

金融结构优化方法与理论

刘超, 赵琪, 马玉洁, 高扬

(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100124)

摘要: 金融结构不存在一个放之四海而皆准的最优标准, 一国的最优金融结构由特定时期的国情所决定。金融结构优化是实现最优金融结构, 进而促进经济健康发展的重要手段。系统梳理了金融结构理论的演变历程, 分析了金融结构的优化目标, 总结了金融结构的优化方法。在文献研究基础上, 明确后续研究的突破口在于如何针对金融结构与经济发展多目标的复杂交互关系, 实现金融结构的多目标优化。为此, 提出基于进化算法的金融结构多目标优化研究新视角, 明确其中的关键问题, 并对后续研究做出展望。

关键词: 金融结构; 经济发展; 多目标优化; 进化算法

中图分类号: F830.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-0398(2016)05-0047-09

引言

金融结构是经济发展的内生推动力, 在优化资源配置、改善经济结构、促进经济持续增长和防范金融风险等方面起着重要作用^[1-2]。纵观各国金融发展史, 金融结构并没有一个放之四海而皆准的最优标准, 不同国家的金融结构存在着巨大差异^[3]。此外, 各国金融总量增长往往在先, 金融结构调整与优化则相对滞后, 拖累了金融以及经济的发展。如何界定金融结构, 如何理解金融结构与经济发展的关系, 进而如何优化金融结构, 使之满足经济发展需求, 具有重要的理论价值和政策含义。虽然无论在理论层面还是在实践层面均已积累了大量研究成果与实践经验, 但远未达成共识, 因而亟须对金融结构优化的最新进展进行全面综述, 以发现其中存在的问题, 明确后续研究的方向。

文章系统梳理了金融结构理论的演变历程、金融结构的优化目标以及金融结构的优化方法; 针对现有研究不足, 提出一个新的金融结构多目标优化研究框架, 指出其中关键问题, 并给出后续研究方向。

一、金融结构理论的演变

(一) 早期金融结构理论

Goldsmith(1966)首次对金融结构进行了系统

论述, 将金融结构定义为各类金融工具与金融机构的形式、性质及相对规模^[4]。随后, 学者们提出金融制度和经济发展之间存在相互推动和相互制约的关系, 形成了金融深化理论^[5-6]。20世纪80年代以来, 发展中国家过于缓慢的金融自由化进程使学术界认识到, 政府应对金融部门进行选择性的政策干预, 为金融部门创造租金, 进而推动金融深化, 以此形成了金融深化理论^[7]。Goldsmith的金融结构理论和后续的金融深化理论、金融约束理论共同构成了金融结构理论的基础。

(二) 金融结构模式理论

随着金融结构理论研究的不断深入以及不同金融结构背景下各国经济发展实践的差异, 学者们对金融结构模式展开了研究。研究中常根据金融中介(银行)和金融市场(股票市场)资产的比例, 将各国金融结构区分为银行主导型和市场主导型^[8-9]。学者们认为: 银行主导型金融结构能更好地解决交易成本和信息不对称问题, 从而控制内部风险, 提高投资效率, 这一优势在经济发展的早期阶段和制度环境较弱时尤为明显^[10]。而市场主导型金融结构则强调市场的积极作用和市场对于银行在资本配置中的优势^[11]。还有研究对2种金融结构模式持中立观点, 认为金融结构与一国经济发展所处的阶段有关, 市场主导型金融结构

收稿日期: 2016-06-02

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(61273230); 山东省“金融产业优化与区域发展管理协同创新中心”项目暨山东省社科规划重大委托课题资助(14AWTJ01-4); 北京现代制造业发展研究基地, 首都社会建设与社会管理协同创新中心项目资助

