

投资决策量化 方法研究

杨廷干 著

中国财政经济出版社

江西财经大学学术文库

投资决策量化方法研究

杨廷干 著

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

投资决策量化方法研究/杨廷干著. —北京: 中国财政经济出版社, 1998

(江西财经大学学术文库)

ISBN 7-5005-3692-5

I. 投… II. 杨… III. 投资-经济决策-数学方法-研究
IV. F830.59

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00167 号

中国财政经济出版社出版

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京东城大佛寺东街 8 号 邮政编码: 100010

北京财经印刷厂印刷 各地新华书店经销

850×1168 毫米 32 开 6.125 印张 143 000 字

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月北京第 1 次印刷

印数: 1—1355 定价: 13.00 元

ISBN 7-5005-3692-5/F·3393

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

序

公元676年，唐代诗人王勃去交趾探父，途经洪州（江西南昌），在都督阎伯屿的盛宴上写下了千古名篇《滕王阁序》，其中有“物华天宝，龙光射斗牛之墟。人杰地灵，徐孺下陈蕃之榻”赞誉江西的佳句。千年的历史证明，王勃之言并非客套的溢美之词，而是据实之言。从盛唐至宋，江西经济文化十分发达，唐宋八大家江西占了三家。从长江经鄱阳湖赣江，翻越大庾岭经梅关入广东，商旅不绝，十分繁荣。近代的江西，志士仁人辈出，尤其是土地革命时期，江西籍的革命烈士（有姓名记录者）达几十万人。如今，中国改革开放，又逢盛世，江西经济、文化和社会发展又临新机遇，京九铁路开通，大大改善了江西的区位条件，当初“襟三江而带五湖，控蛮荆而引瓯越”的优势重现，“雄州雾列，俊彩星驰”胜景盛况再来，江西这块交织着历史文化沉淀和革命传统的红土地，将展现新的风采。

江西财经大学是一所以经济学科为主，工、法、文学科兼有新型多科性经济类大学，始建于1958年，我国改革开放以来，学校取得突飞猛进的发展。学校在“九五”期间的目标是以“在江西有优势，在华东有特色，在全国有影响”的第一流高等财经学府的姿态进入21世纪。作为学校“九五”发展规划的一部分，我们编辑出版《江西财经大学学术文库》，以期展示检阅我校教师的科研成果，推动我校科研工作和学科建设迈上新的台阶。《学术文库》将收录我校专家学者多年潜心研究获得的学术成果，

国家社科基金项目的优秀研究报告，尤其是青年学者的力作。它们的内容涉及经济学科前沿的许多重大理论问题，其中不乏对社会主义市场经济建设实践中现实问题的研究成果。《江西财经大学学术文库》将成为我国经济科学百花园中一支奇葩。

在此，我特别要感谢中国财政经济出版社社长兼总编辑杨天赐教授和各位编辑，由于他们对经济科学学术研究的深刻理解和大力支持，我校的《学术文库》得以顺利问世。

史忠良

1997年7月16日

序 言

建国以来，特别是1978年改革开放以来，我国持续大规模的建设项目投资，对于保证我国经济高速增长，综合国力提高；对于我国社会经济结构的调整；对于我国国民经济技术的更新改造；对于促进人民物质文化生活水平的提高等方面创造物质基础和技术条件，其巨大作用是有目共睹的。但是由于经济体制以及管理上的复杂原因，我国建设工作长期存在着战线过长、重复建设、结构不合理、产品不对路、诸多内耗、无效因素的困扰，走着一条高积累，低消费、高增长低效益的外延型、数量型、速度型的路子，严重影响着我国经济高速可持续的发展，也和社会市场经济的要求不相适应。

根据社会主义市场经济的要求，投资作为资本市场的一种交易活动，不但需要保证向社会提供有效的商品和劳务产品，而且还要保证自身的价值增值。这就必须改革投资决策管理体制，切实把项目投资方式从单纯的外延型、数量型、速度型转向内涵型、质量型、效益型。以经济效益为中心，在做好建设项目可行性研究的基础上，形成科学的投资决策。而经济评价则是项目可行性研究的重要组成部分。它通过建立科学实用的经济评价方法和评价参数，测算项目投入费用和产出效益的数量关系，从企业财务和国民经济两个方面论证投资项目在技术上是否可行、经济上是否合理，并进行多方案比较和风险分析，作为投资决策的依据。由此可见，科学的投资决策又是离不开精确的量化方法和完

