

全国中等卫生学校教材

X线机构造及维修

(供放射医士专业用)

梁振声 主编
顾元华 主审

责任编辑 聂方熙

全国中等卫生学校教材

X线构造及维修

梁振声 主编

顾元华 主审

*

山东科学技术出版社出版

(济南市南郊宾馆西路中段)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 27.25印张 5插图 614千字

1987年1月第1版 1987年1月第1次印刷

印数: 1—5500

ISBN 7-5331-0040-9

R·10

书号 14195·239 定价 4.75 元

编写说明

《X线机构造及维修》是根据卫生部1982年7月颁发的放射医士专业教学计划的规定,结合专业特点,考虑到我国基层医疗单位X线设备的现状和发展,在广泛征求了各校意见的基础上编写而成的。供中等卫生学校四年制放射医士专业使用,也可作三年制放射技士专业教学参考。

本教材以国产X线机为主,重点讲述了X线机的主要部件、电路结构、辅助装置、影像增强器、X线电视,以及X线机的安装及维修。对心血管造影设备、数字减影血管造影(DSA)、计算机横断体层扫描(CT)等也作了概括介绍。

在教材编写过程中,泰山医学院及各兄弟学校给予了大力支持。山东工业大学支焕琦老师、山西省晋中卫校赵述定老师、安徽省蚌埠卫校杨宗文老师、山东省莱阳卫校吕文国老师、核工业部青岛疗养院梁健一技师等,参加了教材的审定,提出了宝贵的意见;武汉卫校黎钢、泰山医学院乔晓明、济南卫校卢言军等同志参加绘图;济南卫校马延洪老师编写了X线基本知识一节,在此一并表示衷心感谢。

欢迎各校师生和放射工作者对本教材的缺点和错误提出批评指正,以便再版时修改。

编者

一九八五年九月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 X线的基本知识	(1)
第二节 诊断用X线机及其发展	(6)
第三节 诊断用X线机的分类及应用	(9)
第四节 X线机常用元件的电路符号及图象标记	(13)
第二章 X线管	(16)
第一节 固定阳极X线管	(16)
第二节 旋转阳极X线管	(21)
第三节 X线管的规格及特性	(24)
第四节 X线管的检验和使用	(30)
第五节 X线管管套	(32)
第六节 X线管的故障	(33)
第七节 特殊X线管	(34)
第三章 高压发生装置	(38)
第一节 高压变压器	(38)
第二节 灯丝变压器	(42)
第三节 高压整流元件	(43)
第四节 高压电缆	(48)
第五节 高压交换闸	(52)
第六节 变压器油	(54)
第四章 低压控制装置	(56)
第一节 自耦变压器	(56)
第二节 谐振式磁饱和稳压器	(57)
第三节 空间电荷抵偿变压器	(59)
第四节 接触器与继电器	(61)
第五节 常用控制开关	(67)
第六节 限时器	(71)
第七节 延时器	(76)
第八节 常用仪表	(78)
第五章 辅助装置	(83)
第一节 X线管支持装置	(83)
第二节 诊视床	(86)
第三节 胃肠摄影装置	(91)
第四节 滤线器	(94)
第五节 断层摄影装置	(97)
第六节 荧光缩影装置	(101)

第六章 X线机的基本电路及检修方法	(105)
第一节 X线机的基本电路	(105)
第二节 X线机常见故障原因及现象	(107)
第三节 X线机的检修	(109)
第七章 电源电路及故障检修	(113)
第一节 电源电压选择与调节	(113)
第二节 简单的电源电路	(114)
第三节 可变输入电压的电源电路	(116)
第四节 多按钮开关的电源电路	(117)
第五节 电源电路常见故障检修	(120)
第八章 X线管灯丝电路及故障检修	(122)
第一节 管电流的调节	(122)
第二节 单焦点X线管灯丝电路	(125)
第三节 双焦点X线管灯丝电路	(127)
第四节 X线管灯丝电路常见故障检修	(129)
第九章 高压变压器初级电路及故障检修	(134)
第一节 管电压的调节与控制	(134)
第二节 管电压的预示和补偿器	(138)
第三节 自整流X线机的高压初级电路	(142)
第四节 全波整流X线机的高压初级电路	(144)
第五节 高压初级电路常见故障检修	(147)
第十章 高压变压器次级电路及故障检修	(149)
第一节 高压整流电路	(149)
第二节 管电流测量和电容电流补偿电路	(152)
第三节 常见的高压次级电路及管电流测量电路	(155)
第四节 高压次级电路常见故障检修	(157)
第十一章 控制电路及故障检修	(162)
第一节 限时器电路及故障检修	(162)
第二节 容量保护电路	(166)
第三节 旋转阳极启动延时电路	(171)
第四节 几种常见控制电路分析	(176)
第五节 控制电路常见故障检修	(184)
第十二章 小、中型X线机电路分析	(187)
第一节 F ₄₄ -I型X线机	(187)
第二节 KF-200型X线机	(189)
第三节 F ₇₈ -II型X线机	(200)
第十三章 大型X线机电路分析	(224)
第一节 概述	(224)
第二节 电源电路	(226)
第三节 透视、摄影高压初级电路及千伏预示电路	(227)
第四节 透视和摄影毫安调节电路	(230)