作者简介: 刘超(1969—), 男, 山东济南人, 北京工业大学经济与管理学院教授, 博士生导师, 博士

和银行主导型金融结构各有优势,呈现互补而非替代关系^[12-13]。

除上述2种常见的金融结构模式,学者们还从不同角度,提出了各种金融结构模式(见表1)。

表1 不同金融结构模式理论比较

金融结构模式理论	代表人物	主要观点
银行主导型	Diamond(1984)	银行等金融中介易于获得企业的有关信息,信息搜集和管理成本低。
	Allen, Gale(2000)	银行等金融中介通过管理代表性的、跨期的和流动性的风险促进投资效率和经济增长。
	王维安(2000)	银行等金融中介便于聚集资金,利用范围经济给需要阶段性融资的新公司提供更为有效的外部融资。
	汪办兴(2006)	
市场主导型	Ergungor(2008)	
	Rajan(1992)	金融市场能提供丰富灵活的风险管理工具,可以根据实际情况设计不同的金融风险产品,有利于公司改善治理结构。
	Boot, Thakor(2000)	
政府主导型	Aggarwal(2009)	
	彭昱、李鸣秋(2005)	国有银行受控于政府,证券市场主要服务于大型国企的脱困、改制,政府与大部分企业的资金缺口形成对银行的刚性依赖。
金融功能型	吴润生(2013)	
	Merton, Bodie(1995)	金融体系所提供的功能是最重要的,金融体系能发挥评价潜在的投资机会、施加公司控制、改善风险管理、增强流动性等功能,而金融中介和金融市场在金融结构的构成上只是一个次要问题。
	Levine(2000)	
金融法权型	林毅夫(2003)	
	La Porta(1997)	运行良好的法律体系有利于金融中介和金融市场功能的发挥,区分各国在相关法律系统的效率方面的差异,比区分银行主导型与市场主导型金融结构更有意义。
	陈雷(2011)	
金融证券化型	Daniel Hardy(2009)	
	巴曙松、吴博、刘睿(2013)	金融证券化可增加有价证券和复杂金融衍生品的交易量,重构金融市场的风险结构,便利直接融资的渠道,有利于提高资本配置效率,促进国际资本流动。

(三) 最优金融结构理论

学术界对银行主导型金融结构、市场主导型金融结构以及其他金融结构模式的优劣存在广泛争议,最优金融结构的提出为这一争论提供了新的研究视角。关于最优金融结构的问题尚处于初级探讨阶段,近年来最优金融结构的存在性与经济发展的适应性以及动态性等问题引发了学者关注。

林毅夫(2009)最早对最优金融结构进行了定义,认为最优金融结构是与其所处的实体经济相适应的,能在有效降低系统风险的同时,发挥资金配置功能,促进经济发展的金融结构^[9]。处于不同发展阶段的经济体具有不同的要素禀赋结构和相应的最优产业结构,因此,不存在适用于所有经济发展阶段和所有经济体的最优金融结构,每个经济体在一定发展阶段都有各自的最优金融结构^[14]。学者们从企业、行业、地区以及国家等不同层面对经济发展各阶段的金融结构进行了实证研究,分析了当前金融结构与最优金融结构的偏离程度,验证了最优金融结构与经济发展阶段的适应性和动态性^[15]。

(四) 小结

金融结构是由金融中介、金融市场、金融工具等

多要素构成,包含金融资产结构、金融产业结构、金融制度结构等多层次结构的动态复杂系统。一方面,各国会根据经济发展需求对金融结构做出不同调整,金融结构随经济环境的变化而变化,具有纵向的动态性;另一方面,金融结构不同层次间相互关联、相互影响,具有不同层次间的复杂交互性。现有研究多是基于单一视角来比较不同金融结构模式或分析当前金融结构与最优金融结构的偏离程度,缺乏系统性和全面性。应以金融结构和经济发展的动态演变为前提,综合考虑金融结构系统中的各要素、各层次结构,探索更加科学的方法对金融结构进行研究。

二、金融结构的优化目标

作为经济系统的重要组成部分,金融结构与经济发展之间存在怎样的关系,即金融结构应以何目标进行优化,从而支撑经济发展,一直是学术界研究的热点问题。当前研究主要从经济增长速度、经济结构、技术创新和金融风险4个方面对金融结构与经济发展的关系展开分析。

(一) 金融结构与经济增长速度

金融结构与经济增长速度具有相关性。各国学者在实证研究中基于不同的研究方法和研究数据得出了不同的观点。一种观点认为:金融结构与经济增长之间相关性较弱,但在发达经济体中的相关性要略高于新兴经济体^[16]。另一种观点则认为:金融结构与经济增长具有相关性,认为金融中介的发展可以促进经济增长,而股票市场比例越高,经济就越发达,因而金融中介、股票市场等金融结构与经济增长之间存在显著相关性^[14]。李健(2012)等将金融结构与经济增长之间交互作用关系表征为“需求追随”和“供给领先”2种模式,其中需求追随模式重在经济增长引起对金融需求的变化,通过金融系统内部演化促进金融结构改善;供给领先模式则强调金融对经济增长的引导作用,通过金融产品或服务的供给来引导投资,进而促进经济增长^[17]。

(二) 金融结构与经济结构

金融与经济之间的复杂作用关系决定了金融结构演化与经济结构调整之间也有着复杂的交互作用机理。经济结构对金融结构的作用机制通过经济布局调整和产业结构升级实现。首先产业结构升级对金融结构的影响可以通过产业结构合理化(Industrial structure rationalization)和产业结构高度化(industrial structure supererogation)2个过程发挥作用^[18]。其次,经济布局的调整也可以通过对经济部门、地区经济结构等的影响,提升金融服务及产品创新水平,促进金融产业结构、融资结构等优化发展^[19]。金融结构对经济结构的作用机制则是通过调整货币市场为主的金融中介机构政策,发挥资本市场为主的金融市场功能实现对经济结构的优化。一方面,通过信用工具创新、资源配置倾斜等调整金融资源在经济中的存量和增量^[20];另一方面,可以通过金融市场中的资源重组、信息披露等促进产业结构调整,从而实现经济结构优化^[21-22]。

