



成立了标准处,负责卫生标准的业务管理。与此同时,中国预防医学科学院在(85)预医开字第44号文中也明确将放射卫生防护标准分委员会挂靠 in 卫生部工业卫生实验所。这种关系一直延续到2003年以前的第四届标委会,尽管在这期间卫生部负责卫生标准的主管业务单位历经卫生防疫司、卫生监督司、科技教育司卫生标准管理办公室、卫生法制与监督司等变化。1988年,中国预防医学科学院经广泛征求委员意见后确定本分委员会的英文译名为:Sub-Committee for Radiation Protection Standards。

3. 自2002年卫生部卫生监督中心成立以来,原中国预防医学科学院的标准处整合到监督中心卫生标准处,负责全国卫生标准的管理。全国放射卫生防护标准委员会挂靠在中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所(即原来的卫生部工业卫生实验所)。到目前为止,标委会已经是第六届。

第二节 相关标准

制定放射卫生防护标准的主要技术依据,一是根据国内外放射防护理论体系和基本原则的不断发展;二是放射防护实践,特别是我国放射卫生监督执法和实施放射卫生防护标准的情况反馈;三是依据或参照相关的国际标准或国外先进标准。以下对相关的国内外放射防护标准化组织或机构及其标准作一简单介绍,并在附录4给出了截至2007年的国内外若干标准化机构的有关标准题录。

一、国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)

1. 国际标准化组织(ISO)

ISO是世界上最大的非政府性标准化专门机构。ISO标准的三大主题是名词术语,试验方法,质量指标和性能(包括安全要求)。ISO标准包括建议草案、国际标准草案阶段,最终形成ISO国际标准。ISO标准编号由“ISO+序号+年份”组成。ISO下设163个技术委员会(TC),其中和放射防护有关的标准不多,主要是TC85 Nuclear Energy(核能技术委员会)的标准。

2. 国际电工委员会(IEC)

成立于1906年,是世界上最早的非政府性国际电工标准化机构,它负责有关电器与电子工程领域国际标准化的一切工作。IEC标准形式是IEC出版物,编号为“IEC+序号+年份”。IEC下设很多技术委员会(TC)和分技术委员会(SC),其中和放射防护有关的是:

(1) TC45 Nuclear Instrumentation(核用仪表)

SC45A Instrumentation and control of nuclear facilities(核设施仪表和控制)

SC45B Radiation Protection Instrumentation(辐射防护仪表)

(2) TC62 Electrical Equipment in Medical Practice(医用电器设备)

SC62A Common Aspects of Electrical Equipment used in Medicine(医用电器设备的通用要求)

SC62B Diagnostic imaging equipment(诊断影像设备)

SC62C Equipment for radiotherapy, nuclear medicine and radiation dosimetry(放射治疗、核医学和辐射剂量学设备)

SC62D Electromedical Equipment(电子医疗设备)



2. 国际放射防护委员会(ICRP)

国际放射防护委员会前身是国际放射学大会于1928年设立的国际X射线和镭防护委员会,1950年改用现名。国际放射防护委员会的任务是了解放射防护领域内的进展,就放射防护基本原理与估计辐照危害的定量方法以及据此确定防护标准提出建议,考虑放射防护措施,指导放射源的应用。委员会下设辐射效应、次级限值、药物防护和委员会建议书的应用四个分委员会。标准种类有国际放射防护委员会建议书和出版物,标准编号是“ICRP+序号”,目前都刊登在《Annual of the ICRP》杂志上。

ICRP标准的特点是其在放射防护专业内的权威性,特别是它的建议书,是本专业领域内各国际标准化组织和各国标准化机构制定其标准的主要依据。但其出版物的文字和格式通常是以建议的形式表述,必须转化为本国标准后才有强制性。

现行有效的ICRP出版物计59项,见附录4,可以大致分类如下:属于防护基础标准的建议书和剂量学评价及其参数的11项,属于防护原则的生物学依据的14项,有关医疗照射的14项,非医疗照射的11项(包括职业照射的6项和公众照射的5项),有关潜在照射和事故照射及其应急的5项,其他主要是废物处理的4项。

3. 国际辐射单位和测量委员会(ICRU)

前身是国际放射学大会设立的国际X射线单位委员会,1965年改用现名。任务是就电离辐射和放射性的量和单位,应用这些量及其有关测量程序,应用这些程序所需的物理数据等提出建议,制定相应的标准和术语,其中包括放射防护中的量、单位和测量。下设13个分委员会,标准名称是国际辐射单位和测量委员会报告,编号“ICRU+序号”。

4. 世界卫生组织(WHO)

从事国际卫生工作的联合国专门机构。任务之一是促进营养、食品、药物、生物制品与环境卫生的国际标准化,制定食品卫生、饮用水、药物和生物学标准。涉及放射性的标准不多,如其生活饮用水标准中有放射性指标并已为我国标准参照采用;此外,它与联合国粮农组织(FAO)合作成立的“食品法典委员会”(Codex Alimentarius Commission)所制定的《国际贸易用核事故污染食物中放射性核素的指导水平》也为我国标准参照采用。

5. 区域性标准化组织

此外,还有一些区域性标准化组织,主要是欧洲原子能共同体(EURATOM)、经济合作与发展组织的核能机构(OECD-NEA)和原经互会标准化常设委员会(ЛКК СЭВ)等区域性机构设置的标准化组织。

三、有关国家的立法机构及其法规标准

1. 最典型的是美国,由美国联邦政府各主管部门和机构制定的美国联邦法规(CFR),包括很多技术标准内容。这些法规经汇编成册(Federal Register),每年修订一次,分50卷出版。涉及放射防护的有:核管会(NRC),接替早期的原子能委员会主管10CFR《能源》中核安全部分,即10CFR1~199,环境保护署(EPA),主管40CFR《环境保护》,接替联邦辐射审议会,负责放射防护、核安全的协调;食品与药物管理署(FDA),主管21CFR《食品与药物》,其中第8部分是“辐射安全”。设有放射防护局,现名为医疗设备与放射防护局;以及42CFR《公共卫生》和44CFR《应急管理援助》等。

2. 英国、澳大利亚和瑞典等许多国家情况类似,如英国的辐射防护局(NRPB)也制定有一些法规和标准。顺便要说的是,各国有关放射防护的卫生法律法规可以从联合国下属机



