

ZH

防辐射衣 选择与购买



MAVIG

目录总览

介绍	3
----	---

第 1 章 防辐射衣的特殊剪裁

防辐射衣的甄选要点	4
正确长度	4
腋下袖窿	4
重量分配系统 / 人体工效学	5
正面重合区域	6
背面重合区域	7

第 2 章 防护铅当量以及防护材料

无铅产品真的就轻吗?	8-9
相同单位面积下的重量	10
防辐射衣的正确选择	11

第 3 章 标准以及检测方法

测量方法总览	12-13
--------	-------

第 4 章 匹配防辐射衣一起使用的防护产品

防辐射产品	14-15
-------	-------

防辐射衣的选择及购买

甄选不同品牌、不同型号、不同设计的防辐射衣时，尤其当你会长时间穿着时，重量可能会成为你选择哪款防辐射衣重要的考虑因素之一。

防辐射衣的重量，是由2个主要的因素决定的。我们将在接下来的章节中详细阐述。

第 1 章 防辐射衣的特殊剪裁

以及

第 2 章 防护铅当量以及防护材料

当你不完全熟悉所有细节的时候，下面的甄选清单可以有效快捷地帮助你选择正确的防辐射衣：

防辐射衣... 甄选清单

选择防辐射衣时，必须要考虑的方面

- 是否明确标识了带有4位数字的CE标识？
- 防辐射衣是否符合欧盟最新的法规，即：
IEC 61331:2014 / DIN EN 61331:2016?
重要提示：注意年份标识
- 披露的 X - 射线球管工作电压范围 (... kV)，
是否符合你临床工作的环境？
- 防辐射衣的长度是否适合你的身高？
(防辐射衣的长度要达到膝盖的位置)
- 防辐射衣的设计是否能够有效地分散重量？
- 袖笼位置是否合适？
- 穿着防辐射衣时，对站立以及行走是否有影响？

防辐射衣选择的几个重点

▶ 正确的长度

重量轻的防辐射衣，由于防护长度不够，重量就会减轻

欧盟 IEC 61331-3:2014 / DIN EN 61331-3:2016 法规要求：

§

“防辐射衣的设计必须要覆盖到人体膝盖部位”
(详见图 1)

是因为，在人体的膝关节¹ 部位，有骨髓造血组织

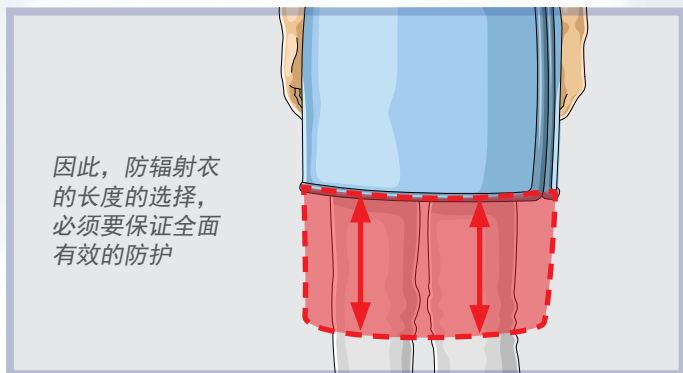


图 1： 防辐射衣的长度只到膝盖上方的腿骨位置，是不可取的。

▶ 袖窿

过大不合体的防辐射衣有2个显著缺点：

- 1) 防辐射衣过重
- 2) 在需要防护的腋下位置由于袖窿空间过大，不能防护射线。尤其女性，过多部位暴露在没有任何防护的情况下，会导致乳腺相关的病变。

袖窿的选择需要遵循 **ALARA** 原则：
袖窿部位的空隙越小越好，只有在绝对必要的情况下，
可以选择大空隙的袖窿。
(“ALARA” – As Low As Reasonably Achievable).

