

工程学原理及 问题求解 (第5版)

(美) Arvid R. Eide
Roland D. Jenison

等著

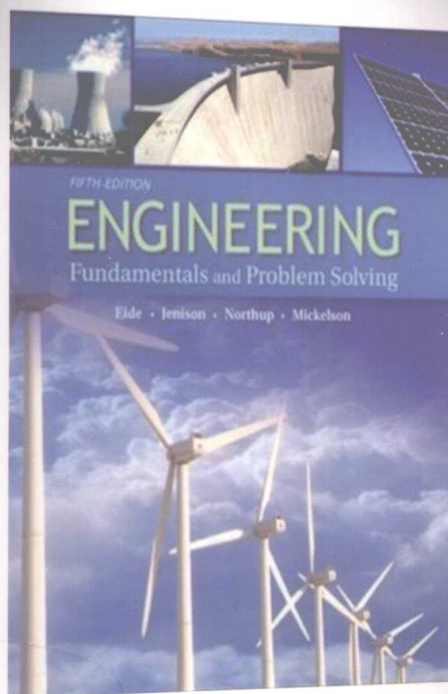
唐玲艳 田尊华 译



ENGINEERING
FUNDAMENTALS AND PROBLEM SOLVING

Eide • Jenison
Northup • Mickelson

Fifth
Edition



McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITION



Engineering Fundamentals and Problem Solving, Fifth Edition

TB1/4

2009

国外计算机科学经典教材

工程学原理及问题求解

(第5版)

(美) Arvid R.Eide 等著
Roland D.Jenison
唐玲艳 田尊华 译

清华大学出版社

北 京

Arvid R.Eide, Roland D.Jenison, et al
Engineering Fundamentals and Problem Solving, Fifth Edition
EISBN: 978-0-07-110190-5
Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition is published and distributed exclusively by Tsinghua University Press under the authorization by McGraw-Hill Education(Asia) Co., within the territory of the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)独家出版发行。未经许可之出口视为违反著作权法,将受法律之制裁。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。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2008-0572

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程学原理及问题求解(第5版)/(美)埃迪(Eide, A.R.), 詹尼松(Jenison, R.D.)等著; 唐玲艳, 田尊华译. —北京: 清华大学出版社, 2009.5

(国外计算机科学经典教材)

书名原文: Engineering Fundamentals and Problem Solving, Fifth Edition

ISBN 978-7-302-19725-6

I. 工… II. ①埃… ②詹… ③唐… ④田… III. 工程技术 IV. TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 038117 号

责任编辑: 王 军 徐燕萍

装帧设计: 孔祥丰

责任校对: 成凤进

责任印制: 孟凡玉

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 27.5 字 数: 669 千字

版 次: 2009 年 5 月第 1 版 印 次: 2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 58.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系
调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 026379-01

出版说明

近年来,我国的高等教育特别是计算机学科教育,进行了一系列大的调整和改革,亟需一批门类齐全、具有国际先进水平的计算机经典教材,以适应我国当前计算机科学的教學需要。通过使用国外优秀的计算机科学经典教材,可以了解并吸收国际先进的教学思想和教学方法,使我国的计算机科学教育能够跟上国际计算机教育发展的步伐,从而培养出更多具有国际水准的计算机专业人才,增强我国计算机产业的核心竞争力。为此,我们从国外多家知名的出版机构 Pearson、McGraw-Hill、John Wiley & Sons、Springer、Cengage Learning 等精选、引进了这套“国外计算机科学经典教材”。

作为世界级的图书出版机构, Pearson、McGraw-Hill、John Wiley & Sons、Springer、Cengage Learning 通过与世界级的计算机教育大师携手,每年都为全球的计算机高等教育奉献大量的优秀教材。清华大学出版社和这些世界知名的出版机构长期保持着紧密友好的合作关系,这次引进的“国外计算机科学经典教材”便全是出自上述这些出版机构。同时,为了组织该套教材的出版,我们在国内聘请了一批知名的专家和教授,成立了专门的教材编审委员会。

教材编审委员会的运作从教材的选题阶段即开始启动,各位委员根据国内外高等院校计算机科学及相关专业的现有课程体系,并结合各个专业的培养方向,从上述这些出版机构出版的计算机系列教材中精心挑选针对性强的题材,以保证该套教材的优秀性和领先性,避免出现“低质重复引进”或“高质消化不良”的现象。

