

苏联高等医学院校教学用书

X 綫 診 断 学

人民衛生出版社

苏联高等医学院校教学用书

X 綫 診 断 学

苏联功勋科学家 B.A. 法納爾奇揚 著

譯 者

(以姓氏筆划为序)

王真儒 周 前 胡懋華 徐海超 徐秀鳳
徐燮淵 韋嘉瑚 崔守仁 曹丹慶 曾幼魯
曾逸聞 湯俊凡 張鉄梁 解毓章 應世雄
蘇學會

初 校 者

(以姓氏筆划为序)

周 前 徐海超 徐秀鳳 徐燮淵 韋嘉瑚
曾幼魯 張鉄梁 解毓章 應世雄 蘇學會

審 閱 者

(以姓氏筆划为序)

汪紹訓 胡懋華 徐海超 徐秀鳳 解毓章

校 訂 者

吳 兆 亮

人 民 衛 生 出 版 社

一九五七年·北京

Проф. В. А. Фанарджян

РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКА

Рекомендовано

Главным управлением Высших
медицинских учебных заведений
Министерства здравоохранения СССР
в качестве учебного пособия
для медицинских институтов

МЕДГНЗ—1951—МОСКВА

X 綫 診 斷 学

开本：787×1092/18 印张：15 插页：92 字数：332千字

胡懋華 等譯

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京齊利出版業營業許可證出字第(四六号)

• 北京崇文區橫子胡同三十六号 •

上海新华印刷厂印刷 • 新华书店发行

统一书号：14048 • 1273

1957年8月第1版—第1次印刷

定 价：(9) 精装6.80元
平装6.20元

(上海版)印数： 精装 1—3,000
平装 1—800

原 序

現代臨床醫學廣泛地利用了X綫診斷學的成就。每個住院病人和大多數門診病人都要進行X綫檢查。因此，在日常門診和臨床的實際工作中X綫診斷學起着很重要的作用。由於這種情況，預定要增加目前在醫學院所教授的X綫診斷學課程是合理的，而且是及時的；同時也應當使學生清楚地了解X綫學對於其他多數臨床醫學科目的意義。

著者基於多年教學的經驗寫成此書。著者自1927年就在埃里溫醫學院任教X綫診斷學；在任教期中著者一直感到需要一本適當的教科書，使學生們能夠借以掌握X綫診斷學的基础，並在日後成為醫師時也可以用來作參考書。

本書的對象是對X綫診斷學基础應具有初步認識的醫學院學生。這本書，著者是根据醫學院主管機關所制定的教學大綱寫成的。因此，在本書中當然不能同樣詳細地敘述X綫診斷學的一切部分，某些個別的問題只好完全不提。例如，描述骨關節系統的X綫檢查時，關於其病理學的特征就不能全部予以敘述，因為詳盡地敘述這個問題需要很長的篇幅。同時詳盡的描述也是不必要的，因為教科書的目的是使學生們熟悉X綫診斷學中最重要的基本知識，其本身的任務並不包括X綫診斷學所有各個部分的詳細敘述。本書全面地反映了蘇聯X綫學的成就。此外個別章節闡明了偉大祖國戰爭年代中蘇聯X綫學的經驗（如肺和胸膜的火器傷，心臟的火器傷以及骨和關節的火器傷）。

著者希望這本“X綫診斷學”能合乎對這類書的要求；並且希望它能幫助學生們學習X綫學課程。

教師們和同學們對本書所提出的任何意見都將為著者所感激，並且要在今後工作中加以考慮。

B. A. 法納爾奇揚於埃里溫

目 錄

第 一 篇

第一章 X綫的物理学和X綫技术 ... 1	第二章 X綫診斷学引言22
电子(1) 阴极射綫(1) 倫琴射綫(1)	人工造影剂的发明.....23
变压器..... 3	高原子量造影剂的应用.....24
X綫管..... 6	低原子量的造影剂.....27
整流管.....12	X綫透視术和X綫攝影术.....28
X綫診斷机的主要类型.....13	各种不同投影的檢查.....29
X綫治疗机.....16	异物的測定.....32
X綫診斷室的装备.....18	(一)异物的解剖学定位.....32
X綫攝影技术.....21	(二)异物的几何学定位.....32
防御X綫損害作用的方法.....21	X綫立体攝影术.....34

第 二 篇

第三章 呼吸器官的X綫檢查35	早期浸潤.....57
肺部的檢查方法.....35	肺結核的分类.....59
正常胸部的X綫影象.....36	各种結核病灶的特征.....60
淋巴結.....37	干酪性肺炎与支气管肺炎.....61
第四章 肺野的阴影38	局灶型肺結核.....61
阴影与叩診濁音之間的关系.....39	結核性空洞的X綫診斷.....62
各种阴影的特性.....40	慢性肺癆(慢性纖維空洞型肺結核).....64
阴影对病理过程的依賴性.....41	肺硬变.....65
第五章 支气管疾患44	第九章 慢性肺气腫66
檢查方法; 支气管造影术.....44	第十章 肺棘球絛虫囊腫67
急性与慢性支气管炎.....46	第十一章 肺腫瘤68
支气管扩张.....46	肺原發癌.....68
支气管狹窄; 支气管内异物.....47	肺轉移癌.....74
第六章 肺炎.....49	第十二章 胸膜疾病75
大叶肺炎.....49	干性胸膜炎.....75
支气管肺炎.....50	滲出性胸膜炎.....76
第七章 肺膿腫51	叶間胸膜炎.....78
第八章 肺結核52	气胸.....79
初染綜合征.....53	水气胸.....80
支气管淋巴結結核.....54	第十三章 肺及胸膜的火器伤80
血行性肺結核.....56	

