

理疗器械的原理与维修

南登崑 编著

LILIAOQIXIE

DE

YUANLI

YU

WEIXIU

上海科学技术出版社

理疗器械的原理与维修

南登崑 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 丹阳人民印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张18.75 字数433,000

1985年2月第1版 1985年2月第1次印刷

印数: 1—8,500

统一书号: 14119·1642 定价: 3.85元

前 言

物理治疗是医疗工作中不可缺少的部分，在国内外正得到广泛的重视，取得蓬勃的发展。理疗工作必须借助于机器，机器在工作中又不可避免地会出现一些故障，如果理疗工作者熟悉理疗机器原理，就不难将这些故障排除，使理疗工作得以顺利地进行下去。但往往由于理疗人员缺乏这方面的知识，致使一些理疗机器常因出现故障而废置不用，或因送出修理而耽误治疗，造成时间、经济方面的损失。为此给广大理疗工作者提供一部理疗机器原理方面的参考书，是十分必要的。作者不揣冒昧，编写本书，意图由浅入深、由基础到专业，循序渐进地帮助理疗人员掌握机器原理。书中对有关的电工学、电子学的基础知识，作了较为详细的介绍，着重讲清原理，力求避免复杂的数学推导。各类理疗机器只介绍国产各典型线路，以便举一反三。在机器故障的确定与修理方面，着重引导读者进行分析判断，不作过多罗列。行文力求通俗易懂，使我国现有广大理疗人员，均能通过自学而掌握，从而指导日常的理疗工作。

本书编写过程中，参阅了大量国内外资料，有基础理论书籍，有国外专著，以及解放军总后卫生部编写的有关资料。有些理疗机器制造厂、医药公司，也提供了参考资料。本书完稿后，曾请武汉测绘学院无线电教研组主任沈国建副教授审校，还有不少同志帮助抄写绘图，在此一併致谢。

由于编者业务水平低、经验少，书中还存在着不少缺点与错误，欢迎广大读者指出，以便进一步改正。

作 者 一九八三年一月

目 录

上篇 基础知识

第一章 电路基础	2
第一节 电的基础知识	2
一、电的基本概念.....	2
二、电压.....	4
三、电位和电位差.....	5
四、电源和电动势.....	6
五、电阻及欧姆定律.....	7
六、电功率、电能和电流的热效应.....	8
七、克希荷夫定律.....	10
第二节 电磁现象及其规律	12
一、磁和磁场.....	12
二、电流的磁效应.....	13
三、电磁力和电磁感应.....	14
四、自感和自感电动势.....	16
五、互感和互感电动势.....	17
六、磁场能量.....	19
七、一些电磁感应现象与运用.....	19
第三节 交流电的基础知识	21
一、正弦交流电.....	21
二、正弦交流电的有效值.....	22
三、正弦交流电的纯电阻电路.....	23
四、正弦交流电的纯电感电路.....	24
五、正弦交流电的纯电容电路.....	24
六、电阻、电感、电容串联电路.....	25
七、电阻、电感、电容并联电路.....	26
第四节 谐振电路	28
一、串联谐振电路.....	28
二、关于谐振电路的选择性.....	30
三、并联谐振电路.....	32
第二章 基本元件	34
第一节 电阻器与电位器	34
一、一般概念.....	34
二、电阻定律.....	34
三、常用电阻器之识别.....	35
1. 质量参数.....	35
2. 常用电阻器的种类.....	36

