目　　录

第五章　*DBTG*建议的网状模型的数据库系统

DBTG(*Data Base Task Group*—数据库任务组）是美国*CODASYL*(*Conference on Data System Language*—数据系统语言协商会）下属的一个组织。由*CODASYL*于1971年四月通过的*DBTG*报告中所确定的方法，作为网状系统的代表。因为网状数据库比关系类型数据库查询路径快，效率高，故大多数公共机器均采取网状的。

5.1 *DBTG*系统的结构

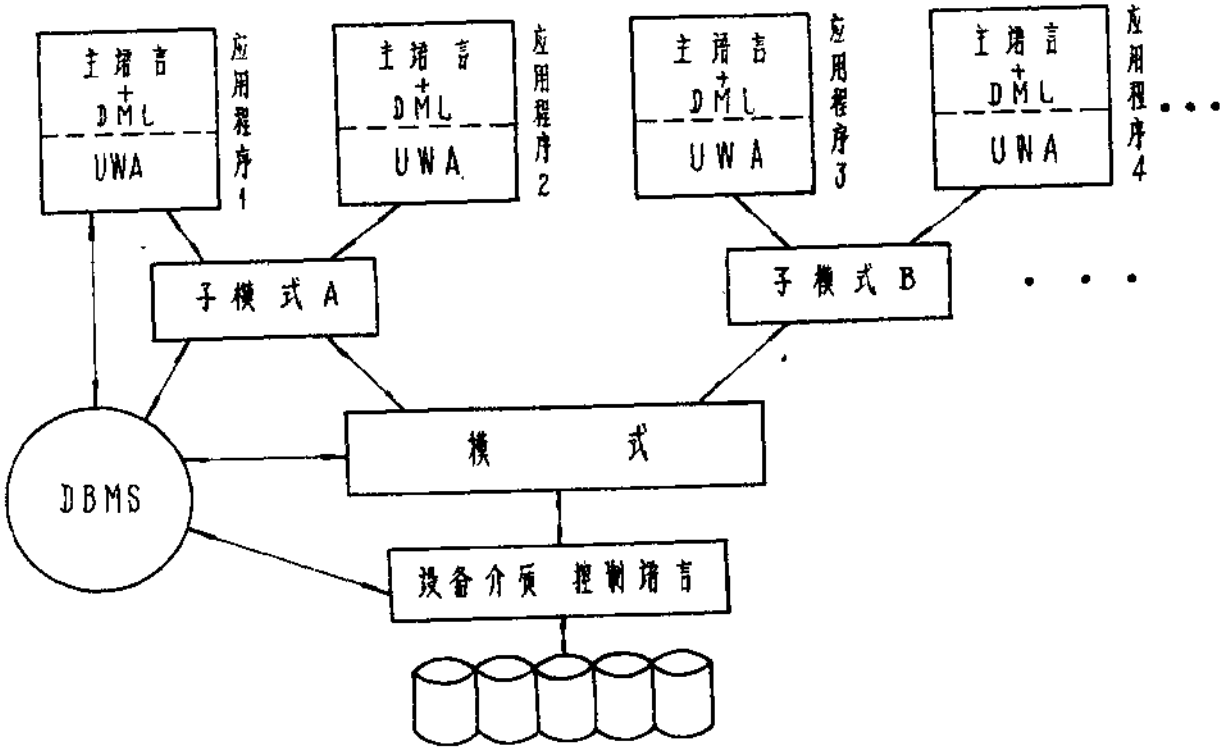


图 5.1 *DBTG*的系统逻辑结构

*DBTG*系统的结构如图5.1所示，包括如下五个主要部分：

（1）模式数据描述语言（*Schema DDL*）。它主要是描述数据模型的结构，但也涉及非结构方面的一些内容。*DBTG*报告把模式定义为一个数据

库的描述。一个数据库只有一个模式，但一个系统中可以有许多数据库，因而一个系统也可以有多个模式。

（2） 子模式数据描述语言（*Sub-Schema DDL*）。*DBTG* 定义子模式为模式的一部分，子模式是提供一种识别数据库某一特定部分的方法，是用户与数据库的接口。在系统中，一个子模式只能属于一个模式，而不能跨越两个或两个以上的模式，但一个模式中可以包含多个子模式。一个应用程序必须而且只能使用一个子模式，才能处理数据库的数据。

