

医用电子仪器 原理、构造与维修

刘凤军 主编 白智鹏 主审

中国医药科技出版社

43

登记证号: (京) 075 号

内 容 提 要

本书主要介绍常见医用电子仪器的原理、构造与维修。全书共分 9 章, 内容包括医学仪器概述、生物电的基础知识、心电诊断仪器、脑电图机、肌电图机、心脏起搏器与除颤器、医用监护仪器、医用电子仪器的测试与电气安全。重点介绍最常用的两大类仪器: 心电诊断仪和医用监护仪器。

本书以阐明仪器原理为主, 系统介绍了各种医用电子仪器的工作原理。为了满足实际需要, 在典型仪器选型上, 尽量选择目前中级以上医院配备数量多、使用情况比较好的机型。另外本书还注重仪器的维修方法和典型故障的分析, 把一般故障和特殊故障、一般分析和系统分析结合起来, 使仪器故障维修上升到理论的高度。为了普及医疗仪器计量知识和适应维修人员的实际需要, 本书对于两种强制性检定仪器心电图机和脑电图机的计量检定方法和要求作了详细的介绍。

本书是为高等院校临床医学工程(维修)专业编写的教材, 也可作为从事医疗仪器使用、维修和管理工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医用电子仪器原理、构造与维修/刘凤军 主编. —北京:
中国医药科技出版社, 1997.8
临床医学工程(维修)专业教材
ISBN 7-5067-1700-x

I. 医... II. 刘... III. 医疗机械-电子仪器-高等学校-教材 IV. TH772

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12510 号

中国医药科技出版社 出版
(北京海淀区文慧园北路甲 22 号)
(邮政编码 100088)
铁道部十六局印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

开本 787 × 1092mm¹/₁₆ 印张 26.5 插页 13
字数 612 千字 印数 1-3000
1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

定价 50.00 元

前 言

本书是“临床医学工程(维修)专业”系列专业教材之一。为了跟踪医用电子仪器的发展,适应目前医学仪器维修专业的教学需要,满足广大医学工程技术人员对新仪器的原理和维修方法等资料迫切需求,编者在总结多年的医用电子仪器教学和仪器维修经验的基础上,结合目前医院常用的医用电子仪器,并搜集了大量新仪器原理与维修资料,编成此书。

本书尽量系统、全面地介绍各种常用医用电子仪器的原理、构造与维修。并对一些新仪器原理、仪器发展动态和强制检定仪器的计量检定方法作了简单介绍。在仪器维修方面,注重从特殊到一般,从实践经验到理论分析的升华。在典型仪器选型方面,经过了多方调研,尽量选择我国中级以上医院配备较多、使用情况较好的仪器,具有很强的代表性。全书共分九章。第一章介绍生物信息的基本知识、医学仪器的结构特点和工作方式;第二章介绍生物电位的基础知识;第三章介绍医用传感器和医用电极,讨论它们转换和传递信息的基本原理;第四章是该书的重点之一,主要介绍心电图及心电图导联、心电图机的结构和性能参数、心电图机电路工作原理和心电图机的典型电路分析,并对常用的 ECG-6151、ECG-6511 和 ECG-8110K 型心电图机电路原理和维修进行了详细的分析。本章还对心向量图机和心电图机的计量检定方法作了简单介绍;第五章主要介绍脑电图机的基本知识,并以 ND-161 和 EEG-7300 系列脑电图机为例详细介绍了脑电图机的工作原理和维修;第六章介绍肌电图机基本原理,并以 JD-2 型肌电图机为例介绍肌电图机的构造原理、使用方法和注意事项;第七章介绍心脏起搏器与除颤器的原理;第八章是本书的重点内容之二,主要介绍医用监护的生理参数和测量原理、常用病人的监护系统、典型的床边监护仪、医用监护仪器的显示技术和 CRT 终端接口、Holter 心电监测记录仪和遥测监护等内容;最后一章讨论了医用电子仪器的电气安全问题。书中每章后面都附有习题,书后还给出了医用电子仪器外文资料中常用的英语词汇。

全书内容设计在 70 ~ 100 学时。本书大部分内容曾在解放军北京医学高等专科学校教学中试用,反映效果良好。

本书在编写过程当中力求文字通俗易懂,理论深入浅出,分析逻辑性强。适合于高等院校医疗仪器维修专业学生和从事相关专业的技术人员使用。

书中电路图中大部分分立元件采用国家新绘图标准,由于本书是维修专业用书,为了与仪器维修说明对应,对一些进口仪器电路均按原图绘制,特此说明。

在编写过程中,得到了解放军北京医学高等专科学校校领导和教务处、工程系领导以及机关和计算中心同志的大力支持,在此一并表示感谢!