第五节	旋转阳极启动控制电路	(237)
第六节	透视和摄影控制电路	(239)
第七节	曝光控时电路	(242)
第八节	高压次级电路及管电流测量电路	(254)
第九节	过载保护电路及过载指示电路	(256)
第十节	荧光屏和电动诊视床控制电路	(258)
第十一节	X ₃₂ 型多轨迹断层摄影装置	(263)
第十二节	全机控制电路工作程序	(271)
第十四章	X线机故障综合分析与维修	(279)
第一节	小型X线机常见故障及检修	(279)
第二节	中、大型X线机常见故障及检修	(282)
第三节	常见故障综合分析	(284)
第四节	X线机的维护	(286)
第十五章	X线机的安装和调试	(290)
第一节	机房的选择和要求	(290)
第二节	放射科的整体布局	(294)
第三节	X线机的供电电源	(297)
第四节	X线机的接地装置	(301)
第五节	X线机在机房内的位置	(304)
第六节	X线机的安装步骤	(308)
第七节	X线机的通电试验	(311)
第八节	X线机主要参量的调整	(317)
第十六章	影像增强器与X线电视	(324)
第一节	影像增强器	(324)
第二节	X线电视摄像管	(334)
第三节	中心控制器	(340)
第四节	显象管	(341)
第十七章	心血管造影设备	(345)
第一节	对X线机的要求	(345)
第二节	快速换片器和高压注射器	(348)
第三节	导管床和心血管摄影专用X线管支架	(355)
第四节	X线电影及录象	(358)
第五节	数字减影血管造影	(360)
第十八章	计算机横断体层装置	(363)
第一节	CT的基本原理	(363)
第二节	CT的组成	(368)
实验指导		
实验一	参观医院放射科	(374)
实验二	X线管灯丝特性 $I_f \sim U_f$ 曲线的绘制	(374)
实验三	X线管冷高压试验和变压器油耐压试验示教	(375)
实验四	高压电缆插头的灌注	(376)

实验五	继电器动作特性的测试	(377)
实验六	晶体管限时器试制	(378)
实验七	电动诊视床操作练习	(379)
实验八	断层摄影装置操作练习	(380)
实验九	X线机电源电路的连接与测试	(380)
实验十	X线管灯丝电路的连接与测试	(382)
实验十一	高压初级电路连接及千伏补偿试验	(384)
实验十二	高压整流电路故障现象示教	(386)
实验十三	控制台的使用练习和故障排除	(387)
实验十四	X线机安装施工图的设计	(388)
实验十五	X线机的操作练习及故障检查	(389)
教学大纲		(391)
附录		(399)
	本书中所用物理量符号及其法定计量单位	(399)
附图		(401)

第一章 概 述

第一节 X线的基本知识

一、X线的发现

X线是德国著名物理学家威·康·伦琴(W.C. Röntgen)于1895年11月8日发现的。当时伦琴在实验室中作阴极射线管的研究,意外地发现了一种肉眼看不见的“光线”,它能穿透许多物质,并能使胶片感光,使涂有铂氰化钡的纸板发出荧光。当伦琴把手放在阴极射线管和涂有铂氰化钡的纸板之间时,一个奇异的现象出现了,纸板上呈现了很淡的手影,并显示了黑色的非常清晰的手部骨骼影象。X线就是这样被发现了。由于当时对这种射线的性质不了解,便借用数学上未知数“X”来代表,给它起名叫X射线,简称X线。后来,人们为了纪念伦琴的功绩,又称为伦琴射线。

X线的发现在人类科学史上具有划时代的意义,它为自然科学和医学开辟了一条崭新的道路。1901年伦琴为此而成为全世界第一个获得“诺贝尔”奖金的科学家。

二、X线的本质和特性

X线在本质上与无线电波、红外线、紫外线及 γ 射线一样,同属电磁辐射,且具有波动性和粒子性。在电磁波谱中,X线的波长介于紫外线和 γ 射线之间,为 $10^2 \sim 10^{-3} \text{ \AA}$ 。医用诊断X线的波长为 $0.31 \sim 0.08 \text{ \AA}$ (相当于管电压 $40 \sim 150 \text{ kV}$ 时产生的X线)。X线不为磁场所偏转,是一束中性的光子流。组成一束X线的每个光子都具有一定的能量 $E=h\nu$,并以光速沿直线传播,服从光的反射、折射、散射和衍射的一般规律。由于X线的能量高,除具备上述光的一般性质外,尚有以下基本特性:

(一) 穿透作用 X线的波长短,能量大,能穿透一般光线不能穿透的物质,包括人体在内。因此能用X线检查人体内部器官的结构和功能。

X线的穿透力即X线的质,取决于X线的能量。能量愈大,波长愈短,穿透力愈强,X线的质愈硬,故称硬射线。反之,能量愈低,波长愈长,穿透力就愈弱,X线的质愈软,故称软射线。X线能穿透物质,但也能被物质吸收。物质吸收X线的能力与该物质的性质、结构有关。一般原子序数高的物质密度大,吸收X线多,故透过性差。相反,原子序数低的物质透过的X线就多。物质愈厚,吸收的X线愈多,透过的X线就愈少。相反,物质愈薄,吸收的X线愈少,而透过的X线就愈多。

(二) 荧光作用 X线是肉眼不可见的,但当它照射某些物质时,却能激发出荧光,这类物质称荧光物质,如磷、铂氰化钡、钨酸钙、硫化锌镉等。荧光物质受到X线照射,则其原子被激发或电离。当恢复基态时,便放射出位于电磁波谱中可见光和紫外线之间的荧光。X线机上的荧光屏、增感屏、影象增强器的输入屏,都是利用这一特性制成的。测定辐射量的闪烁晶体和荧光玻璃,也是利用X线的荧光作用制造的。

(三) 电离作用 具有足够能量的X线光子不仅能击脱物质原子轨道上的电子,使

该物质产生一次电离，而且脱离原子的电子又与其他原子相碰，还会产生二次电离。气体分子被电离，其电离电荷很容易收集。通常我们就用气体分子电离电荷的多少来测定X线的照射量。多种照射量测量仪器的探头，如电离室、正比计数管、盖革弥勒计数管等，都是利用这一原理制成的。电离作用也是X线损伤和X线治疗的基础。

