

互联网企业价值评估模型比较研究

王治 李馨岚¹

(长沙理工大学 经济与管理学院, 湖南 长沙 410114)

【摘要】: 基于互联网企业轻资产、高估值、迭代快以及风险大等特点, 比较传统价值评估模型与 Schwartz-Moon 等实物期权价值评估模型, 分别运用于评估案例企业泛微网络价值。结果发现, 相较于传统现金流贴现模型, 实物期权价值评估模型评估结果更接近于公司实际价值。三种实物期权模型敏感性分析表明: Schwartz-Moon 模型评估误差最小, 且模型稳健性最强, 适用于不确定性高的互联网企业估值。

【关键词】: 互联网企业价值 实物期权 Schwartz-Moon 模型 蒙特卡洛模拟

【中图分类号】: F275;F49 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1003-7217(2021)05-0075-08

一、引言

随着数字经济和互联网的发展, 众多互联网企业实现了强劲增长。电商平台、网络教育平台、线上办公软件等移动互联网应用发展迅速, 逐步拓展至更加多样化的设备和服务场景之中, 互联网公司投资、收购等资本活动也越发频繁, 对这类企业进行准确的价值评估也愈来愈重要。然而, 作为新兴产业, 互联网公司的无形资产、研发费用以及企业商誉均占比较大, 且成长性难以估计, 收入的波动也很大, 使得互联网企业估值存在较大难度。互联网企业与传统行业之间存在着资产构成、风险溢价、商业模式等方面的巨大差异, 这就使得传统的企业价值评估方法, 如收益法、成本法和市场比较法等难以对互联网企业的价值进行有效评估。Trueman 和 Wong 等发现用传统市场法估值时, 电子零售商、门户网站和内容社区公司存在重大估值差异^[1]。Lumpkin 和 Dess 以现金流折现模型为例评估互联网企业价值, 发现该模型未充分考虑互联网企业收益的波动性而造成价值低估^[2]。于是一批新的估值方法, 如实物期权法、客户价值法、基于梅特卡夫法则的 DEVA 法等纷纷涌现。

其中, 实物期权法在公司估值中已得到广泛应用。国外学者的研究较早, 相关理论已比较成熟, 国内学者也对实物期权定价法进行了一系列修正。关于实物期权及其定价理论, Alleman 和 Noam 对实物期权理论进行了系统分析并将其运用于对美国电信企业的估值^[3]。Carlsson 和 Fullér 将模糊数理论与实物期权法相结合, 通过对将实物期权模型引入梯形模糊数来优化评估企业价值^[4]。Tsai 和 Hung 提出了一种基于层次分析法的综合实物期权方法, 对不确定条件下互联网零售业务的动态定价进行了研究^[5]。研究发现, 综合实物期权方法能为管理者提供有效决策依据。Doffou 利用横截面数据调整了 S-M 模型的一些参数, 并考虑了随机成本、未来融资、资本支出和折旧, 发现改进后的模型适用于技术企业的价值评估^[6]。Afik 和 Zwilling 在对高速成长的初创企业进行财务预测时, 将随机性纳入 S-M 模型, 并将其应用于运算实际企业数据, 结果表明, 对案例企业所进行的 10 年期预测符合实际现值^[7]。而在国内, 李恩平等认为高新技术企业具有高风险和多阶段等特点, 据此设计了一种多阶段期权模型, 算例结果显示复合实物期权法评估高新技术企业价值更能反映实际情况^[8]。王雪荣、李晴蕙建立实物期权模型对中国移动 4G 牌照蕴含的商业价值进行估算, 与传统权益法的结果进行比较后, 发现使用传统现值法会大幅度低估后期的收益, 而实物期权法刚好可以填补这方面的漏洞^[9]。

作者简介: 王治(1977-), 男, 湖南邵阳人, 博士, 长沙理工大学经济与管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 财务会计理论与实务。

基金项目: 国家自然科学基金(71801022); 湖南省教育厅重点项目(20A006)

国内外学者分别运用不同的定价方法，对互联网公司估值问题进行了研究。Schwartz 和 Moon 等针对互联网企业高风险高投入的特点，建立了连续时间 Schwartz-Moon 模型^[10]。Gupta 和 Chevalier 将传统估值方法与基于 B-S 模型的实物期权方法同时应用于两家互联网公司，发现后者非常适用于计算互联网公司价值中所包含的不确定性与潜力^[11]。Pedersen 使用蒙特卡洛模拟，通过对历史财务数据进行重新采样来估计公司未来股本、收益和支付的概率分布，并将其用于估计股票期权未来收益的概率分布^[12]。Guo 和 Zmeškal 运用美式实物期权法对中国互联网公司百度进行了估值，得出了在中国经济环境下，广义实物期权方法更适用于互联网公司估值的结论^[13]。近年来，许多国内学者也在互联网公司估值方面取得了一定的研究成果。黄生权、李源运用模糊层次分析方法与模糊实物期权两种方法，在综合考虑财务指标与非财务指标后，将两种方法融合为集成实物期权方法，进而对案例互联网企业价值进行估计^[14]。郭建峰等综合突变级数法以及实物期权法，并据此建立修正的 B-S 模型对互联网企业进行评估^[15]。刘丽将期权定价模型引用于评估手游企业所蕴含的潜在价值，得出实物期权方法适用于衡量新型互联网企业的结论^[16]。朱伟民等运用考虑用户价值的改进 EVA 模型和传统定价模型分别对阿里巴巴公司进行估价，发现 DCF 模型中现金流量的预测具有一定的主观成分，而改进后的 EVA 模型适用性更强^[17]。