(三) 金融结构与创新驱动经济发展

影响经济发展质量和可持续性的另一个关键要素是经济发展的驱动力问题。不同的金融结构模式对创新驱动的影响不同。有关金融结构对经济创新驱动影响方面的研究,最初集中于银行主导型金融结构与市场主导型金融结构在资金配置、融资渠道等方面的比较^[23-24]。多数研究认为:市场主导型金融结构更有利于提高资源配置,拓展融资渠道,引导资金向创新型产业流动,解决创新产业发展中的资金短缺问题,促进创新驱动经济发展^[25]。但当前中

国的金融结构一定程度上制约了创新驱动经济的发展,应完善金融市场融资结构和金融生态结构,丰富金融层次结构^[26]。

(四) 金融结构与金融风险

金融结构模式的不同决定了一国金融风险分散和调控能力的不同。金融证券化结构下金融市场面临的风险量级一定程度上大于传统金融市场^[27]。健全优化的金融结构可以促进金融发展,是金融稳定的内在条件,但新兴市场经济国家实现金融自由化后容易遭受到货币危机和银行危机的袭击^[28]。金融结构关系到金融体系风险管理功能的强弱,一方面金融结构决定着金融风险在体系内的分布,资本市场缺乏或不发达,金融风险就会集中在银行体系内;另一方面还决定了金融风险能否在体系内部转移、分散,如某国的金融市场缺乏做空机制,风险就难以得到对冲和转移^[29]。因此,可以通过对金融结构的调整来降低金融系统内部风险^[30]。

(五) 小结

金融结构对经济发展的影响,不仅表现为对经济发展速度的影响,还与经济结构、产业结构调整与升级、科技创新及劳动力要素的提高、要素生产率 and 环境效果提升、金融风险降低等经济发展质量存在相关性。金融结构与经济发展多目标(经济增长、经济结构升级、创新驱动以及防范金融风险)之间都存在着复杂的作用机理,现有的研究多是限于对金融结构与经济发展中的1~2个目标要素作用关系的研究,而现实中金融结构应与经济系统中多目标要素相互融合、相互作用。

三、金融结构的优化方法

在最优金融结构下,金融结构与实体经济发展相适应,能提供最有效的资源配置效率,实现经济的最优增长,并且金融稳定性最强,即达到金融结构帕累托最优状态^[9,31]。

金融结构优化就是基于帕累托改进的视角,定义金融结构的帕累托效率,分析金融结构的帕累托优化空间,进而使当前金融结构趋近帕累托最优状态^[31]。在金融结构优化研究中,学者们主要采用理论模型或实证分析等经济学方法研究金融结构的优化途径,随着人工智能科学的发展,智能计算方法也逐步应用到金融结构优化研究中。

(一) 传统经济学范式下的研究

传统经济学范式下的金融结构优化方法包括理论模型优化和实证分析优化2类。

1. 理论模型优化方法

学者们通过构建金融结构优化理论模型,分析金融结构的帕累托改进空间,进而提出优化途径。例如,Mils(2012)等构建了包含个体、企业和银行结构的理论模型,分析了考虑个体和企业需求的银行结构帕累托最优状态,并研究了金融危机在银行结构中的传导路径^[32]。龚强等(2014)从企业融资的角度,通过构建由企业、银行、金融市场组成,并考虑产业风险和市场环境的金融结构优化理论模型,分析了面向企业融资需求的金融结构优化途径^[18]。

2. 实证分析法

发展阶段和经济环境的差异导致各地区或国家的金融结构各不相同,学者们为了深入研究各地区、国家的金融结构差异,探求金融结构的优化途径,多采用基于面板数据的计量方法。在计量模型的选择上,早期研究以随机效应模型、固定效应模型以及动态面板数据模型等线性模型为主。例如,Naceur(2002)通过随机效应模型分析了突尼斯证券交易所股票价值创造过程,从而得出股票市场结构及其主要影响因素^[33]。Kim等(2008)采用固定效应模型分析了韩国股市股权结构,同时结合代理理论分析了R&D投资对股权结构的影响^[34]。Winton等(2008)利用动态面板数据模型研究了创业型企业的融资结构,以银行和风险投资家作为融资结构的两大变量,采用动态面板数据分析了不同融资结构的特点和融资风险及其对创业型企业的影响^[35]。

在现实中,金融及经济环境复杂多变,长期反转、动态效应、1月效应等金融异象时常发生^[36]。传统的线性模型无法满足现实要求,基于非线性模型的金融结构优化逐渐发展起来。例如,李健等(2012)根据技术演进周期理论,建立了技术研究不同阶段的金融结构状态空间模型,实证分析了技术效率与宏观金融结构的关系,得出了技术演进的不同阶段不同金融结构的优势以及相互合作对区域经济发展的影响^[17]。尹雷(2014)基于分类评定模型研究了金融结构偏离度与金融不稳定的关系,其以银行危机和金融危机为指标来衡量金融不稳定,实证结果发现:金融结构偏离度与金融不稳定存在显著负相关关系^[31]。张成思等(2016)采用动态均衡分析方法建立了包含社会总产出、消费、金融监管力度的动态均衡模型,分析了最优金融结构的存在性、动态特征及经济增长效应,研究表明:最优金融结构呈指数化动态演进趋势,并对经济增长率有决定作用^[37]。

