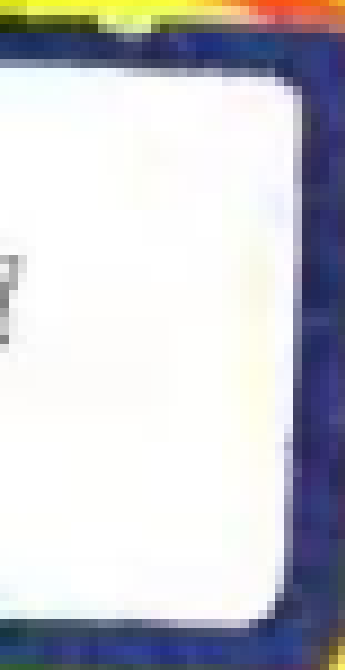
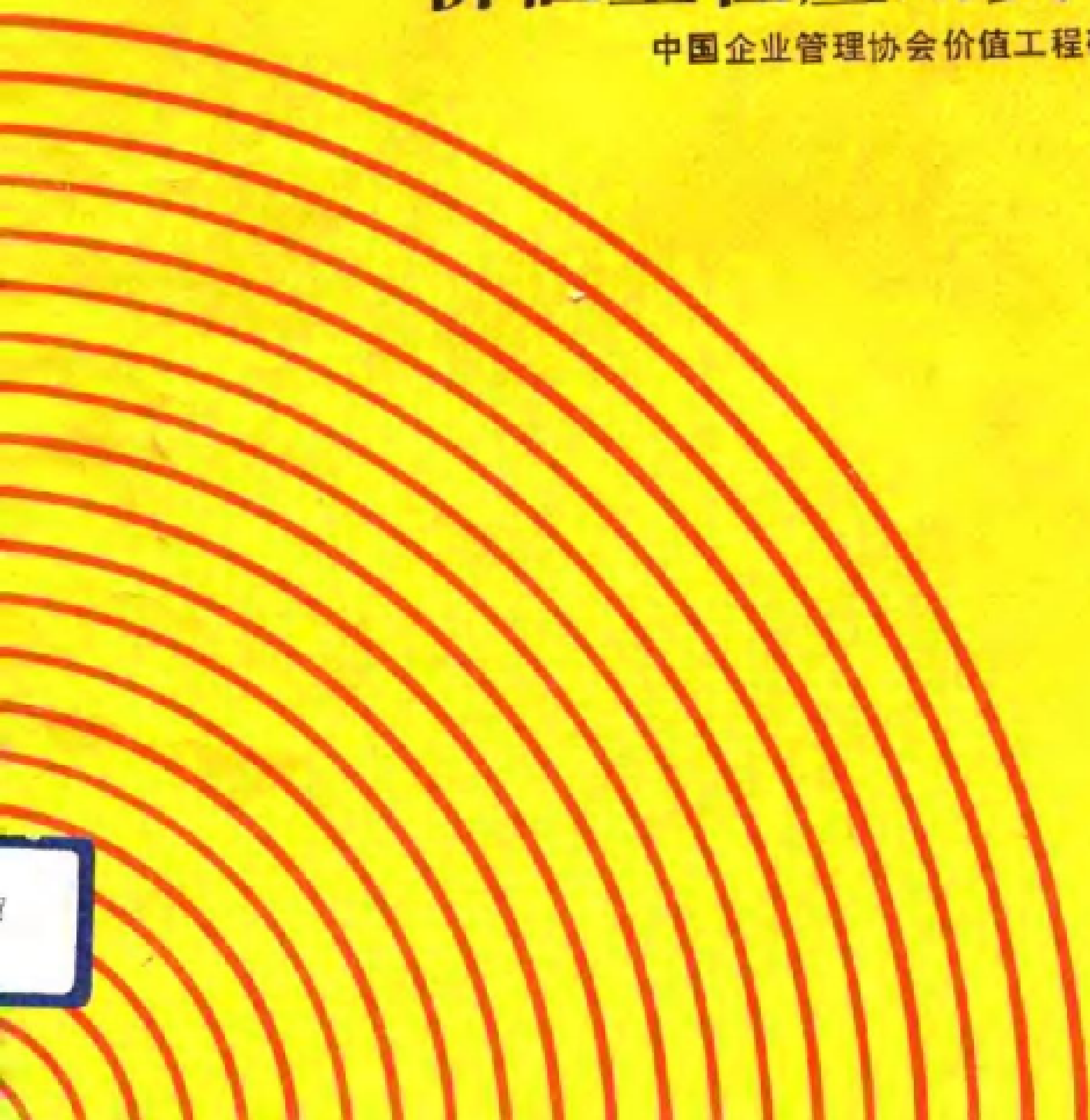


VETV

中国科学技术协会 · 中国企业管理协会 · 中央电视台
电视讲座辅助教材

价值工程应用实例选

中国企业管理协会价值工程研究会 编



主 编：刘建一 田 威
编辑成员：刘建一 田威 孙凤玲
主 审：汪 浩 张品乾
成 员：韩荣 沈明 赵中浚 李纯波
杨炳儒 贾焕文 刘宏泉 李兆熙

前 言

价值工程引入和介绍到我国已有10多年了，一些地区和企业应用了这一技术，在提高产品质量、改进产品结构和提高企业经济效益与社会效益方面取得了成果。由于对价值工程知识，尤其是对应用价值工程的成果宣传不够，所以使得这一现代管理技术在我国“四化”建设中未能充分发挥作用。现在，中国科学技术协会、中国企业管理协会与中央电视台联合举办全国性的价值工程电视讲座，就是为了使更多的企业和单位掌握和运用价值工程技术。为了配合这次电视讲座，让大家更多地、更深刻地认识和理解价值工程这一技术，及其实际作用与效果，我们从历年，特别是近几年来召开的全国性价值工程成果（经验）发布会、交流会，以及有关行业与地方性价值工程组织近年来组织的应用成果发布会、评奖会的资料中，选取了近60个实例编辑成册，作为这次电视讲座的一本参考书。

