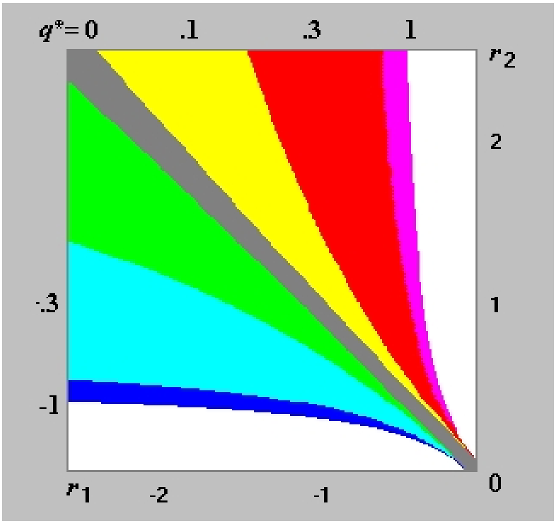
投资组合的熵理论和信息价值

——兼析股票期货等风险控制

鲁晨光　著



中国科学技术大学出版社

责任编辑：黄德
封面设计：王瑞荣

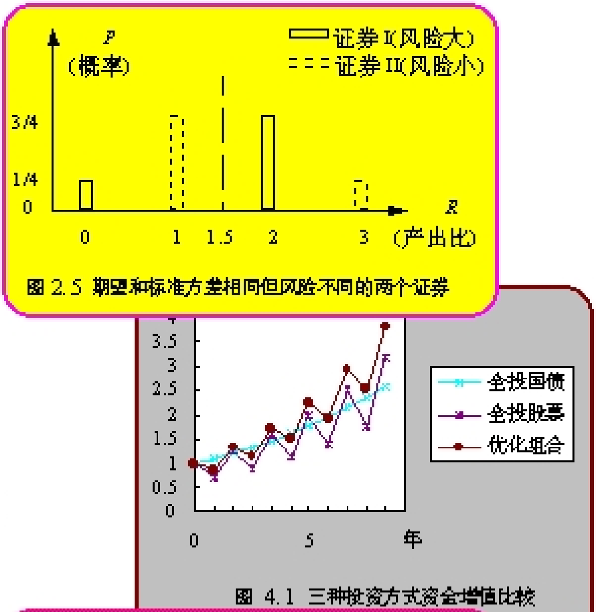


图 2.5 期望和标准方差相同但风险不同的两个证券

图 4.1 三种投资方式资金增值比较

最优比例：$q^* = -\dfrac{P_1\Delta_1 + P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2} R_0$

ISBN7-312-00952-2/F·36
定价：15.00 元

投资组合的熵理论和信息价值

——兼析股票期货等风险控制

鲁晨光 著

中国科学技术大学出版社
1997 • 合肥

图书在版编目(CIP)数据

投资组合的熵理论和信息价值
——兼析股票期货等风险控制/鲁晨光　著
　　—合肥：中国科学技术大学出版社，1997年10月
ISBN 7-312-00952-2 /F・36

I　投资组合的熵理论和信息价值
II　鲁晨光
III　投资组合　信息价值　投资风险控制　预测　决策　股票期货
IV　F

中国科学技术大学出版社出版发行
(安徽省合肥市金寨路96号，邮编：230026)
中国科学技术大学印刷厂印刷
全国新华书店经销

开本：787×1092/32　印张：8.25　字数：160千
1997年10月第1版　1997年10月第1次印刷
印数：1—5000
ISBN7-312-00952-2 /F・36　定价：15.00元

致 读 者（代前言）

这本书和市场上流行的关于如何战胜庄家、如何炒短线赚大钱的书完全不同，它讨论的是投资市场适者生存问题，或者说如何提高长期投资的几何增长平均速度问题，而且借助于数学的语言说话。这本书是为与投资、预测和决策有关的学者写的——所以书中有大量的数学公式；同时也是为有一定文化水平的股民、投资者或经营决策者写的——所以书中有大量的投资组合实例分析，其中涉及股票、期货、期权、贷款、保险、赌博……书中关于股市的分析内容尤为丰富。

近些年来投资市场的大风大浪使人们越来越意识到：面对风险极大的投资市场，我们太需要一个关于如何使资金快速增值而又有助于控制投资风险的数学理论了。美国的 Markowitz 投资组合理论能够满足我们的要求吗？不能——这是本书的回答。把复杂的投资问题简化为掷硬币打赌问题，从而推导出一系列关于如何使资金快速增值的数学结论——这些结论又可以通过反复掷硬币来检验，这是本书理论的最大特点。强调风险控制而不反对使用卖空和透支的策略，看来这是奇怪的；而原来在这本书里，使资金快速增值(以几何平均速度)和控制投资风险压根儿就是一回事。用作者的话来说：最稳妥的进攻就是最好的防守。

作者不只是学者，同时也是投资理论实践者，甚至还当过机构操盘手。理论联系实际也是本书的一大特点。本书理论已被作者的实践证明是有用的。作者目前的职业是“科研个体户”，其经济支持也正是来自理论产生的效益。

本书像作者的第一部专著《广义信息论》一样，其中到处闪烁着作者来自独立思考的思想火花，充满向国外权威挑战的勇气。他曾在色觉机制和电脑中的 3-8 译码器之间发现相似之处，现在又在投资组合和通信编码之间发现相似之处，其洞察力令人惊异。作者还是期货导报副刊专栏作者，笔名：鲁莽；他写过许多别有风味的股市杂谈和一篇连载的股市谐趣小说，在小说中以拿笔杆子的堂·吉柯德自居。他真的像是学术界的堂·吉柯德——曾向流行的分析 哲学、美学、色觉理论、信息理论……挑战，现在又向赢得诺贝尔奖的美国经济学理论挑战了。

当很多人在说为香港回归而感到骄傲和自豪的时候，作者却说：“翻开我们的教科书，比较中国人和英国人在科学史上的贡献，我觉得中国人还需不懈努力，如果有一天中国人在科学技术上的进步使得英美学生受罪学中文——像中国学生现在受罪学英文那样，那时我才能真正自豪起来。”作者正是为此而“从我做起”吗？他的挑战能够成功吗？

敬爱的读者，你就是裁判，因为你可以通过自己的投资实践来判定孰优孰劣。

编者

1997 年 7 月 30 日

目　　录

引言：我为什么要写这本书

投资组合也就是英文所说的portfolio，portfolio通常被译为“证券组合”，但是它更确切的译法应该是“资产组合”，因为组合的内容不仅限于证券。我们把“资产组合”改为“投资组合”，为的是使含义更明确。用“投资组合”而不是“组合投资”也是为了使它和portfolio原意更相近。信息价值指的是由信息带来的效用的增量。本书的信息价值理论建立在本人的广义信息理论[1—5]和本书的投资组合熵理论之上。

预测和决策几乎是所有行业都会遇到的两个基本问题。要想在风险投资领域生存和发展，好的预测和好的决策缺一不可。对于投资来说，决策主要就是选取投资对象和控制投资比例。投资组合理论讲的是投资决策问题，但

是其中的基本结论对于商业、军事等方面的决策也有一定意义。

促使我写这本书的原因之一是完善广义信息理论[1—5]的需要。我所著的《广义信息论》[4]中关于信息价值的讨论并不理想，而基于新的投资组合理论的信息价值理论正好可以弥补《广义信息论》的不足。我一直认为，信息论应该走出而且也能够走出电子通信编码的圈子，进入日常信息交流——比如经济信息交流——领域，由于我的广义信息论在信息价值问题上的不足，使得它更像是哲学理论（解释世界），而不像是能够切实应用的理论。有了新的投资组合和信息价值理论，可以期望我的广义信息论能在经济领域有很好的应用，期望它能成为沟通电子信息研究和经济信息研究的桥梁。

原因之二是我耳闻目睹许多人遭遇的本可以避免的惨痛失败，希望我的研究成果有助于国人避免重蹈覆辙。原因之三是想向美国一些权威挑战。

意外的发现——从信息熵到增值熵

我的专著《广义信息论》在完成之后一段时间里找不到愿意正常出书的出版社。为了弄到包销资金，我开始炒起股票（那是 1993 年初）。可幸的是后来中国科大出版社

慧眼识金，不仅按正常方式出了那本书，还帮我把版权卖到了台湾。但是笔者炒股票也没有因此而终止。意外的是，炒股票时的思考导致我发现了一种可以用于优化投资组合的数学公式——增值熵公式[6]。基于增值熵公式的信息价值公式又反过来使广义信息理论更加完善。

熵概念来自热力学，1864 年由德国的克劳修斯（Clausius）提出，它反映系统的微观混乱程度。1882 年，玻尔兹曼（Boltzmann）发展了熵理论，并把熵解释为“失去的信息”。1948 年美国人仙农（Shannon）使用熵函数建立了通信的数学理论（经典信息论以它为核心）[7]，熵的概念和方法从此被越来越广泛地应用。在中国，由自然辩证法研究会组织的“熵和交叉科学研讨会”已开过 5 次（每两年一次）。我所建立的广义信息论中就采用了几种广义熵函数——它们是 Shannon 熵函数的推广，增值熵也可以说是广义熵中的一种。

炒过股票的人都知道，如果你总是将所有的资金买入股票，先赚 50% 再亏 50%；或者先亏后赚，这样一来，你会发现，你的资金变少了（变成 0.5×1.5=0.75 倍）。这说明避免大比例亏损特别重要。由于我刚从广义信息论研究的云雾中钻出来，满头脑的广义熵公式，于是自然想起用对数表示盈亏的效用，进而用熵函数表示资金的平均增值速度。

新的优化方法的优势只能通过统计显示出来。为了检验理论，我于 1995 年初投身期货市场。因为和股票市场相比，期货市场投资周期短，杠杆比例大（即保证金比例小），不同品种之间收益的相关性复杂——不同于股市的同涨同跌，投资组合技术更容易发挥作用。从 1995 年 6 月开始，我在南方某基金管理部门干了一年（任高级研究员），继续从事股票和期货的分析和交易。关于投资组合和风险控制，我又增加了不少见识。我曾做多沪市 327、337 国债，做空大连 1995 年 11 月玉米，买过海南 1995 年 5 月咖啡，同时抛空 7 月咖啡——赚了；也曾做空广东 1996 年 1 月豆粕，做多上海 1996 年 5 月大豆——亏了。但总的说来盈多亏少。我不靠技术分析，也不靠内幕消息，靠的只是基本面分析和投资比例控制技巧。

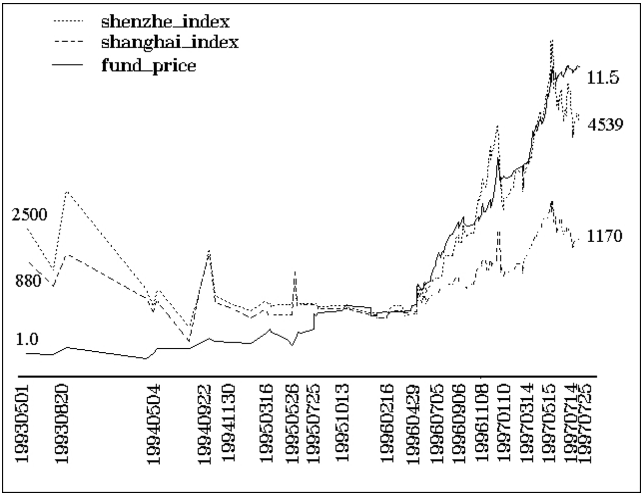


图 1.1 熵理论指导下的投资业绩和深沪指数比较

1996 年 6 月，我回到长沙，一边继续理论研究并写作本书——从 1996 年 8 月开始至 1997 年 7 月完稿——一边继续管理一个亲戚朋友投资的合作帐户（模拟开放基金）。正是因为有新的数学理论指导决策，我才有幸成为不多的同在股市和期市赚钱的赢家之一，所管理的合作帐户由 1993 年 5 月的 1 元，到 1997 年 7 月（我修改本节内容时）已变为 11 元多，涨了 10 倍；而同期深圳股市上涨不到 1 倍，上海股市上涨不到 0.5 倍（比较见图 1.1）。实践显示了新理论确有优势。

适者生存——残酷的市场

我读过里森的自传《我如何弄跨巴林银行》，也知道住友期铜惨败事件。我目睹了 1995 年美元的大跌大涨，听说中国的一些银行机构为此损失惨重。我亲眼目睹了国债期货 327 事件疯狂悲壮的一幕，了解到广东 1995 年 11 月籼米期货多头主力如何覆灭的过程；体会到了玉米、天然胶、豆粕、胶合板…………期货的大起大落带来的大悲大喜…………有散户如兔如羊——死了（输光了）；有机构如虎如狼——也死了。

我知道 1993 年以来，许多股民损失惨重，一些股民因为透支或借贷炒股而弄得倾家荡产。我更目睹了 96 年 11—12 月新股民入市的激情，看到了他们在 12 月 16 日开始的连跌停板面前如何目瞪口呆，不知所措。大跌前，有几位新老股民情愿听信股评家（可能是机构放风者）的话买 10 元 1 股的湘中意，而不愿听我之言买业绩好 10 倍的 14 元 1 股的青岛海尔。理由是湘中意有合资概念，有庄家拉抬，湘中意“活跃”。相信似是而非的概念，把风险看成活跃，把抢钱的看成财神爷，这就是中国股民的一大特色。一周后，青岛海尔只跌了 1 元多，而湘中意却已“活跃”到了 6 元以下。我写这段文字时，湘中意正被 590 多万股的抛单打在 5.8 元的跌停板上，“活跃”不再，而青岛海尔仍在 12 元左右（半年后，海尔的价格在 30 元上下，

是湘中意价格的五六倍——修改时注）。

大家知道，1996 年上半年，上海股市涨了 50%，深圳股市涨了 100%，可是许多上市基金赚的还钱不到其净资产的 10%。有的只赚了 2%（96 年上市基金中业绩——净资产收益率——最好的也未能赶上深圳指数涨幅的 1/4——修改时注）。为什么？因为大多数资金拆借出去或投到房地产上了。错过如此大好机会，怎不令基金投资人痛心疾首？更要命的是本以为没有风险的拆借可能风险最大——你要人家的利，人家要你的本。有的机构为了一点小利出租在天津国债回购市场的席位，结果被辽国发之类害得很惨，不得不承担他人欠下的巨额债务。

我不久前回到老家，听说当地大多数乡镇企业面临破产。最令人痛心的是我下放的公社（现在是乡）好不容易有了点钱，投资近千万建起一个柠檬酸钠厂，结果无法开工，几乎血本无归…………

很多人习惯于把上述种种失败归咎于预测不好。但是，就没有好一些的决策减轻因预测不好带来的风险吗？我相信：在我们这个投资充满风险的时代，预测准确是不可能的，这样决策往往比预测更加重要。有了好的决策，可以以不变应万变。

动物世界是适者生存，使用太保守的策略如兔如羊不行；总是冒险如虎如狼也不行。虎狼厉害，可是就生存能

力来说，还不如蚂蚁和老鼠。人类之所以能成为自然的征服者，就在于它采用了适当的策略——素食行肉食也 行，爬树行游泳也行，既能采集又会耕种，既能捕猎又会养殖——总之，人类的成功就在于它既善于保护自己又不乏进攻能力。市场经济下同样是适者生存，太保守不行，太冒险也不行；首先要能安全生存，然后才能考虑赚大钱。

再向权威挑战

我的理论研究是从试图解决达尔文理论和美学的矛盾开始的。那时还未出大学校门（南京航空学院 77 级学生），自认为发现了美感的秘密：美感是促进喜爱情绪和欲望的反馈信号，促使人在空间接近对象，就像甜促使人多吃一样；美感的强度取决于是否缺少，是否不满足……[8，9] 当时我兴奋得不得了，以为（现在还以为）自己同时解决了生物学和美学难题，一说别人都会恍然大悟——可惜论文很长时间不能发表,后来发表了也没引起多大反响。

接着我又发现了颠倒色觉的逻辑可能性问题，由此得出自己的哲学理论：模拟符号论。其基本思想是：语言一致，比如同样称花红草绿，而感觉不同是可能的；感觉是模拟符号，一种感觉并不一定反映特定的物性，感觉系列中的差异或者说信息才是客观的；语言所指不能是感觉、要素（马赫用法）或现象界（康德用法）中的东西，而是

现象界后面的客观存在；我对语言和感觉的分析反倒证明马赫的要素论和逻辑经验主义是自相矛盾的[10，11]。我又一次兴奋了，以为（现在还以为）延续了几千年的哲学基本问题的争论可以到此终止。1987 年去加拿大进修时，我才知道北美哲学家——功能主义（functionalism）和生理主义（physicalism）——围绕颠倒色觉的逻辑可能性问 题已争论了好几年。不同的是，我得出乐观主义结论——认为由此可以解决哲学基本问题，而他们得出悲观主义结论，不得不用驼鸟策略回避这一问题[12]。到目前为止，我的分析哲学理论和我的美学理论命运类似。

为了支持我的哲学理论，我又去研究色觉机制的数学问题。我这个人在理论上太不容易满足了，觉得已有的数学模型都不够巧妙，后来我终于建立了一个新的对称的色觉机制数学模型——译码模型[13，14]。它的运算和数字电路中 3—8 译码器的运算类似，不同的是输入输出是模拟量。这一模型能使色觉的三色素说和颉颃说得到巧妙的统一。我还做了一个物理模型。当我发现这一数学模型时又兴奋了一次。不过它后来的命运也和前面的理论差不多。虽然《光学学报》发表了，可是注意它的人并不多。看来，在心理学和生理学领域，数学模型和近似公式似乎没有区别，人们总是习惯于描述而不是解释，习惯于“是什么”而不是“为什么”。

1988 年，为了从信息论的角度解释我的译码模型，我

又开始研究广义信息理论。到 1992 年我终于如愿以偿，Shannon 公式的小小改变居然解决了大问题，使常识的信息概念和工程的信息概念得到统一，使 Popper 的科学进化论和 Shannon 理论得到统一。我又兴奋起来，又以为我的理论会很快传遍世界。虽然论文在《通信学报》上发表了，专著《广义信息论》出版后，也有不少朋友很感兴趣，但是其反响并不如自己所期望。

我还曾异想天开地研究宇宙模型，以为宇宙是一个四维空间中的球，以时间为半径，以空间为球面；遥远星空中一串串类星体中的每一串并不真的是一串，而是一个。一个类星体发的光在到达我们眼睛之前可能绕球面转了许多圈，圈数不同，像就不同……为此，我兴奋过，也失望过（因为数据检验不合）。后来我看到北京的邓晓明在《潜科学》上发表了同样的模型[15]，他用时间乘上一个系数作为球的半径，数据检验吻合得很好。我马上写信向他祝贺。我们很快由不认识到成了知心朋友；他倒是非常慷慨，说将来和我分享诺贝尔奖。可是，这一模型的遭遇和我前几个发现一样。

我们这个时代似乎已失去了对理论的激情；可能是因为这些理论离我们的日常生活太远，了解它们并不能增加我们的收入；也可能是因为这些理论太抽象，鉴别它们没有简单明了的方法；还可能是因为向权威挑战就像在拳坛上向老拳王挑战一样，你必须明确无误打倒对手，而决不

能指望以点数取胜；也可能是因为世道仍像鲁迅先生所言：

我独不解中国人何以于旧状况那么心平气和，于较新的机遇就这么疾首蹙额，于已成之局那么委屈求全，于初兴之事就这么求全责备，知识高超而目光远大的先生们开导我们：生下来的尚不是圣贤、豪杰、天才，就不要生；写出来的尚不是不朽之作，就不要写；改革的事尚不是一下子就变成极乐世界，或者，至少能（!）有更多的好处，就万万不要动！……

我相信我的色觉模型能够得到神经生理学实验的检验，我的信息理论也能得到天气预报、预测编码和模式识别的检验……然而我没有条件也没有时间。人生有限，一个人如果把时间都花在争取别人的承认上，那就太可悲了！

现在我有了新的投资组合理论。要说理论意义，它涉及经济学和生物学的基本问题；要说实际意义，它和我们的日常生活，特别是经济收入以及人生幸福密切相关；要说实践检验，你用几个硬币就可以比较出本理论和其它理论的优劣。我又一次兴奋了。我不知道这一新理论的命运是否会比前面的几个好一些。不管怎么样，我自己先用它赚点钱再说，我的理论研究不能没有经济支持。

开始我并不知道美国人的投资组合理论，后来才陆续找到一些关于它们的资料。我产生写这本书的念头是在仔细看了两本书之后。这是两本诺贝尔经济学奖获奖者的书：

一本是 W. F. Sharpe 的著作《证券投资理论与资本市场》[16]（W. F. Sharpe 和 H. M. Markowitz 及 M. Miller 共获 1990 年诺贝尔经济学奖）；这是一本深入浅出的好书，然而其中的理论基础——Markowitz 证券组合理论——关 于最优证券组合问题存在重大缺憾。另一本是 K. J. Arrow 的论文集《信息经济学》[17]（K. J. Arrow 是诺贝尔经济学得奖者，70 年代当过美国经济协会会长）；其中一个重要思想是：给定概率预测，可以求出相应的最优决策，有信息时的最优决策效用较之无信息时的最优决策的效用增量就是信息价值。本书继承了这一思想。然而我以为：Arrow 建立信息价值公式所用的投资组合模型是不对的，基于这样的模型之上的信息价值理论只能"误人子弟"。可以说，就投资组合模型来说，Markowitz 是对的而 Arrow 错了，但就给定概率预测是否存在客观的最优组合来说，Markowitz 是错的而 Arrow 是对的。简单地结合两者之长是不可能的，因为 Arrow 理论存在的问题和 Shannon 信息论的局限性有关。

最近我看到一本书《一个美国资本家的成长——世界首富沃伦·巴菲特传》[18]，其中 Buffett（巴菲特）和首届（1970 年）诺贝尔经济学获奖者 P. Samuelson（萨缪尔逊）等理论权威关于信息和有效市场理论的争论更加坚定了我早日完成这本书的决心。我是完全站在 Buffett 一边的。我感到吃惊的是，信息概念在经济学领域的应用产生了一大

批诺贝尔获奖者（最近又有人因信息不对称理论而获奖），而关于经济信息和信息价值如何度量这样的基本问题，还没人给出合适的公式。

我在过去的两年里写了不少股市和期市杂谈、短评（笔名：鲁莽），还有一篇赞美游侠骑士精神的连载小说：《股指山熊妖征战记》[19]（主人翁是沪吉柯德和深桑丘——分别代表上海和深圳股市的灵魂）。我写这本书或许还因为受游侠骑士精神的驱使。

阅读建议和联系电话

本书是为有关领域的大专学生、教师和研究人员，以及有一定文化水平的投资或决策者写的。我曾考虑过不将信息和信息价值理论同投资组合理论放在一起。最后没有这样做是因为：没有投资组合优化理论就讲不清信息价值问题，并且了解了信息论中的各种熵公式和编码优化才能对投资组合优化有更深的理解；同时因为许多大学开设的信息管理专业需要学习这两方面内容。因为要经得起理论专家的挑剔，所以书中有一大堆数学公式；因为要适于经济特别是证券行业的学生和从业人员阅读，所以书中有许多例子。读者不妨各取所需。

对于一般的股票投资者来说，只需看 2—4 章，5—7

章也可选看。对于专业投资者，阅读 2—7 章是合适的;对于从事统计和预测的研究者来说，8、9 章也将有用；希望对哲学感兴趣的读者最好不要放过 8—10 章；对于从事投资决策的厂长经理和地方行政官员以及有关学者，我的希望是：能看懂多少是多少。

我已经编出股票和期货投资比例优化软件(3 种证券，加现金共 4 种），并且所提供的最优比例可以通过计算机模拟来检验。证券种数更多且包括预测的软件正在研制之中。欢迎合作交流。下面电话至少有一个可以找到我：

（0731）4314523；（0565）4312733；（0551）2827280。

投资组合——从掷硬币打赌谈起

如果谁能准确预测未来，或是他所从事的投资的收益都是确定的，投资组合理论对他来说就毫无用处。他只要把全部资金投入到收益最大的证券或项目中去就行了。而一般情况下，收益的准确预测是不存在的（放债的收益似乎稳定，可是也有可能：借贷人破产或耍赖皮使得放债人本息全无），因而我们只能作概率预测，即预测各种盈亏幅度的可能性有多大。

因为我们研究的投资的收益是不确定的，并且亏损是很可能的，所以这样的投资又叫风险投资。风险投资和赌博类似，但也有不同（参见第 8 章）。优化投资组合说具体一点就是：在给定未来收益的概率分布的情况下优化投资比例。好的投资比例不能保证一两次投资赚钱最多，但是它应当能保证多次投资后，累计的盈利最多。

几个基本概念

收益率和产出比

我们称赢利（或盈利）除以本金为收益或收益率，对应的英文单词是 return，后面用 r 表示。有些行业把赢利或绝对收益叫做收益，本书不同。

我们用 r_0 表示存款利息或国债收益，称 $\Delta = r - r_0$ 为超常收益（excess return）。如果借贷投资，r_0 便是贷款利率，它这时又被称为资金成本，或市场平均收益。

我们称收入除以本金为投入产出比，简称产出比，后面用 R 表示。根据定义，产出比 R=1+r，市场平均产出比 R_0=1+r_0。

比如说，投资股票 100 元，赢利 20 元，收益为 r=20/100=0.2=20%；产出比 R=120/100=1.2=120%；如不买股票买国债的收益是 r_0=0.1，则超常收益是 Δ=0.2–0.1=0.1=10%。

收益的概率预测

我们以掷硬币打赌为例说明概率和概率预测。概率是频率的极限。设硬币有 A，B 两面，做 N 次掷币实验，出 A 面的次数是 N_1，当 N 越来越大时，P_1=N_1/N 越来越接近 0.5，即

$$P_1 = \lim_{N \to \infty} N_1 / N = 0.5$$

0.5 就是出 A 面的概率。

假设有一种可以不断重复的投资或打赌，其收益由掷硬币确定，硬币两面出现的可能性相同；出 A 面你投一亏一，出 B 面你投一赚二，则我们把收益的概率预测写成

$$F_r=\{P_1|r_1，P_2|r_2\}=\{0.5|-1，0.5|2\}$$

产出比的概率预测写成

$$F_R=\{P_1|R_1，P_2|R_2\}=\{0.5|0，0.5|3\}$$

其中 r_1，r_2 是两种可能的收益（相对于赌注），R_1，R_2 是两种可能的产出比，P_1 和 P_2 是两种收益出现的概率，在 0 和 1 之间变化。两个 0.5 表示盈亏可能性（或概率）对半。

当可能的盈亏为 N 种时，收益的概率预测变为

$$F_r=\{P_1|r_1，P_2|r_2，...，P_N|r_N\}$$

期望收益和标准方差

期望收益（expected return）就是算术平均收益（arithmatic mean return），后面记为 E 或 r_a。对于上面的掷硬币打赌例子，有

$$r_a=P_1r_1+P_2r_2=0.5（-q+2q）=0.5q$$

其中，q 是下注资金占自有总资金或净资产的比例。

当一种投资的可能收益有多种时，期望收益变为

$$r_a = \sum_i P_i r_i \tag{2.1.1}$$

我们称相应于期望收益的产出比 R_a 是期望产出比，于是有 $R_a = 1 + r_a$ 。

标准方差被定义为

$$\sigma = [\sum_i P_i (r_i - r_a)^2]^{0.5} \tag{2.1.2}$$

它反映可能收益的分散程度，流行的 Markowitz 投资组合理论用它表示投资风险。

几何平均收益和几何增长

几何平均产出比被定义为

$$R_g = \prod_i R_i^{P_i} \tag{2.1.3}$$

比如对于前面的掷硬币打赌，几何平均产出比是

$$R_g = (1-q)^{0.5}(1+2q)^{0.5} \tag{2.1.4}$$

而几何平均收益是 $r_g = R_g - 1$。容易看出，算术平均收益和投资比例 q 成正比关系，而几何平均收益不是（参看图 2.1）。上式中 q 增大时，几何平均收益变化类似于抛物线，先大后小。改变 q 可以求出 R_g 的极大值。

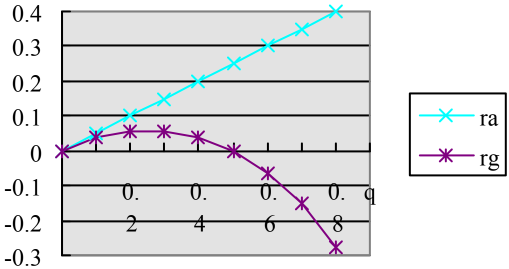


图 2.1　几何平均收益和算术平均收益随投资比例 q 的变化

几何平均收益能够反映资金增值速度和累积收益。因为

$$\text{累积产出比的期望}=\text{几何平均产出比}^{\text{投资周期}} \tag{2.1.5}$$

而算术平均收益不能反映累积收益。比如，对于上面的掷硬币打赌，如果你下注资金比例总是 1，则算术平均收益是 0.5。0.5 能反映你的累积收益吗？不能，因为有一次你输了，你就什么也没有了，亏掉 100％。

1988－1989 年，日本股市从 21564 点上涨了 80％，到达 38921 点；然后开始大跌，1992 年 8 月跌到 14194 点，跌幅达 63％。虽然 80％大于 63％，算术平均大于 0，可是总的来说是跌的，跌了约 1/3，因为累积产出比是（1+0.8）（1–0.63）=0.666，累积收益是 0.666–1= –0.334。几何平均小于算术平均可以通过图 2.2 得到说明。

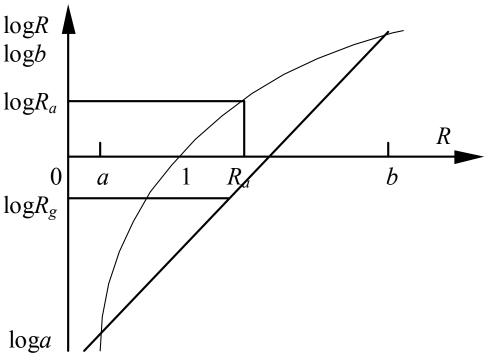


图 2.2 几何平均小于算术平均说明

图中的 a，b 分别是相同概率的两种可能的产出比，因为

$$\log R_g=0.5\log(ab)\le\log[(a+b)/2]=\log R_a$$

所以有几何平均收益小于算术平均收益

$$r_g=(ab)^{0.5}-1\le(a+b)/2-1=r_a$$

由图 2.2 还可以看出，在算术平均收益不变的情况下，a 和 b 相差越大（即证券未来可能收益的方差越大），特别是 a 越接近于 0，几何平均和算术平均的差越大，也即投资风险越大。可以说投资组合的目的就是使几何平均收益尽可能接近算术平均收益，从而减小投资风险并提高增值速度。

几何增长的魅力

尽管战后美国几种主要股票的年几何平均收益只有10％，但是当初投资 1 元 50 年后就变为 1.1^{50}=117 元。可见几何增长的厉害。有人做过计算说明，虽然两百年前美国政府以极便宜的价格从印地安人手里买了大片土地，但是如果印地安人把钱存入银行每年得到现在美国长期国债的收益，则利滚利后，印地安人现在将极其富有，足以买回更大面积的土地。

几何平均收益的微小变化多年累积后就导致投资业绩的巨大差异（参见表 2.1）。

表 2.1 几何平均收益对 10 年累积产出比的影响

几何平均收益	0.1	0.15	0.2	0.286
10 年产出比	2.59	4.05	6.19	12.37

世界上最成功的投资大师巴菲特的年几何平均收益就是表 2.1 中最后一列的 0.286[18]，40 年使 1 元变为 1.286^{40}=23423 元。彼得·林奇和索罗斯也是世界著名投资大师，他们的几何平均收益不比巴菲特的差，只是投资时间短些。看来要成为世界级投资大师似乎并不难，只要持续年盈利 25%－30％就行。而实际上难就难在持续。国内

许多股市期货炒手对稳定的30％的年收益不屑一顾，他们情愿冒高风险追求100%－200％的年收益,但是一旦亏损，就前功尽弃。

本书的投资组合优化理论就是讨论如何追求较为稳定的几何增长。

从掷硬币打赌看投资比例优化

对于2.1.2节的打赌问题，假设你开始只有100元，输了不能再借。现在问怎样重复下注可以使你尽快地由百元户变为百万元户？

你可能为了尽快地变为百万元户而押上你的全部资金。可是只要有一次你输了，你就会变成穷光蛋，并且永远失去发财机会；你可能每次下注10元。但是，如果连输10次，你就完了。再说，如果你已经是万元户了，下10元是不是太少了？每次将你的所有资金的10%用来下注，这也许是个不错的主意。首先，你永远不会亏完（假设下注的资金可以无限小）；第二，长此以往，赢亏的次数大致相等时，你总是赚的。假设平均两次，你输一次赢一次，则你的资金会变为原来的（1+0.2）×（1–0.1）=1.08倍。可是，以这样的速度变为百万富翁是不是太慢了点，太急人了！有没有更快的方法？有！每次将你所拥有资金的25%或0.25倍用来下注（参见3.2节优化公式），你变为

百万富翁的平均速度将最快。假设你每次下注的比例是 q，则你的资金随掷币结果变化如表 2.2 所示。

表 2.2 掷硬币打赌资金变化计算

掷币结果	总资金
开始	100
B（赢）	100（1+2q）
A（输）	100（1+2q）（1−q）
B	100（1+2q）（1−q）（1+2q）
B	100（1+2q）（1−q）（1+2q）（1+2q）
A	100（1+2q）（1−q）（1+2q）（1+2q）（1−q）
...	100（1+2q）（1−q）（1+2q）（1+2q）（1−q）...

由表 2.2 可知，最终盈亏数只和 A、B 面出现的频率有关，而和它们出现的次序无关。这样可以看出，使几何平均收益达最大的比例也就是使累积收益达最大的比例。

几种不同下注比例带来的资金变化如图 2.3 和表 2.3 所示。

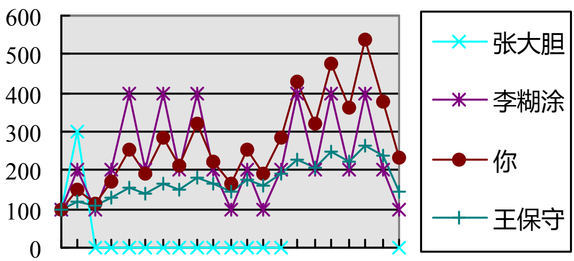


图 2.3 不同下注比例增值比较

表 2.3 不同下注比例的盈利比较

实验 序号	掷币 结果	张大胆 下 100%	李糊涂 下 50%	你 下 25%	王保守 下 10%
0		100	100	100	100
1	B（赢）	300	200	150	120
2	A（亏）	0	100	112.5	108
3	B	0	200	168.7	129.6
4	B	0	400	253.1	155.5
5	A	0	200	189.8	139.9
6	B	0	400	284.7	167.9
7	A	0	200	213.7	151.1
8	B	0	400	320.2	181.3
9	A	0	200	224.1	162.9
10	A	0	100	168.1	146.6
...	...	0	...	...	...
20	A	0	100	282.3	214.9

如果概率预测不同，最优比例也不同。求最优比例方

法将在 3.2 节详细介绍，这里且提供一个简单的优化公式：

$$q^* = \frac{P_1 r_1 + P_2 r_2}{|r_1 r_2|} \qquad (2.3.1)$$

即最优比例等于收益的期望除以收益的乘积的绝对值。比如概率预测变为 $F_r=\{0.5|-0.5, 0.5|1.5\}$时，和前面相比，期望收益没有变，但是盈亏幅度减小了，风险也小了，最优投资比例增大为 2/3，优化的几何平均收益增大为 8.02%。当概率预测变为

$$F_r=\{1/3|-1, 2/3|1\}$$

时，最优比例是 1/3，即 33.33%，我们可以用掷骰子来模拟这一投资——出 1，2 亏 1 倍，出 3，4，5，6 赚 1 倍。

有人会说：实际投资过程中，收益的概率预测是不断变化的，前面的优化比例仍然适用吗？

回答是：仍然实用。我们假设投资是一个漫长的过程，虽然不同概率的预测交替出现，比如概率预测序列为：

$$F_1, F_2, F_3, F_2, F_1, F_1, F_4, \ldots$$

但是，如果你能在预测序列为

$$F_1, F_1, \ldots, F_2, F_2 \ldots, F_3, F_3, \ldots, F_4, \ldots$$

（F_i 出现的顺序变了而次数不变）

时能够成为赢家，那么用同样的方式优化投资比例也能保证你在前一种概率预测序列出现时成为赢家。因为资金是按乘积方式增长的（如表 2.2 所示），和盈亏顺序无关。

有人会说：概率预测可能不准，如此优化仍然有用吗？回答是：好的概率预测和好的决策，两者同样重要，没有一方的配合，另一方的作用就要大打折扣。不过既然我们选定了一种预测，我们就应当相信它是准确的或者说是不错的，如果你怀疑它，你可以用更加模糊的预测（像许多股评家常做的那样）来代替它 ——这比没有好，从而降低因预测不准带来的风险。

从鸡蛋和篮子的投资实验看分散投资的效果

俗话说，不要把鸡蛋放在一个篮子里。下面我们将说明这是有数学道理的。

前面我们假设只有一种投资（证券或项目），如果有两三种呢？是否有最优的在各证券上的投资比例？有!

