

分类号 _____
UDC _____

密级 _____
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 基于 Schwartz-Moon 模型的人工智能

企业价值评估研究——以中科创达为例

研究生姓名: 卢崑睿

指导教师姓名、职称: 南星恒 教授

学科、专业名称: 资产评估硕士

研究方向: 企业价值评估与企业并购

提交日期: 2024年6月1日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 卢峰 签字日期： 2024.5.31

导师签名： 南星恒 签字日期： 2024.6.1

导师(校外)签名： 邵弘刚 签字日期： 2024.5.31

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 卢峰 签字日期： 2024.5.31

导师签名： 南星恒 签字日期： 2024.6.1

导师(校外)签名： 邵弘刚 签字日期： 2024.5.31

Artificial Intelligence enterprise Value Evaluation based on Schwartz-Moon model -- A case study of Thunder soft

Candidate :Lu Yinrui

Supervisor: Nan Xingheng

摘 要

当前,人工智能的浪潮正在涌来,并且随着我国政策的大力支持我国人工智能产业的规模迅速扩张,市场当中有关于人工智能企业的各项融资以及投资活动也变得越来越频繁,因此对于人工智能企业的价值评估日渐重要。与传统的企业不同,人工智能企业的周期性特性比较明显,且企业内部各项专利的占比也较大,对于高水平人才的需求也更大,因此除了资产负债表所列示的企业价值之外,还包括企业的成长能力以及未来的获利能力以及投资者的长远眼光的价值。因此,本文的研究可以在某种程度上充实利用 Schwartz-Moon 模型的理论研究,对于人工智能企业价值评估的发展也起到了添砖加瓦的作用,可能会在一定程度上为企业的管理者提供决策的方向以及对于企业的管理方向。

当前国内在事务所对于人工智能企业的评估当中大多采取传统的评估方法,但由于我国市场环境受到多种因素影响,并且传统的评估方法无法顾及到人工智能企业存在的潜在成长价值,对于企业的现金流量也无法进行准确的预测,因此本文决定采用实物期权的理论对人工智能企业进行估值。实物期权方法可以从某种程度上改善企业现金流的不确定性,通过概率统计的办法对企业的现金流进行描述,衡量了企业管理柔性的价值,适应于人工智能企业价值评估的整体特点。本文在经过多番比较后选择了实物期权法当中 Schwartz-Moon 模型,并结合在模拟法中比较普遍使用的蒙特卡洛模拟对其人工智能企业进行估值。在案例评估中选取了一家典型的人工智能上市公司——中科创达,通过对中科创达的一些主要财务指标进行了分析调整了模型的参数,并通过使用 wind 提供的人工智能板块中于评估基准日五年前 19 家上市的企业作为参考样本,最终将参数代入软件 MATLAB 当中得出评估结果。

在对案例企业进行评估之后,可以得出在使用 Schwartz-Moon 模型进行评估的过程当中,一定要注重对于参数的选取以及相应的修正,并且对于人工智能企业的价值和特点判断也要准确无误,最后要对案例公司进行深入研究,了解其财务状况以及基本情况,这样对于整个的评估过程就提供了坚实的基础。

关键词: 企业价值评估 Schwartz-Moon 模型 人工智能 蒙特卡洛模拟 中科创达

Abstract

At present, the wave of artificial intelligence is coming, and with the strong support of China's policy, the scale of China's artificial intelligence industry is expanding rapidly, and the financing and investment activities of artificial intelligence enterprises in the market are becoming more and more frequent, so the value evaluation of artificial intelligence enterprises is becoming increasingly important. Unlike traditional enterprises, artificial intelligence enterprises have obvious cyclical characteristics, and the proportion of internal patents is also large, and the demand for high-level talents is also greater. Therefore, in addition to the value of the enterprise listed in the balance sheet, it also includes the growth ability of the enterprise and the future profitability and the long-term vision of investors. Therefore, the research in this paper can provide theoretical research using Schwartz-Moon model to some extent, and contribute to the development of AI enterprise value assessment. It may also provide decision-making direction and management direction for enterprise managers to some extent.

At present, most domestic firms adopt traditional evaluation methods for the evaluation of AI enterprises. However, due to the influence of many factors on China's market environment, traditional evaluation methods cannot take into account the potential growth value of AI enterprises, and the cash flow of enterprises cannot be accurately

predicted. Therefore, this paper decides to use the theory of real options to evaluate artificial intelligence enterprises. The real option method can improve the uncertainty of enterprise cash flow to some extent, and describe the enterprise cash flow by probability and statistics method, measure the value of enterprise management flexibility, and adapt to the overall characteristics of artificial intelligence enterprise value assessment. After many comparisons, this paper selects the Schwartz-Moon model in the real option method, and combines it with Monte Carlo simulation, which is widely used in the simulation method, to evaluate its artificial intelligence enterprises. In the case evaluation, a typical listed company of artificial intelligence CKE Chuangda was selected, and the parameters of the model were adjusted by analyzing some major financial indicators of CKE Chuangda. Moreover, 19 listed enterprises in the artificial intelligence sector provided by wind five years before the base date of evaluation were used as reference samples. Finally, the parameters are substituted into the software MATLAB to get the evaluation results.

After the evaluation of the case enterprise, it can be concluded that in the process of using the Schwartz-Moon model for evaluation, it is necessary to pay attention to the selection of parameters and corresponding corrections, and the value and characteristics of the artificial intelligence enterprise should be accurately judged. Finally, it is necessary to conduct in-depth research on the case company to

understand its financial status and basic information. This provides a solid foundation for the entire evaluation process.

Keywords : Artificial intelligence ; Enterprise value evaluation ;
Schwartz-Moon model; Monte Carlo simulation ;Thunder soft

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究意义	2
1.4 研究内容	3
1.5 研究方法	4
1.5.1 案例分析法	4
1.5.2 研究技术路线	5
2 文献综述	6
2.1 企业价值评估方法	6
2.1.1 传统企业价值评估方法	6
2.1.2 人工智能企业价值评估方法	7
2.2 实物期权法在企业价值评估中的相关研究	8
2.2.1 实物期权理论的发展	8
2.2.2 Schwartz-Moon 模型的理论发展及应用	9
2.3 文献评述	10
3 人工智能企业特点以及评估理论基础	12
3.1 人工智能企业的特点与价值	12
3.1.1 人工智能企业的特点	12
3.1.2 人工智能企业的价值	13
3.2 基于实物期权的人工智能企业价值评估理论基础	14
3.2.1 资本价值理论	14
3.2.2 实物期权理论	14
4 Schwartz-Moon 定价模型优势分析	16
4.1 传统企业价值评估方法的局限性	16
4.1.1 成本法	16
4.1.2 收益法	16

4.1.3 市场法	17
4.2 Schwartz-Moon 定价模型的优势分析.....	17
4.2.1 对比传统价值评估方法的优势分析	17
4.2.2 对比其余实物期权定价模型的优势分析	18
4.2.3 Schwartz-Moon 模型以及蒙特卡洛模拟的适用性分析	18
4.3 基于蒙特卡洛模拟的 Schwartz-Moon 定价模型	19
4.3.1 Schwartz-Moon 定价模型基本思路	19
4.3.2 Schwartz-Moon 定价模型应用假设	20
4.3.3 Schwartz-Moon 定价模型构建	20
4.3.4 Schwartz-Moon 定价模型参数说明	23
5 案例分析：以中科创达为例	25
5.1 案例选择说明	25
5.2 被评估公司概况	25
5.2.1 中科创达简介	25
5.2.2 中科创达财务状况	27
5.2.3 中科创达企业特点	31
5.2.4 中科创达的发展优势	34
5.3 基于 Schwartz-Moon 定价模型的评估过程	36
5.3.1 模型假设条件	36
5.3.2 模型参数取值	36
5.3.3 Schwartz-Moon 定价模型的操作过程.....	44
5.3.4 蒙特卡洛模拟结果	45
5.4 敏感性分析	47
6 结论、启示与建议	49
6.1 研究结论	49
6.2 启示	49
6.3 建议	51
参考文献	52
附录	56

致谢 **58**

1 绪论

1.1 研究背景

随着 ChatGPT 的问世以及消费者新需求的出现，对于人工智能产品的需求迅速扩张，因此为满足需求以生成式人工智能和大模型为代表的新一轮人工智能方兴未艾，并且激发了新一轮的科技革命和产业革命。而在实际的生活当中，其实人工智能已经渗透到我们生活的方方面面，人工智能与各个行业相联系一定程度上促进了经济的发展，因此人工智能的到来被认为是进入互联网时代以来冲击力最强、影响面最广的一次技术革命，已经可以跟之前的几次工业革命想比肩，正在把整个社会推向“自动化”。“自动化时代”意味着人工智能行业的快速发展，根据上奇产业通，截止到 2023 年 6 月 30 日，我国有关人工智能企业 124837 家，其中上市企业 899 家。2023 人工智能行业研究报告，全球 AI 产业规模预计 2023 年将达到 1500 亿，未来 8 年复合增速约 40%；目前全球人工智能企业的数量迅速增长，2022 年，全球人工智能(AI)市场规模估计为 197.8 亿美元，预计到 2030 年将达到 1591.03 亿美元，从 2020 年到 2023 年，复合年增长率为 38.1%。在 2023 中国人工智能大会上，《人工智能发展与挑战》主题报告中指出了我国人工智能发展处于应用强势、基础弱势的现状。

机器学习与推理是人工智能的两大核心技术，它们分别致力于从数据中学习知识和规律，以及根据知识和规律进行推断和决策。通俗来讲，模拟的是人类的“大脑”，即希望机器可以像人一样思考并做出行动。

目前，人工智能企业已进入深入发展期，我国人工智能企业已形成长三角、京津冀、珠三角三大集聚发展区。人工智能技术的发展为当前我国经济的发展提供了强有力的支撑，更多的实体经济将人工智能引入生产流程中，以促进企业的转型升级从而实现企业的高质量发展；同时 AI 技术的引入提升了企业产品的质量，也极大地节约了企业的成本，增强了企业的市场竞争力。而我国对于人才的优惠政策以及对于高新技术产业的扶持，使得许多的人工智能技术转化为实际的生产力，推动了人工智能产业的发展和知识产权的落地。因此，人工智能产业的发展从某种程度上是促进当前我国企业高质量发展以及优化我国产业结构的重要力量。

综上可以得出人工智能企业在我国市场经济占据越来越重要的地位，因此在市场交易的过程中，对于人工智能企业的价值评估以及市场定位变得愈发重要，对于人工

智能企业的价值评估也可以从某种程度上刺激潜在投资者。并且，人工智能与我们的日常生活是息息相关的，对于他的价值评估也关乎普通百姓的智能生活。再者，人工智能企业价值的评估研究对于整个行业的发展是至关重要的，再加上目前大多为“人工智能+”行业，因此完善人工智能企业的价值评估对于其他行业的发展也存在好处。

1.2 研究目的

一是探究人工智能公司估值方法。本文计划采用 Schwartz-Moon 模型，并结合蒙特卡洛模拟对中科创达进行评估从而得出企业的价值。本文以中科创达为例来为人工智能企业的价值评估方法做一个新的探索，为在实际当中的估值提供一种新的可能方法。

二是探究在面临当前市场上有关人工智能的投融资越来越多的情况下，企业的决策者应当如何更好的进行投资，人工智能企业的管理者如何更好地管理公司以适应市场的发展。再利用 Schwartz-Moon 模型结合蒙特卡洛模拟对企业进行评估后，企业的投资者可以更好的选择投资；并且也可以让企业的管理者得出企业在管理的过程中存在的问题以进行解决。另外本文在最后评估结果进行了敏感性分析，从而找出有哪些模型参数对企业的影响较大。

三是探究有关人工智能企业的价值评估方法，从而可以找到应用到实际当中的评估方法，以适应市场的发展变化。市场上有关人工智能企业的交易越来越频繁，作为市场经济中不可或缺的中介机构，资产评估机构也要结合市场和人工智能企业的特征，对在交易活动中的人工智能企业做出合理的评估。

1.3 研究意义

第一，由于人工智能的快速发展，在人工智能产业融资方面，2013-2023 年期间，除 2019 年资本市场遇冷以外，人工智能产业的融资额、融资数均保持增长趋势，因此为适应市场的发展评估人工智能企业的价值变得越来越重要。对人工智能企业进行评估主要有两个方面的意义：一方面对于市场上的投资者来说，探究出一种新的更加合理的评估方法可以为投资者提供一个参考价值，让投资者在决策的过程中探究出风险因素，做出更加科学的决策；另一方面对于企业的管理者来说的，对于评估结果进行分析可以让企业的管理者精准地找出企业在日常经营中的难点痛点，探究企业未

来的成长性，并且可以正确的认识企业的市场定位，为企业的长期发展做成更加科学的规划。

第二，由于人工智能企业面临周期性、人才知识产权占比大等特点，市场上有关人工智能企业的评估方法都在试用阶段，而本文在利用 Schwartz-Moon 模型对中科创达的企业价值进行评估，可以丰富理论界关于人工智能企业评估方法的案例，提供一种新的可能。

1.4 研究内容

第一部分主要是引言。本部分主要介绍论文的研究背景、目的、意义以及研究内容和创新点。随着 ChatGPT 的问世，新一波的人工智能浪潮涌起，以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能已经逐渐在社会生产的各个环节发挥效能。而近年来，随着我国关于人工智能发展政策的颁布以及企业对于人工智能的重视，人工智能产业正在成为数字经济时代的核心生产力和产业底层支撑能力。因此，结合当前时代背景，本文对人工智能企业——中科创达的企业价值进行评估，并引用实物期权法中的 Schwartz-Moon 模型来进行评估，有利于丰富人工智能企业价值的评估方法。并且随着人工智能的不断发展，市场上有关人工智能企业的交易也会越来越频繁，因此本文选择该类型企业有利于市场经济的快速发展。

第二部分是文献综述部分。主要是对传统的企业价值评估方法、人工智能企业价值评估方法和实物期权法这三个方面的文献进行了梳理。对国内外学者针对人工智能企业和企业价值评估研究的方法及理论进行学习，了解国内外学者的研究方向及思路变化的方向；最后形成自己的思考，整理出本文的框架，提出自己的研究方法。

第三部分是介绍与本文相关的概念，了解人工智能企业的特点、价值构成和实物期权法等。通过查阅和搜集相关资料，对人工智能企业的特点、价值构成进行了详细的阐述，有利于在评估时找到侧重点；对传统的评估方法进行分析，分析出它们对于人工智能企业的不适用性，对比传统评估方法引出实物期权法，将实物期权的三种经典模型进行比较分析，得出 Schwartz-Moon 模型的合理性，并对 Schwartz-Moon 模型进行了详细的介绍。

第四部分是对案例企业进行评估。首先对案例公司进行分析，分析其偿债能力、盈利能力和成长性，然后结合人工智能行业中较为重要的影响因素进行分析，体现出

该企业的行业特点以及评估方法的适用性，进而按照 Schwartz-Moon 模型的步骤，将得到的参数利用蒙特卡洛模拟方法进行预测，通过 Matlab 进行编程，将所搜集的数据带入后进行 20000 次以上的模拟，从而得出企业的价值，最后通过参数的敏感性分析进行了补充性检验以验证方法和结果的可行性和准确性。蒙特卡洛模拟方法建立在概率学大数定律这一理论根基之上，承认资产的价值遵循一种确定的随机波动模式，通过模拟目标资产在实际市场预测时段内的一切潜在轨迹，随着模拟实验的不断增加，对资产固有价值值的估算将更为精准。

