



普通高等教育“双一流”建设经济学类专业数字化精品教材

MATLAB与量化投资

MATLAB and Quantitative Investments

张学功◎编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

内 容 简 介

本书从中国量化交易实践出发,根据基金公司量化投资实例,总结在量化交易中广泛使用的量化交易策略,全面介绍金融投资和交易过程中广泛使用的量化交易方法。

本书介绍了如何使用 MATLAB 软件构建量化投资策略,按照量化交易策略构建流程组织本书内容。本书主要内容包括量化投资策略及发展、量化投资数据接口简介、资产组合配置方法、量化择时、统计套利、基于事件驱动的量化投资策略分析,期货量化套利策略、人工神经网络与量化投资策略,以及算法交易。

通过学习,读者可以掌握从交易软件接口,到基本金融资产组合构建、资本资产的定价策略、量化投资的基础理论,量化选股和择时策略、套利策略、资产配置、资金管理、风险管理、算法交易等全流程覆盖的交易程式,构建符合投资者特征的个性化投资策略。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 与量化投资/张学功编著. —武汉:华中科技大学出版社,2020.12

ISBN 978-7-5680-6827-7

I. ①M… II. ①张… III. ①Matlab 软件-应用-投资学-高等学校-教材 IV. ①F830.59-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 263870 号

MATLAB 与量化投资

张学功 编著

MATLAB yu Lianghua Touzi

策划编辑:周晓方 陈培斌

责任编辑:余 涛

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:22.5 插页:2

字 数:517 千字

版 次:2020 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:58.00 元



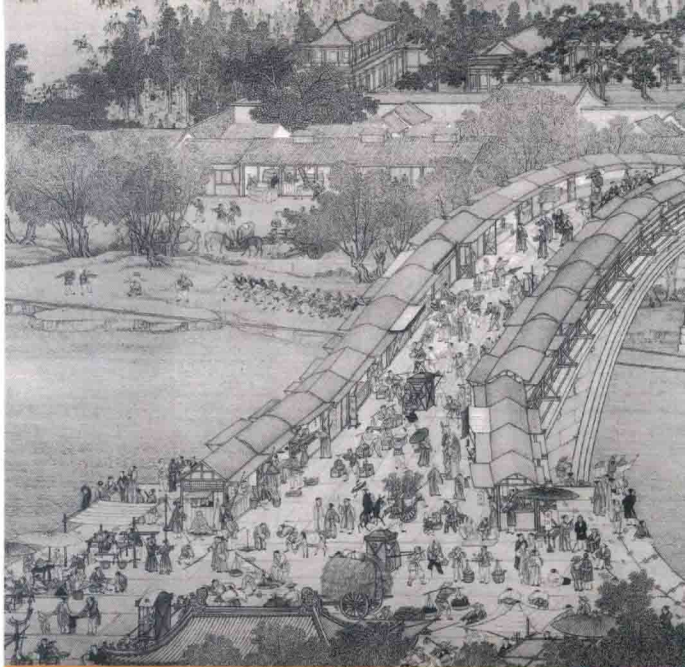
华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



作 / 者 / 简 / 介

张学功 经济学博士，华中科技大学经济学院硕士生导师。曾任职于美国晨星咨询（深圳）有限公司，高级数量分析员。先后任香港大学中国金融研究中心助理研究员，美国密歇根大学访问学者。多年从事资本资产定价、量化投资、金融风险管理等方向研究及教学，先后在《数量经济与技术经济研究》等权威期刊发表论文数十篇，参与主持国家自然科学基金项目“公司治理与内幕交易行为及监管创新研究”等多项研究项目。在实践中，与中量投等多家基金公司合作，具有深厚的量化投资理论与实践经验。



策划编辑 周晓方 陈培斌
责任编辑 余涛
封面设计 原色设计



普通高等教育“双一流”建设经济学类专业数字化精品教材

编委会

◎ 主任

张建华

◎ 副主任

欧阳红兵 江洪洋

◎ 委员（以姓氏拼音为序）

崔金涛 范红忠 方齐云 刘海云 钱雪松 宋德勇
孙焱林 唐齐鸣 王少平 徐长生 杨继生 张卫东



习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出,要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程,实现全程育人、全方位育人。根据这一要求,对于致力于世界一流大学和一流学科建设的中国高校来说,其根本任务就是贯彻落实立德树人宗旨,全面促进一流人才培养工作。

