

专 科 教 材

X 射 线 机

中国人民解放军总后勤部卫生部

一九七四年十月

专 科 教 材

X 射 线 机

总后勤部卫生部

一九七四年十月

专 科 教 材

X 射 线 机

*

中国人民解放军总后勤部卫生部
中国人民解放军战士出版社出版发行
中国人民解放军第七二一五工厂印刷

•

开本：787×1092毫米1/16印张37 $\frac{1}{2}$ 字数850,000

1974年10月 第一版（北京）

1974年10月 第一次印刷16000册

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

我们应该谦虚，谨慎，戒骄，戒躁，全心全意地为中国人民服务，……

知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

中国是一个大国，但是现在还很穷，要使中国富起来，需要几十年时间。几十年以后也需要执行勤俭的原则，但是特别要提倡勤俭，特别要注意节约的，是在目前这几十年内，是在目前这几个五年计划的时期内。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

前 言

遵照伟大领袖毛主席关于军队要严格训练和“勤俭建国”、“厉行节约”的教导，为加强技术训练，提高检修质量，充分发挥现有医疗器械装备的效能，更好地为全军指战员健康服务。我部组织京字八二七部队医疗器械检修所编写了这套教材，供全军药工人员、器械检修人员的培训和工作参考用。

由于教材涉及的范围较广，编写时间仓促，经验不足，如有不妥之处，希望同志们提出批评和修改意见。

总后勤部卫生部

一九七三年十月二十九日

目 录

第一章 X射线和X射线机概述

第一节 X射线发生的物理基础.....	1
1. 分子—原子论的基本概念.....	1
2. 电磁波.....	2
第二节 X射线的发现.....	2
1. 阴极射线.....	2
2. X射线的波长.....	3
第三节 X射线的性质及其应用.....	4
第四节 医用X射线机的基本组成部分.....	5
1. X射线管.....	6
2. 高压发生器.....	6
3. 操纵台.....	6
4. X射线机规格的称呼法.....	7
第五节 X射线机的分类.....	7
1. 诊断用X射线机.....	7
2. 特殊检查用X射线机.....	12
3. 治疗用X射线机.....	14

第二章 X射线管

第一节 X射线管的构造.....	18
1. 阴极.....	18
2. 灯丝.....	19
3. 焦点.....	20
4. 聚焦罩.....	21
5. 阳极.....	23

6. 阳极罩	26
7. X射线管管壁上的电位分布	26
第二节 旋转阳极X射线管	27
1. 旋转阳极X射线管结构	28
2. 旋转阳极X射线管靶面的焦点功率	29
3. 旋转阳极的转数	30
第三节 X射线管管壁及其真空度	30
1. 二次电子作用于玻璃壁上的物理现象	30
2. X射线管管壁的形状及其防护套	30
3. X射线管的真空度	31
4. 冷发射的危害	32
第四节 X射线管的种类	32
1. 诊断用X射线管	32
2. 治疗用X射线管	34
第五节 X射线管的特性	34
1. 阳极特性 (I_a — U_a) 曲线	34
2. 实际阳极特性曲线	35
3. 空间电荷	36
4. 灯丝发射特性曲线	37
第六节 X射线管灯丝加热特性曲线和应用	39
1. 灯丝特性 (V_f — I_f) 曲线	39
2. 灯丝特性曲线的应用	39
第七节 灯丝蒸发率和X射线管的灯丝寿命	39
1. 灯丝温度和蒸发率的关系	40
2. 管电流调整的目的	40
第八节 X射线管的容量	40
1. 决定容量的因素	41
2. X射线管容量的计算	41
3. X射线管的代表容量	43
4. 比容量	43
5. X射线管负载特性曲线图的应用	44