价值工程技术目前在国外还在不断发展与完善。价值工程技术被引入到我国之后，虽然已有10多年历史，一些地方和企业应用之后取得了相应的成效，但是，从整体上讲，我国应用价值工程还处于起步阶段。尤其是一些企业还只是运用了价值工程的基本思想与原理，针对企业生产经营活动中的薄弱环节，“捞了一些浮财”；对一些显而易见的，可以改进的产品问题、工艺问题，在运用价值工程的原理和某些方法之后，很快获得了成效。因此，我们认为，对于近些年来我国企业中应用价值工程所取得的这些实实在在的成果，一方面是不可否认的；另一方面应该看到，这些应用实例暂还未能应用价值工程的理论、程序、技法上做到比较完整和系统。基于上述客观情况，我们暂时无法将这些应用实例重新整理、编写成为一个个较系统的应用价值工程案例。所以，我们只能尽量选取一些具有一定代表性的应用实例介绍给读者，让大家较直观和客观地了解目前我国应用价值工程的实际情况，起到“抛砖引玉”的作用，而不是作为“榜样”或应用的“标准”让大家去“临摹”。这是特别要提请读者认识 and 注意的问题。

本书实例由刘建一、田威同志负责编辑，孙凤玲同志参加本书部分资料和实例的收集、整理工作。中国企业管理协会价值工程研究会会长张品乾同志，副会长韩荣、赵中浚同志对编辑本书给予了大力支持和热情指导。在本书的编辑与收集资料的过程中，还得到了许多单位（见本书附录）以及李彦昌、沈国璋、赵世荣、李俭、朱北仲、刘雅君、诸葛香、石冰、王顺兰等同志的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于本书篇幅的限制，我们暂且选编了这些实例，还有一些较好的实例准备以后陆续选编成册。在编辑实例时，我们根据需要对原文做了一些删略。即在不影响实例整体性的基础上，删略了一些复杂的计算过程及大型图表；对一些实例中的数据进行了验算、修正；对某些不太规范化的提法作了适当修改。需要指出的是，进行功能价值评价有多种方法，评分方法只是其中之一。选择评价方法应根据被评价对象自身的特点，逐步做到从功能系统分析入手，以实现功能的最低费用作为价值评价的基准。本书中的有些实例是运用了评分方法来进行功能价值评价的，请读者结合讲座教学用书中介绍的功能价值评价原理和方法来阅读这些实例。

本书在编写过程中，得到了机械电子工业部管理科学研究所的大力支持与协助。

由于时间仓促，编者水平有限，本书难免会出现编辑失当或错误之处。为此，敬请读者，特别是实例单位见谅，并欢迎批评指正。

编 者

目 录

第一部分 价值工程在新产品设计与老产品改进中的应用	(1)
一、价值工程在电站锅炉设计中的应用	(1)
二、运用价值工程改造20万千瓦汽轮机组	(5)
三、运用价值工程研制TJ-25A低银钎料	(8)
四、价值工程在A186D梳棉机改进过程中的应用	(13)
五、价值工程在东方红—150拖拉机设计及生产中的应用	(17)
六、价值工程在球磨机产品改进中的应用	(21)
七、价值工程在表面活性剂7501产品中的应用	(24)
八、价值分析在新材料研制中的应用	(27)
九、价值工程在产品更新设计中的应用	(33)
十、应用价值工程改进设计FJ4X457液压支架管路系统	(36)
十一、应用价值工程改进轧机热料运锭车的方案设计	(40)
十二、从改进罗拉设计和制造工艺看价值分析的作用	(46)
十三、应用价值工程改进产品结构，在市场竞争中赢得优势	(49)
十四、价值工程在钢丝网水泥船新品种设计上的应用	(52)
十五、价值工程在描花仿古家具上的应用	(55)
十六、价值工程在改进筛网产品上的应用	(58)
十七、“66号汽油调合”方案的创造和评价	(61)
十八、价值工程在190—12型柴油机结构改进上的应用	(65)
第二部分 价值工程在工艺和生产过程中的应用	(71)
一、价值工程在镀锌生产中的应用	(71)
二、价值工程在我厂机械加工工艺中的应用	(74)
三、价值工程在编制炼钢浇注工艺上的应用	(76)
四、价值工程在沸腾钢加锰工艺改革中的应用	(81)
五、对印染工艺进行价值分析	(84)
六、利用价值工程原理，改变包装工艺，提高经济效益	(88)
七、价值工程在铜冶炼生产过程中的应用	(92)
八、在钻石牌风扇生产实践中应用价值工程原理和方法	(95)
九、内销印花人棉产品工艺改革的价值分析	(98)
十、价值工程在削笔刀生产中的应用	(103)
十一、应用价值工程原理改进三十感仪表电缆涂色工艺，降低成本	(106)
十二、应用价值分析使冰染料工艺代替活性染料工艺	(109)
十三、在SQJ-88型气象警报接收机研制生产中应用价值工程	(111)
十四、运用价值工程原理挖掘前纺生产潜力增装细纱机台	(114)
十五、改进生产工艺“以水代醇”制作香水新成果	(118)

十六、应用价值工程技术,降低水泥生产成本.....	(122)
第三部分 价值工程在降低物耗、节能节材中的应用.....	(128)
一、运用价值工程降低物耗成本.....	(128)
二、价值工程在天鹅绒毯原料选择中的应用.....	(133)
三、应用价值工程改进模具材料.....	(136)
四、价值分析在包装箱更新中的应用.....	(138)
五、应用价值工程降低20*重染油成本.....	(142)
六、对纺纱用电的价值分析.....	(145)
七、运用价值工程降低白醇酸磁漆原料成本.....	(150)
八、应用价值工程优选浆液配方,降低用浆成本.....	(154)
九、价值工程在物资采购中的应用.....	(158)
十、价值工程在粘土红机砖生产中的应用.....	(161)
第四部分 价值工程在企业与工程项目上的综合应用.....	(165)
一、应用价值工程,提高企业的经营管理水平.....	(165)
二、应用价值工程提高换型转产的效率和效益.....	(170)
三、应用价值工程,提高经济效益.....	(171)
四、价值工程在我厂的推广和应用.....	(173)
五、价值工程在我厂的应用.....	(175)
六、价值工程在葛洲坝工程中的应用.....	(177)
七、运用价值工程增加经济效益.....	(179)
八、运用价值工程技术,提高企业管理水平.....	(180)
九、价值工程推进“双增双节”活动.....	(182)
十、价值工程在大型取水工程上的应用.....	(183)
十一、装配车间试车循环水节能工程价值分析.....	(187)
十二、开滦马家沟矿第二期瓦斯管路施工的价值分析.....	(190)
第五部分 价值工程活动的组织与管理.....	(193)
一、天津市推广应用价值工程工作条例(试行).....	(193)
二、北京市电机总厂价值工程管理制度.....	(198)
三、东方汽轮机厂推广应用价值工程条例.....	(201)
四、杭州机床厂价值工程管理条例(试行).....	(209)
附录 资料、实例来源和提供单位.....	(213)

