

文章编号:1005-0523(2019)03-0064-08

# 基于蒙特卡洛模拟方法的飞机融资租赁租金定价研究

邬国祥,曾小舟,沈静瑶

(南京航空航天大学民航学院,江苏 南京 211106)

**摘要:**为加强承租双方对项目决策与风险管理的水平,根据飞机融资租赁的特点,以出租人的成本加成法构建了不确定环境下成本变动的租金定价模型,基于蒙特卡洛模拟方法评估了在不同利率环境下的飞机租赁租金;同时,考虑承租人对租金价值的认知能力,计算了承租人所能接受的最高租金。假设承租人接受出租人对承租人认知导向型定价所报租金,求解租金的理论价格与出租人能够实现期望利润的概率。结果表明,租金的理论价格是收敛的,当出租人在向承租人报价后,若经济环境变化导致出租人项目初始投资额的增加,出租人能够实现期望收益的概率将显著降低;当承租人在接受出租人所报租金后,若承租人的收入减少或成本增加,将导致承租人项目风险的增加。出租人应该加强对初始投资额变动的风险控制;承租人加强收入管理与成本控制,进而减少飞机租赁市场交易的风险。

**关键词:**飞机租赁;租金定价;蒙特卡洛模拟;情景分析

**中图分类号:**[U8]

**文献标志码:**A

飞机租赁可分为融资租赁与经营租赁,由于融资租赁具有融资性,能够帮助航空公司缓解财务压力且航空公司长期拥有飞机的使用权;而出租人仅将融资租赁的飞机看作一种投资工具,获得投资回报。因此,站在不同的角度对飞机融资租赁租金进行合理的定价,能够有效的促进飞机租赁交易并降低飞机租赁的风险,有利于飞机租赁业与民航运输业健康稳定的发展。

## 1 文献综述

国内学者谭向东<sup>[1]</sup>从航空公司的战略规划、财务状况、经营模式、租赁期长短等方面就如何选择飞机租赁方式做了一定的研究;叶阳<sup>[2]</sup>提出出租人通过提高经营资产利率、扩大财务杠杆等手段能提升出租人的盈利水平,进而降低租赁的定价;郑燕琴,夏洪山<sup>[3]</sup>等在传统净现值法的基础上,引入多级实物期权法,分别对飞机经营性租赁与飞机融资性租赁进行分析,试图做出最优决策,该方法考虑了项目的不确定性,分析管理层在中途修正战略的价值,弥补了传统净现值法不考虑管理决策层采取柔性投资策略价值的缺陷;丁勇,葛翔<sup>[4]</sup>从承租人角度,对飞机的折旧抵税、残值等影响定价的要素加以量化,利用净现值法对飞机租赁定价进行静态研究。

国外研究机构及学者对飞机融资租赁的研究较国内研究相对成熟。国外学者 Merton<sup>[5]</sup>考虑了贷款利率与税率的变化利用内部收益率对租赁投资项目进行了评价;Upton 与 Miller<sup>[6]</sup>基于净现值方法研究了租赁价格形成机制,提出租赁期间支付的租金折现值应与资产的使用价值带来的现金流折现值相等;McConnell 与 Schallenheim<sup>[7]</sup>运用实物复合期权的思路,考虑合同中的租赁期间内提前终止合同等条件得到基本的经营租赁的定价公式;Gibson William 与 Morrell Peter<sup>[8]</sup>考虑承租人的风险,对净现值法与调整的净现法的计算结果进行比较,提出使用调整的净现值能够更好的评估飞机租赁决策;Chen Wei Ting 与 Huang Kuan Cheng<sup>[9]</sup>等人通过建立飞机租赁价格模型,提出当航空公司提高资产负债率时,通过融资租赁引进飞机有利于航空公司降低成本。

从国内外的研究现状来看,定价研究主要集中在静态市场环境的基础上,没有考虑到出租人由于市场环

收稿日期:2018-12-01

作者简介:邬国祥(1994—),男,硕士研究生,研究方向为民航经济与金融。

通讯作者:曾小舟(1965—),男,副教授,博士,研究方向为交通运输规划与管理。

境的不确定性引起的成本的变化。利率是影响租金的重要影响因素,利率波动引起的成本变化是出租人融资租赁项目面临的主要风险,本文拟以常见杠杆融资租赁为研究对象,以出租人的成本为基础,考虑利率波动引起的出租人成本的变化,确定租金的理论价格,并对影响飞机租赁价格交易的因素进行了情景分析。

