

生物医学工程手册

徐振耀 夏炜新 符影杰 译

天津科技翻译出版公司

生物医学工程手册

[美] Jacob Kline 编著

徐振耀 夏炜新 符影杰 译

徐振耀 校

教13-22



A0097806

天津科技翻译出版公司

津新登字(90)010号

内 容 提 要

这是一部综合性的工具书,它概要而权威性地介绍了生物医学工程带来的医学和护理方面的重大进展。

本书共有六大部分,其中包括生物医学仪器和装置、医学成像、计算机在医学中的应用、生物材料和生物力学、临床工程和生理系统分析的工程问题。

本书深入浅出,通俗易懂,每一章后面都提供了大量的参考文献,为读者提供了全面的生物医学工程方面的知识,它可作为医学院校师生、医院临床医务人员、工科院校生物医学工程专业的师生及希望从事生物医学工程研究的其他工作人员的参考书,也可作为开始从事生物医学工程研究的各类人员的入门读物。

COPYRIGHT©1988 ACADEMIC PRESS, INC.

本书是经作者授权翻译文本,译自美国 ACADEMIC 出版社的英文版本。

版权所有,违者必究。

生物医学工程手册

译 著 者: 徐振耀 夏炜新 符影杰

责任编辑: 袁 永 崔乃敏

* * *

天津科技翻译出版公司出版

(邮编: 300192)

新华书店天津发行所发行

天津开发区怡和企业服务公司激光照排

河北省永清第一胶印厂印刷

* * *

开本 787×1092 1/16 印张: 26 字数: 791 (千字)

1993年12月第1版 1993年12月第1次印刷

印数: 1~2000册

书号: ISBN 7-5433-0543-7/Q·3

定价: 32.50元

原 序

过去二十年来,生物医学工程这门利用工程、科学、技术和计算机解决医学和生物学问题的交叉学科,彻底改变了医疗护理的质量以及医学诊断、医学治疗和外科手术的过程。本《手册》将集中对医学和生物学领域中那些借助于生物医学工程而取得重大进展的重要领域作一全面而概要的介绍。《手册》覆盖了绝大多数的系统。当面对研究或选择一设计方案或系统时,工程师、科学家或医生们首先必须查看许多制造商的产品目录、使用说明书和各种杂志,以便作出符合要求的最佳选择。本书将这些材料融于一体,它不仅对生物医学工程师们很有价值,而且对其它工程领域的专家、生物和医学研究人员、生理学家、矫形学家、放射学家、制药商和医疗设备制造商也有重要的参考价值。

本《手册》主要有两方面的用途。首先,它对目前常用的最为重要的系统和材料作了详细而又深入的介绍。这是通过将全书分为下列六个部分完成的:生物医学仪器和装置、医学成像、计算机在医学中的应用、生物材料和生物力学、临床工程和生理系统分析工程。这些部分覆盖了生物医学工程的大多数领域。每一部分所选择的论题代表了各个部分最适合应用的领域。每一论题都作了全面而彻底的论述,包括基本原理、设计数据和标准、应用领域以及它们之间的医学和生物学方面的关系。

由于每个系统都讨论得很深入,因此,工程师可以用《手册》所提供的资料完成设计,也可以用它来更好地了解概念和最终应用或最终结果之间的相互关系;医生和生物学家则可以更好地了解医学仪器、计算机、医学成像系统、生物力学以及临床环境的组织情况等。

本书的第二个用途是它可以作为生物医学工程课程的一般参考书。它将散布在其它各种教科书中的知识归纳到一起以便于阅读。事实上,《手册》本身就可用作与《手册》中所讨论的材料有关的课程的教科书。

感谢迈阿密大学生物医学工程系的研究生们,特别要感谢 Andre Routh 先生、Liang-yu Shyu 先生和 my 的高级助手 Judi Bagwell 女士,是她帮我完成了许多与组织、编辑和综合手册中各章内容有关的艰苦工作。最后感谢所有的本《手册》的撰稿人。

