

EJ

中华人民共和国核行业标准

EJ 614—91

铀矿冶工作人员辐射 防护监测规定

1991-10-11 发布

1992-03-01 实施

中国核工业总公司 发布

中华人民共和国核行业标准

铀矿冶工作人员辐射 防护监测规定

EJ 614—91

1 主题内容与适用范围

本标准规定了铀矿山和选冶厂工作人员辐射防护监测的内容、方法、频度、评价标准、质量保证和监测管理。

本标准适用于铀矿冶企业。钍矿冶企业亦应参照执行。

2 引用标准

- GB 8999 电离辐射监测质量保证一般规定
- EJ 269 α 、 γ 射线外照射个人剂量监测规定
- EJ 273 铀地质、矿山、选冶厂工作人员个人剂量管理规定
- EJ 296.1 尿中微量铀的分析方法 固体荧光法
- EJ 296.2 尿中微量铀的分析方法 激光液体荧光法
- EJ 526 铀矿石和铀化合物的安全运输规定

3 术语

- 3.1 氡子体 α 潜能 氡-222子体全部衰变为铅-210的过程中放出的 α 粒子能量的总和。
- 3.2 氡子体潜能浓度 单位体积空气中氡子体 α 潜能。
- 3.3 铀的长寿命 α 气溶胶 空气中含有的铀系长寿命核素(铀-238、铀-234、钍-230、镭-226、铅-210和钋-210)的 α 放射性气溶胶。
- 3.4 铀的长寿命 α 气溶胶浓度 单位体积空气中铀的长寿命 α 气溶胶的总 α 活度。

4 监测项目

4.1 工作场所监测项目

4.1.1 矿山工作场所监测项目

包括空气中氡及其子体潜能浓度、铀的长寿命 α 气溶胶浓度、 γ 辐射和 α 放射性物质表面污染水平。

4.1.2 选冶厂工作场所监测项目

除4.1.1规定的项目外,还有空气中铀浓度和 β 辐射。

4.2 个人监测项目

4.2.1 氡子体个人剂量和 γ 辐射个人剂量。

4.2.2 选冶厂工作人员的尿铀。

4.3 特殊监测项目

同 4.1 和 4.2, 主要是氡子体潜能和尿铀监测。

5 监测的布点与采样原则

5.1 空气样品的布点与采样原则

5.1.1 空气样品采样点应布设在工作人员经常活动范围内有代表性的地点。采样高度应在工作人员呼吸带附近, 一般为 0.9~1.5m。

5.1.2 掘进工作面的采样点应布设在距工作面 5~10m 的回风侧, 支护天井布设在保护台上, 吊罐或爬罐天井布设在罐上。

5.1.3 采矿场应布设在作业点的回风侧。采矿场面积小于 100m² 时, 可布设一个采样点, 大于 100m² 应布设两个以上的采样点。

5.1.4 矿山地面和选冶厂应在第一类和第二类工作条件的作业场所布设采样点, 详见附录 A(补充件)。采样点的数目, 应根据作业场所的大小、通风换气情况和人员分布情况确定。

5.2 外照射监测的布点与测量原则

5.2.1 掘进巷道应沿巷道中心每隔 3~5m 布设一个 γ 辐射监测点, 监测点距工作面不小于 0.5m, 距底板高度约为 1m。

5.2.2 采矿场 γ 辐射监测布点数应根据采矿场面积和采矿方法确定, 硐室型采矿场可按 10~20m² 布设一个测点, 测点距矿壁不小于 0.5m, 距底板高度约为 1m。巷道型采矿场的布点同 5.2.1。

