




数据库原理 与技术

浙江农林大学
ZHEJIANG A&F UNIVERSITY



4个基本概念

数据 (Data)

数据库 (Database)

数据库管理系统 (DBMS)

数据库系统 (DBS)

数据-DATA

- **数据 (Data) 是数据库中存储的基本对象**

- **数据的定义**

描述事物的符号记录

- **数据的种类**

数字、文字、图形、图像、音频、视频

信息=数据+语义机制

学生档案中的学生记录

(李明, 男, 1995, 江苏南京市, 计算机, 2013)

语义 (姓名, 性别, 出生年份, 籍贯, 专业, 入学日期)

解释:

数据库-DB

● 数据库的定义

数据库 (Database, 简称DB) 是长期储存在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。

● 数据的特点

1

数据结构化

整体结构化、面向全组织

2

数据的共享性高，冗余度低且易扩充

多用户、多应用、多语言

3

数据独立性高

- 物理独立性
- 逻辑独立性

数据库管理系统-DBMS

● 什么是数据库管理系统

位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件

是基础软件，是一个大型复杂的软件系统

● 数据库管理系统的用途

科学地组织和存储数据、高效地获取和维护数据

● 常用的DBMS

- 关系：ORACLE SQL Server PostgreSQL MySQL SQLite
- 非关系：mongoDB redis

DBMS主要功能

1

数据定义功能

DDL

2

数据操纵功能

DML:自主型、宿主型

3

数据库保护功能

- 安全性
- 完整性
- 并发控制
- 恢复功能

4

数据库维护功能

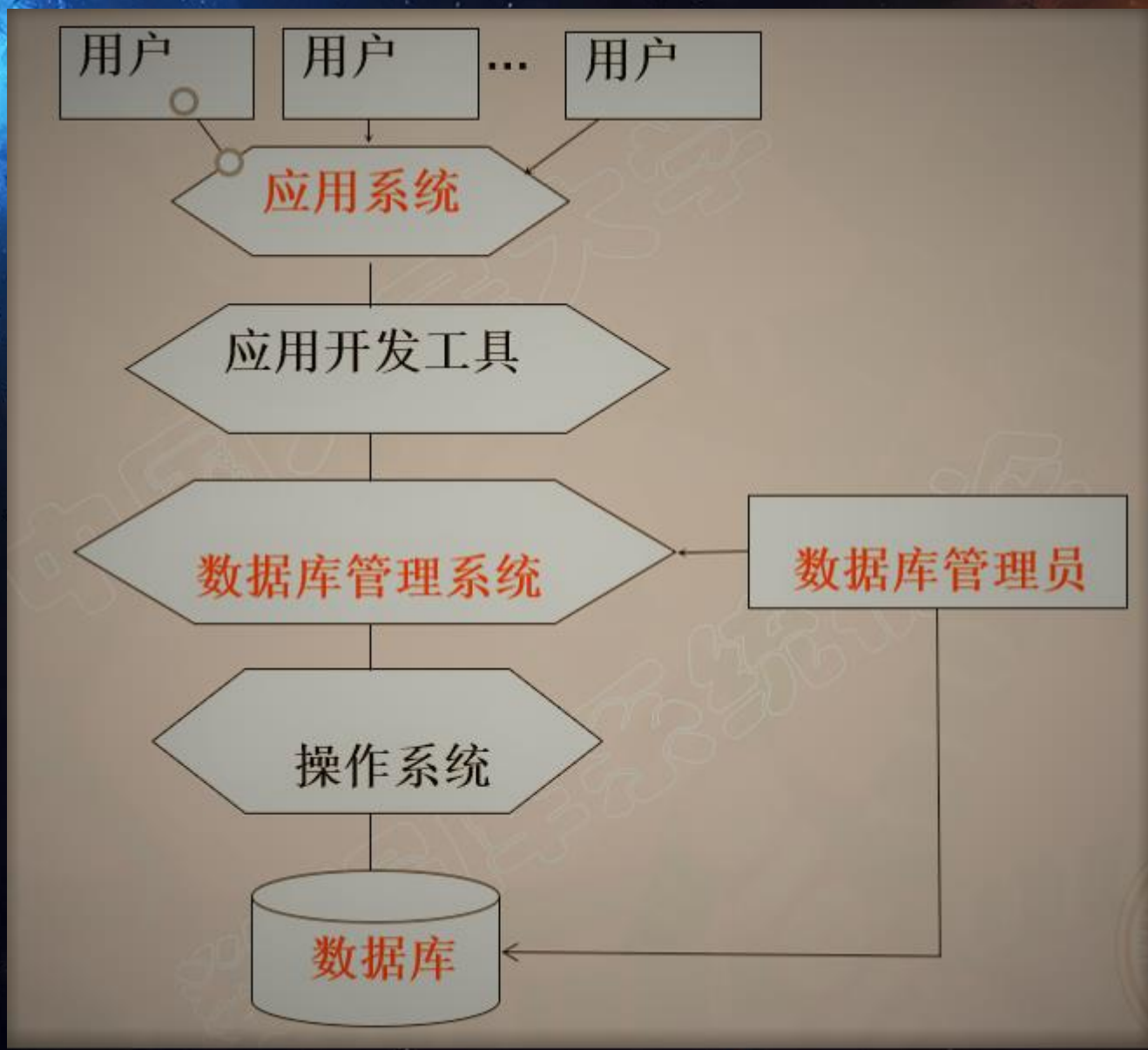
初始数据的装入、数据库的重新组织和性能监视、分析功能等。

5

数据的组织、存储和管理

数据字典、用户数据、数据的存取路径等

数据库系统-DBS



数据库概念小结

- 数据库是长期存储在计算机内有组织的大量的共享的数据集合。
- 可以供各种用户共享，具有最小冗余度和较高的数据独立性。
- 数据库管理系统在数据库建立、运用和维护时对数据库进行统一控制，以保证数据的安全性、完整性，并在多用户同时使用数据库时进行并发控制，在发生故障后对数据库进行恢复。



数据模型

数据 (Data)

数据库 (Database)

数据库管理系统 (DBMS)

数据库系统 (DBS)

数据模型

- 数据模型是对现实世界数据特征的抽象
(现实世界的模拟)
- 数据模型应满足三方面要求
 - 能比较真实地模拟现实世界
 - 容易为人所理解
 - 便于在计算机上实现
- 数据模型是数据库系统的核心和基础

