

材料科学与技术丛书

(第14卷)

医用与口腔材料

科学出版社

DZ99/18

材料科学与技术丛书(第 14 卷)

R. W. 卡恩 P. 哈森 E. J. 克雷默 主编

医用与口腔材料

[英] D. F. 威廉姆斯 主编

朱鹤孙 等译

科学出版社

1999

图字:01-97-1626

图书在版编目(CIP)数据

医用与口腔材料 [英] D. F. 威廉姆斯 主编, 朱
鹤孙等译. -北京: 科学出版社, 1999. 5
(材料科学与技术丛书: 第 14 卷)
书名原文: Medical and Dental Materials
ISBN 7-03-007031-3

I. 医… II. ①威… ②朱… III. 口腔材料 IV. R783.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 28574 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1999 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1999 年 5 月第一次印刷 印张: 27
印数: 1—2 500 字数: 610 000

定价: 60.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

《材料科学与技术》丛书 中文版编委会

主编

师昌绪	国家自然科学基金委员会
柯俊	北京科技大学
R. W. 卡恩	英国剑桥大学

成员 (以姓氏笔画为序)

丁道云	中南工业大学
干福熹	中国科学院上海光机研究所
叶恒强	中国科学院金属研究所
刘嘉禾	北京钢铁研究总院
朱逢吾	北京科技大学
朱鹤孙	北京理工大学
吴人洁	上海交通大学
闵乃本	南京大学
周邦新	中国核动力研究设计院
柯伟	中国科学院金属腐蚀与防护研究所
施良和	中国科学院化学研究所
郭景坤	中国科学院上海硅酸盐研究所
徐僖	四川大学
徐元森	中国科学院上海冶金研究所
黄勇	清华大学
屠海令	北京有色金属研究总院
雷廷权	哈尔滨工业大学
詹文山	中国科学院物理研究所
颜鸣皋	北京航空材料研究院

总 译 序

20 世纪 80 年代末,英国剑桥大学的 R. W. 卡恩教授、德国哥丁根大学的 P. 哈森教授和美国康乃尔大学的 E. J. 克雷默教授共同主编了《材料科学与技术》(Materials Science and Technology) 丛书。该丛书是自美国麻省理工学院于 80 年代中期编写的《材料科学与工程百科全书》(Encyclopedia of Materials Science and Engineering) 问世以来的又一部有关材料科学和技术方面的巨著。该丛书全面系统地论述了材料的形成机理、生产工艺及国际公认的科研成果,既深刻阐述了有关的基础理论,具有很高的学术水平,又密切结合生产实际,实用价值较强。

该丛书共 19 卷(23 分册),分三大部分:第 1~6 卷主要阐述材料科学的基础理论;第 7~14 卷重点介绍材料的基本性能及实际应用;第 15~19 卷则着重论述材料的最新加工方法和工艺。

该丛书覆盖了现代材料科学的各个领域,系统而深入地对材料科学和技术的各个方面进行了精辟的论述,并附以大量图表加以说明,使其内容更加全面、翔实,论述也比较严谨、简洁。

有 400 余名国际知名学者、相关领域的学术带头人主持或参加了该丛书的撰写工作,从而使该丛书具有很高的权威性和知名度。

该丛书各卷都附有大量参考文献,从而为科技工作者进一步深入探讨提供了便利。

随着我国科学技术的飞速发展,我国从事与材料有关研究的科技人员约占全部科技人员的 1/3,国内现有的有关材料科学方面的著作远远满足不了广大科技人员的需求。因此,把该丛书译成中文出版,不但适应我国国情,可以满足广大科技人员的需要,而且必将促进我国材料科学技术的发展。

基于此,几年前我们就倡议购买该丛书的版权。科学出版社与德国 VCH 出版社经过谈判,于 1996 年 10 月达成协议,该丛书的中文版由科学出版社独家出版。

为使该丛书中文版尽快与广大读者见面,我们成立了以师昌绪、柯俊、R. W. 卡恩为主编,各分卷主编为编委的中文版编委会。为保证翻译质量,各卷均由国内在本领域学术造诣较深的教授或研究员主持有关内容的翻译与审核工作。