(四) 感光作用 X线与可见光一样，同样具有光化作用，可使照相乳剂感光。因此，X线被应用在人体及工业制品的X线摄影检查。

(五) 生物效应 X线是一种电离辐射。生物细胞经一定量的X线照射后，会产生抑制、损害甚至坏死。利用X线的这个效应，可进行放射治疗以破坏肿瘤组织。当然，人体受一定剂量X线照射后，也可导致正常组织的损伤，因此必须注意安全防护。

三、X线的量与质

X线的强度，是指垂直于X线传播方向上单位面积在单位时间内所通过的光子数目和能量的总和。显然，X线强度是由光子数和光子能量两个因素决定的。在实际应用中，常用“量”与“质”来表示X线的强度。量是指线束中的光子数；质则是指光子所具有的能量，它与光子个数无关。X线的质通常用半价层来表示。半价层就是使一束X线的强度减弱到其初始值一半所需要的标准物质的厚度，它反映了X线束的穿透能力。

在X线诊断应用中，作为一种简单方法，可以用X线管的管电流与X线曝光时间的乘积来反映X线的量，用X线管的管电压来反映X线的质。前者通常以毫安秒(mAs)来表示，后者用千伏(kV)来表示。

四、X线的产生和它的能谱

X线是由高速运动的电子束撞击物质而突然受限时产生的。它的产生须具有下列条件：要有足够数量高速运动的电子；有一个能经受高速电子撞击而产生X线的靶；还应有一个高真空度的空间和高电压，以使电子在强电场中加速时不受气体分子阻挡，同时保护灯丝不致被氧化而烧毁。

X线管是一个高度真空的热阴极二极管。钨丝作为阴极，铜圆柱体的一端嵌有一小块钨靶作为阳极。X线管中高速电子撞击阳极靶面时，99%以上的能量变为热能，仅有小于1%的能量通过两种方式，即轫致辐射和特征辐射，产生X线。

(一) 轫致辐射 轫致辐射又称连续辐射。它是高速电子与靶原子核相互作用时产生的。图1-1是轫致辐射示意图。能量为 E 的电子撞进靶原子核附近，在核电场作用下，改变了运动速度和方向，能量变为 $E - h\nu$ 而离开碰撞点。在此过程中，该电子损失的能量 $h\nu$ 变为轫致辐射。在被加速而撞击阳极靶的电子束中，各电子获得的能量不一，同时与靶原子核作用损失的能量也各不相同。因此，轫致辐射具有连续的能量分布，从而形成X线的连续能谱。在连续能谱中，X线光子的能量从零一直到一个最大值。这个最大值取决于加速电压 V ，即：

$$h\nu_{\max} = eV$$

能量最大的光子对应的波长最短，则有：

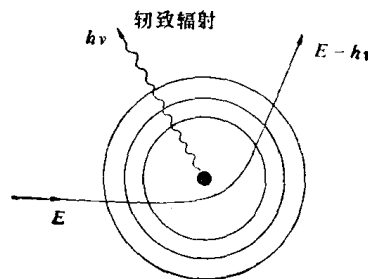


图1-1 轫致辐射示意图

$$\lambda_{\min} = \frac{C}{\nu_{\max}} = \frac{hC}{eV}$$

光子波长通常用 $\text{\AA}$ 作单位。上式普朗克常数 h 、光速 C 和电子电量 e 取相应单位代入可得：

$$\lambda_{\min} = \frac{12.4}{V(\text{千伏值})} (\text{\AA})$$

由上式可方便地求出在一定管电压时所产生的X线的最短波长。

(二) 特征辐射 特征辐射又称标识辐射，它是高速电子与靶原子的轨道电子相互作用时产生的。特征辐射如图 1-2 所示。能量为 E 的电子撞击靶原子轨道电子时，例如打出了一个K层电子（简称K电子），损失的能量为 ΔE 。 ΔE 一部分用于克服K电子同核的结合能，另一部分变为K电子离开原子后的动能 E_1 。由于K电子被击脱，出现K空位，则外壳层电子跃迁来填充空位，其多余能量就以K系特征辐射释出。由于原子各壳层间能级差是一定的，所以K系特征辐射的能量是特定的。依次类推，如果相互作用涉及L层电子，同样产生L系特征辐射。特征辐射的谱线各有一定的波长，完全由靶原子的结构特性决定。

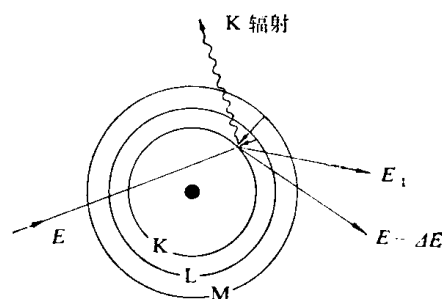


图 1-2 特征辐射示意图

因此，X线能谱是由连续分布的韧致辐射上叠加特征辐射谱线所构成，如图 1-3 所示。 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 分别为对应于不同管电压 V_1, V_2, V_3 的最短波长。X线强度随管电压而变化，但特征射线的波长总是一样的。管电压 V_3 较小，被加速的电子所获得的能量不足以击脱原子的内壳层电子，所以没有特征辐射。在X线的透视和摄影中，特征辐射只占约5%，韧致辐射是主要的。

