

高等学校教材

分布式数据库

杨成忠 郑怀远

黑龙江科学技术出版社

分布式数据库

杨成忠 郑广远

黑龙江科学技术出版社

封面设计：张秉顺

分布式数据库

杨成忠 郑怀远

黑龙江科学技术出版社
电子工业出版社 出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

哈尔滨船舶学院印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米16开本17.75印张 350千字

1990年10月第1版·1990年10月第1次印刷

印数：1—1030册 定价：3.50元

ISBN 7-5388-1026-9/ TP·12

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

在70年代，数据库系统技术已经建立起独立的理论基础，并为在信息处理领域广泛地使用计算机建立功能强大的集中式数据库系统，且在大量的应用中取得了成功的经验。因此，有人称70年代为数据库年代。与此同时，利用微机系统组成的计算机局域网也得到广泛的发展和应用。随之，促进了分布式计算机系统的开发和应用。因此，作为其关键技术之一的分布式数据库技术，在计算机科学与工程界已经引起了广泛的兴趣和重视，并于80年代初取得了可喜的成果，建立了若干较为成熟的原型系统。有人指出，80年代为分布式数据库年代。

简单地讲，从逻辑上看分布式数据库也是一种集中式数据库，不过从物理上它不是建立在单个计算机上而是建立在计算机网络连接起来的各个站点上。就是说，这种数据库中的数据根据应用要求分布在网络中不同的计算机上，因而系统的不同用户可以在不同的站点上存取所要的数据。

虽然分布式数据库技术是在传统的数据库和计算机网络技术基础上发展起来的，但是，要建立和实现分布式数据库，并满足实际的应用，将面临着许多全新的问题。为了解决这些问题，学者们已经进行了大量的研究工作。这些研究工作形成了一个新的学科，它具有自己的原理和方法。

本书的目的就是在传统的数据库和计算机网络的基本原理基础上，介绍分布式数据库的基本组成部分，它的工作原理，基本设计方法和主要的实现技术，并给出一些典型的系统例子。其对象是对分布式数据处理感兴趣的读者，包括计算机科学领域中的教师、研究生、高年级学生、研究人员、系统管理员、系统或应用设计者、系统分析员和程序员。本书可用作数据库方面传统课程的扩充教程，也可作为关于分布式数据库课程的专门教材。

本书的内容分为原理和系统两部分。第一章至第十二章讨论分布式数据库的主要技术问题，是本书的原理部分。第十三章至第十五章介绍若干不同类型的典型的分布式数据库系统。

第一章给出了分布式数据库系统的定义、特点、分类、应用范围、现状及存在的问题。第二章介绍分布式数据库系统的主要组成部分及其分布方案，系统中站点的类型及其功能配置，以及系统的体系结构。第三章讨论了以关系代数作为工具对数据进行分片的方法，并给出了数据分片应遵循的准则。第四章讨论分布式数据库的设计方法，重点介绍数据分片设计和分布设计问题。第五章讨论分布式数据库的分层参考体系结构，并利用一些例子来说明系统所提供的不同级别的分布透明性。第六章讨论如何把在全局数据库上的查询变换为在语义上等效的数据分片上的操作。第七章专门讨论查询优化的问题。第八章介绍了支持高效、可靠、并发执行的分布式事务管理机制，重点讨论了两阶段提交协议和两阶段锁定技术。第九章深入讨论了串行化理论，详细介绍了基于锁定、时戳和乐观方法的

并发控制技术, 以及有关死锁检测和预防等问题。第十章讨论了目录系统的内容与功能, 其组成方式与逻辑结构, 以及目录分布方案。第十一章讨论了建立可靠的分布式数据库系统所使用的技术与机制, 给出了可靠性系统的操作模型及体系结构, 分析了可靠性协议与故障处理技术。第十二章为分布式数据库的安全保护, 主要讨论了用户核准及存取控制机制。第十三章至第十五章介绍了一些分布式数据库系统的典型例子。重点是把前面原理部分介绍的方法结合到具体的系统中去。第十三章介绍准分布数据库系统, 第十四章介绍同构型分布式数据库系统, 第十五章介绍异构型分布式数据库系统。

