

X 线 机

安 装 修 理 及 使 用 维 护

(内 部 资 料 注 意 保 存)

江 苏 省 X 光 机 电 冰 箱 保 养 维 修 学 习 班

1 9 7 3 . 2 .

X线机安装修理及使用维护

目 录

第一章	X线机的安装设计	1
§ 1 — 1	前言	1
§ 1 — 2	X线机安装位置的决定原则	2
§ 1 — 3	供电电流与地线装置	8
第二章	X线机的安装	24
§ 2 — 1	机械部分的安装	24
§ 2 — 2	电路部分的安装	25
第三章	X线机的检查与试验	31
§ 3 — 1	接地装置的检查	31
§ 3 — 2	电流电阻的测量	33
§ 3 — 3	电流电路的检查	35
§ 3 — 4	控制电路的检查	38
§ 3 — 5	灯丝电路的检查	40
§ 3 — 6	高压电路的检查	45
第四章	X线机的校准	55
§ 4 — 1	管电压的校准	55
§ 4 — 2	管电流的校准	59
§ 4 — 3	照射时间的校准	63

第五章	X线机的各种可能故障	67
§ 5 — 1	前言	67
§ 5 — 2	高压部分故障	68
§ 5 — 3	低压部分故障	101
§ 5 — 4	机械部分故障	131
第六章	X线机的检修规则与修理方法	141
§ 6 — 1	X线机的检修规则	141
§ 6 — 2	X线机高压部件的检验	144
§ 6 — 3	X线机低压部件的检验	153
§ 6 — 4	X线机检查方法的综述	156
§ 6 — 5	X线机主要部件的修理方法	158
第七章	X线机的使用与维护	163
§ 7 — 1	X线管的使用与维护	163
§ 7 — 2	高压电路管的使用与维护	181
§ 7 — 3	X线机的使用规则与维护要领	183

X线机安装修理及使用维护

第一章 X线机的安装设计

§ 1—1 前言

目前在我国应用的X线机种类甚多，按用途的不同，可分为医用诊断、治疗及工业应用等大类，按结构型式又可分为固定式、轻便固定式、移动式及携带式等，按其防护性能方式又可分为裸露式及防护式两种，如从X线机具体结构上看，更是形形色色，简繁不一，性能各异，由于生产X线机的国别厂名的不同，因此在安装X线机的具体要求上亦不一致，为此，本章只就一般常见X线机的安装方法和步骤，作较系统的简要叙述。

由于X线机的种类繁多，不能千篇一律的对待，因此在具体安装之前，一定要根据X线机的结构类型、性能特点以及客观环境的具体条件等，作全面周密的考虑和筹划，然后再有计划有步骤地进行安装工作。

对于一般X线机安装工作的完成，大都要经过五个步骤，即设计、安装、检查、试验和校准。

设计方面包括X线机的位置、供电电源、地线装置及防护设备等等，这些先决性的问题，都需要事先作好周密考虑，才能使X线机在安装后能发挥出最好的效能，安装时于拆开包装后，应按件清点逐步安装，务求机件动作灵活装配正确，X线机出厂后，经长途运输或储存时，常因震动或受潮等原因，致使部份机件受损，因此在通电试验之前，应结合安装工作细心检查，不应贸然通电试验，X线机在通电试验中，先进行低压控制部分的通电试验，于工作完全正常后，再作高压通电试验，通电试验中，必须按照其使用规格逐步试验，应小心慎重地进行，最后应对电器的工作性能，进行必要的

校正工作，要按照一定的办法，逐步进行校正和调正，这样才能使X线机的安装工作完满，也才能使机器可以充分地发挥应有的使用性能。

总之，X线机的安装工作，应当具有周密的设计，细心的检查慎重的试验以及精确的校正，这样才能使机器完满地发挥效能。

§ 1-2 X线机安装位置的決定原則

一、房屋的选择

安装X线机的房屋应选择适当的位置，要与各有关的工作室保持着一定的次序，为依工作方便连贯而作到合理安排。

1. 房屋位置：诊断X线机除专用者需按其应用特点选择安装位置外，通常都是透视与摄影两用的，为此应考虑与暗室、看片室、登记候诊等室相邻近，以减少工作中的耽搁，并给患者就诊检查时的便利，安装房屋的位置布局示意图(图1-1)。

