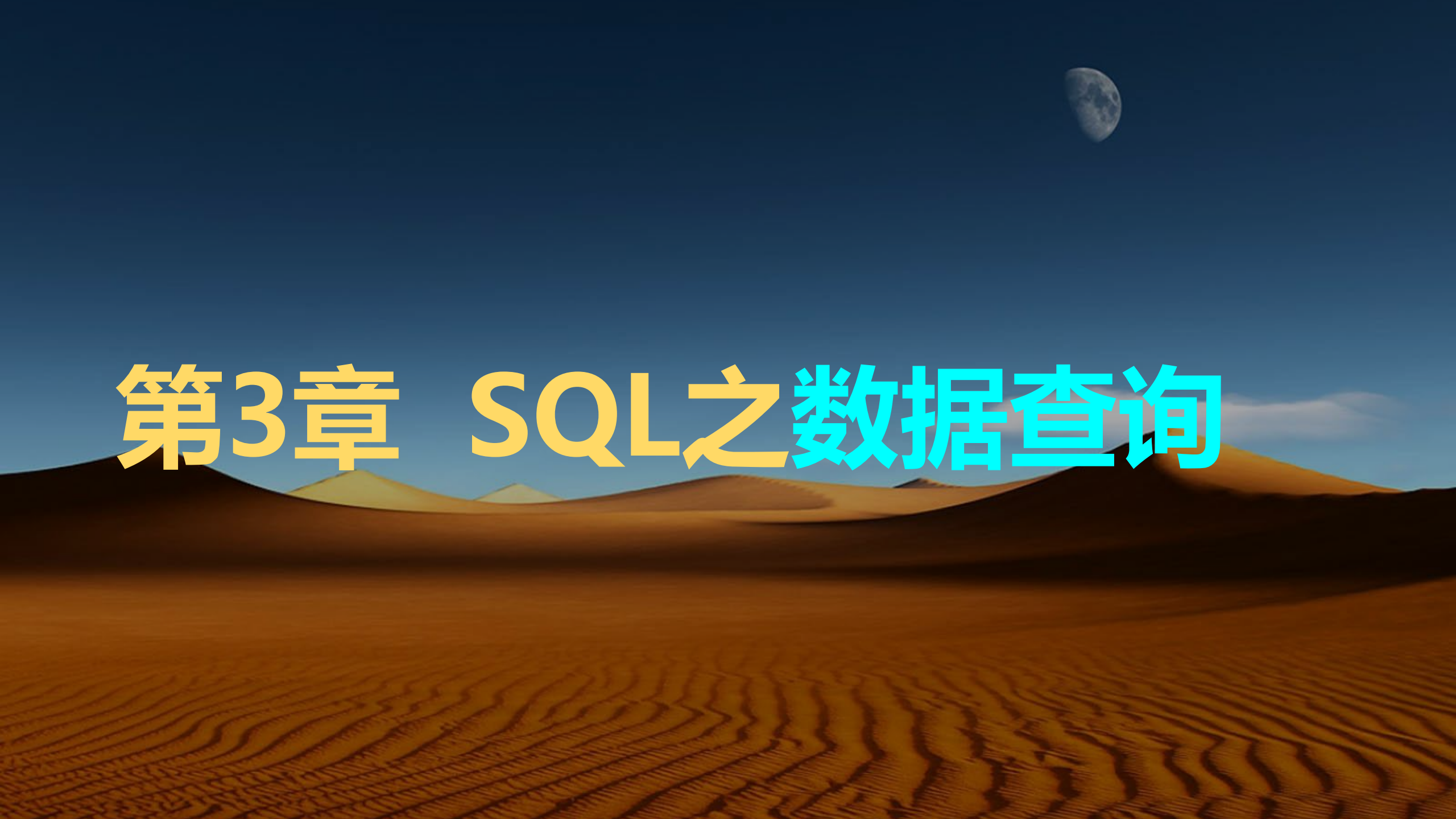

第3章 SQL之数据查询

厦門大學 XIAMEN UNIVERSITY

- **查询语句的一般格式**

```
SELECT [ALL|DISTINCT]<目标列表达式>[别名][,<目标列表达式>[别名]] …
FROM <表名或视图名>[别名][,<表名或视图名>[别名]]…|(SELECT 语句) [AS]<别名>
[WHERE <条件表达式>]
[GROUP BY <列名1>[HAVING <条件表达式>]]
[ORDER BY <列名2>[ASC|DESC]]
[LIMIT <行数1>[OFFSET <行数2>]];
```

  - LIMIT子句：限制SELECT语句查询结果的数量为<行数1>行
  - OFFSET <行数2>：表示在计算<行数1>行前忽略<行数2>行

6 数据查询(cont.)

- 本节主要内容：
  - **单表查询**
  - **连接查询**
  - **嵌套查询**
  - **集合查询**
  - **基于派生表的查询**

- **openGauss之数据查询SQL**
  - 支持标准的**SQL92/SQL99/SQL2003/SQL2011**规范，支持**GBK**和**UTF-8**字符集，支持**SQL**标准函数与分析函数，支持存储过程
  - **openGauss之SQL学习(课下自学)**
    - https://education.huaweicloud.com/courses/course-v1:HuaweiX+CBUCNXDR006+Self-paced/about
  - 华为贾军锋老师的材料(见补充)

6.1单表查询

- 单表查询指查询仅涉及一个表
  - **选择表中的若干列**
  - **选择表中的若干元组**
  - **ORDER BY 子句**
  - **聚集函数**
  - **GROUP BY子句**
  - **LIMIT子句**

6.1.1选择表中的若干列

- 查询指定列

[例3.16] 查询全体学生的学号与姓名

```
SELECT Sno, Sname  FROM Student;
```

[例3.17] 查询全体学生的姓名、学号、主修专业

```
SELECT Sname, Sno, Smajor FROM Student;
```

- 查询全部列
  - 选出所有属性列：
    - 在**SELECT**关键字后面列出所有列名
    - 将<目标列表达式>指定为 *

[例3.18] 查询全体学生的详细记录

```
SELECT  Sno, Sname, Ssex, Sbirthdate, Smajor  FROM Student;
或  SELECT  *  FROM  Student;
```