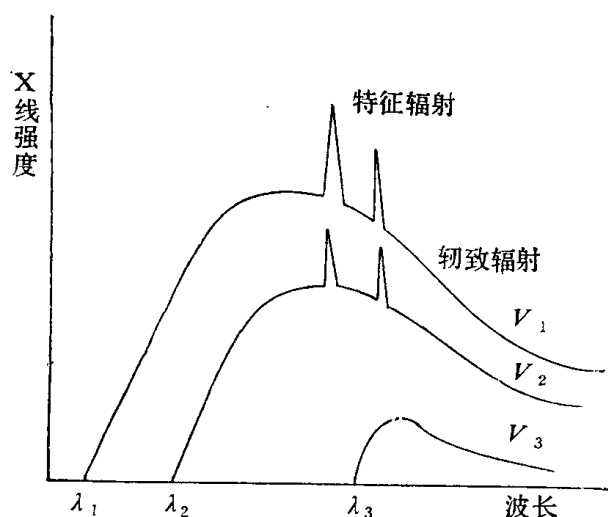


图 1-3 X线能谱示意图

实验证明，X线的强度与管电流、管电压和阳极靶物质的原子序数等相关。管电流愈大，管电压愈高，靶物质的原子序数愈高，则产生的X线强度就愈大，反之就小。

五、X线与物质的相互作用

X线通过物质时，一部分光子可能从物质原子的间隙中穿过，不发生任何作用；另一部分光子能与物质中原子的轨道电子或原子核发生不同形式的作用，首先产生物理效应，继而引起化学的及生物的各种效应。这些效应的产生都是由于物质吸收X线能的结

果。X线与物质的相互作用，主要有光电效应、康普顿效应和电子对效应三种形式。产生这三种效应几率的大小，取决于光子能量和物质的原子序数。

(一) 光电效应 光电效应是光子将其能量转化给电子的过程之一。如图1-4所示，能量为 $h\nu$ 的光子与原子的内壳层电子相互作用，光子的全部能量被电子吸收。获得能量的电子克服它与原子核的结合能 A ，离开原子而成为光电子。显然，光电子的动能 $E=h\nu-A$ 。这样的作用过程称为光电效应。

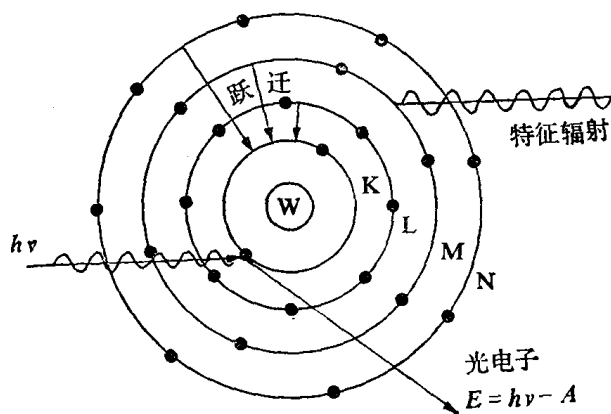


图1-4 光电效应

放出光电子的原子是不稳定的，其电子空位很快被外层电子跃入填充而产生特征辐射。光电效应的发生几率受三方面因素的制约：

1. 入射光子的能量必须大于原子中轨道电子的结合能。
2. 光子能量必须与轨道电子结合能相等或稍大一些才容易发生光电效应。
3. 轨道电子与原子核结合的愈紧密，就愈容易发生光电效应。对高原子序数物质其轨道电子的结合能较大，不仅K层，而且其他壳层上的电子也较容易发生光电效应。

(二) 康普顿效应 这是一种产生散射线的效应。如图1-5所示。初始能量为 $h\nu$ 的入射光子与原子的外壳层电子或自由电子碰撞，一部分能量变为反冲电子的动能，使其在与光子入射方向成 ϕ 角的方向上射出，然后光子以剩余能量 $h\nu'$ 在与初始方向成 θ 角的方向上散射。这个作用过程叫康普顿效应。X线诊断中的散射线几乎全部来自康普顿效应。

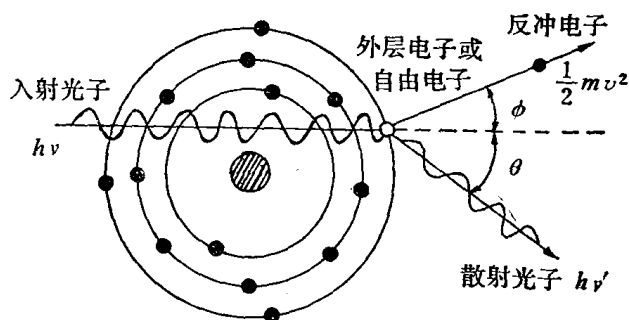


图1-5 康普顿效应

(三) 电子对效应 如图1-6所示，当能量大于1.02MeV的入射光子在行近原子核时，由于受到强核力场的影响，光子突然消失，并产生一个负电子和一个正电子，该过程称为电子对效应，这是能量和质量相互转换的典型例子。因为电子的静止质量等效于0.51MeV的能量，所以产生电子对效应的光子必须具有大于1.02MeV的能量。在电子对效应发生时，超过1.02MeV的光子能量变为负电子和正电子的动能。电子对效应的发生几率与物质原子序数的平方成正比。

以上三种效应是X线与物质作用的主要形式。在物质中发生这些相互作用的多少，就决定着这种物质吸收X线程度的大小。一束X线与某物质发生相互作用时，这三种效应都可能发生。发生的几率取决于X线的能量和物质的原子序数。一般X线与高原子序数物质所发生的相互作用强。低能光子与高原子序数物质的主要作用形式是光电效

