

# 医学仪器

## 理疗仪器

上册

云南省卫生干部进修学院

理疗仪器教研组编

罗树华 主编

云南省卫生干部进修学院印刷

一九八五年六月

## 前 言

这套书是根据我校《医疗仪器专业》(招收应届高中毕业生三年制)的教学需要而编辑的。全套书包括《X射线机》五册共26章;《医用电子仪器》四册共22章;《理疗仪器》二册共19章。主要内容为各类仪器的结构原理、线路分析和安装修理。

因目前医学仪器种类繁多,更新换代很快,从而技术资料十分广泛。在处理不断出现的新仪器和基本内容的矛盾时,我们采取了以收集目前我国各医院最普遍应用的仪器为主,并加入适当先进仪器的编辑方法。

鉴于医学仪器所涉及的基础知识很广,在处理基础知识广而篇幅不能过大的矛盾时,我们只有让教材在学完理工科中等专业以上的数理、化、电工和电子技术基础的课程之后采用,使该书在涉及基础部分的篇幅尽量从简。

本教材《X射线机》部分由施廷华同志主编;《医用电子仪器》部分由上官绍武、刘辉和施廷华同志主编;《理疗仪器》由罗冠华同志主编。

特别提出的是,本教材除收集了编者整理,翻译的国内外大量技术资料外,还整理收编了国内前辈和同行编著中的不少资料,在此特对有关作者深切致谢。

本书除可供医疗仪器专业作为大专、中专教材试用外,尚可供生物医学工程技术人员,医疗卫生人员和医学管理人员学习参考。

由于我们对医学仪器的知识了解有限,又缺乏一定的教学实践,书中必然存在不少缺点和错误,殷切希望批评指正。 38390

编 者

一九八五年六月 于 昆 明

# 目 录

## 第一编 光 疗 器 械

第一章	光疗器械与光疗的物理知识	1 1
§ 1-1	光的本质	2 1
§ 1-2	光疗用的光谱	3 2
§ 1-3	光的发生	5 3
§ 1-4	光的吸收与穿透	5
第二章	红外线治疗灯的构造原理	6
§ 2-1	红外线的发光元件	6
一、	灯泡式红外线发光元件	6
二、	热阻式红外线发光元件	8
§ 2-2	红外线治疗灯的分类和构造	10
一、	分类	10
二、	红外线治疗灯的构造	12
第三章	紫外线治疗灯的构造原理	14
§ 3-1	紫外线的产生原理	14
一、	光幅射原理	14
二、	紫外线的产生	16
§ 3-2	紫外线的发光元件	18
一、	紫外线灯管和充气管的放电特性	18
二、	氩汞气石英紫外线灯管的结构和工作原理	22
三、	高压水银石英紫外线灯管的结构和工作原理	26
§ 3-3	紫外线治疗灯的分类	26
一、	常用灯管类型及其特征	26
二、	常用灯管的作用及光谱	27
§ 3-4	紫外线治疗灯的构造	28
一、	紫外线灯的基本电路	28
二、	紫外线灯的各种启燃电路	30
三、	紫外线治疗灯的机械结构	35

§ 3-5	常用典型的紫外线治疗灯介绍	35
一、	国产YZD-500型紫外线灯	35
二、	北京医疗器械厂J102-64型紫外线灯	44
三、	84型手提式紫外线灯	45
四、	S-500型紫外线灯	48
五、	TPL10型红紫外线灯	49
六、	水冷式腔用HANOVIA-10型紫外线灯	53
七、	集体太阳灯	63
第四章	光疗器械的检修方法	66
§ 4-1	光疗器械的检修方法	66
一、	外观检查	66
二、	性能检查	66
三、	紫外线灯的几个技术指标	70
§ 4-2	紫外线的测量方法	71
一、	紫外线的生物剂量测量方式	71
二、	紫外线物理量测定法	73
§ 4-3	光疗器械的常见故障和修理	79
一、	红外线灯的常见故障和修理	79
二、	紫外线灯的常见故障和修理	79
三、	修理紫外线灯中的几个方法	83
第五章	激光在医学中的应用	107
§ 5-1	概 述	107
§ 5-2	原子能级	107
§ 5-3	自发幅射和受激幅射	109
§ 5-4	粒子数反转分布和激励	110
§ 5-4	激活介质	111
§ 5-6	光学谐振腔	112
§ 5-7	激光的物理特性	114
一、	激光特性	114
二、	激光医用的物理基础	115



