



高等学校“十二五”规划教材·计算机软件工程系列

Design and Practice of Database Application System

# 数据库系统设计与实践

◎主 编 王霓虹  
◎副主编 张锡英 徐悦竹

注重夯实基础理论 / 搭建优化应用平台  
精选典型案例分析 / 培养实践设计能力



哈尔滨工业大学出版社  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十二五”规划教材·计算机软件工程系列

# 数据库系统设计与实践

主 编 王霓虹  
副主编 张锡英 徐悦竹

哈尔滨工业大学出版社

## 内容简介

本书将数据库程序设计理论与具体实践相结合,简要介绍了设计过程,对三种主流数据库产品(Oracle、SQL Server 和 DB2)进行了介绍,并以企业供产销管理系统的设计与实现和企业 ERP 系统的设计与实现为例,详尽介绍了数据库应用系统的分析、设计和实现的过程,最后给出了几个案例需求,作为数据库系统实践设计的参考题目。

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设计的教材,也可供从事数据库开发与应用的工程技术人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

数据库系统设计与实践/王霓虹主编. —哈尔滨:  
哈尔滨工业大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5603-3449-3

I. ①数… II. ①王… III. ①数据库系统-程序设计  
IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 258540 号

策划编辑 王桂芝 赵文斌  
责任编辑 王桂芝 宋福君  
出版发行 哈尔滨工业大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006  
传 真 0451-86414749  
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>  
印 刷 肇东市一兴印刷有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 280 千字  
版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5603-3449-3  
定 价 28.00 元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

# 高等学校“十二五”规划教材

## 计 算 机 软 件 工 程 系 列

### 编 审 委 员 会

名誉主任 丁哲学

主 任 王义和

副 主 任 王建华

编 委 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 王霓虹 | 印桂生 | 许少华 | 任向民 |
| 衣治安 | 刘胜辉 | 苏中滨 | 苏建民 |
| 张 伟 | 李金宝 | 苏晓东 | 张淑丽 |
| 沈维政 | 金 英 | 胡 文 | 姜守旭 |
| 贾宗福 | 黄虎杰 | 董宇欣 |     |

# ◎ 序

## Foreword

随着计算机工程的发展和社会对计算机工程人才需求的增长,软件工程专业培养目标更加明确,特色更加突出。目前,国内多数高校软件工程专业培养目标是以需求为导向,注重培养学生掌握软件工程基本理论、专业知识和基本技能,具备运用先进的工程化方法、技术和工具从事软件系统分析、设计、开发、维护和管理等工作能力,以及具备参与工程项目的实践能力、团队协作能力、技术创新能力和市场开拓能力,具有发展成软件行业高层次工程技术和企业管理人才的潜力,使学生成为适应社会主义市场经济和信息产业发展需要的“工程实用型”人才。

本系列教材针对软件工程专业“突出学生的软件开发能力和软件工程素质,培养从事软件项目开发和管理的工程技术人员”的培养目标,集9家软件学院(软件工程专业)的优秀作者和强势课程,本着“立足基础,注重实践应用;科学统筹,突出创新特色”的原则,精心策划编写。具体特色如下:

### 1. 紧密结合企业需求,多校优秀作者联合编写

本系列教材编写在充分进行企业需求、学生需要、教师授课方便等多方市场调研的基础上,采取了校企适度联合编写的做法,根据目前企业的普遍需要,结合在校学生的实际学习情况,校企作者共同研讨、确定课程的安排和相关教材内容,力求使学生在校学习过程中就能熟悉和掌握科学研究及工程实践中需要的理论知识和实践技能,以便适应就业及创业的需要,满足国家对软件工程师人才的需要。

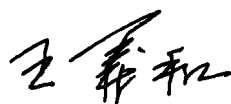
### 2. 多门课程系统规划,注重培养学生工程素质

本系列教材精心策划,从计算机基础课程→软件工程基础与主干课程→设计与实践课程,系统规划,统一编写。既考虑到每门课程的相对独立性、基础知识的完整性,又兼顾到相关课程之间的横向联系,避免知识点的简单重复,力求形成科学、完整的知识体系。

