

价值工程实用图册

JIAZHI
GONGCHENG
SHIYONG
TUCHE

$$V = \frac{F}{C}$$

5-64

II 价值工程的基本原理

价值工程简称VE(Value Engineering)。是美国通用电器公司采购部工程师麦尔斯(L.D. Miles)集多年的经验,总结而成的。于1947年公诸于世。它是一门以提高产品功能,降低成本为目的的技术经济方法。是科学技术发展和激烈的市场竞争的产物。

VE在工业发达国家的工业部门、科研部门、政府行政等部门早已广泛应用,被公认为是有效的、成熟的现代管理技术。价值工程的重点是在产品的调研、开发和设计阶段。这从右图可见。

VE的目的,就是确保必要功能,消除过剩或不必要功能,实现降低成本,提高价值。而您的产品中至少有30%不必要的功能!VE将会给您的企业带来明显的经济效益。

一、价值概念

定义:价值就是指某产品或劳务的功能与成本的比值。它是评价效益的尺度。

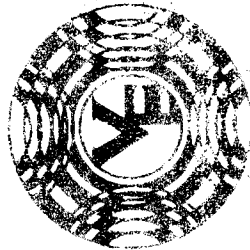
$$\text{公式: } V = \frac{F}{C}$$

V: 产品的价值

F: 产品的功能

C: 产品的成本

产品的功能: 是指产品或劳务所起的作用、职能,



所具有的使用价值。用货币量来衡量时,它表示实现功能所需最低费用或用户所愿意给的价格。

产品的成本: 是指产品寿命周期成本。即:

$$C = Cu + Cr$$

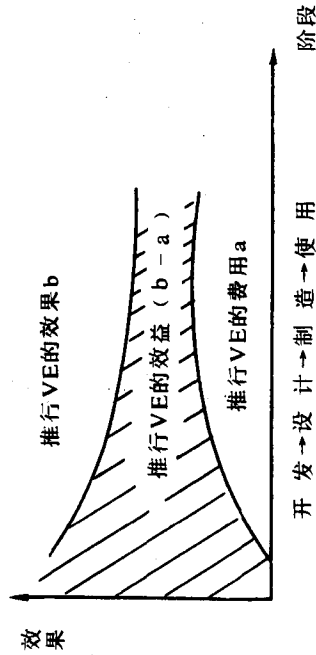
Cu: 产品使用、维护、报废费用合计

Cr: 产品开发、制造、流通费用合计

产品价值与产品功能成正比,与产品成本成反比。

它与人们常说的价值高低和合算与否含意相似;只有物美价廉才有高价值,才畅销,才有高效益。

价值使消费者与生产者的矛盾逐渐统一到“物美价廉”上。它可使企业的经营管理、生产技术、经济效益最有效地协调起来。



推行VE各时期与所收效益关系图

二、提高产品价值的途径

办	法	模 式	特 点
1	提高功能、降低成本	$\frac{F \uparrow}{C \downarrow} = V \uparrow$	是VE主攻方向
2	提高功能、成本不变	$\frac{F \uparrow}{C \rightarrow} = V \uparrow$	着眼于提高功能
3	功能大提高、成本略提高	$\frac{F \uparrow \uparrow}{C \uparrow} = V \uparrow$	着眼于提高功能
4	功能不变、成本降低	$\frac{F \rightarrow}{C \downarrow} = V \uparrow$	着眼于降低成本
5	功能略下降、成本大下降	$\frac{F \downarrow}{C \downarrow \downarrow} = V \uparrow$	着眼于降低成本

三、VE的概念

定义：以功能分析为手段，以提高产品的价值为目的，实现用最的产品总成本，满足用户所需必要功能，而进行的有组织的活动，就是价值工程（简称VE）。

VE特征：

1. VE的目标：用最低的总成本来实现产品或劳务的必要的功能。
由图知，产品总成本是指产品从开始设计到使用报废整个寿命周期中诸费用之和，它有个最低值C_m，VE的目标就是使总成本从目前的C_i降到C_m，而产品的功能从F_i提高到F_m。
2. VE的核心：功能分析。

