

系统管理学的第一步——筹划学

SYSTEM PLANNING AND DECISION MAKING ANALYSIS

吴建民

序 言

我受过严格的理工训练，但从未念过管理学。我之所以要讨论管理学，是因为多年来痛切地感到，发达国家与发展中国家之间的最大区别之一就是管理。许多发展中国家派了大批留学生到外国去学习科学技术，回国以后，他们却一筹莫展，无法发挥所学的特长，到头来，只不过在大学里教教书，也许偶尔发表几篇论文，如此而已。反过来，看看我教出来的一些并不出色的美国学生，毕业以后，却往往能发挥所长，回校来看我的时候，常常谈起如何参加并完成了又一个又一个艰巨的工程项目。两者对比，发人深思。

我有幸到过许多国家。据我观察，上述差别的主要原因，在于发达国家有一个完整的系统，这个系统管理得井井有条，好象一台大的机器在不停地运转。我教出来的那些美国学生，好象齿轮，装在机器上就可以发挥作用了。而发展中国家出来的那些学生，虽然也是同样的齿轮，甚至是更好的齿轮，却无法装在他本国的那一大堆杂乱无章的系统中去，因此也就无法运转了。

总之，科学技术好比武器，管理好比兵法。有了精良的武器，还要有高明的兵法，才能克敌制胜。因此，从某种意义上来说，发展中国家应该是“管理第一，科技第二”。

管理可以说是把人力物力财力集合成一个庞大的系统，然后运筹帷幄，使各种有利因素充分发挥，使不利因素尽可能受到抑制。这样一来，在一个组织完善的系统中，一个才能并不出众的人，也可以作出较大的贡献，分门分工合作，共同干出一番大事业来。今天的经济中，各企业事业单位早已不是互相独立的

个别单位，而是错综交叉、互相影响的浑然一体。这样一来，用科学的方法来分析、综合管理学中的问题，从定性的研究到定量的研究就太重要了。国内对定量的问题一直看得太轻。

管理学的名目繁多，我只想从学理工的人的角度，根据个人的经验，提出一些看法。

管理层级的区别

一个作业的管理一般说来有两个层面。第一层面研究作业的效果如何；第二层面研究效率如何。我们把前一层面的问题叫做筹划，后一层面的问题叫做运筹。这两者是有联系的，但是先后有别，不能颠倒。

在筹划时，我们应该着眼于这样一些问题，即：作业的对象是什么，要达到何种目的或期待何种结果，有哪些可能导致部分或全部失败的“风险因子”，需要什么后备，等等。这也可以说是认识全盘。这是第一级的管理，是系统管理的第一步。

在运筹时，我们则应考虑如何以最有效的方法去进行作业。这里涉及的是如何用最快最省的办法把人力物力财力配合起来使用。这是第二层级的管理，也是系统管理的第二步。

以学习外语为例。学习哪种外语？要达到什么程度？现在的基础如何？有哪些参考资料、字典及可供咨询的人？假如找不到人教发音是否有损于学习目的？如何补救？这就是筹划，是首先要考虑的。然后才能考虑怎样用最少的的时间，最少的精力，选最好的课本和字典，以达到目标。比如，什么时间听广播？什么时间复习？这些都是为了提高效率，都属于第二级的管理，即运筹的层面。

在运筹学上，华罗庚教授曾以煮茶为例子说明了

吴建民 (J.M. Wu) 田纳西大学 (University of Tennessee) 空间研究院气动力学教授兼系主任。

* 本文系作者为原计划1981年出版的《科技导报》第五期撰写的文章。

“统筹方法”的要义。可参见下图（图1）：

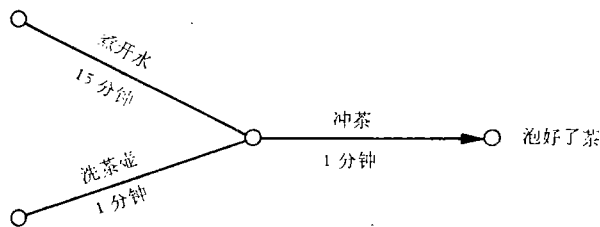


图1 运筹学上的煮茶分析

从图上可以看出：最好先煮上开水再去洗茶壶，否则便会白浪费1分钟。这类问题涉及配合和效率的问题。在美国的大企业的经理室里都挂满了这一类的图表（称为PERT，即 Program Evaluation and Review Techniques），以便了解各个分工部门的配合关系、工程进展的情况，并在必要时进行补救。

