

IBM大学合作项目书籍出版资助

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材



大型主机数据库系统 管理基础与应用开发

唐剑锋 陈瑞青 编著



清华大学出版社

IBM大学合作项目书籍出版资助

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材



大型主机数据库系统 管理基础与应用开发

唐剑锋 陈瑞青 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是大型主机系列课程的主干教材,全书共分 12 章,主要从应用的角度介绍了现代大型主机数据库系统的相关概念、知识及技能。

本书简要介绍了 SQL 语句的基础知识,主机 DB2 相关用户和组管理的知识和技能,比较了主机平台 DB2 和 LUW 平台 DB2 的基本概念,论述了主机 DB2 的内部结构和处理机制、基本对象管理的知识和技能,数据备份与复原的基本知识,数据迁移的基本知识,并简要介绍了表空间级统计信息搜集和更新的基本知识,以案例的方式探讨了主机 DB2 锁的基本概念和知识,简要介绍了主机 DB2 权限管理的基本技能,探讨了 DB2 for LUW 与 DB2 for z/OS 互联的基本知识和技能,最后以大量样例的方式介绍了 COBOL 嵌入式应用程序开发的基本知识和技能。

本书可作为高等院校计算机学院、软件学院大型主机研究方向的本科和专科教材,也可作为从事大型主机数据库工作的相关技术人员参考书,还可以用作希望了解和学习大型主机数据库知识和技术的人员培训教材。

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

大型主机数据库系统管理基础与应用开发/唐剑锋,陈瑞青编著. —北京:清华大学出版社,2011.7

(教育部-IBM 高校合作项目精品课程系统教材)

ISBN 978-7-302-25298-6

I. ①大… II. ①唐… ②陈… III. ①数据库管理系统 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 065589 号

责任编辑:龙啟铭

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

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:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:15.25

字 数:353 千字

版 次:2011 年 7 月第 1 版

印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:040455-01

FOREWORD

前

言

随着中国经济的高速发展,越来越多的大型企业进驻中国。大型企业信息化中海量数据的处理离不开大型主机系统的应用。大型企业依靠主机系统作为其业务的运行平台,例如宝钢、通用、花旗集团、四大国有银行的数据处理中心等。

基于同济大学与 IBM 公司多年来的良好合作,2005 年 3 月,同济大学在众多竞争高校中脱颖而出,获得一台 z900 大型主机第一期 5 年的免费使用权,IBM 主机教育系统中心(上海)成立。中心的目标是建设华东地区乃至全国的金融信息化人才培养基地,并开展大型主机领域的相关科研工作。在短短的一年半时间里,中心教师已经面向全校开设出全部 6 门主机核心课程,并指导学生开发出一套较为完整的银行业务系统,具备了大型主机领域较为扎实的技术基础和科研能力储备。

本课程是同济大学软件学院大型主机专业方向的 6 门主干课程之一。课程从 IBM LUW(Linux/UNIX/Windows)平台大型数据库 DB2 系统管理和应用开发课程演变而来,逐渐过渡到大型主机平台。自 2002 年底开设 DB2 课程以来,至今已成立 8 年。笔者作为主讲教师逐步积累了较为丰富的各个平台 DB2 的教学经验。至今为止有超过 500 位本科生和硕士研究生学习了该课程,反应良好。

本课程以数据库基本原理课程作为先修课程,属于技能性课程,更偏重于考查学生的实践理解、操作和编程能力而非理论知识。课程不再赘述通用的数据库原理,而是将重点放在大型主机平台的 DB2 数据库的具体实践上面。教学形式也相应地向实战方向倾斜,在各章节都安排了大量实验,最后考核除了书面考试外,还要求学生提交大量作业,并完成一个综合的数据库项目。

除了完成课堂要求外,更重要的是培养学生实际开发项目的能力。其中部分优秀学生参加了至今为止 4 个年度的 IBM 主机竞赛项目,在教师的指导下,利用暑假休息的时间,开发出了各个优秀系统,其中的 Tongji Mini Bank 系统实现了一个银行的几乎所有基本业务,后台存储除了 VSAM 文件外,大部分是 DB2 数据库。这个项目对于提高学生的 DB2 基本概念理解和运用能力起到了极大的作用。