（3） 数据操作语言（*DML-Data Manipulation Language*）

它是对数据库中的数据进行某些操作的语言，用户用主语言加 *DML*编写应用程序。

（4） 设备介质控制语言（*DMCL-Device Media Control Language*）

它用来描述一个具体的系统所使用的设备，常把*DMCL*的语句交织在模式*DDL*中。

（5） 数据库管理系统（*DBMS-Data Base Management System*）

它将源模式变成目标模式，子模式的源形式变成目标形式及对*DML*处理。每执行一次*DML*语句，进程工作区和系统缓冲区之间交换一个记录。而状态码空间用于存放每个*DML*语句执行的有关信息和若干当前指针（每个域、络类型、记录类型位置）。

5.2 *DBTG* 的数据模型

*DBTG*是以记录类型为结点的网络（*Network*）数据模型。网络也称丛（*plex*），分解成若干个二级树来表示它。网络与树不同处：（1）有的结点可能有多个父结点；（2）两结点之间可能有多种有向连接；（3）可能有回路存在。

5.2.1 记录类型

记录类型是指为具有同样结构的一类记录的描述。它是记录的框架，是数据项的分级结构（图 5.2）。

数据项又分为初等项和组项。初等项是可命名的最小数据单位，组项是由两个或两个以上相邻接的数据项组成的一个命名数据单位，组项可由

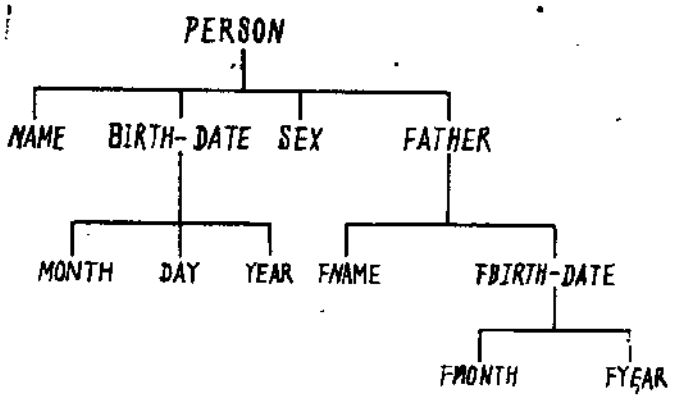


图5. 2

初等项或其他的组项组成。

图 5. 2表示一个 *PERSON* 记录类型，用*DBTG*数据描述语言可将它描述如下：

```
RECORD   NAME IS PERSON ;
  02 NAME, TYPE IS CHARACTER 12.
  02 BIRTH-DATE ;
       03 MONTH ; PICTURE IS 99.
       03 DAY ; PICTURE IS 99.
       03 YEAR ; PICTURE IS 9(4).
  02   SEX ; PICTURE IS A.
  02   FATHER ;
       03 FNAME ; PICTURE IS A(12).
       03 FBIRTH-DATE ;
            04 FMONTH ; PICTURE IS 99.
            04 FYEAR ; PICTURE IS 9999.
```

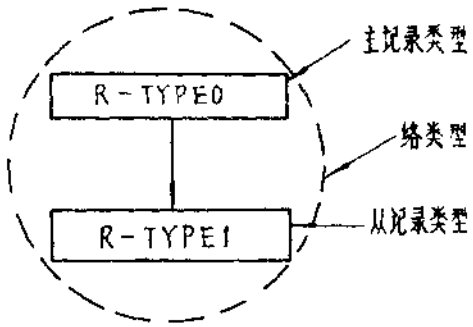
5. 2. 2 络类型(*Set type*)

在数据库中不仅要考虑记录，还要考虑记录之间的联系。记录之间的联系在*DBTG*中叫做络。一种联系为一个络，另一种联系为另一个络。此种联系中，有一个处于主导地位的记录类型称为主记录(*owner*)类型；处于从属地位的记录类型则称为从记录(*member*)类型。对络类型必须命名。

