

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程



数据库程序设计教程

—— 综合运用PowerDesigner, Oracle
与PL/SQL Developer

单世民 赵明砚 何英昊 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程

数据库程序设计教程

—— 综合运用PowerDesigner, Oracle
与PL/SQL Developer

单世民 赵明砚 何英昊 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

数据库程序的设计与开发是当前软件开发人员不可缺少的工作技能。本书以提高数据库程序设计与开发能力为目标,以 Oracle 11g 作为应用开发环境,通过结合 PowerDesigner 及 PL/SQL Developer 等工具,讲述了如何综合利用各种工具解决数据库程序的设计与开发问题。全书共分 12 章,从数据库设计过程、开发工具使用、Oracle 11g 中的数据库程序开发等多个方面对数据库的设计与开发过程进行了由浅入深的讲解。

本书实用性强、内容充实、结构合理、示例丰富。作为讲解数据库程序设计的综合性教程,本书将 PowerDesigner 及 PL/SQL Developer 等工具的讲解与数据库程序设计的过程相结合,使读者能够直接学习如何利用这些工具的核心功能解决实际问题。同时,本书以数据库程序开发对数据库特性的要求作为导引,向读者讲解了基于 Oracle 11g 的数据库程序开发过程中应掌握的相关知识,并对其核心内容(SQL 及 PL/SQL)进行了深入的讲解,对比讨论了许多容易被忽视和混淆的概念,有助于数据库程序开发人员避免开发过程中遇到的各种“陷阱”。

本书可作为高等院校计算机及软件工程等相关专业数据库课程的教材,也可供从事数据库开发与应用的工程技术人员、科研人员以及其他有关人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,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

数据库程序设计教程:综合运用 PowerDesigner,Oracle 与 PL/SQL Developer/单世民,赵明视,何英昊编著. —北京:清华大学出版社,2010.10

(21 世纪高等学校规划教材·软件工程)

ISBN 978-7-302-23295-7

I. ①数… II. ①单… ②赵… ③何… III. ①数据库系统—程序设计—高等学校—教材
IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150155 号

责任编辑:索 梅 薛 阳

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26.75 字 数:665 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版 印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

产品编号:036630-01

前言

随着数据库技术的不断发展和广泛应用,其在软件开发行业中的重要性逐步增强,已成为软件行业发展的基础。数据库程序设计与开发能力已成为软件开发人员的必备素质。

然而,当前的数据库程序开发初学者的普遍问题是:已有的大量与数据库技术相关的出版物多关注于数据库程序开发的某一方面,尚缺乏将多种工具综合使用解决数据库程序开发的教材。如此,初学者往往需要购买多种书籍进行学习,不但增加了学习费用,而且需要对各种知识进行综合。

本书正是为了解决此问题而撰写的。本书以提高读者的实践能力为核心思想,依据数据库设计过程,简明扼要地对数据库开发过程所涉及的内容进行了详细讲解。通过本书的学习,读者可以系统地了解 and 掌握实际的数据库开发过程、方法以及开发过程中所要使用的规范化工具,为其在工作中解决实际问题提供有价值的参考。同时,通过对本书的学习,读者可以掌握 Oracle 11g 的应用开发与管理方法,为 Oracle 数据库系统的深入研究奠定基础。另外,本书也可作为 PowerDesigner 及 PL/SQL Developer 等工具的快速使用指南。

本书共包含 12 章,通过使用大量的示例,重点讲解了数据库程序开发过程的核心内容及容易引起误解的各种概念,而将诸如数据库安装及数据库历史介绍等与开发过程相关性不大的内容留给有兴趣的读者自学。具体的章节内容如下。

