

doi:10.16060/j.cnki.issn2095-8072.2023.01.007

CEO 个人特征、创新投入与创新绩效的关系 ——基于 XGBoost 树模型的经验证据

吴先铭^{1,2} 刘可新¹ 翟育明¹

(1. 上海应用技术大学经济与管理学院, 上海 201418; 2. 中国农业银行杭州新城支行, 杭州 310000)

摘 要: 现有的 CEO 特征研究主要聚焦探讨 CEO 单个特征与企业创新之间的相关性, 然而, 它没有解决如何从 CEO 特征的角度预测公司创新的问题。本文通过使用机器学习 XGBoost 模型, 研究了 CEO 个人背景特征对预测企业创新的相对重要性。基于 2009~2016 年 A 股上市公司样本进行研究, 结果表明: 1) 整体而言, CEO 个人特征对企业创新投入具有较好的预测能力, 而对企业创新绩效的预测能力较弱; 2) 在 CEO 的个人背景中, 海外背景和学历对企业创新投入的预测能力较强; 3) 高管的学历对企业创新投入的影响呈现出“非线性”的特点, 且 CEO 的 MBA 学历教育对企业创新绩效并无实质提升作用。本文的研究结果丰富了“高管特征与企业创新关系”理论, 并且对企业管理者的聘任决策有重要的实践指导意义。

关键词: 创新投入; 创新绩效; CEO 特征; XGBoost; 机器学习

中图分类号: F276/F425 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095 — 8072(2023)01 — 0081 — 13

一、引言

习近平总书记多次强调“创新是引领发展的第一动力”。创新亦是企业保持持续发展、提升核心竞争力的关键要素(Zhou & Hoever, 2014; Zhou et al., 2019)。基于高阶管理理论的视角(Donald & Mason, 1984), 学者们研究了 CEO 特征如何解释战略方向和组织行为的变化, 从而影响组织创新(Lin et al., 2011; Tabesh & Jolly, 2019; Wang et al., 2020), 如 CEO 的性别、年龄、专业背景等个人特征都会影响企业的创新投入与产出。因此, CEO 的个人特征对于解释企业创新具有重要价值。然而, 现有关于 CEO 与企业绩效关系的研究主要集中在这些特征与企业创新的关系上, 而进一步探讨 CEO 特征对企业创新相对重要性的研究尚不多见。

陆瑶等(2020)研究表明, 预测模型可用于分析 CEO 特征对组织结果的预测。目前, 关于 CEO 特征与组织结果的研究大多数都采用解释性模型, 即从理论出发, 假设变量之间的函数关系(如线型、U 型、指数型等), 利用统计分析手段检验理论预测的变量关系。然而, 与解释性模型不同的是, 预测性模型并不事先假设变量之间的因果关系, 而是通过相应的方法预测未来的观测值(陆瑶等, 2020)。大多数现有研究依赖解释模型来研究变量之间的关系, 然而, 它没有假设变量之间的因果关系。在战略管理研究领域, 使用预测性方法预测变量之间关系的研究相对较少, 但它在学术研

究中的作用不容忽视,因为预测模型不仅帮助我们发现隐藏在数据中的复杂关系,促进了解释模型及其理论的发展,而且还可以帮助我们评估解释模型和预测变量的重要性,使我们能够验证现有理论的可靠性(Jensen & Owen, 2000)。

尽管预测模型有助于发现数据中的复杂规律,但传统的线性模型预测能力相对不足(陆瑶等, 2020)。近年来,一些研究者从理论上提出,CEO的个人特征与企业创新之间存在非线性关系(陆瑶等, 2020; 徐晨和吕萍, 2013),但是传统的线性模型可能无法准确厘清CEO特征与企业创新之间的复杂关系。因此,为了深入揭示CEO特征与企业创新之间的关系,本文使用机器学习的XGBoost回归树模型来解决复杂的预测问题,并分析比较了CEO特征对企业创新的重要性。XGBoost回归树模型具有迭代速度快、计算准确性高、解释能力强等特点,并且能够分析不同的CEO特征对企业创新预测的重要程度,有效分析变量之间的非线性关系,从而有助于探究CEO特征对企业创新投入与创新绩效的预测效果。

本文具有以下三点贡献:(1)探究不同CEO特征对预测企业创新的重要性程度,丰富基于高阶管理理论的研究。高阶管理理论指出高管特征可以影响企业的战略选择与结果,然而该理论并未讨论不同CEO特征在预测企业绩效方面的重要性。本研究探讨了CEO特征对企业创新影响的相对重要性,以及分析相对重要的CEO特征对企业创新的作用机制,有利用深化和丰富CEO特征的研究范围。(2)本文采用机器学习方法研究中国企业行为的问题,并评价CEO特征对企业创新的预测能力;研究结果进一步丰富了“CEO特征与企业创新关系”的研究。(3)本文采用XGBoost回归树模型,避免了传统线性模型的不足,有效分析CEO特征与企业创新之间的非线性关系。

