



线 诊 断 防 护 手 册

张丹枫 编

史元明 审

药宝祥

0152072

PROTECTION HANDBOOK
OF X-RAY DIAGNOSIS 山西科学教育出版社

X线诊断防护手册

张丹枫 编

史元明 审
药宝祥

山西科学教育出版社

X线诊断防护手册

张丹枫 编
史元明 审
药宝祥

山西科学教育出版社出版发行 济南市植物园印刷厂印刷

开本, 787×1092 1/32 印张, 5 字数, 98 千字

1985年9月第1版 1986年9月第2次印刷

印数, 5001—10000册

书号, 14370·14 定价, 1.05元

内 容 简 介

本书是介绍医疗单位在X线诊断工作中，对X线防护与正确合理应用的实用手册。内容主要包括：X线的基本知识，常用的辐射量和单位，X线对人体的危害，X线的防护原理、原则与方法以及X线在临床上的正确合理应用等。本书取材新颖，文字通俗易懂，附有图表百余幅，是放射科医生、技术人员和放射卫生防护人员的必读材料，可作为医用X线工作者放射卫生防护知识的培训教材，可供临床各科医生正确合理应用X线的参考。

序 言

X射线的广泛应用,给人类带来巨大裨益,对医学科学的发展起了极大推动作用。同时也伴有一定的危害,主要是X线对人体健康有一定影响。因此,必须合理正确地使用X射线,在使用中注意保护每一个X线工作者、被检者和他们的后代。当前最不易被注意的是被检者的防护,这一点必须引起广大医务人员的重视。

根据各方面的调查研究,证明X线诊断检查是居民受人工放射源照射剂量的主要来源。因此,合理正确地使用X线,做好防护工作,几乎关系到每个人的切身利益,这已引起有关的国际组织和各国的关注。如国际放射防护委员会(ICRP)于1982年对医用外部源电离辐射的防护和诊断放射学中患者的防护问题专门发表了第33号和34号出版物;世界卫生组织(WHO)也发表了《放射诊断检查的合理应用》与《诊断放射学的质量保证》等技术报告;联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)1982年的报告中又汇集了近几年世界各国关于X线诊断检查的频度、趋向和病人受照剂量等方面的资料。我国于1978年也颁布了《医用诊断X线卫生防护规定》,卫生部在全国推广了“限、集、屏”防护措施,对旧有X线机进行了防护改装,已收到较好效果。

为了使各级卫生行政人员、临床医生、X线工作者和X线机制造者了解X线防护与合理应用方面的有关知识，以便在工作中更自觉地贯彻执行国家有关规定和放射卫生防护标准，切实做好X线的防护工作，保护广大X线工作者和被检者的身体健康，我们委托山东省医学科学院放射医学研究所所长、助理研究员张丹枫撰写了这本《X线诊断防护手册》，供大家参考。希望这本《手册》能对医用X线诊断中的防护工作起到应有的推动和宣传作用。

卫生部卫生防疫司

一九八五年八月

前 言

在1895年伦琴发现X射线后不久，X射线就用于疾病的诊断和治疗，至今历经近一个世纪，现已广泛用于医疗领域，成为现代医疗的支柱之一，影像诊断的主要手段。

目前，在发达国家，X线诊断检查的频度已达到每年每千人口300~900人次，有的国家（如日本）已超过1000人次。我国X线机已普及到乡镇医院，X线检查频度正在增加。如山东省1980年为每千人口259人次，而且每年以15%的速率递增。X线医学应用的普及标志着医疗卫生事业的发展，但随之而来，由于X线透视和拍片的次数增加，特别是透视的增加，公众所接受的辐射总剂量也有增多的趋势。

自第二次世界大战日本受到原子弹的危害以来，人们都在关心电离辐射的照射及其危害。目前，在广大居民所接受的人工电离辐射源的照射中，绝大部分来自X线诊断。这就是说，X线诊断检查几乎与每个人的医疗保健和辐射安全有关。这已引起发达国家的关注，他们在普及和发展X线诊断技术的同时，采取各种有效措施来降低X线检查所致的居民剂量，关心广大居民的健康与安全。一些国际组织，如ICRP、WHO和国际原子能机构等也为此发表了专门的报告书和出版物。

