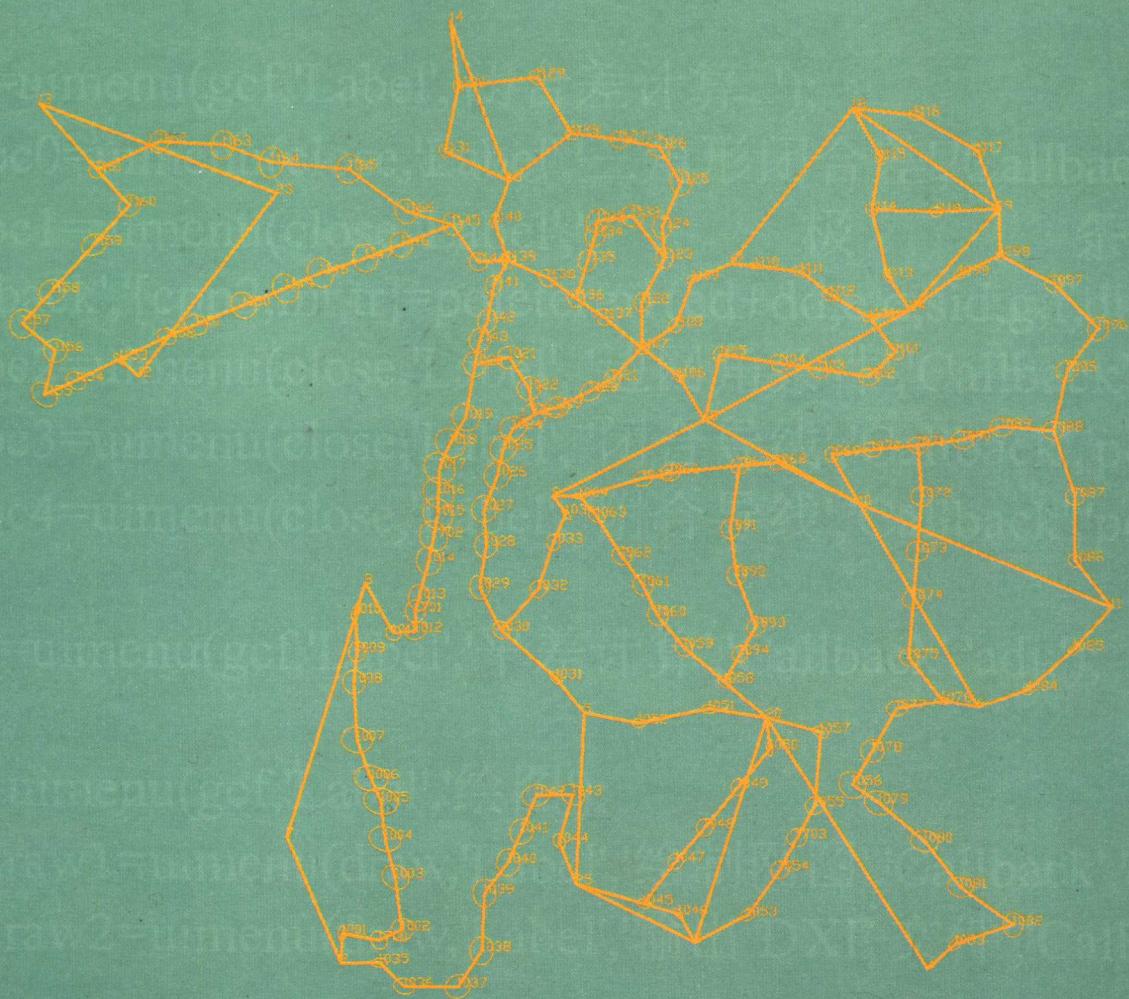


姚连璧 周小平 编著

# 基于MATLAB的控制网 平差程序设计



同济大学出版社

第2版 第4次印刷 160页

# 基于MATLAB的控制网 平差程序设计

（中国矿业大学北京测绘与国土信息工程系）



中国矿业大学出版社

# 基于 MATLAB 的控制网 平差程序设计

姚连璧 周小平 编著

同济大学出版社

## 内 容 提 要

本书在介绍软件工程概念和测量平差理论的基础上,利用简单易懂的MATLAB计算机语言,使学生能够进行平面控制网、水准网的平差计算、闭合差的自动寻找以及绘制控制网网图。本书不仅适合于测绘专业学生的教学需要,而且也可供生产或科研单位有关专业人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