## 2 模型构建

### 2.1 租金理论价格形成机理

目前,大多数融资租赁合同约定承租人按期向出租人缴纳租金,出租人保留租赁物所有权,承租人付清所有租金后所租赁标的的所有权转移给承租人。对出租人来说,飞机仅是一种投资工具,租赁合同会约定承租人按期缴纳租金,出租人可获得稳定可预测的现金流,出租人的主要风险来自承租人的信用违约与金融市场的波动,承租人的信用风险可以通过设定抵押或交纳保证金等方式进行规避。金融市场上的利率波动成为出租人融资租赁项目面临的主要风险。出租人飞机融资租赁价格构成主要包括以下几个部分,一是本金与利息,本金主要是初始投资成本,利息主要由于出租人的分期付款所产生的利息;第二部分为交易费用,主要包括为进行该交易产生的手续费、差旅费、人员工资等;第三部分为预期利润与风险报酬,出租人仅把飞机作为一种投资工具,目的满足预期的投资回报率与获得风险报酬,即出租人在获取最低资本回报的基础上,并根据承租人的信用状况要求取得一定的风险报酬。出租人在对飞机租赁项目进行评估时,要求该项目产生的租金现金流的折现值大于租赁项目的各项成本。

从承租人的角度来说,承租人选择融资租赁引进飞机而非购买,主要是考虑到自身的经营发展战略与市场风险的管理水平。融资租赁引进飞机较自购引进飞机,承租人有利于维持现金流的稳定,更好的控制成本,避免市场利率的波动引起净利润的波动,实现企业利润的稳步增长;航空公司之所以考虑通过融资租赁引进飞机,主要是租赁公司较航空公司具有更强的议价能力,通过批量采购飞机能够获得优惠的价格,同时,租赁公司由于专业性,具有更强的市场风险管理水平与融资能力。承租人在对融资租赁引进飞机项目评估时,仅仅要求飞机租赁项目所带来的利益的折现值应该大于租金收入的折现值而不与自购进行比较。

### 2.2 租金理论价格影响因素

对于出租人来说,影响出租人租金定价的主要因素包括飞机初始投资额、融资利率、融资租赁期限、投资回报率、风险溢价与项目管理费用等。初始投资额包括飞机的采购成本、航材备件等,初始投资额越大,租金越高;融资租赁期一般涵盖飞机的经济寿命,各国法律法规都有相关规定,实务中飞机融资租赁合同一般约定租赁期为15~20年;投资回报率一般为初始投资的比例,不同出租人所要求的投资回报率略有差异;风险溢价补偿与出租人对承租人的信用评估与出租人对风险的管理能力有关,承租人信用等价高或者能够提供足额担保一般出租人会降低风险补偿;项目的管理费用,大多数租赁公司以手续费的形式收取,收取的手续费并非租赁公司弥补具体业务费用,一般是为增加利润。影响出租人租赁定价的因素如表1。

表1 出租人租赁定价影响因素

Tab.1 Lessor consider factors when pricing a lease

影响因素	符号表示	变量含义
初始投资成本	$P$	租赁公司初始投资成本(融资本金)
$t$ 期本金	$P_t$	第 $t$ 期向贷款人归还的本金
$t$ 期的利息费用	$I_t$	第 $t$ 期向贷款人归还的利息
$t$ 期的营业费用	$S_t$	出租人第 $t$ 期的营业费用
项目预期总收益	$U$	出租人预期的项目最低收益率
$t$ 期的预期收益	$U_t$	第 $t$ 期出租人的预期收益率
折现率	$i_d$	考虑承租人状况的折现率
第 $t$ 期融资利率	$i_t$	出租人进行项目融资所适用的利率
租赁期	$n$	租赁合同包括的租赁期数
租金	$R$	出租人每期收取的租金

从承租人的角度,影响租金的因素主要包括承租人预期收益,初始投资成本,项目的整体税率,折旧年限,折旧方式,预计残值率等。承租人的预期收益与承租人经营管理水平及市场预期有关;初始投资成本主要包括租赁该飞机引起的额外支出;项目整体的税率主要考虑到承租人因计提折旧而带来的节税效用;折旧年限一般与航空公司相关,在满足相关法律法规定下承租人自己决定折旧年限;折旧方法主要包括直线折旧法、双倍余额递减法、年数总和法与工作量法,大多数航空公司都采用直线折旧法,残值率一般设定为原值的5%,但进行融资租赁项目评价时,航空公司大多假设为0。影响承租人租赁定价的因素如表2。

