

核工业职业卫生管理调查研究

伦汉清 傅铁城 高增林

(中国辐射防护研究院, 太原)

摘要 本文根据“工业企业职业卫生考评标准”课题协作组的统一计划、统一指标和统一要求,对核工业部分铀矿山、水冶厂、核燃料厂及有关研究院所1990年的职业卫生状况进行了调研。结果认为:1.职业卫生综合管理率可评为90%,属1级。2.作业环境质量合格率:粉尘样品数平均合格率为92.14%,属1级;电离辐射平均合格率99.85%,属特级。3.有害作业职工健康综合管理率可评为90%,属1级。4.职业危害防护指数可评为87%,属1级。5.职业卫生教育普及率和合格率的均数可评为90%,属1级。实践表明:在现有管理水平下,课题协作组所拟定的考评指标基本可行。

关键词 核工业 职业卫生管理 考评指标

根据1991年初卫生部制定的“八五”期间职业卫生软科学重点科研计划和卫监劳发(92)第02号文件,“工业企业职业卫生考评标准”的研制任务由鞍钢劳动卫生研究所牵头,由中国有色金属总公司劳动保护研究所、中国统配煤矿总公司职业医学研究所、上海机电局职业病防治所、化工部劳动保护研究所、辽阳石化公司职业病防治所、中国辐射防护研究院和广东省职业病防治院共同参加组成课题协作组,并于1992年底完成了调研任务。现仅将核工业的职业卫生情况调研结果小结如下。

一、调研方法

1.711矿和272厂的现场调研 收集整理了测尘、氡子体及个人剂量资料,并摘录了文献^[1]报道的272厂辐射工作人员1965~1981年均累积剂量数据。

2.716矿等9个铀矿和721矿水冶厂等5个水冶厂的粉尘、氡子体浓度的资料是由核工业公司矿冶部1990年综合年报中取得的。1990年粉尘和氡子体的总平均值则是由各厂矿年平均值乘以样品加权数加以平均求得,并利用笔者以往提出的“适用于正态分布资料全距法求标准差的S/R值便查表计算出标准差(S);再根据GB8703-88辐射防护规定附录E,用E7中规定的导出空气浓度(DACP) $8.3 \times 10^{-6} \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}$ 计算出理论合格率。

3.核燃料厂和研究院所等8个单位1990年职业性外照射个人剂量当量的资料和504

厂1990年内照射个人待积剂量当量的资料,均由核工业总公司职业性照射个人剂量管理服务中心提供。

4.铀矿冶系统和核燃料系统1990年接触有害物体检情况的数据是根据核工业总公司职业病登记中心提供的原始资料整理出来的。在整理过程中只将1990年有体检结果报告的单位列入了统计范围。

5.职业危害防护设施运行工况,核工业总公司所属厂矿以往没有上报职业危害防护设备运行工况的规定,现仅以文献^[1,2]的资料加以说明。

二、调研指标及结果

1.职业卫生管理

在中国核工业总公司颁布的《安全生产管理规定》〔核总安发(1989)102号〕中,已将劳动卫生管理列入劳动保护范围之内,它对核工业总公司所属企事业单位及其主管部门的安全管理机构和职责、各级人员安全生产责任制、安全技术措施和安全检查;安全教育与培训;事故调查和处理以及奖惩等均作了明确规定,但各单位的落实情况尚无汇总资料。

