

## 译 序

网络计划技术，是本世纪五十年代末在美国发展起来的一门既先进又行之有效的管理技术。自从它问世以来，世界先进国家相继引进了这一技术，并迅速应用于国防、科技开发和生产实践之中，取得了巨大的成就。我国早在六十年代就开始引进和研究这一技术，但由于历史的原因，至今这一技术的普及应用面仍然比较窄。为了迅速提高我们各行业的管理水平，有必要从实际应用的角度更多地介绍这一技术。我们翻译本书，并把它推荐给广大读者，就是为了这一目的。

本书详细介绍了网络计划技术在工程管理中的应用原理，阐述了网络计划技术在工程管理三大阶段(计划、进度与控制)中的作用、应用方法和实施步骤，并分别列举了工程实例，以辅助讲解。特别是本书将工程中各项工作的进度安排与人、财、物的分配相结合，应用关键路线法和计划评审技术等科学方法，提出了具有独创性的、带资源分配的条形图进度安排表，从而把工程中各项工作的进度安排连同分配的人、财、物等都在图上表示出来，使之一目了然。此外，本书对工程费用控制和资源均衡技术的介绍，也独具匠心。并且，还有专门的章节介绍计算机在网络计划技术中的应用。不过，其重点仍放在没有计算机的情况下，通过人工计算，应用网络计划技术进行工程管理上。应用这些技术，可使工程计划不断适应客观条件的

变化，达到多、快、好、省地全面完成工程任务的目的。本书还附有一定数量的习题，供读者练习。每章都有小结，便于读者进行概括。

本书作者M·斯比劳先生毕业于美国匹兹堡大学土木建筑专业，并获哈佛大学土木建筑专业硕士学位，先后在具有世界先进管理水平的福特汽车公司等几个美国大公司从事工程管理工作。本书是他多年从事工程管理工作的经验总结。

本书是一般工程技术人员和高等院校管理工程专业、土木建筑专业及机械制造专业的学生学习先进工程管理技术的实用参考书。

全书共九章。第一至第六章和原序由中南工业大学管理工程系陈玉雄翻译，第七至第九章以及名词解释和附录（包括习题）由湖南省国际经贸信息交流中心蒋孔昭翻译。全书由中南工业大学管理工程系李剑华教授审校，张玉纲同志复校，谨在此对审校者表示衷心的感谢。

由于译者水平有限，译文中谬误之处在所难免，恳请广大读者不吝批评指正。

译者

一九八五年八月于长沙

## 原 序

当我作为一个工程和计划管理人员，在工作中运用网络计划技术和其它工程管理原理几年之后，就产生了在适当时候把我的经验整理成文的想法。本书就是实现这一目的的最初尝试。

除了我的经验之外，本书中还补充了我的研究成果和用来给工程管理班上课的教材。

本书的编写，旨在使具有不同教育和经历背景的读者能够看懂其内容。除了介绍很基本的原理之外，本书还包括一些管理方法的阐述，对于以前受过训练和有经验的人来说，这些方法将是很有用的。

本书将向读者——也许是我们未来的计划者，阐明编排一个有效的计划和进度表的原理以及工程动工之后，控制该项工程沿着顺利完成的方向进行的方法。所有这些内容，都是按照实际工程的进行次序加以介绍的，并且，在全书的讨论中，始终引用实际工程作为运用工程管理技术的例证。

本书是按照这种方式编排的：首先，说明有组织地制订计划和安排进度的基本原理；其次，介绍工程的监督和控制方法（重点放在介绍状态报告之类的信息交流方式上）；再次，介绍工程费用管理方法和人员分配方法；最后，介绍计算机的应用。还有两章专门用来介绍另一种网络计划技术，即：计划评

审技术 (PERT)。这种工程管理技术在某些工商部门是相当有效的,特别值得指出的是,时间和费用状态报告也在这两章中作了阐述。

需要计算时,本书采用初等算术运算,并附以简单的图示。本书有意避免任何用以证实一些网络技术来由的繁琐分析。以成功地应用管理理论来现身说法,较之陈述诸如线性规划和数学模型之类的任何管理科学理论更能说明问题。

本书强调,没有计算机,同样能够进行和完成计划制订和进度安排工作。但是,在不少场合,还是可以充分利用计算机的。本书有一章说明计算机的速度和精度对大型复杂计划有何特殊作用。

