



航天工艺中的价值工程应用研究

王广耀 彭思平

(上海无线电设备研究所, 上海 200090)



摘要: 从航天产品工艺对生产成本的影响出发, 研究了价值工程理论在工艺性审查、工艺规程编制、工艺创新方面的应用, 提出了价值工程理论在航天工艺应用中需注意的问题, 最后指出了价值工程理论在航天工艺中应用的意义及必要性。

关键词: 航天工艺; 价值工程; 工艺性审查; 工艺规程设计; 工艺创新

Application Study of Value Engineering (VE) on Space Technics

Wang Guangyao Peng Siping

(The Shanghai Institute of Radio Equipment, Shanghai 200090)

Abstract: In this paper, proceed from the influence that space technics act on production cost, the application of VE to processing reviewing, process planning and process innovation were studied. Several points that should be attached importance were suggested. At last, significance and necessity of application of VE to space technics were proposed.

Key words: space technics; value engineering; process reviewing; process planning; process innovation

1 引言

工艺作为产品研制过程中的关键环节, 是维系产品设计和制造过程的纽带。航天产品由于在可靠性等方面的特殊性, 其质量是第一位的。因此, 航天产品从设计开始, 直到作为功能部件, 全生命周期中, 功能和可靠性都有冗余, 无形中增加了产品的成本。但从价值工程角度来看, 航天产品应和其它产品一样, 都应以最小能耗提供最有效功能。本文以航天工艺为切入点, 研究价值工程在航天产品中的应用。

能的一项有组织的创造性活动。它是一门技术和经济相结合的应用科学, 是提高经济效益行之有效的管理技术。

价值工程的基本原理是从客观上切实地揭示与反映出价值工程活动中最普遍、最基本的规律性内容, 系统思考是它的基本方法, 创新是它的灵魂。在价值工程中, “价值”可以理解为评价某一事物(产品、工程、工艺、服务)功能与实现它的耗费相比合理程度的尺度, 用下面公式表示:

$$V=F/C \quad (1)$$

式中: V ——价值; F ——功能; C ——成本。

从式(1)可以看出, 价值工程用技术经济研究方法, 研究产品的功能与费用的关系, 力求通过方案创新和优选, 达到以最小成本取得必要的功能成果。也就是通过降低最低消耗(C)、增加收获(F)、杜绝无效劳动、规范增值作业, 实现价值增加和取得竞争优势。

2 价值工程原理

2.1 价值工程的定义与基本原理

价值工程(Value Engineering, VE), 也称价值分析(Value Analysis, VA), 是以产品或作业的功能分析为核心, 以提高产品或作业的价值为目的, 力求以最低寿命周期成本实现产品或作业使用所需必要功

2.2 价值工程的特点与中心内容

作者简介: 王广耀(1959-), 经济师, 经济管理专业; 研究方向: 工艺和生产管理。

收稿日期: 2010-08-11

价值工程的主要特点是：从使用者的需求出发，对研究对象进行功能分析，可靠地实现必要功能，着眼于寿命周期费用，致力于研究对象的价值创新，有领导、有组织地进行一系列活动。这一特点突出体现了用户第一、质量第一和技术与经济相结合的思想。

价值工程的中心内容可用六个字概括，即：“功能、创造、信息”。功能分析是价值工程特殊的思考和处理问题的方法，用户购买任何产品或要求提供服务，实质是购买功能。因此，价值工程要求以最合理的手段寻求最佳经济效益，而手段是创造出来的，这就决定了价值工程的全过程是创造的全过程。此外，价值工程是技术、经济和经营管理的紧密结合，而这一切正是建立在信息基础之上的。总之，价值工程以用户为基点，以功能创新为核心，以经济效益为目标，以市场和社会为检验价值的标准，实现最佳的经济效益。

3 价值工程应用于航天工艺的可行性

价值工程应用于航天工艺之所以可行，首先取决于航天工艺对价值工程的需求，航天工艺技术是实现和优化设计的基础条件，是实现航天产品研制和生产经营的基础，伴随着航天产品研制的整个流程，在研制各阶段应用价值工程，能使航天工艺在保证产品性能和质量、降低制造成本、缩短研制周期、提高市场竞争力和经济效益等方面达到和谐统一。

