

高等学校教材系列

PEARSON
Prentice
Hall

工程材料技术

—— 结构、工艺、性能与选择

(第五版)(英文版)

Engineering Materials
Technology

Structures, Processing, Properties,
and Selection Fifth Edition



[美] James A. Jacobs 著
Thomas F. Kilduff
赵静 等改编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

工程材料技术 —— 结构、工艺、性能与选择 (第五版)(英文版)

Engineering Materials Technology
Structures, Processing, Properties, and Selection Fifth Edition

本书是国外材料科学与技术领域权威英文原版教材 *Engineering Materials Technology: Structures, Processing, Properties, and Selection, Fifth Edition* 的改编版, 其特点如下:

- 提炼了原版教材的精髓, 保留了材料环、材料环境协调性评价和绿色制造的特色内容
- 保持了原著的风格, 以及知识的系统性和连贯性
- 结合生物材料迅猛发展的现状, 以国外著名生物材料著作、综述性文章和最新研究论文为基础, 增加了生物材料的章节
- 英文纯正, 语言流畅, 可对学生养成英语应用型学习习惯起着积极的促进作用
- 每章后附有关键词及其定义、概要和自测题

改编者介绍

本教材在原版教材的基础上由北京化工大学材料科学与工程学院“材料导论”双语课程的主讲教师集体改编而成。该双语课程已发展成为一门教学质量高、特色鲜明的北京市级和校级精品课程, 10位主讲教师全部具有博士学位, 2位在英美获得博士学位, 4位在海外从事过博士后研究, 其中, 教授、博士生导师2名, 副教授7名, 讲师1名, 是一支专业能力和英语语言能力均强的高素质教师队伍。



责任编辑: 余 义
责任美编: 李 雯

本书贴有激光防伪标志, 凡没有防伪标志者, 属盗版图书。

ISBN 978-7-121-04760-2



9 787121 047602 >

定价: 49.00 元

TB3/Y32

c2007.

高等学校教材系列

工程材料技术

——结构、工艺、性能与选择

(第五版)(英文版)

Engineering Materials Technology
Structures, Processing, Properties, and Selection
Fifth Edition

[美] James A. Jacobs 著
Thomas F. Kilduff

赵 静 等改编

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是国外材料科学与技术领域权威英文原版教材 *Engineering Materials Technology: Structures, Processing, Properties, and Selection, Fifth Edition* 的改编版。改编版教材提炼了原版教材的精髓,保留了材料环、材料环境协调性评价和绿色制造的特色内容。此外,结合生物材料迅猛发展的现状,以国外著名生物材料著作、综述性文章和最新研究论文为基础,增加了生物材料的章节。全书共分8章,分别阐述了工程材料概论、材料的性质与结构、材料的性能与表征、金属材料、陶瓷材料、聚合物材料、复合材料和生物材料的相关内容,系统地介绍了材料的结构、加工、性能和应用方面的基础知识和发展前沿。在每章后附有关键词及其定义、概要和自测题。

本书不仅可作为材料科学与工程专业“材料导论”或相关专业基础课程双语教学的教材,还可作为材料相关领域的教学参考书和从事材料研究与应用的科研人员的参考书。

Original edition, entitled *Engineering Materials Technology: Structures, Processing, Properties, and Selection, Fifth Edition*, by James A. Jacobs and Thomas F. Kilduff, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright 2005. All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronics or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. China Adapted edition published by Pearson Education Asia Ltd. and Publishing House of Electronics Industry, Copyright © 2007.

This Adapted edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in Peoples's Republic of China excluding Hong Kong and Macau.