- 查询经过计算的值
  - SELECT子句的<目标列表达式>可以是算术表达式、字符串常量、函数等

[例3.19] 查询全体学生的姓名及其年龄

```
SELECT Sname, (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)) "年龄"
FROM Student; ---extract函数从日期或时间的数值里抽取子域，比如年、小时等
```

别名

Sname	年龄
李勇	21
刘晨	22
王敏	20
张立	21
陈新奇	20
赵明	21
王佳佳	20

[例3.20] 查询全体学生的姓名、出生日期和主修专业

```
SELECT Sname, 'Date of Birth:', Sbirthdate, Smajor  FROM Student;
-- 'Date of Birth:'是字面值(literal value)，即常量
```

Sname	Date of Birth:	Sbirthdate	Smajor
李勇	Date of Birth:	2000-3-8	信息安全
刘晨	Date of Birth:	1999-9-1	计算机科学与技术
王敏	Date of Birth:	2001-8-1	计算机科学与技术
张立	Date of Birth:	2000-1-8	计算机科学与技术
陈新奇	Date of Birth:	2001-11-1	信息管理与信息系统
赵明	Date of Birth:	2000-6-12	数据科学与大数据技术
王佳佳	Date of Birth:	2001-12-7	数据科学与大数据技术

6.1.2选择表中的若干元组

- 消除取值重复的行
  - 如果没有指定**DISTINCT**关键词，则缺省为**ALL**

[例3.21] 查询选修了课程的学生学号

```
SELECT Sno  FROM SC; ⇔  SELECT ALL Sno  FROM SC;
```

  - 若指定**DISTINCT**关键词，则去掉表中重复的行

```
SELECT DISTINCT Sno  FROM SC;
```

- 查询结果：

Sno
20180001
20180002
20180003
20180004
20180005

- 不存在重复的行

- 查询满足条件的元组
  - 通过**WHERE**子句实现

表3.5 常用的查询条件

查询条件	谓 词
比较	=, >, <, >=, <=, !=, <>, !>, !<; NOT+上述比较运算符
确定范围	BETWEEN AND, NOT BETWEEN AND
确定集合	IN, NOT IN
字符匹配	LIKE, NOT LIKE
空　值	IS NULL, IS NOT NULL
多重条件(逻辑运算)	AND, OR, NOT

① 比较大小

[例3.22] 查询主修计算机科学与技术专业全体学生的姓名

```
SELECT  Sname
FROM  Student
WHERE  Smajor='计算机科学与技术';
```

[例3.23] 查询所有2000年后（包括2000年）出生的学生姓名及其性别

```
SELECT Sname, Ssex
FROM  Student
WHERE  extract(year from Sbirthdate)>=2000;
```

[例3.24] 查询考试成绩不及格的学生的学号

```
SELECT DISTINCT Sno
FROM  SC
WHERE Grade<60;
```

- RDBMS完成查询的实现途径：全表扫描或采用索引技术
- 字符串常数要用英文单引号括起来

② 确定范围

– 谓词： **BETWEEN … AND … ， NOT BETWEEN … AND …**

[例3.25] 查询年龄在20~23岁(包括20岁和23岁)之间的学生的学生的姓名、出生年月和主修专业

```
SELECT  Sname, Sbirthdate, Smajor
FROM  Student
WHERE  extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)  BETWEEN 20 AND 23;
```

[例3.26] 查询年龄不在20~23岁之间的学生姓名、出生年月和主修专业

```
SELECT  Sname, Sbirthdate, Smajor
FROM  Student
WHERE  extract(year from current_date)- extract(year from Sbirthdate)  NOT BETWEEN 20 AND 23;
```

③ 确定集合

– 谓词： IN <值表>，NOT IN <值表>

[例3.27] 查询计算机科学与技术专业和信息安全专业学生的姓名和性别

```
SELECT  Sname, Ssex
FROM  Student
WHERE  Smajor IN ( '计算机科学与技术', '信息安全');
```

[例3.28] 查询既不是计算机科学与技术专业也不是信息安全专业学生的姓名和性别

```
SELECT  Sname, Ssex
FROM  Student
WHERE  Smajor NOT IN ( '计算机科学与技术', '信息安全');
```

④ 字符匹配

– 谓词：[NOT] LIKE '<匹配串>'[ESCAPE' <换码字符>']

- <匹配串>：一个完整的字符串或含有通配符%和 _
- % (百分号)代表任意长度(长度可以为0)的字符串
  - 例如，a%b表示以a开头，以b结尾的任意长度的字符串
- _ (下划线)代表任意单个字符
  - 例如，a_b表示以a开头，以b结尾的长度为3的任意字符串

– 匹配串为固定字符串

[例3.29] 查询学号为20180003的学生的详细情况

```
SELECT *
FROM Student
WHERE Sno LIKE '20180003';
```

等价于

```
SELECT *
FROM Student
WHERE Sno = '20180003';
```

- 如果LIKE后面的匹配串不含通配符，则可用=取代LIKE，用!=或<>取代NOT LIKE。

6 ~(cont.)