现在我们假设有两种可选择股票，它们的收益由两个硬币的投掷结果确定（出 A 面你投一亏一，出 B 面你投一赚二），概率预测是

$$F_r=\{\,1/4|(-1,-1),\ 1/4|(-1,2),\ 1/4|(2,-1),\ 1/4|(2,2)\,\}$$

其中（–1，–1）表示两个硬币皆出 A 面，各导致 1 倍亏损，其它同理。这时如何确定现金比例和各股票上的投资比例，

使得重复投资后累积收益最大？

上面问题和下面问题是等价的

假设用两个足够大的篮子贩运鸡蛋，运到目的地可赢利 200%（增值为原来的 3 倍），每个篮子在路上被打翻从而损失 100%的概率是 0.5，两个篮子是否被打翻是相互无关的，每个篮子各装价值多少资金的鸡蛋，可使多次贩运后，资金增值最多？掷硬币实验表明，各投总资金的 23%可使长期累积增值或几何平均增值最快（参看表 2.4）。

表 2.4　两种证券时，不同下注比例的增值比较

实验序号	掷币结果	张大胆各下 50％	李糊涂各下 25％	你各下 23％	王保守各下 12.5％
0		100	100	100	100
1	A，B	150	125	123	112.5
2	A，A	0	62.5	66.42	84.38
3	B，A	0	78.13	81.7	97.46
4	B，B	0	156.26	156.86	155.5
5	B，A	0	195.32	192.94	174.94
6	B，B	0	390.64	370.44	262.41
7	A，B	0	488.3	455.64	295.21

8	A，A	0	244.15	246.05	221.4
…	…	0	…	…	…
16	A，A	0	596.09	605.41	490.18
几何平均收益		-100%	11.8%	11.9%	11.7%

假如有三个、四个篮子，甚至无穷多个篮子呢，后面的理论表明有表 2.5 和图 2.4 结果。

表 2.5　优化比例和几何平均收益随篮子数目变化

篮子数目	1	2	3	4	$N\to\infty$
最优投资比例（%）	1×25	2×23	3×21.1	4×19.2	$N\times100/N$
几何平均收益（%）	6.07	11.91	17.45	22.58	50

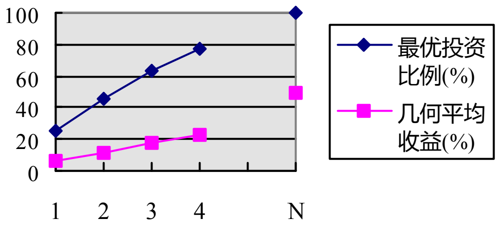


图 2.4　投资比例和收益随篮子数目变化

可见，篮子越多，资金越分散，资金增值速度越快。当然，实际投资中，过于分散会增加信息和操作成本，适

当地将鸡蛋分放在五、六个篮子里， 投资组合的效果就会相当不错了。

从掷硬币打赌看收益相关性对投资效果的影响

在前面我们假设几个篮子被打翻是相互独立的，如果几个篮子被打翻是相关的会怎么样呢？显然，如果两个篮子总是一道被打翻，那么，将鸡蛋放在两个篮子里和放在一个篮子里是一样的，并不能降低风险并提高收益。同样的道理，分散买几种同涨同跌振幅相同的股票和只买一种股票，风险是同样的。假设共有两个篮子，如果只有而且总有一个篮子被打翻（反相关），则你可以全部投入资金（各投 50%），这时每次收益稳定不变，几何平均收益等于算术平均收益

$$（0.5\times（-1）+0.5\times2）\times100\%=50\%$$

组合效果最好。

我们用相关系数 c（在−1 和 1 之间变化，即 $c\in[-1，1]$）表示两种证券或投资的收益的相关性（covariance），$c=-1$ 表示两者盈亏总是相反，$c=0$ 表示两者盈亏互不相关；而 $c=1$ 表示两者盈亏总是同步的。

我们用一对硬币的两面表示投资一个期货品种或打赌的收益，同时是 A 面你亏 200%，同时是 B 面你赚 300%，一 A 一 B 你赚 50%。现在有两个期货品种 I 和 II，它们的价格由两对硬币的投掷结果确定（两对可能共用或反用一个或两个硬币，从而使收益相关性变化）。全部投入资金（各 50%）和按优化比例投入资金的几何平均收益随相关性变化如表 2.6 所示。

表中 e_1，e_2，e_3，e_4 是等可能取值为 0 或 1 的随机变量；$r_1=-2$，$r_2=1.5$，e_1 是 e_1 的非（两者取值相反）。e_2 同理；r_{I} 和 r_{II} 是两个品种的投资收益，比例 q 和 q^* 是在每种证券上的投资比例和优化的投资比例。

表 2.6　相关系数对几何平均收益的影响及优化结果

硬币共有情况	相关系数	相关收益确定 $r_{\mathrm{I}}=r_1+(e_1+e_2)r_2$	r_g（%） q=50%	r_g^*（%） $q=q^*$	优化比例 q^*
共用一对	1	$r_{\mathrm{II}}=r_1$	–100	8.05	4.09
共用一个	0.5	$r_{\mathrm{II}}=r_1+(e_1+e_3)r_2$	–100	10.74	5.48
不共用	0	$r_{\mathrm{II}}=r_1+(e_3+e_4)r_2$	–100	15.88	8.01
反用一个	–0.5	$r_{\mathrm{II}}=r_1+(e\_1+e_4)r_2$	11.5	34.24	17.81
反用两个	–1	$r_{\mathrm{II}}=r_1+(e\_1+e\_2)r_2$	50	50	50

可见，相关系数越大，组合效果越差；相关系数为 1

时，等价于全部投资于一种证券，不赚反亏。相关系数越小，组合效果越好。相关系数为–1 时效果最好，这时几何平均收益等于算术平均收益。

从本章前面内容，我们可以看出投资组合的意义：

1）在收益不确定且可能亏损的情况下，改变投资比例可以提高资金的平均增值速度；

2）如果有多个收益和风险相同且彼此互不相关的品种，适当分散投资比集中投资风险小，且资金增值的平均速度快；

3）同时投资反相关的品种可以减小总的投资风险，提高资金平均增值速度。

以上关于减少风险的结论和美国的诺贝尔经济学获奖者 Markowitz 的结论大体一致。但是 Markowitz 等人并不知道或没有研究使资金增值最快的客观的最优比例，更不知道怎么求出。

Markowitz 投资组合理论及其缺陷

Markowitz 开创的投资组合理论[16,20,21]取得了很大成就，他和 W. F. Shape 及 M. Miller 因此获得 1990 年诺贝尔经济学奖。

Markowitz 用收益的期望 E 和标准方差σ表示一种证券的投资价值，期望越大越好，而标准方差越小越好。标准方差反映了收益的不确定性或投资的风险。投资嗜好无差异曲线可以写成

$$\sigma=\lambda E+a \qquad (2.6.1)$$

$a=-\lambda E+\sigma$越小则投资价值越高。至于λ如何确定，没有客观标准，有人不在乎风险只希望期望收益越大越好，而有人为了小一些的风险情愿要低一些的期望收益。

对于有 N 种证券的组合 P，期望收益变为

$$E_P=\sum_{k=1}^{N}q_k E_k \qquad (2.6.2)$$

其中 E_k 是第 k 种证券的期望收益，q_k 是相应的投资比例；标准偏差变为

$$\sigma_P=\sum_k\sum_l q_k q_l c_{kl}=\sum_k\sum_l q_k q_l \rho_{kl}\sigma_k\sigma_l \qquad (2.6.3)$$

其中 c_{kl} 是协方差系数，σ_k 和 σ_l 是两种证券的标准方差，ρ_{kl} 是相关系数，即

$$\rho_{kl}=\sum_k\sum_l P(r_k,r_l)(\frac{r_k-E_k}{\sigma_k})(\frac{r_l-E_l}{\sigma_l}) \qquad (2.6.4)$$

优化投资组合实际上是在 q_k 的某些限制下（比如 $\sum q_i=1$），改变投资比例 q_1，q_2，…，q_N，使

$$a=-\lambda E_P+\sigma_P=-\lambda\sum_k q_k E_k+\sum_k\sum_l q_k q_l c_{kl} \qquad (2.6.5)$$

达最小。

Markowitz 还定义了有效投资组合(efficient portfolio)：给定期望收益时，使风险（σ）达最小的组合；或者是给定风险时，使期望（E）达最大的组合；或者是使 $a=-\lambda E_P+\sigma_P$ 达最小的组合。

分散投资或选择收益反相关的品种组合投资之所以能减小风险是因为那样能减小总的收益的标准方差。比如：对于前面掷硬币打赌的例子（出 A 面你投一亏一，出 B 面你投一赚二），赌注全部下在一个硬币上，标准方差是

$$\sigma=[0.5(0-1.5)^2+0.5(3-1.5)^2]^{0.5}=1.5$$

而如果将赌注均等地下在两个硬币上，则

$$\sigma=[0.25(0-1.5)^2+0.5(1.5-1.5)^2+0.25(3-1.5)^2]^{0.5}=1.06$$

即风险系数由 1.5 减小为 1.06。

虽然 Markowitz 理论的成就是巨大的，但是其缺陷也是不容忽视的。缺陷之一：不认为有客观的最优投资比例，或者说并不提供使资金增值最快的投资比例（当然也就不能解决前面的打赌问题）；缺陷之二：标准偏差并不能很好反映风险。下面我们举例说明。

例 两种证券当前价格皆是 1 元，证券 I（像是期权）未来价格可能是 0 元和 2 元，概率分别为 1/4 和 3/4。证券 II（像是可转换债券）的收益的期望和标准方差同样是 0.5 和 0.886，但是收益的概率分布以 0.5 为中心（产出比以 1.5

为中心）对称反转了一下（见图 2.5），两者投资价值分析如表 2.7 所示（这里忽略银行利息和交易手续费，R_r 是本书定义的风险测度，参见 3.11 节）。

表 2.7 两种证券的投资价值分析

	E	σ	R_r	$R_g(q=1)$	优化比例（%）	优化后的几何平均收益
证券 I	0.5	0.886	1.5	0	50	1.15
证券 II	0.5	0.886	0.72	1.32	≥100	≥1.32

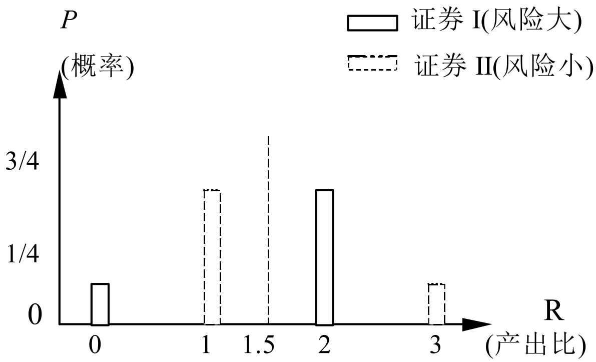


图 2.5 期望和标准方差相同但风险不同的两个证券

最优投资比例≥100%意味着：如果可以贷款或透支，投更多更好。按 Markowitz 理论， I 和 II 投资价值相同，

而按常识和本书理论，II 远优于 I。对于存在大比例亏损可能的投资，比如期权、期货、放贷（可能收不回本金），Markowitz 理论的缺陷尤为明显。

优化投资组合的数学方法

本章叙述新的投资组合数学理论。对数学不感兴趣的读者可以掠过数学公式的推导而只注意其中结论。

优化投资组合的最大增值熵原理

令 N 种证券价格构成 N 维矢量，设第 k 种证券价格有 n_k 种可能取值，k=1，2，...，N，则共有 $W=n_1\times n_2\times\ldots\times n_N$ 种可能的价格矢量。设第 i 种价值矢量为 x_i =（x_{i1}，x_{i2}，...，x_{iN}），i=1，2，...，W；当前价格矢量为 x_0=（x_{01}，x_{02}，...，x_{0N}）；假设单位时间（比方说一年）后，价格矢量 x_i 发生，则第 k 种证券价格增长为原来的 R_{ik} 倍，总的价值增长为原来的

$$R_i = \sum_{k=0}^{N} q_k R_{ik} \tag{3.1.1}$$

倍。其中 q_k，k=1，2，...，N 是在第 k 种证券上的投资比例，q_0 是投资人所持现金比例；$R_{0k}=R_0$=（$1+r_0$），r_0=存款利率或市场利率。市场利率比如：拆借利率，国债回购利率。

产出比

$$R_{ik}=x_{ik}/x_{0k} \quad (3.1.2)$$

当采用保证金交易时，它变为

$$R_{ik}=1+K(x_{ik}-x_{0k})/x_{0k} \quad (3.1.3)$$

其中 $K\geq 1$ 是杠杆倍数，意味交易者可以按交易额的 $1/K$ 倍交纳保证金，价格涨跌 r%时交易者盈亏 Kr %。

这里我们假定投资收益和投入的资金量成正比。实际上，当投资某一项目或股票的资金增大到一定程度，比如投资某一股票达数千万元时，收益将呈非线性变化（效益递减）。这时我们可以用 q_kR_{ik} 的非线性函数代替它（不赘述）。

设做 m 次确定价格矢量的投资实验，x_i 或 r_i 发生的次数是 m_i ，则 m 次投资后资金增值为原来的倍数是

$$\prod_{i=1}^{W} R_i^{m_i} \quad (3.1.4)$$

平均每次投资后资金增长为原来的倍数，即几何平均产出比是

$$R_g=\prod_{i=1}^{W} R_i^{m_i/m} \quad (3.1.5)$$

笔者最近了解到 Henry. A. Latane 和 Donald. L. Tuttle 1967 年在一篇文章中提出了上式所示投资组合数学模型[22]，并称之为财富最大化模型。但是本书下面的研究结果和他们的研究结果完全不同，原因之一是期望和标准

方差不再充当重要角色；原因之二是本书使用一种广义熵——增值熵——作为分析工具。

对上式取对数并令 $m\to\infty$，得

$$\begin{aligned} H = \log R_g &= \sum_{i=1}^{W} P(x_i)\log R_i \\ &= \sum_{i=1}^{W} P(x_i)\log\sum_{k=0}^{N} q_k R_{ik} \end{aligned} \tag{3.1.6}$$

我们称 H 为增值熵，它是广义熵的一种，其量纲和信息量纲相同。设 log 以 2 为底，这时 H 的单位为比特（bit），表示资金的翻番数。这一熵函数和 K. J. Arrow 曾使用的效用函数表面上有些相似[17]，但实质不同（参见 10.2 节）。和信息论中的广义熵[5]相比，增值熵少一负号。

几何平均收益是 $r_g=R_g-1=2^H-1$。设几何平均产出比为 R_g 的证券组合在 T 年后增值为 M，即

$$R_g^T=M \tag{3.1.7}$$

则

$$T=\frac{\log M}{\log R_g}=\frac{\log M}{H} \tag{3.1.8}$$

比较物理学公式

时间=距离/速度

可见 H 反映了资金的增值速度。

后面我们简记矢量 $P_i=P$（x_i）$=P$（x_{i1}，x_{i2}，……，x_{iN}），记概率分布为 $\boldsymbol{P}=$（P_i）=（P_1，P_2，……，P_W），记投资比

例矢量 $\boldsymbol{q}$=（q_k）=（q_0，q_1，……，q_N）， 其它类推。改变 $\boldsymbol{q}$ 可使 H 达最大，使 H 达最大的投资比例矢量 $\boldsymbol{q}=\boldsymbol{q}^*$=（$q_k^*$）就是最优的。

投资比例矢量是有限制条件的。比如通常的股票投资有下面三个限制条件：

条件 I：

$$\sum_{k=0}^{N} q_k = 1 \qquad (3.1.9)$$

这意味着可用现金和各项投资资产之和等于自有资产的 1 倍，是在任何情况下成立的条件；

条件 II：$q_k \leq 1$，k=0，1，...，N；并且

$$\sum_{k=1}^{N} q_k \leq 1 \qquad (3.1.10)$$

或 $q_0 \geq 0$，这意味着不许透支或贷款；

条件 III：$q_k \geq 0$，k=1，2，...，N；这意味着不许卖空（卖空比如：期货做空或股票先融券卖空，等低价买回平仓）。

在给定 $\boldsymbol{q}$ 的限制条件下求使增值熵

$$H = \sum_i P(x_i) \log \sum_{k=0}^{N} q_k R_{ik} \qquad (3.1.11)$$

达极大的 $\boldsymbol{q}$，这是一个非线性规划问题，可用已有方法解决。 这一问题只有在某些简单情况下才有代数解。在一般情况下需要通过计算机编程得到数值解。

单硬币打赌下注优化

下面我们通过最简单的投资模型——单硬币打赌模型——讨论最优投资比例的代数解。

定义 3.2.1 我们称前面的投资模型是单硬币打赌模型，如果

1) 投资项目或证券种数 N=1；

2) 可能的赢亏种数 n_1=2（赢亏概率未必相等）；

3) 要确定的投资比例有两个：现金（或国债）和非现金比例，k=0，1。

单硬币打赌的优化问题是最简单的，也是最有代表性的投资比例优化问题，2.1.2 节所述的掷硬币打赌问题是它的一个特例（赢亏概率相等）。

对于单硬币打赌问题，增值熵是

$$\begin{aligned} H &= P_1\log(1+q_0r_0+qr_1)+P_2\log(1+q_0r_0+qr_2) \\ &= P_1\log(q_0R_0+qR_1)+P_2\log(q_0R_0+qR_2) \\ &= P_1\log(R_0+q\Delta_1)+P_2\log(R_0+q\Delta_2) \end{aligned} \tag{3.2.1}$$

其中 P_1 和 P_2 是赢亏的概率，R_1 和 R_2 是相应的两种产出比；r_1 和 r_2 是相应的两种收益（率）；R_0=1+r_0，r_0 是存款利率或市场利率；q_0=1−q；Δ_1=R_1−R_0=r_1−r_0，Δ_2=R_2−R_0=r_2−r_0，Δ_1

和Δ_2 是扣除银行利率或市场利率的收益，简称超常收益（excess return）。

如果$\Delta_2>\Delta_1>0$（只赢不亏），最优比例显然是 1。如果$\Delta_1<\Delta_2<0$（只亏不赢），最优比例显然是 0（不许卖空时）。为了讨论方便，后面我们只讨论 $\Delta_1<0<\Delta_2$ 的情况。

下面我们用求极值方法求最优比例。令 $dH/dq=0$，得

$$\frac{P_1\Delta_1}{R_0+q\Delta_1}+\frac{P_2\Delta_2}{R_0+q\Delta_2}=0 \qquad (3.2.2)$$

整理得最优投资比例公式

$$q^*=-\frac{P_1\Delta_1+P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2}R_0 \qquad (3.2.3)$$

注意上式中的分子正好是期望超常收益。在不许透支也不许卖空的情况下（条件 I，II，III 成立），最优投资比例是

$$q^*=\begin{cases} 1, & q'\geq 1 \\ q'=-\dfrac{P_1\Delta_1+P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2}R_0\,, & 1>q'>0 \\ 0, & q'\leq 0 \end{cases} \qquad (3.2.4)$$

令 $q'=1$ 得满仓条件

$$\Delta_2\geq-\frac{P_1\Delta_1}{P_2+\Delta_1/R_0} \qquad (3.2.5)$$

令期望收益等于 R_0，于是得到空仓（投资 0%）条件

$$\Delta_2\leq(R_0-1-P_1\Delta_1)/P_2 \qquad (3.2.6)$$

图 3.1 直观地显示了 q^*和（r_1，r_2）的关系。注意 r_2/r_1 不变的点，q^*随两者增大而减小，这说明期望收益不变时，收益波动越大，优化的投资比例应越小。

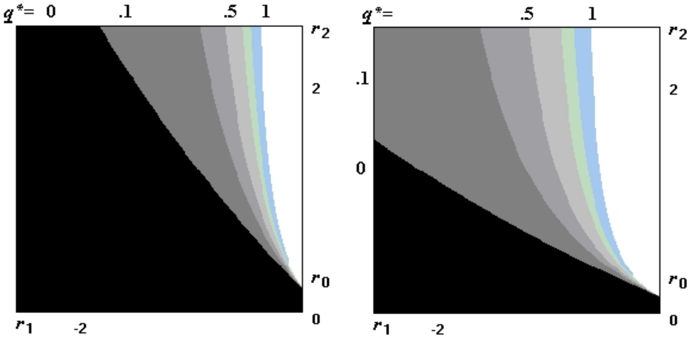


图 3.1 单硬币打赌优化投资比例——r_1-r_2 平面图上的等 q^*线
（不可透支和卖空，R_0=1.1；左边：P_1=P_2=0.5；右边：P_1=0.3，P_2=0.7）

对于 2.3 节的打赌问题，将，P_1=P_2=1/2，Δ_1=−1，Δ_2=2，R_0=1 代入（3.2.3）得 q^*=0.25，这就是说，最优下注比例是 25%。

由（3.2.3）可得出一个非常有意义的结论。令Δ_1=−1（亏损 100%），R_0=1，于是有

$$q^* = \frac{-P_1 + P_2\Delta_2}{\Delta_2} = P_2 - P_1/\Delta_2 < P_2 = 1 - P_1 \quad (3.2.7)$$

这就是说：只要亏光资金的概率是 P_1，则不管可能的盈利幅度Δ_2有多大，都不要投入比例超过 1−P_1 的资金。比如说，只要亏光的概率不是 0，就一定不要满仓；只要亏

光的概率达 0.5，就一定不要超过半仓——哪怕有 10 倍 20 倍利润的可能。此结论对期货、期权、配股权证、放贷等投资特别有意义。许多人在期货、期权、外汇等交易中损失巨大，或者玩不了多久就赔光出场，原因就在于他们受到可能的高额利润诱惑，持仓比例往往过大。

允许透支和卖空时的增值熵及投资比例优化

公式（3.2.4）假设条件 I，II，III 同时成立。如果条件 II 不成立，则意味可以从银行或证券公司透支或贷款去投资（比如买股票）。这时增值熵变为

$$H=\begin{cases} P_1\log(-q_0'R_0'+qR_1)+P_2\log(-q_0'R_0'+qR_2), q>1 \\ P_1\log(q_0R_0+qR_1)+P_2\log(q_0R_0+qR_2), 1\ge q\ge 0 \end{cases}$$

$$=\begin{cases} P_1\log(R_0'+q\Delta_1')+P_2\log(R_0'+q\Delta_2'), q>1 \\ P_1\log(R_0+q\Delta_1)+P_2\log(R_0+q\Delta_2), 1\ge q\ge 0 \end{cases}$$

（3.3.1）

其中 R_0'=（1+r_0'）（$r_0'>r_0$ 是贷款利率）；q_0=max（0，1−q），q_0'=max（0，q−1） 是贷款比例；$\Delta_1'=R_1-R_0'=r_1-r_0'$，$\Delta_2'$同理。最优投资比例是

$$q^*=\begin{cases} M, & q''\ge M \\ q''=-\dfrac{P_1\Delta_1'+P_2\Delta_2'}{\Delta_1\Delta_2}R_0', & M\ge q''\ge 1 \\ q'=-\dfrac{P_1\Delta_1+P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2}R_0, & 1\ge q'\ge 0 \\ 0, & q'\le 0 \end{cases} \tag{3.3.2}$$

其中

M=可用资金相对自有资金的倍数

=（1+可透支或贷款的倍数）

如果存款利率和贷款利率相同，则有 $R_0=R_0'$，上式简化为

$$q^*=\begin{cases} M, & q'\ge M \\ q'=-\dfrac{P_1\Delta_1+P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2}R_0, & M\ge q'\ge 0 \\ 0, & q'\le 0 \end{cases} \tag{3.3.3}$$

如果限制条件 III 也不存在，即允许 $q_k<0$，$k=1$，2，...，N；则意味着可以卖空。

什么是卖空？在股票和国债市场上，通常我们只能先买后卖。如果可以借别人的股票或国债先卖出，然后买回来补还券主（期望高价卖低价买），则说可以融券卖空。在期货市场上，卖出自己未必拥有的未来的商品，叫抛空，也是卖空的一种。下面我们以可融券股票买卖为例说明投资比例优化。期货的投资比例优化还涉及保证金比例问题。方法类似。

假设融券用同样价值的资金抵押，这时剩余资金比例

是 q_0=max（0，1−|q|），贷款比例是 q_0'=max（0，|q|−1）；（3.3.1）变为：

$$H=\begin{cases}P_1\log(1-q_0'r_0'+qr_1)+P_2\log(1-q_0'r_0'+qr_2),q>1\\P_1\log(1+q_0r_0+qr_1)+P_2\log(1+q_0r_0+qr_2),1\geq q>0\\P_1\log(1+(1-|q|)r_0+qr_1)+\\\qquad P_2\log(1+(1-|q|)r_0+qr_2),0\geq q\geq -1\\P_1\log(1-(|q|-1)r_0'+qr_1)+\\\qquad P_2\log(1-(|q|-1)r_0'+qr_2),q<-1\end{cases}$$

$$=\begin{cases}P_1\log(R_0'+q\Delta_1')+P_2\log(R_0'+q\Delta_2'),q>1\\P_1\log(R_0+q\Delta_1)+P_2\log(R_0+q\Delta_2),1\geq q>0\\P_1\log(R_0+q\Delta_{-1})+P_2\log(R_0+q\Delta_{-2}),0\geq q\geq -1\\P_1\log(R_0'+q\Delta_{-1}')+P_2\log(R_0'+q\Delta_{-2}'),q<-1\end{cases}$$

（3.3.4）

其中$\Delta_{-1}=r_1-(-r_0)=r_1+r_0$，意味 r_1 在负方向超出$-r_0$的部分，Δ_{-2}同理；$\Delta'_{-1}=r_1+r'_0$，Δ'_{-2}同理。

允许透支和卖空时的最优投资比例公式是：

$$q^*=\begin{cases} M, & q''\ge M \\ q''=-\dfrac{P_1\Delta_1'+P_2\Delta_2'}{\Delta_1\Delta_2}R_0', & M\ge q''\ge 1 \\ q'=-\dfrac{P_1\Delta_1+P_2\Delta_2}{\Delta_1\Delta_2}R_0, & 1\ge q'>0 \\ 0, & -r_0\le E\le r_0 \\ q_-'=-\dfrac{P_1\Delta_{-1}+P_2\Delta_{-2}}{\Delta_{-1}\Delta_{-2}}R_0, & 0>q_-'\ge -1 \\ q_-''=-\dfrac{P_1\Delta_{-1}'+P_2\Delta_{-2}'}{\Delta_{-1}\Delta_{-2}}R_0', & -1>q_-''>-M \\ -M, & q_-''\le -M \end{cases} \tag{3.3.5}$$

上式划分的各个区域（包括空仓区、抛空区、透支区、透支满仓区等）及等 q^*线如图 3.2 所示。

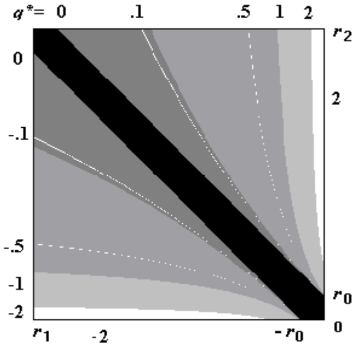


图 3.2 单硬币打赌下注比例优化

（可透支和卖空，$P_1=P_2=0.5$；$r_0=0.1$，$r_0'=0.15$；$M=2$）

对于一般的投资组合（多证券或项目），在允许贷款和卖空时，增值熵由（3.3.4）变为

$$H = \begin{cases} \sum_i P_i \log(R_0' + \sum_{k=1}^{N} q_k \Delta_{ik}'), q > 1 \\ \sum_i P_i \log(R_0 + \sum_{k=1}^{N} q_k \Delta_{ik}), 1 \geq q > 0 \\ \sum_i P_i \log(R_0 + \sum_{k=1}^{N} q_k \Delta_{-ik}), 0 \geq q > -1 \\ \sum_i P_i \log(R_0' + \sum_{k=1}^{N} q_k \Delta_{-ik}'), q < -1 \end{cases} \qquad (3.3.6)$$

其中

$$q = \sum_{k=1}^{N} q_k \qquad (3.3.7)$$

其它变量参考（3.3.4）类推。而最优投资比例需用电脑搜索投资矢量空间才能得到。

考虑转移成本的增量优化公式

转移成本或者说交易手续费（包括证券公司和交易所收取的交易费用和税金等）对交易的影响是显然的，如果转移证券增加的收益抵不上转移成本，转移就不该发生。前面的优化公式中没有考虑交易手续费，从而也没有考虑如何优化转移量。

下面我们以单硬币打赌模型（一种证券，两种可能收益）为例说明如何根据手续费优化投资比例增减量。假设

$1 \geq q \geq -1$。

设当前投资比例为 $q\#$，现金或国债比例为 $q\#_0=1-q\#$，投资比例增量为$\Delta_q=q-q\#$（因为 $1\geq q\geq -1$，所以 $1-q\#\geq \Delta_q \geq -1-q\#$），交易手续费是交易额的 d 倍（比如对于深沪股市，d=0.0075），每一元在交易后变为 $d'=1\pm d$ 元（增加头寸用–，减少头寸用+），资金Δ_q 在交易后变为$\Delta_q d'$元，于是有增值熵

$$\begin{aligned} H &= \begin{cases} P_1 \log(q\#_0\ R_0 - \Delta_q R_0 + q\# R_1 + \Delta_q d' R_1) \\ + P_2 \log(q\#_0\ R_0 - \Delta_q R_0 + q\# R_2 + \Delta_q d' R_2) \end{cases} \\ &= P_1 \log[q\#_0\ R_0 + q\# R_1 + \Delta_q (d' R_1 - R_0)] \\ &\ \ + P_2 \log[q\#_0\ R_0 + q\# R_2 + \Delta_q (d' R_2 - R_0)] \end{aligned} \qquad (3.4.1)$$

令 $R\#_{01}=q\#_0R_0+q\#R_1$，$R\#_{02}=q\#_0R_0+q\#R_2$，$\Delta\#_1=d'R_1-R_0$, $\Delta\#_2=d'R_2-R_0$，于是得到

$$H = P_1 \log(R\#_{01} + \Delta_q \Delta\#_1) + P_2 \log(R\#_{02} + \Delta_q \Delta\#_2) \qquad (3.4.2)$$

它和前面的式（3.2.1）非常相似。令 $dH/d\Delta_q=0$，得到优化比例增量公式

$$\Delta_q{}^* = -\frac{P_1 \Delta\#_1\ R\#_{02} + P_2 \Delta\#_2\ R\#_{01}}{\Delta\#_1\ \Delta\#_2} \qquad (3.4.3)$$

当 $q\#=0$ 从而 $q\#_0=1$ 时，上式就变为考虑手续费的投资比例优化公式。

手续费比例 d 增大对投资增量的影响如图 3.3 所示。d 越大，持仓不动的区域，即 $q^*=q\#$的白带区越宽。意味手续费比率提高时，优化的持仓增减量相应减少。图 3.3

还表明，手续费对盈亏幅度大的交易影响小，而对盈亏幅度小的交易影响大。由此可以理解为什么期货交易者能够容忍较高的手续费，而国债交易者不能（期货交易因手续费亏损主要是由于交易太频繁）。

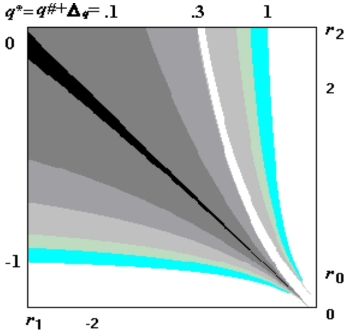


图 3.3 手续费对投资增量的影响
（可卖空不可透支，$q\#=0.3$，$P_1=P_2=0.5$，$R_0=1$，$d=0.03$）

结合本节和上一节公式，可以把增量优化方法推广到允许透支的情况和多证券情况。

到此，单硬币投资模型的头寸优化问题已经全部解决了。

多硬币打赌下注优化

定义 3.5.1 我们称 3.1 节的投资模型是多硬币打赌模型，如果

1）投资证券或项目种数为 $N \geq 2$；

2）对于每种投资，可能的赢亏种数 $n_i=2$（$i=1$，2，...，N），不同投资赢（或亏） 的概率相同；

3）要确定的投资比例有 $N+1$ 个，即 $k=0$，1，...，N；

4）不同投资之间赢亏相互无关，即

$$P(x_i, x_j)=P(x_i)P(x_j),\ i, j=1, 2, \ldots, N, i \neq j$$

为使问题简化，我们仅讨论不许透支和卖空，投资比例相等（即 $q_1=q_2=\ldots=q_N=q/N$），$r_0=0$ 从而$\Delta_1=r_1$，$\Delta_2=r_2$时的情况。

设每种投资亏和赢的概率是 P 和 $Q=1-P$。当 $N=2$ 时，分散投资的可能赢亏有 4 种：（亏，亏），（亏，赢），（赢，亏），（赢，赢）；因中间两种收益相同可以合并，所以可能的收益的概率预测是

$$F_r=\{1/4|r_1q,\ 2/4|(r_1+r_2)q/2,\ 1/4|r_2q\} \tag{3.5.1}$$

增值熵是

$$H_2=P^2\log(1+r_1q)+2PQ\log[1+(r_1+r_2)q/R]+Q^2\log(1+r_2q) \tag{3.5.2}$$

当 $N>2$ 时，几种收益及其概率按二项式系数规律变化，即

$$\begin{aligned}H_3=&P^3\log(1+r_1q)+3P^2Q\log[1+(2r_1+r_2)q/3]\\&+PQ^2\log[1+(r_1+2r_2)q/3]+Q^3\log(1+r_2q)\end{aligned} \tag{3.5.3}$$

…………

$$H_N=P^N\log(1+r_1q)+NP^{N-1}Q\log[1+((N-1)r_1+r_2)q/N]+\ldots+NPQ^{N-1}\log[1+(r_1+(N-1)r_2)q/N]+Q^N\log(1+r_2q) \tag{3.5.4}$$

由上面公式，可以通过计算机编程求出图 2.4（见 2.3 节）中的一些优化结果。

可以证明，在各证券收益互不相干且收益的概率预测相同的情况下，各证券投资比例相同时组合最优；并且证券数目越多，几何平均收益越大。随着 N 增大，几何平均收益有没有极限，极限是不是就是它的算术平均收益？下面我们将证明，结论果然如此。可以说，投资组合的目的是使几何平均收益尽可能地接近算术平均收益。

分散投资极限定理

对数学不感兴趣的读者可以忽略本节内容。

定理 3.6.1（分散投资极限定理）：有 N 个相互独立的证券，未来收益皆有两种可能，分别为 r_1 和 r_2，概率分别为 P 和 $Q=1-P$，算术平均收益皆为 $E=Pr_1+Qr_2$。则增值熵 H_N 在 $q_k=1/N$，$k=1$，2，……，N 且 $N\to\infty$ 时有极限值

$$\lim_{N\to\infty} H_N=\log(1+E)=\log R_a \tag{3.6.1}$$

证　根据二项式定理，增值熵

$$H_N = \sum_{s=0}^{N} \frac{N!}{S!(N-S)!} P^{N-S} Q^S \log[1 + r_1 + (r_2 - r_1)S / N]$$

（3.6.2）

根据中心极限定理（[27]，91），当 $N\to\infty$时，

$$H_N = \int_{r_1}^{r_2} P(t)\log(1+t)\mathrm{dt} \tag{3.6.3}$$

其中 $P(t)$ 是以 E 为期望以 PQ/N 为方差的正态分布函数，即

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi PQ / N}} \exp\left[-\frac{(t-E)^2}{2(PQ/N)}\right] \tag{3.6.4}$$

而

$$\lim_{N\to\infty} PQ / N = 0 \tag{3.6.5}$$

故（3.6.1）成立。证毕。

由于（3.6.1）成立，所以几何平均收益随着 N 增大可以无限地接近算术平均收益，即

$$\lim_{N\to\infty} 2^{H_N} - 1 = E \tag{3.6.6}$$

考虑消费和人力资源时的增值熵及基金评价

假设两个投资基金 A 和 B，10 年内几何平均收益或总的相对增值相同，但是基金 A 每年收益是 20%，而基金 B 各年收益不同，时赢时亏。如何评价两个基金？作为十年期间从不取钱出来的投资人来说，前面的增值熵可用作评价标准，这时 A 和 B 的好坏不可区分。但是对于随时可能撤出资金用于消费的短期投资人（简称消费投资人）来说，A 应比 B 优，因为投资 A 时几何平均收益相同但风险更小。如何从消费投资人的角度来评价基金业绩或一种投资组合呢？

我们假设消费投资人的资金中有一定比例 K 可能用于消费，也可以用于投资。如果这部分资金用于投资，他就牺牲了自己的消费机会。为此，我们把这部分资金当做贷款来处理——把牺牲消费机会和付出利息看作等价。我们也可以这样考虑：他在将这部分资金用于投资后，可以通过贷款来维持消费，为此他必须付出利息。

现在我们使用单硬币打赌模型（不许贷款和卖空）来说明评价标准的变化。

对于长期投资人，增值熵是

$$H= P_1\log（1+r_0q_0+r_1q）+P_2\log（1+r_0q_0+r_2q）\quad（3.7.1）$$

而对于消费投资人，增值熵（后面称之为消费增值熵）变

为

$$H_C = P_1 \log（1+r_0 q\_{}_0 - r_0'' q\_{}_0'' + r_1 q）$$
$$+P_2 \log（1+r_0 q\_{}_0 - r_0'' q\_{}_0'' + r_0 q） \qquad（3.7.2）$$

其中 $q\_{}_0$=max（0，K_-q）是非消费现金比例，$K\_=1-K$；$q\_{}_0''$=max（0，$q-K\_$）是投资占用消费资金的比例；r_0''是牺牲消费的等价利率或贷款利率。

假设基金 A 每年收益是 20%，基金 B 每年有两种可能收益−28%和 100% 且可能性相等，后者的几何平均收益也是 20%，因为

$$[（1-0.28）（1+1）]^{1/2}-1=1.44^{1/2}-1=0.2$$

令 $r_0=0$，$K=0.4$，$r_0''=0.15$，$q=1$，则

$$H_{CA}=\log（1-0.15\times 0.4+0.2）=\log \qquad（1.14）$$

$$H_{CB}=0.5\log（1-0.15*0.4-0.28）+0.5\log（1-0.15*0.4+1）$$
$$=0.5\log（0.66*1.94）$$
$$=\log（1.13）<H_{CA}$$

表 3.1 和图 3.4 显示在增值熵 H 不变时，消费增值熵 H_C 随消费比例 K 的增大和收益的变化幅度增大而减小。

表 3.1 消费增值熵随消费比例 K 和赢亏幅度的变化
（q=1，$r0$=0，$r0''$=0.15）

盈亏幅度	消费增值熵 H_C		
（r_1，r_2）	K=0.2	K=0.4	K=0.6

（0.2，0.2）	0.227	0.189	0.151
（–0.28，1）	0.220	0.176	0.134
（–0.52，2）	0.209	0.151	0.091

可见从消费投资人的角度看，用消费增值熵评价基金或投资组合较好。

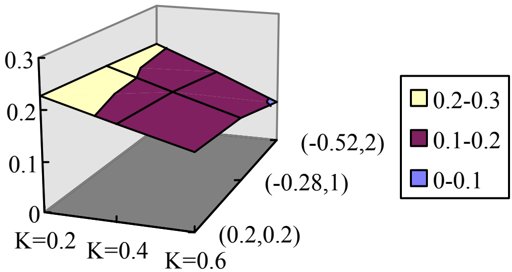


图 3.4　消费增值熵随消费比例和收益波幅变化

对于某些有稳定收入的人，特别是有稳定工资收入的年轻人，在考虑其个人净资产时，还应加上人力资源或劳动力价值。考虑人力资源后，亏光当前资金的效用损失不再是无穷大，优化组合将倾向于选择风险更大的证券。具体不赘。

优化投资比例的近似公式及递减的效用函数

对于一种有多种收益可能的投资，可以在计算机上用搜索方法直接由增值熵公式求出最优比例，也可以采用近似方法。增值熵的一个近似公式是

$$h(q)=uq+c=aq^2+bq+c \qquad (3.8.1)$$

其中 $h(q)$ 是近似增值熵，它是 q 的抛物线函数；$u=aq+b$ 代表单位资金的效用，通常随 q 增大而减小。本节假设 $H(q)$ 是 q 的连续函数；如果实际不是（考虑贷款利率、卖空、手续费等时），可用分段函数代之。

假设函数 $h(q)$ 在 $q=0$，$t/2$ 和 t 处和增值熵函数和 $H(q)$ 相等，可得

$$a=2[H(t)-2H(t/2)+H(0)]/t^2$$
$$b=[4H(t/2)-H(t)-3H(0)]/t \qquad (3.8.2)$$
$$c=H(0)=\log(r_0)$$

比如在 $(P_1, P_2, P_3)=(1/4, 1/2, 1/4)$，$(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3)=(-1, 0.5, 2)$，$r_0=0$ 时，$h(q)$ 和 $H(q)$ 的函数图像如图 3.5 所示。虽然 $h(q)$ 和 $H(q)$ 在 q 近于 1 时显然不同，但是两者达极大的水平位置 q 是相近的。

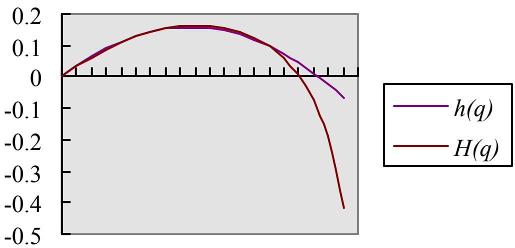


图 3.5　近似增值熵 h（q）和 H（q）比较（t=0.7）

由（3.8.1）可得极值点 $q''=-b/2a$，从而得到近似最优比例

$$q^{*\prime}=\begin{cases} U, q''\geq U \\ q''=-\dfrac{b}{2a}, U>q''>L \\ L, q''\leq L \end{cases} \qquad (3.8.3)$$

其中 U 是 q 的上界，L 是 q 的下界。相应的增值熵便是 H（$q^{*\prime}$）。如果 H（q）是 q 的分段函数，则需分段求最大值（不赘）。

表 3.2 近似优化结果随 t 变化（q^*=0.4609，H（q^*）=0.1623 比特）t 的改变对 H（$q^{*\prime}$）影响不大。比如在上例中，选取不同的 t 得到的近似优化结果如表 3.2 和图 3.6 所示。

表 3.2　近似优化结果随 t 变化（q^*=0.4609，$H(q^*)$=0.1623 比特）

t	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
$q^{*\prime}$	0.408	0.457	0.464	0.433	0.366
H（$q^{*\prime}$）	0.1598	0.1618	0.1623	0.1617	0.1551

