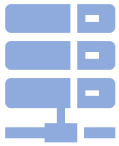
北京航空航天大學
BEIHANG UNIVERSITY

数据管理技术

北京航空航天大学

周号益

2024年



第三章 SQL语言

SQL语言概述

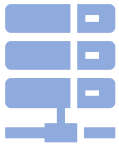
■1970年，美国IBM研究中心的E.F.Codd连续发表多篇论文，提出关系模型。

■1972年，IBM公司开始研制实验型关系数据库管理系统SYSTEM R，配制的查询语言称为SQUARE (Specifying Queries As Relational Expression)语言，在语言中使用了较多的数学符号。

■1974年，Boyce和Chamberlin把SQUARE修改为SEQUEL (Structured English Query Language)语言。后来SEQUEL简称为**SQL (Structured Query Language)**，即“结构化查询语言” 。

SQL语言概述

- 有关标准
  - 随着SQL语言应用的日益广泛，ANSI和ISO先后制定了多个SQL标准：
    - ✓ SQL-86：较为简单，主要包括数据定义语言、数据操纵语言、嵌入式语法等几个部分。
    - ✓ SQL-89：增加了对完整性约束的支持。
    - ✓ SQL-92：也称SQL2，是SQL-89的超集，增加了许多新特性，如新的数据类型，更丰富的数据操作，更强的完整性、安全性支持等。
    - ✓ SQL-99：增加对面向对象模型的支持等许多新特征。



SQL语言概述

- SQL的特点
  - 综合统一
  - 高度非过程化
  - 面向集合的操作方式
  - 以同一种语法结构提供两种使用方法
  - 语言简洁，易学易用

SQL语言概述

- SQL的特点：综合统一
  - SQL是一种一体化的语言，它包括了数据定义、数据查询、数据操纵和数据控制等方面的功能，它可以完成数据库活动中的全部工作。而以前的非关系模型的数据语言一般包括存储模式描述语言、概念模式描述语言、外部模式描述语言和数据操纵语言等等，这种模型的数据语言，一是内容多，二是掌握和使用起来都不象SQL那样简单、实用。

SQL语言概述

- SQL的特点：高度非过程化
  - SQL语言是一种高度非过程化的语言，它没有必要一步步地告诉计算机“如何”去做，而只需要描述清楚用户要“做什么”，SQL语言就可以将要求交给系统，自动完成全部工作。

SQL语言概述

- SQL的特点：面向集合的操作
  - 非关系模型（层次、网状）采用的是面向记录的操作方式，操作对象是一条记录。例如查询所有平均成绩在80分以上的学生姓名，用户必须一条一条地把满足条件的学生记录找出来（通常要说明具体处理过程，即按照哪条路径，如何循环等）。而SQL语言采用集合操作方式，不仅操作对象、查找结果可以是元组的集合，而且一次插入、删除、更新操作的对象也可以是元组的集合。

SQL语言概述

- SQL的特点：两种使用方式
  - SQL语言可以直接以命令方式交互使用，也可以嵌入到程序设计语言中以程序方式使用。现在很多数据库应用开发工具，都将SQL语言直接溶入到自身的语言之中，使用起来更方便。这些使用方式为用户提供了灵活的选择余地。此外，尽管SQL的使用方式不同，但SQL语言的语法基本是一致的。

SQL语言概述

- SQL的特点：易学易用
  - SQL语言非常简洁，虽然SQL语言功能很强，但它只有为数不多的几条命令，下表给出了分类的命令动词，另外SQL的语法也非常简单，它很接近自然语言（英语），因此容易学习、掌握。

SQL功能	命令动词
数据查询	SELECT
数据定义	CREATE、DROP、ALTER
数据操纵	INSERT、UPDATE、DELETE
数据控制	GRANT、REVOKE

SQL语言概述

SQL的组成

- 核心SQL主要有四个部分:

(1) 数据定义语言，即SQL DDL(Data Definition Language)，用于定义基本表、视图、索引等结构。

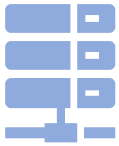
(2) 数据查询语言 (Query Language)，从数据库获取指定的数据，是数据库的核心操作。

