



博 学 · 生 物 医 学 工 程

生物医学测量与仪器

王保华 主编

(第二版)



復旦大學 出版社

www.fudanpress.com.cn

(第二版)



博 学 · 生 物 医 学 工 程

生物医学测量与仪器

王保华 主编

参编人员

王保华 (上海大学)

关晓光 (中国医学科学院生物医学工程研究所)

霍纪文 (中国医科大学)

林秩文 (中国医学科学院生物医学工程研究所)

赵勇刚 (上海交通大学)

魏建明 (上海大学)

葛华勇 (上海大学)

王 艳 (上海医疗器械高等专科学校)

打印/绘图人员

吴 蔚 刘 红 吴雄文 郑 芳 何 平 陈敏莲

 復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物医学测量与仪器(第二版)/王保华主编. —2版. —上海:
复旦大学出版社, 2009. 2
ISBN 978-7-309-06450-6

I. 生… II. 王… III. ①生物医学工程-测量②生物医学工程-医疗器械
IV. R318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 213570 号

生物医学测量与仪器(第二版)

王保华 主编

出版发行 复旦大学出版社 上海市国权路 579 号 邮编 200433
86-21-65642857(门市零售)
86-21-65100562(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)
fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 傅淑娟

出品人 贺圣遂

印刷 上海申松立信印刷厂
开本 787 × 1092 1/16
印张 28
字数 681 千
版次 2009 年 2 月第二版第一次印刷

书号 ISBN 978-7-309-06450-6/R · 1070
定价 56.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

MEDICAL

内容提要

本书以测量方法为主导，同时介绍相关的医学仪器，即将测量与仪器进行系统化论述，介绍了国内外最新的生物医学测量方法及仪器。主要包括：生物电测量及仪器，生理参数测量及仪器，生化参数测量及仪器，超声诊断仪器，病人监护系统，植入式测量及仪器，生物医学光子测量及仪器，细胞及生物大分子层次上的测量技术及仪器，医学成像及图像引导下的诊疗技术等。本书可供生物医学工程专业的本科生、研究生，医疗器械行业的工程技术人员，医院中的医技人员，生命科学研究领域中从事生物医学测量及仪器工作的研究人员，以及电子与信息工程领域中的科技人员作为参考书和教科书。

第二版前言

根据广大读者建议以及各高校生物医学工程专业的教学需要,在本书第二版中,增添了第11章“医学成像及图像引导下的诊疗技术”,重点介绍了各类成像技术的成像原理、方法及系统组成,并对其性能特点加以比较,使读者获得更清晰的概念。此外,还增加了常规仪器等基础知识,如显微系统、细胞及基因、心脏起搏器等;考虑到信息技术的发展,还在相关章节中增加了临床实验室信息系统、临床监护信息系统及其实例。为了增强学生的理论和实际结合的能力,增加了附录一“医学仪器的性能检测及质量评估”,对医学仪器的一些共性问题进行了分析与研讨,详细地介绍了各类医学仪器的标准、电气安全及非电安全性、医学仪器的质量评估与监管,尤其对一些生物相容性、电磁兼容性等新内容给予了充分的重视。

上海医疗器械集团公司以及上海医疗器械厂有限公司等上海地区的有关企业领导与科技人员为本书的修订提供了许多有益帮助与支持,使我以及我们的新产品研发团队在“数字式X线机”等各类医学成像系统的研发过程中得到了锻炼,从而获得了更贴近实际的知识。上海理工大学医疗器械学院(上海医疗器械高等专科学校医用电子信息系)王艳老师参加了本书的全面修改与编写工作,该校各级领导为本书的再版提供了良好的写作条件与人力支持,其中医学影像设备系与医用电子信息系的黄勇、汪红志、莫国民、蒋淑敏等老师给作者提供了许多珍贵的原始素材,并进行了多次有益的讨论。特此表示感谢。

王保华

2009年1月完成于上海

第一版前言

生物医学工程是一个多科学的交叉领域,其特点是将工程科学与生命科学的原理与方法相结合,在生命体的多个层面上对生命体的现象与运动规律进行定量研究,并发展相应的医疗技术及仪器系统,应用于医学和保健,维持和促进人类的健康。生物医学工程涵盖生物材料与人工器官,生物力学,生物系统的建模、仿真及控制,生物医学信号检测及处理技术,医学成像及图像处理,物理因子的生物学效应,治疗与康复工程,生物医学电磁学,生物系统的质量、能量及信息传送等,而生物医学测量是生物医学工程学科中最基础、应用最广泛、与生物医学工程其他分支学科联系最密切的领域。

