

## 第三讲 分布式数据库----基本知识

- 1 什么是分布式数据库
- 2 分布式数据库的分类
- 3 分布式数据库的特点
- 4 分布式数据库系统的问题
- 5 分布式数据库系统的体系结构

## 3.1 什么是分布式数据库

- (1) 分布式数据库
- (2) 分布式数据库管理系统
- (3) 分布式数据库系统

## 3.1 什么是分布式数据库

### (1) 分布式数据库

■ 分布式数据库是计算机网络环境中各场地（站点，**Site**）或节点（**Node**）上的数据库的逻辑集合。逻辑上它们属于同一系统，而物理上它们分散在用计算机网络连接的多个节点 / 场地，并统一由一个分布式数据库管理系统管理

■ 分布式数据库是一组数据集

■ 针对全体用户的数据库称全局数据库

■ 各节点 / 场地的数据库称局部数据库

结论：

分布式数据库是虚拟的、逻辑的，只有局部数据库才是物理的数据库。

## 3.1 什么是分布式数据库

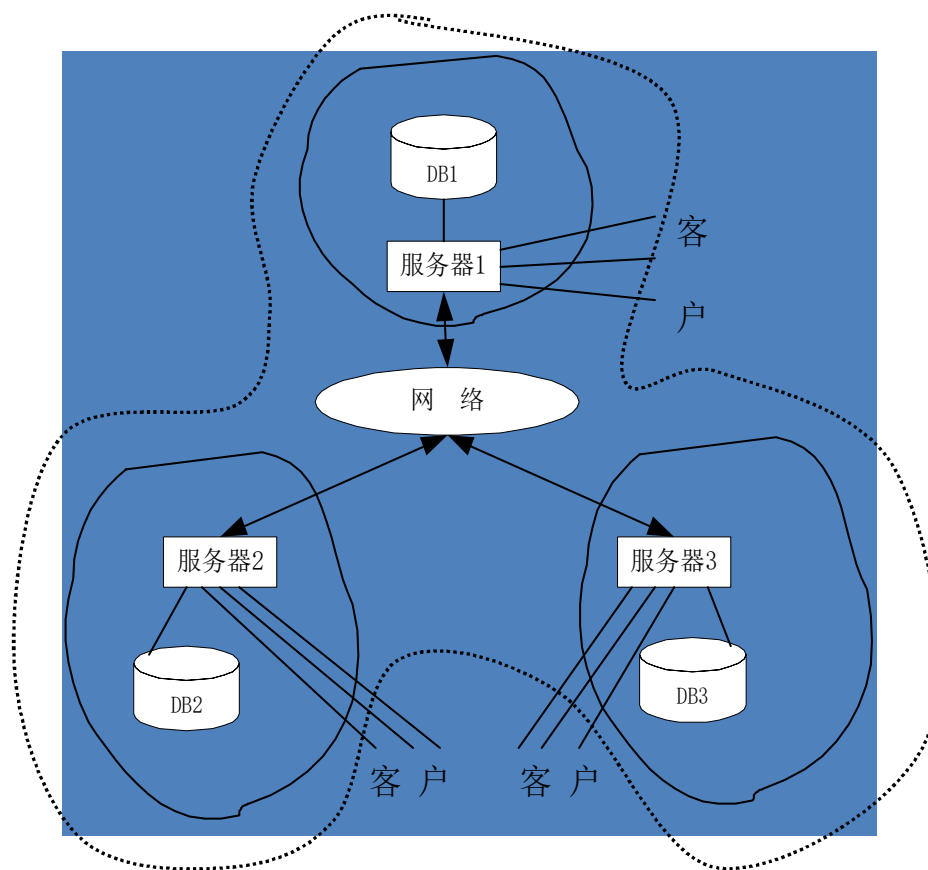
### (2) 分布式数据库管理系统

- 分布式数据库管理系统是分布式数据库系统中的一组软件
- 负责管理分布环境下逻辑集成数据的存取、一致性、有效性、完整性等
- 分布式数据库管理系统比集中式数据库管理系统更加复杂
- 可能由于各个局部数据库有不同的模型，涉及模型转换

