

问题探讨

# 晋城煤业集团密封放射源安全、 防护管理探讨

邢冬梅

(晋城煤业集团资源环境管理局,山西晋城,048006)

**摘要:**通过对晋城煤业集团在用的密封放射源进行污染源分析、环境影响分析,明确其危害。根据法律、法规的要求,结合自身实际,确定管理模式。并对内部的管理模式进行纵向比较,分析自身管理上存在的不足,提出建议。

**关键词:**密封放射源;安全;防护;管理

中图分类号:X591 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2011)06-0047-04

## THE DISCUSSION ON THE MANAGEMENT OF SHIELEDED REDIATIVE SOURCES IN JING-CHENG COAL INDUSTRY GROUP

XING Dong-mei

(Resource and Environmental Management Department of Jincheng  
Coal Industry Group, Shanxi, Jincheng 048006, China)

**Abstract:** Jincheng Coal Industry Group of sealed sources used in analysis of sources of pollution, environmental impact analysis, clearly the harm. in accordance with laws, regulations, requirements, combined with their own reality, to identify management; For internal management to conduct a longitudinal comparison model; to analyze their own management shortcomings, to make recommendations.

**Keywords:** sealed source; Safe; Protection; Management

### 1 前言

1896年,法国科学家贝克勒尔发现天然放射现象,成为人类第一次观察到核变化情况,通常人们把这一重大发现看成是核物理的开端。放射源的应用始于1901年,直到1940年仍主要局限于镭源的应用,40年代后,密封源的种类以及数量不断增长,应用领域也迅速拓宽。

国际原子能机构根据放射源对人体可能的伤害程度,将其分为5类:

1类放射源属极危险源。没有防护情况下,接触这类源几分钟到1小时就可致人死亡。

2类放射源属高危险源。没有防护情况下,接触这类源几小时到几天可以致人死亡。

3类放射源属中危险源。没有防护情况下,接触这类源几小时就可对人造成永久性损伤,接触几天至几周可以致人死亡。

以上三类放射源为危险放射源。

4类放射源属低危险源。基本不会对人造成永久性损伤,但对长时间、近距离接触这些放射源的人可能造成可恢复的临时性损伤。

5类放射源属低危险源。不会对人造成永久性损伤<sup>[1]</sup>。

我国政府为了防治污染,保护环境,保障人体健康,促进核能、核技术的开发利用,相继制定、颁

布有《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《城市放射性废物管理办法》、《放射源分类办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等。

## 2 晋城煤业集团所用密封放射源情况

### 2.1 基本情况

目前,晋城煤业集团使用的密封放射源有灰份仪、密度计、核子称、测井仪等,应用核素为 Cs-137、Am-241 和 Am-241/Be,为  $\alpha$ 、 $\gamma$  类源。

各生产矿井利用核子称中的 Cs-137、密度仪中 Cs-137、灰份仪中 Cs-137 和 Am-241 进行煤量、洗煤煤浆密度、洗煤灰份的自动监测。放射源密封在铅罐中,工作过程中其位置固定不变,称其为固定源。

移动源设备有核子水分密度仪和测井仪。核子水分密度仪是利用 Cs-137 和 Am-241/Be 检测矿区建设现场土壤密度和含水率,具有便捷、准确的特点,可以满足煤矿建设现场多点位取样、快速检测的要求。放射源用不锈钢包壳进行密封,包壳具备抗压力、冲击、振动、穿刺和高温的能力。测井仪是利用所测气体物质和固态岩石对射线吸收程度不同的原理,将放射源 Cs-137 送到钻井深部进行快速测试,实现不必取样分析、直接打印和读取测值、减轻人员劳动强度的目的。放射源密封在铅罐中,测井时再放入钛合金容器。工作人员定期检测钛合金容器厚度,有明显变化及时更换,以保证源的安全。

