

现代科技与管理 专题汇编

· 研 · 参 · 考

求实出版社

现代科技与管理专题汇编

求 实 出 版 社

現代科技与管理专题汇报

求实出版社出版

中央党校印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 5印張 95千字

1982年3月第1版 1982年3月第1次印刷

书号17231·57 定价0.50元

出版说明

为了促进党校的教学工作和理论研究工作，我们计划选择一些有一定参考价值的著作、讲稿、译文、资料，编为《教研参考》，陆续出版，除供校内有关同志参考外，同时在全国党校系统内部发行。由于我们缺乏经验，水平有限，在选编《教研参考》书籍的工作中，难免会有缺点、错误，欢迎同志们批评、指正。

收录在本书里的，是中央党校第一期中青干部培训班学员关于科学技术和组织管理的专题发言，供党校工作同志进行科技与管理的教学时参考。

中共中央党校科研办公室

求实出版社

一九八一年七月十三日

目 录

系统工程实施入门·····	魏鸣一 (1)
对抓好教育的几点认识·····	滕元夏 (39)
农业科学技术与农业现代化几个问题·····	杨五烘 (49)
关于纺织工业一些问题的探讨·····	费志融 (63)
化学工业发展中的几个问题·····	张万欣 (89)
关于铁路牵引动力现代化问题·····	庞志明 (102)
对环境污染与环境保护的几点看法·····	张荣茂 (115)
原子能及其军事上应用简介·····	高 翊 (133)
编后记·····	(153)

系统工程实施入门

中青班学员 魏鸣一

我今天要讲的是想说明搞系统工程怎样着手，用一些甚么办法？尽量的除了加、减、乘、除之外，不去运用别的数学工具。而且，讲到本题之前，可能还需要介绍一些名词、概念。我认为系统工程并不神秘，研究它的学者们运用近代数学原理去发掘得更深一些，是会有所贡献的。但不等于运用它的人都要走同样的道路。

所以，我希望能讲得使做党政工作的同志们对系统工程的方法论，有个初步的、概貌的了解。时间只有三个小时，限于自己的水平，恐怕浮光掠影，未必能说清楚。如有错误和不足，请大家指正。

一、基本概念

1、什么是系统工程

什么是系统，一个系统是若干复杂事件的统一体，是一个综合体。工程是具有实践性的。所以系统工程所要研究的是怎么样建立一个新系统的途径。它往往分成许多步骤，分多少步都无不可，但总的来看是通过确定工程的目的

标，一直做到这个工程能够真正实现，系统工程的结果必然是工程的实现。我把它分为五步，先有目标，然后进行系统综合，然后进行系统分析，然后进行优化和决策，最后是实现。有人把优化和决策分为两步，有人把系统综合分为两三步，这都无所谓，反正是从一个目标，走完一个全过程，一直到实现为止。我们来举个例子，比方说我们要搞一个地下铁道，首先要确定这条铁道要搞成什么样的地下铁道，它的性能，它的自动化程度，它的投资的约束（投资是有范围的），它所需要用的人力资源也不能超过一定范围。所以我们知道，一个系统经常有多个预期的目标，然后进行系统综合，这包括要收集国内外的有关资料，要调查研究我们的资源情况，要假设几个可行的方案，要进行整个系统的可行性研究。可行性研究实际上包括这个工程如何实现，工程的经济分析，也包括这个工程将来的社会和经济效果。可行性研究是个十分重要的步骤，过去在我们国内搞工程设计往往对可行性研究重视得很不够，仓促上马，最后不得不修改方案，搞不好还要下马。系统分析就是我们所习惯做的方案论证，不止是技术方案的论证，也包括经济方案的论证，往往还要做一些局部的或中间性的试验。然后进行重点方案的比较，最后进行优化，优选方案。现在由于运筹学的发展，已经有了选择方案的一些很好的科学方法。可以说运筹学是我们决策的核心科学。实际上我们国家使用运筹学已经十好几年了。通过优选，最后决策，一直到实现地铁的生产、安装运转。在运转过程中可能发现一些问题，大问题要排除，无碍的

