

胡永新 编写
胡懋华 审阅

临床X线诊断技术

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书以基础理论为主,结合作者的临床实践经验,较全面、较系统地介绍了放射诊断技术的基本知识。全书分上、下两篇,书末有附录。上篇介绍了X线机的基本结构及维修、投照技术、暗室技术。下篇介绍了X线诊断的应用原理,人体的运动系统、循环系统、消化系统、泌尿系统、鼻窦及乳突等器官的生理、病理、X线检查表现及X线诊断要点。书末附录收编了X线机常见故障及排除,造影剂、X线检查的意外及急救,常用X线测量及新技术介绍等基础知识。

临床X线诊断技术

出 版:上海交通大学出版社

(淮海中路1984弄19号)

发 行:新华书店上海发行所

印 刷:济南市天桥印刷二厂

开 本:787×1092(毫米)1/16

印 张:14

字 数:340000

版 次:1990年7月 第1版

印 次:1990年8月 第1次

印 数:1—4500

科 目:223—316

ISBN7—313—00640—3/R·4

定价:5元

编 者 的 话

怎样解决基层从事放射诊断工作，而又没有经过系统理论学习的工作人员的自修问题，使他们在浩瀚的放射诊断书籍中选择系统、易懂、易记的教材，在最短时间内，较全面地掌握所用知识，这是当前基层放射诊断业务系统中亟须解决的问题。

正是针对以上问题，我和同事们在总结自己工作、学习经验体会的基础上整理编写了《临床X线诊断技术》一书。该书特点主要侧重阐述基础理论，并结合临床实践做到了理论性、规范性、实用性的统一；它集X线机的基本结构及操作、投照、暗房技术和常见各系统疾病的X线诊断为一体，并力求反映本学科的一些较新成就。初学者，通过阅读能较全面系统地掌握放射诊断专业的基本内容；为从事非放射工作的医务人员，提供较全面系统的放射诊断知识。全书注重逻辑推理，力求使读者用最短时间学到最有用的内容和思维方法，并能从中受到启发，达到举一反三之目的。

该书在编写过程中，得到了陆荣南、杨学敏、周昌益、吴俊山、沈永贵等领导同志的鼓励 and 大力支持。胡懋华教授不顾年迈体弱，承担了全稿的审阅任务。高育漱教授、柳祥庭主任对该书的编写给予了很有益的帮助和指导。在此，谨向他们深表感谢。

由于作者水平及各方面的局限，书中难免存在不足之处甚至错误。敬请读者批评指正，以利进一步充实完善内容，为我国放射诊断事业的进步，为加强基层放射人员的素质作出自己的努力。

编 者

1990年5月

序

放射诊断工作发展到今天已成为多种专业组成的影像诊断系统，向着高、精、尖发展。但是，属于一个领域的学术发展不宜只着眼于局部，而忽略一些基础的东西。特别是我国幅员辽阔，学术发展不平衡，尤应普及与提高兼顾。《临床X线诊断技术》这本书就以介绍基础理论为主，同时结合作者自己的临床实践经验，强调分析推理，重视逻辑思维，既从实际出发，又起启迪作用，比较切合基层的需要。书中还简单介绍了几种新技术。这些新技术虽然从事基层工作的同志目前多数人尚不能亲自实践，但用发展的观点看又都有使用的可能，科学就是这样由低层次向高层次发展的。我对基层工作情况虽不甚了解，但经过有限的接触，看出青年工作者中的潜力，他们工作认真，勤奋学习，勇于克服困难，理解力强，富有创造性，稍加指点帮助就能作出成绩。基于这种认识，我愿尽我所能，与在基层工作的同志们，互相鼓励、互相帮助，多为放射诊断事业做些奉献。