纵观国内外文献，尽管实物期权法在公司估值中已经得到了广泛的运用，但大多是运用单个方法的案例分析，缺乏运用不同实物期权定价模型对互联网企业估值进行对比分析。其次，在实物期权领域中，对比传统的欧式期权，研究嵌入蒙特卡洛模拟的 S-M 模型的文献较少。最后，虽然涉及互联网企业估值的文献众多，但缺乏对实物期权估值模型的敏感性分析和稳健性检验。因此，本文对案例企业同时应用传统 DCF 模型和几种实物期权估值模型对比估值效果，并对实物期权模型进行敏感性分析检验其稳健性，以期为理论界和实务界选择更优的互联网企业估值方案提供借鉴与参考。

二、互联网企业的特征及价值评估模型比较

（一）互联网企业特征分析

互联网企业具有轻资产、高估值、迭代快以及风险强的特点：

1. 轻资产，即互联网企业的无形资产在总资产中占比较高。

因为这类企业的主营业务大多为软件开发、信息服务或是平台运营，因此，企业的实物资产占比较小，而虚拟存货、专利技术、品牌商誉等无形资产占比与传统企业相比而言较高。

2. 高估值，即互联网公司股价普遍比每股净资产高。

因为互联网行业正在高速发展，出于对该行业的看好，许多初创的、甚至是处于亏损状态的互联网公司都备受投资者追捧，导致实际股价高于公司的每股净资产，因而产生较高的溢价。

3. 迭代快，即互联网技术及其商业模式更新速度快。

新兴技术不断出现，且发展趋势难以准确把握。对于初创期互联网企业，其商业模式的确定也不是一蹴而就的，通常都需要根据市场环境及国家政策不断地进行调整变化。因此，时效性在互联网行业中举足轻重。

4. 风险大，即互联网公司的投资风险相较于传统行业更高。

每年都有许多新的互联网公司进入市场，但它们收益的波动性很大，从大幅盈利到巨额亏损有可能仅仅发生在一瞬间。因此，互联网产业具有不确定性，这种不确定性同时体现于它的收益和风险。

由于未来现金流波动较大，绝对估值法(如净现值法)在应用于互联网公司时可能并不准确。同样，由于非固定资产比例高、难以寻找可比公司，相对估值法(如市盈率法、市净率法)也难以适用于互联网公司。因此，互联网企业的上述特点使得传统的企业价值评估模型难以对其真实价值进行准确评估。本文基于互联网公司特性，选取四种价值评估模型进行比较，分别对案例企业进行评估。

(二) 互联网企业价值评估模型比较

1. 现金流折现模型(DCF 模型)。

现金流折现模型属于收益法，即对企业的预计未来自由现金流以折现率进行折现来估算整体价值。DCF 模型一般可用于评估企业的现时市场价值。本文运用 DCF 的两阶段模型来评估互联网企业现时价值，其计算公式为：

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{FCFF_t}{(1+WACC)^t} + \frac{FCFF_{n+1}}{(1+WACC)^n \times (WACC - g)} \quad (1)$$

其中，V 表示企业价值；n 表示企业预期产生收益的年限；FCFF_t 表示 t 年的自由现金流量；WACC 表示加权平均资本成本，g 表示永续增长率。

加权平均资本成本(Weighted Average Cost of Capital, WACC), 即本文所采用的折现率计算公式如下：

$$WACC = R_e \frac{E}{D+E} + R_d(1-T) \frac{D}{D+E} \quad (2)$$

$$R_e = R_f + \beta(R_m - R_f) + R_c \quad (3)$$

其中，R_e 表示权益资本成本；R_f 表示无风险利率；R_d 表示债务资本成本；R_c 表示企业特定风险调整系数；E 表示权益资本；D 表示债务资本；T 表示企业所得税；R_m 表示市场平均收益率；β 表示企业风险系数。

