重型装备制造业综合产品的制造成本控制

杨顺田（教授）

（四川工程职业技术学院　四川德阳　618000）

【摘要】重型装备制造属于多品种、单件小批量的生产类型，其综合产品成本控制的难点主要体现在产品品种繁多及品种结构的变动上，品种之间成本指标的可比性又很差。本文从成本习性的概念出发，用代数方法对综合产品成本的降低及综合产品变动成本降低率等方面进行了详细的研究，从经营成本降低额和降低率两个方面进行综合产品制造成本控制，对症下药采取措施，经济效益提高显著。

【关键词】重型装备制造　代数分析法　成本习性　产品成本

装备制造业在我国具有重要的地位。其产品直接与基础工业、能源、国防等国家战略的决策息息相关，它的品种繁多、结构复杂，属于典型的“多品种、单件小批量”生产类型（又称为综合产品），其社会效益远大于经济效益。但随着市场化运行模式的推进，在考虑社会效益的同时，降低生产成本、提高经济效益已成了装备制造业、特别是重型装备制造（以下简称“重装”）企业存亡的当务之急，寻求产品生产成本的控制和降低是提高重装企业经济效益的重要途径，也是经济活动分析的主要内容。

一、成本分析方法简介

成本分析方法主要分为对比分析法、连锁替代法、相关分析法、成本习性的代数分析法等。

1. 对比分析法。对比分析法是通过成本指标在不同时期（或不同情况下）的数据对比来揭露矛盾的一种方法，它分为绝对数比较、增减数比较和指数比较。要实现成本指标的对比，必须是在指标具有可比性时才能进行。很显然，对于重装企业单件、多品种的生产类型，成本指标的可比性是很差的。

2. 连锁替代法。连锁替代法也称连锁置换法、连环替代法。它是确定引起某经济指标变动的各个因素影响程度的一种计算方法。它适用于在几个相互联系的因素共同影响着某一指标的情况下，可应用这一方法来计算各个因素对经济指标发生变动的影响程度。

其方法为：①在计算某一因素对一个经济指标的影响时，假定只有这个因素在变动而其它因素不变；②确定各个因素替代顺序，然后按照这一顺序替代计算；③把代前的指标相比较，确定该因素变动所造成的影响。这种方法计算工作量大，也不便实际操作。

3. 相关分析法。相关分析法是利用数学方法进行相关分析，找出有关经济指标之间规律性的联系，即为相关分析法。企业的各种经济指标，存在着相互依存关系，一个指标变了，就会影响到其他经济指标。例如：生产数量的变化，必然会引起成本的相应变化，相关分析法由于受到有关经济指标相互依存关系的制约，“依存度”过大，要找到一个所谓的“最优解”也是非常困难的。

4. 成本习性的代数分析法。成本习性也称为成本性态，指在一定条件下成本总额的变动与特定业务量之间的依存关系。这里的业务量可以是生产或销售的产品数量，也可以是反映生产工作量的直接人工小时数或机器工作小时数。这种方法适当地降低了“依存度”，可以直接借助于代数的方法进行成本习性研究，计算工作量相对较小，可操作性强。

二、重装企业多品种生产的成本特点分析

影响企业降低经营成本的因素，除了外部因素外，从企业内部考察，一般有产品产量、品种结构、单位产品成本等。按现代成本习性分析应有：产品产量、产品品种结构、单位产品变动成本、固定成本等。

这种把变动成本和固定成本从传统的单位产品成本的概念中分离出来，并分别计算它们对成本降低任务影响的方法称为成本习性分析法。其中，变动成本是指支出总额随着业务量的大小而增减的成本；固定成本是指支出总额相对固定的成本，它并不随着业务量的大小而增减。这种方法在成本分析中更具实践性。

对于批量化生产的单一品种生产类型，可直接按成本习性分析法分析而不必考虑品种结构对成本降低的影响，计算相对简单；对于重装企业多品种的生产类型，其综合产品成本主要体现在产品品种繁多，且难点又在品种结构的变动上，采用成本习性的代数分析法是比较适

合的。

三、综合产品成本习性的代数分析法

1. 经营成本改善情况参照数的确定。分析经营成本降低情况需要有一个合理的参照数，通常以上期单位产品变动成本和固定成本为参照数，或以某一先进企业的有关指标为参照数，最近也有人指出以市场模拟成本为参照数，这样会使企业，尤其是企业内部更加感受到市场竞争的压力。

