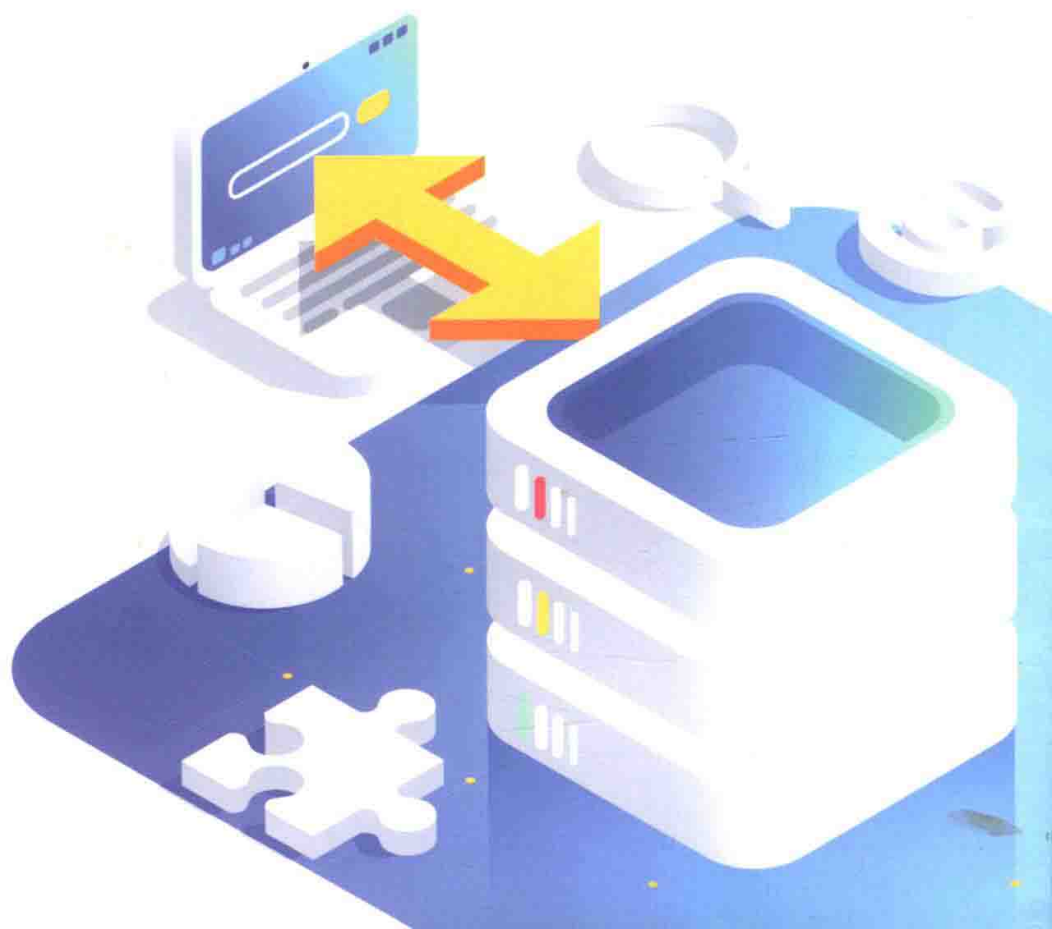


基于集成学习的 互联网消费 金融信用评价研究

◎张 科 著



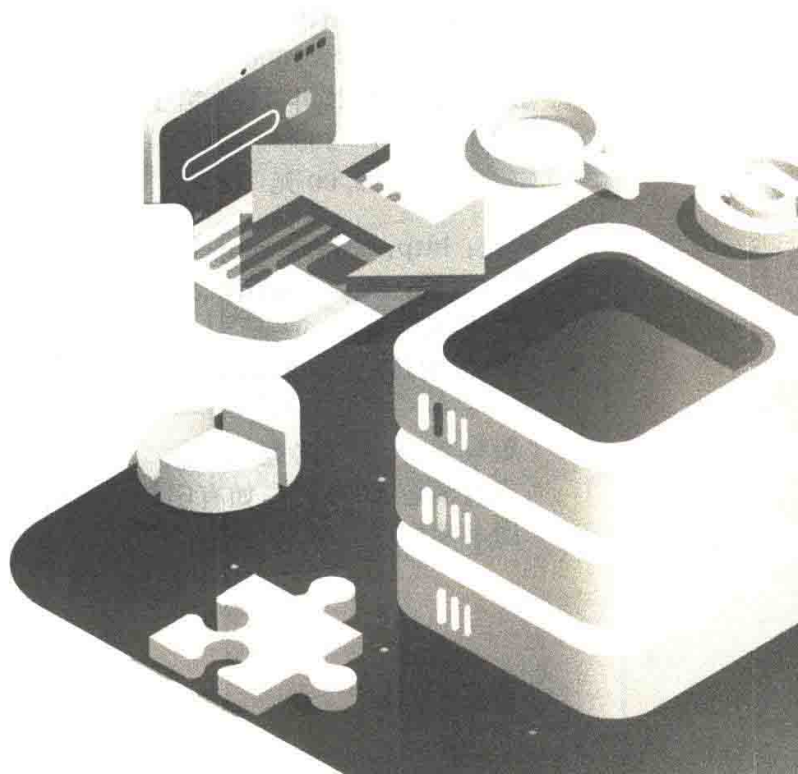
南京
大学
出版
社

基于集成学习的 互联网消费 金融信用评价研究

张 科 著



南京大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

基于集成学习的互联网消费金融信用评级研究 / 张科著. — 南京 : 南京大学出版社, 2021. 11

ISBN 978 - 7 - 305 - 24623 - 4

I. ①基… II. ①张… III. ①互联网络—消费—金融—信用—评价—研究 IV. ①F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 118229 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮 编 210093

出 版 人 金鑫荣

书 名 基于集成学习的互联网消费金融信用评级研究

著 者 张 科

责任编辑 尤 佳

编辑热线 025 - 83592315

照 排 南京南琳图文制作有限公司

印 刷 苏州市古得堡数码印刷有限公司

