

# 功能系统中的最优设计及成本分析

刘 伟 周月梅

人类社会和自然界是由无数个子系统构成的大系统,每一个子系统又是由其它更小的子系统构成。任何一个系统都具有特殊的功能。通过提高若干子系统的功能,可以达到对大系统功能的提高。如何在众多功能中进行筛选?如何设计功能系统的改进?本文以改进企业产品系统的功能为例,利用价值工程的原理和方法,对改进产品功能的最优设计和成本分析进行了一些讨论。其中计算步骤可通过编制程序,由计算机完成。其结果可为大型综合管理部门的决策提供有价值的依据,适用于具有成本核算的多目标综合管理系统。

在我国,随着人民生活水平的提高,随着经济体制的逐步健全,迫切需要发展生产力。作为一个企业,要发展生产力,就必须迅速将科学技术成果引入生产实际,开发新产品,提高产品质量,根据市场的需求,改进和增加产品的应用功能。这是每一个企业集团都必须认真考虑的问题。例如,某企业集团通过对市场情况的广泛调查,并对顾客的偏好进行了认真分析,发现多数顾客对该企业的某种产品有一定的兴趣,征集并归纳出若干条改进的建议。例如对产品的外形、某些使用性能乃至包装等方面提出的建议。这些建议就是信息,从某种意义上讲,为企业的发展提出了新的方向。

如果企业认真对待这些建议,并决心对产品的功能进行改进和提高,就必须考虑一系列的问题。对产品的每一种功能的不同改进和提高都需要付出相应的成本。由于各种客观环境的影响,比如受企业的技术水平和资金等条件的限制,不可能同时将产品的所有功能都提得很高。事实上,这样做也不一定就合适。因为产品性能的太大改进,不仅可能造成资金上的困难,还由于当前消费市场的结构以及顾客消费心理的影响,使新产品难以为广大消费者所接受,从而可能使企业的产品失去原有的市场。如何在功能的改进与成本之间协调考虑?如何在众多的功能中挑选出主要的功能进行提高?如何衡量改进功能后的成本变化?这些都是企业必须考虑的问题。

## 一、准备工作

设企业通过分析,认为该产品应该在某  $k$  个方面  $F_1, \dots, F_k$  提高功能,且在  $F_i$  方面可提高功能的等级为  $X_{i1}, \dots, X_{is}, (i=1, \dots, k)$ 。其中下标  $s$  为各方面改进功能等级数的最大值,相应

地,需付出的成本分别为  $c_{i1}, \dots, c_{is}$ , ( $i=1, 2, \dots, k$ )。由此得两矩阵

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{k1} & \dots & x_{ks} \end{pmatrix},$$

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{k1} & \dots & c_{ks} \end{pmatrix},$$

其中  $x_{ij}$  为将产品在第  $i$  个方面的功能提高到第  $j$  个等级,  $c_{ij}$  为相应需付出的成本值。由于  $s$  是改进功能等级数的最大值,故矩阵  $X$  和  $C$  中某些元素可能空缺。

通过采用适当的评分方法,可得各  $x_{ij}$  的评分数  $t_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, s$ )。得一评分矩阵

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & \dots & t_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ t_{k1} & \dots & t_{ks} \end{pmatrix}.$$

显然,  $X$  是一定性等级矩阵,  $C$  和  $T$  都是数量矩阵。  $C$  可由企业内部的管理人员和各类专业技术人员根据产品的特性及生产中的工艺条件综合评估而得。它与企业内部的诸多因素有关,但主要还是一个技术性的问题。  $T$  可由企业的管理人员、各类专家结合市场的调查结果进行综合评分而得。它主要是考虑产品的所有功能在各个等级的效益、效用等方面的因素,是一个科学性和艺术性相结合的问题。为了保证可比性,改写矩阵  $C$  和  $T$  为成本系数矩阵和功能等级系数矩阵,记为  $C^*$  和  $T^*$ 。

$$C^* = (c_{ij}^*), \quad c_{ij}^* = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^k c_{ij}}, \quad \begin{pmatrix} i=1, 2, \dots, k \\ j=1, 2, \dots, s \end{pmatrix}.$$

$$T^* = (t_{ij}^*), \quad t_{ij}^* = \frac{t_{ij}}{\sum_{j=1}^s t_{ij}}, \quad \begin{pmatrix} i=1, 2, \dots, k \\ j=1, 2, \dots, s \end{pmatrix}.$$

