

分类号_____

密级_____

U D C _____

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 二叉树期权定价模型在企业价值评估中的应用

研究——以科大讯飞为例

研究生姓名: 董育豪

指导教师姓名、职称: 高天宏 教授 陈玮 副教授

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: 2022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科研成果。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： 董育豪 签字日期： 2022.6.4

导师签名： 高天君 签字日期： 2022.6.4

导师(校外)签名： 陈伟 签字日期： 2022年6月6日

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： 董育豪 签字日期： 2022.6.4

导师签名： 高天君 签字日期： 2022.6.4

导师(校外)签名： 陈伟 签字日期： 2022年6月6日

Application of Binary Tree Option Pricing Model in Enterprise Value Evaluation —— Taking IFLYTEK as An Example

Candidate: Dong yuhao

Supervisor: Gao tianhong

摘要

当前，随着人工智能逐渐与各个产业相融合，其重要程度愈发明显，《2020年国务院政府工作报告》将人工智能纳入新型基础设施建设中，引发社会关注。在国家产业政策的支持和投资者的追捧下，资本市场人工智能板块的投融资活动、并购重组活动越来越多，市场对企业价值的评估需求也逐渐增加。对人工智能企业的价值进行合理评估，有助于给予市场投资者清晰的认识，避免其盲目投资，也能作为同行业公司进行企业价值评估时的参考。

基于科大讯飞股份有限公司在人工智能领域的代表性地位，论文采用案例分析法，选择科大讯飞作为评估对象进行研究。本文查阅了国内外相关文献资料，梳理了企业价值评估理论，对高新技术企业价值评估和实物期权法的使用进行了研究，归纳了评估方法的使用条件和优缺点，赞成将未来收益转化为价值的思路，指出传统评估法将企业经营管理看作静态过程，无法量化发展不确定性对企业价值的影响，故选择在现金流折现的基础上，采用二叉树期权定价模型进行研究。在模型的构建上，本文首先以营业收入为切入点，逐步构建企业自由现金流二叉树；然后，将现金流折现来构建企业价值二叉树；最后，考虑到放弃期权情况，构建包含放弃期权价值的企业价值二叉树。在经过模型的应用分析后，本文使用PEG评估法判断出案例企业当前市值被高估，而评估所得企业价值低于企业市值，间接验证了评估结果的合理性。通过研究，本文认为：第一，二叉树模型比传统评估法更适合对人工智能行业处于成长期的企业进行估值；第二，二叉树模型实用性强，评估结果接近企业真实价值。

关键词：二叉树期权定价模型 企业价值评估 科大讯飞

Abstract

At present, with the gradual integration of artificial intelligence with various industries, its importance is becoming more and more obvious. The 2020 Report on the Work of the Government of The State Council has included artificial intelligence in the construction of new infrastructure, which has aroused social attention. Benefited by the support of national industrial policies and the pursuit of investors, the investment, financing and M & A activities in the field of artificial intelligence in the capital market are increasing day by day, and the market demand for enterprise value evaluation is also gradually increasing. Reasonable evaluation of the value of artificial intelligence enterprises is helpful to give market investors a clear understanding, avoid blind investment, and can also be used as a reference for the enterprise value evaluation of the same industry companies.

Based on the representative position of iFLYTEK in the field of artificial intelligence, this paper selects iFLYTEK as the evaluation object by using the method of case analysis. This paper combs the theory of enterprise value evaluation, studies the application of high-tech enterprise value evaluation method and real option method, summarizes the application conditions, advantages and disadvantages of evaluation method, and puts forward the value evaluation of high-tech enterprise

This paper puts forward the idea of transforming future income into value, and points out that the traditional income method believes that the operation of enterprises is a static process. Because it is impossible to quantify the impact of development uncertainty on enterprise value, this paper selects the binary tree option pricing model based on discounted cash flow. In the construction of the model, firstly, taking the operating income as the starting point, this paper gradually constructs the binary tree of enterprise free cash flow. Then the cash flow is discounted and the binary tree of enterprise value is constructed; Finally, considering the abandonment of options, an enterprise value binary tree containing the value of abandonment options is constructed. Through the analysis of the application of the model, this paper uses the PEG evaluation method to judge that the current market value of the company is overestimated, and the value of the evaluated company is lower than the market value of the company, which indirectly proves the rationality of the evaluation results. The binary tree model is more suitable for evaluating the growing enterprises in the artificial intelligence industry than the traditional evaluation method; Second, the binary tree model is practical, and the evaluation results are close to the actual value of the enterprise.

Keywords: Binary tree option pricing model; IFLYTEK; Enterprise value

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	2
1.3 文献综述	3
1.3.1 企业价值评估理论研究	3
1.3.2 高新技术企业价值研究	4
1.3.3 实物期权法下的企业价值研究	6
1.3.4 文献述评	7
1.4 研究内容与技术路线	7
1.4.1 研究内容	7
1.4.2 技术路线	8
1.5 研究方法和主要创新点	10
1.5.1 研究方法	10
1.5.2 主要创新点	10
2 相关理论及评估方法的分析与选择	11
2.1 相关理论	11
2.1.1 企业价值理论	11
2.1.2 实物期权理论	12
2.2 评估方法的分析与选择	13
2.2.1 传统评估方法	13
2.2.2 实物期权法	16
2.2.3 评估方法的选择	18
2.3 本章小结	20
3 科大讯飞企业概况	22

3.1 科大讯飞简介	22
3.1.1 基本情况	22
3.1.2 业务现状	22
3.2 科大讯飞外部环境分析	25
3.2.1 行业现状	25
3.2.2 产业政策现状	26
3.2.3 企业外部风险分析	27
3.3 科大讯飞内部环境分析	27
3.3.1 企业资源	27
3.3.2 核心竞争力	29
3.3.3 企业内部风险分析	30
3.4 科大讯飞企业财务分析	31
3.4.1 盈利能力	31
3.4.2 营运能力	32
3.4.3 偿债能力	32
3.4.4 发展能力	33
3.5 本章小结	34
4 二叉树期权定价模型的构建与案例应用分析	35
4.1 二叉树期权定价模型的构建	35
4.1.1 税后经营净利润二叉树的构建	35
4.1.2 净投资二叉树的构建	36
4.1.3 企业自由现金流二叉树的构建	36
4.1.4 企业价值二叉树的构建	37
4.2 二叉树期权定价模型的案例应用分析	39
4.2.1 计算税后经营净利润二叉树	39
4.2.2 计算净投资二叉树	43
4.2.3 计算企业自由现金流二叉树	44
4.2.4 确定折现率	44
4.2.5 计算企业价值二叉树	46

4.3 评估结果合理性检验	49
5 研究结论与展望	51
5.1 研究结论	51
5.2 研究展望	52
参考文献	53
后记	57

1 绪论

1.1 研究背景

自上个世纪五十年代“人工智能”被提出以来，在产学研的共同努力下，人工智能技术得到长足发展，在深度学习、语音技术等方面进展明显。如今，人工智能不断促进各行业发展，已经融入人类社会的方方面面，在许多领域对人类生活产生重大影响，并起到了不可替代的作用。世界主要大国积极制定和实施促进人工智能产业的发展政策，美国、欧盟更是将其作为国家战略，予以重点支持。我国政府对人工智能十分重视，一直给予有力的政策支持，不断推动各大学、研究机构以及企业深入研究人工智能，加快促进我国产业升级的步伐。

人工智能技术的突破加快了实际应用的落地，使得该领域前景广阔。得益于政府的高度重视和社会的广泛关注，人工智能产业正在我国快速发展，其资本市场的交易活动也逐渐活跃，该类型企业的评估需求也日趋增长。科大讯飞股份有限公司凭借着不断加大的研发投入和持续增强的科研创新动力，拥有世界领先的过硬技术实力，成为我国人工智能语音识别、合成技术方面的龙头企业，以高速增长受到资本市场的瞩目。科大讯飞是国家重点扶植和发展的企业，对我国科技发展、产业升级有着不可忽视的推动作用，它的企业价值评估具有示范性，可以作为行业内其他公司进行企业价值评估时的参考，因此，探究科大讯飞的真实价值是非常有必要的。

人工智能公司属于高新技术企业，我国对此类型企业价值评估的研究大部分采用的是包括市场法、收益法在内的传统评估方法，然而传统评估方法有其局限性，它们过多关注企业经营的稳定性，忽视了高新技术企业发展的不确定性给企业价值所造成的影响，同时也忽视了经营管理决策所体现的实物期权价值。因此，本文选择二叉树期权定价模型来解决以上两种问题，期待能准确地评估出科大讯飞的真实价值，为人工智能行业的企业价值评估带来一些参考。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究目的

本文研究目的基于以下几点：第一，通过对企业价值评估方法的分析，发现二叉树期权定价模型能够很好地处理公司发展中的不确定性问题，考虑到经营管理决策的灵活性，本文将探究在放弃期权情况下的科大讯飞企业价值；第二，科大讯飞是我国人工智能行业的龙头企业，在行业内具有重要地位，它的企业价值评估具有示范性，可以作为行业内其他公司进行企业价值评估时的参考；第三，科大讯飞是人工智能板块重要的投资对象，对科大讯飞的企业价值评估可以让投资者对其真实价值有清晰的认识，避免投机和盲目投资。

1.2.2 研究意义

在理论上，实物期权法一般使用在发展具有不确定性的初创企业、成长型企业 and 高新技术型企业，人们较多采用该方法下的 B-S 期权定价模型进行评估，相比之下，二叉树期权定价模型的使用较少。本文在使用该模型时，将以营业收入为切入点，逐步预测企业自由现金流量，解决现金流的不确定性，从而解决企业发展的不确定性问题。本文考虑了放弃期权的企业价值，这使得评估结果体现了企业经营管理的灵活性，让评估结果更加完善。因此，本文具有一定独特性，可以丰富有关企业价值评估研究的内容。

在实践上，对于投资者而言，科大讯飞企业价值评估可以使他们更清楚地了解目标公司的真正价值，帮助他们做出恰当的投资决定；对于科大讯飞本身，企业价值评估结果不仅能体现公司经营管理能力，也能在一定程度上反映公司的未来发展趋势。评估结论能为企业的并购、重组、融资上市等活动提供合理的价值参考，可以及时反映企业存在的问题，并帮助企业在经营管理活动上做出相应的调整；对于资产评估从业人员而言，由于实物期权法在评估活动的实际运用较少，本文采用的二叉树期权定价模型对从业人员在评估方法的使用方面具有一定借鉴意义。

1.3 文献综述

1.3.1 企业价值评估理论研究

（一）国外研究现状

企业价值评估理论起源于西方，在历经一百多年后的发展后，目前西方已经构建起了一套成熟的理论体系。

Fisher (1906) 对资产价值的来源以及形成进行了研究，对利率的产生条件做了分析，详细地阐述了利率如何连接起资本和收入，他的一系列观点成为了现代企业价值评估理论的基础。Fisher (1930) 在此前研究的基础上深入探讨了价值与收入的关系，认为资产的现有价值由其未来所创造的收益决定。Williams (1938) 将股利作为收益口径，提出了股利折现模型，这是首个现金流折现模型。Modigliani 和 Merton Miller (1958) 探讨了企业发展过程中存在的不确定性，研究了不确定性如何影响企业价值的路径，两人在 1961 年深入地研究了股利增长与股利政策之间的关系，并由此提出了 MM 股利无关论。Sharpe (1966) 提出了 CAMP 模型，该模型反映了证券市场系统性风险与资产报酬之间的关系，奠定了现代证券市场价格理论的基础。

Black 和 Scholes (1973) 将无风险动态对冲引入到期权收益的求取中，建立了 B-S 期权定价模型，这是最早的期权定价法，适合对金融资产的定价。Myers (1977) 在研究时注意到现金流量折现法没有考虑投资项目的决策灵活性对其价值的影响，现金流量折现法不适合评估该类项目的价值，Myers 结合了期权定价法的理念，将资产的未来决策价值纳入评估价值范畴，提出了实物期权法。Rubinstein 和 Cox Ross (1979) 在前人的研究基础上，提出了比 B-S 模型推导更为简单，资产价格不需要服从正态分布的二叉树期权定价模型。该模型将实物资产的价值分为不同时间区段，假设价值有上升和下降的概率，体现了实物资产的潜在获利能力，有效解决了传统评估方法无法量化决策对实物资产价值产生影响的问题。

Stern Stewart 公司 (1989) 从企业经营目标出发，认为企业创造的利润必须高于投入资本，企业才会有存在意义，由此提出经济增加值估值法 (EVA)。Tom Copeland (2012) 仔细研究了资本市场中企业价值的决定因素，深刻分析了

现金流量的来源和组成，在原有理论上创造性地提出了麦肯锡评估模式。Lenos Trigeorgis (2012) 研究了企业在经营管理活动中所做决策对企业价值的影响，认为实物期权法可以将这种影响带入对企业价值的评估中，评估经营决策灵活性所产生的价值。

(二) 国内研究现状

国外学者于上世纪初就已开展企业价值评估的理论研究，由于开放时间较晚，国内学者则是从上世纪九十年代才开始关注企业价值评估的理论研究，因此，我国使用的评估理论大多来自西方国家的研究著作，但是我国学者通过积极地学习，在较短时间内取得了良好的进展。

有的学者对评估理论进行了研究。李麟、李骥 (2001) 以企业发展所依赖的环境出发，探讨了企业经营追求的价值目标，研究了企业价值评估理论，分析了各个评估方法的优点与不足。傅依、张平 (2010) 从企业的内在价值出发，梳理了企业价值评估理论，对评估方法的应用做了分析，强调了内在价值对企业价值评估的重要性。

有的学者对实物期权理论进行了专门研究。龚朴 (2006) 结合数学知识，较为深入地研究了复合期权理论，他将该理论用到解决公司可转换债券定价的问题上并得到取得了进展。戴欣 (2007) 探究了 B-S 期权模型的定价问题，通过 EXCEL 来实现模型的建立和敏感性的分析，运用实例来证明 B-S 模型的优越性。王道平 (2013) 强调了企业发展的不确定性对企业价值的影响，梳理了实物期权法的适用范围，指出发展不确定性较高的企业应采用实物期权法进行估值。

1.3.2 高新技术企业价值研究

(一) 国外研究现状

国外学者从不同角度对高新技术企业的估值进行了研究。Anning 和 Blodge (1998) 两位学者结合高新技术企业的特点，通过调整比率的方法，对市盈率估值模型作了修改，并以亚马逊公司为案例进行估值，阐释了修改后模型的优越性。Warburg、Wolf (1998) 认为 EVA 模型能准确地评估企业价值，股权投资者与债权投资者一样有机会成本，他们以高新技术企业为例，指出使用该模型时要能够客观地计算出资本总额，由此得到的评估结果才能真实地反映企业价值。

