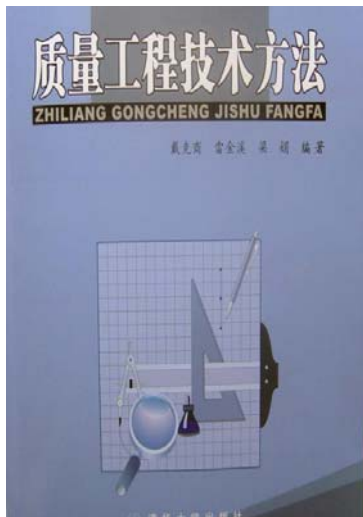


《质量工程技术方法》



内容简介

本书是阐述管理技术的高等学校教科书。它阐述在质量经营时代背景下围绕质量产生、形成与实现过程应用质量经营理论和知识体系的技术、方法和工具。全书五部分共 13 章。一是质量实现的基础技术，包括质量实现的思维工具、价值分析技术、正交试验设计技术。二是质量规划技术，包括方针目标管理技术、质量职能展开技术。三是适用性质量实现技术，包含了三次设计及可靠性方法和故障分析技术。四是符合性质量控制技术，包括工序的实时处理技术，统计过程控制技术，质量分析与改进技术。五是质量评定和经济性管理的方法和技术。

本书章节编排合理，逻辑清晰、语言简练、内容详实、可操作性强。每篇首附本篇学习提要，各章后附有复习思考题及技能训练的目的、要求及例题，便于理解、掌握和拓展所学技术方法在实际中的应用。

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhgy.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学

承办单位：中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程

千本好书 **免费** 下载网址 www.mhgy.net

全国迷你型MBA职业经理函授双证班

颁发双证：注册钢印高级职业经理资格证书（可学分转移对接国际学位）+
国际 MBA 高等教育研修证书（随证书附带全套学员学习档案与中英文成绩单）。



招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发证书（颁发双证 全国通用 电子查询）	收费标准
职业经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册职业经理 CEO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
人力资源总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册人力资源总监 CHO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
市场总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册市场总监 CMO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
营销经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册市场经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
企业培训师 MBA 高等教育双证班	1、高级注册企业培训师 TTT 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
酒店经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册酒店经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
财务总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册财务总监 CFO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
品质经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册品质经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
生产经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册生产经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
营销策划师 MBA 高等教育双证班	1、高级注册营销策划师资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
企业总经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册企业总经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课（远程函授+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【颁发证书】

学员毕业后可以获得权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获得相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获得2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；
- 3、毕业后可以获得全套学员学籍档案和全国高级职业经理MBA人才推荐函。



【证书说明】

1. 证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（全国通用、国际互认、电子注册查询）；
2. 证书是学员求职、提干、晋级、对接国际学位、出国公证的有效证明；
3. 毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇。



【学习期限】

3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是职业经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力，有决心学好实战知识的各界学员均可报名学习。招生不限学历（我们更注重通俗易懂的实战教育）；
- 2、具备相应实际工作经验的学员允许提前毕业。
- 3、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习（专家、顾问全天接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询），学员不仅可以就学习中遇到的难题进行咨询学习，在实际工作中遇到的企业难题也可以与指导教师进行沟通和交流、寻求解决方案。



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等，所颁发的各类证书国际互认、全国通用。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【承办单位】

美华教育是国内最早举办MBA实战教育的专业化办学单位之一，连续13年被教委评选为优秀成人教育学校，甲级先进办学单位，教育协会常务理事单位。美华人侧重于把复杂的知识简单化，深奥的理论通俗化，迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【指导教师】 实战派MBA导师徐传有教授等专家、顾问全程教学辅导。



【咨询电话】 0451——88723232



【咨询教师】 王海涛 王耀辉 郑毅



【报名须知】

- 1、报名时请直接邮寄4张2寸免冠近照（要求蓝色背景）和一张身份证复印件
- 2、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com 或者传真至0451—88342620
- 3、交费后及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



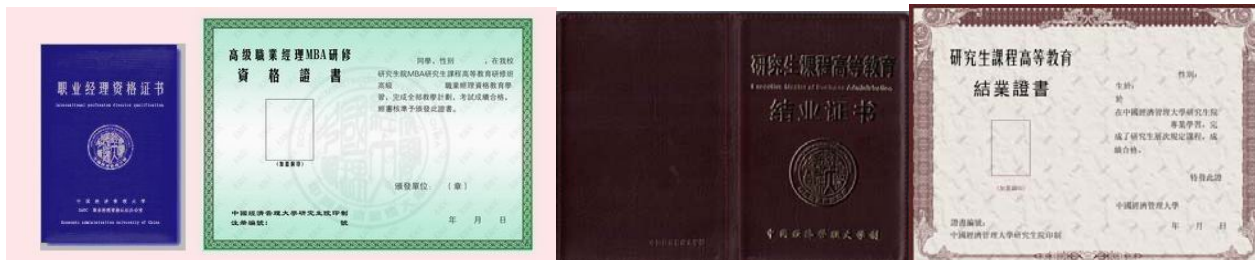
【报名地址】 哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室美华教育（ 邮政编码：150020）



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】

方式一	邮局邮寄	邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 企业户名：哈尔滨市道外区美华管理人才进修中心
方式三	交通银行 (太平洋卡)	帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心
方式四	邮政储蓄 (存折)	帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心
方式五	中国工商银行 (存折)	帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电

认证系列：高级职业经理资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 1280 元

学校网站：www.mhjj.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学 **承办单位：**中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

目录

绪论	8
1 质量管理科学与质量工程技术	8
1.1 质量	8
1.2 质量管理科学与质量工程	10
1.3 质量学科的发展概况	11
2 建设具有中国特色的质量工程技术体系	13
2.1 质量经营时代要求质量工程技术方法体系尽快形成	13
2.2 质量工程技术方法体系的内容和学科属性	14
2.3 学习本教材的注意事项	14
第一篇 质量实现的基础技术	15
第1章 质量实现的思维工具	15
1.1 关联图法	15
1.2 KJ法	21
1.3 系统图法	24
1.4 PDPC(过程决策)法	27
1.5 箭条图法	30
1.6 矩阵图法	35
复习思考题	40
[技能练习]	40
第2章 价值分析技术	42
2.1 价值分析	42
2.2 价值分析的活动程序	44
复习思考题	54
[技能练习]	55
第3章 正交试验设计技术	59
3.1 不考察交互作用的正交试验设计	59
3.2 考察交互作用的二位级正交试验设计	64
复习思考题	69
[技能练习]	70
第二篇 质量规划技术	76
第4章 方针目标管理技术	76
4.1 概述	76
4.2 方针目标的制订	78
4.3 方针目标的实施管理	83
复习思考题	85
[技能练习]	86
第5章 质量职能展开技术	88
5.1 质量和质量职能展开	88
5.2 质量职能展开工具——质量表	91
5.3 质量展开系统的建立	104
5.4 质量功能展开(QFD)技术	110
5.5 营销、规划、设计阶段的质量展开	116
5.6 生产技术准备阶段、制造阶段的质量展开	125
5.7 质量展开和经济性	129
复习思考题	134
[技能练习]	135
第三篇 适用性质量实现技术	136
第6章 参数设计基础知识	136
6.1 质量因素和质量特性	136
6.2 稳定性指标	138

6.3 质量损失函数	144
复习思考题	147
[技能练习]	148
第 7 章 三次设计技术	150
7.1 质量设计的三个阶段	150
7.2 望目特性的参数设计	152
7.3 望小、望大特性的参数设计	160
7.4 动态特性的参数设计	164
7.5 容许差设计	167
复习思考题	174
[技能练习]	176
第 8 章 设计论证评审分析技术	178
8.1 可靠性方法	178
8.2 故障分析方法	187
复习思考题	197
[技能练习]	199
第四篇 符合性质量控制技术	201
第 9 章 工序质量的实时处理技术	201
9.1 工序诊断调节法	201
9.2 检验与处理	207
复习思考题	211
[技能练习]	213
第 10 章 统计过程控制技术	214
10.1 统计的思考方法	214
10.2 控制图法	218
10.3 选控图	223
10.4 控制图诊断	234
10.5 工序控制图设计	239
复习思考题	242
[技能练习]	243
第 11 章 质量分析与改进技术	244
11.1 质量分析与改进概述	244
11.2 检查表法	245
11.3 分层法	248
11.4 排列图法	251
11.5 因果图法	253
11.6 直方图法	256
11.7 散布图法	265
复习思考题	267
[技能练习]	268
第五篇 质量评定和经济性管理分析技术	272
第 12 章 质量评定方法	272
12.1 概述	272
12.2 综合评定	274
12.3 模糊综合评定法	280
12.4 优序法	282
复习思考题	285
[技能练习]	286
第 13 章 质量经济性管理与分析技术	287
13.1 质量成本管理方法	287
13.2 制造过程质量经济分析法	300
复习思考题	316
[技能练习]	316

绪论

1 质量管理科学与质量工程技术

[绪论学习提要]

本书是阐述在质量经营时代背景下围绕质量产生、形成与实现过程应用质量经营理论和知识体系的管理技术的高等学校教科书。学习绪论，必须掌握以下要点，才有可能理解各种管理技术的应用背景和前提，充分发挥直接生产力的效能。

1. 质量概念形成的历史沿革，生态综合质量的内涵；
2. 管理科学、管理工程、质量管理科学、质量工程的内涵；
3. 质量学科发展概况；
4. 质量经营时代对质量工程技术方法体系的要求；
5. 质量工程技术方法体系的内容和学科属性。

1.1 质量

与物理学中的“质量”和哲学意义上的“质”和“量”等不同，质量管理学中的“质量”术语有其特定的涵义。质量的概念是随着企业管理理论和实践的发展、企业管理现代化的发展而不断完善的。从世界企业在不同时期用以解决质量问题的理论、技术和方法的演变看，质量概念的完善过程，大体经历了下列不同时代，其代表性论述有：

◆（美）克劳斯比：质量就意味着对于规范或要求的符合〔合格即质量的认识对具体工作是很实用〕（conformance to requirement）。

◆（美）朱兰：质量就是适用性。“适用性”（Fitness for use）就是产品使用过程中成功地满足客户要求的程度。适用性概念有技术性的一面，也有经济性的一面，受技术、经济双重因素的制约。产品在使用价值方面的技术特性是由产品的质量特性，即产品的有用特性：技术性能、寿命、可靠性、安全性…等的总和表现的，产品在经济方面的特性是由劳动消耗的交换价值方面的特性，即制造成本、使用成本…等表现的。这个概念充分表达了“满足用户需要”的思想，只有生产出用户适用的产品，才能占有市场，获得经济效益，才能生存和发展。

◆ISO8402:1986：质量（quality）产品或服务满足规定或潜在需要的特征和特性的总和。

◆ISO8402:1994：质量（quality）反映实体满足明确和隐含需要的能力的特性总和。

实体（entity item）可单独描述和研究的事物。实体可以是，例如：活动或过程；产品；组织，体系或人；上述各项的任何组合。

◆ISO9000:2000：质量（quality）一组固有特性满足要求的程度。

注1：术语“质量”可使用形容词，如：差、好或优秀来修饰。

注2：“固有的”（其反义是“赋予的”）就是指在某事或某物本来就有的，尤其是那种永久的特性。

“要求”是指“明示的、通常隐含的或必须履行的需要或期望”。“通常隐含”是指组织、顾客和其他相关方的惯例或一般做法，所考虑的需要或期望是不言而喻的。定义强调：质量反映“满足要求的程度”而不是“特性总和”；提出“固有特性”概念；特性是固有的，是产品、过程或体系的一部分，人为赋予的特性不是固有特性，不反映在质量的范畴中。

◆20世纪90年代，摩托罗拉、通用电气等企业先后推行6Sigma管理，逐步确定了全新的卓越质量理

念：顾客对质量的感知远远超出其期望，使顾客感到惊喜，质量意味着没有缺陷。根据卓越质量的理念，体现顾客价值、追求顾客满意和顾客忠诚；降低资源成本、减少差错和缺陷；降低和抵御风险等三项成为质量衡量的依据。

质量概念的演变，从符合性质量到适用性概念，再到满意性概念、卓越质量，完善了吗？没有，质量概念随着经济与社会发展还在发展。

质量是一组固有特性满足要求的程度的认识是当今世界一致的共识，质量应当满足顾客和相关方的要求，要求包括明示的、通常隐含的或应履行的需求和期望；质量具体体现是一组固有特性，不仅产品有质量要求，体系或过程也要有质量要求，质量是一个发展的开放概念，其最终判定权在顾客和相关方那里，它的本质含义是经济学的，即以最低的成本获取最大利益。

但是，ISO 在 ISO9000:2000 版本中特别声明：质量保证主要关注预期的产品。质量管理对非预期产品的不关注这一事实反映了质量管理体系应用的局限性。因此，ISO9000:2000 版标准关于质量的概念主要是对预期产品而言，对非预期产品的不关注反映其概念的局限性。ISO 制定了以满足顾客需求为核心的 ISO9000 族标准和以社会及相关方为对象的 ISO14000 族标准，强调了组织外部客户和环境的重要性，却忽视了组织内部员工的安全和卫生问题。对此，国际劳工组织从维护劳动者人权的角度出发，呼吁经济的繁荣和发展不应以牺牲劳动者的职业安全卫生利益为代价，要求社会重视提高劳动者的生命质量。由于质量管理体系、环境管理体系和职业安全卫生管理体系同处于一个组织系统中，从组织这个系统的整体优化出发，质量的概念，应该是能反映组织系统的客观现状，既应包含预期产品和非预期产品的质量，也应包含生产制造这些产品的劳动者的生命质量。质量概念内涵的这种拓展，我们用“生态综合质量”来概括。

生态综合质量仍然可以用“一组固有特性满足要求的程度”来概括，但其内涵的特征应该是：

(1) **生态综合质量是综合的质量。**它是指包括生态环境在内的综合质量概念，ISO9000:2000 关于质量的定义：一组固有特性满足需求的程度。“固有的”是指在某事或某事物中本来就有的。“要求”指明示的、通常隐含的或必须履行的需求或期望。需求或期望虽泛指法规要求中已有对环境的要求，但环境质量被法规所覆盖仅是其中一部分。综合质量观应是在实现这些要求的同时，也满足生态环境质量的要求。

(2) **生态综合质量是产品生命周期质量。**产品生命周期内，一个产品质量的形成系统，是从原材料的采掘或自然资源的获取到最终处置或回收。ISO9000 的质量观是一个重在关注质量形成的正产出方面（预期产品）。实际上，在每一个正产出环节，可能同时伴随着某种负产出（非预期产品）。因此，生态综合质量，应是在整个生命周期过程中，既考虑正产出的要求，又考虑负产出的影响。这种集正负产出于一体的生命周期全过程的综合质量观是生态综合质量研究的基础。

(3) **生态综合质量是环境与生产过程互动的质量。**

人类的物质生产过程，是一个不断利用自然资源的过程，作为质量形成的因素之一，环境影响或孕育产品质量的同时，产品质量的形成过程也是自然的变化过程，这种过程应是相互补充、制约或共生的过程，而不能以一方“体能”透支作为代价，来支持另一方的延续。

(4) **生态综合质量是以人为本的质量。**

经济的发展是提高人类生活质量的途径，但人类生活质量的提高也不完全取决于经济。如果以牺牲生态和环境为代价发展经济，生活好了而疾病多了，生活质量就不能说是好的。改善环境、发展经济、实现人们生活质量全面的提高，才是正确的生态综合质量观。

(5) **生态综合质量要求社会重视提高劳动者的生命质量。**

生态综合质量强调重视组织内部员工的安全和卫生问题，从维护劳动者权益的角度出发，呼吁经济的繁荣和发展不应以牺牲劳动者的职业安全卫生利益为代价，要求社会重视提高劳动者的生命质量。要实现这一目标，必须从组织整体出发，以事故的预防为核心，实现全员的、全过程的安全卫生管理，寻找组织发展和员工人身安全的平衡点。

把质量概念拓展为生态综合质量概念是一个组织的生产经营活动客观要求所决定的。一个组织的生产经营活动包括社会方面、经营方面和竞争方面的活动和管理。质量管理是组织的各项管理的内容之一。在社会管理方面，如果质量的概念不涉及非预期产品的质量，那么，伴随预期产品而产生的非预期产品，如废液、废气、废料等物质，有可能造成环境的污染，从而威胁到组织在社会和政治环境中的合法性和生存能力。没有合法性和生存能力的组织，自然谈不上涉及盈利潜力的经营方面的管理和涉及把盈利潜力转化为实际盈利的竞争方面的管理。何况盈利潜力及把盈利潜力转化为实际盈利还得依靠有高生命质量的组织主体——劳动者的奉献才能实现。所以，把质量概念拓展为生态综合质量概念是组织生存和发展的必然。

产品、过程或体系与要求有关的固有特性称质量特性。特性是可区分的特征，可以是固有的或赋予的，也可以是定性的或定量的；有各种类别的特性，如物理的，如：机械的、电的、化学的或生物学的特性；感官的，如：嗅觉、触觉、味觉、视觉、听觉；行为的，如：礼貌、诚实、正直；时间的，如：准时性、可靠性、可用性；人体工效的，如：生理的特性或有关人身安全的特性；功能的，如：飞机的最高速度。

“固有的”就是指在某事或某物中本来就有的，尤其是那种永久的特性，赋予产品、过程或体系的特性，如：产品价格，产品的所有者不是它们的质量特性。

1.2 质量管理科学与质量工程

确定质量方针、目标和职责并在质量体系中通过诸如质量策划、质量控制、质量保证和质量改进，使其实施的全部管理职能的所有活动总称为质量管理。它是各项管理者的职责，必须由最高管理者领导，它的实施涉及到组织中所有成员，要考虑到经济性因素。

质量方针是组织的总方针的一个组成部分，是由最高领导者批准颁发的该组织总的质量宗旨和质量方向。

要有效地实施质量管理，必须有成熟的质量管理科学。

管理科学的主要研究对象是事理的管理和决策的知识体系。既有关人、财、物；责、权、利；产、供、销的关系；环境、信息、领导艺术；人才开发、组织计划、领导、控制等方面的知识体系。

根据马克思主义的理论，就科学是自然规律的知识体系而言，它是自然现象在人们头脑中的反映，属于知识形态的生产力。但是，科学一经应用就转变为现实的生产力。因此，管理科学是为了正确决策而采用的自然规律和社会生产、流通、消费的规律相结合的知识体系，它包含有关数学方法、决策理论、系统分析、经营理论、软件理论、科学学、经济管理理论、社会控制论、行为科学。

质量管理科学是现代管理科学的一个重要分支，是以人类劳动产物的质量为主要研究对象的管理科学，是研究在一定技术经济条件下依据人类劳动产物的质量产生、发展的客观规律如何保证和提高人类劳动产物的质量的知识体系。这个知识体系有质量统计方法、质量决策理论、质量系统分析、质量经营理论……及行为科学。它涉及到管理科学、经济学、社会学、心理学及自然科学等内容，因此，现代质量管理学是一门边缘性交叉学科。

马克思主义认为：技术是直接的生产力，它是人类在改造自然的斗争中积累起来的生产操作方法和劳动技能，以及体现这种操作方法和劳动技能的生产工具与其他劳动手段。“工程”是一种特定条件下的“技术”组合。因此，管理工程是有区别于管理科学的，它应该是管理科学的应用。它是运用管理科学知识在改造自然和生产斗争中积累起来的有关人、财、物的管理方法、管理技能和体现这种管理方法和管理技能的管理工具和手段，它属于技术范畴。管理工程引用了管理科学的知识体系，并和经济效益紧密结合成为直接的生产力。

质量工程是管理工程的一个重要分支。它是应用质量科学知识于人类劳动产物的质量产生、形成、保存过程中所积累起来的管理方法、管理技能及反映这些方法、技能的工具和手段的总和，属于技术范畴。它引用了质量管理科学的知识体系，并和经济效益密切结合起来，是一种直接生产力。它的体系也应体现质量管理学科的“三全一综合”特征的基本思想，是一门应用学科。

质量工程学科具有综合性、软性、层次性三大特征。从质量工程所涉及的对象（可以单独描述和研究的事物满足需要的特性总和及所运用的知识）讲，综合性是一个显著特点；从总体上讲，质量工程学科综合运用自然科学和社会科学的各种理论和方法，跨学科研究，作出最优化决策，它虽然属于技术范畴，但只研究过程的控制和保证正常运行的一般工程技术方法，而不研究具体的生产设备、工艺和方法。因而，它属于软科学范畴；从纵向看，马克思主义认识论、质量观是它的哲学基础，信息论、系统论和控制论是其学科基础，数理科学、经济学、管理学、法学、美学是其理论基础。

1.3 质量学科的发展概况

质量已成为国家生存及健康发展的决定因素，成为国家综合实力的具体体现。提高质量是人类社会进步的动力，是经济发展的永恒的主体，是全社会的共同目标 and 责任。世界著名的质量专家 J·M 朱兰博士在 1994 年 5 月全美质量管理学会第 48 届年会发表了题为《即将到来的质量世纪》的演说：“即将过去的 20 世纪是生产力的世纪，而即将到来的 21 世纪必定是质量的世纪。从现在起至下一个世纪世界工业发展的主旋律是产品和服务质量上的竞争，它将在很大程度上决定各国在世界经济舞台的兴衰存亡。”在严峻的质量挑战面前，各工业发达国家高度重视质量管理和质量工程的研究和教育。

美国是质量管理的发源地。美国质量管理协会成立于 1946 年，其会员遍及公司的质量工程师至高层经理，各大学教授及研究机构研究员。在美国各产业界及世界上有广泛影响的主要学术刊物《Quality Engineering》，其理论性、学术性和实践性都很强，推动了美国质量管理科学和质量工程技术的发展。美国

是质量教育抓得早、普及面较大的国家，据有关资料统计，1993年美国139所大专院校中，设置质量相关学士、硕士、博士学位的院校比例已达到15%、28%、8%，到1994年，206所大专院校中，设有这三类学位的院校比例已分别增长到23%、34%、13%。近两年，美国的4年制大学中，质量相关学位的比例又有所增加。

日本从60年代开始在学习美国人的全面质量管理的基础上，结合日本的实际情况又有新的发展，形成了石川馨与田口玄一的质量管理理论。前者把质量教育贯穿于全面质量管理的全过程，全体人员参加，全过程对全面质量进行管理，推荐应用“七种”工具；后者是通过专业技术与统计理论的结合，在保证产品达到应有的输出特性前提下，充分利用各种设计结构参数与输出特性的非线性关系，采用统计设计、参数设计、容差设计来实现结构参数的优化。在日本，既抓企业领导、部课长、技术人员和班组长四个层次的职业质量教育，又在大学理、工、农、医科及研究生院普遍设置质量管理、数理统计、实验设计等课程，促进了质量管理学科和质量工程技术在日本的普及和发展。

德、英、法、瑞典、丹麦、意大利、爱尔兰、希腊、西班牙和葡萄牙等欧洲国家也在90年代先后实施TQM硕士培养计划，同样非常重视质量。总之，在当前国际市场竞争日趋激烈的形势下，美、日、德等发达国家在重视质量管理科学和质量工程技术的研究和推广的同时，加强对这方面高级人才的培养。

我国是有5000年悠久历史的文明古国。秦汉隋唐时期，其经济文化是世界上最发达的国家，其产品质量也是当时世界上最好的。但随着封建社会的延伸，尤其近百年处于半封建半殖民地社会，经济衰退，产品质量也在下降。解放后，党和国家对产品质量高度重视，做了不少工作。尤其近20年来，先后颁布了《计量法》、《标准化法》和《产品质量法》，推行GB/T19000（idt ISO9000）族标准，进行了中国质量万里行，在全国范围内进行“打假”活动。这些有力措施，推动了我国产品质量上一个新台阶。特别是1996年末，国务院颁发了《质量振兴纲要》（1992-2010），并提出质量问题是经济发展中的一个战略问题，指导当前和今后一个时期我国的质量工作，促进两个根本转变，实现我国的质量振兴。然而，实施《质量振兴纲要》的关键是人才，尤其是要培养大批的质量管理专门人才，这就需要健全和完善我国的质量管理学科和质量工程学科。全国近十年来，质量教育有了很大发展。十多所大学举办了质量相关的大专、本科专业，有的还培养了质量学科方向的硕士研究生，并建立了全国质量工程学科学术委员会、全国高等院校质量管理教育研究会，开展了学科建设的研究和交流。全国自然科学基金委员会于1996年成立管理科学部，并把质量管理作为一个专业管理基金资助申请，国务院学位委员会定的学科专业中，也把质量管理作为管理工程与管理科学的一个专业。尽管如此，在我国，对质量工程学科和质量管理学科的认识分歧仍然很大：有的认为质量工程就是质量科学；有的认为它是质量科学知识的应用技术。有分歧并不可怕，通过百家争鸣的方式，一定可以形成适合我国国情的质量工程技术体系。

