

# 微机辅助网络分析软件系统

关俊良 赵森南 孙海波 (中国矿业大学)

## 一、引言

网络计划技术是运用系统科学的思想和方法对一个客观过程进行描述和分析的技术,它是一种以网络图为基础的计划模型。它包括了 PERT(Program Evaluation and Review Technique)-计划协调技术和 CPM(Critical Path Method)-关键线路法,是 50 年代发展起来的管理技术。这种方法的基本原理是:首先用网络的形式来表达一项工程计划中各工作(活动、过程、工序)的进行顺序和相互关系;然后计算出各工作的时间参数并找出计划中的关键工作,

关键路线;在计划实施过程中不断改善网络计划,选择最优方案付诸实践,并进行有效的控制与监督,以保证更加合理地使用人力、物力和财力,多、快、好、省地完成任

务。随着计算机应用技术的飞速发展,网络计划分析受到电子计算机的支持是必然的,计算机辅助网络分析的研究已经在国内外广泛开展。笔者受委托,研制了符合现场需要,具有行业特色的小型计算机辅助网络计划软件系统。该系统具有针对性强、实用性强、用户界面良好等特点,满足了实际工程施工网络计划分析的要求。

### 二、主要研究内容及系统功能

1.根据单代号网络的逻辑关系,利用逻辑同构变换的原理,研究了计算机绘制双代号网络图的方法,实现了单代号网络向双代号网络的逻辑同构变换。可对工程管理网络图的各个节点进行编号,并实现虚工序的自动添加;

2.计算网络的各种时间参数,确定网络计划的关键路线及各项工作的非自由时差和自由时差;

3.建立了计算 PERT 网络完工概率的数学模型。可计算一项任务在规定工期内的完工概率,也可根据要求的完工概率,求出相应的指定工期;

4.编制了计算机自动绘制网络图的电算程序,能根据需要分别用绘图机画出网络图和在显示器上显示网络图;

5.可在打印机上输出网络横道图,并且有拼接功能;

6.编制了网络时间优化的电算程序,可进行网络计划的时间、优化;

7.研究了在施工进行过程中,可根据进度变化情况对网络的时间参数进行更新计算的数学模型和算法。使管理人员能及时了解施工情况变化,并作出是否调整网络计划的决策,实现了工程的动态管理;

8.在网络图处理方面,充分发挥 Auto CAD 软件图形编辑功能强、通用性好、适应性广的特点,研制出系统与 Auto CAD 的接口,其程序在执行过程中直接生成.scr 命令组文件;

9.成功地解决了操作系统(PC DOS 3.3)与汉字系统(CCBIOS 2.13H)和支撑软件(Turbo pascal 3.0、Auto CAD)之间的环境接口转换问题。

### 三、应用环境和基本作业过程

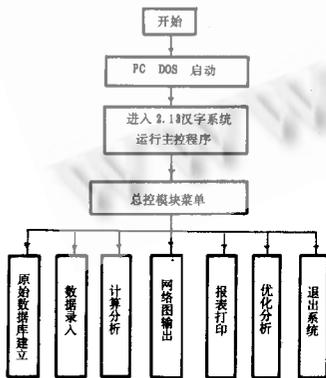


图 1 系统作业过程及模块

1.硬件环境:本系统适用于 IBM-PC 系列微机及其兼容机、特别适用于 286、386 档次的微机。

2.软件环境:操作系统:PC DOS 3.3;汉字系统:CC-BIOS 2.13H;系统支撑软件:Turbo pascal、Auto CAD。

3.系统作业过程,如图 1 所示。

4.应用环境数据通讯及转换关系,如图 2 所示:

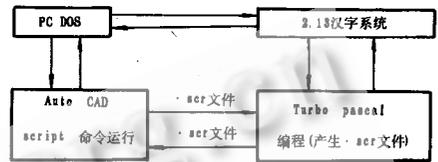


图 2 数据通讯及环境转换

### 四、模块结构及其设计

总控模块及各子模块结构如图 1 所示。以下对各子模块的设计及功能化作简要介绍。

1.原始数据库建立。原始数据库是一个包含所有可能出现的工作的代号及名称的文件。供用户在录入数据时进行工作代号及名称的查询、追加、插入及修改、删除等操作。原始数据库文件中记录的域为关键字、工作代码和工作名称,其作用是通过对库文件关键字的选择,与其对应的工作代码和工作名称就会自动从库中读出并写进某工程的录入数据文件中,这样最大限度地避免了汉字输入,只有新增工作才需输入工作名称。由于原始数据库的建立,是针对该公司的行业特色设计的,一般情况下已能复盖该公司的所有工程工作,因而新增工作的可能性极小,这样就方便了用户使用。原始库中各工作是按关键字顺序排列的,所以各工作的关键字不能重复。