为了体现这一宗旨,华中科技大学经济学院制定了教学与人才培养“十三五”规划。基本思路是:贯彻坚守“一流教学,一流人才”的理念,抓好人才分类培养工作,更加重视国际化与创新型拔尖人才的培养。在教学方面,立足中国实际和发展需要,参照国际一流大学经济系本科和研究生课程设置,制定先进的课程体系和培养方案,为优秀的学生提供优质的专业教育和丰富的素质教育,培养具有创新能力的领军人才。为此,我们必须推进教学的国际化、数字化、数量化、应用化,改进教学方式,大力推进研讨式、启发式教学,加强实践性环节,着力培养创新型、领导型人才;进一步推进教学内容与方式的改革,规划建设一流的现代经济学专业系列教材,构建起我们自己的中国化的高水平的教材体系(即这些教材应当具有国际前沿的理论、中国的问题和中国的素材)。与此同时,注重规范教学,提高教学质量,建设并继续增加国家级精品课程及教学团队,组织教学与课程系统改革并探索创新人才培养的新模式。此外,还要加强实践环节,广泛建立学生实习实训基地。以此培养出一批具备扎实的马克思主义理论功底、掌握现代经济学分析工具、熟悉国际国内经济实践、能够理论联系实际的高素质人才,以适应国家和社会的需要。总之,这一规划确立的主题和中心工作就是:瞄准“双一流”目标,聚焦人才培养,积极行动,着力探索国际化与创新型人才培养新方案、新模式与新途径。我们也意识到,高质量的课程是科研与教学的交汇点,没有一流的课程,“双一流”就不可能实现。因此,抓教学改革、抓教材建设,就是实施这种探索的重要体现。

那么,如何做好现代经济学专业课程系列教材编写呢?习近平总书记提出,应按照“立足中国、借鉴国外,挖掘历史、把握当代,关怀人类、面向未来”的思路,着力建设中国特色社会主义政治经济学。根据习近平总

书记系列讲话精神，一是要在经济学科体系建设上，着力在继承性、民族性、原创性、时代性、系统性、专业性上下功夫。要面向未来，从教材体系建设入手，从战略层面重视教材建设，总结提炼中国经验、讲好中国故事，教育引导青年学子在为祖国、为人民立德、立言中成就自我、实现价值。要着眼未来学科建设目标，凝练学科方向，聚焦重大问题，在指导思想、学科体系、学术体系、话语体系等方面充分体现中国特色、中国风格、中国气派。二是要研究中国问题。张培刚先生开创的发展经济学植根于中国建设与发展的伟大实践，是华中科技大学经济学科的优势所在。经济学科要继承好、发扬好这个优良传统，要以我国改革发展的伟大实践为观照，从中挖掘新材料、发现新问题、提出新观点、构建新理论，瞄准国家和地方的重大战略需求，做好经济学科“中国化、时代化、大众化”这篇大文章。

编写本系列教材的思路主要体现在如下几个方面。第一，体现“教书育人”的根本使命，坚持贯彻“一流教学，一流人才”的理念，落实英才培育工程。第二，通过教材建设，集中反映经济学科前沿进展，汇聚创新的教学材料和方法，建立先进的课程体系和培养方案，培养具有创新能力的领军人才。第三，通过教材建设，推进教学内容与方式的改革，构建具备中国特色的高水平的教材体系，体现国际前沿的理论、包含中国现实的问题和具备中国特色的研究元素。第四，通过教材建设，加强师资队伍建设，向教学一线集中一流师资，起到示范和带动作用，培育课程团队。

本系列教材编写的原则主要有如下三个。第一，出精品原则。确立以“质量为主”的理念，坚持科学性与思想性相结合，致力于培育国家级和省级精品教材，出版高质量、具有特色的系列教材。坚持贯彻科学的价值观和发展理念，以正确的观点、方法揭示事物的本质规律，建立科学的知识体系。第二，重创新原则。吸收国内外最新理论研究与实践成果，特别是我国经济学领域的理论研究与实践的经验教训，力求在内容和方法上多有突破，形成特色。第三，实用性原则。教材编写坚持理论联系实际，注重联系学生的生活经验及已有的知识、能力、志趣、品德的实际，联系理论知识在实际工作和社会生活中的实际，联系本学科最新学术成果的实际，通过理论知识的学习和专题研究，培养学生独立分析问题和解决问题的能力。编写的教材既要具有较高学术价值，又要具有推广和广泛应用的空间，能为更多高校采用。