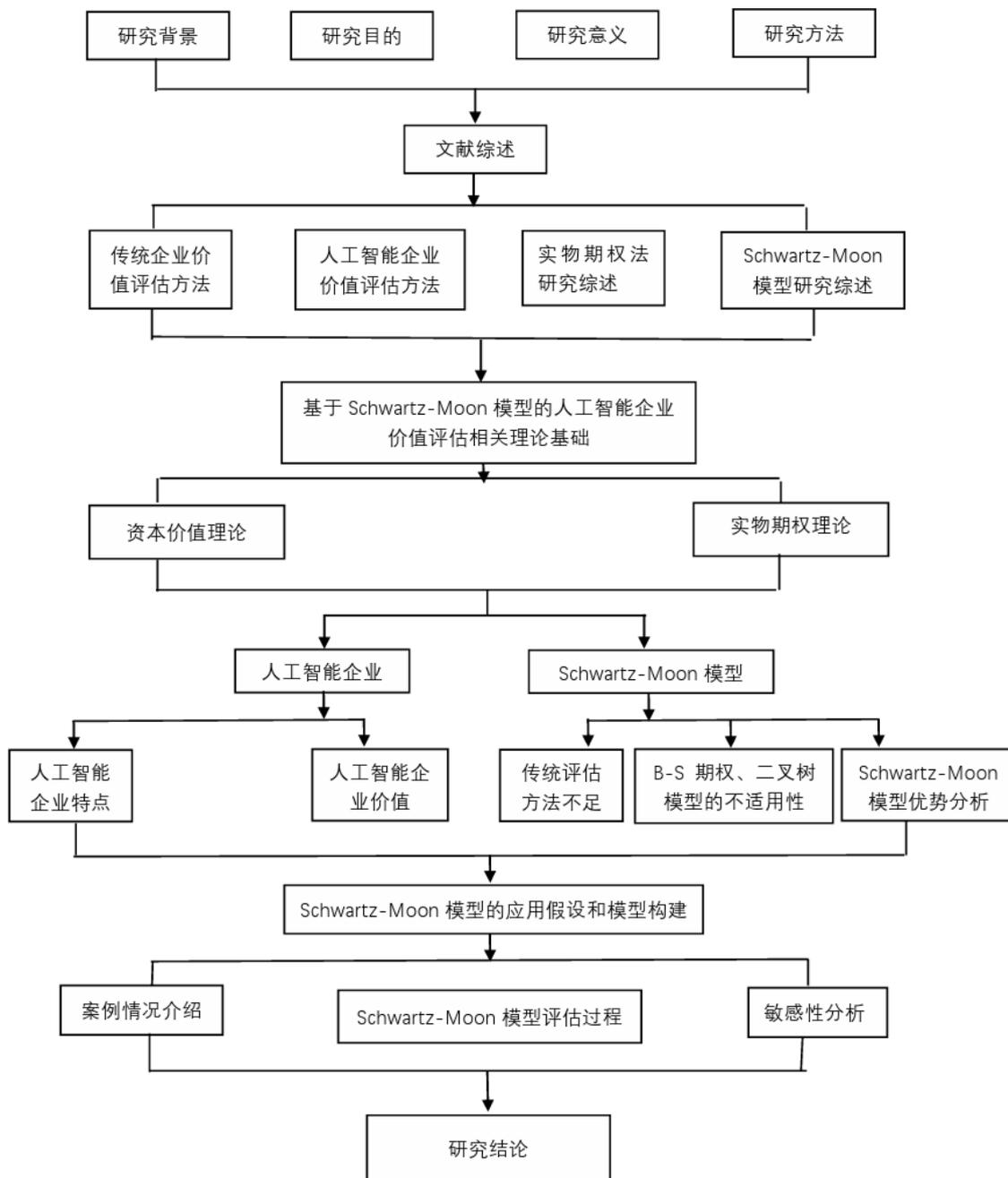
第五部分是对本篇文章的结论，主要包括对前文的分析内容进行整体的总结，其次是在应用了该模型之后得到的启示以及评估过程中观察到的 Schwartz-Moon 模型的不足之处。

1.5 研究方法

1.5.1 案例分析法

本文采取的研究方法为案例分析法。案例分析法指的是用一种方法对某个代表性案例进行分析，从而验证方法的适用性。本文选取中科创达为例，通过搜集中科创达公司 2015-2022 年财务报表以及行业相关数据，基于实物期权法中的 Schwartz-Moon 模型并结合蒙特卡洛模拟解法对中科创达公司价值评估。

1.5.2 研究技术路线



2 文献综述

2.1 企业价值评估方法

2.1.1 传统企业价值评估方法

DCF 模型指的是企业的价值并不是由单个的价值相加而成的整体，而是将企业看成一个整体对企业进行整体的估值，即企业在正常的市场条件下利用合适的资本化率进行折现的价值，在整个价值当中很难单另出部分资产的价值。因此利用 DCF 模型进行评估，整体性是其必要的一个特点。对于 DCF 模型来说最重要的参数包括三个：一是合理科学的资本化率；二是企业未来发展的具体时间，即企业经营的整个周期；第三则是未来每年企业的具体现金流量，这三个要素缺一不可。现金流量折现模型的最大优势在于对于没有上市的企业同样可以进行评估，使用范围是比较广的；但是也存在很大的漏洞，即在使用的过程当中对于整个市场的变化以及企业现金流量预测比较的固定，若存在市场不稳定或是市场不完善的情况，DCF 模型的应用将受到极大的限制，从而对评估结论产生重大影响。

查找企业价值评估的各种方法会发现 DCF 模型是最常用的方法之一，1906 年艾尔文·费雪(IrvingFisher)发表了其专著——《资本与收入的性质》，在该书中费雪首次提出收入与资本之间是存在一定关系的，较为清晰地描述了收入与资本价值的联系，并提出未来各期收入的现值之和就是当前资本的价值，也就是将企业的收入进行了资本化过程。到了 1930 年，费曼又进一步的提出了现金流量折现模型，DCF 模型便由此而来，但是刚开始模型的创立必定是存在漏洞的，尽管企业未来的收入是确定的，但是折现率以及资本化率的确定却没有一个合理清晰的指标。为了解决该模型存在的这些缺点，后人开始了相应的探索：在二十世纪五十年代到六十年代初，莫迪利安尼以及米勒发表了一系列的论文，在论文中提出未来的收益不是确定的，需要综合性考虑，并且改变了现金流量折现模型把企业作为一种投资的假设，同时论文中还表示企业的价值应当考虑税收的影响，从而使得该模型所反映的企业价值更加地接近企业的真实运营情况。之后在 MM 理论当中对于资本化率进行了明确的定义以及为何如此定义的论述，至此对于 DCF 模型当中最重要的两个要素都有了合理科学的定义以及论证，使得 DCF 模型有了完整的框架。

反观国内，在企业价值的理论方面我国并未有所探究，但企业价值评估的方法得到了广泛的应用。二十世纪九十年代初，我国才开始引入资产评估的相关概率，随之引入的则是国外已经有一定发展的各类企业价值评估模型。王建中（2004）挑选了 31 个样本，这些样本来源于沪深股市在 1997 至 2002 年期间表现出财务稳健、策略变动微小以及发展持续性良好的能源、电力和钢铁行业，通过运用现金流贴现（DCF）模型并辅以双向回归技术与灰色系统理论的关联分析手段，王建中的实证研究揭示了企业的估值与其市场价值之间存在密切的线性相关性，从而验证了现金流量折现法在中国企业价值评估领域的适用性。贾纬璇（2009）借助前人的研究，优化了对于现金流量折现模型在国内的运用公式，并且在文中提出对于企业价值真正重要的是企业未来的预期收益，同时提升企业的运营效率、降低企业的运营成本、改善企业的资本结构等对于提升企业的价值有重要的意义。于书宝（2012）对企业价值评估方法当中的 DCF 模型以及 EVA 模型进行了比较分析，在对比之后得出结论：DCF 模型法既可以用于上市企业的评估，还可以用到非上市企业，因此其适用的覆盖范围更广；而 EVA 模型的计算方法相对简单，并且更适合于稳定发展的企业价值评估。余丹丹、骆宫志（2023）利用蒙特卡洛模拟与现金流量折现模型进行结合对企业中材科技进行评估，并比较分析了加入蒙特卡洛模拟前后的变化最终得出结论改进后的方法更适合企业的价值评估。

2.1.2 人工智能企业价值评估方法

查阅文献后发现当前有关于人工智能企业的价值评估方法是比较少的，主要原因在于人工智能企业主要是在近几年发展起来的，因此相关的研究较少。王俊功（2018）在对企业价值进行评估时，利用 DCF 模型再加上一些非财务指标对企业进行评估，主要原因在于他认为企业的价值是会受到企业未来发展潜力的影响，因此应当在评估的过程当中加入核心竞争力相关因素以此来完善企业的整体价值。曹梦碟（2021）在对人工智能企业虹软科技进行评估时利用了 REVA 模型，结论显示，REVA 模型在评估的过程中能够考虑到人工智能企业的发展潜力，这与企业的特点相适应，更能显现出企业的价值，可以更好地为管理者提供管理的方向。刘降斌（2021）以人工智能独角兽公司的定义和特性为依托，对比了传统的估值方法与实物期权估值方法。通过对比研究发现，实物期权方法更适宜于对人工智能独角兽公司的估值。他进一步挑选了三种实物期权估值模型进行了分析，结果显示 Schwartz-Moon 模型在操作上更加便捷，并能

提供对人工智能独角兽公司更为精确的估值。

2.2 实物期权法在企业价值评估中的相关研究

2.2.1 实物期权理论的发展

实物期权法出现的主要原因在于将期权理论应用到了企业的投资决策和企业的资源分配当中，进而演化到价值评估的方向上。1973 年，布莱克、舒尔斯及默顿提出了布莱克-舒尔斯期权定价模型，对整个资本市场产生了重大的影响。1974 年罗伯特·C·默顿将企业的股权当作是市场中的看涨期权，通过这个来判断贷款对于企业的影响，这标志着期权定价理论应用到企业价值评估的开始。Mayer 在 1977 年首次提出了实物期权的概念，在他的研究当中，Mayer 表示企业的价值并不是简单的将目前的现金流进行折现就可以得到的，在评估的过程当中一定要将一些意外的潜在的因素考虑进去，例如投资带来的价值以及市场的变化带来的价值等。Black (1982) 率先构建了欧式股票期权定价模型，在当时他观测到金融市场上一些金融衍生品的价格在顺应着一个规律运动，因此他提出了上述的模型主要是为了市场上的期权定价提出一个合理科学的工具。之后的许多年，不同的学者不断地将实物期权理论到不同的行业价值评估当中去，例如保险、能源、银行等，但是始终在实际的运用过程中实物期权理论发展的并不理想，因为在 2000 年某公司对四百多名高级管理者进行了调研，结果显示在实际的应用中更多的人还是将 DCF 模型作为评估企业价值的主要方法，对于实物期权法始终排在第二的位置，因此这证明在市场上实物期权的发展并不成熟。Lukas Mulls 与 Welling (2016) 两位探索出了新的实物期权模型，他们在企业所有者以及市场投资这之间搭建了新的估值模型，模型的主要特点在于可以分析出风险投资与企业所有者的差异，这丰富了实物期权的理论。Lukito Adi Nugroho (2016) 在对特定的经营权进行评估时，将委托代理理论于实物期权理论联合了起来，并最后运用了蒙特卡洛模拟的方法，使得对于特定经营权的评估变得更加合理。

国外对于实物期权理论的研究主要是对理论进行了丰富，而在国内主要是对于实物期权理论的实际应用。陈小悦、杨潜林 (1998) 首次将实物期权方法与企业的研发项目投资评估联系起来，最终也是为了贪多此类投资项目是否是合理的，是否具有投资的意义，并且也为企业目前所面临的投资风险进行探索，从而制定出合理的规避风

险计划，以及为企业面临投资风险所要采取的经济行为提供价值参考，除此之外，他们将适用于不连续期限和不间断期限的两种模型分别应用于实物期权价值的评估。廖里（2001）针对旧有评估技巧的局限展开剖析，并引入了实体期权理论，他通过采纳灵活性期权与成长性期权两种理念，分别深究了企业在项目运作和战略决策上潜在的价值，旨在辅助企业决策者对企业做出更好的规划，并且向投资者展现了一条鉴别出具备增值前景投资目标的新路径。研究的最后，廖里也提出了在实体期权应用实践中的挑战。马蒙蒙（2004）把实物期权理论融入到了研究与发展项目的管理当中去，详细地阐述了应用二叉树模型评估研究投资价值的具体思路和步骤。他的研究还指出，优于传统的净现值方法采用了不匹配研发项目风险属性的较高贴现率，这使得项目的评估价值偏低，从而影响了企业的投资决策。苑秀娥（2014）首先利用了传统的价值评估方法净现值法对企业的价值进行了评估，得出该方法忽略了企业的成长机会；并接着使用实物期权法重新对价值进行了评估，结果显示该犯法可以弥补净现值法的缺陷，并且以内蒙古苏尼特左旗风电场为例，运用了 B-S 模型进行评估，得出传统的方法忽略了风力发电企业的期权特性。潘鹏杰（2023）采用实物期权法计算潜在价值，同时采用 DCF 模型计算现有价值，并以互联网企业完美世界为案例，对估值结果进行分析来评估互联网企业价值。郭佳磊（2023）通过分析物联网企业的特点和对适宜评估方法的选择，以物联网全球龙头企业移远通信为例进行案例分析，将企业价值分为现有资产价值和潜在价值两部分，分别构建自由现金流折现模型和基于实物期权理论的 B-S 模型估值，分析比较结果检验模型的合理性，为物联网企业价值评估提供了参考。

2.2.2 Schwartz-Moon 模型的理论发展及应用

由于 Schwartz-Moon 模型是属于实物期权的模型的，因此对于他的理论研究其实并不深入，主要是对于该模型的应用。Eduardo S. Schwartz (2000) 最先开始使用 Schwartz-Moon 模型进行评估，在对亚马逊公司进行评估时对公司的收入和成本不进行了假设，假设收入和成本服从随机分布最终结果证明亚马逊公司的市值被过高估计。在 2001 年，Eduardo S. Schwartz 和 Mark Moon，再一次对亚马逊公司进行了评估，此次在第一次的基础上结合了蒙特卡洛模拟的方法，并且将比较分散的时间尽力的连续化，从而更加准确的进行了估值，并在敏感性测试中得出收入的波动率对于企业的影响是

比较大的。KlobucnikJ 和 SieversS(2013)为了验证 Schwartz-Moon 模型对于高科技企业的实用性以及该模型的准确性，对当时资本市场当中三千多家上市公司进行了评估。HeikoStröbele 也是利用 Schwartz-Moon 模型对于 Facebook 公司进行了估值，最终也如 KlobucnikJ 和 SieversS 的研究一样显示，该模型更加适用于高科技企业。

而国内对于 Schwartz-Moon 模型的使用也是建立在国外研究的基础上。郑建明和范黎波（2007）对百度进行了评估，在评估的过程中他们认为由于百度存在复合期权的情况，可能会在之后的计算过程中导致结果的困难，因此采用了 Schwartz-Moon 模型并结合蒙特卡洛模拟进行评估，在最后显示 Schwartz-Moon 模型计算结果更加的简便也更适合对于百度的评估，而在加入模拟法之后使得评估的结果更加的精准便捷。王治（2021）为了更好的找到评估互联网企业的方法，利用传统的评估方法和实物期权方法进行了对比分析，以上海的范微科技公司为案例分别以现金流量折现模型、实物期权模型中的三个模型进行了估值，最终结果显示，相较于其他的方法 Schwartz-Moon 定价模型更适合于互联网企业的评估，并为了验证结果的合理性进行了敏感性分析。胡晓明（2022）为寻求更好的企业评估方法，以选定的企业期权为特点构建了 Schwartz-Moon 定价模型，并在评估结果之后与传统的市场法进行了分析最终得出结论，Schwartz-Moon 模型更难反映出睿创微纳的企业价值。袁益伟（2023）利用实物期权模型减少了收益法在评估过程中对于未来收益确定的不稳定，弥补了传统估值方法本身的不足，从而使得评估结果变得更加客观公正，因为利用 Schwartz-Moon 模型进行评估，人为的因素变得更少，对市场环境的变化分析也更加深入。

2.3 文献评述

在对整体的文献内容进行梳理后可以得出以下结论：

首先是企业价值评估的方法在国外来讲更多研究的是理论，并且将丰富的理论不断地进行实践从而验证其合理性，而对于国内的价值评估方法来说，大多是站在国外理论的基础上结合国内市场的特点以及单个企业的特点进行改进，从而对企业的价值进行评估。

其次，当前关于实物期权方法的理论研究比较充足，但在实际的应用过程中对于该方法的使用还是比较少的，不论是国内还是国外都更倾向于使用现金流量折现模型，对于国外来说主要是由于国外的资本市场竞争比较充分，信息的获取也是比较方便的；

而对于国内来说是由于我国的金融市场在一定程度上受到了政府的影响，因此整个市场上关于实物期权的应用条件其实并不成熟，因此再利用 Schwartz-Moon 模型进行评估时应充分适应市场环境。

