

18699

X 射线 物理機械技術學

康 書 店

前 言

從X線發現至今，祇不過六十年，但在此短短期間在各方面應用已有極顯著的進步，尤以醫學方面應用最為廣泛；X線機械到今天，已成醫學上不可缺少的設備之一，藉以協助在臨床上難以檢查的體內各部疾患，在診斷與治療上都起了相當大的作用。解放以來，放射線技術工作者大大激增，放射線事業因之迅速發展，同時人民對放射線事業的要求與熱望也一天一天的增高，故有很多的工作同志都在尋覓有關參考書籍，以助於提高理論及技術水平，但目前除幾本外文書籍可供參考外，至於中文的X線參考書籍則寥寥無幾，為此特參考 Military Roentgenology 一書，再加上筆者們一些實地經驗而寫成此書以供參考；如有助於讀者學習，或能從書裏解決某些問題，這亦是本書之目的。

本書內容前後共分18章，將X線物理、機械、技術全面列入，有系統的介紹X線的物理性質、機械原理、構造、測量與使用，並一般性的介紹了機械的故障與檢修，理論與實際並重；至於診斷技術上以文圖對照的方式，說明與解釋，部分參照實際經驗，一一寫下來，不需讀者反覆讀閱不得要領之煩，只要逐條按順序步驟操作，即可解決問題；並宜根據病者具體情況靈活掌握與醫師密切配合除一般常用的標準部位外，又對口腔標準攝影技術作較詳盡的介紹；為了配合診斷技術特撰解剖一章，凡與X線攝影部位有關的，一並列入，特別注重體表解剖，俾便讀者正確掌握標準部位。關於書內一些度量衡等單位尚沿用日常的實用單位，有待今後予以統一。本書插圖大部分由郭遠誠同志協助繪製謹致謝意。

本書為適應讀者需要，曾在編寫過程中於文詞及插圖方面反覆校閱、增刪，錯誤在所難免，希先進同道，多予指正，提出寶貴意見，以便再版時修訂。

陳玉人

1954年3月21日於北京醫學院

X射線物理機械技術學目錄

第一章	概論	1
第二章	X線的發現與醫學上的應用	4
第三章	X線基礎物理	6
第一節	X線的性質	6
一、	顆粒性放射	8
二、	電磁波性放射	9
第二節	物質的電組成	11
第三節	電	13
一、	電是什麼	13
二、	電流是什麼	14
三、	簡單電池	14
四、	電量的單位	15
五、	電動勢	15
六、	電阻	16
七、	歐姆定律	17
八、	電路	18
九、	電功率	20
十、	電流的熱效應	20
第四節	容電器	21
一、	串聯	21
二、	並聯	22
第五節	電流、電壓、電阻的測量法	22
一、	電流測量法	22
二、	電壓測量法	23
三、	電阻測量法	23
1.	歐姆定律測量法	
2.	電橋測量法	
第六節	磁	24

一、	磁鐵是什麼	24
二、	磁感與磁場	24
三、	電磁鐵	26
第七節	電磁感應	27
一、	感應圈	28
二、	發電機與電動機	29
第八節	電流的分析	31
一、	直流電與交流電	31
二、	電週波	32
三、	電相位	32
四、	波形	34
第九節	交流電路的分析	35
一、	感應與無感應電路	35
二、	總阻抗與感應阻抗	37
三、	電容阻抗	38
四、	電阻與電容器的組合	40
五、	電阻、容抗、感抗、	40
第十節	變壓器	40
一、	升壓變壓器	41
二、	降壓變壓器	41
三、	自耦變壓器	42
四、	變壓器的效率與能量規格	44
第 四 章	地線	46
第 五 章	X線管	47
第一節	X線管構造	47
一、	選擇陽極物質的條件	47
二、	燈絲與焦點	48
三、	玻璃與陽極的銲接	49
第二節	含氣與熱陰極式X線管	49
一、	含氣X線管	49
二、	熱陰極式X線管	50
第三節	X線管的冷卻	50
一、	空冷式X線管	51

