

怎样检修医用X

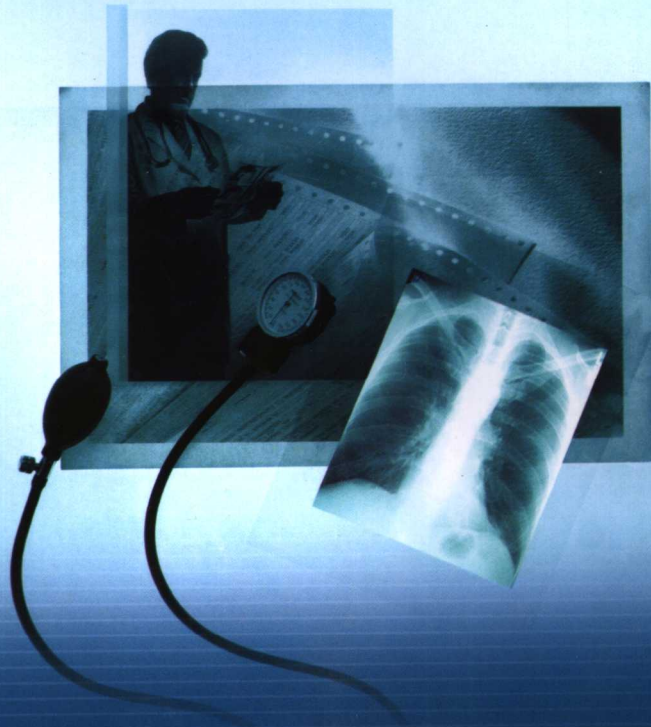
线机

◎ 裴作升 刘秀珍 主编

ZHENYANG JIANXIU
YIYONG X XIANJI

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



怎样检修医用X线机

主 编 裴作升 刘秀珍

副主编 罗烈斌 龚跃华

编 者 (以姓氏拼音为序)

陈本佳	遵义医学高等专科学校
付建国	襄樊职业技术学院
龚跃华	云南医学高等专科学校
黄泉荣	浙江医学高等专科学校
刘海洋	襄樊职业技术学院
刘秀珍	襄樊职业技术学院
罗烈斌	南阳医学高等专科学校
裴作升	襄樊职业技术学院
隗志峰	襄樊职业技术学院
杨义耀	襄樊职业技术学院
王 飞	襄樊职业技术学院
王贵勤	襄樊职业技术学院
张国明	遵义医学院

华中科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样检修医用 X 线机 / 裴作升 刘秀珍 主编

武汉: 华中科技大学出版社, 2006 年 8 月

ISBN 7-5609-3783-7

I. 怎…

II. ①裴… ②刘…

III. X 射线诊断机 - 检修 - 教材

IV. TH774.07

怎样检修医用 X 线机

裴作升 刘秀珍 主编

策划编辑: 周铁波

责任编辑: 叶 兰

责任校对: 代晓莺

封面设计: 刘 卉

责任监印: 熊庆玉

出版发行: 华中科技大学出版社

武昌喻家山

邮编: 430074

电话: (027) 87557437

录 排: 华大图文设计室

印 刷: 丹江口市迅达印刷有限责任公司

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 13.75

字数: 323 000

版次: 2006 年 8 月第 1 版

印次: 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价: 22.00 元

ISBN 7-5609-3783-7/TH · 150

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书内容包括X线机电路图识图方法与分析方法、医用X线管常见故障及检修、高压部件的常见故障及检修、低压部件的常见故障及检修、工频X线机电路分析、X线机故障分析与检修方法、X线机故障检修50例、X线机的通电试验、X线机主要参量的测试与调整和用万用表检测电子元件的好坏。最后有460题复习题,并附部分答案以供参考。

本书内容丰富、通俗易懂、实用性强,适合于高职高专医学院校影像专业或运用X线机维修培训班作为专业教材,也可供相关专业的技术人员学习和参考。

前 言

医用X线机是各级医院最基本、最常见的放射影像设备。近年来,随着科学技术的发展,大量高新科技在医用X射线设备上的应用,使得医用X射线设备已不再是一种简单的机电产品,而是集多学科知识、综合性科技于一体的复杂的医疗卫生装备,对于医用X射线设备的操作人员、维修人员和管理人员都提出了新的、更高的要求,因而对上述人员的培训成了突出的问题。然而,目前尚缺少医学影像专业(高职高专)的专门检修医用X线机的教材。为此,我们在总结20多年X线机修理经验的基础上编写出《怎样检修医用X线机》一书,以适应医学工程的飞速发展,满足广大读者的需要。

