

LD86-1996

中华人民共和国  
劳动安全卫生行业标准  
100keV 以下辐射防护服

LD86—1996

Protective Clothing Under 100keV Radiation

20042098

中华人民共和国劳动部 1996 年 5 月 27 日批准

1997 年 7 月 21 日实施

### 1. 范围

本标准规定了辐射防护服的产品分类、技术要求、检验规则、标志、包装、运输、贮存和使用。

本标准适用于防 100keV 以下辐射用不含铅的材料制成的防护服产品系列。

### 2. 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨,使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表
- GB 2829 周期检查计数抽样程序及抽样表
- GB 3923 机织物断裂强力和断裂伸长的测定(条样法)
- GB/T 13640 劳动防护服号型

### 3 产品分类

#### 3.1 按款式分:

- a. 联体式;
- b. 茄克式;
- c. 背带裤式;
- d. 大挂式;
- e. 背心式;
- f. 风衣式;
- g. 围裙式。

#### 3.2 按防护效率分:



- a. I 级防护服;
- b. I 级防护服;
- c. III 级防护服。

#### 4 技术要求

##### 4.1 防辐射布

4.1.1 应对人体皮肤无刺激,无过敏性等不良影响。

##### 4.1.2 外观质量

从端部剪下 2m 防辐射布,在自然光线下或 100lx 光源下观察表面覆盖物、应分布均匀,无破损;斑点和污物面积不得超过 10mm×10mm,且不超过 3 处。

##### 4.1.3 断裂强力

当按 GB3923 规定方法检验时,应符合表 1 要求。

表 1 断裂强力

	断 裂 强 力            N
经    向	≥600
纬    向	≥400

##### 4.1.4 耐洗性能

用中性洗液(浴比 1 : 30),初始水温不超过 60℃,用洗衣机洗涤 150min,将试样凉干按附录 A 检验,防护效率应不低于 70%。

##### 4.1.5 防辐射性能

按附录 A 规定进行检验时,应符合表 2 要求。

表 2 防护效率

级        别	防 护 效 率        %
I	≥70
II	≥80
III	≥90

##### 4.2 服装

##### 4.2.1 缝制工艺

4.2.1.1 各部位的缝合要顺直、整齐、收紧部位松紧适宜。

4.2.1.2 线路,针迹要整齐,无明显歪曲或堆砌,无开线断线。

4.2.1.3 腋下裤裆等易开裂部位,采用双道线。

4.2.1.4 钉扣牢固、扣与眼对位居中。

4.2.1.5 锁扣眼应匀整、完整、美观,扣与眼相对,允许偏差不大于 2.0mm,扣眼开通。

4.2.1.6 商标位置

a)服装商标钉在领子下沿后中,号型标志钉在商标下沿;

b)裤子商标钉在门襟腰里,号型钉在商标下沿,围裙钉在领口(内面)下沿,号型标志钉在商标下沿。

4.2.1.7 衣片缝纫强力按 GB/T13661 中 7.5 规定检验,不小于 100N,钮扣缝纫强力不小于 140N。

4.2.1.8 针距密度 应符合表 3 要求

表 3 针距密度

名 称	针 距 密 度
明线,暗线	$\geq 40$ 针/10cm
三线包缝	$\geq 30$ 针/10cm
锁眼	细线不低于 12 针/cm,粗线不低于 9 针/cm
钉扣	细眼每眼不少于 8 根,粗线每眼不少于 4 根

4.2.2 外观质量

4.2.2.1 各部位熨烫平整,表面清洁,不得有污渍,疵点及其他有损外观的缺陷。

4.2.2.2 不应有漏缝、缺件、破损。

4.2.2.3 对称互差 门襟、袖长、袖口、裤长、裤脚、裤门襟对称互差不大于 4mm。

4.2.3 防辐射性能 当按附录 A 规定进行检验时,应符合表 2 的要求。

5 检验规则

5.1 出厂检验

由制造厂的质量检验部门,按 GB2828 中规定的正常检查一次抽样方案进行,防辐射布以 5000m 为一批,从端部剪下 2m 按附录 A 制成试样布;服装以 1000 件为一批,从中随机抽取 5 件为试样。检验项目、检查水平,合格分类、合格质量水平按表 4 和表 5 进行。

