

价值工程

吕顺祥 盛德林 李庆宇 编译

JIAZHI
GONGCHENG

国经济出版社

价 值 工 程

吕顺祥 盛德林 李庆宇 编译

中 国 经 济 出 版 社

责任编辑：黄允成

封面设计：王乃晋

价 值 工 程

吕顺祥 盛德林 李庆宇 编译

•

中国经济出版社出版发行

(北京市百万庄北街3号)

各地新华书店经销

朝阳展望印刷厂印刷

•

787×1092毫米 1/16 21印张 插页：2 499千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数：1—1 500

ISBN 7-5017-0512-7/F·363

定价：8.60元

前 言

价值工程，是第二次世界大战后工业管理领域中出现的六种新技术之一，它为推动世界经济的发展作出了贡献。研究、普及、推广价值工程必将对我国四化建设事业大有裨益。

本书对价值工程的发展历史、工作内容、技术——管理方法作了介绍，并翻译了美国国防部，军兵种和大企业推行价值工程的文件、方法、条例等供经济领导部门、研究单位、事企业管理、设计、生产、质检、财务人员参考和学习。本书可作为高等工科院校和经济、管理院校教师和研究生的参考材料。

由于水平限制，书内难免有不妥之处，欢迎批评指正。

编译者

目 录

前 言	
绪 论	(1)
一、价值工程发展的历史背景.....	(1)
二、系统效能与最优系统.....	(6)
三、价值工程管理职能框图.....	(8)
第一章 价值工程发展的历史和经验	(12)
一、价值分析到价值工程阶段.....	(12)
二、降低生产成本和使用维修成本阶段.....	(13)
三、应用系统方法,全面发展LCC 设计方法阶段.....	(16)
第二章 价值工程技术方法	(17)
一、价值与质量成本.....	(17)
二、价值工程的指导原则.....	(21)
三、功能分析.....	(22)
四、价值工程研究重点的确定.....	(28)
五、市场(需求)预测.....	(33)
六、技术预测方法.....	(41)
第三章 美国价值工程文件、论文精选	(70)
一、设计成本(DTC)联合指导—用寿命期成本作为设计参数.....	(70)
二、美陆军器材司令部有关“设计单位生产成本”(DTUPC)的 指导	(92)
三、设计成本(DTC): 概念及其应用.....	(123)
四、美国导弹的成本估算方法.....	(166)
五、战术导弹制导和控制分系统兵站大检修成本预测.....	(182)
六、军用计算机寿命期成本模型.....	(210)
七、MX的寿命期成本和设计成本工作.....	(275)
八、比较择优研究战斧导弹的基本设计成本过程.....	(281)
九、巡航导弹计划的设计成本监视系统.....	(296)
十、寿命期成本—设计成本的新尺度.....	(303)
十一、综合小组是推行设计成本的关键.....	(315)

绪 论

“物美价廉”是消费者(使用方)对产品的主要要求,也是企业目标方针的基本内容。“物美”指产品性能、质量好,可靠性高;“价廉”指生产—使用成本低、销售—维修价格低。“物美价廉”的产品社会效益好、市场竞争能力强。物美价廉的产品只有经过周密、科学的论证,高水平的设计(包括性能设计、可靠性设计、维修性设计、成本设计……),良好的生产管理(包括质量和成本管理)和完善的销售对策和售后服务才能实现,它是管理工程的目标。

产品名目繁多,其指标也各不相同。综合之,主要有:性能、可靠性、维修性、成本、使用寿命、研制(生产)周期、重量、能源消耗、体积……。不同产品在不同时期对各种指标的要求是不同的。例如,卫星等政治影响大的尖端产品强调可靠性;武器系统在50~60年代强调性能先进性,60~70年代强调可靠性,70年代以后强调成本;民用设备在重视性能前提下强调成本和可靠性;家用电器等日用消费品,在市场供应紧张时重视性能和可靠性,在供销平衡或供过于求时,强调成本。而且这些指标之间相互矛盾:提高产品质量会使生产成本增加;产品性能的提高往往会使产品可靠性下降,成本增加;维修性的提高,往往增大产品体积,重量,成本增加……。按企业实际情况和上级或市场要求,综合平衡产品的各项指标,是一个复杂的系统工程问题。