本书的编写分工如下: 东北工学院郑怀远编写第一、四、十四、十五章; 王家华编写第九章; 中科院沈阳计算所吴振容编写第十一、十二章; 郑怀远和吴振容合编第八、十三章; 吴振容与宝鸡师范学院冯连成合编第十章; 冯连成编写第七章; 电子科技大学杨成忠编写第二、三、五、六章。全书由郑怀远、杨成忠定稿和统稿, 由四川大学唐常杰主审。在编写过程中得到了景胜眉、于戈、李韬、张霞、王森同志的大力协助, 编者对他们表示衷心的感谢。

分布式数据库技术目前在国内还是一个较新的领域, 它涉及的知识面广, 技术难度大, 且正处于迅速发展之中, 有些名词术语尚未统一, 加之编者经验有限, 时间仓促, 难免有不少错误和不足之处, 恳请读者指正。

编 者

1989.6

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 什么是分布式数据库系统	(1)
1.2 分布式数据库系统的特点	(2)
1.2.1 DDBS 与集中式数据库系统的比较	(2)
1.2.2 DDBS 与分布式操作系统的关系	(5)
1.2.3 DDBS 与多处理器系统的区别	(6)
1.3 分布式数据库系统的分类	(7)
1.4 应用范围	(8)
1.5 现状和问题	(8)
1.6 小结	(9)
第二章 分布式数据库系统的组成部分和体系结构	(10)
2.1 分布式数据库系统的组成部分	(10)
2.1.1 用户有关的组成部分	(10)
2.1.2 数据有关的组成部分	(11)
2.1.3 网络有关的组成部分	(11)
2.2 分布的方案选择	(14)
2.2.1 数据成分的分布	(15)
2.2.2 用户成分的分布	(17)
2.2.3 网络成分的分布	(17)
2.3 站点类型与配置	(18)
2.3.1 站点的类型	(18)
2.3.2 完全的站点	(19)
2.3.3 最小用户站点	(21)
2.3.4 最小数据站点	(21)
2.3.5 最小网络数据目录站点	(22)
2.3.6 最小网络描述站点	(22)
2.4 分布式数据库系统的体系结构	(22)
2.4.1 一个最基本的分布式系统方案	(22)
2.4.2 三种基本的体系结构	(23)
2.4.3 分布式数据库管理系统的体系结构	(25)
2.5 小结	(28)
第三章 数据的分片	(29)
3.1 关系代数简述	(29)
3.2 数据分片的类型	(33)

3.2.1	数据分片的准则	(33)
3.2.2	分片的类型	(33)
3.3	通用例子	(38)
3.4	小结	(41)
第四章	分布式数据库设计基础	(42)
4.1	数据分布设计的目标和方法	(42)
4.2	数据分片设计的原理	(43)
4.2.1	水平分片谓词集的确定	(43)
4.2.2	导出分片与分布连接	(46)
4.2.3	垂直分片的设计	(47)
4.2.4	混合分片的规范化及优化表示	(48)
4.3	片段的分布策略	(50)
4.3.1	最佳数据分布的数学模型	(50)
4.3.2	片段最佳分布的启发式算法	(52)
4.4	分布式网状数据库数据分配简介	(53)
4.5	小结	(54)
第五章	分布式数据库分层参考体系结构及分布式透明性	(56)
5.1	分布式数据库的分层参考体系结构	(56)
5.1.1	数据分片概念与数据分配概念的分离	(58)
5.1.2	数据冗余的显式控制	(59)
5.1.3	对局部DBMS的独立性	(59)
5.2	只读应用中的分布透明性	(59)
5.2.1	一个简单的应用	(59)
5.2.2	一个较为复杂的应用	(64)
5.2.3	使用参数文件的分布式数据库查询	(66)
5.2.4	用公共子表达式的查询应用	(69)
5.3	更新应用中的分布透明性	(70)
5.4	小结	(73)
第六章	分布式查询	(75)
6.1	用于查询的等价变换	(75)
6.1.1	查询的运算符树	(75)
6.1.2	关系代数的等价变换	(76)
6.1.3	运算符图和公共子表达式的确定	(82)
6.2	把全局查询变换成片段查询	(84)
6.2.1	片段查询的规范表达式	(84)
6.2.2	限定关系的代数	(86)
6.2.3	水平分片关系的简化	(88)
6.2.4	水平分片关系间连接运算的简化	(89)
6.2.5	用推理作进一步简化	(90)

