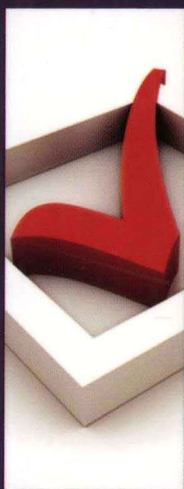


院校计算机专业规划教材



Oracle数据库开发

——SQL&PL/SQL

姜 英 主 编
王 凯 陈丽萍 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

东软电子出版社

21 世纪高等院校计算机专业规划教材

Oracle 数据库开发

——SQL&PL/SQL

姜 英 主 编
王 凯 陈丽萍 副主编
姜 敏 郑吉军 参 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

东 软 电 子 出 版 社

内 容 简 介

本书是东软软件工程师认证体系教材之一,是 Oracle 数据库开发人员不可或缺的学习资料,由拥有多年 Oracle 开发、应用、企业培训工作经验的多位编者综合了各行业中基于 Oracle 数据库的 SQL 与 PL/SQL 的开发应用知识后,合力编写。

全书共分 16 章,从实用角度出发,以通俗易懂、浅显精炼的方式全面地介绍了关系型数据库管理系统的相关概念,以及如何基于 Oracle 11g 数据库管理系统实现 SQL 语句与 PL/SQL 程序的编写。同时,还结合开发人员的实际工作需要,介绍了 Oracle 11g 数据库安装与数据库创建、数据库网络访问配置、用户\权限与角色的日常应用及维护、数据的逻辑备份和恢复操作等常用管理技术。

本书定位准确,立足基础,注重实践,图文并茂,便于读者方便、直观地学习。

本书适合作为高等院校计算机专业的教材,也可供从事软件开发和应用的技术人员、对 Oracle 数据库开发感兴趣的人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库开发:SQL&PL/SQL/姜英主编.

--北京:中国铁道出版社,2012.7

21 世纪高等院校计算机专业规划教材

ISBN 978-7-113-14891-1

I. ①O… II. ①姜… III. ①关系数据库系统-数据库管理系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 130506 号

书 名: Oracle 数据库开发——SQL & PL/SQL

作 者: 姜英 主编

策 划: 秦绪好 杨 勇 张晓箐

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 吴宏伟 贾淑媛

封面设计: 付 巍

封面制作: 刘 颖

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

东软电子出版社(116023,大连市软件园路8号)

网 址: <http://www.51eds.com> <http://press.neusoft.edu.cn>

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

版 次: 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5 字数: 415 千

印 数: 1~3000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14891-1

定 价: 38.00 元(内含 1CD)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

前言

FOREWORD >>>

近年来, Oracle 数据库已在各行各业得到了广泛应用, 对于从事软件开发行业一线工作的程序员来说, 掌握 Oracle 数据库的开发技术已是必不可少。为了让更多的从事软件开发或管理的读者能够快速了解和掌握 Oracle 开发技术, 编写组人员分别结合各自多年对 Oracle 数据库的开发实践经验及教学经验, 倾力编写了本书。

本书主要讲述基于 Oracle 数据库开发的 SQL 与 PL/SQL 程序设计语言。Oracle 数据库是目前世界上流行的关系数据库管理系统, 系统可移植性好、使用方便、功能强, 适用于各类计算机环境, 在数据库领域一直处于领先地位。本书从实用角度出发, 结合数据库开发及应用程序开发人员在实际工作中所用到的技术, 以通俗易懂, 直观浅显的方式介绍了 SQL 的语法及应用、PL/SQL 的语法及应用、Oracle 网络服务器配置、SQL*Plus 环境和 PL/SQL Developer 集成开发环境的使用、用户权限管理, 以及数据库备份和恢复等内容。这些是进行 Oracle 数据库系统开发及管理的必修内容, 也是学习大型数据库的基础。

本书结构清晰、语言流畅、图文并茂, 列举了大量的应用案例, 便于学生掌握学习的要点。全书共分 16 章, 各章主要内容如下:

第 1 章, Oracle 数据库基础。介绍了数据库管理系统及 Oracle 数据库的相关概念, 以及如何安装 Oracle 和创建数据库, 如何使用 Oracle 的常用工具, 如何启动和停止数据库实例, 如何进行 Oracle 网络连接的管理。

第 2 章, 编写简单的查询语句。首先对本书课程案例环境进行了介绍, 然后介绍了如何使用 SELECT 语句对数据库实现简单的查询, 以及 SQL*Plus 命令的使用。

第 3 章, 限制数据和对数据排序。主要介绍了如何使用 WHERE 子句实现查询条件的限定, 以及如何使用 ORDER BY 子句对查询结果进行排序。

第 4 章, 单行函数。介绍了函数的概念, 以及字符函数、数字函数、日期函数、转换函数、通用函数的应用。

第 5 章, 多表查询。介绍如何使用 Oracle 自有的多表连接语法和 ANSI SQL99 标准的连接语法来实现多表连接查询, 涉及的连接方式有笛卡儿积、等价连接、不等价连接、外连接等。

第 6 章, 分组函数。主要介绍了 SUM 函数、AVG 函数、MIN 函数、MAX 函数和 COUNT 函数, 以及如何将上述函数与 GROUP BY 分组子句和 HAVING 子句结合使用。

第 7 章, 子查询。介绍了子查询的相关概念, 以及相关子查询和不相关子查询的语法及应用。

第 8 章, 数据操作及事务控制。主要介绍了 INSERT、UPDATE、DELETE、MERGE 语句的语法和应用, 以及事务与锁的相关概念和应用。

第 9 章, 表和约束。主要介绍了如何使用 CREATE、ALTER、DROP、TRUNCATE 对数据库中的表进行管理, 如何使用约束实现数据的完整性控制。

第 10 章, 其他数据库对象。介绍了常用数据库对象——视图、序列、索引、同义词的创

建与管理。

第 11 章, PL/SQL 概述。介绍了为什么使用 PL/SQL, 以及 PL/SQL 结构、变量声明、表达式与运算符的使用、IF 条件控制和循环控制结构等内容, 以及如何使用 SQL 语句实现 PL/SQL 与 Oracle 数据库服务器间数据的交互。

第 12 章, 游标。介绍了游标的概念及处理步骤、游标的属性、游标 FOR 循环的应用等内容, 以及游标的高级应用——带参数的游标。

第 13 章, 异常处理。介绍了什么是异常, 如何捕获和处理异常, 以及异常的传播等内容。

第 14 章, 创建存储过程和函数。主要介绍了存储过程和函数的概念、语法及应用, 以及带参数的存储过程和函数的创建、管理及应用。

第 15 章, 用户、权限和角色。主要介绍了如何使用数据控制语句 (DCL) 实现对数据库中的用户、权限和角色的管理。

第 16 章, Oracle 数据库备份与恢复。主要介绍了如何使用 Oracle 新版本中的数据泵 (EXPDP 和 IMPDP) 技术, 以及传统的导入导出工具 (IMP 和 EXP) 进行数据库的逻辑备份和恢复操作。

本书是东软软件工程师认证体系教材之一, 是作为 Oracle 数据库开发人员不可或缺的学习资料。书中内容全面, 图文并茂, 将开发人员在日常开发工作中常用的 SQL 与 PL/SQL 开发技术, 以及必备管理技术结合在一起进行介绍。尤其在诸如 SELECT 语句的 EXISTS 操作符使用、TOP-N 分析的 ROWNUM 伪列使用、MERGE 语句使用、读一致性及锁的部分的介绍弥补了该类图书中一些常见的遗漏现象。加之每章课后均配有练习题进行针对性训练, 使得知识点的学习和掌握更加轻松。