2 建设具有中国特色的质量工程技术体系

2.1 质量经营时代要求质量工程技术方法体系尽快形成

中国市场已告别短缺经济的事实向我们提示：质量需求型市场和技术需求型市场占主导市场的经营时代——质量经营时代已经到来。

质量经营是指一个组织以质量为中心，全员参与为基础，目的在于通过让顾客满意和本组织所有成员及社会受益而达到长期成功的经营。它是一个建立可持续发展、有可持续竞争优势、运用三种运营方式、特别重视知识资产的运用的经营，是质量型的企业管理，它是 TQM 拓展的产物，源于 TQM，但又不同于 TQM，它应用了可持续发展理论和企业竞争与战略管理理论。其内涵包括：制订有效的质量经营发展战略，实施质量经营战略管理；确立“生态综合质量第一，让客户完全满意”的经营思想；采用以生态综合质量效益为中心，追求卓越质量，价值最大化的经营方式（比如 6 σ 管理模式）；建立有效的质量经营综合管理体系；持续开展以生态综合质量为中心的群众性持续改进活动；围绕生态综合质量开展系统活动。企业组织已进入质量经营时代，其经营环境已发生了质的变化。这种变化的标志主要有：

（1）告别了短缺经济，质量经营的大环境已经形成

由典型的短缺经济过渡到出现相对过剩的经济阶段，经济总量增长的重要性相对下降，而提高经济增长质量的重要性则更为突出。

（2）越来越激烈的市场竞争，促使企业产生提高质量的动力，促使企业组织经营环境进入质量经营时代，别无选择。

因为企业组织要进入国内外市场并不断提高市场占有率，以获取应得的利益，在很大程度上取决于质量优势；而质量优势又取决于技术优势和人才优势。人才优势、技术优势都具体体现在产品的质量优势上。这种趋势迫使企业无论在经营思想的取向如何，都离不开质量经营的思维。

（3）世界性的 ISO9000 现象及中国国家政府导向，促使企业经营环境进入质量经营环境。

（4）中国社会已产生对质量管理科学的普遍需要：质量知识的普及，质量经营人才的加速培养，从另一个侧面证实了企业经营环境已进入质量经营时代。

（5）与质量有关的学术团体相继成立，不断发展，质量经营队伍不断壮大；国际间有关质量的学术交流和友好往来发展迅速；质量咨询和认证正在形成一种新行业也说明质量经营时代已经到来。

在质量经营时代，企业组织要用最经济的方法把消费者需求的最满意的商品生产出来，又要以最有利的条件把商品销售出去，就要有一个全局性、较长期的谋划。在谋划的过程中，要确立企业的质量目标，进行整体质量规划，并且要把企业整体质量职能展开分解落实到企业各部门机构，才能有利于整体目标的实现。这个整体质量目标的确立，来源于消费者的需求。因此，有识别、把握用户需求的问题。把握了用户的需求，接着就是用户需求适用性的实现和符合这种适用要求的符合性质量的实现以及质量经济性的评价分析。以上这些问题的解决，需要应用质量管理的理论和知识体系，探索解决这些问题的质量工程技术方法。因此，我们可断言，质量工程技术方法体系的形成，是企业组织进入质量经营时代的紧迫要求和特殊的需求，也是企业管理科学发展的必然要求。

2.2 质量工程技术方法体系的内容和学科属性

质量经营是以质量为中心的经营，因此建立质量工程技术方法体系就必须围绕质量产生、形成和实现的全过程，站在更高的角度来确认。同时，它必须是应用质量管理科学知识体系于质量产生，形成全过程积累起来的管理方法、管理技术和体现这种管理技术方法的工具和手段。它是为了实施和支持以最经济的成本费用得到充分满足顾客需求的质量体系而制定政策、分析和规划产品质量所需的技术知识体系。具体而言是从市场调查用户的需求开始到整体目标的规划、产品开发、设计和制造出用户真正需求的产品直至产品经用户使用后退出历史舞台，建立一系列严格的质量控制技术方法手段和一整套先进的质量工程技术体系。这个体系，集合了全世界工业发达国家行之有效的先进技术及我国几十年来的创造和经验。既包含了软科学技术，又含有专业质量控制技术的硬科学技术。它的任务，是从经济角度和保证质量的角度，审

视现行质量形成全过程，分析、规划、改进、监督、影响质量的环节，并以经济性、稳定性、可靠性、安全性来控制质量形成的过程。

本教材共分为五部分。第一部分是质量实现的基础技术，包括质量实现的思维工具、价值分析技术、正交试验设计技术。它们是“一组固有特性达到满足需求程度”的基础技术方法，也是质量规划、适用性质量实现、符合性质量实现、质量评定和经济性管理的基础技术。第二部分是质量规划技术，包括方针目标管理技术、质量职能展开技术。它们的一个共同特征是以信息论、系统论、控制论为认识方法论基础，是组织常用的整体质量规划的技术工具。第三部分是适用性质量实现技术，它是为了满足用户需求，设计出用户适用产品的质量设计技术。这部分内容包含了三次设计及早已在国内流行的可靠性方法和故障分析技术。第四部分是符合性质量控制技术。这一部分主要是解决生产制造过程的质量控制问题，包括工序的实时处理技术，统计过程控制技术，质量分析与改进技术。第五部分是从量化和经济性角度来选择一些进行质量评定和经济性管理的方法和技术。

本教材是行之有效的质量经营主要技术方法的集合。这些技术方法是属于应用技术，一经运用于实践，就能产生效益。

2.3 学习本教材的注意事项

本教材属于应用技术学科，是质量管理科学知识体系在应用过程中积累起来的技术方法、工具和手段。因此，学习时必须注意：

(1) 必须具备质量管理学及概率论和数理统计的基础知识，在把握质量的产生、形成的客观规律的基础上进行学习，才能懂得这些技术方法的应用场所及减轻学习阻力。

(2) 理论联系实际学习。在学习每一种具体的技术方法时，应注意这种技术的产生背景和应用范围。

(3) 多练。一定要动手作练习，如果不亲自动手练习，将很难掌握其技术实质和方法诀窍。

第一篇 质量实现的基础技术

[本篇学习提要]

ISO9000: 2000 标准把质量定义为“一组固有特性满足要求的程度”；质量实现是指这一组固有特性已经达到满足要求的程度。本篇阐述的思维工具、价值分析技术、正交试验设计技术正是实现“要求”与“固有特性”之间转换的必须掌握的技术方法工具，它们不仅有单独使用价值，而且是本书所阐述的技术方法的基础工具，其重要性远大于本教材的其他技术方法。学习本篇应侧重下列各点：

1. 掌握关联图法、KJ 法、系统图法、PDPC 法、矩阵图法等思维工具。

2. 掌握价值分析的原理、基本概念、分析程序、改进方案的评价。

3. 掌握正交试验设计的步骤和试验结果分析方法、二水平正交表的构造、有考察交互作用的试验结果分析方法。

第 1 章 质量实现的思维工具

质量实现的思维工具是广大管理者和技术工作者构思问题、确定工作重点和制定工作计划等的有力工具。管理者，特别是高级管理者很有必要掌握一些能综合处理各种杂乱无章信息资料的质量实现工具，才能从复杂的事物中尽快地整理出思路并抓住问题的本质，从而能迅速有效地解决各种复杂问题。

1.1 关联图法

1.1.1 关联图法

关联图法也叫关系图法。它是用箭线把存在问题与其影响因素之间的因果（或目的与手段）关系表达出来，然后根据逻辑关系确定出主要因素并寻找解决问题措施的一种方法。

关联图法的工具是关联图，如图 1-1 所示。可用于解决诸如降低成本、预防缺陷、防止公害、建立健全质量体系等复杂问题。

1.1.2 关联图的分类

按应用方式分，关联图可分为单目的型与多目的型两种。

（1）单目的型是指用于解决单一目的的关联图，如图 1-1 所示。

（2）多目的型是指用于解决两个以上目的的关联图，如图 1-2 所示。

按图形结构分，关联图又可分为中央集中型、单向汇集型、关系表示型和应用型四种。

1. 中央集中型

是指把重要项目或应解决的问题尽量放在图的中央位置，从和它们关系最为密切的因素开始，把有关的各种因素从近到远排列在其周围（如图 1-1），它属于单目的型。

2. 单向汇集型

是指把重要项目或应解决的问题放在图形的右（或左）侧，将各因素按主要因素关系的顺序，尽量从左（或右）向右（或左）侧排列（如图 1-3 所示），属单目的型。

3. 关系表示型

是用来表示各种活动项目之间或因素之间的因果关系（如图 1-2 所示），图形排列较为灵活，属于多目的型。

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhjj.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

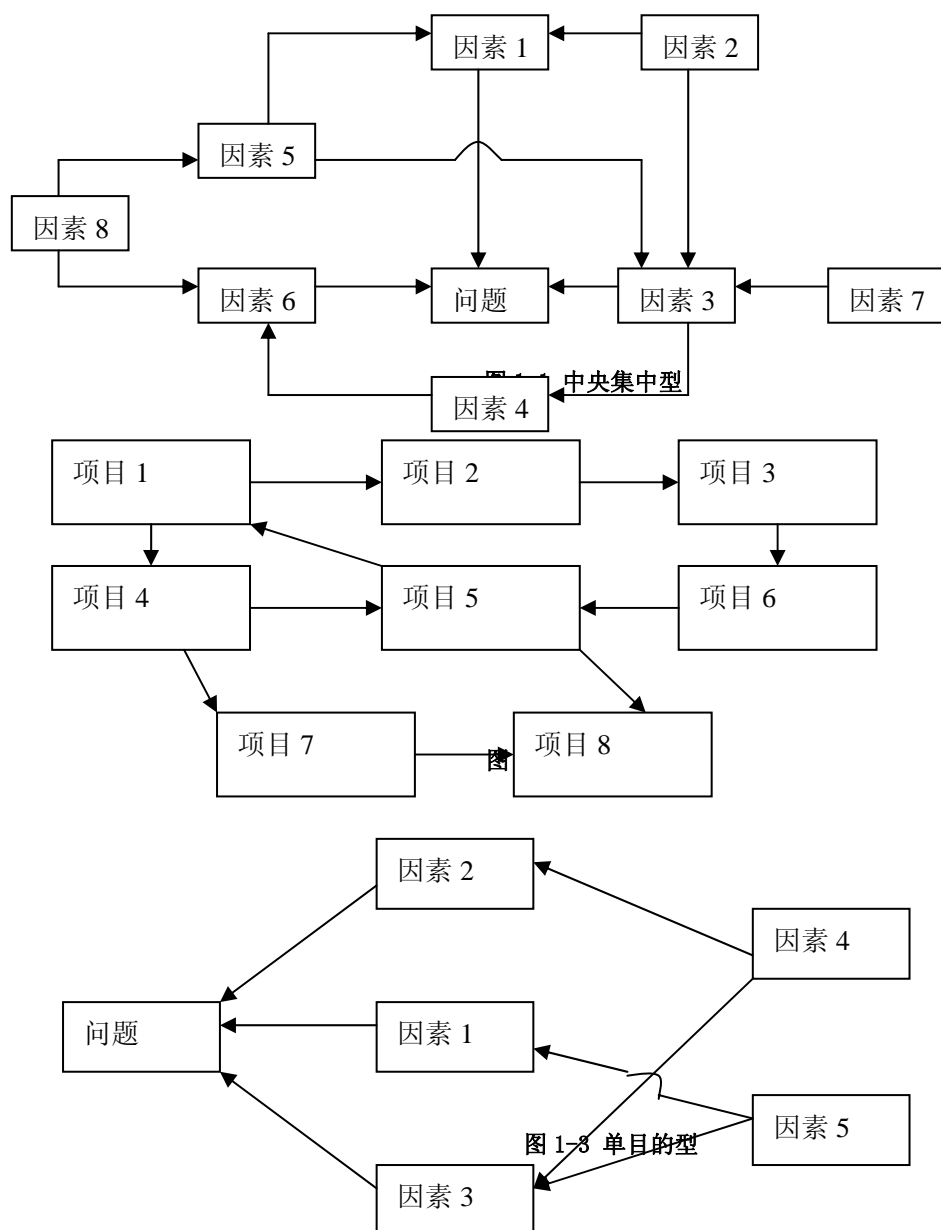
颁证单位：中国经济管理大学

承办单位：中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程



4. 应用型

是指以上述三种形式为基础而加以组合运用的关联图（如图 1-4，1-5 所示），既有多目的型又有单目的型。

图 1-5 是与系统图联合应用的关联图。它是将系统图展开后，再将各因素相互交织的“原因与结果”、“目的与手段”之间的关系画出关联图，以便综合研究解决问题。

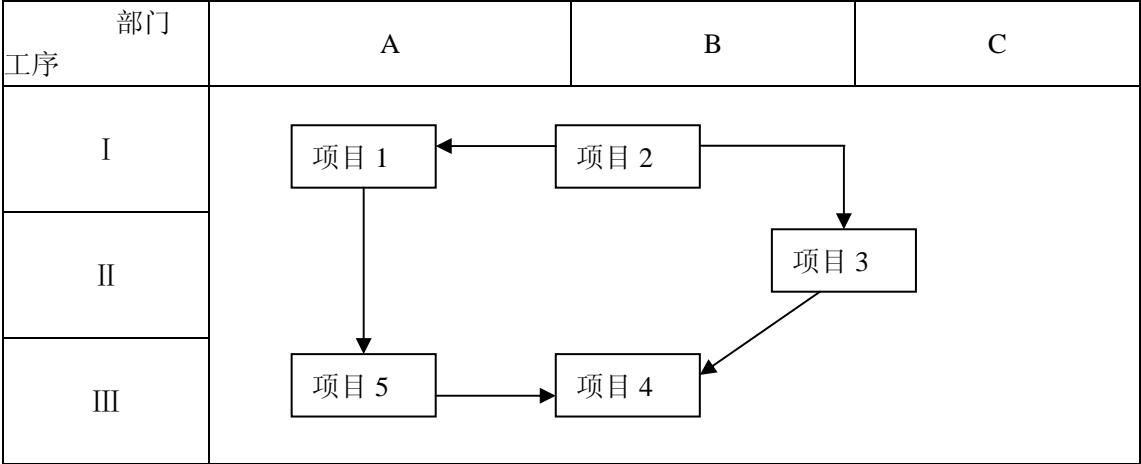


图 1-4 应用

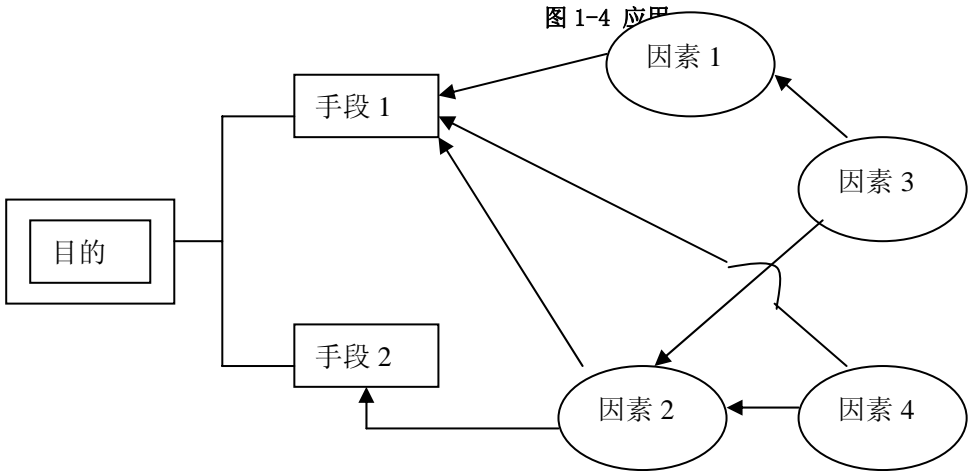


图 1-5 与系统图联合应用的关联图

1. 1. 3 关联图的绘制程序

关联图的绘制可参照如下程序进行：

- 1. 确认存在的问题（或要达到目标）。
- 2. 成立工作小组。
小组成员选择要有代表性，这也是成功应用关联图的关键。
- 3. 绘制草图。

召集小组会议，让成员自由提出与存在问题有关的因素，并用简明确切的语言规定其名称，然后用或圈起来。找出因素间的逻辑关系，并根据事先规定指向及意义用带箭头线连接起来。对找出的重点问题（或要达到的目标）用“ ”或“ ”圈起来。广泛讨论后形成草图，分发到各位成员，让大家会后继续思考与审查。

4. 修订草图。

再次召开小组会议，根据大家掌握的新资料对草图中因素间的逻辑关系进行认真地分析、讨论、补充和核准，形成正式的关联图。

5. 对策与计划。

根据关联图中的因果关系，制定解决问题（或达到目标）的具体对策与计划。

6. 修订关联图。

在计划的实施过程中，要根据各种条件的变化重新修订、补充和完善关联图。

要保证关联图法应用取得成效，绘制关联图时一般要注意以下几个问题：

- （1）在充分掌握资料的基础上集思广益、畅所欲言，在统一认识的基础上画出关联图。
- （2）语言、文字表达要准确简洁。即用不失原意的文字和语言表达因素。

(3) 经过充分反复分析、研究、修改，找到真正的重点问题，画出切实可行的关联图。

(4) 重视评价。要重视对各种措施进行评价，以便不断地修改关联图。

1.1.4 关联图法的用途

关联图法可用于解决企业管理和社会管理的各种问题，在质量规划方面主要用途有：

- (1) 用于企业制定推行全面质量管理计划。
- (2) 用于制定质量管理 and 质量保证的方针及其展开。
- (3) 用于制定生产过程中减少不合格品的措施。
- (4) 用来寻求解决索赔问题的措施。
- (5) 用来制定质量管理小组的活动计划。
- (6) 改进企业各部门的业务工作。
- (7) 用来寻求解决工序管理上的各种问题。

1.1.5 关联图法的应用

例 1-1 减少在制品流失。

某厂针对在制品非正常流失问题进行了广泛调查，并召开“在制品流失”问题因果分析会，为了找出主要因素，采用了关联图法。在分析会上，根据调查资料提出了 24 个与在制品流失有关的因素，其中 5 个因素与人直接有关（如图 1-6 所示）。

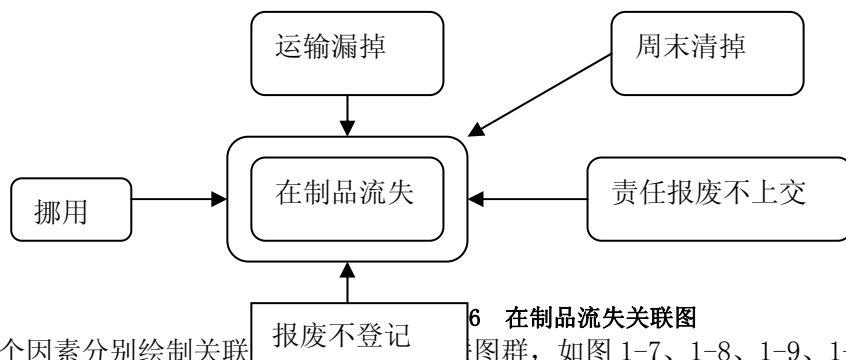


图 1-6 在制品流失关联图

将 5 个因素分别绘制关联图群，如图 1-7、1-8、1-9、1-10、1-11 所示。再把 5 个图中的公共因素进行合并，从而组成最终的关联图（如图 1-12 所示）。

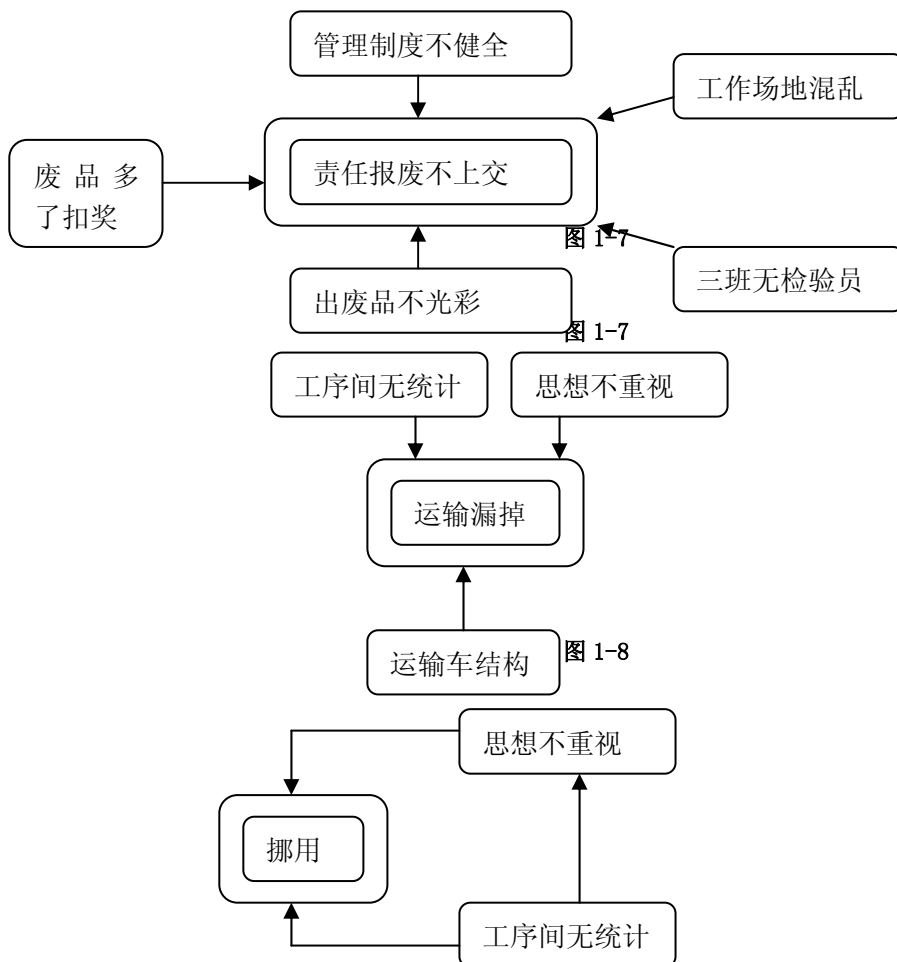


图 1-7

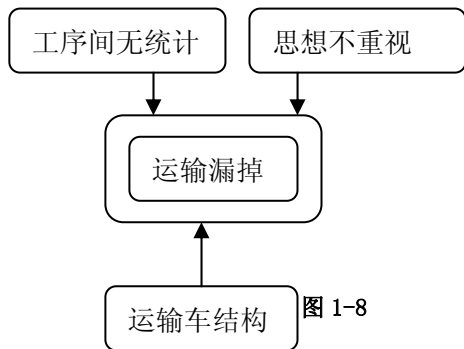


图 1-8

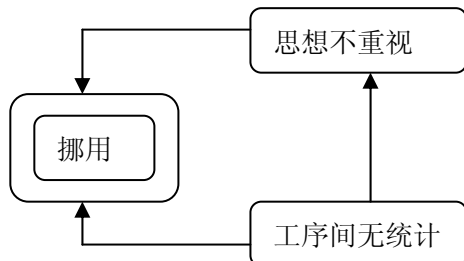
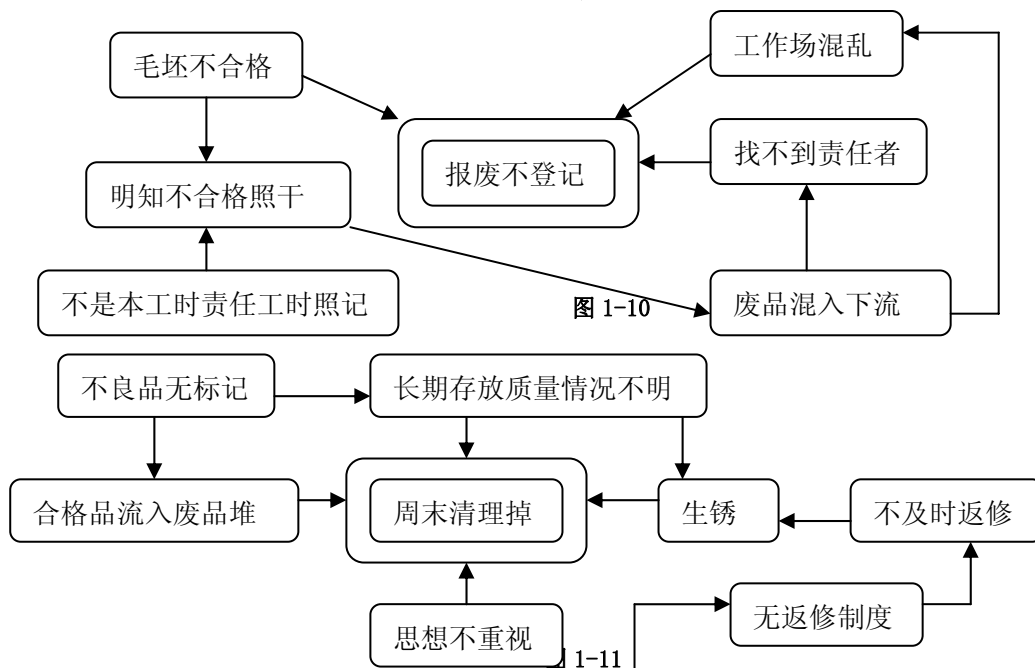