5.2 型式检验 在下列情况之一时应进行型式检验:

a. 新产品或产品转厂生产的试制定型鉴定;

b. 正常生产每半年进行一次周期检查;

c. 正常生产后,结构、材料、工艺有改变时;

d. 产品停产 6 个月以上恢复生产时;

e. 当出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

型式检验由国家指定的产品质量检验部门按 GB2829 中规定的一次抽样方案从生产厂合格批中随机抽样,辐射布从端部剪取 2m,服装抽取 3 件。检验项目,不合格分类,不合格质量水平,按表 4 和表 5 进行。

表 4 检验项目和不合格分类

序号	检验项目	对应标准条款	不合格分类	型式检验	出厂检验
1	防辐射布				
	外观质量	4.1.2	B	✓	✓
	断裂强力	4.1.3	B	✓	✓
	耐洗性能	4.1.4	A	✓	✓
4	防辐射性能	4.1.5	A	✓	✓
5	服装				
	缝制工艺		B	✓	✓
	缝合要求	4.2.1.1			
	线路针脚	4.2.1.2			
	缝合加强	4.2.1.3			
	钉扣	4.2.1.4			
	锁眼	4.2.1.5			
	商标	4.2.1.6			
	缝纫强力	4.2.1.7			
	针距密度	4.2.1.8			
6	服装外观质量	4.2.2	B	✓	✓
7	服装防辐射性能	4.2.3	A	✓	

表 5 抽样方案和质量水平

出厂检验				型式检验			
S-1 一次抽样方案				判别水平 I 一次抽样方案			
合格质量水平(AQL)				不合格质量水平(RQL)			
A(6.5)		B(15)		A(30)		B(65)	
Ac	R <sub>e</sub>	Ac	R <sub>e</sub>	Ac	R <sub>e</sub>	Ac	R <sub>e</sub>
1	2	2	3	0	1	1	2

## 6 标志、包装、运输、贮存

### 6.1 标志应包括

- a. 制造厂名、厂址;
- b. 产品名称、标准代号;
- c. 商标;
- d. 产品规格型号,防护效率;
- e. 生产批号或生产日期;
- f. 生产许可证号。

### 6.2 包装

产品应根据分类,规格、型号分别采用塑料袋装或箱装,在袋装或箱装上应有 6.1 规定的内容,随箱资料应有产品合格证书和使用说明书。

### 6.3 运输

应防雨淋,防潮,不得与酸碱等腐蚀性化学物质混装。

### 6.4 贮存

6.4.1 产品存放在通风,干燥、防霉、防虫蛀的场所。

6.4.2 从产品出厂之日起 2.5 年内,质量应符合本标准的技术要求规定,超过 2.5 年贮存期的辐射布应从随机抽取的一匹布中的端部剪下 2m 进行断裂强力、耐洗性能和防辐射性能等项检验,若符合本标准 4.1.3,4.1.4 和 4.1.5 要求则可继续使用。服装成品超过 2.5 年贮存期应随机抽取 3 件进行缝纫强力和防辐射性能检验,若符合 4.2.1.7 和 4.2.3 要求,方可继续使用。

## 7 使用要求

7.1 适用于 100keV 以下的射线场所。

7.2 应根据场所操作者照射剂量选用不同级别的防护服(参考表 6)。

7.3 应在 60℃ 以下的水温中漂洗轻揉,不能用硬质毛刷刷洗。

表 6 防护级别选用参考表

操作者照射剂量 mSv/a	ICRP60 号建议 mSv/a	选用防护级别 (防护效率%)	职业
50 100 200	20 20 20	I (≥70) II (≥80) III (≥90)	放射性工作人员
3 5 10	1 1 1	I (≥70) II (≥80) III (≥90)	非放射性工作人员

