

全国计算机等级 考试三级教程



教育部考试中心

——数据库技术（2018年版）

高等教育出版社



全国计算机等级考试三级教程

——数据库技术

(2018 年版)

Quanguo Jisuanji Dengji Kaoshi Sanji Jiaocheng
——Shujuku Jishu

教育部考试中心

何玉洁 刘乃嘉 编

高等教育出版社·北京

内容提要

《全国计算机等级考试三级教程——数据库技术（2018 年版）》是根据教育部考试中心制定的《全国计算机等级考试三级数据库技术考试大纲》的要求编写的。

全书按照数据库技术考试大纲设定六部分内容：数据库应用系统分析及规划、数据库设计及实现、数据库存储技术、并发控制技术、数据库管理与维护、数据库技术的发展及新技术。全书分 14 章，论述了数据库技术考试涉及的相关知识和内容。

本书内容丰富翔实，理论和实践并重，面向数据库工程与应用，实用性强，不仅可作为数据库工程师考试的标准教材，而且可作为高等学校计算机应用及相关专业的教材，还可作为实用的数据库技术培训教材及工程技术人员自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试三级教程:2018 年版. 数据库技术 / 教育部考试中心编. —北京:高等教育出版社, 2017.11(2018.1 重印)
ISBN 978-7-04-048862-3

I. ①全… II. ①教… III. ①电子计算机—水平考试—教材②数据库系统—水平考试—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 272495 号

策划编辑 何新权 责任编辑 何新权 封面设计 杨立新 版式设计 马云
责任校对 殷 然 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	高教社(天津)印务有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	21.75	版 次	2017 年 11 月第 1 版
字 数	530 千字	印 次	2018 年 1 月第 2 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	46.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 48862-00

积极发展全国计算机等级考试 为培养计算机应用专门人才、促进信息 产业发展作出贡献

(序)

中国科协副主席 中国系统仿真学会理事长
第五届全国计算机等级考试委员会主任委员
赵沁平

当今,人类正在步入一个以智力资源的占有和配置,知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代,也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技(特别是高科技)为先导的综合国力的竞争。在高科技中,信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合、具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域,迅速改变着人们的工作、生活和社会的结构,是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中,计算机硬件及通信设施是载体,计算机软件是核心。软件是人类知识的固化,是知识经济的基本表征,软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代,软件是信息化的核心,国民经济和国防建设、社会发展、人民生活都离不开软件,软件无处不在。软件产业是增长快速的朝阳产业,是具有高附加值、高投入高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程,促进从注重量的增长向注重质的提高方向发展。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全,体现国家综合实力,决定 21 世纪国际竞争地位的战略性新兴产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力促进信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,培养一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的应用型人才。

1994 年,国家教委(现教育部)推出了全国计算机等级考试,这是一种专门评价应试人员对计算机软硬件实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历和年龄,从而为培养各行业计算机应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出全国计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人,2017 年报考人数已达 620 万人。截至 2017 年年底,全国计算机等级考试共开考 50 次,考生人数累计达 7 665 万人,有 2 885 万人获得了各级计算机等级证书。

事实说明,鼓励社会各阶层人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并通过等级考试对他们的能力予以科学、公正、权威性的认证,是一种比较好的、有效的计算机应用人才培养途径,符合我国的具体国情。等级考试同时也为用人单位录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看,不论是管理人员还是应试人员,对该项考试的内容和

形式都给予了充分肯定。

计算机技术日新月异。全国计算机等级考试大纲顺应技术发展和需求的变化,从2010年开始对新版考试大纲进行调研和修订,在考试体系、考试内容、考试形式等方面都做了较大调整,希望等级考试更能反映当前计算机技术的应用实际,使培养计算机应用人才的工作更健康地向前发展。

全国计算机等级考试取得了良好的效果,这有赖于各有关单位专家在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等多项工作中付出的大量心血和辛勤劳动,他们为这项工作的开展作出了重要的贡献。我们在此向他们表示衷心的感谢!

我们相信,在21世纪知识经济和加快发展信息产业的形势下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以“激励引导成才,科学评价用才,服务社会选材”为目标,服务考生和社会,为我国培养计算机应用专门人才的事业作出更大的贡献。

前 言

本教程是根据教育部考试中心制定的《全国计算机等级考试三级数据库技术考试大纲(2018年版)》的要求编写的,主要是在新考试大纲指导下,对前一版的教程进行修订,使其符合新的数据库技术考试大纲的要求。

全书共分14章,主要包括数据库应用系统的需求分析与设计(包括结构化设计方法和面向对象设计方法)、后台数据库编程、数据库的运行维护与优化、故障管理、数据仓库技术等几个方面。具体内容如下:

第1章 数据库应用系统开发方法。全面介绍了数据库应用系统开发的全过程,包括系统规划分析、需求分析、系统设计、部署、运维,以及各阶段的实现方法。本章最后给出了本书所用的商场经营管理系统案例的业务需求及非功能需求。

第2章 需求分析。介绍需求分析的概念、获取需求的方法、重点介绍功能建模方法数据流图(Data Flow Diagram, DFD),同时简要介绍 IDEF0 建模方法,并结合第1章提出的商场经营管理系统应用案例给出了用 DFD 方法建模的过程与结果。

第3章 数据库结构设计。介绍了数据库的概念结构设计、逻辑结构设计和物理结构设计的过程和步骤。在概念设计部分,详细介绍 ER 建模方法,同时简要介绍了 IDEF1X 建模方法,并给出了商场经营管理系统应用案例的概念设计结果。逻辑设计部分简单介绍了逻辑设计的概念,并给出了商场经营管理系统案例的逻辑设计结果。物理设计部分主要介绍了数据库的物理结构、索引等的基本概念同时介绍了数据库物理设计包含的内容。

第4章 数据库应用系统功能设计与实施。本章按照 DBAS 生命周期模型,依次描述 DBAS 总体设计、DBAS 功能概要设计、DBAS 功能详细设计的步骤与内容以及应用系统安全架构设计及 DBAS 实施的过程及内容。

第5章 UML 与数据库应用系统。本章结合第1章给出的商场经营管理系统案例,以数据库应用系统生命周期模型中的应用软件设计为主线,介绍了 UML 的建模方法和过程,给出了案例的 UML 建模结果。

第6章 高级数据查询。主要介绍了扩展的一些数据查询功能,包括 TOP、CASE、查询结果的并、交、差运算、各种形式的子查询、开窗函数、公用表表达式等。有些查询功能是 SQL Server 2008 新增加的。

第7章 数据库及数据库对象。主要介绍了 SQL Server 2008 中数据库的创建及维护方法,同时介绍了架构、分区表、索引、索引视图等数据库对象的定义方法。

第8章 数据库后台编程技术。本章以 SQL Server 2008 为基础,介绍了存储过程、函数、触发器、游标的作用及定义方法。

第9章 安全管理。介绍了数据库安全控制概念、如何在 SQL Server 2008 中实现安全控制,包括用户身份的确认和用户操作权限的管理等,同时简单介绍 Oracle 的安全控制实现方法。

第10章 数据库运行维护与优化。本章结合数据库运维的日常工作,简要介绍包括监控分

析、空间管理、参数调整、系统性能优化以及查询优化涉及的一些方法和技术。

第 11 章 故障管理。本章针对数据库故障管理的问题,给出了常见的故障管理的种类,简要介绍了数据库恢复技术,包括数据转储、登记日志文件、具有检查点的恢复技术、数据库镜像和 RAID 技术。

第 12 章 备份与恢复数据库。主要介绍了 SQL Server 2008 提供的备份和恢复机制,并简要介绍 Oracle 提供的备份和恢复机制。

第 13 章 大规模数据库架构。本章简单介绍了分布式数据库、并行数据库、云计算数据库架构以及 XML 数据库。

第 14 章 数据仓库与数据挖掘。本章首先介绍数据仓库的基本概念、如何设计和建造数据仓库、数据仓库的运行与维护,然后介绍联机分析处理与多维数据模型,最后简要概述数据挖掘技术,包括数据挖掘的步骤,数据挖掘中的关联规则挖掘、分类挖掘、聚类挖掘和时间序列分析。

本书主要由何玉洁和刘乃嘉老师负责编写与修订,何玉洁老师负责的内容有第 1 章~第 9 章、第 12 章、附录 3、附录 4、附录 5;刘乃嘉老师负责的内容有第 10 章、第 11 章、第 13 章、第 14 章、9.6 节、12.3 节、附录 1、附录 2。限于水平与时间有限,书中难免有欠妥或错误,望读者提出宝贵意见。

