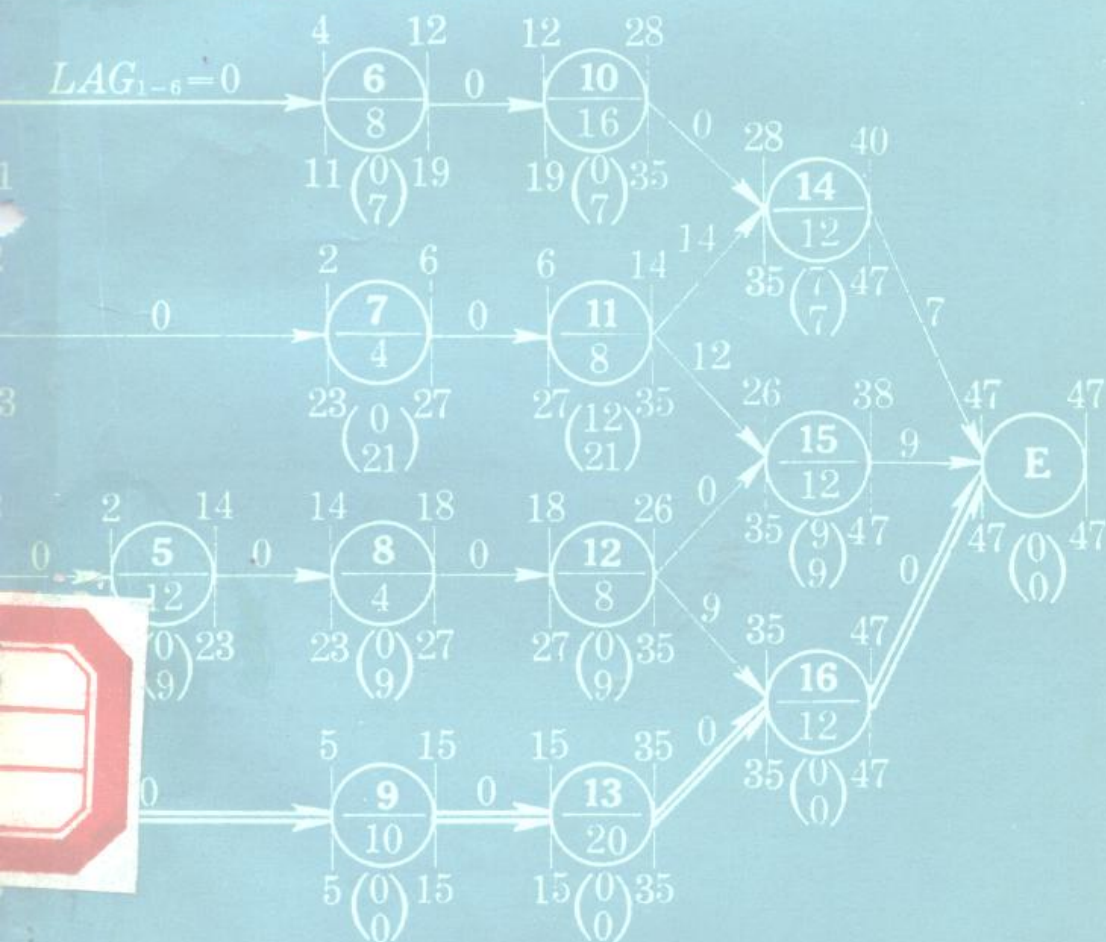


计划管理新方法——

网络计划的计算与实例

江景波 主编

上海科学技术出版社



计划管理新方法

网络计划的计算与实例

江景波 主编

上海科学技术出版社

计划管理新方法
网络计划的计算与实例

江景波 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

江苏书店上海发行所发行 江苏深水印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.75 字数 100,000

1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷

印数：1—16,000

书号：15119 2252 定价：0.46元

内 容 简 介

本书系统地介绍了一些先进工业国家在工业、农业、国防和关系复杂的科研工作中盛行的一种计划管理的新方法——网络计划技术。

书中主要阐述单代号(结点、节点)网络计划的绘制、计算方法与计算实例,其中包括简单网络计划与搭接网络计划,并以搭接网络计划为重点。

本书除文字叙述和计算示例外,还附有办公楼、体育馆和桥梁等工程网络计划的绘制、计算和调整的实例,以便于读者加深理解。

本书可供从事土木工程计划、组织和管理工作的各级领导干部、工程技术人员和计划人员自学及工作中参考;也可作为大专院校有关教学参考书和选修课程的教材。

前 言

我们在安排工业、农业、国防生产和开展关系复杂的科研工作前都要制订计划，其内容包括做什么，怎么做，谁去做，什么时候开始，什么时候结束等。计划通常用图表方式来表示，最常用的是水平图表，即条形图或横道图。