本书影印改编版由电子工业出版社和Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。本书影印改编版在中国大陆地区生产,仅限于在中国大陆地区销售。本书影印改编版贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2007-3443

图书在版编目(CIP)数据

工程材料技术:结构、工艺、性能与选择= *Engineering Materials Technology: Structures, Processing, Properties, and Selection*: 第5版:英文/(美)雅各布斯(Jacobs, J. A.)等著;赵静等改编.—北京:电子工业出版社, 2007.8

(高等学校教材系列)

ISBN 978-7-121-04760-2

I. T... II. ①雅... ②赵... III. 工程材料—高等学校—教材—英文 IV. TB3

“中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第112625号

责任编辑:余义

印刷:北京市天竺颖华印刷厂

装订:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开本:787×980 1/16 印张:29.75 字数:1095千字

印次:2007年8月第1次印刷

定价:49.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

改编者序

“材料导论”双语课程是为材料类宽专业本科学生开设的必修课程。它是一门综合性、基础性和应用性很强的课程，在材料宽专业的建设中起着将基础知识向专业知识转化的重要作用，同时对学生养成英语应用型学习习惯起着积极的促进作用。

随着经济全球化和科学技术的迅速发展，学术界和企业界之间的国际交流日益频繁，社会需要高校培养出综合素质高并且具有国际化视野的创新型人才。这就要求所培养的人才既要具备高水平的专业知识和创新能力，还要具备高水平的国际交流能力。为了更好地满足经济社会发展对高素质创新型人才的需求，许多高校相继在部分基础课和专业基础课中采用了双语教学的方式。双语教学已经成为近年来我国教育与教学改革中的研究热点。“材料导论”课程采用双语教学正好适应了材料宽专业建设和材料领域国际化创新型人才培养的需要。材料科学与技术的发展对许多其他技术领域的发展和进步一直起着非常重要的推动作用。进入21世纪，智能材料、新能源材料、生态环境材料、生物医用材料等新材料的发展日新月异，这就要求材料专业的学生在学习和掌握材料科学与技术基础知识的同时，要掌握材料专业术语和相关科技的英文表达，逐渐形成运用英语思维构建材料科学基础知识体系的能力，最终成为具有国际视野，具备跟踪国际材料学科领域的发展前沿和国际学术交流能力的创新型人才。

“材料导论”是我校开展双语教学较早的课程，在“十五”课程建设期间，从教学内容、教学手段和方法、课程考核方法等方面都进行了卓有成效的探索和实践。教材建设是该课程建设的重中之重，也是该课程双语教学必须解决的难点之一。但是，现有的原版英文教材无法全面满足材料宽专业（高分子材料与工程专业、材料科学与工程专业、生物功能材料专业）双语教学的需要，也无法适应材料宽专业人才培养模式的需要。考虑到现阶段的实际情况，让学生同时使用多本英文原版参考书进行课程学习也不现实。因此，将原版英文教材改编成适合材料宽专业双语教学需要的英文教材迫在眉睫。

为了解决“材料导论”双语教学中的教材问题，我们选择了一条快捷和有效的途径，即在材料科学与技术的权威原版英文教材的基础上进行改编，同时结合生物材料迅猛发展的现状，增编生物材料的章节。我们力求从原版教材中提炼出核心内容，同时增加新章节，并保持原著的风格以及知识的系统性和连贯性。尽管我们参与改编的老师付出了很大的努力，但受改编者的水平和时间的限制，难免有不妥和疏漏之处，还希望能得到专家和读者的批评指正。

本教材的改编由赵静副教授担任主编，并撰写第8章，邓建平教授改编第1章，刘莲英副教授和李友芬副教授共同改编第2章，刘玲博士和李友芬副教授共同改编第3章，吉静副教授改编第4章，耿海萍副研究员改编第5章，李友芬副教授改编第6章，于运花副教授改编第7章。编写过程中蔡晴老师为第8章提供了宝贵资料，王文才老师审阅了每章概要，周斌研究生参与了分子式的绘制，中外科学家发表的材料领域相关学术论文和经典著作作为本书文献资料的引用提供了坚实的基础，电子工业出版社编辑的顾恤和帮助使本书得以面世，在此一并表示衷心感谢！

