

现代化管理方法

网络计划技术

金明律 刘桂茹 编著

PERT DCPM
CMT

GERT

CPM

南开大学出版社

现代化管理方法

网络计划技术

金明律 刘桂茹 编著

南开大学出版社

1988.5

网络计划技术

金明律 刘桂茹 编著

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

新华书店天津发行所发行

天津市宝坻县印刷厂印刷

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.5

字数: 160千 印数: 1—2,000

ISBN7—310—00108—7/F·16 定价: 1.25元

网络计划技术

(代前言)

网络计划技术是现代管理科学中一种行之有效的方法。它于1957年问世以来,发展很快。目前已被各工业国家广泛应用。1979年开始,我国在学习、借鉴、移植国外管理思想和方法中,许多单位成功地运用网络计划技术,总结了有益的经验。实践证明,它在国民经济管理科学研究和企业管理中显示着越来越大的作用。

本书共分八章:第一章绪言;第二章介绍了箭线式网络图的绘制原则;第三章专门介绍了时间参数的各种计算方法;第四、五、六章分别介绍了时间、资源、费用优化方法;第七章介绍了费用控制方法;最后,为了顾及那些深造者的需要,开辟专章介绍了决策、搭接和随机网络。

我认为,这本书具有以下特点:(1)系统性。书中全面系统地介绍了网络计划技术的五个主要分支:计划评审技术、关键路线法、搭接网络法、决策网络法和随机网络法。(2)应用性。网络计划技术是一般的管理方法,故为适应那些数学基础较差的读者需要,本书尽量采用了简单的数学工具来说明原理,以便使读者尽快地熟悉概念,掌握要点,达到应用的目的。(3)知识性。书中收录了大量的优化方法,并讨论了它们的特点和应用领域。

本书是作者参考了一些国内外有关论著,将教学活动中讲授内容重新整理而成的。其目的是想通过理论和实践的

结合，对网络计划技术作比较全面和系统的介绍，以满足广大初学者和工矿企业管理干部学习与掌握这种管理方法的需要。编写过程中，作者力求内容简明扼要、深入浅出、通俗易懂、联系实际，故本书既可作为广大管理干部的自学用书，又适宜做高等院校管理学系学生的教材和教学参考书。我预想，它的出版必将受到广泛的欢迎。

陈炳富

1986年5月

目 录

网络计划技术(代前言)	陈炳富(1)
第一章 绪 论	(1)
第一节 基本原理和作用	(1)
第二节 产生的背景和发展	(2)
第三节 主要内容和步骤	(6)
第二章 网络图	(10)
第一节 网络图的类型	(10)
第二节 事项、工作和路线	(15)
第三节 虚拟工作	(18)
第四节 构造网络图的规则	(20)
第五节 网络图的表示法	(22)
第六节 网络图的绘制	(29)
第三章 网络时间的计算	(33)
第一节 工作时间的估计	(33)
第二节 事项时间的计算	(39)
第三节 计算工作的时间参数	(45)
第四节 关键路线及其特性	(53)
第五节 矩阵法计算时间	(55)
第六节 表格法计算时间	(59)
第七节 用电子计算机计算时间	(65)

第八节	结点式网络时间的计算	(73)
第四章	网络计划的时间优化	(79)
第一节	缩短工期	(79)
第二节	网络时间优化示例	(85)
第三节	进度控制	(93)
第五章	网络计划的时间——资源优化	(101)
第一节	资源有限,使工期最短的优化方法	(102)
第二节	规定工期,使资源均衡的优化方法	(140)
第六章	网络计划的时间——费用优化	(162)
第一节	时间与直接费用的关系	(162)
第二节	时间——费用的优化方法	(165)
第七章	网络费用控制	(181)
第一节	工程费用的预估	(181)
第二节	工程费用的分析和控制	(185)
第八章	网络模型的改进和扩大	(193)
第一节	搭接网络及其应用	(194)
第二节	决策网络	(216)
第三节	图示网络	(226)