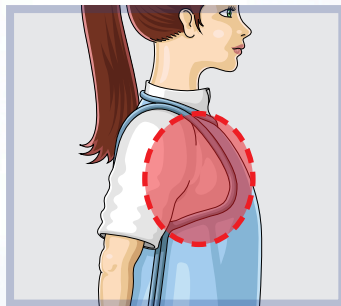


图 2： 腋下袖窿位置空隙过大，会导致乳腺相关的病变

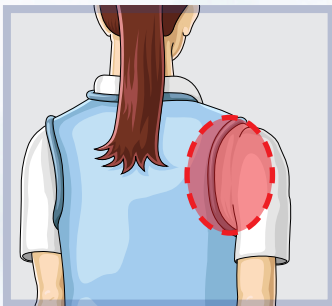


图 3： 袖窿位置过大，会导致背部的有效防护效果

¹ Cristy, M., 1981: 活体骨髓分布与年龄的关系
Physics in Medicine & Biology 2007, 26 (3), p.389.

² ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
ICRP, 2007: Publication 103 (Users Edition). Ann. ICRP 37 (2-4)

防辐射衣的选择重点

▶ 重量分配系统 / 人体工效学

防辐射衣在试穿的时候可以第一时间感受到重量，请注意选择正确尺码是重中之重。选择过紧或过小的防辐射衣能够带给你轻的重量，但是防护效果也是大打折扣，没有保障的。

因此，选择一款适合你的防辐射衣需要考虑防辐射衣自身的重量分配系统。防辐射衣的重量分配系统是根据人体功效学为基础设计的，它能够大大提升穿着的舒适度。

大致来说，防辐射衣分为2大类：

分体式防辐射衣：分为防护上衣和下身防护两部分。腰部的设计尤其重要，它需要承担大部分的重量，分散肩部的压力。除此之外，嵌入式的腰部弹性宽腰带设计让防辐射衣的穿着非常舒适（见图4）

