

某石化厂中子料位计辐射防护调查

佟梦华¹, 刘学成²

中图分类号: TL816 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2006)04—0488—01

【摘要】 目的 通过对中子料位计的辐射测试和评价, 为其找出辐射方法和措施。方法 按照国家相应防护标准和监测规范进行。结果 中子料位计的 γ 辐射水平较低, 防护的重点应以中子辐射为主。结论 中子料位计的 γ 辐射和中子辐射符合相应国家标准要求。在拆卸防护包装检修时要采取特殊的防护措施。

【关键词】 中子料位计; 剂量; 防护

1 基本情况

某石化厂焦化车间针焦装置用中子源作料位控制, 所用 DZLJ—88 型中子料位计中装有 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源, ^{241}Am 源活度为 $2.22 \times 10^9 \text{ Bq}$ (60mCi), 中子强度为 $1.33 \times 10^5 (1 \pm 10\%) \text{ n/s}$ 。中子源用同一直径 340mm 高 340mm 铁皮石蜡桶作防护容器, 内有小铅罐。中子料位计安装时, 中子源距外界面的最近距离为 20cm, 边界处有 5mm 铁围板。该厂在两个焦化塔上安装 6 台中子料位计, 塔高约 40m, 每个塔上安装 3 台, 分别位于塔的 25m、29m、33m 高度处, 以观察塔内液面高度。由于中子料位计的二次仪表安放于地面房间中, 工作期间很少有人到中子料位计附近巡视, 所以, 可能接触中子源的时间甚少。设备在使用期间很少出现故障, 基本不用维修。

2 测量内容与方法^[1,2]

用 FD—71 闪烁辐射仪测中子料位计四周 γ 辐射水平; 用 FJ—342G1 中子雷姆仪测中子料位计四周中子剂量。两种仪器均经计量部门校准。按《含密封源仪表的卫生防护监测规范》^[2] GBZ137—2002 中规定的方法分别测试有防护包装和无防护包装条件下中子料位计的辐射水平。

3 测量结果与评价^[3,4]

3.1 中子料位计周围 γ 辐射水平(表 1) 我国《含密封源仪表的卫生防护标准》GBZ125—2002 中规定, 在距装置表面 5cm 处剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 距 100cm 处小于 $0.25 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的工作场所, 人员活动范围可不受限制。从测量结果中可以看出, 料位计四周 γ 辐射水平均低于此标准。即使在无防护包装时, γ 辐射水平也接近规定要求。

表 1 中子料位计源周围 γ 辐射水平 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)

测定位置	有防护包装	无防护包装
距源表面 5cm 处	0.28~0.38	0.69
距源表面 100cm 处	0~0.03	0.28

3.2 中子料位计源周围中子辐射剂量水平(表 2)

3.2.1 有防护包装时 中子料位计距源容器表面 5cm 处, 中子辐射水平为 $7.2 \sim 12.6 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 距容器 100cm 处为 $< 0.7 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。我国《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871—2002 在强调电离辐射防护的同时, 异常重视辐射源的安全, 强调防止潜在照射的危险。标准中规定, 放射工作人员全身均匀照射的 5a 平均的年剂量限制为 20mSv, 如以源相关防护考虑, 假定放射工作人员每年工作 50 周, 每周工作 40h, 其导出剂量率限值

应为 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)。如以人相关防护考虑, 则应以年均剂量限值除以放射工作人员每年实际接触源的时间。从测定结果可看出, 中子料位计周围中子剂量水平从源相关防护考虑, 在有防护包装时, 在距离源容器表面 100cm 处其剂量水平显著低于导出剂量限值, 防护是安全的。

表 2 中子料位计源周围中子辐射剂量水平 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)

测定位置距源表面	有防护包装	无防护包装
5cm 处出线口	12.6	756
5cm 处出线口左	7.2	
5cm 处出线口右	10.8	
5cm 处出线口上	12.6	
5cm 处出线口后	10.8	432
100cm 出线口		25.2
100cm 出线口侧方		10.8