系统工程的两个重要分支:质量和可靠性工程,价值工程就是解决上述问题的两门工程性学科。

质量和可靠性工程就是在产品研究、论证、设计、生产、质量管理、试验评定、售后服务和企业质量方面,应用系统工程方法,提高企业素质和产品质量的一门科学。由美国人泰勒开创的质量管理科学,经过半个多世纪的实践和发展,已成为一门十分成熟的管理—工程学科,对推进现代科技和工业的发展作出了重大贡献。

由美国通用电气公司(GE)工程师迈尔斯创造的价值工程是应用系统工程综合平衡方法满足产品(系统)上述指标要求的一门科学。

初期,价值工程(V·E)主要是一种降低产品成本的管理技术。当时价值工程研究的主要内容是:

设计新产品或采购原材料时,在不降低产品质量前提下,竭力寻求最简单的生产方法和各种廉价的原材料,以达到降低产品成本的目的。

当时价值工程(V·E)的基本应用范围有:

1. 计划方面。设计、采购和制造部门在新产品的计划阶段,互相磋商,力图在设计之前就考虑到把成本降到最低点。

2. 设计方面。找出产品中由于多余的设计而造成的浪费。例如,某些零件的使用寿命高于全体,某些非必需部件采用昂贵的材料或零部件,由于管理、设计人员盲目追求先进性,提高了设计生产成本……。

3. 制造方面。发现和采用新的、成本低的原材料,元、零、部、组件,研究和采用新的,费用低的工艺和工序。

4. 采购方面。注意是否有更经济的代用品和更可靠的供应来源,以降低原材料和零件成本。

其它如会计、行政管理、资料处理方面,都可以用价值工程方法对业务进行检验,减少不必要的程序、手续和浪费,以达到降低成本、提高效率的目的。

现代的价值工程已发展到如下方面:

1. 用系统工程综合平衡方法,确定产品(系统)的性能、可靠性、成本、周期……指标,论证并确保产品效益与有效性。

2. 在设计中进行以成本为参数的DTC设计(Design-To-cost),把成本设计从生产成本发展到寿命期成本(L.C.C)。

3. 在制造过程中,进行成本管理,成本指标分解,成本跟踪,确保能有效地控制制造过程的成本。

4. 在销售对策中,有效地降低销售费用。

5. 进行企业工作全过程的成本管理。

价值工程对促进世界经济发展起到巨大的推动作用。正如1979年美国总统卡特在给美国价值工程师协会(SAVE)年会的贺信中说的:价值工程在降低成本、节约能源、改进服务以及提高工业和政府劳动生产率方面已成为一种行之有效的分析方法。……当此与通货膨胀作斗争和寻找改善政府工作效率之际,价值工程无疑是受到欢迎的”。

一、价值工程发展的历史背景

第二次世界大战以后,随着喷气技术、微电子技术、计算机技术、航天技术和核技术的飞速发展和在国民经济各部门中的扩散,新技术,新产品不断涌现。在市场经济规律作用下,突出产品性能以占领市场的趋势日益发展,使用方对产品质量和可靠性的要求日益提高。产品性能、可靠性的提高,导致生产成本剧增。成本已成为产品设计,生产中的主要矛盾。降低成本可以提高产品竞争能力,提高生产方效益,尤其在武器系统的研制中,成本过高的矛盾已到了不可调和的地步。

随着新技术、新工艺、新材料的不断涌现,军方对新研制武器系统的性能指标要求越来越高。武器研制生产单位(承包商),以先进的战术技术指标作为获标的主要手段,致使武器系统成本越来越高。

例如:

1. 反坦克炮弹每发几十美元至几百美元。而精度高、杀伤威力大的反坦克导弹出售价格高得多:

“龙”式反坦克导弹每枚:0.27万美元;

“陶”式反坦克导弹每枚:0.45万美元(在研制阶段,每枚1万美元);

“狱火”式导弹每枚:1.2万美元。

2. 50年代,美国空军F-86喷气战斗机每架30~40万美元。而70年代,美国空军F-16战斗机每架1800万美元;美国海军舰载F-14“雄猫”战斗机每架4900万美元;美国空军战略、超音速“B-1”轰炸机,每架售价达6亿美元。

1976年,美国波音公司Boilean发表了“纯金飞机”的文章,文中按照当时飞机成本增长的趋势预测:到20世纪末,美国空军的军费仅够购买一架飞机,即所谓“黄金飞机”,由飞行员轮流驾驶训练与值勤。