作者

目 录

第1章 数据库应用系统开发方法	1	2.3 需求分析实例	27
1.1 数据库应用系统生命周期	1	小结	32
1.1.1 软件工程与软件开发方法	1	习题	32
1.1.2 DBAS 生命周期模型	3	第3章 数据库结构设计	34
1.2 规划与分析	4	3.1 数据库概念设计	34
1.2.1 系统规划与定义	5	3.1.1 概念设计的任务	34
1.2.2 可行性分析	6	3.1.2 概念设计的依据及过程	35
1.2.3 项目规划	6	3.1.3 数据建模方法	37
1.3 需求分析	7	3.1.4 概念设计实例	41
1.3.1 数据需求分析	7	3.2 数据库逻辑设计	44
1.3.2 功能需求分析	8	3.2.1 概述	44
1.3.3 性能需求分析	9	3.2.2 逻辑设计实例	44
1.3.4 其他需求分析	9	3.3 数据库物理设计	46
1.4 系统设计	10	3.3.1 物理设计概述	46
1.4.1 概念设计	10	3.3.2 数据库的物理结构	47
1.4.2 逻辑设计	11	3.3.3 索引	47
1.4.3 物理设计	11	3.3.4 数据库物理设计	53
1.5 实现与部署	12	3.3.5 其他物理设计环节	59
1.6 运行管理与维护	12	小结	60
1.7 应用案例需求	13	习题	61
1.7.1 案例概述	13	第4章 数据库应用系统功能设计与实施	62
1.7.2 案例业务功能需求	14	4.1 软件体系结构与设计过程	62
1.7.3 非功能性需求概述	15	4.1.1 软件体系结构	62
小结	15	4.1.2 软件设计过程	63
习题	16	4.2 DBAS 总体设计	64
第2章 需求分析	17	4.2.1 DBAS 体系结构设计	65
2.1 需求分析	17	4.2.2 DBAS 软件总体设计	67
2.1.1 需求分析的概念与意义	17	4.2.3 软硬件选型与配置设计	67
2.1.2 需求获取的方法	19	4.2.4 业务规则初步设计	68
2.1.3 需求分析过程	19	4.3 DBAS 功能概要设计	69
2.2 需求分析方法	22	4.3.1 表示层概要设计	70
2.2.1 需求分析方法概述	22	4.3.2 业务逻辑层概要设计	71
2.2.2 DFD 需求建模方法	22	4.3.3 数据访问层概要设计	71
2.2.3 其他需求建模方法	25	4.4 DBAS 功能详细设计	73
2.2.4 DFD 与 IDEF0 比较	27		



4.4.1 表示层详细设计	73	6.2 查询结果的并、交、差运算	111
4.4.2 业务逻辑层详细设计	74	6.2.1 并运算	111
4.5 应用系统安全架构设计	75	6.2.2 交运算	112
4.5.1 数据安全设计	75	6.2.3 差运算	113
4.5.2 环境安全设计	77	6.3 相关子查询	113
4.5.3 制度安全设计	78	6.4 其他形式的子查询	116
4.6 DBAS 实施	79	6.5 其他一些查询功能	117
4.6.1 创建数据库	79	6.5.1 开窗函数	117
4.6.2 数据装载	80	6.5.2 公用表表达式	122
4.6.3 编写与调试应用程序	80	小结	124
4.6.4 数据库系统试运行	80	习题	125
小结	82	第 7 章 数据库及数据库对象	128
习题	82	7.1 创建及维护数据库	128
第 5 章 UML 与数据库应用系统	84	7.1.1 SQL Server 数据库概述	128
5.1 DBAS 建模	84	7.1.2 SQL Server 数据库的组成	129
5.2 DBAS 业务流程与需求表达	85	7.1.3 数据库文件组	130
5.2.1 业务流程与活动图	85	7.1.4 数据库文件的属性	131
5.2.2 系统需求与用例图	87	7.1.5 用 T-SQL 语句创建数据库	131
5.3 DBAS 系统内部结构的表达	91	7.1.6 修改数据库	135
5.3.1 系统结构与类图	91	7.1.7 分离和附加数据库	139
5.3.2 系统结构与顺序图	94	7.2 架构	140
5.3.3 系统结构与通信图	97	7.3 分区表	142
5.4 DBAS 系统微观设计的表达	98	7.3.1 基本概念	142
5.4.1 微观设计与对象图	98	7.3.2 创建分区表	142
5.4.2 微观设计与状态机图	98	7.4 索引	146
5.4.3 微观设计与时间图	99	7.5 索引视图	148
5.5 DBAS 系统宏观设计的表达	100	小结	150
5.5.1 宏观设计与包图	100	习题	150
5.5.2 宏观设计与交互概述图	102	第 8 章 数据库后台编程技术	152
5.5.3 宏观设计与复合结构图	103	8.1 存储过程	152
5.6 DBAS 系统实现与部署的表达	103	8.1.1 基本概念	152
5.6.1 系统实现与组件图	104	8.1.2 创建、执行和删除存储过程	153
5.6.2 系统实现与部署图	104	8.2 用户定义函数	157
小结	105	8.2.1 创建和调用标量函数	157
习题	106	8.2.2 创建和调用内联表值函数	159
第 6 章 高级数据查询	108	8.2.3 创建和调用多语句表值函数	160
6.1 一般数据查询功能扩展	108	8.2.4 删除用户自定义函数	162
6.1.1 使用 TOP 限制结果集	108	8.3 触发器	162
6.1.2 使用 CASE 函数	109	8.3.1 基本概念	162
6.1.3 将查询结果保存到新表中	110	8.3.2 创建触发器	163