治疗用X线机安装位置的选择，既要照顾到工作中的便利又要着重考虑对X线的防护问题，除装设防护物外，也可在房屋位置的选择上设法解决部分问题，如选择两室或三室邻近的房屋，则这两室或三室的墙壁，就可以不考虑X线的防护，这样不但不会影响工作人员的安全，同时还节省了防护物的数量，安装

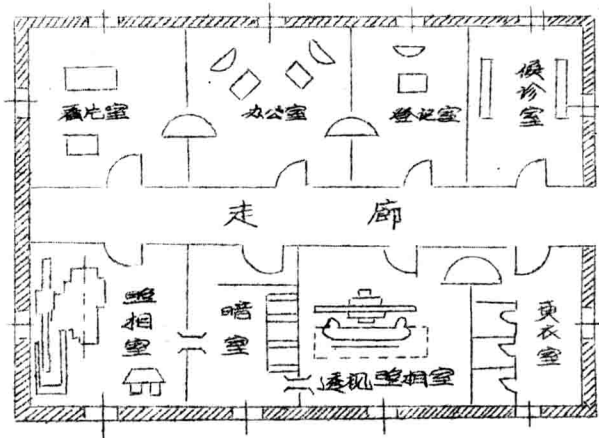


图1-1 诊断X线机安装房屋的位置示意图

这样不但不会影响工作人员的安全，同时还节省了防护物的数量，安装

立置的布局示意图如(图1-2)。

安装X线机的房屋如为楼房，应尽可能设于一楼，一则可减少楼层的荷载，另则安装时也比较便利。此外还应选择干燥的房屋，因为阴湿潮湿将能缩短X线机的使用寿命。

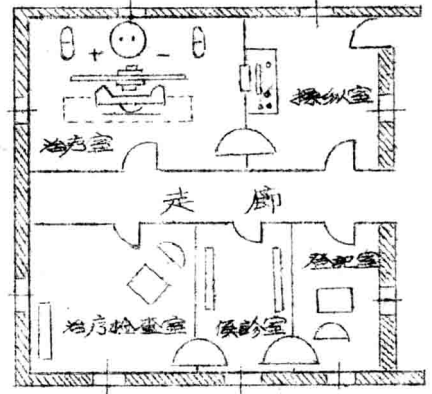


图1-2 治疗X线机安装房屋的位置示意图

2. 面积：对安装X线机的房屋面积要求，应视机器型式大小而定，除了应考虑工作时，不因面积而限制了机器的活动范围外，还应考虑到工作时操作便利，患者能在室内候诊更衣，以及对X线照射防护应有的较安全距离，因此从原则上讲，安装X线机的房屋面积应较宽敞，一般情况不宜小于30平方米。

3. 高度：对于安装X线机房屋的室内高度要求，除小型或手推式、移动式等诊断用及一般型式的治疗用机器，可不作考虑外，一般中、大型固定式的X线机亦因结构大小而有不同的要求，但通常不宜低于3.5米，若对具有天轨、立柱的机器，则按情况应考虑有富余高度，一般的装置高度如(图1-3)所示。(图见4页)

4. 地石及顶石：安装X线机的室内地石，最好采用木制地板，不仅对电有较好的绝缘性能，同时也较干燥防潮，但木制地板应具有足够的厚度和质地坚固，方能有效地承担荷载。若已有大型X线机其总重量超过2吨以上者，亦可采用混凝土地面或对部分地脚进行加固，以防机座下沉或倾斜。

安装X线机房屋的顶石，最好为木板，以便安装天轨木梁或悬挂高压电缆，如为混凝土顶石，则安装施工时较为困难。

二. 义线机的位置

当安装义线机的房屋已经决定后，即需按照机翼结构型式及配件情况确定具体安装位置。既要考虑到机翼于工作时运用方便，又要注意到摆布上的美观。因此进行室内安装布局设计上的全盘考虑甚为重要。

1. 各部件间的距离：为了确定义线机的安装位置，首先需了解机翼各部件间的关系。由于结构型式与机件的活动范围，致使各部件间形成了一定的距离关系。有些部件间距离可作一定的改变范围，而有些部件间的距离则是一个定数。

(1) 变距部件：如高压发生器与移动式控制台，或高压发生器与立柱等部件间的距离是可变的，但其变距范围要决定于连接电缆的长度。因此在确定位置时，要按房屋条件与使用情况，选择适当的摆布位置。

