

用于治疗类的 医疗电子仪器与设备

甘心照 宁新宝 编著



南京大学出版社



空军医专610 2 0028277 6

用于治疗类的 医疗电子仪器与设备

甘心照 宁新宝 编著



091077

南京大学出版社

1990·南京

内 容 提 要

本书内容为治疗类的医疗电子仪器与设备,其中有:音频电疗机、低频脉冲电疗机、综合治疗机、高频电疗机、超声波治疗机与超声雾化器、高频电刀、空气负离子发生器、心脏起搏器、心脏除颤器、电控呼吸机、干扰电疗机以及体外震破碎石机。

在介绍典型仪器设备时,首先简述仪器设备的作用、适应症及有关医学与物理学等方面的基本知识,再着重对整机电路原理进行详细分析,使读者对医疗电子仪器设备有比较全面、深入的了解。

本书可供高等或中等院校有关专业选作教材或教学参考书,亦可供从事于医疗电子仪器与设备使用、维修、设计人员阅读。

用于治疗类的 医疗电子仪器与设备 甘心照 宁新宝 编著

*

南京大学出版社出版发行
(南京大学校内)

南京艺美印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.625 字数: 152千

1990年1月第1版

1990年1月第1次印刷

印数: 1—3000

ISBN 7-305-00637-8

TH·1 定价: 2.90元

前 言

医疗电子仪器与设备是当代新兴医学上临床与科研的有效工具，为诊断、治疗、检验等提供了行之有效的方法。例如，心脏起搏器的应用，使许多药物难以治疗和抢救的垂危心脏病入从死亡的边缘上挽救过来。

随着医疗电子仪器与设备的应用和发展，其使用、维修、设计人员不断增加，迫切要求对医疗电子仪器与设备有比较全面、深入的了解。而我国目前有关介绍医疗电子仪器与设备的书籍还很少，比较完整和系统介绍整机原理的书籍更是缺乏。因此，为适应需要，特别是教学需要，编写了本书，即将出版的还有《常用医疗诊断电子仪器》和《近代医疗电子仪器与设备》两本书。

在介绍各种典型仪器设备时，首先简述其作用、适应症及有关医学与物理学方面的基本知识，再着重对整机电路原理进行详细分析，它脱离了仪器说明书式的介绍方法，能使读者对典型仪器设备有比较全面、深入的了解。使用人员了解仪器与设备的原理之后，可以更好地正确使用，充分发挥仪器设备的效能；维修人员熟悉仪器设备的原理之后，对已出现的故障能迅速准确地判断出故障原因，及时给予排除，从而可提高维修水平；设计人员掌握其仪器与设备原理之后，可借鉴其他仪器设备的优良性能和解决实际问题的方法，以提高设计水平。

编者在最近几年所编著的“医用电子技术基础及其应用”和“生物医学电子学”两本书，可以作为阅读本书的基础知识，其中涉及具体型号的医疗电子仪器与设备，本书将不再重复介绍。

本书由江苏生物医学工程学会理事长、南京医学院教授朱思明审阅，得到方汉生、袁竹根、张苏、汪荫棠、黄寿珍、金永红等同志的支持和帮助，在此一并致谢。

限于水平，书中错误和遗漏之处在所难免，望广大读者及专家批评指正！

编著者

1989年于南京大学信息物理系

（此处原文模糊，推测为作者姓名或单位，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

（此处原文模糊，推测为前言或出版说明，暂不转录）

目 录

第一章 音频电疗机	1
第一节 音频电疗的作用与适应症.....	1
一、音频电疗的作用	1
二、音频电疗适应症	3
第二节 YL-3 型音频电疗仪	3
一、YL-3 型音频电疗仪的一般介绍	4
二、YL-3 型音频电疗仪整机电路分析	5
第二章 低频脉冲电疗机	11
第一节 感应电疗机.....	11
一、感应电疗的主要作用及适应症.....	11
二、GC-1 型直流感应电疗机电路	12
三、DL-3 型 698 点透治疗机电路原理介绍	15
第二节 晶体管脉冲电疗机.....	21
一、脉冲波的治疗和麻醉作用	23
二、BT701 电麻仪电路分析	25
三、BT701A 型电疗仪电路分析.....	27
四、GF-711 型电疗机电路分析	33
第三章 综合治疗机	38
第一节 晶体管紫外线治疗机.....	38
一、概述	38
二、典型晶体管紫外线治疗机电路介绍	39
第二节 MX-1 型半导体综合治疗机.....	40
一、MX-1 型半导体综合治疗机的功能	40
二、MX-1 型半导体综合治疗机电路分析	41