本书包含一张配套光盘, 内容包括电子课件、学习环境搭建代码、教学大纲、案例代码等, 供读者参考使用。

本书编者工作经验丰富, 有多年的 Oracle 开发、应用和企业培训经验, 各位编者分别来自大学、知名 IT 企业、知名 IT 培训机构等不同行业。

本书由姜英主编, 王凯、陈丽萍任副主编, 其中第 1 章、第 8 章、第 10 章、第 15 章由姜英和郑吉军编写; 第 2~7 章、第 16 章由王凯和姜敏编写; 第 9 章、第 11~14 章由陈丽萍编写。

由于时间仓促, 作者水平有限, 书中疏漏及不足之处在所难免, 恳请广大读者谅解, 并欢迎批评指正。

编 者
2012.5

目 录

CONTENTS >>>

第 1 章 Oracle 数据库基础.....	1
1.1 数据库管理系统概述.....	1
1.1.1 数据库和数据库管理系统.....	1
1.1.2 数据库的发展阶段.....	2
1.1.3 数据库的类型.....	3
1.2 关系数据库基础.....	4
1.2.1 关系数据库的数据结构.....	4
1.2.2 关系数据库的数据操作.....	5
1.2.3 关系数据库的完整性原则.....	5
1.2.4 关系数据库的 Codd 十二条法则.....	6
1.3 Oracle 数据库概述.....	6
1.3.1 Oracle 数据库简介.....	6
1.3.2 Oracle 公司的产品.....	7
1.4 Oracle 数据库的基本概念.....	7
1.4.1 Oracle 的组件简介.....	7
1.4.2 数据库文件与存储.....	8
1.4.3 数据库对象.....	9
1.4.4 数据库安全.....	9
1.4.5 数据库网络访问.....	10
1.5 安装 Oracle 和创建数据库.....	11
1.5.1 安装需求.....	11
1.5.2 安装前的准备工作.....	12
1.5.3 软件安装.....	13
1.6 常用工具.....	19
1.6.1 SQL*Plus 工具.....	19
1.6.2 数据库管理工具 DBConsole.....	19
1.6.3 DBCA 数据库配置助手.....	20
1.6.4 NetCA/NetMgr 网络配置工具.....	20
1.6.5 Oracle 第三方工具 PL/SQL Developer.....	21
1.7 数据库实例的启动和停止.....	30
1.8 Oracle 的网络连接基本管理.....	32
1.8.1 Oracle 网络连接基本原理.....	32
1.8.2 Oracle 网络服务器配置.....	33
1.8.3 Oracle 网络客户端配置.....	38
小结.....	42

习题	42
第 2 章 编写简单的查询语句	43
2.1 SQL 简介	43
2.2 课程案例环境简介	43
2.3 基本查询语句	44
2.4 在查询语句中查找特定的列	45
2.5 SQL 语句的书写规则	45
2.6 算术表达式的使用	46
2.7 空值 (NULL) 的应用	48
2.7.1 空值 (NULL) 的介绍	48
2.7.2 空值 (NULL) 在算术表达式中的使用	49
2.8 列别名的使用	50
2.9 连接运算符的使用	51
2.10 DISTINCT 关键字的用法	52
2.11 SQL*Plus 命令的介绍	53
2.11.1 SQL 语句与 SQL*Plus 命令的区别	53
2.11.2 DESC[RIBE]命令	53
2.11.3 SET 命令	54
小结	55
习题	55
第 3 章 限制数据和对数据排序	56
3.1 选择表中的部分行	56
3.2 比较运算符的使用	56
3.2.1 字符类型大小写敏感的实例	57
3.2.2 日期类型格式敏感的实例	57
3.3 特殊比较运算符的使用	58
3.3.1 BETWEEN...AND...运算符的使用	58
3.3.2 IN 运算符的使用	59
3.3.3 LIKE 运算符的使用	59
3.3.4 IS NULL 运算符的使用	61
3.4 逻辑运算符的使用	61
3.4.1 AND 逻辑运算符的使用	62
3.4.2 OR 逻辑运算符的使用	62
3.4.3 NOT 逻辑运算符的使用	63
3.4.4 运算符的优先级	64
3.5 ORDER BY 的使用	65
3.5.1 ORDER BY 的基本使用	65
3.5.2 ORDER BY 的特殊使用	67

