

软件开发技术基础

刘长毅 编著



科学出版社

www.sciencep.com

软件开发技术基础

刘长毅 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从科研工作中应用软件开发的实际需求出发,分别介绍系统分析与建模、用户界面设计、组件技术、数据访问技术、网络应用开发、图形处理等软件开发的相关技术,重点围绕面向对象技术,多方位的介绍软件开发中一些常用和关键技术的基本概念、原理、方法和模型,并对常用软件接口和工具进行了介绍和分析。

本书可供高等院校高年级本科生和研究生以及从事应用软件开发的研究、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件开发技术基础/刘长毅编著. —北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-017064-4

I. 软… II. 刘… III. 软件开发 IV. TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 025668 号

责任编辑:姚庆爽 潘继敏/责任校对:钟 洋

责任印制:安春生/封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年7月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2006年7月第一次印刷 印张:19 3/4

印数:1—2 500 字数:387 000

定价:40.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路通>)

前 言

计算机具有高速的数据处理能力、大规模的数据存储能力,迅速发展的网络技术则为实现分布式计算和存储提供了前提,从而使计算机成为当前科学研究工作中一个必不可少的有力的辅助工具。随着计算机软硬件水平的不断提高,计算机技术已经渗透到人类社会生产生活的各个领域。科学研究是社会发展的主要推动力,科学研究领域对于计算机有着更高和更广泛的应用要求。软件开发技术本身是一门自身更新发展非常快的学科和技术。在研究生教学与培养中,采用成熟的和先进的软件开发技术能更有力的辅助科研工作,是当前研究生科研能力培养的目标之一。

科研工作中对软件存在专业化、多样化以及更高层次的需求。首先,科研工作中要求专用软件具有比一般软件更高的可靠性;其次,要求软件有更高的精度;再次,要求软件有更高的安全性和保密性;再者,由于专业领域的不同,对软件的专业性要求高,而且随着专业对象的不同,所要求的专业特殊性也不同。科研工作中的专业性软件有些是可以通过商业渠道从开发商得到的,但由于某些原因,科研工作者本身也需要开发一些专业性软件以提供给自己或其他研究单位、企业等的研究者使用。

以培养具有专业性的科学研究人员和管理人员为主要目标的理工科高等教育,特别是研究生教育,所培养对象的计算机应用和开发能力应当成为衡量其科研工作能力的指标之一。因而计算机应用与开发能力的培养应当成为研究生以及高年级本科生培养和教学一个目标。这种能力的培养主要可以体现在两个层面:软件的驾驭能力和应用软件的开发能力。

非计算机专业研究生科研工作中对于软件开发技术的摸索往往缺乏系统的、有针对性的指导,从而耗费了大量时间和精力。因此,本书旨在满足科研工作中对软件开发相关理论和能力培养的需求,比较系统地建立相关理论知识体系,学习和掌握相关概念,熟悉和运用常用工具和平台,提高研究生这方面的理论和实践能力,以适应科研工作的要求。

由于水平有限,书中的缺点和错误敬请各位读者指正,并恳请多提宝贵意见。这里预先表示我的谢意。

本书是在长期的软件开发技术的教学和科研工作中逐渐形成的。在书稿的撰写、试用、出版过程中得到了各方面的帮助和支持,首先表示最为诚挚的谢意。感谢南京航空航天大学研究生教改项目的资助,它使本书的出版在经费上免去了

后顾之忧。感谢廖文和教授对全书内容结构上的指导。感谢武美萍博士提供了第2章的初稿。感谢南京航空航天大学研究生院副院长孙久厚教授、机电学院副院长周来水教授和朱如鹏教授等领导所提供的支持。还要感谢所有提供过帮助的同事和学生。