## 辐射防护服防护效率检验方法

A1 本附录适用于辐射防护服和防辐射布的防护效率检验。

A2 检验仪器

用 X( $\gamma$ )剂量仪(如 S80 多道分析仪、Farmer 2570 型剂量仪)。

A3 检验条件和方法

A3.1 条件

测 X 射线采用硅锂探头,测  $\gamma$  射线采用高纯锗探头。

射线源为  $^{238}\text{Pu}$ (钚)、 $^{241}\text{Am}$ (镅)和  $^{55}\text{Fe}$ (铁)。

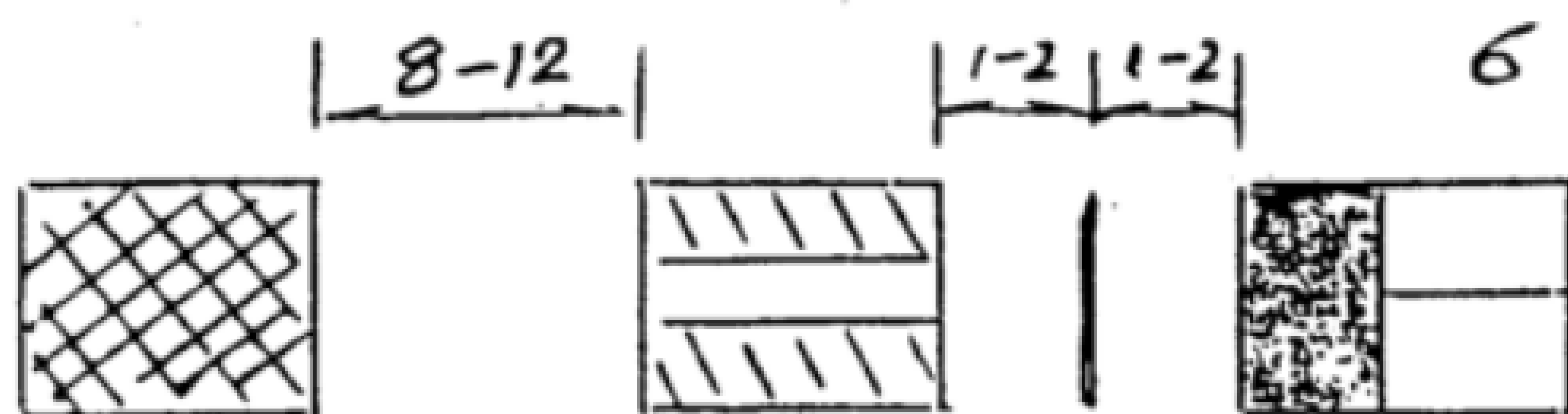
A3.2 样品制备

服装每件测上(相当于胸)、中(腹)、下(性腺)三处,用彩色笔作上标记。

防辐射布 200mm×250mm 三块(2m 样布中不同部位剪取)。

A3.3 方法

原理如图 1 所示。放射源距限束孔 8mm~12mm,限束孔距试样 1mm~2mm,试样距剂量仪 1mm~2mm,探头直径 2mm~2.5mm。将放射源产生的射线调到探头接收的范围内。



1. 放射源; 2. 限束孔 3. 试样品 4. 剂量仪

图 1 检验方法原理图

防护效率按下列公式计算出:

$$\text{防护效率} = \frac{\text{样品前照射剂量} - \text{样品后照射剂量}}{\text{样品前照射剂量}} \times 100\%$$

A4 检验结果

防护服取每件测点数据的平均值为有效值,防辐射布取三个样品的测试数据的平均值为有效值。



## 《100keV 及以下辐射防护服》标准编制说明

本标准于 1994 年 12 月经劳动部职业安全卫生与锅炉压力容器监察局同意立项列入 1995 年标准制定计划。本标准由冶金部安全环保研究院和无锡市宙斯盾辐射防护用品公司共同负责起草。现将标准主要内容说明如下。

### 一、制定本标准的意义

在辐射防护工作中,将电离辐射所致生物效应划分为随机性效应和非随机性效应。随机性效应是指发生几率与剂量大小有关的效应,这种效应被认为不存在剂量的阈值。例如,辐射所致的各种癌瘤,白血病和遗传性疾患都视为随机性效应。随机性效应可以通过流行病学调查,估计受照人群中的发生率,但不能预知哪些受照者将出现效应。随机性效应是 X 射线和  $\gamma$  射线低剂量率、小剂量照射对人群的主要危害,属于慢性放射性损伤。