为了保证出版质量,我们为这套教材配备了一批经验丰富的编辑、排版、校对人员,制定了更加严格的出版流程。本套教材的译者,全部由对应专业的高校教师或拥有相关经验的 IT 专家担任。每本教材的责编在翻译伊始,就定期不间断地与该书的译者进行交流与反馈。为了尽可能地保留与发扬教材原著的精华,在经过翻译、排版和传统的三审三校之后,我们还请编审委员或相关的专家教授对文稿进行审读,以最大程度地弥补和修正在前面一系列加工过程中对教材造成的误差和瑕疵。

由于时间紧迫和受全体制作人员自身能力所限,该套教材在出版过程中很可能还存在一些遗憾,欢迎广大师生来电来信批评指正。同时,也欢迎读者朋友积极向我们推荐各类优秀的国外计算机教材,共同为我国高等院校计算机教育事业贡献力量。

清华大学出版社

国外计算机科学经典教材

编审委员会

主任委员:

孙家广 清华大学教授

副主任委员:

周立柱 清华大学教授

委员 (按姓氏笔画排序):

王成山	天津大学教授
王 珊	中国人民大学教授
冯少荣	厦门大学教授
冯全源	西南交通大学教授
刘乐善	华中科技大学教授
刘腾红	中南财经政法大学教授
吉根林	南京师范大学教授
孙吉贵	吉林大学教授
阮秋琦	北京交通大学教授
何 晨	上海交通大学教授
吴百锋	复旦大学教授
李 彤	云南大学教授
沈钧毅	西安交通大学教授
邵志清	华东理工大学教授
陈 纯	浙江大学教授
陈 钟	北京大学教授
陈道蓄	南京大学教授
周伯生	北京航空航天大学教授
孟祥旭	山东大学教授
姚淑珍	北京航空航天大学教授
徐佩霞	中国科学技术大学教授
徐晓飞	哈尔滨工业大学教授
秦小麟	南京航空航天大学教授
钱培德	苏州大学教授
曹元大	北京理工大学教授
龚声蓉	苏州大学教授
谢希仁	中国人民解放军理工大学教授

前言

致学生

当您开始学习工程时,毫无疑问,此时的您充满了激情、好奇以及对成功的渴望。您会将第一年的大部分时间用于建立坚实的数学、基础科学及通信基础。同样,您还会了解一些能够说明工程师如何解决问题并获得正确解决方案的工程主题。您将会看到数学、科学和通信如何通过能让相关人员清楚理解并快速验证的方式,提供解决问题以及传递解决方案的方法。很快,您会发现需要在许多工程学科进行深入的研究,才能解决不断出现的复杂问题。作为作者,我们认为,本书介绍的内容将会让您理解工程师如何在当今的技术世界发挥作用。在学习完本书后,相信您将会迫不及待地想深入所在学科的高级工程科目的学习,并成功实现您的教育目标。

致老师

针对一年级新生的工程课程包含了从工程专业概述到具体学科科目介绍的广泛主题。而包括了了解预备材料、学习动机及保持记忆在内的课程目标衍生了大量适合一年级学生的学习活动。传统的工程制图及描述性的几何课程已经被计算机图形和基于 CAD 的课程取代。介绍工程学和问题解决的课程除了教授计算机语言的基本原理以外,还会使用电子表格和数学方法。Internet 已经成为主要的教学工具,提供大量数据补充课堂笔记和教科书的内容。在这第 5 版中,将继续介绍工程专业,并为学生提供成功所需的工具和技术。

本书(第 5 版)汲取了前 4 版中的经验并加入了许多师生使用该书的良好建议。在过去的 30 年中,问题解决的基础几乎没有改变,但是数学工具和表示技术却得到了极大的改善。因此,第 5 版仍然保持相同的宗旨,但集中介绍新问题和改进的方法。

本书的宗旨是:①在学生第一年所面对的工程科目有所限制时,激发他们的学习兴趣;②当使用逻辑方式表示解决方案时,向学生提供使用 SI 和常规单位解决问题的经验;③向学生介绍需要应用基础工程概念的大多数工程学科所共有的学科领域;④锻炼学生解决开放式问题的能力。