（1）固定成本的设定。固定成本虽然不随着业务量的大小而变化，但也有综合产品计划固定成本与综合产品实际固定成本之分。设a_n为上年度（上期）某一产品实际固定成本，a_0为本年度（本期）某一产品计划固定成本，a_1为本年度（本期）某一产品实际固定成本，令：

$$A = a - a_n,\ A_0 = a_0 - a_n,\ A_1 = a_1 - a_n$$

$$\sum A = \sum(a - a_n),\ \sum A_0 = \sum(a_0 - a_n),\ \sum A_1 = \sum(a_1 - a_n)$$

则A为综合产品固定成本降低额，A_0为综合产品固定成本计划降低额，A_1为综合产品固定成本实际降低额。

（2）变动成本的设定。变动成本不仅随着业务量的多少而变化，而且还随着品种数量、各品种占总产品的比重大小即称为“结构数”等因素而变化，因而相应的参数设置也比较复杂。设某种产品变动成本占各产品综合变动成本的比值（即某种产品变动成本的品种结构数，常用百分数表示）为G，即：

$$G = \frac{q_{Ki}b_n}{\sum_{K=1}^{m} q_K b_n} \times 100\% \qquad (i = 0,\ 1)$$

式中：q_K表示第K种产品的产量，q_{K0}、q_{K1}分别表示该种产品实物产量的计划数和实际数；m表示某企业共有m种（项）产品；b_n单位产品变动成本的参照数；G_0、G_1分别表示该种产品的品种结构的计划数和实际数占各产品综合变动成本的百分比。

$\sum_{K=1}^{m} q_k b_n$表示各产品的综合变动成本，考虑到下文所涉及到的“Σ”符号均含此意，故从简写成：$\sum qb_n$。

“qb_n”表示某种产品的参照数，即上期（或上年度）单位产品变动成本计算的产品变动成本，“q_0b_n”表示计划数，“q_1b_n”表示实际数。“Σqb_n”则表示综合产品的参照成本，“Σq_0b_n”和“Σq_1b_n”分别表示计划数和实际数。

令：$Q=\Sigma qb_n$，$Q_0=\Sigma q_0b_n$，$Q_1=\Sigma q_1b_n$，借助于代数表达方式，则有：

$$QG = \sum qb_n \cdot \frac{qb_n}{\sum qb_n}$$

$$= \sum QG = \sum\left(\sum qb_n\right) \cdot \frac{qb_n}{\sum qb_n} = \sum qb_n$$

2. 经营成本降低额计算。降低成本是成本习性分析的主要内容，而成本降低主要是从经营成本降低额和降低率两方面进行的。经营成本降低额又分为经营成本计划降低额与经营成本实际降低额。令：

$$B = (b - b_n)/b_n,\ B_0 = (b_0 - b_n)/b_n,\ B_1 = (b_1 - b_n)/b_n$$

式中：B表示某种产品的单位变动成本降低率，“B_0”和“B_1”分别表示计划数和实际数。则：

$$\sum QGB = \sum\left(\sum qb_n\right) \cdot \frac{qb_n}{\sum qb_n} \cdot \frac{b - b_n}{b_n}$$