- 第 1 章结合 PowerDesigner 15.1 讲解了数据库设计过程的方法、理论和实现手段,给出了使用 PowerDesigner 实现数据库设计的需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计和物理结构设计的方法,并针对物理结构设计中需要了解的数据管理系统的知识点进行了描述。
- 第 2 章介绍了 Oracle 11g 的体系结构,以便为后续的数据库特性的讨论奠定基础。
- 第 3 章对 Oracle 数据库程序的三种开发工具进行了较为全面的介绍,并对 SQL * PLUS 中容易混淆的“@与@@的区别”、“&与&&的区别”等知识通过示例对比进行了说明。本章讲解的工具包括 SQL * PLUS、PL/SQL Developer 和 SQL Developer。
- 第 4 章对 Oracle 中 SQL 的应用与开发进行了讲解,并对诸如“Update 的更新方式”、“COUNT 函数的应用”等容易被忽视的细节问题进行了全面的对比讨论。
- 第 5 章对于程序开发人员容易忽视的数据类型选择进行了较为全面深入的讲解。
- 第 6 章针对数据表、索引、视图三种数据库对象重点讲解了 Oracle 所提供的实现方式,并对各种实现方式的使用场合进行了介绍。同时,还对 Oracle 中的序列、同义词、数据字典、数据库链接等内容进行了讲解。
- 第 7 章讲解了 PL/SQL 程序的基础知识。
- 第 8 章对使用 PL/SQL 编写实用程序时需要使用的复合数据类型、游标、过程与函数、程序包、触发器的内容进行了详细的讲解,并通过示例对比加深读者对于相应内

容的理解。

- 第9章介绍了 Oracle 中基于用户授权的安全管理机制,并对容易引起开发人员困惑的 PL/SQL 与授权方式的关系进行了讨论。
- 第10章介绍了在 Oracle 中使用事务的方法。
- 第11章介绍了在 Oracle 中进行数据备份/恢复及数据传输的方法,内容包括使用 RMAN 进行备份与恢复、Oracle 的闪回技术、数据泵、SQL * Loader。
- 第12章通过一个实际案例引导读者重新回顾了数据库程序设计与开发的过程。
- 附录 A 中给出了本书第1章中采用案例的 PowerDesigner 设计方案。

本书以提高读者解决数据库程序设计与开发能力为核心目标,系统地讲解了如何综合使用 Oracle 11g、PowerDesigner、PL/SQL Developer 等工具解决数据库程序设计与开发过程中的问题,力求使读者能够快速掌握数据库程序设计与开发的方法体系与核心技术。本书不但适合于作为高等院校计算机及软件工程等相关专业数据库课程的教材,而且对从事数据库开发与应用的工程技术人员、科研人员以及其他有关人员具有一定的参考价值。

本书第1~2章、第5~11章由单世民编写,第12章由赵明砚编写,第3~4章由单世民和何英吴共同编写,全书由单世民统稿。此外,张帆、吴晓芳等人在本书编写过程中也做出了贡献,在此表示感谢!由于作者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎广大读者批评指正。

作 者

2010年8月

目 录

第 1 章 数据库设计过程	1
1.1 概述	1
1.2 需求分析	2
1.2.1 数据流图基本概念	2
1.2.2 数据流图绘制	3
1.2.3 数据流图与程序框图	5
1.2.4 需求分析示例	5
1.2.5 数据字典	7
1.2.6 使用 PowerDesigner 绘制数据流图	8
1.3 概念结构设计	11
1.3.1 概念结构设计方法	11
1.3.2 自底向上的概念结构设计方法	12
1.3.3 使用 PowerDesigner 绘制概念数据模型	17
1.4 逻辑结构设计	21
1.4.1 E-R 图向关系模型的转换	21
1.4.2 逻辑模型到数据库特定模型的转换	22
1.4.3 子模式设计	24
1.4.4 使用 PowerDesigner 建立逻辑模型	24
1.5 物理结构设计	25
1.5.1 物理结构设计的工作内容	25
1.5.2 使用 PowerDesigner 建立物理模型	26
1.6 数据库实施及数据库的运行与维护	27
1.7 本章小结	28
习题 1	28
第 2 章 Oracle 数据库体系结构	29
2.1 概述	29
2.2 实例的组成	30
2.2.1 内存结构	30
2.2.2 后台进程	31
2.3 实例的启动	32
2.4 连接数据库实例	33