一体式防辐射衣：重量分散系统通过弹性宽腰带很好地将重量均匀分布（见图 5）

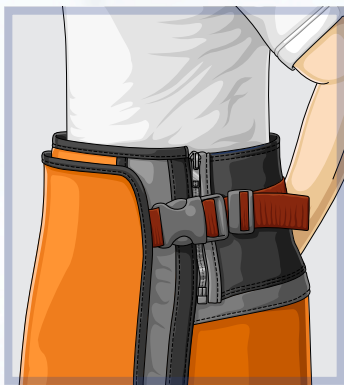


图 4： 嵌入式弹性宽腰带

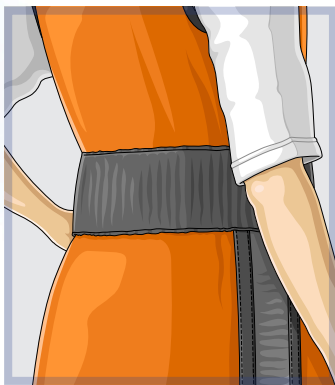


图 5： 一体式防辐射衣的宽腰带

小提示：

在闭合腰带的瞬间，请略微上提你的肩膀。这个动作可以有效地将防辐射衣的重量分散到臀部减轻肩部重量

正面防辐射衣的肩部设计也有效地减轻肩部所承受的重量，尤其是嵌入式的弹性腰带在分散重量的同时对背部提供有效地支撑。

1 防辐射衣的合体性是保护肩部不受多余重量伤害的第一因素，同时防辐射衣一定要有肩垫的设计。

防辐射衣的选择重点

▶ 前部，正面重合部位

防辐射衣有2种设计理念：

I. 防辐射衣的正面的2单片部分均为标识的铅当量

这种设计的优势对于使用者来说，能够明确了解防辐射衣提供的铅当量范围。

不足之处是由于设计的局限性，相互重叠的几个部位会出现双倍铅当量的防护，直接导致重量的增加，更沉。

II. 防辐射衣正面的2单片分别使用整体铅当量的一半，相互重叠之后，达到整体铅当量的要求

从重量角度评估，第II种设计理念明显好于第 I 种。但是，必须强调的是，只有在相互重叠的部分才能达到铅当量的要求。

所以在选择防辐射衣的时候，一定要询问供货商，防辐射衣的正面没有重叠部分的肩部位置，是否也能达到整体的铅当量的要求。

此外，重叠部位在没有严密切合的情况下，会直接导致未闭合部位的防护铅当量只有整体要求铅当量的一半。

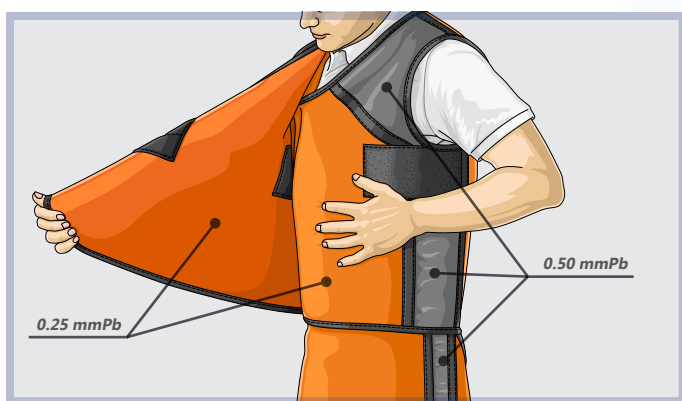


图 6： 以不同的颜色标识出安全防护区，从而有效提示使用者需要严密切合的位置。在这个例子中，我们假设衣服的铅当量为0.50 mmPb。

MAVIG 拥有“安全防护区”的全球专利技术，并运用这个技术成功地解决了上述2个缺陷。

防辐射衣两侧以及肩部的位置，外表面颜色明显区别于防辐射衣重叠部位，此区域完全符合整体铅当量要求。

由此，肩部的大面积部位能够有效地得到防护。防辐射衣两侧的“安全防护区”也能做为提示使用者重叠部分是否已经严密切合。见图 6

“安全防护区”的颜色为泰坦，明显区别于防辐射衣的整体颜色。

小提示：“安全防护区”还可以帮助使用者选择合体的防辐射衣。

如防辐射衣正面的重叠部分能够闭合在“安全防护区”的边缘，说明

防辐射衣的尺寸合适你的身材。

防辐射衣的选择重点

▶ 分体式防辐射衣，背部重叠部位

如果防辐射上衣和防护裙在背部接合部位不能有效重叠，空隙部位暴露在无防护的辐射环境中，尤其是在弯腰的时候。（见图. 7）。

因此，为了减轻重量而选择短小的防辐射上衣是完全错误的。



图 7： 在弯腰体位时，防辐射衣和防护裙没有重叠防护的位置，完全暴露在辐射环境中，对人体有非常大的危害。

无铅的防辐射衣，真的轻吗？

防辐射产品通常有3种材料可以选择，即：
纯铅、少铅复合材料以及无铅。

很多人都认为“无铅”意味着重量轻，相信使用“无铅”的防护材料制作的防辐射衣也会轻。

然而，科学实验表明“无铅”更轻的认知，是错误的

首先，了解不同防护材料的性能，这有助于理解防护材料和重量之间的关系。

- I. 纯铅材料：**在 X-射线环境下，提供防护的标准材料是铅。铅是高原子序数材料，具有高原子序数元素即大量质子的性质。

具有高原子序数的铅材料，在临床环境中当 X 射线在 50 - 150 kV 时的防护效果最有效。（见图. 8）。

因此，铅防护材料在 50 - 150 kV 区间内具有稳定的铅当量。但是使用这种高原子序数材料制成的防护材料，重量更重。

- II. 少铅材料：**少铅复合的防护材料是加入了比铅原子序数低的元素。

这意味着，少铅的防护材料在重量上会轻些（在同等表面积下）。但是低原子序数的元素，当 X 射线球管电压值处于低位和高位时的防护效果不好。防护效果的铅当量是随着 X 射线球管电压的变化而变化的（见图. 9）

防护铅当量的波动取决于少铅复合材料中和铅一同使用的元素种类以及使用量。在实际临床环境中，由于少铅复合材料制作的防辐射衣通常有浮动误差，因此少铅复合材料的防辐射衣只能用在球管电压在 50 - 110 kV 范围内。