本系列教材中的《离散数学》、《数据库系统原理》、《算法设计与分析》等基础教材在引入概念和理论时,尽量使其贴近社会现实及软件工程等学科的技术和应用,力图将基本知识与软件工程学科的实际问题结合起来,在具备直观性的同时强调启发性,让学生理解所学的

知识。《软件工程导论》、《软件体系结构》、《软件质量保证与测试技术》、《软件项目管理》等软件工程主干课程以《软件工程导论》为线索,各课程间相辅相成,互相照应,系统地介绍了软件工程的整个学习过程。《数据结构应用设计》、《编译原理设计与实践》、《操作系统设计与实践》、《数据库系统设计与实践》等实践类教材以实验为主题,坚持理论内容以必需和够用为度,实验内容以新颖、实用为原则编写。通过一系列实验,培养学生的探究、分析问题的能力,激发学生的学习兴趣,充分调动学生的非智力因素,提高学生的实践能力。

相信本系列教材的出版,对于培养软件工程人才、推动我国计算机工程事业的发展必将起到积极作用。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '王义红' (Wang Yihong).

2011 年 7 月

# ◎ 前言

Preface

数据库原理是一门应用性很强的专业课,在学习时必须注重理论与实践相结合。目前,正式出版的《数据库系统原理》都偏重原理性的内容,而对实践内容涉及较少。本教材作为课程的实习实践用书,采用理论和实践相结合的方法,指导學生进行课程设计。目的是通过实践使学生经历一个数据库设计的全过程和得到一次综合的训练,以便能较全面地理解、掌握和综合运用所学的知识。本书是《数据库原理与应用》课程的配套教材,可以作为任何一本《数据库原理与应用》课程的的实习实践用书配套使用,又可以作为数据库相关的课程设计参考用书。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设计的教材,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。

本书共分5章。第1章数据库设计,介绍了数据库应用系统设计的步骤、相关方法和技术。第2章数据库管理系统简介,介绍了三种主流数据库产品:Oracle、SQL Server 和 DB2 的体系结构、特点和适用领域。第3章企业供产销管理系统的设计与实现和第4章企业 ERP 系统的设计与实现,介绍了两个数据库应用系统的需求说明、数据库设计与实现、用户界面设计概要、数据库实施与维护的完整过程。第5章案例需求,介绍了颀特计算机科技公司办公自动化系统设计、高校科研工作量申报核算系统设计、基于 Web 的信息调查与反馈系统设计、在线人才招聘系统设计、数据库课程自动答疑系统设计5个案例。附录中分别介绍了 B/S 和 C/S 模式下人力资源系统实现核心代码。

本书特点:以案例带动知识点,诠释实际项目的设计理念,使读者可举一反三。案例典型,切合实际应用,使读者身临其境,有助于快速进入开发状态。

本书由东北林业大学王霓虹、张锡英,哈尔滨工程大学徐悦竹,哈尔滨大学魏凤梅共同编写完成,其中王霓虹任主编,张锡英和徐悦竹任副主编。全书由张锡英统稿。具体编写分工如下:王霓虹负责第1章、第5章的5.1、5.2和5.5的编写,张锡英负责第2章、第5章的5.3和5.4的编写,徐悦竹负责第4章和附录的编写,魏凤梅负责第3章的编写。

由于作者水平有限,疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 5 月

# ◎ 目 录

## Contents

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第 1 章 数据库设计         | 1  |
| 1.1 数据库设计概述         | 1  |
| 1.1.1 数据库设计步骤       | 1  |
| 1.1.2 数据库设计过程中的各级模式 | 2  |
| 1.2 需求分析            | 3  |
| 1.2.1 需求调查          | 3  |
| 1.2.2 结构化分析方法       | 4  |
| 1.2.3 数据流图          | 4  |
| 1.2.4 数据字典          | 5  |
| 1.2.5 系统需求说明书       | 8  |
| 1.3 概念结构设计          | 8  |
| 1.3.1 概念结构设计的方法与步骤  | 9  |
| 1.3.2 设计局部视图        | 9  |
| 1.3.3 集成视图          | 11 |
| 1.4 逻辑结构设计          | 13 |
| 1.4.1 E-R 模型向关系模型转换 | 13 |
| 1.4.2 数据模型的优化方法     | 14 |
| 1.4.3 设计用户子模式       | 14 |
| 1.5 物理结构设计          | 15 |
| 1.5.1 确定数据库的物理结构    | 15 |
| 1.5.2 评价物理结构        | 16 |
| 1.6 数据库实施           | 16 |
| 1.6.1 数据库实施步骤       | 16 |
| 1.6.2 数据库试运行和评价     | 17 |
| 1.7 数据库维护           | 18 |
| 本章小结                | 18 |