改编者
2007年7月

Contents

1	Introduction to Engineering Materials	1
	工程材料概述	
1.1	Engineering Materials Technology	1
	工程材料技术	
1.2	The Materials Cycle — Life-Cycle Analysis	2
	材料生命周期性评价	
1.2.1	Extracting Raw Materials	3
	原材料的制取	
1.2.2	Creating Bulk Materials, Components, and Devices	4
	松散材料、部件及装置的生产	
1.2.3	Manufacturing Engineered Materials	5
	工程化材料的制备	
1.2.4	Fabricating Products and Systems	7
	产品及产品体系的制造	
1.2.5	Service of Products and Systems	8
	产品及产品体系的应用	
1.2.6	Recycling and Disposal	9
	材料回收及处理	
1.2.7	Sustainable Environmental Technologies	9
	可持续发展技术	
1.3	Family of Materials	11
	材料家族	
1.3.1	Metallics	11
	金属材料	
1.3.2	Polymeric	14
	聚合物材料	
1.3.3	Ceramics	15
	陶瓷材料	
1.3.4	Composites	16
	复合材料	
1.3.5	Other Materials	17
	其他材料	
1.4	Materials Design and Selection	23
	材料设计与选择	
1.4.1	Materials Research	23
	材料研究	
1.4.2	Materials Design	28
	材料设计	

1.4.3 Materials Selection 32

材料选择

2 Nature & Structure of Materials 44

材料的性质和结构

2.1 Nature 44

性质

2.1.1 Internal Structure 44

内部结构

2.1.2 Solid State 59

固体状态

2.2 Structure of Solid Materials 60

固体材料的结构

2.2.1 Unit Cells and Space Lattices 62

晶胞与空间点阵

2.2.2 Crystal Systems 62

晶系

2.2.3 Crystallographic Planes, Miller Indices, and Crystal Directions 68

晶面、米勒指数及结晶方向

2.2.4 Coordination Number 73

配位数

2.2.5 Allotropy/Polymorphism 75

同素异形现象 / 多晶形性

2.2.6 Volume Changes and Packing Factor 78

体积变化和堆积因子

2.2.7 Crystal Imperfections 79

晶体不完整性

2.2.8 Crystal Impurities 79

晶体杂质

2.2.9 Substitutional Solid Solutions 81

取代固溶体

2.2.10 Interstitial Solid Solutions 82

间隙固溶体

2.2.11 Crystal Defects 83

晶体缺陷

2.3 Phases/Phase Diagrams 87

相 / 相图

2.3.1 Phases 87

相

2.3.2 Phase Diagrams 88

相图

2.3.3 Phase Diagrams (Equilibrium Diagrams) for Metallic Systems 93

金属体系相图 (平衡相图)

2.3.4	Solid Solution Strengthening	94
	固溶强化	
2.3.5	Multiphase Metal Alloys	100
	多相金属合金	
2.3.6	Phase or Structural Transformations	101
	相或结构转变	
3	Properties and Characterization of Materials	108
	材料的性能与表征	
3.1	Properties and Environmental Variables	108
	性能与环境变量	
3.2	Mechanical Properties	108
	力学性能	
3.2.1	Stress	109
	应力	
3.2.2	Strain (Unit Deformation)	110
	应变 (单位形变)	
3.2.3	Stress-Strain Diagrams and Hooke's Law	111
	应力 - 应变图和虎克定律	
3.2.4	Ultimate Strength or Tensile Strength	113
	极限强度 / 拉伸强度	
3.2.5	Yield Strength	113
	屈服强度	
3.2.6	Resilience	114
	回弹性	
3.2.7	Shear Stress	114
	剪切应力	
3.2.8	Ductility	116
	延展性	
3.2.9	Toughness	118
	韧性	
3.2.10	Processing Properties	121
	加工性能	
3.2.11	Flexural or Bending Strength	121
	挠曲 / 弯曲强度	
3.2.12	Fatigue Strength	122
	疲劳强度	
3.2.13	Creep	126
	蠕变	
3.2.14	Torsional Strength	127
	抗扭强度	
3.2.15	Hardness	130
	硬度	