问题则总结经验，留待将来再搞续建工程时，制定新目标的参考。这就是系统工程的大致过程。我们说系统工程对于造铁道固然是这样，搞企业也可以用这样一套办法。假如我们要建设一个企业，企业也有它的目标，准备让这个企业生产什么产品？有多大规模，对企业利润的估计，投资甚么时候能返本等经济上的设想，这都是我们的目标。怎样建起来，也需要进行系统的综合，这包括人、财、物的分配，工程上的协调；然后进行系统分析，所谓系统分析就是我们建这个企业的基本方案，可能有几种可比的方案，对每个建设方案都有它的产品分析、经济分析、资源分析，把这些东西都摆出来才能进行比较，否则无法比较它的经济效益，比较它的资源利用。挑选好的方案，就是优选和决策，最后下决心实现。这个系统工程的方法，可以用于不同的工程，步骤几乎是一样的。

那么它需要什么科学技术呢？现在看起来对系统工程促进最大的就是运筹学，它帮助我们在多种可能、多种选择中，挑出一个比较经济、比较合理的方案等。还有经济学，过去我国的习惯，培养工科大学生，连经济课都不上，现在不行了，系统工程脱离了经济就不成为系统工程了。

现在国际上对一些新的科学方法都喜欢叫做工程，例如把价值分析也叫价值工程，其实不是我们所习惯的工程概念。但是价值分析却是很必要的，数量方法早就进入了经济的领域。经营控制论、成本分析，需求分析，制定经济模型，都需要用数学。数学在科学里是最有生命力的，是个美丽的语言，概率论、图论、模糊数学、计算数学等

的发展，丰富了系统工程分析的方法和內容。

所以系统工程是在最近十几年一些基本理论发展的基础上，发展起来的，以前国际上的大学里并没有系统工程这个系科，只在六十年代一些大学的研究生院有系统工程的研究，可是从七十年代开始已经有系统工程系了。有人认为现在系统工程还不太科学化，其实，科学化本身就是一个过程，系统工程已经很有条理了。科学是发展的，我们不能说现在的粒子物理不是科学，虽然粒子物理有好多东西还未被认识。怎么样造蛋白质，怎样造一个生命，这本身有好多东西还未被认识，但是我们不能说分子生物学和遗传工程还不是科学。系统工程也是这样，有些东西还在认识的过程之中，但它本身已经条理化了，是一门科学。这是我要讲的第一个问题。

2、什么是霍尔三维结构

什么是维？这是从几何学来的，对于一个平面来说，有两维，有一个长，有一个宽。但是对一个桌子来说就不止了，有高，又有宽，还有长，就变成三维了。有的东西是四维的，加上时间。东西本身要动，不是个死家伙，象枪弹或炮弹在飞行的过程中，它本身在空间的位置是三维，但还加了个时间，它在不断地动，是四维。霍尔的三维结构是什么呢？霍尔这个人在描述系统工程的组成时说，系统工程有途径问题，也就叫逻辑，有学问问题，这就叫知识，有工作阶段问题，就叫时间。

刚才我把系统工程分成五个步骤，逻辑维指的就是这

个问题。这就需要有目标，需要有系统的综合，需要有系统的分析，需要有判断和决策，需要有实施，不实施就不成其为工程，不实践还叫什么工程？所以是走过这么一个整个的逻辑，这是一维。

另外一维，是知识维。也就是说它需要各种的科学知识来搞系统工程，它包括经济学、军事学、基础科学（数学）等等许多学问。

另外一维，就是工作有阶段性，不能囫圇吞枣一块来。比如刚才说的搞地下铁道，需要有可行性研究，需要初步设计，需要技术设计，需要生产阶段，最后还需要试用。然后正式投入运转，一段一段的，这就是时间维。霍尔用三维的图，画出三者之间的相互联系，以描述系统工程的交叉性和复杂性。因为比如说我们搞一个初步设计，不是等到这个系统的分析判断、决策、实施全完了以后，才来搞初步设计，而是交叉进行的。可能在搞系统综合的时候，已经把初步设计干起来了，很可能我这个初步设计在判断决策的时候早就做完了，只等决策之后进行技术设计。互相的关系是交叉的关系，不是一件一件事按部就班地搞。如果组织一个大工程是一件事一件事地排起来干，可能一拖就是十年。霍尔说明了一个系统工程是复杂的。我们在判断决策以前应该做大量的调查研究、科学试验以及各式各样的准备工作，但又不破坏整个逻辑过程。