§ 5-8	医用激光器	116
一、	固体激光器	116
二、	气体激光器	118
三、	离子气体激光器	119
四、	其它激光器	120
五、	激光对眼睛的损伤与防护	123
六、	参考电路	124

## 第二篇 直流及低频电疗机

第六章	直流及低频电疗法的基础知识	125
§ 6-1	电疗学的形成及分类	125
§ 6-2	直流电疗法	127
一、	人体的导电性	127
二、	直流电的治疗作用	128
三、	直流电离子渗入疗法	128
四、	电 源	129
§ 5-3	静电疗法	129
一、	高压静电治疗机在医疗上的应用	129
二、	静电场对人体作用的三个基本因素	130
§ 6-4	低频低压脉冲电疗法	130
一、	感应电疗法	130
二、	电兴奋疗法	131
三、	间动电流疗法	131
四、	断续直流电疗法	133
五、	三角脉冲电疗法	133
六、	正弦电流疗法	133
七、	干扰电疗法	133
第七章	直流感应电疗机的电路结构	134
§ 7-1	直流电疗机	134

§ 7-2	电子振荡式感应电疗机的电路原理	135
一、	由多谐振荡器产生感应电流	135
二、	弛张振荡式产生感应电流	137
三、	R、C振荡电路产生感应电流	140
§ 7-3	直流感应电疗机使用的电极	144
§ 7-4	静电治疗机	144
第八章	直流感应电疗机的常见故障和修理	151
§ 8-1	551A型直流感应电疗机的检修	151
§ 8-2	弛张振荡式直流感应电疗机的修理	154
一、	机械振荡式电疗机的修理	155
二、	弛张振荡式感应电疗机的修理	155
第 三 篇 脉 冲 电 疗 机		
第九章	脉冲电疗机的应用知识	158
§ 9-1	在医疗上应用的脉冲电的波形	158
§ 9-2	脉冲电在临床医疗上的应用	160
一、	脉冲电对人体的生理功能	160
二、	脉冲电在治疗上的应用	162
三、	脉冲电在诊断上的应用	163
四、	脉冲电在针灸麻醉上的应用	164
五、	脉冲电作为电呼吸的应用	164
第十章	各种脉冲电疗机举例	165
§ 10-1	概 述	165
一、	间动电疗机的一般介绍	165
二、	多波形刺激治疗机	166
三、	电针麻醉机	166
四、	脉冲电综合治疗机	167
五、	去颤起搏机	167
§ 10-2	北京C63-1型间电流电疗机	167

一、	技术规格	168
二、	电路结构方块图	169
三、	电路分析	170
四、	仪器的结构和使用	206
§ 10-3	C65-3型间动电流治疗机	219
一、	电路分析	211
二、	仪器的结构	214
§ 10-4	北京626-1型晶体管间动电疗机	216
一、	技术参数	218
二、	电路分析	220
三、	仪器结构	228
四、	仪器的使用方法	228
§ 10-5	郑州626型晶体管电疗机	229
一、	技术参数	229
二、	电路介绍	231
§ 10-6	推广式626-II型半导体综合治疗机	233
一、	一般性能	233
二、	电路分析	237
三、	仪器结构	245
四、	推广式626-1-V型综合治疗机	246
§ 10-7	北京626-7型电针麻机	246
一、	一般规格	247
二、	电路介绍	247
三、	仪器结构	248
§ 10-8	C64-2型多形波刺激器	248
一、	技术参数	250
二、	电路分析	252
三、	仪器的使用方法	266
四、	刺激时间——强度曲线的测绘方法	274
第十一章	脉冲电疗机的检修	287

