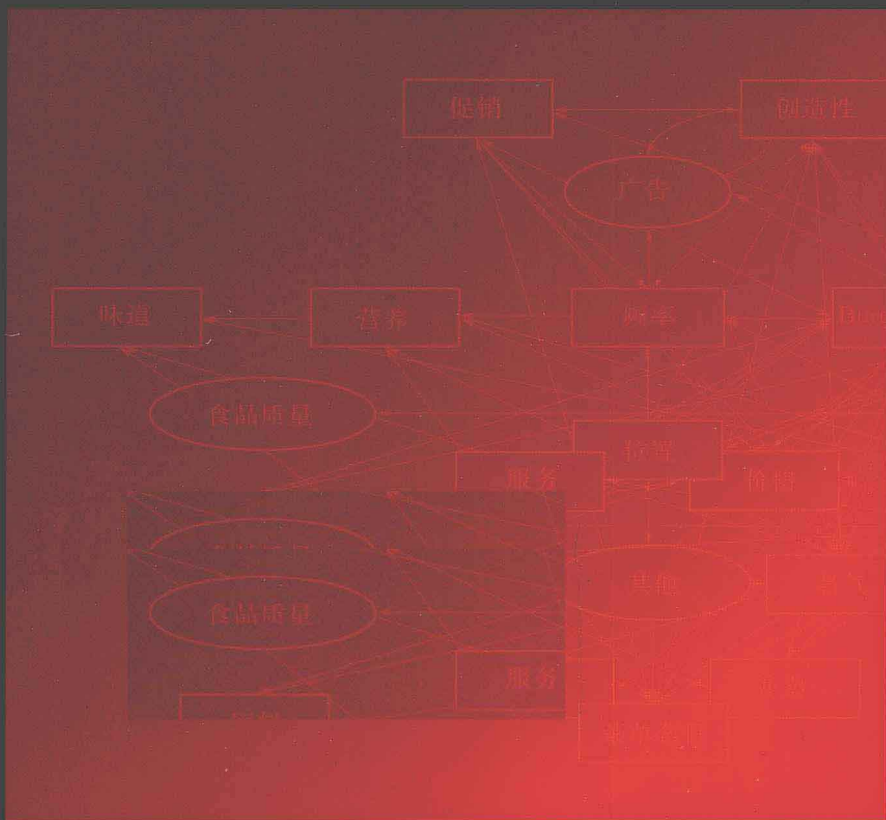


孙宏才 田平 王莲芬 编著

网络层次分析法 与决策科学



国防工业出版社
National Defense Industry Press

网络层次分析法与 决策科学

孙宏才 田平 王莲芬 编著

国防工业出版社

·北京·

前 言

决策问题充满着整个社会和我们的日常生活,大到国家,小到社会的基层单元——一个家庭乃至个人,无时无刻都面临着无数的决策问题和正确的方案选择。国家的决策涉及到政治、经济、军事,能否科学地进行决策,关系到国家的兴衰和安危,关系到国家 and 地区的发展;家庭作为一个基本的决策单元,也面临着诸如子女上学、就业、购房等生计问题,能否做出好的选择,关系到家庭的兴旺和个人的进步。决策的方法很多,不同的方法必然会得到不同的结果,凭经验、拍脑袋、想当然决策,这种决策无疑会带来最糟糕的结果;科学地决策当然会给我们带来理想的结果,针对具体问题,用什么科学方法进行决策,这就是决策的科学和艺术了。