VE活动打破了传统的站在生产者立场上的结构分析法，而实行

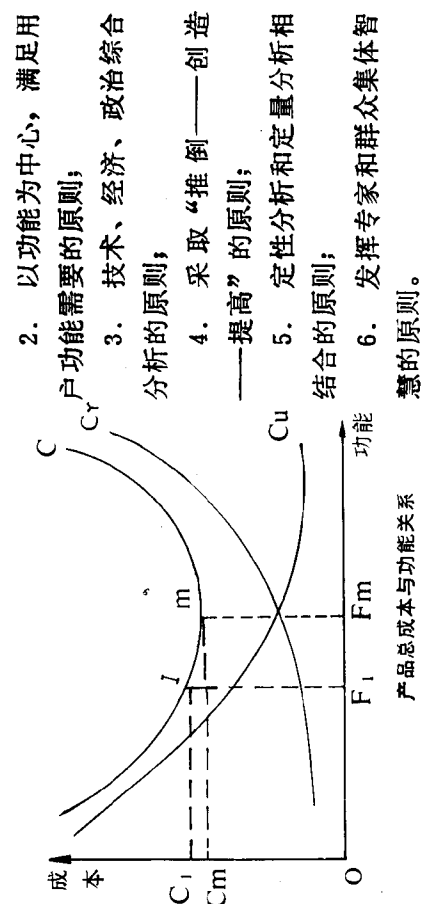
了新颖的站在消费者立场上的功能分析法。

3. VE是一种有组织、有计划、有步骤进行的活动。而发挥与产品有关的各方面专家和群众的集体智慧，是VE活动的基础。

四、VE的工作原则

VE广泛地涉及技术、经济、生产、经营等企业内部诸因素；同时涉及资源、消费、市场、社会环境等企业外部的诸因素。这就确定了它的工作原则：

1. “从总体最优出发，来全面地考虑问题”的系统原则；



产品总成本与功能关系

五、VE 的工作程序

价值工程工作程序示意简图

决策活动程序		价值工程活动程序		回答问题	基本要求	
基本步骤	基本步骤	基本步骤	详细步骤			
基本过程	1. 提出问题	(一) 分析问题	1. 发现问题	1. 这是什么?	从需要出发, 积极寻求。	
	2. 确定目标		2. 选择对象		有可能实现, 在效益落脚。	
	3. 收集资料		3. 搜集情报		知己知彼知环境, 准确、及时、充分。	
	4. 分析整理资料		4. 功能定义		反复推敲、简洁明确。	
(二) 方案综合	5. 拟定方案	2. 功能评价	5. 功能整理	2. 这是干什么用的?	主辅层次分明, 形成系统。	
			6. 功能成本分析		3. 它的成本是多少?	实现功能最低费用。
			7. 功能评价		4. 它的价值是多少?	计算各功能价值。
			8. 确定改革对象		5. 谁是VE的工作对象?	功能价值低的做为VE对象。
(三) 方案评价	9. 创造方案	3. 确定方案	6. 有无其他方案?	6. 有无其他方案?	解放思想、打破罗网、百计千方。	
	10. 方案评价		7. 方案成本、价值多少?		技术、经济、环境综合研究。	
	11. 方案提交		8. 新方案能满足功能要求吗?		价值提高、效果显著、形成文字。	
	12. 方案审定				微宏考核、决策执行、总结提高。	

II 选择VE对象

原则: 应选择价值低、效益潜力大、节约资源余地大的产品（或零、部件）和劳务为VE对象。

一、经验分析法

定义: 依据实践经验，来分析选择VE的对象，叫经验分析法。

优点: 简便易行，综合性较好。

缺点: 缺乏定量依据，受分析人员经验和态度影响较大。

适用: 单件小批产品及常见临时问题的定性选择。

例: 选产品对象是：

企业发展方向的，
主要支柱的，
竞争激烈的，
需要改善的。

选零件对象是：

主要产品，主要件，
结构复杂，工序长，
傻大黑粗，性能差，
工艺落后，废品多，
消耗大的，成本高。

二、费用比重分析法

定义: 依据对象所花费用占该种费用总额的比重大小，

来分析选择VE对象的方法，叫费用比重分析法。

适用: 管理费、能源费、工具费、材料费、运输费等方面涉及的对象。

例1 某企业能源消耗去向及比重情况如下表。

由于项目A与J消耗能源比重大，故选产品A与生活设施J作为VE对象。

项 目	产 品						管理设施				生 活 设 施				总 计
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	小计	J	K	L	小计	
	35	13	8	6	5	3	2	72	4	3	7	11	6	4	21
能源消耗 比重%															100

例2 某企业产品的产值比重及相应能耗比重如下表。我们选择能耗比重超过产值比重，且能耗比重重大的A、C两种产品作为VE的对象。

产 品 项 目	A	B	C	D	E	F	G	合 计
产 值 比 重 %	30	35	9	11	7	6	2	100
能 耗 比 重 %	34	25	19	12	5	3	2	100

三、ABC分析法（成本比重分析法）

定义：按产品零件所耗费用占产品总费用比重大小，把零件划分为A、B、C三类，从中分析选择VE对象的方法，叫ABC分析法。

特点：简单易懂、效果突出、适用面广。

步骤：1.按产品的零件或部件的合计成本大小(并计算其比重)，由上到下做费用累积分配表（见表）；

2.按表做直方图，过累计零件比重10%和25%左右，做平行于纵轴的直线，划为A B C三区；

3.A区即为VE对象，B区也是值得考虑的。

序 号	零件 名称	件 数	累 计		零 件 成 本	累 计		分 类
			件 数	%		金 额	%	
甲	乙	1	2	3.	4	5	6	7
1	A	1	1	2	54	54	27	A类
2	B	2	3	6	50	104	52	
3	C	2	5	10	20	124	62	
4	D	1	6	12	18	142	71	
5	E	3	9	18	14	156	78	B类
6	F	3	12	24	13	169	84.5	
7	G	2	14	28	9	178	89	
8	H	1	15	30	6	184	92	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	C类
15	X	1	49	98	0.3	199.9	99.95	
16	Z	1	50	100	0.1	200	100	
合计		50			200			

例：已知某产品零件构成及其成本费用情况，试用ABC分析法，选出VE对象。

作法：

1. 将16种零件的名称、件数、成本按成本多少由上而下顺序排列在表乙栏、1栏、4栏内；
2. 计算零件累计件数及其占总件数百分比，列在表2栏、3栏内；
3. 计算零件累计成本及其占总成本百分比，列在表5栏、6栏内；