图解可使一个问题的各方面的相互关系一目了然，所以，我们在讨论第一级管理（即筹划）的时候，也采用图解的方法。

管理计划法的分析

因为管理的对象是一个严密的系统，所以我们就有可能象力学或者物理学那样，把种种现象加以抽象化、一般化和模型化，然后定出其中各种数量的关系，进行必要的计算，以求得理想的解答。这是一种科学的计划方法。

要分三步进行：

1. 建立模型——主要是分析构成该系统的要素。
2. 方案分析——主要是分析各要素之间的关系和各种约束条件等等。
3. 综合与最佳化——比较各种可能的方案，加以最佳化（optimize）。

以上三个步骤与我们平常处理科学、技术、工程等方面问题的手法几乎相同。后者通常包括提出模型、写出微分方程、积分求解三个步骤。其中又以把观察到的现象模型化、抽象化和一般化的第一步最为关键。如果我们在管理学中也能作到这样，就可以使用数学方法和计算机了。

过程要素与行动图

我们在接受一个任务或提出一个项目的时候，总要考虑输入什么，输出什么。这可以叫做“过程要素”，如图2所示。



图2 过程要素。

需要指出，一个要素可能包括其它的要素或元素。在过程要素包括别的要素时，便构成“行动图”。例如，一个计划或项目输入新信息（新的事项、新的刺激等）以后，会产生一定的反应，这种反应就是输出（例如，读者阅读本文，就是输入；而赞成或者反对就是输出）。这种行动图如图3所示。

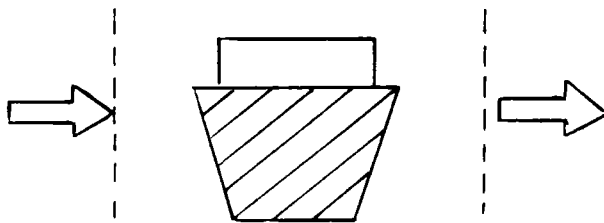


图3 信息行动图

新刺激成分要素与渐进定律

考虑输入的时候，首先要问的问题是在输入中有多少是新信息、新要求。所谓“新”，是指与过去的经验和知识相比较而言的。输出是输入的函数，这个函数与新的成分的数量有关，我们用“新刺激成分”表示这个要素（参看图4）。这个要素表示新旧成分的比例，也就是新概念、新要求、新信息与原有经验的关系。分析这个要素可使我们明白事情的难易程度。

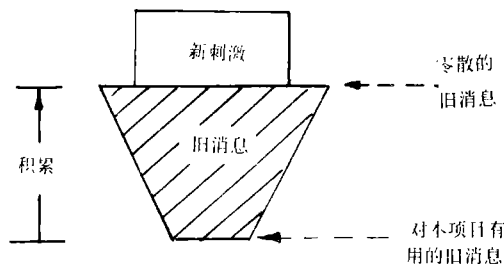


图4 新刺激成分要素

图4中，梯形表示旧经验，长方形表示新刺激，二者面积的比例可以表示它们的数量关系。梯形的高度表示旧经验积累的程度，梯形上边的长度表示旧经验的总和，但并非任何旧经验和旧知识都对本项工程有用，有用的部分有多少，用梯形的下边的长度表示。所以，梯形上下边长度之比就表示在总的经验中有多少可资利用。好的管理人员应当尽量把旧的零散的经验加以利用。以改进飞机性能为例，如果改进飞机的一部分构造可以改进飞机的性能，这一部分应当占多大的比例呢？如果改进的部分占50%，是否妥当？有多少旧的经验可以利用？怎样用最小的冒险做到最大的改进比率？

为了讨论这个问题，可以作如下的“极限情形检讨”（图5）。

经验说明，新旧比例以10~15%为佳，15~20%则异常吃力，大于20%就是巨变，而非渐进了，冒险率极大。为了保证计划项目的成功，这个比例不应该超过15%，换言之，应采取渐进的方式。除非万不得已，不要冒险承担超过20~25%的新作业。在这种问

