

实用网络计划技术

●王清则 庄玉斌 编 ●北京工业学院出版社

SHI YONG
WANG LUO

JI HUA

JI SHU

实用网络计划技术

王清则 庄玉斌编

北京工业学院出版社

内 容 简 介

本书较系统地介绍了现代管理方法之一——网络计划技术。重点阐述网络计划技术的基本概念、网络图的编绘、网络图参数的计算、网络图的最优化、网络计划技术的应用。同时还介绍了一些应用实例，可供读者在实践中借鉴。

本书叙述清楚，简明易懂，是一本管理技术的普及读物。适合于企、事业的工程技术人员和各级管理人员阅读，也可作为推广现代管理方法的培训教材。

网络计划技术

王清则 庄玉娥 编

北京工业学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

太原机械学院印刷厂印刷

787×1092 毫米 32开本 4.75印张 105千字

1988年6月第一版 1988年6月第一次印刷

印数：1—6000册

ISBN7-81013-014-5/C·1

定价：1.55元

前 言

您想用最少的时间、最少的资源，去取得工作的最大成功吗？

您想统筹兼顾、全面安排，科学地组织施工，合理地指挥生产，来搞好工程和企业的经营管理吗？

您想知道任务在规定的日期内实现的可能性吗？

您想进行时间和费用的优化，来综合考虑工期与成本两者的相互关系，寻求以最低的总成本获得最短的总工期的科学方法吗？

《实用网络计划技术》将为您提供这样一种科学的现代化管理方法。

《实用网络计划技术》将会告诉您，在完成一项复杂的任务或工程时，如何抓住关键并分别轻重缓急进行协调，以期合理有效地利用人力、物力和财力，用最少的劳动消耗，达到整个系统的预定目标。它还可以帮助您理解什么是统筹规划？什么是系统工程？《实用网络计划技术》特别适合于一次性大型科研、生产或工程项目，如新产品的研制、油田或矿山的开发、建筑施工或设备维修等。

在工业生产中，特别是在按期组织生产的单件小批量生产类型的条件下，应用网络技术是提高其生产管理水平的有效途径。如今，网络计划技术不仅被广泛地应用在时间进度的安排上，而且也被应用在资源分配和工程费用的优化方面。网络计划技术的实际应用表明，在不增加人力、物力、

财力等既定条件下，应用它可以使工程进度提前15~20%，成本节约10~15%。

本书为了普及、宣传和推广应用网络计划技术，较为系统和详细地向读者提供了一本“入门”和“普及应用”材料，并且介绍了一些应用实例，以便读者在实践时借鉴。本书适合于企、事业工程技术人员、经济管理人员和领导干部阅读。也可作为对职工的培训教材。

本书在编写过程中，曾得到山西省国防科工办科技处，太原经济管理干部学院和山西柴油机厂的大力支持。山西省国防科工办科技处工程师张翼同志、山西柴油机厂工程师欧阳春芳、邬示纶等同志提出了宝贵的意见。全书由太原机械学院自动控制系刁惠文教授审订。笔者谨向以上各单位及同志们表示衷心地感谢！

本书在编写过程中参考了不少国内外书籍和资料，恕不一一列举，在此一并深表谢意。

由于时间仓促，水平有限，错误之处在所难免，诚望读者批评指正。

编 者

一九八七年元月于太原

目 录

第一章 网络计划技术概述	(1)
第一节 系统的概念.....	(2)
第二节 统筹规划的概念.....	(7)
第三节 网络图与横道图的基本概念.....	(9)
第四节 网络计划技术的由来和发展.....	(13)
第二章 网络计划技术的基础——网络图	(17)
第一节 网络图的组成.....	(17)
第二节 绘制网络图的基本规则.....	(29)
第三节 网络图的编绘.....	(40)
第四节 网络图的种类.....	(48)
第三章 网络图的时间参数计算	(51)
第一节 网络图时间参数的计算.....	(51)
第二节 时间参数计算方法的种类.....	(70)
第三节 时标网络图和日历网络图.....	(76)
第四章 网络图的优化分析	(81)
第一节 网络图最优化的概念.....	(81)
第二节 网络图的调整.....	(88)
第三节 网络计划的平衡和优化.....	(101)
第五章 网络计划技术的应用	(119)
第一节 网络计划技术应用的范围.....	(119)
第二节 网络计划技术的应用示例.....	(123)
第三节 网络计划技术实施过程中的管理.....	(142)