本书分十章。第一章介绍X线机电路图识图方法与分析方法;第二章介绍医用X线管常见故障及检修,包括X线管的常见故障、X线管的检验、X线管的更换方法等;第三章介绍高压部件的常见故障及检修,包括X线机高压发生装置的常见故障检修、故障鉴别和耐压试验等;第四章介绍低压部件的常见故障及检修;第五章介绍工频X线机电路分析;第六章介绍X线机故障分析与检查方法;第七章列举X线机故障检修50例;第八章介绍X线机的通电试验,包括X线机的高、低压电路的各项实验检测;第九章介绍X线机主要参量的测试与调整,包括管电压、管电流、曝光时间的检测与调整;第十章介绍用万用表检测电子元件的好坏,包括常用的电子元件的测量、好坏判断和电子元件损坏后的应急修理、代换。

本书的编写遵循实用性、可操作性和以实践操作技能为主的原则,论述深入浅出、通俗易懂,突出实践,重点介绍了X线机检修程序与方法,故障分析,以及排除故障的方法、技巧等方面的内容,具有较强的实用性和实践指导意义。本书适合于高职高专医学院校影像专业或医用X线机维修培训班作为专业教材,也可供相关专业的技术人员学习和参考。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中不足之处恳请读者批评指正,以期日臻完善。

本书在编写过程中得到贵州遵义医学院顾元华教授的亲切关怀和指导,杨义耀老师承担本书部分章节的打印、第五章第二节单元电路图的绘制工作,许多同行给予了热情的帮助,在此一并表示衷心的感谢!

刘秀珍

2006年8月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 X 线机电路图识图方法	(1)
第二节 X 线机电路图分析方法	(6)
第二章 医用 X 线管常见故障及检修	(13)
第一节 X 线管的常见故障	(13)
第二节 X 线管的检验	(17)
第三节 X 线管管套的故障及检修	(18)
第四节 X 线管的更换方法	(20)
第三章 高压部件的常见故障及检修	(26)
第一节 高压变压器的故障及检修	(26)
第二节 灯丝加热变压器的常见故障及检修	(33)
第三节 高压整流元件的常见故障	(35)
第四节 高压电缆的常见故障及检修	(38)
第五节 高压交换闸的常见故障及检修	(40)
第六节 高压发生器与机头的静电放电	(41)
第七节 高压漏电、击穿故障部位的鉴别	(42)
第八节 绝缘油的耐压试验与过滤处理	(44)
第四章 低压部件的常见故障及检修	(46)
第一节 自耦变压器的常见故障及检修	(46)
第二节 谐振式磁饱和稳压器的常见故障及检修	(47)
第三节 接触器与继电器的常见故障及检修	(49)
第四节 常用控制开关的常见故障及检修	(52)
第五节 限时器的常见故障及检修	(53)
第六节 延时器的常见故障及检修	(56)
第七节 常用仪表的常见故障及检修	(58)
第五章 工频 X 线机电路分析	(63)
第一节 F ₃₀ -ⅡB 型 X 线机	(63)
第二节 X200-Ⅱ型 X 线机	(76)
第六章 X 线机故障分析与检查方法	(89)
第一节 检查故障的基本方法及注意事项	(89)
第二节 F ₃₀ -ⅡB 型 X 线机故障分析与检查	(93)
第七章 X 线机故障检修 50 例	(110)
第一节 F ₃₀ -ⅡB 型 X 线机故障检修 26 例	(110)
第二节 X200-Ⅱ型 X 线机故障检修 24 例	(120)
第八章 X 线机的通电试验	(129)
第一节 通电试验应注意的事项	(129)

第二节	电源电路的通电试验·····	(130)
第三节	控制电路试验·····	(131)
第四节	容量保护电路试验·····	(135)
第五节	灯丝电路试验·····	(136)
第六节	电动诊视床控制电路试验·····	(137)
第七节	高压电路试验·····	(138)
第九章	X线机主要参量的测试调整·····	(141)
第一节	曝光时间的检测与调整·····	(141)
第二节	管电流的检测与调整·····	(145)
第三节	X线管管电压的调整·····	(147)
第十章	用万用表检测电子元件的好坏·····	(150)
第一节	电容器的质量鉴别及代用·····	(150)
第二节	晶体管的简易检验·····	(154)
第三节	关于测试时防止损坏被测管的问题·····	(159)
第四节	其他晶体元件检验测试方法·····	(161)
第五节	电子元件损坏后的应急修理·····	(171)
附录	复习题·····	(175)
参考文献	·····	(212)