|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>第2章 数据库管理系统简介 .....</b>       | <b>19</b> |
| 2.1 Oracle 简介 .....              | 19        |
| 2.1.1 Oracle 体系结构 .....          | 19        |
| 2.1.2 Oracle 的特点 .....           | 27        |
| 2.1.3 Oracle 适用领域 .....          | 29        |
| 2.2 SQL Server 简介 .....          | 30        |
| 2.2.1 SQL Server 体系结构 .....      | 31        |
| 2.2.2 SQL Server 的特点 .....       | 35        |
| 2.2.3 SQL Server 适用领域 .....      | 36        |
| 2.3 DB2 简介 .....                 | 36        |
| 2.3.1 DB2 体系结构 .....             | 37        |
| 2.3.2 DB2 的特点 .....              | 40        |
| 2.3.3 DB2 适用领域 .....             | 41        |
| 本章小结 .....                       | 41        |
| <b>第3章 企业供产销管理系统的设计与实现 .....</b> | <b>42</b> |
| 3.1 系统需求说明 .....                 | 42        |
| 3.1.1 需求调研 .....                 | 42        |
| 3.1.2 构建需求分析模型 .....             | 43        |
| 3.2 数据库设计与实现 .....               | 44        |
| 3.2.1 需求分析 .....                 | 44        |
| 3.2.2 概念结构设计 .....               | 47        |
| 3.2.3 逻辑结构设计 .....               | 47        |
| 3.2.4 物理结构设计 .....               | 58        |
| 3.3 用户界面设计概要 .....               | 60        |
| 3.3.1 基于 C/S 模式下的系统实现 .....      | 60        |
| 3.3.2 基于 B/S 模式下的系统实现 .....      | 61        |
| 3.4 数据库实施与维护 .....               | 68        |
| 3.4.1 数据库实施 .....                | 68        |
| 3.4.2 数据库备份恢复方案 .....            | 70        |
| 3.4.3 数据维护方案 .....               | 73        |
| 本章小结 .....                       | 74        |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>第4章 企业 ERP 系统的设计与实现 .....</b> | <b>75</b> |
| 4.1 系统需求说明 .....                 | 75        |
| 4.2 数据库设计与实现 .....               | 76        |
| 4.2.1 需求分析 .....                 | 76        |
| 4.2.2 概念结构设计 .....               | 83        |
| 4.2.3 逻辑结构设计 .....               | 84        |
| 4.2.4 物理结构设计 .....               | 88        |
| 4.3 用户界面设计概要 .....               | 88        |
| 4.3.1 基于 B/S 模式下的系统实现 .....      | 89        |
| 4.3.2 基于 C/S 模式下的系统实现 .....      | 89        |
| 4.4 数据库实施与维护 .....               | 91        |
| 4.4.1 数据库实施 .....                | 91        |
| 4.4.2 数据库备份恢复方案 .....            | 92        |
| 4.4.3 数据维护方案 .....               | 95        |
| 本章小结 .....                       | 95        |
| <b>第5章 案例需求 .....</b>            | <b>96</b> |
| 5.1 办公自动化系统设计 .....              | 96        |
| 5.1.1 绪论 .....                   | 96        |
| 5.1.2 系统分析 .....                 | 96        |
| 5.1.3 系统设计 .....                 | 102       |
| 5.1.4 数据库设计 .....                | 105       |
| 5.2 高校科研工作量申报核算系统设计 .....        | 107       |
| 5.2.1 绪论 .....                   | 107       |
| 5.2.2 系统分析 .....                 | 108       |
| 5.2.3 系统设计 .....                 | 109       |
| 5.2.4 数据库设计 .....                | 109       |
| 5.3 基于 Web 的信息调查与反馈系统设计 .....    | 117       |
| 5.3.1 绪论 .....                   | 117       |
| 5.3.2 系统分析 .....                 | 117       |
| 5.3.3 系统设计 .....                 | 118       |
| 5.3.4 数据库设计 .....                | 119       |