另外,本课程以 IBM 公司的大型主机为平台,全部参考文档来源于 IBM 的原版教材和网上相关英文文档,对于学生英语阅读能力有较高要求;并且由于参考信息来源有限,要求学生具有较强的学习能力、钻研能力和主动获取技能的进取心。

课程讲授的主要内容是 IBM 大型主机环境下 DB2 数据库系统使用、管理和应用程

序开发的基础知识。所学技能包括主机 DB2 SPUFI 菜单的使用, 主机 DB2 管理工具的使用, 基于 JCL Utility 的 DB2 工具的使用, 嵌入式 SQL 应用程序 (以 COBOL 为宿主语言) 开发等; 所学知识点包括 SQL 基础, 如何创建 DB2 用户和组, 如何查询 DB2 系统, 如何创建数据库和表空间, 如何创建表、索引、视图、主外键约束、检查约束、触发器等对象, 如何实现表数据的导入和导出, 如何管理数据库权限, 如何实现 DB2 for LUW 与 DB2 for z/OS 之间的互连, 如何编写主机 DB2 嵌入式 (COBOL) 应用程序等。

本课程的先修课程或知识点为大型主机操作系统基础、主机 ISPF 菜单操作、JCL、大型主机 COBOL 程序设计、平行课程为 CICS 系统管理基础与应用开发。

本课程主要面向软件学院和计算机应用相关专业本科生, 也欢迎广大硕士研究生参加。

大型主机的教学在我国才刚刚兴起, 很多相关问题还有待研究, 大型主机数据库的版本更新也很快, 再加上作者水平有限, 书中不足之处在所难免, 敬请各位专家、读者批评指正。

作 者

2011 年 6 月于同济大学

CONTENES

目

录

第 1 章 SQL 基础 /1

- 1.1 RDBMS 概述 /1
- 1.2 SQL 概述 /1
 - 1.2.1 DDL (Data Definition Language) /2
 - 1.2.2 DML (Data Manipulation Language) /2
 - 1.2.3 DCL (Data Control Language) /3
- 1.3 标量函数和列函数 /3
 - 1.3.1 标量函数 /3
 - 1.3.2 列函数 /3
- 1.4 链接 (JOIN) /4
 - 1.4.1 内链接 (INNER JOIN) /4
 - 1.4.2 外链接 (OUTER JOIN) /4
- 1.5 联合 (UNION) /5
- 1.6 子查询 /5

第 2 章 主机平台 DB2 和 LUW 平台 DB2 基本概念比较 /7

- 2.1 DB2 for LUW 系统结构图 /7
- 2.2 DB2 for z/OS 系统结构图 /8
- 2.3 DB2 实例和子系统 /8
- 2.4 DB2 命名 /9
- 2.5 命令定向 /9
- 2.6 连接客户机 /10
- 2.7 数据库 /10
- 2.8 DB2 编目表 /10
- 2.9 跨数据库查询 /11
- 2.10 临时表空间 /11
- 2.11 通信数据库 (CDB) /11
- 2.12 日志 (LOG) /11

- 2.13 数据高速缓存和页面大小 /12
- 2.14 配置参数 /12
- 2.15 控制查询 /12
- 2.16 小结 /13

第3章 主机 DB2 相关用户和组管理 /14

- 3.1 创建组 /14
- 3.2 增加 LOGON 过程 /19
- 3.3 对组授权 /20
- 3.4 刷新 RACF 使授权生效 /21
- 3.5 定义别名 /21
- 3.6 建立用户 /22
 - 3.6.1 用户测试权限 /23
- 3.7 建立并测试对用户数据集的保护 /24
- 3.8 建立并测试对系统数据集的保护 /25
- 3.9 删除对系统数据集的保护 /28
- 3.10 删除对用户数据集的保护 /29
- 3.11 删除 TSO 用户 /29
- 3.12 删除用户的别名 /29
- 3.13 删除组 /30
- 3.14 删除 LOGON 过程 /31