(二) 智能计算范式下的研究

传统经济学范式下的金融结构优化模型需要建立在市场均匀信息结构、完全理性个体或无摩擦完美市场等假设条件基础上,而且受数理建模工具和可靠微观数据缺乏的限制,难以解释现实经济环境中的复杂性现象。人工智能科学的发展使基于现实数据挖掘的金融结构智能优化方法逐渐受到学术界重视,神经网络、进化计算等计算智能(Computational Intelligence)方法已在金融结构优化中得到应用。

1. 神经网络

基于人工神经网络的金融结构优化方法的基本思路是采用经验数据对所构建的神经网络模型进行迭代收敛,得出各神经网络路径权重,然后输入待优化的目标变量数据,反馈得出金融结构各变量的理论最优值,理论最优值与当前值之差即为金融结构的优化空间。学者们采用神经网络从行业发展或经济增长的角度对不同行业或国家层面的金融结构进行了优化研究^[38-39]。该方法的优势在于其对经验数据的强大学习能力,但由于其采用了梯度下降的算法,容易陷入局部最优。为此,后续研究多将遗传算法等具有较强全局搜索能力的算法应用于神经网络的学习过程,并通过对比研究证明了该方法较传统神经网络方法提高了全局优化效率^[40]。

2. 进化计算

进化算法(Evolutionary algorithm)是一类模拟自然进化过程的随机搜索算法。基于进化算法的金融结构优化以金融结构变量的一组随机生成值作为初始进化种群,以金融结构优化目标为目标函数,对初始种群进行迭代进化,使其趋近于金融结构的帕累托最优解。遗传算法是目前使用较多的进化算法,主要应用于金融市场结构研究中。Ehrentreich(2008)利用遗传算法模拟投资者在金融市场的学习行为,进而分析金融市场的最优状态^[41],该研究将目标函数作为个体适应度函数,但是金融市场具有显著的非线性波动特征,固定的适应度函数很难适时地根据搜索过程特点进行调节。为此,学者们采用自适应的适应度函数(Adaptive fitness function)来表示金融市场中的个体适应性行为,提高了算法对优化情景的刻画精度^[42-43]。

3. 其他数据挖掘方法

除神经网络和进化计算外,数据包络分析(Data Envelopment Analysis)是金融结构优化领域应用较多的数据挖掘方法。该方法是一个多投入、多产出的多决策单元效率评价方法,学者们采用该方

法分析金融结构与技术效率的关系,从提高技术效率的角度研究金融结构的优化路径。例如,李健等采用数据包络分析研究了粤鄂桂 3 省(区)金融结构与技术效率的演变规律,分析了技术演进的不同阶段不同金融结构的优势,从技术创新的角度提出了金融结构的优化策略^[17]。Mugera(2014)等从技术效率角度研究了农业企业金融资产结构优化问题,分析了处于不同技术层次企业的最优金融资产结构^[44]。

(三) 小结

金融结构应与其所处的经济发展阶段相适应,能发挥金融资源配置效率,增强金融稳定性,提升经济发展质量。金融结构的优化是一个多目标的复杂决策过程。传统经济学范式下的优化方法需要满足某些经济学假设,与现实环境存在偏离,其优化路径也只是根据金融结构与经济发展规律来提出政策性建议;智能计算范式下的优化方法能通过现实数据挖掘得出基于数据的金融结构优化区间,但现有研究多是针对某一或某几个目标的优化,不能满足金融结构的多目标优化需求。实现金融结构系统与促进经济增长、调整经济结构、提升创新驱动、防范金融风险的协同与协调,需要借助适用于多目标优化问题的研究方法对其进行系统性、科学性的探究。

四、一个新的视角——基于进化算法的金融结构多目标优化研究

金融结构服务于经济发展,对金融结构进行优化就是要使其最大程度满足经济增长、经济结构升级、创新驱动以及防范金融风险等经济发展目标。然而,经济发展各目标可能相互排斥,例如经济增长和经济结构升级往往不能同时实现^[16]。金融结构优化的难点就在于如何协调金融结构系统各要素、各结构层次的规模和相互关系,以最大程度兼顾经济发展各目标。多目标进化算法(Multi-objective evolutionary algorithm)是一类元启发式优化算法,它以优化问题的一组随机生成解作为初始种群,对种群执行选择、交叉和变异等进化操作,使种群中个体的适应度不断提高,从而逐步逼近多目标问题的帕累托最优解。该类算法具有较强的鲁棒性,适合处理大规模、不可微的多目标优化问题,并得到了广泛应用^[45]。为此,提出基于多目标进化算法的金融结构优化新视角,为金融结构优化研究提供一个可借鉴的方向。