3. 美国60年代研制的空一地反雷达导弹“百舌鸟”,每枚1.6万美元;而80年代研制的“高速反雷达导弹”(HARM)每枚超过15万美元。

4. “矛-2”导弹每枚5.5万美元,70年代先进的“爱国者”(Patriot)地-空导弹每枚达30多万美元。

美国“宙斯盾”舰队地面防空系统的研制费高达4.5亿美元,而核动力航空母舰每艘达35亿美元……

不仅美国,其它国家武器系统也有类似情况。

例如:

50年代,苏联MNT-15喷气战斗机每架20~30万美元,而1977年,MNT-23MC喷气战斗机(出口)每架达1321万美元。

法国的“幻影-2000”喷气战斗机,设计阶段每架1720万美元,1982年研制成功时售价达2000~2500万美元。

联邦德国的“鸬鹚”空-舰导弹,1974年每枚价格123万4千马克;每架载机的装备费用达660万马克。

英国的“海狼”反掠水导弹和低空飞机用的全天候导弹,长2.0米,直径0.19米,重仅85公斤,售价达3.5万英镑。

日本研制的小型反舰导弹ASM-1(速度: $M=1$, 重量500公斤,70年代开始研制),总研制费用达3200万美元。

从上可见,现代武器系统的采购成本(或生产成本)增长速度很快,开支庞大。而现代武器系统的使用-维修费用更是十分惊人。美军的统计结果:

电子设备的维修费用是采购费用的60~500%;

美军一般武器装备的使用-维修费用是采购费用的3~20倍(可靠性、使用性、维修性是主要因素);

1959年,美国国防武器开支的 $\frac{1}{4}$ 用于维修性支出。

怎样降低武器系统的生产成本、使用-维修成本,并在设计阶段就能控制生产、使用-维修成本是一个现实而又重要的课题。

由于“麦克拉马拉主义”的作用(它片面强调武器系统的先进性,倚仗美国的经济实力和高比例国防预算,忽视成本),使价值工程,尤其是“DTC”设计方法和“L.C.C”设计方法的推行受到阻力。而民用工业品和消费性产品,由于通货膨胀和国际市场竞争的日益激化,价值工程得到广泛应用和迅速发展,邮政、公路、建筑、公用事业、卫生部门推行价值工程也取得明显效益。

60年代中后期,美国通货膨胀加剧,国防费用占国家预算的比例逐年下低。例如:

国防费用占国家预算的比例:

50年代末:

>50%

1962年:	45%
1980年:	25%

国防经费下降,但人员费用支出(工资,福利……),行政性开支逐年增加。武器系统由于性能要求不断提高,新技术、新工艺、新材料的大量应用,使武器系统和技术装备的采购,使用-维修费用激增,经费矛盾日益激化。

在美国,国防预算和重要军事项目的立题研制必须国会通过,国会对武器系统研制和使用-维修费用的激增反应强烈,使很多武器系统的研制和采购方案受到责难,甚至拒绝。例如:耗资数百亿美元的超音速战略轰炸机“B-1”的研制与采购;“三叉戟”战略核导弹武器系统的生产与部署;“M-X”战略核洲际机动化导弹的研制与部署提案……。

国防安全需要和财政能力,武器系统的先进性、高可靠性、成本(质的提高要求)与军事部署需要(即武器量的要求)构成了不可协调的矛盾。即在国防开支预算,武器订货预算一定的前提之下,若要求武器系统性能非常先进,则会使研制费用和销售价格过高,军方所能采购的数量减少而不能满足战略、战术要求,在这种情况下,国防部不得不考虑用系统工程方法解决数量、质量和成本的矛盾。例如:

美国1972年服役的海军舰载“空中优势”F-14“雄猫”战斗机和F-15海军型战斗机,战术技术性能是非常先进的,但采购和使用-维修成本过高。由于经济危机和军事装备费用紧缩,F-14飞机的允许购买数量减少,不能满足海军的作战要求。于是,美国海军开始考虑研制一种低成本的战斗机作为F-14的补充型,以在限定经费范围内,配置足够数量能完成作战任务要求的飞机,即“VFAX”研制计划。

“VFAX”计划的基本思想是采用F-14的简化型或成本低的,老式F-4“鬼怪”式飞机的改进型。1974年底,在国会敦促下,国防部长施莱辛格决定,在“YF-16”和“YF-17”作战试验飞机的基础上,研制一种低成本的舰载空战战斗机,并改称“NACF”计划。

