

● 软件工程系列丛书



SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE  
S E I

A d a

[美] P·希伯特 等著  
童长忠 黄征 编译  
高仲仪 校

# 程序设计风格与范例

221

北京航空航天大学出版社

# Ada 程序设计风格与范例

[美] P·希伯特等著

童长忠 黄 征 编译

高仲仪 校

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

现代程序设计语言的设计要考虑三个方面：语言本身、环境和设计风格。由于现代软件向大型化、复杂化方向发展，因而适应多人协作开发的程序设计风格上升到举足轻重的地位，Ada 程序设计风格是 Ada 文化的一个重要组成部分。

本书集 Ada 语言程序设计风格的思想、方法、规范和实例于一体，而不死抠任何特定的语言细节。本书由三部分组成，第一部分追溯近十年来现代程序设计语言的重要思想，第二部分系统分析用 Ada 语言编程的五个实例，第三部分给出 Ada 语言编程风格约定。

本书可作为计算机软件、计算机应用和计算机理论专业的大学生、研究生和教师的教学用书和学习参考书，也可供从事计算机工作的工程技术人员和管理人员提高 Ada 语言和其它语言的程序设计风格之用。

JS430/20

## Ada 程序设计风格与范例

ADA CHENGXUSHEJI FENGGE YU FANLI

[美] P·希伯特 等著

童长忠 黄 征 编译

高仲仪 校

责任编辑 田 野

\*

北京航空航天大学出版社出版

北京航空航天大学软件工程研究所微机输入排版、激光打印

地质出版社胶印厂印刷

新华书店总店科技所发行 各地新华书店经售

\*

850×1168 1/32 印张：4.75 字数：103 千字

1990 年 5 月第一版 1990 年 5 月第一次印刷

印数：0001-4000 定价：2.60 元

ISBN 7-81012-191-X/TP·034

## 编译者的话

现代软件开发一直面临着软件开发费用昂贵、软件质量低下和软件交货经常延期的挑战。Ada 程序设计语言正是美国国防部为解决这些矛盾、支持软件工程化生产而研制的大型通用计算机语言。她从 1975 年 4 月稻草人计划的提出，至 1980 年 7 月 Ada 文本的正式提交，集中了几千名计算机科学家的智慧和数年的辛勤劳动，其整个过程采用了软件工程化生产的思想和方法。可以毫不夸张地说，Ada 语言是第四代计算机具有代表性的语言之一。

Ada 语言主要应用于大型复杂软件系统、实时系统和嵌入式系统，也能支持分布式应用和系统开发，并能在整个软件生存周期中有效地降低费用。由于 Ada 语言在功能与性能设计上的成功，美国国防部确定在全军通力支持 Ada 开发，并且宣布，自 1984 年 2 月起，所有军用软件一律采用 Ada 作为开发语言，否则不予承认。回想起 COBOL 语言在 60 年代受到美国国防部通力支持而蓬勃发展的光辉历史，我们可以乐观地预言，在不久的将来，Ada 将是军用软件的主导语言，将会在世界范围内获得广泛的应用。

我们认为，现代程序设计语言的设计要考虑三个方面：语言本身（即语法、词义和语用）、环境和设计风格。早期的程序设计语言强调语言语法的严谨性、语义的一致性和语用的简洁性。到了七十年代后期，人们普遍认为，一个好的程序设计语言，必须具有强大的环境支持。随着软件开发朝着工程化和工业化的方向发展，单个人的编程技巧已经变得并不十分重要，而适应多人协作开发的设计风格上升到举足轻重的地位。美国国防部在公布 Ada 语言的同时，曾以官方名义出版了三本著作，分别说明了 Ada 程序设计语言的环境、设计风格及其语言本身。《Ada 程序设计风格与范例》（原名为“Studies in Ada Style”）即是其中的一本。

根据北京航空航天大学软件工程研究所几年来从事软件工程实

践的经验，深深感到软件人员的素质是决定软件质量与软件开发效率的主要因素，而这种素质的培养十分需要有一个良好的开端。在上述动机的激励下，我们将《Ada 程序设计风格与范例》一书翻译出版，奉献给广大读者。如果本书能对 Ada 语言在我国的提倡与推广起到促进作用，如果读者能通过本书受到一些程序设计风格方面的启迪，这将使我们感到由衷的欣慰。