第一章 绪 论

第一节 基本原理和作用

网络计划技术(Network Technigue)是在经济、社会以及家庭和个人生活中经常运用的方法。其基本原理是,运用网络原理(Network Theory)与程序分析法,可将一工作计划方案绘制成简明的网络图,显示各独立工作(或活动)间的相互关系与先后顺序;计算出该方案的关键工作和关键路线;不断完善和修改网络计划,选择最优方案,并付诸实施;最后,此类计划方案,由于有许多内在的和外在的变动因素难以准确预测,故在执行过程中随时予以再安排与再控制,以便有效地完成任务。简言之,网络计划技术是以网络原理,科学地规划和安排工作计划方案,监督和控制计划进度,使计划在整个执行过程中出现最少的延迟与中断,以期在预估的时间和成本内完成计划任务的一个行之有效的管理技术。

我们知道,无论工业、农业、国防等部门,还是机关、团体、学校、企业等单位,都要制定各类计划,进行决策,加以实施。对于企业来说,其首要的工作是做好充分的调查和周密的计划。网络计划技术对企业或工程项目的预测及计划方面,有以下的作用:(1)根据目标,合理规划;(2)

对每项工作（或活动）可进行单一的或三个时间估计，并且估计得明了、精细；（3）依照管理者的要求，可做出不同深度的静态或动态规划；（4）能找出关键路线与关键工作，（5）易于评价整个计划的可靠性与合理性。

一项计划方案的有效实施，除了设备、资金、材料、人力等因素外，管理方法也是值得注意的因素。采用网络计划技术进行管理的实践证明，它对管理过程的控制和协调方面，效果也是显著的：可根据需要调配和运用各种资源；对关键路线重点管理，不必处处均管；随时了解进度，便于机动管理；易于确定控制标准，事先列出协调与控制的重点，避免执行过程中前后不协调现象的发生。

总之，通过探讨网络计划技术，读者将会看到，它是一个管理方法，而且在我们注意到的规划问题中，至今还没有一类问题不能用这个技术。所以它正在被越来越多的管理者所重视，成为一门现代化管理的科学方法。

第二节 产生的背景和发展

一项工作计划不论其性质和规模如何，在执行过程中总会存在一些相互影响的因素。制订计划就是要协调这些因素。当工序较简单且为数不多时，它们之间的关系是清清楚楚的，因此可把计划归纳为几条简要的说明。但是当工序增多和问题复杂时，就非依靠图解方法不可。一般采用的方法是甘特（Henry L. Gantt）的线条图。图中线条表示工序及其期限，线条长度与该工序所需时间成正比。此类图因具有直观、简单、易绘、易懂等特点，所以长期以来人们在编

制施工和生产任务时,习惯于采用它,如图1—1(第3页)。

然而,这种图解并没有详细说明不同工序之间的相互制约关系。比如,需要排除某一事故或安排某一修改时,就不能知道这些工序的延误对其他工序和整个任务的影响。其次,企业中人员众多和专业不同使计划执行人员和计划制订人之间的联系越来越困难。最后,由于它没有表明生产成本对工期或工期对生产成本的影响,就无法事先了解最低费用的工期,也无法在执行计划时对费用支出进行有效的监督和控制。

网络计划技术就是针对这些问题,为了适应现代生产的发展,为了组织生产和科学研究的需要而产生的。它的产生并不是替代经验和直觉知识,而是以可靠的数据和对计划的明确认识为基础作出合乎逻辑的决定。它第一次纠正了旧方法中把拟订程序和编制日程合二而一的错误作法。它首先对各工序间的程序关系用图解表示出来,即制订“程序计划”。接着,根据程序计划编制“日程计划”,即对各工序分配时间、规定所能运用的物资。