许多学者注意到实物期权法相较于传统评估方法的独特优势,将该方法应用到实际中,促进了高新技术企业价值评估的研究。Weiner、Copeland(1990)通过对高新技术企业的研究,发现该类型企业的发展有着较大的不确定性,主要体现在产品的更新换代较快、研发的沉没成本较高,除此以外,企业的投资决策会随着时间的推移而进行适当调整。基于这种发展的不确定性,两位学者认为实物期权法较传统评估方法更适合对高新技术企业进行估值。Wetzstein(1999)总结了实物期权法的适用条件和高新技术企业的发展特点,认为实物期权法适用于对这类企业进行估值。

(二) 国内研究现状

在我国,高新技术企业正蓬勃发展,成为推动经济增长的重要一极,在此背景下,国内学者加大了高新技术企业价值评估的研究。

有些学者采用修正的传统评估法。赵亦豪、吴清(2021)利用修正的市研率法进行应用分析,他们针对高新技术企业的特点,选择对评估模型中的平均市研率和研发净利率两个指标进行调整,由此得到的估值偏差比由市净率法得到的估值偏差更小,显示了该方法的优越性。

有的学者采用实物期权法。王晓云(2006)研究了高新技术企业生产经营中存在的独特性,指出该类型企业的发展潜力巨大,但经营风险也不容小觑,因此企业发展的不确定性较高。该学者认为B-S模型可以很好地解决企业价值评估中有关不确定性的问题。王静、齐彩云、张东(2011)研究了传统评估方法的局限性,认为传统评估方法无法准确地评估高新技术企业的价值,他们选择实物期权法,并对二叉树模型做了改进以更加契合企业的发展特点。三位学者把扩张经营当作一种期权,探究了在此种情况下的企业价值。王国萍(2013)研究了高新技术企业的价值特点,认为高新技术企业无论是在管理上,还是在未来的发展上,都有着不稳定性,即不确定性,指出传统评估方法无法确定经营管理的调整对企业价值的影响,而实物期权法可以将经营管理的调整当做期权,进而评估在这种期权下的企业价值。

有的学者采用组合方法。左庆乐(2004)指出对高新技术企业价值的评估不仅要看到企业未来盈利能力的折现价值,还要看到各种未来机会的潜在价值,因此,他分别采用了折现法与实物期权法对各个部分价值进行评估,从而得到企业

整体价值。李丽（2008）同样将高新技术企业的价值看作两部分，一部分是基于现有资产的经营价值，另一部分是基于各种机会的潜在价值，作者采用 EVA 和实物期权法分别评估各部分价值，通过加总求得企业整体价值。

1.3.3 实物期权法下的企业价值研究

（一）国外研究现状

到了 21 世纪，国外学者不断深化实物期权理论，将实物期权法的运用推向新的高度。Schwartz 和 Moon（2001）将实物期权的思想应用到企业价值评估中，建立起连续时间序列模型并将其离散化，以随机数反映变量，结合 Monte Carlo 模拟法对一家互联网公司的价值进行评估。Kellogg 和 Charles（2010）在对一家公司进行估值时，将投资项目看作增长期权，采用二叉树期权定价模型来评估其股价。在随后的研究中，两位学者将公司视为由多个投资项目组成的集合体，并采用案例分析的方式，使用实物期权法做了应用研究。

（二）国内研究现状

随着国内学者对实物期权法了解的加深，越来越多的学者开始使用实物期权法进行企业价值评估的研究。

郑建明、范黎波（2008）在评估百度公司价值时，以现金流折现为基本思路，使用实物期权法来解决不确定性问题，由此提出了简约的 Schwartz——Moon 模型，随后借助 Monte Carlo 模拟法完成了估值。曹国华、陈艳丽、章文芳（2010）在对基础评估方法和实物期权法的分析之上，采用二叉树期权定价模型对创业板企业进行估值。三位学者们使用二叉树模型，以销售收入为起点逐步构建二叉树来解决现金流的不确定性，从而得到了适合于创业板企业的评估模型，并佐以案例进行了具体分析。夏勇（2020）承袭了国内一些学者的观点，将企业价值分为两部分，现有资产价值通过现金流折现得到，各种机遇风险形成的潜在价值由二叉树期权定价模型估算得到。孙志红、张娟（2020）在研究传媒企业估值问题时，以实物期权理论为基础，借鉴了市场法的思想，首先选出 10 家可比企业，构建了一套行业内的企业财务能力评价体系并求出了各企业的权重，再利用 B-S 模型对可比企业进行估值，最后使用权重修正估值，从而得到传媒企业的价值。

1.3.4 文献述评

经过国内外学者不断探索与研究，目前学界已经构建出一套较为完备、成熟的企业价值评估方法，比如传统的三大方法以及实物期权法，这些方法被广泛运用到实际的评估活动中，经受着时间的检验，同时不断地衍生出新的模型。不过，每个评估方法都是基于一定的前提得出来的，它们从某一个角度出发来解决特定的问题，所以这也导致了每种方法都不可能顾及评估中的所有方面。正因如此，没有一套评估方法可以直接运用于所有企业。人们在进行企业价值评估时，需要将评估对象的特点与评估模型的适用范围综合在一起考虑来选择估值模型，在必要时须对模型进行改进从而达到更好的评估效果。

在有关实物期权法下的企业价值评估研究方面，国内有的学者将企业价值划分为两部分，分别使用现金流折现法与 B-S 期权定价模型或二叉树期权定价模型来评估企业当前资产价值与潜在获利机会价值；有的学者使用二叉树期权定价模型预测企业未来自由现金流，进而评估未来发展不确定情况下的企业价值；有的学者将企业整体看作一个增长期权，使用 Schwartz——Moon 模型进行评估。事实上，每一种模型都有各自的优缺点，并不是一种方法比另一种方法更优越，评估时要根据实际情况选取合适的模型。经过对文献的研究，可以看出二叉树期权定价模型的使用限制条件较少、计算较为简捷并且其计算过程充分考虑了现金流量上升或下降的可能性，可以预先展示企业每一步的发展，帮助企业管理者做决策，因此，二叉树期权定价模型在实际应用中有着较强的可操作性，其评估结果具有可靠性。

1.4 研究内容与技术路线

1.4.1 研究内容

论文将会从以下五个方面展开：

第一章为绪论。本章首先将阐述论文的研究背景和研究意义，其次梳理国内外相关文献，其中，重点对高新技术企业价值研究以及实物期权法下的企业价值研究进行整理和归纳，然后对文献进行述评，形成自身的看法，接着介绍研究内

容与技术路线，最后阐述研究方法和主要创新点。

第二章为相关理论及评估方法的分析与选择。本章将依次介绍论文理论基础，即企业价值理论和实物期权理论，分析包括传统评估方法和实物期权法在内的企业价值评估方法的使用条件和优缺点，选择此次研究的评估方法。

第三章为科大讯飞企业概况。本章首先对科大讯飞的简介和业务做介绍，其次分析企业内外部环境以及面临的风险，最后分析企业的财务状况。

第四章为二叉树期权定价模型的构建与应用分析。本章将评估时期划分为“预测期”和“后续期”两个时段。在预测期内，本章将以历史数据为依托，以营业收入为切入点，将预测期内的各年份分为不同时点，通过预测各年份营业收入，构建营业收入二叉树，进而分别构建税后经营净利润二叉树、净投资二叉树和企业自由现金流二叉树。在后续期内，假设企业以固定增长率成长，使用永续增长模型计算这阶段的企业价值。考虑到企业经营管理的灵活性所创造的价值，本章将构建放弃期权情况下的企业价值二叉树，放弃期权即为放弃原计划经营。本章将利用历史数据，对未来各年度的放弃期权价值进行预测，并以预测数据为基准，对企业价值二叉树的数据进行调整，最终得到的评估结果将是企业在选择按照原计划经营或放弃期权情况下的最优选择。本章将根据构建好的模型应用到案例企业的估值中，依次计算预测期内的营业收入二叉树、税后经营净利润二叉树、净投资二叉树和企业自由现金流二叉树，然后选取合适的折现率和增长率算出包括后续期在内的企业价值二叉树，接着再计算放弃期权情况下的企业价值，最后对此次研究的评估结果进行合理性检验。

第五章为研究结论与展望。本章将通过全文研究内容的分析，得出研究结论，提出未来研究展望。

1.4.2 技术路线

本文以人工智能发展热潮为背景，探究科大讯飞企业价值。首先，在研究了大量文献后，本文总结和分析了相关理论与评估方法，选择了二叉树期权定价模型；其次对科大讯飞整体概况做了分析；然后构建评估模型；最后将评估模型应用到案例企业的估值中，并检验了评估结果的合理性。论文行文逻辑如图 1.1 所示：

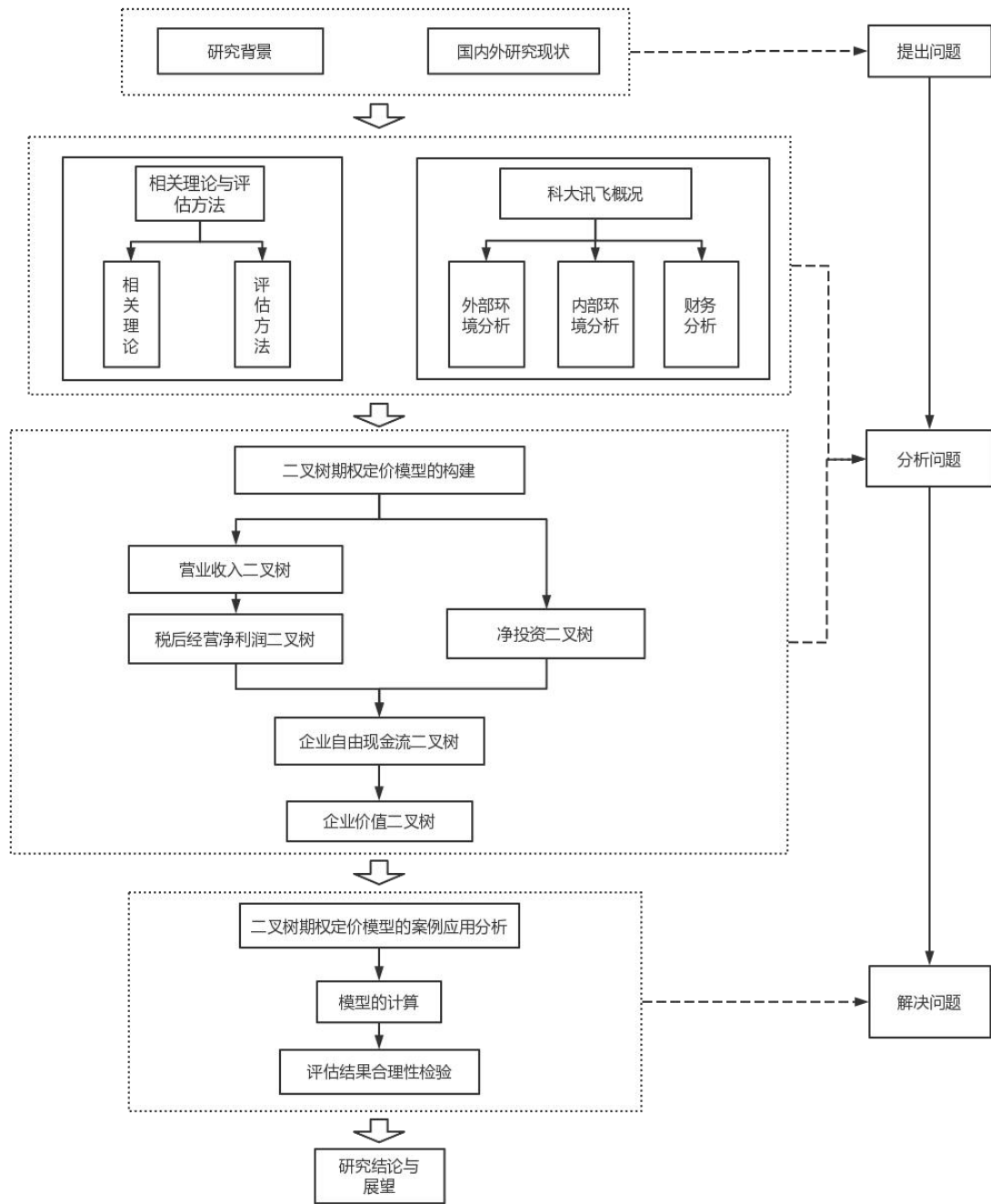


图 1.1 技术路线图

1.5 研究方法和主要创新点

1.5.1 研究方法

本文采用案例分析法作为研究方法。案例分析法把在某一领域具有代表性的企业当作研究对象，结合企业外部环境，就企业经营管理中的问题做周密且细致地分析，从而由点及面，获得一般性的总体认识。

案例分析法的优点在于：第一，案例分析不仅能够对现象进行概括性地表述，还能对产生现象的原因做深入研究，有利于研究者明白事情原委；第二，案例分析对象来源于客观实践，具有代表性，使得研究内容能够反映真实情况，研究结果在一定范围内有普适性的意义，有助于解决社会生活中的具体问题；第三，案例分析涉及真实场景，在分析过程中可能发现以往研究没有注意的现象，这可能为研究提供新的思路。

本文选取科大讯飞股份有限公司作为评估对象。在分析了科大讯飞企业内外部环境和企业财务状况后，本文以科大讯飞年度报告和相关网站资料为数据基础，首先以营业收入为出发点，然后逐步求得企业税后经营净利润二叉树、自由现金流二叉树和企业价值二叉树，最后探索放弃期权情况下的企业价值。

1.5.2 主要创新点

此次研究创新主要体现在以下两点：

第一，本文使用二叉树期权定价模型模拟营业收入上升或下降的变动，由此构建的营业收入二叉树体现了具有增长潜力和风险的企业在发展过程中面临的不确定性，有利于提高评估结果的精确度。

第二，本文将企业管理者所作决策对企业价值产生的影响纳入考虑范围，将企业放弃原经营计划当作放弃期权，求取此情况下的企业价值。评估结果蕴含实物期权价值，体现了企业经营管理的灵活性。

2 相关理论及评估方法的分析与选择

2.1 相关理论

2.1.1 企业价值理论

企业价值即企业作为一个资产综合体的整体价值，从不同角度出发，企业价值有着不一样的概念。企业价值可分为以下几种类型：

内在价值，由企业自身的本质特征和内涵所决定，是企业客观存在的价值，它通过企业未来现金流折现得到。内在价值的测量不受投资者特性的干扰，不过在评估活动中，因评估人员自身专业素养参差有别，其价值高低受到评估人员对企业未来发展的预估、宏观经济趋势的判断、企业所处行业前景分析的影响，由此得到的估值受到较大的主观判断因素的干扰，存在着随意性。

账面价值，是指根据被评估企业的历史数据资料，以会计的权责发生制为原则，评估得到该企业在历史某一时刻上的企业价值，它等于企业总资产减去总负债的余额，即净资产。因为资产负债表充分地反映了企业各项资产、负债和权益信息，通常情况下，评估人员会直接提取资产负债表上的信息以确认企业的账面价值。