《Ada 程序设计风格与范例》由美国卡内基梅隆大学的彼得·希伯特等人撰写，编译后的中文本由三部分组成，第一部分追溯近十年来现代程序设计语言的重要思想，如结构化程序设计、程序验证、抽象技术和规格说明技术等，展示了现代语言（如 Ada 语言）是如何对现代软件开发中的诸多问题作出反应的。第二部分考察了使用 Ada 语言编程的五个问题，说明如何选择设计策略，使问题求解空间尽可能地接近现实境界，而不死抠任何特定的语言特征。第三部分是北京航空航天大学软件工程研究所根据几年来在软件工程实践方面的经验，对 Ada 程序的书写格式作出的约定，它是 Ada 文化的一个重要组成部分，把它收入此书，可使原著趋于完整。本书将 Ada 语言程序设计风格的思想、方法、规范和实例融为一体，而不涉及 Ada 语言的具体细节，可作为提高 Ada 程序设计风格的良好教材，同时对培养用其它语言进行编程的良好程序设计风格也具有重要参考价值。

本书的翻译工作是在北京航空航天大学软件工程研究所周伯生教授的积极倡导下进行的。翻译过程中，Ada 概念方面的译法采用了当前国内的通用译法，个别译法也有杜撰之处。由于译者水平有限，文中定有不妥之处，敬请读者批评指正。北京航空航天大学计算机系高仲仪副教授仔细审校了全书译稿，在此谨致衷心感谢。

童长忠、黄 征

1989 年 12 月

于北京航空航天大学软件工程研究所

# 软件工程丛书

1. Ada 软件工程 1986 年 2 月, 科学普及出版社  
G.Booch 著, 麦中凡、梁南元译, 周伯生校
2. C 程序设计教程 1986 年 8 月, 科学普及出版社  
T.Plum 著, 金茂忠、张子让译, 周伯生校
3. 软件工程规范选编 1988 年 3 月, 北京航空学院出版社  
周伯生编
4. 算法和数据结构手册 1988 年 5 月, 人民邮电出版社  
G.H.Gonnet 著, 张子让、周晓东译, 周伯生校
5. 航空工业部软件工程规范汇编 1988 年 6 月, 航空工业部科学技术局  
航空工业部软件工程化工作小组编写
6. PASCAL 程序设计基础 1988 年 8 月, 北京航空航天大学出版社  
张子让、周伯生编著
7. 面向对象的程序设计——Smalltalk/V 语言及环境  
1990 年 5 月, 北京航空航天大学出版社  
夏晓东、宋杰、刘柏译, 高仲仪、金茂忠校
8. Ada 程序设计风格与范例 1990 年 5 月, 北京航空航天大学出版社  
童长忠、黄征编译, 高仲仪校
9. C 程序设计高级教程——UNIX 系统程序库  
1990 年 6 月, 北京航空航天大学出版社  
金茂忠主编
10. 软件工程规范基础 待出版, 北京航空航天大学出版社  
周伯生著
11. 软件工程理论、实践和展望 待出版, 北京航空航天大学出版社  
C.R.Vick 等编, 周伯生等译