早在1952年,美国杜邦(Du Pont)化学公司就注意到数学家在网络分析(Network Analysis)计算上的成就,并试图将其应用于管理上。该公司的费雪(G.J.Fisher)与罗宾逊(J.Ailan Robinson)相继提出了关键路线安排法及其具体构想。1957年1月,在沃克(Morgan R.walker)与凯莱(James E.Kelly Jr.)主持下完成了关键路线法(Critical Path Method,简称CPM)。1958年3月,公司决定把它用于建造一所价值一千万美元的化学工厂,但同时不放弃老的计划方法。就是分成两个组,一个组按“关键路线法”制订计划,而另一个组仍按老的方法制订计划。

计划制订后，由于某些技术上的原因，必须重新制订计划。对此，“关键路线法”小组只需修改原计划的10%，而另一个小组则需要全部返工。另外，利用“关键路线法”确定的工期要比其他方法确定的工期缩短两个月而不另增费用。

1957年初，担任建造北极星导弹潜艇的美国海军特种规划局认识到，要想按时完成任务，除克服生产技术的困难外，必须依赖科学的管理方法。于是，该局与洛克希德飞机公司、波亚汉顾问公司共同成立研究小组，于1958年1月6日发表了关于计划评审技术（Program Evaluation And Research Technique，简称PERT）方面的论文，后经兰德研究中心的参与，发展成较完整的计划评审技术。1958年9月美国因采用PERT，使发射导弹的计划任务提前了约两年。

随后，由于各国竞相应用和开发，不仅CPM和PERT发展很快，还出现了名目繁多的技术，而且产生和发展了新的技术，如搭接网络（简称CNT）、决策关键路线法（简称DCPM）、图示网络（简称GERT）等，形成了完整的网络计划方法。

继美国之后，加拿大、英国、法国、西德、日本和苏联等国相继采用网络计划技术，应用于研究发展计划、军事演习、防台计划、生产管理、建筑施工管理等，甚至用于艺剧演出、广告宣传等方面。

我国在六十年代初期，在钱学森同志的倡导下，在国防科研项目中开始运用网络计划技术。华罗庚同志结合我国实际，将CPM、PERT等统称为“统筹法”，并为其应用和推广做了不懈努力。近年来，我国随着对管理科学的重视和发

展，网络计划技术在建筑业、基本建设、科研管理、生产管理等领域，得到了广泛的应用，收到较好的效益。

第三节 主要内容和步骤

我们知道，CPM、PERT、CNT、DCPM、GERT等是网络计划技术的诸分枝。它们之中有些（指CPM与PERT）在产生之初期，是为完成特定的任务、相互独立地研究或设计的，而有些技术是在相邻技术的基础上形成的。换言之，它们在内容上既有共同点，又有不同点。

一、主要内容

CPM与PERT 比较，在发展初期除了含有“时间”的特征外，还涉及“成本”问题。CPM所企求的是如何以最小的成本来获得最佳的工期。CPM以时间为中心将成本分为：（1）随时间的延长而会增加的费用，称为间接成本；（2）随时间的缩短而会增加的费用，称为直接成本。CPM比较适用于能提供确定性成本及时间的工作，如工程建设、工厂的生产、维修等。

PERT是为完成一项军事任务而发展起来的。据称，承担该项任务的大承包商为250家，小承包商至少在9,000家以上。当时研究小组的重点是协调各承包商的进度，按期或提前完成任务。也就是说，PERT的第一个特征是以时间为主。其次，PERT对未确定的工作时间用统计方法来处理，即每一项工作（或活动）所需时间进行最短的、最可能的、最长的三个时间估计。第三，PERT主要适用于那些一次性

的工程项目或开发研究计划的编制和控制。

鉴于在时间、成本以及物资优化方面，PERT与CPM现已差异甚少，故本书前七章的叙述，该两者均可适用。

搭接网络CNT是在CPM的基础上发展起来的。它根据工艺流程的特点和具体人力、物力条件来绘制网络，经由优化和组合而形成网络图。这种图提供给基础施工单位，使其总的工期为最短、经济效益为最佳。决策关键路线法DCPM是便于比较几种不同的方案而发展起来的，它能给领导的决策提供明确的结论。图示网络GERT则只能得到完成计划的可能性，不能得出明确的结论。