希望广大读者会喜欢这本书，并对存在的缺点和错误提出批评指正。

中国协和医科大学

胡悉华

目 录

第一章 X线机的基本结构及维修	(1)
第一节 X线机的基本结构.....	(1)
一、X线的发现和X线的性质.....	(1)
二、X线产生的条件及X线机的原理.....	(2)
三、X线机的基本结构及基本电路.....	(3)
第二节 X线机的使用及维修.....	(4)
一、X线机的电源要求.....	(4)
二、X线机的安装.....	(5)
三、X线机的测试与调整.....	(5)
四、X线机的维修与保养.....	(8)
第三节 X线的防护.....	(9)
一、外照射容许剂量.....	(9)
二、X线对人体的损害.....	(10)
三、X线防护的主要方法.....	(10)
第四节 X线技术发展简况.....	(11)
第二章 投照技术	(13)
第一节 投照原理及投照条件选择.....	(13)
一、投照原理与X线的几何投影.....	(13)
二、感光效应与X线曝光条件.....	(14)
三、感光效应与人体的组织关系.....	(15)
四、曝光条件的制定与应用.....	(16)
第二节 X线机的使用及投照原则.....	(18)
一、X线机的使用原则.....	(18)
二、X线机的操作.....	(18)
三、投照原则.....	(18)
四、X线片标记法.....	(19)
第三节 摄影位置.....	(20)
一、解剖术语.....	(20)
二、投照位置.....	(20)
三、四肢及关节.....	(21)
四、胸廓.....	(36)
五、脊柱.....	(39)

六、骨盆	(46)
七、头颅	(48)
八、胸部	(58)
九、腹部	(62)
第三章 暗室技术	(64)
第一节 暗室要求及设备	(64)
第二节 暗室照明	(64)
第三节 X线胶片的感光原理及冲洗方法	(65)
一、感光原理	(65)
二、显影、定影和水洗	(65)
三、X线片的装卸	(68)
第四节 影响X线照片质量的几个因素	(69)
第四章 X线诊断的应用原理	(71)
第一节 X线诊断应用原理	(71)
一、X线影像形成原理	(71)
二、密度的概念	(71)
三、X线诊断的应用范围和限度	(71)
第二节 X线检查方法	(72)
一、普通检查	(72)
二、特殊检查	(73)
三、造影检查	(74)
第三节 X线诊断原则和方法	(76)
一、X线诊断原则	(76)
二、X线诊断的步骤	(76)
三、X线诊断报告的书写	(77)
第五章 骨、关节系统	(79)
第一节 检查方法	(79)
一、普通检查	(79)
二、特殊检查	(79)
第二节 正常X线表现	(80)
一、骨的结构与发育	(80)
二、骨与关节正常X线表现	(81)
三、常见的解剖变异	(83)
第三节 基本病变X线表现	(84)
一、骨骼的基本病变	(84)
二、关节的基本病变	(85)
第四节 常见病的X线表现	(86)
一、骨、关节创伤	(86)

二、骨、关节化脓性感染.....	(88)
三、骨、关节结核.....	(89)
四、骨肿瘤.....	(90)
五、慢性关节病.....	(92)
第六章 呼吸系统	(96)
第一节 检查方法.....	(96)
一、普通检查.....	(96)
二、特殊检查.....	(97)
第二节 正常X线表现.....	(98)
一、胸廓.....	(98)
二、纵隔.....	(99)
三、横膈.....	(99)
四、胸膜.....	(100)
五、气管、支气管.....	(100)
六、肺.....	(101)
第三节 基本病理X线表现.....	(103)
一、肺门的改变.....	(103)
二、肺纹理的改变.....	(103)
三、肺部改变.....	(104)
四、胸膜的改变.....	(106)
五、膈的改变.....	(109)
六、纵隔的改变.....	(109)
七、支气管改变.....	(109)
第四节 常见病的X线表现.....	(110)
一、肺炎.....	(110)
二、肺脓肿.....	(112)
三、肺结核.....	(113)
四、矽肺.....	(116)
五、肺肿瘤.....	(117)
六、胸部外伤.....	(119)
七、纵隔肿瘤.....	(121)
第七章 循环系统	(123)
第一节 检查方法.....	(123)
一、普通检查.....	(123)
二、特殊检查.....	(124)
三、造影检查.....	(125)
第二节 正常心脏和大血管的X线表现.....	(125)
一、心脏大血管的投影.....	(125)