[例3.33] 查询所有不姓刘学生的姓名、学号和性别

```
SELECT  Sname, Sno, Ssex  FROM  Student  WHERE  Sname NOT LIKE '刘%';
```

- 如果要查询的字符串本身包含通配符，则需用ESCAPE'<换码字符>'将通配符转义为普通字符

[例3.34] 查询DB_Design课程的课程号和学分

```
SELECT Cno, Ccredit   FROM Course
WHERE  Cname LIKE 'DB\_Design'ESCAPE'\';  --- ESCAPE后面的" \"为换码字符
```

[例3.35] 查询以"DB_"开头，且倒数第三个字符为 i 的课程的详细情况

```
SELECT *   FROM Course   WHERE Cname LIKE 'DB \ _%i__' ESCAPE ' \ '  ;
```

⑤ 涉及空值(NULL)的查询

– 谓词： IS NULL 或 IS NOT NULL

- “IS”不能用”=”代替
- 空值和任何数据之间的比较是没有意义的。如果数学表达式中包含空值，则结果都为NULL
- 空值与数字0和空字符串所代表的的意义不同，它代表的是未定义的值，不占用存储空间的，而0和空格是有意义的且占用存储空间

[例3.36]某些学生选修课程后没有参加考试，有选课记录，但没有考试成绩。查询缺少成绩的学生的学号和相应的课程号

```
SELECT Sno, Cno FROM SC WHERE Grade IS NULL; ----不能用=NULL
```

[例3.37]查询所有有成绩的学生学号和课程号

```
SELECT Sno, Cno FROM SC WHERE Grade IS NOT NULL;
```

⑥ 多重条件查询

– 逻辑运算符：AND和 OR来连接多个查询条件

▪ 运算符的优先级：括号 > AND > OR

[例3.38] 查询主修计算机科学与技术专业2000年（包括2000年）以后出生的学生学号、姓名和性别

```
SELECT  Sno, Sname, Ssex
FROM  Student
WHERE  Smajor='计算机科学与技术' AND extract(year from Sbirthdate)>=2000;
```

[例3.27] 中的IN谓词实际上是多个OR运算符的缩写，也可用以下语句实现

```
SELECT  Sname, Ssex
FROM  Student
WHERE  Smajor='计算机科学与技术' OR Smajor='信息安全';
```

6.1.3 ORDER BY子句

- **ORDER BY子句**
  - 可以按一个或多个属性列排序
  - 升序：**ASC**；降序：**DESC**；缺省值为升序
    - 对于空值，排序时显示的次序由具体RDBMS实现来决定

[例3.39] 查询选修了81003号课程的学生的学号及其成绩，查询结果按分数的降序排列

```
SELECT Sno,Grade  FROM SC  WHERE Cno='81003'ORDER BY Grade DESC;
```

[例3.40] 查询全体学生选修课程情况，查询结果先按照课程号升序排列，同一课程中按成绩降序排列

```
SELECT *  FROM SC
ORDER BY Cno, grade DESC;
```

6.1.4聚集函数

函数名	含义	用法
COUNT( )	统计元组个数	COUNT(*)
	统计一列中值的个数	COUNT([DISTINCT|ALL] <列名>)
SUM( )	计算一列值的总和 • 此列必须为数值型	SUM([DISTINCT|ALL] <列名>)
AVG( )	计算一列值的平均值 • 此列必须为数值型	AVG([DISTINCT|ALL] <列名>)
MIN( )	求一列中的最小值	MIN([DISTINCT|ALL] <列名>)
MAX( )	求一列中的最大值	MAX([DISTINCT|ALL] <列名>)

- 指定DISTINCT短语，表示取消指定列的重复值（去重）；指定ALL，表示允许重复值（默认值）
- 当聚集函数遇到空值时，除count(*)外，都跳过空值而只处理非空值
- count(*)是对元组进行计数，某个元组的一个或部分列取空值不影响其统计结果

6 示例

[例3.41] 查询学生总人数

```
SELECT COUNT(*)  FROM  Student;
```

[例3.42] 查询选修了课程的学生人数

```
SELECT COUNT(DISTINCT Sno) FROM SC;
```

[例3.43] 计算选修81001号课程的学生平均成绩

```
SELECT AVG(Grade) FROM SC WHERE Cno='81001';
```

[例3.44] 查询选修81001号课程的学生最高分数

```
SELECT MAX(Grade) FROM SC WHERE Cno='81001';
```

[例3.45] 查询学号为20180003学生选修课程的总学分数

```
SELECT SUM(Ccredit)   FROM SC, Course
WHERE Sno='20180003' AND SC.Cno=Course.Cno;
```

6.1.5 GROUP BY子句

- **GROUP BY子句分组**
  - 按指定的一列或多列值分组，值相等的为一组
    - 如果未对查询结果分组，聚集函数将作用于整个查询结果
    - 对查询结果分组后，聚集函数将分别作用于每个组
  - 分组的目的之一：细化聚集函数的作用对象
    - 如果SQL中出现GROUP BY子句则该SQL中必须出现至少一种聚集函数
    - 否则，如果只有GROUP BY而无聚集函数则该SQL语句一定是错误的
  - GROUP BY后面的子句必须出现在SELECT的第一个位置

[例3.46] 求各个课程号及选修该课程的人数

```
SELECT Cno，COUNT(Sno)
FROM SC
GROUP BY Cno;
```

Cno	COUNT(Sno)
81001	42
81002	44
81003	44
81004	33
81005	48
81006	45
81007	48
81008	39

- [例3.47]查询2019年第2学期选修了10门以上课程的学生学号

```
SELECT Sno  FROM SC  WHERE Semester='20192'
GROUP BY Sno HAVING COUNT(*) >10;
```

- [例3.48]查询平均成绩大于等于90分的学生学号和平均成绩

```
SELECT Sno, AVG(Grade)
FROM SC
GROUP BY Sno  HAVING AVG(Grade)>=90;
```

```
SELECT Sno, AVG(Grade)
 FROM  SC
 WHERE AVG(Grade)>=90
 GROUP BY Sno;
```

- HAVING短语与WHERE子句的区别

类型	作用对象	含义
WHERE子句	基表或视图	选择满足条件的元组
HAVING短语	组	选择满足条件的组

- RDBMS处理数据的顺序：先处理WHERE子句得到临时表 > 使用GROUP BY对临时表数据分组 > 对每组根据HAVING子句条件筛选出满足条件的数据

6.1.6 LIMIT子句

- LIMIT子句用于限制SELECT语句查询结果的(元组)数量
  - 格式：LIMIT <行数1> [OFFSET <行数2>];
    - 语义是忽略前<行数2>行，然后取<行数1>作为查询结果数据
    - OFFSET可以省略，代表不忽略任何行
    - 实际应用中LIMIT子句经常和ORDER BY子句一起使用