第4章 主机 DB2 内部结构和处理机制 /33

- 4.1 主机 DB2 环境和系统视图 /33
- 4.2 主机 DB2 系统结构 /34
- 4.3 主机 DB2 地址空间 /42
- 4.4 主机 DB2 SQL 处理内部机制 /43
- 4.5 主机 DB2 系统的启动和重启 /48
 - 4.5.1 主机 DB2 系统的启动 /48
 - 4.5.2 主机 DB2 系统的启动样例 /49
 - 4.5.3 主机 DB2 系统的重启 /50

第5章 主机 DB2 基本对象管理 /56

- 5.1 主机 DB2 基本对象 /56
- 5.2 主机 DB2 相关卷管理 /57
 - 5.2.1 主机卷概述 /57
 - 5.2.2 查询卷 /58

5.3	存储组管理	/59
5.3.1	存储组概述	/59
5.3.2	查询存储组	/59
5.3.3	更改存储组	/60
5.4	数据库管理	/61
5.4.1	创建数据库	/61
5.4.2	更改数据库	/65
5.4.3	删除数据库	/66
5.5	缓冲池管理	/66
5.5.1	查询缓冲池	/67
5.5.2	更改缓冲池	/68
5.6	表空间管理	/69
5.6.1	表空间概述	/69
5.6.2	创建表空间	/74
5.6.3	更改表空间	/76
5.6.4	删除表空间	/77
5.7	数据库对象管理	/77
5.7.1	表管理	/77
5.7.2	视图管理	/98
5.7.3	索引管理	/102
5.7.4	序列管理	/104
5.7.5	别名管理	/105
5.7.6	触发器管理	/106
第 6 章 数据备份与复原		/109
6.1	数据备份概述	/109
6.2	表空间备份	/109
6.2.1	查询表空间备份	/110
6.2.2	表空间备份概述	/110
6.3	活动日志和归档日志	/112
6.3.1	数据库日志概述	/112
6.3.2	活动日志和归档日志概述	/113
6.4	复原表空间（复原到日志尾）	/116
6.5	表空间备份与复原效果示例	/116
6.6	表空间复原到备份末尾之前的某点	/119
第 7 章 数据迁移		/123
7.1	数据导出	/123

- 7.2 数据导入 /125
- 7.3 导入含主外键约束的表数据的各种情况分析 /127
 - 7.3.1 违反子表主键约束和采用 RESUME YES 参数的情况 /128
 - 7.3.2 违反子表外键约束和采用 RESUME YES 参数的情况 /131
 - 7.3.3 违反父表主键约束和采用 REPLACE 参数的情况 /131
 - 7.3.4 异常情况处理 /134

第 8 章 表空间级统计信息搜集和更新 /135

- 8.1 表空间级统计信息搜集 /135
- 8.2 表空间级统计信息更新 /136
- 8.3 表扫描和匹配的索引扫描 /137
- 8.4 使用 DB2 Explain 工具进行性能调整 /139

第 9 章 锁的案例探索 /141

- 9.1 锁的基本概念 /141
 - 9.1.1 引入锁的目的 /141
 - 9.1.2 锁的范围 /141
 - 9.1.3 锁的强度和兼容性 /142
 - 9.1.4 锁的隔离级别 /144
- 9.2 基本锁的模拟 /145
 - 9.2.1 S 锁的模拟 /145
 - 9.2.2 X 锁的模拟 /147
- 9.3 锁等待模拟 /148
- 9.4 死锁模拟 /150
- 9.5 各隔离级别分析 /151
- 9.6 主机 DB2 锁的隔离级别模拟 /153
 - 9.6.1 隔离级别为 CS 的情况 /153
 - 9.6.2 隔离级别为 RR 的情况 /154