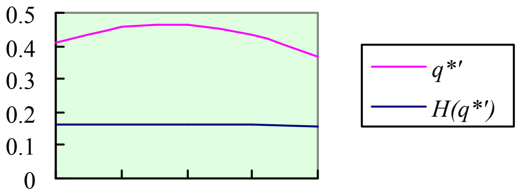


图 3.6　近似优化结果随 t 的变化

对于多种项目或证券的投资，我们可以在计算机上用矢量空间搜索方法直接由式（3.3.6）求出最优比例。但是提供联合条件概率矩阵往往是困难的，一种有效的简化方式是，提供每种证券收益的概率分布和它们之间的相关系数（即协相关系数）矩阵（由统计或主观估计得到），由此建立联合增值熵的近似公式。 一个实用的近似公式是

$$h=\sum_k q_k(a_j\sum_j d_{kj}c_{kj}+b_k)+\log r_0 \qquad (3.8.4)$$

其中 a_k 和 b_k 的算法如（3.8.2），k 表示第 k 种证券。D_k 和 D_j 是两种证券收益的概率分布的半宽度或标准方差，函数 $d_{kj}=f$（D_k，D_j）反映第 j 种证券收益的波动对第 k 种证券投资效用 u_k（等于括号中内容）的影响。令$\partial h/\partial q_k=0$， k=1， 2，...，N，可以得到线性方程组

$$\sum_{j}(a_k d_{kj} + a_j d_{jk})c_{kj} q_j + b_k = 0, i = 1,2,..., N \qquad (3.8.5)$$

由此方程组可以得到近似最优投资比例的代数解，从而可以大大提高求解速度。实验表明，近似优化结果已能满足实用需要（见表 3.4 和 3.6，图 3.7 和 3.8）。

多证券相关性模拟和电脑优化举例

为说明电脑投资组合优化模拟实验，我们先说明电脑提供的模拟投资环境。

设有 N=3 种证券，每一种当前价格皆为 1 元，r_0=0，第 k 种证券未来价格 x_k 和收益 r_k 由两个硬币的投掷结果确定：

$$x_k=1+s_{k1}+(e_1+e_2)s_{k2} \qquad (3.9.1)$$

$$r_k=s_{k1}+(e_1+e_2)s_{k2} \qquad (3.9.2)$$

其中 e_1 和 e_2 是两个等可能取值为 0 或 1 的随机数（模拟掷硬币结果），则 r_k 有三个可能值：s_{k1}，$s_{k1}+s_{k2}$，$s_{k1}+2s_{k2}$；概率分别是 1/4，1/2，1/4；期望收益是 $E_k=s_{k1}+s_{k2}$，r_k 相对期望收益的偏差（而不是标准偏差）是 $D_k=s_{k2}$。

设有第 j 种证券，其收益和第 k 种证券的收益的相关性由表 3.3 中的方式确定。

表 3.3　用两对硬币确定两种证券的相关收益

硬币共用情况	相关系数 c_{kj}	证券 B 和 A 的收益相关情况 $r_k=s_{k1}+(e_1+e_2)\,s_{k2}$
共用一对	1	$r_j=s_{j1}+(e_1+e_2)\,s_{j2}$
共用一个	0.5	$r_j=s_{j1}+(e_1+e_3)\,s_{j2}$
不共用	0	$r_j=s_{j1}+(e_3+e_4)\,s_{j2}$
反用一个	–0.5	$r_j=s_{j1}+(e_{\_1}+e_4)\,s_{j2}$
反用两个	–1	$r_j=s_{j1}+(e_{\_1}+e_{\_2})\,s_{j2}$

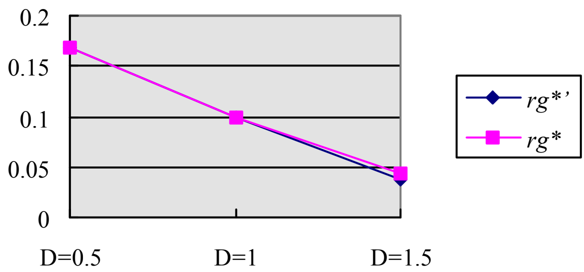


图 3.7 优化的几何平均收益随偏差 *D* 变化

这样，一种投资环境可用三种证券的期望收益、偏差和三者之间的相关系数（c_{12}，c_{23}，c_{13}）来确定。投资组合优化就是要提供资金在现金和三种证券上的最优投资比例。

表 3.4 和图 3.8 显示的是三种证券期望收益和三者之间相关系数不变，而偏差 D（$D_1=D_2=D_3=D$）变化时，电

脑提供的优化投资比例以及相应的几何平均收益。可见偏差越大，风险越大，最优投资比例越小，几何平均收益也越小。

表 3.4 投资比例优化：几何平均收益随收益的偏差增大而减小

偏差 D		优化的投资比例				几何平均收益
		现金	证券 1	证券 2	证券 3	
		r_0=0	E=0.2	E=−0.1	E=0.22	
0.5	q_k*'＝	0	0.11	0	0.89	r_g*'=0.169
0.5	q_k*＝	0	0.11	0	0.89	r_g*=0.169
1	q_k*'＝	0	0.475	0.385	0.141	r_g*'=0.0998
1	q_k*＝	0	0.463	0.372	0.165	r_g*=0.0998
1.5	q_k*'＝	.355	0.334	0.252	−0.059	r_g*'=0.0376
1.5	q_k*＝	.462	0.252	0.213	0.071	r_g*=0.0445

（表中假设 r_0=0，可卖空不可透支；t=0.45，d_{kj}=d_{jk}=1；c_{12}=−0.5，c_{23}=0，c_{13}=0.5）

比较最优和近似最优结果，可见偏差不很大时，两者几乎相同；仅在偏差较大（ 是当前价格的 150%，只有对于期货、期权才有可能）时，两者才有明显差别。适当定义函数 d_{kj} 可使两者更加接近（不赘）。

表 3.5 三组相关系数

	相关 I	相关 II	相关 III
$c_{12,}$	1	0	–1
c_{23}	0.5	0	–0.5
c_{13}	0.5	0	0.5

表 3.6 显示的是三种证券未来收益期望 E 和偏差 D 不变，而三者之间相关性变化（如表 3.5）时，电脑提供的优化投资比例。由图 3.8 可更清楚看出相关系数对几何平均收益的影响——越是反相关，投资比例越大，几何平均收益越大。

表 3.6 投资比例优化：几何平均收益随相关系数减小而增大

相关性		优化的投资比例				几何平均收益
		现金	证券 1	证券 2	证券 3	
		r_0=0	E=0.2	E=–.1	E=.22	
相关 I	q_k*'＝	0.106	0.415	–.165	0.313	r_g*'=0.0786
相关 I	q_k*＝	0.102	0.401	–.165	0.331	r_g*=0.0786
相关 II	q_k*'＝	0.037	0.378	0.165	0.420	r_g*'=0.0970
相关 II	q_k*＝	0.080	0.357	0.162	0.401	r_g*=0.0974
相关 III	q_k*'＝	0	0.480	0.424	0.098	r_g*'=0.1557

相关性		优化的投资比例			几何平均收益
相关 III	$q_k^*=$	0	0.454	0.408	0.138	$r_g^*=0.1560$

（表中假设 $r_0=0$，可卖空不可透支；$t=0.45$，$d_{kj}=d_{jk}=1$，$D=1$）

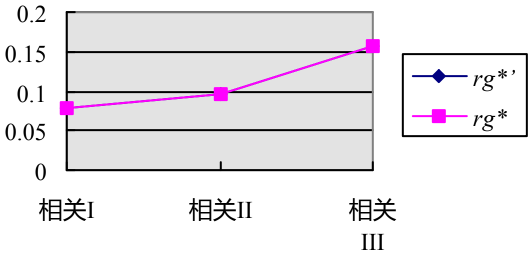


图 3.8　优化的几何平均收益随相关系数减小而增大
（近似和精确优化结果在此重叠）

读者是否注意到：

1）虽然第三种证券的期望收益最大，但是为什么在第一和第三两种证券相关情况下，反而有 $q_3< q_1$？

2）第二种证券收益的期望 $E_2<0$，做多总的来说肯定是亏的，而在第 3 种相关情况下有 $q_2^*>0$，为什么？

回答是：因为优化利用了第一、第二两种证券的相关性；当 $c_{12}=1$ 时，两者一买一卖可以减少总的收益偏差，因而可以加大比例；当 $c_{12}=-1$ 时，　两者同时做多同样可以达到减小风险，加大增值速度的目的。

分散和集中的选择

说分散可以减少投资风险，这是有前提的。确定分散投资还是集中投资要考虑：

1）影响你的盈利的敌人是市场的不确定性还是其他，比如是同行竞争对手？如果是后者，分散是无用的；

2）不同证券或项目的投资价值是否相近，如果不相近；则应集中投资。比如对于图 2.5 所示的两种证券（分别类似于配股权证和可转股债券），全部投入后者是最好的选择。

3）不同证券或项目的收益是否互不相关或反相关的？如果总是相关的；则分散无效。比如买同市场同行业的股票往往起不到降低风险的效果。

4）不同证券投入产出比是随投入增加而减少的还是增大的？如果是减少的，则应分散。孙子兵法上讲不要把大部队放在狭隘地带作战就有这个道理。反之，有些行业，比如家电行业，存在规模效益，并且企业的敌人不是不确定性，而是竞争的同行，这时应如孙子兵法说的要集中力量打歼灭战——即加强技术投入提高产品质量和档次，把对手挤出市场。

前几年，舆论界片面强调分散投资，使得许多上市公司变成大杂烩公司，特别是大多数上市公司都开办了房地产子公司。实践证明，这类公司照样存在经营风险，而且

风险更大；反倒是不少主营业突出的公司在宏观经济不好时往往更经得起市场的考验。原因如前述。

新的投资风险测度 R_r
——和 Markowitz 理论的进一步比较

在 Markowitz 理论中，一个收益具有某种分布的证券或证券组合可以被简化为收益具有某种期望 E 和标准方差 σ的证券。类似地，我们这里也可以用两个参数代表一个证券的收益[23]。一个仍然是期望 E，另一个是 R_r——我们称之为增值风险。我们假设任何一种证券或证券组合的收益等价于一个盈亏等概率的掷硬币打赌收益，R_r 由下面公式定义

$$0.5\log(1+E-R_r)+0.5\log(1+E+R_r)=H=\log R_g \quad (3.11.1)$$

由此得到增值风险、算术平均产出比（R_a=1+E）和几何平均产出比 R_g 的关系

$$R_r^2 = R_a^2 - R_g^2 \quad (3.11.2)$$

简化后的证券便于更加直观地看出原证券或证券组合的风险和投资价值，便于在不同的证券或证券组合之间作比较。

2.6 节中图 2.5 所示的两种证券分别代表期权（或高风险的垃圾债券）和低风险的可换股债券，两者期望收益和标准偏差相同，但风险不同；几何平均收益标准和新的风

险测度给后者以更高的评价，由此可见新的风险测度的合理性。

实际上从 R_r 本身，我们还不能比较不同证券的风险。令 $\sin\alpha=R_r/R_a\in[0，1]$，$\sin\alpha$反映风险更为直观，它越大或越接近 1，则风险越大（可能破产）。我们称 $\sin\alpha$为相对增值风险（参看图 3.9）。

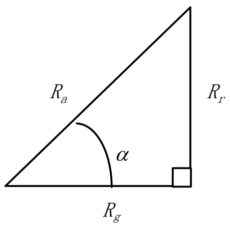


图 3.9　sinα和 R_r、R_a 及 R_g 的关系

上面的 R_a ，R_g 和 R_r 是在 q=1 时求出的，为反映一种证券在不同投资比例时的风险，我们还可以定义投资比例为 q 时的投资风险——q-增值风险和 q-相对增值风险，提供函数曲线 R_r（q），使一种证券或证券组合的投资风险更加直观（参见图 3.10）。

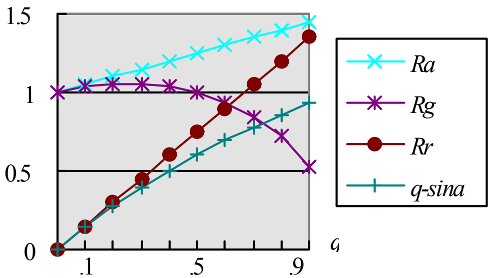


图 3.10　增值风险随投资比例 q 的变化

（q=0—0.9，　$P_1=P_2=0.5$，$\Delta_1=-1\Delta_2=2$，$R_0=1$）

Markowitz 理论中用期望和标准方差表示证券的投资价值，用 E-σ 平面上的函数曲线

$$\sigma=\lambda E+a \tag{3.11.3}$$

表示投资嗜好无差异曲线。类似地，我们用 E-R_r 平面上的函数曲线表示投资嗜好无差异曲线。由（3.10.2）可得

$$R_r=[(1+E)^2-R_g^2]^{0.5} \tag{3.11.4}$$

函数图像如图 3.11 所示。详细分析不赘。

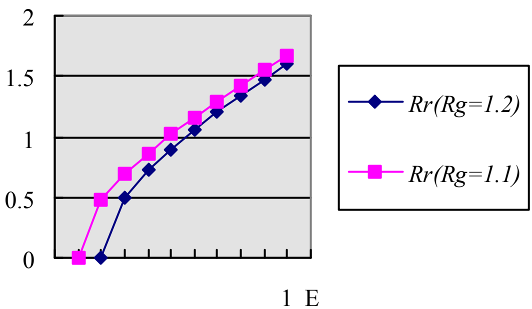


图 3.11　投资嗜好无差异曲线

函数 $\sigma=\lambda E+a$ 是直线，而图 3.11 中的函数是曲线；考虑较小的收益偏差对投资价值影响不大，曲线应更符合常理。

中国股市投资风险和对策

股票投资越来越广泛地被中国老百姓所采用，它也是检验本书理论的较好实践之一。本章将理论联系实际讨论股票投资问题。

如果一个股民对前面的理论不感兴趣的话，那么本节内容可能适合他的胃口。

股市的魅力

美国两个最富有的人，一个是电脑天才比尔·盖茨，一个是沃伦·巴菲特——他靠投资股票从 1000 美元赚到 100 多亿美元。

在中国，长期投资和发展长虹股票的人，也有许多赚了十几甚至上百倍。在一个大多数人没有个人资产的社会里，股票投资更具有吸引力。

股市的魅力还在于它是一个大竞技场。对于职业股民，股市如同江湖，任凭侠客纵横。这里我引用我的股市谐趣小说《股指山熊妖征战记》中的几段对话用以说明（沪吉柯德和深桑丘分别代表深沪股市灵魂）：

一

沪吉柯德道:“周五的战斗惊心动魄，令人回味。人生最痛快淋漓的感觉莫过于崇高感。当你面对急风暴雨或者面对凶残强敌时，当你不被众人理解却仍然忍辱负重时，你孤立无援，但却立意不屈，这时你就会产生崇高感。美学家们最为头疼的是搞不清崇高感为什么会产生？现在我明白了，原来它来源于不屈的意志又维持着不屈的意志，是对不屈意志的奖赏和激励;它能淹没一切恐惧和疼痛，激励你冲锋向前，真不愧是人生快感的极致！我等游侠骑士虽然餐风宿露，与尘世幸福无缘，但能有此快感，也算知足。”

深桑丘答到:“真是奇怪，我怎么没有感受到你所说的什么‘虫高感’？”

一股民道:“沪吉柯德先生，崇高感固然不错，可是我输了钱，挨老婆的骂，怎么也崇高不起来。中国股市风险莫测，我等小小股民，只能任人宰割，我想趁我眼下亏损还承受得了，洗手不干算了。”

沪吉柯德道:“先生此话差焉。我以为能当中国股民，此乃三生有幸。早在远古时代，勇气、武力和智慧尽可以有它们发挥的战场,荣誉和地位都靠光明正大的手段赢得。这是人类的幼年时代，也是人类的黄金时代。后来，人类才蜕化到铜器时代和我们现在的铁器时代。在这个铁器时代，无能者可以靠溜须拍马飞黄腾达；奸诈之徒可以靠欺骗发财；勇气和武力难以发挥，当兵当到将军也打不上一

次真仗；充满智慧的人也得不到应得的报偿。可幸的是，在这铁器时代还幸存了一片黄金之地——这就是中国股市。这股指山就是一个大的竞技场，古代沙场的机会和风险在这里应有尽有。每个股民都是将军，他的资金就是他的兵马。他冲锋陷阵，调兵遣将，他只听命于他自己。他可以逃避社会的种种不公平而在这里找到公平；他可以靠自己的勇气和智慧无限地扩充他的兵马。从股市上赢到钱不亚于在运动会上赢到奖牌，他赢到钱也就赢到了荣誉和尊敬。即使他输了钱，他也另有所得。尊敬的股民先生，你的才能得到发挥，你的智慧得到检验，你领略了黄金时代的气息，这些都是金钱难以换到的……不要太过于看重目的，手段可以成为目的。人类的哪一种目的不是由手段变来的？吃喝、做爱……本只是手段——生存的手段，手段变目的，这些活动本身就使人产生快感;打猎、钓鱼、舞蹈本只是手段，手段变目的，这些活动本身就值得追求。看重你的追求本身,你的目的之树就会更加丰富多彩……”

股民们听了这番妙论，惊讶不已，实在弄不清沪吉柯德是疯子还是哲人。

二

沪吉柯德闻言道:“股市是炒得太过火了。不过股市的意义不能完全用投资的尺度来衡量。股市同时也是一个消费场所，这儿展开的是一个可让亿万人参加的游戏。要说投资赚钱，赚钱又是为了什么？仅仅为了吃喝吗？不是，

来股市的人大多早就解决了温饱问题。赚了钱为了观赏足球赛、玩卡拉 OK、打保龄球、打猎钓鱼？难道这些活动就一定比玩股票更有趣吗？人类通过竞争才从动物界脱颖而出，竞争是人类的天生嗜好，今天人类不能像古时候那样搏击沙场，于是就有了奥运会，有了足球围棋锦标赛。并不是每个人都能参加体育比赛，但是谁都可以参与股市。人们本为赚钱而来，手段变目的，到头来，却为了玩股票本身，就像现在许多人钓鱼打猎一样，赔钱也乐此不疲……”

深桑丘听了似懂非懂。他挖苦说：“恐怕玩股票玩得最开心的还是上市公司自己。我的狗皮膏药公司要是现在能上市就好了，发行股票的钱正好拿来炒自己的股票，反正能送股，不愁股价不涨。新股民那么多，他们也分不清兑没兑水的牛奶，兑了水的卖起来一样容易。……公司赚一毛，股价要涨两块，这两块钱公司自己赚，明年股价要涨到多少？10 年后要涨到多少？买狗皮膏药股票谁都赚钱，干脆中国人全都不用干活来炒股票算了。我的天那，到底在赚谁的钱？”

三

沪吉柯德一谈到游侠骑士的话题就着迷，他越说越动情：“游侠骑士不同于宫廷骑士。宫廷骑士有固定的薪水而游侠骑士没有;宫廷骑士的一切穿戴行头有朝廷供给，而游侠骑士的供给要么来自敌人或者说来自战利品，要么来自

受保护者的赠送。宫廷骑士的任务是在宫廷里伺候皇帝公主、保护达官贵人，全没有游侠骑士遇到的危险和辛苦；而游侠骑士注定要爬山涉水、餐风宿露、战虎狼、斗顽敌。宫廷骑士要得到赏赐，他可能只需耍耍贫嘴，只需陪贵夫人踢踢毽子;而游侠骑士要得到谁的赏赐，那可不容易，他必须靠自己非凡的战绩换取……”

胡吹先生故意问:“既然如此，沪吉柯德先生，你为什么要当游侠骑士?”

沪吉柯德反问道:“我请问:游侠骑士享有的自由，宫廷骑士有没有？游侠骑士想我所想，干我所干，宫廷骑士行吗？游侠骑士替天行道，扶弱锄强，深受百姓尊敬，宫廷骑士能吗...?”

深桑丘插话道:“游侠骑士肚子饿得像狼，要啥没啥，最能享受美感和'虫高感',而宫廷骑士享受不到……不过我情愿我的主人是宫廷骑士而不是游侠骑士。”

对于政府，股市另有一种魅力。股市可以解决国营大中型企业的资金来源问题;可以解决许多人的就业问题(就业于证券公司和交易所);使得许多人没有职业也像有职业一样安心——安心呆在证券公司的大屏幕前；国家财政还可以得到一大笔印花税。

我在《96 股市谁是赢家？》一文里写有这么一段：

1996 年中国股市最大的赢家要数国家财政、交易所、证券公司和上市公司。两万多亿的成交量要带来两百多亿

的税金和手续费。许多上市公司配股圈了大钱；发行新股的公司更是驴子混出了马价钱。更有那张家界之类公司(不像张家界公司运气不好被揭发出来)，买自己的股票并通过转增股本又赚了大钱。

认识中国股市

认识中国企业

要认识中国股市，首先要认识中国企业。

10 多年来，中国企业从计划经济走向市场经济，优胜劣汰适者生存已经全面展开，并且日益激烈。高度集约化的现代大型企业正逐步形成。家电行业表现得尤为充分。10 年前，我们常见的是金星、凯歌、北京……牌彩电，可是 10 年来，从四川山沟里走来的长虹牌彩电生产销售规模由小到大，成为行业老大，紧跟其后的也是原先并不出名的康佳和 TCL。而且长虹已经取代了日本松下在中国彩电市场上的老大地位。冰箱、空调、洗衣机、摩托车等行业也出现了中国自己的企业巨头。海尔的冰箱等产品不仅在国内市场具有垄断地位，在国际市场也颇具竞争力。

在长虹电视、海尔冰箱、春兰空调、小天鹅洗衣机、济南轻骑……的销售额和利润每年以近 40%—50％的速度增长的同时，家电市场的总供给近几年来一直供过于求，

许多家电厂家产品积压严重，生存艰难。

一边是少数企业发展壮大，同时向国家财政交税越来越多，另一边是多数企业生存艰难。但是生存艰难的公司又不能轻易破产，因为破产会把危机转嫁给贷款给他们的银行，破产会造成大量职工失业。对失业职工坐视不问也是不公平的，因为这些企业和职工也曾为国家做过贡献。

国营企业和乡镇企业、合资企业、私人企业相比，在竞争中更加不利。因为后者没有大量退休工人，没有为职工造住房办托儿所的义务。正是在这种背景下，最近工厂大量裁员，下岗风潮弥漫全国。但是尽管如此，仍有许多像四川长虹（集团）这样的国营企业脱颖而出。

最坏的是一些企业明知竞争失败，仍硬撑门面，靠贷款混日子，不仅生产资金靠贷款，奖金也靠贷款。这样的企业，你不贷它垮，贷给它银行垮，来到股市上会让股民垮。

中国股市的特色

我曾于 1994 年写过一篇文章——《中国股市的封建特色》（初载于《证券市场周刊》，后转载于《大时代文摘》）颇能说明问题。摘要如下：

说来奇怪，诞生于 80 年代末，使用了计算机撮合和卫星通讯的中国股市居然还带有封建特色，不信吗？请看——

中国股市的册封制：上市公司就是贵族公司，一公司能否成为贵族公司，不在乎公司的业绩。一旦某公司成为上市公司，就名利双收。难怪许多公司不把精力放在业绩的提高上，而放在“贵族头衔”的册封上。

中国股市的等级制：中国股市的等级从上到下依次有沪市、深市、STAQ、NET及地方柜台交易市场。同样质量的股票，由于所上的市场不同，身价一个比一个低。同一股市中，不同地区的股票也等级森严。比如沪市中四川股票被视为下等。四川长虹每股税后利润两块多，可其价格还不如上海本地税后利润只有三、四毛的股票。

中国股市的特权制：深沪上市公司一旦缺钱花就可以配股，而且配股价可以高到净资产的两倍之多。许多上市公司职工还有低价买内部职工股然后在股市上高价卖出的权利。地方政府还给予上市公司以税收方面的特权。

中国股市的世袭制：某公司一旦上市，不管业绩如何糟糕，它可以仍然是贵族，既不会被开除，也不会被降级。

把中国股市封建特色揭示得淋漓尽致的是各种收购闹剧，比如深宝安收购沪延中，STAQ的恒通收购沪市的棱光……这些使人想起巴尔扎克笔下新兴地主阶级和封建贵族的巴结和联姻。

两年多过去了。中国股市大为改观，比如配股有了限制，净资产收益率连续三年超过10%的公司才能配股；股民对业绩逐步重视，三年来，长虹股价上涨了10多倍，把

上海本地股远远抛在后面。

但是中国股市还有一些根本的问题没有解决。

在国外，上市公司业绩不好导致股价低，股价低导致他人收购控股，他人控股将使原有董事长失去职位，或使原有总经理失去给自己大发奖金的机会，或使公司朝原来大股东不愿意的方向发展。比如，巴菲特就曾经大肆购买某业绩不好的股票，从而进入该公司的董事会，迫使该公司卖掉一笔价值可观的证券，给股东分红。这好象是：跑不快的山羊就有被狼吞食的危险；不生蛋的鸡就有被宰杀的危险。

而在中国股市，上市公司几乎没有这方面的压力。原因之一是法人股、国家股不上市，难以通过收购流通股达到大股东的地位；二是目前关于收购公告的规定不利于股市的“狼”。这一规定是：收购达总股本的 5％就要公告，以后每增加 2％要再公告一次，使收购成本极高。私人购股限制更严——不得超过总股本的 0.5%，更不用说控股了。因为没有“狼”,“羊”也就不必跑得快。

因为没有个人大股东，决策者们玩的都是公家的钱。他们的目的不是提高净资产收益率，增加给股东的回报，而是不讲效益地扩张，用以提高自己的地位。这主要表现在上市公司不管有没有好项目投资,都一个劲地配股圈钱。回头看前几年配股圈钱的上市公司，除了四川长虹、青岛海尔、连大冷等不到 1/5 的公司高效地利用了配股资金外，

其余的大多公司把钱投到它们本来不熟悉的房地产和不能产生效益的所谓的高科技上去了。1996—1997 年大比例亏损的琼南洋、湘中意、深安达、深华源……无不如此。最近上市公司又兴起了参股金融业之风。上市公司中的陕国投、新宏信已属金融业了，可他们几年来的表现又如何呢？

江苏春兰集团是个极好的反例，它从不配股圈钱，那是因为香港的一个私有企业是它的最大股东——春兰集团——的第二大股东，它要考虑自己的资金效益。后面我们将说明：不配股未必对公众股东有利。但是春兰不配股至少说明：只有私人大股东参与决策，公司行为才能注重股东利益。

许多公司分红时只送股不送钱，这实际上还是没有生蛋，或者说生了蛋自己吃了。大多数公司都要经历成长期、繁荣期、衰落期。如果一个上市公司不能在它繁荣时给股东以现金红利，那么股东从它那里最终能得到什么？

处理不生蛋的鸡最好的方式是宰杀，处理不盈利的公司最好的方式是变卖资产和清盘。但是这在中国目前是不行的。既不为现金红利，也不为公司资产变现，为的是买卖差价，这就是中国股市投机风盛行的根源。

上市公司行为不规范也是中国股市的特色之一。《股指山熊妖征战记》连载之七：《狗皮膏药》中有一节对话可间接说明问题：

沪吉柯德说："这药方来自某游侠骑士传记，贴上这

种膏药，骨头断了能接上，脖子歪了能让它变直；如果一个人身子被刀拦腰劈成两截，只要在截面上涂上这膏药油，上下对接后固定好，第二天他就能骑马打仗。”

“我的主人，我现在情愿不当海岛总督，只希望你把这狗皮膏药的药方给我，有了这药方，我就可以办一个股票公司……”

“应该说股份公司。”

“……就叫‘狗皮膏药股份无限公司’……”

“应该说‘有限公司’。”

“我当总经理，让我老婆当董事长。我跟着你在这股指山上下折腾，‘耳睹目闻’，也看出点门道来了。这年头当股份公司老总可比当海岛总督还阔气，还自在呢!”

别看深桑丘平时傻，可是一旦涉及钱财，他骨头里可精呢！他说……我们还是把他的话整理一下。他说他当总经理，他老婆当董事长，不识字没关系，可以招个博士女婿当总会计师；沪吉柯德先生当公司顾问（还算忠厚），公司名字就叫“狗皮膏药股份有限公司”。他还说那药方作价两千万元，折两千万股，再向公众发行五百万股，每股发行价十元。保准能发行出去，因为是小盘绩优股。或者发行三千万股，那样就成了收购“开溜股”。

“你就知道‘开溜’，那叫‘概念股’。” 沪吉柯德

纠正道。

“‘概念’和‘开溜’差不离，先造概念，抬高股价，然后开溜，所以我也没错啊？”

深桑丘接着说：有了发行股票的钱，不用劳心费神造狗皮膏药也行，光是把钱存银行或买国债，利润就不少，就有足够资格当绩优股。他说也可以拿钱买股票，干脆再开一个证券公司，专炒自己的“狗皮膏药”股票。最好派人放出些假消息，比如:因为‘骑士牌狗皮膏药’能贴好‘爱蛆病’（他是想说爱滋病），今后将大量出口美国;然后抬高股价。这样这股票就成了“庄家开溜股”，股价就能炒到天上去。我再一个月开溜一次，等股价跌下来再买进……公司效益不好也没关系，不是可以配股送股吗?‘一配遮百丑’，收了配股钱五块再分他五毛红利，皆大欢喜……

深桑丘还想说下去，忽见沪吉柯德伸手劈头盖脸地打过来:“好你个股份公司总经理，居然如此奸诈！”

“哎哟,……我的主人，别打了，我不是什么股份公司总经理，我是你马前鞍后的好侍从深桑丘啊！刚才我那是开玩笑，我深桑丘虽然自私，但也忠厚老实，怎能干出那种养儿子没屁眼的事?”

沪吉柯德收起巴掌道:“你的玩笑真的让我大吃一惊。那些歪门邪道太可怕了，你是怎么想得出来的?”

“那还用我想吗？秃子头上的虱子——明摆着，这

股指山上谁都知道，恐怕就你不知道呢!”

“我等游侠骑士投身中国股市，浴血奋战，为的是股市真正繁荣。如果真的有你说的那种害群之马，我定要叫他偿偿我这扶正压邪宝剑的威力。”

可幸的是,深桑丘戏言反映的问题终于在 1997 年 5—6 月得到管理层的重视。

当股评家在报纸上大谈深沪股票的投资价值的时候，某些柜台交易股票正以 3—5 倍的市盈率在交易;而深沪股票的平均市盈率在 40 倍左右，20 倍以下的根本找不到。国人好赌也是中国股市的特色之一。

1996—1997 年中国股市走强的原因

有人认为股市是经济发展的晴雨表，股票上涨是因为人们预期上市公司向好，投资价值将提高。但是两年来的经验使我认为资金是更加主动的因素；不是股票价值吸引投资资金，而是社会投资资金没有其它出路，这才导致股市上涨。

1991—1992 年，房地产、商业投资效益好，1993 年大家一拥而上。突然银根紧缩，可是各投资项目很难中断，于是市场资金紧缺,股市大跌(股市扩容威胁也起了作用)。1994—1996 年，大多数企业和店主投什么亏什么，银行贷款很难收回，1996 年又减息，资金无其他出路，于是涌入股市，导致股市上涨。或许两年后又会出现固定资产投资

过热，房地产、建材暴涨，导致银根紧缩，进而导致股市整体下跌。

从更高的角度看，1996—1997 年里资金流向股市实际上还伴随着公有制形式的变化。几年来，虽然全国大多数国营企业效益不好，但是职工收入却有增无减。职工收入吞食了盈利甚至贷款。职工将增加的存款投入股市，和他人共有了另外一份资产。某钢铁公司几乎没有盈利，可是据说其下岗工人的工资曾达到 800 元（现在大大降低了——修改时注）。似乎存在一个赎买政策：企业不行了，你们拿点钱走吧！

有远见的人拿了这些钱买了有发展前景的好公司股票，有了一份自己的资产，而其他人就有可能永远是无产者。1997 年 3－6 月的绩优股行情便是在这种背景下展开的，只是后来炒得太过火了。

股市的风险

经历了 1993—1995 年大熊市的股民对宏观经济形势，特别是银根紧缩带来的股市风险一定有深刻认识。政策——比如关于银行利率、税收、法人股的政策——也会给股市带来风险。政治的不稳定性也是导致股市风险的因素之一。上述风险通常叫做系统风险。

下面是世界历史上几次股市大跌的情况：

1929—1932 年，美国股市道·琼斯指数从 452 点跌到

58 点，跌幅达 87%；25 年后才回到 1929 年的最高水平。

1987 年 10 月，美国“黑色星期一”，道·琼斯指数一天下跌 23%，一周下跌累计达 31%。

1988—1989 年，日本股市从 21564 点上涨了 80%，到达 38921 点；然后开始大跌，1992 年 8 月跌到 14194 点，跌幅达 63%。注意，虽然 80%大于 63%，可是总的来说是跌的，跌了 1/3。

台湾股市指数在 1990 年曾高达 20000 多点，可近些年一直在 5000—9000 点徘徊。

香港股市曾从 2000 多点直跌到 100 多点，跌幅超过 90%。

中国深沪股市 1993—1994 年下跌幅度是：

沪市，综合指数从 1560 点跌到 329 点，跌幅近 80%；

深市，综合指数从 365 点跌到 92 点，跌幅近 75%；

1993—1995 年，中国 STAQ 和 NET 法人股股市跌幅更深，NET 法人股指数跌幅达 90%。

……

除了系统风险，对于具体股票还有其他许多风险，比如：

1）公司经营不善，业绩不好，导致股价大跌，通常又称此为经营风险；比如 1996 年沪市的中川国际出现巨额亏损，股价一天跌去一半。

2）行业不景气导致公司业绩不好，从而股价大跌，

此谓行业风险；比如钢铁和纺织行业股票近几年来一直弱于大势。

3）庄家或上市公司利用传媒发布虚假消息误导股民，以便高价卖出没什么投资价值的股票。比如96年，琼海药在业绩特好的谣言鼓动下大涨，等业绩报告出来后大跌。

4）庄家利用股民跟风心理以及对技术图表的盲目信任，拉高出货，使买进的股民套牢；或打压进货，使卖出的股民踏空。

5）股民炒作频繁，积累的手续费使资金越来越少。

下面是我写的两篇杂谈（载于《中国证券报》，1997年3月29日和4月12日；笔名：鲁莽），用以说明跟庄和跟风的风险。

庄家的毛不好剪

伟大的游侠骑士堂吉柯德有一个忠实侍从名叫桑丘，桑丘有句口头禅:“出去剪羊毛，自己的脑瓜被剃成瓢。”这使人想到股票市场。

机构、庄家拿着大剪刀，散户小民拿着小剪刀。股份公司就是羊，有的羊业绩好——有羊毛可剪；有的公司业绩差——无羊毛可剪。有的股民长期投资——自己放养，自己剪；有的股民短线炒作——哪儿有羊毛可剪上哪儿。

做庄的机构或大户是怎样的角色呢？他们拉抬个股，放风要炒到多高多高的价格（做出大剪羊毛的架势），吸引

众多剪羊毛的散户前来，然后不管什么毛一道剪。

青木先生的书《战胜庄家》在96年很流行，很多人如法操作，可是真正能战胜庄家的人很少。我更多地看到的是：庄家出逃，散户套牢（股票如豫白鸽，陕解放）；或者是庄家与散户共同套牢(如12月深度下跌的许多垃圾股)。

有人明知庄家拉出的是没有毛的羊，也要去剪；他们没有想想：你赚庄家的钱，庄家赚谁的钱？庄家的毛好剪吗？别忘了，证券公司、交易所也手持剪刀（收手续费和印花税，一买一卖大约要交1.2%——现在印花税加了，要交1.7%），庄股通常成交量大，要剪去的毛也特别多。

这里有一个极好的例子。1996年12月初，有好几个股民朋友和我说买湘中意没错。我说："买10元一股的湘中意远不如买14元一股的青岛海尔。"可他们说有大庄家要拉湘中意，有人还神秘兮兮地说："你买一点就算了，不要和别人说。"12月大跌后，长沙有大批股民在湘中意上深度套牢，虽然这些股民大多知道湘中意业绩不佳、处境不妙，但还是跟了庄（一些股评家为庄家立了大功）。三个月后，青岛海尔创了新高，达20多元，而湘中意却只有6元多。

有人套牢后自我安慰："守住不卖，只输时间不输钱。"实际上这很难。因为庄股通常业绩不好（好的难进货），它可能三年后还是这个价，你守得起吗？你斗不过庄家还因为庄家主动你被动；庄家通常用的是公家的钱，他们比你

更耐得住性子，更能亏得起。

笔者也并不一味反对跟庄。有人做庄拉出的羊羊毛多（比如有人做四川长虹、湖北兴化的庄），跟庄的赚的人多亏的人少，这样的庄跟跟不妨。股市是投资市场，也是游乐场，如果光讲投资不讲投机，游戏也就乏味。

总之，要剪羊毛吗？最安全的是自己放羊自己慢慢剪。想投机吗？不要到羊毛少剪子多的地方去，护好你的脑瓜要紧！

股市鸡蛋梦

从前有个穷人有幸捡到一个鸡蛋，接着倒在草堆旁睡着了，作了一个好梦。他梦见自己的鸡蛋被孵出一只鸡，鸡长大后生了许多蛋，许多蛋又变成许多鸡，许多鸡又生出许许多多的蛋……就在他家财万贯的时候，他听到“扑嗤”一声响，原来鸡蛋打碎了。

有的上市公司也在做类似的鸡蛋梦：税后利润增加一毛，股价炒高两块三块不是？如果这两块三块咱自己赚，税后利润不是又增加三毛五毛？有了这三五毛的“高速成长”，股价不是又可以炒高八块十块？那时又送股又配股，公司要圈多少钱不容易？只要送股，股价又会涨，咱再买自己的股票…… 咱根本用不着劳神去考虑什么产品质量、市场需求，只要下下单就行。几年炒下来，公司一定发达无比？

如果某上市公司真能如此发达下去，买它的股票当然能发大财。但是，首先，政策不允许。君不见山东渤海和张家界受到证监会处罚？不但没收非法所得，还要罚款。如果证监会发现不了，此路可行吗？也未必。1993年某公司股票上市猛涨，两周翻了一番，指数下跌它不跌，一直维持到94年一月；该股1993年年度报告非常光彩，传言10送10后仍能保持绩优水平。谁知该股送股前后大跌，以后再无起色，“绩优股”沦为垃圾股，股价至今还是它上市时价格的一半左右，而同期指数涨了近70%。据说该公司就是做了鸡蛋梦——炒自己的股票。那光彩的业绩来自不能兑现的浮动盈利，最后实在兜不住了，全线崩溃，反套牢了自己，还害惨了许多跟风的散户。

一个有好的投资项目和好的发展前景的公司是不会轻易拿自己的钱和声誉到股市上来赌的，炒自己的股票通常反映了公司主营业不景气，别处不好赚钱，于是到股市上来冒险。怎样识别炒自己股票的公司？炒自己股票的公司一个重要的共性是大比例送股，而其主营业利润远不具有相应的成长性。没有配股资格而又大比例送股者更可疑。另外传言有时也能透露有关信息。

尊敬的股民，你愿买这样的公司的股票吗？如果股市永远牛下去，那样一定能赚大钱，但事实上那是不可能的。小心，别去帮他人圆鸡蛋梦；那样会给自己带来恶梦！

我发现股市有一个非常奇怪的现象——聪明人往往

选择不需要聪明脑袋就可以胜任的方式操作，而不聪明者往往选择只有聪明脑袋才能胜任的方式操作。战胜庄家恐怕就是只有很聪明脑袋才能胜任的操作方式。

大多数股民注定要亏钱的原因

炒股亏钱原因之一：频繁买卖，差价不抵手续费。

中国 1996 年大牛市，中国道·琼斯 88 指数以 44.16 开盘，以 112.22 结束。相对升幅达 153%，它的一半也有 77%。可是 1997 年 1 月 31 日的中国证券报上的一篇调查报告却令人吃惊：

被调查者中，1996 年有 47.6%的人赚到了钱，比 1995 年的 24.1%翻了一倍。收益率在 50%以上的人达 10%，大大高于 1995 年的 2.4%。另有 10.4%的人赔了 50%以上，略高于 1995 年的 9.5%。入市不足半年者有 68.2%的人赔，入市半年至一年者有 51.5%的人赔，入市一年以上者有 45.8%的人赔。

如果一个股民不能在 1996 年的中国股市赚到钱，那他还能指望于何时何地在何种股市上赚钱呢？

没赚到钱的一个原因是股票没选好，另一个也是更重要的原因是短炒盛行。一个典型的做法是：低价买了股票，涨了 5%，卖了；回头见还涨，再追进，又赚了 5%；又卖了，……后来终于下决心再也不卖了，可是股票大跌了。指数涨了 153%，该股民差价只赚了 20%，而十几个来回，