8.3.3 删除触发器	166	11.1.1 故障类型及其解决方法	210
8.4 游标	166	11.1.2 数据库恢复技术概述	212
8.4.1 游标的组成	166	11.2 数据转储	212
8.4.2 使用游标	167	11.3 日志文件	214
8.4.3 游标示例	169	11.3.1 日志文件的概念	214
小结	171	11.3.2 日志文件的格式与内容	215
习题	171	11.3.3 登记日志文件的原则	216
第9章 安全管理	174	11.3.4 检查点	217
9.1 安全控制概述	174	11.4 硬件容错方案	218
9.2 存取控制	176	11.4.1 概述	218
9.2.1 自主存取控制	176	11.4.2 磁盘保护技术	219
9.2.2 强制存取控制	177	11.4.3 服务器容错技术	221
9.3 审计跟踪	179	11.4.4 数据库镜像与数据库容灾	222
9.4 统计数据库的安全性	179	小结	226
9.5 SQL Server 的安全控制	180	习题	226
9.5.1 身份验证模式	180	第12章 备份与恢复数据库	227
9.5.2 登录账户	181	12.1 备份与恢复的概念	227
9.5.3 数据库用户	183	12.1.1 备份数据库	227
9.5.4 权限管理	185	12.1.2 恢复数据库	228
9.5.5 角色	188	12.2 SQL Server 的备份与恢复 机制	228
9.6 Oracle 的安全管理	192	12.2.1 恢复模式	228
9.6.1 用户与资源管理	193	12.2.2 备份内容及时间	231
9.6.2 权限管理	194	12.2.3 SQL Server 的备份机制	231
9.6.3 审计功能	196	12.2.4 SQL Server 的恢复机制	239
小结	196	12.3 Oracle 的备份与恢复机制	243
习题	196	12.3.1 Oracle 数据库逻辑备份与恢复	243
第10章 数据库运行维护与优化	198	12.3.2 Oracle 数据库物理备份与恢复	244
10.1 数据库运行维护基本工作	198	小结	248
10.2 运行状态监控与分析	199	习题	248
10.3 数据库存储空间管理	200	第13章 大规模数据库架构	250
10.4 数据库性能优化	201	13.1 分布式数据库	250
10.4.1 数据库运行环境与参数调整	202	13.1.1 分布式数据库系统概述	250
10.4.2 模式调整与优化	203	13.1.2 分布式数据库目标与数据分布 策略	250
10.4.3 存储优化	205	13.1.3 分布式数据库系统的体系结构	252
10.4.4 查询优化	205	13.1.4 分布式数据库的相关技术	253
10.4.5 SQL Server 性能工具	208	13.2 并行数据库	254
小结	209	13.2.1 并行数据库概述	254
习题	209	13.2.2 并行数据库系统结构	254
第11章 故障管理	210		
11.1 故障管理概述	210		

13.2.3 数据划分与并行算法	256	14.4.2 数据仓库监控与元数据管理	286
13.3 云计算数据库架构	258	14.5 联机分析处理与多维数据模型	287
13.3.1 云计算概述	258	14.5.1 OLAP 简介	287
13.3.2 云数据库体系结构	259	14.5.2 多维分析的基本概念	288
13.3.3 云数据库与传统数据库比较	263	14.5.3 多维分析的基本操作	288
13.3.4 云数据库展望	263	14.5.4 OLAP 的实现方式	289
13.4 XML 数据库	263	14.6 数据挖掘技术	290
13.4.1 XML 数据库概述	263	14.6.1 数据挖掘步骤	290
13.4.2 SQL Server 2008 与 XML	265	14.6.2 关联规则挖掘	292
小结	268	14.6.3 分类挖掘	292
习题	268	14.6.4 聚类挖掘	293
第 14 章 数据仓库与数据挖掘	270	14.6.5 时间序列分析	294
14.1 决策支持系统的发展	270	小结	295
14.1.1 决策支持系统及其演化	271	习题	295
14.1.2 基于数据仓库的决策支持系统	272	附录 1 全国计算机等级考试三级数据库技术考试大纲(2018 年版)	297
14.2 数据仓库技术概述	273	附录 2 全国计算机等级考试三级数据库技术考试样题及参考答案	299
14.2.1 数据仓库的概念与特性	273	附录 3 商场经营管理系统数据库模式	309
14.2.2 数据仓库的体系结构与环境	275	附录 4 系统提供的常用函数	314
14.2.3 数据仓库的数据组织	275	附录 5 SQL Server 2008 的安装与配置	321
14.2.4 元数据	278	附录 6 习题参考答案	333
14.2.5 操作型数据存储	278		
14.3 设计与建造数据仓库	280		
14.3.1 数据仓库设计的需求与方法	280		
14.3.2 数据仓库的数据模型	281		
14.3.3 数据仓库设计步骤	282		
14.4 数据仓库的运行与维护	284		
14.4.1 数据仓库数据的更新维护	285		