应。在诊断X线能量范围内，光电效应和康普顿效应是主要的作用形式，电子对效应不可能发生。

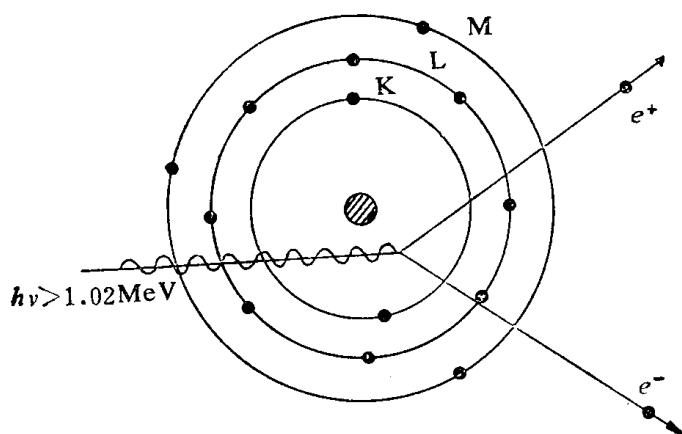


图 1 - 6 电子对效应

六、X线的防护

X线的发现及其在医学上的应用，给人类带来巨大的利益。但由于X线照射生物体时，会与生物体中的细胞、组织和体液等物质发生相互作用，引起这些物质的原子或分子电离而破坏机体。因此，在充分利用X线的各种特性为人类谋利益的同时，必须高度重视X线对人体的危害，并采取严密措施对其进行防护。常用的防护措施包括固有防护和个人防护两大类。

（一）固有防护 固有防护是指X线机结构本身对X线的防护和X线机机房结构对X线的防护。X线机在结构上都十分重视对X线的防护，在保证X线机功能不受影响的前提下，采用多种防护方法，尽量减少X线对被检者和工作人员的损伤。如在X线管管套内壁，除X线窗口外，都衬有铅皮，以防散乱射线；在X线管窗口外侧安装缩光器，以控制X线照射野，防止漏射线；窗口上加装适当厚度的铝制滤过片，以吸收X线束中无用的软X线，减少被检者的吸收剂量。其他如透视荧光屏的铅玻璃，铅橡皮防护裙，诊视床侧面的防护板等，都是固有防护的重要措施。在大型现代化X线机中，除固有防护更加完善以外，还在控制台上装设信号机构。当X线照射量达到一定数值时，便发出信号，提示工作人员应停止照射。X线机机房的建筑结构必须符合防护要求（详见十五章），以减少被检者、工作人员和与X线机房相邻地区人员的X线吸收剂量。

在日常工作中，必须定期检查和维修各种固有防护设备，不得随意拆除，更不能用无防护性能的器材代替，以确保防护的安全性。

（二）个人防护 个人防护是指为减少工作人员和被检者的受照剂量，而采取的各种自身防护措施。主要有三种方法。

1. 缩短X线照射时间 个人所接受的X线剂量与X线的照射时间有密切关系。受照射时间越长，个人累积的X线剂量就越大。因此，工作人员在对被检者进行X线检查时，应做好各种准备。在暗室透视的情况下，应做好暗适应，荧光屏亮度应调节适当，各项操作要熟练准确，用最短的透视时间报出诊断结果。在X线摄影时，正确选择摄影条件，摆准摄影位置，做到一次摄片成功。

2.增大与X线源的距离 由于X线管的焦点很小,工作人员活动范围内的任何位置与X线管的距离,远远大于X线管焦点的尺寸,因此其焦点可视为一个点。当忽略空气对X线的吸收时,则照射量与距离的平方成反比。距离越远,其照射量越少。所以当X线产生时,除被检者外,工作人员和其他人员(包括候诊者),应远离X线源。这就要求X线机房的面积应适当大一些,以使工作人员有较大的活动范围。

3.利用屏蔽防护 上述两种个人防护方法,往往因被检者身体状况的不同,检查方法的不同和机房面积的不同,而受到一定限制。因此,大量采用的方法,则是屏蔽防护法。

屏蔽防护是利用能有效吸收X线的物质如铅,制成各种防护器材,如铅橡皮手套,铅橡皮围裙、铅椅、铅屏风、铅玻璃眼镜等,将这些防护器材置于人体与X线源之间,就可减少或消除X线的危害。若用防护器材建成隔室透视和摄影,其防护效果更佳。

工作人员特别是诊断医生,在为被检者进行X线检查时,必须按要求穿戴防护用品,切不可为了轻便而舍弃不用,对被检者的非投照部位,也应进行屏蔽防护。

第二节 诊断用X线机及其发展

为了进一步完善X线发生装置,扩大X线的应用领域,提高X线影象质量,各国科学家经过90余年的不懈努力,使诊断用X线机发生了根本性的变革,其结构更精密,性能更完备,应用领域更广泛,已成为医学诊断中最可靠最先进的设备。

一、X线机的组成

诊断用X线机,是根据医学诊断的需要将电能转化为X线能的一套完整的装置,其基本结构由四部分组成,即:

(一) 进行能量转换产生X线的X线管装置。

(二) 为X线管提供高压的高压发生器,以及置于高压发生器内,为X线管灯丝提供加热电压,使其发射电子的灯丝变压器。

(三) 控制X线的发生时间及任意调节X线量和质的控制装置。

(四) 为诊断需要而设计的各种机械装置和辅助装置(图1-7)。

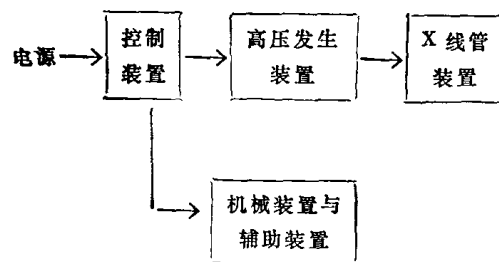
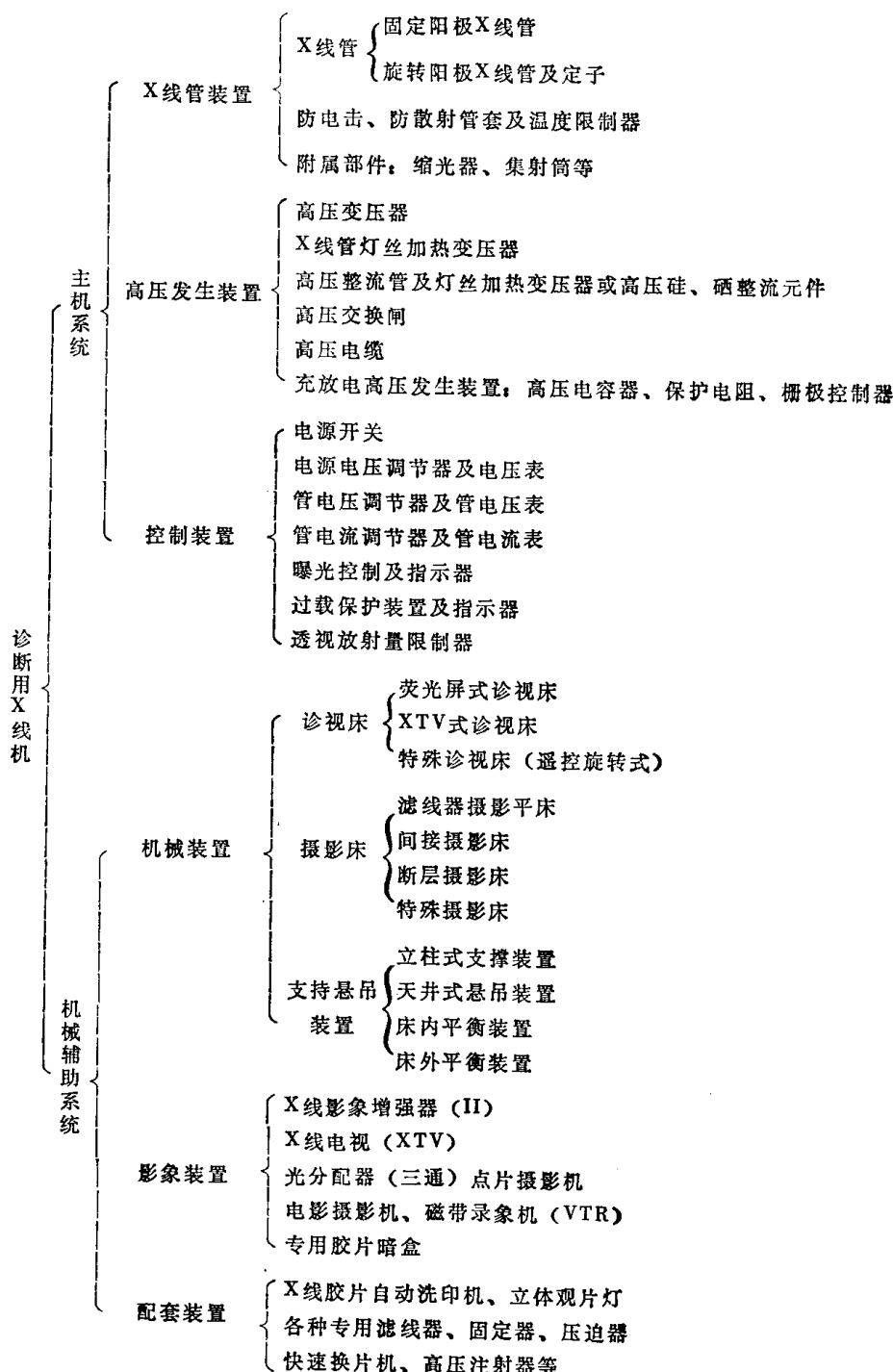


图1-7 X线机构造方框图

目前应用于临床的大、中型X线机,其组成又大体可分为主机系统和机械辅助系统。主机系统指由主电路及其元件组成的系统,包括电源箱、控制台、高压发生器和X线管组件。机械辅助系统是指除主机系统外的各种机械和辅助设备,以及直接为检查、

诊断服务的设备，包括X线管支持悬吊装置、诊视床及影象的转换、记录、贮存、复制、显示装置等（表1-1）。

表1-1 诊断用X线机的组成



二、X线机的发展简史

X线机的发展是随着其他科学技术的发展而不断改进和发展的。特别是近30年来，由于机械制造逐步精密，以及电子工程、影象转换和计算机等新技术的出现，促进了X线设备日新月异地发展和改进，使之成为包括多学科理论、知识和技术的综合性医疗设备。其发展大体经历五个阶段。

(一) 初始阶段 在此期间, X线的应用尚处于试验时期, X线设备十分简单, 所用X线管是含气离子管, 靠电离获得电子源。X线管所需要的高压是由蓄电池通过笨重的感应圈, 或者由巨大的静电起电机产生, 并用裸线输送给X线管, 无防电击、防散射设施。因此, X线影象极差, 只能拍摄密度差别较大的骨骼和异物等。操作既不方便, 也不安全。

(二) 实用化阶段 在此期间, 由于电磁学、高真空技术的发展, 1913年第一只高真空热阴极、固定阳极X线管(简称固定阳极管)研制成功, 并应用于X线机。1915年高压真空管问世, 高压变压器及高压真空管整流技术也相继投入使用。因此, X线量和质也都有了很大的改善和提高, 并不断扩大其在医学领域的应用范围。同时, X线机的结构也有了很大的发展和改进, 不仅有了较完善的控制X线量和质的电路结构, 而且有了配合摄影、诊断、治疗所需的机械结构和辅助设备, 使X线机进入了实用化的阶段。