络类型本质上是一棵二级树，主记录类型是树根，从记录类型是树叶。在*DBTG*数据模型中会遇到下面三种络类型。

（1） 单从络类型。只包含一个从记录类型，如图 5. 3所示。

（2） 多从络类型。该络类型中含有二个或二个以上从记录类型（图 5. 4）。



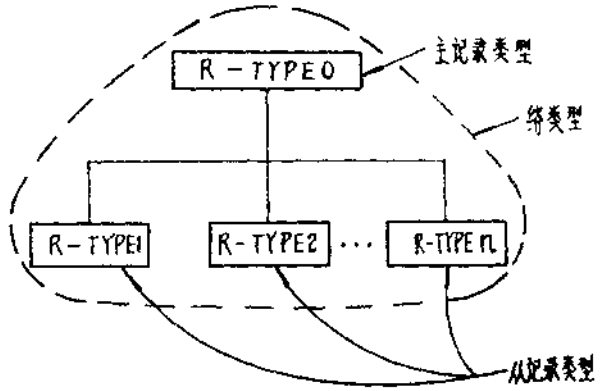
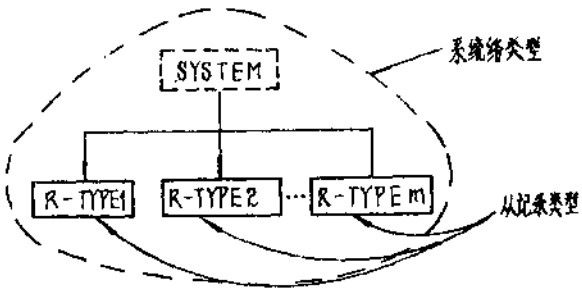


图 5．3 单从络类型　　图 5．4 多从络类型

（3） 奇异络类型或系统络类型。这种络类型没有主记录类型，因而谓之奇异的（*Singular*）；或者说它的主记录类型就是系统本身，因而又称为系统络类型（*System Owned Set type*），见图 5. 5。