2.4.1	专用服务器模式	34
2.4.2	共享服务器模式	35
2.4.3	两种工作模式的讨论	36
2.5	数据库使用的文件	36
2.6	Oracle 存储的逻辑结构	37
2.6.1	表空间	38
2.6.2	段	38
2.6.3	区(盘区)	39
2.6.4	数据块	39
2.7	数据逻辑结构与数据文件的关系	40
2.8	表空间的创建	41
2.9	本章小结	43
	习题 2	43
第 3 章	Oracle 数据库开发工具	44
3.1	SQL * PLUS	44
3.1.1	SQL * PLUS 启动	44
3.1.2	SQL * PLUS 登录方式	45
3.1.3	SQL * PLUS 的数据库连接命令	47
3.1.4	SQL * PLUS 中执行 SQL 语句	48
3.1.5	SQL * PLUS 的格式化命令	49
3.1.6	SQL * PLUS 运行环境设定	55
3.1.7	SQL * PLUS 缓冲区编辑	55
3.1.8	文件操纵命令	56
3.1.9	批处理方式执行命令——SQL 脚本	57
3.1.10	SQL * PLUS 变量	58
3.1.11	绑定变量	60
3.1.12	SQL * PLUS 交互命令	61
3.1.13	带参数的脚本调用	62
3.1.14	从不同路径调用 SQL 脚本	62
3.1.15	SQL * PLUS 登录脚本	63
3.1.16	特殊命令	64
3.2	PL/SQL Developer	66
3.2.1	登录	66
3.2.2	命令窗口	67
3.2.3	PL/SQL Developer 环境设置	68
3.2.4	进行数据库对象管理(对象管理器的用法)	70
3.2.5	使用 SQL 查询窗口	71
3.2.6	编写及调试 PL/SQL 程序的方法	72

3.3	SQL Developer	76
3.3.1	连接数据库	77
3.3.2	创建及修改数据库对象	78
3.3.3	检索及更新数据	80
3.3.4	PL/SQL 编程环境	83
3.4	本章小结	89
习题 3		89

第 4 章 SQL 90

4.1	SQL 简述	90
4.2	数据定义语言(DDL)	91
4.2.1	建立数据表(CREATE TABLE)	91
4.2.2	更改数据表(ALTER TABLE)	93
4.2.3	删除数据表(DROP)	95
4.3	数据操纵语言(DML)	95
4.3.1	插入数据命令(INSERT)	95
4.3.2	更新数据命令(UPDATE)	96
4.3.3	删除数据命令(DELETE)	98
4.4	数据检索命令(SELECT)	98
4.4.1	基本语法	100
4.4.2	选择查询结果属性列	101
4.4.3	选择查询结果数据行	103
4.4.4	查询结果排序	109
4.4.5	聚集计算	111
4.4.6	分组查询	112
4.4.7	多表查询	114
4.4.8	子查询	119
4.4.9	集合查询	125
4.5	Oracle 中的特殊对象与高级 SQL 命令	126
4.5.1	DUAL 表	127
4.5.2	INSERT ALL 语句和 INSERT FIRST 语句	128
4.5.3	MERGE 语句	132
4.6	SQL 函数.....	136
4.6.1	NULL 和单行函数	136
4.6.2	字符函数	137
4.6.3	数值函数	139
4.6.4	日期函数	140
4.6.5	类型转换函数	141
4.6.6	分支函数	141

