

实用理疗电子技术问答

师宇东 张勇平 编著

张裕民 审校

电子工业出版社

内 容 提 要

本书以问答的形式,分基础理论和维修技术两部分解答了理疗电子技术中 300 个常见问题,内容丰富,深入浅出,图文并茂,对从事理疗康复事业的医护人员和理疗仪器维修的工作人员来说,不失为一本有实用价值的工具书。

实用理疗电子技术问答

师宇东 张勇平 编著

张裕民 审校

责任编辑 洋 溢

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
通县宏飞印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 9.875 插页: 8 字数: 214 千字

1987 年 5 月第 1 版 1987 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—7,100 册 定价: 2.40 元

统一书号: 15290·397

目 录

一、基础理论部分

1 什么叫电路? 什么是理疗机器的电路图?	1
2 什么是电流? 什么叫电流强度和电流密度?	1
3 什么是传导电流?	2
4 电流都具有哪些效应?	2
5 什么是电场? 什么是静电场?	2
6 什么是电介质的极化?	2
7 什么是场强?	2
8 什么叫电力线?	2
9 什么是电压?	3
10 什么是电源?	3
11 什么叫电动势?	3
12 什么叫电位?	4
13 电位和电压有什么区别?	4
14 什么是导体、绝缘体、半导体?	4
15 什么是电解质?	4
16 什么是电阻?	4
17 什么是电导?	5
18 什么是电阻的温度系数?	5
19 电阻器在电路中起什么作用?	5
20 固定式电阻器有哪些品种? 用途如何?	5
21 可调式电阻器有哪些品种? 用途如何?	6
22 如何识别色环电阻器?	6
23 如何解决电阻器的代用?	7
24 如何考虑电阻器的功率?	8
25 什么是导体的电容?	8
26 什么是电容器?	8
27 电容器是怎样分类的?	8
28 怎样选择使用电容器?	9
29 使用电容器时应该注意哪些问题?	10
30 使用电容器时为什么不要超过它的额定工作电压?	10
31 什么叫分布电容?	11
32 什么叫等值电容? 电容器怎样组合?	11
33 什么是容抗?	11
34 什么是电感?	12
35 什么是电感器?	12
36 什么是感抗?	12

37	什么是线圈的品质因数?	12
38	怎样提高线圈的Q值?	13
39	什么是压电现象和电致伸缩?	13
40	欧姆定律的内容是什么?	13
41	什么是电流的热效应?	13
42	基尔霍夫定律的内容是什么?	14
43	什么是交流电的周期、频率和波长?	14
44	什么是交流电压的峰值、有效值和全波平均值?	14
45	什么是交流电压的波形因数和波峰因数?	15
46	什么是电振荡、自由振荡和谐振?	16
47	什么是串联谐振回路和串联谐振条件?	16
48	什么是并联谐振回路和并联谐振条件?	17
49	什么叫失谐?	17
50	什么是串联回路的品质因数?	17
51	什么是并联回路的品质因数?	17
52	什么是集肤效应?	18
53	什么是波的迭加原理?	18
54	什么是干涉现象?	18
55	电偶极子是怎样形成的?	18
56	什么叫极化现象?	18
57	什么是电介质的击穿现象?	18
58	什么是涡流?	19
59	什么是自感应现象?	19
60	什么是互感应现象?	19
61	什么是电磁波?	19
62	什么是理想电压源和实际电压源?	19
63	什么是理想电流源和实际电流源?	20
64	什么是受控源?	20
65	什么是价电子和空穴?	20
66	什么是本征半导体?	20
67	什么是P型半导体和N型半导体?	21
68	PN结是怎样形成的?	21
69	为什么PN结具有单向导电性?	21
70	如何用万用表测量半导体二极管?	22
71	使用半导体二极管时应掌握哪些主要参数?	22
72	半导体二极管如何串联使用?	22
73	半导体二极管如何并联使用?	23
74	什么是稳压二极管?	23
75	使用稳压二极管时应掌握哪些主要参数?	24
76	什么是双基极二极管?	24
77	什么是半导体三极管?	24
78	半导体三极管为什么有电流放大作用?	25

