

世界著名计算机教材精选

CRC Press
Taylor & Francis Group

面向工程与科学的 C++程序设计

Larry Nyhoff 著

张长富 等译



PROGRAMMING IN C++ FOR ENGINEERING AND SCIENCE

清华大学出版社

世界著名计算机教材精选

面向工程与科学的 C++ 程序设计

Larry Nyhoff 著

张长富 等译

清华大学出版社
北 京

Programming in C++ for Engineering and Science

by Larry Nyhoff

EISBN: 978-1-4398-2534-1

Copyright©2013 by CRC Press.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved.

本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版公司出版，并经其授权翻译出版。

版权所有，侵权必究。

Tsinghua University Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the 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.

本书中文简体翻译版授权由清华大学出版社独家出版并限在中国大陆地区销售。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copied of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal.

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2013-6405 号

本书封面贴有 Taylor & Francis 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

面向工程与科学的 C++ 程序设计 / (美) 奈霍夫 (Nyhoff, L.) 著; 张长富等译. -- 北京: 清华大学出版社, 2013

书名原文: Programming in C++ for Engineering and Science

世界著名计算机教材精选

ISBN 978-7-302-32717-2

I. ①面… II. ①奈… ②张… III. ①C 语言—程序设计—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 130897 号

责任编辑: 龙启铭

封面设计: 傅瑞学

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 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: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 39.25

字 数: 954 千字

版 次: 2013 年 11 月第 1 版

印 次: 2013 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1~2400

定 价: 89.00 元

产品编号: 044703-01

译者序

C++是一种将高级语言特性与低级语言特性结合于一身，既能够用于系统编程、也能够用于开发关键应用和科学与工程计算的通用语言。本书的作者将多年教学经验与学生学习新语言的心理过程和特点结合起来，通过对象中心设计方法，向读者传授 C++ 的编程知识与经验体会。

全书采用螺旋上升的知识传授模式，从简单应用出发，介绍 C++ 的基本语言重点，逐步过渡到它的高级语言特性以及复杂的模式模板，通过反复和重复，打牢 C++ 语言的坚实基础。全书共分 16 章，各章的主要内容有：

第 1 章介绍计算机的发展历史、计算机系统的概念、计算机的组织，以及 C++ 的发展简史，为读者提供了计算机的精要概貌以及人们在发展计算设备上走过的不平凡的历程。第 2 章首先通过简单示例让读者了解 C++ 程序的基本要素，之后介绍对象中心设计的思路、组成以及编程实践，从而说明程序开发的过程。第 3 章阐述 C++ 数据类型，重点介绍基本数据类型，并说明常量、变量、文字量的意义、声明、表达范围及使用方法。同时给出了数值数据和字符数据在计算机中的表达方式。第 4 章简要介绍表达式，重点放在操作符的分类介绍上，说明了如何使用操作符构成可以解决问题的表达式，特别重点阐述了输入和输出操作符。同时也给出了基本 C++ 函数和库。第 5 章简要介绍组成程序的三种结构：顺序、选择和重复，任何计算机程序可解的问题都能够通过由顺序、选择以及重复结构组成的程序解决。这一章介绍了其中的一些 C++ 实现机制——if 语句、for 和 while 语句。第 6 章的核心是简要介绍如何编写可重用代码和什么是信息隐藏。这里通过采用函数实现较低层次的代码可重用性，并说明了库的结构和简单的构造方法。第 7 章阐述类的概念和应用，主要介绍了 istream 类、ostream 类、string 类、complex 类，并给出了一个自定义随机函数类的示例。第 8 章深入探讨选择控制结构，包括 if 和 switch 语句的对比以及编写程序时如何作出抉择，最后也给出了条件表达式在 C++ 中的灵活运用方法。第 9 章通过示例深入介绍重复控制结构，包括 for、while、do 语句，说明了它们之间的共同点和差异，并阐述了如何依据具体问题选择使用适宜的重复结构。第 10 章全面介绍函数，说明参数的分类、用法，给出了传值参数和引用参数的区别及应用场合，并对作用域的概念、应用进行了深入探讨，在介绍递归之后，使用一节的篇幅阐述了内联、重载和模板。第 11 章将重点放在从文本文件中读取数据和将数据写入文本文件的 C++ 特性上，介绍了 ifstream 和 ofstream 类以及流的其他特性。第 12 章介绍数组和 vector 类模板，讲述了它们之间的相同点和不同点，并着重介绍了定义在这些结构上的操作，包括排序、搜索，同时简要介绍了 C++ 的标准模板库。第 13 章展示了如何在 C++ 程序中使用多维数组和向量，在介绍了它们的概念及访问方法后，以矩阵处理为示例，阐述了多维数组的应用以及如何求解线性系统。第 14 章重点阐述类的设计、实现以及应用，这是读者未来开发程序的基石，通过类体现面向对象编程的基本思想。第 15 章介绍 C++ 的另一个强大工具——指针，通过运行时数组、链表、list<T>