图 1-9



- 由图 1-7 至图 1-12 知，采用关联图群与关联图法具有以下特点：
- (1) 由于进行了分解，便于掌握错综复杂的事物之间的相互关系。
 - (2) 配合实际情况很容易找到主要因素。
 - (3) 可大大缩短关联图的绘制时间。
 - (4) 画出的关联图箭头线交叉较小。

全国迷你型MBA职业经理双证班

认证系列：高级职业经理 CEO 资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 **1280** 元

学校网站：www.mhjy.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学

承办单位：中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效



职业经理 MBA 整套实战教程



例 1-2 提高统计数据的准确度

某漂染厂在统计月度返修品数量时,发现根据挡车工个人产量单计算出的返修品数量与技术员开出的返修料单计算出的返修品数量相差较大,从而表明由返料料单统计出的月度返修品数量有严重失实的可能,为了找出问题症结,绘制了如图 1-13 所示的关联图。

经深入调查发现，主要影响因素是平时没核对及有关人员的工作没进行认真的考核。决定采取开料单每次留底以便进行核对，同时健全考核制度，加强日常审核等措施。经过实施后，发现以后的统计数据基本上都是吻合的。

1.2 KJ 法

1.2.1 KJ 法与 A 型图解

KJ 法是将处于混乱状态中的语言文字资料，按其内在联系（亲和性）加以归纳整理，然后找出解决问题的方法。这种方法的特点是不用数据说明问题，而是用文字说明问题。

KJ 法的工具是 A 型图解（也称亲和图）。A 型图解指的是就未知或未经检验过的领域中的混乱问题，搜集其事实、意见设想等方面的语言文字资料，然后利用资料的内在联系（亲和性）作成归类合并图，进而从中找到所要解决的问题。

KJ 法与质量管理中统计方法的区别可参见表 1-1。

表 1-1 KJ 法与统计方法比较表

KJ 法	统计方法
① 发现问题	① 假设检验型
② 不把现象数量化，而是用语言文字形式掌握问题	② 把现象数量化，依靠数据资料掌握问题
③ 抓综合，谋求不同性质问题的综合	③ 抓分析，分清层次
④ 从概念出发进行归纳	④ 用数理统计方法进行整理
⑤ 以本国语言文字作为思考基础	⑤ 欧洲式的思想方法

1.2.2 A 型图解的绘制程序

1. 确定课题。

根据 A 型图解的特点，只有那些非解决不可又要容许用一定的时间来解决的问题才能确定为课题。

2. 搜集语言资料。

常见的语言资料搜集方法如图 1-14 所示：

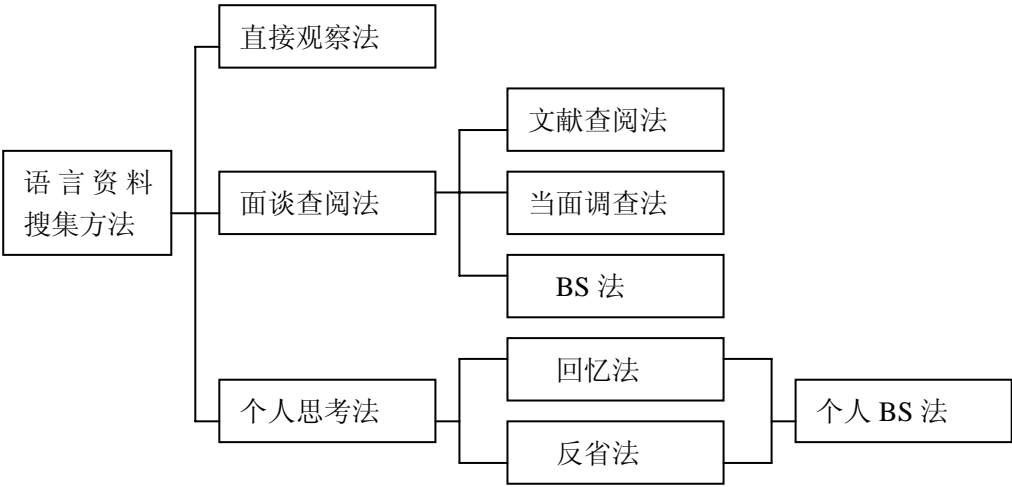


图 1-14

（1）直接观察法是指亲自深入现场耳闻目睹获得资料的方法。

（2）面谈查阅法是指一方面通过召开座谈会、诸葛亮会、分析会或个人咨询或的资料，另一方面通过查阅有关方面的文献资料来获得语言资料。

必须说明的是，此处的 BS（Brain storming）法就是通常所讲的头脑风暴法，它是一种集体创造性思考法。

（3）个人思考法（即个人 BS 法），包括通过自我回忆过去的经历的事情提供资料的回忆法，以及针对所选课题进行思索而悟出的一些设想、见解或办法的反省法。

在运用个人 BS 法时，要注意边思考边把想到的东西记在笔记本上，然后再加以反复阅读以促进思路的扩展，形成自己的观点和方法。个人 BS 法对设想构思、会议讨论内容、工作过程、读书及日记等均可进行系统地分析和整理。

根据 A 型图解的不同用途和目的，用于收集语言资料的方法一般也不同（参见表 1-2）。

表 1-2 收集语言资料的方法

资料种类	直接观察法	文献查阅法	当面调查法	BS 法	回忆法	反省法
认识事物	◎	△	△	△	○	×
确立思想	○	○	◎	○	○	◎
改变现状	◎	○	○	◎	◎	◎
提出新理论	△	◎	◎	×	○	○
促进协调	×	×	×	◎	○	○
贯彻方针	×	×	×	◎	○	○

1. 制作语言资料卡片。

把搜集到的语言资料按其内容划分成独立的具有基本含义的句子，并一一分别写在卡片上。使用的语言尽可能不要生硬死板或抽象化，应尽量灵活、具体化。

4. 整理、汇总卡片。

把卡片汇总在一起后，将其按顺序展开，然后反复细读每张卡片的内容，并把那些内容相似或比较接近的卡片会集在一起。汇总过程中要注意避免主观因素的影响，应当使汇总后的同种卡片彼此之间有一种给人自然汇集到一起的感觉，绝不能是卡片的堆积或拼凑。

5. 制作标签卡片。

即对内容相似的卡片组，要找出能反映该卡片组内容的简单的表达形式，并把它写在一张卡片上，作为“标签”。标签的内容要简单，且能反映该卡片组的内容，不要抽象化或表达出该卡片组所没有的内容。标签卡片制作好以后，要把一组卡片归拢起来，放上标签卡片，用夹子或橡皮筋捆起来。可以把捆起来的带有标签卡片的卡片组，当作一张卡片对待，继续进行综合卡片的工作。

当汇总卡片出现不属于任何一组卡片时，不要勉强地把此卡片硬塞进某一组，要单独处理。一张单独的卡片，也可以给一个标签，但最后综合处理形成的卡片组一般不超过 10 组。

2. 绘图

即把全体卡片以通俗易懂的结构进行图解，画出 A 型图。

绘图时要透彻理解各组卡片的内容，正确地安排好各组卡片的位置，使其明显地表示出它们之间的相互关系。可采用把卡片贴在纸上或把其内容画在纸上，再用符号画出卡片间的相互关系进行绘图。

1. 2. 3 KJ 法的用途

(1) 用来认识一些本来不认识或过去也没出现过的事物。比如到一个新单位工作，就要掌握该企业的经营管理情况。

(2) 用于确立思想，提出新的方针。即对一个不熟悉的领域，归纳总结出自己的思想与见解。

(3) 用于改变现状，提出新的方针。主要是通过打破旧经验形成的条条框框及其造成思想上杂乱无章的格局，再运用 A 型图解确立新思想，提出新方针。

(4) 用于提出新理论。即通过学习别人的思想、观点来形成自己的思想。

(5) 用于促进协调，统一思想。

(6) 用于贯彻上级方针。主要是通过 BS 法让相关人员提出自己的各种见解，运用 A 型图解归纳意见形成统一见解，达到彻底贯彻上级方针的目的。

1. 2. 4 KJ 法的应用

例 1-3 如何搞好 QC 小组活动？

这是某企业以“如何搞好 QC 小组活动”为题，采用 BS 法绘制的 A 型图解（如图 1-15 所示）。

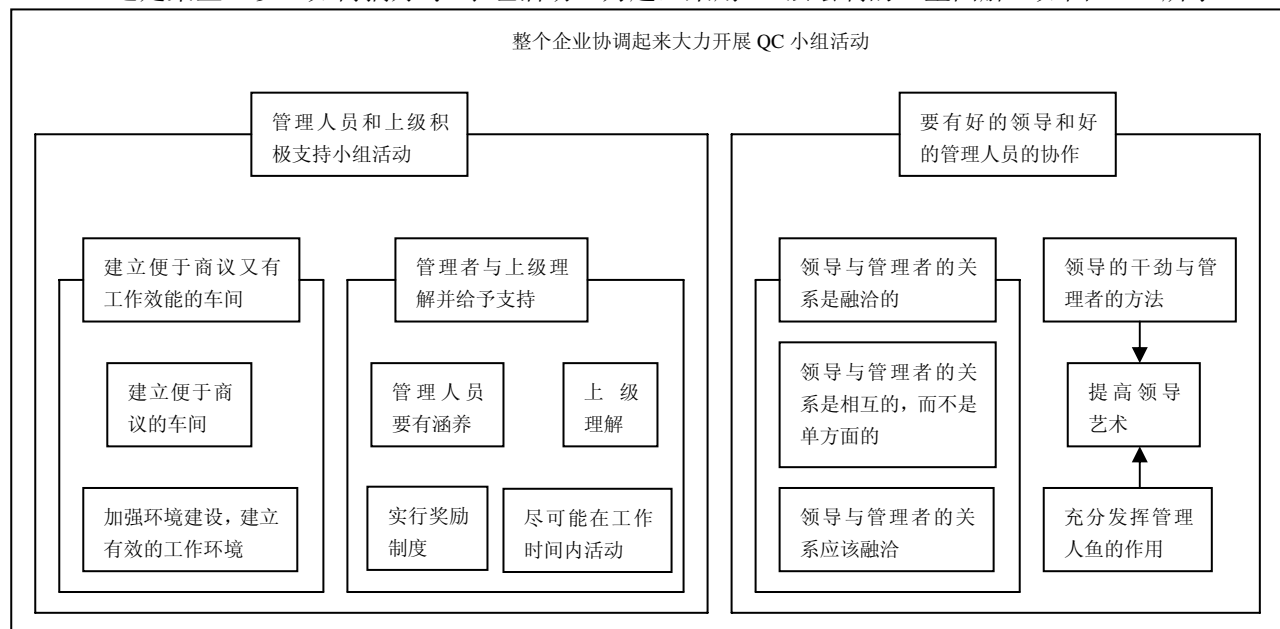
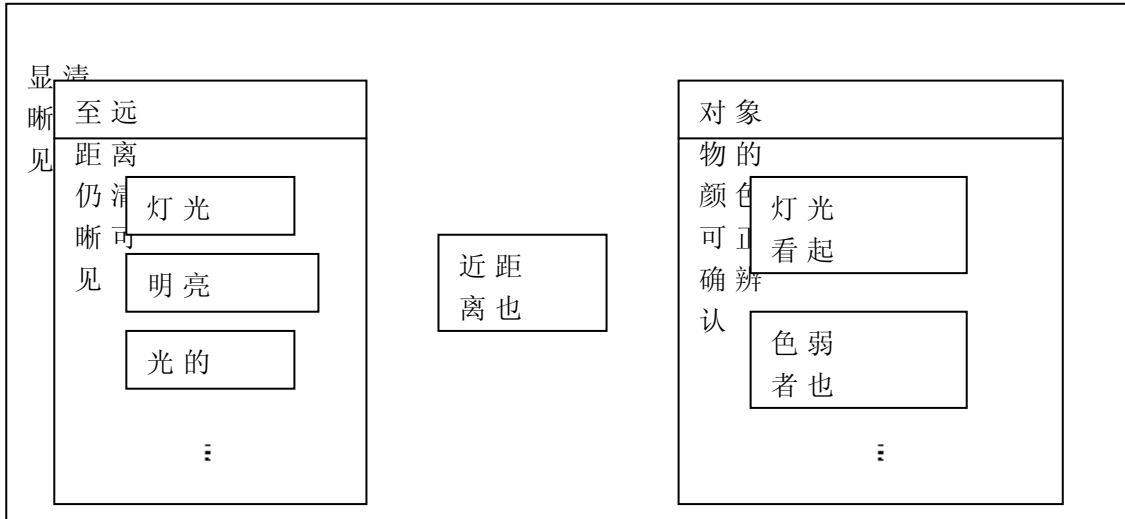


图 1-15

例 1-4 关于汽车前灯灯泡需求质量特性语言资料的处理（如图 1-16 所示）。

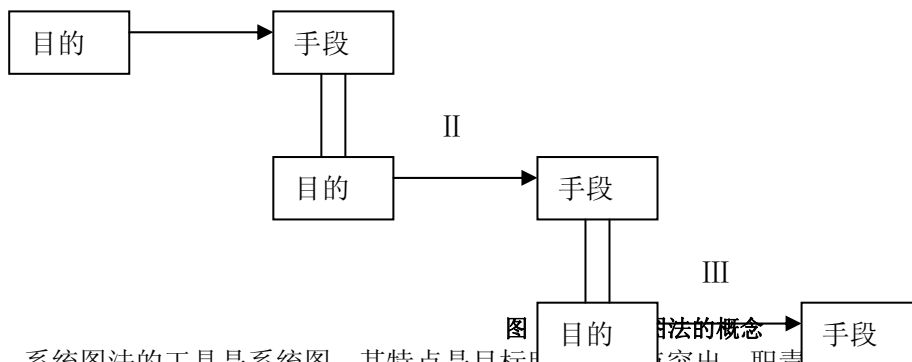


1.3 系统图法

1.3.1 系统图法

系统图法是将价值工程中的功能分析所用的功能系统图的思路与方法应用到全面质量管理中的一种图形方法。

把要达到的目的和所需要的方法及手段，依系统来展开，按顺序分解，逐步画出方块图，再从图形中明确问题的重点 I 找到实现目标的最优方法和手段称为系统图法（见图 1-17）。



系统图法的工具是系统图，其特点是目标明确、重点突出、职责分明、措施具体、考核方便，是一种系统地寻求达到目的的最佳方法。

1.3.2 系统图的分类

1. 因素展开型系统图

它是把所研究的对象按构成因素展开为目的→手段关系的一种图形。

2. 措施展开型系统图

它是把要解决的问题或要实现的目的（目标）和手段（措施）加以系统地展开的一种图形。

本节主要介绍措施展开型系统图。

1.3.3 系统图的绘制程序

1. 明确要达到的目标（或目的）

目标或目的应尽量数量化，并用简练的语言记在卡片上，同时写明“为什么要达到此目的或目标”，对于为实现目的或目标的条件和注意事项也要简要地注明。

2. 提出手段（措施）

在讨论分析实现目的或目标的各种手段、措施时，可以从高级水平的“目的→手段”逐级展开到低级水平的“目的→手段”进行考虑；也可以从低级水平的“目的→手段”反推到高级水平的“目的→手段”来联想和归纳。手段、措施通常是利用民主会来产生。

3. 对手段（措施）进行评价

对所提出的各种手段、措施的可行性进行评价，并作标记。常用的记号有：

○：可行；×：不可行；△：需作调查后评价可行性。

在评价过程中要注意：

- (1) 不要轻易否定别人提出的手段、措施。
- (2) 对每一项手段、措施要反复考虑与调查分析，才能作出是否可行的判断。
- (3) 即使是离奇的手段、措施也要认真对待。
- (4) 评价过程中出现的新手段、措施用简练的文字写在卡片上。

4. 制作卡片

把评价后认为可行的手段、措施用简练的文字写在卡片上。

5. 绘制系统图

(1) 在左端画出Ⅰ级“目的”方块，找出Ⅰ级“手段”，在其右侧画出“手段”方块。若有多级的Ⅰ级“手段”，则按同级“手段”并列的原则，将其纵向并列起来。

(2) 把Ⅰ级的“手段”当成Ⅱ级的“目的”，再为Ⅱ级的“目的”找出Ⅱ级的手段，画法与(1)相同。

(3) 以此类推，将欲达到的“目的”和需要的全部相应的“手段”逐级地从高级水平向低一级水平递次展开，直到最后一级手段。然后把“目的”和“手段”方块之间用连线连起来，就画出了系统图。

6. 验证手段(措施)

绘完图后，要从最低级的“手段”出发，逐级考虑实现这些手段后，能否保证同级目的的实现。能保证的就标上“√”，不能保证的则打“×”，并重新找手段。

7. 制定实施计划

从系统图中最低级水平的“手段”开始，逐级编制实施计划。内容包括：手段的详细内容、要达到的目的、实施的各种标准、开始和结束时间、所需各种条件和资料、由谁来负责等等。

1.3.4 系统图法的用途

系统图法不但可用于明确管理重点和寻找改进措施，而且对于管理者在处理其他事情时，也是一种很好的思考方法。

- (1) 用于新产品开发中设计质量的展开。
- (2) 制定质量保证活动计划和建立质量保证体系时进行质量职能展开。
- (3) 在处理产品质量、成本、产量之间的关系及制定综合措施时，可用系统图法展开，通过分析，找出重点措施。
- (4) 在方针目标管理中，将方针和目标层层分解和系统展开，使之落实到各基层单位。
- (5) 可以同因果图联合使用，以弥补因果图的不足。
- (6) 进行机构调整时，可用系统图对各部门的职责、权限和利益进行展开。
- (7) 用于寻找降低不良品的有效措施。

1.3.5 系统图法的应用

1. 用系统图法展开企业年度方针和目标。

例 1-5 某柴油机厂 1995 年度企业方针目标展开系统图(见图 1-18)。

该企业应用系统图法展开企业方针和目标，避免了过去年度计划虽然有冗长的文字，但达不到自上而下层层展开和自下而上层层保证的缺陷。

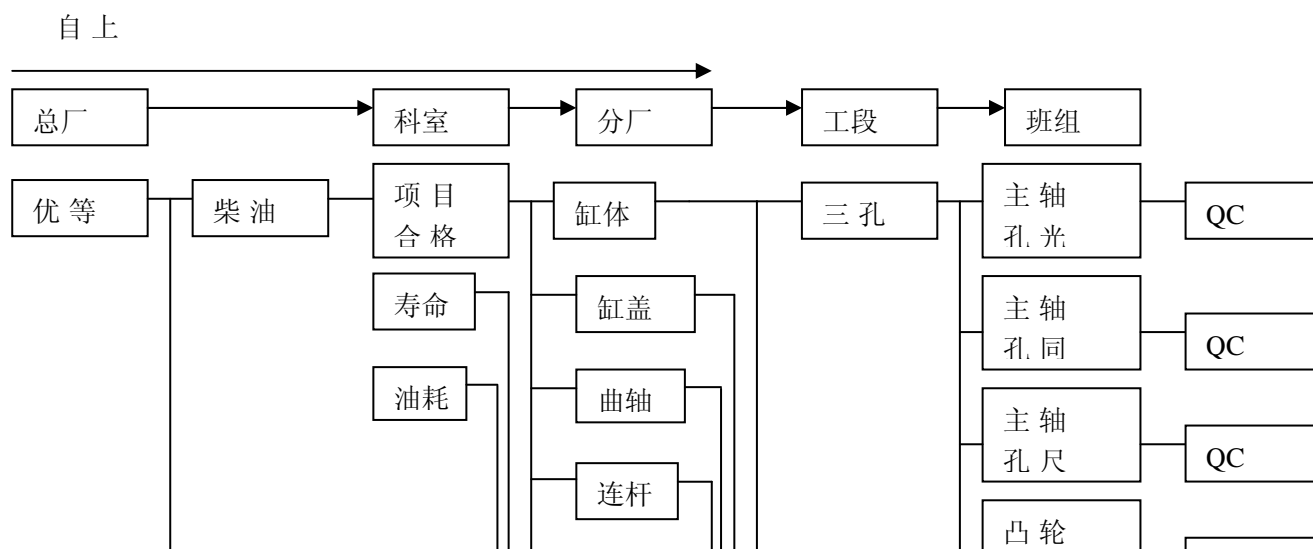


图 1-18 年度方针目标展开系统图(局部)

2. 在降低不良品方面的应用。

例 1-6 某橡胶厂 QC 小组的活动目标是减少因散差大而产生的自行车内胎不良品数。该厂自行车内胎延压工序的工序能力指数为 $C_p=0.67$ ，通过召集有关人员进行分析讨论，画出如图 1-19 的影响自行车内胎厚度特性要因系统图。根据对各要因影响情况的逐一调查，发现“速率变化”，即操作开始时和切换品种时速率的改变，对产生不良品的影响很大，对此采取了措施，并对蒸汽压力调整了标准和缩小了散差，从而降低了不良品数，使工序能力指数提高到 $C_p=1.20$ 。

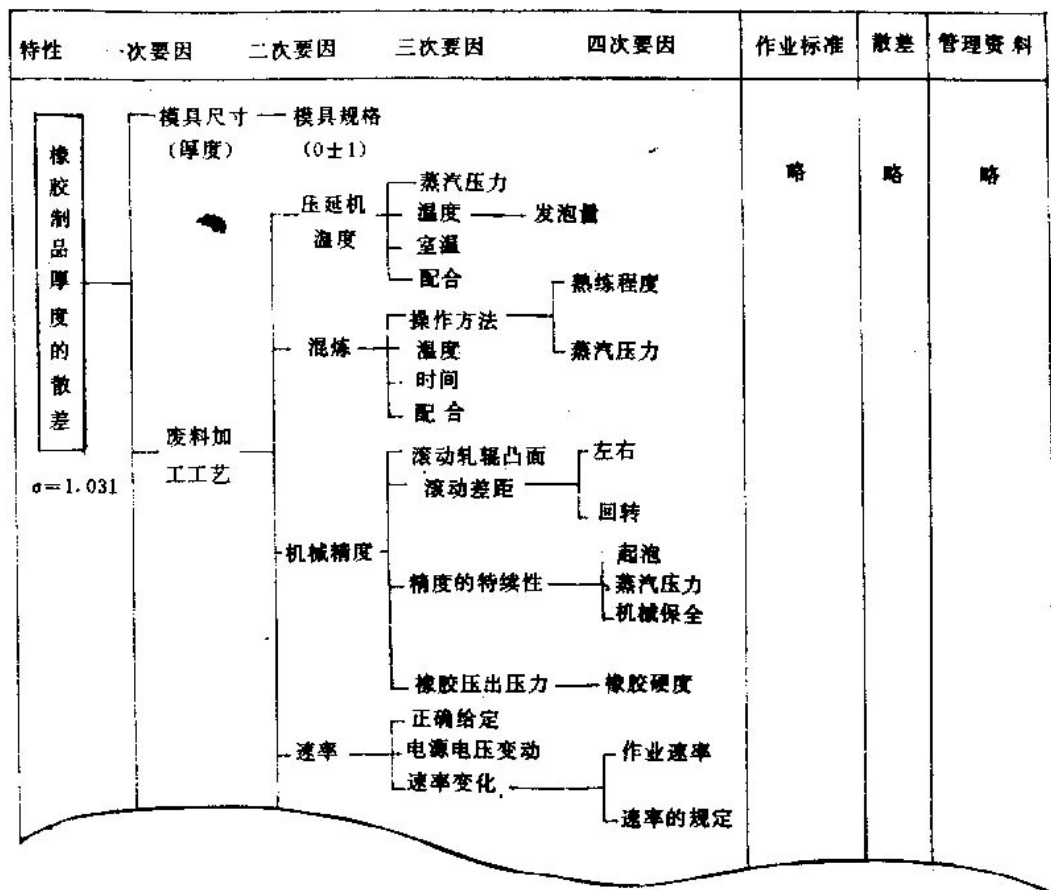


图 1-19 影响自行车内胎厚度的特性要因系统图

1.4 PDPC（过程决策）法

1.4.1 PDPC 法

PDPC (Process Decision Program Chart) 法即过程决策程序图法，是一种对于事态进展中可以设想

的各种结果，确定其达到最佳结果的途径的方法。利用这种方法可以确定出达到所期望的某种结果的过程与步骤，它是运筹学中的过程决策程序图在质量经营中的运用。

为了达到预定目标而制定的实施计划，有时因各种原因使事态不按照预想的那样发展，从而使当初确定的解决方法贯彻不下去。PDPC 法正是针对这一问题而提出来的。它是先对可能考虑到的各种情况都进行预测，并提出相应的预防措施，同时在此事态发展中随时进行预测和修正，以引导事态向所希望的结果发展。