其次，价值工程适用于一切既有目标，又要耗费资源的事物，其理论、特点、方法都适用于航天工艺。

4 价值工程在航天工艺中的应用

在航天领域，价值工程应用在理论研究上还不够深入，在实践应用上也不够广泛，但从工艺参与产品研制的流程上看，工艺性审查、工艺规程编制及工艺创新都可作为价值工程的选择对象。

4.1 价值工程在航天产品工艺性审查阶段中的应用

在全寿命周期中，设计对产品的性能、质量和成本控制起着关键作用。一般情况下，设计费用占产品总成本的5%，但却决定了产品总成本的70%左右，而约80%的设计差错要到零件制造、使用中才能发现。对航天产品进行工艺性审查就是在满足产品性能的前提下，根据各阶段的特点和生产批量，对产品的设计工艺性进行分析和审查，将合理的工艺建议纳入设计文件中，以求尽可能降低成本，缩短制造周期，优化劳动条件。

航天产品工艺性审查阶段是工艺加入设计的关键环节，这一环节是工艺影响成本因素的开始，也是工艺影响生产成本的重点和关键。因为产品的工艺性直接决定了原材料的选用、加工方法、加工设备、工装、刀量具。工艺性审查阶段如提出将产品的结构、容差、公差等技术要求等做细微调整，就能降低产品的生产成本。

4.2 价值工程在航天工艺规程编制过程中的应用

航天产品系统性和先进性的特点决定了航天工艺的多样性、创新性和高可靠性。这就要求在工艺规程编制过程中了解生产现状，在工艺方法和装备上进行优化，按照最小材料消耗、最佳毛坯、最少工序、最小能源消耗、合理的工艺装备、应用新技术和新工艺、低技能要求、良好的操作条件等原则，选择最优工艺路线，编制最合理的工艺文件，获得最佳的工艺效能，力求以最小的成本实现最大的功能价值。

如某零件由于生产数量变化，工艺方法需在铣加工方案与铸造方案之间进行选择，生产成本关系图如图1所示，铣加工成本3361元/件，铸造成本1339元/件，模具费9200元。

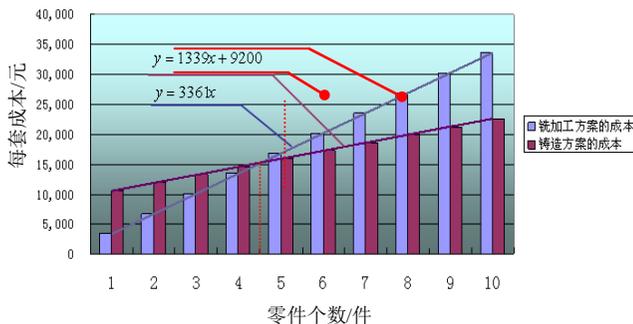


图1 铣加工方案和铸造方案成本比较图

由图1可以看出，当数量超过5件时，铸造成本小于铣加工成本，如按100套当量计算，则采用铸造方案可节省费用20余万元。结合其余因素，用加权打分的方法对两种加工方案进行评价，见表1。

表1 两种加工方法的加权打分评价

评价因素	权重 ω	铣加工方案		铸造方案	
		S_i	$\omega_i S_i$	S_j	$\omega_j S_j$
可靠性	0.5	90	45	90	45
成本	0.3	50	15	90	27
外观	0.1	80	8	75	7.5
周期	0.1	60	6	90	9
总计	1	280	74	345	88.5