生物医学测量的对象是生命体,尤其是人体。生命体是极其复杂的系统,其包含着反映生命活动的极其丰富的信息。这些信息存在于无数结构各异的生物分子精巧构造而成的高度复杂的结构体系细胞中;存在于由细胞组成的,具有特殊结构与功能,进行不同活动的器官中,如脑、心脏、肺、肝、肾、胰、血管、胃、膀胱和各种感觉器官;存在于各种器官组成的神经系统、循环系统、呼吸系统、泌尿系统、内分泌系统、消化系统和感觉系统等许多特殊功能的生命系统之中。人体正是由生物大分子、细胞、器官和功能系统等各层次组成的复杂系统,正是依靠各层次上的活动及其有机配合,才能实现生命体的新陈代谢、兴奋性和生殖能力等基本功能,才会维持生命过程。生物医学信息测量是对生命体各个层次上极其丰富且有内在联系的,具有个体差异且随时间与空间变化的,受环境影响的各种生命体成分、性质、状态和功能等信息进行检测与量化的技术。科技工作者共同的信条是“没有对生命体各类生命现象的精确测量,便难以对生命过程进行全方位的调控与干预”,所以生物医学测量在生命科学及医疗技术中的重要性是不言而喻的。

本书将在生命体的整体与行为、器官与系统,以及细胞与生物大分子三个层面上展开对生物医学信息测量的讨论,并将突破以往生物医学测量技术以传感器为主导的系统格局,而主要从生命信息的测量方法、技术及仪器构建原理着手,从而更科学、更系统、更简洁、更深入地讨论各类生物医学信息的形成、获取、分析、处理、显示与记录等方法与相关技术。在生物电、非电生理生化参数的测量及仪器,病房监护系统,医学超声测量与仪器等常规测量及仪器中引入各类医疗及仪器新技术。为了面向 21 世纪的生命科学与医疗技术的进步,书中突出地介绍了无创及微创测量技术及仪器,生理参数的远程传输及监测技术,体内植入式测量及微系统,生物医学光子测量及仪器,以及细胞和生物大分子层次上的检测技术和方法,使本书具有更鲜明的新时代的科学特征。

在本书编写过程中,得到中国生物医学工程学会生物医学测量专业学会、国家教委生物医学工程教学指导委员会以及上海大学校方的多方面的鼓励、关心和支持。中国医学科学院生物医学工程研究所关晓光研究员、林秩文研究员和中国医科大学霍纪文教授以他们数十年来的丰富科学研究与教学实践的知识积累,直接参与了第 1 章、第 7 章、第 3 章和第 4 章的编写工作。上海交通大学及上海大学的博士研究生赵勇刚、魏建明和葛华勇等也直接



参与了本书第9章和第10章的编写。初稿完成后,作者曾在上海交通大学、上海大学和同济大学对研究生及本科生中作了试讲。在跨度长达6年之久的历程中,对有关内容进行了全面的整理、修正、充实与更新。同时,感谢我身边的许多青年教师与研究生,为了使本书早日出版,他们做了大量的资料收集和整理工作,并运用先进的计算机多媒体手段在文字处理、绘图、排版、校对等方面使本书的质量得以保证,他们是吴蔚、刘红、吴雄文、郑芳、何平与陈敏莲等。在此笔者对完成本书作出辛勤劳动的所有成员致以崇高的敬意。

本书可供生物医学工程的本科生、研究生,医疗器械行业的工程技术人员,医院中的医技人员,生命科学研究领域中从事生物医学测量及仪器工作的研究人员,以及电子与信息工程领域中的科技人员作为重要的参考书和教科书,我深信他们会在本书中得益,也期望得到他们的批评与指正。