6.2.6	垂直分片关系的简化	(92)
6.2.7	半连接程序	(93)
6.3	分布式分组与聚集函数的求值	(94)
6.3.1	关系代数的扩展	(95)
6.3.2	Group-by运算的特性	(96)
6.4	参数型查询	(98)
6.4.1	参数型查询的简化与代数扩充	(99)
6.4.2	在参数型查询多次激活中采用临时关系	(100)
6.5	小结	(101)
第七章 查询策略的优化		(104)
7.1	查询优化概述	(104)
7.1.1	查询优化中的问题	(104)
7.1.2	查询优化的目标	(105)
7.1.3	一个新的查询模型	(106)
7.1.4	分布式数据库查询优化的重要性	(113)
7.2	连接查询的优化	(115)
7.2.1	使用半连接程序的优化策略	(115)
7.2.2	用半连接来简化关系	(116)
7.2.3	SDD-1系统中半连接程序的确定	(118)
7.2.4	用连接作为查询处理的策略	(123)
7.3	一般查询	(125)
7.4	小结	(127)
第八章 分布式事务管理		(130)
8.1	分布式事务管理的主要内容	(130)
8.1.1	事务划分及其性质	(130)
8.1.2	事务管理的目标	(131)
8.1.3	分布式事务	(132)
8.1.4	分布式事务的进程模型与服务器模型	(134)
8.1.5	分布式事务的计算结构	(135)
8.2	维护事务原子性的方法	(135)
8.2.1	集中式数据库的故障恢复策略	(135)
8.2.2	分布式数据库的通讯故障	(137)
8.2.3	分布式事务恢复	(138)
8.3	两阶段提交协议	(140)
8.3.1	两阶段提交协议的基本结构	(140)
8.3.2	两阶段提交协议的故障恢复能力	(142)
8.3.3	两阶段提交协议的种类与通讯结构	(143)
8.4	分布式事务的并发控制	(146)
8.4.1	集中式数据库中基于锁定的并发控制	(146)

8.4.2	分布式数据库中基于锁定的并发控制	(147)
8.5	小结	(149)
第九章	分布式数据库系统的并发控制	(151)
9.1	可串行性理论	(151)
9.1.1	事务的形式化定义	(151)
9.1.2	历程	(152)
9.1.3	可串行性定理	(153)
9.2	再论二阶段锁定	(155)
9.2.1	二阶段锁定的正确性	(155)
9.2.2	分布式二阶段锁定	(155)
9.3	分布式死锁	(157)
9.3.1	分布式死锁和等待图	(157)
9.3.2	集中式控制程序的死锁检测	(158)
9.3.3	分布式死锁检测	(159)
9.3.4	假死锁	(160)
9.3.5	分布式死锁预防	(161)
9.4	基于时戳的并发控制	(162)
9.4.1	时标和时戳	(162)
9.4.2	基本的时戳机构	(163)
9.4.3	保守的时戳方法	(164)
9.5	分布式并发控制的乐观方法	(165)
9.6	小结	(167)
第十章	分布式数据库的目录系统	(169)
10.1	目录系统的内容与功能	(169)
10.1.1	目录系统的信息内容与分类	(169)
10.1.2	目录系统的功能	(170)
10.2	目录系统的组织方式与逻辑结构	(173)
10.2.1	目录系统的组织方式	(173)
10.2.2	目录系统的逻辑结构	(174)
10.2.3	目录管理系统的功能	(174)
10.3	目录分布	(174)
10.3.1	集中式目录	(175)
10.3.2	完全重复式目录	(175)
10.3.3	局部式目录	(176)
10.3.4	混合式目录	(176)
10.4	具有场地自主权的对象命名和目录管理	(176)
10.5	小结	(178)
第十一章	分布式数据库系统的可靠性	(179)
11.1	基本概念	(179)