市场价值，即公允价值，是指被评估企业作为交易对象，在公开市场上出售时的市场价格。企业的市场价格是内在价值的表象，内在价值是市场价格内涵所在。在信息对等、没有其他因素干扰的理想市场中，市场价格与内在价值在数量上是相等的，但在实际生活中，由于投机行为、信息闭塞等原因的影响，使得市场价格围绕内在价值变化。此外，市场价值不等同于账面价值，因为，通货膨胀、科学技术的进步导致资产的贬值以及各类资产产生的协同效应让企业的账面价值有别于市场价值。

重置价值，指以现时条件重新建造或购买与被评估企业完全相同的企业所需的开支，包括企业的规模、生产技术水平等条件须完全一样。重置价值的计算涉及对被评估企业各项资产价值的判断，强调价值的现时性。

清算价值，指在无法持续经营的情况下，企业出售整体资产的收入，减去负

债和清算成本后剩余的现金净额。清算分为正常清算和廉价清算，正常清算情况下，企业会被出售给竞价最高的买方，廉价清算情况下，企业会以较低的价格出售给买方。

基于以上理论的分析，市场价值代表着公允价值，其表现形式市场价格受到交易者的接受和认可，只要进行合理地评估，市场价值能够体现企业的真实价值，故本文采用市场价值作为案例的价值评估类型。

2.1.2 实物期权理论

实物期权指投资者在未来的某段时间内，根据对形势的判断，通过支付某种成本的方式来开展活动的权利。具体地，实物期权是投资者在面临纷繁复杂的各种投资机会时所具有的投资决策权利。

实物期权由金融期权演化而来，但两者的内涵有着巨大的不同，比如在独占性和可交易性等方面的差异很大。实物期权将实物资产置于不确定的环境中，通过确定未来现金流量的波动范围，描述未来现金流量概率的分布特点，获得准确的未来现金流量值。实物期权注重不确定性给实物资产带来的影响，认为正是由于不确定性的存在使得实物资产拥有潜在价值。

实物期权有以下几种类型：

延期期权，例如，投资者依靠对项目未来发展的判断，认为项目风险较大，如期开展投资对自身不利，选择推迟投资日期。

放弃期权，例如，投资者在市场行情不好、项目亏损的情况下，或者判断项目在未来存在盈利不佳、收不抵支的可能，有权不再对项目进行继续投资。

缩小期权，例如，投资者对已投项目不再看好，认为按照目前的投资强度不会产生相匹配的收益，决定在未来逐步缩小投资，减少不必要的支出。

扩张期权，例如，投资者因对某个项目投入了较少资金获得了不错收益，认为加大投入会产生更大收益，故选择进一步增加投入资金。

增长期权，例如，投资者在实施完对第一个项目的投资后，看好该项目所带来的后续项目前景，对后续连贯的项目进行再投资。

切换期权，例如，拥有投资项目执行权的投资者，可以在未来改变决定，将投资项目中的机器设备转换生产用途，其中的转换可以看作切换期权。

2.2 评估方法的分析与选择

2.2.1 传统评估方法

资产评估的传统评估法包括成本法、市场法和收益法三种基本方法，它们是市场上使用频率较高的经典评估方法，每种方法都包含了几种模型以应对不同评估情形。

(一) 收益法

收益法继承了 Fisher 的思想，站在盈利的角度评价企业价值高低，是通过预测企业未来收益，并进行合理折现从而得到评估值的一种方法。收益法认为企业创造出来，必须以盈利为目的，否则就没有经营的意义，企业的价值在于其经营期内所获得的收益，因此，在使用收益法对企业价值进行评估时，是以企业生产经营期间所创造的连续获利为基础的。收益法的使用具有明确的范围：一是能够合理预测企业未来各年度的收益；二是能够准确地判断未来收益期限；三是能够对企业获取收益所要承担的风险进行合理分析，以确定适当的折现率。在企业价值评估中，收益可按照性质的不同分为股利收益和现金流收益，在后者中，按照收益口径的不同可分为企业自由现金流和权益自由现金流，这些都代表了收益法下的不同模型，会在本文后面章节进行分析。收益法的计算方式分为以下两种：

年金资本化法，它适用于企业每年收益额度相等的情况，实际生活中，只要企业的收益稳定，变化不大即可使用。在方法的具体使用上，首先要综合分析企业生产经营情况、业务布局与增速、行业发展等与企业估值相关的因素，以此来预测企业未来年度的收益，然后对收益进行资本化处理，最后得到目标企业的价值。计算公式见(2.1)：

$$V = \frac{D}{r} \quad (2.1)$$

其中， V ——企业评估值、 D ——企业年金收益、 r ——资本化率。

分段法，这种方法与年金资本化法的区别在于，它把企业经营分为了两个不同时间区段，在首个时间区段内企业的未来收益各不相同，从下一个区段开始，企业各年度收益相同。企业整体价值由两个时间区段的企业价值相加得到。计算公式见(2.2)：

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r_t)^i} + \frac{A_{n+1}}{r_y} \times \frac{1}{(1+r_t)^n} \quad (2.2)$$

其中， A_i ——未来各年收益、 r_t ——折现率、 r_y ——资本化率。

如果企业收益在第二个时间区段开始以某个比率成长，则公式如(2.3)所示：

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{(1+r_t)^i} + \frac{A_{n+1}(1+g)}{r_y - g} \times \frac{1}{(1+r_t)^n} \quad (2.3)$$

其中， g ——固定增长率。

使用该方法时，只要能够准确地预测被评估企业未来收益，合理地计算折现率，就可以得到理想的评估结果。不过，收益法的使用关键在于合理预测企业未来收益额，这也是其局限所在。企业的未来收益取决于企业自身市场竞争力、资产营运情况、行业平均收益水平以及国家政策指导等因素，评估工作者如果没有深厚的理论功底和丰富的实践经验，难以对未来收益做出准确判断，因此，评估结果会由于使用者自身水平的高低而产生较为明显的差别，从而影响收益法的使用效果。

(二) 成本法

成本法从生产成本的角度出发看待资产价值，认为一项资产的现有价值与过去形成该项资产的历史成本密切相关，评估思路即是利用被评估资产重置成本减去各项贬值得到评估值。成本法的使用前提如下：一是被评估资产价值与成本有直接对应关系；二是现有历史数据可以确定被评估资产重置成本；三是被评估资产的各项贬值可以被准确地估算出来。成本法计算公式见(2.4)：

$$V = \text{重置成本} - F_d - N_d - E_d \quad (2.4)$$

其中， V ——资产评估值、 F_d ——实体性贬值、 N_d ——功能性贬值、 E_d ——经济性贬值。

资产基础法是成本法在企业价值评估中的体现，在评估实务中较为常见。该方法以资产负债表为价值判断的依据，认为企业的现行价值可以通过资产负债表反映出来，其评估思路即是以被评估企业的资产负债表为主，其他有用资料为辅，有效地整理与统计表内表外的企业资产和负债，从而得到被评估企业价值。

成本法采用的是企业过去生成的财务数据，数据来源真实，整个评估过程较

少受到主观判断的影响，因此评估过程具有客观性。不过，该方法未能考虑资产的协同效应所创造的价值，评估结果也没有体现企业未来的盈利能力。

（三）市场法

市场法与上述两种评估方法的思路不同，它通过量化评估对象与市场上可比资产的差异性，进而参照可比资产价格进行修正，最后求得评估对象价值。企业价值评估中的市场法采用同样的思路逻辑。市场法的使用前提有以下两点：一是市场上有足够多可比交易案例或企业；二是有足够渠道获得评估对象和可比企业的可比指标信息。市场法有以下几种模型：

市盈率评估模型，该模型以市盈率作为纽带，将可比公司每股价格和净收益联系起来，结合被评估企业的预期收益计算出企业股权价值。计算公式如(2.5)所示：

$$\text{评估对象每股价值} = \text{可比企业平均市盈率} \times \text{评估对象每股盈利} \quad (2.5)$$

市净率评估模型，该模型以可比企业市净率作为修正因素，认为不同企业在市净率相同的情况下，净资产越大的企业，其股权价值越大。计算公式如(2.6)所示：

$$\text{评估对象股权价值} = \text{可比企业市净率} \times \text{评估对象净资产} \quad (2.6)$$

其中，市净率是企业市值与净资产之比。

收入乘数评估模型，该模型将销售收入当作评估企业价值最重要的指标，销售收入的提升能促进企业价值的增加。计算公式见(2.7)：

$$\text{评估对象股权价值} = \text{可比企业平均收入乘数} \times \text{评估对象销售收入} \quad (2.7)$$

其中，收入乘数是企业市值与销售收入之比。

PEG 评估模型（市盈率增长率比率模型），该模型是在 PE（市盈率）评估模型的基础发展而来的，它加入了被评估企业未来盈利增速的预期，使得该模型弥补了传统 PE 估值模型不适用于发展迅猛、处于成长期企业的估值。PEG 的计算结果是一个相对值，通常以 PEG 值来判断一家企业的市场价值是否处于合理水平。与其他市场法不同的是，PEG 评估模型不需要对比类似企业，因而严格来讲，它不是通常意义上的市场法，而是判断企业市值的一个标准。由于 PEG 评估模型从市盈率模型演化而来，故本文将此模型放入市场法中。计算公式如(2.8)所示：

$$PEG = \frac{PE}{\text{净利润增速} \times 100} \quad (2.8)$$

其中， PE ——被评估企业市盈率，净利润增速是被评估企业未来三年该指标的平均预期。

市场法是评估实务活动中常见的一种方法，由于其使用的数据来源于公开市场，可比对象是同行业相似的企业，计算过程简单，因此该方法具有可靠性和易操作性的优点。不过，市场法的使用容易受到评估条件的制约，具有一定局限性。该方法对市场的活跃度和信息的公开度要求很高：一是可比企业的数量要足够多，否则参考意义不大；二是可比信息要能够获取，否则不能使用市场法。

2.2.2 实物期权法

(一) B-S 期权定价模型

B-S 期权定价模型，是一种以连续时间为特征的期权定价模型，适用于欧式期权价值的评估，它显示出期权的价格与其风险和预期收益无关。该模型的使用存在假设条件：在期权到期日前，市场无风险收益率和金融资产收益变量是不变的；股票价格呈几何布朗运动；不存在套利机会；无交易成本；在到期日前，不可实施期权。

根据以上假设可以推导出 B-S 模型的计算公式，在到期日 T ，看涨期权 C 和看跌期权 P 的价值分别如公式 (2.9) (2.10) 所示：

$$C(M, T) = N(J_1)M - N(J_2)Ze^{-rT} \quad (2.9)$$

$$P(M, T) = N(-J_2)Ze^{-r(T)} - MN(-J_1) \quad (2.10)$$

$$J_1 = \frac{\ln\left(\frac{M}{Z}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.11)$$

$$J_2 = \frac{\ln\left(\frac{M}{Z}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.12)$$

其中， Z ——执行价格、 M ——股票价格、 T ——期权期限、 σ ——资产价格波动率、 r ——无风险利率。

（二）二叉树期权定价模型

二叉树期权定价模型由 B-S 模型演化而来，以离散时间序列为特征，是一种非连续性时间点的期权定价法，因其易于理解的思想方法和简捷的计算，受到人们关注。该模型假设资产价值服从二项式分布，在未来一定时间范围内资产价值存在上升或下跌的概率，该时间段内没有风险套利的情况。模型将时间分割成若干阶段，资产价值在完成上升或下跌的波动后随即进入下一个时间阶段，在既定的时间内，资产价值的波动概率和波动幅度是不变的，两者由资产价值波动率决定。根据资产价值的波动概率和波动幅度可以算出下一期的资产价值，一直算到终期价值，因此，资产未来价值可能发生的变化都体现了出来。在计算出完整的资产价值二叉树后，开始从终期往回推算，并检验每个节点是否为最高价值，从而得到评估时点的资产价值。

资产价值上升幅度 u 和下跌幅度 d 分别见公式 (2.13) (2.14)：

$$u = e^{\sigma\sqrt{t}} \quad (2.13)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (2.14)$$

风险中性的概率见公式 (2.15)：

$$p = \frac{e^{rt} - d}{u - d} \quad (2.15)$$

上升后的资产价值见公式 (2.16)：

$$y_u = y_0 \cdot u \quad (2.16)$$

下跌后的资产价值见公式 (2.17)：

$$y_d = y_0 \cdot d \quad (2.17)$$

资产评估值见公式 (2.18)：

$$y = e^{-rt} [py_u + (1-p)y_d] \quad (2.18)$$

其中， u ——资产价值上升的幅度， d ——资产价值下跌的幅度， r ——无风险利率， t ——预测期的时长， p ——风险中性概率， y_0 ——资产最初价值， y_u ——上升后的资产价值， y_d ——下跌后的资产价值， y ——资产评估值。

实物期权法与传统评估方法的不同之处在于，该方法认为市场处于变化之

中，企业收益的不稳定和承担的风险共同构成了企业发展的不确定性，管理者的主观能动性会产生价值。实物期权法利用收益的波动率描述收益或损失的变化情况，量化了不确定性给企业价值带来的影响。该方法在使用中不仅考虑了企业自身经营状况和外部环境，还考虑了经营管理的调整所产生的期权价值，使得评估结论不但可以提供估价参考，还可以提供管理意见。不过，实物期权法也有其局限，实物期权法不适用于发展趋势较为稳定的企业，不适用于面对环境变化，不愿及时调整经营管理决策的企业。

2.2.3 评估方法的选择

上文介绍了资产评估的几种主要评估方法，对每种评估方法的评估思路进行了梳理。为了直观地对比分析，本节将对各方法进行汇总整理，以便选取到合适的评估方法。

表 2.1 评估方法汇总整理表

评估方法	使用范围	优点	缺点
收益法			
其中：股利折现法	能够定期派发红利的企业	注重企业利用	盈利的预测较为
权益自由现金流折现模型	使用财务杠杆扩张的企业	收益创造价值的能力	困难，存在主观性和随意性
企业自由现金流折现模型	能创造收益的企业		
市场法			
其中：收入乘数模型	盈利不理想的企业	数据来源清楚，评估结果客观	成本变化无法得到体现
市净率模型	资产规模较为庞大的企业	直观地体现了付出与回报的关系	可比企业会计政策的差别或导致评估结果的偏差
市盈率模型	发展无明显周期特征，盈利稳定的企业	评估结果体现了企业的风险	未考虑企业发展的动态性

PEG 模型	发展潜力大，处于成长期的企业	体现了企业未来的成长性	不易预测未来盈利增速
成本法	固定资产占比较大的企业	数据来源真实，评估过程客观	未考虑无形资产的作用，未体现企业盈利能力
实物期权法			
其中：B-S 期权定价模型	具有增长潜力，未来发展具有不确定性的企业	评估结果可靠性强	计算复杂，不易于理解
二叉树期权定价模型	企业	可模拟未来发展变化，提前做出决策	若期数展开过多，计算难度将增加