(3) 数据操纵语言，即SQL DML(Data Manipulation Language)，分成插入、删除和修改三种操作。

(4) 数据控制语言，即SQL DCL(Data Control Language)，这一部分包括对基本表和视图的授权、完整性规则的描述、事务控制等内容。

第三章 SQL语言

1. 查询语言
2. DDL语言
3. DML语言
4. DCL语言
4. 视图



查询语言

- 查询语句基本结构：

SELECT desired attributes

FROM one or more tables

WHERE condition about tuples of the tables

GROUP BY one or more attributes

ORDER BY one or more attributes；

查询语言

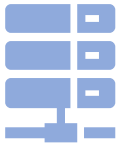
- 查询语句基本结构：
  - SELECT子句：指定要显示的属性列
  - FROM子句：指定查询对象(基本表或视图)
  - WHERE子句：指定查询条件
  - GROUP BY子句：对查询结果按指定列的值分组，该属性列值相等的元组为一个组。通常会在每组中作用集函数。
  - HAVING短语：筛选出只有满足指定条件的组
  - ORDER BY子句：对查询结果表按指定列值的升序或降序排序

查询语言

- 用到的示例关系模型

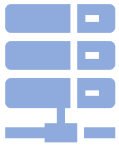
  学生-课程数据库

  - 学生表：Student(Sno，Sname，Ssex，Sage，Sdept)
  - 课程表：Course(Cno，Cname，Cpno，Ccredit)
  - 学生选课表：SC(Sno，Cno，Grade)



查询语言

- 主要内容：
  - 单表查询
  - 聚集和分组
  - 多表查询
  - 子查询
  - 集合查询



单表查询

■查询仅涉及一个表，是一种最简单的查询操作

一、选择表中的若干列

二、选择表中的若干元组

三、对查询结果排序

四、使用集函数

五、对查询结果进行分组

单表查询

[例1] 查询全体学生的学号与姓名。

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

[例2] 查询全体学生的姓名、学号、所在系。

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

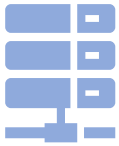
单表查询

[例3] 查询全体学生的详细记录。

```
SELECT Sno，Sname，Ssex，Sage，Sdept
FROM Student;
```

或

```
SELECT *
FROM Student;
```



单表查询

■查询经过计算的值

SELECT子句的<目标列表达式>为表达式

- 算术表达式
- 字符串常量
- 函数
- 列别名
- 等

单表查询

■查询经过计算的值

[例4] 查全体学生的姓名及其出生年份。

```
SELECT Sname，2022-Sage
FROM Student;
```

输出结果：

Sname	2022-Sage
李勇	2000
刘晨	2001
王名	2001
张立	2002

单表查询

■查询经过计算的值

[例5] 查询全体学生的姓名、出生年份和所有系，要求用小写字母表示所有系名。

```
SELECT Sname, 2020-Sage AS 'Year of Birth: ',
  LOWER(Sdept)
FROM Student;
```

单表查询

■查询经过计算的值

使用列别名改变查询结果的列标题

```
SELECT Sname AS NAME, 'Year of Birth: ' AS BIRTH,
        2022-Sage AS BIRTHDAY, LOWER(Sdept) AS DEPARTMENT
FROM Student;
```

输出结果：

NAME	BIRTH	BIRTHDAY	DEPARTMENT
李勇	Year of Birth:	2001	cs
刘晨	Year of Birth:	2002	is
王名	Year of Birth:	2000	ma
张立	Year of Birth:	2001	is

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 保留重复行

    用ALL关键字

    SELECT ALL Sno FROM SC;

    ALL为默认关键字，可以省略，等价于：

    SELECT Sno FROM SC;
  - 消除取值重复的行

    在SELECT子句中使用DISTINCT短语消除重复行

    SELECT DISTINCT Sno FROM SC;

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 消除取值重复的行

    注意 DISTINCT短语的作用范围是所有目标列

    例：查询选修课程的各种成绩

    错误的写法

```
SELECT DISTINCT Cno，DISTINCT Grade
FROM SC;
```

    正确的写法

```
SELECT DISTINCT Cno，Grade
FROM SC;
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 查询满足条件的元组

用WHERE子句表达查询条件

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	AND，OR

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 比较大小
    - ✓ 在WHERE子句的比较条件中使用比较运算符

      =，>，<，>=，<=，!= 或 <>，!>，!<，

      逻辑运算符NOT + 比较运算符

    [例6] 查询所有年龄在20岁以下的学生姓名及其年龄。

```
SELECT Sname，Sage
FROM    Student
WHERE Sage < 20;
      或
SELECT Sname，Sage
FROM    Student
WHERE NOT Sage >= 20;
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 确定范围
    - ✓ 使用谓词 BETWEEN … AND …