小结	68
习题	68
第 4 章 单行函数	69
4.1 单行函数介绍	69
4.2 字符函数	69
4.2.1 字符大小写操作函数	69
4.2.2 其他字符函数	71
4.3 数字函数	75
4.4 日期函数	77
4.4.1 日期类型数学运算	77
4.4.2 日期时间函数的使用	77
4.5 转换函数	81
4.5.1 数据类型隐性转换	81
4.5.2 数据类型显性转换	82
4.6 其他函数	86
小结	90
习题	90
第 5 章 多表查询	91
5.1 笛卡儿积	91
5.2 等价连接	92
5.2.1 等价连接基本语句	92
5.2.2 等价连接中的记录筛选	93
5.2.3 表别名的书写	94
5.2.4 两表以上的连接	94
5.3 不等价连接	95
5.4 外连接	96
5.5 ANSI SQL 标准的连接语法	98
5.5.1 交叉连接	99
5.5.2 自然连接	99
5.5.3 USING 子句	100
5.5.4 在 ON 子句中写连接条件	100
5.5.5 ANSI SQL 中实现两表以上连接	101
5.5.6 左外连接	102
5.5.7 右外连接	102
5.5.8 全外连接	103
小结	103
习题	103

第 6 章 分组函数	104
6.1 分组函数的基本使用	104
6.1.1 MIN 函数和 MAX 函数	104
6.1.2 SUM 函数和 AVG 函数	105
6.1.3 COUNT 函数	106
6.1.4 组函数中 DISTINCT 消除重复行	106
6.1.5 组函数中空值的处理	107
6.2 通过 GROUP BY 子句进行分组汇总	107
6.2.1 GROUP BY 子句的基本使用	107
6.2.2 使用 GROUP BY 子句需要注意的问题	109
6.3 HAVING 子句的使用	110
6.4 组函数的嵌套	112
小结	112
习题	113
第 7 章 子查询	114
7.1 子查询的基本介绍	114
7.2 单行子查询	115
7.2.1 WHERE 子句中单行子查询语句	115
7.2.2 HAVING 子句中单行子查询语句	116
7.3 多行子查询	117
7.4 FROM 语句中子查询	119
7.5 子查询中空值问题	120
7.6 相关子查询	121
7.7 EXISTS 和 NOT EXISTS 操作符	122
小结	123
习题	124
第 8 章 数据操作及事务控制	125
8.1 插入数据	125
8.1.1 INSERT 语法结构	125
8.1.2 使用 INSERT 语句插入单行数据	126
8.1.3 使用 INSERT 语句插入空值 (NULL)	126
8.1.4 使用 INSERT 语句插入日期型数据	128
8.1.5 使用 INSERT 语句插入特殊字符	129
8.1.6 使用 INSERT 语句复制数据	130
8.1.7 使用 INSERT 语句向多表插入数据	130
8.2 修改数据	134
8.2.1 UPDATE 语法结构	134
8.2.2 UPDATE 简单修改	134

8.2.3 UPDATE 嵌入子查询修改	135
8.3 删除数据	136
8.3.1 DELETE 语法结构	136
8.3.2 DELETE 删除数据	136
8.4 合并数据	138
8.4.1 MERGE 语法结构	139
8.4.2 MERGE 语句合并数据	139
8.5 事务处理	141
8.5.1 事务概念及特征	141
8.5.2 事务控制	142
8.5.3 读一致性	144
8.6 锁	145
8.6.1 锁的概念	145
8.6.2 锁的分类	146
8.6.3 使用锁的常见问题	147
8.6.4 锁的例子	148
小结	150
习题	150
第 9 章 表和约束	151
9.1 创建表	151
9.1.1 Oracle 中表的命名原则	151
9.1.2 建表语句语法	151
9.1.3 用子查询语法创建表	153
9.1.4 引用另一个用户的表	154
9.1.5 Oracle 中表的分类	155
9.2 数据类型与列定义	156
9.3 改变表的定义	158
9.3.1 添加新列	158
9.3.2 修改已存在的列	159
9.3.3 删除列	160
9.4 删除表、重命名表与截断表	161
9.4.1 删除表	161
9.4.2 重命名表	162
9.4.3 截断表	162
9.5 约束的描述	162
9.6 生成与维护约束	163
9.6.1 约束的类型	164
9.6.2 现有表中增加/删除约束	167
9.6.3 约束的启用和禁用	168