由于时间仓促,加之水平有限,书中定会有这样或那样的错误和不足,敬请读者批评指正!

编者

1997 年 4 月

目 录

第一章 医学仪器概述	(1)
第一节 生物信息知识简介	(1)
一、人体系统的特征	(1)
二、人体控制功能的特点	(1)
三、生物信息的基本特性	(2)
四、生物信息的类型	(2)
五、生物信息的检测与处理	(3)
第二节 医学仪器的结构和工作方式	(4)
一、医学仪器的基本构成	(4)
二、医学仪器的工作方式	(7)
第三节 医学仪器的特性和分类	(8)
一、医学仪器的主要技术特性	(8)
二、医学仪器的特殊性	(11)
三、典型医学参数	(12)
四、医学仪器的分类	(12)
习 题	(13)
第二章 生物电位的基础知识	(14)
第一节 细胞电位	(14)
一、细胞的静息电位	(14)
二、细胞的动作电位	(15)
三、动作电位的传输	(17)
四、容积导体电场	(17)
第二节 生物电阻抗	(19)
一、生物电阻抗	(19)
二、人体组织和器官的电阻抗	(19)
三、人体组织的阻抗测量	(20)
第三节 生物电位	(20)
一、心电位	(21)
二、脑电位	(22)
三、肌电位	(23)
四、其他生物电位	(24)
习 题	(26)
第三章 医用传感器和医用电极	(27)
第一节 医用传感器的分类与特点	(27)
一、医用传感器的分类	(27)

二、医用传感器的特点	(27)
第二节 有源传感器	(28)
一、电磁传感器	(28)
二、热电传感器	(30)
三、光电传感器	(31)
第三节 无源传感器	(32)
一、电阻式传感器	(32)
二、电容式传感器	(35)
三、电感式传感器	(37)
第四节 医用电极	(38)
一、电极的基本特性	(48)
二、体表电极	(40)
三、体内电极	(44)
四、电极的选择与使用	(47)
习 题	(47)
 第四章 心电诊断仪器	(48)
第一节 心电图及心电图导联	(48)
一、心电图描记技术的早期概况	(48)
二、心电图	(48)
三、心电图导联	(50)
第二节 心电图机的结构和性能参数	(53)
一、心电图机的结构	(53)
二、心电图机的主要性能参数	(56)
第三节 心电图机电路工作原理	(57)
一、输入电路	(57)
二、前置放大电路	(58)
三、电压放大电路	(59)
四、功率放大电路	(60)
五、负反馈电路	(60)
六、调速电路	(61)
七、描笔加热电路和稳压电路	(62)
第四节 心电图机的典型电路分析	(62)
一、输入保护电路	(63)
二、屏蔽驱动电路	(64)
三、1mV定标电路	(65)
四、闭锁电路	(66)
五、光电耦合器	(67)

六、直流电源转换电路	(67)
七、“双T”滤波放大器	(68)
八、位置反馈记录器	(69)
九、稳速与调速电路	(70)
十、温控电路	(71)
第五节 ECG-6151型心电图机	(72)
一、浮地前置放大电路	(72)
二、自动键控电路	(78)
三、控制与主放大器	(80)
四、供电电路	(85)
第六节 ECG-6511型心电图机	(87)
一、浮地前置放大电路	(87)
二、键控电路	(89)
三、主放大电路	(92)
四、电源电路	(93)
第七节 ECG-8110K型心电图机电路原理与维修	(97)
一、微机处理系统中的心电导联组合	(97)
二、ECG-8110K型心电图机简介	(99)
三、ECG-8110K的技术指标	(99)
四、电路工作原理简介	(100)
五、操作与检修	(107)
第八节 心向量图机	(122)
一、心向量图的基本知识	(122)
二、心向量图的导联	(124)
三、心向量图机的一般结构	(125)
第九节 心电图机的计量	(127)
一、概述	(127)
二、技术要求	(127)
三、检定条件	(138)
四、检定项目和检定方法	(130)
五、检定结果的处理和检定周期	(136)
第十节 心电图机的检修	(136)
一、心电图机检修方法与注意事项	(136)
二、心电图机的常见故障	(138)
三、ECG-6151型心电图机故障检修	(144)
四、ECG-6511型心电图机故障检修	(159)
习 题	(164)
第五章 脑电图机	(166)