二、文献回顾

(一) CEO特征与企业创新

现有研究从先天特质、人生经历、性格特质等方面研究CEO特征与企业创新之间的关系。在先天特质方面,学者们从CEO的性别、年龄、容貌等角度探讨对企业创新的影响。在性别方面,现有研究结论存在分歧,如杨静(2013)、Dezsö (2012)、Khan(2013)、Peni(2014)等研究发现女性领导对企业创新等结果变量产生积极影响;而Amore et al. (2012)、Lee(2007)和Strohmeyer(2017)等的研究表明,由女性领导的公司的创新状况比由男性领导的公司差;Kaplan & Sorensen(2007)则认为,不同性别的管理者对企业的影响没有显著差异。在年龄方面,现有研究发现年龄与企业创新存在负向相关关系,而与企业财务结果呈正向相关关系(Khan & Vieito, 2013)。如Barker et al.(2002)的研究结论认为,年轻CEO管理的公司的R&D支出更大;Zhang (2017)等则认为,高管的年龄与R&D投资呈负相关;而Morresi(2017)、Cheng et al.(2010)以及Nguyen (2015)的研究表明年长的CEO更有可能产生更好的财务绩效(如ROA、累计股票回报率等)。在外貌等体征方面,He et al.(2019)研究

发现,面部长宽比高的分析师更有可能进行企业的实地调研,从而提高其分析的准确度,而Addoum et al.(2017)的研究表明,个人的身高和肥胖会影响高管的投资组合选择。

CEO的个人经历会影响他们的风险偏好和预期,进而影响公司战略选择。现有研究主要从CEO的生活经历、职业经历、教育经历等方面探讨其对企业创新的影响。在个人生活经历方面,对CEO海外生活或求学经历与企业创新之间关系的研究并未形成一致结论,如Li et al.(2012)、王雪莉等(2013)的研究表明,海归CEO所在企业的创新绩效显著低于本土CEO所在的企业,而Hao et al.(2019)认为,CEO的海外背景对企业绿色创新绩效有显著的促进作用。在职业经历方面,车培荣等(2020)的研究显示,具有技术背景的CEO可以提升企业的创新意识以及对于技术研发的偏好;王雪莉等(2013)的研究结果表明,“生产型”职能背景为主的CEO对企业创新绩效有显著的正向影响,拥有“多职能背景”的CEO则对企业创新绩效有显著的负向影响。在教育经历方面,学者们发现,教育水平越高,CEO越注重企业的创新。如苑泽明等(2020)、Barker et al.(2002)、Zhang et al.(2017)以及Lin(2011)等的研究表明,CEO的教育水平与企业R&D投资呈正相关。此外,还有学者探讨了CEO教育水平对企业绩效的影响,如Cheng et al.(2010)、Nguyen(2015)和 Goll et al.(2001)的研究认为,高管团队的教育水平与公司绩效呈正相关关系。

CEO的个性特征以及心理状态也影响其决策水平,学者们讨论了CEO的心理特征对企业的影响。如易靖韬等(2015)、Galasso(2011)和Hirshleifer(2012)的研究发现,CEO过度自信与企业的创新投资和创新绩效正向相关;Ahn et al.(2020)研究结果表明,CEO个性化与开放式创新正相关;Chan(2017)的研究结论认为,具有强烈创新意识的领导者适合领导开放式创新项目。

(二) 机器学习在战略研究中的应用

已有学者采用机器学习的方法研究企业战略等问题。如Bandiera et al.(2020)利用无监督学习方法分析CEO的日常活动记录,并揭示了两种典型的CEO行为特征——领导型和管理型,并进一步发现“领导型”CEO往往与优秀的企业绩效表现相关。Li et al.(2021)同样采用无监督学习方法,根据单词植入模型构建了企业文化价值观的5个维度指标,并探究这些价值观对企业战略决策的影响。陆瑶等(2020)采用机器学习方法探讨了高管特征对企业绩效的预测作用及机制,其研究发现在CEO的特征中,年龄是预测公司业绩的最重要因素。机器学习作为战略管理研究的新手段,越来越受到学者们的关注。

三、数据来源和变量说明

(一) 数据来源

本文数据来源于国泰安经济金融研究数据库(CSMAR)和国家知识产权网站,选取2009~2016所有A股上市公司作为研究对象,并选取上市公司CEO作为研究样

本。其中CEO个人特征数据来源于CSMAR收录的“上市公司人物特征”子数据库，最终整合样本量为14341个，平均占各年度全部上市公司的72.58%，样本情况见表1。

（二）变量定义

创新投入。在借鉴已有研究的基础上，采用研发投入表征高技术企业的创新投入。本文在采用研发投入(RDS)表征企业技术产出的同时，考虑到滚动窗口法对CEO海外背景对企业创新绩效的潜在影响，对表征企业创新投入进行了滚动窗口处理，采用滚动窗口1年、滚动窗口2年观察值分别进行实证检验。

创新绩效。参考了陆国庆（2014）等采用利润衡量上市公司创新绩效的做法，引入净资产收益率(ROE)表示企业创新的经济产出，ROE反映企业的创新成果。与创新投入处理相同，本文对表征企业创新绩效统一进行了滚动窗口1年、2年处理。

CEO个人特征。结合相关文献和中国A股上市公司数据可得性两个方面选取相关变量。在文献综述部分，将CEO特征的维度归纳为先天特质、人生经历、个性特征、能力水平和管理风格。其中，先天特质包括性别、年龄和容貌等，而在这些特征当中，能够被客观测度并可得的变量包括年龄及性别；对人生经历和能力范围，则通过CEO的教育水平和职业经历表示，从生产经营、市场管理、财务法律、金融领域的职业经验来衡量CEO是否具有各个领域的专业水平，同时海外经历以及学术经验也是本文关注的指标。此外，考虑到组织结构的影响，采用CEO兼职情况来预测公司创新投入。由于个性和管理风格方面的特征难以观测和准确度量，本文暂未将其纳入考虑，这也是未来可以进一步研究的主要方向。