- III. 无铅材料：**在无铅材料中，铅元素完完整整地被另外的材料替代。通常这些替代的材料都是具有低原子序数的元素。

使用的替代材料不同，防辐射衣的重量在同表面积的情况下也是千差万别。低原子序数的元素在球管发射的 X 射线环境下，和铅元素相比，防护效果大大降低。这是由于铅元素已经完完整整地被替代，从而造成铅当量在不同球管电压下发生大幅变化的原因。（见图10）MAVIG 无铅材料的耐压范围为 50-110 千伏，与我们 Novalite 材料的效果相同。

这并不是说使用无铅材料制作的防辐射衣不能达到防护效果。例如，如果无铅替代材料完全使用元素“铍”替代，是可以保证防护效果的。由于铍元素在元素周期表中紧挨着铅元素，所以使用该材料的辐射防护围裙的重量不会比例如使用铅复合材料的更轻。

其中为确保该材料不发出任何荧光辐射尤为重要（参见第3章）。

MAVIG 无铅材料的两层结构可以有效防止上述情况发生。

下图，呈现的是根据欧盟 IEC 61331-1:2014法规测试的不同防护材料在球管全电压从50 到 150 kV 的情况下，各个防护材料的防护效果。

针对“无铅”材料的测试，使用的是低原子序列的元素。

I. “纯铅”材料

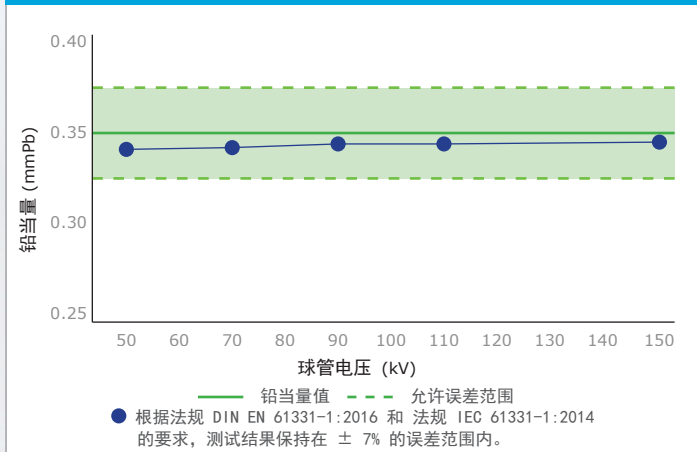


图 8: 球管全电压50 - 150 kV 的范围内, 纯铅材料的铅当量

II. “少铅复合”材料

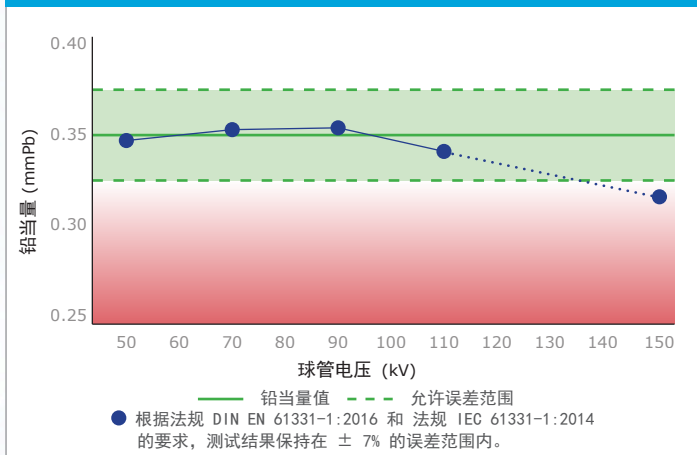


图 9: 球管全电压50 - 150 kV 的范围内, 少铅复合材料的铅当量

III. “无铅”材料

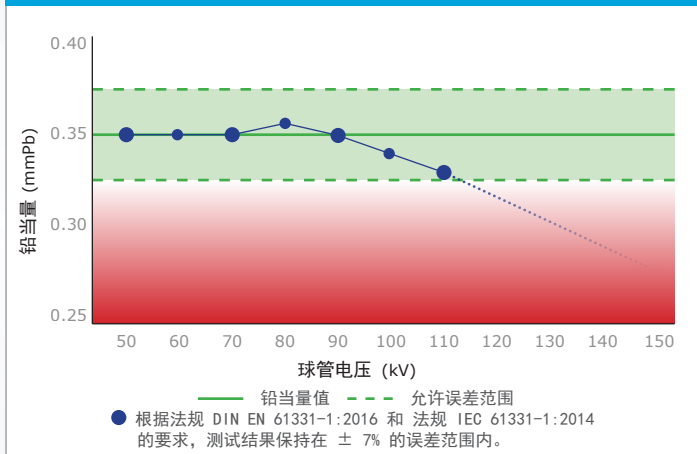


图 10: 球管全电压50 - 150 kV 的范围内, 无铅材料的铅当量

相同单位面积下的重量

通常意义上讲，任何材料只要配比得当都能起到防护效果。当前法规 IEC 61331:2014 和 法规 DIN EN 61331:2016 就是确保不同配比材料的防护效果。

防辐射衣保持一定的重量对于在球管全电压范围内确保防护效果是相当重要的，也是必不可少的³

下图，阐述相同单位面积下的重量和最低铅当量之间的关系