第一章 网络计划技术概述

网络计划技术是现代化管理技术中的重要组成部分，是一种组织生产和进行计划管理的科学方法，在科学管理实践中得到了广泛的应用和发展，并取得了显著的成效。

网络计划技术的基本原理是，将拟开发研制的规划项目和控制过程，作为一个系统来加以处理，将组成系统的各项具体任务的各个阶段的先后顺序，通过网络图的形式对整个系统全面规划，并分别轻重缓急进行组织、协调和控制，以达到以最少的时间和资源消耗来完成整个系统的预订计划目标，取得最好的经济效益。

网络计划技术的基本思想就是“统筹兼顾”“求快、求省、求好”。人们在工作实践中，经常不自觉地运用了这种方法，只不过是没进行科学的分析，没有掌握它的规律性，如：一台机床的大修过程可看成是一个系统。机床的大修任务是由许多工序组成的，如拆卸、清洗、检查、零件修理、零件加工、电器检修与安装、床身与工作台的研合、部件组装、最后组装和试车等等。这些工作可以说是一台机床大修的技术性工作，但它同时也是一个大修过程的组织工作。在同等的技术条件下，工序的组织合理与否，会直接影响着大修的质量、速度和费用等指标。由此可以看出，在这里就有一个对工作的合理安排问题。

第一节 系统的概念

一、系统的定义

半个世纪以来，在国际上把研究对象看作为一个系统已引起了很多人的注意。“系统”(system)一词源自古希腊语，有“共同”和“给以位置”的含义。根据Webster辞典的说明，“system”是“有组织的和被组织化了的全体”。当今，我们把研究对象称为系统，即由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体，而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。

组成部分可以解释为部件，是可以再把它剖分的部分。也可以解释为元素，它是不能再剖分的部分。其分割的程度，取决于研究问题的方便与否，比如：一项计划、一个研究项目、一个工厂、一个部门、一套制度等，都可以看作一个系统。在企业系统中，工厂是由人、财、物、信息等部分组成的系统。在工程系统中，如导弹是由弹头、弹体、发动机、制导等部分组成的系统。在生态系统中，农业是由森林、耕地、草原、植物等部分组成的系统。在社会系统中，是由政治、经济、科学、民主、法制等部分组成的系统。总之，我们把所研究的对象都可看成为系统。

系统具有输出某种产物的目的，但它不能无中生有。也就是说，要输出必有输入，并必须经过处理，输出是处理的结果，它代表系统的目的。处理是使输入变为输出的一种活动，一般是由人与设备分别或联合担任。输入、处理、输出是组成系统的三个基本要素，再加上反馈就构成一个完备的系统。其框图如下：

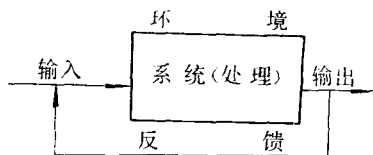


图1-1

综上所述，系统也可以定义为：具有输入和输出功能的有机整体。其过程是，输入物质、能量、信息，在系统内进行处理，输出新的物质、能量、信息，并利用反馈对系统进行有效控制。这个过程处在一定的环境中，并与环境进行物质、能量、信息的交换。

二、系统的特性

1. 集合性。一个系统是由若干个元素组成的。分析集合性，就是审核该系统的组成元素恰当否。多的元素应该删除，缺的要补齐，以便使系统构成合理。如在一个机械加工系统中，人、材料、机器、图纸、工艺卡、刀夹量具等是不可缺少的必要元素。

2. 相关性。组成系统的各元素之间是相互关联的，如在机加系统中，工人必须按照图纸及工艺卡的技术要求，对原材料进行加工。农业生产的水、土、肥、阳光、种子等要素之间都有着时间、序列和比例关系，何时倒茬、套种、间苗、施肥、除草都是相互关联的。用相关性来分析系统，主要是明确各要素间的相互关联，凡是有关联的应该紧密联系起来，无关联的全部删除。

3. 目的性。任何一个系统都有它的目的性。企业都是以少投入多产出提高经济效益完成国家交给的任务为目的。过去都认为企业增加经济效益的途径主要是减少原材料成本

和提高产品售价，实际上并不完全如此。如宣传、广告、改善包装与装璜、落实政策改善职工生活条件、调动人的积极性等也是很重要的方法。目的性有时并不一定能很明显地看出来，而必须经过反复的推敲分析才能明确。如第二次世界大战期间，英国用商船给前线送给养，为了避免德国飞机的轰炸在船上安装了高炮。但经过一段时间发现，高炮打下敌机的次数只有4%。经过反复争论，大家才统一认识到，商船装高炮的目的不是为了打飞机而是为了保护船只，以确保军需品送到前线。虽然高炮打下敌机很少，但船只的被炸沉率已从25%下降到10%。