4.6.7 MS SQL Server 与 Oracle 常用 SQL 函数对应关系	143
4.7 SQL 高级查询技术	144
4.7.1 TOP-N 查询	144
4.7.2 层次查询	145
4.7.3 分析函数	147
4.8 本章小结	153
习题 4	153
第 5 章 Oracle 数据类型	155
5.1 概述	155
5.2 字符类型	156
5.2.1 CHAR	156
5.2.2 VARCHAR2	159
5.2.3 NCHAR 和 NVARCHAR2	160
5.3 数值类型	160
5.3.1 NUMBER	161
5.3.2 BINARY_FLOAT 和 BINARY_DOUBLE	164
5.4 二进制类型	165
5.5 日期和时间类型	167
5.6 ROWID 和 UROWID	170
5.7 LONG 数据类型	171
5.8 大对象技术	172
5.8.1 LOB 类型的特点	173
5.8.2 LOB 的存储	173
5.8.3 使用大对象数据类型	174
5.8.4 DBMS_LOB 包	182
5.9 本章小结	184
习题 5	184
第 6 章 Oracle 中的数据库对象管理	185
6.1 Oracle 中的基础数据库对象	185
6.1.1 数据表与堆表	185
6.1.2 索引与 B* 树索引	187
6.1.3 视图与关系视图	190
6.2 Oracle 中的数据表	192
6.2.1 索引组织表	193
6.2.2 外部表	196
6.2.3 临时表	198
6.2.4 对象表	201

6.2.5	嵌套表	203
6.2.6	聚簇表	206
6.3	Oracle 中的视图	208
6.3.1	物化视图	208
6.3.2	对象视图	209
6.4	Oracle 中的索引	210
6.4.1	反转键索引	210
6.4.2	位图索引	211
6.4.3	基于函数的索引	212
6.5	联合索引与跳跃查询	213
6.6	索引的压缩	215
6.7	Oracle 序列	215
6.7.1	序列的创建与删除	216
6.7.2	序列的使用	218
6.7.3	序列的 cache 使用方式	220
6.8	Oracle 同义词	221
6.9	Oracle 数据字典	223
6.9.1	数据字典分类	226
6.9.2	数据字典的组成	226
6.9.3	常用的静态数据字典	227
6.9.4	常用的动态数据字典	228
6.10	其他常用数据库对象	228
6.11	本章小结	229
	习题 6	229

第 7 章 PL/SQL 基础 230

7.1	PL/SQL 概览	230
7.1.1	客户端/服务器架构中的 PL/SQL	230
7.1.2	PL/SQL 程序的代码组织方式	231
7.1.3	PL/SQL 代码块分类	232
7.1.4	第一个 PL/SQL 示例程序	232
7.2	PL/SQL 中的变量	234
7.2.1	PL/SQL 数据类型	234
7.2.2	PL/SQL 的语言规则与约定	235
7.2.3	变量声明	236
7.2.4	锚定变量类型	237
7.2.5	变量初始化	237
7.2.6	变量生存范围	239
7.3	PL/SQL 与 SQL	242

7.3.1	在 PL/SQL 程序中使用查询语句	242
7.3.2	在 PL/SQL 程序中使用 DML	243
7.4	流程控制结构	245
7.4.1	IF 语句	245
7.4.2	CASE 语句	249
7.4.3	LOOP 循环(无条件循环)	251
7.4.4	WHILE 循环	252
7.4.5	FOR 循环	253
7.4.6	嵌套循环	255
7.4.7	CONTINUE 循环跳转控制	256
7.4.8	GOTO 程序跳转	258
7.5	错误处理	259
7.5.1	错误与异常	259
7.5.2	异常的分类	260
7.5.3	异常的处理	262
7.5.4	SQLCODE 和 SQLERRM	265
7.5.5	复合异常处理	266
7.5.6	异常的引发	267
7.5.7	异常的传播	268
7.5.8	RAISE_APPLICATION_ERROR	269
7.6	本章小结	271
	习题 7	271
第 8 章	PL/SQL 进阶	272
8.1	PL/SQL 复合数据类型	272
8.1.1	记录	272
8.1.2	VARRAY	275
8.1.3	嵌套表	279
8.1.4	PL/SQL 表	280
8.2	游标	283
8.2.1	显式游标	284
8.2.2	隐式游标	288
8.2.3	游标变量	289
8.2.4	游标子查询	291
8.2.5	游标更新	291
8.3	过程与函数	293
8.3.1	过程	293
8.3.2	参数传递模式	295
8.3.3	参数类型约束	299