基于 MATLAB 的控制网平差程序设计/姚连壁  
周小平编著. —上海:同济大学出版社,2006.4  
ISBN 7-5608-3236-9

I. 基… II. ①姚…②周… III. 控制网平差—计  
算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. P207-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 156435 号

## 基于 MATLAB 的控制网平差程序设计

姚连壁 周小平 编著

责任编辑 郁 峰 责任校对 谢惠云 封面设计 李志云

---

出 版  
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.25

字 数 416 000

印 数 1—3 100

版 次 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-3236-9/P·16

定 价 23.00 元

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

# 前 言

以往的控制网平差程序设计的教材多数是采用 Fortran 语言进行程序的编制,近些年来学习 Fortran 语言的学生日渐减少,而 MATLAB 是一个近年来逐步发展起来的高性能的用于科学计算分析的编程软件,它把科学计算、结果的可视化和编程集中在一个使用方便的环境中,不仅功能强,而且使用方便,易于掌握,因此,本教材的控制网的平差计算的程序设计采用 MATLAB 为编程语言。

第一章(软件工程导论)介绍软件工程的基本概念,包括软件的生存周期并对生存周期中的各个环节进行较详细的介绍,包括可行性研究与需求分析、总体设计与详细设计、PAD 图、编码、软件维护等部分,目的是对软件设计和编程起到指导作用。

第二章(MATLAB 程序设计基础)介绍 MATLAB 程序设计基础、数据文件的输入与输出、二维绘图以及图形用户界面设计。

第三章(平差计算的基本理论)介绍平面控制网间接平差原理、改进的导线网结点平差理论以及自由网平差及其成果的相互转换。

第四章(线性方程组的解)介绍高斯(GAUSS)消去法、非对称方程组求解、对称方程组求解、对称方程组按上三角一维存放、对称方程组按下三角一维存放、列主元消去法求逆矩阵、稀疏线性方程组的形式与解算、改进的平方根法求逆阵;介绍水准网平差程序设计的三种方法:一维压缩存储法方程平差程序、上三角存储法方程平差程序、利用 MATLAB 矩阵运算平差程序以及利用平差结果的相互转换变换基准的程序。

第五章(平面控制网平差计算程序设计)介绍变量的约定、观测数据的组织与输入、误差方程式的组成、平差值计算与精度评定包括平差值与精度评定、坐标改正数以及单位权中误差的计算、点位误差椭圆和相对点位误差椭圆元素的计算、观测值的平差值、改正数及精度评定等。

第六章(平面控制网近似坐标推算)介绍计算近似坐标程序的总体框架及具体算法,包括程序的总体框架、极坐标方法、前方交会、测边交会、后方交会、无定向导线,给出了具体应用举例以及函数及程序。

第七章(闭合环的自动寻找和闭合差的检验)介绍了最小独立闭合环的概念以及闭合环的自动搜索算法,包括多边形网形信息设计、多边形闭合环路信息的矩阵描述、寻找多边形闭合环函数设计、附和路线的搜索、平面网中导线闭合环的自动搜索和闭合差的检验、附和导线闭合差类型的判断及闭合差计算、测角网中极条件闭合环的自动搜索和闭合差的检验、测边网中圆周角或组合角条件的自动搜索和闭合差计算、三角形闭合差的自动寻找与计算。

第八章(控制网网图的绘制)介绍利用 MATLAB 的绘图语句绘制网图形,包括误差椭圆的绘制、Auto CAD dxf 文件数据格式介绍及其数据结构、图层设置、画点、画线以及注记以及建立图层的 dxf 文件函数、画一个点并注记点名的 dxf 文件的函数、画一条线的 dxf 文件的函数、边长和方向观测值注记函数、输出误差椭圆的 dxf 文件、输出控制网网图的 dxf 文件。

第九章(直线和样条曲线拟合在变形数据处理和分析中的应用)介绍直线以及样条拟合的数学模型、位移量的求法、对所求方向进行投影的处理、直线拟合、三次逼近样条、验前方差与拟合分段段数的确定,编制了相应的计算分析程序,介绍了主程序及其设计思路、主程序调用