NACF计划投标的YF-16与YF-17两个方案,经过半年的论证、竞争,1975年5月选中对研制海军舰载战斗机有丰富经验的麦克唐纳·道格拉斯公司投标的,装有两台F404涡扇喷气发动机的YF-17型的改进方案。该方案经美国总会计局审定,于1976年1月,作出研制的决定,并命名为“F-18”。

美国海军的装备计划是:F-14战斗机为舰队提供远程防空,F-18飞机保护航空母舰,并作为攻击机和侦察机用。它更宜于海军陆战队使用。用F-18替换原订由F-14替换的旧式战斗机。生产计划:

预计生产800架F-18战斗机,按1975年度美元计算,F-18战斗机的经济指标和使用性相对经济指标如下:

总研制费用:	14.38亿美元;
生产型总采购费用:	65.55亿美元;
飞机飞出成本(*):	580万美元;

(计入研制费用时的飞出成本:790万美元)

购买800架F-18战斗机的总费用(包括使用-维修费用)比购买同样数量的F-14战斗

(*) 飞出成本即飞机,导弹从总装厂出售时的价格,即出厂成本。军舰的出厂成本叫做开走成本,而坦克,装甲车,汽车等车辆的出厂成本叫做驾走成本。这是美国国防工业和军方用的成本专门术语。

机节约40亿美元(以飞机服役寿命均为15年计算)。

经过服役实践证明,“F-14”战斗机飞行性能先进,飞出成本、使用-维修成本高,但使用性能并不理想。1974~1975年,“F-14”战斗机在舰上值勤的战备完好率仅达26—37%,到1976年就发生了14次坠机事件,其中摔机9架次,损失总值1.6亿美元。其中6起坠机事件是由“TF-30”喷气发动机引起的。

“TF-30”喷气发动机是1959年研制成功的,只经少数修改就应用于“F-14”战斗机。美国海军投资17亿美元,用“F401”加力式涡扇喷气发动机替换下“TF-30”喷气发动机,显著改善了“F-14”飞机的使用性能,提高了可靠性。

片面追求高性能指标,不计成本的设计和思想在实践中已越来越行不通了。在有限资源和财力条件下,完成性能、可靠性、成本和周期指标的综合平衡设计方法(价值工程方法)才是符合要求的,即所谓“以成本为参数的设计方法—DTC”方法。

以成本为参数的设计方法是市场竞争法则的必然产物。“DTC”方法在国外民用工业、建筑业……中已多年应用,发展了多种设计计算和管理方法。优质、廉价的产品受人们欢迎、畅销,经济效益好;而劣质、昂贵的产品滞销是十分自然的事情。

我国过去那种不问市场需要、工厂包产,不管产品质量,国家包销的企事业单位,领导不关心费用、成本,技术人员不懂成本设计,在设计中很少考虑成本,成本设计方法很难推行。市场经济调节作用和经济包干制,推动了价值工程的发展。

武器工业在大国占有重要位置,特殊的地位、特殊的军事需要、充足的研制-生产费用、优越的材料和元器部组件供应渠道……,限制了价值工程的应用和发展。军方武器装备采购费用的紧缩和限制,是推动在武器工业中应用和发展“DTC”方法的动力。

以上述的“YF-17”飞机发动机方案选择中采用价值工程方法为例,看运用以成本为参数设计方法的意义。

发动机选型有二个竞选方案:

涡喷发动机与涡扇发动机?单发与双发?

1. 发动机选型:

涡扇发动机结构复杂,发动机本身成本高。但飞机装涡扇发动机,机体结构重量轻7%,飞机机体成本下降5%,飞机总重量约减轻10%。若采用同样推力的涡扇发动机,发动机成本提高20%,而飞机飞出成本基本不变。

涡喷发动机本身结构比较简单,成本比较低,但综合飞机飞出成本与装涡扇发动机基本一样。

从使用-维修费用和后勤支援费用方面,涡喷发动机费用低,寿命期成本低,故选用涡喷发动机。

2. 单发-双发方案:

装单台发动机的飞机,在采用相同的发动机推重比时,由于保持发动机推重比对发动机成本的影响,单发飞机的出厂成本稍高,而安全性较双发飞机差,在飞机使用寿命期内的寿命期成本高。

