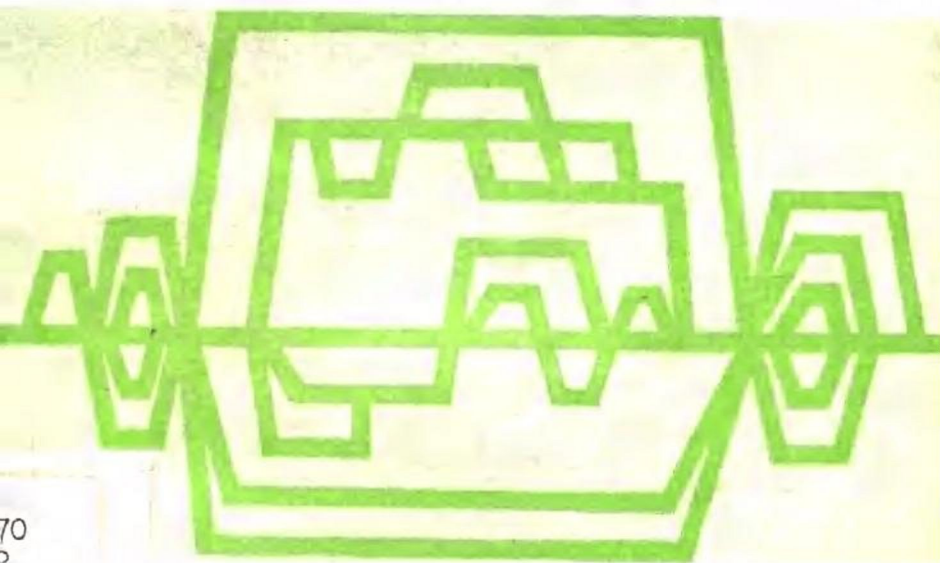


WANGLUO JIHUA JISHU

网络计划技术

王有定 李 强 编著



辽宁科学技术出版社

86
F270
112

3

网络计划技术

乔有让 徐 明 编著

辽宁科学技术出版社

一九八六年·沈阳

网络计划技术

Wang luo Jihua Jishu

乔有让 徐 明 编著

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

沈阳企业家书社发行 沈阳市第二印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 3 5/8 字数: 79,000

1986年1月第1版

1986年1月第1次印刷

责任编辑: 王静一 封面设计: 秀 中

印数: 1—65,000

统一书号: 15288·206 定价: 0.73元

前 言

网络计划技术是一种便于推广而行之有效的现代管理方法，是我国著名数学家华罗庚教授生前在全国大力推广的两法（统筹法、优选法）之一，也是国家经委目前拟在全国推广的十八种现代化管理方法中的一种。这种方法从产生到今天还不到三十年的历史，但已经在人类活动的许多领域得到了广泛的应用，充分显示了它的优越性。为了进一步推广现代化管理技术方法，提高企业经营管理水平，适应企业广大管理干部和工程技术人员学习现代化管理科学知识、掌握现代化管理方法的需要，我们编写了这本《网络计划技术》。本书是编者在教学实践的基础上编写的，力求做到系统性、实用性、通用性和通俗性。但是由于编写时间匆促，水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者，特别是广大管理干部批评指正。

本书是在沈阳市高等教育局、中共沈阳市委经济工作部、沈阳市计划经济委员会、沈阳市职工教育办公室的指导下编写的，并聘请李向山同志为顾问。在编写过程中，参考了有关文献资料，得到了辽宁省经济管理干部学院等单位 and 同志的热情支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

一九八五年十二月

目 录

第一章 网络计划技术 概述	1
第一节 网络计划技术的产生与发展.....	1
第二节 网络计划技术的概念.....	4
第三节 网络计划技术的特点.....	6
第四节 网络计划技术的应用.....	8
第二章 网络图	10
第一节 网络图的构成.....	10
第二节 绘制网络图的基本原则.....	16
第三节 网络图的表示方法.....	24
第四节 网络图的绘制步骤和方法.....	28
第五节 网络图的种类.....	40
第六节 网络图与线条图.....	42
第三章 网络时间的计算	44
第一节 活动时间的确定.....	44
第二节 网络时间参数.....	47
第三节 时标网络和日历网络.....	53
第四节 网络图的时间参数计算方法.....	56
第五节 网络图的调整.....	71
第四章 网络计划的优化	73
第一节 网络计划中的时间优化与时间—资源优化.....	73
第二节 网络计划中的时间—成本优化.....	85
第五章 网络计划技术应用实例	95
例一 网络计划技术在安排生产计划中的应用.....	95

