

夏 平 生

现代管理方法

关键路径法与计划评审法

电力工业出版社

现 代 管 理 方 法

关键路径法与计划评审法

夏 平 生

电 力 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍当前世界上两种新的管理方法——关键路径法和计划评审法。此外，也介绍一些别的方法。这些方法可运用于现代工程和科研项目的进度安排、资源分配、财务控制等方面。它将使工程和科研项目的管理有条不紊；当遇到问题时，还能帮助找到问题的症结所在。

本书可供工程和科研管理人员、技术人员参考。

现 代 管 理 方 法 关键路径法与计划评审法

夏 平 生

*

电力工业出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4 $\frac{1}{2}$ 印张 102千字

1982年4月第一版 1982年4月北京第一次印刷

印数 0001—8920 册 定价 0.41 元

书号 15036·4309

出版者的话

夏平生先生于1979年从美国回国，曾在电力工业部许多单位和一些专业会议上介绍当今工业发达国家最普遍的管理方法——关键路径法与计划评审法。许多单位的同志对夏先生的介绍很感兴趣。

夏先生长期生活在国外，书中所举的一些例子大多是国外的情况，但所讲的基本原则可供我们研究和改进管理工作时参考。

电力工业出版社

1981年10月

3AK 100

前 言

我于1979年从美国回来，为了配合我国现代化的需要，在工程和科研项目的管理方面，曾写过一份《关键路径法》讲义，作为电力工业部电力建设总局举办的研究班的教材。尔后，我参考了国内外一些资料，改写成这本书。内容除“关键路径法”外，还包括“计划评审法”和其他方法。书中还详细论述了财务控制、资源分配和用优选法压缩工期，并提供了一些计算机程序来处理大型项目。

本书的出版，电力工业部张彬副部长给予了关怀和指导，电力部科技委金实莲副主任、电力建设总局何纯渤局长给予了大力支持，电力部科技委、电力建设总局、特别是电力工业出版社不少同志，给予了许多具体帮助，在此表示由衷的感谢。

回国两年，自愧没有任何贡献，深感内疚。特编写本书，以表心意。两年来，电力工业部各级领导，特别是张彬副部长以及齐明、白凡等同志给我生活上多方照顾，借此机会一并致谢。

夏平生

1981年6月于北京

目 录

出版者的话

前 言

第一章 概述.....	1
第二章 编制网络图.....	4
第三章 确定项目时间和关键路径.....	20
第四章 关键路径法.....	34
第五章 计划评审法.....	47
第六章 资源分配.....	65
第七章 财务控制.....	92
第八章 优选法压缩工期	104
第九章 发展和结论	114
英中对照	138
参考资料	142

第一章 概 述

在大型工程和科研项目的管理上，过去，项目的计划和进度是采用横线条进度表（Gantt Chart）。这种方法，只能表示项目中每项工作的起止时间、工作时间、工作所需的人数和各项工作之间的简单关系。它的缺点在于：

（1）没有把项目中每项工作的内在联系、前后顺序、最早可能在什么时候开始、最晚必须在什么时候完成表示出来。因此，当工作拖延时，无法算出这项工作对其他工作和整个项目的影响。

（2）没有把工作和费用联系起来，因此无法估计预算是否准确，即费用是否足够。如果要增加费用时，也难于提出准确的数字。

（3）没有把工作的浮动时间表示出来，因此无法准确地估计整个项目需要多少人员，当然也无法把数量有限的人员适当地进行分配。

（4）没有使用优选的方法压缩工期，以减少费用开支。

（5）在项目进行过程中，如果需要提前完工时，使用横线条进度表法，即使是最能干的管理人员，由于缺少有效的根据来进行指挥，也会陷于忙乱，无法达到预期的目的。

现代的工程和科研项目，非常庞大复杂，时间紧迫，人员有限，费用昂贵。各级管理人员，希望对每一个细节都能充分了解、及时掌握，并对项目进行有效的控制，以节省费用，尽快完成任务，解决一切可能出现的问题。如果只使用

横线条进度表法，是根本不能满足需要的。

一九五〇年末期，美国海军部为了加速北极星导弹的研制，要求波斯、爱伦和汉米顿（Booz、Allen and Hamilton）工程管理公司研究出一种用于项目管理的新方法。该公司研究出了一套新方法，叫做计划评审法（Program Evaluation and Review Technique），简称为泊尔特（PERT）。使用后，促使北极星导弹提前24个月完成。实践证明，它适合在科研管理中使用。