79	半导体三极管的 $\bar{\beta}$ 和 β 有什么区别?	25
80	应掌握半导体三极管的哪些主要参数?	26
81	怎样区别半导体三极管的管型、材料和管脚?	26
82	晶体管损坏的原因是什么?	27
83	什么是晶体管的二次击穿和安全工作区?	27
84	晶体管放大电路有几种基本组态?各自特点如何?	28
85	场效应管有什么优点?	28
86	结型场效应管有哪些主要参数?	28
87	使用晶体管时,应该注意哪些问题?	29
88	差动式放大器的主要作用是什么?	29
89	什么是反馈?如何判断反馈的极性?	29
90	负反馈对放大器的性能有什么影响?	30
91	正弦波振荡器维持振荡的条件是什么?	30
92	正弦波振荡器是由哪几部分组成?	30
93	如何提高正弦波振荡器的频率稳定度?	30
94	什么是集成电路和线性集成电路?	31
95	运算放大器有何基本应用?	31
96	使用集成电路应该注意哪些问题?	31
97	常用哪些参数描述脉冲?	31
98	如何估算脉冲波的幅值 U_m ?	32
99	如何计算自激多谐振荡器的参数?	32
100	如何使用万用表判断自激多谐振荡器是否工作?	33
101	如何简要分析微分电路?	33
102	如何简要分析积分电路?	34
103	如何分析电流串联负反馈电路?	35
104	如何分析电流并联负反馈电路?	35
105	如何分析电压串联负反馈电路?	35
106	如何分析电压并联负反馈电路?	36
107	什么叫零点漂移?	36
108	什么是超声波的空化作用?	36
109	干扰电流是怎样产生的?	37
110	什么是拍和拍频?	37
111	什么是李沙育图形?	37
112	什么是磁场?	37
113	什么是磁力?	38
114	什么是磁疗?	38
115	什么是变压器?	38
116	使用变压器应该注意什么?	38
117	为什么不能用变压器直接传输直流能量?	39
118	什么是磁控管?	39
119	什么是激光器?	39
120	激光有何特点?	40

121	什么叫做振荡器的频率漂移?	40
122	什么是振荡器的频率稳定度?	40
123	为什么石英(晶体)振荡器的Q值非常高?	40
124	什么叫调制?	41
125	如何计算调幅度?	41
126	怎样实现调幅?	42
127	电子二极管的特点是什么?	42
128	充气二极管的工作原理是什么?	42
129	电子三极管在工作中栅极为什么要加负压?	43
130	电子四极管的屏栅极有什么作用?	43
131	束射四极管的帘栅极有什么作用?	43
132	五极管中抑制栅极起什么作用?	43
133	电子管的基本参数有哪些?	43
134	如何正确使用电子管?	44
135	如何检查电子管的故障?	44
136	什么是电子示波器?	45
137	怎样用波形合成法测量干扰电流?	45
138	理疗电子仪器为什么要接地?	45
139	什么是医用电子技术?	46
140	理疗电子技术中常用哪些符号及单位?	46

二、维修技术部分

1	常用理疗治疗机是如何分类的?	48
2	怎样读懂理疗治疗机的电路图?	49
3	常用红外线发光元件有哪些?	49
4	如何修复红外线灯的常见故障?	50
5	BIZ-高压汞石英紫外线灯的原理和电参数如何?	50
6	紫外线灯管漏气的原因是什么?	50
7	如何检查紫外线灯管是否漏气?	50
8	紫外线灯管为什么会衰老?	51
9	能否激活已经衰老了的紫外线灯管?	51
10	使用立地式紫外线治疗机应该注意什么?	51
11	紫外线治疗机电路中为什么要加扼流圈和保护电阻?	52
12	常用紫外线灯的品种和技术参数如何?	52
	(1) YZD-300 型携带式紫外线治疗机	52
	(2) YZD-500 型立式紫外线治疗机	52
	(3) T102-64 型立式紫外线治疗机	53
	(4) 84型手提式紫外线治疗机	53
	(5) S-500 型立式紫外线治疗机	53
	(6) TPL-10 型红紫外线两用治疗机	53
	(7) YS-1 型紫外线治疗机	54
13	怎样做好紫外线治疗机的维修保养?	54
14	水冷体腔式 HANOVIA-10 型紫外线灯的启辉变压器损坏,可否用电容代用?	54