整的指标体系。我国自改革开放以来，引进国外的项目评价方法，结合我国的国情，逐步建立我国项目决策评价方法体系。早在1987年国家计委编制并颁发《建设项目评价方法与参数》，中国人民建设银行也于1986年颁发《中国人民建设银行工业项目评估试行办法》，1989年又颁发《基本建设贷款项目评估实施办法》和《技术改造贷款项目评估实施办法》，1990年汇编成为《贷款项目评估业务手册》等等，都说明我国项目投资决策的量化评价工作趋向系统、统一和规范、法制化。

杨廷干博士长期从事投资理论和方法的研究。他的博士论文《投资决策量化方法研究》集中体现他在决策理论方面的研究成果，获得国内同行专家的一致好评。突出以下特点：

首先，理论起点比较高。作者是在总结实践经验的基础上，从中引出问题进行深入探讨，然后概括为理论性的认识。例如净现值和内部收益率指标是常用的财务评价指标，其意义似乎明了，但作者却从指标的经济内涵、假设条件、以及结合应用、优选方法等等做了多角度的分析和再认识，读之使人感到新鲜、精辟。

其次，视野比较开阔。作者首先研究确定性的项目评价一般方法，再扩展到非确定性的风险分析，包括敏感性分析方法、模型模拟方法、并引入风险偏好和效用函数理论等等。在完成一般理论研究之后，再把它运用来解决具体领域的评价问题，例如投资项目的社会评价、投资环境评价、以及房地产投资的估价问题等等。这种在认识上从具体到一般，而在研究上又从一般到具体的逻辑推移，反映了作者的开阔视野。

再次，针对性比较强。作者从现实生活中升华出来的理论又放回现实生活中加以考察，深信科学的决策方法需要相适应的经济体制来保证，提出项目决策科学化与投资决策体制创新的命

题。系统地论述完善项目决策管理体制、建立全面负责制、和风险约束机制，规范政府投资行为，充分发挥市场作用等等，都很切中时效。

总之，《投资决策量化方法研究》是一部学术性著作，同时也给实际工作很多启迪。我希望本书的出版能吸引更多的学者参加投资决策问题研究，促进我国投资决策管理水平进一步提高，因而乐以为序。

黄良文

1997年5月

于厦门大学

前 言

统计学、经济数学方法广泛应用于投资决策领域，加强投资决策的量化方法研究，对于服务投资决策，促进投资决策科学化，对于完善统计学科建设，提高投资统计学科的方法论水平，都具有十分重要的理论和实践意义。

本书旨在对用于投资决策的量化方法及其应用问题，进行较为系统、深入的归纳、比较、剖析和探讨。全书共分四章。第一章就确定情况下的投资决策问题做研究，第二章讨论随机投资决策问题，第三章分析实物投资中的几种专门的投资决策方法，第四章对我国投资决策体制进行了剖析。全书以方法带问题，展开论述，形成体系。

NPV 与 IRR 是投资决策的两个常规指标，但对此历来存有争议。第一章从 NPV 与 IRR 指标的重新认识开始，对这两个常规指标的经济意义、假设条件和应用中存在的问题做了多角度审视，并进而讨论项目决策诸指标间的数量关系和结合应用，为简化项目评价指标体系提供了统计方法论基础。项目群的优选不同于单项目决策，对项目排序误差产生的原因进行剖析之后，本章就项目优选方法做了深入探讨。最后，笔者还就标准收益率的测算方法作了比较研究。

投资活动的本质特点是风险性，即投资收益的不确定性。第二章先讨论敏感性分析方法的局限性，作为一种改进手段，进而用模拟方法建立净现值的概率分布，这样就为风险决策提供了依