$$= Q \cdot \frac{\sum qb - \sum qb_n}{\sum qb_n} = \sum q(b - b_n)$$

即为综合产品变动成本降低额，还可分成变动成本计划降低额“$\Sigma Q_0G_0B_0$”和变动成本实际降低额“$\Sigma Q_1G_1B_1$”。

（1）经营成本计划降低额。结合刘兆明（2013）和缪匡华（2009）的研究结果可以推导出：

综合产品经营成本计划降低额=综合计划变动成本-综合计划参照成本+综合计划固定成本-综合参照固定成本，即：

$$E_0 = \sum q_0b_0 - \sum q_0b_n + \sum a_0 - \sum a_n \qquad (1)$$

（2）经营成本实际降低额。综合产品经营成本实际降低额=综合实际变动成本-综合实际参照成本+综合实际固定成本-综合参照固定成本，即：

$$E_1 = \sum q_1b_1 - \sum q_1b_n + \sum a_1 - \sum a_n \qquad (2)$$

相应有：

用实际产量计算的综合实际变动成本 $E_Q = \sum Q_1G_0B_0 + \sum A_0$

用实际产量计算的综合计划变动成本 $E_G = \sum Q_1G_1B_0 + \sum A_0$

综合实际固定成本 $E_A = \sum Q_1G_0B_1 + \sum A_1$

综合计划固定成本 $E_B = \sum Q_1G_1B_1 + \sum A_1$

（3）综合产品成本降低额总差异。实际成本降低额与计划成本降低额之差为综合产品成本降低额总差异。

$$\Delta E = E_1 - E_0$$

$$= \left(\sum Q_1G_1B_1 + \sum A_1\right) - \left(\sum Q_0G_0B_0 + \sum A_0\right) \qquad (3)$$

（4）产量变动对成本降低额的影响。产品产量变动对成本降低额的影响=用实际产量计算的综合实际变动成本E_Q-综合产品经营成本计划降低额E_0，即：

$$\Delta E_Q = E_Q - E_0 = \left(\frac{\sum q_1b_n}{\sum q_0b_n} - 1\right) \cdot \left(\sum q_0b_0 - \sum q_0b_n\right) \qquad (4)$$

3. 品种结构的变动对成本降低额的影响。品种结构

变动对成本降低额的影响=∑综合实际参照成本×(某产品实际品种结构-某产品计划品种结构)×单位变动成本计划降低率,即:

$$\Delta E_G = E_G - E_Q = \sum q_1 b_0 - \frac{\sum q_1 b_n}{\sum q_0 b_n} \cdot \sum q_0 b_0 \qquad (5)$$

4. 单位产品变动成本对成本降低额的影响。单位产品变动成本对成本降低额的影响=综合计划固定成本E_B-综合计划变动成本E_G,即:

$$\Delta E_B = E_B - E_G = \sum q_1 (b_1 - b_0) \qquad (6)$$

5. 综合固定成本的变化对成本降低额的影响。综合固定成本的变化对成本降低额的影响=综合实际固定成本E_A-综合计划固定成本E_B,即:

$$\Delta E_A = E_A - E_B = \sum (a_1 - a_0) \qquad (7)$$

四、综合产品变动成本降低率分析

1. 固定成本的变化对成本降低额的影响。由综合产品变动成本降低额 $\sum QGB = Q \cdot \frac{\sum qb - \sum qb_n}{\sum qb_n}$ 可知:

$$\frac{\sum qb - \sum qb_n}{\sum qb_n} = \frac{\sum QGB}{Q} = \frac{Q \sum GB}{Q} = \sum GB$$

"$\sum GB$"就是综合产品变动成本降低率。"$\sum G_0B_0$"和"$\sum G_1B_1$"分别表示综合计划变动成本降低率和综合实际变动成本降低率。同时也说明综合产品产量"Q"的变动对成本降低率没有影响,计算如下:

(1)综合计划变动成本降低率:

$$\sum G_0B_0 = \sum \frac{q_0 b_n}{\sum q_0 b_n} \cdot \frac{b_0 - b_n}{b_n} = \frac{\sum q_0 b_0 - \sum q_0 b_n}{\sum q_0 b_n}$$

(2)综合实际变动成本降低率:

$$\sum G_1B_1 = \sum \frac{q_1 b_n}{\sum q_1 b_n} \cdot \frac{b_1 - b_n}{b_n} = \frac{\sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_n}{\sum q_1 b_n}$$

设$L=\sum GB$,则有:

综合产品实际变动成本降低额:$L_1 = \sum G_1B_1$

综合产品计划变动成本降低额:$L_0 = \sum G_0B_0$

综合产品计划变动成本指数变动率:$L_G = \sum G_1B_0$

综合变动成本降低率实际与计划的总差异=综合产品实际变动成本降低率-综合产品计划变动成本降低率,即:

$$\Delta L = \frac{\sum q_1 b_1}{\sum q_1 b_n} - \frac{\sum q_0 b_0}{\sum q_0 b_n} \qquad (8)$$

2. 产品品种结构的变动对成本降低率的影响。产品品种结构的变动对成本降低率的影响=综合产品计划变动成本指数变动率-综合产品计划变动成本降低率,即:

$$\Delta L_G = L_G - L_0 = \frac{\sum q_1 b_0}{\sum q_1 b_n} - \frac{\sum q_0 b_0}{\sum q_0 b_n} \qquad (9)$$