[例3.49]查询选修了数据库系统概论课程的成绩排名前10名的学生学号

```
SELECT Sno
FROM SC,Course  WHERE Course.Cname='数据库系统概论'  AND SC.Cno=Course.Cno
ORDER BY GRADE DESC  LIMIT 10;
```

[例3.50]查询平均成绩排名在3-7名的学生学号和平均成绩

```
SELECT Sno, AVG(Grade)
FROM SC
GROUP BY Sno
ORDER BY AVG(Grade) DESC LIMIT 5 OFFSET 2;
```

6.2连接查询

- 连接查询：同时涉及两个以上表的查询
  - 连接查询是关系数据库中最常用的查询

- 连接条件或连接谓词：用来连接两个表的条件
  - [<表名1>.]<列名1> <比较运算符> [<表名2>.]<列名2>
    - 比较运算符主要包括：=、>、<、>=、<=、!=(或<>)
  - [<表名1>.]<列名1> BETWEEN [<表名2>.]<列名2> AND [<表名2>.]<列名3>

- 连接字段：连接谓词中的列名称
  - 连接条件中的各连接字段类型必须是可比的，但名字不必相同

6.2连接查询(cont.)

- 本节主要内容：
  - 等值与非等值连接查询
  - 自然连接查询
  - 复合条件连接查询
  - 自身连接查询
  - 外连接查询
  - 多表连接查询

6.2.1等值与非等值连接查询

- 等值连接查询
  - 连接运算符为“=”的查询
- 非等值连接查询
  - 连接运算符不是“=”的查询

[例3.51] 查询每个学生及其选修课程的情况

```
SELECT Student.*, SC.*  FROM  Student, SC  WHERE Student.Sno=SC.Sno;
```

Student.Sno	Sname	Ssex	Sbirthdate	Smajor	SC.Sno	Cno	Grade	Semester	Teachingclass
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	20180001	81001	85	20192	81001-01
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	20810001	81002	96	20201	81002-01
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	20810001	81003	87	20202	81003-01
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	20180002	81001	80	20192	81001-01
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	20180002	81002	98	20201	81002-01
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	20810002	81003	71	20202	81003-01
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

- 连接操作的执行过程
  - 嵌套循环法(NESTED-LOOP)

Student

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	出生日期 Sbirthdate	专业 Smajor
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术
20180003	王敏	女	2001-8-1	计算机科学与技术
20180004	张立	男	2000-1-8	计算机科学与技术
…	…	…	…	…

SC

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade	选课学期 Semeste	教学班 Teachingclass
20180001	81001	85	20192	81001-01
20180001	81002	96	20201	81002-01
20180001	81003	87	20202	81003-01
20180002	81001	80	20192	81001-02
20180002	81002	98	20201	81002-01
…	…	…	…	…

  - 索引连接(Index-Join)
    - 对SC表按连接字段建立索引
    - 对Student表中的每个元组，依次根据其连接字段值查询SC表的索引，从中找到满足条件的元组，找到后就将Student表中的第一个元组与该元组拼接起来，形成结果表中一个元组

6.2.2自然连接查询

- 把结果表目标列中重复的属性列去掉的等值连接查询称为自然连接查询
  - 自然连接后的表头显示顺序：

公共属性	第一张表剩余属性	第二张表剩余属性

[例3.52] 查询每个学生的学号，姓名，性别，出生日期，主修专业及选课的课程号与成绩.

```
SELECT S.Sno, Sname, Ssex, Sbirthdate, Smajor, Cno, Grade
FROM  Student  S, SC
WHERE  S.Sno=SC.Sno;
```

- 如何判断一个给定的SQL语句中的连接是等值连接还是自然连接?
  - 如果两张表有相同的属性名和数据类型，使用natural join关键词表明

6.2.3复合条件连接查询

- WHERE子句中有多个条件的连接查询称为复合条件连接查询
  - 复合条件由WHERE子句的连接谓词和选择谓词组成

[例3.53] 查询选修81002号课程且成绩在90分以上的所有学生的学号和姓名

```
SELECT S.Sno,Sname
FROM Student S, SC
WHERE S.Sno = SC.Sno  --连接谓词
AND SC.Cno='81002' AND SC.Grade>90;  --其他选择条件
```

  - 优化(高效)执行过程
    - 先从SC中挑选出Cno='81002'并且Grade>90的元组形成一个中间关系
    - 再和Student中满足连接条件的元组进行连接得到最终结果(关系)

6 6.2.4自身连接查询

- 一个表与其自己进行的连接称为自身连接
  - 需要给表起别名以示区别
  - 由于所有属性名都是同名属性，因此必须使用别名前缀

[例3.54] 查询每一门课的间接先修课(即先修课的先修课)

```
SELECT  FIRST.Cno, SECOND.Cpno
FROM  Course  FIRST, Course  SECOND
WHERE FIRST.Cpno=SECOND.Cno AND SECOND.Cpno IS NOT NULL;
```

Cno	Cpno
81003	81001
81004	81002
82006	81001
81008	81002

FIRST表(Course表)

课程号 Cno	课程名 Cname	学分 Ccredit	先修课 Cpno
81001	程序设计基础与C语言	4	
81002	数据结构	4	81001
81003	数据库系统概论	4	81002
81004	信息系统概论	4	81003
81005	操作系统	4	81001
81006	Python语言	3	81002
81007	离散数学	4	
81008	大数据技术概论	4	81003

SECOND表(Course表)

课程号 Cno	课程名 Cname	学分 Ccredit	先修课 Cpno
81001	程序设计基础与C语言	4	
81002	数据结构	4	81001
81003	数据库系统概论	4	81002
81004	信息系统概论	4	81003
81005	操作系统	4	81001
81006	Python语言	3	81002
81007	离散数学	4	
81008	大数据技术概论	4	81003

6.2.5外连接查询

- 外连接与普通连接的区别
  - 普通连接操作只输出满足连接条件的元组
    - 悬浮元组：连接时被舍弃的元组
  - 外连接操作以指定表为连接主体，将主体表中不满足连接条件的元组一并输出