二、心脏大血管的搏动	(127)
三、心脏大血管与食管的关系	(127)
四、影响心脏大血管形态的生理因素	(128)
第三节 基本病变X线表现	(128)
一、心脏增大	(128)
二、大血管改变	(132)
三、心脏和大血管的搏动异常	(132)
四、肺循环的改变	(132)
第四节 常见病的X线表现	(133)
一、风湿性心脏病	(133)
二、先天性心脏病	(135)
三、心包炎及心包积液	(138)
第八章 消化系统	(140)
第一节 检查方法	(140)
一、普通检查	(140)
二、特殊检查	(141)
第二节 正常X线表现	(142)
一、咽部	(142)
二、食管	(143)
三、胃	(143)
四、十二指肠	(144)
五、空肠与回肠	(145)
六、结肠	(145)
第三节 基本病变X线表现	(146)
一、轮廓的改变	(146)
二、粘膜的改变	(146)
三、管腔大小的改变	(146)
四、位置及可动性的改变	(147)
五、功能性改变	(147)
第四节 常见病的X线表现	(148)
一、食管癌	(148)
二、食管静脉曲张	(149)
三、食管异物	(149)
四、胃及十二指肠溃疡	(149)
五、胃癌	(151)
六、肠结核	(152)
七、结肠疾病	(153)
八、急腹症	(154)

九、胆道疾病.....	(157)
第九章 泌尿系统	(159)
第一节 检查方法	(159)
一、普通检查	(159)
二、造影检查	(159)
第二节 正常X线表现	(160)
一、肾脏	(160)
二、输尿管	(161)
三、膀胱	(161)
四、尿道	(161)
第三节 基本病变X线表现	(163)
一、位置、大小、轮廓的改变	(163)
二、密度的改变	(163)
三、破坏性改变	(164)
四、充盈缺损	(164)
五、尿路狭窄、梗阻及积水	(164)
六、功能性改变	(164)
第四节 常见病X线表现	(165)
一、泌尿系结石	(165)
二、泌尿系结核	(166)
三、泌尿系肿瘤	(167)
四、泌尿系统损伤	(168)
第十章 鼻窦及乳突	(170)
第一节 鼻窦的发育及位置	(170)
第二节 鼻窦的检查方法	(170)
第三节 鼻窦的正常X线表现	(171)
第四节 鼻窦的病理X线表现	(171)
第五节 鼻窦常见病的X线表现	(172)
一、鼻窦炎	(172)
二、鼻窦肿瘤	(174)
第六节 乳突发育及邻近结构	(174)
第七节 乳突的检查方法	(175)
第八节 乳突常见病的X线表现	(175)
一、急性乳突炎	(175)
二、慢性乳突炎	(175)
三、胆脂瘤	(176)
附录	(177)
I. X线机符号	(177)

I. X线机元件常见故障及维修	(177)
II. X线机常见故障	(186)
IV. 造影剂	(189)
V. X线检查发生的意外及其抢救	(193)
VI. 常用的X线测量	(196)
VII. 医学影像诊断学新检查技术的介绍	(206)

第一章 X线机的基本结构及维修

第一节 X线机的基本结构

一、X线的发现和X线的性质

1895年11月8日德国物理学家伦琴(W. C. Röntgen)发现了X射线, 次年研制出了X线机, 并以空前的速度在医学上得到了应用和发展。X线是由高速的电子束撞击金属面(或其他物质)而产生出来。X线同普通光线一样, 属于电磁波的一种, 但它的波长比可见光的波长更短, 其波长在 $0.006\sim 500\text{\AA}$ (埃, $1\text{\AA}=10^{-8}$ 厘米, 即亿万分之一厘米), 应用于诊断的波长在 $0.08\sim 0.3\text{\AA}$ 。X线的波长由加在X线管两端的电压所决定, 可根据下列公式计算:

$$\lambda(\text{波长}) = \frac{12.345}{U} \text{\AA},$$

式中的 U 为X线管两端的电压, 单位为千伏(kV)。

X线除具有可见光的一般性质外, 还具有以下特性:

(1) 穿透作用 X线的波长较短, 光子能量大, 能穿透一般可见光不能穿透的物质。X线穿透力的强弱同加于X线管两端的电压成正比。X线的穿透力也称X线的质。由于X线能穿透人体, 因此, 才能应用它观察人体的内部结构情况, 并作出诊断。