第 10 章 主机 DB2 权限管理 /157

- 10.1 主机 DB2 权限概述 /157
 - 10.1.1 Authorization IDs & CURRENT SQL ID /157
 - 10.1.2 DB2 数据访问控制 /158
 - 10.1.3 访问 DB2 内部数据 /159
- 10.2 存储组权限管理 /162
 - 10.2.1 存储组权限查询 /162
 - 10.2.2 存储组权限授予 /162
 - 10.2.3 存储组权限剥夺 /163

10.3	数据库权限管理	/163
10.3.1	数据库权限查询	/163
10.3.2	数据库权限授予	/164
10.3.3	数据库权限剥夺	/165
10.4	表空间权限管理	/165
10.4.1	表空间权限查询	/165
10.4.2	表空间权限授予	/166
10.4.3	表空间权限剥夺	/166
10.5	表与视图权限管理	/167
10.5.1	表与视图权限查询	/167
10.5.2	表权限授予	/168
10.5.3	表权限剥夺	/170
10.6	系统权限管理	/171
10.6.1	系统权限查询	/171
10.6.2	系统权限授予	/171
10.6.3	系统权限剥夺	/172
第 11 章 DB2 for LUW 与 DB2 for z/OS 互连		/173
11.1	互连技术架构	/173
11.2	主机 TCPIP 配置和连接测试	/174
11.2.1	主机 TCPIP 配置	/174
11.2.2	客户端和服务端测试 TCPIP 连接	/176
11.3	DB2 for LUW 连接 DB2 for z/OS	/177
11.3.1	服务端 DDF 配置	/177
11.3.2	客户端编目并测试与 DB2 for z/OS 的连接	/178
11.4	DB2 for z/OS 连接 DB2 for LUW	/181
11.4.1	客户端配置	/181
11.4.2	测试 DB2 for z/OS 与 DB2 for LUW 的连接	/184
第 12 章 COBOL 嵌入式应用程序开发		/185
12.1	COBOL 嵌入式应用程序开发基本概念	/185
12.1.1	COBOL 嵌入式应用程序开发总体结构	/185
12.1.2	分隔符	/186
12.1.3	宿主变量	/187
12.1.4	空值的处理	/190
12.1.5	SQLCA	/191
12.2	数据插入样例	/193
12.2.1	DCLGEN 工具使用	/193

12.2.2	COBOL 源程序	/194
12.2.3	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/195
12.2.4	确认执行结果	/197
12.3	单行数据查询样例	/197
12.3.1	COBOL 源程序	/197
12.3.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/198
12.3.3	确认执行结果	/199
12.4	含空值处理的单行数据查询样例	/200
12.4.1	COBOL 源程序	/200
12.4.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/201
12.4.3	确认执行结果	/201
12.5	利用游标实现多行数据查询样例	/201
12.5.1	游标的类型	/202
12.5.2	游标的使用	/205
12.5.3	COBOL 源程序	/207
12.5.4	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/208
12.5.5	确认执行结果	/208
12.6	利用游标实现动态 SQL 语句样例	/208
12.6.1	COBOL 源程序	/209
12.6.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/210
12.6.3	确认执行结果	/210
12.7	利用不敏感可滚动游标实现多行数据查询样例	/210
12.7.1	创建临时数据库	/210
12.7.2	创建临时表空间	/211
12.7.3	创建全局临时表	/211
12.7.4	COBOL 源程序	/212
12.7.5	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/212
12.7.6	确认执行结果	/213
12.8	利用敏感静态可滚动游标实现多行数据查询样例	/213
12.8.1	COBOL 源程序	/213
12.8.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/214
12.8.3	确认执行结果	/214
12.9	使用可更新游标更新表数据样例	/214
12.9.1	COBOL 源程序	/214
12.9.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/215
12.9.3	确认执行结果	/215
12.10	使用可更新游标删除表数据样例	/216
12.10.1	COBOL 源程序	/216

