

医用X线机与超声诊断仪的修理

赵喜林 苗勇 于永平 编著

计量器具修理丛书



中国计量出版社

计量器具修理丛书

医用 X 线机与超声

诊断仪的修理

江苏工业学院图书馆

主 编 潘承元
副 编 程云志 马维伦 于殿林
编 著 赵喜林 苗 勇 于永平

中国计量出版社

新登(京)字024号

内 容 提 要

本书主要介绍医用“X线机”、“超声诊断仪”，特别是“B型超声诊断仪”的结构原理和修理必备仪器、工具，重点叙述了“X线机”和“B型超声诊断仪”的修理步骤、程序、方法，常见故障排除和正确使用、维护保养等方面的知识。

本书可供医务、计量、医疗仪器修理科技人员、管理人员阅读使用。

计量器具修理丛书

医用X线机与超声诊断仪的修理

赵喜林 苗勇 于永平 编著

责任编辑 刘宝兰

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号(100013)

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 787×1092/32 印张 4.625 字数 101千字

1994年3月第1版 1994年3月第1次印刷

印数 1—2500

ISBN 7-5026-0625-4/TH·12

定价 4.00元

***** 出版前言 *****

为满足广大基层计量工作者的实际需要，我社组编了以传授修理经验为特点的《计量器具修理丛书》。

本丛书主要针对使用面宽的各种工作计量器具（包括强制检定与非强制检定的工作计量器具）的修理技术，介绍该计量器具修理用的必备工具、检修步骤和方法、故障排除等。能为基层的计量检定修理人员、工矿企业计量人员提供指导。

哈尔滨市计量检定测试所对这套丛书给予了热忱支持，主动承担了一部分计量器具修理书的撰稿任务，他们组织所内技术骨干及有丰富实践经验的同志在总结经验基础上进行编写。他们这种实事求是的风格和为后人传授知识、经验的精神，值得人们称道。

我社欢迎广大基层计量工作者对本丛书提出建议与意见，更欢迎把您们多年来的经验总结后也能撰写成稿，传授给广大计量工作者。

本社编辑部

❖❖❖❖❖ 编 者 的 话 ❖❖❖❖❖

X线机又称伦琴射线。为医学诊断和治疗疾病必备的重要设备之一。

超声诊断仪是利用声纳原理和雷达技术相结合产生的诊断仪。而B型超声诊断仪是在A型扫描基础上发展起来的一种扫描技术，被广泛应用于医疗诊断。

目前有关X线机与超声诊断仪，特别是B型超声诊断仪的修理、故障排除、正确使用、保养等方面的知识、理论、实践的书籍较少。为此，我们大量收集了国内外技术资料、线路图等结合修理实践编写此书。

本书介绍了X线机与超声诊断仪，特别是B型超声诊断仪的原理、结构、修理方法、步骤及故障排除、正确使用、维护保养等知识和修理实践。

本书可供从事X线机、B型超声诊断仪操作、修理人员和计量、科技人员阅读、使用。

本书在哈尔滨市技术监督局王源灿局长关心、支持领导下，经副局长王铁华高级工程师审阅、指导，由高级工程师潘承沆主编，程云志、马维伦工程师，于殿林高级工程师任副主编。张蕴冬、马春兰、孙文琪、穆明等同志协助做了许多具体工作。

由于时间紧，水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1990年3月

目 录

第一章 X线机	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 X线机的分类及结构.....	(5)
第三节 X线机的基本电路.....	(10)
第四节 X线机的正确使用	(21)
第五节 X线机的常见故障及排除方法	(32)
第六节 检修步骤	(34)
第二章 超声诊断仪	(45)
第一节 超声诊断仪概述	(45)
第二节 B超检修前的准备工作	(62)
第三节 医用B型超声诊断仪的修理.....	(63)
附 录	
一、日本ALOKA 公司SSD-118型B型超声诊断仪	(91)
二、日本ALOKA SSD-256型B型超声波扫描仪	(116)
参考文献	(139)

