

医学仪器

理疗仪器

下 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》由罗科华同志主编。

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。

编 者

一九八五年六月 于 昆 明

目 录

第四篇 高频电疗机	337
第十二章 高频电在医疗上的应用和高频电疗机的基本结构特点	337
§ 12-1 高频电在医疗上的应用	337
一、高频电的特性	337
二、高频电流在医疗应用中的分类	339
三、透热治疗的应用	340
四、感应热疗的应用	343
五、电场热疗的应用	347
六、高频火花电疗的应用	351
七、高频电刀的应用	352
§ 12-2 高频电流的产生方法	352
一、概 述	352
二、火花放电振荡式产生方法	356
三、电子振荡式产生方法	360
§ 12-3 高频电疗机的电路及结构的特点	362
一、高频输出电路的几种方式	362
二、高频和低频在电路上的隔离方法	367
三、高频和低频在结构上的分离方法	368
四、防止高频进入电源的方法	369
五、高频电疗机的输出功率的调节方法	372
六、高频电疗机输出量的指示方法	375
§ 12-4 对高频电疗机几种电路元件的要求	379
一、线绕电阻	379
二、调谐电容	380
三、线圈	381
四、高频电子管	383

第十三章 共鸣火花电疗	385
§ 13-1 共鸣火花电疗机的结构原理	385
§ 13-2 上海宇宙厂共鸣火花电疗机	386
一、技术规格	386
二、机器结构	387
三、电路分析	389
四、主要电路元件的规格	390
五、医疗上的一般应用	391
§ 13-3 手提式共鸣火花电疗机	391
§ 13-4 共鸣火花电疗机的使用和修理	392
一、使用方法	392
二、故障现象及修理	393
三、检查及修理	394
§ 13-5 电子管式达松伐尔电疗机	394
一、概 述	394
二、电路工作原理	395
三、电路元件参数	396
第十四章 高频电刀机	401
§ 14-1 简易高频电刀机	401
一、工作原理	402
二、输出插口选择及电力调节	402
三、外形结构和使用方法	402
四、常见故障	404
§ 14-2 77型高频电刀机	404
一、概 述	404
二、技术参数	405
三、使用方法	405
四、注意事项	406
五、附件	406
六、手柄拆卸与消毒方法	406

§ 14-3	北京KW65-3型电子管振荡式高频电刀机	408
一、	技术参数	408
二、	电路	408
§ 14-4	北京626-5型高频电刀机	409
一、	技术参数	409
二、	电路	410
§ 14-5	高频手术器	411
一、	技术参数	411
二、	电路分析	411
§ 14-6	高频输卵管结扎器	414
一、	工作原理	414
二、	技术参数	415
三、	电路分析	415
第十五章 中波电疗机		419
§ 15-1	1520型电子管整流间接指示式中波电疗机	420
一、	技术规格	420
二、	机器结构	420
三、	电路分析	422
§ 15-2	1520型晶体管整流间接指示式中波电疗机	427
一、	电路的改进	427
二、	使用和维护方法	427
§ 15-3	15A20型直接指示式中波电疗机	428
一、	技术规格	428
二、	机器结构	428
三、	电路分析	429
第十六章 短波、超短波电疗机		431
§ 16-1	推挽振荡式1530型短波感应透热	

电疗机	431
一、技术规格	431
二、电路结构	432
三、电路分析	432
§ 16—2 单管振荡式 552 型短波电疗机	434
一、技术规格	434
二、电路结构	435
三、电路分析	435
§ 16—3 两管并联振荡式超短波电疗机	436
一、技术规格	436
二、电路结构	437
三、电源变压器技术数据	439
§ 16—4 电感三点振荡式短波电疗机	439
一、技术规格	439
二、电路结构	439
三、电路分析	441
四、屏蔽	441
五、注意事项	442
六、变压器数据	442
§ 16—5 磁耦合角度输出调节式超短波电疗机	442
一、技术规格	442
二、电路结构	443
三、电路分析	443
§ 16—6 欧曲来登振荡式超短波电疗机	445
一、技术规格	445
二、电路分析	445
三、注意事项	448
§ 16—7 80 型座式超短波电疗机	448
一、主要技术参数	448
二、电路介绍	448

