



普通高等教育“十二五”规划教材
高等院校计算机系列教材

数据库系统原理与应用

刘先锋 曹步文 李高仕 ◎ 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

内 容 提 要

本书从数据库的基本理论知识出发,通过丰富的实例介绍数据库的分析、设计过程及开发应用等。全书分为上、下篇。上篇主要介绍数据库的基本原理与基础知识,以及数据库的相关操作,索引与数据的完整性、关系模式的依赖关系、数据库的安全管理、备份和恢复等内容。下篇以 SQL Server 2005 为例,分别介绍 SQL Server 2005 的基本功能、使用 T-SQL 语句创建和管理数据库、表、索引和视图,并详细介绍了 T-SQL 的 SELECT 数据查询基础、创建与管理存储过程、触发器和自定义函数,最后介绍 SQL Server 2005 的数据库导入与导出技术等高级功能。每章还配有一定数量的习题以帮助读者加深理解。

本书可作为普通本科院校相关专业“网络数据库”、“数据库应用”、“电子商务数据库”课程的教材,也可供从事计算机开发与应用的科研人员、工程技术人员及其他有关人员参考。高职院校计算机专业学生也可选用本书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理与应用/刘先鋒 曹步文 李高仕 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.9
ISBN 978-7-5609-8002-7

I. 数… II. ①刘… ②曹… ③李… III. 数据库系统-高等学校-教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103617 号

数据库系统原理与应用

刘先鋒 曹步文 李高仕 主编

责任编辑:朱建丽

封面设计:范翠璇

责任校对:周 娟

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19.25

字 数:465 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校计算机系列教材

编 委 会

主 任:刘 宏

副 主 任:全惠云 熊 江

编 委:(以姓氏笔画为序)

王志刚	王 毅	乐小波	冯先成	刘先锋
刘连浩	刘 琳	羊四清	阳西述	许又全
陈书开	陈倩诒	邱建雄	杨凤年	李勇帆
李 浪	李华贵	张 文	张小梅	何迎生
何昭青	肖晓丽	周 昱	罗新密	胡玉平
郭广军	徐雨明	徐长梅	高金华	唐德权
黄同成	符开耀	龚德良	谭敏生	谭 阳
戴经国	瞿绍军			

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一,也是应用最广泛的技术之一,它已成为计算机信息管理系统与应用系统的核心技术和重要基础。数据库技术从 20 世纪 60 年代中期产生到今天已有 50 年的历史,经历了三代演变,造就了 C. W. Bachman、E. F. Codd 和 James Gray 三位图灵奖获得者;发展了以数据建模和数据库管理系统(DBMS)核心技术为主、内容丰富的一门学科;带动了一个巨大的软件产业 DBMS 产品及其相关工具和解决方案,成就辉煌。

从 20 世纪 70 年代后期开始,国外各大学先后把“数据库”列为计算机科学与技术专业的一门重要课程。我国各高等院校从 20 世纪 80 年代开始,也把“数据库”作为计算机专业的主要课程之一。1983 年,教育部部属高校计算机科学与技术专业教学方案将“数据库系统原理”列为四年制本科的必修课程。目前,“数据库系统原理与应用”已经成为计算机科学与技术及其相关专业的专业基础课程。

针对数据库技术的进展,在借鉴前人经验和总结实际教学的前提下,我们编写了《数据库系统原理与应用》。本书分为上、下两篇:理论篇和实践篇,共 13 章。上篇分为 6 章。第 1 章为绪论,主要讲述了数据库的有关概念。第 2 章至第 4 章主要讲述了关系数据库的数据模型、数据语言和数据理论。第 5 章主要讲述了数据库的设计与实施。第 6 章主要讲述了数据库的安全与保护,并重点介绍了安全措施在 SQL Server 中的实现。下篇分为 7 章。第 7 章~第 9 章主要讲述了 SQL Server 2005 的体系结构、数据库和表的管理。第 10 章~第 13 章主要讲述了 SQL Server 中数据的多种查询、T-SQL 语言的有关概念,以及对数据表的各种操作、存储过程的主要应用和 SQL Server 2005 高级功能。

