

分类号 \_\_\_\_\_  
U D C \_\_\_\_\_

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 改进的实物期权模型在我国上市医药企业  
估值中的应用研究——以艾迪药业为例

研究生姓名: 程有涵

指导教师姓名、职称: 狄瑞鸿 教授

学科、专业名称: 应用经济学 金融

研究方向: 金融理财与投资实务

提交日期: 2021年5月25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: 程有涵 签字日期: 2021.5.25

导师签名: 张瑞峰 签字日期: 2021.5.25

导师(校外)签名: \_\_\_\_\_ 签字日期: \_\_\_\_\_

## 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內容。

学位论文作者签名: 程有涵 签字日期: 2021.5.25

导师签名: 张瑞峰 签字日期: 2021.5.25

导师(校外)签名: \_\_\_\_\_ 签字日期: \_\_\_\_\_

**Research on the Application of Improved  
Real Option Model in the Valuation of  
Bio-pharmaceutical companies on the  
market in China, a case study of Jiangsu  
Aidea Pharmaceutical Corporation**

**Candidate: Cheng Youhan**

**Supervisor: Di Ruihong**

## 摘 要

沪市科创板于 2019 年 7 月 22 日正式开市,在科创板上市的企业大多属于科技创新产业。其中,上市的生物医药企业具有“有形资产较少,无形资产比重大”的特点,此时采用一般的企业估值方法(如收益法、成本法等)对处于战略发展期的生物医药企业并不适用,因为这类估值方法不能估测医药企业内目前还处于研发阶段的项目价值,进而不能准确反映企业的整体价值。

通过对研发项目的特点进行分析,发现采用期权定价模型能较好地反映研发项目的价值,因此本文基于传统期权定价模型的基本理论,分析关键变量的评估方法,对实物期权模型引入红利收益率并对计算公式进行一定的改进,再结合现金流贴现模型对现有资产的价值进行评估,最后对两部分价值进行加总得到生物医药企业的整体评估价值。

为验证上述评估模型的实用性,本文选择江苏艾迪药业股份有限公司作为案例研究对象,对其进行企业整体价值的评估,最后对评估结果结合市场价值进行比较。通过案例的具体计算分析,可以发现如果仅根据现有的财务报表对现有资产的价值进行评估会对整个企业的价值估测带来严重的偏差,而实物期权法能很好地反映研发项目的价值。因此要对已占用大量资金进行新药研发的生物医药企业进行估值,就必须重视对研发项目的价值估测。本文提出的价值评估模型,期望能对合理评估这类医药企业的价值提供帮助。

**关键词:** 企业估值 实物期权模型 生物医药 科创板

## **Abstract**

China inaugurated the science and technology innovation board officially opening in Shanghai market on July 22, 2019. The board is known for its high standards for the company in terms of technology. The biopharmaceutical companies which have been listed on the board have the characteristics of "small tangible assets and large intangible assets". The general corporate valuation methods (such as income method, cost method, etc.) are not applicable to biopharmaceutical companies in the strategic development stage, because such corporate valuation methods cannot reflect the value of the project that is still in the research and development stage. The value which is calculated using general corporate valuation methods cannot accurately reflect the true corporate value.

Through the analysis of the characteristics of R&D projects, it is found that the option pricing model can better reflect the value of R&D projects. Therefore, this article, which is based on the foundation theory of traditional option pricing models, analyzes the evaluation methods of key variables and makes certain improvements to the real option model. Then the valuation of this part is combined with the discounted cash flow model to evaluate the value of existing assets. Finally, to obtain the overall evaluation value of the biomedical company, we add the two parts of the

value together.

In order to verify the practicability of the above evaluation model, this article selects Jiangsu Aidea Pharmaceutical Company limited as the case study object to evaluate its overall value, and then compare the evaluation results of the company with its real market value. Through the detailed calculation and analysis of the case, it can be found that if the value of existing assets is evaluated only according to the existing financial statements, it will bring serious deviations to the value estimation of the entire enterprise, and the real option method can reflect the value of the R&D projects well. Therefore, to evaluate biomedical companies that have taken up a large amount of funds for new drug research and development, it is necessary to pay attention to the value estimation of research and development projects. The value evaluation model proposed in this article is expected to provide help in rationally evaluating the value of such pharmaceutical companies.

**Keywords:** Value Evaluation; Real Option Model; Bio-pharmaceutical companies; Science and Technology Innovation Board

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 文献综述.....	3
1.2.1 国外文献研究.....	3
1.2.2 国内文献研究.....	4
1.2.3 文献评述.....	8
1.3 研究内容与方法.....	9
1.3.1 研究内容.....	9
1.3.2 研究方法.....	10
1.4 创新与不足之处.....	10
1.4.1 创新之处.....	10
1.4.2 不足之处.....	11
<b>2 企业价值评估的基本理论</b> .....	13
2.1 企业价值的定义.....	13
2.2 企业价值评估的传统方法.....	13
2.2.1 市场法.....	13
2.2.2 成本法.....	14
2.2.3 收益法.....	14
2.3 实物期权模型在企业估值中的应用.....	18
2.3.1 实物期权模型的概念及特征.....	18
2.3.2 实物期权法的主要模型.....	19
<b>3 生物医药企业的特点及价值构成</b> .....	21
3.1 生物医药企业的基本情况.....	21

3.1.1 生物医药企业的概念和特点	21
3.1.2 生物医药企业的行业现状及发展趋势	22
3.2 生物医药企业的价值构成分析	24
<b>4 生物医药企业的价值评估：基于改进的实物期权模型</b>	<b>25</b>
4.1 期权思想与研发项目价值特点的匹配	25
4.1.1 研发项目的特点分析	25
4.1.2 实物期权法对研发项目价值评估的适用性分析	25
4.2 改进的实物期权模型	26
4.3 生物医药企业的价值评估：基于改进的实物期权模型	27
4.3.1 现有资产的价值评估：采用现金流量折现模型	27
4.3.2 研发项目的价值评估：基于改进的实物期权模型	27
<b>5 案例研究——以江苏艾迪药业股份有限公司为例</b>	<b>29</b>
5.1 艾迪药业股份有限公司概况	29
5.1.1 公司简介及主要业务	29
5.1.2 公司发展战略	29
5.2 艾迪药业股份有限公司的现有资产价值的评估	29
5.2.1 基期和预测期的确定及模型选择	29
5.2.2 确定加权资本成本	30
5.2.3 现金流的预测及价值评估	31
5.3 艾迪药业股份有限公司的研发项目价值的评估	38
5.3.1 艾迪药业研发项目的基本情况介绍	38
5.3.2 艾迪药业研发项目的期权类型识别及模型选择	39
5.3.3 改进的实物期权模型参数的设定	40
5.3.4 艾迪药业研发项目价值的评估	44
5.4 企业整体价值评估及结果分析	45
5.4.1 艾迪药业整体价值评估	45
5.4.2 评估结果分析	45
<b>6 研究结论及建议</b>	<b>47</b>

6.1 研究结论.....	47
6.2 生物医药企业价值评估的建议.....	47
<b>参考文献</b> .....	50
<b>附录</b> .....	54
<b>致谢</b> .....	58

# 1 引言

## 1.1 研究背景及研究意义

### 1.1.1 研究背景

沪市科创板于 2019 年 7 月 22 日正式开市,是一个独立于现有主板市场的新板块。科创板的创设为以技术见长、尚处于快速发展而又急需大量资金支持生物医药制造企业提供了良好的融资渠道。其中,医药领域的创新开发需要长期投入大量资金,并且能顺利完成研发的难度高,因此一些初创的研发型医药企业离不开长期资本的引领和催化,如果没有足够的资金支撑,很难在早期顺利完成研发投入的进程。

查阅多家生物医药企业申请科创板上市的申请稿,不难发现要想顺利上市,企业核心技术的先进性是监管机构在审核过程中重点考量的因素。

生物医药企业的发展依赖于其掌握的无形资产和知识产权,对企业发展的意义重大。同时,相较于有形资产,生物医药企业往往含有更高比重的无形资产,这样的资产构成特点决定了一般的企业估值方法(如收益法、成本法等)对处于战略发展期的生物医药企业并不适用。要想对在科创板上已经顺利上市的生物医药企业进行较为准确的价值评估,就必须针对目前还处于研发阶段的项目具体分析,而这类项目由于还未能上市及上市后的销售情况均有不确定性,因此最适宜的估值方法要考虑到未来收益不确定这一重要特性。

基于以上分析,理论界提出可以运用期权定价模型来对这类生物医药企业的价值更好地进行价值评估,即 1973 年 Myron Scholes 和 Robert C.Merton 提出的 Black-Scholes 公式。期权定价法能够度量企业无形资产的价值,同时期权本身可以对企业未来的机会价值进行有效定价,因此可以在药物研发期间将研发项目含有的价值合理量化。本文基于传统期权定价模型的基本理论,在模型实际应用时结合研究对象的具体资金政策,分析关键变量的评估方法,对实物期权模型进行改进,以求缩小企业估值的偏差。

本文把生物医药企业价值分为现有资产价值与研发项目价值两部分,对现有

资产价值使用收益法中的现金流贴现模型进行评估,对研发项目价值使用改进的实物期权模型进行评估,然后对两部分价值进行加总得到生物医药企业的整体评估价值。

为验证上述生物医药企业评估模型的实用性,本文选择江苏艾迪药业股份有限公司作为估值对象。江苏艾迪药业股份有限公司在 2020 年 6 月获得科创板注册批文。艾迪药业成立于 2009 年,其创新药物的研发主要集中在抗艾滋病等领域。相较于国内传统的老旧药物来说,艾迪药业的创新药物——ACC007 和 ACC008 的市场更为广阔,同时该企业对这两种创新药物的资金投入比重很大,因此计算企业科研项目部分的价值主要研究这两种药物的投入及其可能带来的收益。另外,艾迪药业在研发技术方面的先进性已得到证监会的认可,在招股说明书中可以查询其有关研发支出的相关数据,因此选用该公司作为本文企业价值评估模型的实证案例对象是适宜的。

### 1.1.2 研究意义

生物医药企业作为科创板上市企业的重要组成部分,自成为科创板主要支持对象以来就备受关注。我国政府一直高度重视医药技术产业的创新发展,并在新药研制方面颁布实施了很多利好政策。

科创板的开设为目前正处于创新药物研发阶段的生物医药企业搭建了很好的资金募集平台,受投资需求的推动和企业本身管理发展的需要,对生物医药企业的价值进行合理评估十分重要。虽然国内学者已经对生物医药企业的估值进行了研究,但大部分都集中在市场法、成本法、收益法等适用于普通企业的估值方法,这些估值方法不能完全与科创板上大多数生物医药企业正处于研发期间、需要大量资金投入但暂时无大量利润所得的特点相贴合,因此仅仅根据这些方法估算出的企业价值并不能反映企业的真实价值。而实物期权定价模型在对企业的研发项目进行估值方面,有国外学者已对该模型的传统定义进行了实用性分析,但未对生物医药企业进行实证计算测定;在国内,已有学者提出针对高新技术企业的修正的实物期权定价模型,但该模型是否能应用于生物医药企业,是否需要部分模型变量进行调整,还没有学者对此进行研究。

本文研究的主要目的是:首先对在科创板上市的生物医药企业进行其主要特

点的分析,研究传统的企业估值方法是否适用于生物医药企业中正处于研发的项目,进一步引进传统的实物期权定价模型,阐述模型关键参数的意义,并针对生物医药企业引入新的变量,得到评估生物医药企业研发项目价值的改进的实物期权定价模型。然后,利用收益法中的自由现金流贴现模型对生物医药企业的现有资产价值进行评估,再结合上述方法对研发项目价值进行评估,得到医药企业整体价值的评估结果。最后,以江苏艾迪药业股份有限公司为实证案例对象,对其采用上述方法进行整体的企业估值,并将计算结果与市值进行比较分析,进一步对在科创板上市的生物医药企业提出具有实用性的估值建议。

## 1.2 文献综述

### 1.2.1 国外文献研究

#### 1. 国外学者对实物期权思想的研究

1977年,梅耶斯·斯图尔特首次提出了实物期权的概念,他认为可以把资产的投资机会看作“成长期权”并提出管理柔性和金融期权具有一些相似的特点。

Cox等(1979)提出资产服从某种离散型随机过程,并将标的资产的运动过程使用标准的二叉树期权定价模型进行了直观表示。

由于期权定价模型的解很难如B-S公式般简洁,为求出近似解,国外学者引进了蒙特卡洛模拟法。

1998年Timothy Luehrman在构建的期权空间中,演示了实施项目策略的方法,由此提出:投资项目一方面可以通过对目前资产的合理使用带来价值,另一方面投资项目的管理者拥有对未来投资增长机会的选择权利。这样,对实物资产进行评估时就可以参考金融期权的定价方法。

#### 2. 国外学者对实物期权思想的应用

近几年来,国外学者多使用实物期权模型对无形资产进行价值评估:

Deger(2011)指出专利权因含有较大的不确定性不能使用传统估值方法进行分析,而实物期权法可以为专利权等无形资产的价值评估提供更贴合的估值理论思想。

Gianpaolo等(2015)采用实物期权评估方法(ROA)评估专利价值,认为

实物期权的思想能够考虑到不确定性可能具有正向的资产增值作用。而传统的现金流量折现模型（DCF）不能将无形资产的不确定性问题考虑在内。

### 3. 国外学者对生物医药企业估值的研究

对于生物医药企业的估值，国外学者也进行了长时间的探索和研究。部分学者采用了传统的企业估值方法。

Purohit, Harsh（2015）对医药企业中的智力资本（IC）进行重点分析，将基于 public 的增值智力系数（VAIC）作为公司智力资本的度量，实证检验了 IC 与企业企业盈利能力之间的关系。