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第二版导言 .....                    | 1  |
| 第一版导言 .....                    | 2  |
| 第一部分 抽象因素对现代程序设计语言的冲击 .....    | 3  |
| 第1章 抽象因素对现代程序设计语言的冲击 .....     | 5  |
| 1.1 现代软件存在的问题 .....            | 5  |
| 1.2 抽象技术的历史回顾 .....            | 6  |
| 1.2.1 早期的抽象技术 .....            | 7  |
| 1.2.2 可扩充的语言 .....             | 8  |
| 1.2.3 结构化程序设计 .....            | 8  |
| 1.2.4 程序验证 .....               | 10 |
| 1.2.5 抽象数据类型 .....             | 11 |
| 1.2.6 抽象技术和规格说明技术之间的相互影响 ..... | 12 |
| 1.3 现代程序设计语言中的抽象设施 .....       | 13 |
| 1.3.1 新思想 .....                | 14 |
| 1.3.2 抽象数据类型的语言支持 .....        | 15 |
| 1.3.3 类属定义 .....               | 18 |
| 1.4 实现 .....                   | 19 |
| 1.4.1 一个小程序例子 .....            | 20 |
| 1.4.2 Pascal .....             | 23 |
| 1.4.3 Ada .....                | 26 |
| 1.5 现状与潜力 .....                | 31 |
| 1.5.1 新思想是如何影响程序设计的 .....      | 31 |
| 1.5.2 当前抽象技术的局限性 .....         | 32 |
| 1.5.3 进一步读物 .....              | 33 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第二部分 Ada 程序设计举例 .....      | 35 |
| 第 1 章 程序举例导言 .....         | 37 |
| 第 2 章 队列的实现 .....          | 39 |
| 2.1 描述 .....               | 39 |
| 2.2 实现 .....               | 40 |
| 2.3 程序正文 .....             | 40 |
| 2.4 讨论 .....               | 45 |
| 2.4.1 受限私有类型的使用 .....      | 46 |
| 2.4.2 初始化与终止化 .....        | 47 |
| 2.4.3 向任务传递判别式 .....       | 50 |
| 2.4.4 Rcmove 当作一过程 .....   | 50 |
| 第 3 章 提供迭代算子的简单图包 .....    | 51 |
| 3.1 描述 .....               | 51 |
| 3.2 规格说明 .....             | 52 |
| 3.3 程序正文 .....             | 53 |
| 3.4 讨论 .....               | 58 |
| 3.4.1 算法 .....             | 58 |
| 3.4.2 信息隐蔽 .....           | 61 |
| 3.4.3 In 与 In Out 参数 ..... | 63 |
| 3.4.4 使用迭代算子 .....         | 63 |
| 3.4.5 迭代算子与类属过程 .....      | 64 |
| 3.4.6 分别编译 .....           | 65 |
| 第 4 章 PDP-11 控制台驱动程序 ..... | 67 |
| 4.1 描述 .....               | 67 |
| 4.2 实现 .....               | 69 |
| 4.3 程序正文 .....             | 69 |



|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 4.4 讨论 .....                       | 73        |
| 4.4.1 包含任务的程序包的应用 .....            | 73        |
| 4.4.2 任务类型与任务的区别 .....             | 73        |
| 4.4.3 重新启动与终止终端驱动程序 .....          | 73        |
| 4.4.4 与设备的接口 .....                 | 74        |
| <b>第5章 表创建与表搜索 .....</b>           | <b>76</b> |
| 5.1 描述 .....                       | 76        |
| 5.2 实现 .....                       | 78        |
| 5.3 程序正文 .....                     | 78        |
| 5.4 讨论 .....                       | 83        |
| 5.4.1 程序包的使用 .....                 | 83        |
| 5.4.2 搜索函数的应用 .....                | 84        |
| 5.4.3 多程序包的使用 .....                | 86        |
| 5.4.4 表中入口的类型 .....                | 87        |
| 5.4.5 用作表指针的私有类型的应用 .....          | 89        |
| 5.4.6 在类属程序包中嵌套类属程序包 .....         | 89        |
| 5.4.7 字符串比较 .....                  | 89        |
| 5.4.8 整型在 Find 中的应用 .....          | 90        |
| <b>第6章 用多个 Ada 任务解拉普拉斯方程 .....</b> | <b>91</b> |
| 6.1 描述 .....                       | 91        |
| 6.2 实现 .....                       | 93        |
| 6.3 程序正文 .....                     | 96        |
| 6.3.1 受保护的计数器任务类型 .....            | 96        |
| 6.3.2 并行松弛过程 .....                 | 97        |
| 6.4 讨论 .....                       | 104       |
| 6.4.1 共享变量的应用 .....                | 104       |
| 6.4.2 寄存器中共享变量的修改 .....            | 105       |
| 6.4.3 类属与类属实例 .....                | 105       |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 6.4.4 Ada 任务到处理器的调度 .....     | 106        |
| <b>第三部分 Ada 编程格式约定 .....</b>  | <b>107</b> |
| <b>第 1 章 Ada 编程格式约定 .....</b> | <b>109</b> |
| 1.1 前言 .....                  | 109        |
| 1.2 程序清单 .....                | 109        |
| 1.3 程序长度 .....                | 110        |
| 1.4 符号定义 .....                | 110        |
| 1.5 程序结构 .....                | 110        |
| 1.6 程序描述体 .....               | 111        |
| 1.7 注释 .....                  | 111        |
| 1.8 声明部分 .....                | 111        |
| 1.8.1 基本声明项 .....             | 111        |
| 1.8.2 体声明项 .....              | 114        |
| 1.9 语句 .....                  | 115        |
| 1.9.1 块语句 .....               | 115        |
| 1.9.2 循环语句 .....              | 116        |
| 1.9.3 情况语句 .....              | 117        |
| 1.9.4 条件语句 .....              | 117        |
| 1.9.5 接受语句 .....              | 117        |
| 1.9.6 选择语句 .....              | 117        |
| 1.9.7 简单语句 .....              | 118        |
| 1.10 关于换行的说明 .....            | 119        |
| 1.11 关于折行的处理原则 .....          | 119        |
| 1.12 关于缩格的限制 .....            | 119        |
| 1.13 程序的总体结构 .....            | 120        |
| 附录 A 描述体细节 .....              | 120        |
| 附录 B 实例 .....                 | 121        |
| <b>参考文献 .....</b>             | <b>125</b> |