§ 1 1-1	概 述	287
§ 1 1-2	脉冲电疗机的常见故障和检修方法	287
一、	无脉冲输出	287
二、	输出脉冲幅度大小	294
三、	部份脉冲波没有输出	295
四、	脉冲波的参数失调或波形失真	297
五、	示波监视部份的故障	297
§ 1 1-3	脉冲电路直流参数的测量方法	298
一、	电子管板流的测量	298
二、	板压的测量	299
三、	晶体管电路的集电极电流和集电极电压的测量	301
四、	电子管 偏压的测量方法	302
五、	晶体管基偏压的测量	303
§ 1 1-4	示波器的使用方法	303
一、	示波器面板操纵元件的作用	303
二、	示波器的使用原则和注意事项	306
§ 1 1-5	用示波器观察脉冲波形的举例	307
§ 1 1-6	用示波器测量脉冲波的峰值	308
§ 1 1-7	用示波器测量脉冲频率的简易方法	310
§ 1 1-8	用力能表测定电容器的好坏	311
第三篇	参考材料	315



## 第一篇 光疗器械

### 第一章 光疗器械与光疗的物理知识

利用人工方法，产生可见光线不可见光的幅射能，以进行治疗或预防的设备，称为光疗器械。利用各种光幅射能作用于人体来达到防治疾病目的的物理疗法，称为光疗法。目前医学上应用的有红外线灯和紫外线灯。

#### § 1—1 光的本质

光是一种具有电磁本质的物质，它既有电磁波的性质，又有微粒的性质。也就是说光是一种电磁波，但同时又是由一个个的物质微粒组成的粒子流，这种特殊的粒子，称为光子或光量子。光子与其他物质一样，也具有一定的能量，其能量的大小与光的频率成正比，与光的波长成反比，即：

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

式中：E—光能（尔格）

h—普朗克常数 =  $6.624 \times 10^{-27}$ （尔格×秒）

f—频率

c—光速（ $3 \times 10^{10}$  cm/秒）

$\lambda$ —波长（cm）

从上式可知，光的频率越高，波长越短，其光子的能量也越大。

当能量足够大的光子作用在金属的电子上时，其能量为电子所吸收，借助于这种能量，电子就能够挣脱原子核的引力而离开金属，这就产生了仅用电磁波理论而不能解释的光电效应。我们认为光的一切物理现象，不是与其波动性质有关，就是与其微粒性质有关。

光的波长是很短的，常用微米（ $\mu$ ）和毫微米（ $m\mu$ ）来测量。此外还常用埃（ $\text{\AA}$ ）来测量。

$$1 \text{ 毫微米 ( m } \mu\text{m )} = 10^{-3} \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ mm}$$

$$1 \text{ 埃 ( } \text{A} \text{ )} = 10^{-1} \text{ m} \mu\text{m 或 ( nM )}$$

$$1 \text{ 毫微米} = 10 \text{ 埃 ( } \text{A} \text{ )}$$

## § 1—2 光疗用的光谱

光疗中应用的光主要有可见光，红外线和紫外线三大类：凡能引起人类视觉反应的光称为可见光；在红光一端，波长比红光长而又不能被人类视觉发现的光线，称为红外线；在紫光一端，波长比紫光短同样不能被人类视觉发现的光线，称为紫外线。

由于光具有电磁波的性质，所以人们可以根据光的波长把各种光线排列起来，按这种方式列成的图或表，称为光谱。

光疗中所用的光谱如表 1—1。

表 1—1 光疗用的光谱表

名称	波 长	名称	波 长
长波红外线	$> 3\mu$	兰	530 ~ 490 m $\mu$
中波红外线	1.5 ~ 3 $\mu$	青	490 ~ 450 m $\mu$
短波红外线	750 m $\mu$ ~ 1.5 $\mu$	紫	450 ~ 400 m $\mu$
红光	750 ~ 650 m $\mu$	长波紫外线	400 ~ 320 m $\mu$
橙	650 ~ 600 m $\mu$	中波紫外线	320 ~ 280 m $\mu$
黄	650 ~ 560 m $\mu$	短波紫外线	280 ~ 180 m $\mu$
绿	560 ~ 530 m $\mu$		

有时为了应用方便，也可将红外线和紫外线简单地分为长波和短波两种：

长波红外线	$\lambda$ :	1.5 ~ 15 $\mu$
短波红外线		760 ~ 1500 m $\mu$
长波紫外线		$> 290 \text{ m} \mu$
短波紫外线		180 ~ 290 m $\mu$