的函数、数据格式、实例计算分析、整体直线拟合结果、整体样条拟合结果、各点直线拟合结果、各点样条拟合结果、各期位移结果。

第十章(MATLAB 平差计算软件 Tjadj\_m1.0 以及实例数据计算)介绍了软件的程序界面及其程序介绍,进行了平面控制网和高程控制网实例数据计算。

在本书的撰写过程中,得到了范业明同学的大力协助,同时得到徐以厅同学、袁伟同学以及张方方同学的大力支持,在此表示由衷的感谢。

由于我们的水平有限,再加之时间仓促,错误和不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编著者

2006.1

# 目 录

## 前 言

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| 第一章 软件工程导论 .....                               | (1)  |
| § 1.1 概论 .....                                 | (1)  |
| 1.1.1 软件危机 .....                               | (1)  |
| 1.1.2 软件生存周期 .....                             | (1)  |
| 1.1.3 软件工程 .....                               | (1)  |
| § 1.2 可行性研究与需求分析 .....                         | (3)  |
| 1.2.1 问题有可行性解吗→可行性研究 .....                     | (3)  |
| 1.2.2 系统必须做什么→需求分析 .....                       | (4)  |
| § 1.3 总体设计和详细设计 .....                          | (6)  |
| 1.3.1 总体设计 .....                               | (6)  |
| 1.3.2 详细设计 .....                               | (9)  |
| § 1.4 PAD(Problem Analysis Diagram)问题分析图 ..... | (11) |
| 1.4.1 基本图示 .....                               | (11) |
| 1.4.2 基本控制结构 .....                             | (11) |
| § 1.5 编码 .....                                 | (12) |
| 1.5.1 选择语言的标准 .....                            | (12) |
| 1.5.2 写程序的风格 .....                             | (13) |
| § 1.6 测试(单元测试、综合测试) .....                      | (13) |
| 1.6.1 结构化的软件测试 .....                           | (13) |
| 1.6.2 面向对象的软件测试 .....                          | (13) |
| 1.6.3 软件的测试步骤 .....                            | (15) |
| § 1.7 软件维护 .....                               | (16) |
| 1.7.1 改正性、适应性、完善性、预防性 .....                    | (16) |
| 1.7.2 再生工程 .....                               | (17) |
| 第二章 MATLAB 程序设计基础 .....                        | (19) |
| § 2.1 MATLAB 程序设计基础 .....                      | (19) |
| 2.1.1 MATLAB 系统概述 .....                        | (19) |
| 2.1.2 MATLAB 程序设计的基本原则 .....                   | (19) |
| 2.1.3 MATLAB 中的变量和常量 .....                     | (19) |
| 2.1.4 MATLAB 的基本设置 .....                       | (20) |
| 2.1.5 矩阵运算 .....                               | (21) |
| 2.1.6 矩阵的基本操作及操作技巧 .....                       | (21) |

|       |                |      |
|-------|----------------|------|
| 2.1.7 | 程序控制语句         | (22) |
| 2.1.8 | MATLAB 的文件类型   | (23) |
| 2.1.9 | MATLAB 中的常用函数  | (23) |
| § 2.2 | 数据文件的输入与输出     | (26) |
| 2.2.1 | 文件的打开和关闭       | (26) |
| 2.2.2 | 文件读写命令函数       | (26) |
| 2.2.3 | 文件读写的例子        | (27) |
| § 2.3 | 二维绘图           | (31) |
| § 2.4 | 图形用户界面设计       | (33) |
| 2.4.1 | 控件对象及属性        | (33) |
| 2.4.2 | 菜单及属性          | (39) |
| 第三章   | 平差计算的基本理论      | (42) |
| § 3.1 | 平面控制网间接平差      | (42) |
| 3.1.1 | 间接平差的基本原理      | (42) |
| 3.1.2 | 边长观测误差方程式      | (44) |
| 3.1.3 | 方向观测误差方程式      | (44) |
| 3.1.4 | 消除定向角法则        | (46) |
| 3.1.5 | 角度观测误差方程       | (47) |
| § 3.2 | 改进的导线网结点平差法    | (47) |
| 3.2.1 | 未知数的选取及导线网的分区  | (47) |
| 3.2.2 | 分区条件式的建立       | (48) |
| 3.2.3 | 分区法方程及和法方程的组成  | (50) |
| 3.2.4 | 坐标计算及精度评定      | (50) |
| § 3.3 | 自由网平差及其成果的相互转换 | (52) |
| 3.3.1 | 自由网平差的类型       | (52) |
| 3.3.2 | 自由网平差的若干性质     | (53) |
| 3.3.3 | 自由网平差结果的相互转换   | (53) |
| 3.3.4 | 自由网平差的参考基准     | (56) |
| 第四章   | 线性方程组的解        | (59) |
| § 4.1 | 高斯(GAUSS)消去法   | (59) |
| 4.1.1 | 非对称方程组求解       | (59) |
| 4.1.2 | 对称方程组求解        | (60) |
| 4.1.3 | 对称方程组按上三角一维存放  | (60) |
| 4.1.4 | 对称方程组按下三角一维存放  | (61) |
| 4.1.5 | 列主元消去法         | (61) |
| § 4.2 | 消去法求逆矩阵        | (62) |
| § 4.3 | 稀疏线性方程组的形式与解算  | (63) |
| § 4.4 | 改进的平方根法求逆阵     | (66) |