第 三 篇

第十四章 血液循环器官的X綫檢查85	正常心臟的X綫影象.....85
	在不同位置投照的心臟X綫影象.....87

心臟的位置和形狀·····	99
第十五章 心臟的搏動·····	91
X綫記波攝影術·····	93
第十六章 心臟大小的X綫測定法·····	95
心臟的大小·····	96
第十七章 心臟各部分的增大·····	99
心臟的肥大和擴張·····	99
心室增大·····	99
心房增大·····	101
第十八章 后天性心臟瓣膜病·····	102
二尖瓣的疾病·····	102
主動脈瓣的疾病·····	105

聯合性心臟瓣膜病(106)	
第十九章 心包疾病·····	106
第二十章 心臟火器傷·····	107
第二十一章 正常主動脈的X綫 影象·····	109
第二十二章 主動脈疾病·····	113
老年性主動脈的X綫表現·····	113
主動脈粥样硬化的X綫表現·····	115
梅毒性主動脈炎·····	116
主動脈瘤·····	117
周圍血管的檢查·····	120

第 四 篇

第二十三章 胃腸道的X綫檢查·····	121
一般的檢查方法·····	121
第二十四章 食管的X綫檢查·····	122
檢查方法·····	122
正常食管的X綫影象·····	123
第二十五章 食管疾病·····	124
食管憩室·····	124
食管移位及壓迫·····	125
食管癌·····	126
特發性食管擴張·····	126
食管橋·····	128
食管內異物·····	129
食管燒傷·····	130
第二十六章 胃的X綫檢查·····	131
檢查方法·····	131
正常胃的X綫影象·····	133
胃的形狀和位置·····	133
胃壁的構造·····	134
胃的擴展·····	135
胃的張力·····	135
胃的蠕動·····	136
胃的排空·····	137
胃的粘膜皺襞·····	137
第二十七章 胃疾患的一般X綫 征象·····	139
胃的形狀與位置的变化·····	139
胃的功能变化·····	140
胃下垂·····	144

第二十八章 慢性胃炎·····	144
第二十九章 胃潰瘍·····	146
胃潰瘍的直接X綫征象·····	147
胃潰瘍的間接X綫征象·····	151
潰瘍引起的胃變形·····	153
幽門狹窄·····	154
胃穿孔的征象·····	156
第三十章 胃癌·····	156
胃癌的一般X綫征象·····	157
各種胃癌的X綫征象·····	159
第三十一章 胃的良性腫瘤·····	161
第三十二章 手術後的胃·····	162
胃腸吻合術·····	162
胃部分切除術·····	165
空腸的消化性潰瘍·····	166
第三十三章 胃燒傷和胃異物·····	167
第三十四章 十二指腸的X綫 檢查·····	169
檢查方法·····	169
正常十二指腸的X綫影象·····	170
第三十五章 十二指腸潰瘍·····	171
十二指腸潰瘍的直接X綫征象·····	171
十二指腸潰瘍的間接征象·····	174
第三十六章 小腸的X綫檢查·····	175
第三十七章 結腸的X綫檢查·····	178
檢查方法·····	178
正常結腸的X綫影象·····	179

第三十八章 便秘	183	第四十章 慢性闌尾炎	194
第三十九章 慢性炎性疾患	188	第四十一章 結腸癌	195
結腸炎	188	第四十二章 胆囊的X綫檢查	198
腸結核	192		

第五篇

第四十三章 泌尿系統的X綫檢查	202	腎臟及輸尿管的先天異常	205
泌尿系統的檢查方法	202	尿路的結石	205
正常泌尿系器官的X綫影像	204	腎盂积水	207

第六篇

第四十四章 骨与关节的X綫檢查	208	并发厌气感染的四肢火器伤	236
一般的檢查方法	208	第四十八章 骨髓炎	237
骨与关节的X綫解剖概述	208	非典型性骨髓炎	241
骨骼系統在生长期中的特点	209	火器伤性骨髓炎	241
第四十五章 骨与关节疾病的一般 症候学	211	第四十九章 骨与关节結核	243
第四十六章 骨与关节的外伤	215	骨結核	243
X綫檢查方法	216	脊柱結核	247
骨折的主要X綫征象	217	关节結核	249
骨折在年龄方面的特性	219	第五十章 骨梅毒	252
骨折的愈合	220	先天性骨梅毒	252
各个骨的典型骨折	221	后天性骨梅毒	254
头顱骨骨折	221	第五十一章 骨腫瘤	255
脊柱骨折	224	良性腫瘤	256
椎間軟骨盤损伤	225	骨軟骨瘤(256) 軟骨瘤(257) 骨 瘤(257) 骨囊腫(258) 巨細胞 瘤(258) 血管瘤(259)	
肱骨骨折	227	惡性腫瘤	259
橈骨的典型骨折	228	原发惡性骨腫瘤	259
股骨骨折	228	骨旁型纖維肉瘤(259) 成骨肉瘤(260)	
脫臼	229	尤文氏瘤(262) 骨髓瘤(263)	
第四十七章 骨与关节的火器伤	230	繼发(轉移性)惡性骨腫瘤	263
头顱的火器伤	231	X綫照片圖譜	265
四肢骨的火器伤	233	譯者的話	440
关节的火器伤	235		

第一篇

第一章 X射线的物理学和X射线技术

电子 按照现代的概念,原子是由带正电的核和围绕核外的带负电的粒子——电子所组成的。电子沿一定的轨道围绕原子核运动,在每种元素的原子中含有一定数量的电子。在任何元素的原子中,电子的数量相当于该元素在门捷列夫元素表里的序数。