二、	水冷式X線管	51
三、	油冷式X線管	52
四、	旋轉陽極X線管	52
第四節	X線管使用時的注意	53
一、	管電壓管電流與時間的關係	53
二、	X線管的容量	54
	1. 高壓容量 2. 管電流容量 3. 整流對X線管容量的影響	
三、	能率規格	55
四、	陽極的熱容量	56
五、	熱積蓄與散熱率	57
第 六 章	X線的發生	58
第一節	物理條件	58
第二節	X線發生的電路分析	59
一、	電路電壓	59
二、	X線管燈絲線路	59
三、	高壓控制線路	60
四、	計時器線路	61
五、	輔助機件	62
六、	整流	62
	1. 自整流 2. 整流管整流 (整流管為什麼也會發生X線)	
	3. 反電壓抑制裝置 4. 半波整流 5. 全波整流 6. 機械整流	
	7. 倍壓線路 8. 三倍壓線路 9. 恆壓線路 10. 容電器放電裝置	
	11. 三相整流裝置	
第三節	防電擊與非防電擊裝置	72
第四節	X線發生原理與其性質	72
	一、普通放射	72
	二、特性放射	73
第五節	X線譜	77
第六節	X線的性質	79
	一、X線在物質中的作用	79
	二、放射能的吸收	80
	三、電離與再結合	81
	四、特性X線的產生	82
	五、吸收	83

1. 二次線與吸收 2. 散亂放射 3. 特性放射 4. 光電子
5. 繞射電子與散亂 6. 吸收的性質 7. 濾過與臨界吸收波長
8. 臨界吸收波長的意義 9. 吸收係數 10. 濾過板

第七節	X 線的測量	89
一、	X 線量的測量	89
二、	影響 X 線量的因子	90
三、	測量單位 (r)	90
四、	測量儀器	91
五、	r 表的使用法	92
六、	皮膚量與深度量	94
第八節	X 線性的測定	97
一、	X 線的特性	97
二、	X 線的特性與高壓波形	99
三、	半價層的測定	100

第七章 X 線機械的使用法..... 101

第一節	控制台的掌握	101
一、	主開關電閘	101
二、	電源電壓補償器	102
三、	千伏特電壓表	102
四、	千伏特調節器	103
五、	燈絲加熱調節	104
六、	毫安表	104
七、	大小焦點選擇器	105
八、	計時器	106
九、	其他輔助控制	107

第二節	如何開動機器	108
-----	--------	-----

第三節	使用機器注意	109
-----	--------	-----

一、	X 線管	110
二、	高壓電機	110

第八章 X 線機的測定..... 111

第一節	管電流的測定	111
-----	--------	-----

第二節	管電壓的測定	111
-----	--------	-----

一、	火花間隙	112
二、	硬度計及鉛梯攝影測定法	113

第三節	有效焦點的測定	115
第四節	焦點至管套窗口距離的測定	115
第五節	計時器的測定	117
第六節	濾線器半徑的測定	117
第七節	濾線器比值測定	117
第八節	X線管傾斜角度時焦點膠片距離測定	118
第 九 章	X線機的一般故障檢修	120
第一節	概說	120
第二節	低壓部分故障	121
一、	電源進線故障	121
二、	X線管燈絲線路故障	122
三、	高壓初級線路故障	123
第三節	高壓部分故障	125
一、	高壓線路故障	125
	1. 高壓變壓器內初級接觸不良 2. 整流管燈絲不亮 3. 變壓器內 高壓接線折斷 4. 高壓交換開故障 5. 高壓漏電	
二、	X線管的故障	126
	1. X線管漏氣 2. X線管燈絲熔斷 3. X線管穿孔	
三、	高壓電纜的故障	127
四、	X線機的電源問題	127
第 十 章	放射線的危害性及防禦法	130
第一節	概說	130
第二節	基本防禦法	131
一、	避免直接照射	131
二、	距離的關係	131
三、	機械室通風設備	131
四、	放射線工作者健康檢查	131
五、	預防電擊	132
第三節	透視工作之防禦	132
一、	暗適應	132
二、	配帶防護品	132
三、	活動濾線器的使用	133
四、	鉛玻璃的試驗法	133