本系列教材编写的规范要求如下。第一，政治规范。必须符合党和国家的大政方针，务必与国家现行政策保持一致，不能有政治错误，不涉及有关宗教、民族和国际性敏感问题的表述。第二，学术规范。教材并非学术专著，对于学术界有争议的学术观点慎重对待，应以目前通行说法为主。注意避免在知识产权方面存在纠纷。第三，表述规范。教材编写坚持通俗易懂、亲近读者的文风，尽量避免过于抽象的理论阐述，使用鲜活的案例和表达方式。

本系列教材的定位与特色如下。第一,促进国际化与本土化融合。将国际上先进的经济学理论和教学体系与国内有特色的经济实践充分结合,基于中国具体国情,体现本土化特色。第二,加强中国元素与案例分析。通过对大量典型的、成熟的案例的分析、研讨、模拟训练,帮助学生拓展眼界、积累经验,培养学生独立分析问题、解决问题、动手操作等能力。第三,内容上力求突破与创新。结合学科最新进展,针对已出版教材的不足之处,结合当前学生在学习和实践中存在的困难、急需解决的问题,积极寻求内容上的突破与创新。第四,注重教学上的衔接与配套。与经济学院引进版核心课程教材内容配套,成为学生学习经济学类核心课程必备的教学参考书。

根据总体部署,我们计划,在“十三五”期间,本系列教材按照四大板块进行规划和构架。第一板块:经济学基本原理与方法。包括政治经济学、经济思想史、经济学原理、微观经济学、宏观经济学、计量经济学、国际经济学、发展经济学、中国经济改革与发展、现代管理学等。第二板块:经济学重要分支领域。包括国际贸易、国际金融、产业经济学、劳动经济学、财政学、区域经济学、资源环境经济学等。第三板块:交叉应用与新兴领域。包括幸福经济学、结构金融学、金融工程、市场营销、电子商务、国际商务等。第四板块:创新实践与案例教学。包括各类经济实践和案例应用,如开发性金融、货币银行学案例、公司金融案例、MATLAB与量化投资、国际贸易实务等。当然,在实际执行中,可能会根据情况变化适当进行调整。

本系列教材建设是一项巨大的系统工程,不少工作是尝试性的,无论是编写系列教材的总体构架和框架设计,还是具体课程的挑选,以及内容取舍和体例安排,它们是否恰当,仍有待广大读者来评判和检验。期待大家提出宝贵的意见和建议。

华中科技大学经济学院院长,教授、博士生导师



2017年7月



量化投资是指通过数量化方式及计算机程序发出买卖指令,以获取稳定收益为目的的交易方式。最近 10 年来,量化投资已经成为资本市场发展的热点和焦点,成为和基本分析、技术分析并称的三大主流方法。量化投资利用计算机技术通过指标构建、模型设计、参数优化等方法将投资者的投资理念及策略应用于资本市场进行投资,摒除了投资者个人情绪对于投资行为的影响,有利于避免在出现极端市场情形下进行的误操作。目前量化投资的主要内容包括量化选股、量化择时、股指期货套利、商品期货套利、统计套利、期权套利、算法交易、ETF/LOF 套利、高频交易等。

量化投资策略的关注度不断提高,很大程度在于量化策略可以借助大数据分析 with 人工智能深度学习技术,察觉到很多潜在的投资机会来提前布局博取超额收益。全球量化投资三巨头——文艺复兴、Two Sigma 以及德邵,依靠功能强大的计算机、海量数据集和算法来系统地利用证券价格模式,做出交易操作,并在过去几十年获得突出的超额收益,成为业内的先锋。目前三者合计管理着近 2000 亿美元的资金(约合人民币 1.4 万亿元)。量化投资者中有很多优秀的物理学家、数学家,他们依靠数学模型分析金融市场,期望依靠数学模型来打败市场,博取高额的投资收益。据《福布斯》对 2018 年对冲基金回报率的研究数据可见,在对冲基金大量亏损的 2018 年,精英量化交易基金获得了不菲的收益。在盈利的大型基金公司中,有超过一半的公司使用了算法交易和量化分析策略。在 2018 年收入最高的 20 名对冲基金经理和交易员中,超过半数与计算机驱动算法交易有关。即使在当前新冠疫情叠加石油战,诸多经济体陷入停顿,资本市场动荡加剧的情况下,吉姆-西蒙斯(Jim Simons)的老牌对冲基金文艺复兴科技公司的旗舰基金——大奖章基金 2020 年年初至 4 月 14 日依然上涨了 24%,而同期股票市场已经下跌了逾 11%。自 1998 年以来,大奖章基金年化回报率高达 66%,扣除投资者费用后回报率为 39%。