3.3	Electrochemistry — Electrolysis, Corrosion, and ITS Prevention	133
	电化学——电解、腐蚀和保护	
3.3.1	Chemical Properties and Reactions	134
	化学性质与反应	
3.3.2	Electrolysis	135
	电解	
3.3.3	The Electrochemical Cell	136
	电化学电池	
3.3.4	Corrosion of Metals	142
	金属腐蚀	
3.3.5	Types of Corrosion	144
	腐蚀的类型	
3.3.6	Corrosion Prevention and Protection	146
	腐蚀防护与保护	
3.4	Thermal Properties	150
	热学性能	
3.4.1	Heat Capacity — Specific Heat	150
	热容——比热	
3.4.2	Thermal Expansion	151
	热膨胀	
3.4.3	Thermal Conductivity	152
	热传导	
3.4.4	Thermal Resistance	154
	耐热性	
3.5	Determining Material Structure	155
	材料结构的确定	
3.5.1	Spectroscopy	156
	光谱学	
3.5.2	X-Ray Diffraction	157
	X 射线衍射	
3.5.3	Optical Microscopy	159
	光学显微镜	
3.5.4	Electron Microscopy	159
	电子显微镜	
3.5.5	Digital Instrumentation	162
	数字式仪器	
3.6	Materials Characterization	165
	材料表征	
4	Metallic Materials	169
	金属材料	
4.1	Nature & Thermal Processing of Metals	169
	金属的性质及其热处理	

- 4.1.1 Nature of Metals 169
金属的性质
- 4.1.2 Thermal Processing of Steel: Equilibrium Conditions 171
钢的热处理: 平衡条件
- 4.1.3 Thermal Processing of Steel: Near-Equilibrium Conditions 177
钢的热处理: 近平衡条件 (退火处理)
- 4.1.4 Thermal Processing of Steel: Nonequilibrium Conditions (Martensite Strengthening) 185
钢的热处理: 非平衡条件 (淬火处理)
- 4.1.5 Precipitation Strengthening/Hardening (Age Hardening) 191
沉淀强化 / 沉淀硬化 (陈化硬化)
- 4.1.6 Hardenability 193
淬硬性
- 4.2 Ferrous Metals 195
黑色金属
 - 4.2.1 Ferrous Metals 195
黑色金属
 - 4.2.2 Cast Iron 195
铸铁
 - 4.2.3 Steel 198
钢
- 4.3 Nonferrous Metals 202
有色金属
 - 4.3.1 Aluminum 202
铝
 - 4.3.2 Copper 206
铜
 - 4.3.3 Nickel 207
镍
 - 4.3.4 Magnesium 207
镁
 - 4.3.5 Titanium 208
钛
 - 4.3.6 White Metals 209
白色金属
 - 4.3.7 Other Metals 210
其他金属
- 4.4 Metal Powders 210
金属粉末
 - 4.4.1 P/M Production 211
粉末冶金的制作
 - 4.4.2 P/M Selection 211
粉末冶金的选择

4.4.3	Metal Powders	212
	金属粉末	
4.4.4	P/M Cost	212
	粉末冶金的成本	
4.5	Surface Science and Engineering	212
	表面科学与工程	
4.5.1	Surface Science and Surface Engineering	213
	表面科学与工程	
4.5.2	Surface Treatments	213
	表面处理	
4.5.3	Surface Hardening and Surface Modification	215
	表面硬化和表面改性	
5	Polymeric Materials	224
	聚合物材料	
5.1	Nature of Polymers	224
	聚合物材料的性质	
5.1.1	Polymeric	224
	聚合物材料	
5.1.2	Nature of Polymers	224
	聚合物材料的性质	
5.2	Plastics	234
	塑料	
5.2.1	Classification of Plastics	235
	塑料的分类	
5.2.2	Properties of Plastics	236
	塑料的性能	
5.2.3	Processing Plastics	252
	塑料加工	
5.2.4	Plastic Container Coding System	259
	塑料容器编码系统	
5.3	Elastomers: Natural & Synthetic Rubbers	260
	弹性体: 天然及合成橡胶	
5.3.1	Natural Rubber and Vulcanization	260
	天然橡胶和硫化	
5.3.2	Synthetic Rubber	262
	合成橡胶	
5.3.3	Classification and Properties of Elastomers	267
	弹性体的分类和性能	
5.4	Adhesives, Caulks, Sealants, & Other Important Polymeric	270
	粘合剂、填缝剂、密封剂及其他重要聚合物	
5.4.1	Adhesives	270
	黏合剂	

- 5.4.2 Caulks and Sealants 277
填缝剂和密封剂
- 5.4.3 Other Important Polymerics 277
其他重要聚合物