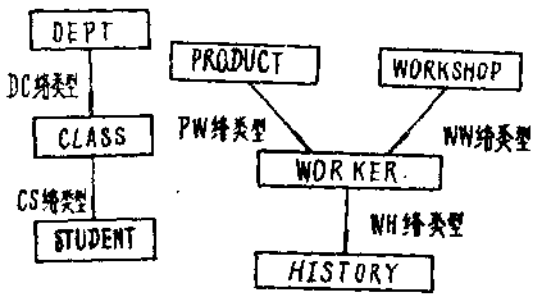


图 5.5 系统络类型　图 5.6 层次结构　图 5. 7 *Y*—结构

络类型是记录类型之间联系的一种表示，它是构造网络模型的建筑块。而*DBTG*数据模型应遵循如下规则：

（1） 一个记录类型可以是一个络类型的从记录类型，同时又是另一个络类型的主记录类型如图 5。6的记录类型*CLASS* 。

（2） 一个记录类型可以同时是若干个络类型的从记录类型，如图 5。7的记录类型*WORKER* 。

（3） 在任何两个记录之间可以定义有限个络类型，见图 5。8。

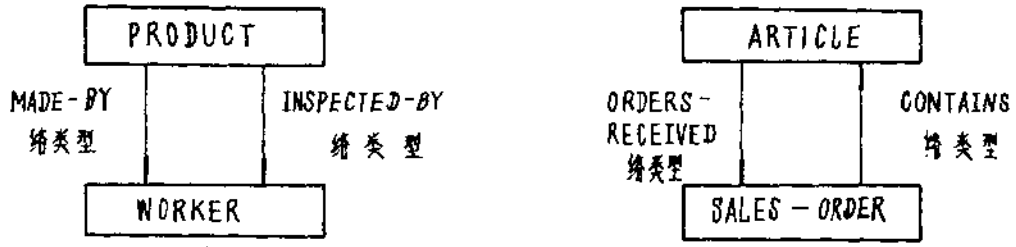


图5。8 两个记录类型之间的多个络类型

（4） 允许回路存在（图 5。9），但不允许自回路存在，即不允许在同一络类型中一个记录类型即是它的主记录类型，又是它的从记录类型。见图 5。9。

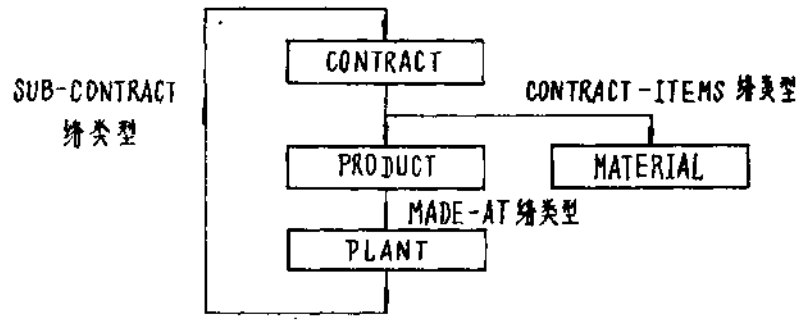


图5。9 包含回路和多从络类型的结构

（5） 一个网络模型可以包含有限个记录类型和络类型。表示上述规则的图 5。3~图5。9，称为 *Bachman* 图，作为说明数据库模型的一种图介技术。

5。2。3 络事件（*Set occurrence*）

络类型的每个实例称为络事件，简称络。它是以记录为结点的一棵二级树，其根是所在络类型中主记录类型的某个记录，称为主记录；其叶是所在络类型中从记录类型的记录，称为从记录。一个络类型的主记录类型包含多少个记录，它的络类型也就包含多少个络。在系统络类型中，因为把主记录类型理解成系统，而系统是唯一的，所以系统络类型只含有唯一的一个络。

一个络可以非空也可以空。空的涵义是说络中有主记录而无从记录（如图 5.10(一)中络 *PW3*）。非空的络总有一个或多个从记录与主记录相联系（图 5.10中（一）的络 *PW1*和*WG1*）。

必须强调的是：一个记录仅可连到一个给定络类型的一个络上，而不能同时连接到它的几个络上；但是，一个记录可以连接到不同络类型的几个络上，只要这些络不处于同一络类型中。

在图 5.10中（一）用*Bachman*图表示络。*PW*络类型有三个络：*PW1*、*PW2*和*PW3*。*PW1*的主记录为 *P1*，从记录为*W1*、*W5*；*PW2* 的主记录为 *P2*，从记录为*W4*；*PW3* 是空的，主记录为 *P3*，无从记录。*WG* 络类型有三个络：*WG1*、*WG5*、*WG4*。*WG1*的主记录为*W1*，从记录为*G5*、*G7*；*WG5*的主记录为*W5*，从记录为 *G6*；*WG4* 的主记录为*W4*，从记录为 *G2*、*G3*、*G8*、*G10*。

在图 5.10中(二)*EMPLOYEE* 是两个络类型的主记录类型。*ES*络类型有两个络：*ES1*、*ES2*。*EC*络类型也有两个络*EC1*、*EC2*。