2. Black-Scholes 期权定价模型(B-S 模型)。

实物期权法的核心思想是在评估企业账面价值的基础上，对其潜在价值进行挖掘。互联网公司的每股净资产与实际股价常常相差巨大，而这部分溢价很难根据企业财务数据直接估算得到，实物期权定价模型则能对这部分潜在价值进行合理评估。B-S 模型利用偏微分求导，将互联网企业的期权价值与股票价格波动相结合，以此确定期权在极值点以及其他时点的价值。B-S 模型主要公式如下：

$$C = S_0 [N(d_1)] - X e^{-rt} [N(d_2)] \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S_0}{X}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (6)$$

其中，C 表示期权价格； S_0 表示标的资产价值；X 表示期权执行价格； σ 表示标的资产价格变化的波动率；t 表示期权执行时间；r 表示无风险利率。

3. 模糊 Black-Scholes 期权定价模型 (模糊 B-S 模型)。

在评估互联网企业价值时，因为主观预测相关参数时误差是难以避免的，因此，参数设定与预测时的不确定性制约了实物期权定价模型的应用。由于参数的误差可能导致评估结果的偏差，因此，梯形模糊数的引入能将可能的误差包含在实物期权模型之中，通过对模型参数设定合理的波动率，求出对应参数的梯形模糊数，再将其代入实物期权模型进行运算，从而能一定程度上优化不确定环境下的互联网企业实物期权定价模型。优化后的 B-S 模型公式如下：

$$C^* = (S_1, S_2, S_3, S_4) N(d_1) - (X_1, X_2, X_3, X_4) e^{-rt} N(d_2) \quad (7)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{E(S^*)}{E(X^*)} + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma \sqrt{t}} \quad (8)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t} \quad (9)$$

其中， $S(S_1, S_2, S_3, S_4)$ 和 $X(X_1, X_2, X_3, X_4)$ 表示标的资产与期权执行价格在一定区间内的梯形模糊数。与此同时，引入模糊数的方差和均值，若 $A^*(a, b, c, d)$ 表示梯形模糊数，则模糊数 A^* 的均值和方差表示如下：

$$E(A^*) = \frac{a+b}{2} + \frac{d-c}{6} \quad (10)$$

$$\sigma^2(A^*) = \frac{(b-a)^2}{4} + \frac{(b-a)(c+d)}{6} + \frac{(c+d)^2}{24} \quad (11)$$

因此，可以得出引入模糊数后的波动率为：

$$\sigma = \frac{\sigma(A^*)}{E(A^*)} \quad (12)$$

4. Schwartz-Moon 定价模型 (S-M 模型)。

Schwartz-Moon 定价模型首先假设，成长期企业的收入增长率和波动率会随着公司的经营逐渐且随机地收敛至一个较为稳定的水平。因为新兴企业的业绩表现总是难以预估的，但从行业的长期发展过程来看，成熟行业中的企业增值速度会随时间趋于平稳。

在此假设基础上，Schwartz 和 Moon 引入实物期权的概念，并将其作为 DCF 模型框架的补充，从而有效填补了单独使用 DCF 模型估计互联网公司价值的缺陷。Schwartz-Moon 模型的基本思路与计算方法为：首先，运用伊藤引理以及实物期权定价思想建立一个连续时间模型；其次，为消除该模型计算时的路径依赖，在其基础上近似出便于运算的离散形式定价模型；最后，通过 MATLAB 或 CrystalBall 等软件对所得随机微分方程进行蒙特卡洛模拟运算，从而求得互联网企业的整体价值。

Schwartz-Moon 的连续时间模型基本公式如下：

$$V_{(0)} = E_Q \{ X(t) + M \times [R(t) - Cost(t)] \} e^{-rt} \quad (13)$$

其中， $V_{(0)}$ 表示企业在 t 时点的价值； E_Q 表示等价鞅测度； $X(t)$ 表示企业在 t 时点的可用现金； M 表示税息折旧及摊销前利润的倍数，这一参数通常取 10； $R(t)$ 表示企业在 t 时点的收入； $Cost(t)$ 表示企业在 t 时点的总成本，等于固定成本与变动成本之和； e^{-rt} 表示连续复利折现因子。

为了使用蒙特卡洛模拟 (Monte Carlo Simulation) 对上述连续时间模型进行运算，需要将其近似为如下的离散时间模型：

$$R(t + \Delta t) = R(t) e^{\left\{ \left[\mu(t) - \frac{\sigma(t)^2}{2} \right] \Delta t + \sigma(t) \sqrt{\Delta t} \varepsilon_1 \right\}} \quad (14)$$

$$\mu(t + \Delta t) = e^{-\kappa \Delta t} \mu(t) + (1 - e^{-\kappa \Delta t}) \bar{\mu} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2\kappa \Delta t}}{2\kappa}} \eta(t) \varepsilon_2 \quad (15)$$

$$\gamma(t + \Delta t) = e^{-\kappa \Delta t} \gamma(t) + (1 - e^{-\kappa \Delta t}) \bar{\gamma} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2\kappa \Delta t}}{2\kappa}} \varphi(t) \varepsilon_3 \quad (16)$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{-\alpha} + \bar{\sigma}(1 - e^{-\alpha}) \quad (17)$$

$$\eta(t) = \eta_0 e^{-\alpha} \quad (18)$$

$$\varphi(t) = \varphi_0 e^{-\alpha} + \bar{\varphi}(1 - e^{-\alpha}) \quad (19)$$

