

俞鼎祥 沈金发

数据库系统原理

.13
K/1

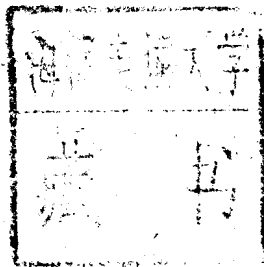
清华大学出版社

311.13

PX/1

数据库系统原理

俞盘祥 沈金发 编著



0022798

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是在多年数据库课程教学和数据库技术科研的基础上编写出来的。系统地阐述了数据库系统有关的概念、原理及基本理论。本书第一章至第三章，详细介绍了数据库技术的基本概念和特点，数据库组织数据的方法，概貌地介绍了数据库系统的组成。第四章至第七章，介绍三种数据库方法——网状方法、层次方法和关系方法；较深入地介绍了三个相应系统——DBTG 系统、IMS 系统和 SYSTEM R 系统。第八章深入地介绍了关系数据库设计理论。第九章、第十章介绍查询优化、并发控制和恢复技术。第十一章介绍了数据库设计的基本技术和方法。第十二章介绍了富士通的 AIM 数据库系统及开发应用系统的全过程。第十三章剖析了一个小型网状数据库管理系统。

本书理论与实践并重，系统性强，内容丰富。可作为高等院校计算机系各专业的数据库课程教材，也是广大应用与研制计算机的科研人员、工程技术人员的技术参考书。

JSS05/28

数 据 库 系 统 原 理

俞盘祥 沈金发 编著

责任编辑 贾仲良

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京市联华印刷厂印装

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本：787×1092 1/16 印张：23 1/4 字数：550千字

1988年11月第1版 1991年6月第2次印刷

印数：10001—15000

ISBN 7-302-00268-1/·TP·102

定价：8.20元

序 言

计算机数据库技术在近十年来,已广泛地应用于许多领域,并且越来越受到人们的广泛注意和重视。本书是在我们多年的数据库教学与科研的基础上编写出来的一本教材和技术参考书。

本书系统地阐述了数据库系统有关的基本概念、基本原理、基本理论以及有关的基本技术和方法。本书的第一章至第三章概括地、扼要地叙述了数据库系统的基本概念与原理,通过这部分的学习,读者对数据库方法的特点、数据库如何组织数据和数据库系统的结构有一个全貌的了解,初步掌握将现实世界中所关心的对象转换成计算机范围内的结构。第四章至第六章通过介绍三种数据库方法(网状方法、层次方法和关系方法),更深入地阐述有关的概念与原理。第七章介绍了关系方法中具有代表性的SYSTEM R,读者可从中了解一个关系数据库系统的基本结构、组成以及它们之间的相互联系。第八章深入地讨论了关系数据库理论,这不仅有助于加深对关系方法的理解,而且也为今后的数据库设计奠定了坚实的理论基础。第九章至第十章介绍了数据库管理系统在实现过程中遇到的一些主要问题(查询优化、并发控制、数据库恢复)及其解决方法。第十一章全面地介绍了数据库设计的基本技术与方法。第十二章介绍了富士通 AIM 数据库系统,通过这个实际系统,读者可进一步体会数据库系统的原理及开发一个数据库应用系统所需掌握的内容。第十三章分析与解剖了一个小型的网状数据库管理系统,这不仅使读者了解数据库管理系统的结构与组成,而且有助于读者开发新的数据库管理系统。

本书第一章至第五章、第八章、第十二章和第十三章由俞盘祥编写,其余各章由沈金发编写。

在本书的编写过程中得到了各方面的支持与帮助,尤其得到清华大学计算机系软件教研组的支持和帮助,赵克群同志帮助阅读了部分书稿,在此表示衷心的感谢。由于我们水平所限,本书仍难免有错误和缺点,恳切希望专家与读者指教。