原子核的结构比较复杂,它是原子核物理学研究的题目。

电子带有一个最小的负电荷。

阴极射线 阴极射线的发现和电流通过稀薄气体的研究有密切关系。在大气压力下,空气是非导电体,它在稀薄的状态下才具有导电能力。

假如以高压电流通过装有稀薄空气(或其他气体)的器具,当电流通过时则有气体的光发生,这称作盖斯勒光,因吹玻璃工人盖斯勒而得名;不同的气体发出不同颜色的光。

为了得到盖斯勒光必须有高压电和装着稀薄气体的器具,高压电可借卢姆科发(Румкорф)感应线圈产生。如果器具中气体的稀薄程度增高,则光的特性改变,获得分层的特性。

当气体稀薄到一定的程度时,器具里的发光现象就停止了,但出现一束紫色射线,由管子的负极向正极直线射出(图1)。这就是所谓阴极射线。阴极射线本身是看不见的,紫色的光束是阴极射线射程中的气体发出的光。

阴极射线是在1859年由普柳开尔(Плюкер)发现的。阴极射线性质的研究证明它是由带负电的基本粒子——电子组成的。阴极射线具有这样的性质:就是由管子的负极面(阴极)垂直方向射出而扩散,冲击到对面的管壁上而使管壁发生淡绿色光。阴极射线很容易被薄层的物质吸收。

阴极射线束可受磁力的影响而改变自己进行的方向;当接近磁石的南极时阴极射线向离磁石的方向偏倚。当接近磁石的北极时,它就向磁石的方向偏倚。最初用来发生阴极射线的管子以后曾被吉托尔夫(Гиторф)和克鲁克斯(Крукс)加以改善。

伦琴射线(通称X射线——译者) 在1895年威尔池堡大学物理学教授威立格·康勒·伦琴[Вильгельм конрад Рентген (Röntgen)]曾利用克鲁克斯管研究阴极射线的性质。实验是在暗室中进行的。整个的管子用黑纸遮住。在这个房间内还有氰化铂钡[BaPt(CN)₄·4H₂O]制成的荧光屏。伦琴发现,每次把电流通过管子时屏就发光。因为管子是用黑纸遮住的,所以伦琴作出结论,认为管子放射出一种看不见的射线,这种射线通过遮蔽它

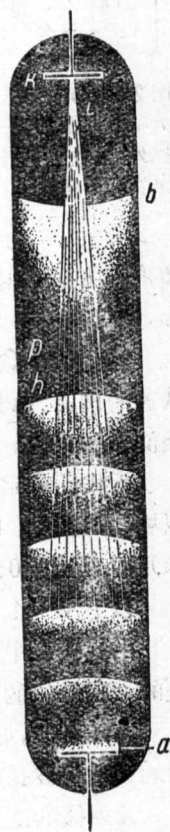


图1 在装有稀薄气体的器具中的盖斯勒多层发光现象和阴极射线束。

的黑紙，作用在屏上而使螢光屏發光。倫琴把這種射綫稱為X射綫。其后倫琴把X射綫所有的特性几乎全部研究完畢，并于1896年1月23日在威爾池堡自然科學工作者協會的科學會上作了第一次關於他所發現的射綫的報告，并且當場攝了个手腕的照片。依照担任該會主席的有名的組織學家凱利凱拉（Келанкера）的建議，用倫琴的名字而稱呼他所發現的射綫，這樣便完成了人類的一个重大的發現，在以后的科學發展上起了卓越的作用。

關於X射綫的物理本質問題學者們很長時期作不出正確的答案，最后才由我們的同胞俄國著名的物理學家列別捷夫（Н. Н. Лебедев）及其后的德國學者麥克斯·勞埃（Maxe Laue）和他的助手（1912~1913）先后證明X射綫與可視光綫同樣是電磁振蕩。很長的時間學者們不能確定X射綫波的性质，后来才了解，X射綫的波長很短；因此最初用任何技術方法也不能得到或觀察到它的衍射和干涉現象。

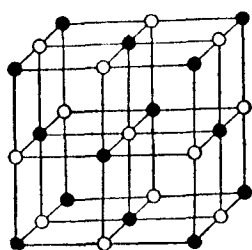


图2 岩鹽晶体結構圖。晶体中的原子按照一定序列排列，構成所謂空間點陣。黑圈表示鈉原子，白圈表示氯原子。

為了證明X射綫波的性质，曾建議用結晶的物質。这个建議是从結晶圖形的概念出發的：物体的結晶狀態與無定形狀態的區別在于晶体內的原子是按一定的序列分布而構成所謂空間點陣。晶体內原子間的距离等于 10^{-8} 數量級的大小（图2），X射綫束通過晶体時發生X射綫的衍射和干涉現象，此事實即證明X射綫具有波的性质（图3及514）。

上述發現的根據是：任何輻射是否具有波的性质是依干涉現象的有無而確定的（图514）。使平行光束通過許多距離相等的窄縫所隔成的衍射光柵時，就可以看到這種干涉現象；縫的寬度应当要与波長吻合（近似即可）。此時產生光綫的偏倚，并且可能在一定角度上得到最大的光的照度。此角度一方面與射入光綫的波長有關，另一方面，與縫的寬度有關。如果縫的寬度為已知，則可由測得光綫的偏倚角度來確定光的波長（图3）。