具体而言，本文选取的CEO特征包括年龄、性别、话语权、年末持股比例、公司外兼职、职能经验、海外经验、学术经验和金融工作背景。其中，话语权由CEO是否两权分离来衡量；职能经验涵盖三个方面，一是生产、技术和设计岗位经验，二是市场、人力、管理岗位经验，三是财务、法律职能岗位经验，这三方面职能经验描述了CEO主要的职场经验和能力；海外经验反映该CEO是否有海外工作或求学经历；学术经验反映该CEO是否有学术研究工作经历；金融背景反映该CEO是否曾任职于金融机构。上述各变量及企业层面控制变量的具体测量方式见表2。

（三）描述性统计

表2列出了被预测变量、CEO特征和其他控制变量的描述性统计，本文采取的极值处理方法为对连续型变量进行1%和99%的Winsorize处理。从描述性统计结果可看出，近四分之一样本的CEO存在两职合一，并在股东单位兼任的情况（分别为29.3%和25.2%）。女性CEO仅占5.8%，男性在公司高层中具有较大优势。绝大多数CEO

表1 样本分布

年份	样本量	沪深上市公司数量	样本占上市公司总数比(%)
2009	295	1752	16.83
2010	568	2107	26.96
2011	1722	2341	73.56
2012	1897	2470	76.80
2013	2068	2515	82.23
2014	2306	2632	87.61
2015	2585	2823	91.57
2016	2900	3118	93.01
总计	14341	19758	72.58

具有管理职能经验（99.5%），而具有法律财务职能经验、海外背景以及金融背景的 CEO 占比较少（均小于 8%）。CEO 的生产技术设计经验（35.6%）和学术研究经历较为丰富（19.7%）。

表 2 变量定义和描述性统计

	变量名	定义	均值	标准差
因变量	<i>RDS</i>	研发投入，取对数	4.422	5.649
	<i>ROE</i>	净资产收益率	0.005	0.032
CEO 个人特征	<i>Gender</i>	是否为女性，1 为是	0.058	0.234
	<i>Age</i>	年龄	48.861	6.498
	<i>Degree</i>	学历，从低到高分别为 1 到 7	3.664	1.207
	<i>Parttime</i>	兼职的公司数量	1.800	3.399
	<i>Duality</i>	是否兼任都董事长和 CEO，1 为是	0.293	0.455
	<i>Cocorp</i>	是否在股东单位兼任，1 为是	0.252	0.434
	<i>Profun</i>	是否有生产、技术、设计职能经验，1 为是	0.356	0.479
	<i>Mgtfun</i>	是否有市场、战略、人力管理职能经验，1 为是	0.995	0.073
	<i>Skifun</i>	是否有财务、法律职能经验，1 为是	0.080	0.272
	<i>Oversea</i>	是否有海外工作、求学经历，1 为是	0.075	0.264
	<i>Finback</i>	是否有金融行业工作经历，1 为是	0.039	0.194
	<i>Academic</i>	是否有学术研究经历，1 为是	0.197	0.398
企业层面控制变量	<i>total</i>	总资产对数（规模指标）	21.869	1.450
	<i>leverage</i>	资产负债率（偿债能力指标）	0.402	0.228
	<i>state</i>	国有股份占比	0.059	0.167
	<i>tobinQ</i>	托宾 Q 值（成长性指标）	0.352	1.621

四、模型设计

（一）XGBoost 回归树模型

本文采用的方法为极限梯度提升模型（XGB）。机器学习方法的目标是找到一个回归函数 $f(x)$ 来最小化损失函数 $\varphi(y, f)$ 的期望值，而 Boosting 的基本思想是：从初始训练集中得到一个基回归树，然后在当前预测误差的基础上训练新的基回归树，迭代多次，最后加权结合多个基学习器得到最后的回归函数 $f(x)$ ，涉及的参数有：回归树的交互深度、学习率和回归树的数量。对于参数的优化基于收集到的样本信息，而最优参数是通过最优化运算结果和最小化运算成本来确定的。

模型推导过程如下：

采用梯度下降法迭代集成算法：

$$\hat{y}_i^{(k+1)} = \hat{y}_i^k + \eta f_{k+1}(x_i) \quad (1)$$

损失函数可由预测值 $\hat{y}_i$ 与真实值 y_i 组成：

$$L = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) \quad (2)$$

目标函数由模型的损失函数 L 与抑制模型复杂度的正则项 Ω 组成，正则项是将全部树的复杂度进行求和。目标函数定义如下：

$$Obj = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{i=1}^I \Omega(f_i) \quad (3)$$

将（1）式代入（3）式中可得：

$$Obj = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)) + \Omega(f_t) + cons \quad (4)$$

其中 $cons$ 表示前 $t-1$ 树复杂度之和的常量。

利用泰勒二阶展开式推导得到损失函数如下：

$$l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)) = l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)}) + g_i f_t(x_i) + \frac{1}{2} h_i f_t^2(x_i) \quad (5)$$