分析系统的目的，是为了考核该系统有无存在的价值，系统的目的性是否明确。

4. 整体性。系统的要素间是相互关联相互起作用的，所以不能脱离整体去研究单个要素，并且这些具有独立功能的要素只能逻辑地统一协调于整体中，才能发挥作用。如雷达、电视机的电器元件只有组装成产品后，才能起到雷达、电视机的作用。人体是一个最好的自动控制系统，灵敏度非常高。但不能将四肢五脏都从人体上脱离下来去研究其功能。中医所讲的经络就是一个相当复杂的大网络，是个相互关联制约的整体。又如各个单位的工作优劣，主要是看这个单位整体的作用，不能只取其中的一个人来分析。不仅每个人工作好还得带动整个单位都积极去工作争取优秀。一花独放不是春，百花争妍春满园。

5. 环境适应性。系统与周围的环境有物质、信息、能量等的交换，所以系统要适应环境。经常与外界环境保持最佳适应状态的系统是理想的系统。恐龙不适应环境的变迁就要灭亡。企业更是要了解周围及同行业国内外的信息，如军

工部门的保军转民和各单位找米下锅，都要认真地分析讨论生产哪些产品为最佳方案。要竞争，要生存，就必须适应环境。

总之，要用以上五个特征去分析系统，处处想到系统本身和与其它系统的关联。

三、系统的结构

战略规划必须以战略的眼光、系统的分析、综合的能力、创新的精神来研究与制定，方能收到良好的效果。我们认为，关键是要抓好整体结构这一重要环节。任何一个全局，实际上都是一个系统。而任何一个系统的具体构成形式则是结构，系统的性质在很大程度上取决于结构。一般来讲，大系统理论的基本研究内容分为两个方面，即分析与综合。研究系统结构的目的，就是运用分析与综合方法，对已有的大系统或设计方案，进行定性和定量的理论分析或实验研究，探求改进现有系统性能和运行效率的途径，为选取系统设计方案，进行规划决策，以便收到技术先进、经济合算、运行可靠、工作协调。

“结构”与“系统”是两个含义不同而又相互关联的概念。“系统”指的是一系列相互有关的单元，为达到某一特定的目的而构成的完整综合体。而“结构”则是系统内部各单元的排列组合方式，它是系统的性质与数量的集中表现。大系统理论研究的最终目标应是建立优化的结构方案。为了完成同样的任务，控制系统可具有不同的结构方案，这就是通常所谓的“结构不确定原则”。不同结构方案的系统，必须有不同的技术经济指标。从而为企业的管理人员和系统的设计人员提出了两个问题：一是如何发挥灵活性，使有可

能设计和选取不同的结构方案；另一个是在大系统的结构方案中，存在着一个优化问题，如何在各种可行方案中选出最优方案。只有依靠结构，才能把孤立的诸单元变为一个系统，只有以结构为中介，单元的属性与功能才能变成系统的属性与功能。如果系统没有一定型式的结构，那末，系统不仅不能发挥其应有的效能，而且连系统本身也不复存在。因此，“结构”这一范畴日益受到多门学科的重视。例如，结构力学就是将宏观机械运动形式的力学结构为研究对象；在化学和微观物理学中，对分子、原子、原子核等基本粒子结构的研究更占重要的地位；地质力学就是以研究地质结构、地球结构为出发点的；天体物理学要研究天体结构、宇宙结构；现代生物学正在研究生物的细胞和分子结构。在社会科学方面，马克思、恩格斯早就运用了社会结构、经济结构、上层建筑结构等科学范畴，以揭示人类社会的本质及其发展规律。在人类思维领域中，科学家和哲学家正在探索思维逻辑结构。总之，“结构”这一概念已经得到广泛的运用，它在众多学科研究中占有重要地位，发挥着重大的作用。

我们知道，一个系统总是有许多单元或小系统组成的。一般地说，如果每个单元或子系统的性能都是好的，那么整体的性能也会比较理想。然而，当单元或子系统的数量十分庞大时，结构的合理与否，将会对系统的整体效应产生很大的影响。以系统的可靠性为例，设想一个系统是由10个单元组成，而每一个单元的可靠性均为99.99%，由于采取串联的结构形式，这10个可靠性单元组成的系统，其可靠性却下降为90.4%；若有一个系统由100个单元组成，每一个单元的可靠性均为99.99%，串联而成的系统可靠性，即下降为36.6%；1000个可靠性为99.99%的单元串联而成的系统，其可靠性下