本书可作为本科院校计算机及相关专业“数据库”课程的教材,也可供从事计算机开发与应用的科研人员、工程技术人员及其他有关人员参考。高职院校计算机专业学生也可选用本书。

在本书的编写过程中,我们查阅了国内外大量数据库研究成果和文献,力求把数据库领域的新理论、新技术和新方法纳入本书,使之既包括数据库系统的基本理论、概念和技术,也能够反映数据库领域的最新进展。但是,由于才疏学浅,时间紧迫,不足之处在所难免,我们会在每次重印时,及时改正已发现的错误,真心希望使用本书的老师和同学不吝指教。我们的 Email 地址:caobuwen2011@126.com。

作 者

2012 年 3 月 11 日

目 录

上篇 理 论 篇

第1章 绪论	(3)
1.1 数据库的概念	(3)
1.2 数据库管理系统	(4)
1.2.1 数据库管理系统的目标	(5)
1.2.2 数据库管理系统的功能	(6)
1.2.3 数据库管理系统的组成	(7)
1.2.4 数据库管理和数据库管理员	(8)
1.3 数据库系统.....	(10)
1.3.1 数据库系统的三级模式结构	(10)
1.3.2 数据库系统的二级映像功能和数据独立性.....	(11)
1.3.3 数据库系统的体系结构	(12)
1.3.4 数据库系统的工作流程	(14)
1.4 数据库的发展.....	(14)
1.4.1 人工管理阶段	(15)
1.4.2 文件系统阶段	(15)
1.4.3 数据库系统阶段	(16)
1.4.4 数据库技术的研究、应用领域和发展方向	(17)
本章小结	(20)
思考题一	(20)
第2章 数据模型	(22)
2.1 数据描述.....	(22)
2.1.1 数据的三种范畴	(22)
2.1.2 实体间的联系	(24)
2.2 概念模型与 E-R 方法	(25)
2.2.1 数据模型概述	(25)
2.2.2 数据模型的三要素	(26)
2.2.3 概念数据模型	(27)

2.2.4 概念模型的 E-R 图表示方法	(27)
2.2.5 概念模型实例	(28)
2.3 传统的三大数据模型	(31)
2.3.1 层次模型	(31)
2.3.2 网状模型	(33)
2.3.3 关系模型	(34)
2.4 数据独立与三层结构	(36)
2.4.1 数据库系统的三级模式结构	(37)
2.4.2 数据独立性	(38)
2.5 数据库管理系统	(40)
2.5.1 数据库管理系统的主要功能	(40)
2.5.2 数据库管理系统的组成	(41)
2.5.3 用户访问数据库的过程	(43)
本章小结	(44)
思考题二	(44)
第3章 关系数据库	(46)
3.1 关系模型的基本概念	(46)
3.1.1 关系及基本术语	(46)
3.1.2 关键字	(47)
3.2 关系模式	(47)
3.3 关系模型的完整性	(48)
3.4 关系代数	(49)
3.4.1 关系代数的五种基本操作	(49)
3.4.2 关系代数的其他操作	(51)
3.5 关系演算	(54)
3.5.1 元组关系演算	(54)
3.5.2 域关系演算	(56)
本章小结	(57)
思考题三	(58)
第4章 关系模式的规范化与查询优化	(59)
4.1 问题的提出	(59)
4.1.1 关系模式	(59)
4.1.2 关系	(59)
4.1.3 插入异常	(60)
4.1.4 删除异常	(60)

4.1.5 更新异常	(61)
4.2 关系模式的函数依赖	(61)
4.2.1 函数依赖	(61)
4.2.2 键	(63)
4.2.3 函数依赖的逻辑蕴含	(63)
4.3 关系模式的规范化	(69)
4.3.1 第一范式	(69)
4.3.2 第二范式	(70)
4.3.3 第三范式	(71)
4.3.4 BCNF	(72)
4.3.5 多值依赖与第四范式	(73)
4.3.6 各范式之间的关系	(75)
4.4 关系模式的分解特性	(76)
4.4.1 关系模式的分解	(76)
4.4.2 分解的无损连接性	(77)
4.4.3 关系模式分解算法	(83)
4.5 关系模式的优化	(88)
4.5.1 水平分解	(88)
4.5.2 垂直分解	(88)
4.6 关系查询优化	(89)
4.6.1 关系系统及其查询优化	(89)
4.6.2 查询优化的一般策略	(91)
4.6.3 关系代数等价变换规则	(92)
4.6.4 关系代数表达式的优化算法	(93)
本章小结	(95)
思考题四	(95)
第5章 数据库的设计与实施	(98)
5.1 数据库设计概述	(98)
5.1.1 数据库设计的内容与特点	(98)
5.1.2 数据库设计方法	(99)
5.1.3 数据库设计的步骤	(100)
5.2 数据库规划	(101)
5.3 需求分析	(102)
5.3.1 需求分析的任务	(102)
5.3.2 需求分析的方法	(102)