      NOT BETWEEN … AND …

[例7] 查询年龄在20~23岁（包括20岁和23岁）之间的学生的姓名、系别和年龄。

```
SELECT Sname，Sdept，Sage
FROM  Student
WHERE Sage BETWEEN 20 AND 23；
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 确定集合
    - ✓ 使用谓词　IN <值表>，NOT IN <值表>

      <值表>：用逗号分隔的一组取值

[例8] 查询信息系（IS）、数学系（MA）和计算机科学系（CS）学生的姓名和性别。

```
SELECT Sname，Ssex
FROM  Student
WHERE Sdept IN ( 'IS'，'MA'，'CS' );
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 确定集合
    - ✓ 使用谓词　IN <值表>，NOT IN <值表>

      <值表>：用逗号分隔的一组取值

[例9] 查询既不是信息系、数学系，也不是计算机科学系的学生的姓名和性别。

```
SELECT Sname，Ssex
FROM Student
WHERE Sdept NOT IN ( 'IS'，'MA'，'CS' );
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配
    - ✓ WHERE 子句中可以对字符串进行模版匹配，形如：

      WHERE <Attribute> LIKE <pattern>

      or <Attribute> NOT LIKE <pattern>

其中<pattern>是匹配模板，即：固定字符串或含通配符的字符串

通配符：

% (百分号) 代表任意长度（长度可以为0）的字符串

_ (下横线) 代表任意单个字符

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配

[例10] 查询学号为95001的学生的详细情况。

```
SELECT *  FROM  Student
WHERE  Sno LIKE '95001';
```

等价于:

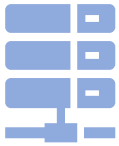
```
SELECT  *  FROM  Student
WHERE Sno = '95001';
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配

[例11] 查询所有姓刘学生的姓名、学号和性别。

```
SELECT Sname，Sno，Ssex
FROM Student
WHERE  Sname LIKE  ‘刘%’ ；
```



单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配

[例12] 查询姓"欧阳"且全名为三个汉字的学生的姓名。

```
SELECT Sname
FROM   Student
WHERE  Sname LIKE '欧阳__';
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配

[例13] 查询名字中第2个字为"阳"字的学生的姓名和学号

```
SELECT Sname，Sno
FROM Student
WHERE Sname LIKE '__阳%';
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配

[例14] 查询所有不姓刘的学生姓名。

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

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配
    - ✓ 当用户要查询的字符串本身就含有 % 或 _ 时，要使用ESCAPE '<换码字符>' 短语对通配符进行转义。

[例15] 查询DB_Design课程的课程号和学分。

```
SELECT Cno，Ccredit
FROM Course
WHERE Cname LIKE 'DB\_Design'
                ESCAPE '\'
```

！Mysql不能用\作为转义符

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配
    - ✓ 当用户要查询的字符串本身就含有 % 或 _ 时，要使用ESCAPE '<换码字符>' 短语对通配符进行转义。

[例16] 查询以“DB_”开头，且倒数第3个字符为 i 的课程的详细情况。

```
SELECT  *
FROM   Course
WHERE  Cname LIKE   ‘DB*_%i_ _' ESCAPE   ‘ *';
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 字符串匹配
    - ✓ 当进行固定字符串匹配时用可以 ‘=’ 代替 ‘like’
    - ✓ 对于包含单引号的字符串，在条件表达式中用双引号代替单引号 **双单引号！！！**

[例16] 查询课程名为 ‘数据库’ 的课程的详细情况。

```
SELECT  *
FROM   Course
WHERE  Cname = ' ' ' 数据库' ' '  ;
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 多重条件查询
    - ✓ 用逻辑运算符AND，OR和 NOT来联结多个查询条件

[例17] 查询计算机系年龄在20岁以下的学生姓名。

```
SELECT Sname
  FROM  Student
  WHERE Sdept= 'CS' AND Sage<20;
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 多重条件查询

[例18] 查询信息系（IS）、数学系（MA）和计算机科学系（CS）学生的姓名和性别。

```
SELECT Sname，Ssex
FROM Student
WHERE Sdept IN ( 'IS'，'MA'，'CS' )
```

可改写为：

```
SELECT Sname，Ssex
FROM   Student
WHERE  Sdept= ' IS ' OR Sdept= ' MA' OR Sdept= ' CS ';
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 多重条件查询

[例19]查询年龄在20~23岁（包括20岁和23岁）之间的学生的姓名、系别和年龄。

```
SELECT Sname，Sdept，Sage
FROM Student
WHERE Sage BETWEEN 20 AND 23；
```