科学研究已证明辐射可以致癌,但潜伏期从几年至几十年不等(表 1)。现在对辐射致癌的危险度系数比 10 多年前有很大提高了(表 2)。因此,国际辐射防护委员会(ICRP)于 1990 年 11 月通过了更新 1977 年第 26 号出版物的新的辐射防护建议书,1991 年以 ICRP 第 60 号出版物予以发表。在新建议书中降低了职业性辐射效应危险度的剂量限值,把过去每年 50mSv (毫希)降为在 5 年内每年平均 20mSv,并要求在任何一年内不得超过 50mSv。另一重要变化是对公众人员(非职业性放射性工作)照射的年剂量限值由 5mSv 降为 1mSv。

表 1 辐射诱发癌的平均潜伏期

癌 瘤 类 型	平均潜伏期(年)
白血病	6.2
甲状腺癌	10.9
乳腺癌	15
肺癌	17
皮肤癌	24.1

表 2 ICRP1990 年采用的危险度系数和 ICRP1977 年的比较

器官或组织	ICRP(1977)	ICRP(1990)		
	致死癌(%Sv)	致死癌(%Sv)	致死癌(%Sv)	寿命丧失(年)
膀胱	—	0.30	50	9.8
骨表面	0.05	0.05	70	15.0
乳腺	0.25	0.20	50	18.2
直肠	—	0.85	55	12.5
肝	—	0.15	95	15.0
肺	0.20	0.85	95	13.5
食道	—	0.30	95	11.5
卵巢	—	0.10	70	16.8
皮肤	—	0.02	0.2	15.0
胃	—	1.10	90	12.4
甲状腺 <sup>a</sup>	0.05	0.08	10	15.0
红骨髓	0.20	0.50	99	30.9
其余组织	0.50	0.50	71	13.7
部分总和	1.25	5.0	—	—
遗传缺陷	0.4 *	1.0+	—	20.0
总和	1.65	7.2 (权重的)		
	* 仅指最初二代,+指所有代			

关于电视机和计算机终端荧光屏是否存在射线及其对人体的危害问题,现在已引起人们重视。据资料,有人测量 60 年代的彩色电视,在离接收表面 5cm 处约有 X 射线 0.5mR/h。中国剂量测试学会和秦山核电站等单位对荧光屏 X 线测定,以每天上班操作 6h,每周工作 5.5d,每年 51 个工作周计算,在离荧光屏不同距离处测得的 X 射线的剂量当量值是:距 0.6m 时,为 1mSv/a,0.5m 时为 1.44mSv/a,0.4m 为 2.25mSv/a。超过 ICRP 新建议要求。

长期在荧光屏前工作,如果没有防护措施,对人体是会有伤害的。据美国一项统计报告,德佰特公司有 12 名孕妇在荧光屏前工作,一年间竟有 7 人流产,1 人早产,美国防部兵役局有 15 名孕妇在荧光屏前工作,有 7 人流产,3 人产下畸形婴儿。以上报告,危害程度都在 60% 以上。我国目前从事计算机荧光屏前作业人员约有 100 万,预计将还有较大发展。计算机作业属于非



放射性职业公众人员要求对象,根据 ICRP60 号建议书应限制在  $1\text{mSv/a}$ 。我国(《放射卫生防护基本标准》工 GB4792-84)尚未修改,仍规定公众人员是  $5\text{mSv/a}$ 。

本产品标准制定的意义,就是将提供职业性和公众性人员安全可靠的防护服,将照射剂量降低到最低水平,这不仅对于接触低能辐射的工作人员的健康和生命是可靠的保证,而且对子代的健康有深远的社会意义。

## 二、关于标准的名称

辐射——radiation

是指粒子流,如电子流、中子流、质子流、 $\alpha$  粒子流、高能光子流或混合粒子流(《现代科学技术词典》,上海科学出版社,1980 年)。

又张丹枫等主编的《中国射线防护器材的生产与管理》(上海医科大学出版,1991 年 10 月)一书解释:射线是放射线的简称,即指电离辐射,又称辐射。

根据《低能辐射防护产品系列的成果鉴定》(上海市闵行区科委 1994 年 12 月结论:CPMM I 型、II 型和 III 型金属布对低水平的 X 射线( $\gamma$ )、 $0.2\text{MeV}$  以下  $\beta$  射线,  $12\text{MeV}$  以下高能电子线均有良好的防护性能。

