

野外 γ照相现场的外照射防护探讨与分析

白桂林¹, 哈日巴拉², 邓 君³, 曹 磊³, 王成国²

中图分类号: TL75+2.2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)04-0466-02

【摘要】 目的 分析某石化企业应用野外 γ照相时的外照射辐射水平和放射防护状况,为辐射防护最优化和有效控制其职业危害提供建议。方法 通过现场考察,了解典型的野外 γ照相工作过程中,工作人员在辐射场中的分布和居留情况,并采用主动式和被动式方法测量辐射场剂量水平,综合分析其放射性职业危害水平。结果 从个人剂量监测数据和现场调查数据说明,正常工作情况下,从事野外 γ照相的工作人员一般接受的年剂量平均值为 3.94mSv/a。结论 野外 γ照相过程中的三个环节由于人员近距离接触放射源,外照射水平较高,应引起重视,并做好辐射防护最优化和相应的管理工作。

【关键词】 野外 γ照相; 外照射防护; 辐射防护最优化原则

野外 γ照相作为一种快速、便捷和准确的大型工件无损探伤手段得到越来越广泛地应用。由于工作中不可避免的涉及各类人员对放射源的接触,产生的放射危害不容忽视。一定意义上,由于野外环境和人员接触的情况复杂,如果辐射防护措施和管理不到位,放射源失去有效控制,该类放射源应用可能导致职业性超剂量照射事故,甚至公众超剂量照射事故的发生。笔者通过对典型的该类型放射性场所辐射水平现场测量结果的分析,结合个人剂量监测的结果,依据国家标准提出了相关的建议,分析辐射危害水平并对辐射防护问题进行探讨。

成的前向锥形射线束,在离前连接器一米距离处射线束的直径约为 150mm。



图 1 YG-60 探伤机及源容器

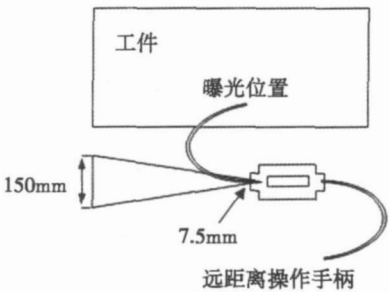


图 2 探伤机工作状态及前向射束示意图

1 研究对象与方法

1.1 YG-60探伤机的工作原理 应用于野外 γ照相放射性同位素主要有⁶⁰Co和¹³⁷Cs等,可根据工件的不同规格,调整使用不同活度的 γ密封放射源。其中,⁶⁰Co密封源放射性活度最高约 3.7×10¹²Bq(100Ci)。图 1 示出了 YG-60探伤机及源容器外形,源容器的屏蔽体一般由贫化铀或铅构成,图 2 示出了探伤机快门打开后,放射源位于主机内,通过主机源通道形

作者单位: 1 内蒙古锡林郭勒盟疾病预防控制中心,内蒙古锡林浩特 026000 2 内蒙古疾病预防控制中心; 3 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所

作者简介: 白桂林(1964~),男,主管医师,从事放射卫生与防护工作。

通讯作者: 王成国,副主任技师。

2.2 控制室辐射水平 煤质成分在线检测装置运行时,控制室辐射水平检测结果见表 2

表 2 控制室辐射水平检测结果(μSv·h⁻¹)

检测点	检测结果	
	γ	中子
125	0.2	<1
126	0.2	<1
127	0.2	<1
128	0.2	<1
129	0.7	<1

3 讨论

(1)煤质成分在线检测装置表面辐射水平最高为 1.2μSv·h⁻¹,中子未检出,说明装置表面的屏蔽厚度符合要求。

(2)煤流进出口表面辐射水平最高为 3.1μSv·h⁻¹,中子为 3μSv·h⁻¹。而到了 1m 处的辐射水平最高为 1.3μSv·h⁻¹,中子未检出,说明操作人员应考虑煤流进出口表面的中子

辐射,加强辐射防护意思。

(3)控制室辐射水平最高为 0.7μSv·h⁻¹,中子未检出,说明控制室由于距离原因,辐射水平较低,符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求^[4]。

(4)建议参照 GBZ125-2002《含密封源仪表的卫生防护标准》对煤质成分在线检测装置做以下限制:装置表面及控制室对人员的活动范围不限制,在煤流进出口 1m 区域内做到很少有人停留,1m 区域外对人员的活动范围不限制。

参考文献:

[1] 徐军伟,崔国圣,宋兆龙.煤质成分在线检测装置[J].江苏电机工程,2005 24(1).

[2] 崔国圣,李嵌,徐军伟.MJA 型煤质成份在线检测装置在电厂的应用[J].电站系统工程,2005 (4).

[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: 2009-04-15)

实际的现场应用中,远距离操作的控制器两端各有挠性的平行软管及其内部的螺旋状钢丝绳组成。如图 2所示一端为快速连接器用于和探伤机连接;另一端则拧入一个全向源端子(或一个快速连接器用于连接各种专用光栏)。操作人员转动遥控器手柄便可以使驱动缆绳及放射源在软管中运动,配置放射源在工件内的曝光位置。控制器的平行软管规格长度约为 10m。

1.2 典型的现场操作过程 典型的现场操作主要分为 3个过程。典型的操作时间为 10~50min,其中,可能存在重复几次的探伤机人工搬运过程。①从临时源库运输探伤机及源容器到工作现场及其逆过程。②连接遥控器手柄软管及全向源端子及其逆过程。③野外 γ照相过程。

1.3 辐射测量仪器和方法 现场测量选用 BH3103γ 便携式巡测仪;个人剂量监测选用 ⁶LiF(Mg,Cu,P)热释光剂量计及 FJ-377热释光剂量计。所有设备都经国家次级标准剂量学实验室标定。依据 GBZ114—2006《密封放射源及密封 γ放射源容器的放射卫生防护标准》进行探伤机及其源容器的防护监测^[1],依据 GBZ132—2008《工业 γ射线探伤放射防护标准》进行现场放射防护监测^[2],依据 GBZ128—2002《职业性外照射个人监测规范》的规定进行个人剂量监测,监测周期 3个月^[3]。

2 结果

2.1 现场的放射防护监测结果 YG—60探伤机及源容器表面 5m处的放射防护测量结果见表 1。移动探伤室外放射防护监测结果见表 2。

表 1 YG—60探伤机及源容器表面的剂量率

位置	剂量率 (μSv/h)
上侧	350.0±5.0
左侧	88.2±3.1
右侧	86.0±3.0
前侧(源闸)	144.3±4.2
后侧	60.5±2.2

表 2 移动探伤室外的剂量率

位置	剂量率 (μSv/h)
东墙	1.21±0.05
南墙	0.81±0.03
西墙	0.68±0.03
北墙	0.88±0.03
20m外天空反散射	0.25±0.01

2.2 个人剂量监测结果 取带有典型代表意义的年外照射个人剂量监测数据,数据分布见图 1。年人均最高剂量约为 5.96mSv/a;平均剂量约为 3.94mSv/a。

3 结论和建议

对探伤机及源容器的放射防护监测的结果可以看出, YG—60探伤机及源容器表面的辐射水平满足国家标准的相关要求。考虑到源运输的过程中,操作人员与源容器表面的距离约

为 30m,人均剂量约为 30μSv/次,那么,按照每人年实际操作工作时间 200次计算,可得人均剂量约为 6mSv/a。同时,根据对个人剂量监测结果的分析,估算的数据与实际监测的数据(年度最高剂量约为 5.96mSv/a),说明两者具有可比性。通过对估算结果和实际监测的结果分析,该应用属于放射性职业危害水平较高的辐射技术应用,应加强职业外照射管理工作^[4]。

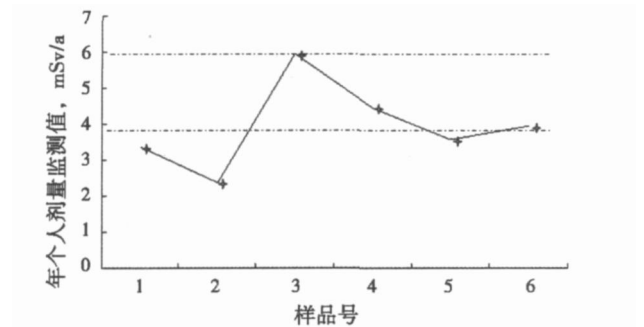


图 3 野外 γ探伤工作人员个人剂量监测结果 连接遥控器手柄软管及全向源端子及其逆过程是与放射源距离最近的操作,但由于操作的时间非常短暂(3~5s内即可结束),所受剂量占年人均剂量的份额较低,约为 5%。另外,由于野外 γ照相过程(典型过程 3)中距离放射源最远,约为 10m~20m范围,这一项剂量贡献约占年人均剂量的 3%。

从以上的分析可以看出,最主要的剂量贡献和辐射危害来自于探伤机及源容器的运输过程。通过严格控制搬运人员与源容器表面的距离,则可以较有效的控制放射性职业危害,如按照 YG—60中装入 3.7×10¹²Bq(100Ci)的 ⁶⁰Co密封放射源估算,其位置剂量率随距离的增加以平方反比的关系减弱,则距源容器表面 100m的处位置剂量率约为距 10m的处 1%。

另一个有效降低放射源运输过程中辐射危害的方法是采用加以屏蔽的探伤机及源容器的专用运输工具,例如,装置有桶状屏蔽体的运输小车。采用这种小车的另一个好处是,降低运输过程中可能引起的公众剂量。

鉴于操作现场的复杂环境和人员分布情况的不确定性,必须采用辐射分区和警示标志对野外 γ照相现场控制区和监督区加以严格区分。对该现场条件的分析可以看出,出源以前,必须对 2种意外情况(1.人员进入辐射控制区,特别是进入主束照射野内;2.出现机械故障,不能回源)的发生几率加以评估,并制定好相应的处置方案和措施。

放射源操作人员应佩戴有声光报警装置的个人剂量报警仪,预防可能发生的超剂量误照射事故。

(感谢中国 CDC辐射安全所尉可道教授,内蒙古 CDC王海玲主任医师大力支持。)

参考文献:

[1] GBZ114—2006 密封放射源及密封 γ放射源容器的放射卫生防护标准[S].
[2] GBZ132—2008 工业 γ射线探伤放射防护标准[S].
[3] GBZ128—2002 职业性外照射个人监测规范[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: 2009—06—08)