数据模型

- **概念模型**

- 按**用户**的观点来对数据和**信息**建模
- 用于**数据库设计**

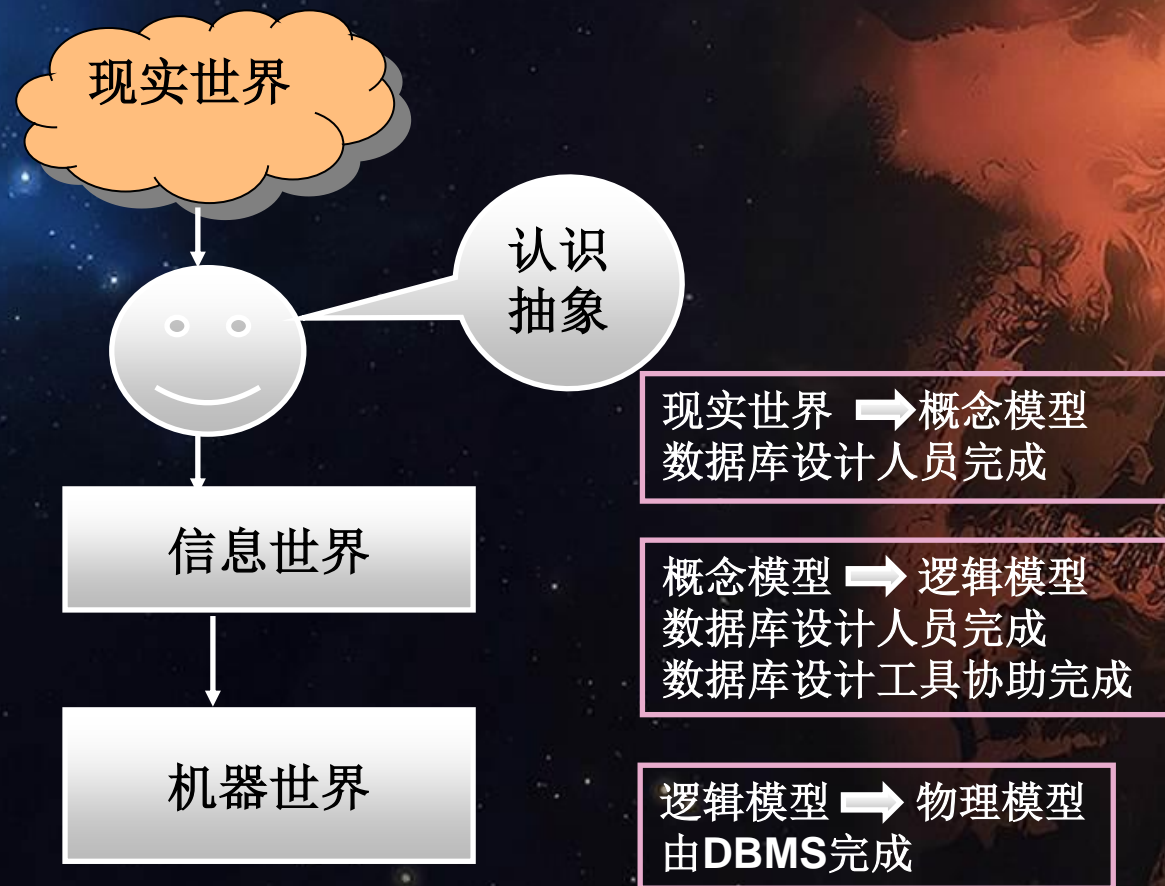
- **逻辑模型**

- 按**计算机系统**的观点对**数据**建模
- 用于**DBMS**实现

- **物理模型**

- 对**数据最底层**的抽象
- 描述数据在磁盘上的**存储方式和存取方法**

数据模型



现实世界中客观对象的抽象过程

概念模型

● 概念模型的用途

- 概念模型用于信息世界的建模
- 是现实世界到机器世界的一个中间层次
- 是数据库设计的有力工具
- 数据库设计人员和用户之间进行交流的语言

● 对概念模型的基本要求

- 较强的语义表达能力
- 简单、清晰、易于用户理解



信息世界中的基本概念

- 实体(Entity):

实体是具体的对象, 如人、事、物

客观存在并可相互区别的事物称为实体

- 属性(Attribute):

实体可以由若干个属性组成。

例如, 学生实体有学号、姓名、性别、出生日期、电话、系编号等属性

实体所具有的某一特性称为属性。

- 码(Key):

学生的学号可以作为学生实体的码

能唯一标识

选课则要把学号和课程号的组合作为码。

信息世界中的基本概念

- 实体集(Entity Set):

所有的学生、所有的课程、所有的选课情况

同一类型的实体的集合称为实体集

- 实体型(Entity Type)

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生日期, 电话, 系编号)
课程 (课程号, 课程名称, 学分)
选修情况 (学号, 课程号, 成绩)

实体型就是用实体名和属性名集合来描述同类实体。

2. E-R模型

实体联系模型 (E-R模型)

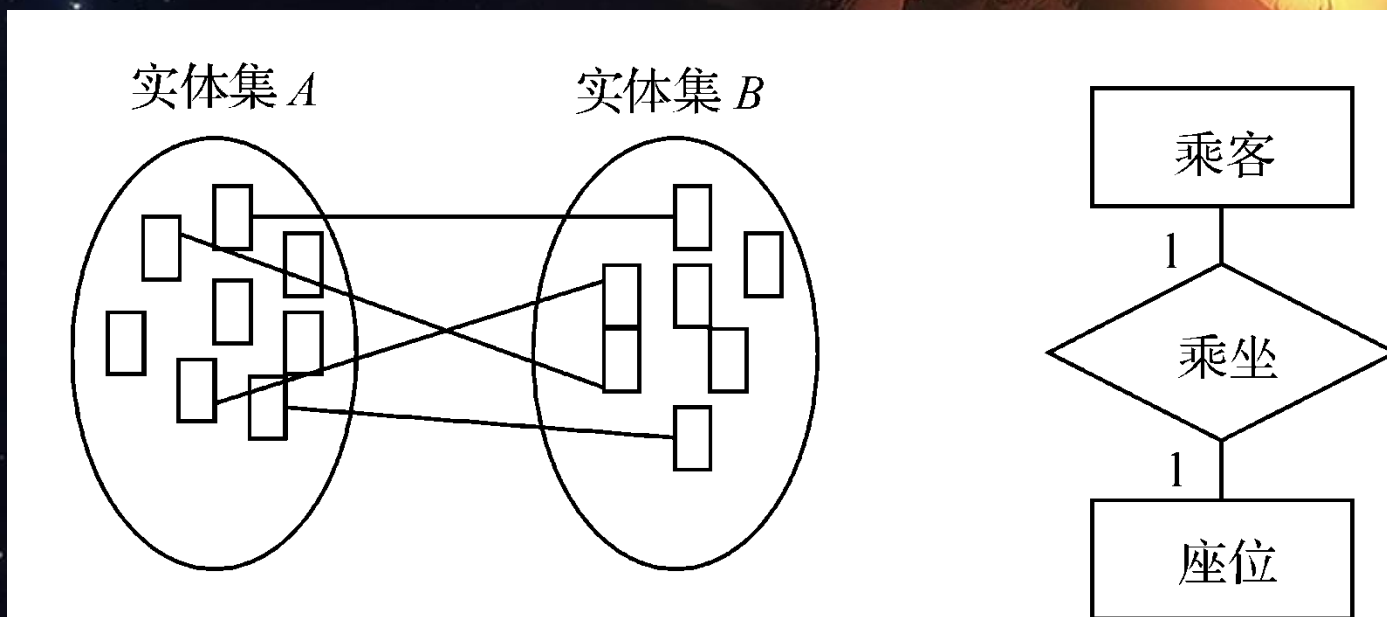
- ▶ E-R模型的三要素：实体、属性、实体间的联系。
- ▶ 实体间的联系有两种：
 - ▶ (1)同一种实体集的实体间的联系。
 - ▶ (2)不同实体集的实体间联系。
- ▶ 实体间的联系按联系方式可分为：
 - 一对一联系 (1 : 1)
 - 一对多联系 (1 : N)
 - 多对多联系 (M : N)