小结	170
习题	170
第 10 章 其他数据库对象	172
10.1 视图	172
10.1.1 视图的概念	172
10.1.2 视图的管理	174
10.1.3 内联视图	178
10.1.4 TOP-N 问题	178
10.2 序列	183
10.2.1 序列的概念	183
10.2.2 创建序列	183
10.2.3 NEXTVAL 和 CURRVAL 伪列	185
10.2.4 修改序列	186
10.2.5 删除序列	187
10.3 索引	187
10.3.1 索引的概念	187
10.3.2 创建索引	189
10.3.3 删除索引	190
10.4 同义词	190
10.4.1 同义词的概念	190
10.4.2 创建同义词	190
10.4.3 删除同义词	191
小结	191
习题	192
第 11 章 PL/SQL 概述	193
11.1 使用 PL/SQL 的原因	193
11.1.1 PL/SQL 的概念	193
11.1.2 PL/SQL 的优点	194
11.2 PL/SQL 结构	195
11.2.1 PL/SQL 块结构	195
11.2.2 PL/SQL 块类型	195
11.3 变量声明	196
11.3.1 语法	196
11.3.2 标量数据类型	197
11.3.3 %TYPE 属性	198
11.3.4 复合数据类型	199
11.3.5 其他	201
11.4 函数与操作符的使用	202

11.5 控制结构	204
11.5.1 条件语句	204
11.5.2 循环语句	205
11.6 与 Oracle 交互	207
11.6.1 PL/SQL 中 SELECT 语句的使用	207
11.6.2 PL/SQL 中 DML 语句的使用	208
11.6.3 PL/SQL 中事务处理语句的使用	209
11.6.4 动态 SQL	209
小结	211
习题	211
第 12 章 游标	212
12.1 游标的处理	212
12.1.1 游标的概念	212
12.1.2 游标的处理步骤	212
12.1.3 游标的属性	216
12.2 典型游标 FOR 循环	218
12.3 带参数的游标	219
小结	220
习题	221
第 13 章 异常处理	222
13.1 异常	222
13.1.1 异常的定义	222
13.1.2 预定义异常	223
13.1.3 用户定义异常	224
13.2 异常的处理	225
13.3 异常的传播	226
小结	227
习题	227
第 14 章 创建存储过程和函数	228
14.1 存储过程	228
14.1.1 存储过程的创建	228
14.1.2 参数	231
14.2 函数	233
小结	235
习题	235
第 15 章 用户、权限和角色	237
15.1 用户	237
15.1.1 创建用户	237

15.1.2	用户建表相关权限	238
15.1.3	修改用户密码	240
15.1.4	用户的状态	240
15.1.5	删除用户	241
15.1.6	用户信息相关数据字典视图	241
15.2	权限	242
15.2.1	系统权限	242
15.2.2	授予用户系统权限	243
15.2.3	回收系统权限	244
15.2.4	对象权限	244
15.3	角色	246
15.3.1	角色管理	246
15.3.2	预定义角色	247
15.3.3	其他	248
小结		249
习题		249
第 16 章	Oracle 数据库备份与恢复	250
16.1	备份与恢复简介	250
16.2	EXPDP 和 IMPDP	251
16.2.1	EXPDP 和 IMPDP 概述	251
16.2.2	使用 EXPDP 导出	252
16.2.3	使用 IMPDP 导入	256
16.3	EXP 和 IMP	262
16.3.1	使用 EXP 导出	262
16.3.2	使用 IMP 导入	264
小结		266
习题		266