目录

5.4 在线人才招聘系统设计 ..... 126

    5.4.1 绪论 ..... 126

    5.4.2 系统分析 ..... 127

    5.4.3 系统设计 ..... 128

    5.4.4 数据库设计 ..... 130

5.5 数据库课程自动答疑系统设计 ..... 134

    5.5.1 绪论 ..... 134

    5.5.2 系统分析 ..... 134

    5.5.3 系统设计 ..... 135

    5.5.4 数据库设计 ..... 136

本章小结..... 138

附录..... 139

    附录1 B/S 模式下人力资源系统实现代码 ..... 139

    附录2 C/S 模式下人力资源系统实现代码 ..... 150

参考文献..... 164

**学习目标** 通过本章的学习,掌握数据库设计的各阶段的方法和过程,通过相关实例掌握数据库设计的各个环节,为课程设计打下坚实基础。

## 1.1 数据库设计概述

数据库设计是指对于一个给定的应用环境,构造最优的数据库模式,建立数据库及其应用系统,使之能够有效地存储数据,满足各种用户的应用需求(信息要求和处理要求)。

数据库设计是硬件和软件的结合。数据库应用系统的设计包括两部分:

- (1)结构设计:就是设计各级数据库模式,决定数据库系统的信息内容。
- (2)行为设计:它决定数据库系统的功能,是事务处理等应用程序的设计。

根据系统的结构和行为两方面特性,系统设计开发分为两个部分:一部分是作为数据库应用系统核心和基石的数据库设计;另一部分是相应的数据库应用软件的设计开发。这两部分是紧密相关、相辅相成的,它们组成统一的数据库工程,如图 1.1 所示。

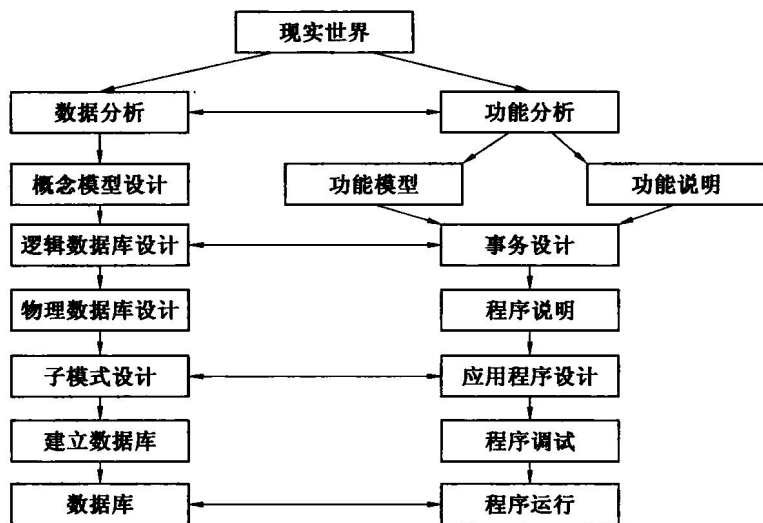


图 1.1 数据库应用系统的设计

### 1.1.1 数据库设计步骤

按照规范设计法的要求,目前公认的数据库设计由以下 6 步组成。

### (1) 需求分析阶段

需求收集和分析,结果得到数据字典描述的数据需求和数据流图描述的处理需求。

### (2) 概念结构设计阶段

通过对用户需求进行综合、归纳与抽象,形成一个独立于具体的数据库管理系统的概念模型,可以用 E-R 图表示。

### (3) 逻辑结构设计阶段

将概念结构转换为某个 DBMS 所支持的数据模型(例如关系模型),并对其进行优化。

### (4) 物理设计阶段

为逻辑数据模型选取一个最适合应用环境的物理结构(包括存储结构和存取方法)。

### (5) 数据库实施阶段

运用 DBMS 提供的数据库语言(例如 SQL)及其宿主语言(例如 C),根据逻辑设计和物理设计的结果建立数据库,编制与调试应用程序,组织数据入库,并进行试运行。