在质量经营中，若仅采用一般的手法，那么在执行计划时万一遇到当初没有预测到的困难问题就会束手无策。而 PDPC 法则可以随机应变地按着预先想好的方案或预计到的可能性去采取相应的措施，以便达到预期的目的。

1.4.2 PDPC 法的特点

1. PDPC 法是动态方法

在过去的质量管理方法中，从掌握质量问题开始到具体实施项目各阶段的一系列计划，凭已有的经验就可以准确地预见到执行过程中可能产生的问题。然而在质量经营时代，许多问题却需要在包括在未确定因素的情况下加以解决，这就需要随着质量经营进程中新情况的出现和对其进行分析，找出实现目标的更适当手段。PDPC 法正是为满足以上需要而引进到质量经营中，它的动态特征可以从它的应用步骤中看出。

第一，计划阶段。根据已掌握的技术知识、经验和资料，就要达到的目标根据事态发展的各种可能性预先制定几个系列的措施方案，并规定执行系列措施方案的时间顺序或平行执行的时间。

如图 1-20 所示，当前状态 A_0 为优等品率低的状态，希望进一步提高优等品率使之达到状态 Z 。在计划初期阶段，可考虑从 A_0 到 Z 手段 A_1, A_2, \dots, A_n ，并希望这些手段能顺利进行。假设在实施过程中发现 A_3 较难实现，为此又提出从 A_2 开始经由 B_1, B_2, \dots, B_m 到达 Z 的手段系列。

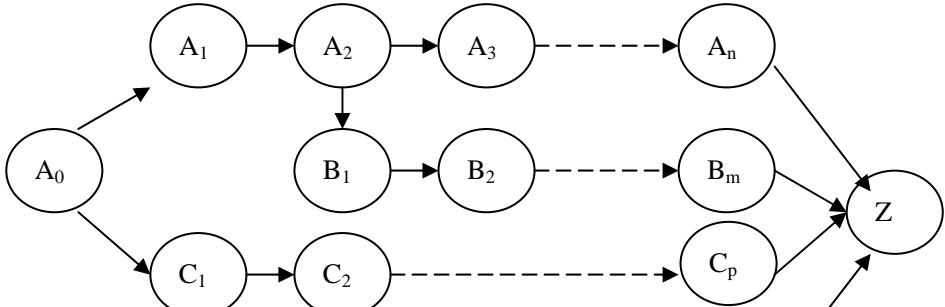


图 1-20 PDPC 法思路

如果上述两个手段系列均难以实现，再考虑另一措施系列 D_1, D_2, \dots, D_q 或执行 $C_1, C_2, D_1, D_2, \dots, D_q$ 等来达到目标 Z 。

第二，应变计划阶段。尽管在第一阶段已就各种可能进行了预测，并制定了相应的措施。但在实施过程中，经常需要研究新情况，补充新的措施，以提高达到目的的可能性。比如在图 1-20 中，经过实践发现经 A、B、C、D 四个系列手段均达不到 Z ，就得制定新的措施系列 E 或 F 等。另一种情况是在执行 A、B、C、D 系列手段过程中出现了新的情况，也应考虑改变原来的措施计划，补充新的措施，以便尽快达到 Z 状态。所以 PDPC 法是一种动态方法，在解决问题的每个阶段都考虑有无新的更可行的方案，随时准备应付各种不测事态的发生。

2. PDPC 法与系统图法的区别与联系

PDPC 法与系统图法的相同点是 PDPC 法为了解决问题能够考虑到用手段、措施的形式进行展开，它确实具有目的→手段这一部分，属系统图式的展开。不同点在于系统图法以目的→手段的体系展开是静态的，而 PDPC 法把用线连接着的展开事项的系列手段，像从某种状态按时间顺序转移到另一状态那样按时间顺序排列，因此它是动态的。

1.4.3 PDPC 图的绘制程序

(1) 召集有关人员讨论所要解决的问题。人员的选择要注意代表性，讨论前最好准备一些初步方案，以便于大家发表意见。

(2) 从讨论中提出达到理想状态的手段、措施。

(3) 预测各种手段、措施的实施结果。如果手段、措施无法实施或实施结果不理想，还得提出另外的方案。

(4) 将各项手段、措施按紧迫程度、所需工时、实施可能性给予评分。然后就当前可实施的手段、措施预测其结果，并据此确定各项实施的先后顺序，最后用箭线向理想状态连接。

(5) 对于性质不同的手段、措施，根据它们的相互关系决定先后顺序。若从某一路线得到的情报对其他路线的研究有影响，则可用虚线把相互关联的手段、措施连接起来。

(6) 注明各项手段、措施的实施单位和完成时间。

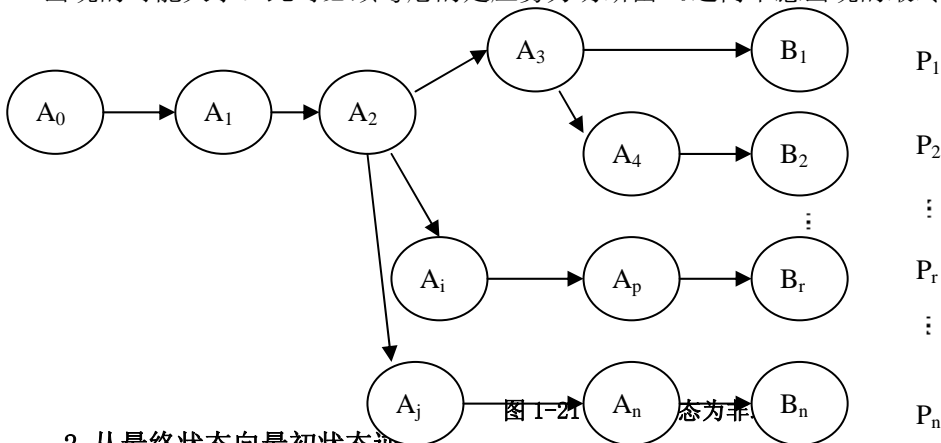
(7) 不断修改 PDPC 图。根据最初作出的 PDPC 图进行具体实施时, 若出现新情况、新问题, 应召集有关人员评定、修正原方案, 必要时重作 PDPC 图。

1. 4. 4 绘制 PDPC 图的方法

1. 从最初状态向最终状态展开。

(1) 最终状态为理想状态。如图 1-20 所示, 此时根据预先估计可能出现的各种结果, 形成从 A_0 到 Z 的各种推进方案。

(2) 最后状态为非理想状态。如图 1-21 所示, 最初状态中 A_0 经不断变化达到非理想状态 B_i , P_i 表示 B_i 出现的可能大小。此时必须考虑的是应努力切断由 A_0 通向不愿出现的最终状态的各条路径。



2. 从最终状态向最初状态逆推。

如图 4-22 所示, 是从 Z 出发, 须经什么样的路径才能达到 A_0 的一种方法。当 Z 为理想状态时, 就得考虑应采取哪些措施才能保证 Z 出现。当 Z 为非理想状态时, 则要考虑如何才能切断可能达到 Z 的所有路径。

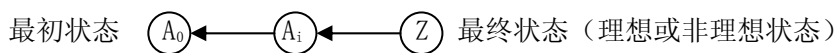


图 1-22

1. 4. 5 PDPC 法的用途

- (1) 在方针目标管理中, 用 PDPC 法制定方针目标实施计划。
- (2) 在新产品开发中, 制定课题的实施计划。
- (3) 制定工序控制措施及预防不良品发生的对策。
- (4) 对各种重大事故的预测及制定预防措施。
- (5) 用于选择处理质量纠纷的方案。

1. 4. 6 PDPC 法的应用

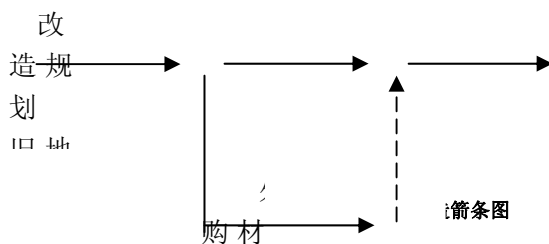
例 1-7 如何把某种“不可倒置”的易碎商品安全地发运到某国家。

为了使抵达某国的“不可倒置”的易碎商品在装卸过程中不出现倒置, 就要事先设想在运输过程中装卸工可能出现的各种情况, 并提出相应的措施, 如图 1-23 所示。

中间结点
图 1-24 中间结点示意图

2. 作业

也称为活动。表示一项作业、工作或工序，用箭线“→”表示。它需占用一定的时间，消耗一定的资源，箭线的方向表示活动前进的方向。如图 1-25 所示，是老车间地面改造的箭条图。



虚作业，表示作业时间为零，不消耗材料。虚作业的逻辑关系，用“……→”表示。如图 1-25 中③……→④之间并无实际作业，但②→③的作业没有完成，④→⑤作业就不能开始。

先行作业与后续作业，如果只有当作业 A 结束，作业 B 才能开始，则称 A 为 B 的先行作业，B 为 A 的后续作业。

平行作业，如果作业 A 和 B 可以同时进行作业或规定必须同时进行作业，则称 A 和 B 为平行作业。

在图 1-25 中“改造规划”是“外购材料”的先行作业，后者为前者的后续作业；而“外购材料”与“旧地面处理”则是平行作业。

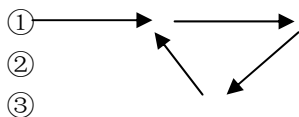
1. 线路

是指从起始结点开始，顺着箭线的方向到最后结点为止，中间由一系列首尾相连的结点和箭线所组成的通道。

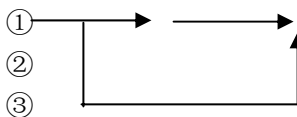
一条线路上各作业时间之和就是该线路的作业周期，简称周期。在一张箭条图中周期最长的线路称为关键线路。

1.5.3 箭条图的绘制规则

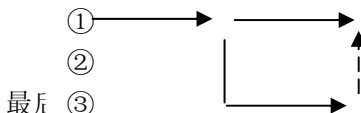
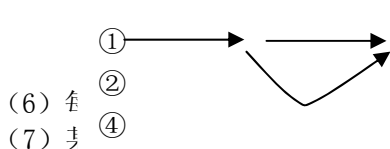
- (1) 箭线（即矢线）方向总是由左向右，箭尾号码小，箭头号码大。
- (2) 不能出现循环线路（如下图）。



- (3) 结点的号码，由左向右，不能重复出现。
- (4) 箭线必须从一个结点引出，指向另一个结点，不能从箭线中引出。

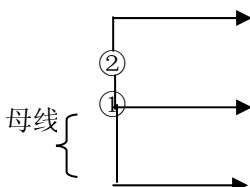


- (5) 相邻两个结点只能有一条前线，两结点之间要有两条箭线，就必须增加一个结点加上虚线。



- (6) 在箭条图中，箭线交叉时，应尽量避免交叉，少画交叉线。
- (7) 在箭条图中，箭线交叉时，应尽量避免交叉，少画交叉线。

最后 ③ 后续作业的中间作业。且过于密集时，可以用母线法。在通常情况下尽量画平行



1.5.4 箭条图的绘制程序

箭条图的绘制程序及其工作内容、各步骤

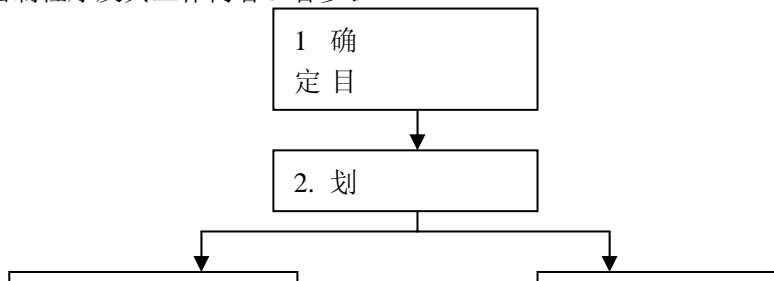


图 1-26 箭条图绘制程序图

1. 确定任务目标，进行准备工作。

准备工作包括调查组织的基本现状，了解任务的特点与要求等。

2. 分解任务目标，制作卡片。

根据计划任务的特点，把它分解成若干个相对独立的具体作业项，再明确各项作业的具体任务，并将它们记录在卡片上。

卡片的上方写明作业名称，中间隔一条横线，下方暂留空白，待以后调查作业所需要的时间记录时用。

3. 确定各项作业的先后顺序和相互关系。

按作业的先后顺序、并列等关系，在一张白纸上安排卡片顺序，并对遗漏作业项目补上相应卡片，如发现不必要的作业，则须把相应卡片取出。

4. 估计各项作业时间。

作业时间是指在一定的生产技术条件下完成一项作业所需的时间。常用的方法有两种：

(1) 有劳动定额的项目，先计算出其劳动量，再根据执行改作业的人数计算出作业时间。

(2) 对于没有劳动定额的项目，可采用经验估算。

5. 绘制箭条草图。

常用的方法有两种：

(1) 顺推法，即从起始结点开始，为每一项作业确定其直接的后续作业，直到最后结点为止。

(2) 逆推法，即从最后结点出发，为每一项作业确定其先行作业，直到起始结点为止。

6. 计算各结点时间。

7. 计算时差（宽裕时间），确定关键线路。

8. 综合平衡，选择最佳方案。

9. 根据计划要求，重新考虑各项作业的相互关系。

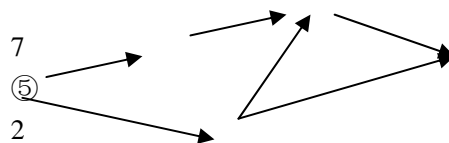
10. 根据计划要求，修改作业时间。

1.5.5 结点时间的计算方法

因为结点本身不占用时间，它只表示某项作业应在某一时刻开始或结束，因此结点时间有三个：最早开始时间 T_i^e 、最迟开始时间 T_i^l 、时差（宽裕时间） T_i^k 。

1. T_i^e 的计算方法。

结点 i 的最早开始时间 T_i^e ，就是从起始结点开始，一直到该结点为止的作业线路中最长的持续时间。如图 1-27 所示，各箭线上的数字为对应的作业时间。



那么有 $T_1^e=0$, $T_2^e=4$, $T_3^e=7$, $T_4^e=11$, $T_5^e=11$, $T_6^e=15$, $T_7^e=19$, 并记在结点 i 上方的“□”号内，见图 1-28。

显然，结点 i 的最早开始时间就是与之相邻的前结点的最早开始时间加上它们之间的作业的时间的最大值。如结点⑤，与其相邻的前结点有结点②与结点③， $T_2^e+7=4+7=11$, $T_3^e+4=7+4=11$ ，故 $T_5^e=\max\{11, 7\}=11$ 。

2. T_i^l 计算方法。

结点①的最迟开始时间 T_1^l ，就是最后结点的最早开始时间 T_n^e 减去该结点到最后结点的最长线路时间。

图 1-27 中, 由 $T_6^I = T_6^E - 0 = T_5^E = 13$, $T_5^I = T_6^I - 2 = 14 - 2 = 11$, $T_6^I = T_6^E - (4 + 2) = 7$, $T_2^I = T_6^E - (7 + 2) = 4$, $T_2^I = T_6^E - (7 + 2 + 4) = 0$, 并把 T_i^I 记在各结点上方的“△”内, 见图 1-28。

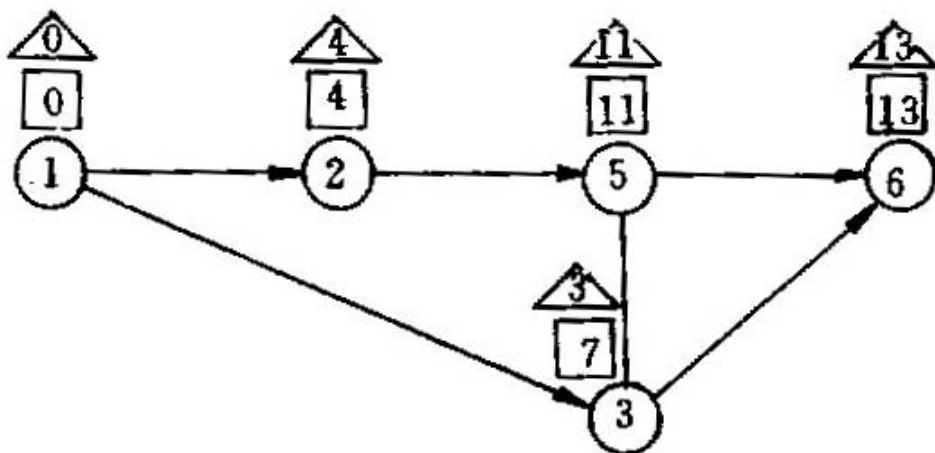


图 1-28

显然, 结点③的最迟开始时间就是与之相邻的后结点的最迟开始时间减去它们之间的作业时间的最小值。如结点③, 与之相邻的后结点有结点⑤与结点⑥, $T_6^I - 5 = 14 - 5 = 8$, $T_5^I - 4 = 11 - 4 = 7$, 故 $T_3^I = \min\{8, 7\} = 7$ 。

3. 时差的计算方法

结点①的时差 T_i^k 由下式给出

$$T_i^k = T_i^I - T_i^E$$

在图 1-27 中, 有 $T_1^k = 0 - 0 = 0$, $T_2^k = 4 - 4 = 0$, $T_3^k = 7 - 3 = 4$, $T_5^k = 11 - 11 = 0$, $T_6^k = 13 - 13 = 0$ 。

由时差为 0 的结点 (含起始结点和最后结点) 构成的线路即为关键线路, 关键线路上的作业即为关键作业。关键线路上的所有作业时间决定了整个任务的进度周期, 是改善整体进度的着眼点。

对于非关键线路上的作业, 有时间差可供利用, 因此可求得计划安排和资源分配的合理方案。

1.5.6 箭条图法的应用

例 1-8 已知某设备中修任务的箭条图如图 1-29 所示, 其中箭条上的数字为天数。

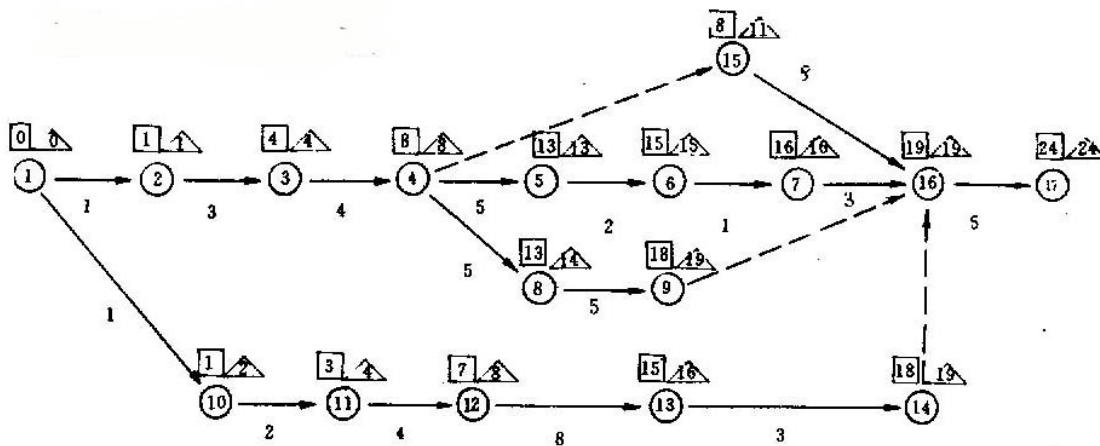


图 1-29

①→②→③→④→⑤→⑥→⑦→⑬→⑭→⑮→⑯→⑰

利用结点时间的计算方法, 得出时差为 0 的结点是①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑬、⑭、⑮、⑯、⑰, 故该箭条图的关键线路是①→②→③→④→⑤→⑥→⑦→⑬→⑭→⑮→⑯→⑰, 所需时间为 24 天。

1.6 矩阵图法

1.6.1 矩阵图法

矩阵图法是运用数学的多维思考方法来逐步明确问题的一种图形方法。即从与研究问题有关的因素中，找出成对的因素 L_1, L_2, \dots, L_m 和 R_1, R_2, \dots, R_n ，并把他们排成矩阵形式（如图 1-30 所示），在行列的交点处表示 L_i 和 R_j 关系的程度。然后在行列的交叉上发现关键因素，并进一步寻找解决问题的手段与方法。

1.6.2 矩阵图的种类

根据矩阵图结构的不同，可分为下列几种基本类型。

1. L 型矩阵图

L 型矩阵图是矩阵图的基本形式，仅由两类因素构成，如图 1-30 所示。此种图形适用于表示若干目的与实现此目的的手段或结果与原因之间的关系。

		R					
		R_1	R_2	R_j	R_n
L	L_1						
	L_2						
						
	L_i				0		
						
	L_m						

图 1-30 矩阵图（图中 0 表示关键点）

2. T 型矩阵图

T 型矩阵图是由两张 L 型矩阵图组合而成的图形，如图 1-31 所示。这类矩阵图适用于分析、追究缺陷、减少不良品、探索材料的新用途等。

C	C_4							
	C_3							
	C_2							
	C_1							
A		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
B	B_1							
	B_2							
	B_3							
	B_4							

图 1-31 T 型矩阵图

3. Y 型矩阵图

Y 型矩阵图是由三张 L 型矩阵图叠加而成的图形，如图 1-32 所示，用于反映三类因素的两两关系：A 与 B、B 与 C、C 与 A。该图常用于合理选用材料。

4. X 型矩阵图

X 型矩阵图是由四张 L 型矩阵图叠加而成的矩阵图，如图 1-33 所示，它反映 A、B、C、D 四类因素中的 A 与 B、D，B 和 A、C，C 和 B、D，D 和 A、C 的对应关系。这类矩阵图使用面较小，但使用效果却十分明显。例如，日本曾把它应用在管理功能——管理项目——输出情报——输入情报的对照等工作，都收到了较好的效果。

5. C 型矩阵图

C 型矩阵图是以三类因素 A、B、C 为棱边构成的立方体表示的矩阵图。其特征是以 A、B、C 各因素规定的三元空间上去寻找关键因素，如图 1-34 所示，它是由三个 L 型矩阵图构成的立体矩阵图。