同时期，美国的丢庞（Dupont）公司为了提前生产某种新产品而取得较高利润，需要尽快建立生产线。曾请雷明顿·兰德（Remington Rand）公司作出一个有关编制计划和制定进度的方法。结果经詹姆斯·克利（James Kelly）和摩根·华克（Morgan Walker）研究，提出了关键路径法（Critical Path Method）。这一方法，在工程建设的管理方面，获得了良好的效果。

关键路径法和计划评审法在实施时，有四个步骤：第一步是编制网络图，第二步是确定项目时间，第三步是决定关键路径，第四步是制定进度。

这两种方法，基本上相同，主要不同之点在于项目的工作时间。关键路径法用于有实际经验的工程项目，因此各项工作所需的时间是明确的。计划评审法用于缺少实际经验的科研项目，因此所需的时间是不明确的。

近年来，据了解，美国洛希（Lockheed）公司，在一项C-5A的合同中，包含一项如果工程拖延将予罚款的条款，每日罚金为12000元美金。通用力学公司（General Dynamics）在制造F-111型战斗机的合同中，因提前完工而获得80万美元的奖金。可见，在国外对保证计划进度是十分重视

的。

关键路径法和计划评审法在大型项目的管理上起到了积极的作用，尤其是在计划、进度和监督控制上，是新的科学分析方法。拿计划来说，不仅把项目中每项工作的前后关系、工作所需的时间、工作所需的人数，都明确地表示出来，而且还根据实际的人数、施工材料和机具，重新计算。计算的结果，能把每项工作的最早开始时间、最晚完成时间、浮动时间，都预先告诉管理人员，使之能充分了解情况，把工作进度适当安排，而减少差错。在监督控制上，使管理人员对大型复杂项目发生问题时，能迅速找到问题的症结，而及时改正。尤其是在某一项工作拖延时，能即刻判定对项目的影 响。

以上两种方法，经过应用发展，近年来，在财务的监督控制，资源的合理分配和使用优选法来压缩工期等管理方面，又有了新的做法。这将使管理人员的管理水平进一步得到提高。

第二章 编制网络图

(Network Planning)

2-1 定义和说明

在编制网络图前，先解释一下专用名词：

(1) 项目 (Project)：一个完整的工程或科研任务。
项目是由许多单项工作组成的。

(2) 工作 (Activity)：在项目中，任何可以定以名称、独立存在、需要一定时间完成的活动或任务。

(3) 工作点或节点 (Node)：工作的起点或终点。

(4) 事件 (Event)：一项重要工作的起点或者终点，或者是一组工作完成一个段落的终点，并用一特定的时间和记号来表示它。这一点又可叫做里程碑 (Milestone)。

(5) 网络图 (Network)：把项目中的各项工作，按照相互的关系和前后的顺序，连接起来所形成的图，就是网络或网络图。

横线条进度表，是在以时间为横座标的图纸上，用横线来表示工作的进度表。工作和工作间，只有时间的差别，没有直接的联系。如第一章中所说，它有很多的缺点，而关键路径法和计划评审法可以弥补这些缺点。

在关键路径法和计划评审法中，我们首先要决定项目的工作和编排网络图，才能安排进度。网络图有两种，一种是箭示图 (Arrow Diagram) 另一种是节点图 (Activity on Node Diagram)。

2-2 箭示图

箭示图是用“箭”来表示工作。“箭”是一条直线加上一个箭头(→)，由左至右，从上到下，长短不定。它并非向量，可用来表示任何巨大或细小的工作。箭尾表示起点，箭头表示终点，然后将箭连成网络。在连成网络前，工作间的关系，必须符合下述条件：

- (1) 哪一些工作必须完成后，某一件工作才能开始；
- (2) 哪一些工作可以同时进行；
- (3) 哪一些工作不能开始，除非某件工作已经完成。

必需说明，所表示的网络图，并未表示出工作时间。工作时间在第二步中进行。

2-2-1 箭示图的说明

现在举例把箭示图中箭与箭的关系加以说明，见表2-1。

注意表2-1中 x 项，系以虚线表示，因本身不是一项实际工作，且无时间的需要，因此定名为虚项(Dummy)。

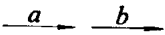
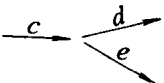
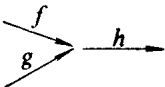
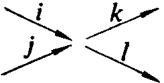
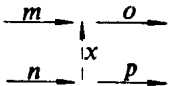
在箭示图中，某项工作必须在一定的条件完成后才能开始。这个条件又不能直接连接起来，而必须加入一个虚设的工作来表示。这个虚设的工作叫做虚项。它的工作时间等于零。