不同防护材料，在相同单位面积下的重量比对

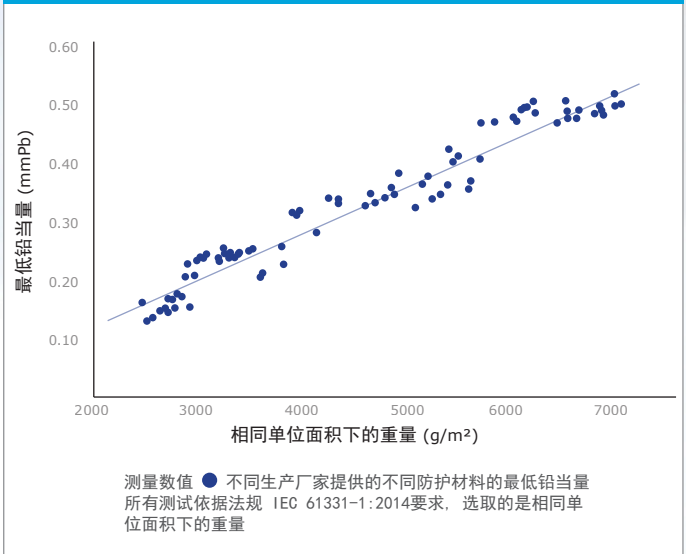


图 11：不同生产商提供的不同材料的最低铅当量值

图11，表述的是不同生产商提供的防护材料在法规 IEC 61331-1:2014要求下，在球管全电压50 kV - 150 kV 的范围内测试的结果。在规定的铅当量下，最低的铅当量数值是不同材料在相同单位面积重量下测试的结果。

从测试结果来看，重量轻的防护材料和最低值的防护效果，相伴而行，只能提供最低效果的防护。同理，高铅当量值的防护材料提供了完美的防护效果，重量在相同单位面积下也略重些。

³ Lichliter A et al: Clinical Evaluation of Protective Garments with Respect to Garment Characteristics and Manufacturer Label Information. J Vasc Interv Radiol 2017, Vol. 28, pp. 148 - 155

防辐射衣的正确选择

工作环境、射线球管电压以及在房间中的位置等等的不同，使得防辐射衣铅当量的选择也不同，不能一概而论。

在德国，有专职负责射线防护的管理员定期检查射线防护设施以确保在有电离辐射的环境工作中人员有应的防护措施。管理员是在工作环境中第一时间有问题可以提供帮助的人。

除此之外，每一位穿着防辐射衣的人员都确保，他们选择的防辐射衣其标注的适用球管电压范围以及防护铅当量是符合实际工作需求的。

防辐射衣铅当量的选择需要符合法规 IEC 61331-1:2014 或者 法规DIN EN 61331-1:2016的要求。

再有，防辐射衣的使用者需要了解工作是在球管的哪个电压值下开展的，希望防辐射衣提供哪段球管电压区间的防护。例如：如果工作是在球管电压 80 kV - 100 kV下开展的，可以选择少铅复合材料或者无铅制作的防辐射衣，这两款防辐射衣已经被证实当球管电压在 50 kV - 110 kV 下的防护效果是有保证的。如果会要在CT引导下的介入治疗，MAVIG建议选择纯铅的或者等同于纯铅的防辐射衣进行防护。纯铅的防护材料可以用于 50 kV 到 150 kV 全电压的环境中。