编 者

目 录

第一章 数据管理及基本概念	1
1.1 数据管理技术的发展	1
1.1.1 人工管理阶段	2
1.1.2 文件系统阶段	2
1.1.3 数据库系统阶段	2
1.2 数据管理在不同范围中使用的术语	7
1.2.1 三种范围	7
1.2.2 常用术语的说明	8
1.3 记录型的定义	9
1.4 联系	10
1.4.1 记录型之间的联系	10
1.4.2 记录值之间的联系	10
1.4.2.1 简单联系 (1:1 联系)	11
1.4.2.2 1:N 联系	12
1.4.2.3 M:N 联系	12
第二章 数据库组织	13
2.1 三种数据模型	13
2.1.1 层次模型	13
2.1.2 网状模型	14
2.1.2.1 网状模型的定义和特点	14
2.1.2.2 系型	15
2.1.2.3 系值	15
2.1.3 关系模型	16
2.2 数据库的结构	17
2.2.1 全局逻辑级	18
2.2.2 局部逻辑级	18
2.2.3 存储级	18
2.2.4 物理级	18
2.3 数据库的存储结构	19
2.3.1 存储记录的设计	19
2.3.1.1 顺序组织	19
2.3.1.2 顺序带链的组织	20
2.3.1.3 带次码索引的顺序组织	20

2.3.1.4	多表组织	20
2.3.1.5	完全倒排组织	21
2.3.1.6	Hash 定址组织	21
2.3.2	联系的存储结构	22
2.3.2.1	层次结构的存储结构	22
2.3.2.2	网状结构的存储结构	24
第三章	数据库系统的结构	28
3.1	数据语言	28
3.1.1	数据描述语言	28
3.1.2	数据操作语言	29
3.2	数据库管理系统的一般结构	30
3.2.1	用户存取数据库数据的流程	30
3.2.2	数据库管理系统的组成	31
3.2.2.1	语言编译处理程序	31
3.2.2.2	系统运行控制程序	31
3.2.2.3	服务性程序	32
3.3	数据库管理员	32
第四章	网状方法——DBTG 系统	33
4.1	DBTG 的发展概况	33
4.2	DBTG 的数据结构	34
4.2.1	系型	34
4.2.2	各种结构的系型表示	34
4.2.3	系值	37
4.3	DBTG 对一些重要特性的规定	37
4.3.1	系序	37
4.3.1.1	排序的系	38
4.3.1.2	时序系	40
4.3.1.3	系统决定方式	41
4.3.2	成员籍的类别	41
4.3.3	系值的选择	43
4.3.4	域	46
4.3.5	记录的码和数据库码	46
4.4	模式描述语言和模式	47
4.4.1	模式的组成	47
4.4.2	描述语法的符号说明	48
4.4.3	模式的实例	48
4.4.4	每部分主要的子句和功能	51

4.5	数据存储描述语言和存储模式	52
4.5.1	存储模式对系统性能影响的分析	53
4.5.2	存储模式的组成	54
4.5.3	每部分主要的子句及功能介绍	55
4.5.3.1	存储模式条目的子句	55
4.5.3.2	映象描述条目子句	55
4.5.3.3	存储域条目子句	55
4.5.3.4	存储记录条目子句	56
4.5.3.5	索引条目子句	60
4.6	子模式描述语言和子模式	61
4.6.1	子模式与模式之间的差别	61
4.6.2	子模式的组成	62
4.6.3	子模式的实例	63
4.7	数据操作语言和应用程序	65
4.7.1	当前值	65
4.7.2	运行单位与 DBMS 之间的通信	66
4.7.3	DML 语句	67
4.7.3.1	FIND 语句	67
4.7.3.2	GET 语句	72
4.7.3.3	MODIFY 语句	73
4.7.3.4	STORE 语句	73
4.7.3.5	ERASE 语句	74
4.7.3.6	CONNECT 语句	74
4.7.3.7	DISCONNECT 语句	74
4.7.3.8	RECONNECT 语句	75
4.7.3.9	对 keep-list 的操作	75
4.7.3.10	对域的操作	76
4.7.3.11	COMMIT 语句和 ROLLBACK 语句	77
4.7.4	应用程序实例	77
4.8	数据保护	80
4.8.1	数据的存取控制	80
4.8.2	数据完整性控制	81
4.8.3	并发控制	82
第五章	层次方法——IMS 系统	83
5.1	IMS 的数据结构	83
5.1.1	基本概念	83
5.1.2	物理数据库的描述	85