3. 电阻器的串联与并联.....	37
4. 电阻器在电路中的作用.....	38
5. 如何选用电阻器.....	38
第二节 电容器	38
一、一般概念	38
二、电容的公式	39
三、电容器技术指标	39
四、电容器的种类	40
五、电容器的串并联	42
六、电容器的选用	43
第三节 线圈(电感器)	44
一、一般概念	44
二、电感量	44
三、线圈类别	44
四、线圈的串联和并联	46
五、线圈的选用	47
六、线圈在电路中的作用	47
第四节 变压器	47
一、概述	47
二、变压比	48
三、变压器的损耗	48
四、变压器的种类	49
五、变压器的指标	50
第五节 电容器与电感器在交、直流电路中	50
一、电容器在直流电路中的充电和放电	50
二、电容器在交流电路中	51
三、电感器在直流电路中	52
四、电感器在交流电路中	52
五、电感与电容串联电路	53
六、电阻、电容、电感串联的交流电路	53
七、交流电路中的功率	53
八、阻抗与电阻	54
九、容抗与相位的关系	55
十、感抗与相位的关系	55
第六节 检测仪表	55
一、常用仪表种类	55
二、精确度与表面符号	56
三、常用的几种仪表	56
第三章 电子管	58
第一节 电子管类别	58
一、热电子发射	58
二、两极电子管	59
三、三极电子管	59

四、四极电子管	62
五、五极电子管	63
六、束射四极管	64
七、多栅管	65
八、复合管	65
九、调谐指示管	65
十、离子管(充气二极管)	66
十一、稳压管(辉光放电管)	66
第二节 电子管的命名和识别	67
第四章 晶体管	71
第一节 半导体、空穴导电	71
第二节 N型与P型半导体	72
第三节 P-N结	72
第四节 晶体二极管	73
第五节 晶体三极管	74
一、结构	74
二、晶体三极管的放大原理	75
三、晶体三极管的三种放大电路	76
四、晶体三极管的特性曲线	77
五、晶体三极管的主要参数	79
第六节 晶体管的识别和定名	79
第七节 几种特殊的晶体管	81
第五章 基本电路	83
第一节 整流电路	83
一、单向导电器件	83
二、单相半波整流	84
三、单相全波整流	85
四、单相桥式整流	85
五、倍压整流电路	87
(一) 二倍压整流电路	87
(二) 三倍压整流电路	88
(三) 多倍压整流电路	88
第二节 滤波电路	89
一、单电容滤波电路	89
二、单电感滤波电路	90
三、复式滤波电路	91
四、脉动系数	92
第三节 放大电路	92
一、电子管放大电路	92
(一) 电子管放大作用	92
(二) 电子管放大器的分类	93
(三) 放大器的质量指标	93

(四) 三极电子管电压放大电路	95
(五) 五极电子管电压放大电路	96
(六) 多级放大及级间耦合	97
(七) 功率放大器	98
二、晶体管放大电路	100
(一) 偏置电路	100
(二) 多级放大的耦合	101
(三) 功率放大器	101
三、放大器的三种形式	102
第四节 脉冲电路	103
一、基本概念	103
二、低频脉冲振荡电路	105
(一) RC 电路	105
1. RC 时间常数	105
2. 微分电路	106
3. 积分电路	106
(二) 多谐振荡器	107
1. 电子管多谐振荡器	107
2. 晶体管多谐振荡器	109
(三) 间歇振荡器	110
(四) 氖管振荡器	113
(五) 闸流管振荡器	113
(六) 双基极管振荡器	115
三、正弦波振荡器	116
RC 自激振荡器	116
1. 电桥振荡器	116
2. RC 相移振荡器	117
第五节 高频振荡电路	118
一、 LC 回路	118
二、振荡电路	119
(一) 调栅振荡器	119
(二) 调屏振荡器	121
(三) 自耦变压器反馈式振荡器	121
(四) 电容反馈式振荡器	122
(五) 调屏调栅式振荡器	123
(六) 石英晶体振荡器	123
(七) 推挽振荡电路	123
(八) 晶体管高频振荡器	124
三、 LC 振荡器与 RC 振荡器的区别	124
第六节 调谐输出回路	125