三、机器结构	450
§ 16—8 五官科用超短波电疗机	450
一、技术规格	450
二、电路介绍	450
三、同性能机器介绍	452
§ 16—9 上海改进型超短波五官电疗机	455
一、电路的特点介绍	455
二、机器的简单构造和性能	455
三、使用方法及注意事项	456
§ 16—10 稳定倍频放大式短波电疗机	457
一、电路介绍	458
二、消除高频干扰的措施	460
三、机器电路中有关参数	461
四、预热延时控制	461
五、电路元件参数表	462
第十七章 微波电疗机	466
§ 17—1 概 述	466
§ 17—2 微波电疗机的工作原理	469
一、微波电疗机的主要结构	471
二、微波电疗机的基本工作原理	472
§ 17—3 微波电疗机之一 (MW—3(2C)型)	482
一、技术规格和参数	483
二、电路介绍	484
三、机器结构	488
四、机器的使用方法	489
§ 17—4 微波电疗机之二 (MW—2B型)	490
一、主要技术规格和参数	490
二、电路介绍	491
三、机器结构	492
§ 17—5 微波电疗机之三 (12S201/9 和 12T201 和 12T201/9型)	493

一、技术规格	493
二、电路介绍	494
三、电路技术参数	501
四、使用方法	502
五、机器结构	503
六、机器可带附件	505
§ 17—6 微波电疗机之四(12T200型)	506
一、技术规格	506
二、电路介绍	507
三、部件介绍	510
四、电路参数介绍	511
五、机器结构	512
第十八章 超声波电疗机	515
§ 18—1 概述	515
§ 18—2 产生超声波的方法	516
§ 18—3 压电超声波发生器	516
一、压电晶体	516
二、压电效应	518
三、压电超声发生器的工作原理	519
四、压电超声发生器的构造	522
§ 18—4 超声波电疗机之一(82型)	523
一、性能规格	523
二、电路介绍	524
三、使用说明	533
四、故障检查	534
§ 18—5 超声波电疗之二(SONOSTAT-631型)	535
一、技术数据	535
二、电路介绍	535
三、机器外形结构	536
四、部件和使用方法	539
§ 18—6 超声波电疗机之三(宇宙521型)	542

一、技术规格	542
二、电路介绍	542
§ 18—7 超声波电疗机之四 (SONTOR-B型)	546
一、技术规格	546
二、电路介绍	546
§ 18—8 超声波电疗机之五 (SONTAX 型)	549
一、技术参数	549
二、电路介绍	550
§ 18—9 超声波电疗机之六 (水冷式)	551
第十九章 高频电疗机的检修	556
§ 19—1 高频振荡和高频放大器中的基本参数	556
一、振荡槽路中的品质因数	556
二、高频振荡槽路电容的工作电压	557
三、对高频扼流圈参数的要求	557
四、栅极电流和激励电力	559
五、板极效率	561
六、灯丝电压	562
七、高频电疗机的输出电压及功率	562
§ 19—2 高频电疗机的检验和测量方法	563
一、外观及破损检查	563
二、性能检查	563
§ 19—3 高频电路的测量方法和注意事项	569
一、高频电疗机的输出电压的测量	571
二、槽电路高频电压的测量	571
三、板极电压的测量	571
四、板极电流的测量	572
五、栅极电压的间接测试法	573
§ 19—4 高频放大器的调整	574
一、晶体振荡级的校准法	574
二、高频放大器的调整方法	578
三、倍频器的调整	581
四、中和调整法	582

§ 19—5	高频放大器的常见故障	585
一、	板极回输	585
二、	双重谐振点	586
三、	栅极放射现象	586
四、	寄生振荡	587
五、	晶体振荡器不振荡	592
§ 19—6	倍频放大电疗机的调整举例	592
一、	校整工具与仪器	593
二、	试验程序	594
三、	调整操作	595
四、	简易调整法	597
五、	中和调整法	598
§ 19—7	共鸣火花电疗机的常见故障和修理	599
一、	振荡器不振荡	599
二、	振荡良好但无输出	599
三、	火花长度太小	599
§ 19—8	一般高频电疗机的常见故障和修理	600
一、	不产生振荡	600
二、	振荡不稳	600
三、	间歇振荡	601
四、	加负荷时振荡停止	601
五、	振荡管板极发红	601
六、	高频输出过小	602
七、	治疗电极一侧热另一侧不热	602
八、	高频回输骚扰	602
九、	高频对电源的干扰	603
十、	电疗机变压器叫声特大	603
十一、	其他故障	604
§ 19—9	微波电疗机的检修	604
一、	常见故障和修理方法	604
二、	微波机的常见故障	604