第四章 高频电疗机	46
第一节 共鸣火花电疗机	47
一、共鸣火花电疗机的作用及适应症	47
二、一种典型的共鸣火花电疗机电路分析	48
第二节 中波电疗机	52
一、中波电疗的作用及适应症	52
二、QWH-2 型中波透热电疗机电路分析.....	53
第三节 短波电疗机	57
一、短波电疗的作用及适应症	57
二、DML-1型短波电疗机电路分析	58
第四节 超短波电疗机	62
一、超短波电疗的作用及适应症	62
二、CDB-1 型超短波电疗机电路分析	63
三、WCH-A型五官超短波电疗机电路介绍	65
第五节 微波电疗机	67
一、微波电疗的作用及适应症	67
二、一般微波电疗机的组成	68
三、WBJ-1型微波电疗机电路分析	71
四、HWY-D2型微波电疗机电路分析	75
第五章 超声波治疗机与超声雾化器	78
第一节 超声波治疗机	78
一、超声波治疗的作用及适应症	78
二、超声波治疗机的一般介绍	80
三、CZ-2型超声波治疗机电路分析	84
第二节 超声雾化器	89
一、超声雾化器的作用	89
二、超声雾化器的一般结构	90

三、WC-1型超声雾化器电路分析.....	91
第六章 高频电刀	94
第一节 高频电刀的一般介绍.....	94
一、高频电刀的应用	94
二、高频电刀的一般原理	95
第二节 几种高频电刀的电路分析.....	96
一、一种简单的高频电刀	96
二、87型高频妇科电熨器	97
三、KW65-3型高频电刀.....	97
第七章 空气负离子发生器	101
第一节 空气中的离子及其对人体的作用	101
一、空气中的离子	101
二、空气中的离子对人体的作用	102
第二节 几种空气负离子发生器	103
一、KFQ型空气负离子发生器.....	103
二、KJ-1型空气负离子发生器	105
三、DFK型空气负离子发生器.....	106
第八章 心脏起搏器	109
第一节 心脏起搏器的一般介绍	109
一、人工心脏电起搏的作用.....	109
二、心脏起搏器临床应用适应症	110
三、心脏起搏器的分类及临床应用起搏器简介	111
四、心脏起搏器的几个参数.....	115
第二节 固定型和R波抑制型心脏起搏器	117
一、一种固定型心脏起搏器电路分析	118
二、R波抑制型心脏起搏器的一般结构原理	120
三、QDX-2型外体按需起搏器电路分析	122

四、AMQ-4型按需起搏器电路分析	129
第三节 心脏起搏器的能源和电极	138
一、心脏起搏器的能源	138
二、心脏起搏器的电极介绍	140
第九章 心脏除颤器	144
第一节 心脏除颤器的一般介绍	144
一、心脏除颤器的作用	144
二、心脏除颤器的一般原理	145
三、心脏除颤器的类型	147
四、心脏除颤器的主要性能指标	148
第二节 两种心脏除颤器电路分析	149
一、一种电路较简单的的心脏除颤器电路分析	150
二、QC-11型除颤器的电路分析	153
第十章 电控呼吸机	162
第一节 人工呼吸机的一般介绍	162
一、人工呼吸机的作用	162
二、人工呼吸机应用适应症与禁忌症	163
第二节 XH-1型小儿呼吸机	164
一、HX-1型呼吸机的主要技术指标	164
二、XH-1型小儿呼吸机的结构组成	165
三、XH-1型小儿呼吸机电控部分电路分析	167
第十一章 干扰电疗机	173
第一节 干扰电流的一般介绍	173
一、干扰电流的形式	173
二、干扰电流的作用	174
三、干扰电疗的适应症	175