15	YS-1 型手提式紫外线机盘形灯管易折断, 怎样处理?	55
16	使用直流感应电疗机的注意事项是什么?	55
17	直流电疗机的电流表表针跳动, 如何排除?	56
18	直流电疗机滤波电容器失效有何影响?	56
19	如何判断直流电疗机滤波电容器的优劣?	56
20	直流电疗机无输出的原因是什么? 怎样修复?	56
21	产生感应电流的基本电路有哪些?	57
22	怎样修复机械振荡式感应电疗机断续器接点的故障?	58
23	12A11 型平流感应电疗机无感应输出应怎样修复?	58
24	弛张振荡式直流感应电疗机感应电压低的故障怎样修复?	59
25	怎样整理 ZGL-1 型直流感应电疗机的整机方框图?	60
26	ZGL-1 型直流感应电疗机的工作原理是什么?	61
27	怎样对 ZGL-1 型直流感应电疗机进行感应电压校验?	61
28	怎样对 ZGL-1 型直流感应电疗机进行输出直流电流的校验?	62
29	如何修复 ZGL-1 型直流感应电疗机的常见故障?	62
30	DL-Z 型直流感应电疗机的工作原理怎样?	63
31	常用直流感应电疗机的品种和技术参数如何?	64
	(1) ZGL-1 型直流感应电疗机	64
	(2) DL-3 型 698 点送治疗机	65
	(3) DL-Z 型直流感应电疗机	66
	(4) GF-101 型平流感应电疗机	66
32	使用直流感应电疗机的注意事项是什么?	66
33	使用 JN-1 型静电电疗器的注意事项是什么?	67
34	使用 GY-1 型高压静电治疗仪的注意事项是什么?	67
35	常用静电治疗机的品种和技术参数如何?	67
	(1) JN-1 型静电电疗器	67
	(2) 宇宙牌静电治疗机	67
	(3) GY-1 型高压静电治疗仪	68
36	如何测试静电治疗机的输出是否正常?	68
37	脉冲理疗机的脉冲电波波形有哪些?	68
38	如何区分脉冲的频率?	69
39	常用脉冲电疗机的品种和技术参数怎样?	69
	(1) C63-1 型间动电流电疗机	69
	(2) C65-3 型间动电流治疗机	69
	(3) HT-515K 型直角波电疗机	70
	(4) C64-2 型多形波治疗机	70
	(5) YYD-Ⅱ型音乐电疗机	70
	(6) 626-1 型半导体间动电流刺激器	70
	(7) WQ-10C 型多用电子穴位测定治疗仪	71
40	使用脉冲电疗机的注意事项是什么?	71
41	怎样整理 C64-2 型多形波治疗机的电路方框图?	71
42	C64-2 型多形波治疗机的振荡电路是怎样工作的?	72

43	C 64-2 型多形波治疗机的脉冲发生电路是怎样工作的?	73
44	C 64-2 型多形波治疗机斜度调节电路的工作原理是什么?	73
45	C 64-2 型多形波治疗机起伏控制电路的工作原理是什么?	74
46	C 64-2 型多形波治疗机的输出电路和测量电路是怎样工作的?	74
47	C 64-2 型多形波治疗机的电源有何特点?	75
48	如何排除 YYD-Ⅱ型音乐电疗机的常见故障?	76
49	C 65-3 型间动电流治疗机电路方框图有何特点?	77
50	C 65-3 型间动电流治疗机的脉冲电路是怎样工作的?	78
51	C 65-3 型间动电流治疗机机内调节元件的作用是什么?	78
52	如何维修和保养 C 65-3 型间动电流治疗机?	78
53	常用哪些方法检修脉冲电疗机的故障?	79
54	脉冲电疗机无脉冲输出时, 如何检查确定是电源部分的故障?	79
55	脉冲电疗机无脉冲输出时, 如何检查确定是脉冲主振荡器的故障?	79
56	脉冲电疗机无脉冲输出, 如何检查确定是功率输出级故障?	80
57	如何检修因输出变压器次级故障而造成的无脉冲输出?	81
58	脉冲电疗机输出幅度低是什么原因?	81
59	如何检修脉冲电疗机的部分脉冲波无输出的故障?	81
60	D-784 型阶梯波治疗机具有哪些技术参数?	82
61	如何整理 D-784 型阶梯波治疗机电路原理方框图?	82
62	WQ-9D 型痛域测量仪具有哪些性能?	83
63	WQ-9D 型痛域测量仪的电路特点如何?	84
64	操作 HT-515K 型直角波电疗机应注意什么?	84
65	如何排除 HT-515K 型直角波电疗机无调制的故障?	85
66	如何排除 HT-515K 型直角波电疗机无直角波输出的故障?	85
67	常用中频电疗机的品种和技术参数怎样?	86
	(1) YL-3 型音频电疗机	86
	(2) MZD-2 型调制脉冲中频电疗机	86
	(3) CD-1 型差频电疗机	86
	(4) SGD-2 型数字式干扰电疗机	86
	(5) GYD-2 型干扰电流治疗机	87
	(6) GD-3A 型干扰电疗机	87
	(7) NEMECTRODYN5/ENDOVAC Ⅱ型动态干涉电流治疗机	87
	(8) NEMECTRODYN8 型动态调制型干涉电流治疗机	88
	(9) DG-2 型动态干扰电疗机	88
	(10) HWY-Z2 型综合治疗机	89
68	如何分析 YL-3 型音频电疗机的电路框图?	89
69	如何分析 YL-3 型音频电疗机中 RC 选频网络的频率特性?	90
70	怎样用万用表测试 YL-3 型音频电疗机功率放大管的质量优劣?	91
71	YL-3 型音频电疗机保险丝 BX ₂ (1.5A) 熔断是什么原因?	92
72	YL-3 型音频电疗机输出不稳定是什么原因?	92
73	如何正确使用 YL-3 型音频电疗机?	92
74	如何理解调制脉冲中频电疗机的连调、等调、断调与变调?	93

