

实物期权—投资项目决策的新准则

才 愚

(上海财经大学, 上海 200083)

摘要: 理论上公司或投资者在决定是否要参与某一项目的投资时, 通常采用的方法是标准的净现值估算法, 即传统的 NPV 方法。这一方法在 20 世纪 60—70 年代得到了全世界的广泛认可和应用。然而到了 80 年代末至 90 年代初, 人们开始发现它的种种缺陷。从 90 年代开始, 一种叫做实物期权分析的新方法(Real Option Analysis ROA)在西方开始发展并逐渐得到人们的认可。这种从金融期权定价模型发展而来的理论是从一种崭新的角度来看待一个投资项目的真实价值。学者们普遍认为这种方法在未来的 10 年间将会取代传统的 NPV 方法成为项目评估的主导标准。

关键词: 净现值估价法; 实物期权; 项目投资

一、传统 NPV 方法在投资项目评估中的应用

传统的 NPV 方法的基本原理其实很简单, 就是首先计算该项目未来预计产生的现金流, 将其贴现到投资初年, 然后减去首期投资。这里所使用的贴现因子是个极为重要的参数, 决定此参数的因素很多, 例如投资者(股东或债券持有人)所要求的风险回报率、此项目本身自带的风险性、未来现金流的不确定性等。如果此项目和投资者现有的业务具有极大的相似性, 上面的贴现因子可以通过使用 CAPM(Capital Asset Pricing Model)模型直接导出。如果此项目是全新的, 投资者没有相关经验, 或者未来产生的现金流具有较大的不确定性(包括产生的时间和金额的大小), 则所使用的贴现因子要在 CAPM 模型导出的数字上有一个加成, 用于反映该项目特殊的风验性。最后由 NPV 方法算出的结果如果大于零则决定实施该项目, 如果小于零则拒绝实施该项目。当然如果备选项目不止一个, 则选择 NPV 值最大的项目来实施。这里就是考虑一个机会成本的问题, 即最大化资本收益率。

传统的 NPV 方法之所以能在长时间内得到从业者的广泛认可是因为它具有以下几个突出的优点: 1. 此方法得出的结果较为直观、可信、易于理解, 并且便于在不同的投资项目间作出合理的比较。2. 此方法避开了大量的计算和使用复杂的模型, 可以最快速地做出决策, 抓住可能稍纵即逝的有利投资机会。3. 此方法可以结合其他的一些衡量标准来使用。好比一家公司准备在两种产品中选择一种开发并销售, 经过合理的计算, 这两种产品具有相同的 NPV 值, 在这种情

况下公司将考虑哪种产品预计会得到较大的市场份额, 然后分别将计算得到的 NPV 值表述为销售额的一个百分比, 即市场占有额的百分比, 由此选择具有较大百分比的产品来开发并销售。这一评估的优点是其他项目评估方法, 比如回收期法、内部收益率法所难以做到的。

二、传统 NPV 方法的理论缺陷及改进

传统的 NPV 方法由于它完善的理论结构和较强的可操作性, 长期以来在投资项目评估上一直占据主流地位, 然而随着新经济的到来, 各种投资项目的灵活性变得越来越大, 投资决策的不确定性也越来越高, 人们开始发现传统的 NPV 方法已经很难适应这种多变的环境。具体表现是: 1. 传统 NPV 方法是一个几乎静态的评估方法, 它忽视了项目管理策略的灵活性。这也许是该方法最大的缺陷。其实在一个项目的实施过程中, 它的实施条件、所处的经济环境都是可能发生非预期的改变的, 因此理性的投资者必定会因环境的改变而改变自己的管理策略。投资者如果发现该项目具有潜在的市场需求, 他会加大投资力度, 获得更大的收益。投资者发现该市场前景已不再乐观, 他可以提前终止该项目的实施, 将损失减到最小。2. 传统 NPV 方法单从数字和结果上来评价该项目的价值, 从某种角度上来说它忽略了该项目潜在的战略价值。比如公司计划向新兴产业扩张, 采用新型的技术, 或者利用绿色资源等, 这些战略可能短期收益不明显, 却具有长期的投资价值。最简单的例子就是 20 世纪末网络经济的兴起, 很多美国大公司在决策上还是使用传统的 NPV 方法, 做出了错误的判断而没有抓住良好的投资机会。3. 在考