最后，对我的父母妻儿表示深深的谢意，感激之情，难以言表。

刘长毅

2006年5月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 软件开发技术现状与趋势	1
1.2 科研工作的需求	6
1.3 本书的内容	8
参考文献	9
第 2 章 系统分析、设计与建模	10
2.1 系统设计的基本过程和原理.....	10
2.2 结构化方法.....	15
2.3 面向对象的方法.....	27
参考文献	53
第 3 章 Windows 操作系统及应用程序设计	54
3.1 操作系统简述.....	54
3.2 Windows 编程	61
3.3 MFC 程序设计	74
3.4 .NET Windows 程序设计简介	78
参考文献	80
第 4 章 界面设计	81
4.1 界面设计概述.....	81
4.2 什么是界面.....	81
4.3 人类因素的影响.....	86
4.4 界面设计的基本准则.....	88
4.5 界面元素的设计.....	91
4.6 网页界面设计简介.....	96
参考文献	98
第 5 章 复杂应用系统的开发平台 (一) CORBA	99
5.1 概述.....	99
5.2 CORBA	110
5.3 CORBA 工作方式	118
5.4 CORBA 技术的应用	126

5.5 CORBA 编程平台	127
参考文献	130
第6章 复杂应用系统的开发平台 (二) COM	131
6.1 组件	131
6.2 COM 的概念	133
6.3 COM 概念的发展	134
6.4 COM 接口	135
6.5 COM 类	139
6.6 COM 对象	142
6.7 自动化	143
6.8 ATL	144
6.9 COM 的开发	154
参考文献	160
第7章 网络环境的开发平台与工具	161
7.1 网络计算模式的发展	161
7.2 客户/服务器应用技术	165
7.3 Java 平台	169
7.4 ASP	173
7.5 .NET 平台	177
参考文献	196
第8章 数据库访问技术	197
8.1 数据库系统导论	197
8.2 数据库结构设计方法和工具	203
8.3 数据库应用程序开发	205
8.4 XML	228
参考文献	235
第9章 图形处理软件技术	236
9.1 图形处理软件技术概述	236
9.2 OpenGL	239
9.3 DirectX 简介	252
参考文献	256
第10章 C# 语言以及 .NET 应用程序的开发	257
10.1 C# 基础	257
10.2 Windows 窗体应用程序	282

10.3 Web 应用程序 (ASP.NET)	290
10.4 Web Service	299
参考文献	307

第 1 章 概 述

1.1 软件开发技术现状与趋势

1946 年，一台名为 ENIAC 的机器诞生了，从此人类社会增添了一件新的工具——电子计算机。然而计算机真正走向人类社会生产生活的各项活动中的标志，应该是微型计算机或称 PC (personal computer, 也称个人电脑、电脑) 的出现。微型计算机的速度和功能的发展可谓日新月异，随着硬件系统的快速发展，对软件系统的功能、性能等方面的要求也日益突出。

软件开发的本质是开发者把要让计算机完成的工作，用计算机所能接受的语言全面、完整、准确地描述出来。软件是软件开发这一活动的最终目的，因而，首先对软件的概念作一些了解。

1.1.1 软件的定义及分类

一般把计算机系统分为硬件系统和软件系统。那么软件的概念到底是什么？形象地说，软件是计算机的中枢系统，软件与计算机系统的关系就好比神经系统与人的关系。软件还可以采用如下定义：软件是计算机程序加上该程序的各种文档，即

$$\text{软件} = \text{计算机程序} + \text{文档}$$

也有文献把软件描述为

$$\text{软件} = \text{计算机程序} + \text{数据} + \text{文档}$$

这两个定义其实没有本质的冲突。程序是为使计算机完成某个任务，而编写的一系列用某种计算机语言表达的解决问题的步骤或顺序。文档如同机械产品、建筑物的设计图纸和使用说明书等，用来指导软件的设计、使用、维护。程序中某些功能必然需要数据的支持，为了突出数据的重要性，当然可以把数据作为一个独立的部分。但有时数据本身也可以作为程序的一部分来定义。

了解软件的特征，有助于深入了解软件的概念，并最终能真正理解软件的开发过程及特殊性，有助于开发高质量的符合用户需求的应用软件系统。软件不同于硬件，一般具有如下特征：

(1) 软件是一种逻辑性系统元素而非物理性系统元素，它具有“非实物”属性；

- (2) 软件只能设计或实现出来，不能用传统意义上的制造进行生产；
- (3) 软件不会“磨损”；
- (4) 软件的维护要比硬件复杂。

对于软件分类有利于确定不同的软件应用范围，同时也对软件开发的应用区域进行了划分。划分的原则和标准不同，划分的结果可能会有差异。但从应用的角度出发，通常将软件划分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是给其他软件提供服务的程序集合，包括操作系统、编译系统、数据库管理系统等。应用软件可以包括管理软件、实时软件、工程分析与科学计算软件、嵌入式软件、人工智能软件等类型。当前科研工作领域的软件开发对象大多为应用软件。以上应用软件所包含的更详细内容见下表：