将（5）式带入（4）式，去掉常数项，最终目标函数为：

$$Obj^{(t)} \cong \sum_{i=1}^n \left[g_i f_t(x_i) + \frac{1}{2} h_i f_t^2(x_i) \right] + \Omega(f_t) \quad (6)$$

（二）模型构建

本文参考陆瑶等（2020）的研究方法，按照一年滚动窗口期进行拟合评估，即以当年的数据作为训练集，以下一年的数据作为测试集。依次滚动循环 T 次，根据模型对 T （ $T=7$ ）中测试集的均值计算评估指标（拟合优度 R^2 和均方误差 MSE ）， R^2 计算公式如下：

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T SSE_t}{\sum_{t=1}^T SST_t} \quad (7)$$

同理，本文用 T 次拟合中CEO各特征对模型预测重要程度的均值作为评估不同CEO特征重要程度的指标。

本文拟对上市公司CEO个人特征进行综合考量，研究设计步骤如下：

首先，按照一年的滚动窗口期分别用XGBoost回归树模型和OLS模型进行拟合，并比较其拟合优度（ R^2 ）和均方误差（ MSE ）。

其次，利用XGBoost回归树模型中的相对重要性指标，得出CEO各项特征对预测企业创新绩效的重要程度，总结出对企业创新绩效预测能力较强的CEO特征。

再次，生成重要CEO特征的部分依赖图，进一步分析其预测模型对企业创新绩效的边际影响。

最后，通过改变滚动窗口周期的数量，并在滚动窗口中选择2年的数据，对结论的稳健性进行检验。另外，还使用其他机器学习模型（LGB和CATBoost）观察所获得的重要特征是否一致。然后，将前一步筛选出的重要CEO特征纳入线性模型，观察拟合效果和显著性是否得到改善。

五、实证检验与结果分析

（一）CEO特征对企业创新投入、创新绩效的预测效果

首先，将XGBoost回归树模型和普通线性模型的拟合效果进行比较，以检验回归树模型能否显著提高预测能力。其次，将仅含控制变量模型的拟合优度与加入CEO特征模型的拟合优度进行比较，分析CEO特征的加入是否显著提高了企业创新投入的

预测效果。表3结果表明,当因变量为 RDS 时,XGBoost回归树的拟合效果(R^2)相比于线性回归模型提高0.702,表明使用XGBoost回归树来改进传统线性模型效果显著。与基准模型相比,具有CEO特征的模型拟合效果提高了0.264,MSE减少0.443,这说明CEO特征对企业创新投入的预测效果较好。

当因变量为 ROE 时,得到了与因变量为创新投入时不同的研究结论,如表4所示。在因变量为 ROE 时,XGBoost回归树的拟合效果相比于线性回归模型提高0.795,表明用XGBoost回归树来改进传统线性模型效果较好。与基准模型相比,具有CEO特征的模型的拟合效果提高了0.008,MSE降低了0.004,这说明因变量为创新绩效时加入CEO特征对效果提升影响不大,这一结论与陆瑶等(2020)的研究结论一致。

表 3 模型效果比较

	模型	基准模型	CEO特征模型	提升效果
		(1)	(2)	(2) - (1)
R^2	XGBoost	0.533	0.797	0.264
	OLS	0.079	0.095	0.016
MSE	XGBoost	14.902	6.459	-0.443
	OLS	29.398	28.890	-0.508

注:因变量 RDS 、报告的拟合优度和报告样本内的均方误差。

表 4 模型效果比较

	模型	基准模型	CEO特征模型	提升效果
		(1)	(2)	(2) - (1)
R^2	XGBoost	0.818	0.826	0.008
	OLS	0.003	0.031	0.028
MSE	XGBoost	0.076	0.072	-0.004
	OLS	0.417	0.405	-0.012

注:因变量 ROE 、报告的拟合优度和样本外的均方误差。

(二) CEO 个人特征相对重要性分析

以 RDS 作为因变量时,CEO个人特征对企业创新投入预测的重要性程度如表5所示,其中重要性排在前2位的特征分别是海外经历和教育背景。Priem & Price(1991)等提出了组织中两种类型的冲突:基于任务导向的认知冲突和基于组织成员关系或社会情感的情感冲突,这两类冲突分别会对创新研究产生正面和负面的影响(罗思平和于永达,2012)。具有海外背景的CEO因其所经历文化环境的不同,在任务过程中可能与决策团队产生认知冲突,提升企业的创新过程。此外,具有海外背景的CEO能够促进人力资本流动,帮助企业整合国内外资源,从而深化企业的知识构建(徐晨和吕萍,2013;Frenken,2009)。由于CEO的认知会对企业创新投入产生显著影响(周建等,2013),而海外背景会使CEO对专利保护和技术研发的理解更为深入,更加重视企业的技术创新成果(陈守明和唐滨琪,2012)。因此具有海外背景的CEO在制定企业战略时可能更倾向于增加研发投入以及为企业的研发成果申请专利(张枢盛和陈继祥,2013),由此提高企业的创新绩效。