数据库系统(Data Base System, DBS)主要提供应用数据的组织、存储、维护、访问等数据管理功能,而数据库应用系统(DataBase Application System, DBAS)不仅为用户提供数据管理功能,还根据具体应用领域业务规则,通过数据库应用程序,实现了更为复杂的数据处理功能。

数据库应用系统设计与开发是指根据具体应用领域数据管理和处理需求,设计应用数据在数据库中的组织和存储方式,即设计数据库模式或结构,并根据应用领域业务规则设计数据库应用软件。依据这些设计结果,在数据库中正确组织和存储应用数据,开发数据库应用程序,选定合适的硬件平台和操作系统、DBMS 等系统软件,按照一定的体系结构将各部分有机组合起来,构成实际可运行的数据库应用系统。

作为面向数据处理的复杂软件系统,数据库应用系统的设计与开发过程具有自身的特点。数据库应用系统的设计开发既要遵循数据库系统三级模式结构所规定的数据库设计范型,也要符合软件工程所定义的复杂软件系统开发基本原则。本章重点围绕数据库应用系统生命周期模型简要介绍数据库应用系统设计、开发和运行维护各阶段的主要目标、工作内容、输出结果和采用的关键技术。

本章最后给出了一个商场经营管理系统实例,作为本教程后续各章节讨论的各种 DBAS 设计与开发技术的应用案例。

1.1 数据库应用系统生命周期

1.1.1 软件工程与软件开发方法

20 世纪 60 年代末至 70 年代初,大型复杂软件系统开发过程中的软件危机问题日益明显,严重影响到软件开发的质量、进度和成本。为了提高软件质量,加快软件开发进度,降低开发费用,人们提出了“软件工程”的思想,即用工程的概念、原理、技术和方法对软件生产、开发的全过程进行跟踪和管理,由此诞生了“软件工程”这一计算机科学技术的新分支。

用现代工程的概念管理软件生产与开发全过程的典型方法有:瀑布模型(也称为软件生命周期模型)、快速原型模型、螺旋模型等。

1. 瀑布模型

瀑布模型(软件过程模型)是20世纪70年代初期由Winston Royce提出来的,这个模型把软件开发的全过程定义为六个阶段:阶段1是项目规划,这个阶段定义开发项目的背景、目标、实现功能、性能指标以及系统需要解决的问题,包括制定合理的项目开发计划;阶段2是系统分析,通过调研分析全面理解系统需求,并利用需求说明文档叙述项目目标、功能、适用范围、可接受的吞吐量、响应时间,以及数据的安全性、正确性、有效性等要求;阶段3是总体设计,这个阶段将需求分析阶段定义的关于目标系统做什么的描述变换成如何做,即通过这一阶段的设计活动将前一阶段的需求转换成能够实现的软件框架及系统结构,使得系统组成结构中各子系统、模块及其接口能够最佳地支持目标系统的功能需求和性能需求;阶段4是详细设计,这个阶段将细化总体设计的结果,包括确定每个模块的算法、结合具体的开发环境设计输入/输出的界面等;阶段5是编码调试与集成测试,这个阶段将用程序设计语言描述每个模块的求解步骤,通过单元测试以后,将它们组装或集成到软件框架中进行集成测试,通过集成测试发现和纠正软件模块中可能存在的问题和缺陷,在保证应用系统已经达到既定目标,功能和性能等指标满足使用要求后,即进入最后一个阶段——运行维护阶段。

瀑布模型要求必须按照模型定义的顺序,从阶段1到阶段6进行软件项目的开发工作,且每个阶段工作结束后必须提交阶段工作文档,并经过严格的评审确认后才能开始下一阶段的活动。由于各阶段活动形成一个线性顺序,便于大型复杂系统中多学科开发小组成员之间对于一些共性问题的协调,保证阶段工作的有效性、一致性和完备性。

然而,瀑布模型的这种文档驱动、强调阶段工作完备性的指导思想,在实际项目开发中往往难以完全保证。由于多种因素,用户对系统需求尤其是潜在需求并不能在项目的前期阶段完整清晰地描述出来,而常常是随着项目的深入,需求不断清晰。

2. 快速原型模型

快速原型模型是20世纪80年代中期随第四代语言及可视化开发工具产生的一种快速开发方法,其指导思想是不必把前期各阶段的活动做得尽善尽美后才启动下阶段的活动。可根据基本需求着手构建目标系统的一个可运行的早期版本,它反映了目标系统的基本功能特征。原型(雏形)系统在用户的参与下经过不断改进和完善,最终得到满意的目标系统。快速原型模型将软件开发过程划分为以下几个阶段:

(1) 快速分析。其工作目标是调研分析,在获取基本需求的基础上,确定目标系统的功能、界面特点和性能需求,以此编写基本需求说明书。

(2) 设计构造原型。依据需求说明规范,利用可视化集成开发工具快速构建一个可运行的初始系统。

(3) 运行原型。由用户和相关人员对原型系统进行操作,通过实际操作理解系统,并发现问题。

(4) 评价原型。通过审核和评价原型,确认系统存在的问题,提出改进意见,并补充缺失需求和因环境变化、需求变动引发的新的需求。

(5) 改进原型。根据修改意见和修改方案,重构及修改原型系统。重复阶段3到阶段5,直到系统满足需求,修改迭代结束。

3. 螺旋模型

螺旋模型是1988年由Barry Boehm提出的,这个模型把软件开发的全过程划分为四个阶段,也称为四个象限:

象限1是项目规划,其任务是确定系统功能和性能目标,选择可行的实施方案;象限2是风险评估,其目标是识别和评估风险;象限3是工程实现,这个阶段的目标是通过实施活动将软件需求转化为软件产品;象限4是用户评估,这个阶段的目标是评价实现结果。

模型周期从项目规划开始;然后,对可选方案,包括实现的复杂性、难度、代价进行分析评估,如果风险可以消除或承受,即进入实现阶段;最后,评价实现结果,并规划下一个开发阶段。其开发过程每经过一个迭代周期,螺旋线就增加一圈,系统又生成一个新版本,迭代活动一直持续到用户对软件产品完全满意为止。

螺旋模型将瀑布模型的系统化与快速原型模型的可修改性结合起来,引入了风险评估活动,采用“演化”的概念开发系统,使得开发者和使用者对每个演化层可能的风险有所了解,有效降低了大型项目实施过程中因成本、进度、质量等因素的不确定性带来的风险。然而,模型对开发人员评估风险的经验要求较高。

软件工程的目标是在给定成本、进度的前提下,开发出满足用户需求并具有下述特征的软件产品:可修改性、有效性、可靠性、可理解性、可维护性、可重用性、可适应性、可移植性、可追踪性和可互操作性。这些软件特征有助于提高软件产品的质量和开发效率,降低维护代价。

1.1.2 DBAS 生命周期模型

数据库应用系统(DBAS)是一类典型的面向数据管理和数据处理的复杂软件系统,其设计开发应当在满足实际应用需求的前提下,遵循数据库系统三级模式结构所规定的数据库设计范型,按照软件工程所定义的复杂软件系统开发原则,采取工程化方法,按计划、分步骤地进行,以便保证系统开发质量,降低开发成本,加快开发进度。因此,数据库应用系统的设计开发必须有软件过程模型作为指导。

图1.1给出了数据库应用系统常用的生命周期模型。该模型定义了数据库应用系统设计、开发和运行维护的整体框架,规定了设计、开发和运行维护各阶段的主要目标、工作内容和所采用的关键技术。该模型的基本思想如下:

(1) 参照软件开发瀑布模型的原理,DBAS的生命周期由项目规划、需求分析、系统设计、实现与部署、运行与维护五个基本活动组成。

(2) 将快速原型模型和螺旋模型的开发思路引入DBAS生命周期模型,允许渐进、迭代地开发DBAS。在一次迭代开发过程中,通过项目规划、需求分析、系统设计、原型构建等基本开发活动,开发出一个满足用户部分需求的原型系统。然后从该原型出发,在下一次迭代开发过程中构造一个功能更为完善的DBAS原型。通过多次迭代,逐步扩展各个原型系统的功能,使之最终满足全部用户需求,形成最终DBAS产品。

(3) 根据DBAS的总体目标和实现功能,在模型中引入了数据库设计与实现的内容,即按照数据组织与存储设计、数据访问与处理设计、应用设计三条设计主线,分别设计与实现DBAS中的数据库、数据库事务和应用程序。其中,数据库事务设计和应用软件设计属于数据库应用系统功能设计范畴。