开 本 718×1000 1/16 印张 20.25 字数 230 千

版 次 2021 年 11 月第 1 版 2021 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 24623 - 4

定 价 59.00 元

网址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

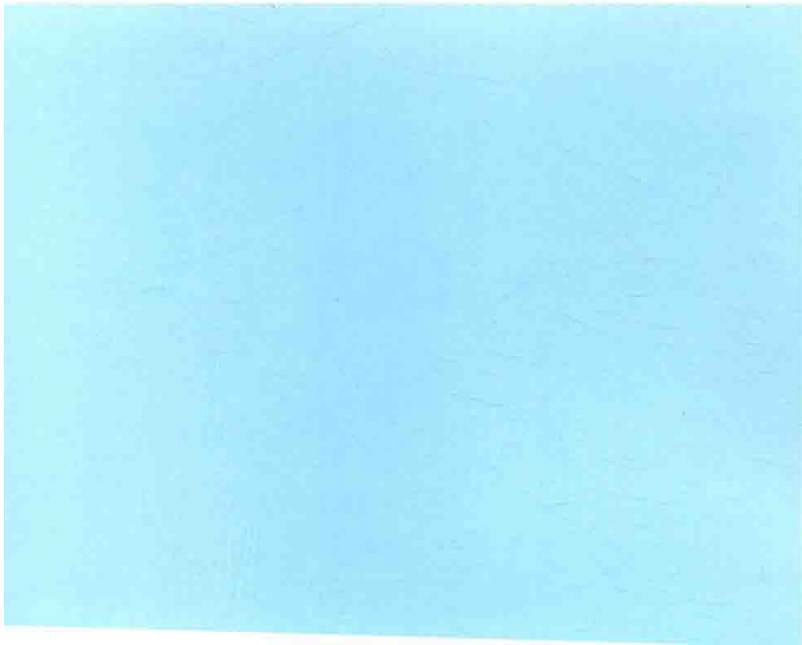
销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

作者简介

张科，南京大学经济学博士，加州大学伯克利分校访问学者。一直从事行为金融、投资者学习效应、自然语言处理和社会网络分析等方面的研究，曾参与多项与行为实验、投资者行为和社会互动相关的国家自科和社科基金项目。曾多次在“美国金融学年会(AFA)”“中国金融学年会”以及“金融系统工程与风险管理年会”等国内外重要学术会议上做报告，并在 *Journal of Business Ethics*、*Review of Asset Pricing Studies*、*Electronic Commerce Research and Applications*、《管理科学学报》《南开管理评论》《经济管理》等国内外期刊发表论文多篇。