装双台发动机的飞机,损耗较低,安全性较好,在使用期内寿命期成本较低,故优先选用双发方案。

发动机方案确定后,进一步选用了对既定飞机性能,能使飞机飞出成本较低的发动机材料和工艺方法。经过计算证明,若允许发动机重量增加5%,则发动机成本下降25%,飞机飞出成本下降约5%。

无论在武器工业,还是在民用工业中,应用、推广、发展价值工程(V·E)已是势在必行。

二、系统效能与最优系统

系统思想和系统方法是分析,研究复杂系统的有效方法。奥地利生物学家L·V·贝塔朗菲创导了普通系统论,人们的高度评价是:“十九世纪给我们提供了非亚里士多德逻辑学和非欧几里得几何学。二十世纪上半叶提供了量子力学和相对论。二十世纪下半叶则提供了普通系统论和理论控制论,它们都彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。”普通系统论,系统方法和系统分析,构成一门特殊的新兴学科—系统科学,这是20世纪科学发展史上的伟大创举,它对现代科学和社会的发展正在产生深刻的影响。

(一)系统和系统工程

1. 系统定义

系统—由工作设备、辅助设备、人员、工具器材和软件构成的,作为整体使用的,能够完成作战任务和支援任务的,具有任何一级复杂程度的综合体。

系统包括下述部份:

完成主要任务的设备;

操纵和维修设备;

人员的挑选和训练;

操作和维修程序,起动和验收程序,供应程序;

试验鉴定设备和数据处理。

从一个小的晶体管,微电子组件,到一台机床,直至一个复杂,庞大的宇航系统都可以作为系统处理。

2. 系统工程

“系统工程”一词出自美国贝尔电话实验室,系统工程的形成过程是一种发展,而不是一种发明。

工程—把服务于特定目的的各项工作的总体称为工程。如果这个特定目的是系统的组织建立或者是系统的经营管理,此工程即系统工程。

严格地讲,系统工程是应用科学和工程知识,解决人-机系统和系统各组织部份的计划、设计、评定及建造工作的工程学科。

L·V·贝塔朗菲的基本观点归纳为四点:

(1)整体观点;(2)科学知识的整体化;(3)自然界的统一性;(4)重视人的因素。它形成一门交叉科学。

系统工程是两种文化之间的桥梁,它沟通了自然科学与社会科学,技术科学和人文科学之间的关系,促进了现代科学知识的整体化趋势。

(二)系统效能

每个产品，每个具体系统都有自己的(战术)技术指标，从系统工程角度怎样来确定系统指标呢？

根据系统方法的4条基本原则：整体性原则，相关性原则，有序性原则，动态原则，系统工程给出了描述复杂系统的指标，即系统效能函数，简称系统效能。系统效能定义：

预期产品能满足一组特定任务要求程度的量度，而这个量度能够表示为有效性，可信性和性能的函数。

美国军用标准“MIL-STD-721”对三个概念定义为：

1. 有效性

有效性是一个产品不论在何时要它完成任务，在开始工作时，它总是处于可以工作并能完成任务的状态中的程度量度，记为 $A(t)$ 。

$$A(t) = A_0 + \frac{\lambda}{\lambda + h} e^{-(\lambda + h)t} \quad (1)$$

式中：
$$A_0 = \frac{h}{\lambda + h} \quad (2)$$

A_0 —固有有效性，或称服役系数

λ —产品瞬间失效率，简称失效率，(1/小时)

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (3)$$

MTBF—产品的平均无故障时间，(小时)

h —产品修复率(1/小时)；

$$h = \frac{1}{MTTR} \quad (4)$$

MTTR—产品平均维修时间，(小时)

有效性是系统第一指标，它要求系统随时处于可工作状态，否则，要系统工作时，它发生故障不能工作，该系统的作用就成了问题。若是武器系统，打仗时不能用，不仅不能消灭敌人，反会被敌人消灭。

从(1)—(4)可以看出，有效性是产品可靠性与维修性的综合指标，产品可靠性高，发生故障的间隔时间长，而且该产品维修性好，一旦发生故障，很短时间即可以修好，(MTBF大，MTTR小)，则该产品有效性高。

对于可靠性，维修性好的系统，(1)可近似为：

$$\begin{aligned} A(t) &\approx A_0 = \frac{h}{\lambda + h} \\ &= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \end{aligned} \quad (5)$$