3.2.2 无防护包装时 距中子源表面 5cm 处中子辐射水平为 $432 \sim 756 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 距表面 100cm 处为 $10.8 \sim 25.2 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 从源相关防护考虑, 即使在距源 1m 处也高出导出限值的剂量率, 而在距源表面 5cm 处剂量率值高出限值达 42~75 倍。不过, 在日常工作中卸掉防护包装的情况是不存在的, 只有在检修时才可能出现这种情况, 但按其剂量水平检修人员仍可接触 25~50h 而不超过年剂量限值, 在距源 1m 处可接触 80~200h/a。事实上, 一般仪表操作人员很少接触放射源; 设备检修人员每年接触放射源时间也很短, 所以, 按人相关防护考虑, 放射工作人员的辐射剂量是低于年剂量限值的。

4 防护措施与建议

(1) 中子料位计中 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源放射活度较高, 如失控可造成人身伤害, 必须认真防护与保管。使用单位应会同厂矿环保、安全、卫生、保卫部门做好放射源的管理工作, 严防丢失, 确保中子源贮存、运输、使用中的安全。

(2) 中子料位计周围辐射场所所致 γ 辐射仅占总辐射剂量的 $1/30 \sim 1/40$, 中子辐射占绝大部分, 因此, 对中子料位计的防护应以中子防护为重点。

(3) 中子料位计无防护包装时的中子辐射剂量为有防护包装时的数十倍~65 倍, 大大高于源相关防护的剂量限值, 因此, 在无必要时不应卸掉防护包装。如必须卸掉防护包装(检修时), 应充分利用时间、距离、屏蔽防护, 采用长柄工具增大与源的距离, 熟练、迅速地进行操作, 必要时应使用隔室机械手操作, 减少受照剂量。

(4) 中子料位计安装地点应设置醒目的放射性标志牌, 避免无关人员靠近或停留。

(5) 中子料位计操作使用、检修人员应进行就业前体检和就业后定期健康检查, 有职业禁忌证人员不能从事此项工作。工作人员应佩戴中子、 γ 射线个人剂量计, 定期(每季度)进行

作者单位: 1. 锦州石化医院, 辽宁 锦州 121000

2. 锦州市卫生监督所

作者简介: 佟梦华(1965~), 女, 满族, 辽宁省人, 副主任医师, 从事职业卫生工作。

含密封源仪表的应用现况和辐射水平的调查分析

濮庆福

中图分类号: TL816 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2006)04—0489—01

【摘要】 目的 了解现况, 促进规范管理, 保障从业人员和公众的健康与安全。方法 对含密封源仪表的应用现况、辐射水平和从业人员的个人剂量进行调查与监测。结果 表3所列仪表中有35%的源容器外5cm处的 $H \geq 25 \mu\text{Sv/h}$, 从业人员的人均年剂量当量小于国家标准允许值的1/10。结论 对使用场所应按标准要求进行分类管理, 检修设备时拆下的源容器应及时妥善存贮。

【关键词】 含密封源仪表; 辐射水平; 调查

随着国民经济的发展, 核技术的应用越来越广, 安装在设备上的含密封源仪表以其能实现自动化控制、安装简便、使用寿命长等优点, 在石化、水泥和冶金(含选矿、钢铁)等行业得到了广泛使用。为全面掌握其放射防护状况, 保障从业人员和公众的健康与安全, 笔者对南京市安装在设备上的含密封源仪表的应用现况、使用场所的辐射水平和从业人员的个人剂量的调查与监测结果进行了总结分析, 现报道如下。

1 应用现况

南京市现有安装在设备上的含密封源仪表的使用单位54家, 涉及10个行业, 在用含密封源仪表335台(密封放射源347枚), 总活度841GBq, 放射源9种。另有备用(闲置)含源仪表11台(^{137}Cs 14枚), 未处置的废源13枚(^{60}Co 10枚, ^{137}Cs 2枚, ^{147}Pm 1枚)。335台仪表中, ^{137}Cs 189台和 ^{60}Co 115台占90.7%。含密封源仪表的分类和应用行业分布情况分别见表1和表2。使用单位中有持证放射工作人员115人, 2家无使用许可证和登记证, 4家从业人员无放射工作人员证。

