核素 ^{238}U 浓度的增高与岩性有关。

c. 调查区东部基岩岩性以二长花岗岩为主，其 ^{238}U 浓度偏高（测量值一般大于 40.0Bq/kg ）点较少，偏高点集中分布在东中的部的沿海新城，且展布空间位置与二长花岗岩岩体中次级断裂及其伴生的正长斑岩岩脉的产出位置相一致。表明本区地面放射性核素 ^{238}U 浓度的增高与构造岩浆活动有关。

d. 调查区沿海地带地面放射性核素 ^{238}U 浓度一般较低（小于 20.0Bq/kg ），但在各类酸性岩脉产出地段，则有明显偏高。

e. 调查区的地面放射性核素 ^{238}U 浓度偏高点多分布在城市建筑密集区，这与这些区域内有大量外来的建筑材料中的放射性核素 ^{238}U 浓度偏高有关。

5.2.1.2 地面放射性核素 ^{232}Th 浓度区域分布特征

a. 调查区内地面放射性核素²³²Th浓度一般小于 70.0Bq/kg, 沿海地段尤为明显。但与山东省和世界地面放射性核素²³²Th平均浓度(分别为 40.0 Bq/kg、24.49Bq/kg)相比属于偏高地区。

b. 区内有多处地面放射性核素²³²Th浓度偏高点(²³²Th浓度为 70.0—120.0Bq/kg), 其分布规律大多呈北东向断续展布, 与花岗岩体内的断裂构造的展布规律相吻合, 这反映了构造活动形成了放射性核素²³²Th的局部富集。

c. 个别的地面放射性核素²³²Th浓度偏高点出现在正长斑岩岩脉发育地段, 如麦岛和山东头南部海边礁石上, 这两处的²³²Th浓度偏高与岩浆活动造成局部岩石成分不均匀有关。

5.2.1.3 地面放射性核素⁴⁰K浓度区域分布特征

a. 调查区内地面放射性核素⁴⁰K浓度一般为 500—1200 Bq/kg。与山东省和世界地面放射性核素⁴⁰K平均浓度(分别为 622.0 Bq/kg、391.1Bq/kg)相比属于偏高地区。

b. 调查区内地面放射性核素⁴⁰K浓度偏高点集中分布在调查区的中部浮山及其周边地区, 明显与花岗岩体内部大量的正长斑岩岩脉的出露位置相吻合, 这表明在酸性岩脉的侵入活动中有明显的钾化现象, 形成了核素⁴⁰K浓度的富集增高。

c. 调查区内海滨砂、泥滩和河流两侧第四系覆盖上明显偏低, 一般小于 600 Bq/kg, 只是由于覆盖的屏蔽作用所致。

5.2.2 调查区地面放射性核素浓度分布水平综述

a. 综合调查区地面放射性核素浓度测量结果, 由于调查区的地质背景是燕山晚期崂山超单元花岗岩岩体, 且岩体内分布有断裂构造带和大量酸性岩脉, 使得青岛市区地面放射性核素浓度与山东省和世界地面放射性核素平均浓度水平相比总体属于偏高区。

b. 地面放射性核素²³⁸U浓度受岩性和城市建筑环境双重影响。正长花岗岩地面放射性核素²³⁸U明显偏高; 城市建筑密集区域由于外来建筑材料和测量立体角影响, 地面放射性核素²³⁸U也有偏高现象。

c. 地面放射性核素²³²Th浓度主要受断裂构造带影响, 断裂构造影响带内, 放射性核素²³²Th浓度明显偏高, 表明构造活动促进了核素²³²Th的富集。

d. 地面放射性核素⁴⁰K浓度明显受花岗岩体内钾化程度影响, 钾化的酸性岩脉出露地段⁴⁰K浓度明显增高, 区内的浮山及其周边地区尤为明显。

e. 调查区内沿海、沿河地段由于第四系覆盖屏蔽作用, 地面放射性核素浓度明显偏低。

f. 值得注意的是: 麦岛南侧的正长斑岩脉形成的礁石区, 地面放射性核素浓度明显偏高。

5.3 土壤氡浓度分布评述

5.3.1 调查区土壤氡浓度区域分布特征

a. 调查区的土壤氡浓度普遍偏低，大多数地区土壤氡浓度介于 $170\text{—}10000\text{Bq/m}^3$ ，属于土壤氡浓度较低地区。

b. 调查区出现几处氡偏高点（土壤氡浓度介于 $10000\text{—}22500\text{Bq/m}^3$ ），大多出现在青岛—李村断裂构造及其影响带上。如青岛山与太平山之间的中山公园及其周边区域、四方泓诚体育场及其周边区域，这表明断裂构造为氡的运移提供了通道，在地表形成了土壤氡富集。

c. 沿海边原垃圾场后经人工填埋形成的陆域，其地表土壤氡浓度显著偏高，如团岛西侧前海沿地段，这是由于垃圾中的有机质对放射性核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 有明显的吸附作用，在填埋层下形成了氡的富集。