75	MZD-2 型调制脉冲中频电疗机正弦波振荡器是怎样工作的?	94
76	MZD-2 型调制脉冲中频电疗机无输出是什么原因?	95
77	如何排除 MZD-2 型调制脉冲中频电疗机无输出的故障?	95
78	MZD-2 型调制脉冲中频电疗机无三周指示的故障如何排除?	96
79	CD-1 型差频电疗机的工作原理是什么?	96
80	如何修复 CD-1 型差频电疗机电源部分故障?	97
81	怎样修复 CD-1 型差频电疗机一路有输出、另一路无输出的故障?	97
82	如何修复 CD-1 型差频电疗机有“定频”, 无“扫频”输出的故障?	98
83	怎样正确操作 CD-1 型差频电疗机?	98
84	如何修复 SGD-2 型数字式干扰电疗机治疗部分的常见故障?	98
85	如何修复 SGD-2 型数字式干扰电疗机显示部分的常见故障?	99
86	如何检修 SGD-2 型数字式干扰电疗机的频率漂移?	100
87	检修 SGD-2 型数字式干扰电疗机的故障时, 应注意什么?	100
88	GYD-2 型干扰电流治疗机电路特征是什么?	101
89	操作 GYD-2 型干扰电流治疗机的注意事项是什么?	101
90	GD-3A 型干扰电疗机的工作原理是什么?	101
91	NEMECTRODYN5/ENDO VAC Ⅲ型动态干涉电流治疗机的设计特点是什么?	101
92	动态干涉电流疗法(干涉矢量原理)有何优点?	102
93	NEMECTRODYN5/ENDO VAC Ⅲ型动态干涉电流治疗机的电路特点是什么?	102
94	NEMECTRODYN5/ENDO VAC Ⅲ型动态干涉电流治疗机的工作原理如何?	102
95	NEMECTRODYN5/ENDO VAC Ⅲ型动态干涉电流治疗机调试校准时应注意什么?	103
96	NEMECTRODYN8 型动态调制型干涉电流治疗机设计特点是什么?	104
97	DG-2 型动态干扰电疗机工作原理是什么?	104
98	如何修复 DG-2 型动态干扰电疗机输出不稳的故障?	105
99	如何修复 DG-2 型动态干扰电疗机动态输出时表针不变化的故障?	106
100	如何排除 DG-2 型动态干扰电疗机不扫频的故障?	106
101	怎样用万用表测试 DG-2 型动态干扰电疗机 NPN 型大功率(硅)晶体管?	107
102	使用 DG-2 型动态干扰电疗机应注意什么?	107
103	怎样排除 HWY-Z2 型综合治疗机无音频输出的故障?	108
104	HWY-Z2 型综合治疗机间动电波形不正常是何原因?	109
105	如何修复 HWY-Z2 型综合治疗机的脉冲波形失控的故障?	109
106	如何排除 HWY-Z2 型综合治疗机无任何波形输出的故障?	109
107	常用超声波治疗机的品种和技术参数怎样?	109
	(1) 74 型超声波治疗机	110
	(2) CZ-1 型超声治疗机	110
	(3) CZ-01 型超声波治疗机	110
	(4) 西门子 733 型超声波治疗机	110
	(5) 西门子 634 型超声波-间动电组合治疗机	111
	(6) WC-1 超声雾化器	111
	(7) 205 型超声雾化器	111
	(8) CSW-A 超声波雾化器	111
	(9) CW-1 超声波雾化器	112
	(10) 东风 75 型标准超声功率计	112

