
关系数据库语言SQL

关系数据库语言SQL

- 1. SQL概貌**
- 2. SQL数据定义功能**
- 3. SQL数据操纵功能**
- 4. SQL的更新功能**
- 5. 视图**

1. SQL概貌

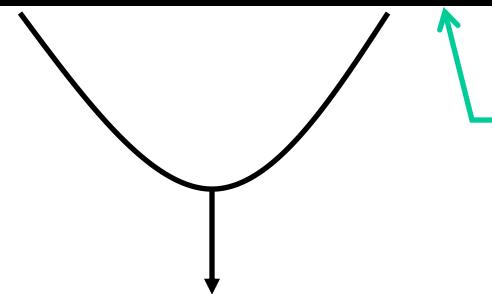
□ SQL history

- SEQUEL (IBM, 1970)
- SQL-86 (SQL1) (ANSI, 1986)
- SQL-89 (ANSI/ISO, 1989)
 - SQL-92 (SQL2) (ANSI/ISO, 1992)
- SQL-93 (ANSI/ISO, 1993)
 - SQL-99 (SQL3) (ANSI/ISO, 1999)
- SQL-2000
- SQL-2003

1. SQL概貌

□ 基本概念的变化

关系模型	关系	关系子模式	属性	元组
SQL	基表 (base table)	视图 (view)	列 (column)	行 (row)



视图也被称为 ‘虚表’
(virtual table)

两者统称为 ‘表’
(table)

1. SQL概貌

□ SQL语言的两种使用方式

- 自含式

- 独立的交互式命令行语言

- 嵌入式

- 嵌入到某种高级程序设计语言（被称为‘主语言’）中使用

- 嵌入方式

- 嵌入式SQL (ESQL)
 - 函数调用

1. SQL概貌

□ SQL的功能

- 数据定义功能
 - 基表/视图的定义与删除
 - 索引/集簇的定义与删除
- 数据操纵功能
 - 数据的查询/插入/删除/修改
 - 简单的数值计算与统计功能
- 数据控制功能
 - 数据的完整性、安全性、并发控制、故障恢复等
- 数据交换功能
 - 会话、连接、游标、诊断、动态SQL
- 扩展功能

1. SQL概貌

□ SQL的特点

- 综合统一
 - 集数据定义语言DDL、数据操纵语言DML、数据控制语言DCL的功能于一体，语言风格统一，可以独立完成数据库生命周期中的全部活动
- 高度非过程化
 - 用SQL进行数据操作，只要提出“做什么”，而无须指明“怎么做”
- 面向集合的操作方式
- 以同一种语法结构提供多种使用方式
 - SQL既是独立的语言，又是嵌入式语言
- 语言简洁，易学易用

关系数据库系统数据子语言SQL

1. SQL概貌

2. SQL数据定义功能

3. SQL数据操纵功能

4. SQL的更新功能

5. 视图

2. SQL数据定义功能

- 在本节我们只介绍简单的基表创建与删除功能
 - 其它的数据定义功能我们放在以后的相关章节中再去介绍
 - 本节内容
 - SQL数据类型
 - 基表的创建
 - 基表的修改
 - 基表的删除

2. SQL数据定义功能

□ SQL基本数据类型

	符 号	数 据 类 型
1	INT	整 数
2	SMALLINT	短 整 数
3	DEC(m, n)	十 进 制 数
4	FLOAT	浮 点 数
5	CHAR(n)	定 长 字 符 串
6	VARCHAR(n)	变 长 字 符 串
7	BIT(n)	定 长 位 串
8	BIT VARYING(n)	变 长 位 串
9	DATE	日 期
10	TIME	时 间
11	TIMESTAMP	时 间 戳

2. SQL数据定义功能

□ 小整型, **SMALLINT**

- 小整型是两个字节的整数, 精度为5位。小整型的范围是从-32,768到32,767

□ 大整型, **INTEGER或INT**

- 大整型是四个字节的整数, 精度为10位。大整型的范围是从-2,147,483,648到2,147,483,647

□ 巨整型, **BIGINT**

- 巨整型是八个字节的整型, 精度为19位。巨整型的范围是从-9,223,372,036,854,755,808到9,223,372,036,854,775,807

2. SQL数据定义功能

- 小数, DECIMAL(p, s)、DEC(p, s)、NUMERIC(p, s)或NUM(p, s)
 - 小数类型的值是一种紧凑的十进制数, 它有一个隐含的小数点。紧凑十进制数将以二十一进制编码 (binary-coded decimal, BCD) 记法来存储
 - 小数点的位置取决于数字的精度 (p) 和小数位 (s)
 - 小数位是指数字的小数部分的位数, 它不可以是负数, 也不能大于精度
 - 最大精度是31位
 - 十进制数的范围是从 -10^{**31+1} 到 10^{**31-1}

2. SQL数据定义功能

□ 字符大对象字符串， **CLOB(n[K|M|G])**

- 字符大对象的长度可变的字符串， 最长可以达到 2,147,483,647字节
- 只要指定了n， 那么n的值就是最大长度
- 如果指定了nK， 那么最大长度就是 $n * 1024$ （n的最大值为2,097,152）
- 如果指定了nM， 那么最大长度就是 $n * 1,048,576$ （n的最大值为2048）
- 如果指定了nG， 那么最大长度就是 $n * 1,073,741,824$ （n的最大值为2）
- CLOB用与存储基于大单字节字符集字符的数据或 基于混合（与多字节字符集）字符的数据