为什么有些防辐射衣的重量明显比其他防辐射衣轻？ 传统测量方式的概览

时至今日，仍有很多防辐射衣的重量轻于合理重量，这主要是因为防辐射衣的生产厂商没有按照欧盟新的法规 IEC 61331-1:2014 和法规 DIN EN61331-1:2016更新防辐射衣的设计、工艺以及生产加工工艺。

防辐射衣需要符合新的法规要求，包含CE 证书。这点非常重要，需要格外注意。

为什么铅的部分或者全部替代元素，在铅当量上有波动？

为什么部分防辐射衣具有CE 认证，重量也比合理重量轻？

澄清这些问题，回答这些问题之前，我们必须先了解铅当量的检测方法，以及在过去和现今在使用上的不同之处。

I. 前述法规 IEC 61331-1: 1994 / DIN EN 61331-1:2006 的检测方法

在前述法规中，防护材料的铅当量是在窄线束的条件下检测的

重点： 前述法规中使用的检测方法，在测量时计量器不需要放置在防护材料的后面。（见图12）

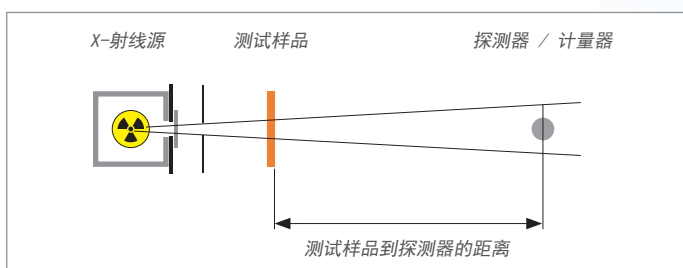


图 12： 示意图是依据旧法规 DIN EN 61331-1:2006 的测试要求实施

II. 现今最高水准新法规 IEC 61331-1: 2014 / DIN EN 61331-1:2016 要求的检测方法

与前述法规相比，新法规规定了铅当量要在宽线束倒影的条件下检测。

重点： 新法规要求使用的检测方法，计量器放置在防护材料后面（见图. 13）

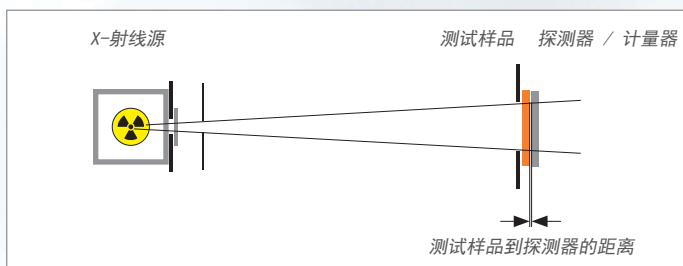


图 13： 示意图是依据新法规 DIN EN 61331-1:2016 的测试要求 实施

事实上，检测方法II在2009年根据德国法规 DIN 6857-1:2009 进行过修改。由于系列法规61331的更新，该规范已经被撤回。

如果是纯铅材料，2种检测方法针对铅当量的测试结果相似。但是如果材料是少铅的复合材料或是无铅材料的话，测试方法I 会给出一个假结果，而且测试出的铅当量防护值会高于实际值。原因是“非铅”材料。

有些“非铅”材料会产生二次辐射，业内称之为“二次荧光辐射”。当医疗 X-射线球管电压在 80 kV - 100 kV范围内时，这种荧光辐射表现为低能近距离的辐射，这种荧光辐射只能在紧挨防护材料的后面被检测到。^{4, 5}

测量方法 I 的探测器和计量器放置在距离检测材料较远的地方，不能检测到荧光辐射，测试出的铅当量也高于实际的防护效果，是不准确的。法规 DIN 6857-1:2009 指导下的检测方法II，能够准确检测所有材料的铅当量数值。