5.1.3	层次序列	86
5.2	IMS 的局部逻辑结构	87
5.2.1	IMS 外部级所涉及的概念	87
5.2.2	程序通信块和程序说明块	88
5.3	IMS 系统的结构	90
5.4	IMS 的存储结构	91
5.4.1	HSAM 存储数据库的组织	92
5.4.2	HISAM 存储数据库的组织	93
5.4.2.1	使用 ISAM/OSAM 的 HISAM 组织	93
5.4.2.2	使用 VSAM 的 HISAM 组织	95
5.4.3	HDAM 存储数据库的组织	95
5.4.4	HIDAM 存储数据库的组织	97
5.5	IMS 数据的操作	98
5.5.1	DL/I 的语句及其功能	99
5.5.2	操作的例子	99
5.5.3	SSA 的命令码	102
5.5.4	应用程序的结构	103
5.6	IMS 的逻辑数据库	104
5.7	IMS 辅助索引	107
5.7.1	根片段非排序码字段对根片段的索引	107
5.7.2	下属片段的字段对根片段的索引	108
5.7.3	下属片段的字段对该下属片段的索引	108
5.7.4	下属片段的字段对其祖先片段的索引	109
5.8	数据的保护	109
5.8.1	存取控制	109
5.8.2	完整性控制	110
第六章	关系方法	111
6.1	基本概念	111
6.1.1	关系的数学定义	111
6.1.2	数据模型	111
6.1.3	码	113
6.1.4	外来码	113
6.1.5	窗口与快照	114
6.2	关系数据语言	115
6.2.1	关系代数	115
6.2.1.1	五种基本运算	116
6.2.1.2	其他一些代数运算	117

6.2.1.3 数据库操作例子	119
6.2.2 元组关系演算语言 QUEL	120
第七章 实验关系数据库系统 System R	125
7.1 引言	125
7.2 System R 的总体结构	126
7.3 用户接口——SQL	127
7.3.1 数据定义功能	127
7.3.2 数据查询与更新功能	130
7.3.3 数据控制功能	134
7.3.4 SQL 语言对主语言的嵌入	135
7.4 关系数据系统 (RDS)	136
7.4.1 预编译	136
7.4.2 滑标的处理	137
7.4.3 窗口的合成	138
7.4.4 执行	139
7.4.5 一些特殊的 SQL 语句的处理	141
7.4.6 节类型和操作类型	143
7.4.7 UFI	144
7.4.8 存取控制	144
7.4.9 小结	148
7.5 研究存储系统 (RSS)	148
7.5.1 空间/设备管理	148
7.5.2 路径管理	149
7.5.3 并发控制	149
7.5.4 恢复	150
第八章 关系数据库的设计	153
8.1 关系模式的一般表示及设计中的问题	153
8.2 函数依赖性	154
8.2.1 函数依赖的定义	154
8.2.2 函数依赖的逻辑蕴涵	155
8.2.3 码	156
8.2.4 函数依赖公理	156
8.2.5 函数依赖集合 F 的闭包的计算	159
8.2.6 计算 X^+ 的算法	159
8.2.7 函数依赖集合的等价性	160
8.3 关系模式的分解	161
8.3.1 分解的无损的连接性	162

8.3.2	保持函数依赖的分解	165
8.4	关系模式的范式	167
8.4.1	第一范式 (1NF)	167
8.4.2	第二范式 (2NF)	167
8.4.3	第三范式 (3NF)	168
8.4.4	BCNF	169
8.4.5	具有无损连接性和保持函数依赖的分解	170
8.5	多值依赖和第四范式	173
8.5.1	多值依赖定义	173
8.5.2	多值依赖公理	174
8.5.3	第四范式 (4NF)	175
8.6	连接依赖与第五范式	176
8.6.1	连接依赖的定义	177
8.6.2	第五范式 (5NF)	177
第九章	查询优化	179
9.1	表达式优化	179
9.1.1	选择 (Select) 操作的处理 (尽可能早地执行选择操作)	179
9.1.2	提前执行投影操作	180
9.1.3	同一关系的选择操作序列或投影操作系列的合并	180
9.1.4	简化多余的操作	181
9.1.5	公共子表达式的处理	181
9.1.6	优化顺序	181
9.2	INGRES 的优化方法	182
9.2.1	分解处理	182
9.2.2	结局 (END GAME) 处理	185
9.3	System R 的优化技术	186
9.3.1	简单查询	187
9.3.2	多元查询	190
9.3.3	嵌套查询	195
第十章	并发控制与恢复	197
10.1	引言	197
10.2	封锁管理	198
10.2.1	死锁	198
10.2.2	死锁的预防	199
10.2.3	死锁的诊断	202
10.2.4	死锁的排除	203
10.3	并发调度	205