图形字符串

- 图形字符串是代表双字节字符数据的字节序列。图形字符串包括类型为**GRAPHIC(n)**的定长图形字符串和类型为**VARGRAPHIC(n)**、**LONG VARGRAPHIC**和**DBCLOB(n)**的变长图形字符串。字符串的长度就是序列中双字节字符的数目
 - 定长图形字符串
 - 定长图形字符串的长度介于1到127个双字节字符之间。如果没有指定长度，就认为是1个字节
 - 变长图形字符串
 - **VARGRAPHIC(n)**类型的字符串是变长图形字符串，最大长度可达16,336个双字节字符

图形字符串

➤ LONG VARGRAPHIC

- LONG VARGRAPHIC类型的字符串是变长图形字符串，最大长度可达16,350个双字节字符

➤ 双字节字符大对象字符串

- 双字节字符大对象是变长双字节字符图形字符串，最大可达1,073,741,823字符
- DBCLOB用于存储基于大DBCS字符的数据

二进制数据类型

- 二进制串是字节序列
- 二进制串包括可变长度的**BLOB(n)**类型，它用于容纳非传统型的数据，诸如图片、语音或混合媒体等，还可以容纳用户定义类型及函数的结构化数据
- 二进制大对象，**BLOB(n[K|M|G])**: 最长可达
2,147,483,647字节

日期时间数据类型

- DATE是一个由三部分组成的值（年、月和日）。年份部分的范围是从0001到9999。月份部分的范围是从1到12。日部分的范围是从1到n，n的值取决于月份。
DATE列长10个字节
- TIME是一个由三部分组成的值（小时、分和秒）。小时部分的范围是从0到24。分和秒部分的范围都是从0到59。如果小时为24，分和秒的值都是0。TIME列长8个字节
- TIMESTAMP是一个由七部分组成的值（年、月、日、小时、分钟、秒和微秒）。微秒部分的范围是从000000到999999。TIMESTAMP列的长度是26字节

日期时间类型的值的字符串表示

- 日期、时间和时间戳也可以用字符串来表示，CHAR 标量函数可用来创建日期时间类型的值的字符串表示
- 日期值的字符串表示是一个以数字开始，长度不少于8个字符的字符串。日期值的月份和日部分中前面的零可以略去
- 时间值的字符串表示是以数字开头，长度不少于4个字符的字符串。时间值的小时部分前面的零可以省略，秒部分可以完全省略
- 时间戳值的字符串表示是以数字开头，长度不少于16个字符的字符串。完整的时间戳字符串表示形式为 yyyy-mm-dd-hh.mm.ss.nnnnnn。时间戳的月、日或小时等几部分前面的零可省略，微秒可截断或完全省略

2. SQL数据定义功能

□ 基表的创建命令

```
CREATE TABLE tablename (
    colname datatype [ NOT NULL ]
    { , colname datatype [ NOT NULL ] }
);
```

➤ 命令的格式定义符号

- 1) [...] /* 0或1个 */
- 2) { ... } /* 0到若干个 */
- 3) CREATE TABLE
- 4) NOT NULL

2. SQL数据定义功能

【例】创建‘学生’基表S

```
CREATE TABLE S (
    sno CHAR(5) NOT NULL,
    sn CHAR(20),
    sd CHAR(2),
    sa SMALLINT
);
```

2. SQL数据定义功能

【例】创建‘课程’基表C

```
CREATE TABLE C (
    cno CHAR(4) NOT NULL,
    cn CHAR(30),
    pcno CHAR(4)
);
```

2. SQL数据定义功能

【例】创建‘选课’基表SC

```
CREATE TABLE SC (
    sno CHAR(5) NOT NULL,
    cno CHAR(4) NOT NULL,
    g CHAR(1)
);
```

2. SQL数据定义功能

□ 基表的修改命令

➤ 是对基表定义信息的修改，包括：

1) 对基表结构的修改

- 表中属性的增加/删除

```
ALTER TABLE <基表名> ADD <列名> <数据类型>;  
ALTER TABLE <基表名> DROP <列名>;
```

2) 数据完整性约束的修改

2. SQL数据定义功能

□ 基表的删除命令

- 删除指定的表及其数据

```
DROP TABLE <基表名>;
```

关系数据库系统数据子语言SQL

1. SQL概貌
2. SQL数据定义功能
3. SQL数据操纵功能
4. SQL的更新功能
5. 视图

3. SQL数据操纵功能

- 数据查询
- 插入、删除、修改
- 作为自含式语言还具有如下功能：
 - ✓ 赋值功能
 - ✓ 计算功能
 - 简单的四则运算
 - 统计计算
 - « 求总数
 - « 求和、求平均值
 - « 求最大值、求最小值
 - 分组统计
 - ✓ 输入/出功能

3. SQL数据操纵功能

□ 数据查询功能

SQL语言数据查询功能的数学基础来源于关系代数

➤ 关系代数

$$\Pi_{A_1, A_2, \dots, A_m} (\sigma_F (R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n))$$

➤ SQL语言

SELECT A_1, A_2, \dots, A_m

FROM R_1, R_2, \dots, R_n

WHERE F

3. SQL数据操纵功能

口假设: $\text{Head}(R) = \{ A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_k \}$

$\text{Head}(S) = \{ B_1, \dots, B_k, C_1, \dots, C_m \}$

➤关系代数

$\Pi_{A_1, A_2, \dots, A_m} (\sigma_F (R \bowtie S))$

➤SQL语言

SELECT A₁, A₂, ..., A_m

FROM R, S

WHERE F and R.B₁=S.B₁ and R.B₂=S.B₂

and and R.B_k=S.B_k

3. SQL数据操纵功能

□ 映像语句

目标子句: **SELECT * | colname { , colname ... }**

范围子句: **FROM tablename { , tablename ... }**

条件子句: **[WHERE search_condition]**

分组子句: **[GROUP BY colname { , colname ... }]**

分组查询子句: **[HAVING group_condition]]**

排序输出子句: **[ORDER BY colname [ASC | DESC]**

{ , colname [ASC | DESC] ... }];