第一章 概 述

第一节 X 线机电路图识图方法

国产X线机除大型X线机外,基本上是一台机器一张电路图,比较直观。这是由于目前大部分机器构造较简单,功能较少。对国产X线机电路图,可以从以下几个方面进行识图。

一、掌握各种元件符号与图像标记

任何电路中的元器件符号是沟通设计、安装、维修三者的思想语言。这些符号比较简单、形象化,便于辨认和记忆,用它们连接起来的电路图十分直观易懂,阅读电路图时必须熟记这些符号。X线机电路符号和图像标记较多,有的符号和标记一看就懂,但打开整机电路图时,很容易产生错觉,不知道哪些是继电器或接触器的常开常闭触点。一张电路图,无论多么复杂,始终记住:若继电器或接触器的动触点在静触点的上方或左方,即为常开触点;若动触点在静触点的下方或右方,则为常闭触点。继电器或接触器线圈得电工作后,其触点原常开变常闭,原常闭变常开;继电器或接触器线圈一旦失电,则触点恢复原状。这对电路原理分析极为重要(表1-1和表1-2)。

在上述基础上,要熟悉电路符号说明,根据符号去查找电器元件连接的关系。每台X线机,都有自己规定的符号以代表某个元器件或某个支路。例如:上海产的X线机用 P_1 、 P_2 代表高压初级,北京产的X线机则用 V_1 、 V_2 表示高压初级。另外,变压器的初级和次级、继电器的各个触点与线圈本身,常常是身首异处,即画在一张图纸的不同位置或是几个单元图上,其位置安排无一定规律,不像前东德机器的图纸,见到触点或线圈即可知始末。所以,要靠熟悉电路符号、编号去阅读电路图。

二、学会看继电器电路图

继电器是X线机中应用较多的器件,属于一种电与机械同时工作的器件,利用继电器可以组成若干基本电路,熟悉这些基本电路,对看懂比较复杂的电路图很有用处。

表1-3列出了继电器常见的基本电路。

(1) 直接控制电路:触点a闭合时,继电器就工作。

(2) 短路控制电路:触点a闭合时,继电器不工作(被触点a短路);触点a释放后,继电器工作。电阻R用来防止电源短路。

(3) “与”门电路:触点a与触点b同时动作后继电器工作,继电器的工作条件构成了“与”的关系。

(4) “或”门电路:当触点a或触点b闭合时,继电器工作,其工作条件构成了“或”的关系。

(5) “非”门电路:触点a动作时,继电器释放,两者处于截然相反的工作状态。

(6) “或非”门电路:触点a与触点b只要有一个动作,继电器即被释放,构成了“或非”的关系。

表 1-1 X 线机电路图中常用元件的电路符号

名 称		图 形 符 号		名 称		图 形 符 号	
		国家标准	尚用符号			国家标准	尚用符号
导 线	接线柱			熔断器			
	交叉连接			信号灯			
	分叉连接			交流电机 单相			
	跨线			交流电机 三相			
线 束				直流电机			
开 关 和 转 换 开 关 触 点	动合(常开)			他励式			
	动断(常闭)			并励式			
	切换			直流电流表			
	单极多位			交流电压表			
	多极 (两极以上)			两种刻度的电压表			
按 钮 开 关	动合(常开)			变 压 器			
	动断(常闭)			单绕组			
	动断 动合			双绕组			
与 机 械 联 动	动合开关			X 线 管			
	动断开关			固定阳极			
	动断 开关 动合			旋转阳极			
接 触 器 继 电 器 线 圈				三极电子管			
接 触 器 触 点	动合(常开)			两极电子管			
	动断(常闭)			辉光管			
	切换			稳压管			
继 电 器 触 点	动合(常开)			半导体元件 全波整流			
	动断(常闭)			隧道二极管			
	切换			雪崩二极管			
铁 氧 体 心				变容二极管			
变 阻 器	一般符号			稳压管			
	可断开电路			PNP 型三极管			
	不断开电路			NPN 型三极管			
铁 芯	一般符号			单结晶体管			
	带空气隙			阴极控制可控硅			SCR
	磁饱和			阳极控制可控硅			SCR PUT
安 全 接 地	接机壳			插头座			
	接地			同轴插头座			
				光电倍增管			
				闸流管			

表 1-2 X 线机常用的图像标记

名 称		图像标记	名 称	图像标记	名 称	图像标记	
通			脚开关		荧光摄影		
断			大焦点		静止滤线栅		
连接可调			小焦点		活动滤线栅		
分挡可调			微焦点		遮光器开启		
旋转连续可调			照明灯		遮光器闭合		
旋转分挡可调			透视		遮光器按粗线开启		
X 线管组件			普通摄影		遮光器按粗线闭合		
压迫器			体层摄影		胶片或暗匣 交 换 器	单向	
点片装置			体层摄影试验移动			双向	
胶片规格 和 方向选择	单次曝光		体层摄影层次选择		C 形臂		
	一片两照		荧光摄影架		U 形臂		
单次摄影			荧光摄影机		普通电视监视器		
连续摄影			双向同时摄影		彩色电视监视器		
电影摄影			双向交替摄影		电影摄影机		
胶片按指示方向移动			水平床摄影		彩色电影摄影机		
记波摄影			垂直摄影架		影像增强器		
床按指示方向转动			垂直透视架		曝光量自动控制		
床面按指示方向移动			上 X 线管、活动床		制动(抱闸)		
床面按指示方向移动			下 X 线管、活动床		松开(脱闸)		
水平体层摄影			立式 X 线管架		磁带记录器		
体层装置移动到起始位置			吊式 X 线管架		磁带图像记录器		