由于矩阵  $C$  和  $T$  无所有元素均为零的行(每一种功能都有改进的正等级分数和相应的非零成本值),所以,  $c_{ij}^*, t_{ij}^*$  均有意义,且

$$\sum_{j=1}^s t_{ij}^* = 1, \quad \sum_{j=1}^s c_{ij}^* = 1, \quad (i=1, 2, \dots, k).$$

产品功能的最优设计,就是要在矩阵  $X$  中挑选一个分量组合

$$x_{1p_1}, x_{2p_2}, \dots, x_{kp_k}, \quad p_i \in \{1, 2, \dots, s\}, (i=1, \dots, k).$$

使得相应的功能等级系数  $t_{ip_1}^*, \dots, t_{ip_k}^*$  均较高,而相应的成本系数  $c_{ip_1}^*, \dots, c_{ip_k}^*$  均较低。一种有效的做法是利用价值工程原理,考虑比值

$$m_{ij}^H = t_{ij}^* / c_{ij}^*, \quad (i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, s).$$

即构造价值系数矩阵

$$M = \begin{pmatrix} m_{11} & \dots & m_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ m_{k1} & \dots & m_{ks} \end{pmatrix},$$

其中  $m_{ij}$  表示将功能  $F_i$  提高到等级  $x_{ij}$  时的价值系数。

利用价值系数矩阵,可以对功能系统的最优设计进行成本分析。例如,通过对各价值系数

的比较,可得各功能的最大价值系数向量,设为

$$m_{1p_i^*}, m_{2p_i^*}, \dots, m_{kp_i^*}, \quad p_i^* \in \{1, 2, \dots, s\}, (i=1, 2, \dots, k).$$

## 二、系统分析

对上述结果,可采用下述方法进行分析。

### (1) 整体功能的最优设计及成本分析

由价值系数  $m_{1p_i^*}, \dots, m_{kp_i^*}$ , 可求出相应的功能等级系数  $t_{ip_i^*}, \dots, t_{kp_i^*}$ , 得到对各功能的改进等级分别为  $x_{1p_i^*}, \dots, x_{kp_i^*}$ . 即将功能提高到等级  $x_{ip_i^*}$ , ( $i=1, 2, \dots, k$ ). 对应的成本系数为  $c_{ip_i^*}$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ), 付出的成本为

$$c_{ip_i^*} = c_{ip_i^*}^* \left( \sum_{j=1}^s c_{ij} \right), \quad (i=1, 2, \dots, k).$$

对应的功能等级系数为  $t_{ip_i^*}^*$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ), 功能等级得分为

$$t_{ip_i^*} = t_{ip_i^*}^* \left( \sum_{j=1}^s t_{ij} \right), \quad (i=1, 2, \dots, k).$$

此时,系统的改进具有较高的功能和较低的成本。改进后功能系统的功能总分为  $\sum_{i=1}^k t_{ip_i^*}$ 。

付出的总成本为  $\sum_{i=1}^k c_{ip_i^*}$ 。通过对改进后的功能和成本的构成分析,可以使企业权衡利弊,作出正确的决策。

考虑改进后的整体功能系数  $t_{\text{整}}$  和成本系数  $c_{\text{整}}$ , 即

$$t_{\text{整}} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{ip_i^*}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s t_{ij}}, \quad c_{\text{整}} = \frac{\sum_{i=1}^k c_{ip_i^*}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s c_{ij}}$$

计算改进后的整体价值系数

$$m_{\text{整}} = t_{\text{整}} / c_{\text{整}}$$

当  $m_{\text{整}} > 1$  时,表明功能系统的改进具有较高的价值。此处的价值较高是一个相对概念。反之,当  $m_{\text{整}} \leq 1$  时,表明该功能系统的改进价值较低。显然,  $m_{\text{整}}$  的值越大,功能系统改进的价值就越大。当  $m_{\text{整}} \leq 1$  时,应采用从企业内部降低成本的方法实施产品的功能改进。当然,这里有一个企业费用承受能力和长远发展战略的问题。应该视具体问题作出决定。