3. SQL数据操纵功能

□ 映像语句各子句的执行顺序

```
SELECT * | colname { , colname ... }  
FROM tablename { , tablename ... }  
[ WHERE search_condition ]  
[ GROUP BY colname { , colname ... } ]  
[ HAVING group_condition ]]  
[ ORDER BY colname [ ASC | DESC ]  
{ , colname [ ASC | DESC ] ... } ];
```

3. SQL数据操纵功能

3.1 SQL的基本查询功能

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

3.3 SELECT语句间的运算

3.4 SQL计算、统计、分类的功能

3.5 SELECT语句使用的一般规则

3.1 SQL的基本查询功能

□ 映像语句的组成

1) 目标子句: **SELECT * | colname { , colname ... }**

- 定义结果关系所需要的属性

➤ 目标子句的构造方式

- 给出结果属性的属性名

- 可以通过‘表名.属性名’的方式来表明是哪一张表中的属性
- 结果属性的重命名

» **<column_expression> AS <colname>**

- 可用‘*’来代替表中的所有属性
- 可使用保留字‘**distinct**’来消除结果关系中的重复元组

3.1 SQL的基本查询功能

□ 映像语句的组成 (cont.)

2) 范围子句: **FROM tablename { , tablename ... }**

– 指定操作对象 (被访问的关系)

➤ 可以在**FROM**子句中对一个关系重新命名 (即定义一个别名 (**alias**))

<table_name> <alias_name>

– 主要用于关系自身的联接运算

‘SELECT子句’ 和 ‘FROM子句’ 是一条映像语句中必不可少的两个组成部分

3.1 SQL的基本查询功能

□ 映像语句的组成 (cont.)

3) 条件子句: **WHERE** **search_condition**

- 是映像语句中的可选成分，用于定义查询条件（即结果关系中的元组必须满足的条件）
- 包括‘单个关系中的元组选择条件’以及‘关系与关系之间的联接条件’，都需要在**WHERE**子句中通过一定的逻辑表达式显式地表示出来。
 - 在**FROM**子句中给出的关系只是表明此次查询需要访问这些关系，它们之间是通过笛卡儿乘积运算进行合并的
 - 如果需要执行它们之间的‘ θ -联接’或‘自然联接’运算，则需要在**WHERE**子句中显式地给出它们的联接条件

3.1 SQL的基本查询功能

□ SQL查询功能的例子

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

(1) 单表简单查询

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.25 查询S的所有情况

【answer 1】

SELECT sno, sn, sd, sa FROM S;

【answer 2】

SELECT * FROM S;

(1) 单表简单查询

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.26 查询全体学生名单

SELECT sn

FROM S;

(1) 单表简单查询

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.27 查询学号为990137的学生学号与姓名

SELECT sno, sn

FROM S

WHERE sno = '990137';

□ 常用的比较谓词是一些算术比较运算符

(1) 单表简单查询

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.28 查询所有年龄大于20岁的学生的姓名与学号

SELECT sn, sno

FROM S

WHERE sa > 20;

(2) 常用谓词

□除常用的算术比较运算符外，SQL语言还提供了若干比较谓词，以增强查询语句的表达能力

- **DISTINCT**
- **BETWEEN ... AND ...**
- **NOT BETWEEN ... AND ...**
- **LIKE**
- **NOT LIKE**
- **IS NULL**
- **IS NOT NULL**

DISTINCT仅用于SELECT子句中，而其它谓词一般用于WHERE子句中，用于构造查询条件

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.29 查询所有选修了课程的学生的学号

```
SELECT DISTINCT sno  
FROM SC;
```

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.30 查询年龄在18至21岁（包括18与21岁）
的学生姓名与年龄

SELECT sn, sa

FROM S

WHERE sa BETWEEN 18 AND 21;

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.31 查询年龄不在18至21岁的学生姓名与年龄

SELECT sn, sa

FROM S

WHERE sa NOT BETWEEN 18 AND 21;

(2) 常用谓词

口 LIKE 谓词的使用方法

column [NOT] LIKE val1 [ESCAPE val2]

➤ 模版 (pattern) : val1

- 下划线 (_) : 可以匹配任意一个字符
- 百分号 (%) : 可以匹配任意一个字符串 (包括长度为0的空字符串)
- 其它字符: 只能匹配其自身

➤ 转义指示字符: val2

- 紧跟在转义指示字符val2之后的 ‘_’ 或 ‘%’ (包括转义字符自身) 不再是通配符, 而是其自身

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.32 查询姓名以A开头的学生的姓名与所在系别

SELECT sn, sd

FROM S

WHERE sn LIKE 'A%';

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.33 查询姓名以字母A开始，且第三个字符必为P的学生的姓名与系别

```
SELECT sn, sd  
FROM S  
WHERE sn LIKE 'A_P%';
```

(2) 常用谓词

口转义字符使用的例子

例1：查询在课程名中含有下划线（_）的课程的课程号

```
SELECT cno  
FROM C  
WHERE cn LIKE '%A_%' ESCAPE 'A';
```

例2：查询在课程名中含有百分号（%）的课程的课程号

```
SELECT cno  
FROM C  
WHERE cn LIKE '%A%%' ESCAPE 'A';
```