2.数据录入模块。需要生成的数据录入文件其记录的域为序号、关键字、工作代码、工作名称、工作的紧前关系及最悲观、最可能、最乐观时间和期望值。具体执行过程如下:

(1)输入工作在原始数据库中的关键字;

(2)根据该关键字在原始数据库文件中查询,找到与关键字相同的记录,将库中该记录的工作代码及工作名称读出并写入要生成的录入文件,同时人一机对话输入该工作项的三种时间值:最悲观时间 A,最可能时间 M,最乐观时

间 B, 其期望值  $T=(A+4M+B)/6$ 。(若为肯定型, 则  $A=B=M$ ), 还需输入紧前工作代号。如果在文件中找不到该关键字, 则为新增工作, 需要追加到原始数据库中。

(3) 重复步骤 (1)、(2) 直到全部工作输入结束为止。此时已生成工程的数据录入文件。

3. 计算分析。计算分析模块是本系统的核心部分, 主要包括生成网络节点编号和计算网络时间参数两部分。

(1) 生成网络的节点编号。要实现计算机自动绘制网络图, 首先要求能对网络工作的起始事项和终止事项自动编号, 这一工作就是网络工作之间的逻辑关系的数字化处理。

设欲处理的两工序为 A1, A2, 它们的紧后工序集合分别记为 S1 和 S2, 则有以下几种不同的情况:

情况 1:  $S1=S2$  如图 3(a) 所示, 工序 A1 和 A2 的紧后工序均为 B1, B2, 即  $S1=S2=\{B1, B2\}$ , 在网络图中, 不需添加任何虚作业, 只是 A1, A2 终节点 (后节点) 编号相同。表示为图 3(b)。

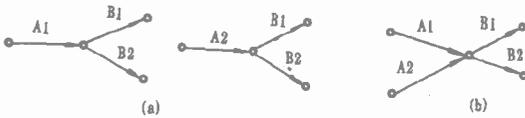


图 3  $S1=S2=\{B1, B2\}$

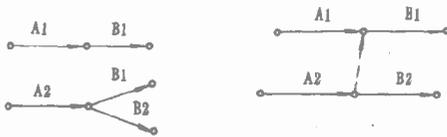


图 4  $S1=\{B1\}, S2=\{B1, B2\}, S1 \subset S2$

情况 2:  $S1 \subset S2$  或  $S2 \subset S1$ , 且  $S1, S2$  均不为空集。如图 4 所示, 工序 A1 的紧后工序为 B1, 即  $S1=\{B1\}$ ; 工序 A2 的紧后工序为 B1, B2, 即  $S2=\{B1, B2\}$ 。则  $S1 \subset S2$ , 在网络图中, 工序 A2 终节点到 A1 终点有一道虚工序。

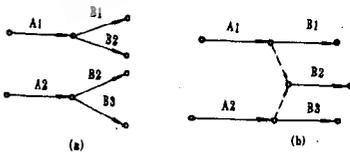


图 5  $S1 \cap S2 = \{B2\}$

情况 3: S1 和 S2 相交但不相等, 即 S1 和 S2 只有部分元素相同。如图 5(a) 所示, 工序 A1 的紧后工序为 B1, B2; 工序 A2 的紧后工序为 B2, B3, 即  $S1=\{B1, B2\}, S2=\{B2, B3\}$ , 则  $S1 \cap S2 = \{B2\}$ 。在网络图中, 它们之间的关系如图 5(b) 所示, 需增加一个节点, A1, A2 终点到该节点均有虚工序。

情况 4: S1 和 S2 不存在任何关系, 即  $S1 \cap S2 = \emptyset$  且  $S1 \neq \emptyset, S2 \neq \emptyset$ 。如图 6 所示工序 A1 的紧后工序为 B1, B2; 工序 A2 的紧后工序为 B3, B4, 即  $S1=\{B1, B2\}, S2=\{B3, B4\}$ , 则  $S1 \cap S2 = \emptyset$ 。对这种情况, 不进行任何处理。



图 6  $S1 \cap S2 = \emptyset$

情况 5: 除了上述几种情况外, 当两个节点间出现两个或两个以上的工序 (平行工序) 时, 也需添加虚工序。如图 7(a) 所示, 在网络图上表示为图 7(b)



图 7 平行工序

当有多个工序需要同时处理时, 首先处理两个, 再处理第三个, 依次下去直到处理完毕。处理次序不同, 将会得到不同的结果。由于最初输入各工序的顺序是随机的, 为了使处理结果最佳, 必须规定处理顺序优先级, 首先处理紧后工序相同的工序, 再处理紧后工序集合有包含关系的工序, 最后处理紧后工序集合有交集的工序。