更重要的是，荧光辐射从生物学角度来看，它比防辐射衣防护的高能量散射线对人体的影响更大。⁶

除此之外，前述法规下的检测方法 I 要求只选择球管某一个单一电压点测试铅当量的数值即可，这个数值就做为防辐射衣的铅当量。但是在第9 页的图9 和图 10的图像已经表明，少铅复合材料和无铅的防护材料在 X射线球管电压 90 kV的时候，防护铅当量的数值最高。

如果按照前述法规选择一个电压值点进行检测，并以这个电压点下测出的铅当量值做为x 射线球管全电压范围内的防护铅当量值，防辐射衣的使用者不会知道，他们在不同于测试电压值下工作时受到的防护保护远远低于他们被告知的防护铅当量。

观点和数据引用于：

⁴ Schlattl H et al: *Shielding properties of lead-free protective clothing and their impact on radiation doses.*
Med. Phys. 2007, Vol. 34, pp. 4270-4280

⁵ Schöpf T et al: *Radiation Protection Clothing in X-Ray Diagnostics – Influence of the Different Methods of Measurement on the Lead Equivalent and the Required Mass.*
Fortschr Röntgenstr 2016, Vol. 188, No. 08, pp. 768-775

⁶ Regulla DF et al: *Patient exposure in medical X-ray imaging in Europe.*
Radiat Prot Dosimetry 2005, Vol 114 (1-3), pp. 11-25w

辐射环境下的防护产品

选择防辐射衣时考虑了方方面面的因素外，身体还有很多对射线敏感的器官需要防护。

第一步，工作环境必须安装手术床旁防护帘、悬吊铅屏风。并在实际临床工作中做为主要的防护设备使用。



① 眼睛晶状体防护

人体的眼睛对电离辐射难以置信的敏感，必须配到防护眼镜，而且是配合度好的防护眼镜。防护眼镜必须紧贴上面颌骨和脸部双侧。

从病人身上散发出来的二次辐射不仅从正前方辐射晶状体，从下部从两侧的角度都会辐射到晶状体⁷

② 头骨防护

房间内没有顶部悬吊防护散射线辐射的装置，根据临床操作的不同头骨会暴露在大量辐射的环境中。在这种状态下，配合防辐射衣一起使用的头部防辐射帽就起到至关重要的作用。

但是需要注意的是，当你选择封闭式的防护帽时，在保护你头骨的同时也会限制头骨的散热。

③ 甲状腺防护

无论是否有悬吊防护设备，也无论是否有防辐射衣，防辐射围领是必须要佩戴的保护甲状腺的产品。甲状腺是人体对射线极度敏感的器官之一⁸。

最为重要的是防辐射围领一定要和防辐射衣在正面不完全重叠穿戴，这样在防护的时候才不会有缝隙。

④ 肩部防护

肩关节内有造血骨髓，必须要防护¹。在临床手术中，你通常在站立位时肩部位置正对放射源，所以防辐射衣应该至少有一次是带袖子的。

袖子也是非常有效的，尤其在防辐射衣袖窿位置的空隙过大时，提供必要的防护。额外的防护也能确保叫能的乳腺组织不再暴露在射线环境中。

⑤ 手部防护

手部是最接近病患而且持续的出现在散射线辐射范围内的器官。一起防护身体其他器官的防护理念都适用于手部的防护。所以任何能够降低手部受到辐射伤害的措施都应该采取。

其中一个选择是佩戴能够吸收 X射线的消毒手套。现今，防辐射手套的特性已经将外科手套的特点加入其中。在临场实际操作中，不会有任何问题。

引用自：

⁷ Hristova-Popova J et al: *Risk of radiation exposure to medical staff involved in interventional endourology.* Radiation protection dosimetry 2015, 165(1-4), pp.268-271

⁸ Adamus R et al: *Strahlenschutz in der interventionellen Radiologie.* Der Radiologe 2016, 56(3), pp.275-281

¹ Cristy, M., 1981: *Active bone marrow distribution as a function of age in humans.* Physics in Medicine & Biology 2007, 26 (3), p.389

MAVIG GmbH

PO Box 82 03 62
81803 Munich
德国

Stahlgruberring 5
81829 Munich
德国

电话 +49 (0) 89 420 96 0
传真 +49 (0) 89 420 96 200
电子邮件 info@mavig.com

www.mavig.com

MAVIG