利用这个試驗最后證明了現代關於物体結晶狀態的理論，同時也闡明了X射綫的性质及其波長測量的原理。

近代已肯定X射綫的波長很短。X綫的波長以埃（Å）測量（1埃= 10^{-8} 厘米，即萬萬分之一厘米），而變動在0.03到15埃的範圍內。

以下舉一个我們所知道的電磁波波長表。

由第一表中看出，X射綫是屬於仅次于γ射綫的一組最短的電磁波。

應該指明，近代已經制出一些X射綫機，其產生的X射綫波長近于放射物質的γ射綫波長。

X射綫的基本性質 X射綫的特殊性質對於其在醫學上的應用具有特殊的意義。X射綫能穿過一般可見光不能透過的物体，由于這種寶貴的性質，X射綫得到了廣泛的應用。當通過不同密

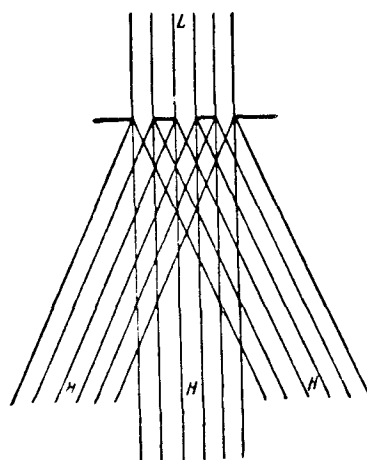


图3 平行射綫束L通過光柵時射綫發生偏倚；在一定角度上得到的照度H最大，此角度決定于射綫的波長和柵縫的寬度。

表1 电 磁 波 谱

波 的 名 称	波 长
放射元素的 γ 射线	0.01 ~ 0.03 埃
X射线	0.03 ~ 15 埃
紫外线	15 ~ 4000 埃
可见光	4000 ~ 7600 埃
红外线	7600 埃 ~ 0.15 厘米
无线电波	0.15 厘米 ~ 30 千米
交流电	30 千米 ~ 3×10^5 千米

度的物体时，X射线被吸收的量亦不同。X射线在密度较大的物体内部比在密度小的物体内部被吸收的多。

X射线被吸收的程度决定于它的波长及该吸收物质的原子序数，此外尚决定于该吸收物质的密度（即单位体积内的原子的数量）及吸收层的厚度。X射线的波长愈短，则吸收愈少，吸收物质的原子序数愈大，则吸收的愈多。

所谓质量吸收系数和吸收物质的原子序数的近似3次方及X射线波长的3次方成比例。

当然，X射线的吸收与吸收层的厚度有关，吸收层增厚时，吸收度也相应地增加。

由X射线管的焦点发出的X射线是按直线放射的。其放射的速度与光速相等。

X射线是不可见的，但当被某种物质吸收时可引起其发光。X射线的这种特性被用来检查人体或动物体的组织（X射线荧光透视）。

透视在暗室内进行。为了进行透视需要一个遮光屏，即所谓荧光屏，它是一块涂有一种在X射线作用下能发荧光的物质的板。以前是用前述的氟化钨钼制成，现在则用比较亮的硫化锌的荧光屏。在这个屏的前面装上透明的铅玻璃。屏和玻璃一起装在框子里。

X射线与可见光相似，它具有光化学作用；因此当X射线作用到照相胶片的乳剂上时便使其上的银盐发生分解，结果在胶片上受到X射线照射的地方，经显影剂和定影剂的处理后变黑。这就使我们能够利用X射线作人体或动物器官的照相（X射线摄影）。

X射线通过空气时使空气的分子分解成为正负离子，因此使空气成为导体；换言之，X射线使空气电离化。空气电离的程度，即其变为正负离子的量，与空气所吸收的X射线量成比例。利用X射线的这种性质来测量电离的程度，可以计算射线的量，即确定被放射物体的单位体积所吸收的X射线放射能（X射线的物理放射量）。根据X射线的这种特性制出了量X射线量的仪器（X射线量计）。关于X射线的特性，最后还必须指出它具有生物学的作用，即当其通过不同的组织或器官时引起一定的变化，其效应与组织或器官所吸收的射线量有关。

变 压 器

为了得到X射线，必须有高的电压加到X射线管的电极上。

最早为了得到較高的电压采用感应綫圈(或所謂盧姆科夫綫圈)。

最初几年应用在医疗工作上的X綫管含有稀薄空气(所謂充气或电离式X綫管),是不完善的X綫管,使用起来很复杂,且易损坏。这样的X綫机是使用直流电源,而感应圈又需要断續电流才能工作,所以必須把直流电流作成断續电流。为了达到这个目的采用水銀断續器。

現代完善的X綫机与老式机器有很多不同的地方。

为了得到高压电流,近代的X綫机采用变压器。所有近代的X綫机都用交流电源。

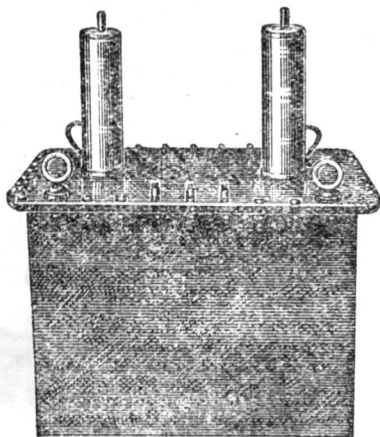


图4 高压变压器外貌。

每个变压器(和感应綫圈一样)都有两个綫圈:初級綫圈和次級綫圈。变压器一般用来改变电流的电压。有升高电压用的和降低电压用的变压器。

变压器的構造:在裝滿絕緣矿物油的鉄槽里沉入一个鉄框子,上面繞着两个綫圈(图4)。高压变压器的初級綫圈由圈数較少的粗銅綫繞成,而次級綫圈是由圈数很多(数万)的細銅綫繞成。