书中还收入了与本书主要内容有关的习题,这些习题可供那些想检查一下自己对工程管理原理掌握程度的读者使用。书中还收入了几个工程实例作为例题。这些工程实例旨在将全书所谈到的工程管理各方面的内容都结合进去。将已完工程作为参考资料是很有用处的。

本书中介绍的大多数应用实例来自我在福特汽车公司的工作实践。这是我应用和发展本书所述技术的源泉。

我谨在此对福特汽车公司表示感谢,它允许我引用福特培训教材——《培训教程第3316号——关键路线法》的几个部分。我也想声明一下,福特汽车公司对本书中所引用的任何材料的内容及其准确性不负任何责任。本书内容是我自己编排的,我承担全部责任。

对参与本书整理工作的其他人员,我也谨在此表示谢意;感谢劳伦斯理工学院主席布罗 (W.H.Buell)、院长马保格 (R.E.Marburger) 和教务长米歇尔 (R.E.Michel) 的支持

和合作，感谢我儿子大卫(David)和我表妹尼娜·梅耶斯(Nina Mayers)所做的校对工作，感谢南妮·斯库琳(Nan Scullin)孜孜不倦地绘制底图和设计封面，特别要感谢路安妮·斯南德(Louanne Snyder)这位能干的女助手在本书编写中对我所提的宝贵建议，尤其是她在把我的草稿打成标准文稿中表现出来的耐心和工作能力。

M·(皮特)斯比劳

# 目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	关键路线法与工程 计划制订	(19)
第三章	关键路线法与工程 进度安排	(38)
第四章	工程控制	(62)
第五章	工程费用	(75)
第六章	资源均衡技术	(109)
第七章	计算机的应用	(130)
第八章	时间计划评审技术	(159)
第九章	费用计划评审技术	(182)
	术语定义	(207)
附 录	名词解释、习题及习题答案	(212)

# 第一章 绪 论

一位有见地的工程管理权威人士说过：“工程管理的要求很简单——只需要有极大的耐心、懂行和明智就行了”。<sup>[1]</sup>

这句话说得相当有道理，尤其对于管理复杂而又规模巨大的现代工程而言更是如此。但是，也有一些方法学起来和用起来都很简单，它们能够解决工程管理中所遇到的不少问题。

这些方法有下列几种：

1. 制订计划、安排进度和控制时间与费用。
2. 编制方案报告和预测工期。
3. 编制费用报告和预测总费用。

4. 结合上列各项，使用计算机，特别是对于大型复杂工程更应该如此。

在开始讨论本书的主要内容之前，我们将先解释一些名词。

**工程管理**(Project Management)：现代工商业中的工程管理，就是运用既有规律而又经济的方法，管理和控制时间、材料、人力和资金，来完成一项工程，并在时间、费用和技术效果上达到既定目标。

**工程**(Project)：我们认为，一项工程应具有以下显著特点：

---

(1) E·杰里特 (Jennett), “有效地进行工程管理指南”, 《化学工程》杂志, 1973年9月。

1. 有明确的起始点和终止点。
2. 有明确的目标。
3. 工作是一次性\*的, 而不是多次反复的。
4. 它通常包含有费用和进度安排, 目的是生产规定的产品, 或得到预定的效果。
5. 它突破许多组织和职能的界限。

**工程管理原理**(Project Management Principles): 是用来制订工程计划、安排工程进度和控制工程实施的法则。

**网络计划技术**(Network Planning): 网络计划技术相当普及, 它是一种比较新颖的、用来帮助顺利完成工程管理实践的方法。

另外, 还有其它一些方法, 它们作为网络计划技术的补充, 也将在本书中进行讨论。它们是:

- (1) 目标管理
- (2) 例外管理
- (3) 费用分析
- (4) 人员分配与均衡

运用这些方法, 涉及到细致、详尽地编制计划, 从而迫使使用者对工程进行全盘考虑。

## 网络计划技术

用得最广的工程管理方法, 是网络计划技术。它可以用来

---

\* 一次性工作(或工程), 是指那些经一次完成后不能反复的工作(或工程), 如: 修建房屋、制造飞机等等, 而象化工厂循环式流水作业那样的工作, 则不是一次性的。——译注