三、磁控管的更换方法	609
四、磁铁的退磁和充磁方法	609
§ 19—10 超声波电疗机的检修	611
一、超声波强度的测定	611
二、超声波电疗机的常见故障和修理	616
三、宇宙厂超声波电疗机常见故障举例	618
第四篇 参考资料	622
一、上海宇宙厂501型超短波电疗机	622
二、上海正达厂1550型超短波电疗机	623
三、上海宇宙厂1550型超短波电疗机	624
四、上海正达厂木式超短波电疗机	625
五、上海华通超短波电疗机	626
六、沈阳医疗器械厂超短波电疗机	627
七、国产D—516型短波电疗机	628
八、上海华通短波电疗机	629
九、上海GL—22型短波感应电疗机	631
十、上海美伦厂中波电疗机	637
十一、上海美伦厂中波电疗机	638
十二、上海宇宙中波电疗机	640
十三、上海宇宙厂中波平流混合治疗机	641
十四、东德VEB ELMED. THERMSUPER—8型短 波电疗机	641
十五、捷克Chirana厂超短波电疗机	642
十六、德国SCILLOTHERM 7型超短波电疗机	647
十七、德国SCHALTBILD PIEXOTHERM II型短波 短波电疗机	649
十八、匈牙利MAGNOTHERM型超短波电疗机	650
十九、西德西门子厂RADIOTOM高频电刀机	652
二十、捷克高频电刀机	653
二十一、苏联微波电疗机	655
附 录	657

第四篇 高频电疗机

第十二章 高频电在医疗上的应用和高频电疗机的基本结构特点

§ 12-1 高频电在医疗上的应用

一、高频电的特性

(一) 高频电流在导体中的集肤效应

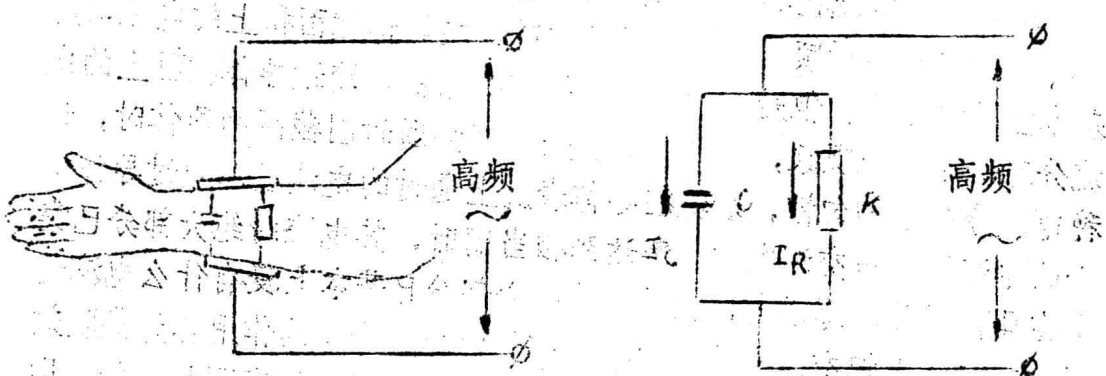
直流电及超低频交流电通过导体时，在导体截面积上的电流密度基本上是均匀的。但是随着交流电的频率增高，流过导体截面上的电流分布的不均匀现象，逐渐显著起来。例如通过圆截面的导体时，这种电流分布不均匀性，表现在导体表皮上通过的电流强，通过导体中心的电流弱。当交流电的频率达到相当高时，其电流的绝大部分已集中在导体最外的薄层上，在导体的中心部分已基本没有什么电流通过。在电学上把交流电这种电流分布趋向导体表皮的作用称为集肤效应或趋肤效应。这种集肤效应是随着交流电频率的增高而加剧的，即频率愈高集肤效应愈强。医疗上应用的高频是很高的（从几百千赫到几百兆赫）。而且直接传导治疗的高频电疗机，高频电流要直接通过人体组织，按道理讲，其集肤效应是很强的。但是通过人体组织的长度很短，而且人体组织又不是一种单纯的电阻导体，所以在体内的集肤效应还是不很显著的。总之，高频电对人体内的直接传导治疗，是存在集肤效应的，但又不是很显著的。只是在电极接触处的集肤效应较强，因此要特别注意电极与人体组织的整个接触面要接触良好，否则强度较大的高频电流由一个较小的接触面或接触点通过时，会造成烧伤的治疗事故。

