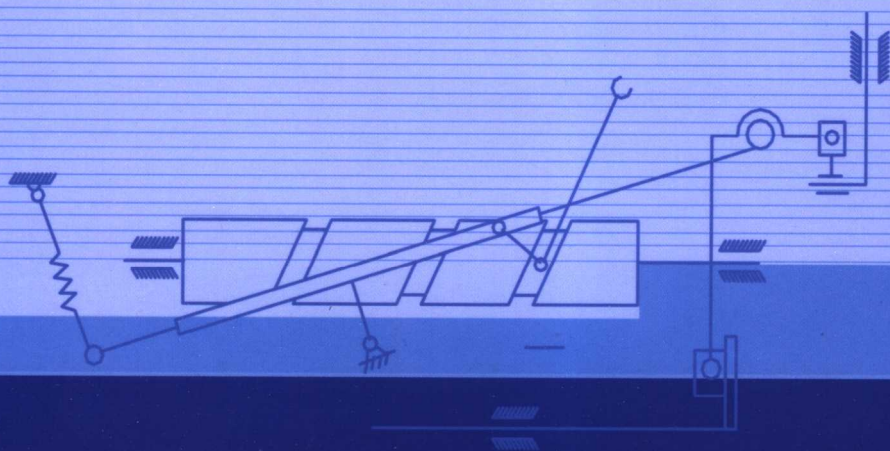


纺织机械原理与 现代设计方法

杨建成 周国庆 编著



 海洋出版社

纺织机械原理与现代设计方法

杨建成 周国庆 编著

海洋出版社

2006 年 · 北京

内 容 提 要

本教材将现代设计方法学与纺织机械设计结合,以现代设计方法观点审视纺织机械设计问题,并通过典型纺织机械设计讲述现代设计的核心思想。

本书共分6章,介绍了现代设计方法的基本概念与内涵、原理方案设计、评价与决策,选择了纺织机械中典型的卷绕机构作为案例,叙述了其设计方法;最后重点介绍了应用现代设计方法对环锭纺纱机和织机的整机进行总体设计。

本书可作为高等纺织院校纺织机械设计专业教材,也可供纺织机械设计人员、纺织专业的生产技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织机械原理与现代设计方法/杨建成,周国庆编著.

—北京:海洋出版社,2006.9

ISBN 7-5027-6666-9

I. 纺… II. ①杨…②周… III. 纺织机械

IV. TS103

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第107389号

责任编辑:白 燕

责任印制:严国晋

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京海洋印刷厂印刷 新华书店北京发行所经销

2006年9月第1版 2006年9月北京第1次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:19.5

字数:496千字 印数:1~1100册

定价:35.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

序

进入 21 世纪,人类文明和科学技术达到了前所未有的高度。我国“神舟五号”载人航天飞船的成功发射,标志着我国的航天技术进入了世界先进行列。随着我国社会主义市场经济体制的逐步完善和改革开放的不断深入,我国的经济建设取得了伟大的成就。

经济建设需要大量的科技人才作保证,随着近几年高校不断扩招,我国在校大学生的数量已位世界前列,为保证人才培养的质量,教育部出台了多项文件,目的在于加强高等教育教学的改革,进一步深化专业调整、改革和重组,要求大力调整人才知识、能力和素质的结构。拓宽基础,整合课程,构建新的专业平台。

教材建设是学校的基本建设,教学改革的深入发展必然要求有相适应的教材。《纺织机械原理与现代设计方法》这本教材正是基于此目的编写的。目前讲述现代设计方法有两种版本。一种版本讲解设计者的思维方法与创造力激活;另一种版本以 11 种方法论为背景,讲解重点侧重方法,诸如优化法、有限元法、可靠性分析与设计、相似理论等。