11.1.1	分布式数据库可靠性定义及其目标	(179)
11.1.2	正确性与可用性的权衡策略	(180)
11.1.3	若干概念与术语的解释	(181)
11.2	无阻塞提交协议	(186)
11.2.1	场地故障时的无阻塞提交协议	(187)
11.2.2	提交协议和网络分割	(190)
11.3	可靠性与并发控制	(194)
11.3.1	无冗余数据库	(194)
11.3.2	冗余数据库	(194)
11.4	确定网络一致性视图	(199)
11.4.1	网络状态监督	(199)
11.4.2	广播新状态	(200)
11.5	不一致性的检测与消除	(200)
11.5.1	不一致性的检测	(201)
11.5.2	不一致性的消除	(202)
11.6	检验点和冷启动	(203)
11.7	小结	(204)
第十二章	分布式数据库的安全性及保密性	(207)
12.1	授权控制和存取保护的基本概念、方法与原则	(207)
12.1.1	用户核准与口令分布	(207)
12.1.2	授权及其分布	(208)
12.1.3	用户分类	(208)
12.1.4	特权分类	(208)
12.1.5	客体分类与控制	(209)
12.1.6	客体建立者享有的特权	(209)
12.1.7	授予者依赖原则	(210)
12.1.8	撤销原则	(210)
12.2	集中式数据库的授权机制及其实现方法	(212)
12.2.1	授权机制的特点	(212)
12.2.2	定义用户组	(212)
12.2.3	授权表	(213)
12.2.4	撤销规则	(214)
12.2.5	视图授权	(214)
12.2.6	更新用户组对授权机制的影响	(215)
12.2.7	用户组与其成员间的依赖关系	(215)
•12.3	授权表示工具	(216)
12.4	分布式数据库的授权机制	(217)
12.4.1	扩充授权表	(217)
12.4.2	复合客体的授权处理	(218)

12.4.3	公共组 and 用户组的处理方法	(219)
12.5	分布式数据库的保密性	(220)
12.5.1	密码技术	(220)
12.5.2	密钥的分配与保护	(221)
12.6	小结	(222)
第十三章	准分布式数据库系统	(224)
13.1	准分布库的特点及其发展史	(224)
13.2	Tandem 的 ENCOMPASS 分布式数据库系统	(225)
13.2.1	系统体系结构概述	(225)
13.2.2	数据分布和查询处理	(226)
13.3	IBM构造分布库系统的开发工具	(228)
13.3.1	系统网络结构 SNA 简介	(229)
13.3.2	事务管理器	(229)
13.3.3	互连系统通信设施 ISC	(229)
13.3.4	三种操作方法的比较	(231)
13.4	小结	(232)
第十四章	同构型分布式数据库系统	(233)
14.1	SDD-1 系统	(233)
14.1.1	系统结构	(233)
14.1.2	并发控制策略	(234)
14.1.3	查询处理	(235)
14.1.4	可靠性和事务提交	(235)
14.2	R* 系统	(236)
14.2.1	系统结构	(237)
14.2.2	查询处理	(237)
14.2.3	视图定义	(238)
14.2.4	分布执行	(239)
14.2.5	事务管理	(240)
14.3	DMU/FO 系统	(240)
14.3.1	体系结构	(241)
14.3.2	分布数据管理	(241)
14.3.3	分布事务管理	(241)
14.3.4	分布执行管理	(241)
14.4	小结	(242)
第十五章	异构型分布式数据库系统	(243)
15.1	异构分布库的系统结构	(243)
15.1.1	数据库终端	(243)
15.1.2	数据库窗口	(244)
15.1.3	数据库棱镜	(245)

15.1.4	多窗口的数据库梭镜	(245)
15.1.5	四种系统结构的特点	(246)
15.2	异构分布库中的转换问题	(246)
15.2.1	全局数据模型和操作语言	(247)
15.2.2	公共数据模型和操作语言	(247)
15.2.3	翻译器	(247)
15.3	异构分布库管理系统的层次结构	(248)
15.3.1	全局数据管理层	(248)
15.3.2	分布事务管理层	(248)
15.3.3	结构数据传送协议层	(248)
15.4	异构分布库管理系统的功能模块	(249)
15.4.1	数据分片和查询处理	(249)
15.4.2	并发控制	(250)
15.4.3	恢复控制	(251)
15.5	MULTIBASE 系统	(251)
15.5.1	体系结构	(252)
15.5.2	模式集成	(253)
15.5.3	查询优化	(256)
15.6	IMDAS 系统	(257)
15.6.1	体系结构	(257)
15.6.2	全局数据模型	(259)
15.6.3	查询处理	(260)
15.7	小结	(262)
	参考文献	(264)