据。风险偏好和效用函数直接影响决策结果，相关的理论研究已成为现代投资决策学说的重要组成部分，但限于本研究的主旨，本章对效用价值理论未加深究，仅以“投资者偏好和效用函数的评定”为题，略作分析。

证券投资的风险分析，广泛运用统计思想和统计方法，从而成为随机投资决策方法研究的重要组成部分。本书第二章系统讨论了证券投资中的风险与收益，建立了证券投资决策的量化模型，并对现代资产组合理论进行了探讨。

投资决策，就其采用的方法而论，性质各异，千差万别。投资决策方法是一个复杂的体系。一个项目固然需要使用多种不同的决策方法，不同项目之间，其决策方法的选择使用更体现出不同的特点。多种多样的项目决策方法中，有的适用面广，有的适用面窄。NPN 与 IRR 指标，既适用于实物投资项目的评价决策，金融投资项目也需要借此进行分析测算。与此不同，投资项目的社会效益评价方法、投资环境评估以及房地产估价等方法，则主要用于实物投资项目的决策分析，后者则更局限在房地产投资项目决策范围之内。本文第三章就实物投资中几种专门的项目决策方法做了初步研究。如果说，前面两章讨论的是“一般方法论”，那第三章就可称之为“特殊方法论”。方法论的“一般”与“特殊”，乃是就其本身的特点以及由此决定的应用领域的宽窄来区分的。

目前我国投资决策体制严重地制约投资决策的科学化。没有一个科学的投资决策体制，再好的投资决策方法也难以发挥作用。本文在结尾部分，第四章对我国投资决策体制进行了具体分析，提出了对策建议。

第一章 投资决策量化方法 的一般研究

第一节 NPV 与 IRR 指标的经济 特性与应用中存在的问题

用于投资项目决策的统计指标，包含许多种，其中净现值（NPV——Net Present Value）和内部收益率（IRR——Internal Rate of Return）是项目动态经济评价与决策的两种基本方法，它们在国外项目决策实践中受到普遍重视，并被我国国家计委确认为投资项目经济评价的基本指标。

净现值（NPV）和内部收益率（IRR）指标虽然已经产生并使用多年，但并不意味着这两种方法在理论和实际应用中已尽善尽美。事实上，关于这两个指标的经济意义、假设前提以及应用中存在的一些问题，见仁见智，尚有不少争论^①。对指标的经济意义、假设前提和应用中存在的问题存有模糊认识，操作过程中就难免出现差错，造成混乱，甚至导致决策失误。因此，对项目决策的两个基本指标——净现值（NPV）和内部收益率（IRR），

^① [英] 斯梯芬·鲁比著：《投资评价与相关决策》，中国石化出版社；[世界银行] 约翰·R·汉森著：《项目估价实用指南》，中国对外翻译出版公司。

进行认真细致的理论分析，成为构建投资项目统计决策方法论体系的重要基础。

一、对 NPV 与 IRR 指标的重新认识

1. 关于 NPV 的经济含义及应用。按照通常定义，净现值就是将项目方案各年的净收益流量按一定的折现率折现到同一时点的净效益累加现值。但是，这并未说明 NPV 的真正经济含义。

从 NPV 的计算过程可以看出，净现值和折现率 i 有密切的关系。在我国的投资项目国民经济评价中，社会折现率实质上表现为国家基准收益率，它表示社会资金的最低可接受收益率，是一定时期的社会资金状况及社会经济状况等多种因素综合作用的结果，是社会对资金时间价值的估量，并在一定程度上体现了国家经济发展目标和宏观控制意图，体现一定时期的资金占用费用、机会成本、风险等多种经济因素。折现后的 NPV，其实质是项目方案在满足社会资金基准收益率要求的前提下，项目的费用流量不断为收益流量所回收，并在某一年后开始出现剩余，直到寿命期終了，这些剩余量的现值之和即项目的净现值。