中国资本市场最早发行的可查量化对冲私募基金为华宝信托 2004 年的“基金优选套利”。自此以后,量化投资基金品种和发行数量迅猛增

加。截至2020年5月31日,国内量化型基金产品共868只,合计规模9506.53亿元。指数基金中ETF有273只,合计规模为6085.79亿元,LOF有76只,合计规模为364.87亿元,传统开放式基金有306只,规模为2509.39亿元。传统开放式基金在产品数量上领先,ETF在规模上占据主导地位。指数增强型-行业主题基金和对冲策略型基金表现较好,其收益率中位数分别为25.70%和4.03%。与国外投资界相比,中国量化投资基金刚刚起步,发展潜力巨大。

华中科技大学经济学院量化投资团队敏锐地发现了量化投资策略在中国资本市场的发展潜力,在学院支持下,投入大量人力物力,紧贴量化投资实践,从实践需要出发拓展教学资源,是国内较早开设量化投资课程的院校之一。目前已有大量毕业生活跃在量化投资界,成为学院金融专业硕士培养的亮点之一。

综合作者教学和实际操作经验,本书从中国量化交易实践出发,根据基金公司量化投资实例,对基金公司实战的量化交易案例进行总结,较为全面地介绍了金融投资和交易过程中广泛使用的数量化方法。在写作过程中,紧密围绕MATLAB软件学习,使用MATLAB程序构建从交易软件接口,到基本金融资产组合构建、资本资产的定价策略、量化投资的基础理论,量化选股和择时策略、套利策略、资产配置、资金管理、风险管理、算法交易等全流程覆盖的交易程式。

本书具有以下特点:

(1) 渐进性。本书从最基础的软件接口出发,探讨基础资产的定价、量化交易策略、算法交易、资金管理、风险控制等量化投资行为的理论及实践。通过本书的学习,读者可以掌握量化投资从基础到高深策略的全过程。

(2) 实战性。书中案例绝大多数来源于实际市场交易数据,特别是交易策略直接作用在专业投资机构的投资实战行为,对于读者具有较强的参考作用。既可以学习量化投资的理论,也可以进行实战模拟及实际投资。

(3) 实用性。本书不仅探讨了量化交易的理论知识及实践案例,还对每个策略及案例提供详细的MATLAB程序及解释。通过本书的学习,读者可以自己MATLAB程序进行改写,通过技术回测,直接将交易策略应用于投资实践。

本书可以作为金融学本科生高年级、硕士研究生教材,也可以为量化投资策略研究者提供参考。

本书的编写资料由量化投资教学科研团队全体同仁、研究生协助提供。其中经济学院硕士研究生袁棋、付威威参与编写了第一章,邓云、邓

然同学参与编写了第三章、第四章,数学与统计学院张玥同学参与编写了第九章,还有漆炫辰、王碧涵、杨继明、胡梦园、唐甜郭蜜等同学也做了大量工作,在此一并感谢。

本书涉及研究所做的工作不少是尝试性的,对于编著过程中存在的不足,诚盼读者不吝指教。

编者

2020年12月

与本书配套的二维码资源使用说明

本书部分课程及与纸质教材配套数字资源以二维码链接的形式呈现。利用手机微信扫码成功后提示微信登录,授权后进入注册页面,填写注册信息。按照提示输入手机号码,点击获取手机验证码,稍等片刻收到4位数的验证码短信,在提示位置输入验证码成功,再设置密码,选择相应专业,点击“立即注册”,注册成功。(若手机已经注册,则在“注册”页面底部选择“已有账号?立即注册”,进入“账号绑定”页面,直接输入手机号和密码登录。)接着提示输入学习码,需刮开教材封面防伪涂层,输入13位学习码(正版图书拥有的一次性使用学习码),输入正确后提示绑定成功,即可查看二维码数字资源。手机第一次登录查看资源成功以后,再次使用二维码资源时,只需在微信端扫码即可登录进入查看。