拥有较高学历的CEO具有较强的思辨能力、创新意识、责任感和自律性(张晓亮等,2019),这有助于提升企业的创新水平(姚立杰和周颖,2018)。学习经验越丰富

的CEO，其创造意识和创新精神越强(Tabesh & Jolly, 2019)，在企业创新决策中更愿意改变风险偏好，提高企业的创新意愿并激励企业提高创新绩效。

当以ROE作为因变量时，CEO个人特征对企业创新绩效预测的重要性程度如表6所示，其中重要性排在前两位的特征分别是教育程度和年龄。年龄会对CEO的风险偏好产生影响(Morresi, 2017)，从而影响其对企业采取的战略和企业利润(Goll et al., 2011)。同样，受教育程度较高的CEO会采取更容易接受创新的商业模式(苑泽明等, 2020)，这可能为公司带来更多的利润。

表 5 CEO 特征变量相对重要性排序
(因变量: RDS)

排序	变量	相对重要性
1	海外经历	0.150
2	学历	0.088
3	金融背景	0.086
4	生产、技术、设计职能经验	0.085
5	学术背景	0.071
6	兼职公司数量	0.059
7	性别	0.054
8	是否兼任董事长和CEO	0.051
9	财务、法律职能经验	0.050
10	年龄	0.048
11	是否股东单位兼任	0.044
12	市场、战略、人力管理职能经验	0.021

表 6 CEO 特征变量相对重要性排序
(因变量: ROE)

排序	变量	相对重要性
1	学历	0.236
2	年龄	0.084
3	兼职公司数量	0.082
4	生产、技术、设计职能经验	0.081
5	是否股东单位兼任	0.064
6	是否兼任董事长和CEO	0.061
7	学术背景	0.052
8	财务、法律职能经验	0.045
9	海外经历	0.043
10	金融背景	0.041
11	性别	0.034
12	市场、战略、人力管理职能经验	0.025

(三) 企业创新绩效预测模型的关键特征

本文通过部分依赖图分析了海外经历（0.150）和学历（0.088）与企业创新投入的内部影响关系，分别如图1和图2所示。图1的横坐标为是否有海外经历（0和1表示），纵坐标为企业创新投入。结果表明，具有海外经历的CEO能够显著提高企业创新投入，这为现有文献中的结论进一步提供了实证证据，未来的研究可进一步探究CEO团队海外背景所占比例与企业创新投入之间是否存在非线性关系。

图2的横坐标为学历，纵坐标为企业创新投入。从图中可看出，CEO受教育程度与企业创新绩效呈非线性关系，总体呈上升趋势。其中博士学位（7）的CEO对企业创新投入的促进作用最高，而拥有MBA学位（5）的CEO则对企业创新绩效没有显著提升作用，CEO学历从大专（2）到本科（3），对企业创新绩效的提升效果同样明显。

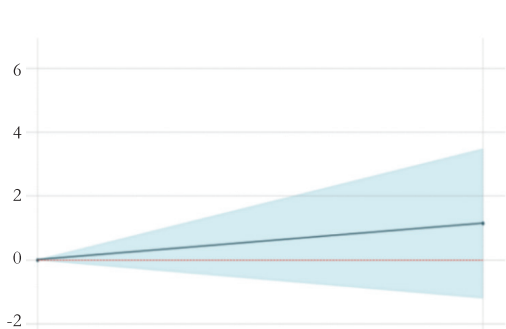


图 1 海外背景与创新投入依赖图

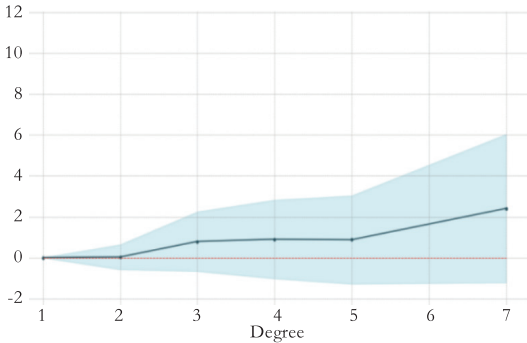


图 2 学历与创新投入依赖图

本文通过部分依赖图分析了学历（0.150）和年龄（0.088）与ROE的内部影响关系，分别如图3和图4所示。图3同样说明，MBA教育（5）并未显著提高企业创新绩效。后续研究应探索CEO所接受MBA教育学校的排名是否会对企业创新绩效产生不同的影响。图4说明，CEO年龄与企业创新绩效呈非线性关系，40~50岁的CEO对企业创新绩效的改善效果最大，但70岁以上的CEO对企业创新绩效的改善有负面影响。