2.作业环境质量

①作业环境质量合格率

铀矿山和水冶厂粉尘浓度及其合格率的调查结果见表1。

从表1中可以看出:样品数平均合格率为92.14%,最高100%,最低51.5%。

铀矿山和水冶厂氡子体潜能及其理论合格率的调查结果见表2。

表1 核工业部分铀矿和水冶厂1990年粉尘浓度统计表

监测单位	粉尘浓度(mg/m ³)									
	按样品数统计					按工作面统计				
	样品总数(个)	最高	最低	平均	Sx	2 mg/m ³ 以下 个数	合格率 (%)	工作面 总数(个)	2mg/m ³ 以下 个数	合格率 (%)
711矿	1375	24.70	0.01	0.98	3.81	1242	90.33	191	128	67.02
716矿	298	6.90	0.3	1.19	1.15	229	76.84	81	64	79.01
719矿	900	21.00	0.3	0.86	3.22	873	97.00	439	416	94.76
721矿	732	3.51	0.06	0.95	0.55	724	98.91	296	287	96.96
741矿	91	2.7	0.50	1.37	0.49	84	92.31	87	80	91.95
743矿	167	2.81	0.15	1.02	0.50	150	89.82	65	50	76.92
754矿	449	4.10	0.01	0.92	0.68	436	97.10	176	169	96.02
765矿	60	3.50	0.05	1.06	0.74	56	93.33	9	8	88.89
771矿	653	11.50	0.25	1.11	1.80	596	91.27	216	166	76.85
792矿	129	11.29	0.03	0.89	2.17	93	72.09	12	7	58.33
矿合计	4854	24.70	0.01	1.03	3.81	4483	92.36	1572	1375	87.47
272水冶厂	321	49.6	0.10	1.48	8.45	285	88.78	23	14	60.87
721矿水冶厂	137	3.50	0.25	0.87	0.62	134	98.00	—	—	—
741矿水冶厂	39	30.40	0.10	1.62	7.05	33	84.60	39	33	84.60
743矿水冶厂	138	3.60	0.10	0.49	0.67	134	97.10	59	55	93.20
754矿水冶厂	23	1.44	0.06	0.86	0.36	23	100.00	11	11	100
792矿水冶厂	33	3.69	0.04	1.60	0.87	17	51.50	6	2	33.53
厂合计	691	49.6	0.04	1.15	7.90	626	90.59	138	115	83.33
厂矿合计	5545	49.6	0.01	1.04	7.65	5109	92.14	1710	1490	87.13

* 均按TJ36-79中含有10%以上游离二氧化硅的粉尘计为2mg/m³

表2 核工业部分铀矿和水冶厂氡子体潜能统计表

监测单位	氡子体浓度(1.602×10 ⁻⁶ J/m ³) (按样品数统计)					
	样品总数(个)	最高	最低	平均	Sx	8.3×10 ⁻⁶ Jm ⁻³ 以下 理论合格率%
711矿	1384	20.80	0.01	0.91	3.20	99.87
716矿	302	4.80	0.1	1.00	0.60	99.87
719矿	928	115.5	0.03	4.01	17.92	97.67
721矿	2166	16.14	0.01	0.78	2.49	99.87
741矿	443	26.2	0.50	4.38	4.29	99.87
743矿	191	16.40	0.41	3.54	2.92	99.37
754矿	778	9.00	0.01	0.71	1.42	99.87
765矿	54	845.58	0.19	61.22	185.48	7.41
771矿	855	89.10	0.01	7.27	13.94	23.86
792矿	193	50.76	0.05	1.43	18.37	99.77
矿合计	7294	845.58	0.01	2.73	130.37	94.52
721矿水冶厂	312	4.69	0.01	0.18	0.81	99.87
741矿水冶厂	15	0.97	0.02	0.3	0.27	100
743矿水冶厂	140	1.49	0.09	0.28	0.27	99.87
754矿水冶厂	54	0.34	0.03	0.13	0.07	100
792矿水冶厂	113	2.064	0.02	0.17	0.40	99.87
厂合计	634	4.69	0.01	0.20	0.75	99.87
厂矿合计	7928	845.58	0.01	2.53	130.39	99.87

从表 2 可以看出：平均理论合格率为 99.85%，最高100%，最低7.41%。

②暴露剂量
现仅将711矿铀矿工1990年氡子体照射量Ep（工作水平月，WLM）的统计及分布

表 3 铀矿工1990年氡子体Ep统计及分布

单 位	监测 人数	年人均照 射量(AE) WLM	<0.5		0.5-<1.5		1.5-<2.5		2.5-<5.0		5.0-<10.0		<100		MR
			人 数	%	人 数	%	人 数	%	人 数	%	人 数	%	人 数	%	
711矿	1356	1.34	521	33.48	482	30.98	349	22.43	204	13.11	0	0	0	0	0.36