类模板，以及命令行参数的处理，阐述指针的能力及基本应用。第 16 章将前面所学知识综合起来，介绍一些常用的数据结构，包括栈、队列、双端队列、优先队列以及树，并给出了定义在这些数据结构上的常用算法。教材末尾的四个附录为读者提供了 C++ 的一些常用关键信息，包括 ASCII 编码表、C++ 关键字、C++ 操作符及其优先级和结合性，以及 C++ 的一些常用类、函数、库、常量等。

参加本书翻译工作的人员包括：张长富、蔡建章、李匀、张建安、邓铁洪、徐君、杨莹、李强、李勇、蒋恩骏、杨文保、苏辛、周成兴、魏敬安、朱建波、徐志平、赵杰辉、傅祎、郭碧莲、郭洵、洪晓煜、黄宣达、江松波、柯渝、赖曲芳、廖阳、刘文红、李伟、郭涛、高磊、王振营、冯哲、韩毅、马以辉、李腾、邓卫、邓凡平、周云、董武、郑晓蕊、陈占军、倪泳智、黄虹、吕巧珍、裘蕾、金颖、韩毅、王嘉佳、吴建伟、宋雁、贺军、陈安南、梁永翔、郁琪琳、李振国等，张福林先生对本书中的一些关键段落和疑难之处做出了详细的解释和指导，在此深表感谢。限于译者水平，错误和遗漏之处，敬请读者批评指导。

作者简介

Larry Nyhoff 在 1960 年以数学学位毕业于凯尔文学院 (Calvin College) 之后, 于 1961 年在密歇根大学继续攻读数学硕士学位, 之后于 1963 年返回凯尔文学院从事教学工作。在 1969 年从密歇根州立大学获得博士学位之后, 他将数学教授作为他的终生事业, 并于 1969 年与他人合作出版了第一本教材 *Essential of College Mathematics* (《大学数学基础》) (Holt, Rinehart, and Winston, Inc.)。

然而, 随着 20 世纪 70 年代学生开始呼唤计算课程, Nyhoff 教授协助开发了课程并合作创作了有关 BASIC、FORTRAN、BOBOL 编程语言的几部手册。随着 1981—1983 年西密歇根大学计算机科学教学的进展, 他从数学领域转移到计算领域, 成为新成立的计算机科学系的教授。

不久就开始撰写一系列教材, 从合作创作一本 FORTRAN 77 编程语言教材开始, 该教材由 Macmillan 于 1983 年出版。之后编著了一本 Pascal 编成教材, 它发行了 3 版, 并成为最畅销的著作。之后他至少出版了 25 本著作, 内容覆盖了 FORTRAN 90、Turbo Pascal、Modula-2 以及 Java, 并且包括了 3 个版本很流行的 C++ 教材和在数据结构中使用 C++ 的入门教材。其中的几本教材目前依然在世界各地广泛使用, 其中一些教材已经翻译为其他语言, 包括西班牙语、汉语以及希腊语。

