

RUANJIAN

中国计算机应用软件人员专业技术职务
任职资格(水平)考试培训系列教材

计 算 机 软 件

(程序员级)

唐 毅 主编

清华大学出版社

CHENG XU YUAN JI

TP31
TY/I

中国计算机应用软件人员专业技术职务
任职资格(水平)考试培训系列教材

计算机软件

(程序员级)

唐毅 主编



清华大学出版社

0020639

内 容 简 介

本书为计算机应用软件人员水平考试培训系列教材中的程序员级软件部分。它是在上海市计算机应用软件培训中心组织下,由有关专家依照1990年公布的“中国计算机应用软件人员水平考试大纲”并参考日本《初级信息处理技术人员系列教材》编写而成的。内容主要包括软件的基本概念、基本数据结构、基本算法、程序流程图、程序设计语言以及语言处理、操作系统、文件系统、实用软件、信息处理系统等。书中配有大量的例题、习题及答案。

本书可作为计算机应用软件人员的培训和自学教材,也可供大、中专师生和工程技术人员学习参考。本书亦作为中央电视台电视辅导教材。

中国计算机应用软件人员专业技术职务
任职资格(水平)考试培训系列教材

计 算 机 教 件

(程序员级)

唐 毅 主编

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

国防出版社印刷厂印装

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 26.5 字数: 628 千字

1990年7月第1版 1990年10月第2次印刷

印数: 20001—50000

ISBN 7-302-00718-7/TP·244

定价: 9.80 元

前 言

为加速我国电子信息技术的广泛应用,促进软件事业的发展,科学地考核和合理地使用人才,促进计算机应用软件人才的国际交流与合作,从1990年起,在全国实施《中国计算机应用软件人员专业技术职务任职资格(水平)考试暂行规定》,统一大纲(《中国计算机应用软件人员水平考试暂行规定与考试大纲》已由清华大学出版社出版),统一试题,统一考试时间,统一评分标准,统一合格录取标准,统一发证。资格考试级别分为程序员级(相当于技术员、助理工程师)、高级程序员级(相当于工程师)、系统分析员级(相当于高级工程师)。资格考试由中国计算机应用软件人员水平考试委员会统一领导,下设考试中心(设在上海),负责考试组织与实施。

中国计算机应用软件人员专业技术职务任职资格(水平)考试培训系列教材是由上海市计算机应用软件培训中心组织,由复旦大学、上海交通大学、上海科技大学、上海工业大学、上海第二工业大学等单位的专家组成编委会,根据《中国计算机应用软件人员水平考试大纲》,同时参考了日本的《初级信息处理技术人员系列教材》编写而成的。这套教材先出版4本,其中程序员级软件与硬件教材各一本,高级程序员级软件与硬件教材各一本。它们既可用作计算机软件人员培训和自学应试的教材,也可供计算机应用专业的师生和其他工程技术人员参考。本教材亦是中央电视台播放的计算机软件人员水平考试电视辅导讲座的教材。

本书的内容主要包括:计算机软件的基本概念及其开发过程,基本数据结构,基本算法,程序流程图,FORTRAN、COBOL、C等高级语言和CASL汇编语言,语言处理,操作系统,实用软件的基本概念、原理和使用方法,还介绍了办公自动化、数据库、CAD/CAM和计算机作图等知识,并参照水平考试试题的形式在每章后配有例题选解和习题。

本书由上海科技大学唐毅主编,上海第二工业大学何守才主审。本书的第一、四章由唐毅编写,第二、三章由顾训穰编写,第五、六、七章由缪淮扣编写,第八、九章由周颖编写,第十章由上述同志联合编写。

在本教材的编写过程中得到了上海科技大学计算机科学系范和平、丁德明、严天放、甘小平、吴一、朱定方、章飏、王重阳、杨洁慧、李乃鑫、许静鸿、赵云倩等同志的支持,在此一并表示感谢。