例二	网络计划技术在设备检修和设备技术改造中的应用.....	98
例三	网络计划技术中的资源优化.....	103

第一章 网络计划技术概述

网络计划技术简称 PERT (Program Evaluation and Review Techigue), 也可译为“计划评核术”、“计划评审技术”, “计划协调技术”等, 是五十年代中期发展起来的一种科学的计划管理技术, 它是运筹学的一个组成部分, 也是系统工程中的一种重要方法。这种技术被人们赞誉为“在航天时代争分夺秒的管理上的突破”; 在军事运用方面, 军事家称它是“科学的军队指挥方法”。利用网络计划技术来编制计划, 调整实施, 简便直观, 是一种十分有效易行的方法, 特别有助于资源的合理使用和工程的设计与控制。而且越是复杂、协调频繁、时间紧迫的任务, 收益越大。因此, 网络计划技术已经和正在继续渗透到人类活动的各个领域, 成为所有管理者必不可少的通用工具。当前, 大力推广和运用这种技术, 无疑是实现管理现代化的一个重要环节。

第一节 网络计划技术的产生与发展

网络计划的产生是社会化大生产和现代技术发展的产物。现代科学技术的发展, 使生产规模日益庞大, 技术日益

复杂，要求多种学科、不同部门协同作业才能完成一项大的工程项目。例如，美国阿波罗登月计划就包括火箭、电子、冶金、化工、机械等工程技术，参加这一研制计划的有二百余所高等院校和科研单位，二万家厂商，人员最多达六十余万人，工程历经十年，耗资三百亿美元。象这样庞大复杂的工程，如何计划，怎样管理？这是现代科学技术发展过程中对科学管理提出的新问题，这不能单凭经验或简单分析来解决，必须要用现代化管理手段，做到全面规划，统一安排，使工程各个环节互相密切配合，协调一致，使任务完成得又快又好又省。网络计划技术完全可以发挥这样的作用。所以说，网络计划的产生是生产发展的产物。

一九五六年下半年，美国雷明顿兰特公司的J·E、凯莱和杜邦公司的M·R华克两人开始研究能提高工程建设管理效率的计划方法，首先提出了要径法（又称关键线路法，简称CPM）。它一问世，就立即得到建筑行业的重视。在第二年，它被应用于建造一个价值一千万美元的化工厂，使整个工期缩短了四个月。杜邦公司应用这种方法安排维修计划，一年内就节省一百万美元。一九五八年隶属于美国海军军械局特种工程处的布兹—艾伦和汉密尔顿系统咨询机关也在这方面进行了研究，提出了计划评审法（简称PERT）。当时，美国海军的北极星导弹潜艇发展计划，有几十亿个管理项目，编制网络图就占用了半年时间，原计划六年完成，由于应用了这项技术，结果使该项计划的完成提前了二年。他们把北极星导弹潜艇的研究成功主要归功于这种科学的计划管理技术，于是，计划评审法一举成名。

要径法与计划评审法是以同样的假定为基础，运用同样

的逻辑，基本相同的方法，达到节约时间、减少资源、降低成本的目的，所以从实质上看两者是相同的。但是，它们之间也有些区别，主要不同点是时间关系分肯定型和非肯定型：计划评审法属于非肯定型，工作项目的时间采用“三个估计值”（最乐观、最可能、最悲观）；要径法属于肯定型，工作项目的时间采用“一个估计值”（最可能）。由此可见，计划评审法在时间取值上计入不确定因素，而要径法不计入不确定因素。因此，要径法适用于工程建设项目，而计划评审法适用于科研项目和一次性计划。另外，计划评审法着重考虑时间因素，主要用于控制进度；而要径法注重于成本的控制，即如何以最低成本来缩短工期。这两种方法各有特点，近些年来，两者竞相发展，互相补充、互相渗透，相得益彰，已经没有必要把它们区别了。我们在本书中，把它们统称为网络计划技术。

