



〔美〕 迪安·A·德马诺 著
戴维·迈克尔斯
林家瑞 楼正国 等译

生物电子测量

R197.39

12

3

生物电子测量

(美) 迪安·A·德马诺 著
戴维·迈克尔斯

林家瑞 楼正国 等 译
史可鑑 常业基 校

6133/13

华中理工大学出版社



B 537870

Dean A. DeMarre
David Michaels
BIOELECTRONIC MEASUREMENTS

1983 by Prentice-Hall, Inc.
Englewood Cliffs, N.J. 07632

生物电子测量

[美] 迪安·A·德马诺 著
戴维·迈克尔斯

林家瑞 楼正国 等译

史可鑑 常业基 校

责任编辑 杨志锋

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 9.5 字数: 222 000

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

印数: 1—1 000

ISBN 7-5609-0132-8/Q·1

定价: 1.82元

内 容 简 介

本书介绍了现代常用医疗仪器的基本原理、测量技术与方法，其内容涉及医用传感器、生理信号检测与处理、医用超声测量、核放射医学测量及危重病人的集中护理系统等，书中还附有大量的实用数据、照片及图表，某些章节在介绍仪器原理之前，先介绍了有关的人体生理与解剖学知识。

本书层次分明，通俗易懂，实用性强。它既适于作为医学工作者与工程技术人员进行学术交融的入门参考书，又适于作为医科或工科院校生物医学工程与医用仪器专业的教学参考书。对于渴望了解现代生物医学电子测量的广大医务工作者，本书更具有实用的参考价值。

随着科学技术的进展,尤其是微电子技术的飞速发展,生物医学电子仪器装备已使医疗系统的各个部门步入了现代化的行列。在我国,不论是城市的大医院,还是数以万计的县级医院,已经或即将形成一支使用、维修、测试这些医疗仪器设备的工程技术队伍,并将随医院现代化进程的加快而不断壮大。为适应我国医疗卫生事业这种蓬勃发展形势的需要,我们翻译了(美)迪安·A·德马诺、戴维·迈克尔斯合著的《Bioelectronic Measurements》一书,以奉献给我国从事生物医学电子测量的广大读者。

此书是作者们总结多年从事生物医学电子测量经验的一本专著,内容丰富,从医学仪器工作的全过程到部件工作原理,从生理系统常规参数的测量技术直到近代医学图象的测量技术都作了阐述。全书共分为十四章和一个附表,概括起来可分四部分。第一部分为一般医学仪器系统的组成部件,包括仪器的处理过程(第一章)、医用仪器传感器(第二章)、医用仪器放大器(第三章)、记录与显示装置(第四章);第二部分是若干重要生理系统的测量,包括心电图与心音波测量(第五章)、血压与血流系统测量(第六章)、脑电图测量(第七章)、肌电图测量(第八章)、呼吸测量(第九章)、临床实验室测量(第十章),这些均属于一维的生理信号的测量,以及集中护理单元(第十三章);第三部分为近代二维医学图象,包括超声测量系统(第十一章)、放射与核子医学测量(第十二章),其中超声测量是全书论述得最细、篇幅最大的一章。第四部分为仪器性能测试与安全(第十四章),概括了医疗仪器性能测试的方法与安全使用应注意的事项。

此书具有如下特点:

1. 不同于其他现行医学仪器教科书,重点不在于仪器原理本身,而侧重于测量技术。

2. 在讨论较为复杂的仪器系统时, 还给出了有关生理学的知识, 使测量对象更加明确。

3. 在介绍典型的医学仪器和系统时, 还给出了相当数量的实物照片与实测结果插图, 使内容更具体、生动、实用性更强。

正由于此书侧重于测量技术, 除基本原理外, 更多地阐述了生物医学参数测量中的方法、技巧、结果与分析, 故适用于战斗在医疗第一线的医务工作者、技师、从事医疗仪器设计与制造的工程技术人员以及有关高校生物医学工程专业的教师和学生作为教学用书或参考书。

参加本书翻译工作的有林家瑞(第七、十二章)、楼正国(第一、五、十三、十四章)、徐邦荃(第三章)、魏丰(第十一章)、方烈义(第八章)、张凯(第九章)、赵英俊(第六章)、康国新(第十章)、夏崇江(第二章)以及吴玉瑾(第四章), 史可鑑、常业基校, 全书最后由林家瑞、史可鑑定稿。

