

科创板资源配置优化问题研究

何竹陌*, 宋 鑫

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年6月29日; 录用日期: 2023年7月31日; 发布日期: 2023年8月7日

摘 要

创新是经济发展的驱动力, 但现有资本市场的资源配置方案通常以利润最大化为核心, 科创型企业的融资约束问题难以解决。因此, 本文以2023年34家在科创板中权重较大的企业为研究对象, 通过因子分析评价企业的研发绩效, 确定公募基金投资科创板的备选企业, 并通过非线性规划进行投资组合优化, 得到科创板资源配置优化的方案。本文研究有利于公募基金或其他国家投资机构在权衡投资收益与风险的基础上, 将更多资金投入科技创新水平更高的企业, 从而激励相关企业提高创新水平。

关键词

科创板, 因子分析, 资源配置优化, 非线性规划

Research on Optimization of Resource Allocation of Science and Technology Innovation Board

Zhumo He*, Xin Song

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jun. 29th, 2023; accepted: Jul. 31st, 2023; published: Aug. 7th, 2023

Abstract

Innovation is the driving force of economic development, but the resource allocation scheme of the existing capital market usually focuses on profit maximization. The financing constraints of science and innovation enterprises are difficult to solve. Therefore, this paper takes 34 enterprises with large weight in the Science and Technology Innovation Board in 2023 as the research ob-

*通讯作者。

ject, evaluates the R&D performance of enterprises through factor analysis, determines the candidate enterprises for public funds to invest in the Science and Technology Innovation Board, and conducts investment combinatorial optimization through nonlinear programming, and obtains the scheme for optimizing the allocation of resources of the Science and Technology Innovation Board. This study is beneficial for public funds or other national investment institutions to invest more funds in enterprises with higher levels of technological innovation based on balancing investment returns and risks, thereby incentivizing relevant enterprises to improve their innovation level.

Keywords

Science and Technology Innovation Board, Factor Analysis, Resource Allocation Optimization, Nonlinear Programming

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国经济的增长离不开企业创新的驱动作用, 而科创板的推出顺应了创新驱动发展的新时代国家战略需要, 是在现有板块的基础上对我国多层次资本市场内容的进一步完善。科创板与创业板不同, 其上市企业大多为集成电路、人工智能、生物医药、航空航天等掌握关键核心技术、与国家战略相匹配、市场认可度较高的科创型企业。科创板的推出有效完善了我国新兴成长型科创企业的融资体系, 有利于相关企业通过资本市场融资并增强其科技创新能力, 促进了我国高科技产业的发展(李虹含等, 2021) [1]。在近几年我国多重内外部风险与 A 股市场整体走弱的背景下, 科创板仍保持了良好的韧性, 业绩表现突出, 总体营收破万亿, 是 A 股的主力板块, 对我国经济发展起着深层次的推动作用(吴晓璐, 2023) [2]。面对科创板中众多具有潜力的投资项目, 相关投资者选择投资目标并进行金融资源配置的方式也变得更加重要, 但是马科维兹的现代投资组合理论作为一个公认的资源配置优化比较基准, 使关于金融资源配置的研究通常以风险与收益之间的量化关系为中心, 认为在投资过程中应重点考虑投资项目的获利情况与所选投资组合的风险分散能力, 因此投资者一般会在权衡风险与收益的基础上, 将投资组合预期收益最大化、风险最小化作为资源配置优化的目标(刘艳春和高闯, 2006) [3]。此外, 疫情等外部社会环境的改变对我国经济市场造成的冲击, 使现有的投资者更加厌恶风险并较为偏好收益回报稳定、投资风险较低的投资模式, 相关投资方案也通常以利润最大化为核心。此外, 科创型企业的科技创新活动普遍具有研发成本高、研发周期与盈利回收周期长、潜在风险大等特征, 围绕风险与收益的金融资源配置方案对科创型企业的支持作用有限, 科创型企业在一定程度上仍面临着融资困难的问题(徐玉德和李昌振, 2022) [4]。

为了使资本市场更好地支持我国高科技产业的发展, 应将提高企业的创新绩效作为科创板资源配置优化的目标, 因此政府可以通过公募基金或其他国家投资机构, 以公开的方式向社会投资者募集资金, 为实体经济提供长期的资金支持。公募基金对于风险的承受能力更强, 能够更好地注重国家战略发展方向的引导, 从而将资本市场的资本投资于科创型企业等更有前途并符合国家长期发展的经济领域(杨伟中等, 2020) [5]。目前科创板以机构为持仓主导, 而公募基金则是机构持仓主力, 平均比例约为 40%。公募基金也积极参与科创板企业的首发投资, 占 IPO 募集股本的 27% (中银证券课题组和金坚, 2023) [6]。