所交手续费也有初始资金的 20％。

买卖股票不能像做水果生意，有点差价就出货。

深圳股市 1996 年最热的时候成交量每天近 200 亿，股票换手率每月近两次，这意味着每 1 元的股票一个月要交手续费 0.024 元。当时市盈率是 40 多倍，这意味着每一元的股票一年的利润小于 1/40＝0.025 元，差不多只够股民交一个月的手续费。而实际上分给股民的红利只是上述利润的一部分（通常是 40%—70％）。长此以往，股民怎能不亏。

原因之二：中国发展股市的动因不利于股民投资。

可以说 1996 年以来中国大力发展股市主要是为了解决企业特别是国营大中型企业资金来源和生存问题，为了避免更多的企业破产和更多的人失业，为了政治的稳定。银行继续贷款给这些企业，银行会垮。而从股票市场筹资可以不用还债，也不必付利息。这促使地方政府总是想把贷款最多、负债最重的企业推上股市。而为了获得更多的资金，乔装打扮包装上市是免不了的。等到股民发现它的真实价值，那时为时已晚。

这些企业当中有些可能变好，但有些是既不生蛋又不能宰杀的鸡。投资它们，最终得到的是一场空。这种情况也许有一天会改变。

这也并不排除一些地方政府目光远大，把最有竞争力的公司推上股市。股民投资赚钱只能靠这些公司。

原因之三：市场竞争，适者生存，优胜者是少数。

首先，上市公司存在市场竞争。如果一个股票炒家在40年前离开美国，现在又回到纽约股票交易所，他会发现过去他所熟悉的许多股票甚至是大公司的股票不见了。取而代之的是许多他不熟悉的股票。

如果中国股市逐步规范，那么10年20年后，中国现在的许多上市公司名字要从证券公司的大屏幕上消失掉。这就是说，现在的大多数公司将来都会面临被兼并或被清盘的命运，买了这些股票的人注定要倒霉。现在中国股市把被兼并当作看涨的题材来炒，而将来的兼并可能让股民用100股西安黄河换1股四川长虹（两者同是沪市的彩电股，前者绩差，后者绩优）。那时看你炒家如何炒法。

其次，股民也是适者生存。对于大多数股民，股市只是游戏场，要玩就要交费。许多股民从事盈亏上万的股票买卖，可是却很少买证券报纸看。有的可能也不是舍不得花钱，而是懒得费神；也有的恐怕水平低，比如无法看懂上市公司财务报表。他们乐意的信息获取方式是看电视和听收音机里的股评——股市陷阱通常也是在这些传媒帮助下造成的。你比别人获取的信息少甚至是负的信息，竞争自然不利。只有少数花了功夫、策略得当的股民，才能在这场输多赢少的游戏中获胜。

当然极少数有内幕消息或运气特好的股民也能赚钱。传说有人在东北电一天大涨100％前一两天开户，上百万

的资金全部买了东北电，大涨那天卖了就抽走资金再不回来了。作为普通股民，决不能指望有这样的好运气。

格雷厄姆、巴菲特、林奇等人的成功经验

格雷厄姆是巴菲特的老师。有人说：投资业如果没有格雷厄姆，就如同共产主义没有马克思——原则性将不复存在。

格雷厄姆主张投资者的精力不要放在行情机上，而要放在股票背后的企业上。通过注意公司的盈利情况、资产情况、未来前景等诸如此类的问题，投资者可以对一种股票形成一个独立于市场价格的“真实价值”的概念。他认为：市场更像投票机而不像是秤，它并不能准确衡量股票的真实价值；投资的秘诀就是在于当股票价格远低于其真实价值的时候买进;股票的价格最终将会向投资价值回归。他特别喜欢那些便宜得像是“雪茄烟头”的无人想要的股票[18]。

巴菲特继承了格雷厄姆的基本思想，但与格雷厄姆不同的是，巴菲特意识到[24]：公司的投资价值不能由帐面价值确定，产品品牌（无形资产）往往更能反映公司的未来价值；他对喜诗糖果公司和可口可乐公司的成功投资便证实了此观点。巴菲特还特别重视公司管理者的素质，重视

具有垄断性质的股票——像保险业和报业。巴菲特的这些改变，部分地学自他的另一位老师：费力普·费歇。

彼得·林奇（Peter Lych）是美国最成功的基金经理人[25]，他连续 10 年获得超过道琼斯指数的业绩，年几何平均收益达 30％。也就是说他 10 年里使资金由 1 美元变为 13.78 美元。

彼得·林奇对巴菲特推崇备至，他同样强调对上市公司的分析。但是不同的是：

1）巴菲特只重视财务报表，而林奇同时重视对上市公司的走访，重视由日常生活，比如逛商店获得的信息；

2）巴菲特只买少数几种股票，而林奇买的股票非常分散。

甚至有人开玩笑说：你能说出哪一种股票林奇没买吗？虽然这和基金的特点——量大而又要求买卖容易——有关，但是这更和林奇的策略——寻找涨十倍的股票——有关。他说过，你买的 10 个股票中只要有一个是涨 10 倍的，哪怕其他的不怎么样或很糟糕，你也会是赢家。

林奇有这样一些忠告：

不买你画不出来的东西；

不要预测市场走向，集中精力了解你所投资的公司情况；

不要买你不了解其财务状况的公司股票；

避开热门公司股票，因为再好的公司也有不景气的时

候；

股市每次下跌都是买进廉价股票的大好机会；

当你持有好公司股票时，要有耐心；

天不会蹋下来，世界末日不会来临，股市长远看总是向上。如果世界末日来临，把钱存在银行里也一样。

林奇最喜欢买的是成长型股票（比如医药行业、保险业、信贷业股票），其次是循环复苏型股票（比如克莱斯勒汽车股票）。对于成长型股票，他使用的一个指标是：增长率/市盈率，越大越好，大于 2 就是十分好的股票。

但是林奇对增长率过高，比如达 50％的股票则十分警觉，甚至避而远之。他曾在高科技股票——数据公司和摩托罗拉公司——上赔过大钱，因而不喜欢高科技股票。

而上海证券报最近介绍的杰出基金经理查·迪伊豪斯相反，他专选成长性特高的股票，市盈率达 60 倍也不在乎。但他每每能抓住股市黑马。其成功经验值得玩味。

索罗斯是期货市场的大赢家，同时也是股市的大赢家，他的特点是使用保证金交易（以小博大，如同期货），看准后重拳出击。

上面 5 位成功者，每个人都有过人的长处。比如巴菲特精明无比，目光远大，预测准确。正因为如此，他才敢于把全部资金押在少数几种（四五种）股票上。迪伊豪斯目光敏锐，反应敏捷；否则发现和驾驭黑马谈何容易。索罗斯则更像是个军事家。相比之下，林奇的投资策略是普

通人容易掌握的。

值得一提的是，1996 年中国首届证券投资锦标赛冠军陶永根身手不凡，三个月收益率达 512%。但是其技巧也是普通人难以学到的，更何况他有非同寻常的信息来源——他任董事长的上证联就是出售信息和提供咨询的。

本人以为林奇的投资方式特别值得普通人学习，但是也并不反对兼学其他人的长处。

股票真实价值和成长性分析

格雷厄姆和巴菲特强调股票的真实价值，林奇强调股票的成长性，真实价值和成长率如何确定？在中国，股票的真实价值和成长性有什么不同？

股票真实价值的求法是：把股票未来所有的红利折算成现在的现金。比如 10 年后的 1 元红利折算成现在的现金是

$$1/(1+0.1)^{10}=0.386 \text{ 元}$$

这里假设市场利率或长期国债年利率是 0.1 或 10%。设每年可分红利为 a，市场利率为 r_0，则用等比级数公式可以算出股票的真实价值是

$$W=\sum_{n=1}^{\infty} a[1/(1+r_0)^n]=a/r_0 \qquad (4.4.1)$$

比如 a=1，r_0=0.1，W=10 元。

这里没有考虑股票的成长性。假设股票红利的年增长率是 $g<r_0$，则

$$W=\sum_{n=1}^{\infty}a\frac{(1+g)^n}{(1+r_0)^n}=a\frac{1+g}{r_0-g} \tag{4.4.2}$$

比如 a=1，r_0=0.1，g=0.05 时，W=21 元。

下面我们说明红利增长率同净资产收益率以及分红比率有关。

设每股净资产是 W_0，净资产收益率是 J，分红比率是 k，则

本年红利＝$W_0\times J\times k$

下一年红利＝下一年净资产$\times J\ \times k$

下一年净资产＝$W_0\times$[1+$J\times$（1–k）]

g＝下一年红利/本年红利–1

＝下一年净资产/本年净资产–1

＝$J\times(1-k)=Jk'$

其中 k'是利润再投资比率，这里假设分红剩余部分全部用于再生产，净资产收益率不因资产规模增大而降低。否则，g 要作适当修正。

可见，净资产收益率越大，分红比率越小或利润再投资比率越大，红利增长率越大。

将 $g=J\times$（1–k）代入（4.4.2）得

$$W=\sum_{n=1}^{\infty}W_0Jk\frac{[1+J(1-k)]^n}{(1+r_0)^n}=W_0Jk\frac{1+J(1-k)}{r_0-J(1-k)}$$
$$\approx W_0\frac{k}{k-(1-r_0/J)}$$

（4.4.3）

可见，当 k 由大到小接近 $1-r_0/J$ 或更小时，W 接近无穷大。这说明当净资产收益率大于市场利率时，分红比率 k 越小越好。

如果 k 可变，可以证明：当净资产收益率大于市场利率时，近期不分红利（$k=0$），而远期分红利（$k>0$），可使股票真实价值 W 增大。

当 $g\geq r_0$ 或 $0<k\leq 1-r_0/J$ 时，W 等于无穷大——这是不合理的。这是由于不切实际地假设了股票的净资产收益率是持续不变的。而实际上，任何一个哪怕再好的公司也都有一个发展、停滞和衰亡的过程，不同的只是时间长短而已；处于发展中的公司也是波浪式上升的，不变的净资产收益率仅仅是假设而已。但是从上面公式我们至少看到：股票成长性或红利增长率（净资产收益率和适当的再投资比率）对股票的真实价值影响极大。

分析表明，当 J 持续小于 r_0 时，红利全部分掉并清盘最好，当 J 大于 r_0 时，历年分红比率由小到大或由负到大变化最好。

我们可以把配股看作是分红比率为负值的分红，容易

证明，净资产收益率大于市场利率时，近期配股而远期分红利将对股东有利。

总之，股票的价值和股票红利的增长率同股票净资产收益率以及分红配股比率有关。在 $J>r_0$ 的情况下，由 $g=J$（$1-k$）可知，公司既不分红利也不配股时，未来可分红利的增长率 g 等于净资产收益率，分红会减小 g 而配股会增加 g。当净资产收益率 J 有衰减趋势时，红利增长率将随之下降，逐步增大分红比率会提高股票的真实价值。

上面假设分红比率或再投资比率不影响净资产收益率，如果影响，增量资金产生的收益大于 r_0 时应少分红利，反之应多分。

至于中国目前流行的以送股作为分红的做法，我以为它本身并不影响股票的成长性或股票红利的增长率。有些公司送股是为了下次配股多圈一些钱，更快扩大企业规模。对于成长性较好的公司，先送后配将对股东有利，等于增加了一些原始股。但是送股在大多数情况下，特别是对于没有配股资格的公司，它只是数字游戏，是画饼充饥，是为了迎合不成熟的股民炒低价股的习惯，或者是配合庄家操纵股价。

中国目前上市的大多数公司不是以股东利益为目的而是以配股圈钱为目的来确定分红配股方案的。这主要表现在一个公司的发展处于停滞或衰落阶段也尽可能少分红利多配股。下面是我发表在期货导报副刊（1997 年 6 月 2

日）上的一篇杂文可用以说明此意。

鸡不下蛋鸡要加餐你说怎么办？

某老农养了一群母鸡，鸡一个劲要吃的，并担保将来生许多蛋报答老农。该是生蛋的时候了，老农不见鸡蛋，那些鸡说：鸡蛋我们吃了，但是只要你再给我们多多加餐，我们保证将来能给你更多更大的蛋。老农信了。可是后来那些鸡老了，瘦了，不能生蛋了。老农付出了许多，得到的却是一场空。股民朋友，鸡不下蛋鸡要加餐你说怎么办？宰了！这是最简单也是最合算的做法。假如你投资的上市公司就像那些鸡一样，你怎么办？

上市公司送红利就等于拿鸡蛋回报，配股就是要加餐，送红股等于鸡蛋自己吃了——实际上啥也没送，给你画饼充饥。小鸡不生蛋要加餐，这是正常的，可是大鸡就不一样了。四年前的绩优股深宝安和高科技股深华源如日中天，最能生蛋的时候依然一个劲圈钱。现在呢？一个微利，一个亏损。是否大多数上市公司都是如此呢？难道大都数股民都会像那位老农一样，从头到尾一场空吗？现在许多公司又狮子大开口了，有的要加餐要到令人恶心的地步——三四毛的税后利润配股价高到 8—12 块。有的公司过去也配过，也没见产生多大效益。它们会不会是在重复母鸡的谎话？

鸡可以宰杀，上市公司可以清盘。美国投资大师巴菲特就曾参股某上市公司，进入董事会，通过清盘获利。但是你能拿中国的上市公司怎么办？收购的种种限制等于保护了在位董事会的种种特权。对于那些总是既不下蛋又要加餐的公司的股票,股民剩下的唯一选择就是——卖了它，尽快卖了它！

另一方面，像江苏春兰那样，净资产收益率较高（达40％）但却只送钱不配股，这也未必对股东有利（这主要是由于其最大控股公司春兰集团的大股东之一是港资企业，它投资国内企业较为谨慎）。

在中国，由于上市公司撤牌是不现实的（至少目前如此）,能上市的公司外壳物以稀为贵,它可能被别人买去(即新的大股东控股)，被注入优质资产（实是包装打扮一番），从而使公众股东获益，所以即使不能盈利的股票也还有炒作价值。因而在中国，股票的真实价值还要在上面的红利基础上加上一项炒作价值。

以上分析表明，股票真实价值较高的公司具有的特点是：

1) 有持续的较高的净资产收益率；

2) 净资产收益率不会因为股本扩张而快速下降；

3) 经营者能根据未来的净资产收益率适当地分红配股。

从上述特点看，深发展、青岛海尔、国脉通信等能持

续成长的股票真实价值较高；而许多亏损或勉强不亏损的公司，特别是不是由于行业不景气而是由于产品没有竞争力的公司——像上海广电、西安黄河、湘中意等股票，仅具有炒作或者说赌博的价值。

本书建议的投资战略、策略及数学理由

战略——瓜分未来的行业巨人

首先，本人赞同巴菲特和林奇等人主张的股市投资持久战。这有两个理由：

1）作为一个普通股民，你没有特别的信息（比如内幕信息）和技巧方面的优势，手续费积累起来又那样高，频繁做短线赚钱困难；

2）只要持续赚钱，每年盈利不必很多，长期以往就可以成为大赢家。其实一个人只要每年盈利 25%－30％，几十年后就会成为百万甚至亿万富翁（参看第二章“几何增长的魅力”一节）。

但是，光持久战还不行。要保持持续盈利，你选的公司必须能持续盈利。如你选的公司成长性不好甚至有被淘汰的危险，那么持久投资只能带来持久套牢的痛苦。上市公司面临激烈竞争，适者生存，优胜劣汰；抓住未来的行业巨人——也必将是股市的千里马——是最为可取的股市投资战略。回过头来看，四川长虹 1993 年上市时，它在彩

电行业刚刚崭露头角，如果这时谁买了它一直不放，4 年的收益就有 15 倍左右。青岛海尔类似。10 年后呢，谁能说它们不会成为日本索尼、松下那样的公司呢。

一个公司要成为行业巨人，看来有这样几个条件：

1) 有全国甚至国际市场；
2) 产品符合消费潮流；
3) 好的经营决策者；
4) 积累起来的好的企业形象。

我曾问过香港宝源基金经理人雷贤达先生：什么行业的股票最为看好？他回答说：生产迎合老百姓生活水平提高的消费品——其价格不受国家限制，这样的公司的股票最为看好。

回头看看，生产空调、摩托车、彩电特别是大屏幕彩电的公司——像春兰、济南轻骑和长虹——股票表现不错，显然验证了雷先生的话。

我以为家电、通信、医药保健、金融保险、特色食品、电脑软件等行业较为看好。有技术专利或好的商誉，从而具有某种垄断性质的公司应更为看好。

有些行业虽然迎合人们的高级需求，比如宾馆、商场、房地产等行业，由于人人会干，处于激烈的低档次竞争之中，宏观经济形势对它们影响也较大。这些行业淘汰率较高，风险较大。有些行业，像电力、运输，其产品由政府定价而且扩张受地理条件限制，看来也不会给巨人成长提

供足够的空间。

我相信，全国性的连锁商店和房地产公司中也会出现象美国的沃尔一马特公司和香港的长江实业公司，但是比例极小。与其说瞎抓一通还不如等竞争快见分晓时再动手。上海华联和深万科是否有望夺魁？有待观察。

有些行业已经是夕阳行业或者是到处都有人会干的行业，比如钢铁、水泥、纺织等，发展空间不大，在这些行业也很难抓到千里马。

当然，没有谁能准确预测，竞争跑在前面的公司，次序也在变更，比如摩托车前几年还是重庆嘉陵名气大，可现在却是济南轻骑销售排名第一。抓住未来行业巨人的可行办法是根据你的概率预测分散投资。你选中的三个只要有一个是对的，你就会是了不起的成功者。

之所以强调“未来”的行业巨人，是因为随着巨人的成长你的资本也会成长。而投资已经是巨人，特别是不再快速成长的巨人或作为计划经济产物的巨人，像上海石化这样的公司，你的获利空间就不会很大。行业巨人未必是大公司，比如生产电容器的公司不可能很大，但是在全国或国际市场上，你的产品的市场占有率数一数二，你就是这一行业的巨人。

我以为在市场竞争机制下由小到大发展壮大的潜在行业巨人更应值得关注。因为他们更有向上的生命力，更经得起市场竞争。

策略之一：

根据大势和股票投资价值定头寸

虽然市场的走向是难以预测的，但是这并不意味哪怕是很模糊的预测也不可能。只要关于涨跌的模糊预测变了，改变股票的投资头寸或者说非现金比例，将能降低投资风险并提高几何平均收益。

基本建设过热将导致通货膨胀，通货膨胀将导致银根紧缩，导致银行加息。银根紧缩将使资金流出股市，加息将使企业财务负担增加，这两者都将导致股市下跌。如果宏观经济已经表现出上述症状，那么减少投资股市的资金比例是必要的。比如 1993 年下半年，上述症状明显，此后股市低迷了三年。这时不妨抽出部分资金用来购买短期国债，或投资于期货、期权等。

但是有几个原因使得空仓（卖光股票）也是不可取的：

1) 好股票也可能逆大势而行；比如 1993—1994 年买了苏常柴和川老窖的人照样赚钱不少；

2) 从长远看，好股票将跌少涨多；为一点差价来回买卖可能得不偿失；

3) 我们对股市大势的判断也可能不准，一旦失误，追悔莫及。1995 年初道·琼斯指数 4300 点时，就有香港股评家说美国股市到顶了，可是此后美国股市一直上涨，两年后达到 8000 点。卖空指数期货者前赴后继地“牺牲”掉了。

相反，当预期通货膨胀降低导致银根放松和银行利率降低时，应增加持仓比例，甚至将房产抵押出去，贷款买股票。比如 1996 年年初，股市风险极小，许多透支或贷款买股票的人大获其利（现在政策不允许透支了，但是民间借贷仍然可能）。

确定投资比例可以利用公式（3.2.3）。

例　可选择的投资是股票和国债，每年年终调整投资比例，股市每年的涨跌幅由掷硬币确定，收益预测为 F_r={0.5|−0.3，0.5|0.8}，一年期国债利率是 r_0=0.1；1）求股票最优投资比例 q^*；比较三种投资方式——全投股票、全投国债和按最优投资比例投资股票和国债——的资金增值情况（忽略手续费）。

解　1)已知 r_0=0.1；Δ_1=−0.3−0.1=−0.4，Δ_2=0.8−0.1=0.7；

$$q^* = -\frac{0.5\times(-0.4)+0.5\times0.7}{(-0.4)\times0.7}\times1.1 = 0.59$$

故最优的股票和国债投资比例是 0.59: 0.41。

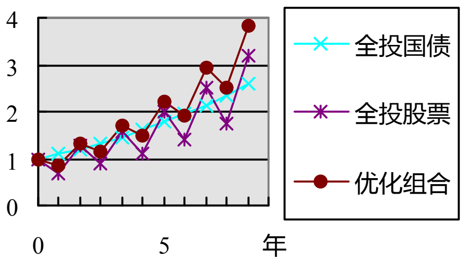


图 4.1　三种投资方式资金增值比

2） 按三种不同方式投资的资金增值情况如图 4.1 所示。其中假设有十个年头，每年收益预测相同；按优化的投资比例投资者每年年终都要转移一下资金，如果上一轮股票赚了就减仓，否则就增仓，保持适当的持股比例——这是取胜的关键。

对于具体股票，确定持股比例还需考虑股票的投资价值或者说真实价值。由于股票的成长性（未来的净资产收益率和分红配股方式）很难预测，人们通常用市盈率来衡量股票的安全性。市盈率的定义是：

市盈率＝股票价格/每股税后利润　　　　（4.5.1）

也有人用它作为股票的投资价值指标，说因为它反映了投资回收年限。我以为这种看法是有问题的，因为 20 年后的一元钱可能只值现在的三四毛钱。假设长期国债利率（按复利算）是 8%，贴现算成现金是 $1/1.08^{20}=1/2.65=0.38$ 元，这就是说 20 年后的一元钱只值现在的 0.38 元。因而市盈率远比实际收回投资的年限小。只有在股票的成长率等于（或者大于）市场利率或长期国债利率时，投资回收年限才等于或小于市盈率。故要计算投资回收年限，应该借用前面的股票真实价值算法。

通常，像 4.4 节那样算出股票的真实价值是困难的，这时用林奇的指标

K=成长率/市盈率　　　　（4.5.2）

比较不同股票的投资价值较为适用。比如成长率是 30

%（公式中用 30），市盈率是 20 倍，K=30/20=1.5。K 大于 1 就不错，大于 2 就很好。林奇没有提供具体的成长率计算方法，我们姑且用红利增长率 g 代之。

虽然 4.5 节提供了增长率计算公式，但是由于远期的净资产收益率和资产规模增大时的净资产收益率不好确定，因而确定股票的成长率或红利增长率更多的不是靠计算，而是靠经验、想象力和综合判断能力。

股票的投资价值确定了股票的上涨和下跌空间。根据股票的涨跌空间来确定投资比例同样也可以利用前面的公式。

本人在 1996 年第四季度和 1997 年上半年一直没有满仓投入股票（其余资金用于认购新股和持有国债），虽然指数上涨时本人业绩不如指数，但是指数下跌时本人亏得少，结果还是超过了指数（参见图 1.1），可见比例控制的意义。

策略之二：

重点投资优胜者和潜在的优胜者

有道是：强者恒强，弱者恒弱。虽然此话过于绝对，但是它反映了一个普遍现象。市场经济下的企业尤为如此。原因在于：

首先，竞争的平衡一旦被打破，就有加速发展的趋向，这使得弱者更弱，强者更强。比如 1990 年前后，四川长虹抓住彩电市场机遇，先涨价后降价，赚了一大笔钱。而许

多彩电厂家先是低价不卖，后来是想卖卖不出，陷入生存危机。长虹有了钱，快速更新换代，扩大生产规模，使得强者更强，弱者更弱。

其次，强者通常不是短时间造就出来的，强弱转换需要人才、技术、机遇各方面因素的积累，企业走强或走弱的趋势一旦形成，就很难逆转。比如可口可乐公司和迪斯尼公司多少年来一直在发展壮大，很难想象它们在短时间内被别的公司打败。它们的无形资产价值巨大，以至于——用巴菲特的话来说——傻瓜管理也会赚钱。当然，这并不排除量变导致质变，再三的决策失误会使公司走下坡路。但是这需要有一个过程。

抓千里马的成功率和回报率往往是矛盾的。很显然的竞争优胜者往往价格已经很高，投资回报率很低。如果你能在未来竞争优胜者还在落难的时候就能发现它，投资它，那将是很好的投资。我还是引用沪吉柯德的一段话来形象地说明问题：

……后来沪吉柯德道:“听了各位股民的不幸遭遇，我感到非常抱歉。不过，我未能守住千点阵地，不是我不卖力，而是命运不济啊……我以为炒股之道乃做人之道。趋炎附势，追涨杀跌可能得势于一时，不可能得势于一世。股市是有人情味的，在我蒙难之时，你同情我，伸出援助之手，而在我飞黄腾达时离开我，我必会让你满载而去。你如在我攻打敌阵的中途助我一臂之力，胜

利之时，我也不会忘记给你回报。相反，你在我受难时像躲避穷亲戚一样离开我，在我进攻时你袖手旁观，在我辉煌时才来巴结我，这就不能怪我不顾你的利益……”

怎样在成功率和回报率之间权衡呢？我们可以使用前面的数学方法。

例 有公司 1 和公司 2，投资两者的收益预测是

$$F_{r1}=\{1/3|0.1，2/3|0.5\}$$

$$F_{r2}=\{2/3|-0.2，1/3|2\}$$

两者的增值熵是:

$$H_1(q^*=1)=(1/3)\log1.1+(2/3)\log1.5=0.436 \quad（比特）$$

$$H_2(q^*=1)=(2/3)\log0.8+(1/3)\log3=0.313 \quad（比特）$$

前者代表显然的优胜者，收益较为可靠，风险小，而后者代表潜在的优胜者，收益不可靠，风险大。两相比较，还是前一种证券好。但是当 F_{r2} 变为

$$F_{r2}=\{2/3|-0.2，1/3|4\}$$

时，即该证券可能的上升空间增大到现价的 4 倍时，有

$$H_2(q^*=1)=(2/3)\log0.8+(1/3)\log5=0.599（比特）$$

这时后一种证券更好。不过最好的方式还是两种证券按不同比例分散投资。

瓜分潜在的优胜者不等于乱投垃圾股。1996—1997 年，许多股民之所以赚钱很少甚至亏钱，一个重要原因是他们总是把希望寄托在低价垃圾股身上。垃圾股很快变成

绩优股是可能的，但是一百个当中恐怕只有两三个。巴菲特曾说过，对于一个很成问题的公司，你就是让世界上最好的管理人才来管理也没用。当然，如果你先于别人发现了某个有问题但不是很成问题的低价股有业绩转好迹像，买它也是可取的。

比在低价垃圾股中找黑马更安全的做法是在历史上表现好的公司暂时遇到困难时买它。巴菲特持股较多的股票中，可口可乐公司是作为显然的优胜者买的，而 GEICO（保险公司）、吉列公司和美国运通公司都是在它们遇到困难时买的，这些公司都有好的历史。

笔者发现中国股市每年都有业绩和前景不错但因分红不好（不送股）而遭许多人抛弃的股票，比如 1996 年 4 月初的连大冷，1997 年 4 月初的宁波杉杉，这时如买进它们正如沪吉柯德所言——助人于危难之中必得好报。

策略之三：

分散投资高科技股，网撒黑马

1997 年春节后的两个月里，看到东大阿尔派（出产软件）、深科技（硬盘磁头）、风化高科（电容器）、深华强（电子，激光头）等高科技股，四川长虹、青岛海尔、新大洲（摩托车）、深发展等绩优股，以及达尔曼（珠宝）、琼民源（房地产）等特殊概念股一涨再涨，许多股民都有这样的两难心理：买吧，价格和市盈率太高，一旦公司业绩不

真实或不如预期，就会损失惨重；不买吧，这些股票前景（按股评家们描述的）又实在诱人，不买可能错过大好机会，或者使自己的业绩赶不上指数。这种矛盾是由于高期望收益和高风险并存。后来，这些股票中，琼民源就因业绩真实性问题被停牌多日。青岛海尔就因为分红不理想大跌 20%（后来又上涨 60%）。

巴菲特的策略是看不准不买，和股票的真实价值相比不便宜不买，因而他从来不买高科技股和价格太贵的股票。林奇对增长率过高以及高科技股一般也避而远之。林奇的一个信条就是不买你不了解的股票。如果按照巴菲特的策略，上述股票中有一大半是不能买的。按照林奇的策略，也有一半不能买。但是根据前面的投资组合理论，这些股票要买，但是在你看不准的情况下，每样要少买。特别是对于东大阿尔派（生产电脑软件）、深科技（生产硬盘磁头）、风化高科（生产高品质电容）、蓝星清洗（生产清洗剂特别是工业清洗剂）这样的高科技公司，它们都有一定的垄断地位，代表未来产业，五年后可能再涨十倍二十倍，也可能因为竞争失败跌到现价的 1/4 甚至 1/10。但是你买的几种——比方说 5 种——股票只要有一种是涨十倍的，其它都跌了，你仍然是大赢家。不了解或不完全了解那些高新技术没关系，你只要了解这些公司的产品的大概用处，市场竞争力以及这些公司大概的财务状况就行，每样少买一点就行。随着时代向信息化社会发展，因高科技而暴发的

企业将越来越常见，谨守巴菲特和林奇的关于高科技股票的信条可能使你跟不上时代。

（笔者写上一段文字是在 1997 年春节前后，那时这些股票价格还不很高。可现在——1997 年 6 月底——这些股价已经很高了，市盈率达 50—100 倍，买他们一定要小心，持仓应更小。因为高科技公司的长远未来很难预测，价格越高风险越大。）

值得注意的是，中国上市公司中有不少虽然冠以高科技名称，但是并不真的是高科技企业。有的科技含量少，有的是过时的——比如生产软盘的深华源，有的仅仅是为科技开发区中的高科技企业提供后勤服务的——名为高科技公司而实为房地产公司或大杂烩公司。就像为科学院看大门的不能算是科研人员一样，为高科技公司提供场地和服务的公司也不能算高科技公司。

一个高科技公司是否值得投资主要是要看它有没有好的科技产品、市场竞争力和发展前景如何，而不是看他的发起人有多好听的头衔。南洋实业是上海交通大学发起的，中科健有中科院声学所作技术支持，但是这两家因为没有过硬产品，也因为管理不善，亏损严重；昨日的高科技公司现在差不多沦为大杂烩公司。

深华源公司的起落最耐人寻味，1994 年还是深圳的头号高科技股，可 1996 年就严重亏损。三年来深市指数涨一倍，而它的股价跌了一半。由此可见高科技股一旦跟不上

时代，命运会很惨；这也告诉股民：对高科技股要小心，不要太迷信。

总之，快马要抓，高科技黑马更要抓，但要选有好产品的公司，分散投资，量价而行，网撒黑马。

对于那些因为行业不景气而绩差价低的股票，也可以采取类似做法。这些股票好在上升空间大，差在风险大；作为重点投资对象不妥，但作为分散的非长期投资对象可取。彼得·林奇就在 80 年代初汽车行业将要复苏的时候买汽车股票赚了大钱。

策略之四：
通过组合投资减小风险

经过 1993—1995 年股市大跌行情的许多股民对股市风险体会尤深，结果在 1996—1997 的股市大行情中左右为难。虽然经济形势好转，可是股价太高，满仓不是，空仓也不是，买了想卖，卖了想买。既要回避股市风险，又要充分发挥资金效率，如何克服这对矛盾？一种方法是拿部分资金用于认购新股和国债。

由于长期国债（5—30 年）价格和股票价格一样，通常随银行短期利率下降而上升，而短期国债不然，因而同时选择股票和短期国债投资较好。

认购新股的收益和风险介于买国债和买已上市股票之间。

例 设认购新股的中签率是 0.5%，一年可以重复认购 30 次，中签股票上市收益也有三种可能：0.1，1.0 和 1.9（年收益分别是 0.015，0.15 和 0.285），概率分别是 1/4，1/2，1/4。已上市股票的年收益也有三种可能：–0.28，0.18，0.64。认购新股收益和买流通股收益的相关性是 0.5。求现金、认购新股和买流通股三者所占资金的最优比例和相应的几何平均收益（使用 R_0=1.1）。

解 电脑优化表明，现金、购新股和买流通股三者最优投资比例是 0：0.668：0.332。相应的几何平均收益是 15.01%（而满仓买流通股的几何平均收益是 11.1%，全部资金认购新股的几何平均收益是 14.6%）。解毕。

通过投资组合降低风险的最好方法是选择反相关的品种投资。当前中国股市存在的最大风险是公股入市。如何通过组合投资减少这一风险？

中国股市一开始按股东类型把同一公司的股票分为国家股、法人股（发起人法人股和社会法人股）、内部职工股和社会公众股。深沪交易所交易的是社会公众股，内部职工股可在一段时间后上市流通，变为社会公众股，而国家股和法人股不能上市。由于有些国家股股东和法人股股东在配股时把配股权转让给社会公众股股东，这样就出现了转配股。按政策规定，这部分股票暂不能上市流通。公股流通是搞活资本市场、规范股市的需要，大势所趋，迟早发生。而转配股流通问题很可能最先解决。这样，通过

购买有转配机会的流通股来购买转配股，将可以降低公股入市的风险。

比如 1997 年 1 月国脉通信配股，10 配 1.92 转配 3.54，配股价是 5 元，法人股配股权价格是 0.6 元，屏幕显示的除权价（不考虑转配股）是 13.4 元，除权后的实际股价在 13.0 元附近，转配股成本接近 7.0 元/股。一旦上市，它将和流通股等价。对于长线投资者，持转配股比持流通股成本低许多（通常一半左右），当然合算。重要的是它能降低公股入市的风险。

下面是电脑优化转配股持股比例的例子。

例　设有国债、流通股和转配股三种选择。国债利率是 10%。一年后转配股有三种可能情况：

1） 被通知长期不上市且业绩不好；

2） 被通知暂不上市但业绩尚好；

3） 上市。

三种情况的收益分别是–0.6，0.15，0.85; 概率分别是 1/4，1/2，1/4。流通股也有三种可能收益，且幅度和概率相同。假设两者收益的相关系数是–0.5（因为转配股上市会导致流通股下跌，反之导致上涨）。求三者最优投资比例和几何平均收益。

解　电脑优化表明：三者比例应为 0.288，0.356，0.356。几何平均收益是 12.0%（而全部买入流通股的几何平均收益是–0.54%，不赚反亏）。

组合投资还表现在选股上。首先，在你对各股票未来前景看得不是很准时，你应注意通过分散投资降低风险。对于前面所说的三类股票：行业优胜或潜在的优胜者，高科技或其它潜力大风险大的股票，低价将复苏产业股（比如 1997 年的汽车行业股），我所倾向的持股（所占资金）比例依次渐小，比如为 3:2:1。当然确定上述比例还应考虑到股票的投资价值 ——它应由股价和股票的真实价值来确定。

同行业的股票通常同涨同跌，分散投资往往起不到组合投资降低风险的目的。大多数股票短期内的走势往往相似（因为个股跟着指数走），可是从长时间看却不相似，因为股票的长期走势主要和业绩有关。所以长期投资更应考虑分散。

其次，寻找未来收益具有反相关性质的股票。巴菲特曾购买拥有大片森林的造纸公司，其理由是该公司会因通货膨胀而受益，而通货膨胀对其他大多数股票不利。我们也可以出于类似的理由同时购买出产铜铝、原油、化工原料之类公司的股票。

如果你是一个小厂或商店老板，你还可以结合自己的经营购买某些股票。比方说你生产铝壶，如果你担心铝价上涨，你可以适当地买一点冶炼铝的公司股票。

策略之五：注重数字不注重概念

1996 年，股市炒概念成风。可是到 1997 年 6 月，指数涨了一大节，而许多概念股，像湘中意（中外合资概念）、深宝安（地产概念和 97 回归概念）、猴王（三峡概念）……跌得面目全非。1996 年狂炒的各种概念股中，只有绩优概念股和高成长概念股涨了再涨。

所有概念中，只有绩优概念（包括高成长概念）不同，它靠的是数字（净资产收益率，利润增长率、产品的市场占有率等）作支撑，而不是用似是而非的利好概念作支撑；因而严格说来，炒绩优概念不是炒概念，而是炒数字。注重数字而不注重概念也是我推荐的策略之一。

炒数字难免要费点脑筋，不能见风是雨。比如 1996 年有股评家说宝安在盐田港有大片土地增值，说万家乐和加拿大的合资公司每年利润几千万，许多股民于是跟风购买。但是如果你细算一下就会发现，对于那么大的股本，那些利好每年最多只能给每股增加一两分的利润。可是股价因此炒高一两块。等年终业绩公布，这些股价果然大跌。最近又有许多报刊转载马钢技改增收一千多万元的报道。这不是可笑吗？64 亿的股本增收一千多万居然值得报道，可见，不是马钢的利好太难找了，就是记者编辑太不知轻重了。

笔者修改本段文字时香港已经回归，炒了一两年的 97 回归概念终于在 97 回归后的几天里被现实——股市大跌

20％——重重地打了一个耳光； 深圳的 97 回归概念股跌幅更深。对于老股民来说毫不奇怪，1993 年以来的浦东概念、新上海概念、并购概念、三峡概念、首都概念、地产概念……无不如此。

策略之六：

低价市场买产权

巴菲特之所以成功，强烈的产权意识功不可没。巴菲特重视股票或公司的内在价值而不在乎它们的炒作价值，他做的有些买卖给笔者的印象特别深刻。

一桩买卖是他花 6000 万购买了奥马哈一个地毯商场。买它是因为他看重其主人经营有方，盈利丰厚（每年税前利润 1500 万）。巴菲特把商场买到手以后，还把它交给原主人经营，各得所需。巴菲特似乎根本没有考虑是否可以把商场高价转卖给他人。

另一桩是他挨家挨户收购国民火灾保险公司股票。这种股票由于不上市交易，其价格被少数人控制得很低。由于它的内在价值，巴菲特情愿放弃纽约股市上千种股票不买而买它。后来果然获利不少。

中国目前有没有巴菲特会看重的便宜股票呢，有！只是它们目前不能在深沪股市交易。比如 STAQ 市场、各地的产权交易或柜台交易市场上就有不少价廉物美的股票。

目前（1997 年 6 月底），同时在 STAQ 市场和 B 股市场交易的海航，STAQ 的价格（3 元）只是 B 股价格的 2/3；将来海航 A 股上市，A 股价至少是 STAQ 的 3 倍。就我所知，国内某些柜台交易股票（内部职工股或没有被“认定”的遗留问题股）的价格只是深沪同类股票价格的 1/4 到 1/10，市盈率在 6 倍以下的很多。是什么原因使得股价差别如此之大？只因为柜台交易股票没有好的“名份”，可能被暂停交易，从而没有大资金进入，不便频繁炒作。但是，从占有产权的目的出发，这类便宜股票极有投资价值。买它们最坏的是暂停交易（但仍能得到现金红利）；最好的是将来也能到 A 股市场上交易——那样会获 3—9 倍的利润。从熵理论的角度看，盈亏幅度相差这样大，当然可以买；至少它们像期权一样，值得你拿一部分资金购买。

有人以为柜台交易公司不规范。其实，就少配股多分红利来说，有些柜台交易的公司甚至比深沪上市公司更加规范。如果一个公司每年分的红利高过银行利息，那么这个公司的业绩决不会有假。对于急于有一个固定收入或店铺的下岗职工，买这类便宜的能分红利的股票再好不过。你不仅有稳定的红利收入，说不定还能赚大钱。随着投资观念的逐渐流行，这类股票的价格将逐步升到它们应有的位置。

每当我看到股评家们一本正经地谈论深沪某些四、五十倍市盈率股票的投资价值的时候，我就想到许多便宜十

倍的柜台交易股票，想到有人为离婚嫁人七八次的影星伊丽莎白·泰勒写的赞美文章——赞美她忠贞不渝的爱情；感到这个世道真是可笑又可悲。

我想再引用一下沪吉柯德的话

“我以为炒股之道乃做人之道。趋炎附势，追涨杀跌可能得势于一时，不可能得势于一世。股市是有人情味的，在我蒙难之时，你同情我，伸出援助之手，而在我飞黄腾达时离开我，我必会让你满载而去……”