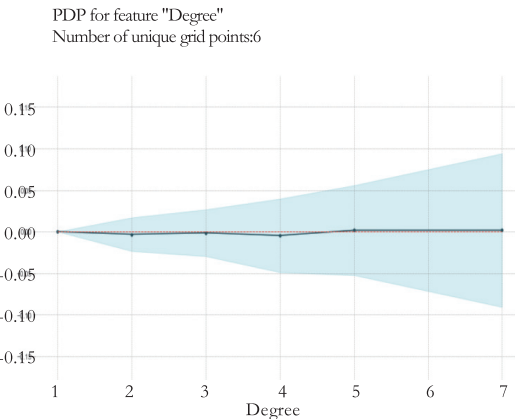


图 3 学历与 ROE 依赖图

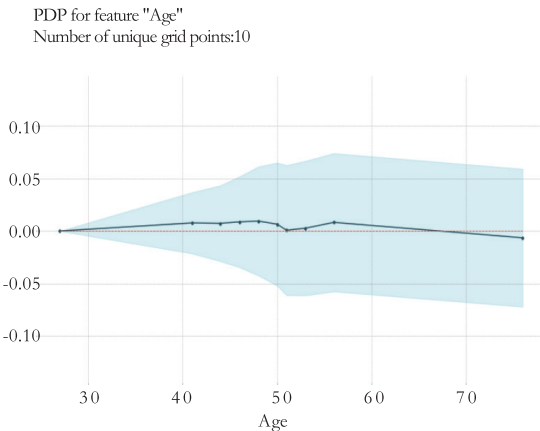


图 4 年龄与 ROE 依赖图

六、稳健性检验

（一）更换滚动窗口期

当因变量为RDS时，采用两年的滚动窗口期的检验结果如表7所示，分析结果与上文保持一致。CEO特征对企业创新投入具有良好的预测效果，重要性程度最高的CEO个人特征仍然是海外经历和学历，通过了稳健性检验。

表 7 更换滚动窗口期后模型的拟合情况
(因变量: RDS)

	模型	基准模型	CEO特征模型	提升效果
		(1)	(2)	(2) - (1)
R ²	XGBoost	0.456	0.768	0.264
	OLS	0.063	0.083	0.016
MSE	XGBoost	18.719	7.946	-0.443
	OLS	32.870	29.241	-0.508

当因变量为ROE时，采用两年的滚动窗口期的检验结果如表8所示。表8表明加入CEO特征对模型效果提升不大，CEO个人特征对企业创新绩效预测性较弱，这一发现与陆遥等（2020）的研究结论一致，即高管的个人特征在预测企业绩效方面效果不佳，企业绩效可能更多由企业本身特征决定。

表 8 更换滚动窗口期后模型的拟合情况
(因变量: ROE)

	模型	基准模型	CEO特征模型	提升效果
		(1)	(2)	(2) - (1)
R ²	XGBoost	0.615	0.617	0.002
	OLS	0.001	0.002	0.001
MSE	XGBoost	0.076	0.072	-0.004
	OLS	0.524	0.505	-0.019

(二) 更换机器学习模型

当因变量为*RDS*时，采用CATBoost模型、LGB模型和随机森林模型，滚动窗口1年的预测效果如表9所示，三种树模型均具有良好的预测效果，重要性程度最高的CEO特征为海外经历和学历，通过了稳健性检验。

当因变量为*ROE*时，采用CATBoost模型、LGB模型和随机森林模型，滚动窗口1年的预测效果如表10所示，三种树模型预测效果均不佳，与上文得出的结论一致，说明在因变量为*ROE*时，CEO个人特征的预测效果不佳。

表 9 其他机器学习模型的拟合情况
(因变量：*RDS*)

	CATBoost	LGB	RF
R^2	0.736	0.849	0.707
MSE	8.207	5.687	9.335

表 10 其他机器学习模型的拟合情况
(因变量：*ROE*)

	CATBoost	LGB	RF
R^2	0.523	0.608	0.426
MSE	0.081	0.079	0.089

七、结语

现有关于CEO特征研究主要围绕单一特征与创新绩效之间因果关系展开，缺乏对总体特征之间重要性的比较，且大多采用解释性模型研究CEO特征对企业创新的影响，缺少从预测能力出发的系统性结论。本文的贡献在于充分利用XGBoost树模型的优势，全面探究CEO个人特征对企业创新绩效预测的重要程度，有效分析变量之间的非线性和交互关系。本文的研究相较以往研究具有以下三点理论启示：首先，本文探讨了不同CEO特征对预测企业创新投入和创新绩效的重要性程度，有利于深化和丰富CEO特征与企业创新的研究；其次，本文的研究是为数不多的采用机器学习方法研究中国企业行为的研究之一，研究结果也进一步丰富了关于“CEO特征与企业创新关系”的研究；最后，本文采用的XGBoost回归树模型，有效分析了变量之间的非线性关系，为未来战略管理中CEO特征的研究提供了启示，对管理实践也有重要意义。

此外，本文还探讨了CEO特征对企业创新投入的相对重要性影响。这些结论对注重创新的企业选择和聘用CEO具有重要价值。例如，本文发现CEO的教育水平和海外经验与企业创新投入正相关。因此，当一家公司需要提升其创新能力时，雇佣一名拥有高学历和海外经验的高层管理人员可能是一个好办法。

本文探讨了使用机器学习方法研究企业战略管理问题的可行性，但仍有一些研究局限性有待未来进一步探讨。首先，虽然本文探讨了CEO特征对企业创新的影响，但并未探讨CEO的个性和心理特征对企业的影响。未来的研究应该探索CEO的人格特征和心理状态对企业创新投资和创新绩效的影响，以丰富企业战略管理和创新管理的研究。其次，本文发现CEO背景特征在预测企业创新绩效方面效果欠佳，尽管这与前人研究结论保持一致，未来的研究可用其他创新绩效指标（如新产品销售收入等）进一步展开探讨，以检验本研究结论的稳定性。最后，本文仅探讨了CEO个人特征对企