Dierks Raphaela Marie Louisa, Bruyère Olivier, Reginster Jean-Yves（2018）针对医药企业并购时的价值评估问题，提出使用收入法评估企业价值并概述了并购交易背后的主要动机，最后对并购是否损害医疗创新进行了讨论。

但国外更多学者结合具体的生物医药企业，采用了实物期权模型的思想对企业的价值进行评估：D. Cassimon 等（2002）针对新药申请（NDA）建立复合期权进行评估，并与常规的现金流折现模型（DCF）分析比较，发现实物期权模型的评估结果更具有实用价值，进一步提出建议：如果将一家公司考虑作为实物期权的投资组合，则可以基于复合期权对项目或公司建立相应的估值模型。Ashok Banerjee（2003）提出由于市场价格考虑了药物研发和合资企业计划在将来可能带来的市值增长，而现金流模型无法捕获这些未来价值，因此传统的 DCF 方法几乎无法解释医药公司 39% 的市值。因此，使用实物期权模型对研究产品进行估值已大大提高了估值的精确度。Federica Cucchiella 等（2013）对制药公司研发的新产品进行价值评估，提出使用实物期权方法对投资收益进行战略性评估，并应用实物期权的思想在项目的具体决策中。

## 1.2.2 国内文献研究

### 1. 国内学者对传统企业价值评估方法的研究

国内学者对价值评估的研究起步较晚，到 20 世纪 80 年代末才逐渐出现对企业价值进行评估的研究，此时的理论多借鉴国外较为成熟的价值评估思想，很少与实际的案例相结合进行实证研究。

对于如何进行资产评估这一问题，涂传芬（1992）认为资产评估的研究对象

是资产现时公正的市场价值，具体将成本法、市场法和收益法分三种角度理解。另外，作者提出在进行资产评估时应注意根据研究对象的具体特点，以选择最适宜的评估方法。

在对传统的企业价值评估方法进行实际运用时，很多学者都十分重视研究对象的经营特点，对传统估值方法的具体应用做出了评价：

程红（2003）指出高科技企业在全世界范围迅猛发展，这类企业的股票价格发生了剧烈波动，而仅依靠传统的估值方法不能对股价的走势进行预判，说明了传统的估值思想应用在高科技企业中得到的评估结果并不理想。

还有学者结合具体的评估对象，结合实务研究的结果对传统的价值评估方法提出了改进的方法和建议：

李红杰（2011）运用收益法对山东某公司的企业价值进行评估，提出在使用收益法时要考虑企业当前所处阶段的具体经营情况，以便合理预测企业收益、折现率等关键参数的数值。

牟仁艳等（2013）的研究对象是国有企业，他们认为需针对国有企业的特点使用经济增加值模型（EVA）进行价值评估，并将该模型结合某大型油田企业的自身运营特点作出了改进，得到了良好的评估结果。

## 2. 实物期权思想的引入以及应用

国内学者对于实物期权的研究，最早大致可以追溯到 1998 年：

陈小悦等（1998）认为传统的估值模型不能将项目管理者的政策灵活性考虑在企业的整体价值中，进一步在实物投资中引入实物期权的思想，并使用了离散型模型和连续型模型对投资价值进行评估。

随着实物期权思想的不断成熟，我国有越来越多的学者在企业的价值评估中应用了实物期权的思想。大多数学者都在案例研究中将传统的企业估值方法与期权定价模型进行了对比，强调了期权思想在对研究对象进行价值评估时的适用性，如：茅宁（2000）在研究中指出现金流贴现法（DCF）以决策的刚性为前提，即在项目的实施过程中，决策者不能采取相应的对策。这点与经营实践相悖，决策者在项目运行过程中，能够依据市场的变化采取相应措施，因此决策者同时拥有多个选择权。作者还提出了投资决策的实物期权分析方法，与传统的现金流贴现法分别进行了实际的案例应用，研究表明实物期权分析法可以得到更为合理的

项目评估结果。赵秀云等（2000）分别采用阶段性投资的传统净现值模型（NPV）和基于成长期权的改进 NPV 模型对投资项目的价值进行评估，指出投资机会含有成长期权的特性。研究表明依靠传统净现值模型计算出的结果容易导致错误的投资决策。

伴随着各类高科技企业的兴起，学者们对这类企业的价值特点进行了具体分析，并直接引入了实物期权的估值方法：

王忠波（2002）针对高科技企业的特点，指出对于高科技企业的估值，实物期权法相较传统的估值模型更为合适，并提出了高科技企业中应用实物期权方法的分析框架。郑晓齐、郑可（2003）对高科技企业中的期权特性进行了分析，认为高科技企业的特点表现在发展阶段性与决策动态性。文章使用实物期权方法对具体企业进行研究，最终得出结论：将传统的企业估值模型与实物期权法相结合可以较好地反映高科技企业的基本特征与弹性价值。张彤等（2009）对具体的高新技术企业进行了价值评估，提出将实物期权模型分别针对长、短期期权进行改进，主要包括期权有效期和企业红利政策因素的影响，将模型进行改进后具体应用在对高新技术企业的评估中。

对于高科技 IT 产业中互联网企业的价值评估，也有不少学者进行了案例研究：刘芸（2005）指出网络企业具有高投入、高风险等特点，对网络企业进行估值时仅使用传统估价方法会忽略企业阶段项目中的潜在价值和项目决策者自主管理时的决策弹性，使用实物期权法则可以把这部分价值计算在内。黄生权等（2014）结合具体的案例进行研究，提出在互联网企业中使用集成实物期权的思想进行评估，结果表明集成实物期权方法能对这类研究对象提供可取的逻辑分析思想，相较传统的价值评估方法更具可行性。彭程（2017）分别使用了传统的企业价值评估模型和实物期权定价模型对互联网企业的价值进行评测，并通过互联网企业的非财务指标来获得企业价值的驱动因素，如网络站点的点击率等。另外作者强调要针对不同的评估目的，分析具体情形，做出合理的评估假设，这样才能得到互联网企业的合理评估价值。

除了上述的具体案例研究外，国内学者对适合采用实物期权方法进行价值评估的某类企业也进行了概括性的分析论述，如房地产企业、风险企业：项盛辉、何芳（2002）重点分析了房地产开发企业中的等待型期权，并采用实物期权的思

想,通过定性分析和定量计算两个角度证实了实物期权思想在房地产开发企业价值评估中的实用性,将等待期权的价值进行了合理量化。朱东辰、余津津(2003)认为要对风险资本合理地进行运作,必须先对风险企业的价值做出正确的评估,提出构建多阶段复合实物期权模型以得出更接近企业真实价值的评估结果。

除了将实物期权模型应用在较为宏观的公司层面外,也有学者将其应用于无形资产如专利权,矿业权等的价值评估中,并通过与传统的企业估值方法进行比较,得到实物期权模型更适用于评估此类资产的结论:杨春鹏等(2002)研究了专利权的价值评估问题,他们认为传统上使用的重置价值成本法和收益现值法不能把实施专利权的过程中包含的不确定性考虑在内,而这些不确定性因素会影响专利权的价值,进而指出实物期权的方法可以有效地对含有不确定性的投资项目进行评估,并给出了专利权的价值评估公式。廖作鸿、刘朝马(2002)对矿业权进行价值评估,指出了现金流折现法(DCF)不能反映管理的灵活性,而管理的灵活性能够规避风险,从而带来收益。研究通过分别使用DCF法和期权定价模型对项目价值进行评估,表明实物期权思想可以量化项目所处的经济环境的变化。

针对新三板不同于主板市场的特点,我国学者对在新三板上市的一些企业,如信息技术企业使用实物期权理论进行了具体的估值研究:金辉、陶兰(2016)针对新三板信息技术行业的特点,在实物期权思想的基础上,运用蒙特卡洛模拟法对金和软件公司进行价值评估。根据模拟结果和市场价格比较,说明了市场价格趋近于模型的估测结果,证明了该模型的可行性。

### 3. 我国学者在生物医药企业价值评估方面的研究

针对生物医药企业,价值评估的需求主要集中于并购过程,国内学者在医药企业价值的评估方面多运用市场法和收益法:赵振洋、张漾(2019)研究了在科创板上市的生物医药企业的估值问题,对传统的自由现金流折现模型(FCFF)引入5P估值模型进行修正,并以心脉医疗企业为研究对象进行了实证分析,结合具体的计算过程说明了在应用修正的FCFF估值模型时应注意的问题。

国内对于生物医药企业的价值评估,也有少数学者引入了实物期权法进行研究:

吕雅慧(2016)通过对君实生物吸收合并众合医药的案例进行分析,结合新

药研发周期长、阶段多的特性，采用实物期权法中的决策树模型，提出了新三板生物医药企业的价值评估模型。研究认为在实务中，可以将该模型与其他价值评估方法结合以获得更为合理科学的评估结果。

### 1.2.3 文献评述

对于企业价值评估问题的研究，理论界已有较为丰富的研究成果，评估方法目前主要以传统的评估方法为主，但由于各类企业整体资产的特殊性，传统评估方法在具体应用到不同类型的企业评估过程中存在一定的不足。国内外学者从企业价值评估的理论思想和实践探索两方面进行了讨论研究，分析原有模型在与实证案例相结合时暴露的局限性，并提出了一些可行性的建议或修正，鼓励在实践中结合具体情形寻找适合特定价值评估的模型。

随着理论界对企业价值研究的深入，学者们开始关注企业经营过程中所包含的实物期权的价值。根据文献梳理，我们可以看到国内外学者对生物医药企业进行价值评估的研究中，在使用传统的企业估值方法进行估值的同时，逐步重视了对研发项目的价值研究，并为了更好地评估企业研发项目的价值，对传统的企业估值方法做出改进。

在应用实物期权模型对生物医药企业进行价值评估的研究方面，国内学者的大部分案例集中在医药企业的并购案例以及专利权、新药项目的研究中，而如何对含有长期研发项目的医药企业进行估值，这方面的讨论较少。但也有少数学者在估值研究中强调生物医药企业研发项目的价值，使用实物期权模型对研发项目的价值进行了评估。

已有文献中在评估生物医药企业的价值方面，关于如何将研发项目的价值与案例的具体研究对象相结合来进行合理量化，怎样与企业现有的营业收入来源的资产价值有效结合，这些问题并不能很好地解决。

本文首先通过分析生物医药企业的特点，将生物医药企业的价值分为两部分，即现有资产价值和研发项目价值。其中，对现有资产的价值评估选用自由现金流模型；在对研发项目的价值进行评估时，在传统的实物期权模型中引入新参数，增强其在研发项目价值评估上的适用性。分别应用模型计算后，将这两部分结果进行加总得到生物医药企业的整体价值。然后，在案例的实证部分，选用江

苏艾迪生物医药企业作为研究对象,通过具体的模型计算得到艾迪药业价值评估的结果。最后,总结模型进一步得出针生物医药企业进行价值评估的建议,以期为准评估含有大量资金投入的研发项目的医药企业价值提供可参考的模型方法。

## 1.3 研究内容与方法

### 1.3.1 研究内容

本文研究内容共分为六章,主要框架如下:

第一章为绪论,分为四部分。第一部分对研究背景和研究意义进行介绍;第二部分为国内外文献综述,梳理了国内外各种企业价值评估模型的理论研究以及学者们对实物期权模型的理解和结合案例实证中的具体运用;第三部分为本文的主要研究内容和采用的研究方法;第四部分为本文的创新点与不足之处。

第二章为企业价值评估的基本理论。首先,简单介绍企业价值的相关定义,然后阐述企业价值评估的传统方法,并结合医药企业的特点具体判断评估模型是否适用;进一步引入实物期权法的基本概念及特征,并说明在企业估值中的主要应用模型。

第三章为生物医药企业的特点及价值分析。首先,从企业特点和行业现状两方面介绍了在科创板上市的生物医药企业的基本情况;然后,根据这类企业的经营特征分析其价值构成。

第四章为改进的实物期权模型在生物医药企业价值评估中的应用分析。首先,分析医药企业研发项目的特点,讨论实物期权法在评估研发项目价值上是否适用;然后,针对在科创板上市的生物医药企业提出改进的实物期权模型;最后构建生物医药企业价值评估的整体模型:先采用收益法对现有资产价值进行评估,再应用改进的实物期权模型对研发项目的价值进行评估,两者相结合得到企业的整体价值。

第五章为案例研究。首先,选取江苏艾迪药业股份有限公司为分析对象,介绍公司的基本情况及发展战略。然后,根据第四章的模型,分别采用现金流折现法和改进的实物期权法对艾迪药业公司的现有资产价值和研发项目价值进行评

估从而得到公司的整体价值。其中,使用现金流模型对现有资产价值进行评估时,需确定基期和预测期、折现率等参数;使用改进的实物期权模型对研发项目的价值进行评估时要注意项目期权类型的识别及参数的设定。最后,将评估出的整体企业价值与当前企业的市场价值相比较,以验证改进的实物期权模型的可行性。

第六章为研究结论及建议。根据上文对艾迪药业有限公司的价值评估过程,得出相应的研究结论,进一步得出在对生物医药企业价值评估的建议。

### 1.3.2 研究方法

本文主要用到的研究方法有:

1. 文献研究法,对企业估值理论及实物期权模型的相关文献资料进行了收集、分类、归纳与整理;在了解国内外相关理论、观点的基础上形成了对医药企业估值方法较为系统的观点和认知。

2. 案例实证研究法,以在科创板上市的江苏艾迪生物医药企业为模型的案例对象,对其使用改进的实物期权模型进行价值评估。

3. 比较分析法,在对江苏艾迪生物医药企业进行实证研究的过程中,使用现金流折现模型对企业的现有资产价值进行评估,并与研发项目的价值评估相结合,最终得到生物医药企业整体的企业价值,再与当前的市场价值进行比较,以此验证本文对上市生物医药企业提出的估值模型的可行性。