横道图具有直观、易懂，便于检查和计算资源等优点，因此使用了八十年还在继续使用。但是它也存在许多缺点：如不容易看出工作之间的相互依赖、相互制约关系；看不出一个工作提前或推迟完成对整个计划有没有影响和影响程度；看不出哪些是关键工作；看不出这个计划的优劣程度；无法用电子计算机计算等等。因此，横道图只适用于小而简单的工作计划，它对大而复杂的生产和工作的计划与控制是有困难的。针对横道图存在的上述缺点，五十年代末，国外陆续出现了一些计划管理的新方法，这些方法尽管名目繁多，但是内容大同小异，我国华罗庚教授把它概括称为统筹法。

这种方法的基本原理是首先应用网络形式来表达一项计划中各个工作(任务、活动、过程、工序)的先后顺序和相互关系；其次通过计算找出计划中的关键工作和关键线路；接着通过不断改善网络计划，选择最优方案并付诸实践；然后在计划执行过程中进行有效的控制与监督，保证最合理地使用人力、物力和财力，多快好省地完成任务。因此，这种方法引起了世界各国的重视，在工业、农业、国防和关系复杂的科学研究的计划和管理中，都得到了广泛的应用。

由于这种方法是建立在网络模型的基础上，并且主要用

于进行计划和控制，因此，国外又称它为网络计划技术。

这种方法在建筑工程中，主要用来编制建筑安装机构的生产计划和建筑安装工程施工进度计划。

早期网络计划技术中应用最广和最有代表性的要算关键路线法(CPM)和计划协调技术(PERT)。前者出现于1956年，1957年首先用于一个价值千万美元的化工厂建设工程中，取得了较好的效果。后者出现于1958年，首先用于制订美国海军北极星导弹研制计划，它使北极星导弹研制工作在时间(提前二年)和成本控制方面都取得了显著的效果。因此，美国三军和航空航天局在各自管辖的计划工作中全面推广了这些技术。六十年代有四十二万人参加的，耗资四百亿美元的美国“阿波罗”载人登月计划，也是利用这种方法进行计划、组织与管理的。美国政府还规定，从1962年起一切新建工程全面采用这种方法，因此它成为美国当时十分盛行的一种计划管理新方法。

在建筑业中，由于当时评价不够实事求是，过分赞誉，加上习惯势力和网络图形不够直观，计算需时，而采用电子计算机时还要支付相当费用以及方法本身不够完善等原因，曾经一度出现推广和使用的低潮。直到六十年代后期，随着时间的推移，经过长期实践证明，这种方法虽然不是万灵丹，但是确实存在许多优点，诸如：

1. 能够反映出各个工作之间的相互制约、相互依赖关系；
2. 能够计算出工作的最早可能开始和结束时间、工作最迟必须开始和结束时间以及总时差和局部时差；
3. 从网络计划中可以看出，哪些工作是关键，必须力求按期完成，哪些工作容许有所延缓；

4. 能够从许多可行方案中，选出最优方案；
5. 在计划的执行过程中，某一工作提前或推迟完成时，能够预见到它对工期的影响程度，而且能够根据变化了的情况，迅速进行调整，保证自始至终对计划进行有效的控制与监督；
6. 它不仅是控制工期的有力工具，而且也可以用来作为控制费用的有力工具；
7. 能够缩短工期，降低成本，更重要的是在大而复杂的工作计划和控制中，舍此尚无别的更为有效的新方法；
8. 可以利用电子计算机进行计算，而且采用网络计划技术还是将来建立管理自动化系统的先决条件；
9. 应用网络计划技术所需要的原始资料，诸如设计预算文件以及各种定额都容易取得，因此它是最实用的一种运筹学方法。

由于网络计划技术有上述许多优点，因此引起了世界各国的普遍重视，特别是最近十几年，英、美、德、瑞士、法、苏等国大力开展研究能够反映各种搭接关系的新型网络计划技术，取得了许多成果。这类网络计划技术尽管种类繁多，但从本质上来说，仍是大同小异，可以概括地称作搭接网络计划技术。它是传统的简单网络计划技术的新发展，而传统的简单网络计划技术只是它的一个特例。搭接网络计划技术可以大大简化网络图形和计算工作，从而扩大应用范围，特别适合用于大而复杂的计划中。