责任编辑 尤 佳
装帧设计 朱 兰



前言

互联网消费金融为公众消费提供了金融支持,对刺激消费需求具有重要意义。但是,互联网消费金融机构难以近距离接触借款人,无法像开展传统信贷业务那样面对面评估借款人的信用状况,互联网消费金融中的信贷双方存在较强的信息不对称现象,极易引发逆向选择和道德风险,导致互联网消费金融平台面临较大的信用违约风险。因此,互联网消费金融领域中的信用评价问题亟待研究。

本书在借鉴国内外相关理论和已有研究的基础上,结合中国互联网消费金融市场发展状况和个人征信体系建设实际情况,深入探究互联网消费金融领域的信用评价问题。本书基于集成学习理论,提出了用于建立互联网消费金融信用评价指标体系的方法和信用评价模型,并在真实信贷数据上进行了检验。所谓集成学习是指用多个学习算法对同一问题进行学习建模的方法,集成学习模型最终输出结果是由构成集成模型的各个模型的输出所共同决定。

首先,本书提出了 GA-XGBoost 方法以构建互联网消费金融信用评价指标体系,通过 XGBoost 这一算法判断各种可能的指标组合用于信用评估的准确性,并借助 GA 遗传算法对指标组合进行迭代优化,从而得到互联网消费金融信用评价指标体系。在此基础上,本书选取某上市城

商行和人人贷 P2P 网络借贷平台这两个互联网消费金融信贷数据,建立了商业银行和 P2P 网络借贷平台互联网消费金融信用评价指标体系。通过分析这两个信用评价指标体系的效果,发现本书所提出的 GA-XGBoost 方法不仅几乎完全保留了原始数据所包含的与借款人信用状况有关的信息,同时,还剔除了大量冗余或无关指标,减少了样本数据规模,从而大大压缩了信用评价模型的训练时间。

其次,本书提出了互联网消费金融信用评价模型,该模型由 XGBoost-Logit 违约概率模型和信用评分转换公式两部分所构成。其中,XGBoost-Logit 违约概率模型以 Bagging 方法对训练数据包含的样本和指标同时进行多次抽样,形成多个不同的数据集,并以 XGBoost 算法在这些数据集上生成大量初级模型,然后采用 Stacking 方法,将这些初级模型的输出作为样本的新数据,基于 Logit 回归算法训练得到次级模型,由此构建 XGBoost-Logit 违约概率模型。通过分析该模型在商业银行和 P2P 网络借贷两类互联网消费金融信贷数据上的判断准确性,发现本书所提出的 XGBoost-Logit 违约概率模型不仅能够对正常和违约两类借款人做出准确判断,并且相比其他主流算法,XGBoost-Logit 模型在各种临界值条件下始终具有极高的违约样本判断准确率。另一方面,本书借鉴了 FICO 信用评分体系的经验,建立了将违约概率转换为信用评分的公式及相应参数,由此,本书构建了互联网消费金融信用评价模型。

最后,本书总结了研究的主要结论,并对本研究的适用领域进行了讨论,认为本书提出的构建信用评价指标体系和信用评价模型的方法适用于互联网消费金融信贷风险评估、大数据征信和信用风险预警等领域,还分析了本研究的局限性和未来改进方向。

目 录

Contents

第一章 导论	1
第二章 研究的理论分析框架	48
第一节 信用评价的相关理论	48
第二节 集成学习的相关理论	54
第三节 个人信用评价的方法	79
本章小结	89
第三章 互联网消费金融信用风险分析	91
第一节 互联网消费金融概况	91
第二节 中国个人征信市场概况	106
第二节 互联网消费金融信用风险	112
第三节 互联网消费金融信用风险的博弈分析	120
本章小结	139
第四章 互联网消费金融信用评价指标体系	141
第一节 基于集成学习的指标体系构建	142

第二节 数据选取和分析	157
第三节 测试结果与有效性	186
本章小结	210
第五章 互联网消费金融信用评价模型	212
第一节 基于集成学习的违约概率模型构建	213
第二节 模型测试与效果评价	218
第三节 与其他违约概率模型比较	253
第四节 违约概率模型的选定与信用评分计算	274
本章小结	280
第六章 结论与展望	282
参考文献	293
后 记	315