我相信缺少“名份”的柜台交易股票也是有人情味的。

期货投资的风险和对策

在中国，没有哪一样交易像期货交易这样残酷。一些交易者之所以能在期货市场生存下来，就在于他们有通过头寸控制和组合投资降低风险的经验。而投资组合的熵理论可以为这些经验找到理论依据。

期货交易的特点及风险

期货交易和现货交易不同之处主要在于：

1) 采用标准合约（规定交货时间——未来某些天、地点、包装、规格、质量等）；

2) 无货也能卖出，通常叫做抛空，期望在价格下跌后买入（平仓）赚钱；可买可卖，只要方向做对，涨跌都能赚钱；当然做不好，涨跌都可能亏钱；

3) 采用保证金交易，可以以小博大。比如有的交易所要求的交易保证金是交易额的5%，则杠杆比率是20倍，期货价格涨跌10%，你盈亏200%。有的交易所要求按货物的数量缴纳保证金，比如25吨铜要求4万元保证金，期货价每涨跌40000/25=1600元/吨，你就盈亏100%。

用增值熵作为评价投资效用的标准，亏光本金时，效

用就是负无穷大，意味你凭自己的资金永难翻身；而在期货市场上，因为采用保证金交易，你可能亏掉下注资金的几倍甚至几十倍。比如1995年沪市的319国债从140元涨到190元，按早先的保证金规定，如果你卖空，每涨2.5元，你就亏掉100%的保证金，如果你一直不投降（不平仓），则要亏掉初始保证金的20倍。实际上还没等你亏完帐户上资金，期货公司为了自身的安全，就会对你实行强制平仓，赶你出局。可见期货交易风险如何之大。

现货交易的价格是根据供求关系决定的，按理说，期货价格和现货价格的关系就像是社会意识和社会存在之间的关系，前者反映后者的发展方向。但是，有的大户或机构一旦入市，明知方向做错也硬着头皮斗下去，并试图利用资金优势把对手拉暴仓（使对手资金不够从而被期货公司或交易所强行平仓）；有的恶意做多，利用空方交货困难逼空。这时，期货市场就如同战场，期货价格将在很大程度上独立于现货价格并且由多空资金实力和交割规则确定。比如胶合板、红小豆、绿豆市场就屡屡发生逼空事件——多方利用空方交货困难的弱点，拉高期价，逼空方投降。另外，利用手持的大量现货恶意逼多也是有的。

由于期货价格往往是多空恶战的结果，未必是对未来现货价格的反映，因而它往往会达到离谱的程度。比如1995年东北玉米现货价从未超过1600元/吨，而1995年11月的大连玉米期货价居然达到2100元/吨。1995年319

国债那样狂涨的一个重要原因就是空方交货困难，多方借机逼空，而不是因为期货价格反映现货价格；这可以从相应的92（5）国债在期货市场关闭之后猛跌了20多元看出。

期货交易者还可能因为期货公司不规范而遭遇风险。1993—1994年曾多次发生香港台湾老板卷走资金事件。现在这类事情很少发生了（最近听说又有了，证监会为此再次发出严禁从事境外期货和外币交易的通知——修改本书时补充），但是期货公司破产事件还时有发生。这要求期货交易者要慎重选择期货公司，遇到自营甚至坐庄的期货公司要格外小心。

机构交易者除了会遇到个人交易者遇到的风险，它还有另外一种风险：操盘者和机构利益不一致带来的风险。对个人投资者来说，盈亏都是自己的，亏的都是血汗钱，亏起来刻骨铭心。可是对于机构操盘人来说，赢了有奖甚至提成，亏了未必受罚，就是罚，一般也罚得很少。

假设某机构将500百万交给某操盘手，定的条约是：赢了提成5%，亏了扣奖金和工资。那么对于风险较大的交易，比如对于亏两倍赚三倍可能性相同的交易，个人投资者不敢做或小做，可机构操盘手就可能从自己的利益出发，敢做并可能大做。因为亏大了最坏也就是失业，可赢了的收入可能超过一辈子的工资。

操盘手和机构利益不一致还决定了操盘手可能泄露交易机密给亲朋好友，建仓平仓让他们走在前面，以致机

构赢时赢得少，亏时亏得多。

解决上述问题的方法有：订立严格的决策制度；选择品质优秀的人操盘；但是更可靠的方法还是设法使两者利益一致，比如要求操盘手自己筹集 10%的资金投入机构帐户，承担相同比例的盈亏。机构做股票交易时，特别是坐庄股票时也有类似情况。

国有企业领导同国家的关系和操盘手同机构的关系类似。禁止国有企业从事期货和股票的投机买卖至少在目前是必要的。

期货市场存在的合理性

尽管期货市场声誉不佳，期货交易被认为是零和游戏——有人赚就有人亏（如考虑手续费，连零和都不如），但是这并不妨碍它有存在的合理性——即期货交易可能使各方受益。

以前已有人讨论过套期保值者如何让利给投机者，使得交易使各方受益。但是下面我们从几何平均收益的角度来讨论将使结论更有说服力。

假设参加铜期货交易有三方（每方有许多家）：A 方——铜锭生产厂家，卖空期货用以控制铜锭降价风险；B 方——铜锭用户，买进期货用以控制铜锭涨价风险；C 方：

纯期货交易者，试图低买高卖赚差价。A、B 被称为套期保值者，C 被称为投机者。

表 5.1　铜价变化导致产家和用户的产出比变化

未来可能价	A 方产出比	B 方产出比
20000	0.8	1.6
30000	1.6	0.8

铜的未来价格有两种可能 20000 元/吨和 30000 元/吨，概率各为 1/2；A，B 两方相应的产出比如表 5.1 所示。期货的期望价格是 25000（元/吨），A、B 双方现货生产的期望产出比是 1.2，几何平均产出比是（0.8×1.6）$^{0.5}$＝1.13，10 年累积产出比是 1.13^{10}＝3.39（假设投资周期是 1 年）。如果 A 方以 24500 卖出期货给 C 方，B 方以 25500 从 C 方买入期货，三方投入产出情况如表 5.2 所示。

表 5.2　预计期货交易后三方的产出比

	A，B 无套保	A，B 有套保	C $q=q^*=.04$	C $q=0.2$
期望产出比	1.2	1.176	1.01	1.05
几何平均产出比	1.13	1.176	1.005	0.923
10 个回合累积产出比	3.39	5.06	1.051	0.449

其中假设保证金是每吨 2000 元，忽略了交易手续费和 A、B 方期货保证金成本，C 方按最优投资比例投资。

C 方投入资金的两种可能的收益是

$$r_1=(20000-245)/2000=-2.25$$

$$r_2=(30000-24500)/2000=2.75$$

最优投资比例是

$$q^*=-\frac{0.5\times(-2.25)+0.5\times 2.75}{(-2.25)\times 2.75}=0.04$$

优化的期望产出比是

$$R_a=1+0.04\times 0.5\times(2.75-2.25)=1.01$$

几何平均产出比是

$$R_g{}^*=[(1-0.04\times 2.25)(1+0.04\times 2.75)]^{0.5}$$
$$=(0.91\times 1.11)^{0.5}=1.005$$

表中也提供了投资比例为 $q=0.2$ 时的产出比，由此可见 C 方面临的风险。

上面例子表明，期货交易可能使大家都获益。期货市场存在的合理性主要就在于此。

C 方的特点是：

1) 风险大，它等于卖保险给 A，B 两方，自己承担了风险，这决定了它应当将资金分得很散才行。

2) 投资周期短，交易频繁，给 A，B 方提供交易对象；快进快出弥补了它每轮投资几何平均收益小的缺点。

3) 交易手续费对 A，B 两方的收益影响不大，但是对 C 方的收益影响较大，特别对频繁交易的投机者来说。

到此，我们看到，对各方有利的期货交易需要这样一些基本条件：

1) 现货价格波动较大，以至套期保值成为必要，并使投机者有利可图——许多大品种交易反不如小品种交易火爆，原因在于现货价格波动太小；

2) 有大量的套期保值者和投机者同时参与；

3) 手续费不太高。

期货市场存在的合理性除了因为它能够有助于套期保值者控制风险，还在于它的价格发现功能——可以起到调节进出口和调节生产的作用。比如 1995 年玉米期货价格大涨，从 1000 元一吨涨到 2100 元一吨（大连 11 月玉米），导致大量的玉米进口，也促使农民扩大了玉米种植面积。结果在 1995 年 7 月，玉米供求关系开始逆转，到年底，玉米价格大跌。虽然期货价格往往是离谱的，但是它的大幅波动减少了现货价格的大幅波动，或缩短了现货供不应求时间，可谓矫枉过正。

总之，期货市场存在的合理性就在于：首先它有可能使各方（套期保值者和投资者）受益；其次，它有助于快速改善现货的供求状况。

就像人类把自己的许多活动（打猎、钓鱼、舞蹈、做爱等）由手段变为目的一样，期货交易者也往往把期货交

易由手段变为目的——使期货交易变为金钱博弈或资金战。这表现在套期保值者改做投机盘；而投机庄家为了战胜对手，利用现货交割作为武器。

在一个理性的、对各方有利的期货市场，交易者应在每个品种上只投入自己的全部资金的一小部分。而期货交易市场一旦成为资金较量的战场，庄家为了控盘，不但会投入自己的大部分资金，还有可能贷款作战。这样，期货市场就非但不是控制风险的工具，反而是制造风险的“黑龙洞”。

从熵理论看期货输家的教训

不知防守，头寸太大

有位期货经纪人说：“我看到一个又一个来做期货的亏完钱离开的样子，心里真不是滋味；好象我们把人家骗来，搜光他们身上的钱，再把他们赶出去。”

我以为很多人（的资金）在期货市场很快被消灭的最重要原因是投资比例太大。

罗恩•迈克尔森在《世界杰出交易商的特色》[26]一文中写道：

一般来说，什么队能拿全国或世界杯呢？是防守好的。……交易大师总是留有退路，以便东山再起。……交易

大师总是保存资本。拉里·海特每次交易只拿出1%的资本。《投资者商业报》的比尔·奥尼尔说，每庄买卖所耗费的资本不要超过7%，超过7%，他就会被赶出市场。埃德·赛柯塔说，保存资本是最重要的赚钱秘密，如果不能保存实力，就不能把期货交易进行到底。

这些都是说要控制好头寸，保存实力。

很多人认为，只投入一小部分资金，手里留那么多现金，这不是很浪费吗？从熵理论看，即使其他资金不分散投在别处，那也不是浪费。因为期货交易就像打仗，留下的现金就是你的后备军，它能在你亏损时发挥更大效用。

假设你的资金有限，期货投资的收益预测是：保证金亏一倍赚两倍可能性相同。你可能每次投入50％，那样从长远看盈亏不定（参看图2.3）。但是如果你每次投入25％，则余下的25％在你前一次亏损后就能发挥大作用——补充你的兵力，从长远看你肯定能盈利。

拒不认输，越陷越深

防止深度亏损的方法之一是控制头寸，之二是控制亏损幅度——一旦超出预期损失应尽快投降——斩仓止损。

1995年前后，美元兑日元先是大跌30多元，后又大涨30多元，如果你做多或做空美元兑日元期货，方向做错而又不止损，即使很小的下注比例也会使你倾家荡产。国

内的319国债期货类似——可能使你亏掉20倍的初始下注资金。

有人做空（或做多）做错了，但总以为大势到顶（或到底），抱有侥幸心理，拒绝斩仓甚至增加头寸，这是极其危险的。如果用期望收益做标准，这种做法是无可非议的；但是，用增值熵做标准就不一样了。因为在你已经亏损、所剩资金不多的情况下，盈亏效用是极度不对称的，一旦继续亏损，翻身就极其困难。比如由 10 万亏成 5 万的情况下，再赚 5 万，效用增加只有 log（10/5）=1 比特，而再亏损 4 万，效用增加是 log（1/5）= –2.32 比特。

即使你坚持你的预测，你在亏损后仍应减仓，因为如不减仓，和最优投资头寸相比，你的持仓头寸就显得太大，现金比例太小。

有人拒不斩仓是因为对自己的水平过于自信。我以为在期货市场上，如果你认为你的水平高于平均水平，那么这应该由多次操作的统计结果来证明，而不应由每一次操作结果来证明。索罗斯也有亏损认输的时候。

短线频繁，得不偿失

很多人期货操作水平不差，但是几年下来，资金也所剩无几。原因何在？资金被手续费蚕食了。

各期货交易所手续费大约是：一个来回（一买一卖）

所交手续费（包括印花税，风险基金等）是保证金的 3％左右。如果每星期资金周转一次，一年交易 40 周，买卖价位相同（平均水平），一年后资金就变为原来的 $(1-0.03)^{40}=0.3$ 倍，两年后变为 0.09 倍。

据统计，1995 年中国期货市场吸引资金最多时，资金达 300 亿，而这一年交易所和经纪公司收取的手续费达 100 亿。那些做庄的资金被手续费蚕食更快，据说在中国期货市场上叱咤风云的宁波人在期货市场上流失的资金也相当惊人，主要原因是价位盈利不抵手续费。

有人认为只要由价位（买卖价位）算出期望收益大于手续费就值得做，而从熵理论的角度看这是不对的。比如就前面期铜投机交易为例，按盈亏价位算出的期望收益是 0.04，手续费是 0.03，似乎有 1％的净收益。但是如果你只有 10 万元，假设一手铜的保证金是 1 万元，那么做一手铜的几何产出比是

$$[(1-0.1\times2.25-0.1\times0.03)(1+0.1\times2.75-0.1\times0.03)]^{0.5}$$
$$=(0.772\times1.278)^{0.5}=0.959<1$$

故不能做。对于期铜投机交易，考虑手续费的最优投资比例（包括手续费）由 q^* 变为（参考增量优化公式（3.4.3））

$$q^*/d'=0.0404/0.97=0.0416$$

这就是说当你的总资金多到保证金的 $1/0.0416\approx25$ 倍时，交易才是合算的。

控制被“蚕食”的风险的办法是：

1） 多看少做；

2） 多做长线少做短线——这要求多做基本面分析。如果你看对了 1995 年上半年国债的涨势或 1995 年下半年玉米的跌势，长线盈利一次不是将胜过短线盈利 10 次 20 次？

有人认为长线风险大，而我的看法是：风险的大小主要和头寸有关，如果投资比例得当，长线风险完全可以控制。

逆势做庄，自取灭亡

期货市场上最为骇人听闻的亏损是机构坐庄失败导致的亏损。住友商社由于滨中泰男做多期铜交易亏损 20 多亿美元；万国证券公司做空 327 国债亏损数十亿人民币（如不是交易所强制多头平仓，则万国亏损更多）；广东金创期货公司做多 1995 年 11 月籼米期货以连跌 7 个停板收场……

这些机构的失败都有共同特点：

1）曾经实力强大，能在短期内左右市场；

2）小亏不认赔，知道做错方向，但仍恃强凌弱，最终因小失大；

3）投资比例太大，后备不足。

我们且以金创期货公司做多籼米期货为例说明。

广东金创期货公司曾在国债期货上做多非常成功，于

是引来许多机构大户，开始做多籼米时，广东省其它期货公司无以匹敌；借湖南水灾的东风，第一轮它赚了相当不少。水灾影响淡化以后，它只有很少的多单没有平仓。这时现货市场开始走下坡路，粮食部门抛空者渐多。然而就是为了让这少量的多单盈利出局，金创的多仓越打越大，弄得危机四伏，一会儿席位超仓，一会儿保证金不足……最终如落难之虎，被群狼分食。

避免如此下场的最好办法是不要坐庄。因为市场无法准确预测，坐庄注定要大比例投入，而错了又难以撤退，即斩仓止损不易。从熵理论来看，风险极大。

期货投资策略分析

如何根据盈亏空间和概率定头寸

有人说，只要盈利的空间（或者说幅度）是亏损空间的三倍，就值得投资。但是投多少呢？可以百分之百投入吗？盈亏概率不等时又如何处理?下面我们先看盈亏等概率时，优化比例如何随盈亏幅度变化.

例 对于只有两种相等可能盈亏的期货投资，一种盈亏相对幅度是–10％和 30％；另一种盈亏相对幅度是–100％和 300％，求优化的投资比例（忽略资金成本和交易手续费）。

解 $$q_1{}^* = -\frac{0.5\times(-0.1)+0.5\times0.3}{(-0.1)\times0.3} = 3.33 > 1$$

$$q_2{}^* = -\frac{0.5\times(-1)+0.5\times3}{(-1)\times3} = 0.33$$

这就是说前者应满仓甚至透支；而后者以 33％为好。盈亏相对幅度越大，意味着风险越大，投资比例应越小。

对于仅有两种可能的并且是等概率的盈亏，优化投资比例公式变为：

$$q^* = -\frac{1}{2d'}\left(\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_1}\right) \qquad （5.4.1）$$

其中未计资金成本，$d'=1\pm d$（手续费比率）。

对于有深度亏损可能的投资，即使亏损概率较小，也应小心控制投资比例（参看图 5.2）。

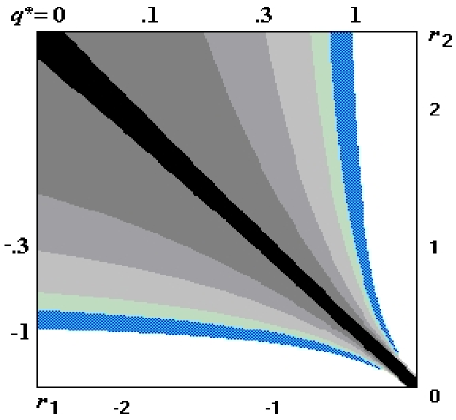


图 5.1　期货优化投资比例（d=3%，P_1=P_2=0.5）

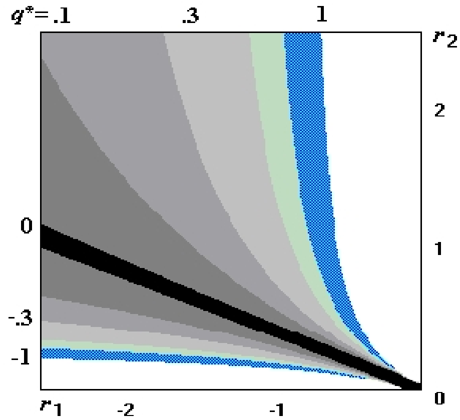


图 5.2　期货优化投资比例（d=3%，P_1=0.3，P_2=0.7）

比如多逼空使得期货价位很高时，期价再涨使得盈利的概率是 0.7，幅度是 1 倍保证金；而逼空失败从而导致亏损的概率是 0.3，幅度是 2 倍保证金；由图 5.2 中 r_2=1，r_1=–2 的点的 q*值可见最优投资比例极小。这说明参与逼空通常应投入较小比例的资金。

根据盈亏概率定头寸应同样依据公式（3.2.4）。盈亏幅度为 3 和–2 时，该公式变为（未计手续费）：

$$q^*=\begin{cases} 1, P_1=0 \\ (3-5P_1)/6, 0<P_1<1 \\ -1, P_1=1 \end{cases} \qquad (5.4.2)$$

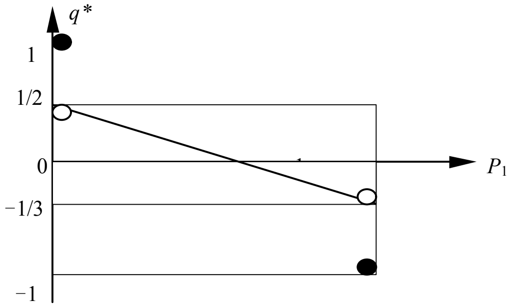


图 5.3　最优下注比例随亏损概率的变化.

其中 P_1 是亏损概率。图 5.3 显示了最优下注比例随亏损概率的变化。

有趣的是：q*是 P_1 的不连续函数，q*（0）=1，q*（1）

=–1，但是极限值

$$\lim_{P\to+0} q^* = 1/2, \qquad \lim_{P\to1-0} q^* = -1/3$$

这就是说，只要 $P_1>0$，不管它有多小，你的做多头寸占有的资金比例都不能超过 1/2，因为一旦超过，有一次亏损，你就得破产；同样，只要 P_1 不等于 1，不管它多么接近 1，你做空的头寸占有的资金比例都不能超过 1/3，因为一旦超过，有一次亏损，你就会全军覆没。由此可见，对于期货这样的盈亏幅度很大、而且不能被绝对正确预测的交易，最优投资比例往往被限制在很小的范围内，一旦超出，就可能破产。这也说明了为什么很多人加入期货交易不久就被淘汰出局。

改变盈亏幅度得到的 P_1–q^*函数图像不同，但图像的结构类似。

关于分散投资

本书前面鸡蛋和篮子的分析显示了分散投资怎样降低风险并提高几何平均收益。但是期货交易者常常有一种相反的主张：你盯好一个品种，比如郑州绿豆，把它做好了，赚钱也了不得，完全不必四处出击。

这种主张有两个问题：

1）好象看得准不准，做得好不好，和你付出的精力有关，付出的精力越多，就能预测越准，做得越好。而实际上，市场有许多你完全无法预测的不确定因素，无论你付出多少精力，你的预测永远有限；

2）只做一个品种使得风险控制和资金利用率之间矛盾无法克服。投资比例过大时，虽然资金利用率高了，但是风险却大了。下注比例过小时，虽然风险小了，但是资金利用率却低了。

分散投资道理简单，但是应用往往走样。某大户为了分散投资，把资金分给四、五个看来水平不错的经纪人。但有要求：

1） 不能浪费资金什么也不做；

2） 不能相互反做，因为那样既浪费资金也白交手续费。结果绿豆行情一来，大家一齐做绿豆，并且朝一个方向做，后来亏损惨重。

失败的原因在那里？根据投资组合的熵理论，分散投资要投在不相关或反相关的品种上，否则达不到降低风险、提高几何平均收益的目的。如果我是该大户，我会把限制条件修改为：

1) 看不准不做，不能轻易下单，不能轻易满仓；

2) 不许做相同品种相同交割月份的期货，但可以在同品种不同月份的期货上反做，比如允许张三做空 6 月橡胶，李四做多 10 月橡胶。

跨期套利和跨品种套利分析

在同品种不同交割月份的期货上反做——比如做多 5 月咖啡的同时做空等量的 7 月咖啡——是一种常见的套利方法。它可以避免该品种期货同涨同跌带来的风险。这种做法通常出于两种考虑。一是为了赚取差价。如果前者价低，后者价高，买进前者参加交割得到实物，然后在远期抛出，即可盈利。另一种是为了参与逼空和逼多。

期货交易中，多头机构和大户往往利用空方筹集现货困难的弱点拉抬期货价格，逼空方投降认赔。随着价格升高，空方和现货商纷纷从外地甚至国外调入现货，以致后来月份的期货承受巨大的现货压力，反过来空逼多。多逼空行情一旦出现，近期和远期常常会出现相反走势——近涨远跌。最典型的逼空逼多事件是 1995 年 7 月和 9 月上海、苏州的胶合板事件，和 1996 年海南 5 月和 7 月咖啡事件。1995 年 7 月份胶合板涨到 60 多元/张，而 9 月胶合板跌到 36 元/张。1996 年 5 月咖啡从 2300 元/百公斤涨到 4200 元/百公斤，而后来 7 月咖啡从 3200 元/百公斤跌到 1500 元/公斤。

1995 年上海大豆、郑州绿豆、苏州红小豆，1996 年广东豆粕……都有类似情况。

虽然从伦理学看，逼多逼空并不光彩，是趁人之危发不义之财。但是我们现在分析的不是道德问题，而是如何

投资取胜问题。

同时逼多逼空的好处是：

1） 亏损空间有限，而盈利空间几乎无限。比如，当5 月咖啡价比 7 月咖啡价低到一定程度，以致于买近卖远扣除资金利息和仓储等费用仍然有利可图时，两者差价的拉大就会停止；

2） 可以避免现货价格波动带来的风险。

有时，近期月份现货压力大而远期月份压力小，并且远期成本较高（考虑占用资金和仓储费用，贴水等），两者差价由小变大可能性较大，这时做空近期、做多远期也是一种可行的套利方法。海南天然胶期货和郑州绿豆（7 月和 9 月）期货就经常提供这样的机会。

这种做法可以避免不同月份的同一品种期货同涨同跌的风险，但是有被逼空的危险。因此如此做法一定要选择不易逼空的品种。

投机交易者为了获得较为稳定收益，除了像上面说的那样买近卖远，跨期套利，也可以同时买卖不同品种的期货，跨品种套利。比如在玉米期货和大豆期货之间套利。

比如，正常的年份，大豆价是玉米价两倍半左右，而1995 年 5 月，大连玉米期货价格高到 2000 元/吨，大豆期货价格也只有 2400—2600 元/吨，同时美国的玉米期货价是大豆期货价格的一半左右，也是中国的玉米价格的一半左右。这将促使中国农民多种玉米少种大豆，促使进口商

大量进口玉米，使玉米价格下跌。后来的事实表明，96 年下半年抛空玉米并做多大豆将是大赢家。虽然单独抛空玉米也是赢家，但是，1995 年自然灾害频繁——湖南发大水，山东下冰雹，吉林遭暴雨……如果有更大的自然灾害发生，单独抛空就很危险。同时抛空玉米做多大豆的好处是——如果发生自然灾害导致粮价普遍上涨，那么你在玉米上亏的部分会在大豆上赢回来。

1995 年下半年，籼米和大豆的比价也到了非常离谱的程度，正常年份大豆价是籼米价的 1.5—2 倍，而 1995 年籼米期货价居然高于大豆期货价。事实证明，那时抛空籼米——即使在广东金创做多失败之后，籼米价在 2400—2600 元/吨左右——同时做多大豆也是对的。

1996 年大连玉米期货和广东上海籼米期货价分别跌到 1100 元和 2000 元，而大连大豆从 2600 元左右涨到 3300 元左右。不合理的比价被矫枉过正。也许 1998—1999 年又有反过来套利的机会。

玉米和大豆的期货价本来是在一定程度上正相关的——同时随自然灾害和粮食供求关系而涨跌，如果一多一空，那么两笔交易的收益就是反相关的，前面我们分析过，把资金分散投在反相关的品种上可以减小风险并增大收益。因而说上述套利符合分散投资原理。

从熵理论看期权和保险

买保险是为了控制威胁人生幸福的天灾人祸风险，类似地买期权是为了控制投资不利和错过投资机会的风险。可以说期权的发明就是为了给某些投资者提供保险。

期权的收益特征

期权是持有者在给定的时间内以给定的价格购买（或卖出）某商品、货币、证券或股市指数的选择权。

期权和期货一样可以做多也可以做空，像期货一样可以以小博大。买入期权（call）便是做多期权，卖出期权（put）便是做空期权。

期权和期货的不同之处是：

1） 期权持有者可以行使自己的权利也可以放弃自己的权利；而期货合约持有者必须履行合约。期货风险对交易双方是同样的，而期权的风险是不对称的，卖出期权者承担较大的风险，而买入持有者风险较小——如果它不是孤注一掷的话。

2） 期货在多空之间交易，而期权不同。比如，买入期权（call）的发行人（通常是机构）是空方，期权发行出

去后可以在不同的多方之间交易。

比如有股市指数期货和期权，期货做多者在指数上涨的情况下赚钱，下跌的情况下亏钱；涨跌幅度越大，盈亏越大。但是期权做多者只在指数上涨时行使自己的权利同时赚钱，而在指数下跌时放弃自己的权利，只损失购买期权的费用。

假设半年后交割的指数期货买入点位是 1000 点， 买入期权规定的买入价也是 1000 元，期权价是 50 元。即使指数涨跌幅的概率分布是对称的，期权收益的概率分布也一定是不对称的（参看图 6.1）。

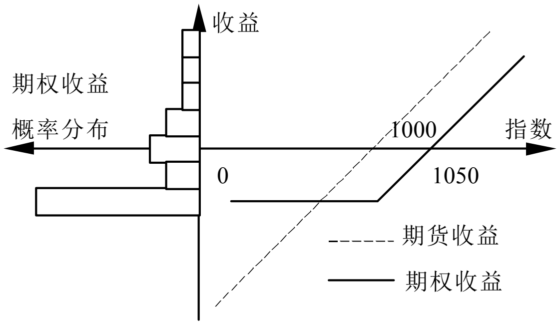


图 6.1　期权和期货收益的区别及概率分布

持有卖出期权（put）的收益特征类似，只是方向相反——指数跌时赚钱，涨时赔钱。

期权的投资组合意义及头寸控制

投资者买入期权的好处何在？

1） 通过持有期权回避风险

比如，某用铜厂家在买铜的问题上左右为难，买吧，怕铜价下跌或不想大量的资金被占用，不买吧，又怕铜价暴涨，给生产带来风险。那么它可以买进铜的买入期权（call）。这样，铜价下跌时，它只亏损一小笔购买期权的费用，铜价上涨时，期权的盈利可以弥补买铜的损失。它也可以通过做多期货避免铜价暴涨的风险,但是如果那样，铜价下跌时它就会遭受期货带来的亏损，或者说享受不到低价买铜的好福气了。

2）通过期权套利

比如某投资者看好某些股票，但是又担心股市整体下跌，那么他就可以大胆买进他看好的股票，同时买进股市指数卖出期权。只要他的股票表现优于股市平均水平，他就能稳赚钱。因为如果股市涨，他看重的股票会涨得更快，股票盈利远超过放弃期权的损失；如果股市整体下跌，他看重的股票会跌得少，亏损少于期权带来的盈利。

3）小资金抓住大机会

比如某人认为股市要大涨，可是自己的存款没有到期不能买。那么他可以用少量的资金买进股票指数的买入期权，从而避免踏空的风险。我知道有位深圳股票期货大户

在 1995 年底把自己的大部分资金存入银行，换成大额存单，结果 1996 年眼睁睁看别人挣大钱，自己只有干着急。如果有股票或股市指数期权，他照样可以抓住大牛市机会。

4）以小博大，投机

由于期权和期货不同，期权亏时最多亏一倍（购买期权费用），赚时比期货少不了多少（参考图 6.1），因而它在市场大起大落，而投资人又难以把握方向时特别受追捧。比如，当股市涨到疯狂时，你预计股市会暴跌，于是想卖空指数期货，那样指数跌下来你就可以赚大钱。但是股市狂了之后可能更狂，在你看不准情况下，买进卖出期权是更安全的选择。

是否通过期权以小博大主要地是要看预期的价格波动幅度。有人在某股票公布业绩之前同时买进买入期权和卖出期权，只要股价变化超出一定范围他就可以盈利。也有人在美国农业部门公布某农产品产量预测之前这么做。这些都值得借鉴。

期权本来是用来回避风险的（包括丧失机会的风险），投资人只需用少量资金购买期权就可达到这一目的。但是投机者往往为了更充分利用自己的资金或者因为更贪，在期权上投入太多的资金，结果输得很惨。比如中国前几年很多人拿出自己的一半甚至全部资金买入可能一文不值的配股权证（一种特殊的买入期权），结果很快被股市淘汰；英国巴林银行倒闭就是因为里森购进了太多的日经指数买

入期权，而里森套利也套错了地方——在买进日经指数买入期权的同时卖空日本国债，结果两面挨耳光。

期权投机一定要控制好头寸，我们可以把期权收益简化为单硬币打赌收益，从而可以采用单硬币打赌下注优化公式优化头寸。

例 某股票买入期权盈利和亏损幅度的概率预测被简化为 $F_r=\{0.7|-1，0.3|3\}$，问最优投资比例（忽略资金成本和手续费）。

解 最优投资比例为：

$$q^*=-\frac{0.7\times(-1)+0.3\times3}{(-1)\times3}=0.067$$

即买进期权的价值应占自有资金的 6.7%为好（可见最优比例往往很小）。

由此可见，投资人为了充分利用自己的资金，应当分散投资不同的期权或同时利用不同的投资工具，特别是同时投资收益反相关的品种。

期权发行者的风险控制

既然发行期权风险很大，为什么还有人愿意发行呢？这时由于持有期权可能获得的暴利使得期权可以以较高的价格发行出去，使得发行人的期望收益大于市场利息，而购买期权者的期望收益往往小于市场利息。购买期权者通过牺牲自己的期望收益控制了亏损风险，发行期权者相反。

双方各有所得。期权存在的合理性正在于此。

期权发行者如何控制自己的风险？一是通过比例控制。下面是比例控制的一个例子。

例 设某机构拟发行按1200点买入股市指数的期权，股市指数不超出1200点从而使得该机构获利的可能性是0.8；假设亏损的可能性是0.2，亏损的幅度是获利的3倍。问发行期权价值（价格×数量）应占该机构自有资金的多少为好?

解 已知$\Delta_1=-3$，$\Delta_2=1$，$P_1=0.2$，$P_2=0.8$，$R_0=1$；

$$q^*=-\frac{0.2\times(-3)+0.8\times1}{(-3)\times1}=0.067$$

即发行期权价值应占自有资金的6.7%为好。

发行期权者控制自己风险方法之二是分散投资，比如同时发行多种收益互不相关甚至反相关的期权。方法之三是同时采用其他投资工具组合投资。比如发行股市指数买入期权的机构可以同时买入一定数量的股票，如果股票价格上涨使得发行期权亏损，股票盈利将超过期权损失。当股价下跌不是很深时，期权盈利将超过股票亏损。

配股权证和可换股债券

配股权证是一种特殊的期权，拥有它可以参加配股，也可以放弃配股。中国股票市场上，配股权证通常是公司

分配给老股东的。

国内股市曾出现的各类权证简述如下：

1）长期配股权证， 如 1993—1994 年的宝安流通股配股权证，配股时间在权证流通一年以后。这类配股权证通常价格高，价格波动幅度大，风险也大。比如宝安权证曾炒到 15 元以上，后来跌得几乎一文不值。因为配股时，流通股股价跌到配股价以下。据说有位经济学教授误把宝安权证当股票，以为它是最便宜的股票所以买了它。后来发现自己买的“股票”从证券公司的大屏幕上消失了，自己什么也没有了，后悔自己太大意。一学生反为他庆幸，说幸亏你没注意它，要是你注意它，去配股，那会更糟。因为少数人因有权证舍不得放弃而配股，结果亏得更惨——宝安股价从配股时的 13 元多跌到后来的 3 元左右。

2）短期配股权证，配股和上市时间在一两个月内。比如江苏悦达流通股配股权证。这类配股权证价格取决于正股价格和配股价格之差。比如正股价 8 元/股，配股价 4 元/股，权证价应是 4 元/股。由于中国股市不成熟，投机性强，短期权证的价格往往也炒到离谱的程度。

3）法人股转配权证——这是中国特有的——又叫 A2 权证，比如 1994—1995 年的中科健、深新都等 A2 权证。因为法人股暂时不能流通，所以这类权证价格一般较低，有的以每股 1、2 分钱收市。

因为中国的配股权证生不逢时，恰好遇到大熊市，所

以买权证的几乎全是亏钱的。倒是那些分配到配股权证卖了不配的人赚了。可能因为权证恶炒助长了投机，近两年的配股权证没再上市流通了。这实在可惜。如果 1996 年初有配股权证上市，那它在 1996—1997 年的大牛市中一定会大出风头。相信中国股市将来还会有配股权证交易。

从投资组合的熵理论看，买权证应注意：

1）可能的股价上涨空间要大，上涨的概率不很小；

2）权证价格要合适；

3）恰当的投资比例。

我有一个朋友 1994 年花两万多元买了鲁石化配股权证，可他当时的总资金才三万元左右。结果几天亏掉 1/3 资金，元气大伤。

可转换债券或者叫可换股债券是同时附有配股权的债券。比如 1993—1995 年深市交易的宝安转券。转券的利息较低，因为持有人有选择换股的权利，因而转券通常比普通债券更受欢迎。

转券通常比普通期权更安全，因为至少到期时本金还在。但是如果买入转券价格太高，而换股又不合算，那么风险也大。迄今为止，中国股市交易的唯一的可换股债券是宝安转券，换股比例是近 20 元债券换 1 股股票，因为股价下跌，实际换股的数量极少。据报载，某位曾经风云一时、炒到 1992 年股市大底的深圳股票大户，在 2.5 元价位上大量买入面值 1 元的宝安转券，因为透支，大户不再，

并且负债累累。1995 年初，银行和国债利率升高，使得宝安转券价格跌到 0.8 元左右，这是当初谁也没有想到的。

可转换优先股（convertible prefferred stock）和可转换债券（convertible bond）类似。不同之处主要是：前者不存在过期失效问题，转换时间不限。

购买可转换债券（或可转换优先股）首先要考虑普通股的升值潜力，其次考虑转券的价格、利息和市场利率。如果转换价格比股票价格高得不是很多，购买转券当更为可取。巴菲特就多次采用可转换债券或可转换优先股的方式投资暂时有问题、但升值潜力较大的公司，比如美国运通、所罗门、吉列、美国航空等公司。巴菲特购买可转换优先股要付出比普通股高出约 20%的价格，很多人当时对他的做法不理解——如果不看好干吗要买，如果看好干吗不买普通股？下面让我们从数学的角度看巴菲特这样做的理由。

例 设有一种有问题但升值潜力大的股票，其收益预期是 F_r={0.3|–1，0.7|2}，相应的可转换优先股价格是普通股价格的 1.2 倍，收益预测是

F_r'={0.3|（1–1.2）/1.2， 0.7|3/1.2–1}

={0.3|–0.167，0.7|1.5}

请比较两者的投资价值（忽略手续费和资金成本）。

解 前者最优投资比例是

$$q^* = -\frac{0.3\times(-1)+0.7\times 2}{(-1)\times 2} = 0.55$$

几何平均产出比是

$$（1-0.55）^{0.3}（1+0.55\times2）^{0.7}$$

$$=0.45^{0.3}\times2.1^{0.7}=0.787\times1.68=1.32.$$

而后者的最优投资比例是

$$q^*=-\frac{0.3\times(-0.167)+0.7\times1.5}{(-0.167)\times1.5}=4>1$$

$q^*>1$ 意味可以贷款。即使不贷款，仅仅满仓，几何平均产出比是

$$（1-0.167）^{0.3}\times（1+1.5）^{0.7}=0.95\times1.89=1.8$$

可见对于潜力大风险也大的股票，可转换优先股更好，尽管普通股期望收益更高。

在上面例子中，如果可以贷款并考虑资金成本，可转换优先股的优势更加突出。实际上巴菲特买股资金中的相当一部分就是来自于他控股的保险公司 GEICO——实际上等于是以较低的利息借贷。

买保险分析

买保险的意义和投保比例优化

保险有多种：意外伤害保险，医疗保险，养老保险，火灾保险，农作物自然灾害保险，交通事故保险（赔偿买保人损失），驾车事故保险 （代肇事者赔偿被害人损失），

卫星发射保险……许多偶然事故对于人生幸福的破坏就像深度亏损对于投资业绩的破坏一样，买保险的意义就是以不大的代价获得安全的未来，和买期权很相似。而卖保险和发行期权相似，保险公司以承担风险为代价，获得一定的期望收益。

一种保险该不该买，一是要看付出保险费会减少你多少幸福，并且在不幸事件发生后，保险公司的赔偿能减少你多少痛苦。二是要看不幸事故发生的可能性有多大。买保险也有一个投资比例优化问题。并不是你有多少资产就投保多少。我们且以火灾保险来说明。

一个人由金钱带来的幸福可以粗略地用拥有的资产 x 的对数 $\log x$ 来衡量。假设火灾将使他丧失全部资产；火灾的年发生概率是 P。假设保险费是投保（或赔偿）金额的 f 倍（我们称 f 为保费比率），投保金额是他的资产（设为 Z）的 q（$0<q<1$）倍，则火灾发生时，资产变为原来的 Zq（$1-f$）倍，否则为 Z（$1—fq$）倍，平均幸福是

$$U=P\log[Zq(1-f)]+(1-P)\log[Z(1-fq)]$$
$$\approx\log Z+P\log q+(1-P)\log(1-fq)$$

令 $dU/dq=0$ 可得 $q=P/f$。故优化保险比例是

$$q^*=\begin{cases}1, P\geq f\\ P/f, P<f\end{cases}\qquad(6.5.1)$$

当 $q=q^*$时，U 达最大，为

$$U^*\approx\log Z+P\log(P/f)+(1-P)\log(1-P)=\log Z-P\log f-H(P)$$

（6.5.2）

其中 $H(P)$是 Shannon 熵。

比如，某人财产 10 万，火灾的概率是 0.005， 保险费是投保金额的 0.01 倍，则最优投保金额应为个人资产的 0.005/0.01=0.5 倍，为 5 万，保险费为 500 元.