由 NPV 的经济含义不难理解， $NPV > 0$ ，说明投资项目的收益流量不仅能够回收其费用流量，满足社会折现率所规定的盈利要求，而且还可以得到以现值表示的超额利润，因此投资项目对增加国民财富、促进经济发展是有贡献的，因而方案可行。NPV 的值越大，表明项目的经济盈利性越高。相反， $NPV < 0$ ，表明投资费用直到项目寿命期終了仍未被完全回收，项目的效益流量尚不能完全补偿项目费用流量及满足社会折现率对项目占用资金的盈利要求，因而项目不可行。如果 $NPV = 0$ ，表明刚好回收项目投资的全部代价，因此从经济上讲是不可取的，除非特殊情况，方案应被拒绝。因此，NPV 是一个比较可靠的方案评价

指标，通过判别 NPV 值是否大于零，可以正确判断方案经济上是否可行；通过比较不同项目方案的 NPV 大小，可以进行方案间的比选、择优和排队。

在应用 NPV 指标进行项目投资决策时，折现率 i 的取值对项目的评价结论有明显的影响。当折现率变小时，原来被拒绝的方案可能重新被接受；当折现率变大时，原来经济上可行的方案，可能会变得不可行了。折现率对 NPV 指标的影响，并不表明 NPV 指标在项目评价决策中的不确定性，恰恰相反，它说明根据社会经济形势和投资环境的变化情况，及时地调整折现率，并以此影响方案的取舍，用以间接调控投资规模和投资方向，这正是净现值指标的一个重要特点。

2. 关于 IRR。内部收益率 (IRR) 一直就是项目决策的一个重要依据，内部收益率 (IRR) 中的“内部”说明它只与项目本身的现金流量序列有关，与外界无关，不需要事先给定折现率；而且，内部收益率 (IRR) 是一个无量纲的纯数字，便于不同规模项目的比较评判。因为内部收益率 (IRR) 指标的上述特点，所以它在项目决策实践中一直受到青睐。

一般认为，内部收益率 (IRR) 就是使投资项目净现值为零的折现率，或者说是使投资项目各期现金净流量的现值之和与期初投资额相等的折现率。这种表述并未真正揭示内部收益率 (IRR) 指标的全部内涵。为了全面准确地理解并在实践中正确运用内部收益率 (IRR) 指标，我们认为至少应该把握以下两个方面。

第一，内部收益率 (IRR) 指标是根据随时间变化的未回收投资余额得出的折现率，这个折现率，在项目寿命期末尾，使最后的投资余额为零，即完全回收投资。那种认为内部收益率 (IRR) 是项目全部投资在其整个寿命期内的盈利率，认为它准

确衡量了全部初始投资的盈利水平的观点，是一种想当然的直观理解，并不符合内部收益率（IRR）指标的真正的经济内涵。

常规现金流的内部收益率 i^* ，是整个项目寿命期间用于未回收投资余额 F_t 的唯一利率。

令 F_t 为任一时刻 t ($t=0, 1, \dots, N$) 的未回收投资余额，从递归关系式 $F_{t+1} = F_t (1+i) + Y_{t+1}$ 可得：

$$F_0 = Y_0$$

$$F_1 = F_0 (1+i^*) + Y_1 = Y_0 (1+i^*) + Y_1$$

$$F_2 = F_1 (1+i^*) + Y_2 = Y_0 (1+i^*)^2 + Y_1 (1+i^*) + Y_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$F_N = F_{N-1} (1+i^*) + Y_N = Y_0 (1+i^*)^N + Y_1 (1+i^*)^{N-1} + Y_2 (1+i^*)^{N-2} + \dots + Y_N$$

由于投资完全回收， $F_N=0$ ，有：

$$Y_0 + Y_1 (1+i^*)^{-1} + Y_2 (1+i^*)^{-2} + \dots + Y_{N-1} (1+i^*)^{1-N} + Y_N (1+i^*)^{-N} = 0$$

$$\text{或} \quad \sum_{t=0}^N Y_t (1+i^*)^{-t} = 0$$

上式与内部收益率（IRR）的定义式等价， i^* 即为内部收益率。

第二，内部收益率（IRR）是项目在其寿命期内各年的效益流量的再投资收益率，即 IRR 模型隐含这样一种假设：项目尚未回收的资金和项目已回收的资金投入其它项目能获得相同的收益率。