下列同志参加了个别章节的审阅:宣泰章、陶霖、张嗣萍、万德源、周敬贤、陈俊豪、周琛、陈敏超等,在此表示感谢。

编写这样一本综合性的软件培训教材对我们来说是一种尝试,错误在所难免,希望广大读者和有关专家提出宝贵意见。

上海市计算机应用软件培训中心

1990年3月

中国计算机应用软件人员专业技术职务
任职资格（水平）考试培训系列教材编委会

主编 施伯乐

编委 （按姓氏笔划排序）

王式正 白英彩 叶祥生 劳诚信

何守才 林其超 唐 毅 徐拾义

焦金生 张吉锋

目 录

第一章 绪论	1
1.1 计算机软件的任务	1
1.1.1 何谓软件	1
1.1.2 硬件和软件的功能分配	1
1.1.3 功能分配的趋势	1
1.2 计算机软件的发展	2
1.2.1 汇编语言的出现	3
1.2.2 高级语言的出现	3
1.2.3 操作系统的形成	3
1.2.4 计算机网络软件、数据库软件的出现	3
1.3 软件的开发过程	4
1.3.1 系统采用阶段化开发的必要性	4
1.3.2 可行性讨论	4
1.3.3 系统的需求分析	5
1.3.4 系统设计	5
1.3.5 程序开发	6
1.3.6 系统测试	7
1.3.7 文档	7
1.3.8 系统的运行	8
1.4 软件的分类	8
1.4.1 系统软件	8
1.4.2 应用软件	9
1.4.3 分类的变化	10
1.5 软件的开发环境	11
1.5.1 何谓软件开发环境及其构成要素	11
1.5.2 开发环境的例子	11
1.5.3 软件开发支援工具	11
1.6 例题选解	12
习题	13
第二章 基本数据结构	15
2.1 基本概念和术语	15
2.2 线性表 (列表)	16
2.2.1 线性表的顺序存储结构	17

2.2.2	线性表的链式存储结构	20
2.2.3	栈	25
2.2.4	队列	27
2.3	数组	30
2.3.1	数组的顺序存储结构	31
2.3.2	矩阵的压缩存储	33
2.3.3	数组的链式存储结构	37
2.4	串	39
2.4.1	串的存储结构	40
2.4.2	串的运算	43
2.5	树和二叉树	46
2.5.1	基本概念	46
2.5.2	存储结构	49
2.5.3	二叉树的遍历	54
2.5.4	树的应用	56
2.6	例题选解	62
	习题	74
第三章	基本算法	82
3.1	查找算法	82
3.1.1	顺序表的查找	83
3.1.2	二叉排序树查找	87
3.1.3	哈希表及其查找	90
3.2	排序算法	97
3.2.1	排序的概念	97
3.2.2	插入排序	98
3.2.3	交换排序	100
3.2.4	选择排序	103
3.2.5	归并排序	107
3.2.6	基数排序	109
3.2.7	内部排序法的综合评价	112
3.3	例题选解	113
	习题	119
第四章	程序流程图	125
4.1	流程图的基本概念	125
4.1.1	何谓流程图	125
4.1.2	流程图的种类	125
4.1.3	流程图的基本符号	125
4.2	程序流程图的基本概念	128

4.2.1	程序流程图的基本符号	128
4.2.2	程序流程图的基本形式	129
4.2.3	算法与程序流程图	130
4.3	三种基本形式的应用	130
4.3.1	顺序型的应用	130
4.3.2	选择型的应用	130
4.3.3	循环型的应用	132
4.4	表查找操作的程序流程图	135
4.4.1	顺序查找	135
4.4.2	二分查找法	137
4.4.3	区间查找	137
4.5	科学计算中的常用程序流程图	139
4.5.1	初等计算	139
4.5.2	方程式的数值求解法	142
4.5.3	数值积分	144
4.5.4	矩阵运算	146
4.6	其它几种设计工具的简单介绍	148
4.6.1	HIPO 图	148
4.6.2	盒图 (N-S图)	149
4.6.3	判定表	150
4.7	例题选解	151
习题		155
第五章	程序设计语言	159
5.1	FORTRAN 程序设计语言简介	159
5.1.1	FORTRAN 程序的结构和书写格式	159
5.1.2	常数、变量和表达式	160
5.1.3	FORTRAN 语句	164
5.1.4	语句函数和子程序	171
5.1.5	数据联系语句和数据置初值	174
5.2	COBOL 程序设计语言简介	177
5.2.1	COBOL 语言基础	177
5.2.2	标识部和环境部	179
5.2.3	数据部	180
5.2.4	过程部	183
5.2.5	文件的定义和处理	188
5.2.6	表的定义和处理	191
5.2.7	分类	195
5.3	C 程序设计语言简介	196

5.3.1 C语言的特点和C程序的编译和运行	197
5.3.2 数据类型、运算符和表达式	198
5.3.3 控制语句	203
5.3.4 函数和程序结构	207
5.3.5 指针和数组	212
5.3.6 结构和联合	216
5.4 CASL 汇编语言程序设计简介	220
5.4.1 COMET 计算机的结构	220
5.4.2 指令和语言	221
5.4.3 CASL 汇编语言编程的基本技巧	227
5.5 程序设计语言综述	233
5.5.1 程序设计语言的组成	233
5.5.2 面向机器的语言	234
5.5.3 高级语言	234
5.6 例题选解	238
习题	260
第六章 语言处理和程序设计有关知识	274
6.1 语言处理程序概述	274
6.1.1 汇编程序、解释程序和生成程序概述	274
6.1.2 编译程序概述	275
6.2 程序设计的有关知识	277
6.2.1 结构化程序设计	277
6.2.2 子程序	278
6.2.3 程序设计风格	279
6.2.4 程序的调试和测试	280
6.3 例题选解	283
习题	289
第七章 操作系统基础	292
7.1 操作系统的概述	292
7.1.1 什么是操作系统	292
7.1.2 操作系统的类型	292
7.1.3 操作系统的环境	294
7.1.4 操作系统的功能	295
7.2 操作系统的组成	296
7.2.1 进程管理	296
7.2.2 作业管理	297
7.2.3 存储管理	302
7.2.4 设备管理	303

7.3 几种常用的操作系统的简介	305
7.3.1 UNIX 操作系统	305
7.3.2 MS-DOS 操作系统	306
7.3.3 MVS 操作系统	306
7.4 例题选解	307
习题	309
第八章 文件系统	312
8.1 文件的基本概念	312
8.1.1 记录 and 文件	312
8.1.2 文件的存储介质	313
8.1.3 文件的种类	315
8.2 文件的物理结构	316
8.2.1 顺序文件	316
8.2.2 直接文件	317
8.2.3 索引顺序文件	318
8.2.4 分区文件	322
8.2.5 几种物理结构的比较	323
8.3 文件系统的使用	323
8.3.1 文件控制块与文件目录	323
8.3.2 文件命令与文件语句	323
8.4 例题选解	325
习题	329
第九章 实用软件	331
9.1 服务程序	331
9.1.1 连接程序和装入程序	331
9.1.2 编辑程序	333
9.1.3 调试程序	338
9.1.4 排序合并程序	339
9.1.5 系统生成程序	339
9.2 公用软件	339
9.2.1 公用软件应用的优点	340
9.2.2 公用软件的种类	340
9.2.3 公用软件制造上的注意点	343
9.3 例题选解	343
习题	344
第十章 信息处理系统	345
10.1 信息处理方式的种类和特征	345
10.1.1 批处理和实时处理	345

10.1.2	远程处理和局域处理	346
10.1.3	联机处理和脱机处理	346
10.1.4	分时处理和会话型处理	347
10.2	信息处理系统的组成	348
10.2.1	系统组成的依据	348
10.2.2	多重化结构	348
10.2.3	复合化结构	350
10.2.4	分布处理系统	351
10.3	数据库系统基础知识	353
10.3.1	概述	353
10.3.2	数据模型	355
10.3.3	数据库管理系统	358
10.3.4	数据定义语言和数据操作语言	361
10.3.5	SQL 语言及其使用	365
10.4	办公自动化	372
10.4.1	办公自动化的概念	372
10.4.2	OA 系统	375
10.4.3	OA 设备	377
10.4.4	OA 软件	383
10.5	CAD/CAM	387
10.5.1	CAD/CAM 的概念	387
10.5.2	CAD/CAM 系统的组成	388
10.5.3	CAD/CAM 的外部设备	389
10.5.4	举例——模具加工	393
10.6	计算机作图简介	395
10.6.1	计算机图形学的发展和应用	395
10.6.2	常用的图形输入输出设备	396
10.6.3	计算机图形系统的功能和组成	398
10.6.4	IBM PC 实用作图简介	399
10.7	例题选解	406
	习题	408
附录	习题答案	410