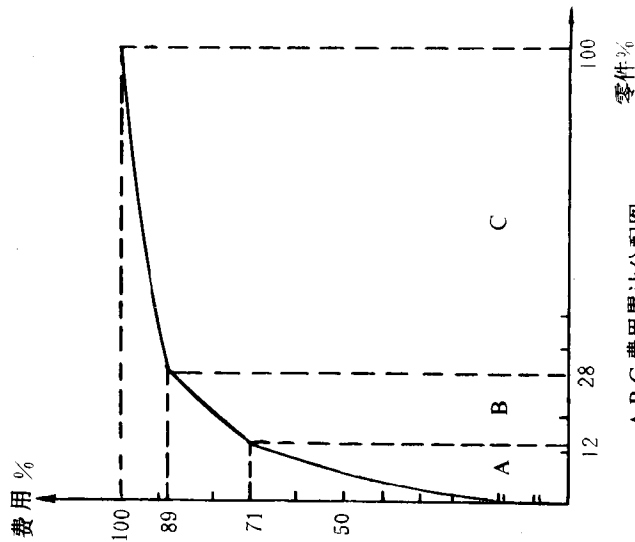
4. 划分ABC三类，使累计成本（142元）占总成本71%，累计零件数占总件数12%的四种6件零件列为A类；

使累计成本（36元）占总成本18%，累计件数占总件数16%的三种8件零件列为B类；

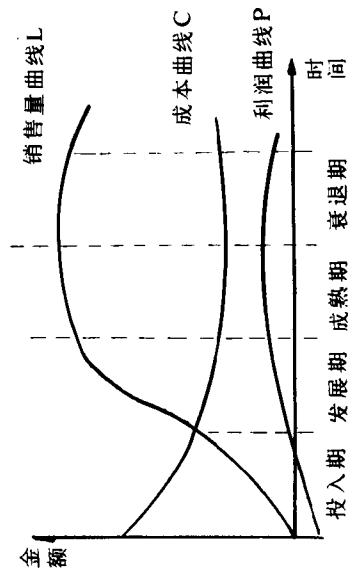
其余九种36件
占总件数72%，但
成本只有22元占总
成本11%的零件列
为C类；

5. 画 ABC
分类图；

6. 依据上
表，把A类及B类
一部分零件，即零
件A、B、C、D等列
为VE对象。



ABC费用累积分配图

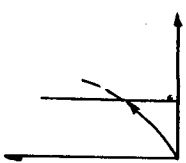


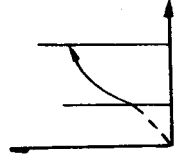
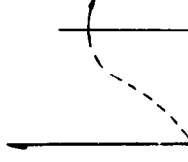
产品寿命周期PLC曲线

四、寿命周期分析法

产品寿命周期：产品从开始研制投放市场到退出市场被淘汰为止所经历的时间，叫产品寿命周期。产品寿命周期一般经过开发期、投入期、发展期、成熟期和衰退期五个阶段。应用产品寿命周期原理，进行VE活动的方法，叫寿命周期分析法。

产品寿命周期PLC(Product Life Cycle)和策略

阶段	一般措施	策略
(一) 投入时期	 特征：销售量缓慢增加 1. 加强市场调查； 2. 加强预测； 3. 看准了冒点风险也干。	VE的对象是： 1. 预计市场需要的产品； 2. 预计成功可能性大的产品； 3. 预计效益好的产品。 VE工作的重点放在： 1. “人无我有”； 2. 新产品比原产品优秀。

阶段	一般措施	策略
(二) 发展时期	 特征：市场满意销售量迅速增长 1. 进一步投入资源； 2. 夺取和保持市场占有率； 3. 加强宣传，保持老用户，夺取新用户； 4. 提高产品功能，降低成本。	VE的对象是： 1. 可获利大的产品； 2. 可提高质量的产品。 VE工作的重点是： 1. “人有我精”； 2. 尽力满足用户所需功能，争取用户； 3. 抓好产品质量的提高。
(三) 成熟时期 (缓慢发展和稳定时期)	 增长率：每年在0.1%—10% 特征：销售量逐渐减少 1. 继续加强广告宣传； 2. 做好售后服务工作； 3. 逐步减少投资； 4. 注意市场新动向。	VE对象是： 1. 市场占有率较大，且较稳定的产品； 2. 竞争激烈，效益较高的产品。 VE工作重点放在： 1. “人精我廉”； 2. 寻找代用材料，适当向其他企业分配资源和能力，增加品种花色，降低成本，提高价值。
(四) 衰退时期	 特征：销售量锐跌（缓跌、速跌、跌至某种程度而延续几年） 1. 加强调查预测工作； 2. 缩减产品产量； 3. 停产。	1. 占有率低的、利润率低的产品坚决淘汰； 2. 开展新产品研究。 VE工作重点放在： 1. “人廉我转”； 2. 调查、开发新产品。