第五章 脑电图机	(166)
第一节 脑电图机的基本知识	(167)
一、脑电信号的一般性质及分类	(167)
二、脑电图的产生机理	(168)
三、诱发电位的基本知识	(169)
第二节 脑电图机的导联	(170)
一、电极安放系统	(170)
二、单极导联法	(171)
三、双极导联法	(171)
第三节 ND-161型脑电图机	(172)
一、脑电图机的组成	(172)
二、放大电路	(175)
三、电极电阻测量电路	(178)
四、时标电路	(180)
五、定标电压电路	(180)
六、闪光刺激电路	(180)
第四节 EEG-7300系列脑电图机	(185)
一、EEG-7300系列脑电图机的特点	(185)
二、系统框图及概述	(186)
第五节 脑电图机的辅助仪器	(189)
一、光刺激器	(190)
二、声刺激器	(190)
三、脑电频率分析器	(191)
第五节 脑电图机的故障检测与维修	(192)
一、脑电图机主要参数检测	(192)
二、ND-161型脑电图机的维修	(193)
三、EEG-7300系列脑电图机的维修	(195)
第七节 脑电地形图概述	(201)
一、脑电地形图的原理	(202)
二、脑电地形图的临床应用	(202)
第八节 脑电图机的计量	(203)
一、概述	(203)
二、技术要求	(203)
三、检定条件	(203)
四、检定项目和检定方法	(204)
五、检定结果处理和检定周期	(208)
习 题	(209)

第六章 肌电图机	(210)
第一节 肌电图机概述	(210)
一、运动单位概念	(210)
二、肌电位的形成机理	(210)
三、肌电图	(211)
四、诱发肌电图	(212)
第二节 JD-2型肌电图机的构造和原理	(216)
一、肌电图机的结构	(216)
二、放大器与监听器	(216)
三、扫描发生器	(219)
四、刺激器	(222)
五、计时器(传导时间计数器)	(227)
六、电源	(232)
七、示波器与自动照相机	(234)
第三节 肌电图机的使用方法和注意事项	(234)
一、示波部分	(234)
二、放大单元	(237)
三、电源单元	(238)
习 题	(238)
 第七章 心脏起搏器与除颤器	(239)
第一节 心脏起搏器简介	(239)
一、人工心脏电起搏器的作用	(239)
二、心脏起搏器临床应用的适应症	(239)
三、心脏起搏器的分类及临床应用的起搏器简介	(240)
四、心脏起搏器的几个参数	(243)
第二节 固定型和R波抑制型心脏起搏器	(244)
一、一种固定型心脏起搏器的电路分析	(244)
二、R波抑制型心脏起搏器的一般结构原理	(245)
三、QDX-2型体外按需起搏器的电路分析	(245)
四、AMQ-4型按需起搏器的电路分析	(249)
第三节 心脏起搏器的能源和电极	(254)
一、心脏起搏器的能源	(254)
二、心脏起搏器的电极介绍	(255)
第四节 心脏除颤器的一般介绍	(257)
一、心脏除颤器的作用	(257)
二、心脏除颤器的一般原理	(257)
三、心脏除颤器的类型	(258)

四、心脏除颤器的主要性能指标	(259)
第五节 典型心脏除颤器介绍	(259)
一、一种电路较简单的心脏除颤器电路分析	(260)
二、QC-11除颤器的电路分析	(262)
习 题	(267)
 第八章 医用监护仪器	(268)
第一节 监护仪概论	(268)
一、意义和作用	(268)
二、临床应用范围	(268)
三、监护仪的分类	(269)
四、自动监护系统的原理框图	(270)
五、现代监护系统的特点	(271)
第二节 生理参数的测量及监护仪的主要指标	(272)
一、监护生理参数的测量方法	(272)
二、监护仪器的主要技术指标	(279)
第三节 常用病人的监护系统	(280)
一、危重病人的监护 (ICU)	(280)
二、冠心病监护 (CCU)	(282)
三、手术室中的病人监护	(282)
四、高压氧舱中的病人监护	(283)
五、恢复室中的病人监护	(284)
六、分娩室中孕妇的监护	(284)
七、新生儿的监护	(285)
第四节 典型的床边监护仪	(286)
一、床边心电监护	(286)
二、多功能床边监护	(291)
三、90303B智能床边监护仪	(296)
第五节 医用监护仪器的显示技术和CRT终端接口	(302)
一、概述	(302)
二、随机扫描方式的接口电路	(304)
三、光栅扫描方式的接口电路	(306)
四、混合式扫描方式的接口电路	(316)
第六节 Holter心电监测记录仪	(317)
一、佩带式心电监测记录仪的临床意义	(317)
二、Holter系统及其使用方法介绍	(318)
三、智能Holter记录仪 (动态心电监护仪)	(320)
第七节 遥测监护	(324)

