

# 资源受限时的产品组合优化决策

王 雪

**【摘要】** 产品组合优化决策主要用于多品种产品生产的情形,在共用资源受到约束时,应使各种产品的产量组合达到最优化结构,使有限资源的利用效率达到最大,从而使企业获得最大收益。本文主要研究两种产品共用单一约束资源、两种产品共用两种约束资源、三种产品共用两种约束资源和多种产品共用两种约束资源四种情形下如何利用逐次测算法、图解法、单纯形法进行组合优化决策,最后分析了三种方法的使用限制情况。

**【关键词】** 产品组合优化决策; 逐次测算法; 图解法; 单纯形法; 约束资源

**【中图分类号】** F273

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1004-0994(2016)14-0046-4

企业在组织生产经营时,如果有多个产品可供企业选择生产,则应以单位产品边际贡献作为衡量指标,优先选择单位产品边际贡献最大的产品进行生产,从而为企业增加最多的利润。但是,如果某些资源受到了约束,比如产品的市场需求量或者工时总数、原材料等生产能力,企业的生产遭遇到瓶颈等,则不能简单地依据单位产品边际贡献这个指标进行选择,而需要根据不同的情况进行选择,才能最有效地利用有限资源,使企业效益最大化。

## 一、两种产品共用单一约束资源

单一资源受限时,应优先安排生产单位约束性资源边际贡献最大的产品,剩余资源再安排生产另一种产品,这样可以提高约束资源的利用效率,获得最大的边际贡献总额。

例1:某公司生产一种自行车专用挂包,挂包有两种款式:登山专用和旅行专用。这两种挂包共用一台机器设备,设备工时数为2000小时,生产单位登山专用挂包需要耗用2小时,生产单位旅行专用挂包需要耗用1小时,这两种挂包的相关收入及成本数据如表1所示:

**表1** 两种挂包相关收入及成本数据

项目	登山专用	旅行专用
单价(元)	25	30
单位变动成本(元)	10	18
单位产品边际贡献(元)	15	12
边际贡献率	60%	40%
单位产品工时用量(小时)	2	1

从表1可以看出,登山专用挂包的单位产品边际贡献和边际贡献率均高于旅行专用挂包,但登山专用挂包单位产品工时边际贡献为7.5元(15÷2),2000小时所获得的边际贡献

总额为15000元(2000×7.5),而旅行专用挂包单位产品工时边际贡献为12元,2000小时所获得的边际贡献总额为24000元(2000×12),因此,应当选择生产单位资源边际贡献大的旅行专用挂包,使有限的资源得到最有效的利用,以获得最多的收益。而且,即使考虑市场需求因素,也应当把有限的资源优先安排生产单位资源边际贡献更大的旅行专用挂包,再将剩余的资源安排生产单位资源边际贡献相对较低的登山专用挂包。

## 二、两种产品共用两种约束资源

两种产品共用两种生产资源,而这两种资源又有约束限制的情况下,可以采用逐次测算法、图解法或者两者相结合的方法,以提高有限资源的利用效率。

### (一)一种产品两种资源的单位资源边际贡献均大于另一种产品

假定第一种产品两种资源的单位资源边际贡献均大于第二种产品,在进行组合优化分析时,可以将有限的资源优先用于生产第一种产品,剩余资源再用于生产第二种产品。

例2:某公司生产A、B两种产品,经历两道生产工序,两种产品的加工时间及收入、成本资料如表2所示:

**表2** A、B产品的生产资料

项目	A	B	资源总量
第一工序(小时)	3	5	24000
第二工序(小时)	4	6	30000
单位产品边际贡献(元)	48	54	
预测销售量(件)	4000	3000	

