

文章编号:1002-980X(2007)04-0066-04

基于判别分析的 R&D 项目中止决策

周晓宏^{1,2}, 孙元²

(1. 安徽工程科技学院, 安徽 芜湖 241000; 2. 浙江大学 管理学院, 杭州 310058)

摘要: R&D 项目中止决策是 R&D 管理过程中一项非常重要的工作, 有效、及时的中止决策对于优化科技资源配置、提高创新效率有着非常重要的意义。本文在对已有的 R&D 项目中止决策方法简要回顾基础上, 根据 R&D 项目中止决策实质, 给出了一种基于已有数据判别分析的 R&D 项目中止决策方法和步骤, 并进行了示例计算。结果表明, 该方法较为简便有效, 易于操作。

关键词: R&D 项目; 中止决策; 判别分析

中图分类号: F124.3 **文献标志码:** A

1 引言

随着科学技术的迅猛发展, 市场竞争的日益加剧, 越来越多的企业认识到 R&D 项目对提高企业竞争能力的重要作用, 并将 R&D 工作提到企业战略高度。然而, 却有相当数量的 R&D 项目并没有给企业带来预期的收益。一方面是由于 R&D 项目的高度不确定性, 以及人们对事物发展观察力的有限性, R&D 项目的风险并不因为项目初始的正确选择而不再存在, 相反可能会随着项目的进展而不断增大, 并最终导致项目不可行。另一方面, 在目前的 R&D 项目管理上, 人们大多比较重视项目的立项和选择, 轻视项目的监督、检查和控制。很多项目一旦上马就很难下马, 不管进展、效益如何都硬着头皮往下干, 于是就出现了很多不了了之的项目, 浪费了大量宝贵资源 and 时间。据有关资料显示, 约有 40% 的 R&D 项目在技术上未能最终完成, 技术上获得成功的项目中约有 45% 没能开发出产品, 已经商品化的项目中, 约有 60% 在经济上不能获利^[1]。我国 R&D 项目的成功率则更低, 能够转化为生产力的科研成果不足 15%^[2]。对那些具有潜在失败危险的项目没有及时中止或继续追加无谓的投资, 势必将会造成更大的损失。为此, 必须尽早识别并及时中止, 这就需要在项目不同阶段不断地进行中止决策, 也就是根据项目的进展及内外条件变化的

情况, 运用一定的方法, 对正在实施的 R&D 项目的前景进行推断, 以决定项目是应该继续进行、中止, 还是延期。这样便可较早中止那些没有发展前景的项目, 节省稀缺科技资源, 而用于那些有发展前景的项目, 以提高稀缺科技资源的经济及社会效益。中止决策是否及时、决策结果是否准确在很大程度上决定了一个企业、部门甚至一个国家稀缺科技资源的利用效率^[3]。因此, 对 R&D 项目进行中止决策有着非常重要的意义。

2 研究回顾

自 20 世纪 60 年代以来, 随着 R&D 项目的逐渐增多以及项目投资规模的不断增大, 国内外学者就从不同角度和层次对 R&D 项目中止决策理论方法进行了研究, 提出了若干决策模型, 在一定程度上促进了 R&D 项目管理的规范和管理水平的提高^[4]。国外有关 R&D 项目中止决策文献以实证研究居多, 最早从事 R&D 项目中止决策研究的是 Buell, 他早在 1967 年就提出了 R&D 项目中止决策的想法^[5]。R. Balachandra 等人建立了创新项目中止决策的综合判别模型^[6], 但这个模型需要预先给定一个临界值。Lange 在 R. Balachandra 等人基础上, 将项目中止的阶段进一步细化为成功、中止和暂缓^[7]。Klaus Brockhoff 在对美国的 114 个项目分析基础上给出了 14 个判别因素, 并提出通过对这些

收稿日期: 2006-12-05

作者简介: 周晓宏(1970—), 男, 安徽桐城人, 浙江大学管理学院博士研究生, 安徽工程科技学院副教授, 主要从事项目管理研究; 孙元(1982—), 男, 浙江萧山人, 浙江大学管理学院博士研究生, 主要从事 IT 项目管理研究。