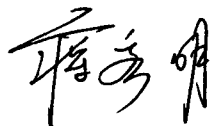
就作者的认识与实践来看,培养设计者的逻辑思维和激活创造力是首要的。国内市场竞争是商品的竞争,而要设计出具有市场竞争力的商品,设计者的逻辑思维与创新能力无疑是决定性的因素。市场竞争归根结底是人才的竞争。从这个意义上讲,培养设计者的逻辑思维与创新能力应该是现代设计方法学的核心。

如何培养设计者的逻辑思维与创新能力呢?作者认为通过案例教学是一种有效途径。本教材以案例“纺机设计中的典型题目”分析为基础,希望通过案例的讲解,引起读者研究问题的兴趣。读者切不可将它视为是一种教条来阅读。知识有两种:一种是可言传的知识,即通过文字、音像等手段能够传播的知识;另一种是只能意会的知识,它是不能言传的,它要求学习者的一种“悟性”。俗话说“举一反三”,大概就是这个意思。但就创造思维而言,它要求是一种更高的“悟性”,是一种超越前人的“悟性”。因此以培养逻辑思维与激活创造力为核心的现代设计方法的教学应有别于一般的传统课程。除了少量的课堂讲授外,要求学生自己分析研究案例,讨论案例。只有学习者通过自身的实践,才能悟出逻辑思维与创造思维的奥妙,最终达到大彻大悟。

本教材力图将设计方法学与纺机设计及机电一体化知识相结合,以现代设计方法的观点审视纺机设计问题,并通过典型纺织机械设计讲述现代设计核心思想;以案例分析为切入点,开展讨论式教学。教材内容应以培养学生具有创新意识和科学思维方法,既有纺机专业特长又可适应其他机械行业宽口径的知识面,实现培养纺织行业 21 世纪人才需求的目标为宗旨。

**教研相长,学能并进;
保持特色,再上水平!**

天津工业大学教授、博导



2006 年 8 月 28 日

前 言

随着纺织工业技术的不断发展与深入,纺织机械向着高速、大容量、大卷装、连续化、自动化和智能化的方向发展。纺织机械设计理念由原先单纯引进、消化、吸收和改进设计,向着具有自主知识产权的创新设计方向发展。创新是科学技术和经济发展的原动力。从市场竞争的观点看,产品的竞争归根结底是人才的竞争。要想开发出具有市场竞争力的产品,设计是关键;而产品设计的好坏是由设计者的思维、经验与创造力决定的。

为适应 21 世纪人才培养的要求,进一步提高纺织高等院校及高职高专学校的教学水平和教学质量以及纺织科技人员的研究水平,必须更新教育观念,探索教育改革之路,而教育改革的核心是加强学生素质教育和创新能力培养。我们在吸收国内外最新科技成果,结合自身多年的教学经验和科研成果的基础上,编著了这本书。本书可作为纺织机械设计专业主干课程教材之一,还可作为纺织企业的技术培训教材。

本书将现代设计方法的核心思想与纺织机械设计有机结合,通过剖析一些典型纺织机械设计,掌握现代设计的思维方法和解决问题的科学途径。本书由以下三大部分组成。

第一部分包括:第 1 章,现代设计方法的范畴;第 2 章,原理方案设计;第 3 章,评价与决策。该部分主要介绍现代设计方法的基本知识和进行设计的逻辑思维方法。

第二部分包括:第 4 章,导丝机构设计组成。在本部分中,通过典型案例的分析,以达到培养读者掌握学习方法的目的。该部分内容主要来自作者的科研成果。

第三部分包括:第 5 章,环锭纺纱机设计;第 6 章,织造技术及设备。

由于纺织机械属于工艺机械,是最为复杂的机械之一。所以若想进行机械设计,就必须详细了解该类机械所能完成的工艺要求。该部分主要讲解如何用现代设计方法进行环锭纺纱的整机设计,以及掌握织机工艺要求及设备的使用方法。