A、B产品的单位资源边际贡献计算结果如下页表3所示。从表3可以看出,在第一工序和第二工序中,A产品的单

**表 3 A、B 产品的单位资源边际贡献计算**

项目	A	B
第一工序单位工时边际贡献(元)	16	10.8
第二工序单位工时边际贡献(元)	12	9

位工时边际贡献均大于B产品的单位工时边际贡献,这说明将有限的资源用于生产A产品将会获取更多的收益,由此可知,应优先安排A产品的生产,剩余资源再用于生产B产品。由此可知,A产品的产量为4000件,而B产品的产量为  $\text{Min}[(24000-4000 \times 3)/5, (30000-4000 \times 4)/6] = \text{Min}(2400, 2333)$ ,因此应安排B产品的产量为2333件,第一工序剩余工时为335小时  $(12000-2333 \times 5)$ ,获得的边际贡献总额为317982元  $(4000 \times 48 + 2333 \times 54)$ 。

此时,也可以采用逐次测算法或者图解法,都能获得相同的结果。

**(二) 每种产品两种资源的单位资源边际贡献均不占绝对优势**

假定对于第一种资源,第一种产品的单位资源边际贡献大于第二种产品的该资源单位边际贡献,而另一种资源则是第二种产品的单位资源边际贡献大于第一种产品的该资源单位边际贡献,在这种情况下,无法直接判断应该将有限资源优先用于生产哪一种产品,则可以采用逐次测算法或者图解法进行产品组合优化决策。

例3:沿用上述资料,把B产品的单位产品边际贡献调整为75元,其他数据均不变。计算A、B产品在两道工序中的单位资源边际贡献,结果如表4所示:

**表 4 A、B 产品的单位资源边际贡献**

项目	A	B
第一工序单位工时边际贡献(元)	16	15
第二工序单位工时边际贡献(元)	12	12.5

第一工序中,A产品的单位工时边际贡献>B产品的单位工时边际贡献,而在第二工序中,A产品的单位工时边际贡献<B产品的单位工时边际贡献,因此,无法直接判断应优先满足A产品还是B产品的生产需求,此时可以选择逐次测算法或图解法进行产品组合优化决策。

**1. 逐次测算法。**

(1)第一次测试。将有限的资源优先安排A产品的生产,剩余资源再安排B产品的生产。

根据约束条件,优先安排A产品的产量为4000件,所耗用的第一工序工时数为12000小时  $(4000 \times 3)$ ,第一工序剩余工时为12000小时  $(24000-12000)$ ,此时利用第一工序剩余工时所能生产的B产品的最大产量为2400件  $(12000/5)$ ;A产品所耗用的第二工序工时数为16000小时  $(4000 \times 4)$ ,第二工序剩余工时为14000小时  $(30000-16000)$ ,利用第二工序剩余

工时所能生产的B产品的最大产量为2333件  $(14000/6)$ 。

综合考虑第一工序和第二工序中B产品的最大产量,应选择生产B产品2333件,此时,第一工序剩余工时数为335小时  $(12000-2333 \times 5)$ ,第二工序没有剩余工时,A、B产品的产量组合为A产品4000件、B产品2333件,所能取得的边际贡献总额为366975元  $(48 \times 4000 + 75 \times 2333)$ 。

(2)第二次测试。将有限资源优先安排B产品的生产,剩余资源再安排A产品的生产。

根据约束条件,优先安排B产品的产量为3000件,所耗用的第一工序工时为15000小时  $(3000 \times 5)$ ,第一工序剩余工时为9000小时  $(24000-15000)$ ,此时利用第一工序剩余工时所能生产的A产品的最大产量为3000件  $(9000/3)$ ;B产品所耗用的第二工序工时为18000小时  $(3000 \times 6)$ ,第二工序剩余工时为12000小时  $(30000-18000)$ ,利用第二工序剩余工时所能生产的A产品的最大产量为3000件  $(12000/4)$ 。

综合考虑第一工序和第二工序中A产品的最大产量,应选择生产A产品3000件,此时,第一工序和第二工序均没有剩余工时,A、B产品的产量组合为A产品3000件、B产品3000件,所能取得的边际贡献总额为369000元  $(48 \times 3000 + 75 \times 3000)$ 。