### (2) 部分重要功能最优设计及成本分析

前面讨论了对产品的所有功能实施改进的最优设计及成本分析。事实上,由于客观因素的影响,难以同时实施对所有功能的改进。此时,可按下述方法对改进部分重要功能进行最优设计。

首先,利用专家评估的方法,按各种功能的重要程度进行评分,计算出各功能的权系数,设为  $w_1, \dots, w_k$ , 其中  $w_i$  为功能  $F_i$  的权系数 ( $i=1, 2, \dots, k$ ), 且  $\sum_{i=1}^k w_i = 1$ 。计算出各功能最优等级的价值系数  $m_{ip_i^*}$  的加权和 ( $i=1, 2, \dots, k$ ), 即

$$L = \sum_{i=1}^k w_i m_{ip_i^*}$$

令

$$d_i = w_i \cdot m_{ip_i^*} / L, \quad (i=1, 2, \dots, k).$$

显然

$$\sum_{i=1}^k d_i = 1$$

将  $d_1, \dots, d_k$  按大小顺序排列, 不妨设为

$$d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_k$$

挑选  $d_1, \dots, d_l$ , 使  $\sum_{i=1}^l d_i \approx 0.8, (l < k)$ 。由此得相应的改进功能为  $F_1, \dots, F_l$ , 各功能的改进等级分别为  $x_{1p_1}^*, \dots, x_{lp_l}^*$ 。相应的功能得分为  $t_{1p_1}^*, \dots, t_{lp_l}^*$ , 付出的成本为  $c_{1p_1}^*, \dots, c_{lp_l}^*$ 。类似于前面的讨论, 考虑此时的部分功能系数和部分成本系数为

$$t_{\text{部}} = \frac{\sum_{i=1}^l t_{ip_i}^*}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k t_{ij}}, \quad c_{\text{部}} = \frac{\sum_{i=1}^l c_{ip_i}^*}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k c_{ij}}$$

部分价值系数为

$$m_{\text{部}} = t_{\text{部}} / c_{\text{部}}$$

当  $m_{\text{部}} > 1$  时, 表明该部分重要功能的改进具有较大的价值, 且  $m_{\text{部}}$  的值越大, 其功能改进的价值亦越大。显然随着  $d_1, \dots, d_k$  的挑选范围的变化,  $m_{\text{部}}$  的值将发生变动。这可为企业关于产品功能的改进提供一定的选择余地。

### (3) 单一功能的最优设计及成本分析

某些企业, 由于资金、技术、时间等条件的限制, 只能对产品的某一功能实施改进。此时应挑选功能重要, 改进等级的功能系数较大, 相应的成本系数较低的功能等级实施改进。在前面讨论的基础上, 挑选最大的  $d_i = w_i \cdot m_{ip_i}^*$ 。显然,  $d_i$  有较大的功能系数和较大的功能等级价值系数。此即表明, 应选择功能  $F_i$ , 改进功能到等级  $x_{ip_i}^*$ 。分析此时的功能和成本构成情况, 有

$$m_{ip_i}^* = t_{ip_i}^* / c_{ip_i}^*$$

当  $m_{ip_i}^* > 1$  时, 表明该功能等级的改进具有较大的价值, 且当  $m_{ip_i}^*$  的值越大, 其功能改进的价值亦越大。

值得注意的是, 在(2)、(3)的讨论中, 由于考虑了功能的权系数, 所得的价值系数  $m_{\text{部}}$  与  $m_{ip_i}^*$  不一定是所论范围内最大的价值系数。随着功能权系数的变化, 相应的结论可能会发生变化, 这就有一个功能重要程度和价值系数的权衡问题, 在此暂不讨论。

## 三、小 结

通过上述方法的分析、比较, 企业可以根据自身的条件, 决定其产品功能改进的方向。值得提出的是, (1°) 上述各种计算均可通过编制程序, 由计算机完成其计算和判别。实用中, 只需输入各类矩阵的数值, 计算机便可根据管理人员的要求输出相应的若干结果, 为企业的分析、决策提供依据。(2°) 上述分析、讨论均是以企业为对象。事实上, 所得结果完全可以用于其它具有综合改革目的的系统。例如, 某城市的综合管理, 某学校的综合治理, 等等, 均可采用此种方法。利用价值工程, 结合人的实践经验和科学知识, 一定可以在更多的领域发挥其应有的作用。

(本文责任编辑 邹忠卿)