本丛书的出版与中国科学院郭传杰研究员的帮助和支持是分不开的,他作为长期从事材料科学研究的学者,十分理解出版本丛书的重大意义,购买本

丛书版权的经费问题就是在他的大力协助下解决的，特此对他表示感谢。另外，本丛书中文版的翻译稿酬由各卷主编自筹，或出自有关课题组和单位，我们对他们给予的支持和帮助表示衷心的感谢。

我们还要感谢中国科学院外籍院士、英国皇家学会会员 R. W. 卡恩教授，他以对中国人民的诚挚友谊和对我国材料科学发展的深切关怀，为达成版权协议做出了很大努力。

材料是国民经济发展、国力增强的重要基础，它关系着民族复兴的大业。最近几年，我国传统材料的技术改造，以及新型材料的研究正在蓬勃展开。为适应这一形势，国内科技界尽管编著出版了不少材料科学技术方面的丛书、工具书等，有的已具有较高水平，但由于这一领域的广泛性和迅速发展，这些努力还是不能满足科技工作者进一步提高的迫切要求，以及我国生产和研究工作的需要。他山之石，可以攻玉。在我国造诣较深的学者的共同努力下，众煦漂山，集腋成裘，将这套代表当代科技发展水平的大型丛书译成中文。我们相信，本丛书的出版，必将得到我国广大材料科技工作者的热烈欢迎。

为了使本丛书尽快问世，原著插图中的英文说明一律未译，各卷索引仍引用原著的页码，这些页码大致标注在与译文相应的位置上，以备核查。

由于本丛书内容丰富，涉及多门学科，加之受时间所限，故译文中难免存在疏漏及不足之处，请读者指正。

师昌绪

柯俊

1998年3月于北京

译者序

本卷系《材料科学与技术》丛书中第 14 卷《医用与口腔材料》。全书涉及人体生理系统中器官、组织的治疗、修复或替换用材料以及增进或改善其功能的医疗装置所用的材料等。全书共分 13 章，内容广泛，基本上反映了当代生物医用材料的全貌和最新成就，此卷的出版将有助于我国科技工作者了解国际动态，加速推动中国生物医用材料的研究、开发和产业化进程。

本书由中国生物材料委员会朱鹤孙、俞耀庭等组织翻译和审定。由于本书内容涉及诸多学科领域，加之译校者水平所限，错误和不当之处在所难免，敬请批评指正。

丛 书 序

材料是多种多样的,如金属、陶瓷、电子材料、塑料和复合材料,它们在制备和使用过程中的许多概念、现象和转变都惊人地相似。诸如相变机理、缺陷行为、平衡热力学、扩散、流动和断裂机理、界面的精细结构与行为、晶体和玻璃的结构以及它们之间的关系、不同类型材料中的电子的迁移与禁带、原子聚集体的统计力学或磁自旋等的概念,不仅用来说明最早研究过的单个材料的行为,而且也用来说明初看起来毫不相干的其它材料的行为。

正是由于各材料之间相互有机联系而诞生的材料科学,现在已成为一门独立的学科以及各组成学科的聚集体。这本新的丛书就是企图阐明这一新学科的现状,定义它的性质和范围,以及对它的主要组成论题提供一个综合的概述。

材料技术(有时称材料工程)更注重实际。材料技术与材料科学相互补充,主要论及材料的工艺。目前,它已变成一门极复杂的技艺,特别是对新的学科诸如半导体、聚合物和先进陶瓷(事实上对古老的材料)也是如此。于是读者会发现,现代钢铁的冶炼与工艺已远超越古老的经验操作了。