第一章 X 线 机

第一节 概 述

一、医用X线机简介

早在1895年由德国著名的物理学家伦琴首先发现。X线又称伦琴射线，从此利用X线为医学诊断和治疗疾病，X线机成为医学诊断和治疗必备重要设备之一。

X线机的初始阶段的结构比较简单，成像空间分辨率也较低，到了二十世纪五十年代由于科学的发展，仪器有了较大的改进和进步，并没有影响增强高分辨率和高清晰度的电视装置，可利用高千伏，高毫安快速动态摄影，又可根据人体体层和器官设有专用X线设备，也可对病人的体形随意调亮度和对图像放大和缩小。同时也改进防护条件和减少了对病人的照射剂量，随着科学的进一步发展，近年由英国的一位工程师豪·恩斯菲尔德发明一种能测验多种疾病的大型X线计算断层扫描“CT”设备，更较理想地提高了清晰度和分辨率，其成像原理、仪器结构、信息传递、操作及诊断方式和处理系统都与X线机有显著的不同。这一扫描测验原理将

X线机与计算机相结合的一项发明为X线医学诊断做出了新的重大的贡献。

二、X线的产生

X线是由高速运行的自由电子群，撞击在一定的物质而被突然阻止产生的。产生X线必须具备三个条件：

- (一) 必须具备有自由活动的电子群；
- (二) 电子群必须以高速运行；
- (三) 必须有适当的障碍物。

X线机内的X线管是产生X线的主要设备，是由真空玻璃管内的阳极和阴极构成的。近代的X线管为高度真空的阴极管，管的一端为钨制灯丝，灯丝通过低电压加热，其表面产生热电子群。管的另一端为钨制斜形靶面，当两端连通高压电流产生电位差时，热电子群即以高速冲向阳极并撞击靶面，其电子群突然被阻，即产生X线。如图 1-1 所示，电子

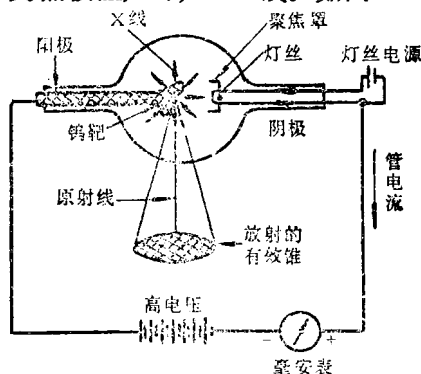


图 1-1 X线管及其工作原理示意图

群所具有的动能有99.8%转化热能，而仅有0.2%转化为X线。X线管放射的X线是一束波长不等的混合射线谱。从最

长波长到最短波是连续的，而任何X线管都可产生一定的连续放射谱。其在X线管中的连续放射，即阴极电子撞击阳极靶面的动能，其大小决定于加在X线管上两极间的管电压，管电压愈高，阳极电子获得的动能就愈大，其最短波长就愈短，而其在连续线谱中重合着一些突出的峰值，通常称特征线谱，即在X线管中高速运行的阴极电子撞击在阳极靶面时，其原子内层轨道电子被击出并相互作用而放射出的X线，这种放射的X线与X线的管电流，阴极电子的速度无关，主要与取决于构成阳极靶面的物质有关。由此可见，X线管发射的X线包括连续线谱和特征线谱两种。如图 1-2 所示。

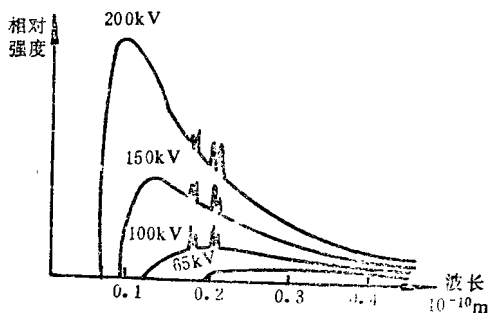


图 1-2 钨的X线谱

三、X线的性质和特性

(一) X线的性质

X线是一种放射线，是用肉眼看不到的极短的电磁波，与普通光线一样是沿着直线运行和传播的，并具有反射、折射、散射和绕射等与光同样的规律和性质。光速前进波长很短，一般在 $(0.01 \sim 100) \times 10^{-8} \text{ cm}$ 之间，诊断所用X线产生的波长为 $(0.08 \sim 0.31) \times 10^{-10} \text{ m}$ (相当于 $40 \sim 150 \text{ kV}$ 所产