在本书的翻译与加工过程中, 对原著中的错误尽可能作了更改与注解, 但是限于译者水平, 不当之处在所难免, 敬请读者批评指正。

译 者

1986年7月

原书前言

关于生物医学电子测量的这本教科书，既可作为工科大学有关专业一到两个学期的教材，也可作为医务人员在生物物理测量方面的实用参考书。为了全面地理解本书的内容，要求读者应具有一些人体生理学的基础知识。目前，在美国，大部分医院都制定了有关临床工程的计划，聘用工程技术人员来维修医疗设备。这一计划促使了本书的问世。

本书各章除了讨论有关医学仪器的工作原理和基本理论以外，在大多数章节中，还介绍了目前广为使用的典型医用仪器及系统。全书给出了许多幅照片和插图、一百多个复习题、有关参考文献。在讨论到较为复杂的仪器系统时，本书也介绍了人体生理学方面的有关知识。

本书有别于其他大多数介绍医学电子技术教科书之处，在于它强调仪器的测量技术而不是仪器原理本身。由于本书把同一类测量技术放在同一章内来讲述，故在每节中对相同的生理或生化参数就不再复述了。

作者真诚地感谢Abbott医疗电子公司的高级设计工程师小詹姆斯·D·本纳，Bio-Tek仪器公司的埃里克·佩龙，《Medical Electronics》出版处的米尔顿·阿伦森，医学及哲学博士霍华德·路易斯，Midwest Analog and Digital公司的吉姆·尤策拉思，科罗拉多州奥罗拉市Fogg Systems公司的哈尔·福格，美国General Electric公司加利福尼亚州福尔索姆市医疗产品系统的卡尔·亨宁格，理学博士兼超声顾问本尼迪克特·金斯利，理学博士兼放射学顾问阿瑟·S·特拉皮尔，医学博士杰西·克伦普，医学博士小亨利·J·瓦格纳，罗伯特·怀特曼，俄克拉荷马州俄克拉荷马市Organon Teknika公司的迈克尔·K·迈纳茨，医学博士罗伯特B·皮尔逊，哲学博士W·G·岸比塞克，威廉·格伦，Narco Bio-Systems公司的艾琳·奥吉尔斯基，纽约州罗彻斯特市Sybron公司医疗产品部的理查德H·斯沃茨，伊利诺斯州希勒·帕克市Beckman仪器公司的高级应用专家阿尔·汉考克斯，马萨诸塞州沃耳瑟

姆市LSE公司的莫里斯R·布莱斯及马萨诸塞州沃耳瑟姆市LSE公司的总经理约翰·F·斯威尼在本书的编写过程中所给予的帮助。

本书封面照片是由美国General Electric公司威斯康星州密尔沃基市的医疗产品部提供的*。本书有关艺术设计是由Prentice-Hall出版公司艺术部完成的。对此，作者深表感谢。

最后，作者对Prentice-Hall出版公司的汉克·肯尼迪，戴维·博利奥和巴巴拉·默恩斯表示深切的谢意。没有他们的努力，本书是不可能问世的。

谨将本书献给我们的妻子，玛丽琳和艾丽西亚，献给所有在这一领域内工作的技术人员和工程师们。

迪安·A·德马诺
戴维·迈克尔斯

* 中译本封面没有用原版封面照片。

第一章 仪器工作过程	(1)
1.1 导言	(1)
1.2 仪器工作对象	(1)
1.3 传感器效应	(5)
1.4 信号处理器	(11)
1.5 显示	(17)
1.6 结论	(23)
复习题	(24)
〔参考文献〕	(24)
第二章 医学仪器传感器	(25)
2.1 导言	(25)
2.2 压力传感器	(26)
2.3 电极	(33)
2.4 半透膜电极	(36)
2.5 热电偶和热敏传感器	(37)
2.6 压电传感器	(38)
2.7 光学传感器	(40)
2.8 红外检测器	(41)
2.9 激光	(42)
2.10 光纤传感器	(42)
复习题	(43)
〔参考文献〕	(43)
第三章 医用仪器放大器	(44)
3.1 导言	(44)
3.2 输入隔离器	(45)
3.3 直流(DC)放大器	(47)
3.4 功率放大器	(49)