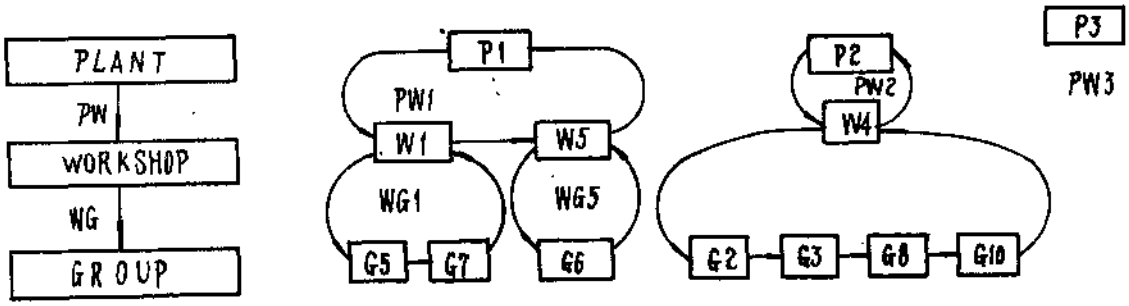


图5.10 络事件图解（一）

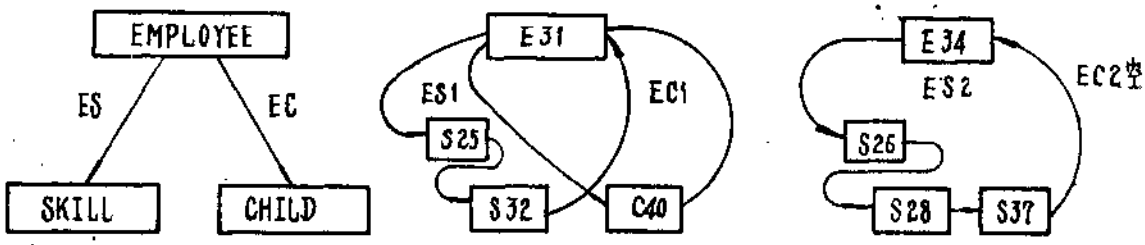


图 5.10 络事件图解（二）

5.2.4 事物联系的*DBTG*表示法

*DBTG*方法是用记录类型、络类型构造数据模型，用以表示现实世界事物的各种联系。我们知道，每一类事物都可用一个记录类型表示，问题是如何表示记录类型之间的联系。

（1） 一对一联系。有两种方法表示*A*、*B*两个记录类型之间的一对一联系，其一是把两者合并为一个记录类型；其二是两者之间定义一个络类型（图 5.11）。

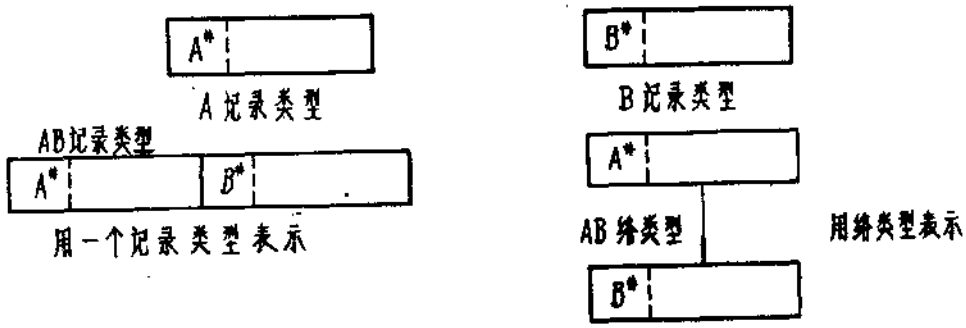


图5.11 表示一对一联系的方法

（2） 一对多联系。当*A*、*B*两记录类型是一对多联系时，定义一个络类型（*A*为主记录类型，*B*为从记录类型）表示这种联系。

（3） 多对多联系。当两记录类型之间是多对多联系时，创造一个新记录类型，其关键字由原来两个记录类型的关键字连接而成，并分别在新记录类型（作从记录类型）与两个老记录类型（作主记录类型）之间各定义一个

络类型。例如图5-12中，记录类型*COURSE*和*STUDENT*之间是多对多的联系，这时建立一个新记录类型*CS*，它由*COURSE*的关键字*C**和*STUDENT*的关键字*S**以及他们的相交数据(*GRADE*)组成。同时建立两个络类型*C-CS*和*S-CS*(主记录类型分别为*COURSE*与*STUDENT*，从记录类型为*CS*)。

络类型*C-CS*包含络*C-CS1*、*C-CS2*、*C-CS3*、*C-CS4*，络类型*S-CS*包含络*S-CS1*、*S-CS2*、*S-CS3*、*S-CS4*、*S-CS5*。其中络*C-CS3*和*S-CS5*为空络。