### 2.2 污染源分析

#### 2.2.1 正常运行情况

放射源 Cs-137 衰变时产生  $\beta$ 、 $\gamma$  射线,Am-241 衰变时产生  $\alpha$ 、 $\gamma$  射线,Am-241/Be 衰变会产生  $\gamma$  射线和中子束,这三种射线能量流会对周围环境造成污染。由于  $\alpha$ 、 $\beta$  射线穿透能力小,不能穿透屏蔽体,只能从窗口射出,所以  $\alpha$ 、 $\beta$  射线对周围环境的影响很小,可以不予考虑。 $\gamma$  射线的穿透能力较  $\alpha$ 、 $\beta$  射线强,一部分从放射源的窗口射出,另一部分可穿过屏蔽体对周围环境造成影响。中子束的穿透能力很强,可以穿透屏蔽层漏射。 $\gamma$  射线和中子束的污染途径为外照射。

#### 2.2.2 事故状态

固定源事故主要原因是放射源丢失、被盗、包装破损,源从容器中掉出,造成辐射污染事故。此

时,需专业人员穿防护服将裸露放射源装入源罐。移动源的事故种类:测井仪运输过程中车辆颠簸导致屏蔽罐损坏,这类事故发生的几率非常小,或放射源掉入钻井无法取回。若测井仪因车辆颠簸造成屏蔽罐损坏,需立即放出警戒,并报告当地环境保护主管部门,进入应急程序。操作人员穿防护服、佩带防护眼镜、使用操作器械及监测仪器,将放射源及损坏源罐置于铅皮中包裹,联系省放射性废物库长期贮存。若放射源掉入钻井,无法取出,需要在事故发生 1 小时内报告当地环保局,并保护测井事故现场,划定污染范围,设立禁入标志,入口由专人看守。在环境保护主管部门和有关技术人员的指导下对事故钻井实施地质处理。核子水分密度仪发生事故时,放射源可能从金属杆内掉出,但仍然包容在不锈钢封套中,仅仅造成能量流污染。

#### 2.2.3 废弃物

密封源在运行过程中没有废水、废气和固体废物产生。Cs-137、Am-241 其半衰期分别为 30 年和 432 年。源的活度衰减到一定值后,射线传感器接受不到射线信号,此时该源不能继续使用,成为废放射源,送省放射性废物库长期贮存。

另外,核子水分密度仪和测井仪的包壳破损发生泄露事故,污染水体和土壤时,产生少量放射性废水和固体废物,但此类情况极为罕见。

## 2.3 环境影响分析

### 2.3.1 参考标准

我国目前没有明确规定辐射环境标准,参考 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ125-2002《含密封源仪表的卫生防护标准》、GB10252-1996《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》等,确定如下标准:

表 2-1 密度仪周围环境贯穿辐射剂量率监测结果

单位:  $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$

序号	距离(m)	监测值	序号	距离(m)	监测值
1	中心	11.2	11	南 1 米	10.1
2	东 1 米	10.9	12	南 2 米	9.9
3	东 2 米	10.8	13	南 3 米	8.9
4	东 3 米	10.4	14	南 5 米	8.8
5	东 5 米	10.2	15	南 10 米	8.8
6	东 10 米	9.3	16	北 1 米	10.2
7	西 1 米	10.8	17	北 2 米	10.1
8	西 2 米	9.3	18	北 3 米	9.8
9	西 3 米	8.8	19	北 5 米	9.8
10	西 5 米	8.0	20	北 10 米	9.8
范围		8.0-11.2			

表 2-2 灰份仪周围环境贯穿辐射剂量率监测结果

单位: $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$					
序号	距离(m)	监测值	序号	距离(m)	监测值
1	源表面	99.0	7	东 10 米	10.5
2	距源 0.5 米	31.0	8	西 1 米	14.3
3	东 1 米	13.0	9	西 2 米	13.8
4	东 2 米	10.9	10	西 3 米	12.5
5	东 3 米	10.6	11	西 5 米	11.8
6	东 5 米	10.6	12	西 10 米	11.3
范围			10.5-99.0		

表 2-3 核子水分密度仪周围环境贯穿辐射剂量率监测结果

单位: $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$		
序号	测点位置	监测值
1	放射源表面 0.05 米	37
2	距放射源 1 米	22.8
3	距放射源 2 米	17.3
4	距放射源 3 米	13.1
5	距放射源 5 米	12.0
范围		12.0-37
对照点	距放射源 30 米	11.8