由以上说明,CPMM 不是针对某一种射线有防护作用,名称立为“辐射”防护服是恰当的。

## 三、关于辐射防护服国内外状况

### (一)标准状况

1. ISO 至今尚无辐射防护服产品标准。ISO 于 1987 年 6 月 1 日公布《防辐射沾污的防护服的设计、选择、试验和使用》(ISO8194),适用于防放射性的沾污如液体、固体粒子、烟雾、气体及蒸汽的防护服,技术要求是密封性,采用正压送风,使放射性物体不能浸入防护服内伤害人体。

2. 英国 于 50 年代公布《 $150\text{kV}$  以下医疗诊断用 X 射线保护手套》(BS2606-55)、到 60 年代制定《防 X 射线铅橡胶围裙》(BS3783-64)。

3. 日本 80 年代颁布《医用 X 射线防护手套》(JISZ480280)和《医用 X 射线围裙》(JISZ4803-80)。

4. 德国 现行标准有《 $300\text{kV}$  以下医用 X 射线防护用品》(DIN6813-85)。

5. 中国 于 80 年代提出《医用 X 射线防护围裙》(ZBC13019-89)和《医用 X 射线防护手套》(ZBC13020-89)。

以上标准都是针对含铅橡胶或含铅塑料为基材制成的防护用品,其主要技术性能指标是铅当量  $\text{mmPb}$ (毫米铅)。

### (二)产品状况

#### 1. 国外状况

美国生产辐射个人防护用品的公司有美国纽约射线防护器材公司、美国盾牌射线防护用品公司。日本有小西六医学用品株式会社、日本保科制造厂、日本前田株式会社,日本森山株式会社等。以上厂生产的产品都是铅橡胶或铅塑料制品。

铅橡胶和铅塑料制品比较重、穿着笨重不方便。例如日本产品,外套式防护服小号重  $4\text{kg}$ ,大号  $5\text{kg}\sim 8.3\text{kg}$ ;围裙式防护服小号  $3.4\text{kg}$ ,大号  $4.4\text{kg}\sim 7.4\text{kg}$ 。美国生产的特质轻防护围裙

比一般要减轻 25%，但是重量仍有 2.5kg~5.5kg。

## 2. 中国产品状况

中国生产辐射防护服(包括帽、手套、防护服和围裙等)的厂大约有 8 个,如沈阳市基用橡胶制品厂,黑龙江射线防护装备工业公司、南京东湖医疗防护设备厂,张家湾市港区防辐射劳保用品厂、青岛橡胶制品六厂,山东龙江市医用铅胶制品厂、山东省龙口市医用橡胶厂和湖北潜江市橡胶厂。

以上生产厂的产品也都是铅橡胶或铅橡塑制品

## 四、标准主要技术内容说明

### (一)防辐射布断裂强度

日本 JISZ48091975《放射性污染防护服》中规定拉伸强度:

第一种复合布		第二种复合布	
经向	≥200N	≥200N	590N
纬向	≥150N	≥150N	390N

本标准规定防辐射布断裂强力按 GB3923《机组物断裂强力和断裂伸伸长的测定》(条样法)进行检验,样品经实测结果断裂强力经向为 650N~680N。纬向 400N~455N。因此本标准确定经向≥600N,纬向≥400N 是可行的。

### (二)耐洗性能

辐射布须经过特殊工艺处理覆盖有防辐射的物质,因此覆盖层的耐洗性能至关重要,将决定用品的实际使用性,是评价质量的重要技术指标。

我们使用中性洗衣粉,浴比 1:30,水温初始温度不超过 60℃,将防辐射布置于洗衣机中,连续洗涤 150min,然后取出凉干测定防辐射效率。结果防辐射效率与洗涤前无大改变,因此本标准规定经 150min 洗涤后,防护效率不低于 70%,这是可行的。但实际上,在使用中防辐射服极少洗涤。