王保华

2002年11月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 生物医学测量的范围	(1)
1.2 生物医学测量的基本特点	(2)
1.2.1 生物医学测量基本属于弱信号测量	(2)
1.2.2 生物体内的噪声对测量有重要影响	(2)
1.2.3 信息测量中容易引入外界环境的干扰	(3)
1.2.4 生物医学信息的多变性	(4)
1.2.5 生物医学测量的安全要求	(5)
1.3 生物医学测量方法的分类	(6)
1.3.1 按测量对象分: 离体测量与在体测量	(6)
1.3.2 按测量条件分: 无创测量、有创测量与微创测量	(7)
1.3.3 按测量结果表达形式分: 一维信息测量和多维信息测量	(7)
1.4 生物医学测量电极与传感器	(8)
1.4.1 引言	(8)
1.4.2 生物医学传感器的分类	(9)
1.4.3 生物医学传感器的发展	(10)
1.5 生物医学测量仪器	(12)
1.5.1 生物医学测量系统的基本组成	(12)
1.5.2 生物医学测量仪器的种类	(12)
1.5.3 生物医学测量仪器的主要技术指标	(14)
1.6 生物医学测量及其仪器的发展简史和趋势	(19)
1.6.1 生物医学测量及其仪器的发展与现状	(19)
1.6.2 生物医学测量及其仪器的发展趋势	(21)
2 生物电测量及仪器	(24)
2.1 生物电测量电极	(24)
2.2 心电测量及仪器	(25)
2.2.1 心电的产生和心电图	(25)
2.2.2 体表心电图导联	(27)
2.2.3 心电图描记——心电图机	(29)
2.2.4 心电图的自动诊断	(35)
2.2.5 心电向量图	(37)
2.2.6 希氏束电图及其测量	(40)
2.2.7 心室晚电位测量	(46)
2.2.8 高频心电图分析仪	(49)



2.2.9	运动心电图测量	(51)
2.2.10	心电地形图仪——体表心电标测系统	(51)
2.2.11	心电图逆问题	(54)
2.3	脑电测量及仪器	(55)
2.3.1	脑电的产生和脑电图	(55)
2.3.2	脑电图机	(55)
2.3.3	脑电信号分析	(57)
2.3.4	诱发脑电技术	(60)
2.3.5	脑电技术的延伸	(62)
2.4	肌电测量及仪器	(63)
2.4.1	肌细胞中的生物电位	(63)
2.4.2	肌电的引导与记录	(64)
2.4.3	典型肌电图仪的结构与指标	(65)
2.4.4	肌电图检查	(66)
2.5	其他生物电测量及仪器	(70)
2.5.1	视网膜电图、眼电图及眼震电图	(70)
2.5.2	胃电图	(74)
2.6	多道电生理记录仪	(76)
2.7	生物磁测量:心磁图和脑磁图	(77)
3	生理参数测量及仪器	(81)
3.1	生理参数的传感技术	(81)
3.1.1	位移传感器	(81)
3.1.2	压力传感器	(81)
3.1.3	流量传感器	(81)
3.1.4	振动传感器	(82)
3.1.5	温度传感器	(82)
3.1.6	光传感器	(82)
3.2	血压及心输出量测量技术	(82)
3.2.1	引言	(82)
3.2.2	有创血压监测	(83)
3.2.3	无创血压监测	(92)
3.2.4	心输出量测量	(94)
3.3	生物声测量	(98)
3.3.1	引言	(98)
3.3.2	心音测量及仪器	(98)
3.3.3	耳声发射测量	(100)
3.4	血流测量及仪器	(101)
3.4.1	引言	(101)



3.4.2	电磁血流量计	(104)
3.4.3	超声多普勒血流仪	(106)
3.4.4	激光多普勒血流仪	(108)
3.4.5	阻抗式血流图仪	(112)
3.5	体温测量	(114)
3.5.1	引言	(114)
3.5.2	热电偶测量	(114)
3.5.3	PN 结测温	(115)
3.5.4	金属丝热电阻和半导体热敏电阻测温	(116)
3.5.5	液晶测温	(116)
3.5.6	石英晶体测温	(117)
3.5.7	深部体温的测量	(117)
3.5.8	非接触式测温和温度分布的测量	(117)
3.6	呼吸功能测量及仪器	(118)
3.6.1	引言	(118)
3.6.2	压差式呼吸流量计	(121)
3.6.3	电阻抗式呼吸监测仪	(124)
3.6.4	肺顺应性的测量	(125)
3.7	血液流变学测量与仪器	(127)
3.7.1	引言	(127)
3.7.2	血液黏度计	(129)
3.7.3	血液流变仪	(130)
3.8	在体无创及微创测量技术	(132)
4	生化参数测量与仪器	(134)
4.1	引言	(134)
4.1.1	生化参数测量的特点	(134)
4.1.2	现行生化参数测量技术	(134)
4.2	血气分析仪	(136)
4.2.1	血氧测定	(136)
4.2.2	血中二氧化碳测定	(140)
4.2.3	血液 pH 测量	(142)
4.2.4	集成化血气分析电极	(142)
4.2.5	血气分析仪	(143)
4.3	经皮血气监测仪	(144)
4.3.1	经皮血气监测	(144)
4.3.2	电化学电极经皮血气监测	(145)
4.3.3	质谱仪式经皮血气监测	(147)
4.3.4	气相色谱分析式经皮血气监测	(147)