12.10.2	预编译、编译、链接、执行 COBOL 源程序的 JCL	/217
12.10.3	确认执行结果	/217
12.11	引入 CICS API 和 CICS MAP 的嵌入式 COBOL 程序完整示例	/218
12.11.1	COBOL 源程序	/219
12.11.2	CICS MAP 的 COPY BOOK	/221
12.11.3	CICS MAP 源程序	/223
12.11.4	DB2 预编译、CICS 翻译、编译、链接 COBOL 源程序的 JCL	/224
12.11.5	CICS 部分的操作	/226
参考文献		/231

SQL 基础

1.1 RDBMS 概述

RDBMS (Relational DataBase Management System) 是用于存储和检索数据的系统, 在该系统中, 数据被组织到相互关联的表中。

RDBMS 的关系模型包括如下组件:

- 对象或关系的集合
- 作用于关系上的一组操作
- 数据完整性

关系数据库是一组关系 (或二维表) 的集合, 其功能包括:

- 管理数据的存储
- 控制数据的访问
- 提供检索和修改数据的方法

关系数据库 (以本书的 DB2 for z/OS 为例) 有以下基本对象:

- 表 (Table)
- 视图 (View)
- 索引 (Index)
- 序列 (Sequence)
- 别名 (Alias & Synonym)
- 触发器 (Trigger)
- DBRM
- 包 (Package)
- 计划 (Plan)

这些基本数据库对象将在下文一一论述。

1.2 SQL 概述

SQL 语句大体分为 DDL、DML 和 DCL 三大类。

1.2.1 DDL (Data Definition Language)

DDL 是数据定义语言, 主要包括 Create、Alter 和 Drop, 主要操作对象为表, 其他对象将在下文介绍。

创建表的示例如下:

```
CREATE TABLE DEPT
  (DEPTNO CHAR (3)      NOT NULL,
   DEPTNAME VARCHAR (36) NOT NULL,
   MGRNO CHAR (6)      ,
   ADMRDEPT CHAR (3)    NOT NULL,
   LOCATION VARCHAR (16) ,
   PRIMARY KEY (DEPTNO) );
```

更改表的示例如下:

```
ALTER TABLE EMP PRIMARY KEY (EMPNO)
  ADD FOREIGN KEY RIEMPDEP (WORKDEPT) REFERENCES DEPT
  ON DELETE SET NULL;
```

删除表的示例如下:

```
DROP TABLE DEPT;
```

1.2.2 DML (Data Manipulation Language)

DML 是数据操纵语言, 主要包括 Select、Insert、Update 和 Delete, 主要操作对象为表, 其他对象将在下文介绍。

SELECT 语句示例如下:

```
SELECT LASTNAME, FIRSTNAME, PHONENO, EMPNO, DEPTNAME, DEPTNO
FROM EMP, DEPT
WHERE WORKDEPT = DEPTNO;
```

INSERT 语句示例如下:

```
INSERT INTO DEPT (DEPTNO, DEPTNAME, MGRNO, ADMRDEPT, LOCATION)
  VALUES ('Z00', 'TEST DEPT', '000010', 'Z00', 'TEST LOC');
```

UPDATE 语句示例如下:

```
UPDATE DEPT SET DEPTNAME='MY DEPT' WHERE DEPTNO='Z00';
```

DELETE 语句示例如下:

```
DELETE FROM DEPT WHERE DEPTNO='Z00';
```

批量插入记录可以采用子查询方式。如：

```
INSERT INTO EMP SELECT * FROM DSN8810.EMP;
```

批量插入记录的要求是：

- 语句里面没有 values 关键字；
- INSERT 语句中列的数量必须和子查询中的列的数量一致。

1.2.3 DCL (Data Control Language)

DCL 是数据控制语言，主要包括 Grant 和 Revoke。主要操作对象为表，其他对象将在下文介绍。

GRANT 语句的示例如下：

```
GRANT SELECT ON TABLE EMP TO TE05;
```

REVOKE 语句的示例如下：

```
REVOKE SELECT ON TABLE EMP FROM TE05;
```

1.3 标量函数和列函数

1.3.1 标量函数

数据库的标量函数作用于每一行，逐行返回结果，部分样例如表 1-1 所示。

表 1-1 部分标量函数的列表

函 数	描 述
UCASE(c)	小写字符转换成大写字符
LCASE(c)	大写字符转换成小写字符
LENGTH(c)	返回文本域中的字节数（对于图形字符串则返回双字节字符数）
HEX	返回值的十六进制表示
NULLIF(a,b)	如果 a=b 则值为空，否则值为 a
YEAR()	抽取日期时间值的年份部分
SUBSTR (str,m,n)	返回从第 m 个字符起，在 str 中的 n 个字符串