2-2-2 工作的表示方法

工作除了使用英文字母 $a b c \dots$ 等表示外，为了适用于计算机程序，也可用数目字表示。表示的方法是在“箭”的头和尾写上数字。箭尾是工作的起点，用数字“ i ”代表。箭头是工作的终点，用数字“ j ”代表。使用计算机时，“ j ”要大于“ i ”，也就是说，工作完成的数字要大于该工作开始的数字。这个数字是在工作的起点或终点，这个点又叫做工作点或事件，如图2-1所示。此时，工作用“ $i - j$ ”

表 2-1

箭 示 图 举 例

图 形	说 明
	b 工作不能开始, 除非 a 工作已经完成
	c 工作完成后, d 和 e 工作才能开始
	f 和 g 工作均须完成后, h 工作才能开始
	i 和 j 工作同时进行, 二者均须完成后, k 和 l 工作才能开始, k 和 l 也可同时进行
	m 和 n 工作均须完成后, o 才能开始 n 工作完成后, p 可开始, p 不受 m 影响

$i \xrightarrow{\text{工作}} j$

图 2-1 工作表示图

j ”来表示。

在网络图中, 很可能有两个工作 a 和 b 同时开始, 同时完成, 如图2-2所示:

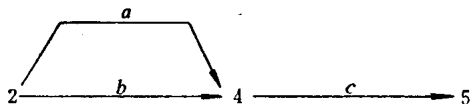


图 2-2 两个平行工作的箭示图

图2-2中的工作，如果用数字表示时，将得到：

工作	$i-j$ (数字)
a	2—4
b	2—4
c	4—5

这时， a 和 b 工作有相同的工作点数字，因此将混淆不清。输入到计算机中时，计算机无法分辨 2—4 到底是工作 a ，还是工作 b 。为了分别，所有不同的工作要用不同的数字来表示。如果有两个工作同时开始同时完成时，如图2-2中的 a 和 b 工作，必须插入一个虚项和虚点来区别它。现用图2-3来改正图2-2。该图中的“ y ”是虚项，“3”是虚点。

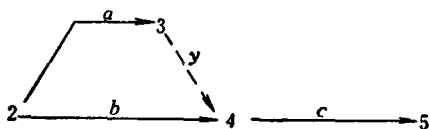


图 2-3 图2-2的改正箭示图

工作	$i-j$ (数字)
a	2—3
b	2—4
y (虚项)	3—4
c	4—5

例题 某制造公司总经理，想了解公司明年的预算，要求其下属作一书面报告。计划部门为了完成这一项目，首先请销售部门做好市场调查，确定产品的数量，向销售经理和生产经理汇报。同时向别的制造厂商调查同类产品的价格，并向销售经理汇报，作为定价的参考。生产部门在获悉产品数量后，先安排生产进度，然后确定生产费用。计划部门，在了解生产费用和产品价格后，就准备写预算报告。兹将各项工作的前后关系列成表2-2如下：

表 2-2

某公司预算报告工作表

工 作		说 明	前 面 须 完 成 的 工 作	负 责 部 门
分 项	$i-j$			
a	1—2	确定产品数量	—	销售部门
b	1—3	调查市场价格	—	销售部门
c	3—5	定价	$a、b$	销售经理
d	2—4	安排生产进度	a	生产部门
e	4—5	确定生产费用	d	生产部门
f	5—6	准备预算报告	$c、e$	计划部

表2-2可用图2-4来表示。

2-3 节点图

在项目中，箭示图常需加入虚项和虚点来表示工作的关系；这样做，有时使得网络图显得过分复杂，不易处理。为了解决这些问题，乃发展了节点图。

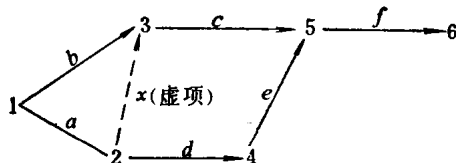


图 2-4 某公司预算报告箭示图

节点图是画一个圆来代表工作，然后用箭头把这些工作按照前后的关系连接起来构成网络。兹举一例来表示箭示图与节点图的关系。图 2-5 是一个箭示图，如果把它改成节点图则如图 2-6 所示。

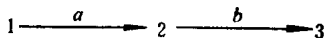
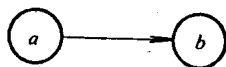
图 2-5 只有 a 和 b 两个工作的箭示图

图 2-6 图2-5箭示图的节点图

这两个图都只有 a 和 b 两个工作，都是 a 工作完成后 b 工作才能开始。

节点图，必须另外加入两个节点，第一个节点是项目的开始点，第二个节点是项目的完成点。

现把前节所述的例题，用节点图图2-7来表示。

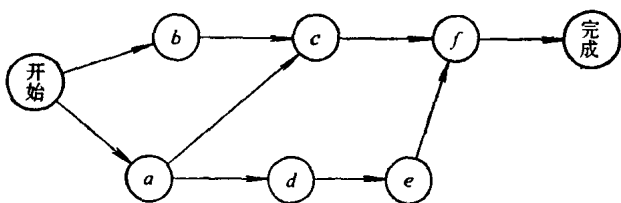


图 2-7 节2-2例题的节点图

由图2-7中可以看出，其中并无图2-4中所示虚项。

2-4 箭示图和节点图的比较

箭示图是最先发展的图形，具备成熟的经验，工作之间，前后的关系非常明确，便于使用计算机来处理 and 计算。其中工作点是一项工作的起点或终点，也可以是一组工作检查点。管理人员把这一工作点叫做事件或者里程碑。此时即可把前段的工作做一总结，又可以对以后的工作，重新调整安排，做出较好的决定。箭示图的缺点是图形复杂，不易绘制和了解。

节点图发展较后，图形清晰，没有虚项工作，绘制简单，容易了解，更改也较容易。由于节点本身就是工作，并非工作的起点或者终点，在检查进度时，往往必须注明某项工作做为工作的检查点。因此工程人员，不愿采用这种图形，以免繁琐。

2-5 例题

1. 某项目，由A到I共有九项工作，其关系如下：

- (1) D和E必须完成后，G方能开始；
- (2) A是起点工作；
- (3) G和H在I的前面；
- (4) D靠B完成后才能开始；
- (5) I是完成工作；
- (6) C完成后，E和F方可开始；
- (7) H在F之后；
- (8) A完成后，B和C可以同时工作。

分别用箭示图和节点图表示，见图2-8。

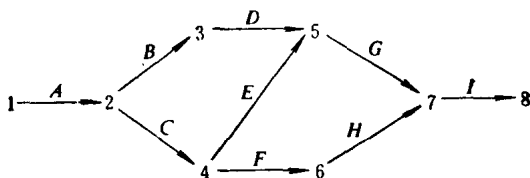


图 2-8 (甲) 箭示图

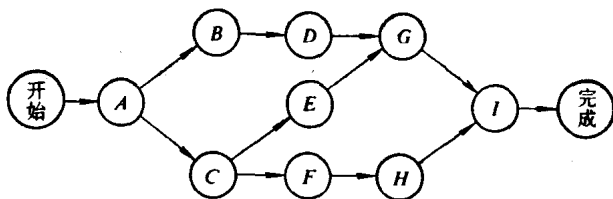


图 2-8 (乙) 节点图

2. 某项目，由A到M共13项工作，关系如下：

- (1) E在B之后；
- (2) A完成后D可开始，D在G之前；
- (3) A、B、C同为开始工作；

- (4) E 限制 J 和 K 的开始;
- (5) G 须在 D 和 B 完成后, 才能开始;
- (6) L 和 M 是最后工作;
- (7) F 在 C 之后, 在 J 和 K 之前;
- (8) I 不能开始, 除非 G 和 H 已经完成;
- (9) E 在 H 之前;
- (10) M 在 K 之后;
- (11) I 和 J 完成后, L 方可开始。

分别以箭示图和节点图表示, 见图2-9。

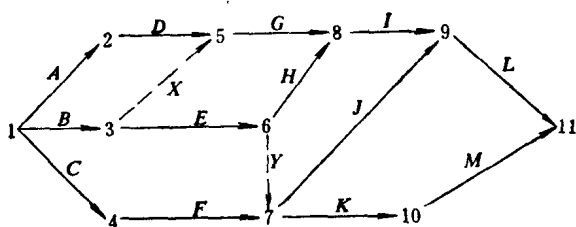


图 2-9 (甲) 箭示图

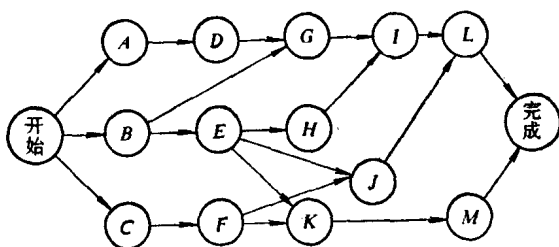


图 2-9 (乙) 节点图

2-6 工作点重新编号

前面谈到, 工作可用工作点 “ $i-j$ ” 来表示, 在定工作点的时候, 必须由小至大顺序排列, 也就是说工作的起点