3、什么是模型

模型有实物的模型和非实物的模型，并不是说一切模

型都是用数学公式来描述的，有的模型完全可以用实物来做。比如我们要设计一个二十五米的大型的抛物面天线，往往先用铁丝焊一个三十比一的东西，放在桌上，大家来研究。模型也可以动，带弹簧、电机都可以，来模拟它的工程过程。但是如能不用实物模型，而用数学公式或者数学表格描述系统工程的工作过程，那就可以容易地把它装到计算机里，让计算机运转，对系统进行分析。当然模型越仿真、越精确，就越有效。反之，在计算机里算了半天也可能白费，这就要求一个模型的精确性。我们研制飞机的时候，是先做个小的，放到风洞里做流体力学研究，如果不精确，风洞的工作等于白做，要搞一个数学的非实物的模型，又要精确就更难了，需要很多的调查和研究。如果弄出一个公式，忘掉重要的两项就功亏一篑了。

4、什么是系统分析

系统分析的目的是找政治、经济、技术各方面都比较可行的方案。怎么分析则可借助于刚才说的模型，模型考虑了许多因素，每个因素都对方案有影响，因素要优化，要找到那离目标最近，最经济合理的方案。由于有了模型，可以往复的试，试到最满意时为止。假如我们用数学模型，就可在计算机中逐步逼近，一次一次迭代，转到最好时为止。当然经验表明只靠数学模型往往不足，尽管有些数学家把一些模型搞得非常好，但就多数复杂系统而言，现在看起来，世界各国的科学家都承认人的因素还是非常需要的。人的判断，人在系统分析里的作用是非常强的，人的脑子

能够储藏很长时间的信息，能够有很强的决策能力。所以，目前多数系统工程所用的模型，经常是一个数字加上经验的模型，大家公认这是个比较好的方法。

5、什么是优化决策

优化是在两个或两个以上的方案中挑一个最符合目标的方案，这就叫优化。有人叫最佳化，这个名词不太好，因为方案里往往挑不出最佳的来。目标有好多要求，有性能要求，成本要求，自然资源使用的要求，要各方面全最佳是没有的，方案可能是资源方面的利用好一点，成本低一点。也可能自动化水平高一点，人力省一点，但成本也要高一点。总之有缺点有优点，所以优化不是各方面的最佳，是个比较好的方案。假使两个方案，一个非常好，一个非常差，这个优化就简单了，一挑就挑出来了。假如有四个方案，而且四个差不多，这个优化就难了，这时怎么办？就要有决策的方法，要有点科学的方法。如有一种叫顺序淘汰法，这比较简单，按目标的重要性来排队。比如我们生产电视机，目标中重要的是可靠性。可靠性差，谁也不买，按顺序淘汰法的话，就把有关可靠性的目标和措施排在头里，其次是价格，假使很便宜，但可靠性不好，人家也不买，在可靠性好的条件下又便宜，人家才买，价格就是第二位的目标。对这一目标也要有措施，但按顺序排起来比较方案时，却排在可靠性之后。比较要先比第一位的，第一位二者相当，再比第二位的。这个方法有个缺点，往往在比较了两个方案的第一位之后，那稍微差一点

的方案被你给淘汰掉了，其实它对其它目标有极大的优点。所以这不是一个科学的方法，但是对一个小规模的比较简单的系统，用顺序淘汰法来选优是可以的。

再举一个线性加权法的例子。例如一共有五个目标，我们把这五个目标的重要性打个分，这五个目标的重要性总合起来的分数是规一化的，也就是一分。可靠性可能占零点四，价钱是其次，只占零点三，外观最无所谓，只占零点一，等等，几个目标加起来一共是一。按照这个分来比较不同的几个方案，几个方案都按照这个办法打分，谁加起来的分最高，我就选择谁，这叫线性加权法。我们在数学上把这个分叫做权，给每个方案的每个目标加了一个权系数。咱们干很多事情都是按打分的办法，学校考学生就是打分，数学、语文、政治多少分，然后一平衡，最后看谁考第一，谁是第二，考第一的不见得各门分都是第一。有人的体育可能不及格，把总平均拉下来。但同学们还是公认他是第一名，这就是因为在同学们眼里，权系数不一样，体育的权系数比较低，数理化比较高。