## § 1—3 光的发生

为了了解光的发生，需要了解能级、基态、激发态和发光等基础物理概念，现分述如下：

### 一、能级

光子、电子、原子等微粒都具有一定的能量，其能量的大小是一种一级一级的不连续的数值。如1、3、4·5等等，其中1为一级；3为另一级；4·5又是另一级；所谓不连续是指它们的数值不是1就是3，不是3就是4·5，而绝不会出现在1~3之间或3~4·5之间。这种能量不连续的一级一级地排列的数值称为能级。数值低者为低能级，数值高者称为高能级。当能量发生变化时，也是一级一级地不连续地改变的。如上例可以从1增加到3或4·5，亦可从4·5下降到1或3，但绝不会从1增大到1~3之间或3~4·5之间，也不可能从4·5~3和3~1之间。

### 二、基态与激发态

当原子处于最低能级时，原子呈能量最低的状态，称为原子的基态。

当处于基态的原子受到外界能量的作用时，它吸取了外界能量而使自身的能量增大，当能量增加到一定的数值时，它就可以跃升到较高的能级上去。原子的这种从低能级跃升到高能级的转变，称为受激或激发。处于较基态为高的能级上的这种状态，称为激发态。

能够使原子激发的能量有多种，有热能、机械能、化学能、生物能、电能等等。

### 三、发光

处于激发态的微粒是不稳定的，它总有回到低能级以致最后回到基态的趋势。当原子从高能级回到低能级的过程中，多余的能量就以电磁波和光子的形式向四周发散出去，这就是我们所熟悉的发光现象。

### 四、红外线的发生

原子特别是分子受激时，其内部可发生下列方式的运动：



1. 电子绕自身的轴旋转；
2. 原子核绕自身的轴旋转；
3. 在分子重心周围的原子核发生振动运动；
4. 整个分子绕自身的轴旋转或振动等。

根据量子的理论，原子和分子的上述运动也有自身的能级。这些运动经过一定的时间，也要恢复原来的稳定状态即回到低能级的水平，这时候，多余的能量亦以相应的电磁波和光子形式向周围发散，但因这种能量小，所以光的频率低，波长长。这种频率低、波长长的光线就是红外线。

#### 五、可见光和紫外线的发生

发生可见光和紫外线的过程比发生红外线的要复杂一些。为使原子激发而发生可见光和紫外线的能也要比红外线的大。

我们知道：电子围绕原子核旋转，各种原子周围的电子数并不相同，这些电子按一定的规律排列在距核远近不同的轨道上，形成若干个电子层。由于各原子的电子数不同，其电子层的多少也不一：最少者仅有一层；最多者达七层。人们把最靠近原子核的一层称为K层，由K层往外依次称为L、M、N、O、P、Q层。值得注意的是各层的能级并不相同：离核越远，能级越高；离核越近，能级越低。

由于层与层间能级的不同，所以原子受激也可表现为其中某些电子在外界能量的作用下吸收了外界能量而由距核较近的低能层跃升到距核较远的高能层上去。但这种激发态也是不稳定的，只能保持万万分之几秒，其后电子即从高能级回到较低的能级上去。当电子从高能级回到低能级的过程中，多余的能量亦以电磁波和光子的形式向四周发散而形成光。当上述过程在原子较外的几个电子层中发生的时候，形成的光即为可见光和紫外线。

至于何种情况形成何种光和何种情况形成紫外线则依电子从高能层返回低能层时经过的能级多少而定：经过的能级多，放出的能量大，发出光的波长较短，就形成紫外线；经过的能级较少，放出的能量较小，发出光的波长较长，就形成可见光。



## § 1—4 光的吸收与穿透

光照到物质上时，一部分被反射；另一部分穿入物质之内，其中一部分被该物质吸收。光能被吸收以后，转变为其它形式的能（热、化学等），引起一系列的物理和化学变化。

活组织对于各种射线的吸收程度是不同的，吸收的大小和进入深度成反比，吸收越多，进入深度越浅。因为吸收明显时，光线进入的深度不大已为组织吸收殆尽，所以不可继续深入。由测试得知：活组织对紫外线的吸收最剧烈，其次对长波红外线的吸收亦较大。