下篇 常用理疗机电路原理、故障及维修

第六章 直流感应电疗机	128
--------------------	-----

第一节 直流部分的常见电路	128
一、电源部分	128
二、整流部分与滤波部分	129
三、输出量调节部分	129
四、输出指示	130
五、输出极性换向开关	130
第二节 感应电部分常见线路	130
一、电源部分	130
二、整流部分	131
三、感应电产生部分	131
四、输出调节部分	131
第三节 常见直流感应电疗机	132
一、69-8 型电疗机	132
二、915 型直流感应治疗机	133
三、12A11 型直流感应电疗机	134
四、01-03 型电子振荡式直流感应电疗机	135
五、直流低频复用治疗机	137
六、ZGL-1 型直流感应电疗机	139
第四节 直流、感应电疗机常见故障的分析与处理	143
一、元件损坏	143
二、用万用表确定元件与电路故障	145
三、从故障现象进行分析检查	149
(一) 无输出	149
(二) 分流开关在低量程档无输出,而在高量程有输出但电表无指示	150
(三) 输出小	151
(四) 指针摆动,病人刺痛	151
四、感应电部分常见故障	151
(一) 断续器感应圈常见故障	151
(二) 氖管式感应电治疗机故障	152
1. 氖管不亮、无输出	152
2. 氖管亮、无输出	152
3. 输出电压低	153
(三) 多谐振荡器产生“感应”电部分的故障	153
五、低压供电直流感应电疗机故障	154
(一) 变换器部分	154
(二) 间断器部分	155
六、“电兴奋”治疗机	155
第七章 低频脉冲治疗机	158
第一节 小型低频脉冲治疗机	158
一、G-6805 治疗仪	158
(一) 技术指标	158
(二) 电路原理	158
(三) 常见故障	160

1. 无输出	160
2. 输出弱	160
3. 输出方式不准	161
二、626-1 型半导体“间动”电流刺激器	161
(一) 技术指标	161
(二) 电路原理	161
(三) 常见故障	162
三、电子管式电针机	163
第二节 大型低频脉冲治疗机	164
一、C65-3 型间动电流刺激器	164
(一) 技术指标	164
(二) 电路原理	164
二、YLM 1 型脉冲医疗器	169
(一) 技术指标	169
(二) 电路原理	169
第三节 低频诊断、治疗机	172
一、C64-2 型多形波刺激器	172
(一) 技术指标	172
(二) 电路原理	173
1. 尖脉冲产生级振荡电路	173
2. 方形脉冲产生级	175
3. 斜度调节电路	176
4. 调制脉冲控制电路	177
5. 脉冲输出电路	178
6. 脉冲峰值指示电路	178
7. 电源电路	179
二、HWY-2 型综合治疗机	180
(一) 技术指标	180
(二) 电路原理	180
1. 脉冲治疗机部分	182
2. 直流治疗部分	185
3. 间动电流治疗部分	185
4. 音频电疗部分	186
第四节 低频脉冲机常见故障及检查方法	187
一、常见故障检查	187
二、脉冲电路几种直流参数检测	190
第八章 中频电疗机	193
第一节 YL-3 型音频电疗机	193
一、技术指标	193
二、电路原理	193
三、故障及检查	195
第二节 JGD-A 型晶体管干扰电疗机	195
一、技术指标	195

二、电路原理	195
三、故障及检查	197
第三节 ZTD-3 型调制中频电疗机	197
一、技术指标	198
二、电路原理	198
三、故障及检查	201
第九章 高频电疗机	202
第一节 局部达松伐电疗机及其故障	202
一、技术指标	202
二、电路原理	202
三、电路工作情况	203
四、主要元件规格	203
五、常见故障及其原因	204
第二节 中波电疗机	204
一、1520 型中波治疗机	204
(一) 技术指标	204
(二) 电路原理	204
1. 电源部分	205
2. 高频振荡部分	206
3. 输出调谐部分	206
4. 直流中波联合器	207
5. 输出测量电路	207
二、15A20 型中波电疗机	207
(一) 技术指标	207
(二) 电路原理	207
1. 电源部分	207
2. 高频振荡部分	208
3. 输出及测量电路	208
第三节 短波电疗机	209
一、1530 型短波电疗机	209
(一) 技术指标	209
(二) 电路原理	209
1. 电源部分	210
2. 振荡电路	210
3. 输出电路	210
二、55-2 型短波电疗机	210
(一) 技术指标	210
(二) 电路原理	211
1. 电源部分	211
2. 振荡电路	211
3. 输出部分	212
三、D516 型短波电疗机	212
(一) 技术指标	212