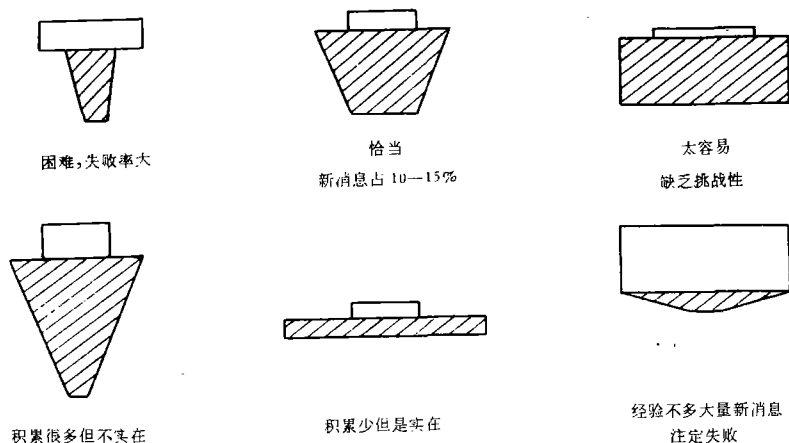


图5 新刺激成分的极限讨论。

题上可以设想使用科技中常常用到的小扰动分析法 (small perturbation analysis)。飞机、汽车、船舶或任何大机器的改良都可以按照这个“10%~15% 渐进律”去做。

譬如，首创一种前所未有的新机器，应该先作原始模型，这个模型就是以旧经验为基础的。然后，再按照渐进定律逐步加以改良。一个机构的成长，一个国家的经济模型的更新，农业中土地的改良，儿童学习识字（生字率），都可以应用这个定律。又如读者读本文，可能会有很多联想，这就是读者可以利用的旧信息。如果，新信息超过了读者所能联想到的旧信息的15%，读起来就会非常吃力，超过了20%，就可能读不下去了。这也象读外文文献一样，如果每隔四或五个字就要查一次字典，这篇文章就太难念了。

投资六元素

在过程要素中，还有第二种要素，就是投资六元素。任何项目都是人力、资金、工具、时间、材料以及方法六项组成的。可以用六边形来表示（图6），以便记忆。

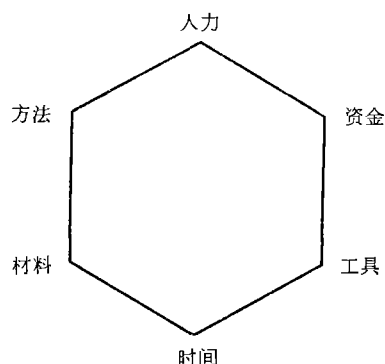


图6 投资六元素。

注意，方法也是一种投资，越是复杂的项目，越是需要讲究方法。在飞机制造厂中，制造法是一项很大的资产，可以买卖（英文所说的“Know how”便是）。

以六边形代表投资六元素，以圆形代表成果，进行比较，可以显示出图7所示的种种情况。

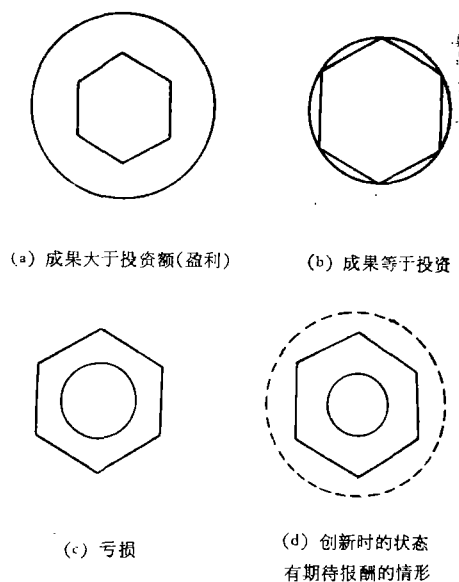


图7 投资额与成果的价值比较。

在图7中，我们要注意那些盈利的情况，即成果大于投资的情况。不能象古代的读书人那样，对此情况掉以轻心。

图7(d)表示一种特殊的情况，就是：在创新的时候是亏损的项目，可能有将来才能兑现的“期待报酬”。这种报酬以虚线表示。虽然其中还有不确定的因素，但对将来的发展仍可进行预测。例如，在边远的地方修建铁路，对儿童的教育等等，就是这种情况。

