

灌区管理信息系统的数据库设计

陈庆秋 刘培斌

(华北水利水电学院水利系 郑州 450045)

摘要 讨论了灌区管理信息系统研制过程中数据库设计的阶段性。探讨了灌区信息数据库的概念结构设计和逻辑结构设计中的设计要点和注意事项。

关键词 灌溉 管理信息系统 数据库设计

中图分类号 S 274.3

0 引言

研制开发灌区管理信息系统,实现灌区管理工作的微机化,是推动我国灌区管理工作现代化和规范化的重要措施。在开发灌区管理信息系统时,要考虑两个问题,即数据以及对数据的加工。这两个问题贯穿于整个开发过程。在开发过程的需求分析阶段,一方面要分析灌区管理工作的数据需求;另一方面,要分析灌区管理工作对数据的加工需求。在管理信息系统的软件设计阶段,既要设计实现数据需求的数据结构,又要设计实现加工需求的模块结构。数据结构和数据库设计质量的优劣将直接影响模块结构和程序的设计编制质量。灌区信息数据库的设计工作是保障灌区管理信息系统软件质量的基本前提。本文探讨了灌区管理信息系统数据库设计的阶段性,以及灌区信息数据库的概念结构设计和逻辑结构设计的一些设计要点和注意事项。

1 灌区信息数据库设计的阶段性

近年来许多软件厂商向市场推出了众多功能强大的数据库管理系统(Data Base Management System),目前一般的管理信息系统都是将其数据结构组织成数据库的形式。

对于以数据库的形式实现数据结构的灌区管理信息系统,其数据库设计的核心是确定一个合适的数据库模型,这个数据库模型应能满足以下三个方面的

要求:①符合灌区管理工作的需求,即应包含灌区水资源及水利设施管理工作所需的全部数据,又能支持灌区管理工作所需的全部加工;②能被某个现有的数据库管理系统(DBMS)所接受;③具有较高的质量,如易于理解、便于维护、没有数据冲突、完整性比较好、能被灌区水资源管理数学模型高效调用等。

通常,灌区管理过程中涉及的数据的内在联系较为简单、稳定,灌区管理信息系统适宜采用关系模型的数据库来存放和组织数据。该类数据库的设计工作大致可划分为如图1所示的三个阶段,即:概念结构设计阶段、逻辑结构设计阶段、物理结构设计阶段。

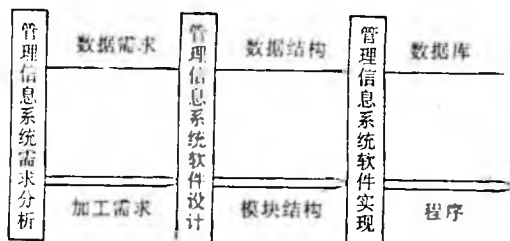


图1 贯穿管理信息系统整个开发过程的两个问题

第一阶段是通过系统开发人员与灌区管理人员的合作,可获得由数据源点/终点、数据流、加工、以及数据存储器4种基本成分组成的数据流图(DFD)。数据流图从数据加工的角度描绘了灌区管理信息系统的功能,对数据流图中的每一个成分给

收稿日期 1997-08-29

作者简介:陈庆秋,男,硕士,从事农田水利与水电技术经济的研究。

河南省教委资助项目

出精确的定义,便可形成以描述细节为目标的数据词典(DD)。数据库的概念设计是以需求分析期间得到的 DFD、DD 为基石,结合有关数据规范化的理论和灌区水资源管理数学模型对数据组织的要求,用一个概念数据模型将灌区管理工作的数据需求明确地表达出来,这是数据库设计过程中的一个关键。

第二阶段的任务是根据前一阶段建立起来的概念数据模型,以及所选定的某一个数据库管理系统(DBMS)的特性,按照一定的转换规则,把概念数据模型转换为开发灌区管理信息系统所使用的 DBMS 能接受的数据模型。能为 DBMS 所接受的数据模型通常称为逻辑数据模型,因此可以说第二阶段是将概念数据模型转换为逻辑数据模型的数据库设计阶段。

第三阶段是依据灌区管理信息系统将来的软硬件运行环境,从数据的存贮结构、存取路径、存放位置等方面进行综合考虑,权衡各种利弊因素,进一步设计数据模型的一些物理细节,确定出一种高效的物理存储结构,使之既能节省存储空间,又能提高存取数据的速度。有了这样一个物理数据模型,灌区管理信息系统的软件开发人员就可以在软件实现阶段,用所选定的 DBMS 能提供的命令进行上机操作,建立数据库,并对数据库中的数据进行各种操作。

目前微机环境下的各种 DBMS 的使用都很便利,一般不需要开发人员在数据库设计时过多地考虑物理细节,而是由 DBMS 自行去处理。为此,下文仅对概念结构设计阶段和逻辑结构设计阶段的设计工作进行讨论。