- 外连接类型
  - (全)外连接、左外连接和右外连接

连接类型	特点
左外连接	• Left outer join，列出左边关系中所有的元组
右外连接	• Right outer join，列出右边关系中所有的元组
外连接	• Outer join, full outer join • 以指定表为连接主体，将主体表中不满足连接条件的元组一并输出 • 为左外连接与右外连接的并集
(内)(普通)连接	• Inner join，join • 只输出满足连接条件的元组

[例3.55] 想以Student表为主体列出每个学生的基本情况及其选课情况。若某个学生没有选课，则只输出其基本情况的数据，而把选课信息填为空值NULL

```
SELECT S.Sno, Sname, Ssex, Sbirthdate, Smajor, Cno, Grade
FROM Student  S LEFT OUTER JOIN SC ON (S.Sno=SC.Sno);
```

Student.Sno	Sname	Ssex	Sbirthdate	Smajor	Cno	Grade
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	81001	85
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	81002	96
20180001	李勇	男	2000-3-8	信息安全	81003	87
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	81001	80
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	81002	98
20180002	刘晨	女	1999-9-1	计算机科学与技术	81003	71
20180003	王敏	女	2001-8-1	计算机科学与技术	81001	81
20180003	王敏	女	2001-8-1	计算机科学与技术	81002	76
20180004	张立	男	2000-1-8	计算机科学与技术	81001	56
20180004	张立	男	2000-1-8	计算机科学与技术	81002	97
20180205	陈新奇	男	2001-11-1	信息管理与信息系统	81003	68
20180306	赵明	男	2000-6-12	数据科学与大数据技术	NULL	NULL
20180307	王佳佳	女	2001-12-7	数据科学与大数据技术	NULL	NULL

– 思考：若将上述LEFT OUTER JOIN改为RIGHT OUTER JOIN将是什么结果?

6.2.6多表连接查询

- 两个以上表的连接称为多表连接

[例3.56] 查询每个学生的学号、姓名、选修的课程名及成绩

```
SELECT S.Sno, Sname, Cname, Grade
FROM Student S, SC, Course C          /*三张表的连接*/
WHERE S.Sno=SC.Sno AND SC.Cno=C.Cno;
```

- **openGauss的连接**

  https://www.opengauss.org/zh/docs/3.0.0/docs/BriefTutorial/JOIN.html

6.3嵌套查询

- **嵌套查询(nested query)也称为子查询(Subquery)**
  - 一个SELECT-FROM-WHERE（简写成S-F-W）语句称为一个查询块
  - 将一个查询块嵌套在另一个查询块的WHERE子句或HAVING短语的条件中的查询称为嵌套查询

```
SELECT Sname                    /*外层查询或父查询*/
FROM Student
WHERE Sno IN
            (SELECT Sno         /*内层查询或子查询*/
             FROM SC
             WHERE Cno=' 81003 ');
```

  - 构造子查询应遵循的几个规则：
    - 子查询必须用括号括起来
    - 子查询的SELECT后面只能有一列
    - 子查询返回多行，只能与多值运算符一起使用，如IN运算符
    - 子查询不能用Order by子句，Order by只能在主查询中使用，且至多1次

SQL语言允许多层嵌套查询但至多不超过3层

- 子查询分类
  - 不相关子查询：子查询的查询条件不依赖于父查询
  - 相关子查询：子查询的查询条件依赖于父查询
- 不相关子查询的求解方法
  - 由里向外逐层处理。即每个子查询在上一级查询处理之前求解，子查询的结果用于建立其父查询的查找条件
- 相关子查询的求解方法
  - 首先取外层查询中表的第一个元组，根据它与内层查询相关的属性值处理内层查询，若**WHERE**子句返回值为真，则取此元组放入结果表
  - 然后再取外层表的下一个元组
  - 重复这一过程，直至外层表全部检查完为止

6.3嵌套查询(cont.)

- 本小节主要内容：
  - **带有IN谓词的子查询**
  - **带有比较运算符的子查询**
  - **带有ANY(SOME)或ALL谓词的子查询**
  - **带有EXISTS谓词的子查询**

6.3.1带有IN谓词的子查询

[例3.57] 查询与“刘晨”在同一个主修专业的学生学号、姓名和主修专业

```
SELECT Sno, Sname, Smajor
FROM Student
WHERE Smajor IN
                (SELECT Smajor
                 FROM Student
                 WHERE Sname='刘晨' );
```

Sno	Sname	Smajor
20180002	刘晨	计算机科学与技术
20180003	王敏	计算机科学与技术
20180004	张立	计算机科学与技术

– 子查询的查询条件不依赖于父查询，称为不相关子查询

解法二：用自身连接

```
SELECT S1.Sno, S1.Sname, S1.Smajor
FROM Student S1,Student S2
WHERE S1.Smajor=S2.Smajor AND S2.Sname='刘晨';
```

[例3.58] 查询选修了课程名为“信息系统概论”的学生的学号和姓名

```
SELECT Sno, Sname
FROM Student
WHERE Sno IN
            (SELECT Sno
             FROM SC
             WHERE Cno IN  (SELECT Cno
                            FROM Course
                            WHERE Cname='信息系统概论') );
```

解法二：用连接查询

```
SELECT S.Sno, Sname
FROM Student S, SC, Course
WHERE S.Sno=SC.Sno AND SC.Cno=Course.Cno AND Cname='信息系统概论';
```

6.3.2带有比较运算符的子查询

- 当能确切知道内层查询返回单值时，可用比较运算符(>，<，=，>=，<=，!=或< >)

[例3.57] 由于一个学生只可能在一个系学习，则可以用 **= 代替IN**

[例3.59] 找出每个学生超过他选修课程平均成绩的课程号

```
SELECT Sno, Cno
FROM   SC  x
WHERE Grade >=
            (SELECT AVG(Grade)
             FROM  SC  y
             WHERE y.Sno=x.Sno);
```

相关子查询

(20180001,81002)
(20180002,81002)
(20180003,81001)
(20180004,81003)
(20180005,81003)