(2) 定距部件：如立柱与诊断床或天地轨道等部件间的距离则是一个定数。如改变它们之间的距离，就将限制或影响了正常的运用。一般在机翼的说明书或装置图纸上都有数字或图例，以作为安装时的依据。（如图1-4所示）

变距部件和定距部件与室内四周墙壁应保有适当的距离（0.5—1米），距离的多少要看房屋具体条件与使用情况而定。

2. 平正位置：要确定义线机的安装位置，就必须先确定各部件的平正位置，即部件的地面位置和顶面位置。

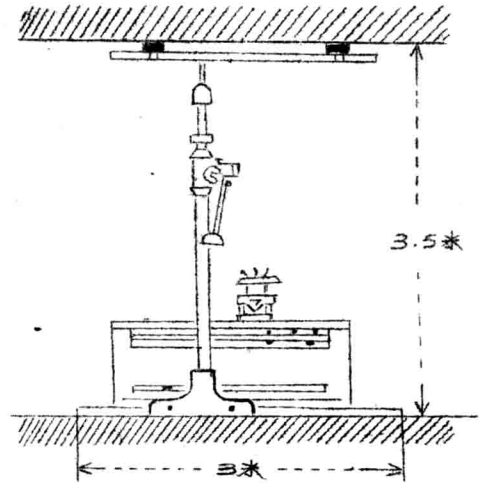
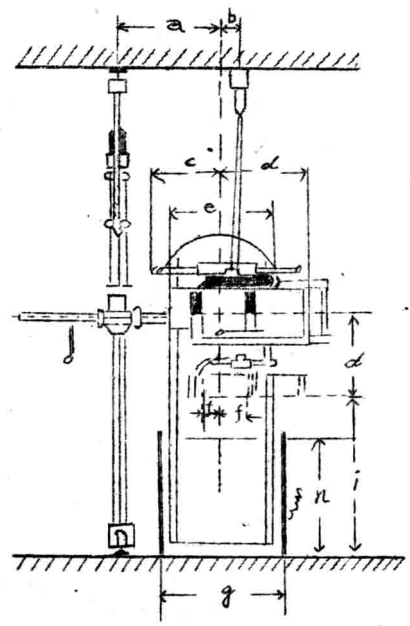
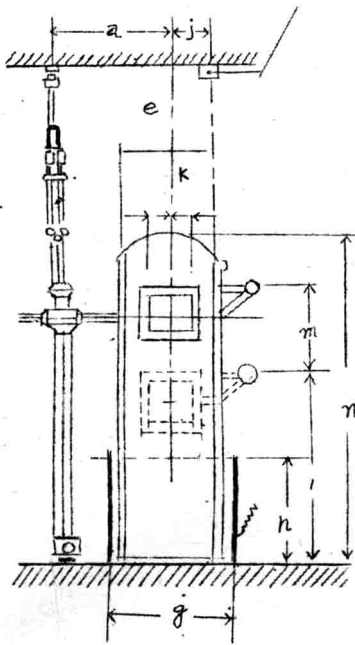


图1-3 诊断义线机的天轨装置及立柱高度



- $a = 750$ 毫米 $b = 120$ 毫米 $c = 450$ 毫米 $d = 600$ 毫米
 $e = 722$ 毫米 $f = 150$ 毫米 $g = 800$ 毫米 $n = 775$ 毫米
 $i = 1065$ 毫米 $j = 325$ 毫米 $k = 150$ 毫米 $l = 1300$ 毫米
 $m = 550$ 毫米 $n = 2215$ 毫米

图 1-4 空距部件

在确定各部件的平石位置时，应按房屋条件和使用的需要情况来决定，首先布置空距部件的位置与方向，然后布置变距部件的位置，以得出各部件的平石位置，在布置位置时，不宜将各部件一一罗列于地石，不但既笨重又易损坏，可采用下石两个方法：

(1) 测量法：只将立柱的地轨放于地石上一个适当的位置，根据空距部件的距离，决定床的位置和方向，用粉笔画在地石上，然后再决定变距部件的位置，亦用粉笔画出，此时应考虑部件与房屋顶石与地石的关系，部件活动是否受到限制，工作中是否便利等，当位置确定后，即可按照比例将距离缩小，绘成部件的地石位置。