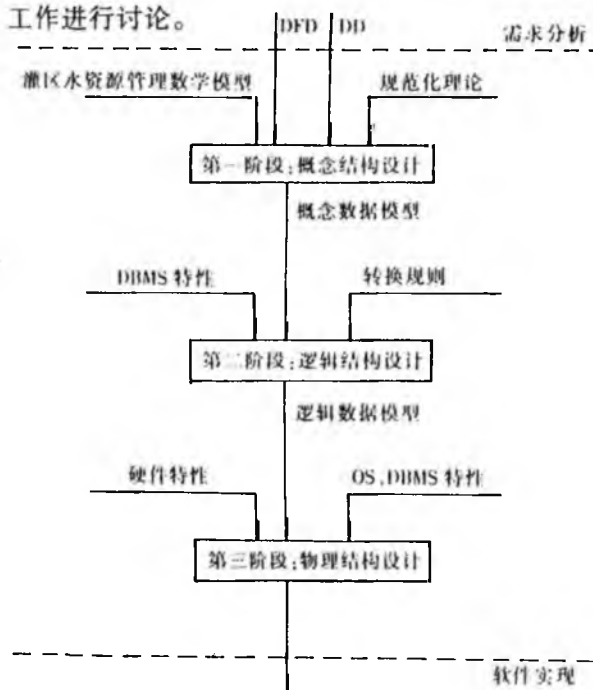


图 2 灌区信息数据库设计的三个阶段

2 灌区信息数据库的概念结构设计

在需求分析期间,灌区管理信息系统的开发人员收集大量的素材,画出了 DFD,编写了 DD 后,便可着手数据库概念结构设计工作。灌区信息数据库的概念结构设计的主要任务是依据灌区水资源管理工作所使用的数学模型对数据的组织要求,建立起一个在灌区管理人员与软件开发人员之间起桥梁作用的概念性数据模型。该概念性数据模型一方面明确地反映了灌区管理人员的需求,另一方面又为软件开发人员设计数据结构奠定了基础。目前比较流行的数据库概念设计方法有 New Orleans 设计框架、析取法、实体——联系法、多级方法等等。其中 E-R 方法简单易懂,应用它构筑管理信息系统数据库的概念数据模型不需涉及 DBMS 平台,对于不熟悉 DBMS 甚至不熟悉计算机技术的人也能在很短的时间里理解掌握 E-R 方法描绘的概念模型,可以说 E-R 方法是数据库设计者和系统用户讨论交流数据库设计方案的最为便利的工具。在设计灌区管理信息系统的数据库时,设计者首先应慎重选择设计方法,通常宜优选 E-R 方法作为设计工具。

在 E-R 方法中是通过 E-R 图来具体描述概念数据模型。E-R 图有三种基本成分:实体、联系和属性。就灌区管理信息系统而言,实体是软件开发人员所要涉及处理的存在于灌区管理工作中的对象,是任何一位灌区管理信息系统开发人员所关心的事物。使用 E-R 方法分析灌区信息数据库的概念结构时,软件开发人员要认真研究灌区的具体情况,并与灌区管理人员密切合作,从需求分析期间形成的 DFD 和 DD 中客观地确定出系统的实体。灌区管理工作侧重点不同,灌区管理信息系统的目标便会随之不同,对于不同目标的灌区管理信息系统,其概念数据模型 E-R 图中应保留的实体也不同。对以灌溉需水量实时预报和灌区水资源优化分配为工作目标的管理信息系统可以划分如下 5 个实体:气象、水资源、作物、耕地、水利设施。这 5 个实体有时需进一步细分,如以地下水、河渠水、池塘及水库蓄水作为供水水源的大型灌区,水资源实体最好细分成地下水、河渠地表水、库池地表水三个实体。

E-R 图中以菱形框表示的联系系指实体之间或实体的属性之间的相互关联。一个实体与其它实体之间,或是在其自身内部总是存在着这样或那样的联系,数据库系统比传统的文件系统的优越处之一就是能够表示实体与实体或实体的属性之间的联系。作为 E-R 图中基本成分之一的联系通常有下

面5种不同的类型:①实体之间1:n的联系;②实体之间m:n的联系;③三元或多元实体联系;④同种实体自身的1:n的联系;⑤同种实体自身的m:n的联系。m:n的联系直观性较差,且在概念模型向逻辑模型转换时容易诱发错误。在设计灌区信息数据库的概念数据模型的过程中应当控制m:n的联系,尽可能通过分解,将m:n的联系转化成1:n

的联系。例如,当在概念数据模型中将作物灌溉需水量与作物耗水量组织成实体作物的两个属性时,实体作物与实体气象之间便存在m:n的联系,如图3所示。如果将作物灌溉需水量和作物耗水量独立成两个实体,则可将图3所示的m:n的联系转化成图4和图5所示的1:n联系。