构“World Health Legislation”出版的期刊《International Digest Health Legislation》中查到摘要。

四、有关国家的国家标准及其标准化组织

1. 德国

德国标准化协会(DIN)是德国政府承认的标准化主管机关,标准代号是“DIN+序号”,采用UDC分类法辅以组号;还有不少等同采用其他标准化机构或组织的标准,另有规范的编号,如“DIN EN”是等同采用欧共体的标准,“DIN ISO”和“DIN IEC”分别是等同采用ISO和IEC的标准等。在DIN下设的各委员会中,和放射卫生防护相关的是放射学标准委员会(159组)和核工程标准委员会(180组)。

在国家一级标准化主管机构出版的国家标准中,唯有德国的DIN标准包括了比较多的放射防护标准。根据对山东省标准化研究院标准信息服务中心的官方网站“标准信息网”的搜索结果,与放射卫生防护密切相关的标准包括99项德国国家标准(DIN)和55项等同采用标准。等同采用标准中,主要是等同采用欧共体和IEC的标准,等同采用欧共体标准的,主要是在无损检验、医用电气设备和气态排出物监控设备等方面,其中医用电气设备也是欧共体等同采用的IEC标准;等同采用IEC标准的,主要是环境保护和辐射防护等仪器设备。而99项DIN标准中,可以大致分类如下:属于定义术语类基础的6项,剂量评价的10项,放射性检验测量的16项,有关医用设备的20项,防护措施和设备的38项,其他9项。

2. 日本

日本工业调查委员会(JISC)隶属通产省工业技术院,是审查、颁布日本工业标准(JIS)的主管机关。日本工业标准是国家标准,代号为“JIS字母类号+四位数字序号+年份”,序号中前两位是数字类号,其中Z类为“一般与杂项”,而Z40~Z49是有关放射性方面的标准类号,有关标准不多。

3. 前苏联

苏联部长会议国家标准委员会(GOCT),是主管国内标准与计量的国家管理机关。苏联标准分国家标准,专业标准,加盟共和国标准,企业标准四级。国家标准分为19大类,第18类是原子技术,包括辐源、测量仪器、辐射技术、放射防护技术,核技术用材料、核装置等细目,代号“GOCT+序号+年份”。

4. 其他

如美国国家标准(NBS)、英国标准(BS)、法国标准(NF)等,与放射卫生防护有关的标准都不多。

五、有关国家在专业领域内的相关标准化机构

1. 美国

最应提及的是美国国家辐射防护与测量委员会(NCRP),其专业性质和ICRP、ICRU类似,但不属于国际标准化咨询组织,只是一个由美国国家设置的放射防护和测量专业的标准化咨询组织,不过它在放射防护领域还是颇有影响的。

NCRP下设21个科学委员会,出版物为“NCRP Report+序号”。现行有效的NCRP出版物计103项,可以大致分类如下:属于防护基础标准的建议书和防护措施以及剂量学评

第 二 篇

基 础 标 准

第二章 基本标准和其他基础标准

放射卫生标准中最重要的是放射卫生防护基本标准,它不仅要确定放射防护标准的范围,明确人类从事的实践和干预两大类活动的定义、划分不同照射情况的类型,还要针对不同类型的活动和照射情况提出防护方面的一般要求和详细要求,依此来指导各项专业标准的制定。为此,本章在介绍国内放射卫生防护基本标准历史演变基础上,重点介绍 2002 年批准发布我国第四部放射防护基本标准 GB 18871—2002《电离辐射防护与源安全基本标准》的核心内容。

考虑到放射卫生防护标准体系内在联系,另两项基础标准,GBZ/T 154—2006《两种粒度放射性气溶胶年摄入量限值》和 GBZ 167—2005《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》,列入本章作介绍。

由于专业的特点,属于辐射剂量学基础和参考人解剖学参数方面的标准,虽然也属于基础标准,但是分别放在第 22 章和第 23 章作介绍。

第一节 GB 18871—2002

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

一、历史沿革

我国电离辐射防护基本标准已经经历了四代更迭,它反映了我国核科技及其应用的不断发展和放射防护事业的不断进步。

我国电离辐射防护第一部基本标准是 1960 年国务院批准的《放射性工作卫生防护暂行规定》,与此基本标准配套的还有《电离辐射的最大容许量标准》、《放射性同位素工作的卫生防护细则》和《放射性工作人员的健康检查须知》等三个技术文件。其中,《电离辐射的最大容许量标准》主要参照原苏联的有关标准制定,规定职业性放射性工作人员的最大容许剂量是 0.3 生物伦琴当量(rep)/周(相当于 15 rep/年)。1965 年曾酝酿引入国际放射防护委员会(ICRP)的一些新概念,取消周剂量率的限制,但因故而中止^[1]。

第二部是由全国环境保护会议筹备小组办公室组织有关部门共同编制,由国家计划委员会、国家基本建设委员会、国防科学技术委员会和卫生部于 1974 年联合批准发布的 GB J 8—1974《放射防护规定》^[2]。此基本标准把有关的技术标准和管理要求合为一体,采



电离辐射防护与辐射源安全涉及许多因素,必须有有效的国家辐射防护基础结构去推动合理地应用各种措施达到基本标准的要求。辐射防护基础结构包括有关法规标准、审管部门、足够的资源和相当数量受过训练的合格人员。在 GB 18871—2002 中指出,防护与安全由政府审管,有关法人负主要责任;强调了防护与安全的主要责任和有关各方应承担的责任。管理要求已成为新的基本标准中的重要组成部分。

5. 职业照射的控制有重要改变

这些重要改变包括:

(1) 更新了职业照射的定义,有些受天然辐射照射的人员如果其所受照射超出排除或豁免的范围也要纳入职业照射的范畴。例如,航空航天的机组人员所受的宇宙射线的照射及非铀矿山工作人员所受的氡的照射;

(2) 剂量限值采纳了 ICRP 第 60 号出版物^[6]的建议,个人年有效剂量限值由 50 mSv 降至连续 5 年平均 20 mSv;对孕妇和未成年人加强了保护措施,对 16~18 岁实习生的年有效剂量限值定为 6 mSv;