生的X线)。

(二) X线的特征

(1) 穿透性: X线对物质有较强的穿透能力, 能穿透一般光线所不能穿透的物质。其波长愈短, 穿透力愈大, 物体的密度愈低, 穿透的可能性也就愈大。医学上正是应用了X线对人体各部位穿透力不同的特性, 进行对人体病变部位透视和摄影。

(2) 荧光作用: X线是一种用肉眼看不到的射线。当照射在荧光物质上, 如铂氟化钡、钨酸钙等, 则可发生微弱光线, 即当荧光照射停止时, 荧光即消失。荧光的亮度与X线的强弱有关, 这样即成为医学用于荧光透视的基础。

(3) 感光作用: X线和普通光线一样, 可使胶片感光。经过照射的胶片, 其乳剂中的溴化银放出银离子, 再经过显影和定影处理, 而感光部分的银离子呈黑色, 未感光部分的银离子脱落, 使胶片透亮。胶片上产生黑白效果, 这种感光作用即成为医学应用X线摄影的根据。

(4) 电离作用: X线可使空气或其他物质发生电离作用, 使物体的原子电离为正、负离子。如空气被X线通过, 可产生一定的正负离子量, 离子量与X线量成正比, 测量空气中电离程度, 可计算X线量。

(5) 生物作用: X线照射到机体后, 可使组织及体液受损, 生长和发育受障碍, 甚至损害造血系统, 易患白血病和生殖系统出现不育症等。损害的程度与X线量成正比。但X线可对肿瘤病人进行治疗。

(6) X线具有一次射线和二次射线: 当高速运动的电子群撞击到X线管阳极靶面上可直接生产X线称一次射线或原发射线。当一次射线遇到其他物体时再次产生的X线可称二

次射线。一般二次射线是不规则的，因而又称散射线。散射线是不利诊断而有害的射线，可出现胶片模糊又易损害人体，应设法消除。但在治疗中可利用散射线能增加组织中的放射量。

第二节 X线机的分类及结构

一、X线机的分类

根据用途可分为诊断用X线机和治疗用X线机两大部分。

（一）诊断用X线机

根据通过X线管的管电流大小可分为大型、中型、小型三种。管电流在1 000mA以上的为大型；管电流在100~1 000 mA的为中型；管电流在100mA以下的为小型。根据机器的结构程度可分为携带式、移动式和固定式等。大型X线机结构比较复杂，功能较多且较完善。可进行透视，拍片及各种特殊体层摄影；同时可以进行高达千伏的电影荧光摄影及配有电视录像系统等。X线机已广泛应用临床，是医学诊断和治疗疾病不可缺少的医疗设备。

（二）治疗用X线机

根据治疗的深度和广度可分为接触治疗机和深部治疗机两类。接触治疗机是指管电流最大在10~20mA，管电压最高为60~70kV是一种低电压，近距离有效照射面积较小的治疗机，可以在几十分钟内连续照射，放射率较低，X线的穿透力也较低，只能治疗皮肤表面及体腔较浅层的疾病。多应用于移动性的仪器。

深部治疗机是指管电流最大为20~30mA，管电压最高

为125~250kV是一种高电压远距离的，有效照射面积能以遮线筒的变换而改变的治疗机。管电压有较大幅度的选择。X线管有循环冷却装置。由于管电压较高，使X线的照射强度与穿透力均较大，主要用于治疗深部组织的疾病，特别用于恶性肿瘤的治疗。