|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| § 4.5 水准网平差程序设计.....                | (72)         |
| 4.5.1 观测数据的组织与近似高程的计算.....          | (72)         |
| 4.5.2 一维压缩存储法方程平差程序.....            | (75)         |
| 4.5.3 上三角存储法方程平差程序.....             | (79)         |
| 4.5.4 利用 MATLAB 矩阵运算的平差程序.....      | (81)         |
| 4.5.5 平差结果的相互转换程序.....              | (82)         |
| <b>第五章 平面控制网平差计算程序设计 .....</b>      | <b>(84)</b>  |
| § 5.1 观测数据的组织与输入.....               | (84)         |
| 5.1.1 变量的约定.....                    | (84)         |
| 5.1.2 观测数据的组织与输入.....               | (84)         |
| 5.1.3 观测数据读入程序.....                 | (85)         |
| § 5.2 误差方程式的组成.....                 | (89)         |
| § 5.3 平差值计算与精度评定.....               | (93)         |
| 5.3.1 平差值与精度评定.....                 | (94)         |
| 5.3.2 坐标改正数以及单位权中误差 $m_0$ 的计算 ..... | (95)         |
| 5.3.3 点位误差椭圆和相对点位误差椭圆.....          | (97)         |
| 5.3.4 观测值的平差值,改正数及精度.....           | (100)        |
| § 5.4 实例 .....                      | (105)        |
| 5.4.1 控制网输入数据 .....                 | (105)        |
| 5.4.2 计算结果 .....                    | (107)        |
| <b>第六章 平面控制网近似坐标推算 .....</b>        | <b>(110)</b> |
| § 6.1 计算参数近似值的必要性 .....             | (110)        |
| § 6.2 计算近似坐标程序的总体框架及具体算法 .....      | (111)        |
| 6.2.1 程序的总体框架 .....                 | (111)        |
| 6.2.2 极坐标计算 .....                   | (113)        |
| 6.2.3 前方交会计算 .....                  | (115)        |
| 6.2.4 测边交会计算 .....                  | (116)        |
| 6.2.5 后方交会计算 .....                  | (118)        |
| 6.2.6 无定向导线计算 .....                 | (120)        |
| § 6.3 具体应用举例 .....                  | (122)        |
| § 6.4 近似坐标计算的函数及程序 .....            | (126)        |
| <b>第七章 闭合环的自动寻找和闭合差的检验 .....</b>    | <b>(139)</b> |
| § 7.1 引言 .....                      | (139)        |
| 7.1.1 搜索闭合环、检验闭合差的必要性及可行性.....      | (139)        |
| 7.1.2 最小独立闭合环 .....                 | (140)        |
| § 7.2 闭合环的自动搜索算法 .....              | (141)        |
| 7.2.1 多边形网形信息设计 .....               | (141)        |

|       |                              |       |
|-------|------------------------------|-------|
| 7.2.2 | 多边形闭合环路信息的矩阵描述 .....         | (142) |
| 7.2.3 | 寻找多边形闭合环函数设计 .....           | (145) |
| 7.2.4 | 两种方法的比较 .....                | (155) |
| 7.2.5 | 附和路线的搜索 .....                | (156) |
| § 7.3 | 平面网中导线闭合环的自动搜索和闭合差的检验 .....  | (159) |
| 7.3.1 | 整合平面网数据 .....                | (159) |
| 7.3.2 | 附和导线闭合差类型的判断及闭合差计算 .....     | (161) |
| § 7.4 | 测角网中极条件闭合环的自动搜索和闭合差的检验 ..... | (168) |
| § 7.5 | 测边网中圆周角或组合角条件的搜索和闭合差计算 ..... | (172) |
| § 7.6 | 三角形闭合差的自动寻找与计算 .....         | (178) |