108	74 型超声波治疗机的用途和工作原理是什么?	112
109	如何排除 74 型超声波治疗机完全无输出的故障?	113
110	怎样对 74 型超声波治疗机输出声强进行鉴定?	113
111	使用 CZ-1 型超声治疗机时, 应遵守哪些注意事项?	113
112	西门子 733 型超声波治疗机的机械结构有何特点?	114
113	如何整理西门子 733 型超声波治疗机的电路方框图?	114
114	西门子 733 型超声波治疗机的工作流程是什么?	115
115	西门子 733 型超声波治疗机各部分的原理和作用是什么?	115
116	WC-1 型超声雾化器的工作原理是什么?	116
117	怎样对 205 型超声雾化器进行清洁和保养?	116
118	操作 205 型超声雾化器时应注意哪些问题?	117
119	如何修复 CSW-A 型超声波雾化器无输出的故障?	117
120	CSW-A 型超声波雾化器的输出功率太小, 如何修复?	118
121	CSW-A 型超声波雾化器出现放电现象是何原因?	118
122	CSW-A 型超声波雾化器振荡管屏板发红是何原因?	118
123	正弦波振荡器调试中易出什么问题? 是何原因? 怎样解决?	119
124	常用电磁疗机的品种和主要技术参数怎样?	121
	(1) CS-403 型磁疗机	121
	(2) YDE 型电磁疗机	121
	(3) PK-2 型低频电磁综合治疗机	121
	(4) TDP 特定电磁波谱治疗器	121
	(5) MCS-4B 型超低频磁疗机	122
125	使用 CS-403 型磁疗机的注意事项是什么?	122
126	使用 YDE 型电磁疗机的注意事项是什么?	122
127	使用 PK-2 型低频电磁综合治疗机应注意哪些问题?	123
128	PK-2 型低频电磁综合治疗机五种规格的电磁头技术数据是什么?	123
129	怎样维护和保养 PK-2 型低频电磁综合治疗机的磁头?	124
130	CH-102 型电热理疗床的技术参数和使用注意事项是什么?	124
131	TDP 特定电磁波谱治疗器的使用方法和注意事项是什么?	124
132	常用激光治疗机的品种和技术参数如何?	125
	(1) HN-1 型医用激光器	125
	(2) JAD-Ⅱ型 CO ₂ 激光医疗器	125
	(3) JZ-25 型 CO ₂ 激光治疗机	125
	(4) 795-B 型氮氛激光双管治疗机	126
133	氮氛激光管的工作原理和结构是怎样的?	126
134	使用氮氛激光管时应注意哪些问题?	126
135	常用氮氛激光管有哪些技术参数?	127
136	HN-1 型医用激光器的原理是什么?	128
137	怎样保养与维修 HN-1 型医用激光器?	128
138	HN-1 型医用激光器的激光管发光不稳、激光管不亮的故障应怎样处置?	128
139	怎样进行激光管的安装与光路系统的调试?	128
140	怎样使用 and 保养 CO ₂ 激光治疗机?	129
141	如何排除 CO ₂ 激光治疗机的常见故障?	129

142	怎样使用和保养负氧离子发生器?	130
143	ZL-1 型真空治疗机的主要性能参数是什么?	130
144	SE-404 型气功红外信息治疗仪的技术指标和工作原理是什么?	130
145	如何检修 SE-404 型气功红外信息治疗仪的常见故障?	131
146	804 型远红外线治疗仪的技术指标和工作原理是什么?	132
147	如何分析共鸣火花电疗机的工作原理?	132
148	如何检修共鸣火花电疗机的常见故障?	133
149	使用共鸣火花电疗机应注意什么?	135
150	常用中波电疗机、短波电疗机和超短波电疗机的品种和技术参数如何?	135
	(1) 15A20 型直接指示式中波电疗机	135
	(2) 1520 型中波电疗机	135
	(3) 1530 型短波感应透热电疗机	136
	(4) 552 型短波电疗机	136
	(5) 80 型超短波电疗机	136
	(6) KW66-4 型超短波电疗机	136
	(7) CDB-1 型台式超短波电疗机	136
	(8) 55-2 型超短波电疗机	137
	(9) CDP-50B 型五官超短波电疗机	137
151	使用中波治疗机时应该注意什么?	137
152	怎样测试超短波治疗机中高频扼流圈的功能是否正常?	138
153	如何检测高频电疗机的电子管是否漏气?	138
154	如何进行高频电疗机电源变压器的空载试验?	139
155	如何进行高频电疗机的空载试验?	139
156	如何修复高频电疗机的常见故障?	140
157	常用微波电疗机的品种和技术参数如何?	141
	(1) WB-74 型微波电疗机	141
	(2) NXZ-200 型微波治疗机	141
	(3) HWY-D1 型微波电疗机	141
	(4) NMG-1 型微波理疗机	141
	(5) ALOKA-MW-2C 型微波电疗机	142
	(6) DBJ-1 型微波针灸仪	142
158	为什么电子管不能作为微波振荡元件?	142
159	使用微波电疗机的注意事项是什么?	143
160	如何修复磁控管的常见故障?	143

一、基础理论部分

1 什么叫电路？什么是理疗机器的电路图？

答：用电源（E），电阻器（R），电容器（C），电感器（L），变压器（T），晶体管（BG），电子管（V），集成电路（IC）等电路元件、电子器件组成的总合体，称作电路。在电路里，进行着能量的转换和信号的传输。例如，在一个交流讯号放大器的电路里，将一部分直流（或工频——市电 220 伏特、50 赫兹）电能量转换成交流讯号能量。变化微小的讯号电压，从输入端，经过电路传输到输出端，得到幅度较大的变化电压。