第一章 概 述

第三次浪潮的冲击预示信息时代的到来。计算机网络技术、数据库技术、数据通信技术以及它们之间紧密结合的产物——分布式数据库技术，将把信息处理的效率提高到令人神往的境地。近年来，伴随着微型计算机和计算机局部网络的迅猛发展，以微机局部网络为基础的分布式数据库系统的实现也将成为可能。可以预料，分布式数据库系统在信息处理技术领域中的重要性会越来越突出地显露出来。

本章将介绍分布式数据库系统的定义、特点（它与集中式数据库、分布式操作系统，多处理器系统的区别）、分类、应用范围、它的产生，现状和发展等问题。

1.1 什么是分布式数据库系统

由于分布式数据库系统目前仍处于研究发展阶段，尚未形成一个确切的、形式的并且得到公认的定义。在众多的说法中，我们认为下述定义较确切而简明：“数据资源即物理数据库在地理上存贮在一个含有多个数据库管理系统的计算机网络的多个站点(Node)或场地(Site)中，但是逻辑上把它们视为一个合一的逻辑数据库进行处理。”该定义强调两点：

(1) 分布性，即各物理数据库是分布在不同场地(Sites)上的。这就有别于单一的集中式数据库。

(2) 逻辑相关性，即它并不是各分散的局部物理数据库的集合，而具有逻辑上紧密连接或一个整体逻辑库的性质。

图1—1为在一个几何上分散的网络上建立的分布式数据库的示意图，每一个圆圈从网络的角度可称为一个站点，但从分布式数据库角度看常称为一个场地。如果三个场地相距甚远，例如几十公里以上，那么通信网络可采用广域网，图1—1也就是以广域网络为基础的分布式数据库系统。如果相距甚近，例如在一个大楼里，那么可采用局域网络作通信网络。

现在再用一个实际例子进一步说明一下逻辑相关性的含意。假定图1—1

中三个场地代表一个银行的三个支行所在地。在一般情况下，一个支行的用户所提出的各种应用，只需要通过访问该支行的帐目数据库即可实现，也就是说，这些应用完全由该支

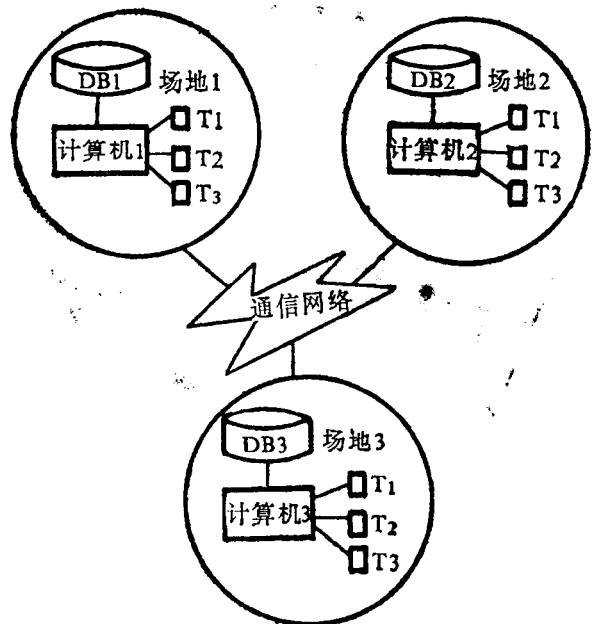


图1—1 分布式数据库示意图

行的计算机进行处理。因此，我们可把这些应用称之为局部应用。局部应用的典型例子是借贷，它只需要存取某一个支行的数据库就可完成。如果仅限于这种局部应用，那么总的银行数据库就是各分散局部的物理数据库（即各支行数据库）的集合。但是，情况并非就是这些局部应用，例如在场地1存款的用户出差到场地2所在地点，要进行取款，这就是银行术语所说的通兑情况，这时要求场地2的支行的计算机通过通信网络能存取场地1的帐户数据库DB1。而且在分布式数据库系统中要求这种相互存取数据库对用户是透明的，即数据库的物理分布对应用程序（或对用户）是透明的。这就是说，网络中任意一个场地上的计算机终端，例如图1—1中场地2中计算机2的终端T1要存取网络中任何一个数据库中的数据就好像在场地2上存取一个全网的全局库的数据，而T1的用户根本无需知道该数据是存在DB1，DB2或DB3中。这种应用称为全局应用。因此，从这个意义上说，各分散物理数据库的集合和分布式数据库的区别在于后者有一个全局应用，即各局部物理数据库在逻辑上紧密连接成一个全局逻辑库。