实体间的联系（1）

► 一对一联系

如果实体集A和B中的每一个实体至多和另一个实体集中的一个实体有联系，那么实体集A和B的联系称为一对一联系，记作**1:1**。

例如：

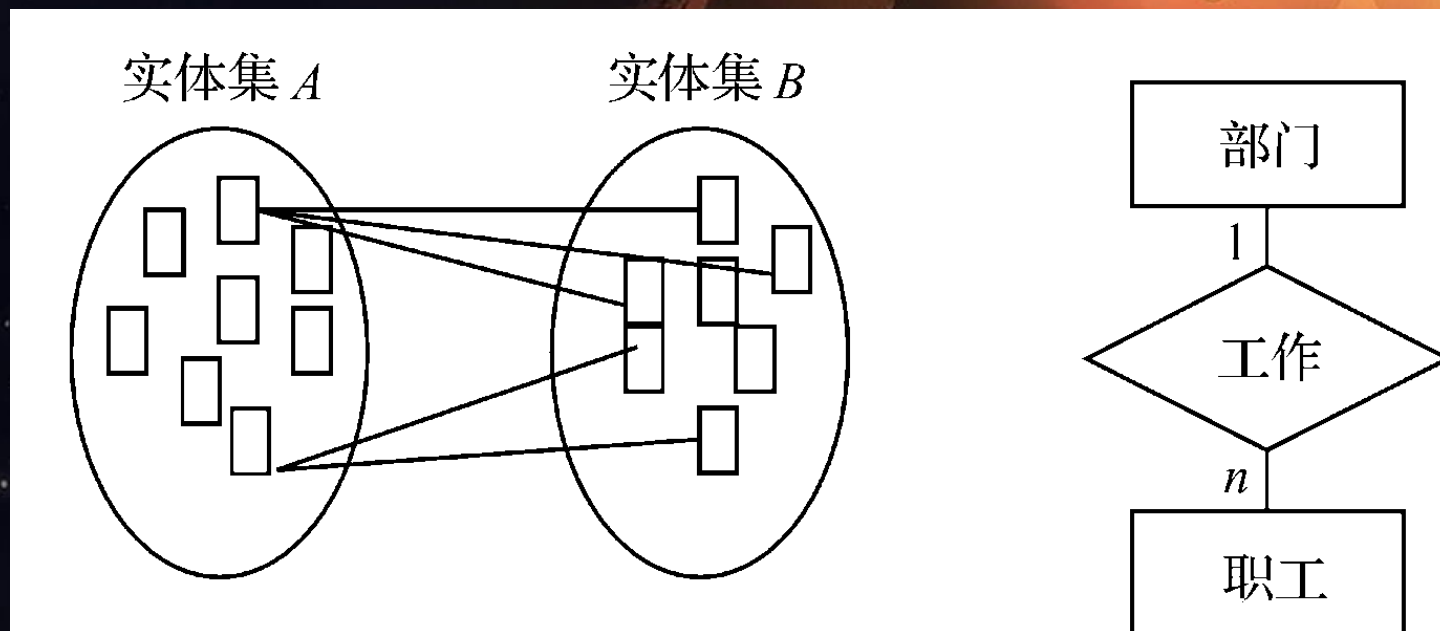


实体间的联系 (2)

► 一对多联系

若实体集A中每个实体与实体集B中任意多个实体($n \geq 0$)有联系, 而实体集B中每个实体至多与实体集A中一个实体有联系, 那么称从A到B是“一对多联系”, 记为1:n。

例如:

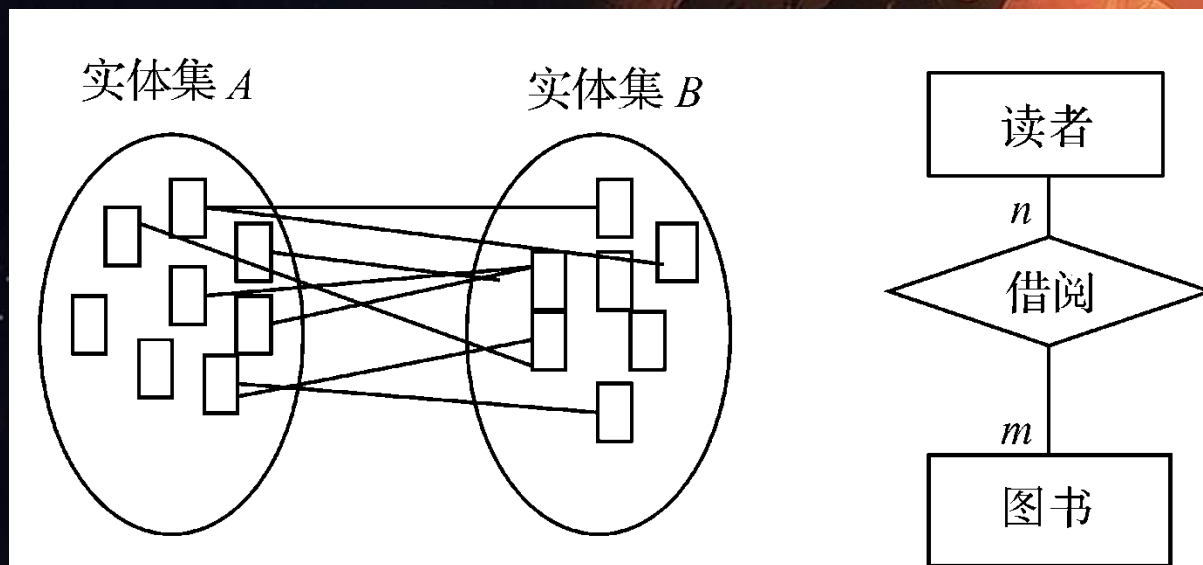


实体间的联系 (3)

► 多对多联系

若实体集A和实体集B中允许每个实体都和另一个实体集中任意多个实体有联系,那么称A和B为多对多联系,记为**m:n**。

例如:

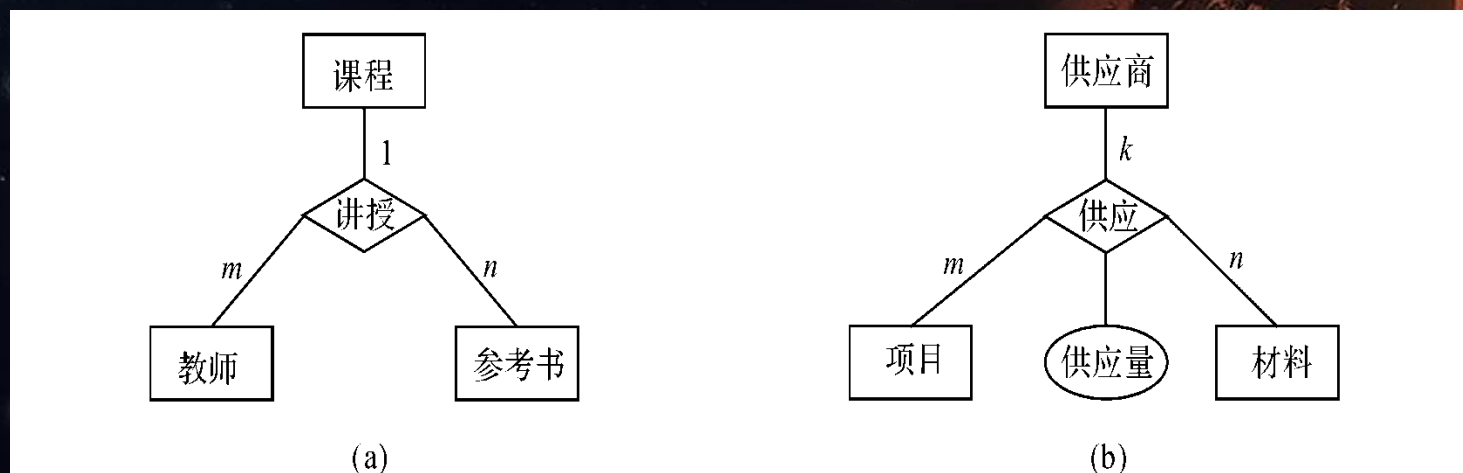


实体间的联系（4）

► 三实体型之间的联系

以上三种实体间的联系都是发生在两个实体之间的，也可以是三个或三个以上实体同时发生联系：即三实体型或多实体型。

例如：

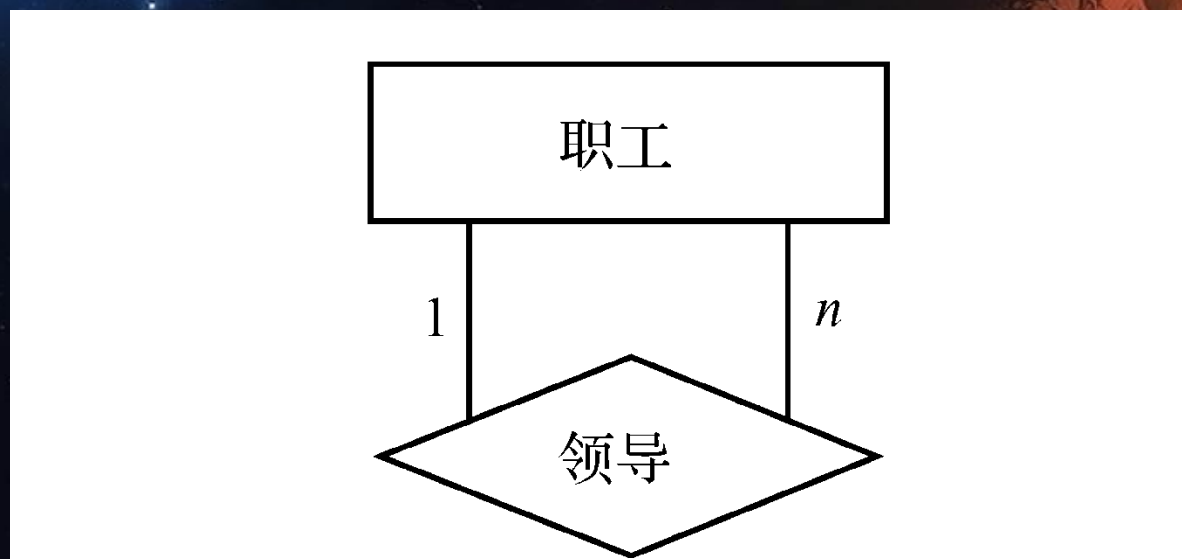


实体间的联系（5）

► 实体内一对多的联系

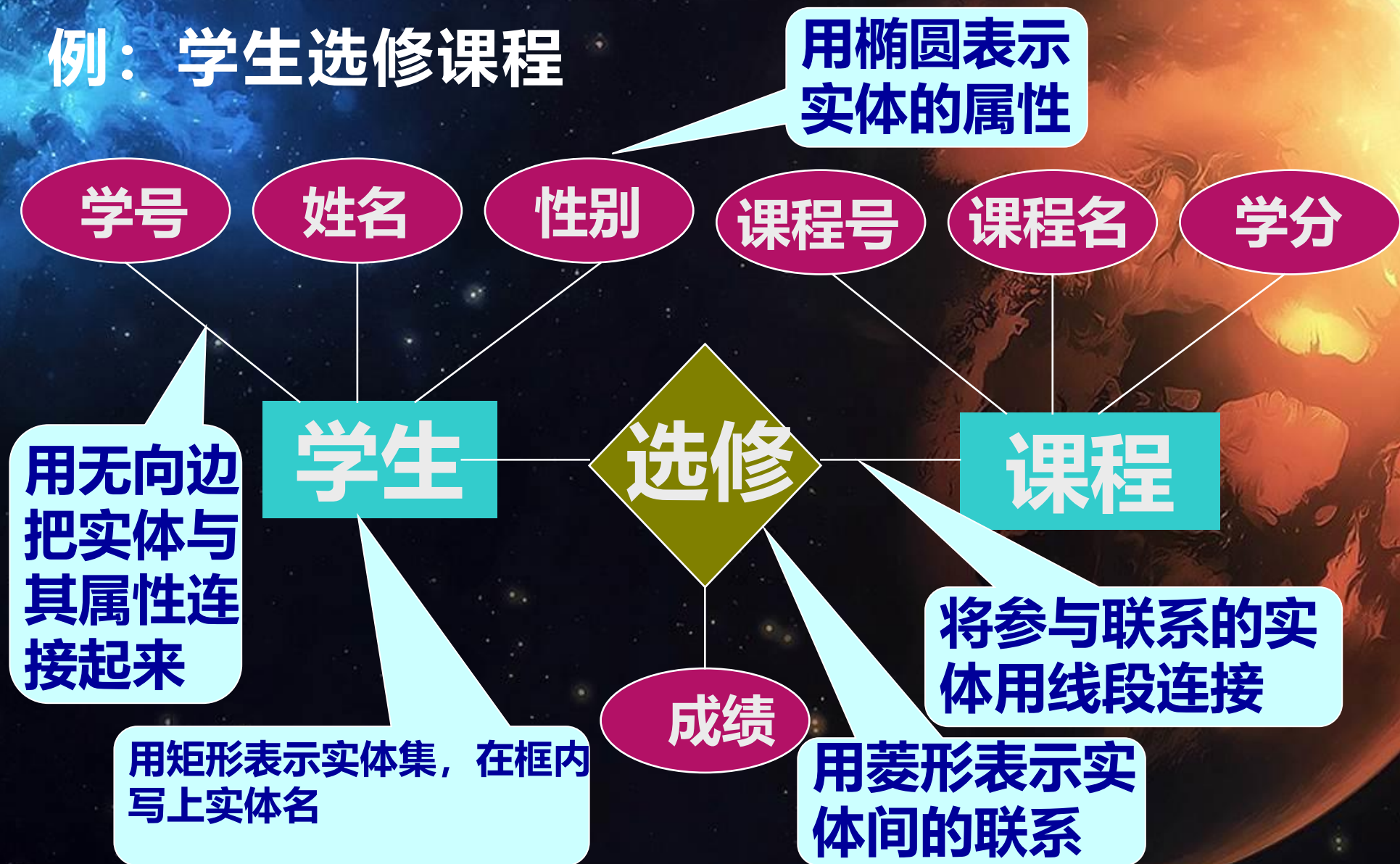
在一个实体集内的各实体之间同样存在三种联系

例如：



基本 E-R 图要点

例：学生选修课程



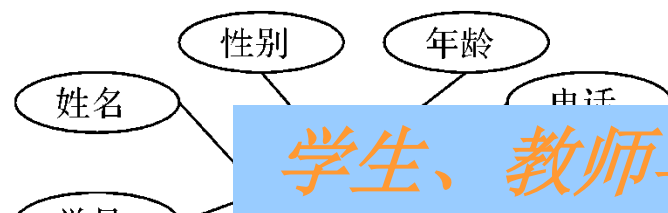
码在E-R图中的表示

► 表示要点:

- 实体集属性中作为主码的一部分的属性用下划线来标明。



下面我们用E-R图表示学生、教师与课程之间的联系，它们的属性见表



学生、教师与课程的属性

实体	属性
学生	学号、姓名、性别、年龄、电话、系编号
教师	教师号、姓名、性别、出生年月、职称、工资、电话、系编号
课程	课程号、课程名称、学分

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 概念模型

1.2.3 数据模型的组成要素

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型



1.2.3 数据模型的组成要素

- ▶ 数据结构
- ▶ 数据操作
- ▶ 数据的完整性约束条件



1. 数据结构

▶ 数据模型的数据结构

- ▶ 描述数据库的组成对象，以及对象之间的联系

▶ 描述的内容

1. 与对象的类型、内容、性质有关
2. 与数据之间联系有关

▶ 数据结构是对系统静态特性的描述

2. 数据操作

▶ 数据操作

- ▶ 对数据库中各种对象（型）的实例（值）允许执行的
操作的集合，包括操作及有关的操作规则

▶ 数据操作的类型

- ▶ 查询
- ▶ 更新（包括插入、删除、修改）

数据操作（续）

▶ 数据模型对操作的定义

- ▶ 操作的确切含义

- ▶ 操作符号

- ▶ 操作规则（如优先级）

- ▶ 实现操作的语言

▶ 数据操作是对系统动态特性的描述

3. 数据的完整性约束条件

▶ 数据的完整性约束条件

- ▶ 一组完整性规则的集合
- ▶ 用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效和相容

数据的完整性约束条件（续）

▶ 数据模型对完整性约束条件的定义

- ▶ 反映和规定必须遵守的**基本的通用的**完整性约束条件。
- ▶ 提供定义完整性约束条件的机制，以反映**具体应用**所涉及的数据必须遵守的特定的语义约束条件。

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型



1.2.4 常用的数据模型

- ▶ 层次模型 (Hierarchical Model)
- ▶ 网状模型 (Network Model)
- ▶ 关系模型 (Relational Model)
- ▶ 面向对象数据模型 (Object Oriented Data Model)
- ▶ 对象关系数据模型 (Object Relational Data Model)
- ▶ 半结构化数据模型 (Semistruture Data Model)

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型



1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型

1.2.7 关系模型

- ▶ 关系数据库系统采用关系模型作为数据的组织方式
- ▶ 1970年美国IBM公司San Jose研究室的研究员E.F.Codd首次提出了数据库系统的关系模型
- ▶ 计算机厂商新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型

1. 关系模型的数据结构

- ▶ 在用户观点下，关系模型中数据的逻辑结构是一张二维表，它由行和列组成。

学生登记表

属性

元组

学 号	姓 名	年 龄	性 别	系 名	年 级
2013004	王小明	19	女	社会学	2013
2013006	黄大鹏	20	男	商品学	2013
2013008	张文斌	18	女	法律	2013
...

2. 关系模型的操纵与完整性约束

- ▶ 数据操作是集合操作，操作对象和操作结果都是关系
 - ▶ 查询
 - ▶ 插入
 - ▶ 删除
 - ▶ 更新
- ▶ 存取路径对用户隐蔽，用户只要指出“干什么”，不必详细说明“怎么干”