(一) 金融结构多目标优化问题的数学表述

金融结构多目标优化问题可表述为:

$$\begin{aligned} \min y = F(X) = & f_1(x) \quad f_2(x) \quad \dots \quad f_m(x) \\ \text{s. t. } & x \in S \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X \subset R^n$ 为 n 维决策向量, X 为 n 维决策空间; $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y \subset R^m$ 为 m 维目标向量, Y 为 m 维目标空间; $f(x)$ 为目标函数,定义了由决策空间向目标空间的映射规则; S 为 $x \in X$ 需要满足的约束条件。解 $x^* \in x_f$ 被称为 Pareto 最优解,当且仅当:

$$\exists x \in x_f; x > x^* \quad (2)$$

在金融结构多目标优化问题的可行解集中,没有比 Pareto 最优解更好的解。由 Pareto 最优解构成的集合称为 Pareto 最优解集, Pareto 最优解集中的任何一个解都是可能的最优解。

(二) 基于进化算法的金融结构多目标优化模型

对金融结构系统进行优化,首先要根据优化目标,建立正确的多目标优化模型,包括建立优化数学模型,选择适当的优化算法,设计最优的算法参数,采用算法对模型进行优化,从而完成优化任务。金融结构系统多目标优化模型见图 1,其中,模型模块建立金融结构系统优化数学模型,包括构造决策空间、目标函数及约束条件;策略模块完成多目标进化算法与金融结构系统优化模型的最优配对;智能模块尝试对算法参数进行优化设计,以实现智能优化;算法模块采用所设计的算法对金融结构系统优化模型进行优化。各模块结合,共同完成优化任务。

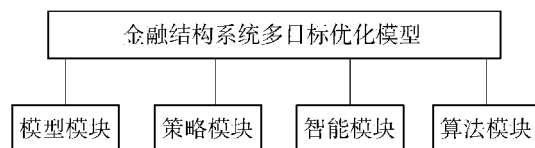


图 1 金融结构系统多目标优化模型

建立金融结构系统多目标优化模型后,给出优化流程(见图 2)。首先根据模型模块建立金融结构系统优化的数学模型,其中,金融结构系统各变量构成决策空间,金融结构系统服务于经济发展的各目标作为各目标函数的因变量,与各目标函数因变量具有相关性的金融结构系统变量构成各目标函数的自变量,并根据现实情况设计约束条件;然后根据策略模块选择或设计与金融结构系统多目标优化相适应的优化算法;接着通过智能策略设计最佳的算法参数;最后通过算法模块进行优化搜索的循环迭代,直到满足要求。

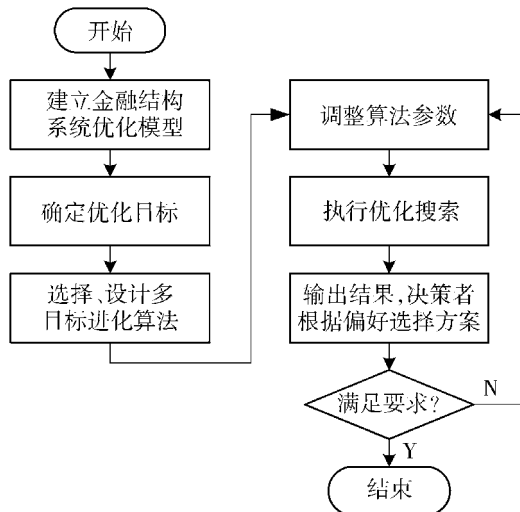


图2 金融结构系统多目标优化流程

(三) 金融结构多目标优化的关键问题

金融结构系统多目标优化是在建立优化数学模型的基础上,采用适当的多目标进化算法,设计合理的算法参数,利用算法对模型进行优化搜索,从而得出满足经济发展多目标的 Pareto 最优金融结构。在这一过程中,建立的优化模型能否全面反映金融结构系统的优化内容,选择的优化算法能否给出科学、满意的优化结果是金融结构系统

优化的关键问题。

1. 优化模型的建立

优化模型的建立包括构造决策空间、目标函数和约束条件 3 个部分。在金融结构系统优化中,决策空间由金融结构系统的所有变量构成,因此,对金融结构系统进行合理界定,建立能全面反映一国金融结构状况和特点的指标体系是构造决策空间,进而建立正确优化模型的关键。学者们根据研究角度和数据可得性的不同设计了多种金融结构指标体系,详细介绍参见文献[16]。

金融结构服务于经济发展的各项指标是金融结构系统优化的目标。在经济发展的不同阶段,不同角度、不同层面(行业、地区、国家等)的金融结构具有不同的优化目标。构建符合当前经济发展需求的优化目标函数是确保金融结构系统优化效果的关键。对我国来讲,在经济新常态背景下,金融结构尤其要注重发挥对于经济增长、经济结构升级、创新驱动发展以及防范金融风险的支持和推动作用。因此,经济增长、经济结构升级、创新驱动和金融稳定是我国经济新常态下宏观金融结构优化的四大目标,此外,金融结构优化还要受资源与环境等因素的约束(见表 2)。