第九节 X射线管的冷却与冷却曲线	45
1. X射线管的散热方法.....	45
2. 阳极热容量的计算.....	45
3. 冷却曲线及其冷却时间的计算.....	46
第十节 综合机头和管室	49
1. 综合机头.....	49
2. 静止阳极X射线管管室.....	50
3. 旋转阳极X射线管管室.....	52
4. 深部治疗X射线管管室.....	53
第十一节 高压整流管	54
1. 高压整流管的结构.....	54
2. 高压整流管的功率.....	55
第十二节 半导体整流器	58
1. 整流原理.....	58
2. 伏安特性曲线.....	60
3. 硒整流器参量.....	61
4. 高压整流管与整流器的特点.....	63
第十三节 X射线管的检验	64
1. X射线管外观检查.....	64
2. 灯丝检查.....	64
3. X射线管的真空度检验.....	66
4. 焦点检查.....	68
第十四节 X射线管的故障分析	69
1. X射线管灯丝断路.....	69
2. X射线管灯丝温度不够.....	70
3. X射线管管电压不够.....	71
4. X射线管阳极靶面损坏.....	71
5. X射线管阳极钨靶脱落.....	72
6. X射线管真空度降低.....	72
7. X射线管玻璃壁裂纹或破碎.....	74
8. 旋转阳极X射线管阳极转动问题.....	75
9. X射线管质量问题.....	75

10. X射线管管室	75
第十五节 更换X射线管	78
1. 更换X射线管	78
2. X射线管管室的清洁处理	79
3. 将X射线管装进管室时应注意以下几点	80
4. 管室或机头密封	82
5. 注入变压器油	82
6. 排气	83
7. X射线管灯丝断线的修理法	85

第三章 变压器

第一节 变压器的工作原理	86
1. 变压器的工作原理	86
2. 变压器的能量守恒定律	87
3. 变压器计算的基本公式	88
4. 励磁电流	99
第二节 X射线机的高压变压器	90
1. X射线机高压变压器的特点	90
2. 高压变压器的结构	91
3. 高压变压器的铁芯	92
4. 高压变压器的线圈	96
5. 高压线圈的匝数确定	97
6. 高压变压器的调节方法	100
第三节 高压变压器的绝缘问题	102
1. 绝缘材料的介质强度	102
2. 温度对绝缘介质性能的影响	102
3. 高压变压器与地之间的绝缘问题	102
4. 高压变压器的层间绝缘	105
5. 高压线圈与轭铁之间的边距	106
6. 高压变压器线圈层间短路和匝间短路	106
第四节 高压变压器的清洁和烘干处理	107
1. 高压变压器的清洁处理	107

2. 烘干.....	107
第五节 高压变压器的试验.....	108
1. 试验前的准备工作.....	108
2. 试验的程序.....	109
第六节 灯丝变压器.....	111
1. 灯丝变压器的结构.....	111
2. 灯丝变压器的绝缘材料.....	113
3. 灯丝变压器线圈安匝的确定.....	114
4. 灯丝变压器的故障.....	114
5. 变压器的额定技术数据.....	116

第四章 高压电路元件和变压器油

第一节 高压电缆.....	117
1. 高压电缆的功用和结构.....	117
2. 高压电缆的检验.....	119
3. 高压电缆的插头和插座.....	120
第二节 高压电缆的常见故障.....	120
1. 高压电缆插头（或插座）击穿.....	120
2. 高压电缆两端靠近插头的根部击穿.....	120
第三节 高压电缆的修理.....	121
1. 拆卸高压电缆插头.....	121
2. 对高压电缆进行加工.....	121
3. 充填满绝缘混合物.....	123
4. 充填满绝缘混合物的灌注.....	123
第四节 高压电阻和高压电容器.....	125
1. 高压电阻.....	125
2. 高压电容器.....	125
第五节 高压交换闸.....	126
1. 用继电器交换台次.....	126
2. 用电动机交换台次.....	127

第六节 变压器油	128
1. 变压器油的功用及化学性质.....	128
2. 变压器油内含有水份时的危害性和检查方法.....	128
3. 变压器油的过滤法.....	129
4. 变压器油的除酸.....	130
第七节 绝缘材料的电气性质	130
1. 绝缘电阻.....	130
2. 电容量及介质常数.....	131
3. 介质损耗.....	132
4. 击穿电压及耐压强度.....	133
5. 绝缘材料与温度及湿度.....	133