管理软件	生产管理、计划管理、物料管理（MRPII、ERP 等）
实时软件	工业现场的实时监测、分析、控制，数据的采集、处理
科学和工程计算软件	CAD、系统模拟与仿真、天气预报
嵌入式软件	智能电器产品中一些特定功能
人工智能软件	专家系统、模式识别
.....	

1.1.2 软件开发的特点

软件开发过程是开发者把用户的需求变成软件产品的过程，这个过程的主角自然是人，确切地说是软件开发人员。当前的计算机技术的发展水平从全局上制约着软件开发的总体水平，而开发人员的知识、经验和造诣，开发团队所具备的管理水平、经验，所使用的开发方法、工具和平台，这些则是软件产品质量的最终决定因素。

由于软件项目开发模式的不同，这些因素所起的作用也有区别。传统软件开发主要依赖于开发人员的个人因素和程序设计技巧，缺少相关文档，软件开发的实际成本和预算相差甚远，开发效率低下。由于程序量和规模不大，一般由个人编写，不需要考虑团队合作，所以项目的管理松散，程序的可重用性差。项目成败系于开发人员一身，代码可读性低，使项目风险增大，可维护性差。随着软件项目规模的增大，这种开发模式越来越不能适应实际应用的需求。因此出现了“软件危机”，以及解决这种危机的方法，即软件工程，力图用工程化的原则和方法来克服危机。

现代软件开发适应了社会化大生产的要求，强调采用分工和协作，重视对项目的管理和软件质量的把握，采用了工程化的方法进行文档的控制和代码的管

理,不再像传统软件开发那样,从设计到开发到测试都由一人完成,这就有效地保证了软件的质量。

软件开发是一个复杂而困难的过程,一个原因在于很难衡量什么样才算成功的软件。一般来说,需要从软件项目的预算、进度、功能、性能、用户满意度等方面综合衡量。据统计,软件项目完全成功率不到 20%。其原因可以归结为以下几点:

(1) 很难正确的确定需求。需求阶段固然对整个软件的成败起着重要的作用,但在软件没有成形前要把握一些软件开发中的合理、确切而又可行的需求方案仍然不是一件容易的事情。

(2) 很难正确的制定进度和预算。与需求定义中可能遇到的问题类似,要制定出准确合适的进度以及恰当的预算也存在难度。

(3) 很难为成功而建立开发团队。软件开发是一件需要团队协作的工作,团队的人选是否合理,人员配置是否能满足各个阶段的工作要求,能否尽可能发挥每个人的特长,同时团队成员之间的配合是否默契等,要使这些都达到比较理想的状态,也是比较困难的。

(4) 很难选择合适的 OS、硬件平台、语言和开发工具。软硬件平台选择是否合理,开发语言和工具是否适于当前的项目,是否能达到项目的需要,都对项目的开展过程是否顺利有所影响,这种影响甚至是至关重要的。

(5) 很难实现一种产品的首次投入使用。即使软件已经成形,仍需要测试与磨合,真正投入使用也并非易事。

从以上几点可以看出,软件开发并非轻而易举,是需要综合考虑各方面因素,权衡各方面影响的。

1.1.3 软件开发技术的现状与发展

不仅现代软件开发模式产生了巨大的变化,软件开发的各项相关技术也发生了巨大的变化。从工作的对象来说,所开发的软件产品的形式从最初的命令行程序到具有图形用户界面的单机程序,再到基于网络,特别是基于 Web 的应用程序。

编程语言作为开发者与计算机系统交流的媒介,经历了从直接采用机器代码编写程序,发展到采用汇编语言开发,再到高级语言开发程序的过程。采用高级语言的开发也经历了从所有代码都需要手工编写发展到可视化语言工具的出现,使许多工作可以在图形界面下通过人机交互完成一部分框架代码的生成。而软件工程工具的出现,更使开发者的设计意图可以自动生成所需的代码。