(二) 高频电流在人体组织中的捷路作用

上面已谈到人体组织不是一个单纯的电阻导体，而是一种既有电阻而且又具有容抗的导体，即一段组织可以看作是一个电阻 R 与一个电容 C 并联的物体，如图（12-1）所示。人体组织内的潜存电容虽

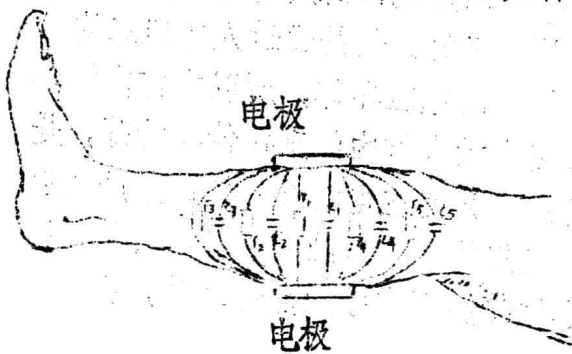
小，但是对于高频电来说其电容的作用就很强。因为频率增高后，其容抗显著下降，高频电流就较容易通过。

人体组织也不是一个简单的容性阻抗，而是一种多个电容和多个电阻的复合阻抗。即有捷路电容(见图(12-2)中的 C_1)，和无数个旁路电容($C_2, C_3, C_4, C_5 \dots$)，数个旁路电阻($r_2, r_3, r_4, r_5 \dots$)，在这个复杂的容性阻抗中，其中距离最近的捷路电容的容抗最小，距离最近的捷路电阻的阻值也最小，通过高频电流最容易；而距离愈远的旁路电容和旁路电阻其阻抗也愈大，通过高频电流也困难。所以高频电流在人体中是取最短的捷路通过。高频电在生物组织中取最短距离通过的现象我们称为捷路作用。在人体组织中起



(a) 高频电直接加于人体组织 (b) 人体的高频等效电路

图(12-1) 人体组织的容性阻抗回路



图(12-2) 人体组织中的复杂容性阻抗

捷路作用的主要因素是捷路电容，这种捷路电容的容抗随着加入的交流电的频率而变化的，一般50赫芝和几千赫芝的交流电加入人体组织中，其捷路电容的容抗还是很大，其捷路作用很弱。但是兆赫以上的高频电在人体组织中，所形成的捷

路容抗显著下降，其捷路作用显著加强。所以高频电流在作电疗应用时，其捷路作用是值得好注意的。否则就不能达到欲想的治疗效果。高频电在医疗应用中，其集肤效应和捷路作用相比，捷路作用是必须注意的。

（三）高频电流的热效应

在低频电疗机中已经谈过，一般的交流电流通过人体组织时，就是几个毫安的小电流都能引起肌肉收缩并有刺激作用。实验证明，1万赫芝以上的交流电，对人体肌肉的刺激作用已显著下降，到15万赫芝的交流电，其肌肉刺激作用已非常微弱，当频率升高到一百万赫芝（即兆赫）以上，在人体中就是通过几个安培的电流强度，都没有刺激作用。

但是高频电流通过人体时，能使具有一定阻抗的人体组织发生热。所生热量的大小，仍然符合焦耳定律：

$$Q = 0.24I^2Rt \dots\dots\dots (12-1)$$

式中Q为人体中所生的热量，单位为焦耳；I为通过的电流强度，单位为安培；R为人体的阻抗，单位为欧姆；t为通电的时间。从上式可知，高频电流在人体组织所生之热（Q），和其电流强度（I）的平方成正比，和阻抗（R）通电时间（t）成正比。这几个有关因素相比之下，决定热量大小的因素主要是电流（I）。按（12-1）关系式讲，人体中电阻愈大的组织所产生的热量愈大。例如对于40—80万赫芝的高频电来说，血清的等价电阻率为70欧姆·厘米，肌肉是80，肺组织是515，脂肪组织是2440。相比之下，肌肉比脂肪组织所生的热要少的多。但是也不是绝对地决定其电阻率。例如骨骼的电阻率最大，但在同一高频电场下，骨骼上所生的热量很小。这是因为骨骼所形成的潜存电容，其容量最小，而且其间的电容介质主要是钙，是不易电解的。骨骼的容抗大，通过高频电流就困难。虽然电阻率很大，但是通过的高频电流却很小。因此在骨骼上所生的热量很小。而软组织的容抗小，又易电解离子，产生位移，通过电流容易，这就是高频电流多顺着软组织流过的原因。