表 1-3 继电器基本电路

名 称	电 路	名 称	电 路
1. 直接控制电路		9. 闭塞电路	
2. 短路控制电路		10. 差劲电路	
3. “与”门电路		11. 快放电路	
4. “或”门电路			
5. “非”门电路		12. 缓吸缓放电路	
6. “或非”门电路		13. 快吸缓放电路	
7. “与或非”门电路		14. 缓吸快放电路	
8. 自锁电路		15. 缓放电路	

(7) “与或非”门电路:当触点a与触点b,同时触点c或触点d动作时,继电器释放;“同时”意味着“与”的关系,所以称为“与或非”门电路。

(8) 自锁(自控)电路:按钮开关K闭合,继电器动作,并利用自己的触点X和常闭触头a将继电器自锁,当K断开后,继电器仍工作。直到触点a动作,自锁条件被破坏,继电器才释放。

(9) 闭塞电路:触点b对继电器起闭塞作用,当触点b不动作时,继电器被触点b和自身的常闭触头短路,不论触点a动作与否,对继电器不起控制作用。当触点b断开后,触点a的闭合才能使继电器吸合,一旦吸合,触点b对继电器即失去了控制作用。

(10) 差劲电路:图中 X_1 、 X_2 表示同一个继电器的两个线圈。触点a闭合时, X_1 通电,电流从电源正端通过触点b向 X_1 流入至地。继电器X工作并自锁。此时,如果触点b也闭合, X_2 线圈工作,但 X_1 与 X_2 制作时线圈接线方向相反(匝数相同)。当两者通过的电流相等时,在铁芯中产生的磁力线相互抵消,继电器X释放。由此可见,差劲电路的特点是两个线圈中电流相等时,继电器不动作;当两个线圈中电流大小不等,并达到一定的(安匝力)差值时才动作,所以叫差劲电路。

以下五项都是动作时间变换电路,适应对继电器动作或释放时间有特别要求,直接用于缓吸、缓放线圈不能满足的场合。它们的工作原理基于电容两端电压不能突变,而且可以储存电能特性。

(11) 快放电路:上图中触点a闭合时继电器工作,电阻R被触点X断路而串入继电器内,继电器的工作电流降至接近保持电流;当触点a释放后,继电器的保持电流很快降至释放电流,从而达到快放要求。下图与上图作用相同,因电容器两端电压不能突变,当继电器工作时,全部电源电压加在线圈上,继电器吸动正常,此后电容器两端电压上升,相当于把电阻R串入了。

(12) 缓吸缓放电路:触点a动作时,利用电容器C两端电压不能突变的特性,实现缓吸,当触点a释放时,电容储能对线圈放电,从而达到缓放的目的。

(13) 快吸缓放电路:它的特点是在触点a闭合时,延时电容器C没接入电路,同时串入电阻R,缩短了电流建立时间,达到快吸目的;释放时,因继电器的触点把电容器C接入,电容器C放电需要一定的时间,从而达到缓放目的。

(14) 缓吸快放电路:它和快吸缓放电路作用正好相反。当触点a闭合继电器吸动时,由于电容器C被继电器的切换触点接入,实现了缓吸;继电器动作后,继电器的自身触点将电容器C断开,达到快放目的。接入电阻 R_1 ,是为了使电容器C上的电荷通过 R_1 泄放掉,以免残存电荷对继电器第二次动作时间造成影响。

(15) 缓放电路:由于电容器C支路中串入了电阻R,它对继电器起不到分流作用,当继电器断开时,电容器C通过电阻R对继电器放电,实现缓放,调整电阻R值可改变缓放时间。

以上介绍的继电器组成电路形式,在阅读国内外电路图时均有参考价值。

三、熟悉半导体器件的符号与原理

目前,X线机的发展已由电工原理跃升为电子原理,它将成为电子系统的一个分支。电路结构愈来愈复杂,半导体器件已由简单的二极管、三极管,发展到半导体集成电路、数字集成电路。

集成电路因可靠性高、重量轻和体积小等优点,得到了迅速发展和广泛应用,特别是数字集成电路,由于基本电路的种类少、线路简单,适用于大规模生产。数字集成电路中,基本电路仍是“与”、“或”、“非”的逻辑电路,它们可以构成各种功能。对于数字集成电路中常用的门电路和触发器,除我国规定的标准图形画法外,各国都有各自的标准图形(常见的门电路和触发器图形等参考集成电路的有关专著)。