五、功能重要性分析法

定义：依据零件功能重要程度进行强制打分，计算功能重要性系数，来分析选择VE对象的方法，叫功能重要性分析法。

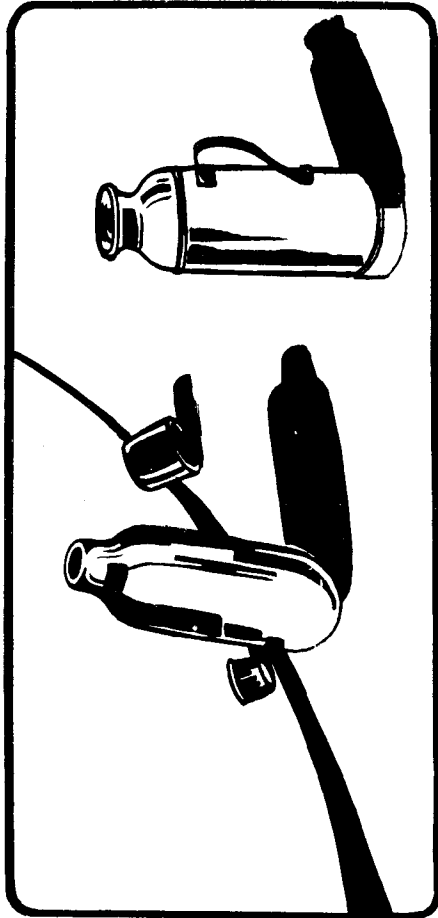
公式：

$$\text{零件功能重要性系数} = \frac{\text{该零件的功能分数值}}{\text{全部零件的功能总分数值}}$$

步骤：

1. 把零件按任意顺序，从左至右在第一行中排列，按同样顺序从上至下在第二列中排列；
2. 用每个零件功能与其它零件的功能进行两两对比，功能重要的记1分，次要的记0分；
3. 用零件的功能得分数值除以全部零件的功能总分数值，得出每个零件的功能重要性系数(Fc)；
4. 分析选择Fc大的零件作为VE对象。

例：已知某产品八个零件的功能，试用功能重要性分析法选择



序号	零件名称	A	B	C	D	E	F	G	H	得分合计	功能重要性系数
1	A	×	1	1	0	1	1	1	1	6	0.214△
2	B	0	×	1	0	1	1	1	1	5	0.179
3	C	0	0	×	0	1	1	1	0	3	0.107
4	D	1	1	1	×	1	1	1	1	7	0.250△
5	E	0	0	0	0	×	0	1	0	1	0.036
6	F	0	0	0	0	1	×	1	0	2	0.071
7	G	0	0	0	0	0	0	×	0	0	0
8	H	0	0	1	0	1	1	1	×	4	0.143
合 计		1	2	4	0	6	5	7	3	28	1.000

VE对象。

作法：

1. 把八个零件在零件功能重要性系数表中第一行，第二列中按同样顺序排好；
2. 用每个零件与其它零件进行两两对比，功能重要的记1分，功能次要的记0分；自己不与自己对比；
3. 累计每个零件得分数值，并与全部零件得分总数值相比，得出功能重要性系数；
4. 因零件D和A的功能重要性系数0.25和0.214是最大的两个，故选零件D和A为VE对象。

制确定法选择VE对象。

步骤同前，零件功能重要性系数表（见方法五），因零件B、E和G的Vc最小，故选零件B、E和G为VE对象。

六、强制确定分析法

定义：依据零件功能重要程度进行强制打分确定功能重要性系数以及依据零件成本资料确定成本系数，来确定价值系数，从而分析选择VE对象的方法，叫强制确定分析法(FD法)。

具体步骤：

1. 用强制打分法确定零件功能重要性系数Fc：

$$Fc = \frac{\text{该零件功能得分数值}}{\text{全部零件功能总分数值}}$$

2. 依据现实成本资料，确定成本系数Cc：

$$Cc = \frac{\text{该零件成本}}{\text{全部零件成本之和}}$$

3. 计算零件的价值系数Vc：

$$Vc = \frac{Fc}{Cc}$$

Vc = 1：成本比重合理；

Vc < 1：为VE对象，小的越甚越是重点对象；

Vc > 1：成本比重偏低或有过剩功能。

例：某产品八个零件现实成本及其功能重要性系数已知，请用强

零件价值系数表

序 号	零 件 名 称	得 分 合 计	功 能 重 要 性 系 数 Fc	现 实 成 本 (元)	成 本 系 数 Cc	价 值 系 数 Vc	VE 对 象
1	A	6	0.214	18.18	0.253	0.84	
2	B	5	0.179	30.00	0.416	0.43	Δ
3	C	3	0.107	2.85	0.040	2.68	
4	D	7	0.250	2.84	0.039	6.41	
5	E	1	0.036	6.12	0.085	0.42	Δ
6	F	2	0.071	4.07	0.056	1.30	
7	G	0	0	0.82	0.011	0	Δ
8	H	4	0.143	7.20	0.100	1.40	
合 计		28	1.000	72.08	1.000	—	

七、最合适区域法（“田中法”）

定义：在功能重要性系数(F_c)为纵轴和成本系数(C_c)为横轴组成的价值系数(V_c)座标系中，依据零件价值系数大小情况，划定一个最合适区域，来分析选择VE对象的方法，叫最合适区域法。也称“田中法”。

最合适区域：价值系数座标系中，由 $F_{c1}=0$ ； $C_c=0$ ； $F_{c2}=\sqrt{C_c^2+2S}$ ； $F_{c3}=\sqrt{C_c^2-2S}$ 四条线围成的区域，当给定的常数 $S = \frac{|C_c^2 - F_c^2|}{2}$ 的值合适时，落入区域内的一切对象，均被认为价值系数对于1的偏离是合适的，而不被选为VE的对象；落在区域外的对象做为VE对象。因此，上述区域就叫最合适区域。