单目标、结构化、模型能够精确描述的问题,用数学方法、运筹学方法,再加上计算机技术就能得到理想的结果。而对于非确定性、非线性结构的多目标决策问题,数学模型已难以描述,迫切需要科学家们探索创造新的决策科学方法。著名的运筹学家,美国匹兹堡大学教授 T. L. Saaty 于 1980 年创立了新的决策科学方法——层次分析法,即 AHP 方法(The Analyti Hierarchy Process),层次分析法是多目标决策的一个实用方法,它有深刻的数理背景、逻辑的分析方法和简单实用的特点。它从一诞生起,就受到全世界决策科学、管理科学工作者的广泛关注,应用领域也十分广泛,涉及到军备控制、资源配置、冲突分析、规划与计划、政策评价、企业管理、教育评估、人才评价、工程方案选择、网络审查、绩效评价、金融股票等多个领域。层次分析法面对的是独立的递阶层次结构,而对于内部依存的网络结构,T. L. Saaty 教授 1996 年提出了一种适应这种复杂结构的决策科学方法——网络层次分析法,即 ANP(The Analyti Network Process),它是在 AHP 方法的基础上发展而形成的一种新的实用决策方法。实际上,T. L. Saaty 教授在创立 AHP 方法时已经提出到反馈系统的排序方法。许树柏教授在《层次分析法原理》一书中也详细论证了反馈系统的排序方法,王莲芬教授在《层次分析法引论》一书中对反馈系统的超矩阵排序方法也进行了详细叙述,但真正形成一种完善的理论体系,形成 ANP 方法和概念是 T. L. Saaty 教授的专著《网络层次分析法》。可以说 AHP 方法是 ANP 方法的一个特例,ANP 是一种新的决策理论,

是一种更完备、更科学的决策科学方法。

本书共分7章,第1章介绍层次分析法、网络层次分析法在我国推广应用的大事记;第2章介绍层次分析法的原理、结构、测度理论、排序方法、常用模式、群组方法;第3章介绍层次分析法前向反向联合规划方法;第4章介绍层次分析法的应用案例;第5章重点介绍网络层次分析法的基本概念、BOCR模型、优势及优势度、ANP的结构形式、ANP和AHP的特征比较、ANP网络结构的超矩阵、极限超矩阵的存在定理、极限超矩阵的极限排序;第6章重点介绍网络层次分析法的应用案例、ANP方法与未来预测、应用ANP进行机械选型、ANP与桥梁工程招标、设计评价;第7章重点介绍网络层次分析法超级决策计算机软件的使用方法、复杂完整网络的建立和使用方法。

本书既有较为完整的数学理论推导,更侧重了应用研究,包含着作者二十多年来坚持不懈,持续研究层次分析法和网络层次分析法的心血和结晶。在应用案例的研究中,徐关尧博士、何晓晖博士参与了大量的研究工作,倾注了很多时间和精力,何晓晖博士为书稿的整理打印也付出了辛勤的劳动,在此,对他们表示深深的谢意!

作者

2010年12月

目 录

第1章 绪论	1
第2章 层次分析法	6
2.1 概述	6
2.2 AHP的基本步骤	6
2.3 有关图的基本知识与相关概念	9
2.3.1 图的基本概念	9
2.3.2 通路与回路	12
2.3.3 可达性与连通性	13
2.3.4 有向图的矩阵表示法	13
2.4 递阶层次结构的建立与分类	14
2.4.1 递阶层次结构的基本原理	14
2.4.2 层次结构的分类	19
2.4.3 递阶层次结构的定义	19
2.4.4 内部独立的递阶层次结构的确定	21
2.4.5 内部依存的递阶层次结构的确定	22
2.4.6 递阶层次结构建立的解析方法	24
2.5 测度理论的基本原理	27
2.5.1 AHP的测度与测度理论的基本原理	27
2.5.2 AHP比例标度的基本原理	29
2.5.3 比例标度取值的原则	32
2.6 判断矩阵与排序权重	33
2.6.1 判断矩阵的建立	33
2.6.2 排序的基本原理	35
2.6.3 单一准则下相对权重计算方法	37
2.6.4 总排序权重计算方法	39
2.7 单一准则的特征根方法与一致性检验	42
2.7.1 单一准则的特征根方法	42

2.7.2	Perron-Frobenius 定理	43
2.7.3	最大特征向量的计算方法——幂法	45
2.7.4	判断矩阵一致性条件记检验	47
2.8	AHP 用于决策领域的常用模式与类型	51
2.8.1	AHP 应用的常用模式	51
2.8.2	AHP 的准则型与分配型	55
2.8.3	信息不完全下的排序	58
2.9	群组 AHP 与群组排序	67
2.9.1	群组专家选择策略	67
2.9.2	群组 AHP 自特征根法	68
2.9.3	群组 AHP 自拟合方法	69
2.9.4	群组 AHP 的二次加权	71
2.9.5	群组判断的经验方法	74
第 3 章	层次分析法前向反向联合规划方法	81
3.1	武器装备发展方向分析	81
3.2	武器装备发展策略分析	82
3.2.1	发展指导思想确定	82
3.2.2	发展原则的确定	83
3.3	发展方向中战略目标的特性分析	85
3.3.1	发展的目标及其特性	85
3.3.2	发展目标与武器装备系统	88
3.3.3	发展目标的评价准则	88
3.4	发展方向的目标体系建立	91
3.4.1	发展方向的目标想定	91
3.4.2	建立武器装备发展目标体系	92
3.4.3	发展目标冲突和利害冲突的分析	93
3.4.4	发展目标间的重要性评价	96
3.5	武器装备发展方向的规划	98
3.5.1	武器装备前向规划方法	99
3.5.2	武器装备反向规划方法	104
3.5.3	武器装备发展方向前向与反向联合规划方法	105
第 4 章	层次分析法的应用研究	110
4.1	AHP 在军用工程机械总体性能评价中的应用研究	110
4.1.1	军用工程机械总体性能评价问题	110

4.1.2	军用工程机械总体性能评价指标体系	111
4.1.3	军用工程机械总体性能评价模型	113
4.1.4	军用工程机械总体性能评价结果及分析	116
4.2	AHP 在人防工程中的应用研究	119
4.2.1	关于战时城市人口疏散比例问题	119
4.2.2	战时城市人口疏散比例指标体系	120
4.2.3	战时城市人口疏散比例系统模型	123
4.2.4	战时城市人口疏散系统评价模型分析	124
4.3	AHP 在装配式钢桥安全性评价中的应用研究	133
4.3.1	装配式钢桥安全性评价问题	133
4.3.2	装配式钢桥安全性评价指标体系	134
4.3.3	装配式钢桥安全性评价方法	137
4.4	AHP 在人才素质评价中的应用研究	141
4.4.1	干部总体素质考核评价问题	141
4.4.2	干部总体素质考核评价的指标体系	142
4.4.3	干部总体素质系统评价模型	144
4.4.4	干部总体素质系统评价实施	144
第 5 章	网络层次分析法	148
5.1	ANP 的几个基本概念	148
5.1.1	BOCR 模型	148
5.1.2	优势及优势度	150
5.1.3	ANP 的结构形式	151
5.1.4	ANP 与 AHP 的特征比较	153
5.2	ANP 的排序概念及应用步骤	154
5.2.1	ANP 网络结构的超矩阵	154
5.2.2	ANP 极限超矩阵的极限相对排序和极限绝对排序	156
5.2.3	极限超矩阵存在的基本定理	157
5.2.4	ANP 的主要结构及超矩阵	158
5.2.5	ANP 法的应用步骤	162
第 6 章	网络层次分析法的应用研究	163
6.1	ANP 方法与未来预测	163
6.1.1	网络结构描述	163
6.1.2	构建未加权的超级矩阵	164
6.1.3	建立元素集的权矩阵	166

6.1.4	构建赋予权值的超矩阵	166
6.1.5	建立极限超矩阵	166
6.1.6	计算最终排序结果	166
6.1.7	预测结果的讨论	166
6.2	应用 ANP 进行军选民用工程机械选型决策	170
6.2.1	影响因素分析	170
6.2.2	网络体系结构分析	171
6.2.3	网络模型计算过程	172
6.2.4	网络计算结果分析	174
6.3	网络层次分析法(ANP)与桥梁工程招标	176
6.3.1	评标准备程序	176
6.3.2	评标过程	178
6.3.3	建立评标模型	180
6.3.4	计算各因素下桥梁建设投标人的权重	180
6.3.5	计算极限超矩阵	181
6.3.6	合成排序	183
6.3.7	评标方法结果分析与讨论	183
6.4	ANP 与应急桥梁设计方案评估	183
6.4.1	桥梁设计方案评估问题	183
6.4.2	应急桥梁设计方案评估因素分析	184
6.4.3	应用 ANP 评估桥梁设计方案	185
6.5	应用 ANP 评估装配式公路钢桥的综合性能	192
6.5.1	装配式公路钢桥的综合性能评估问题	192
6.5.2	评估决策方法的选择	194
6.5.3	应用 ANP 评估装配式公路钢桥综合性能的基本步骤	194
6.6	基于 ANP 的舟桥装备高流速适应性评价	202
6.6.1	舟桥装备高流速适应性评价问题	202
6.6.2	舟桥装备高流速适应性评价指标的确定	202
6.6.3	基于 ANP 的舟桥装备高流速适应性评价	204
6.7	网络层次分析法在政府招标采购中的应用	210
6.7.1	政府招标采购问题	210
6.7.2	评标准备	211
6.7.3	评标	213

第 7 章	网络层次分析法超级决策计算机软件使用方法	219
7.1	SD 软件简介	219
7.1.1	SD 的基本操作步骤	220
7.1.2	基本概念、术语及约定	221
7.2	SD 的安装、菜单体系和一个简单模型	222
7.2.1	SD 的安装	222
7.2.2	SD 的界面和菜单体系	223
7.2.3	一个简单模型	225
7.3	SD 的基本操作方法	226
7.3.1	启动 SD 软件	226
7.3.2	组的建立、编辑和删除	226
7.3.3	节点的建立、编辑和删除	232
7.3.4	连接	236
7.3.5	评估/比较	242
7.3.6	计算	255
7.3.7	灵敏度分析	266
7.4	复杂/完整网络(模型)及其操作	277
7.4.1	复杂/完整网络(模型)的概念和结构	277
7.4.2	模板的使用	278
7.4.3	控制网络的建立	279
7.4.4	建立控制节点下的决策子网络	281
7.4.5	完整网络的构建	282
7.5	模型的存储	285
7.5.1	存储当前被装入的模型	285
7.5.2	将模型换名存储	285
7.5.3	以压缩模式进行存储/部分存储	286
7.5.4	自动备份	287
参考文献		288

第 1 章 绪 论

决策就是做决定,就是“拍板”,当事物存在两种以上选择时就需要决策,选择其中之一。凡是有人类活动的地方,无论干任何事情,人们为了一定的目的都需要决策,可以说决策是伴随着人类活动而产生的。远古人类的祖先为了生存,需要做猎取食物的决策,是采野果吃还是猎食动物,这是人类最朴素、最简单的决策。

决策科学即是年轻的学科,又是古老的学科。决策作为科学是伴随人类进入文明的时代而诞生的。人类进入文明时代以后,人类社会活动、生产活动变得日益频繁,简单的、朴素的决策已完全不能适应人类活动的需要,要求人们“三思而后行”。应该说进入封建社会后,由于生产力的提高,物质的丰富,生产方式和生产工具的变更,新发明、新技术的不断涌现,军事、政治、人类活动依赖决策科学的事情越来越多,需要决定的事情越来越复杂。例如,三国时期的诸葛亮为刘备所做的决策“隆中对”是历史上著名的决策,有目标、有因素、有对策。但由于历史条件的限制,这些决策都没有超出个人才能的界限,都是与决策者个人的才能、技艺相关,所以,决策是一门艺术。决策科学真正地形成还是归功于现代文明社会。科学技术发展非常迅速,各学科相互交叉、相互渗透,新学科和边缘学科不断呈现。信息技术更是发展惊人,它将时空缩短,改变了人们传统的交流和生活方式,大大地提高了人们的工作效率和人们的生活质量;经济和商贸活动的一体化,给人们带来了“地球村”的概念,已向月球发展。时代的进步,伴随着带给人们所面对的问题越来越复杂,中东的稳定、核问题谈判、金融危机、通货膨胀、工人失业、疾病预防、灾害控制、气候变暖、工业污染、生态环境破坏、局部冲突等,这些问题需要解决,靠简单的办法,靠个人的智慧,靠经验,显然是无能为力的,或者说束手无策。这就需要科学的决策理论、科学的决策方法和进行科学的决策。尽管人类决策活动自古就有,但形成一门新的、综合性的学科,还是近代的事情。20 世纪以来,决策理论与决策科学本身的范畴及其结构日趋完善和成熟。

决策问题的类型很多,有确定型决策和非确定型决策。确定型决策又称结构化决策,非确定型决策包括半结构化决策和非结构化决策。确定型和非确定型决策问题的区别主要体现在决策的后果上,一个是可以确定的,一个是未知

的,确定型决策越来越少,非确定型决策越来越多。另外还有统计型决策和竞争型决策,统计型决策理论是最早的定量决策方法理论。以决策期望的目标为准则,将事情可能发生的状态及发生各种状态的概率估计作为变量,计算各种决定下的期望值,按期望目标的优劣决定各种决策方案的选择。但这些都是最简单的情况,状态是有限的,期望人的目标又是单一不变的,而实际的决策问题却非常复杂,期望目标很难确定,有些目标还是时间和地域的函数,更难办的是目标难以量化。决策人的效用函数问题又被引入到决策理论中,效用函数减少了数据不确定、模型不完备的偏差,使统计决策理论更为适用。

决策问题还可分为单个决策和群组决策、战略决策和战术决策。若按决策的领域又可细分为能源决策,金融决策,市场决策,教育决策,生态决策,环境决策,林业、草业决策,人事决策。

对于诸多的决策问题,按传统的决策理论和方法进行决策时,总觉得存在很多不足和遗憾。基于系统工程的决策科学是一支十分重要的新兴学科,是融系统工程之基本原理与决策分析、决策要素、决策方法、决策模型、计算机技术有机结合的综合性学科。从事系统工程的人研究决策科学和决策问题,其出发点、侧重点显然都是贯穿着系统总体把握的思想、系统的分析方法、有效实用的技术。研究决策问题首先将它视为一个系统,这个系统有递阶的、反馈的,有稳定的和不稳定的,有可控的和不可控的,需要建立模型,需要定性和定量的结合、个体和群组的结合、精确计算和仿真的结合、决策者和专家的结合,即综合集成研讨厅的概念。几十年来,基于系统工程的决策科学,历经了实践,不断探索、创新的过程,逐步完善了学科的基本理论框架、基本理论体系、基本方法、基本应用模式和基本应用步骤。

层次分析法与网络层次分析法是决策科学重要的分支。层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是由美国著名运筹学家 Thomas L. Saaty 教授于 20 世纪 70 年代提出的。这一决策方法强调人的思维判断在决策过程中的作用,并通过一定的模式使决策思维过程规范化, AHP 面对的是内部独立的递阶层次结构。而对于内部依存的网络结构, T. L. Saaty 教授 1996 年提出了一种适应复杂结构的决策科学方法——网络层次分析法 (Analytic Network Process, ANP)。它是在 AHP 方法的基础上发展形成的一种新的实用决策方法, Saaty 认为 AHP 是 ANP 的一种特例,而 ANP 则是研究复杂决策问题的发展方向。

AHP 和 ANP 问世以来,受到了全世界决策学家的青睐,在军事冲突、环境工程、人文教育、市场营销、能源工程、中长期战略规划等领域得到了广泛应用。为了进一步推动 AHP 和 ANP 的发展,加强学术交流,在国际上已召开了多次国际学术研讨会。1987 年,在我国天津大学召开了第一届 AHP 国际学术交流会;

1991年,在美国匹兹堡大学召开了第二届 AHP 国际学术交流会;1994年,在美国华盛顿 Department of Management Science George Washington University 召开了第三届 AHP 国际学术交流会;1996年,在加拿大 Faculty of Business Administration Simon Fraser University Burnaby, B. C 召开了第四届 AHP 国际学术交流会;1999年,在日本 Kobe International Conference Center 召开了第五届 AHP 国际学术交流会;2005年至今,在美国等国又召开了第六届至第八届 AHP 国际学术会议。在国际上已经有越来越多的学者在从事这一决策科学方法的研究,而且涉及的应用领域也在不断拓展。

为了加强 AHP 和 ANP 的学术交流,推动基于系统工程的决策科学的发展,我国的学者进行了不懈的努力。AHP 作为一种科学决策方法是 1982 年 11 月召开的中美能源、资源、环境学术会议上由萨迪(T. L. Saaty)教授的学生高兰尼柴(H. Gholamnezhad)介绍给中国学者的。20 世纪 80 年代中,由天津大学主办了最早的 AHP 讨论班,参加讨论班的有中国系统工程学会的刘豹教授、天津大学的许树柏、和金生教授,讨论班聚合了许树柏、何金生、王莲芬、孙宏才、刁惠文等一批有志于 AHP 研究的学者,从此他们在 AHP 领域耕耘不歇。如今当年风华正茂的学者,许多已是科学决策方法和 AHP 领域的专家,为 AHP 决策方法的推广和应用,为实现决策的科学化,为决策科学理论的发展奉献自己的才华,做出了应有的贡献。正是由于 AHP 同仁的努力,1988 年,在天津大学召开了第一届 AHP 国际学术研讨会,140 多名中外学者与会,就 AHP 的理论和应用进行了热烈的交流讨论。自此之后,定期召开国际和国内 AHP 会议成为惯例,AHP 年会是学者们最好的交流平台。1991 年,在美国匹兹堡大学召开的第二届国际 AHP 学术研讨会,我国有十余名学者参加,并带去关于 AHP 的著作和文章参加了萨迪(Saaty)教授的书展;2005 年,在美国召开的第六届国际 AHP 年会上的报告,展现了 AHP 的最新进展和成果,这次参加会议的有国内 AHP 专家和他们 AHP 小组的最新科研成果,展示了中国在 AHP 理论与方法上的实践。但是,令人惋惜的是,曾经为 AHP 在中国发展做出巨大贡献的许树柏教授突然的辞世,没能参加这次会议。这里让我们回顾一下我国 AHP 发展的过程中,即一些代表性的里程碑。

1982 年,刘豹发表了国内第一篇介绍 AHP 的文章“层次分析法——决策的一种实用方法”;

1982 年,许树柏、李左风、张世英、刘豹发表了“层次分析法——决策的一种实用方法”一文;

1984 年,贾鸿勋、孙宏才、龚木森发表了“层次分析法应用研究”一文;

1986 年,赵焕臣、许树柏、和金生出版了《层次分析法——一种简易的新决

策方法》一书；

1988年，许树柏出版了《层次分析法原理》一书；

1990年，王莲芬、许树柏编著了第一本关于AHP的教材——《层次分析法引论》；

国外AHP研究中最具代表的专著有萨迪(T. L. Saaty)的“The Analytic Hierarchy Process”和“Decision Making for Leaders”。

中国系统工程学会决策科学专业委员会的前身就是中国系统工程学会AHP专业学组，创办了国内第一个关于AHP的内部期刊《决策与层次分析法》，从1988年开始，每两年召开一次年会，每届都有会议论文集，它代表着中国科学决策方法AHP的当前水平。

1988年，在北京召开了第一届国内AHP学术研讨会，主题是AHP的理论与实践。

1992年，在山东泰安召开第二届年会，主题是科学决策与层次分析。会议论文集为《决策科学与层次分析法》。这是自1992年10月15日，中国系统工程学会决策科学专业委员会成立以来的第一次学术年会，是将AHP学术年会演变为更为广泛的决策科学学术年会。从此以后，会议的主题以科学决策为主，包括AHP决策方法的理论研究和科学实践。

1996年，在北京召开第三届决策科学专业委员会年会，会议论文集为《决策科学与应用》。

2001年11月16日—17日，中国系统工程学会决策科学专业委员会第四届学术年会在江苏省苏州市召开，会议论文集为《决策科学理论与方法》。会议上，孙宏才、王莲芬教授的《网络层次分析法与科学决策》、《网络分析法的理论与算法》，将国际AHP方法的热点讨论带给中国。在应用方面，涌现出很多关于层次分析应用于实践的成功案例。ANP在中国又一次掀起应用的高潮，涌现出很多AHP和ANP年轻学者和专家。

2003年11月20日—22日，中国系统工程学会决策科学专业委员会第五届学术年会在浙江省杭州市召开有：会议论文集为《决策科学理论与实践》。承接上次会议的主题，层次分析在运用上，得到各行各业的应用热潮，科学决策方法的实践成为这次会议的主题。具有代表性的文章有：孙宏才等的《AHP与ANP应用于桥梁设计方案评估之比较》，朱勇的《AHP在装备作战效能量化评估中的应用》和姜青舫的《工程机械国际市场与产业属性研究》。

2005年10月16日—18日，中国系统工程学会决策科学专业委员会第六届学术年会在安徽省芜湖市召开，会议论文集是《决策科学理论与发展》。这次会议上新人辈出，涌现出很多年轻学者，甚至是在校的研究生，他们对科学决策方

法的热衷,展现了我国科学决策方法的勃勃生机。

中国系统工程学会决策科学专业委员会第七届学术年会于2007年10月21日—22日在贵阳召开,会议出版了《决策科学理论与创新》。这次会议吸纳了贵州土木工程学会项目管理分会的研究成果,始终围绕着学术理论创新、决策科学方法创新、应用实践创新这个主题,更多的侧重于实践环节,无疑给决策科学方法的创新发展增添了活力。

中国系统工程学会专业委员会第八届学术年会于2009年10月15日—18日在江苏河海大学常州校区召开,会议出版了论文集《决策科学与评价》,会议围绕主题:就决策科学学科的建设、挖掘和丰富具有中国特色和中国文化的决策思想进行了广泛的讨论与交流。

决策科学专业委员会推动了基于系统工程的决策科学的发展,为推动 AHP 和 ANP 的不断深入研究,起到了至关重要的作用。

第 2 章 层次分析法

2.1 概 述

层次分析法(AHP)是美国运筹学家萨迪教授于20世纪70年代初提出的一种简便、灵活而又实用的多准则决策方法。它把一个复杂问题分解成组成因素,并按支配关系形成层次结构,然后用两两比较方法确定决策方案的相对重要性。层次分析法的整个过程体现了人的决策思维的基本特征,即分解、判断和综合,通过一定模式使决策思维过程规范化。它将定性判断与定量分析相结合,用数量形式表达和处理人的主观偏好,从而为科学决策提供了依据。运用层次分析法易于在决策分析者与决策制定人之间进行沟通,在大部分情形下,决策者可直接使用AHP进行决策,从而大大提高了决策的有效性、可靠性与可行性。

AHP从本质上讲也是一种专家参与的决策方法,但由于它采取了层次结构与相对标度,因而比其他的决策方法远为灵活、多彩,可以解决的问题也更复杂,其结果也更有说服力。

AHP特别适用于系统中某些因素缺乏定量数据或难以用完全定量分析方法处理的政策性较强或带有个人偏好的决策问题。它在武器装备发展规划、能源需求预测与选择、人才需求与选拔、经济政策评价、投资项目评估、企业管理以及工程承包招投标中都得到了有效应用。

AHP的发展可追溯到20世纪70年代初。1971年,萨迪用AHP为美国国防部研究了“应急计划”。1972年,他又为美国国家科学基金研究了电力在工业部门的分配问题。1973年,为苏丹政府研究了苏丹运输规划。1977年,萨迪在第一届国际数学建模会议上发表了“无结构决策问题的建模——层次分析法”,从而引起了人们的注意。AHP作为一种决策方法是在1982年11月召开的中美能源、资源、环境学术会议上由萨迪教授的学生高兰尼柴(H. Gholamnezhed)首先向中国学者介绍的,此后在我国得到了广泛应用,在理论和实践方面都有了发展与提高。

2.2 AHP的基本步骤

运用AHP进行决策时,大体可分为四个步骤进行:

- (1) 分析系统中各因素之间的关系,建立系统的递阶层次结构;
- (2) 对同一层次的各元素关于上一层次中某一准则的重要性进行两两比较,构造两两比较判断矩阵;
- (3) 由判断矩阵计算被比较元素对于该准则的相对权重;
- (4) 计算各层元素对于系统目标的合成权重,并进行排序。

下面说明这个步骤的操作流程:

- (1) 分析问题,确定层次目标。

首先,要界定问题的性质,是否可以用定量模型描述。若是物理概念明确,物理表征清楚,则可以用精确数量模型解决;若是半结构问题或者是无结构问题,层次分析法则是一种定性定量相结合的有效工具。还要考虑问题是对未来的估计期望还是目标的选择、评价。

其次,要界定问题涉及的领域,是社会领域还是经济领域,是工程技术领域还是军事战略。我们要对这些领域所涉及的基本概念有个简单的了解。

第三,界定问题的目标。正确的确定决策目标是问题的关键,对目标的描述要清楚、明了,不能模糊笼统。要有总目标、分目标,分目标根据实际需要还可再分子目标,组成一个目标层次系统,如图 2-1 所示。