表2 承租人租赁定价影响因素

Tab.2 Lessee consider factors when pricing a lease

影响因素	符号表示	变量含义
$t$ 期收益	$M_t$	在第 $t$ 期承租人租赁该飞机的收益
初始投入	$C$	承租人初始投入成本
$t$ 期成本	$C_t$	第 $t$ 期承租方经营该飞机租赁的成本
税率	$m$	项目整体的税率
折现率	$i_z$	承租人项目评估时适用的折现率
折旧期数	$N$	承租人所适用的折旧数(折旧年限等于折旧期数乘以期时长)
第 $t$ 期折旧额	$D_t$	承租人在第 $t$ 期计提的折旧额

### 2.3 模型交易条件设定

融资租赁价格受承租双方约定的权利义务、风险分担及租金的支付方式等影响。只有设定合理的交易条件,才能确定对应的租金理论价格。

1) 租赁合同双方约定,租赁期内承租人租金等额后付,承租人支付最后一期租金后,租赁飞机的所有权转移给承租人。

2) 出租人采用完全杠杆租赁,初始投资全部从市场筹集,承租人为租赁合同提供足额担保。出租人在金融市场上所筹集的资金采用等额本金法偿还,借款期内出租人采用滚动借款方式,还本付息方式与租赁合同期间一致。该假设符合实务操作,出租人承担利率波动风险。

3) 航空公司能够获得相对稳定的收益。航空公司能够获得利益是航空公司租赁飞机的前提,而且只有航空公司能够获得相对稳定的收入才能利用节税效用。

### 2.4 模型建立

飞机融资租赁定价主要考虑以下几个方面:第一,以出租人的成本为基础,考虑承租人的风险补偿与出租人的预期利润,计算租金分布与租金的理论价格;第二,以承租人的负担能力为基础,考虑承租人的租金负担能力,即每期租金的折现值应该不大于承租人因租赁该飞机所带来的额外收益。

#### 2.4.1 出租人的租金定价

从出租人的角度,以成本定价法进行定价,每期租金的折现值应等于出租人偿付的本金( $P_t$ )、贷款利息( $I_t$ )、项目预期收益( $U_t$ )、费用支出( $S_t$ )与风险报酬,其中风险报酬主要通过折现率体现,即

$$\sum_{t=1}^n \frac{P_t+I_t+U_t+S_t}{(1+i_d)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{R}{(1+i_d)^t} = 0 \quad (1)$$

式中: $i_d$ 为出租人所确定的折现率,折现率包括无风险利率、风险溢价率,即  $i_d=i_r+i_p$ ,其中  $i_r$ 为无风险利率, $i_p$ 为风险溢价率。融资租赁合同一般约定承租人在租赁期内按时支付租金并提供足额担保,同时针对运营中的风险向规定的保险人投保。在进行飞机租赁项目的评估时,大多假设项目适用的折现率  $i_d$ 为常数,式(1)可简化为

$$R = \sum_{t=1}^n \frac{P_t + I_t + U_t + S_t}{(1+i_d)^t} \times \frac{i_r(1+i_r)^n}{(1+i_d)^n - 1} \quad (2)$$

出租人以等额本金的方法偿还借款本金,即

$$P_t = \frac{P}{n} \quad (3)$$

出租人的借款合同一般约定出租人的借款根据基准利率变化,飞机融资租赁项目借款的利率一般为3个月期的 Libor 利率。出租人第  $t$  期支付的利息为

$$I_t = (P - \sum_{i=1}^{t-1} P_i) \times i_t \quad (4)$$

#### 2.4.2 承租人的租金定价

承租人决定采用融资租赁方式引进飞机要满足最基本的假设条件,融资租赁引进的飞机能够给航空公司带来利益,即承租人所付租金的现值应该不大于承租人因租赁该飞机所带来的利润与节税效用,如

$$\sum_{t=1}^n \frac{R}{(1+i_z)^t} \leq \sum_{t=1}^n \frac{((M_t - C_t)(1-m) + D_t m)}{(1+i_z)^t} \quad (5)$$

