

经济与管理

# 盈亏平衡分析在金属矿山项目决策中的应用

成兆鑫, 薛路, 刘增蒿

(山东金岭铁矿, 山东 淄博 255081)

**摘要:** 矿山工程基建期和投资回收期长, 存在大量的不确定性因素, 盈亏平衡分析可以科学判断项目的风险情况和对不确定性因素变化的承受能力。从是否考虑资金的时间价值和项目整个寿命期内的现金流量变化, 分别对静态盈亏平衡分析和动态盈亏平衡分析进行分析比较, 测算项目的盈亏平衡点。

**关键词:** 矿山; 项目决策; 盈亏平衡分析; 投资决策

中图分类号: F224

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2016)02-0058-03

矿床的勘探和开发是一项极其复杂的综合工程, 由于矿山工程基建期和投资回收期长, 存在大量的不确定性因素, 从而导致投资支出能否取得预期效益具有很大的不确定性。矿山项目投资额度大, 一旦开始基建, 投资方向很难再改变, 因此, 在矿山项目决策中必然会遇到风险问题, 风险分析是不可或缺的。本文将重点介绍盈亏平衡分析在项目决策中的应用。

盈亏平衡分析是根据项目正常生产年份的产量、成本、售价和税金等数据, 计算分析产量、成本和盈利三者之间的平衡关系, 确定销售收入等于生产总成本时的盈亏平衡点的一种方法。通过盈亏平衡点和预测的不确定性因素可能变动范围, 可以科学判断项目的风险情况和对不确定性因素变化的承受能力, 从而提高项目投资决策的科学性和可靠性<sup>[1]</sup>。按照是否考虑资金的时间价值, 分为静态盈亏平衡分析和动态盈亏平衡分析。

## 1 静态盈亏平衡分析

静态盈亏平衡分析是没有考虑资金的时间价值和项目整个寿命期内的现金流量变化, 而是从会计的角度考虑使得账面利润为零的状态。按照分析要素之间的函数关系可分为线性盈亏平衡分析和非线性盈亏平衡分析。

### 1.1 线性盈亏平衡分析

线性盈亏平衡分析是成本、收益和产量呈线性变化的一种分析方法。分析的前提是要满足以下假设: 1) 将成本划分为固定成本和可变成本, 可变成本与产量呈正比例变化。2) 产品品种要单一。由于金属矿往往多伴生有其他有益元素, 在可利用品位内要综合回收, 往往可以生产多种产品, 应将

收稿日期: 2016-01-29

作者简介: 成兆鑫, 男, 1986年生, 2013年毕业于青岛理工大学采矿工程专业。现为山东金岭铁矿调研室助理工程师, 从事采矿工程和矿山项目调研工作。

其折算成一种产品进行分析。3) 产品销售价格保持不变, 产量等于销售量。

### 1.2 线性盈亏平衡点

盈亏平衡点是项目的盈利和亏损的转折点, 即在这点上, 销售收入等于总成本费用, 正好达到盈亏平衡, 用以考察项目对产品变化的适应能力和抗风险能力。盈亏平衡点有多种表达形式, 而在金属矿山项目常用的形式有产品产量、生产能力利用率、销售价格。由于矿山生产的特殊性, 本文将以原矿为依据进行所得税前盈亏平衡点的计算, 最终产品的成本和收益均换算到单位矿石中, 涉及到的资源补偿费按照销售收入进行计取, 资源税按照年生产原矿量计取, 增值税中的销项税额按照销售收入计取, 进项税额按照外购材料、燃料、动力计取。因此各个因素的盈亏平衡点公式为:

$$BEP_{产量} = \frac{F}{P(1-t-b)-V'+vt-y} \quad (1)$$

$$BEP_{生产能力} = \frac{F}{[P(1-t-b)-V'+vt-y]D} \quad (2)$$

$$BEP_{销售价格} = \frac{F+(V'+y-v)Q}{Q(1-b-zt)} \quad (3)$$

式中:  $F$ 为年固定成本,  $Q$ 为设计年产量,  $P$ 为单位产品不含税销售价格,  $V'$ 为单位产品可变成本,  $v$ 为单位不含税外购材料、燃料、动力成本, 是单位产品可变成本的一部分,  $j$ 为进项税率,  $z$ 为销项税率,  $t$ 为附加费率(包括城市建设维护税、教育附加费率等),  $b$ 为资源补偿费费率,  $y$ 为资源税率。