在我国，许多人对X线既有给人们带来医疗利益的一

面，同时也有造成损害不利的一面认识不足，不了解如何正确合理应用X线，以趋利避害。因此 滥用X线的现象比较严重，忽视防护（特别是对被检者的防护）的现象比较普遍。如有的医院在给门诊或住院患者进行的胸透中，有诊断价值的仅占10~30%；在进行X线检查中，一般都不考虑对被检者的防护问题，致使有关职业人员及患者受到不必要的照射或损伤。

本手册旨在写成一本有实用价值的科普读物，供医院管理干部、卫生防护监督人员、X线工作者、临床医生和接受X线检查的人员了解X线有什么危害，如何防护及正确合理应用，以期最大限度地发挥X线在医疗上的支柱作用，并保护X线工作者和被检者，尽可能限制其可能带来的危害。

本手册在编写过程中力求选用国内外最新资料、标准和实验数据作为主要依据。主要参考文献有：ICRP26、33、34号出版物；ICRU33号报告书；UNSCEAR1982年报告书；WHO1983年发表的《放射诊断检查的合理应用》技术报告；卫生部1984年12月颁发的《放射卫生防护基本标准》和1978年颁发的《医用诊断X线卫生防护规定》；以及我所近年来的有关科研资料。

由于作者水平所限，上述主观意图并不一定能在书中很好体现。书中也难免会有缺点或错误，恳请广大读者及有关专家批评指正。

本书的插图由我所辐射防护研究室主任赵兰才同志、助理研究员官庆超同志绘制；照片图由山东省医学情报研究所声像研究室刘向群同志拍摄。在审定稿过程中，承军事医学科学院放射医学研究所史元明研究员、山西省劳动卫生职业

病防治研究所所长药宝祥副主任医师精心指导与审校，并得到所内外有关同志的热情帮助，谨此表示诚挚的谢意。

山东省医学科学院放射医学研究所 张丹枫

一九八五年八月

目 录

第一章 X线的基本知识.....	(1)
第一节 X线的产生.....	(1)
第二节 X线的量和质.....	(3)
一 概念.....	(3)
二 表达方式.....	(3)
三 X线量与质在诊断中的应用.....	(5)
第三节 X线的性质.....	(6)
一 X线的本质.....	(6)
二 X线的特性.....	(7)
第二章 X线防护常用的辐射量和单位.....	(13)
第一节 照射量与照射量率.....	(13)
第二节 吸收剂量与吸收剂量率.....	(14)
第三节 比释动能与比释动能率.....	(18)
第四节 剂量当量与剂量当量率.....	(20)
第五节 有效剂量当量.....	(21)
第三章 X线对人体的危害.....	(24)
第一节 X线损伤的历史回顾.....	(24)
一 职业性放射损伤.....	(24)
二 医源性放射损伤.....	(26)

第二节	当今对电离辐射危害的认识·····	(27)
第三节	对X线检查危害性的估计·····	(34)
一	X线检查被检者的受照剂量·····	(34)
二	X线检查对某些生物指标的影响·····	(39)
三	X线检查的危险度估计·····	(40)
第四章	X线的防护·····	(42)
第一节	X线防护的进展·····	(42)
第二节	X线诊断检查的防护原则·····	(43)
第三节	X线防护原理·····	(45)
第四节	X线机的防护性能与防护改造·····	(47)
一	X线机的防护性能·····	(47)
二	旧X线机的防护改造·····	(53)
第五节	X线机房的结构与防护设施·····	(60)
一	放射科的整体布局·····	(60)
二	建筑上的要求·····	(61)
三	固定防护设施·····	(62)
四	移动式防护屏蔽·····	(64)
五	辅助防护用品·····	(70)
第六节	X线的防护管理·····	(76)
一	卫生防护监督·····	(76)
二	对X线工作者的要求与技术培训·····	(77)
三	质量保证·····	(77)
四	安全操作规则·····	(78)
第七节	X线工作者的个人防护·····	(79)
一	剂量当量限值·····	(79)