二、X线机的结构

主要由主机部分和附件设备两大部分组成。

（一）主机部分

主要由主机电路和元部件组成。其中包括电源箱、控制台、高压发生器和X线管等四部分，又称硬件。

（二）附件设备

又称外围装置。如各类诊断床、影像转换、存储复制、显示记录和处理系统等所有主机以外的各种辅助诊断和治疗装置，也称软件系统。

（三）X线管的结构

X线管是X线机的主要部件，其结构主要是由阴极、阳极真空玻璃管构成的高阴极电子式的X线管。

1. 阴极：由钨制灯丝及一个绕灯丝的阴极聚焦罩组成，灯丝封闭内呈螺旋形、圆盘形或双焦点形。其灯丝电路包括：装在管内的钨丝、控制钨丝电流的变阻器、测量灯丝电流的安培计。一般灯丝的质料须具备高原子序数，高熔点低挥发率，容易加工和廉价等的优点。一般均采用钨制成的。

2. 阳极：由靶、导热柱、及跳罩组成。

（1）靶：是原子撞击的目标。产生X线的发射处对靶的质料选择应附合：①原子序数高；②熔解高；③导热度高；④高温时蒸气压力低；⑤电子发射时应保持稳定的靶面。其

钨具备上述优点，因此常被采用。

(2) 导热柱：主要是传导靶面热量的物体，当靶面被撞击时，可产生很大的热量，此时即需导热较高的铜做为导热柱进行散热，防止靶面损坏。

(3) 反跳罩：静止阳极X线管的阳极端上所加的一个金属罩（称反跳罩），常采用铜材料制成。这样可阻挡二次电子又可吸收散热线。

3. 管壁：为承受阴极和阳极重量，用特种硬质玻璃制成管壁。管内必须真空，在表面涂上一层特殊的化学物质，防止潮湿，保护管壁，在X线通过的管壁处焊接一块原子序数较低的金属元素玻璃，以减少管壁对X线的吸收。

（四）旋转式阳极X线管的结构

旋转式阳极X线管是一种新型的X线管。结构同样也是由阴极、阳极和真空玻璃管组成，只是阳极形态呈倾斜度圆盘，四周装有环状钨面，圆盘后侧面与转子轴相联，故能旋转。旋转式阳极X线管，可使X线管的毫安电流在诊断时增加，这种X线管的阳极呈碟形，用一个感光电动机每分钟可旋转3 000次。电动机的旋动子装在真空管内阳极杆上，电动机的固定置于旋转玻璃管外。旋转式阳极的轴承用一种特制的银合金做成，提高此种阳极使用的时间。

目前已出现能封闭从灯丝发出的电子流的三级X线管，同带有栅极的电子管情形相同，可将第三极称做“栅极”。封闭的形式之一是向聚焦罩和管子的灯丝加热约1 500V的电压，在灯丝和聚焦罩之间没有电位差，在它们的极性相同时“栅极”断开，电子从灯丝向阳极运动，当存在电位差极性不同时“栅极”接通，电子不从灯丝到达阳极，此时没有电流流过管子——断路，这种管子能成功地应用于X线活动照

相技术中。

(五) X线管的特性

1. 管电压：是指加于X线管两极间的最高峰值电压 V ，以 KV_P 表示。电压的选择根据X线管的长度、形状、绝缘介质的种类及管套的形式来决定，在应用中管电压超过X线管的最高允许值时，可使管壁放电，甚至击穿管壁造成进气使X线管完全损坏，因此加在X线管两极间的电压峰值不能超过最大的允许值。

2. 管电流：当管电压在一定峰值时，一定时间内所允许通过的最大管电流 I ，用mA表示。

3. X线管的管容量：是指X线管在一定的短时间内所能承受的最大负荷量，用kW表示。计算管电压、管电流时都取有效值，管容量用 P 表示，计算公式为 $P = \frac{V \times I}{1000}$ 。

影响管容量的因素主要是焦点面积和阳极材料及焦点面上电子分布的均匀度，X线管的负荷与时间的长短有关，由于X线管使用在不同的整流线路中，所允许的负荷能量应随照射的时间增加而逐渐减少，当照射时间愈长，X线管的使用时间愈长，阳极积蓄的热量就愈多，所允许的容量就愈小。