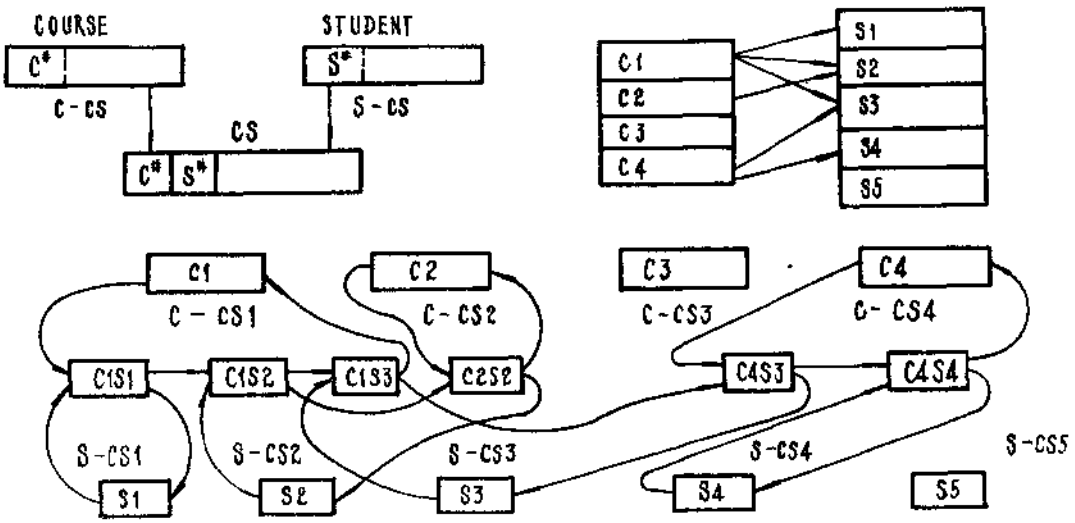


图5-12 表示多对多联系的方法

(4) 冗余法。*DBTG*的络规则指出，一个记录只能属于一个络类型中的某一个络。但实际情况并非都能满足这一规则，如不同教员讲授的课程大多不同，但两个以上教员讲授同一课程的也有。这样，如果在教员和课程之间定义一个络类型，就会产生某一课程记录(如C13)属于两个以上络的情况(图5-13)。

对于这不符*DBTG*规则的络，可用冗余法改造它为符合*DBTG*的络。如图5-13中的记录C13增加一个副本，就得到符合*DBTG*规则的两个络(图5-14)。