## 1.4 创新与不足之处

### 1.4.1 创新之处

本文在企业估值中的研究方面,汲取上述学者们已有研究成果的基础理论,做出以下几点新的探索:

#### 1. 研究对象

本文在对我国的生物医药企业进行价值评估时,主要针对在科创板上市,已经投入大量资金进行新药研发的生物医药企业。这类生物医药企业的研发项目占用了企业的大量资金,但因为尚未上市而不能带来理想的现金流回报,在评估价

值时容易被投资者忽略。本文选用这类生物医药企业作为研究对象可以很好地填补企业估值在这方面研究上的空白。

## 2. 评估思想的应用

由于在科创板上市的生物医药企业有大量现金流投入到了科研项目,其财务报表很难拥有各方面已经发展成熟的医药企业那样光鲜的利润率,因此在评估这类企业时仅根据已有的财务报表预测未来的现金流是不全面的。要想合理评估这类生物医药企业的价值,对其未来的价值走向进行合理预判,就必须重视其正在研究开发的项目。

本文结合学术界已有的价值评估理论,将生物医药企业的整体价值分为现有资产和科研项目资产两部分,并将这种评估思想应用在处于发展阶段的生物医药企业中。通过应用学术界的这种评估思想,结合实际案例进行计算分析,得出了生物医药企业中科研项目部分的价值在企业整体价值中占比很大的结果,进一步验证了该评估思想在生物医药企业价值评估上的实用性。

## 3. 实物期权模型改进后的具体应用

根据学术界对高新技术企业进行价值评估时提出的模型改进方法,即对传统的实物期权模型引入红利收益率。本文针对生物医药企业在未来很可能派发红利的特点,在对科研项目进行价值评估时,具体应用了该模型的改进思想。在应用模型研究实际案例时,使用企业披露的“分配的利润不少于可分配利润的 10%”、可分配利润的预测金额、对预测资产进行折现后的现值这三项数值,通过分析建立三者间的数学关系,最终得到红利收益率这一新参数的具体数值。改进后的实物期权模型能够更好地与评估对象的企业政策相匹配,获得更为合理的价值评估结果。

## 1.4.2 不足之处

本文的不足之处主要在以下几个方面:

1. 由于科创板于 2019 年 7 月 22 日首次开盘,本文案例的研究对象江苏艾迪药业股份有限公司于 2020 年 7 月在科创板成功上市,通过查询上海证券交易所和该公司的官方网站,仅能得到 2016-2019 年的财务报表和 2020 年度的业绩快报,而在业绩快报中对 2020 年度的财务信息披露较少,有部分数据不能获得。

另外,该公司在 2017 年的财务情况发生较大的波动,对预测未来自由现金流乃至合理评估企业的整体价值都构成了一定影响。

2. 由于艾迪药业上市至今不足一年,在采用资本资产定价模型计算艾迪药业的权益资本成本时,查询到的风险系数  $\beta$  与基期 2016-2020 年并不能完全匹配,由此获得的权益资本成本结果可能不够准确。

3. B-S 模型在实务使用时有着严格的假设条件,在实际评估使用时很难满足,本文学习了理论界对实物期权模型已有的研究成果,对实物期权模型进行了部分参数的改进,模型的具体适用情况还需要理论界对此做深入的探讨。

## 2 企业价值评估的基本理论

### 2.1 企业价值的定义

在对企业进行价值评估时，我们需要先明确价值的定义。财务管理中的价值主要被分成两类：账面价值和市场价值，其中账面价值是指由资产的账面情况或公司的财务状况决定的价值，而市场价值是指由市场来决定的价值。

具体来看，账面价值可以根据资产负债表来确定。市场价值是指资产或公司的市场资本总额或其流通股股份数与股价的乘积。市场价值是根据股票价格计算得出的，实际上是股权投资人对公司股票的估值，这其中不包括归属于债权人的价值以及公司所担负的其他义务。

本文研究的企业价值针对公司的整体价值。估算企业价值是确定公司核心经营资产潜在价值的一个途径，正确地估算企业价值能够帮助企业经营者实行合理的管理政策，同时也为投资者的投资方向提出建议。

### 2.2 企业价值评估的传统方法

下面介绍进行企业估值时实务中常用的三种评估方法，即市场法、成本法和收益法。其中，针对每种模型的特性并结合生物医药企业研发项目的特点，选择最适合评估的模型来对研发项目的价值进行评估。

#### 2.2.1 市场法

市场法的核心思想是将评估对象与可参考企业或权益性资产进行价值对比。市场法中常用的是并购案例比较法、参考企业比较法和市盈率法。

##### 1. 并购案例比较法和参考企业比较法

这两种方法均需要先选定一个与被评估企业处于相同或类似行业或地位的参照对象，在其财务数据的基础上，乘以适当的价值比率或指标，得到被评估对象的价值。

但在实务计算时，很难找到合适的参照对象。尤其是在科创板上市的生物医

药企业数量并不多,各家企业由于其主营业务收入的来源不同和在科研及生产方面均具备不同的优势,很难针对某一家医药企业确定相应的参照企业,因此并购案例比较法和参考企业比较法不适用于本文生物医药企业的价值评估。

## 2. 市盈率乘法法

市盈率乘法法通过对被评估企业的股票价格进行评估来对企业的价值进行估测,即被评估企业的股票价格等于同类型公司的平均市盈率与被评估企业股票的每股收益的乘积。

由于科创板上市的企业均具有较强的高科技属性,其股价波动较为剧烈;另外,科创板的创设时间距今不足两年,证券交易市场的发展程度并不足够完善,因此,采用市盈率乘法法得出的结果仅能作为参考建议,并不适合作为独立的测算模型进行价值评估。

### 2.2.2 成本法

成本法的核心思想是对目标企业的各部分资产价值和负债重新评估后再加总得到评估对象的整体价值。成本法的主要方法为重置成本法。

重置成本法将评估企业分解为各种生产要素,通过对各项要素的价值逐一进行评估得到加总后的资产评估值,再加上企业的商誉、减去经济性损耗,得到企业价值的评估结果。

该方法的局限性在于将资产完全割裂,没有考虑到不同资产之间的协同效应和规模效应。因此,对于各资产间相互影响较大的生物医药企业而言,运用重置成本法并不能得到合理的评估结果。

### 2.2.3 收益法

收益法的基本思想是根据企业的预期收益和折现率,将被评估企业未来的收益进行折现。收益法主要包括内部收益率法、CAPM模型、EVA估价法和现金流量贴现模型等。下面对这四种收益法分别介绍,其中详细介绍现金流量贴现模型的具体分类及适用范围。

#### 1. 内部收益率法(IRR)

当资金总流入的现值与资金总流出的总额相等时,得到内部收益率。内部收

益率法与现金流量贴现法相似,核心思想是试图寻找一个具有代表性意义的数值来评价项目投资的总体财务效益。

但是内部收益率法只能反映被评估企业是否值得投资,却不能得出定量的资产评估结果。根据第二章对生物医药企业价值的分析,本文针对现有资产选用的评估模型需要得到定量的估测结果,以求进一步和研发项目的数值结果进行加总。因此,不选用内部收益率法进行现有资产价值的评估。

## 2. 资本资产定价模型 (CAPM)

资本资产定价模型最初应用于对风险资产(如股票)的估价中。由于股票的实际价值与购买股票后获得同等收益需承受的风险有关,这一特性与风险投资类似,因此该模型也用来计算风险投资项目的贴现率。

CAPM 模型中,无风险收益率、市场组合的收益率和资产与市场整体间的相关系数均会给期望收益率带来影响,同时该模型的应用条件较多,对市场的要求高,在我国证券市场有待继续发展完善的背景下,科创板上市的生物医药企业使用该模型时局限较多,因此本文不选用该模型进行现有资产的价值评估。

## 3. 经济增加值法 (EVA)

EVA (Economic Value Added) 是一种新型的业绩衡量指标,能反映公司一定时期内为股东创造的利益。在企业价值评估中,根据斯腾-斯特的解释,EVA指企业投入资本后获得的收益净额与该资本机会成本间的差额。即 EVA 等于税后营业净利润与资本总成本之间的差额。

在实际应用时,一方面,资本成本会因企业所处时期的不同而变动,因此很难将成本变动的具体期间进行划分并;另一方面,由于生物医药企业在研发项目中投入了大量资金,使用 EVA 法时成本中的大部分资金并不能带来净利润。因此,采用 EVA 法对医药企业的现有资产价值进行评估并不适宜。

## 4. 现金流量贴现模型 (DCF)

现金流量贴现模型的核心思想是将可预测性的未来现金流经过贴现折现至当前的时间点。具体分为股利折现模型、股权自由现金流量折现模型 (FCFE)、公司自由现金流量折现模型 (FCFF)。

### A. 股利折现模型

股利折现模型的基本形式为: 
$$V = \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+r)^t}$$

式中， $V$ =股票的价值； $r$ =折现率，即必要收益率； $t$ =年份； $D_t$ =第 $t$ 年的股利。

该模型通过对未来股利进行折现得到股票的价值。因此，该模型适用于已经建立了长期稳定赢利模式的公司。而生物医药企业由于在研发项目中投入了大量资金，其盈利性并不太稳定。另外，股利折现模型给近期股利的权重相比远期股利更大，忽略了财务报表中会计编制带来的暂时性成分的影响。综合来看，股利折现模型不能应用在生物医药企业的资产评估中。

#### B. 股权自由现金流量折现模型(FCFE)

该模型的计算公式是：

$$FCFE = \text{营业现金流量} - \text{资本性支出} - \text{营运资本追加额} - \text{债务偿还} + \text{新债发行}$$

比较股利折现模型和股权自由现金流量折现模型可以发现，两种模型使用的参数基本相同，而股权自由现金流量模型使用股权自由现金流量来代替股利。因此，股权自由现金流量对目标对象的要求类似于股利折现模型，即要求公司具有基本稳定的盈利性。另外，股权自由现金流量的计算中包括相关债务金额，受债务工具的影响较大。因此本文在评估生物医药企业的现有资产价值时，不选用股权自由现金流量折现模型。

#### C. 公司自由现金流量折现模型 (FCFF)

通过息税前利润 (EBIT) 计算自由现金流量的公式为：

$$FCFF = EBIT \times (1 - \text{所得税税率}) - \text{营运资本净增额} - \text{资本性支出} + \text{折旧与摊销}$$

由于该模型较好地回避了上述其他价值评估方法在生物医药企业价值评估上的不适应性，需要对多个财务数据进行处理，得出的结果较为合理，因此下面重点介绍该模型的计算方法。

自由现金流量折现模型可以分为永续增长、二阶段增长等模型。其中二阶段模型的应用最为广泛，下面对二阶段模型做出介绍。

二阶段增长模型中，公司价值由预测期价值和永续期价值两部分构成。预测期指企业发展迅速且不稳定的期间，预测期一般为 5-7 年。永续期指在预测期之后，企业收入增长速度保持基本稳定后，可根据永续增长模型来计算。二阶段模型公式为：

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{FCFF_t}{(1+WACC)^t} + \frac{FCFF_n \times (1+r)}{(1+WACC)^n \times (WACC-r)}$$

式中， $P$  为企业价值； $FCFF_t$  为预测期第  $t$  年的企业自由现金流； $WACC$  为加权资本成本（折现率）； $FCFF_n$  为预测期末的企业自由现金流； $r$  为永续增长率。

根据上式可知需首先确定加权资本成本和预测企业自由现金流，再代入模型求解。下面分别介绍模型中这两个参数的计算过程：

a. 确定加权资本成本（折现率）

通过股权资本成本和税后债务资本成本和各自的比例求出加权的资本成本。该模型公式为：

$$WACC = \frac{E}{V} \times R_e + \frac{D}{V} \times K_i$$

式中， $E$  为所有者权益数额； $D$  为债务数额； $V$  为总资产数额； $R_e$  为股权资本成本； $K_i$  为税后债务资本成本。

采用资本资产定价模型（CAPM）来计算股权资本成本  $R_e$ 。该模型公式为：

$$R_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

式中， $R_f$  为无风险收益率； $R_m$  为市场平均收益率； $\beta$  为风险系数。

该模型把无风险利率和风险利率相加得到股权资本成本，无风险利率一般使用 3-5 年的国债利率；可通过查询 wind 数据库获得  $\beta$  值；市场平均收益率  $R_m$  可通过查阅相关数据库来获取。

债务资本成本  $K_i$  主要是通过企业债务类型和相对应的债务成本来计算：

$$K_i = K_d \times (1-T), K_d = K_1 W_1 + K_2 W_2$$

式中， $K_d$  为税前债务的资本成本； $K_1$  为短期债务的资本成本； $K_2$  为长期债务的资本成本； $W_1$  为短期债务占总债务的比重； $W_2$  为长期债务占总债务的比重； $T$  为所得税税率。

b. 预测企业现金流

首先确定预测期前的基期,一般设置为评估时点前的 5 年,根据这 5 年间评估对象的财务报表数据结合自由现金流量的定义公式进行计算。然后根据二阶段模型来计算预测期价值和永续期价值,两者相加得到企业整体价值。

## 2.3 实物期权模型在企业估值中的应用

该部分针对研发项目价值的评估,介绍实物期权模型,再结合生物医药企业研发项目的性质特点,以判断分析实物期权模型的适用性。

### 2.3.1 实物期权模型的概念及特征

期权作为一种衍生金融产品,最初是出自对冲风险的需求而发明的一种金融工具。金融期权赋予其购买者一项权利,即在规定期限内按双方事先约定好的价格购买或出售一定数量的某种金融资产。

在金融期权的基础上, Stewart Myers 于 1977 年提出了实物期权的概念,认为管理者对实物资产拥有的柔性投资策略就是一项实物期权。

实物期权与金融期权相比,由于实物期权的标的物为实物资产,一般不太可能进行市场交易,因此两者最根本的区别在于实物期权具有非交易性。此外,实物期权还具有以下几点特殊性质:

#### 1. 非独占性

多个主题可能同时对实物期权享有控制权,因此每个主体实施的策略都会影响到实物期权的价值。

#### 2. 先占性

抢先获得实物期权的拥有者施行的任何策略都会对后来的期权占有者造成影响。

#### 3. 复合性

各种实物期权之间相互关联,并且可以互相作用,表现在同一个项目内各个子项目之间和不同项目之间的相互影响。

## 2.3.2 实物期权法的主要模型

实物期权法主要有两种模型：B-S 模型和二叉树模型。

B-S 模型针对连续的时间序列，二叉树模型适用于离散的时间序列。其中，B-S 模型通过标的物的风险利率来反映标的资产价格的波动性以及波动性给标的物价值带来的影响；二叉树模型则通过计算标的资产价格上涨或下降的概率来表示研究对象的波动性。

在实物期权的应用方面，B-S 模型应用得更广泛，其参数易于获得，计算过程较为简单清晰。下面对 B-S 模型进行介绍：

### 1. B-S 模型

1973 年 Black 和 Scholes 提出了 B-S 模型。Merton 将该模型的内涵进行了扩展，使其可以运用于其它形式的金融交易中。在实物资产领域中，对于项目阶段较少，包含的期权仅有一个时，适合采用 B-S 模型来评估实物期权价值。B-S 模型公式为：

$$C = S_0[N(d_1)] - Xe^{-rt}[N(d_2)]$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{X}) + t[r + \frac{\sigma^2}{2}]}{\sigma\sqrt{t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

式中， $C$  为期权价值； $S_0$  为标的资产价格； $X$  为期权执行价格； $N(d)$  为标准正态分布函数； $e$  为自然对数底数； $r$  为无风险利率； $t$  为期权执行期间； $\ln$  为自然对数函数； $\sigma$  为标的资产波动率。

下面对上述的 B-S 模型中的主要参数分别进行介绍：

#### A. 标的资产价格

B-S 模型中，将项目未来产生的收益进行折现即得到标的资产的价格，实务中多采用现金流折现法来计算。

本文研究的是生物医药企业的研发项目价值，此处的标的资产价格即为研发成功后，新药上市能带来的全部收入的现值。

#### B. 期权执行价格

期权执行价格指投资项目从开始到顺利结束的过程中，投入的所有资金成本

的现值之和。

本文指生物医药企业在研发项目的进展过程中各个阶段需要投入的各类资金成本，如人才、设备、厂房等等。

#### C. 无风险利率

无风险利率一般选择国债利率，选用的国债年限最好与研究的实物期权的执行时间相同或相似。

#### D. 期权执行期间

期权的执行期间为项目当前所处时间点到期权执行时之间的时间跨度。

#### E. 标的资产波动率

一般选用研究对象的股价收益率的标准差来衡量标的资产波动率。由于对数收益率相较普通收益率具有可加性，因此实务中多采用对数收益率。

### 2. 二叉树模型

1979年 Cox、Rose、Rubinslein 提出了二叉树模型，当项目阶段多，存在多个期权，且各个期权之间相互影响的情况下，适合使用二叉树模型来评估其价值。

由于生物医药企业投入的研发项目之间往往相互独立，投入不同的研发人员和医疗设备，彼此之间并不存在明显的依存或排斥关系，因此二叉树模型并不适用于研发项目的价值评估。

### 3 生物医药企业的特点及价值构成

#### 3.1 生物医药企业的基本情况

##### 3.1.1 生物医药企业的概念和特点

生物医药产业包括生物技术产业和医药产业两部分。

生物技术产业是伴随生物技术的发展产生的各类产业,具有对资源的依赖性强、技术含量高、产品多样化的特点。医药产业需要多学科背景下的先进技术互相融合,其中生物技术产业和医药产业可以通过共享资源达到相互促进、共同发展的目的。

Wind 数据库显示,2020 年在科创板上市的公司实现营业收入共计 3314.67 亿元,其中生物医药企业的净利润总额为 334.62 亿元,在 8 个申万一级行业中排名第六,总体来看医药企业的上市表现良好。截止 2021 年 3 月 15 日,科创板目前有生物医药企业 66 家,其中包括已上市状态 46 家。

根据上海证券交易所发布的相关文件,保荐机构在推荐企业时,要优先推荐“突破关键核心技术、市场认可度高的科技创新企业”。因此能够在科创板上市的生物医药企业通常具有以下特点:

##### 1. 技术含量高,持续时间长

生物医药企业作为新兴的高新技术产业,对科学技术水平有着极高的要求。随着生物医药企业的数量不断增多,企业要科创板上市的申请书中脱颖而出,就必须加强对高新技术的研发力度。同时,能够在科创板上市的生物医药企业开展的科研项目都含有很高的技术含量,在研发时难度高,周期长,需在人才建设、设备器械等方面投入大量资金。

##### 2. 经营风险高,投资回报大

研发项目通常包含新药或新器械,这类产品从研发到上市盈利,会经历多个阶段,在每个阶段都需投入大量人才和资金,其中包含的不确定性很高,使得生物医药企业含较高的。但同时正是由于这个特点,新药研发项目一旦成功,就可以迅速占领市场份额,获得巨大的收益回报。

##### 3. 进入门槛高,政策影响大

生物医药行业的发展与人们的生命健康息息相关，国家积极立法，出台各项政策措施来保障这一行业的良性发展。同时也从各个环节予以规范管理，企业的设立、药品的研发、投产、入市都会受到监管。

### 3.1.2 生物医药企业的行业现状和发展趋势

生物医药企业目前的发展现状有以下特点：

#### 1. 整体趋势由快速增长趋于稳定

根据国家统计局 2015-2020 年医药企业利润总额的数据，可得下图：



图 3.1 2015-2020 年中国医药企业利润统计

资料来源：国家统计局

我国医药企业发展整体趋势由快速增长到趋于稳定：2015-2019 年，我国规模以上医药制造企业利润总额稳步增长，由 2627.3 亿元上升至 3119.5 亿元。而在 2017-2020 年期间，医药企业的利润总额减少，基本保持平缓走势，可以推断未来医保控费等政策的进一步推广给医药企业追求高利润带来一定压力，行业利润在增速有所放缓。

#### 2. 医药行业盈利能力持续稳定

查询国家统计局 2020 年中国医药行业盈利能力的相关数据，可得下图：

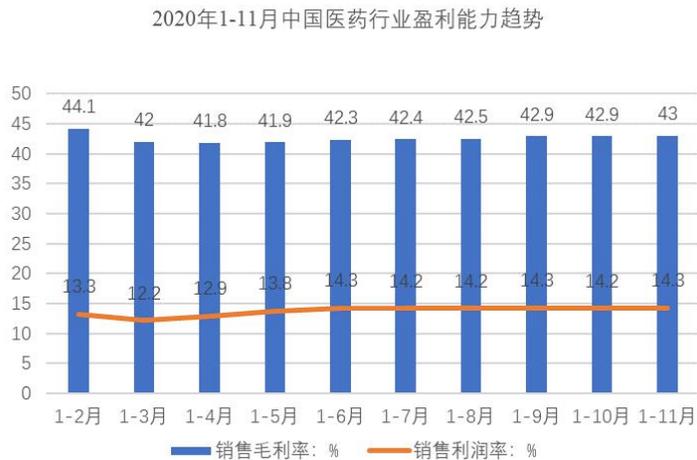


图 3.2 2020 年 1-11 月中国医药行业盈利能力趋势

资料来源：国家统计局

我国医药行业在 2020 年的销售毛利率和销售利润率基本保持稳定，盈利能力发展平稳。

### 3. 原料药与制剂生产企业的中小企业数量变动

查询 NMPA 可得到 2015-2020 年中国药品生产企业和药品生产许可证的数量变化，得到下图：

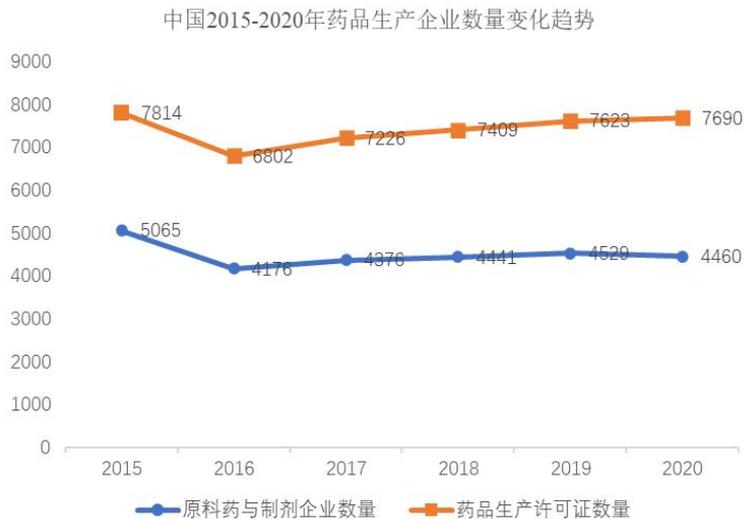


图 3.3 2015-2020 年中国原料药与制造及生产企业的数量变动

资料来源：NMPA

2015 年我国新环保法试行排污许可管理制度，要求实施清洁化改造，该政

策对原料药行业具有，众多中小原料药企业倒闭，从图中也能看出 2015 年我国原料药与制造及生产企业达 5065 家，而 2016 年则骤降到 4176 家。但高污染中小企业的清退极大优化了行业竞争格局，提高了行业的集中度，此后在 2016-2020 年内，我国原料药与制造及生产企业数量开始缓慢稳定增长。

总体来看，我国生物医药行业整体发展处在快速发展的轨道上，越来越多的医药企业开始加大对研发项目的投入力度，在制造新药、新医疗器械方面做出贡献。另外，国家对新药研发的补贴政策逐步增多，产业总值和营业收入都保持较快增长，未来发展势态积极向好。

### 3.2 生物医药企业的价值构成分析

根据上文对生物医药企业特点的分析，可以发现在科创板上市的生物医药企业往往在其研发项目上投入的资金多，其研发创新能力决定了企业的研发项目能否顺利上市，间接决定了企业未来的价值，但研发项目在当前阶段不能给公司带来收益，往往消耗大量资金但在当前年度的资产负债表中不能带来现金流入。

因此，为合理估算这类生物医药企业的价值，本文将整体的企业价值分为两部分：即现有资产价值和研发项目价值。其中，对两部分价值分别进行评估时应结合生物医药企业的特点，具体分析如下：

#### 1. 现有资产价值的评估模型：

针对现有资产的价值，选用的模型应能对公司当前整体的现有资产进行估值并得到定量的估测结果，尽量避免定性的判断结论；

选用的模型应与我国证券市场当前所处阶段的特点匹配，具体来讲，选用的模型在我国科创板的环境下能够适用；

考虑到研发项目增加了大量的公司成本但在当前阶段并不能以净利润方式获得回报的影响，选用的模型应尽量减小对单一类型数据的依赖性。

#### 2. 研发项目价值的评估模型

针对研发项目的价值评估应充分考虑到研发项目同时含有风险性和收益性的特点。另外，研发项目的管理者可以随时根据进展情况制定新策略，具有充分的政策灵活性。

## 4 生物医药企业的价值评估：基于改进的实物期权模型

### 4.1 期权思想与研发项目价值特点的匹配

#### 4.1.1 研发项目价值的特点分析

生物医药企业的研发项目价值通常具有以下特点：

##### 1. 耗费时间久、投入成本高、技术要求高

生物医药企业研发项目的周期通常很长，主要分为前期理论研究阶段、研究开发阶段、临床前研究阶段以及申报审批阶段和商业化阶段。每个阶段都需要企业投入大额的资金在人员、技术设备等方面，且项目的技术壁垒高，顺利完成需要的周期长。

##### 2. 研制具有不确定性

创新药物的研制容易受到多种因素的影响，主要包括：

##### A. 关键技术难以攻克的风险

在研发过程中，可能由于需要的技术指标太高不能达到要求或需要投入的资金不够而引起项目进展缓慢，甚至中止。

##### B. 临床研究失败的风险

在临床试验的过程中，如果发生严重不良事件或临床疗效不能达到预期，监管部门可能暂停或终止临床研究，从而影响研发项目的进度甚至引起研发失败。

##### C. 上市时间不确定的风险

根据我国药品注册的管理规定，新药注册前一般都需经过临床前研究、临床试验审批、生产审批等等多个阶段，企业的研发项目需要顺利通过每个阶段才能最终完成上市，因此准确的上市时间具有很高的不确定性。

#### 4.1.2 实物期权法对研发项目价值评估的适用性分析

生物医药企业具有高新技术产业的特征，其价值大小与其开展的研发项目密切相关。企业当前开展的研发项目很大程度上决定了其未来的收益，而研发项目本身具有耗费时间长、投入资金多、技术要求高、不确定性高等特点，由此引起了企业整体价值的不确定性和波动性。

对此,传统的估值方法并不能很好地评估出研发项目的价值。而实物期权理论能够对研发项目中的不确定性合理量化,充分考虑到风险和收益的合一性特征,具体来看有以下两点:

#### 1. 实物期权能考虑到项目不确定性带来的价值

生物医药企业的管理者向研发项目投入资金后,可以随时根据项目及所处市场的反馈信息决定是否继续进行,即可以选择终止项目来规避风险,也可以继续实施项目以获得由不确定性带来的价值。这一特征与金融期权类似,管理者可类比金融期权的买方,买方支付费用后,获得了在到期日以约定价格购买或售出标的资产的权利,同时对于该项权利,买方可以选择执行也可以选择放弃。因此,实物期权具有类似金融期权的特性,将研发项目视为实物期权中的标的物,可以将项目进展中的不确定性用实物期权定价的方法进行量化。

