

工程计划网络图示管理



国防电子工程编辑部

前 言

本文集所称“工程计划网络图示管理方法”，系根据“Program Evaluation and Review Technique”翻译而成。为简便起见，我们将原名缩写“PERT”译为“佩特法”。

这一方法自 1958 年问世以来，由于它在北极星导弹研制管理中取得的成就，很快在美国推广应用，并且发展出几十种翻版。在 1962 年前后，在一些出版物和涉及众多部门的数以十计的管理杂志上，出现了数以百计的有关这一方法及其各种翻版的文章，我们从中选择了一些典型的材料，而编译成这个集子。

在这个集子中，笔者编写的《工程计划网络图示管理方法（佩特法）基础》一文，比较系统地介绍了这一方法的基础知识，可作了解这一方法的导引材料。编译的《有助于作计划的解析方法——佩特法》一文，比较客观地评论了这一方法的作用，有助于我们正确认识和理解这一方法。在编译的六篇有关这一方法在具体工程项目中应用的文章中，《辛康姆系统事件的时间进度网络图》一文，介绍了这一方法在一个中等规模电子工程中的应用情况，特别要注意的是，用此方法是如何有助于工程费用管理的；《佩特法对 C-141 飞机的应用》一文，介绍了在投标申请中是如何用这一方法的，还可注意到，采用了“管理检查与措施”双周简要和“趋势线分析”等管理图表；《佩特法在奈克Ⅲ中的应用》一文，其特色是，对于正在进展中的工程项目，是如何逐步应用推广这一方法的，该文介绍了这一方法在大型雷达现场安装试验中的应用情况；《在民兵导弹再入飞行器研制中使用的管理运行系统技术》一文，是这一方法在一个规模较小的项目中的应用，其特色是如何根据实际情况更好应用这一方法。《佩特法是怎样用于管理 X-20 工程的》一文，介绍了这一方法在大型工程中是如何应用的，特别是作为主承包商之一的波音公司，专门设有佩特法控制室，并在这个室内定期举行各个级别的管理会议。《佩特法对专用自动电话分局装置的应用》一文，介绍了由粗到细分阶段分步骤地绘制出这一方法的网络图。编译的《佩特法的实践经验》一文，简要地介绍了绘制网络图的正确做法，可供参考。《佩特法与 β 分布》一文，是从许多同类文章中选出的，使得我们能够从数学理论上更好认识这一方法。最后一篇《手工式网络图的构成》一文，介绍了如何以手工方式逐步绘制出网络图。

由于笔者水平有限，时间仓促，在材料的选取和文章的编译中会存在不少问题，请读者提出宝贵意见。

在这本集子的编译过程中，魏鸣一总工程师作了许多具体指导并审阅了有关文章，张秀岐、李鹏飞和喻家声同志给予很多帮助，周玉英同志绘制了全部底图，借此谨致谢意。

目 录

前 言

第一章 工程计划网络图示管理方法——佩特 (PERT) 法基础	(1)
§ 1-1 引言	(1)
§ 1-2 佩特法基础	(1)
一、佩特法的网络图	(1)
二、工序时间	(8)
三、关键途径	(4)
四、机动	(5)
五、完成概率	(7)
六、网络图的绘制	(9)
七、佩特法的数据处理	(11)
八、动态控制系统	(12)
九、佩特法的推广	(13)
§ 1-3 短评	(14)
第二章 佩特 (PERT) 法的应用	(16)
§ 2-1 有助于作计划的解析方法——佩特法	(16)
§ 2-2 辛康姆系统事件的时间进度网络图	(18)
§ 2-3 佩特法对 C-141 飞机的应用	(27)
§ 2-4 佩特法在奈克Ⅲ中的应用	(30)
§ 2-5 在民兵导弹再入飞行器研制中使用的管理运行系统技术	(33)
§ 2-6 佩特法是怎样用于管理 X-20 规划的	(37)
§ 2-7 佩特法对专用自动电话分局装置的应用	(44)
第三章 佩特 (PERT) 法网络图与 β 分布	(49)
§ 3-1 佩特法的实践经验	(49)
§ 3-2 佩特法与 β 分布	(49)
§ 3-3 手工式网络图的构成	(54)

第一章 工程计划网络图管理方法

一 佩特(PERT)法基础

§ 1-1 引言

1958年3月,美国出现了在舰队弹道式导弹(北极星)计划中使用工程计划网络图管理方法—佩特(PERT)法的新闻报道。从此,该法公诸于世。

北极星计划是1957年开始的,由美国海军特种计划局负责抓总。由于此项计划庞大复杂,参与的有8家总包公司、250家二包公司和9000余家三包公司。为进行有效的管理,遂制订出了上述技术。北极星计划原定1963年完成,但结果差不多提前近三年完成,其间,佩特法作为整个管理系统的一部分,对此成功有值得注意的影响。

佩特法在北极星计划中获得的成就,立即引起美国空军、陆军、国家航天局与企业界的注意,竞相采用并有所发展。阿波罗载人登月计划,从1961年5月开始到1972年12月结束,参与的有二万多家大、中、小公司和厂商,120所大学和实验室,共四十二万人、三百多万零部件。这样庞大复杂的项目,其初步计划、选择承包公司和组织管理都是在佩特法的帮助下实现的。由于佩特法接二连三的成功,美国国防部与航天局规定,凡大型研制项目均得采用此技术,承包商在投标申请时就必须提供有关佩特法的计划,方才可能争得合同。

不仅在美国,世界各国相继采用这一技术。至今,佩特法已是一切规划负责人和企业管理人员的通用工具。早在六十年代,就有人称誉佩特法是管理上最重要的突破,是计划组织方面首要的卓越成就。更有人称之为进行计划与业务管理的现代化方法。

佩特法实质上是应用统筹方法和电子数字计算机进行科学管理的一项先进技术,故涉及到一些概率论方面的知识。若有这方面的知识,则更利于了解这一技术。

佩特法是在甘德线条图、工序流程图、组装顺序图、生产线均衡、标志报告系统等基础上发展出来的一种管理工具,它规定和拼接了一连串必须按进度完成的事件,以确保整个计划按期或提前完成。应用这一工具,使得管理人员能够及时掌握整个计划的全面动态,预测进度和预计可能发生的问题,集中注意力于需要作判断和采取措施的方面,并估计建议采取的措施对满足目标进度的影响。作为一种有效的工具,佩特法辅助人们作判断而不能代替人们作判断。

现在,佩特(PERT)已是一个总称,它泛指美国海军的PERT原型及其以后的几十种翻版。本文作为介绍此项技术的基础,着重于其原型。

§ 1-2 佩特法基础

一、佩特法的网络图

1. 甘德线条图

计划工作中的线条图,为甘德*首创,已沿用了数十年。它是对应该完成的项目任务,规定

*即美国人 H.L.Gantt, 此人在管理方面颇有建树。

一些标志，在图的顶端或底端自左至右标上时间尺度，在相应的任务旁标上线条，注上各标志，以示进度，如下图所示。

线条图的根本缺陷在于没有反映出不同任务的标志间存在的全部相互连结关系。它远不能一眼就看出哪些任务、哪些标志对整个项目的进展起决定性的作用（一般，它们只占总数的十分之二或更少），以及哪些任务却可暂时搁一搁，以便计划管理人员和领导正确估计形势和采取必要的措施。

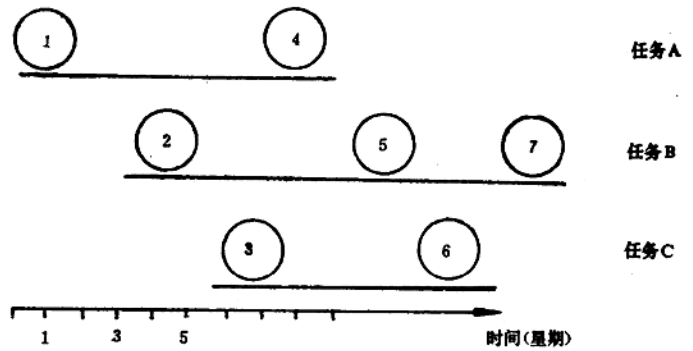


图 1-1 甘德线条图

特别是对于大型复杂的含成百上千独立标志的研制项目，线条图更难胜任，搞不好容易造成混乱和遗漏，使得在计划的实施过程中，增添额外的麻烦和困难，甚至导致错误的判断。

2. 变线条图为网络图

针对上述线条图的实质性缺陷，，可采取如下步骤，变线条图为网络图。

第一步，改线条图为图 1-2。

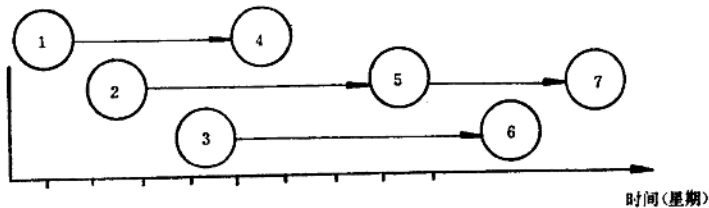


图 1-2

第二步，同样以箭头方式标上各任务标志间的相互连结关系，成为下图 1-3 所示的佩特法的网络图。将线条图变成网络图，可以去掉（亦可保留）附有的时间尺度。

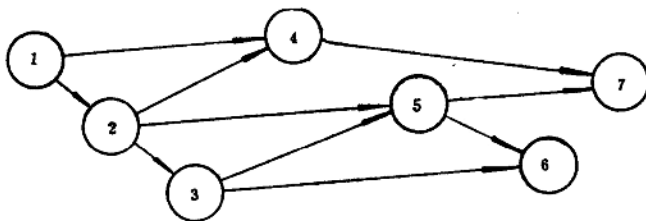


图 1-3 佩特法网络图

3. 事件与工序

从图 1-3 可见，佩特法的网络图由事件与工序组成。

所谓事件，在时间上是一个瞬时，表示某一工序的完成或开始，以注有号码的圆圈（或椭圆）或方框（长方框）表示。工序一般是有时间长度的，即完成该工序所需的时间，在特殊情况下，也有可能所需时间为零，凡这种工序则称虚工序或称限制。这里以连接两个事件的箭头来表示工序，箭头始端为开始事件，终端为完成事件。以虚线箭头表示虚工序。

4. 佩特法网络图的构成规则

对于佩特法网络图的构成，可归纳出如下五条规则：

（1）一个佩特法的网络图，其左边有一个网络开始事件（表示整个项目的开始），其右边有一个网络结束事件（表示整个项目完成）；

（2）一个佩特法的网络图，应包括为达到网络结束事件所必需的全部工序与事件，各工序与事件顺序自左向右画；

（3）只有工序的开始事件已发生，该工序才能开始；

（4）只有其前导工序均已完成，该事件才能发生；

（5）在佩特法的网络图中，每个事件只能发生一次，从而不允许出现封闭的循环。

二、工 序 时 间

1. 工序时间的不确定性

特别是对于研制性项目，未知因素较多，情况随时可能有变化，在制订计划时很难把握单独完成每道工序的时间，即工序时间是不确定的，存在不确定性。

2. 三种时间估计

考虑到工序时间的不确定性，在佩特法中，对每道工序作出如下的三种时间估计：

（1）最可能的时间估计，用 m 表示，反映在正常条件即不发生任何妨碍进程的意料之外的问题时，完成该工序所需的时间；

（2）乐观的时间估计，用 a 表示，反映在顺利条件下完成该工序所需的最短时间；

（3）悲观的时间估计，用 b 表示，反映在不利条件下完成该工序所需的最长时间。

一般，以星期为单位表示工序时间（注意，此以实际工作日折算星期数）。规定将每道工序的三种时间估计的具体数值写在网络图中该工序箭头的上面，顺序是 $a-m-b$ ，如图 1-4 所示。

据美国文献称，经验表明， m 的数值一般偏近 a 而离 b 则较远。

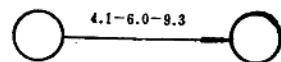


图 1-4

3. 工序时间的概率密度分布*

众所周知，处理具有不确定性的量的数学理论是概率论。在概率论中，称具有不确定性的量为随机变量，与随机变量相连的是它的概率分布密度。

由上述三种时间估计知，工序时间的概率分布密度函数，应该在最可能的时间估计 m 处有

* 有兴趣者可看此段，一般可跳过。

一个单峰，应该从一个端点 a 连续地变化到另一个端点 b ，而在此二端以外，其值为零。

在熟知的概率分布密度函数中， β 分布密度函数具有这种特性，故以它作工序时间的概率密度分布函数。其具体的表达式为

$$f(t) = \begin{cases} \frac{\Gamma(\alpha + \gamma + 2)}{\Gamma(\alpha + 1)\Gamma(\gamma + 1)(b-a)^{\alpha + \gamma + 1}} (t-a)^\alpha (b-t)^\gamma, & a < t < b, \\ 0 & t \leq a, t \geq b \end{cases}$$

式中，应取 $\alpha > 0$ ， $\gamma > 0$ ； Γ 函数指

$$\Gamma(P) = \int_0^\infty x^{P-1} e^{-x} dx$$

4. 工序的期望时间

前面讲到，考虑到工序时间的不确定性，对工序时间作了三种时间估计。在佩特法中，这些是原始数据，需作加工处理。具体做法是作出如下的加权平均值

$$t_c = \frac{a + 4m + b}{6}$$

作工序的期望时间。一般在网络图中，规定把它写在相应的工序箭头之下，如图 1-5 所示。



图 1-5

对于虚工序，则如图 1-6 所示。

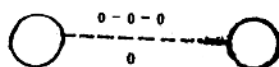


图 1-6

作为佩特法的一种翻版，对每道工序只取一种时间估计，即工序的期望时间，直接作为佩特法的原始数据。

三、关键途径

1. 工序途径

从佩特法网络图的开始事件起，到某个特定的事件，可由网络图中各相应工序串联形成一条或数条工序途径，如图 1-7 所示。

对于图中的事件 5，有 5 条途径：1-2-5、1-3-2-5、1-3-5、1-3-4-5、1-4-5。

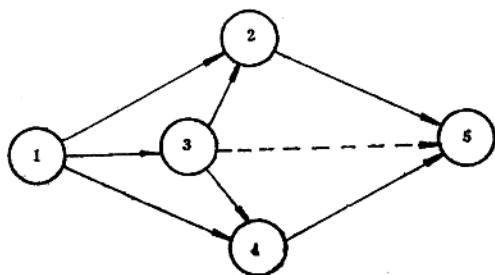


图 1-7

2. 工序途径的期望时间

按概率论知，随机变量之和的期望值等于各随机变量期望值之和，于是将工序途径上各工序的期望时间相加，即得工序途径的期望时间，如图 1-8 所示。

*按 PERT 原型的讨论，尽管用此式作计算，但机理上实属近似。参见本文集 §3-2 «PERT 与 β 分布»。

对于图中事件 5，工序途径的期望时间分别为：8.4、11.6、2.2、13.8、7.7（星期）。

3. 事件发生的最早期望时间

如前所述，对于网络图中某个特定的事件，可能有一条或数条工序途径，每条工序途径，都有其期望时间，它们中的最大值，表征该特定事件发生的最早期望时间，记为 T_F 。

如上述例子，事件 5 发生的最早期望时间 $T_E = 13.8$ 星期。因为在这个时间以前，从期望的意义上来讲，该事件尚未发生，其后工序还不能开始。

4. 关键途径

若把上述特定事件取为网络图的结束事件，则凡工序途径的期望时间等于网络图结束事件发生的最早期望时间的工序途径，称为关键途径。当然，关键途径有可能多于一条。

关键途径至关重要，因为它的期望时间即为完成整个项目的期望时间。若关键途径的期望时间增长一天，则完成整个项目的期望时间将增加一天；反之，若关键途径上的工序提前完成，则期望整个项目有可能提前完成。

由此可见，位在关键途径上的各道工序至关重要，故在网络图中将它们的箭头标粗，以示注意。

另外，其期望时间接近关键途径期望时间的工序途径亦比较重要，称为次关键途径。因为次关键途径上若有工序不能按期完成，则有可能将此次关键途径上升为新的关键途径；或者关键途径提前完成，亦有可能把次关键途径上升为新的关键途径。

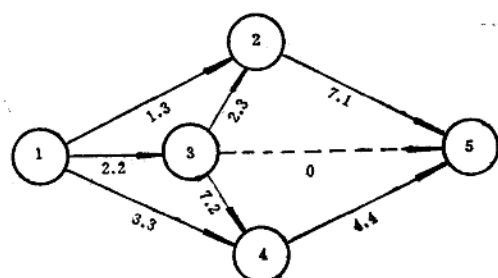


图 1-8

四、机 动

1. 事件发生的最晚时间

关于事件发生的最晚时间，我们用一个普通事例说明这个概念。若你离开办公室到乘班车点需 5 分钟，18 时整下班，而班车是 18 时 15 分开。因此你可以在 18 时整或 18 时 05 分离开办公室，但最迟不得晚于 18 时 10 分。这就是你为赶班车而离开办公室这一事件发生的最晚时间。

佩特法网络图中的每个事件都有上述特征，称为该事件发生的最晚时间，记为 T_L 。只要该事件不晚于这个时间发生，则不会使网络图的结束事件的发生时间推迟。

因此，对于网络图的结束事件来说，其发生的最早时间 T_F 与最晚时间 T_L 是相等的，记为 T_S 。

对于任何工序，其开始事件的 T_L 值应等于其结束事件的 T_L 值减去该工序的期望时间。对于任何工序，其结束事件的 T_L 值为其诸后续工序开始事件的 T_L 值的最小者。由此，可从网络图的结束事件（对于它， $T_L = T_E$ ）逆向一一计算出网络图中任何事件的最晚发生时间 T_L 。

例如，设图 1-9 中事件 8 为网络图的结束事件，其 T_E 即 T_L 为 61 星期。事件 7 的 $T_L =$

61-9=52 星期。事件 5 的 $T_L = 61 - 11 = 50$ 星期。事件 6 作为工序 6—7 的开始事件, 其 $T_L = 52 - 11 = 41$ 星期; 而作为工序 6—5 的开始事件, 其 $T_L = 50 - 10 = 40$ 星期; 而作为所在工序的结束事件, 其 $T_L = 40$ 星期。

2. 事件发生的机动值

对于佩特法网络图中的每个事件, 都可定义一个事件发生的机动值 S , 它是该事件发生的最晚时间与最早时间之差, 即

$$S = T_L - T_E$$

这就是说, 该事件可以在 T_E 之后但必需在 T_L 之前发生, 而不会推迟整个网络图结束事件的发生, 这就表明可能有宽余或机动, S 即为这种机动的时间间隔。

对于关键途径上的所有事件, 其机动值为零; 反之, 若某事件的机动值为零, 则该事件必在关键途径上。

一个事件的发生, 有多少机动值, 对于管理人员来说, 至关重要, 因为根据这一信息, 管理人员可作出有关物资与人力的最佳调配方案。

在图 1-10 中, 标出了各个事件的 T_E 、 T_L 与 S 。

这里应该指出的是, 所谓事件发生的机动值, 其含义为在该网络图的范围内相对比较而言的机动, 其值至少为零 (若该事件在该网络图的关键途径上), 或为正 (若该事件不在该网络图的关键途径上)。

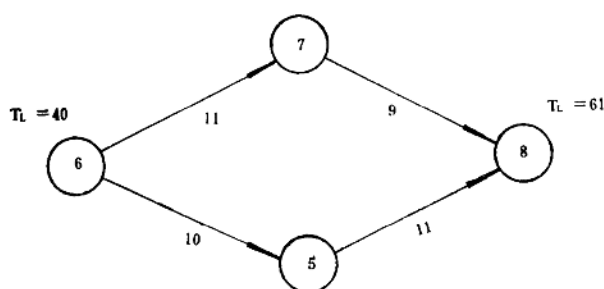


图 1-9

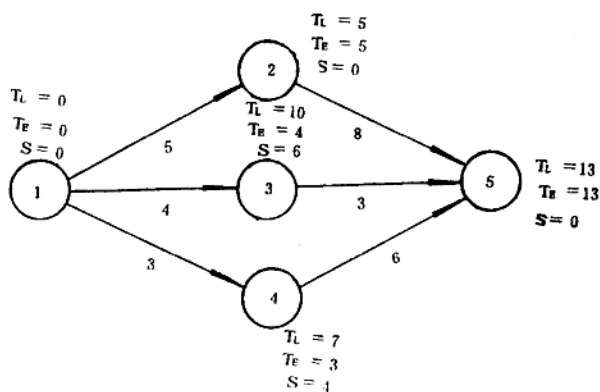


图 1-10

3. 工序的机动值

由前面可知, 对于任何工序, 其开始事件发生的机动值必等于其结束事件发生的机动值, 此值即表示该工序的机动值。同样, 其含义亦在该网络图内相对而言, 此值至少为零。

4. 进度机动值

但凡一个工程项目, 合同规定了一个研制时间周期 T , 研制方排了一个网络图, 算得网络图结束事件发生的期望时间 T_s 。一般, 二者是不一样的, 故定义一个进度机动值 S_c 。

$$S_c = T - T_s$$

若 S_c 为正, 称为正机动, 表明进度的期望期限在规定的完成期限之前, 此即说明, 整个进度有一定的机动时间, 更有把握使整个项目按规定期限或能提前完成; 反之, 若 S_c 为负, 称为负机动, 表明期望的进度期限在规定的完成期限之后, 则说明按规定期限完成整个项目

的把握更小，需追加有效措施，以赶上规定的期限。

五、完成概率*

1. 工序时间的标准偏差

如前所述，尽管考虑到特别是研制性工序时间的不确定性，而要求对每道工序有三种时间估计，且取它们的加权平均值作为期望的工序时间，但这样的期望的工序时间仍然有它的不确定性。为反映这种不确定性，而引入工序时间的标准偏差。在佩特法中，规定工序时间的标准偏差 σ 为

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

2. 关键途径时间的标准偏差

在佩特法中，规定了各道工序为独立进行的，故按概率论知，独立随机变量之和的标准偏差为各随机变量标准偏差的和方根，故工序途径时间的标准偏差为途径上各工序时间标准偏差的和方根。于是，可规定关键途径时间的标准偏差 σ_c 为

$$\sigma_c = M_{ix} \sqrt{\sum \sigma_i^2}$$

式中， i 表关键途径上各工序； M_{ix} 则表示，若同时存在数条关键途径，则从数个和方根中取最大者。在此，为区别起见，称此最大者相应的关键途径为主关键途径。

3. 完成概率

由概率论的中心极限定理知，当随机变量的个数增多时，它们的和渐近服从正态分布。故对于一个工序数为数十或更多一些的项目，其完成时间渐近服从正态分布。

前面，我们已经求得了一个项目的期望的进度期限 T_c ，以及标准偏差 σ_c ，那末对于给定的项目完成期限 T ，可据正态分布表，查得该项目的完成概率。具体做法是，作

$$z = \frac{S_c}{\sigma_c} = \frac{T - T_c}{\sigma_c}$$

由 z 值查表 1-1 得项目的完成概率 $P(z)$ 。

值 $(1 - P(z))$ 表示欲按规定的完成期限 T 完成项目所要冒的风险。

据美国文献称，经验表明，当 $P(z) < 0.25$ 时，冒的风险较大，值得注意；一般当 $0.25 < P(z) < 0.60$ 时，比较正常；而当 $P(z) > 0.60$ 时，当然，按规定完成期限完成项目的把握更大，或所担的风险更小。但从投资上考虑，可能有可节约之处。

*对于每道工序只有一种时间估计即期望的工序时间的 PERT 翻版，则无此概念。

表 1-1

z	$P(z)$	z	$P(z)$
-3.0	0.001	0.1	0.540
-2.9	0.002	0.2	0.579
-2.8	0.003	0.3	0.618
-2.7	0.004	0.4	0.655
-2.6	0.005	0.5	0.692
-2.5	0.006	0.6	0.726
-2.4	0.008	0.7	0.758
-2.3	0.011	0.8	0.788
-2.2	0.014	0.9	0.816
-2.1	0.018	1.0	0.841
-2.0	0.023	1.1	0.864
-1.9	0.029	1.2	0.885
-1.8	0.036	1.3	0.903
-1.7	0.045	1.4	0.919
-1.6	0.055	1.5	0.933
-1.5	0.067	1.6	0.945
-1.4	0.081	1.7	0.955
-1.3	0.097	1.8	0.964
-1.2	0.115	1.9	0.971
-1.1	0.136	2.0	0.977
-1.0	0.159	2.1	0.982
-0.9	0.184	2.2	0.986
-0.8	0.212	2.3	0.989
-0.7	0.242	2.4	0.992
-0.6	0.274	2.5	0.994
-0.5	0.309	2.6	0.995
-0.4	0.345	2.7	0.997
-0.3	0.382	2.8	0.997
-0.2	0.421	2.9	0.998
-0.1	0.460	3.0	0.999
0.0	0.500		

4. 网络图的调整与模拟

上述完成概率表明,当按规定的完成期限完成项目冒的风险太大时,就得调整计划,随之而调整网络图。从管理的角度,不外乎下列三种办法:

- (1) 变串联工序为串、并联工序;
- (2) 改变对工序的物资与人力分配,加强关键途经;
- (3) 改变工序范围,甚至取消某些工序。

第一种办法直接改变了网络图的结构,缩短工序途经时间。例如可将图 1-11 (串联工序)

穿插成串、并联工序如图 1-12。结果,使得由前者的 19 个星期减少到后者的 12 个星期。

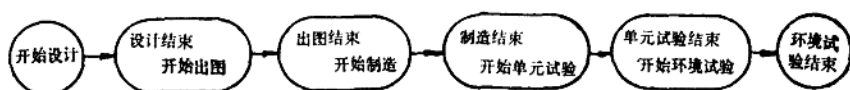


图 1-11

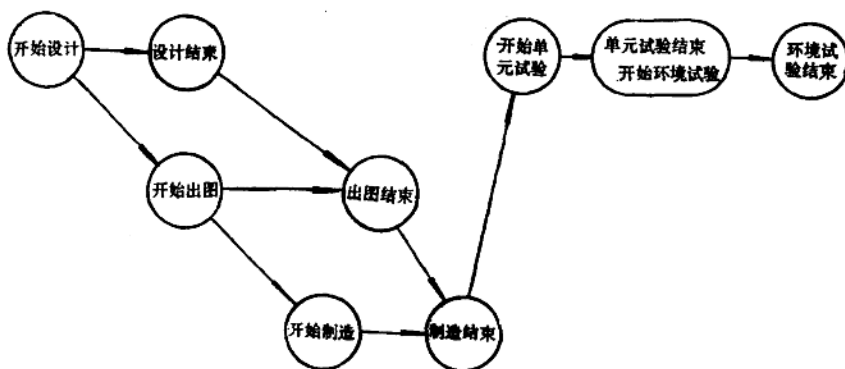


图 1-12

第二种办法加强了关键途径,从而有可能缩短关键途径上各工序的时间,因而缩短关键途径的期望时间。

第三种办法,尽可能减少工序,以缩短关键途径。例如原计划对单元一级作冷热与振动试验,必要时,振动试验不在单元一级作,改在分机一级作。又如变某些构件的自制为采购。

应当注意,切不能凭主观意愿人为地压缩工序的时间估计,这样作只会降低佩特法的有效性与真实性。

调整了网络图,应作模拟计算,决定调整了的网络图的特性,如寻求新的关键途径、计算机动值与完成概率。管理人员对此作出判决,以便选择最佳的调整方案。

六、网络图的绘制

1. 粗网络图

对于大型的复杂项目,在早期计划阶段,先形成一个粗网络图。如美国空军武器系统典型的粗网络图包含约 100 个重要的标志。粗网络图中的每道工序表示一个需详细实现的大方面,这样的一道工序可扩展成一个甚至若干个详细的网络图,而这种详细的网络图又将包括数百个较小的事件与工序。

为具体实现这样的粗网络图,可先开列工作分解条款,并形成树状的工作分解结构。

例如,项目是研制某型号导弹的第一试样,其结束事件是将它竖在发射台准备发射。列出粗网络图的工作分解条款为:

地面设备

导弹
维护设备
操作人员
发射台

进一步细分,例如导弹这一条款又可开列成:

推进系统
弹体
再入飞行器

等等,从而形成树状的工作分解结构如图 1-13,这种结构同时反映了管理的各级。

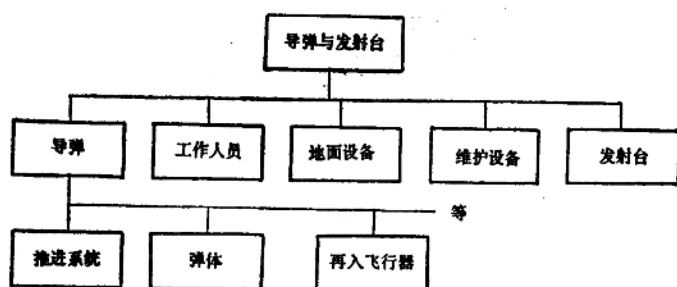


图 1-13

在项目的开始事件后,将有制造导弹、训练人员并送到发射台、在发射台安装维护设备与地面设备、在发射台安装导弹这些工序,分析了它们之间的相互关系后,即可形成粗网络图如图 1-14。

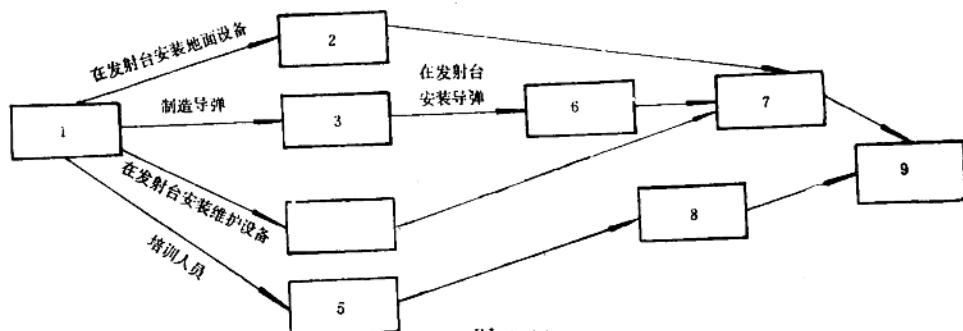


图 1-14

1——项目开始; 2——在发射台安装地面设备完; 3——制造导弹完;
4——在发射台安装维护设备完; 5——训练人员完; 6——在发射台安装导弹完; 7——发射台建成; 8——发射台的操作人员可用; 9——准备发射。

2. 报告网络图

如前所述,粗网络图中的一道工序可扩展成一个或数个更加详细的网络图,这种详细的网络图又将包括数百事件和工序。称这种详细的网络图为报告网络图。诸如研制、工装、生产、试验等粗网络图中的工序,将形成众多的报告网络图。在形成报告网络图时将更详细地排出工作分解条款,给出一步步达到目标的事件和工序。报告网络图为较低一级的管理所用。

3. 总网络图

总网络图是由下一级的各报告网络图拼接而成的。在拼接时,并非把各个报告网络图中的每个事件都表达在总网络图上,通常仅将每个报告网络图的重要事件拼接而成总网络图。在拼接总网络图时,有一些事件是一个以上报告网络图所共有的,它们或者原先就是在这几个报告网络图中的,或者是为交连目的而外加的。这样的公共事件称为交连事件。拼接总网络时,这些交连事件

的重要性在于，要借助于它们，方能把各报告网络图拼接成总网络图。

4. 佩特法的有关组织

在零级即最高一级的管理机构，设系统专项办公室（简称 SPO），其职责为：

- （1）制订粗网络图；
- （2）制订对各报告网络图详细程度的要求；
- （3）制订报告网络图应上报的报告格式与报告周期；
- （4）与各报告网络图的代表一起会商制订总网络图，并随进展而维护更新；
- （5）对承包商作定向训练，使其掌握报告的方式与规则；
- （6）派出佩特法工作组，协助各承包商制订佩特法的网络图。

各承包商设佩特法小组，其职责为：

- （1）接受系统专项办公室的定向训练；
- （2）与系统专项办公室派出的佩特法工作组一起，规定承包商的佩特法的所有工序，制订承包商的佩特法网络图，以及明确与总网络图有关的交连工序；
- （3）按规定定期向系统专项办公室提交进展报告；
- （4）随进展而维护更新承包商的佩特法网络图。

上述系统专项办公室派出的佩特法工作组，其组长应在佩特法方面有经验，并熟悉系统专项办公室规定的方式方法，其成员通常包括设计工程师、机械工程师、制图部门的领导、标准化工程师、行政人员、财会人员、进度管理代表、采购代理人等，一般不超过十人，而对于小的网络图，一、二人即够。工作组的全体成员对项目的目标、对规定的事件与工序有共同的理解。

七、佩特法的数据处理

1. 手工或电子计算机处理

一般，对于含几百事件的较小网络图，尚可用手工处理*。但对于大型网络，则需借助电子数字计算机。

2. 输入信息

一般，有五类输入信息：

- （1）事件号码；
- （2）三个时间估计（对于 PERT 翻版，可能是一个）；
- （3）规定的完成期限；
- （4）进展的完成日期；
- （5）工作顺序形式（计算结构）。

要细致地分析输入信息的可能的不准确处，因为计算机输出信息的可靠性依赖于输入信息的准确性。

*参见本文集 § 3-3 《手工式网络图的构成》。

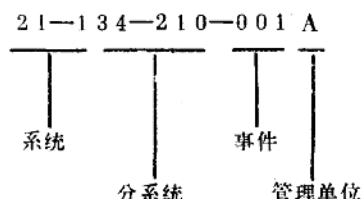
3. 输出信息

一般，有五类输出信息：

- (1) 进度的期望期限；
- (2) 事件发生的最晚期限；
- (3) 关键途径；
- (4) 事件发生的机动值与公共的进度机动值；
- (5) 完成概率。

4. 用电子计算机处理时事件号码编法举例

如美国空军系统司令部，采用如下的事件号码编法：



共十一位数字位（但计算机处理时由于字长关系，不计系统的前二位）和一位字母位。

八、动态控制系统

1. 动态控制问题

即便是最好的计划，也不能正确预见未来的一切变化。一当计划开始，便不可避免发生新的事实与变化，如加上或删除某些工序，或者是工序时间估计的改变，特别是在关键途径上。一般，这些情况将由下级报告网络图报上来，系统专项办公室综合这些情况，确定这些变化将会产生什么影响，应该采取哪些措施，这些措施有何效果，选择最合适的对策，力图适应不断变化着的情况，控制整个项目的进程。据波音公司的经验，大凡大型项目，其中 10~20% 的工序需作控制，并有严格的时间要求。具体做法如下。

2. 定期报表

在佩特法中，了解情况不是靠巡视现场或召开会议，而是按规定时间周期提供的报表，如双周报表。报表中应含新引入或删除了的工序，所有开始了的或完成了的工序，即将开始或即将完成的工序，工序时间估计的改变等。报表的格式是早就制订好的，用规定的便于电子计算机处理的术语填写，附加必要的注记。

除定期报表外，必要时可按特殊要求的日期另提专门报表，以便于管理部门和领导适时掌握整个项目的进展状态。

3. 模拟计算分析

将报表汇总, 进行模拟计算, 分析上报来的情况将会给整个项目的进程带来什么影响, 在项目的往前进展中哪些方面将出现麻烦, 应采取哪些措施来克服不利的影响和预防这些麻烦, 效果如何? 从中选择出最好的协调方案, 提交领导审查决定。

当然, 在模拟计算分析中, 应特别注意关键途径与次关键途径, 这些途径上的工序与事件往往只占整个网络图的十分之一左右, 这就足以使得管理部门利用佩特法达到有效的计划协调管理, 犹如“牵一线而带动全局”。

4. 显示

由于情况的变化, 佩特法的网络图需定期更新, 以真实反映客观的情况。美国有一种计算机显示设备 COED, 便于显示和修改网络图。

除用网络图外, 如用电子数字计算机处理, 则还有计算机的表格式打印输出, 这也是一种显示信息, 并作为上情下达的文件的一部分。

从美国资料来看, 对于大型项目, 一般还将总网络图布置在墙上, 图上的标志可以人工移动。

另外, 还可制订一些辅助图表, 便于管理人员使用和形象地表明计划进展的状况。如表 1-2。

表 1-2 可作汇总分析的结果下达, 且可作为历史信息, 以备随时查阅。此表格的特点是职责分明, 前三栏由参谋或助理人员填写, 为领导作决定准备了意见; 第四栏由负责任的主管领导填写所决定的措施。

表 1-2

进展中的问题	供选择的办法	有何效果	领导的决定
1. :	1. 2.	1. 2.	2 (签名、日期)

九、佩特法的推广

1. PERT/时间

如前所述, 佩特法的出现是为了解决研制工作时间进度的不确定性的, 导出的数字特征只与时间有关, 为区别于后来推广的 PERT 翻版, 称这种只考虑时间进度的佩特法为 PERT/时间。

2. PERT/费用

计及费用的佩特法称为 PERT/费用。1963 年美国国防部与航天局曾联合公布了 PERT/费用指南。

PERT/费用, 其目的是力图将实际的费用与实际的计划进度关联起来。在这种方式的佩特法中, 先按所排的工序进展日期, 按工序预计费用, 并按年、月累加, 得到费用按时间的分布。随着项目的进展, 在定期报表中反馈回来实际的费用开支情况, 这些信息将有助于管理人员评定费

用的开支状况并预测成本的超支，以追加预算。作为高级管理专家的美国前国防部长麦克纳马拉曾赞誉说，由于应用 PERT/费用，而带来在时间和费用控制上非常显著的改进。

后来，PERT/费用又推广到包含人力，即在 PERT 网络图中加上费用与人力。在其输入中，加了各工序所需的各类人力的工时数；在其输出中，则包含按月、按部门、按工种等级所期望的人工需要及其配置情况和相应的人工费用。有一种简称为 SCANS 的 PERT 翻版，就属于这一类。

3. 可靠性管理系统

这是佩特法在可靠性领域的推广，简称 PRISM，为了可靠性的管理控制，用来估计和检查可靠性的状况。

在可靠性管理系统中，有两种方式，一为可靠性性能的量度，简称 RPM，它是从研制的每一阶段的实际数据来预测系统的使用可靠度。另一为可靠性的到期指标，简称 RMI，它规定一些在研制过程中保证与测量可靠性的工序。对于组合件的每个分项，根据考虑到的因素分别评分，即打上一个 0 与 1 间的系数，对每个分项的组合评分即表示一个可靠性的到期指标。

§ 1-3 短 评

1. 佩特法是合乎科学的先进管理方法

佩特法是一项合乎科学的先进管理方法，它表现在：

网络图 佩特法是统筹方法在计划管理方面的具体运用。佩特法的网络图是一种统筹图，用这种图代替原先的甘德线条图，把工序和工序之间本来的联系表达出来了。象一般统筹图一样，佩特法的网络图是非常形象、并且简洁的表达形式。是定量计算的基础。

关键途径 佩特法用定量计算的方法，找出了关键途径，甚至可以在一定程度上估计出相应的完成概率。这就在统筹中区分了主次，找到了重点，这些重点是提高效率、提前完成任务的关键所在。一般，关键途径上的工序数占整个网络图工序数的百分之十到二十。使得管理部门和领导能集中精力、解决关键问题，推动工程任务的进展。这就特别适用于一次性产品或非重复性的项目。

机动 佩特法用定量计算的方法，找到了工序机动时间的分布。这在统筹中区分了缓急。使得管理部门和领导能合理地支配人力、物力和财力。减少和杜绝窝工、积压、浪费等管理不当的情况。做到挖掘潜力，在有限的人力、物力、财力和时间内多、快、好、省地完成任

动态管理 这是必然发生的，计划的实施中必定会出现计划预料不到的种种变化。利用佩特法，不仅因网络图逻辑严密，能提高计划质量；而且能及时用反馈回来的实践中的信息，利用定量计算的方法，及早预计可能会出现的问题，发现隐患，并作出决策采取相应措施，尽量使其不发生或影响减到最小。这比之常规的管理，不仅仅是“堵”而是“预”，不仅仅是被动地无可奈何的应付而是主动地应该怎么做。

可用电子计算机 佩特法概念简单、算法方便、易于掌握。对于小型项目，可用手工计算。对于大型项目，更可用电子计算机。拼接网络图、改变输入信息、计算输出结果，存贮历史信息，都可用电子计算机。电子计算机的表格打印输出，本身就是一种管理文件。