成本法从创造企业需要投入多少资产的角度来评估企业价值，认为企业由各项不同资产组合而成，只要各项资产的价值都能得到确定，那么企业整体价值就能够通过较为简单的运算评估出来。从这个角度来看，成本法的思路是合理的，但实际操作却无法做到。成本法忽视了对企业价值有贡献却没有入账的资产价值，比如商誉等无形资产价值，没有考虑发展潜力、市场因素对企业价值的影响，以上原因可能会使得企业的评估价值低于真实价值。本文评估对象是一家高新技术企业，正处于高速发展的人工智能行业中，其价值创造主要来源于无形资产，固定资产对企业价值的贡献较小，故成本法不宜作为此次研究的评估方法。

市场法以关键指标为核心，通过将评估企业与可比企业做对比，来修正被评估企业的价值。从具体模型看，收入乘数模型过于强调营业收入的重要性，未能将企业成本的变化体现出来，不能反映其他因素对企业价值的影响，因此本文不采用该模型；市盈率模型忽略了企业的发展会随着时间不断变化的情况，适合发展稳定、无较大波动、周期变化不显著的企业，评估对象属于发展迅猛的人工智能企业，故本文不采用该模型；市净率模型的评估结果会根据可比企业对会计政策的不同选择而发生变化，从而产生不确定性，故本文不采用该模型；PEG 模型用于评价企业市值是否处于合理水平，有利于对评估结果进行检验，本文将使用 PEG 模型佐证评估结果的合理性。

收益法能够综合分析企业内外部环境，注重将收益转变成价值，体现了企业创造未来收益的能力。该方法以收益的大小来判断企业价值的高低，评估结果展示了企业未来的发展潜力，其评估逻辑是合理的，适用于有盈利能力的企业，本文赞成将收益转化为价值的思路。从具体方法看，股利折现法适合定期发放股利的企业，但是股利的派发以企业自身经营状况而定，往往具有随机性，预测股利存在较大难度，因此本文不采用股利折现法；权益自由现金流折现模型适合通过增发债务实现发展的企业，该模型以企业所有者的视角评估企业价值中属于股东的价值，而本文评估的是企业整体价值，故不采用该模型；企业自由现金流折现模型适合大部分有盈利的企业，该模型考虑了企业股权和债务两方面的价值，符合评估对象的条件以及本次评估目的，因此，本文采用企业自由现金流折现的思路进行评估。

实物期权法聚焦于企业发展的不确定性，通过概率分布的方式预测企业未来现金流，从而量化了企业未来发展的不确定性，将这种不确定性对企业价值产生的影响体现在了评估结果中。此外，该方法考虑了企业经营管理决策的变动对企业价值的作用，使得评估结果包含了动态管理，体现了实物期权价值。该方法适用于对具有增长潜力，未来发展充满机遇和挑战的企业进行估值，尤其是人工智能企业。从具体模型看，B-S 期权定价模型适用于欧式期权，该模型的应用前提条件较多，各参数的设置较为复杂，并且评估思路不易被人理解，计算难度较大，因此该模型在使用上存在不小困难；二叉树期权定价模型适用于美式期权，其计算所采用的企业年度报告的时间排序符合离散时间序列。该模型能够将预测期内企业价值每一年上升和下跌的情况展示出来，有利于管理者根据二叉树展现的数据信息，及时发现问题，并且调整经营管理策略。在分析了实物期权法两种具体模型的优缺点后，本文认为二叉树期权定价模型不仅在操作上更具优势，而且它有利于改善企业的经营管理，故采用二叉树期权定价模型。

2.3 本章小结

本章首先阐述了论文的理论基础，将企业价值理论中的各种价值类型进行了仔细地分析，选取了论文所要采用的价值评估类型；其次，对实物期权理论作了介绍，分别梳理了各个实物期权类型，用举例的方式解释了诸如扩张期权、收缩期权、放弃期权等权利；再次，对传统评估方法和实物期权法进行了仔细地分析，

分别阐释了各个评估方法的评估逻辑，对各个方法所包含的具体模型做了细致研究，介绍了各个模型的公式，详细地对实物期权法下的两种模型，尤其是二叉树期权定价模型的计算过程进行了介绍；然后将每个评估模型的优缺点、使用范围通过表格的方式展示出来，并进行了比较，赞成了以未来收益体现企业价值的评估思路，对实物期权法能够解决企业发展中存在的 uncertainty 问题和量化企业经营管理决策给企业价值带来的影响表示肯定；最后，在综合分析了各个传统评估方法和实物期权法的优缺点后，选择在基于企业自由现金流折现的思路，采用二叉树期权定价模型作为本次研究的评估模型。

3 科大讯飞企业概况

本章将对案例企业科大讯飞的具体情况进行研究，为案例企业的估值做准备。首先介绍企业的基本情况，分析业务经营现状；其次对企业的外部环境进行分析，分别对企业所处行业的发展现状以及产业政策进行研究，找到对企业发展构成不确定性的外部风险因素；然后对企业内部环境进行分析，重点分析企业所拥有的核心竞争力，以及构成企业发展不确定性的内部风险因素；最后分析企业的财务状况，掌握企业的基本运营情况和发展潜力。

3.1 科大讯飞简介

3.1.1 基本情况

科大讯飞原名为安徽中科大讯飞信息技术公司，成立于上世纪九十年代末，总部位于安徽省合肥市，注册资金 80087 万元，于 2008 年在深证证券交易所上市，2014 年改名为科大讯飞股份有限公司，是我国著名人工智能企业，在亚太地区同行业内享有一定声誉。企业聚焦于智能语音、人机交互、自主学习等人工智能技术的开发与相关产品的应用，业务范围涵盖教育、医疗、金融、城市管理等领域。得益于勇于开拓的精神和持续不懈的努力，科大讯飞核心技术一直处于世界领先地位：2015 年，科大讯飞推出新的语音识别技术，该技术的语音识别效率高于专业速记员，既缩短了时间又提高了准确性；2018 年，企业推出的机器翻译系统通过了测验，将人工智能翻译能力提升到人类专业翻译员的水平，在同年的 CET6（大学英语六级考试）中，出色地通过了考试，并得到优秀评价；2019 年，企业获得机器阅读理解权威比赛 SQuAD2.0 挑战赛冠军，翻译能力取得新突破；2020 年，科大讯飞实验室的 AI（人工智能）系统凭借对中文的深入理解和掌握，蝉联第六届 CGED（中文语法错误诊断大赛）冠军。

3.1.2 业务现状

科大讯飞营业收入从 2005 年以来一直逐步增加，到 2020 年 12 月 31 日，营业收入达到了 130.2 亿元人民币，2016 年至 2020 年的年营业收入平均增长率高

达 39.73%。营业收入的高速增长体现了科大讯飞成长性强的特点，在人工智能不断深入发展的当前，企业未来营业收入预计将继续保持高速增长。科大讯飞近五年营业收入变动情况如图 3.1 所示：

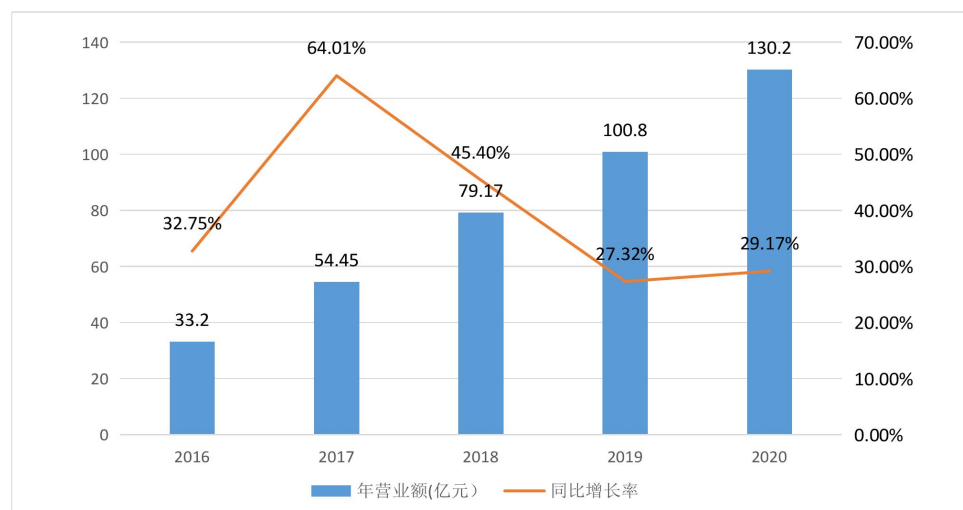


图 3.1 科大讯飞 2016 年—2020 年营业收入变动情况图

数据来源：科大讯飞年度报告

科大讯飞既面向政府和大型开发商提供软件和技术支持，又面向普通消费者提供硬件产品和网络平台服务，企业的业务分为主营业务和其他业务，2020 年企业各业务的营收占比如表 3.1 所示：

表 3.1 科大讯飞 2020 年各业务营收占比情况表

业务名称	教育领域	智慧医疗	开放平台及消费者业务	智慧城市	智慧汽车	智慧金融	运营商	其他	其他业务
比重	32.14%	2.40%	23.65%	29.46%	2.48%	1.13%	8.44%	0.02%	0.28%

数据来源：科大讯飞 2020 年度报告

科大讯飞实施的是“平台+赛道”的发展战略。“平台”即为讯飞人工智能开放平台，是主营业务之一，它整合了科大讯飞自身的科研实力和企业以外的各种资源，将各个行业打通，形成一个闭环的生态圈，为使用该平台的用户提供人

工智能技术支持和服务。“赛道”也是企业的主营业务，它基于企业的领先技术，应用于社会生活的重点领域。科大讯飞以“平台+赛道”的战略构造了一个强大且安全的公司生存屏障。

在平台方面，科大讯飞通过搭建讯飞人工智能开放平台，凭借聚集效应和优质服务，吸引移动开发者和注册用户进行开发和使用，从而达到以人工智能开放平台为中心，建立产业生态的目的。截至 2020 年末，开发者和用户可以在平台上享受到 396 项功能，平台聚集的开发团队数量超过 175.6 万个。

在赛道方面，教育领域是科大讯飞重要的主营业务之一。2016 年至 2020 年，该赛道营业收入从 10.24 亿元上升到 41.86 亿元，平均增幅为 41%，即使遇到 2020 年的疫情，教育领域的营收仍取得了同比增幅约 67% 的好成绩。教育是人类生活的必然需求，不易受到经济周期的影响，在疫情时代，出于防控的要求，国家将持续使用人工智能对各行业进行数字化、智能化升级。因此，科大讯飞的智慧教育赛道在未来还会有广阔的上升空间。

智慧医疗是科大讯飞 2015 年正式开创的赛道，主要围绕促进医院数字化、提升基层医疗单位服务能力以及辅助医生诊断三个方面进行建设。根据科大讯飞年度报告，2018 年至 2020 年该业务的营业收入分别为 0.75 亿元、1.84 亿元和 3.12 亿元，平均增幅高达 107%，显示出该业务的强劲发展潜力。医疗也是人类社会生活的必需品，鉴于中国人口众多，医疗需求巨大，在人工智能与医疗不断融合的前景下，智慧医疗仍处于机遇期。

智慧城市赛道主要聚焦于提升城市治理智能化、精细化水平。科大讯飞与政府合作，通过人工智能技术促进政府治理数字化转型。根据企业年度报告，在 2016 年到 2019 年期间，智慧城市的营业收入从 9.86 亿元增长至 20.81 亿元，在 2019 年到 2020 年间，营业收入略微下滑至 20.63 亿元，五年平均增幅达到 21.55%。

在智慧金融赛道，科大讯飞将人工智能与金融相结合，逐步覆盖客服、营销、风控、运营、培训等多类场景。在数字化转型的趋势下，越来越多的金融机构选择“人工智能+金融”的道路，预计智慧金融赛道可持续增长。智慧金融是企业新开辟的赛道，故本文只掌握 2020 年的数据，该赛道 2020 年营业收入约为 1.4 亿元。

在智慧汽车赛道，科大讯飞以汽车的智能化驾驶为需求导向，向汽车制造商推出了提高人车互动效率，提升用户驾驶乐趣的信息系统产品。根据科大讯飞年度报告，企业在汽车领域的营业收入从 2015 年的 1.16 亿元增长到了 2019 年的 3.71 亿元，受疫情影响，该赛道 2020 年的营业收入较上一年下降了 12.98%，约为 3.23 亿元。

在运营商赛道，该业务面向移动、电信、联通和广电等运营商提供相关信息技术服务。根据科大讯飞 2020 年报，运营商相关业务营业收入约为 10.98 亿元，同比上升 11.84%。

3.2 科大讯飞外部环境分析

3.2.1 行业现状

当前，全球正在兴起一场产业升级的数字化革命，人工智能是推动此次变革的关键因素、核心力量。历经多年的深耕与经营，中国人工智能产业已经涵盖了理论创新、技术研发和应用落地三个维度，培育了众多优秀企业，积累了丰富的专业人才资源，形成了具有强大国际竞争力的产业体系。根据中国人工智能发展白皮书的统计，中国人工智能核心产业规模在 2020 年已经达到了 3251 亿元，远超预期。

从投融资规模情况看，2014 年起，因人工智能基础理论创新带来技术的突破，人工智能概念逐渐在中国资本市场升温，其投融资规模呈不断上升趋势。2017 年到 2018 年，人工智能投融资规模更是在之前基础上爆发式增长，至 2018 年底，投融资规模达到 1423 亿元。2019 年，在国内国际经济不景气的环境下，资本市场热度下降，人工智能行业受到影响，投融资规模下降。到 2020 年，中国虽然遭到新冠疫情的突然袭击，人工智能投融资规模不仅没有下跌，反而逆势上涨到 1402 亿元。

从企业数量和分布情况看，中国人工智能企业数量位居世界第二。根据深圳市人工智能协会的统计，截至 2020 年底，中国人工智能相关企业数量达 6425 家，同比增长 25.37%。我国约 80% 的人工智能企业坐落于经济资源和人才资源丰富的发达地区，其中以京、沪、深、杭为代表的我国经济发达城市聚集了众多优

秀人工智能企业。北京以其政治中心、科技中心的地位和强劲的经济实力成为全国人工智能综合竞争力最强的城市，上海、深圳以及杭州凭借雄厚经济实力、丰富人才储备以及大量应用场景分别位列第二、三、四名。

从行业竞争格局看，根据前瞻产业研究院的整理，在中国 2019 年人工智能企业排名里，前五位分别是百度、大疆创新、商汤科技，旷视科技和科大讯飞，2020 年排名有了较大变化，前五位分别是百度、字节跳动、阿里巴巴、华为和腾讯，科大讯飞位列第六，人工智能行业竞争格局随着大型企业的进入发生了较大改变。百度、腾讯、阿里巴巴、科大讯飞等企业覆盖基础理论创新、专利技术研发、应用产品落地，成为横跨人工智能产业链的代表性企业；滴滴、小米、平安科技等企业将人工智能与自身所在行业相互结合，以推动企业在优势领域的持续发展；一些专业技术实力强劲的企业如旷视科技、商汤科技、云从科技注重技术的研发与应用，通过与传统行业的企业合作，实现企业规模的快速提升。