译者序

生物医学工程学是一门综合性很强的学科，它融数学、物理学、化学、生物学等基础学科和声学、光学、磁学、电子学、机械学、化工学等工程学科于一体，为了解人体生物及医学临床诊断和治疗做出了巨大的贡献。生物医学工程学虽然只经历了短短的几十年发展历史，但是，它给人类所带来的好处则是有口皆碑的。为了帮助读者概要而又全面地了解近年来生物医学工程所带来的医学和护理方面的重大进展，我们组织翻译出版了这本《生物医学工程手册》（《Handbook of Biomedical Engineering》，Ed. Jacob Kline, Academic Press, 1988），为我国生物医学工程的发展尽点微薄之劳。

本手册共有六大部分。第一部分是“生物医学仪器和装置”，这一部分先用一章的篇幅全面介绍了基本的传感器，余下的几章分别介绍心电图机、电外科器械、可植入装置、可植入电极和导联、生物遥测装置、病人监护系统、助听装置和可植入的胰岛素投递系统。

本书的第二部分是“医学成像”，共有两章。这部分首先介绍了基本的医学成像方法。接着，第一章介绍了X射线成像、CT成像、核医学成像、超声成像，最后介绍了内窥镜检查。这部分的第二章详细介绍了核磁共振成像技术，并讨论了所涉及的物理过程。

接下来的第三部分介绍“计算机在医学中的应用”，主要内容有数据库管理、计算机化的危急护理区、临床实验室系统及计算机在医学研究中的应用，有关放射学中的计算机诊断技术和模式识别。这一章讨论了能大大改进图象质量并帮助特征抽取的各种数字处理方法，另外还介绍了人工智能在医学中的一些应用，包括研制医学专家系统的步骤。

“生物材料和生物力学”构成了本书的第四部分，这部分首先介绍了生理环境中使用的各种材料的信息，包括材料不同的应用、所使用的材料及其特性等。此外，还讨论了各种塑料、金属和陶瓷材料以及处理过的天然材料。在生物力学的两个应用领域中，介绍了生物力学在矫形学中的应用以及人工假肢和矫正术的基本原理和用途。这部分的最后一章讨论生物力学及事故调查，详细分析了事故中加在人体身上的力，这对驾驶员来讲是必读不可的。

本书的第五部分是临床工程，这部分概述了生物医学工程部门的结构并详细讨论了临床工程师的作用，包括临床工程师的地位以及他们在医院中所承担的工作，最后讨论了制订规章的要求及医学实践准则。

全书的最后五章构成了本书的第六部分，主要讨论生理系统分析的工程问题。前面三章介绍数学模型在生理系统中的应用，接下来一章讨论信号在神经系统中的传递和处理，它是研究人类神经网络的基础。全书的最后一章讨论超声非损伤测量在心脏病学中的应用，在此，作者们提供了大量的应用背景。

本书深入浅出，通俗易懂，为读者提供了全面的生物医学工程方面的知识。它是医学院校师生、医院临床医务人员、工科院校生物医学工程专业的师生及希望从事生物医学工程研究的其它工作人员的实用参考书，也可供初步从事生物医学工程研究的各类人员作为一入门读物。

本书的翻译工作由徐振耀博士、夏炜新博士和符影杰博士共同完成。夏炜新博士翻译了

第十章、第十一章和第十五章，符影杰博士翻译了第十八章、第十九章和第二十章，全书余下的部分由徐振耀博士翻译完成，全书最后由徐振耀博士统一整理、校对。

在本书的翻译过程中，得到了西安交通大学程敬之教授、清华大学杨福生教授、上海科技大学王保华教授、重庆大学郑尔信教授、中国医科大学霍纪文教授和浙江医科大学华蕴博教授的热情指导和帮助，在此谨向他们表示最诚挚的谢意。还要感谢美国 Academic Press 出版发行公司的 Martha Strassberger 先生和 Pat Garcia 先生为译者提供了原版图书，没有他们的支持，本书是不可能顺利出版的。本书受国家自然科学基金青年基金资助。