初級綫圈和次級綫圈繞在金屬框上,彼此間保持有一些距离。金屬框是个閉合的心子,由許多薄鉄片組成。

套有两个綫圈的金屬框固定在鉄槽的盖子上而放在槽子里。变压器的槽里充滿特殊的变压器油,作为絕緣物質(图5)。

如上所述,变压器是由交流电源供电。假如交流电流通过变压器的初級綫圈,則在次級圈也发生(被感应出)高压交流电流(仅指升压变压器而言——譯者)。情况是这样的:当电流通过变压器的初級綫圈时,这个綫圈的周圍和内部产生磁場;处于初級綫圈磁場范围内的次級綫圈的綫圈內就被感应出电流。在次級綫圈輸出端所得到的电压值按照初級与次級綫圈圈数的比例而定。

变压器的次級綫圈的圈数比初級綫圈的圈数愈多,則次級綫圈的电压愈高。

变压器产生的电压按下列公式計算:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

其中 u_1 ——初級綫圈内电流的电压, u_2 ——次級綫圈电压, n_1 ——初級綫圈圈数, n_2 ——次級綫圈圈数。根据这个公式可以决定次級綫圈的电压。

由于次級綫圈的电压升高,其电流强度也受到变动。如果电压升高到一千倍,按能量的守恒定律來說,电流强度应当相应地减小。所以变压器中次級綫圈的电压以千

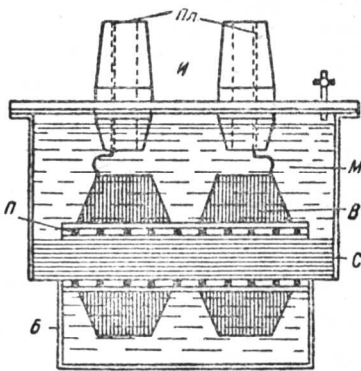


图5 高压变压器图解。

Б—鉄槽; II—初級綫圈; В—次級綫圈; С—鉄心; М—油; И—絕緣体; II—电极。

伏特計算(千伏),而电流强度則仅以千分安培計算(毫安),同时初級綫圈的电压以伏特表示,电流强度以安培表示。

其所以得到这样的結果,是因为初級和次級綫圈中的电流强度与二者的圈数成反比;同时二者的电压,如上所述,則与初次級綫圈的圈数成正比。

变压器中初次級綫圈的圈数和电流强度的关系由下面的公式表示之:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

其中 I_1 和 I_2 分別代表初級和次級綫圈的电流强度,而 n_1 和 n_2 表示初級和次級綫圈的圈数。

然而变压器不能把所有导至初級綫圈的电能全部改变而輸出。一部分电能消耗于綫圈导綫的发热,一部分消耗于激起渦流^①。变压器的有效功約为 95%,即輸入变压器的电能中有这么多通过变压器次級綫圈而輸至外电路(有效率)。

在現代的 X 綫机里,除升电压变压器(高压变压器或主要变压器)之外,还用降压变压器。这种变压器在 X 綫机里称为灯絲变压器,因为它是加热 X 綫管的阴极灯絲和整流管灯絲^②用的。

这种变压器的構造是初級綫圈用比較細而圈数較多的絕緣銅綫繞成,而次級綫圈則用圈数較少的粗銅綫繞成;換言之,这种变压器与高压变压器的構造恰恰相反。灯絲变压器由于具有这样的構造,所以能把 110 伏或 220 伏交流电变成 6~15 伏,即变成較低的电压。

除了主变压器和灯絲变压器之外,在 X 綫机里还采用所謂自耦变压器。

自耦变压器仅有一个綫圈。綫圈分段組成,由各段引出綫头。自耦变压器接到城市来电綫路上。自耦变压器的分段是为了使供給高压变压器初級綫圈上的低电压能調得所希望的数值。自耦变压器一般放在 X 綫机的操縱台里,此台用来管制主变压器和灯絲变压器的电源。

最后簡單的談談交流电的特性,交流电在近代的国民經济上得到广泛的应用。交流

与直流电不同,直流电电流的大小和方向經常不变,而交流电的电流在每个時間内都在改变其大小,并且以每秒鐘一定的次数来改变其电流方向。

交流的图解用曲綫——正弦曲綫表示如图 6^③。

在該图中 AB 表示零弦綫 1—3—5—7—9 表示交流一个电波(一周期),1—3—5 表示一

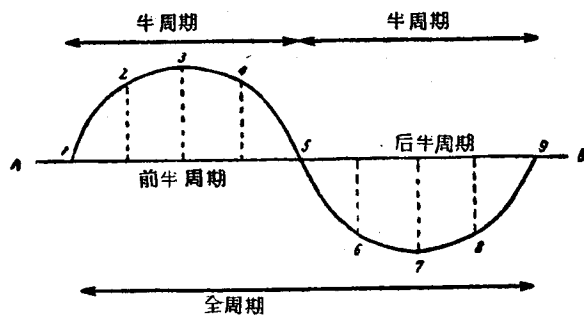


图 6 正弦曲綫。

① 渦流是在交流磁場中金屬物質內发生的感应电流。渦流使变压器铁心发热,降低变压器的有效作用。

② 整流管是真空管(具有两个电极的灯泡)用来把交流电流改变成直流电流;下面將比較詳細的闡述。

③ 正弦曲綫一般的意义是指依照 $y = \sin x$ 等式画出的平面曲綫。应用于研究周期性的过程,尤其是应用于研究交流电流。

个半波,5—7—9表示另外一个半波。

在一秒钟的时间内交流这样反复 50 次,即具有 50 周期。

在图 6 中看到交流电流的值由点 1 开始增加到点 3 达到最大,以后渐渐减小到点 5 达到零值。曲线由零线 AB 继续向下,又回到零线;这相当于交流电流方向的变化。在曲线下部的电流值是由零变到最大而又回到零。以后即如此反复。所以交流电有两个半波(两个半周期),其电流方向彼此不同。这种状态在 X 射线机械中有很重要的意义。