表 4 272水冶厂辐射工作人员1965~1981年年人均累积剂量分布

剂量 范围	1<2.9 (mSv)	2.9-5.9 (mSv)	5.9-8.82 (mSv)	8.82-11.76 (mSv)	11.76-14.70 (mSv)	>14.70 (mSv)	合计
人数	2296	133	199	211	55	0	2894
%	79.3	4.6	6.9	7.3	1.9	0	100

从表 4 可以算出年人均累积剂量为4.01 mSv（标准差S为2.50），小于年人均累积剂量限值的10%。

部分核燃料生产厂及研究院所等 8 个单位1990年职业性外照射个人剂量当量统计与分布见表 5。

从表 5 可以看出总合格率为99.85%。
504厂1990年内照射个人剂量的统计分布资料列于表 6。

表 5 1990年外照射个人剂量数据表

剂量当量范围 (mSv)	被监测 人数	占被监测总人数 的百分比(%)
<5.0	3620	89.27
> 5.0 <15.0	330	8.14
>15.0—<25.0	56	1.38
>25.0—<50.0	43	1.06
>50.0	6	0.15
合计	4055	100.00

表 6 504厂1990年度内照射个人待积剂量当量分布

监测 人数	<0.1mSv		0.1-0.5mSv		0.5-0.1mSv		集体剂量当 量人·mSv	平均剂量 当量mSv
	人数	%	人数	%	人数	%		
1556	1292	83	264	17	0	0	79.21	0.05

从表 6 可以看出，全部被测者的待积剂量当量均低于年限值的10%。

总之，从表 2 ~ 6 可见，核工业电离辐射的平均合格率≥99.85%。

3.有害作业职工健康检查
矿冶系统 9 个单位和核燃料系统 8 个单位1990年接触有害物质的体检情况是：按接触合计、粉尘、物理和其它的1990年受检率依次分别为41.45%、32.68%、52.40%、39.33%和100%。由此可见核系统有害作业职工定期体检制度执行不够及时和严格。

4.职业卫生防护设施
在核工业总公司颁布的《安全生产管理规定》第十八至二十四条中，对安全技术措

资料列于表 3。
从表 3 可以看出，无一人超过 5 WLM 的年限值。
272厂水冶厂辐射工作人员的年均累积剂量资料列于表 4。

施（包括职业卫生防护设施）作了明确规定，保证了该类设备的完好率和同步运转率。至于其防护效率，则未作上报规定。现根据报道，铀矿山有效风量率为82.08%，风机效率为31.88%和48%^[1]。

5.职业卫生教育
在《安全生产管理规定》第五章安全教育与培训的第二十七条至第三十一条中，都作出了明确规定，以保证职业卫生教育要求的全面贯彻。

三、小结
按照课题协作组提出的“工业企业卫生考评标准”和评价指标及评价记分方法，对
（下转第15页）

表1 24小时尿样中¹³⁴Cs¹³⁷Cs分析结果

尿样采集时间	距事故后的天数	尿样体积(升)	¹³⁴ Cs(Bq)	¹³⁷ Cs(Bq)
87年2月	297	1.51	2.22	4.85
87年4月	351	1.63	1.04	4.12
87年5月	387	1.75	0.66	2.78

根据Cs尿排泄方程:

$$Ys(t) = 0.1e^{-0.693t} + 0.005e^{-0.008t} \quad (2)$$

求出尿样采集时刻的排泄分数,将该时刻的铯含量除以排泄分数,即得一次采样求得的初始摄入量,对¹³⁴Cs还作了衰变校正,计算结果见表2。

表2 由排泄方程求得¹³⁴Cs、¹³⁷Cs初始摄入量

距事故后的天数	Cs排泄分数, Ys	初始摄入量 ¹³⁴ Cs	q ₀ (Bq) ¹³⁷ Cs
297	8.415×10^{-4}	3466	5764
351	6.086×10^{-4}	2362	6770
387	4.904×10^{-4}	1922	5669
平均		2583	6068