数据库技术作为支撑数据管理、访问的平台,同样经历了从单一数据处理到多用户数据处理,并支持分布式数据访问和基于 Web 的数据访问。从系统集成

角度,经历了模块化单元的应用阶段、到基于文件的集成、再到基于数据库的集成。并出现了处理复杂系统集成和重构的中间件技术和组件技术,如 CORBA、COM、.NET 技术。

除以上这些技术,当前的图形处理技术、多媒体技术、网络应用开发等方面都有很大的进展,这里就不一一列举了。

1.1.4 软件开发的网络化、服务化、全球化趋势

计算与通信的融合趋势是不可逆转的,随着网络技术的飞速发展,时间与空间造成的沟通障碍正在逐渐消失。软件开发的网络化趋势正是在这种大趋势下产生的,同时软件技术的革命也推动了整个网络技术的发展。网络的发展大致划分为三个阶段:

(1) 从 1969 年的 ARPANET 开始的起始阶段。TCP/IP 协议则是网络发展史上的里程碑。这一阶段,Internet 的主要功能是通过文档和电子邮件的传输来实现所需的物理上的连接。

(2) 20 世纪 90 年代至今的万维网(world wide web, WWW, 或简称 Web)阶段。当前,人们访问 Internet 的主要方式就是这种 WWW 方式。这种方式提供了简单的通过浏览器浏览 HTML 文本的功能,可浏览的内容生动及时、丰富多彩,已经迅速成为人们生活中的一个不可缺少的部分。

(3) 正在到来的智能网络(intelligent web)阶段。网络技术将从静态发展到动态,从被动发展到主动,从呈现的信息和浏览的窗口到智能生成的平台。互动性和可编程性成为崭新的动态网的主要特征。

在网络环境下,软件研究、开发、测试和经营的传统模式正在发生改变。软件的服务化成为一种趋势。当前的软件的商品化开发主要通过市场可行性分析、用户需求分析、软件整体架构、功能设置与实现、测试与完善这样的过程运行。网络革命所带来的服务化趋势为软件产业开辟了成本更低、效率更高的新的获利途径。对开发商来说,软件服务化要求对软件用户的网络化、智能化、全天候的服务支持。这使得开发商必须建立完善的在线监控体系,为存在的问题及时寻找解决方案;而所提供产品必须具备可扩展性和自适应性,以满足服务对象的各种需求。对于客户而言,则意味着更加完善的功能、更加低廉的价格和更高品质的服务。

计算机技术及互联网技术的发展需要遵从共同的技术标准,不遵从这种标准或者规则,只能使软件开发失去潜在用户甚至当前用户。这种标准支持具有开放性的软件开发,而且许多国际标准组织和企业所提出的标准已经成为软件研发中共同遵守的准则,如 XML、蓝牙技术等。有网络存在,便有技术标准的存在。这种全球化趋势同时也是我国软件行业发展国际市场的有利契机。

1.1.5 软件开发的一般过程及相关文档

软件开发过程一般分成可行性论证、需求分析、设计、实现、测试、维护等阶段。

每个阶段的开发都需要编写相关文档，这些文档包括：可行性报告、项目开发计划、软件需求说明、概要设计说明、详细设计说明、数据库设计说明、用户手册、操作手册、程序维护手册、测试计划、测试分析报告、安装实施过程。这些文档极其重要，是对每一阶段工作的总结，并非可有可无的部分。文档的重要性不亚于程序本身的设计、编码、调试、应用，是软件实施、维护、升级等的重要指导性文件。

与软件生存期周期各阶段相关的各类文档见下表：

阶段文档	可行性研究与计划	需求分析	设计	实现	测试	运行与维护
可行性研究报告	√					
项目开发计划	√	√				
软件需求说明书		√				
数据需求说明书		√				
测试计划		√	√			
概要设计说明书			√			
详细设计说明书			√			
数据库设计说明书			√			
模块开发卷宗				√	√	
用户手册		√	√	√		
操作手册			√	√		
测试分析报告					√	
开发进度月表	√	√	√	√	√	
项目开发总结					√	