5.3.3 需求分析的步骤	(103)
5.4 概念结构设计	(105)
5.4.1 局部 E-R 图的设计	(106)
5.4.2 全局 E-R 图的设计	(106)
5.5 逻辑结构设计	(107)
5.6 物理结构设计	(108)
5.7 ODBC 的配置	(109)
本章小结	(112)
思考题五	(112)
第 6 章 数据库的安全与保护	(113)
6.1 安全与保护概述	(113)
6.2 数据库的安全性	(114)
6.2.1 数据库安全性控制	(114)
6.2.2 SQL Sever 的安全性措施	(115)
6.3 数据库的完整性	(120)
6.3.1 完整性约束条件	(120)
6.3.2 完整性控制	(122)
6.3.3 SQL Sever 的完整性实现	(125)
6.4 事务	(129)
6.4.1 事务的概念	(129)
6.4.2 事务调度	(131)
6.4.3 事务隔离级别	(133)
6.4.4 SQL Server 中的事务定义	(136)
6.5 并发控制	(138)
6.5.1 封锁技术	(139)
6.5.2 事务隔离级别与封锁规则	(139)
6.5.3 封锁的粒度	(141)
6.5.4 SQL Server 的并发控制	(143)
6.6 数据库恢复技术	(144)
6.6.1 故障的种类	(144)
6.6.2 恢复的实现技术	(145)
6.6.3 SQL Server 基于日志的恢复策略	(148)
6.6.4 SQL Server 的备份与恢复	(150)
本章小结	(156)
思考题六	(158)

下 篇 实 践 篇

第 7 章 数据库与 SQL Server 2005 简介	(163)
7.1 SQL Server 2005 概述	(163)
7.1.1 SQL Server 2005 新特性	(163)
7.1.2 SQL Server 2005 体系结构	(164)
7.1.3 安装 SQL Server 2005	(165)
7.2 配置 SQL Server 2005	(172)
7.2.1 配置服务	(172)
7.2.2 SQL Server 2005 管理工具	(173)
7.2.3 通过配置管理器配置 SQL Server 2005	(175)
7.2.4 SQL Server 2005 外围应用配置器	(175)
本章小结	(177)
思考题七	(177)
第 8 章 管理数据库	(178)
8.1 数据库的类型	(178)
8.1.1 系统数据库	(178)
8.1.2 用户数据库	(180)
8.1.3 数据库快照	(180)
8.2 数据库存储文件	(181)
8.2.1 数据库文件	(181)
8.2.2 数据库文件组	(181)
8.3 数据库的对象	(182)
8.4 创建数据库	(184)
8.4.1 使用 SQL Server 管理工具创建数据库	(184)
8.4.2 使用 T-SQL 语句创建数据库	(187)
8.5 维护数据库	(188)
8.5.1 查看数据库状态	(188)
8.5.2 修改数据库	(189)
8.5.3 删除数据库	(191)
8.5.4 分离和附加数据库	(192)
8.5.5 数据库其他操作	(194)
本章小结	(197)
思考题八	(198)