(三) 防电击、防散射、多功能、高功率阶段 1930年旋转阳极X线管研制成功。旋转阳极X线管具有焦点小而功率大等优点。因此它的应用, 一方面增加了X线机的输出功率, 改善了X线影象的质量, 为某些运动器官的X线检查和放大摄影创造了条件; 另一方面, 促进了X线机的结构向更完善更精密的多功能、自动化方向发展。在电路结构上, 除包括管电压调节、毫安调节和曝光时间调节等的主电路结构形式和精密度有较大的改善和提高外, 各种预示电路、稳压电路、保护电路等亦相继完备。高压发生器普遍使用单相全波整流, 提高了X线管的效率。高压电缆由裸露式发展为防电击式。在机械和附属设备结构上, 除更加坚固灵活和操作简便外, 发展了特殊的检查设备, 如直线断层摄影、记波摄影、荧光摄影、放大摄影等设备。X线的防护设备也有了进一步的改善和加强, 使X线机进入了防电击、防散射、高功率、多功能的新时期。

(四) 影象增强器、X线电视与X线机的组合阶段 随着电子工业、化学工业和光学工业的迅速发展, 电视技术的兴起, 50年代初很快形成影象增强器、电视及X线机的组合。因而改变了X线影象的显示方法, 实现了X线电视透视、电影摄影以及影象的贮存和再现。这一新的成就使X线机发生了一次大的飞跃。X线机主机电路和机械结构都有巨大的改进, 各种操作实现了半自动和全自动化。高压发生装置广泛采用高压硅整流元件组成的三相6管和三相12管整流电路, 改进了高压波形, 增大了X线机的容量。控制电路采用了新型电子器件、数字技术、集成电路、自动监视、检测装置以及计算机系统等, 实现了半自动和全自动控制, 以及遥控透视和摄影等。机械结构采用新工艺, 改变了以往的结构形式, 提高了机械精度和机械化程度, 操作更加方便灵活, 如X线管支持装置采用天井式悬吊装置和C形臂、U形臂等。设计制造了各种新型诊断床, 如多轨迹断层床、专用胃肠床、血管造影床、遥控床、多功能摇篮床。还采用了自动换片、自动洗相等配套设备。

由于自动化和遥控的实现, 更进一步扩大了X线在医学领域的应用范围, 减少了X线对放射线工作人员的危害, 也减少了对患者的照射量。

(五) 计算机横断体层X线扫描装置(CT)阶段 60年代发展起来的电子计算机技术, 促使诊断X线设备进行了一次大变革。1971年英国伊米(EMI)公司首次制成世

界上第一台电子计算机横断体层扫描的X线设备（简称CT）。

这种设备实际上是把X线发生器、横断体层、光电倍增设备、影象贮存装置、电子计算机、扫描技术等机件有机地组合利用，能准确检测出一定平面的各种不同组织间的放射衰减特性的微小差异，用图象或数字形式显示，较精细地分辨出各种软组织之间的不同密度差。

CT的摄影信息与传统的X线设备截然不同，X线不是直接照在胶片或荧光屏上显示影象，而是照射在极为灵敏的探测器上，经过一系列的电子转换，再重建影象。因此，CT的应用开创了X线诊断的新纪元，它一问世就受到了极大的重视。经过不断的改进，CT已发展到了第五代，它将给X线诊断开辟更为广阔的前景。

第三节 诊断用X线机的分类及应用

一、分类

医用X线机总的可分为诊断和治疗两大类。而诊断用X线机的进一步分类，目前尚无统一标准，按照我国的习惯，通常是以X线机的结构特点、X线机的最大输出功率或X线机的应用范围为依据进行分类的。

（一）按结构分类

1. 携带式 这种X线机如图1-8所示。它的结构简单，重量轻，装卸方便，整机机件可分别装于手提箱或背包内携带，一般工交电源均可使用。有的备有直流电源，供无交流电源时使用。该机适合在医院外做流动性临时检查。但因输出功率小，故只能作临时性透视和较薄部位的摄影。

2. 移动式 这类X线机如图1-9所示，它的机座带有滚轮或附有电瓶车，能在病房内进行流动性床边透视和摄影检查，亦可在野外做骨折定位及异物检查。如配有影象增强和X线电视时，可进行介入性手术的监视。

3. 固定式 通常又按其输出功率分为中型和大型两种。

（1）中型 这类机器如图1-10所示。X线管多用双焦点固定阳极式或旋转阳极式，机械结构配有X线管支持装置、电动诊视床、滤线器摄影床以及简易直线断层装置等。其功能较多，除能进行一般透视和摄影外，还可做胃肠摄影和断层摄影。安装时定位部件都需有可靠的固定，对电源也有较严格的要求。

（2）大型 这种X线机如图1-11所示。多配有两个或两个以上的旋转阳极X线管，多数配有影象增强器和X线电视。在机械结构方面普遍采用天井式悬吊装置，一般都设有电视诊视床、滤线器摄影床和多轨迹断层摄影床。其功能除可做透视、胃肠摄影、滤线器摄影、放大摄影、多轨迹断层摄影外，根据使用要求可匹配记波摄影、快速摄影、间接摄影和电影摄影等辅助装置。这种X线机结构复杂，输出功率大，使用范围广，可一机多用。该机要求有良好的供电电源，方能保证性能的稳定和充分发挥其功能。