2. 可信性

已知一个产品开始工作状态的状态，可信性是它在工作过程的一点或数点上的工作状态的

量度。

可信性包括可靠性、维修性和生存能力的影响。可信性是一个比可靠性更一般性，更全面的概念。

它有两个意义：

(1) 一个产品在特定工作中按照要求的任何一种工作方式开始工作或者继续工作的概率。

(2) 一个产品以要求的各种工作方式完成规定任务的概率。

而可靠性的定义：

产品可靠性是产品在规定时期、规定时间内、规定条件下，完成规定性能的概率，又称为可靠度。

定性地讲，可靠性是产品(系统)的一种能力；定量地讲，可靠性是概率。它指系统正常工作的概率。

维修性的定义：

产品维修性是产品保持其规定状态的概率，或者在按照规定的程序和方法进行维修时，在既定时间内恢复到规定状态的概率。

3. 性能

产品性能是在已知条件下，一个产品达到任务目标能力的量度。它是传统设计方法的主要依据。

现代设计方法的依据是：有效性、可靠性和性能指标。而在系统研制中，还有两个很重要，很实际的限制条件：费用(资金)与研制周期(时间)要求。

(三)最优系统

系统研制是个多参数综合工程过程，最基本的参数是：有效性、可靠性、性能、费用和研制周期，还有其它一些参数要求，如体积、重量、能源消耗量……。怎样实现系统研制的最优化呢？即系统工程优化。

所谓系统最优化，就是在可供使用的资源(资金、人力、时间等)与系统效能之间进行综合平衡，直到以规定的资源取得系统最大效能为止。这样，从系统工程角度来看，工程研制最优系统为以下两种情况：