可改写为：

```
SELECT Sname，Sdept，Sage
FROM Student
WHERE  Sage>=20 AND Sage<=23；
```

单表查询

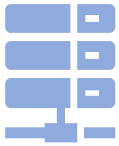
- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询

Sno	Sname	Age
1001	张三	NULL

对上表执行如下查询：

```
SELECT Sno
    FROM Stu
WHERE  Age< 20  OR  Age >= 20;
```

查询结果是什么？



单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询

    规则：

    ✓ Where 语句中的条件表达式有三种可能的计算结果：True，False，或者 UnKnown

    ✓ 任何一个值与NULL进行比较，返回的结果是UnKnown

    ✓ Where子句对被查询表中每一条记录进行条件表达式的计算，只有在计算结果为True时当前记录才会被选中

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询

三值逻辑计算(Three-Valued Logic)：

TRUE = 1, FALSE = 0, and UNKNOWN = ½

AND = MIN; OR = MAX, NOT(x) = 1-x

例：

TRUE AND (FALSE OR NOT(UNKNOWN))

= MIN(1, MAX(0, (1 - ½)))

= MIN(1, MAX(0, ½)

= MIN(1, ½) = ½.

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询

```
SELECT Sno
    FROM Stu
WHERE  Age< 20  OR  Age >= 20;
```

UNKNOWN　　UNKNOWN

UNKNOWN

所以没有任何一条记录会被选中

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询
    - ✓ 测试是否空值需用谓词 IS NULL 或 IS NOT NULL
    - ✓ “IS NULL” 不能用 “= NULL” 代替

[例20] 某些学生选修课程后没有参加考试，所以有选课记录，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。

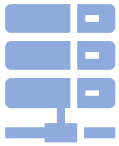
```
SELECT Sno，Cno FROM SC
 WHERE Grade IS NULL;
```

单表查询

- 选择表中的若干元组
  - 涉及空值的查询
    - ✓ 使用谓词 IS NULL 或 IS NOT NULL
    - ✓ “IS NULL” 不能用 “= NULL” 代替

[例21] 查所有有成绩的学生学号和课程号。

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



单表查询

- 对查询结果进行排序
  - 使用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
  - 当排序列含空值时
    - ✓ ASC：排序列为空值的元组最后显示
    - ✓ DESC：排序列为空值的元组最先显示

Note: Order子句只能出现在select语句的最后部分

单表查询

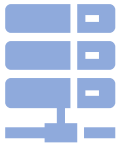
■ 对查询结果进行排序

[例22] 查询选修了3号课程的学生的学号及其成绩，查询结果按分数降序排列。

```
SELECT Sno，Grade
FROM  SC
WHERE  Cno= ' 3 '
ORDER BY Grade DESC;
```

[例23] 查询全体学生情况，查询结果按所在系的系号升序排列，同一系中的学生按年龄降序排列。

```
SELECT  *
FROM  Student
ORDER BY Sdept，Sage DESC;
```



查询语言

- 主要内容：
  - 单表查询
  - 聚集和分组
  - 多表查询
  - 子查询
  - 集合查询

单表查询

- 使用集函数（aggregation function）
  - 在Select子句中可以使用集函数，对指定的列进行聚合计算
    - 计数 COUNT（[DISTINCT|ALL] <列名> | *）
    - 计算总和 SUM （[DISTINCT|ALL] <列名>）
    - 计算平均值 AVG（[DISTINCT|ALL] <列名>）
    - 求最大值 MAX（[DISTINCT|ALL] <列名>）
    - 求最小值 MIN（[DISTINCT|ALL] <列名>）
      - ✓ DISTINCT短语：在计算时要取消指定列中的重复值
      - ✓ ALL短语：不取消重复值
      - ✓ ALL为缺省值

单表查询

- 使用集函数

[例24] 查询学生总人数。

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

[例25] 查询选修了课程的学生人数。

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

注：用DISTINCT以避免重复计算学生人数

单表查询

- 使用集函数

[例26] 计算1号课程的学生平均成绩。

```
SELECT AVG(Grade)
FROM SC
WHERE Cno= ' 1 ';
```

[例27] 查询选修1号课程的学生最高分数。

```
SELECT MAX(Grade)
FROM SC
WHER Cno= ' 1 ';
```

单表查询

- 使用集函数（aggregation function）
  - 集函数中的空值NULL
    - 空值不加入SUM、AVG和COUNT的计算，也不会成为列中的MIN、MAX值
    - 但如果列中没有非空值，则集函数结果会返回空值