10.3.1	一致性调度	205
10.3.2	调度的等价	207
10.3.3	可串行化调度的判定算法	210
10.3.4	具有共享封锁方式的可串行化调度的判定算法	212
10.4	一致性级别	214
10.4.1	不一致性的分类	215
10.4.2	一致性的级别	216
10.5	封锁的尺度	218
10.5.1	层次封锁	218
10.5.1.1	封锁方式	219
10.5.1.2	封锁方式的相容性	219
10.5.1.3	封锁方式的并发度	219
10.5.1.4	封锁协议	220
10.5.1.5	封锁的例子	221
10.5.2	封锁的调度与转换	222
10.6	恢复管理	223
10.6.1	事务的失败	224
10.6.2	软故障	224
10.6.3	硬故障	226
第十一章 数据库设计方法		227
11.1	数据库设计的一般过程	227
11.1.1	要求分析	228
11.1.2	视图定义	229
11.1.3	模式与子模式设计	230
11.1.4	物理设计	230
11.2	E-R 方法 (实体-联系方法)	231
11.2.1	E-R 图	231
11.2.2	E-R 图对其他数据模型的转换	234
11.2.3	例子	235
11.3	数据库设计的 LRA 方法	237
11.3.1	设计的基本步骤	238
11.3.1.1	要求分析	238
11.3.1.2	逻辑设计	238
11.3.2	数据结构的性能分析	239
11.3.3	设计例子	242
11.3.3.1	要求分析	242
11.3.3.2	信息结构设计	243
11.3.3.3	信息结构的改进	244

11.4 计算机辅助逻辑数据库设计	248
11.4.1 基本概念	249
11.4.2 设计的例子	251
11.4.3 DBDA 的执行过程	254
11.5 数据库的物理设计	257
11.5.1 文件结构的选择	257
11.5.2 数据的群集	260
第十二章 AIM 的数据库设计及使用	264
12.1 AIM 数据库系统结构	264
12.2 AIM 数据库的数据结构	266
12.2.1 数据库的逻辑结构	266
12.2.1.1 记录型及记录	266
12.2.1.2 系型和系值	267
12.2.2 数据库的存储结构	267
12.2.2.1 页的组成	268
12.2.2.2 逻辑页	268
12.2.2.3 域	268
12.2.2.4 子域	272
12.2.3 数据库的物理结构	273
12.3 数据库的设计和 ADL 语言	274
12.3.1 设计步骤	274
12.3.2 模式的设计	274
12.3.2.1 模式条目	275
12.3.2.2 记录类型的设计及记录条目	275
12.3.2.3 系型设计及系条目	279
12.3.2.4 存储结构的设计及域条目	280
12.3.2.5 物理结构设计和文件条目	283
12.3.3 ADLGEN 程序	284
12.3.3.1 ADLGEN 的输入/输出文件	284
12.3.3.2 ADLGEN 的控制语句	286
12.3.3.3 建立模式的控制语句样板	287
12.3.4 模式实例	288
12.4 应用程序的开发	290
12.4.1 子模式的设计和定义	290
12.4.2 PED 的设计和定义	291
12.4.3 DML 语言	294
12.4.3.1 当前值	294
12.4.3.2 文件通信区 (FCOM)	294