(2) 荧光作用 X线能激发荧光物质(如硫化锌、硫化镉、钨酸钙、铂氰化钡等)产生波长较长的可见光线, 称为荧光。荧光的强弱同X线的照射量成正比。这种作用将不见的X线转换成可见光线, 利用这种作用制成荧光屏和增感屏, 前者作透视检查, 后者粘于暗盒中, 增强对胶片的感光。

(3) 电离作用 X线能使气体电离成正、负离子, 产生电离电流, 电离电流的大小取决于X线的照射量, 根据这一原理, 可制成各种测量仪器, 对X线的量进行测量。

(4) 脱水作用 X线能使某些物质脱水, 如荧光屏、增感屏等物质, 经X线长期照射后, 因结晶水脱掉而变色。

(5) 感光作用 X线能激化胶片溴化银乳胶感光, 发生化学变化。其感光强度与X线管管电流 $I(\text{mA})$, 管电压 $U(\text{kV})$ 和照射时间 $t(\text{s})$ 等因素有关。

(6) 生物作用 X线对生物细胞有一定的损害、抑制, 甚至致死的作用。不同的生物细胞, 对X线有不同的敏感度。因而X线对生物细胞的损害程度, 取决于X线的照射量和生物细胞本身对X线的敏感度。X线对人体有一定的损害, 我们应加以防护。另一方面, 我们也可以利用它的生物作用, 来治疗人体的某些疾病。

二、X线产生的条件及X线机的原理

凡高速运动的电子, 撞击到某些物质时, 均能产生X线。因此, 要产生X线, 必须具备如下条件: 以某种方法获得一定数量的电子(即电子源); 以某种方法使这些电子沿一定的方向高速运动; 在电子运动的路径上, 没有急剧阻止其运动的物质。

要达到上述要求, 就要有一整套将电能转变为X线能的装置, 这种装置称为X线机。

X线机是根据以上X线产生的条件, 设计制造出来的。

X线机的结构形式, 随使用范围的不同而有很大的差异, 但它们产生X线的基本原理却一样, 只是在电路结构的繁简和机械装置上不同而已, X线发生器主要有:

1. 产生X线的真空管, 也叫X线管或球管, X线机中应用较多的是固定阳极和旋转阳极两种(见图1-1)。

在X线管使用中, 应该掌握它的几个规格。如管电压 U , 是指允许加于X线管两极间的最高电压峰值, 以千伏(kV)为单位; 管电流 I , 是指X线管在某一电压和某一作用时间内, 所允许通过的最大电流平均值, 以毫安(mA)为单位; 曝光时间 t , 是指X线管在某一管电压值和某一管电流值下, 所允许用的最长工作时间, 以秒(s)为单位。我们通常又把管电流与曝光时间的乘积称为毫安秒(mAs)。X线管容量(P), 是指X线管使用时的最大的安全负荷量, 以千瓦(kW)为单位。

2. 产生高压的高压变压器(图1-2), 其特点是输出电压很高, 连续工作量小, 瞬时工作量较大。

3. 控制产生X线质和量的控制台上有时控制、技术选择等多种控制装置。检查装置主要包括检查床和检查用的辅助设备等(图1-3)。

现在很多X线机, 包括部分30毫安的小型X线机都装有X线电视系统(图1-4),

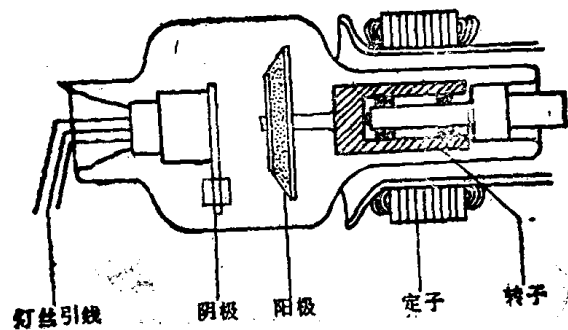
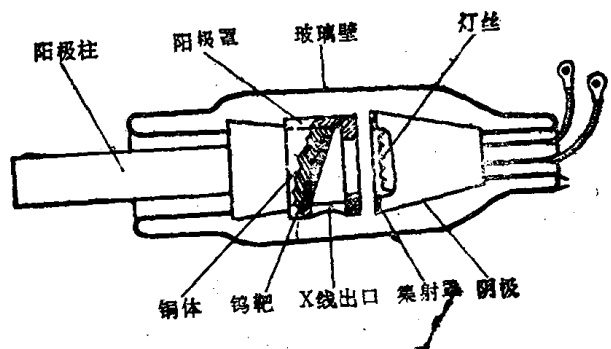