冗余法不一定都行得通。其原因：①冗余很多时浪费很多存贮空间。②两个记录类型可能有相交数据，如在*COURSE*和*STUDENT*间定义络类

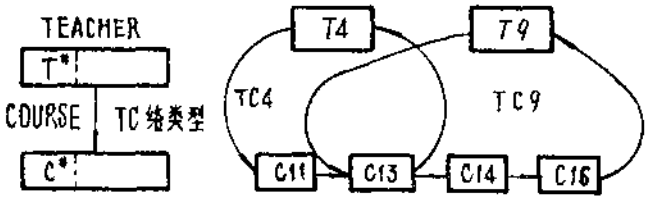


图 5—13 不符合*DBTG*规则的络

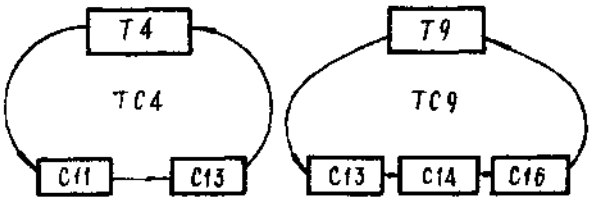


图 5—14 冗余法

型（主记录类型为*COURSE*），用冗余法满足络规则，这时容易查找学习某一课程的所有学生，但难以查找某一学生学习的所有课程。见图 5—15。

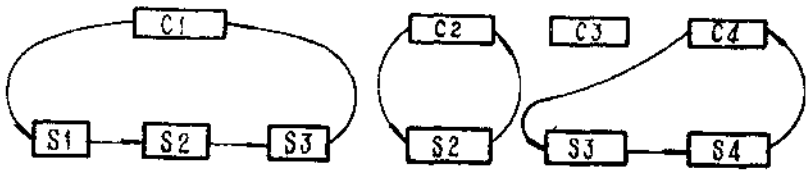


图5—15 用冗余法表示多对多的联系

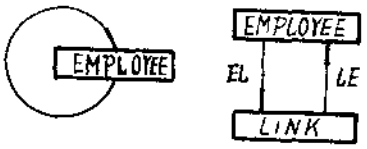


图 5—16 单个记录类型的环

（5） 单个记录类型的自回路

以行政机构为例，在一个部中，从部长到科员都是职工，即从记录类型都是职工。从领导关系讲就比较复杂，部长领导局长，局长领导处长，处长领导科长，科长领导科员。从记录类型讲，则领导关系是环类型的（图 5—16）。

在*DBTG*中，不允许一个记录即是作为一个络的首记录，又作为一个络的从记录。因此，引进一个新的记录类型*LINK*作为*EMPLOYEE*的替身，并定义两个络类型*EL*(其主记录类型是*EMPLOYEE*)和*LE*(其主记录类型 是*LINK*)。*LINK*记录类型可以只包含一个数据项，如*EMPLOYEE*的关键字。在*EL*络类型中，每个络只有一个主记录和一个从记录；而在*LE*络类型中，每个络有一个主记录和若干个（也可没有）从记录*EMPLOYEE*。部门中人员管理关系正是通过两个络类型*EL*和*LE*表示的（如图 5—17）。

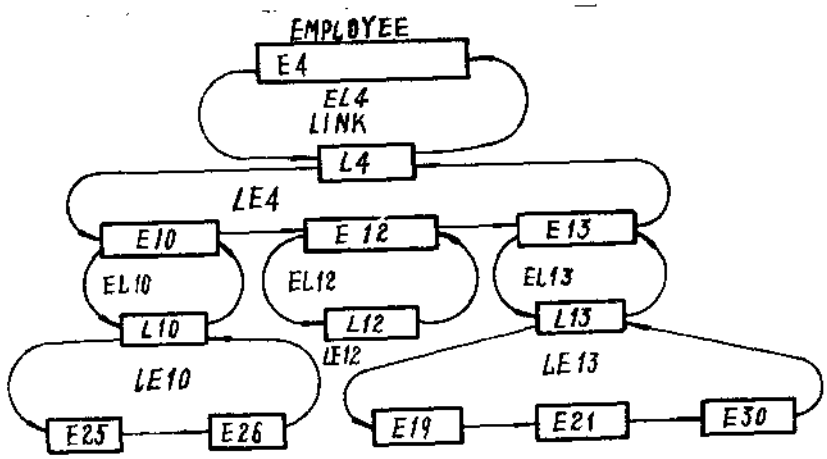


图 5—17 *EMPLOYEE*自回路路表示

5·3 记录类型描述及其存储映射

*DBTG*描述语言比较复杂，首先讨论各部分，然后再给出完整句法。

5. 3. 1 *DBTG*句法使用的符号

*DBTG*在数据描述语言的表示方法中，使用了如下符号：

$$\left[\begin{matrix}A\\B\\C\end{matrix}\right] \quad \left\{\begin{matrix}A\\B\\C\end{matrix}\right\} \quad \left\|\begin{matrix}A\\B\\C\end{matrix}\right\| \quad (,A)\cdots$$

方括号 花括号 双竖线 省略号

（1） 方括号。称为选择符，表示只能使用其中一项（如 A 或 B 或 C）或一项不用。

（2） 花括号。称择一符，表示必须而且只能使用其中一项。

（3） 双竖线。称为多选符，表示至少使用其中一项，当然可以使用其中若干项。

（4） 省略号。称为重复符，表示圆括号中的项可重复使用，而圆括号可为上述符号之一。

在 *DBTG* 句法中，语言部分用大写字母书写，而小写字母表示由用户提供的名称。大写单词中其下划有横线者为必写词；未划者可省略。在 *DBTG* 句法中，常见有两个缩写字：

$$\left\{\begin{array}{l} dbd\text{-}name = database\ data\ name\ （数据库数据名） \\ db\text{-}id = database\ identifier（数据库标识符） \end{array}\right\}$$