4.3.5	临床应用	(148)
4.4	电解质分析仪	(149)
4.4.1	临床用离子选择电极	(149)
4.4.2	临床用电解质分析仪	(152)
4.5	自动生化分析仪	(153)
4.5.1	流动式自动生化分析仪	(154)
4.5.2	分立式自动分析仪	(156)
4.5.3	离心式自动分析仪	(157)
4.5.4	反应速度测定仪	(158)
4.6	临床实验室信息系统	(159)
4.7	生化参数测量技术的几个发展方向	(161)
4.7.1	新型化学及生物传感器的开发和应用	(161)
4.7.2	多种检测方法、技术的综合化,实现生化检验的全自动化	(161)
4.7.3	从离体测量向在体测量过渡	(162)
5	病房监护系统	(163)
5.1	概述	(163)
5.2	心电床边监护仪	(165)
5.2.1	引言	(165)
5.2.2	模拟式心电床边监护仪	(165)
5.2.3	波形-字符同屏显示的心电床边监护仪	(167)
5.2.4	心律失常床边监护仪	(170)
5.2.5	多参数床边监护仪	(181)
5.3	中央集中监护	(183)
5.3.1	引言	(183)
5.3.2	心电集中监护系统	(183)
5.3.3	多生理参数集中监护系统	(195)
5.4	动态监护	(204)
5.4.1	动态心电监护	(204)
5.4.2	动态血压监护	(206)
5.4.3	其他	(209)
5.5	其他类型的监护系统	(209)
5.5.1	胎儿监护	(209)
5.5.2	新生儿监护	(210)
5.5.3	高压氧舱监护	(211)
5.5.4	麻醉监护	(212)
5.5.5	睡眠监护	(215)
5.6	临床监护信息系统	(216)
5.7	监护系统的几个发展方向	(217)



5.7.1	多功能监护	(217)
5.7.2	多参数监护	(218)
5.7.3	自动化及闭环控制	(218)
5.7.4	系统化及网络化	(218)
5.7.5	携带式及植入式监护	(218)
6	生理参数的远程传输及监测技术	(220)
6.1	概述	(220)
6.1.1	生物医学遥测分类	(220)
6.1.2	生物医学遥测系统组成	(220)
6.1.3	远程医疗	(221)
6.2	远程传输的几个核心技术	(221)
6.2.1	调制与解调	(221)
6.2.2	编码与解码	(223)
6.2.3	基带传输与频带传输	(224)
6.2.4	多路复用技术	(225)
6.3	无线电遥测监护	(226)
6.3.1	心电图无线遥测	(226)
6.3.2	血压无线遥测	(228)
6.4	生理参数的光遥测	(231)
6.4.1	引言	(231)
6.4.2	多道生理参数的光遥测系统	(231)
6.5	电话线传输监护技术	(233)
6.5.1	引言	(233)
6.5.2	心电图模拟式有线传输监护系统举例	(235)
6.6	基于 LAN 和 WAN 的远程诊断	(237)
6.7	利用卫星通信系统实现远程诊断	(239)
6.7.1	引言	(239)
6.7.2	实例	(242)
6.8	前景	(243)
6.8.1	宽带远程网络	(243)
6.8.2	虚拟医院	(244)
6.8.3	标准与立法	(244)
7	医学超声测量与仪器	(245)
7.1	概述	(245)
7.1.1	引言	(245)
7.1.2	医学超声测量技术的分类	(245)
7.1.3	医学超声测量技术的特点	(246)