在 2003 年他退休之前的一年, 经历了 41 年的全日制教学, Nyhoff 教授被授予“模范教学校长奖 (Presidential Award for Exemplary Teaching)”, 这是凯尔文学院的最高教工荣誉。退休之后, 他继续兼职教学工作, 讲授“应用 C++ (Applied C++)”, 这是一门要求所有工程学生学习的两分课程, 并且一些科学学生也参加了学习。本教材是该课程几个学期所用初级版本的成果。

致 谢

我要特别感谢 Alan Apt，和他的友谊一直延续了多年，是他鼓励我撰写了这本教材；特别感谢 Randi Cohen、David Tumarkin、Suzanne Lassandro、Jennifer Ahringer，他们运作了从开始筹备直到变成成品的全过程；特别感谢 Yong Bakos，他对本书手稿做了技术审核。当然，我要向我的妻子 Shar 表示敬意；向我的孩子和孙子孙女们表示敬意，他们是 Jeff、Rebecca、Megan、Sara、Jim、Greg、Julie、Joshua、Derek、Isabelle、Tom、Joan、Abigail、Micah、Lucas、Gabriel、Eden、Josiah——感谢他们在我因工作而减少与他们待在一起的时间时给出的爱和理解。千言万语汇成一句：感谢上帝赋予我撰写这本教材的机会和能力。

前 言

C++是具有高级语言和低级语言特性的通用编程语言。作为对 C 编程语言系列增强的一部分，贝尔实验室的 Bjarne Stroustrup 于 1979 年开发了 C++，尽管是为系统编程而开发了这个语言，但它也在工程和科学应用方面得到了日益增长的运用。

由于第一次增强是添加了类，所以结果语言最初被命名为“带有类的 C (C with Classes)”，但在 1983 年重命名为 C++。除了克服 C 语言的一些危险因素和缺点之外，这些增强以及后继的增强造就了这一威力强大的语言，使用这个语言能够开发十分高效的程序并使用面向对象模式进行开发。C++编程语言标准 (ISO/IEC14882:1998) 于 1998 年被采纳并于 2003 年进行了修订，这也是本教材的基础。

背景和内容

这本教材来源于计算领域多年的讲授课程，包括专门为工程和科学专业学生准备的编程课程。尽管 FORTRAN 语言是最先使用的语言，但这些课程现在都使用 C++讲授了。然而，绝大多数 C++教材是为普通大学生编写的，因此包含了一些并非专门为科学和工程学生准备的示例和内容。

本教材中，几乎所有的示例和练习都包含了工程和科学应用，包含下述内容（以及更多内容）：

- 温度转换；
- 放射性衰减；
- 爱因斯坦方程；
- 污染指数；
- 数字电路；
- 求根、积分、微分；
- Internet 地址；
- A-C 电路；
- 模拟；
- 质量控制；
- 道路网；
- 环境数据分析；
- 搜索化学数据库；
- 海洋数据分析；
- 电气网络；
- 坐标变换；
- 数据加密；

- 梁的挠度；
- 天气数据分析。

某些示例深入细致地描述和解决，另一些示例在课文中勾勒了解决方案，完整的开发结果放在作者维护的本教材配套 Web 网站上：

<http://cs.calvin.edu/books/c++/engr-sci>

这本教材也将重点放在工程和科学应用中最重要 C++ 特性上，其他特性以可选节、附录或放在网站上的方式描述。这就使得本教材在各种课程中都可以使用，包括从正规的全学分课程到减学分课程，比如作者讲授多次的两学分课程，这里课堂演讲由实验室练习来补充，学生使用课堂上展示的新语言特性开发程序来解决某个问题。

展示

本教材的基本方法是逐步增加细节、再论主题的螺旋方法。例如，首先提供用于构建表达式的基本 C++ 操作，之后添加 C++ 库中提供的预定义函数。一旦学生拥有了函数经验，就可以学习如何定义自己的简单函数，之后定义更复杂的函数。然后学习如何将这些函数组装成他们自己的库，从而使用定制库扩展 C++ 语言。

然而，从头开始学习如何开发程序对于程序员新手来说是一件困难和具有挑战性的工作。本教材中使用了一种方法，用于设计解决问题的程序，并在向计算机科学、工程以及科学学生讲授 C++ 时经过多年发展以及在 C++ 合作编写教材中得到运用，这种方法称为对象中心设计（OCD）方法：