## 3.1 什么是分布式数据库

### (3) 分布式数据库系统

分布式数据库系统是为地理上分散、而管理上又需要不同程度集中管理的企、事业单位提供数据管理的信息系统。



分布式数据库系统

## 3.2 分布式数据库的分类

对分布式数据库的分类还没有标准的定义

同构：构成局部数据库的数据模型相同；

性质：实现的具体技术和方法等。不同公司的产品，性质会有不同。

- **同构异质** 以构造相同、性质不同的局部数据库组成的分布式数据库。
- **同构同质**
- **异构** 构造、性质等都不同的分布式数据库系统。

### 3.3 分布式数据库的特点

- 共享性与自治性
- 冗余与可用性
- 事务管理的分布性
- 存取效率
- 数据模型
- 数据独立性

## 3.3 分布式数据库的特点

### (1) 共享性和自治性

**共享性：**多个场地或节点的局部数据库在逻辑上集成为一个集体，并为分布式数据库系统的所有用户使用，这种应用称为分布式数据库的全局应用，其用户为全局用户，具有共享性。

**自治性：**允许用户只使用本地的局部数据库，这种应用为局部应用，其用户即为局部用户，甚至局部用户所使用的数据可以不参与到全局数据库中去。这种局部用户独立于全局用户的特性即是局部数据库的自治性。

由于自治性，对于场地来说有两种数据，一种是参与全局数据的局部数据，而另一种则不参与全局数据库但又为本地共享的场地数据。



## 3.3 分布式数据库的特点

### (2) 冗余与可用性

- 集中式数据库减少冗余
- 分布式数据库适当冗余
  - 节省开销
  - 提高系统可用性
  - 提高自治性

#### 冗余的不利影响

- 增加存储开销
- 增加完整性一致性控制代价

## 3.3 分布式数据库的特点

### (3) 事务管理的分布性

一个事务（全局事务）的执行将划分成在许多场地上执行的子事务（局部事务），子事务的执行结果合并而成全局事务的结果。

例 某银行对地处不同场地上的两个帐户转移资金

对集中式数据库，**A**帐户的资金**100**元转移到**B**帐户名下，事务：

**T : A, A : A - 100, B, B : B + 100**

则保证了事务的正确性。

分布式数据库：**A**和**B**不在同一场地，**A**和**B**都有多个副本。假设**A**在**S1**、**S2**各有一副本，**B**在**S3**、**S4**各有一副本，用户请求在**S5**发出，即结果应回送至**S5**，则分布事务**T**：

