

系统工程定量技术

批判与创新

王勇 著



陕西人民出版社

1/V 945.1/5 574231

系统工程定量技术 批判与创新

N945.1/5

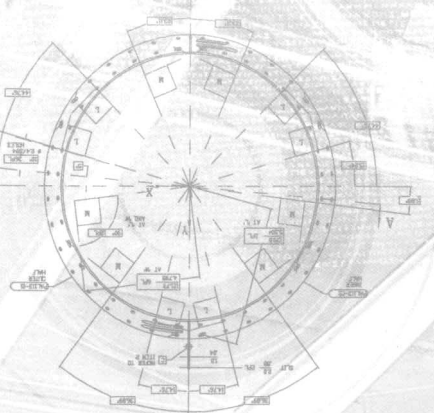
张志勇 著

31

徐州师大图书馆



23048433



陕西人民出版社

(陕) 新登字 001 号

图书在版编目 (CIP) 数据

系统工程定量技术批判与创新/张志勇著. —西安:
陕西人民出版社. 2003

ISBN 7—224—06645—1

I. 系… II. 张… III. 系统工程—定量分析—分
析方法 IV. N945.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 088095 号

书 名: 系统工程定量技术批判与创新

作 者: 张志勇

出版发行: 陕西人民出版社 (西安北大街 131 号 邮编: 710003)

印 刷: 西安市建明印务有限责任公司

开 本: 850mm × 1168mm 32 开 6.875 印张

字 数: 147 千字

版 次: 2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1—1000

书 号: ISBN 7—224—06645—1/N·2

定 价: 12.00 元

序

这是一本关于系统工程定量技术与方法研究的理论专著。

作者张志勇教授之所以请我作序并不是因为我是该研究领域的学术权威，而是因为我们是挚友。事实上，对于他所研究的东西我真的是一窍不通。由于受知识结构欠缺的制约，每一次在面对数量方法时我总是诚惶诚恐，尤其是涉及系统工程定量技术与方法研究时更是如此。但值得庆幸的是，任何一种理论方法都是建立在对现实的描述和抽象基础之上的，都是一种思想的表达，从这个角度来说我们的确又有了许多共同的语言。

该书是作者近二十年在系统工程定量分析技术方法研究领域的部分研究成果的汇集。作者不仅对一些常用系统工程定量分析技术方法的理论前提、应用条件和制约因素等进行了深入的研究，而且还系统地构造了若干相应的修正、拓展或创新模型。例如，作者在对多指标综合评价这一简单实用定量分析技术关于“指标权重”和“指标无量纲化”这两个关键问题的研究中，创新性地提出了“动态权重”与“指标分值转换”的概念与模型；又例如，通过对原区域划分方法错谬之处的剖析和思考，作者提出了两种区域划分的新方法——“收缩法”和

“拟回路法”；还有，对层次分析法的三个问题，即层次分析法（AHP）中的逆序、1—9标度和网络层次分析法（ANP）的计算等，作者也进行了比较深入的剖析与修正；另外，在离散型资源仿真优化配置技术中，针对实际优化问题的复杂性和传统优化思想的局限，提出了区间仿真优化的思想；在对传统目标规划（GP）理论基本原理批判的基础上，提出了非凸目标规划理论；等等。并通过对这些问题研究的科学表述和阐释传递了作者对定量分析技术研究方法的个人体验。显然，这更提升了该书的价值和可读性。

张教授思维敏锐、治学严谨，在科学研究中几近苛求。但为人谦和，立新而不破旧。其关于管理决策科学化理解，即实现将少数人的经验、才智和极具个人艺术特征的传统型管理决策分析方法发展成为主要依赖群体的经验，并更具现代科学品格的、定量科学型管理决策分析方法的理想不仅体现了人类文明的本质追求——与自然的和谐，而且更揭示了学术研究的任重道远。

我还从未给别人的著作写过序言，尽管偶尔也有过几次替人作序的机会。但这次不同，这是近些年我读过的、少有的、能带给人更多启迪的数量方法论专著。我推荐和赞赏这部学术专著，同时希望以后能读到更多的令人振奋的新著，因为现在有太多“无病呻吟”的论著让人目不暇接，让人麻木。

这的确是一种悲哀，科学论著的出版似乎已经越来越脱离了它的初衷：传播知识，满足求知者的渴望；探索真理，实现追求者的理想。反而更像是作者们狭隘的需求：一种晋级的工具，一种虚荣的表白，一种难堪的无奈。于是就有了“喃喃自语”的豪言，“草船借箭”的多产，以及“败絮其中”的自惭！