图 (如图 1-5)。

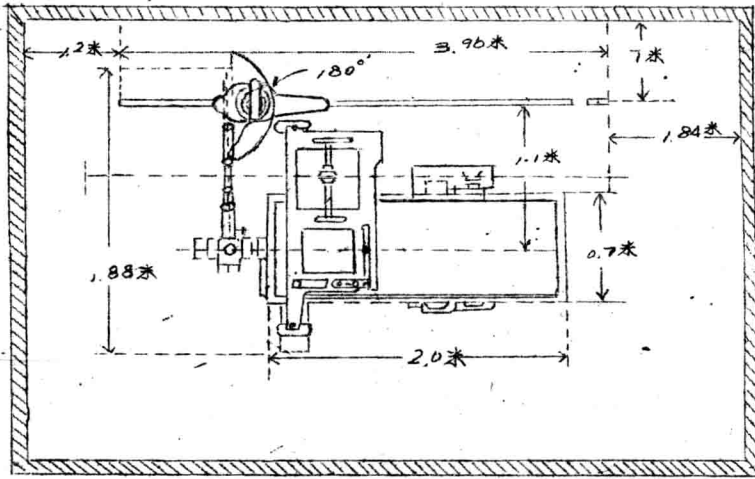


图 1-5

缝纫机部件的地占位置平面图

同时根据各部件的地占位置与相互的关系，从而确定部件的顶占位置并绘制成简图（如图 1-6 所示）

2. 比例法：

将房屋的占积，按比例缩小绘成房屋平面图；缝纫机各部件亦同一比例绘制平面图并将各部件一一剪下放于房屋平面图上进行布置，在考虑成熟后，按各部件得到的适当地占位置与顶占位置予以固定（可用浆糊粘住），并注明相互间的距离尺寸

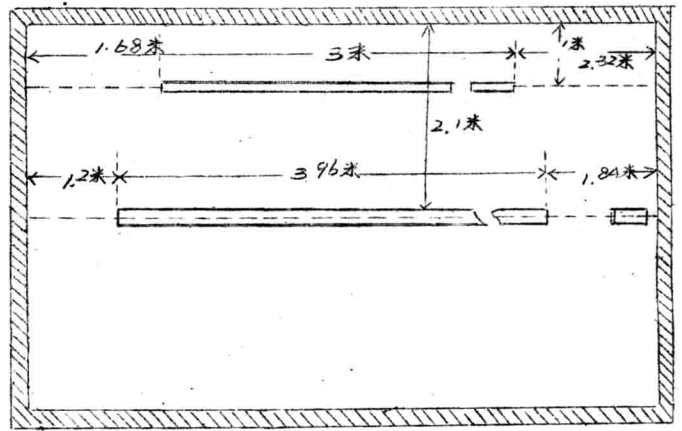


图 1-6 缝纫机部件的顶占位置平面图

(如图 1-7 所示)

3. 附件的位置:

(1) 木梁: 为固定天轨用, 木材质料一般多用松木, 其长度要看房屋顶的构造和天轨的长度来决定, 轨道与木梁固定的方法有两种, 即平行固定法和垂直固定法, (图 1-8)。

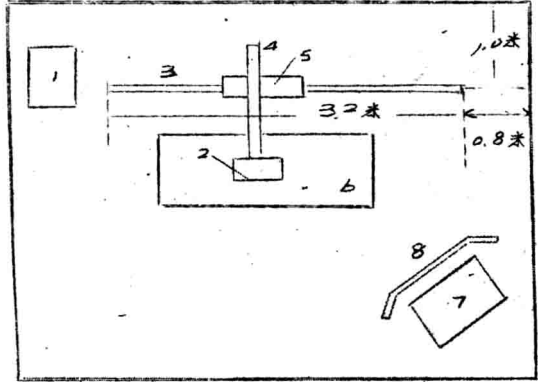


图 1-7 用比例法决定 X 线机部件平正位置图

- | | |
|----------|-----------|
| 1. 高压变压器 | 2. X 线管套 |
| 3. 地轨 | 4. X 线管支架 |
| 5. 立柱底座 | 6. 摄影床 |
| 7. 操纵台 | 8. 铅围屏 |

至于选择何种固定法, 这要根据房屋顶的具体构造情况来决定, 木梁的宽度和厚度, 应根据轨道的宽度和承担的重量来决定, 应当慎重地考虑, 以保证安全。在设置木梁时, 可以提出轨道的尺寸, 固定方法, 承担的重量, 木梁的位置等, 作为建筑方面的设计参考。