虑项目管理的灵活性和不确定性的同时,传统的 NPV 方法没有很好地反映未来现金流分布非线性的特点。换通俗一点的话来表述,就是投资项目未来的风险性是会随着更多资料数据的掌握或所处环境的改变而改变的, NPV 方法却没有很好地考虑到这一动态的变化。4. 有很多投资项目其中都“镶嵌”着一个或多个有利可图的选择机会,而传统的 NPV 方法忽略这些选择权的价值,因为它视所有的投资者为被动方,忽视了管理者的主观能动性。

由此,财务学家们开始试图对传统的 NPV 方法进行改进,使其得到的结果更能反映投资项目的真实价值。这些改进包括:1)将传统的 NPV 方法结合其他一些对公司有较大相关利益的衡量标准来使用,例如上面提到的预期的市场占有率、公司将为之付出努力程度等。2)在计算 NPV 的同时参考其他的利润标准(Profit criterion),例如回收期和内部收益率,因为他们得到的结果有可能并不一致。3)使用一种叫做决策树的分析方法(Decision Tree Analysis),这其实是一种更为复杂的 NPV 模型,他的改进之处在于考虑了管理者在未来会做出的决策及做出此决策的期望概率。4)使用随机模型,借助计算机的强大功能来模拟未来所有可能的情况,及由此产生的现金流,从而得到一个该项目 NPV 值的概率分布,这一方法在对某些金融类产品的定价中已经得到了应用。

上面提到的诸多改进在一定程度上克服了传统 NPV 的某些局限性,延续了 NPV 方法的使用寿命,遗憾的是,尽管如

此却始终无法克服 NPV 方法忽略了管理灵活性的价值这一主要缺陷。因此一种叫做实物期权分析法(以下简称 ROA)的崭新理论从 90 年代初开始在西方得到发展和完善,此方法在传统决策分析的基础上,运用金融期权的定价理论对隐含在投资项目中的选择机会进行估价,从而由此方法得到的结果或结论比其他方法来得更为真实和可靠。

三、实物期权与金融期权

实物期权与金融期权有很多相似的地方。从一个投资项目开始实施,到该项目运行期间,管理者都可以根据环境和项目本身的变化来灵活地改变其管理策略。如扩张、延期、缩减甚至放弃该项目的投资。这就是我们所说的实物期权。在一定的时点上(或一定的期间内),投资者可以以一定的费用支出,有权利但是非义务的根据具体情况采取某种行动。比如扩张、延期或者延长该项目的实施就相当于美式(欧式)买入期权;而缩减、放弃该项目的实施则相当于美式(欧式)卖出期权。因此我们可以采用和计算股票期权相似的方法来计算实物期权的价值。

我们知道理论上根据 Black-Scholes 模型,股票期权的价格可以由一个基于各种参数的函数来计算。其中用于计算股票期权的参数与用于计算实物期权的参数的关系如下表所述:

	股票期权	实物期权
标的	股票	投资项目
价格	股票的市场价格	投资项目期望现金流的现值
执行价格	约定的价格	投资的成本、获取成本
执行期	约定的到期日	投资机会依然存在的期限
波动性	股价的波动性(标准差)	项目现值的波动性(标准差)
收益	期权持有期股利	项目实施期现金流

需要注意的是,与股票期权相比,实物期权相对应的投资项目不同于股票,它不能在资本市场上自由流通,因此实物期权的定价参数异常难以估计,通常需要加入主观的判断。另外就股票期权而言,其价格最终由市场的供求关系来决定,而对于实物期权,由于不存在这样一个自由交易的市场,管理者可以根据项目实施的具体情况,以及自己的分析和预见来界定或控制其价格。