本书介绍的内容将集中于某个方面的知识但又不失连续性。大多数章后面的问题难度有所不同,这样学生们可以快速体验成功,同时也能继续挑战更复杂的问题,其中绝大部分都是新问题或经过修改的问题。

本书共 11 章,包含了 3 学分的课程。如果跳过某些章节和/或每个学期讲授不同的内

容,可以使课程的学分变为 0.5 学分、1 学分或 2 学分。第 1 章介绍了工程设计的内容,如果要提供好的初步设计体验,可补充其他案例研究和材料。

本书分为 3 个主要部分。第 1 部分介绍工程学,先简单介绍了工程学概况,然后细述工程业的相关内容,涵盖了大多数工程学科。如果单独划分正式的课程方向,则第 1 章可以作为阅读作业以及调查学生学科兴趣的基础。

第 2 部分是处理工程数据,包括了所有工程专业学生学习任何工程课程所需准备的材料。第 2 章和第 3 章介绍了处理工程问题、确定所需数据和解决方法,以及表示结果的过程。作者认为,强调该部分的内容可以使学生在稍后材料及问题变得越来越难时受益。

第 4 和第 5 章包括工程评估、量纲及单位(包括惯用单位与 SI 单位)。本书的讨论和示例问题强调 SI 公制。然而,其他量纲系统仍在使用中,所以本书的许多示例和问题也包含非公制单位,从而向学生提供单位转换方法及经常使用的其他单位。

第 6 章介绍的统计学是一门在工程决策中扮演重要角色的学科。获取大量测试或现场数据、进行统计分析以及得出正确结论的能力对于建立性能参数尤为重要。

第 3 部分提供的工程内容可用于进一步理解前面章节介绍的基础知识。第 7 章~第 11 章给教学提供了大量的灵活性。根据课程的时间和目标,教师可以确定第 7 章~第 11 章所涉及的深度。本书对第 9 章作了全面修订。作者认为,工程专业的学生应该在其学习的早期了解当今世界对燃料的依赖,这样学生们可以将这些知识用于后备能源的使用和开发中。

第 3 部分的内容可以按任何顺序介绍,因为每一章独立于其他章。有些问题建议使用计算机或电子表格作为解决方案。这些都是开放式的或是“如果……那么……”之类的问题。根据学生以前编程或电子表格的工作经验来看,在解决这些问题前可能需要对他们进行额外的指导。

附录将作为所选领域知识的参考,这样能让学生从代数和三角学的角度重新审视问题。附录 B 包含了强烈推荐作为阅读和课堂讨论的国家专业工程师学会的工程师道德公约,简要介绍了计算机编程的流程图。其他附录包括表、单位转换、公式及各章问题的答案。

因为本书适合大学一年级的工程专业的学生使用,所以学习本书不需要代数、三角学及解析几何以外的数学知识。然而作者发现,如果掌握微积分知识,对学习本书会有很多益处。

Arvid R. Eide
Roland D. Jenison
Larry L. Northup
Steven K. Mickelson

目 录

第 1 章 工程专业	1
1.1 工程职业	1
1.2 技术团队	2
1.2.1 科学家	3
1.2.2 工程师	4
1.2.3 技术专家和技术员	4
1.2.4 熟练技工/工匠	5
1.3 工程专业	6
1.4 工程职能	6
1.4.1 研究	7
1.4.2 开发	8
1.4.3 设计	11
1.4.4 生产与测试	12
1.4.5 建筑	13
1.4.6 操作	13
1.4.7 销售	14
1.4.8 管理	15
1.4.9 咨询	16
1.4.10 教学	17
1.5 工程学科	18
1.5.1 航空工程	18
1.5.2 化学工程	20
1.5.3 土木工程	21
1.5.4 电子/计算机工程	24
1.5.5 环境工程	25
1.5.6 工业工程	26
1.5.7 机械工程	28
1.6 工程教育	29
1.6.1 所需的特质	30
1.6.2 需要的知识与技能	31
1.6.3 继续教育	34
1.7 工程与设计	34