业创新的影响,然而在企业决策过程中,高级管理团队往往比CEO个人发挥的作用更大。因此,未来的研究可探讨高管团队背景特质对企业创新的预测作用。

参考文献

- [1] 车培荣,齐志伟,王砚羽.环境的烙印:企业成立时的环境对创新战略的影响[J].科学学研究,2020(9): 1677-1685.
- [2] 陈守明,唐滨琪.CEO认知与企业创新投入:管理自由度的调节作用[J].科学学研究,2012(11): 1723-1734.
- [3] 陆国庆,王舟,张春宇.中国战略性新兴产业政府创新补贴的绩效研究[J].经济研究,2014(7): 44-55.
- [4] 陆瑶,张叶青,黎波,赵浩宇.CEO个人特征与公司业绩——基于机器学习的经验证据[J].管理科学学报,2020(2): 120-140.
- [5] 罗思平,于永达.技术转移、“海归”与企业技术创新——基于中国光伏产业的实证研究[J].管理世界,2012(11): 124-132.
- [6] 王雪莉,马琳,王艳丽.CEO团队职能背景对企业绩效的影响:以中国信息技术行业上市公司为例[J].南开管理评论,2013(4): 80-93.
- [7] 徐晨,吕萍.创新国际化行为对创新绩效的影响研究[J].管理评论,2013(9): 40-50.
- [8] 杨静,王重鸣.女性创业型领导:多维度结构与多水平影响效应[J].管理世界,2013(9): 102-117+187-188.
- [9] 姚立杰,周颖.管理层能力、创新水平与创新效率[J].会计研究,2018(6): 70-77.
- [10] 易靖韬,张修平,王化成.企业异质性、高管过度自信与企业创新绩效[J].南开管理评论,2015(6): 101-112.
- [11] 苑泽明,王培林,富钰媛.CEO学术经历影响企业研发操纵了吗?[J].外国经济与管理,2020(8): 109-122.
- [12] 张枢盛,陈继祥.中国海归企业发展研究:技术创新中的二元网络与组织学习[J].科学学研究,2013(11): 1744-1751.
- [13] 张晓亮,杨海龙,唐小飞.CEO学术经历与企业创新[J].科研管理,2019(2): 154-163.
- [14] 周建,尹翠芳,陈素蓉.董事会团队属性对企业国际化战略的影响研究[J].管理评论,2013(11): 133-143.
- [15] Addoum, J. M., G. Korniotis, A. Kumar, “Stature, Obesity, and Portfolio Choice”, *Management Science*, 2017, 63(10): 3393-3413.
- [16] Ahn, J. M. “The Hierarchical Relationships between CEO Characteristics, Innovation Strategy and Firm Performance in Open Innovation”, *International Journal of Entrepreneurship & Innovation Management*, 2020, 24(1): 31-52.
- [17] Amore, M. D., O. Garofalo, “Executive Gender, Competitive Pressures, and Corporate Performance”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2016, 31(A): 308-327.
- [18] Barker, V. L., G. C. Mueller, “CEO Characteristics and Firm R&D Spending”, *Management Science*, 2002, 48(6): 782-801.
- [19] Chan, W., P. Chen, S. Hung, M. Tsai, T. Chen, “Open Innovation and Team Leaders’ Innovation Traits”, *Engineering Management Journal*, 2017, 29(2): 87-98.
- [20] Cheng, L. T., R. Y. Chan, T. Y. Leung, “Management Demography and Corporate Performance: Evidence from China”, *International Business Review*, 2010, 19(3): 261-275.
- [21] Dezső, C. L., D. G. Ross, “Does Female Representation in Top Management Improve Firm Performance? A Panel Data Investigation”, *Strategic Management Journal*, 2012, 33(9): 1072-1089.
- [22] Donald, C. H., P. A. Mason. “Upper Echelons: The Organization as a Reflection of Its Top Managers”, *The Academy of Management Review*, 1984, 9(2): 193-206.
- [23] Frenken, K., “The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy”, *Regional Studies*, 2009,