第二节 SGD-3型数字干扰电疗机·····	176
一、正弦振荡和输出电路·····	177
二、三角波发生器和“固频”、“扫频”工作方式的实现·····	179
三、差频整形倍频器和时基信号发生器·····	181
四、显示装置·····	184
五、电源·····	185
第十二章 体外震波碎石机 ·····	187
第一节 震波碎石机理及碎石机类型·····	187
一、碎石机理·····	187
二、震波碎石机的类型·····	189
第二节 震波碎石机的构成框图及其工作原理·····	190
一、震波碎石机的构成框图·····	190
二、震波碎石机的工作原理·····	191
第三节 震波碎石机的性能指标·····	195
主要参考文献·····	198

第一章 音频电疗机

用电流来治疗疾病简称电疗。电疗法在我国发展很快，应用范围很广，已普及到基层医疗单位。从事于电疗的医务工作者把医用电流按其频率分为下述三类：

低频电流：0 ~ 100 赫

中频电流：1 ~ 100 千赫

高频电流：100 千赫以上

直流电疗是一种古老的电疗法，用它来单独治疗疾病逐步减少，另外，直流电疗机的原理和结构都比较简单，因此，本书将重点介绍应用广泛的交流电疗机。

第一节 音频电疗的作用与适应症

音频电疗是用 1 ~ 5 千赫的中频电流治疗疾病的。多年来，经医务工作者的实践，认为 2 千赫的正弦电流效果最好。因此，目前我国使用的音频电疗机多为固定的 2 千赫单一正弦频率。这种疗法于 1969 年在我国开始应用，由于对某些疾病有一定的疗效，目前在我国各地仍在广泛应用中。

一、音频电疗的作用

由于正弦交流电流的方向交替变化，故无阴阳极之分，因此不产生电解作用，对皮肤无损伤。交流电频率越高，人体组织容抗越小，较强的电流可作用到较深的组织，实践表明，低强度的中频电流只能引起轻微的震颤感；中强度可出现轻微

针刺感，并随通电时间的延长而减弱；高强度的有不适的束缚感。临床医师经过多年实践的经验，对音频电流的作用作了如下总结：

1. 镇痛作用

临床上发现音频电流的镇痛作用比较明显。有人认为，治疗后其作用可维持几小时。其中一种解释是所谓的掩盖效应：中频电流引起明显震颤感，使传导震颤感的粗纤维兴奋，其冲动闯入痛传导通路的任一环节（脊髓、网状结构，丘脑，大脑皮层），阻断或干扰痛的传导，起掩盖作用而止痛。还有其他解释，因篇幅有限，读者如感兴趣可参考有关电疗方面的专著。

2. 促进局部血液循环

中频电流有明显的促进局部血液循环的作用，可使皮肤温度上升，皮肤电阻下降，小动脉和毛细血管扩张，开放的毛细血管数目增多等。一种解释认为，中频电流刺激皮肤感受器所产生的神经冲动，一方面经神经元传入中枢神经系统，一方面经同一神经轴突的另一分枝逆行到小动脉壁，可引起局部血管扩张。

3. 软化疤痕和松解粘连

中频电流能软化疤痕和松解粘连。据认为：在音频电疗时，电流所到之处，可能刺激了粘连着的每一个纤维组织（神经纤维、肌纤维、结缔组织纤维等），使之产生活动而逐渐分解。但这仅仅是一种假设，目前尚无实验依据。

二、音频电疗适应症

根据临床实践，下列各种疾病适合于音频电疗：

（1）外科疾病：瘢痕疙瘩（大面积治疗效果好，小条小块治疗效果差）的治疗和预防治疗，瘢痕粘连、肠粘连、劳损扭伤、腰酸背痛、关节炎、肩周炎、外伤、手术后腹疼或腹部肿块、打针引起的肿块、尿道狭窄、阴茎海绵体硬化等等。