光通过某种物质时，被吸收的部分越少，穿透的部分就越多。各种物质的透光能力不同，可以利用某些物质的透光能力的差异来制造不同的光疗仪器，光疗防护镜和各种滤光板。

如一般玻璃能透过可见光，波长4500 mμ以下的红外线和小部分长波紫外线。故一般玻璃可制造白炽灯或红外线灯泡。

但一般玻璃透不过杀菌和形成维生素D作用的紫外线，因此治疗用的紫外线灯管需用石英玻璃，后者不仅能透过这两段紫外线，而且能透过长波紫外线，加上它的热膨胀系数很小，耐冷热变化的能力很强，因此用来制造紫外线灯管很合适。

兰玻璃可吸收红外线，因此戴兰眼镜可以防止红外线，但由于部分紫外线可以透过兰玻璃，因此兰眼镜是不能防紫外线的。绿玻璃却不然，它即可以不让红外线透过，又不让紫外线透过，因此戴绿眼镜既能防止紫外线又能防止红外线。在光疗室工作的人员以戴绿或墨绿的眼镜为最合适。

进行荧光检查时，在暗室内为避免紫外线灯管发出的兰紫光影响检查结果，常用深紫色的胡氏滤光板（由硅化钠—钡及氧化镍制成）将可见光滤去而只透过360~370 mμ的紫外线。

治疗皮肤病的“黑光灯”也是由磷酸盐制成的黑玻璃为外壳，形状类似一般日光灯管，它只透过300~400 mμ的紫外线。

云母是不透紫外线的，所以当小型的冷光或水冷式紫外线灯燃点

后又未应用时，常用云母罩遮盖。

1 cm厚的清水层并不能阻挡紫外线，但它却能把红外线几乎吸收净尽。

### 复习题

1. 什么叫理疗学？什么叫理疗器械？
2. 光具有什么样的本质？
3. 什么叫红外线和紫外线？其波长范围是多少？
4. 戴什么眼镜才可以防止红外线及紫外线对人眼的伤害？

## 第二章 红外线治疗灯的构造原理

红外线发光元件有发光元件及不发光元件两种。发光的红外线灯辐射的波长范围由 $350\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ 之间，属红外线范围者为 $760\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ 的辐射，其中绝大多数为 $800\mu\text{m} \sim 1.6\mu\text{m}$ 因此主要为短波红外线。不发光红外线辐射的波长由 $770\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ ，大部分在 $2 \sim 3\mu\text{m}$ 之间，属长波红外线。