其中，公式 (17) (18) (19) 是在给定的参数初始值 σ_0 、 η_0 和 φ_0 下解得的，因此求出来的都是确切的实数解。 ε_1 、 ε_2 和 ε_3 是符合标准正态分布的独立随机变量。对上述公式进行蒙特卡洛模拟时，应事先确定所需的全部参数，再利用随机数生成器在区间 (0, 1) 内生成服从均匀分布的伪随机数，即 ε_1 、 ε_2 和 ε_3 。再利用 MATLAB 软件编程，求得公式 (14) 到 (19) 各个时刻的营业成本、营业收入和现金流量。将这一过程进行大量模拟后，求出企业模拟价值的分布图，最后按一定的置信区间求期望值，从而得到互联网企业在 t 时点的整体估计价值。

5. 几种模型的比较。

上述四种模型均有不同的假设条件，其模型假设与适用范围如表 1 所示。其中，DCF 模型聚焦于公司未来现金流的增长，但该方法受主观判断影响较大，且其前提假设是企业经营正常且具有周期性、业绩可预测，但互联网企业大都不符合这一前提。由于上市公司实际上需要发放现金红利，因此，实物期权模型在实际运用中需要对不分红假设进行修正。此外，模糊 B-S 模型是在 B-S 模型的基础上引入了梯形模糊数的计算方法，所以模型假设和适用范围均与 B-S 模型一致。而 S-M 模型的假设比其他三种模型的假设更接近现实，适用于高成长、高风险、高收益的互联网企业。

表 1 四种估值模型对比

模型种	模型假设	适用范围
-----	------	------

类		
DCF 模型	公司的内在价值由未来现金流折现而成；公司资本结构保持不变；企业预期产生收益的年限能被准确预测	资本市场有效、会计制度健全、信息披露能够真实反映企业经营状况
B-S 模型	股票价格随机波动并服从对数正态分布；有效期内无风险利率与价格波动率恒定；无税收与交易费用；无红利与其他所得；金融市场不存在无风险套利机会；金融资产的交易可以连续进行；卖空是被允许的且没有限制；该期权到期才能执行	现金流不稳定、不确定性大、但灵活性强且具有良好的成长前景的行业
模糊 B-S 模型	与 B-S 模型一致	与 B-S 模型一致
S-M 模型	模型中的随机变量相互独立；公司收入的瞬时变动服从标准几何布朗运动；预期收入的增长率与标准差会收敛至行业正常水平；无风险利率恒定；只考虑收入不确定性所产生的风险溢价；公司将税后净利润全部转换为可用现金；无红利与其他所得	高成长、高风险、高收益的企业

三、案例应用

上海泛微网络科技股份有限公司(以下简称“公司”或“泛微网络”)成立于 2001 年 3 月 14 日,专注于协同管理软件领域,是办公室自动化(Office Automation,简称 OA)的行业龙头。在移动办公领域,泛微网络经过多年稳定经营,与上汽集团、伊利集团、万达集团等中国及世界 500 强合作,打造出业界标杆,并成为“国家规划布局内重点软件企业”。泛微网络的战略导向为智能化、平台化以及全程电子化,通过搭建协同 OA 管理平台,实现组织内外部的协同商务、智能数据组织行为分析、云计算互联网办公中心、社交化协同应用、个人企业协同互联、语音智能办公等核心业务需求。

2020 年,公司总资产 27.13 亿,其中无形资产占 1855 万,比例较高;全年研发费用 1.992 亿,占到了总营业收入的 13.44%;主营构成中,来自软件产品的收入占 50%;且泛微网络于 2017 年 1 月上交所主板 A 股上市后,年均营业收入达到 37%,涨势迅猛,因此符合典型互联网公司的特点。本文所用数据均来源于 Wind 数据库以及泛微网络公司财报。

(一)DCF 模型的估值分析

首先,本文选取 2016-2020 年五年的财务数据,并据此分析预测未来五年公司的自由现金流量情况。根据泛微网络公司自身发展态势以及互联网行业的财务特点,对现金流贴现模型的相关参数进行了预测:经历了迅猛发展后,预计公司未来的收入增速将逐渐放缓并趋于稳定,故选取 2020 年公司收入增速 15%作为预测值;公司在 2016-2017 年两年间,固定资产占营业收入比重较高,因此,在剔除这两年数据后取固定资产占比的平均值作为预测值;由于 2020 年报告期内执行新收入准则,签订合同的预收款项重分类至合同负债、其他流动负债,因此,该指标在 2020 年骤降,公司的经营性流动负债也随之减少,所以取 2019-2020 年两年的经营性流动负债平均比率作为预测值;泛微网络公司及其子公司泛微软件均为高新技术企业,2020 年度企业所得税税率为 15%,假定预测期内该公司会持续作为高新技术企业享受优惠税率,因此,预测公司的所得税税率为 15%。