#### 2. 实物期权法能考虑到项目管理者的政策灵活性

在生物医药企业研发项目投资决策中,管理层可随时根据研发项目当前进展情况以及所处市场背景的变化来决定下一阶段是否实施以及具体的进度计划。采用实物期权定价模型可以反映这种决策可以不断进行调整的特点,可以类比金融期权中的多类型期权,如延长投资期权、转换期权等等。研发项目的管理决策者可以通过改变决策方向来规避项目的风险,从而使得整个项目的价值发生变化。

## 4.2 改进的实物期权模型

查阅科创板上市的多家生物医药企业的招股说明书可以发现,大多数的医药企业都制定了上市后相关的利润分配政策,在对研发项目的价值进行评估时,红利的派发也是影响研发项目价值的一大因素。红利支付的政策会降低实物期权模型中标的资产的价格。

为了能与这类生物医药企业的性质特点更为匹配,结合上节中对 B-S 期权定价模型的介绍,下面对传统的 B-S 期权定价模型引入红利收益率  $y$ ,并对已得的期权定价公式进行相应的改进。

由于绝大多数的医药企业开展的研发项目较长,各企业招股说明书中承诺的红利分配也基本保持每年一次的频率,因此引入红利收益率变量,其中红利收益率为:  $y(t) = \text{红利} / \text{资产现值}$

引入红利收益率后，B-S 期权定价模型的计算公式也相应发生变化：

$$V = S_0 e^{-yt} N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

$$\text{其中, } d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r - y + \sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

### 4.3 生物医药企业的价值评估：基于改进的实物期权模型

根据前文的分析，把生物医药企业价值划分为现有资产价值和研发项目价值两部分，并分别研究了这两部分价值评估模型的选择。综合两部分价值，得出生物医药企业整体价值的评估模型：

$$\text{评估对象企业的整体价值} = \text{现有资产价值} + \text{研发项目价值}$$

#### 4.3.1 现有资产的价值评估：采用现金流折现模型

生物医药企业现有资产价值指的是目前已投入市场的产品和服务所能带来的价值。根据第二章中的理论介绍，这部分价值可以依据企业过去和现阶段的情况进行预测，通过查询公司的相关财务报表获取相关数据，再利用现金流折现模型中的二阶段模型对未来产生的现金流量进行折现来计算。

本文对生物医药企业的现有资产价值采用现金流折现模型进行评估。首先，根据企业目前的情况和对未来的预期选择具体的现金流折现模型，然后合理划定基期和预测期，再利用资本资产定价模型计算加权资本成本作为折现率，再通过分析企业的历史数据和现有经营状况，对收入成本等数据作出预测，进而得到企业未来现金流量，最后根据选用的自由现金流模型计算企业在预测期内现有资产的价值。

#### 4.3.2 研发项目的价值评估：基于改进的实物期权定价模型

生物医药企业的价值不仅仅包括现有资产所产生的收益带来的收益现值，还包括了研发项目所能带来的预期收益。由于研发项目自身的特点，管理决策的动态性和阶段性以及不确定性所带来的价值需要在评估模型加以重视。使用实物期权模型对研发项目的价值进行评估可以充分考虑风险性和管理者政策的灵活性。

基于以上分析,本文采用改进的实物期权模型对生物医药企业处于研发阶段的项目价值进行评估。在传统的实物期权模型中引入红利收益率,能更好地考虑到研发项目进展过程中派发红利对研发项目价值的影响。在实际应用改进的实物期权模型时,要注意引入的红利收益率的分母是资产现值,而医药企业实际派发红利时公布的分配方式通常以可分配利润作为分母,因此需要计算相应的可分配利润和资产现值的数据,从而将红利派发的给定比率转化为红利收益率。

在下一章节的案例分析中,通过查询企业的财务报表等资料,了解企业目前进行的项目研发情况,获取相关数据,代入 4.2 中改进的实物期权模型进行计算,得到研发项目的价值。

## 5 案例研究——以江苏艾迪药业股份有限公司为例

### 5.1 艾迪药业股份有限公司概况

#### 5.1.1 公司简介及主要业务

##### 1. 公司简介

江苏艾迪药业股份有限公司是一家以人源蛋白产品生产、销售为主的生物制品企业。2020年6月,江苏艾迪药业股份有限公司获得中国证监会科创板注册批文。艾迪药业在抗艾滋病领域的创新药物有 ACC007 和 ACC008, 预计未来上市后具备逐步替代老旧药物的市场前景。艾迪药业作为科创板的上市企业之一,其在研发技术方面的先进性已得到证监会的认可。

##### 2. 公司主要业务

艾迪药业自 2014 年开始, 转型布局创新药物研发。其中, 公司抗艾滋病领域的创新药物 ACC007 及其复方制剂 ACC008 较为成熟, ACC007 目前已经完成 III 期临床试验, 并已提交上市申请。

#### 5.1.2 公司发展战略

我国政府高度重视艾滋病创新药物的研发工作, 艾迪药业以抗艾滋病新药 ACC007 和 ACC008 为核心, 致力于成为国内抗艾滋病创新药物研发的领军企业。

为实现上述目标, 公司大力推进新药研发投入, 拟通过实施原料药生产研发及配套设施项目, 新建一个原料药生产与研发基地用于新型原料药产业化, 打造成为软硬件设施国内一流的高端化学原料药生产和研发平台, 为艾迪药业未来的 ACC007、ACC008 等制剂品种的生产提供关键原料保障。

### 5.2 艾迪药业股份有限公司的现有资产价值的评估

#### 5.2.1 基期和预测期的确定及模型选择

由于艾迪药业于 2020 年 7 月在科创板上市, 根据其发布的招股说明书和 2020 年度业绩快报中的数据, 本文把基期定为 2016-2020 年, 根据企业自身对未来发

展的预期，把预测期定为 2021-2025 年。

首先，对艾迪药业现有资产的价值进行评估，估值模型选用前文分析到的在实务中应用最为广泛的企业自由现金流量贴现模型的二阶段折现模型。

## 5.2.2 确定加权资本成本

### 1. 负债和权益权重

通过查询艾迪药业招股说明书，搜集到 2016-2020 年艾迪药业资产负债及所有者权益的数值，分别计算各年负债和所有者权益占资产总额的比重，然后求取平均值，数据及计算结果如下：

表 5.1 艾迪药业 2016-2020 负债和所有者权益及比重（万元）

	2016	2017	2018	2019	2020	均值
资产	44355.19	65923.59	70894.80	78098.08	144,451.10	
负债	14315.58	14514.10	18623.52	22474.39	8535.53	
所有者权益	30,039.61	51409.49	52271.28	55623.70	135,915.57	
负债权重	0.3227	0.2202	0.2627	0.2878	0.0591	0.2074
所有者权益权重	0.6773	0.7798	0.7373	0.7122	0.9409	0.7926

资料来源：资产、负债、所有者权益的数值取自艾迪药业招股说明书

从上表可知 2016-2019 年艾迪药业的负债权重的均值为 0.2074，所有者权益权重的均值为 0.7926。

### 2. 债务资本成本

通过查询艾迪药业 2016-2020 年的债务组成情况可知，公司的负债中主要以流动负债为主，因此可以选取一年期银行贷款利率作为债务筹资成本，即 4.35%。

依据财政部等相关部门于 2008 年 4 月颁布的有关规定，艾迪药业可申请享受减至 15%的税率征收企业所得税。

因此，艾迪药业股份有限公司的企业所得税税率为 15%，根据债务资本成本计算公式，则税后债务资本成本为： $4.35\% \times (1-15\%) = 3.70\%$

### 3. 加权资本成本（折现率）的确定

根据资本资产定价模型计算艾迪药业的权益资本成本,使用加权权益资本成本作为现金流的折现率。由于艾迪药业于2020年7月上市科创板,因此根据wind数据库,选取艾迪药业2020年7月上市到2020年12月31日的风险系数 $\beta$ 的平均值,得到0.91。

根据wind数据库,选取所属生物医药行业2016年到2020年的投入资本回报率,求取平均值为12.58%,将其作为市场预期收益率。

选取五年期国债利率作为无风险报酬率,查询中国债券信息网得到五年期的国债利率为4.27%。根据资本资产定价模型,权益资本成本为:

$$4.27\% + 0.91 * (12.58\% - 4.27\%) = 11.83\%$$

最后计算加权资本成本作为现金流的折现率,根据加权资本成本计算公式,加权资本成本即折现率为:  $3.70\% * 0.2074 + 11.83\% * 0.7926 = 10.14\%$

## 5.2.3 现金流的预测及价值评估

### 1. 预测期内的营业收入

根据艾迪药业2016-2019年各年营业收入及增长率的数据,据此来预测未来五年的营业收入。艾迪药业2016-2019的营业收入及增长率数据如下表所示:

表 5.2 艾迪药业 2016-2020 年营业收入（万元）及其增长率

	2020	2019	2018	2017	2016
营业收入	28,878.45	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23
营业收入的 增长率	-16.35%	24.67%	103.21%	-47.15%	-

资料来源:艾迪药业营业收入值取自艾迪药业招股说明书、2021年年度业绩快报

由于公司的营业收入在2017年出现较大波动,因此在计算该公司营业收入的增长率时剔除2017年的营业收入。选用2016年与2018年的营业收入数据,计算出营业收入的增长率为7.39%。

根据以上分析过程,选用艾迪药业2018-2020年营业收入的增长率,即

7.39%，24.67%，-16.35%，求均值可得平均增长率为5.24%。使用该增长率为五年预测期间的营业收入增长率，经计算可得下表：

表 5.3 艾迪药业预测期内的预期收入（万元）

	2021	2022	2023	2024	2025
营业收入	30390.82	31982.39	33657.31	35419.95	37274.90

## 2. 预测期内的营业成本及费用

艾迪药业发布的2020年度业绩快报，其中并没有披露营业成本、税金及附加、销售费用、管理费用等四项具体数额。通过查询艾迪药业的招股说明书，得到艾迪药业2016-2019年营业成本、营业税金及附加、销售费用、管理费用的各项数额，再结合营业收入的数值，计算出以上各项占营业收入的比重，如下表：

表 5.4 艾迪药业 2016-2019 年营业成本、税金及附加等四项数额及比重（万元）

	2019	2018	2017	2016
营业收入	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23
营业成本	19,730.37	16,630.58	9,529.22	13,606.46
营业税金及附加	465.94	280.21	298.64	335.73
销售费用	2,927.49	2,542.11	1,565.82	1,121.93
管理费用	5,061.33	4,363.92	3,132.26	3,290.84
营业成本占营业收入的比重	57.15%	60.06%	69.93%	52.77%
营业税金及附加占营业收入的比重	1.35%	1.01%	2.19%	1.30%
销售费用占营业收入的比重	8.48%	9.18%	11.49%	4.35%
管理费用占营业收入的比重	14.66%	15.76%	22.98%	12.76%

资料来源：营业费用、税金及附加等四项数值来自艾迪药业招股说明书

根据上表数据，观察各项目的比重变动幅度：

营业成本、营业税金及附加、管理费用：公司 2017 年这三项数值占营业收入的比重明显升高，与其他年度相比数值偏大，因此选用 2016、2018、2019 年的比重值求平均数，即：

营业成本：  $(57.15\%+60.06\%+52.77\%) \div 3=56.66\%$

营业税金及附加：  $(1.35\%+1.01\%+1.30\%) \div 3=1.22\%$

管理费用：  $(14.66\%+15.76\%+12.76\%) \div 3=14.39\%$

销售费用：公司 2016 年的销售费用占营业收入的比重相比其他年度明显偏低，因此选用 2017-2019 年的比重值求平均数，即：

销售费用：  $(8.48\%+9.18\%+11.49\%) \div 3=9.99\%$

综上，得到四项营业成本及各类费用占营业收入的比重均值，即 56.66%，1.22%，9.99%，14.39%，，使用这四项数据进行计算得到下表：

表 5.5 艾迪药业 2021-2025 年相关营业成本及费用的预测（万元）

	2021	2022	2023	2024	2025
营业收入	30390.82	31982.39	33657.31	35419.95	37274.90
营业成本	17219.57	18121.36	19070.38	20069.10	21120.12
营业税金及附加	370.77	390.19	410.62	432.12	454.75
销售费用	3036.04	3195.04	3362.37	3538.45	3723.76
管理费用	4373.24	4602.27	4843.29	5096.93	5363.86

### 3. 折旧及摊销

根据艾迪药业招股说明书中的披露情况，查询可得 2016-2019 年折旧及摊销的金额，见下表：

表 5.6 艾迪药业 2016-2019 年折旧及摊销的金额 (万元)

	2019	2018	2017	2016	均值
折旧及摊销	1,302.32	1,115.01	796.44	396.62	
营业收入	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23	
比重	3.77%	4.03%	5.84%	1.54%	3.80%

资料来源：折旧及摊销、营业收入的数值取自艾迪药业招股说明书

根据上表得到 2016-2019 年折旧及摊销占营业收入的比重均值为 3.80%，采用该均值对预测期的折旧及摊销进行预测。

#### 4. 营运资本净增加额

查询艾迪药业的财务报表，得到经营性流动资产和经营性流动负债的数据，根据经营性营运资本=经营性流动资产-经营性流动负债，计算得到营运资本净增加额占各年营业收入的比重。各部分数据如下所示：

表 5.7 艾迪药业 2016-2019 年经营性流动资产 (单位：万元)

	2019	2018	2017	2016
货币资金	12,969.40	8,140.03	15,850.47	3,227.58
应收票据	1,044.05	799	1,179.63	43.33
应收账款	15,149.70	14,236.42	4,451.19	6,457.45
预付账款	474.66	327.77	565.34	578.15
其他应收款	312.85	470.01	502.38	1,242.86
存货	6,565.11	6,780.70	6,926.07	3,073.40
经营性流动资产合计	36,515.77	30,753.93	29,475.08	14,622.77