其中  $C_t = \frac{C(1+i_z)^n i_z}{(1+i_z)^n - 1}$ ,  $M_t = \frac{M(1+i_z)^n i_z}{(1+i_z)^n - 1}$ 。

式(5)可以化简为

$$R \leq \sum_{t=1}^n \frac{((M_t - C_t)(1-m) + D_t m)}{(1+i_z)^t} \times \frac{i_z(1+i_z)^n}{(1+i_z)^n - 1} \quad (6)$$

若承租人采用直线折旧法,第  $t$  期计提的折旧额为  $D_t$ ,  $K$  为飞机期末残值。一般飞机融资租赁的期限覆盖飞机的整个经济寿命周期,但考虑到模型的通用性我们设定  $N$  为折旧期数,如式(7)所示

$$D_t = \frac{P(1+K)}{N} \quad (7)$$

若承租人采用双倍余额递减折旧法,第  $t$  期计提的折旧额为  $D_t$ ,如式(8)和式(9)所示

$$D_t = P \times \left[ \left(1 - \frac{2}{N}\right)^{t-1} - \left(1 - \frac{2}{N}\right)^t \right] \quad t=1, 2, \dots, N-2 \quad (8)$$

$$D_t = \frac{P \times \left[ \left(1 - \frac{2}{N}\right)^{N-3} - K \right]}{2} \quad t=N-1, N \quad (9)$$

若承租人采用年数总和法计提折旧,第  $t$  期计提的折旧额为  $D_t$ ,如式(10)所示

$$D_t = \frac{2(N-t+1)}{N(N+1)} \times (P-K) \quad (10)$$

#### 2.5 基于蒙特卡洛模拟方法的租金定价

蒙特卡洛模拟法对融资租赁租金的定价思路是:以出租人初始融资的金额  $P$  为起点,利用 CIR 利率模型模拟  $L$  条利率路径,得到  $L$  条路径下各期的需要支付的利息与本金,然后以出租人确定的折现率进行折现,获得所有路径计算出的租金,对租金进行统计分析,即得到融资租赁租金的定价理论值区间,具体操作步骤如下:

步骤 1:运用 matlab 数理统计工具确定利率模型参数,并模拟  $L$  条随机利率路径( $L$  需足够多,如 1 000),确定远期利率水平;

步骤 2:以利息与本金计算模型为基础;计算出第  $t$  期出租人应付利息  $I_t$  与本金  $P_t$ ;

步骤 3:根据步骤 2 计算的出租人应付利息与本金,计算出出租人第  $t$  期的成本  $B_t = P_t + I_t + U_t + S_t$ ,其中  $B_t$  为第  $t$  期出租人的融资租赁成本;



步骤4:重复前3个步骤,得出 $L$ 条路径下每期对应的融资租赁成本 $B_i$ ;

步骤5:运用出租人确定的折现率对第4步每条路径下各期现金流进行贴现、求出每条路径下的租金 $R$ ,根据数理统计相关理论对租金 $R$ 进行统计分析,得到蒙特卡洛模拟法下的飞机租赁租金的理论价格;

步骤6:预估承租人的营运能力,确定承租人可接受租金的上限。

### 3 算例分析

#### 3.1 算例数据

以美国A租赁公司与欧洲某大型航空公司签订的A320neo租赁合同为例。其中,双方约定租赁时间为20年,租金按季后付,租赁期届满后,承租人支付最后一期租金后获得飞机的所有权。

Michaels Daniel<sup>[10]</sup>测算出,根据采购双方的议价能力不同,飞机采购合同的成交价格约为目录价格的50%左右;2018年空中客车公布的目录价格为11 060万美元;因此,可假设出租人融资租赁项目的初始投资 $P$ 为5 500万美元。假设出租人要求的期望投资回报率为6%,结合出租人对承租人的风险认知与自身的承受能力,假设折现率为美国10年期2016年9月至2018年8月的国债利率平均值2.465%加100个基点的风险溢价;管理费用可假定为第 $t$ 期利息的1%。影响出租人租金定价的因素如表3。

表3 出租人租金定价影响因素

Tab.3 Lessor consider factors when pricing a lease

影响因素	符号表示	模型参数	变量含义
初始投资成本/万美元	$P$	5 500	租赁公司初始投资成本
项目预期总收益/万美元	$U$	$6\%P$	出租人预期的项目最低总收益率
折现率/%	$i_d$	3.465	考虑承租人状况的折现率
租赁期/季	$n$	80	租赁合同包括的租赁期数