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.34 查询无课程分数的选课记录中的学号与课程号

```
SELECT sno, cno  
FROM SC  
WHERE g IS NULL;
```

(2) 常用谓词

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例：查询预修课程号不为空的课程的课程号

SELECT cno

FROM C

WHERE pno IS NOT NULL;

(3) 布尔表达式

□在WHERE子句中，可以使用NOT、AND与OR这三个逻辑运算符构造出复杂的查询条件，称之为布尔表达式

例3.35 查询计算机系 (CS) 年龄小于或等于20岁的学生的姓名

```
SELECT sn  
FROM S  
WHERE sd = 'CS' AND sa <= 20;
```

(3) 布尔表达式

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.36 查询非计算机系或年龄不为18岁的学生的姓名

SELECT sn

FROM S

WHERE NOT sd = 'CS' OR NOT sa = 18;

(4) 简单连接

- 在WHERE子句中，通过两个属性之间的相等比较实现表与表之间的连接

例3.37 查询修读课程号为C1的所有学生的姓名

```
SELECT S.sn  
FROM   S, SC  
WHERE  SC.sno = S.sno AND SC.cno = 'C1';
```

(4) 简单连接

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.38 查询修读课程名为DATABASE的所有学生的姓名

SELECT S.sn

FROM S, SC, C

**WHERE S.sno = SC.sno AND SC.cno =
C.cno AND C.cn = 'DATABASE';**

(5) 自连接

□在查询中，有时需要对相同的表进行连接。为了区分两张相同的表，必须在**FROM**子句中至少对其中之一进行换名（即定义别名），以区分开这两张表

(5) 自连接

例3.39 查询至少修读学号为S5的学生所修读的一门课程的学生的学号

- 首先从选课 (SC) 关系中查到S5所修过课程的课程号，然后再用这些课程号到选课 (SC) 关系中查出有哪些学生修过其中的课程
 - 因此，这是一个表与表自身进行联接的查询，同一个表名 (SC) 需要在FROM子句中出现两次
 - 为了区分开它们，必须至少对其中的一个 (SC) 进行换名

(5) 自连接

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例3.39 查询至少修读学号为S5的学生所修读的一门课程的学生的学号

SELECT SC1.sno

FROM SC SC1, SC SC2

WHERE SC1.cno = SC2.cno AND

SC2.sno = 'S5';

(6) 结果排序

□有时，希望查询结果能按某种顺序显示，此时须在语句后加一个排序子句**ORDER BY**，该子句具有下面的形式：

ORDER BY <列名> [ASC | DESC] { , ... }

□其中：

- <列名>给出了所需排序的列的列名
- ASC | DESC**则给出了排序的升序**ASC**或降序**DESC**，缺省值是升序

(6) 结果排序

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例0 查询计算机系所有学生成绩并按成绩降序显示

```
SELECT sno, sn  
FROM S  
WHERE sd = 'CS'  
ORDER BY sno ASC;
```

(6) 结果排序

S (sno, sn, sd, sa)

C (cno, cn, pno)

SC (sno, cno, g)

例1 查询全体学生情况，结果按学生成绩降序排列

SELECT *

FROM S

ORDER BY sa DESC;

3. SQL数据操纵功能

3.1 SQL的基本查询功能

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

3.3 SELECT语句间的运算

3.4 SQL计算、统计、分类的功能

3.5 SELECT语句使用的一般规则

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

- 分层结构指的是在一条映像语句的某个子句中嵌入另一条映像语句，被嵌入的映像语句通常称为‘子查询’

查询 Q_1

SELECT

FROM

WHERE

子查询 Q_{11}

SELECT

FROM

WHERE



3.2 分层结构查询与集合谓词使用

- 这样的子查询通常被嵌入在**WHERE**子句中，可以构造出逻辑关系相对复杂但可以描述清晰的查询条件
- 像这样嵌入有子查询的查询语句也被称为‘**嵌套查询**’。也可以在其它子句中嵌入‘子查询’
- 由于子查询的查询结果是一个集合，因此需要在**WHERE**子句中引入集合谓词

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

□ WHERE子句中的集合谓词主要有：

➤ IN谓词： 标量与集合量之间的属于比较

expr [NOT] IN (subquery)

➤ 限定比较谓词： 标量与集合中元素之间的量化比较

expr θ ANY|ALL (subquery)

➤ EXISTS谓词： 是否为空集的判断谓词

[NOT] EXISTS (subquery)

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

□ 嵌套查询的处理顺序

- 一般情况下，嵌套查询中的子查询只需要被执行一次，然后利用所获得的中间查询结果来计算外层的查询语句
- 这样的子查询也被称为 ‘独立子查询’，其处理顺序由 ‘内’ 到 ‘外’

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

- 在有些情况下，在‘子查询’中调用了外层查询中的表及其元组变量。随着外层元组变量的每一次的取值变化，都需要重新执行‘子查询’以获得相关的中间查询结果
 - 这样的子查询也被称为‘相关子查询’，其处理顺序是由‘外’到‘内’，直至处理完外层查询表中的所有元组

(1) IN谓词的使用

例3 查询在计算机系、数学系及物理系的学生的姓名

```
SELECT sn  
FROM S  
WHERE sd IN ('MA', 'CS', 'PY');
```

(1) IN谓词的使用

例4：查询修读课程号为C1的所有学生的姓名

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE  S.sno IN (  
    SELECT SC.sno  
    FROM   SC  
    WHERE  SC.cno = 'C1' );
```

注意：与例3.37在表示方法上的区别

(1) IN谓词的使用

例4：两种嵌套查询的表示方法

方法一

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE  S.sno IN (  
    SELECT SC.sno  
    FROM   SC  
    WHERE  SC.cno = 'C1' );
```