第一章 绪 论

1.1 计算机软件的任务

1.1.1 何谓软件

计算机系统通常由硬件和软件组成。硬件是指计算机的实际装置或部件,如计算机的运算器、存储器、控制器、输入输出设备等。软件至今还没有一个确切的定义,而且仍在逐步变化。现在广义地将以下三者的总称称为软件:

- (1) 程序:用程序语言表达计算机所处理的一系列步骤。
- (2) 文档:软件开发过程中的计划、设计、制作、维护等文档资料。
- (3) 使用说明书:用户手册、操作手册、维护手册等。

常常狭义地将软件和程序看作具有同一含义。

1.1.2 硬件和软件的功能分配

硬件和软件在逻辑功能上是等效的。由软件实现的操作,在原理上可以用硬件实现。同样,由硬件实现的操作,在原理上也可以用软件来实现。例如,早期的计算机没有乘、除指令,因此乘、除运算是通过子程序(软件)实现的,后来的计算机则把这部分软件“硬化”,即用硬件来实现乘、除运算。直到最近,同一种运算或操作(例如浮点运算)在微型机和一般小型机中是用软件来实现的,而在大、中型机中则用硬件来实现。由软件实现的功能有其固有的特点:

1. 软件实现的功能容易改变和修改;
2. 当要选择多种方法和算法进行比较时,软件实现比较适宜;
3. 在条件判别和控制转移多以及进行复杂的算法处理时,软件实现比较适宜;
4. 软件实现相对来说还是低速的,因此当需要高速实现时,软件实现是不适宜的;
5. 软件容易被篡改和破坏,因此当需要高度机密和安全时,软件实现是不适宜的。

1.1.3 功能分配的趋势

在计算机系统中,其软件和硬件的功能分配比例是根据该系统的性能价格比的要求决定的。但是,近年来的主要趋势是软件功能的“硬化”,其主要原因有以下几点:

1. 元件集成技术的进步

元件集成化技术的进步使得元件由 IC 到 LSI,再发展到 VLSI,这样,本来由软

件实现的复杂功能有可能由一块或几块集成电路实现。

2. 高速度的要求

计算机应用范围的扩大,要求计算机达到更高的处理速度,有必要将软件实现的部分功能改为硬件实现。

3. 操作系统的庞大和复杂

计算机技术的进步使计算机系统的结构和功能变得越来越复杂,比如多重结构、多道程序、多级存储体系等技术的应用,作为支撑这些技术的环境即操作系统变得庞大和复杂,操作系统本身的系统开销也大大增加,所以要求将操作系统的一部分功能由硬件实现。

4. 软件中公用部分的抽出

由于软件分析的进步,能够将软件中各种公用逻辑和算法抽出,从而使硬件实现变成可能。

5. 各种功能处理机的出现

随着计算机应用的多样化,人们要求的不再是单一的通用计算机,而是把各自具有特有功能的多种处理机进行组合,构成一个多处理机系统,例如直接处理高级语言的处理器和适用于数据库处理、通讯控制、图象处理等各种处理机构成的多处理机系统。这些不同功能的处理机直接实现原来由软件实现的功能。

6. 保密方面的要求

软件在可靠性和安全性方面较差。其解决办法就是在可能范围内将处理功能由硬件实现。

7. 固件的出现

用硬件实现软件功能的方法通常有二种,一是通过逻辑电路的方法,另一是通过微程序方法或固件来实现。

微程序是一种系统地、规则地进行逻辑设计的方法。将实现指令功能的一系列微操作有序地进行组合,使存储器中的一个字的代码与之对应,这样一个字的码点就构成一条微指令,一个个字的字集就构成微程序。存放微程序的存储器通常称为控制存储器。因此,机器的每一指令都有一微程序与之对应,执行机器指令的程序就转为微程序的执行及它们之间的转移。