在代入上述参数进行计算后,预测出的泛微网络 2021-2025 年自由现金流量情况如表 2 所示。企业风险系数 β 由 Wind 数据库直接导出,取近五年剔除杠杆的调整值 0.323。本文预测期限为五年,故无风险利率取 2020 年 12 月 31 日的五年期国债利率 2.917%。债务资本成本采用中国人民银行 2020 年公布的 5 年期 LPR 作为 R_d ,为 4.75%。由于泛微网络于 2017 年 1 月在上交所主板 A 股上市,因此,用 2017 年 1 月至 2020 年 12 月共 48 个月的上交所 A 股指数作为计算市场平均收益率的基础,最后算出

的年市场平均收益率 R_m 为 4%。根据公式 (2) 和 (3), 可得 $R_e = 2.917\% + 0.323 \times (4\% - 2.917\%) = 3.27\%$, 权益资本成本 $WACC = 3.27\% \times 47.11\% + 4.75\% \times (1 - 15\%) \times 52.89\% = 3.67\%$ 。用该折现率对未来五年公司自由现金流量进行折现, 得到表 2 中的各期现金流现值。

表 2 泛微网络 2021-2025 年自由现金流预测值 亿元

项目	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
营业收入	17.05	19.60	22.55	25.93	29.82
营业成本	0.72	0.83	0.96	1.10	1.27
息税前利润	2.15	2.48	2.85	3.28	3.77
所得税费用	0.32	0.37	0.43	0.49	0.57
息税后利润	1.83	2.11	2.42	2.79	3.20
固定资产	1.66	1.91	2.20	2.53	2.91
折旧	0.19	0.22	0.26	0.29	0.34
资本支出	0.90	0.44	0.51	0.59	0.67
经营性流动资产	5.99	6.88	7.92	9.10	10.47
经营性流动负债	9.26	10.65	12.25	14.08	16.20
净营运资本	-3.27	-3.77	-4.33	-4.98	-5.73
营运资本增加额	-3.76	-0.49	-0.56	-0.65	-0.75
折旧和摊销	0.23	0.26	0.30	0.35	0.40
自由现金流量	4.92	2.42	2.78	3.20	3.68
现金流现值	4.74	2.25	2.49	2.77	3.07

根据中国信息通信研究院发布的《2020 年中国互联网行业发展态势报告》, 互联网行业总体营收增速呈加速下滑态势。因此, 本文估计互联网企业的长期增长率为 2.00%, 即永续增长率 g 。泛微网络稳定增长期现金流计算公式如下:

$$PPV = \frac{3.68 \times (1 + 2\%)^5}{(3.67\% - 2\%) (1 + 3.67\%)^5} = 187.0 \text{ (亿元)}$$

将此结果与之前五期的现金流现值相加, 结果为 202.31 亿元, 泛微网络 2020 年 12 月 31 日的实际流通股本为 2.13859 亿股, 据此求得 DCF 模型预估的每股股价为 94.60 元。

(二) B-S 模型的估值分析

将泛微网络视为看涨期权，运用 B-S 期权定价模型对其价值进行测算。

首先确定各参数的取值。标的资产的当前价值 S_0 根据由 DCF 模型计算得出的前五期现金流之和确定，即 $S_0=4.92+2.42+2.78+3.20+3.68=15.32$ (亿元)。取 2020 年期末负债总额 13.66 亿元作为泛微网络的标的资产现值 X 。无风险利率 r 与 DCF 模型取值一致，同样为 2.917%。而计算标的资产价格变化的波动率时，采用泛微网络自上市日起至 2020 年 12 月 31 日的每日股票收盘价及其收益率，算出公司每日收益率的平均标准差。假设年均交易日为 243 天，得到年波动率 $\sigma = \sqrt{243} \times 3.33\% = 51.92\%$ 。期权执行时间即预测年限 5 年。

根据公式 (5) (6)，求得 $d_1=0.8050$, $d_2=-0.3560$ 。利用 MATLAB 中的 Normcdf 函数查询正态分布表，求得 $N(d_1)=0.7896$, $N(d_2)=0.3609$ 。最后根据公式 (4) 可得， $C=15.32 \times 0.7896 - 13.66 \times e^{-5 \times 0.02917} \times 0.3609 = 7.84$ (亿元)，所以，泛微网络的实物期权价值为 7.84 亿元。将实物期权价值与 DCF 模型所估算出的企业现时价值相加后，得出泛微网络公司总价值为 210.15 亿元，即 98.26 (元/股)。