第 1 章 | Oracle 数据库基础

数据库技术从 20 世纪 60 年代中期产生至今已经经历了 50 多年的发展，成为了计算机科学技术领域中发展较迅速的技术之一，也是应用最为广泛的技术之一，已成为计算机信息系统与 Web 应用系统开发过程中不可或缺的一项技术。从而，也随之成为了开发技术人员在实际工作中所必须具备的一项技能。本章将以 Oracle 数据库为切入点，从数据库的基础知识开始，直至具体的针对 Oracle 数据库技术的介绍与应用，由浅入深地进行介绍。

1.1 数据库管理系统概述

要学习数据库知识，首先必须对数据库技术中所涉及的一些术语和基本概念有所了解。

1.1.1 数据库和数据库管理系统

数据库 (Database, DB) 是数据的集合，通常理解为存放数据的仓库。那么，数据作为数据库中存储的基本对象，又该如何理解？通常，习惯上我们理解数据就是一些数字，但这只是数据的一种传统和狭义的理解。广义上，数据的种类很多：文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输等情况，都是数据。

实际应用中，用户把有用的数据存储到数据库中，在需要的时候可以被相关的用户访问和修改，不需要的数据也可以被删除。对于这些数据，针对不同的数据库，它们的组织格式是不同的，但无论在逻辑上或物理上是如何组织的，数据最终都是以数据库的形式存储在计算机上呈现给用户的。

数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一层管理数据库的软件。DBMS 是所有数据的管理系统，主要管理功能包括数据的存储、维护、安全性、一致性、并发性、恢复和访问等。

数据库管理系统是数据库系统 (Database System, DBS) 的一个重要组成部分。数据库系统是指计算机系统中引入数据库后的系统，一般由数据库、数据库管理系统、应用程序、数据库管理员和用户构成。

实际应用中，通常所说的使用哪种数据库，是指 Oracle 数据库、DB2 数据库或 SQL Server 数据库等，一般都是指使用哪种数据库管理系统，而不是数据库。数据库只是数据的集合，没有数据库管理系统的支持，那些数据也就仅仅是存储在计算机上的一些死数据而已，没有太大的实用价值。

在使用 DBMS 管理数据库的时候，还要借助于一种特殊的数据——数据字典 (Data Dictionary)

数据，这些特殊数据也可称为系统目录。数据字典作为数据库中的一种数据，通常也保存在数据库中，只不过这种数据记录的是数据库中存放的各种对象的定义信息和其他一些辅助管理信息，包括名字、结构、位置、类型等。比如，访问一个员工表记录时，需要知道该表的数据存放在数据库的哪个结构中（物理结构和逻辑结构）、该表的结构（字段的定义）以及要访问的用户是否有该表的访问权限等信息。只有知道了这些信息，DBMS 才能确认如何去取得表中的数据。这些信息都是数据字典中的数据。这些数据也称为元数据（Metadata）。通过各种数据字典视图，可以查询出各种数据对象的定义信息，数据库管理员（DBA）需要非常熟悉这些数据字典视图。

1.1.2 数据库的发展阶段

数据库的发展阶段就是关于数据的管理方法的发展阶段，主要有三个阶段。

1. 手工管理阶段

该阶段数据不保存，只包含在处理该数据的程序中，数据的生存周期限制在程序的运行周期中，数据只是作为程序内部的数据结构来组织和使用的。由于数据不保存成文件，更没有专门的软件系统对数据文件进行管理，从而数据的重用度也低。

2. 文件管理阶段

此时已经有了文件系统的概念，数据可以被保存到文件中，数据量也增大到一定的程度。但文件管理阶段还是数据存储的初级阶段，文件的格式依赖于特定的程序，对于其他应用很难共享数据；另外，基于单独文件的存储方式也不适合于大量用户的并发访问。