3.2.2 产业政策现状

2017 年，国家出台的《新一代人工智能发展规划》明确了人工智能在国民经济发展中的地位，从国家战略的高度规划了产业未来十几年的发展目标，提出到 2030 年，核心产业规模达到 1 万亿元，人工智能积极融入国家经济建设和人民生活。2021 年 3 月，国务院编制的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要（草案）》（下文简称《纲要》）将人工智能作为优先发展对象，极大地提升了人工智能行业的地位，鼓励了从业人员的信心。《纲要》将科技创新摆在突出位置，提出中国要以科技自立自强为战略支撑，促进产业现代化、智能化水平的提高，推动经济质量和经济效益的提升，明确指出加快发展事关国家战略竞争的高科技产业。人工智能是当前尖端科技的代表之一，与国家各产业的高质量发展有着密切关系，有了《纲要》的明确规划，人工智能未来十余年的发展方向和目标得以清晰，产业的未来发展得到了强有力的政策保障。科大讯飞作为人工智能领域的代表性企业，受到政策利好的激励，预期会进一步发展，存在较大潜在成长空间。

3.2.3 企业外部风险分析

目前,中国对人工智能给予了大力支持,将其纳入了新基建,积极推动人工智能与各个产业融合发展,促进产业升级,因此,我国相关政策对人工智能领域的发展起到了正面影响,科大讯飞的外部风险主要来自行业内竞争。我国人工智能行业还处于成长期,随着阿里、腾讯等大型企业的进入和布局,人工智能行业的竞争格局发生了较大变化,市场竞争的加剧使得企业对技术的要求越来越高,加快了原有技术的淘汰。在科大讯飞的核心技术语音识别、自主学习和机器学习等领域,既出现了百度、腾讯这样拥有强大财力支持和丰富人才储备的竞争者,又出现了思必驰、云知声这样专注技术研发,具有强劲实力的竞争者。科大讯飞即使拥有领先的技术优势和有力的政策支持,其未来发展仍然存在着被强劲竞争对手超过的风险。高新技术企业之间的竞争是激烈的,一旦被赶超,科大讯飞将面临丢失市场份额的可能,企业价值或许会随之下跌。

3.3 科大讯飞内部环境分析

企业在行业中要想获取竞争优势,企业资源、能力以及核心竞争力的形成是基础。通过资源和能力的整合,企业可以激发核心竞争力。在对科大讯飞进行研究后,发现企业能力与核心竞争力有较多重叠之处,考虑到科大讯飞高新技术企业的性质,企业核心竞争力是关键,故本文不再赘述企业能力。此外,企业的经营风险不容忽视,它是构成企业发展不确定性的重要一部分,本节也将对企业经营风险进行分析。

3.3.1 企业资源

(一) 有形资源

实物资源方面:由于科大讯飞将消费者端的硬件产品的生产交给了OEM(代加工)厂商,自身只负责提供核心技术,因此,企业的生产车间和设备等实物资产规模不大。科大讯飞实物资源主要是固定资产,其中包括房屋建筑物、构筑物附属设施、计算机设备、办公设备、运输工具和专用设备。根据企业年度报告,2020年,科大讯飞固定资产总额约为20.01亿元,同比增长8.81%。

财务资源方面：财务资源体现在企业对外借款以及对内创造内部资金这两方面的能力上。在借款能力方面，科大讯飞近年来营业收入不断增加，经营现金流和盈利持续提升，企业具有借款的实力基础；企业还款意愿良好，无不良信用记录；科大讯飞所处人工智能行业属于国家重点支持领域，企业在获取借款方面具有政策支持。通过以上研究可以看出，科大讯飞借款能力较强。在企业创造内部资金的能力方面，科大讯飞内部资金主要来源有企业公积金、应收账款。2020年，企业公积金约为73.39亿元，同比增长5.31%，应收账款为43.04亿元，同比增长36.25%。通过以上内容可以看出，企业创造内部资金的能力较强。

（二）无形资源

人力资源方面：根据2020年科大讯飞年度报告，企业总员工数量为11006人，其中获得博士学位者99人，获得硕士学位者2941人，获得本科学位者7086人，专科及以下880人。获取研究生及以上学位的员工人数占总员工数27.62%，这体现了企业的高素质人才结构。此外，在员工离职率方面，科大讯飞自2011年至2017年为企业中高层、技术员工和董事实施了三期股权激励方案。被授予股权激励的员工的平均离职率约在1.36%左右，远低于高达15%以上的社会平均离职率，两者对比情况如表3.2所示：

表 3.2 科大讯飞员工离职率与社会员工离职率对比情况表

营业周期	2013	2014	2015	2016	2017
科大讯飞离职率	2.20%	1.10%	0.90%	2.30%	0.40%
社会离职率	16.00%	17.40%	17.70%	20.10%	21.60%

数据来源：科大讯飞及前程无忧网站相关报告

品牌声誉资源方面：从企业创立到成立21年，科大讯飞深耕人工智能领域，经年累月的发展使得科大讯飞积累了许多优质客户资源，形成了丰富的服务经验，深受用户和开发商的喜爱，不少占据行业领先地位的用户与开发商同科大讯飞建立了长期战略合作关系。众多用户和开发商的积极反馈和产品应用的非凡表现，证明了科大讯飞良好的声誉，提升了企业品牌竞争力。2020年，科大讯飞被中国品牌节评为专业领域的卓越代表，被授予“华谱奖”。

3.3.2 核心竞争力

（一）核心人才优势

高新技术企业的核心竞争力来源于自身核心技术人才，人才优势可以使得企业拥有领先技术，从而创造先进产品，获取消费者青睐。科大讯飞拥有众多本土高科技人才，比如曾获“国家科技进步二等奖”的吴晓如博士和陈涛先生；国家“863 类人智能项目”首席专家，中国人工智能学会会士胡郁博士。除此之外，自 2017 年开始，科大讯飞吸收了许多国外人工智能领域关键技术人才，为他们的回国提供了优渥的物质和精神条件。比如，引入曾就职于世界 500 强企业，拥有丰富工作经验的医疗影像领域领军人物陶晓东博士担任智慧医疗事业部总经理一职；引入在音频、语音信号处理和声学产品领域深耕多年，拥有众多国际发明专利，有着极为丰富的研究经历和产品开发经验的顶尖人才马桂林博士担任科大讯飞苏州人工智能研究院副院长一职。

（二）技术创新优势

经过多年技术积累，科大讯飞已形成人工智能领域关键核心技术优势，技术实力已达到世界领先地位。2020 年，科大讯飞参与智能语音、机器推理等多项人工智能的重要国际大赛，并获得 10 项赛事冠军。2018 年至 2020 年，人工智能领域已发布的 20 项国家标准和 8 项行业标准经由科大讯飞主持及参与制定。除此以外，全球首个人机交互国际标准和首个 ISO/IEC 国际标准均由科大讯飞作为项目负责人主持制定，这彰显了企业的技术实力，提升了企业的知名度和认可度。科大讯飞在依靠自身实现技术突破的同时，还紧密地与外界开展合作。科大讯飞承建了多个国家级人工智能平台，与国内外多所知名研究型大学密切合作，共建实验室，实现了资源共享、人才流动，促进了国家、大学和企业的共同成长。

（三）市场竞争优势

科大讯飞的核心技术优势使得企业战略布局能够持续深化，不断提升赛道的赋能实力，加强平台的聚集效应。同样地，科大讯飞战略布局带来的资金和信息资源能促进技术不断积累，多维度的场景应用使得技术有更多创造空间，让核心技术优势得以维持，这就形成了相辅相成、互相补充的良好机制。科大讯飞的业务覆盖范围遍及全国，营销渠道和服务网络畅通，差异化的服务、优质的产品吸

引了大量用户，收获了稳定的大客户，使得众多行业内的领先企业与科大讯飞建立了长期合作关系。科大讯飞核心技术优势建立了企业的护城河，依托核心技术优势，企业在诸如智慧教育、智慧城市等核心业务领域取得较大市场份额，赢得用户赞誉，形成了市场竞争优势。人工智能的竞争不是某一个细分领域内的竞争，而是由各产业链组成的生态之间的竞争，人工智能企业应该组建属于自己的生态圈。科大讯飞的讯飞平台已经聚集了超过 175 万个研发者和团队，构建了从源头开发到实际产业应用的技术创新生态圈。

3.3.3 企业内部风险分析

（一）投资周期风险

科大讯飞的投资周期长，一个项目从技术的研发，到产品的应用，再到商品的落地是一次复杂且困难的考验。作为高新技术企业，科大讯飞的成长依靠相对于行业的领先科技成果，然而科技成果需要时间的培育，尖端技术的理论研究没有捷径可走，必须依靠企业从零开始投入。科大讯飞无论是从零开始自行研发新技术还是在原有技术上进行升级，前期研发都需要投入较多人力物力资源和大量时间，但研发是有风险的，科技成果可能因为研发能力或资金的原因导致最终无法做出来，使得企业浪费大量资源和时间。科技成果的产品化同样需要时间和资源，要以用户需求为导向来完成用户想要达成的结果，其逐渐转变为产品的过程是一段艰难跨越。产品落地成为商品也需要一段艰难的跨越，要求产品不断推广、营销，进入大众视野。科技成果是否能转化为产品，产品最终是否能转化为商品都是不确定的，一旦中间某个环节断裂都会致使企业承受巨大损失。

（二）现金预算管理风险

科大讯飞在每个年度的营业周期里，都会明确本年度现金支出的大致情况。不过，企业没有将现金预算的编制具体到月份，现金预算管理不够精细，导致不必要的支出。此外，企业没有将现金预算管理制度落实到位，企业执行力有待加强。以上两点造成科大讯飞实际支出高于预算的情况，削减了企业的部分利润。

（三）经营管理风险

目前，人工智能在我国发展的时间并不长，整个行业处于早期，行业内企业都在想办法探索出一条长久、稳定的商业模式。科大讯飞即使拥有智慧教育、智

慧医疗、智慧城市等优势赛道，但仍有部分赛道投入巨大、盈利较少，加之原有项目制带来的压力，企业面临更换赛道、改变经营管理决策的风险。如果经营管理决策存在误判，会使得企业价值出现下跌的可能。科大讯飞的经营管理存在着各种未知的风险，企业管理者需要在经营管理过程中根据内外部形势的变化做出相应调整，只有把握市场机遇，灵活做出合理决策，才能创造价值。

3.4 科大讯飞企业财务分析

财务指标蕴含着目标企业的经营状况信息，了解并分析目标企业过去经营情况，才能有效对其未来发展作出预测。本文将从盈利能力、偿债能力、营运能力和发展能力四个维度对科大讯飞进行财务分析。

3.4.1 盈利能力

表 3.3 科大讯飞 2016 年—2020 年盈利能力数据表

营业周期	2016	2017	2018	2019	2020
销售净利率	14.98%	8.81%	7.82%	9.37%	11.05%
成本费用利润率	18.60%	11.67%	8.64%	10.34%	11.76%
净资产收益率	7.51%	5.75%	6.95%	8.23%	10.98%

数据来源：科大讯飞年度报告及作者整理

如表 3.3 所示，2016 年—2020 年科大讯飞销售净利率的走势呈 V 型，近年来该指标维持在 10% 左右，有待进一步提升，产生这种现象的主要原因在于企业在扩大销售收入的同时没有注重对成本的控制，导致利润增速没有销售收入增速快。科大讯飞成本费用利润率呈先下降后上升的趋势，不过总体指标不高，主要原因在于企业利润总额增长有限，而营业成本和研发费用较多，增速较快。科大讯飞净资产收益率在 2016 年—2017 年有所下降，原因在于企业税后净利润增幅不明显，不过在 2016 年—2020 年间，该指标总体呈上升趋势，说明企业为股东带来收益的能力持续提升。

3.4.2 营运能力

表 3.4 科大讯飞 2016 年—2020 年资产营运能力数据表

营业周期	2016	2017	2018	2019	2020
应收账款周转率	2.07	2.51	2.67	2.39	2.48
存货周转率	3.57	3.53	4.11	5.82	4.45
流动资产周转率	60.01%	75.19%	102.01%	88.19%	86.97%
总资产周转率	31.87%	40.81%	51.72%	50.13%	52.43%

数据来源：科大讯飞年度报告及作者整理

如表 3.4 所示，科大讯飞应收账款周转率的变化有波动，但总体保持上升。近年来，科大讯飞快速扩张，其赊销收入也迅速增加，但应收账款周转率维持在高位，这显示出企业对应收账款的回收能力较强，有助于减少坏账损失风险。存货周转率反映企业销货速度和存货积压情况。得益于企业稳健的存货管理政策，科大讯飞存货周转率在 2016 年—2019 年间不断上升，2020 年该指标突然下降，原因可能在于疫情使得企业商品的销货速度变慢，引起了存货堆积。科大讯飞流动资产周转率虽然在 2018 年突破 1，但近五年该指标整体偏低，这反映出企业管理流动资产能力的不足，企业应采取办法如降低成本、调动闲置资金参与生产，尽可能调动流动资产的运作。科大讯飞总资产周转率虽然在 2016 年—2020 年基本呈现上升态势，但数值偏低，显示出企业总资产经营效率有待提升，原因可能在于企业扩张速度较快，资产增长幅度较大，压制了总资产的经营效率。

3.4.3 偿债能力

表 3.5 科大讯飞 2016 年—2020 年偿债能力数据表

营业周期	2016	2017	2018	2019	2020
流动比率	2.20	1.62	1.35	1.67	1.45
速动比率	1.84	1.24	1.10	1.40	1.14
资产负债率	30.69%	40.40%	46.35%	41.65%	47.78%

数据来源：科大讯飞年度报告及作者整理

从表 3.5 可以看出，科大讯飞流动比率在近五年呈整体下降态势，数值整体大于 1，显示出企业流动资产偿还流动债务的基本能力是足够的，不过，人们一般认为流动比率达到 2 是较为理想的状态，此时，企业不需要担心流动债务的风险问题。科大讯飞速动比率在 2016 年—2020 年间虽有所波动，但一直维持在 1 以上的水平，说明企业使用货币等速动资产偿还流动负债的能力是足够的。科大讯飞资产负债率近五年呈先上升后下降再上升的变化趋势，总体数值不超过 50%，达到了理想状态，产生该现象的原因在于企业较少使用增加杠杆的方式融资，而是利用发行股票获得资金。

3.4.4 发展能力

表 3.6 科大讯飞 2016 年—2020 年发展能力数据表

营业周期	2016	2017	2018	2019	2020
营业收入增长率	32.79%	63.98%	45.42%	27.31%	29.24%
净利润增长率	13.91%	-10.26%	24.70%	51.11%	66.47%
净资产增长率	10.67%	10.17%	3.27%	42.91%	10.57%
总资产增长率	24.11%	28.11%	14.72%	31.35%	23.56%