二	个人防护措施·····	(80)
三	对职业性照射的安全性评价·····	(81)
第八节	被检者的防护·····	(84)
一	被检者防护的意义·····	(85)
二	正当化判断程序和最优化照射计划的制定·····	(86)
三	降低被检者受照剂量的技术措施·····	(88)
四	特殊类型X线检查的防护与合理应用·····	(97)
五	对医疗照射的安全性评价·····	(107)
结束语	·····	(108)
主要参考资料	·····	(109)
附录A	数据表·····	(110)
附录B	术语的定义和解释·····	(127)
附录C	X射线发生器的输出额·····	(130)
附录D	初级X射线穿过屏蔽的透射·····	(134)
附录E	医用诊断X线机防护性能监测方法·····	(139)
附录F	我国新(1984)旧(1974)防护标准比较·····	(142)
附录G	放射工作人员的医学检查(《放射卫生防护基本标准》补充件)·····	(146)

R 81-62
1274

第一章 X线的基本知识

第一节 X线的产生

凡高速运动的电子,撞击物质而突然受阻减速时,均能产生X线。X线机就是根据这个原理制造的将电能转变为X线能的装置。

X线机的结构形式,随使用范围的不同,在其电路结构和机械装置上,有繁有简,但其产生X线的基本原理却一样。

图1为一般诊断X线机结构方块图,它包括以下几部分。

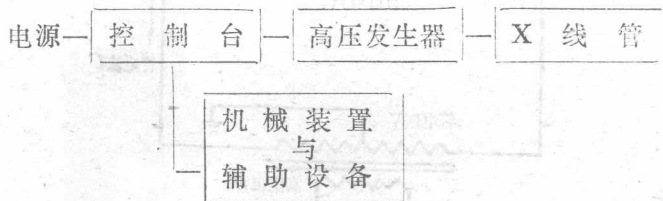


图1 X线机结构方块图

(1) 产生X线的X线管。

(2) 供给X线管灯丝电源和加速电子电源—高压发生器。

(3) 控制X线发生时间(曝光时间)、调节X线的质和量以及机械动作的控制台。

(4) 为诊断需要而设计的各种机械装置,如诊视床、立柱、支架、天地轨等,以及为特殊摄影技术而设的辅助设

备，如胃肠摄影、断层摄影、荧光缩影、记波摄影、影像增强等装置。

X线管是产生X线的主要部件。普通的X线管是一个真空热阴极二极管，有一个阳极和一个阴极，被密封于高真空的玻璃管内。图2为X线管及X线发生的示意图。

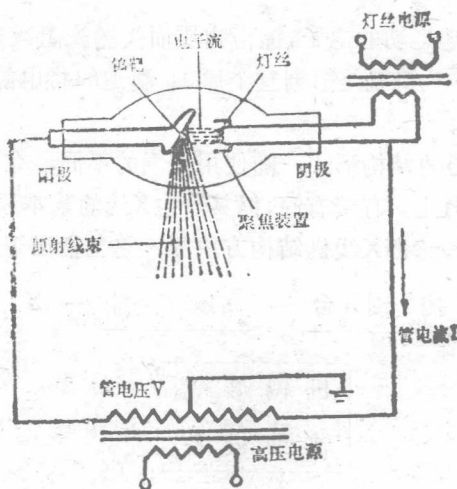


图2 X线管及X线发生示意图

X线管的阳极通常是一个粗大的铜棒，它的端面嵌有一小块钨靶。阴极是装于一个浅的聚焦杯中的钨丝。当灯丝电源接通，灯丝被加热到高温就能发射出足够数量的电子。这时如果在阳极和阴极间加上高电压，则电子被加速而达到很高速度，这些高速电子到达阳极的靶面，为靶所突然阻挡便发射出X线。由X线管发生的X线，包括两种成分，即呈连

续能谱的韧致辐射和具有特定能量的特征X线（也叫标识辐射）。从X线管的窗口射出的X线为有用的原射线束，可用于透视或摄影等X线检查。而向其它方向发射的X线应尽量被X线管套内的铅制防护层所吸收，否则，将造成漏射线量过大，对X线工作者和被检者都是有害的。