轨道的尺寸和承担的重量, 在机器的说明书上是有规定的, 木梁的位置根据轨道的位置来决定, 在部件的顶正位置简图上, 以轨道的中心线作为木梁的中心线, 这样即可确定木梁的位置。

(2) 吊钩: 其位置系根据天轨的位置来决定, 多设在房地或房

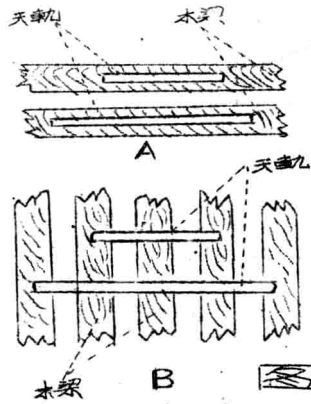


图 1-8 轨道与木梁固定的方法
A. 天轨与木梁平行固定法
B. 天轨与木梁垂直固定法

角的墙上，在轨道中心线的延长线上具有与天轨滑轮同样的高度，以便钢丝绳能自由滑动，此外应与墙壁具有一定的距离，以便吊锤能自由活动，（图1-9）

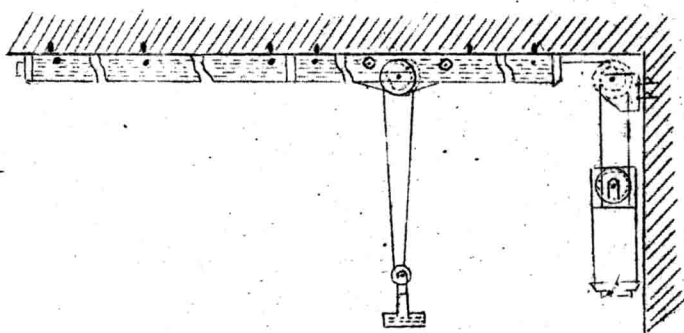


图1-9 吊绳与天轨的固定

(3) 电泥用

应位在操纵台附近的墙壁上，其高度应在1.6米左右，不可过高或过低，以便操作。

(4) 吊柱：是专为悬吊高压电缆用的，安装在屋顶上，以便电缆不受曲折损坏。在部件的平石位置图上，应标于高压发生器与诊断床之间的适当地方。

(5) 接线盒：是为高压发生器、控制台和其它附属配件等的低压接线用，其位置应在各部件间的墙壁上，高度在0.5米左右，以便操作。

§1-3 供电电流与地线装置

一、供电电流

X线机所需的电流，一般电压多为100—440伏，频率50或60周/秒的单相或三相的交流电流，通常有以下三种供电情况：

1. 由高压配电网供电，其电压多为3300—10000伏，须经专用的降压变压器降压后方可应用，如图1-10所示。

此种供电情况，适于大、中型机器应用，因供电容量充分，当满载时所产生的电压降或变动范围都较小，所以是一种最好的供

电电流。

2. 由低压配电网供电
其电压多为 110、220 或 380 伏。此种电流与其他用户公用，于容量上有一定限制。且因其他用户的用电负载不同时，引起的电压降落或变动范围都较大，当这种供电电流的电压变动范围在 $\pm 15\%$ 以内时，对于中小型 X 线机尚能应用，供电情况如图 1-10 所示。

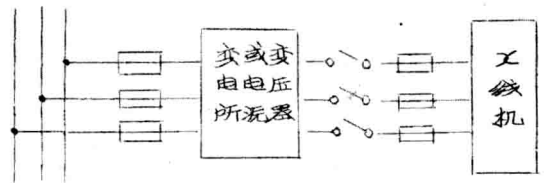


图 1-10

从高压配电网供电示意图

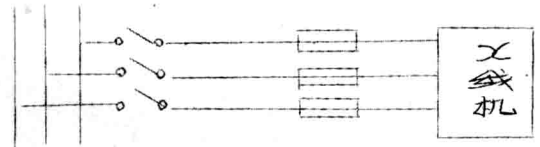


图 1-11

从低压配电网供电示意图

3. 由能量较小的发电所或发电机直接供电，其电压多为 110、220 或 300 伏，而容量多为几至十几个千伏安，由于供电能力较小，只适于中小型机或在流动情况下使用，供电情况如图 1-12 所示。