- x, y称为元组变量

- 求解相关子查询不能像求解不相干子查询那样，先一次将子查询求解出来，然后求解父查询。由于内层查询与外层查询有关，因此必须反复求值。

- 设有book表(类编号，图书名，出版社，价格)，要求查询book表中所有大于同类图书平均价格的图书名称

```
SELECT 图书名
FROM book a
WHERE 价格 > (SELECT avg(价格)
              FROM book b
              WHERE a.类编号=b.类编号);
```

6.3.3带有ANY(SOME)或ALL的子查询

- 当使用ANY或ALL谓词时必须同时使用比较运算

运算符	语义
> ANY	大于子查询结果中的某个值
> ALL	大于子查询结果中的所有值
< ANY	小于子查询结果中的某个值
< ALL	小于子查询结果中的所有值
!=或<>ANY	不等于子查询结果中的某个值
!=或<>ALL	不等于子查询结果中的任何一个值
>=ANY	大于等于子查询结果中的某个值
>=ALL	大于等于子查询结果中的所有值
<=ANY	小于等于子查询结果中的某个值
<=ALL	小于等于子查询结果中的所有值
=ANY	等于子查询结果中的某个值
=ALL	等于子查询结果中的所有值，通常无实际意义

[例3.60] 查询非计算机科学技术专业中比计算机科学技术专业任意一个学生年龄小(出生日期晚)的学生的姓名、出生日期和主修专业

```
SELECT Sname, Sbirthdate, Smajor
FROM   Student
WHERE Sbirthdate > ANY(SELECT  Sbirthdate  FROM  Student
                       WHERE Smajor='计算机科学与技术')
      AND Smajor <>'计算机科学与技术' ; --父查询块条件
```

```
SELECT Sname, Sbirthdate, Smajor
FROM   Student
WHERE Sbirthdate > (SELECT  MIN(Sbirthdate)
                    FROM   Student
                    WHERE Smajor='计算机科学与技术')
      AND Smajor <>'计算机科学与技术' ;
```

Sname	Sbirthdate	Smajor
李勇	2000-3-8	信息安全
陈新奇	2001-11-1	信息管理与信息系统
赵明	2000-6-12	数据科学与大数据技术
王佳佳	2001-12-7	数据科学与大数据技术

6 示例(cont.)

[例3.61] 查询非计算机科学技术专业中比计算机科学技术专业所有学生年龄都小(出生日期晚)的学生的姓名和出生日期

```
SELECT Sname, Sbirthdate
FROM   Student
WHERE Sbirthdate > ALL(SELECT  Sbirthdate  FROM  Student
                       WHERE Smajor='计算机科学与技术')
      AND Smajor <>'计算机科学与技术' ; --父查询块条件
```

```
SELECT Sname, Sbirthdate
FROM   Student
WHERE Sbirthdate > (SELECT  MAX(Sbirthdate)
                    FROM   Student
                    WHERE Smajor='计算机科学与技术')
      AND Smajor <>'计算机科学与技术' ;
```

Sname	Sbirthdate
陈新奇	2001-11-1
王佳佳	2001-12-7

表3.6 ANY/SOME/ALL谓词与聚集函数、IN谓词的等价转换关系

谓词	=	<>或!=	<	<=	>	>=
ANY	IN	--	< MAX	<= MAX	> MIN	>= MIN
ALL	--	NOT IN	< MIN	<= MIN	< MAX	>= MAX

- =ANY 等价于 IN谓词
- <ANY 等价于 <MAX
- <>ALL 等价于NOT IN谓词
- <ALL 等价于 <MIN

6.3.4带有EXISTS谓词的子查询

- **EXISTS谓词**
  - 存在量词 ∃
  - 带有**EXISTS**谓词的子查询不返回任何数据，只产生逻辑真值“**true**”或逻辑假值“**false**”
    - 若内层查询结果非空，则外层的**WHERE**子句返回真值
    - 若内层查询结果为空，则外层的**WHERE**子句返回假值
  - 由**EXISTS**引出的子查询，其目标列表达式通常都用 *，因为带**EXISTS**的子查询只返回真值或假值，给出列名无实际意义
- **NOT EXISTS谓词**
  - 若内层查询结果非空，则外层的**WHERE**子句返回假值
  - 若内层查询结果为空，则外层的**WHERE**子句返回真值
- 可以利用**EXISTS**来判断 $x \in S, S \subseteq R, S = R, S \cap R$非空是否成立

[例3.62] 查询所有选修了81001号课程的学生姓名

```
SELECT Sname
FROM  Student
WHERE EXISTS  (SELECT *
                FROM SC
                WHERE Sno=Student.Sno  AND  Cno='81001');
```

是否为相关子查询?

[例3.63] 查询没有选修81001号课程的学生姓名

```
SELECT Sname
FROM  Student
WHERE NOT EXISTS  (SELECT *
                    FROM SC
                    WHERE Sno=Student.Sno  AND  Cno='81001');
```

- 不同形式的查询间的替换
  - 一些带EXISTS或NOT EXISTS谓词的子查询不能被其他形式的子查询等价替换
  - 所有带IN谓词、比较运算符、ANY和ALL谓词的子查询都能用带EXISTS谓词的子查询等价替换

[例3.57解法4] 查询与“刘晨”在同一个主修专业的学生(用EXISTS谓词完成)

```
SELECT Sno, Sname, Smajor
FROM Student  S1
WHERE EXISTS  (SELECT *
                    FROM Student S2
                    WHERE S2.Smajor=S1.Smajor AND S2.name='刘晨' );
```

- 由于带EXISTS量词的相关子查询只关心内层查询是否有返回值，并不需要查具体值，因此其效率不一定低于不相关子查询，有时是高效的方法

- 用EXISTS/NOT EXISTS实现全称量词(难点)
  - SQL语言中没有全称量词∀(For all)
  - 可以把带有全称量词的谓词转换为等价的带有存在量词的谓词：

$$(\forall x)P \equiv \neg(\exists x(\neg P))$$

[例3.64] 查询选修了全部课程的学生姓名

转换为等价的用存在量词的形式：查询这样的学生，没有一门课程是他不选修的

```
SELECT Sname
FROM  Student  S
WHERE NOT EXISTS  (SELECT *  FROM Course  C
                   WHERE NOT EXISTS  (SELECT *
                                      FROM SC
                                      WHERE Sno=S.Sno AND Cno= C.Cno));
```