方法二

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE  'C1' IN (  
    SELECT SC.cno  
    FROM   SC  
    WHERE  SC.sno = S.sno );
```

(1) IN谓词的使用

例5：查询所有成绩都及格的学生的姓名

```
SELECT sn  
FROM S  
WHERE sno NOT IN (  
    SELECT sno  
    FROM SC  
    WHERE g < 60 );
```

(1) IN谓词的使用

例6：查询修读课程名为JAVA的所有学生的姓名

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE  S.sno IN (  
    SELECT SC.sno  
    FROM   SC  
    WHERE SC.cno IN (  
        SELECT C.cno  
        FROM   C  
        WHERE C.cn = 'JAVA' ) );
```

```
SELECT S.sn  
FROM   S, SC, C  
WHERE  S.sno = SC.sno AND  
       SC.cno = C.cno AND  
       C.cn = 'JAVA';
```

注意：与例3.38在表示方法上的区别

(2) 限定比较谓词的使用

例7：查询有学生成绩大于C1课程号中所有学生成绩的学生学号

```
SELECT sno  
FROM SC  
WHERE g > ALL (  
    SELECT g  
    FROM SC  
    WHERE cno = 'C1' );
```

(2) 限定比较谓词的使用

例8：查询有学生成绩大于等于C1课程号中的任何一位学生成绩的学生学号

```
SELECT sno  
FROM SC  
WHERE g >= ANY (  
    SELECT g  
    FROM SC  
    WHERE cno = 'C1' );
```

(3) 谓词CONTAINS的使用

例9：查询至少修读学号为S4的学生所修读的所有课程的学生的学号

```
SELECT sno
FROM SC
WHERE
    ( SELECT SCx.cno
        FROM SC SCx
        WHERE SC.sno = SCx.sno )
    CONTAINS
    ( SELECT SCy.cno
        FROM SC SCy
        WHERE SCy.sno = 'S4');
```

(3) 谓词CONTAINS的使用

□ 注意：

- 在SQL标准中并没有提供 ‘**CONTAINS**’ 操作符，因此这是一个不能执行的SQL语句
- 那些在关系代数中需要用除法 (**division**) 来实现的查询，在SQL中的表示方法我们将在后面有关除法的例子中说明

(4) 谓词EXISTS的使用

例3.50：查询修读课程号为C1的所有学生的姓名

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE EXISTS (  
    SELECT *  
    FROM   SC  
    WHERE  S.sno = SC.sno AND  
          SC.cno = 'C1' );
```

注意：与例3.37和例4在表示方法上的区别

(4) 谓词EXISTS的使用

例3.50：查询修读课程号不为C1的所有学生的姓名

```
SELECT S.sn  
FROM   S  
WHERE NOT EXISTS (  
    SELECT *  
    FROM   SC  
    WHERE  S.sno = SC.sno AND  
          SC.cno = 'C1' );
```

(4) 谓词EXISTS的使用

关系代数	SQL 谓词
自然连接	IN
	EXISTS
减法运算	NOT IN
	NOT EXISTS

3. SQL数据操纵功能

3.1 SQL的基本查询功能

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

3.3 SELECT语句间的运算

3.4 SQL计算、统计、分类的功能

3.5 SELECT语句使用的一般规则

3.3 SELECT语句间的运算

口子查询之间的并、交、差运算

<子查询1> **UNION [ALL] <子查询2>**

<子查询1> **INTERSECT [ALL] <子查询2>**

<子查询1> **EXCEPT [ALL] <子查询2>**

例3.52：查询计算机系的学生以及年龄小于20岁的学生

```
( SELECT * FROM S WHERE sd = 'CS' )
UNION
( SELECT * FROM S WHERE sa < 20 );
```

3. SQL数据操纵功能

3.1 SQL的基本查询功能

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

3.3 SELECT语句间的运算

3.4 SQL计算、统计、分类的功能

3.5 SELECT语句使用的一般规则

SQL计算、统计、分类的功能

- 简单的四则运算
- 统计计算
 - «求总数
 - «求和、求平均值
 - «求最大值、求最小值
- 分组统计

(1) 统计功能

函数名称	参数类型	结果类型	说 明
COUNT	any (can be *)	numeric	count of rows
SUM	numeric	numeric	sum of argument
AVG	numeric	numeric	average of argument
MAX	char or numeric	same as argument	maximum value
MIN	char or numeric	same as argument	minimum value

(1) 统计功能

例3.53：给出全体学生的人数

```
SELECT COUNT (*)  
FROM S
```

例3.54：给出学号为S1学生修读的课程门数

```
SELECT COUNT (*)  
FROM SC  
WHERE sno = 'S1'
```

例3.55：给出学号为S7学生所修读课程的平均成绩

```
SELECT AVG ( G )  
FROM SC  
WHERE sno = 'S7'
```

统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, fname, lname, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例1】查询所有订单的销售总金额

```
SELECT SUM ( dollars )
FROM Orders
```

【例2】查询 ‘p03’号商品被订购的总数量

```
SELECT SUM ( qty )
FROM Orders
WHERE pid = 'p03'
```

统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, fname, lname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例3】 查询客户的总人数

```
SELECT COUNT ( * )  
FROM Customers
```

【例4】 查询居住有公司客户的城市数

```
SELECT COUNT ( distinct city )  
FROM Customers
```

统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, fname, lname, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例5】查询所享受的折扣 (discnt) 并非最高的客户的编号 (cid)