**T1, T2: A, A: A - 100**

**T3, T4: B, B: B + 100**

**T5** [返回结果（或结束）消息]

此时**T**由**T1, T2, T3, T4, T5**组成。

## 3.3 分布式数据库的特点

### (3) 事务管理的分布性

分布式事务处理的复杂性：

(1) 由于结构性变化，要保证分布事务的操作结果具有语义完整性和全局数据库的一致性

(2) 与集中式数据库的事务管理在处理策略上有本质上的差别：保证可行性和有效性，以及并行能力

(3) 各局部子事务必须在本场地是可串行化的，同时全局事务对系统而言也是可串行化的

(4) 分布事务的可恢复性变得复杂

## 3.3 分布式数据库的特点

### (4) 存取效率

#### 集中式数据库

层次模型、网络模型数据库，过程性查询，靠用户程序优化  
关系模型，非过程性查询，靠查询优化处理部件进行优化

#### 分布式数据库

全局查询被分解成等效的子查询

优化分两级进行：全局优化和局部优化

## 3.3 分布式数据库的特点

### (5) 数据模型

**DDB**是一个逻辑的、虚拟的数据库（被称为全局数据库（**GDB**））和实际分布在各地方的局部数据库（**LDB**）（物理的、实际存储的数据库）这样两级数据库组成。

系统将数据库划分为四层：全局外层（即用户层）、全局概念层、局部概念层和局部内层。

## 3.3 分布式数据库的特点

### (6) 数据独立性

数据独立性的基本含意是应用程序与实际的数据组织相分离，即所谓的系统透明性。

#### 集中式关系数据库

逻辑数据独立性和物理数据独立性

#### 分布式数据库

系统透明性：用户不必关心数据模型

位置透明性：用户不必关心数据的实际存放位置

重复副本透明性：用户不必了解有多少个副本

## 3.4 分布式数据库的问题

- 异构分布式数据库系统的问题：不同的模型和语言  
解决策略——统一为一个公共模型和公用语言  
模型转换两个性质：
  - (1) 语义等价性
  - (2) 实例的相等性
- 实现技术问题
  - (1) 全局模式的集成（冲突解决）
  - (2) 查询处理问题（防止数据库性能变差）
  - (3) 更新处理问题
- 同构分布式数据库系统的问题较少
- 语言转换