因素赋权进行综合评判的方法^[7]。Vinod Kumar 等人提出了在项目开发的不同阶段(初期筛选、商业评估、开发、生产和初期商品化、商品化等)进行中止决策问题,并在大量统计分析基础上给出了各阶段具体的评价指标和回归分析模型,提出了一个 R&D 项目监控框架^[7]。国内 R&D 项目中止决策研究起步较晚。王守荣运用 Gantt 图和挣值理论从项目进度与费用角度探讨了项目中止决策问题^[1],但 R&D 项目的发展前景是由多种因素决定的,因此,这一方法在实际应用中受到一定的限制。屈交胜、官建成提出了一种 Fuzzy 动态综合评判方法,它把 Fuzzy 综合评判与时间序列的动态多指标决策方法结合起来,最终得出企业在研项目的优劣排序,以实施项目的中止决策^[2]。但该方法在实际应用时需要预先知道一个阈值,而这个阈值又较难以确定。陈国宏提出了用于 R&D 项目中止决策分析的 Fuzzy 模式识别方法^[4],该方法利用夹角余弦等方法,计算量较大,而且结果很难客观真实反映向量间相似度。董景荣等、刘权、官建成等、孙佰清、王嘉诚等提出了适用于 R&D 项目中止决策的神经网络方法^[3,9,10],但在实际应用中难以科学地确定网络结构,从而影响结果的准确性。在目前的 R&D 项目中止决策实践中,项目决策者更多倾向于使用直观或更为简便的判别方法^[6],Buell 也曾坚决反对将中止的所有原因都包括在数学公式中来解决^[5]。因而,以上方法虽然在理论上都有一定的科学性,但终因繁杂的数学计算而很难在实践中广泛应用。基于这一思考,本文尝试提出一种基于已有数据基础上的判别分析方法,并借助计算机运行来对一个 R&D 项目进行中止评价,以判断类别归属,从而做出正确决策。

3 R&D 项目中止决策的判别分析方法

判别分析是一种数据分析技术,适用于标准变量或因变量为定类数据、预测变量或自变量为定距数据的情况^[10]。基于数据的 R&D 项目中止决策判别分析的实质是根据同类项目的综合情况,导出反映内在规律的判别函数,将待评项目的相关特征数据代入判别函数中,便可以根据判别函数值所属类别进行判别,以推断项目的发展前景。由于在同一企业或部门内所进行的 R&D 项目,其所处的技术环境、市场环境等诸多方面是相同或相似的,所以,在同一企业或部门内,成功或失败的项目有着相

同或相近的特征。因此,由同类项目通过统计分析得出的判别结果对待评项目也有一定的准确性。基于已有数据的 R&D 项目中止决策判别分析方法如下:

1) 建立理想数据样本。首先,选取一定数量的同一时段同类 R&D 项目作为样本,这个样本包含成功的、中止的和暂缓的三类项目。

设有 S 个总体(类别) $G_i (i=1, 2, \dots, s)$, 在实际问题中,由于每个总体的 P 维均值向量 μ_i 和 $p \times p$ 阶协方差矩阵 V_i 是未知的($i=1, 2, \dots, s$), 所以,这里用样本观察值来进行估计。

列出 S 个类别的样本观察值,第 $i (i=1, 2, \dots, s)$ 个类别的样本有 n_i 个个体,每个个体有 P 个指标。则第 i 个类别的样本可表示为

$$X_i = \begin{bmatrix} x_{11}^{(i)} & x_{12}^{(i)} & \Lambda & x_{1p}^{(i)} \\ x_{21}^{(i)} & x_{22}^{(i)} & \Lambda & x_{2p}^{(i)} \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ x_{n_i 1}^{(i)} & x_{n_i 2}^{(i)} & \Lambda & x_{n_i p}^{(i)} \end{bmatrix} = (X_{jk}^{(i)}), j=1, 2, \Lambda, n_i; k=1, 2, \Lambda, p; i=1, 2, \Lambda, s. \text{ 其中, } x_{jk}^{(i)} \text{ 表示第 } i \text{ 个样本类别中的第 } j \text{ 个个体的第 } p \text{ 个指标的值。}$$

2) 求均值向量 μ_i 的估计值。先求上述数据矩阵中的各列的均值 $\bar{x}_k^{(i)}$:

$$\bar{x}_k^{(i)} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{jk}^{(i)}, k=1, 2, \Lambda, p, i=1, 2, \Lambda, s$$

$$\mu_i \text{ 的估计值就是 } (\bar{x}_1^{(i)}, \bar{x}_2^{(i)}, \Lambda, \bar{x}_p^{(i)})^T.$$