表 5.8 艾迪药业 2016-2019 年经营性流动负债（单位：万元）

	2019	2018	2017	2016
短期借款	13,218.68	10,100.00	6,000.00	4,000.00
应付票据	0.00	0.00	29.40	0.00
应付账款	3,597.95	4,479.31	4,981.81	4,210.19
预收账款	1,672.13	354.77	146.03	108.69
应付职工薪酬	1,046.35	712.64	576.46	329.23
应交税费	700.55	175.61	128.33	1,210.97
其他应付款	677.06	1,688.29	1,479.72	3,136.79
经营性流动负债合计	20,912.72	17,510.62	13,341.75	12,995.87

资料来源：以上数值除合计值外均取自艾迪药业招股说明书

根据以上表格中的数据，计算得到下表中的营运资本净增加额及其占营业收入的比重：

表 5.9 艾迪药业 2016-2019 年营运资本净增加额（万元）及其占营业收入的比重

	2019	2018	2017	2016
经营性流动资产合计	36,515.77	30,753.93	29,475.08	14,622.77
经营性流动负债合计	20,912.72	17,510.62	13,341.75	12,995.87
经营性营运资本	15,603.05	13,243.31	16,133.33	1,626.90
营运资本净增加额	2,359.74	-2,890.02	14,506.43	-
营业收入	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23
营运资本净增加额占 营业收入的比重	6.84%	-10.44%	106.46%	-

分析上表数据可以发现，2016 年的经营性营运资本处于很低的水平，这可能与公司当时处于研发初期阶段，获得的经营性资产较低有关。因此，2017 年较 2016 年而言，得到的营运资本净增加额数值较大，为能更恰当地估算预测期内的营运资本净增加额，选取 2017-2019 三年间的营运资本净增加额占营业收入

的比重值,计算得均值为-1.80%,即预测营运资本在预测期内产生较低的减少额。

### 5. 资本性支出

根据资本性支出的计算公式:

资本性支出=购建固定资产、无形资产和其他长期资产所支付的金额-处置固定资产、无形资产和其他长期资产时收取的金额

查询艾迪药业的财务报表,计算 2016-2019 各年内艾迪药业资本性支出及占营业收入的比重,如下表所示:

**表 5.10 艾迪药业 2016-2019 年资本性支出 (万元) 及占营业收入的比重**

	2019	2018	2017	2016
购建固定资产、无形资产和其他长期资产所支付的现金	3,349.55	8,950.16	8,579.00	7,101.15
处置固定资产、无形资产和其他长期资产收回的现金净额	0	15.04	2.3	0
资本性支出	3349.55	8935.12	8576.7	7101.15
营业收入	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23

资料来源:除比重外其他数值取自艾迪药业招股说明书

观察上表数据,可以发现 2017 年的营业收入偏低,由此计算出的资本性支出所占的比例较大,因此剔除 2017 年的比重。再根据 2016、2018、2019 年的比重数值计算出平均值为 23.17%,采用该数据对预测期的资本性支出进行估计。

### 6. 自由现金流的预测

根据以上 5 个步骤的数据,对 2021-2025 年的自由现金流进行预测,通过计算得到下表:

表 5.11 艾迪药业 2021-2025 年自由现金流（万元）的预测计算

	2021	2022	2023	2024	2025
营业收入	30390.82	31982.39	33657.31	35419.95	37274.90
减：营业成本	17219.57	18121.36	19070.38	20069.10	21120.12
营业税金 及附加	370.77	390.19	410.62	432.12	454.75
销售费用	3036.04	3195.04	3362.37	3538.45	3723.76
管理费用	4373.24	4602.27	4843.29	5096.93	5363.86
得：息税前利润	5391.20	5673.54	5970.66	6283.35	6612.41
减：所得税	808.68	851.03	895.60	942.50	991.86
得：税后净利润	4582.52	4822.51	5075.06	5340.84	5620.54
加：折旧与摊销	1154.85	1215.33	1278.98	1345.96	1416.45
减：营运资本 净增加额	-547.03	-575.68	-605.83	-637.56	-670.95
资本性支出	7041.55	7410.32	7798.4	8206.8	8636.59
得：企业自由 现金流量	-757.15	-796.8	-838.53	-882.44	-928.66

## 7. 现有资产价值的测算

根据上文中加权资本成本求得的折现率 10.14%查询折现系数表，并结合以上表格中的数据计算得到下表：

表 5.12 艾迪药业预测期内自由现金流（万元）的现值测算

	2021	2022	2023	2024	2025
企业自由现金流量	-757.15	-796.80	-838.53	-882.44	-928.66
折现系数	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
现值	-688.32	-658.48	-629.99	-602.71	-576.60

根据企业现有资产价值等于预测期现金流量的现值与后续期价值的现值之和，其中：

$$\text{后续期价值的现值} = \frac{\text{后续期的期初现金流量折现值}}{\text{加权资本成本} - \text{永续增长率}}$$

式中，永续增长率反映国家宏观经济增长率，本文选用 GDP 增长率表示永续增长率。根据国家“十四五”规划，2021-2025 年的 GDP 增长率预估保持在 5.2%-5.7%之间，选取均值 5.45%作为 2025 年的永续增长率。则：

后续期价值的现值为：

$$-928.66 \times (1 + 5.45\%) \times 0.6209 / (10.14\% - 5.45\%) = -12964.33 \text{ (万元)}$$

得到企业现有价值为：

$$\begin{aligned} & (-688.32) + (-658.48) + (-629.99) + (-602.71) + (-576.60) + (-12964.33) \\ & = -16120.43 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

观察计算过程及结果，不难发现如果艾迪药业仅依据现有资产获得营业收入继续发展，则其在预测期内的自由现金流量为负值，同时依据现有资产计算出的企业现有价值也为负数，这说明：对于像艾迪药业这类投入大量资金用于研发项目、获得的营业收入相较于研发药品已成功上市的公司偏低，要合理评估这类公司的价值，就必须对公司正在研发的项目价值做出合理评估，这样在预测公司总价值时才能得到较为理想的结果。

下文针对艾迪药业研发项目的价值使用改进的实物期权模型进行估测。

## 5.3 艾迪药业股份有限公司的研发项目价值的评估

### 5.3.1 研发项目的基本情况介绍

艾滋病（AIDS）是一种因感染艾滋病病毒（HIV）引发的高病死率的恶性传染疾病。

感染者可通过规范系统的抗病毒药物治疗，有效控制病毒复制，实现长期生存。艾滋病抗病毒治疗的一线药物是非核苷类逆转录酶抑制剂，目前临床治疗中患者对第一代非核苷类逆转录酶抑制剂药物的不良反应明显。对此，艾迪药业目前处于研发阶段的抗病毒药物 ACC007 和 ACC008 属于正在研发的新一代药物。

ACC007 原料药合成及制剂工艺相对标准化,但 ACC007 属于复方制剂,原料之间易产生相互作用,进而影响药物的质量。为了克服 ACC007 的这一缺点,公司研发的 ACC008 各组分需分开制粒,增加复方制剂的稳定性,同时在压片后进行包衣,进一步加强片剂稳定性,具有较高的技术壁垒。公司现已开展了 III 期临床试验。

根据艾迪药业提交的招股说明书,得到 ACC007 和 ACC008 的资本投入和所处阶段情况,如下表:

表 5.13 艾迪药业 ACC007 和 ACC008 的资本投入情况(万元)

	历史累计研发投入	预计未来资金投入	所处阶段
ACC007	7,296.78	5,610.00	已申请新药上市
ACC008	1,178.89	9,020.00	III期临床

资料来源:数值及所处阶段取自艾迪药业招股说明书

另外,公司在抗肿瘤领域方面的研发药物还包括 ACC006、ACC010 和 ACC015。其中,ACC006 已完成 I 期临床试验,仍属研发早期阶段,研发能否成功具有较大不确定性;ACC010 处于 I 期临床试验阶段,尚在研发早期,研发能否成功同样具有较大不确定性;ACC015 尚在临床前研究阶段,尚未获得新药临床批件,研发能否成功具有较大不确定性。因此,综合考虑以上因素,本文仅将 ACC007 和 ACC008 作为进行期权模型定价的评估对象。

### 5.3.2 艾迪药业研发项目的期权类型识别及模型选择

对于公司研发的 ACC007 药物,已进入新药上市申请的阶段,历史累计研发投入为 7296.78 万元,该成本即为期权模型中购买期权所支付的金额。

相似的,对于公司投入的 ACC008 项目,正处于临床三期阶段,已投入的成本为 1178.89 万元,该成本可看作期权模型中的购买价格。为方便计算,将两种新药的研究起始点均定为 2020 年 12 月 31 日,即公司通过投入两笔研发金额获得了两个在评估基准日的期权。

通过查询 NextPharma 数据库及医药魔方数据可知,对于免疫类的新药研发

而言, 临床研究阶段成功率为 76.8%, 申报上市成功率为 84.5%, 所以研发项目在这两个阶段面临较大的不确定性。对于已提交新药上市申请的 ACC007 药物和处于临床三期阶段的 ACC008 项目, 如果不能成功通过临床三期或是通过新药的上市申请, 两种药物都继而无法带来相应收入; 同时, 如果研发的药物成功上市, 则可以带来不菲收入。由此可见, 公司可以通过衡量药物临床三期的研发成本和申报上市的成本以及上市后药物的预期收入来判断该项目是否可行。因此, 公司在承担研发项目带来的不确定性的同时, 既可以享受项目成功后的价值, 又可以规避项目失败的风险。基于以上分析判断, 艾迪药业正在研发的免疫药物, 即 ACC007 和 ACC008, 符合实物期权法的基本应用条件。

对 ACC007 药物, 以 2021 年作为能否通过上市申请的起点; 对于 ACC008 药物, 将临床三期研发阶段即 2020 年 12 月 31 日作为起点。对于两个研发项目, 企业各拥有一个放弃期权, 分别采用 B-S 模型来对项目进行评估, 并对评估结果进行加总, 从而得到整体的研发项目的价值评估结果。

### 5.3.3 改进的实物期权模型参数的设定

#### 1. 标的资产价格 $S_0$

根据实物期权模型, 标的资产的价值为该期权能产生的所有收益现值之和。对于本案例则指药品 ACC007 和 ACC008 上市后能够产生的收益的现值之和, 此处采用现金流折现法计算。

根据艾迪药业招股说明书中的信息披露: 2020 年的抗 HIV 药物的市场规模在 15-20 亿元。IMS Health & Quintiles 的研究表明: 预计到 2027 年我国抗 HIV 药物市场规模将超过 110 亿元。

根据以上信息, 以 2020 年市场规模为 17.5 亿元计算, 根据插值法, 预计 2021 年该药上市后, 2021-2027 年的市场规模约为: 31 亿元、44 亿元、57 亿元、70 亿元、84 亿元、97 亿元、110 亿元。由于预测期为 2021-2025 年, 即选用前五个数据。

另外为预测药物上市后的营业净利润率, 通过查阅艾迪药业的招股说明书, 可得下表数据:

表 5.14 艾迪药业 2016-2020 年营业净利润率

	2020	2019	2018	2017	2016
净利润	3,907.34	3,364.89	861.79	-3,798.65	1,423.69
营业收入	28,878.45	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25784.23
营业净利润率	13.53%	9.75%	3.11%	-27.88%	5.52%

资料来源：艾迪药业招股说明书、艾迪药业 2020 年度业绩快报

由于 2017 年净利润为负值，且与其他年度相比波动较大，为得到较为公允的数值作为新药上市后的营业净利润率，将 2017 年的营业净利润率剔除，根据 13.53%、9.75%、3.11%、5.52%，得到均值为 7.98%，取该值作为研发项目上市后的营业净利润率，计算得新药上市后每年的净利润如下表所示：

表 5.15 艾迪药业 ACC007、ACC008 上市后 2021-2025 年的预测净利润（万元）

	2021	2022	2023	2024	2025
市场规模	310,000	440,000	570,000	700,000	840,000
营业净利润率	7.98%	7.98%	7.98%	7.98%	7.98%
预测净利润	24730.80	35101.78	45472.76	55843.74	67012.49

根据上文资产价值中确定的折现率为 10.14%，将 2021-2025 年的净利润折现至 2020 年即 ACC008 处于的临床三期阶段，作为期权的标的资产价格。在网上查询折现系数表，经计算得到下表：

表 5.16 艾迪药业 2021-2025 年净利润折算至 2020 年的现值（万元）

	2021	2022	2023	2024	2025
预测净利润	24,730.80	35,101.78	45,472.76	55,843.74	67,012.49
折现系数	0.9091	0.8264	0.7513	0.683	0.6209
折现至 2020 年年底	22482.77	29008.11	34163.69	38141.28	41608.06

根据上表数据，得到预测期的现值为各年折现至 2020 年年底的数值之和，

为 165403.91 万元，即得到标的价格为： $S_0=165403.91$  万元，约为 16.54 亿元。

## 2. 期权的执行价格 $X$

对本案例而言，期权执行价格为研发项目过程中各阶段成本折现到期权初始时间的现值，即艾迪药业对于研发的药物 ACC007 和 ACC008 后期需要投入成本总额的折现值。

在按折现率 10.14%进行折现时，应注意投入资金的时间，根据招股说明书中披露的投入资本时间及金额得到下表：

表 5.17 艾迪药业研发项目各阶段投入资本折现（万元）

	2021	2022	2023
折现系数	0.9091	0.8264	0.7513
ACC007 投入资本	752	752	752
ACC007 投入资本的各阶段折现	683.64	621.45	564.98
ACC008 投入资本	927	927	927
ACC008 投入资本的各阶段折现	842.74	766.07	696.46