- 识别需要被处理问题中的对象；
- 识别做这样的处理所需的操作；
- 为这一处理过程开发算法；
- 在程序中实现这些对象、操作以及算法；
- 测试、改正以及修改程序。

尽管这种方法技术上没有称为面向对象的设计（OOD），但它确实把精力集中在程序中的对象以及对象的操作上。随着学习新的语言构造，它们被植入到设计过程中。例如，前面章节中使用简单类型的对象，但第 7 章向学生介绍了 C++ 提供的用于处理更复杂对象——拥有多个属性的对象——的一些标准类。在后续章节中，介绍和解释了更多的类，学生得到了使用它们以及理解类结构的更多练习。一旦学生对这些预定义类有了良好的理解，在第 14 章，他们学习如何构造自己的类来建立对象模型，进而扩展 C++ 语言，使其包含新的定制类型。

主要特点

- 全程使用标准 C++。
- 对于关键概念采用“先用后建”的方法，比如函数（首先使用预定义函数，然后创建函数）和类（首先使用预定义类，然后创建类）。各种其他主题也以类似方式在前期介绍和使用，后期进行扩展，即采用一种螺旋上升的方法。

- 介绍功能强大和有用的标准模板库，并详细展示一些重要类模板（例如 `vector`）和函数模板（例如 `sort()`）。
- 突出介绍 C 中未提供的 C++ 语言特性。
- 强调工程和科学示例，包括数值技巧。
- 详细开发某些示例的程序；对于其他示例，勾勒出程序设计，完整的开发结果放在本教材的 Web 网站上。
- 对象中心设计（OCD）帮助学生开发解决问题的程序。
- 强调并全程使用适宜的设计和风格技巧。
- 自测题（以及相应的答案）提供快速检查所学内容理解程度的工具。
- 本章小结重点给出、每章重点、设计与风格建议以及常见的编程陷阱。
- 每一章都拥有仔细挑选的一组编程项目，它们的难易程度不同，都利用了该章讲解的主题。所选工程的解决方案在指导老师的 Web 网站上可用，并能够用于课堂内展示。

计划补充材料

- (1) 实验手册（或许联机提供）包含实验练习和配合课文的工程。
- (2) 为本教材提供的网站（<http://cs.calvin.edu/books/c++/enr-sci>）包括：
 - 教材中程序的源代码。
 - 某些示例的扩展展示以及源代码。
 - 到与教材中条目相关的重要站点的链接。
 - 校正、附加、参考资料以及其他补充材料。
- (3) 为指导老师提供的 Web 站点包括：
 - 用于课堂演示的 PowerPoint。
 - 练习题的解决方案。
- (4) 其他指导老师资料以及到相关有趣条目的链接。

目 录

第 1 章	计算引论	1
1.1	计算机系统	1
1.1.1	做算术的机器	1
1.1.2	存储程序概念	2
1.1.3	系统软件	7
1.1.4	图形用户界面	8
1.1.5	网络	9
1.1.6	C++简要历史	9
1.2	计算机组织	10
1.2.1	计算系统	10
1.2.2	存储	11
1.2.3	输入和输出	12
1.2.4	操作系统	12
1.2.5	编程	13
	练习题	14
第 2 章	编程与问题求解——软件工程	16
2.1	C++抢先看	16
2.2	编程和问题求解概览	18
2.2.1	问题：温度转换	18
2.2.2	程序设计	18
2.2.3	在 C++中编码	21
2.2.4	测试、执行和调试	24
2.2.5	维护	26
	本章小结	26
	自测题	26
	练习题	27
	编程题	27
第 3 章	C++中的类型	29
3.1	入门示例：放射性衰变	29
3.1.1	问题	29
3.1.2	对象中心设计	29
3.2	类型、文字量、变量及常量	31
3.2.1	基本类型	32