第一章

导 论

一、研究背景与意义

(一) 研究背景

近年来,互联网金融在中国得到了长足发展,规模增长、产品创新,涉及的领域越来越广泛,影响力也越来越大。根据易观咨询发布的《中国互联网消费金融专题分析 2016》,2016 年中国互联网消费金融市场规模已达到 3 600 亿元,环比增幅高达 200% 以上。但互联网金融还远未达到其增长极限,根据北大光华学院和度小满金融联合发布的《中国消费金融年度报告 2019》显示,2018 年,我国消费贷款规模达到 12.05 万亿元,互联网金融放贷规模达到 7.8 万亿元,但消费金融渗透率仅为 34.6%,尚低于美国、英国等发达国家水平。因此,随着移动支付和智能终端的普及,互联网金融仍有巨大发展空间。

与市场交易规模大幅增长相适应的,是互联网金融参与者的增多以及产品的不断创新。商业银行、持牌消费金融公司、电商企业、P2P

借贷平台、消费分期平台等各类机构纷纷投入互联网消费金融的浪潮，通过互联网这一新兴渠道为消费者提供旅游、数码产品、教育、医疗、房产家装和汽车等方面的消费信贷服务。随着基础金融资产的不断丰富，已经有机构以互联网消费金融资产为基础发行了资产证券化产品，如ABS、ABN等。自从2014年第一支消费金融ABS问世以来，截至2016年12月，有14家消费金融机构发行了资产证券化产品，发行总金额达到890亿元。其中，互联网电商是发行的绝对主力，蚂蚁金服与京东金融共发行了36个产品，发行金额达到640亿元以上，占有所有已发行ABS产品总金额的70%以上。

可以认为，在国家政策层面鼓励互联网消费金融发展的宏观背景下，随着互联网消费金融产业链的健全完善和产品种类的不断丰富，互联网消费金融将迎来爆发式的增长。

虽然互联网消费金融在中国的扩张极为迅速，但在其发展过程中，也暴露出其风控能力较弱、面临较大信贷风险的问题。信用是市场经济的“基石”，完善的社会征信体系是社会主义市场经济体制健康发展的基本保障。然而目前中国的社会征信体系还存在缺乏个人信用信息共享机制和征信方法发展较为滞后的问题。

在信用信息共享机制方面，目前中国尚没有全国统一的信用信息采集和分类管理标准，“信息孤岛”问题较为严重，缺乏信息共享机制，可能导致贷款客户重复授信的问题。目前中国已经形成了人民银行个人信用信息基础数据库、专业征信机构的自有信用数据库和互联网金融机构的信用数据库这样一种多层次征信体系，但是不同信用数据库的数据来源各有偏好，如人民银行的信用数据库主要基于银行等传统金融机构的

个人信息,而互联网金融机构的信用数据库则大多建立在用户网络行为的基础之上。不同信用数据库之间缺乏信息交换机制,加之不同机构出于自身利益可能存在屏蔽信用信息的行为,使得个人信用信息在不同信用数据库中呈现相互割裂、共享不足的现象。在这种背景下,征信机构很难获得具体个人的完整信用信息。这不仅加大了征信系统的建设难度,也严重制约了个人信用评价发挥作用的范围。同时,各类互联网消费金融机构评估贷款客户信用水平的依据也各有不同,其中,商业银行较为依赖人民银行个人征信系统,而互联网电商平台则依靠基于贷款客户网络行为的自建信用评价系统。不同平台的贷款信息无法共享,导致用户可以在不同类型的互联网消费金融机构处多次申请贷款,获得远超其还款能力的授信额度。

在信用评价方法方面,中国征信机构所采用的信用评价方法相比英美等发达国家还存在一定差距,特别是商业银行等传统金融机构目前主要采用的信用评价方法多是专家评价法、评分卡法和回归模型法,其响应速度和判断准确性都越来越不能满足现代金融业务发展的要求。目前国际上的主流信用评价方法主要分为商业银行对公(Wholesale)和对私(Retail)业务两个领域。对公业务所采用的信用评价方法一般是根据金融学基础理论发展而来的,如基于期权定价公式的KMV模型和基于资产组合理论的Credit Metrics模型等。但是在对私业务领域,由于个人信用数据的采集存在诸多困难,难以直接运用金融学理论建立个人信用评价模型,同时个人信贷还存在数量众多的特点,依靠人工审核无法满足业务需要。因此,在经历了专家评分法、评分卡法和回归模型法等发展阶段后,发达国家大型金融机构目前多是采用基于机器学习的信用