## 示图清单

|       |                             |    |
|-------|-----------------------------|----|
| 图 1-1 | 电话号码表程序 Fortran 版本的声明 ..... | 21 |
| 图 1-2 | 电话号码表程序 Fortran 版本的代码 ..... | 22 |
| 图 1-3 | 电话号码表程序 Pascal 版本的声明 .....  | 24 |
| 图 1-4 | 电话号码表程序 Pascal 版本的代码 .....  | 25 |
| 图 1-5 | 雇员记录的 Ada 程序包定义 .....       | 27 |
| 图 1-6 | 电话号码表程序 Ada 版本的声明 .....     | 28 |
| 图 1-7 | 电话号码表程序 Ada 版本的代码 .....     | 30 |
| 图 2-1 | 队列实现的抽象表示 .....             | 45 |
| 图 2-2 | 队列实现的实现表示 .....             | 46 |
| 图 3-1 | 图的表示 .....                  | 59 |
| 图 3-2 | 图遍历的状态 .....                | 60 |
| 图 3-3 | 图设施的编译顺序 .....              | 66 |
| 图 5-1 | 符号表的首次探查 .....              | 85 |
| 图 5-2 | 确定匹配的下限位置 .....             | 85 |
| 图 5-3 | 确定匹配的上限位置 .....             | 86 |
| 图 6-1 | 任务的分配 .....                 | 94 |

## 第二版导言

自《Ada 程序设计风格与范例》第一版出版以来，Ada 语言在推向 ANSI 标准过程中已作了部分的修改。在出版《Ada 程序设计风格与范例》第二版时，其中某些章节作了修改，使之与最新的 Ada 手册[Department of Defense 82]相一致。我们对 Ada 文本的所有引用都来自该手册。

我们希望将来的 Ada 程序员能从我们的经验中获得益处，并欢迎各界同仁提出批评和建议。

彼得·希伯特  
安迪·希思琼  
乔纳森·罗松伯格  
玛丽·肖  
马克·谢尔曼

Pittsburgh, PA.

1982 年 9 月 21 日

# 第一版导言

现代软件的主要问题是寻求有效的技术和工具来组织和维护大型、复杂程序。在现代程序设计中，控制复杂性的主要原理是抽象，也就是可选择地强调细节。这本专著讨论 Ada 程序设计语言是怎样支持与开发这种抽象技术的方法的。