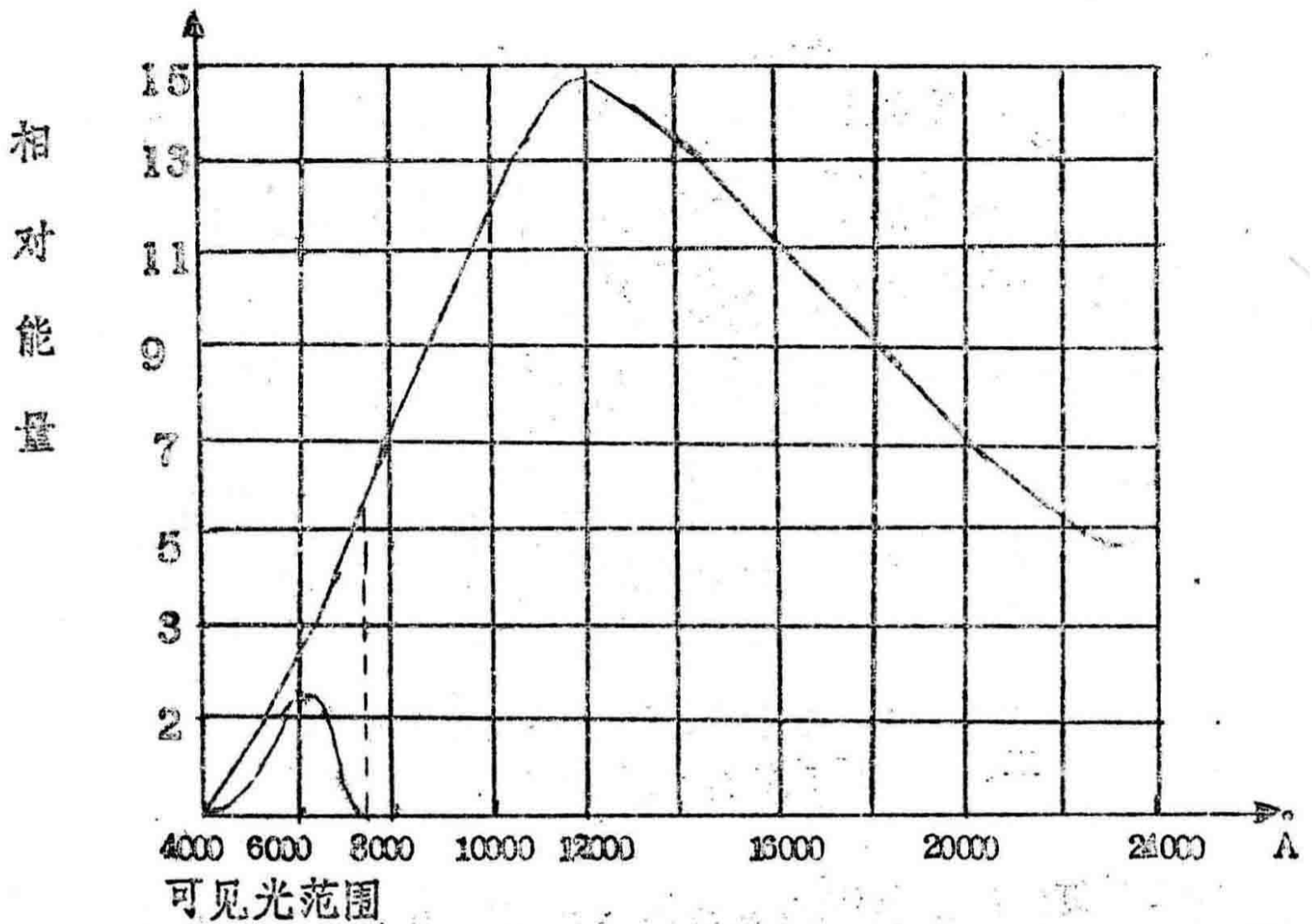
### § 2-1 红外线的发光元件

#### 一、灯泡式红外线发光元件

##### (一) 白炽灯泡

日常用的电灯泡所产生的光就有红外线成分，电灯泡的瓦特数大小不同而含有的红外线量不同，一切白炽电灯泡都是如此，都可作为自然的红外线灯泡使用。白炽灯泡它辐射的光波，不是单色的光谱，而是含有无数不同波长的连续光谱。一只白炽灯泡根据实验的结果，它所辐射的能量分布情况如图(2-1)所示。