资料来源：艾迪药业招股说明书

由此得到两种药物共投入资本的折现总额为：

$$683.64+621.45+564.98+842.74+766.07+696.46=4175.34 \text{（万元）}$$

即期权执行价格为 4175.34 万元。

## 3. 执行期间 $t$

执行期间指从项目投资决策开始到期权执行之间的时间跨度。

本案例中公司预计新药 ACC007 于 2021 年年底上市，而新药 ACC008 从目前所处的临床三期到开始上市预计仍需至少 3 年时间，再以 2020 年 12 月 31 日为研发项目的决策执行时间，则可得两种新药的执行期间分别为  $t_1=1$  年和  $t_2=3$  年，求取均值作为整个研发项目的执行期间得  $t=2$  年。

## 4. 无风险利率 $r$

本案例的无风险利率采用 5 年期国债利率，即  $r=4.27\%$  为无风险利率。

### 5. 标的资产波动率 $\sigma$

本文采用艾迪药业在科创板上市后直至通过查询 Wind 数据库，得到艾迪药业从 2020 年 7 月 20 日至 2021 年 2 月 28 日期间每日的收盘价。使用该期间的股价来计算该股票收益率的标准差，即标的资产的波动率。

由于对数收益率相较普通收益率具有可加性，更有利于模型的建立，因此先求取每日的对数收益率，相关数值见附录（P<sub>54</sub>）。使用 Excel 中的 STDEV.P 函数计算股价的波动率，得到 3.49%。

由于选取期间共包含 148 个交易日，得到该期间的波动率为：

$$\sigma = 3.49\% \times \sqrt{148} = 42.46\%$$

### 6. 红利收益率 $y$

由于合理收益率的定义是  $y = \text{红利} / \text{资产现值}$ ，企业承诺的红利派发比例为不低于净利润的 10%，本案例分析中取用 10% 作为红利派发比例，即  $10\% = \text{红利} / \text{净利润}$ ，因此要转化为红利收益率，需求出研发项目的执行期间内净利润/资产现值的数值，设为  $\bar{\alpha}$ 。

根据艾迪药业的财务报表，计算预测期内的资产并折现至期权起点，如下表：

表 5.18 艾迪药业 2016-2020 年内总资产（万元）及占营业收入的比重

	2020	2019	2018	2017	2016
总资产	144,451.10	78,098.08	70,894.80	65,923.59	44,355.19
营业收入	28,878.45	34,522.52	27,690.56	13,626.44	25,784.23
营业收入占总资产的比重	19.99%	44.20%	39.06%	20.67%	58.13%

资料来源：艾迪药业招股说明书、艾迪药业 2020 年度业绩快报

根据表格中营业收入占总资产的比重值，求取 2016-2020 年内的均值，即  $(19.99\% + 44.20\% + 39.06\% + 20.67\% + 58.13\%) \div 5 = 36.41\%$

利用该均值求得预测期内的总资产，再进行总资产折现，然后使用预期总资产及预期净利润计算得每年的  $\alpha$ ，计算过程如下：

表 5.19 艾迪药业预测期内资产及折现值 (万元)

	2021	2022	2023	2024	2025
预期总资产	30390.82	31982.39	33657.31	35419.95	37274.90
预期营业收入	11065.30	11644.79	12254.63	12896.40	13571.79
预期总资产折现值	27628.29	26430.25	25286.74	24191.83	23143.99

表 5.20 艾迪药业研发项目执行期间的红利收益率

	2021	2022	2023	2024	2025
预期净利润	19,003	26,972	34,941	55,843.74	67,012.49
预期总资产折现值	8630.89	7987.79	7392.33	35419.95	37274.9
$\alpha$	0.81	1.1	1.35	1.58	1.8

根据表 5.20, 计算得出均值得  $\bar{\alpha} = (0.81 + 1.10 + 1.35 + 1.58 + 1.80) \div 5 = 1.33$

因此, 得到红利收益率  $y = 10\% \times 1.33 = 13.3\%$

### 5.3.4 艾迪药业研发项目价值的评估

根据上文在第三章的介绍, 使用改进的实物期权模型的计算公式, 即  $V = Se^{-yt}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$ , 对案例中艾迪药业研发的项目进行估值:

代入 5.3.3 中计算出的相关数据, 即

$S_0 = 165403.91$ (万元)、 $X = 4175.34$ (万元)、 $r = 4.27\%$ 、 $\sigma = 42.46\%$ ,  $t = 2$ ,

$$y = 13.3\%, \text{ 其中 } d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - y + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}.$$

据此得:  $d_1 = 6.1266$ ,  $d_2 = 5.5261$ 。查询标准正态分布表得:

$$N(d_1) = 0.9999, N(d_2) = 0.9999$$

代入  $V = Se^{-yt}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$ , 最后得到根据改进的实物期权模型计算出的艾迪药业研发项目的估测价值为:

$V = 122938.46$  (万元), 约为 12.29 亿元。

## 5.4 企业整体价值评估及结果分析

### 5.4.1 艾迪药业整体价值评估

根据上文中第三、四章节分别对研究对象艾迪药业的现有价值及研发项目价值的分析及计算, 可知两部分资产的评估结果相加得艾迪药业的整体估测价值:

$V_{\text{总}} = -16120.43 + 122938.46 = 106818.03$  (万元), 约为 10.68 亿元。

### 5.4.2 评估结果分析

根据上文对艾迪药业现有资产价值和研发项目价值的评估结果, 得到下表:

表 5.21 艾迪药业企业价值评估结果比较 (万元)

类别	现有资产价值	研发项目价值	整体价值
评估结果	-16120.43	122938.46	106,818.03

根据 Wind 数据库中艾迪药业上市以来的收盘价, 可以发现企业自 2021 年 1 月 1 日起, 股价有较为明显的下跌。为得到较为公允的市场价值, 以贴近企业未来的价值, 选用艾迪药业最近时间的股价, 即 2021 年 2 月 1 日至 2021 年 2 月 28 日所有交易日的股价, 计算得到其股价的平均值为每股 21.40 元。

在同花顺网站可查询艾迪药业当前的流通股本数, 为 5400 万股。

综上, 得到艾迪药业当前市值为  $21.40 \times 5400 = 115603.2$  (万元), 约 11.56 亿。

因此, 上文中对艾迪药业整体价值的测算结果 10.68 亿与当前的市值 11.56 亿较为接近。如果仅对公司的现有资产进行价值评估, 则负值的结果显然与当前市值相差较远。

进一步分别研究案例中两部分价值的计算结果, 可以发现:

1. 现有资产价值在计算时需要剔除波动性较大的部分数据, 主要原因是艾迪药业作为药物研发类企业, 考虑到大量资金用于研发项目的开展, 其营业收入

及各类费用支出情况较不稳定，因此波动性较大的数据在计算中进行了合理剔除。

现有资产部分的资产价值在计算中出现负值结果，说明公司如果仅仅依靠现有的资产发展，在未来并不能很好地获得现金流入。另外，由于公司使用了大量资金用于新药物的研发，但其中产生的费用类成本却不能够带来营业收入，这类资金投入产生的价值并没有反映在财务报表的数据中，因此仅利用现金流贴现模型不能对生物医药企业合理评估。

2. 在对研发项目价值进行评估时，通过分析其中最为关键的 ACC007 和 ACC008 这两类药物，确定企业在预测期投入的资金额与期望带来的收益，进一步在改进的实物期权模型中加以应用。最终将评估结果和市值进行比较，验证了实物期权模型对生物医药企业价值评估的实用性。因此，在对科创板上市并在研发项目上投入大量资金的医药企业进行价值评估时，我们要重视其研发项目价值的合理评估，避免仅根据财务报表得出偏差较大的测算结果。

## 6 研究结论及建议

### 6.1 研究结论

在科创板成功上市的生物医药企业属于高新技术产业,对这类生物医药企业进行价值评估时需明确认识其经营发展特点。这类企业在未来的发展情况往往取决于目前投入大量资金进行的研发项目,这些项目通常持续周期长,所研究的新药或仪器能否成功上市带有较大的不确定性,因此研发项目的收益也具有不稳定性。另外,由于这类企业在研发项目中投入了大量资金,其营业利润相较成熟的生物企业偏低,自由现金流的获得途径也较为有限,所以完全依赖财务报表中的数据进行评估并不能反映企业研发项目的实际价值。

因此,在对研发项目进行估值时,选用实物期权模型能够克服普通估值方法严重依赖财务报表中自由现金流的缺点,能够对研发项目本身的不确定性和风险收益共存的特点进行量化,从而对研发项目的价值得到较为合理的评估结果。

本文选取江苏艾迪药业股份有限公司作为企业整体价值评估的案例,使用传统现金流折现模型得出的结果偏差较大,而将该模型与改进的实物期权定价模型相结合则能得到与当前市值更为接近的评估结果。仅适用现金流折现模型会低估生物医药企业的价值,不能反映研发项目的价值,但改进的实物期权模型能对研发项目的价值作出较好的评估,从而将两者结合得到更合理的企业评估值。由此验证了改进的实物期权模型在对含有较高研发项目价值的生物医药企业具有实用性的假设。

### 6.2 生物医药企业进行价值评估的建议

本文首先分析了在科创板上市的生物医药企业的性质特点,然后针对这类企业的价值评估,分别从现有资产价值和研发项目价值两方面提出了相应的估值模型,两者加和得到企业完整的估值模型。最后将江苏艾迪药业股份有限公司作为本文的案例实证对象,利用上述估值模型对公司的财务数据进行分析 and 计算,得到了艾迪药业整体价值的评估结果。

综合以上分析计算过程,在针对科创板上市的生物医药企业进行价值评估

时, 本文提出以下几点建议:

### 1. 避免过分依赖财务报表的数据

在使用传统评估模型对生物医药企业进行价值评估时, 往往过于重视对基本财务报表数据的分析, 而由于企业投入了大量资金在研发项目上, 财务报表的现金流等相关数据偏低, 据此预测出的价值评估结果偏低, 并不能真切反映企业日后的发展趋势。

在本文的案例中, 使用企业自由现金流折现模型进行计算时, 出现了价值为负的情况; 而投入大量资金的研发项目价值经测算却得到很高的评估结果。这说明仅根据艾迪药业 2016-2020 年的财务报表数据对公司未来的资产进行估值是不充分的, 这是因为该部分测算结果仅能反映当前带来收入回报的资产价值, 而忽视了投入大量资金的研发项目价值。这类研发项目价值决定了公司未来的资金流入状况, 而其价值却没有体现在当前的财务报表中。因此, 在使用传统价值评估方法进行此类生物医药企业的价值评估时, 应考虑到这类企业经营的性质特点, 并不能完全依赖财务报表中的数据来评估企业的整体价值。

### 2. 重视研发项目的价值评估

在科创板上市的生物医药企业具有类似高科技企业的特征, 其科研项目的价值还未以收入形式得到回报, 具有风险高, 价值很难正确量化的特点, 而正是研发项目的价值与企业未来的发展趋势密切相关。因此, 正是研发项目的不确定性同时带来了收益和风险, 在评估这部分价值时需将不确定性带来的价值合理量化。

对此, 本文采用的改进的实物期权模型能够与研发项目的性质特点较好地匹配, 克服了传统价值评估模型中不能量化项目不确定性的缺点。根据案例的测算结果也可以发现研发项目的价值是这类生物医药企业未来价值的重要组成部分, 如果不能合理测算就会严重影响研究对象的价值评估结果。因此, 在对科创板上市的生物医药企业进行价值评估时, 建议着重考虑研发项目的价值, 选用合适的价值评估模型, 以得到较为合理的评估结果。

### 3. 重视企业的实际经济政策

在使用实物期权模型对生物医药企业的研发项目进行价值评估时, 应考虑企业在预测期内可能会影响到模型参数的相关政策, 如红利派发会降低研发项目的

价值等等。

在本文的案例分析中,将研究对象艾迪药业在未来可能会实施的红利政策考虑到实物期权模型中,在传统的 B-S 模型计算公式中引入了红利收益率这一因子,将红利分配对研发项目价值带来的不利影响用具体的计算公式进行了量化。用这样的方式计算出的结果更能贴近公司未来价值变动的走向,得到更为合理的评估结果。

因此,针对具体的研究对象需详细了解其在研发项目期间的政策实施情况,尽可能准确评估其在未来的资金流入流出情况,将可能会影响研发项目价值的因素考虑在内,对采用的估值模型进行适当的改进,这样能得到更为准确的评估结果。

## 参考文献

- [1] Ashok Banerjee. Real Option Valuation of a Pharmaceutical Company. 2003, 28(2):61-73.
- [2] D Cassimon,PJ Engelen,L Thomassen,M Van Wouwe. PMD5 VALUATION OF NEW DRUG APPLICATIONS OF PHARMACEUTICAL COMPANIES USING COMPOUND OPTION MODELS[J]. Value in Health,2002,5(6):530.
- [3] Deger Alper. Patent Valuation and Real Options[J].Business and Economics Research Journal,2011,2(1):35-48
- [4] Dierks Raphaela Marie Louisa , Bruyère Olivier , Reginster Jean-Yves. Critical Analysis of Valuation and Strategical Orientation of Merger and Acquisition Deals in the Pharmaceutical Industry [J].Expert review of Pharmacoeconomics & outcomes research, 2018,18(2):147-160.
- [5] Federica Cucchiella, Massimo Gastaldi. Real Option Approach for the Management of a New Product Development in the Pharmaceutical Sector[J]. Advanced Materials Research,2013(8)
- [6] Gianpaolo Iazzolino, Giuseppe Migliano. The Valuation of a Patent through the Real Options Approach: [J]. Journal of Business Valuation and Economic Loss Analysis,2015,10(1):40-47
- [7] Michael Bowe, Ding Lun Lee, Project evaluation in the presence of multiple embedded real Options:evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project [J].Journal of Asian Economics, 2004(15):20-25
- [8] Patrick S. Hagan,Andrew S. Lesniewski,G. E. Skoufis,Diana E. Woodward. Digital Option Valuation With the SABR Model[J]. Wilmott,2020,2020(107).
- [9] Purohit, Harsh,Tandon, Kamini. Intellectual Capital, Financial Performance and Market Valuation: A Study on IT and Pharmaceutical Companies in India[J]. IUP Journal of Knowledge Management,2015,13(2):7-24.
- [10] Xiaoran Liu,Ehud I. Ronn. Using the binomial model for the valuation of real options in computing optimal subsidies for Chinese renewable energy