由表2中得到 $q_0(^{134}\text{Cs}) : q_0(^{137}\text{Cs}) = 0.426$,该数值与事故时¹³⁴Cs与¹³⁷Cs的比例接近。

我们采用文献^[3]中报道的数据:

$D_{137} = 1.321 \times 10^{-8} \text{Sv} \cdot \text{y}^{-1}$, $D_{134} = 1.723 \times 10^{-8} \text{Sv} \cdot \text{y}^{-1}$, D为人体一年中摄入1 Bq ¹³⁴Cs或1 Bq ¹³⁷Cs所致内照射年剂量当量。由计算得到¹³⁷Cs的年剂量当量为80.2

μSv, ¹³⁴Cs为44.5μSv,总计为124.7μSv。低于⁴⁰K对人体产生的180μSv年有效剂量当量^[4]。由于剂量不大,我们未作铯的促排处理。

89年2月11~12日(即事故后2.8年),我们又作了随访采样测定,结果表明24小时尿样中¹³⁴Cs、¹³⁷Cs均已降到本底水平。先前的乏力,头晕嗜睡症状也全部消失。

由上述结果可以看出:

1.核事故受轻度污染的人员,在事故后一年多仍能明显地测出¹³⁴Cs、¹³⁷Cs,在未作促排处理的情况下,2.8年后尿中¹³⁴Cs、¹³⁷Cs降至本底。

2.在核事故的初期,尿中会含有其它更多的γ放射性核素。因此,用Ge(Li)γ谱仪快速测定尿样中γ放射性核素含量,在事故初期,对内照射剂量的估算,会有更为积极的意义。

综上所述,用Ge(Li)γ谱仪测定核事故后尿样中¹³⁴Cs、¹³⁷Cs的含量,方法简便、快速,可用于内照射剂量的估算。

参 考 文 献

- 1.赵淑权,等.液体样品中γ放射性核素的快速分析方法.中国辐射卫生 1992; 1(1):44.
- 2.ICRP Publication 10A, 1969.
- 3.Gedikoglu A, et al. Health Physics 1989; 56(1):97.
- 4.UNSCEAR. Report 1982.

(1994年1月4日收稿)

(上接第13页)

这次调查工作结果小结如下:

1.职业卫生综合管理率:经调查了解,核工业系统中厂矿长安全负责制和部门负责制基本落实,具有职业安全卫生中长期发展规划及年度工作计划,建立了必备的职业卫生管理制度(职业卫生档案建档率100%),因此,职业卫生综合管理率可评为90%,属1级。

2.作业环境质量合格率:①粉尘 5545个样品平均合格率为92.14%,属1级。

②电离辐射 (a)氡子体 7928个样品平均合格率为99.87%,属特级;(b)外照射 被监测人数4055人,合格率为99.85%,属特级;(c)内照射 被监测人数1556人,合格率为100%,属特级。电离辐射的总合格率≥99.85%,属特级。

3.有害作业职工健康管理 就业前健康

检查率100%,定期健康检查率82.92%(以两年一次计),职业病人分级管理100%,因此,有害作业职工健康综合管理率可评为90%,属1级。

4.职业卫生防护指数(%) 职业危害防护的防护率为82.08%(均以铀矿山有效风量率计)和个体防护用品佩戴率100%(极个别工人违章不佩戴)。因此,职业卫生防护指数为87.46%,属1级。

5.职业卫生教育 职业卫生教育普及率和合格率的均数可评为95%,属1级。

参 考 文 献

- 1.潘英杰.铀矿通风防护现状及综合防护措施.辐射防护 1991; 11(3):236.

(1993年6月4日收稿)