从一九五九年起，网络计划技术在美国、西欧、日本等国得了广泛的传播和应用，对推广和应用此法极为重视。一九六一年春，美国政府规定，凡是一切由政府进行的工程，都必须采用这种技术。就军方来说，每一项大型军事工程，如不编制网络计划，国防部就予以批准。他们在一九七〇年曾对二百三十五家企业进行过一次调查，结果表明使用网络计划技术的占81%。

一九六四年，苏联颁布了有关制订、应用网络计划的指标和条例，把它作为一项必须推广应用的新技术列入国家经济发展计划，并规定所有大的建筑工地都必须采用网络计划技术。同时，他们还在军事领域中进行推广和普及，并“要求各级司令部大胆采用”。在日本，网络计划技术被称为最新的管理方法，出版了大量的教材、专题论文、方法指导等

书刊资料。这种管理方法在英国、法国、西德、加拿大等许多国家都获得好评和推广应用。一九六五年，我国著名数学家华罗庚教授对网络计划技术进行研究和介绍，并把它定名为“统筹法”。

目前许多理论工作者和实际生产部门，都很重视对网络计划技术的理论研究和推广应用工作，并且取得了很好的效果和成功的经验，对提高管理水平，起着积极的作用。

第二节 网络计划技术的概念

网络计划技术的基本思想，存在于我们的日常生活中，在论述其概念之前，先举例说明在生活中所存在的“网络计划技术”的客观实例。

例：某班有三十人，接受砌墙的任务，工作是从上午八点开始，下午四点结束，随后参加会议。

班长怎样组织这项工作呢？经过分析，完成砌墙任务主要工序有：砌墙准备工作（包括打扫场地，清理基础，合泥和运砖）。准备好之后开始垒墙，而且要求必须抹完砖缝和清理完场地之后方能交工。在合理组织人力的情况下，完成各项任务的时间如下所示：