理疗机器的电路图是用代表电路元件、电子器件的符号把理疗机器的组成画出来，它是表示理疗机器的工作原理的图纸。理疗机器的电路图有分解图和总图，较复杂的机器常常是包含分解图和总图两部分，较简单的机器仅用总图就能说明问题，不需要分解图了。理疗机器的电路图还有框图和原理图之分，框图是原理图的简化，附之以语言说明，便于读者理解和掌握原理图；理疗机器的电路图通常指的是原理图。熟悉和掌握理疗机器的电路与电路图是理疗机修人员所必须做到的，至于理疗护士、理疗机器的操作者，熟悉理疗机器的电路与电路图，对于尽可能发挥机器效能、减少机器故障、保证机器正确使用也大有好处。

2 什么是电流？什么叫电流强度和电流密度？

答：物理学中，将电荷的有规则的运动叫做电流。在导体内部存在着大量的自由电子，它们在电场的作用下有规则地运动形成了导体内的电流。在一些气体或液体中，存在着带有正、负电荷的离子，这些离子在电场的作用下会分别朝着一定的方向移动，这样就形成了气体或液体中的电流。不论是固态导体中的电流，还是气体、液体中的电流，都是电荷（带电粒子，包括电子和正、负离子）的有规则的运动。

在单位时间里，通过导体横截面的电荷量叫做电流强度。通常，时间用 Δt 表示，流过该导体横截面的电荷量用 Δq 表示，电流强度用 I 表示。

那末，

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

常用电流强度的单位是安培（A），毫安培（mA），微安培（ μA ）。它们之间的关系是：

$$1 A = 1000 mA$$

$$1 mA = 1000 \mu A$$

为了衡量通过单位面积的电流强度，我们还需要了解电流密度的概念。通过单位面积的电流强度就是通过该单位面积的电流密度。通常用 J 代表电流密度。例如，某电极面积是 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ ，通过的电流强度是 20 mA ，那么电流密度

$$J = \frac{20 \text{ mA}}{100 \text{ cm}^2} = 0.2 \text{ mA/cm}^2$$

3 什么是传导电流？

答：自由电子在金属导体（通常称为第一类导体）中的规则运动，正、负离子在电解质溶液（通常称为第二类导体）里的规则运动形成的电流叫做传导电流。

在理疗低频机器和中频机器中电流表的读数，指示的都是传导电流值。

4 电流都具有哪些效应？

答：电流具有热效应，机械效应，化学效应以及磁效应等。

5 什么是电场？什么是静电场？

答：电荷的周围存在着电场。任何一个带电体受到的电场力都是由电场给予的。电场也是一种物质，具有质量、能量和动量。

相对静止的电荷周围存在的电场叫做静电场。静电场有如下几个重要特性：

- （1）进入静电场中的任何带电体都要受到电场力；
- （2）静电场能使进入静电场的导体产生静电感应现象，电介质出现极化现象；
- （3）静电场有能量，带电体在静电场中移动时，静电场对带电体作功。

6 什么是电介质的极化？

答：玻璃、云母、陶瓷等绝缘物质都是电介质。当电介质移入电场中时，在电介质的两端出现等量异号电荷，这种现象叫做电介质的极化。在极化过程中出现的电荷叫做极化电荷，或称为束缚电荷。

7 什么是场强？

答：场强是描述电场客观性质的一个物理量，电场中某一点的电场强度是放置在该点的电荷受到电场的作用力与它的电量的比值，简称是场强。场强的方向跟正电荷受力方向相同，跟负电荷受力方向相反。

8 什么叫电力线？

答：电力线是描绘电场中各点场强的大小和方向的一系列曲线，在这些曲线上每一点的切线方向都与该点处的场强的方向一致，场强越大的地方电力线越密，场强越小的地方电力线越稀。同时，电力线是使电场形象化而假想的线，并不是电场里实际存在的线。如图 1-1 绘出了四种电荷系统的电力线图形。