### (6) 运行和维护阶段

数据库应用系统经过试运行后即可投入正式运行。在数据库系统运行过程中必须不断地对其进行评价、调整与修改。

## 1.1.2 数据库设计过程中的各级模式

数据库的模式设计也是由数据库设计的各个阶段完成的,具体体现在概念结构设计、逻辑结构设计和数据库物理设计 3 个阶段。

在概念结构设计阶段由系统分析设计人员将需求分析的结果进行综合、归纳与抽象,形成独立于机器特点,独立于各个 DBMS 产品的概念模式(如 E-R 图)。

在逻辑结构设计阶段将 E-R 图转换成具体的数据库产品支持的数据模型,如关系模型,形成数据库逻辑模式;逻辑结构设计阶段还根据用户处理要求、安全性的考虑,在基本表的基础上建立必要的视图,形成数据库的外模式。

在数据库物理设计阶段根据 DBMS 特点和应用处理的需求,进行物理存储的安排、建立索引等存储路径,形成数据库内模式。

数据库设计过程中的各级模式如图 1.2 所示。

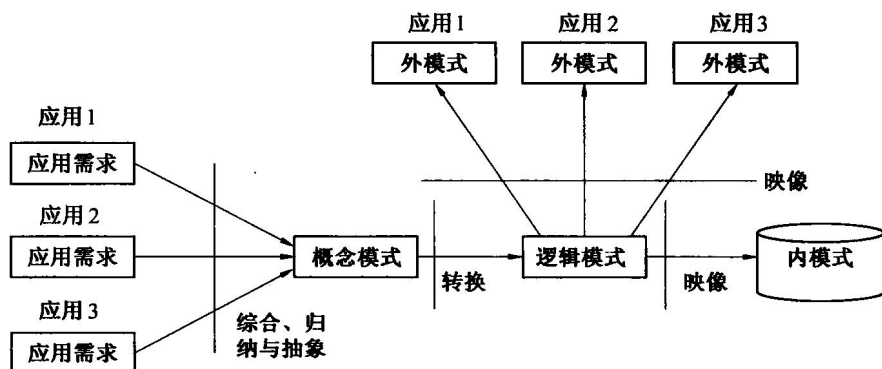


图 1.2 数据库设计过程中的各级模式

## 1.2 需求分析

需求分析是数据库设计的第一阶段,本阶段所得的结果是下一阶段——系统的概念结构设计的基础。如果需求分析有误,则以它为基础的整个数据库设计将成为毫无意义的工作。需求分析也是数据库设计人员感觉最繁琐和困难的一步。

数据库需求分析和一般信息系统的系统分析基本上是一致的。但是数据库需求分析所收集的信息,却要详细得多,不仅要收集数据的型(包括数据的名称、数据类型、字节长度等),还要收集与数据库运行效率、安全性、完整性有关的信息,包括数据使用频率、数据间的联系以及对数据操纵时的保密要求等。

需求分析的任务是详细调查现实世界要处理的对象(组织、部门、企业等),充分了解原系统(手工系统或计算机系统),明确用户的各种需求,确定新系统的功能,并充分考虑今后可能的扩充和改变,需求分析的过程如图 1.3 所示。