当然,其它的书籍中也会论及这些题目,它们往往来自百科全书、年报、专题文章和期刊的个别评论之中。这些内容主要是供专家(或想成为专家的人)阅读。我们的目的并非是贬低同行们在材料科学与技术方面的这些资料,而是想创立自己的丛书,以便放在手边经常参考或系统阅读;同时我们尽力加快出版,以保证先出的几卷与后出的几卷在时效方面有所衔接。个别的章节是较之百科全书和综述文章讨论得更为详细,而较之专题文章为简略。

本丛书直接面向的广大读者,不仅包括材料科学工作者和工程师,而且也针对活跃在其它学科诸如固体物理、固体化学、冶金学、建筑工程、电气工程和电子学、能源技术、聚合物科学与工程的人们。

本丛书的分类主要基于材料的类型和工艺模式,有些卷着眼于应用(核材料、生物材料),有些卷则偏重于性能(相变、表征、塑性变形和断裂)。有些题材的不同方面有时会被安排在两卷或多卷中,而有些题材则集中于一专卷内(如有关腐蚀的论述就是编在第7卷的一章中,有关粘结的论述则是编在第12卷的一章中)。编者特别注意到卷内与卷间的相互引证。作为一个整体,本丛书完成时将刊出一卷累积的索引,以便查阅。

我们非常感谢 VCH 出版社的编辑和生产人员,他们为收集资料并最后出

书,对这样繁重的任务作出了大量而又高效的贡献。对编辑方的 Peter Gregory 博士和 Deborah Hollis 博士、生产方的 Hans-Jochen Schmitt 经济学工程师表示我们的特别谢意。我们亦感谢 VCH 出版社的经理们对我们的信任和坚定的支持。

R. W. 卡恩 (Cambridge)

P. 哈森 (Göttingen)

E. J. 克雷默 (Ithaca)

1991 年 4 月

前 言

金属、合金、陶瓷、复合材料、热塑性塑料和许多其它材料在制作那些有关我们生命的人体器官和装置中正在起着非常重要的作用。因此,把材料科学作为一系列现代技术(核工程、宇航工程及半导体和超导体工程)的中心就成为这套丛书的主导思想。

这些材料的应用及其有关工业是极其重要的。但是,在当今社会上还没有比那些在外科手术中应用在人体内部的合成材料和人造材料那样更明确地、更具有说服力地体现出材料科学的关键作用。

舆论工具总是热衷于把材料科学在再创人的生命(如安假肢和人工器官等)中所起到的作用说得神乎其神。这一点在一些有关仿生人和超人的故事中就有所体现。然而,我们切勿对我们在这方面所取得的成功忘乎所以。相反,我们要注意留有余地,谨慎从事。诚然,在生物材料和植入装置方面所获得的成就很值得一提。我们可以毫不夸张地说,这类材料的使用结果是非常令人满意的。它挽救了成千上万人的生命,也有助于人类寿命的延长。事实上,在有些情况下,这类材料与普通的标准材料很相似,有的还是从后者衍生出来的。例如,不锈钢、丙烯酸树脂等,它们现在都在医学、牙科学方面广泛地应用着。有些材料是专门为这些应用设计的。更确切地说,是为了适应这些应用而作了某些结构上的必要改变。

不论这些材料的由来,也不管它们的性质,它们在涉及材料科学和技术的综合性工作中总是占有特殊的地位。在本卷中,我们收集了一些涉及以这些材料在医学上和牙科学上为主要议题的稿件。我们完全可以根据在人体内的应用把这些材料分门别类,譬如把它们分为合金、合成橡胶、复合材料等加以讨论。但是,这样做就不能把注意力集中于有关它们在临床应用中的概念和细节了。因此,各章节主要是依据那些利用生物材料的各种临床实践而编写的。作者收集了有关矫形、上颌骨手术、心血管手术、牙科、眼科、神经外科手术、药物释放等领域的来稿。因此本书分为下列主要临床实践,诸如关节置换(第2章)、人造动脉和心瓣(第3章)、口腔修复和其它植入材料(第6章,第7章和第13章)中所使用的材料的性能要求和使用效果。在眼科学中讨论了接触镜和人工晶状体(第12章)。再加上皮肤和神经再生材料(第5章)、植入传感器和电子装置(第9章和第10章)、医用和牙科粘合剂(第8章)、药物释放系统(第11章)和人工器官(第4章)等材料的内容,临床议题就完善了。唯一的例外就是第1章,这一章旨在介绍这些装置所选用材料的基本原