第一部分 价值工程在新产品设计与老产品改进中的应用

一、价值工程在电站锅炉设计中的应用

哈尔滨锅炉厂

社会要求制造厂提供的电站锅炉必须安全、可靠、满发运行，保证产品所具有的功能。因此，在锅炉设计过程中应用价值工程，是保证产品质量、降低成本、提高经济效益的重要环节。我们在HG—670/140—HM12型锅炉的再热汽调温装置设计上应用价值工程原理与方法，每台锅炉节约生产成本863500元，锅炉运行时，每台锅炉一年节约运行费用121400元。我们深深体会到，搞产品设计，不能只从技术方面着想，而要把技术与经济结合起来，为企业与社会赢得更大的经济效益。

(一) 价值工程对象的选择

1. 确定思路

按照价值工程基本公式， $\text{价值}(V) = \frac{\text{功能}(F)}{\text{成本}(C)}$ 在提高价值的途径中，我们选择了这样一条途径，在较大幅度降低产品成本的同时，提高产品的功能，去除过剩功能。

2. 金属材料比重分析

老产品HG—670/140—6型锅炉的再热汽调温装置采取汽—汽换热器加微调喷水，共有7个部件，金属用量为406.4吨，其中汽—汽交换器为54.6吨，对流过热器为113.1吨，二者之和为167.7吨，占再热汽调温装置耗钢量的41.3%，这两个部件是属于金属用量高的A类部件。

3. 工时比重分析

老产品HG—670/140—6型锅炉厂内制造总工时为32.3万小时。汽—汽交换器的制造工时为1.9万小时，占总工时的5.9%；而整台锅炉共为50个部件，每个部件平均工时为0.65万小时，只占总工时的2%。因此，汽—汽交换器是属于手工劳动繁重，花费工时多的部件。

4. 进一步分析价值工程的重点对象

我厂已生产的近40余台670吨/时锅炉再热汽调温装置的基本型式是汽—汽换热器加微调喷水，因此，再热汽调温装置的类型少。汽—汽换热器外形尺寸庞大，长11米、宽3米、高2米，制造时，在专用设备上固定后，全部依靠人工安装焊接。它的具体结构为：筒身分上、中、下三段，材料分别为12CrMoV15MnV，直径分别为 $\phi 950 \times 25$ 毫米、 $\phi 836 \times 20$ 毫米、 $\phi 828 \times 14$ 毫米，筒身内装有86根材质为12CrMoV，直径为 $\phi 38 \times 4.5$ 毫米的一次汽蛇形管，筒身四周还有6个 $\phi 219 \times 5$ 毫米，材料为12CrMoV的小联箱要与一次汽蛇形管相连接。因此，汽—汽换热器制造工艺过程复杂，制造周期长。所用材料为优质合金钢，每吨价格为6000元，产品材料费达35万元之多。汽—汽交换器的制造，容易拖延整台锅炉的交货期，从各方面分析，汽—汽交换器确是再热汽调温装置中价值工程研究的重点对象。

（二）情报资料收集

1. 技术情报

对燃用不同燃料的锅炉再热汽调温装置的型式进行了分析。

褐煤锅炉再热汽调温装置，我厂的传统设计是汽—汽换热器加微调喷水。但是，我们认为，在制粉系统设有烟气再循环的机组上，可用喷水调温方式。这为我厂再热汽调温方式多样化作了一次尝试。而元宝山电厂进口30万千瓦机组再热汽调温装置，就利用了制粉系统的烟气再循环，再加以13.8吨/时喷水。

2. 技术特性分析

对我厂生产的各台670吨/时锅炉汽—汽交换器的技术特性进行分析得知，长山电厂670吨/时锅炉再热汽调温装置若采用带有汽—汽交换器的老产品方案，它的功能与其它锅炉机组相比是最差的。满负荷时，流量百分比为0.216，调温幅度为1℃，70%负荷流量百分比为0.26，调温幅度为20℃，没有充分发挥应有的调温功能。