	1.透視法 2.攝影法	
第四節	攝影工作之防禦	134
一、	操縱室的建築	134
二、	鉛圍屏的防護	134
三、	遮線筒的作用	134
第五節	治療工作的防禦	135
一、	牆壁防護	135
二、	操縱室	135
三、	鉛玻璃窗安裝方法	136
四、	治療室鉛門的防護	136
五、	防禦設備的試驗	136
第十一章	暗室技術	137
第一節	暗室設備	137
一、	一般建築條件	137
二、	一般用具設備	138
第二節	暗室化學	141
一、	膠片	141
	1.膠片種類 2.膠片藥膜(乳膠)的性質 3.膠片藥膜特點 4.膠片藥膜的感光作用	
二、	顯影劑	143
三、	定影劑	143
四、	減薄劑	144
五、	加厚劑	144
六、	加速顯影劑	145
七、	一次洗像劑	145
第三節	操作技術	146
一、	增感夾的使用與操作法	146
	1.增感紙的黏貼法 2.新增感夾的試驗法 3.增感紙的清潔法 4.增感紙的使用 5.增感夾裝入膠片的方法	
二、	洗片架的使用與操作法	149
	1.新洗片架的處理 2.洗片卡膠片的方法	
三、	膠片的使用與貯存法	150
	1.新膠片的試驗法 2.膠片鑑別 3.膠片貯存法 4.暗室內膠片	

	準備	
四、	顯影劑的配製與使用法	151
	1. 顯影劑配製法 2. 膠片顯影術	
五、	定影劑的配製與使用法	155
	1. 定影劑配製法 2. 膠片定影術	
六、	膠片洗影及乾燥手續	155
第四節	技術檢查	156
第十二章	X線攝影之原理	158
第一節	瞭解機器	158
第二節	基本投照條件	159
一、	一般條件	159
二、	簡便攝影條件	160
第三節	影響攝影結果之因素	160
一、	清晰度	160
	1. 焦點 2. 增感紙 3. 無增感紙攝影 4. 焦點、膠片及被照物體 三者的關係	
	(1) 焦點與膠片的關係 (2) 物體與膠片距離的關係 (3) 焦點與膠片 距離的關係 (4) 近距離攝影術 5. 失真 6. 移動	
二、	對比度	166
	1. X線的性質 2. 膠片照射量 3. 高電流攝影技術 4. 身體各 部位之適當照射量 5. 照射時間 1) 對病人之最大照射量	
	2) X線管的熱容量 3) 限時器與照射量的關係 6. 焦點膠片距離	
	7. 二次線 1) 遮線筒 2) 濾線器	
第十三章	X線應用解剖	176
第一節	概說	176
第二節	骨骼系統	177
一、	上肢骨	181
二、	下肢骨	181
三、	軀幹骨	182
四、	頭顱骨	183
第三節	消化系統	187
一、	消化管	187
二、	腺體	188
三、	肝	188

四、	膽囊	188
第四節	呼吸系統	188
一、	上呼吸道	188
二、	下呼吸道	189
三、	呼吸部	189
第五節	循環系統	189
一、	心臟	189
二、	血管	190
三、	淋巴管	190
第六節	排泄系統	190
一、	腎	190
二、	輸尿管	190
三、	膀胱	190
四、	尿道	191
第七節	生殖系統	191
一、	男性生殖器	191
二、	女性生殖器	191
第八節	體表解剖	191
第十四章	四肢標準攝影部位	194
第一節	上肢	194
手	背掌位、斜位、側位。	194
腕關節	掌下位、側位。	197
肘關節	前後位、側位、屈肘位。	199
肱骨	外轉位、內轉位。	202
肩關節	前後位、軸位。	204
肩胛骨		206
鎖骨		207
第二節	下肢	208
足	跖下位、兩次暴光術、斜位。	208
踝關節	前後位、側位。	212
跟骨	軸位。	214
脛腓骨	前後位、側位。	215
膝關節(包括股骨下端)	前後位、側位。	217
髖關節(包括股骨上端)	前後位、側位、斜位。	219

第十五章	軀幹標準攝影技術	222
第一節	脊椎骨	222
頸椎	前後位、张口位、側位。	223
胸椎	前後位、側位、上部胸椎側位。	227
腰椎	前後位、側位、斜位。	230
腰骶聯合	前後位。	233
骶髂關節	前後位。	234
骶骨及尾椎	側位。	235
骨盆		236
第二節	胸腔	237
胸部	肺、心臟 後前位、側位、斜位。	237
胸骨	後仰位。	242
胸骨	後前斜位、側位。	246
上部肋骨	前後位。	248
下部肋骨	前後位。	249
第十六章	頭顱標準攝影技術	250
顱顱骨	後前位、側位。	251
蝶鞍	側位。	253
顱骨	枕部	254
顱底	下顱顱頂位、顱頂下顱位。	255
副鼻竇	坐位、臥位、側位	257
眼眶		260
乳突	側位	261
岩骨	軸位	263
視神經孔	後前位	267
下頷骨	側位 正位	268
顳頰關節	側位	271
頰骨		272
鼻骨	正位 側位	273
第十七章	口腔標準攝影技術	275
第一節	應用解剖	275
第二節	一般介紹	278
一、	口腔攝影技術各項因素	278