第 9 章 管理表	(199)
9.1 表的概述	(199)
9.1.1 什么是表	(199)
9.1.2 表的类型	(199)
9.2 创建表	(200)
9.2.1 表列的数据类型	(200)
9.2.2 列的其他属性	(205)
9.2.3 表的创建	(206)
9.3 维护表	(209)
9.3.1 修改表名与表结构	(209)
9.3.2 删除表	(212)
9.3.3 表数据的维护	(213)
9.4 表数据完整性	(217)
9.4.1 PRIMARY KEY 约束	(217)
9.4.2 FOREIGN KEY 约束	(218)
9.4.3 CHECK 约束	(219)
9.4.4 表关系	(220)
9.5 视图	(220)
9.5.1 视图概述	(220)
9.5.2 创建视图	(221)
9.5.3 使用视图	(224)
9.5.4 修改视图	(225)
9.5.5 重命名视图	(226)
9.5.6 查看视图	(227)
9.5.7 删除视图	(229)
9.6 索引	(230)
9.6.1 索引概述	(230)
9.6.2 创建索引	(231)
9.6.3 查看索引	(233)
9.6.4 删除索引	(234)
本章小结	(235)
思考题九	(235)
第 10 章 操作查询	(237)
10.1 简单查询(不带条件的列的查询)	(237)
10.2 带条件的列查询	(238)

10.2.1 比较大小和确定范围	(238)
10.2.2 部分匹配查询	(239)
10.2.3 查询的排序	(240)
10.3 多表查询	(242)
10.3.1 连接查询	(243)
10.3.2 子查询	(245)
本章小结	(246)
思考题十	(246)
第 11 章 T-SQL 语言	(248)
11.1 数据定义语言	(248)
11.2 数据操纵语言	(250)
11.2.1 SELECT 语句	(250)
11.2.2 INSERT 语句	(250)
11.2.3 UPDATE 语句	(253)
11.2.4 DELETE 语句	(256)
11.3 数据控制语言	(256)
11.3.1 GRANT 语句	(257)
11.3.2 REVOKE 语句	(258)
11.3.3 DENY 语句	(259)
11.4 其他语言元素	(259)
11.4.1 注释	(259)
11.4.2 变量	(260)
11.4.3 运算符	(261)
11.4.4 函数	(262)
11.4.5 流程控制语句	(267)
本章小结	(270)
思考题十一	(271)
第 12 章 存储过程	(272)
12.1 存储过程的概念	(272)
12.2 存储过程的创建和执行	(272)
12.2.1 使用模板创建存储过程	(272)
12.2.2 使用 SQL Server 管理工具	(273)
12.2.3 执行存储过程	(274)
12.3 存储过程与参数	(275)
12.4 存储过程中的游标	(276)

12.4.1 游标的定义	(276)
12.4.2 游标的使用方法	(276)
12.4.3 使用游标注意事项	(277)
12.5 自动执行的存储过程	(277)
12.6 存储过程的查看、修改和删除	(278)
12.6.1 查看存储过程	(278)
12.6.2 修改存储过程	(279)
12.6.3 删除存储过程	(280)
12.7 扩展存储过程	(281)
12.8 使用 SQL Server 管理工具创建和管理存储过程	(281)
12.8.1 使用 SQL Server 管理工具创建存储过程	(281)
12.8.2 使用 SQL Server 管理工具管理存储过程	(281)
本章小结	(284)
思考题十二	(284)
第 13 章 SQL Server 2005 高级功能	(285)
13.1 触发器及其用途	(285)
13.1.1 触发器的概念和工作原理	(285)
13.1.2 创建触发器	(285)
13.1.3 查看、修改和删除触发器	(289)
13.1.4 触发器的用途	(290)
13.2 嵌入式 SQL	(291)
13.2.1 嵌入式 SQL 简介	(291)
13.2.2 嵌入式 SQL 的工作原理	(291)
13.2.3 嵌入式 SQL 的一般形式	(292)
本章小结	(292)
思考题十三	(292)
参考文献	(293)

上 篇 理 论 篇

理论篇共有 6 章。第 1 章主要讲述数据库的有关概念,要理解并熟练掌握数据库的定义,掌握数据库管理系统,了解数据库的发展和每个发展阶段的特点,理解数据库的模式。第 2 章主要从信息结构和数据模型这两个方面讨论数据库管理系统的构成和工作原理。第 3 章主要讲述关系模型的基本概念及术语,然后讨论关系模型的数据结构和完整性约束条件,最后详细讨论关系代数与关系演算的操作。第 4 章理论性较强,学习者应从概念着手,弄清关系模式规范化理论概念之间的联系和作用,重点掌握函数依赖、无损连接、保持依赖和范式。第 5 章主要讲述了数据库的设计与实施。第 6 章主要讲述数据库的安全与管理,并重点介绍安全措施在 SQL Server 中的实现。