8.3.4	异常处理与参数传递	302
8.3.5	参数的 NOCOPY 模式	304
8.3.6	参数的位置表示法和名称表示法	305
8.3.7	参数的默认值	306
8.3.8	函数	307
8.3.9	过程和函数的比较	308
8.4	包	309
8.4.1	包规范	309
8.4.2	包主体	310
8.4.3	包的使用	312
8.4.4	包子程序的重载	313
8.4.5	包的初始化	318
8.5	触发器	318
8.5.1	DML 触发器	319
8.5.2	BEFORE 触发器和 AFTER 触发器	321
8.5.3	行级触发器与语句级触发器	321
8.5.4	关联标识符	325
8.5.5	自增触发器	328
8.5.6	触发器的执行顺序	329
8.5.7	FOLLOWS 和 ENABLE/DISABLE	332
8.5.8	REFERENCING 子句	332
8.5.9	WHEN 子句	333
8.5.10	INSTEAD OF 触发器	333
8.5.11	复合触发器	336
8.5.12	系统触发器	339
8.6	本章小结	339
习题 8		339

第 9 章 用户管理与安全 341

9.1	用户与模式	341
9.2	应用程序创建的数据库设置	342
9.3	用户管理	345
9.3.1	建立用户	345
9.3.2	更改用户	345
9.3.3	删除用户	348
9.4	权限管理	348
9.4.1	系统权限	348
9.4.2	对象权限	351
9.5	角色管理	354

9.6	PL/SQL 程序与权限	356
9.7	本章小结	358
	习题 9	359
第 10 章	事务管理与并发控制	360
10.1	事务基本概念	360
10.2	事务控制语句	361
10.3	Oracle 中事务的原子性	363
10.4	事务的隔离级别	365
10.5	悲观锁定与乐观锁定	367
10.6	本章小结	368
	习题 10	368
第 11 章	数据备份与传输技术	369
11.1	备份与恢复	369
11.1.1	备份分类	369
11.1.2	恢复分类	370
11.1.3	备份与恢复方法	370
11.2	RMAN	371
11.2.1	RMAN 基本概念	371
11.2.2	RMAN 基本应用	372
11.3	闪回操作	380
11.3.1	闪回数据库	380
11.3.2	闪回命令	381
11.3.3	回收站	383
11.4	数据泵	386
11.4.1	EXPDP	386
11.4.2	IMPDP	388
11.5	SQL * Loader	389
11.6	本章小结	390
	习题 11	390
第 12 章	数据库程序开发案例	391
12.1	系统需求描述	391
12.1.1	系统整体业务流程	391
12.1.2	生产计划管理	391
12.1.3	分解鉴定管理	392
12.1.4	工艺文件管理	392
12.1.5	机车档案管理	393

12.2	需求分析	393
12.2.1	功能界定	393
12.2.2	运行环境	393
12.2.3	系统功能分析	394
12.3	数据库设计	395
12.3.1	数据库设计命名约定	395
12.3.2	概念结构设计	395
12.3.3	逻辑结构设计	396
12.3.4	数据视图设计	398
12.3.5	存储过程设计	399
12.4	本章小结	403
习题 12		403
附录 A	订单处理系统设计方案	404
参考文献		408

第1章

数据库设计过程

本章学习目标

- 理解并掌握数据库设计过程。
- 理解并掌握概念模型及其绘制方法。
- 理解并掌握逻辑模型及其生成方法。
- 理解并掌握物理模型及其生成方法。
- 掌握 PowerDesigner 的基本使用方法。