最后，对于人工智能企业来说，由于周期性、知识产权人才占比高等特点，当前适用的评估方法还是比较少的，且由于我国人工智能企业多是近几年才开始迅速发展市场上的有关案例是较少的，理论界的研究也较少，若想对我国的企业真正合理的进行评估，应当聚焦我国市场的特点以及我国企业的固有特点。而 Schwartz-Moon 模型在我国的应用中也说明，它更适合于高新技术企业。

3 人工智能企业特点以及评估理论基础

人工智能，是指通过利用计算机科学与技术对智能机器进行研究和开发，使之具备模拟人类智能的能力。人工智能技术涵盖了机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉等多个领域。而人工智能企业，就是以研发、应用人工智能技术为主要业务的企业。

3.1 人工智能企业的特点与价值

3.1.1 人工智能企业的特点

人工智能企业的发展分为三个层次：基础层、应用层以及技术层。而由于我国的人工智能正处于发展阶段，大多数在应用层以及技术层面上，因此人工智能企业的特点也与国外有所差异。通过对近几年人工智能行业发展白皮书报告的整理，得出我国人工智能企业具有以下几个特点：

(1) 周期性

其实企业都存在周期性的特点，但与传统企业不同的地方在于，人工智能企业其实是以企业的研发能力以及产品变现能力为核心竞争力的，因此在人工智能企业的前期会出现对于知识产权的研发以及人工智能产品的研发投入非常大，但由于产出是比较少的，因此前期人工智能企业往往成本会过高导致了现金流为负的情况；而到了中期企业其实已经打开了一定的知名度，因此企业自身此时已经形成了一定的竞争力，此时市场上的其他竞争对手也都争相进入了市场，但由于企业已经有了一定的客户群体，因此此时企业可以获得一定的超额收益；到了企业发展进入成熟期，此时市场上也已经处于比较饱和的状态，企业的收益也开始逐渐趋于行业平均水平，但在市场上已经形成一批比较固定的消费者，占据了一定的市场份额。

(2) “知识密集”

人工智能企业产品一方面是根据消费者的需求来生产的，另一方面是通过市场的变化来指定的，因此人工智能企业对于知识产权、技术以及人才是非常重视的。观察了目前我国人工智能企业各部分资产的占比之后发现，人才的支撑作用、技术抢占市场的作用是非常凸显的。而对于企业的人才需求多是高素质人才，因此各企业对于人才的待遇规划方面做的比较好；并且由于技术是占据市场的核心手段，因此人工智能

企业关于研发设备的以及实验室的建立投入都很大，这成为企业技术竞争的根本。

（3）发展风险大

相较于传统的企业，人工智能企业面临的未来发展风险是很大的，主要原因在于企业研发的产品是否能得到消费者的青睐，只有获得喜欢才能占据市场份额并且长久地经营下去；一旦失去消费者青睐，那么很快就会被市场淘汰。并且企业风险的一部分也由企业的管理带来，由于我国资本市场的不确定性，很多管理者的管理会出现无法适应市场发展的这种情况，再加上市场上的竞争者良多，不仅有国内还包括国外的企业；并且企业的管理也关联到企业产品的转化，因此管理者的好坏也影响着企业的持续生存。还有一点就是企业的研发投入是非常大的，但后续产出的产品是否能抵得过研发投入也存在很大的不确定性。

（4）专业化及差异化并行不悖

人工智能企业其实是专业化的一种体现，人工智能企业是专门从事 AI 产品的研发以及核心零件的制造的，因此配备的相关人才以及基础设施都是最先进高端的。但当前在国内人工智能也逐渐的应用到其他领域当中，在这些行业当中人工智能的加入降低了企业的经营成本，提升了产品质量，促进了企业的转型升级，这就是产业智能化的体现；并且随着人工智能的加入其实并不会造成人工智能与其他行业的混淆，AI 是为了研究相关的产品，而其它行业是为了提升效率。

3.1.2 人工智能企业的价值

人工智能企业的价值主要由两部分组成：账面价值和潜在价值。

账面价值指的是资产负债表价值。企业的价值主要是由有形资产和无形资产组成，人工智能企业的有形资产主要是由研发的各项设备构成的，因为研发技术的先进性因此要求相应的设施也比较先进，因此对于基础设施的更换是比较频繁的，因此人工智能企业的有形资产占比也比较大，但相对应的这就也较高；而人工智能的无形资产主要是由企业的知识产权构成的，企业的专利为企业的产品提供了生产可能，衡量了人工智能企业的核心竞争力。

潜在价值指的是人工智能企业未来发展机会以及企业的柔性管理价值。对于人工智能企业来说，未来的成长性意味着企业当前研发的产品在未来市场上所能获取的超额收益；而柔性管理价值指的是人工智能企业的决策者在基于对市场的了解所做出的

对企业的长期规划，以及在面临风险危机时做出的及时调整，即企业面对风险的能力。

3.2 基于实物期权的人工智能企业价值评估理论基础

3.2.1 资本价值理论

资本价值理论主要指的是劳动不仅是由劳动者创造出来的，劳动也由“死劳动”创造，“死劳动”指的是支撑劳动者创造价值的资本以及其他资本。尤其是当前的经济社会，各种各样的资本促进者经济的发展，例如实物资本、无形资本、人力资本、资源资本等。对于人工智能企业来说，更多的价值是有各类资本来创造的。

实物资本构成了人工智能企业研发平台基础设施的建设，从而支撑企业的发展，企业的实物资本主要包括研发实验室、各类机器设备、流水线等，主要集中于研发和生产环节，是企业最基本的生产要素。而无形资本主要指的是人工智能企业的关键核心技术，例如各项专利、非专利技术、商标等，通过将专利转化为产品从而占据市场份额；同时无形资产还可以是管理者制定的各项制度，通过专业有效的管理企业可以更好地适应市场的发展，提升企业的生产效率。人力资本亦是人工智能企业发展的重要支撑，因为不论是研发还是生产都是需要人力的，人力资本又包括知识、高技术、关系、社会等，知识和智力对于生产的贡献越来越大，对于企业的发展也变得越来越重要；而好的关系资本和社会资本都可以成为企业生存的关系网，从而获得市场中的有效信息，及时的调整企业发展战略。资源资本其实最重要侧重的是生态环境方面，企业的生存和发展在一定程度上取决于环境的稳定，企业需要的各项资源都是需要从生态环境当中来获取，人工智能企业对于生态环境的污染是比较少的，并且当前我国相关的企业在环境策略上也基本负起了应尽的义务。

3.2.2 实物期权理论

其实所谓实物期权指的是有金融期权演变而来的，将实物资产定义为期权的一种选择权。即当企业存在一种长期的投资行为时，在后期的发展过程中是可以将该投资行为的目的进行转化，从而适应企业的发展，突显出了经营的灵活性，尤其对于高风险、高资本密集的企业投资当中实物期权甚至能决定这项长期投资的决策。

利用实物期权理论来评估人工智能企业可以从下面这个角度来探索：将人工智能

企业的价值分为企业现存的所有业务价值的总和，再加上企业未来发展业务的价值，接着运用实物期权方法进行评估从而得到价值，这样既可以考虑到企业目前的现状，有可以为企业未来的发展提出一些建议。并且利用实物期权的思想来对人工智能企业进行分析更有利于企业的管理者做出科学的决策，原因在于利用实物期权的思想一方面某个项目若存在更大的波动率那么代表着其更高的价值，另一方面随着时间的增长期权的价值也会相应的增加。因此利用实物期权的思想来评估高新技术企业价值更科学合理。

另外，实物期权理论并不是简单的对于传统评估方法的否定，而是在原先的基础上对于企业面临的不确定性因素以及市场环境的变化可以做出积极的反应，与人工智能企业面临的市场环境更加地接近，因此评估的结果也更加科学合理。

4 Schwartz-Moon 定价模型优势分析

4.1 传统企业价值评估方法的局限性

4.1.1 成本法

成本法的基本思路其实是通过对企业各项资产历史数据进行整合，之后重新构建一个企业所需要花费的价值。但是通常成本法都是用来评估一些刚成立不久的新公司、或者是可以查询到历史数据且资产并未有极大变化的评估当中，因此成本法并不适用于人工智能企业价值的评估。主要的原因在于：第一点是成本法是通过查询企业的资产负债表来搜集数据的，并未考虑企业所面临的实际风险以及未来的成长性；第二点的原因在于成本法在实际的评估过程中并不会实际的考虑先进的技术对于人工智能企业的重要性以及他们所带来的价值，因此若使用该方法进行评估就会低估企业的价值；第三点在于成本法其实时将各项资产要素相加之后得到了企业的价值，并未考虑各个资产直接按的关联性所带来的潜在价值，忽略了企业作为一个整体的特点，因此成本法是不是用于人工智能企业的价值评估的。

4.1.2 收益法

收益法是在持续经营的基础上，通过以往年度收益的变化趋势对未来现金流量进行的预测，它不局限于眼前的利益，考虑了不确定因素，当不确定性越大，所选取的折现率就会越高，这样容易低估资产的价值。收益法适用于现金流量为正且波动幅度小的企业，而人工智能企业在创业初期的现金流量基本为负数，后期成长性高，不确定性大、存在潜在的获利机会，往往是处于一种先抑后扬的态势。收益法中的折现率是根据资本资产定价模型计算出来的，一旦确定，在项目周期内是保持不变的，而人工智能企业在管理上存在柔性，其资本结构和融资比例都会随着市场的变化而变化，因此折现率不可能是一成不变的。科技发展日新月异，现在社会的技术更迭很快，对于标的资产的受益年限也存在很大不确定性，若技术难以被模仿和超越，则未来的受益年限就长；若技术易被山寨和同化，则预期的收益年限就比较短。

4.1.3 市场法

其实在所有的评估方法中市场法是最便捷企业最准确的方法，但是运用市场法进行评估有一个非常重要的前提条件，即市场是有效市场，但这在当前国内的市场环境中是不可能实现的，我国的市场受到政府的影响的，证券市场上的价值并不一定是企业真正的价值；再加上运用市场法进行评估时是需要市场上有相同类似的案例的，即企业之间类型相同、所处成长周期相同、内部管理结构也类似，而人工智能企业目前在整个资本市场上的交易并不能支撑选择合适的案例。再加上人工智能企业固有的特点，每个企业所研发的产品都是不同的，各有各的特点，因此市场上并不存在相同的企业，再加上人工智能企业的管理也是处于摸索阶段，管理制度并不能同一些已经存在很久的企业类型比较，因此市场法并不适用。

4.2 Schwartz-Moon 定价模型的优势分析

4.2.1 对比传统价值评估方法的优势分析

相较于传统的估值方法，Schwartz-Moon 定价模型具备两点优势：

(1) 能对企业面临的未来因素以及不确定性风险作出一定的考虑。传统的 DCF 模型在评估的过程当终只考虑到了企业的收益率、未来预期收入、预计未来盈利年限这三个主要因素，但是对于目前企业面临的风险以及市场环境所带来的变化并未考虑。而 Schwartz-Moon 定价模型是要将企业的收入逐步趋近于整个市场的发展，因此在评估的过程中会对整个市场环境的不确定性因素进行考虑，并且使用了模拟法对整个企业的价值不断地进行模拟，因而更能反映出企业的评估价值。

(2) 由于 Schwartz-Moon 定价模型是基于实物期权理论来进行评估的，因此在评估的过程中能考虑到期权的价值。由于人工智能企业的核心竞争力主要是由于企业的各项技术以及专利带来的，但是传统的方法在估值的过程中往往会忽略这一部分带来的价值，而利用 Schwartz-Moon 定价模型进行评估时可以考虑到技术以及企业的成长带来的价值因此相较于传统方法更能反映出企业的价值。

4.2.2 对比其余实物期权定价模型的优势分析

实物期权模型除了本文所介绍的 Schwartz-Moon 定价模型，还包括二叉树定价模型和 B-S 定价模型，因此对比分析之后，Schwartz-Moon 定价模型主要有以下几个优势：

(1) 其实 B-S 模型在实际的评估过程当中应用的更多，但是 Schwartz-Moon 定价模型可以考虑到更多期权的评估价值。利用 B-S 进行评估时尽管存在更加严格的假设，但是它仅仅只能评估企业存在一种期权的情况，因为多重期权的存在会导致企业所面临的不确定性因素增加，B-S 模型并未过多考虑风险的影响。而 Schwartz-Moon 定价模型在刚开始时就已经对模型的参数进行了多次的模拟，从一定程度上消减了这种不确定性因素的影响，使得评估的结果更加精准。

(2) Schwartz-Moon 定价模型相较于二叉树模型有利的地方在于操作更加的方便。尽管二叉树模型更加的简答易懂，但是在面临人工智能企业这样比较复杂的估值时往往计算的过程就会增加，计算的难度也将大大增加。而本文还加入了蒙特卡洛模拟的方法，并利用软件进行计算使得计算的过程简化了不少，难度也大大降低，提升了整个评估的效率。

4.2.3 Schwartz-Moon 模型以及蒙特卡洛模拟的适用性分析

本文在分析了人工智能企业的特点之后得出企业具有周期性的特点，不同于一般的企业，人工智能企业的周期性特点主要是由于研发以及基础设施的建设造成的，因此前期的投入是非常大的，并且企业前期对于各项技术的研发并没有一个明确的结果，导致了企业在初期阶段的净利润通常为负，企业的现金流也为负，且风险较大，而 Schwartz-Moon 评估模型能使得企业前期中期后期的现金流之和取代单一的现金流，只要最终的现金流是正的，使用该模型就一直是有效的；并且人工智能企业在前中后期的成长速度是不一样的，在企业的发展快速时期，企业所获得的超额利润正好可以反映出企业的期权价值，即企业的关键核心技术以及企业良好的管理带来的额外价值，但是相应的企业面临的风险也是非常大的，而当人工智能企业进入成熟阶段之后，不仅速度放缓，面临的风险也会随之降低，最终 Schwartz-Moon 评估模型的收入、成本以及现金流参数都会逐渐趋于行业的平均水平，而对于企业所面临的各种风险

Schwartz-Moon 评估模型正好可以解决，因为模型中涉及到的各种波动率正是模拟了企业所面临的市场波动和各种风险，因此利用 Schwartz-Moon 评估模型是可以将企业所面临的风险进行量化，从而更加科学准确的评估企业的价值。并且对于人工智能企业的现金流预测是比较困难的，因为目前我国国内关于人工智能企业的市场发展并不十分稳定，因此对于它的估值是比较难的，而 Schwartz-Moon 评估模型是通过对现金流进行概率分布的描述，因此对于现金流的相关预测是比较容易的。

再加上人工智能企业的价值其实主要是由企业的核心技术以及各项知识产权来获得的，而利用 Schwartz-Moon 评估模型正好可以通过对企业各项资产作为期权来处理，考虑了企业的各项无形资产带给企业的价值，因此使用 Schwartz-Moon 评估模型是比较合适。

而本文所采用的蒙特卡洛模拟方法是模拟方法当中的一种，模拟法是通过建立相应的数学模型来对企业的各项参数进行模拟，并且可以描述出各项参数在运动过程中的特点，再加上模拟其实是通过假设模拟各项资产在组合之后可能发生的所有可能性，最终在所有可能性的末端得出最优的模拟路线，因此使用该模拟法是可以更合理的估算出企业的价值。蒙特卡洛模拟是以风险中心定价为基础，将各期的值取平均值，当期数足够大之后，那么均值也就更符合参数的模拟了，将各项参数假设为符合正态分布的随机运动当中，可以处理非线性和大浮动的波动问题；并且使用蒙特卡洛模拟可以利用计算机来计算企业的价值，本文进行了 20000 次的模拟；最后蒙特卡洛模拟可以根据人工智能企业的特点来设置不同的参数，因此最终的评估结果是比较科学合理的。

4.3 基于蒙特卡洛模拟的 Schwartz-Moon 定价模型

4.3.1 Schwartz-Moon 定价模型基本思路

Schwartz-Moon 评估模型的原理是通过建立一个连续的时间模型，考虑了企业处于不同的成长周期的变化，在企业的发展前期以及发展成熟期企业的各项参数是存在很大差异的，而 Schwartz-Moon 评估模型将这些差异都考虑在内，分析了每个阶段企业的成长特点；并且通过设立随机微分方程来对企业的收入、成本、现金流的各项变动进行了描述，再加上对于各项参数波动率的描述，最终利用实物期权的思想以及当代