由于交流电能远距离输送电能(用较细的导线),所以在国民经济中得到广泛的普及。为了远距离输送电流要用变压器来改变电压。

在发电站里的发电机能产生交流电,所获得的电流一般是高电压电流(高到 6500 伏)。这种高压电流以高绝缘地下电缆或架空线传送到都市的变电站,在那里把高压交流电变成低压电——110 或 220 伏,如上所述,与电压的降低相应,电流强度则升高。交流电由变电所送至家庭里用作照明或送到工厂中作为生产用电。

X 射线管

X 射线是发生在阴极射线遇到障碍物而被其突然阻止的时候。此时阴极射线的能转变为 X 射线的能。

在克鲁克斯管里,X 射线是发生在阴极射线冲击玻璃管壁的时候。在伦琴管中,在阴极射线的路途上有一个特殊的金属板的装置使阴极射线冲击其上,这就是伦琴管的阳极。

飞射很快的电子击在阳极上以后,突然被阳极物质阻止而停下来,结果电子的一部分动能转换成 X 射线能,而一部分(主要部分)变成阳极物质的原子和电子的热运动能。这就是制止的 X 射线放射发生的机制。这种 X 射线放射的特征是由一系列连续的波长所组成的连续光谱。

阳极的物质不变时,X 射线的强度仅取决于加到 X 射线管上的电压和电子流强度;而且连续光谱的界限仅由电压所决定。此外,在某些条件下,被阴极射线电子所打击的阳极物质的原子放出所谓标识 X 射线。此种标识射线分解成由各别波长所组成的不连续的光谱,其波长完全由阳极物质所决定。在医疗用的 X 射线管,其标识射线强度与连续光谱的强度比较起来是极微小的。

在近代的 X 射线管里实际上已近乎完全没有空气。空气从管中抽出达到现代真空技术所能达到的程度。

现在用的 X 射线管是借加热特殊的螺旋形的钨制灯丝来放出电子。

金属加热时可以放出自由电子。这种金属特性已被利用于近代 X 射线管的构造上。因此这种管子被称为电子管。

X 射线管在外形上是一个两端伸出两个玻璃圆柱的球形玻璃瓶,由一端的圆柱引出 X 射线管的阴极(负极),另一端——阳极(正极;图 7 和 7a)。

管子的阴极由绕成螺旋形的钨丝做成,它装在一个聚射罩里,两端引到管子的外部(图 8)。

阳极由实心的或空心的铜柱制成。阳极对阴极的一面斜切成 45° 角。表面附着一层薄的钨板(图 211)。

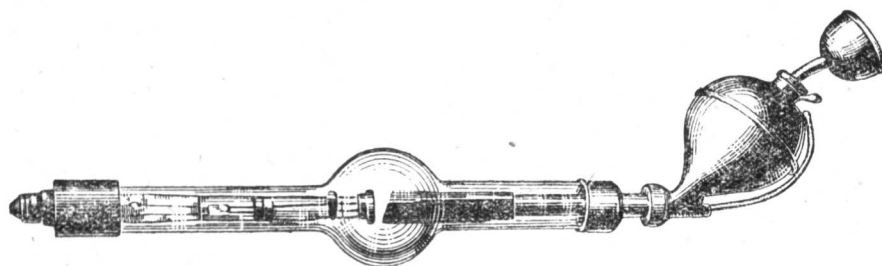


图7 水冷式X綫管“Светлана”厂出品。

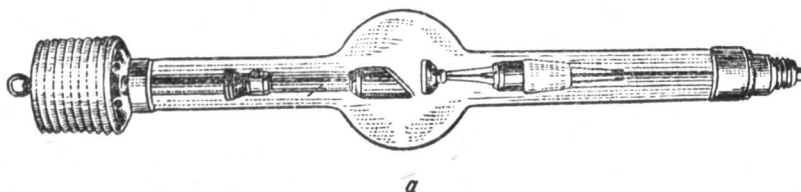


图7a Кулиджа 式X綫管。

X綫管如何工作呢？

为了使X綫管工作，必須先把接在灯絲变压器上的螺旋狀灯絲加热(图9)。为此采用的电压为6~15伏，电流强度为3~5安。

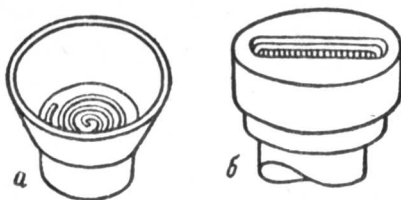


图8 X綫管阴极。

a—圓形焦点阴极； b—綫形焦点阴极。
(按Шмелев氏)

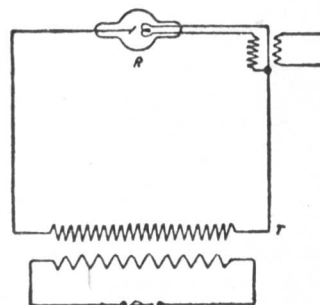


图9 X綫管电源綫路图。

阴极鎢絲加热到一定程度便产生自由电子。但是由鎢絲所放出来的电子，速度并不大，它們集中在灯絲的附近，而且一部分又回到灯絲里。假如現在把X綫管的兩极接到由高压变压器所得到的高压端上，則产生另外一种情况。在这种情况下X綫管的兩极上有不同的电位。由鎢絲放出的自由电子被管的正极(阳极)吸引，以高速射向阳极，作成电子流(阴极射綫)，冲到阳极后，电子流突然被阻止，这样就引起X綫的发生(制止的射綫)。