第1章 绪 论

[学习目的与要求]

数据库技术是计算机领域中的重要技术之一,是数据管理的最新技术,目前已经形成相当规模的理论体系和实用技术。本章主要讲述数据库的有关概念,要理解并熟练掌握数据库的定义,掌握数据库管理系统,了解数据库的发展和每个发展阶段的特点,理解数据库的模式。

1.1 数据库的概念

说起数据,人们首先想到的是数字。其实数字只是最简单的一种数据,是对数据传统和狭义的理解。数据的种类很多,在日常生活中数据也无所不在,如文字、图形、图像、声音等,这些都是数据。

数据是描述事物的符号记录。描述事物的符号可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音等,数据有多种表现形式,它们都可以经过数字化后存入计算机中。数据本身是没有意义的,只有被赋予意义的数据才能转化为信息,这种数据解释称为语义,语义和数据是不可分的,如1982可以表示数字也可以表示年份。在日常生活中,人们直接用自然语言(如汉语)描述事物。在计算机中,为了存储和处理这些事物,要抽取这些事物的一些特征组成一个记录来描述。例如,在建立学生档案时,可以抽取学生的姓名、性别、出生年月、籍贯、入学时间等信息组成一个记录来描述。那么,什么是数据库呢?人们考虑的角度不同,所给的定义也不同。例如,有人称数据库是一个记录保存系统(该定义强调了数据库是若干记录的集合);又有人称数据库是人们为解决特定的任务,以一定的组织方式存储在一起的相关数据的集合(该定义侧重于数据的组织);更有甚者称数据库是一个数据仓库(当然,这种说法虽然形象,但并不严谨)。数据库对应的英文单词是 DataBase,直译就是数据基地的意思;而数据仓库的英文单词是 Data Warehouse,所以数据库和数据仓库不是同义词,数据仓库是在数据库技术的基础上发展起来的一个新的应用领域。数据库(DataBase,简称 DB)是指长期保存在计算机的存储设备上并按照某种模型组织起来的、可以被各种用户或应用共享的数据集合。数据库中的数据是按一定结构存储的,其结构有关系型、层次型和网状型三种,相应地数据库也有三种不同的形式,即关系数据库、层次数据库、网状数据库。

人们过去把数据存放在文件柜中,现在则借助计算机和数据库技术可以科学地保存和管理大量复杂的数据,以便方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。数据库技术发展到今天已经是一门非常成熟的技术,在财务管理、仓库管理、生产管理等方面都可以利用

计算机实现财务、仓库、生产的自动化管理。

数据库是相互关联数据的集合。数据库中的数据不是孤立数据,数据之间是相互关联的,也就是说,数据库不仅要能够表示数据本身,还要能够表示数据与数据之间的关系。

数据库技术之所以能够在近期内有如此快速的发展,受到计算机科学界的普遍重视,成为引人注目的一门新兴科学,是因为数据库系统具有其独特特性,概括起来,数据库有以下几个基本特征。

(1) 数据库具有较高的数据独立性。数据独立性是指数据的组织方法和存储方法与应用程序互不依赖、彼此独立的特性,包括物理独立性和逻辑独立性,这种特性可以大大降低应用程序的开发代价和维护代价,因为数据库技术可以使数据的组织方式和应用程序互不相关,所以当改变数据结构时相应的应用程序并不需要随之改变,从而大大降低应用程序的开发代价和维护代价。

(2) 数据库用综合的方法组织数据,保证尽可能高的访问效率。数据库能够根据不同的需要按不同的方法,如顺序组织方法、索引组织方法、倒排数据库组织方法等组织数据,从而最大限度地提高用户或应用程序访问数据的效率。

(3) 数据库具有较小的数据冗余,可供多个用户共享。在使用数据库技术之前,数据文件都是独立的,所以任何数据文件都必须含有满足某一应用的全部数据,而在数据库中,可以共享一些共用数据,从而降低了数据冗余度,降低数据冗余度不仅可以节省存储空间,更重要的是可以保证数据的一致性。