5.2.3 矿山地面和选冶厂应在第一类和第二类工作条件的作业场所有人作业处布设 γ 辐射监测点, 测点距地面高度约为 1m, 测点数根据场所大小确定。

5.2.4 操作存放了 20d 以上的铀矿石浓缩物的作业, 应进行 β 辐射剂量监测。

6 工作场所监测

6.1 空气中氡及其子体潜能浓度的监测

6.1.1 空气中氡子体潜能浓度的监测

6.1.1.1 监测方法

现场测量应采用马耳科夫法和库兹尼茨法, 在实验室测量可采用三段法和能谱法。

6.1.1.2 探测下限

矿山必须小于 0.9 μ J/m³(0.04WL)。矿山地面和选冶厂必须小于 0.3 μ J/m³(0.01WL)。

6.1.1.3 探测上限

矿山必须大于 0.5mJ/m³(20WL)。

6.1.1.4 监测频度

井下采掘工作面应每周监测一次, 露天矿场每二周一次, 井下其他作业点每二周一次。

对于浓度大于 $2.5\mu\text{J}/\text{m}^3$ (0.12WL) 的作业场所也应每周一次,直至连续四周监测低于上述浓度,可恢复到原监测频度。浓度小于 $0.9\mu\text{J}/\text{m}^3$ (0.04WL) 的作业场所,可每季度监测一次。矿井的总入、出风流应每季度一次,对局部入、出风流应每月一次。

矿山地面和选冶厂的矿仓、矿石输送系统和破磨系统的作业点应每周监测一次。对浓度大于 $0.9\mu\text{J}/\text{m}^3$ (0.04WL) 的作业点也应每周一次,直至连续四周监测低于上述浓度,可每月监测一次,其他作业场所可每季一次。

6.1.2 空气中氡浓度的监测

6.1.2.1 监测方法

应采用闪烁室法、电离室法和气球法,亦可采用双滤膜法。

6.1.2.2 探测下限

矿山必须小于 $370\text{Bq}/\text{m}^3$,矿山地面和选冶厂必须小于 $100\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

6.1.2.3 探测上限

矿山应大于 $185\text{kBq}/\text{m}^3$ 。

6.1.2.4 监测频度

同 6.1.1.4。

6.2 空气中铀的长寿命 α 气溶胶浓度的监测

6.2.1 监测方法

应采用滤膜法采样,室内 α 计数法测量(用衰变法或能谱法测量样品的 α 粒子计数率)。

6.2.2 探测下限

必须小于 $0.07\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

6.2.3 监测频度

矿石品位大于 0.2% 的采矿场或脉内掘进工作面应每周监测一次,其他采矿场和脉内掘进工作面应每月一次。对浓度大于 $0.2\text{Bq}/\text{m}^3$ 的作业场所也应每周一次,直至连续四周监测低于上述浓度,可每月一次,浓度小于 $0.07\text{Bq}/\text{m}^3$ 的作业场所,可每季度监测一次。

矿山地面和选冶厂的矿仓、矿石输送系统和矿石破磨系统的作业场所,应每月一次。其他产尘作业场所,应每半年一次。

6.3 空气中铀浓度的监测

6.3.1 监测方法

应采用滤膜法采样,室内激光或荧光微量铀分析法,或 α 计数法测量。

6.3.2 探测下限

必须小于 $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ 或 $0.5\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

6.3.3 监测频率

选冶厂的铀矿石浓缩物加工场所应每周监测一次。浓度小于 $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.5\text{Bq}/\text{m}^3$) 时,可每月一次。

6.4 外照射的监测

6.4.1 γ 辐射的监测

应采用便携式 γ 辐射仪在现场直接测量。

6.4.1.2 探测下限

空气吸收剂量率必须小于 $0.09\mu\text{Gy/h}$ 。

6.4.1.3 监测频度

采矿场和脉内掘进巷道应每月监测一次。当矿石品位大于 0.2% 或空气吸收剂量率大于 $13\mu\text{Gy/h}$ 时,应每二周一次,直至连续四周监测低于上述剂量率时,可每月一次。

矿山地面和选冶厂每年应进行一次 γ 辐射普查,作出厂(矿)区的 γ 辐射水平图。矿石预处理系统的作业场所应每季度监测一次。

6.4.2 β 辐射监测

6.4.2.1 监测方法

可使用便携式 β 辐射监测仪在现场直接测量,亦可采用图1和图2曲线进行 β 辐射剂量估算代替直接测量。

图1是从矿石提取出来后的铀矿石浓缩物表面 β 剂量率的增长曲线,放射性平衡后的剂量率约为 1.5mSv/h ,图2是距从矿石提取出来100d以上的铀矿石浓缩物表面不同距离实测的剂量率。