买不买一种保险也应因人而异。比如城里小学生买意外伤害保险可能值得，而农村小孩就可能不值得。一是因为农村小孩遇到的意外伤害概率小些，二是因为农村小孩较穷，他们需要把钱用在更迫切的地方。

买保险也应注意风险

买保险本来是为了控制风险的，但是处理不当，反而会造成风险。

我有位朋友在国外好不容易找到一份工作，在保险推销人花言巧语鼓动下买了两份人寿保险（分期付款），花去了自己大部分工资。几年后他一时未有合适的工作，人寿保险金又没到返还期限;据说还有一笔资金被经纪人骗走，没有交到保险公司；使得生活艰难。买保险反使自己的生活没有保障。

这位朋友失误之一是：被人寿保险的远期高收益所诱惑，从而错把保险工具当投资工具——买了两份保险。 失误之二是：该保的近期失业风险没有保，反倒保了远期风

险。失误之三是：忽视了保险公司或其代理人的可靠性。

时下的养老保险和人寿保险往往许诺看来很高的回报，但是实际上，由于返还时间晚，那些回报未必比买国债或存银行回报高。比如有保险公司说现在付保费 1 万，15 年后还你 3 万。但是 15 年后的 3 万相当于现在的多少钱呢？设市场年利率是 10%，15 年后的 3 万元只值现在的 $3/(1+0.1)^{15}=3/4.17=0.72$ 万。如果通货膨胀厉害，实际回报更低。

买保人的收入如果超过日常开销和保费付出， 他应在买保险的同时选择国债、股票等投资工具投资，那样收益会更大，总的来说更安全。

除了经纪人不可靠给投保人带来风险，保险公司不可靠也将给投保人带来风险。保险公司给你保险，谁给保险公司保险？特别是对于人寿保险和养老保险，如果保险公司破产了，你不是惨了？美国就曾有不少保险公司破产。如果一个保险公司没有足够的实力而又去承保撞车风险，一场大雾就可能叫它破产。

有的保险公司没有足够的实力和信誉，为了拉客户，给经纪人以高比例提成，给买保人以种种高回报允诺——和非法集资者做法类似，买保人对此要十分小心。一个盲目扩大保险规模的保险公司是十分危险的。如果保险公司不能赚钱，它拿什么赔你？到头来不是破产就是耍赖不赔。所以，保险公司的实力和信誉都是不能不考虑的；只要保

险可靠，较高的保费或较少的赔偿金额也是值得的。

保险公司的风险控制

承保量和保费比率优化

卖保险和发行期权相似，也有不同。大量发行同一种期权，比如股市指数期权，风险很大；但是大量卖出同一种保险，比如医疗保险，风险未必有那么大。因为不同的买保人遇到的风险相关性不大，保险公司卖保险给不同的人就等于分散了自己的投资。有些保险，如卫星发射保险，其承保的风险可能比发行期权的风险更大。我们称医疗等保险是分散保险，称卫星发射之类保险是集中保险。

对于分散保险，保险赔偿比率的概率分布可以通过统计得到，如图 6.2。其中保本比率 x_0 的确定考虑了保费的投资收益和管理费用；如果不考虑，x_0 等于保费比率 f。

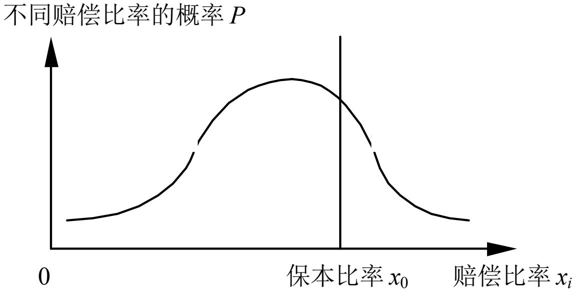


图 6.2 保险赔偿比率的概率

第 i 种比率发生时，保险公司的产出比是 $r_i=1+q(x_0-x_i)/x_0$， 其中 q 等于保费除以保险公司净资产。相应的增值熵是

$$H=\sum_i P(x_i)\log[1+q(1-x_i/x_0)] \tag{6.6.1}$$

对于给定的赔率 x_i 的概率分布和保本赔率 x_0， 可以求出最优承保比例 q^*。设 q 是保费比率 f 的函数（因为 f 越小——即保险越便宜，q 将越大——即投保人越多），即 $q=q$（f），则通过上式可以求出最优的保费比率 f^*。

在降低保费比率以便增加客户的同时也会增加风险，风险大了又要求有较低的最优投资比例 q^*。目前在中国，许多保险公司不顾一切地抢占市场，好象保费是没有成本的利润，不要白不要，这是很危险的。美国就曾有许多保险公司因降价出售保险而破产。巴菲特的策略值得借鉴，他在保险市场过热时情愿失去部分市场而不降价出售保险，在别人无力承保时加大承保量。事实证明他是对的。本书理论显然支持这种做法。

对于集中保险，比如卫星发射保险，承保人的收益预测和掷硬币打赌收益类似，这对保险公司的实力有特别要求。如果保险公司实力不足，它应寻求别的保险公司共同保险，或者让别的保险公司为自己保险。

例 卫星发射有失败和成功两种可能，担保金额是 2

亿，保费是 3 千万，失败和成功的概率分别为 0.1 和 0.9，问有多少净资产的公司适于独家承保；净资产为 3 亿的保险公司应分保多大比例？

解 保险公司的投资亏损时亏 1 倍，盈利时赚 0.3/2=0.15 倍. 收益预测是 F_r={0.1|−1，0.9|0.15}，最优投资比例是

$$q^*=-\frac{0.1\times(-1)+0.9\times 0.15}{(-1)\times 0.15}=0.23$$

设保险公司净资产为 Z，则投资比例 q=2/Z。令 q=q^*=0.23，可得 Z=Z^*=2/0.23=8.7。

故净资产大于或等于 8.7 亿的保险公司适于独家保险。仅有 3 亿净资产的公司适于承保的比例是

3/8.7=0.34=34%

保费投资选择

保险公司的利润一部分来自保费和赔偿金之差，一部分来自保费的投资收益。比如巴菲特控股的 GEICO 公司，其大部分利润来自保费的投资收益。保险公司的投资应和保险业务结合起来，从而产生组合投资效果，为此应注意：

1）选择能减少承保风险的投资

比如，一个承保了农业灾害风险的保险公司，可以考虑做多农产品期货或买进农产品买入期权。如果灾害发生，粮食会涨价，保险赔偿的损失可以通过期货或期权得到补

偿。但是要注意交易量不能过大，选择交易的农产品的价格不能太高。据说 1995 年有保险公司为了控制灾害赔偿风险而做多大连玉米期货，结果输得很惨。教训之一是期货投资比例太大；教训之二是现货行情把握不准。玉米期货价格太高，玉米播种面积增大，进口大增，这些都是做多玉米期货失败的原因。如果做多大连大豆期货，情况就将好得多。如果有玉米期权，那么选择期权将会比选择期货更安全。购买期权等于为自己买了保险。再比如，承保医疗风险的公司可以适当购买医药公司的股票。

2）通过组合投资减少通涨速度的影响

在通货膨胀速度较高的年头，比如 1994—1995 年，银行利率和国债利率较高，这使得保险公司在制定人寿保险和养老保险偿还标准时敢于（或不得不）“优厚回报”。如果通涨速度持续不减从而银行利率和国债利率高居不下，那么保险公司把保费投入银行或用保费购买国债就可以了，但是，如果通涨速度转而下降，从而导致银行利率和国债利率下降，比如像 1996—1997 年那样，保险公司就将遇到入不敷出的风险。为了减小利率下降的风险，同时购买适量的股票可以减小这种风险。因为银行利率降低时，股价通常会上涨。当然选择稳定成长、风险不大的股票会更好。

3）避免高风险投资

保险公司为别人保险，它自己的风险则要由自己来承担。这就要求保险公司只能从事稳健的投资。有的保险公司拿了保费去搞房地产投资、高科技投资；有的用保费开酒楼、修马路，这些都是极其危险的。一旦投资失败，就只好拖欠赔偿，使得客户越来越少。保险公司要提高自己的信誉，大的资产规模重要，但是稳健的投资决策更重要。目前，由于体制的原因，有些保险公司的做法带有政府行为，这是难免的。但是如果长期不改，这类公司将很容易被激烈的市场竞争所淘汰。

目前，政府为了控制保险市场风险，对保费投资范围有严格限制，对于不成熟的保险公司来说，这是必要的；但是从长远看，限制过严也不利于保险公司通过投资组合降低风险并提高保险能力。

其它投资的数学分析及风险对策

对一个普通的个人投资者来说，投资组合和人生目的密切相关。这里我们结合人生目的讨论其它一些投资。

人生目的、投资目的及工具选择

我们这里说的人生目的指的是人或动物的最终追求（而不是理性设立的某种目的，比如考上大学，挣到100万， 参看《广义信息论》[4]8.1节），具体说来就是引起各种快感——包括美感、崇高感在内的感性活动。像吃喝、婚配、游戏、跳舞、钓鱼、打猎、艺术欣赏、赢得荣誉……便可能是目的；因为人可能追求它们只是为了它们本身而不拿它们作为其它目的的手段。我们也可以说这类目的是感性目的；而说“考上大学”之类目的是理性目的。后者永远是前者的手段。

人的目的（感性目的）就像是一棵大树，树根是生存，其他各种目的都是通过途径变目的方式产生发展的。吃喝

婚配本只是生存的途径，途径变目的，这些感性活动本身便成了目的；围绕这些新的目的，跳舞、钓鱼、打猎等感性活动是途径，途径变目的，这些活动本身便可能成为人的享受。味觉快感功能促使人把吃某些食物由（生存的）途径变为目的，视听快感促使人把接近某些对象由途径变为目的[9]。

对于个人来说，投资的目的是使自己或家人未来得到更多更高级的消费或快感享受。只是由于手段（或途径）变目的的原因，有些人才可能逐步把赚钱本身当做目的。从消费目的出发，不增值——或者说不增加购买力——的投资也是可能的。因为消费享受并不和所花费的金钱成正比。对于一个收入不稳定的穷叫花子而言，1 万元带来的享受可能不到 1 千元带来的享受的两倍。比方说，他有两种选择：

1）在两年里每年消费 1 千元；

2）一年消费 1 万元，另一年还是穷叫花子；

他很可能选择前者。如果一个叫花子有幸得到 1 万元奖赏，将 5 千或 9 千元用于投资，以防自己或子女再成为穷叫花子，这将是一个明智的选择。即使投资并不增加购买力，那也值得。银行存款是许多人的首选投资工具，原因就在于：通过它，收入不稳定的人可以用有限的资金换取更多的消费享受。金银首饰、国债等投资受一些人的欢迎，原因类似。

对于一个经济来源稳定，比方说每月有 2 千元收入的人来说，未来的 5 千元对于他的消费享受意义不大。可能 5 万元才能使他的消费享受明显增加。这样，他就情愿寻找收益高——虽然风险大——的投资，比如股票。通常的个人投资者介于上面两者之间。

对于一个缺大钱办大事、并且不在乎亏光的富有挑战个性的人，股票盈利对他来说可能太慢太少，那么期货投机将是一个不错的选择。

另外个人或机构在某方面的优势也是他或他们选择投资工具的依据。比如有融资优势者认购新发行的股票将是很好的选择。

对于机构投资者来说，它们并不存在消费享受问题，衡量其投资的唯一标准就是增值多少。因而它们通常选择期望收益高的投资工具，如股票、地产等。因为资金量大，条件好，它们可选择的工具也更加多种多样；比如可以通过融资、借贷和期货以小博大，通过保险、期权、现货期货套做降低风险。

由于市场交易条件的改善，现在许多个人——特别是职业投资人——也可以采用机构投资人使用的各种投资工具。

从增值熵的角度看，1 万元和 10 万元之间的差距同 10 万元和 100 万元之间的差距是一样的。从消费享受的角度看也是如此。所以一个人在确定自己的投资工具之前，

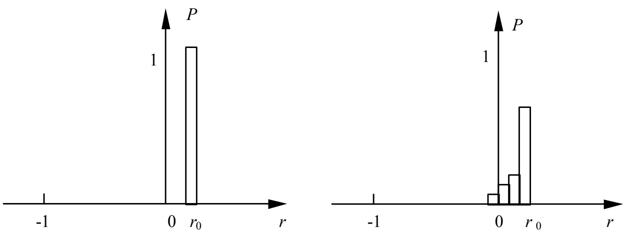
一定要考虑如何避免深度亏损。

银行存款

银行存款是收益较为稳定的投资。理想情况下的收益概率分布可由图 7.1a 表示。

但是，如果存在通货膨胀或货币贬值，加权平均物价增长为原来的 $R_0' = 1+r_0'$倍， 则存款人的实际收益是

$$r=（1+r_0）/（1+r_0'）-1 \qquad （7.2.1）$$



a）帐面收益　　b）考虑通货膨胀因素后的实际收益

图 7.1 银行存款收益的概率分布

其中 r_0 是银行存款利率。由于 r_0'是不确定的，r 也是不确定的，其概率分布如 7.1b 所示。经验表明，长期存款的风险也不小，动乱年代风险更大。中国前期实行的保值贴补政策就是为了弥补投资人的亏损。今后没有了，风险也大了。不过和国外的长期存款利率相比，中国目前的长期存

款利率较高（10%左右），风险也较小。

个人为了减小银行存款风险，应只将为解不时之需的钱存入银行，其余资金用来购买实物资产，比如住房、家具以及金融资产如股票；将部分资金花在子女读书上也是一种好的投资——智力投资。

个人住房、金银首饰

购买住房既是消费、又是投资。从投资的角度看，买房投资较之银行存款的最大优点是它能抵御通货膨胀风险。从消费的角度看，住自己的房子较之住租的房子更有安全感——比如不用担心房东春节前赶你走（笔者对此深有体会）。

分期付款或抵押贷款买房更适于工薪族。在美国，很多人把分期付款买房当作买养老保险。他们在能工作时付清买房钱，到退休时，房子已经大大升值了。这时他们卖掉住房，得到一大笔资金；一小部分用来租住宿舍楼（apartment），其余的一大部分用来畅享晚年，说不定还有足够的钱周游世界。

彼得·林奇是少有的炒股高手，可他对买房也特别推荐。

买房也是一种保留后备军的投资方法。许多透支炒股或炒期货的大户，一次大的失败就输光自己的全部资金。

如果他们在赚了大钱时拿一部分出来买房，则日后怎么输也不会变成穷光蛋。将好房换成差房，再创业的资金又有了。

购买金银首饰既是装饰的需要，也是对付通货膨胀的一种投资。不过它作为装饰和投资的意义都越来越不如过去。从装饰的角度看，过去老百姓钱少，一点金银很能显示财富，可现在一个金项链还不如一套名牌服装更能显示财富。要说纯为好看，两三十元的镀金铜项链可能更好。从投资的角度看，金银珠宝较之现钞也有其长处：在战争年代，纸币贬值快，使用范围有限，而金银珠宝作为货币不易贬值并到处通用。但是在和平年代，通用的优势几乎不存在了，剩下的保值优势也正受到假货的威胁。总之，对于普通人而不是收藏家来说，金银珠宝不是合适的投资工具。

艺术品、古董、邮票、古钱币等

我以为，许多艺术品、古董、邮票、古钱币之所以值钱，是因为有考古价值，因为物以稀为贵。有人说它们值钱是因为它们特有的艺术性和知识性，这我就不明白了。我怎么也看不出，从艺术欣赏和知识趣味的角度看，为什么一本印刷的邮票画册就比一本集邮册差，以致于前者只值 20 多元，后者要值几千几万元。

我还以为现在的许多邮票和钱币远超出它们的面值，完全是博傻的结果。由于过去的收藏家们赚钱的效用，许多人幻想自己的收藏有一天也价升千倍万倍，于是你藏我也藏。投机商利用大众的心理，炒买炒卖，从中牟利。我敢说，那些没有任何考古价值的东西，比如近年来大量发行的邮票，怎么炒上去的还会怎么跌下来。（现在已经跌了不少——笔者校对时注）

收藏古玩作为投资的一种，也有其优点——可以抵御通货膨胀，可以抬高投资人的“品位”。不过，随着现代科技的发展，许多收藏品的考古意义和艺术欣赏价值也渐渐不再稀罕了，因为要不了多久，任何一个中学生都能坐在电脑面前通过 INTERNET 网看到几乎任何一幅世界名画或几乎任何一张邮票了。

现在全国集邮集硬币的人恐怕不比股民少，闲来无事的人借此玩玩至少不比打麻将更糟。但是应注意：

1） 花面值几倍甚至几十倍的价格购买邮票或现代钱币是很危险的，千万不要倾囊而出、孤注一掷；

2） 此行不适于大资金买卖，因为大资金买进容易卖出难。

国债和国债回购

国债和银行定期存款类似，并且利率稍高。在国债可流通的情况下，购买国债比把钱存入银行更好——像活期

存款一样存取方便，又具有不低于定期存款的年利率。

目前最方便的国债交易是深沪证券交易所挂牌的国债交易。许多证券公司允许股民用股票帐户购买国债（挂牌价是面值为100元的国债的价格，买入10股表示购买面值10×100元），甚至允许股民用电话委托交易。只是交易要交少许的手续费（大约0.15%，是股票的1/5左右）。这给股民组合投资提供了极大方便。当股票风险大时，投资人可以减持股票、增持国债，当股票价格低时可以相反。

长期国债和长期存款一样具有风险。下面我们从加息对国债价格的影响来看这一风险。

例 设新发行的10年期国债，其年利率是13％（不计复利，到期还本付息）。1）如果一年后新发行的10年期国债年利率为11％，则你的国债头一年收益是多少？ 2）一年后发行的10年期国债年利率为15％时又如何？

解 1）设你的国债头一年收益是x，一年后的价格是$1+x$。市场行为使新旧国债后9年的收益等价，于是有

$$（1+10\times0.13）/（1+x）=（1+10\times0.11）^{9/10}/1$$

从而得$x=2.3/1.95—1=0.179$， 即你买的10年期国债头一年收益是17.9%，远高于它的几何平均收益

$$（1+10\times0.13）^{1/10}-1=0.087=8.7\%$$

2）类似地，可以算出后发行的10年期国债年利率为15％时，你买的国债头一年收益是

$$x=2.3/2.5^{9/10}-1=0.008=0.8\%$$

太亏了。

不难看出，国债期限越长，加息对其收益的影响就越大。因而购买长期国债要密切注意加息动向，有加息可能时少买或不买；如果无法预测加息减息，则最好分散投资，比如同时投资短期国债、实物资产和能抗通货膨胀的股票。

国债回购实际上是抵押贷款的一种形式，挂牌价格便是贷款的年利率。国内目前只许机构投资者参与交易。国债的机构持有者如果急需钱用，比如想认购新股，他可以卖出国债。但是如果他用钱的时间较短并看好国债，担心卖出国债后不能以合适的价格买回，那么他就可以选择国债回购交易——卖出国债的同时签订以指定的利率和指定的期限赎回国债的合约。

如果投资人特别看好某种国债，认为国债的收益比回购利率高，那么在不能做多国债期货的情况下，他可以利用国债回购变相做多国债期货。比如他可以在卖出待回购国债后，用得到的资金再买入该种国债，有了国债再得到抵押贷款……。这种做法也像做多国债期货一样，风险很大，不可孤注一掷。

垃圾债券、贷款和集资

债券当中，国债收益同银行存款类似。但是其他债券不同， 发行债券的公司可能会破产，投资人可能收不回或

只能部分收回本金。贷款给别人类似。

1994—1995 年，许多机构在天津和 STAQ 等市场贷出资金，有的血本无归，有的深深陷入三角债中。所以贷款收益看似稳定而实际上相当不稳定。图 7.2 显示了通常的低信用债券和贷款收益的概率分布（未考虑货币贬值）。

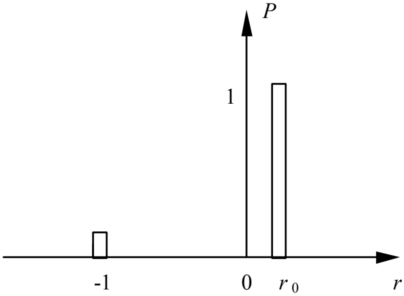


图 7.2 债券和贷款收益的概率分布

参加集资也是放贷的一种（住房集资除外）。有些单位以高达 20%—30%的年利率集资，有的声称是为职工谋福利、变相发奖金，有的以上级机关的名义，很有诱惑力。而实际上，这些集资风险极大。

有的集资人不能偿还所集资金，于是不得不搞新的集资，最后成为诈骗。长城机电公司是一起，无锡有一起，吉林有一起；这几起数额达数亿甚至十多亿元，当事人都已被枪毙。

放贷或参加集资也有获得高于银行利息的可能，是否投资要看：

1） 对方用于什么项目，能否获利?

2） 对方自有资金如何，信誉如何?

3） 担保人担保是否可靠?

中国 1994—1996 年还流行一些变相贷款。一种形式是：借贷者开出国债代保管单，约定到期归还国债所值。投资人好象是买了国债，而实际上是放贷，风险极大。另一种形式是：银行或信用社作为中介人（实际上相当于担保人）开出大额存单给放贷人，存单面值=贷款本加息/（1+存款利率），然后把钱贷给借贷人。贷款人期望到期时能像取存款一样连本带利收回资金。然而，如果借贷人还不了贷款，银行或信用社就会一直拖欠下去。广东海南就有许多欠钱不还的信用社甚至基层银行。据说某机构以大额存单方式贷款了上千万给海南某信用社，要债时信用社已经倒闭。找到有关领导，对方指着一大片空地说："你们的钱都投到跑马场去了，干脆你们做跑马场的股东吧。"

1996 年出台的担保法就是为了便于放贷人控制风险。但是如果担保人信誉不高或实力不够， 风险同样。 如果一个信用社净资产只有 500 万，你决不能指望它为了维护自己的声誉而赔你 1000 万。如果一个有几亿净资产的机构担保借贷人偿还 100 万的贷款，放贷人的风险相对要小得多。

利用掷硬币打赌优化比例公式可以确定贷款的最优比例。

例　某金融机构借入的利率是 15%，贷出的利率是 25%，正常获利的概率是 0.94，本息全无的概率是 0.06。问：1）贷出资金占净资产的多大比例为好? 2）如本息全无的概率增大为 0.09 ，最优比例如何?

解　1）由题意可知

R_0=1.15，R_1=0，R_2=1.25，P_1=0.06，　P_2=0.94；

$\Delta_1=R_1-R_0$= 0−1.15=−1.15；$\Delta_2=R_2-R_0$= .25−1.15=0.1；

$$q^*=-\frac{0.06\times(-1.15)+0.94\times 0.1}{(-1.15)\times 0.1}\times 1.15=0.25$$

故贷出比例是自有资金的 25%为好。

2）按上式求出 $q^*<0$，故一分不贷最好。解毕。

担保和名义出租

为他人的借贷提供担保是看似安全而风险极大的投资（投入信誉）。担保好象不用自己投资就有利可图， 因为信誉用过还在，可以无本生利——得到一定酬金或某种潜在的利益。而实际上，担保相当于得到一笔不用付息的资金再借贷给别人。一旦借贷人无法还债或不想还债，担保人就要损失这笔资金——它是预期收益的几十甚至几百倍。

出租证券、期货等交易席位或公司的名义实际上也是担保的一种，并且比一般的担保风险更大。因为一般的担

保亏损有限，而出租席位亏损无限。1994—1995 年有一些机构为了一点蝇头小利把天津拆借市场的交易席位出租给辽国发之类，辽国发之类从市场上借出大量资金不还，使得这些出租机构落得一身债务。因为席位出租并不合法，这些机构大多不敢打官司，不得不忍气吞声，装孙子求辽国发之类还钱。有的期货公司为了几十万的手续费把席位或下单权交给操纵期货价格的庄家，结果庄家坐庄失败无钱可还，期货公司亏损上千万。有些国有企业让私人承包，有的知名百货大楼把摊位出租给私人，这样做和出租名义类似，也有风险。

担保和贷款相比，不同的是并不投入资金，或者说拿信誉做资本。担保和名义出租的收益的概率分布如图 7.3。

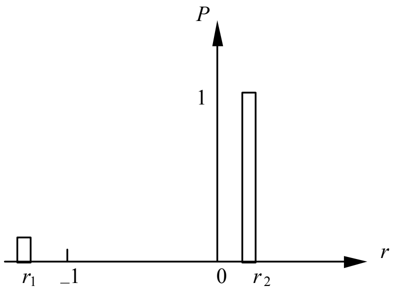


图 7.3 担保（包括名义出租）的收益的概率分布

（r_1 可能为 $-\infty$）

要确定一种担保是否值得，可以利用增值熵公式。

例 担保人获利是担保金额的 2.2%，如期获利的可能性是 98%，赔偿的可能性是 2%。问：1）担保金额是自有资金的 1/3 时，担保是否值得？2）担保的金额最好是多少（假设担保收益率和担保金额无关）？

解 由题意知 $r_0=0$，$\Delta_1=r_1=-1$，$\Delta_2=r_2=0.022$，$P_1=0.02$，$P_2=0.98$

1） $q=1/3$ 时，

$$H=0.02\log（1-1\times 1/3）+0.98\log（1+0.022\times 1/3）$$
$$=-0.0013（比特）<0$$

故不应担保；

2）$R_0=1+r_0=1$，

$$q^*=-\frac{0.02\times(-1)+0.94\times 0.022}{(-1)\times 0.022}=0.071=7.1\%$$

故担保的金额最好是自己净资产的 7.1%。解毕。

上例中，增值熵是担保金额的函数：

$$H（q）=P_1\log（1+r_1q）+P_2\log（1+r_2q）$$

其函数图像如图 7.4 所示。

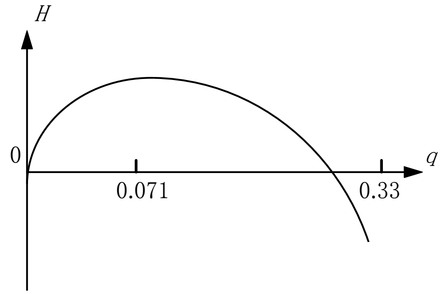


图 7.4　增值熵随担保金额的变化

贷款的增值熵随贷款比例变化的几何图形和图 7.4 类似，可见贷款和担保同样需要量利且量力而行。

产业投资及投资基金

产业投资比如：搞房地产、开酒店、办工厂、搞养殖、研制和生产高科技产品……高科技投资通常又叫风险产业投资。其实其它几种投资也有风险，只是高科技投资失败可能性更大，风险更大；当然，如果成功，收益也更大。

投资房地产的风险近几年逐渐被大家意识到。1992—1993 年，许多搞房地产的人赚了大钱，赚钱的效用使得大家一拥而上。加上部分国人素质有限，有了钱要投资，投资什么呢？搞房地产、造酒楼、开宾馆吧！1994 年开始银根紧缩，同时商品房、特别是海南、深圳和广东的

商品房逐渐供过于求。有的房子建好了卖不出去，一积压就是两三年。由于房地产商大多向银行大比例借贷，年利息往往在20％以上，使得房地产亏损如期货亏损，亏掉100％不足为奇。有的房子建了一半就因为贷不到款或不想贷而停工了，那样更糟。

房地产的风险来源于：盲目开发导致供求失衡；大比例借贷；激烈的低档次竞争；诈骗者混入……

据说有不少港台不法分子带十来万来大陆行贿，拿到某块地的开发许可证，然后寻找机构投资人入伙——入伙资金达数千万。他们有了钱就花天酒地，房地产亏损概不在乎，有的甚至卷款潜逃。亏损单位大多是国营的，许多办事人为保乌纱帽，或者因为私下得了好处，不敢报案或打官司，使得诈骗者逍遥法外。

要谈房地产的风险控制对我来说太难了。我能讲的只是：在收益不确定的情况下，如何优化投资规模和贷款比例。前面所述的用于证券的优化投资比例公式同样可用于此（不赘）。

投资办工厂的风险也是最近几年才被大家认识到的。5年前，市场是卖方市场，有产品不愁卖不出去，投资办厂只是赚多赚少问题。最近几年，市场经济的发展使得商品供应充裕，市场变为买方市场，产品卖不出去的现象到处可见。前几年许多乡镇企业盲目上马使得原材料涨价，效益不好的企业更是步履维艰。

对于乡镇企业，最为困难的是集约化大生产和小资金的矛盾。要想竞争不败，必须有大的投入，从而产生规模效益。但是，对于资金本来就不多的乡镇企业，集中力量搞大的投资风险又太大。我下放过的公社（现在是乡）就忍痛拿出近千万办了个柠檬酸钠（用于造汽水的）厂，但是因为无法产生效益，没投产就倒闭了，给乡信用社留下了一个本世纪无法弥补的大窟窿（顺便说一句，许多上市公司热衷于参股银行和信用社，殊不知这也有风险，而且风险极大）。

因为投资收益不确定、风险大，所以要分散投资。但是现代商品生产又要求投资人集中投资产生规模效益。如何解决大生产和小资金的矛盾？一种方法是自我积累，滚动投资。但是这样发展太慢。另一种方法是通过产业投资基金投资，比方说一个县或一个地区成立两三个投资基金，各乡把资金投往基金，基金交由行家管理，大的项目由一个或数个基金出面投资。如果这样，一个投资基金投资的 10 个项目中只要有 1/3 效益很好，其余的哪怕有一半是亏的甚至血本无归，所有投资人都不会有大的风险。

对于高科技产业，投资基金更为必要。高科技投资的失败比率恐怕远远超过一般人的想象，因为一般人只知道成功者，而不知道失败者。打个比方，你到专利局找来 100 项专利，可能其中有一半是设计有问题的或功能达不到要求的，剩下的又有一半是工艺或材料问题难以解决的，再

剩下的又有一半是因为造价太高而卖不出去的,……最后只有两三个是不错的，可是有一个你刚造出来，市场上就有了同样功能甚至更好功能的产品。投资高科技和开发专利产品是相似的。

高科技投资很像赌马，只有风险投资基金才能忍受“赌马”的一次又一次失败；但是只要有一次成功，多次失败的损失就会得到补偿。

从熵理论看赌博

这里分析赌博并不是为了赌博本身，而是为了加深我们对风险决策的理解。

赌博、投资和下围棋比较

赌博和投资并没有严格的分界线。首先，两者收益都是不确定的；其次，同样的投资工具，比如期货，你可以按照投资的方式来做，也可以按照赌博的方式来做——不做任何分析，孤注一掷；同样的赌博工具，比如赌马，你可以像通常人们所做的那样去碰运气，也可以像投资高科技产业那样去投资——基于细致的分析，按恰当的比例下注。

但是赌博和投资也有显然不同的地方：投资要求期望收益一定大于 0，而赌博不要求，比如买彩票、赌马、赌大小……的期望收益就小于 0；支撑投资的是关于未来收益的分析和预测，而支撑赌博的是侥幸获胜心理；投资要求回避风险，而赌博是找风险；一种投资工具可能使每个投资者获益，而赌博工具不可能。

投资也是一种博弈——对手是“市场先生”。但是，评

价投资和评价通常的博弈比如下围棋不同。下围棋赢一目空和赢一百目空是等价的，而投资赚钱是越多越好。由于评价标准不同，策略也不同。

对于赌大小或赌红黑那样的赌博，很多人推荐这样一种策略：首先下一元（或 1%），如果输了，赌注加倍；如果赢了，从头开始再下一元。理由是只要有一次赢了，你就可以扳回前面的全部损失，反过来成为赢家——赢一元；有人还认为它是一种不错的期货投资策略。但是从熵理论看，这是一种糟透了的策略。因为这样做虽然胜率很高，但是赢时赢得少，输时输得多——可能倾家荡产，期望收益为 0 不变，而风险无限大。不过，这种策略对于下围棋等博弈倒是很合适，因为下围棋重要的是输赢，而不在于输赢多少目。围棋手在实空不如对手的情况下扩大战争或放出胜负手就是采用这一策略。

赌马的下注问题

我们假设一个人以投资的方式不断重复地参加赛马打赌，他根据自己的概率预测和庄家的赔率确定下在各匹马上的赌注。假设赌的是最简单的一种：猜第一名。

设有 n 匹赛马，第 k 匹马获胜的概率是 P_k， 奖金是彩票价格的 r_k 倍；第 k 匹马获胜时投资人的产出比是

$$R_k=q_0-q+q_kr_k=q_0（1-q_0）+r_kq_k=2q_0-1+r_kq_k \quad （8.2.1）$$

其中 q_0 是未下注现金比例，$q=1-q_0$ 是下注的总资金比例，q_k 下在第 k 匹马上的资金比例，投资的增值熵是

$$H=\sum_{k} P_k \log(2q_0-1+r_k q_k) \qquad (8.2.2)$$

在条件

$$\sum_{k=0} q_k=1 \qquad (8.2.3)$$

的限制下，用拉格朗日乘子法可以求出：改变 q_1，q_2，...，使得

$$\frac{P_1 r_1}{R_1}=\frac{P_2 r_2}{R_2}=\frac{P_3 r_3}{R_3}\ldots \qquad (8.2.4)$$

时，增值熵达最大。这一问题用计算机求解并不困难。

如果不是赌第一名，而是赌某种顺序，上面方法同样实用，只是概率 P_k 的确定较为复杂。

怎样战胜“小神仙”

电影《生死赌门》上面有个小神仙，特别善于心理战。赌博方式是猜宝，那里的宝是两个分别涂有红黑二色的圆块块。小神仙在密室里把其中之一放在宝盒中，然后让人拿出宝盒供大家下注，下中颜色者赢，否则输。猜家总是根据前面的颜色预测后面的颜色，如果出宝者出的颜色顺序和猜家预测的不同，猜家就会输。有一次小神仙一连出

十几个黑，令众多赌徒大跌眼镜。后来赌场老板为鼓励其他赌博高手向小神仙挑战，给予优惠赔率：挑战者输了一赔一，赢了一赔五。结果小神仙还是一再取胜。

现实中可能有这样赢钱的赌坊吗？我说可能。假设每赌三次小神仙赢两次，赌徒每次拿出自己的一半资金下注，那么赌徒的几何平均产出比是$[0.5^2\times3.5]^{1/3}<1$，重复赌下去，赌徒必输无疑。很多赌徒没有足够的耐心，输到一定程度就孤注一掷，那样亏光更快。

怎样战胜小神仙呢？首先要有恰当的比例。根据熵理论得出的比例是

$$q^*=-\frac{(2/3)\times(-1)+(1/3)\times5}{(-1)\times(5)}=0.2$$

即每次拿出你的 20％资金下注，多次重复，必能取胜。

另外，你可以通过掷硬币确定下哪一种颜色，由此避免心理战。小神仙再聪明也难猜中掷硬币结果，那样你的胜率当接近 1/2。

如果你没有太好的运气，赌场老板不是一赔五，而是一赔二，即使你通过掷硬币避免心理战的不利，你也要注意控制下注的比例（25％最优，超过 50％就会输钱）。

由前面分析可以看出，赌场老板赢钱的一个重要原因是：参赌者没有足够的耐心，或赌注下得太高，使得赌友很容易输光自己的资金，失去扳本的机会；而赌场老板的“战斗寿命”则要长得多，因为资金实力更雄厚，也因为面对不同的赌友老板分散了投资，因而不容易输光。

另外，许多赌博方式都有庄家占先的特例，比如掷 3 只骰子赌大小，只要庄家掷出三个“1”或三个一样，则不管下注者掷出什么，庄家通吃，这使得庄家的期望收益大于 0，而下注者的期望收益小于 0。从统计的角度看，赌得越久，庄家胜率越大。

有部美国电影叫《赌场风云》，其中讲道，如果谁赢了大钱，老板就会想方设法缠住他再赌，使用的办法小到让妓女去挽留，大到让飞机晚点。没有耐心的赢家往往很快会变为输家。

上面讲的还是比较规范的赌场，有的赌场在赌具上搞鬼，或者使用暴力挽回损失，那么赌徒就更没有赢钱的希望。

想通过赌博赚钱往往是“出去剪羊毛，自己的脑瓜被剃成瓢”。但是由于人的冒险本性和总希望有意外惊喜的本性，使得赌博可以作为一种娱乐。注意，赌注小点再小点，不然娱乐就会变成痛苦。

贪大的数学分析

人们在赌博、炒股票、做期货、做生意等决策时往往遇到两难选择：一种是可靠地赢小钱，还有一种是不可靠地赢大钱。怎样在盈亏幅度和概率之间作适当的权衡呢？下面是根据增值熵决策的一个例子。

例　假设对于一种牌局有两种赌博方案，方案 1 盈利

可能性大，但幅度小；方案 2 盈利可能性小，但幅度大。

1）对于赌徒张三，两者收益预测是

$$F_{r1}=\{0.2|-0.1，0.8|0.1\}$$

$$F_{r2}=\{0.8|-0.2，0.2|2\}$$

请问张三该不该贪大（选方案 2）?

2）假设李四遇到同样的牌局，但李四的资金是张三的两倍（盈亏相对幅度减少一半），请问李四该不该贪大?

解 1）张三选择两种方案的增值熵分别是

$$H_1=0.2\log(1-0.1)+0.8\log(1+0.1)=0.080 \text{（比特）}$$

$$H_2=0.8\log(1-0.2)+0.2\log(1+2)=0.058 \text{（比特）}<H_1$$

故张三不该贪大。

2）李四的收益预测变为

$$F_{r1}=\{0.2|-0.05，0.8|0.05\}$$

$$F_{r2}=\{0.8|-0.1，0.2|1\}$$

增值熵变为

$$H_1=0.2\log(1-0.05)+0.8\log(1+0.05)=0.041 \text{（比特）}$$

$$H_2=0.8\log(1-0.1)+0.2\log(1+1)=0.079 \text{（比特）}>H_1$$

故李四应该贪大。

由上面例子可以看出：该不该贪大不仅和收益预测有关，也和自己的资金实力有关。

从 Shannon 信息论到广义信息论

本章先简单地介绍 Shannon 信息理论，然后将通信优化和编码优化作一比较——笔者以为这是很有趣的。本章后面的鲁氏广义信息论来自笔者的专著《广义信息论》[4]，但是严格说来，笔者的广义信息理论还应该包含下一章的基于增值熵的信息价值理论。之所以加上“鲁氏”二字是因为广义信息理论有多种，不加有暗中兜售私货或“篡位”之嫌。

Shannon 信息论简介

1948 年，美国工程师 Shannon 在贝尔实验室杂志上发表了长文《通信的数学理论》[7]，这篇文章标志着 Shannon 信息论或者说经典信息论的诞生。

经典信息论的诞生有两个来源，一是来源于物理学的熵理论。Boltzmann 在讨论熵问题时就说过：熵是对失去的信息的度量。信息论中的熵 $H(X)$和 Boltzmann 熵 S 存在

某种等价关系(见《广义信息论》6.1 节)。这说明了两者有血缘关系。

信息论的另一个来源是早期人们对电报通信的研究。自 16 世纪，Gilbert 等人就研究了电报电码问题，这一研究的著名产物是 Mouse 电报电码。使用该电码可以用较少的电报符号传递较长的电文。而 Shannon 熵正反映了使用最优方式编码时，平均每个文字需要的最短码长。

Shannon 通信模型如图 9.1 所示。

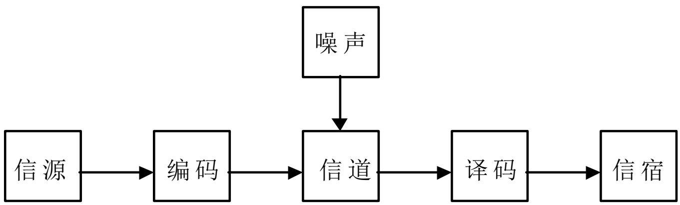


图 9.1 Shannon 通信模型

有时我们把编译码部分和噪声并入信道，则通信模型简化为

信源→信道→信宿

我们用取值于 $A=\{x_1, x_2, ...\}$中的随机变量 X 表示信源文字，用取值于 $B=\{y_1, y_2, ...\}$中的随机变量 Y 表示信宿文字，于是信源和信宿可以被抽象为概率分布函数 $P(X)$ 和 $P(Y)$，而信道可以被抽象为条件概率分布函数 $P(Y|X)$。

信源的熵是

$$H(X) = -\sum_i P(x_i)\log P(x_i) \tag{9.1.1}$$

Y 提供的关于 X 的平均信息量是给定 Y 时 X 的熵的减量，即

$$\begin{aligned} I(X;Y) &= H(X) - H(X|Y) \\ &= -\sum_j \sum_i P(x_i, y_j)\log\frac{P(x_i|y_j)}{P(x_i)} \end{aligned} \tag{9.1.2}$$

这就是著名的 Shannon 互信息公式；其中 $H(Y)$是 Y 的熵，$H(X|Y)$是给定 Y 时的 X 的条件熵。给定 $Y=y_j$ 时，$I(X;Y)$ 变为 y_j 提供的关于 X 的平均信息：

$$I(X;y_j) = -\sum_i P(x_i|y_j)\log\frac{P(x_i|y_j)}{P(x_i)} \tag{9.1.3}$$

上式也叫 Kullback 公式。后面将说明，如果把 $P(X|y_j)$ 理解为预测的可能性测度，则 $I(X;y_j)$ 就是预测和事实一致时的平均信息。可以证明 $I(X;y_j)$必然大于 0。

Shannon 定义了两个重要函数：信道容量和保真度信息率。关于后者的理论后来又有所发展，并且保真度信息率被改称为信息率失真(information rate—distortion)[27]。信道容量和信息率失真分别是通信的数量和质量指标。如果把通信系统和生产系统相类比，则信道容量就相当于生产能力，而信息率失真就相当于给定产品质量要求时，单位产品所需要的最少劳动量。

近 50 年来，以 Shannon 理论为核心的经典信息理论在编码、检测等方面取得了巨大成就；然而，它远不能解

决信息领域实际遇到的数学问题。这些问题是：怎样度量一系列颜色或图像实际给予的信息？感觉分辨率怎样影响主观信息量？相似事件而不是随机事件提供的信息如何计算？信源和信道可变时信息量如何计算……怎样度量统计数字的信息和信息价值？怎样度量语言、预言(比如天气预报)和谎言的信息和信息价值？将有不确定事件发生时，选择怎样的语句可以提供最多信息或信息价值？给定通信的主观效果和信息价值要求时，客观信息率或平均码长可能压缩到多少?