项目	工时	代号
合泥	3 小时	A
运砖	2 小时	B
清扫	1 小时	C
垒墙	3 小时	D
抹缝	2 小时	E
清理	1 小时	F

根据上述内容和要求可以有下面几种安排（见图1—1，图1—2，图1—3）。

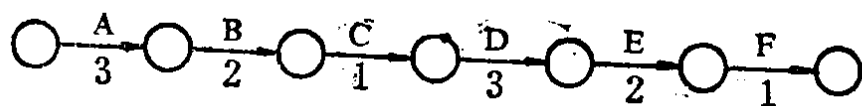


图1—1 串联方法

1. 串联方法。按上述顺序工作，要到晚上八点才能完成任务。当然这种方法是最不好的，一般都不会这样做。

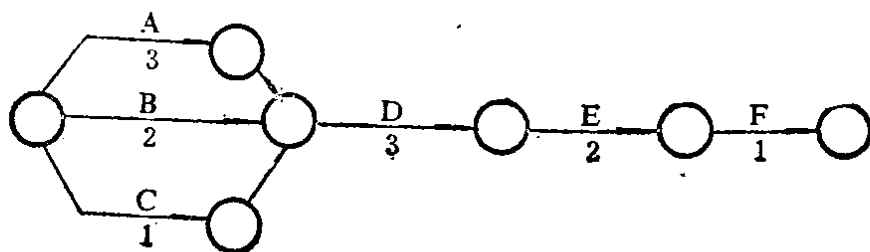


图1—2 并联方法之一

2. 部分并联方法。这样安排到下午五点才能完成任务，虽然时间有所节省，但还不能按期参加会议。

3. 并联方法。经进一步分析研究，将用下面并联方法就可按时完工。

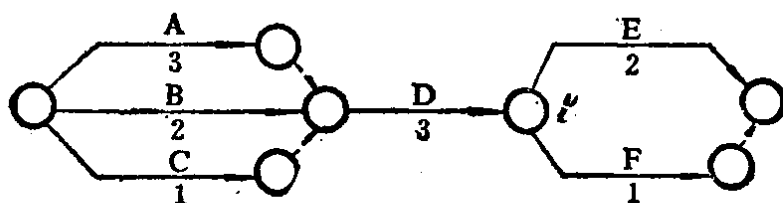


图1—3 并联方法之二

这样安排的结果，到下午四点就能完成任务。

这就是一个简单的按网络计划技术组织生产的方法。这种方法并不奥秘。但在现代化的工农业生产、科学研究和国防建设中，迫切需要将这种合理组织生产的方法科学化，并用数学方法全面筹划，统一安排，使生产中的各个环节能够环环相扣，密切配合，协调一致，既节省时间，又节约资源。这就必须学习和应用网络计划技术。

所谓网络计划技术，是以工序所需工时为时间因素，用工序之间相互联系的网络和一些简单的算法，来反映整个工程或任务的全貌，并且在既定的条件下，全面筹划，统一安排，来寻求达到预定目标的最优实施方案。

网络计划技术的基本原理是，利用网络图来表达计划任务的进度安排及其中各项工作（工序）之间的相互关系。在网络图的基础上进行网络分析，计算网络时间，确定工序、事项的时差和关键线路，并利用时差，不断地改善网络计划，以求得工时、资源与成本的优化方案。

第三节 网络计划技术的特点

网络计划是一种系统管理方法，从最佳地完成整个计划的角度出发，对时间、物质、成本、技术、工艺等诸方面的要求进行综合平衡，合理安排生产、工作的进度。并具有较强的预测、计划、协调、控制的功能，利于使用电子计算机管理。归纳起来，具有以下特点。

1. 方法简单明了，易于掌握，便于管理。网络计划技术把数学方法和图示结合起来，直观性强，计算简便，易于掌握。利用网络图标注工序、工时及资源利用等，构成生产流程计划系统，一目了然，便于阅读，便于调整，便于管

理。

2. 显示全貌，掌握关键，有利于更好地组织和控制生产过程。网络计划技术不仅是一种有效的计划方法，而且也是一种组织和控制生产的手段。它把整个工程项目有效地组织起来，标明关键所在，使管理者统筹安排，既能考虑全局，又能抓住关键，合理及时地调整各生产作业项目和调配人力、物力等资源，进行科学地组织和管理。

3. 精确的计算，科学的分析，使之可以预测未来，预谋对策。网络计划技术可以对工序时间、工期及所需资源和潜力进行准确的计算和分析，并可根据网络计划的执行情况，预测未来的变化。因而可以及早预防，预拟调整措施和补救对策，有利于不断提高工作的预见性、主动性和科学性。

4. 目标明确，便于相互了解，协调配合。网络计划技术通过网络图把整个活动过程的各道工序、各工种科学地组织成为一个有机的整体或系统，能够使各部门、各生产环节的内在联系和制约关系清楚地显示出来。使各部门和广大职工了解整个工程任务的全貌及本部门在整个活动过程中所处的地位，目标明确，易于相互了解，有利于协调配合，通力合作，完成目标。

5. 建立了计划管理的数学模型，为采用电子计算机，实行自动化管理创造了有利条件。

网络计划技术把数学中的图论、数理统计知识与工程计划管理相结合，就可以提供比较全面、比较准确的信息，便于管理人员从大量非肯定型的因素中，找出和掌握客观规律，正确地进行预测、决策。这也就是人们常说的：用科学数据说话！对于大型的复杂的网络计划，用电子计算机来计

算和处理大量数据，提高了管理工作的效率。有利于实现管理自动化。

第四节 网络计划技术的应用

现在，网络计划技术为许多国家所重视，应用范围也越来越广。不仅应用在工业部门，而在政府部门、公共事业、服务行业上也试用网络计划技术。但是，网络计划技术主要适用于一次性的大规模工程项目、科研项目、新产品的试制、筹筑工程项目、成套设备的检修、主体设备的改造项目等。它既可以应用于全部工程的整体计划，也适用于部分工程的局部计划。工程规模越大、项目越多、越复杂，应用网络计划技术越有效。从生产组织的类型来看，适用于单件小批量类型。