资本预算决策模型来建立出最后的模型。

Schwartz-Moon 评估模型将原本单一的现金流预测变为在一个区间段内的现金流预测，并且将负现金流也考虑了进来，摒弃了传统的估值方法对于现金流预测的局限性，因此最终的评估结果是比较合理的。再加上 Schwartz-Moon 评估模型是利用期权的思想 可以将企业面临的内部风险和外部风险考虑进去，因此相较于传统的 DCF 模型更能反映出企业的真实价值。

Schwartz-Moon 评估模型最重要的一点是利用实物期权的思想考虑了人工智能企业当中各项无形资产以及专利技术对于企业的价值，而人工智能企业当中各项技术对于企业的作用以及影响是比较大的，而传统的估值方法无法考虑企业的无形资产以及期权的作用，因此使用 Schwartz-Moon 评估模型是比较合理的。

4.3.2 Schwartz-Moon 定价模型应用假设

(1) 假设企业的预期收入变动符合标准的几何布朗运动，并且随着期数的增加最终企业的收入增长率会与行业的增长率重合，处于稳定增长的阶段，在最后企业的收入波动率为零；

(2) 假设企业的成本波动率也在最终趋于零；

(3) 假设模型当中的各个随机变量相互独立；

(4) 假设模型当中的收入不确定性属于风险溢价；

(5) 假设企业的无风险利率永远保持不变并且是一个常数；

(6) 假设企业的净利润在最后全部都留存为企业的可用现金，并且企业每期的利润都不会给股东分配股利，全部作为企业的经营现金。

4.3.3 Schwartz-Moon 定价模型构建

本部分主要涉及的是模型的构造，主要分为收入、成本、可用现金、企业价值的函数构造。

(1) 收入 $R(t)$

从上述的假设得出，人工智能企业的收入是服从标准几何布朗运动的，因此 $R(t)$ 表示为企业的 t 时刻的收入， $\mu(t)$ 表示 t 时刻收入增长率的取值， $\sigma(t)$ 表示的是 t 时刻收入的波动率， dz_1 指的是维纳增量，表示的是企业所面临的风险以及不确定的影响，

收入的公式如下：

$$\frac{dR(t)}{R(t)} = \mu(t)dt + \sigma(t)dz_1 \quad (\text{公式 1})$$

根据模型的假设，最终企业的收入会逐渐趋于行业的平均水平，从最初的快速增长逐渐趋于平缓，因此企业的收入增长率 $\mu(t)$ 假设服从均值的随机回复过程， k 代表的就是均值回归的系数，表示的是企业在快速增长到行业水平的速度， $\bar{\mu}$ 指的是增长率的行业平均水平， $\eta(t)$ 代表的是收入增长过程中的波动率， dz_2 是维纳增量，符合正态分布，最终收入增长率由如下公式：

$$d\mu(t) = k(\bar{\mu} - \mu(t))dt + \eta(t)dz_2 \quad (\text{公式 2})$$

并且人工智能企业的收入和收入增长的波动率也都在最终服从均值回复过程，而从长期来看，收入的波动率将趋于行业平均水平，收入增长的波动率根据假设将趋于零， k_1 、 k_2 表示的是前期收敛到后期的变化速度，根据如下公式表示：

$$d\sigma(t) = k_1(\bar{\sigma} - \sigma(t))dt \quad (\text{公式 3})$$

$$d\eta(t) = -k_2\eta(t)dt \quad (\text{公式 4})$$

(2) 成本 cost(t)

成本主要包括可变成本和固定成本， $\gamma(t)$ 指的是人工智能企业在 t 时刻的变动成本率，因此成本由如下公式表示：

$$Cost(t) = \gamma(t)R(t) + F \quad (\text{公式 5})$$

如收入的整个过程一样，最终成本也将趋于行业平均水平，主要是由于随着后期市场环境的变化以及企业面临的风险也将会发生变化， $\bar{\gamma}$ 指的是变动成本率的行业平均水平， k_3 指的是由前期趋于行业平均水平的速度， $\varphi(t)$ 指的是变动成本率的波动率，最终 $\gamma(t)$ 的公式如下：

$$d\gamma(t) = k_3(\bar{\gamma} - \gamma(t))dt + \varphi(t)dz_3 \quad (\text{公式 6})$$

为简化模型，设 z_1 、 z_2 、 z_3 相互独立， $\varphi(t)$ 会与长期正常水平趋同。满足如下公式：

$$d\varphi(t) = k_4(\bar{\varphi} - \varphi(t))dt \quad (\text{公式 7})$$

从模型假设得出各个参数的收敛速度都是一样的，因此设 $k=k_1=k_2=k_3=k_4$ 。

(3) 税后净收益 Y(t)

根据净利润公式，企业的税后净利润为收入减去成本再减去企业所得税， t_c 指的是企业的所得税税率， $Dep(t)$ 则是折旧，因此企业的 $Y(t)$ 公式如下：

$$Y(t) = [R(t) - Cost(t) - Dep(t)](1 - t_c) \quad (\text{公式 8})$$

(4) 资本性支出 Capx(t)和折旧 Dep(t)

企业的固定资产净值指的是减去折旧和资本支出的价值，而资本支出是与收入相挂钩的，折旧指的是固定资产的折旧，因此设折旧占固定资产的 DR,而资本支出占收入的 CR，则最终公式为：

$$dp(t) = [Capx(t) - Dep(t)]dt \quad (\text{公式 9})$$

$$Dep(t) = DR * P(t) \quad (\text{公式 10})$$

$$Capx(t) = CR * R(t) \quad (\text{公式 11})$$

(5) 可用现金 X(t)

有假设可得，企业的可用现金指的是全部的净利润，并不会分配股利，而是全部用于公司的经营，因此企业的可用现金指的是企业的利息收入、税后净收益、折旧之和再减去资本性支出，r 表示的是无风险利率，公式如下：

$$dX(t) = [rX(t) + Y(t) + Dep(t) - Capx(t)]dt \quad (\text{公式 12})$$

由于企业的可用现金指的是企业的减去成本等之后的全部收益，并不会留存，因此当企业的可用现金为零时，企业将无法持续下去，面临破产的情况。

(6) 风险中性假设下的随机过程的调整

由于利用该模型进行评估时最主要的参数其实是人工智能企业的收入，而企业的收入是面临各种风险挑战的，例如市场环境的变化还有企业经营策略的调整都会给收入带来影响，因此要对收入参数考虑风险何不确定性的影响， $\lambda(t)$ 指的是收入所带来的风险溢价， β_R 代表预期收入增长率和市场平均报酬率的相关系数，最终公式如下：

$$\frac{dR(t)}{R(t)} = [\mu(t) - \lambda(t)]dt + \sigma(t)dz_1 \quad (\text{公式 13})$$

$$\lambda(t) = \beta_R(r_m - r_f) \quad (\text{公式 14})$$

(7) 公司价值 V(0)

根据模型可得，人工智能企业的价值最终包括两个部分，一是每个时期企业所留下的可用现金，另一部分指的是 EBITDA（预测期最后一年的利息、税项、折旧和摊销前利润）的十倍，倍数用 M 表示， e^{-rT} 指的是连续复利折现系数， E_Q 指的是企业的价值实在风险中性条件下表示的，因此企业的价值如下表示：

$$V_{(0)} = E_Q\{X(t) + M * [R(t) - Coat(t)]\}e^{-rT} \quad (\text{公式 15})$$

以上是利用该模型所设置的企业价值公式，但本文利用了蒙特卡洛模拟的方法，由于实际当中企业财务数据的获取是间断的，因此为了适应蒙特卡洛模拟的计算过程需要将间断的时间进行离散性处理，从而得出以下公式：

$$R(t + \Delta t) = R(t)e^{\left\{\left[\mu(t) - \lambda\sigma(t) - \frac{\sigma(t)^2}{2}\right]\Delta t + \sigma(t)\sqrt{\Delta t}\varepsilon_1\right\}} \quad (\text{公式 16})$$

$$\mu(t + \Delta t) = e^{-k\Delta t}\mu(t) + (1 - e^{-k\Delta t})\bar{\mu} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}}\eta(t)\varepsilon_2 \quad (\text{公式 17})$$

$$\gamma(t + \Delta t) = e^{-k\Delta t}\gamma(t) + (1 - e^{-k\Delta t})\bar{\gamma} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}}\varphi(t)\varepsilon_3 \quad (\text{公式 18})$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{-kt} + \bar{\sigma}(1 - e^{-kt}) \quad (\text{公式 19})$$

$$\eta(t) = \eta_0 e^{-kt} \quad (\text{公式 20})$$

$$\varphi(t) = \varphi_0 e^{-kt} + \bar{\varphi}(1 - e^{-kt}) \quad (\text{公式 21})$$

其中， Δt ， $\mu(t + \Delta t)$ 是企业第 $t + \Delta t$ 时间的收入增长率， $R(t + \Delta t)$ 是企业第 $t + \Delta t$ 时间的收入， ε_1 、 ε_2 、 ε_3 均服从于标准正态分布， σ_0 是 $t=0$ 时刻的收入标准差， η_0 是 $t=0$ 时刻收入预期增长率的标准差。

在得出最后的公式之后，再整理出所有参数的初始值，代入到计算机软件 MATLAB 当中，进行两万次模拟后最终得出企业的价值。

4.3.4 Schwartz-Moon 定价模型参数说明

由于本文所涉及的模型参数是比较繁多的，因此要对各个参数以及他的获取方式进行整理，表 4.1 是整理的结果：

表 4.1 参数说明

参数	含义	获取方法
R_0	期初收入	当期利润表
μ_0	期初收入增长率	各年营业收入增长率均值
$\bar{\mu}$	长期收入增长率	同行业企业收入增长
σ_0	期初收入波动率	近年收入增长率的标准差
$\bar{\sigma}$	长期收入波动率	同行业稳定公司收入增长率的标准差
η_0	期初收入增长率的波动率	收入增长率变动率的标准差
X_0	期初可用现金	资产负债表，现金及现金等价物之和
P_0	期初固定资产	资产负债表，固定资产净值
t	公司税率	公司所得税税率

表 4.1 参数说明（续）

参数	含义	获取方法
r_f	无风险利率	近几年国库券利率均值
k	随机过程的平均回复速度	调整系数
γ_0	期初成本率	各年营业成本占营业收入比率的均值
$\bar{\gamma}$	长期成本率	同行业成本率均值
F	固定成本	根据成本的线性回归方程式得出
φ_0	期初变动成本波动率	各年变动成本率的标准差
$\bar{\varphi}$	长期变动成本波动率	同行业变动成本率标准差的均值
DR	折旧率	根据公司资产负债表中固定资产累计折旧/固定资产原值的平均值
CR	资本支出率	根据公司利润表中资本支出/营业收入的平均值
λ	收入因素的风险溢价	企业 β 值与市场风险溢价的乘积
T	估计期间	企业可赚取超额利润的时间，本文取 2 年
Δt	离散模型的时间增量	因数据来源于企业年报，故设 $\Delta t=1$

5 案例分析：以中科创达为例

5.1 案例选择说明

1、中科创达已在 A 股创业板挂牌，其运营状况的信息发布既及时又全面，获取相关信息也相对简单，同时，还能通过对比公司的市场价格来评估其估值的合理性。

2、鉴于当前人工智能的热门话题，A 股市场出现了一种情况，也就是各个行业的公司都在发展自己的人工智能领域，并且投入了大量的资金。然而，这对公司的发展是否有益还需要进一步的研究。而之所以选择中科创达有以下几个原因：第一点在于它可以代表整个行业。创办于 2008 年 3 月份的中科创达，如今已发展成为人工智能行业的领军企业。得益于地处优越的区位和拥有众多高素质人才以及技术储备，该公司在操作系统的产品与技术开发领域取得了显著的全球引领成就。第二个考量点是技术的代表性水平。中科创达以智能操作系统为核心技术，主要聚焦于人工智能技术的运用，并且在智能软件及物联网汽车行业寻求新的发展机遇，并为智能行业的发展贡献新的力量，不断的投入研发增强创新能力。第三点是经营方面中科创达具有代表性。近期，AI 及 5G 行业的勃兴与成长带动了中科创达的发展，凭借其技术基础的稳固和市场经验的深厚，中科创达成功地将人工智能智慧深植于普罗大众的日常生活之中，对汽车产业、零售业等领域提供了切合其需求的发展，因而商机持续增长。第四点体现在业绩的代表性上。随着中科创达公司的成立、股票上市、技术引进、产业融合以及利润模式的变革与进步，企业在市场业绩、营业成绩以及财务业绩方面均展现出了突出的成绩。

5.2 被评估公司概况

5.2.1 中科创达简介

中科创达企业位居世界前沿，在智能操作系统领域提供尖端产品与技术服务。自该企业 2008 年成立之日起，中科创达立足于市场不懈追求智能操作系统的卓越品质，满足消费者需求，利用先进技术解决困境。以智能终端操作系统为核心，专注于人工智能的关键技术开发，推动和加快了智能手机、智能物联网、联网汽车以及智能行业等方向的技术突破和产品转化。中科创达一直致力于研究 AI 领域的基础以及产品研发，

例如语音技术，机器视觉，3D 图形图像，自动驾驶，边缘计算 AI 等多领域，都已经存在了较受欢迎的产品并积累了丰富的技术经验。由于其在操作系统领域的卓越成绩，进一步奠定了其在 AI 领域的核心地位。

1、中科创达产权分析

境内自然人赵鸿飞作为中科创达企业的主要掌舵者，持有该企业股份的比例为 26.74%，企业的产权控制关系是比较简单的。在赵鸿飞之后，企业的其他主要投资者包括香港中央结算有限公司、全国社保基金一一零组合以及越超有限公司，它们分别持股 6.64%、2.31%与 2.18%。

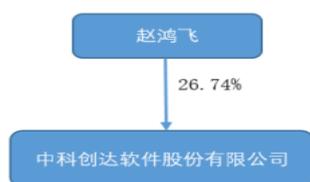


图 5.1 公司与实际控制人之间的产权及控制关系

2、中科创达发展状况

自成立伊始，中科创达持续坚持技术和创新的至高原则进行企业管理，经过十年的发展进步，已培育出独有的技术竞争力。同时，公司的销售版图持续在国内外拓展，也积累了高数量以及高质量的客户资产。展望未来，伴随企业经营范畴日益精细化和多样化，以及关键核心技术得重大进展以及应用到实践中，企业定将确立更加卓越的行业领先地位，并以更加雄厚的能力在全球竞技场上展现锋芒。通过对中科创达的发展历程等方面的综合分析，发现其特点如下：

(1) 技术及人才优势

中科创达作为软件与信息技术服务业中的一员，深知技术与产品研发对于公司发展的重要性。成立这么多年以来，中科创达始终持续加大研发领域的资金注入，目前公司已集结了超过一万名的研究与开发专才。得益于这批顶尖人才的驱研发力度，企业已积累了逾超过 1400 项由自身独立研制的技术发明专利。在系统终端安全、人机交互、能模块等多个关键领域确立了核心地位，中控制着核心技术。正是由于中科创达对于人才的培养以及对于关键核心技术的突破才使得其在竞争激烈的市场环境当中拥有目前的核心地位。

(2) 客户资源及产业链整合优势

企业服务的客户群广泛分布于海内外，全球合作伙伴已超八百家，包括百家位列世界五百强的大型公司。公司在努力向消费者提供卓越的产品及服务的同时，亦致力于强化与各界业巨头的沟通及联手，这涉及与高通、TI 等行业翘楚开展共建联合实验室、与滴滴缔结战略伙伴关系、与广汽合作设立创新中心等多项举措，不仅可以激发企业技术方面的突破，同时实现了产业链同步整合。

（3）全球化业务布局优势

中科创达始终恪守“紧抓本土市场，同时展望全球”的商业战略，中科创达积极在国际如北美、欧洲、亚洲其他区域布局发展其业务，并取得了显著的成功。目前，除了位于北京的总部之外，包括深圳、南京、重庆在内的国内多个城市，以及硅谷、首尔、东京等国际城市，都设有该公司的分支机构和研发中心，在全球范围内已超过四十个城市。这套跨国经营模式不单使得企业的高品质商品及服务得以突破地域限制，面向更加广泛的全球市场，同时也极大地增强了企业信息获取的广度，使其能够快速接收反馈。通过紧密关注各个市场的新兴技术动态和消费者诉求，企业能在充分洞察市场脉络的前提下，适时更新技术实力和研发能力，进而有效提升用户满意度，并持续稳固其在行业中的技术领先优势。