基本计划要素

第三种过程要素是“基本计划要素”，如图8。

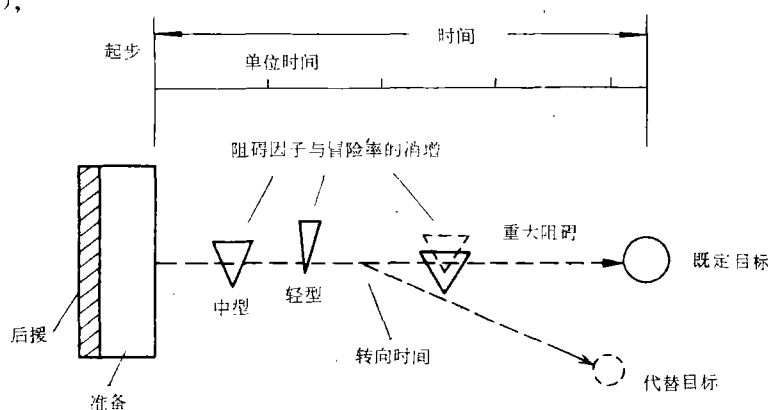


图8 基本计划要素。

基本计划工作要考虑总目标、途径、障碍、冒险或失败率，以及准备和起步的问题。这是对整个作业的一种鸟瞰与认识。这些要素应该与运筹学的考虑互相对照，互相配合。

图8的左端是准备工作，其中需要分析作业所需要的后备，其技术与数量；另一端是目标，它可能中途被改变，而为另外一个目标所代替，就象当年的哥伦布一样，想到印度去，却发现了新大陆。

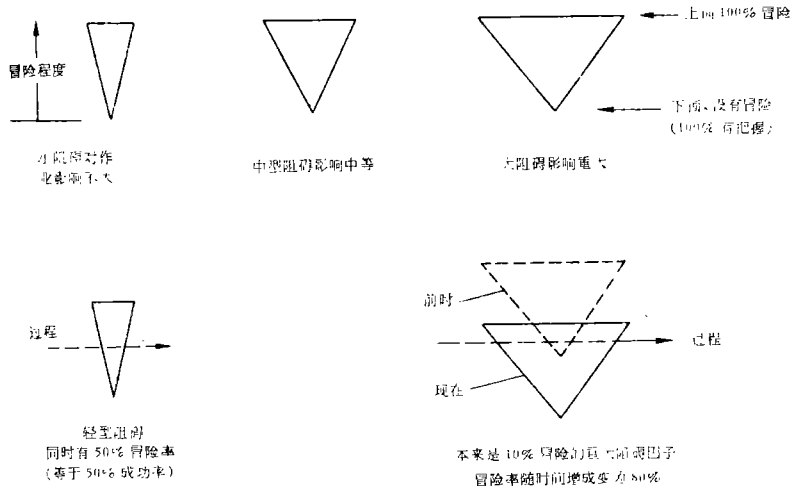


图9 阻碍因子与冒险率。

从出发至到达目标的路线不只一个，而且有改变的可能。所以运筹学里就会有最佳路线等等问题。在全盘作业中，影响路线的因素是阻碍或者障碍，可以用冒险因子或冒险率来表示。图9中表示过程的线与表示障碍的倒三角形相交的部分的长度就表示冒险率。冒险率是随时间变化的，在图上用障碍因子的升降来表示。

例如，图9中第三个障碍因子是一个影响较大的障碍因子。在开始起步的时候，我们认为冒险率只有10%，但是随着时间的进展，发现它增长为80%（例如，天旱对农作物的影响可能随时间的进展而急剧增加）。