对一项工程制订计划，安排进度和进行控制，而一项工程则由一大堆相互关联的、具有一个共同目标的工作（也可以称为工作项目或活动）组成。网络计划技术，尤其适用于那些起始点和目标都很明确的工程。运用这种技术时，工程效益通常是相当好的。为了给生产控制、过程控制或涉及连续安排流水作业的任何类型的工作制订计划和安排进度，常用的网络计划技术在形式上需要加以改动。

## 网络计划技术的历史

在工程计划的制订中，最初要做的工作是绘制示意图。用图来标明工程进度的思想是相当古老的。看上去象网络图的图形，早在1850年的文献中就出现过。特别值得一提的是，当时从事逻辑学和代数学研究的乔治·布里（George Boole），就用图解释了逻辑学中的许多定理和不少逻辑问题，十九世纪末，普鲁士人研究出了用来标明战场上军队活动的图形。他们用图形来表示自己的军队在哪里，敌人的军队在哪里，以及战斗将如何进行。现在军人最喜欢的娱乐之一，仍是作图说明一些著名战役是如何进行的。

图的另一个用途，是由于经济学家的研究而产生的。有一篇1944年发表的文章表明，经济学家研究箭头图，旨在用它们来表示系统的流向以及各系统之间的相互关系。这些箭头图与网络计划技术中的箭头图，以及我们现有的其它一些网络方法中的箭头图，有惊人的相似之处。

在二十世纪五十年代差不多同一时期，为了帮助控制人力、材料和设备的使用，人们对于完善的计划评价技术和进度评价技术的需要日益迫切。最早运用网络图和关键路线概念的

是杜邦公司和斯佩里—兰德 (Sperry-Rand) 公司, 这是他们共同进行的一次大胆尝试。这次尝试的目的, 是要改善杜邦工程的计划制订、进度安排和协作状况。到1957年9月, 通过一台UNIVAC I型计算机, 网络计划技术和关键路线法在一个试验系统中得到了实际应用, 从这次最早的应用开始, 这两种方法就逐渐发展起来了。

与此同时, 美国海军也设计了一套方法, 来计划和协调参与北极星导弹计划的将近3000个承包单位和机构的工作。在北极星计划中产生了计划评审技术 (PERT—Program Evaluation and Review Technique), 它以帮助北极星导弹至少提前两年研制成功而闻名于世。

现在, 不少行业用网络来编制各种不同规模、不同复杂程度的工程计划。切削工具、建筑器材、机械设备的采购和安装, 都在网络的控制之下来安排进度。网络计划技术还有许多别的用途。设计工作、建筑项目、管理方案、维修工作、产品更新换代, 以及实际上通过组合可以形成一个有始有终的完整方案的其它任何活动, 都能够用网络计划技术来制订计划。

网络图解方法的名称繁多, 例如, 有关键路线法 (CPM—Critical Path Method), 计划评审技术, 工程评价法 (PEP—Project Evaluation Procedure) 以及最小费用估计和安排法 (LESS—Least Cost Estimating and Scheduling) 等等, 这些不同名称的方法仅仅在应用技巧上有所区别。其中最普遍的是关键路线法和计划评审技术。它们的主要差别在于, 人们习惯把关键路线法用来研究活动 (activity), 而把计划评审技术用来研究事件 (event)。然而, 这些差别正在逐渐消失, 现在, 网络计划技术一词, 已普遍作为上面所有这些可

供使用的规划方法的统称。

本书中所用的网络计划技术是关键路线法。关键路线法要求所有的工作都能完成，不允许失误。这就限制了它在这样一些项目中的应用，如：计划研究项目、可行性研究、试验规划、准备提案等等。上述工程项目，在许多情况下有多个方案可供选择，所有这些方案不但结果可能无法预测，而且其中某个方案或所有的方案还可能会夭折<sup>[1]</sup>。

**图解评审技术**（GERT—Graphical Evaluation and Review Technique）也是一种网络图方法，当不知道某些工作的先行工作能否完成时，图解评审技术可为应开工的工作做好准备。（但是，要使图解评审技术有效，则要求其中至少有一项先行工作必须完成<sup>[2]</sup>。）

在准备应用图解评审技术之前，建议读者先比较详细地学习一些关键路线法的知识。

在网络计划技术中，制订计划（Planning）和安排进度（Scheduling）并不是同义词。从含义来说，计划是从事一项工作拟采用的方法或步骤。计划可能与时间有关，也可能与时间无关。制订计划，就是指出要完成一些什么工作。