Sno	Cno	Grade
100	1001	2
101	1001	NULL

```
SELECT count(*)
FROM SC
WHERE Cno = '1001';
```

vs.

```
SELECT count(Grade)
FROM SC
WHERE Cno = '1001';
```

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组
    - ✓ 细化集函数的作用对象
    - ✓ 未对查询结果分组时，集函数将作用于整个查询结果
    - ✓ 对查询结果分组后，集函数将分别作用于每个组
  - GROUP BY子句的作用对象是查询的中间结果表
  - 分组方法：按指定的一列或多列值分组，值相等的为一组
  - 使用GROUP BY子句后，SELECT子句的列名列表中只能出现分组属性和集函数

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组

Select * From - Where 查询结果：

A	B	C
1	a	o
1	b	p
2	a	o
2	c	p
3	a	o

对它进行分组，如： Group by A

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组

    对它进行分组，如： Group by A

    根据A的取值不同，分成了三组

A	B	C
1	a	o
1	b	p
2	a	o
2	c	p
3	a	o

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组

    可以对每一组进行集函数操作，如count（*）

    每一个分组会对应最终查询结果中的一条记录

    最终输出结果可以是分组字段（A）和/或集函数的值

Select A, count(*) From TB Where … Group by A

A	B	C
1	a	o
1	b	p
2	a	o
2	c	p
3	a	o

A	Count(*)
1	2
2	2
3	1

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组

[例28] 求各个课程号及相应的选课人数。

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

结果:

Cno	COUNT(Sno)
1	22
2	34
3	44
4	33
5	48

单表查询

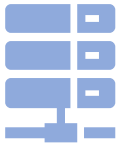
- 对查询结果进行分组
  - 使用GROUP BY子句分组

[例29] 求各个课程号，相应的选课人数，和选课学生的年级。

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

错误！ Grade不是被分组的字段，也没有被包含在集函数中

为什么?



单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用Having短语筛选最终输出结果
    - ✓ 只有满足HAVING短语指定条件的组才输出
    - ✓ HAVING短语与WHERE子句的区别：作用对象不同
      - ✓ WHERE子句作用于基表或视图，从中选择满足条件的元组
      - ✓ HAVING短语作用于组，从中选择满足条件的组。
    - ✓ HAVING子句中出现的列只能是在group by子句或集函数中出现的列

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用Having短语筛选最终输出结果

[例30] 查询选修了3门以上课程的学生学号。

```
SELECT Sno
FROM  SC
GROUP BY Sno
HAVING  COUNT(*) >3;
```

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用Having短语筛选最终输出结果

[例31] 查询有3门以上课程是90分以上的学生的学号及（90分以上的）课程数

```
SELECT  Sno,  COUNT(*)
FROM   SC
WHERE Grade>=90
GROUP BY Sno
HAVING COUNT(*)>=3;
```

单表查询

- 对查询结果进行分组
  - 使用Having短语筛选最终输出结果

    Having VS. Where：

    Where子句不能使用集函数

    求选了3门课以上的学生学号

    ```
    select sno from SC
      where count(*)>=3 group by sno
    ```

    ```
    select sno from SC
      group by sno having count(*)>=3
    ```

单表查询

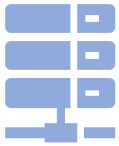
- Grouping and Aggregation

SELECT S
FROM $R_1,...,R_n$
WHERE C1
GROUP BY $a_1,...,a_k$
HAVING C2

S = may contain attributes $a_1,...,a_k$ and/or any aggregates but NO OTHER ATTRIBUTES

C1 = is any condition on the attributes in $R_1,...,R_n$

C2 = is any condition on aggregate expressions



单表查询

■Grouping and Aggregation

SELECT S

FROM $R_1,\ldots,R_n$

WHERE C1

GROUP BY $a_1,\ldots,a_k$

HAVING C2

Evaluation steps:

1. Compute the FROM-WHERE part, obtain a table with all attributes in $R_1,\ldots,R_n$
2. Group by the attributes $a_1,\ldots,a_k$
3. Compute the aggregates in C2 and keep only groups satisfying C2
4. Compute aggregates in S and return the result

作业

- 课本第130页第5题1~7小题
- SQL练习.doc
- 作业包含本次课和下次课的内容，有些题等下次课上完再做
- 作业在4月1日前提交