原理：价值系数相同的对象，例如

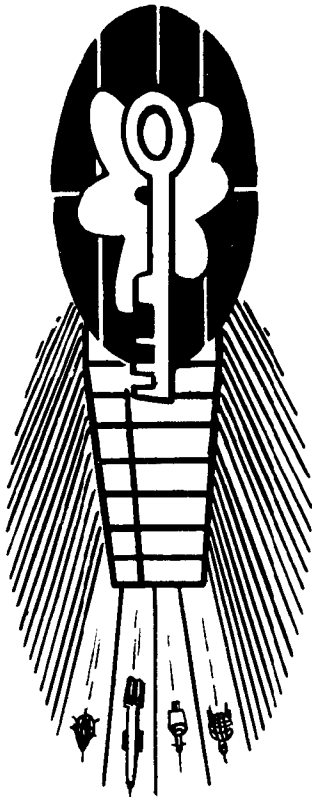
$$V_{c1} = \frac{F_{c1}}{C_{c1}} = \frac{0.09}{0.1} = 0.9$$

$$V_{c2} = \frac{F_{c2}}{C_{c2}} = \frac{0.009}{0.01} = 0.9$$

由于各自的 F_c 和 C_c 不同，对产品价值的影响差异很大，因此，选择VE对象时，不能只看 V_c ，还要看 F_c 和 C_c 的大小，选择那种对产品价值影响大的作为VE的对象。

工作步骤：

1. 计算产品零件的 F_c 和 C_c （见方法六）；



产 品 零 件 价 值 系 数 表

序 号	零 件 名 称	功能重要 性系数%	成本系数 %	价值系数	常数 $S = \frac{ C_c^2 - F_c^2 }{2}$	当 $S = 80$ 时VE对 象
1	A	18.2	28.2	0.65	232	△
2	B	10.9	20.2	0.54	144.6	△
3	C	16.4	10.4	1.58	80.4	
4	D	7.3	7.4	0.99	0.74	
5	E	12.7	6.3	2.02	60.8	
6	F	5.5	5.2	1.06	1.60	
7	G	0	3.5	0	6.1	
8	H	14.5	4.6	3.2	94.6	
9	I	1.8	2.8	0.65	2.30	
10	J	3.6	2.3	1.57	3.8	
11	K	9.1	9.1	1	0	
合 计		100	100	—	—	

2. 在价值系数座标图上做 $V_c = 1$ 的标准线, 并按每个零件的 F_c 和 C_c 描点;

3. 给定合适的常数 S , 确定最合适区域, 分析选择 VE 的对象。

例: 某产品11个零件功能及其现实成本为已知, 请用“最合适区域”分析法选择 VE 对象。

作法:

1. 计算各零件的 F_c 、 C_c 和 V_c (方法略), 填入“产品零件价值系数表”内;

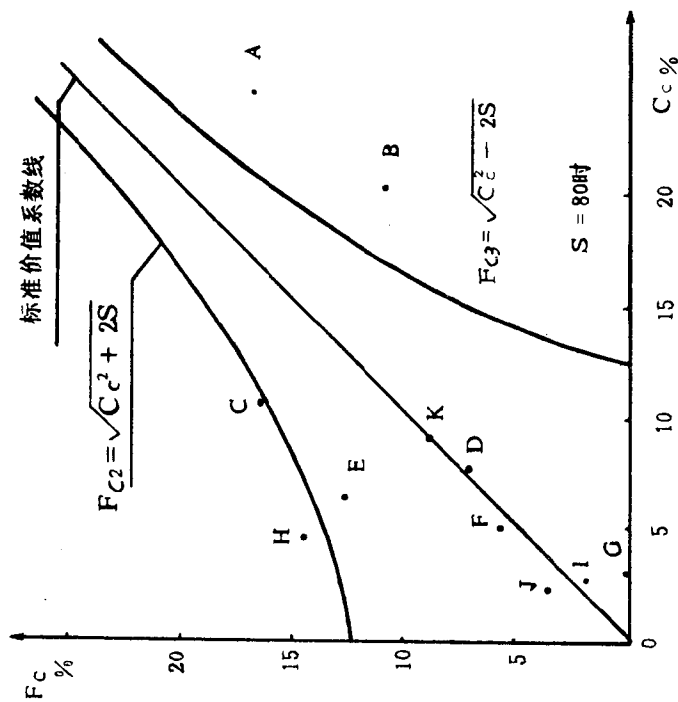
2. 按 $S = \frac{|C_c^2 - F_c^2|}{2}$ 公式计算, 并选择给出合适的 S 值;

3. 绘制座标图: 纵轴代表 F_c 、横轴代表 C_c , 做出 $V_c = 1$ 的标准线;

4. 按 $F_{c2} = \sqrt{C_c^2 + 2S}$ 和 $F_{c3} = \sqrt{C_c^2 - 2S}$ 方程式在 $S = 80$ 时, 绘制两条曲线。

绘制方法是: 先列表, 在确定 C_c 情况下, 计算有序数对, 再在图上找数对对应点, 并平滑连线;

C_c	0	5	10	15	20	25	30
$F_{c2} = \sqrt{C_c^2 + 2S}$	12.7	13.6	16.1	19.6	23.7	28	32.6
$F_{c3} = \sqrt{C_c^2 - 2S}$	—	—	—	8.1	15.5	21.6	27.2