## 第八章 控制网网图的绘制 ..... (180)

|       |                                         |       |
|-------|-----------------------------------------|-------|
| § 8.1 | 利用 MATLAB 的绘图语句绘制网图 .....               | (180) |
| 8.1.1 | 网形的绘制 .....                             | (180) |
| 8.1.2 | 误差椭圆的绘制 .....                           | (181) |
| § 8.2 | Auto CAD dxf 文件数据格式介绍 .....             | (183) |
| 8.2.1 | Auto CAD 的 dxf 文件介绍 .....               | (183) |
| 8.2.2 | dxf 文件的数据结构 .....                       | (183) |
| § 8.3 | 图层设置、画点、画线以及注记程序 .....                  | (186) |
| 8.3.1 | 建立图层的 dxf 文件函数 layer.m .....            | (186) |
| 8.3.2 | 画一个点并注记点名的 dxf 文件的函数 point_text.m ..... | (187) |
| 8.3.3 | 编写画一条线的 dxf 文件的函数 drawline.m .....      | (188) |
| 8.3.4 | 边长和方向观测值注记函数 .....                      | (189) |
| 8.3.5 | 输出误差椭圆的 dxf 文件 .....                    | (191) |
| 8.3.6 | 输出控制网网图的 dxf 文件 .....                   | (191) |

## 第九章 直线和样条曲线拟合在变形数据处理和分析中的应用 ..... (193)

|       |                      |       |
|-------|----------------------|-------|
| § 9.1 | 引言 .....             | (193) |
| § 9.2 | 数学模型 .....           | (194) |
| 9.2.1 | 位移量的求法 .....         | (194) |
| 9.2.2 | 对所求方向进行投影的处理 .....   | (195) |
| 9.2.3 | 直线拟合 .....           | (195) |
| 9.2.4 | 三次逼近样条 .....         | (197) |
| 9.2.5 | 验前方差与拟合分段段数的确定 ..... | (204) |
| § 9.3 | 程序设计 .....           | (204) |
| 9.3.1 | 主程序及其设计思路 .....      | (204) |
| 9.3.2 | 主程序调用的函数 .....       | (209) |
| 9.3.3 | 数据格式 .....           | (221) |
| § 9.4 | 实例计算分析 .....         | (221) |
| 9.4.1 | 整体直线拟合结果 .....       | (221) |

|                                             |                     |       |
|---------------------------------------------|---------------------|-------|
| 9.4.2                                       | 整体样条拟合结果 .....      | (222) |
| 9.4.3                                       | 各点直线拟合结果 .....      | (223) |
| 9.4.4                                       | 各点样条拟合结果 .....      | (223) |
| 9.4.5                                       | 各期位移结果 .....        | (223) |
| 9.4.6                                       | 结论 .....            | (223) |
| 第十章 MATLAB 平差计算软件 Tjadj_m1.0 以及实例数据计算 ..... |                     | (225) |
| § 10.1                                      | 程序界面及其程序介绍 .....    | (225) |
| § 10.2                                      | 高程控制网实例数据计算 .....   | (229) |
| 10.2.1                                      | 高程控制网实例数据 .....     | (229) |
| 10.2.2                                      | 高程控制网实例数据处理结果 ..... | (230) |
| § 10.3                                      | 平面控制网实例数据计算 .....   | (232) |
| 10.3.1                                      | 实例一 导线网 .....       | (232) |
| 10.3.2                                      | 实例二 边角网 .....       | (238) |
| 附录 程序中主要函数说明 .....                          |                     | (244) |
| 参考文献 .....                                  |                     | (247) |

# 第一章 软件工程导论

本章介绍软件工程的基本概念,包括软件的生存周期并对生存周期中的各个环节进行较详细的介绍,包括可行性研究与需求分析、总体设计与详细设计、PAD图、编码、软件维护等部分,目的是对软件设计和编程起到指导作用。

## § 1.1 概 论

软件是程序以及开发、使用和维护程序需要的所有文档的总和。

### 1.1.1 软件危机

随着软件需求量的日益增长,软件在开发、使用、维护过程中出现的问题越来越多,主要表现在以下几个方面:

1. 开发、维护过程中遇到的严重问题;
2. 开发成本和进度估计不准确;
3. 质量靠不住;
4. 不可维护;
5. 没有适量的文档资料;
6. 软件成本上升;
7. 供不应求。

基于上述几个方面的原因,导致了软件危机。

为了克服上述缺陷,在1968年计算机软件学术会议上,首次提出了“软件工程”这个概念,从而形成了计算机软件学科中的一门新学科。“软件工程学”用以指导软件开发的全过程。

### 1.1.2 软件生存周期

软件一般经历以下几个过程:即软件的生存周期。

软件定义→软件开发→软件使用→软件维护→软件废弃

软件定义 包括问题的定义、可行性研究、需求的分析;

软件开发 包括总体设计、详细设计、编程(总工作量:10%~20%)和软件测试(单元测试、综合测试)(总工作量:40%~50%);