二、运用程序

一般认为，运用网络计划技术有计划阶段、安排阶段和控制阶段三个程序。

1. 计划阶段。绝大多数的工作计划是由一连串的个别工作所组成的，而这些工作若不是同时完成，就是在一定的顺序下完成的。比如，我们在日常生活中所使用的每个产品，在其制造过程中，从原材料开始须经各种各样的繁杂的加工、组合等程序才能完成。就加工程序而言，必须在完成前一工序（或工作）之后，方能进行下一工序；而在组合程序中，某一生产线上某一组合工序，必须等到另一生产线的某特定工序完成并转入此线后，才有可能继续进行。显然，前者的工作程序具有从属依赖的性质，即每个工序有其先行工序与后续工序；而后者的工作程序则具有并行的性质，即两个工序可同时进行或完成。只要细心地观察一般工作计划的每一个工作，就会发现，它们都离不开该两类程序。所以我

们能把整个工作计划的每项工作，依据其工作性质以及从属或并行的相互连贯关系来决定先后顺序，并绘制出含有全部工作的网络图。然后，在此图的工作上列明预估的每个工作时间和资源条件。这就是网络计划技术的计划阶段。不过，在这个阶段所考虑的时间和成本，应为正常状态各工作所必须的时间和成本的估计值，即这种估计不应该受完工条件和资源条件的限制，所以暂时不予考虑赶工时间和赶工成本。

2.安排阶段。计划网络图依照正常情况编排后，必须以完工期限的约束条件把人力、物力、时间、资金等因素进行最优安排。如果计划网络的正常完成时间超出所规定的完工期限，或其中某项工作因某种原因必须提前完工时，应重新考虑工作所需的时间，使计划方案在规定期限内完成。这时必然考虑有关工作的赶工时间和赶工成本，并灵活运用机动时间和资源，选择最佳的缩短途径。这就是网络计划技术的安排阶段，亦称优化阶段。

3.控制阶段。按经过优化后的计划网络图工作，必须能如期完成预期的工作计划。但是，由于在执行计划的过程中往往会遇到预料不到的事情，甚至计划方案本身是一项非重复性的项目或研究开发项目，有一些无法确定的变量，它们使计划发生延误和变化在所难免。因而必须经常评估和考查计划现状的可行性和可靠性，将执行中的工作不断地予以再计划与再安排，并视情况部分或全部地修改网络图。同时，分析和计算经过修改后未完成部分所需时间和费用，是否与预期的数值相符合。倘若预计到超出，则必须采取补救措施，重新优化网络图，确实控制工作计划，以便如期完成任务。这就是网络计划技术的控制阶段。

网络计划技术的上述运用步骤，可归纳为：（1）确定工作计划中所涉及的全部工作，列出各个工作间的先后顺序和相互依存关系；（2）估计每项工作在正常情况下所需的时间和费用；（3）依据工作间相互关系绘制网络图；（4）考虑到可运用的资源限制和工期规定，对网络图进行优化；（5）找出关键路线，以便重点管理；（6）实施过程中不断予以再安排和再控制，直至完成任务。

第二章 网络图

运用网络计划技术的关键在于是否能正确地绘制网络图。因为它是进行网络时间计算、合理使用资源和执行计划的基础。通过网络图，可清楚地表明整个计划方案中各项工作及其相互依存关系，以及完成计划方案所需时间。

所谓网络图，就是用图解形式表示某一生产任务或工程项目中各项工作（或活动）间的逻辑关系的流程图。因其形状如网，故通常称为网络图。

第一节 网络图的类型

随着网络计划技术的应用和发展，出现了多种类型的网络图。

一、肯定型和非肯定型网络

肯定型网络是对各项工作时间只估计一个最可能的值，而非肯定型网络是对各项工作进行最短、最可能、最长三个估计值，然后予以加权平均求各项工作的期望时间。

二、网络总图、网络详图和网络分图

网络总图是为全面、简明地反映计划方案的全貌而设计