5.2.2 中科创达财务状况

中科创达在全球范围内处于智能操作系统产品与技术供给的前沿地位，通过多年来对生态链资源的广泛且深入的融合，已经构建起了难以模仿的市场优势地位。这种特殊的市场主导地位确保了企业持续的发展壮大。2022 年度，公司整体及各个业务板块取得了全面增长。2022 年，公司实现营业收入 544,545.36 万元，较上年同期增长 31.96%，实现归属于上市公司股东的净利润 76,877.2 万元，较上年同期增长 18.77%。

1、公司基本财产状况分析：

表 5.1 基本财产状况

时间	流动资产 合计（万 元）	非流动资 产合计 （万元）	资产合计（万元）	流动负债 合计（万 元）	非流动负 债合计 （万元）	负债合计 （万元）
2015.12.31	99693.73	19933.25	119626.97	19474.25	2725.92	22200.18
2016.12.31	150992.93	39656.70	190649.64	76957.70	2561.21	79518.90
2017.12.31	181671.92	84091.14	265763.06	111350.49	23741.31	135091.80
2018.12.31	145686.38	114680.98	260367.36	79463.01	25728.11	105191.12
2019.12.31	153055.49	129904.45	282959.95	79346.07	6692.81	86038.88
2020.12.31	342921.37	212840.11	555761.48	107270.07	9780.47	117050.54
2021.12.31	433175.89	290686.22	723862.11	173990.56	23721.41	197711.97
2022.12.31	753291.60	318829.05	1072120.65	119581.66	21512.37	141094.02

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

上表反映了中科创达的资产以及负债的情况。在 2015 年公司刚上市时，资产额为 119626.972261 万元，到 2022 年资产额达到 1072120.654429 万元；在此期间企业负债也大幅上升。尤其从 2020 年开始，公司进入迅速发展时期，由于营业收入的增加和在报告期内非公开发行股票，货币资金规模大幅上升，可见公司规模扩张较快，发展迅速。

2、盈利能力分析

表 5.2 盈利能力状况

时间	销售毛利率	销售净利率	净资产收益率
2015	51.56%	18.91%	17.71%
2016	46.42%	14.16%	11.51%
2017	36.38%	6.60%	6.30%
2018	41.70%	11.39%	11.67%
2019	42.63%	13.00%	13.46%
2020	44.22%	17.11%	14.15%
2021	39.40%	15.27%	13.06%

表 5.2 盈利能力状况（续）

时间	销售毛利率	销售净利率	净资产收益率
2022	39.28%	13.31%	9.95%

从 2015 年到 2017 年，销售毛利率、销售净利率在持续下降，尤其是在 2017 年大幅下降，主要原因是由于材料成本不断上升，并购和规模不断地扩大，使得财务费用大幅增加，因此引起了成本和费用的提高，从而造成了毛利率、净利率的下降；从 2018 年开始这些指标又开始呈上升趋势，主要是由于在我国人工智能行业开始迅速发展，政府的支持和补助为中科创达带来了巨大的收益，再加上材料成本上升的幅度很小，因此，中科创达的盈利能力持续上升；到了 2020 年，中科创达开始进行规模扩张，再加上材料成本上升使这三个指标发生了小幅度的下降，但还是呈现较为稳定的状态，因此，总的来说，中科创达的盈利能力虽然较强，但仍存在不稳定的情况，因此中科创达正处于企业的成长期，风险较高，不确定性因素也较多。

3、偿债能力分析

表 5.3 偿债能力

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
流动比率	5.12	1.96	1.63	1.83	1.93	3.20	2.49	6.30
速动比率	5.09	1.94	1.62	1.81	1.89	2.82	2.08	5.59
现金流量比率	16.24%	9.61%	16.28%	31.88%	17.92%	31.82%	8.00%	41.55%
资产负债率	18.55%	41.71%	50.83%	40.40%	30.41%	21.06%	27.31%	13.16%
权益乘数	1.23	1.72	2.03	1.68	1.44	1.27	1.38	1.15
产权比率	22.79%	71.55%	1.03	67.79%	43.69%	26.68%	37.58%	15.15%

由表 4.3 可以得出，流动比率和速动比率的数值是先下降后上升的趋势，并且从始至终流动比率都是比速动比率高的，因此是非常合理的，主要原因在于流动资产终是包括一些不容易变现的资产的。2015 年企业的流动比率是比较高的，表示中科创达在这个时期的短期偿债能力是比较强的，而到了 2016 年至 2019 年企业的流动比率下降并且保持在一个比较平稳的状态，但其实企业的偿债能力还是属于一个正常范围内，之后流动比率有大幅度的上升，表明企业的变现能力变强，应对风险的能力也加强；而速动比率其实是与流动比率保持一个相同趋势的，速动比率其实是对流动比率的补

充因此对于速动比率的分析同上，综上，中科创达的短期偿债能力较好，但存在不稳定因素，与企业正处于规模扩张阶段有较大关系，并且流动比率并不是越高越好，因此中科创达要关注企业流动资产的合理范围。

企业的资产负债率整体呈现出先上升后下降的一个趋势，产权比率也是同样的变化。企业的资产负债率越高，代表企业的财务风险是越大的，这表明中科创达在 2016 年到 2019 年的经营风险是比较大的，主要原因可能是由于中科创达在这个时期进行了对外收购，导致了中科创达在这个时期的负债比例是比较高的，但是到了 2020 年资产负债率有下降，这表明企业的抗风险能力也随之增高。而产权比率在刚开始的上升也意味着中科创达在这个时期企业的债务负担增加了，说明企业的财务结构是不太好的，企业的长期偿债能力也比较弱，而到了 2019 年以后，企业的产权比率也有所回升，这表明企业的长期偿债能力得到提升，中科创达朝着更好的方向发展。

4、营运能力分析

表 5.4 营运能力

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
总资产周转天数	472.94	658.74	821.54	646.67	535.32	574.53	558.14	593.67
存货周转天数	6.47	8.98	6.13	4.39	8.53	53.41	80.18	85.31
应收账款周转天数	104.05	121.62	114.65	110.09	113.21	99.45	90.68	102.27
总资产周转率（次）	0.76	0.55	0.44	0.56	0.67	0.63	0.65	0.61
存货周转率（次）	55.64	40.11	58.76	82.03	42.19	6.74	4.49	4.22
应收账款周转率	3.46	2.96	3.14	3.27	3.18	3.62	3.97	3.52

从表 4.4 可以得出，中科创达的总资产周转率和应收账款周转率波动较小，比较平稳，这表明企业的资产和应收账款的管理效率较好，并且应收账款周转率从总体上看呈上升趋势，这表明企业的营运能力增强。而存货周转率呈现先上升后下降的状态，并且在 2020 年时大幅下降，这是由于在 2019 年，中科创达的存货巨增，2019 年公司业务规模扩大，营业收入增加，原材料和库存商品储备增加。

5、成长能力分析

表 5.5 成长能力

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
营业收入	61546.33	84790.22	116232.72	146458.37	182685.86	262788.36	412674.25	544545.36
归属净利润	11660.94	12028.22	7804.43	16430.43	23763.82	44346.12	64726.91	76877.20
总资产	119626.97	190649.64	265763.06	260367.36	282959.95	555761.48	723862.11	1072120.65
营业收入同比增长	36.10%	37.77%	37.08%	26.00%	24.74%	43.85%	57.04%	31.96%
归属净利润增长率	3.83%	3.15%	-35.12%	110.53%	44.63%	86.61%	45.96%	18.77%
总资产增长率	184.25%	59.37%	39.40%	-2.03%	8.68%	96.41%	30.25%	48.11%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

由表 4.5 可以看出，中科创达的营业收入每年都在增长，这表明中科创达的市场前景很好，营销能力较强，并且营业收入的增长率也比较平稳，并未出现过快过慢的情况，这表明企业发展比较稳定；归属净利润增长率除了 2017 年（主要由于原材料成本上升和企业规模扩张），每年都在保持增长，这表明企业持续发展的能力较强，发展潜力较大；总资产从整体来看，也是保持增长的态势，表明中科创达在不断的扩张企业规模，从而扩大本企业的市场占有率。综上，中科创达的发展前景比较好，正处于规模扩张阶段，并未出现盲目扩张的行为，利润也保持着良好的增长。

5.2.3 中科创达企业特点

1、融资高

表 5.6 中科创达融资情况

增资时间	增发方式	增资数量 (万股)	增发价格 (元)	募集资金 (亿元)	增发对象	资金用途
2015	公开发行	2500	23.27	5.8	网上发行、网下投资者配股。	多模 LTE 智能手机的操作系统开发、IHV 认证实验室建设、新一代智能电视操作系统开发项等。
2020	非公开发行	2065.2	82.36	17	上海大正、嘉实基金、太平洋资产、阳光资产泓德基金等 14 家公司。	智能网联汽车操作系统研发、智能驾驶辅助系统研发、5G 智能终端认证平台研发等。

表 5.6 中科创达融资情况（续）

增资时间	增发方式	增资数量 (万股)	增发价格 (元)	募集资金 (亿元)	增发对象	资金用途
2022	向特定对象发行	3009.7	103	30.99	魏桥国科科融(深圳)、香港上海汇丰银行、华夏基金、UBS AG 等 17 家公司.	整车操作系统研发、边缘计算站研发及产业化、扩展现实(XR)研发及产业化、分布式算力网络技术研发、补充流动资金等。

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

从表中可以看出，中科创达从上市以来进行了三次融资，每次融资的金额都很高，第三轮融资的总金额甚至达到了 30.99 亿元，并且融资的用途基本都是用于公司的研发和加大研发力度，这符合人工智能行业的特点，巨额的融资可能会使中科创达的市值发生较大的波动，也可能造成市场上的对于中科创达过高估值，因此需要对中科创达的价值进行合理评估。

2、人才需求大

表 5.7 中科创达人才情况

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
研发人员	1914	2633	2,435	3,017	4,432	6,800	10,350	12,087
增幅	40.01%	37.57%	-7.51%	23.9%	46.90%	53.43%	52.21%	16.78%
占总数比	90.11%	92.22%	89.59%	88.76%	90.28%	92.20%	90.26%	91.30%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

由表 4.7 可以看出，研发人员占总员工的比例保持在 90%的水平线上上下下浮动，可以看出中科创达研发人员的占比很高，知识密集程度高；并且研发人员的数量呈上升趋势，在 2020 年上升幅度很大，这表明企业的规模扩大，因此需要研发人员。

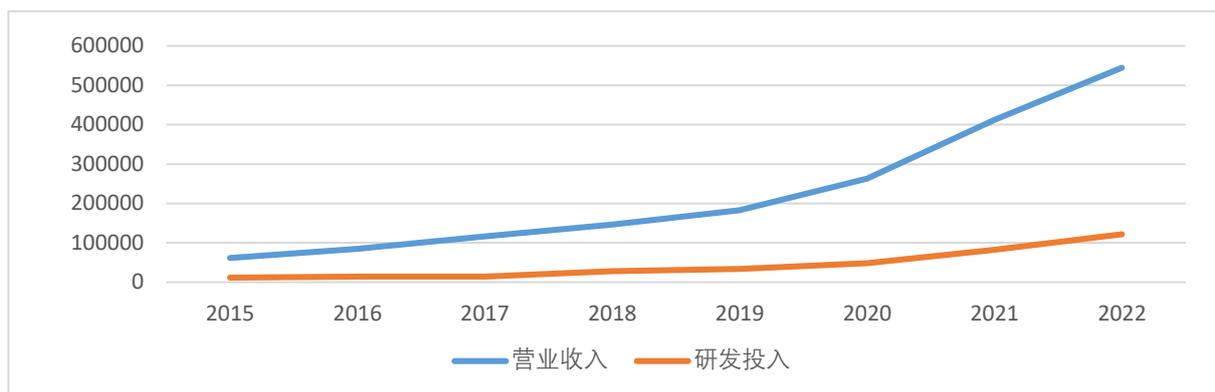
3、研发投入力度大

表 5.8 中科创达研发投入

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
营业收入	61546.33	84790.22	116232.7	146458.4	182685.9	262788.4	412674.3	544545.4
研发投入	11576.91	14665.99	14439.44	27969.78	33901.13	48001.09	82598.32	121753.3
占比	18.81%	17.30%	12.42%	19.10%	18.56%	18.27%	20.02%	22.36%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

表 5.9 研发折线图



由表 5.9 可以看出，随着营业收入的增加，中科创达的研发投入也在不断增加，并且研发投入占营业收入的比例较高，呈上升趋势，由此说明中科创达的研发力度较大。

4、专利数量多

中科创达截至 2022 年 12 月 31 日拥有 1400 多项专利及软件著作权（由 2022 年年报所得），专利技术密集，由于专利成果的市场应用具有一定的不确定性，其收益也可能呈几何式增长或者收益达不到预期，因此中科创达的专利技术具有高度不确定性，因此在选用评估方法的时候要选择能考虑到该不确定性因素的方法。

5、商誉高

表 5.10 中科创达商誉情况

时间	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
资产	119626.97	190649.64	265763.06	260367.36	282959.95	555761.48	723862.11	1072120.65
商誉		2978.41	23942.23	41999.86	41841.73	42883.49	40481.96	41492.39
占比		1.56%	9.01%	16.13%	14.79%	7.72%	5.59%	3.87%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

通过观察图表表 4.10 发现，中科创达的商誉所占的比例相当之大，商誉被视为公司内在的潜在价值，其固有的不可拆散特质使得对公司价值进行评估时颇具挑战。

6、市场竞争力较强

随着人工智能领域迅猛成长和持续优化，行业间的产品争夺战已经日趋激烈。在这个由刺激性竞争构成的行业环境中，各企业要确保自身得以存续并逐渐增强其市场份额，对于提升其市场竞争能力是非常有必要的。中科创达公司对提升自身竞争力十分重视，对于国内外来说，通过不断的优化国内外市场布局，迅速的掌握市场的动态变化，以此来加快和加大对于抢占市场的速度与力度；另一策略是对原有的研究开发体系和奖励机制进行探讨和升级，并适时推行数期股份激励方案，此举非常有利于公司市场占有率的增长。企业在其所属领域内所占的市场位置往往采用市场占有率这一度量指标来反映，这一指数揭示了企业出售的商品与服务业务在该市场同类产品整体销售量中的占比情形。人工智能在我国行业大类里属于信息传输、软件与信息技术服务产业，因此主要看中科创达占整个行业的占有率。

表 5.11



数据来源：依据国家统计局及中科创达自 2015 至 2022 年的年度报告

从表 5.11 可以看出，中科创达在同行业的市场占有率稳步上升，并且通过观察，公司在 2016 年与 2022 年的占有率增幅明显，这表明中科创达的规模扩张做得比较成功，并且凭着较强的研发能力和科研技术，促进了公司的良性发展趋势，同时配合着对公司新兴市场的及时捕捉以及技术优势的加强巩固，实现了对市场竞争实力与行业地位的同步推进作用。

5.2.4 中科创达的发展优势

1、不断拓展新业务，开辟新市场

移动互联网兴起之际，中科创达顺势崭露头角，成功跨出了重要的一步。历时七载的坚持不懈，至 2015 年 12 月，中科创达成功上市，成为国内智能操作系统行业登陆资本市场的第一家企业。自企业创办伊始，中科创达始终与智能手机的创新周期步

伐保持一致，将主营业务聚焦在移动电话系统中间层软件的研发上。尽管如此，智能手机的成长潜力并不十分长久，在 2015 年，中国的智能手机领域开始进入了一个缓慢增长的阶段，市场普及率趋近饱满，企业的出货量增长率也在下降，销售额的上涨速率也逐年降低，这种情况影响了整个行业的扩展。鉴于此，公司董事会已作出决策，执行升级版的转型策略 2.0，这一策略的核心宗旨在于，将公司的盈利重心从依赖提供技术开发服务并收费的模式，转变为主导以产品直销及授权知识产权为核心的盈利方式。此举涉及增加研发资金的投入以及通过收购扩充业务范围，从而快速进军智能汽车和智能物联网市场，并为特定产业链提供强有力的支持。