数据来源：科大讯飞年度报告及作者整理

从近五年的表现看，科大讯飞营业收入增速介于 27.31%至 63.98%之间，虽然变化波动较大，但平均增长率达到了 39.73%，体现了企业高成长性的特点。科大讯飞净利润增长率在经历了 2017 年的下降后开始不断增加，到 2020 年上升至 66.47%，这主要得益于营业收入快速增长引起利润快速增长。科大讯飞净资产增长率 2019 年的数值较之前有了明显增加，原因同样在于企业业务扩大，使得应收账款和货币资产有了大幅提升，到了 2020 年，净资产增幅下跌到 10.57%，恢复了正常。科大讯飞总资产增长率从 2016 年起，基本维持在了较高水平，除 2018 年出现回落外，该指标在其余时间高于 20%。以上财务数据显示，科大讯飞正处于高速发展的成长期，企业未来发展潜力巨大。

3.5 本章小结

本章首先介绍了案例企业科大讯飞的简介，分析了企业的业务经营情况，发现近年来企业营业收入增速高，企业发展较快；其次分析了人工智能的行业现状和产业政策，对行业的投融资规模、企业分布和竞争格局以及国家出台的政策文件做了研究，发现人工智能行业处于成长阶段，科大讯飞的外部风险主要集中于业内竞争；然后分析了科大讯飞内部环境，对企业所拥有的有形资源、无形资源以及核心竞争力做了研究，寻找到了影响企业发展的内部风险，深化了对企业的认识；最后对科大讯飞的财务状况进行了分析。通过详细分析科大讯飞内外部环境和财务状况，发现企业正处于成长期，具有强劲发展潜力，面临较多内外部风险，内外部风险构成了企业未来发展的不确定性，使得企业价值在持续增长的同时面临着下跌的可能。本章的研究为科大讯飞的估值铺垫了基础。

4 二叉树期权定价模型的构建与案例应用分析

4.1 二叉树期权定价模型的构建

4.1.1 税后经营净利润二叉树的构建

本文采用两阶段折现法，将企业未来经营时间划分为“预测期”和“后续期”。使用二叉树模型来评估企业价值要从税后经营净利润着手，而税后经营净利润的起点是营业收入，所以营业收入二叉树的构建是此次评估企业价值的基础。首先要确定营业收入变动的波动率 σ ，即营业收入增长率的标准差，然后确定时间间隔 t ，再分别得到上升概率 p 和下跌概率 $1-p$ ，上升幅度 u 和下跌幅度 d ，最后根据基期的年度营业收入来预测未来年度的营业收入。

上述指标的计算方式，本文前面章节已经做了介绍，故不作赘述。在已知基期营业收入的情况下，通过上升和下跌的可能来展开多期二叉树。

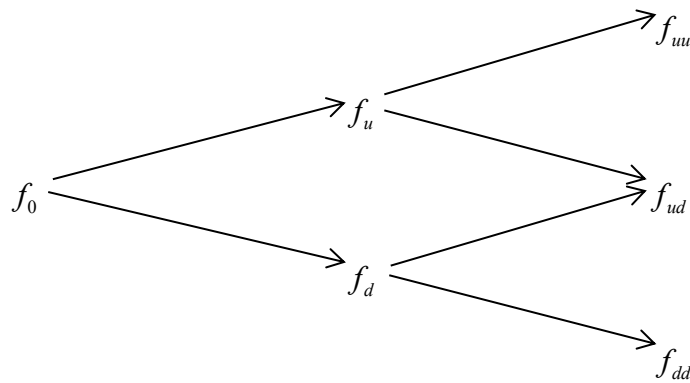


图 4.1 营业收入二叉树推导示意图

其中， f_0 ——基期企业年营业收入， f_u ——预测期内第一年上升情况下的营业收入， f_d ——预测期内第一年下跌情况下的营业收入， f_{uu} 、 f_{ud} 、 f_{dd} 以此类推。

根据企业的历史数据，确定营业成本、销售费用、管理费用、税金等支出与营业收入的历史比重关系，在营业收入二叉树模型的基础上，分别得到各项成本、

费用和税金二叉树模型，最后由营业收入减去各项支出，得到税后经营净利润二叉树模型。

4.1.2 净投资二叉树的构建

所谓净投资即本年度净经营资产较上年度的增加额，净经营资产是经营营运资本和净经营性长期资产之和。计算净投资所涉及的资产都是经营性的，而企业的资产分为经营性和金融性，为了得到净资产，需要明确资产负债表里各项资产的性质，必须将企业的管理用资产负债表调整出来。经营性资产通常是满足企业生产经营需求而形成的资产，如存货、固定资产等；金融性资产通常是具有较强流动性，可供市场交易的资产，如债券投资、基金投资等。

在确定好净投资包含的项目后，统计出近年经营营运资本和净经营性长期资产，依次计算出净经营资产和净投资，继而求出历年来净投资与营业收入比重的平均值，并以此得到预测期内的净投资二叉树。

4.1.3 企业自由现金流二叉树的构建

在已知企业税后经营净利润和净投资二叉树的基础上，通过公式(4.1)可以构建得到企业自由现金流二叉树。

$$\text{企业自由现金流} = \text{税后经营净利润} - \text{净投资} \quad (4.1)$$

企业自由现金流二叉树如图 4.2 所示：

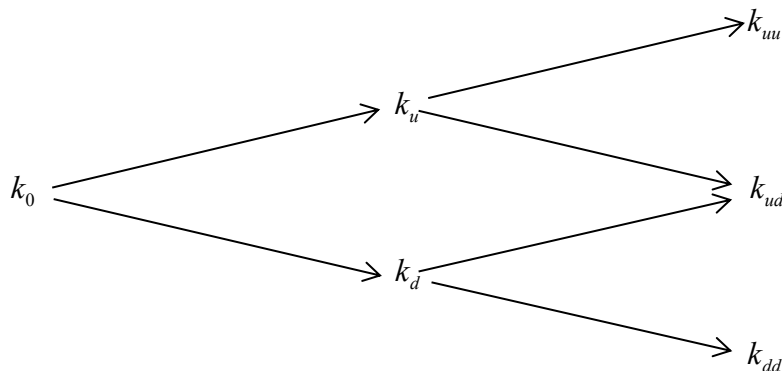


图 4.2 企业自由现金流二叉树推导示意图

其中， k_0 ——评估基准日企业年度自由现金流， k_u ——预测期内第一年上升后

的企业自由现金流, k_d ——预测期内第一年下跌后的企业自由现金流, k_{uu} 、 k_{ud} 、 k_{dd} 以此类推。

4.1.4 企业价值二叉树的构建

企业价值二叉树是由后往前推导出来的, 所以必须先计算后续期企业价值。后续期企业价值通过资本化的方法算出, 再结合现金流可得到预测期最后一年企业价值, 具体计算公式见(4.2)(4.3):

$$V_m = k_m + C_m \quad (4.2)$$

$$C_m = \frac{k_m \times (1+g)}{r-g} \quad (4.3)$$

其中, V_m ——预测期最后一年企业价值、 C_m ——后续期企业价值、 k_m ——预测期最后一年自由现金流、 r ——折现率、 g ——企业增长率。

在得到预测期最后一年企业价值后, 根据二叉树模型的计算方法, 以该年度每个相邻二叉树节点的企业价值向前推导出上一年企业价值, 一直向前推导, 直至评估基准日的企业价值。计算公式如(4.4)所示:

$$V_n = \frac{p \times \text{第}n+1\text{年上升价值} + (1-p) \times \text{第}n+1\text{年下跌价值}}{1+r} + \text{第}n\text{年自由现金流} \quad (4.4)$$

其中, V_n ——第 n 年企业价值、 p ——上升概率。

企业价值二叉树推导过程如图 4.3 所示:

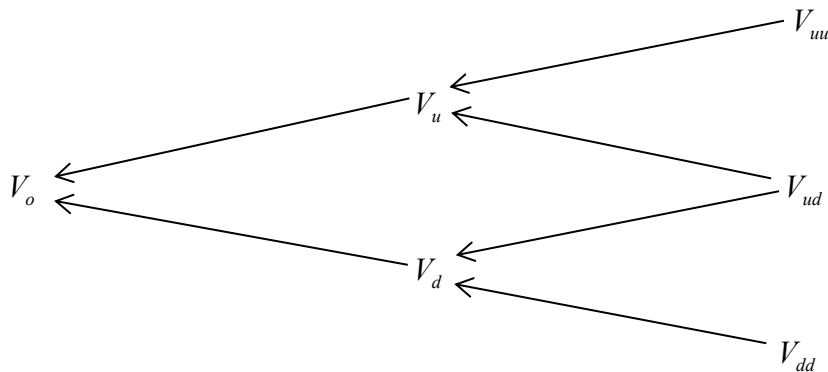


图 4.3 企业价值二叉树推导示意图

其中， V_0 ——评估基准日企业价值， V_u ——预测期内第一年上升情况下的企业价值， V_d ——预测期内第一年下跌情况下的企业价值， V_{uu} 、 V_{ud} 、 V_{dd} 以此类推。

图 4.3 构建得到的企业价值二叉树未能考虑放弃期权产生的价值。实际生活中，企业管理者可以按照原计划经营，也可以放弃原计划经营。放弃期权即是企业管理者在“按照原定计划经营带来的价值”与“放弃按照原定计划经营带来的退出价值”之间进行权衡的选择权，这种选择权是以上两种情况下的最佳解决办法，能够实现企业价值最大化，符合理性经济人的假设。因此本文将探讨企业在放弃期权情况下的价值。

本文中的放弃期权价值不是破产清算价值，而是企业在保持正常运转前提下所拥有的净资产价值。在净资产价值的计算方面，本文采用赵坤、朱戎（2010）的观点，使用账面价值计算企业净资产。在模型的构建上，首先估算企业在预测期内的放弃期权价值，其次将企业价值二叉树上每年各个支点上的企业价值与放弃期权价值进行比较，如果放弃期权价值大于企业价值，那么就将放弃期权价值替代企业价值，反之则不变。若存在替代情况，那么采用公式（4.4）再算一次，这样就得到了最终的企业价值。放弃期权情况下的企业价值二叉树推导过程如图 4.4 所示：

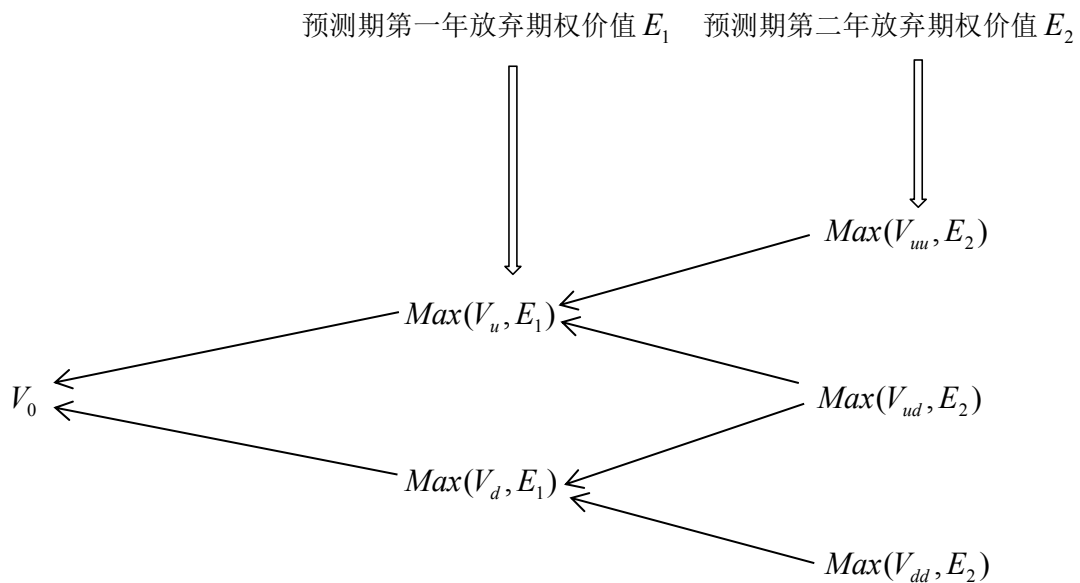


图 4.4 放弃期权情况下的企业价值二叉树推导示意图

4.2 二叉树期权定价模型的案例应用分析

4.2.1 计算税后经营净利润二叉树

本文选用科大讯飞作为案例公司，评估基准日选择为2020年12月31日。根据模型构建的要求，要计算税后经营净利润二叉树，必须先计算营业收入二叉树。企业2007年至2020年营业收入增长率的标准差 σ 为0.1310，时间间隔 t 为1年，根据公式(2.12)(2.13)可依次求得营业收入上升幅度 u 为1.1399，营业收入下降幅度 d 为0.8772。无风险收益率选择十年期国债到期收益率，通过查询中国证券信息网，十年期国债到期收益率为3.1429%。由公式(4.5)计算可得营业收入上升概率 p 为0.5869，营业收入下跌概率 $1-p$ 为0.4131。

$$p = \frac{1+r-d}{u-d} \quad (4.5)$$

本文以科大讯飞2020年度的营业收入为基期，预测公司未来五年的营业收入，即2021年—2025年。预测情况如表4.1所示：

表 4.1 营业收入二叉树表

单位：万元

营业周期	2020	2021	2022	2023	2024	2025
营业收入	1,302,465.78	1,484,680.74	1,692,387.58	1,929,152.60	2,199,041.04	2,506,686.88
		1,142,522.98	1,302,361.94	1,484,562.38	1,692,252.66	1,928,998.80
			1,002,221.15	1,142,431.89	1,302,258.11	1,484,444.03
				879,148.39	1,002,141.25	1,142,340.81
					771,188.96	879,078.30
						676,486.95

税后经营净利润代表的是由企业日常经营活动产生的税后利润，非经营性活动产生的成本和损益不被计算入内。结合科大讯飞财务报表，可以看出：营业外收入和营业外支出不是由企业主要经营活动所产生；财务费用由公司筹资活动产

生，属于金融损益；资产减值损失不属于日常经营活动范围，属于金融损益。

本文采用营业收入百分比法，选择科大讯飞 2016 年—2020 年各项成本、费用和税金的历史数据作为基准来预测未来五年相应数据。首先统计每年各项成本、费用和税金，然后计算历年来各项成本、费用和税金占营业收入比重的平均值，最后根据已知的营业收入二叉树减去各支出项目，得到税后经营净利润二叉树。科大讯飞各支出项目过去五年变动情况如表 4.2 所示：

表 4.2 科大讯飞 2016 年—2020 年成本费用税金变动情况表

单位：万元

营业周期	2016	2017	2018	2019	2020
营业成本	164,298.42	264,723.79	395,654.61	544,045.95	714,843.18
销售费用	64,874.17	111,133.71	172,588.59	178,015.60	208,444.19
管理费用	72,945.42	117,661.15	94,720.83	70,670.70	85,663.25
税金及附加	3,023.04	4,257.25	8,187.83	6,729.95	7,893.10

数据来源：科大讯飞年度报告

在管理费用一项，公司自 2019 年开始长期实施增量绩效管理，目的是缩减管理人员成本和未盈利项目的研发投入，保障公司优势赛道的发展。因此，管理费用不会出现 2017 年大幅上涨的情况。为了确保评估的准确性，统计时剔除 2017 年管理费用，保留其余年份数据。将以上每年各项支出占营业收入的比重分别计算出来，然后计算出平均值。通过对数据的整理，得到表 4.3：