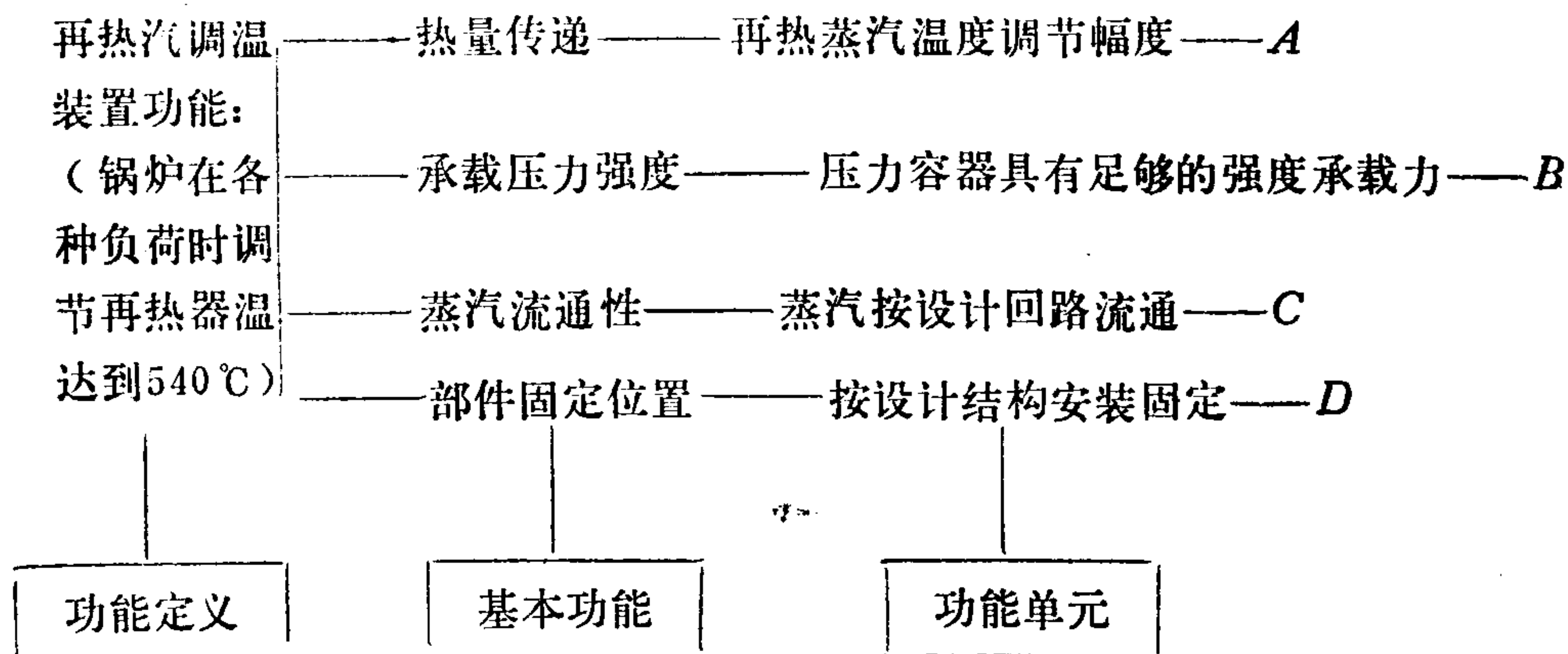
3. 市场情报

霍林河褐煤勘探蕴藏量为260亿吨，国家计划把内蒙古霍林河地区建设成大型煤炭与坑口电力基地。燃烧这种褐煤的锅炉，市场需求量很大，有发展前途。

（三）功能分析

价值工程的核心是功能分析。通过功能分析，明确分析对象的必要功能，去除过剩功能，设法用最低的总成本来实现这个功能。

1. 带有汽—汽交换器的再热汽调温装置功能逻辑整理



通过逻辑整理，我们知道再热蒸汽温度调节幅度——A；压力容器具有足够的强度承载力——B；蒸汽按设计回路流通——C；按设计结构安装固定——D，是带有汽—汽交换器再热汽调温装置的四个功能单元。

2. 功能评价

再热汽调温装置按功能逻辑整理可以分成四个功能块，每个功能块部件分配如下：

再热蒸汽温度调节幅度功能块：包括汽—汽换热器、对流过热器、喷水减温器三个部件。

压力容器具有足够的强度承载力功能块：包括过热器联箱、再热器联箱两个部件。

蒸汽按设计回路流通功能块：包括过热器连接管、再热器连接管两个部件。

按设计结构安装固定功能块：包括过热器固定装置。

对各功能进行评分，然后计算其价值系数（见表 1-1-1）。

表1-1-1 功能评价表

序号	部件名称	老产品成本(万元)	成本系数	功能评价系数	功能价值系数	价值分析后成本(万元)	成本降低幅度	功能配套先后次序
1	汽—汽交换器三通阀	46.05	0.230	0	0	0	46.05	1
2	对流过热器	56.43	0.283	0.143	0.505	35.58	20.85	2
3	喷水减温器	5.49	0.027	0.238	8.8	5.49	0	7
4	联箱	22.53	0.113	0.143	1.27	21.67	0.92	5
5	过热器连接管	26.02	0.130	0.095	0.73	16.01	10.01	3
6	再热器连接管	21.36	0.107	0.095	0.887	14.55	6.81	4
7	固定装置	21.67	0.110	0.283	2.6	20.04	1.63	6
	合计	199.61	1.000	1.000	/	113.34	86.27	/

带有汽—汽交换器的再热汽调温装置，用在长山热电厂的锅炉上，再热蒸汽调温幅度，在满负荷时为 1℃，在 70% 负荷时为 20℃，它的功能没有充分发挥，功能评价系数与功能价值系数均为零，说明在长山热电厂锅炉上再采用汽—汽交换器，所花费的成本过大，又不起调温作用。根据价值系数评定表，确定部件改善功能的先后次序。

（四）制定再热汽调温装置设计方案

1. 方案的创造

方案 I：充分利用烟气再循环量所提高的传热效果，适当减少过热器受热面，提高再热汽温，再热汽采用喷水调温方式，取消汽—汽交换器。

方案 II：从增加再热器受热面面积着手，使再热汽温保持 540℃，它的缺陷是再热汽喷水量过大，降低了机组效率。

2. 方案评价

新设计两个方案，老产品 HG—670/140—6 型锅炉采用汽—汽交换器加微调喷水，共有三个方案。首先，从技术而言，方案 I 能很好地满足再热汽吸热的要求。锅炉热力计算与制粉计算表明，再循环烟气量在满负荷时为 16%，70% 负荷时为 31%。根据抽取的烟气分析结果表明，烟气对抽烟前受热面有加强传热的功能。理论计算结果表明，在 70%~100% 负荷范围内，过热汽温与再热汽温都能达到 540℃。因此，再循环烟气量已经具有良好的调节汽温功能。若采用方案 I，则在 70% 负荷时再热汽喷水量为零吨/时，满负荷时再热汽喷水量为 11.8 吨/时，喷水量比老产品增加不多，汽机热耗的增加在允许范围内。由于，方案 I 不用过热汽加热再热汽，可以减少过热器受热面积，提高再热汽区域的温差约 30℃，这是使再热汽温在不同负荷时达到额定参数的重要因素之一。方案 II 的缺点是增加了大量的再热器受热面，提高了产品成本，这增加了再热汽喷水量达 30~40 吨/时，使汽轮机热耗大大增加，降低了电厂效率。至于按照老产品，仍采用带有汽—汽交换器的再热汽调温装置，满负荷时调温幅度为 1℃，70% 负荷时调温幅度为 20℃。因此，汽—汽交换器再用在长山热电厂锅炉上，就产生过剩功能。对新设计的两个方案与老产品设计从四个方面进行给分评价（见

表 1-1-2)，评价结果表明，方案 I 的评价系数等于 1，所以决定采用方案 I，即利用制粉系统的烟气再循环量加喷水方案。（表 1-1-2 评分最高为 3 分，最低为 1 分）。

表1-1-2 方案评价表

名 称	方 案 I	方 案 II	老 产 品	理想方案
传热效果好	3	1	2	3
系统简单	3	1	2	3
运行费用低	3	2	1	3
设备成本低	3	1	2	3
总分 ΣP	12	5	7	12
评价系数	1	0.416	0.583	1

第二，从产品成本而言，再循环烟气装置是制粉系统需要而设置的，不需要再增加投资，做到一物两用，再循环烟气装置既用于制粉系统干燥、防爆，又用于调节再热汽温。方案 I 取消汽—汽换热器，并对有关的六个部件作出修改，节约金属 147.1 吨。汽—汽换热器安装复杂，焊接量大，取消后可节省生产工时 1.9 万小时。

第三，从社会效果看，方案 I 的优点是，取消汽—汽换热器，使过热器与再热器系统各自独立，便于试运行时的通球与水压试验，并使正常运行时的控制与操作程序大为简化。由于，过热器减少受热面，使过热器系统阻力降低 5.8 公斤/厘米²，既提高了汽包工作安全性，也降低了水泵厂用电。