设有一投资项目，其现金流量如图 1-1 所示。

根据 IRR 的数学定义式：

$$-1600 + 10000 (1+i^*)^{-1} - 10000 (1+i^*)^{-2} = 0$$

$$1600 + (1 + i^*)^2 - 10000 (1 + i^*)^1 + 10000 = 0$$

$$i_1^* = 0.25 \qquad i_2^* = 4.00$$

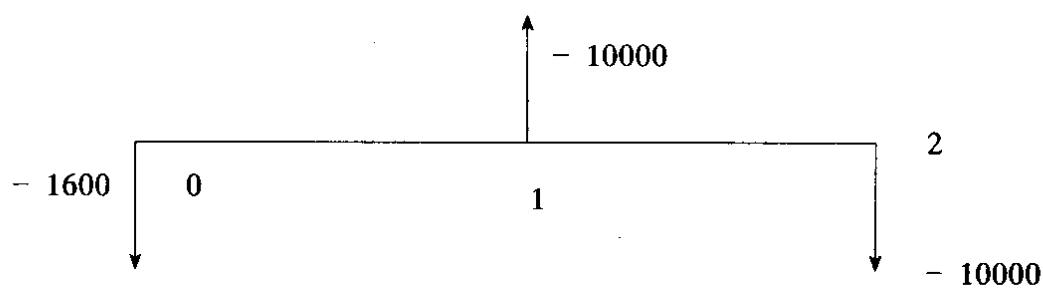


图 1-1

表 1-1 不同 i^* 值下的投资余额

时序 t	$i_1^* = 0.25$	$i_2^* = 4.00$
0	-1600	-1600
1	+8000	+2000
2	0	0

该项目为混合投资项目，第一个周期末不仅没有未回收的资金，而且还有 8000（或 2000）万元的余额可提供在其它地方发挥效益。容易发现，混合投资中一部分是投资者投入的资金，另一部分是提供给投资者的资金。投资者在一些时间里把资金投入项目中去，在另一些时间里又从项目“借”到资金。设投资者“借”用资金的归属货币成本为 h ，投入资本获得的投资收益率为 g ，我们可以分析一下 g 与 h 之间的数量关系。

在分析 g 与 h 的数量关系之前，我们先讨论这样一个问题：对某一特定的投资项目（ $Y_0 < 0$ ），能否选择一个大小适度的折现率，从而使任何一个投资满足纯投资的非正值条件？答案是肯定的，总有一个最小的折现率刚好满足非正值条件。上例中，

$$i_{\min} = 5.25$$

$$F_0(5.25) = -1600 \quad F_1(5.25) = 0$$

$$F_2(5.25) = -10000$$

应当指出，如果在某个 $i_{\min}$ 值下所有的 $F_t(i_{\min}) \leq 0$ ，那么在任意 $i > i_{\min}$ 的其它值下，投资余额也是 $F_t(i) \leq 0$ ，因为所有的 F_t 已经都是零或负值，任何更大的 i 值也只能使它们为零或负值。这时寿命终了期的投资未来值 $F_N(i_{\min})$ 不外有三种结果：a) $F_N(i_{\min}) > 0$ ，因为在 $i_{\min}$ 下，中间各周期的投资余额 $F_t(i_{\min})$ ($t = 0, 1, \dots, N-1$) 都将为零或负值，所以存在一个 $i^* > i_{\min}$ ，使这些余额更趋向负值，同时使 $F_N(i^*)$ 为零。很显然，此时项目为纯投资项目。b) $F_N(i_{\min}) < 0$ ，此时必定存在一个 $i^* < i_{\min}$ ，使某些 $F_t(i^*) > 0$ ， $F_N(i^*) = 0$ 。理由是， $i_{\min}$ 为使 $F_t(i_{\min}) \leq 0$ ($t = 0, 1, \dots, N-1$) 的最小值， $i^* = i < i_{\min}$ ，在 $i_{\min}$ 时，某个中间周期的投资余额 $F_t(i_{\min}) = 0$ ，则任何 $i < i_{\min}$ 会使 $F_t(i < i_{\min}) > 0$ ，尤其因为 $i^* < i_{\min}$ ，那么某个 $F_t(i^*) > 0$ ($t = 0, 1, \dots, N-1$)，则在寿命期终了时的余额 $F_N(i^*) = 0$ 。c) $F_N(i_{\min}) = 0$ ，此时项目同时符合纯投资的非正值条件和寿命期终了时的余额条件，为纯投资项目。