4. X线管的标称容量：为了解X线管标称容量，规定一定的整流方式，在一定的负荷时间内最大的负荷量为标称容量。静止阳极X线管的标称容量是在X线管单相全波整流线路内，1s所达到的最高负荷量。旋转阳极X线的标称容量是在X线管三相全波整流线路内，1s内所达到的最高负荷量。在实际应用中，X线管在0.1s以内不应超过标称容量，常应按容量的80%使用；半波整流应按全波整流容量的一半使用，防止因超负荷损坏X线管。在摄影时，应严格按X线

管的规定使用，当每次照射后应有必要的休息时间。

5. X线管的比容量:是指在全波整流中，X线管实际焦点的每平方毫米面积在每秒时间内所承受的容量，通过实验可知：钨制靶面的X线管，比量在1s时间约为 0.24W/mm^2 ，如负荷时间减少0.1s时，则可达 0.2kW/mm^2 ，在不同的负荷时间下，X线管比容量的变化是一种反比关系。

6. X线管的生热和冷却:

(1) X线管的生热性能:当电子撞击阳极产生X线时，就会产生大量的热，这种现象称X线管的生热效应。当在单位时间内X线管内外传递热量的能力，又称X线管的冷却性能。在应用X线管进行工作时，阳极靶面产生大量热量，当X线管的热容量达到最大限度时，即为最大允许热容量，每个X线管都有一定的额定的最大热容量，可以根据这个数值确定X线管连续和断续工作时间，当X线管在使用中已达到最大的额定热容量，则应进行冷却，防止出现焦点面熔化的危险。

(2) X线管的冷却性能:在单位时间内X线管向外传递热量的能力，称X线管的冷却性能。电子撞击阳极靶面所产生的大量的热量不能立即消散，就需冷却。此时X线管阳极钨靶面的热量传导至阳极体，再传导至散热体，然后以辐射的方式传导至周围介质中。当热量逐渐增多时，各散热物体的温度也不断上升至极点。在单位时间内传导给介质热量达到最大的数值，即称为X线管的最大散热率。在X线管工作时连续增加负荷，已达到最大热容量应停止使用，待冷却一定时间后再使用，以防损坏X线管。

第三节 X线机的基本电路

各种X线机的规格和电路结构虽有不同，大体上都离不开以下各电路部分，只要进行剖析就不难理解X线机的电路结构和工作原理。

一、X线机的电源电路

（一）X线机的电源电路

电源电路一般包括电源电压表、电源电压调节器、输入电源选择以及电源补偿装置等。当电流由电源进线引入X线机的控制台后，经电源保险丝，与电源开关或电源继电器接通时首先使自耦变压器通电，这一过程是指电源电路。

（二）管电流调节电路

是指由自耦变压器的输出端电压直接向X线管灯丝变压供电的初级电路，在电路中利用所串联或并联的电阻器控制温度。部分机器还包括稳压、安全和补偿装置等。

（三）管电压调节电路

是指自耦变压器的输出端，通过抽头或炭轮，将高低不同的电压供给高压、变压器的初级电路。在电路中有高压变压器或脚闸控制的接头或继电器的接触点，熄弧装置等。有的机器还包括保证管电压稳定的补偿装置和安全装置等。

（四）高压控制电路

是指由电源电路供电，用控制器或脚闸控制高压初级（或次级）得电、失电（即X线照射时间）的电器。一般小型X线机的高压控制电路较简单，中型以上X线机电路包括胃肠摄影、滤线器摄影、断层及记波摄影等装置的电路；也包括与延时装置，旋转阳极启动装置，防止X线管过载的安全