剂量管理目标值正常状态: 职业人员为 5 mSv/a; 公众成员为 0.1 mSv/a。事故状态: 职业人员为 50 mSv/次; 公众成员为 5 mSv/次。

剂量率约束值: 源容器外表面 5cm 处空气比释动能率  $\leq 25 \mu\text{Gy/h}$ ; 1m 处空气比释动能率  $\leq 2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。<sup>[2]</sup>

### 2.3.2 环境辐射水平现状

现以含单源的密度仪、含双源的灰份仪和核子水分密度仪为例, 介绍放射源周围环境贯穿辐射剂量率, 监测结果分别见表 2-1、2-2、2-3:

由监测结果可知: 放射源表面 0.05 m 处辐射剂量率最高值是  $37 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ , 低于标准  $\leq 25 \mu\text{Gy/h}$  的限值; 距铅罐 1 米处剂量率最高值是  $22.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ , 低于标准  $\leq 2.5 \mu\text{Gy/h}$  的限值。

### 2.3.3 有效剂量情况

#### 2.3.3.1 计算模式

$$H=0.7 \cdot D \cdot T \cdot Q$$

式中: H- $\gamma$  射线所致有效剂量, Sv;

0.7-有效剂量当量率与空气吸收剂量率之比, Sv/Gy;

D-空气吸收剂量率, Gy/h;

T-受照时间, h;

Q-品质因数, 对  $\gamma$  射线  $Q=1$ 。

#### 2.3.3.2 参数的选取

(1) 受照时间(T)的选取:

正常状态: 核子水分密度仪工作人员的操作时间较其他长, 年累计工作时间为 1 760 h; 公众停留因子是职业人员的 1/10, 取 176 h。

事故状态: 技术人员在距裸源 1m 处处理放射性污染事故需要 30 分钟的时间,  $T=0.5 \text{ h}$ 。

(2) D 的选取:

正常运行时, 考虑到人员距源的距离为 1.0 m 或 2.0 m, 所以在 1.0 m、2.0 m 处取最大值; 事故状态放射源从源罐掉出, 将裸露放射源装入源罐, 放射源活度按照活度最高的灰份仪中  $\text{Am-241}$  的活度  $4.62 \text{ GBq}(124.9 \text{ mCi})$  计算。

### 2.3.3.3 结论

现有放射源所致职业工作人员最大个人年有效剂量值为 0.21 mSv/a, 低于 5 mSv/a 的执行标准。

现有放射源所致公众成员最大个人年有效剂量值为 0.021 mSv/a, 低于 0.1 mSv/a 的执行标准。

若发生掉源事故, 一次处理  $\text{Am-241}$  放射源接受的有效剂量为 0.148 mSv/次, 低于执行标准 50 mSv/次剂量限值。

## 3 晋城煤业集团的管理模式

### 3.1 管理现状

根据污染源分析、环境影响分析结果。晋城煤业集团的管理措施如下:

(1) 根据国家相关法律、法规, 结合自身实际, 制定《晋煤集团放射性同位素与射线装置管理办法》, 对放射性同位素从申请许可、运输、使用到废源的处置, 全过程的管理做了详细规定:

所有使用单位必须办理使用手续, 做到合法使用;

按照法律法规的要求成立放射性同位素与射线装置安全监督管理领导小组, 各使用单位相应设立自己的管理机构;

各相关单位建立健全管理办法、各项制度、措施、资料、档案等, 管理办法、制度的制定必须结合实际情况, 做到切实、可行;

档案的建立需做到设备名称、核素名称、活度、编码、位置、责任人等情况一一对应, 上述内容有变动要及时更新, 并报集团公司;

编码卡按要求与源固定在一起;

使用场所设置明显的安全警示标识、中文警示说明;

建立了专门的暂存库, 并实行双人双锁、安装防盗门窗、监控设施, 满足了实体防护与安全保卫要求, 由专人负责管理;

固定源周围加装防护隔离栏和防盗措施,移动源和射线装置使用现场按要求设安全警戒范围,必要时专人负责警戒;