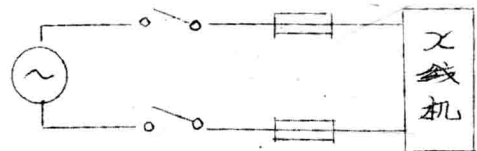


图 1-12

从发电机直接供电

二、对电流质量的要求

供电电流的质量好坏，将关系到 X 线机能否充分发挥性能与正常使用，因此电流质量的好坏，是个重要的问题。

小型或手提式的 X 线机，由于结构简单，输出性能较低，耗电量亦较小，所以对电流的质量要求亦较低。但中、大型 X 线机的使用性能与寿命，都与供电电流的质量有密切关系，所以必须严格遵守

守說明書內對於電流規格的要求。

所謂叉線機供電電流的质量，是指電流的頻率、电压、容量、電流導線和電流电阻而言，現分別敘述如下。

1. 頻率：叉線機所需的交流電流，其頻率一般為50—60周/秒，頻率的數值應非常穩定，否則將會影響機器性能，致使叉線管電流改變（有穩壓器裝置時）或照射時間不準確（如用同步電機限时器時）等。而市電都有自動調節裝置，故頻率改變較少，可忽略不計，但小型發電機，其頻率因負載的大小而改變，因此是不適用于對頻率要求嚴格的機器使用。

2. 电压：每台叉線機都有其適宜的電流电压，如超過或不及時，將使各部件不能獲得正確的工作电压，從而影響正常使用。對於電流电压的變動範圍，一般要求不超過±10%。

3. 容量：電流容量是指電流變壓器的容量而言，叉線機所需的電流容量必須供給充分，否則將會造成很大的電流电压降，而影響輸出性能，若超過允許數值時，甚至使叉線機不能使用。

為了提高提供電容量，通常採用由高压配電網供電的方式，而設置一個專用的電流變壓器，其容量的選擇應根據叉線機的負載大小來決定，其計算方法將于下節內敘述：

4. 電流導線：是指由電流變壓器至叉線機間接連電流的導線。電流導線的安全載流量不能小于叉線機連續負載電流，同時也不能因此而產生較大的电压降。電流變壓器與叉線機在一定的距離內，導線截面應有足夠的數值，截面過大或過小都不恰當，其計算方法將于下節內敘述。

5. 電流电阻：是由電流變壓器的內部阻力和電流導線的电阻所造成，其關係如下：

$$R_m = R_i + R_L \text{-----} (1-1)$$

$$R_m = \text{電流电阻 (欧姆)}$$

$$R_L = \text{電流線的电阻 (欧姆)}$$

R_t = 电源变压器的内部阻抗 (欧姆)

X线机发生X线时, 消耗电能, 在电线上通过了负载电流, 消耗电能愈多, 则负载电流亦愈大, 引起了电线部份上的电压降落如下式:

$$V_d = I_x \cdot R_m = I_x \cdot (R_L + R_t) \text{-----} (1-2)$$

V_d = 电线电压降落 (伏特)

I_x = X线机负载的电流 (安培)

R_m = 电线电阻 (欧姆)

由于电线电压降落, 而使X线机的电线工作电压减少, 如下式:

$$E = V + V_d \quad V = E - V_d \text{-----} (1-3)$$

E : 电线电动势

V : X线机的电线工作电压

$$\text{即: } V = E - I_x R_m = E - I_x (R_L + R_t)$$

由上述关系可以说明电线电阻愈大, 则引起的电线电压降落亦愈大, 而使X线机的工作电压下降, 以致影响机件的正常工作。

例如电线电压降落较大时, X线管、整流管的灯丝加热电压因而降低, X线管电流和管电压, 亦不能达到一定的数值, 因而影响使用, 但为了补足此数值时, 势必增加灯丝的加热电压, 而在不发生X线时, 电线的下降很小, 灯丝的加热电压却又超过了安全数值而易于烧毁灯丝, 尤以自整流式的X线机, 在过大的电线电压降落下, 容易产生过高的逆电压, 对X线管、高压电缆等机件的使用寿命将有严重威胁。

每台X线机对电线电阻的要求, 都有规定的允许数值, 例如: 苏联YPH-105K-4型诊断机的使用说明书上规定, 当电线电压为220伏时, 电线电阻应为0.55欧姆, 在127伏时应为0.3欧姆, 但有的X线机在说明书上虽未规定电线电阻的数值, 但却规定了在最大负载时, 电线电压降落不得超过某一数值, 如国产KE-200型诊断X线机的说明书上规定, 于满载时的电线电压降落不得超过