本书由两部分组成。第一部分追溯近十年来现代程序设计语言的重要思想，展示现代语言，譬如 Ada，是如何对软件开发中的当代问题作出反响的。

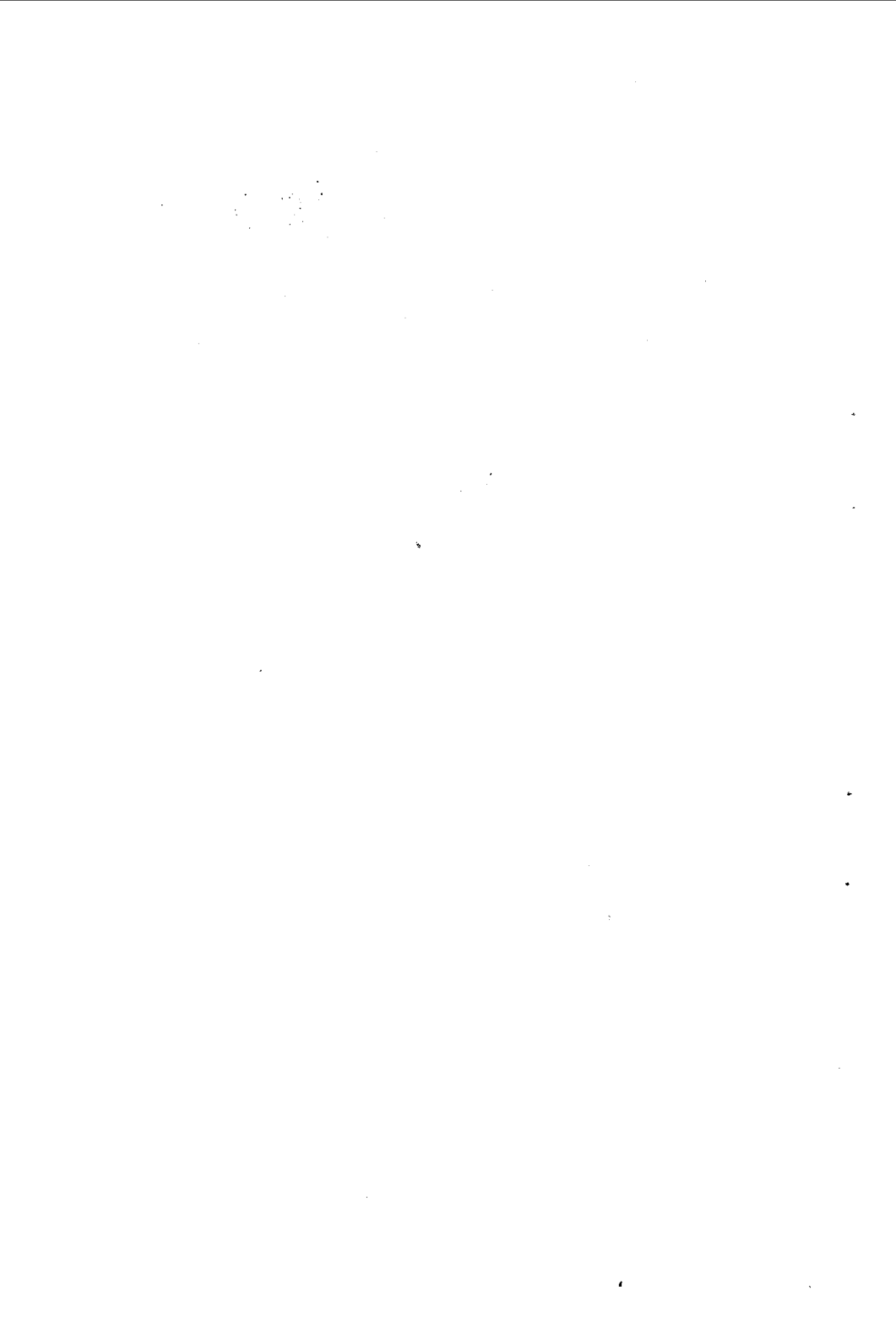
第二部分考察使用 Ada 语言编程的五个问题。对于每个问题，都给出一个完整的 Ada 程序。接着讨论 Ada 语言是如何影响各种设计策略的。选择这些问题时尽可能地接近实际，而不是用来说明任何特定的语言特征。