```
SELECT cid  
FROM Customers  
WHERE discnt < max ( discnt )
```

不能在WHERE子句中直接使用统计函数

✓

```
SELECT cid  
FROM Customers c1  
WHERE discnt < ALL ( SELECT max( c2.discnt )  
                      FROM Customers c2 )
```

统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例6】 查询有两个或两个以上的客户订购过的商品的编号 (pid)

SELECT p.pid

FROM products p

WHERE 2 <= ALL (SELECT count(distinct cid)

 FROM orders o

 WHERE o.pid = p.pid)

(1) 统计功能

□ 空值 (**NULL**) 在统计函数中的处理

- 在使用统计函数对一个集合中的元素进行统计计算时，将忽略其中的‘空’值元素
 - 在一个学生S元组集合上，可以执行如下的统计查询
 - **COUNT(*)**
 - **COUNT(sno)**
 - **COUNT(sd)**
- 在一个空集上进行统计计算时，其返回结果如下：
 - **COUNT()** 返回 0
 - 其它的统计函数均返回空值 **NULL**

空值处理的例子

□ 在Customers表中插入一条记录

(‘c009’, ‘New_Customer’, ‘New York’)

- 没有给出discnt属性的取值 (系统自动为该属性赋上空值)

【例6】

```
SELECT count(*),  
       count(discnt), count(distinct discnt),  
       avg(discnt), sum(discnt)  
FROM customers;
```

(2) 计算功能

例3.56：给出修读了课程C₇的学生在该课程上的学分绩（假设课程C₇的学分数为3，成绩g采用5分制）

```
SELECT      sno, cno, g*3  
FROM        SC  
WHERE       cno = 'C7'
```

例3.57：给出计算机系下一年度学生的年龄

```
SELECT  sn, sa + 1  
FROM    S  
WHERE   sd = 'CS';
```

(3) 分类功能

□ 分类 (组) 统计查询

➤ 分组查询子句

GROUP BY `colname { , colname ... }`

- 根据属性`colname`的取值的不同，将满足`WHERE`条件的元组划分为不同的集合

➤ 使用**GROUP BY**子句的目的

- 可以在**SELECT**子句中针对不同的元组集合分别进行统计计算，实现分类统计查询

(3) 分类功能

例3.58：给出每个学生的平均成绩

```
SELECT      sno, AVG(G)
FROM        SC
GROUP BY   sno
```

例3.59：给出每个学生修读课程的门数

```
SELECT      sno, COUNT(cno)
FROM        SC
GROUP BY   sno
```

(3) 分类功能

□可以在同一条SQL语句中同时执行多个统计计算。例如：

➤ 统计查询每一个学生的课程选修情况：选修课程的门数，平均成绩，总成绩，最高成绩以及最低成绩

```
SELECT sno, COUNT(cno), AVG(G),  
       SUM(G), MAX(G), MIN(G)  
FROM SC  
GROUP BY sno
```

(3) 分类功能

- 一个很重要的事情是需要保证出现在select语句中但没有被聚集的属性只能是出现在group by子句中的那些属性
- 换句话说，任何没有出现在group by子句中的属性如果出现在select子句中的话，它只能出现在聚集函数内部，否则这样的查询就是错误的
- 例如，下面的查询是错误的

```
SELECT dept_name, ID, avg( salary )
```

```
FROM instructor
```

```
GROUP BY dept_name
```

- 在一个特定分组（通过dept_name定义）中的每位教师都有不同的ID，每个分组只能输出一个元组，无法确定输出哪个

(3) 分类功能

- 分组查询子句: **HAVING group_condition**
 - 根据**GROUP BY**子句的分组结果, 定义分组查询条件
 - 在**HAVING**子句中给出的查询条件是定义在分组后的元组集合上的, 通常是根据该集合上的某种统计计算的结果来定义查询条件
 - 只有满足条件**group_condition**的元组集合才会被保留下来, 用于生成最终的查询结果

(3) 分类功能

□ GROUP BY & HAVING此两子句可以对映像语句所得到的集合元组分组（用GROUP BY子句），并还可利用HAVING子句设置逻辑条件

```
SELECT DEP, JOB, AVG(SAL)
FROM EMPL
WHERE JOB <> 'M'
GROUP BY DEP, JOB
HAVING AVG(SAL) > 28000
ORDER BY AVG(SAL) DESC
```

(3) 分类功能

BASE TABLE			WHERE			GROUP BY		
JOB	SAL	DEP	JOB	SAL	DEP	JOB	SAL	DEP
S	31000	BLU	S	31000	BLU	C	27000	BLU
M	32000	RED				S	31000	BLU
S	30000	BLU	S	30000	BLU	S	29000	BLU
C	27000	GRE	C	27000	GRE	S	30000	BLU
S	33000	GRE	S	33000	GRE			
M	31000	BLU				C	27000	GRE
S	32000	RED	S	32000	RED	C	28000	GRE
C	28000	GRE	C	28000	GRE			
S	30000	RED	S	30000	RED	S	33000	GRE
M	33000	GRE				S	35000	GRE
S	31000	RED	S	31000	RED	S	32000	RED
S	35000	GRE	S	35000	GRE	S	30000	RED
C	27000	BLU	C	27000	BLU	S	31000	RED
S	29000	RED	S	29000	RED	S	29000	RED
S	29000	BLU	S	29000	BLU			

(3) 分类功能

HAVING			SELECT			ORDER BY		
JOB	SAL	DEP	DEP	JOB	AVG(SAL)	DEP	JOB	AVG(SAL)
S	31000	BLU	BLU	S	30000	GRE	S	34000
S	29000	BLU				RED	S	30500
S	30000	BLU				BLU	S	30000
S	33000	GRE	GRE	S	34000			
S	35000	GRE						
S	32000	RED	RED	S	30500			
S	30000	RED						
S	31000	RED						
S	29000	RED						

(3) 分类功能

例3.60：给出选修人数超过5个的课程的课程号及其选修人数