2、开展外延并购，完善市场布局

中科创达从上市开始，为了更加适应市场环境以及扩大自己的目标客户群体，从而提升自身的竞争力，便开始进行国内外收购，增强企业的知名度，以走向国际市场，与海外企业进行资源交换。

为了加强企业的车载娱乐系统研发能力，中科创达始终将注意力集中在对于具有强大车载娱乐系统创新能力的企业上。在赵鸿飞的引领之下，慧驰科技与爱普新思两个专注于设计与营销的企业受到了董事会的关注，这两公司致力于针对车辆前装市场的 IVI 系统开发已久，它们的骨干人员在该领域累积了逾 17 年深厚的设计经验，成果被广泛应用在 200 余种车型中，其合作伙伴遍布众多著名汽车厂商及一线供货商。经过双方的友好协商最终在 2016 年，中科创达完成了对这两家公司的收购，成交价格为 1.03 亿元。自那时起，中科创达依托融合了慧驰科技与爱普新思在 IVI 技术上的研制实力，着手向市场推出全面的 IVI 系统一体化解决方案，这包括从硬件构架制定、操作系统研发直至专属应用的定制服务。

其实中科创达在刚开始面临的客户群体是比较窄的，主要只有国内和日本，因此为了扩大海外知名度，在 2016 年的 12 月份，该公司选择与总部设在芬兰、专门从事车载交互技术设计与开发的 Rightware 公司建立合作伙伴关系。Rightware 公司开发的 Rightware Kanzi 用户界面专为车辆的仪表盘及信息娱乐系统(IVI)屏幕而设计，已经得到全球超过 20 家著名汽车制造商的广泛采纳。Rightware 将技术、设计创新和人力资本的融合优势促进了中科创达在世界范围内智能车载市场的竞争短板。

3、平台技术及核心产品，奠定客户粘性

企业不断深入分析并预判行业发展动向，将先进的技术变为实用产品和服务平台，最大程度地发掘消费者所需，确保在成本与作业效率上保持领跑优势。由此，企业的

主打产品总是领先市场同质化产品一步，通过不停的更新与完善，强化了在市场上的先发优势，并建立了长远而稳固的客户忠诚度。并且中科创达通过不断的研发核心产品以此来增强平台技术以及提升客户群体对于公司产品的依赖程度，公司的核心产品曾多次获奖：在 2022 年“铃轩奖”前瞻技术类的奖项当中，中科创达凭借智能座舱解决方案 E-Cockpit 6.0 获得了金奖；在盖世汽车主办的“金辑奖·2022 中国汽车新供应链百强”当中通过全景环视（AVM）产品获奖等。所获奖项更加坚定了消费者对于中科创达信任，而企业也在不断的根据消费者的需求来调整产品。

5.3 基于 Schwartz-Moon 定价模型的评估过程

5.3.1 模型假设条件

通过搜集中科创达企业在 2015-2022 年年报中的相关数据，设定本文的评估基准日为 2022 年 12 月 31 日。在对中科创达进行评估之前需要对中科创达进行相应的假设：

- （1）企业的净利润在最后全部都留存为企业的可用现金，即不会在年末向股东分配股利。
- （2）企业本年的全部营业收入是企业的唯一资金来源，不会接受其他的投资。
- （3）只有收入部分的参数会造成风险溢价。
- （4）各个随机变量之间是相互独立的。
- （5）假设的均值回复速度是保持不变的。

5.3.2 模型参数取值

1、期初收入 R_0

根据中科创达 2022 年利润表得出，营业收入=544545.4 万元。

2、期初收入波动率 μ_0 、期初收入增长率的波动率 η_0

根据中科创达 2015-2022 年的年报，找到有关营业收入的数值，从而可以求得营业收入增长率和收入的波动率。并求得营业收入增长率平均数以及标准差从而算出模型当中的期初收入增长率 μ_0 、期初收入波动率 σ_0 以及期初收入增长率的波动率 η_0 ，分别为 36.82%、10.33%、14.68%。

表 5.12 期初收入指标

年份	营业收入（万元）	收入增长率（%）	收入增长波动率（%）
2015	61546.33	36.10%	1.67%
2016	84790.22	37.77%	1.67%
2017	116232.72	37.08%	-0.69%
2018	146458.37	26.00%	-11.08%
2019	182685.86	24.74%	-1.26%
2020	262788.36	43.85%	19.11%
2021	412674.25	57.04%	13.19%
2022	544545.36	31.96%	-25.08%
期初收入增长率 μ_0			36.82%
期初收入波动率 σ_0			10.33%
期初收入增长率的波动率 η_0			14.68%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

3、长期收入增长率 $\bar{\mu}$

在 wind 数据库中的人工智能板块找到人工智能企业并进行筛选，排除在 2015-2022 年中缺少数据的企业，在综合创业板，剔除 ST 股，最后得到 19 个企业，包括浪潮信息、东华软件、海得控制以及江南化工等。

表 5.13 长期收入计算指标

代码	企业名称	收入增长率均值	收入增长率标准差
000977.SZ	浪潮信息	36.09%	36.80%
002065.SZ	东华软件	11.33%	5.44%
002184.SZ	海得控制	7.21%	11.90%
002226.SZ	江南化工	29.17%	27.18%
002230.SZ	科大讯飞	34.58%	17.38%
002253.SZ	川大智胜	0.55%	17.07%
002298.SZ	中电兴发	19.12%	31.68%
002415.SZ	海康威视	18.96%	9.73%
300078.SZ	思创医惠	5.95%	19.66%
300188.SZ	美亚柏科	17.89%	14.53%
300222.SZ	科大智能	27.68%	39.35%
300229.SZ	拓尔思	16.51%	29.91%
300418.SZ	昆仑万维	19.06%	31.82%
300474.SZ	景嘉微	26.49%	19.07%
300613.SZ	富瀚微	50.91%	58.39%
600570.SH	恒生电子	17.03%	10.35%
600728.SH	佳都科技	12.90%	24.21%
600756.SH	浪潮软件	8.85%	15.71%
603019.SH	中科曙光	20.79%	15.44%

表 5.13 长期收入计算指标（续）

长期收入波动率（标准差均值）	22.93%
长期收入增长率（均值的平均值）	20.06%

数据来源：wind 数据库的人工智能板块

由上表数据计算可知，这 19 个企业的 2016 年-2022 年的营业收入增长率均值为该行业的长期收入增长率，最终本文长期收入增长率 $\bar{\mu}$ 取 20.06%。

4、长期收入波动率

从 Schwartz-Moon 模型的假设条件当中来看，不论是企业的长期收入水平还是增长等都会趋于行业的平均水平，从而可以推出企业的长期收入波动也是朝着行业的平均水平趋近的，而这里的行业样本是以上的 19 家企业，属于人工智能行业靠前的企业，是具有代表性的，同时具备参考性，因此求出长期收入波动率为 22.93%。

5、期初成本率 γ_0 和期初成本率波动率（标准差） φ_0

根据中科创达 2015-2022 年的年报找到营业收入、营业成本，可求得营业成本占营业收入的比重，并根据比重的均值和标准差得到期初变动成本率（均值） γ_0 和期初变动成本率波动率（标准差） φ_0 ，分别为 89.25%、4.60%。

表 5.14 期初成本指标

年份	营业成本（万元）	营业收入（万元）	占比（%）
2015	50776.76	61546.33	82.50%
2016	76165.67	84790.22	89.83%
2017	112664.17	116232.72	96.93%
2018	137551.63	146458.37	93.92%
2019	164993.73	182685.86	90.32%
2020	225298.89	262788.36	85.73%
2021	357318.18	412674.25	86.59%
2022	480267.23	544545.36	88.20%
期初成本率（均值） γ_0		89.25%	
期初成本率波动率（标准差） φ_0		4.60%	

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

6、长期成本率 $\bar{\gamma}$

表 5.15 长期成本计算指标

代码	企业名称	营业成本率均值	营业成本率标准差
000977.SZ	浪潮信息	98.39%	0.73%
002065.SZ	东华软件	94.83%	3.00%
002184.SZ	海得控制	97.72%	5.54%
002226.SZ	江南化工	88.55%	3.29%
002230.SZ	科大讯飞	97.16%	3.20%
002253.SZ	川大智胜	96.05%	16.08%
002298.SZ	中电兴发	97.42%	17.65%
002415.SZ	海康威视	80.45%	2.06%
300078.SZ	思创医惠	117.81%	42.41%
300188.SZ	美亚柏科	88.36%	4.25%
300222.SZ	科大智能	116.52%	42.88%
300229.SZ	拓尔思	84.11%	6.20%
300418.SZ	昆仑万维	85.78%	11.50%
300474.SZ	景嘉微	69.86%	6.80%
300613.SZ	富瀚微	82.51%	9.55%
600570.SH	恒生电子	91.12%	5.56%
600728.SH	佳都科技	97.78%	2.23%
600756.SH	浪潮软件	102.74%	3.81%
603019.SH	中科曙光	94.26%	2.23%
长期成本率 $\bar{\gamma}$		93.76%	
长期成本波动率 $\bar{\varphi}$		9.75%	

数据来源：wind 数据库的人工智能板块

上表的数据都是由 wind 数据库的人工智能板块得来的，主要包括这 19 家企业的 2015 年-2022 年的相关数据，长期成本率是由 19 家企业的成本率的平均值求得的，最终数值为 93.76%。

7、长期成本波动率 $\bar{\varphi}$

在 wind 数据库中人工智能板块当中找到这 19 家企业在 2015 年-2022 年的相关数据，从而求得长期成本波动率为 9.75%，是由 19 家企业的成本率的标准差求得。

8、期初可用现金 X0

查询中科创达 2021 年年报获知在 2021 年 12 月 31 日，中科创达资产负债表货币资金为 211667 万元，因此推出模型所使用的 2022 期初可用现金 X_0 为 211667 万元。

9、公司税率 t

查询中科创达 2022 年年报可知，符合《关于软件和集成电路产业企业所得税优惠政策有关问题的通知》（财税[2016]49 号）关于“国家规划布局内的重点软件企业”的相关条件，享受“国家规划布局内的重点软件企业”的企业所得税优惠政策，本期按照 10% 计缴当期所得税。

10、折旧率 DR

根据中科创达 2015-2022 年资产负债表中的数据，找到固定资产累计折旧和固定资产原值这两项数据，可以得出参数折旧率 DR 的平均值为 13.50%，折旧率=固定资产累计折旧/固定资产原值。

表 5.16 折旧率计算指标

年份	累计折旧（万元）	固定资产原值（万元）	折旧率
2015	686.72	4777.29	14.37%
2016	946.65	6008.4	15.76%
2017	1196.07	9560.18	12.51%
2018	1590.66	10830.47	14.69%
2019	1754.13	12134.76	14.46%
2020	1989.03	14763.53	13.47%
2021	5280.09	50222.25	10.51%
2022	7465.69	61127.13	12.21%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

11、资本支出率 CR

本文的资本支出公式为本年新构建固定资产加上无形资产再加上其他长期资产支付的现金，并减去在本年处置固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金，而资本支出率为求得的资本支出比上本年度的营业收入，最后将 2016-2022 年每年的资本支出率求得均值即是 CR ：6.74%。如下表：

表 5.17 资本支出率计算指标

年份	购建固定资产、 无形资产和其 他长期资产支付现金	处置固定资产、 无形资产和其 他长期资产支付的现金	资本支出（万元）	营业收入（万元）	资本支出率
2015	3450.81	0	3450.81	61546.33	5.61%
2016	2789.62	0.78	2788.84	84790.22	3.29%
2017	2228.41	409.69	1818.72	116232.7	1.56%
2018	3807.58	0.25	3807.33	146458.4	2.60%
2019	8763.98	6.45	8757.53	182685.9	4.79%
2020	40579.82	25.22	40554.6	262788.4	15.43%
2021	46195.77	38.63	46157.14	412674.3	11.18%
2022	51551.61	10.73	51540.88	544545.4	9.46%

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

12、期初固定资产 P0

根据中科创达公司 2021 年资产负债表中的数据，期初固定资产为 50222.25 万元。

13、时间增量 Δt 以及估计期间 T

本文估算区间（T）设为 2.5；并且本文为了避免由于季节的波动造成的影，时间增量 Δt 设为 1。

14、随机过程的平均回复速度 k

根据模型的介绍可得企业的收入增长率会逐渐趋近于整个人工智能行业的平均水平，而这个过程其实是 e^{-kt} 衰减的收敛过程。而在这里半衰期指的是前面的整个过程所需要花费的时间的二分之一。而回复速度是通过半衰期的求取公式 $\ln 2 / (k/2)$ 逆推得到的，即 $(k/2) = \ln 2 / \text{半衰期}$ 。本文中设定的折现期数为 5 年，即半衰期=2.5 年，则 $k = 2 \times \ln 2 / 2.5 = 0.5545$ 。

15、退出倍数 M

参照有关 Schwartz 和 Moon 研究中通常企业的退出倍数 M 的估计值为 10。

16、固定成本 F

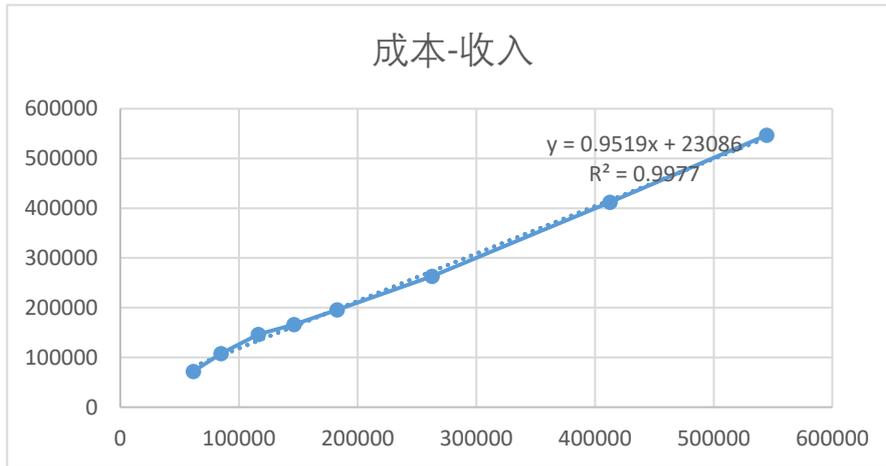
通过线性回归的方法计算固定成本，根据中科创达 2015-2022 年的利润表，将中科创达每年的销售费用、管理费用、营业成本以及营业税金及附加相加与营业收入进行一元回归分析，拟合优度达 99.77%，并得到固定成本为 23086。

表 5.18 固定成本计算参数

年份	管理费用 (万元)	销售费用 (万元)	税金及附加 (万元)	营业成本 (万元)	合计	营业收入 (万元)
2015	18785.87	2076.27	254.78	50776.76	71893.68	61546.33
2016	26388.4	4671.98	464.12	76165.67	107690.2	84790.22
2017	28299.23	4645.33	472.06	112664.2	146080.8	116232.7
2018	18727.3	9550.54	409.93	137551.6	166239.4	146458.4
2019	21510.69	8650.41	491.55	164993.7	195646.4	182685.9
2020	26198.68	10904.63	720.82	225298.9	263123	262788.4
2021	40645.91	12866.55	1290.32	357318.2	412121	412674.3
2022	47982.94	16679.51	1608.6	480267.2	546538.3	544545.4

数据来源：中科创达企业 2015-2022 年报

表 5.19



17、无风险利率 r_f

无利率风险通过查询 2022 年十年期国债利率为 2.84%。

18、企业 β 值

关于企业 β 值，通过在 wind 数据库查询中科创达在 2022 年 12 月 31 日的值为 1.29。

19、收入因素的风险溢价 λ

关于 λ 由资本资产定价模型来表示： $\lambda = \beta (r_m - r_f)$ ，通过在 wind 数据库进行查询，根据一年流通市值加权的方法求得中科创达在 2022 年 12 月 31 日的 β 值为 1.29；根据上述的查询可得无风险利率为 2.84%；而对于市场报酬率，通过对 2016-2022 年上证综合指数年化收益率与深证成分指数年化收益率求的平均数可得出 r_m 为 2.90%。最终得