3) 求 V_i 的估计值(样本协方差矩阵) $\sum_i, i=1, 2, \Lambda, s$. 把 S 个原始数据矩阵中的各列数据中心化:

$$A_i = x_{jk}^{(i)} - \bar{x}_k^{(i)}$$

$$A_i \text{ 仍然是个 } n_i \times p \text{ 阶矩阵, } i=1, 2, \Lambda, s,$$

再求出 S 个样本协方差矩阵($p \times p$ 阶):

$$\sum_i = \frac{1}{n_i - 1} (x_{jk}^{(i)} - \bar{x}_k^{(i)})^T \cdot (x_{jk}^{(i)} - \bar{x}_k^{(i)}) = \frac{1}{n_i - 1} A_i^T A_i$$

$$i=1, 2, \Lambda, s; j=1, 2, \Lambda, n_i; k=1, 2, \Lambda, p.$$

4) 求矩阵 V 的估计值 $\sum$. 设 $n = n_1 + n_2 + \Lambda + n_i + n_s$

$$\sum = \frac{1}{n-s} [(n_1-1) \sum_1 + (n_2-1) \sum_2 + \Lambda + (n_i-1) \sum_i] = \frac{1}{n-s} [(A_1^T A_1) + A_2^T A_2) + \Lambda +$$

$(A_s^T A_s)] = \frac{1}{n-s} P$ 其中, $P = A_1^T A_1 + A_2^T A_2 + \Lambda + A_s^T A_s$

5) 求判别函数 $f_i(x), i = 1, 2, \Lambda, s$

$f_i(x) = x^T V^{-1} \mu_i - \frac{1}{2} \mu_i^T V^{-1} \mu_i$

以 $\sum^{-1}$ 代替 V^{-1} , 即得:

$f_i(x) = x^T \sum^{-1} \mu_i - \frac{1}{2} \mu_i^T \sum^{-1} \mu_i$

即:

$f_i(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x + \Lambda + a_p x_p, i = 1, 2, \Lambda, s$

s

在求出的所有 $f_i(x)$ 中, 哪个 $f_i(x)$ 的值最大, 表明 x 到相应的 G_i 的马氏距离的平方最小, 所以判断 x 属于相应的 G_i 。

4 应用示例

为便于检验和比较, 这里仍然借用文献[4]、[9]

表 1 样本及待识别对象的各指标值列表

指标	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	实际类别
理想取向	正	正	负	正	正	负	正	正	负	正	正	正	
评价	1-5	1-5	实际	1-5	1-5	±	1-10	1-5	1-10	1-5	实际	1-10	
值域	评分	评分	数	评分	评分	(%)	评分	评分	评分	评分	数	评分	
项目 1	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	30	4	4.0	8.0	2.5	0	6.0	3
项目 2	4.0	3.5	0.0	5.0	4.0	5	8	4.0	7.0	3.5	2	8.0	1
项目 3	4.5	4.0	0.0	4.5	4.0	-10	7	3.0	6.0	4.5	1	9.0	1
项目 4	3.5	2.0	2.0	2.0	2.5	50	5	3.5	8.0	2.0	0	8.0	3
项目 5	4.0	2.0	0.0	4.0	3.0	20	7	3.5	8.0	3.0	1	5.0	2
项目 6	4.5	3.5	0.0	4.5	4.0	30	7	3.5	7.0	4.0	1	5.5	2
项目 7	4.5	4.5	0.0	5.0	4.0	0	8	4.0	6.0	4.5	1	8.5	1
项目 8	4.0	4.5	0.0	4.0	4.5	-5	9	4.5	7.0	4.0	2	9.0	1
项目 9	3.0	2.0	1.0	2.5	3.0	35	6	4.0	9.0	3.5	0	8.0	3
项目 10	4.0	4.0	1.0	4.0	3.5	25	8	4.0	8.0	3.5	1	6.0	2
项目 11	4.0	3.0	1.0	5.0	4.0	0	9	4.0	6.5	4.0	1	9.0	待定

资料来源:文献[4]

表 2 判别函数系数

	类型		
	可以继续	暂缓	立即中止
市场前景	3182.866	2863.971	2264.344
市场开拓前期投入强度	-2250.525	-2024.285	-1619.946
已出现相似产品(或技术)数	2991.415	2688.820	2157.651
与产业政策的吻合度	1526.708	1372.905	1088.159
权威部门或人士的支持	2123.845	1903.859	1537.486
实际投资超预算程度	-112.646	-100.758	-79.853
本单位财务能力	1263.770	1137.746	896.899
(Constant)	-15229.814	-12314.956	-7758.193

(Fisher's linear discriminant functions)

中的算例所使用的数据。设在项目某阶段中止决策的评判指标为:

①市场前景 X₁;②市场开拓前期投入强度 X₂;③已出现相似产品(或技术)数 X₃;④与产业政策的吻合度 X₄;⑤权威部门或人士的支持 X₅;⑥实际投资超预算程度 X₆;⑦本单位财务能力 X₇;⑧技术路线优势 X₈;⑨技术难度系数 X₉;⑩技术协作攻关能力 X₁₀;⑪可利用的现有研究成果 X₁₁;⑫项目进展情况总评 X₁₂。现收集到 10 个样本,样本及待识别对象的各指标值列于表 1,其中,第 11 个项目为待评价项目。项目 1—10 分别属于 1、2、3 等类项目,1 类表示成功类的项目,2 类表因措施不当而失败的项目,3 类表示因客观原因而失败的项目。