1.7.1	工程设计简介	35
1.7.2	设计过程	36
1.7.3	设计和客户	39
1.7.4	工程设计的本质	40
1.7.5	体验教育中的设计过程	41
1.8	将工程师作为职业	41
1.8.1	职业特征	41
1.8.2	职业注册	42
1.8.3	职业道德	43
1.8.4	职业协会	43
1.9	未来的挑战	45
1.9.1	能源	45
1.9.2	环境/水	46
1.9.3	基础设施	48
1.9.4	在世界市场中的竞争优势	49
1.10	小结	49
	习题	50
第2章	工程解决方案	55
2.1	简介	55
2.2	问题分析	55
2.3	工程方法	56
2.4	问题表示	57
2.5	问题表示的标准	58
	习题	66
第3章	技术信息的表示	75
3.1	简介	75
3.2	收集和记录数据	79
3.2.1	手工输入	79
3.2.2	计算机辅助技术	81
3.3	一般绘图过程	81
3.3.1	图纸	82
3.3.2	轴的位置和截断线	83
3.3.3	刻度尺的分度、刻度值和标记	84
3.3.4	轴标签	87
3.3.5	点绘制方法	87
3.3.6	曲线和符号	88
3.3.7	标题	89
3.3.8	计算机辅助制图	89

3.4 经验函数	91
3.5 曲线拟合	91
3.6 选点法和最小平方法	91
3.7 经验方程: 直线	92
3.8 经验方程: 幂曲线	93
3.9 经验方程: 指数曲线	98
习题	101
第4章 工程测量和评估	111
4.1 简介	111
4.2 数字和有效数字	111
4.3 准确度和精度	116
4.4 误差	117
4.4.1 系统误差	117
4.4.2 随机误差	118
4.5 近似值	119
习题	126
第5章 量纲、单位和转换	131
5.1 简介	131
5.2 美国公制度量衡的发展	131
5.3 物理量	133
5.4 量纲	133
5.5 单位	134
5.6 SI 的单位和符号	135
5.7 使用 SI 单位的规则	139
5.7.1 单位符号和名称	139
5.7.2 乘法和除法	140
5.7.3 数字	140
5.7.4 使用 SI 单位进行计算	140
5.8 美国惯例单位制和工程单位制	143
5.9 摄氏温标、华氏温标和绝对温标	145
5.10 单位转换	145
习题	149
第6章 统计学	155
6.1 简介	155
6.2 频数分布	157
6.3 集中趋势的度量	158
6.4 差异的度量	160

6.5	连续分布	165
6.6	正态分布	166
6.7	线性回归	170
6.8	相关系数	176
6.9	应用	178
	习题	185
第 7 章	力学	195
7.1	简介	195
7.1.1	坐标系	196
7.1.2	单位	196
7.2	标量与向量	197
7.3	力	198
7.4	力系的类型	199
7.5	力的传递性	199
7.6	力的分解	200
7.7	力矩与力偶	203
7.8	自由体受力图	204
7.9	平衡	206
7.10	三维力系	212
7.11	应力	215
7.12	应变	217
7.13	弹性模量	218
7.14	设计应力	219
	习题	223
第 8 章	物料平衡	233
8.1	简介	233
8.2	质量守恒	234
8.3	过程	236
8.4	系统分析法	238
	习题	245
第 9 章	能量	249
9.1	简介	249
9.2	矿物燃料	250
9.2.1	石油的形成与开采	250
9.2.2	煤的形成与开采	250
9.2.3	天然气的形成与开采	251
9.3	矿物燃料的有限供应	251

9.3.1	美国石油储量、消耗量与生产	251
9.3.2	世界石油储备、消耗与生产	253
9.3.3	美国煤炭储量、消耗量与生产	253
9.3.4	世界煤炭储量与消耗量	254
9.3.5	美国天然气储量与消耗量	254
9.3.6	世界天然气储量与消耗量	255
9.3.7	结论	255
9.4	美国能源消耗的主要领域	255
9.4.1	交通	256
9.4.2	发电	256
9.4.3	家居供暖	258
9.4.4	未来 25 年内的能源预测	259
9.5	替代能源	260
9.5.1	风能	260
9.5.2	水能	261
9.5.3	地热能	262
9.5.4	太阳能	263
9.5.5	核能	264
9.5.6	乙醇与生物柴油	265
9.5.7	垃圾焚烧发电与生物资源	266
9.6	热力学简介	266
9.6.1	储能	266
9.6.2	能量转化	268
9.6.3	热力学第一定律：能量守恒	271
9.6.4	热力学第二定律	274
9.6.5	效率	274
9.6.6	功率	277
9.6.7	冷却循环	278
习题		279
第 10 章	电学	283
10.1	简介	283
10.2	电的形成	283
10.3	静电	284
10.4	电流	285
10.5	电势	285
10.6	简单电路	285
10.7	电阻	286
10.8	直流电路原理	287