当前,绝大多数的应用系统都属于数据库应用程序,都离不开数据库系统的支持。数据库设计方案的优劣对于应用程序的效率至关重要。数据库设计过程就是针对具体的应用环境,设计优化的逻辑模式,并根据所采用的数据库系统产品设计物理结构,进而建立数据库作为应用系统开发基础的过程。

本章以订单处理系统为例,讲解了数据库设计过程的步骤以及在设计过程中可能遇到的问题,并结合数据库设计过程对 PowerDesigner 的使用方法进行了讲解。通过本章的学习,读者可以掌握数据库设计的基本过程,并可以利用 PowerDesigner 形成规范的设计方案。本书以 PowerDesigner 15.1 版本为例进行讲解。

1.1 概述

数据库设计过程就是一个针对具体问题提出解决方案的过程,可以按照提出问题、分析问题、解决问题的过程实现。由于针对的是数据库设计方案这一具体目标,规范化的数据库设计过程又分为更详细的 6 个步骤(阶段),包括需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计、数据库实施、数据库运行和维护。

在这 6 个阶段中,前 5 个阶段是设计方案的完成过程,最后一个阶段则主要是数据库管理员(DBA)的职责范围。需要注意,数据库设计不是一劳永逸的,需要在实际应用中不断地进行细化和调整,是一个不断迭代的过程。数据库设计的总体过程如图 1.1 所示。

为易于理解和掌握数据库设计,本章将以简化设计的订单处理系统为例讲解数据库设计的各个过程。此系统的应用场景简要描述如下。

现有一个公司希望为其客户订购行为建立一个数据库。一个客户可以有一份或多份订单,订单包含有若干订单细节项目,每个订单细节项目对应一种商品并注明商品的名称、数量、单价以及送货地点和时间。每份订单可以对应一张发票,并可以通过多种方式来支付购

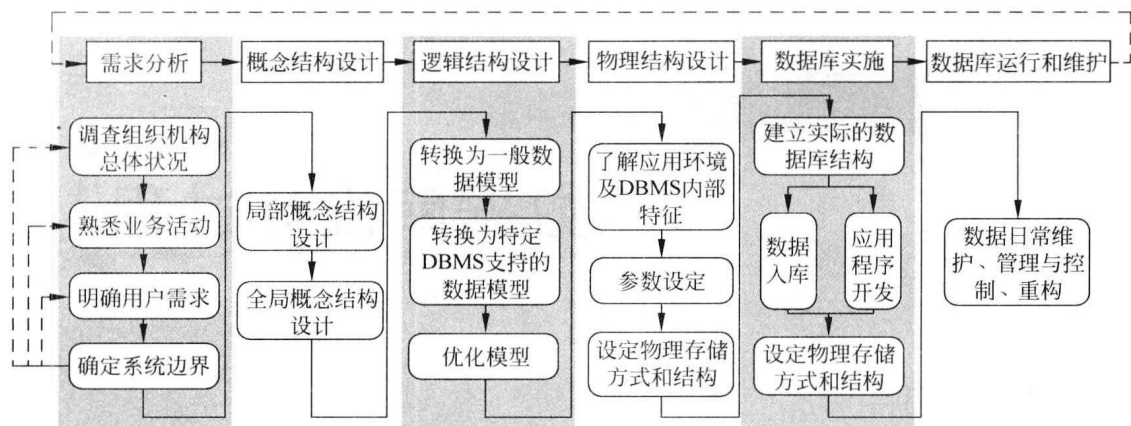


图 1.1 数据库设计过程总图

买款,如支票、信用卡或现金等。订单由用户通过网络系统生成,并在格式检查、产品目录检查及客户信息验证后进行提交,不合格的订单将被注明原因后直接退回。

订单提交完毕之后,系统根据库存情况审核订单。如果库存中有足够数量的订单产品,则产生相应的出货单,然后直接从库存中发货,并交由物流系统进行处理(配送信息记录在送货单中,根据订单细节的要求一份订单可能对应多份送货单),同时出具发票。发货的方式可以有多种;如果订单中的某一商品库存中没有足量的存货,则将订单留存,并产生相应的进货单,补充库存,并在补充库存后将可满足订单的产品进行发货处理。