```
SELECT      cno, COUNT(sno)
FROM        SC
GROUP BY   cno
HAVING     COUNT( * ) > 5
```

(3) 分类功能

例3.61：按总平均值降序给出所有课程均及格但不包括C₈的所有学生总平均成绩

SELECT	sno, AVG(G)
FROM	SC
WHERE	cno <> C ₈
GROUP BY	sno
HAVING	MIN(G) >= 60
ORDER BY	AVG(G) DESC

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例7】 查询每一种被订购过的商品的销售总数量 (结果给出商品的编号及其被订购的总数量)

```
SELECT      pid, SUM( qty ) AS total  
FROM        Orders  
GROUP BY    pid
```

【思考】 查询每一种商品的销售总数量 (包括从没有被订购过的商品) ?

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例8】查询每一个供应商在每一种商品上的销售总数量

```
SELECT      aid, pid, SUM(qty) AS total  
FROM        Orders  
GROUP BY    aid, pid  
ORDER BY    aid, pid
```

该子句不是必须的，只是为了方便用户对于查询结果的浏览

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, fname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例9】 查询每一个供应商在每一种商品上为 ‘c002’和 ‘c003’ 两位客户订购的总数量 (结果给出供应商的编号和名称、商品的编号和名称以及销售总数量)

```
SELECT      a.aid, a.fname, p.pid, p.pname, sum(qty)
FROM        Agents a, Products p, Orders o
WHERE       a.aid=o.aid and p.pid=o.pid and
           (o.cid = 'c002' OR o.cid = 'c003')
GROUP BY    a.aid, a.fname, p.pid, p.pname
```

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例10】 统计查询每个供应商在每一种商品上的销售总数量，只返回销售总数超过1000的统计结果（商品编号、供应商编号及其销售总数量）

```
SELECT      pid, aid, sum(qty)
FROM        Orders
GROUP BY    pid, aid
HAVING     sum(qty) > 1000
```

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例11】 至少被两个客户购买过的商品的编号 (参见前面的**例6**)

```
SELECT      pid
FROM        Orders
GROUP BY    pid
HAVING      COUNT( distinct cid ) >= 2
```

分类统计查询的例子

Customers (cid, cname, city, discnt)

Agents (aid, aname, city, percent)

Products (pid, pname, city, quantity, price)

Orders (ordno, month, cid, aid, pid, qty, dollars)

【例12】每个供应商单笔销售最高金额的平均值

```
SELECT avg ( t.x )
FROM  ( select aid, max(dollars) as x
        from orders
        group by aid ) t ;
```

3. SQL数据操纵功能

3.1 SQL的基本查询功能

3.2 分层结构查询与集合谓词使用

3.3 SELECT语句间的运算

3.4 SQL计算、统计、分类的功能

3.5 SELECT语句使用的一般规则

3.5 SELECT语句使用的一般规则

□ 映像语句的处理顺序

1. 合并**FROM**子句中的表 (笛卡儿乘积)
2. 利用**WHERE**子句中的条件进行元组选择，抛弃不满足**WHERE**条件的那些元组
3. 根据**GROUP BY**子句对保留下来的元组进行分组
4. 利用**HAVING**子句中的条件对分组后的元组集合 (group) 进行选择，抛弃不满足**HAVING**条件的那些元组集合
5. 根据**SELECT**子句进行统计计算，生成结果关系中的元组： **a group → a result row**
6. 根据**ORDER BY**子句对查询结果进行排序

关系数据库系统数据子语言SQL

1. SQL概貌
2. SQL数据定义功能
3. SQL数据操纵功能
4. SQL的更新功能
5. 视图

4. SQL的更新功能

□ 删除功能

```
DELETE FROM table_name  
[ WHERE search_condition ] ;
```

- 在`table_name`表中删除符合条件
`search_condition`的元组
 - 在省略`WHERE`子句的情况下，删除表
`table_name`中的所有元组
- `WHERE`子句的构造方式与映像语句中的
`WHERE`子句一样，也可以在其中嵌入子查询
(`subquery`)

数据删除的例子

例3.62: 删除姓名为wang的学生记录

```
DELETE FROM S  
WHERE sn = 'wang'
```

例3.63: 删除计算机系 (CS) 全体学生的选课记录

```
DELETE  
FROM SC  
WHERE sno IN ( SELECT sno  
                FROM S  
                WHERE sd = 'CS' ) ;
```

4. SQL的更新功能

□ 元组插入功能

属性名列表可以被省略。在此情况下，属性的排列顺序采用基表定义中的顺序

INSERT

```
INTO tablename [ ( colname { , colname ... }  ) ]  
VALUES ( expr | NULL { , expr | NULL ... }  ) | subquery;
```

属性值，NULL表示空值

插入单个常量元组

被插入的常量元组值。其中属性值的数量及其排列顺序必须与 INTO子句中的属性名列表一致

将子查询的查询结果插入到表tablename中。子查询结果属性的排列顺序必须与 INTO子句中的顺序一致

数据插入的例子

例3.64: 插入一个选课记录 (S_{10} , C_{15} , B)