(3) 放射工作人员不再按工作条件分类等。

6. 加强防护可控的天然辐射照射

人们已经注意到天然辐射照射是人类受电离辐射照射的主要来源。GB 18871—2002 明确对一些可控制的天然照射提出控制的要求。在这方面我国已有相当的工作积累,已经制定了一些专项标准,例如:GB 14882—1994《食品中放射性物质限制浓度标准》、GB 6566—2001《建筑材料放射性核素限量》、GBZ 116—2002《地下建筑氡及其子体控制标准》、GBZ 124—2002《地热水应用中放射卫生防护标准》、GBZ 140—2002《空勤人员宇宙辐射控制标准》、GBZ 139—2002《稀土生产场所中放射卫生防护标准》等。除了上述未被排除或未被豁免的天然辐射照射应遵循有关实践的要求外,通常情况下的天然辐射照射可视为一种持续照射,应遵循有关干预的要求。

7. 突出强调医疗照射的防护

在 GB 18871—2002 中除了在第 3 章、第 4 章的一般要求和主要要求中规定了控制医疗照射的基本原则外,在第 7 章中专门提出了详细要求,在附录 G 中给出了“医疗照射指导水平”。卫生部在“九五”期间开展的“全国医疗照射水平调查研究”为制定 GB 18871—2002 这部分内容提供了重要的依据。

在实施医疗照射过程中也同时会使放射工作人员受到职业照射,使探视、慰问人员及其亲属受到公众照射,对后者 GB 18871—2002 在控制公众照射的条款中予以约束。例如,对接受碘-131 治疗的患者,要求其体内活度降至 400 MBq 以下时方可出院,以限制对周围公众的照射。

8. 充实干预的防护体系,加强应急准备与响应

基于区分实践与干预两大类活动,GB 18871—2002 对实践和干预分别提出了不同的防护要求。对拟议中的和继续进行中的活动所产生的可控照射采用实践的防护体系,而干预的防护体系也必须执行正当性和最优化原则。对应急和持续照射情况分别采用干预和补救行动水平。

GB 18871—2002 要求针对不同情况制定应急计划,做好应急的准备和响应,防止发生各种放射事故。

表 2-2 ICRP 两次出版物辐射权重因子 W_R 的比较^[6,9]

辐射类型	辐射权重因子 W_R	
	ICRP103(2007) ^a	ICRP60(1991) ^d
光子	1	1
电子 ^b 和 μ 介子	1	1
质子和负荷介子	2	5 ^e
α 粒子、裂变碎片、重离子	20	20
中子 ^c <10 keV	2.5	5(5~7)
≥ 10 keV~<100 keV	2.5~10	10(7~15)
≥ 100 keV~<2 MeV	10~20	20(15~22)
≥ 2 MeV~<20 MeV	20~7	10(17~7)
≥ 20 MeV	7~2.5	5(7~5)

^a 文献[9]表 2,所有数值射到身体的辐射有关,对内放射源来说,与沉积在体内放射性核素释出的辐射有关。

^b 俄歇电子另行考虑。

^c 中子能量的连续函数。

^d 文献[6]表 1,GB 18871—2002 中 J4.7 也采用这组数值。

^e 指能量大于 5 MeV 的质子,不是反冲质子。

由表 2-2 可知,ICRP103 中的更新的仅是质子、负荷介子和中子辐射权重因子 W_R 。

表 2-3 ICRP 两次出版物组织权重因子 W_T 的比较^[6,9]

辐射类型	组织权重因子 W_T		辐射类型	组织权重因子 W_T	
	ICRP103(2007) ^a	ICRP60(1991) ^c		ICRP103(2007) ^a	ICRP60(1991) ^c
红骨髓	0.12	0.12	肝	0.04	0.05
结肠	0.12	0.12	甲状腺	0.04	0.05
肺	0.12	0.12	骨表面	0.01	0.01
胃	0.12	0.12	脑	0.01	—
乳腺	0.12	0.05	唾液腺	0.01	—
性腺	0.08	0.20	皮肤	0.01	0.01
膀胱	0.04	0.05	其余组织或器官	0.12 ^b	0.05 ^d
食道	0.04	0.05			

^a 文献[9]表 3。

^b 包括肾上腺、呼吸系统胸外(ET)部分、胆囊、心、肾、淋巴结、肌肉、口腔黏膜、胰腺、前列腺、小肠、脾、胸腺及子宫/宫颈。

^c 文献[6]表 2。

^d 包括肾上腺、脑、上段大肠、小肠、肾、肌肉、胰腺、脾、胸腺及子宫。

由表 2-3 可知,ICRP103 中对组织权重因子 W_T 有较大的更新;包括:① 性腺的 W_T 由 0.20 降至 0.08,这表示遗传效应有明显降低;② 乳腺的 W_T 由 0.05 升至 0.12,这表示此器官的致癌效应有明显上升;③ 单列的器官增加了脑和唾液腺,这表明这两个器官辐射致癌的流行病学资料已有足够的可信性使它单列;④ 列入其余组织或器官清单的组织或器官数



GB 18871—2002^[15]中已取 20 mSv/a,不再是以前^[1, 2]的 50 mSv/a。

此外,在 ICRP 68^[18]中采用了 1994 年发表的 ICRP 第 66 号出版物《供辐射防护用的人呼吸道模型(分为胸外 1. 胸外 2. 支气管、细支气管和肺泡间隔五个区间)^[21],取代 1966 年发表的《供人呼吸道内照射剂量用的肺动力学、沉积和滞留模型》(分为鼻咽、气管支气管和肺三个区间)。

(4) 年摄入量限值的计算

GBZ/T 154—2006 附录 A 表 A1 的 ALI 数值改用待积有效剂量换算因子 $e(g)$ (Sv/Bq) 列出,再计算 ALI,这也是与国际接轨的结果。因为 ALI 的取值原则单一,计算简便,而且待积有效剂量换算因子的使用更易于估算内照射剂量。对 ALI 这个次级限值,在 ICRP-2007 的新建议书^[21]中的(B213)节中是这样叙述的。

“(91)在第 60 号出版物的 S30 节中,年摄入量限值(ALI)被定义为能获得与工作人员年剂量限值 $E_{\text{limit},w}$ 相当的有效剂量所需的放射性核素的摄入活度(Bq),此时预期工作人员仅受到此放射性核素的照射。放射性核素的 ALI 由式(2-5)求得:

$$ALI_j = E_{\text{limit},w} / e(50) \dots\dots\dots (2-5)$$

式中, $e(50)$ 为相应的参考待积有效剂量系数,Sv/Bq;在第 60 号出版物中委员会建议 ALI 应基于每年 0.020Sv 剂量限值而求得,且不能是基于年的平均数。”

GBZ/T 154—2006 中给出的 $e(g)$ 即是上节所述的 $e(50)$ 。

(5) 增加的内容(ICRP 68^[18]与 GB/T 16144—1995^[12]相比的结果)

- 1) 增加核了 5 个核素,即:⁸²Sr、⁹⁵Tc、^{95m}Tc、^{193m}Ir 和 ²⁴⁶Pu。
- 2) 有 2 个核素(¹⁸⁶Ir、^{190m}Ir)成为并存两个半衰期的放射性核素。
- 3) 列入的总核素次由原先的 1319 增至 1328。此 1328 核素次内容与 GB 18871—2002^[15]的附录 B 的表 B3 相一致。

(6) 删除的内容(ICRP 68^[18]与 GB/T 16144—1995^[12]相比的结果)

Cf 的 9 个放射性同位素(²⁴⁴Cf, ²⁴⁶Cf, ²⁴⁸Cf, ²⁴⁹Cf, ²⁵⁰Cf, ²⁵¹Cf, ²⁵²Cf, ²⁵³Cf, ²⁵⁴Cf)由原先的两种化合物类别(W、Y)减少到仅留 W 类。

参 考 文 献

- [1] GB 4792—1984 放射卫生防护基本标准。
- [2] GB 8703—1988 辐射防护规定。
- [3] ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Part 1, Annals of the ICRP, 2(3/4), 1979.
- [4] 叶常青. 落下灰危害及防治措施研究工作中的回顾. 军事医学科学院放射医学研究所. 1980.
- [5] 吕顺光, 梅崇盛, 吴元清, 等. 佩戴防尘口罩对吸入气溶胶粒度影响的实验研究. 辐射防护, 1985, 5(4): 291-295.
- [6] 梁鸿富, 卢正永, 朱志贤. 用串级向心分离器测定放射性气溶胶粒度分布. 辐射防



- 护,1983;3(4):276-283.
- [7] 王玉民,庄心哲,尹协瑜. 二氧化铀微粒的电子显微镜测量. 辐射防护,1981,1(5): 58-62.
- [8] 闫效珊. 核工厂钚气溶胶分散度测定. 军事医学科学院放射医学研究所. 1980.
- [9] 方军,白光,谢广泰,等. 五例²¹⁰Po 人体内污染事故报告. 辐射防护,1982,2(6): 407-415.
- [10] ICRP, Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughters, ICRP Publication 50, Annals of the ICRP, 17(1), 1987.
- [11] Woods DA, The variation of annual limits on intake and derived air concentrations with activity median aerodynamic diameter for uranium mine and mill dusts. Radiation Protection Dosimetry, 12(3)269-274, 1985.
- [12] GB/T 16144—1995 不同粒度放射性气溶胶年摄入量限值.
- [13] GBZ/T 154—2002 不同粒度放射性气溶胶年摄入量限值.
- [14] GBZ/T 154—2006 两种粒度放射性气溶胶年摄入量限值.
- [15] GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准.
- [16] ICRP, Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation, ICRP Publication 54, Annals of the ICRP, 19(1-3), 1988.
- [17] Dorrian MD & Bailey MR. Particle size distribution of radioactive aerosols measured in workplaces. Rad Prot Dosi. 60(2)119-133. 1995.
- [18] ICRP. Dose coefficients for intake of radionuclides by workers: Replacement of ICRP Publication 61, ICRP Publication 68, Annals of the ICRP 24(4), 1995.
- [19] FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO. 国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准. 安全丛书 No. 115. 国际原子能机构. 维也纳. 1997.
- [20] Dorrian MD. Particle size distributions of a radioactive aerosols in the environment. Rad Prot Dosi. 69(2)117-132, 1997.
- [21] ICRP. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP, 37(2-4), 2007.

(叶常青)

第三节 GBZ 167—2005

《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》

一、标准制定背景

为了保护工作人员、公众及其后代的健康,并保护环境。核设施应在其有效寿期终结时按计划退出现役;同时对核设施所在场址和周围环境进行治理,旨在使核设施、场址及环境中残留的放射性污染与其他有害物质的量,或者现存的与潜在的危险,减少到可以接受的水平,并对退役与治理过程中产生的废物给予有效的管理,实现场址和环境有限制的或无限制的开放与使用^[1]。



（四）从业人员个人剂量监测

个人剂量监测结果表明, γ 射线探伤作业人员的剂量在从事工业和医学应用的放射工作人员中是较高的, 据报道, 工业射线探伤作业人员的年有效剂量为 $1.52 \text{ mSv/a} \sim 3.34 \text{ mSv/a}$, 从业人员占放射性工作人员数的 5%, 集体剂量占总集体剂量的 4%, 其中有部分是 γ 射线探伤作业人员, 这个剂量水平仅次于医用诊断 X 射线工作人员的剂量水平。

（五） γ 射线探伤作业现状

在 γ 射线探伤作业中, γ 射线曝光工作量大约为 350 h/a 。现场检测和个人剂量监测结果说明, 绝大多数放射工作人员的年受照剂量小于 5 mSv ; 现场探伤作业时, 工作场所空气比释动能率若控制在 $12.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 水平, 距源在 100 m 左右。操作人员一般采用远离放射源或现场屏蔽物进行防护, 大多数单位没有配备放射监测仪器。

（六）标准修订的原则

参照使用国外标准, 与新的国家基本安全标准和相关技术标准衔接, 根据放射防护正当化与最优化的原则, 达到防止确定性效应的发生, 并限制随机性效应的发生率, 使之达到被认为可以接受的水平。只要严格按本标准执行, 可认为 γ 射线探伤作业属于安全性职业, 对公众也不会产生不良影响。

三、重点内容的理解应用

（一）确定强制性技术内容的理由

γ 探伤使用的放射源, 源强从数十居里到上百居里, 如失去控制, 可以造成严重的辐射损伤, 必须严格标准和管理。该标准从 γ 探伤机的生产和使用两个阶段来规范工业 γ 探伤实践中的防护, 生产过程中, 主要从探伤机本身的防护和换装放射源的角度考虑; 而使用中则分为固定探伤(在探伤室内)和现场移动探伤, 需要针对各自操作的特点。探伤室探伤从探伤室的屏蔽效果、安全装置等方面要求, 现场探伤由于难以做到实物屏蔽, 而重点从工作场所的划分, 采用分区管理的办法。

本标准第 4 章到第 7 章, 分别对 γ 探伤机、固定探伤、移动探伤、放射源的安全提出具体放射防护的技术要求, 必须按照这些要求, 才能保障 γ 射线探伤作业的安全, 保证放射工作人员的职业健康和公众辐射安全。因此, 标准中规定了这些内容为强制性的技术内容。

（二） γ 射线探伤机的放射防护性能要求

1. γ 射线探伤机的放射防护要求

着重在于源容器、安全装置、源托、产品说明书的要求, 分别写入本标准第 4 章中, 其中源容器周围的空气比释动能率控制值引自 IAEA Safety Reports Series No. 13—1996《工业照相中的放射防护与安全》。同时, 在 4.6 中规定, 在保证探伤工作正常开展情况下, 放射源传输控制缆和导向缆的长度应尽可能使操作者与放射源之间的距离最大, 应尽可能减短放射源的传输装置的长度, 减少放射源裸露时间。

2. 源容器周围空气比释动能率控制值

本标准第 4 章“ γ 射线探伤机的放射防护性能要求”的第 4.1 条源容器泄漏辐射水平参考 GB/T 14058—1993 中第 5.3 条。

3. 贫化铀铅容器的特殊要求

使用贫化铀做源容器屏蔽材料时,其对 β 射线的防护应符合 GB/T 14058—1993 中第 5.3.1 条的要求。

(三) 固定式探伤的放射防护要求

本标准第 6 章涉及的是在专用探伤室内进行 γ 射线探伤。在建筑方面应充分考虑防护厚度,保证防护效果,建筑物的屏蔽墙外 30 cm 剂量控制值为 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。无迷路的机房门及迷路式机房其入口处外 30 cm 的剂量率也按 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。此值是采用我国现行的技术标准中所采用的办法,IAEA Safety Reports Series No. 13《工业照相中的放射防护与安全》中对于放射源储存设备时可能接近公众时,其外的剂量率要求低于 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。同时其操作方式、探伤机房情况与 X 射线探伤基本相同,因此,其外的辐射剂量控制也应一致。并且规定了防护门及被探物件出入口设置声光报警装置,以警告人员提示探伤机的工作状态。

(四) 移动式探伤的防护要求

本标准第 6 章涉及的是移动式探伤的防护要求,强调工作前和工作后的检查以及工作场所分区等要求。将移动式探伤的辐射场,用当量剂量率分成控制区和监督区。

控制区的边界当量剂量率不大于 $15 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,在边界上设“禁止入内”的标志。此值根据每年工作 50 周,每周 8 h,操作人员在这个边界上工作 1 年,以其年剂量不超过 5 mSv 而估算出的。操作人员进入边界内必须采取防护措施。IAEA Safety Reports Series No. 13《工业照相中的放射防护与安全》对控制区边界剂量率作如下的规定:有准直器的探伤控制区边界剂量率取值范围为 $7.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 20 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,无准直器的探伤取值 $50 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,目前我国移动式工业 γ 探伤均使用准直器,本标准的取值也在其范围内。

监督区的边界当量剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,此值根据我国 GB 18871—2002《电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》中规定的公众的 $1 \text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,每年 50 周,每周曝光 8 h 推导而来。在此边界外活动,1 年剂量不超过 1 mSv。本标准中规定在此边界上设置标志,阻止无关人员进入。

同时,本标准要求,尽可能利用现场防护条件加强人员操作时的防护。典型的现场防护和现场检测见示意图 3-1。

(五) 放射源的安全与应急措施

回顾以往国内国际发生的 γ 射线探伤辐射事故,大多是放射源与源托脱离,回收或转移不到位,而操作人员并不知道,或慌张用徒手拿取源造成。为此,本标准增加了第 7 章“放射源的安全与应急措施”。IAEA Safety Reports Series No. 13—1996《工业照相中的放射防护与安全》要求在 γ 射线探伤工作中,首先是识别紧急状态,关键在于严格遵守辐射巡测规程,当开始一天的工作去整理曝光装置之前进行一次辐射巡测,当日的工作完成时再进行一次,特别是放射源移动时要加以注意。在本章中,从对密封放射源的要求、应急计划、意外事故的处理等方面做了要求。从 γ 射线探伤辐射事故来讲,主要有

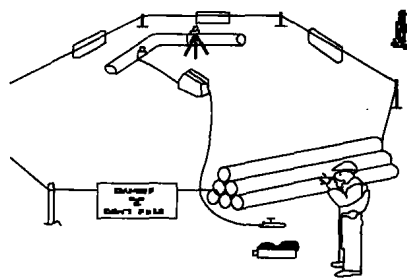


图 3-1 现场探伤防护示意图

的工作完成时再进行一次,特别是放射源移动时要加以注意。在本章中,从对密封放射源的要求、应急计划、意外事故的处理等方面做了要求。从 γ 射线探伤辐射事故来讲,主要有



Studies 1982 [R].

[2] GB 9133 放射性废物分类.

[3] GB 11806 放射性物质安全运输规程.

[4] GB 11930 操作开放型放射性物质的辐射防护规程.

(侯金鹏 邓大平)

第二节 GBZ 142—2002

《油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准》

一、标准制定背景

(一) 制定本标准的迫切性

放射源(中子、 γ 源)测井技术已经威力当代油田测井必不可少的手段。随着我国石油工业的发展,从事放射源测井的专业人员将日益增多。放射源测井作业,多为裸源,野外露天作业,受环境与气象条件等因素的影响较大,不易采用防护屏蔽。一般说来,井下仪器进行装卸放射源时,人体距离放射源较近,操作时间长,操作人员的受照剂量较大。

为了加强油田放射源测井作业的放射卫生防护管理,确保放射源测井人员和公众的健康与安全,有必要制定相应国家技术标准。

(二) 项目来由

《油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准》的编写分为两个阶段。

1984年,由中华人民共和国卫生部卫生防疫司和石油工业部劳动工资司提出。根据卫生部(84)卫防环字第213号文,“中华人民共和国卫生部,石油工业部联合下达《油田测井用中子源卫生防护规定》课题计划任务书”,由山东省医学科学院放射医学研究所牵头与胜利油田卫生防疫站共同承担并完成了本标准的研制与编写任务,以GB 8922—1988颁布。