- 用EXISTS/NOT EXISTS实现逻辑蕴涵(难点)
  - SQL语言中没有蕴涵(Implication)逻辑运算
  - 可以利用谓词演算将逻辑蕴涵谓词等价转换为： $p \rightarrow q \equiv \neg p \vee q$

[例3.65] 查询至少选修了学生20180002选修的全部课程的学生的学号

- 解题思路：
  - 用逻辑蕴涵表达：查询学号为x的学生，对所有的课程y，只要20180002学生选修了课程y，则x也选修了y。
- 形式化表示：
  - 用P表示谓词“学生20180002选修了课程y”
  - 用q表示谓词“学生x选修了课程y”
  - 则上述查询为: $(\forall y)\ p \rightarrow q$

- 等价变换：
  - $(\forall y)\ p \rightarrow q \equiv \neg(\exists y(\neg(p \rightarrow q))) \equiv \neg(\exists y(\neg(\neg p \vee q))) \equiv \neg \exists y(p \wedge \neg q)$
  - 表达的语义：不存在这样的课程y，学生20180002选修了y，而学生x没有选修

```
SELECT Sno
FROM Student
WHERE NOT EXISTS
        (SELECT *                       /*这是一个相关子查询 */
        FROM SC SCX                     /*父查询和子查询均引用了SC表*/
        WHERE SCX.Sno='20180002' AND
                NOT EXISTS
                (SELECT *
                 FROM SC SCY     /*用别名SCX、SCY将父查询*/
                 WHERE SCY.Sno=Student.Sno AND SCY.Cno=SCX.Cno));    /*与子查询中的SC表区分开*/
```

6.4集合查询

- 集合操作是SQL的一个重要特点
- 集合操作分类
  - 并操作UNION
  - 交操作INTERSECT
  - 差操作EXCEPT ---openGauss差集操作符为MINUS，不是EXCEPT
- 参加集合操作
  - 各查询结果的列数必须相同;
  - 对应项的数据类型也必须相同
- 所有的集合操作具有相同的优先级，除非碰到括号

[例3.66] 查询计算机科学与技术专业的学生及年龄不大于19岁(包括等于19岁)的学生

```
SELECT * FROM Student WHERE Smajor='计算机科学与技术'
UNION
SELECT * FROM Student
WHERE (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)) <=19;
```

[例3.67] 查询2020年第2学期选修了课程81001或者选修了课程81002的学生

```
SELECT Sno
FROM SC
WHERE Semester='20202' AND Cno='81001'
UNION
SELECT Sno
FROM SC
WHERE Semester='20202' AND Cno='81002';
```

- UNION：将多个查询结果合并起来时，系统自动去掉重复元组
- UNION ALL：将多个查询结果合并起来时，保留重复元组

6 示例(cont.)

[例3.68] 查询计算机科学与技术专业的学生与年龄不大于19岁的学生的交集

```
SELECT *
FROM Student WHERE Smajor='计算机科学与技术'
INTERSECT
SELECT *
FROM Student
WHERE (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)) <=19;
```

[例3.68的另一解法] 实际就是查询计算机科学系中年龄不大于19岁的学生

```
SELECT *
FROM  Student
WHERE Smajor='计算机科学与技术'AND
        (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)) <=19;
```

6 示例(cont.)

[例3.69] 查询既选修了课程81001又选修了课程81002的学生。就是查询选修课程810011的学生集合与选修课程81002的学生集合的交集

```
SELECT Sno
FROM SC WHERE Cno='81001'
INTERSECT
SELECT Sno
FROM SC WHERE Cno='81002';
```

[例3.69] 的另外一种表示：

```
SELECT Sno
FROM SC
WHERE Cno='81001'AND  Sno IN  (SELECT Sno
                               FROM SC
                               WHERE Cno='81002');
```

6 示例(cont.)

[例3.70] 查询计算机科学与技术专业的学生与年龄不大于19岁的学生的差集

```
SELECT *
FROM Student WHERE Smajor='计算机科学与技术'
EXCEPT
SELECT *
FROM Student
WHERE (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate))<=19;
```

[例3.70的另一种解法] 实际就是查询计算机科学系中年龄大于19岁的学生

```
SELECT *
FROM  Student
WHERE Smajor='计算机科学与技术'AND
        (extract(year from current_date) - extract(year from Sbirthdate)) >19;
```

6.5基于派生表的查询

- **复杂查询**
  - 很难或根本不可能用一个查询块或几个查询块的并、交、差来解决的查询

- **基于派生表的查询**
  - 子查询出现在**FROM**子句中的查询
  - 此时子查询生成的**临时派生表(Derived table)**成为主查询的查询对象
  - 是表达复杂查询的一种方法
  - 通常，**FROM<子查询>**表达的查询结果可用新的关系进行命名，包括属性的重新命名
    - 用**AS**子句实现

[例3.59的另一种解法] 找出每个学生超过他自己选修课程平均成绩的课程号

```
SELECT Sno, Cno
FROM SC, (SELECT Sno, Avg(Grade)  FROM SC  GROUP BY Sno)
                AS Avg_sc(avg_sno, avg_grade)
WHERE SC.Sno=Avg_sc.avg_sno AND SC.Grade >=Avg_sc.avg_grade;
```

- **课堂练习**：找出所有选课平均成绩超过80分的同学姓名（要求使用派生表实现）

```
SELECT Sname
FROM Student S, (SELECT Sno FROM SC GROUP BY Sno HAVING  Avg(Grade)>80)
                        AS GreatStudent
WHERE S.Sno=GreatStuent.Sno;
```