(4) 数据库具有安全控制机制,能够保证数据的安全、可靠。数据库有一套安全机制,以便有效地防止数据库中的数据被非法使用或非法修改,数据库还有一套完整的备份和恢复机制,以便保证当数据遭到破坏或者产生故障时,能够立即将数据完全恢复,从而保证系统能够连续、可靠地运行。

(5) 数据允许多用户共享,能够有效、及时地处理数据,并能够保证数据的一致性和完整性。数据库中的数据是共享的,并且允许多个用户同时使用相同的数据,这就要求数据库能够协调一致,保证各个用户之间对数据的操作不发生矛盾和冲突,也就是保证数据的一致性和完整性。

1.2 数据库管理系统

了解了数据和数据库的概念,下一个问题就是如何科学地组织这些数据并将其存储在数据库中,及如何高效地获取和维护数据,完成这一任务的是一个支持管理数据库的系统软件——数据库管理系统(DataBase Management System,简称 DBMS)。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的数据管理软件,数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、控制。数据库管理系统使用户能够方便地定义数据和操纵数据,并能够保证数据的安全性、一致性、完整性,保证多用户对数据的并发使用及故障发生后的系统恢复。有了数据库管理系统,用户就可以在抽象意义下处理数据,而不需要顾及这些数据在计算机中的布局 and 物理位置。数据库管理系统就是把用户意义下抽

象逻辑数据的处理转换成计算机中具体的物理数据处理的软件。

1.2.1 数据库管理系统的目标

从计算机软件系统的构成看,DBMS是介于用户和操作系统之间的一组软件,它实现了对共享数据的有效组织、存取和管理。

一般来说,由于支撑各种DBMS的硬件资源、软件环境不同,所以它们的功能和性能就会有差异,但不管怎样,每个DBMS都应该尽量满足几个系统目标,下面进行分别介绍。

1. 用户界面友好

众所周知,用户界面的质量直接影响一个实用DBMS的生命力,它的用户接口应面向应用、面向多用户。首先,用户界面应具有一定的容错能力,能够及时正确地给出运行状态指示和出错信息,并引导用户及时改正错误,这就是用户界面的可靠性;其次,用户界面还应具有易用性,也就是说,操作方式简单易记,输入/输出容易理解,并且要尽量减少用户负担;此外,用户界面还应具有立即反馈和多样性等特点。立即反馈的功能是指对用户的应用要求应在用户心里许可的时间范围内给予响应,即使不能马上得到结果,也应该给出某些信心以缓和用户等待心理;多样性则是指根据用户背景的不同,提供多种用户接口以适应不同层次用户的需要。

2. 功能完备

DBMS核心功能随系统的大小而异,大型DBMS功能较强,而小型DBMS功能则较弱,通用DBMS功能较强,而专用DBMS功能则较弱。一般说来,DBMS主要功能包括数据库定义功能、数据库操纵功能、数据库控制功能、数据库运行管理功能、数据库组织和存储管理功能、数据库建立和维护功能、数据库通信功能等。

3. 效率高

DBMS应该具有高的系统效率和高的用户生产率。其中,系统效率包括两个方面:一是计算机系统内部资源的利用率,即能够充分利用磁盘空间、CPU、设备等资源,并注意使各种资源的负载均衡以提高整个系统的效率;二是DBMS本身的运行效率,根据系统目标确定恰当的体系结构、数据结构和算法,保证DBMS运行的高效率。所谓用户生产率是指用户设计和开发应用程序的效率。

4. 结构清晰

DBMS是一个复杂的系统软件,涉及面广,包括与用户的接口,与操作系统及其他软件、硬件资源的接口,它的实现技术很复杂,需要程序设计、操作系统、编译原理、数据结构等许多知识和技术的支持。因此,DBMS的内部结构清晰、层次分明既便于它支持其外层开发环境的构造,也便于自身的设计、开发和维护。DBMS的结构清晰也是它具有开放性的一个必要条件。

5. 开放性

DBMS的开放性是指符合标准和规范,如ODBC标准、SQL标准等。遵循标准可以