2000年,由卫生部提出,全国卫生标准技术委员会放射卫生防护标准分委会审查批准,正式下达委托协议书,由山东省医学科学院放射医学研究所负责本标准修订工作。该标准以国家职业卫生标准GBZ 142—2002颁布。

二、标准编制依据

(一) 行政法律依据

本标准依据《中华人民共和国职业病防治法》(国家主席令第60号,2001)和《放射工作人员健康管理规定》(卫生部令第52号,1997)编制,后者现已修订为《放射工作人员职业健康管理办法》(卫生部令第55号,2007)。

(二) 借鉴国外资料

参考国际辐射防护委员会ICRP74号出版物《外照射辐射防护中的实用量和防护量》^[1]、美国辐射防护委员会NCRP 38号报告书《中子辐射的防护》^[2]和美国国家辐射控制法规中“绳索操作和地下示踪研究的辐射安全要求”,为研制本标准的主要参考依据。



外表面 3 m 区域内不可能有人进入类,它相应于 GB 14052 的 2、3 级仪表。此类容器外 1 m 处为 $25 \mu\text{Sv/h}$ 时,3 m 处的剂量率低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$,人员驻留 100 h/a,相应年剂量为 0.25 mSv。检测仪表安装场所,人员在源容器外围的实际驻留时间小于上述剂量估计中的假设驻留时间,人员实际受照剂量将低于 0.1 mSv/a 。若不属于高处安装情况,则在距源容器 3 m 区域内为放射工作场所的监督区,区内人员按放射工作人员管理。监督区的边界为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。在剂量率大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 时,区域内分出放射工作控制区,以控制放射工作人员的受照剂量。在表 1 中距容器表面 5 cm 的要求,用于控制人员的浅表(皮肤)受照剂量,在源容器外,总是安设护栏,护栏外人员可能受到照射的有效剂量将低于按 5 cm 处的剂量估算的十分之一。

(三) 剂量控制的量值单位

作为源容器周围的辐射场是与源相关的,以周围剂量当量率为量度辐射水平的量,它适用于 γ 射线源和中子源,对于距人员可接近的表面 5 cm 处相应的量,关心的是皮肤照射,使用 $H^*(0.07)$;对于距表面 100 cm 相应的量,关心的是人员全身,使用 $H^*(10)$ 。

(四) 检测仪表的其他安全要求

1. 《含密封源仪表的放射卫生防护要求》第 5.1.4 条为对检测仪表的随机文件包括要求,其中 d) 条要求给出:检测仪表在工作状态时相应于 $2.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 周围剂量当量率的等剂量曲线图或表等剂量曲线图或表。目的是规范含密封源仪表生产单位的产品辐射屏蔽,便于使用单位的掌握在安装场所的使用。

2. 对生产和销售的检测仪表和密封源的质量要求、出厂型式检验要求和运输要求中,给出了相应的标准号,应严格遵守国家相关标准执行。

3. 标准 4.1~4.3 对源容器的组装结构提出要求,以防止发生密封源脱出源容器事件和使用中密封源遭受意外损伤的事件与事故。

(五) 辐射检测要求

1. 源闸开时源容器外泄漏射线的检测

在有待测物时,辐射作用在待测物上,在某方向上的散射线可能增加该区域的辐射剂量。在无待测物时,有用线束未被待测物吸收,可能增加有用线束立体角区域内的辐射剂量。因而。《含密封源仪表的卫生防护标准》《含密封源仪表的放射卫生防护要求》第 6.3.3 条规定了相应的检测要求。

2. 辐射检测的位置

《含密封源仪表的卫生防护标准》附录 A (规范性的附录)列出的“源容器外围的剂量当量测量区示意图”。对于检验点的确定,除根据该标准要求外,还要以含密封源仪表为核心,以场所为重点确定检测点位。

3. 关于检测仪器的适用问题

常见的密封源检测仪表源容器的漏射线辐射水平约在 $10^{-7} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10^{-8} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,而其安装使用工作场所的剂量范围约在 $10^{-8} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10^{-5} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。此两种辐射水平需用两种不同量程的仪器进行检测,前者适于用 X、 γ 线巡测仪测试,后者需高压电离室型或小型便携式闪烁辐射仪测试。我国现在常用的巡测仪,性能基本相近,能量响应在 $10 \text{ keV} \sim 2 \text{ MeV}$,基本误差在 $\pm 10\%$,最大不超过 $\pm 15\%$ 。《含密封源仪表的卫生防护监测



规范》对检测仪器的要求是合适的,能满足辐射防护检测的需要。对于安装场所的辐射水平的检测常用的仪器有高气压电离室式环境辐射仪和小型闪烁辐射仪。高气压电离室型仪器成本较高,一般基层单位不易购置。但闪烁辐射仪性能也较好,能量响应在 $30\text{ keV} \sim 2\text{ MeV}$,总误差在 $\pm 10\% \sim \pm 12\%$,探测下限可达 $10^{-8}\text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,符合防护检测的需要。对此类仪器提出探测下限在 $10^{-8}\text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,基本误差 $\leq \pm 15\%$ 是可行的。

4. 特殊检测点的选择

该标准第 5.3.3 条指出,“在人员到达的高剂量率($\geq 25\text{ }\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)点位上应分别对相应人员的眼、胸、性腺、手等部位进行测量”。这是基于当剂量当量率达 $25\text{ }\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,如以每年工作 50 周、每周 40 小时计,则其全年剂量可达 50 mSv ,已经大大超过《电离辐射防护与辐射源安全基本安全标准》的职业照射的年剂量限值,因此,对于这样高剂量当量率的照射应分别对人体各部位进行测量,以估算其相应器官的当量剂量。

参 考 文 献

- [1] ISO 7205 Radionuclide gauges—Gauges designed for permanent installation (1986).
- [2] ANSI N538 Classification of Industrial Ionizing Radiation Gauging Devices(1979).
- [3] GB 4075—2003 密封放射源 一般要求和分级.
- [4] GB 7352 利用放射源的电测量仪表.
- [5] GB 11806 放射性物质安全运输规程.
- [6] GB 14052 安装在设备上的同位素仪表的辐射安全性能要求.
- [7] GBZ/T 208—2008 基于危险指数的放射源分类.