软件维护 改正错误、适应新环境、适应新需要。

### 1.1.3 软件工程

软件工程的目的是提高软件的质量与生产率,最终实现软件的工业化生产。质量是软件

需求方最关心的问题。软件的质量因素很多,如正确性、性能、可靠性、容错性、易用性、灵活性、可扩充性、可理解性、可维护性等。软件工程的主要环节有人员管理、项目管理、可行性与需求分析、系统设计、程序设计、测试、维护等,如图 1-1-1 所示。

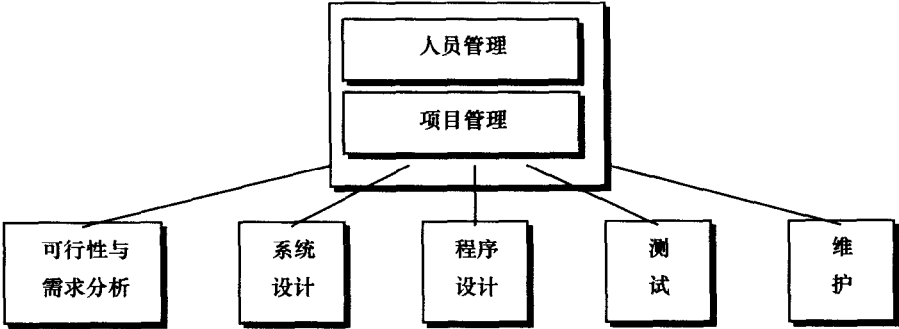


图 1-1-1 软件工程的主要环节

软件工程模型建议用一定的流程将各个环节连接起来,并可用规范的方式操作全过程,如同工厂的生产线。常见的软件工程模型有线性模型(图 1-1-2)、渐增式模型(图 1-1-3)、螺旋模型、快速原型模型和形式化描述模型等。

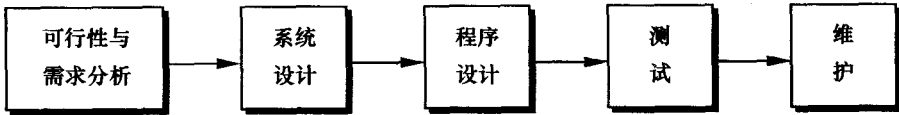


图 1-1-2 软件工程的线性模型

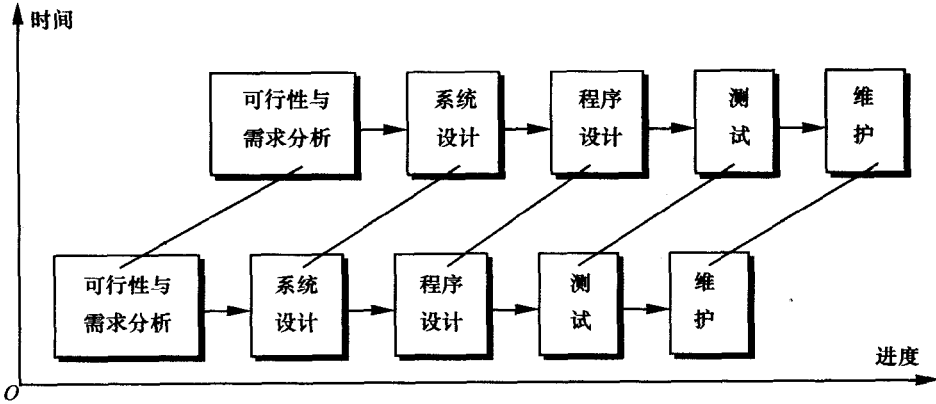


图 1-1-3 软件工程的渐增式模型

最早出现的软件工程模型是线性模型(又称瀑布模型)。线性模型太理想化,太单纯,已不再适合现代的软件开发模式。但应该认识到,“线性”是人们最容易掌握并能熟练应用的思想方法。当人们碰到一个复杂的“非线性”问题时,总是千方百计地将其分解或转化为一系列简单的线性问题,然后逐个解决。一个软件系统的整体可能是复杂的,而单个子程序总是简单的,可以用线性的方式来实现,否则,干活就太累了。当我们领会了线性的精神,就不要再呆板地套用线性模型的外表,而应该用活它。例如,渐增式模型实质就是分段的线性模型,如图 1-1-3所示。螺旋模型则是接连的弯曲了的线性模型,在其他模型中,都能够找到线性模型的

影子。

套用固定的模型不是程序员的聪明之举。譬如“程序设计”与“测试”之间的关系,习惯上总以为程序设计在先,测试在后,如图 1-1-4(a)所示。而对于一些复杂的程序,若将测试分为同步测试和总测试,则更为有效,如图 1-1-4(b)所示。