X綫发生在阳极受到电子冲击的地方。这个地方称为X綫管的焦点。所以X綫是由X綫管的焦点发射出来的。

我們完全有可能来調节发生的电子的数量及調节电子飞射的速度。电子数量决定于鎢絲加热的程度，而电子的速度則由加到X綫管兩极上高电压的大小来决定。提高鎢絲加热的程度可以增加奔向阳极的电子数量。用高压变压器来提高管子兩极的电压可以增加电子飞射的速度。如此，不仅能調节X綫的量(强度)，也能調节其質(硬

度)。

X綫的波長由加到X綫管上的电压来决定。电压愈高則在X綫譜上的放射波愈短。X綫診斷所用的变压器所給出的电压不超过110千伏。这类X綫机上所得到的X綫波長等于0.1~0.3埃。

增加X綫管兩端的电压时,則X綫管所放出射綫的强度同时也被升高。此外射綫强度与阴极加热的程度有关,即与通过X綫管的电流强度有关。

但是当升高电压时,硬射綫的成分增加了。因此在X綫診斷里,在已定的电压下来提高阴极加热程度,可以使射綫的强度增加,而同时軟綫成分依然存在;为了获得影象的对比度,这样作是必需的。

X綫管的效率是低的。它仅把极少一部分的电能轉变成X綫能。仅有0.1%左右的阴极綫能轉变成X綫,其余部分的阴极綫的动能則都轉变为热能。从轉变为X綫这个意义上来说,大部分阴极綫的能都白白丧失了。

X綫管的缺点不仅如此:所产生出来的大量的热必須消除,不然將使阳极熔化。为了这个目的,X綫管的阳极用銅作成实心或空心的圆柱形。但大量的热是发生在遭受飞射电子冲击而突然阻止电子前进的阳极部分,因此阳极表面上的这一个部分是用不易熔金屬——白金或鎢制成;而銅柱是起散热作用的。

有气冷式和水冷式的X綫管。气冷式X綫管的阳极是实心的,并在其露出部分套上散热器,由散热器向大气中散热而使X綫管冷却(图10)。

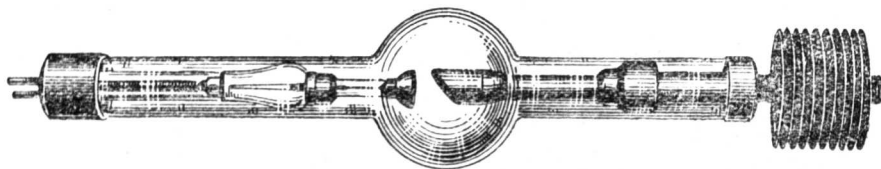


图10 气冷式X綫管。

水冷式X綫管的阳极是空心圆柱形的。在阳极的外露部分套上一个充滿水的貯水器。水一直通到阳极里面。在阳极发热时热就通过水而发散。貯水器里的水温由于X綫管持續工作而不断升高时可能达到沸騰而化为蒸汽。管子的散热作用即与汽化有联系,因为阳极的热即由于被蒸汽所夺去(蒸汽的潜热)而发散。这类X綫管可以經受住大而持久的負荷,因此得到广泛的应用(图7)。

最近由于X綫技术的不断发展而使管子的冷却方法有更大的改进(油冷却法及空气循环冷却法)。

由于治疗和診斷的要求不同,X綫管有不同的構造。治疗用X綫管的阳极不是由实心銅柱而是由鎢板作成的。在管子工作时,鎢板的强烈发热借輻射而冷却。治疗用的X綫管,其長度及其中中心部分(图11球狀的部分)均較診斷用的X綫管要大得

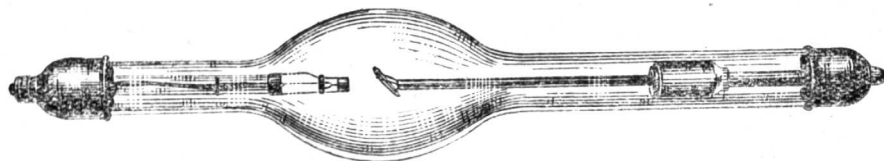


图11 自冷式治疗用X綫管,“Светлана”厂出品。

多。因为治疗用的管子要在較高的高压下工作,所以管子的加大是必需的。

从前不論診斷或治疗均采用上述的玻璃X綫管;然而近年来玻璃X綫管已日漸被比較完善的管子所替代。

用玻璃制的管子有严重的缺点。其基本的缺点是除了工作上所必需的主要射束外,还放射出許多不需要的射綫,如果防御裝置缺乏或不完全时,則这些射綫將損害工作人員的健康。因此在診斷上主張用所謂防护管子。这种管子的中段不扩大成球狀。它在外形上是个柱狀体。管子的中部用鉻鋼制成,并用厚3毫米的鉛包圍。射綫束由管子射出的地方是用玻璃制成的。管子阳极和阴极的圓柱(頸)部分用玻璃制成,并与中間的金屬部分相銲接。这管子的兩端頸部裝在电木套內。由于这样的裝置,X綫管的不必要射綫就被吸收,即除主要的射綫外所有射綫均被吸收掉。因此大大地增加了X綫影象的清晰度,并且对X綫損害作用的防护也得到大大的改善(图12及13)。