与此同时，随着电子计算机应用日益普遍，计算费用不断下降，计算费时和不够直观等缺点已获得解决。因此网络计划技术进入了成年期，应用更加广泛。根据对美国四百家最大建筑企业调查表明，1965年使用CPM方法者只有47%，

1970年使用者达到80%。1978年3月,美国土木工程协会会刊评论说,“PERT/CPM是目前仅有的计划管理新方法,并且在可以预见的将来(5~10年内),不会出现新的方法来替代它,因此我们应该享有它,使用它,改进它。”

苏联政府从1964年开始就颁布了一系列有关制定和应用网络计划的指示、基本条例等法令性文件,并且规定所有大的建筑工程都必须采用PERT/CPM方法(苏联叫做网络计划与管理,简称СНП),同时实行作业管理,加强调度工作。苏联不仅在单位工程和建筑群中应用它,早在六十年代中期乌克兰加盟共和国建造部就已经能够应用这种方法,对全国四百多个重点工程实现计划与控制。据苏联统计,苏联工业建筑工程部从1967~1975年的九年中应用网络计划技术的建筑安装工作量分别为100%、198%、308%、408%、469%、616%、745%、818%和849%。从苏联的大量实践证明,应用网络计划可以缩短工期20%。考虑到由于缩短工期而引起的间接费用、冬季施工费用的节约以及减少未完工程等,可以降低工程成本10%(制订网络计划的费用约为0.1%)。在苏联,网络计划不仅用来编制施工进度计划,而且还用于编制包括设计、施工和技术物资供应在内的建设项目进度计划以及建筑安装机构最优五年计划、年度计划和月、旬作业计划等。因此苏联长期以来把网络计划作为一项必须推广应用的新技术正式列入国家国民经济发展计划中。苏联在系统总结六十年来建筑工程组织管理方面的经验时,把应用网络计划技术作为划分发展阶段的一个里程碑和建立管理自动化系统的先决条件。

这种方法在英国、法国、西德、加拿大和日本等国家的许多工程上也得到了检验,并获得了各方面良好的评价。

这种方法在国外各高等院校，或单独设课，或在所设运筹学、管理数量方法、系统工程和组织与计划等课程中专章介绍；有的还设有实验课。瑞士苏黎世联邦工学院企业管理科学研究所，设置了50门以上有关网络计划技术的课程。

我国从六十年代初期在华罗庚教授的倡导下，对这种方法进行了系统的研究。实践证明，采用网络计划技术在缩短工期、提高工效、降低成本等方面都有效果。我们深信这种方法必将在我国的社会主义建设事业中发挥更大的作用。

网络计划技术根据绘图符号的不同，可以分为双代号与单代号网络计划两种。由于单代号(结点、节点)网络图具有容易画，不易搞错、便于修改和不设虚工作等优点，同时鉴于新型网络技术大都建立在单代号网络计划的基础上，预计单代号网络计划应用将会日益增多。此外考虑到双代号(箭矢)网络计划在国内已有不少著作问世并已在实践中推广应用，为此，本书将着重以单代号网络模式来讨论简单网络计划技术与搭接网络计划技术。全书取材以六十年代以来美、英、德、瑞士、法、苏等国家出现的一些新方法为基础(便于查考，书末附有网络计划技术专门术语和英、德、俄、汉等名字对照表)，经过分析、比较、归纳和整理自成一完整系统。取材力求简单、实用，叙述力求浅显易懂、层次清楚。为了便于读者理解，书中除有大量计算示例外，还附有办公楼、体育场和桥梁工程网络计划绘制、计算和调整实例。

参加本书编写的有：同济大学江景波(主编)、新疆工学院田名誉、哈尔滨建筑工程学院马连生、南京工学院钱昆润、北京工业大学陈家祥、天津大学孙锡衡、太原工学院郑达谦、基建工程兵冶金指挥部朱祝华、清华大学卢谦、同济大学林

厚祥(协助整理)。

希望本书能为各条战线的领导同志、工程技术和计划工作者介绍一个新的科学的管理方法，同时，也为高等学校提供新的教材和参考书，使之能更有效地为我国的“四化”建设服务。这乃是我们编写本书的迫切愿望和出发点，但是限于我们水平，书中错误之处定所难免，敬请读者批评指正。