图1-1 固定阳极和旋转阳极X线管的构造

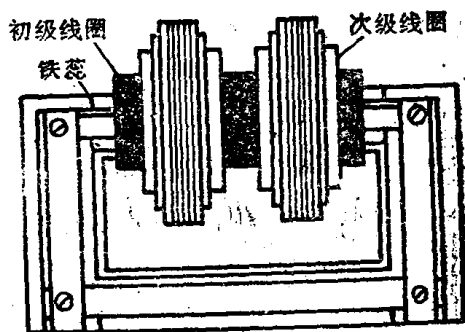


图1-2 高压变压器结构示意图

提高了影像的分辨率。

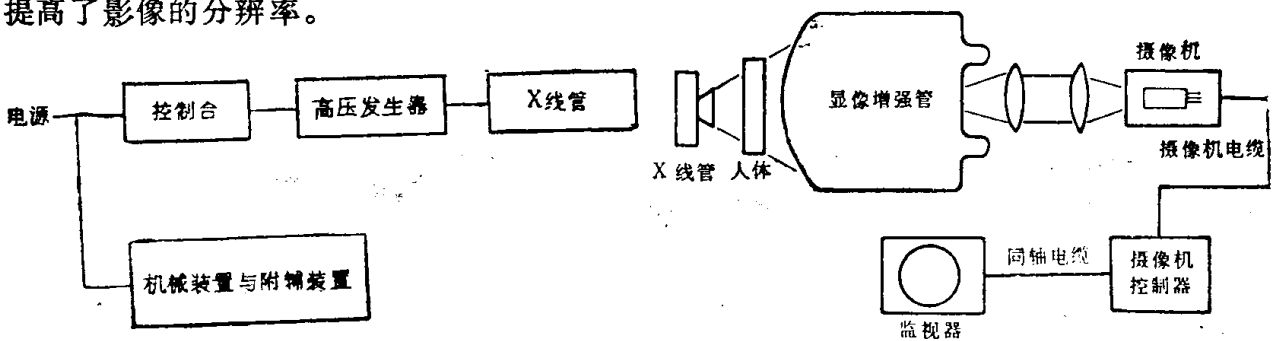


图1-3 X线机结构方块图

图1-4 X线电视系统

三、X线机的基本结构及基本电路

X线机的电路是由电路元件连接而成。各厂的各种型号X线机，其电路结构虽不一样，但每台X线机的基本结构及原理大致相同，掌握X线机的基本结构，理解X线机的基本原理，就能较好地使用和维护X线机，并能为更深一步学习掌握结构复杂的X线机打下基础。

X线机的基本电路结构必须满足X线管的要求：

1. 供给一个较低的，可调节的X线管的灯丝电压，以改变灯丝加热温度。灯丝电压越大，灯丝温度则越高，发射电子也越多。控制了灯丝电压即控制了电子发射的数量，也就是X线的量。
2. 供给一个很高的，可调节的加在X线管两端的管电压，使阴极电子以高速撞击阳极而发生X线。电子的运动速度越高，则产生X线的波长越短，穿透物质的能力越大。所以，管电压的高低可以改变X线的穿透力，即X线的质。
3. 有一个能控制X线发射的时间装置，使X线管管电压在选定的时间内接通或断开，从而控制X线的质和量。

为了满足X线管的上述要求，在实际电路中是：①用一个或几个低压变压器来供给X线管的灯丝加热电压；②用改变串联在灯丝变压器初级电路中的电阻值来控制灯丝加热温度；③用一个高压变压器供给X线管管电压；④用自耦变压器抽头或滑轮供电的方法来改变高压变压器初级输入电压，以达到高压数值的改变；⑤用限时器或脚开关来控制X线的发射时间。