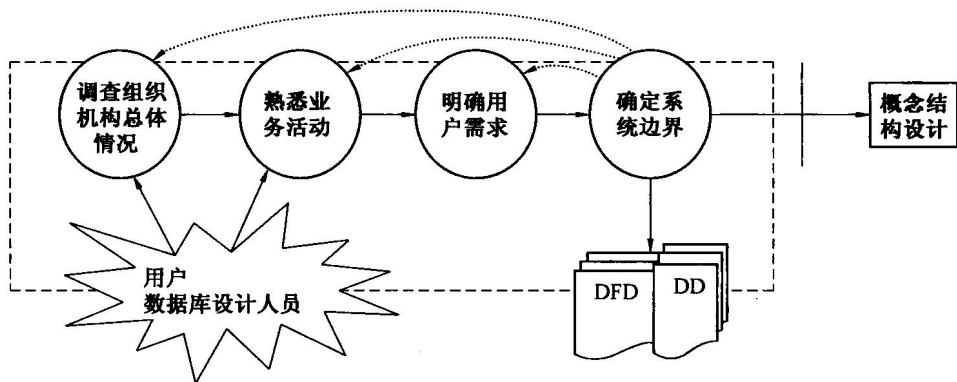


图 1.3 需求分析的过程

### 1.2.1 需求调查

需求调查是指为了彻底了解原系统的全部概况,系统分析师和数据库设计人员深入到应用部门,和用户一起调查和收集原系统所涉及的全部数据。需求调查要明确的问题很多,大到企业的经营方针政策、组织结构,小到每一张票据的产生、输入、输出、修改和查询等。重点是以下几个方面:

#### (1) 信息要求

用户需要对哪些信息进行查询和分析,信息与信息之间的关系如何等。

#### (2) 处理要求

用户需要对信息进行何种处理,每一种处理有哪些输入、输出要求,处理的方式如何,每一种处理有无特殊要求等。

#### (3) 系统要求

主要包括以下几个方面:

① 安全性要求:系统有几种用户使用,每一种用户的使用权限如何。

② 使用方式要求:用户的使用环境是什么,平均有多少用户同时使用,最高峰时有多少

用户同时使用,有无查询相应的时间要求等。

③可扩充性要求:对未来功能、性能和应用访问的可扩充性的要求。

为了完成需求分析,常用的需求调查的方法主要有以下几种:

①查阅记录;

②询问;

③跟班作业;

④开调查会;

⑤使用调查表的形式调查用户的需求;

⑥网络调查。

借助于网络调查和反馈系统,也可以提高完成需求调查的效率。

需求调查的方法很多,常常综合使用各种方法。对用户对象的专业知识和业务过程了解得越详细,为数据库设计所作的准备就越充分。并且设计人员还应考虑到将来对系统功能的扩充和改变,尽量把系统设计得易于修改。

### 1.2.2 结构化分析方法

在数据库系统的设计中,数据建模通常采用图形化方法来描述企业的信息需求和业务规则,以建立逻辑数据模型,其作用有两个:一是与用户进行沟通,明确需求;另一个作用是作为数据库物理设计的基础,以保证物理数据模型能充分满足应用要求,保证数据的一致性和完整性。

结构化分析方法首先把任何一个系统都抽象如图 1.4 所示的数据流图,然后逐步分解处理功能和数据。

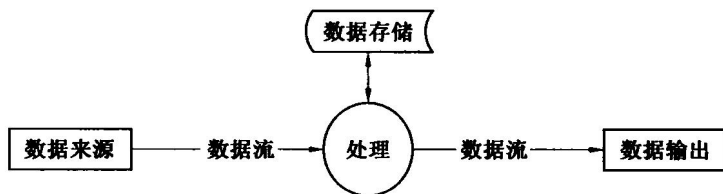


图 1.4 数据库系统的抽象

### 1.2.3 数据流图

对于一个较复杂的系统,其加工(或处理)可能有数百乃至数千个,整个系统的数据流图很难一次全部画齐。而采用分层的思想可以很好地解决这个问题。数据流图分层的基本思想是“自顶向下逐步分解”,即从系统的基本模型(把整个系统看成是一个加工)开始,逐层对系统进行分解。每次分解一个加工,得到相应的多个更具体的加工,形成分层数据流图。重复这种分解,直到所有加工都足够简单明了为止。

【例 1.1】 假设我们要开发一个学校管理系统。

(1)经过可行性分析和初步需求调查,确定该系统由教师管理子系统、学生管理子系统、后勤管理子系统组成,每个子系统分别配备一个开发小组。抽象出该系统的系统结构图,如图 1.5 所示。