10.9 直流电功率	292
10.10 端电压	293
10.11 基尔霍夫定律	294
10.12 网孔电流	299
习题	300
第 11 章 工程经济学	309
11.1 简介	309
11.2 单利与复利	311
11.3 现金流量图	314
11.4 现值与终值	315
11.5 年金与梯度	318
11.5.1 年金终值(偿债基金)	319
11.5.2 年金现值(分期偿还贷款)	321
11.5.3 资本成本(无限寿命分析)	332
11.5.4 算术梯度	333
11.5.5 几何梯度	336
11.6 经济决策	338
11.7 折旧与税	341
11.8 总表	341
习题	342
附录 A 单位转换	351
附录 B NSPE 工程师道德准则	359
附录 C 标准正态曲线下 O~Z 的面积	365
附录 D 希腊字母表	367
附录 E 单位前缀	369
附录 F 物理常数	371
附录 G 化学元素	373
附录 H 近似比重与密度表	377
附录 I 平面	381
附录 J 流程图	387
附录 K 代数(选读内容)	399
附录 L 三角学(选读内容)	407
附录 M 电阻色环码	421
附录 N Al Rohach 关于学生技术报告写作的建议	423

本章目标

完成本章的学习后，您将能够：

- 理解工程在世界上的作用。
- 理解如何为有意义的工程职业做好准备。
- 理解工程师在工程工作空间中的作用。
- 理解工程设计过程在开发满足社会需要的工程解决方案中的重要性。
- 认识工程专业的重要性。

1.1 工程职业

快速扩充和发展的科技领域对于那些想要在技术领域找工作的个人来说显得过于广泛。如今，根据教育、产业关系及具体工作，可以将某位具有技术专长的人称为工程师、科学家、技术专家或技术员。例如，大约有 550 所大学和学院提供 2700 多个由 Accreditation Board for Engineering and Technology(ABET) 或 Canadian Engineering Accreditation Board(CEAB)认可的工程专业程序。这些程序包括了航空、农业、生物、化学、土木、计算机、建筑、电子、工业、制造、材料、机械及软件工程等传统专业，还包括生物可再生、可持续性、能源、环境、纳米技术和网络安全等扩展领域。工程科学、采矿工程及石油工程中的程序为工程职业提供了更多的选择。随着数百家大学、学院和技术学校提供数以千计的科学与技术培训课程，选择正确的领域无疑成为一个困难的任务(图 1-1 所示)。

由于您正在阅读此书，因此这里假设您对学习工程充满兴趣或至少尝试确定是否这么做。到目前为止，您可能在工程方面没有多少经验并且只是从广告内容、顾问、教师和一两个从业工程师那得到了一些印象。现在您必须尽可能多地了解各职业以确保做出正确的选择。

学习专业工程需要很强的数学和自然科学的背景。1.5 节介绍了工程专业学士学位的一般研究领域。您还应该向指导老师咨询具体的课程要求。如果您选择学习工程专业但还没有选择具体的学科，则可以向指导老师或从事工程行业的某些人咨询您感兴趣领域的具体课程要求。