6 Ceramic Materials 286

陶瓷材料

6.1 Nature & Design of Ceramics 286

陶瓷的性质及设计

6.1.1 Introduction 286

前言

6.1.2 Nature of Ceramics 288

陶瓷性质

6.1.3 Improving Toughness 301

增韧

6.2 Ceramic Processing 305

陶瓷工艺过程

6.2.1 Thermal Processing —— Sintering/Densification/Firing 305

热处理过程——烧结/致密化/烘烤

6.2.2 Traditional Processing 307

传统工艺过程

6.2.3 Advanced Ceramic Processing 307

现代陶瓷工艺过程

6.3 Refractories, Cement, Concrete, Clay, Abrasives, & Protective Coatings 314

耐火材料、水泥、混凝土、黏土、研磨剂和保护涂层

6.3.1 Refractories 314

耐火材料

6.3.2 Cement and Concrete 314

水泥和混凝土

6.3.3 Clay 318

黏土

6.3.4 Abrasives 318

研磨剂

6.3.5 Protective Coatings 318

保护涂层

6.4 Glass 319

玻璃

6.4.1 Nature of Glass 319

玻璃的性质

6.4.2 Types and Properties of Glass 321

玻璃的类型及特征

6.4.3 Glass-ceramics 322

玻璃陶瓷

7 Composite Materials	328
复合材料	
7.1 Introduction	328
前言	
7.1.1 Definition of Composites	328
复合材料的定义	
7.1.2 Development of Composites	329
复合材料的发展	
7.2 Constituents of Fiber-Reinforced Composites	332
纤维增强复合材料的组成	
7.2.1 Fiber	332
纤维	
7.2.2 Matrix	333
基体	
7.2.3 Interface and Interphase	334
界面及界面相	
7.2.4 Fiber/Matrix Consolidation	334
纤维 / 基体的固结	
7.3 Fiber Types, Structure and Properties	337
纤维的类型、结构与性能	
7.3.1 Types and Structure of Fibers	337
纤维的结构与类型	
7.3.2 Fiber Properties	343
纤维的性能	
7.4 Composite Types, Structures & Properties	348
复合材料的类型、结构与性能	
7.4.1 Structure and Properties of Composites	348
复合材料的结构与性能	
7.4.2 Types of Composites	356
复合材料的类型	
7.5 Composite Processing	371
复合材料的成型工艺	
7.5.1 Contact Molding, Open Molding, and Lamination Molding Processes	371
接触、开模和层压模塑成型	
7.5.2 Closed Molding	372
闭模成型	
7.5.3 Filament Winding and Type Winding	376
纤维丝与纤维带缠绕成型	
7.5.4 Pultrusion	376
拉挤成型	