降为 24×10^{-23} 。这一事例说明，单元性能虽好，仅由于结构不合理，会导致系统的整体效应多么大的损失。反之，如果结构合理，即便单元性能不尽完善，系统也能取得良好的性能。

系统论方法的基本思想是整体性、综合性。整体效应是系统论最重要的观点。古希腊哲学家亚里斯多德断言：“整体大于它的各部分的总和”。这个观点被现代系统论的研究所证实，被称之为系统的“非简单加合性原理”。今天，我们所面临的现代社会，是一个巨大系统，因而研究问题的方法也应有所发展，要从单值的考虑发展到多值的研究，从对单元的解剖发展到系统的综合。在分析与解决问题时，不仅要重视单元的作用，而且更要重视整体效应的优化。总之，系统的整体效应在很大程度上取决于结构，所以要研究一个系统，并使其达到优化程度，就必须首先重视结构研究，用以改善系统的功能。

第二节 统筹规划的概念

1965年，华罗庚教授在推广“关键路线法”（CPM）和“计划评审法”（PERT）这些新的科学管理方法时，把它们统一起来，定名为“统筹法”，即统筹安排的意思。它在国民经济各个部门和各个领域得到了广泛的应用，并取得了较好的效果，受到了各级领导和实际生产部门的重视和欢迎。

所谓统筹规划，就是统一规划，同时照顾到几个方面的意思。全国很多工程搞了统筹，缩短了时间，加快了工程进度。

例 1 某部队在坦克回场检查保养时，是这样来统筹规

划的。首先用20分钟的时间来仔细冲洗车辆。车辆冲洗后，需晾晒210分钟左右方可进库。在晾晒过程中，还可以同时进行下述几项工作，即车长检查电台、传动部分；炮长检查机仓、战斗部分；驾驶员检查操纵、发动机部分；二炮手检查车体外部行动部分。上述几件工作完成后，空气晾晒的时间也差不多了，车辆即可按规定进库。

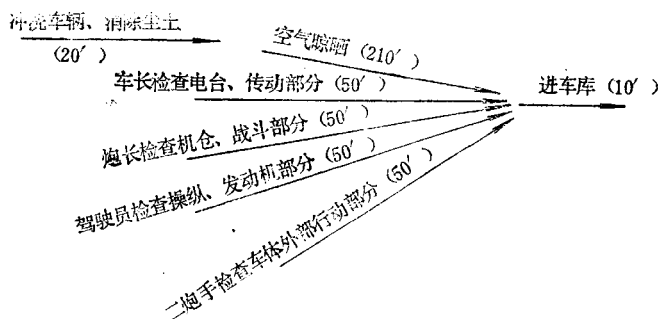


图1-2 坦克回场检查保养统筹箭图

例2 坦克电台通讯准备过程的统筹规划箭图，如图1-3所示。

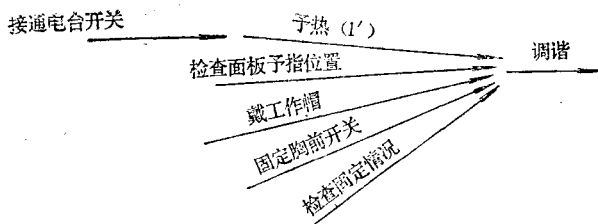


图1-3 坦克电台通讯准备过程统筹规划箭图

第三节 网络图与横道图的基本概念

一、网络图的基本概念

网络图又称箭线图或统筹图，它是用图解的形式表示一个系统各组成要素之间的逻辑关系，并形成时间的流程图。同时，我们要对系统各组成要素之间的内在联系进行分析，也就是画图的技术准备。下面将举例说明：