承租人租金定价影响因素的研究需要涉及承租人成本等因素,还承租人根据公司历史数据,其航空主营业务投入产出比约为1:4.5;夏江汉<sup>[11]</sup>对航空公司成本进行了统计分析,得出成本 $C$ 约占收入的83.07%;对于融资租赁引起的节税效用,其统计分析航空公司财务报表得出平均税率 $m$ 为4.26%。承租人在做飞机融资租赁项目时所适用的折现率为7%。影响承租人租金定价的因素如表4。

表4 承租人租金定价影响因素

Tab.4 Lessees consider factors when pricing a lease

影响因素	符号表示	模型参数	变量含义
期望收入/万美元	$M$	$4.5P$	在第 $t$ 期承租人租赁该飞机的收益
$t$ 期成本/万美元	$C_t$	$83.07\%M_t$	在第 $t$ 期承租方经营该飞机租赁的成本
税率/%	$m$	4.62	项目整体的税率
残值	$K$	0	融资租赁项目所适用的残值
折现率/%	$i_z$	7	承租人所适用的折现率

#### 3.2 结果分析

由于CIR模型具有均值回归性且不小于零的特征,并提出波动率为 $\sigma\sqrt{r(t)}$ ,使利率波动率与利率水平呈正相关,满足了利率波动率的水平效应。本文利用CIR利率模型模拟利率路径,即

$$dr = \alpha(r_g - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}dz \quad (11)$$

其中, $\alpha$ 表示均值回归速度, $\alpha$ 值越大、回归速度越快; $r_g$ 为随机利率的长期水平, $r(t)$ 为随机利率, $\sigma$ 为 $r(t)$ 的波动率, $dz$ 表示标准维纳过程。

利用 CIR 利率模型,将 2000 年 1 月—2018 年 8 月 3 个月期美元 Libor 利率导入 Matlab 软件,其估计出 CIR 模型参数为

$$dr=3.1577(0.0072-r(t))dt+0.2005\sqrt{r(t)}dz \quad (12)$$

周旺<sup>[1]</sup>在利用蒙特卡洛模拟对融资租赁资产定价时提出当模拟路径超过 1 000 次时,结果已经接近实验值,当模拟 2 000 次时,仅与模拟 1 000 次的数值相差 0.014%。为保证结果的准确,本文利用式(11)对未来利率模拟 3 000 次,每期期望利率如图 1 所示。

以出租人成本定价法计算出的租金的理论价格  $E(R)$  为

$$E(R)=E\sum_{l=1}^L R_l \quad (13)$$

其中:  $R_l$  表示第  $l$  条利率路径下计算出的租金,利用蒙特卡洛方法分别模拟 2 000,3 000,9 000 次与 20 000 次,得出的租金理论价格如表 5 所示。

表 5 租金的理论价格计算结果  
Tab.5 The calculation results of theoretical rent

变量	模拟次数/次			
	2 000	3 000	9 000	20 000
租金期望理论价格 $E(R)$ /万美元	238.69	238.35	238.64	238.29
方差	30.26	29.82	30.09	29.76
最大值	373.94	373.94	395.49	402.80
最小值	186.72	185.94	183.71	182.28
偏度	1.005	0.982	1.005	1.001
峰度	4.262	4.140	4.314	4.120

