

Beck 公式在滨海新区辐射环境本底调查中的验证

田义宗 赵 锋 李 钢

中图分类号:X591 文献标识码:B 文章编号:1004-714X(2011)03-0336-01

【摘要】 目的 验证 Beck 公式在滨海新区辐射环境本底调查的适用性。方法 通过现场便携式仪器和实验室分析对辐射环境本底进行了监测,然后代入 Beck 公式。结果 实际监测的数值与代入 Beck 公式取得的数值不吻合。结论 由于滨海新区土壤、地貌、水位等的特殊性,在该地区不适宜使用 Beck 公式参与辐射环境本底调查。
【关键词】 Beck 公式;滨海新区;验证

滨海新区位于天津东部临海地区,地处京津和环渤海两大城市带的交汇点,与日本、韩国隔海相望,是我国对外开放的重要窗口和通道。新区包括天津港、经济技术开发区、天津港保税区三个功能区、塘沽区、汉沽区、大港区三个行政区和东丽区、津南区的部分区域,面积 2270 平方公里,当前常住人口约 180 万。新世纪初期,中央把规划和建设好天津滨海新区作为国家区域经济发展战略的重要组成部分,要求发挥带动天津经济加快发展,振兴环渤海乃至北方地区经济的重要作用,为新区发展创造了重大历史机遇。土地作为经济社会的承载者得到充分利用,从服务滨海新区发展、建设角度,按照要求于 2009 年 8 月~12 月对滨海新区天然放射性核素进行了测量。

1 Beck 公式

土壤、岩石中存在许多天然放射性核素,其衰变辐射形成了对人类辐射的外辐射场,就剂量而言,主要的原生放射性核素有⁴⁰K、²³²Th 和²³⁸U 以及²³²Th 和²³⁸U 起始的两个衰变链是最重要辐射来源。土壤中天然放射性核素的衰变在土壤中产生 γ - β 辐射场通过土壤-空气界面对人产生照射。有两种方法评估天然放射性核素产生的外照射。第一种方法是直接测量空气 γ 剂量率,减去宇宙射线产生的剂量率,第二种方法是测量土壤中相关核素的含量,计算空气中的 γ 外照剂量率。为确定土壤中放射性核素含量,已进行过普查。这些结果可以通过在地表 1m 高处估测土壤中每单位含量的核素所产生的空气剂量率得到,多年来,国际上主要依赖 Beck 的计算结果。

表 1 Beck 公式估计值与仪器测量计算值之间的关系

监测位置	²³⁸ U(Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	⁴⁰ K(Bq/kg)	γ 空气吸收剂量率(nGy/h)		(D 估 - D 测) /D 测 %
				Beck 公式估算值	仪器测量计算值	
汉沽萝卜坨村西	61.34 ± 2.55	35.42 ± 0.61	318.41 ± 7.52	43.76	60.03	-27.1
汉沽辛庄村西	90.46 ± 4.24	56.71 ± 0.83	567.20 ± 13.93	68.87	47.49	45
汉沽桥沽	67.89 ± 2.92	47.04 ± 0.69	325.88 ± 10.00	47.80	49.94	-4.3
塘汉公路北塘大桥北侧	52.67 ± 2.36	37.28 ± 0.61	649.01 ± 9.32	53.65	52.64	1.9
塘沽芦苇场	84.43 ± 4.70	54.60 ± 0.74	831.65 ± 9.93	76.98	59.48	29.4
北塘	71.82 ± 3.68	45.14 ± 0.65	619.89 ± 11.61	61.76	51.38	20.2
临港工业区内	70.31 ± 2.45	42.00 ± 0.55	270.55 ± 7.59	46.32	46.43	-0.3
津港公路葛万线南侧	67.64 ± 3.83	60.14 ± 0.85	823.50 ± 10.43	69.22	55.81	24
南台村南	81.56 ± 3.07	42.80 ± 0.58	694.56 ± 8.35	69.23	51.71	33.9
西围堤路与北穿港路交口	85.12 ± 4.53	40.58 ± 0.75	530.28 ± 7.02	63.89	49.66	28.6
大苏庄北	55.70 ± 3.05	40.83 ± 0.67	400.41 ± 11.35	44.90	49.27	-8.9
港西街	68.59 ± 3.24	43.37 ± 0.66	605.34 ± 5.78	59.55	53.41	11.5
港西公路南和顺村东	72.60 ± 2.51	49.65 ± 0.58	349.87 ± 7.41	51.13	43.94	16.4
中新生态城起步区	76.06 ± 2.64	39.94 ± 0.50	519.14 ± 11.96	59.20	50.28	17.7