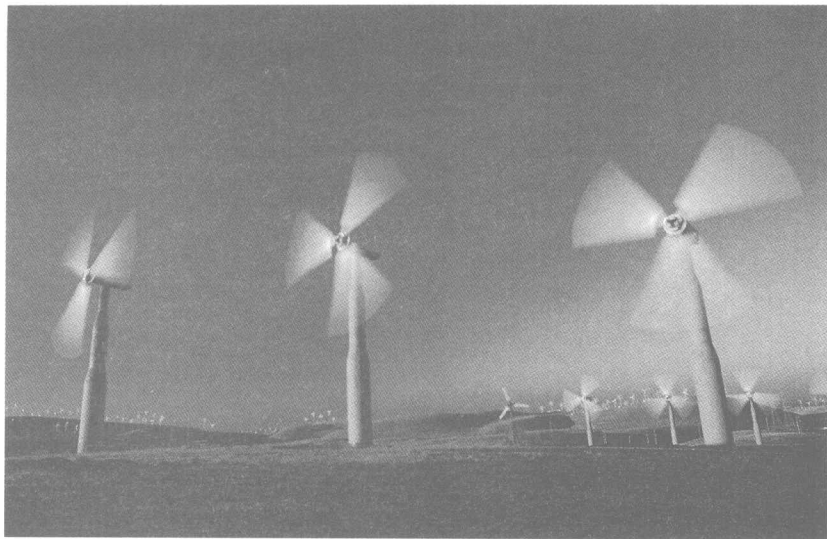


图 1-1 想象与建筑、材料选择、电子系统和机械系统相关的风车设计中参与的工程师的数量

当您考虑某个工程或任何密切相关领域的职业时，应该找到以下问题的答案：

- 工程学的概念是什么？
- 工程师的职业机会是什么？
- 哪些是工程学科？
- 工程师适合哪些技术领域？
- 如何培养工程师？
- 职业道德和工程伦理指什么？
- 工程师要有哪些经历？
- 工程师现在正在做什么？将来会做什么？
- 要成为一名成功的工程师需要什么样的工作能力？

找到这些问题的答案既困难又费时，但是能基本上确定个人正确的发展道路。为了帮助您评估自己的教育目标，本章介绍了许多学生简介。他们刚从认可的工程专业毕业，但选择了不同的职业。每个学生的背景及职业都互不相同。希望这对您有所帮助。

1.2 技术团队

1876 年，爱迪生(Thomas Alva Edison)带领 15 人集结于新泽西州的 Menlo Park 从事“发明”工作。到 1887 年，该团队已经获得 400 多项专利，其中包括电灯和电报。爱迪生的方法代表了早期工程开发使用的方法。这种方法通常是一个人拥有某个领域几乎所有的知识并负责该领域新产品的研究、开发、设计和生产。

然而，当今科技已经变得如此先进和复杂，一个人不可能掌握单个设备或流程的所有复杂内容。因此出现了系统工程的概念；也就是说，由技术团队学习并解决技术问题。

科学家、工程师、技术专家、技术员及工匠组成了技术团队(Technology Team)。团队

的作用范围称为技术范围(Technical Spectrum)。该范围的一端是根据科学和工程原理工作的功能。而另一端是将设计变为现实的功能。成功的技术团队能运用所有团队成员的独特能力为人类需求提供成功的解决方案。

技术团队中的每个成员都在技术范围中有特定的职责,而且每位专家有必要理解所有团队成员的角色。团队成员的教育和任务经常会有重叠。对于任何工程实现来说,成功的团队表现需要合作,而合作是通过理解技术团队职责实现的。技术团队是负责整个将设备、流程或系统变为现实的更大团队的一部分。该团队通常称为项目或设计团队,可能包括经理、销售代表、区域服务人员、财务人员、采购人员及技术团队成员。项目开始后,项目团队会经常开会,从而保证项目符合计划和设计规范,并且能在早期诊断出潜在的问题。下面详细地介绍团队中的各种专家。

1.2.1 科学家

科学家的主要目标是提高对自然界的认识(见图 1-2)。当需要新知识时,科学家会以系统的方法进行研究。研究步骤(称为“科学方法”(Scientific Method))可以概述为以下内容:

- (1) 提出假设以解释一种自然现象。
- (2) 构想并进行实验以测试该假设。
- (3) 分析测试结果并作出结论。
- (4) 如果实验结果与假设一致,则将假设归纳为定律或理论的形式。
- (5) 发布新知识。