（二）按输出功率分类 是指按标称功率分类，如10kW、20kW、40kW、50kW等。习惯上又同时以X线管允许通过的最大管电流分类。

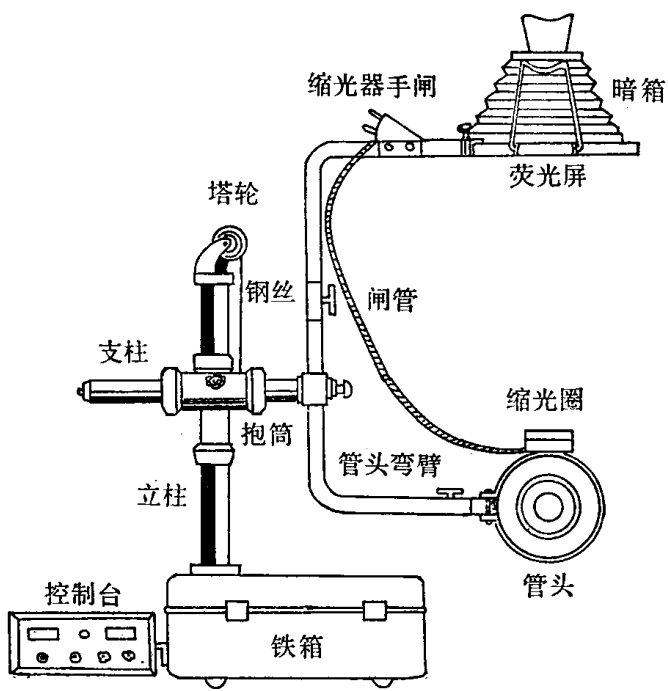


图 1-8 便携式X线机

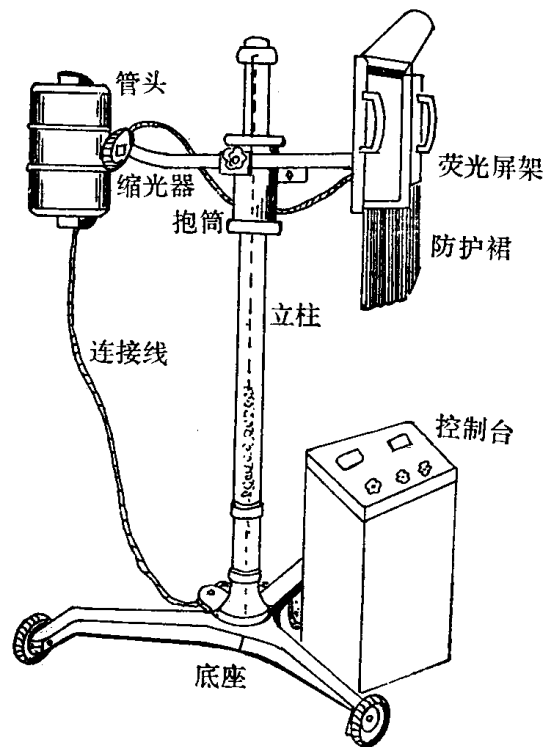


图 1-9 移动式X线机

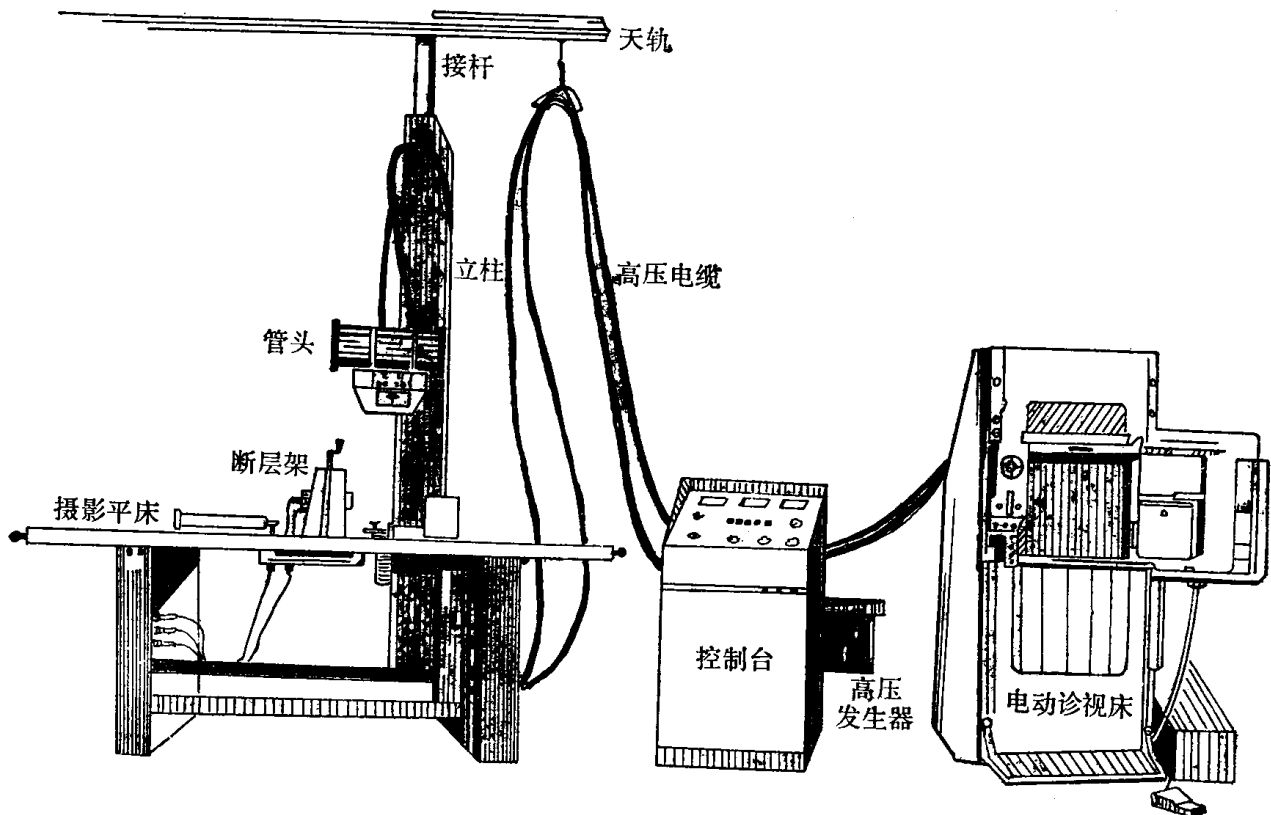


图 1-10 中型固定式X线机