1. 管電壓	2. 管電流	3. X線管焦點至膠片距離	4. 患者的位置	
5. 膠片的位置	6. 投照角度	7. 投照時間		
二、	各種照片之說明及口腔攝影的優缺點			281
1. 根尖片	2. 咬翼片	3. 矜片	4. 橫斷面照片	
三、	根尖照片在檢查全口牙齒所需要的膠片數目及分配法			282
1. 成人應用十四張膠片檢查分配法	2. 成人應用十五張膠片檢查分配法	3. 成人應用十六張膠片檢查分配法	4. 兒童全口牙齒檢查膠片分配法	
四、	矜翼片在檢查全口牙齒所需要的膠片數目及分配法			285
1. 應用七張矜翼片分配法	2. 應用五張矜翼片分配法			
五、	口內攝影一般常見之困難處理法			285
六、	名詞解釋			286
第三節	根尖片標準部位			287
	上頰牙齒			287
1. 切牙位	2. 單尖牙位	3. 二雙尖牙及第一磨牙位	4. 第二磨牙及第三磨牙位	
	下頰牙齒			291
1. 切牙位	2. 單尖牙位	3. 二雙尖牙及第一磨牙位	4. 第二磨牙及第三磨牙位	
第四節	矜翼片標準部位			295
	切牙位			295
	單尖牙位			296
	雙尖牙及第一磨牙位			297
	第二磨牙及第三磨牙位			297
第五節	矜片標準部位			298
	上頰前部(單尖牙至單尖牙位)			298
	上頰後部(單尖牙至磨牙位)			299
	下頰前部(單尖牙至單尖牙位)			300
第六節	橫斷面標準部位			301
	上頰全部橫斷面位			301
	下頰前部橫斷面位			302
	下頰後部橫斷面位			302
第十八章	X線特殊攝影技術			304
第一節	造影			304

消化道造影(包括食道、胃、腸)	304
人工氣腹造影	308
泌尿系統造影	310
子宮造影	314
骨盆測量	316
脊髓造影	318
腦室造影	319
支氣管造影	320
胆囊造影	322
膝關節氣造影	324
血管造影	326
第二節 特殊設備攝影	327
活動計波攝影	327
螢光攝影	328
電影攝影	329
立體攝影	330
斷面攝影	333

第一章

概論

一、本書目的作為一般X射線（以下簡稱X線）工作人員學習參考資料，俾能正確的掌握機器，發揮機器應有的效能，並能與有關密切合作提高技術理論水平，不得使技術陷於孤立；要與實際相結合，全面的去分析問題更好地完成醫療任務。

二、在1895年琴氏發現X線又稱樂琴線。此種射線在最初發現的時候，知道它有很強的穿透能力，一般光線不能透過的物體它都能透過，最初以木片、絲布及生活組織，後來以鉛鐵等金屬物質對X線說來都是不同程度的透明體。此外它有感光作用與螢光作用，這些都是X線在應用上的基礎。

三、X線的發生 一般說電流是電子的流動，但此種流動一般都是通過金屬作導體，如果這些電子的速度相當高的時候，可能在導線的開口處躍過。當電子在一定高速進行而通過此種間隙忽被一金屬極面阻止時即發生了X線。比如將一把石子向一鼓面打去，則石子被鼓面阻止，速度消失，使鼓面振動，此種振動的結果在空氣中造成音波而向四週射去。石子代表電子，使電子高速運行的力量是產生電流的高電壓，鼓面相當於X線管的陽極面，最後在空氣中產生的音波相當於在X線管中所發生的X線。