```
INSERT INTO SC  
VALUES ('S10', 'C15', 'B')
```

【例】插入计算机系 (CS) 学生选修数据库 (Database) 课的选课记录

```
INSERT INTO SC ( sno, cno )  
SELECT sno, cno  
FROM S, C  
WHERE sd = 'CS' and cn = 'Database'
```

4. SQL的更新功能

□修改功能

```
UPDATE table_name  
SET colname = expr | NULL | subquery, .....  
[ WHERE search_condition ] ;
```

- 修改指定基表**table_name**中满足**WHERE**条件的元组
 - 即：用**SET**子句中的赋值语句修改相关元组上的属性值

数据更新的例子

【例3.66】将学号为S₁₆的学生系别改为CS

UPDATE S

SET sd = 'CS'

WHERE sno = 'S₁₆'

数据更新的例子

【例3.67】将数学系学生的年龄均加1岁

UPDATE S

SET sa = sa+1

WHERE sd = 'MA'

数据更新的例子

【例3.68】将计算机系学生的成绩全置零

```
UPDATE SC
SET G = 0
WHERE sno IN ( SELECT sno
                FROM   S
                WHERE  sd = 'CS' )
```

关系数据库系统数据子语言SQL

1. SQL概貌
2. SQL数据定义功能
3. SQL数据操纵功能
4. SQL的更新功能
5. 视图

5. 视图

□ 视图 (view)

- 由若干张表经映像语句构筑而成的表
- 又称为： 导出表 (derived table)

□ 视图 (view) 与基表 (base table) 的区别

- 被称为视图的二维表本身 (结构与数据) 并不实际存在于数据库内，而仅仅保留了其构造信息 (有关视图的定义信息)。因此视图又被称为 ‘虚表’ (virtual table)
- 当用户执行视图上的访问操作时，数据库管理系统将根据视图的定义命令将用户对于视图的访问操作转换成相应基表上的访问操作

5. 视图

1. 视图定义

```
CREATE VIEW <视图名> [(<列名> {, <列名> ... } )]  
AS <映像语句> [ WITH CHECK OPTION ]
```

- 创建一个以<视图名>为表名的视图，对应的数据查询语句是<映像语句>。以<映像语句>作查询所得到的查询结果即是该视图中的元组
- 如果没有给视图中的属性命名，则用<映像语句>的SELECT子句中的属性名作为视图属性的属性名。否则视图中的属性必需与<映像语句>的SELECT子句中的结果属性一一对应
- **WITH CHECK OPTION**用于约束视图上的修改操作：如果允许在该视图上执行更新操作，则其更新后的结果元组仍然必需满足视图的定义条件。即通过该视图插入或修改后的新元组能够通过该视图上的查询操作查出来

5. 视图

□ 视图定义的例子

例3.69： 定义一个计算机系学生的视图

```
CREATE VIEW CS_S  
AS SELECT *  
FROM S  
WHERE sd = 'CS'
```

例3.70： 定义学生姓名和他修读的课程名及其成绩的视图

```
CREATE VIEW S_C_G ( sn, cn, G )  
AS SELECT sn, cn, G  
FROM S, C, SC  
WHERE S.sno = SC.sno and C.cno = SC.cno
```

5. 视图

□ 视图定义的例子 (cont.)

例3.71：定义学生的学号、姓名及其平均成绩的视图

```
CREATE VIEW S_G ( sno, sn, Avg_G )
AS SELECT sno, sn, AVG( G )
FROM   S, SC
WHERE  S.sno = SC.sno
GROUP BY sno, sn
```

5. 视图

□ 视图的嵌套定义

- 可以利用已有的视图定义新的视图

【例】定义一个由课程名及该课程的平均成绩构成的视图

```
CREATE VIEW C_G ( cn, Cavg )
AS SELECT cn, AVG( G )
FROM S_C_G
GROUP BY cn
```

经定义已经存在的视图

```
CREATE VIEW S_C_G ( sn, cn, G )
AS SELECT sn, cn, G
FROM S, C, SC
WHERE S.sno = SC.sno and C.cno = SC.cno
```

5. 视图

2. 视图的删除

DROP VIEW <视图名>

- 在执行视图的删除操作时，将连带删除定义在该视图上的其它视图
- 例：执行 ‘**DROP VIEW S_C_G**’命令将连带删除之前用下述命令创建的视图 C_G 和视图 S_C_G

```
CREATE VIEW S_C_G ( sn, cn, G )
AS SELECT sn, cn, G
FROM S, C, SC
WHERE S.sno = SC.sno and C.cno = SC.cno
```

```
CREATE VIEW C_G ( cn, Cavg )
AS SELECT cn, AVG( G )
FROM S_C_G
GROUP BY cn
```

5. 视图

3. 视图上的操作

- 对视图可以作查询操作
 - 视图上的查询操作将首先被改写为基表上的查询操作，然后才能得到执行
- 一般不允许执行视图上的更新操作，只有在特殊情况下才可以进行：
 - 视图的每一行必须对应基表的惟一行
 - 视图的每一列必须对应基表的惟一列

5. 视图

□ WITH CHECK OPTION

CREATE VIEW authors_CA

```
AS ( SELECT * FROM Authors WHERE state='CA'  
)
```

UPDATE authors_CA SET state='NJ'

CREATE VIEW authors_CA

```
AS ( SELECT * FROM Authors WHERE state='CA'  
)
```

WITH CHECK OPTION

5. 视图

□ 视图的优点

- 提高了数据独立性
- 简化用户观点
- 提供自动的安全保护功能

第1次课程项目