其实没有人不知道学术机会主义倾向的严重后果，也没有人不知道学术研究来不得半点虚假，但又有谁能平心静气排除全民机会主义的干扰？脱俗——中国知识分子的凡人境界，我以为仍然是文人气质的当然追求，同时也是我对该书的基本评价。可以肯定的说，该书的出版不仅将我国系统工程定量技术与方法研究提高到与国际相当的研究水准，而且还必将促进这门学科在我国的应用和发展。

是为序。

邹先德

2003年7月15日于西安



目 录

第一章 引论	(1)
第一节 书名的由来	(1)
第二节 定量分析的作用	(4)
一、量化定性因素	(6)
二、梳理复杂关系	(6)
三、获得定量结果	(6)
第三节 研究定量分析技术的方法	(8)
一、表浅层次研究法	(9)
二、里深层次研究法	(9)
三、原创层次研究法	(9)
第四节 本书的内容安排	(10)
第二章 多指标综合评价技术的新进展	(12)
第一节 多指标综合评价技术简介	(12)
一、基本技术思想	(12)
二、基本方法模型	(13)
三、基本程序步骤	(14)



第二节 应用中发现的问题	(15)
一、权重难题	(15)
二、“无量纲化”的狭隘性	(20)
第三节 动态权重的思想及应用	(21)
一、动态权重的思想	(21)
二、动态权重思想的实际应用	(22)
第四节 指标分值转换的理想方法及其应用	(22)
一、常用指标分值转换方法及其特点分析	(22)
二、理想指标分值转换方法及其特点	(25)
三、理想指标分值转换函数的一般形式	(28)
四、理想指标分值转换函数的应用实例	(32)
五、结论	(34)
参考文献	(35)
第三章 区域划分的新方法	(37)
第一节 区域划分的基本原理	(37)
一、结构模型	(37)
二、解释结构模型法	(38)
三、区域划分	(39)
第二节 现行方法的错谬之处	(41)
一、反例	(41)
二、现行方法的错谬之处	(42)
第三节 区域划分的新方法之一：收缩法	(43)
一、收缩法的基本思想	(43)
二、收缩法的基本步骤	(44)
三、收缩法的计算实例	(44)
四、关于收缩法的两点结论	(51)



第四节 区域划分的新方法之二：拟回路法	(51)
一、拟回路法的基本思想	(51)
二、拟回路法的基本步骤	(52)
三、拟回路法的计算实例	(52)
四、结论	(56)
参考文献	(56)
第四章 层次分析法的三个问题	(58)
第一节 层次分析法及其发展	(58)
一、层次分析法的总体发展概况	(58)
二、AHP 的基本原理	(62)
三、ANP 的基本原理	(70)
四、层次分析法存在的三个问题	(74)
第二节 符合心理物理学定律的比率标度	(75)
一、1—9 标度的由来	(75)
二、1—9 标度的科学性质疑	(76)
三、符合心理物理学定律的标度及建议	(78)
第三节 层次总排序合成方法与逆序问题的解决	(79)
一、逆序与层次总排序	(80)
二、层次总排序合成方法应满足的基本条件	(84)
三、两类不同性质的层次	(85)
四、层次总排序合成方法应满足的特殊条件	(86)
五、科学的层次总排序合成方法	(87)
六、验证算例	(89)
七、结论	(94)
第四节 ANP 计算的简化尝试	(95)
附：逆序与选择反转的区别和联系（英文）	(95)



参考文献	(102)
第五章 离散型资源的仿真优化配置技术	(105)
第一节 传统的离散型资源优化配置方法	(105)
一、优化及优化理论	(105)
二、传统的离散型资源优化配置模型和方法	(106)
第二节 现实中的优化难题	(108)
一、期望水平确定难题	(108)
二、从局部优化到整体最优的难题	(109)
第三节 离散型资源的仿真优化配置技术及其应用	(109)
一、离散型资源的仿真优化配置技术	(109)
二、离散型资源仿真优化配置技术的特点	(112)
三、仿真优化在高新技术项目投资决策分析中的应用	(113)
四、仿真优化在石油产量、产能及投资优化配置中的应用	(120)
附：股份公司产能投资仿真优化配置的研究设想	(156)
参考文献	(161)
第六章 非凸目标规划理论及其应用	(162)
第一节 传统目标规划理论的基本原理	(162)
一、概述	(162)
二、基本思想	(163)
三、基本模型	(164)
第二节 批判性思考	(166)
一、一个有趣的引例	(166)

二、批判性思考	(169)
第三节 非凸线性目标规划理论的基本原理及应用	(170)
一、概述	(170)
二、非凸线性目标规划的基本模型	(172)
三、非凸线性目标规划的基本定理	(173)
四、非凸线性目标规划的求解算法	(178)
五、非凸线性目标规划的应用示例	(179)
六、几点结论	(184)
附：有助于加深理解的三个结果	(185)
第四节 非凸非线性目标规划理论的基本原理及应用	(190)
一、非凸非线性目标规划的基本模型	(190)
二、非凸非线性目标规划的基本定理	(190)
三、非凸非线性目标规划的求解算法	(196)
四、非凸非线性目标规划的应用示例	(198)
五、结论与展望	(200)
参考文献	(202)
后记	(206)