8 Biomaterials 384

生物材料

8.1 Introduction to Biomaterials 384

生物材料概述

8.1.1 Definitions 384

定义

8.1.2 Classification of Biomaterials 384

生物材料的分类

8.1.3 Fundamental Requirements of Biomaterials 385

生物材料的基本要求

8.1.4 Characterization of Biomaterials 386

生物材料的表征

8.1.5 In Vitro Testing of Biomaterials 387

生物材料的体内试验

8.1.6 In Vivo Testing of Biomaterials 387

生物材料的体外试验

8.2 Metallic Biomaterials 388

金属类生物材料

8.2.1 Corrosion Resistance of Metals 388

金属的耐腐蚀性

8.2.2 Biological Tolerance to Metals 390

生物的耐金属性

8.2.3 Types of Metallic Biomaterials 391

金属类生物材料的类型

8.3 Ceramic Biomaterials 393

陶瓷类生物材料

8.3.1 Nonabsorbable or Relatively Bioinert Ceramics 394

不可吸收 / 相对惰性的陶瓷材料

8.3.2 Biodegradable or Resorbable Ceramics 395

可生物降解 / 吸收的陶瓷材料

8.3.3 Bioactive or Surface-Reactive Ceramics 397

生物活性 / 表面反应性陶瓷材料

8.4 Polymeric Biomaterials 398

聚合物类生物材料

8.4.1 Naturally Occurring Polymers 399

天然高分子

8.4.2 Synthetic Non-biodegradable Polymers 411

非生物降解合成聚合物

8.4.3 Synthetic Biodegradable Polymers 414

可生物降解合成聚合物

8.5 Composite Biomaterials 420

复合材料类生物材料

- 8.5.1 Introduction 420
前言
- 8.5.2 Bioinert Composites 423
生物惰性复合材料
- 8.5.3 Biodegradable Composites 424
可生物降解复合材料
- 8.5.4 Injectable Composites 425
可注射复合材料
- 8.6 Biomaterials for Drug Delivery and Gene Delivery 426
药物和基因释放载体材料
 - 8.6.1 Fundamental Concepts of Drug Delivery 426
药物控制释放的基本概念
 - 8.6.2 Diffusion-Controlled Systems 429
扩散控制体系
 - 8.6.3 Solvent-activation Controlled Systems 431
水渗透控制体系
 - 8.6.4 Chemically-controlled Systems 433
聚合物降解控制体系
 - 8.6.5 Responsive Polymeric Delivery Systems 434
环境响应性聚合物释放体系
 - 8.6.6 Polymers Used for Controlled Drug Release 442
药物控释体系的聚合物载体材料
 - 8.6.7 Biomaterials for Gene Delivery 443
基因释放载体材料
- 8.7 Biomaterials for Tissue Engineering 443
组织工程材料
 - 8.7.1 Introduction 443
前言
 - 8.7.2 Representative Biomaterials for Tissue Engineering 445
典型的组织工程材料
 - 8.7.3 Scaffold Fabrication 446
组织支架的制备

Appendix 455

附录

Module

1

Introduction to Engineering Materials

1.1 ENGINEERING MATERIALS TECHNOLOGY

Materials are the matter of the universe. These substances have properties that make them useful in structures, machines, devices, products, and systems. The term **properties** describes the behavior of materials when subjected to some external force or condition. For example, the tensile strength of a metal is a measure of the material's resistance to a pulling force. The **family of materials** (which will be explained in more detail in 1.3) consists of four main groups: **metals** (e.g., steel), **polymers** (e.g., plastics), **ceramics** (e.g., porcelain), and **composites** (e.g., glass-reinforced plastics). The materials in each group have similar properties and/or structures, as will be described later.

Engineering materials is a term often loosely used to define most materials that go into **products** and **systems**. A telephone is a product that is part of a telephone system composed of many telephones, wires, fiber optics, switches, computers, and so on. **Engineering materials** can also more specifically refer to materials whose structure has been designed to develop specific properties for a given application. For example, **engineering plastics** are

... those plastics and polymeric compositions for which well-defined properties are available such that engineering rather than empirical [trial and error] methods can be used for the design and manufacture of products that require definite and predictable performance in structural applications over a substantial temperature range. (ASTM, 1990, p. 167)

In other words, engineering plastics such as polycarbonates and acetals could replace more **conventional engineering materials** such as steel and wood because their properties are competitive for structural components such as piping, cams, and gears. On the other hand, general-purpose plastics, such as polystyrene and vinyls, do not possess the properties to carry heavy loads but serve as packaging, upholstery, and so on.

The field of **materials engineering** "deals with the synthesis and use of knowledge [structure, properties, processing, and behavior] in order to develop, prepare, modify, and

apply materials to specific needs” (National Research Council, 1989, p. 20). Materials engineers have become very much in demand as we seek to improve the efficiency of products.

Materials science and engineering (MSE) has become a major field of study, one critical to many other fields. As defined by a National Academy of Sciences study, MSE involves the generation and application of knowledge relating the *composition, structure, and processing* of materials to their *properties and uses*. The “science” focuses on discovering the nature of materials, which in turn leads to theories or descriptions that explain how structure relates to composition, properties, and behavior. The “engineering,” on the other hand, deals with the use of science in order to develop, prepare, modify, and apply materials to meet specific needs. The field is often considered an engineering science because of its applied nature. **MSE** is interdisciplinary or multidisciplinary, embracing such areas as metallurgy, ceramics, solid-state physics, and polymer chemistry.

Engineering materials technology (EMT) covers fields of applied science related to materials, materials processing, and the many engineering specialties dealing with materials, such as research and development, design, manufacturing, construction, and maintenance. Many new processes have evolved for the manufacture of engineering materials. Through these processes, coupled with the design of engineering materials, we now enjoy the benefits of superior engineering materials. **Materials science and technology (MST)** is another label for this field of study.