一、医用遥测系统的基本概念	(325)
二、医用遥测系统的基本制式	(325)
三、心电遥测系统	(329)
四、颅内压遥测装置	(331)
第八节 监护仪器的应用与发展动态	(333)
一、医用监护仪器的发展概况	(333)
二、监护仪器的发展动态	(337)
习 题	(338)
 第九章 医用电子仪器的电气安全	(339)
第一节 电流的生理效应及电击	(339)
一、电流的生理效应	(339)
二、人体的导电	(339)
三、电击	(340)
第二节 电击产生的原因	(341)
一、接地不良引起的电击	(341)
二、皮肤电阻的减小	(342)
三、泄漏电流	(342)
四、心脏有导电通路	(343)
第三节 防止电击的措施	(344)
一、基础绝缘	(344)
二、附加保护	(344)
三、保护接地	(345)
四、漏电断路器	(345)
五、地线的配电方式	(345)
六、等电位化	(345)
七、多台仪器接地	(346)
八、辅助绝缘	(347)
九、医用安全超低压电源	(347)
十、患者保护	(347)
第四节 医用电子仪器的检测及其使用分类	(349)
一、医用电子仪器的检测	(349)
二、医用电子仪器的选择	(350)
习 题	(351)
 参考文献	(352)
附录一	(353)

第一章 医学仪器概述

医学仪器主要用于对人的疾病进行诊断和治疗,其作用对象是条件复杂的人体,所以医学仪器与其它仪器相比有其特殊性。本章主要介绍与医学仪器密切相关的生物信息知识,包括人体系统的特征及其控制功能的特点,生物信息的基本特性、类型以及检测与处理;医学仪器的基本构成和工作方式;医学仪器的特性、特殊性、分类及一些典型医学参数。

第一节 生物信息知识简介

一、人体系统的特征

在医学仪器没有大量出现之前,医生主要凭经验通过手和五官来获取诊断信息。现在,医学仪器可以将人体的各种信息提供给医生观察和诊断。因此,以人体为应用对象的各种医学仪器是与人体系统特征密切相关的。

人体是一个复杂的自然系统,它由神经系统、运动系统、循环系统、呼吸系统等分系统组成,分系统间既相互独立,又保持有机的联系,共同维持生命。运用现代理论分析研究人体,可将人体系统分为器官自控制系统、神经控制系统、内分泌系统和免疫系统等。

(一)器官的自控制系统

具有不受神经系统和内分泌系统控制的机制。如舒张期心脏的容积越大,血流量就越多,则心脏收缩期血搏出量亦越多,这是由心脏本身特性所决定的,不受神经或激素的影响。

(二)神经控制系统

在神经系统中,由神经脉冲以 $1\sim 100\text{m/s}$ 的速度传递信息,是一种由神经进行快速反应的控制调节机制。以运动系统为例,从各级神经发出的控制信号到达被称为最终公共通路的传出路径,在运动神经元处加起来,最终表现为运动。

(三)内分泌系统

通过循环系统的路径将信息传到全身细胞进行控制,与神经快速反应的控制调节相比,内分泌系统的传导速度较慢。由内分泌腺分泌出来的各种激素,沿循环系统路径到达相应器官,极微量的激素就可使其功能亢进或抑制。

(四)免疫系统

免疫的作用是识别异物,并将这种非自体的异物加以抑杀和排除。对人体来说,人体内的非自体识别及其处理形式是最基本的控制机制,许多病态都可用免疫机制加以说明。

二、人体控制功能的特点

与我们所熟悉的工程控制相比,人体控制系统的控制功能具有以下特点:

(一)负反馈机制

人体控制系统对任意的外界干扰是稳定的,对系统内参数变化的灵敏度也较低,原因是系统存在着负反馈机制。

(二)双重支配性

生物体很少以一个变量的正负值来单独控制,往往是各自存在着促进器官和抑制器官的控制,并以两者的协调工作来支配一个系统,构成负反馈控制机制。

(三)多重层次性

生物体内常见的控制功能是上一级环路对下一级负反馈环路进行高级控制。这种多重层次性控制,使人体系统控制功能有高可靠性。如心脏搏动节律的形成,不仅有窦房结的控制作用,还有心房、心室协调同步的控制作用。

(四)适应性

人体系统具有能根据外界的刺激改变控制系统本身控制特性的适应性。如人从明亮处刚进入暗处时什么都看不见,要逐渐地才能看见东西,这就是人体视觉系统控制功能的适应性表现。