网络计划技术，在应用中主要的作用和效果，一方面是在制订计划方面，另一方面是计划的控制方面。最初网络计划技术的效果是在计划的制订时所获得的。随着时间的推移，对控制、调整工作的进程所带来的效果也是很重要的。

在计划制订方面的效果，主要有：

1. 改进了计划的制定工作，提高了计划的可靠性、先进性。
2. 有助于改进管理工作，建立管理职责，易于分层授权，便于分工。
3. 改进了评价计划的基础，易于在多种方案中进行衡量选择。

在计划的控制、调整方面的效果，主要有：

1. 改进管理的控制，减少失误。由于在网络图中显示出各种工作的关键路线和时差、资源的利用情况等，所以，可以预先提出措施。也便于随时了解情况，进行调整。

2. 改进了资源管理。将资源的利用与时间进程相结合，使整个工程在资源利用上更加合理。

3. 改进管理的决策，可对决策很快进行模拟，以观所行的决策是否得当。

据有些资料统计，采用网络技术之后，一般可缩短生产周期20%左右，节约费用5—10%左右。

第二章 网 络 图

第一节 网络图的构成

网络图是网络计划技术的基础。在实际工作中，一项工程或一项任务总是由许多具体的工序或活动组成的。如果一道工序用一支箭线“—→”来表示，把代表各工序的各条箭线按照各个工序间的工艺性和组织性的相互联系、相互制约的关系，依流程的方向，按先后顺序，从左至右，逻辑地排列起来画成图，这就是网络图。

一、网络图的作用

1. 简明直观地表达了工程任务的活动构成，不仅反映整个工程任务的全貌，而且反映了构成工程任务的各项活动的相互关系。
2. 可以利用网络图来进行网络时间参数的计算，并为其它计算方法提供了方便的条件。
3. 关键工序和关键线路鲜明，便于进行整体协调和系统分析。
4. 为采用计算机，进行科学管理创造了条件。

二、网络图的构成

网络图是由活动、事项和线路三个部分构成。

1. 活动（工序）。活动是指一项工程的研究、设计、

制造、试验、管理、使用等方面，需要有人力、物力参加，经过一定时间后才能完成的，有具体内容的一个实践过程。我们用一个箭线表示一项活动。把活动的名称写在箭线上，完成活动所需要的时间（小时、天、周等）写在箭线下面，也可以把活动的名称写在箭线下面，需要的时间写在箭线上面。但在同一网络图上，写法要统一。箭尾表示活动的开始，箭头表示活动的结束。箭头和箭尾衔接的地方画上圆圈，并编上号码，从而前后两个号码就代表一项活动。这种表示方法通常叫做双代号表示法，如图2—1所示。

有的活动，虽不消耗资源，但要有一定时间才能完成，如技术性工休等，也应看作是项活动。此外，还有一种虚设的活动，称作虚活动（虚工序）。

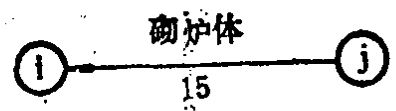


图2—1 网络图双代号表示法

虚活动是不需要消耗任何资源和时间的工序，在网络图中用虚箭线 $\cdots\rightarrow$ 来表示。虚活动的作用是用来表明一道工序与另一道工序之间的相互依存和相互制约的关系。虚活动的工时为零，因此也称其为零工序。

利用虚活动可以正确的反映各道工序之间的关系。如有A、B、C、D四道工序，它们之间的关系为：工序A、B都完成，工序D才能进行；工序A完成，工序C才能进行。

如果画成图2—2，则表明工序C不仅需A完成后才能开始，而且也需B完成。显然，这是不符合题意的。因此，需添加虚活动，画成图2—3（事项编号略去）。

2. 事项（事件）。事项表示某一项活动的开始或结束。在网络图中，用圆圈表示事项。它是两个或两个以上箭线的交接点，所以又称结点。事项不消耗资源，也不占用时间。