以上 5 种类型的矩阵图还可以进一步组合形成各种类型的矩阵图。

1.6.3 矩阵图法的用途

- （1）确定产品需要更换和改进的着眼点。
- （2）分析产品出现质量问题的原因，找出原因间的关系。
- （3）用于建立质量保证体系过程中寻找关键环节。

- (4) 对产品进行质量评价。
- (5) 用于探索现有技术的应用领域。
- (6) 用于质量方针与质量目标的展开。

1. 6. 4 矩阵图法的应用

例 1-9 研究企业各个管理部门与其职能之间关系的 L 型矩阵图。
 图 1-35 反映了各个部门与各种职能之间的关系，可依此来对各部门下达工作任务。

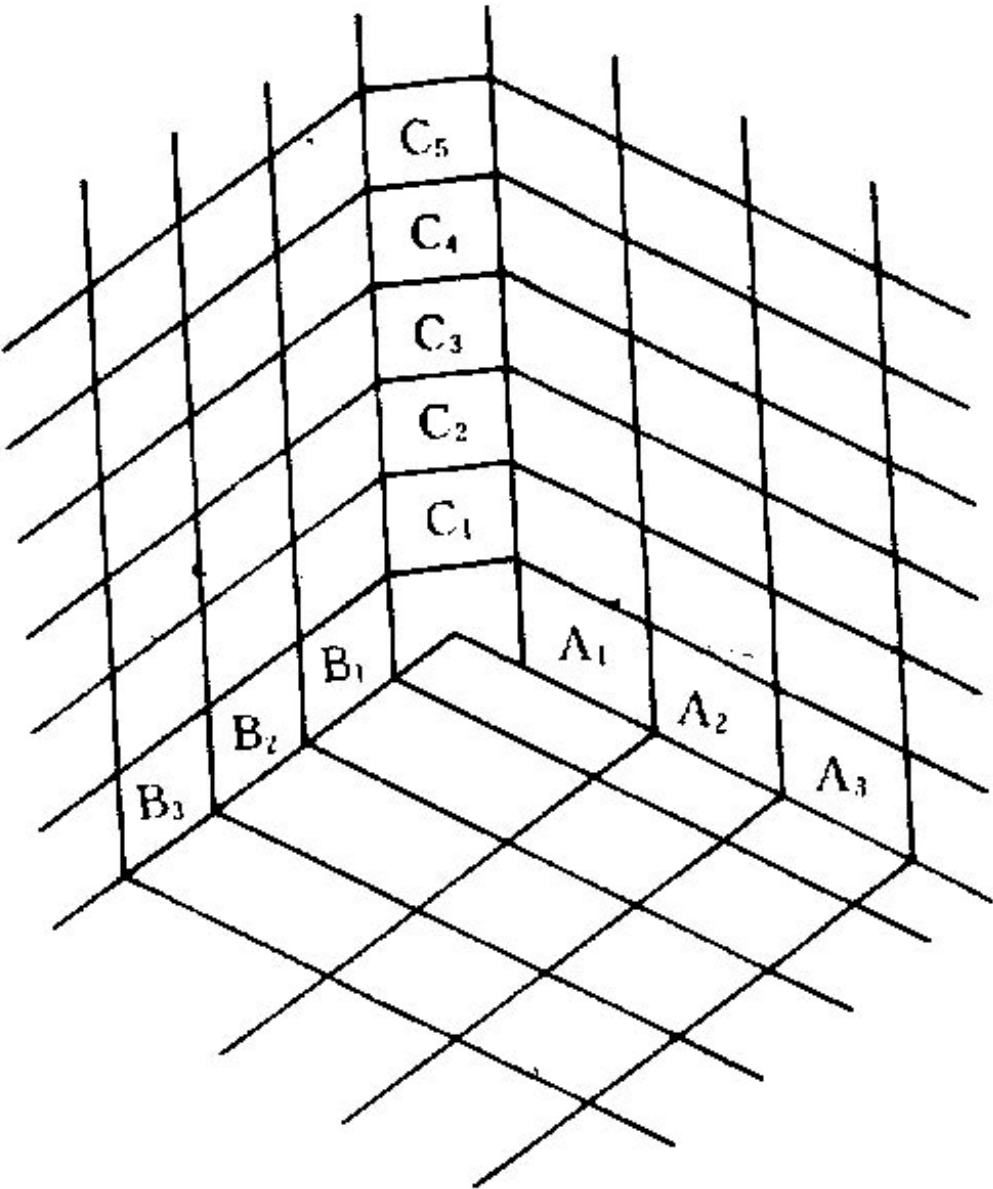


图 1-32 Y 型矩阵图

				D ₃			
				D ₂			
				D ₁			
C ₃	C ₂	C ₁		A ₁	A ₂	A ₃	

				B ₁				
				B ₂				
				B ₃				

图 1-33 X 型矩阵图

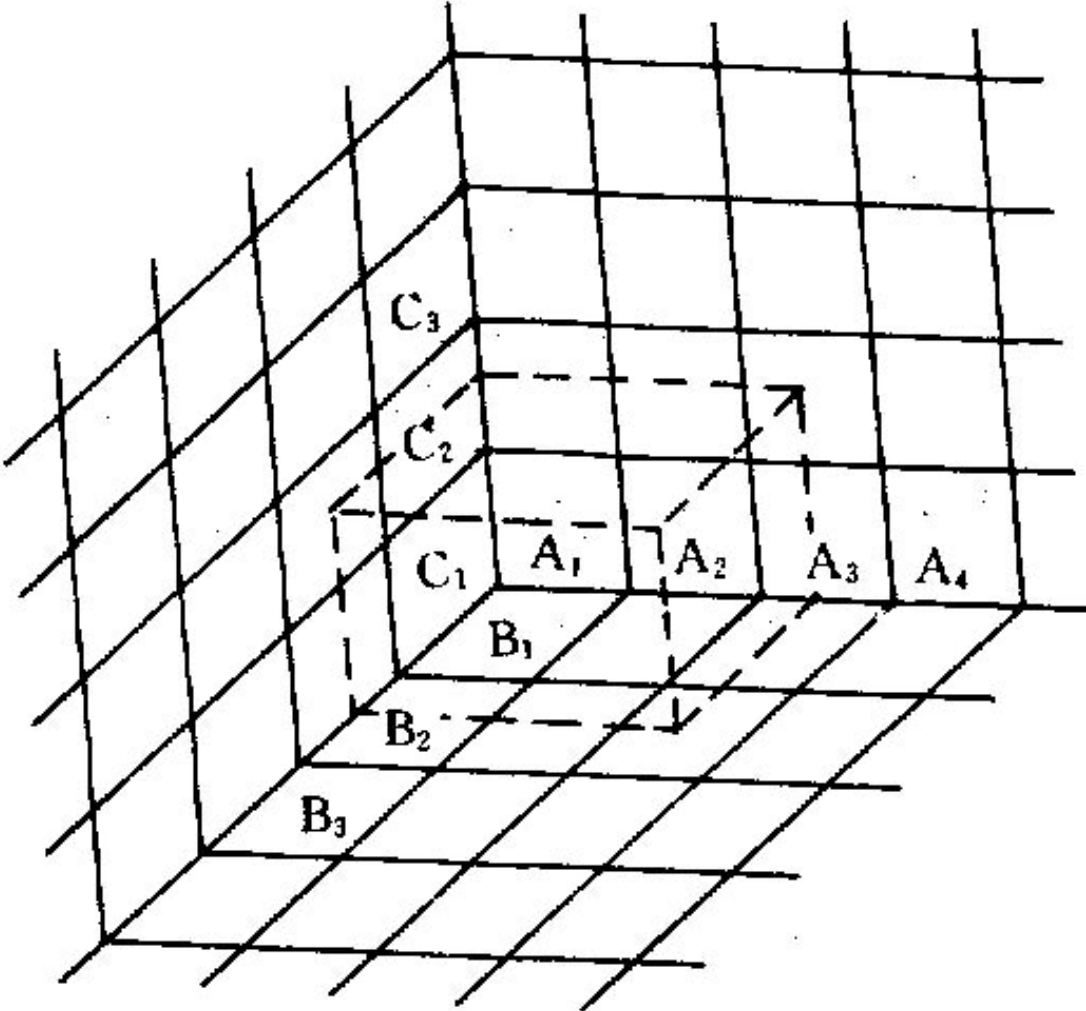


图 1-34 X

型矩阵图

部门		计划部	设计部	技术部	供应部	生产部	销售部	财务部	管理部	●有密切关系 ○有关系 △无关系
1	质量管理	●	●	●	●	●	●	○	●	按 职 能 管 理
2	成本管理	●	○	●	●	○	○	●	○	
3	人事管理	○	○	○	○	●	○	○	●	
4	事务管理	○	○	○	●	○	○	●	●	
5	产量管理	●	○	●	●	●	●	○	○	
6										
7										

图 1-35 职能管理与部门管理之间关系的矩阵图

例 1-10 追查产生块盐、堵管原因的矩阵图。
某盐化工厂 10 万吨真空制盐，配 2×1500KW 背压式发电机组，实行盐电联产。但由于经常发生堵管

而频繁洗罐（每运行 5-7 天，即停产洗罐，排出全部料液）、假洗罐（在运行中因产量有明显下降，又未到洗罐时间的应急措施）和起复，调整运行频率高，造成产量低、

工序岗位	生成盐块	△	◎	◎	◎	○	△		○	○	○		◎	◎
	堵管		○	○	○	△	○	◎				○	○	○
	现象	原因 (发生源)	卤水未处理	首效蒸汽压力不稳	效液面波动大	液期冲洗罐壁	未定冲罐稳定度佳	控制仪表稳定欠低	循环泵流量偏筛孔过大	冲孔筛板固液比不稳	四效石膏室不含量不	石膏蒸发室壁不光洁	加热罐壁不光洁	停转排盐
														紧急停车
原料	供卤	○												
	锅炉供气		◎	○						○	△		◎	◎
	背压发电机		◎	○						○	△		◎	◎
	锅炉式给水处理		○										○	
发电	炉水排污		○										○	
设备	加热室底部冲筛								◎					
	循环泵							◎					○	○
	仪表及维修		○	○		◎								
蒸发操作	首效压力控制		◎	○						○	△		○	
	料液流量控制		◎	◎						◎	◎		◎	
	泵电流控制												◎	◎
	固液比控制		○	○						◎	◎		◎	
	石膏晶种控制			△						○	◎		◎	
	运行中冲洗罐壁		○	○	◎					△	△			
	罐洗		○	○		○						◎	◎	
化验														
	化验									◎	◎			

◎有强关系 ○有关系 △可能有关系

图 1-36 追查产生盐块、堵管原因的 T 型矩阵图

生产管理被动和能源、资金、时间、人力的浪费。该厂的 QC 小组经观察和检验发现堵管物为食盐结晶成的盐块，对于盐块多、堵管多的原因，经调查，制成“追查产生盐块、堵管原因的 T 型矩阵图”，如图 1-36 所示。

经对矩阵图的分析知，造成料液中盐块多，加热管道堵塞的主因是：

(1) 由于蒸汽供应首效压力不稳定，料液流量控制不严，使蒸发室液面波动幅度大，又未坚持定时定量用水冲洗罐壁，即容易使蒸发室液面区结成块盐，脱落后在料液循环中堵管。

(2) 在加热室底部的冲孔筛板上，除~~○30mm~~孔外，由于安装工作需要保留一个~~○80mm~~孔，对于~~○40mm~~的加热管，造成~~>○40mm~~的盐块进入~~加热室下部~~而堵管。

(3) 通过技术查明，循环泵转速偏低（340 转/分），料液流速为 4.15m/秒以下，从而使小盐块在管内“架桥”堵管的机会增加。

根据以上分析结果，经反复讨论，制定了如表 4-3 所示的对策表，经实施，洗罐时间降低 50%，堵管频数下降 80%，降低成本 0.75%，节约天然气 4.105%，增收节支 23 万元。

表 1-3

序号	措施	目的	实施负责人	实施日期
1	加工堵头，蒙住四个效冲孔筛板 ○60mm 孔	防止 >○30mm 盐块进入加热管	略	1995 年 12 月
2	选用库存备件改三、四循环泵主皮带轮（改	提高循环泵转速为 355 转/分左右	略	1995 年 12 月

	Φ340mm 为 Φ365mm)			
3	改汽、电、盐生产大轮班考核管理	保持汽、电、盐生产操作状态稳定	略	1995 年 12 月
4	稳定首效蒸汽压力 $2.5 \pm 0.1 \text{ kg/cm}^2$	保持蒸发强度稳定	略	1996 年 4-3 月
5	稳定罐中液位，确定三效 $4.1 \pm 0.15 \text{m}$ ，四效 $4.33 \pm 0.15 \text{m}$	减少块盐生成	略	1996 年 4-3 月
6	仪器校正维护	保证计量准确	略	1996 年 4-3 月
7	间隔 1.5 小时后，冲洗罐壁 20 秒	溶解和防止块盐长大	略	1996 年 4-3 月
8	建立四效固液比控制图，下限 15%，上限 25%，纳入评比考核指标	保证过程条件稳定，防止交班期间发生大波动	略	1996 年 2-3 月

复习思考题

- 1、什么叫关联图？什么叫关联图法？
- 2、什么叫系统图？什么叫系统图法？
- 3、简要叙述关联图法与系统图法的区别与联系？
- 4、什么叫 KJ 法？适合于处理什么类型的资料？
- 5、PDPC 法的特点是什么？
- 6、为保证放假后能顺利从学校回到自己的家，请你根据路程上可能发生的各种情况，制作一张保证顺利回家的 PDPC 图。

〔技能练习〕

一、训练目的与要求

使学生懂得并能够使用关联图法、系统图法、PDPC 法解决各种复杂问题。

二、训练过程与结果

下例〔天虹鞋业有限公司的市场应怎样规范？〕，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

【天虹鞋业有限公司的市场应怎样规范？】

天虹鞋业有限公司的主产品是沙滩凉鞋和运动鞋，有沙滩王之美称。其销售市场遍布全国，除了西藏、台湾之外，各省都有公司的代理商，各省的代理商在本省的范围内再发展二级代理商，零售商由二级代理商管辖。01 年之前，公司按 1 / 3 的增长幅度成长，但在 01 年出现了下列事项，使公司发展停滞：①新产品市场普遍因质量问题使销售量下降 30%，行业中其他企业下降幅度更大；②部分代理商贪图小利互相串货：郑州的货卖到阳泉，石家庄的货卖到赤峰，湖南的货卖到江西……，市场零售价格大乱，大百货场一双运动鞋卖百多元，地摊上卖几十元；③市场串货现象给不少代理商受到伤害，问题反映到公司后，董事长担心像湖南送样的大客户如果给予处罚，会更减少销售量，何况还有不少货款压在他们手上，担心货款收不回来，不敢断然采取措施；④不少同行外销转内销，他们请明星做广告，夺取走不少市场份额；⑤面对广告战，不少代理商要求公司请明星做广告，以扭转市场态势；但公司举棋不定，怕跟着别人走效果不好，怕公司的“中价位高品位”的宗旨因广告增加费用受到冲击；⑥由于公司刚从供不应求的热销中转到销售受阻状态，市场部人员配备很少，市场终端控制在代理商手中，零售商用公司提供的货架卖其他品牌的产品也时有发生。

公司总经理认为要采取断然措施来扭转市场态势，但苦于年轻经验不足，在董事长的老朋友建议下，请了企业顾问组。顾问组进企业后，经过深入调研访问代理商后，用关联图分析了市场销售受阻的原因，画了市场网络系统图，发现市场网络不健全，提出设置区域经理加强对市场终端的监控；运用 PDPC 法，提出了重建市场网络的应对办法：草拟了区域经理和代理商管理办法，建议公司增加促销费用，在代理商年会上提出组建利益共同体，同舟共济，重新划分代理区域，杜绝串货，统一市场形象，适当时间做品牌

广告等意见，会议反映比去年好。

训练：（1）请把顾问组使用的关联图、系统图、P D P C图画出来。

（2）你若是顾问组的一员，你如何使用这些思维工具来提出市场网络的整顿咨询意见。

第 2 章 价值分析技术

价值分析又称价值工程。最早是一种以降低成本为目标的材料代用分析方法，后来逐步发展成为新产品开发和现有产品的“功能-成本”分析技术，并进一步发展成为评价经营成果，评价组织系统效率的评价技术。现今，价值分析已成为一门新兴的科学管理技术。

2.1 价值分析

2.1.1 价值分析原理

价值分析是通过有组织的活动，运用集体智慧着重对产品进行功能分析，使之以最低的总成本，可靠地实现产品的必要功能，从而提高产品价值，满足消费者的需要，使产品制造厂家能抢先占领市场的一套科学的技术经济分析方法。这里说的“价值”，是指某种产品的功能与成本费用的相对关系，是作为评价事物（产品或作业）有益程度的尺度提出来的。价值高说明有益程度高，益处大，反之则益处小。一般可用下式表达：

$$\text{价值}(V) = \frac{\text{功能}(F)}{\text{成本费用}(C)}$$

这样，价值就成为可以测定的东西，这是价值分析的一个创造。

价值分析的目的是提高某种产品的价值，其途径不外是提高功能或降级成本费用两个方面，其组成关系可归纳为表 2-1 所示五种。

消费者与生产制造者对功能和成本费用的要求一般是处于某种矛盾的状态。价值分析正是解决这种矛盾的手段。前四种提高价值的途径较多采用。第五种途径是生产适应购买力较低的消费者需求的价值适合的低档产品。

表 2-1 提高产品价值的途径

序号	途径	F	C	V	综合关系
1	功能不变，成本降低	→	↓	↑	$\frac{F \rightarrow}{C \downarrow} = V \uparrow$
2	成本不变，功能提高	↑	→	↑	$\frac{F \uparrow}{C \rightarrow} = V \uparrow$
3	功能提高，成本降低。	↑	↓	↑	$\frac{F \uparrow}{C \downarrow} = V \uparrow$
4	成本略提高 功能大提高	↑ ↑	↑	↑	$\frac{F \uparrow \uparrow}{C \uparrow} = V \uparrow$
5	功能略下降 成本大下降	↓	↓ ↓	↑	$\frac{F \downarrow}{C \downarrow \downarrow} = V \uparrow$

总之，价值分析并不是单纯追求降低成本费用，也不是片面追求提高功能，而是要求提高它们之间的比值。若由于降低成本费用而引起产品功能的大幅度下降，损害用户的利益，这样的降低成本费用是不符合价值分析的要求。同样，片面追求提高功能以致成本费用大幅度提高，其结果是用户买不起，不是产品滞销，就是降价出售，这样的提高功能也是不可取的。因此，应当研究产品功能和成本费用的最佳匹配。

2.1.2 价值分析的特点

价值分析研究产品成本或作业以最低的寿命周期成本费用，可靠地实现用户要求的必要功能，以提高其价值，取得较好的技术经济效益。因此，它强调：

1. 着重于产品寿命周期成本费用。

寿命周期成本费用是指一个产品从构思、设计、制造、流通、使用直到报废为止的整个时期所花费的全部成本费用，包括开发制造的生产成本费用 C_1 和使用成本费用 C_2 。

生产成本费用和使用成本费用随着产品功能水平的提高，往往有不同的变化。即生产成本费用一般随着功能水平（技术性能）的提高有所增长，而是用成本费用却朝相反的方向变化。例如同样功率的电风扇，制造成本费用可能相近，但耗电量少则会降低使用成本费用。

2. 着重于功能分析。

功能分析是价值分析的核心。功能是指一种产品所起的作用和所担负的职能。功能可分为下列几类：

（1）按功能的重要程度分，有基本功能和辅助功能。基本功能是产品的主要功能，使生产这个产品的依据和用户购买它的主要原因。如果不具备这个功能，这种产品也就失去了存在的价值。辅助功能是对实现基本功能起辅助作用的功能，常表现为实现基本功能的某些手段，也称二次功能。

（2）从功能的特点分，有使用功能和美学功能。使用功能是产品在使用时具备的功能。美学功能是满足用户的美学欣赏而使之乐于购买的功能。美学功能有很强的时代性，生产者需要随时掌握用户爱好的转移。许多产品都要求具备这两种功能。特别对轻工产品来说，往往美学功能占有很重要位置。

任何产品都有其特定的某些功能，用户购买这种产品是为了得到这种功能。生产者只要能为用户提供所需功能手段，只要能满足用户对功能的要求，用户也将乐于为此而付出相应的代价。因此，价值分析对产品的分析，首先不是分析产品的结构，而是分析产品的功能。从对产品结构的研究转移到对产品功能的研究，摆脱的现存结构对思想的束缚，为广泛联系科学技术的新成果，找出实现所需功能的最优方案提供了一种有效方法。

通过功能分析可以发现哪些功能是必要的，哪些功能是不必要的，哪些功能是过剩的。在改进方案中去掉不必要的功能，消减过剩功能，补充不足功能，使产品的功能结构更加合理，以达到保证功能、降低成本、满足用户要求、提高产品竞争能力的目的。

3. 可靠地实现必要功能。

必要功能是指用户要求并承认的功能。包括使用功能和美学功能。不是用户所要求的，而是设计者凭主观猜测或情况不明而加上去的功能是不必要功能。不必要功能又产生不必要成本，徒然增加了用户的负担，使部分资源未能合理使用。

从用户的立场看，产品的功能从满足程度看有过剩功能和不足功能。满足程度超过必要功能过多者为过剩功能，达不到者为不足功能。研究必要功能旨在使产品的功能恰到好处，消除不必要功能，减少过剩功能，可靠地实现必要功能。

4. 有组织的活动。

价值分析是以集体的智慧进行改革和创新，目的是提高产品价值。这是一项复杂的工程，需要广泛的技术知识、经济知识、经验及良好的创造精神。因此，价值分析领导者的重要任务就是把各方面人才组织起来，发挥集体智慧，灵活运用各方面的知识和经验，提出解决问题的方案。

价值分析与成本分析是不一样的，其主要区别可归纳为表 2-2。

表 2-2 价值分析与成本分析的主要区别

区别	成本分析	价值分析
在范围上	只着重降低生产过程成本	着重产品周期总成本的降低
从深度上	肯定产品原有结构、工艺、材料都是合理的，主要通过减少消耗、改善管理来降低成本。	从功能出发，解决成本需不需要，剔出剩余功能来降低成本。
从时间上	事后分析	贯穿设计、生产全过程
从内容上	强调财务、管理、忽视技术	强调功能与成本最佳匹配，使技术经济有效结合。
从目的上	主要是为了降低成本，不会考虑提高成本	主要为提高产品价值，若成本增加能更大提高功能，使经济效益更高则仍然可取。

2.1.3 价值分析的应用范围

价值分析的应用范围，简单讲，凡是有功能要求和需要付出代价的地方，都可以用这种方法进行分析。根据我国对价值分析的初步应用，已经涉及到以下几个方面：

（1）对产品改进方案的分析。

- (2) 对工程设计方案的分析。
- (3) 对原料、材料选取的分析。
- (4) 对各类加工工艺的分析。
- (5) 对节约能源、消除污染等技术措施的分析。
- (6) 对产品包装的功能成本的分析。
- (7) 对各类作业（如运输、维修）的分析。
- (8) 对技术指标水平的分析。
- (9) 对管理方法的分析。

2.2 价值分析的活动程序

2.2.1 价值分析对象选择

价值分析的对象必须有所选择，选择的主要目的是为了提高价值分析的效果。因此，要首先选择那些亟待改进，易于入手而且经济效益比较明显的对象。选择时可以从四种不同角度进行考虑，把觉得应当分析的问题记下来，列出清单，再作深入分析，如表 2-3。

表 2-3

考虑角度	内容
经营销售	对国计民生影响大的产品；正在研制即将投放市场的新产品；竞争的产品；需求量大的产品；成本高、利润少的产品；用户意见大、质量急需改进的产品
设计	结构复杂、技术落后；有些零、部件可能合并；体积、重量大的零部件；存在技术性能差，要改进的部位；与类似产品的设计比较有改进潜力；在保证功能前提下可采用便宜材料而不用稀缺资源
生产	质量差、废品率高、返工率高的产品；材料品种繁多、紧缺资源耗用量大；能耗高、材料消耗量大；生产工艺不合理、存在不必要的工序、工序繁多、工艺落后笨重、体积庞大；形状复杂、加工困难的零件；占用工时多、降低工时有潜力的；数量多的零部件，虽然单个零件节约金额有限，但积累的效益大
成本	成本高于同类产品；造价高的零部件；寿命周期成本又降低潜力的产品；成本构成有明显不合理现象；有没有提供必要功能的不必要成本

对象选择可借助下述三种方法的帮助：

1. 百分比法

百分比法是通过分析不同产品在各类技术经济指标中所占的百分比不同，进行比较，找出问题。可从各种消耗的角度进行比较，也可从利润角度进行比较。例如 A 市某厂 4 种产品的成本和利润所占的百分比；B 产品的利润百分比小于成本的百分比，而其它产品利润百分比都大于成本的百分比，因此应当分析一下 B 产品，看是否能降低成本，当然也可以调整产品比例。

表 2-4

产品名称	A	B	C	D	合计
成本（万元）	100	60	40	20	220
占（%）	45.5	27.3	18.2	9.1	100
利润（万元）	23	10	12.0	5.0	50
占（%）	42.0	20	24	10	100

2. ABC 法

ABC 法是对可以分析的对象按 ABC 分类法确定出 A 类对象，把 A 类对象作为重点分析对象。

3. 用户评分法

用户评分法是通过用户对产品各项功能（性能指标）的重视程度进行评分，找出应当改进的重点。具体做法是：先把产品所有的功能项目列出，请若干用户按要求评分，即用户认为重要的功能多打分，次要的功能少打分，功能得分的总和为 100，然后加以平均，得出各功能重要次序。如表 2-5 中，用户认为重要的功能是 C、B 两项。因此，产品改进时应当充分实现这两项功能才能满足用户要求。

表 2-5

产品名称						
用户 功能	A	B	C	D	E	总分
甲	15	25	30	10	20	100
乙	20	28	28	9	15	100
丙	16	24	32	10	18	100
平均得分	17	25.4	30	9.6	17.7	100
重要性次序	4	2	1	5	3	100

2.2.2 情报资料的收集

价值分析活动对象选择以后，要围绕所要解决的问题收集有关情报资料，为功能分析、提出方案、评价方案提供可靠的数据资料。

分析问题和制定决策的过程所需的信息和知识就是进行价值分析时所必需搜集的情报资料。收集适应有详细的工作计划和明确的目的。为保证此项工作的高效率和高质量，要注意下列事项：

- (1) 收集的目的、范围、内容要明确。
- (2) 确定收集计划以能充分解决问题为度。过粗不好用，过细浪费时间。
- (3) 情报源的选择要可靠。
- (4) 应确定情报收集的期限。
- (5) 确定最适合的收集方法。
- (6) 对收集的资料进行汇总、归纳、整理和分析，以便使用。

2.2.3 功能分析

价值分析的目的是提高产品的价值，功能分析是提高价值的手段。因此，功能分析是价值分析活动的中心环节、核心和基础。通过功能分析对产品应具备的功能加以确定并加深理解，搞清楚各类功能之间的关系，适当调整功能比重，使产品的功能结构更加合理。对于新产品开发而言，功能分析应达到下列目的：