因此, 公募基金对科创板的投资, 应重点关注企业的科技创新水平, 全面分析并准确判断上市企业

的研发绩效,即企业研发投入与产出的效率(刘刊和王宏宇,2009)[7]。为了科学地评价企业的研发绩效,使资本市场更好地支持我国科创型企业融资与高科技产业的发展,本文首先以2023年5月科创板中34家权重较大的企业为研究对象,构建了评价研发绩效的指标体系,并通过因子分析对企业的研发绩效计算得分;然后,在此基础上对各企业的综合评分排序,选择前五家综合评分较高的企业作为公募基金投资科创板的备选企业;最后,通过非线性规划进行投资组合优化,得出投资组合优化结果。本文研究有助于以创新绩效为中心实现对科创板金融资源配置效率的优化,促使公募基金或其他国家投资机构在权衡投资收益与风险的基础上,将更多资金投入科技创新水平更高的企业,进一步激励相关企业提高创新水平。

2. 科创板研发绩效因子分析

2.1. 构建研发绩效评价指标体系

本文以企业的研发绩效为目标层,构建了“投入-产出”式研发绩效评价指标体系如表1所示(陈伟忠等,2021)[8]。其中,研发投入、研发产出为一级指标;研发投入包含的二级指标为:研发投入金额占营业收入比例 X_1 、研发人员数量 X_2 、研发人员数量占比 X_3 ;研发产出包含的二级指标为:无形资产总额 X_4 、净利润 X_5 、营业收入增长率 X_6 。

Table 1. R&D performance evaluation indicator system

表 1. 研发绩效评价指标体系

研发投入			研发产出		
研发投入金额占营业收入比例 X_1	研发人员数量 X_2	研发人员数量占比 X_3	无形资产总额 X_4	净利润 X_5	营业收入增长率 X_6

2.2. KMO 和巴特利特球形度检验结果

如表2所示,KMO 取样统计量为 $0.611 > 0.6$,巴特利特检验得出的显著性为 $0.000 < 0.05$,因此,本文所选数据适合进行因子分析。

Table 2. KMO and Bartlett sphericity test

表 2. KMO 和巴特利特球形度检验

KMO 取样适切性量数		0.611
	近似卡方	41.074
巴特利特球形度检验	自由度	15
	显著性	0.000

2.3. 因子提取

如表3所示,前3个成分对方差的累计解释程度已达76%,可以充分反映样本中所包含的信息,描述企业研发绩效。因此应将前3个成分作为第一主因子 F_1 、第二主因子 F_2 、第三主因子 F_3 。

如表4所示,根据旋转后的成分矩阵中变量的因子载荷值,进一步分析各主因子所代表的含义。第一主因子 F_1 在研发投入金额 X_1 、研发人员数量 X_2 、研发人员数量占比 X_3 上具有较大的载荷,可代表企业的研发投入。第二主因子 F_2 、第三主因子 F_3 在无形资产总额 X_4 、净利润 X_5 、营业收入增长率 X_6 上具

有较大的载荷, 可代表企业的研发产出。

Table 3. Total variance explanation

表 3. 总方差解释

成分	旋转前			旋转后		
	总计	方差百分比(%)	累积方差贡献率 (%)	总计	方差百分比(%)	累积方差贡献率 (%)
1	2.150	35.833	35.833	1.821	30.349	30.349
2	1.693	28.222	64.055	1.569	26.143	56.492
3	0.719	11.983	76.038	1.173	19.546	76.038

Table 4. Component matrix after rotation

表 4. 旋转后的成分矩阵

变量	因子		
	F_1	F_2	F_3
研发投入金额占营业收入比例 X_1	0.898	0.165	0.086
研发人员数量 X_2	0.766	-0.212	-0.300
研发人员数量占比 X_3	-0.601	0.366	-0.124
无形资产总额 X_4	-0.236	0.876	-0.044
净利润 X_5	0.106	0.744	-0.453
营业收入增长率 X_6	0.007	-0.205	0.923

2.4. 计算主因子得分与综合因子得分

如表 5 所示, 以成分得分系数矩阵作为系数, 以标准化后的变量作为自变量, 计算各企业主因子 F_1 、 F_2 、 F_3 的得分, 相关计算公式如下:

Table 5. Component score coefficient matrix

表 5. 成分得分系数矩阵

变量	因子		
	F_1	F_2	F_3
研发投入金额占营业收入比例 X_1	0.577	0.333	0.278
研发人员数量 X_2	0.137	0.449	-0.170
研发人员数量占比 X_3	0.374	-0.146	-0.287
无形资产总额 X_4	0.016	0.650	0.259
净利润 X_5	-0.307	0.138	-0.071
营业收入增长率 X_6	0.095	0.191	0.883

$$F_1 = 0.577X_1 + 0.137X_2 + 0.374X_3 + 0.016X_4 - 0.307X_5 + 0.095X_6$$

$$F_2 = 0.333X_1 + 0.449X_2 - 0.146X_3 + 0.650X_4 + 0.138X_5 + 0.191X_6$$

$$F_3 = 0.278X_1 - 0.170X_2 - 0.287X_3 + 0.259X_4 - 0.071X_5 + 0.883X_6$$

然后, 根据主因子得分综合评价各企业研发绩效, 加权计算综合因子 F 的得分, 相关计算公式如下:

$$F = \frac{30.349}{76.038} \times F_1 + \frac{26.143}{76.038} \times F_2 + \frac{19.546}{76.038} \times F_3$$