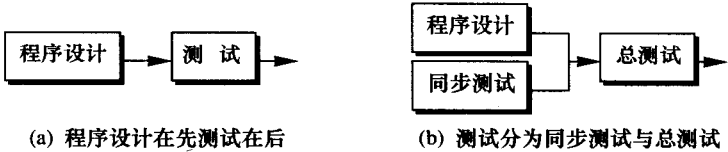


图 1-1-4 程序设计与测试之间的关系

不论是哪一种软件工程模型,总是少不了图 1-1-1 中的各个环节。本章撇开具体的软件工程模型,顺序讲述可行性与需求分析、系统设计、程序设计、测试,以及维护与再生工程。

§ 1.2 可行性研究与需求分析

可行性分析流程如图 1-2-1 所示,它需要与用户反复沟通,通过不断细化数据流图对软件的可行性进行分析。

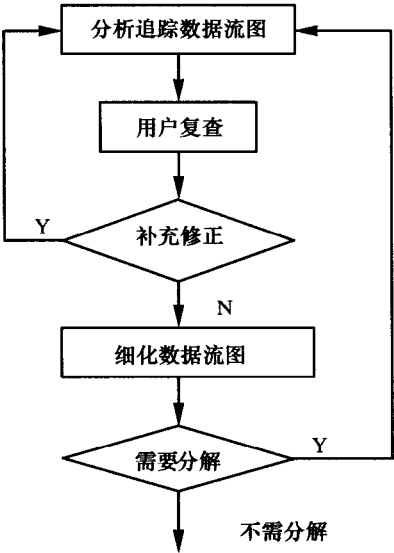


图 1-2-1 可行性分析流程

1.2.1 问题有可行性解吗→可行性研究

一般地,软件领域的可行性分析主要考虑技术、经济、社会环境和人四个要素。

1. 技术可行性

目标是导出系统的逻辑模型。

数据字典:对数据的详细描述。

技术可行性分析至少要考虑以下几方面因素:

(1) 在给定的时间内能否实现需求说明中的功能。尽量避免在编制过程中出现技术难题,否则,轻则拖延进度,重则断送项目。

(2) 软件的质量如何?有些应用对实时性要求很高,如果软件运行慢如蜗牛,即便功能具备,也毫无实用价值。

(3) 软件的生产率如何?如果生产率低下,会逐渐丧失竞争力。在统计软件总的开发时间时,不能漏掉用于维护的时间。如果软件的质量不好,将会导致维护的代价很高。

技术可行性分析可以简单地表述为:做得了吗?做得好吗?做得快吗?

## 2. 经济可行性

主要包括:“成本-收益”分析和“短期利益-长远利益”分析。

成本估价有以下几种方法:代码行技术、任务分解技术、自动估计成本技术,成本-收益分析主要研究投资回收期和投资回收率以及纯收入等几项指标。

## 3. 社会环境可行性

社会环境的可行性至少包括市场和政策两种因素。

## 4. 操作可行性

软件系统对用户各方面的要求。

### 1.2.2 系统必须做什么→需求分析

需求分析就是对目标系统提出完整、准确、清晰、具体的要求,需求分析的任务是发现、求精、建模和规约的过程。软件需求分析可被划分成4个工作阶段,即调查研究、分析与综合、书写文档和需求分析评审。

#### 1. 分析原则

- (1) 必须表示和理解问题的信息域。
- (2) 必须定义软件将完成的功能。
- (3) 必须表示软件的行为(作为外部事件的结果)。
- (4) 必须划分描述信息、功能和行为的模型,从而使得可以以层次的方式揭示细节。
- (5) 分析过程应该从要素信息移向细节实现。

#### 2. 需求分析的方法

◆ 数据流图(可行性研究结果):

数据流图[DFD]也称为 Bubble Chart 或 Data Flow Diagram。它是描述数据处理过程的工具。

◆ 数据字典:

数据字典是对所有与系统相关的数据元素的一个有组织的列表以及精确的、严格的定义,

使得用户和系统分析员对于输入、输出、存储成分甚至中间计算有共同的理解。

任何字典最主要的用途都是供人查阅条目的解释,数据字典的作用也正是在软件分析和设计的过程中给人提供关于数据的描述信息。

### 3. 需求分析的图形工具

#### ◆ 状态变迁图(STD)

指明作为外部事件的结果,系统将如何动作,为此,STD 表示了系统的各种行为模式(称为“状态”)以及在状态间进行变迁的方式,STD 是行为建模的基础。

#### ◆ IPO(输入/处理/输出)

采用结构化分析方法;自顶向下,逐步求精。结构化分析是一种建立模型的活动。通过使用满足操作性分析原则的符号体系,创建描述信息(数据和控制)内容和流的模型、依据功能和行为对系统进行划分并描述必须要建立的要素。