汽—汽换热器取消后，再热汽阻力下降 0.63 公斤/厘米²。工地安装时可减少 1448 个焊口工作量，并使起吊、保温、漆油工作量相应减少。

以上三个设计方案，我们多次向用户交底，并且介绍了价值工程在工程设计中的应用情况，最后，召开了由吉林省电力局、东北电力设计院、长山热电厂、元宝山电厂、吉林电力中试所等单位参加的方案论证会，与会代表一致认为方案 I 最优，决定长山热电厂 670 吨/时锅炉的再热汽调温装置采用方案 I 一喷水调节法，取消汽—汽换热器。通过价值工程的分析，一致认为，取消汽—汽换热器不是丢掉了一种调节手段，而是在设计中，开动脑筋，消除了过剩功能。方案 I 技术先进，经济效益高，得到用户的一致好评。通辽电厂 3 号、4 号锅炉，富拉尔基发电总厂 5 号、6 号锅炉、沈海电厂 1 号、2 号锅炉的再热汽调温装置都要求采用方案 I，取消汽—汽换热器，并签订了补充技术协议。因此，方案 I 将在八台 HG—670/140—HM12 型锅炉上予以实施，以新的性能结构向用户提供产品。

（五）经济效益评价

1. 企业效益

按 1986 年度工厂生产一台 HG—670/140—HM12 型锅炉，仅计算工时和材料节约的经济效益合计 137.54 万元。

到目前为止，我们已为长山热电厂生产锅炉两台，与老产品比较，厂内经济效益为节约钢材 294.2 吨，材料费用节约 162.5 万元；制造工时减少 8.66 万小时，节约工时费用 112.58 万元，降低生产成本合计 275.08 万元。

2. 社会效益

电力安装公司减少2896个工地焊口，并减少吊装、保温工作量，加快了安装进度。节约汽—汽加热器安装工时费为17900元，节约材料费为1090元，两台锅炉节约工地安装费用为37980元。

电厂节约运行费用情况如下：过热器系统阻力减少5.8公斤/厘米²，给水泵功率减少346.78千瓦，一年运行7000小时，每年节电242.8万度，每度电费成本按0.05元计算，年节约运行费用12.14万元。再热汽阻力降低0.63公斤/厘米²，可减少热耗3.6千卡/千瓦小时，合节约标准煤720吨，每吨煤价按40元计算，每年节约2.88万元。再热器系统采用喷水，每小时净加喷水量4吨，增加热耗3.2千卡/千瓦小时，锅炉燃煤量年增加640吨，计价2.56万元。因此，年运行费用总节约 $12.14 + 2.88 - 2.56 = 12.46$ (万元)，机组寿命运行时间按10万小时(14.28年)计算，节约运行费用为 $12.46 \text{ 万元/年} \times 14.28 \text{ 年} = 177.93 \text{ 万元}$ ，两台机组节约运行费用为355.86万元。

(六) 价值工程活动成果评价

VE活动费：去吉林省长山热电厂作价值工程与方案介绍出差费用，2人一次100元。去长春吉林省电力局参加方案论证会，六人一次300元。

制造产品全年节约资金 = (改进前成本 - 改进后成本) × 年产量 - VE活动费 = (199.61 - 113.34) 万元 × 2 - 400元 = 172.50万元。

$$\text{节约百分数} = \frac{\text{改进前成本} - \text{改进后成本}}{\text{改进前成本}} = \frac{199.61 - 113.34}{199.58} \times 100\% = 43.22\%$$

$$\text{节约倍数} = \frac{\text{全年净节约金额}}{\text{VE活动费}} = \frac{172.50 \text{ 万元}}{400 \text{ 元}} = 4312.5$$

二、运用价值工程改造20万千瓦汽轮机组

哈尔滨汽轮机厂

20万千瓦汽轮机组，是我厂生产的主要机组，其产值、千瓦数都占我厂生产电站汽轮机的首位。该机1968年首次在我厂投产后几经改造，对其性能及不合格的零件作了大量的改造，并已于1983年在全国汽轮机行业中第一个取得省优质产品称号。该机组能否再进一步改造，进一步提高其功能，降低造价，跻身于国际水平的行列。我们用价值工程作为指导，经过四年多的努力，对机组的各部套的功能及价值进行了全面分析及改造。

(一) 价值分析对象选择

1. 机组选择

我厂产品种类繁多，有电站汽轮机、燃气轮机、船用汽轮机及其他产品。但主要产品为电站汽轮机。电站汽轮机有2.5万千瓦、5万千瓦、10万千瓦、20万千瓦、30万千瓦及60万千瓦。

(1) 从生产上看，1979、1980、1981、1982年除1981年没有电站汽轮机产品，其余三年共出汽轮机17台，其中20万千瓦机组12台(占70%)，千瓦数占85.7%。

(2) 从国家后几年发展来看，除需要一部分60万及30万千瓦大机组外，主要是20万千

瓦机组。进一步改进20万千瓦机组大有必要。

(3) 从产品竞争来看, 由于我厂产品扩散, 北京、四川均能生产20万千瓦机组, 竞争激烈。因此, 若不逐步提高, 则市场占有率可能下降。

从以上三点考虑, 我们选择20万千瓦机组作为对象机组。

2. VA对象选择

一台20万千瓦机组共有部套196个, 零件总数为12万多个。我们选用ABC分类法对196个部套进行分类。其成本最大的有10个部套, 见表1-2-1。

表1-2-1 成本最大的十类部套名称及功能分析表

部套 序号	部套名称	功 能	厂内成本 (元)	备 注
A	汽 缸	安装隔板, 为机组静子	3072052	分高、中、 低压三缸
B	冷 凝 器	冷却蒸汽, 保证机组出口参数	2194355	共相同三个
C	转 子	安装叶轮、叶片; 做功及传递功率	1131192	共三根
D	叶 片	主要做功部件	893761	
G	低 压 加 热 器	加热锅炉给水	639055	
F	组装油箱	安装各种油泵、油供应装置	136468	
E	轴 承 箱	承受重力(转子)	89013	
H	支持和推 力 轴 承	转子定位 承受重力、保证运行	27547	
I	盘车装置	启动及停机时盘车用	19643	
J	主 油 泵	提供压力油(润滑及调节用)	18847	

这十类部套(其中一类部套中由数个部套构成)的成本总和达8222833元。占总成本(918万)的89.57%。可作为分析对象。其中汽缸、转子、冷凝器、叶片应作为重点分析对象。

(二) 探索解决方案

1. 收集情报

工厂派出数批人员对国内用户进行普遍调研, 征求用户对工厂产品的意见, 广泛听取用户建议。同时广泛了解国外进口机组的性能、结构, 找出本厂产品的差距。并且普遍收集国外信息, 了解国际市场需求, 找出本厂产品的差距。