本书的译者均是新近毕业的生物医学工程专业的博士，在长期的工作学习中对生物医学工程有了深刻的理解。尽管如此，由于生物医学工程学是一门新兴的综合性学科，加上译者的水平有限，因此，译文中一定存在不少欠妥的地方，有失偏颇之处恳请国内生物医学工程界的同仁批评指正。

译者

1992 年 10 月

目 录

原序
译者序

第一部分 生物医学仪器及装置

第一章 生物医学传感器	(3)
1. 概述	(3)
2. 传感器的种类	(3)
3. 传感器的特性	(7)
4. 电极: 传感和刺激	(8)
5. 物理传感器	(16)
6. 化学传感器	(47)
第二章 心电图机: 说明和设计参数	(53)
1. 概述	(53)
2. 心动图	(53)
3. 测量要求	(53)
4. 性能标准和总的准确性	(54)
5. 心动图机的功能部件	(57)
6. 导联和导联切换	(58)
7. 心动图机的频率响应	(60)
8. 患者联结方面的考虑	(61)
9. 干扰和噪声	(62)
10. 心动图记录机	(66)
第三章 电外科器械	(68)
1. 概述	(68)
2. 历史发展	(68)
3. 发电机的特性	(68)
4. 电外科器械的波形	(72)
5. 分散电极	(74)
6. 摘要	(82)
第四章 可植入医用电装置	(84)
1. 概述	(84)
2. 生物相容的材料	(84)
3. 可植入电子装置的功能	(85)
4. 心脏起搏器	(86)
5. 神经刺激器	(93)
6. 组织生长刺激器	(95)

7. 传感辅助器	(95)
8. 摘要	(96)
第五章 可植入电极和导联	(97)
1. 概述	(97)
2. 联结	(97)
3. 导体	(99)
4. 绝缘	(102)
5. 固定导体	(102)
6. 引导系统	(102)
7. 固定末端	(103)
8. 活动部件	(104)
9. 应用	(107)
第六章 生物遥测装置	(110)
1. 概述	(110)
2. 生物遥测装置的分类和原理	(110)
3. 电缆传送	(110)
4. 无线电遥测	(112)
5. 载波频率	(113)
6. 多路传输	(113)
7. 调制	(115)
8. 脉冲调制	(115)
9. 被动遥测系统	(116)
10. 可植入系统	(117)
11. 电池	(117)
12. 超声和光遥测装置	(118)
13. 用电话传送的遥测装置	(118)
第七章 病人监护系统	(119)
1. 概述	(119)
2. 系统要求	(119)
3. 现代系统	(119)
4. 心律不齐监护系统	(122)
5. 设计参数	(122)
6. 摘要	(125)
第八章 助听装置	(127)
1. 概述	(127)
2. 听觉基础	(127)
3. 听力失常的症状和原因	(129)

4. 助听装置的实现	(130)
5. 助听装置的安装步骤	(133)
第九章 可植入胰岛素投递系统	(135)
1. 概述	(135)
2. 胰岛素摄入的新方法	(135)
3. 可供选择的路径	(140)
4. 结论	(142)

第二部分 医学成像

第十章 X射线成像	(145)
1. 引言	(145)
2. X射线成像	(146)
3. 计算机断层扫描 (CT) 成像	(160)
4. 核医学 (γ射线) 成像	(165)
5. 超声成像	(171)
6. 内窥镜检查	(182)
第十一章 磁共振成像	(184)
1. 引言	(184)
2. 磁共振的基本原理	(185)
3. 磁共振的向量描述	(185)
4. 两个域	(187)
5. 信号激励与检测	(188)
6. 衰减 (relaxation)	(189)
7. 自旋回波	(189)
8. NMR 频谱	(190)
9. NMR 成像原理	(190)
10. 多切片成像与体成像 (volume Imaging)	(192)
11. 成像脉冲序列	(193)
12. 影响成像效果的因素	(198)
13. MRI 中磁场强度的影响	(198)
14. 脉冲序列与图象对比度	(199)
15. 流体对磁共振图象的影响	(202)
16. 化学位移成像	(202)
17. 仪器	(204)
18. 安全性	(206)