3. 单位产品变动成本对成本降低率的影响。单位产品变动成本对成本降低率的影响=综合产品实际变动成本降低率-综合产品计划变动成本指数降低率,即:

$$\Delta L_B = L_1 - L_G = \frac{\sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_0}{\sum q_1 b_n} \qquad (10)$$

五、应用实例

位于四川某重型装备制造企业,2012年生产甲、乙、丙三种产品,已知三种产品的成本资料见下表(单位:万元)。现用成本习性的代数分析法对该企业经营成本进行经济分析,并提出针对性的改进意见。

某重装企业2012年产品经营成本原始资料

可比产品	11年计划产量 q_0	11年实际产量 q_1	单位变动成本(万元)			综合固定成本(万元)		
			10年实际 b_n	11年计划 b_0	11年实际 b_1	10年实际 Σa_n	11年计划 Σa_0	11年实际 Σa_1
甲(件)	20	25	200	180	200	45 000	50 000	40 000
乙(台)	5	6	1 200	1 100	1 500			
丙(个)	50	30	50	40	30			

1. 由甲、乙、丙产品构成的多品种各成本数。这是比较典型的多品种生产类型,首先需要按多品种产品类型计算出相应的成本数,每一项成本均由甲、乙、丙三种产品(K=3)构成(单位均为万元):

$$\sum q_0 b_n = 20 \times 200 + 5 \times 1\,200 + 50 \times 50 = 12\,500$$

$$\sum q_1 b_n = 25 \times 200 + 6 \times 1\,200 + 30 \times 50 = 13\,700$$

$$\sum q_0 b_0 = 20 \times 180 + 5 \times 1\,100 + 50 \times 40 = 11\,100$$

$$\sum q_1 b_0 = 25 \times 180 + 6 \times 1\,100 + 30 \times 40 = 12\,300$$

$$\sum q_1 b_1 = 25 \times 200 + 6 \times 1\,500 + 30 \times 30 = 14\,900$$

由上述计算可知,每种成本数由三项构成。很明显,当产品品种越多,构成各成本数的项数也就越多,这势必造成原材准备、制造工艺、生产组织等方面的成本控制难度不断加大,若品种结构(品种数量、各品种占总产品的比重大小)出现任何变动,成本控制的难度就更大了。

2. 经营成本计划降低额计算。由式(1)算出:

$$E_0 = \sum q_0 b_0 - \sum q_0 b_n + \sum a_0 - \sum a_n = 11\,100 - 2\,500 + 50\,000 - 45\,000 = 3\,600 \text{（万元）}$$

降低额为正数,表示经营成本没有降低反而增加了,这主要是因为计划固定成本大幅度增加,才使计划经营成本有所增加的,调高计划固定成本是为了加快设备折旧及新产品研发速度。

3. 经营成本实际降低额。由式(2)算出:

$$E_0 = \sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_n + \sum a_1 - \sum a_n = 14\,900 - 13\,700 + 40\,000 - 45\,000 = -3\,800 \text{（万元）}$$

降低额为负数,表示经营成本确有降低。

4. 实际经营成本与计划经营成本的总差异。由式(3)算出:

$\Delta E = -3\,800 - 3\,600 = -7\,400$(万元)

5. 产品产量变动对成本降低额的影响。由式(4)可以计算出:

$$E_Q = \left(\frac{\sum q_1 b_n}{\sum q_0 b_n} - 1\right)\cdot\left(\sum q_0 b_0 - \sum q_0 b_n\right) = \left(\frac{13\,700}{12\,500} - 1\right)\times(11\,100 - 12\,500) = -134.4$$(万元)

6. 产品品种结构的变动对成本降低额的影响。由式(5)算出:

$$\Delta E_G = \sum q_1 b_0 - \frac{\sum q_1 b_n}{\sum q_0 b_n}\cdot\sum q_0 b_0 = 12\,300 - \frac{13\,700}{12\,500}\times 11\,100 = 134.4$$(万元)

说明产品品种结构未按计划执行而使综合变动成本增加了134.4万元。

7. 单位产品变动成本的变动对成本降低额的影响。由式(6)可以计算出:

$\Delta E_B = \sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_0 = 14\,900 - 12\,300 = 2\,600$(万元)