第五章 自耦变压器

第一节 自耦变压器的基本原理	135
第二节 自耦变压器的形式和结构	136
第三节 电源电压选择及调节	137
1. 电源电压的选择.....	137
2. 电源电压的调节.....	138
3. 电源电压的自动补偿.....	139
第四节 自耦变压器的电源输入	145
1. KE—200型X射线机的电源电路.....	145
2. KB—400型X射线机的电源电路.....	146
3. 带有三相保护装置的电源电路.....	148
4. F34—I型深部治疗X射线机的电源电路.....	149
第五节 自耦变压器的输出	151
1. 抽头式自耦变压器的输出调节.....	151
2. 滑动式自耦变压器的输出调节.....	152
第六节 电源电路的故障修理	153
1. 故障的分析判断.....	153
2. 故障的检查和修理.....	154

第六章 X射线管灯丝电路元件

第一节 磁饱和式稳压器	156
1. 磁饱和现象	156
2. 磁饱和稳压器的原理	157
第二节 电路结构	159
1. 双铁芯稳压器 (一个铁芯饱和; 另一个铁芯不饱和)	159
2. 单铁芯稳压器 (有饱和及不饱和铁芯)	160
3. 铁壳式稳压器 (不用磁分路的稳定器)	160
第三节 X射线管灯丝初级电路调节电阻	162
第四节 磁放大器	164
1. 磁放大器的工作原理	164
2. 磁放大器电路	166
3. 磁放大器在X射线机中的应用	168
第五节 稳压器 (磁饱和谐振式) 的故障	169
第六节 磁饱和稳压器的调整	170
1. 调整稳压器需要的设备	170
2. 调整稳压器的步骤	170

第七章 继电器

第一节 继电器的基本原理	173
1. 继电器的结构	173
2. 继电器的铁芯	173
3. 交流继电器的分磁环	174
4. 继电器的线圈	176
5. 继电器的接触点	177
6. 继电器接点的熄弧装置	177
第二节 X射线机中常用继电器的种类	182
1. 电源继电器	182

2. 中间继电器	182
3. 高灵敏继电器	183
4. 保获用电流继电器	183
5. 保获用电压继电器	184
6. 差动继电器	184
7. 过流继电器 (过载断路器)	184
8. 极化电磁继电器	185
9. 延时继电器	186
10. 曝光继电器	187
第三节 继电器故障的修理	189
1. 继电器通电后有啸叫声	189
2. 继电器吸合之后切断电源但衔铁不落下	194
3. 继圈两端有电压但继电器不动作	195
4. 接触点的修理	195

第八章 限时器

第一节 发条式限时器	199
1. 手握发条式限时器的结构及工作原理	199
2. 电路	201
3. 防突波电阻	202
第二节 同步电动机限时器	203
1. 蔽极电动机	203
2. 磁阻式单相同步电动机	204
3. 频率对同步电动机的影响	205
4. 同步电动机限时器的结构	206
5. 同步电动机限时器的控制电路	206
6. 对数电动机式限时器	207
第三节 电子管限时器	208
1. 电容与电阻的延时作用	208
2. 三极电子管应用于限时器的一般原理	213
3. 电容器的充电电源	217
4. 曝光时间的选择方法	219
5. 电子管限时器电路分析	219

第四节 电子管毫安秒限时器	230
1.毫安秒限时器的基本原理与作用	230
2.毫安秒限时器的实际电路	231
第五节 辉光放电管式限时器	233
1.基本工作原理	233
2.F30—ⅡB型辉光放电管限时器	234
第六节 闸流管限时器	236
1.闸流管的特性	236
2.闸流管限时器电路	240
第七节 电子同步限时器	242
1.移相器	243
2.KC—400型X射线机同步限时器电路	245
3.KC—400型X射线机限时器的调整	249
4.限时器中有关的绝缘表面注意点	261
5.DLX—500型X射线机同步限时器电路	262
第八节 光电管限时器	272
1.光电管限时器的基本原理	272
2.光电管限时器的基本结构和应用	272
3.光电管限时器的实例	273
第九节 电离室式限时器	279
1.电离室式限时器的基本原理	279
2.电离室式限时器实例	280
3.电离室式限时器的工作程序	284
第十节 电动机和机械式限时器的一般常见故障	285
1.动力部分	286
2.传动系统	286
3.接点部分	287
第十一节 电子管限时器的一般故障	287
1.电容器	288
2.电阻器	290