(三) 模糊 B-S 模型的估值分析

B-S 实物期权模型受制于参数选取的主观性，引入梯形模糊数对相关参数进行估计可以在一定程度上减小主观取值误差。

本文同时对期权的标的资产当前价值 S 和期权执行价格 X 进行模糊数预测。假定 DCF 模型所预测的自由现金流量净现值误差在 3% 以内，且 S 和 X 的值随着市场条件的起落有可能会存在 15% 的波动空间，则据此得出 S 和 X 的梯形模糊数： $S(14.86, 15.78, 2.30, 2.30)$ 、 $X(13.25, 14.07, 2.05, 2.05)$ 。

根据公式 (10) (11)，计算出这两个模糊数的期望和方差：

$$\begin{aligned}
 E(S) &= \frac{14.86 + 15.78}{2} + \frac{2.30 - 2.30}{6} = 15.32 \\
 \sigma^2(S) &= \frac{(15.78 - 14.86)^2}{4} + \frac{(15.78 - 14.86)(2.30 + 2.30)}{6} + \frac{(2.30 + 2.30)^2}{24} = 1.80 \\
 \sigma(S) &= \sqrt{1.80} = 1.34 \\
 E(X) &= \frac{13.25 + 14.07}{2} + \frac{2.05 - 2.05}{6} \\
 &= 13.66 \\
 \sigma^2(X) &= \frac{(14.07 - 13.25)^2}{4} +
 \end{aligned}$$

$$\frac{(14.07 - 13.25)(2.05 + 2.05)}{6} + \frac{(2.05 + 2.05)^2}{24} = 1.43$$

$$\sigma(X) = \sqrt{1.43} = 1.19$$

根据公式(12)求出波动率 $\sigma = \frac{1.34}{15.32} = 8.75\%$, 再根据公式(8)(9), 求得 $d_1=0.2401$, $d_2=-0.1562$ 。利用 MATLAB 中的 Normcdf 语句查询正态分布表, 求得 $N(d_1)=0.5949$, $N(d_2)=0.4379$ 。最后, 根据公式(7) 求出 $C^*=(S_1, S_2, S_3, S_4)N(d_1)-(X_1, X_2, X_3, X_4)e^{-\tau}$ $N(d_2)=(3.83, 4.06, 0.59, 0.59)$, 则泛微网络的模糊实物期权价值为:

$$E(C^*) = \frac{3.83 + 4.06}{2} + \frac{0.59 - 0.59}{6}$$

$$= 3.94(\text{亿元})$$

将所估算出的模糊实物期权价值与 DCF 模型算出的企业现时价值相加后, 得出泛微网络公司总价值为 206.25 亿元, 即 96.44(元/股)。

(四) S-M 模型的估值分析

在使用 Schwartz-Moon 模型与蒙特卡洛模拟法来进行互联网企业估值时, 首先应确定模型计算所需的各种参数, 本文的 S-M 模型参数选取及其取值依据如表 3。表 3 中的“同行业公司”指的是截至 2020 年 12 月 31 日, 总市值与泛微网络相近且经营较为稳定的 20 家互联网上市企业。

表 3 Schwartz-Moon 模型参数选取

参数	含义	取值	取值依据
R_0	期初收入	148239.52 万元	泛微网络 2020 年营业收入
μ_0	期初收入增长率	36.83%	泛微网络近五年平均收入增长率
$\bar{\mu}$	长期收入增长率	18.81%	同行业公司平均收入增长率
σ_0	期初收入波动率	14.99%	泛微网络近五年营业收入增长率的标准差
$\bar{\sigma}$	长期收入波动率	15.25%	同行业公司收入增长率标准差的均值
η_0	期初收入增长率波动率	53.31%	泛微网络近五年营业收入增长率变化百分比的标准差
$?X_0$	期初可用现金	30057.14 万元	泛微网络 2020 年现金及现金等价物之和
P_0	期初固定资产	8966.59 万元	泛微网络 2020 年固定资产价值
τ	公司税率	15.00%	高新技术企业所适用所得税税率

r	无风险利率	3.36%	近五年发行的十年期国债利率均值
κ	随机过程的平均回复速度	0.5545	$\kappa = 2\ln 2 / 2.5$
γ_0	期初变动成本率	68.23%	对泛微网络近五年变动成本与营业收入进行一元线性回归后的斜率
$\bar{\gamma}$	长期变动成本率	49.30%	同行业公司成本率的均值
F	固定成本	16721.64 万元	对泛微网络近五年变动成本与营业收入进行一元线性回归后的截距
ϕ_0	期初变动成本波动率	9.01%	泛微网络近五年变动成本率标准差的均值
$\bar{\phi}$	长期变动成本波动率	19.71%	同行业公司成本率标准差的均值
DR	折旧率	9.13%	泛微网络近五年折旧率的均值
CR	资本支出率	2.83%	泛微网络近五年资本支出率的均值
λ	收入因素的风险溢价	0.06%	$\lambda(t) = \beta(r_m - r_f)[1 + D(1-T)/E]$
T	估算期间	5 年	预计泛微网络赚取超额利润的时间为 5 年
Δt	离散模型的实际增量	1 年	计算所用数据均为年度数据