(二) 电路原理	212
四、DB-1 型短波电疗机	214
(一) 技术指标	214
(二) 电路原理	215
五、GL-22 型短波治疗机	217
第四节 超短波电疗机	217
一、80 型超短波电疗机	217
(一) 技术指标	217
(二) 电路原理	218
附: 81 型超短波电疗机	219
二、LDT、CD31 型超短波电疗机	219
(一) 技术指标	219
(二) 电路原理	219
三、505 型五管超短波电疗机	220
(一) 技术指标	220
(二) 电路原理	221
四、晶体管倍压整流小型超短波电疗机	221
(一) 技术指标	222
(二) 电路原理	222
第五节 中波、短波、超短波电疗机常见故障	223
一、故障现象及原因	224
二、大型高频电疗机无输出时检查顺序表	225
第六节 微波治疗机的原理及故障	225
一、概述	225
二、磁控管工作原理	227
三、微波机举例	231
(一) 技术指标	231
(二) 电路原理	231
四、微波机常见故障分析	233
第十章 超声波治疗机原理及故障	235
第一节 超声波产生的基础知识	235
第二节 压电超声换能头的构造	236
第三节 超声波治疗机举例	237
一、技术指标	237
二、电路原理	237
1. 振荡电路	238
2. 电源部分	239
3. 定时电路	240
第四节 超声治疗机故障分析	241
1. 超声换能输出部分	241
2. 无输出或输出减弱	241
3. 定时部分故障	241

4. 超声头发热	241
第十一章 光疗器械原理	242
第一节 红外线治疗器	242
一、红外线辐射器件	242
二、红外线治疗器	243
第二节 紫外线治疗灯	243
一、紫外线辐射原理	243
二、充气管放电过程	244
(一) 无光放电阶段	245
(二) 辉光放电阶段	245
(三) 弧光放电阶段	246
三、氙汞气石英紫外线管的工作原理	246
四、紫外线灯的基本电路	247
(一) 紫外线灯管	247
(二) 扼流圈	247
(三) 保护电阻	247
(四) 启辉电容	248
(五) 高频旁路电容	248
五、紫外线灯的几种启燃方式	248
(一) 电容启燃法	248
(二) 电源极性倒换启燃法	249
(三) 高频启燃法	249
六、常见紫外线灯	250
(一) YZD-500 型紫外线灯	250
(二) T102-64 型紫外线灯	251
(三) 84 型手提紫外线灯	252
(四) 冷光紫外线灯	252
(五) QZD109-68 型轻便紫外线灯	253
(六) 626-4 型半导体紫外线治疗机	253
七、紫外线灯常见故障及检修	254
(一) 保险丝熔断	254
(二) 紫外线灯管不启辉	254
(三) 灯管自行熄灭	255
(四) 灯管衰老过快	255
八、紫外线灯灯管老化及扼流圈的修复法	255
(一) 老化灯管激活法	255
(二) 扼流圈抽头的正确选接	256
(三) 灯管轻微老化的补救法	256
(四) 扼流圈磁隙调整法	256
第三节 理疗用激光治疗机原理	257
一、激光器的基础知识	257
二、CC-III 型氮氛激光治疗器	259
(一) 技术指标	259