(五)非线性

人体系统控制功能表现为非线性的本质,虽然有时可以将非线性现象近似当作线性控制处理。

三、生物信息的基本特性

(一)不稳定性

生物体是一个与外界有密切联系的开放系统,有些节律由于适应性而受到调控。另外,生物体的发育、老化及意识状况的变化都会使生物信息不稳定。长时间保持一定的意识状态而不影响神经系统的活动是困难的。所以,生物信息不存在静态的稳定性,因此我们在检测和处理生物信息时,就有选择时机的问题。有时为了分析问题的方便,在一定的条件下,亦可将这种不稳定近似作为稳定来处理。

(二)非线性

因生物体内充满非线性现象,反映生物体机能的生物信息必然是非线性的。用非线性描述生物体显示出的生物特性才比较准确。但在检测和处理生物信息时,在一定的条件下,仍可用线性理论和方法。

(三)概率性

生物体是一个极其复杂的多输入端系统,各种输入会随着在自然界中所能遇到的任何变化而变化,并会在生物体内相互间产生影响。对于任意一个被测的确定现象来说,这些变化就会被看作噪声。生物噪声与生物机能有关,使生物信息表现出概率变化的特性。

四、生物信息的类型

从生物体表(或体内)所拾取的生物信息有形态信息和机能信息。从信息的特征来看,可分为确知的信息和概率的信息;从信息在时间上的变化来看,可分为连续信息和离散信息,或

称为模拟信息和数字信息。医学仪器所检测和处理的生物信息就是这两种信息。

连续信息和离散信息一般分为四种类型,如图 1-1 所示。

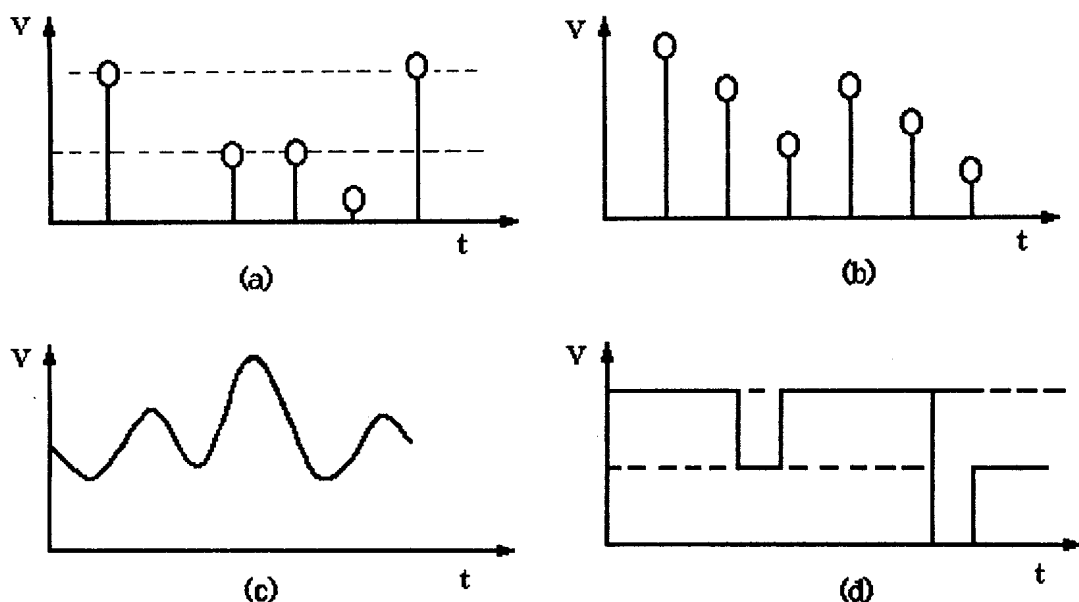


图 1-1 四种信号波形

(一)离散参数的离散信息

如每天测量的白细胞数值,以图 1-1(a)表示。

(二)离散参数的连续信息

如每次给受检者所测的体温值,以图 1-1(b)表示。

(三)连续参数的连续信息

如检测到的心电波形图、脑电波形图等均为这类信息,以图 1-1(c)表示。

(四)连续参数的离散信息

如表示不同灰度等级的医学图像信号便是这类信息,以图 1-1(d)表示。

通常生物信息具体为某种医学生理参量时,就可直接称其为生物信号,简称信号。

五、生物信息的检测与处理

为了分析研究人体(生物体)的结构与机能,为了给诊断提供依据,现在可以用医学仪器来检测和处理生物信息。当然,由于医学仪器的不断发展更新,检测与处理生物信息的方法和手段也在不断更新。