从表1可以看出，制造时选用铸件方案更为合理。

4.3 价值工程在工艺技术创新上的应用

工艺技术创新是生产技术活动中工艺过程、工艺方法和工艺流程的创新,与价值工程同属技术经济学的一部分。

将价值工程应用于工艺技术创新,首先要从价值工程在企业技术创新中应用的特点入手,了解价值工程的思想与方法,明确工艺创新是一项活动与过程,而不仅仅是创新出来的产品与工艺,技术创新中运用价值工程的目的是去提高创新的产品与工艺的功费比,提高其价值,而是要以最小的开发成本来最大限度地获得技术创新给企业带来的各方面的优势与利益,如竞争优势、技术优势、持续创新能力等,即要提高技术创新的综合价值;其次要对工艺技术的创新功能进行定位,如是否以满足市场需求、降低生产与管理成本、提高经济效益、保持技术领先优势或为企业提供持续创新的能力为导向;再次要进行功能分析,工艺技术创新功能对于同一企业来说,地位并不一定是同等重要的,这需要运用价值工程的思想与方法作进一步的功能分析,理清基本功能与辅助功能、必要功能与不必要功能、不足功能与过剩功能等。只有将功能分析清楚,价值工程应用才能落到实处。

以某连接零件为例,该零件的主要功能是连接与之相邻的两部件,零件原采用低膨胀合金钢经 16 道工序加工而成。技术创新后,采用碳纤维复合材料整体成型,新旧方案主要经济、技术指标对比见表 2。

表 2 连接件制造新旧方案技术、经济指标对比表

序号	技术和经济指标	原方案	新方案	增减
1	拉伸强度/MPa	490	456	-7%
2	材料成本/元	7800	3000	-61.5%
3	生产成本/元	6000	2000	-66.7%
4	生产周期/月	3	1	-66.7%
5	胶结性能/MPa	4	5.21	23.2%
6	重量/kg	9	1.87	-79.2%

从表 2 可以看出,新工艺方法在满足强度的同时,减轻了重量,降低了生产成本,缩短了生产周期,推动了技术发展,并为企业创造了效益。

5 价值工程在航天工艺应用中应注意的问题

以上探讨了价值工程在航天工艺中几个方面的应用,但根据事物的对立性原理,在应用时,需注意

以下方面:

a. 按照价值工程的理论,产品发生的成本贯穿产品的全生命周期,所以零部件满足功能的同时,如果可能给后续装配调试增加成本,则应进行权衡;

b. 航天产品由于在减重、可靠性等方面的特殊要求,有时为了满足某一功能而牺牲成本;

c. 理解并明确价值工程贯彻于航天工艺的各个阶段、各个方面。但不同的阶段、不同的单位开展价值工程的意义和效果是不一样的,要合理区分,正确运用;

d. 对重要零部件、事关整机性能的零部件应多从技术上采取措施,多方案比选,研究生产工艺性和节约成本的可能性,通过技术比较、经济分析和效果评价,正确处理技术先进和经济合理两者之间的对立统一关系;

e. 当使用新材料、新工艺、新设备时,结果须经鉴定。

6 结束语

航天产品高风险的特点决定了其高可靠性的要求,但高可靠性要求并不意味着无限度提高可靠系数,而应从价值工程理论出发,在各环节运用价值分析方法,在满足功能的情况下,认真发掘降低成本的途径和方法,提高产品的功能价值,达到重量/资源/风险与成本/资源/风险的平衡。鉴于价值工程在航天产品生产工艺中应用还不够广泛的现状,我们有必要加强价值工程的宣传、教育力度,使广大工程技术人员、管理人员,特别是一线工艺人员认识并掌握价值工程理论,使这一集技术、经济、管理于一身而不单纯是工程技术范畴的具体方法服务于航天产品的生产,发挥其在工艺管理、工艺路线、工艺方法和装备方面降低成本、提高功能价值的独特优势。

参考文献

- 1 吴添祖,冯勤,欧阳仲健. 技术经济学. 北京:清华大学出版社,2004
- 2 高育如. 航天工艺基础知识培训教程. 北京:中国宇航出版社,2005
- 3 胡东波. 价值工程在企业技术创新中的应用. 科技与管理,2000(4): 62~65
- 4 刘俊利,韩洪成,单联洁. 提高工艺水平控制生产成本增进企业效益. 航天制造技术,2005(4): 48~51