1.2 需求分析

需求分析的任务是详细调查现实世界的对象,了解所要解决的问题领域的业务流程,明确用户的各种需求。需要注意的是数据库设计的需求分析和软件工程的需求分析的侧重点有所不同。对于软件工程而言,需求分析的任务是从软件开发的角度出发,以软件的功能需求为核心内容,分析经济、技术、法律可行性及用户操作可行性,确定系统的功能及数据处理的要求。相对而言,数据库设计更加侧重于从数据处理的角度出发提出设计方案。

数据库设计过程中的需求分析的重点是调查、收集与分析用户在数据管理中的信息要求(即用户需要从数据库中获得信息的内容与性质)、处理要求(对数据处理功能、方式及响应时间的要求)、安全性与完整性要求(针对应用的数据约束)。

在需求分析过程中,分析和表达用户需求的常用方法是自顶向下的结构化分析方法(Structured Analysis, SA)。SA方法从最上层的系统组织机构入手,采用逐层分解的方式分析系统,并用数据流图和数据字典描述系统。

1.2.1 数据流图基本概念

数据流图是描绘系统的逻辑模型。它只描绘数据流在系统中流动和处理的情况,是逻辑系统的图形表示。数据流图用抽象模型的概念,按照软件内部数据传递、变换的关系,自顶向下逐层分解,找到满足功能要求的所有可实现的软件。在组织方式上,数据流图以分层

的形式反映结构关系,以易于理解的方式清楚地表达整个系统。

数据流图去掉了具体的组织机构、工作场所、物质流等,只剩下信息和数据存储、流动、使用以及处理等抽象数据。通过把系统对各种业务的处理过程联系起来,数据流图将系统的数据存储、流动及处理形成总体,反映出数据流之间的概括情况。

数据流图常用的符号体系有两种,分别是 Gane&Sarson 和 Yourdon。两种符号体系的表示方法及对应关系如表 1.1 所示。

表 1.1 数据流图符号表示体系

概 念	Gane&Sarson	Yourdon
数据处理	1 Process_1	1 Process_1
数据流	→	→
数据存储	1 Data Store_1	Data Store_1
外部实体	External Entity_1	External Entity_1
数据分解/合并	○	○

如表 1.1 所示,数据流图使用 4 种基本的组成元素以及数据的分解/合并节点。

- 数据源点或数据终点(外部实体): 数据源和终点分别表示数据的外部来源和去处。它通常是系统之外的人员或组织,不受系统控制。
- 数据处理: 数据处理是对数据进行的操作,它把流入的数据流转换为流出的数据流。
- 数据存储: 数据存储是存储数据的工具,数据存储名应与它的内容一致。
- 数据流: 数据流由一组确定的数据组成。数据流可以从处理流向处理,也可以从处理流进、流出数据存储,还可以从源点流向处理或从处理流向终点。

1.2.2 数据流图绘制

数据流图的绘制过程就是通过需求的描述及问题的分析,识别数据流图的 4 种组成成分,并不断细化设计方案的过程。具体的步骤如图 1.2 所示。

首先,需要从问题描述中识别出 4 种基本组成成分。然后,根据组成成分识别的结果绘制系统的基本系统流图,即数据流图的顶层图(第 0 层)。在绘制顶层图的过程中,最重要的就是确定系统的功能范围(系统边界)。在仍未清晰理解系统的情况下应设计稍大的系统功能范围,并在后续的设计过程中逐步求精。

将系统边界内部作为一个整体,则与此整体进行交互的

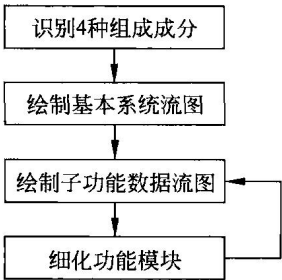


图 1.2 数据流图的绘制过程