(一)生物信息检测

生物信息检测,必须考虑到生物信息的特点,针对不同生理参量,采用不同的方式。检测一些十分微弱的信息时,必须用高灵敏度的传感器或电极;对一些变化极为缓慢的生物信息,则要求检测系统有很好的频率响应特性。一般实际检测到的信息,只是生物体系统信息中的

一部分,我们在根据这些信息分析生物体的机能状态时,就应注意观察检测以后生物体状态的变化。

(二)生物信息处理

现在能检测到的生物信息十分丰富,到了不用计算机就很难处理的地步。但计算机只能处理离散信息,计算机对模拟信息的处理,必须先将其采样并作模数转换。另外,对不同特性的生物信息的处理,还要用到一些数学方法,如对非线性的生物信息,可通过拉普拉斯变换的方法,将其按线性处理;又如欲将检测到的以时间域表示的生物信息转换到频率域上,就得采用傅立叶变换的方法。在生物信息的处理过程中,当需作信号波形分析时,又要用到模拟式频谱分析法(即滤波法)和数字式频谱分析法(即快速傅立叶变换法),等等。

总之,生物信息的检测与处理对医学仪器来说十分重要,任何一台医学仪器离开生物信息的检测与处理,该仪器就将失去其存在的价值。

第二节 医学仪器的结构和工作方式

一、医学仪器的基本构成

医学仪器主要由信息检测系统、信息处理(分析)系统、信息记录与显示系统及辅助系统等部分构成,如图 1-2 所示。

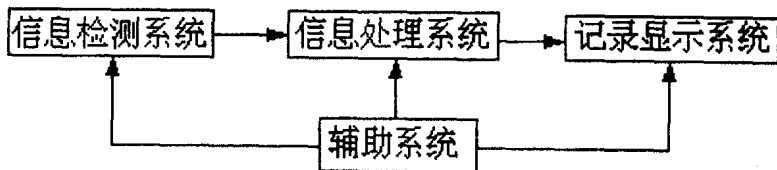


图 1-2 系统框图

(一)生物信息检测系统

主要包括被测对象、传感器或电极,它是医学仪器的信号源。

在生物体中,将需用仪器测量的物理(化学)量、特性和状态等称为被测对象,如生物电、生物磁、压力、流量、位移(速度、加速度和力)、阻抗、温度(热辐射)、器官结构等。这些量有些可直接测得,有的需间接测得,但它们都需通过传感器或电极来检测。

传感器的作用是将反映人体机能状态信息的物理量或化学量转变为电(或电磁)信号;电极的作用是直接从生物(人)体上提取电信号。

传感器和电极的性能好坏直接影响到医学仪器的整机性能,应该十分重视。

(二)生物信息处理系统

信息处理系统的作用是对信息检测系统传送过来的信号进行处理,包括放大、识别(滤波)、变换、运算等各种处理和分析。信息处理系统被视为医学仪器的核心,因为仪器性能的优劣、精度的高低、功能的多少主要决定于它。可以说医学仪器自动化、智能化的发展完

全取决于信息处理系统技术进步的程度。

(三)生物信息的记录与显示系统

记录与显示系统的作用是将处理后的生物信息变为可供人们直接观察的形式。医学仪器对记录显示系统的要求是:记录显示的效果明显、清晰,便于观察和分析,正确反映输入信号的变化情况,故障少,寿命长,与其他部分有较好的匹配连接。

记录与显示设备按其工作原理不同,可以分为:

1.直接描记式记录器

它主要用来记录各种生理参数随时间变化的模拟量,可分为描笔偏转式和自动平衡式两种类型。

描笔偏转式记录器结构简单、成本低,在心电图机、脑电图机及心音图机中得到广泛使用。其结构工作原理如图 1-3 所示(外磁)动圈式记录器的示意图。永久磁铁形成固定磁场,磁场内放置有上下轴支撑的线圈。当有信号电流流过线圈时,线圈受到电磁力矩作用而偏转,并带动与它同轴连接的描笔发生偏转,在记录纸上描出波形图。螺旋形弹簧亦称盘香弹簧,其作用是形成与使线圈偏转的电磁力矩相反的力矩,维持描笔平稳地描记下各种波形。

自动平衡式记录器结构复杂,频响范围窄。其优点是记录幅度大、精度高、可与计算机连接。一般用于记录体温、血压、脉搏等监护仪器上。它可分为电桥式、电位差式和 X-Y 记录仪三种类型。其描笔的移动距离亦正比于记录信号的大小。