评价模型来判断个人信用情况。得益于计算机运算能力的进步和数据采集范围的扩大,基于机器学习的信用评价模型在结果输出速度和判别准确性方面都远胜于以往的信用评价方法。

(二) 研究意义

随着互联网消费金融这一新兴信贷业务的出现,借款人可以通过互联网技术在任何时间、任何地点向互联网消费金融机构申请贷款。这固然为借款人满足其提前消费需求提供了极大的便利,但不可否认的是,由于互联网消费金融机构难以近距离接触借款人,无法像开展传统信贷业务那样面对面评估借款人的信用状况,借款人有可能隐瞒其真实贷款意图或经济状况。因此,互联网消费金融中的信贷双方存在较强的信息不对称现象,极易引发逆向选择和道德风险,导致互联网消费金融机构面临较大的信用违约风险。

然而,目前学界以信息不对称的视角研究互联网消费金融信用评价问题的实证文献尚不多见,特别是对两方面重要问题的研究尚有不足:一是如何从数据中提取出有价值的信息,尽可能使用数量较少的指标并且最大限度地保留与借款人信用状况相关的信息,由此构建互联网消费金融信用评价的指标体系;二是如何构建一个适用于互联网消费金融领域的信用评价模型,尤其需要准确识别少数信用状况不佳的借款人。有效解决上述问题对缓解信息不对称现象、规范互联网消费金融借贷行为,以及促进互联网消费金融市场健康发展都具有极其重要的理论价值和现实意义。

鉴于此,本书以有效评估互联网消费金融中借款人的信用状况为研

究主线,以互联网消费金融信用评价指标体系和信用评价模型为主要研究内容,在借鉴国内外相关理论和已有研究,以及中国互联网消费金融市场发展状况和个人征信体系建设的基础上,深入探究互联网消费金融领域的信用评价问题。借助集成学习的理论,提出了信用评价指标体系构建模型和信用评价模型,通过实证检验的方式研究以上两个问题。本书所做研究不仅为互联网消费金融领域的信用评价问题提供了理论参考,而且为有效评估互联网消费金融中借款人信用状况和规范互联网消费金融市场行为提供了实践依据。

二、主要概念的界定与辨析

(一) 互联网消费金融

互联网消费金融这一概念包括了互联网金融和消费金融两个方面,因此,要准确界定互联网消费金融的概念,就需要先厘清互联网金融和消费金融的内涵。

互联网金融最早发源于英美等国家,如最早的网络借贷网站 Zopa 成立于 2005 年,但是,这些国家的金融机构对互联网技术的接受使用程度较高,他们也是互联网金融的重要参与者和组成部分,因此,互联网金融在国外并未形成独立的金融业态。目前,国外学术界并不直接使用互联网金融这一名词,而是用电子金融(Electronic Finance)、电子银行(E-Banking)、网络银行(Online Banking)等多种称谓指代各类通过电子通信和计算机技术开展金融业务的模式(Allen, et al., 2001; Sato &

Hawkins, 2001; Schaechter, 2002; Anguelov, et al., 2004)。

相比国外,中国学者关于互联网金融的研究更为丰富,这主要是由于中国的金融市场体系尚不完善,互联网金融作为传统金融的有益补充,一经出现就受到投资者的追捧,其市场规模迅速扩大。国内学者对互联网金融的含义进行了深入研究。在互联网金融发展初期,人们对其了解不多,政府并未出台明确的监管政策而是持宽容的态度任其发展,学界对这一新生金融模式的理解还较为抽象。有学者从去中介化的角度对互联网金融进行定义,如谢平和邹传伟于2012年首次在国内提出互联网金融这一概念时,认为互联网金融是一种借助互联网科技开展金融融资的模式,区别于在资本市场直接融资和通过商业银行间接融资这两种传统融资模式,互联网金融主要依靠移动支付、社交网络、搜索引擎和云计算等技术手段和平台,通过网络化方式评估信贷风险,使得资金供需双方能够沟通,从而降低交易成本和信息不对称程度,达到市场充分有效且无金融中介的状态(谢平、邹传伟,2012)。还有学者从交易渠道和手段的角度界定互联网金融的概念,如宫晓林在2013年认为互联网金融是利用现代信息科技进行的金融活动,通过互联网实现融资、支付和交易中介等功能(宫晓林,2013)。他还提出,互联网金融能够使得交易双方突破地域限制,直接进行沟通,因而具有易于获得、信息不对称程度较低和去中介化的特征(宫晓林,2013)。裴平在2014年认为,互联网金融是依托支付、云计算和社交网络等互联网工具,实现资金融通、支付和信息中介的一种新兴金融(裴平,2014)。