采用年产量盈亏平衡点时, 还可采用图解法找出  $Q^*$ 点, 收益  $TR$ =成本  $TC$ , 达到盈亏平衡, 见图1。

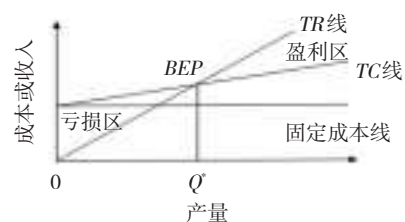


图1 线性盈亏平衡示意图

通过对项目盈亏平衡点的分析,可以了解产品销量、价格变化对预计的企业经济效果的影响,有助于了解项目可承受的风险程度,对投资决策起到一定的参考和帮助作用。盈亏平衡点越小越好,越小就表示项目的抗风险能力越大,企业投产后的安全性也就越大。

### 1.3 非线性盈亏平衡分析

在现实生产和经营活动中,生产成本、销售收入往往与产品产量不呈线性关系,一般可以用二次曲线表示<sup>[2]</sup>:

总成本:

$$TC = C + S = i + hQ + eQ^2. \quad (4)$$

收入:

$$TR = PQ = fQ + gQ^2. \quad (5)$$

$TC = TR$  达到盈亏平衡,即:

$$i + hQ + eQ^2 = fQ + gQ^2. \quad (6)$$

解二元一次方程得:

$$Q_{\max} = \frac{-(h-f) + \sqrt{(h-f)^2 - 4(e-g)i}}{2(e-g)}, \quad (7)$$

$$Q_{\min} = \frac{-(h-f) - \sqrt{(h-f)^2 - 4(e-g)i}}{2(e-g)}. \quad (8)$$

式中: $e, f, g, h, i$ 均为常数, $C$ 为固定成本和可变成本之和, $S$ 为资源补偿费、资源税及其他附加税之和。

非线性盈亏平衡分析有两个交点,分别为最大产量 $Q_{\max}$ 和最小产量 $Q_{\min}$ ,产量在两点之间为盈利,两点之外为亏损区。在两交点之间必然存在最大利润点 $Q_{\pi}$ ,采用方程求导即可求出:

$$Q_{\pi} = \frac{d(TR-TC)}{dQ} = \frac{d[(e-g)Q^2 + (f-f)Q + i]}{dQ} = 0,$$

$$\text{则: } Q_{\pi} = \frac{(f-h)}{2(e-g)}.$$

同样道理可以求出价格盈亏平衡点和可变成本盈亏平衡点。产量非线性盈亏平衡分析见图2。

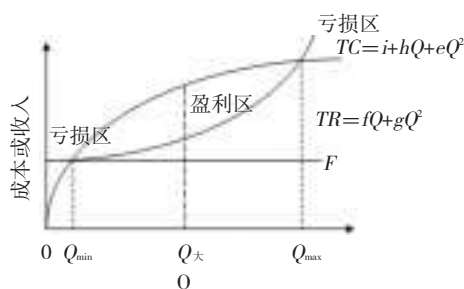


图2 非线性盈亏平衡示意图

## 2 动态盈亏平衡分析

动态盈亏平衡分析,就是考虑了资金的时间价值和项目整个寿命期内的现金流变化情况,测算项目的盈亏平衡点,来进行项目的风险分析,主要包

括单因素动态盈亏平衡分析和多因素动态盈亏平衡分析。

### 2.1 单因素动态盈亏平衡分析

动态盈亏平衡分析是指在选定基准收益率的情况下,使得项目的净现值等于零的状态。而净现值的经济意义是项目在整个寿命期内获取的超出最低期望盈利的超额收益的现值。净现值大于零意味着项目除完成基准收益外还获得了超额收益,净现值等于零意味着项目刚好获得了基准收益,净现值小于零意味着项目没有获得基准收益,投资项目不可行。当净现值等于零时可以计算出各个因素的动态盈亏平衡点,而确定动态盈亏平衡点的关键是基准收益率的确定,企业投资的目的是为了获得更大的收益,确定不同的基准收益率,盈亏平衡点也是不同的。如果企业需要负债经营,就需要企业制定大于银行贷款利率的基准收益率,若不考虑负债经营,可以计算出不同基准收益率下的盈亏平衡点,供投资者更全面、更准确做出决策。