二、高频电流在医疗应用中的分类

。现在在医疗上应用的高频电的频率很广，从十五万赫芝到数亿赫芝，但目前应用常分为达松伐尔电流、透热电流、短波电流、超短波电流和微波电流（即厘米波和分米波电流）等几种。因此就产生了相应的各种高频电疗机。即共鸣火花电疗机（即达松伐尔电疗机）中波透热治疗机，短波电疗机，超短波电疗机和微波电疗机。这些高频电疗机的区分情况见下表：

	共鸣火花电疗机	透热电疗机	短波电疗机	超短波电疗机	微波电疗机
频率	15万~100万赫	100万~300万赫	300万~3000万赫	3000万~3亿赫	3亿赫以上
波长	2000~300米	300~150米	100米~10米	10米~1米	1米以下

三、透热治疗的应用

透热治疗又叫直接传导治疗。透热治疗的原理就是利用高频电在人体组织中的热效应。低频电治疗由于频率低人体组织的反应灵敏，具有强的刺激反应，又因为低频电在人体上的治疗量只能在几毫安到几十毫安，其热效应是很小的。但是高频电的频率很高，人体组织的反应迟钝，其刺激作用已经完全消失，其治疗电流量可以大大提高，因此热效应就可以大为应用。

高频电的热效应主要是利用高频电对人体内的容抗（ X_c ）所形成的位移电流（ I_c ），而对人体内的电阻 R 所形成的电阻电流（ I_r ）那是很小的，见图（12-1B）。位移电流 I_c 远远大于电阻电流 I_r 。因此高频电在较低电压的情况下就可使人体组织获得较大的热功率。这个热功率 W 决定于：

$$W = I^2 XZ = (I_c I_r)^2 Z \dots \dots \dots (12-2)$$

式中 I 为高频电在人体内的总电流， Z 为人体的阻抗，因为 $I_r \ll I_c$ ，所以可将（12-2）式简化为（12-3）式。

$$W = I c^2 Z \dots\dots\dots (12-3)$$

(一)透热电流的治疗价值

1. 对于局部急性和慢性炎症可用透热疗法，因为透热电流能引起局部组织温度升高，进而加强组织内的新代谢和酶反应以及毛细血管的扩张，这就能加强主动性的充血和舌噬作用。

2. 透热电流有止痛(神经痛、肌痛、关节痛)和抗痉挛的作用。这是由于高频电流能使周围神经兴奋降低的缘故。

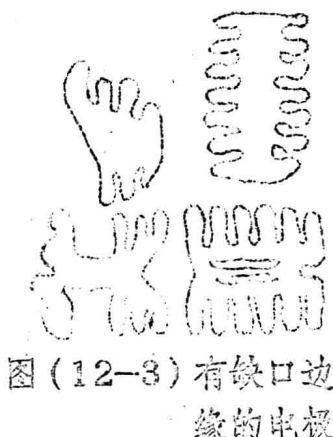
3. 透热疗法还有杀菌作用，特别对淋菌、肺炎球菌等不抗热的细菌杀菌作用较强，有的就是不能杀死，也能抑制其活动，增强组织的恢复能力。

(二)透热电疗的施行技术

透热电疗的施行办法是将透热电疗机的输出通过导线引到两块治疗电极上，而二块治疗电极直接置于患部相对之处，高频电流在两电极间的最短途径流过，实际上电极间的电流通路十分复杂的，有多条支路通过电流。如图(12-2)所示的容抗支路是无数条的。在此图中可以看出当电极面积大时，其捷路较宽，通过的高频电流较容易，而且生热的面积较大，在旁路阻抗上通过的电流很小，因此也不产生多少热量。所以在治疗上治疗面的大小主要决定于电极的面积。