如图1-5为X线的基本电路。当闭合电源开关S接通，电压表指示电源电压，以示机器能否进入工作状态，同时自耦变压器 B_1 ，灯丝变压器 B_3 有电，X线管灯丝燃亮；调节毫安器R，可改变灯丝亮度；调节千伏调节器WS，可改变千伏数值，并由千伏表(kV)指示。

当按下手开关SK后，继电器J工作，闭合接点 J_1 ，接通高压变压器 B_2 电路，X线发生，毫安表指示管电流值，松开手开关时，继电器线圈断电，接点 J_1 打开，切断高压电路，X线停止（元件符号见附图）。

由上所述，可以了解一台X线机应包括如下基本电路：电源电路；X线管灯丝变压

器电路；高压变压器电路，控制电路；管电流测量电路；辅助电路等。

要全面了解一台X线机，就必须根据该机说明书熟悉本机结构、性能、规格和特点等，然后对整机电路图作电路分析。一般是首先区分高压部分电路和低压部分电路，再按照上述各电路逐步地进行分析。最后将全机各部分结合起来全面掌握。

现在大部分X线机都加了影像增强器、摄像管、监视器等，但掌握起来也不难。

附：X线管内靶面的材料一般为钨，也有钼、铜、铬靶的X线机，后者一般用作软组织摄影。

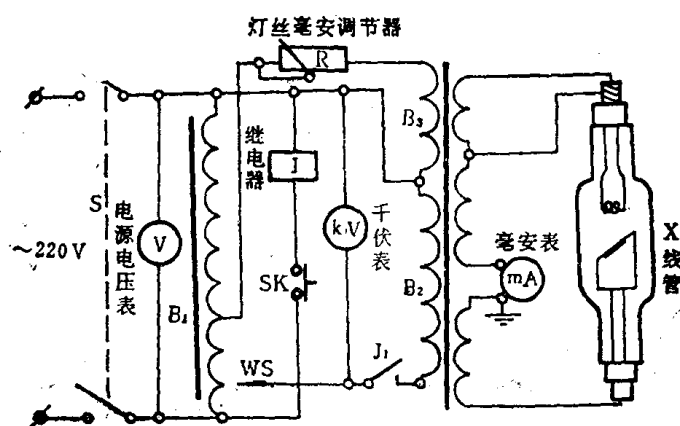


图1-5 X线机的基本电路图

第二节 X线机的使用及维修

一、X线机的电源要求

X线机是一种瞬时大容量的用电设备，对电源要求很高。电源对X线机的影响，最主要的有电源的频率、电压、容量、电源导线和电源内电阻等。

X线机对频率的要求比较严格。国产X线机一般都按50周/秒（即50赫）设计的，要求电源频率的波动范围不得大于 $\pm 1\text{Hz}$ （赫），否则将会影响机器的性能。X线机多采用磁饱和谐振式稳压器和同步电动机式限时器。如电源频率不稳定，对前者将影响X线管电流的稳定，对后者将影响控时准确。当电源不能适应频率的要求时，应适当降低机器的使用条件。

各种X线机对电源电压变化范围都有明确规定，如KF-200型、KB-400型、F30-ⅡB型X线机都要求电源电压变动范围不超过 $\pm 10\%$ 。一般X线机，电压为220V，但有的X线机既可用220V也可用380V的电源电压，在此种情况下，最好选用380V作电源电压。因为这种电源电路电流小，电路压降小，对机器使用较有利。

电源的容量是指电源变压器的容量。X线机负载所消耗的电能，必须由电源变压器充分地供给，否则将会造成电源电压很大的降落，致使X线机输出性能降低。如果电压降的数值过大，电压低于机器允许的数值时，则使X线机不能使用。电源变压器容量应根据X线机负载电能的大小来决定，计算方法不在此述。

电源导线是指X线机至电源变压器之间连接的电线。电源导线的选择很重要，如过粗，则浪费材料，过细则电阻加大，且摄影时引起电压降也大，影响机器工作效率。导线选择，计算方法不在此述。