7.1.4	超声测量技术在临床中的应用	(246)
7.2	医学超声诊断的声学基础	(247)
7.2.1	超声波及其主要声学参量	(247)
7.2.2	超声波在人体组织中的传播	(249)
7.2.3	超声场	(253)
7.3	A型和M型超声测量仪器	(256)
7.3.1	A型超声测量仪器	(256)
7.3.2	M型超声测量仪器	(258)
7.4	B型超声测量仪器	(259)
7.4.1	引言	(259)
7.4.2	机械扇形扫描超声诊断仪	(260)
7.4.3	机械径向扫描超声诊断仪	(263)
7.4.4	电子线阵超声诊断仪	(265)
7.4.5	电子凸阵超声诊断仪	(270)
7.4.6	电子相控阵超声诊断仪	(271)
7.4.7	环阵相控超声诊断仪	(273)
7.4.8	B型超声测量仪器的主要部件及电路设计原则	(274)
7.5	超声彩色血流成像	(277)
7.5.1	超声彩色血流成像特点和临床意义	(278)
7.5.2	彩色血流成像设备结构	(278)
8	植入式测量及仪器	(280)
8.1	植入式电子系统概述	(280)
8.1.1	引言	(280)
8.1.2	典型应用与进展	(280)
8.1.3	植入式电子系统的特点	(281)
8.2	吞服式无线电遥测胶囊	(282)
8.3	植入式无线电遥测系统	(284)
8.3.1	引言	(284)
8.3.2	植入式颅内压遥测	(285)
8.3.3	植入式肌电遥测	(286)
8.3.4	植入式体温遥测	(287)
8.3.5	多道植入式遥测	(288)
8.4	植入式超声波遥测系统	(289)
8.5	植入式光遥测系统	(291)
8.6	植入式闭环测控系统	(292)
8.6.1	植入式闭环人工胰	(292)
8.6.2	植入式心脏起搏器和除颤器	(293)
8.7	总结与展望	(298)



9 生物医学光子测量技术	(300)
9.1 生物医学光子学概述	(300)
9.1.1 引言	(300)
9.1.2 生物光子学	(300)
9.1.3 医学光子学	(301)
9.2 生物系统的光子辐射	(301)
9.2.1 引言	(301)
9.2.2 生物系统光子辐射产生的物理机制	(302)
9.2.3 生物系统的自发超弱发光	(303)
9.2.4 生物系统的诱导超弱发光	(304)
9.2.5 生物系统超弱发光的主要检测方法	(304)
9.2.6 生物系统超弱发光技术的应用	(305)
9.3 激光共焦扫描显微技术	(305)
9.3.1 荧光探针	(305)
9.3.2 激光共焦扫描显微技术	(306)
9.4 组织光学参数的测量方法与技术	(309)
9.4.1 引言	(309)
9.4.2 组织的光学特性参数及其描述	(309)
9.4.3 组织光学参数的测量方法与技术	(311)
9.5 医学光谱技术	(313)
9.5.1 生物组织的自体荧光与药物荧光光谱	(313)
9.5.2 生物组织的喇曼光谱	(317)
9.6 光子成像技术	(319)
9.6.1 引言	(319)
9.6.2 时间分辨成像技术	(320)
9.6.3 相干分辨成像技术(OCT)	(320)
10 细胞和分子层次的检测技术	(324)
10.1 引言:细胞及基因	(324)
10.2 显微镜	(326)
10.2.1 光学及电子显微镜	(326)
10.2.2 扫描隧道显微镜	(331)
10.3 细胞层次的电生理学方法	(333)
10.3.1 微电极及其应用	(333)
10.3.2 膜片钳技术	(334)
10.4 DNA 测序仪	(336)
10.4.1 DNA 测序的意义	(336)
10.4.2 DNA 测序的原理、方法及仪器	(336)
10.5 PCR 技术	(340)



10.5.1	PCR 技术的基本原理	(340)
10.5.2	典型的 PCR 仪	(340)
10.5.3	PCR 反应的特点	(341)
10.5.4	PCR 技术的应用举例	(342)
10.6	生物芯片及其应用	(342)
10.6.1	生物芯片的加工制备	(343)
10.6.2	生物芯片的种类	(343)
10.6.3	生物芯片的应用举例	(344)
10.7	毛细管电泳仪	(345)
10.8	X 线衍射仪	(346)
10.9	流式细胞仪	(347)
10.10	细胞信号转导	(348)
10.11	示踪技术	(348)
10.12	纳米技术及应用	(349)
10.13	前景	(350)
11	医学成像及图像引导下的诊疗技术	(352)
11.1	引言	(352)
11.1.1	成像方法及系统组成	(352)
11.1.2	图像处理、测量和分析技术	(353)
11.2	X 线成像	(354)
11.2.1	X 线及其形成:X 线管	(354)
11.2.2	常规 X 线诊断装置	(357)
11.2.3	X 线电视系统	(360)
11.2.4	数字式 X 线机	(361)
11.2.5	数字减影	(364)
11.3	X 线计算机断层成像系统	(366)
11.3.1	X-CT 成像的数理基础	(366)
11.3.2	X-CT 的成像过程	(368)
11.3.3	X-CT 扫描装置的组成	(369)
11.3.4	X-CT 的演进	(370)
11.3.5	X-CT 的主要技术指标	(374)
11.4	磁共振成像	(374)
11.4.1	引言	(374)
11.4.2	磁共振成像的基本原理	(374)
11.4.3	MRI 系统组成及分类	(376)
11.4.4	磁共振造影成像	(378)
11.4.5	功能磁共振成像	(381)
11.5	核医学成像	(383)