本书的许多材料以前已公开出版过。第一部分的较早版本是由玛丽·肖所著，发表在 1980 年 9 月《软件工程特刊》第 68 卷第 9 期的 IEEE 会议论文集上，题为“抽象因素对现代程序设计语言的冲击”，页号为 1119-1130，经 IEEE 允许，本次重印。原文已作了修改，以满足修订后的 Ada 语法和语义。第二部分的较早版本是由彼得·希伯特、安迪·希思琼、乔纳森·罗松伯格和马克·谢尔曼四人合著，发表在卡内基梅隆大学计算机科学系技术报告 CMU-CS-80-149 上，题目是“Ada 程序设计举例”（现在已脱销）。某些程序为适应分别编译而作了部分修改，并在程序中增加了注释和描述程序性能的说明。

第一部分  
抽象因素  
对现代程序设计语言的冲击

玛丽·肖

卡内基梅隆大学计算机科学系  
1982 年 9 月



# 第 1 章

## 抽象因素

### 对现代程序设计语言的冲击

#### 1.1 现代软件存在的问题

现代软件开发存在的主要问题是软件开发、使用和维护的费用太高以及开发出的系统的质量太低。这些问题对于具有较长使用寿命的大型、复杂程序尤其严重，而现代软件的特征之一就是程序的大型化与复杂化。这种程序不论是在开发阶段，还是在软件开始使用后的维护和改进期间，一般都要牵涉到很多程序员。因而，软件的费用和质量要受到管理和软件工程实践两方面因素的影响 [Brooks 75, Goldberg 73]。

软件工作者为解决软件的高费用与低质量问题进行过各种尝试，本文考察了贯穿于这段历史的其中一个论题，就是抽象技术及其有关的规格说明和验证技术在现代程序设计语言及其方法的演进过程中所起的作用。该论题重点强调工程因素，包括设计、规格说明、正确性和可靠性诸方面。

本文一开始就回顾（第 1.2 节）一下对研究现代技术具有重要作用的有关程序开发和分析的思想。其中许多思想不仅具有历史意义，也具有现实意义。回顾部分用一定篇幅综述了从当前研究中获得的某些思想，这些思想正影响着现代语言的设计与软件方法学（第 1.3 节）。1.4 节用两种不同的语言 Ada 和 Pascal 编写一个例子，说明由于上述工作所导致的程序组织的变化。尽管 1.2 和 1.3



节介绍了一定的技术细节，但 1.4 节仍用一个对所有读者都能理解的例子来说明抽象思想。本文以对当前状况及当前抽象技术的潜力（第 1.5 节）进行评价作为结束。

## 1.2 抽象技术的历史回顾

控制软件开发和维护总涉及到对程序与程序系统的智能复杂性的管理。这种系统不仅能创建，而且也可测试、维护和扩充。于是，各种不同的人必须能在其生命周期内的任何时候理解并修改它们。本节介绍有关管理程序复杂性的部分思想，并展示这些思想在过去十至十五年内是如何构筑程序设计语言及其方法学的。

在程序设计语言及其方法学的发展过程中，一个主要论题是研制用来处理抽象的工具。所谓抽象就是系统的简化描述或规格说明，它强调系统中的某一部分细节或特性，而忽略了其它部分。一个好的抽象应该强调对读者（即用户）至关重要的信息，而忽略至少目前不重要或转移视线的细节。

我们在程序设计系统中所说的“抽象”与其它许多领域中所说的“分析模型”密切相关。它们存在许多共同的问题：确定系统中哪些特征是重要的，应该包括哪些变量（即参数），应用何种描述格式以及怎样确认模型等等。和在许多领域中一样，我们常常要定义层次模型体系，其中较低层次的模型为较高层次模型中出现的现象提供较详细的解释。我们的模型也具有以下特性，即描述与需要显式确认的基本系统明显不同。我们把一个模型的抽象描述称做它的规格说明，而将模型体系中的下一个较低层次的模型称做它的实现。确认规格说明与实现的一致性叫做验证。我们用于软件的抽象倾向于强调软件的功能特性，即强调将获得什么结果，而忽略有关怎样得到这一结果的细节。

组织程序和语言的许多重要技术都基于抽象原理。这些技术已经逐步演进，它们不仅表现在我们对程序设计问题的理解上，而且