而安排进度，则是在计划之后，编制一个时间表，表中填入工作的时间估计值，安排进度，就是指出工作将在什么时候完成。

---

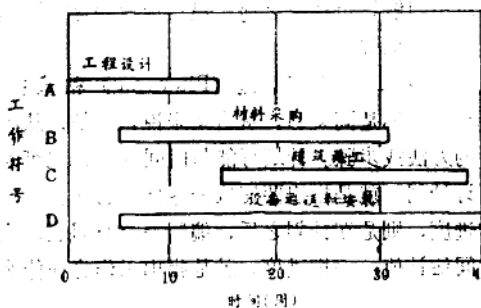
（1）得到 Prentice-Hall 图书公司准许，选自 J·D·惠斯特和 F·K·莱维合著，《计划评审技术和关键路线法管理指南》，1977年第二版，第150页。

（已有中译本，葛震明等译《统筹方法管理指南》，机械工业出版社，1983年出版。——译注）

〔2〕出处同上。

## 条形图(Bar Chart)

制订计划和安排进度的传统方法，是运用条形图。条形图标明了工程中每项工作的时间安排和工作期限。条形图对每一个工程技术人员来说，几乎都是很熟悉的。条形图基本上是以图形的形式，来标明所要做的各项工作和每项工作的时间安排，如图 1-1 所示。该条形图指出了 A、B、C、D 每项工作开始和完成的时间。A、B、C、D 分别表示一项工程的工程设计、材料采购、建筑施工以及设备运送和安装工作。在许多情况下，我们很可能会发现，其中一项或几项工作还可以细分，并能在第二级条形图中详细地表示出来。为了说明起见，不妨假定工作 A 可以分成几个主要部分，其中每个部分又构成一个条形或条形图。



图例

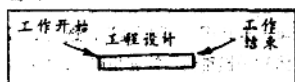


图 1-1 条形图的基本形式

这种条形图给我们提供了一些宝贵的信息。但是，却缺少

必需的数据。从对一项工程有效地制订计划、安排进度和进行控制这一观点出发，则还需要更多的和更准确的资料。例如，图 1—1 不能表明工程设计、材料采购、建筑施工、设备运送和安装（这些工作分别用 A、B、C、D 来表示）之间的关系，也不能回答下列问题：

1. 这些工作中，哪些工作能够同时进行？
2. 对每项工作而言，必须做完哪些部分之后，才能开始做其它的部分？
3. 是否应该规定某些工作，或工作的某些部分优先进行，以保证不延误工程如期完成？
4. 哪些工作或工作哪些部分的开始和结束时间可以选择？这些可以选择的时间具体为多长？

H·L·甘特 (Herry L. Gantt) 是科学管理的先驱者之一。为了制订计划，他研究了多种图形和记录曲线。大约在 40 年前，他设计出了关联条形图\*，这种图有点类似于箭头图。他在条形图中，引入了不同类型的条形阴影，来表示有可能早点开始的工作。但是，这样的条形图仍有许多局限性。这种图修改起来很困难，需要大量时间，特别是当工程规模增大、复杂程度提高时，更是如此。

采用与条形图中所用的基本相同的内容，也能够很形象地画出一幅简化的工程网络图 (network diagram) 来，如图 1—2 所示。网络图由于可使工程计划中必不可少的基本数据一目了然，从而克服了条形图结构上的许多缺陷：