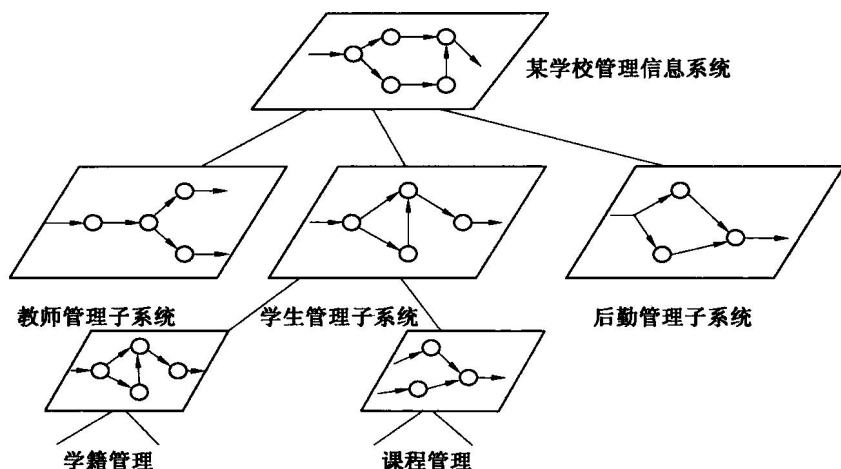


图 1.5 学校管理系统最高层数据流图

(2) 进一步细化各个子系统。以学生管理子系统为例,学生管理子系统开发小组通过需求调查,明确该子系统的主要功能是学籍管理和课程管理,包括学生报到、入学、毕业的管理,学生上课情况的管理。通过信息流程分析和数据收集后,他们生成了该子系统的数据流图。学籍管理子系统的数据流图如图 1.6 所示。

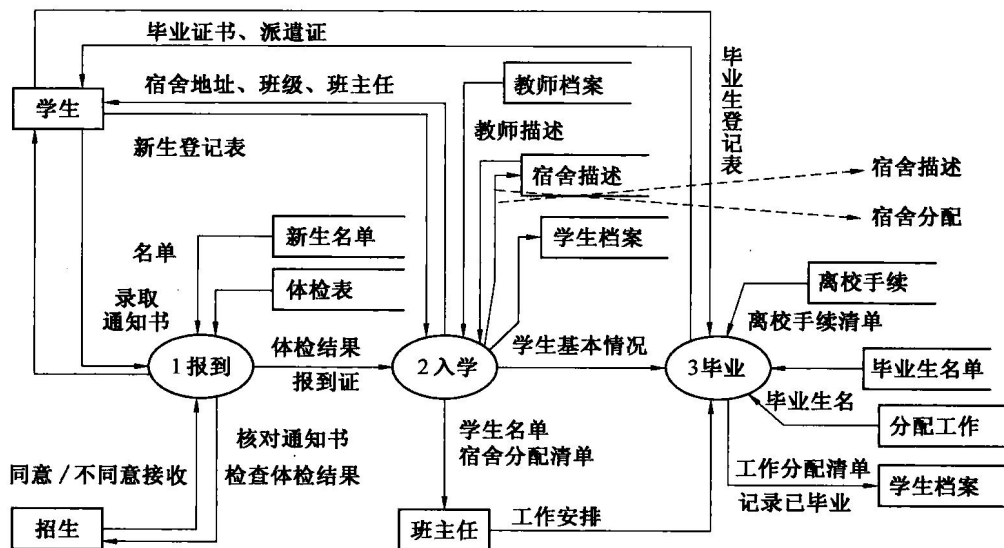


图 1.6 学籍管理子系统的数据流图

(3) 对学籍管理的学生报到、入学和毕业等处理过程进一步分解,得到的数据流图有如图 1.7 所示的报到数据流图、如图 1.8 所示的入学数据流图和如图 1.9 所示的毕业数据流图。