3.5	分相器	(50)
3.6	差动放大器	(51)
3.7	反馈放大器	(53)
3.8	运算放大器	(55)
3.9	静电计放大器	(56)
3.10	载波放大器	(57)
3.11	仪器电源	(58)
	复习题	(60)
	〔参考文献〕	(61)
第四章	记录与显示装置	(62)
4.1	引言	(62)
4.2	示波记录仪	(62)
4.3	电流检测记录仪	(63)
4.4	电位记录仪	(64)
4.5	X-Y记录仪	(65)
4.6	磁带记录仪	(67)
4.7	专用示波器	(68)
4.8	存贮示波器	(70)
	复习题	(71)
	〔参考文献〕	(71)
第五章	心电图和心音波的测量	(73)
5.1	心肌生理导言	(73)
5.2	心电图导论	(77)
5.3	ECG导联与波形形状	(80)
5.4	冠心病护理单元中ECG的连续监护	(89)
5.5	心音	(96)
5.6	心音图	(97)
	复习题	(100)
	〔参考文献〕	(100)
第六章	血压与血流测量系统	(102)
6.1	血压测量导言	(102)
6.2	血压测量分类	(103)

6.3	血压计	(104)
6.4	半自动化和自动化血压测量系统	(108)
6.5	血流量测量: 血流动力学与血流动力学系统	(111)
6.6	心输出量的测量	(112)
6.7	心导管术	(122)
	复习题	(126)
	〔参考文献〕	(126)
第七章	脑电图测量	(127)
7.1	导言	(127)
7.2	临床EEG检查	(129)
7.3	与EEG有关的电子学问题和危险性	(137)
7.4	EEG测量中的睡眠记录与模式	(140)
	复习题	(143)
	〔参考文献〕	(143)
第八章	肌电图测量	(145)
8.1	导言	(145)
8.2	适度电流的生理学反应	(148)
8.3	肌电图测量装置	(153)
8.4	肌电图检测	(156)
8.5	肌电的生物反馈	(158)
8.6	电子镇痛器	(160)
8.7	电疗法	(160)
8.8	宽带EMG遥测系统	(161)
8.9	计算机与肌电图	(162)
	复习题	(162)
	〔参考文献〕	(163)
第九章	呼吸测量	(164)
9.1	导言	(164)
9.2	呼吸机理	(165)
9.3	肺的容量和气体流量	(166)
9.4	生物电子肺活量测定装置的发展趋势	(170)
9.5	肺功能的自动检测	(173)

9.6	心脏呼吸描记仪	(175)
9.7	混合式呼吸率信号调节器	(181)
	复习题	(183)
	〔参考文献〕	(183)
第十章	临床实验室测量	(185)
10.1	导言	(185)
10.2	血液的机理	(186)
10.3	血液化验	(189)
	复习题	(207)
	〔参考文献〕	(207)
第十一章	超声测量系统	(208)
11.1	导言	(208)
11.2	超声图像技术	(212)
11.3	多元换能器系统	(219)
11.4	扇扫系统	(220)
11.5	颅脑疾病的超声诊断	(222)
11.6	心血管疾病的超声诊断	(224)
11.7	心搏出量的超声测量	(229)
11.8	超声在眼科中的应用	(230)
11.9	超声诊断在产科中的应用	(232)
	复习题	(239)
	〔参考文献〕	(240)
第十二章	放射学与核医学测量	(242)
12.1	导言	(242)
12.2	X射线	(242)
12.3	计算机轴向X射线断层照相术	(245)
12.4	核子心脏学	(249)
	复习题	(252)
	〔参考文献〕	(252)
第十三章	集中护理系统	(253)
13.1	导言	(253)
13.2	ICU/CCU监护	(257)

13.3 生物遥测技术	(261)
13.4 心律不齐监护仪	(264)
13.5 HOLTER 记录仪	(268)
复习题	(270)
〔参考文献〕	(270)
第十四章 性能测试与安全	(272)
14.1 模拟技术导言	(272)
14.2 血压传感器性能的测试	(276)
14.3 心脏监护仪、心率计和报警的规范	(277)
14.4 超声性能测试	(281)
14.5 与心脏监护仪及生物遥测有关的安全措施	(282)
复习题	(286)
〔参考文献〕	(286)
附表	(288)

第一章

BIOELECTRONIC

仪器工作过程

MEASUREMENTS

1.1 导 言



生物医学电子学的任务可简单地描述为：研究、制造和维修为医护人员在解决人体各系统的检查和测量中所用到的一些技术设备。这些设备是用来完成测量过程的仪器或仪器系统，就测量过程来说，它们既可作为整体使用也可分开使用。

因此，仪器工作过程拥有两个环节：即仪器本身与仪器的工作对象。图1.1给出了一个典型的仪器工作过程，它包括作为测量对象的病人，以及整个仪器系统，即从传感器、信号调整器、控制器一直到输出记录器和显示装置。