上述讨论揭示了折现率、 $i_{\min}$ 与项目类别之间的关系，为后面更深入的研究提供了必要的铺垫，下面继续讨论 g 与 h 的数量联系。

递归计算 $F_t(g, h)$ ：

$$F_0(g, h) = -1600$$

$$F_1(g, h) = -1600(1+g) + 10000 = 8400 - 1600g$$

$$g < i_{\min} = 5.25 \quad F_1 < 0$$

$$F_2(g, h) = (8400 - 1600g)(1+h) - 10000$$

解 $F_N(g, h) = 0$, 求 $g(h)$

因为 $F_N(g, h) = F_2(g, h) = (8400 - 1600g)(1 + h) - 10000 = 0$

所以有： $g = 5.25 - \frac{6.25}{1 + h}$ (1.1)

(1.1) 式揭示了投资收益率 g 与归属货币成本 h 之间的内涵关系。用图表示如下（见图 1-2）：

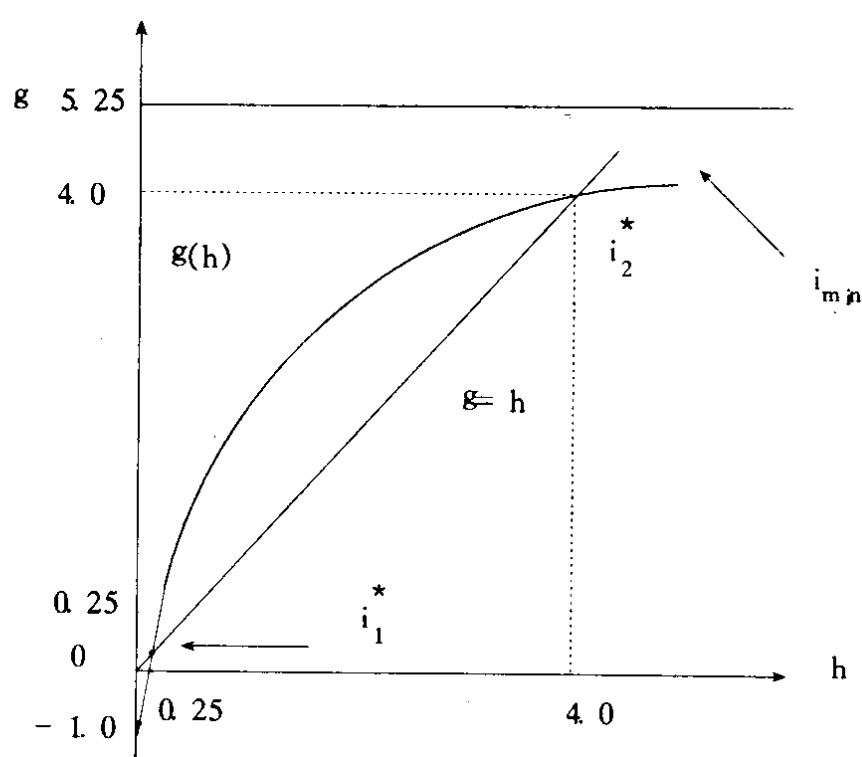


图 1-2

若设 $h = g$, 则 $h = g = i^* = \begin{cases} 0.25 \\ 4.00 \end{cases}$ 。函数 $g(h)$ 曲线与 $g = h$

直线交于两点, 分别记为 i_1^* 和 i_2^* 。对混合投资来说, 当假定 $h = g$ 时, 其根 i^* 是投资收益率 g 。换句话说, 如果把 i^* 看作是混合投资的内部收益率; 不言而喻就要假设 $h = g$ 。

内部收益率 (IRR) 指标的上述两个特点往往被忽视, 尤其其投资收益率假设, 把项目投产后的净现金流入量的再投资收益率设为 IRR, 使未来的再投资收益水平紧紧地与评价项目的收益