从广泛的情报收集中我们得到许多有用信息。如: 我国南方地区及许多第三世界国家(靠近热带地区)需要高冷却水温机组。(我国北方地区冷却水温度一般在20℃左右, 在南方地区要保证在37℃左右水温下运行, 也能达到最大出力的要求)。

又如: 国际上20万千瓦机组二排汽多于三排汽。一般情况, 国外用户对三排汽机组不感兴趣。

根据这些信息, 我们从功能分析入手, 以机组的经济性、可靠性、适应性为主要出发点, 把三排汽改为二排汽, 发动群众, 提出几个不同方案。

2. 方案设计

综合了各个方案的优点, 在功能分析基础上, 合并功能相似部套, 去除过剩功能, 加强

不足功能，从而设计出一个较为完整的方案。这一方案的主要点是：

（1）将原来三排汽改为二排汽，即三个排汽口改为两个，三个冷凝器改为两个。为了保证出口参数，两个冷凝器中的冷却面积与原三个相同。

（2）去除中压缸的低压部分，去除中压转子的第23、24、25、26、27级叶轮及叶片，缩短中压转子长度。

（3）为保证蒸汽流量及机组功率大于原机组。我们将原三级665毫米叶片改变成2级710毫米叶片。

这样改动结果，整台动组长度上可缩短3米，材料消耗减少38吨左右，功率可提高到21万千瓦，改善了机组的经济性，提高了机组的安全可靠性，增强了机组的变负荷适应能力。

（三）方案实施

方案设计完毕后，我们召开了方案审查会，邀请专家们对方案进行讨论。得到厂内外专家肯定以后，即着手进行技术设计。

技术设计主要包括：技术设计依据；产品主要技术规范；产品用途；主要设计原则；结构及其说明；产品性能持续及主要技术经济指标；热力计算书及主要零件强度计算书；产品总图；主要部套总图；关键零件图；重要系统图等。

技术设计完成后，工厂申请召集行业性的技术鉴定会，邀请国内专家及用户代表，对我们的设计方案进行技术鉴定。

我们的方案得到国内同行的一致好评及技术上的充分肯定。

1983年巴基斯坦古杜电厂进行招标时，我们用该设计方案进行投标，以质优价低击败六国七家公司而中标。机组中标后我们进行了施工设计，工厂以最快速度完成了该机组的制造工作，于1984年10月正式发货。经过一年多电站安装，于1985年12月底启动，1986年1月12日该机组负荷带至210兆瓦（即21万千瓦）。

在机组调试日起四个月内，我们进行了热力试验，并对机组各种参数进行了测试。

测试结果表明，机组振动、效率（热耗，即每发1千瓦时电所需蒸汽热量）、自动化程度等都具有较高水平，而且具有相当的可靠性。1986年5月8日，该机所在电网突然发生故障跳闸时，古杜电厂的电网频率跃升到51.5赫兹（正常为50赫兹）此时，美国的7.5万千瓦机组，捷克的11万千瓦机组，苏联的21万千瓦机组均跳闸停机不能运行。只有我厂69*机组能在电调控制下维持运行，带动全厂用电及地区用电。

1986年5月18日及19日，巴方及西德米尔顾问公司对该机组热力试验进行复核，并得到其认证。试验数据超过了预想的结果。热耗低于保证数据值（即效率高于保证值），在37℃水温下，功率为21.111万千瓦，超过了我们的计算书中规定值。其他各项指标均好于合同规定值（国际标准）。

1986年7月12日，再次测量。各处振动值好于设计保证值。

1986年10月，该机第一次停机检查，达到规定要求并保证正常商业运行。至此，我们对该机运用价值工程进行改造的工作全部结束。

（四）机组评价及效益评价

1. 机组评价

功率由原来的20万千瓦，提高到21万千瓦。

机组效率提高1.32%，该机组达到国外同类产品的先进水平（技术指标对比数据表略）。

由于改进后的机组技术经济指标均能满足用户要求，于是巴基斯坦决定再购我厂同型号产品三台。（1988年出二台1989年再出一台）。国内用户也希望订购我厂这种型号产品，仅1987、1988两年已订购了七台，且国内大有用两排汽机组代替三排汽机组的趋势。

2. 效益评价

该机组同老型号机组比较，每台主机净重减少约30吨，辅机净重减少约8吨。合计减少重量38吨。我厂钢材利用率为53%。则每台机组可为工厂节约71吨原材料。如按每年只生产3台份计，则每年可节省钢材约213吨。在这些原材料中，85%为优质合金。

以下是按首台机组计算为工厂创造的直接效益。

（1）由于中压转子去除五级叶轮、主轴毛坯（原价22.4万）约节省8万元材料费。

（2）去除五级叶轮减少外购毛坯材料6.3万元。

（3）减少末级叶片（奥地利进口，每片合人民币2千元共40片）约8万元（人民币）。

（4）减少其它四级叶片，材料由国外进口，厂内改锻，（包括厂内改锻费用每吨1.6万元），约14.4万元。

（5）汽缸材料约7.6吨约3.8万元。

（6）冷凝器材料1万元。

以上各项合计为人民币33.5万元。

我厂汽轮机组成本中材料约占44%，则可节约成本76万元。

由于机组性能提高，21万千瓦机组售价高出586万元。

但由于首台机组，需要付出相当数量的部套试验费，新工夹具设计、制造费，价值工程活动费，出国服务人员费用，虽节省如此多的材料及加工工时，但总费用购成仍比原机组高出186万元。两者相减，首台机组为工厂增益：

$$586 - 186 = 400 \text{ (万元)}$$

而且工厂得到1640万元外汇。

若按第二台或第三台机组计算，则远高于这一数字；若一年生产这类机组按3台计，则一年为工厂创造超额利润在1200万元以上。

三、运用价值工程研制TJ—25A低银钎料

天津工艺品厂

（一）课题的选定

工业生产中的铜（Cu）—铜（Cu）、铜（Cu）—铁（Fe）焊接工艺，在各行业中是较为常见的。由于该工艺所具有的特殊性，在钎料选择上，最为普遍的是HL303钎料。这是一种含银量在45%的中银钎料，以熔化温度低、浸润性和机械性能良好、适用范围广等优点，成为铜—铜、铜—铁焊接最常用的钎料。

随着我国国民经济持续、稳定的发展，近几年来，社会上对使用HL303钎料所生产的产品需求量不断增加，致使HL303钎料的耗用量逐年增长。据不完全统计，自1986至1988年，我国轻工业家用电冰箱生产中所耗用的HL303钎料，共计达到110600公斤。按白银在该钎料中的成分比计算，三年间，仅在家用电冰箱生产中所消耗的白银就将近49800公斤。若再加上