在这一章里，我们将分别并组合地讨论仪器工作过程中的各个部分，力图使测量技术与仪器相适应。

1.2 仪器工作对象



通常情况下，把一个活人称为物体的这种想法是会令人无法接受的。然而从仪器的观点来看，整个人体结构、取自人体结构的一个组织样

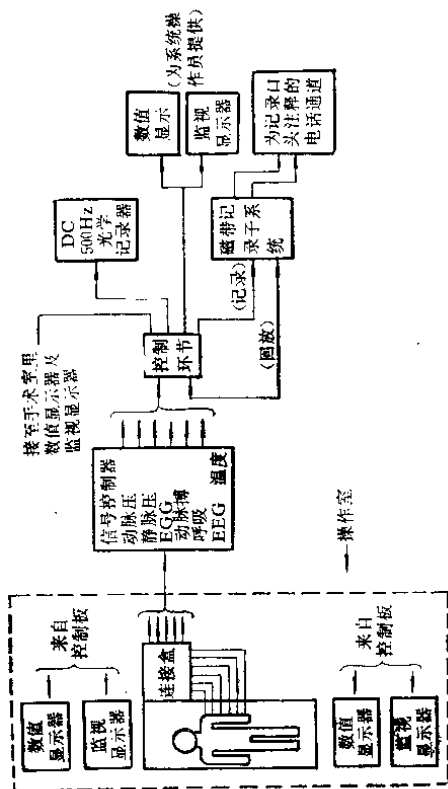


图1. 整体仪器的测量过程

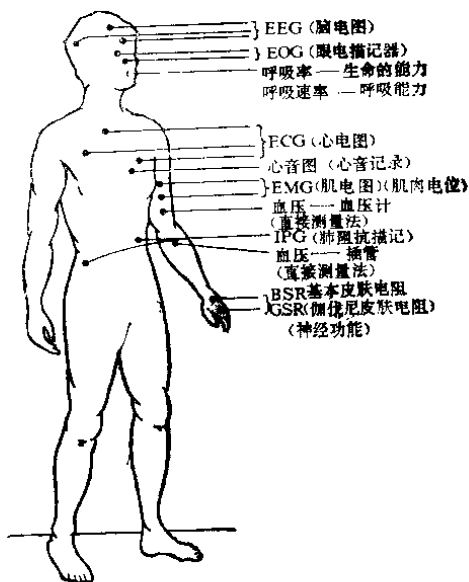


图1.2 人体及其可被监视的主要动态生理现象

本或从人体结构上取下的一个切除物，事实上都可以是测量对象（见图1.2）。当然从医学和人道主义的观点出发，活的人体结构就是一个人，但人生了病，需要进行治疗，就得从病人身上取样本。

取样有两种方式：第一种是动态取样，通常是通过电极直接在人体上测量生理参数；第二种是静态取样，即从活体组织上切取组织标本，然后拿去进行分析。

动态取样需要一个能对人体各组织瞬时变化产生响应的仪器系统。静态取样则表示某一特定时刻及既定条件下，仪器系统获得的样本，它既可能与任何其他时刻的条件有关，也可能无关。

动态取样系统的最好代表是心脏监护仪，静态取样系统的最好代表是取血液样本的血流容量计。心动周期可发生很快地变化，这就要求医护人员反应要很迅速。然而，血流容量的变化相当缓慢，这种变化通常用检验针刺入毛细血管取得血液样本来进行检测，同时这种变化不需要医护人员的连续监护。其中，一个人体系统参数测量是动态的，另一个人体系统的参数测量则是静态的。

1.2.1 动态取样

要把动态生理现象转变成电信号可采用多种取样技术，电信号通过信号调整器处理后显示出来，并被医护人员所识别。动态取样技术可分为两类：侵入式和非侵入式。

侵入式取样技术通常将电极或传感器放在皮肤表面或插入体内。非侵入式取样技术所采用的传感器既不与体表接触，也不插入体内。

使用非侵入式技术通常是比较安全的，但是仪器的设计或使用比较困难。侵入式技术对病人有较大的危害性，但是仪器设计比较容易，工作比较可靠。

动态取样一般需要某种传感器。传感器是一种能将生理现象从它们固有力学状态或电化学的状态中转化为电信号的装置。电信号的幅度、变化率和重复率与生理现象的幅度、变化率、重复率成比例。

传感器可以是简单的，如一块银-氯化银平板表面电极，也可以是复杂的，如一个膜片驱动的线性可变差动变压器。

由化学反应、电化性电变化或物理性的压力和温度的变异以及随机机械位移而产生变异的任何电参数，都可用来作为传感对象。这些传感器既包括电阻、电容和电感，亦包括压电、光电器件。

传感器是一种由机械能或化学能激励的简单的电子器件，它能产生一种与机械能或化学能成比例的电信号。