### (三)防辐射性能

#### 1. 关于选用防辐射材料质量的评价指标

(1)铅当量 是指在相同照射条件下具有与被测防护材料等同屏蔽能力的铅厚度,单位为 mmPb,主要用于评价防护材料对射线的屏蔽性能。目前用于放射性工作者个人防护用品,如含铅橡胶防护围裙、防护手套等都是规定铅当量值。

(2)导出限值 这多用于各类防护装置,如防护椅和防护室等防护性能的现场监测。其根据是《放射卫生防护基本标准》中规定的剂量限值,推导出在某一特定条件下的剂量限值标准,作为评价防护质量的指标。

(3)屏蔽效率 这多用于难以铅当量和剂量限值评价的防护器材。当不能确切地用年受照剂量当量是否超过剂量当量限值的 1/10 来评价防护性能时,按防护最优的原则,用屏蔽效率评价比较适宜,其可用以下公式计算:

$$\text{屏蔽效率} = \frac{\text{无防护时的照射量率} - \text{有防护时的照射量率}}{\text{无防护时的照射量率}} \times 100\%$$

从以上三项评价指示中我们选用屏蔽效率作为本标准防辐射性能的要求。屏蔽效率在本标准中改称防护效率,以便与个人防护用品中惯用的术语一致,比较好理解和明了。

## 2. 参数值的确定依据

复合金属布经核医学国家重点试验室和江苏省卫生防疫站多次鉴定,其数据如表 3—6。

表 3 不同能量 X( $\gamma$ )射线对防辐射金属布的透射率  
(国家核医学重点试验室 1994. 11. 8)

材料 能量 keV	单层	双层	三层
	(透射率 %)		
20	<0.15	<0.05	0.00
30	<0.40	<0.10	<0.05
60	<0.45	<0.25	<0.20

表 4 辐射防护手术巾防护性能(国家核医学重点试验室 1993. 7. 30)

序号	射线源:电子加速器	射线:高能电子线 能量:12meV
	手术巾叠加块数	透射率(强度衰减至%)
1	5	85.3
2	10	38.2
3	14	13.7
4	20	0.1

表 5  $\beta$  射线对防辐射手术巾的透射率(国家核医学重点试验室 1993. 7. 30)

序号	射线源 $^{90}\text{Sr}$	射线种类: $\beta$ 射线、能量 0.2meV
	手术巾叠加块数	透射率(强度衰减至%)
1	1	94.1
2	3	82.4
3	5	76.5
4	6	58.5
5	10	52.9
6	20	5.0

表 6 不同能量 x 线对防辐射金属布的减弱  
百分比和铅当量(江苏省卫生防疫站 1993. 11、1994. 8)

材料 能量 keV	减弱百分比%		铅当量 mmPb
	I 型	II 型	
18	78~81	80~82	
23	68		0.037
26	66	77	

从表 3—6 数据看出,只要防辐射布适宜组合可以达到较好的防护效果。国家核医学重点试验室的结论是:

1. 对低能低水平辐射 X( $\gamma$ )射线,无疑是理想的新型防护材料。从而摆脱了传统纯铅橡胶防护材料的旧观念。

2. 对 30keV 以下 X( $\gamma$ )射线具有理想的防护效果;对 30keV 至 100keV 范围的 X( $\gamma$ )射线也具有较好的防护性能。

根据以上检验数据,本标准规定防辐射性能指标:防护效率 I 级 $\geq 70\%$ 、II 级 $\geq 80\%$ 、III 级 $\geq 90\%$ 。

#### 结束语:

本标准是一项新的非含铅材料制成的用于 100keV 以下辐射防护服产品标准,它将促进我国新型辐射防护材料及其制品的生产和发展,对从事放射性工作的职业人员和非放射性工作的公众人员合理选用不同防护效率的防护用品,尽可能地降低受照剂量水平,保证安全和健康及其对子代的不良影响有重要作用和深远的社会意义。

采用新型防辐射布制成的个人防护用品,在与铅橡胶制成的个人防护用品相同大小尺寸的情况下,前者的重量只有后者的 1/10 ~ 1/8,防护效率对 100keV 以下的辐射防护无疑是较理想的材料。

标准起草小组  
1995 年 9 月