1.3.2 列函数

数据库的列函数作用于多行，每组行返回一个结果，部分样例如表 1-2 所示。

表 1-2 部分列函数的列表

函 数	描 述
AVG(column)	返回某一组中的值除以该组中值的个数的和
COUNT(column)	返回不包含空值列的行数
COUNT(*)	返回所选列的行数
COUNT(DISTINCT column)	返回所选列的行数（去除重复行）
MAX(column)	返回某列一组值中的最大值
MIN(column)	返回某列一组值中的最小值
SUM(column)	返回某列一组值中的总和

1.4 链接（JOIN）

1.4.1 内链接（INNER JOIN）

内链接将多个表连接起来返回结果，且所得结果是多个表匹配条件的交集。

内链接的样例如下：

```
SELECT LASTNAME,DEPTNAME FROM EMP
INNER JOIN DEPT ON EMP.EMPNO=DEPT.MGRNO;
```

等价于传统的表连接：

```
SELECT LASTNAME,DEPTNAME FROM EMP
WHERE EMP.EMPNO=DEPT.MGRNO;
```

1.4.2 外链接（OUTER JOIN）

外链接将多个表连接起来返回结果，能显示不符合链接条件的行。外链接的条件中不能使用 IN 运算符和 OR 运算符。

外链接分为全外链接（Full Outer Join），左外链接（Left Outer Join），右外链接（Right Outer Join）和自链接（Self Outer Join）四种。

全外链接的样例如下：

```
SELECT e.lastname,e.department_id,d.department_name FROM employees e FULL
OUTER JOIN departments d ON (e.department_id=d.department_id) ;
```

左外链接的样例如下：

```
SELECT e.last_name, e.department_id, d.department_name
FROM employees e LEFT OUTER JOIN departments d
ON (e.department_id = d.department_id) ;
```

右外链接的样例如下:

```
SELECT e.last_name, e.department_id,  
d.department_name FROM employees e  
RIGHT OUTER JOIN departments d  
ON (e.department_id = d.department_id);
```

自链接就是一个表的行与自己的行进行链接, 在 **FROM** 子句中为同一个表创建两个别名。

自链接的样例如下:

```
SELECT worker.last_name, manager.last_name  
FROM employees worker, employees manager  
WHERE worker.manager_id=manager.employee_id;
```

1.5 联合 (UNION)

联合 (UNION) 语句是用来将两个不同的查询结果集相加得到一个结果集, 并会去掉重复的结果集。

UNION 的样例如下:

```
SELECT empno FROM dsn8810.emp WHERE workdept = 'd11'  
UNION  
SELECT empno FROM dsn8810.empproject  
WHERE projno = 'ma2112' OR projno = 'ma2113' OR  
projno = 'ad3111' ORDER BY empno;
```

UNION ALL 语句是用来将两个不同的查询结果集相加得到一个结果集, 但不会去掉重复的结果集。

UNION ALL 的样例如下:

```
SELECT empno FROM dsn8810.emp WHERE workdept = 'd11'  
UNION ALL  
SELECT empno FROM dsn8810.empproject  
WHERE projno = 'ma2112' OR projno = 'ma2113' OR  
projno = 'ad3111' ORDER BY empno;
```

1.6 子 查 询

子查询指在一个 SQL 语句的子句中嵌入 SELECT 语句。可将子查询放在 SQL 命令的 WHERE 子句、HAVING 子句、SELECT 或 DELETE 语句的 FROM 子句中。子查询必须放在括号中, 且必须出现在运算符的右边。

子查询分为单行子查询和多行子查询两大类: