

工程管理熵学及其应用

邱菀华, 谷晓燕

(北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

[摘要] 介绍了管理学、决策论和信息学的一个新交叉研究领域——工程管理熵学, 从它诞生的必要性、科学性出发, 进而阐述其理论基础、方法与模型, 特别介绍了复熵决策法、群决策熵模型和多因素耦合决策熵方法, 最后给出的工程管理应用案例表明, 所提出的熵模型能够有效地解决实际工程管理中的决策难题。

[关键词] 工程管理; 决策; 熵

[中图分类号] U21 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)08-0073-07

1 前言

熵诞生于百余年前的热力学中, E. Einstein 称熵定律为“自然科学第一定律”; Clausius 等在统计力学中引用熵概念, 成为连接自然界中微观和宏观两方面的桥梁; 熵被 Shannon 引进信息论产生了现代信息科学。其影响范围之大、引起学者关注之多和时间之长、典型应用之成功, 堪称跨学科的新兴边缘科学之典范^[1-3]。

管理学是系统研究管理活动的基本规律和一般方法的综合性交叉学科, 旨在探讨现有条件下, 如何通过合理组织和配置人、财、物等因素提高生产力。而决策贯穿管理的全过程: 管理就是决策, 组织也是决策。管理决策作为管理学的一个分支在当今社会已经取得了长足的发展。

对超大型工程项目的管理决策水平, 标志着一个国家的科技和管理决策水平, 是综合国力的充分体现。20 多年来, 笔者等对不同层次的大型工程项目组织与管理问题进行综合探讨和定性定量相结合的系统分析、论证, 提出基于熵的工程管理决策方法和模型, 疏通了传统决策方法的瓶颈, 丰富了不确定性(随机)管理决策理论, 一个新的学科分支——

工程管理熵学应运而生。相信随着科技的发展, 熵决策理论在工程项目管理中的应用将越来越广泛。

2 熵理论

在热力学中, 把可逆过程中物质系统吸收的热量与热力学温度的比值看作该系统的熵增量, 表示单位温度的变化所吸收的热量, 即熵的变化 $dS = dQ/T$ 。

统计力学里设某物质系统的微观运动状态有 N 种, 那么, 在一定条件下, $\ln N$ 恰好与前述的热力学熵 S 成正比, 这个比例系数称为玻尔兹曼常数 L , $S = L \times \ln N$, 它表示不同能级状态数的分子运动的无序度和混乱度。1948 年, Shannon 依据马尔科夫过程的统计特性, 用熵定量描述信息量: $H = -K \sum_{i=1}^n P_i \log P_i$, 表示传递时不确定程度的减少量(式中 K 为大于 0 的恒量; P_i 为概率, $0 < P_i \leq 1$)。

管理学熵表示系统无序度, 系统越混乱熵越大, 系统越有序熵就越小。另外, 熵还可表示信息精确度、社会和谐度、节约率等, 它在控制论、数论、天体物理学和生命科学等领域都有应用^[4,5]。

[收稿日期] 2011-06-01

[基金项目] 国家自然科学基金(70871002); 国家科学技术学术著作出版基金(2010-G-030)

[作者简介] 邱菀华(1946—), 女, 江西临川县人, 北京航空航天大学教授、博士生导师, 长期从事工程管理、项目管理、决策与风险分析和价值工程的教学、研究与实践工作; E-mail: cnwhqiubuaa@yahoo.com.cn

3 工程管理熵学基础

传统 Bayes 决策用条件概率表示信息的条件可能性或条件准确度,从而计算各方案的期望收益(或期望费用),据此单因素大小选择最优方案。但是,工程成本、质量和完工期等同时受到售价、精度和资源拥有量的多种制约,并要求计算资源的全准确度。传统决策法没有办法解决此瓶颈并导致局限和失误,请看下例。

某新型航空器研制工程计划开发适于军民两用市场的新产品 A。已知统计数据见表 1,表 2 给出了某市场部门出售 A 的需求量信息 B 的准确度统计数据,B 的售价 CS 为 1.1 百万元。

表 1 A 市场需求情况的经验数据表

Table 1 The empirical data of market demand for A

需求状态 x_i	发生概率 $P(x_i)$	条件收益 CP/百 万元人民币
x_1 (好)	0.25	15
x_2 (中)	0.30	1
x_3 (差)	0.45	-6

表 2 信息 B 的准确度条件概率表

Table 2 The accuracy conditional probability of information B

IP 预报 y_k	x_1 (好)	x_2 (中)	x_3 (差)
y_1 (好)	0.10	0.45	0.75
y_2 (中)	0.25	0.25	0.15
y_3 (差)	0.65	0.30	0.10
合计	1	1	1

注:表中的 IP 表示不好的信息

由表 2 可以看出,信息 B 的准确度极差。例如,它把实际市场情况差而预报成好的,概率 $P\left[\frac{y_1}{x_3}\right]$ 高达 0.75。下面按传统 Bayes 决策法来计算,并将结果列于表 3~表 5 中。

表 3 信息 B 的联合概率表

Table 3 The joint probability of information B

y_k	x_1 (好)	x_2 (中)	x_3 (差)	$P(y_k)$
y_1 (好)	0.025 0	0.135 0	0.337 5	0.497 5
y_2 (中)	0.062 5	0.075 0	0.062 5	0.205 0
y_3 (差)	0.162 5	0.090 0	0.045 0	0.297 5
合计	0.25	0.30	0.45	1

表 4 修正后信息 B 的条件概率表

Table 4 The posterior conditional probability of information B

y_k	x_1 (好)	x_2 (中)	x_3 (差)	合计
y_1 (好)	0.050 2	0.271 4	0.678 4	1
y_2 (中)	0.304 9	0.365 9	0.329 2	1
y_3 (差)	0.546 2	0.302 5	0.151 3	1

表 5 信息 B 的 Bayes 决策结果表

(单位:百万元人民币)

Table 5 The results of information B by Bayes decision (unit: million Yuan)

y_k	x_1 CP = 15	x_2 CP = 7	x_3 CP = -6	$\sum EP$
y_1 (好)	0.753 0	0.271 4	-4.070 4	-3.046 0
y_2 (中)	4.573 5	0.365 9	-1.975 2	2.964 2
y_3 (差)	8.193 0	0.302 5	-0.907 8	7.587 7

注:EP 是预测市场情况为好、中、差时生产 A 的盈利值

$EMV_y^B = 0.497 5 \times 0 + 0.205 0 \times 2.964 2 + 0.297 5 \times 7.587 7 \approx 2.865 0$ (百万元), $F_B = 2.865 - 1.1 = 1.765$ (百万元) (EMV 为买信息 B 时,生产 A 的期望盈利; F_B 为买信息 B 时,生产 A 的净盈利),它仍大于由表 1 求出的、不买信息时的先验期望盈利。 $EMV_n = 0.25 \times 15 + 0.30 \times 1 + 0.45 \times (-6) = 1.35$ (百万元),因此,应用传统 Bayes 决策法得出的结论是:如此质量低劣的情报信息 B 都值得买。

这个令人吃惊的决策失误,是由于传统的 Bayes 决策法只考虑了信息费用,而其标明的用条件概率表示的信息准确度实质上是条件准确度的概念,而且没有将它造成的损失折合为成本计入模型等错误造成的。因此,必须在做决策时增加考虑信息价值的另一个事实上更重要的测度——信息的全准确度,才能避免上述决策失误。事实上,衡量随机信息的优劣本来就起码应该包含两个基本方面:准确度和成本。精明的决策者是绝不会忽视前者的。尽管考虑到试用熵来度量全准确度以便纠正上述问题,但是,管理事件特别是进行各因素比较的工程管理决策,由于数值比较时常常会出现负数,而 0 和负数没有对数,这就使用对数之和定义的传统熵无能为力。

纵观决策论和信息学的历史可以发现,长期以来,人们对多因素工程管理耦合(匹配平衡)决策问题望而却步。

笔者基于复变函数论将 Shannon 信息熵的概念从正数区间(0,1]扩展到实数区间[-1,1],定义复熵概念,引进传递熵,提出基于熵的工程决策、多目标决策、群决策等方法和模型,从而科学纠正失误,有效解决了一些实际工程管理中决策的关键问题,铺垫了工程管理熵学基础。

4 工程管理熵学的方法与模型

4.1 复熵决策法

Shannon 信息熵定义:在 n 维欧氏空间 E^n 上的状态空间 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 中,各状态发生的概率分别为 $P(x_1), P(x_2), \dots, P(x_i)$ 。Shannon 信息熵为:

$$H(x) = -C \sum_{i=1}^n P(x_i) \ln P(x_i) \quad (\text{nat}) \quad (1)$$

式(1)的定义域为 $0 < P(x_i) \leq 1, P(x_1) + P(x_2) + \dots + P(x_n) = 1, C$ 为均衡参数,单位是 nat (奈特)。

复熵定义:依据复变函数论定义,当 $|P(x_k)| \leq 1$ 时,集合 $P(x_k) (k = 1, 2, \dots, n)$ 上的复熵函数为:

$$H(x) = C \sum_{k=1}^n |P(x_k) \ln P(x_k)| = C \sum_{k=1}^n |P(x_k) \cdot [\ln |P(x_k)| + i \arg P(x_k)]| \quad (\text{nat}) \quad (2)$$

它是定义在实数空间 x 上的复函数。显然,当 $0 < P(x_i) \leq 1$ 时,式(2)与式(1)等价;当 $-1 \leq P(x_i) \leq 0$ 时,由于 $\arg P(x_k) = \pi$,故 $|\ln P(x_k)| = \sqrt{\ln^2[-P(x_k)] + \pi^2}$ 。因此,(2)式涵盖了(1)式,传统 Bayes 决策法是当 $0 < P(x_i) \leq 1$ 时工程管理决策复熵方法的特例^[6]。

$$H(B) = \sum_{k=1}^n h_k, h_k = \begin{cases} -e_k \ln e_k, & \text{当 } 1/e \leq e_k \leq 1 \text{ 时} \\ \frac{2}{e} - e_k |\ln e_k|, & \text{当 } -1 \leq e_k \leq 1/e \text{ 时} \end{cases} \quad (5)$$

不难证明下列等式成立: $h_k \geq 0$, 并且 $\lim_{e_k \rightarrow 1-0} h_k = 0, \lim_{e_k \rightarrow -1+0} h_k = \frac{2}{e} + \pi, \lim_{e_k \rightarrow 0} h_k = \frac{2}{e}, \lim_{e_k \rightarrow 1/e} h_k = \frac{1}{e}$ 。

信息 B 的机会经济损失: $CA = \frac{e}{n(2 + \pi e)} H(B) CA_{\max}$, 式中的最大机会经济损失 $CA_{\max} = - \sum_{i=r+1}^n P(x_i) CP_i$ 。信息 B 的期望盈利 $F_I = EMV_y^I - CS - CA$, 信息 B 的净盈利 $ENGSI = F_I -$

复熵的定义不仅完善了熵概念本身,更重要的是,它为传统熵从单方面信息量大小的度量扩充为对信息全面评价的一个物理量即全准确度提供了可能。笔者用 100 多组数据一组一组地对传统 Bayes 决策和熵法做试验,历经十多套方法对比,最终得到新的工程管理的复熵决策法。复熵决策法的计算步骤如下:

- 1) 计算信息 B 的 $E(B)$ 和 $H(B)$;
- 2) 用信息 B 修正先验信息;
- 3) 计算 EMV_n 和 EMV_y ;
- 4) 计算信息 B 的机会经济损失 CA 、期望盈利 F_I 和净盈利 $ENGSI$:

$$F_I = EMV_y^I - CS - CA \quad (3)$$

$$ENGSI = F_I - EMV_n \quad (4)$$

- 5) 判别:若 EMV_n 劣于 F_I , 则信息 B 有价值,应该购买用以辅助决策;否则信息 B 失效,采用先验 Bayes 决策的结果。

以上复熵决策法的计算步骤中,状态空间 x 上信息 B 的条件概率记为 $P(y_k/x_i) (k, l = 1, 2, \dots, n)$, 设信息 B 的传递矩阵 $E(B) = (e_1, e_2, \dots, e_n)$, 其中, $e_l = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n [P(y_l/x_i) - P(y_k/x_i)]$, $l = (1, 2, \dots, n)$, 且 $-1 \leq e_l \leq 1 (l = 1, 2, \dots, n)$ 。传递矩阵的元素 $e_l (l = 1, 2, \dots, n)$ 表示状态 l 发生时信息 B 预测的平均可靠度。

$H(B)$ 是信息 B 传递熵。它为定义在 $[-1, 1]^n$ 上的非负连续函数,表示信息 B 传递过程中的不确定度,或称信息 B 的平均信息量。

$H(B)$ 是信息 B 传递熵。它为定义在 $[-1, 1]^n$ 上的非负连续函数,表示信息 B 传递过程中的不确定度,或称信息 B 的平均信息量。

下面以前面第 3 节例子的信息 B 为例,说明复熵决策法的应用。按计算步骤的计算结果见表 6。从表 6 可以看出,信息 B 的期望净收益为 -0.0875 , 故其质量低劣,不值得购买。这足以表明,笔者的复熵决策法科学地纠正了传统 Bayes 决策的局限和失误,复熵决策法与传统 Bayes 决策关系如图 1 所示。

表 6 信息 B 的复熵决策法结果

Table 6 The results of information B by the complex entropy decision method

决策指标	$E(\cdot)$	$H(\cdot)/\text{nat}$	CA	F	ENGS	结论
计算结果	$(-0.350, -0.125, -0.350)$	1.212 47	0.502 5	1.262 5	-0.087 5	B 无效,用先验结果,生产 A, 期望盈利为 1.35 百万元

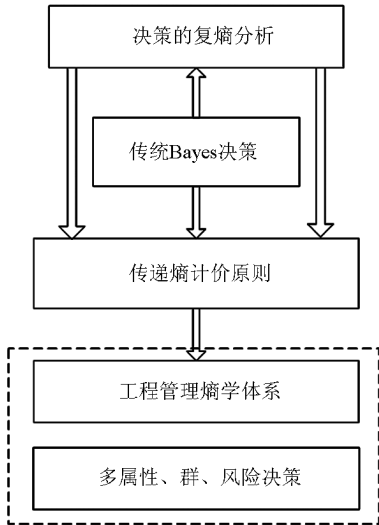


图 1 复熵决策法与传统 Bayes 决策关系图

Fig. 1 The relationship between complex entropy decision method and the traditional Bayes decision-making method

“差异”来度量 S_i 的决策水平。最优专家是决策结论与理想专家完全一致的专家。设计一个群决策熵模型步骤如下:

1) 将各已知因素数据单位化:

$$D_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{in})^T \in E^n$$

$$D = (D_1, D_2, \dots, D_m)^T = (d_{ij})_{m \times n} \quad (6)$$

式 (6) 中, $i = 1, 2, \dots, m$; $d_{ij} = x_{ij} / \sqrt{x_{i1}^2 + x_{i2}^2 + \dots + x_{in}^2}$, $j = 1, 2, \dots, n$ 。于是 $d_{ij} \leq 1$, 且

$$D_i^T D_i = \|D_i\|_2^2 = \sum_{j=1}^n d_{ij}^2 = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

2) 以 $N_i = (N_{i1}, N_{i2}, \dots, N_{in})$ 表示按专家 $S_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 的评分大小排列的被评为对象 O_1, O_2, \dots, O_n 的优劣名次。把被 S_i 给予了最高评分的各目标值下标记上 *:

$$x_{ij^*} = \max_{1 \leq j \leq n} x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

则 $N_{ij^*} = 1$ 。反之,对评分最低的对象 O_{j0} 有 $N_{ij0} = n$ 。

3) 专家 S_i 的决策水平向量为 $E_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$, 其中, $e_{ij} = 1 - |N_{ij^*} - N_{ij}| - |d_{ij^*} - d_{ij}|$; $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ 。

4) 专家 S_i 的决策水平用其结论的不准确性——决策熵 H_i 来测度。 H_i 即为专家 S_i 的决策水平向量各分量的复熵之和,其表达式同 4.1 节的平均信息量 $H(B)$ 式,即: $H_i = H(B)$ 。

5) 群组 G 整体决策水平测度 H_c (又称群组决策熵)的计算式为:

$$H_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m H_i \quad (9)$$

式(9)中, H_i 为该群组中各专家的决策熵。

6) 比较 H_i 的大小。 H_i 越小,专家 S_i 的决策水平越高;反之, H_i 越大者其结论的有效性越差。群组熵较小的决策支持系统的决策水平较高。

4.3 多因素耦合决策熵方法

工程管理中的多资源动态平衡耦合决策问题是长期以来管理学的热门前沿课题之一。随着改革开放的深入,我国航空、航天任务逐年递增,发展迅猛,因此,建立实用的多资源均衡决策法,在保证工程质

4.2 群决策熵模型

在工程管理中,专家及其群体的决策水平差异决定了其结论的有效性和可靠性。因此,研究和优化决策个体与群体提供信息的可靠性至关重要。群决策问题本质上是一个集结问题,众所周知,在一定条件下,群决策问题可以转换为一个优化问题,而熵是一种较好的优化工具。利用相对熵概念,提出了一个具有充分合理性和解的几何平均值性质良好的群决策熵模型^[7]。

设 S_1, S_2, \dots, S_m 为 m 个专家,构成决策群体 G 。被评估的对象为 O_1, O_2, \dots, O_n , 共 n 个。 $x_{ij} \in [I, J]$ 是第 i 个专家对第 j 个被评对象的评分值 ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$)。 x_{ij} 越大, S_i 认为对象 B_j 越好。向量 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T \in E^n$ 和矩阵 $x = (x_{ij})_{m \times n}$ 代表个体 S_i 和群组 G 在一次决策行为中所做的结论。

设 S_0 为理论专家,是理想中的决策水平最高、评分最准、最公正,或可靠性达最大值 1、不确定性为最小值 0 的专家,其评分向量为 $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n})^T \in E^n$ 。显然,个体 S_i 的决策水平越低,其结论与 S_0 相差越大。因此,可以用这种

量前提下提升资源效用和降低风险,成为航空、航天工程项目的当务之急。

设有 m 个方案 x_1, x_2, \dots, x_m , 每个方案具有 n 个属性 a_1, a_2, \dots, a_n , 构成数据矩阵 A , 其元素 $a_{ij} \geq 0$ 为第 i 个方案的第 j 个属性值。利用熵函数和决策偏好效用函数的一致特性,通过熵权克服专家偏好差异,解决了成本型属性值尽可能小、效益型属性值尽可能大的多类资源耦合匹配决策的方案选择问题。

1) 构造属性值矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$ 。

2) 将矩阵 A 规范化为: $R = (r_{ij})_{m \times n}$ 。当属性为

效益型时, $r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_i(a_{ij})}$ ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$); 当属性为成本型时, $r_{ij} = \frac{\min_i(a_{ij})}{a_{ij}}$ ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$), 对等于零的 a_{ij} , $r_{ij} = \frac{\max_i(a_{ij}) - a_{ij}}{\max_i(a_{ij}) - \min_i(a_{ij})}$ ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$)。

3) 将 R 归一化: $R' = (r'_{ij})_{m \times n}$, 其中 $r'_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}$ 。

4) 属性 a_j 的信息熵 $E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r'_{ij} \ln r'_{ij}$, $j = 1, 2, \dots, n$, 当 $r'_{ij} = 0$ 时, $r'_{ij} \ln r'_{ij} = 0$ 。

5) n 个属性的权重向量记为 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, 式中 $\omega_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{k=1}^n (1 - E_k)}$ 。

6) 方案 x_i 的综合得分 $z_i(\omega) = \sum_{j=1}^n r'_{ij} \omega_j$ ($i = 1, 2, \dots, m$), 得分越高方案越优。

5 工程管理应用案例

笔者的工程管理熵方法与模型已经在航空、航天、遥感技术等国民经济多个行业的工程管理体系和模式的实践中应用并取得社会经济效益,并用本理论成功构建了以下模型:a. 工程管理能力评估;b. 最优组织结构、型号组织机制优化设计;c. 质量/风险/资源耦合;d. 成本/技术/进度均衡;e. 质量管控程序设计;f. 物流分类、排序;g. 工程管理的价值工程。并在主持和完成的以下工程项目中成功应用:a. X 航空发动机研制——管理能力评估熵模

式及结构价值优化;b. 某探月卫星工程管理技术——多资源熵决策模型与价值分析;c. 空间飞行器(含神舟)研制工程管理——整合型协同进度管理(含熵)模式和原则;d. L15 教练飞机研制工程管理——资源及质量平衡熵决策模型;e. 总装仓库物资管控系统——物流分类熵排序模型。

5.1 发动机研制项目管理应用案例

笔者主持了与 X 燃气涡轮研究院联合课题“624 所发动机研制项目管理”,建立了我国首台自主知识产权的涡扇 X 与 XX 型发动机研制组织工程管理能力评估模型,主要研究内容如下:

1) X 型航空发动机研制项目组织结构评估研究:a. X 型航空发动机研制项目组织结构熵评估;b. 两种组织结构模式的时效质量熵和变化熵计算;c. 两种组织结构模式的有序度和柔性度对比分析。

2) X 型航空发动机研制项目组织结构优化设计:a. X 型航空发动机研制项目管理能力研究;b. 基于相对熵的型号研制项目管理能力评估模型;c. X 型航空发动机研制项目管理能力评估。

3) 管理系统结构中的熵理论:a. 组织结构的静态分析——基于时效质量熵的有序度;b. 组织结构的动态分析——基于变化熵的柔性度。

经研究后的结果显示,在保证质量水平和合理利用资源的条件下,航空科研型单位首选为矩阵型组织形式,图 2 和图 3 分别表示常用的两种不同的组织信息结构。

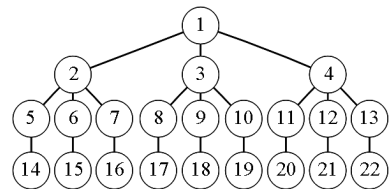


图 2 项目型组织信息结构图

Fig. 2 The information structure of the project organization

笔者设计的多型号工程研制项目的矩阵型组织结构模式、管理体系、机制的优化方案,通过价值分析和研制模式创新,例如,采用新工具优化性能参数减少发动机的迎风面积;采用创新的“共同投资、共同经营、共担风险、共享收益”四共项目融资模式等经济技术措施,改善了对研制进度、费用、质量及风险的管控水平,助力圆满完成“仅用 5 年时间研制一台新型航空发动机”的历史使命,成功显示了中国航空工业界为共同理想合力拼搏的优良传统。

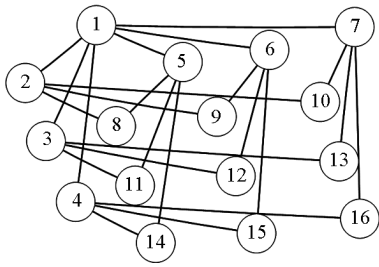


图3 矩阵型组织信息结构图

Fig. 3 The information structure of the matrix organization

管理熵决策模式如图5所示。

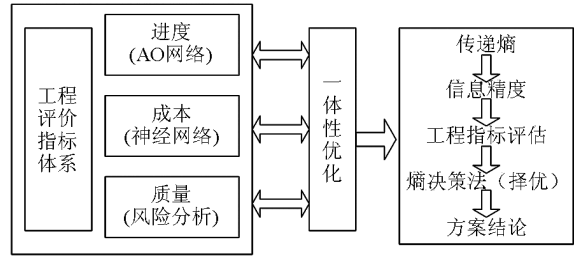


图5 工程管理熵决策模式

Fig. 5 The entropy decision model of engineering management

5.2 CE-1 探月卫星工程中的应用案例

在主持完成的“价值工程在嫦娥探月-1 卫星工程中的应用”项目中,提出全员参与、全过程应用、全方位扫描的管理理念,建立资源价值链管理模式和标准,设计资源/质量/风险等耦合熵模型解决资源均衡和元器件采购的科学比例等瓶颈问题,设计系列工程管理实用方法——熵权多目标决策法(见图4)。