1. 网络图能清楚地表明诸工作之间的相互关系。

---

\* 由于这种条形图是甘特设计的，故不少人也把它称作“甘特图”。——译注

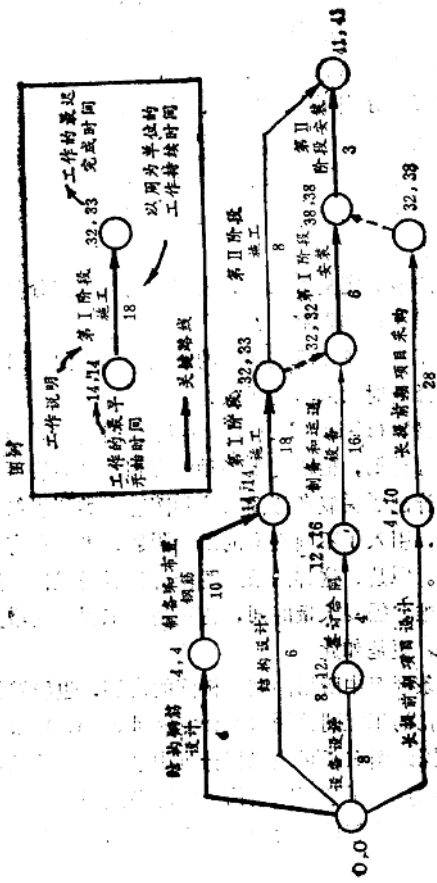


图 1-2 网络图

2.网络图表明,哪些工作能够同时进行,哪些工作要优先进行,以及哪些工作要放在别的工作后面进行。

3.网络图指出,哪些工作对进度起关键作用,并指明要求它们开工和完工的时间。

4.网络图也指出,哪些工作属于非关键性的,它们的开工和完工时间可以选择。

虽然用条形图来制订计划有许多缺陷,但是,它们已经过多年改进,能通过综合工程各方面的情况,为我们的管理工作提供相当好的信息手段。

### 制订网络计划的步骤

制订计划、安排进度和进行控制,是工程管理周期中的三个阶段。为了获得更好的效果,这三个阶段的工作在制订网络计划的步骤中是分开处理的。

制订计划阶段,是整个工程管理过程中最费时的一个阶段,然而制订计划所花费的时间又是最值得的。制订计划,就是要确定将要做什么工作。

制订工程计划,要遵循下列步骤:

第一步:确定目标。

1.陈述目标。目标可以由当初促使该项工程上马所提出的一些要求而得到。

2.列出对达到主要目标意义重大的过渡性目标或中间目标。

第二步:制订计划。

1.列出完成这项工程必须进行的工作(或活动)表。

2.按下列步骤对工作进行说明:在确定了要做的工作之

后，接着就应该确定工作之间的关系。这就涉及到要对每项工作进行仔细分析，其中包括如下内容：

(1) 工作表中，那些工作要放在其它工作之前进行？那些工作要放在其它工作之后进行？

(2) 哪些工作能够同时完成？

3. 在网络图（即箭头图\*）中，标明工作进行的先后次序关系。

确定要做哪些工作，必须由这种特定工程领域内的权威人士，通过对本工程进行仔细分析，才能得出结论。以后，网络计划就可以利用网络图，来形象地表示需要做的工作的先后次序和相互关系。

网络图画好后，就可以开始安排进度。在安排进度阶段，要介绍工作时间的安排的情况。安排进度，就是确定工作准备在什么时候进行。

安排工作进度，要遵循下列步骤：

第一步：在计划好工作的先后次序并在网络图中标明以后，就可确定工作时间的长短。

1. 估计完成该工程各项工作所需的时间。

2. 计算进度。

3. 计算完成每项工作的可供利用的时间。

4. 找出关键工作。

5. 确定非关键工作的机动时间。

第二步：如果对最初计算的工程工期不满意，则要对计划进行调整，直到工程工期达到满意的期限为止。

---

\* 本书中说的网络图与箭头网实际上是同一种图形，故从现在起统译成网络图。——译注



第三步：编制日程进度表。（用条形图就可以有效地标明这种日程进度。）

对工程进行有效的控制，指的是对工程中的每项工作，时刻进行监督。工作实际进展如何，可以通过图示或其它工作状态报告的方式表示出来。要定期向管理部门提交总结报告，报告可以每周、每两周或每月准备一次，这取决于工程的状况和规模。报告要预计工程的完成情况（一般包括费用），特别要把注意力集中在可以影响整个工程进度安排的关键工作上。

网络计划技术，作为管理一项工程使之顺利完成的主要工具，其补充内容还有这些技术，如，目标管理、例外管理、费用分析、时间和费用权衡法（或费用最小化法）以及资源分配等等。由于这些技术也用于工程管理之中，因此，下面就分别解释其含义。

## 目 标 管 理

工程目标一旦确定，就要有次序地形成措施，以便把总的力量全部引导到实现目标的轨道上来。通过网络计划技术，目标管理的应用是很容易实现的。

1. 由于有一个目标，因此，你就知道是否处在正确的轨道上。
2. 在工程进行的整个过程中，你能够评价其效果。
3. 通过经常检查目标的完成情况，你就能知道什么时候将“偏离”目标。
4. 通过了解工程要求达到什么目标，以及关于这些目标的工作进展如何，你就能以最大的效率进行工作。