1.1.6 应用软件的开发

软件开发中的影响因素如图 1.1.1 所示，其中开发基础包括操作系统、建模工具、开发环境与平台、数据库管理系统、网络与分布式系统等。而最主要的是人员因素的影响，人员不仅包括开发人员（系统分析员、系统设计员、包括程序员），还包括用户。对开发人员的专业素质要求是对操作系统、数据库系统、网络和硬件平台、编程语言和开发工具等的掌握。同时还应具有一定的行为素质，如协作意识、主动性、奉献精神、灵活性等。

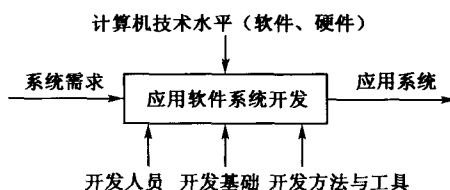


图 1.1.1 软件开发的影响因素

1.2 科研工作的需求

1.2.1 科学研究对软件开发的需求

随着计算机软硬件水平的提高以及网络技术的发展，计算机技术在科学研究领域有着广泛的应用，计算机已经成为科研中必不可少的辅助工具。科研工作中对软件，特别是应用软件的需求受到领域自身特点的影响。首先，科研中要求软件具有比一般软件更高的可靠性；其次，要求软件有更高的精度；再次，要求软件有更高的安全性和保密性；再者，由于专业领域的不同，对软件的专业性要求高，而且随着专业对象的不同，所要求的特殊性也不同。科研工作中的专业性软件有些是可以通过商业渠道从开发商得到的，但由于某些原因，科研工作者本身也需要开发一些专业性软件以提供给自己或其他研究单位、企业的研究者使用。

科研工作对相关人员软件开发能力的要求主要体现在两个方面：一方面是对相关研究领域和专业理论知识的系统性、完整性学习和掌握的程度，以及在学习和实践中所培养的解决实际问题的创造力、经验等实践能力；另一方面是计算机软件开发相关知识和技能。软件开发的相关知识、技能需要在科研工作中不断学习、积累和循序渐进地进行培养。然而，研究生对于软件开发技术的学习和实践往往缺乏系统的、有针对性的指导，从而耗费了大量时间和精力，在一定程度上影响了科研工作的顺利进行。因此，针对科研工作中对软件开发相关理论和能力学习与培养的需求，比较系统地建立相关理论知识体系，学习和掌握相关概念，熟悉和运用常用工具和平台，提高这方面的理论和实践能力，以适应科研工作的要求。

可以说软件开发能力本身是一种科研实践能力，但这种能力存在一定的特殊性。一般理工科非计算机专业研究生在从事科研工作时并未经过比较系统、科学的软件开发的理论学习和实践的历练，需要比较系统的学习从基本概念、理论，到方法论和过程模型，再到具体的开发技术、开发平台、软件项目的管理和控制等一系列知识和经验。

1.2.2 非计算机专业软件开发知识体系及其不足

参考本科和研究生阶段教育的教学体系,当前的非计算机理工科学生软件开发技术相关知识体系在很大程度上并不符合研究生教学和科研的特点和需要。

在本科阶段的学习中积累了软件开发以及计算机技术方面的一些基本理论,并掌握了一定的基本技能。本科阶段所积累的基本理论知识一方面来自课程教学,一方面来自自学。相关基础课程一般包括计算机原理、计算机数据结构、数据库原理、数值计算、图形学等;基本技能主要包括计算机操作能力和一些计算机语言的学习,如计算机应用基础类课程,C、Basic、Fortran 等高级编程语言,汇编语言等。因此,在设置课程体系、选择教学重点和难点时首先避免与本科阶段的重复,同时弥补在科学和工程研究领域的不足。

以软件开发为主要科研方向或应用对象的研究生大多在研究生阶段的课程中比较系统的学习了“软件工程”这一课程。这门课程从宏观角度讲授软件开发的理论、模式和方法,但对于具体实现技术、开发平台等方面的内容基本没有触及。研究生的学习特点主要体现在更多的自学,但在自学中如果缺乏系统性指导,可能存在一定的盲目性。即使具有很强的自学和钻研能力,往往也要花费大量时间用于不必要的软件应用与开发的试探和摸索,浪费了大量原本可以投入到科研工作实质性内容中去的宝贵的时间。通过较为系统的学习和有效的指导,可以避免这种不必要的消耗,使精力更集中于专业领域的研究。