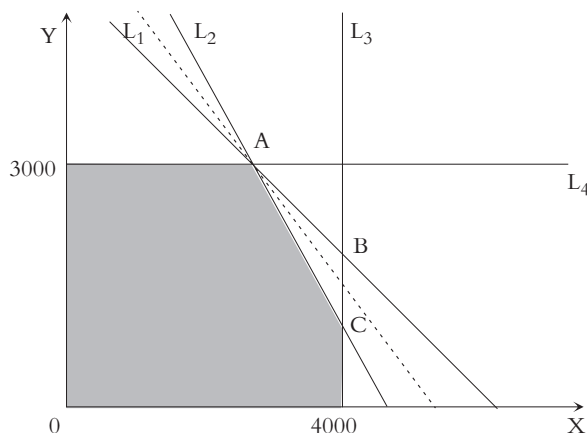
根据两次测试结果可知,最优产品组合为A产品3000件、B产品3000件。

**2. 图解法。**假定A、B两种产品的产量分别为x和y,依据上述约束条件,建立线性规划模型如下所示:

$$\text{约束条件: } \begin{cases} 3x+5y \leq 24000 & L_1 \\ 4x+6y \leq 30000 & L_2 \\ 0 \leq x \leq 4000 & L_3 \\ 0 \leq y \leq 3000 & L_4 \end{cases}$$

目标函数:  $\text{Max} S = 48x + 75y$

在二维坐标轴中依据约束条件画出几何图形,得到其可行解区域,如下图所示:



**线性规划模型的图解**

上图中,阴影面积为可行解区域,虚线为等利润线。等利

润线与可行解区域相交于A点,点A(3000,3000)为最优解,即A、B产品均生产3000件时,边际贡献总额达到最大,此时,  $MaxS=48 \times 3000 + 75 \times 3000 = 369000$ (元)。

通过分析上图,可以得到如下结论:

(1)等利润线的斜率是两种产品单位边际贡献之比,而两条资源限制线 $L_1$ 线与 $L_2$ 线的斜率是两种产品的同一资源量之比,等利润线的斜率与 $L_1$ 线的斜率进行对比,就可以转化为两种产品第一种资源的单位资源边际贡献之比;同理,等利润线的斜率与 $L_2$ 线的斜率进行对比,就可以转化为两种产品第二种资源的单位资源边际贡献之比。

(2)等利润线的斜率介于 $L_1$ 线与 $L_2$ 线之间,此时必然有两种产品各占一种资源优势,即每种产品均有一个资源的单位资源边际贡献超过了另一产品,此时无法判断是否可以采用逐次测算法进行组合优化决策;如果等利润线的斜率不是介于 $L_1$ 线与 $L_2$ 线之间,此时必然有一种产品两种资源的单位资源边际贡献均超过了另一种产品,占据了绝对优势,因此,可以直接做出将有限资源优先用于满足该种产品生产、剩余资源再用于生产另一产品的决策。

(3)如果A、B两种产品都没有最大产量限制,但因为两种资源受到了约束,依然可以得到可行解区域,等利润线与可行解区域的交点取决于 $L_1$ 线、 $L_2$ 线与等利润线的斜率大小关系:①等利润线的斜率介于 $L_1$ 线与 $L_2$ 线之间,等利润线与可行解区域的交点依然是在点A(3000,3000)时边际贡献总额达到最大,此时不能单独采用逐次测算法进行优化决策,需要采用图解法;②等利润线的斜率不是介于 $L_1$ 线与 $L_2$ 线之间,则将有限资源全部用于生产单位资源边际贡献占据绝对优势的产品,此时获取的边际贡献总额最大。

(4)图中,假定A产品的产量不变,如果B产品的产量小于等于3000件, $L_1$ 线与 $L_2$ 线的交点位于可行解区域边缘或者外部,此时的最优解中至少有一种产品的产量满足了最大产量需求,既可以采用图解法,也可以单独采用逐次测算法进行产品组合优化决策,两种方法分析的结果完全一致;但是如果B产品的产量超过了3000件,此时A点处于可行解区域内部,即可行解区域在A点处出现凸点,此时最优解中两种产品的产量都没有满足最大产量需求,因此不能单独采用逐次测算法进行优化决策,可以采用图解法或者图解法与逐次测算法相结合的方法。