- (1) 科学、系统地确定产品或零部件的必要功能，消除产品或零部件的不必要功能，以确保最经济地生产用户满意的产品。
- (2) 确定功能的性质、地位和重要性，以合理分配产品的成本。
- (3) 根据所确定的功能，寻找最经济实现功能的方案、工艺、加工方法和材料。

在进行实际的功能分析时，应按下列程序进行。

1. 明确功能要求和功能定义

功能要求是指价值分析对象的要求事项，是进行功能分析的依据。功能要求主要来自用户的需要，还来自企业的生产条件和经营、设计方针及外部环境，包括政府方针、政策与社会因素的要求和限制。

进行功能分析时，首先要对其功能下一个确切的定义。通过定义加深对产品功能的理解，抓住问题实质，为制定改进方案提供依据。定义下得准确与否，直接影响以后的工作，因此要充分的研究和讨论。一个产品或一个零件往往不止一个功能，有几个功能就下几个定义。除了整个产品的功能要给予定义外，构成产品的总成、部件、零件也要一一给以定义。下定义的程度依据分析工作的需要而定。

功能定义的方法是用简明准确的语言对分析对象的功能进行描述。通常用一个动词加一个名词来表示。动词要求准确概括，名词要求便于测定，能用定量方法来表示。动词改变会引起整个方案的变动，例如：功能定义是“提供光能”，实现这一功能的是各类发光物体。若定义是“反射光能”，则实现功能的是各种反光镜、反光板。又如煤气炉的功能定义可定为“提供热能”，也可定义为“提供光源”。热能有现成的测定单位——卡，更加确切。总之，功能定义以简明准确为好。例如：

对象	动词	名词
传动轴	传递	扭矩
桌腿	支承	重量

2. 功能整理

功能整理就是进一步明确产品每个零件各个功能之间的关系，找出、排除不必要功能、过剩功能，补充不足功能，再按一定从属关系进行必要的整理，画出功能系统图。

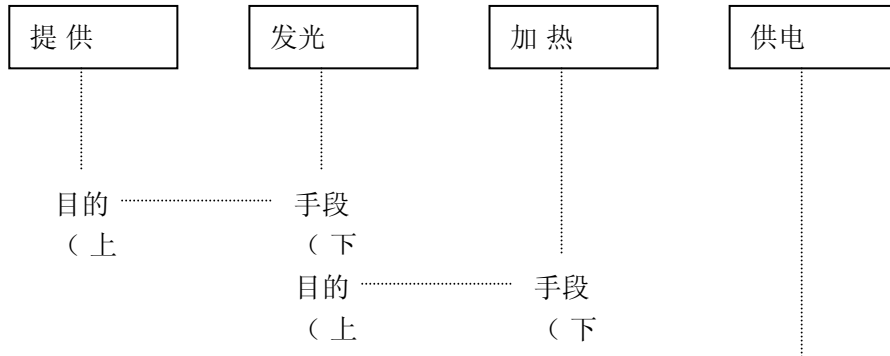
功能整理一是要明确功能范围，搞清有几项基本功能和重要辅助功能，这些功能是通过那些零部件来实现的；二是要检查功能定义与分类的正确性，并作必要的修改、补充或取消；三是要明确各功能间的关

系, 其中包括从属关系和并列关系。

功能整理，大致有三个步骤：

①排出基本功能，并把其中最基本的挑出来，叫做“最上位功能”。

②逐个明确功能的关系是上下关系还是并列关系。“上下关系”即上位功能与下位功能的关系。在一个功能系统中，上位功能是目的，下位功能是手段，而目的和手段又是相对的。如图 2-1 是白炽灯灯泡的功能关系图。它的最基本功能（最上位功能）是提供光能，怎样才能提供光能？使灯泡发光。怎样使灯泡发光？加热灯丝。怎样加热灯丝？供电。

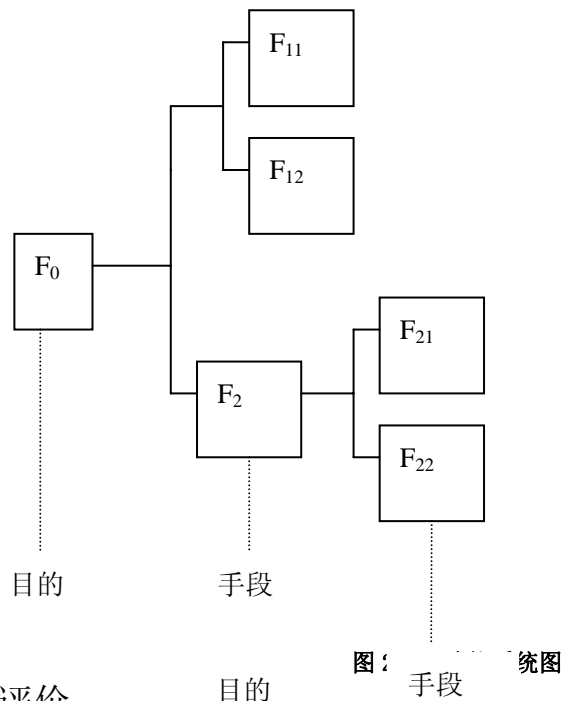


并列关系是两个以上的功能处于同等地位，为实现同一目的必须具备的手段。例如，车床的基本功能是车削工件，而要实现切削功能，必须具备夹持工件、夹持刀具、送进刀具等功能。切削工件是上位功能，而后四项功能是下位功能，属于并列功能。

③画出功能系统图。根据上述原理,把功能排列起来,就形成图 2-2 形式的“功能系统图”。

价值分析的重要观点之一是“目的是主要的，手段是可以广泛选择的”。这样就可以从上位功能出发，抛开产品的原有结构，广泛设想实现这一功能的各种途径。

功能整理的重要意义是肯定必要功能,发现不必要功能,明确功能区域,了解改进对象的水准。功能区域又叫功能范围,也就是功能分系统或子系统。在改进产品时,有时是以一个功能区域为对象,明确功能区域便于按功能区域进行评价,把握改进的范围。



2.2.4 功能评价

功能评价的目的是把功能定量表示为功能的价格。功能定义明确了用户的功能要求后,就要进一步找出实现功能的最低费用作为功能的目标成本,或称功能评价价值。功能评价价值与实现功能的现实成本的比值称为功能价值,它们之间的差值称为改善期望值。

确定某一产品的总功能评价价值后,还需要进一步确定其格组成部分的功能评价价值。功能评价的方法有功能评价系数法和功能成本法。

1. 功能评价系数法

这类方法中有强制决定法，最适合区域法以及基点分析法。本书仅介绍强制决定法（F.D 法）。一般讲，F.D 法适用于零部件间的功能差别不太大，差距又比较均匀的对象，而且一次分析的零部件以不超过十个为宜。运用此法，一般分为 4 个步骤。

①求功能评价系数。即先把要分析的对象（零件、部件或功能单元）列在表上，然后按照各自的功能的主要程度作一对一比较，重要的得 1 分，次要的得 0 分（即 0—1 强制确定法）。每个对象所得分数再被总分除就可得出该对象的“功能评价系数”（简称功能系数），如表 2-6 所示。

功能评价系数 F_i ($i=1, 2, 3\cdots\cdots n$) 为：

$$F_i = \frac{f_i}{\sum f_i} (i=1,2,3\cdots\cdots,n) \tag{2 \cdot 2 \cdot 1}$$

从表 2-6 中可以看出，在所分析的零部件中，最主要的是零件 C，最不重要的是零件 E。在实际工作中怎样比较零部件功能的重要程度呢？一般说：实现基本功能的零部件是重要的，实现辅助功能的零部件是次要的，上位功能是主要的，下位功能是次要的。评分时，可能每个人的认识不完全相同，可以采取几个人打分后取平均值的办法。

表 2-6

分析对象	A	B	C	D	E	得分 (f_i)	功能系数 F_i
A	X	1	0	1	1	4	0.27
B	0	X	0	1	1	3	0.20
C	1	1	X	1	1	5	0.33
D	0	0	0	X	1	2	0.13
E	0	0	0	0	X	1	0.07
	合计					$\sum f_i=15$	1.00

注：自身比较的 1 分，不会影响相比结果

②求成本系数。查出各零部件的目前成本，相加后得成本总和，然后以成本总和分别去除各零部件的单项成本，就可得到该零部件的成本系数 C'_i ：

$$C'_i = \frac{C_i}{\sum C_i} (i=1, 2, 3\cdots\cdots n) \tag{2 \cdot 2 \cdot 2}$$

C_i 为某零部件的单项成本。

③求价值系数 V_i 。

价值系数就是功能系数与成本系数之比：

$$V_i = \frac{F_i}{C_i} (i=1, 2, 3\cdots\cdots n) \tag{2 \cdot 2 \cdot 3}$$

④根据价值系数进行分析。

由表 2-7 可以看出价值系数 V_i 的值有三种情况。

表 2-7

零部件	功能得分 f_i	功能系数 F_i	目前成本 C_i	成本系数 C'_i	价值系数 V_i
A	4	0.27	100	0.26	1.04
B	3	0.20	60	0.16	1.25
C	5	0.33	140	0.36	0.92
D	2	0.13	25	0.06	2.17
E	1	0.07	60	0.16	0.44
合计	15	1.00	385	1.00	/

价值系数 $V_i \approx 1.0$ ，说明该零部件在功能上所占的比重同其在成本上所占的比重是基本匹配的，可以不作为重点改进的对象。

价值系数 $V_i < 1.0$ ，说明其功能系数小，而成本系数大，即说明该零部件在功能上并不太重要而成本却占了很大的比重，如表 2-7 中的零件 E，一般应作为重点研究分析的对象，力求把它的成本降低，使其

成本同它的功能相匹配。

价值系数 $V_i > 1.0$ ，说明该零部件功能系数高，比较重要，而分配的成本却较低。

根据分析确定改进的具体范围之后，就可以提出初步的改进设想，并对改进的具体成本做出估算，成为预计成本，然后将预计成本按功能系数的大小分摊到各零、部件上作为该零部件成本的控制指标，即目标成本。设表 2-6 中零部件根据设想改进后的预计成本为 300 元，则分摊情况各零部件成本降低的幅度如表 2-8。

表 2-8

零部件	功能得分 f_i	功能系数 F_i	目前成本 C_i	成本系数 C_i'	价值系数 V_i	按 F_i 分配预计成本	成本降低幅度
A	4	0.27	100	0.26	1.04	81	19
B	3	0.20	60	0.16	1.25	60	+0
C	5	0.33	140	0.36	0.92	99	41
D	2	0.13	25	0.06	2.17	39	-14
E	1	0.07	60	0.16	0.44	21	39
合计	15	1.00	385	1.00	/	300	85

表中末栏里出现的负值说明该零部件时可以增加一点成本。

F.D 法简便，易于掌握，但带有局限性，评分方法比较呆板，不易反映功能差距很大或很小的零部件间的关系，同时，价值系数指示的方向不够准确。因此，可以运用下述方法对评分方法进行改进。

(1) 0—4 强制确定法。0—1 强制确定法的发展，在一对一时两零件评分之和为 4，其规则为：非常重要的打 4 分，不重要的打 0 分；较重要的打 3 分，较次要的打 1 分；同等重要的都打 2 分。其数据处理方法同 0—1 法相同。

(2) 多比例评分法。这是 0—4 评分法的进一步发展。此法是除 1: 0 之外，再增加 0.9: 0.1; 0.8: 0.2; 0.7: 0.3; 0.6: 0.4; 0.5: 0.5 五种比例，这样可以增加比分的伸缩性，适应性更好。

(3) 决定方案评价系统法 (DARE 法)。这种方法是打破了评分的任何限制，按照表 2-9 方式进行。

表 2-9

比较对象	相对比值	修正后得分	功能评价系数
A	1.5	9.0	0.47
B	2.0	6.0	0.32
C	3.0	3.0	0.16
D	/	1.0	0.05
		19.0	1.00

首先把比较对象列在表中第一栏内，然后从上至下把相邻的两个对象进行比较。其打分标准是：B 若得 1 分，A 应当得几分？C 若得 1 分，B 应当得几分？D 若得 1 分，C 应当得几分？把 A、B、C 应得分记入第二栏，第三栏是以 D=1 为统一的比较基础，是把第二栏的数字进行修正。C=3D=3×1=3 分；类推，B 为 6 分，A 为 9 分。第四栏为评价系数，用得分总和去除每个单项分即得。

2. 功能成本法

功能成本法是把功能直接用实现这一功能所需的成本来表现，即用货币来表现某种功能。比如要评价某个功能的价值大小，就用实现该功能的最低成本与目前成本的比值来衡量，其币值就是该功能的价值系数。在比较了各个功能之后，价值系数较低的功能就是应当重点改进的部分。这种方法多用于按功能区域（分系统）进行评价，很少按零部件进行。如电视机的电源系统，电冰箱的致冷系统等。如果某功能的目

前成本为 50 元，其最低成本为 40 元，则该功能的价值系数为 $V = \frac{40}{50} = 0.8$ 。用功能成本法求出的价值系数的最高值是 1， $V=1$ 说明实现该功能的成本已为目前所能达到的最低成本，可不作为改进重点，价值系数最低的作为首先改进的重点对象。因此，本方法就归结为求功能的目前成本及功能的最低成本。

①功能的目前成本 C

一个功能系统包括许多零部件，只对本功能系统起作用的零部件，其成本应当算作功能的成本。但有的零部件不只对一项功能起作用，可能同几项功能都有关系，遇到这种情况时，就应按照表 2-10 形式进行分摊，即进行功能成本分析。

表 2-10

零部件名称	成本	功能
-------	----	----

		F ₁	F ₂	F ₃
×××	300	100		200
×××	500	300	200	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
合计		C ₁	C ₂	C ₃

表中 C₁、C₂、C₃ 分别为功能 F₁、F₂、F₃ 的成本。其分配比例可根据零部件同有关功能的关系酌定。

②功能的最低成本 C_a

这实际上是寻找功能的评价值，其典型方法有经验估算法、实际调查法、理论计算法。本节仅介绍实际调查法。

对企业内外完成同样功能的产品广泛地进行调查，按各自满足功能要求的程度排出顺序，再根据调查的资料估算出它们的成本，然后按照功能和成本两方面的数据描出点，如图 2-3 示。把不同功能水平的两个最低成本连成一直线，则该直线就反映了当前实际生产中不同水平的最低成本，叫“最低成本线”。

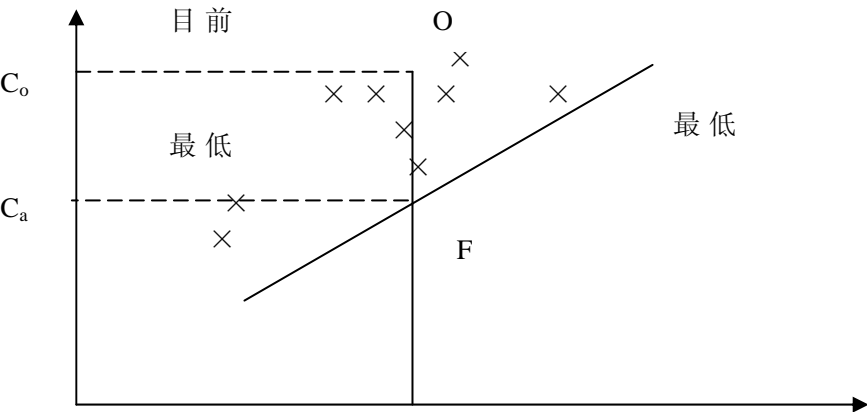


图 2-3 实际调查图

若分析对象（O）的目前成本为 P，功能水平为 P，则 OP 功能 于 F，其对应成本为 C_a，即为分析对象的最低成本，也就是功能价值。C₀-C_a 就是成本降低的幅度。

功能水平的定量中，对于多指标的功能，可采用表 2-11 的评分标准按指标打分的办法加以解决。有几个指标就打几次分，然后把分数加起来，得分多者功能水平就高些。若各个指标的重要性不能同等看待，则可采用加权法来解决。

表 2-11

满足指标程度	评分
很好	4
较好	3
一般	2
较差	1
不行	0

③关于目标成本

目标成本是经过分析所要达到的成本期望值，通常把功能最低成本 C_a 作为目标成本。但实际工作中还要考虑多方面因素，如市场情况、竞争对手、本企业的技术力量、经济条件、管理水平等，必要时作适当调整。有时出于竞争的需要，对于新开发的产品，往往先设定一个成本目标，然后根据产品各功能区域所占的比重（功能评价系数）进行分摊并要求设计者在满足功能要求的情况下还要满足目标成本的要求。例如，把产品总的目标成本定为 10000 元，产品有 4 个功能 F₁、F₂、F₃、F₄，各功能的评价系数依次为 0.4、0.3、0.2、0.1，则目标成本的分摊情况如表 2-12 所示。

表 2-12

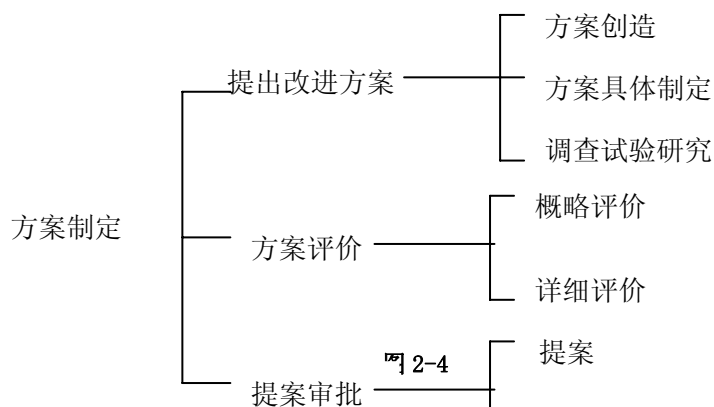
功能	评价系数	按功能系数分摊目标成本
F ₁	0.4	4000
F ₂	0.3	3000
F ₃	0.2	2000

F_i	0.1	1000
合计	1.00	10000 (目标成本)

2.2.5 功能改善对象的选择和改善方案的制定

功能评价的最终目的是寻找改进的范围和重点对象。一般讲，功能价值系数小于 1，即现实成本大于目标成本，应考虑降低成本、提高功能价值，并优先选择改善期望值大的作为功能改善对象。功能价值系数大于 1，应先检查两种成本值的确定是否得当。功能价值系数大于等于 1 的一般不作为功能改善对象。

提出改善方案就是对确定的价值分析对象提出提高其价值的设想方案。这是一项富有创造性的工作。这是价值分析活动小组发挥智慧和创造才能的阶段。对这一项工作，应该树立一个信念，即改进是无止境的，现行方案总有改进余地。方案制定阶段的内容如图 2-4 所示。



方案制定阶段的目的是制定高价值的改进方案并付诸实施。这一阶段应回答的价值活动提问有三点：①有无其他地方实现同样功能？②新方案的成本比原方案低多少？③新方案能满足要求吗？在具体步骤上，可交叉进行。

2.2.6 方案评价

方案评价就是对提出的改进方案进行评价，分析其优缺点，进一步完善技术和经济上都较优越的方案，最后选出最佳方案。

方案评价可分为初步评价和详细评价两个步骤。初步评价是对方案创造阶段提出的许多改进设想所进行的粗略评价。目的是筛选出可望提高价值的设想，剔除不能满足功能要求、成本太高的方案。详细评价是对经过方案具体制定和试验研究的若干改进方案正式提交审查，以便确定价值分析活动的实施方案。详细评价必须提供详细有说服力的数据，说明方案实施所能取得的效果，以便提供审查和付诸实施，其目的是为了确定可供实施的改进方案。

方案评价，无论是初步评价还是详细评价，都要进行技术评价、经济评价、社会评价和综合评价。技术评价是评价技术方案能否实现所需“功能”及其实现程度。经济评价是评价方案以成本为代表的经济可行性。社会评价是针对方案给社会带来的利益或影响进行的评价。最后，根据上述三方面评价内容对方案价值大小进行综合评价。

1. 初步评价

在初步评价之前，对方案设想加以整理就能提高评价的效率，并使之充分提高。设想整理的内容有以下几个方面：

- ①合并归类内容大致相同的设想；
- ②设想内容不明确的要适当具体化；
- ③内容上可以相互补充的设想要尽可能相互结合，以图提高设想质量，并使设想更加具体。
- ④远离主题的设想，要通过联想，抓住实质，使其与主题联络起来。
- ⑤将整理过的设想按产品功能编成一览表，以便逐一进行初步评价。

2. 详细评价

详细评价是从已经具体制定和试验研究过的方案中，选出准备实施的最优方案。在详细评价阶段，技术可行性评价的内容是以用户需要的功能为依据，评价方案的必要功能和功能条件的实现程度。经济可行性评价一般要考虑以下的指标和因素：①成本；②利润；③企业经营需要；④改进方案的适用期限和数量；⑤实施改进方案的措施费用、损失费用、节约费用和回收费用；⑥方案实施的生产条件。方案的社会评价主要是谋求企业、用户及社会三者利益的一致，谋求从企业的角度对方案的评价与社会角度对方案评价的一致。例如，方案的实施与社会的环境、公害污染及国家有关法律、条例、规定是否一致。

在技术评价、经济评价、社会评价的基础上进行方案的综合评价，即对方案作整体评价。评价程序是：

首先确定评价项目，然后分析每个方案对每一个评价项目的满足程度。最后根据方案对各评价项目的满足程度判断方案的总体价值。从对比方案中选择总体价值最大的定为最优方案。

例 2-1 设手表有 7 种功能，通过价值分析活动提出 3 种改进方案。各方案对功能的满足程度不一样，如表 2-13 所示。

表 2-13

功能	走时准确	防尘	防水	防磁	夜光	式样	价值	
功能评价系数 ϕ	0.3	0.08	0.1	0.07	0.07	0.22	0.16	
方案	功能满足系数 S							总得分 $\Sigma \phi S$
A	9	9	9	9.5	0	9	8	8.25
B	8	8.5	8	8	9	8.5	9	8.35
C	7	7.5	7	7	0	9	10	7.47

某方案总得分= Σ （某一功能的功能评价系数 \times 改方案中该功能的得分） （2·1·4）

总得分高的方案表示其对功能的满足程度高。表 2-13 中方案 B 的总得分为：

$$\begin{aligned} & 8 \times 0.3 + 8.5 \times 0.08 + 8 \times 0.01 + 8 \times 0.07 + 9 \times 0.07 + 8.5 \times 0.22 + 9 \times 0.16 \\ &= 2.4 + 0.68 + 0.56 + 0.63 + 0.87 + 0.44 \\ &= 8.38 \end{aligned}$$

B 方案的总得分最高，若各方案成本相等，可优先选用方案 B；若成本不相等，则选区功能满足程度的总得分与成本之比值最大的方案。

通过详细评价选出的方案，能否达到预期要求，还必须经过方案的试验和分析研究后才能最后确定。

2.2.7 方案的实施和评价活动的成果

对所选方案进行技术经济验证后，便可作为正式方案提出，报有关部门审批后组织实施。方案实施完成后，要总结和评价经济效果，以及价值分析活动中的经验教训。

价值分析活动的评价指标主要有：

$$\text{全年净节约额} = (\text{改进前成本} - \text{改进后成本}) \times \text{年产量} - \text{价值分析活动费用} \quad (2 \cdot 2 \cdot 5)$$

$$\text{节约倍数} = \frac{\text{全年净节约额}}{\text{价值分析活动费用}} \quad (2 \cdot 2 \cdot 6)$$

$$\text{节约百分数} = \frac{\text{改进前成本} - \text{改进后成本}}{\text{改进前成本}} \times 100\% \quad (2 \cdot 2 \cdot 7)$$

复习思考题

- 1、有甲、乙两种摩托车，甲生产成本为 500 元，乙为 800 元；每年的维修费用：甲 100 元，乙 60 元。若使用年限都是 10 年，在不考虑其它情况的条件下，你认为生产哪种产品社会效益较高？
- 2、站在用户的立场，希望质量好、价格低；如从生产者的角度来考虑产品价值，则希望投入资金少，而收益要大。显然这两者的希望是有一定的矛盾，请你考虑如何使矛盾统一，做到二者兼顾。
- 3、为什么说价值分析要着眼于降低寿命周期成本，而不是单纯追求降低制造成本，这有何意义？
- 4、什么是功能？功能分析在整个价值分析中起着什么样的作用？
- 5、提高价值的途径有哪些？
- 6、功能分析的目的是什么？
- 7、功能评价的目的是什么？
- 8、功能整理的目的是什么？
- 9、什么叫基本功能？什么叫辅助功能？

- 6、功能之间的关系有哪几种类型？
- 10、什么叫价值分析？
- 11、描述功能评价的基本步骤。
- 12、根据下表数据求各功能的功能价值和改进期望值，并确定各功能改进的优先顺序。