6.4.2.2 探测下限

β 剂量率必须小于 $40\mu\text{Sv/h}$ 。

6.4.2.3 监测频度

操作从矿石提取出来20d以上的铀矿石浓缩物的作业应进行 β 辐射剂量监测。一项操作只需进行一次监测,当操作发生变化,可能影响作业人员接受的 β 辐射剂量时,应重新监测。

6.5 α 放射性物质表面污染监测

6.5.1 监测方法

α 放射性物质的表面污染通常采用便携式监测仪在现场直接测量。表面形状复杂或容器管道内部污染等应采用擦拭法测量。

6.5.2 探测下限

必须小于 4mBq/cm^2 。

6.5.3 监测频度

矿山地面和水冶厂第一类工作条件作业场所的工作台、设备、墙壁、地面每季抽测一次,第二类工作条件作业场所每年抽测一次。

矿山井口和水冶厂区内的餐厅、办公室和更衣室应每月抽测一次。

第一类工作条件下作业的工人淋浴后应每月抽测一次手的 α 放射性物质污染水平,其他工人每年抽测一次。

清洗后的专用工作服,内衣应每半年抽测一次,便服每年抽测一次。

对在控制区和监督区使用过的设备、用品等,在运往非限制区前,必须监测 α 放射性物质表面污染水平。

6.6 铀矿石和铀矿石浓缩物外运前的监测执行EJ 526的规定。

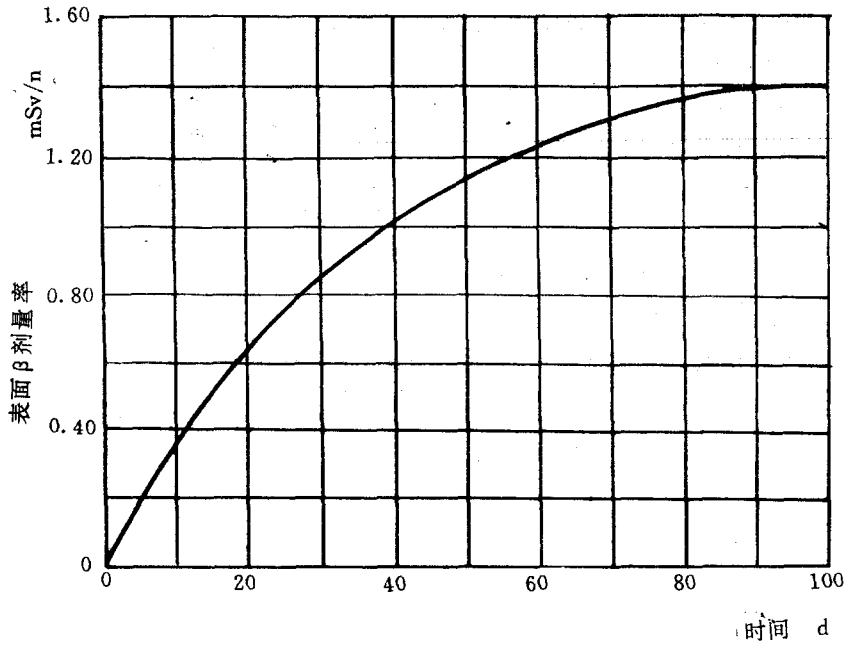


图 1 从矿石提取出来后的铀矿石浓缩物表面 β 剂量的增长曲线

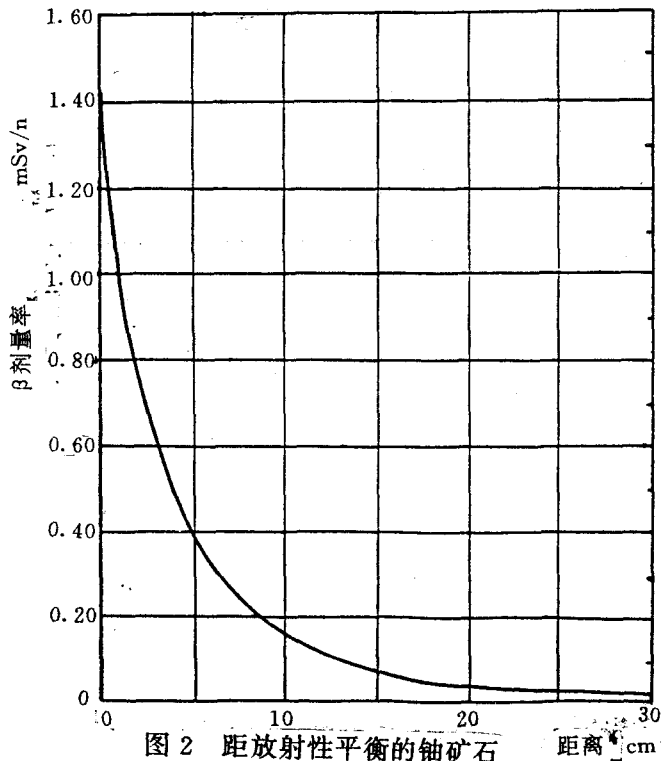


图 2 距放射性平衡的铀矿石浓缩物表面不同距离的 β 剂量

6.7 对主工艺槽、罐等设备检修时,应视情况加强监测。

6.8 工作场所监测频度与探测下限一览表见附录 B(参考件)。

7 个人监测