编 者

一九八〇年十月于上海

目 录

前 言

第一章 网络计划的绘法

第一节 双代号网络计划	I
一、绘图符号与网络计划	
二、关键线路和时差	
第二节 单代号网络计划	6
一、绘图符号与网络计划	
二、绘图符号其它形式	
第三节 两种网络计划对比	10
一、两者区别	
二、对比分析	
第四节 网络计划绘制步骤	13
一、列出活动名称	
二、建立关系矩阵	
三、绘制网络计划	

第二章 简单网络计划

第一节 计算方法	20
一、图算法	
二、表算法	
三、矩阵法	
四、电算法	
第二节 应用实例	36

一、某体育场网络计划	
二、某三孔桥网络计划	
第三节 有时限的网络计划计算特点	64
一、强制时限的概念	
二、有开始时限的计算	
三、有结束时限的计算	
四、有中断时限的计算	
第四节 有时限的网络计划计算实例(三孔桥)	74
一、工艺网络计划的绘制	
二、生产网络计划的绘制	
三、网络计划与横道计划	

第三章 搭接网络计划

第一节 基本概念	83
一、从横道计划到简单网络计划	
二、从简单网络计划到搭接网络计划	
第二节 搭接关系	87
一、开始到开始	
二、结束到结束	
三、结束到开始	
四、开始到结束	
第三节 时间计算	91
一、分析法	
二、图算法	
三、计算实例(办公楼)	
第四节 有最大时距的网络计划	107
一、最大时距与最小时距	
二、有最大时距的计算步骤	
三、有最大时距的计算实例	

第五节 搭接网络计划的类型·····	117
一、前导网络计划(PD)	
二、前导网络计划(PD, 斯坦福型)	
三、“曼特拉”(Matra)位差法网络计划(MPM)	
四、汉堡网络计划(HMN)	
五、组合网络计划(BKN)	
六、CPM 网络计划	
七、综合网络计划	
第六节 搭接网络计划的实质和用途·····	124
一、实质	
二、用途	
〔附录一〕 网络计划技术专门术语·····	127
〔附录二〕 参考书目·····	137

第一章 网络计划的绘法

网络计划根据绘图符号的不同，分为双代号与单代号网络计划两大类。

第一节 双代号网络计划

一、绘图符号与网络计划

完成一项计划(工程等)，需要进行许多活动(工作、任务、过程、工序)。我们用一个箭号表示一项活动，活动的名称写在箭杆上，执行活动所需要的时间(小时、天、周)写在箭杆下，箭尾表示活动的开始，箭头表示活动的结束。箭头和箭尾画上圆圈并编上号码，用前后两个圆圈中的编码来代表这项活动的名称。由于采用两个数字来代表某项活动，因此这种表示方法叫做双代号表示法，如图 1-1 所示。

计划中所有的活动按照先后顺序和相互关系用上述符号从左向右绘制而成的图形如图 1-2 所示，称作通用网络计划。图中的起点 ⑤ 和终点 ⑯

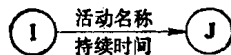


图 1-1 双代号表示法

系根据实际需要设置的，它反映了整个计划的开始与结束。A, B, C……为活动名称，1、2、3、4……为圆圈(结点、节点)编号，因此 ①→② 表示活动 A，代号为 1→2，⑮→⑯ 表示活动 I，代号为 15→16。