把Shannon理论应用于日常生活会得出非常奇怪的结果，这可以用一个例子来说明：有两个气象台，关于是否下雨，一个总是正确预报，而另一个总是错报；而根据Shannon 理论，两者提供的信息是一样的，因为Shannon理论只看概率，不看语义。

关于 Shannon 理论的局限性，我们可以换一种说法：Shannon 创立的经典信息论根本就不是关于我们日常所说的 “信息”的理论，它充其量只是通信编码理论。但是Shannon 信息和日常信息也不是没有联系，后面我们将证明，Shannon 信息是日常信息的某种特例——假设收信者完全了解预测者预测规则时的特例。

Shannon 熵和 Shannon 互信息的编码意义

使用电报通信的早期，人们用长短不同的信号表示所要传递的字母 A，B，C，……。设长短信号分别用 0，1 表示，则一个字母可用一个 0-1 码，比如 001 表示。后来发现，用较短的 0-1 码表示经常出现的字母，比如 E；而用较长的 0-1 码表示较少出现的字母，比如 X；这样就能在传递相同电文的情况下所用 0-1 码的总长度最短，或每个字母所用平均码长最短。然而，要想不失真地，即在 $H(X|Y)=0$ 的情况下，传递电报电文，平均码长最多能缩短到多少呢？Shannon 理论告诉我们，这个平均码长的极限就是 Shannon 熵（假设信源信号前后无关或者说信源是无记忆的)。

通信系统中平均码长公式是

$$\bar{c}=\sum_{i=1}P(x_i)c_i=\sum_{i=1}P(x_i)\log m_i \tag{9.2.1}$$

其中 c_i 是为 x_i 编码的码长，m_i 是长度为 c_i 的码的变化种数，比如用 0，1 二进制数编码，对数以 2 为底，c_i=2 时，有 00，01，10，11 四种变化。编码优化就是改变编码规则，使 $\bar{c}$ 最小。Shannon 离散无记忆信源无失真编码定理告诉我们，当编码使得

$$\frac{P(x_1)}{(1/m_1)}=\frac{P(x_2)}{(1/m_2)}=\ldots=\frac{P(x_n)}{(1/m_n)}=1 \tag{9.2.2}$$

近似成立时，$\bar{c}$ 接近其最小值——它就是 Shannon 熵：

$$H = -\sum_{i=1} P(x_i)\log P(x_i) \tag{9.2.3}$$

比如要传递三个可能的文字 a，b，c 之一，它们出现的概率分别是 1/2，1/4，1/4； 我们用 0-1 码编码，使平均码长等于 Shannon 熵的编码规则如表 9.1 所示。

表 9.1 平均码长等于 Shannon 熵的编码

文字	a	b	c
概率	1/2	1/4	1/4
编码	0	10	11
码长	1	2	2

如果各文字出现的概率不正好等于 1/2，1/4，1/8，... 我们可以把相继的几个文字当作一个字母来编码(分组码)，使得平均码长无限地接近 $H(X)$。

因为熵 $H(X)$和 $H(X|Y)$分别意味着 Y 提供前后，我们为 X 编码的最优编码平均码长，所以 Shannon 互信息 $I(X;Y)$ 意味着因 Y 提供信息而节省的平均码长。可见 Shannon 熵和 Shannon 互信息有其客观性。

投资和编码比较

比较平均码长公式

$$\bar{c} = \sum_{i=1} P(x_i)\log m_i \tag{9.3.1}$$

和增值熵公式

$$H = \sum_{i=1}^{W} P(x_i)\log R_i = \sum_{i=1}^{W} P(x_i)\log \sum_{k=0}^{N} q_k R_{ik} \tag{9.3.2}$$

可见，R_i 就相当于 m_i ，投资比例矢量(q_k)就相当于编码规则。投资组合优化就是要改变(q_k)使 H 达最大(而不是最小)。可以证明，当(q_k)使得

$$\frac{P_1}{(R_1/\Delta_1)} = \frac{P_2}{(R_2/\Delta_2)} = \dots \frac{P_N}{(R_N/\Delta_N)} = \lambda \tag{9.3.3}$$

时(λ为常数)，增值熵 H 达到其最大值 H^*。

在通信系统中，设系统每单位时间传输 1 个文字，前后文字无关，则 Shannon 熵意味着信息传输速率。类似地，对于投资组合来说，增值熵意味着增值速率。设具有年产出比 R_g 的投资组合在 T 年后增值为 M，则

$$R_g{}^T = M \tag{9.3.4}$$

即

$$T = \log M / \log R_g = (\log M)/H \tag{9.3.5}$$

比较物理学公式：

时间=距离/速度

可见增值熵 H 作为速度的意义更加明显。投资和编码的相似性可以进一步从下一节内容看出。

投资渠道和投资容量
——Shannon 信道容量理论推广

我们先看经典信息论中的信道容量定义[27]。

给定信道 $P(Y|X)$，信源 $H(X)$不同，互信息 $I(X;Y)$也不同。信道容量被定义为：给定信道 $P(Y|X)$时，改变信源 $P(X)$，使得当 $P(X)=P^*(X)$时，互信息 $I(X;Y)$达最大，这个最大值就是信道容量。设 P_C 是所有可能的信源构成的集合，则信道容量 C 的数学定义是

$$C=\max_{P(X)\in Pc} I(X;Y) \tag{9.4.1}$$

信道容量告诉我们不要期望用有限容量的信道传递过量的信息。求信道容量的具体方法在经典信息论中有详细讨论；下面我们只简要叙述一下连续高斯信道——即有正态分布叠加噪声的信道——的容量。

设 $X\in A=B=(-\infty,+\infty)$，叠加性噪声 Z 是均值为 0，方差(或功率)为$\sigma^2$ 的高斯变量；输入为 X 输出为 $Y=X+Z$，

则可以推导出信道容量为

$$C = \frac{1}{2}\log\frac{P_{wo}}{\sigma^2} = \frac{1}{2}\log(1+\frac{P_{wi}}{\sigma^2}) \tag{9.4.2}$$

其中 P_{wo} 和 P_{wi} 分别是信号输出和输入功率。上式表示，和输入功率相比，噪声功率σ^2越小，信道容量越大。

现在考虑投资问题。我们把未来价格矢量发生的概率分布 $\boldsymbol{P}$=(P_1, P_2， ... P_M)和增值矩阵 $\boldsymbol{R}$=(R_{ik})组成的对($\boldsymbol{P}$，$\boldsymbol{R}$)叫做投资渠道，所有可能的投资比例矢量 $\boldsymbol{q}$=(q_0，q_1, q_2, ...q_N)构成的集合是 $\boldsymbol{q}_C$ ，则投资渠道的容量(简称投资容量)被定义为

$$H^* = \max_{q \in q_C} H(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{R}, \boldsymbol{q}) = H(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{R}, \boldsymbol{q}^*) \tag{9.4.3}$$

其中 $\boldsymbol{q}^*$是最优投资比例，它是 $\boldsymbol{P}$ 和 $\boldsymbol{R}$ 的函数，即 $\boldsymbol{q}^*=\boldsymbol{q}^*$（$\boldsymbol{R}$，$\boldsymbol{P}$）。

比如，对于典型的掷硬币打赌，收益预测为

$$F_r=\{0.5|r_1，0.5|r_2\}=\{0.5|\Delta_-, 0.5|\Delta_+)$$
$$=\{0.5|E-R_r，0.5|E+R_r\}$$

其中 $r_1<0<r_2$，E 是期望收益，R_r 是增值风险。最优投资比例是(因为是一维的，矢量变成标量)：

$$q^* = \begin{cases} 0, q' \le 0 \\ q' = -\dfrac{E}{\Delta_-\Delta_+}, 0 < q' < 1 \\ 1, q' \ge 1 \end{cases} \tag{9.4.4}$$

当 $q^*=q'$时，投资容量为

$$
\begin{aligned}
H^* &= \frac{1}{2}\log(1+q^*\Delta_-)+\frac{1}{2}\log(1+q^*\Delta_+) \\
&= \frac{1}{2}\log\left[(1-\frac{E}{\Delta_+})(1-\frac{E}{\Delta_-})\right] \\
&= \frac{1}{2}\log\frac{1}{1-(E/R_r)^2}
\end{aligned}
\tag{9.4.5}
$$

根据泰勒级数公式，当 $x<1$ 时，

$$\frac{1}{1-x}=1+x+x^2+x^3\ldots\approx 1+x \tag{9.4.6}$$

因为 $r_1=E-d<0$，所以 $E/d<1$，因而有近似的信道容量公式

$$H^*=\frac{1}{2}\log(1+\frac{E^2}{R_r{}^2}) \tag{9.4.7}$$

可见期望收益的平方 E^2 很像通信系统中的信源信号功率，风险测度的平方 R_r^2 很像是噪声功率。上式中 E^2/R_r^2 越大，投资容量越大，这和通信系统中信噪比越大，信道容量越大是一样的。

$q^*=0$ 时，投资容量 $H^*=0$；当 $q^*=1$ 时，投资容量是

$$H^*=0.5\log[(1-\Delta_-)(1+\Delta_+)]=0.5\log[(1+R_r)^2-E^2] \tag{9.4.8}$$

假设允许透支和卖空，则 q^*可能大于 1 或小于 0，H^*作相应变化(不赘)。

Shannon 信道编码定理告诉我们：给定信道时，只要传递的信息率小于 C，我们总可以在原信源和信道之间加一个编码环节作某种编码，使得在信道输出端无失真地译出信源信号的概率无穷地接近于 1；不能指望通过有限容量的信道传输过量的信息；编码的目的实际上就是使信源

和信道相匹配。

关于投资容量，我们有类似结论，组合投资的目的就是使资金和投资渠道相匹配。

在通信系统中，除了有改变信源使之匹配信道的问题，也有改变信道使之匹配信源的问题，后一问题就是保真度信息率(或信息率失真)问题。但是在投资系统中，这一问题没有实际意义，因为从数学上看，可能的投资渠道会使增值熵达无穷大。

广义信息论研究背景

几乎每个领域都有把已有的正统理论奉为圣经，从而拒斥一切“异端邪说”的卫道士。下面我们向经典理论提几个问题，广义信息论的基本思想也由此体现出来：

1) 人（或动物）能否接收信息？人收到信息和更具体更正确地了解事实是不是一回事？

2) 通常人并不知道确切的事实发生的概率和条件概率，而只能根据经验、知识、语言、感觉或测量信号作主观预测，这时信息量如何求法？

3) 常识告诉我们，主观预测与事实相符且精确，所得信息就多，反之，信息就少，信息论如何与常识保持一致？

4) 实际的通信系统通常是开放的，人对于事实(即信

源和信道)的认识总是处于进化之中，这时信息量如何求法？

人们常说，我们的时代正走向信息化时代；然而信息论落后于时代在今日是再严重不过了。虽然 Shannon 理论声名卓著，然而它所涉及的信息仅仅是日常语言所说的信息的一小部分，即被减小的随机不确定性。而对于语义信息、感觉信息、偶然事件及测量数据提供的信息，Shannon 理论无能为力；甚至在经典通信范围内，信源或信道可变时，信息也不可度量。

实际上，任何一种通信都不能完全排除信号的意义问题。经典信息理论中讨论的信息率失真问题就和信号的意义密切相关。没有意义，哪来失真？由于避免考虑意义，经典的信息率失真理论就注定了残缺不全。失真实际上就是主观信息损失，因为不考虑意义，它就只能来自人为定义，而不是由统计确定；强调统计却反而导致统计的忽视。控制系统中的预测质量本来就应该用预测提供的信息作为评价标准，因为排除意义，预测信息就无法度量。

其实，曾和 Shannon 合著《通信的数学理论》[28]一书的 W. Weaver 在该书中的一篇论文中就提出通信的三个水平：水平 A——通信的技术问题，如 Shannon 理论研究的；水平 B——考虑到语义问题；水平 C——考虑到效用或价值问题。

继 Weaver 之后，许多学者对广义信息作了不懈的努

力，建立了各种各样的广义信息测度公式[4]，但是那些公式皆很难被理解和应用——如用于天气预报或股市预测。

笔者为了解释自己建立的色觉机制数学模型——色觉的译码模型——的合理性，从 1988 年开始研究感觉信息，后来又研究语义信息，继而建立了自己的广义信息理论。新的广义信息测度既和常识吻合，也是 Shannon 信息测度的自然推广。笔者以为自己找到了人们要找的东西。

鲁氏广义信息论

集合 Bayes 公式和三种概率的区别和联系

设信源信号集合(或字母表)$A=\{x_1，x_2，…，x_m\}$，信宿信号集合 $B=\{y_1，y_2，…，y_n\}$，X 和 Y 分别是取值于 A 和 B 中元素的随机变量。已知 $P(x_i)$和 $P(y_j|x_i)$可以求出反条件概率

$$P(x_i|\,y_j)=P(x_i)P(\,y_j|x_i)/P(\,y_j) \tag{9.6.1}$$

这就是 Bayes 公式，其中

$$P(y_j)=\sum_i P(x_i)P(y_j\,|\,x_i) \tag{9.6.2}$$

设有 A 中子集 A_j，A_j 的特征函数为 $Q(A_j|X)\in\{0，1\}$，记 $X\in A_j$ 的概率是 $Q(A_j)$，则

$$Q(A_j) = P(X \in A_j) = \sum_i P(x_i)Q(A_j \mid x_i) \quad (9.6.3)$$

我们记 $Q(x_i|\mathrm{A}_j)=P(X=x_i|X\in A_j)$，于是有

$$\begin{aligned} Q(x_i \mid A_j) &= P(X = x_i, X \in A_j) / P(X \in A_j) \\ &= P(x_i)Q(A_j \mid x_i) / Q(A_j) \end{aligned} \quad (9.6.4)$$

上式中，我们也可以用 $Q(x_i)$代替 $P(x_i)$(用主观概率预测代替客观统计)。

上式是以集合为条件的 Bayes 公式，我们简称它为集合 Bayes 公式，$Q(x_i|A_j)$是 A_j 中 x_i 发生的概率。汪培庄教授提出的随机集落影理论把模糊集看作是清晰的随机集合的统计结果[29]，通过随机集合落影理论，式(9.6.4)可被推广到集合模糊时的情况，推广后的集合特征函数 $Q(A_j|x_i)$又叫 x_i 在 A_j 中的隶属度。设谓词 y_j= “X 在 A_j 中”，则 A_j 是 A 中使命题 $y_j(x_i)$为真的所有 x_i 构成的子集，$Q(A_j)$是谓词 y_j 的逻辑概率，$Q(A_j|x_i)$是命题 $y_j(x_i)$的逻辑概率，$Q(x_i|A_j)$是给定预言 y_j 时预测 x_i 发生的概率，即

$Q(A_j)=Q(y_j$ 为真$)$

$Q(A_j|x_i)=Q(y_j$ 为真$|x_i)= Q(y_j(x_i)$为真$)$

$Q(x_i|A_j)=Q(x_i|y_j$ 为真$)$

鲁氏广义信息论中用到三种概率：

1) 客观概率——通常概率论所讨论的或 Shannon 信息论所涉及的概率是客观概率，或者说是基于频率解释的概率；

2) 主观概率——不是基于统计而是基于主观预测的概率，即 Bayes 学派理解的概率；

3) 逻辑概率——命题或预言被不同的人或在不同情况下判定为真的概率，即 Carnap 等人所讨论的概率。

我们以下雨为例说明三种概率的区别。

1) 由历年气象数据统计得到的某地某月某日无雨的概率为客观概率——即数理统计所使用的概率，后面有时也简称为概率，如 $P(x_i)$，$P(y_j|x_i)$等即是；

2) 预报员根据气象观察数据和理论(或听众根据预报语言)预测未来某天无雨的概率是主观概率，它有时也被称为可能性测度，后面的 $Q(x_i)$，$Q(x_i|A_j)$等即是；

3) 给定天气或日降水量时，某一语句比如“这天有大雨”被听众判断为真的概率是逻辑概率，有时也被称之为置信度，后面的 $Q(A_j|x_i)$，$Q(A_j)$等即是。

前面两种概率通常被视为概率的两种互不相容解释，自概率论诞生以来就有；而在广义信息论中，这两者是互补的。

值得注意的是，语句 y_j 同时具有客观概率即语句被选择的概率 $P(y_j)$和逻辑概率 $Q(A_j)$，两者一般不等；前者是纯客观测度，后者和主观理解的语义有关。比如某气象台一年到头总是报“无雨”，则选择概率 P(“无雨”)=1，而逻辑概率 Q(“无雨”为真)则和“无雨”的语义有关，而和语句被选择与否无关；经验告诉我们，它约为 0.8。

$P(y_j|x_i)$和 $Q(A_j|x_i)$，$Q(x_i|A_j)$和 $P(x_i|y_j)$ 的区别同理。

广义通信模型和广义信息测度

广义通信模型充分体现了这样的思想：信息来自预测，信息的多少需要事实检验；越是把主观原以为偶然的事件预测为必然并且预测正确，信息就越多，否则信息就越少甚至为负值。根据这种思想，最一般的信息是预言信息，其它信息都是预言信息的特例。这一通信模型和波普尔(K. R. Popper)的科学进化模式极为一致；同时也贯彻和深化了马克思主义的实践检验真理思想；Weaver 的一些思想也由此得到贯彻。

关于知识或科学理论的进化模式，Popper 认为，科学理论起于问题，为了解决问题人们提出假设，理论即假设；假设受到事实检验；如果根据假设所作的预测与事实相符，就说它通过了检验并在某种程度上得到确证；如果与事实不符，它就被证伪了；于是人们又寻求新的更加经得起检验的假说或理论；如此往复，以至科学进化。这种进化和生物进化是类似的。

下面我们介绍和 Popper 科学理论进化模式相一致的广义通信模型。

假设我们根据已知条件 Z 和知识 K 推出客观事件 X 发生的概率或可能性分布 $Q_k(X|Z)$，我们称 $Q_k(X|Z)$为主观预测；这一预测通过语句 Y 间接表达出来。语言可能是自

然的，也可能是人工的。再设事件集合 $A=\{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$，语句集合 $B=\{y_1, y_2, \ldots, y_n\}$，观察数据集合 $C=\{z_1, z_2, \ldots, z_l\}$；$X$，$Y$，$Z$ 分别是取值于 A，B，C 中元素的随机变量。要度量的是 Z 或 Y 提供关于 X 的信息。下面我们用 $P(X)$表示 X 的概率分布，用 $P(x_i)$表示 x_i 或 $X=x_i$ 的概率；其它同理。通信模型如图 9.2 所示。

我们以降水量预报为例说明该模型：Z 表示气象数据，K 为气象知识或理论；$Q_K(X|Z)$为气象台预测的各种降水量可能性分布(即概率预报)。Y 是语句，比如“有小雨”，“有大雨”；$Q(X|Y$ 为真)是听众根据语义推出的降水量可能性分布。$Q(X)$是听众事先根据经验估计的降水量的可能性分布。

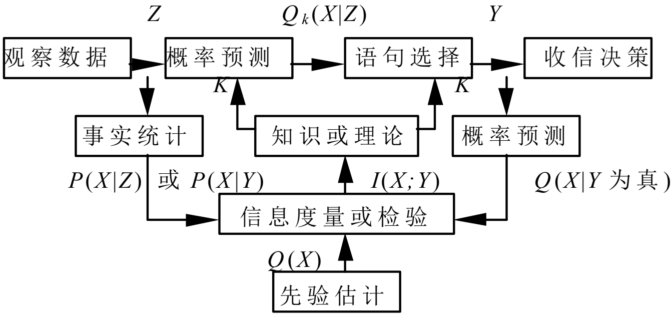


图 9.2　**广义通信模型**

检验知识 K 和预言 Y 的方法是看 $Q(X|Y$ 为真)和 $Q(X)$ 哪一个更与 $P(X|Y)$相符，若前者更加相符，则预言有正的价值，若后者更加相符，预言价值为负。气象台为了提供更多的信息，于是就一再改进理论或推理方法，试图作出

更正确且更精确的预报。如此反复，使预报和事实趋于一致。不光天气预报如此，疾病诊断如此，经济预测如此，各门科学知识的获得和进化也都如此。

由模型可见，最一般的信息是预言信息。下面是模型的几个特例。

1) 对于所有 k，如果总有

$$Q_K(X|z_k) = P(X|z_k)$$

这表明预测和事实相符合，这时预言信息就变为描述事实的语义信息。

2) 如果没有语言表达环节，信息由 Z 而不是由 Y 提供，或 Y 和 Z 是一一对应的，则预言信息就变为概率预测信息。

3) 如果既有 1)又有 2)，并且 $Q(X)=P(X)$，则这时预言信息就变为 Shannon 信息。可以说 Shannon 信息是客观信息，广义信息是主观信息，前者是后者在认识完全正确时的特例。

4) 当所有 $Q_K(x_i|z_k)\in\{0，1\}$，或 $Q(x_i|A_j)\in\{0，1\}$时，表示预测的是确定事件。不过确定事件只是不确定事件的理想极限；即使物理定律，由于测量的分辨率有限及噪声干扰，用以检验的数据和理论预测的物理量都是更小范围内的不确定事件；所以，对于看似确定的物理事件，模型同样适用。

广义信息测度有两种形式，一个是概率预测信息，另

一个是预言信息。后者可以通过集合 Bayes 公式转化为前者。首先我们看概率预测信息。

在上面的通信模型中，$Z=z_k$ 提供的关于 x_i 信息是(后面省去 K)

$$I(x_i;z_k)=\log\frac{Q(x_i\mid z_k)}{Q(x_i)} \tag{9.6.5}$$

z_k 提供的关于 X 的平均信息是：

$$I(X;z_k)=\sum_i P(x_i\mid z_k)\log\frac{Q(x_i\mid z_k)}{Q(x_i)} \tag{9.6.6}$$

可以证明 $Q(x_i\mid z_k)=P(x_i\mid z_k), i=1,2,...$，即主观预测和事实吻合时，平均信息量达最大，这一最大值就是为 Kullback 信息。可以说上式是广义 Kullback 信息公式。广义 Kullback 信息可以通过图 9.3 中三条函数曲线的相似程度得到直观理解。

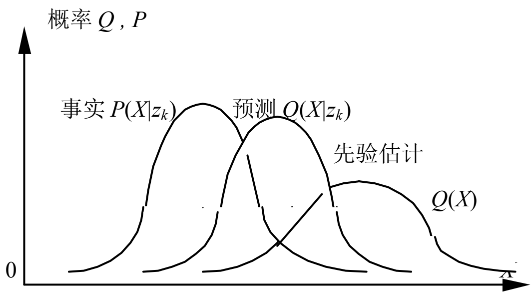


图 9.3 概率预测平均信息图解

通过式(9.6.6)可以证明：事实 $P(X|z_k)$一定时，若预测

$Q(X|z_k)$较之先验估计 $Q(X)$更近于事实，则信息量为正值，反之为负值；$Q(X)$一定时，预测 $Q(X|z_k)$越近于事实，信息量越大。

对 $I(X;z_k)$求平均就得到概率预测互信息公式

$$I(X;Z)=\sum_k\sum_i P(x_i,z_k)\log\frac{Q(x_i\mid z_k)}{Q(x_i)} \tag{9.6.7}$$

语义信息是类似的。对于语言通信来说我们一般并不知道 $P(x_i)$和 $P(x_i|y_j)$，所能做的是根据经验和语义知道 $Q(x_i)$和 $Q(x_i|y_j$ 为真)。因而我们要用语句的逻辑概率代替它的普通概率或选择概率。推广式(9.6.5)得到：当且仅当事实 x_i 发生时，

$$\begin{aligned}I(x_i;y_j)&=\log\frac{Q(x_i\mid y_j\_is\_true)}{Q(x_i)}\\&=\log\frac{Q(x_i\mid A_j)}{Q(x_i)}=\log\frac{Q(A_j\mid x_i)}{Q(A_j)}\end{aligned} \tag{9.6.8}$$

上式表明：

预言或命题的信息量

=log(命题的逻辑概率/谓词的逻辑概率)

该公式将能保证：

1) 语句的先验逻辑概率 $Q(A_j)$越小且后验逻辑概率 $Q(A_j|x_i)$越大，信息量越大，反之，信息量越小，甚至为负；

2) 语句越模糊，即 $Q(A_j|x_i)$和 $Q(A_j)$越相近，信息量的绝对值越小。

下面从一个例子看上述公式如何和常识相符。股评家预测下个周末股市指数 x_i 的涨跌。当前指数是 1000 点，下周末实际指数是 848 点。所有可能的指数集合是 A，比如 A=[500，1500]，A 中有子集{大约 900 点}，{可能在 800 到 1000 点之间}等。表 9.2 中是一些数据和计算结果。其中 $Q(A_j)$和 $Q(A_j|x_i)$来自常识。

表 9.2 股市指数预测的信息评价(指数实际上是 848 点)

A_j	$y_j(x_i)$	$Q(A_j)$	$Q(A_j\|x_i)$	评价	信息
(850 点左右)	“指数将在 850 点左右”	0.15	1	精确	2.74
(700—1000 点}	“指数将在 800—950 点”	0.3	1	较精确	1.73
(小于 1000)	“指数是跌的”	0.5	1	较模糊	1
(500—1500 点)	“指数可能涨也可能跌”	1	1	极模糊	0
(大概大于 1000 点}	“指数可能是涨的”	0．6	0．6	错了	–3.32

显然，以上结果合乎常理。当预言不变，为 y_j=“指数 X 大约会是 x_j”时，预言信息随实际指数 x_i 的变化如图 9.4 所示。

前面我们假定听者相信语句正确，如果不相信或不完

全相信，则我们要用更加模糊的集合代替原来的集合。

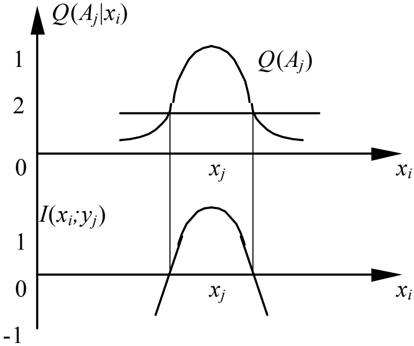


图 9.4 股市预言“指数大约是 x_j ”的信息

对 $I(x_i;y_j)$ 求平均就得到度量语义信息的广义 Kullback 公式

$$I(X;y_j)=\sum_i P(x_i\mid y_j)\log\frac{Q(x_i\mid A_j)}{Q(x_i)} \tag{9.6.9}$$

对上式再求平均就得到度量语义信息的广义互信息公式

$$\begin{aligned}I(X;Y)&=\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)\log\frac{Q(x_i\mid A_j)}{Q(x_i)}\\&=\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)\log\frac{Q(A_j\mid x_i)}{Q(A_j)}\\&=H(X)-H(X\mid Y)=H(Y)-H(Y\mid X)\end{aligned} \tag{9.6.10}$$

其中

$$H(X)=-\sum_i P(x_i)\log Q(x_i) \tag{9.6.11}$$

$$H(X\mid Y)=-\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)\log Q(x_i\mid A_j) \tag{9.6.12}$$

分别是事实 X 的先验概率预测熵和后验概率预测熵，分别意味着当我们总是根据 $Q(X)$和 $Q(X|Y)$按照经典信息论提供的最优方式编码时，对 X 编码的平均码长，广义互信息 $I(X;Y)$就正好是因预测而节省的平均码长；它可能是负的，这正说明预测不好会减少我们原有的信息。其中

$$H(Y)=-\sum_j P(y_j)\log Q(A_j) \tag{9.6.13}$$

$$H(Y\mid X)=-\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)\log Q(A_j\mid x_i) \tag{9.6.14}$$

分别是语句 Y 的先验和后验语义熵或模糊熵。它们具有限失真编码时平均码长意义[5]。

如果把信息量作为科学理论的进步标准，则我们可以得到如下结论：

1) $Q(X|Y$ 为真$)$和 $P(X|Y)$越是相近，则 $H(X|Y)$越小，平均信息量 $I(X;Y)$越大；这也就是说，理论解释或预测和事实越符合，则理论相对来说越进步。

2) 当 $H(X|Y)$一定时，$Q(X)$和 $P(X)$越是不同，$I(X;Y)$就越大，这也就是说越是能把原以为偶然的东西预测为必然，知识或理论就越进步。

3) $Q(A_j)$越小而 $Q(A_j|x_i)$越大(对于所有 j)，则 $I(X;Y)$越大；这也就是说，命题或预言的先验逻辑概率越小，后

验逻辑概率越大，相应的理论就越有价值；若两者总是相等，理论就是非科学的。

我们可以把一种感觉 (比如颜色感觉)或一个测量信号(比如秤的读数)y_j 看作是一个模糊预测：“X 大约是 x_j”，用 $Q(A_j|x_i)$表示 x_i 和 x_j 的相似性或混淆概率，则上面的语义信息公式也可以用来度量感觉和测量信号的信息[4]。

广义信息测度用于预测、检测和模式识别的评价和优化

从广义信息论的角度看，许多信息传递或处理都有相似的过程(参看表 9.3)。

对于表中信息传递或处理都存在一个评价问题。评价预测、检测和模式识别……的好坏，最简单的标准是正确率标准。但是正确率标准往往并不合理。比如，100 个人中有两个人有爱滋病，甲大夫诊断全没病(爱滋病)，他的正确率是 98%；乙大夫判断 90 个真没病的人没病，而称其它 10 人可能有病；他的正确率不超过 92%。根据常识，乙大夫比甲大夫优，虽然他的判断的正确率低些。股市预测类似，假设有两个股评家，一个平常是对的，但关键时候——比如股市发生重大转折时——是错的；另一个相反。两相比较，可能后者提供的信息更多，对股民也更有用。有人看今天涨就预测明天涨，正确率肯定不低于 60%，但是不提供任何信息；总是提供模糊的预测也能提高正确率，

但也未必增加信息。由于 Shannon 理论的局限性，用 Shannon 信息测度度量检测、预测和模式识别的信息也往往并不妥当。Shannon 自己评价通信质量就不用信息标准而用损失(或失真)作为标准。然而，损失或收益又往往是主观确定的，缺少客观意义。均方误差似乎是一个较为客观的损失函数，然而它像正确率一样，不能体现对小概率事件的重视。用广义信息测度作为预测、检测和模式识别的评价和优化准则将更加合理。

表 9.3 广义信息的不同获取方式及相似性

信息获取方式	X	$P(Z\|X)$	Z	$Y(Z)$	$Y=y_j=\hat{x}_j$	Q ($X\|y_j$ 为真)
语言交流	客观事实	了解方式	了解数据	语言规则	判断语句	主观理解
感官感知	物性(色光)	感官处理	感觉(色觉)	大脑判断	知觉(红)	认识依据
编码通信	信源信号	编码	编码信号	解码规则	信宿信号	行动依据
信号检测	信源信号	有噪信道	接收信号	检测规则	检测值	行动依据
序列预测	t 时刻信号	前后关系	t 以前信号矢量	预测规则	预测值	编码或行动依据
状态估计	t 时刻状态	前后关系	t 以前状态	估计规则	估计值	控制依据
天气预报	天气类型	观察	观察数据	预报规则	预报语句	听众理解
股市预测	涨跌	搜集情报	掌握数据	预测规则	预言	股民理解

诊断实验	疾病类型	实验方式	实验数据	判决规则	阴性阳性	医生理解
化学测试	化学成分	测试	测试数据	分析方式	分析结果	行动依据
模式识别	不同模式	特征抽取	特征矢量	识别规则	模式判断	行动依据

如果预言 y_j 根据观察数据 $Z=z'$作出，而且规则确定，即 $y_j=y_j(z')$，那么度量语义信息的广义 Kullback 公式变为

$$\begin{aligned} I(X;y_j(z')) &= \sum_i P(x_i \mid z')\log\frac{Q(x_i \mid A_j)}{Q(x_i)} \\ &= \sum_i P(x_i \mid z')\log\frac{Q(A_j \mid x_i)}{Q(A_j)} \end{aligned} \tag{9.6.15}$$

优化广义通信要解决的问题是：

1)　怎样用最经济的方法获得能含有足够信息的 Z，即怎样确定观察 $P(Z|X)$?(观察问题)

2)　已知客观信源 $P(X)$和观察 $P(Z|X)$以及广义信息量 $I_{ij}=I(x_i;\ y_j(z))$，i，$j=1$，2，...；　问提供怎样的判决 $Y=Y(Z)$可传递最多信息?(判决问题)

3)　已知客观的 $P(X)$和 $P(Z|X)$，问选择怎样的判决语句 Y,或收信人应如何理解 Y才能使得 $I(X;y_j(z))$尽可能大？(语义问题)

关于问题 1)，对于股市预测就是搜集哪方面信息的问题，对于编码通信就是数据压缩问题，对于模式识别就是特征提取问题。经典信息论中的保真度信息率(或信息率失真)理论就是用来解决这一问题的。在鲁氏广义信息论中，取代它的是保精度信息率和保价值信息率理论(参 10.4

节)。

关于问题 2)，可以利用广义 Kullack 公式。比如对于二元判决，观察者根据观察数据 $Z=z$ 判定 X 是 x_0 和 x_1 中的哪一个，判定语句 y_j= “X 大概是 x_j”，j=0，1。则应有

$$I(X;\ y_0(z))>I(X;\ y_1(\mathrm{z}))$$

时给出判定 y_0＝“X 大概是 x_0”，否则判定 y_1＝“X 大概是 x_1”，于是推导出判决规则：在

$$\frac{P(z \mid x_1)}{P(z \mid x_0)} < \frac{P(x_0)(I_{00} - I_{10})}{P(x_1)(I_{11} - I_{01})} \tag{9.6.16}$$

时判定“X＝x_0”，否则判定“X＝x_1”(其中 $I_{00}=I(x_0\ ;\ y_0(\mathrm{z}))$，其它类推)。

把式(9.6.16)中 I_{ij} 换成损失或增益 C_{ij}，该式就变为经典的 Bayes 检测公式[27]。一般情况下，判决错误造成的损失比判决正确带来的增益大，广义信息量 I_{ij} 也正好有这一特点。

对于股票涨跌或有病无病的判决，用后面的信息价值准则将更加合理。

关于问题 3)，即语义问题，容易证明，当语句 y_j 的选择或收信者对判决语句的理解使得 $Q(x_i|A_j)=P(x_i|z)$，i=1，2，...时，即预言不失真时，$I(X;\ y_j(z))$达最大。这时应有

$$Q(A_j|X)/P(z|X)=\text{常数}$$

这意味着两个函数曲线形状分布相同时，平均信息量最大。

流行的模式识别要求判决给出若干个互不相容的模式中的一个，而广义信息准则则允许相容语句(比如“小雨”、“中雨”、“大雨”、“中到大雨”……)同时在被选之列。因为在概率预测 $P(X|z)$模糊时，“中到大雨”之类模糊语句提供的平均信息可能更多[4]。

信息价值、预测评价和经济学应用

已有文献提供过不少信息价值测度，但是这里提供的信息价值测度有明确的客观意义——它反映信息导致的的资金增值速度的增量。本章适于与信息和决策有关的理论研究者和学生阅读，也适合于从事机器预测和决策系统的研究者和开发者阅读；对理论不感兴趣的普通投资者可以忽略本章部分或全部内容。

基于增值熵的信息价值公式

曾和 Shannon 合著《通信的数学理论》一书的 W. Weaver 在该书中的一篇论文中提出通信的三个水平[30]：

水平 A——通信的技术问题，如 Shannon 理论所研究的；

水平 B——考虑到语义问题；

水平 C——考虑到效用或价值问题。

由于习惯用法的原因，学说界谈及的“信息价值”不是指信息所值，而是指信息所产生的效用(utility)或效用增

量。本书指的是效用增量，具体说来是投资效用的增量。

迄今为止，关于信息价值和效用的研究较为出名的学者是 S. Guiasu 和 K. J.Arrow。Guiasu 用加权熵公式[30]

$$U(X)=\sum_i u_i P(x_i)\log P(x_i) \tag{10.1.1}$$

度量信息的效用，其中 u_i 是单位信息的效用。然而，如何确定 u_i ？U 有什么实际意义？这些问题的存在使它很难实用。Arrow 通过信息效用的分析给出了 Shannon 熵的信息价值解释，其问题我将在下一节讨论。

下面我们通过增值熵定义经济信息的信息价值。

设不同收益的概率预测矢量或者说概率分布是$(Q_i)=Q(X)=(Q_1, Q_2, \ldots)$，收益矩阵是$(R_{ik})$，则预计的增值熵是

$$H(X)=\sum_i Q(x_i)\log\sum_k q_k R_{ik} \tag{10.1.2}$$

根据上式可以求出最优投资比例矢量 $\boldsymbol{q}^*$，它是(Q_i)和(R_{ik})的函数，即 $\boldsymbol{q}^*=\boldsymbol{q}^*((Q_i), (R_{ik}))$。当实际发生的收益概率分布是 $P(X)$而不是 $Q(X)$时，增值熵变为

$$\begin{aligned}H^*(X)&=\sum_i P(x_i)\log\sum_k q_k{}^* R_{ik}\\&=\sum_i P(x_i)\log R_i(\boldsymbol{q}^*)\end{aligned} \tag{10.1.3}$$

其中

$$R_i(\boldsymbol{q}^*) = \sum_k q_k{}^* R_{ik} \tag{10.1.4}$$

当预测由(Q_i)变为$(Q_{ij})=Q(X|A_j)$时，最优投资比例变为 $\boldsymbol{q}^{**}=\boldsymbol{q}^{**}((Q_{ij}), (R_{ik}))$。我们把广义 Kullback 信息

$$I(X;y_j(z')) = \sum_i P(x_i \mid z') \log \frac{Q(x_i \mid A_j)}{Q(x_i)} \tag{10.1.5}$$

提供前后得出的增值熵的增量定义为信息价值(平均信息价值)：

$$V(X;y_j(z')) = \sum_i P(x_i \mid z') \log \frac{R_i(\boldsymbol{q}^{**})}{R_i(\boldsymbol{q}^*)} \tag{10.1.6}$$