X線機的構成有三個主要因素：

1. 電子的來源。
2. 高電壓——發生及控制電子高速運動的裝置。
3. 陽極——降低或停止電子運行速度的裝置。

此三種因素是由於X線機的三個主要部分構成的，即X線管、高

壓發生器和控制台。

在近代X線機所應用的X線管中電子的來源是由其灼熱的鎢絲（即陰極）所放射出來的，在一般室溫中此種電子是含在該金屬原子中，但當燈絲灼熱後有許多電子被遊離出來，因為電子是帶負電將被X線管中陽極端所吸引，陽極端有兩個作用，一個是吸引電子以高速向其進行；另一個是把電子在它表面上阻止。高電壓使負電子高速度的向陽極面衝擊，電壓愈高，電子運行的速度也愈快，則對陽極面的衝擊力量亦愈大。

高電壓是由一個昇壓變壓器所發生，普通電源是110或220伏特，一般可昇高到50,000——100,000伏特。某些X線機高壓變壓器與X線管同裝在一封閉鐵箱內；另外也有高壓變壓器與X線管分別裝置的，二者之間以高壓電纜相連接。此外還有一個降壓變壓器是供給X線管燈絲的低壓電流（3—10伏特，3—5安培）使燈絲加熱，熱度愈高則向陽極放射衝擊的電子也愈多。

控制台又叫操縱台，從其字義上可以知道它是控制X線機的總機構，使機器在不同的情況下得到恰當的使用，它包括各式的電閘及運用閘、過載斷路器、調整器、電壓、電流的

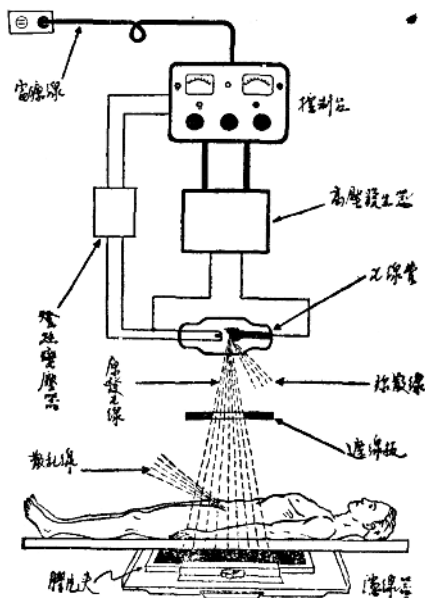


圖 1 X線機實用圖解

指示器等。

四、醫學上的應用 X線在醫學的應用上有兩方面，即診斷和治療。X線在生物組織中起有一定的效應，所以在X線診斷與治療時病人要受局部限制的照射，在照射時，一部分X線可以完全透過，一部分可以被組織吸收取得一定的治療效果；透過身體的X線可以使膠片感光，攝得影片，或者使螢光板發生螢光，顯示不同組織的陰影，因而達到X線攝影或透視檢查身體內部疾患的目的，攝影或透視時，所得陰影濃度要看X線所透過的組織而定，主要是與X線的質量有關。

第二章

X線的發現與醫學上的應用

樂琴發現X線，在他的試驗中所需要的理論與儀器，都是前三個世紀科學工作者研究的結晶，其中最主要的如吉爾伯特氏（1600年）的磁與電的研究，托里折利氏（1643年）的水銀氣壓表上端真空的發現，裴立克氏的抽氣機的發明均為日後X線發現的主要因素。又經過許多人的繼續研究與改造有了更精密的抽氣機與靜電發生機的裝置，這時才有較高度的真空與高電壓，因而有真空放電的研究。後來經過繼續研究在電磁學上奠定了有系統的基礎，又有克魯克思，蘭納爾德等人陰極射線管試驗的結果，為自然的科學與醫學開闢了一個新的世界。

1895年10月樂琴開始陰極線試驗，陰極線發生於玻璃密閉器中，加上幾萬伏特的高電壓於兩端的金屬電極上，其一端為陽極，另一端為陰極，將器內的空氣逐漸抽出，當達到某種稀薄程度時則有光線自陰極發生，此謂之為陰極線。而樂琴對海爾比與蘭納爾德二氏在試驗中所發生的現象甚感興趣，想再進一步瞭解其他一些尚未獲得解決的問題，他認為除陰極線外，或尚有其他不同光線發生。開始用克魯克思氏陰極線管試驗而以黑紙遮在近陽極的管壁上，桌上置一氫化鉀螢光板，當電流由管中通過時則見有螢光發生，是一種能透過黑紙而不可見的光線發現了。再進一步試驗他可以穿透紙板，木板及衣服與厚約兩千頁的書，更驚奇的是他可以穿透手掌而將骨骼的影