矿山项目计算动态盈亏平衡点时,整个寿命期内现金流入等于现金流出使得净现值等于零,即:

$$NPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1+i_0)^{-t} = 0.$$

式中: $CI$ 为现金流入主要包括销售收入 $PQ$ 、回收固定资产残值 $G_{\text{回}}$ 、回收流动资金 $L_{\text{回}}$ , $CO$ 为现金流出主要包括投资 $T_{\text{投}}$ 、铺底流动资金 $L_{\text{铺}}$ ,流动资金本年增加额 $L_{\text{流}}$ 、固定经营成本 $F_{\text{经}}$ 、可变经营成本 $C_{\text{经}}$ 、税金及附加税。 $i_0$ 为基准收益率, $n$ 为计算期, $n_1$ 为投资基建期, $t$ 为第 $t$ 年,其他符号同上。其中铺底流动资金在投资基建期末年投入,固定资产残值和流动资金回收在寿命期最后一年收回。在矿山投资项目中运用的公式如下:

$$NPV = (G_{\text{回}} + L_{\text{回}}) (1+i_0)^{-n} + \sum_{t=1}^n PQ(1+i_0)^{-t} - [L_{\text{铺}}(1+i_0)^{-n} + \sum_{t=1}^n (F_{\text{经}} + C_{\text{经}}Q) + L_{\text{流}} + (y + bP + zP - jv)Q](1+i_0)^{-t}] = 0. \quad (9)$$

以产量盈亏平衡点为例:

$$BEP_{P,Q} = \frac{(G_{\text{回}} + L_{\text{回}}) (1+i_0)^{-n} - L_{\text{铺}}(1+i_0)^{-n} - \sum_{t=1}^n (F_{\text{经}} + L_{\text{流}})(1+i_0)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_{\text{经}} + (y + bP + zP - jv)Q(1+i_0)^{-t} - \sum_{t=1}^n P(1+i_0)^{-t}} \quad (10)$$

同理,根据净现值等于零的公式能够推算出产品价格、变动经营成本、投资等各个因素的动态盈亏平衡点。动态盈亏平衡点的高低,同样也是用于分析和判断项目适应市场变化和承受风险的能力。项目的动态盈亏平衡点越低,说明实际因素与设计因素之间较大的变化空间。即使实际销量、

产品价格等因素与设计销量、产品价格等因素有较大的偏差,项目仍能获得基准收益率的回报,项目承受风险能力高<sup>[3]</sup>。

## 2.2 多因素变化动态盈亏平衡分析

单因素动态盈亏平衡点的计算考虑了在其他因素不变的情况下,来求得另一个想要的因素,而在实际情况下,往往都是多个因素同时变化的,这就要求考虑多方面因素的变化对项目净现值的影响,因此就需要多因素动态盈亏平衡分析,多因素的分析更接近于实际,但是计算复杂,单纯采用解析法分析难度较大,一般可用解析法与作图法相结合进行分析。在实际分析中,一般3个因素的变化就可以满足要求,通过举例利用作图法和解析法分析3个因素的变化情况。

以某小型金属矿山为例,为简单计算,固定资产残值和流动资金投入及回收均不考虑。某矿拟建10万t的年产量,投资10000万元,年销售收入4000万元,计算期16a,年固定经营成本1500万元,单位可变成本100元/t,单位外购材料,燃料、动力可变成本70元/t,资源税4元/t,资源补偿费率2%,城市维护建设税5%,教育附加费3%,销项税额17%,进项税额17%,基准收益率8%。假定投资、销售收入、经营成本变化幅度为 $x$ 、 $y$ 、 $z$ ,由公式(9)可得:

$$NPV=3.421y-x-2.213z+0.182。$$

取不同的 $z$ 值,使 $NPV=0$ 。当 $z=5\%$ 时, $y=0.29x-0.02$ ;当 $z=10\%$ 时, $y=0.29x+0.03$ ;当 $z=-5\%$ 时, $y=0.29x-0.05$ ;当 $z=-10\%$ 时, $y=0.29x-0.09$ 。