关系模型的操纵与完整性约束（续）

▶ 关系的完整性约束条件

- ▶ 实体完整性

- ▶ 参照完整性

- ▶ 用户定义的完整性

3. 关系模型的优缺点

▶ 优点

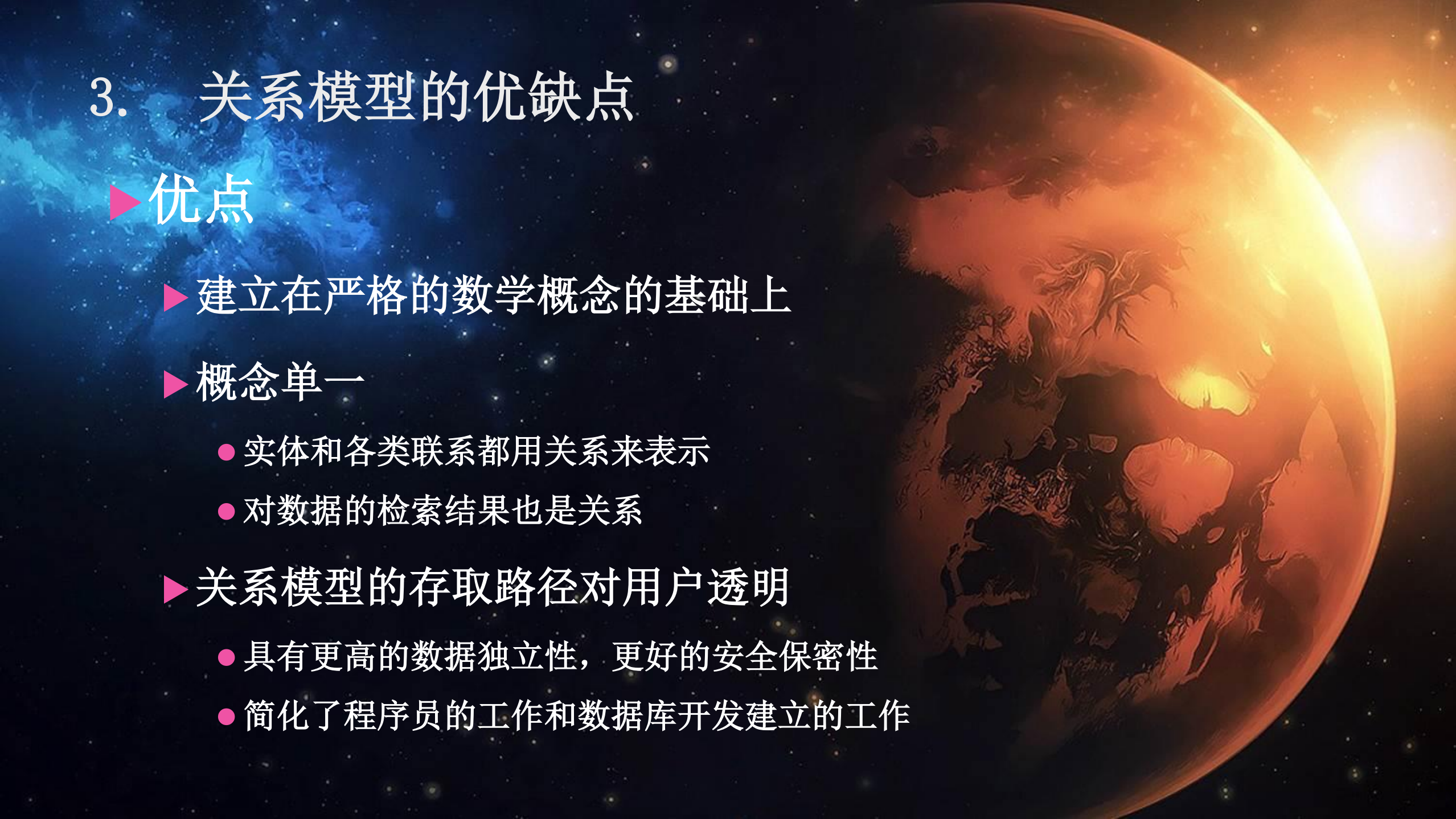
▶ 建立在严格的数学概念的基础上

▶ 概念单一

- 实体和各类联系都用关系来表示
- 对数据的检索结果也是关系

▶ 关系模型的存取路径对用户透明

- 具有更高的数据独立性，更好的安全保密性
- 简化了程序员的工作和数据库开发建立的工作



关系模型的优缺点（续）

▶ 缺点

- ▶ 存取路径对用户透明，查询效率往往不如格式化数据模型
- ▶ 为提高性能，必须对用户的查询请求进行优化，增加了开发数据库管理系统的难度

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统的结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结



1.3 数据库系统的结构

- ▶ 从数据库应用开发人员角度看，数据库系统通常采用三级模式结构，是数据库系统内部的系统结构

从数据库最终用户角度看，数据库系统的结构分为：

- ▶ 分布式结构
- ▶ 客户-服务器
- ▶ 浏览器-应用服务器 / 数据库服务器多层结构等

数据库系统的结构（续）

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

1.3.1 数据库系统模式的概念

▶ “型” 和 “值” 的概念

▶ 型 (Type)

- 对某一类数据的结构和属性的说明

▶ 值 (Value)

- 是型的一个具体赋值

例如

学生记录:

(学号, 姓名, 性别, 系别, 年龄, 籍贯)

一个记录值:

(201315130, 李明, 男, 计算机系, 19, 江苏南京市)

数据库系统模式的概念（续）

▶ 模式（Schema）

- ▶ 数据库逻辑结构和特征的描述
- ▶ 是型的描述，不涉及具体值
- ▶ 反映的是数据的结构及其联系
- ▶ 模式是相对稳定的

▶ 实例（Instance）

- ▶ 模式的一个具体值
- ▶ 反映数据库某一时刻的状态
- ▶ 同一个模式可以有很多实例
- ▶ 实例随数据库中的数据更新而变动



数据库系统结构（续）

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

- ▶ 模式 (Schema)
- ▶ 外模式 (External Schema)
- ▶ 内模式 (Internal Schema)

数据库系统的三级模式结构（续）

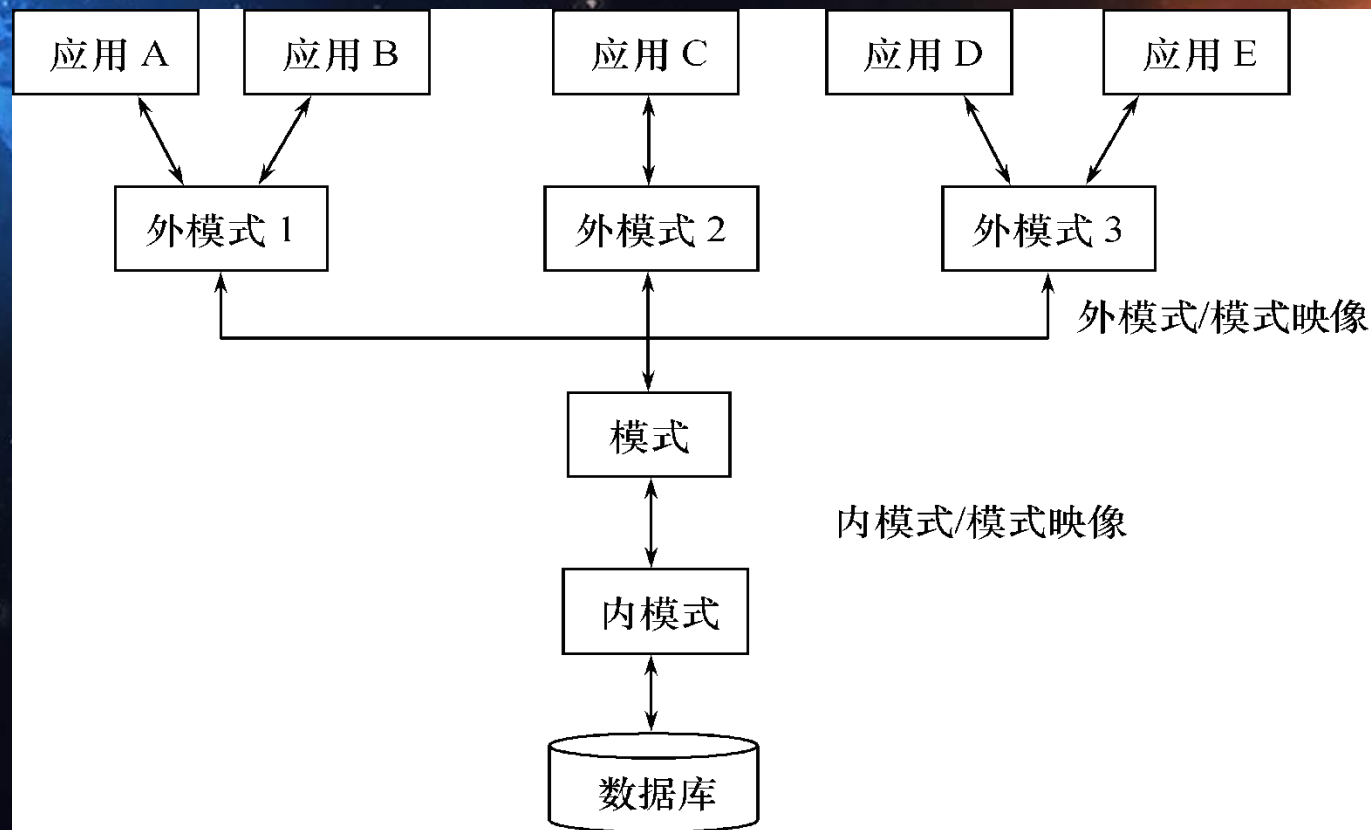


图1.16 数据库系统的三级模式结构

1. 模式 (Schema)

▶ 模式 (也称逻辑模式)

- ▶ 数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述
- ▶ 所有用户的公共数据视图

▶ 一个数据库只有一个模式

▶ 模式的地位：是数据库系统模式结构的中间层

- ▶ 与数据的物理存储细节和硬件环境无关
- ▶ 与具体的应用程序、开发工具及高级程序设计语言无关

2. 外模式 (External Schema)

▶ 外模式 (也称子模式或用户模式)

- ▶ 数据库用户 (包括应用程序员和最终用户) 使用的
局部数据的逻辑结构和特征的描述
- ▶ 数据库用户的数据视图, 是与某一应用有关的数据
的逻辑表示

外模式（续）

- ▶ 外模式的地位：介于模式与应用之间
 - ▶ 模式与外模式的关系：一对多
 - 外模式通常是模式的子集
 - 一个数据库可以有多个外模式。反映了不同的用户的应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求

外模式（续）

▶ 外模式的用途

- ▶ 保证数据库安全性的一个有力措施
- ▶ 每个用户只能看见和访问所对应的外模式中的数据

3. 内模式 (Internal Schema)

▶ 内模式 (也称存储模式)

▶ 是数据物理结构和存储方式的描述

▶ 是数据在数据库内部的表示方式

- 记录的存储方式 (例如, 顺序存储, 按照B树结构存储按hash方法存储等)
- 索引的组织方式
- 数据是否压缩存储
- 数据是否加密
- 数据存储记录结构的规定

▶ 一个数据库只有一个内模式

数据库系统结构（续）

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

数据库的二级映像功能与数据独立性

- ▶ 三级模式是对数据的三个抽象级别
- ▶ 二级映像 in 数据库管理系统内部实现这三个抽象层次的联系和转换
 - ▶ 外模式 / 模式映像
 - ▶ 模式 / 内模式映像

1. 外模式 / 模式映像

- ▶ 模式：描述的是数据的全局逻辑结构
- ▶ 外模式：描述的是数据的局部逻辑结构
- ▶ 同一个模式可以有任意多个外模式
- ▶ 每一个外模式，数据库系统都有一个外模式 / 模式映像，定义外模式与模式之间的对应关系
- ▶ 映像定义通常包含在各自外模式的描述中

外模式 / 模式映像（续）

保证数据的逻辑独立性

- ▶ 当模式改变时，数据库管理员对外模式 / 模式映像作相应改变，使外模式保持不变
- ▶ 应用程序是依据数据的外模式编写的，应用程序不必修改，保证了数据与程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性

2. 模式 / 内模式映像

- ▶ 模式 / 内模式映像定义了数据全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。
 - ▶ 例如，说明逻辑记录和字段在内部是如何表示的
- ▶ 数据库中模式 / 内模式映像是唯一的
- ▶ 该映像定义通常包含在模式描述中

模式 / 内模式映象（续）

▶ 保证数据的物理独立性

- ▶ 当数据库的存储结构改变了（例如选用了另一种存储结构），数据库管理员修改模式 / 内模式映象，使模式保持不变。
- ▶ 应用程序不受影响。保证了数据与程序的物理独立性，简称数据的物理独立性。

模式 / 内模式映象 (续)

▶ 数据库模式

- ▶ 即全局逻辑结构是数据库的中心与关键
- ▶ 独立于数据库的其他层次
- ▶ 设计数据库模式结构时应首先确定数据库的逻辑模式

模式 / 内模式映象 (续)

▶ 数据库的内模式

- ▶ 依赖于它的全局逻辑结构
- ▶ 独立于数据库的用户视图，即外模式
- ▶ 独立于具体的存储设备
- ▶ 将全局逻辑结构中所定义的数据结构及其联系按照一定的物理存储策略进行组织，以达到较好的时间与空间效率

模式 / 内模式映像 (续)

▶ 数据库的外模式

- ▶ 面向具体的应用程序
- ▶ 定义在逻辑模式之上
- ▶ 独立于存储模式和存储设备
- ▶ 当应用需求发生较大变化, 相应外模式不能满足其视图要求时, 该外模式就得做相应改动
- ▶ 设计外模式时应充分考虑到应用的扩充性

模式 / 内模式映像 (续)

▶ 数据库的二级映像

- ▶ 保证了数据库外模式的稳定性
- ▶ 从底层保证了应用程序的稳定性，除非应用需求本身发生变化，否则应用程序一般不需要修改

模式 / 内模式映象（续）

- ▶ 数据与程序之间的独立性，使得数据的定义和描述可以从应用程序中分离出去
- ▶ 数据的存取由数据库管理系统管理
 - ▶ 简化了应用程序的编制
 - ▶ 大大减少了应用程序的维护和修改

模式 / 内模式映象（续）

▶ 特定的应用程序

- ▶ 在外模式描述的数据结构上编制的
- ▶ 依赖于特定的外模式
- ▶ 与数据库的模式和存储结构独立
- ▶ 不同的应用程序有时可以共用同一个外模式

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统的结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结



1.4 数据库系统的组成

- ▶ 数据库
- ▶ 硬件
- ▶ 软件
- ▶ 用户



1. 硬件平台及数据库

▶ 数据库系统对硬件资源的要求

- ▶ 足够大的内存
- ▶ 足够的大的磁盘或磁盘阵列等设备
- ▶ 较高的通道能力，提高数据传送率



2. 软件

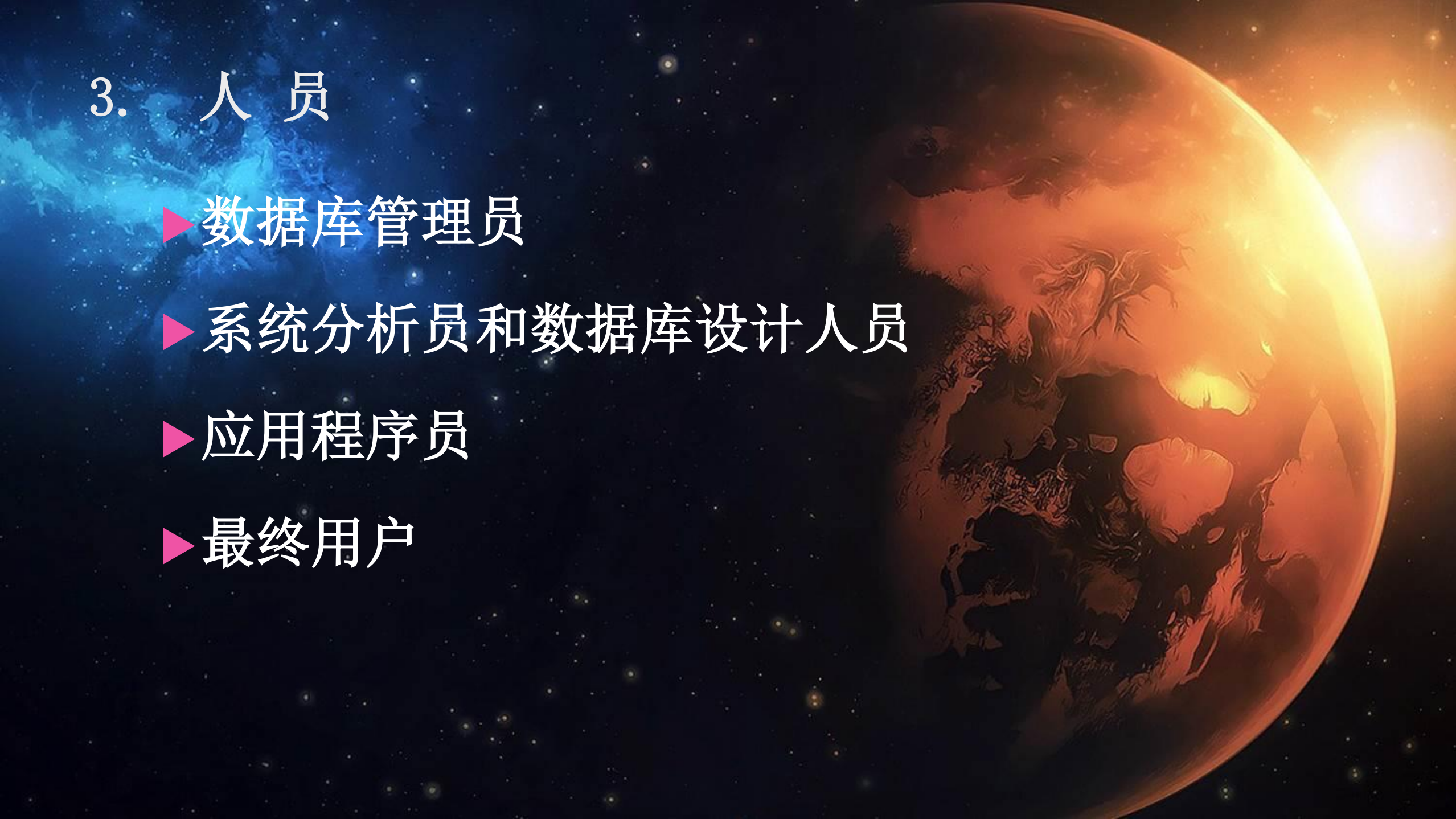
- ▶ 数据库管理系统
- ▶ 支持数据库管理系统运行的操作系统
- ▶ 与数据库接口的高级语言及其编译系统
- ▶ 以数据库管理系统为核心的应用开发工具
- ▶ 为特定应用环境开发的数据库应用系统

3. 人员

- ▶ 数据库管理员
- ▶ 系统分析员和数据库设计人员
- ▶ 应用程序员
- ▶ 最终用户

3. 人 员

- ▶ 数据库管理员
- ▶ 系统分析员和数据库设计人员
- ▶ 应用程序员
- ▶ 最终用户



人 员

■不同的人员涉及不同的数据抽象级别，具有不同的数据视图，如下图所示

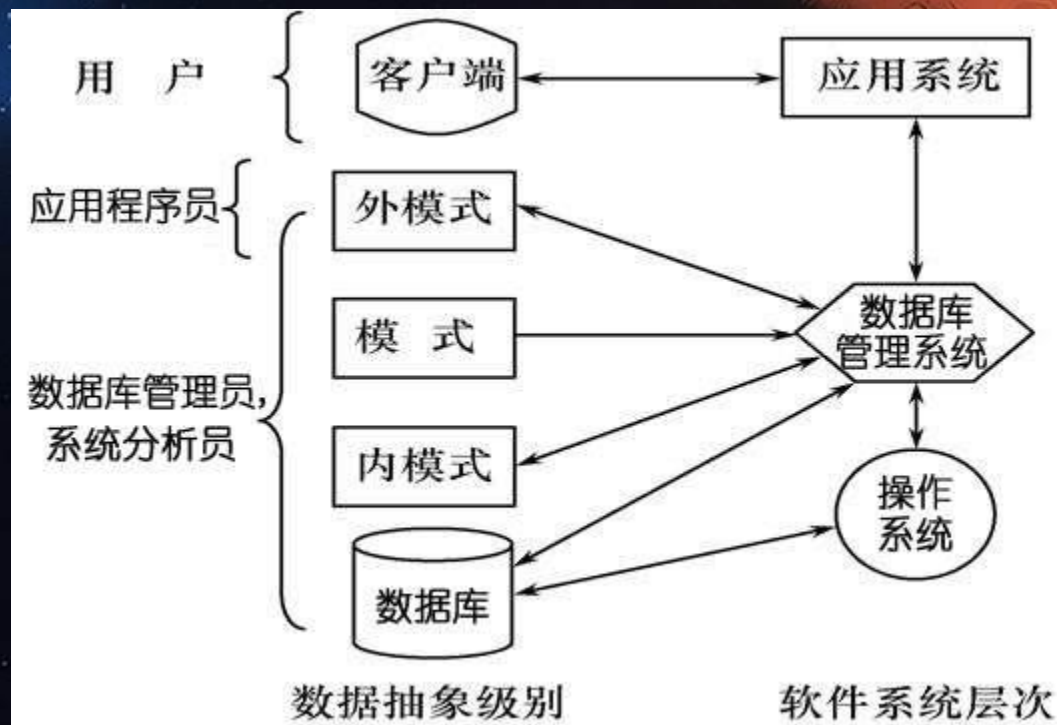


图1.17 各种人员的数据视图

数据库管理员 (DBA)

具体职责:

1. 决定数据库中的信息内容和结构
2. 决定数据库的存储结构和存取策略
3. 定义数据的安全性要求和完整性约束条件

数据库管理员（续）

4.监控数据库的使用和运行

▶ 周期性转储数据库

- 数据文件
- 日志文件

▶ 系统故障恢复

▶ 介质故障恢复

▶ 监视审计文件



数据库管理员（续）

5. 数据库的改进和重组

- ▶ 性能监控和调优
- ▶ 定期对数据库进行重组，以提高系统的性能
- ▶ 需求增加和改变时，数据库须需要重构造

系统分析员和数据库设计人员

▶ 系统分析员

- ▶ 负责应用系统的需求分析和规范说明
- ▶ 与用户及数据库管理员结合，确定系统的软硬件配置
- ▶ 参与数据库系统的概要设计

系统分析员和数据库设计人员（续）

▶ 数据库设计人员

- ▶ 参加用户需求调查和系统分析
- ▶ 确定数据库中的数据
- ▶ 设计数据库各级模式

应用程序员

- ▶ 设计和编写应用系统的程序模块
- ▶ 进行调试和安装

用户

- ▶ 用户是指最终用户（**End User**）。最终用户通过应用系统的用户接口使用数据库。

1. 偶然用户

- ▶ 不经常访问数据库，但每次访问数据库时往往需要不同的数据库信息
- ▶ 企业或组织机构的高中级管理人员

用户（续）

2. 简单用户

- ▶ 主要工作是查询和更新数据库
- ▶ 银行的职员、机票预定人员、旅馆总台服务员

3. 复杂用户

- ▶ 工程师、科学家、经济学家、科技工作者等
- ▶ 直接使用数据库语言访问数据库，甚至能够基于数据库管理系统的应用程序接口编制自己的应用程序

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统的结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结



1.5 小结

▶ 数据库系统概述

- ▶ 数据库的基本概念
- ▶ 数据管理的发展过程
- ▶ 数据库系统的特点

▶ 数据模型

- ▶ 数据模型的三要素



小结（续）

- ▶ 数据库系统内部的系统结构
 - ▶ 数据库系统三级模式结构
 - ▶ 数据库系统两层映像系统结构
- ▶ 数据库系统的组成





浙江农林大学
ZHEJIANG A&F UNIVERSITY

数据库原理 与技术

信息工程 刘丽娟