直接描记式记录器在记录时,都是记录纸在描笔下做匀速直线运动,因此都配有记录纸传动装置。另外,描记笔分为墨水笔和热笔两种。热笔是利用笔芯发热,在热笔与记录纸接触处熔掉记录纸面膜,露出记录纸的黑底色,形成波形曲线图。

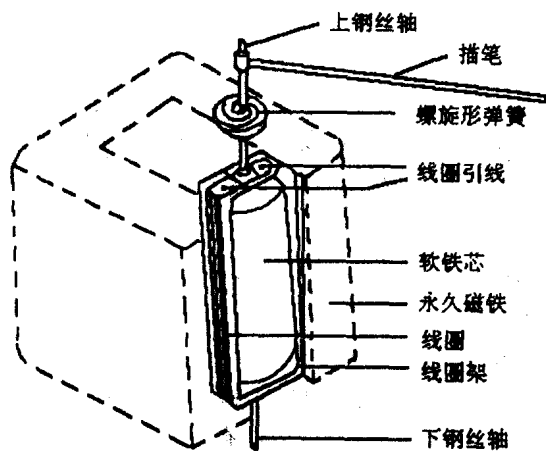


图 1-3 动圈式记录器示意图

2.磁记录器

磁记录器发展很快,在生理参数测量和病人监护中应用较多,它的工作原理基本与磁带录音原理相同。因对被记录信号的处理方法不同而分为模拟式和数字式两种。

把输入的被记信号,按原样进行磁化记录的称为模拟式磁带记录器,类似一部录音机。

把输入的被记信号,先进行取样,模/数转换成数字信号,记录在磁带(盘)上;重放时作相反处理变换为模拟信号,称它为数字式磁记录器。现在已有小型化的盒式数字磁带记录器与微机配套使用。

3.数字式显示器

它是一种将信号以数字形式显示供观察的器件,一般由计数器、译码器、驱动器和数码

管(显示器)等组成。其中显示器分为荧光数码管和液晶显示器两种。

荧光数码管是外形与电子管相似的电真空器件。原理结构如图 1-4 所示,图(a)为外形图,图(b)为管脚排列图,图(c)为发光原理图。

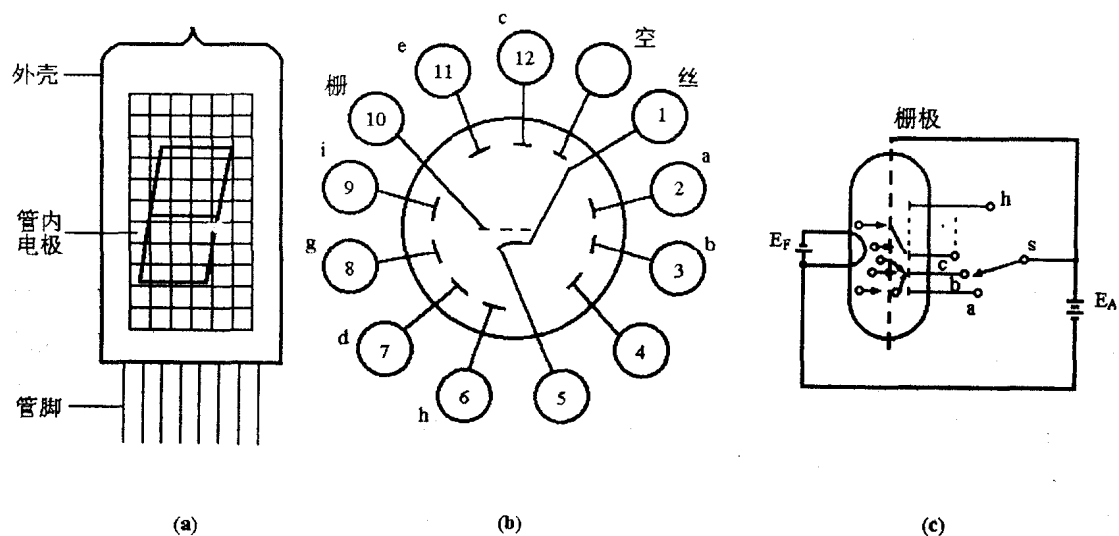


图 1-4 荧光数码管

当灯丝通电后,阴极(灯丝兼作阴极)被加热而发射电子,电子受栅极正电位吸引,加速穿网网状栅极向阳极运动,若 b 阳极接有高电位,则这些电子以高速轰击该阳极。因阳极表面涂有一层荧光粉(如氧化锌),在高速电子的轰击下,此阳极便发光,其它未加高电位的阳极因无电子轰击而不发光。对这种七段式数码管,可以排列出不同发光段的多种组合,显示出 0 ~ 9 的数字。