则。读者不难发现有许多材料可以在不止一个领域里得到应用。把这些材料在跨领域中的应用和从中取得的经验综合起来其实也是本卷的目的之一。

对这些材料的许多性能要求与其它工业部门所要求的没有什么不同。具备适当的机械性能和抗腐蚀性、抗降解的性能毕竟都是一些普遍的要求,其它的特殊性能,尤其是那些在作人体手术时有影响的,当然就不能忽视,必须要严格要求。本卷的各章论述了医学上和牙科学上所用的生物材料的一般结构和性能之间的关系,也讨论了它们与临床应用之间的关系。作者对这些独特的生物性能以及材料与生物环境之间的密切关系也给予了详细的叙述。

由于这一套丛书主要是供材料科学家使用,因此本卷内有许多生物学和医学上的术语对一般读者来说可能不是一下子就能辨认出来的。在适当的和可能的情况下,每当这些术语出现时,作者尽量加以说明。为了完整起见,本书还附有有关生物学及医学术语的汇编,供读者对一些比较一般的医学术语的定义进行查考。

D. F. 威廉姆斯

Liverpool, 1991 年 10 月

生物学及医学术语词汇

词汇分为六方面:解剖结构、细胞、组织和体液、疾病、治疗及组织活性

解剖结构(Anatomical Structures)

心房(Atrium)	一个室或腔,如心脏两侧的心房
耳蜗(Cochlea)	一种小的壳状结构,特指组成内耳的部分
头(部)的,头侧的(Cephalic)	属于头的
髁(Condyle)	骨两端的圆形突出物
背部的,背面的(Dorsal)	属于背面的,如脊柱
腺(Gland)	一种具有分泌功能的结构
腹膜腔/腹膜(Peritoneal cavity/peritoneum)	腹部的腔和它的膜连接
颞下颌关节(Temporo-mandibular joint, TMJ)	下颞骨和颞骨之间的连接
胸,胸廓(Thorax)	
大静脉,腔静脉(Vena cava)	腹部和胸部的静脉
室(Ventricle)	小腔,包括脑室和心室

细胞和细胞结构(Cells and Cell Structures)

嗜碱细胞(Basophil)	碱性染料染色的白细胞
软骨细胞(Chondrocyte)	软骨的细胞
染色质(Chromatin)	细胞核中着色深的结构
克隆(Clone)	来源于单个细胞并与之相同的细胞群体
细胞质(Cytoplasm)	细胞膜和细胞核之间的部分
内质网(Endoplasmic)	胞质中由管或泡组成的网状结构
嗜曙红细胞(Eosinophil)	易被曙红染色的白细胞
红细胞(Erythrocyte)	红血细胞
成纤维细胞(Fibroblast)	连接组织的细胞,负责细胞外基质尤其是 胶原蛋白纤维的合成
血细胞比容(Hematocrit)	血细胞占全血的体积比
白细胞(Leukocyte)	白细胞的通称
淋巴细胞(Lymphocyte)	白细胞的一种,细胞质中无颗粒,在抗传染 病的免疫中起重要作用
胞溶(作用)(Lysis)	细胞的损坏
溶酶体(Lysosome)	细胞中贮存和合成消化酶的细胞器或结构
巨噬细胞(Macrophage)	组织内具有强吞噬作用的炎症细胞
线粒体(Mitochondria)	细胞中负责代谢和能量转化的线状结构