第三部分 计算机在医学中的应用

第十二章 数据库管理	(209)
1. 概述	(209)
2. DBMS 的优点和不足	(209)

3. 机构内部的系统	(209)
4. 已投放市场的系统	(210)
5. 所期望的特征	(210)
6. 特定的医学应用	(212)
7. 存取控制	(212)
8. 备份和远程存储	(212)

第十三章 计算机化的危急护理区 ..	(213)
1. 概述	(213)
2. 规划和设计计算机化的危急护理区	(216)
3. 监护设备的选择	(218)

第十四章 临床化验室系统	(220)
1. 临床化验室的工作过程	(220)
2. 临床化验室中的计算机	(221)
3. 计算机系统的选择	(225)

第十五章 放射学：计算机诊断和模式识别	(227)
1. 引言	(227)
2. 数据的数字化	(227)
3. 数据预处理	(228)
4. 特征抽取和分割	(234)
5. 分类	(236)
6. 图象处理文献	(236)

第十六章 计算机在医学研究中的应用	(237)
1. 概述	(237)
2. 硬件	(237)
3. 软件	(238)
4. 与实验装备的相互作用	(241)
5. 附加的信息源	(242)

第十七章 医用人工智能	(243)
1. 概述	(243)
2. 人工智能	(243)
3. 人工智能的医学应用	(245)
4. 研制医学专家系统	(247)

第四部分 生物材料和生物力学

第十八章 生物材料	(255)
1. 概述	(255)
2. 聚合物和合成树脂	(257)
3. 金属	(261)

4. 陶瓷制品	(263)
5. 经过处理的天然材料	(263)
6. 组织反应	(263)
7. 生物材料的灭菌作用	(264)

第十九章 矫形术的生物力学和肌骨

骨骼系统的康复	(267)
---------------	-------

1. 钙化的和其它肌骨骼连接组织的特性	(267)
2. 矫形和康复器械的材料特性	(275)
3. 肌骨骼系统的结构力学	(283)
4. 修复学和矫形术	(289)

第二十章 生物力学和事故研究

1. 引言	(301)
2. 生物机械性损伤阈值	(301)
3. 事故重建	(308)

第五部分 临床工程

第二十一章 医院中的临床工程计划

1. 概述	(319)
2. 医院组织和临床工程的作用	(321)
3. 临床工程部门的主要作用	(323)
4. 结论	(336)

第二十二章 常规要求和健康护理标准

1. 概述	(337)
2. FDA 细则	(337)
3. 医院信誉联合委员会 (JCAH)	(339)
4. 美国防火协会 (NFPA) 标准	(341)

第六部分

生理系统分析的工程问题

第二十三章 生理系统的数学建模

1. 概述	(345)
2. 数学建模	(345)

3. 线性系统：近似表示	(346)
4. 生理系统的方块图表示	(347)
5. 用模拟系统简化	(348)

第二十四章 心肺系统模型

1. 概述	(351)
2. 模拟计算机模型	(351)
3. 心肌力学模型	(352)
4. 分布式参数模型	(353)
5. 模型性能	(356)
6. 心脏能量和功率分析	(356)
7. 呼吸系统模型	(357)

第二十五章 胃肠道能动性模型

1. 概述	(362)
2. 机械活动	(362)
3. 电活动	(363)
4. 运动原活动的数学模型	(365)
5. 结论	(371)