下面看一个文件管理阶段的数据库的例子。有一个应用程序 1 是学生管理程序，该程序使用的学生信息存储在文件 F1 中；应用程序 2 是课程管理程序，它存储的课程信息放在文件 F2 中；应用程序 3 则是学生选课程序，它存储的信息存放在学生选课信息文件 F3 中。应用程序 3 在运行的时候，需要访问学生的信息文件 F1 和课程的信息文件 F2，才能决定 F3 中的数据如何存储，而 F1 和 F2 是另外 2 个应用程序的数据文件格式，也就是说应用程序 3 需要单独设计开发 F1 和 F2 的数据格式解析程序；另外，F3 中存放的数据势必也要包含 F1 和 F2 的数据，也造成了大量的数据冗余。从该例中，可以看到文件管理系统的特点如下：

① 应用程序编写不方便，如果还有其他的应用程序需要访问 F1 和 F2，仍然需要应用程序单独设计数据存取方法。

② 数据冗余不可避免。

③ 数据严重依赖于应用程序，数据是面向应用的，共享性差。

④ 基于文件的存储很难支持并发访问。

⑤ 数据间联系弱。

⑥ 安全性差，难以按照用户来表示数据。

随着数据量的持续增大和各种数据管理的功能需求，数据管理发展到第三阶段。

3. 数据管理阶段

该阶段出现了专用的数据库管理系统，专门用来管理大量的多用户、多应用的数据，提供了丰富的数据管理功能。多用户是因为 DBMS 提供了网络支持功能，在数据存储组织上不再是单一的基于文件的存储，各种 DBMS 都有对应于自己的数据逻辑存储结构和物理存储结构，以比文件

更小的单位存取数据，从而提高了并发度。多应用是因为 DBMS 给各种应用开发都提供了统一的开发接口，使得各种应用很容易共享使用同一个数据库中的数据。

现在用数据管理阶段的思路来改造一下文件管理阶段提到的例子。学生管理系统、课程管理系统和学生选课系统作为三个应用程序，不再直接处理和访问数据，而是访问 DBMS，DBMS 再去访问所有信息的集合——数据库。可以看到，数据管理阶段的特点如下：

- ① 集成度高：将相互关联的数据集成在一起。
- ② 较少的数据冗余。
- ③ 程序与数据相互独立。
- ④ 由 DBMS 提供机制来保证数据的安全可靠。
- ⑤ 由 DBMS 提供机制保证数据的共享和一致性。

各种大型数据库，如 Oracle、DB2、SQL Server 等都是数据管理阶段的数据库产品。

1.1.3 数据库的类型

数据库能够有效合理地存储各种数据，为各个信息领域的信息处理提供准确、快速的数据。要做到在数据库中有效合理地存储数据，首先要将现实世界中的客观事件反映到数据库世界中，需要对信息进行抽象和转换。那如何使现实世界中的信息在数据世界中得到正确的反映呢？这就必须通过研究现实世界信息对象来建立相应的模型，从而实现从“现实世界—信息世界”和“信息世界—数据世界”的转换，在此过程中，需要建立两种模型：一种是信息模型，它是在信息世界中为研究现实世界对象建立的较为抽象的模型，是不依赖于计算机软硬件具体实现的模型；另一种模型是数据模型，它是在信息模型基础上所建立的适用于数据库应用的模型。

数据模型包括了数据结构、数据操作和完整性约束三大要素。根据三大要素实现方式的不同，数据库在发展初期就被划分为网状数据库、层次数据库和关系数据库三类。

1. 网状数据库

数据的存储单位为记录，记录又由多个数据项组成，数据项可以为多值和复合型数据。每个记录都有一个被称为码（Database Key）的系统自动生成的标识符来区别。网状数据库用户在操作数据库时，不但要指出要操作的对象，还要指出怎么查，比如要指出欲查询对象的存取路径。