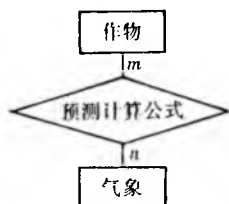


图3 作物与气象
m:n 的联系 E-R 简图

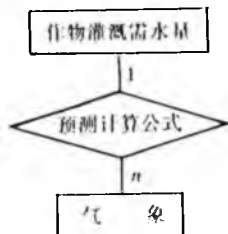


图4 作物灌溉需水量与气象
1:n 的联系 E-R 简图

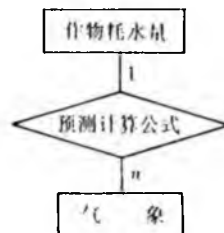


图5 作物耗水量与气象
1:n 的联系 E-R 简图

对于大型的灌区,由于其客观系统的复杂性,要一下子建立起整体E-R图可能会有困难。这时,可以把整个系统划分为几块,如将灌区在空间上按支渠或行政区划分成若干个分区,也可将系统按功能分成若干个功能子系统,先对各分区或各功能子系统进行局部设计,画出局部E-R图,然后将这些局部E-R图进行汇总,在消除数据冲突和信息冗余现象的基础上综合成一个整体E-R图。最后再在整体E-R图的基础上进行逻辑结构设计,导出一个对应于整体E-R图的可由某个DBMS所接受的逻辑数据模型。图6示意了这种大型灌区概念结构设计对策。

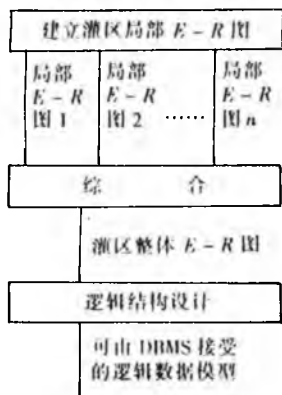


图6 大型复杂灌区数据库设计策略

3 灌区信息数据库的逻辑结构设计

灌区管理工作涉及的各种数据从现实灌区系统

进入到灌区管理信息系统的数据库要经历三个阶段,即现实世界阶段、信息世界阶段和存储世界阶段。在灌区信息数据库的概念结构设计期间得到的以E-R图表达的概念数据模型是现实灌区系统及其管理工作的客观反映。灌区信息数据库的概念数据模型处于信息世界阶段,而与灌区管理信息系统的数据库的具体实现技术无关,需要进一步把这个概念数据模型按一定的方法转化成某个具体的DBMS所能接受的形式,这就是所谓的逻辑结构设计。

灌区信息数据库逻辑结构设计任务是实现灌区数据从信息世界阶段向存储世界阶段转化,即根据所选定的DBMS的特点,建立灌区信息数据库的逻辑数据模型。因不同的DBMS所支持的数据模型的类型不同,由E-R图转化为不同DBMS所支持的数据模型的方法也就各不相同。目前开发灌区管理信息系统大多采用支持关系型数据模型的DBMS,如:DBASE III, FoxBASE, FoxPRO, CRACLE等,下文便对以关系型DBMS为系统开发平台的灌区信息数据库的逻辑结构设计工作中的模型转化规则作粗浅的阐述。

在由概念数据模型向逻辑数据模型转换过程中,必须考虑到数据的逻辑结构是否包括了加工处理所要求的所有关键字段,所有数据项和数据项之间的相互关系,同时还应认真分析各个数据项的使用频率,以便确定各个数据项在逻辑结构中的地位。

就关系型数据模型来讲,是通过关系来反映客观现象的,逻辑结构设计的具体工作内容是把E-R图转化为一个一个具体的关系。转化工作可参考以下六条基本规则进行。

1.对E-R图中的每一个实体,分别为它们建立一个关系。关系所包含的属性应包括E-R图中对应实体所具有的全部属性。关系的关键字就是对应实体的标识码。

2.对E-R图中每一个1:n的联系,分别让1的一方的标识码进入n的一方作为外来码。联系本身若具有属性,也让它们进入n的一方作为外来码。

3.对E-R图中每一个m:n的二元,三元或更多元的联系,则为这些联系分别建立一个关系。关系的属性要包括对应联系自身的全部属性,还要包括形成该联系的各方实体的标识码。关系的关键字就是该关系的各方实体的标识码组合。

4.对E-R图中每一个同种实体自身1:n的联系,分别为对应实体所形成的关系中多设一个属性。由于同种实体自身1:n的联系会在这种实体的不同个体间形成多个级别,这个多设的属性就是用来存放上级个体的标识码。如果联系本身还具有属性,也应把它们收进为这个实体而形成的关系中。