### 三、三种产品共用两种约束资源

三种产品共用两种生产资源,每种资源都有约束条件,可以采用线性规划法——单纯形法进行产品组合优化的决策,使各种约束资源得到最有效的利用,为企业创造更多的收益。

例4:某公司生产甲、乙、丙三种产品,三种产品共用设备工时总数为28000小时,共用人工工时总数为38000小时。甲、乙、丙三种产品的相关收入及成本资料如表5所示。

表5 甲、乙、丙产品相关收入及成本资料

项目	甲	乙	丙
单位产品设备工时(小时)	3	5	4
单位产品人工工时(小时)	5	6	5
单位产品边际贡献	42	60	52
预测市场销售量(件)	3000	2000	2500

甲、乙、丙三种产品的单位资源边际贡献如表6所示:

表6 甲、乙、丙产品的单位资源边际贡献

项目	甲	乙	丙
单位设备工时边际贡献(元/小时)	14	12	13
单位人工工时边际贡献(元/小时)	8.4	10	10.4

从单位资源边际贡献这个指标无法判断应该优先生产甲、乙、丙哪个产品,而三种产品共用两种资源无法用图解法,因此本文将借助线性规划法——单纯形法进行最优产品组合决策。

根据以上条件,假定甲、乙、丙三种产品的产量分别为 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ ,依据约束条件,建立如下线性规划模型:

$$\text{约束条件: } \begin{cases} 3x_1 + 5x_2 + 4x_3 \leq 28000 \\ 5x_1 + 6x_2 + 5x_3 \leq 38000 \\ 0 \leq x_1 \leq 3000 \\ 0 \leq x_2 \leq 2000 \\ 0 \leq x_3 \leq 2500 \end{cases}$$

$$\text{目标函数: } MaxS = 42x_1 + 60x_2 + 52x_3$$

根据线性规划法,将上述约束条件加入松弛变量 $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_8$ ,化为标准型,如下所示:

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 + 4x_3 + x_4 = 28000 \\ 5x_1 + 6x_2 + 5x_3 + x_5 = 38000 \\ x_1 + x_6 = 3000 \\ x_2 + x_7 = 2000 \\ x_3 + x_8 = 2500 \\ x_n \geq 0, n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \end{cases}$$

利用单纯形表,进行甲、乙、丙三种产品的优化组合生产,运算过程如下页表7所示。

由表7(5)中 $\lambda_j$ 全部非正可知,最优解为 $X=(19500/7, 13500/7, 2500, 0, 0, 1500/7, 500/7, 0)^T$ 。

因此,A产品产量为19500/7件、B产品产量为13500/7件、C产品产量为2500件时,边际贡献总额达到最大,为362714元。因产量不能为小数,取整,A产品产量为2785件,B产品产量为1928件,C产品产量为2500件。此时,剩余设备工时为5小时,剩余人工工时为7小时,还可以再生产一件A或者一件B产品,因为单位B产品的边际贡献60元大于单位A产品的边际贡献42元,因此,选择生产一件B产品比生产一件A产品能够增加更多的边际贡献。所以,最优的产品组合为A产品产量为2785件,B产品产量为1929件,C产品产量