第二节 X线的量和质

一、概念

从物理意义来说，X线的量表示X线束的强度，即光子数目。X线的质表示这些光子的能量，即X线束的穿透能力。但对X线的量与质均不能用直接简便的方法测出，从实际应用出发，一般用间接的方法表示。

二、表达方式

在X线诊断方面，通常用X线管的管电流与X线照射的时间的乘积来反映X线的量，通常以毫安秒（mAs）为单位。因为管电流愈大，阴极发射的电子数目愈多，X线的强度就愈大。而曝光时间愈长时，其照射量也成正比地增加。

在X线诊断中通常以加于X线管两极间的峰值电压（kVp）来表示X线的质。这是因为当管电压愈高时，电子运动的速度愈大，撞击阳极靶面的能量愈强，因而产生的X线的穿透力也愈大。但是，由于整流装置的效能（决定电压波形）和X线射出窗口滤过板的吸收效应，以及X线能量的分布等不同，因此，管电压只能粗略反映X线的质，而不能精确代表X线的平均穿透力。

在临床应用中，通常多用表示X线穿透能力的半价层（半值层）来表示X线的质。半价层就是使一束X线的强度减弱到其初始值一半时所需的标准吸收物质的厚度。

X线束对不同物质的穿透能力是不一样的，也就是说，不同物质吸收射线的能力不同。因此，对一束X线，描述其质的半价层可用不同标准物质的不同厚度来表示。诊断用X线通常用铝作为表示半价层的标准物质，半价层愈大，表示X线的质愈硬，即穿透能力愈强。例如一窄束X线穿过2毫米厚的标准铝板之后，其强度减弱了一半，则可称这束X线的半价层为2毫米铝。

由于X线的质主要决定于管电压、总滤过及电压波形，因此半价层将随管电压的升高、总滤过的增加而增大。表1和表2为单相和三相X线设备所产生的X线半价层与管电压及总滤过的关系。

表1 单相X线设备①X线的半价层

总滤过	峰 值 电 压 (kV)										
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
mmAl	典型的半价层 (mmAl)										
0.5	0.36	0.47	0.58	0.67	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	
1.0	0.55	0.78	0.95	1.08	1.21	1.33	1.46	1.58	1.70	1.82	
1.5	0.78	1.04	1.25	1.42	1.59	1.75	1.90	2.08	2.25	2.42	
2.0	0.92	1.22	1.49	1.70	1.90	2.10	2.28	2.48	2.70	2.90	
2.5	1.02	1.38	1.69	1.95	2.16	2.37	2.58	2.82	3.06	3.30	
3.0	—	1.49	1.87	2.16	2.40	2.62	2.86	3.12	3.38	3.65	
3.5	—	1.58	2.00	2.34	2.60	2.86	3.12	3.40	3.68	3.95	

注：①单相全波整流高压发生器。

表2 三相X线设备X线的半价层

总滤过 mmAl	峰 值 电 压 (kV)									
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
	半		价		层 (mmAl)					
2.5	2.2	2.4	2.7	3.1	3.3	3.6	4.0	—	—	
3.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	4.0	4.3	4.6	5.0	
3.5	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.3	4.6	—	—	

三、X线量与质在诊断中的应用

在X线摄影时，需要适当选择X线的量和质，使胶片受到一定量的感光量才能照出满意的照片。这通常通过适当搭配管电流、照射时间、管电压以及焦点胶片距离（焦片距）来实现。因此，需要了解这些影响X线胶片感光量的主要因素之间的关系。

（一）管电流与照射时间的关系：在要求一定的感光量而管电压、焦片距不变的情况下，管电流mA与照射时间s成反比。即

$$mA_1 : mA_2 = s_2 : s_1 \quad (1-1)$$

mA_1 = 原管电流， mA_2 = 新管电流

s_1 = 原曝光时间， s_2 = 新曝光时间。

例：原用管电流100mA，曝光时间0.1秒，现改用管电流20mA，曝光时间应为几秒？

将已知数代入上述比例式中得：

$$100 : 20 = s_2 : 0.1$$

$$\text{则 } s_2 = \frac{100 \times 0.1}{20} = 0.5 \text{ 秒}$$

（二）毫安秒与焦片距的关系：在某一感光量下，毫安