功能	现实成本 C	功能评 价值 F	V 值	Cd 值	功能改 进顺序
F1	45	30			
F2	60	28			
F3	120	90			
F4	75	75			
F5	20	12			
合计	320	235			

- 13、设某产品构成的功能系统中，有 7 项功能需进行评价，相关资料如下表所示。假设现实总成本为 129 元，目标成本为 90.3 元，试确定各功能改进的优先次序。

功能	功能 分 fi	现 实 成 本 Ci	功能评价系数 FIi	成本系数 CIi	VIi	CMi	Ci－CMi	改进 次序
A	2.2	12.0						
B	5.3	8.5						
C	4.3	7.2						
D	9.0	22.3						
E	7.6	8.0						
F	5.7	45.6						
G	1.9	20.4						
合计	40.0	129						

- 14、某产品共有 A、B、C、D、E、F、G、H 等 8 种零部件，现以这 8 种零部件为分析对象，请你用 0-1 强制确定法绘制功能评分表，并求出功能评价系数。再用目前成本计算出成本系数、价值系数。假设该产品的目标成本为 6000 元，请给出相应的改进顺序。计算需要的条件见下表：

零部件	一对一功能比较结果	目前成本
A	与 B、C、E、F、G、H 比，重要；与 D 比，则次要	1818 元
B	与 C、E、F、G、H 比，重要；与 A、D 比，则次要	3000 元
C	与 E、F、G 比，重要；与其余零部件比，则次要	285 元
D	与所有零部件比，D 都是重要	284 元
E	与所有零部件比，D 都是重要	284 元
F	与 E、G 比，重要；与其余零部件比，则次要	407 元
G	与所有零部件比，G 都次要	82 元
H	与 C、E、F、G 比，重要；与其余零部件比，则次要	720 元

[技能练习]

- 一、训练目的与要求
- 通过训练，使学生掌握价值分析的基本思路，并能运用价值分析方法确定目标成本。
- 二、训练过程与结果

提供练习题，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

【自行车价值分析】

- 一、画出自行车结构系统图
- 二、对其主要部件进行功能分析及确定功能评价系数。
- 三、假定自行车制造成本为 2 0 0 元，前叉、三角架、坐垫、刹车系统、走行系统分解为双轮、链盒总成、脚踏总成的成本分别为 25、30、10、18、72、25、20 元，试进行 V E，确定改善对象。（假定自行车的目标成本为 1 5 5 元）
- 四、对自行车进行 F M E C A 分析。
- 五、对自行车进行 F T A 分析。

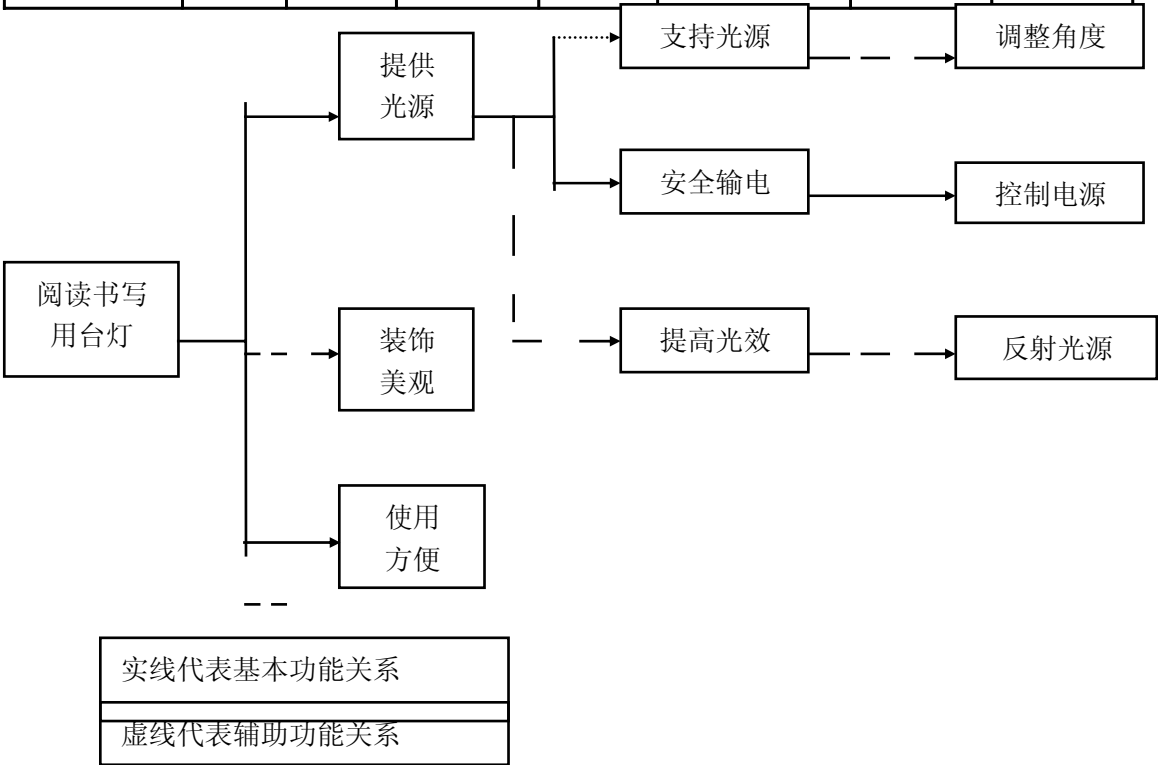
【价值分析在老产品更新时的应用】

三星电器厂生产的一种台灯，样式老、成本高，和兄弟厂新出产品相比缺乏竞争力，迫切需要改进。该产品是由灯罩、灯泡、蛇形管、灯座、灯头开关、导线、灯库等零件组成。零件的组成和成本见表 1，据了解兄弟厂同类产品的成本为 2.2 元。现该厂决定用价值分析原理来分析和改进设计。

表 1：

零件名称	罩灯	灯泡	蛇形管	灯座	灯头开关	导线	合计
数量	1 件	1 只	1 根	1 个	1 个	1 米	
单位成本	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4	0.1	2.5

第



第二步，功能成本分析

零件名称	目前成本(元)	功能								
		提供光源	支持光源	安全输电	控制电源	调整角度	提高光效	反射光源	装饰美观	使用方便
灯罩	0.3						0.1	0.1	0.1	
灯泡	0.5	0.5								
蛇形管	0.6		0.2	0.1		0.2				0.1
灯座	0.6		0.2						0.2	0.2
灯头开关	0.4			0.2	0.2					
导线	0.1			0.1						
合计	2.5	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3

第三步，进行功能评价

功能评价采用系统类比法：即将功能项目按关系密切程度先后排列，依此逐项加以对比，确定二者之间的倍数关系，然后把最后一项功能的评分值定为 1，乘以前一项的倍数值，即得前一项的评分值。以此类推至第一次功能。各项目的评价系数就是各项目的评分值占总评分值的比重，评价结果见表 2。

表 2：

功能项目	提供光源	支持光源	安全输电	控制电源	调整角度	提高光效	反射光源	装饰美观	使用方便	合计
倍数	3	0.5	2	1	1	1	0.5	2		
评分	3	1	2	1	1	1	1	2	1	13
评分系数	0.231	0.077	0.154	0.077	0.077	0.077	0.077	0.154	0.077	1

第四步，价值评价

先确定总目标成本为 2.0 元，然后按总目标成本分摊到各功能，求得各功能的目标成本（见表 3）。

表 3：

功能项目	功能目标成本（元）	功能项目	功能目标成本（元）
提供光源	$0.231 \times 2.0 = 0.462$	提高光效	$0.077 \times 2.0 = 0.154$
支持光源	$0.077 \times 2.0 = 0.154$	反射光源	$0.077 \times 2.0 = 0.154$
安全输电	$0.154 \times 2.0 = 0.308$	装饰美观	$0.154 \times 2.0 = 0.308$
控制电源	$0.077 \times 2.0 = 0.154$	使用方便	$0.077 \times 2.0 = 0.154$
调整角度	$0.077 \times 2.0 = 0.154$		

以目前成本 C 和目标成本 F 相比，就得到 V 及 C－F 值，由此确定改善对象和改善先后顺序（见表 4）

表 4

功能 项目	提 供 光源	支 持 光源	安 全 输电	控 制 电源	调 整 角度	提 高 光效	反 射 光源	装 饰 美观	使用 方便
功能 价值 V	0.924	0.385	0.77	0.77	0.77	1.54	1.54	1.03	0.51
C - F	0.038	0.246	0.092	0.046	0.046	-0.054	-0.054	-0.008	0.146
改进 顺序	5	1	3	4	4				2

第五步，考虑改进设计方案

首先改进的是支持光源的功能。而支持光源的功能主要是由蛇形管和灯座二种零件来保证的。因此，这二种零件的收进对整个产品设计场进具有决定影响。在经过充分考虑后，决定把蛇形管和灯座合成一种零件，改成支架，其余零件也做了相应改进，改进后的零件成本和功能成本分面见表 5。改进后的导线用 0.05 米。

零件名 称	改进后成 本（元）	提 供 光源	支 持 光源	安 全 输电	控 制 电源	调 整 角度	提 高 光 效	反 射 光源	装 饰 美观	使用 方便
灯罩	0.4						0.15	0.15	0.1	
灯泡	0.5	0.5								
灯架	0.7		0.2			0.15			0.25	0.15
灯 头 开	0.4			0.2	0.2					
导线	0.05			0.05						
合计	2.10	0.5	0.2	0.25	0.2	0.15	0.15	0.15	0.35	0.15

【V E改善方案的选择】

方案的选择一般是从三个备选方案中选一个最佳方案。选择的标准是单位成本最高得分，得分等于方案满足程度评分与重要度系数乘积之和。

例：某V E活动提出了如下表的改善方案，试选择一个最佳实施方案。

功能	A	B	C	D	E	方案估计成本
重要度系数	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	
方案	方案满足程度 S					
甲	10	9	8	6	9	280
乙	10	8	4	3	10	220
丙	8	7	6	5	9	190

方案选优公式：

单位总得分 = $\Sigma (\Phi \cdot S) / \text{方案成本}$

$\Sigma (\Phi S)$ 甲/成本

$$= (10 \times 0.3 + 9 \times 0.25 + 8 \times 0.2 + 6 \times 0.15 + 9 \times 0.1) / 280$$

$$= (3 + 2.25 + 1.6 + 0.9 + 0.9) / 280 = 8.65 / 280 = 0.031$$

$\Sigma (\Phi S)$ 乙/成本

$$= (10 \times 0.3 + 8 \times 0.25 + 4 \times 0.2 + 3 \times 0.15 + 10 \times 0.1) / 220$$

$$= (3 + 2 + 0.8 + 0.45 + 1) / 220 = 7.25 / 220 = 0.033$$

$\Sigma (\Phi S)$ 丙/成本

$$= (8 \times 0.3 + 7 \times 0.25 + 6 \times 0.2 + 5 \times 0.15 + 9 \times 0.1) / 190$$

$$= (2.4 + 1.75 + 1.2 + 0.75 + 0.9) / 190 = 7 / 190 = 0.036$$

结论：选择丙方案为好。

第 3 章 正交试验设计技术

3.1 不考察交互作用的正交试验设计

在多因素的情况下，由于经验不足，各因素的主次一时难于分清，常常需要反复多次，经过一系列的试验和分析，才能有所认识，而且，对于生产和科学实验来说，除了寻找最优生产条件外，还希望认识各因素间，谁主谁次，谁能单独起作用，谁与谁搭配起综合作用产生最优效果等等。这些要求，在进行试验时，能否以尽可能少的试验次数来达到呢？试验设计就是解决这类问题的好办法，本节简单介绍不考察交互作用的正交试验设计。

3.1.1 术语

考核指标：衡量试验成果好坏的指标（质量特性），有定量指标，也有定性指标。

因素：影响试验结果的原因。

位级（水平）：所选因素在试验中所处状态，即试验用量，试验对象。

主作用：因素独立地对指标产生的影响。

交互作用：因素各水平的联合搭配对指标产生的影响。

正交表：例 $L_8(2^7)$

L ——正交表 7——因素（列） 2——每个因素所取的位级 8——试验次数（行）

$L_8(2^7)$ 表示：7 个因素，2 个位级，8 次试验的正交表。

例 $L_9(3^4)$ ——表示 4 个因素，3 个位级，9 次试验的正交表。

$L_8(4^1 \times 2^4)$ 表示：5 个因素，1 个因素，4 个位级，4 个因素，2 个位级 8 次试验的混合正交表。

3.1.2 实例

北京化工厂生产 2, 4—二硝基苯肼，采用正交试验法，找到了最佳工艺条件，节约了原料，提高了产率，使产品质量从经常不合格达到了出口标准，现用这个例子来说明使用正交试验优选法的步骤：

第一，明确实验目的：改革工艺提高产率。

确定考核指标，产品外观颜色。

第二，挑因素、选位级，制定因素位级表（可用因素图挑因素，优选法来决定因素位级）。经过集体讨论，决定首批作以下六因素二个位级的试验，如表 3-1。

表 3-1 因素位级表

因素	乙醇用量 A	水合肼用量 B	温度 C	时间 D	水合肼品种 E	拌搅速度 F
位级 1	$A_1=200\text{ml}$	$B_1=\text{理论量的} 2 \text{ 倍}$	$C_1=\text{回流温度}$	$D_1=4 \text{ 小时}$	$E_1=50\%$	$F_1=\text{中快}$
位级 2	$A_2=0\text{ml}$	$B_2=\text{理论量的} 1.2 \text{ 倍}$	$C_2=60^{\circ}\text{C}$	$D_2=2 \text{ 小时}$	$E_2=20\%$	$F_2=\text{快速}$

上表是否先进，是正交试验成功的关键。因此，要利用专业技术挑因素、选位级、制定因素位级表。

第三步，确定试验方案：（1）选表 $L_8(2^7)$ 正交表；（2）填表：因素顺序上列，位级对号入座；（3）列出试验条件， $L_8(2^7)$ 正交表，见附表：试验方案见表 3-2。

第四步，进行实验，实验时请注意：

（1）严格按试验方案的每个规定条件做，如实记录实际情况。

（2）对无参加正交试验的各因素，对每号实验固定在固定的良好条件下参加试验。

（3）每次实验结果要清楚记录下来。

（4）做实验时，无特殊要求不按顺序去做，要随机地去做，避免系统误差。可用抽签的办法按签号做试验，若有随机数表可按随机数表做试验。

第五步，分析实验结果。

（1）直接观察分析：第二号、第五号试验较好；以后就按这两次试验条件生产，看看结果如何。

（2）计算分析：

①计算出每列位级 I、II 的产率之和，例第 1 列，位级 I 的产率之和为 215，位级 II 的产率之和为 210，

其余类推，计算结果如表 3-2 所记载。

②根据上述计算结果，计算出每列位级 I 与位级 II 的极差如表 3-2 所示。

表 3-2 第一个 PDCA 循环的实验方案表

试验号	试验计划						试验结果	
	1 A	2 B	3 C	4 D	5 E	6 F	产率%	颜色
1	1 A ₁ 200	1 B ₁ 2 倍	1 C ₁ 回流	2 D ₂ 2 小时	2 E ₂ 20%	1 F ₁ 中快	56	合格
2	2 A ₂ 0	1 B ₁ 2 倍	2 C ₂ 60°C	2 D ₂ 2 小时	1 E ₁ 50%	1 F ₁ 中快	65	紫色
3	1 A ₁ 200	2 B ₂ 1.2 倍	2 C ₂ 60°C	2 D ₂ 2 小时	2 E ₂ 20%	2 F ₂ 快速	54	合格
4	2 A ₂ 0	2 B ₂ 1.2 倍	1 C ₁ 回流	2 D ₂ 2 小时	1 E ₁ 50%	2 F ₂ 快速	43	合格
5	1 A ₁ 200	1 B ₁ 2 倍	2 C ₂ 60°C	1 D ₁ 4 小时	1 E ₁ 50%	2 F ₂ 快速	63	合格
6	2 A ₂ 0	2 B ₂ 1.2 倍	1 C ₁ 回流	1 D ₁ 4 小时	2 E ₂ 20%	2 F ₂ 快速	60	合格
7	1 A ₁ 200	2 B ₂ 1.2 倍	2 C ₂ 60°C	1 D ₁ 4 小时	1 E ₁ 50%	1 F ₁ 中快	42	紫色
8	2 A ₂ 0	2 B ₂ 1.2 倍	2 C ₂ 60°C	1 D ₁ 4 小时	2 E ₂ 20%	1 F ₁ 中快	42	合格
I 位级四次产率之和	215	244	201	207	213	205	I + II = 425	
II 位级四次产率之和	210	181	224	218	212	220		
R (级差)	5	63	23	11	1	15		

③根据极差大小排因素的主次：

水合肼用量 反应温度 搅拌速度 反应时间 乙醇用量 水合肼品种

B C F D A E
好位级 B₁ C₂ F₂ D₂ A₁ E₁

选取好位级时，若极差相差不大的，从经济效益考虑，选 A₂、E₂。通过计算分析，知道水合肼用量、反应温度、搅拌速度、反应时间是影响 2, 4—二硝基苯肼产率的主因，而乙醇用量、水合肼品种影响不大。当然，从经济角度考虑，选取不用乙醇的位级 II 和水合肼粗品经济，这样就选出了较好的位级，即六个因素的工艺参数，比直接看的好。应特别指出的事，有时也不一定是选对了参数，当算一算条件没有出现与实验中，还要进行几次试验，如果结果不比直接看的好，说明还有复杂条件需继续做试验。

直接观察分析和计算分析的结果，都要重新验证，哪个结果好就投产那个。若实验终结，完成第一次 PDCA 循环，就应写下来做为标准，但本试验的验证结果还有颜色问题，第二次试验开始是紫色，同样再做二次颜色变成棕色了；另外，水合肼用量是理论量的 2 倍是否最好呢？经过集体研究，认为加料速度快慢影响了颜色。最后决定第二个 PDCA 循环选了三个因素两个位级试验，其因素位级表如下表 3-3 所示。

表 3-3 第二次试验因素位级表

因素	水合肼用量 A	时间 B	加料速度 C
位级 1	A ₁ =理论量的 1.7 倍	B ₁ =2 小时	C ₁ 快
位级 2	A ₂ =理论量的 2.3 倍	B ₂ =4 小时	C ₂ 慢

重复第一个 PDCA 循环采用的步骤，采用 L₄ (2³) 正交表，见附表二，其试验方案如表 10-4。

分析试验结果：

直接观察分析：在 4 组实验中，加料速度快的 1、4 两组，均出现紫色不合格品，而加料速度慢的 2、3 号均出现桔黄色合格品，所以影响外型的重要因素是加料速度，应采用慢速加料，第 2 号实验效果较好。

计算分析结果也说明水合肼用量 2.3 倍比 1.7 倍好，加料速度慢速好，时间是二小时好。

从二次 PDCA 循环看，第二次循环产率普遍高。因此，从这两个循环的试验，得出 2，4—二硝基苯肼的新工艺条件为：采用水合肼用量为理论值的 2.3 倍，时间 2 小时，温度 60°C ，加料速度慢，搅拌速度为快速，水合肼含量 20%，不用乙醇，新工艺投产后效果很好，平均产率达 80% 以上，物理指标全部达二级标准，顺利完成出口任务。

表 3-4 第二次 PDCA 循环的试验方案表

试验号	试验计划			试验结果	
	1 A	2 B	3 C	产率%	颜色
1	1 $A_1=1.7$ 倍	1 $B_1=2$ 小时	1 $C_1=\text{快}$	62	不合格
2	2 $A_2=2.3$ 倍	1 $B_1=2$ 小时	2 $C_2=\text{慢}$	86	合格
3	1 $A_1=1.7$ 倍	2 $B_2=4$ 小时	2 $C_2=\text{慢}$	70	合格
4	2 $A_2=2.3$ 倍	2 $B_2=4$ 小时	1 $C_1=\text{快}$	70	不合格
I 位级二次产率之和	132	148	132	I + II = 288	
II 位级二次产率之和	156	140	156		
R (级差)	24	8	24		

3.1.3 正交表的使用和选择

从上例我们初步总结了如何使用正交表，概括起来是：

1. 根据试验的目的，确定试验要考察的因素

如果对事物的变化规律了解不多，因素可以多取一些；如果对其规律已有相当了解，可以准确地判断主要因素，则因素可以取少一些。

2. 确定每个因素变化的水平

每个因素变化的水平（位级）可以相等，也可以不等，重要的因素，或者希望了解的因素的水平可多一些，其余可少一些。

3. 估计试验条件的情况

看一次能作多少试验，一次作不了，需要分成几次。

4. 综合上述三点选取正交表

怎样选取正交表呢？这里给出两条原则：

①先看水平（位级），如全是二位级，选 L_8 、 L_{16} 、 L_{12} 、 L_{20} 、 L_{32} 等；全是三位级的，选 L_9 、 L_{18} 、 L_{27} 等；全是 4 位级的选 L_{16} 、 L_{64} ；位级不等的选 L_8 (4×2^4)、 L_{16} ($4^3 \times 2^6$) 等。

②根据实验要求来定 L 表。要求试验精度高的，可取试验次数多的 L 表。试验费用昂贵的，可取试验次数少的正交表。总之，灵活运用，不可一概而论。但在安排试验时应考虑：

a. 分区组

对于一批试验，如果要在几台不同的机器（或几种原料）上进行，为了防止由于机器（或原料）不同而带来的误差，从而干扰试验的分析，那么在安排正交表中末排因素的一列来安排机器（或原料）。与此类似，如果指标检验需要几个人（或几台仪器）检验，为了消除不同人（仪器）检验的水平不同给试验分析带来干扰，也可用正交表中一列来安排的办法。这样一种办法叫做分区组的办法。上例中，在第一个 PDCA 循环时可根据 L_8 (2^7) 中第七列安排分区组。

b. 随机化

在实际中，每个因素的位级总是由大到小（或由小到大）按顺序排列，按正交表排试验，有时所有的 1 会碰在一起，而这种极端的情况有时是不希望出现的，有时没有实际意义，有时希望出某一个特定的水平组合，因此因素的位级最好不要完全按从大到小排列。那么，究竟怎么排列水平效果好呢？常用的一种方法是随机化，一是对部分因素的位级随机化，用抽签的办法来确定位级顺序；另一是对试验号码随机化，实验进行的次序不是按正交表的试验号排列，而是用抽签的办法来确定。这样做是为了减少试验中由于因素掌握不匀带来的误差干扰。这种办法并非对所有试验都适用，有些试验的次序是不能随意改变的。

附表

L ₈ (2 ⁷)							
列号	1	2	3	4	5	6	7
试验号							
1	1	1	1	2	2	1	2
2	2	1	2	2	1	1	1
3	1	2	2	2	2	2	1
4	2	2	1	2	1	2	2
5	1	1	2	1	1	2	2
6	2	1	1	1	2	2	1
7	1	2	1	1	1	1	1
8	2	2	2	1	2	1	2

L ₄ (2 ³)			
列号	1	2	3
试验号			
1	1	1	1
2	2	1	2
3	1	2	2
4	2	2	1

L ₉ (3 ³)				
列号	1	2	3	4
试验号				
1	1	1	3	2
2	2	1	1	1
3	3	1	2	3
4	1	2	2	1
5	2	2	3	3
6	3	2	1	2
7	1	3	1	3
8	2	3	2	2
9	3	3	3	1

L ₁₈ (2 ¹ ×3 ⁷)									
列号	1	2	3	4	5	6	7	8	
试验号									
1	1	1	1	3	2		2	1	2
2	1	2	1	1	1		1	2	1
3	1	3	1	2	3		3	3	3
4	1	1	2	2	1		2	3	1
5	1	2	2	3	3		1	1	3
6	1	3	2	1	2		3	2	2
7	1	1	3	1	3		1	3	2
8	1	2	3	2	2		3	1	1
9	1	3	3	3	1		2	2	3

10	2	1	1	1	1	3	1	3
11	2	2	1	2	3	2	2	2
12	2	3	1	3	2	1	3	1
13	2	1	2	3	3	3	2	1
14	2	2	2	1	2	2	3	3
15	2	3	2	2	1	1	1	2
16	2	1	3	2	2	1	2	3
17	2	2	3	3	1	3	3	2
18	2	3	3	1	3	2	1	1

L ₈ (4 ¹ ×2 ⁴)						
列号	1	2	3	4	5	
试验号						
1	1	1	2	2	1	
2	3	2	2	1	1	
3	2	2	2	2	2	
4	4	1	2	1	2	
5	1	2	1	1	2	
6	3	1	1	2	2	
7	2	1	1	1	1	
8	4	2	1	2	1	

在表 L₁₈ (2¹×3⁷) 中取消第 1 列把第 3 列下边一半的三个位级 1、2、3 顺序换成位级 4、5、6 即得 L₁₈ (6¹×3⁶)