目录

Contents

第一章 量化投资策略及发展 /1

- 第一节 量化投资发展简介 /1
- 第二节 MATLAB 及相关工具箱简介 /7
- 第三节 量化投资在中国 /10

第二章 量化投资数据接口简介 /13

- 第一节 东方财富 Choice 数据终端 MATLAB 量化接口注册 /13
- 第二节 MATLAB 接口命令生成向导 /17
- 第三节 MATLAB 接口功能函数 /21
- 第四节 Choice-MATLAB 接口数据下载 /27
- 第五节 Choice 交易组合构建 /35
- 第六节 债券实例 /37
- 第七节 公开数据资源——以 Tushare 为例 /44

第三章 资产组合配置方法 /49

- 第一节 Markowitz 资产组合模型 /50
- 第二节 Markowitz 模型构建资产组合有效前沿实例 /52
- 第三节 Black-Litterman 模型 /66
- 第四节 BL 方法下 Dow Jones 30 工业指数成分股的资产组合 /77
- 第五节 基于 CVaR 的证券组合配置方法 /83
- 第六节 基于 CVaR 的证券组合分析 /87

/98 第四章 量化选股

- 第一节 量化选股模型之打分法 /100
- 第二节 基于打分法的中小板多因子选股模型 /103
- 第三节 量化选股之回归法 /116
- 第四节 多因子选股之回归法案例 /122

/148 第五章 量化择时

- 第一节 趋势择时 /148
- 第二节 趋势择时案例分析 /151
- 第三节 基于 SWARCH 模型的量化择时策略 /172
- 第四节 基于 Hurst 指数的择时策略 /183
- 第五节 支持向量机 /193
- 第六节 基于 C-SVM 算法的 HS300 股指期货交易策略 /197

/214 第六章 统计套利

- 第一节 基于价差的配对交易 /216
- 第二节 协整理论及 ECM 模型 /222
- 第三节 基于协整理论的期货跨市场跨品种套利 /226

/236 第七章 基于事件驱动的量化投资策略分析

- 第一节 预期正常收益率模型 /237
- 第二节 基于业绩预增的事件驱动量化投资策略 /238

/246 第八章 期货量化套利策略

- 第一节 股指期货期现套利 /246
- 第二节 股指期货跨期套利 /252
- 第三节 商品期货套利策略 /258
- 第四节 商品期货的期现套利 /261
- 第五节 商品期货的跨市场套利 /268
- 第六节 商品期货的跨期套利 /274

第九章 人工神经网络与量化投资策略 /277

- 第一节 神经网络 /277
- 第二节 基于BP神经网络的量化择时策略 /280
- 第三节 基于PAC-BP神经网络的量化选股策略 /289
- 第四节 LSTM网络模型与量化投资策略 /296
- 第五节 基于LSTM网络的量化择时策略 /300
- 第六节 基于LSTM网络的量化选股 /308

第十章 算法交易 /315

- 第一节 算法交易的基本概念 /315
- 第二节 算法交易策略成本分析及优化 /319
- 第三节 常用算法交易及其实现 /321

参考文献 /339

第一章

量化投资策略及发展

量化投资是指通过数量化方式及计算机程序发出买卖指令,以获取稳定收益为目的的交易方式。最近 10 年来,量化投资已经成为资本市场发展的热点和焦点,成为和基本分析、技术分析并称的三大主流方法。量化投资交易策略业绩稳定,市场规模和份额不断扩大,受到投资者越来越多的追捧。

量化投资目前成为基金公司、资产管理公司研究的重点之一。由于量化投资策略可以在多个产品上进行快速复制,有利于降低资金管理成本,快速扩大资产管理规模。也可以利用量化对冲方式,构建与市场涨跌无关联的产品,通过市场中性策略获得低风险收益,这适合追求稳健收益的大客户,如保险资金、银行理财等。利用量化投资还可以有效杜绝内幕交易等违法行为,量化投资利用公开信息,通过数学模型进行数据挖掘,发掘公开数据隐藏的信息,从而战胜市场,从方法论上杜绝了内幕交易的可能。量化投资方法特别符合机构投资者的偏好,使其在较短的时间内风靡全球。