四、实物期权分析法(ROA)的适应对象

ROA 方法最适用于评估符合以下 3 个条件的产业或投资项目:1)项目本身投资额十分巨大而且期限较长,实施上有较高的管理灵活性。2)项目未来有较大的不确定性,现金流波动较大,或者我们预期大量的新信息会在项目实施过程中出现。3)NPV 方法得到的结果接近于零,或相对于投资额来说很小。符合以上条件的产业或投资项目包括飞机制造、汽车制造、石油和矿藏开发、绿色工程、药品研制等。对于这一类的投资项目,ROA 方法可以较为准确地给出其中所蕴含的选

择权的真实价值,同时还能给出在各种选择权中做出合理选择的规则。

有趣的是很多时候公司不仅要对投资项目的内涵选择权进行估价,还应该为自己向客户提供的选择权进行估价。这里有一个美国寿险市场的例子,从 60 年代开始,美国的很多寿险公司都向保单持有人提供保单贷款的选择权,所谓保单贷款就是当保单持有人手头现金不足时,可以以其持有的保单的现金价值作为抵押,以一定的利率向保险公司贷款,当时在保险合同中规定的贷款利率是 9%,这一利率反映了当时已经持续了很长时间的低利率环境。然而到了 80 年代初,整个市场的利率开始大幅上扬,短期国库券的收益率超过了 17%,大量的投资者使用了保单贷款的权利,造成不少保险公司因此而破产。这是因为寿险保单的期限一般都非常长,很多公司对未来利率走势的判断失误造成在定价时低估了保单贷款选择权的价值。

五、ROA 方法的基本原理及简单应用

上面我们已经说过,ROA 不同于 NPV 的是它从一个崭新

的角度来评估一个投资项目的价值,它不仅能捕捉到投资项目管理灵活性的价值,还能考虑到该项目的战略性价值,并且向我们展示了一种不同于普通想法的新思路。在这里我们仅通过两个简单的案例来分析 ROA 方法的应用。第一个案例是运用 ROA 来对一个延期选择权进行估价,同时向我们揭示了 NPV 方法和 DTA 方法(就是上文提到的决策树法)的失效。第二个案例中我们将运用 ROA 方法来解决一个更为实际的投资项目估价问题,并且将尽量详细地阐释此方法的基本原理。

案例一:

某公司对一个投资项目进行决策,公司面临着两种选择,第一种选择是在年初投资 100 万,一年之后该项目产生的现金流将为 130 万或者 90 万,其概率均为 50%。公司也可以选择一年之后再投资该项目,不过到那时投资成本将变为 120 万,已知无风险利率为 6%,加权平均资本成本(WACC)为 15%,试问公司将如何抉择?

标准的 NPV 方法假设公司在事前做出决定,由此这两种投资方式的 NPV 值计算如下:

1) NPV(现在投资)

$$\begin{aligned} &= -100 + [(0.5 \times 130) + (0.5 \times 90)] / 1.15 \\ &= -100 + 95.65 \\ &= -4.35 \end{aligned}$$

2) NPV(延期一年)

$$\begin{aligned} &= [(0.5 \times 130) + (0.5 \times 90)] / 1.15 - 120 / 1.06 \\ &= 95.65 - 113.2 \\ &= -17.65 \end{aligned}$$

最后我们可以得到该选择权的价值为 $-17.65 - (-4.35) = -13.21$,由此得出结论:公司现在不会投资,一年以后投资情况会更糟。

下面我们来分析 DTA 方法,DTA 方法从更为理性的角度来评估该选择权的价值,他预计一年之后只有当产生的现金流为 130 万时公司才会投资该项目。也就是说此方法体现了一定的管理灵活性。

DTA(延期一年)

$$\begin{aligned} &= [0.5 \times (130 - 120)] / 1.15 \\ &= 4.35 \end{aligned}$$

因此由 DTA 方法可以得到该选择权的价值为 $4.35 - (-4.35) = 8.7$,这一结果表明管理的灵活性有正的价值,公司在一年之后将适宜地选择投资该项目。这样做显然要比 NPV 方法来得合理。