(二) 电路原理	259
三、激光治疗器的故障及处理	260
第十二章 磁疗机械原理	261
第一节 CS-2 型交直流两用旋磁疗机	261
一、技术指标	261
二、电路原理	261
第二节 ECS-2 型电磁、旋磁治疗机	261
一、技术指标	261
二、电路原理	262
第十三章 几种理疗机输出参数的测量	263
第一节 低频脉冲电流的测量	263
第二节 高频输出测量	263
(一) 短波感应热功率测量	263
(二) 短波、超短波电容场输出功率测量	263
(三) 高频电疗机最高输出电压测量	264
(四) 高频电的波长测量	264
第三节 紫外线灯的几种测量	266
(一) 紫外线灯消耗功率之测量	266
(二) 紫外线灯管辐射物理量的测定	266
1. ZC106-65 型紫外线测定仪	266
2. 紫外线测量仪	267
第四节 磁场强度测量——高斯计	269
一、霍尔效应及元件	269
二、CT-5 型高斯计的原理	270
(一) 换能元件	270
(二) 仪器的电路原理	271
(三) 恒流器	271
(四) 补偿电路	271
(五) 直流放大器	271
(六) 磁电系毫伏表	271
三、CT3 型交直流高斯计	272
第十四章 有关检修技能方面的一些问题	274
第一节 如何加速识图	274
第二节 万用表的特殊使用法	274
第三节 焊接注意事项	276
第四节 晶体管修用注意事项	276
第五节 电子管修用注意事项	277
第六节 充气二极管修用注意事项	277
第七节 如何判明电解电容的好坏	277
第八节 如何判明变压器的好坏	278
第九节 机器故障的检查步骤	278

附录.....	280
(一) 常用计量单位和符号	280
基本单位	280
辅助单位	280
(二) 几种常用单位的换算(公制单位)	280
(三) 电阻器的几个表	281
(四) 电容器的几个表	282
(五) 低频扼流圈的参考数值	283
(六) 常用保险丝(熔丝)规格	283
(七) 漆包线中国线规与近似英规对照表	284

上 篇

基 础 知 识

第一章 电路基础

第一节 电的基础知识

一、电的基本概念

自然界的一切物质都是由分子组成的,分子又由更小的原子构成,而原子又是由一个原子核和一定数量的电子组成的。原子核中有带正电荷的质子与不带电的中子,因此原子核带正电荷(用符号“+”表示),电子带负电荷(用符号“-”表示)。原子中的电子以很高的速度绕着原子核旋转(图 1-1)。

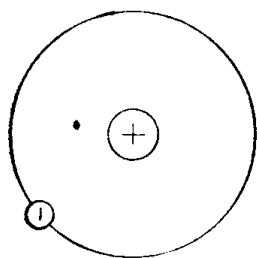


图 1-1

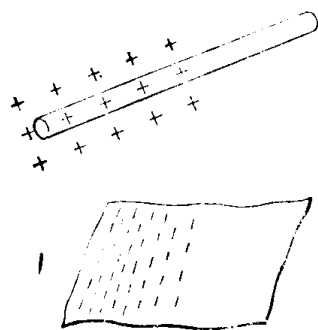


图 1-2

在正常情况下,原子中的电子所带的负电荷与原子核所带的正电荷数量上正好相等,对外不显电性。因为同性电荷相斥,异性电荷相吸,假如要从某一物质取出一些电子,就必须设法克服正负电荷之间的引力。例如,我们用丝织物摩擦玻璃棒,就是强使玻璃棒的原子中的一部分电子转移到丝织物上,这样,玻璃棒上少了电子,正电荷便多出来了;丝织物上多了电子,负电荷便多出来了。因而,丝织物带负电,而玻璃棒带正电(图 1-2)。

物质内部存在着带电的微粒——电荷,这是电的来源的内因根据;电荷受外力作用而转移,使物体带电,这是电的来源的外因条件。当电荷积聚不动时,这种状况称为静电。如果电荷处在运动状态,就称为动电。

电荷的单位叫“库仑”,每库仑的电量含有 6.25×10^{18} 个电子。

如果我们把分别带有正电荷和负电荷的小球悬挂在一个带有正电荷物体的周围,则带正电荷的小球受到一种排斥力,带负电荷的小球受到一种吸引力,小球距带正电荷的物体愈近,则受到的排斥力或吸引力就愈大(图 1-3)。

电荷间的这种吸引力和排斥力,是带电体周围空间所存在着的一种电力作用的特殊性质,称为电力场,简称电场,它是一种特殊的物质具有力和能的特性。

为了形象地表示电场的性质,通常利用电力线来描述电场。假设有一个带电球体,带有正电荷 Q ,当把一个带正电荷的试验电荷 q_0 放到这个带电体周围的电场中时,由于 q_0 和 Q 是同性电荷,所以试验电荷 q_0 将受到电场 E 的排斥作用,电场力的方向向外,并作用在球体中心与 q_0 的连接线上。我们可以用许多条线来形象地描述电场的性质,这些线上的每一点