在图 1-2 中所示的每个活动有两个节点，箭杆由此出发的节点叫做起点事件，箭杆进入的节点叫做终点事件。事件与活动不同，它是活动结束或开始的瞬间(例如建筑工程中

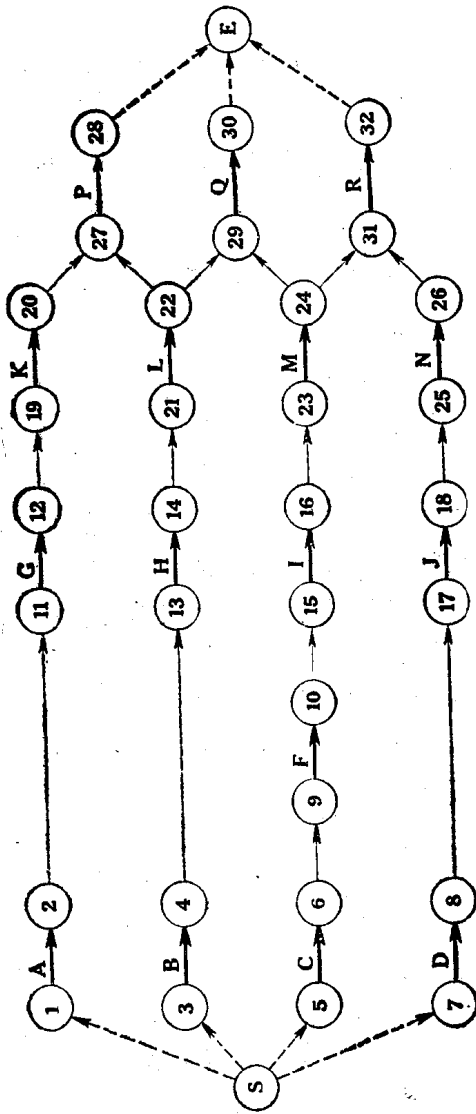


图 1-2 通用网络计划

砌墙工作完成、开始吊装楼板)，它不需要消耗时间或资源。例如①是活动 A 的起点事件，②是活动 A 的终点事件，而①是活动 G 的起点事件，②是活动 G 的终点事件等。

如果前后两项活动在时间衔接方面非常紧凑，即前一项活动刚结束，后一项活动就可以立即开始，我们用一个方框（或圆圈）表示这种关系，如图 1-3 所示。它既是前一项活动的终点事件，又是后一项活动的起点事件。为了简化图形，可以把图 1-3 转换成图 1-4 的形式，图中的每一个中间节点既是前导活动的终点事件，又是后续活动的起点事件。图 1-4 所示的网络形式就是我们比较熟悉的双代号网络计划。

为了说明一个活动的开始（如图中活动 14-15）必须等待另外一些活动（活动 7-11 及 8-12）结束之后才能进行，我们通常用虚箭号来表示。它也可以算作一项活动，不过它是不消耗时间又不消耗资源的活动，因此叫做虚活动。

二、关键线路和时差

图 1-5 为双代号网络计划的简单示例，从图中可以看出从起始节点（原始事件）沿箭头方向到终止节点（结束事件）之间有很多线路，通过计算可以找出工期最长的线路（本例为通过节点①③④⑥的线路），这条线路称为关键线路（临界线路，主要矛盾线）。位于关键线路上的活动称为关键活动（本例为 1→3，3→4，4→6）。这些活动完成的快慢直接影响着整个计划的工期，因此在网络计划上通常用粗线或双线（多线）箭号来表示。

有时在一个网络图上也可能出现几条关键线路，即这几条线路工期相等。

关键线路并不是一成不变的，在一定条件下，关键线路和非关键线路可以互相转化。例如，当采取一定的技术组织

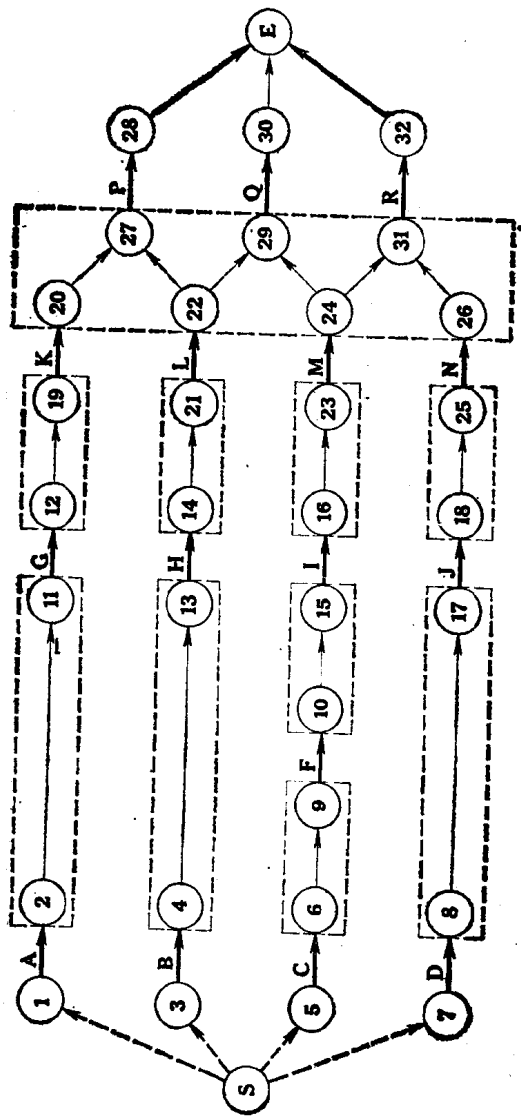


图 1-3 前后活动紧密衔接的表示法