电源电阻是指电源变压器的内部阻抗和电源导线的电阻之和。每个电源变压器都有固定的阻抗，表1-1是各种容量的电源变压器220V相间内阻的参考值。

表1-1 电 源 变 压 器 的 内 阻

变压器容量 (kVA)	220V相间电阻 (Ω)
5	0.5
7.5	0.15
10	0.1
15	0.07
20	0.05
25	0.04
30	0.02

电源导线的电阻与导线的长度成正比，与导线的截面积成反比，不同的导线材料，又有不同的阻率。另外，电源电路中每一接头处都有接触电阻，这些电阻也会使电源电阻增大。

一般的大中型X线机对电源电阻有一定要求，如F30-II B型X线机用220V电源时，电源电阻不能大于0.35 Ω ，用380V电源时，不能大于1 Ω 。

二、X线机的安装

X线机的安装应以工作人员安全方便，病员进出便利和防止X线对周围人员的损害为前提。由于X线机的不同，在安装上复杂程度有很大差别。但均以X线机的容量、规格、特点、机械结构、当地条件为依据，进行安装。一般机房空间除足够容纳机器外，还要有足够的活动余地，机房要求通风良好，空气新鲜，环境干燥，以保证工作人员的健康和减少机器的故障。

一般的小型X线机机房面积不小于24平方米，中型以上X线机机房应在36平方米以上，机房高度一般应在3米以上；机房的地面最好铺上木板，既可防潮又可避免电击的危险。机房四周的墙壁楼板等应有足够的铅当量的防护物质。砖墙厚度不应低于25厘米，水泥墙壁不低于15厘米，水泥楼板应不低于1.5~2毫米的铅当量。控制台应放在不受X线直射，又便于观察病人的地方。

机械部件的安装应依机器说明书的安装尺寸图，划线定位，然后有步骤地安装各部件。机械部件的电动部分在通电前应详细检查限位开关，保护开关等是否有变形、移位、损坏等情况，防止事故发生。

电器部分的安装必须严格按照X线机的电路图规定的标号进行接线。高压整流管和高压电缆插头应用干纱布和四氯化碳或乙醚擦干净。连线接好后，要复核无误，才能通电。注意（！）高压初级接线应暂时不接。

三、X线机的测试与调整

X线机在使用前，应先进行逐步的通电试验，在测试的基础上进行适当调整。

(一) 控制系统的试验 (低压部分)

以调试KF-200型X线机为实例。

1. X线管灯丝电路的试验

此试验包括透视与摄影两个方面:

(1) 透视试验 把控制台上各调节器都放在透视位上, 机器通电后, 观察球管灯丝亮度的相应变化, 检查正常后可用摄影条件进行试验。

(2) 摄影试验 在透视试验正常后再进一步作摄影条件试验, 毫安从最低档开始到最高档, 共分25、50、100、150、200毫安5档, 按次序试之。各档灯丝都应燃亮, 并且亮光也应逐档增亮。要注意25毫安为小焦点, 50毫安以上为大焦点。观察灯丝是否交换。如摄影也正常, 灯丝检查完成。

2. 高压整流管灯丝电路试验

试验时, 机器用透视条件, 通电后其灯丝燃亮, 并观察4个整流管的亮度是否相同, 视其加热电压是否一致。再用摄影条件观察, 整流管灯丝亮度应有变化。在摄影曝光时一般有增温装置, 所以当准备继电器工作时, 灯丝亮度增强。但若采用E₂涂钽灯丝时, 灯丝不论透视或摄影, 它的亮度基本不变。如试验正常再作下一步检查。

3. 控制电路试验

此试验也分透视与摄影两个方面。

(1) 透视试验 控制台各开关置透视位, 将 P_1 P_2 (高压初级接头) 折下, 并在高压初级处联接一只220伏60瓦灯泡, 机器通电后, 踏下脚开关, 透视继电器工作, 灯泡燃亮。调节透视电压, 灯泡亮度也相应变化。这说明透视高压初级电路的工作是正常的。

(2) 摄影试验 根据该机说明书, 曝光时间规定为25毫安最长时间为2秒; 50毫安为8秒; 100毫安为2秒; 150毫安为1秒; 200毫安为0.3秒。试验时, 由低档开始, 每档均用最长的时间摄影, 曝光继电器工作, 高压初级灯泡燃亮, 若调节摄影电压时, 千伏表指数变化, 灯泡亮度也随之而变化, 再次采用超过允许的时间逐档试验, 此时曝光继电器不动作。如仍工作, 说明电路有故障或有错误, 必须纠正或修复。