12.4.3.3 数据库的操作命令.....	296
12.4.4 数据库应用程序的实例.....	303
12.4.5 应用程序的划分.....	305
12.4.6 应用程序和事务管理.....	307
12.4.7 应用程序和并发控制.....	308
12.5 数据库的故障处理.....	308
12.5.1 监测.....	309
12.5.2 故障管理和恢复.....	310
第十三章 IDBS 数据库管理系统的分析	312
13.1 IDBS 的简介.....	312
13.1.1 IDBS 的数据定义.....	312
13.1.2 IDBS 的数据处理.....	313
13.1.2.1 当前值及 IDBS 运行环境	313
13.1.2.2 数据操作语言.....	313
13.1.3 教学数据库的设计和实现.....	318
13.2 IDBS 的系统结构.....	336
13.3 IDBS 数据库的存储结构.....	336
13.3.1 数据库的组织.....	336
13.3.2 块的结构.....	337
13.3.3 数据区的数据结构.....	337
13.3.3.1 数据库目录.....	337
13.3.3.2 数据库结构区.....	338
13.3.3.3 文件内容块数据区的结构.....	338
13.4 IDBS 管理系统的结构.....	342
13.4.1 IDBS 接口子系统.....	343
13.4.2 子文件子系统.....	343
13.4.2.1 管理对象.....	343
13.4.2.2 管理功能.....	344
13.4.3 动态存储子系统.....	344
13.4.3.1 域段子系统.....	344
13.4.3.2 主块子系统.....	345
13.4.3.3 表子系统.....	349
13.4.4 输入/输出子系统	352
13.4.4.1 文件保存子系统.....	353
13.4.4.2 缓冲区子系统.....	355
13.4.4.3 文件处理子系统.....	356
参考文献	357

第一章 数据管理及基本概念

在这一章中将简单介绍数据管理技术的发展情况，从中可知数据库技术是数据管理中的一门新技术；另外还将介绍数据管理中所涉及的如实体、实体间的联系等基本概念。

1.1 数据管理技术的发展

数据处理是指对数据进行收集、组织、加工、储存、抽取、传播等工作。而数据管理是指对数据的组织、存储、检索和维护等工作，所以数据管理是数据处理的中心。

每个部门每个单位都保管着本部门本单位的一些有用的数据或资料。例如企业部门，保留着大量关于生产计划、原材料情况、设备情况和销售情况的数据和资料，常常利用这些资料来指导当前生产或者为选择最佳的管理方案提供重要的根据。在学校管理中，保存大量的关于学生的数据，如学生的人事材料、学生的学习成绩记录和体格检查表等等，可利用这些数据对学生的各种情况进行统计与分析。在医院管理中，保存着大量的病历，为诊断和治疗提供依据等等。所以数据管理即收集数据、保存数据和提供正确的数据，是各部门工作中非常重要的环节。

数据处理工作由来已久，早在 1880 年美国进行人口统计，就采用了穿孔卡片存储信息，称为机器卡片文件 (Machine Card File)。这样用机械方法进行数据处理，称之为机械的数据处理系统。后来由于电子计算机的出现，在数据处理中采用了计算机，数据处理就进入了电子数据处理系统时代。随着计算技术的发展，由于采用了磁芯、磁带、磁鼓、半导体存储器和磁盘等存储技术，数据管理也得到了迅速发展。它主要围绕着提高数据独立性、降低数据的冗余度、数据共享、提高数据的安全性和完整性等方面来进行改进，让使用者能方便地运用这些数据资源和管理这些资源。

数据在物理存储设备上的组织称之为数据的物理组织 (Physical Organization)，一般以文件形式组织。根据其组织结构的特点可分为顺序文件、索引文件和随机文件等。数据在使用者面前所呈现的组织方式，称之为数据的逻辑组织 (Logical Organization)。对于一种数据的逻辑组织，可以用不同的物理组织来实现。物理组织的好坏影响系统的性能和效率，所以一种数据的逻辑组织，在运行阶段中，由于性能要求或存储数据的设备更新，就引起数据的物理组织的改变，这种改变称之为数据的再组织。用户 (USER) 在编制应用程序时，是根据数据的逻辑组织对数据进行操作。应用程序对数据的物理组织的依赖程度称为物理数据的独立性 (Physical data independence)，依赖程度越低，则物理数据的独立性越高。如果在数据处理环境中，数据具有物理独立性，则在数据再组织时不会影响原来应用程序的执行。数据管理方法可根据数据的独立性、

数据的冗余度、数据间相互联系及数据的安全性、完整性等特点划分成三个不同阶段：人工管理阶段，文件系统阶段和数据库系统阶段。

1.1.1 人工管理阶段（至 60 年代早期）

在该阶段，数据的逻辑组织和它的物理组织是相同的，计算机系统仅提供基本的输入输出操作，应用程序员亲自设计物理组织。当数据的物理组织或存储设备改变时，其应用程序必须重新编制。由于数据的物理组织是由应用程序员根据应用的要求设计的，很难实现多个应用程序共享数据资源，造成数据大量重复。此阶段数据的逻辑组织与物理组织之间的关系可用图 1.1 表示。