(侯金鹏 邓大平)

第二节 GBZ 114—2006

《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》

一、标准制定背景

(一) 制定本标准的迫切性

随着我国经济的快速发展,密封放射源在国民经济各部门的应用日益广泛。尤其是活度较小的密封放射源,由于其防护较为容易,体积较小,使用方便,因此使用单位及数量不断增长,大至国家大型企业,小至乡镇、个体企业均可见其身影,然而,由此带来的防护与安全问题也日益突出,密封源被盗或丢失现象时有发生。

各类 γ 放射源用户在实际应用中需要经常更换放射源。所以在放射源生产与应用单位之间和应用单位与应用单位之间,密封 γ 放射源的正常运转亦愈来愈频繁。但国内既无标准化、系列化密封 γ 放射源的贮存与运输容器,也无密封 γ 放射源贮存运输容器的防护性能



与技术的标准,致使各类放射源在贮存、应用和运输中,得不到辐射防护安全的保证。

为确保放射源应用和运输中工作人员,公众和环境的辐射安全,促进放射性同位素和射线应用技术的发展,制订相应标准是十分必要的,具有重要的现实意义。

(二) 密封放射源生产状况

我国各类密封 γ 放射源的制造生产有两家。一是中国核动力研究设计院第一研究所,主要生产 3.7×10^{12} Bq(100Ci)以上的高活度密封 γ 放射源。二是中国原子能科学研究院同位素研究所,主要生产 3.7×10^{12} Bq以下的低活度密封 γ 放射源。

目前除辐照加工源和仪表刻度用源,虽有专用贮存、运输容器,但其防护性能达不到标准化、系列化要求,而涉及量大面广的高活度的远距离治疗源, γ 探伤源和后装治疗源均无专用贮存、运输容器,仅有与自己机器结构特点相匹配的工作贮源器或换源器,同时也兼作运输用容器。

(三) 项目来由

尽管在20世纪90年代已制定了GB 16354—1996《使用密封放射源的放射卫生防护要求》,后改为GBZ 114—2002《使用密封放射源卫生防护标准》,两者的主要内容几乎相同。随着《中华人民共和国职业病防治法》及GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射安全基本标准》的贯彻实施,引入了一些新的辐射防护与安全的理念,因此,需要根据这些法规及标准对原有标准进行修订,从而对密封放射源的使用、贮存(含容器)、运输等相关问题进行规范制约。

《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》由卫生部提出,全国卫生标准技术委员会放射卫生防护标准分委会审查批准,于2004年正式下达委托协议书,由山东省医学科学院放射医学研究所负责本标准起草工作。根据放射卫生标准分委会的意见,在修订GBZ 114—2002的同时,将GBZ 135—2002并入GBZ 114—2002,组成一个新标准。该标准以国家职业卫生标准GBZ 114—2006颁布。

二、标准编制依据

(一) 行政法律依据

本标准依据《中华人民共和国职业病防治法》(国家主席令第60号,2001)和《放射工作人员健康管理规定》(卫生部令第52号,1997)编制,后者现已修订为《放射工作人员职业健康管理办法》(卫生部令第55号,2007)。

(二) 借鉴国外标准

参考德国工业标准DIN 54115 Radiation Protection Rules for the Technical Application of Seated Radioactive Sources^[1]、美国国家标准NBS Hand Book 93 Safety Standard for Non-Medical X-ray and Seated Gamma Ray Sources Part 1 General^[2]和美国国家标准NBS Hand Book 432 Radiological Safety the Design and Construction of Apparatus for Gamma Radiography^[3],为研制本标准的参考依据。

(三) 引用部分国家标准

引用中国国家标准的相关内容,主要有GB 4075—2003《密封放射源 一般要求和分级》^[4],GB 11806—2004《放射性物质安全运输规程》^[5],GB 15849—1995《密封放射源的泄

14CFR108.17 和 14CFR.129.26X 射线设备使用规范。

美国于 1974 年 4 月 10 日公布的联邦法规 21CFR1020.40《柜式 X 射线系统的联邦性能标准》，该法规全面规定了适用性、有关术语、辐射限制等技术要求，是一部很有参考价值的文献。本标准起草时，参考该法规的 1993 年版本。

本标准在编制时参考改法规的术语有，“盖板”、“窗口”、“柜式 X 射线系统”、“门”、“外表面”、“通道口”和“接地故障”等。辐射限制则参考该法规要求“在 X 射线产生时在距该系统外表面 5 cm 处任意一点的照射量率不得超过 $5 \text{ mR} \cdot \text{h}^{-1}$ ”，编制时改写为“空气比释动率不得超过 $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ”。同时参考了对安全联锁和 X 射线产生指示标志的要求。

(三) 参考美国国家辐射防护委员会(NCRP)的 56 号报告书

NCRP 于 1997 年发表题为《来自消费品及其他辐射源的辐射照射》的 56 号报告书^[2]，该书 2.2.1 机场检查系统一节，详细介绍美国使用 X 射线荧光扫描系统检查乘客行李情况，指出“使用 X 射线检查装置时，如果控制得不适当，可能会成为对乘客的潜在辐射源。”同时也指出“在这种 X 射线系统周围停留和工作的一般情况下，受到的个人照射量明显低于各国和国际顾问组为非职业照射人员推荐的限值。”本标准在编制时，考虑新出厂的该系统泄漏辐射已经降到较低水平，不对旅客的辐射防护提出具体要求。

NCRP 56 号出版物还列举了当时应用的 X 射线行李包检查系统的性能和照射特点，与国内生产的检查装置相比性能大体类似。

(四) X 射线行李包检查系统的泄漏辐射检测数据

根据对济南、广州、郑州、石家庄、福州等地的 X 射线行李包检查系统的现场监测，在该系统柜体两侧(金属板)外 5 cm 处，使用 FT-620 环境 X、 γ 剂量仪或类似仪器进行测量。在 X 射线发生时，X 射线行李包检查系统的泄漏辐射水平(以该点空气比释能率表示)的范围为 $0.17 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 3.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (相当于空气照射量率为 $0.02 \text{ mR} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.4 \text{ mR} \cdot \text{h}^{-1}$)。在 X 射线行李包检查系统物品进出口截面(铅帘外)外 5 cm 测量的空气比释动能率的范围为 $0.26 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 6.11 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (相当于该点空气照射量率为 $0.03 \text{ mR} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.61 \text{ mR} \cdot \text{h}^{-1}$)，均比柜体两侧的数值高。上述测试结果表明，X 射线行李包检查系统在 X 射线发生时，虽然使用较高的电压(60 kV~140 kV)，但管电流较小(0.2 mA~0.4 mA)，且曝光时间很短，加之该装置柜体均用含铅板的金属结构板，因此，柜体两侧的泄漏水平均较低，加上旅客在此停留时间较短，不至于对公众产生危害。