11.5.1	引言	(383)
11.5.2	γ 照相机	(384)
11.5.3	单光子发射型计算机断层成像(SPECT)	(386)
11.5.4	正电子发射型计算机断层成像(PET)	(387)
11.5.5	图像的融合:SPECT/MRI, PET/CT	(391)
11.6	电阻抗成像	(391)
11.7	医学图像的存储与传输	(394)
11.7.1	引言	(394)
11.7.2	PACS 的主要组成部分	(395)
11.7.3	DICOM 标准	(397)
11.7.4	RIS、HIS、PACS 的关系	(398)
11.8	几种成像系统的比较	(398)
11.9	图像引导下的诊断与治疗技术	(400)
11.9.1	图像引导下的计算机辅助诊断	(400)
11.9.2	图像引导下的心脏射频消融技术	(400)
11.9.3	图像引导下的外科手术	(403)
11.9.4	基于放疗的图像技术	(403)
11.9.5	高强度聚焦超声治疗	(404)
参考文献		(408)
附录一 医学仪器的性能检测及质量评估		(410)
附录二 常用专业名词缩略语及英汉对照		(420)

1

绪 论

生物医学测量是以人体及其他生物体为对象,研究对各种生命现象、状态、性质和成分进行测量的原理和技术的学科,是生物医学工程的重要分支。生物医学测量的任务旨在提供认识生命奥秘,了解生物体的结构、功能和疾病状态的方法和仪器,以促进生理学、诊断学及医学各领域的进步,并带动各种医疗器械的研究与开发。现代生物医学的进步是与生物医学测量与仪器的发展分不开的,而生物医学测量与仪器又是物理学、化学、信息科学和以电子技术为代表的各种现代工程技术与生物学和医学相结合的产物。

1.1 生物医学测量的范围

生物医学测量的对象是具有生命的生物体,其基本的对象是人体。生物体,特别是人体,是极其复杂的系统,包含着反映生命活动的极其丰富的信息,这是其他物体或系统所无可比拟的。

以人体为例。人体是由极其大量的细胞构成的,细胞总数多达 75 万亿个,而细胞是由无数结构各异的生物分子精巧构造而成的高度复杂的结构体系,即使是最简单的红细胞也包含着复杂的物理、化学和约 2 000 种代谢反应。在长期进化中,人体的细胞已高度分化,具有多种不同的特殊结构和功能,由这些细胞组成进行不同活动的器官,如脑、心脏、肺、肝、肾、胰、血管、胃、膀胱和“五官”等。人体的各种器官又组成了若干功能系统,如神经系统、循环系统、呼吸系统、泌尿系统、内分泌系统、消化系统和感觉系统等。人体正是由生物分子、细胞、器官和功能系统等各层次组成的复杂系统,依靠各层次上的活动和功能及其有机配合,实现生物体的新陈代谢、兴奋性和生殖能力等基本功能,维持生物体的生命过程。

因此,生物医学测量的范围包括对生物体分子水平、细胞水平、器官水平和系统水平各层次的信息的测量。按被测信息的性质分类,生物医学测量的范围包括生物电及生物磁测量、非电磁生理参数测量和生物化学量测量等。例如,测量基于细胞电活动产生的心电、脑电、肌电、眼电、胃电和神经电等生物电信息,测量伴随体内电荷运动产生的心磁、脑磁、肌磁、眼磁等生物磁场,测量生命活动中产生的血压、血流、脉搏、呼吸、心音、体温等非电磁生理参数,测量生物体中组织和器官的结构与形态参数,测量血液、尿液、唾液、精液和组织液等体液中的各种电解质及微量元素含量,测量生物体内气体中的氧和二氧化碳等化学成分,测量各种细胞的数量和形态,测量生物体内的各种蛋白质、葡萄糖、酶等。总之,生物体内的各种成分、性质、状态和功能等信息,均属生物医学测量的范围。