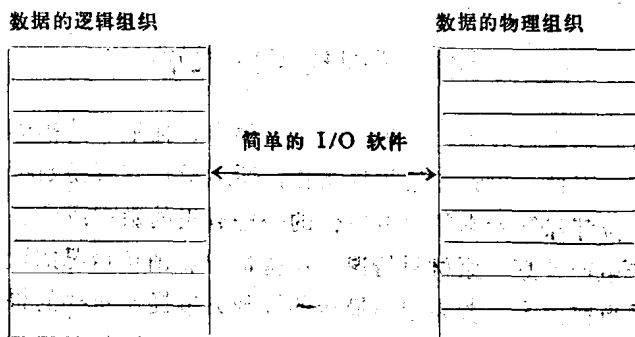


图 1.1 人工管理阶段的特征

1.1.2 文件系统阶段（至 60 年代后期）

人工管理阶段的数据管理有许多缺点：数据独立性差，应用程序依赖于物理组织；由于数据的组织是根据用户的要求设计，不同用户之间有许多共同的数据，而分别保存在各个文件中，造成很高的数据冗余度，给数据的维护带来许多困难。而在文件系统中，对上述问题有较大的改进。系统设置专门的软件——文件管理系统，负责对数据进行管理，使物理数据具有较高的独立性。在数据的逻辑组织和物理组织之间由存取方法 (Access Method) 实现转换，以便数据的逻辑组织和物理组织之间可以有所区别，当物理组织改变时可不影响逻辑组织，从而提高了数据的物理独立性。在文件系统中，还提供了多种文件组织形式：如顺序文件组织、索引文件组织和直接存取文件组织。在这一阶段中，数据的逻辑组织和物理组织之间的关系可用图 1.2 表示。

在这一阶段，实现了以文件为单位的数据共享，但未能实现以记录或数据项为单位的数据共享，数据的逻辑组织还是根据应用要求设计的，所以数据还存在大量的冗余。

1.1.3 数据库系统阶段（至目前阶段）

由于计算机工业的迅速发展，提供了大容量的直接存取设备，计算机广泛地应用于企业管理，对数据管理提出了更高的要求：要求具有更高的数据共享；要求数据具有更高的独立性，从而降低应用程序的研制、维护等的费用。但文件系统的管理数据方式还不能适应上述这些要求，因而导致了数据库管理技术的发展。数据库管理技术为用户提

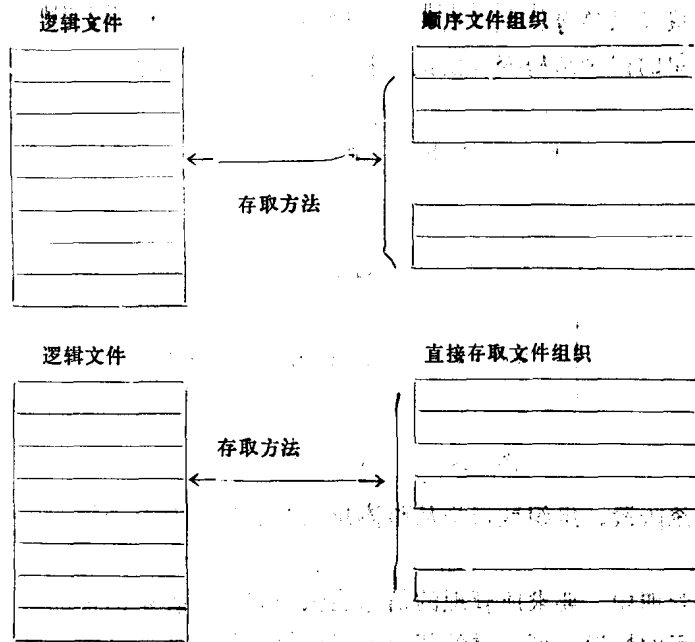


图 1.2 文件系统的数据组织

供了更广泛地数据共享，为应用程序提供了更高的程序独立性，进一步减少数据的冗余度，并为用户提供了方便的用户接口等优点。下面简单介绍数据库系统阶段的特点：

1. 面向数据组织数据，提高了共享程度，减少了数据冗余度。

在文件系统中，文件一般定义为等长同格式的记录的集合。一个文件的记录与另一个文件的记录之间是无联系的。但在实际管理中，一些数据和另一些数据之间往往是有联系的。例如在学校管理中涉及到系及其下属教研组的信息管理，其中有关系的信息是系名、系主任、地点等等，其下属教研组包含教研组名、教研组主任等信息。这些数据如何组织呢？根据文件系统所提供的功能可把它设计成一个文件，该文件的记录由一个系的信息及其下属全部教研组的信息组成，如图 1.3 所示。这是一个变长记录格式，