软件工程将软件开发项目作为工程项目,提出控制项目进度和质量的系统理论和方法。软件工程从宏观上总结了软件开发过程中必须遵从的基本原则,这些原则可以指导一个项目按时、保质的完工。但软件工程的应用有一个潜在的前提,那就是软件开发已经能够运用软件开发的基本技术去解决当前的问题,换句话说,在遵从软件工程的原则时,一些细节的、与软件的开发直接相关联的技术不会成为可能的障碍。

因此,在学习和运用软件工程理论、方法的同时,熟悉和掌握软件开发中的基础的技术也是必要的和必需的。既有软件开发的基本技术,又有软件工程的思想作为指导,相信在软件研发中更能够得心应手。

经过以上分析,已有的教学体系存在的不足反映在如下几方面:

首先,课程内容与当前软件开发实际水平脱节。当前的软件开发模式、开发平台、语言工具的发展随着软硬件总体水平的发展有着日新月异的变化。而当前所存在的教科书大多针对本科教学编写,且内容相对落后,不能反映当前软件开发领域理论和工具发展的前沿甚至基础、成熟的部分。另一方面,软件开发相关的文献和资料琳琅满目、五花八门,对于初学者来说无疑增大了选择和学习的难度。

其次,软件开发不仅需要基础理论的支撑,还需要应用工具来实现。以往的教学体系中疏于对应用工具的讲解和介绍,只介绍理论的解决方法,而没有说明如何去选用一种得心应手的工具去完成当前的工作。

1.3 本书的内容

根据研究生教学和科研的特点,本书主要从理工科研究生科研工作中软件开发的实际需求出发,主要针对工程应用软件开发中一些基本常用的技术展开。选择了若干软件开发中的关键性技术,突出实用、新颖、系统性强的特点。比较全方位介绍这些关键技术的基本概念、原理、工具和平台。对于基础理论部分,剔除了可能重复的部分,而突出对于当前实用的、先进的理论的系统性讲解,适当调整基础原理、理论与实用工具、平台之间所占比例,适当增大了对平台工具的实例分析和介绍。

软件,特别是应用软件,是运行在计算机硬件、系统软件和网络基础之上的。因此系统软件及网络构成了应用软件分析、设计和实现的基础。应用软件的开发基础主要包括操作系统、编译系统、数据库管理系统及设计技术、网络与分布式系统设计基础等。

面向对象的方法和技术是现代软件工程的核心思想和技术。本书中的内容结合科研工作中软件开发的基本需求,重点围绕面向对象技术及其思想,选择了软件系统建模方法、界面设计、组件技术、数据库及其访问技术、图形与多媒体处理、网络应用开发等软件开发中的基本和关键技术。

结合当前的应用实际,这些技术主要针对 Windows 平台上的应用软件开发。在介绍这些技术的理论、方法的同时,也介绍了具体的开发工具和平台。各关键技术所包含的理论方法、工具见下表:

技术	理论、方法	平台和工具
软件系统建模	结构化方法 (IDEF0 方法等)、面向对象方法 (UML 方法等)	Rational Rose、Microsoft Visio
界面设计		
组件技术	CORBA、COM	C++ Builder、Visual C++、Visual Basic
数据库及其访问技术	数据建模 (实体-关系模型, IDEF1X 模型) 数据访问 ODBC、ADO、ADO.NET 等	Microsoft Visio、 Visual C++、C#
图形与多媒体处理	OpenGL、DirectX	Visual C++
网络应用开发	套接字、ASP、Java 平台、.NET 平台	Visual Studio.net

通过本书中的概念、原理、工具、平台以及应用实例的介绍，力求比较全面的介绍这些软件开发中的技术基础。

参 考 文 献

- 柴跃廷, 刘义. 1999. 应用软件系统开发. 北京: 清华大学出版社
陈宏刚等. 2002. 软件开发的科学与技术. 北京: 电子工业出版社
陈震秋等. 1997. 软件开发技术与实践. 郑州: 河南科学技术出版社
计算机软件工程规范国家标准汇编. 2003. 北京: 中国标准出版社