由于微程序处于硬件和软件之间,所以也称作固件。现在微程序不仅广泛应用于各种计算机控制部件的设计,而且在故障诊断、高级语言处理等方面也得到广泛应用。

与硬件相比,固件具有容易修改、可维护性好、灵活性强的特点。在实现速度方面介于硬件和软件之间。从软件角度看,很多人把固件看作是硬件的一部分,实际上,硬件、固件、软件三者是实现算法方面是等效的。

1.2 计算机软件的发展

自1946年世界上出现第一台电子数字计算机以来,经过40多年的发展,计算机硬件从电子管、晶体管发展到今天的大规模集成电路(LSI)、超大规模集成电路(VLSI)。

随着计算机硬件的发展, 计算机软件也得到了迅速的发展, 它大致可分为如下四个阶段。

1.2.1 汇编语言的出现

汇编语言是一种用助记符表示的面向机器的程序设计语言。这种语言比较直观, 而且较机器语言容易记忆和检查。但是, 计算机还不能直接识别用汇编语言编写的程序——源程序, 源程序要经过汇编程序的加工和翻译, 才能变成用机器语言表示的目标程序。

由于汇编语言的语句与机器指令是一一对应的, 因此, 对于不同的计算机, 针对同一问题所编写的汇编语言源程序是互不通用的, 用汇编语言编写程序仍然比较繁琐。

1.2.2 高级语言的出现

采用汇编语言编写程序时仍要记住机器指令的助记符, 且所编程序只针对某一类机器。为使程序设计语言适合于不同种类的计算机, 而不依赖于具体计算机的结构和机器指令, 以便于推广计算机的应用, 从50年代中期开始, 以FORTRAN语言为代表的各种计算机高级语言应运而生, 如ALGOL60、COBOL、PASCAL、PL/1、LISP、PROLOG等著名语言。当然, 高级语言程序必须经过“翻译”转换成机器语言程序, 计算机才能执行, 这种起“翻译”作用的程序称为编译程序。编译程序也成为计算机软件的重要部分之一。

1.2.3 操作系统的形成

为了充分发挥计算机的工作效率, 尽可能减少人对机器的干预, 这就要求有一个管理软件, 它具有接受和处理用户所提交的作业的功能。

其次, 要处理好高速的中央处理机与低速的外围设备在速度上不匹配的问题, 管理软件应具有处理中断的功能, 能提供一种简便的、统一的调用外围设备的手段, 统一管理外围设备的输入和输出。

第三, 能给多个用户提供使用计算机的方便, 给中央处理机设置多个终端。要有一个管理软件, 它具有处理来自不同终端的多道作业的功能。处理多道作业可采用分时方法。

总之, 要使计算机的所有资源(包括硬件和软件)协调一致、有条不紊、高效率地工作, 就要靠操作系统来进行统一调度和管理。

操作系统本身是一个庞大的程序, 在它的控制下, 计算机系统的每个部分(硬件部分和软件部分)都能够最大限度地发挥作用。因此操作系统是软件系统的核心。比较著名的操作系统有CP/M、MS-DOS、UNIX、MVS等。

1.2.4 计算机网络软件、数据库软件的出现

根据实际应用的需要, 利用通信线路把分布在多个地点的多个独立的计算机系统连接成为一个网络, 由计算机网络软件控制, 使网上的用户能够实现数据传递, 共享网络

中的所有硬件、软件和数据等资源。因此可以说, 计算机网络软件是更高水平的操作系统。

随着计算机广泛应用于工业、商业、财政、贸易、交通运输等部门, 数据存储、数据处理的要求越来越高, 因而在操作系统的支持下建立和发展了各种类型的数据库系统软件。

数据库系统软件是数据管理经过人工管理和文件管理两个阶段后发展起来的。信息管理需要对大量数据进行存储、检索、删除、更新等加工处理, 数据库管理系统是用来统一管理大量数据的系统软件。