关于符号的使用,“非”门一般都用小圈,也有用符号“-”的;“与”门常用的符号是“·”、“&”;“或”门则大多用“+”(逻辑加),唯有前苏联常用“ $\vee$ ”。

关于触发器,我国用“C”表示,美国和日本用“FF”或“F/F”表示,前苏联则用“T”表示。为了表示触发器脉冲的正负,我国规定在负脉冲中触发器端画一个小圈圈,其他国家则加一个“非”的符号解决,如R、S,有的图形连“非”的符号也不加。时钟脉冲的符号通常用“CP”,也有用“CL”、“CK”、“C”的。置“1”端的符号常用“S”,也有用“P”的;置“0”端的符号通常用“R”,也有用“C”的。

四、识图需要掌握的几个要点

(1) 熟悉X线机的方框图,无论是复杂的机器还是简单的机器,应掌握电路的整体概念。

(2) 熟悉电路符号说明,根据符号去查找电器的连接关系。每个机器都有自己的规定符号以代表某个元器件或功能开关。

(3) 熟悉接线板上的编号。几乎所有的机器都有若干个接线板,每个接线板都有自己的编号,知道了编号,可便于查找电路中的某元器件的工作电路。

(4) 熟悉位置图。目前一些机器提供了部分位置图或位置连接图,便于维修,但对识图意义不大。

第二节 X 线机电路图分析方法

X 线机电路原理图不仅表示电路的结构,还表示电路的工作程序和原理。所谓工作程序,就是电流在电路中的工作顺序;而工作原理,则是电流如何工作的道理。因此,讨论分析电路的内容,不仅是在电路中准确找出电路连接的始末;而且还要分析出电路的特点和工作状态。其分析方法如下。

一、把整体电路划分成单元电路

X 线机的整体电路既包括低压电路,又包括几万伏乃至十多万伏的高压电路。分析这样的电路,从何处下手是极其重要的。一般认为,首先把整体电路划分成若干个单元电路是比较有利的。因为划分成单元电路后,着眼的范围就缩小了,而且在一个单元电路中,所包括的元件和互相连接的导线数目也有限。在庞杂的整机电路中,如何划分单元电路,还要从 X 线机电路工作的最终目的去考虑,X 线机即是发生 X 线的机器,它的一切电路,就必然都为 X 线管发生 X 线提供条件而设置。因此,提供 X 线管发生的每项条件所需的电路设置就可划成一个单元电路。一般包括以下电路。

(一) 电源电路

电源电路是用电源线将电源引入 X 线机内,经过电源保险丝、电源开关或电源接触器,使自耦变压器得电的电路。为了便于对输入电压的观察和使自耦变压器的输出电压保持在所需的范围内,设有电源电压表和电源电压调节器。有的电源电路还设有输入电压选择器、电源自动补偿装置等。

(二) 管电流调节电路

管电流调节电路包括 X 线管灯丝加热初级和次级电路。它是由自耦变压器的输出端,供给 X 线管灯丝变压器初级电压的电路。X 线管发生 X 线,首先其灯丝就需要产生足够的电子。为此目的而设置的电路,则称为灯丝加热电路。X 线管所需的加热电源一般都是低电压、大电流,而且根据使用时所需 X 线量,还需要调节灯丝加热电压的高低。为此,在 X 线管灯丝加热电路中,与 X 线管直接连接的是降压变压器的次级绕组。灯丝变压器的初级绕组则经过下述元件,最终连接在电源电路中。

(1) 为调节 X 线管灯丝变压器次级输出电压高低的可变电阻器,一般称毫安选择器。

(2) 为消除 X 线管灯丝发射电子的空间电荷影响所设的空间电荷抵偿变压器。

(3) 为消除电源电压波动瞬时对灯丝发射电子量的影响所设置的磁饱和谐振式稳压器。这个稳压器的输入端能直接与电源电路连接。

(三) 管电压调节电路

管电压调节电路包括高压变压器初级和次级电路。它由自耦变压器的输出端,通过抽头或

滑动碳轮取得不同的电压,供给高压变压器初级,而次级所产生的高压经整流后供给X线管。在此电路中,常设有千伏调节器(实际上是改变高压变压器的初级电压)、千伏指示、千伏补偿和各种形式的整流装置。电路的通断,小型机器多由限时器或脚闸直接控制,中、大型机器多由接触器的触点或可控硅控制。