5.对E-R图中每一个同种实体自身m:n的联系,则为这些联系分别建立一个关系。关系的属性除了包括对应联系的全部属性外,还要增加两个属性,用来分别存放对应联系的双方个体的标识码。关系的关键字就是新增的表示双方个体标识码的属性组合。

6.检查按照以上方法所形成的各个关系,如果发现有的关系最终只包含一个属性,则把这样的关系取消。

最后必须指出:以上所列的6条基本原则并不是一成不变的,在开发灌区管理信息系统的过程中,应在充分分析所选定的DBMS的特殊要求和限制的基础上,根据灌区管理的数学模型的实际需求进行必要的调整,以确实保证灌区信息数据库的可靠性、安全性、高效性和操作便利性。

4 设计实例

以开发研制的红旗渠灌区灌溉用水管理系统为例,简要介绍该系统的数据库设计情况。

红旗渠灌区控制面积1374 km²,设计灌溉面积54万亩,是一个引、蓄、排、灌、电综合利用的大型灌区。灌区内总干渠、干渠、分干渠共计9条,51条支渠及田间配套工程有各类蓄水工程396座。灌区主

要水源是红旗渠引水,南谷洞、弓上两座中型水库,主要用于灌溉缺水季节,当红旗渠来水大于灌区用水时,丰水先灌小库塘,蓄满后利用余水发电。当红旗渠来水不足时,由库塘放水补给。

过去,灌区的灌溉用水管理工作,完全靠人工完成,费时费力。为了提高管理水平,实现灌区管理工作的现代化,开发研制了红旗渠灌区灌溉用水管理系统。

在开发红旗渠灌区灌溉用水管理系统过程中,软件开发人员在开展数据库结构设计前,与管理系统的用户进行了多次讨论,并对灌区进行了实地调查,在与用户讨论和实地调查的基础上确定出红旗渠灌区灌溉用水管理系统的流程图(DFD)和数据词典(DD)。然后依据DFD和DD,选择运用E-R方法设计管理系统的数据库模型。

在设计红旗渠灌区灌溉用水管理系统的概念数据库模型时,采取了由局部到整体的设计策略,先按总干渠、干渠及支干渠的控制范围建立灌区局部E-R图,然后进行综合。实践证明这种设计策略有效提高了概念数据库模型的设计质量。另外,设计数据库模型时,我们还充分照顾到灌溉用水管理系统所使用的数据库模型调用数据的方便性,对E-R图的初步方案进行必要的调整,有效地提高了数据库文件的可维护性和灌溉用水管理系统所用数学模型的扩展性。

在红旗渠灌区灌溉用水管理系统逻辑数据库模型设计阶段,以数据加工需求为基本出发点,依据各个数据项的使用频率确定了一份数据项地位排序表,然后依据本文上节所述的6条基本规则,将以E-R图表达的概念数据库模型转换成逻辑数据库模型。在系统软件编制阶段证明以6条基本规则将概念数据库模型转换而成的逻辑数据库模型较好地满足了系统软件编制的需要,为实现软件程序结构化设计奠定了基础。

5 结 语

数据库设计是灌区管理信息系统开发研制过程中的一项重要而又复杂的工作,它的设计质量直接影响到系统的开发进度,应用效果及其生命力。本文讨论了灌区信息数据库设计的阶段性,探讨了灌区信息数据库的概念结构设计和逻辑结构设计的一些设计要点和注意事项。依据我国各类典型灌区的特点,寻求一套与各类典型灌区相适应的数据库设计方法体系,是颇有探讨价值的研究课题。

参 考 文 献

- 1 崔巍,于志钧.数据库设计和管理基础.北京:高等教育出版社,1990
- 2 王勇领.计算机数据处理系统分析与设计.北京:清华大学出版社,1986
- 3 王守茂.管理信息系统的分析与设计.天津:天津科技翻译出版社,1993
- 4 姜旭平.信息系统分析——概念、结构、机理、分支与发展.长沙:湖南科学技术出版社,1993
- 5 陈世鸿,黄水松.软件工程学教程.武汉:武汉大学计算机科学系,1992
- 6 吴鹤龄编.数据库原理与设计.北京:国防工业出版社,1987
- 7 张朋柱,汪应洛.DSS信息组织技术的现状与未来.系统工程理论与实践,1995.10
- 8 宋松柏,张国哲.灌区通用水文数据库管理系统的研究.人民黄河,1994.10

Database Design for Management Information System of Irrigation Region

Chen Qingjiu Liu Peibin

(North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power
Dept. of Water Conservancy Zhengzhou 450045)

Abstract The stages of database design of developing management information system of irrigation region are elaborated. Some keys and matters to structured design of conception and logic of information database for irrigation region are researched

Keywords Irrigation Management information system Database design