(二) 高压部分试验 (把 P_1 P_2 接上)

此试验可分为空载和负载试验。

1. 空载试验 即高压发生器的无负载试验 (就是不产生X线, 只作高压发生器的通电试验), 其中也包括高压整流管的试验。此时高压电缆暂不插上。为了防止高压插座内对地沿面放电, 须在插座内注入合乎要求的变压器油。试验时, 注意力要高度集中, 以便及时发现问题。机器通电后, 先用透视条件试验。千伏调节放在最低位。踏下脚开关, 观察毫安表和倾听高压发生器内的声音, 有轻微的交流嗡嗡声是正常的。此时, 电压由低逐步升高, 每次升高5千伏, 断续试验适时时, 再升一次。在试验过程中, 若有放电声, 或毫安表颤动, 应立即停止试验。查明故障, 修复后, 方可继续, 一直可试至机器最高额定值。如没有发现异常, 可认为正常。

2. 负载试验 即高压发生器插上高压电缆, 在X线发生的条件下, 进行试验, 负载试验可与机器调整一起进行。

(三) X线机的调整

1. 整流管灯丝电压的调整

测量整流管灯丝电压前必须拆下高压初级接线,并将接线柱短路接地,以防高压电击。

在高压发生器内整流管灯丝接线间,并联一只15伏交流电压表,测量其灯丝电压。不同型号的整流管,有不同的电压要求,若电压表的指数超过规定数值较多时,可移动整流管灯丝调节电阻 R_s 上的接线头给以调整。

2. X线管灯丝电压的调整

X线管灯丝电压的调整,实际上也就是毫安值的调整。在调整前把高压初级接线复位,再进行调整。

(1) X线管通过检查和训练:当机器的电源调整后,可用透视方式,从60千伏开始逐步升高(管电流固定在2~3毫安)。电压每升高一次,必须经一定时间的试验,注意毫安表的指示,如表针稳定(无颤动或无满度现象),可以进一步升高电压,当电压升至最高额定值时,无异常现象,则X线管透视试验完毕。

(2) 透视毫安的调整:机器置透视位,透视时观察毫安表之指数,一般要求将毫安调节器旋转到最高位时,管电流最大不超过5毫安。若过多,应移动X线管灯丝加热电阻 R_s 上的透视毫安调节接线头204,加以调整。

(3) 摄影毫安值调整:用固定的电压、时间来调整毫安值,一般采用70千伏和1.2秒的曝光条件对摄影毫安进行逐档调整。但150毫安以上,应使用毫安秒表来调整,这时曝光时间可缩短到0.1秒。摄影毫安共分5档,调整时可由最低档次开始校准,核对毫安表指示数与控制台面上预示数字是否相符,如有不符,可调节灯丝加热电阻上的相应接线头。在调试时注意曝光的间歇,切不可连续曝光,防止X线管因过载而损坏。

(4) 空间电荷的调整:当X线管电压升高时,管电流由于空间电荷的影响,也随着增加,影响摄片质量。调整方法是,用50毫安,时间1秒,先用最低电压作一次曝光,记录其毫安数值,再用90千伏曝光,对照其毫安数值,如与其指数不符,则可调节空间电荷低偿器上的相应接线头。

总之,对X线机安装、测试和调整的了解,不仅可以使我们了解X线机的性能和特点,而且还可以使我们在平时工作中提高对机器使用情况的警觉性,这样使用机器才能做到自如、少出故障和便于维修。

附:接地装置

接地的意义有两方面:一是为了保证某些电路工作时需要,将电路中的某一点与大地作电学上的联接,如高压变压器的次级中心接地、某些直流电路公用线的接地等,称为“工作接地”;另一方面是X线机各部分的金属外壳都与内部带电部分绝缘,一旦绝缘物击穿或带电部分搭碰于外壳,外壳便带电,为了防止电击事故,故将外壳接地,称为安全接地。

接地一般采用两种简便方法:一是利用自来水管接地,水管应有相当的深度,连接时,可用宽度不小于30毫米、厚度不小于1毫米的铜夹或铁夹来固定。为了防止生锈,夹子内部应镀一层焊锡,使其接触良好。注意(1)煤气管或暖气管不能作接地装置;