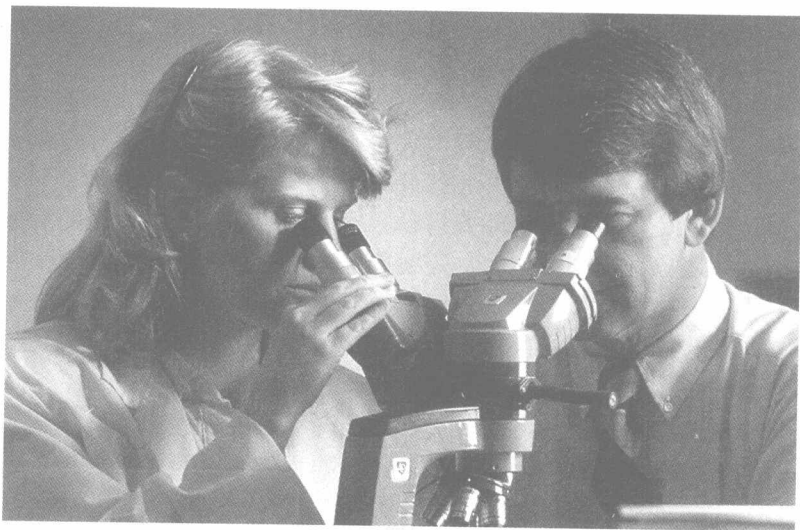


图 1-2 科学家使用实验室发现新知识

科学家的显著特征是拥有开放和好奇的思维。虽然他们的主要目标是获得不断增长的自然知识,但是许多科学家还努力将他们的想法变为全新而且有用的创造。科学家和工程师的简单区别是:真正的科学家理解更多的自然现象,而工程师主要从事新知识的应用。

1.2.2 工程师

工程师通过学习、体验及实践获取数学及自然科学知识,并将这种知识结合判断来开发使用自然界的材料和力量的方法,从而使全人类受益。

工程师拥有数学和自然科学的知识,通过分析和设计原理将这种知识应用于问题的解决方案以及设备、流程、结构和系统的开发。工程师和科学家都会彻底地研究数学和自然科学,但是科学家主要用这种知识来获得新知识,而工程师将知识应用于设计和开发有用的设备、结构和流程上。换句话说,科学家是发现知识,而工程师是应用知识。

你可能会得出结论:工程师完全依赖于科学家为了人类的利益所开发的知识。但情况并非总是如此。科学家能从工程师的工作中学到很多。例如,热力科学是由一位物理学家通过研究工程师制造的蒸汽机而发展起来的,而这些工程师没有任何科学知识的引导。另一方面,工程师将科学家发现的原子裂变原理应用于原子能电厂以及其他很多需要原子反应才能运作的设备和系统。科学家和工程师的职能经常会有重叠的部分,有时会模糊工程师的想法。然而从广义上说,工程师与科学家的不同点在于,工程师经常进行研究,但是只是出于解决问题的目的。

工程师努力的最终结果(通常称为设计(Design))是满足需求的设备、结构、系统或流程。当逻辑过程满足特定需求时,才能说是成功的设计。除了其目标和最终结果以外,过程(称为设计流程(Design Process))与按部就班的科学方法相似。设计流程包含以下活动,必须完成所有这些活动。

- (1) 定义要解决的问题。
- (2) 获得并收集相关数据。
- (3) 确定解决方案的约束和标准。
- (4) 开发多个解决方案。
- (5) 根据分析选择一种解决方案。
- (6) 表达结果。

当设计人员经历每个步骤时,可能要为设计发现新的信息并指定新的目标。这时,设计人员必须返回并重复以上步骤。例如,需要选择最终的解决方案而没有任何一个解决方案经济可行时,设计人员必须重新定义问题或者放宽某些约束,以采用开支更少的选择。这样,因为在每个步骤必须经常作出决定,从而会产生新的进展或未预料到的结果,所以设计流程是一个迭代的过程。

在接受工程专业教育的过程中,您将使用分析与综合的方法来解决问题,学习设计流程。分析是一种将系统分解为各个组成部分的过程,而综合是将各部分组合为有用系统的过程。在设计流程中,您将会了解到如何使用分析与综合来生成人类所需的解决方案。

1.2.3 技术专家和技术员

将科学家和工程师的理念转变为实际结果的很多工作由技术专家和技术员来完成(如图1-3所示)。技术专家一般拥有本科学历,而技术员拥有大专学历。技术专家直接应用其教育知识和经验,在需要时对设计进行适当的修改。技术员主要从事计算和实验工作并准