出 β 值为 1.29，无风险利率为 2.84%，市场风险组合的预期报酬率为 2.90%，将以上数据代入公式求解可得， λ 为 0.13%。

表 5.20 风险溢价参数

年份	上证综指年化收益率	深证成指年化收益率	预期报酬率
2015	9.66%	15.38%	12.52%
2016	-11.58%	-19.07%	-15.33%
2017	6.72%	8.70%	7.71%
2018	-24.20%	-33.20%	-28.70%
2019	22.91%	45.37%	34.14%
2020	15.29%	41.04%	28.16%
2021	4.94%	2.75%	3.85%
2022	-14.58%	-23.58%	-19.08%

数据来源：2016-2022 年上证综合指数年化收益率与深证成分指数年化收益率

以上是对中科创达企业价值估值涉及到的全部模型参数，归纳整理如下表 4.21：

表 5.21 参数取值

参数	含义	取值	获取方法
R_0	期初收入	412674.2 万元	2022 年利润表中的营业收入
μ_0	期初收入增长率	36.82%	各年营业收入增长率均值
σ_0	期初收入波动率	10.33%	各年营业收入增长率标准差
η_0	期初收入增长率的波动率	14.68%	收入增长率变动率的标准差
X_0	期初可用现金	211667 万元	2022 年资产负债表货币资金
P_0	期初固定资产	50222.25	2022 年资产负债表固定资产
t	公司税率	10%	参考企业年报附录
r_f	无风险利率	2.84%	2022 年 12 月十年期国债
k	均值回归速率	0.5545	由半衰期求取公式 $\ln 2 / (k/2)$ 逆推
$\bar{\mu}$	长期收入增长率	20.06%	19 个企业同阶段收入增长率均值
$\bar{\sigma}$	长期收入波动率	22.93%	19 个企业收入增长率标准差
Δt	时间增量	1	参照 Schwartz-Moon 的研究估计
λ	收入因素的风险溢价	-1.1%	企业 β 值与市场风险溢价的乘积
γ_0	期初成本率	89.25%	15-22 年营业成本占营业收入比率的均值
φ_0	期初成本波动率	4.60%	15-22 年营业成本占营业收入比率的标准差

表 5.21 参数取值 (续)

参数	含义	取值	获取方法
$\bar{\gamma}$	长期成本率	93.76%	19 个企业同时期成本率平均值的均值
$\bar{\varphi}$	长期成本波动率	9.75%	19 个企业同时期成本率平均值的标准差
T	估算期间	2.5	综合考虑所得
DR	折旧率	13.50%	公式求取
CR	资本支出率	6.74%	公司求取
M	退出倍数	10	参照 Schwartz-Moon 的研究估计
F	固定成本	23086	根据成本的线性回归方程式得出

5.3.3 Schwartz-Moon 定价模型的操作过程

1、整理模型当中的各部分参数：

通过以上的整理，可得出收入参数：期初收入、收入增长率、收入增长波动率、收入波动率；成本参数：期初成本率、成本波动率；固定资产参数：折旧率、资本支出率；以及现金流参数：期初现金流、无风险利率。此时已经完成带入模型的第一步对于各个参数的数值以及整理。

2、利用软件生成随机数：随机数的生成需要服从正态分布；

3、建立离散时间随机模拟过程：对于预测期间的变量模拟

当 $t=1$ 时，首先是在预测期内对于收入变量的模拟，模拟的公式如下：

$$R(t + \Delta t) = R(t)e^{\left[\mu(t) - \lambda\sigma(t) - \frac{\sigma(t)^2}{2}\right]\Delta t + \sigma(t)\sqrt{\Delta t}\varepsilon_1} \quad (\text{公式 22})$$

当 $t=1$ 时，其次关于收入增长率的预测的模拟，模拟公式如下：

$$\mu(t + \Delta t) = e^{-k\Delta t}\mu(t) + (1 - e^{-k\Delta t})\bar{\mu} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}}\eta(t)\varepsilon_2 \quad (\text{公式 23})$$

当 $t=1$ 时，关于在预测期内成本的预测模拟，公式如下：

$$Cost(t) = \gamma(t)R(t) + F \quad (\text{公式 24})$$

当 $t=1$ 时，对于在预测期内现金流的预测，公式如下：

$$X(t) = rX(t - \Delta t) + Y(t) + Dep(t) - Capx(t) \quad (\text{公式 25})$$

$$Y(t) = [R(t) - Cost(t) - Dep(t)](1 - t_c) \quad (\text{公式 26})$$

4、对上述的参数变量进行迭代模拟：

当 $t=2, 3, 4, \dots, T$ 时，预测各期的参数，直到得到末期现金流 $X(T)$ 、收入 $R(T)$ 、成本 $Cost(T)$ ，最终得出企业的价值：

$$V_{(0)} = E_Q\{X(t) + M * [R(t) - Coat(t)]\}e^{-rT} \quad (\text{公式 27})$$

5.3.4 蒙特卡洛模拟结果

对于人工智能企业的价值评估，由于 Schwartz-Moon 定价模型在实际使用的过程当中其实并不复杂，因此运用 Schwartz-Moon 定价模型与蒙特卡罗模拟法时，只需要将上述求得的参数值带入到具体的模型当中利用软件进行大量的反复模拟。由于本文的计算过程重复的次数是比较多的，因此本文采用 Matlab (R2023a 版) 对 Schwartz-Moon 定价模型的计算过程进行算法编写，之后将表 4.21 当中的各项数据代入，然后经过 20000 次的重复模拟，最终可以得到在 2022 年底中科创达的企业整体价值分布图和企业整体价值概率分布图。

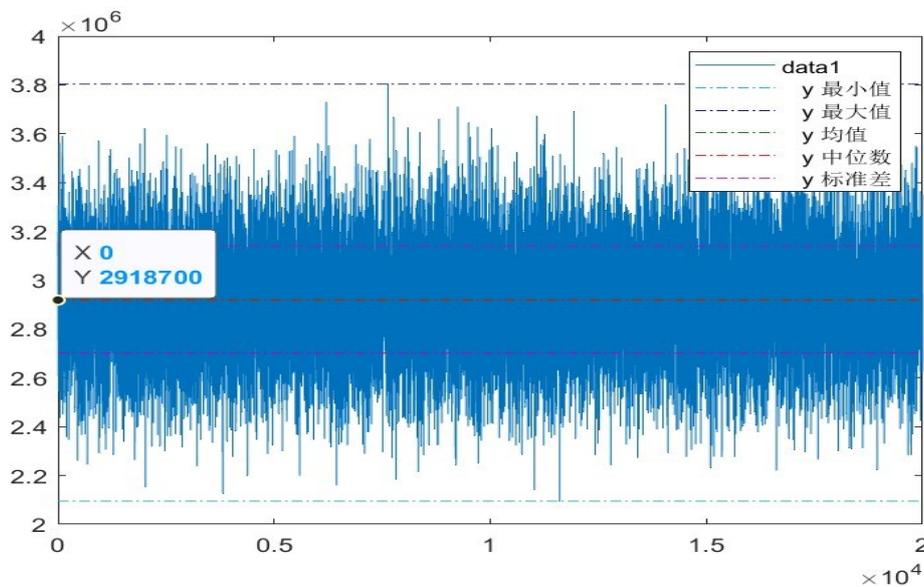


图 5.2 被评估企业整体价值分布图

图 5.1 时将所有参数代入 Matlab，并将模拟次数设定为 20000 次，最终得到了中科创达整体价值的全部情况，图中的横向表示的是经过了 20000 次模拟，而纵向指的是每一次的模拟软件得出的企业价值，一共有两万个企业价值。

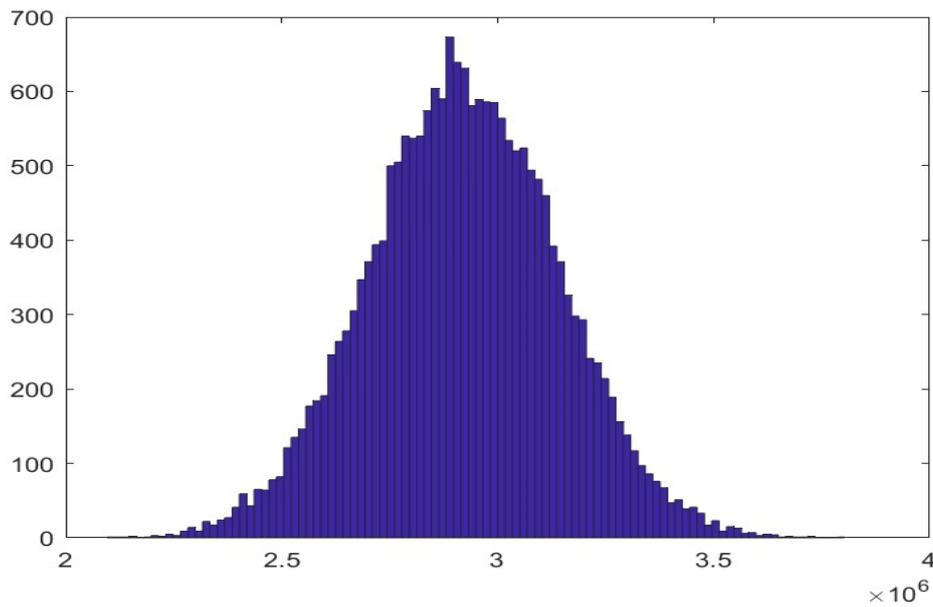


图 5.3 企业整体价值概率分布图

图 5.2 则是在第一幅图的基础上对所求得的所有价值进行了统计分组，将价值数据在不同的价值范围内进行了分组。从横向来看，指的是每个分组的范围，即价值的不同范围；而从纵向来看，则是所求得的两万次在每个分组的比重，在图 5.2 中可以看出，20000 次的模拟评估结果中大多数集中在了可 2700000 万元到 3300000 万元。

表 5.22 结果

模拟次数	20000 次
20000 次平均值	2918700 万元
20000 次中位数	2918700 万元
20000 次最大值	3803130 万元
20000 次最小值	2094730 万元
20000 次标准差	2710040 万元

表 5.22 是对所求得到 20000 次模拟的数据进行了整理，最终得出 20000 次后的企业模拟价值平均值为 2918700 万元，中位数为 2918700 万元。因此得到企业价值为 2918700 万元。在 2022 年 12 月 30 日，中科创达公司所流通的股票数量为 33457.21 万股，因此股票价格为 87.24 元/股，评估结果在较为合理的范围内。通过查询新浪财经网我们得知中科创达 2022 年 12 月 30 日的收盘价格为 100.03 元/股，这也进一步证明了利用 Schwartz-Moon 定价模型的合理之处。

5.4 敏感性分析

根据 MATLAB 工作表组数据最终选择了 6 组参数进行敏感性分析，由于整个企业的价值主要是由于企业的成本、收入等来影响的，因此主要选取了以下六个指标：

表 5.23 敏感性分析

参数	下降 10%	上升 10%	极差
期初收入增长率	-3.34%	4.07%	7.41%
长期收入增长率	-0.50%	0.77%	1.27%
期初收入波动率	0.09%	0.12%	0.02%
长期收入波动率	0.10%	0.21%	0.11%
期初收入增长波动率	0.36%	0.03%	0.33%
期初成本率	10.92%	-10.62%	21.55%

(1) 收入过程

初始收益的增加或减少对估值有显著影响。若期初收益的增长率减少 10%，则企业的价值会相应降低 3.34%；相对地，如果期初收益提升 10%，企业的价值将增加 4.07%。二者之间存在明显的正比例关系。显而易见，企业开始阶段的收入增加幅度对其整体价值有显著的影响力，而当开始阶段的收入增加趋势呈上升态势时，对企业所产生的积极成效超过了因为期初收入增长率下降所引起的消极影响；据此可见，企业拥有一定程度上的防范营收增长波动产生风险的能力。之所以会有这样的能力主要有两点，第一点是中科创达在之前的经营过程中由于良好的表现所带来的正面印象；第二点则是中科创达拥有良好的偿债能力以及资金较强的流动性。所以应对期初收入增长率审慎估计，一定要全卖你的考虑企业的历史数据以及当前市场的变化情况。

在对长期收入增长率进行观察，仍然保持的正相关的关系，尽管他的影响程度已经不能与期初收入波动率所相比，但主要原因在于长期的收入增长率本身在选择的时候就是利用了整个人工智能行业的收入，因此在一定程度上会起到平滑的作用。而从这个指标其实可以反映出整个人工智能行业的变动对于单个企业价值的影响，由此看出企业对于行业中的风险变化是有一定的抵抗作用的，并且由企业自身带来超额收益是超过有整个行业带来的收益。因此企业的经营的过程中应当注重自身产品的研发投入。

从上表中观察，期初收入波动率对于整个企业的价值影响程度是很小的，但在实际经营过程中企业的经营者还是要注重波动的变化。

（2）成本过程

在对表 5.23 的观察中发现，期初成本率与中科创达的评估价值是负相关的。每次增加 10%，评估的价值就下降 10.26%；而减少 10%企业的评估价值就上升 10.29%，从两者的差中可以得出期初成本率对于企业的价值影响程度是比较大的，这是由于成本是通过影响中科创达的净利润来对企业评估价值造成影响。因此在企业经营的过程当中，应当通过降低经营成本来降低来提升企业的利润，对于研发相关的费用一定要投入精准，争取做到投入与回报成正比，因此中科创达一定要精准的定位客户的需求以及及时观察人工智能市场的变化状况。

6 结论、启示与建议

6.1 研究结论

本文为研究人工智能企业的价值评估方法，查询了多部文献，对当前的企业价值评估方法以及适用于高新技术企业的价值评估方法进行了整体的梳理，因为人工智能企业本质上还是属于高新技术企业的的一个分支，并且在前文对目前比较受市场认可的价值评估方法进行了优缺点分析，最终选择了利用实物期权方法当中的 Schwartz-Moon 模型进行评估，在介绍 Schwartz-Moon 模型之后，选择了中科创达为案例对该模型进行了验证，最终证明了该模型对于人工智能企业的适用性。在分析的过程中也得出了本文的结论：

(1) 由于人工智能企业目前在我国处于正在火热发展的阶段，因此大多数人工智能企业其实是处于初期或者快速发展的时期，因此目前的市场环境以及企业面临的状况都处于探索时期，在对人工智能类企业价值进行评估时，可能会出现最终的结果比市场价值高的现象出现，主要是由于企业目前正处于快速发展时期，正处于快速发展以及扩大市场占比的时期，因此企业的各项投融资以及目前的销售收入都是比较高的。

(2) 本文再进行分析之后选择了实物期权模型当中的 Schwartz-Moon 定价模型，并结合了模拟法当中的蒙特卡洛模拟，这对于当前人工智能企业的价值评估方法提供了一种新的选择，并且也为当前越来越多的人工智能企业投融资活动提供了新的投资角度，让投资者可以更加合理的选择。

(3) 根据前文的敏感性分析，可以得出人工智能企业要想在目前的市场竞争关系中取胜，一定要通过加大投入力度来实现，并且一定要确保研发是可以得出结果的，及最终是会转化为产品的，并且企业的产品生产以及研发都是要对目前市场上消费者的偏好进行调研来制定规划的，另外企业的管理者在对企业的研发部门进行管理时一定要注意督促企业研发成果的转化，从而降低企业的成本，以获得更大的成长机会。

6.2 启示

1、评估人工智能企业价值时要注意企业的特性

在对整个人工智能行业进行了特点的梳理之后，发现人工智能企业存在周期性、研发投入力度大、技术为核心、风险较高等特点，因此可以得出目前人工智能企业的

价值研究一定要正确的判断出某个企业所处的具体生长周期，从而对特点进行分析；并且要注意到各种专利以及技术对于人工智能企业的重要程度，从而合理的评估人工智能企业的价值。

与其他类型的企业相比，人工智能企业的人力资源、研发技术以及目前的成长速度都会给企业带来价值，这都属于资产负债表外的价值，即企业的潜在价值，但是对于人力以及技术等潜在价值的衡量是比较难的，并且这种类型的资源无法从企业的整体价值中剥离出来，因此本文选择了 Schwartz-Moon 定价模型来对企业进行评估，因为 Schwartz-Moon 模型可以将企业投入研发的各项资金转化为各种参数，并且最终建立一个模型，将企业的全部资产都包含进去，从而评估其价值，可以更加合理的得出企业的价值；另外，人工智能企业所面临的市场环境是比较复杂的，因此人工智能企业的经营过程中存在不确定性和风险，这些都会对整个评估过程造成影响，因此在对相关的企业进行评估时一定要注意对于不确定性的衡量。