其他行业使用HL303钎料所消耗的白银,其数量之大是非常惊人的。这对我们这个白银资源本来就十分紧张的国家来说,其产需矛盾就显得日趋突出了。目前,国内市场的白银价格,已由1980年以前的150元/公斤,暴涨到1150元/公斤,上涨幅度为746.7%。

上述情况的出现,造成了极大的影响:

(1) 白银,作为贵金属之一,它与国家金融有着密切的关系,白银消耗过大,对国家金融形势的稳定,将产生不利的影响。

(2) 白银价格的暴涨,对以白银为原材料的企业,不仅大幅度增加生产成本,而且供应日益紧张,使企业生产的发展受到了严重影响。

(3) 由于含有白银的产品价格的提高,使消费者的经济负担加重。

另外,为适应用户的需要,相当数量的HL303钎料中含有镉元素。因镉对人体的呼吸器官危害极大,故已被职业病防治部门列为防治工作的重点。长期以来,由于没有找到理想的替代措施,焊接过程中的镉危害问题始终未能得到彻底的解决。

针对上述问题,有必要研制新一代的“低银无镉”钎料,在保证焊接功能的前提下,既降低成本,又保证工人身体健康。

(二) 资料的收集

在对以HL303钎料为代表的中银钎料市场进行调查研究过程中发现,在工业生产的各个行业,HL303钎料的适用范围最为广泛。其原因是,HL303钎料不仅熔化温度低,浸润性和机械性能良好,焊缝的机械强度强于母材,而且,高铜疲劳和冷热疲劳都较好,同时,金相组织致密、具有较好的渗透性能,是工业生产中铜—铜、铜—铁焊接过程中不可缺少的钎焊材料。

但由于HL303钎料存在着“三高一害”(即:含银量高、生产费用高、产品价格高和职业危害)的致命弱点,使其在生产和使用上受到了限制。近年来,国内的一些钎料生产厂家生产了含银量为1.8%~15%的节银钎料,这些钎料大都是仿造英国BS标准中BS1845的Cu—P系列钎料。它的最大优点是含银量少,成本低,价格便宜。但是,BCu—P系列钎料的突出缺点是脆性极大,机械性能十分恶劣,一般延伸率仅为0~0.3%。因此,国际标准中明确指出,该系列钎料仅能用于不受冲击、弯曲、变型的静止焊接部位,不宜于焊接压力容器和低温条件下使用的部件。由此可见,BCu—P系列钎料根本达不到HL303钎料的功能水平。