3.2.2	标识符	35
3.2.3	变量	36
3.2.4	常量	37
3.3	数据表示	39
3.3.1	整数	39
3.3.2	实数	40
3.3.3	字符和字符串	41
3.3.4	布尔值	42
	本章小结	42
	自测题	43
	练习题	44
	编程题	46
第 4 章	表达式入门	47
4.1	入门示例：爱因斯坦方程	47
4.1.1	问题	47
4.1.2	对象中心设计	47
4.2	数值表达式	50
4.2.1	操作符	50
4.2.2	类型强制转换	53
4.3	赋值表达式	54
4.3.1	赋值是一种运算	57
4.3.2	快捷赋值	58
4.3.3	增量和减量操作	59
4.4	输入输出表达式	61
4.4.1	I/O 流	61
4.4.2	输入表达式	61
4.4.3	输出表达式	64
4.4.4	输出格式化	66
4.5	基本 C++函数和库	68
4.5.1	库	69
4.5.2	数值函数	69
	本章小结	71
	自测题	73
	练习题	75
	编程题	81
第 5 章	控制结构	83
5.1	入门示例：空气质量指数 (AQI)	83
5.1.1	问题	83
5.1.2	对象中心设计	84

5.2	布尔表达式	86
5.2.1	简单布尔表达式	86
5.2.2	复合布尔表达式	88
5.2.3	操作符优先级	89
5.2.4	短路求值	90
5.2.5	前置条件和 <code>assert()</code> 机制	91
5.2.6	布尔字符函数	93
5.3	示例：数字电路——二进制半加器	93
5.4	选择：if 语句	95
5.4.1	块语句	98
5.4.2	示例：二次方程求解程序	99
5.4.3	风格	100
5.5	重复：for 和 while 语句	102
5.5.1	示例：计算阶乘	102
5.5.2	处理几个输入值	104
5.5.3	重复执行：while 语句	106
	本章小结	107
	自测题	109
	练习题	112
	编程题	115
第 6 章	函数和库	120
6.1	入门示例：使用表达式的温度转换	120
6.1.1	问题：温度转换	120
6.1.2	对象中心设计	120
6.2	入门示例：使用函数的温度转换	123
6.3	程序员定义函数	124
6.3.1	函数设计	125
6.3.2	函数原型	128
6.3.3	调用函数	129
6.3.4	局部变量	130
6.3.5	函数中的控制结构	131
6.3.6	不返回值的函数	132
6.3.7	小结	135
6.4	函数库简介	136
6.4.1	构造库	137
6.4.2	在程序中使用库	140
6.4.3	翻译库	142
6.4.4	对象中心设计：合并函数和库	143
6.4.5	使用库的优点	143

6.5	数值方法简介	144
6.5.1	解方程——二分法	144
6.5.2	数值积分——逼近区域的面积	147
6.5.3	微分方程的数值解	150
	本章小结	153
	自测题	155
	练习题	156
	编程题	158
第 7 章	使用类	167
7.1	入门示例: Internet 地址	167
7.1.1	问题	168
7.1.2	对象中心设计	168
7.2	类简介	170
7.2.1	数据封装	172
7.2.2	封装操作	174
7.3	istream 和 ostream 类	176
7.3.1	istream 类	176
7.3.2	ostream 类	181
7.3.3	格式控制	182
7.4	string 类	185
7.4.1	声明 string 对象	185
7.4.2	字符串操作	186
7.5	C++ complex 类	189
7.5.1	复数表示	189
7.5.2	复数操作	190
7.5.3	示例: 解二次方程	192
7.5.4	应用: 交流电路	193
7.6	随机数模拟: 防护核反应堆	195
7.6.1	随机数生成器——Randomint 类	196
7.6.2	问题	197
7.6.3	解决方案	197
7.6.4	正态分布	199
	本章小结	200
	自测题	202
	练习题	204
	编程题	209
第 8 章	更多选择控制结构	213
8.1	入门示例: 再探空气质量指数	213