局部应用和全局应用之间如何协调是体系结构中要研究的问题，此地只是简要说明一下。一种办法是建立两个用户接口，局部应用通过局部用户接口与局部数据库打交道，全局应用通过全局用户接口与各场地分布数据库打交道，同一场地的局部数据库和分布数据库间可相互转换。另一种办法仍是采用两个用户接口，但在本地存取的是一个数据库，这当然要采取措施防止相互间存取的冲突。第三种办法把局部和全局应用统一起来，即存取本地数据库的局部应用也要通过全局用户接口，由分布式数据库管理系统统一管理。

对分布式数据库的管理是由分布式数据库管理系统（简称DDBMS）实施的。通常，把分布式数据库管理系统及其管理之下的分布式数据库总称为分布式数据库系统，并简写成DDBS（Distributed Data Base System）。

1.2 分布式数据库系统的特点

分布式数据库系统的特点体现在它与集中式数据库系统相比较之中，还体现在它与分布式操作系统的关系以及它与多处理器系统的区别之中。

1.2.1 DDBS与集中式数据库系统的比较

与集中式数据库系统相比，分布式数据库系统具有下列优点：

1. 体系结构上有更大的灵活性

集中式数据库系统中其物理数据库存放在一个场地中，由一个数据库管理系统集中管理。多个用户只可以通过近程或远程终端在多用户操作系统支持下运行该数据库管理系统达到共享集中式数据库中的数据，此地强调的是集中式控制。在分布式数据库系统中比较少地强调集中式控制，而是更多地强调各个场地局部数据库管理系统的自治性（Autonomy）。就是说，大部分的局部事务管理和控制就地解决，只有涉及其它场地的数据时才需要通过网络作为全局事务来处理。当然，根据整个管理信息系统（MIS）的需求不同，分布式数据库管理系统可设计成具有不同程度的自治性：从具有充分的场地自治性（这时没有任何集中式的数据库管理机构，各场地需存取其它场地数据库时采用双边协商办法）到几乎是完全的集中式控制（这时任何场地要存取网络中任何数据库包括本地数据库，都要通过集中式的数据管理机构来控制）。由于分布式数据库系统有这些体系结构上的灵活性，导致它有下面一系列优越性。

2. 适应分布式的管理和控制机构

现代绝大多数管理信息系统，办公信息系统(OIS)，以及工厂自动化系统(FA)中，其被管理和控制的对象在地理上是分散的，大多数业务上的数据处理可以就地解决。因此采用相应的分布式数据库系统，使得大多业务上的数据处理利用本地数据库，涉及其它场地数据库中的数据只是少量的，从而可以大大减少网络上信息传输量，降低通信成本。如果采用集中式数据库系统，势必在各场地设置许多近程或远程终端，不但要铺设大量通信线路，而且任何存取集中式数据库中数据的命令和结果都需经过通信线路传送，其通信开销(尤其是远程终端)是可观的。

3. 经济性好

由于VLSI技术的迅速进展，超级微型机和超级小型机的价格大幅度下降，而性能已完全可满足各局部数据库的需要(特大的系统除外)。这样，与一个大型的计算机支持一个大型的集中式数据库再加一些近程和远程终端相比，由超级微型机或超级小型机支持的分布式数据库系统其终端性或确切一点说其性能价格比，往往要好得多。

4. 可靠性高与可用性好

分布式数据库系统中，往往有适当的数据冗余量。例如在银行分布库系统中，总行数据库有一部分数据是各分行数据库一部分数据的拷贝。这种数据冗余能够提高系统的可靠性和可用性，但也带来了修改一致的困难。现已经研究了许多可靠性措施，如局部场地故障时网络进行分区，使其它部分照常运行，而把对故障点的操作暂存起来，当故障点恢复时，可弥补故障点丢失的信息。这就是说，系统局部的故障不致引起全局失控。显然在集中式数据库系统情况下，主机的故障往往导致全局瘫痪。