最合适区域法座标图

5. 由图可见点 F 、 I 、 J 、 K 、 D 接近标准价值系数线, 点 G 在横轴上, 点 E 在区域之中, 点 C 、 H 虽在区域外, 但接近区域, 只有点 A 、 B 在 $V_c = 1$ 线下方 (即 V_A 、 V_B 皆小于 1), 又远离区域, 故选零件 A 、 B 为 VE 对象。

JIDIANFA

八、基点法

定义: 选择价值工程对象前后成本不(或较少)变化的产品零件为基准点, 来计算其他零件价值系数, 从中分析选择 VE 对象的方案, 叫基点法。

原理: 用强制法确定 V_c 时, C_c 是用现实成本计算的, 由于成本有偏差, 所以是不准确的。即使 V_c 等于 1, 并不能说明功能和成本相匹配。基点法正是为了弥补其不足, 而提出的一种修正办法。它首先找出 VE 活动前后成本变化最小的零件, 令其价值系数为 1, 即视为功能与成本完全或近似完全匹配。然后, 以此零件为基点, 求算其他零件的价值系数, 这就消除了成本偏差的影响, 能够较准确说明价值系数变化情况。再去分析选择 VE 对象, 就比较恰当了。

公式:

$$V_{ci}' = \frac{f_i}{C_i} \cdot \frac{C_o}{f_o}$$

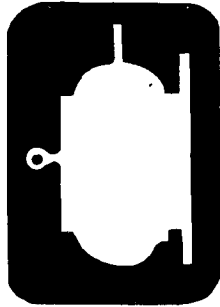
V_{ci}' : 消除成本偏差后, 零件 i 的价值系数;

f_i : 零件 i 的功能得分值;

C_i : 零件 i 的成本费用;

C_o : 基点零件成本费用值;

f_o : 基点零件功能得分值。



通过基点法求出 V_{ci}' 后, 可从中选择最低的 V_{ci}' 作为 VE 对象。

另外, 基点法还可用来求取目标成本。

公式:

$$C_i = f_i \cdot \frac{C_o}{f_o}$$

例 1: 某产品 5 个零件功能与 VE 前成本以及产品目标成本已知, 试用基点法分析选择 VE 对象。

作法:

1. 按 FD 法求取 5 个零件功能得分值 (略);
2. 按 FD 法计算各零件价值系数 V_{ci} (略);
3. 把零件功能得分值和 V_{ci} 及其 VE 前成本填入价值系数表中;

中;

4. 计算零件目标成本;

5. 选择零件 D 为基点, 用基点法计算价值系数:

$$V_{ci}' = \frac{f_i \cdot C_o}{C_i \cdot f_o} \text{ 或 } V_{ci}' = \frac{V_{ci}}{V_{co}}$$

6. 分析确定零件 B、A 作为 VE 对象。



价值系数表

零件	A	B	C	D	E	合计
功能得分	5	4	3	2	1	15
VE前成本(元)	20	25	7	4	4	60
FD法确定Vci	1	0.64	1.714	2	1	—
VE后成本(元)	10	8	6	4	2	30
基点法确定Vci'	0.5	0.32	0.857	1	0.5	—

例 2：某产品 8 个零件功能，现实成本及产品目标成本已知，用基点法选 VE 对象。

作法：

1. 用 FD 法求算零件功能得分，计算零件目标成本；
2. 把功能得分，目标成本及现实成本填入价值系数表中；
3. 选择零件 F 为基点，且令 $V_{CF}=1$ ，计算其他零件 V_{Ci}' ，填入价值系数表中，使：

$$V_{Ci}' = \frac{f_i}{f_C} \cdot \frac{C_F}{C_i}$$

4. 分析选择零件 G、B、E 作为 VE 对象。

价值系数表

零件名称	A	B	C	D	E	F	G	H	功能得分	现实成本	目标成本	基点法 Vci'	FD 法 Vci
A	—	1	1	0	1	1	1	1	6	18.18	8.68	0.67	0.84
B	0	—	1	0	1	1	1	1	5	30.00	7.23	0.34	0.43
C	0	0	—	0	1	1	1	0	3	2.85	4.34	2.14	2.68
D	1	1	1	—	1	1	1	1	7	2.84	10.12	5.02	6.41
E	0	0	0	0	—	0	1	0	1	6.12	1.45	0.33	0.42
F	0	0	0	0	1	—	1	0	2	4.07	2.90	1	1.30
G	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0.82	0	0	0
H	0	0	1	0	1	1	1	—	4	7.20	5.78	1.13	1.40
合计	1	2	4	0	6	5	7	3	28	72.08	40.50	—	—

III 功能分析

功能分析是价值工程的核心。功能分析就是科学地确定产品或零部件必要的功能,并结合功能的现实成本,来确定其价值的大小。

功能分析主要内容有:①功能定义;②功能分类;③功能整理;④功能评价。

一、功能分析的作用

1. 可以去掉一些不必要的零部件,进而改进原有设计,消除过剩或不必要功能;
2. 可以找到替代或更便宜的材料、外购件;
3. 可以改进原有工艺方法;
4. 可以使某些零件的制造精度更为经济、合理。