从上面所谈到的集肤效应，在人体内是不很显著的，但在电极接触处的集肤效应是较强的。如果接触不好，接触边缘长度太小，而高频电流集中引入体内，这样就会造成灼痛的感觉。为了避免接触边缘烧伤，在治疗电极上有的采用增大电极边缘的措施，将透热治疗用的电极板做成有缺口边缘和多孔的形状，如图(12-3)有缺口边缘的电极(12-3)。在电极板按置上，设法使之接触良好。为此，在病人治疗表皮上用皂化酒精涂擦，按放电极板时用滚子压平固定位置，嘱咐病人不要移动等。这样做，就可防止电极松动而发生的火花烧伤。

透热治疗用的普通电极是用软金属的铅板制成，其厚度多为



图(12-3)有缺口边缘的电极

1~1.5毫米，其形状有方的见图(12-4)的(a)、长方形的(b)，圆块中心带眼的(c)，边缘缺口的，见图(12-3)。各种形状的电极板还分大中小几种尺寸。

除了平面电极外，还有适用体腔用的各种电极，如直肠电极，如图(12-4d)，尿道电极(g)，阴道电极(e)前列腺电极和耳电极等。这些体腔电极都是用金属外加电镀制成，电极中心是空心的。

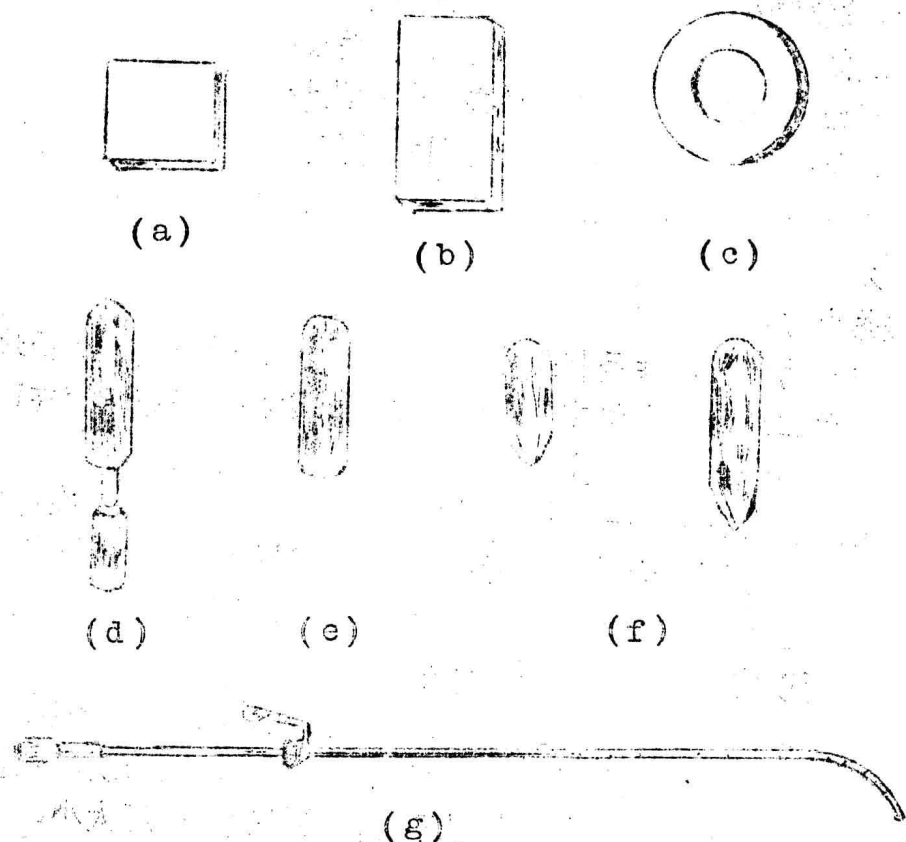


图 12-4 各种透热电极

作局部治疗时，采用两电极板置放在治疗部位相对的两边就可，作全身治疗时在四肢上各接一个平板电极，在臀部接放一个大尺寸的方电极板，四个肢体电极各引一导线，接于治疗机的一个输出端，臀部电极单独引一线接于输出的另一端，通电进行治疗。其电极的按放位置见图(12-5)。作四肢治疗时，最好采用浴槽，一电极紧贴在肢体上，另一电极立放在浴槽的边上，将治疗肢体的末端浸入10%