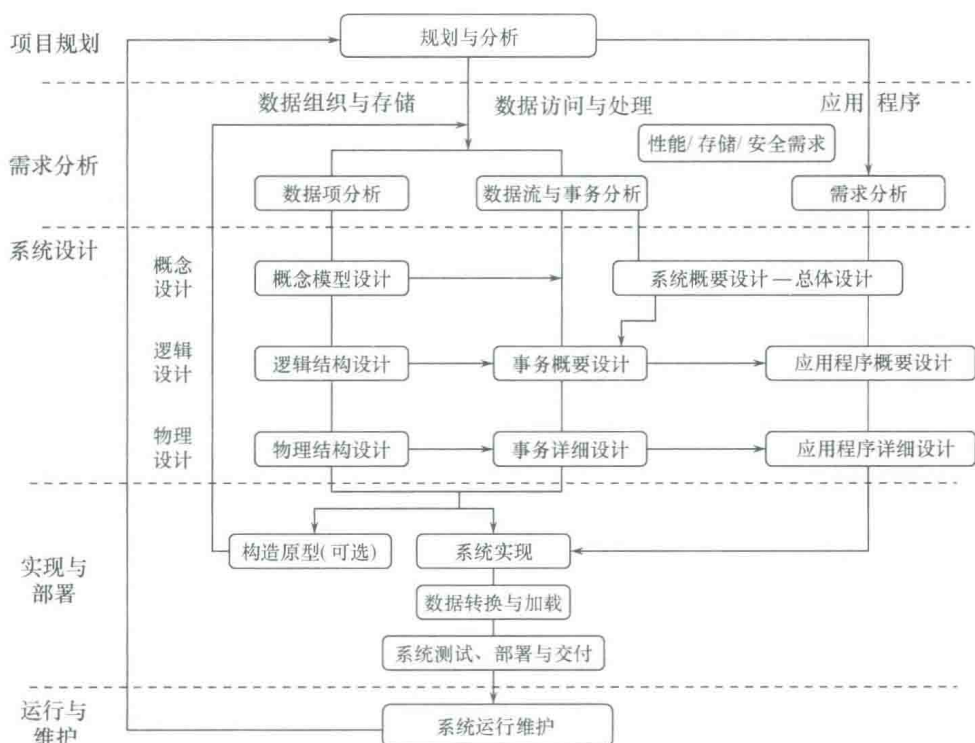


图 1.1 数据库应用系统生命周期模型

(4) 将 DBAS 设计阶段细分为概念设计、逻辑设计、物理设计三个步骤, 每一步骤的设计内容又涵盖了三条设计主线。

在许多数据库应用系统中, 对数据库数据的访问和处理只是全部系统功能的一部分, 还有其他一些系统功能与数据库并无直接关系, 或者数据管理只是这些功能中的一部分。对这类系统功能的设计需要按照应用设计主线, 根据具体应用领域的业务规则来进行。

应用设计主线将数据库应用程序的设计活动细化为应用需求分析、概要设计、详细设计等步骤。整个应用系统/程序的设计活动可以与数据库设计、数据库事务设计并行进行。应用设计主线的具体设计目标和内容根据具体应用需求而定。事务概要设计和详细设计的结果可用于应用程序中与 DB 访问有关的功能模块的概要设计和详细设计。

1.2 规划与分析

作为 DBAS 生命周期中的第一步, 规划与分析的目标是将数据库应用系统作为由计算机硬件、计算机软件 and 用户组成的复杂人机系统, 从项目管理的角度, 面向实际应用和用户需求, 确定整个数据库应用系统的目标和任务, 从技术、操作和经济三方面进行可行性分析, 并制定合理的项目开发计划。

规划与分析是数据库应用系统生命周期的起点, 规划与分析的对象既包括作为产品的 DBAS

本身,也包括开发这一产品的项目。图 1.2 给出了规划与分析的主要工作内容。

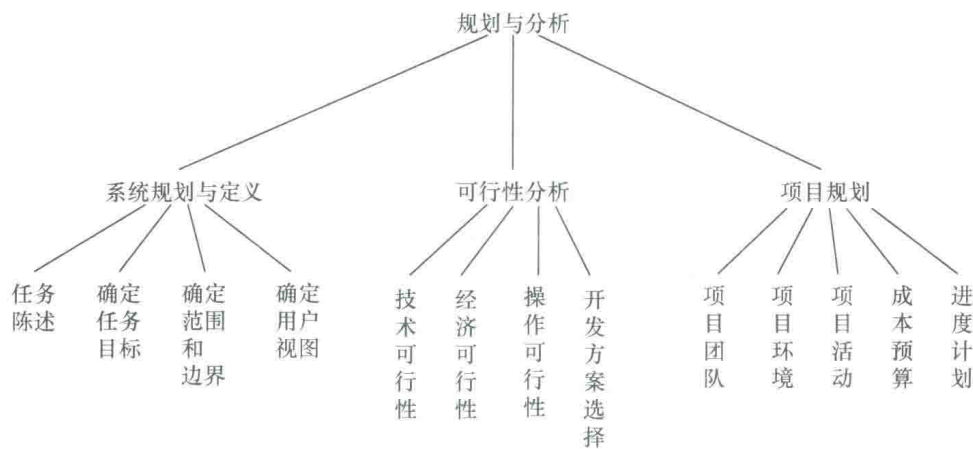


图 1.2 规划与分析的主要工作内容

»» 1.2.1 系统规划与定义

系统规划与定义面向将要开发的 DBAS,通过了解用户实际需求,明确该系统需要实现的目标和任务,并从数据管理和数据处理的角度,确定系统中数据库软件的功能、性能范围。