功能分析就是在了解并合理确定产品功能的基础上来提高产品价格,以满足用户的需要。

二、功能定义

将作为VE对象的产品或零部件应具备的各种功能,用简洁的语言描述出来,称为功能的定义。功能(主要指用户所需要的功能),即产品的使用价值,产品的用途,产品所起的作用和职能。

目的:是为了准确把握用户对产品及其结构要素所要求的功能。功能定义,一般由一个动词和一个名词组成。例:家用电冰箱的用途是“保存食物”。有时为了不混淆,动词可以加状语,名词可以加定语,如“较长期地保存新鲜的食物”

功能定义的要求

1. 为了改进和创新,定义要简洁、准确、明朗、精练;

2. 便于评价,要尽量使用可量化语言;
3. 便于开拓思路,要适当抽象些。

由于VE对象是由许多要素构成的系统整体,各要素都有自己的功能目的。为了加深对VE对象的理解,并找到实现功能最优的办法,不仅要“对系统整体”进行功能定义,也需要对各构成要素分别给以具体的功能定义。

三、功能分类

VE对象往往有多种功能,为了确定其性质和重要程度,需要对功能加以分类。

(一) 按重要程度分:

1. 基本功能——满足用户需求必不可少的功能;
2. 辅助功能——为了有效实现基本功能而附加的功能。

(二) 按功能性质分:

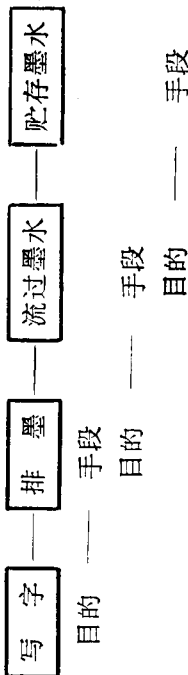
1. 使用功能——产品的实际用途、特定用途或使用价值;
2. 美学功能——产品的外观功能、艺术造型或其他美观需要。

(三) 按用户要求分:

1. 必要功能——用户所需的必不可少的功能;
2. 不必要功能——对满足用户需求没有意义的功能。

(四) 按在系统中的地位分:

1. 上位功能——起目的性作用的功能;
2. 下位功能——起手段性作用的功能,下位功能保证上位功能。



自来水笔上下位功能关系图

四、功能整理

定义：为了从功能系统角度去分析研究VE对象，在功能定义和功能分类基础上，明确功能之间的相互联系关系，画出树状功能图（或功能系统表），这个过程就是功能整理。

功能整理是一项复杂的工作，要求耐心细致。它主要应用系统的基本理论和功能分析的系统技术去解决。

（一）主要内容及步骤如下：

1. 编制功能卡片：

卡片只记载构成要素、功能成本等。

2. 确定基本功能和辅助功能：

基本功能是：

- ① 起主要作用的必不可少的；
 - ② 实现工作目的中担任主要任务的；
 - ③ 它消除了或作用改变了，则总体就将改变目标。
3. 逐级逐层次明确功能之间的关系，主要明确：

① 上位功能对下位功能的指导控制关系，即上位功能的目的性的特征；

② 下位功能对上位功能的服从依附关系，即下位功能的手段作用关系；

③ 功能之间的平等、平行、并列关系。并列功能形成的功能子系统，叫功能区。

4. 制作功能系统图：

用树枝图方式把功能之间三种关系联系起来，就制成了功能系统图。

例：功能系统示意图（右图）。

（二）功能整理作用：

1. 有利于从整体观点出发研究功能的联系和存在的必要；

2. 有利于发现和消除不必要功能，增加必要功能；

3. 明确改善功能的等级，以取得最大经济效益。

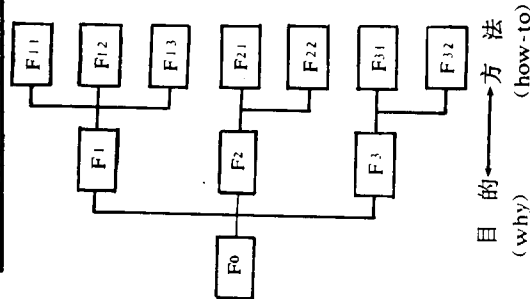
（三）功能整理办法：

例：对自来水笔所作的功能定义、分类整理表

产品	功能定义及分类	构成要素	要素功能及分类	构成要素	要素功能及分类
自来笔	书写文字（基）	笔尖部分	书写文字（基）	笔尖	书写文字（基）
	排墨（基）		排墨（基）	笔舌	排墨（基）
	握笔（辅）	内部结构	通过墨水（辅）	贮存墨水（辅）	固定笔尖（辅）
笔	握笔（辅）		贮存墨水（辅）	胶囊	贮存墨水（辅）
				压簧	传递压力（辅）
	挂身（辅）	笔杆部分	握笔（辅）	笔杆	握笔（辅）
			挂身（辅）	笔帽	保护笔尖（辅）
			美观（辅）	挂钩	挂身（辅）
				颜色	美观（辅）

注：

- （1）F0~F32均为作了定义的功能；
- （2）功能系统图表示该功能的目的的与方法之间的关系；
- （3）功能系统图表示为实现F0这一功能的目的而形成的设计思想；
- （4）功能系统图表示产品的功能组成情况；
- （5）F0~F32将分配到产品的各要素中去；
- （6）各个功能都有制约条件——“5WH”，但在功能系统图中有略；
- （7）F1、F2、F3这三个分枝叫做功能区。