从上图这只钨丝电灯泡的幅射能量分布曲线来看，照明用的可见光范围所占的能量，只是其中的5%左右，95%的能量都成了红外



图(2-1) 钨丝灯泡幅射能量的分布

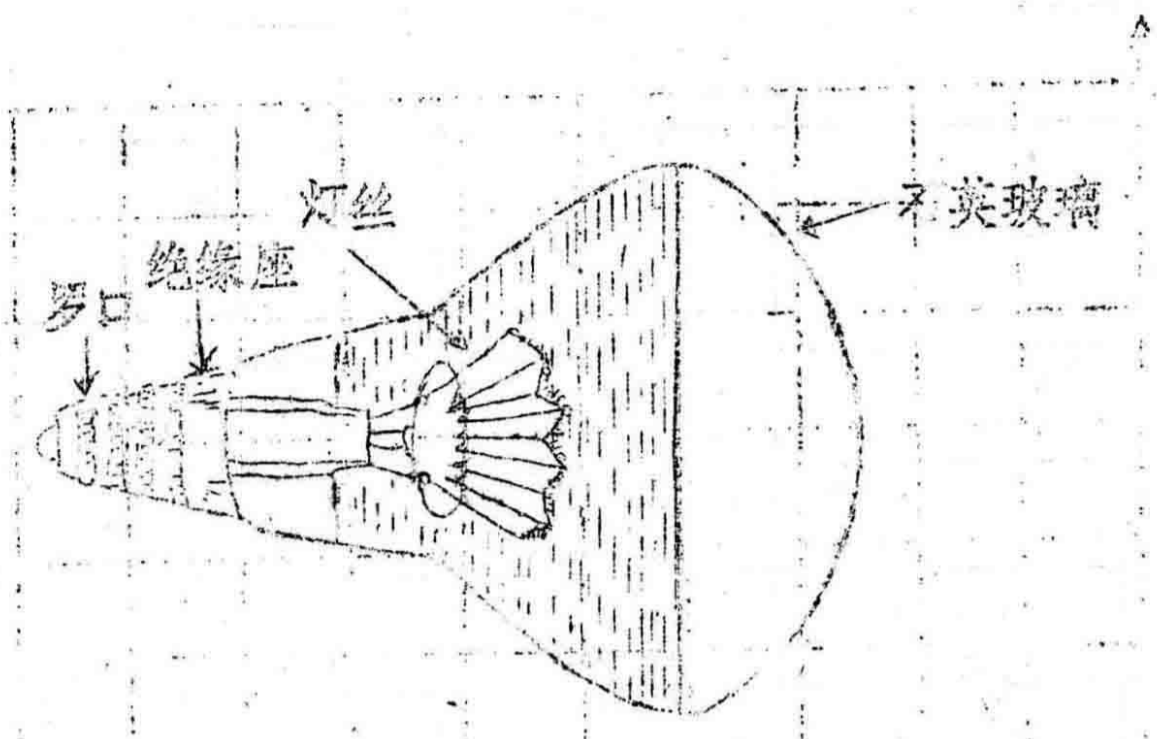
线的热幅射。因此利用白炽灯泡作为红外线光源是最简单而又经济的。

作为单头治疗用的白炽灯泡一般是220伏220瓦—300瓦。一般照明用灯泡220伏40—60瓦。组装起来可作全身治疗或躯干四肢局部治疗器的光源。

## (二) 红外线灯泡(镜灯)

红外线灯泡是特制的红外线灯泡。其构造与白炽泡相似。管内有发光的钨丝并抽成真空，灯丝的形状一般是线条形不同于普通白炽灯泡的“W”形。并且在玻璃灯泡内壁用化学方法涂上薄薄的银层(铝层)。表面光滑的银层或铝层具有反射能力，使辐射能力集中于一个方向。为了避免光线亮度的刺激，在灯泡的顶端制成乳白色的毛玻璃。这样达到既能充分透过红外线，又是柔和的光源。这种专制的红外线灯其结构中涂有反光镜，所以又名镜灯。其结构外形见图(2-2)所示。这种灯泡的规格一般是220伏或110伏的电源电压，功率为250瓦。可作成座式或落地立式的红外线治疗灯。