- 43(7): 993–994.
- [24] Galasso, A., T. S. Simcoe, “CEO Overconfidence and Innovation” , *Management Science*, 2011, 57(8): 1469–1484.
- [25] Goll, I., R. B. Sambharya, L. A. Tucci, “Top Management Team Composition, Corporate Ideology, and Firm Performance” , *Management International Review*, 2011,41(2): 109–129.
- [26] Hao, Y., C. Fan, Y. Long, J. Pan, “The Role of Returnee Executives in Improving Green Innovation Performance of Chinese Manufacturing Enterprises: Implications for Sustainable Development Strategy” , *Business Strategy & the Environment*, 2019, 28(5): 804–818.
- [27] He, Y., C. Chen, Y. Hu, “Managerial Overconfidence, Internal Financing, and Investment Efficiency: Evidence from China” , *Research in International Business and Finance*, 2019,47: 501–510.
- [28] Hirshleifer, D., A. Low, S. H. Teoh, “Are Overconfident CEOs Better Innovators?” , *Journal of Finance*, 2012, 67(4): 1457–1498.
- [29] Jensen, E. J., A. L. Owen, “Why Are Women Such Reluctant Economists? Evidence from Liberal Arts Colleges” , *American Economic Review*, 2000, 90(2): 466.
- [30] Kaplan, S. N. & M. Sorensen, Are CEOs Different? Characteristics of Top Managers, National Bureau of Economic Research, 2017.
- [31] Khan, W. A., J. P. Vieito, “CEO Gender and Firm Performance” , *Journal of Economics and Business*, 2013, 67(C):55–66.
- [32] Lee, P. M., E. H. James, “She’-e-os: Gender Effects and Investor Reactions to the Announcements of Top Executive Appointments” , *Strategic Management Journal*, 2007, 28(3):227–241.
- [33] Li, H., Y. Zhang, Y. Li, L. A. Zhou, W. Zhang, “Returnees Versus Locals: Who Perform Better in China’s Technology Entrepreneurship?” , *Strategic Entrepreneurship Journal*, 2012, 6(3): 257–272.
- [34] Li, K., F. Mai, R. Shen, X. Y. Yan, “Measuring Corporate Culture Using Machine Learning” , *The Review of Financial Studies*, 2021, 34(7): 3265–3315.
- [35] Lin, C., P. Lin, F. M. Song, C. Li, “Managerial Incentives, CEO Characteristics and Corporate Innovation in China’s Private Sector” , *Journal of Comparative Economics*, 2011, 39(2): 176–190.
- [36] Morresi, O., “How Much Is CEO Education Worth to a Firm? Evidence from European Firms” , *PSL Quarterly Review*, 2017,70(282):311–353.
- [37] Nguyen, D. D., J. Hagendorff, A. Eshraghi, “Which Executive Characteristics Create Value in Banking? Evidence from Appointment Announcements” , *Corporate Governance: An International Review*, 2015,23(2): 112–128.
- [38] Oriana, B., P. Andrea, H. Stephen, S. Raffaella, “CEO Behavior and Firm Performance” , *Journal of Political Economy*, 2020, 128(4): 1325–1369.
- [39] Peni, E., “CEO and Chairperson Characteristics and Firm Performance” , *Journal of Management and Governance*, 2014, 18(1):185–205.
- [40] Priem, R. L., K. H. Price, “Process and Outcome Expectations for the Dialectical Inquiry, Devil’s Advocacy, and Consensus Techniques of Strategic Decision Making” , *Group & Organization Management*, 1991, 16(2): 206–225.
- [41] Strohmeier, R., V. Tonoyan, J. E. Jennings, “Jacks–(and Jills)–of–all–trades: On Whether, How and Why Gender Influences Firm Innovativeness” , *Journal of Business Venturing*, 2017, 32(5): 498–518.
- [42] Tabesh, P., P. M. Jolly, A Look Inside the Nonprofit Boardroom: Influences on Decision Comprehensiveness and Decision Quality, Academy of Management Annual Meeting Proceedings,2019. DOI:10.5465/AMBPP.2019.14886abstract.
- [43] Timothy, K., S. Abhishek, W. Jonathan, “What’s in an Education? Implications of CEO Education for Bank Performance” , *Journal of Corporate Finance*, 2016, 37: 287–308.
- [44] Wang, L., S. Li, Z. You, “The Effects of Knowledge Transfer on Innovation Capability: A Moderated

- Mediation Model of Absorptive Capability and Network Reliance” , *Journal of High Technology Management Research*, 2020, 31(1). <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2020.100372>.
- [45] Zhang, B., C. Sun, “An Empirical Research on the Influence of TMT Characteristics on R&D Investment” , *Research on Modern Higher Education*, 2017, 2: 109–113.
- [46] Zhou, J., I. J. Hoever, “Research on Workplace Creativity: A Review and Redirection” , *Annu. Rev. Organ. Psychol. Organ. Behav.*, 2014, 1(1): 333–359.
- [47] Zhou, J., X. M. Wang, D. Bavato, S. Tasselli, J. Wu, “Understanding the Receiving Side of Creativity: A Multidisciplinary Review and Implications for Management Research” , *Journal of Management*, 2019, 45(6): 2570–2595.

【作者简介】 吴先铭：中国农业银行杭州新城支行客户服务部，毕业于上海应用技术大学经济与管理学院，硕士。研究方向：企业管理。

刘可新：上海应用技术大学经济与管理学院副教授，管理学博士。研究方向：企业并购。

翟育明：上海应用技术大学经济与管理学院教授，管理学博士。研究方向：工商管理。

The Relationship between CEO Characteristics, Innovation Input and Innovation Performance: Empirical Evidence from the XGBoost Tree Model

WU Xian-ming^{1,2} LIU Ke-xin¹ & ZHAI Yu-ming¹

(1.School of Economics and Management, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China; 2.Agricultural Bank of China Hangzhou Xincheng Branch, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Existing research on CEO characteristics mainly focuses on the correlation between CEO single characteristics and enterprise innovation. However, it does not solve the problem of how to predict corporate innovation from the perspective of CEO characteristics. This study investigates the relative importance of CEO personal background characteristics in predicting enterprise innovation by using machine learning model——XGBoost model. Based on the sample of A-share listed companies from 2009 to 2018, the research results show that: 1) on the whole, CEO personal characteristics have good prediction ability for enterprise innovation investment, but weak prediction ability for enterprise innovation performance; 2) In the CEO personal background, overseas background and educational background have a strong ability to predict the enterprise's innovation investment; 3) The influence of executive education on enterprise innovation investment shows a “nonlinear” characteristic, and the CEO's MBA education has no substantial effect on enterprise innovation performance. The results of this study enrich the theory of “the relationship between executive characteristics and enterprise innovation”, and have important practical significance for the appointment decision of enterprise managers.

Keywords: innovation input; innovation performance; CEO characteristics; XGBoost; machine learning

(责任编辑：山草)