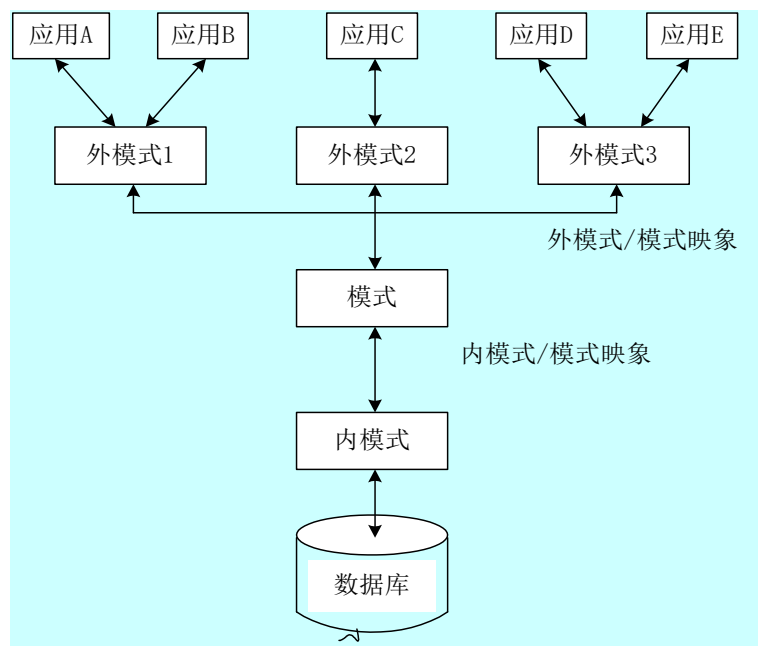
## 3.5 分布式数据库系统的体系结构

- (1) 分布式数据库的模式结构及特点
- (2) 分布式数据库系统的体系结构
- (3) 分布式数据库管理系统的体系结构

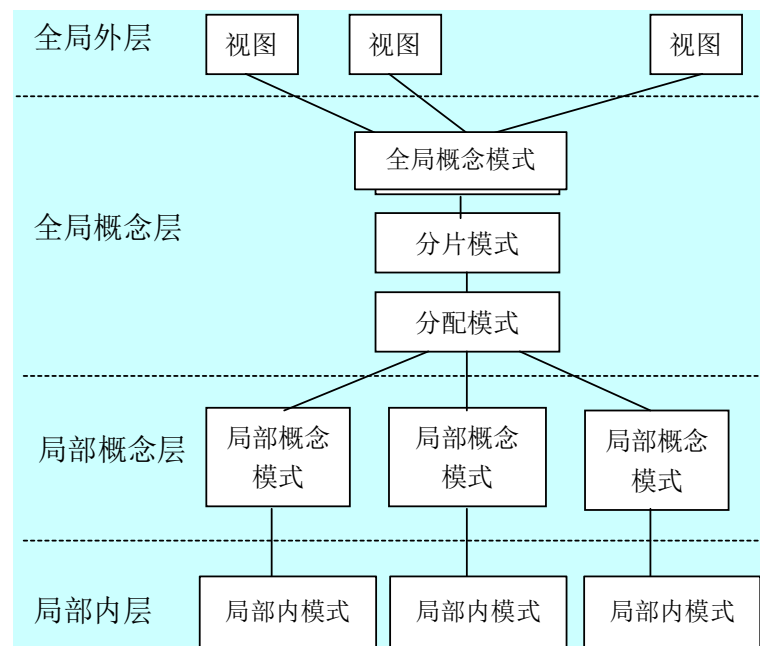


# (1) 分布式数据库的模式结构及特点

集中式三层模式结构图



分布式四层模式结构图



(1) 集中式与分布式模式结构图比较

(2) 四层模式结构分析

全局外层、全局概念层、局部概念层、局部内层

## (1) 分布式数据库的模式结构及特点

### 全局外层

- 多个用户视图组成，是分布式数据库特定的全局用户对分布式数据库的最高层抽象。
- 与集中式数据库不同，它不是从某个具体场地上的局部数据库中抽取，而是从一个虚拟的、由各局部数据库组成的逻辑集合中抽取。
- 对全局用户而言，在所有分布式数据库的各个场地上，都可以认为所有的数据库都在本场地，而且他们只关心自己所使用的那部分数据。

# (1) 分布式数据库的模式结构及特点

## 全局概念层 (1)

- 分布式数据库的整体抽象，包含了全部数据特性和逻辑结构。是对数据库的全体的描述。
- 对于全局用户具有分布透明特性的分布式数据库，全局概念层应具有三种模式描述信息：
  - (1) **全局概念模式**：该模式包含全局概念模式名、属性名、每种属性的数据类型定义和长度等。
  - (2) **分片模式**：描述全局数据的逻辑划分视图。它是全局数据逻辑结构根据某种条件的划分，即成为局部的逻辑结构，每个逻辑划分即是一个片段。
  - (3) **分配模式**：描述局部逻辑的局部物理结构，是划分后的片段（或分片）的物理分配视图。它与集中式数据库物理存储结构的概念不同，是全局概念层的内容。

# (1) 分布式数据库的模式结构及特点

## 全局概念层 (2)

- 分布式数据库的定义语言：概念模式的定义，分片模式和分配模式的定义。
- 从全局模式到分片模式，再到分配模式，它们之间存在着映射。
- 全局概念模式/分片模式映射：一对多映射，即一个全局概念模式有若干个分片模式与之对应，而一个分片模式只能对应一个全局概念模式。
- 分片模式/分配模式映射：可以是一对多映射，也可以是一对一映射。
- 从全局概念层观察分布式数据库，它定义了全局数据的逻辑结构、逻辑分布性和物理分布性，但并不涉及全局数据在每个局部物理场地上的物理存储细节。

# (1) 分布式数据库的模式结构及特点

## 局部概念层

- 局部概念模式描述，它是全局概念模式的子集（特殊情况下可能是全集）。
- 全局概念模式经逻辑划分后，被分配在各局部场地上。在分布式数据库局部场地上，对每个全局关系有该全局关系的若干个逻辑片段的物理片段的集合，该集合是一个全局关系在某个局部场地上的物理映像，其全部则组成局部概念模式。
- 如果两个场地上的所有物理映像相同，则其中一个场地上的物理映像必是另一个场地的副本，因此，两个场地的局部概念模式也必相同。