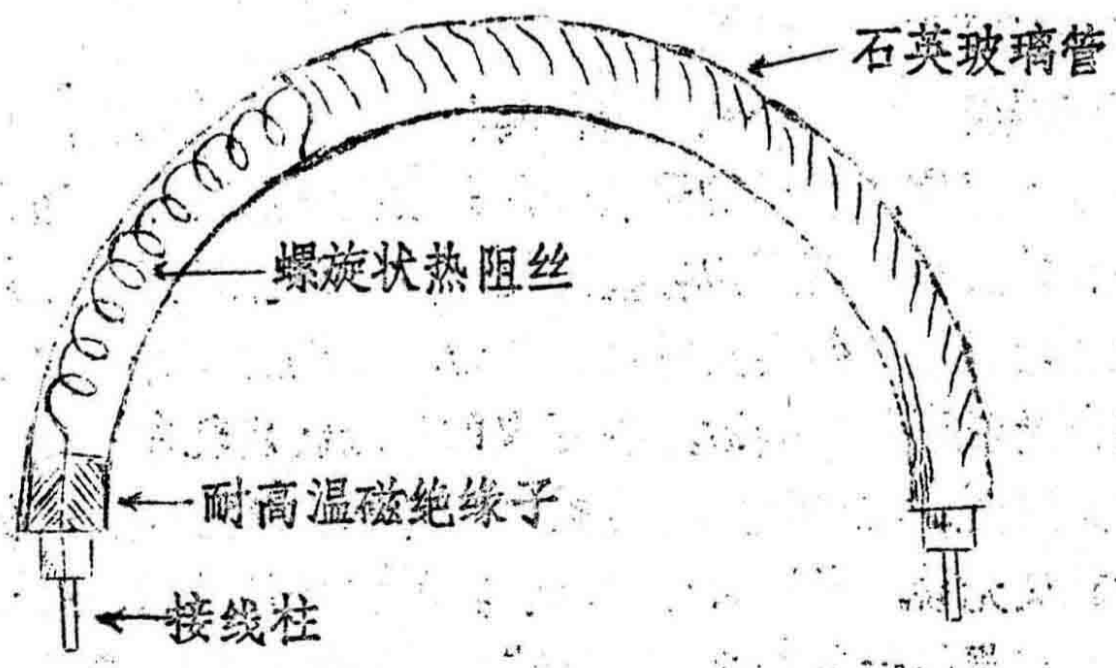
图(2-2)红外线灯泡的结构和外形

## 二、热阻式红外线发光元件

热阻式红外线发光元件有两种。一种是热阻丝红外线灯管，一种是碳化硅红外线发射体。

### (一) 热阻丝红外线灯管

用一般的热阻丝(即电炉丝)，穿在一个弧形的石英玻璃管内，两端各引出一接线柱，就构成热阻丝的红外线灯管，见图(2-3)。



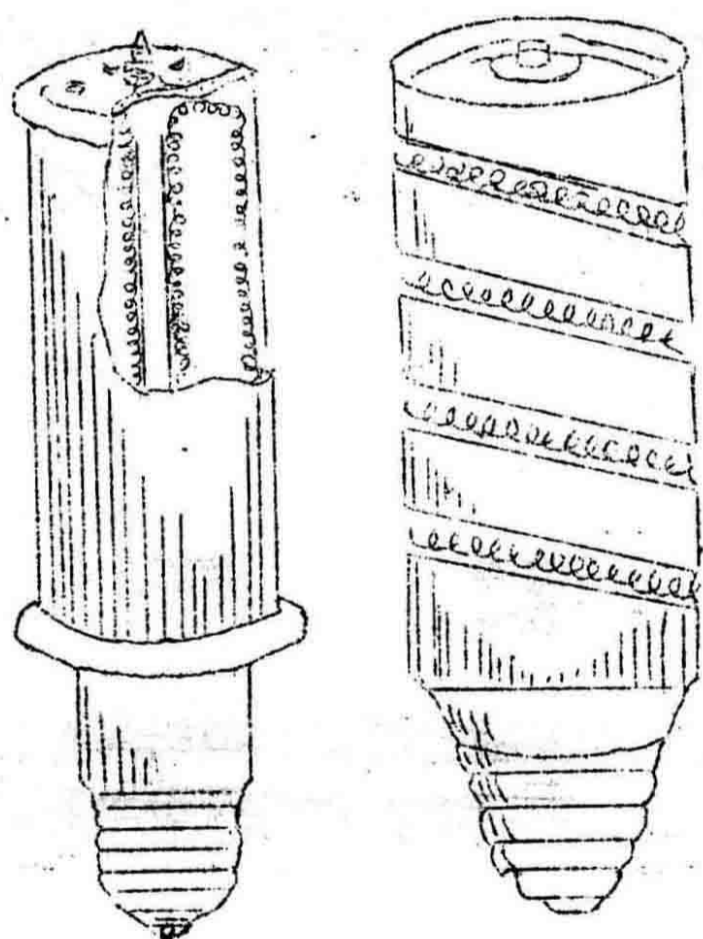
图(2-3)热阻丝式红外线灯管



管内所装的热阻丝是用镍铬铁或铁铬铝等金属制成合金丝，然后绕成螺管状。外套用的石英玻璃管能透过红外线。这种弧形的红外线灯管常做成红紫外线混合治疗灯，其规格220伏（或110伏）600—2500瓦。通常的红紫外线混合治疗灯上所用的红外线热阻丝约为1100瓦—1200瓦。

### (二) 矽化碳红外线发射体

用一般的螺管状的热阻丝（即电炉丝）穿绕在用矽化碳做成的蜂窝式的圆棒内。矽化碳是具有能耐高温又能透过红外线的物质。这种红外线发热体热阻丝两端的引线常采用普通灯泡的螺丝口接头，以便与电源连接。其外形如图（2-4a）所示。其规格是220伏600瓦。



(a)矽化碳红外线发射体 (b)热阻丝红外线发射体

图（2-4）外形图

### (三) 热阻丝红外线发射棒

用一般的螺管状的热阻丝（即电炉丝），盘绕在耐高温的陶磁圆棒的螺旋槽沟内。热阻丝两端的引线也采用普通灯泡的螺丝口接头。