保证监控设施的正常、有效运行;

按要求巡检源的安全情况,并记录检查结果。移动源出、入库交接必须检查、记录源的在位情况,出库后处于实时监控状态;

所有操作人员和相关管理人员要做到持证上岗,利用班前会等时间学习各项法律法规,相关的安全、防护基础知识,规章制度等;

各单位为操作人员配备防护服和个人剂量仪,操作时从业人员必须穿防护服、佩带个人剂量仪;

操作人员按相关要求体检、剂量检测,建立健康档案和个人剂量档案,专人管理、长期保存,体检指标不合格或剂量检测超标,则调离辐射岗位;

停用的废源要尽快送交废物库或返回生产厂家。

(2)集团公司制定《晋煤集团辐射事故专项应急预案》,各使用单位制定自己的应急预案或措施,并报集团公司审核、备案。

(3)集团公司针对上述内容制定考核标准,定期督查、考核各单位安全、防护管理情况。

### 3.2 管理效果

通过以上措施,取得的效果如下:

(1)废源及时送城市放射性废物库,保证源全部为在用源,便于源的管理;

(2)通过考核,促进各单位加强管理;

(3)监控设施的正常有效运行、放射源周围加装防护隔离栏和防盗措施,保证了源的安全;

(4)经培训持证上岗,操作人员、相关管理人员了解法律法规的规定,清楚辐射相关知识,使放射性同位素与射线装置的安全、防护管理成为一种主动、自觉的行为。

(5)操作人员定期进行体检、剂量检测,可保障从业人员的健康。

(6)配备防护服和个人剂量仪,作为日常和应急防护用品、个人剂量用品,可减轻照射程度、记录接受射线情况。

### 3.3 内部管理纵向对比

2003年之前,卫生部门负责操作人员的健康检查和剂量检测工作;公安部门把使用单位作为

五管要害部门进行管理;环保部门负责辐射环境和废物的管理。晋煤集团虽然没有发生泄露、丢失事故,但这种管理模式存在许多漏洞与不足。

为加强对放射源安全的统一监管,保障社会公共安全,国务院和中央编委对监管部门的职责进行了分工。环保部门作为主管部门后,国家、环保部出台了一系列的法律、法规、标准等,为使用单位的管理提供了依据。晋煤集团根据国家的法律、法规,结合自己的实际情况制定内部的管理办法、考核标准、应急预案。各使用单位建立健全自己的制度、办法、措施,完善相关资料,并加强现场的安全管理和人员的培训、防护、剂量、体检管理。形成了完善的辐射安全、防护管理体系,保证了源的安全和从业人员的健康。

### 3.4 存在的问题及改进

近几年,我国因密封源引发的事故不断。晋煤集团的辐射管理虽然做了大量工作,也取得了一定的成效。但仍然存在各级领导重生产、对辐射管理力度不够的现象。另外,辐射工作人员长期从事这项工作,积累丰富工作经验的同时,也会产生凭经验办事的思想,进而出现松懈、麻痹、大意等现象。这些都带来了事故隐患。

要从根本上杜绝泄露、丢失等事故的发生,避免“小源惹大祸”,需要警钟常鸣、老生常谈。各使用单位必须按照法律、法规的要求做到位,不折不扣执行相关的管理办法。并在职工、家属中宣传辐射安全、防护知识。

## 4 结语

晋城煤业集团密封源的使用,为企业的发展提供了方便、快捷、准确的服务。目前,在用的密封源为Ⅰ类、Ⅱ类源,通过进行污染源分析、环境影响分析,可知正常运行过程中对人员的危害、环境的污染有限。但是若发生丢失事故将给企业带来不可估量的损失,还将影响社会稳定、和谐的局面。各使用单位严格执行法律、法规的规定和相关的管理办法、制度,可避免事故的发生,使辐射技术更好的造福于企业。

## 参考文献

- [1]国际原子能机构辐射分类,辐射安全培训教程,山西省辐射环境监督站,2004年12月。
- [2]电离辐射防护与放射源安全基本标准,国家质量监督检验检疫总局 GB18871-2002。