8.2 if 语句深入.....	215
8.2.1 陷阱：悬空 else 问题.....	217
8.2.2 陷阱：混淆=和==	217
8.3 switch 语句.....	220
8.3.1 示例：温度转换.....	220
8.3.2 switch 语句格式	224
8.3.3 break 语句	225
8.3.4 直通行为.....	225
8.3.5 示例：将工程课程编码转换为名称.....	227
8.4 条件表达式	229
本章小结	231
自测题	234
练习题	235
编程题	239
第 9 章 更多重复控制结构.....	242
9.1 两个入门示例：求和与计算折旧.....	242
9.1.1 示例：高斯的惩罚——计算求和.....	242
9.1.2 示例 2：计算折旧	245
9.2 for 循环	248
9.2.1 嵌套 for 循环	251
9.2.2 忠告	254
9.2.3 无限循环	255
9.3 while 循环	257
9.3.1 示例：模拟反弹球.....	258
9.3.2 while 语句	259
9.4 do 语句	261
9.4.1 示例：多少个数字	261
9.4.2 后置测试循环	263
9.5 输入循环.....	264
9.5.1 运行示例：平均无故障工作时间.....	264
9.5.2 计数方法	265
9.5.3 输入循环：哨兵方法.....	266
9.5.4 输入循环：查询方法.....	271
9.6 选择正确的循环	274
本章小结	276
自测题	280
练习题	282
编程题	286

第 10 章 深入函数	293
10.1 两个入门示例：以度为单位显示角度和变换坐标	293
10.1.1 示例 1：以度为单位显示角度	293
10.1.2 示例 2：转换坐标	295
10.2 深入参数	298
10.2.1 值参	299
10.2.2 引用参数	300
10.2.3 常量引用参数	302
10.2.4 使用参数	304
10.3 参数用法示例	305
10.3.1 自动售货机	305
10.3.2 示例 2：交换两个变量的值	309
10.3.3 示例 3：处理 IP 地址	311
10.4 作用域规则	313
10.4.1 作用域：标识符的可访问性	314
10.4.2 名称冲突	317
10.4.3 名称空间	319
10.5 递归简介	319
10.5.1 示例 1：再探阶乘问题	319
10.5.2 街道网络	324
10.6 内联、重载和模板	326
10.6.1 内联函数	327
10.6.2 重载函数	329
10.6.3 函数模板	330
本章小结	333
自测题	335
练习题	337
编程题	341
第 11 章 文件和流	344
11.1 入门示例：环境数据分析	344
11.1.1 问题：处理环境数据文件	344
11.1.2 对象中心设计	345
11.2 ifstream 和 ofstream 类	351
11.2.1 声明文件流	351
11.2.2 基本的文件流操作	352
11.2.3 小结	358
11.3 其他流特性	358
11.3.1 seekg()、tellg()、seekp()、tellp()方法	359
11.3.2 peek()和 putback()方法	363

11.2.2	setstate()方法.....	365
11.3.4	字符串流.....	368
本章小结		370
自测题		372
练习题		373
编程题		374
第 12 章	数组和 vector 类模板.....	378
12.1	入门示例：质量控制.....	378
12.1.1	问题：平均故障时间.....	378
12.1.2	对象中心设计.....	379
12.2	C 风格数组.....	383
12.2.1	数组初始化.....	385
12.2.2	下标操作.....	387
12.2.3	数组处理函数.....	387
12.2.4	typedef.....	388
12.2.5	警告/数组的限制.....	388
12.2.6	现代替代品： valarray<T> 和 vector<T>	390
12.3	排序.....	391
12.3.1	简单选择排序.....	391
12.3.2	其他排序.....	393
12.4	搜索.....	393
12.4.1	线性搜索.....	393
12.4.2	二叉搜索.....	394
12.5	示例：搜索化学数据库.....	395
12.5.1	问题.....	395
12.5.2	解决方案.....	395
12.6	vector<T> 类模板.....	400
12.6.1	函数模板快速概览.....	400
12.6.2	vector<T> 类模板.....	400
12.7	标准模板库概览.....	407
12.7.1	STL 的组织.....	407
本章小结		410
自测题		411
练习题		414
编程题		419
第 13 章	多维数组和向量.....	422
13.1	入门示例：里程图.....	422
13.1.1	问题.....	422