市场调查和资料分析表明,找到以HL303为代表的中银钎料的替代产品,在我国尚属一项技术上的空白。

(三) 功能分析

银基钎料(即HL系列钎料)的上位功能是焊接两母材于一体,下位功能是遇热熔化、流动、浸润、凝固,其功能系统如图1-3-1所示。

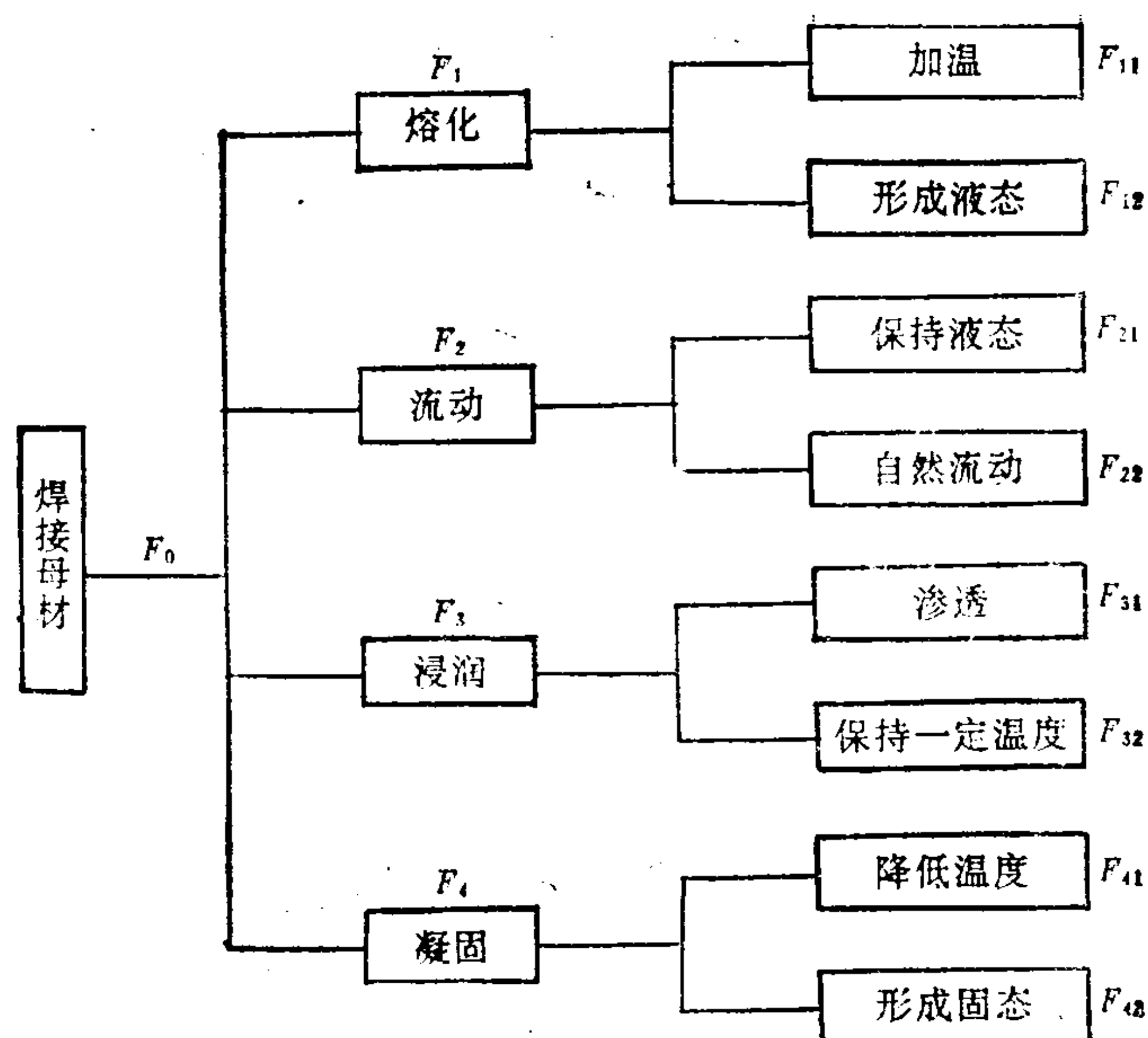


图1-3-1 功能系统图

（四）提出改进方案

本着以功能为中心，满足用户功能需要的原则，在拟定改进方案时，将重点放在满足用户功能需要上。

1. 新钎料成分的确定

为克服HL303钎料的致命弱点（含银量高和存在职业危害问题），在确定新材料成分时要研究以下问题：

（1）银（Ag）和镉能否完全取消，而选用其它替代元素。

（2）铜（Cu）、锌（Zn）等元素应如何进行调整，才能保证新的成分组合中功能不低于HL303钎料。

通过理论指导和实践的探索，就我国现有的技术条件，尚未发现有能完全替代银在银基钎料中的特殊作用而同时又能保证原功能的物质，同时元素镉（Cd）的功能作用主要反映在熔化温度、疲劳强度和金相三个方面。而选用一种与镉（Cd）功能相同或相似的物质加以替代，从金相学理论角度来说，是完全有可能做到的。为此，确定新钎料的成分，原则上保留银（Ag）、铜（Cu）、锌（Zn）等元素，寻找镉（Cd）的替代物质。

2. 新钎料各元素的比例确定

确定新钎料各元素的比例，其前提条件是在保证新钎料功能不低于HL303钎料的基础上，使新钎料的生产总成本，明显低于HL303钎料，银（Ag）是实现目标的关键所在。根据金属学及多元合金原理，结合银（Ag）在钎料中的功能作用分析，选用成本低于银（Ag）的元素，部分替代银（Ag）元素功能的可能性是存在的。遵循这一设想，在新钎料各元素的比例确定上，应采取以下做法：

（1）首先确定与镉（Cd）功能相同或近似的对人体无害的元素，以解决钎料存在的职业危害问题。

（2）在做法（1）的基础上，将钎料中含银（Ag）量的下调分成若干个区间。然后，

针对每个区间含银（Ag）量下调后而产生的功能变化，用调整其他元素比例和适当增加新元素的办法，进行功能补充。只要补充条件能够满足原功能的要求，就继续下一个区间，直至补充条件无法满足功能要求为止。

依照以上做法，经过反复的实验和探索，终于在含银（Ag）为25%时，获得了到目前为止较为理想的结果，即功能指标达到HL303钎料的水平。

（五）方案评价

由于实验是从多角度进行的，所以虽然含银（Ag）降到了25%，但在其他元素的配比上也会有不同的侧重。为此，经过实验整理，同时获得了新钎料的四种设计方案。

根据价值工程原理，在进行方案评价时，采用了效果估计打分法，以决定四种方案的最后取舍。打分结果见表1-3-1。

表1-3-1 方 案 评 价 表

序号	方 案	应用范围	焊接温度	机械强度	漫流面积	冷热疲劳强度	致密性	抗拉性	没有职业危害	总得分	决 定
1	A	2	10	10	10	10	10	10	10	72	舍
2	B	8	8	8	4	8	6	4	10	53	舍
3	C	8	10	8	10	10	10	10	10	76	取
4	D	8	6	8	10	10	10	10	10	74	取

通过效果估计打分法，比较四种方案的功能，C方案得分最高，D方案次之。为了获得最佳的钎料方案，需将C方案和D方案的预计成本做进一步的比较（见表1-3-2）。

表1-3-2 C、D方案预计成本比较表

方 案	原材料(元)	辅 料(元)	一次性费用(元)	每公斤成本(元)	最后决定
C	287.75	32.40	86.24	406.39	舍
D	284.00	30.87	85.13	400.00	取

（六）方案的实施与改进

方案确定后，根据新钎料的设计方案，试制出首批样品送天津大学、冶金研究所、天津理化中心等权威性机构，对新钎料的性能进行了最后的测定，测定结果见表1-3-3。

表1-3-3 新钎料性能测定结果与同类钎料性能对照表

钎料名称 比较项目		HL303	CuAgP	Cu—P	TJ—25A
含银量(%)		45	5	—	25
含锡量(%)		18~20	—	—	—
熔化温度(℃)		660~723	630~700	630~719	638~695
漫流面积(mm ² /g)		加Cd: 190	226	134	210
		不加Cd: 72			
填充间隙(mm)		0.5	0.5	0.5	0.47
接头强度		—	—	—	达到HL303水平
针缝气密性		不泄漏	不泄漏	不泄漏	不泄漏
接头强度	焊紫铜(MPa)	181	>200	>200	>200
	Cu—Fe(MPa)	—	23	不能焊	>270
	循环次数	10 ⁶	—	—	10 ⁶
	冷热疲劳抗拉强度	大于母材	冷裂	冷裂	大于母材
使用温度范围(℃)		—50~200	20~100	20~100	—50~200
σ_b (MPa)		345	300	300	630
δ (%)		12	0~3	0~1	12

测定结果表明, 根据价值工程原理所研制出的新一代钎料, 其性能不仅完全符合设计要求, 而且, 综合性能优于HL303钎料。至此, 新一代银基钎料经过一年多的研制, 获得了成功, 并被正式命名为TJ—25A低银钎料。

为了进一步检验TJ—25A低银钎料的实用效果, 又将TJ—25A低银钎料的样品送到了有关厂家, 在生产中试用, 并将使用TJ—25A低银钎料生产的产品与使用HL303钎料生产的产品进行了对比, 结果同样证明, TJ—25A低银钎料的性能完全达到了HL303钎料的水平。试用厂家也一致认为, TJ—25A低银钎料是他们生产中理想的钎料。

由于TJ-25A低银钎料所具有的良好性能及其广阔的发展前途, 1987年, TJ-25A低银钎料顺利地通过天津市市级科技成果鉴定, 并被批准正式批量生产。

1988年初以来, 用户对TJ-25A低银钎料的需求量急剧增加。该厂进一步针对原工艺存在的问题, 从工艺过程、现场管理以及技术培训三方面, 全面地改进了TJ—25A低银钎料的生产工艺。至1989年上半年, 已能满足目前的社会需求量, 且为今后扩大生产规模奠定了基础。

(七) 经济效益的估计

1. TJ—25A低银钎料自投产以来, 获得了良好经济效益

自1987年下半年到1989年10月, 已生产TJ-25A低银钎料11吨, 为企业新增产值440万元, 增加利润44万元, 为国家增加税收13.89万元。