本标准对 X 射线行李包检查系统通道进出口铅帘处截面的空气比释动能率未给出辐射限制，是考虑这两个位置不在 X 射束垂直方向，其辐射为散射辐射。但如果铅帘有明显破损，则该处空气比释动能率将会显著增加，实测中，散射线辐射实测最大值为 $6.11 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。在铅帘完整且自然垂下时，该系统出入口处的泄漏辐射水平是不会超过 $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 的。本标准第 3.2 条对铅帘单片的防护厚度要求，则是考虑了目前实际使用状况(单片一般均为 0.35 mm 铅当量)和此处实际测量辐射水平而确定的。

(五) 有关检查人员的受照剂量检测数据

在现场测试的基础上，1993 年 1 月对济南机场安全检查处的 X 射线行李包检查系统的操作人员或安全检查人员进行个人剂量监测。使用 $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Cu}, \text{P})$ 热释光剂量元件。济南机场有关人员 20 人佩戴剂量计三个月，回收 16 个剂量计。热释光剂量元件和热释光剂



物进行检查的实践。也适用于对其他货运或车辆检查的实践。

(四) 本标准的实施

本标准属强制性国家标准,应由县级以上放射卫生监督管理机构组织实施,采取定期或不定期监测,监督本标准的执行。

(五) 集装箱检查系统操作位置的辐射剂量水平

在执行本标准中,有放射防护工作者提出,操作位置的剂量率控制水平不明确。建议在今后修订时予以改进。

(六) 关于非辐射危害因素

在执行本标准中,有放射防护工作者提出,应关注非辐射危害因素^[6]。

五、目前的进展情况

近年来,除清华同方股份有限公司和清华大学核能技术设计研究院研制集装箱辐射检查系统外,公安部第一研究所和中国原子能研究院联合研制了 IG-SCAN 型钴-60 固体探测器集装箱检查系统。

我国成为和德国、美国并驾齐驱的集装箱检查系统生产国。据统计,目前我国海关已装备了 36 套集装箱检查系统。向澳大利亚、韩国、阿联酋、土耳其等 11 个国家和地区出口 50 多套检查系统。

集装箱检查系统的产品国家标准 GB 19211—2003《辐射型集装箱检查系统》已经在 2003 年 12 月正式实施。

参 考 文 献

- [1] ANSI43.3—1993, For General Radiation Safety of Installations Using Non-Medical X-Ray And Sealed Gamma Ray Sources, Energies Up to 10 MeV[S].

(侯金鹏)

第三节 GBZ 177—2006

《便携式 X 射线检查系统放射卫生防护标准》

一、标准制定背景

(一) 制定本标准的迫切性

随着国民经济发展和人民对安定生活的需要,为保障人民生命财产安全,稳定社会和经济秩序,在各种不同场所使用便携式 X 射线检查系统将越来越多,应用面也将越来越广泛。这不仅涉及对人员携带的小件物品的安全检查,也涉及应急救援的现场医学检查。

由于经常在公共场所使用,便携式 X 射线检查系统的放射防护状况会涉及大量公众人员,且现场情况不断变化,在防护上与固定安装的 X 射线检查系统大相径庭。因此,研制本



(三) 检查系统的泄漏辐射检测

1. 对西安光机所产品 GDX-50/75 的检测结果

国家食品药品监督管理局辽宁医疗器械质量监督检测中心的检测结果是距 X 射线管焦点 1 m 处的空气比释动能率为 $2 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。山东省医学科学院放射医学研究所的实测结果是:距 X 射线管焦点 1 m 处的空气比释动能率为 $0.22 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (球管上方) $\sim 1.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ (球管下方)。

2. 对公安部第一研究所生产的 FISCAN PXTV-2HD 便携式 X 射线检查系统的射线泄漏的测量结果

对公安部第一研究所生产的 FISCAN PXTV-2HD 便携式 X 射线检查系统的射线泄漏的测量结果符合 GB 12664—2003《便携式 X 射线检查安全设备通用规范》的要求。

3. 对其余产品的监测数据

使用条件 70 kV $\sim$ 150 kV,距 X 射线管焦点 1 m 处的空气比释动能率为 $40 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 230 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

(四) 检查系统的散射辐射检测

对西安光机所产品 GDX-50/75 的检测结果,在使用现场的辐射水平,放置低密度模体时,工作人员头部(距 X 射线管焦点 0.5 m)接受的辐射剂量为 $8.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,腹部(距 X 射线管焦点 0.5 m)为 $35 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;放置高密度模体时,工作人员手部(距 X 射线管焦点 0.3 m)接受的辐射剂量为 $310 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。距焦点 1 m 处: $2.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;距焦点 2 m 处: $0.67 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 5.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

以上均低于 GB 12664—2003《便携式 X 射线安全检查设备通用规范》的要求 (0.6 mGy/h)。

三、重点内容的理解应用

(一) 检查系统的泄漏辐射控制水平

1. 安全检查系统

本标准第 4.1.1 条的辐射控制水平借鉴 GB 12664—2003《便携式 X 射线安全检查设备通用规范》的要求,距 X 射线管组装体表面 5 cm 和 1 m 处的泄漏辐射空气比释动能率应分别不超过 $200 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

2. 医用检查系统

本标准第 4.1.2 条的辐射控制水平借鉴 GBZ 130—2002《医用 X 射线诊断卫生防护标准》中第 5.4.2 条对牙科 X 射线机 X 射线管组装体泄漏辐射的规定:距 X 射线管焦点 1 m 处的泄漏辐射空气比释动能率不超过 $250 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。这是考虑到医用检查的操作距离较近,X 射线管组装体泄漏辐射应该严格限制。

(二) 操作位置的散射辐射控制水平

1. 安全检查系统

本标准第 4.2.1 条的辐射控制水平借鉴 GB 12664—2003《便携式 X 射线安全检查设备通用规范》的要求,无附加屏蔽时,操作位置的散射辐射空气比释动能率不超过 $600 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;采取有效屏蔽时,操作位置的散射辐射空气比释动能率不超过 $200 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。