的方向,都代表试验电荷在该点所受到的电场力的方向,我们把这些线叫做电力线。于是,一个带正电球体周围的电场,就可以用许多条呈辐射状的电力线来描述,如图 1-4a 所示。

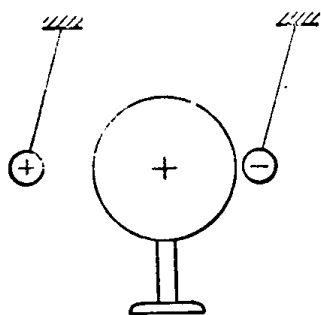


图 1-3

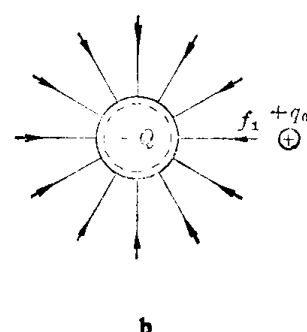
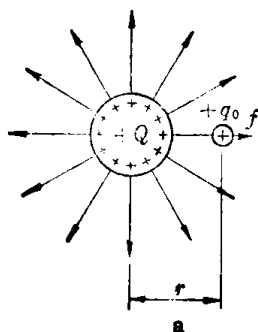


图 1-4

如果一个带电球体所带的电荷是负电荷,那么试验电荷 q_0 在电场中将受到吸引力 f_1 的作用。因此一个带负电球体周围的电场,电力线向内,如图 1-4b 所示。

实验证明,对于同一个试验电荷 q_0 来说,在电场中不同点所受到的电场力 f 的大小是不同的。愈靠近带电体的各点,所受到的电场力愈大。这个现象反映了在电场中的不同点,电场的强弱程度不等。进一步的实验表明,如果在电场中的一点,将试验电荷的电量 q_0 增大一倍时,电场力 f 也相应增大一倍。这就是说,电场力 f 的大小又和电量 q_0 成正比。

由于电场力 f 和试验电荷的电量 q_0 成正比,所以可以用比值 f/q_0 来衡量试验电荷所在点的电场强弱,我们把比值 f/q_0 叫做电场强度,用符号 E 表示,即:

$$E = \frac{f}{q_0}$$

也就是说,电场中任意一点的电场强度,在数值上等于放在该点单位正电荷所受电场力的大小;电场强度的方向就是正电荷所受力的方向。所以电场强度是一个既有大小又有方向的量(矢量)。

人们以电力线的疏密来表示电场的强弱。靠近带电球体处,电场强,电力线就密;远离带电球体处,电场弱,电力线就疏。带电球体周围的电场,各点电场强度都不同;这种电场称为不均匀电场。

在平行板电极之间的电场,电力线均匀分布,各点的电场强度相同,称为均匀电场。

电流: 电荷的流动称为电流。金属物体其原子的外圈电子和原子核距离较远,二者间的吸引力很小,可以比较自由地在各个原子之间作不规则的移动,这种电子称为自由电子。这些自由电子在无外界电场力作用时其运动是不规则的,但若在电场作用下,自由电子将沿着一一定方向移动,在金属导体中便形成电流。

电子流动方向本来应称为电流流动的方向,但是由于习惯上已经公认电流的方向是按照正电荷运动的方向,后来的研究证明在金属导体中,正电荷是不动的,移动的只是带负电荷的自由电子。而负电荷移动与等量的正电荷移动,两者对外的电性能是一样的。因此,现在仍按照这个习惯,把正电荷移动的方向作为电流的规定方向。

电流的大小用电流强度这个量来表示。我们把单位时间内(一秒钟)通过导体截面的电量称为电流强度。用数字式表示,为:

$$I = \frac{q}{t}$$