均指模式中已说明的某个初等项或组项，但 $dbd\text{-}name$ 不一定有唯一性，因为不同记录类型中的数据项可能重名；而 $db\text{-}ib$ 必定是唯一的。把一个 $dbd\text{-}name$ 变成 $db\text{-}id$ 时，可能要写下标或加限定，说明它是那个记录类型的数据项。于是两者的关系：

$$db\text{-}id = dbd\text{-}name\,[(integer\text{-}1\,[,\ integer\text{-}2\,]\cdots)]$$
$$[\underline{ON}\ record\text{-}name]$$

5. 3. 2 记录类型的描述

记录类型是数据项的一个分级结构，也是数据库与主语言的主要联系点。

（1） 初等项。记录类型的每个初等项后面置有 *TYPE* 条款说明其数据特征，即：

$$TYPE\ IS\left\{\begin{array}{l} \left\{\begin{array}{l}\underline{BINARY}\\ \underline{DECIMAL}\end{array}\right\}\ [integer\text{-}1\,[integer\text{-}2\,]] \\ \left\{\begin{array}{l}\underline{FIXED}\\ \underline{FLOAT}\end{array}\right\} \\ \left\{\begin{array}{l}\underline{REAL}\\ \underline{COMPLEX}\end{array}\right\} \\ \left\{\begin{array}{l}\underline{BIT}\\ \underline{CHARACTER}\end{array}\right\}[integer\text{-}3] \\ \underline{DATA\text{-}BASE\text{-}KEY} \\ \underline{implementor\text{-}name} \end{array}\right\}$$

其中各个词的含义：*BINARY*—二进的，*DECIMAL*—十进制的，*FIXED*—定点，*FLOAT*—浮点，*REAL*—实的，*COMPLEX*—复的，*BIT*—位串，*CHARACTER*—字符串，其后的整数表示该项的长度。实数有如下几种组合：*REAL BINARY FIXED*、*REAL BINARY FLOAT*、*REAL DECIMAL FIXED*、*REAL DECIMAL FLOAT*；复数亦有类似组合。*DATA-BASE-KEY*说明该数据项作为该记录的数据库关键字*DBK*。*implementor-name*是留给系统设计者规定的一种类型。*integer-1*是有效位数；*integer-2*是因子。

此处*TYPE*条款是纯*PL/1*的，它反映*PL/1*处理复数、位串和各类实数的能力。也可以用*PICTURE*条款来代替它，*PICTURE*的作用主要是说明非数值计算的数据项，如日期、号码、地址等。例如：

BIRTH-DATE PICTURE IS 99X 99X 9(4)

NAME PICTURE IS A(15)

SALARY PICTURE IS 9(4) V99

其中，符号9表示0到9中任何十进制数字，*X*表示符号集中任一字符，*A*表示任一字母或空白，括号中的数字表示前一符号的重复次数，*V*表示小数点。如9(4)*V*99表示六位十进制数字，小数点前面四位，后面两位。

（2）组项。几个初等项或组项组成组项。因为数据项在一个记录类型中有处在第几级的问题，故在描述记录时，每一个数据项要给一个级数（可取1到99的数），同级数据项的级数应相同，低级数据项的级数应大于高级数据项。如记录的级数取01，下面数据项的级数可取02，再下级可取03，依此类推。句法形式为：

〔*Level-number*〕*dbd-name-1*〔; *TYPE IS*---〕〔; *PICTURE IS* ---〕

（3）重复组。如果一个记录事件的某一数据项取一组值，则称该数据项有重复组。又分为：①固定重复组，即所有记录的某数据项重复取的次数相同。②可变重复组，即数据项在各记录中重复取值的次数不同。一个记录类型最多允许三个可变重复组，并要放在记录类型最后。指出重复取值次数的条款为：

$$OCCURS\left\{\begin{matrix} integer-4 \\ db-id-1 \end{matrix}\right\} TIMES$$

其中*integer-4*表示大于0的整数，说明固定重复次数，*db-id-1*