按照以上步骤,这里我们运用 SPSS 统计软件进行计算,计算结果如表 2、表 3。

表 3 个体判别结果

Case Number	Actual Group	Highest Group					Second Highest Group			Discriminant Scores	
		Predicted Group	P(D>d G=g)		P (G=g D=d)	Squared Mahalanobis Distance to Centroid	Group	P (G=g D=d)	Squared Mahalanobis Distance to Centroid	Function 1	Function 2
			p	Df							
Original 1	3	3	.487	2	1.000	1.441	2	.000	1163.441	-31.118	1.598
2	1	1	.956	2	1.000	.089	2	.000	333.286	20.807	.806
3	1	1	.255	2	1.000	2.733	2	.000	379.354	21.776	2.212
4	3	3	.727	2	1.000	.639	2	.000	1120.639	-30.619	.023
5	2	2	.849	2	1.000	.328	1	.000	344.657	2.398	-2.543
6	2	2	.852	2	1.000	.321	1	.000	348.447	2.221	-2.144
7	1	1	.200	2	1.000	3.216	2	.000	321.700	20.672	-.758
8	1	1	.260	2	1.000	2.697	2	.000	285.588	19.206	1.878
9	3	3	.489	2	1.000	1.430	2	.000	1023.430	-29.086	.611
10	2	2	.575	2	1.000	1.108	1	.000	292.047	3.743	-1.683
11	ungrouped	1	.000	2	1.000	1116.179	2	.000	2651.726	53.794	4.955

从计算结果(Predicted Group)可以看出,第 11 个待判别的项目属于第一类情况,即是成功类型的,可以继续。本例判断结果的正确率是 100%,而且, Highest Group 中的后验概率非常大,Second Highest Group 中的与实际不吻合的后验概率非常小。这个结果与文献[4]、[9]中的结果完全一致。相比而言,本文中给出的方法更为简便,在日常的 R&D 项目管理实践中,更易于操作及普遍使用。

5 结束语

综上所述,本文提出的基于数据的 R&D 中止决策判别分析方法,能够充分利用已有项目有效信息进行判别,并得到较为满意的结果,而且通过 SPSS 软件的计算,克服了以往一些方法的繁杂计算,使得整个判别决策过程变得更为简单方便,易于操作,便于在 R&D 项目管理实践中进一步推广。

参考文献

[1]王守荣.研究与开发项目中止的经济分析[J].科学学研究,

1994(2),45—51.
[2]屈交胜,官建成. R&D 项目中止决策的 Fuzzy 动态综合评判[J]. 科研管理,1996(5),36—42.
[3]刘权,官建成. 基于 Hamming 神经网络的 R&D 项目中止决策方法[J]. 自动化学报,2002(2),279—283.
[4]陈昭宏. R&D 项目中止决策的 Fuzzy 模式识别[J]. 科学学研 究,1998(1),68—74.
[5]陈劲,周笑磊,等. R&D 项目的中止决策[J]. 科学学与科学 技术管理,2003(8),5—8.
[6]BALACHANDRA R. Early warning signals for R&D pro- ject[M]. Lexington,MA Lexington Books,1989.
[7]董景荣. 技术创新过程管理:理论、方法与实践[M]. 重庆:重 庆出版社,2000,117—118.
[8]VINOD KUMAR. To termination or not an ongoing R&D project: A managerial dilemma[J]. IEEE Trans. Eng. Man- age,1996,43(3),273—284.
[9]董景荣. R&D 项目中止决策的小波网络模式识别[J]. 管理 科学学报,2001(2),67—73.
[10]孙佰清,王嘉诚. 基于区域映射模型的 R&D 项目中止决策 [J]. 数量经济技术经济研究,2002(12),68—71.
[11]马庆国. 管理统计[M]. 北京:科学出版社,2002,346—372.

The R&D Project Termination Decision Based on Discriminant Analysis

ZHOU Xiao-hong^{1,2}, SUN Yuan²

(1. Anhui Institute of Technology and Science, Wuhu Anhui 241000, China; 2. College of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: As R&D project termination decision is an important work of R&D project management, effective and timely termination decision has great significance for optimizing science and technology resource and improving innovation efficiency. Based on the brief analysis of the methods of R&D project termination decision, the paper discussed the discriminant analysis method of R&D project termination decision, and provided an example according to the essence of the R&D project termination decision. The result Showed the method was both simple and effective.

Key words: R&D project; termination decision; discriminant analysis