以调节X线管电压的方式达到其选择X线质的目的。但是,直接在高压侧调节管电压不易办到且极其危险,所以一般都用调节初级电压的方法间接达到选择X线质的目的。完成这个调节任务的元件就是千伏选择器,而且中型以上的机器都将透视和摄影的高压初级电路分开,设两个千伏调节器。加在X线管两极间的电压值,是根据高压变压器的变压比,由初级供电电压值计算预得。初级电压的显示装置,一般都用一只交流电压表,为了计算方便,表上的刻度则直接标以X线管两极间的高压峰值。这个值的得出,是由初级电压值乘以高压变压器初级线圈匝数比的倒数所得。但是,因为所测量的初级电压是在无X线发生之前的预测值,所以未包括X线管发生X线时的电压降。事实上,X线管两极实际所得的电压随管电流的大小有相当的电压降,这就造成了电压表预置数的误差。为了使千伏表的指示符合X线发生时的实际管电压值,在千伏表电路中,一般都加一个产生电压降的千伏补偿装置。千伏表测量的电压,是经过这个装置降压之后的值,如果补偿合适,千伏表的预置置就可符合实际X线管两极的电压值了。

高压变压器的初级绕组得电,其次级就向X线管两极输出高压电,X线就立即发生;所以,初级电路的通断,决定了X线的发生与停止。为了控制方便,这个电路的开关都采用接触器触点或可控硅。在X线发生时,电路中的负载电流较大,而且作为电路负载元件的又是变压器绕组,属于电感性元件;所以,开关通断瞬间,最简单的也要在电路中并联或串联一个较小阻值的电阻。

(四) 控制电路

所谓控制电路,就是控制高压发生与停止的电路。电路的接通与断开,即为X线的发生与停止。控制电路又可分为透视控制电路和摄影控制电路。

透视控制电路一般都比较简单,由触点设在透视高压初级电路中的接触器和控制器工作的手开关或脚开关构成这部分电路的主要元件。摄影控制电路就复杂多了,其原因如下。①摄影时间极短,一般从百分之几秒到几秒钟。高压发生在这么短的时间内,控制高压初级电路通断的接触器工作电路,由人的动作去执行是难以准确的,所以必须设一个精密的限时器装置。近代已多用电子开关电路用做限时器。②摄影用电的容量较大,几乎接近X线管的最高容量。一旦预置的管电流和管电压值超过X线管容量时,在高压发生的一瞬间,X线管的损坏是无法防止的。为此,中型以上的X线机,都设有使用量安全保护装置。近代机器也多采用电子开关电路来完成此项功能。③大容量的X线管都是旋转阳极。但是这种大容量是由于阳极旋转所获得的,如果阳极不旋转,它的容量小于一般固定阳极X线管。所以,X线发生须控制在阳极启动后正常旋转的前提下,这就要增设X线发生延时和阳极启动电路。④为了使高压初级电路通断的瞬时熄弧效果更好,仅依靠熄弧电阻的作用是难以办到的,通常还要在控制电路中对高压接触器工作时的相位加以控制。⑤为满足各种摄影的需要,摄影辅助装置的电路也需由控制电路一并控制其工作,像常用的滤线器电路、断层摄影驱动电路等。

不过,操作者是无法在极短的X线发生的瞬间同时操作这么多电路工作的,仅能以一手控开关引发这些电路同时工作,这个开关通常叫摄影曝光开关。

(五) 管电流测量电路

管电流测量电路是测量和指示通过X线管管电流的电路,包括毫安表量程的交换、低压整

流器和电容电流抵偿器等。由于高压次级中心抽头引至毫安表两端,其一端接地,故没有高压电击的危险。大毫安X线机因曝光时间短,不能观察毫安指示的准确数值,所以配用毫安秒表。流过X线管的电流是高压变压器次级输出经整流后的直流电流。在简单的X线机器里,由于X线管为二极管,它本身就具有整流作用,所以将X线管直接与高压器次级绕组连接就可以了。这样连接,在变压器的次级绕组中,仅有半波电流单向流动,所以,串联一只直流毫安表就可测量X线的管电流。

但是这种电路的效率较低,中型以上的X线机,在高压变压器次级绕组至X线管中间,都单独设一个整流装置。如果这个整流装置是全波整流器,则到达X线管两极的电流方向永远是一致的,因此,无论正弦波的正负半波,X线管内都有电流通过。当然,高压变压器的次级绕组在两半周内都有输出,但是,在变压器内流动的电流是整流前的交流,所以,串接在高压变压器次级绕组中性点的直流毫安表所测量的电流,还须经过整流,而设一毫安表整流器。

透视和摄影所用的管电流量相差悬殊,若设两只不同量程的电流表测量,电路就太复杂了,因此,一般在毫安表外,设不同分流电阻,以改变毫安表的量程。

高压整流器至X线管间连接的高压电缆具有相当的电容量。当这两条电缆有电流通过时,则为其充电,产生一定量的电流。这个电流虽未通过X线管产生X线,但它却可进入毫安表,使毫安表的指数出现伪值。特别是在透视时,由于管电流较小,使用时间又较长,所造成的电流表指示误差就更大了。因此,在透视管电流测量电路中,常在毫安表整流电路输入端并联一个分流电阻,使这部分电容电流直接流入地,不进入毫安表。和毫安表输入电路并联的有尖端放电器和离子管等元件,是防止毫安表线圈断路后,变压器次级绕组的一侧与地线断路出现持续高压,从而起到保护作用。