d. 石老人一带的火山岩地层上，由于岩石本身放射性核素浓度较低，加上覆盖较薄，土壤氡浓度呈现低值场。

e. 张村东部地区为花岗岩体的风化残坡积层，土层薄且颗粒松散，土壤中的氡浓度明显被大气稀释，故形成了一片土壤氡浓度低值区。

5.3.2 调查区土壤氡浓度分布水平综述

a. 调查结果表明：调查区总体上土壤氡浓度不高。土壤氡浓度偏高区较少，一般分布在地表屏蔽条件较好的草坪和绿地上。

b. 由于调查区大多数地段覆盖较薄，一般小于 1.0 米，虽然花岗岩体放射性核素（U、Th）浓度偏高，但是地表储气条件较差，造成土壤氡逸散。使得土壤氡浓度普遍偏低。

c. 调查区内地表覆盖较厚（ >1 米）的断裂构造上，形成了土壤氡浓度几处偏高区。

6. 调查区天然放射性对人居环境影响的初步认识

6.1 γ 射线辐射水平对环境的影响

青岛幅主要包括人居比较密集的市区，通过对其进行较密网度（ $100\text{ 米}\times 100\text{ 米}$ ）的环境 γ 剂量率测量，基本上取得了非常详细的环境 γ 剂量率资料，根据前述的数据及其分析结果表明：青岛市区的 γ 射线辐射水平基本上是正常本底（ γ 剂量率平均值为 $9.36\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ），未发现明显的人工放射性污染或天然辐射高本底地段。虽然，由于整个市区分布在 γ 射线辐射水平较高的燕山晚期的花岗岩体上，与已公布的全国（ γ 剂量率平均值为 $6.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）和山东省（ γ 剂量率平均值为 $6\text{—}7\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）天然 γ 射线辐射水平相比偏高，但是，仍属于天然辐射本底外照射水平变化范围之内。其构成的公众照射所致居民年吸收剂量为 $0.33\text{—}1.54\text{mSv}$ ，平均年吸收剂量仅为 0.82 mSv ，低于 1999 年 ICRP 82 号建议书所建议的公众照射年剂量限值 1.0 mSv 。因此，可以认为青岛市区 γ 射线辐射水平对人居环境没有显著影响，天然 γ 射线辐射环境对公众是安全的。

6.2 放射性核素（U、Th、K）浓度对环境的影响

通过对地面放射性核素（ ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{40}K ）浓度的详细测量，其测量结果和资料分析表明：青岛市区地面的放射性核素浓度明显比已公布的全国和山东省地面放射性核素浓度偏高。其中，地面放射性核素 ^{238}U 浓度平均值为 28.60Bq/kg，略低于全国平均值 33.0Bq/kg 和全省平均值 30.9Bq/kg；地面放射性核素 ^{232}Th 浓度平均值为 60.25Bq/kg，明显高于全国平均值 41.0Bq/kg，是全省平均值 25.6Bq/kg 的两倍多；地面放射性核素 ^{40}K 浓度平均值为 1083Bq/kg，是全国平均值 440Bq/kg 和全省平均值 599.2Bq/kg 的近两倍。可见，青岛市区的地面放射性照射剂量主要来自核素 ^{232}Th 和 ^{40}K ，前者的浓度偏高明显与断裂构造的活动有关，后者则与花岗岩体内的钾化程度呈正比。根据调查区内地面放射性核素（ ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{40}K ）浓度平均值计算的离地 1 米高处的空气吸收剂量率为 $9.52 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，由此推算出公众照射所致居民年吸收剂量为 0.83mSv，这与环境 γ 剂量率测量的结果完全一致。综合上述情况，虽然青岛市区地面放射性核素浓度偏高，但未形成放射性核素浓度高背景区，尤其是作为 γ 射线辐射外照射贡献较大的放射性核素 ^{238}U （ ^{226}Ra ）浓度并不高，因此可以认为：青岛市区地面放射性核素浓度形成的辐射环境仍属于正常的本底范围，是比较安全的。

6.3 土壤氡浓度对环境的影响

本次调查所进行的土壤氡浓度测量自 2003 年 4 月—9 月，历时五个月，并对重点地段进行了重复测量。整个土壤氡浓度测量结果如前所述，初步认为青岛市区的土壤氡浓度普遍偏低，仅在局部断裂构造上和海边人工填海地段出现几处偏高区，这与青岛市区整体地面放射性核素浓度偏高是不一致的，这是由于土壤氡浓度受气候、覆盖厚度、土壤结构等因素的影响较大。青岛市区三面环海，终年海风习习，区内绝大多数地段覆盖较薄，且均为花岗岩残坡积风化层，土质松散，这些因素明显造成了土壤氡的逸散，使得土壤氡浓度偏低。因此，调查区土壤氡浓度的测量结果并不能表明区内氡浓度对人居环境无影响。在分析整理土壤氡浓度测量资料时，可以发现在断裂构造带储气条件适宜地段，一般会有土壤氡浓度增高现象，前人对青岛地区室内氡的检测结果表明：本区室内氡浓度高于全国和全省的平均水平，尤其是地下建筑内室内氡浓度明显偏高，这与室内屏蔽条件好和青岛地区建筑多采用放射性核素浓度偏高的花岗岩类建材有密切关系。