## (1) 分布式数据库的模式结构及特点

### 局部内层

- 是分布式数据库中关于物理数据库的描述，相当于集中式数据库的内层。

# (1) 分布式数据库的模式结构及特点

分布式数据库四层结构及其模式定义和映射关系，体现了分布式数据库是一组用网络联结的局部数据库的逻辑集合。

## ■ 将全局数据库与局部数据库分开

- ✓ 全局虚拟、独立于局部
- ✓ 局部概念层和局部内层是局部数据库
- ✓ 用户只需使用全局数据库操作语言

## ■ 把数据库抽象成逻辑数据库和物理数据库

- ✓ 全局概念层是全局整体逻辑数据的抽象
- ✓ 局部概念层是局部整体逻辑数据的抽象

## ■ 把分布透明中的分片透明和分配透明相分离

## (2)分布式数据库系统的体系结构

分布式数据库系统体系结构图

分布式数据库系统逻辑图

分布式数据库系统的环境



## (2) 分布式数据库系统的体系结构

### 分布式数据库系统体系结构图

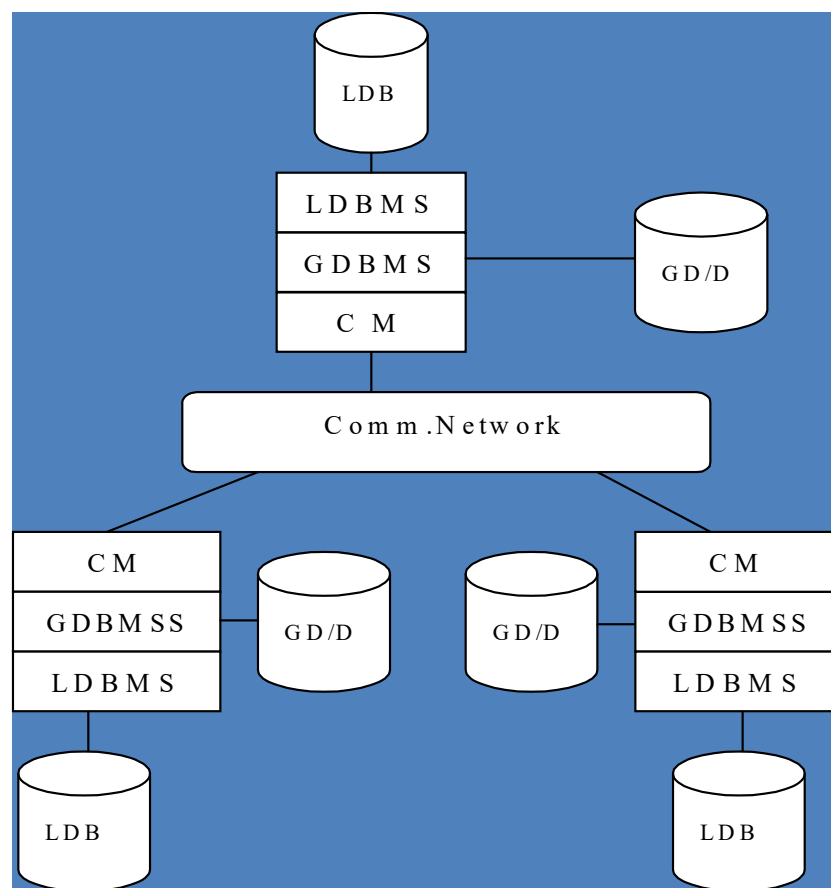
计算机

网络通讯软件

分布式数据库管理系统

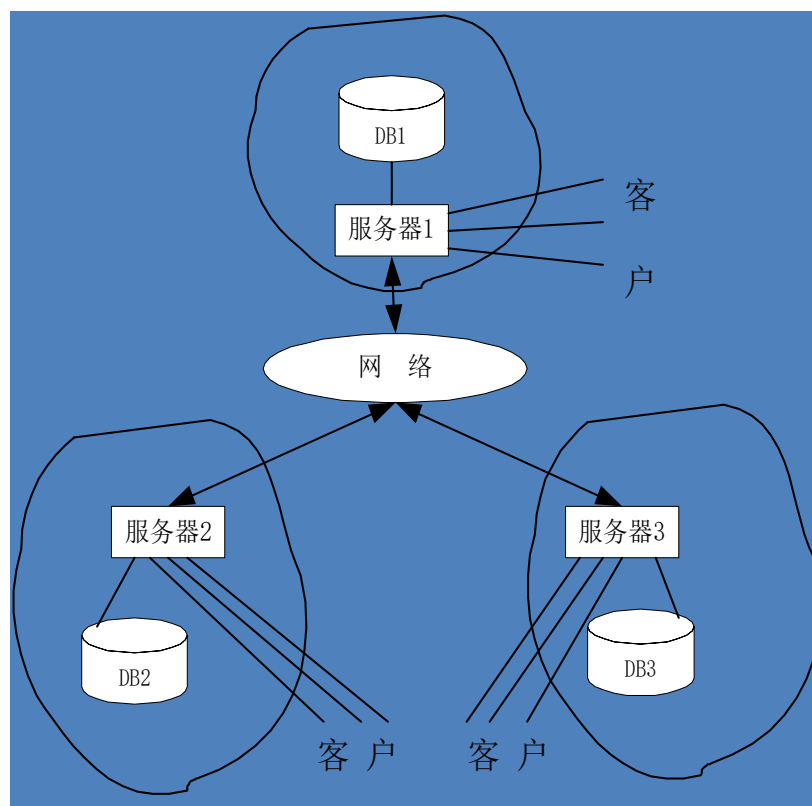
分布式数据库

分布式数据库管理者



## (2) 分布式数据库系统的体系结构

分布式数据库系统逻辑图