第一章 引 论

第一节 书名的由来

本书内容的准确表达应为：“对系统工程几种常用定量分析技术方法的批判与创新”。现在将书名缩定为“系统工程定量技术批判与创新”实出于对书名长短考量的原由，绝无“以点代面”的夸大之想。但是，若将现在的书名进一步“夸大”缩略为“技术批判与创新”，细心的读者朋友可能立即就会感觉到其中的“不顺”或“不妥”。因为，一般我们在形容一门技术的较大发展变革时，比较自然和妥帖的说法应是“技术的创新”或“技术创新”。如果要讲“技术的批判”或“技术批判”，则会觉得不太符合汉语的用语习惯，甚或被认为是用词不当。从语意上讲，“批判”往往都是针对一定“思想”层面的东西而言的。比如，可将为了“破除”或“打破”某种“思想”的落后、保守、僵化、教条、狭隘、局限、禁锢、封闭、愚昧等等而采取的有针对性的驳斥行为叫做“批判”。人们常



讲“批判某种思想”或“批驳某种思想”。而极少会有人说“批判某项技术”，特别是说“批判某项‘定量分析’技术”。因为“技术”一般都被认为是“操作”层面的东西。具体“操作”层面的东西如何够得上接受批判呢？所以习惯自然的说法都是“技术改造”和“技术创新”。本书的研究对象“系统工程的定量分析技术”是一种“思想”吗？！为何非要引入“批判”一词，并定名为“技术批判与创新”，而非简明通俗、习惯自然的“技术创新”呢？何况由于嫌书名太长已将“几种”、“常用”、“分析”等多个限定词都从原书名中省略去了。为避免误导读者和消除朋友们的疑虑，我觉得有必要对现在书名中“批判”一词的由来进行一定程度的解释和说明。

我坚持在书名中使用“批判”一词的考虑是：虽然我们并不能简单地说任何“定量分析技术方法”都等同于一种“思想”，但是我们认为，系统工程的“定量分析技术方法”较之常规“定量分析技术方法”和一般数学分析方法更具“思想”的意味和品格。这是因为，系统工程的“定量分析技术方法”是受在系统思想统一支配下的各种具体的“技术思想”支撑的。并且还非常强调和依赖这种“支撑”。当然，常规定量分析技术方法和一般数学分析方法也有支撑其理论体系的“技术思想”。但这些常规方法的“技术思想”主要表现在数学建模及算法求解等纯数学或偏数学技巧的层面。而支撑系统工程定量分析技术方法的“技术思想”却更多地体现在针对纷繁复杂的具体现实问题的应用建模和满意求解的技术思想层面。对系统工程“定量分析技术方法”的发展与创新离不开对其具体支撑“技术思想”的挖掘和批判。技术创新要以技术批判为先导。技术创新程度的高低决定于技术批判性认识的深浅。许多系统工程



定量分析技术方法的提出和进一步创新发展，如果不从系统工程“应用建模和满意求解”的技术思想高度来认识，而仅仅是停留在“数学建模及算法求解”的纯数学技巧的表象层面上看，则是完全不能理解其中的奥妙的。例如本书第六章讨论的目标规划（GP—Goal Programming）理论，就是一个鲜明生动的实例。因为，假如你仅从纯数学的角度来看，目标规划的一般模型公式只不过是线性规划一般模型公式的一类特例。似乎完全没有可能和必要将其拔升到一种独立的理论方法且如今似有在实际应用中超越替代线性规划（LP—Linear Programming）理论方法的趋向的地步。然而，当你真正领会了目标规划“应用建模和满意求解”的技术思想之后，你就会发现，刚好相反，在解决实际问题时线性规划方法反而成为了目标规划理论的一类特例，目标规划是线性规划应用技术思想的进一步创新和发展。你也就一定不会再反对在实际应用中将目标规划理论提升到替代线性规划理论的高度了。我提出的非凸目标规划理论也是建立在对传统目标规划理论应用建模技术思想的深入挖掘和机智批判的基础之上的，是传统目标规划理论更进一步的创新发展。详细讨论见本书第六章，这里不再展开。

下面是本书定名过程中的一段趣话。

虽然本书是我在系统工程定量分析技术研究领域努力奋战近 20 年所获部分成果的总结，上述研究体验也早有思考，但在成书时却怎么也想不到一个既能全面概括书中内容，又能完整表达自己内心情感的书名。但在我将自己心中的这一“苦恼”告知我的好朋友邹先德教授时，他立即就提出了在书名中加入“批判”一词的建议。真是一句话点醒梦中人！自己并不是数学家，纯数学的功底也极其一般，但 20 年来在自己感兴