数据库管理系统具有数据结构化、最低冗余度、较高的程序独立性与数据独立性、易于扩充、易于编制应用程序等优点, 还具有安全性(防止不合法使用)、完整性(保证数据的正确性、有效性、相容性)及并发控制(避免并发程序间相互干扰)等功能。因此, 较大的信息系统都是建立在数据库之上的。

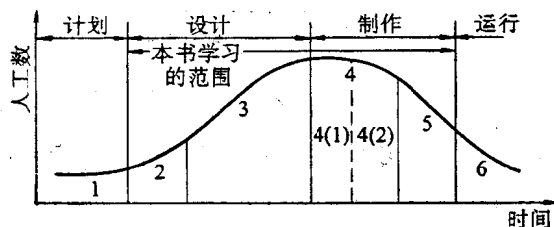
另外, 随着人工智能的发展, 对知识库、专家系统、自动程序设计等智能软件的研究已成为当前国际上计算机软件的重要发展方向。支持智能软件的语言有多种, 其中著名的有 LISP、PROLOG 等。

可以预见, 随着计算机硬件的发展、计算机的广泛应用以及科学技术的不断进步, 计算机软件还会有更大的发展。

1.3 软件的开发过程

1.3.1 系统采用阶段化开发的必要性

系统开发通常分成若干个阶段进行, 称之为阶段化开发。进行开发工作时要明确各



1. 可行性讨论; 2. 系统的需求分析;
3. 系统设计 (概要设计、详细设计);
4. 程序开发: 4(1). 程序设计、编码,
- 4(2). 单元测试; 5. 系统测试; 6. 系统的运行。

图 1.1 系统开发过程

阶段的工作目标、实现该目标所必需的工作内容以及达到完成的标准。只有确认上一个阶段的工作完成时, 才能进行下一阶段的开发工作。系统的开发要花费大量的人力, 因此在开发过程中要尽早发现错误和不足, 并加以修正, 这对排除重复工作、提高系统开发的效率和系统的质量都是有益的。系统开发过程如图1.1所示。

1.3.2 可行性讨论

在可行性讨论阶段, 要明确作为开发对象的系统的目的和目标, 并讨论系统的开发:

- (1) 在技术上是否可行;

- (2) 在经济上是否有效;
- (3) 在法律上和国际社会环境方面, 或者公司的经营方针上和系统运行方面有没有问题等。

根据对上述问题的详细分析和讨论, 决定新系统是否有必要开发。这一阶段工作的结果是写成“ $\Delta\Delta\Delta$ 系统开发计划书”, 其内容主要包括:

- (1) 开发的目的是目标 (所期待的效果);
- (2) 业务对象和范围, 以及系统的基本设想;
- (3) 开发进度表及开发组织;
- (4) 系统效益和开发、运行的费用;
- (5) 有关开发过程中的约束事项 (如时间、存储容量等)。

1.3.3 系统的需求分析

在这一阶段, 对于“ $\Delta\Delta\Delta$ 系统开发书”中的

- (1) 开发的目的是目标 (所期待的效果);
 - (2) 业务对象和范围、以及系统的基本设想;
- 要进一步明确用户的要求和新系统应具有哪些功能。为此, 要对现行业务进行调查和对调查结果进行分析, 明确问题的所在, 以及讨论解决这些问题的方法。最后, 将这些内容编写成“系统需求规范说明书”。这一阶段的工作顺序如图1.2所示。

1.3.4 系统设计

这个阶段可根据系统规模的大小分成下面两个阶段进行:

1. 系统的概要设计

这个阶段的工作是以和用户的接口为中心, 讨论新系统内部结构的概要。其主要工作有:

- (1) 定义子程序;
- (2) 对每个子系统编制合适的业务流程;
- (3) 包括显示画面、报表等输入输出数据的概要设计;
- (4) 对数据的相关性进行分析, 作出文件和数据库的逻辑设计;
- (5) 进行硬件组成、软件组成的讨论。

另外, 为了高效率地进行信息处理, 职员名、商品名等必须代码化输入, 以排除同姓同名的同义词, 明确地识别每一个数据。这一阶段的工作流程和结果如图1.3所示。

2. 系统的详细设计

这个阶段是对系统的概要设计进一步具体化。其主要工作有:

- (1) 文件和数据库的物理设计;
- (2) 输入输出记录的方案设计;

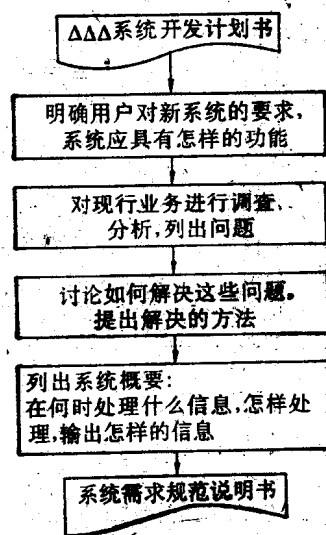


图 1.2 需求分析阶段的工作顺序

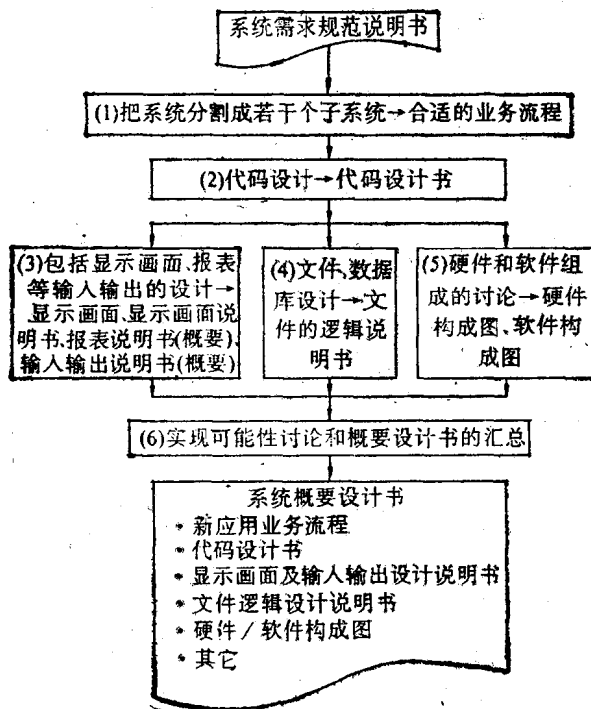


图 1.3 系统概要设计的流程和结果

(3) 对各子系统的处理方式和处理内容进行详细设计；

(4) 编制程序说明书。程序说明书通常包括文件说明、程序结构图（通常用 HLPO 图描述）、程序功能说明等。

1.3.5 程序开发

在程序开发过程中对程序的质量要求是很重要的。程序的质量要求如图1.4所示。

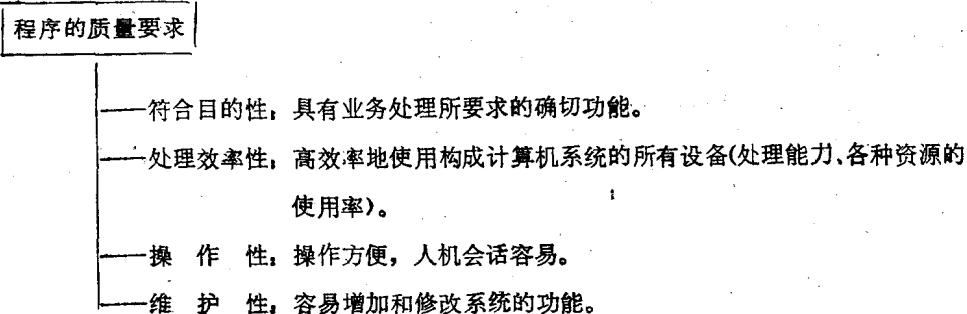


图 1.4 程序质量的要求

为了高效率地开发满足上述质量要求的程序，使整个程序的复杂性最小则是非常重要的。对于规模大的程序，通常把它分割成若干模块，这时，系统的复杂性常常由模块间的接口数来衡量。若是网络结构， n 个模块的接口的最大值为 $n(n-1)/2$ ；若是层次