最后, 如表 6 所示, 基于综合得分评价企业研发绩效, 将各企业以综合得分进行排序。

Table 6. Ranking of comprehensive factor scores

表 6. 综合因子得分排序

企业	主因子 F_1 得分	主因子 F_2 得分	主因子 F_3 得分	综合因子 F 得分	排名
688256	4.15	1.13	0.71	2.23	1
688180	1.2	0.35	1.84	1.08	2
688009	-0.63	4.26	-0.61	1.06	3
688779	-0.27	0.21	3.06	0.75	4
688561	1	0.72	-0.85	0.43	5
688005	-0.49	0.12	1.91	0.33	6
688111	1.02	0.31	-1.02	0.25	7
688116	-0.3	-0.44	1.96	0.24	8
688538	0.09	0.33	0.35	0.24	9
688536	0.81	-0.78	0.68	0.23	10
688521	1.35	-0.48	-0.93	0.14	11
688223	-0.76	1.11	-0.14	0.04	12
688099	0.87	-0.5	-0.56	0.03	13
688599	-0.92	0.76	0.23	-0.05	14
688012	0.08	-0.05	-0.29	-0.06	15
688363	-0.49	-0.05	0.57	-0.07	16
688187	-0.25	0.95	-1.39	-0.13	17
688065	-0.52	0.11	0.1	-0.14	18
689009	-0.03	-0.19	-0.46	-0.19	19
688777	-0.01	-0.29	-0.69	-0.28	20
688036	-1.08	1	-0.92	-0.32	21
688063	-0.2	-0.86	0.2	-0.32	22
688139	-0.31	-0.48	-0.21	-0.34	23
688188	0.09	-0.91	-0.26	-0.34	24
688303	-1.72	0.23	1	-0.35	25
688390	-0.23	-0.74	-0.05	-0.36	26
688981	-0.28	-0.35	-0.62	-0.39	27
688008	0.42	-0.99	-0.93	-0.41	28
688126	-0.3	-0.58	-0.44	-0.43	29

Continued

688301	-0.17	-0.97	-0.32	-0.48	30
688396	-1	-0.07	-0.39	-0.53	31
688032	-0.5	-1.01	0	-0.55	32
688122	-0.53	-0.8	-0.41	-0.59	33
688169	-0.07	-1.07	-1.16	-0.69	34

3. 科创板资源配置优化

研发绩效决定了公司未来的发展,反映了我国的创新技术水平,因此对科创板上市公司的资源配置,应首先保证投资组合的整体研发绩效最高。本文以因子分析中研发绩效的综合因子得分较高的 5 家企业构建投资组合,进行投资组合优化,相关变量设定如表 7 所示。

Table 7. Related variable settings

表 7. 相关变量设定

$a_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$	企业 i 的研发绩效综合因子得分
$r_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$	企业 i 持有期为一年的期望收益率
$w_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$	企业 i 投资权重
$n_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$	企业 i 的股票持有数量
$p_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$	股票 i 期初交易价格
c	交易费用率
r	科创板的市场预期收益率
b^2	科创板的市场预期风险值
I	总投资额
Z	投资组合的整体研发绩效

3.1. 目标函数分析

以因子分析中企业的综合因子得分 a_i 代表其研发绩效,以 w_i 代表投资组合中每只股票的权重,公募基金或国家投资机构对科创板上市公司进行资源配置时,应以投资组合的整体研发绩效最高为目标。

$$\text{Max } Z = w_1 a_1 + w_2 a_2 + w_3 a_3 + w_4 a_4 + w_5 a_5$$

3.2. 约束条件分析

投资组合的年期望收益率为各资产持有期为一年的期望收益率 r_i 与投资权重 w_i 之积。此外,在有摩擦的实际市场中,交易成本等更多市场现实因素的存在也会导致投资者收益的减少,因此应扣除买卖的交易费用率 c 使模型更加贴近现实。本文以股票交易过程中的印花税与过户费代表交易费用,其中印花税为成交金额的 0.1%,向卖方征收;过户费为成交金额的 0.002%,向买卖双方征收,则交易费用应为总成交金额的 0.104% (王竟竟等, 2016) [9]。投资组合的期望收益率,应不低于科创板的市场预期收益率。

$$w_1 r_1 + w_2 r_2 + w_3 r_3 + w_4 r_4 + w_5 r_5 - c \geq r$$

投资组合中资产 i 与资产 j 的收益率加权协方差之和,是其收益率的交叉风险之和,代表了投资组合的整体风险,应不高于科创板的市场预期投资风险。

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 w_i w_j \text{cov}(r_i, r_j) \leq b^2$$