可见$V(X;y_j(z'))$和$I(X;y_j(z'))$有类似结构。

对于上式，当 x_i 确定发生时，y_j 的信息价值变为

$$v_{ij} = v(x_i;y_j(z')) = \log \frac{R_i(\boldsymbol{q}^{**})}{R_i(\boldsymbol{q}^*)} \tag{10.1.7}$$

它和单个语句提供的信息量公式形式类似。

不难证明，当信息大于 0 时，信息价值不会小于 0；当信息小于 0 时，信息价值不会大于 0；当信息增加时，信息价值不会减少。

不光信息是相对的，信息价值也是相对的。信息的相对性和收信者的主观理解及先验预测有关，信息价值的相对性还由于收益矩阵对于不同的投资人(能使用的投资工具不同)是不同的。比如，关于股市减息信息对炒股票和不

炒股票的人来说信息价值不一样；关于股票下跌的信息对有股可卖和无股可卖的股民来说信息价值不一样。

和 Arrow 的信息价值公式比较

Arrow 定义的效用函数是[17]

$$\begin{aligned} U &= \sum_i P_i U(a_i r_i) = \sum_i P_i \log(a_i r_i) \\ &= \sum_i P_i \log a_i + \sum_i P_i \log r_i \end{aligned} \tag{10.2.1}$$

r_i 表示一种投资或打赌的第 i 种收益，P_i 是相应的概率，a_i 是投资人在第 i 种收益(而不是证券)上所下赌注占自己全部资金的比例，$U(a_i r_i)$ 是第 i 种收益发生时，投资人获得的效用。Arrow 认为用对数函数作为效用函数较为合理(在 Arrow 那里，采用对数函数不是因为几何平均收益)，所以有上式。

在 $\sum_i a_i = 1$ 的限制下，当矢量(a_i)=(P_i)时 U 达最大，为

$$U^* = \sum P_i \log P_i + \sum_i P_i \log r_i \tag{10.2.2}$$

而当投资人有了信息后，准确知道哪一种收益将要发生，从而将资金全部投到它上面时，有

$$U^{**} = \sum_i P_i \log r_i \tag{10.2.3}$$

信息价值被定义为有无信息时投资的效用差，它正好是 Shannon 熵，即

$$V = U^{**} - U^{*} = -\sum_i P_i \log P_i = H(X) \tag{10.2.4}$$

本人的信息价值定义继承了上述思想：信息价值被定义为有无信息时按最优比例投资产生的效用差。但是本人使用的投资模型与之大为不同。在笔者看来，Arrow 的投资模型是十分奇怪的。我们能够投资某一证券或项目，但是**我们怎么能投资于一个项目的某种收益**？式(10.2.1)要求每个 r_i 都必须是正的(因为负数的对数无意义)，即任何时候都不存在亏损；通常的投资或打赌是这样吗？r_i 小于 1 会导致效用为负，这也令人费解。由于这些原因，Arrow 的信息价值公式很难被应用。

在我看来，就投资模型来说，Markowitz 是对的而 Arrow 错了；但是就给定概率预测是否存在客观的最优投资比例来说，Arrow 是对的而 Markowitz 是错的。本书理论试图兼取两者之长，并使看来互不相关的信息论和投资组合理论在更高的层次上得到统一。

信息价值测度用于股市的预测评价和优化

在许多纯认识活动中，我们用广义信息测度评价预测是合适的；但是在许多和实践有关的活动中，用上面的信息价值测度评价预测才是合适的。下面我们说明如何用信息价值测度评价和优化股市指数预测。

令 $P_i = P(x_i \mid z')$，给定(P_i)，求使$V(X;y_j(z'))$达最大的概率预测 $Q(X|y_j=y^*)$，y^*就是最优预测。不难证明，(Q_{ij})=(P_i)即预测准确时，平均信息$I(X;y_j(z'))$和信息价值$V(X;y_j(z'))$皆达最大。可能 y_j 的选择范围有限，并不存在使(Q_{ij})= (P_i)的预言。这时，使(Q_{ij})最接近(P_i)的 y_j 就是最优预测。

例 股市指数 X 取值于指数集合 A=[100，110，120，...]；关于 X 的预言集合是 B={y_j =“X 将在 x_j 附近”| j=1，2，...}；y_j 的逻辑概率或 x_i 在 A_j 中的隶属度是 $Q(A_j \mid x_i)$，比如是以 x_j 为中心，以σ为标准方差的山形函数：

$$Q(A_j \mid x_i) = \exp\left[-\frac{(x_i - x_j)^2}{2\sigma^2}\right] \tag{10.2.5}$$

当前的指数是 x_0，先验概率预测是 $Q(X)$(比方说是以 x_0 为中心的正态分布函数)；而事实是 $P(X|z')$。求预测 y_j=“X

将在 x_j 附近”的信息价值及最优预测 y^*。

解　根据集合贝叶斯公式，有

$$Q(x_i \mid A_j) = Q(x_i)Q(A_j \mid x_i)/Q(A_j) \tag{10.2.6}$$

其中 $Q(A_j)$是 y_j(.)的逻辑概率。从增值熵

$$\begin{aligned} H_0 &= \sum_i Q(x_i)\log R_i \\ &= \sum_i Q(x_i)\log[1+q(x_i-x_0)/x_0] \end{aligned} \tag{10.2.7}$$

我们得到优化比例 q^*(这里忽略资金成本和手续费)；从增值熵

$$\begin{aligned} H_1 &= \sum_i Q(x_i \mid A_j)\log R_i \\ &= \sum_i Q(x_i \mid A_j)\log[1+q(x_i-x_0)/x_0] \end{aligned} \tag{10.2.8}$$

我们得到最优比例 q^{**}。y_j 的信息价值便是

$$V(X; y_j(z')) = \sum_i P(x_i \mid z')\log\frac{x_0+q^{**}(x_i-x_0)}{x_0+q^*(x_i-x_0)} \tag{10.2.9}$$

对于每个 y_j，我们可以得到相应的 q^{**}。使信息价值 $V(X; y_j(z'))$ 或后验增值熵

$$H = \sum_i P(x_i \mid z')\log[1+q^{**}(x_i-x_0)/x_0] \tag{10.2.10}$$

达最大的 y_j 就是最优预测 y^*。解毕。

上面的信息价值和最优预测的具体求解必须借助于计算机计算。下面我们用单硬币打赌模型模拟股市盈亏，从而使信息价值的计算更加简单实用。

例 设投资股市盈亏和指数涨跌相同。股民先验预测的盈亏是：

$$F_{r1}=\{0.7|-0.4，0.3|0.6\}$$

股评家预测的是

$$F_{r2}=\{0.3|-0.4，0.7|0.6\}$$

而实际股市指数是 x_i，下跌相对幅度是$(x_i-x_0)/x_0=-0.2$，求：1)不可贷款且不可卖空时的信息价值；2)可贷款和可卖空时的信息价值。

解 1)根据 F_{r1}，最优投资比例是 $q^*=0$；根据 F_{r2}，最优投资比例是 $q^{**}=1$，信息价值是

$$\begin{aligned}v(x_i;y_j(z'))&=\log\frac{1+q^{**}(x_i-x_0)/x_0}{1+q^*(x_i-x_0)/x_0}\\&=\log\frac{1+1\times(-0.2)}{1+0\times(-0.2)}\\&=-0.32(\text{bit})\end{aligned}$$

2)根据 F_{r1}，最优投资比例是

$$q^*=-\frac{0.7\times(-0.4)+0.3\times0.6}{(-0.4)\times0.6}=-0.417$$

根据 F_{r2}，最优投资比例是

$$q^{**}=-\frac{0.3\times(-0.4)+0.7\times0.6}{(-0.4)\times0.6}=1.25$$

信息价值是

$$v(x_i;y_j(z'))=\log\frac{1+1.25\times(-0.2)}{1+(-0.417)\times(-0.2)}=-0.53(\text{bit})$$

解毕。

由上面例子可见：可卖空和可贷款时，预测不好带来的信息效用损失更大。

严格说来，假设收益呈二元分布是不合实际的，这使得实际收益不是二种收益中之一种时无法计算信息量(但不妨碍计算信息价值)。为计算上面例子中的预测信息，一种权宜之计是把实际收益(−0.2)的概率(1.0)按力学分解的方式分解为：$P(-0.4)=0.8$，$P(0.6)=0.2$，再用广义 Kullback 公式计算信息

$$I(X;y_j(z'))=0.8\log\frac{0.3}{0.7}+0.2\log\frac{0.7}{0.3}$$
$$=-0.855(\text{bit})$$

从保真度信息率到保价值信息率

经典信息论中，通信质量用平均失真来度量。Shannon 定义的保真度信息率(fidelity rate)就意味着在给定通信的质量要求时，信息传输速率最少需要多少。这就好象是：在生产系统中，给定产品的质量要求时，单位产品加工工时最少需要多少。

保真度信息率之所以被改称为信息率失真(rate—distortion)，主要是因为 Shannon 的“保真度”是用

失真度来定义的。下面我们介绍信息率失真的定义。

假设对 x_i 编码，解码出 y_j，y_j 相对 x_i 的失真量是 d_{ij} ，则 Y 相对 X 的平均失真量是

$$d(X,Y)=\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)d_{ij} \tag{10.4.1}$$

设 D 是所要求的平均失真上限，P_D 是所有使 $d(X，Y)\leqslant D$ 的信道的集合，则信息率失真被定义为

$$R(D)=\min_{P(Y|X)\in P_D} I(X;Y) \tag{10.4.2}$$

求 $R(D)$函数的一般方法是在一些限制条件下，利用拉氏（Largrange）乘子法，改变 $P(Y|X)$(反映编译码方法改变)，求 Shannon 互信息

$$I_s(X;Y)=\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)\log\frac{P(y_i\,|\,x_i)}{P(y_j)} \tag{10.4.3}$$

的极小值，限制条件是

$$d(X,Y)=\sum_j\sum_i P(x_i,y_j)d_{ij}\le D \tag{10.4.4}$$

$$\sum_j P(y_j\,|\,x_i)=1,\qquad i=1,2,... \tag{10.4.5}$$

由此可以求得 $R(D)$函数的参量表示[27]。

下面仅以二元信源为例说明 $R(D)$函数的性质。

设有二元信源，X，Y 取值于$\{0，1\}$，$d(0，0)= d(1，1)=0$；$d(0，1)=d(1，0)=a>0$。$R(D)$函数为

$$R(D)=\frac{D}{a}\log\frac{1/a}{1-D/a}-\log\frac{1}{1-D/a}+H(X) \qquad (10.4.6)$$

设 $P(x_1)=P(x_2)=0.5$，$H(X)=1$，$R(D)$函数图像如图 10.1 所示。其中虚线部分是上面函数的一部分，由于经典信息论中信息不会是负的，因而对此不好解释，所以通常不画。而从广义信息论的角度解释则较为简单——要用谎言使收信者平均失真大于 0.5a（或等于 a），信息率也要大于 0（或等于 1 比特）。

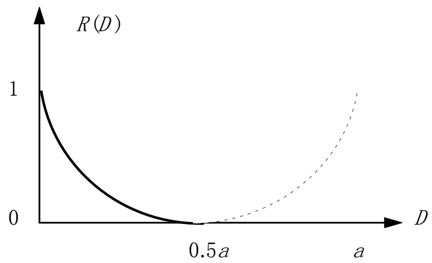


图 10.1　二元信源失真对称时的 $R(D)$函数

在广义信息论中，通信质量是由主观信息量的相对多少来确定的，不仅和失真，也和逼真或信号的意义有关，所以我们用“保精度信息率”一词取而代之。信息率仍然指 Shannon 信息速率。取代失真上限 D 的是主观信息(即广义信息)下限 G，限制条件之一改为

$$
\begin{aligned}
I(X;Y) &= \sum_j \sum_i P(x_i, y_j) I_{ij} \\
&= \sum_j \sum_i P(x_i, y_j) \log \frac{Q(A_j \mid x_i)}{Q(A_j)} \geq G
\end{aligned}
\tag{10.4.7}
$$

由此求出的 Shannon 信息的最小值 $R=R(G)$。我们称 $R(G)$ 为保精度信息率函数。

对于语言通信来说，编码就是语言表达，译码就是理解语义。日常语言交流中，我们常常用“五十多岁”而不用“五十岁零三个月”介绍或记忆某人年龄，用“六块多”而不用“六块八毛五”介绍或记忆某商品的价格，这是因为数字越精确(客观信息越多)越难记忆；用不精确的语言就是通过容易记忆的较少的客观信息得到足够的主观信息；或者说通过牺牲主观信息的绝对值来提高它的相对值。$R(G)$函数便是从量的角度给出了这种压缩客观信息方法的极限。

设上面的二元信源主观信息 I_{ij} 对称，$I(1;1)=I(0;0)=b>0$；$I(0,1)=I(1;0)=a<0$。于是推导出 $R(G)$函数

$$
R(G) = \frac{b-G}{b-a} \log \frac{b-G}{G-a} - \log \frac{b-a}{G-a} + H(X) \tag{10.4.8}
$$

$R(G)$函数图像如图 10.2 所示[4]。

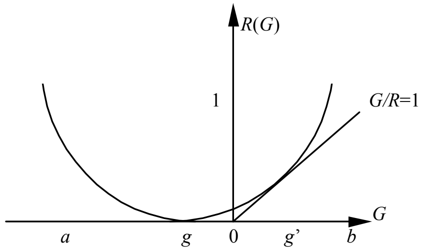


图 10.2 二元信源主观信息对称时的 $R(G)$函数

其中 $R(g)=0$ 意味着 Y 和 X 无关时，比如不了解事实胡乱判定时，我们仍然相信 Y 是 X 的正确响应，则主观信息损失的平均值至少为$|g|$比特。减少信息损失的方法是对靠不住的预言作模糊理解。一个典型的现实例子是：如果我们相信算命先生胡说八道，对事实就更加无知，信息就会有所损失，不相信就没有损失。

当 G 从 g 增大时，R 也会增大，最大值为 $R(b)=1$，这是易于理解的；当 G 从 g 减小时，R 也增大；这意味着要想有意识地用谎言使收信者遭受信息损失(比如密码通信战中所希望的那样)，客观信息量 R 也要增大。

$R(g')=G=g'$，意味主观信息等于客观信息，这时信息效率 $G/R=1$ 为最大。可见，像电路中有功率匹配问题一样，广义通信中也有信息匹配问题。容易证明，对于最佳匹配点，要求有主观预测和客观事实一致，即 $Q(X|A_j)=P(X|y_j)(j=1，2)$成立。

如果用信息价值代替广义信息作为评价标准，则有保价值信息率函数 $R(V)$。$R(V)$函数图像和 $R(G)$函数图像相似，只是未必有切点 $R(v')=V=g'$。$R(V)$函数可以为经济信息数据压缩提供理论依据。比如，预测一组证券中每个证券的收益时，可以把它们简化为二元分布(信息量少)，也可以把它们简化为三元、四元……分布(信息量多)。假设信息越多，得到预测和优化决策的计算工作量越大，成本越高。那么，究竟采用哪一种分布才既能保证有足够的信息价值，又不至于使预测和决策成本过高？保价值信息率函数将在理论上提供依据。

增值熵作为效用函数用于博弈

我们以市场进入为例说明不完全信息静态博弈[31]的效用评价。

在市场进入博弈中，一方是在位者，假设它有两种选择：默许和斗争；另一方是进入者，它也有两种选择：进入和不进入。如果在位者成本高，它会选择默许——因为斗争会两败俱伤；如果在位者成本低，它会选择斗争。不完全信息是指进入者不知道在位者究竟会选择哪一种行动，而只知道在位者具有高成本和低成本的概率 P 和 $1-P$。表 10.1 显示了假设的两者的支付矩阵。第一对数“40，50”意味着高成本的在位者默许进入者进入时，进入者收入是

40，在位者的收入是 50。其它类推。

表 10.1 市场进入博弈的效用

		在位者			
		高成本		低成本	
		默许	斗争	默许	斗争
进入者	进 入	40，50	–30，0	30，80	–30，100
	不进入	0，300	0，300	0，400	0，400

设 P=1–P=0.5，进入者的净资产是 100，则进入者进入的期望收益是

$$E=[0.5\times 40/100+0.5\times(-30)/100]=0.05$$

不进入的期望收益是 0。像通常那样用期望收益作为效用函数，则进入者应该进入。但是用增值熵作为效用函数(且不考虑资金成本)，则有

$$H=0.5\log 1.4+0.5\log 0.7=0.5\log 0.98<0$$

故进入者不该进入。用增值熵作为效用函数的同时考虑到了进入者的风险，因而更加合理。如果进入者的实力较强，其净资产是 200 而不是 100，则有

$$H=0.5\log 1.2+0.5\log 0.85=0.5\log 1.02>0$$

故进入者应该进入。

以上方法可以推广到多方参与的博弈。假设第 j 个参与者预测其他参与者的行动的概率分布是 $P(X|z')$，他采取的决策是 y_j，则使得平均效用

$$H(X;y_j)=\sum_i P(x_i \mid z')\log R(x_i,y_j) \qquad (10.5.1)$$

达最大的决策 $y_j=y_j$*就是最优决策。其中 $R(x_i, y_j)$是自己采用决策 y_j 而其他人采用 x_i (决策矢量)时自己的产出比。当每个参与人都采用这样的决策时，这样一组决策(y_1*，y_2*，...)就构成一个贝叶斯纳什均衡[31]。

增值熵作为效用函数用于其它类型的博弈与此同理，不赘。

关于信息经济学

“信息经济学”在不同的地方含义不同。Arrow 的一个论文集名为《信息经济学》[17]，其中有关于信息在经济领域中作用的讨论，涉及范围较广。可是按照信息经济学一词现在更经常的用法，它研究的是：委托人如何用金钱激励代理人或被雇佣者努力工作，以及如何解决被雇佣者或交易中知情的一方隐藏信息的问题[31]。因为这些研究涉及信息不对称——雇佣者不知道被雇佣者知道的东西，所以这门研究被称为信息经济学。

信息经济学特别是信息不对称理论的研究取得了非凡的成果，James Mirrlees 和 Willium Vickrey 因此而获 1996 年诺贝尔经济学奖。我相信信息经济学在中国有其特别的意义。对于国有资产经营，国有资产管理局是委托人，厂长经理是代理人。正是由于国家对厂长经理们没有适当的

奖罚制度，使得贪污腐败丛生。中国近年来发生的许多重大的机构亏损事件都和奖惩制度不当有关。亏了，个人不承担亏损，而赢了，个人可分得好处，这就鼓励了个人为机构交易时甘冒风险。信息不对称理论可以为制订适当的奖惩制度提供理论依据。

然而，令人遗憾的是，我们完全看不出目前的信息经济学和信息论究竟有什么关系。下面我们试图从熵理论的角度讨论问题，使得“信息经济学”看起来更像是信息经济学。

我们且以流行的信息经济学中委托——代理问题(参看文献[31]，397—447)为例说明。

委托人的问题是选择激励合同使得委托人的期望效用

$$\int v(\pi - s(\pi))p(\pi \mid a)d\pi \qquad (10.6.1)$$

达最大，对于所有的 a。其中 a 是代理人选择的行动，π是产出值，$s(\pi)$是激励函数（确定激励合同），$\pi - s(\pi)$是委托人的收入，$v(\pi - s(\pi))$是代理人的效用，$p(\pi|a)$是代理人选定行动 a 时产出π出现的概率。同时代理人选择行动 a，使得自己的期望效用减去成本大于其它工作的平均效用，即

$$\int u(s(\pi))p(\pi \mid a)d\pi - c(a) \geq \overline{u} \qquad (10.6.2)$$

(个人理性约束）

且 a 产生的效用大于其它任何行动 a'产生的效用，即

$$\int u(s(\pi))p(\pi \mid a)d\pi - c(a) \geq \int u(s(\pi))p(\pi \mid a')d\pi - c(a') \tag{10.6.3}$$

(激励相容约束)

在信息对称的情况下，委托人可以观察到代理人的行动或者说努力程度，因而可以制订强制代理人选择行动 a 的激励，使得后一约束失效。在信息不对称时，委托人无法确切了解代理人行动，使后一约束有效，或者说使代理人的行动有更大的选择余地。

现在我们用增值熵作为效用函数，则委托人的期望效用变为

$$H(\pi \mid a) = \int p(\pi \mid a)\log R(\pi - s(\pi))d\pi \tag{10.6.4}$$

设委托人的净资产是 g，则有 $R(\pi-s(\pi))=1+(\pi-s(\pi))/w$。类似地，代理人个人理性约束变为

$$\int p(\pi \mid a)\log R(w' + s(\pi) - c(a))d\pi \geq \bar{u} \tag{10.6.5}$$

其中 w'是代理人的净资产（包括劳动力折价）。这里没有把 $c(a)$放在效用函数外边是因为效用和成本不是同一量纲。激励相容约束类推。

委托人从不了解到了解代理人的行动 a 时得到的关于产出π的信息(连续信源 Kullback 信息)是

$$I(\pi;a) = \int p(\pi \mid a)\log\frac{p(\pi \mid a)}{p(\pi)}d\pi \tag{10.6.6}$$

信息价值是

$$V(\pi;a)=\int p(\pi\mid a)\log\frac{R(\pi-s^{**}(\pi))}{R(\pi-s^{*}(\pi))}d\pi \qquad (10.6.7)$$

其中 $s^*(...)$是信息不对称时的最优激励函数，$s^{**}(\cdots\cdots)$是信息对称时的最优激励函数。我们还可以把 $p(\pi|a)$分为主观的和客观的，得到相应的广义信息和相应的信息价值。

上面表达方式除了使信息经济学更像是信息经济学，其好处还有：它可以通过净资产 w 和 w'同时把委托人和代理人的抗风险能力也表达出来。

从上面分析可见，我们可以建立一个更广意义上的，或者说更加名副其实的信息经济学，至少它还应该包含本章前面几节内容，使得目前流行的信息经济学只是它的一部分。

有效市场理论有用吗？
——为巴菲特辩护

有效市场理论是另一个涉及信息的经济理论。有效市场被定义为这样的市场：所有证券的价格能够迅速和充分反映所有可利用的信息。该理论认为：一个公司的所有公开信息都可以从它的股价中反映出来; 某公司的某种变化公布后，交易者会迅速行动起来，或买或卖直到它的价格达到新的平衡；市场越有效，价格反映公司变化越快；股价的走向取决于未知的新信息；因为公司变化是随机的，

所以利用公开信息投资就是一种碰运气的游戏；财务分析和技术分析是没有用的，成功的投资者之所以成功在于他们先于别人得到某些消息。

巴菲特为什么会成功呢？有效市场理论家——包括首届诺贝尔经济学获奖者塞缪尔森——为了维护自己的理论，竭力否定巴菲特的投资才能，有的说他运气好，有的说他购买内幕消息[18]。

巴菲特也针锋相对，他在一封信中说道：

我认为，格雷厄姆—纽曼公司、巴菲特合伙公司和伯克希尔公司连续 63 年称雄的事实,已经很好说明了有效市场理论是愚蠢的……这三个公司经营的证券有几百种之多……我们无须挖掘什么内幕消息……我们只是根据完全公开的信息……

从本书理论看，公开的数据资料本身并不等于信息（虽然它们含有客观信息），由于不同的人理解不同，得出的预测不同，从而实际得到的信息也不同。股票市场价格反映公开的数据资料总是要经历一个由不适当到适当的过程，这一过程可能相当漫长，常常是旧的数据资料还没有得到充分反映，新的数据资料又来了；因而不适当是绝对的，适当是相对的；认为存在一些有效市场，其中价格总是适当地反映了公开的数据资料，这是不切实际的。

下面有几个例子可以说明相同的数据资料可以导致不同的预测和信息。

在美国曾有过这样的事情，有些期货投资者看到饲料价格上涨的报道，就预测猪肉价格会涨，于是“迅速行动起来”，做多猪腩期货。可是后来猪肉价格不涨反而跌了，原因是农场主们买高价饲料养猪得不偿失，于是纷纷提前宰杀，使市场猪肉供过于求。

有人会说正确的预测总是很快战胜错误的预测，使价格适当地反映数据资料。这又是天真的想法。大家知道四川长虹股票，这就是个反例。长虹上市以来，每年的年度报告都是相似的——销售收入和利润增长 50%左右。可是 1993—1995 年，它的价格一直很低，市盈率只有四、五倍，是市场平均市盈率的 40%左右，投资者们一直不肯“迅速行动起来”。直到 1997 年，其价格才涨到较为适当的地步——市盈率达到市场平均市盈率的 80%。

虽然我对财务分析不很在行，但是我尝到过财务分析的甜头，我怎么也不能相信财务分析没用的说法。1996 年连大冷公布 1995 年的每股税后利润是 0.3 元，暂不分红。但是我发现它的净资产有一半投在合资公司中，而这部分投资利润没有纳入报表。如果这部分资产产生同样效益，则连大冷的税后利润应该是 0.6 元。当时连大冷股价只有 2.9 元，在当时也是低价股，买这样的股票何惧之有？我当时为某基金写的分析报告后来被证明是对的。1996 年连大冷完成税后利润接近 0.57 元，加上 1995 年合资公司的利润每股税后利润是 0.7 元(即年报数据)。1997 年 4 月份，

连大冷价格升到 29 元，涨到 10 倍，是指数升幅的两倍多。而 1995 年年报出来时，连大冷股价不升反跌，原因是分红不好——未送股。1997 年我又在宁波杉杉的年度报告中发现了类似的情况。

有效市场理论假设证券价格反映公开可用的数据资料，也就假定了价格反映某种价值；现在它又否定对公司的财务分析，这本身就是矛盾的。究竟是谁的交易使得价格反映价值？还不是巴菲特这类有先见之明的人吗？如果所有的交易者都信了有效市场理论，都等待别人去发现价值，那么价格就永远不会反映价值。

从熵理论看，成功的投资不仅在于预测，而且在于决策。公开的数据资料传递的关于股票未来价格的信息大多是模糊的，我们面临的许多投资都是收益不确定的，像掷硬币打赌那样；不好的投资比例和组合会使你亏钱，好的投资比例和组合会使你稳定赢钱。巴菲特在市场过热时减持股票，在投资高收益高风险公司时选择可转换债券或可转换特别股，在保险市场竞争激烈时情愿减少客户而不降价，最终在别的保险公司危机时更大地占领了市场……，这些都显示了他非凡的决策才能。

如果有效市场理论家们还不承认决策的优劣，那么我们来一次掷硬币打赌吧，假设出正面赚三倍，出反面亏两倍，你下注，我也下注，重复多次，看谁赢钱多。

既然财务分析和技术分析无用，怎样度量一种股票的

投资风险？有效市场理论家们提出了β理论。β=1 的股票波动和市场相仿，β＝1.2 的股票波动幅度是市场的 1.2 倍……之所以有人买高风险的股票，是因为高风险伴随高收益。要想获得高收益，必须经受高风险。

高风险和高收益必然相伴吗？从熵理论看不是。投资分析者的任务就是要找到低风险高收益的投资或投资组合。而有效市场理论家否定这种努力。

本书主张用

$$R_r = (\text{算术平均收益}^2 - \text{几何平均收益}^2)^{0.5}$$

来度量投资风险，和用β系数度量风险相比，用 R_r 更加注重深度亏损。而β只注重相对波动。巴菲特假设自己买华盛顿邮报股票之前股价跌了一半，根据有效市场理论，它的风险更大了；巴菲特说：“我怎么也想不明白，为什么花 4000 万比花 8000 万风险更大。”

据说包括塞缪尔森在内的不少有效市场理论家在否定巴菲特的投资才能之后却把钱投在巴菲特管理的伯克希尔公司的股票上， 这更是让人怀疑：有效市场理论有用吗？

有效市场理论家好象在重复黑格尔的话：存在的就是合理的。在我看来，有效市场理论是一个只适于懒汉和赌徒的理论，它教你不用费心去思考和分析，等待命运的安排就是。对于真正的投资者来说，它毫无用处。

电子信息理论和经济信息理论的统一

经典信息论(电子信息理论的代表)的捍卫者(比如国际权威杂志 IEEE Tran on Information Theory)以为只有自己研究的信息理论才是正宗的，其他的信息研究是“信息”一词不科学的滥用。他们拒绝对语义信息和信息价值的研究，把信息概念局限在一个远离大众的范围内。这在信息化时代逐步走近的今天显得完全是作茧自缚。经典信息论研究的信息和我们通常说的信息究竟有多大关系？我们先看看一些日常信息交流的例子：

作为股市期货投资者张三，他每天一早起来打开电视收看国际国内新闻和天气预报，想了解中国对外贸易情况以及天气对农产品的影响；然后他根据电视和报纸上的新闻对市场行情作出预测，再根据预测调整自己的交易头寸。晚上他看完财经新闻又坐在电脑前通过 INTERNET 网查阅有关上市公司资料和金属或农产品库存数据，然后又参加网上股市沙龙，在沙龙里痛斥某自称正确率达 90%的股评家总是在关键的时候出错……

作为一个生产家电产品的公司经理李四，他每天要了解市场需求和竞争对手近况；他还经常看一大堆报表数据，以便控制成本和调整产品结构；他经常要考虑如何打广告，是选择电视还是报纸，费用压缩在什么范围内；他还要考虑如何对付竞争对手，是恐吓不行再让步还是坚决斗争到

底……

作为一个经济学家王五，他研究信息在经济领域中的作用，研究广告的信息和信息价值问题，研究虚假信息对社会的危害及防范措施……

可是经典信息论研究的信息同张三、李四和王五……关心的信息有什么关系呢？可以说经典信息论充其量只不过是电子通信编码理论，根本不是关于大众所理解的信息的信息理论。如果国际权威的信息论杂志不违背地球上99.9%的人关于“信息”(information)一词的使用习惯或者说自然约定，它就应该把自己名称中的 information 换成别的的字眼，比方说 communication coding (通信编码)或 electronic information(电子信息)。

另一方面，哲学家、经济学家、计算机和情报工作者以及普通老百姓完全不理会电子信息论对“信息”概念的限制，他们按照传统的方式理解和应用“信息”一词。虽然他们不能用数学的方法来度量自己理解的信息和信息价值，但是这并不妨碍他们交流信息或赢得诺贝尔奖。

然而，经济信息理论的辉煌后面也包含了无奈。笔者不止一次听说过：没有哪们学科像经济学那样使用那么多先进的数学工具，也没有哪们学科像经济学那样没用；经济学家什么都懂，就是不懂如何赚钱。当然，这是言过其实的，但是也从一个侧面说明了目前的经济学理论不够实用。笔者以为缺少适当的度量经济信息和信息价值的数学

理论是上述种种理论不够实用的一个重要原因。

虽然经典信息论或者说电子信息论在电子通信领域取得了辉煌的成就，但是要想在未来的信息化社会继续发挥重大作用，并且还把自己的理论称为信息论，那么它必须推广自己的研究范围和数学工具，必须解决老百姓通常碰到的信息，比如天气预报信息，股价预测信息，谎报军情信息……的度量和优化问题，必须解决经济信息和信息价值的度量，以及根据经济信息价值优化通信问题。

另一方面，经济信息理论虽然取得了辉煌的成就，可是信息和信息价值的度量这一基本问题却没有解决。由于缺少对经济信息(量)的数学定义，于是就导致了种种概念混乱。比如有效市场理论的信条“股票价格反映公司所有公开的信息”中的“信息”的用法就非常成问题，这里把公开的资料(文字数据)本身当作信息，而实际上，各人对资料理解不同，信息(量)就不同。

笔者相信自己建立的广义信息理论(包括本书的信息价值理论)已经初步实现了 Weaver 的设想——从数学上解决通信的后两个问题：语义问题和效用问题，从而也能解决一般的信息和信息价值的度量和优化问题。至少它在电子信息理论和经济信息理论之间架起了一座桥梁，使得两者可以使用相似的数学公式和优化方法。

笔者认为以 Shannon 理论为核心的经典信息论名不副实，但是这并不妨碍笔者对 Shannon 及其理论的敬仰。我

以为捍卫一种理论的最好方式是发展它，推广它；使它的合理内核在新的、更加普遍实用的理论中得到永生。在 Shannon 理论问世 50 年的今天，我谨以自己的独特方式以示纪念。

从增值熵看进化论

物理学熵理论和进化论(关于宇宙、生物、知识和社会的广义进化论[32，33])一直存在尖锐的矛盾。现在有了增值熵理论，至少生物进化可以用熵的语言来描述。

生物进化和资本增值类比

资本增值要经受市场的不确定性考验；不同的市场要求有不同的策略，通常的情况是太冒险不行，太保守也不行；既能躲过市场灾难，又能在和平的环境下稳定发展的投资基金，才能不断发展壮大。类似地，生物生存要经受环境的不确定性考验;不同的环境要求有不同的生存对策，太冒险者容易灭绝，而太保守者增殖很慢；只有那些在遭遇到大的自然灾害和凶猛的天敌侵袭后仍能劫后余生，而又能在和平的环境下稳定增殖的生物，才能更多地被自然选择所保留。

一个动物物种(比如某种羊)在奔跑速度、消化能力、抵御天敌……等方面的能力分配就相当于投资比例矢量。设该物种在可能发生的不同环境下的年增殖倍数是 R_i，i=1，2，... 第 i 种环境发生的概率是 P_i，则增值熵是

$$H = \sum_i P_i \log R_i \tag{11.1.1}$$

它反映该种生物的几何平均增殖速度或适应自然的程度。因而我们也可以说这里的 H 是**增殖熵**。

从增值熵的角度看，许多凶猛的野兽，比如虎狼，未必是自然的最适者，因为他们时常面临饿死和被牛角捅破肚皮的危险；而看来弱小的野兔和蚂蚁往往反倒有更稳定的增殖速度。这和股票和期货市场上的情况——从长远看，就战绩来说，操纵市场的庄家往往不如理性的投资者——是一样的。

许多食草动物都长有犄角，好象是：好的消化功能和用于防卫的犄角是一种较好的“投资组合”。人类的食谱最为广泛，谋生手段——有采集、耕种、捕猎、养殖……——最为多样，这很像是通过分散投资降低风险。

人类的互助和友善行为似乎与自然选择规律相矛盾，但是从熵理论的角度看，这类行为和购买期权或保险类似，小的付出可以避免大的风险。当别人觉得你对他有用时，他就不会轻易伤害你，并且可能在你危难的时候帮助你。相反，那些极度自私者遭遇风险的可能性要大得多。

投资组合理论可以用于解释生物进化的许多现象；同时，生物界的许多成败得失也值得投资者借鉴。

基于热力学熵和增值熵的宇宙观

伴随物理学熵理论的克劳修斯(Clausius)宇宙热寂说一直困扰着学说界。一方面，从微观看，世界越来越混乱无序——由于热力学熵增大的原因；另一方面，从宏观看，世界越来越有序——这可以从宇宙、生物和人类社会的进化得到说明。难道微观世界不能决定宏观世界吗？许多人接受普里高津(Prigogine)的说法：不平衡导致局部有序。那么不平衡又是从哪儿来的呢？

笔者认为，宇宙中同时存在两种熵，一种是热力学熵，它反映平衡、混乱和退化；另一种是增值熵，它反映不平衡、有序和进化；只是在微观世界中 ，前一种熵表现得更明显，而在宏观世界，后一种熵表现得更明显。笔者曾研究过麦克斯伟妖的失败原因，结论是：麦克斯伟妖失败只是由于时间的原因，在微观热力学系统中，积累明显可见的自由能需要极其漫长的时间而不是绝对不可能[34]。由此可以说明，肯定两种熵同时存在并不矛盾。

增值熵能否推广到物理学从而得出有用结论？笔者尚不敢断言。笔者推测，在某些不稳定平衡系统中，由于增值熵的存在，使得不平衡现象得以发展壮大，从而导致有序结构的产生。

谢嘉幸先生曾从哲学的角度提出反熵[31]，看来增值熵就是反熵的数学化。1991 年，谢嘉幸在攀枝花召开的第三

次熵与交叉科学研讨会上提出反熵概念时，大多数人都不能理解，笔者当时也认为有序化来自多样性的增加和混乱的减少，或者说来自负熵。本书理论却支持谢嘉幸的观点——存在一种与热力学熵相反的熵，它是宇宙、生物和社会进化的原因。

参考文献

[1] Lu， Chen—guang(鲁晨光). Shannon equations reform and applications， *BUSEFAL* **44**，4(1990)，45—52

[2] 鲁晨光. 广义互信息公式和波普尔科学进化论的一致性，长沙大学学报，**7**，2(1991)，41—46

[3] 鲁晨光. 广义信息论用于预测的评价和优化，预测，**12**，3(1992)，54—57

[4] 鲁晨光. 广义信息论，中国科技大学出版社，1993

[5] 鲁晨光. 广义熵和广义互信息的编码意义，通信学报，**5**，6(1994)，37—44

[6] 鲁晨光. 优化组合投资的最大广义熵方法，长沙大学学报， No.12(1994)，41—47

[7] Shannon ， C.E. 1948 ： A mathematical theory of communication ， *Bell System Technical Journal* ， **27**(1948)，379—429 and 623—656.

[8] 鲁晨光. 试析达尔文留下的关于香甜美的难题——历史唯物主义原理的生物学推广，自然信息，No.2(1987)，25—27

[9] 鲁晨光. 论美是促进喜爱情绪的反馈信号，长沙大学学报，总第三期(1989)，56—60

[10] 鲁晨光. 逻辑经验主义谬误的逻辑证明，知识分子，1987 年秋季号，93—94

[11] 鲁晨光. 由颠倒色觉的逻辑可能性澄清实指定义，现代哲学，No.2(1989)，49—51

[12] 鲁晨光. 美国颠倒光谱哲学论争，哲学动态，No.8(1989)，7—10

[13] 鲁晨光. 色觉新说及机制模拟，心理学动态，No.2(1986)，36—45

[14] 鲁晨光. 色觉的译码模型及其验证，光学学报，**9**，2(1989)，158—163

[15] 邓晓明. 论宇宙的几何特征，潜科学，No.1(1992)，35—42

[16] [美]威廉·夏普. 证券投资理论与资本市场，中国经济出版社，1992

[17] [美]肯尼思·J·阿罗. 信息经济学，何宝玉等译，北京经济学院出版社，1989

[18] [美]罗杰·洛文斯坦. Buffett——一个美国资本家成长——世界首富沃伦·巴菲特传，海南出版社，1997

[19] 鲁晨光. 股指山熊妖征战记，期货导报，1996 年 5 月 27－1996 年 12 月 23 日

[20] Markowitz， M. H. Portfolio Selection， Efficient，Diversification of Investments， Yale University Press，1959

[21] Markowitz，M. H. Foundations of Portfolio Theory，*The Journal of Finance*，**46**，2(1991)，469—477

[22] Latane， H. A. and Tuttle D. L. Criterion for portfolio building， *The Journal of Finance*， **22**， 3(1967)， 359—373

[23] 鲁晨光. 证券组合和风险控制的熵理论(“中国证券风险控制论文大奖赛”征文)，中国期货，总 73 期，1997.6，44—48

[24] 卫威. 股王之道：美国首富巴菲特的股票投资谋略、技巧及忠告，中华工商联合出版社，1997

[25] 张锐，戴建忠(编译). 战胜华尔街——美国头号职业炒手的股票经，暨南大学出版社，1996

[26] [美]罗恩•迈克尔森. 世界杰出交易商的特色，中国期货，1996 年 2 月

[27] 周炯磐. 信息理论基础，人民邮电出版社，1983

[28] [美]威弗尔. 通信的数学理论的新发展，系统论控制论信息论经典文献选编，求实出版社，1989，612—638

[29] 汪培庄. 模糊集和随机集落影，北京师范大学出版社，1984

[30] Guiasu S. Information Theory with Applications ，McGraw—Hill， International Book Company， New York，1977

[31] 张维迎. 博弈论和信息经济学，上海三联书店和上海

人民出版社，1996

[32] 赵南元. 认知科学和广义进化论，清华大学出版社，1994

[33] 王身立. 耗散结构向何处去——广义进化与负熵，人民出版社，1989

[34] 鲁晨光. 为麦克斯伟妖辩护，长沙大学学报，总第 6 期（1991)，10—18

[35] 谢嘉幸. 反熵・生命意识・创造，工人出版社，1989