- investments[J]. *Energy Economics*,2020,87.
- [11] Yiju Ma, Kevin Swandi, Archie C. Chapman, Gregor Verbič. Multi-stage compound real options valuation in residential PV-Battery investment[J]. *Energy*,2020,191.
- [12] 陈小悦, 杨潜林. 实物期权分析与估值[J]. *系统工程理论方法应用*,1998(03):6-9
- [13] 程红. 浅谈传统估值方法在高科技企业估值中的不适应性[J]. *黑河学刊*,2003(04):12-15.
- [14] 崔劲, 豁秋菊. CAPM 财务估值模型的参数研究[J]. *经济研究参考*,2017(70):120-129.
- [15] 邓光军. 研发与新兴技术投资的实物期权模型及应用研究[D]. 电子科技大学,2006.
- [16] 封文丽, 李晓可. 浅析科创板企业上市定价问题[J]. *北方金融*,2019(05):33-38
- [17] 付羽菲. 基于 B-S 期权定价模型的医药上市企业估值方法研究[D]. 云南大学,2018.
- [18] 龚朴, 何志伟. 变波动率多期复合实物期权定价模型及应用[J]. *管理工程学报*,2006(02):46-53.
- [19] 黄生权, 李源. 群决策环境下互联网企业价值评估——基于集成实物期权方法[J]. *系统工程*,2014,32(12):104-11
- [20] 金辉, 陶兰. 基于蒙特卡罗模拟的新三板信息技术企业价值评估[J]. *中国资产评估*,2016(09):22-28.
- [21] 李红杰. 企业价值评估中收益法的应用探析[J]. *会计之友*,2011,(29):56-60
- [22] 廖作鸿, 刘朝马. 实物期权方法在矿业权评估中的应用初探[J]. *矿产保护与利用*,2002(04):1-4.
- [23] 刘芸. 实物期权在网络企业估值中的应用——B2B 电子商务企业估值的实证分析[J]. *商业研究*,2005(18):69-72.
- [24] 吕雅慧. 新三板生物医药企业价值评估问题研究——以君实生物合并众合医药为例[J]. *商业会计*,2016(15):38-41.
- [25] 茅宁. 项目评价的实物期权分析方法研究[J]. *南京化工大学学报(哲学社会科学)*

- 版),2000(02):29-34+88.
- [26]牟仁艳,解佳龙,杨晓璇.基于 EVA 的国有企业价值评估模型构建与应用[J].企业经济,2013 (09):181-184
- [27]彭程.互联网企业传统价值评估方法的适用性分析[J].中国集体经济,2017(01):51-52
- [28]上海证券交易所.上海证券交易所科创板股票发行上市审核问答[EB/OL]
- [29]上海证券交易所.上海证券交易所科创板企业上市推荐指引[EB/OL]
- [30]孙劼,俞彤,卞呈祥.医药专利权价值评估方法探析[J].中国管理信息化,2017,20(11):26-28
- [31]涂传芬.企业资产评估中的几个问题[J].当代财经,1992(06):51-54.
- [32]王忠波.高科技企业估值的实物期权方法研究[J].证券市场导报,2002(01):25-29.
- [33]魏冬梅,刘倩.基于 B-S 模型的实物期权法在无形资产评估中的应用[J].现代商贸工业,2017(18):79-80.
- [34]夏健明,陈元志.实物期权理论评述[J].上海金融学院学报,2005(01):4-13.
- [35]项盛辉,何芳.实物期权方法在房地产开发中的应用——用 B-S 模型计算等待期权的价值[J].建筑管理现代化,2002(02):43-46.
- [36]杨春鹏,伍海华.实物期权在专利权价值评估中的应用[J].系统工程理论与实践,2002(06):101-104.
- [37]杨屹,扈文秀,杨乃定.实物期权定价理论综述及未来研究领域展望[J].数量经济技术经济研究,2004(12):147-151.
- [38]张佳华.实物期权模型在生物医药企业价值评估中的应用研究[D].江苏大学,2016.
- [39]张彤,陈小燕,张晓丽.B—S 期权定价法在高新技术企业价值评估中的改进与测算过程[J].科技进步与对策,2009,26(10):121-124.
- [40]张旭辉,蔡洪文,李博.基于实物期权的科技创新和科技金融耦合机理与模型研究[J].云南财经大学学报,2021,37(01):90-101.
- [41]赵秀云,李敏强,寇纪淞.风险项目投资决策与实物期权估价方法[J].系统工程学报,2000(03):243-246.

- [42]赵振洋,蔡新宇,章程.基于生命周期的收益法和多期二叉树实物期权法评估创新药价值——以海正博锐抗 PD-L1 为例[J].中国资产评估,2020(09):48-54.
- [43]赵振洋,张湊.科创板生物医药企业价值评估研究——基于修正的 FCFF 估值模型[J].中国资产评估,2019(11):8-16.
- [44]郑晓齐,郑可.实物期权理论在高校科技企业估值中的应用研究[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2003(04):61-65.
- [45]朱东辰,余津津.论风险投资中的风险企业价值评估——一种基于多阶段复合实物期权的分析[J].科研管理,2003(04):76-81.

## 附录

日期	收盘价	对数收益率
2020/7/20	30.92	
2020/7/21	37.5	19.29%
2020/7/22	34.63	-7.96%
2020/7/23	35.09	1.32%
2020/7/24	35.78	1.95%
2020/7/27	40.93	13.45%
2020/7/28	39.31	-4.04%
2020/7/29	39.72	1.04%
2020/7/30	41.9	5.34%
2020/7/31	41.89	-0.02%
2020/8/3	42.05	0.38%
2020/8/4	42.49	1.04%
2020/8/5	40.51	-4.77%
2020/8/6	38.08	-6.19%
2020/8/7	37.14	-2.50%
2020/8/10	37.7	1.50%
2020/8/11	35.93	-4.81%
2020/8/12	35.02	-2.57%
2020/8/13	35.47	1.28%
2020/8/14	35.53	0.17%
2020/8/17	36.4	2.42%
2020/8/18	35.47	-2.59%
2020/8/19	33.09	-6.95%
2020/8/20	32.02	-3.29%
2020/8/21	31.84	-0.56%
2020/8/24	32.9	3.27%
2020/8/25	32.06	-2.59%
2020/8/26	32.72	2.04%
2020/8/27	33.08	1.09%
2020/8/28	32.89	-0.58%
2020/8/31	33.01	0.36%
2020/9/1	32.36	-1.99%
2020/9/2	31	-4.29%
2020/9/3	31.29	0.93%
2020/9/4	31.19	-0.32%
2020/9/7	30.9	-0.93%
2020/9/8	30.16	-2.42%
2020/9/9	27.82	-8.08%
2020/9/10	26.88	-3.44%
2020/9/11	27.86	3.58%
2020/9/14	28.58	2.55%
2020/9/15	28.53	-0.18%
2020/9/16	28.03	-1.77%
2020/9/17	29.95	6.63%
2020/9/18	30.2	0.83%

2020/9/21	30.39	0.63%
2020/9/22	30.45	0.20%
2020/9/23	31.17	2.34%
2020/9/24	30.03	-3.73%
2020/9/25	29.32	-2.39%
2020/9/28	28.44	-3.05%
2020/9/29	28.7	0.91%
2020/9/30	28.41	-1.02%
2020/10/9	29.09	2.37%
2020/10/12	30.21	3.78%
2020/10/13	30.92	2.32%
2020/10/14	29.99	-3.05%
2020/10/15	29.06	-3.15%
2020/10/16	29.39	1.13%
2020/10/19	28.56	-2.86%
2020/10/20	28.88	1.11%
2020/10/21	29	0.41%
2020/10/22	28.33	-2.34%
2020/10/23	27.63	-2.50%
2020/10/26	27.55	-0.29%
2020/10/27	28.29	2.65%
2020/10/28	27.41	-3.16%
2020/10/29	27.31	-0.37%

2020/10/30	26.8	-1.89%
2020/11/2	26.04	-2.88%
2020/11/3	27.46	5.31%
2020/11/4	27.09	-1.36%
2020/11/5	27.28	0.70%
2020/11/6	26.96	-1.18%
2020/11/9	27.8	3.07%
2020/11/10	28.02	0.79%
2020/11/11	27.85	-0.61%
2020/11/12	27.86	0.04%
2020/11/13	28.42	1.99%
2020/11/16	28.4	-0.07%
2020/11/17	28.05	-1.24%
2020/11/18	30.93	9.77%
2020/11/19	31.72	2.52%
2020/11/20	31.22	-1.59%
2020/11/23	31.83	1.94%
2020/11/24	30.35	-4.76%
2020/11/25	30.55	0.66%
2020/11/26	29.89	-2.18%
2020/11/27	30.29	1.33%
2020/11/30	30.72	1.41%
2020/12/1	29.92	-2.64%

2020/12/2	28.53	-4.76%
2020/12/3	28.69	0.56%
2020/12/4	28.72	0.10%
2020/12/7	28.88	0.56%
2020/12/8	28.53	-1.22%
2020/12/9	27.78	-2.66%
2020/12/10	27.51	-0.98%
2020/12/11	27.2	-1.13%
2020/12/14	26.71	-1.82%
2020/12/15	27.53	3.02%
2020/12/16	27.24	-1.06%
2020/12/17	27.94	2.54%
2020/12/18	27.63	-1.12%
2020/12/21	27.64	0.04%
2020/12/22	27.3	-1.24%
2020/12/23	26.7	-2.22%
2020/12/24	26.57	-0.49%
2020/12/25	26.55	-0.08%
2020/12/28	26	-2.09%
2020/12/29	25.27	-2.85%
2020/12/30	24.67	-2.40%
2020/12/31	24.8	0.53%
2021/1/4	24.91	0.44%
2021/1/5	24.92	0.04%
2021/1/6	24.71	-0.85%
2021/1/7	22.55	-9.15%
2021/1/8	22.69	0.62%
2021/1/11	21.16	-6.98%
2021/1/12	21.32	0.75%
2021/1/13	19.86	-7.09%
2021/1/14	20.17	1.55%
2021/1/15	21.05	4.27%
2021/1/18	20.96	-0.43%
2021/1/19	20.98	0.10%
2021/1/20	20.6	-1.83%
2021/1/21	20.67	0.34%
2021/1/22	21.61	4.45%
2021/1/25	20.72	-4.21%
2021/1/26	20.72	0.00%
2021/1/27	21.26	2.57%
2021/1/28	21.38	0.56%
2021/1/29	21.39	0.05%
2021/2/1	22.06	3.08%
2021/2/2	22.23	0.77%
2021/2/3	21.6	-2.87%
2021/2/4	20.56	-4.93%

2021/2/5	20.1	-2.26%
2021/2/8	20.14	0.20%
2021/2/9	21	4.18%
2021/2/10	22.14	5.29%
2021/2/18	21.88	-1.18%
2021/2/19	21.83	-0.23%
2021/2/22	21.88	0.23%
2021/2/23	21.9	0.09%
2021/2/24	21.48	-1.94%
2021/2/25	21.21	-1.26%
2021/2/26	21.11	-0.47%

## 致 谢

从 2018 年入校到现在，硕士生活在不知不觉中已经过去了接近三年的时光。回想在兰财大的日子，感恩时间赠予我沉甸甸的记忆，有带着微笑的美好和精彩，亦有成长路上少不了的伤痛和坎坷。

首先，十分感谢我的导师在毕业论文的选题、开题报告、中期检测直至论文定稿的过程中为我耐心解惑，细心地提出修改意见，在老师的帮助下，我的学术能力得以锻炼和提高，同时也巩固了金融模型的相关知识。在我备考金融风险管理师 FRM 的期间，感谢导师的鼓励和帮助，是她的教导让我在失败的打击下勇敢站起继续向前，是她的肯定和支持让我有信心坚持方向，从不放弃。此外，狄老师治学严谨、品德高尚，老师的谆谆教诲常让我茅塞顿开，受益颇多。衷心祝愿狄老师身体健康，平安幸福，事事顺心。

在硕士生涯里，我还要感谢学院里的每位老师，是他们的辛勤付出和认真教导让我的学科知识得以积累，各方面的学习能力得以提升。感谢参加开题和预答辩的老师们，对我的论文写作提出了宝贵的修改意见，是老师们的耐心指导，让我逐步提高了学术研究的能力。祝愿每位老师在以后的日子里都工作顺心，一切安好。我也要感谢研秘马老师一直以来的关心和帮助，在学习部的工作并不繁重，但却学习到了很多课本以外的能力，很感激老师给我这个机会在课堂外也能充实地提升自己。

最后，我特别感谢养育我的父母，他们为了我的幸福成长牺牲了很多。FRM 资格证的报名费不菲，3 次考试加上来回的路费和住宿费都花费了不少，是他们对我的付出和鼓励让我坚定了强大自己，提升自己的信念，愿他们在以后的日子里身体健康、平安顺意，愿我能为他们以后的幸福生活贡献出自己的一份努力，愿我成长的速度赶得上他们鬓角的白发，愿我能成为让他们感到骄傲的女儿。另外，也感谢一直陪在我身边的舍友们，她们真诚大方，对我宽容温柔，容忍我的小脾气，是她们的陪伴让我的硕士生活温暖有色彩，祝愿她们在将来拥有自己理想的生活，成为想要的自己。

时光荏苒，愿我们在前进中收获成长，在跌倒时吸取教训，在飞逝的时间里看见诗和远方，在成长路上遇见更优秀的自己。