表 4.3 各项成本费用及税金占营业收入比重平均值表

项目	营业成本	销售费用	管理费用	税金及附加
比重	51.38%	19.08%	8.52%	0.80%

在所得税方面，由于科大讯飞属于高新技术企业，所以享受国家 15% 的所得

税优惠税率。在确定好上述关系之后，开始计算税后经营净利润二叉树，如表 4.4 所示：

表 4.4 税后经营净利润二叉树表

单位：万元

营业周期	2020	2021	2022	2023	2024	2025
营业收入	1,302,465.78	1,484,680.74	1,692,387.58	1,929,152.60	2,199,041.04	2,506,686.88
		1,142,522.98	1,302,361.94	1,484,562.38	1,692,252.66	1,928,998.80
			1,002,221.15	1,142,431.89	1,302,258.11	1,484,444.03
				879,148.39	1,002,141.25	1,142,340.81
					771,188.96	879,078.30
						676,486.95
营业成本	669,206.92	762,828.96	869,548.73	991,198.60	1,129,867.28	1,287,935.71
		587,028.30	669,153.56	762,768.15	869,479.41	991,119.58
			514,941.22	586,981.50	669,100.21	762,707.34
				451,706.44	514,900.17	586,934.70
					396,236.88	451,670.43
						347,578.99
销售费用	248,510.47	283,277.08	322,907.55	368,082.31	419,577.03	478,275.85
		217,993.38	248,490.65	283,254.50	322,881.80	368,052.97
			191,223.79	217,976.00	248,470.84	283,231.92
				167,741.51	191,208.55	217,958.62
					147,142.85	167,728.13
						129,073.71
管理费用	110,970.08	126,494.80	144,191.42	164,363.80	187,358.30	213,569.72
		97,342.96	110,961.23	126,484.71	144,179.93	164,350.70
			85,389.24	97,335.20	110,952.39	126,474.63
				74,903.44	85,382.43	97,327.44
					65,705.30	74,897.47

						57,636.69
税金及 附加	10,419.73	11,877.44	13,539.10	15,433.22	17,592.32	20,053.49
		9,140.18	10,418.89	11,876.49	13,538.02	15,431.99
			8,017.76	9,139.45	10,418.06	11,875.55
				7,033.18	8,017.13	9,138.72
					6,169.51	7,032.62
						5,411.89
利润总额	263,358.58	300,202.46	342,200.78	390,074.67	444,646.11	524,852.11
		231,018.16	263,337.61	300,178.53	342,173.50	390,043.56
			202,649.14	230,999.74	263,316.61	300,154.59
				177,763.82	202,632.97	230,981.33
					155,934.42	177,749.65
						136,785.67
所得税	39,503.79	45,030.37	51,330.11	58,511.20	66,696.92	78,727.82
		34,652.72	39,500.64	45,026.78	51,326.03	58,506.53
			30,397.37	34,649.96	39,497.49	45,023.19
				26,664.57	30,394.95	34,647.20
					23,390.16	26,662.45
						20,517.85
税后经营 净利润	223,854.79	255,172.09	290,870.66	331,563.47	377,949.19	446,124.29
		196,365.44	223,836.97	255,151.75	290,847.48	331,537.03
			172,251.77	196,349.78	223,819.12	255,131.40
				151,099.25	172,238.02	196,334.13
					132,544.26	151,087.20
						116,267.82

4.2.2 计算净投资二叉树

通过统计 2016 年—2020 年的经营营运资本和净经营长期资产，从而得到净投资，计算净投资与营业收入比重的平均值，得到预测期内的净投资二叉树。

表 4.5 科大讯飞 2015 年—2020 年净投资变动情况表

单位：万元

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020
经营营运 资本	316,584.25	301,189.87	274,744.24	194,966.80	456,410.66	458,598.96
净经营长 期资产	328,090.92	446,925.76	554,152.65	674,564.22	733,413.61	785,539.05
净经营 资产	644,675.17	748,115.63	828,896.89	869,531.02	1,189,824.27	1,244,138.01
净投资		103,440.46	80,781.26	40,634.13	320,293.25	54,313.74
比重		31.15%	14.83%	5.13%	31.78%	4.17%

数据来源：科大讯飞年度报告及作者整理

从表 4.5 可以看出，科大讯飞在 2016 年和 2019 年的净投资占营业收入的比重显著高于其他年份。通过查询公司年报，发现在 2016 年，公司预付材料款因履行合同条款而增长 221.47%，并且大量研究成果转化为无形资产，这两个因素推动了净经营资产的增长；在 2019 年，由于受到非公开发行募集资金和经营活动产生的现金流净额增加、业务规模扩大以及期末结构性存款上升的影响，使得公司的货币资金、预付款项、其他流动资产规模扩大，从而致使该年度净投资较上一年度大幅度增加。2016 年和 2019 年的公司净投资变动情况较为特殊，为了提升评估的准确性，本文将剔除 2016、2019 年的净投资数据。经计算，净投资占营业收入比重平均值为 8.04%，则净投资二叉树可计算出来，如表 4.6 所示：

表 4.6 净投资二叉树表

单位：万元

营业周期	2020	2021	2022	2023	2024	2025
净投资	104,718.25	119,368.33	136,067.96	155,103.87	176,802.90	201,537.62
		91,858.85	104,709.90	119,358.82	136,057.11	155,091.50
			80,578.58	91,851.52	104,701.55	119,349.30
				70,683.53	80,572.16	91,844.20
					62,003.59	70,677.89
						54,389.55

4.2.3 计算企业自由现金流二叉树

在已知税后经营净利润二叉树和净投资二叉树的情况下，直接求得企业自由现金流二叉树，如表 4.7 所示：

表 4.7 企业自由现金流二叉树表

单位：万元

营业周期	2020	2021	2022	2023	2024	2025
自由现金流	119,136.54	135,803.76	154,802.70	176,459.60	201,146.29	244,586.66
		104,506.59	119,127.07	135,792.93	154,790.36	176,445.53
			91,673.19	104,498.26	119,117.57	135,782.10
				80,415.72	91,665.86	104,489.93
					70,540.67	80,409.30
						61,878.27

4.2.4 确定折现率

本文评估的企业价值是企业整体价值，它包含了股权价值和债务价值，因此

折现率为科大讯飞的加权平均资本成本，数据选取的时间为 2020 年 12 月 31 日。

(一) 债务资本成本 r_d

债务成本计算的是付息债务成本，可从科大讯飞 2020 年财报中求得。其中，利息支出项目在利润表的财务费用中取得，有息负债通过短期借款、长期借款等求得。根据科大讯飞 2020 年度报告可知，利息支出为 62,416,780.10 元，有息负债合计 910,288,374.02 元，则债务成本计算为 6.86%。

(二) 权益资本成本 r_e

权益资本成本的计算采用资本资产定价模型，如公式(4.6)所示：

$$r_e = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (4.6)$$

其中， r_f ——无风险收益率， β ——公司贝塔系数， r_m ——股票市场收益率。

为了全面反映股票市场的收益情况，准确评估科大讯飞的企业折现率。本文选择 2011 年—2020 年沪深 300 指数市场收益率的平均值来确定股票市场风险收益率 r_m 。计算公式见(4.7)：

$$C = (M - M_{n-1}) / M_{n-1} \quad (4.7)$$

其中， C ——沪深 300 指数当年市场收益率、 M ——沪深 300 指数当年末的收盘价、 M_{n-1} ——沪深 300 指数上一年末的收盘价。

由公式(4.7)可得出近 10 年沪深 300 指数市场收益率变动情况，如表 4.8 所示：

表 4.8 沪深 300 指数 2011 年—2020 年市场收益率变动情况表

	沪深 300 指数	市场收益率
2020	5211.30	27.20%
2019	4096.58	36.08%
2018	3010.65	-25.30%
2017	4040.85	21.77%
2016	3310.08	-11.29%

2015	3731.00	5.59%
2014	3533.71	51.65%
2013	2330.03	-7.64%
2012	2522.95	7.56%
2011	2345.74	-25.02%
2010	3128.26	

数据来源：同花顺及作者整理

经计算，2011年—2020年股票市场风险收益率 r_m 为8.06%。本文采用十年期国债到期收益率作为无风险收益率 r_f ，经查询公开市场数据，十年期国债到期收益率为3.1429%。通过查询同花顺可知，科大讯飞 β 值等于1.06。

将上述数据代入公式(4.6)中，求得科大讯飞权益资本成本为8.36%。

(三) 加权平均资本成本WACC

通过查询科大讯飞年报，发现近五年来企业资本结构变化较小，所以本文根据2020年科大讯飞资本结构计算加权平均资本成本。计算公式见(4.8)：

$$WACC = \left(\frac{E}{V}\right)r_e + \left(\frac{D}{V}\right)r_d \times (1 - T) \quad (4.8)$$

其中， E ——所有者权益、 D ——有息负债、 V ——所有者权益与有息负债之和、 T ——所得税率。

2020年科大讯飞有息负债合计910,288,374.02元，负债权重为6.56%，所有者权益合计12,971,810,964.10元，权益权重为93.44%。将各项数据代入公式(4.8)中，求得加权平均资本成本等于8.19%。

4.2.5 计算企业价值二叉树

本文将科大讯飞的经营阶段分为了“预测期”和“后续期”。根据科大讯飞自身情况，“预测期”为评估基准日以后的五年，企业渡过“预测期”后将进入发展相对稳定的阶段，即“后续期”，在此期间，企业自由现金流以固定的增长率平稳增加。

李学华(2015)认为企业“后续期”的增长率应该在宏观经济增速的基础上,结合行业和企业的发展进行调整。2022年政府工作报告提出本年经济增长目标为5.5%。考虑到人工智能行业的发展和科大讯飞的经营情况,一方面人工智能正处于快速成长阶段,另一方面科大讯飞良好的市场布局以及国际领先的核心技术使得企业保持高速增长,本文认为科大讯飞在“后续期”的增长率应高于国家宏观经济增速。在参考了大量有关科大讯飞的研究报告的基础上,结合李学华的观点,本文采用6.5%作为科大讯飞在“后续期”的企业增长率。

将2025年自由现金流预测值、折现率以及企业增长率代入公式(4.3)中,可以求得后续期企业价值,再根据公式(4.2),可求出预测期最后一年企业价值。在得到预测期最后一年企业价值后,依照公式(4.4)从右至左,即可计算得到评估基准日未考虑放弃期权情况下的企业价值。如表4.9所示:

表 4.9 未考虑放弃期权情况下的企业价值二叉树表

单位:万元

2020	2021	2022	2023	2024	2025	后续期
6,612,350.81	7,771,351.11	9,185,044.25	10,899,066.04	13,008,102.54	15,657,888.33	15,413,301.66
	5,915,102.21	6,947,945.31	8,165,471.97	9,601,385.93	11,295,645.86	11,119,200.34
		5,346,730.31	6,283,667.28	7,388,662.19	8,692,464.73	8,556,682.63
			4,835,540.98	5,685,880.24	6,689,210.30	6,584,720.37
				4,375,519.01	5,147,622.88	5,067,213.58
					3,961,307.66	3,899,429.39

表4.9计算的企业价值没有考虑经营管理的灵活性给企业价值带来的影响,如果企业放弃按照原定计划经营所得到的价值大于按照原定计划经营的价值,那么企业应该选择放弃期权。根据模型构建的说明,本文将科大讯飞净资产账面价值作为放弃期权价值,来探究此情况下的企业价值。

评估放弃期权价值,必须要预测净资产未来变化,本文以科大讯飞历年净资产平均增速来预测未来五年的净资产价值。在净资产数据的选取方面,通过整理科大讯飞财报,发现2016年—2020年该指标的增速在3.27%至42.91%之间变动,

由于该时间段内的净资产增速波动过大，故本文以科大讯飞 2011 年—2020 年净资产年均增长率为基准，预测 2021 年—2025 年企业净资产价值。通过整理企业财报，可知科大讯飞 2011 年—2020 年净资产年均增速为 39.52%，2020 年企业净资产为 1,297,181.10 万元。科大讯飞净资产预测情况如表 4.10 所示：

表 4.10 科大讯飞 2021 年—2025 年净资产预测表

单位：万元

营业周期	2021	2022	2023	2024	2025
净资产	1,809,827.07	2,525,070.73	3,522,726.17	4,914,907.56	6,857,279.03

将预测期内的放弃期权价值与未考虑放弃期权的企业价值二叉树进行对比，在每一个年份下，如果放弃期权价值大于某个节点企业价值，那么就用放弃期权价值代替该节点的企业价值，按照公式(4.4)从右到左再算一次，得到最终的企业价值二叉树。表 4.11 即为考虑了放弃期权情况的企业价值二叉树，为了直观地对比，本文在放弃期权价值下标注了横线，以表示原有的企业价值被替换。

表 4.11 放弃期权情况下的企业价值二叉树表

单位：万元

营业周期	2020	2021	2022	2023	2024	2025
放弃期权价值	1,297,181.10	1,809,827.07	2,525,070.73	3,522,726.17	4,914,907.56	6,857,279.03
企业价值	6,730,201.25	7,827,992.28	9,194,400.27	10,899,066.04	13,008,102.54	15,657,888.33
		6,143,278.63	7,082,995.04	8,189,975.19	9,601,385.93	11,295,645.86
			5,752,451.41	6,602,547.36	7,452,835.58	8,692,464.73
				5,445,076.02	6,429,847.79	<u>6,857,279.03</u>
					<u>4,914,907.56</u>	<u>6,857,279.03</u>
						<u>6,857,279.03</u>

由表 4.11 可知，科大讯飞在评估基准日 2020 年 12 月 31 日的企业价值为

6,730,201.25 万元。

4.3 评估结果合理性检验

根据科大讯飞 2020 年度报告，可知当年公司流通在外的普通股数量为 2,224,737,717 股，通过查询同花顺，可知评估基准日企业股票收盘价为 40.87 元，由此求得当日科大讯飞企业市值为 9,092,503.05 万元。二叉树期权定价模型计算出的科大讯飞企业价值为 6,730,201.25 万元，有息负债 91,028.84 万元，两者相减，得到企业股权价值为 6,639,172.41 万元。企业股权价值除以流通在外的普通股票数，得到每支普通股的价值为 29.84 元。评估求得的股票价值比评估基准日股票收盘价低 26.99%。

本文采用 PEG 估值模型作为检测工具，结合企业市值，探究评估结果的合理性。PEG 估值模型由 PE（市盈率）估值模型发展而来，它将市值、盈利以及收入增速联系起来，适用于对处于成长期企业的价值进行判断。PEG 估值模型认为，假若公司股票价格能够反映公司的真实价值，那么市盈率和盈利增长速度基本相等。该模型的计算公式已在第二章作了介绍，其计算结果是一个相对值，分为 $PEG \leq 0$ ， $0 < PEG < 1.1$ ， $PEG \geq 1.1$ 。如果 $PEG \geq 1.1$ ，表示股票价值相对高估，如果 $0 < PEG < 1.1$ ，表示股票价值相对低估，如果 $PEG \leq 0$ ，表示企业无盈利或盈利为负，股票基本面较差。