(六) 辅助装置电路

由于各种X线机结构不同,辅助装置电路亦不相同。通常辅助装置电路有电动诊视床电路,各种特色摄影如断层摄影、间接摄影,快速换片装置等电路。这些装置均与控制系统相连接,其电路很复杂。近代X线机便采用了自动控制数据模拟电路、逻辑电路、运算放大器电路等。

诊视床电路一般单设电源导线,直接与市电连接。即使是连接在控制台内,也是和控制台的电源线并联,一般不从自耦变压器供电。国外产的自动化程度较高、控制系统较复杂的诊视床,有的单独设置一个控制箱,其电源直接与市电连接,电动遮光灯和制动器多采用直流电源供电,所以它们的电路中,除设置一些控制元件外,还要设置这部分电路电源的变压器、整流器等。

各种型号的X线机,由于输出容量和精密程度不同,其电路设置的差异很大;但是,只要掌握X线机电路工作目的是为X线管发生X线服务这个基本点,按X线发生对电路提供条件的要求,再结合医用X线机在临床使用时电路需备的机能,就可以合理地划分好单元电路。

上述六个基本电路组成了一台X线机的完整电路,它们之间相互作用和相互控制。如果将一台X线机的电路图按上述六个部分剖析,则不难了解X线机电路结构及其工作原理。

二、以单元电路中的主要元件为起点分析和查找电路

整机电路是由前面所述的各个单元电路组成的,而单元电路又是由各个元件和互相连接的导线所组成。在每一个单元电路中,必有一个或几个决定这一电路工作的主要元件。比如:在电源电路中,主要元件是自耦变压器;因为自耦变压器得电工作,整机才能取得电源供电。再

如：高压初级电路中的高压初级绕组是主要元件，因为这个绕组得电，高压变压器次级绕组才能发生高压电，供X线管发生X线；控制电路中的高压接触器线圈是主要元件，它的触点闭合，高压变压器才能工作，从而发生X线，接触器线圈失电，则X线发生停止。因此，单元电路中的主要元件往往是构成这个部分电路的最终工作元件，而这个元件要得电工作，就必须和电源构成回路。所以，任一元件的工作电路，无论如何曲折迂回，也不管它中间还经过什么其他元件，最终它一定连接在自耦变压器的输出端。因此，把主要元件作为分析和查找单元电路的起点，就可以沿着连接这个元件的两条导线，一直找到自耦变压器。

在复杂的电路中，对电路经过的途径能达到边查边记、查完就全部记牢是不容易的。为帮助记忆，最好是边查边画，从元件的一条连接线向一侧查找，凡所经线路和元件，都用符号或文字标注清楚，直至这条线路到达自耦变压器为止。然后再从元件的另一条连接线开始，以同样的方式，向另一侧查找并画下来，就完成了以某一元件为中心的电路图，或者叫做某一元件工作电路的展开图。

图1-1是高压初级电路的展开图。这个单元电路中的主要元件是高压变压器GB初级绕组。因此，就以GB初级绕组为起点，沿着两端的连接导线查找电路，并画出所经元件，便成为图1-1这个展开图。

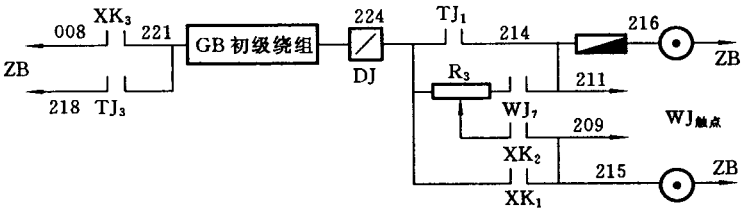


图 1-1 高压初级电路展开图

在查找这部分电路的过程中，还会遇到某些支路，在图1-1的展开图中，有的支路画出来了，有的则没画。画与不画取决于这个支路导线的去向。如果这条支路某线的去向是电源电路，就找清楚画出来，如图1-1中的216线、215线，最终都到达自耦变压器ZB，这就画出来。而通过WJ的触点WJ₁，在电路中支出的211线和209线是通向另一元件电源电压表的，而不通向ZB，所以就不查找，也不画出。