表 2 金融结构系统优化目标和约束条件

金融结构系统优化目标	金融结构系统优化目标的影响因素	约束条件
经济增长	投资强度、出口强度、居民消费强度等	
经济结构升级	服务业发展、高新技术产业发展、企业新产品与技术改造等	
创新驱动	研发和教育投入强度、人员素质集中度、主要创新投入强度、创新驱动经济增长的相关度等	要素生产率、环境效果等资源与环境约束指标
金融稳定	银行体系稳定、货币市场稳定、资本市场稳定等	

2. 优化算法的选择

优化算法需要根据待优化问题的特点进行选择。不同优化问题具有不同特点,例如实数或整数、离散或连续、线性或非线性等。一般来讲,金融结构系统优化是对金融结构系统变量在一定时间区间内的连续变量的优化,属于非线性函数优化问题^①。经典的基于遗传算法(Genetic Algorithm)、进化策略(Evolutionary Strategies)和进化规划(Evolutionary Programming)的多目标进化算法,如 NSGA-II^[46]、SPEA2^[47]、PESA2^[48]等,已在非线性函数优化问题,如金融时间序列分析(Financial Time Series Analysis)、金融破产预测(Financial Dis-

stress Prediction)上得到了广泛应用,并取得了较好的应用效果^[49]。

随着粒子群、蚁群等新型范例在多目标优化领域的引入,利用新型进化范例对传统多目标进化算法进行改进或不同进化算法互相混合,能取长补短、提升算法性能,从而提高优化效果。对于新型算法或混合算法的应用,需要采用理论分析或仿真实验等手段,深入分析其特点与优劣,对优化算法做出合理选择。Giagkozis 等(2015)详细分析了各种新型进化范例在各类多目标优化问题中的性能表现,为新型多目标进化算法的选择提供了有力依据^[50]。

① 优化问题根据优化函数是否连续分为函数优化问题与组合优化问题两大类。

此外,算法参数的设置,包括初始种群规模、变异、交叉、选择等操作算子以及算法终止条件的设置,对算法优化效果也有着重要影响。算法参数设置需根据具体的优化问题作具体考虑。算法参数设置有3种方法:(1)根据相关研究的经验性结论设置算法参数。(2)采用正交设计或均匀设计等方法进行算法参数设计^[51]。(3)设计算法参数的自适应调整策略^[52-54]。

(四) 后续研究方向

1. 金融结构与经济发展多目标交互作用研究

现有研究多是限于对金融结构与经济发展中的1个或2个目标作用关系的研究,而现实中金融结构与经济发展多目标相互融合、相互作用。应系统地研究金融结构与经济发展多目标的复杂作用机理,为金融结构多目标优化提供理论基础。

2. 金融结构多目标优化理论研究

虽然学术界已提出很多金融结构优化方法,但仍未有基于多目标优化角度的研究,也没有统一的理论作指导。应开展金融结构多目标优化理论研究,从优化决策空间建立、优化目标选取、目标函数构造等方面系统研究适用于金融结构多目标优化情景的理论方法,为金融结构多目标优化提供理论

支撑。

3. 金融结构多目标优化算法研究

不同层面(行业、地区、国家等)的金融结构优化任务不同,需要研究优化算法的自动选择策略,以满足优化要求;在某些优化情景下,需要根据决策变量和目标函数特点,选择多种具有不同性能的优化算法相互协作,共同完成优化任务。此外,还需要实现算法参数的最佳设计,使算法发挥最优性能。算法自动选择策略、多算法混合优化、算法参数设计策略是后续金融结构多目标优化算法研究的重点。

五、结束语

文章对金融结构优化相关研究进行了系统梳理,研究认为:金融结构是一个具有多要素、多层次结构的复杂系统,其以满足经济发展需求为目标,随经济发展阶段的变化呈动态演变趋势。金融结构的适宜与否对经济发展起着至关重要的作用,如何优化金融结构,使其符合经济发展的各项目标,具有重要的理论与政策含义。为此,提出基于进化算法的金融结构多目标优化研究视角,指出其中关键问题并做出研究展望,为金融结构优化研究提供了一个可借鉴的方向。

参考文献:

- [1] LUINTEL K B, KHAN M, ARESTIS P, et al. Financial structure and economic growth[J]. *Journal of Development Economics*, 2008, 86(1): 181-200.
- [2] LEVINE R. Finance, regulation and inclusive growth[C]//The OECD and World Bank Conference on Challenges and Policies for Inclusive Growth. Paris: OECD Publisher, 2011: 55-75.
- [3] 吴晓求. 金融改革需要战略思维[N]. *经济日报*, 2015-06-11(14).
- [4] RAYMOND G. Financial structure and development[M]. New Haven: Yale University Press, 1969.
- [5] MCKINNON R I. Money and capital in economic development[M]. Washington D. C.: Brookings Institution Press, 1973.
- [6] SHAW E S. Financial deepening in economic development[M]. New York: Oxford University Press, 1973.
- [7] CAPRIO G, HONOHAN P, STIGLITZ J E. Financial liberalization: how far, how fast? [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- [8] LEVINE R. Financial development and economic growth: views and agenda[J]. *Journal of Economic Literature*, 1997, 35(2): 688-726.
- [9] 林毅夫,孙希芳,姜烨. 经济发展中的最优金融结构理论初探[J]. *经济研究*, 2009(8): 4-17.
- [10] ALLEN F, GALE D. Comparing financial systems[M]. Cambridge: MIT Press, 2000.
- [11] WEINSTEIN D E, YAFEH Y. On the costs of a bank centered financial system: evidence from the changing main bank relations in Japan[J]. *The Journal of Finance*, 1998, 53(2): 635-672.
- [12] DEMIRCÜÇ-KUNT A, MAKSIMOVIC V. Funding growth in bank-based and market-based financial systems: evidence from firm-level data[J]. *Journal of Financial Economics*, 2002, 65(3): 337-363.
- [13] BECK T, DEMIRGUC-KUNT A, LAEVEN L, et al. Finance, firm size, and growth[J]. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2008, 40(7): 1379-1405.
- [14] 林毅夫,徐立新. 金融结构与经济发展相关性的最近研究进展[J]. *金融监管研究*, 2012(3): 4-20.

- [15] SETHI P, KUMAR B. Financial structure gap and economic development in India [J]. *Journal of Business Economics and Management*, 2014, 15(4): 776-794.
- [16] 孙杰. 发达国家和发展中国家的金融结构、资本结构和经济增长 [J]. *金融研究*, 2002(10): 14-24.
- [17] 李健, 范祚军, 谢巧燕. 差异性金融结构“互嵌”式“耦合”效应——基于泛北部湾区域金融合作的实证 [J]. *经济研究*, 2012(12): 69-82.
- [18] 龚强, 张一林, 林毅夫. 产业结构, 风险特性与最优金融结构 [J]. *经济研究*, 2014(4): 3-16.
- [19] 王立国, 赵婉婷. 我国金融发展与产业结构升级研究 [J]. *财经问题研究*, 2015(1): 22-29.
- [20] LEE C C, HSIEH M F, YANG S J. The relationship between revenue diversification and bank performance: do financial structures and financial reforms matter? [J]. *Japan and the World Economy*, 2014(29): 18-35.
- [21] ANDERSON A, GUPTA P P. A cross-country comparison of corporate governance and firm performance: do financial structure and the legal system matter? [J]. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 2009, 5(2): 61-79.
- [22] RIOJA F, VALEN N. Financial structure and capital investment [J]. *Applied Economics*, 2012, 44(14): 1783-1793.
- [23] BENMELECH E, BERGMAN N K. Collateral pricing [J]. *Journal of Financial Economics*, 2009, 91(3): 339-360.
- [24] SONG Z, STORESLETTEN K, ZILIBOTTI F. Growing like china [J]. *The American Economic Review*, 2011, 101(1): 196-233.
- [25] 左志刚. 金融结构与国家创新能力提升: 影响机理与经验证据 [J]. *财经研究*, 2012(6): 48-58.
- [26] 陈文俊, 周晓杰, 寻舸, 等. 科技金融助推创新驱动发展 [J]. *宏观经济管理*, 2013(7): 38-39.
- [27] 巴曙松, 吴博, 刘睿. 金融结构, 风险结构与我国金融监管改革 [J]. *新金融*, 2013(5): 11-15.
- [28] REINHART C M, ROGOFF K S. From financial crash to debt crisis [J]. *The American Economic Review*, 2011, 101(5): 1676-1706.
- [29] GOODHART C A E. The parlous state of macroeconomics and the optimal financial structure [J]. *International Review of Financial Analysis*, 2014, 36(6): 78-83.
- [30] LIN J Y, SUN X, JIANG Y. Endowment, industrial structure, and appropriate financial structure: a new structural economics perspective [J]. *Journal of Economic Policy Reform*, 2013, 16(2): 109-122.
- [31] 尹雷. 最优金融结构: 理论与实证研究 [D]. 沈阳: 辽宁大学, 2014.
- [32] MILES D, YANG J, MARCHEGGIANO G. Optimal bank capital [J]. *The Economic Journal*, 2013, 123(567): 1-37.
- [33] NACEUR S B, GOAIED M. The relationship between dividend policy, financial structure, profitability and firm value [J]. *Applied Financial Economics*, 2002, 12(12): 843-849.
- [34] KIM H, KIM H, LEE P M. Ownership structure and the relationship between financial slack and R&D investments: Evidence from Korean firms [J]. *Organization Science*, 2008, 19(3): 404-418.
- [35] WINTON A, YERRAMILI V. Entrepreneurial finance: banks versus venture capital [J]. *Journal of Financial Economics*, 2008, 88(1): 51-79.
- [36] 张维, 吴自强, 张永杰, 等. 基于复杂金融系统视角的计算实验金融: 进展与展望 [J]. *管理科学学报*, 2013, 6(16): 85-94.
- [37] 张成思, 刘贵春. 最优金融结构的存在性、动态特征及经济增长效应 [J]. *管理世界*, 2016, 1(1): 66-77.
- [38] CHEH J J, LAPSHIN E A, KIM I W. An application of self-organizing maps to financial structure analysis of Keiretsu versus non-Keiretsu firms in Japan [J]. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 2006, 9(03): 405-429.
- [39] CHEN M Y. Visualization and dynamic evaluation model of corporate financial structure with self-organizing map and support vector regression [J]. *Applied Soft Computing*, 2012, 12(8): 2274-2288.
- [40] 汪劲松, 石薇. 多种群遗传神经网络在股指预测中的应用 [J]. *统计与决策*, 2014(14): 76-79.
- [41] EHRENTREICH N. Technical trading in the Santa Fe Institute artificial stock market revisited [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2006, 61(4): 599-616.
- [42] ANUFRIEV M, PANCHENKO V. Asset prices, traders' behavior and market design [J]. *Journal of Economic dynamics and control*, 2009, 33(5): 1073-1090.