1. 以最少的费用达到或超过规定的效能指标；
2. 以既定的总费用，得到系统的最大效能。

三、价值工程管理职能框图

系统工程在系统研制中，价值工程与可靠性工程方法同时应用，即系统价值-可靠性工程，其管理职能框图见图1-1。工作程序与主要内容如下：

(一)制定价值-可靠性工程计划

根据上级或市场要求确定的系统基本要求(包括战术技术指标和环境要求)和预先研究成果制定价值-可靠性工程计划。

(二)对性能、可靠性、费用(成本)、周期等主要指标应用系统工程综合平衡方法，计算

并确定系统的性能、可靠性、成本指标和研制进度要求。首先应建立模型，应用系统反馈特性与优化方法分析计算。

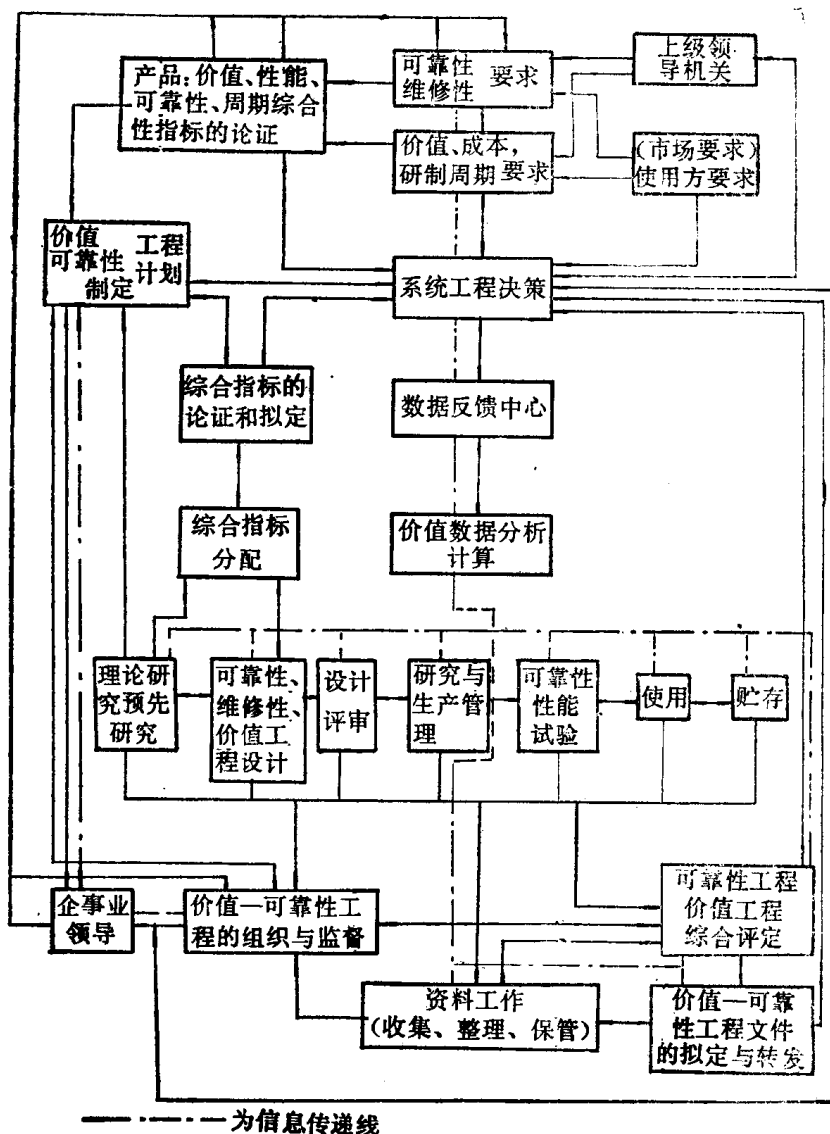


图1-1 系统价值可靠性工程管理职能框图

综合平衡系统诸指标的步骤:

综合平衡过程包括由系统指标的最初概念开始，一直继续到随着指标要求变化而更新或更改设计为止的全过程。它是一个闭环迭代过程，平衡所得的解应再送回到系统中去，检验是否满足系统要求？

1. 对系统研制目标的概念分析。必须完全确定系统要达到的目标和认识现实条件的种种限制。

这个阶段可以进行模拟和可行性研究。

2. 进行任务和分析

在设备(系统)要求的工作环境下，考虑上述指标因素，对任务进行模拟，以提出系统的任务和要求。

3. 进行系统功能分析

根据任务要求和限制条件,对系统和分系统进行功能分析。系统和分系统的每一个功能都要对应于工作在具体环境中的运用模型来描述。为了分别功能和分功能,要上到下的划分并认定系统功能。分系统功能是在确定性能要求,进行有效性模拟和对分系统,逐步综合过程中形成的。

4. 对系统要求进行分配

要上到下的为每一项功能和分功能分配一组要求,它们代表为实现该项功能所必需的一组最低可接受的性能水平。所有要求都要有严格的定义,以作为设计、生产、运转、软件、人员技能和后勤保障等项工作的准则,及人员技能职责和要求。

5. 选择系统设计方案

对投标的多个方案应用综合平衡和比较的方法选择系统设计方案或需要充实的待选方案。

6. 效用分析模拟

确定系统模型,应用模拟(包括数字模拟)确定各因素对系统效用的影响以及各因素间相互影响。

7. 选择系统最优指标组合

(三)对系统性能、可靠性、成本……指标分配下去

性能、可靠性、成本……等单项指标的分配与各指标分配的综合平衡,是一个反馈式的多次工程过程,不能期望一次成功。指标分配理论方法往往不易成功,必须请有经验的系统和专业工程师合作。

(四)系统设计

除传统的性能设计外,还应同时进行可靠性设计和成本设计,进行性能、可靠性、成本设计的综合平衡,以寻求最优化系统设计。在系统论证完善基础上,优化的系统设计是关键,没有优化设计,要获得高性能,高效益,高可靠性的产品是不可能的。

(五)设计评审和研究与生产管理

系统设计的成果是:技术报告、设计报告、计算报告、图纸、工艺文件、技术标准、生产要求……。它们必须经过设计评审才能实施生产。所谓设计评审,是请有关专家、领导参加,按照国家设计评审要求,对设计报告、文件、图纸进行认真地审查,看设计是否符合国家标准和设计要求,设计的可生产性和经济性,生产检验手段的完善性……。

在制造过程中,除正常的生产管理外,还要进行生产过程稳定性控制,产品质量检验和成本控制,确保产品符合系统优化设计确定的要求。

(六)系统试验

性能试验尽量与可靠性试验统一安排进行,试验信息要及时收集,处理,试验环境条件记录清楚。

(七)综合评定

性能,可靠性试验结果,生产成本信息对照设计要求,用标准的评定方法进行性能,成本,可靠性综合评定。若符合设计要求,经上级批准转入定型生产;若不符合设计要求,则查寻原因,采取补救措施。