综合上述，青岛市区地处放射性核素浓度偏高的燕山晚期崂山花岗岩体上，虽然土壤氡浓度偏低，但是氡气对人居环境的影响是存在的。屏蔽条件好的建筑物室内氡主要来自放射性核素浓度偏高的花岗岩类地基和建筑材料，特别是坐落在为氡的运移提供了通道的断裂构造上的建筑物，较为容易形成室内氡的聚集。因此，作为放射性核素浓度偏高的地区应重视氡气对人居环境的影响，特别要严格执行建设部制定的 GB50325-2001《民用建筑工程室内环境污染控制规范》，最大限度的减少氡气对人居环境

境的影响。

7. 调查区(青岛幅)天然放射性背景对环境影响的结论与建议

7.1 结论

本年度调查工作历时一年,取得了大量的现场实测资料,通过对这些资料的分析整理,基本上了解了调查区(青岛幅)的天然放射性背景的特征、环境辐射水平及其形成的原因和对人居环境的影响。初步得出如下结论。

a. 由于地质构造背景所决定的调查区,天然放射性环境辐射水平属于正常背景水平中的偏高地区。

b. 环境 γ 剂量率测量未发现明显的人工放射性污染或天然辐射高本底地段。环境 γ 辐射所致居民年吸收剂量平均值为 0.82 mSv, 低于 1999 年 ICRP 82 号建议书所建议的公众照射年剂量限值 1.0 mSv, 环境 γ 辐射属于较为安全的地区。

c. 调查区地面放射性核素浓度明显比已公布的全国和山东省地面放射性核素浓度偏高,其中,放射性核素²³²Th、⁴⁰K浓度明显偏高。但是,由地面放射性核素浓度推算出公众照射所致居民年吸收剂量为 0.83mSv,这与环境 γ 剂量率测量的结果完全一致。

d. 调查区的土壤氡浓度普遍偏低,这是调查区覆盖不厚、土层松散形成的土壤储气条件不好所造成的。由于调查区处在放射性核素浓度偏高的燕山晚期崂山花岗岩体上,且较大的断裂构造存在,氡对人居环境的影响不容忽视。尤其是地处构造带上通风条件不好建筑物内,比较容易出现氡浓度的聚集增高现象,应予以防范。

e. 总体上调查区的天然放射性背景比较正常,本次调查未发现明显对人居环境影响的因素和现象,整体天然放射性环境是安全的。

7.2 今后工作的建议

a. 本年度工作仅局限于 1:5 万青岛幅的 160 平方公里部分青岛市区,地质背景和人居条件单一,尚不能对整个青岛市的天然放射性环境辐射水平作出总体评价,应继续对青岛幅外围地区开展调查工作,以切实科学的做出更加合理的评价意见。

b. 氡浓度分布规律的调查应进行多对象多手段的测量,力争查明青岛市潜在的氡污染来源,为科学防范提供可靠的依据。

c. 结合城市郊区外围的调查,正确评价天然放射性对不同人居环境的影响规律,为城市科学规划提供依据。

参考文献

- 1、潘自强,2001,我国天然辐射水平和控制中一些问题的讨论,《辐射防护》,第 21 卷,第 5 期,257-268 页。
- 2、江山,安徽省石煤区天然放射性水平调查,辐射防护通,20(1) 24,2000
- 3、李仁友,王玉秀,1999,环境辐射有关问题的讨论,《四川环境》,第 18 卷,第 2 期,15-19 页。
- 4、赵亚民、刘华、吴浩,2001,人为活动与环境中的天然放射性,《辐射防护通讯》,第 21 卷,第 1 期,3-6 页。
- 5、潘自强,1997,《辐射防护的现状和未来》,原子能出版社。

6、尚兵、王作元、高印平等, 1995 中国甘肃东部地区居民窑洞中的氡浓度《辐射防护》, 15(6) 461,

The Investigation and Evaluation for Environmental Geology of Natural Radioactivity in Qingdao

Xia Ning¹ Xing Feng² Zhu Li³

(1 Qingdao institute of marine geology; 2 Northeast geological bureau 248 unit of atomic industry; 3 Tsinghua University)

Abstract The investigation and evaluation for environmental radioactivity of Qingdao were made by using several methods. The radiation level of radioactive nuclide in soil of Qingdao is the higher than the average level in the other area of Shandong province as world, but it is generally accorded with standard. The general environment of natural radioactivity is safe, because we have not found the factor and phenomenon of clear influence for the environment of life and inhabitation.

Key Words: natural radioactivity, investigation of environmental geology, γ radiation dose rate, radioactive nuclide, niton.