投资组合的总投资金额为各资产的初始买入成本与交易费用总和。

$$I = \sum_{i=1}^5 (p_i n_i + p_i n_i c)$$

每只股票的权重 w_i 代表其投资金额占总金总投资金额的比例, w_i 之和应为 1。

$$w_i = \frac{p_i n_i + p_i n_i c}{I}$$

假设投资组合中股票可以卖空, 则每只股票的权重应大于或等于零。

$$w_i \geq 0$$

3.3. 投资组合优化的非线性规划模型

目标函数: $\text{Max } Z = w_1 a_1 + w_2 a_2 + w_3 a_3 + w_4 a_4 + w_5 a_5$

约束条件: $w_1 r_1 + w_2 r_2 + w_3 r_3 + w_4 r_4 + w_5 r_5 - c \geq r$

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 w_i w_j \text{cov}(r_i, r_j) \leq b^2$$

$$I = \sum_{i=1}^5 (p_i n_i + p_i n_i c)$$

$$w_i = \frac{p_i n_i + p_i n_i c}{I}$$

$$w_i \geq 0$$

3.4. 模型求解

通过查找各企业 2021 年年度财务报告的历史数据, 将各变量的取值代入模型并求解, 得到 LINGO 求解结果, 结果如表 8 所示。

Table 8. LINGO solution results

表 8. LINGO 求解结果

Variable	Value	Reduced Cost
N1	1.60E-03	5.00E-07
N2	3.08E-03	7.29E-08
N3	0.1145464	3.97E-08
N4	2.26E-09	1.163302
N5	7.65E-04	7.67E-06

根据 LINGO 求解结果, 由于设定当总投资额 I 为 1 时结果过小, 因此调整投资额 I 为 100 万。投资组合中各标的资产的持有数量 n_i 分别为: 寒武纪-U (688256) 1596 股、君实生物-U (688180) 3081 股、中国通号(688009)114546 股、长远锂科(688779) 0 股、奇安信-U (688561) 765 股。

4. 结语

本文研究突破了原有投资组合以盈利为主要资源配置目标的假设, 从研发绩效的角度提出了科创板资源配置的优化方案, 一方面能够使公募基金或其他国家投资机构在权衡投资收益与风险的基础上, 为

我国科技创新企业提供充足的创新与研发资金, 从而推动资金流向科技创新水平更高的企业, 具有一定的启示与应用价值; 另一方面也可以激励相关企业提高创新水平, 激发企业的创新潜力与企业整体实力, 从而进一步支持我国科技创新技术与经济市场的发展。

本文利用因子分析法确定了公募基金投资科创板的备选企业, 通过非线性规划以组合的研发绩效最大化为目标, 以投资收益与投资风险为约束条件, 得到了科创板的资产配置优化方案。但由于样本数量有限, 并且存在持有资金量、最小交易单位、市场利率和交易费用等实践中的其他约束条件, 本文研究仍有一定局限性和未来研究的空间。

参考文献

- [1] 李虹含, 汪存华, 王胜, 等. 科创板设立对我国经济的影响——模型探讨与现实分析[J]. 财会月刊, 2019(21): 130-136.
- [2] 吴晓璐. 科创板公司 2022 年业绩抢先看: 七成营收增长 超八成实现盈利[N]. 证券日报, 2023-03-01.
- [3] 刘艳春, 高闯. 风险资产组合的均值-WCVaR 模糊投资组合优化模型[J]. 中国管理科学, 2006, 14(6): 16-21.
- [4] 徐玉德, 李昌振. 我国资本市场支持科技创新的成效、困境及政策建议[J]. 财政科学, 2022(5): 15-30.
- [5] 杨伟中, 余剑, 李康. 金融资源配置、技术进步与经济高质量发展[J]. 金融研究, 2020(12): 75-94.
- [6] 中银证券课题组, 金坚. 国际投行财富管理发展模式比较及其启示[J]. 证券市场导报, 2022(3): 12-21.
- [7] 刘刊, 王宏宇. 基于投入产出的创新型企业成长能力评价指标的建立[J]. 企业技术开发, 2009, 28(7): 94-96.
- [8] 陈伟忠, 周春应, 周统建. 中国林业上市公司创新能力评价研究[J]. 改革与开放, 2021(3): 1-11.
- [9] 王竟竟, 陈国华, 余星. 基于最小交易量和交易费用的多阶段模糊投资组合[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(15): 150-158.