3.高灵敏继电器.....	292
4.电子管的问题.....	292
5.几种电子管限时器的常见故障.....	293

第九章 高压整流电路

第一节 自整流电路	297
1.整流原理.....	297
2.决定逆电压的因素及其影响.....	297
3.自整流电路的管电流与管电压.....	298
第二节 逆电压衰减装置	300
1.逆电压衰减器的原理.....	300
2.逆电压衰减器的调整方法.....	300
第三节 半波整流电路	301
1.单管和双管的半波整流电路.....	301
2.高压次级绕组一端接地.....	301
3.高压次级绕组中心点接地.....	302
4.半波整流电路的优点和缺点.....	302
第四节 单相四管桥式整流电路	303
1.整流原理.....	303
2.管电流的平均值.....	303
第五节 三相星形六管全波整流电路	304
1.整流原理.....	304
2.三相星形整流的管电压有效值和管电流平均值.....	305
3.三种整流电路的功率比较.....	305
第六节 倍压整流电路	307
1.电容器充电电路.....	307
2.电容器放电情况.....	307
第七节 二倍压整流电路	308
1.恒倍压整流电路.....	308
2.零至二倍压整流电路.....	309

3. 对称全波倍压电路.....	310
第八节 高压整流管故障.....	312
1. 灯丝损坏.....	312
2. 阳极问题.....	312
3. 真空问题.....	313
4. 整流管真空度降低的原因.....	315
5. 高压电场作用的现象.....	315

第十章 仪 表

第一节 毫安表.....	316
1. 毫安表的基本原理.....	316
2. 毫安表的结构.....	318
3. 毫安表的电路和计算.....	321
第二节 毫安秒表.....	323
1. 毫安秒表的基本原理.....	323
2. 毫安秒表的结构.....	323
第三节 电压表.....	325
1. 磁电式电压表的基本原理.....	325
2. 电磁式电压表的基本原理.....	328
第四节 安培表.....	330
第五节 管电流测量电路和电容电流抵偿.....	331
1. 管电流的测量.....	331
2. 管电流的测量电路.....	332
3. 用毫安秒表测量管电流及其电路.....	333
4. 电容电流及抵偿方法.....	333
5. 高压变压器潜布电容电流抵偿电路.....	336
第六节 管电流测量电路的故障.....	337
1. 毫安表的故障.....	337
2. 全波整流或恒倍压整流机器毫安表整流器的故障.....	337
3. 防电涌装置的损坏.....	338
4. 毫安表测量系统中的断线问题.....	339

5. 接错线的问题	339
6. 电容电流抵偿器的故障	339
7. 毫安表的其他故障	339
8. 静电影响	340
第七节 磁电式电流表的修理方法	340
1. 故障的检查和修理	340
2. 灵敏度和内阻的测定	343

第十一章 控制线路

第一节 透视摄影控制线路	345
1. 透视控制线路	345
2. 摄影控制线路	345
第二节 摄影控制线路中的延时器	347
1. 热控式延时器	347
2. 热膨胀丝式延时器	348
3. 电容器式延时器	348
4. 二极充气管式延时器	350
5. 三极管式延时器	350
6. 电动机式延时器	351
第三节 旋转阳极启动电路	351
1. 电路原理	351
2. 旋转阳极启动电路实例一	352
3. 旋转阳极启动电路实例二	353
4. 旋转阳极启动电路实例三	355
第四节 滤线器摄影的控制电路	357
1. 油泵式滤线器摄影控制电路	357
2. 凸轮式滤线器摄影控制电路	358
3. 振动式滤线器摄影控制电路	359
第五节 胃肠(点片)摄影控制电路	360
1. 胃肠摄影控制电路的特点	360
2. KB—400型X线机的胃肠摄影控制电路	360