从表 5 可知,随着模拟路径的增加,租金的理论期望值趋于稳定;因此,后续结果的分析以 3 000 次模拟实验结果为基础。

将蒙特卡洛模拟产生的  $L$  条独立随机利率路径计算出租人的成本,最终折现计算出租金,对其统计分析得到的租金频率分布直方图如图 2 所示。

利用式(6),计算出承租人接受的最高租金为  $R_{max}=284.19$  万美元。

当利率的模拟路径足够多时,计算出的租金  $R$  可近似为连续变量;设租金的概率密度函数为  $f(R)$ ,则出租人所报租金价格能够为承租人接受的概率为

$$P(R < R_{max}) = \int_{-\infty}^{R_{max}} f(R) = 92.63\%$$

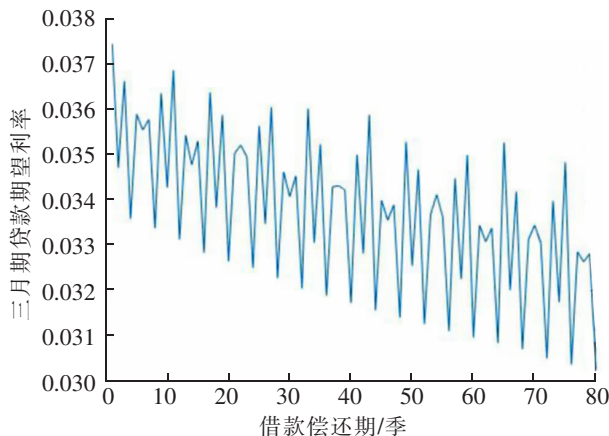


图 1 期望利率路径  
Fig.1 The expectation interest rate trial

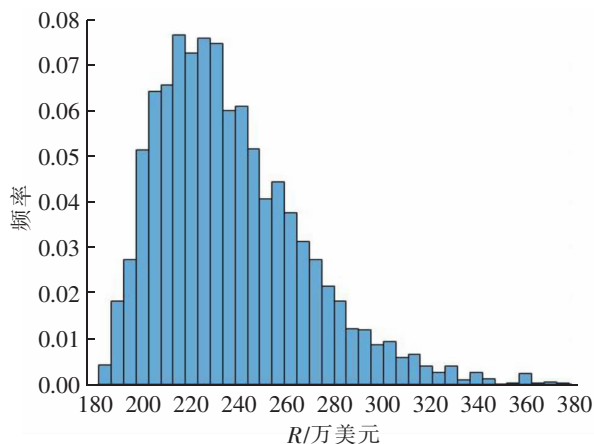


图 2 租金分布直方图  
Fig.2 Frequency histogram of the distribution of rent

### 3.3 情景分析

上述结果是在确定环境下得出的,而在飞机融资租赁期内,由于环境的不确定性,会导致影响出租人与承租人租金定价的因素发生变化。为进一步分析各重要因素变化对租金理论价格与获得期望利润概率的影响,本文拟对出租人的初始投入成本、租赁期内的管理费用、承租人的期望收入与成本等因素进行情景分析。以表格的形式展示分析的结果,其中各因素的变动幅度为10%。情景分析结果如表6与表7所示。

表6 出租人定价因素情景分析结果  
Tab.6 The sense analysis results of lessor consider factors when pricing a lease

影响因素	变化量	期望理论租金 $E(R)$ /万美元	期望理论租金变动比例	$P(R < R_{\max})$
$P$ (出租人的初始投入)	增加 10%	262.19	+10.00%	77.77%
	减少 10%	214.52	-10.00%	98.23%
$U$ (出租人的期望投资总收益)	增加 10%	239.70	+0.57%	91.73%
	减少 10%	237.00	-0.57%	92.4%

由表6可知,出租人以成本定价法计算租金,初始投入与期望收益对租金的影响趋势一致,即当初始投入与期望收益增加时,租金的理论价格也增加,出租人的租金报价能为承租人所接受的概率减小;出租人初始投入的变化对期望理论租金与概率的变化较大,出租人期望收益的变化对租金的报价变动影响较小。因此,出租人应该加强初始投资的风险管理。

表7 承租人租金定价因素情景分析结果  
Tab.7 The sense analysis results of lessee consider factors when pricing a lease

影响因素	变化量	承租人可负担的最高租金 $R_{\max}$ /万美元	$R_{\max}$ 变动比例	$P(R < R_{\max})$
$M$ (承租人的预计收入)	增加 10%	262.19	+7.74%	97.63%
	减少 10%	256.09	-9.89%	75.47%
$C$ (承租人的预计成本)	增加 5%	215.25	-24.26%	23.70%
	减少 5%	353.13	+24.26%	99.60%

由于采用负担能力计算承租人能够承受的最高租金,预计收入与预计成本对可负担的最高租金的影响趋势相反。从表7可知,当承租人的预计收入变化10%时,承租人可负担的最高租金分别增加7.74%和减少9.89%,出租人所报租金为承租人可接受的概率分别为97.67%与75.47%,因此,从承租人的角度来说,当出租人以可负担的最高租金进行报价时,当未来收入减少时,承租人对飞机租赁项目承担的风险较大。当承租人的成本变动5%时,承租人可接受的最高租金变动幅度为24.26%。当出租人以最高租金进行报价时,当承租人运营成本增加5%时,出租人的报价为承租人可接受的概率降为23.70%,期望运营成本减少5%时,出租人所报价格为承租人可接受的概率为99.60%。因此,对于承租人来说,应加强收入管理与成本控制。