## (2) 分布式数据库系统的体系结构

### 分布式数据库系统的环境

分布式数据库系统的环境是一个分布式环境，即由多个计算机设备彼此用通讯设施连接成的计算机网络环境，并且把数据库系统的内容渗透到网络环境中

- 节点 (node) / 场地 (site)
- 通讯设施：包括连接节点的物理链路和一组通讯协议
- ✓ 网络开销
- ✓ 网络延迟
- ✓ 网络可靠性
- 网络通讯协议：ISO/OSI标准，可自行设计

### (3) 分布式数据库管理系统的体系结构

分布式数据库管理系统

分布式数据库管理系统的四个基本功能

分布式数据库管理系统三个主要成分

典型的DDBMS 体系结构

### (3) 分布式数据库管理系统的体系结构

#### 分布式数据库管理系统的四个基本功能

- \* 应用程序的远程数据库操作（包括查询和更新操作）
- \* 支持分布式数据库系统完全的或部分的透明性
- \* 对分布式数据库的管理和控制具有集中式数据库管理系统的功能
- \* 支持分布事务的并发和恢复

### (3) 分布式数据库管理系统的体系结构

#### 分布式数据库管理系统三个主要成分

➤ 全局数据库管理系统 (GDBMS)

负责管理分布式数据库 (**DDB**) 中的全局数据

➤ 局部数据库管理系统 (LDBMS)

分布式数据库系统中各场地的数据库管理系统

➤ 通讯管理程序 (CM)