根据以上选取的4个 $z$ 值,得到4个一次函数,分别以 $x$ 轴、 $y$ 轴各代表一个因素的变化幅度,利用作图法体现在坐标图上,如图3所示。

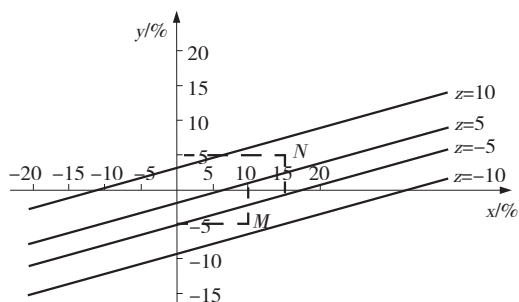


图3 3因素动态敏感性分析

根据图3所示,这是一组平行线,根据 $z$ 的取值可以在图中画出许多组平行线,另两个因素 $x$ 、 $y$ 同时变化的交点落入 $z$ 线的左上方表示盈利,落入右下方表示亏损。如:图中所示 $M(10\%, -5\%)$ 、 $N(15\%, 5\%)$ 点,每点均表示关于 $x$ 、 $y$ 的取值;当 $z$ 取 $-10\%$ 时, $M$ 和 $N$ 点均落在图中 $z=-10\%$ 这条线左上方,表示 $M$ 和 $N$ 的变化幅度都可以使项目盈利;当 $z$ 取 $10\%$ 时, $M$ 、 $N$ 点均落在 $z=10\%$ 这条线右上方,表示

$M$ 和 $N$ 的变化幅度都可以使项目亏损。在实际应用过程中, $x$ 、 $y$ 、 $z$ 可以任意指定其中一个进行取值,得到另两个因素的一次函数并作图进行分析,以此判断项目的可行性。

## 3 静态与动态盈亏平衡分析的优劣

静态盈亏平衡分析是从会计的角度考虑以当年的收入、成本和利润来求得盈亏平衡点,使得账面利润等于零,常用在编制矿山可行性研究报告、开发利用方案当中,也是矿山企业投资决策常用的方法之一,简便实用、计算简单,但是没有考虑资金的时间价值和项目整个寿命期内的现金流情况,更没有考虑资金的机会成本,分析的结果和结论是粗略的,常作为辅助手段进行分析。

动态盈亏平衡分析从现金流的角度考虑了资金时间价值和项目整个寿命期内的现金流变化情况,使得在基准收益率的情况下,现金流入等于现金流出求得盈亏平衡点,此时账面利润是不等于零的。动态盈亏平衡分析法能够较好的克服静态盈亏平衡分析法的不足,能够比较准确的分析和判断项目适应市场变化的能力和抗风险能力,从而为决策者提供客观的依据。

## 4 结语

盈亏平衡分析是不确定性分析的重要方法之一,在矿山实际应用过程中,包括可行性研究报告、开发利用方案等设计,盈亏平衡分析往往只注重静态盈亏平衡的分析,而忽略了动态盈亏平衡分析,分析的结果和结论是粗略的。动态盈亏平衡分析的引入可以更好的弥补静态盈亏平衡分析的不足,使理论分析更接近实际,尤其是多因素动态盈亏平衡分析,虽然计算复杂,但是更符合实际情况,在实际应用中一般分析3个因素的变化就可以满足要求,即在单因素动态盈亏平衡分析的基础上先确定3个主要的变动因素,然后任意指定其中一个进行取值,得到另两个因素的一次函数并作图进行分析,以反映3个主要变动因素同时变化时对项目经济指标的影响,以判断和分析项目适应市场变化和抗风险情况,提高投资者决策的科学性和可靠性。

### 参考文献:

- [1] 王军.传统盈亏平衡分析的动态多因素改进[J].石油化工技术经济,2003(5):59-62.
- [2] 苏益.投资项目评估[M].2版.北京:清华大学出版社,2011.
- [3] 刘杨根.盈亏平衡分析方法在企业投资决策中的应用研究[EB/OL].北京:中国科技论文在线[2008-04-07].<http://www.paper.edu.cn/html/releasepaper/2008/04/177/>.