变动成本为2 600万元,不降反升而增加的数额较大,说明产品在生产过程中可能存在废品过多、材料浪费等问题,针对这些问题,加强对工人的技能培训,并提高节约意识。

8. 综合产品固定成本的变动对成本降低额的影响。由式(7)可以计算出:

$\Delta E_A = \sum a_1 - \sum a_0 = 40\,000 - 50\,000 = -10\,000$(万元)

固定成本降低数额很大(为-10 000万元),说明企业管理、资金运用等方面确有成效。

9. 四种因素共同对成本降低额的影响。

$\Delta E_Q + \Delta E_G + \Delta E_B + \Delta E_A = -134.4 + 134.4 + 2\,600 - 10\,000 = -7\,400$(万元)

10.三种产品综合计划变动成本降低率。

$$L_0 = \frac{\sum q_0 b_0 - \sum q_0 b_n}{\sum q_0 b_n} = \frac{11\,100 - 12\,500}{12\,500} = -11.2\%$$

11. 三种产品综合实际变动成本降低率。

$$L_1 = \frac{\sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_n}{\sum q_1 b_n} = \frac{14\,900 - 13\,700}{13\,700} = 8.76\%$$

12. 综合变动成本降低率实际与计划的总差异。由式(8)可以计算出:

$$\Delta L = \frac{\sum q_1 b_1}{\sum q_1 b_n} - \frac{\sum q_0 b_0}{\sum q_0 b_n} = \frac{14\,900}{13\,700} - \frac{11\,100}{12\,500} = 19.96\%$$

13. 产品品种结构的变动对变动成本降低率的影响。由式(9)可以计算出:

$$\Delta L_G = \frac{\sum q_1 b_0}{\sum q_1 b_n} - \frac{\sum q_0 b_0}{\sum q_0 b_n} = \frac{12\,300}{13\,700} - \frac{11\,100}{12\,500} = 0.98\%$$

14. 单位成本的变化对变动成本降低率的影响。由式(10)可以计算出:

$$\Delta L_B = \frac{\sum q_1 b_1 - \sum q_1 b_0}{\sum q_1 b_n} = \frac{14\,900 - 12\,300}{13\,700} = 18.98\%$$

由上述两种因素共同作用对变动成本降低率造成的影响为:$\Delta L_G + \Delta L_B = 0.98\% + 18.98\% = 19.96\%$

六、计算结果综合分析

实际综合经营成本($E_0 = -3\,860$)比计划虽有所降低,但不容乐观。从原始资料上看,甲、丙两种产品变动成本降低情况较好,乙产品较差,需查找乙产品的生产情况。从产量上看,丙产品的生产产量远没有完成计划,需重点查找一下原因。

从降低率指标来看,计划降低率指标不仅没有完成,而且实际降低率变成了增长率(+8.76%),实际与计划相比较,竟高出(+19.96%)近五分之一,原因仍出在产品,尤其是乙产品的(单位变动)成本上,由于2010年实际单位变动成本1 200万元上升为2011年的1 500万元,查找这一变动成本的原因就抓住了全部问题的关键。

七、小结

"多品种、单件小批量"生产类型是重型装备制造业这类企业的自身特点,随着社会需求的多样化,产品品种有增加的趋势,品种的结构变动还会更加频繁,综合产品成本习性的研究成果有助于各类企业、特别是重型装备制造企业的生产成本控制,对提高经济效益具有重大的意义。

【注】本文受四川省科技支撑计划项目(编号:2010GZ0071)的资助。

主要参考文献

1. 史高松,王晓鹏.基于成本习性方法制定医疗付费标准的思考.中国卫生经济,2011;2

2. 于义辉.浅谈成本习性在成本管理中的应用.现代经济,2008;10

3. 袁喆.影响成本会计发展的几点因素及对成本管理推动的分析.科技咨询导报,2007;11

4. 何海钊.从成本效益的角度浅探高校图书馆寒暑假开放问题.图书馆界,2013;1

5. 刘兆明.浅析工业企业成本管理.科技资讯,2013;14

6. 缪匡华.成本习性视角下的企业成本降低途径探析.赤峰学院学报(自然科学版),2009;6

7. 雷金荣.成本习性理论与企业管理创新.经济工作导刊,2003;17