## 4 结束语

以成本加成法为基础,结合出租人投资融资租赁飞机项目的目的,构建出租人在动态利率融资条件下的飞机融资租赁租金定价模型。以CIR利率模型为基础,利用蒙特卡洛方法模拟动态融资利率游走路径,对出租人的初始投资成本、期望利润、风险报酬与管理费用进行折现算出该路径下的租金,分析发现当模拟路径大于2000次时,租金的理论价格趋于收敛,即蒙特卡洛模拟方法能够在理论上确定租金的价格。利用情景分析方法对影响承租双方租金定价的因素进行分析,可得出出租人在对飞机融资租赁项目进行报价后应加强对初始投资的管理,防止因初始投资额的增加导致期望利润减少;对于承租人来说,承租人预期收入

与预期成本对承租人是否接受出租人的租金报价具有重要影响;因此,承租人在确定通过融资租赁引进飞机后,应该加强成本的控制与收入的管理。

#### 参考文献:

- [1] 谭向东. 飞机租赁实务[M]. 北京:当代中国出版社,2008:26-30.
- [2] 叶扬. 财务管理视角下融资租赁定价研究[J]. 财会通讯,2013(5):14-16.
- [3] 郑燕琴,夏洪山,吴梦诗. 基于实物期权与净现值法的飞机租赁决策研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2014(4):830-833.
- [4] 丁勇,葛翔. 飞机租赁定价模型研究[J]. 西安航空学院学报,2015(4):16-22.
- [5] MERTON R C. On the pricing of corporate debt:the risk structure of interest rates[J]. Journal of Finance,1974,29(2):449-470.
- [6] MILLER M H,UPTON C W. Leasing buying and the cost of capital services[J]. Journal of Finance,1977,31(3):95-123.
- [7] SCHALLHEIM J S,MCCONNELL J J. A model for the determination of "fair" premiums on lease cancellation insurance policies [J]. Journal of Finance,1985,40(5):1439-1457.
- [8] GIBSON W,MORRELL P. Theory and practice in aircraft financial evaluation[J]. Journal of Air Transport Management,2004,10(6):427-433.
- [9] CHEN W T,HUANG K C,ARDIANSYAH M N. A mathematical programming model for aircraft leasing decisions[J]. Journal of Air Transport Management,2018,69:15-25.
- [10] MICHAELS D. 2012. The secret price of a jet airliner discounts of 50% or more off the sticker number are common as plane makers and buyers haggle[J/OL]. Wall Street Journal(July 09). <http://search.proquest.com/docview/1024087881?accountid=27468>.
- [11] 夏江汉. 融资租赁定价研究——以中国民航飞机为例[D]. 杭州:浙江大学,2013:42-46.
- [12] 周旺. 基于蒙特卡洛模拟的融资租赁资产支持证券定价研究[D]. 重庆:西南财经大学,2016.

## Research on the Pricing of Rent of Aircraft Financial Leasing Based on Monte Carlo Simulation

Wu Guoxiang,Zeng Xiaozhou, Shen Jingyao

(College of Civil Aviation,Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,Nanjing 211106,China)

**Abstract:** In order to strengthen the level of project decision-making and risk management of the lessee and lessor and according to the characteristics of aircraft financing lease, the rent-price model of the cost change under uncertainty environment was constructed by the cost-plus method of the lessor, which based on Monte Carlo simulation calculation in the wave of interest rate. At the same time, considering the lessee's rent affordability, calculating the maximum rent that the lessee afforded. Suppose that the lessor can quote the maximum rent that the lessee can afford and calculating the theoretical price of rent and probability of lessor satisfied object earning rate. The results showed that the theoretical price of rent was convergent. When the lessor quotes to the lessee, if the economic environment changes and the initial investment increases, the probability that the lessor can achieve the object earning was significantly reduced. When the lessee's revenue decreasing or cost increasing after lessee accepts the lessor's offer, the lessee will assume more risk. Therefore, the lessor should strengthen the management of the initial investment amount and the lessee should strengthen the income management and cost control.

**Key words:** aircraft leasing; rent pricing; Monte Carlo simulation; scenario analysis