出现障碍可能有内因或外因。在筹划的时候，应该考虑到：如发现无法在一定时间内克服的障碍，就要认真地考虑何时转向代替目标。为此，在考虑基本计划要素时，要注意到下列问题：为克服障碍因子而使全盘作业受到的影响是什么？耽误的时间有多长？人力财力等的重新分配能减轻障碍吗？风险太大时，有何后备可以利用？后备的准备工作应做到什么程度？后备本身的风险有多大？何时需要采用这些后备？什么是可以替代的目标？何时需要做转向的准备？

一般说来，对风险的考虑要涉及所有的要素。甚至输入本身便可能有风险。涉及到投资六元素中的资金筹备或材料来源中断等等，不胜枚举。

总之，基本计划要素是全盘作业筹划中最重要的环节。美国的登月、导弹等大型工程都有这种详尽的计划。我个人在航空工业方面的经验也证明：一个作业的成败，取决于基本计划要素是否分析得了如指掌，

筹划得尽善尽美。其中又尤以对风险的考虑、后备的准备与目标的转向为最重要，也是本文的关键所在。

第一级综合过程

以上所举的三种要素，即新刺激成分、投资六元素和基本计划要素，构成过程要素的第一级综合过程如图10，以外的种种因素则不是第一级的要素。

第一级综合过程也可以数量化，利用计算机加以计算。

此外还要注意：第一级要素通常是互相关联的，一个要素可能是另一要素的函数。

把这些都考虑周全了，就可以采取行动，所以第一级综合过程又可以叫做计划行动图。

最后，我们把上面的讨论简单地概括于后，供不熟悉专业术语的读者参考：

第一要素：与过去的经验进行比较，（用渐进定律），想想整个项目的难易；

第二要素：检查各项投资，问问是否值得；

第三要素：总观全盘的方针计划，看看有什么障碍或风险以及如何补救。

一个简单的例子

假如需要建立一个钢铁厂，输入则是铁矿石、煤、电力等等，输出则是钢铁，也许还包括其它副产品。

我们首先要考虑的是输入问题，也就是原料与能源的供应情况如何？假如工厂离大城市很近，将来不会出现争电的局面？假如原料或配料要外国供应，将来会不会出现供应不足、不及时、甚至中断的局面？运输有没有保证？船舶、车辆、码头、道路是否适用？还要考虑输出。比如，年产量是多少？需要程度如何？运往哪里？运输有没有保证？这是第一步。

以上的问题有了解答之后，就要考察新刺激成分要素。盖一个新厂当然会采用很多新技术。那么，有多少新技术？新技术又一定会带来一定的风险，那么，冒险率有多大？有多少后备？有多少是外国的技术？假如外国不履行合同，或突然把技术撤走，会有什么后果？所以，同样也有风险和后备的问题。除了钢铁生产技术本身以外，还有种种连带的问题，例如：有没有盖过这样的厂房？厂房是建在什么样的地基上？（同样也要考虑风险有多大，后备是什么。）

再次，就要考虑投资六元素的问题。这些东西我们都有吗？合算吗？风险和后备的情形如何？这些都有了解答以后，就可以考虑基本计划要素了。在全盘的考虑中都有一些障碍因子？程度如何？假如说有一项控制是用新的流体控制法，则因为是新技术，所以失败率比较大。那么，我们是不是有机控制法作

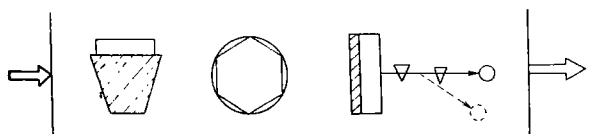


图10 第一级综合过程。

后备？在什么时候应该开始认真地考虑用机械控制法代替流体控制法？这便是代替的目标，也是路线的转向。

只有作了这样详细的分析并对这些问题都有了解答以后，我们才能谈到如何可以最快最省地把工程做好，即运筹学的问题。否则，在发达国家行之有效的运筹学就无法施展。

另一个例子

我们再以煮茶为例，来说明这里提出的种种问题。

煮茶之前，我们首先要问的问题是：要煮多少茶？给多少人喝？这些人喝茶的目的是什么（解渴还是品尝）？这就是输出。需要的茶叶、水、火、茶具等等，就是输入，这些我们都有吗？