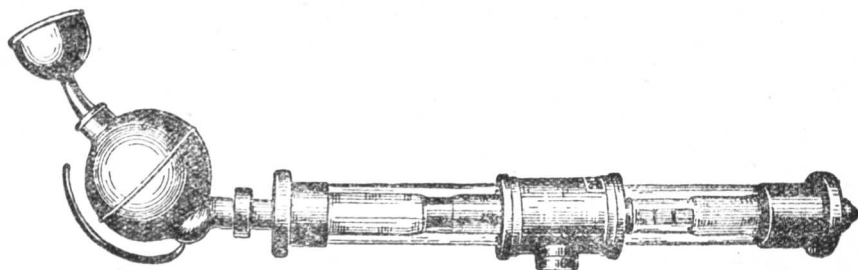


图12 有防护裝置的X綫管(电木套已取下)。

現在的X綫診斷要求X綫管有一定的構造。

电子由全部的灯絲加热面上飞散出来,形成很寬的电子束。假如不采用特殊方法,則受电子打击的阳极各点也分散成很寬的面积,这样产生的X綫,便造成被檢查物体模糊不清的影象。

为了得到比較清晰的影象必須尽可能縮小管子的焦点。因此在X綫管的制造上規定在阴极的周圍采用特殊的小灯罩或筒狀的圈,即所謂聚射器来限制管子的焦点。这种裝置就改变了阴极周圍电力的分布,由阴极所产生的电子束被聚集起来,即聚集地射向阳极,形成一个很小的界限清晰的焦点面(管子焦点)。由于阳极表面(阳极的鏡面)成 45° 角的傾斜,X射綫的中心射束遂获得与管子縱軸垂直的方向而向一个方向放射。

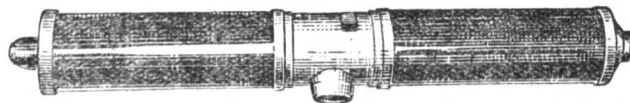


图13 帶电木套的防护X綫管(冷却用的貯水器已被取下)。

在理論上最好的射綫焦点应当是一个点。这样就可以得到被檢物体的絕對清晰的結構影象(骨,肺)。大焦点則造成模糊的X綫影象。对于成影于螢光屏上的X綫透視來說,上述理論也完全适用。

然而如果要把X綫管的焦点作成一個点(非常細小的焦点),則这种管子很快就

损坏，因为所有电子都集中在管子焦点很小的一点，阳极的钨板很快发生变形和损伤，最后熔化。换言之，小焦点的管子不能负担长久而强烈的加热。由于这种情况，不得不使X线诊断的要求与X线管的制造技术相适应。

根据如上所述，管子的焦点可以作成小的（细的）、中等的和大的（粗的）圆点。小焦点管子在负荷不大且不连续工作的时候应用。

在X线光学发展中的一个积极因素是不采用圆形焦点而采用细长形的焦点（线形焦点）。在这类管子里，阳极的镜面与其轴成 71° 角；因此从被照射物体的方向来观察决定影象清晰度的焦点面积的投影，就可以看出它比决定管子负荷界限的实际焦点面积小三分之二（图 14）。因此线状焦点的管子，电子打到阳极的面较大^①；然而因为阳极倾斜度较大，所以由焦点发出的X线束是狭窄的。

线形焦点的X线诊断管能耐较大和较久的负荷，同时使用这样的管子能得到被

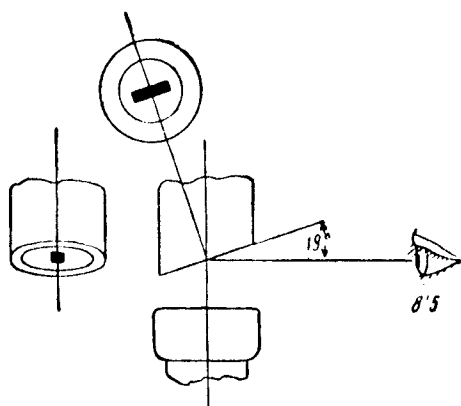


图 14 X线管线形焦点的原理。

照射物体的清晰的影象，因此线形焦点的管子应用最广。

旋转阳极式X线管的制成是X线光学发展上的一大进步（图 15）。假如使管子的阳极在工作时转动，则受电子撞击的地方经常改变，因而得以及时冷却。这种管子的焦点可以做得很小。

如上述所指出的，X线由飞奔很快的电子束（阴极线）突然被制止而发生。因此发生的X线称为制止的射线。

由X线管焦点所发出的射线束是由各种不同波长的射线所组成的。改变加在管子上的高电压可以改变射线束中长波及短波线的混合比例。波长长的X线称为软线，这样的射线容易被表层的组织吸收，即其穿透能力小。相反，波长

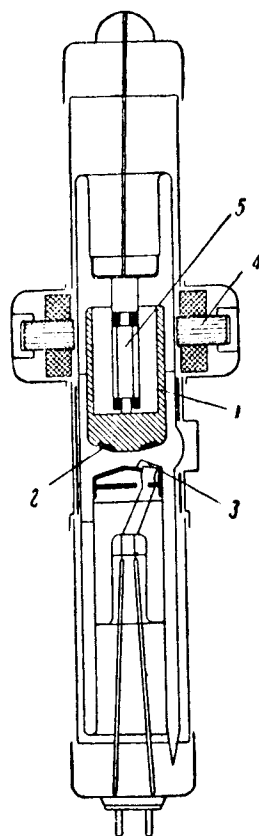


图 15 旋转阳极式X线管。

1. 块状铜制阳极； 2. 阳极上的镜面；
3. 位于边缘部的阴极灯丝； 4. 三相异步电动机的固定子（装在X线管子的外面）； 5. 旋转阳极的轴心。

① 为此阴极灯丝要作成狭长的形状，这样打在阳极的电子束就具有长方形的横断面（即线形）。