国外学者目前对消费金融的概念尚未形成一致认识,由于消费金额可以广泛地理解为与消费行为有关的所有金融活动,其涉及面很宽,包

括了经济和金融,还有心理学、营销学、社会学等多个学科领域,因此在消费金融领域的研究中,国外学者们使用了多种术语描述这一概念,缺乏统一规范。因此,要讨论消费金融的含义,就有必要先对消费金融领域的四个常用术语进行解释:

(1) Household Finance: Campell 于 2006 年提出了这一概念 (Campell, 2006),他认为应该以家庭为单位研究其金融活动。正是基于这一理念,他将家庭作为一个整体消费单元,主要研究家庭如何利用金融工具以实现其财务目标这一问题,因此 Household Finance 的研究内容主要是金融机构如何为家庭提供金融服务以实现家庭的金融功能,消费者如何制定金融决策,以及政府部门如何影响金融服务的提供。2009 年,Stango & Zinman 沿着这一思路,将 Household Finance 定义为家庭融资,研究了指数增长偏见如何影响家庭融资决策 (Stango & Zinman, 2009)。2012 年,Renneboog & Spaenjers 则将 Household Finance 定义为家庭的投资决策,研究了家庭的宗教信仰和风险偏好如何影响家庭投资渠道的选择 (Renneboog & Spaenjers, 2012)。可以看出,不同学者对 Household Finance 的定义存在较大差异。Tufano 在 2009 提出 Campell 对 Household Finance 的定义是从金融产品和金融机构的角度出发,对金融功能的具体内容则没有准确界定,因此存在同义反复的问题 (Tufano, 2009),由此可能导致概念的混淆和误用。

(2) Consumer Finance:这一术语主要从消费者的角度出发,关注其所面临的金融问题。因此 Tufano (Tufano, 2009) 在 2009 年根据 Crane 等人 (Crane, et al., 1995) 和 Merton & Bodie 分别于 1995 年 (Merton & Bodie, 1995) 所提出的根据金融功能来理解金融系统的思路,将

Consumer Finance 的研究范畴定义为消费者所需要的各项金融功能：
① 支付功能，即使用现金、支票、借记卡、信用卡、电传和网上支付等方式；② 管理风险，即通过一系列金融产品管理消费者所面临的财务风险；③ 信贷，让消费者能够以未来收入为凭据进行融资，实现提前消费，这既包括了信用卡、短期贷款、学生贷款、P2P 借贷等无抵押贷款，也包括了房贷、车贷等抵押贷款；④ 投资和储蓄，使得消费者能够预先安排资产以备未来的消费所用，这包括了银行储蓄、基金、保险年金和退休保险等多种金融产品。在这一领域的研究中，Samuelson (Samuelson, 1969) 和 Merton (Merton, 1969; Merton, 1971) 等人分别于 1969 年和 1971 年，基于消费者预期收益最大化的理性人假设，研究消费者如何在一个确定的金融环境中，利用其禀赋财富和未来收入来最大限度满足其各类消费需求。Xiao 在 2008 年 (Xiao, 2008) 则从 Ando & Modigliani 于 1963 年提出的 (Ando & Modigliani, 1963) 生命周期假说 (Life Cycle Hypothesis) 出发，研究了个人如何通过掌握金融知识提高其融资能力 (Financial Capability)，从而获得财务幸福 (Financial Wellbeing)。

(3) Personal Finance: Garman & Fogue 于 2011 年提出，Personal Finance 主要研究的是个人和家庭如何利用各种与金融有关的资源实现财务成功，这包括了如何消费、储蓄、保障和投资其金融资源 (Garman & Fogue, 2011)。由这一定义可知，Personal Finance 主要关注个人财富、人生规划、税负管理，以及如何管理自己的消费、投资和融资安排等方面的内容。因此，Personal Finance 领域的研究更偏重具体业务操作细节，从财务和财富管理的角度出发，研究如何通过财务手段实现个人预期收益最大化。