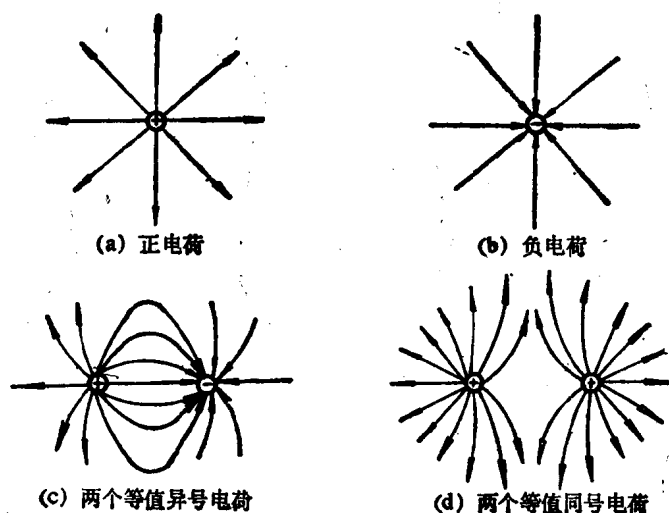


图1-1 电力线

9 什么是电压？

答：在搞懂什么是电压之前，应明确电场力做功是怎么回事。电场力推动电荷移动时，电场力就对电荷做功，做功的能量来源就是电场中的能量。如果在电场中，顺着电场方向把正电荷 q 从 a 点移到 b 点，电场力做了功，电场能量有所减少；若逆着电场方向把正电荷 q 从 b 点移到 a 点，外力做了功，电场能量将有所增加。如图 1-2 是电场力做功示意图。 E 为场强方向，电荷 q 从 a 点移到 b 点。

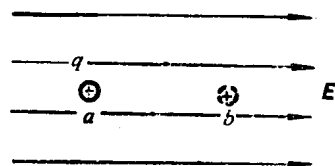


图1-2 电场力做功

a 点与 b 点之间的电压是电场力所做的功(用 A_{ab} 表示)与试验电荷 q 的比值，它表示电场做功的能力，用 U_{ab} 表示 a 点与 b 点之间的电压。电压的方向是从高电位指向低电位的方向。

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{q}$$

电压的单位是伏特，用符号 V 表示。

10 什么是电源？

答：把机械能、化学能或其它形式的能转变成电能的装置叫电源。电源是电路中电能的来源。

11 什么叫电动势？

答：非电场力将单位正电荷从电源的负极移到电源的正极所做的功，叫做电源的电动势。电动势是衡量电源做功能力的一个物理量。电动势的方向是从电源的负极指向电源的正极。

12 什么叫电位?

答: 我们在电场中先选定一点作为参考点, 其余各点与参考点之间的电压就叫做各点的电位。一般情况下, 参考点本身的电位等于零。电位的单位与电压的单位一样也是伏特。

13 电位和电压有什么区别?

答: 虽然电位和电压的单位都是伏特, 但是这两个概念是有区别的。电位是电场(或电路中)一点与任意选定的参考点之间的电压, 电位的参考点是可以任意选择的, 选择的参考点不同, 各点的电位也就会不同。这体现了电位的相对性。

电压又称作电位差。任意两点之间的电压(电位差)与如何选择电场中的参考点无关。也就是说, 无论怎样选择参考点, 电场中(电路中)两点之间的电压是不会改变的。

14 什么是导体、绝缘体、半导体?

答: 容易传导电流的物体称为导体。导体的内部有大量可以到处自由移动的自由电荷, 在外加电场的作用下, 导体中的自由电荷按照“同性相斥、异性相吸”的原则进行移动、传导电流。

在一般情况下, 不能导电的物体称为绝缘体, 也叫做电介质。其特点是构成绝缘体的各个分子的正负电荷结合得较紧密, 处于束缚状态, 几乎没有自由电荷, 因而不能导电。

通常情况下, 导电性能介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体。但是半导体的导电性能随着外界条件的改变要发生很大变化。

15 什么是电解质?

答: 能够电离并导电的物质称为电解质。通常是水溶液中酸类、碱类和盐类等的化合物。根据电离度的大小, 可分为强电解质与弱电解质。

16 什么是电阻?

答: 电阻是电路中的一个重要参数, 它表示消耗电能的理想电路元件。导体中的自由电子在作定向移动时, 要跟导体内的粒子频繁碰撞, 这种碰撞阻碍了自由电子的定向移动, 表示这种阻碍作用的物理量就称作电阻。

导体电阻的大小主要与两个因素有关:

- (1) 与导体的材料有关;
- (2) 与导体的几何尺寸有关。

同时, 温度对导体的电阻亦有一定影响。通常, 电阻用 R 表示。

17 什么是电导?

答: 在分析电子电路时, 常用到电导的概念。电阻的倒数称为电导, 常用 G 表示。

$$G = \frac{1}{R}$$

电导的单位是西门子 (S)。

18 什么是电阻的温度系数?