液晶显示器的液晶是一种有机化合物,在一定温度内,液晶既具有液体的流动性,又具有晶体的某些光学特性,其透明度和颜色随电场、磁场、光、温度等外界条件的变化而改变,如图 1-5 所示。

在两电极间夹持一薄层液晶,液晶分子在没有外电场作用时呈有序排列,如图 1-5(a)所示,此时液晶对入射光无散射作用为透明色。当两电极间加上外电场时,由于杂质离子的运动而不断撞击液晶分子,使原来有序

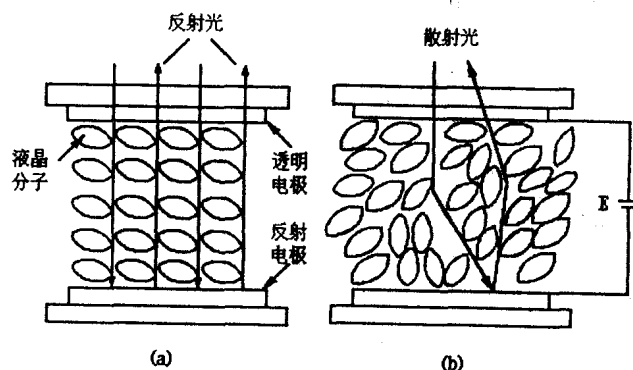


图 1-5 液晶的特性

排列的液晶分子变成无序的紊乱状态,如图 1-5(b)所示,则对人射光产生散射,使原来透明的液晶呈现颜色(白或绿等色)。当去掉两电极上所加电场后,液晶即恢复有序排列状态。分段式或点阵式液晶数码显示器即利用液晶这一特性制成。图 1-6 所示为七段式液晶显示器原理图,图(a)为截面图,图(b)为反面电极图,图(c)为正面电极图。利用给正面电极与反面电极加上电压的不同组合,可以显示出相应数字。

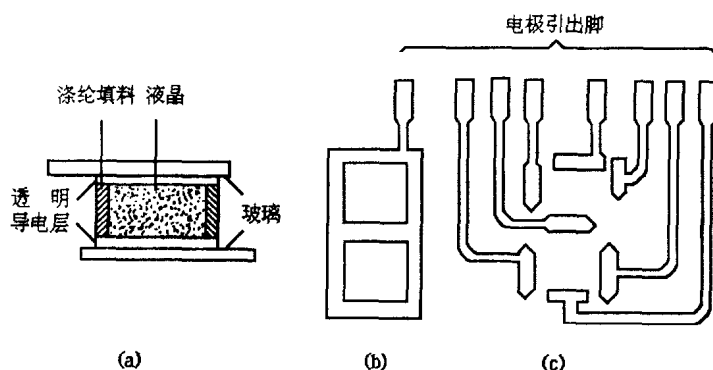


图 1-6 液晶显示器结构图

4. 荧屏式显示器

使用示波管和显像管构成的荧光屏式显示器,现在已在医学仪器上普遍使用。示波管和显像管的工作原理已在有关课程中学习过了,故在此不再赘述。

(四) 辅助系统

辅助系统的配置、复杂程度及结构均随医学仪器的用途和性能而变化。对仪器的功能、精度和自动化程度要求越高,辅助系统应越齐备。辅助系统一般包括控制和反馈、数据存贮和传输、标准信号产生和外加能量源等部分。

在医学仪器里控制和反馈的应用分为开环和闭环两种调节控制系统。手动控制、时间程序控制均属开环控制;通过反馈回路对控制对象进行调节的自动控制系统为闭环控制系统。

医学仪器提供的含有大量信息的数据,一般用存贮装置加以保留,既方便诊断和研究,又可重复使用。为了远距离也能调用,还需要有数据传输设备,这可以设专用线路,也可利用其他传输线路兼顾。

医学仪器都备有标准信号源,以便适时校正仪器的自身特性,确保检测结果准确无误。外加能量源是指仪器向人体施加的能量(如 X 射线、超声波等),用其对生物做信息检测,而不是靠活组织自身的能量。在治疗类仪器中都备有外加能量源。

二、医学仪器的工作方式

医学仪器的工作方式是指因其检测和处理生物信息方法的不同,而采用的直接的和间接的、实时的和延时的、间断的和连续的、模拟的和数字的各种工作方式。

仪器的直接和间接工作方式,其区别在于:直接工作方式是指仪器的检测对象容易接触