- [43] DIECI R , WESTERHOFF F. Heterogeneous speculators , endogenous fluctuations and interacting markets: a model of stock prices and exchange rates [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control* , 2010 , 34(4) : 743-764.
- [44] MUGERA A W , NYAMBANE G G. Impact of debt structure on production efficiency and financial performance of Broadacre farms in Western Australia [J]. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* , 2015 , 59 (2) : 208-224.
- [45] COELLO C A C , PULIDO G T. A micro-genetic algorithm for multiobjective optimization [C]//International Conference on Evolutionary Multi-criterion Optimization. Berlin: Springer Berlin Heidelberg , 2001: 126-140.
- [46] DEB K , PRATAP A , AGARWAL S , Meyarivan T. A fast and elitist multi-objective genetic algorithm: NSGA-II [J]. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* , 2002(2) : 182-197.
- [47] ZITZLER E , LAUMANN S M , THIELE L. Improving the performance of the strength pareto evolutionary algorithm [R]. Technical 3. Report 103 , Computer Engineering and Communication Networks Lab (TIK) , Swiss Federal Institute of Technology (ETH) , Zurich , 2001.
- [48] CORNE D W , KNOWLES J D , OATES M J. The pareto-envelop based selection algorithm for multi-objective optimization [C]//The Genetic and Evolutionary Computation Conference. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers. 2001: 283-290
- [49] PONSICH A , JAIMES A L , COELLO C. A survey on multiobjective evolutionary algorithms for the solution of the portfolio optimization problem and other finance and economics applications [J]. *Evolutionary Computation* , IEEE Transactions on , 2013 , 17(3) : 321-344.
- [50] GIAGKIOZIS I , PURSHOUSE R C , FLEMING P J. An overview of population-based algorithms for multi-objective optimisation [J]. *International Journal of Systems Science* , 2015 , 46(9) : 1572-1599.
- [51] 牛轶峰,卜彦龙,沈林成. 多目标优化在图像处理中的应用综述 [J]. *系统工程与电子技术* , 2009(9) : 1774-1781.
- [52] ABBASS H. The self-adaptive pareto differential evolution algorithm [C]//2002 IEEE Congress on Evolutionary Computation, New York: IEEE Publishers , 2002 , 1: 831-836.
- [53] OMRAN M G H , SALMAN A , ENGELBRECHT A P. Self-adaptive differential evolution [M]//Computational intelligence and Security. Berlin: Springer Berlin Heidelberg , 2005: 192-199.
- [54] TEO J. Exploring dynamic self-adaptive populations in differential evolution [J]. *Soft Computing* , 2006 , 10(8) : 673-686.

Financial Structure Optimization: Methodology and Theory

LIU Chao , ZHAO Qi , MA Yu-jie , GAO Yang

(School of Economics and Management , Beijing University of Technology , Beijing 100124 , China)

Abstract: Financial structure optimization (FSO) is a powerful approach of achieving optimal financial structure and then promoting economic development. Firstly , the development process , optimization goal and optimization methods of financial structure are overviewed and analyzed. Literature analysis shows that recognizing the complex interaction between financial structure and economic development and realizing the multi-objective FSO (MOFSO) are the key problems of FSO. Then , a new research perspective and its key questions of MOFSO are proposed. Finally , the future research directions are discussed.

Key words: financial structure; economic development; multi-objective optimization; evolutionary algorithm

(责任编辑 刘 健)