例1 在比较先进的小型轿车保养车间内，一般都设有一个汽车顶升柱，利用机械的力量，将汽车顶起到适当的高度，以利于汽车的保养工作的实施。

汽车保养工作大概可分为：

- (1) 润滑工作；
- (2) 调换轮胎；
- (3) 更换机油；
- (4) 清洁打蜡。

当汽车进入保养间后，是否需要先行顶起，则由保养人员决定之。如果保养人员决定先顶起车辆，则此工作程序为：

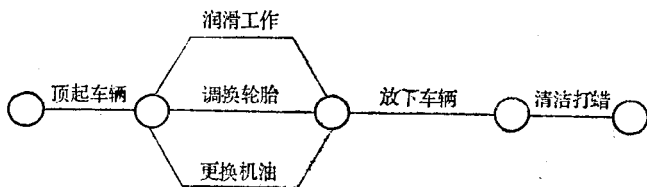


图1-4 汽车保养工作程序图

依图1-4所示，车辆顶起后，再行润滑工作、调换轮胎与更换机油，事实上是有困难的。以润滑为例，这样车底

盘的润滑比较方便，但引擎部分的润滑则要爬高去做。再以调换轮胎来说，松轮胎螺丝与装卸备胎就要吃力的了。至于更换机油工作，放掉旧机油很方便，而加新机油则成问题。如果要使每一个细节都能达到方便的目的，若没有良好的安排，就会出现汽车一会儿顶起、一会儿放下的现象。因此，在良好的管理原则下，应制定出一个合理可行的程序，以免浪费人力、物力和时间。但在未排定程序以前，我们应先将各项工作予以较细的划分，以便能适应各种状况的需要。其划分的情形与先后顺序如下：

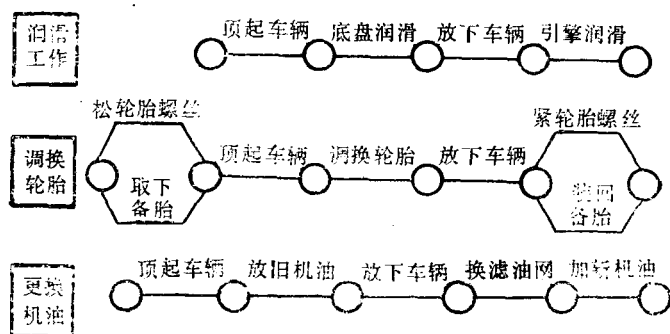


图1-5 汽车保养工作程序较细划分图

由图 1-5 可以看到，润滑工作、调换轮胎与更换机油三项工作中，都有“顶起车辆”与“放下车辆”的动作。若将它们合而为一，不但合乎逻辑，并合乎简捷的要求，使整个保养工作井然有序。其合并后的情形如下：

上述汽车保养工作程序图完成后，保养人员就会清楚什么时候应顶起车辆，什么时候应放下车辆。顶起车辆应做哪些工作，不至于有遗漏。放下车辆应做哪些工作，不至于前后矛盾，手忙脚乱。图 1-6 是汽车保养工作程序图，它还

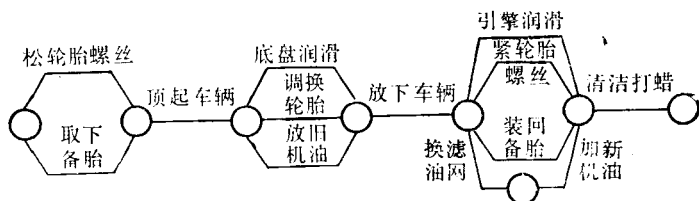


图1-6 汽车保养工作程序图

不是网络图。如果给它标上时间和箭头，那它就变成了表示一个系统中组成要素之间的逻辑关系并形成时间的流程图，这个流程图就是我们要研究的网络图，见图 1-7。

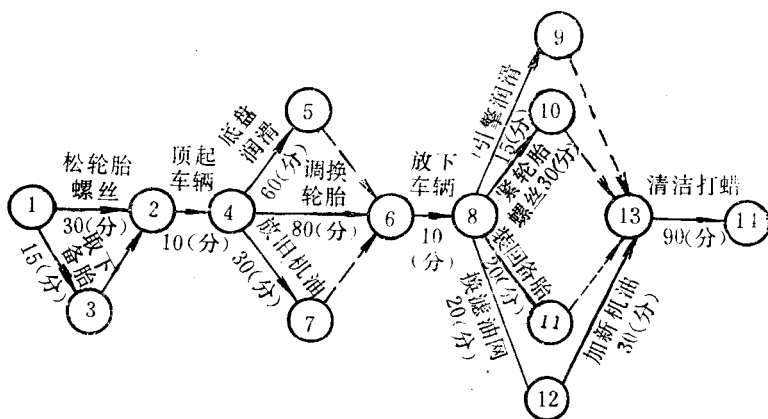


图1-7 汽车保养工作网络图

这样的网络图如果再细分的话，可以将使用的工具，先拿什么，后拿什么，拿起一件工具能同时干几件事，全部都能显示出来，这样可以提高工作效率，缩短工作时间，降低生产成本。关于网络图的具体画法和若干规定，我们将在后面章节中介绍。