(4) 课程管理子系统的数据流图如图 1.10 所示。

#### 1.2.4 数据字典

数据字典是以特定格式记录下来的,对数据流程图中各个基本要素(数据流、文件、加



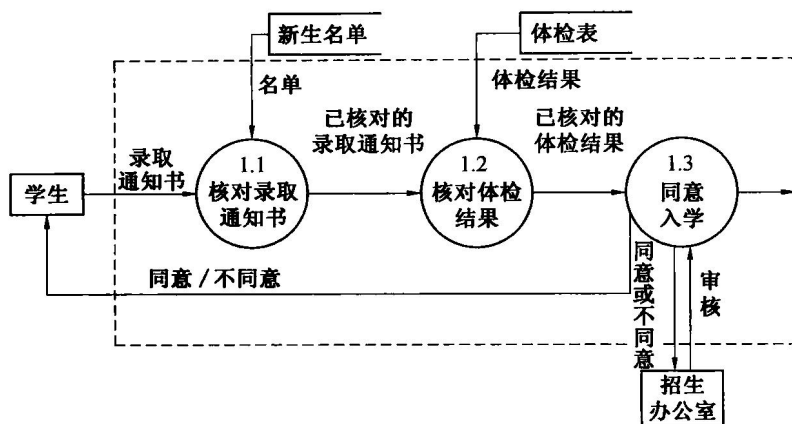


图 1.7 学籍管理系统数据流图——报到

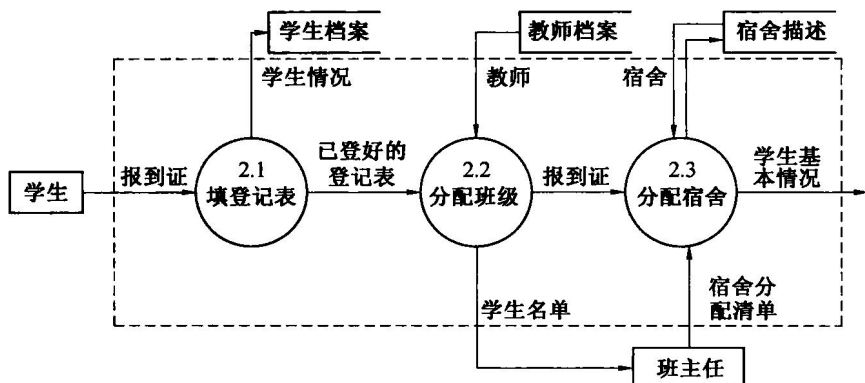


图 1.8 学籍管理系统数据流图——入学

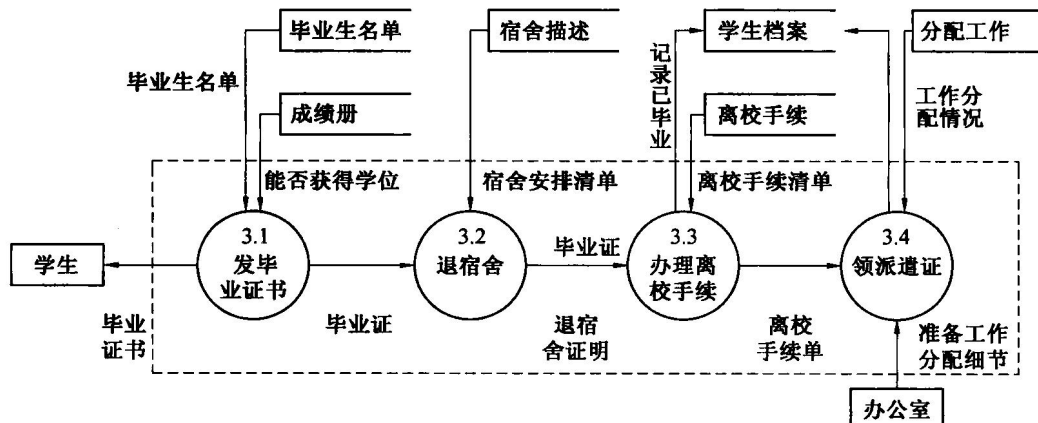


图 1.9 学籍管理系统数据流图——毕业

工等)的具体内容和特征所作的完整的对应和说明。

数据字典是对数据流图的注释和重要补充,它帮助系统分析师全面确定用户的要求,并为以后的系统设计提供参考依据。

数据字典的内容包括数据项、数据结构、数据流、处理过程、数据存储和外部实体等,一