五、功 能 评 价

定义：评估确定某功能价值高低就是功能评价。
目的：明确确定价值工程的对象、重点、目标或大致经济效益。

基本公式： $V = \frac{F}{C}$

- V：功能价值；
- F：功能评价价值，即完成功能的理想的最低费用；
- C：功能现实成本。

当 $V = 1$ 时，说明功能现实成本与功能理想成本相等；
 当 $V < 1$ 时，说明 $C > F$ ，应设法降低功能现实成本，提高产品功能价值；
 当 $V > 1$ 时，首先检查 F 是否定的得当？检查现实功能是否不足？找出原因，加以改进。

作用：

1. 选准 VE 对象。功能评价是对选择 VE 对象步骤的补充、改善、修正和进一步明确；
2. 进一步明确目标成本。原订目标成本往往粗糙，只是根据利润计划大致确定的成本指标，没有通过寻找功能最低费用来确定。

功能评价的一般步骤

1. 确定功能现实成本 (C)；
2. 采取办法使功能数量化，找出功能的最低费用，确定功能评价价值 (F)；

3. 计算功能价值 ($V = \frac{F}{C}$)；

4. 确定改善幅度 (C - F)；
5. 选择价值低，改善期望值大的功能作为 VE 的对象，改善的重点和目标。

确定功能现实成本 (C) 步骤

1. 将产品分成零件，并计算 (或收集) 零件成本；
2. 把零件成本按功能重要性程度分摊到每个功能或功能集合上；
3. 计算功能现实成本，使各功能成本之和等于各零件成本之和。且下位功能成本之和等于上位功能成本。

例：自来水笔功能现实成本计算表

零件 (部 件)			功能 (功能领域) 成本					
序号	零件名称	成本	贮墨水	写字	通过墨水	传递压力	固定笔尖	握笔 挂身
1	笔 尖	0.62		0.62				
2	笔 舌	0.11			0.06		0.05	
3	贮墨胶管	0.18	0.12		0.06			
4	压 簧	0.053				0.053		
5	笔 杆	0.297			0.012			0.285
6	挂 钩	0.00						0.04
7	笔 帽	0.08					0.06	0.02
合 计		1.38	0.12	0.62	0.132	0.053	0.11	0.285 0.06

确定功能评价价值 (F)，计算功能价值 (V) 的方法

(一) 理论价值标准法

定义：运用理论公式，计算功能最低费用，来评价功能价值的方法叫理论价值标准法。

优点：经理论计算可获得客观成本基准。

缺点：使用有局限性，只适用于成本可以进行理论计算的某些功能。

例：如使用实心棒料加工零件，计算“传递扭矩”功能的理论评价价值。

其扭矩计算公式为：

$$Mn = \frac{\pi}{16} \tau_b d^3$$

Mn：扭矩(kg-cm)

τ_b ：最大允许剪切应力(kg/cm²)

d：棒料直径(cm)

材料费用公式：

$$C = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot L \cdot \gamma p$$

C：材料费用(元)

d：棒料直径(cm)

L：棒料长度(cm)

γ ：材料比重(kg/cm³)

p：材料价格(元/kg)

上两式联立可得，单位长度材料成本：

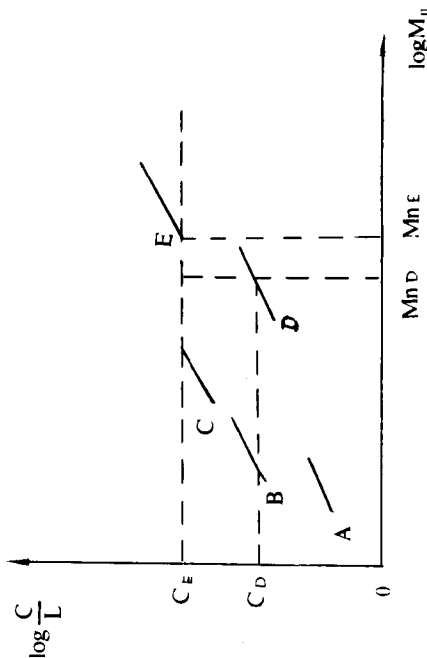
$$\frac{C}{L} = \frac{\pi}{4} \gamma p \left(\frac{16}{\pi \tau_b} \right)^{\frac{2}{3}} Mn^{\frac{2}{3}} = K Mn^{\frac{2}{3}}$$

K是只与材料有关的系数，这样只要知道“扭矩”大小及其使用的材料，就可以计算出单位长度材料费用。

依据不同材料的K值，画出表示扭矩和成本之间的关系的座标图。为作图方便，把上述非线性数学式，换算成对数关系式，即：

$$\log \frac{C}{L} = \frac{2}{3} \cdot K \cdot \log Mn$$

依上式作图如下



图中A、B、C、D、E五种材料随扭矩不同，其费用也不同。原设计使用E材料，传递扭矩大，但费用较高(C_E)。当要求传递扭矩为Mn₀时，显然D材料就满足了功能要求，且功能成本(C_D)又是最低的。故选D材料的成本 C_0 为功能评价价值。

若现实成本为 C_E 时，则成本改善期望值为($C_E - C_0$)。功能价值为 $\frac{C_D}{C_E}$ 。