原野 γ 辐射水平(扣除宇宙射线的贡献)是由陆地土壤中的放射性核素产生。当土壤采样布点具有充分的代表性时,陆地原野 γ 辐射水平可以用 Beck 公式^[1]来估算。

$$D_r = 0.0417 \times C_k + 0.462 \times C_U + 0.0604 C_{Th}$$

式中 D_r 为离地表 1m 高处空气的 γ 辐射吸收剂量率, nGy/h; C_k 、 C_{Th} 、 C_U 分别为⁴⁰K、²³²Th 和²³⁸U 的放射性比活度, Bq/kg。根据资料显示^[1-3],公式成立必须满足以下基本假设:①土壤中天然放射性核素随深度均匀分布,构成无限大平面的辐射场;②铀和钍系的所有子体处于放射性平衡状态;③土壤密度及组分均匀并已知,含水量假设为 10%;④其他核素的贡献可以忽略。

由于自然界环境中的实际情况与假设的条件并不完全相同,因此估算结果与实测结果可能存在一定的差异,根据以往调查的结果,我国大部分省市按照上述公式估算的结果与实际的结果相差 10% 以内。UNSCEAR 的报告认为,在基本满足公式的条件下,若实测值与计算值相差超过 30%,则至少有一种方法不可靠^[1]。

2 数据监测

分析结果见表 1。根据工作需要,滨海新区的监测点位共设 50 余个,但因监测区域的快速发展,致使监测点位无法设立在原生土上、无法远离水源等,因此根据 Beck 公式适用的条件,选择与上述条件较为一致的 14 个点位进行分析。

作者单位:天津市辐射环境管理所,天津 300191
作者简介:田义宗(1983~),男,山东郓城人,工程师,从事核与辐射应急和辐射环境监测工作。

上述核素的分析是由有资质的单位进行分析的; γ 空气吸收剂量率测量条件为距离地面 1m,探头放于三角架上,监测时人尽量远离探头;仪器测量计算值是按照 $D = K_\gamma \times K \times 1/\eta -$

某工业企业固定式 X 射线探伤室验收监测探讨

吴玉丽,黄 昕

中图分类号:R145 文献标识码:B 文章编号:1004-714X(2011)03-0337-01

【摘要】 目的 分析固定式工业 X 射线探伤室工作现状,探索如何对其周围辐射环境进行监测。方法 对具体探伤室周围的辐射环境进行监测。结果 探伤房周围 X- γ 辐射空气吸收剂量率符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)中规定的屏蔽墙外剂量限值要求。结论 企业在正常工况运行时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)的要求和环评与审批部门的要求后才能建议通过验收。

【关键词】 固定式 X 射线探伤; 验收监测; 方法

江苏是核技术应用大省,随着现代化进程的迅猛发展,X 射线探伤技术已被广泛应用于工业领域,成为无损检测的重要方法之一。X 射线探伤室验收监测也越来越重要,笔者针对江苏省某 X 射线探伤室验收监测进行探讨。

1 X 射线探伤工艺流程及产生的主要污染物^[1,2]

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。高压电源加在 X 射线管两极间形成一个电场,电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度,打到靶体产生 X 射线。X 射线装置在工作状态时产生的 X 射线是本项目的主要污染物及有害因素。