7.1 采掘工人和经常进入采、掘作业面的辅助工人及现场管理人员,一般应佩带氦子体个人剂量计进行个人监测。

7.2 采矿工和脉内巷道掘进工,应按 EJ 269 的规定佩带 γ 个人剂量计进行个人监测,矿石品位大于 0.2% 时,必须进行 γ 个人剂量监测。

7.3 操作铀矿石浓缩物的工人,应每 1~2a 进行一次尿铀监测。

操作在 400℃ 以下干燥的铀矿石浓缩物的工人,估算的周摄入量超过 9.6mg 铀和操作在 400℃ 以上干燥的铀矿石浓缩物的工人,估算的季摄入量超过 93mg 铀时,必须即时进行尿铀监测。

尿铀监测应采用 EJ 296.1~296.2 规定的方法。

8 特殊监测

8.1 进入长期不通风的矿井、采场、巷道和峒室时,必须佩带个人剂量计或进行场所监测,随时估算个人所受剂量进行剂量控制。

8.2 由于酸、碱烧伤,可能使铀从皮肤进入体内,或其他原因摄入铀矿石浓缩物时,必须即时监测尿铀,估算铀的摄入量。

9 剂量限值与控制水平

9.1 为了限制随机效应,铀矿冶工作人员的年有效剂量当量限值为 50mSv。

9.1.1 吸入氦子体的 α 潜能年摄入量应小于 0.02J(5WLM)。

9.1.2 吸入铀的长寿命 α 气溶胶的年摄入量应小于 1700Bq。

9.1.3 γ 外照射所致年有效剂量当量应小于 50mSv。

9.1.4 一年内同时受内、外照射时应满足下式:

$$\frac{H_{E,\gamma}}{50} + \sum_j \frac{I_j}{(ALI)_j} \leq 1 \dots\dots\dots (1)$$

式中: $H_{E,\gamma}$ —— γ 辐射产生的年有效剂量当量, mSv;

I_j ——放射性核素 j 的年摄入量, Bq 或 J;

$(ALI)_j$ ——放射性核素 j 的年摄入量限值, Bq 或 J;