（2）内科疾病：类风湿性关节炎，一部分高血压。

（3）神经科疾病：各种神经损伤和神经痛，如坐骨神经痛、三叉神经痛，臂丛神经痛、残肢神经痛，术后神经痛，灼伤神经痛，偏瘫、截瘫、股外侧皮神经炎、神经麻痹等等。

（4）眼科疾病：结膜炎、角膜炎、化学性烧伤，某些角膜浑浊（外伤引起的）、麦粒肿、眼睑外伤、球结膜裂伤等等。

（5）耳鼻喉科疾病：外伤性声音嘶哑、声带麻痹、气管狭窄、咽肌麻痹、咽颊炎、鼻窦炎等等。

（6）妇科疾病：盆腔炎、输卵管囊肿，乳房小叶增生、输卵管结扎后炎性反应等等。

（7）皮肤科疾病：带状疱疹、成人硬水肿，某些硬皮病（特别是局限性的）、局限性脂膜炎，血栓性静脉炎、变应性结节性皮肤血管炎、淋巴管炎等等。

音频电疗法临床上的应用正在不断扩大和完善，以上所述治疗有效病种，仅供参考。

第二节 YL-3 型音频电疗仪

单一频率的电疗机目前在我国生产和使用的类型很多，但就其

基本原理和结构大致相同，本书选YL-3型音频电疗仪为例加以介绍，重点介绍和分析其电路工作原理。

一、YL-3型音频电疗仪的一般介绍

本机能产生 2000 ± 100 赫、最大输出功率可达10瓦、失真度小于10%的正弦波。

本机方框图如图1-1所示。由音频振荡器、前置放大及功率放大级、电流反馈网络、电流指示器和稳压电源等部分组成。

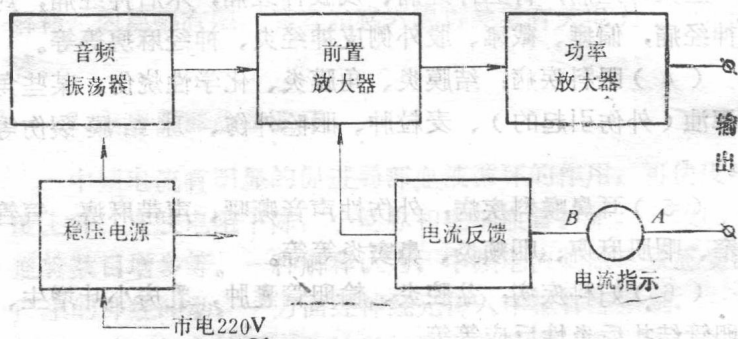


图1-1 YL-3型音频电疗仪方框图

音频振荡器的作用是产生音频正弦波信号，前置放大器的作用是把振荡器输出的信号进行放大以推动后级功率放大器；功率放大器的作用是将音频电信号进行功率放大以满足对负载（人体）治疗时所需之功率；反馈网络的作用是在输出与前置级间加了电流负反馈，其作用是稳定输出电流。

二、YL-3型音频电疗仪整机电路分析

YL-3型音频电疗仪整机电路原理图如图 1-2 所示。各部分的工作原理如下:

1. 音频振荡器

这部分主要由 $T_1 \sim T_4$ 等组成。 T_1 、 T_2 等组成 RC 并联文氏电桥振荡器, $R_1 + W_1$ 、 C_1 、 R_2 、 C_2 构成 RC 串并联选频电路, 当把 $R_1 + W_1$ 调到与 R_2 的数值相等时, 其振荡率为

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \\ &= \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 1.8 \times 100 \times 0.047 \times 10^{-6}} \\ &\approx 1.88 (\text{千赫}) \end{aligned}$$

为使振荡器满足振荡的相位条件, 文氏电桥振荡器正反馈支路由 RC 串并联电路组成, 其反馈系数为 $1/3$ 。 T_1 、 T_2 组成 RC 放大器, R_{22} 、 R_7 等组成电压串联负反馈电路, R_{14} 对 T_2 起电流串联负反馈作用。调整 R_{22} 、 R_{14} 的大小, 使 RC 放大器总放大倍数为 3 倍, 以满足振幅条件, 从而电路产生振荡。 R_{22} 采用 RR527A 热敏电阻, 它具有负温度系数, 其阻值随温度的升高而减少, 这样可稳定振幅。刚开机时, 由于 R_{22} 阻值较大, 负反馈较弱, 容易起振, 利用 R_{22} 惰性作用, 开机约半分钟进入正常工作。