(八)使用

产品出售并被用户使用后,应进行良好的售后服务。统计售后质量信息和使用-维修成本信息反馈回信息中心和有关单位,用以改进设计、生产、销售的薄弱环节,为提高质量、降低成本工作服务。

(九)数据反馈中心(即信息中心)

信息中心是系统研制闭环反馈网络的联系渠道,它收集,处理各种信息,以用于系统工程决策。

信息中心对提高质量,降低成本起了巨大作用。如美国有可靠性信息中心即“政府和工业界资料交换中心”(GIDEP)向参加该中心的单位无偿提供从元器件部件到系统的质量信息。本部设在瑞典的“国际可靠性资料交换中心”(EXACT),交换参加国的可靠性信息。

美国成本信息交流组织和政府出版了“成本手册”,作为使用方订货和生产方生产,投标的依据。

(十)管理

管理是一门复杂的科学。在价值-可靠性工程中,管理工作的内容包括:价值工程指标(性能、可靠性、经济性、周期)的拟定、平衡和分配;信息(包括失效信息和成本信息)反馈网的建立与管理;计划(研制进度)的拟定;工程的组织、实施与监督;试验方法的确定、试验的管理;文件的拟定和资料的管理;各方关系和工作的协调;使用方(市场)情况的调查分析……。

价值工程的研究应用是较复杂的,但价值工程的推广,必将产生有益的经济效果。据国外统计结果,推广价值工程一般可降低成本30%左右,而一般合理化建议运动的成效是:可降低成本5%左右。

第一章 价值工程发展的历史和经验

降低生产成本,提高企业生产效益和产品使用效益,一直是人们探讨和关心的问题。这方面的方法和经验虽然不少,但一直是零散的,没有从管理科学上总结、发展、提高。技术的发展,进步和突破大大提高了经济的效益。

例如蒸汽机,火车,轮船的出现大大提高了运输业的效率,使运输所占用的人力、成本、时间大大减少;

发电机、电动机、电力工业的发展,大大提高了工业部门的效率和效益,甚至改变了人的生活方式。

降低成本、提高效益仍是现代企业的严重课题和迫切要求,价值工程就是顺乎这个潮流产生和发展的。价值工程是门较新的学科,从产生至今尚不足半个世纪,它的发展过程可以分为三个阶段。

一、价值分析到价值工程阶段(本世纪40~50年代)

与质量-可靠性工程一样,价值工程起源美国。

美国国防部规定武器采购价格为:生产成本(考虑分摊研制费用)加上国防部给定的利润。对武器系统研制战术技术和经济性指标的排列顺序是:性能-周期-成本。在系统设计中,性能是主要参数。

第二次世界大战,使美国成为美军和同盟国的武器主要供应基地。美国每年向美军和盟军提供几万架各型飞机、几万辆坦克、上千艘舰艇……,还要研制大量新式武器、雷达、通讯设备、运输车辆……。这势必造成原材料、元器部组件供应十分紧张、外协工作十分困难。大量短缺、短线物资,给军工、军需生产造成严重困难。

作为承担重要军工任务的美国通用电气公司的采购部门负责人,工程师L·D·Miles,他不象其它采购人员那样为采购短缺物资而四处奔波,而是坐下来认真地对短线物资进行技术和功能分析。研究短线物资能否用具有相同或相近功能的材料作“代用品”。甚至进一步研究能否在保障产品功能和质量前提下,采用成本更低,货源更充足的“代用品”取代短线物资,以满足军工生产的急需。这样,在保障质量前提下,产量上去并满足了战争要求,成本却下来了,使企业获得巨大利润。迈尔斯的方法获得了极大的成功,“代用品”方法很快推广起来。

1947年,美国通用电气公司(GE)负责采购的副经理哈里·厄耳切尔根据公司的经验,认为用最少的资源消耗而又能生产出合格产品的方法—廉价制造优质产品的方法是可行的。他充分肯定了迈尔斯的工作,并委托迈尔斯专门负责组织研究这项工作。GE公司投资80万美元,组织一些工程师参加。

迈尔斯在GE公司广泛推行其方法,并取得很好效益。例如,他对GE公司的电冰箱和烤箱进行设计审查,从产品功能上进行了详细的分析研究,提出确保功能前提下的改进方案,大幅度降低了成本。