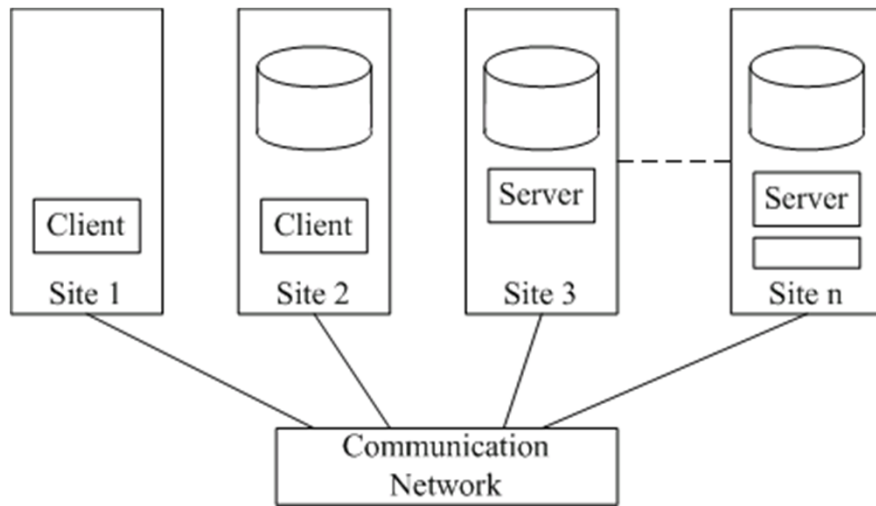
保证分布式数据库系统中场地间信息传送

### (3) 分布式数据库管理系统的体系结构

#### 典型的DDBMS 体系结构

- (1) 客户/服务器系统结构
- (2) 对等分布式系统结构

# 典型的DDBMS体系结构



## (1) 客户/服务器系统结构

**Server级：** 场地局部数据管理

**Client级：** 承担分布式功能

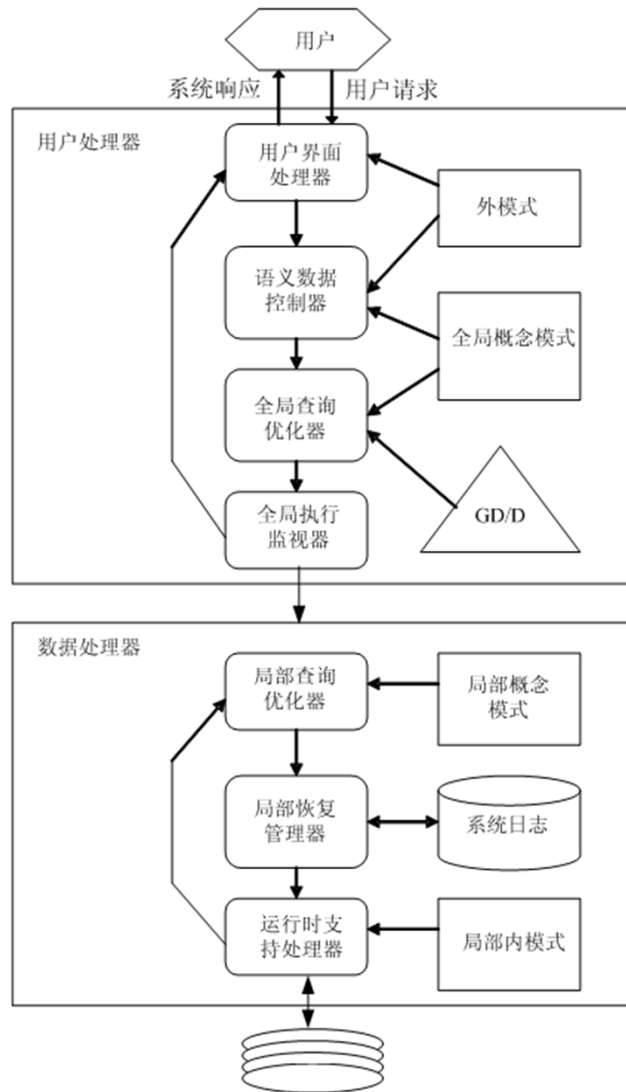
**通讯软件：** 信息传递

## Client级承担DDBS中的GDBMS功能

- 生成对多场地查询的分布执行计划
- 对Server发出命令后的管理、监督分布执行
- 当使用分布并发控制时，应保证全局事务的原子性
- 对数据的多副本应该保证副本一致性
- 承担有关透明性任务



# 典型的DDBMS体系结构



## (2) 对等分布式系统

### 用户处理器

用户界面处理器  
语义数据控制器  
全局查询优化器  
全局执行监视器

### 数据处理器

局部查询优化器  
局部恢复管理器  
运行时支持处理器