第一节

量化投资发展简介

一、量化投资发展的基础

量化投资的快速发展已经说明了该方法的科学性和实用性。然而量化投资方法的发展是建立在资本市场结构的变迁、金融理论发展以及资本市场技术条件不断完善的基础上的。

1. 有效市场假说与量化投资

量化投资的理论基础是建立在有效市场假说基础上的。量化投资是在非有效市场及弱势有效市场中的最佳分析理论。

尤金·法玛对有效市场假说定义如下：

假设 $t-1$ 时期的资产价格取决于未来时期 t 的各种资产价格的联合概率分布，则依据市场有效性要求，在决定 $t-1$ 期的证券价格时，市场对可获得的信息的利用具有全面性、完整性、正确性，而上述具有全面性、完整性、正确性的信息同时是被用来估计 t 时期资产价格联合概率分布的。

t 期 n 种资产价格的向量定义为 $P_t = (P_{1t}, P_{2t}, \dots, P_{nt})$ ； $t-1$ 期可获得的所有信息的集合定义为 Θ_{t-1} ； $t-1$ 期市场实际利用的信息的集合定义为 $\Theta_{m,t-1}$ ；市场在信息集 $\Theta_{m,t-1}$ 下估计 t 期价格概率密度函数为 $f_m(P_t | \Theta_{m,t-1})$ ；在信息集 Θ_{t-1} 中所隐含的真实的 t 期价格的概率密度函数定义为 $f(P_t | \Theta_{t-1})$ 。如果市场是有效市场，则有 $f(P_t | \Theta_{t-1}) = f_m(P_t | \Theta_{m,t-1})$ 。

资本市场要达到有效状态应具备以下条件：

(1) 理性市场参与者。理性市场参与者可以正确评估到达资本市场的新信息，对资本市场的金融产品进行准确定价。

(2) 理性偏差独立。如果市场存在非理性的参与者，且所有参与者的理性偏差是独立的，偏乐观与偏悲观的市场参与者的数量相当，则资本市场依然能够达到有效的状态。

(3) 存在进行套利交易的专业市场参与者。专业市场参与者可以迅速地卖空价值被高估的资产、买进价值被低估的资产，使得资产价格能迅速地回归真实水平，资本市场依然有效。

有效资本市场假说分为三种形式：弱式有效市场、半强势有效市场以及强势有效市场。

弱式有效市场(weak form market efficiency)中交易资产的价格已经充分、及时、准确地反映所有的历史有关信息——价格、收益、交易量等。在一个弱式有效的资本市场中，价格、收益等变化是随机的，时间序列相互独立；价格、收益等变化“无章可循”，不存在统计趋势或规律；如果弱式有效市场假说成立，则股票价格的技术分析失去作用，任何人都不能利用分析历史信息获得超常收益，基本分析可能帮助投资者获得超额利润。

半强势有效市场(semi-strong form market efficiency)中交易资产的价格充分、及时、准确地反映所有的公开信息——微观(财务、并购、投资、分红、拆细、人事或股权变动等)和宏观(经济增长、失业、利率、税收等)信息。在半强势有效的资本市场上价格对所有披露的公开信息做出及时、快速、正确的反映；信息公开披露后，价格没有显著的变动趋势；任何人不可能利用公开信息获得超常收益。如果半强势有效假说成立，在市场中利用基本面分析则失去作用，内幕消息可能获得超额利润。

强势有效市场(strong form market efficiency)中交易资产价格充分、及时、准确地反映所有的信息——历史、公开和内幕的信息。在一个强势有效的资本市场上，价格对所有相关的信息做出及时、快速、正确的反映；任何人不可能利用任何信息，包括内幕信息，获得超常收益；强势有效市场是一种高度有效资源配置的市场，一种“三公”的市场，一种理想中追求的市场。在此市场中价格已充分地反映了所有关于公司营运的信息，这些信息包括已公开的或内部未公开的信息。技术分析和基本分析都无用武之地，在强势有效市场中无论使用何种分析工具、利用公开或内幕的信息，均无法获取超额收益。在此类