2. 层次数据库

层次数据库的出现源于日常中一种结构的事务抽象。日常中的很多事务是有层次关系的，比如父与子、经理和雇员等。层次数据库中的数据就是按照这些层次关系组织在一起的。最基本的数据间的关系就是父子关系。另外，没有父记录的结点是根结点，其他的子结点都有且只有一个父结点。层次数据库很容易被描述成树状的结构。

3. 关系数据库

虽然网状数据库和层次数据库已经具有了数据集中和共享的功能，但数据独立性和抽象级别上仍有欠缺。用户使用这些数据库时，仍然要指出数据的存取路径。而关系数据库则解决了上述问题。关系数据的模型是 IBM 的研究员 E.F.Codd 博士于 20 世纪 70 年代提出的，随后经过补充，成为现在数据库领域的最成熟的数据模型。

三大数据库在实际应用中经过不断的比较改进，最后关系数据库系统占据了主导地位，因此，现在所说的数据库系统一般都是指关系数据库系统。在关系数据库中，数据模型采用的是实体—

关系模型。所谓实体-关系模型，就是指对于信息世界对象的研究，使用实体-关系方法（Entity-Relationship Approach, E-R 法）进行抽象。

实体是指客观存在的事物，如职工、工厂、设备等。实体可通过其若干属性值来描述。而属性则代表了事物某方面的特征，如一个职工可以由职工编号、姓名、年龄、性别等属性来描述。

关系是指实体集之间的联系。例如，工厂生产某些产品，“生产”就是工厂集合与产品集合之间的一个关系；学生学习某门课程，“学习”就是学生集合与课程集合之间的一个关系。

在关系数据库中，无论是实体还是实体间的联系都由单一的结构类型——“关系”来表示。而在具体的数据库应用中，关系也称为表。因此，一个关系数据库也可归结为是由若干个表组成的数据库。

1.2 关系数据库基础

本节将结合关系数据库的数据结构、数据操作和完整性约束三个方面来进一步介绍关系数据库的一些概念，并介绍关系数据库的 Codd 十二条法则。

1.2.1 关系数据库的数据结构

关系最初是源于数学中集合间元素的关系，是建立在数学基础上的。对于关系数据库来说，关系就是表的同义词，表中包含了一些属性，数据是存储到表中的。通常查询数据、操作数据就是查询和操作表中的数据。

表是关系数据库中的主要对象，是用于存储各种各样的数据信息的数据库基本对象。

表是由行和列组成的，类似于二维数组的结构。行又称记录，一行就是一条记录，也称一个元组；列又称字段或属性；行和列的交集称为数据项，指出了某列对应的属性在交叉行上的值，也称字段值。在一个表中，列名必须是唯一的，不能有名称相同的两个或者两个以上的列存在于同一个表中。列标明了数据存放的位置，也就是定义了数据需要存放在哪个属性下。列需要定义数据类型，如整数或字符型的数据。在一个数据库中，对某个所有者来说，表名也必须是唯一的，这是由系统强制实现的。

上面提到的行、列、表、字段、记录、关系、属性、数据项、字段值等都是关系数据库中很常用的概念。下面来看看如何区别和分类。

行、记录和元组代表相同的含义；表和关系代表相同的含义；而列、属性和字段代表相同的含义；数据单元、数据项、属性值和字段值代表相同的含义。在关系数学中，一般使用关系、属性和元组这些概念描述；在关系数据库中，则一般使用表、记录，以及字段、字段值这些概念来描述；而行和列在日常用语中用得较多。请看图 1-1 所示的对表/关系中常见术语的说明。

对于一个符合关系模型的表，通常具备下列特性：

- ① 存储在数据项中的数据（也就是一个字段值）是原子的，即不可再拆分。
- ② 同一个字段存储的数据，其数据类型必须是一致的。
- ③ 每一行记录都是唯一的，即使对于所有字段内容都相同的记录，在数据库内部也有特定的标识进行区分。
- ④ 字段没有先后顺序，字段定义的先后顺序对于数据的存储没有实际的影响。