表7 单纯形法下运算过程

$X_B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	b	$\theta$
(1)	$x_4$	3	5	4	1	0	0	0	28000	5600
	$x_5$	5	6	5	0	1	0	0	38000	6333.33
	$x_6$	1	0	0	0	0	1	0	3000	-
	$x_7$	0	[1]	0	0	0	0	1	2000→	2000
	$x_8$	0	0	1	0	0	0	0	2500	-
$\lambda_j$	42	60↑	52	0	0	0	0	0		
(2)	$x_4$	3	0	4	1	0	0	-5	18000	4500
	$x_5$	5	0	5	0	1	0	-6	26000	5200
	$x_6$	1	0	0	0	0	1	0	3000	-
	$x_2$	0	1	0	0	0	0	1	2000	-
	$x_8$	0	0	[1]	0	0	0	0	2500→	2500
$\lambda_j$	42	0	52↑	0	0	0	-60	0	-120000	
(3)	$x_4$	[3]	0	0	1	0	0	-5	8000→	2666.67
	$x_5$	5	0	0	0	1	0	-6	13500	2700
	$x_6$	1	0	0	0	0	1	0	3000	3000
	$x_2$	0	1	0	0	0	0	1	2000	-
	$x_3$	0	0	1	0	0	0	0	2500	-
$\lambda_j$	42↑	0	0	0	0	0	-60	-52	-250000	
(4)	$x_1$	1	0	0	1/3	0	0	-5/3	8000/3	-
	$x_5$	0	0	0	-5/3	1	0	[7/3]	500/3→	71.43
	$x_6$	0	0	0	-1/3	0	1	5/3	1000/3	200
	$x_2$	0	1	0	0	0	0	1	2000	2000
	$x_3$	0	0	1	0	0	0	0	2500	-
$\lambda_j$	0	0	0	-14	0	0	10↑	4	-362000	
(5)	$x_1$	1	0	0	-6/7	5/7	0	0	19500/7	
	$x_7$	0	0	0	-5/7	3/7	0	1	500/7	
	$x_6$	0	0	0	6/7	-5/7	1	0	1500/7	
	$x_2$	0	1	0	5/7	-3/7	0	0	13500/7	
	$x_3$	0	0	1	0	0	0	0	2500	
$\lambda_j$	0	0	0	-48/7	-30/7	0	0	-22/7	-362714	

为2500件,此时设备工时无剩余,人工工时剩余1小时,边际贡献总额为362710元(2785×42+1929×60+2500×527),此时所有资源均得到了最充分的利用,所获得的边际贡献总额最大。

#### 四、多种产品共用两种约束资源

多种产品共用两种约束资源时,首先计算多种产品的每一资源的单位资源边际贡献,如果有一种产品在每一个资源上的单位资源边际贡献都占据绝对优势,则将有限资源优先用于生产该产品,剩余资源再用于生产其余产品;如果多种产品各在不同的资源上占据优势,则无法通过单位资源边际贡献直接判断应优先满足哪种产品的生产,此时,需要根据情况决定采用逐次测算法、图解法或者单纯形法来进行产品组合优化决策。

单独采用逐次测算法有严格要求,即需要至少有N-1种产品的产量满足最大产量需求,否则无法单独使用。图解法只能用于两种产品共用两种有限资源的情况,如果超过两种产品,二维图形则无法解决问题,需要用到多维图形。而利用单纯形法进行产品组合优化决策则不受上述约束。

#### 主要参考文献:

孙茂竹,文光伟,杨万贵.管理会计学[M].北京:中国人民大学出版社,2015.

彼德·C.布鲁尔,雷·H.加里森,埃里克·W.诺琳著.刘洪生,王满译.管理会计导论[M].大连:东北财经大学出版社,2009.

作者单位:郑州成功财经学院会计系,河南巩义451200

# 对回购合同相关会计处理的思考

李程远<sup>1,2</sup>(高级会计师), 李振<sup>2</sup>, 葛海明<sup>2</sup>, 罗东坤<sup>1</sup>(教授)

**【摘要】** 伊朗回购合同是当前国际石油合作的主流模式之一,但有关承包商的会计核算方面没有明确的准则规定。本文对回购合同的特点及业务实质进行了剖析,提出运用该合同模式的承包商应该建立三套账务核算体系。随后,本文借鉴国际会计准则及中国会计准则的部分内容,对承包商己方核算体系涉及的关键经济业务的会计处理方法与原则进行了分析,以期为执行国家“走出去”和“引进来”战略且从事类似业务承包商的会计核算工作提供参考。