用这一原则来决定支路的取舍，又出现了一个新问题：简单电路可一目了然即知其是否通向电源，而复杂电路又如何制订？通常的经验是，遇到支路时，逐条线路都往前查找一段，找到这条线路所接的另一元件。如果它是独立工作元件，它就必须从电源中取得电的供给，除非是并联于所要查找的电路中。例如电压表、变压器、接触器线圈等，都属于独立工作元件。因此，遇到某条线路另一个所接的元件就是这一类元件时，此电路绝不是所查电路的延续，可以暂时放下不查。反之，所查的电路连接的元件都不能自己独立工作，而必须由其他元件或元件部分工作带动其工作，或明显是串联在电路中使用的元件，继续查下去，就一定会查到电源自耦变压器，并和单元电路中的主要元件构成回路。那种并联在电路中、可以独立工作的元件的电路，留待下次再以这个元件为起点，重新查找它的连接电路后，再另画一个展开图；否则，都画在一个展开图中，就势必和原图一样，错综复杂看不清楚。

下面以电源电压表为起点，查找连接它两侧的电路，画出展开图，如图1-2所示。

这部分电路中，在某些点上也出现了支路，同样，也要先找连接电源变压器ZB的各电路，

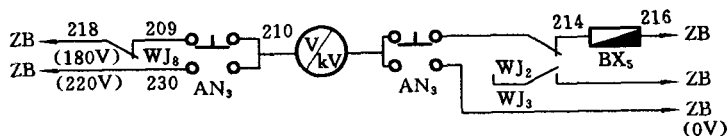


图 1-2 电压表测电路展开图

连接其他元件的电路先放弃, 留待下一步再查找。比如: 图 1-3 在 209 线上有一支路, 由触点 WJ₄ 连接到选择开关 MAK₁₋₁ 和触点 AN₃, 连接到电阻 R₂ 上的支路, 这条支路暂不查找。下面以电阻 R₂ 为起点向两端连接的电路进行查找, 并画出展开图如图 1-3 所示。

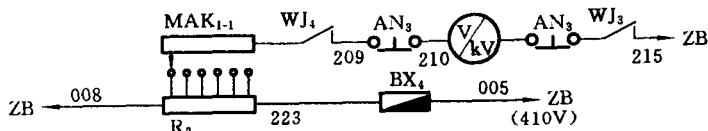


图 1-3 摄影千伏预置值测量电路展开图

图 1-3 中的 R₂ 和 MAK₁₋₁ 本来是两个元件, 根据前面所讲的原则, 应各画一个展开图。
① MAK₁₋₁ 的选择就是 R₂ 同阻值的分压, 所以虽为两个元件, 实际却相当于一个元件的作用;
② MAK₁₋₁ 和 R₂ 的左端由同一导线连接, 如果分开画两个展开图, 这一导线要重复画出。所以, 像这样相连紧密而且线路简单的展开图, 也可合并查找和画出。

逐一查找元件的连接电路并画出展开图, 就很容易地看出这个单元电路由三部分电路组成: 图 1-1 是供高压变压器初级绕组工作的主要电路; 图 1-2 是电源电压和透视千伏的测量电路, 两种电压的测量由一只电压表担当, 用按钮开关 AN₃ 改变所测种类; 图 1-3 是摄影千伏测量的千伏补偿电路, 当摄影准备继电器 WJ 工作时, 其触点 WJ₄ 和触点 WJ₃ 闭合, 电压表才测量摄影千伏预置值的电压值。

这三部分电路之间, 互相重复的部分则为整个电路的连接关系。以电路中的每个主要元件为起点, 查找电路并画出展开图, 对查清电路的连接关系和分析电路的工作原理, 都是很起作用的。

三、在理解主要元件工作原理的基础上分析电路的工作程序

把电路查找清楚并不是目的, 而查清电路的始末后, 了解电路的工作原理才是真正分析电路的目的。欲达此目的, 仅仅能查清电路连接的始末是不够的。一个外行人只要花费足够的时间, 抓住一条导线细心往前查找, 最后完全可以找出这条线的始末; 但是, 他却未必能理解这一电路在得电后如何工作, 为什么会这样工作。因此, 理解电路的工作原理, 还必须具备足够的基础知识, 首先就是懂得电路中各个元件的工作原理。因为每个元件在电路接通电流后, 都是按其特有功能去工作, 从而才在电路中起到相应的作用。比如: 变压器得电后, 它的输出端就成为一个改变了原电路电压的新电源; 接触器、继电器线圈得电后, 连接在它触点上的电路或被接通或被断开; 等等。

如图 1-1 中的触点 TJ 和触点 XK, 当它们的线圈得电工作后, 它们的常开触点闭合, 接通 GB 初级绕组电路, X 线发生。图 1-2 中的按钮转换开关 AN₃ 和继电器 WJ₃ 触点, 当这两个元件不工作时, 因为接在 AN₃ 常闭触点上的电路连接 WJ₃, WJ₃ 常闭触点也不断开, 所以电源电压