随机过程的平均回复速度 κ 指的是营业收入增长率回归至长期稳定值的速度。根据公式(13), $e^{-\kappa t}$ 表示连续复利折现因子, 即互联网公司的收入增长率按指数 $e^{-\kappa t}$ 收敛至长期增长率, 本文假设企业赚取超额利润的时间为 5 年, 即半衰期为 2.5 年, 因此 $\kappa = 2\ln 2 / 2.5 = 0.5545$ 。Schwartz 和 Moon 提出公司的风险溢价来源于收益的不可控, 并据此提出计算公式 $\lambda(t) = \beta(r_m - r_f)[1 + D(1-T)/E]$, 其中 β 、 r_m 、 r_f 、 D 、 E 的参数含义与取值均与前文公式(2)(3)一致。

运用 MATLAB(R2018a 版)对 S-M 模型进行编程, 并将泛微网络各项参数的具体取值代入程序语句, 对模型公式(14)~(19)进行 20000 次模拟后公司价值运算结果趋于稳定, 得到 $\text{corpValue} = 264.36$ (亿元)。计算结果显示, 置信区间为 95%时, S-M 模型所得结果误差较小且较为稳定。因此, 泛微网络的整体价值按 95%的置信区间得到的期望值为 $\text{ValueExclude} = 215.60$ (亿元)。用该置信区间的期望值除以 2020 年 12 月 31 日泛微网络总流通股数后, 得到公司每股股价约为 100.95 元。

(五)不同估值方法结果对比

通过运用 DCF 模型及三种不同实物期权模型对泛微网络公司进行估值, 得出了四种不同的估值结果。2020 年 12 月 31 日泛微网络股票实际收盘价为 100.96 元, 四种模型所得结果及其与实际股价的偏差率如表 4 所示。

表 4 泛微网络公司估值结果对比

评估方法	每股价格	与市价的偏差
实际股价	100.96	-
DCF 模型	94.60	-6.30%
B-S 模型	98.26	-2.67%

模糊 B-S 模型	96.44	-4.47%
S-M 模型	100.95	-0.01%

表 4 显示, 基于 S-M 模型的蒙特卡洛模拟所评估的价值与实际股价最接近, 偏差率为-0.01%;其次为使用 B-S 模型所估算出的企业整体价值;接着是模糊 B-S 模型评估的结果;而传统的 DCF 现金流贴现法偏差最大, 且低估了泛微网络企业价值。四种模型所估测的公司价值与公司市值存在偏差的原因可能在于: (1) 公司价值始终处于波动的状态, 因此, 评估基准日 2020 年 12 月 31 日的单日公司股价不能完全代表公司的价值。(2) 传统的 DCF 模型忽视了公司所蕴含的期权价值, 所以导致估值结果偏低。(3) 公司股价体现了投资者对于公司未来发展的预期, 而这部分预期无法进行准确衡量, 将公司现值与期权价值简单相加也可能导致估值结果偏低。因此运用实物期权法对互联网企业进行估值更为准确, 其中又以运用蒙特卡洛模拟计算的 S-M 模型更优。

(六) 不同估值方法敏感性分析对比

由于实物期权估值模型涉及参数预测, 评估过程中对于参数的主观选择可能使结果出现误差。为了验证参数变动是否会对估值结果产生较大影响, 本文对收入增长率和总资产规模两项参数, 对三种基于实物期权的估值方法进行敏感性分析, 计算结果如表 5 和表 6 所示。

表 5 的对比结果显示, 当收入增长率在正负 20%范围内波动时, B-S 模型与模糊 B-S 模型所估股价均会产生正负 15%左右的较大幅度变化, 而 S-M 模型的估值结果变动在正负 7%之内, 表明就收入变动而言, S-M 模型估值结果相对较为稳健。表 6 的对比结果则表明, 总资产规模的变动对各实物期权模型的结果均影响较小。特别是 S-M 模型, 在总资产规模波动达到 40%的情况下, 最终估值结果的变化仅为 1%。说明就资产规模而言, S-M 模型的估值结果十分稳健。

表 5 收入增长率敏感性分析结果

评估方法	收入增长率变动百分比	估值结果(元/股)	估值结果变动率
B-S 模型	-20%	84.11	-14.40%
	-10%	90.99	-7.41%
	0%	98.26	0.00%
	+10%	105.97	7.84%
	+20%	114.11	16.12%
模糊 B-S 模型	-20%	82.41	-14.55%
	-10%	89.23	-7.48%
	0%	96.44	0.00%
	+10%	104.08	7.92%
	+20%	112.16	16.30%
S-M 模型	-20%	93.41	-7.50%