X 射线探伤机运行时,会在探伤室装置内产生极少量臭氧和二氧化氮。

探伤洗片会产生显影定影废液,其属《国家危险废物名录》中编号 HW16 的危险废物,需统一收集后委托有资质的单位回收。

2 污染防治和安全管理措施

2.1 X 射线外照射防护措施 X 射线外照射防护主要通过设计和建造一定厚度混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅门屏蔽 X 射线。同时探伤室需设置门-机联锁装置,只有关闭防护门才能进行探伤作业。探伤房醒目处设有工作警示灯,进行探伤作

业时警示灯亮起,提醒人员勿靠近,探伤作业停止时红色警示灯灭,表示探伤结束,人员方可进入。其在放射性工作场所按规范要求设置电离辐射警告标志,配置辐射监测仪器和个人剂量报警仪。

2.2 X 射线探伤辐射安全管理措施 探伤企业建立辐射安全防护组织机构和各项辐射安全管理规章制度,为工作人员配备个人剂量计,建立个人剂量管理档案,放射工作人员参加辐射安全培训并通过考核。

2.3 洗片废水和其他污染防治 探伤产生的洗片废水应暂存于洗片室内专用的废液贮存桶,并送交有资质单位处理。

空气在射线作用下会产生少量臭氧和氮氧化物,少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

3 监测仪器和分析方法

3.1 监测仪器 FH40G 多功能辐射测量仪,主机型号 ESMFH40G,探头型号 FHZ672E-10,检定有效期内。

3.2 监测分析方法 探伤室开启 XXG3005P 型周向 X 射线探伤机,射线东西环向照射,开机管电压 285kV,管电流 5mA,无工件。依据 GB/T 14583-1993《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》和 GBZ117-2006《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》,测量 X- γ 辐射空气吸收剂量率。

4 监测结果与评价

某 X 射线探伤室监测结果见表 1。

作者单位:江苏省辐射环境监测管理站,江苏 南京 210019
作者简介:吴玉丽(1982~),女,助理工程师,硕士,目前从事辐射环境监测工作。

$D_{\frac{\gamma}{\text{r}}}$ ^[4]进行计算的,其中 D 为仪器测量计算值, K_{γ} 为仪器测量值 K 为仪表在档的校准因子, η 为仪表在辐射场测量时的效率修正因子, $D_{\frac{\gamma}{\text{r}}}$ 为宇宙射线的计算值。仪器测量计算值已经去除宇宙射线。

3 数据分析

根据文献[2]附件一的叙述,根据《中国环境天然放射性水平调查》统计,估算结果比直接测量值高 5%,上述 14 个数据中估算值的个数高于计算值的个数,但大多数高于 5%。

根据文献[2]的叙述,如果按照 10% 的误差进行控制,则有 28.6% 的数据符合要求,如果按照 20% 的误差控制,则有 50% 的数据符合要求,如果按照 30% 的误差控制,则有 85.7% 的数据符合要求。应该看到有部分(14.3%)超过了 30% 的误差,因此按照文献[1]的叙述,上述部分数据不可靠。

4 结论

在使用 Beck 公式估算 γ 空气吸收剂量率时,适用条件是比

较苛刻的,天津平均海拔为 3.8m,大部分为 2~5m,沿沿海的地区更是不足 2m,因此土壤的含水量高于 10%;其次由于测量地区的低洼水体较多,土壤很难构成无限大平面的辐射场。

因此用 Beck 公式在滨海新区或者其他相似的地区,估算 γ 空气吸收剂量率是不适宜的。

参考文献:

- [1] 莫光华,黄乃明.环境辐射监测数据的相关性[A].全国放射性流出物和环境监测与评价研讨会论文集汇编[C].2003:459-464.
- [2] 普查办[2008]4号,关于放射性污染源普查数据审核有关问题的通知[S].
- [3] 姚德,曲丽梅,夏宁,等.青岛市区土壤天然放射性核素的外照射水平估算研究[J].生物环境,2006,15(5):979-982.
- [4] 国家环保总局.HJ/T61-2001,辐射环境监测技术规范[S].北京:环境出版社,2001.

(收稿日期:2011-01-05)