系统规划与定义的具体内容包括:

- (1) 任务陈述。描述所要开发的 DBAS 的总体目标。
- (2) 确定任务目标。明确为了实现任务陈述所规定的系统总体目标,DBAS 应该支持的一系列数据管理和数据处理任务与活动。
- (3) 确定系统范围和边界。系统范围和边界定义了 DBAS 做什么、不做什么、做到什么程度,是 DBAS 需求分析和系统设计等后续开发步骤的设计依据。
- 对于任务目标所规定的各项任务与活动,明确哪些由 DBAS 中的软件子系统、硬件子系统完成,哪些由 DBAS 用户或其他(信息)系统完成;进一步地,对于分派给软件子系统执行的任务和活动,明确如何在 DB、DBMS、应用程序、操作系统等系统软件之间进行任务划分和分布,明确定义这几类软件的各自范围。这里,软件范围是指一个软件应该实现的功能、性能边界。
- (4) 确定用户视图。根据 DBAS 中用户对数据库的存取需求,对用户进行分类,明确每类用户需要访问数据库中的哪些数据以及如何使用这些数据,组成用户所对应的用户视图。这些用户视图表示了不同 DBAS 用户的数据访问/处理需求。

例如,对商场经营管理系统而言,该系统的不同用户,如经理、信息主管、售货员、顾客等,对各种商品及其销售信息的关注点和数据访问的要求是不同的,具体如下:

- (1) 经理:查看月/季度销售统计数据、成本和利润数据。
- (2) 售货员:维护(录入、更新、删除)单件商品销售信息。
- (3) 信息主管:进行商品销售信息的统计分析,提供各种统计报表。
- (4) 顾客:查看商品品种、商品数量、价格信息。

1.2.2 可行性分析

数据库应用系统开发受到时间、资源、技术等因素的限制。在明确了 DBAS 的任务目标和系统范围之后,需要从技术、经济、操作等方面进行项目可行性分析,评估判断 DBAS 开发项目在现有技术和经济条件下是否可行,是否能够达到预期目标,以及为保证项目正常进行需要的各种资源和支撑条件。可行性分析包括以下四方面。

1. 经济可行性

经济可行性研究是对项目进行成本效益分析,估算项目开发成本,评估项目经济效益、社会效益和利润,在项目成本和收益间进行合理权衡,并分析项目对其产品或利润的影响。

DBAS 的成本主要包括:

- (1) 系统软硬件购置费用,如 DBMS、计算机、存储设备、网络设备的购置费用。
- (2) 系统开发费用,如人工费用、材料费用、培训费用等。
- (3) 系统安装、运行、维护费用等。

2. 技术可行性

技术可行性研究是根据用户提出的系统功能、性能及实现系统的各项约束条件,对系统软硬件和技术方案作出评估和选择建议。

硬件可行性研究是分析 DBAS 的硬件平台环境和设备,如数据库服务器和应用服务器的体系结构及处理能力、存储设备的容量和数据访问速度、网络环境等,提出硬件选型建议。

软件可行性研究包括对可用的 DBMS 和操作系统的选型评估和建议、对中间件和开发环境的选型建议、对数据库应用程序开发模式和编程语言的建议等。

技术方案的选择是根据系统技术需求,提出 DBAS 可能采用的合理技术方案或关键技术。例如,考虑 DBAS 体系结构时,可以根据需要,从集中式、分布式、客户/服务器结构、并行结构、Web 结构等几种方案中选择。

3. 操作可行性

操作可行性研究是论证是否具备 DBAS 开发所需的各类人员资源(项目管理人员、数据库系统分析员、应用编程人员等)、软件资源、硬件资源和工作环境等,以及为支持 DBAS 开发如何去改进加强这几方面资源。

4. 开发方案选择

开发方案选择的目的是提出并评价实现系统的各种开发方案,从中选出一种适用于 DBAS 软件的开发方案。

例如,考虑 DBAS 软件开发模型时,可以选择瀑布模型、快速原型模型、螺旋模型,也可以采用图 1.1 所示的 DBAS 生命周期模型;再如,如果 DBAS 中的某个数据库应用模块的委托开发费用比自行开发费用更低,并且软件质量和开发进度也能得到保证,那么该模块可以采用委托开发。

完成上述四方面的可行性分析后,应形成相应的数据库应用系统开发可行性研究报告,并提交给项目管理部门对可行性研究报告进行评审,作为下阶段项目立项和规划的重要依据。

1.2.3 项目规划

一个 DBAS 开发项目经过系统规划与定义和可行性分析两个步骤并确定立项后,可以开始