单核细胞(Monocyte)	最大的白细胞,具有吞噬能力
嗜中性细胞(Neutrophic)	中性染色的白细胞,占白细胞总数的75%, 为多形核淋巴细胞,在炎症早期占优势
核(Nucleus)	细胞中控制蛋白质合成的部分
成骨细胞(Osteoblasts)	负责产生新骨的骨细胞
破骨细胞(Osteoclasts)	负责吸收骨的骨细胞
质膜(Plasma membrane)	细胞外层结构或细胞表面,由脂类和蛋白质组成
血小板(Platelet)	最小的血细胞,在凝血时尤其是聚集和活化过程中起关键作用

组织和体液(Tissue and Fluids)

脂肪组织(Adipose tissue)	皮下和体腔内的脂肪组织
骨(Bone)	构成骨的矿质化组织,包括皮质骨(致密而高度结构化的组织,构成长骨的骨干)和松质骨(海绵状的较疏松的骨头,位于脊椎和髌骨的长骨末端)
软骨(Cartilage)	在关节的骨表面的管状非矿质化组织,由包埋于凝胶状基质内的胶原纤维组成,可减小关节的摩擦
脑脊液(Cerebro spinal fluid)	大脑和脊髓周围的液体
真皮(Dermis)	皮肤的里层
内皮(Endothelium)	血管内壁的细胞连接
表皮(Epidermis)	皮肤的外表面层
上皮(Epithelium)	覆盖身体内腔和其它结构的组织,它作为一种屏障尤为重要
淋巴(Lymph)	存在于淋巴系统内的澄清液体,在组成上与血浆近似
淋巴系统(Lymphatic system)	是一个具有特殊组成的循环系统,该系统与静脉回流系统平行,分布在身体外周区,淋巴系统在维持内环境机制方面起着关键作用
淋巴结(Lymph nodes)	在淋巴系统中滤除颗粒(外源物质和细胞碎片)和产生细胞(如淋巴细胞和单核细胞)的组织结构簇
血浆(Plasma)	血液中的液相
蛋白质(Proteins)	由氨基酸通过肽键连接而成的化合物,负责运输过程(血清蛋白、血红蛋白)、防御系统(抗体、免疫球蛋白、补体)、反应催

血清(Serum)
括约肌(Sphincter)
滑液(Synovial fluid)

疾病(Diseases)

动脉瘤(Aneurysm)
关节炎(Arthritis)

(动脉)粥样硬化(Atherosclerosis)

龋齿(Caries)
白内障(Cataracts)

脑积水(Hydrocephalus)
增生(Hyperplasia)
低血压(Hypotension)
失禁(Incontinence)

局部缺血(Ischemia)
截瘫(Paraplegia)
牙周病(Periodontal disease)
脊柱裂(Spina bifida)

治疗(Treatments)

动静脉分流(A-V shunt)
血管成形术(Angioplasty)

体外循环(Extracorporeal circulation)

移植物(Graft)

化(酶)和化学信号分子
血液中已除去凝固蛋白质的液相
环状的肌肉
关节处的润滑液

动脉壁的袋状隆起
关节的炎症,通常既指骨关节炎(包括软骨或骨头的)损伤,又指风湿性关节炎(一种自身免疫性疾病,伴有严重肿胀和疼痛)
动脉壁的硬化或增厚,是由血液中各种物质沉积造成的
指主要由细菌造成的牙物质损坏
眼睛中晶状体的浑浊,可导致视力模糊直至失明
大脑中脑脊液的滞留
组织的过度生长
血压变小
体液流出的失控,尤指不能控制尿液从膀胱中流出
某一部位血液供应的暂时缺乏
身体下部的瘫痪
牙周组织尤指牙周膜的损伤
脊柱不能闭合的先天性异常

血管系统动静脉之间的连接
用于了解和治疗血管(疾病)的轻微的血管内侵入技术
临时将血液导入体外循环系统(例如氧发生器)的治疗方法
从供体部位移植到受体部位使之得以重建的一块活组织或一群活细胞。如骨移植物或皮肤移植物