答: 金属电阻的阻值与温度有关。导体的温度每升高 1°C 时, 它的电阻增大的百分比称为电阻的温度系数, 用符号 α 表示。

如果温度 t_1 时导体的电阻是 R_1 , 温度 t_2 时导体的电阻是 R_2 , 导体材料的温度系数是 α , 当温度从 t_1 变到 t_2 时, 电阻关系用下式表达:

$$R_2 = R_1 + \alpha R_1 (t_2 - t_1)$$

19 电阻器在电路中起什么作用?

答: 电阻器分成固定式电阻器, 可调式电阻器两类。可调式电阻器又分成可变式和半可变式两种。下面分别谈一下它们的作用。

固定式电阻器主要用在阻值固定而不需要变动的电路里, 起限流、分流、分压、降压、交连、匹配或负载等作用。

可变电阻器 (亦称电位器) 主要用在阻值需要经常变动的电路里, 起调节电压、电流等作用。结构上设有可转动的旋柄或滑键, 便于随时调节阻值大小。

半可变电阻器 (亦称微调) 主要用在阻值不经常变动的电路里。如半导体电路里的偏流电阻器, 在调试和维修中一经调整, 就无须经常变动, 因此它的转动结构比较简单。

20 固定式电阻器有哪些品种? 用途如何?

答: 常用固定式电阻器的外形如图 1-3 所示。有如下几个品种。

炭膜电阻器, 特点是阻值范围大, 性能较好。

金属膜和氧化膜电阻器, 特点是体积小, 精度高。

实芯炭质电阻器, 分布电感小, 价格便宜, 但稳定性较差, 噪声高。

这三种电阻器, 可在直流、交流和脉冲电路中应用。

正温度系数薄膜电阻器, 供具有负温度系数元件的电路中使用, 可做温度补偿。

压敏电阻器, 可做过压保护、稳压、非线性补偿等用, 多用于交流、直流和脉冲电路中

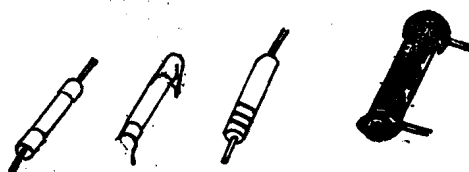


图1-3 常用固定式电阻器

的自动化保护电路。

热敏电阻器，其阻值是随着环境和电路工作温度变化而改变的。一种是正温度系数型，另一种是负温度系数型，多用于温度补偿、测量电路中。

线绕电阻器，有被釉、酚醛和氧化膜三种。特点是功率大，耐高温，噪声小，稳定性好。适用于较大功率的低频交流、直流电路中作降压、分压或负载等用。

21 可调式电阻器有哪些品种？用途如何？

答：常用可调式电阻器的外形如图 1-4 所示。可调式电阻器亦称作电位器、微调等，有如下几个品种。

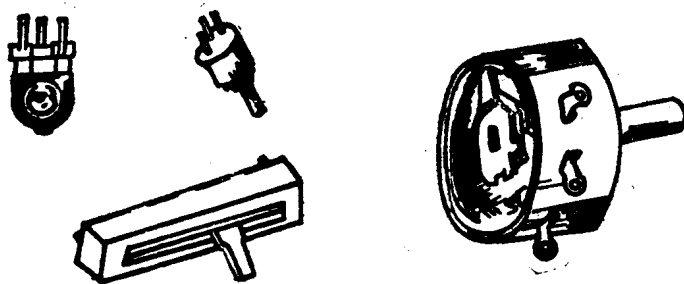


图1-4 可调式电阻器

炭膜电位器，供电工仪器仪表、理疗低频、中频电疗机中作电压、电流调节或辅助调节用。

有机实芯电位器，用于小型仪器仪表和测量仪表的交流、直流电路中，起调节电压、电流的作用。

线绕电位器，用于交流、直流电路中调节电压、电流，在理疗低频、中频电疗机中多用于输出调节。

滑杆电位器，用滑杆作直线移动方式改变阻值，用于机器性能调节等。

总之，在电路中使用可调式电阻器是为了控制电性能，通过改变电路里的电阻值来达到调节电压或电流的目的。

22 如何识别色环电阻器？

答：用颜色表示电阻器的阻值和允许误差的电阻器，俗称作色环电阻器。不同的颜色代表不同的数值。在电阻器的一端上画有三道或四道色环，紧靠端面的是第一色环，余者为第二、三、四色环。第一色环代表阻值第一位数，第二色环代表阻值第二位数字，第三色环代表阻值末尾含有零的个数，第四色环表示阻值的误差。



图1-5 碳质电阻的色环标志

如图 1-5 是用色环标志的碳质电阻。若色环的顺序为黄、紫、棕、银，这个电阻的阻值就是 470 欧姆，误差为 $\pm 10\%$ 。精密电阻的色环标志用上