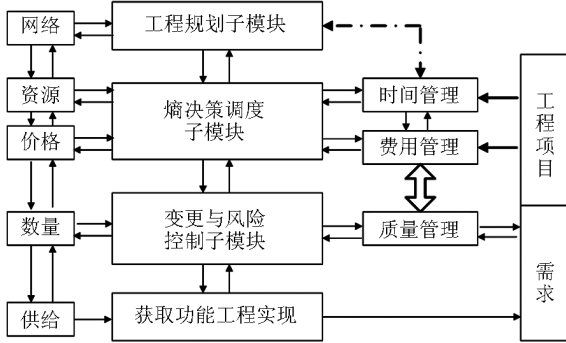


图4 系列工程管理实用方法——熵权多目标决策法

Fig. 4 The series of projects management practical method—entropy multi-objective decision method

通过本项目实施,工程管理的计划制定能力、变革控制能力、评估决策能力和成本-进度-质量平衡能力都有所提高(研制周期、经费和国产元器件费用平均节省15%以上),在确保卫星整星功能的基础上实现了快、好、省的预定目标。

5.3 空间飞行器研制工程项目管理应用案例

在主持的“空间飞行器(含神舟)研制工程项目管理技术”中,提出整合型协同进度管理模式(含熵)、五管原则和规范加强管理机制、控制项目研制进度的措施,确保小于 T_n (总时差)的工程时差,解决型号研制的时间、质量和成本协调、风险识别及质量实时控制问题,平均节约资源15%左右。该工程

6 结语

从理论和实践两方面分析了几种工程决策熵方法,在笔者的研究中,熵被扩充到实数区间 $[-1, 1]$,使 Shannon 熵从度量信息大小扩充为能同时评价信息大小和准确度的多方反映信息物理特征的、名副其实的“物理量”。工程管理熵学是一个基于复函数论,结合管理学、决策论和信息学3个学科成功应用于工程管理的原创性模型与方法集。一方面,它提出的价格、精度全面评价信息的概念、原则及算法,解决了历史遗留的诸多信息比较和工程管理决策难题。另一方面,由于通常信息间差异不会很明显,因此,在大多数情况下必须靠复(传递)熵帮助准确地鉴别信息的优劣,可谓用处多、好处大。熵既是随机性能的理想度量,又能反映概率的准确度。不难预料,一个应运而生的新学科方向——工程管理熵学,在随机决策领域将越来越显示其活力。

参考文献

- [1] Jaynes E T. Information theory and statistical mechanics [J]. The Physical Review, 1957, 106 (2): 620 - 630.
- [2] Shannon C E. A mathematical theory of communication [J]. Bell Systems Technical Journal, 1948, 27(3): 379 - 428.
- [3] 周荣喜, 刘善存, 邱苑华. 熵在决策分析中的应用综述[J]. 控制与决策, 2008, 23(4): 361 - 366.
- [4] 邱苑华. 管理决策熵学及其应用[M]. 北京: 电力工业出版社, 2011.
- [5] 邱苑华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [6] 顾昌耀, 邱苑华. 复熵及其在 Bayes 决策中的应用[J]. 控制与决策, 1991, 6(4): 251 - 259.
- [7] 邱苑华. 群组决策系统的熵模型[J]. 控制与决策, 1995, 10(1): 50 - 54.

Engineering management entropy research and its applications

Qiu Wanhua, Gu Xiaoyan

(School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics
and Astronautics, Beijing 100191, China)

[**Abstract**] This paper describes the cross research field among management, decision theory and information science—engineering management entropy research. Firstly, the necessity and scientificity are discussed. Then its theoretical basis, methods and models are explained. Especially, the complex entropy decision making method, group decision making entropy model and multivariate coupled decision-making entropy method are described. Finally, the engineering management application cases are given, which prove that the proposed engineering management decision model based on entropy can effectively solve some key decision-making problems in practical engineering management.

[**Key words**] engineering management; decision; entropy

(上接 25 页)

The practice and experience of construction and management for large and medium water projects

Zhang Jiyao

(Environment and Resource Committee, National Committee of the Chinese People's
Political Consultative Conference, Beijing 100038, China)

[**Abstract**] Water project is an important component in infrastructure construction. To strengthen water project construction management is a vital measure to improve the benefit of water project investment and social, economic and ecological benefits, which is the main research content of project management. The paper mainly expounded the duty main body, management emphasis, effective measures and successful cases of large and medium water projects in different periods.

[**Key words**] large and medium water projects; item management; practice and experience