系 名	系主任	地 点	教 研 组		...	教 研 组	
			教研组名	教研组主任		教研组名	教研组主任

图 1.3 系记录的组成

记录的长度是可变的，这给存储管理带来困难。如果采用定长记录格式表示，则必须对一个系的下属教研组的最大数目加以限制，规定系的下属教研组的最大数目。这样的文件组织存在着明显的缺点：由于每个系下属教研组数目不一，但都要以最大的数目分配存储，造成了存储空间的浪费。如何解决上述问题呢？将上述记录划分成几种不同格式的记录，如可划分成两种类型的记录：系记录和教研组记录。这两种记录之间存在着联系（在本章第 4 节中详细讨论记录之间的联系的概念），这种联系表示对应的对象之间

的下属关系或组成关系等等。上述结构可用图 1.4 表示。在数据库阶段中常采用上述方法处理，使简单的记录结构变成由记录和联系构成复杂的结构数据。

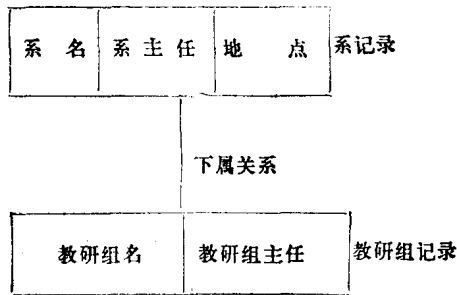


图 1.4 结构型的记录组织

在数据库系统阶段，组织数据是从整体角度出发的，而不是仅考虑个别应用。下面通过例子说明。

例如在学校管理中，要求所管理的信息能供领导了解各系的情况，可供教务部门了解各专业开设课程的情况，可供财务部门了解教师工资情况，可供人事部门了解师资人事情况等等。在这种情况下数据如何组织？我们应综合考虑各种要求，进行平衡，尽量减少数据的冗余度等原则来设计数据结构。根据上述要求，将数据按图 1.5 所示的数据结构组织。

图 1.5 所设计的数据结构可满足各种不同的应用需要，如利用系记录、教研组记录和教师简介记录供各级领导了解各系情况；利用教师简介记录和人事记录供人事部门了解教师的人事情况；利用教师简介记录和工资记录供财务部门了解工资情况，利用教研组记录、开设课程记录和专业课开设记录供教务部门了解各专业开设课程的情况等等。这样复杂的数据结构可供多个应用部门使用，实现了数据共享。由于数据结构的设计是面向数据本身，所以可大大地减少数据的冗余度。数据库系统与文件系统的最大差

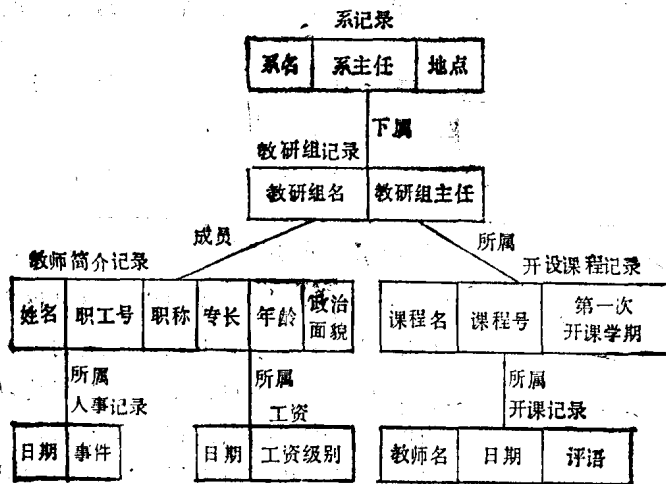


图 1.5 学校管理的全局逻辑结构