振荡器的输出由 T_3 、 T_4 组成的串接放大器完成, 串接放大器的输入信号来自 T_2 集电极和发射级的输出, 经放大后电压倒相。

基本原理和结构大致相同，本方案YL-3型音频电疗仪

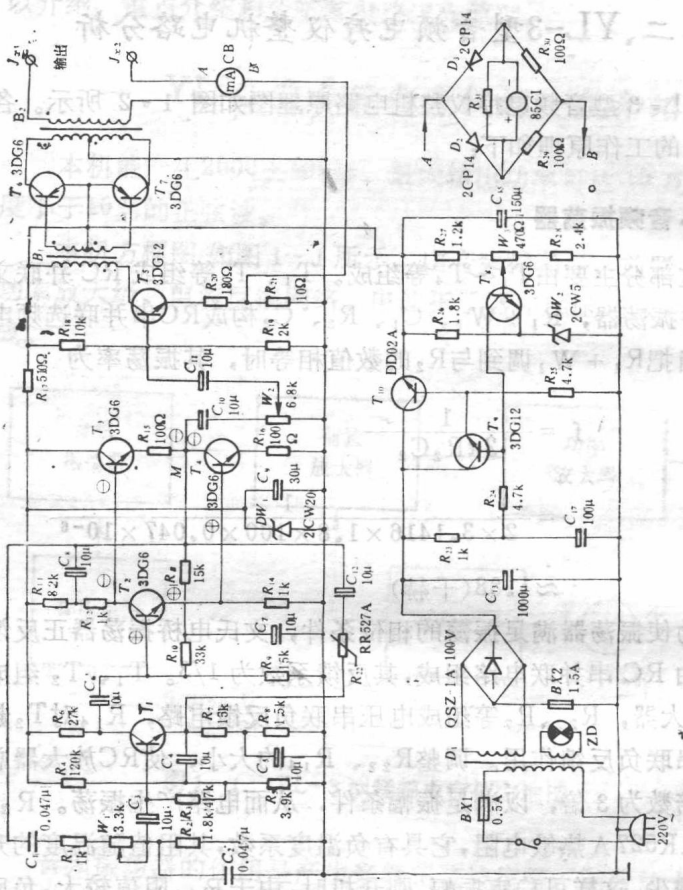


图 1-2 YL-3 型音频电疗仪电原理图

如图 1-2 所示，假定 T_2 基极在某一瞬时输入为 +，则由集电极倒相作用可知集电极输出为 -，再送到 T_3 的基极，由于 T_3 是射极输出器，所以输出端 M 点为 -，即电位降低；与此同时，因为 T_2 射极与基极同相， T_2 射极为 +，再送到 T_4 的基

极, 由 T_4 的倒相作用可知, 其集电极(即M点)为 $-$, 使M点的输出电位进一步降低, 与不加 T_4 情况相比, 其输出绝对值增加, 从而提高了放大倍数。由于 T_3 为射极输出器, T_4 为它的有源负载, 从而降低了输出电阻, 使后面的前置放大器减少对RC串并联振荡器的影响, 同时又可改善非线性失真。

为了减少 T_1 输入电阻对RC串并联选频电路的影响, 要求 T_1 的输入电阻高。为此除了RC放大器中 R_{22} 联成的串联负反馈电路可以增加 T_1 的输入电阻外, 还采用 C_4 等组成的自举电路, 进一步提高 T_1 的输入电阻。因 T_1 的工作电流选得较小($I_{c1} \approx 0.15 \sim 0.2$ 毫安), 故 h_{11} 大, 为此应选穿透电流(I_{ceo})小的硅管为振荡管。

电路中还引入了直流负反馈电路, 由 R_9 、 R_{10} 、 C_7 、 R_B 组成。 C_7 对交流信号起短路作用, 因此是直流负反馈, 可稳定 T_2 、 T_3 、 T_4 的静态工作点。调整 R_{10} 或 R_B 的大小, 能使 T_2 、 T_3 、 T_4 得到合适的静态工作点。

2. 前置放大级

电路如图2-1所示。

由 T_5 等组成的共发射极放大器构成本机的前置放大级。电位器 W_2 可调节振荡器输出的大小, 即调节本级输入信号的大小, 控制整机的输出强度。

3. 功率输出级

由 T_6 、 T_7 、 B_1 、 B_2 等组成乙类推挽功率放大器作为整机的功率输出级。与一般变压器耦合的功率放大器相比, 不是采用甲乙类放大, 而是采用乙类放大, 优点是可以提高效率。乙类推挽放大在小信号输出时会产生交越失真, 但是在治疗过程中对波形要求不很高, 故本机出现较小的交越失真并不影响其