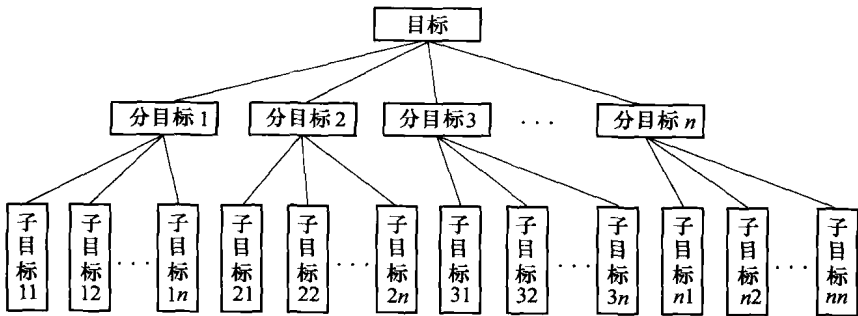


图 2-1 序列目标层次系统

目标系统还分序列目标层次系统,图 2-1 所示的就是一个序列目标层次系统,一个分目标仅与子目标的一个属集相互关联与支配。除此以外,还有分层交错式目标层次系统,一个分目标与下层的所有子目标或部分交错关联与支配,如图 2-2 所示。

决策目标确定得合适与否,对决策效果影响极大,迫切需要通过一定的标准来判断目标,即需要一个目标检验准则。例如,自动调节系统(自适应系统),可以通过执行中的反馈信息不断修正目标偏差。社会系统也可以不断修正目标,但需要相当长的时间才能看出效果。

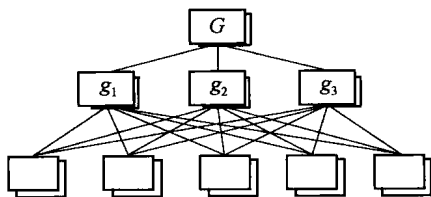


图 2-2 分层交错式目标层次系统

① 目标针对性。目标是否有的放矢,是否切中问题的主脉,是 AHP 建模成功的关键之一,因此,确定目标时必须进行诊断、分析,寻找问题的根本原因。有时也会出现例外,因为有些原因是无法解决的。例如,人老了是生病的原因,但这个原因是无法解决的。寻找原因时还要寻找根本原因。例如图 2-3,是针对车队运输量下降这个问题,分析寻找根本原因,最终归纳出根本性目标。

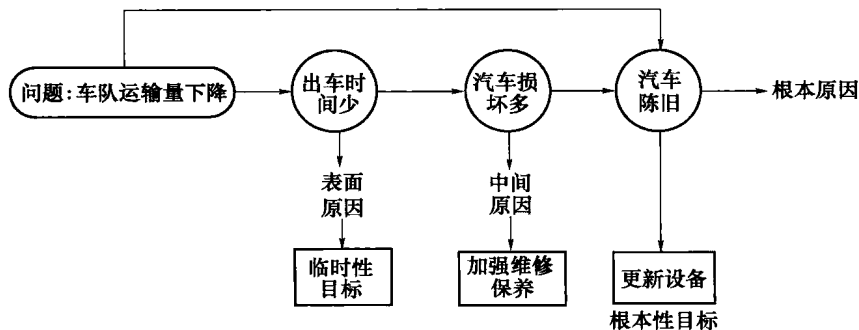


图 2-3 目标针对性分析过程

这个决策问题,应该将更新设备作为我们的整个目标,以此目标来构造递阶层次结构。

② 目标具体化,词义单一化。必须要有衡量目标的具体标准,例如,企业提出“三年打个翻身仗,彻底改变目前的困难局面”,这是个解决问题的主导思想,但作为解决问题的目标显然不够具体、不够明了。提出诸如“税后利润”、“总产值”作为目标就比较具体,也好评价。

③ 目标系统性。全面考虑问题,使系统处于整体协调,并同其外部环境保持和谐的最佳状态。

例如造水库以供水力发电为例,本来只有“发电”与“灌溉”两个基本目标,但由于建造水库后,有可能产生一些不利影响,因而就必须要考虑下列一些因素:淹没农田、发电、生态环境、水系变化、灌溉、旅游价值。