注:自身移植物是指供受体为同一个体的移植物,如从身体某部分移到另一部分的皮肤移植物;种内移植物是指供受体为同种间不同个体的移植物;种间移植物是指

血液透析(Hemodialysis)	供受体为不同种个体的移植物 用透析法(尤指通过人工肾装置)纯化血液的过程
颌面外科(Maxillofacial surgery)	指脸的下部主要包括颌和颞区域的外科
颌面矫形外科(Orthognathic surgery)	旨在改变脸部骨骼外形和形态的外科
氧发生器(Oxygenator)	一种向身体血液中供氧的装置,包括体外循环和血液在氧透膜上的弥散
起搏器(Pacemaker)	一种可植入体内用以调节心脏电活动的装置
组织活性(Tissue Activity)	
抗体(Antibody)	组织中产生的用于应答及防御像毒素、病毒、细菌等有害物质的蛋白质(特指免疫球蛋白)
抗凝血剂(Anticoagulant)	能够阻止血液凝结的物质
抗原(Antigen)	促使抗体产生的有害物
趋化性(Chemotaxis)	细胞受到环境中某些物质的影响而进行定向运动的过程
血栓(Embolus)	血液中不正常流动的颗粒,特指游动血块、气泡或脂肪球状物
酶(Enzyme)	是一种在生化反应中起催化剂作用的蛋白质
纤维蛋白溶解(纤溶)(Fibrinolysis)	血块在血管系统内溶解的过程,这是一种自然现象,但是可以通过药物治疗得以促进
肉芽肿,肉芽瘤(Granuloma)	慢性炎症组织的区域
溶血作用(Hemolysis)	红细胞快速死亡
稳态,体内平衡(Homeostasis)	身体组成成分的一致性得以维持的过程
激素(Hormone)	由内分泌腺分泌的物质
炎症(Inflammation)	由紊乱引起的涉及细胞和体液两方面活性的组织防御机制
吞噬作用(Phagocytosis)	通过细胞的吞噬和消化除去组织碎片的过程
胞饮作用(Pinocytosis)	组织的可溶物经主动扩散透过细胞膜进入细胞的过程
前列腺素(Prostaglandins)	由细胞释放的能调节细胞活性的功能物质

目 录

前 言

生物学及医学术语词汇

1 生物功能性与生物相容性	(1)
2 骨和关节置换材料	(22)
3 心血管系统材料	(93)
4 生物材料和人工器官	(111)
5 皮肤与神经再生材料和细胞外基质的生物活性类似物	(149)
6 牙科充填修复材料	(174)
7 口腔和颌面外科材料	(221)
8 医用和牙科粘合剂	(241)
9 植入传感器用高分子包封材料的选择、性能和粘合	(257)
10 可植入电极和电子装置用材料	(292)
11 药物释放材料	(314)
12 眼科材料	(349)
13 固定和可摘的牙科修复用材料	(359)
索引	(381)

1 生物功能性与生物相容性

David F. Williams

Institute of Medical and Dental Bioengineering, University of Liverpool, Liverpool, U. K.

(杨宗剑 翁 杰 译 俞耀庭 校)

目 录

1.1 引言	2
1.2 生物功能性	2
1.2.1 生物材料的用途	2
1.2.2 功能要求	4
1.2.3 根据生物功能性进行材料优选	6
1.2.4 功能的实现	6
1.3 生物相容性	9
1.3.1 生物相容性的原理和内容	10
1.3.2 材料的降解	10
1.3.2.1 腐蚀性环境	10
1.3.2.2 金属的腐蚀	10
1.3.2.3 聚合物的水解	11
1.3.2.4 聚合物的生物降解	12
1.3.3 宿主反应	12
1.3.3.1 界面反应	13
1.3.3.2 局部的宿主反应	14
1.3.3.3 远端和全身的影响	17
1.3.4 生物相容性的影响因素	18
1.3.5 生物相容性的控制	18
1.4 小结	19
1.5 参考文献	20

符号与缩语表

CAD	计算机辅助设计
CAM	计算机辅助加工
CSF	脑脊髓液
IL	白细胞介素
IUD	子宫内装置
PTFE	聚四氟乙烯
UTS	极限拉伸强度