50——年有效剂量当量限值, mSv。

9.2 为防止 β 辐射的非随机效应,眼晶体的年剂量限值为 150mSv,手的年剂量限值为 500mSv。

9.3 工作台、设备、手等 α 放射性物质表面污染控制水平见表 1。

表 1 α放射性物质表面污染控制水平

Bq/cm²

表 面	类 型	极 毒 性 核 素	其 他 核 素
工作台、设备、 墙壁、地面	控制区	4	4×10
	监督区		
	非限制区	0.4	4
工作服 手套	控制区	0.4	0.4
	监督区		
工作鞋	非限制区	0.04	0.04
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04

注：① 表面污染水平可按一定面积上的平均值计算，皮肤和工作服取 100cm²，设备取 300cm²，地面取 1000cm²。

② 工作场所的设备和用品，经去污使其污染水平降低到表 1 所列控制区水平的 1/50 以下时，经辐射防护部门测量许可后，可作普通物件使用（但不得作炊具）。

9.4 为防止铀的化学毒性，吸入在 400℃ 以下干燥的铀矿石浓缩物的周摄入量限值为 9.6mg 铀或 240Bq，吸入在 400℃ 以上干燥的铀矿石浓缩物的季度摄入量限值为 93mg 铀或 2330Bq。

吸入铀矿石浓缩物中铀的摄入量按下式计算：

$$I_a = b \sum_{i=1}^n \frac{X_i t_i}{PF} \dots\dots\dots (2)$$

式中： I_a ——铀的摄入量，mg 或 Bq；

t_i ——平均浓度为 X_i 的吸入时间，h；

X_i ——在 t_i 时间内呼吸带空气中铀浓度，mg/m³ 或 Bq/m³；

b ——呼吸速率，1.2m³/h；

PF——佩带呼吸器的过滤效率，%；

n ——在一周内或一季度内吸入铀的次数。

10 剂量管理

铀矿冶工作人员的剂量管理应执行 EJ 273 的规定。

吸入铀的长寿命 α 气溶胶所致有效剂量当量按下式计算：

$$H_{E,\alpha} = 2.9 \times 10^{-5} \times I_a \dots\dots\dots (3)$$

$$I_a = b \sum C_{\alpha} t_i \dots\dots\dots (4)$$

式中： $H_{E,\alpha}$ ——吸入铀的长寿命 α 气溶胶所致年有效剂量当量，Sv；

I_a ——铀的长寿命 α 气溶胶的年摄入量，Bq；

2.9×10^{-5} ——转换系数，Sv/Bq；

b ——呼吸速率, $1.2\text{m}^3/\text{h}$;

$C_{\alpha i}$ ——第 i 类工作场所的年均铀长寿命 α 气溶胶浓度, Bq/m^3 ;

t_i ——在第 i 类工作场所一年的实际工作时间, h 。

并按下式计算工作人员的年有效剂量当量:

$$H_{E,\Sigma} = H_E + H_{E,\gamma} + H_{E,\alpha} \dots\dots\dots (5)$$

式中: $H_{E,\Sigma}$ ——工作人员总的年有效剂量当量, Sv ;

H_E ——吸入氦子体所致的年有效剂量当量, Sv ;

$H_{E,\gamma}$ —— γ 辐射产生的年有效剂量当量, Sv ;

$H_{E,\alpha}$ ——吸入铀的长寿命 α 气溶胶所致年有效剂量当量, Sv 。

11 质量保证

铀矿冶企业应执行 GB 8999 的规定, 做好质量保证工作。

11.1 必须建立工作人员辐射防护监测质量保证体系。

11.2 必须编制工作人员辐射防护监测质量保证计划。

11.3 必须采用标准监测方法, 没有标准监测方法的项目, 应采用通用方法, 并定期或不定期地参加监测方法的比对。

11.4 监测仪器或设备, 应按规定进行检查和检验; 必须使用经过检定的标准源(或标准物质)定期标定; 检修后的仪器或设备, 使用前必须重新标定。

11.5 对 β 辐射剂量仪, 可使用从矿石提取后衰变 100d 以上的铀矿石浓缩物作为标准物质, 根据图 1 和图 2 曲线进行标定。

12 监测记录的保存与报告

12.1 监测记录应按规定进行整理后归档保存期至少 10a。整理后的资料、报表和监测报告, 至少保存 30a。个人剂量档案归档保存到人去世后 10a。

12.2 工作场所监测按规定填报核统 53 表(防定统 1 表), 个人剂量监测按 EJ 273 附录 D (补充件)填报。

12.3 监测报告的主要内容应包括: 剂量分布、过量照射原因分析、防护措施及执行情况、降低照射的对策及其他。

附录 A
铀矿冶的第一类工作条件和第二类工作条件
(补充件)