在市盈率的选取方面，本文通过同花顺查询到科大讯飞 2020 年动态市盈率为 72，并以此为计算所需市盈率。在盈利数据的选取方面，本文通过同花顺查询到华泰、中泰、广发、浙商、平安五家证券公司对于科大讯飞 2021 年—2023 年净利润增速的预测值，以这五家公司的预测平均值来确定企业未来三年净利润的平均增速。

表 4.12 科大讯飞净利润增速预测情况表

	2021	2022	2023
华泰证券	38.95%	40.95%	33.25%
中泰证券	34.04%	33.37%	31.79%

广发证券	29.35%	32.77%	32.66%
浙商证券	36.60%	34.30%	32.01%
平安证券	32.87%	35.76%	36.91%

数据来源：同花顺

根据表 4.12 的信息，首先求取每一家证券公司对于科大讯飞 2021 年—2023 年净利润增速的预测平均值，最后将所有数据进行再平均得到企业未来三年净利润平均增速。如表 4.13 所示：

表 4.13 科大讯飞 2021 年—2023 年净利润平均增速预测表

	华泰证券	中泰证券	广发证券	浙商证券	平安证券
预测平均值	37.72%	33.07%	31.59%	34.30%	35.18%
净利润平均增速	34.37%				

将市盈率 72 和净利润平均增速 34.37%代入公式 (2.8) 中，求得 PEG 值为 2.09，结果大于 1.1。由此可知，科大讯飞企业市值处于高估水平，真实价值应该比市值更低，而本文评估得到的企业股票价值比企业市值低 26.99%，因此，本文使用二叉树期权定价模型所得评估结果是合理的。

5 研究结论与展望

5.1 研究结论

本文分析了各主要评估方法的适用范围和优缺点,选择了把盈利能力转化为价值的思路,引入二叉树期权定价模型,以近年来在人工智能行业发展较为亮眼的科大讯飞为案例,综合分析了科大讯飞企业内外部环境情况,构建了二叉树模型,并将其应用到案例企业的估值中。本文首先以营业收入为起点,逐步计算企业自由现金流二叉树,然后计算企业价值二叉树,最后考虑到实物期权的价值,评估在放弃期权情况下的企业价值。结合本文研究内容,可以得出以下研究结论:

第一,二叉树模型比传统评估法更适合对人工智能行业处于成长期的企业进行评估。本文以人工智能代表性企业科大讯飞为案例进行研究,发现企业正处于高速成长期,具有营收增速高、内外部风险大的特点,企业的发展存在不确定性,这种不确定性会给企业价值带来上升或者下跌的可能。传统评估方法未考虑到企业发展的不确定性,相比之下,二叉树期权定价模型考虑了以上两种情况,描述了企业处于两种情况下的概率,从而量化了企业价值,解决了发展过程中的不确定性问题,使得评估结果客观合理;此外,企业管理者在经营过程中要根据宏观经济、行情形势以及自身经营状况不断作出决策,经营管理的有利调整会给企业带来价值,传统评估方法将企业的经营管理当作静态,忽略了决策调整所引起的变化,而二叉树期权定价模型不仅将企业经营管理的调整视作一种实物期权,并且可以量化这部分价值。

第二,二叉树期权定价模型实用性强,评估结果接近企业真实价值。该模型的实用性体现在以下两点:一是二叉树期权定价模型的原理容易理解,所需财务数据的采集渠道丰富,涉及的数学计算不复杂,具有可操作性的优点;二是二叉树期权定价模型将预测期内企业价值走势的每一种可能都展现了出来,有助于企业管理者及时调整决策,体现了模型解决实际问题的能力。本文评估结果经过PEG估值法的判断,显示出企业市值相对高估,间接证明了二叉树期权定价模型的评估结果更接近企业的真实价值,这体现了评估模型选择和应用的正确性。

5.2 研究展望

本文的研究存在不足之处，以下是基于此次研究提出的几点展望：

第一，对企业发展的不确定性如何影响企业价值进行细致化地研究。本文分析了影响科大讯飞发展的内外部风险因素，这些风险因素构成了企业发展的不确定性，容易造成企业价值的下跌。不过，本文并没有深入研究不确定性是如何影响企业价值的，没有将其影响路径和作用方式阐述出来。影响路径与作用方式的研究会进一步优化本文对于构建二叉树期权定价模型起始点的选择，使得模型构建的起始点更加准确，提高评估结果的准确性。

第二，采用更加合理的方法选择数据并进行计算。比如在波动率的选择上，应该综合考虑同行业其他类似公司营业收入的增长率，这样求得的上升、下跌幅度以及概率包含了行业的影响作用，预测出来的营业收入会更客观一些。因此，未来的研究应该将重点放在寻找更有效的预测方法上。

第三，采用更加科学的方法计算实物期权价值，并探索多样化的实物期权。考虑到科大讯飞的人工智能高新科技属性，直接将净资产的账面价值作为放弃期权价值可能会造成企业价值的低估，应该寻找一种更加合适的方法来计算放弃期权价值，使评估结果更贴合实际。除放弃期权外，企业还存在扩张期权、收缩期权等情形，并且这些情形更加普遍，因此，未来可以进一步研究企业的扩张期权、收缩期权等其他实物期权的价值。

综上，本文有尚待完善的地方，笔者希望能在今后的生活和工作中，不断学习新知识，丰富评估经验，对二叉树期权定价模型有更加科学与合理的运用，为我国资产评估事业的发展尽一份力。

参考文献

- [1]Black F Scholes M.The Pricing of Options and Corporate Liabilities[J].Journal of Political Economy,1973(07):637-659.
- [2]Copeland,T Weiner J.Proactive Management of Uncertainty[J].Copeland T Weiner JMc Kinsey Quarterly,1990(04):133-152.
- [3]Cox,Ross,Rubinstein.Option Pricing A Simplified Approach [J].Journal of Financial Economics,1979(09):229-263.
- [4]Deger Alper.Patent Valuation and Real Option [J].Business and Economics Research Journal,2011(1).
- [5]Elmar Lukas,Jeffrey J,Reuer,Andreas Welling.Earnouts in Mergers and Acquisition:A Game-Theoretic Option Pricing Approach[J].European Journal of Operational Research,2012(23):256-263.
- [6]Franco Modigliani,Merton H Miller.The Cost of Capital,Corporation Finance,and the Theory of Investment[J].The American Economic Review,1958(03):261-297.
- [7]Franco Modigliani,Merton H Miller.Dividend Policy,Growth and the Valuation Shares[M]. The Journal of Business ,1961:411-433.
- [8]Irving Fisher. The Nature of Capital and Income[M]. New York: Macmillan, 1906: 1-21.
- [9]Irving Fisher. The Nature of Capital and Income[M]. New York:The Macmillan, 1927:28-32.
- [10]Kellogg D,J.M.Charles.Real Options Valuation for a Biotechnology Company[J] Financial Analysts Journal,2010(56):76-84.
- [11]Leons Trigeorgis.Real Option Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation[M].清华大学出版社,2012.
- [12]Myers,C.Determinants of Corporate Borrowing[J].Journal of Financial Economics, 1977(05):147-175.
- [13]Schwartz,Moon.Rational Pricing of Internet Companies Revisited[J].Financial Review,2011,36(4):7-26.

- [14] Tom Copeland, Tim Koller, Jack Murlin. 价值评估[M]. 电子工业出版社, 2012.
- [15] Williams J.B. Theory of Investment Value[M]. Princeton University Press, 1938:15-20.
- [16] Wetzstein P. Corporate Investment Decisions and the Value of Growth Option[J]. Financial and Quantitative Analysis, 1999, 3(5):32-34.
- [17] 安昊明. 期权定价在企业并购及价值评估中的应用[J]. 商场现代化, 2013(17):169-170.
- [18] 曹国华. 基于实物期权的创业板企业价值评估[J]. 技术经济, 2010(10):64-68.
- [19] 曹金淼, 韩晓楠, 李玥佳. 成长期高新技术企业价值评估方法评价与选择[J]. 科技和产业, 2014(04):65-72.
- [20] 陈芳芳. 高新技术企业价值评估探析[J]. 财会通讯, 2011(05):81-82.
- [21] 陈蕾, 于田. 周期性公司正常化估值的理论框架与模型构建[J]. 财会月刊, 2018(17):51-56.
- [22] 陈立波. 灰色马尔科夫法在企业价值评估中的应用[J]. 统计与决策, 2013(15):66-69.
- [23] 王舒健, 李钊. 企业价值评估理论的演变与新发展[J]. 工业技术经济, 2008(1):32-35.
- [24] 杜彦鹏, 陈迅. 经营期权评估法与企业整体价值评估的应用[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2001(01):44-45.
- [25] 戴欣. Excel 在实物期权建模分析中的应用[J]. 中国管理信息化(综合版). 2007(01):54-56.
- [26] 傅依, 张平. 公司价值评估与证券投资分析[M]. 中国财政经济出版社, 2010.
- [27] 龚朴, 何志伟. 可转换公司债券复合期权定价方法[J]. 系统工程理论方法应用, 2006(01):32-38.
- [28] 胡晓明, 武志平, 黄锦忠. 科创板企业价值评估方法选择研究[J]. 中国资产评估, 2019(11):4-7.
- [29] 李麟, 李骥. 企业价值评估与价值增长[M]. 民主与建设出版社, 2001:92-115.
- [30] 李学华. 永续增长率的适用性探讨[J]. 财会月刊, 2015(35):121-124.

- [31] 廖军政. 期权法在资产评估中的应用问题研究[J]. 南京理工大学学报(社会科学版), 2016, 29(01):77-83.
- [32] 刘捷. 三种折现现金流量模型对比分析[J]. 财会月刊, 2012(10):72-73.
- [33] 刘伶, 李延喜, 陈克兢. 基于成长性差异的上市公司投资支出与现金流量的实证研究[J]. 当代经济管理, 2011(12):88-95.
- [34] 刘宇, 李金玉. 战略网络中的核心企业研究评述[J]. 导弹与航天运载技术, 2011(06):23-27.
- [35] 刘烁. 企业股权价值评估理论研究[J]. 中国管理信息化, 2015(02):144.
- [36] 刘玉平, 池睿. 企业价值评估收益法中营运资金预测的改进[J]. 会计之友, 2014(01):22-27.
- [37] 宁文昕, 于明涛. 实物期权理论在高新技术企业价值评估中的应用[J]. 工业技术经济, 2006, 25(01):90-93.
- [38] 孙志红, 张娟. 基于实物期权模型的传媒企业价值评估研究[J]. 金融发展评论, 2020(07):68-80.
- [39] 王道平, 韦小彦, 张志东. 基于高技术企业创新生态系统的技术标准价值评估研究[J]. 中国软科学, 2013(11):40-48.
- [40] 王晓云, 候婧. 期权理论在高新技术初创企业价值评估中的应用[J]. 商场现代化, 2006(33):48-49.
- [41] 王国萍. 高科技公司估值方法探究[J]. 时代金融, 2013(32):225-225+227.
- [42] 王晶, 高建设, 宁宣熙. 收益法评估中折现率研究[J]. 管理世界, 2011(04):184-185.
- [43] 王静, 齐彩云, 张东. 基于实物期权的创业板企业价值评估二叉树模型研究[J]. 研究与探索, 2011(06):54-56.
- [44] 威廉夏普. 投资组合理论及资本市场[M]. 胡坚, 译. 北京:机械工业出版社, 2011:105-107.
- [45] 夏勇. 二叉树模型在高新技术企业并购估值中的应用研究——以M公司并购案为例[D]. 西南大学, 2020.
- [46] 肖翔. 实物期权法在高新技术价值评估中的应用[J]. 北京交通大学(社会科学版), 2007(02):28-31+62.

- [47] 宣国良. 基于二叉树原理的并购价值担保定价决策[J]. 统计与决策, 2006(12):36-38.
- [48] 颜莉, 黄卫来. 初创期高新技术企业价值评估研究[J]. 研究与发展管理, 2011(06):92-99.
- [49] 郁洪良. 金融期权与实物期权[M]. 上海财经大学出版社, 2003.
- [50] 杨春鹏. 实物期权及其运用[M]. 复旦大学出版社, 2012.
- [51] 杨景芝, 吴聪. 企业价值评估中折现率确定方法的理论探讨[J]. 商业会计, 2013(02):68-69.
- [52] 郑建明, 范黎波. 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(05):42-48.
- [53] 郑征, 朱武祥. 运用复合实物期权方法研究初创企业的估值[J]. 投资研究, 2017, 36(04):118—135.
- [54] 张俊霞. 基于企业战略的全面风险管理体系构建研究[J]. 会计之友, 2013(30):74-77.
- [55] 左庆乐, 宣江平. 不同资产评估方法评估结果的趋同性分析[J]. 财会月刊, 2004(02):21-22.
- [56] 赵亦豪, 吴清. 基于修正市研率的科技创新企业价值评估研究——以迈瑞医疗为例[J]. 中国物价, 2021(05):106-109.
- [57] 赵坤, 朱戎. 企业价值评估方法体系研究[J]. 国际商务财会, 2010(12):32-35.

后记

在兰州财经大学会计学院资产评估专业的学习差不多快满三年了，在这即将告别校园，踏入社会的时刻，我心里充满了难以言表的复杂情绪，一方面是对即将逝去的校园生活的怀念，另一方面是对新生活的憧憬。

首先，我要感谢兰州财经大学为我提供了学习和生活的平台。学校提供了丰富的教学资源，合理的课程安排让我触类旁通，吸收财会相关知识，国家会计学院的线上课程让我有了广阔的视野，聆听大咖的声音。学校图书馆是一个非常好的学习地点，同学们在这里安静地看书，浓厚的学习氛围感染着我，让我可以专心致志地进行学术研究以及其他学习活动。

其次，我要感谢我的校内导师。他对我的学习提供了许多建议，每次遇到课题时，他都会提醒我参加，让我锻炼学术研究能力。在毕业论文的撰写上，从逻辑框架结构的搭建、再到研究方法的选择，甚至到关键词语的使用，导师对我进行了耐心地指导，提出了修改意见，我感到受益匪浅。此外，导师也注重对我其他方面的关照，教导我做人的道理，纠正我的习惯。

再次，我想感谢我的校外导师。谢谢他在百忙之中抽出时间，对我的论文进行指导，让毕业论文得到了改进和完善，祝老师生活愉快，工作顺利。

然后，我要感谢我的同学们。谢谢同学们的陪伴让我度过了三年硕士研究生时光，你们在我需要帮助的时候伸出援手，让我克服困难。我们一起去滑雪，一起去登山，一起去吃大餐，这些都是令我难忘的经历。

最后，我要感谢我的家人。谢谢你们一直以来对我的支持和帮助，你们始终是我心中最温暖的避风港，我会永远将你们对我的爱记在心里。