10%。或是指明在不同的电压降的情况下，规定出机器不同的最大输出性能，例如西德西门子 Pbenhos 型诊断机的最大使用性能，如(表 1-1)所示(配用 P 10.20/40 0 型旋转阳极 X 线管)

表 1-1

电压	电流电压降 (100 mA, 80 kV 负载伏特指数)	X 线管电流 (mA)		最大曝光 时间(秒)
		大焦点	小焦点	
220	124-119	300/200	110	0.4/1.2/5
220	124-117	250/200	110	0.4/1.2/5
220	124-115	200	110	1.2/5
220	124-113	150	110	1.2/5
220	124-111	110	110	5
380	124-117	300/200	110	0.4/1.2/5
380	124-114	250/200	110	0.4/1.2/5
380	124-112	200	110	1.2/5
380	124-108	150	110	1.2/5
380	124-105	110	110	5

如果电阻阻较大时，X 线机的性能应当适当地降低，以保证机件不致电压降较大，而使之损坏。在安装 X 线机于校准时，应按说明书的规定进行调整，例如捷克 Megameta 诊断用 X 线机有下列最高使用条件的规定。

表 1-2

电阻电阻	电阻电压	X线管电压	X线管电流
0.1 欧	220 伏	100 千伏	360 毫米
0.2 "	"	"	175 "
0.3 "	"	"	120 "
0.6 "	"	"	50 "
0.6 "	"	50 "	100 "
0.8 "	"	100 "	36 "
0.8 "	"	50 "	50 "

三、X线机的供电电流设计

X线机的供电电流，除电流的频率及电压的变动范围，需适应机器的规范外，应按机器的性能大小，计算其所需电流变压器的容量和选择适当截面的电阻导线，以求得合理的效用。

(一) 诊断用X线机的电流容量计算

在效用诊断X线机时，可分为透视、摄影两种不同的情况，透视是连续效用的，管电压，管电流的应用条件不高，耗电量也小，因此在计算容量时，可不考虑透视的耗电功率，只按摄影的最大效用条件的耗电功率，作为计算容量的依据。

在摄影应用时，是瞬间间断效用的，耗电功率虽很大，但照射时间多短于几十分之一秒至几秒之间，由于考虑到电流变压器具有短时间可过载应用的能力，按此特性，可大为减小电流变压器的容量要求。

虽然影响电流变压器过载应用的因素较多，同时也难于精确计算，但按通常应用情况，一般安全的过载限度可达到额定负载的100%，即是说，变压器于短时间应用时，可供额定负载的200%

的容量，因此对于诊断X线机可将最大耗电功率数值的一半，作为
 电流变压器的容量要求即可，如：

$$P_m = \frac{1}{2} P_x \text{ ----- (1-4)}$$

P_m = 电流变压器的容量。

P_x = 诊断X线机的最大负载功率。

诊断X线机用于摄影时，在不同的照射时间下，有不同的最大
 限制条件，即意味着具有不同的管电压与管电流的最高值。因此在计
 算机器的最大负载的功率时，对于配用静止阳极X线管的机器，则
 按照照射时间为1秒时的最大负载计算。若配用旋转阳极X线管，则
 以照射时间为0.1秒时的最大负载作为计算的依据。

例如：国产KE-200型诊断用X线机，高压电路为四管全波
 整流，配用2-10BEY 1-100型静止阳极X线管，照射时间为1
 秒时的最大输出性能为：100KVp, 130mA。

① X线管的负载为：

$$\frac{100}{1.414} \times 1000 \times 130 \times 1.1 \times \frac{1}{1000} = 10113 \text{VA} = 10.113 \text{KVA}.$$

② X线管灯丝的负载为：

$$12 \text{V} \times 4.7 \text{A} = 56 \text{VA} = 0.056 \text{KVA}$$

③ 整流管灯丝的负载为：

$$4 \times 10 \text{V} \times 11.5 \text{A} = 460 \text{VA} = 0.46 \text{KVA}.$$

加上一些继电器等装置负载，总共负载约为12KVA，此外
 还应考虑到机器的内部损失若按80%计算，则机器的总负载约为
 $12 \div 0.8 = 15 \text{KVA}$ 。但此负载值是瞬时作用的，按式(1-4)所述
 电流变压器的容量即可计算为7.5KVA*。

* 按该型X线机说明书所述，对于电流容量的要求为1.5—20
 KVA，显然，系未考虑过载作用。