	-10%	97.25	-3.70%
	0%	100.95	0.00%
	+10%	106.45	5.42%
	+20%	107.52	6.48%

表 6 总资产规模敏感性分析结果

评估方法	总资产规模变动百分比	估值结果(元/股)	估值结果变动率
B-S 模型	-20%	97.13	-1.15%
	-10%	97.70	-0.58%
	0%	98.26	0.00%
	+10%	98.83	0.58%
	+20%	99.40	1.15%
模糊 B-S 模型	-20%	95.59	-0.88%
	-10%	96.02	-0.44%
	0%	96.44	0.00%
	+10%	96.87	0.44%
	+20%	97.30	0.88%
S-M 模型	-20%	100.19	-0.75%
	-10%	100.55	-0.39%
	0%	100.95	0.00%
	+10%	101.04	0.09%
	+20%	101.21	0.26%

四、研究结论及展望

在辨析互联网企业特征基础上，以上海泛微网络科技股份有限公司为例，分别运用 DCF 模型、Black-Scholes 模型、模糊 Black-Scholes 模型、Schwartz-Moon 模型评估该公司的价值，评估结果显示，相较于传统 DCF 模型，基于实物期权的估值模型评估结果更接近于股价，实物期权方法有助于提高互联网企业价值评估的准确度。综合考量模型估值结果与敏感性分析结果，采用基于蒙特卡洛模拟的 Schwartz-Moon 模型，得到的互联网企业价值评估结果误差更小，且模型受参数变动影响更小、稳健性更强。鉴于互联网企业所拥有的期权类型具有多样性，且模型参数取值困难，因此，实物期权定价估值模型在实际应用中存

在一定的障碍。通过 MATLAB 软件编程使 Schwartz-Moon 模型具备较强的可操作性, 有利于促进实物期权定价模型在互联网企业估值中的应用。

由于实物期权定价模型计算过程中需要使用多年且可比的历史财务数据, 而很多互联网企业处于初创期或者上市时间较短, 受数据限制, 未采用大样本进行实证检验。对于历史数据不足的互联网企业, 未来或可结合灰色预测法等模型进行估值, 以期获得较为准确的结果。此外, 与互联网企业相似, 自媒体、生物医药、网络销售等行业均具有轻资产、高估值、迭代快以及风险大等特点, 对于此类企业以及初创期的小型互联网企业价值评估, Schwartz-Moon 模型是否适用也待进一步研究。

参考文献:

- [1]Trueman B, Wong M H, Zhang X J. The eyeballs have it: Searching for the value in internet stocks[J]. Journal of Accounting Research, 2000(38):137-162.
- [2]Lumpkin G T, Dess G G. E-business strategies and internet business models: How the internet adds value[J]. Organization Dynamics, 2004(2):161-173.
- [3]Alleman J, Noam E. The new investment theory of real options and its implication for telecommunications economics[M]. Boston MA: Springer, 1999-01-01.
- [4]Carlsson C, Fullér R. A fuzzy approach to real option valuation[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2003, 139(2):297-312.
- [5]Tsai W H, Hung S J. Dynamic pricing and revenue management process in internet retailing under uncertainty: An integrated real options approach[J]. Omega, 2009(2):471-481.
- [6]Doffou A. An improved valuation model for technology companies[J]. International Journal of Financial Studies, 2015, 3(2):162-176.
- [7]Afik Z, Zwillling E. Assessment of rapid growth ventures, an extension of schwartz and moon model[J]. Managerial and Decision Economics, 2018, 39(1):107-114.
- [8]李恩平, 赵红瑞, 苏文. 高新技术企业多阶段风险投资价值评估研究——基于实物期权视角[J]. 经济问题, 2011(5):97-99.
- [9]王雪荣, 李晴蕙. 基于实物期权的电信牌照类无形资产价值分析[J]. 中国管理科学, 2016, 24(12):47-53.
- [10]Schwartz E S, Moon M. Rational pricing of internet companies [J]. Financial Analysts Journal, 2000, 56(3):62-75.
- [11]Gupta J, Chevalier A. Pertinence of real options approach to the valuation of internet companies[J]. Operational Research, 2002, 2(2):187-207.
- [12]Pedersen M E H. Monte carlo simulation in financial valuation[J]. Ssrn Electronic Journal, 2013:1-160.
- [13]Guo J Y, Zmeškal Z. Valuation of the china internet company under a real option approach[J]. Perspectives in

Science, 2016 (7) :65-73.

[14]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) :104-111.

[15]郭建峰, 王丹, 樊云, 等. 互联网企业价值评估体系研究——基于实物期权模型的分析[J]. 价格理论与实践, 2017 (7) : 153-156.

[16]刘丽. 基于实物期权法的手游企业股权价值评估[J]. 财会通讯, 2018 (11) :17-21.

[17]朱伟民, 姜梦柯, 赵梅, 等. 互联网企业 EVA 估值模型改进研究[J]. 财会月刊, 2019 (24) :90-99.