趣的定量分析技术方法的科学研究道路上孜孜以求、默默耕耘而还略微有所收获的原由不就在于敢于“批判”的精神吗？本书汇集的部分研究成果哪一个不是对原基本技术思想的挖掘批判在先，而后有所发展和创新的呢？虽然在科学研究中使用“批判”一词并不鲜见，在社会科学的研究中更是常见，但在一本专门讨论定量分析技术方法的著作的书名上强调“批判”一词，本人还是第一次见到。我自我感觉，只有这样才能标明书中的内涵，并向读者朋友们传达作者内心的一种研究体验、一种研究心态和一种研究精神。既无哗众之意，更没取宠贪图。一词值千金，感谢邹教授。

第二节 定量分析的作用

由于人类在现代信息社会中各项活动的日益大规模、不断提高速度和逐渐快节奏使得“时空浓缩”，从而极度地加大了管理决策的难度。面对大量庞大复杂的现实管理决策问题，主要是依赖少数智者的经验、才能和智慧的，以定性判断为主的，极具个人艺术特征的传统管理决策分析方法已越来越不能适应现代社会的要求。（但仍然有用武之地，并可能永远都不会退出历史的舞台，只是要发展。）“天才”和“超人”统治决策的艺术决策时代正逐渐成为过去，管理决策的科学化成为历史的必然。使管理决策科学化的历史必然性转变为现实可能性的是人类 20 世纪的两大科技成就。一个是有关现代复杂系统分析理论方法研究的突破性成果；一个是先进高效的信息处理手段和工具的发明。随着管理决策科学化呼声的不断逼近和高涨，如何充分利用人类的科技成就加速管理决策科学化实际进程的



历史重担长期而又紧迫地落在了广大管理决策科学研究工作者的肩头。

何为管理决策的科学化？管理决策科学化的核心目标是什么？我以为，管理决策科学化就是要将主要依赖少数智人经验才智的、以定性分析判断为主的、极具个人艺术特征的传统经验艺术型管理决策分析方法发展成为主要依赖群体多人经验才智的、定量分析与定性判断相结合的、更具当代科学品格的现代定量科学型管理决策技术方法。管理决策科学化主要应追求下面两方面的目标：一是科学准确地分析研究所面对的复杂管理决策问题；二是快速有效地获得科学分析的结果。虽然这二者是有密切联系的，但后者主要依赖的先进信息处理手段和工具并不是本书要讨论的重点。而前者中的关键和技术层面上的难点就是定量分析。要想做到准确科学，就必须定性定量相结合，将准确的定性判断建立在科学的定量分析的基础之上。定量分析是使管理决策由具有某种艺术特征的社会活动变成为具有一定科学内涵的理性行为的关键。现代管理决策如果不进行科学的定量分析是不易被人们认可和接受的。说定量分析如此重要，到底有何依据呢？或者说，定量分析在现代管理决策分析的研究中到底能起到何种作用呢？下面对此简要谈谈我们的看法。

所谓定量分析，就是用数学的语言（数学表达式、图、表等）和数据（数字、符号、图片等）描述所研究对象系统的状态并分析其变化规律的研究活动或行为。运用定量分析弄清影响因素的逻辑关系和发生数量，可以深化人们对系统的认识，从而帮助我们找到决定事物属性是否发生质变的数量限界。通过定量分析，可以使得我们能够基于系统的过去和现状去推测



系统的未来。依据定量分析的数量化结果还可以使我们的定性分析及判断更具理性。定量分析已经成为现代科学技术的一个突出特点和立论基石。定量分析的具体作用多种多样、不胜枚举。尽管如此,但从本质上看,我们仍可将定量分析的基本作用归结为下面三个方面:

一、量化定性因素

定量分析的不断创新发展可以越来越多地使定性因素及其对目标系统的影响量化或半量化,为进一步理清各种影响因素间的复杂相互作用关系,建立科学实用的定量模型奠定技术基础。因素量化是科学定量分析的前提,也是创立新型定量分析技术的出发点之一。

二、梳理复杂关系

定量分析可以对对象系统中各种影响因素间的复杂相互作用关系进行科学的梳理,以此来建立反映对象系统真实状态的满意定量模型。梳理关系是定量分析活动的中心环节。丰富完善的定量模型是科学定量分析的基础。

三、获得定量结果

定量分析利用满意的定量分析模型,在先进的信息处理手段和工具的帮助下能够全面及时地给出目标系统行为的量化分析结果。获得定量结果是进行最终管理决策判断的前提。准确的定量数据分析结果是科学的定性判断的重要支持和依据。因此,可以认为获得定量结果是定量分析的根本作用和最终目的。