(下转第66页)

产厂家工艺是先退火后穿丝,石横特钢采用先穿丝后退火,偶丝在穿石英管时可能产生应力,穿丝后退火可以消除内部应力。退火温度过高、时间过长,会导致偶丝变脆,影响热电偶的使用寿命;退火温度太低、时间不足,达不到退火的目的。经长期实践,石横特钢制作热电偶退火温度控制在900℃,退火时间控制在20 min。

4)快干水泥引起的误差。热电偶在浇灌快干水泥时,快干水泥反应完全后再往耐火泥头里浇灌。快干水泥反应不充分,与搅拌不均匀、搅拌时间不够有关。浇灌时应灌实,不应有气孔,如有气孔,在测量时会导致参考端温度升高,影响测温精度。

#### 2.4 储存、运输引起的误差

为确保热电偶绝缘度,应保证储存室内恒定的温度和湿度,避免热电偶受潮。温度控制在30~45℃,湿度控制在30%~40% RH;热电偶偶丝直径仅为0.05 mm,容易损坏,因此在运输、使用过程中应注意轻拿轻放,尽量减轻震荡、撞击,禁止抛、摔,以免影响热电偶的使用。

#### 2.5 热电偶准确性的检测

与标准热电偶高温对比检测。采用双枪双支捆绑比对试验方法,即高精度标准热电偶与被测热电偶捆绑,使标准热电偶与被测热电偶测量端在同一插入深度,由同一操作人员进行双枪比对。试验时,应在温场比较均匀稳定的金属熔池中进行,钢铁厂中间包温度相对稳定,因此选中间包为试验地

(上接第60页)

点。铂铑类热电偶最大允许误差 $e=0.4\%X$ ( $X$ 为测温真值,即标准热电偶测出的温度),超出最大允许误差的被测热电偶即为检测不合格的热电偶。每次试验,抽检10支热电偶,中间包真实温度一般为1530℃(标准热电偶测得温度),则最大允许误差为6.12℃,10支被测热电偶测得的温度与标准热电偶之差 $\leq 6$ ℃视为检测合格,合格率应不低于90%。

自我比对的检测方法。在无标准偶的情况下,对同批次热电偶采用自我比对的方法,检测热电偶的准确性。每批次抽检40支,40支热电偶分4组测量,每组10支,10支热电偶在同一中间包当钢水拉到一半时测量(此时温场最均匀稳定)。一组中10支测量数据去掉数据差距最大及最小的取平均值作为本包铁水的测量真值。一组中10支测量数据同真值比较,温度波动在 $\pm 5$ ℃内视为合格,4组数据判定热电偶的合格率。

### 3 结语

石横特钢通过不断提升制作热电偶生产工艺,加强技术管理和质量控制,减小了自制热电偶测温误差,提高了测温准确性,质量合格率达到98%以上,满足了炼钢工艺要求,同时降低了生产成本,确保了炼钢生产顺利进行。

#### 参考文献:

- [1] 潘殿国.快速测温热电偶生产技术的发展与创新的探讨[M].北京:工业计量出版社,2009.

## Application of Profit and Loss Balance Analysis in Metal Mine Project Decision-making

CHENG Zhaoxin, XUE Lu, LIU Zenghao

(Shandong Jinling Iron Ore, Zibo 255081, China)

**Abstract:** The capital construction time and the investment recoupment period for the mine project are longer, that have the massive uncertainty factors, the profit and loss balance analysis may scientifically judgment project risk situation and bearing capacity to the uncertainty factor change. From whether considered the time value of the fund and the project entire average life cash current capacity change, the comparison to the static profit and loss balance analysis and the dynamic and loss balance analysis were analyzed respectively, the profit and loss balance point can be reckoned.

**Key words:** mine; item decision-making; profit and loss balance analysis; investment decision-making

(上接第64页)

## Implementation of Integration of Informatization and Industrialization in Jinan Company of Shandong Steel

HUANG Shizhu

(Jinan Company of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

**Abstract:** Jinan steel promote the integration of informatization and industrialization depth, will be closely linked to the IT strategy and overall business objectives, and strive to build a "production and marketing integration of management and control ability, the whole process of quality assurance ability, cost control ability, efficient use of energy and the ability to manage and control, logistics management" five new ability, and has made obvious effect, promoted the enterprise development in transition.

**Key words:** integration of Informatization and industrialization; new capacity; management system; management and control ability