2、对于人工智能企业的价值评估可选择实物期权方法

本文对传统的企业价值评估方法：收益法、市场法、成本法进行分析，并将这些方法与实物期权方法进行了分析对比，最终得出实物期权方法更适用于人工智能类企业。

由于当前我国人工智能整个行业的发展正处于快速发展时期，还未进入成熟期，无法与国外的市场相比较，因此整个市场上相关的评估案例是比较少的，并且由于人工智能企业是存在特殊性的，并不能与其他类型的企业进行对比分析，因此市场法是不适用的。并且成本是通过对企业的历史资料进行整理，通过历史数据来对企业进行评估，但是人工智能企业所处的发展周期并未进入成熟期，历史数据并不完善，再加上成本法并不能企业的无形资产进行衡量，因此成本法是不适用于人工智能企业的。而收益法主要是预测企业的收益年限，根据当前企业的销售收入来预测未来年限的企业收入，但是目前人工智能企业面临的不确定性和风险都是比较大的，收益法更适宜评估进入稳定发展期的企业。

而以实物期权来看待整个人工智能企业时，不仅考虑了企业的资产负债表价值，还考虑了企业的潜在价值。利用实物期权的方法可以将金融领域的期权与企业的资产进行结合，从而更全面的评估出企业的资产价值；并且实物期权方法可以将企业间歇的时间转化为累计的时间，这样就避免了对于现金流在某个时点的单一预测，无法对整个区间的价值进行估算，保证了企业的动态过程。

在对本文利用 Schwartz-Moon 模型结合蒙特卡洛模拟进行案例验证之后，可以得出在利用该模型评估时可以根据企业的特点来调整企业的各项模型参数，从而更适宜整个企业，并且蒙特卡洛模拟的方法是可以使用计算机软件的，那么对于整个计算过程以及计算的周期都大大的缩减。相较于其他两种实物期权模型，结合了蒙特卡洛模拟的 Schwartz-Moon 模型计算更加的简单，结果也更准确。

6.3 建议

在对整个企业进行评估完成之后，对 Schwartz-Moon 模型有了新的认识，尽管 Schwartz-Moon 模型有本身的优势，但也存在一些劣势是需要不断改进的。

1、Schwartz-Moon 模型主要考虑的参数仅仅只有收入

Schwartz-Moon 模型在假设中提到，所进行评估的公司所有的资金来源只有企业的销售收入，并且收入是会带来风险溢价的，因此该模型对于收入相关的参数考虑是比较周全的。但是，在实际的评估过程中中，收入要素固然比较重要，但是人工智能企业的研发成本以及其他要素的影响也占据着重要地位，因此仅重点考虑收入参数可能会对评估结果造成一定的影响。若在评估一些对于企业的价值来说，可能成本或者其他因素的影响更大，要谨慎使用该模型。

2、利用 Schwartz-Moon 模型一定要注重企业的类型

由于在包括人工智能企业在内的高新技术企业当中，企业的核心技术以及无形资产对于企业带来的价值都是不可估量的，且相关企业所面临的市场风险和内部经营风险也是比较大的，因此是可以使用到金融领域的期权价值评估中。但是对于国内一些已经成熟稳定的行业来说，它们所面临的市场风险已经有一定的规律，因此如果来评估这种类型的企业，可能传统的企业价值评估方法更合适。

3、在实际应用中实物期权可能还需持续完善

利用实物期权思想来对企业价值进行评估时，会在开始对企业进行假设，但从总结的假设中来看，实际中并不存在相同的企业，因此在各个参数的选择上应当进行相应的调整，而这是需要一些评估经验十足的人来完成，对于经验不足的人可能使用该方法所得到的评估结论并不准确。并且我国目前的金融市场条件并不像国外那样完善，因此对于在国外引进的方法我们并不能直接应用到实际中，应在进行多方的理论研究再结合国内的金融市场进行调整后才能应用到实际中。

参考文献

- [1] Black F. and Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 1973, 81(3): 637-654
- [2] Eduardo S. Schwartz, Mark Moon. Rational Pricing of Internet Companies [J]. *Financial Analysts Journal*. 2000, 56(3): 7-26.
- [3] Hayes, Robert H. and GARVIN, David A. Managing as if Tomorrow Mattered [J]. *Harvard Business Review*, 1982(60), p. 71-79.
- [4] Hodder, James E. and Riggs, Henry E. Pitfalls in Evaluating Risky Projects [J]. *Harvard Business Review*, 1985, (63) p. 128-135.
- [5] Klobucnik J, Sievers S. Valuing high technology growth firms [J]. *Journal of Business Economics*. 2013, 14(2): 77-84.
- [6] Lukas, E. & Welling, A. Timing and Economic Efficiency of Climate-friendly Investments in Supply Chains [J]. *European Journal of Operational Research*. 2016, 233(2): 448-457.
- [7] Lukito A di Nugroho. Franch is ownership redirection: real options perspective [J]. *Financial Innovation*, 2016, 2(1): 1-11.
- [8] Mansaku Maeda, David Watts. The unnoticed impact of long-term cost information on wind farms' economic value in the USA—A real option analysis [J]. *Applied Energy*, 2019(03): 540-547.
- [9] Merton, R. C. On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates [J]. *Journal of Finance*, 1974, (29), p. 449-70.
- [10] Myers, Budgeting, and the Capital Asset Pricing Model: Good news and bad news [J]. *Journal of Finance*, 1997, (32), p. 321-333
- [11] Myers, Stewart C. Determinants of Corporate Borrowing [J]. *Journal of Financial Economics*, 1997, (5).
- [12] Myers C. Determinants Stewart corporate borrowing North-Holland, 1977, 5(2)
- [13] O'Byrne, Stephen F. EVA and Market Value [J]. *Journal of Applied Corporate Finance*, 1996, Volume Number Spring, p. 116-125.
- [14] Olson, E. E. and J. A. Knigh. Managing for value, *Hand book of modern finance* [M]. Boston

- on and New York, WG&L/RIA Group,1997.
- [15] VanZeeRD, SpinlerS. Real option valuation of public sector R&D investments with a down-and-out barrier option [J]. *Technovation*. 2014, 34(8):477-484.
- [16] 曹成. 人工智能在电子信息技术中的应用[J]. *电子技术*, 2023, 52 (03): 322-324
- [17] 陈小悦, 杨潜林. 实物期权的分析与估值[J]. *系统工程理论方法应用*, 1998 (03): 6-9.
- [18] 成京联, 阮梓坪. 企业价值理论与企业价值评估[J]. *求索*, 2005, (10): 33-35.
- [19] 丁丽君. 互联网企业价值评估方法的选择及应用[J]. *市场研究*, 2020, (03): 42-43.
- [20] 方曙, 武振业. 实物期权理论及其在企业决策中的应用[J]. *科学管理研究*, 2001, (02): 42-46.
- [21] 郭佳磊, 薄建奎. 基于实物期权视角下的物联网企业价值评估[J]. *商业观察*, 2023, 9(26): 87-91.
- [22] 郭晓语, 刘唯宾, 钱雨. 我国人工智能产业及技术发展现状[J]. *质量与认证*, 2023, No. 198(04): 46-48.
- [23] 郝威亚等. 经济政策不确定性如何影响企业创新?——实物期权理论作用机制的视角[J]. *经济管理*, 2016, 38(10): 40-54.
- [24] 胡晓明, 胡辰阳, 姚思嘉. 基于 Schwartz-Moon 模型的科创企业价值评估——以睿创微纳为例[J]. *市场周刊*, 2022, 35(10): 5-8+12.
- [25] 贾纬璇. 关于折现自由现金流量的公司价值分析[J]. *财政研究* 2009(02): 74-77
- [26] 姜利华. 人工智能技术在机械设计与制造中的应用[J]. *电子技术*, 2023, 52 (03): 337-339.
- [27] 蒋大富, 梅雨. 高新技术企业价值评估的方法选择[J]. *财会月刊*, 2011, (23): 65-67.
- [28] 梁迎丽, 刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J/OL]. *中国电化教育*, 2018(03): 24-30.
- [29] 廖理, 汪毅慧. 实物期权理论与企业价值评估[J]. *数量经济技术经济研究*, 2001(03): 98-101.
- [30] 刘晨, 崔鹏. 研发投入、企业规模与人工智能企业的生产效率——基于三阶段 DEA 模型与 Tobit 模型的二阶段分析[J]. *财贸研究*, 2022, 33(05): 45-55.
- [31] 刘降斌, 赵雅琪. 人工智能独角兽企业价值评估方法比较分析[J]. *商场现代化* 2021, (24): 46-48.

- [32]马蒙蒙,蔡晨,王兆祥.基于二叉树期权定价模型的企业 RD 项目价值评估研究[J].中国管理科学,2004,(03):23-28.
- [33]梅立润.人工智能企业的权力生产及其政治影响[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2023,25(02):13-21.
- [34]潘鹏杰,张欣.实物期权法在评估互联网企业价值中的应用研究[J].产业创新研究,2023,(04):96-98.
- [35]齐安甜,张维.实物期权理论及在企业并购价值评估中的应用[J].中国软科学,2003,(07):129-132.
- [36]王飞航,徐迪.实物期权法在网络企业价值评估的应用[J].技术经济与管理研究,2004,(06):43-44.
- [37]王建中,李海英.企业价值评估的 DCF 模型实证研究中国资产评估,2004(07):11-15.
- [38]王进,王丽珊.人工智能产业影响经济增长的作用机制与实证检验[J].山东财经大学学报,2019,31(06):54-63.
- [39]王俊功.人工智能上市公司价值评估[D].兰州大学,2018
- [40]王玲,刘春学,王玉元等.基于 Schwartz-Moon 定价模型的通信设备企业价值评估研究——以中兴通讯为例[J].中国资产评估,2021,(10):22-29.
- [41]王少豪.高新技术企业价值评估[M].中信出版社,2002.
- [42]杨成炎,张洁.现金流折现法与实物期权估价法之比较及运用——以隆平高科公司价值评估为例[J].财会月刊,2016(19):26-31.
- [43]袁益伟.基于 Schwartz-Moon 模型的企业价值评估——以精英动漫为例[J].中国集体经济,2023,(20):86-89.
- [44]苑秀娥,魏冬梅,刘志彬.基于实物期权法的风力发电企业价值评估研究[J].会计之友,2014,(05):109-112.
- [45]余丹丹,骆公志.基于 M-DCF 模型的企业价值评估研究——以中材科技为例[J].中国物价,2023(10):125-128.
- [46]于书宝.企业价值评估方法 DCF 与 EVA 的比较分析[J].长春大学学报,2012,22(03):261-264.
- [47]赵晟楠.我国人工智能产业结构优化及影响因素研究[J].中国经贸导刊(中),2020(11):43-45.
- [48]赵巧敏.人工智能行业投资分析[J].机器人技术与应用,2016(05):40-48.

- [49]郑建明, 范黎波. 不确定性、实物期权与企业价值——基于简约 Schwartz-Moon 模型的分析[J]. 数学的实践与认识, 2008, 37(05): 42-48.
- [50]郑征, 朱武祥. 模糊实物期权框架下初创企业估值[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2019, 59(01): 73-84.
- [51]朱锡庆, 黄权国. 企业价值评估方法综述[J]. 财经问题研究, 2004, (08): 58-61.
- [52]宗义湘, 陈宇, 张润清. 企业价值评估方法评价[J]. 河北农业大学学报(农林教育版), 2002, (01): 48-50.

附录

```
clc
close all
clear all
%
N = 20000;
%
T = 2.5;
%
volt(1,1)=0.1033;%
vol_long=0.2293;%
mu_long=0.2006;%
dt=1;
lcstd=0.0975;%
fixcost=23086;%
vSpeed=0.5545;%
gammaStd=0.9376;%
rf=0.0287;%
T0=5;
CR=0.0674;%
DR=0.135;%
lamda=-0.01056;%
tax0=0.1;%
M=10;
V=zero(1,N);
u=zero(T,N);
u(1,:)=0.3682;%
eta=zero(T,N);
eta(1,:)=0.1468;%
longcost=zero(T,N);
longcost(1,:)=0.046;%
r=zero(T,N);
r(1,:)=412674.2;%
gamma=zero(T,N);
gamma(1,:)=0.8925;%
Dep=zero(T,N);
P=zero(T,N);
P(1,:)=50222.25;%
X=zero(T,N);
X(1,:)=211667.81;%
num=0;
flag=1;
for m=1:N
    for i=2:T
        volt(i,m)=volt(1,1)*exp(-vSpeed*(i-1))+vol_long*(1-exp(-vSpeed*(i-1)));
```

```

eta(i,m)=eta(1,1)*exp(-vSpeed*(i-1));
longcost(i,m)=longcost(1,1)*exp(-vSpeed*(i-1))+lcost*(1-exp(-vSpeed*(i-1)));
u(i,m)=u(i-1,m)*exp(-vSpeed*dt)+mu_long*(1-exp(-vSpeed*dt))+(((1-exp(-
2*vSpeed*dt))/(2*vSpeed))^0.5)*eta(i-1,m)*randn;
r(i,m)=r(i-1,m)*exp((u(i-1,m)-lamda*volt(i-1,m)-volt(i-1,m)^2/2)*dt+volt(i-
1,m)*dt^0.5*randn);
gamma(i,m)=gamma(i-1,m)*exp(-vSpeed*dt)+gammaStd*(1-exp(-vSpeed*dt))+(((1-exp(-
2*vSpeed*dt))/(2*vSpeed))^0.5)*longcost(i-1,m)*randn;
%
cost(i,m)=gamma(i,m)*r(i,m)+fixcost;
%
Capx(i,m)=CR*r(i,m);
Dep(i,m)=DR*P(i-1,m);
P(i,m)=Capx(i,m)+P(i-1,m)-Dep(i,m);
if(r(i,m)-cost(i,m)-Dep(i,m))>0
    taoc=tax0;
else
    taoc=0;
end
Y(i,m)=(r(i,m)-cost(i,m)-Dep(i,m))*(1-taoc);
X(i,m)=X(i-1,m)+rf*X(i-1,m)+Y(i,m)+Dep(i,m)-Capx(i,m);
if X(i,m)<=0
    flag=0;
    flagBank(m)=1;
    break
else
    flag=1;
    flagBank(m)=10;
end
end
if(flag==1)
    Q(m)=X(T,m);
    V(m)=(X(T,m)+M*(r(T,m)-cost(T,m)))*exp(-rf*T0);
end
end
figure
plot(V)
figure
ansSort=sort(V);
hist(V,100)
%
totalFvValue=mean(V);
%
corpValue=totalFvValue*exp(-rf*T0);

```

致谢

时光荏苒，转眼间我的研究生生涯即将画上句号。在这个充满挑战与收获的旅程中，我得到了太多人的帮助与支持，借此机会，我谨向所有帮助过我的人表达我最诚挚的感谢。

首先，我要感谢我的导师。在我研究生学习的这段时间里，您严谨的学术态度、深厚的学术造诣和宽广的学术视野，无不深深地影响着我。您不仅是我学术道路上的引路人，更是我人生路上的榜样。您对我的论文从选题、构思到撰写都给予了精心的指导，您的每一次建议都让我受益匪浅。在此，我衷心地向您表达我的敬意和感激。

同时，我也要感谢学院的各位老师。您们的教诲让我受益良多，您们的关怀和支持让我在研究生期间倍感温暖。在学术上，您们给予我指导；在生活中，您们给予我关怀。您们的辛勤付出，让我深感研究生生活的充实与美好。

我还要感谢我的同学们。我们一起度过了充实而难忘的研究生时光，我们一起学习、一起讨论、一起进步。你们的陪伴让我感受到了友谊的温暖，你们的鼓励让我在困难面前更加坚强。感谢你们在我的研究生生活中留下了美好的回忆。

此外，我要感谢我的家人。是您们一直以来的支持、理解和鼓励，让我能够安心地投入到学术研究中。您们的无私奉献和默默付出，是我不断前进的动力。无论我遇到什么困难，您们都是我最坚实的后盾。

最后，我要感谢所有参与我论文评审和答辩的专家和学者。您们的宝贵意见和建议，让我更加深入地认识到自己研究的不足和需要改进的地方。我将继续努力，不断提高自己的学术水平。

在此，我再次向所有帮助过我的人表示衷心的感谢。我会珍惜这段美好的研究生时光，将所学所得运用到未来的工作和生活中，为实现自己的人生价值而不懈努力。