### 4. 面向对象的分析

面向对象(object-oriented)=对象(objects)+分类(classification)  
+继承(inheritance)+通信(communication)

面向对象分析的目标是开发一系列模型,这些模型被用来描述以满足一组客户需求的计算机软件。

面向对象分析方法使得软件工程师能够通过对对象、属性和操作(作为主要的建模成分)的表示来对问题建模。所有面向对象分析方法均有一组共同的特征:类和类层次的表示;对象-关系模型的创建;对象-行为模型的导出。

面向对象系统的分析发生在很多不同的抽象层次,在业务或企业层,与 OOA 关联的技术可以与信息工程方法相结合,该技术通常称为领域分析;在应用层,对象模型着重于特定的客户需求,因为这些需求会影响将要研制的应用软件。

通过分析系统中的数据流及长期使用数据的存储,得出用数据流图(描述系统信息)、数据字典(粘合剂)和简洁算法描述(数据转换的规则)组成的较详细的系统逻辑模型。

需求分析是软件工程过程的第一个技术步骤,在此阶段,可以获得该软件工程具体的规约,它成为后面的所有软件设计活动的基础。

分析必须关注问题的信息、功能和行为域,为了更好地理解需要什么,必须创建模型、划分问题以及描述需求要素和表示以后要开发的实现细节。

在很多情况下,不可能在早期阶段完整地刻画问题,原型方法提供了一种可选的方法,它产生软件的可执行的模型,并从该模型精化出需求。为了适当地使用原型方法,需要特殊的技术和工具。

软件需求规约是需求分析的结果,而复审对保证开发者和客户有相同的系统感觉是非常重要的。



## § 1.3 总体设计和详细设计

### 1.3.1 总体设计

#### 1. 总体设计的任务和相关概念

总体设计的任务是划分系统的物理元素,诸如:程序、文件、数据库、文档等。

总体设计是以需求分析所产生的文档为依据,着手解决实现“需求”的软件体系结构,简称“软件结构”。就像建筑工程中的盖大楼,需求分析主要是确定要盖满足什么样功能的大楼,而概要设计就是施工,盖起满足用户要求的大楼的框架。这一阶段确定软件结构的具体任务是将系统分解成模块,确定各模块的功能及调用关系,将用户的需求分配到适当的位置上去,得出系统的结构图。为了得到好的结构,需要一组标准化准则和工具,本节介绍软件设计的基本原理、优化软件结构的准则及结构化设计方法。

程序结构表明了程序各个部件(模块)的组织情况,是软件的过程表示。结构图反映程序中模块之间的层次调用关系和联系,它以特定的符号表示模块、模块间的调用关系和模块间信息的传递。

结构图的主要内容有模块、模块的调用关系和接口、模块间的信息传递、辅助符号、形态特征等。

(1) 模块:模块用矩形框表示,并用模块的名字标记它。

(2) 模块的调用关系和接口:模块之间用单向箭头连接,箭头从调用模块指向被调用模块,表示调用模块调用了被调用模块。

(3) 模块间的信息传递:当一个模块调用另一个模块时,调用模块把数据或控制信息传送给被调用模块,以使被调用模块能够运行。而被调用模块在执行过程中又把它产生的数据或控制信息回送给调用模块。

(4) 结构图的形态特征:

- 结构图的深度:模块结构的层数,反映了程序结构的规模和复杂程度。

- 结构图的宽度:同一层模块的最大模块数。

- 模块的扇入:定义为调用一个给定模块的模块个数。多扇入模块通常为公用模块。

- 模块的扇出:表示一个模块直接调用的其他模块数目。多扇出意味着需要控制和协调许多下属模块。

模块(Module)是可调用的程序,又称组件,一般具有以下三个基本属性:

- 功能:描述该模块实现什么功能。

- 逻辑:描述模块内部怎么做。

- 状态:该模块使用时的环境和条件。

在描述一个模块时,还必须按模块的外部特性和内部特性分别描述。模块的外部特性是指模块的模块名、参数表、其中的输入参数和输出参数以及给程序以至整个系统造成的影响。模块的内部特性是指完成其功能的程序代码和仅供该模块内部使用的数据。

模块独立性是指软件系统中每个模块只涉及软件要求的具体的子功能,而与软件系统中其他模块的接口是简单的。例如,若一个模块只具有单一的功能且与其他模块没有太多的联