5. 并行性好

一个全局查询问题可分解成若干子查询而由许多局部数据库管理系统分别并行执行，其并行性显然比一个集中式的数据库系统好。当然，若此集中式的数据库系统是由多处理器组成的并行计算机支持的，那就是另一回事了，那时该系统可能已演变成数据库机系统了。

6. 一定条件下响应速度较快

只有在下列情况下，分布式数据库系统的查询等响应速度有可能比集中式数据库系统快。一是存取的数据就在本地局部库中(如果这是经常发生的话)，这就无需多次网络通信了；另一种情况是，若分布库系统是用高速局部网络连接起来的，而各场地的计算机其CPU操作和I/O操作都有相当高的速度，这种分布式数据库系统其I/O存取，CPU处理及通信开销都相当小。在远程网的情况下，其通信开销加大，目前还不易达到象远程终端通过分时操作系统控制的集中式数据库那样操作时的响应速度。

7. 可扩展性好，易于集成现有系统

在一个已开发的分布式数据库系统中若要增加一个新的伙伴——新的局部数据库系统，如果原来的系统设计成模块化，各局部有较强的自治性(这在某些异构型分布式数据库系统中更为常见)，那么这种扩充并不十分困难，对已有的系统改动较小。

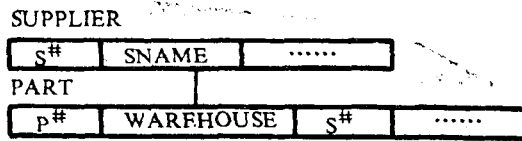
另一方面，若要开发一个管理信息系统，而系统中已经存在有许多局部数据库，那么利用这些局部数据库管理系统进行自下而上的集成开发一个全局分布式数据库管理系统，这也是可能的。

与集中式数据库系统相比，分布式数据库系统的弱点主要在于系统本身（尤其是通信部分）开销过大，故在远程网情况下通信速率又不太高时响应会显著变慢。另外系统本身较复杂，元件也比较多，因而故障率也较高。故障后的恢复虽有一定措施，但目前对于分布库系统的可靠性，尤其在出现故障时网络的自动分割，绕过故障点，及故障排除后，系统自动恢复等这些问题，无论理论和实践上都还有待进一步探讨。

复杂的存取结构，如辅助索引、文件间的链接等，都是传统的集中式数据库系统中为获得对数据的有效存取所采用的重要技术。但在分布式数据库中采用类似结构不一定能带来有效存取，下面的例子说明了这个问题。

图 1—2 (a) 表示了某个类 Codasyl 数据库的数据模式，它有两种记录类型，即 PART 与 SUPPLIER，另有一个系型 SUPPLIER-PART，它连接 SUPPLIER 和 PART 记录。“寻找由供应者 S1 提供的全部 PART 记录”的应用按类 Codasyl 的 DML 编码来描述，如图 1—2 (b) 所示。

现在，假设上面所述的数据库分布在计算机网络的三个场地上，如图 1—2(c) 所示；

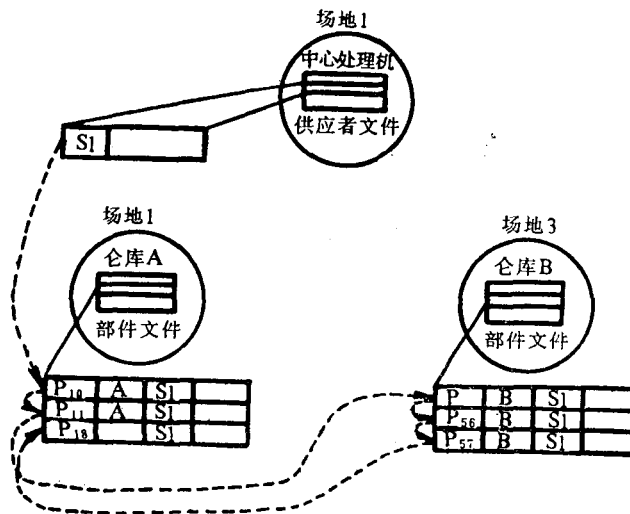


(a) 类 codasyl 数据库模式

```

Find SUPPLIER record with S* = S1;
Repeat until "no more members in set"
  Find next PART record in SUPPLIER-PART set;
Output PART record
  
```

(b) 类 Codasyl-DBMS 程序



(c) SUPPLIER-PART 系的分布

图 1-2 类 Codasyl 分布式数据库