由于网络工作个数变化较大, 各工序之间的关系也不断变更, 本系统采用动态数据结构中的网状链表结构代替静态变量, 具体说每个记录包含以下各项:

FN	BL	N1	N2	NAME1	NUM	LA
LINK	JL	TL	AL	SIGN1	FN	AN

SIGN2	SIGN3	NAME2	LA1
-------	-------	-------	-----

链表中各元素及功能简述如下:

YN——处理标记。YN=0 表示该记录未处理;YN=1 表示已处理过;

BL——某一记录 R 的 BL 项指向一链表,链表中的节点(指针项)指向另一记录 R1,R 记录所含工序的紧后工序包含 R1 记录所含工序的紧后工序集合;

IL——某一记录 R 的 IL 项指向一链表,链表中的节点(指针项)指向另一记录 R1,R 记录与 R1 记录所含工序的紧后工序集合相等;

JL——某一记录的 RJL 项指向一链表,链表中节点(指针项)指向另一记录 R1,R 记录与 R1 记录所含工序的紧后工序集合有交集,但不相等;

NAME1——记录中的工序名称;

NUM——工序 NAME1 在工程中的编号;

N1——工序 NAME1 的前节点编号;

N2——工序 NAME1 的后节点编号;

LINK——指向下一记录的后项指针;

SIGN1——虚工序判别码。SIGN1=1 表明 NAME1 为虚工序;SIGN1=0 表明 NAME1 不是虚工序;

FN——表示工序 NAME1 的紧前工序个数;

AN——表示工序 NAME1 的紧后工序个数;

LA——指向一链表,链表中的工序 NAME2 为 NAME1 的紧后工序;

LA1——指向 NAME1 的下一道紧后工序;

AL——辅助指针,在程序中,AL 把需要同时处理的几个记录连接起来,方便检索;

SIGN2——SIGN2=1 表示工序 NAME1 到工序 NAME2 间有虚工序;

SIGN3——SIGN3=1 表示工序 NAME2 为虚工序;

指针项为 NIL 时表明该指针所连接的链表结束。由于篇幅所限,生成节点编号的程序设计部分不再赘述。

(2)网络时间参数的计算。网络时间参数的计算是网络计划技术的重要环节。通过时间参数的计算,可为编制施工计划提供科学依据。计算步骤如下:

①计算网络节点数和网络工序数;

②将网络每一个工序的首事件编号、尾事件编号及工时等数据进入数组;

③对工序进行二维排序;

④计算每一个工序的以下六个参数:

ES——工作最早开始时间

EF——工作的最早结束时间

LF——工作的最迟结束时间

LS——工作的最迟开始时间

TF——工序总时差

FF——工序自由时差

⑤将计算结果及已知参数值按顺序写入文件中;

⑥挑选出关键路线;

⑦计算总工期 T;

⑧形成总的信息文件;

时间参数计算程序设计略。

4.网络图输出。经过系统计算分析模块的运行已自动生成网络各工作节点的编号。网络图输出模块的功能主要是实现优化布置,达到层次清楚、交叉少、同一分项工程内容的各项目相对集中的目的。网络图的输出可以由自动绘图机给出,也可在屏幕上显示。初步布局图产生后,可通过人一机对话进行人工修改,得到一张布局满意的网络图。

5.报表打印模块。根据计算分析结果用打印机输出网络横道图,用不同字符表示不同类工作的延续时间,对关键工作及非关键工作分别采用不同符号,并实现了长幅横道图拼接。为工程管理人员提供了进度安排的重要依据。

关于时间优化。为使整个工期缩短,必须对网络计划时间进行优化。应采用以下步骤及措施达到优化目的:

(1)强制缩短法:采取强硬措施对网络中关键路线上某些工作进行压缩,输入压缩工期,重新调用时间参数计算模块,达到目的;

(2)工作的平行化作业,将串联工作改为平行作业;

(3)工作之间组织关系优化。

对于不同的工程可分别采用资源优化、成本优化等,在本系统中由于现场要求提高企业竞争能力,时间的矛盾比较突出,故重点进行时间优化,以达到缩短工期的目的。

## 五、结论

随着网络计划技术的广泛应用,人们需要一种强有力的工具来辅助管理人员进行网络分析,计算机辅助网络计划技术实现了人们的美好愿望。本文简述了微机辅助网络分析软件系统设计的若干问题。所研制的安装工程微机辅助网络系统具有小型化、实用性和自动化程度高的特点,简单易于操作,符合现场要求,有良好的用户界面。为现场管理人员进行工程施工管理提供了一个好的帮手。