- **小结：派生查询的典型应用场景：涉及相关子查询和聚集函数的使用**
- **处理方法：先用派生表得到聚集结果，然后再将派生表的结果与其他条件结合**

- 如果子查询中没有聚集函数，派生表可以不指定属性列，子查询SELECT子句后面的列名为其缺省属性
- [例3.62的另一种解法]查询所有选修了81001号课程的学生姓名

```
SELECT Sname
FROM  Student, (SELECT Sno FROM SC WHERE Cno='81001') AS SC1
WHERE  Student.Sno = SC1.Sno;
```

- FROM子句生成派生表时，AS关键字可省略，必须为派生关系指定一个别名
- 派生表是一个中间结果表，查询完成后派生表将被系统自动清除

6 SELECT语句的一般格式

厦門大學 XIAMEN UNIVERSITY

SELECT [ALL|DISTINCT] <目标列表达式> [别名] [,<目标列表达式> [别名]] …

FROM <表名或视图名> [别名] [,<表名或视图名> [别名]] …

|(<SELECT语句>)[AS]<别名>

[WHERE <条件表达式>]

[GROUP BY <列名1>[HAVING<条件表达式>]]

[ORDER BY <列名2> [ASC|DESC]];

6 目标列表达式的可选格式

厦門大學 XIAMEN UNIVERSITY

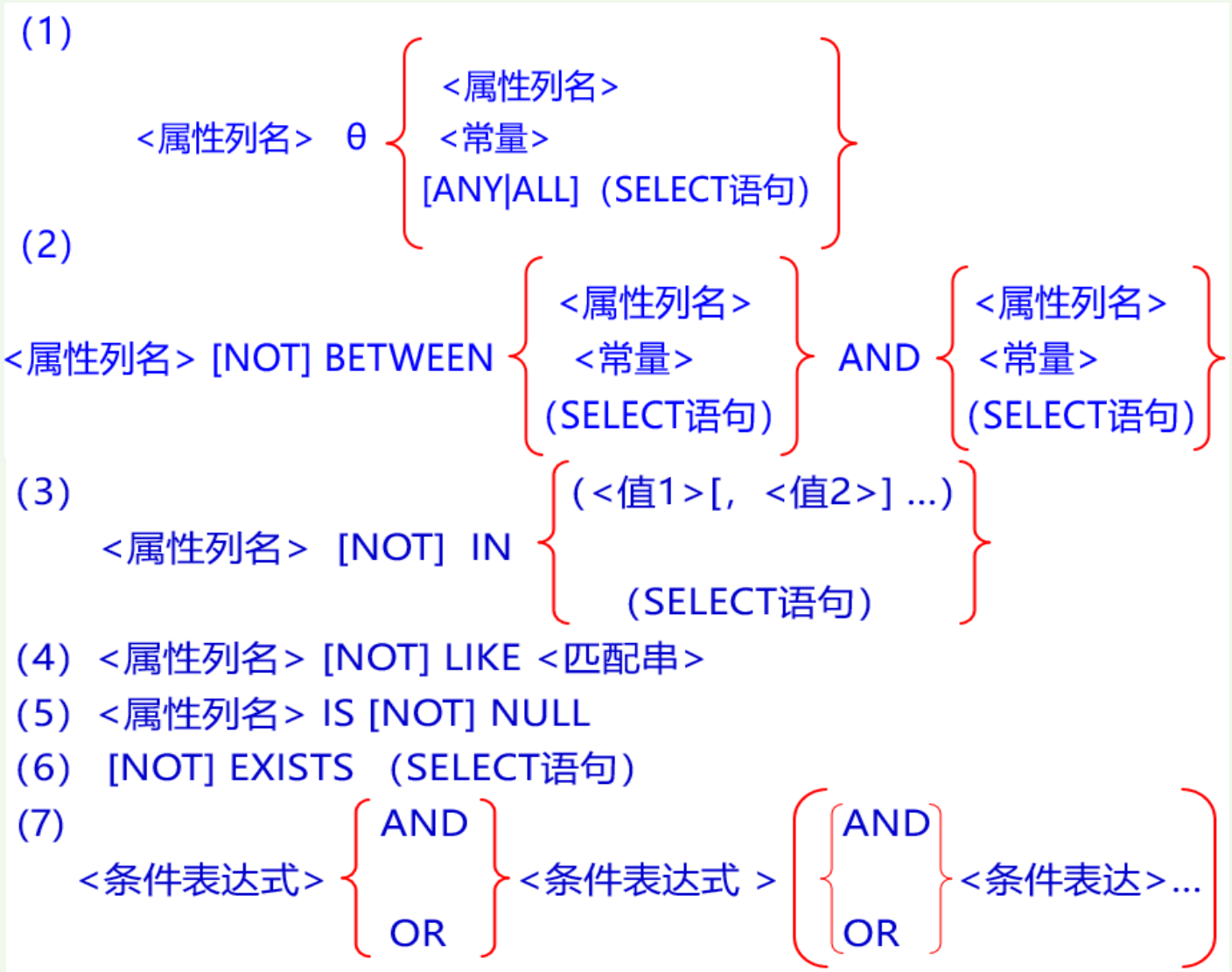
- 目标列表达式格式：
  - （1）*
  - （2）<表名>.*
  - （3）COUNT([DISTINCT|ALL]*)
  - （4）[<表名>.]<属性列名表达式>[,<表名>.]<属性列名表达式>]...

  – 其中<属性列名表达式>可以是由属性列、作用于属性列的聚集函数和常量的任意算术运算（+，-，*，/）组成的运算公式

聚集函数的一般格式

{ COUNT
  SUM
  AVG
  MAX
  MIN } [DISTINCT|ALL] <列名>)

6 WHERE子句的条件表达式的可选格式



- 关系R包含A，B，C三个属性：

A	B	C
10	NULL	20
20	30	NULL

- 写出对查询语句SELECT * FROM R WHERE X; 当X为下列条件的查询结果
  - A IS NULL
  - A > 8 AND B<20
  - C+10 >25
  - EXISTS (SELECT B FROM R WHERE A =10)
  - C IN (SELECT B FROM R)

数据查询部分结束！