然后查看我们煮茶的经验。这个问题本来属于图5中“太容易，缺乏挑战性”的那一类，一般可以尽管放心去做。但是，如果请来了一些精于品茶的朋友，那么，就可能出现图5中那种“积累很多，但不实在”的情况。这与工程中的高精密度要求的情况相似。

再看第二要素。我们要买多少茶叶？茶具是不是合适？够不够用？接着再考虑第三要素，检查一下冒

险率。假定我们的茶叶品种买错了或是变质了，怎么办？估计这种可能性有多大？在什么时候需要检查茶叶，以便决定是否到邻居家去借，到哪个邻居家去借等等？这些便是后备的问题。最后还得想到，假若不慎把茶杯打破或打翻了怎么办？要有充分准备去应付这些情况。

煮茶是一件轻而易举的事，在日常生活中，凭常识就会有个大略的判断；但是，庞大复杂的作业是由许多互相关联的因子构成的，涉及的因子太多，需要逐一列出加以比较与筹划。当然可以依靠计算机，但主要的还是我们本身要有系统管理的知识和经验。

结 语

本文只是尝试总结在大的工程计划项目中，如何筹划和采用系统管理的一些经验，着眼点在于把这种大型项目的管理要素化，求得各个因子的冒险率与相互关联，以便提高全部作业的成功率与效果。这种考虑办法可以命名为筹划学。全盘的筹划完备后，再以运筹学的方法求得最优的作业程序来提高效率。筹划学与运筹学同时并用，就形成了完善的系统管理学。

· 上接第23页 ·

表 2

论。正如盖博·瑞维兹（Gabor Revesz）在1975年出版的《东欧新经济体制》（The New Economic System of Eastern Europe）一书中指出的，“匈牙利社会主义计划经济新体制的成功，证明了它的生命力及其相对于旧体制的优越性。”柯纳伊的一篇文章《社会主义经济的两难困境——经济效率和社会主义伦理原则的矛盾》（The Dilemmas of a Socialist Economy: The Hungary Experience）中谈到：“改革产生了明确的结果。在改革以来的10年间，生产以5%~6%的速度健康而稳定地增长。虽然已充分就业，劳力仍然不足，……生产的增长主要反映了劳动生产率的上升。实际工资有规律地增加，消费品的供应显著改善，种类大大增加。所有这些成果发生在其它许多国家的经济深受衰退和通货膨胀之苦的时期，因而特别显著。”如果人们考虑到西欧的衰退对匈牙利的出口市场十分不利，则匈牙利的成就更令人印象深刻。

匈牙利的成功看来在于彻底考

国家	匈牙利	苏 联	捷 克	东 德
国民收入（产值）	163	157	152	152

察它的经济体制，并用各种方法来改进她的实践，当然仍有问题存在。柯纳伊在1980年有篇文章说：“不存在纯粹和完美的和谐社会，每个现实体制都建立在对互相矛盾的原则和要求进行的实际协调的基础上。”其中分析匈牙利新经济体制的经验时，他发现在冷酷的效率逻辑和社会主义的某些伦理原则之间存在冲突。即使如此，他令人信服地证明，基于两者平衡的改革仍然是有益的。

引进新经济体制无疑证明了社会主义国家管理经济的道路不只一条。确实，用国民收入计算，匈牙利总的成绩与其它经互会国家（COMECON）相比是非常不错的（取1970年为100，表2是1979年的官方统计资料）。

经济改革后的国民总收入增长很多，1961~1970年每年增加5.4%，1971~1975年6.7%。由于

外贸不景气，世界市场衰退，1976~1980年只有3.2%。但即使如此，在非常困难的1970~1980年间仍平均达到5%。从工业劳动生产率来看，改革的效果更加显著：1961~1970年每年增长4.2%，1971~1975年每年增长6.2%，在最困难的1976~1979年仍保持每年5.5%。从任何一方面看，这都是很好的结果。

最后，笔者想说的是，如果高度的中央集权制，对象匈牙利这样的小国，已经证明肯定是不适用的，那么，对于象中国这样幅员广阔、人口众多的国家，肯定需要做更深远的改革。

· 名言录 ·

所谓天才，那是假话，艰苦的工作才是实在的。

——爱迪生