3.2 考察交互作用的二位级正交试验设计

3.2.1 正交表 L_t^u (t^q) 的构造

在正交表 L_t^u (t^q) 中，t、u 为基本参数，试验次数为 t^u，u 为基本列，u=1, 2, 3, ……分别置于正交表的第 [(t^{u-1}-1)/(t-1)]+1 列上，t 代表位级数，它限定为素数或素数幂，t=2，即为二位级正交表。q 代表总列数，q=(t^u-1)/(t-1)。这是一类可以安排交互作用的常用正交表。

3.2.2 二位级正交表构造的运算规则

用 0、1 表示正交表中的二个位级。在构造二位级正交表时，应遵循加法规则与乘法规则。

1. 加法规则

0+0=0; 0+1=1+0=1; 1+1=0。

2. 乘法规则

0*0=0; 0*1=1*0=0; 1*1=1。

3.2.3 二位级正交表的构造

1. 基本列的构造

基本列用字母 a、b、c、d ……表示，分别置于 2⁰、2¹、2²、2³ …… 2ⁿ⁻¹ 列上；记第 2⁰ = 1 列列名为 a，为二分列，即位级 0、1 把 2ⁿ 行平分；第 2¹ = 2 列列名为 b，为四分列，即位级 0、1 把该列总行数 4 等分；第 2² = 4 列列名为 c，为八分列。即位级 0、1 把该列总行数 8 等分；第 2³ = 8 列列名为 d，为十六分列，即位级 0、1 把该列总行数 16 等分；……。

2. 交互列的构造

a、b 的交互作用列列名记为 ab，排在正交表的第 3 列，其位级是同一行 a、b 的位级按照加法规则相加的结果。同理，a、c 的交互作用列列名记为 ac，排在正交表的第 5 列，其位级是同一行 a、c 的位级按照加法规则相加的结果。b、c 的交互作用列列名记为 bc，排在正交表的第 6 列，其位级是同一行 a、b 的

位级按照加法规则相加的结果。a、b、c 的交互作用列列名记为 abc，排在正交表的第 7 列，其位级是同一行 a、bc 的位级按照加法规则相加的结果。……余者类推。

任意二列的交互作用列的列名是该二列列名按照乘法规则运算的结果；位级是该二列同一行的位级按照加法规则运算的结果。例如，a 与 abc 列的交互作用列列名是 $a*abc=bc$

3. 例 1：构造 $L_4(2^3)$ 正交表

行 列	1	2	3
1	0	0	0+0=0
2	0	1	0+1=1
3	1	0	1+0=1
4	1	1	1+1=0
列名	a	b	ab

例 2：构造 $L_8(2^7)$ 正交表

行 级 列	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0+0=0	0	0+0=0	0+0=0	0+0=0
2	0	0	0+0=0	1	0+1=1	0+1=1	0+1=1
3	0	1	0+1=1	0	0+0=0	1+0=1	1+0=1
4	0	1	0+1=1	1	0+1=1	1+1=0	1+1=0
5	1	0	1+0=1	0	1+0=1	0+0=0	1+0=1
6	1	0	1+0=1	1	1+1=0	0+1=1	1+1=0
7	1	1	1+1=0	0	1+0=1	1+0=1	0+0=0
8	1	1	1+1=0	1	1+1=0	1+1=0	0+1=1
列名	a	b	ab	c	ac	bc	abc

3.2.4 有考察交互作用的二位级正交试验设计

1. 有考虑交互作用的正交试验表选择原则

- 观察主作用因素的个数，确定 u 值；
- 确定正交表的行数，即试验次数 2^u ；
- 确定列数 $q=2^u-1$ ；
- 写出正交表的表达式；
- 构建正交表。

2. 有考虑交互作用的正交试验法的工作步骤：

- 明确实验目的，确定考核指标。
- 挑因素、选位级、制定因素位级表。
- 确定试验方案：选正交表、排因素、列出试验条件。
- 进行试验。
- 分析试验结果：

直接观察分析，写出工艺组合。

计算分析：计算每列位级和及其极差 R，据 R 排因素主次，选择最佳工艺搭配。

- 验证试验。

3. 有考察交互作用的试验结果分析

不考虑交互作用的试验结果分析，先取各水平的平均值的极差大小进行排序；再比较极差，极差大的

取好的水平，极差小的比较效益取效益好的水平。

考察交互作用的试验结果分析，基本步骤与不考虑交互作用的试验结果分析相同，但极差大的因素，无交互作用的，取好水平；有交互作用的因素，由二元联立表(L 型矩阵)决定；极差小的，比较效益取效益好的水平。例如：A*B 的交互作用的极差最大，则 A、B 所取的水平由 A、B 联立表计算决定。

	A1	A2	
B1	20	24	
B2	32	43	则取 A2、B2 为最好组合

例 3-1 某企业开发某一新产品时，使用 $L_8(2^7)$ 做了 8 次设计试验，考核 A B C D 四个因素，其试验结果数据为 75、78、82、88、86、93、87、79，请你作正交试验分析，找出各因素的最佳组合。(考虑 A 与 B，A 与 D 的交互作用)并回答以下问题：

1. 为什么选用 $L_8(2^7)$ ？
2. 正交表是如何构建的？请写出构建结果。
3. 请你说明试验计划方案？
4. 从试验结果中你能得出什么结论？

解答：

1. 因为有考察交互作用的主作用只有 A、B、D 三因素， $u=3$ ，故选正交表 $L_8(2^7)$ 。
2. 构建的正交表如下表：

$L_8(2^7)$							
行	1	2	3	4	5	6	7
位级							
列							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	1
3	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	1	1	1	0	0
5	1	0	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0	1	0
7	1	1	0	0	1	1	0
8	1	1	0	1	0	0	1
列名	a	b	ab	c	ac	bc	abc

3. 试验计划方案如下表：

行	1	2	3	4	5	6	7	试验结果
因素	A	B	A*B	D	A*D	C		
列								
1	A0	B0	0	D0	0	C0	0	75
2	A0	B0	0	D1	1	C1	1	78
3	A0	B1	1	D0	0	C1	1	82
4	A0	B1	1	D1	1	C0	0	88
5	A1	B0	1	D0	1	C0	1	86
6	A1	B0	1	D1	0	C1	0	93

1	A1	B1	0	C1				D1				0			
2	A1	B1	0	C1				D2				1			
3	A1	B1	0	C2				D1				1			
4	A1	B1	0	C2				D2				0			
5	A1	B2	1	C1				D1				0			
6	A1	B2	1	C1				D2				1			
7	A1	B2	1	C2				D1				1			
8	A1	B2	1	C2				D2				0			
9	A2	B1	1	C1				D1				0			
10	A2	B1	1	C1				D2				1			
11	A2	B1	1	C2				D1				1			
12	A2	B1	1	C2				D2				0			
13	A2	B2	0	C1				D1				0			
14	A2	B2	0	C1				D2				1			
15	A2	B2	0	C2				D1				1			
16	A2	B2	0	C2				D2				0			
列名	a	b	ab	c	ac	bc	abc	d	ad	bd	abd	cd	acd	bcd	abcd

复习思考题

1. 正交法的因素是指什么？水平又是指什么？
2. 调查某种卷发器销售量的正交表计划：

1) 因素及其水平

因素	可达最高温度 A	温度分档 B	表面涂复 C	出厂价 D	包装 E	插头导线 F
水平 1	130 °C	两 档	涂 漆	20 元/把	纸	手感好
水平 2	170 °C	一 档	镀 铬	15 元/把	塑料袋	手感差

2) 用正交表 $L_8(2^7)$ 安排六因素两水平的试销计划（同地区、同样时间间隔）结果如下：

试验号	因 素						销售量
	A	B	C	D	E	F	
	1	2	3	4	5	6	
1	1	1	1	2	2	1	49
2	2	1	2	2	1	1	91
3	1	2	2	2	2	2	48
4	2	2	1	2	1	2	66
5	1	1	2	1	1	2	55
6	2	1	1	1	2	2	31
7	1	2	1	1	1	1	23
8	2	2	2	1	2	1	50

3) 试用直接看和算一算分别求较好条件

3. 扬州轴承厂为了提高轴承退火的质量，选定如下的因素位级表（见表—1），并利用正交表 $L_4(2^3)$ 安排试验，有关结果见表—2。试根据直接比较试验结果和通过计算分别确定出最宜水平组合。

表—1

位级	上 升 温 度	保温 时间	出炉温度
因素	A	B	C
1	800℃	6 小时	400℃
2	820℃	8 小时	500℃

表—2

试验号	1	2	3	硬度合格 率
因素 因素 列号	A	B	C	
1	1	1	1	100
2	1	2	2	45
3	2	1	2	85
4	2	2	1	70

4. 构造L 1 6 (2 1 5) 正交表。

5. 想从下列因素位级表中通过试验确定最佳切削条件以提高另件的加工光洁度等级，要求考密A×B、A×C、A×D、B×C、B×D、C×D的影响，试制定试验订划方案。

位级	转 速 A	进 给 量 B	刀具 形状 C	加工 余量 D
因素	转 / 分	mm / 齿	α	mm
1	123	0.6	平的	0.5
2	246	0.3	R4	0.3

[技能练习]

一、训练目的与要求

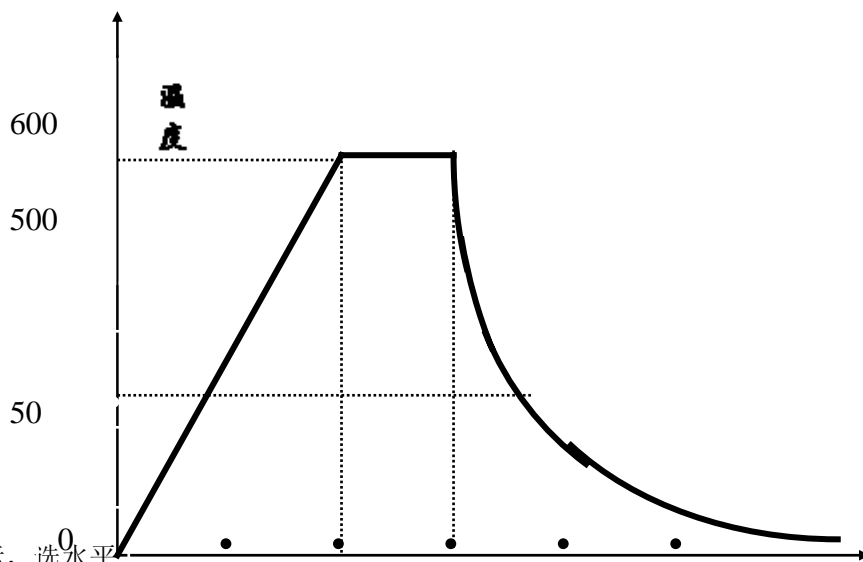
通过训练，使学生掌握正交试验设计技术的基本方法和技能，并能运用正交试验设计技术进行解决质量经营过程中的实际问题。

二、训练过程与结果

下列练习题，由学生先独立完成，然后根据学生做的结果进行讲评。

【晶体退火工艺的改进】

某碘化钠晶体X，要求应力越小越好，希望不超过2度。晶体的退火工艺是影响晶体应力的一个重要环节。北京综合仪器厂经过30多炉试验，采用的工艺如下图：



(一)挑因素，选水平

根据专业知识确定出的因素有：升温速度 A、恒温温度 B、恒温时间 C、 降温时间 D，
 现有工艺：A，50 ℃/h； B，600 ℃；C，6 h；D，通 24 安培的电流进行降温每个因素取三个水平，
 因素水平表如下：

因素水平表

水平	升温速度 A	恒温温度 B	恒温时间 C	降温时间 D
因素				
1	30℃/h	600℃	6 h	1.7A
2	50℃/h	450℃	2h	1.5A
3	100℃/h	500℃	4 h	15℃/h

说明：

30℃/h，属于慢速升温；100℃/h 属于快速升温；600℃是借鉴国外的，现了解 450℃与 500℃是否可行；
 选 2 h 与 4 h 是看是否可以缩短恒温时间；1.7 安培是慢速降温，15℃/h 是等速降温，降温都是采用降到 250℃后断电，然后进行自然降温。

(二)选正交表，确定试验方案

1、选正交表

因素共 4 个，水平均为 3；能适合以上两条件且试验次数较小的正交表是 $L_9(3^4)$ 。

2、因素顺序上列

把 A、B、C、D 分别列于 $L_9(3^4)$ 的第 1 至第 4 列。

3、水平对号入座

表中各列的水平值按因素水平表所确定的对应关系进行对号入座；列出试验方案表。

试验号	1	2	3	4
因素 列号	A	B	C	D
1	1(30)	1(600)	3(4)	2(1.7A)
2	2(50)	1	1(6)	1(1.5A)
3	3(100)	1	2(2)	3(15℃/h)
4	1	2(450)	2	1
5	2	2	3	3
6	3	2	1	2

7	1	3(500)	1	3
8	2	3	2	2
9	3	3	3	1

4、列出试验条件，按试验条件进行试验。方案表每一行表示一种试验条件，如第 2 行，条件为： $A_2B_1C_1D_1$ ；方案表有 9 行，即 9 种试验条件，每种条件试验一次，共 9 次，按随机的方法安排 9 次试验顺序；试验过程严格按试验条件进行操作。

（三）试验结果分析

各种条件的试验结果：

试验号	1	2	3	4	应力（度）
因素	A	B	C	D	
列号					
1	1(30)	1(600)	3(4)	2(1.7A)	6
2	2(50)	1	1(6)	1(1.5A)	7
3	3(100)	1	2(2)	3(15℃/h)	5
4	1	2(450)	2	1	8
5	2	2	3	3	0.5
6	3	2	1	2	7
7	1	3(500)	1	3	1
8	2	3	2	2	6
9	3	3	3	1	13

1、直接比较试验结果

直接比较 9 个试验结果的应力，5 号最好，其次是 7 号；5 号的工艺条件： $A_2B_2C_3D_3$ ；2、通过计算寻求更好条件

通过对试验的数量结果进行计算确定出重要因素和次要因素，确定出各因素的好水平在什么地方，寻找是否有更好的条件。

（1）求各因素水平 1、水平 2 与水平 3 对应的应力之和，分别记为 I、II、III。

试验号	1	2	3	4	应力（度）
因素	A	B	C	D	
列号					
1	1(30)	1(600)	3(4)	2(1.7A)	6
2	2(50)	1	1(6)	1(1.5A)	7
3	3(100)	1	2(2)	3(15℃/h)	5
4	1	2(450)	2	1	8
5	2	2	3	3	0.5
6	3	2	1	2	7
7	1	3(500)	1	3	1
8	2	3	2	2	6
9	3	3	3	1	13

I	15	28	15	28	合计 63.5
II	13.5	15.5	29	19	
III	35	20	19.5	16.5	
R	21.5	12.5	14	11.5	

(2) 求每个因素的极差。

(3) 极差越大，表明对应的因素越重要，即不同水平对应的应力差异大。

(4) 极差越小，对应的因素越不重要，

即该因素对应应力影响不大。

(5) 对于重要因素，比较 I、II、III 的大小，小的所对应的水平为好水平（即应力比较小）。

(6) 不重要因素可任意选定水平，以经济和方便为准，A 是重要因素。

(7) 根据 R 的大小，各因素选用的水平为：A₂ B₂ C₁ D₃，即

A ₂	B ₂	C ₁	D ₃
50 °C	450°C	6 h	15°C/h

(8) A₂ B₂ C₁ D₃ 在正交表中没有相应的试验，是否更好需通过进一步试验加以验证。

(四) 画趋势图，寻找大范围的好条件

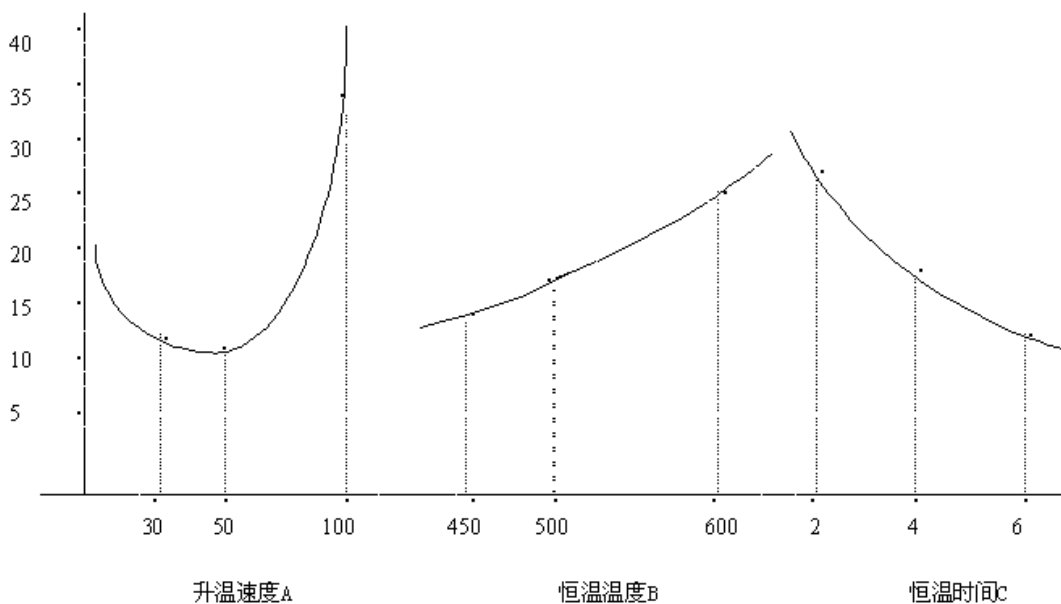
1、确定需画趋势图的因素

水平可连续取值且其水平数为三以上的因素，应画其水平值和试验结果的关系图，以了解试验结果随水平值变化而变动的趋势。

2、画趋势图

以因素的实际水平值为横坐标，以该水平对应的试验结果总和为纵坐标画点，作该因素的趋势图。为方便观察，不同因素的取值通常标在同一横坐标上。对于本例，可根据下表资料画 A、B、C 的趋势图（D 的三个水平量纲不同故不画）。

	A	B	C	D
I	15	28	15	28
II	13.5	15.5	29	19
III	35	20	19.5	16.5
R	21.5	12.5	14	11.5



3、观察变动趋势，寻找大范围的好条件

A: 升温速度在 A₂=50°C 比较适宜；

B: 温度继续降低，应力还会降低，进一步试验可选 B₄=400°C；

C: 恒温时间越长, 应力也会越低, 但太长对生产不利, 故进一步试验可选 $C_3=4h$;

D: 由计算求得的好水平为 $D_3=15^{\circ}\text{C}/h$ 。

综合以上分析可得大范围的好条件: $A_2 B_4 C_3 D_3$, 是否有效应通过试验加以验证。

画趋势图的目的是为了直观地了解试验结果随因素水平变化的情况, 如果是在参加试验的因素水平中选好水平, 根据趋势图得到的结果与算一算的结果是相同的, 画趋势图寻找大范围好条件应该是根据变动趋势和现实条件、可行性、实际经验进一步判断选出含有现有水平以外水平的好水平。

(五) 进行第二批试验, 寻求更好条件

条件许可, 应围绕趋势图的分析结果作进一步试验, 以便寻找出更好的条件

1、挑因素, 选水平, 制定因素水平表

A 不列作试验因素, 始终固定 $50^{\circ}\text{C}/h$ 。只考察 B、C、D 三个因素, 每个因素取二水平, 根据直接比较、计算获得的好条件和大范围的好条件选择各因素的水平。

因素水平表

水平	恒温温度 B	恒温时间 C	降温速度 D
因 素			
1	450°C	3 h	$15^{\circ}\text{C}/h$
2	400°C	5 h	$25^{\circ}\text{C}/h$

2、选正交表, 确定试验方案

选用 $L_4(2^3)$, 试验方案及其结果如下表:

试验号	1	2	3	应力 (度)
因素 列号	A	B	C	
1	1 (450)	1 (3)	1 (15)	0
2	2 (400)	1	2 (25)	0.2
3	1	2 (5)	2	0.4
4	2	2	1	0
I	0.4	0.2	0	合计 0.6
II	0.2	0.4	0.6	
R	0.2	0.2	0.6	

3、试验结果分析

(1) 直接比较试验结果

直接比较 4 个试验结果的应力: 1 号与 4 号最好。1 号的工艺条件: $B_1 C_1 D_1$ 。4 号的工艺条件: $B_2 C_2 D_1$ 。

(2) 更好条件的选择

1 号工艺 温度高, 恒温时间短; 4 号工艺温度低, 但恒温时间长; 比较 1 号和 4 号工艺的经济效益并验证稳定性, 选择最优工艺。



职业经理 MBA 整套实战教程

千本好书 **免费** 下载网址 www.mhjy.net

全国迷你型MBA职业经理函授双证班

颁发双证：注册钢印高级职业经理资格证书（可学分转移对接国际学位）+
国际 MBA 高等教育研修证书（随证书附带全套学员学习档案与中英文成绩单）。



招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发证书（颁发双证 全国通用 电子查询）	收费标准
职业经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册职业经理 CEO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
人力资源总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册人力资源总监 CHO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
市场总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册市场总监 CMO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
营销经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册市场经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
企业培训师 MBA 高等教育双证班	1、高级注册企业培训师 TTT 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
酒店经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册酒店经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
财务总监 MBA 高等教育双证班	1、高级注册财务总监 CFO 资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
品质经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册品质经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
生产经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册生产经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
营销策划师 MBA 高等教育双证班	1、高级注册营销策划师资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
企业总经理 MBA 高等教育双证班	1、高级注册企业总经理资格证书 2、两年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课（远程函授+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【颁发证书】

学员毕业后可以获得权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获得相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获得2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；
- 3、毕业后可以获得全套学员学籍档案和全国高级职业经理MBA人才推荐函。



【证书说明】

1. 证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（全国通用、国际互认、电子注册查询）；
2. 证书是学员求职、提干、晋级、对接国际学位、出国公证的有效证明；
3. 毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇。



【学习期限】

3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是职业经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力，有决心学好实战知识的各界学员均可报名学习。招生不限学历（我们更注重通俗易懂的实战教育）；
- 2、具备相应实际工作经验的学员允许提前毕业。
- 3、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习（专家、顾问全天接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询），学员不仅可以就学习中遇到的难题进行咨询学习，在实际工作中遇到的企业难题也可以与指导教师进行沟通和交流、寻求解决方案。



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等，所颁发的各类证书国际互认、全国通用。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【承办单位】

美华教育是国内最早举办MBA实战教育的专业化办学单位之一，连续13年被教委评选为优秀成人教育学校，甲级先进办学单位，教育协会常务理事单位。美华人侧重于把复杂的知识简单化，深奥的理论通俗化，迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【指导教师】 实战派MBA导师徐传有教授等专家、顾问全程教学辅导。



【咨询电话】 0451——88723232



【咨询教师】 王海涛 王耀辉 郑毅



【报名须知】

- 1、报名时请直接邮寄4张2寸免冠近照（要求蓝色背景）和一张身份证复印件
- 2、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com 或者传真至0451—88342620
- 3、交费后及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



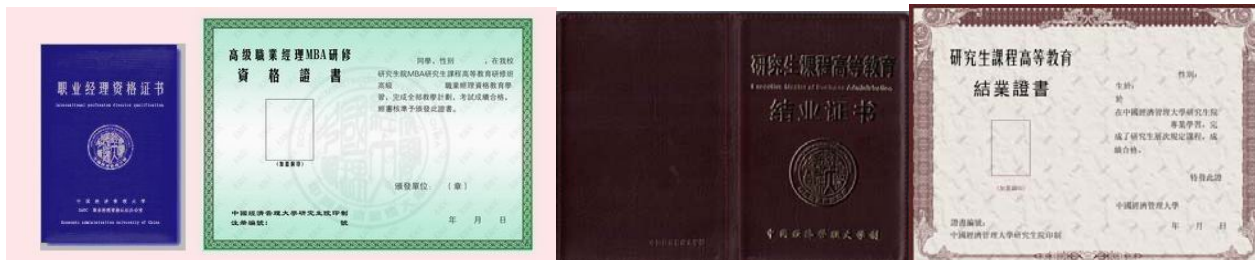
【报名地址】 哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室美华教育（ 邮政编码：150020）



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】

方式一	邮局邮寄	邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 企业户名：哈尔滨市道外区美华管理人才进修中心
方式三	交通银行 (太平洋卡)	帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心
方式四	邮政储蓄 (存折)	帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心
方式五	中国工商银行 (存折)	帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电

认证系列：高级职业经理资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书（含 2 年全套学籍档案）

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月（允许工作经验丰富学员提前毕业） **收费标准：**全部学费 1280 元

学校网站：www.mhjj.net **报名电话：**0451-88723232 **咨询邮箱：**xchy007@163.com

颁证单位：中国经济管理大学 **承办单位：**中国教育培训网 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效