1.2 THE MATERIALS CYCLE — LIFE-CYCLE ANALYSIS

To better understand engineering materials technology, it is useful to view the *materials cycle*, which can be broken into phases, as shown in Figure 1-1. The following explanation of each of the stages will provide you with insight into the importance of materials, how they affect

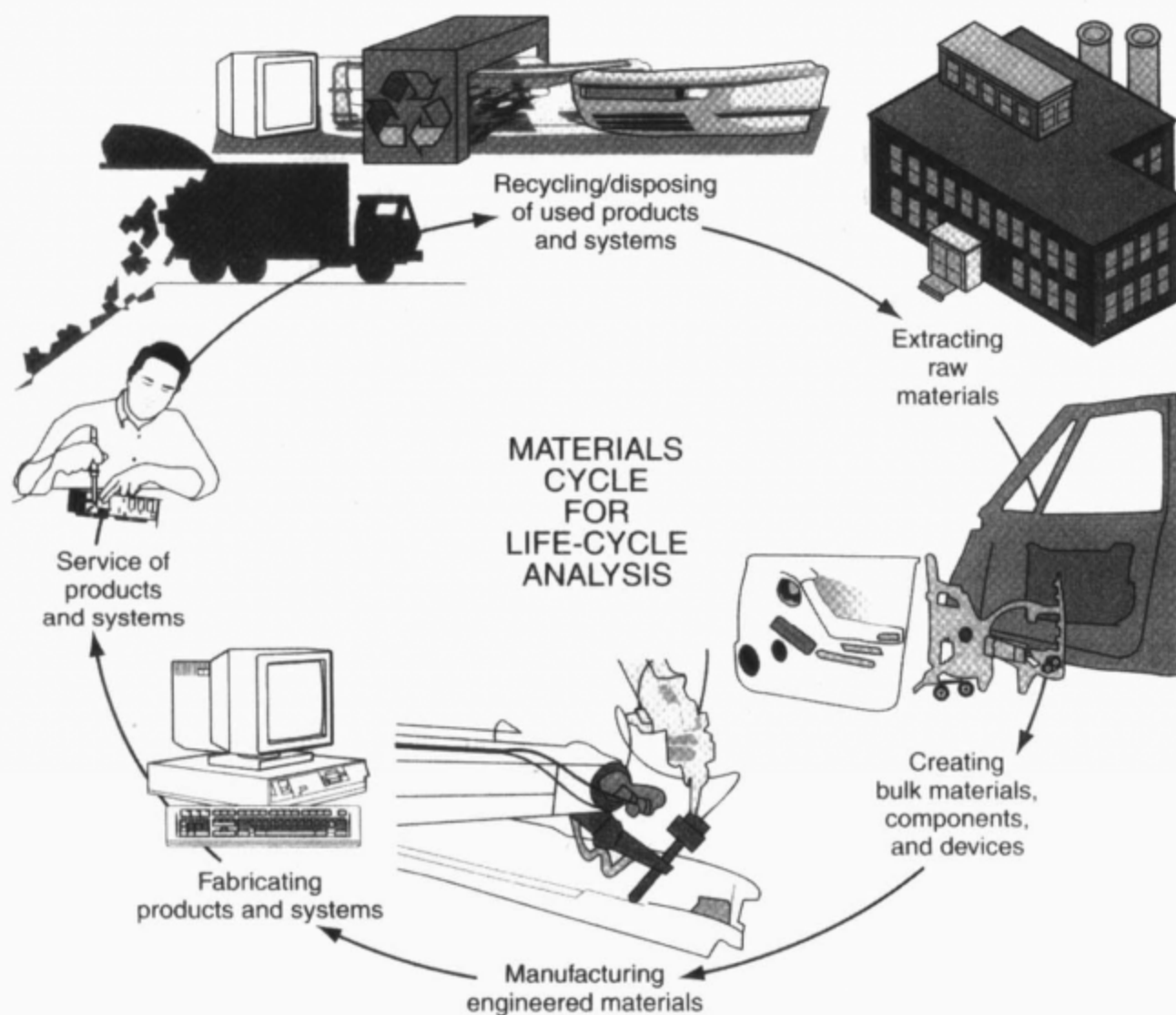


Figure 1-1 Materials cycle—life-cycle analysis