A1 第一类工作条件

在此类条件下,工作人员的年剂量可能超过 15mSv。如矿山井下、露天矿场、选冶厂的主工艺车间的作业场所等,或氡子体潜能浓度大于 $2.5\mu\text{J}/\text{m}^3$ (0.12WL)、铀的长寿命 α 气溶胶浓度大于 $0.21\text{Bq}/\text{m}^3$ 或 γ 辐射空气吸收剂量率大于 $11\mu\text{Gy}/\text{h}$ 的工作场所。

A2 第二类工作条件

在此类条件下,工作人员的年剂量不大可能超过 15mSv。如矿山井口的机修等辅助性车间,钻探、选冶厂内的辅助车间、车间(工区)的淋浴室、洗衣房以及污水处理等作业场所,或氡子体的潜能浓度低于 $2.5\mu\text{J}/\text{m}^3$ (0.12WL),铀的长寿命 α 气溶胶浓度低于 $0.21\text{Bq}/\text{m}^3$ 或 γ 辐射空气吸收剂量率低于 $11\mu\text{Gy}/\text{h}$ 的工作场所。

附录 B
工作场所的监测频度与探测下限
(参考件)

表 B1 工作场所的监测频度与探测下限一览表

监测项目	监测地点	监测频度	探测下限
1. 氡及其子体	1. 矿井采、掘工作面 2. 露天矿 3. 井下其他作业点 4. 井下局部出、入风流 5. 矿井总出、入风流 6. 矿石预处理系统 7. 矿山地面、厂的其他作业场所	每周一次 每二周一次 每二周一次 每月一次 每季度一次 每周一次 每季度一次	井下: 氡 370Bq/m ³ 子体 0.9μJ/m ³ 地面: 氡 100Bq/m ³ 子体 0.3μJ/m ³
2. 铀的长寿命α气溶胶	1. 采矿场和脉内掘进巷道 2. 品位>0.2%的采矿场和脉内掘进巷道 3. 矿石预处理系统的产尘岗位 4. 矿山地面、厂的其他作业场所	每月一次 每周一次 每月一次 每半年一次	0.07Bq/m ³
3. 空气中铀浓度	铀矿石浓缩物加工区	每月一次	铀: 0.02mg/m ³ α: 0.5Bq/m ³
4. 外照射: γ、β	1. 采矿场、脉内巷道 2. 品位>0.2%的采矿场和脉内巷道 3. 矿石预处理系统 4. 铀矿石浓缩物操作	每月一次 每二周一次 每季度一次 每项操作一次	γ: 0.09μGy/h β: 40μSv/h
5. α放射性物质表面污染	1. 矿山地面、厂的第一类工作条件作业场所 2. 矿山地面、厂的第二类工作条件作业场所 3. 井口、厂内餐厅、办公室、更衣室 4. 第一类工作条件作业人员淋浴后 5. 其他工人淋浴后 6. 清洗后的专用工作服 7. 工作人员便服 8. 准备运往非限制区的污染设备、用品等	每季度抽测一次 每年抽测一次 每月抽测一次 每月抽测一次 每年抽测一次 每半年抽测一次 每年抽测一次 运出前监测	4mBq/cm ²

附加说明：

本标准由中国核工业总公司安防卫生部、矿冶部提出。

本标准由核工业湖南矿冶局负责起草。

本标准主要起草人：刘文鑫、朱民安。

本标准参照采用美国核管会管理导则 R. G. 8. 30—1983《铀水冶厂保健物理监测》。