**【关键词】** 回购合同; 国际石油合作模式; 建设期; 回收期; 收入确认

**【中图分类号】** F234

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1004-0994(2016)14-0050-4

回购合同是伊朗独有的且以法律形式确立的国际石油合作模式,业界将其定义为纯风险服务合同。由于制裁等原因,目前执行回购合同项目的仅有中国石油和中国石化两大公司,而且正在进入回收期。在理论界,很难找到专门针对回购合同的有关会计核算问题进行深入研讨的文献。在实务中,接触过或者亲身在回购合同项目工作过的财务从业者也一直在不断摸索回购合同的会计核算问题。国际会计准则(IAS)与中国会计准则(CAS)对此也都没有明确详细的规定。对于强调油藏储量和油气资产所有权或者控制权,以油田勘探开发建设结果为导向的国际石油会计准则而言,由于回购合同自身一些特点的存在,使得直接套用准则变得不现实,从而需要结合对回购合同经济业务实质的剖析,寻找合适的会计政策。

## 一、回购合同的特点及其业务实质的判断

回购合同是伊朗国家石油公司(NIOC,即业主)与国际石油公司(即承包商)签订的一种有限获利的风险服务合同。在建设期承包商承担全部油田勘探开发费用和建设投资,为项目的开发建设提供资金、装备、技术、招标、管理等全方位服务,完成合同规定的建设工程量,建成所有油气生产设施,达到合同规定的产量目标。在油田建成投产并验收移交后,在有限的回收期内,承包商有权回收移交前经业主审计确认的投资支出、按照实际付出的成本(收付实现制)计算的银行利息及按规定的内部收益率计算的报酬费等。回收方式有两种:一种为业主从项目产出的不超过一定比例的原油销售收入中以现金形式支付给承包商;另外一种为承包商与业主签订原油销售协议,提取与应回收金额等值的原油。

目前,业界已经有很多介绍回购合同合作模式、特点以及主要风险的文献。Binder mann(1999)认为,回购合同兼具

产品分成合同与服务合同的特点,但更类似于服务合同。Van Groenendaal和Mazraati(2006)深入阐述了回购合同的主要特点,介绍了经济评价方法,分析了伊朗国家石油公司的主要风险。Marcel(2006)分析了回购合同的主要条款,与产品分成合同进行了对比。Shiravi和Ebrahimi(2006)介绍了回购合同自1974年以来的演变历程,并讨论了回购合同主要条款以及业主的主要风险。Ghandi和Lin(2012)建立了伊朗离岸Soroosh及Nowrooz油田的动态最优优化生产模型,发现业主并未实现累积产量最大化的目标。Ghandi和Lin(2013)对回购合同的主要风险因素进行了详细分析。

在建设期,承包商需要承担合同规定的工程期、投资上限、工作量、产量目标等的所有相关风险。任何一项指标达不到合同要求,承包商的报酬收益率就会被下调,甚至可能因完不成开发建设任务,承包商根本无法进入回收期,从而所有投资变为沉没成本。在整个建设期,承包商完全以业主的名义进行所有的采购、建设等开发活动,所有产出成果的所有权归属于业主,因此,不论承包商是否可以完成建设期的所有任务进入回收期,合同区块内所有的钻井物资、物料、井及相关地面设施、中央处理站、管线等资产都归业主所有。

上述特点使得回购合同与一般的建设合同或者建设经营移交方式(BOT)、建设移交方式(BT)等都存在不同,无法完全按照《企业会计准则第15号——建造合同》确认相关的收入和费用。例如,在移交前,承包商需要明确回购合同收入确认的条件,“收入金额可以可靠计量”以及“与合同相关的经济利益很可能流入企业”的标准较难确定实现。即使在移交后,由于稳产目标与收益率时时保持挂钩、承包商对油田设施的质量保证等因素,油田没有产出或者油田设施出现问题,业主就会拒绝向承包商支付全部或者部分回收款项,从