最后我们从 ROA 的角度来考虑这个问题。ROA 方法对上文 DTA 方法之结论提出的质疑是:DTA 方法的结论看似合理,却显然违背了“无套利性”原则,即“价格唯一性”原则。换句话说就是既然 15% 的贴现率适用于贴现不确定的现金流(130 或者 90),那么当此现金流受到该选择权的影响时,再用此贴现率就显得不尽合理。

ROA 的做法是首先建立一个虚拟的投资组合,目的是用于复制该项目的预期现金流。现在的问题是我们要以什么样的可交易的资产为基础来建立该投资组合?这里 ROA 假设:

将该项目在不考虑管理灵活性情况下的 NPV 现值作为可交易资产的替代品。请注意这是 ROA 方法一个极为重要的假设。

现在假设我们持有 m 单位的风险资产和 n 单位的无风险资产(如债券),一年之后该投资组合将产生与该项目完全相同的支付额(pay-offs),即:

$$(m \times 130) + (n \times 1.06) = 130 - 120 = 10$$

$$(m \times 90) + (n \times 1.06) = 0$$

解此方程组得到 $m = 0.25$, $n = -21.23$, 所以该投资组合现在的价值是 $(0.25 \times 95.65) + (-21.23) = 2.68$, 由此我们根据 ROA 方法得到该选择权的价值是 $2.68 - (-4.35) = 7.03$ 。

以上计算我们使用了最简单的一个时间段的 Binomial tree 模型,遇到更复杂的情况,如选择的时点不止一个,我们就要用到多时间段的 Binomial tree 模型;再者如果选择的时点是连续的,我们甚至要使用随机积分的方法。另外以上所得到的结果我们可以同样的在“风险中立性”的理论框架下推导出来,这里不再详述。

请注意我们用 ROA 方法得出的结果(7.03)大于 NPV 方法得到的结果(-13.21)却小于 DTA 方法得到的结果(8.7)。这是因为 NPV 方法假设事前做出决策,没有考虑管理的灵活性,因而它低估了该选择权的价值;而 DTA 方法虽然考虑了管理的灵活性,却违背了“无套利性”原则,所以它高估了该选择权的价值。

案例二:

某大型电脑公司正在决策开发新一代个人电脑产品(PC I),该项目首期投资为 \$200m,未来产生的现金流用风险调整利率贴现后为 \$175m。基于传统的 NPV 方法我们得到该项目的价值是-\$25m,由此来看公司投资该项目将是亏损的。现在我们考虑在 3 年后公司可以选择开发第二代个人电脑产品(PC II)。如果公司在没有开发第一代产品的情况下开发第二代产品成本将是巨大的,并且不予考虑。第二代个人电脑产品的开发成本为 \$600m,从现在掌握的信息来看,未来的现金流用风险调整利率贴现到那时为 \$500m,这相当于现在的 \$290m。用传统的 NPV 方法我们可以得到这一追加投资项目的值是 \$-100m。为了简单起见,我们将不再考虑可能的 PC II 甚至 PC IV 产品。很显然不投资-NPV 方法得出的结论。

但是我们应该考虑到 3 年之后公司将获得更多的市场信息,到那时在估计 PC II 的贴现现金流恐怕就不再是 \$500m,可能是 \$600m、\$700m,当然也可能是 \$300m、\$400m,但是公司有权利选择在贴现值高于 \$600m 的时候继续投资,而低于 \$600m 的时候放弃投资。这就相当于一个执行期为 3 年,执行价格为 \$600m 的欧式期权,而上文中 \$290m 的贴现值则相当于此欧式期权所对应的股票的价格,随着这 3 年中新信息的不断出现,股价也会随之上下波动。