第二十六章 神经系统中的信号传输

和处理	(372)
1. 概述	(372)
2. 生物电位	(373)
3. 电传输	(376)
4. 突触传输	(380)
5. 神经信号处理和建模	(381)

第二十七章 非损伤性生物医学工程

诊断心脏病学	(386)
1. 概述	(386)
2. 用多谱勒心回波图来确定血流紊乱和跨瓣膜压力梯度	(387)
3. 用于检测瓣膜疾病的心音心回波图	(391)
4. 用于检测心肌梗塞的超声结构分析	(395)
5. 利用心脏壁运动研究确定心脏内血流模式并评估心脏泵机能障碍	(398)

第一部分

生物医学仪器及装置

第一章 生物医学传感器 WEN KO

1. 概述
2. 传感器的种类
3. 传感器的特性
4. 电极:传感和刺激
5. 物理传感器
6. 化学传感器

1. 概述

原则上讲,传感器是一种将某种形式的能量信号转换成另外一种形式的能量信号的装置。例如,当测量体温时,我们使用水银温度计,它将温度信号转换成水银柱上的体积信号或位置信号。但是,实际上,大多数信号都是以电或电子的方式进行处理的,因此,最普通的传感器是那些在电与其它形式的能量之间变换信号的传感器。在有些文献中,换能器(transducers)、传感器(sensors)和调节器(actuators)是互换使用的。为了解换能器、传感器和调节器的功能,有必要对它们之间的相互关系作一些说明。

大多数换能器研究人员将传感器定义成输入换能器,它将所要测量的信号转换成能够处理的信号,在大多数情况下,这类信号是电信号。调节器则被定义为输出换能器,它将处理过的信号转换成所希望的响应或动作,如显示、存储、运动、受控流和化学反应等。传感器和调节器可以统称为换能器。

2. 传感器的种类

图1示出了一仪器系统的方块图,该系统将各种不同的物理和化学信号输入至一传感器,经信号处理器修正和/或放大后,再由输出传感器将其变换成各自相应的输出,这些输出可以是仪表读数,也可以是记录器或动作装置输出。

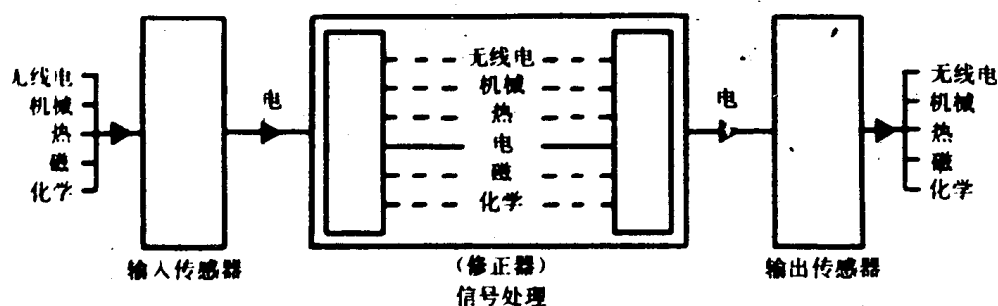


图1 测量和控制系统的方块图

许多物理和化学现象及原理都可以应用于传感器。可以有多种方法划分传感器的种类。

- (1) 根据应用划分。例如,流量传感器,离子传感器或心脏病学、外科手术和麻醉学中用的测量传感器。
- (2) 根据所使用的物理或化学原理划分。例如,变阻装置,霍尔效应装置和光纤传感器。
- (3) 根据将信号能量转换成电信号所使用的过程划分。如果使用这种划分方法,那么,传感器可以进一步分成下面三种类型:

a. 自生(主动)传感器。这种传感器中的电信号能量(传感器的输出)是由另一种能量形式产生的。这类传感器的一个例子是光电传感器(太阳能电池),这里,光能转换成了电能(电流和电压)作为传感器的输出(图2a)。

b. 调制(被动)传感器。这种传感器中的输入信号能量用来调制从电源流向传感器输出端的电能量。例