第三个办法是填表调查法，美国的兰德公司总喜欢这种办法。他给知名人士、专家发好多调查表，表是他拟好的，你只要在表上填个“是”或“否”就行了，只有两个答案，一共有七、八十个问题，然后他把表收集起来，用概率统计的方法做出一个概率的分布。如果答案还统计不出规律，他就把问题数目紧缩一下，发第二表，然后通过概率分布，选出他要的答案。我们搞一个系统工程同样可以这样办，比如说在工程的总体设计组收集意见，一共有

三十人，每人回答若干个关键问题，然后把它收集起来，最后选优。

上面讲了一些优化方法，办法还有很多，我说的比较简单，但是办起来并不易，刚才我说对五个目标给分，这不是挺容易吗？但是假使目标分成几十个项目，又共有五个方案，把五个方案中各自的几十项目标加权，然后再统计、优化可不容易，往往要借助于计算机。实际上我们一个系统工程有几十项需要考虑的因素也不算多。国民经济投入产出表，投入和产出部门各有多少项？可能各有五百多项，一个矩阵，横着有五百多项，竖着也有五百多项，每个项都有个数据，虽然有些项为零，但五百乘五百，减去为零的项，也有几万个数据，没有计算机是没办法处理的，我们这里讲的只是一个方法。

上面讲了数据可能很多，处理很麻烦。但是也可能恰恰相反，数据不多。有些事难以估计又没有经验，拿不出足够的数据来。在这样的情况下，也就是说在有风险的条件下怎么办？这是决策的难处。假使什么条件都告诉你了，你就选吧，最后总能选出个好办法来。现在是沒有告诉你，给你的信息不够。怎么办？这可以借助于决策理论中的几个判决原则。正是由于信息不够，所以必然要加进主观愿望的成份。主观上只考虑最可能发生的情况所使用的判决原则，称为最大可能性原则。主观上无所适从而采用平均主义的办法，假设要进行比较的各个状态概率相等，则称为不充分原则。还可以对各不同状态赋以权系数，这个权系数当然不可避免地有主观成份。判断方法甚多，但它们

的基础建立在尽可能利用已有资料，又用人的主观判断能力做补充，而绝不是武断地作出决策。目的是要把风险也用数量表现出来。

6、什么是概率

概率其实就是机会，以百分比来表示的机会。举个例子，一门大炮，要打一个目标，但炮弹很难打到目标的中心，必然打到周围比较接近这点的地方，这个问题就可以用概率的方法分析和认识。会看到百分之八、九十的炮弹都会落到距目标正负两百米的圆周内，越偏离大，落弹越少。正负一公里处只剩百分之几，这样就可以把弹着点画成概率分布图，集中在目标左右正负两百米，概率密度很高，离目标越远，概率密度下降，这就是我们用的所谓概率的一个概念。如果第一颗弹偏离目标有一个距离叫 E_1 ，第二颗弹是 E_2 ，另外一颗是 E_3 ，一共有一百个弹就有 E_{100} ，我把这些偏差组成一个公式 $\sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots + E_{100}^2}$ ，这就是弹着点的方差。

7、反馈

反馈指的是信息的反馈，比如搞个系统工程，确定一个目标，然后下达计划，然后进行生产，然后把产品投入市场，顾客对产品有喜欢和不喜欢的不同态度，市场就把情况告诉制定目标的决策者，告诉计划人员。这就叫反馈，把信息反过来送给原始的出发点。一个空中警戒系统的雷

达发现了空情，把信息传给指挥员，他命令我机起飞，并且把地面雷达看见的敌机共有几批、架数和时间都通过指挥所和地空无线电通信送到我机驾驶员那里，把飞行员引导到敌机空域对敌作战，这也是反馈。

上面讲了七个概念，为的是对一些常识性名词有个了解，便于进入第二部分，即系统优化的基本方法。

二、系统优化的基本方法

1、加权法