表1 含密封源仪表的分类

分 类	行 业	放 射 源	仪表 (台)	占 比	总活度 (GBq)
料位计	石化、水泥	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{241}Am —Be	146	43.6%	414
液位仪	石化、钢铁、玻璃、食品	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{226}Ra 、 ^{241}Am	138	41.2%	260
密度计	选矿	^{90}Sr 、 ^{137}Cs	26	7.8%	54.2
测厚仪	钢铁、造纸、塑料、电子	^{85}Kr 、 ^{90}Sr 、 ^{147}Pm 、 ^{241}Am	14	4.2%	87.8
核子秤	电力、选矿	^{137}Cs	9	2.7%	23.0
品位分析仪	选矿	^{238}Pu	2	0.6%	2.2

表2 含密封源仪表的应用行业分布

行业	单位数	放射源	源枚数	占比	总活度(GBq)
石化	12	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{226}Ra 、 ^{241}Am	198	57.1%	412
水泥	24	^{60}Co 、 ^{137}Cs	57	16.4%	4.8
冶金	10	^{137}Cs 、 ^{238}Pu 、 ^{241}Am	53	15.3%	60.8
电力	1	^{137}Cs	27	7.8%	82.9
其他	7	^{60}Co 、 ^{85}Kr 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{147}Pm 、 ^{241}Am	12	3.4%	281

作者单位: 南京市疾病预防控制中心, 江苏 南京 210003
作者简介: 濮庆福(1963~), 男, 江苏高淳人, 副主任技师, 硕士, 从事放射防护监测与管理工作。

2 辐射水平

- 2.1 监测仪器 场所监测用FD—3013B γ 辐射仪和FJ—373中子 γ 辐射仪。个人剂量监测用FJ—427A微机热释光剂量仪, 热释光剂量元件为玻管式LiF(Mg, Cu:P)粉末(北京康科洛公司提供)。仪器每年经计量部门检定。
- 2.2 监测方法 测量时含密封源仪表处于工作状态(源闸开)。源容器外表5cm、100cm和探头处的测量值是除有用线束范围外的其余5个方向上各取1点的5点平均值, 对棒源则是在源容器的后、左、右3侧, 每侧取上、中、下3点的9点平均值。
- 2.3 评价标准 GB18871—2002^[1]和GBZ125—2002^[2]。
- 2.4 辐射水平 部分含密封源仪表使用场所的泄漏射线剂量当量率H的监测结果见表3。
- 2.5 个人剂量 2005年实测76人, 符合要求的51人。人均年剂量当量0.58mSv, 频数分布为 $<1\text{mSv}$, 41人; $1\sim2\text{mSv}$, 9人; $>2\text{mSv}$, 1人(2.30mSv)。人均年剂量当量只有全国放射工作人员平均值的一半^[3], 小于国家标准允许值的1/10(2mSv), 这与本市从业人员以现场巡视和管理人员为主的实际情况一致。

3 讨论和建议

- (1) 对表3所列的217台含密封源仪表的使用场所按标准分类: I类(对人员活动范围不限制)和II类(在距源容器的1m区域内很少有人停留)为131台, 占65%; III类(在距源容器外表面3m的区域内不可能有人进入, 或放射工作场所划出了监督区和非限制区)以上为86台, 占35%。尽管有的单位已在源容器外加装了防护罩, III类以上的占比仍很大, 且现场多未按规定划出监督区, 警示牌的内容也不明确。
- (2) 同类仪表周围的泄漏射线剂量值有时差别较大, 这主要与所用放射源的活度不同和有的单位在源容器外加装了材料和厚度不一的防护罩有关。探头处的剂量值波动大与设备内的物料的多少(或液位的高低)密切相关。
- (3) 水泥厂的 ^{60}Co 料位计的泄漏射线比 ^{137}Cs 高2倍, 原因是 ^{60}Co 的 γ 射线能量高穿透力强。同是 ^{137}Cs 料位计, 石化和电力行业比水泥厂的泄漏射线高近10倍, 是所用的放射源活度差别大所致, 这显示出使用场所的泄漏射线剂量率与所用的放射源活度大小呈显著的正相关性。

个人剂量监测。同时, 工作人员应进行防护知识培训, 以适应防护工作需要。

参考文献:

[1] 李德平, 潘自强主编. 辐射防护手册(第三分册), 辐射安全

[M]. 北京: 原子能出版社, 1990. 13. 33—36.
[2] GBZ137—2002, 含密封源仪表的卫生防护监测规范[S].
[3] GBZ125—2002, 含密封源仪表的卫生防护标准[S].
[4] GB18871—2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
(收稿日期: 2006—06—06)