因此我们可以套用 Black-Scholes 模型的公式来计算该选择权的价值。经过细致的预测和分析我们作如下计算假设:

$$S = PC II \text{ 贴现现金流(现在的股价)} = \$290m$$

$d = \text{选择权持有期贴现现金流(红利)} = 0$

$T - t = \text{期限} = 3 \text{ 年}$

$K = \text{执行价格} = \$ 600m$

$r = \text{无风险利率} = 5\%$

$s = \text{项目现金流波动准方差(股价波动率)} = 40\%$

代入 Black-Scholes 模型中欧式买入期权的计算公式 我们得到该选择权的价值为:

$$c = Se^{-r(T-t)}N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r - d + \sigma^2/(T-t))}{\sigma \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{290}{600}) + (0.05 - 0 + 0.4^2/2) \times 3}{0.4 \times \sqrt{3}} = -0.486$$

$$d_2 = -0.486 - 0.4 \sqrt{3} = -1.179$$

$$\Rightarrow c = 290e^{0.05 \times 3}N(-0.486) - 600e^{-0.05 \times 3}N(-1.179)$$

$$= 29.36$$

$$\approx 29$$

现在我们可以计算出该项目的总体价值 = - \$ 25m + \$ 29m = \$ 4m。我们得到一个正的结果, 这样来看公司开发 PC I 的投资项目就变得相当有吸引力了。

ROA 假设对于每一个投资项目, 都可以找到一个与其风险性相似的有价证券或投资组合作为替代物用来为项目中所蕴含的选择权进行估价。并且总结出用于计算投资项目总体价值的公式为: 实物期权净现值(Real option NPV) = 传统净现值(Traditional NPV) + 选择权溢价(Real option value)。

六、实物期权的主要类型

1. 扩张性期权(案例二所描述之类型)

这一类期权一般隐含在某些拥有战略性意义的投资项目中, 例如电脑产品开发、医药研制等。虽然就单个项目来看, 其 NPV 值为负, 不具有投资价值。可是在这些投资项目中所包含着的所谓的买入期权, 也许预示着公司未来十分诱人的追加投资的机会。也就是说该买入期权的价值超过了单个项

目负的 NPV 的绝对值, 促使该项目的投资变得具有吸引力。

2. 放弃性期权

在一个项目的实施过程中, 如果公司发现当初决策失败, 或者此项目经营中出现亏损, 那么公司依然有放弃继续实施该项目的权利, 这种选择权相当于一个卖出期权。这时的执行价格就是出售该项目所有资产所得的收入, 或者将该项目挪做他用的价值。公司可以在出售价格大于未来贴现现金流的情况下行使这一权力。

3. 等待性期权

很多时候延期实施某项目对公司或投资者来说是件有利的事情, 尽管选择立即实施的 NPV 值是正的, 可是延期实施也许会带来更多的价值。所以公司宁可为这一等待的权利支付费用, 从而拥有可以随时介入该项目的机会。这种选择权相当于一个美式买入期权(公司可以随时行使这一权力)。当未来市场环境变得难以预测或者项目的现金流波动性很大的时候, 等待性期权的价值也会跟着水涨船高。

七、ROA 应用中的复杂性

上文中我们已经讲述了 ROA 与其他项目估值方法相比的诸多优越性, 但是我们同时应该看到它在实际应用中所带来的复杂性, 有很多问题是亟待解决的, 包括: 1) 追加投资成本、出售项目所得收入的不确定性可能直接导致 ROA 估值的失效。2) 放弃实施某项目可能在项目实施过程中的任何时点发生, 而且不排除放弃后再次实施该项目的可能性, 也就是说 ROA 仍然不可能考虑到所有可能发生的情况。3) 如果延期实施某项目, 就如上文中谈到的等待性期权, 公司在延期过程中也许根本无法获得更多的信息, 相反却失去立即实施该项目所带来的现金收入。

实物期权分析法就算在西方也算是一门新兴的学问, 我们承认它的理论框架仍然不够完善, 特别是在它的可行性研究领域还有很大空缺, 有很多理论和实际问题亟待解决。但是我们依然看好 ROA 方法的应用前景, 因为它将使公司的决策更准确、更科学、更灵活。我们相信在不久的将来, 实物期权分析法将成为投资项目决策的新准则。

[责任编辑: 东方霞凝]