本书由天津工业大学杨建成副教授、周国庆副教授编著,郑筱春教授编写了第 1,2,3 章、杨建成副教授编写了第 4,5 章,周国庆副教授编写了第 6 章。蒋秀明教

授(博导)在百忙之中腾出时间认真、细致地主审了本书稿。在编著过程中,金国光博士后、尹明富博士不辞辛苦地审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见。本书的大部分插图都由赵永立老师负责绘制。作者谨向他们表示衷心的感谢,并借此机会向所有关心、支持和帮助本书编著、修改、出版和发行的同志们致以诚挚的敬意。

由于时间仓促,加之编著水平有限,书中难免存在错漏,恳请专家、学者及使用本书的广大读者批评、指正。

编者

2006年8月26日

目 次

第1章 现代设计方法学的范畴	(1)
1.1 设计的发展阶段	(1)
1.2 现代设计方法的基本概念与内涵	(3)
1.3 设计类型与层次	(7)
第2章 原理方案设计	(8)
2.1 明确设计任务(产品规划)	(8)
2.2 原理方案设计	(10)
第3章 评价与决策	(20)
3.1 概述	(20)
3.2 评价目标	(20)
3.3 简单评价法	(23)
3.4 评分法	(24)
3.5 技术-经济综合评价法	(27)
3.6 模糊评价法	(32)
第4章 导丝机构设计	(37)
4.1 卷绕工艺要求	(37)
4.2 倍捻机导丝机构设计	(43)
4.3 圆柱凸轮沟槽曲线设计	(48)
4.4 凸轮驱动拨叉导丝机构的设计	(52)
4.5 桨叶导纱机构设计研究	(70)
第5章 环锭纺纱机设计	(89)
5.1 环锭纺纱机总体设计	(89)
5.2 牵伸装置设计	(115)
5.3 卷绕机构的设计	(133)
第6章 织造技术及设备	(167)
6.1 织物的基本知识	(167)
6.2 织造生产的工艺流程	(173)

6.3 织机概述	(177)
6.4 织机开口机构	(181)
6.5 织机引纬机构	(220)
6.6 织机打纬机构	(269)
6.7 织机卷取机构	(279)
6.8 织机送经机构	(286)
参考文献	(301)

第1章 现代设计方法学的范畴

1.1 设计的发展阶段

设计的英语词汇是 Design, 又分为 Industrial Design (工业美术设计) 与 Engineering Design (工程技术设计)。什么是设计, 迄今为止设计的定义有二三十种之多, 并没有一个标准的定义, 下面给出几种代表性定义:

“设计是一种反复决策、制订计划的活动。这些计划的目的是把资源最好地转变为满足人类需要的系统和器件。”(英国 Wooderson, 1966 年)

“工程设计是为适应市场明确显示的需要, 而拟定系统、零部件、工艺方法的决策过程。在多数情况下, 这个过程是反复进行的, 要根据基础科学、数学和工程科学, 为达到明确目标对各种资源实现最佳的利用。”(美国 ABET 和 ASME)

“工程设计是利用科学原理、技术知识和想象力, 确定最高的经济效益和效率, 实现特定功能的机械结构、整机和系统。”(英国 Fielden 委员会)

“工程设计是在各种制约条件下, 为最好地实现既定的具体目标, 制订出机器、系统或工艺过程的具体结构或抽象系统。”(日本金泽工业大学佐藤豪教授)

上述几种定义, 尽管说法不同, 但共同的要旨是:

(1) 设计是有目的的活动, 它要满足人类的需要: 注意设计与科学研究均是有目的活动, 但科学研究在初始阶段是满足人们的好奇心, 如人们探求人类的起源, 宇宙的起源。又如有的数学家和数学爱好者研究“哥德巴赫猜想”的证明。

(2) 设计是在一定制约条件下的创造性活动: 广义的制约因素是社会的科学技术与生产力发展水平。狭义的制约因素是投资、时间、成本与设计者本身的知识水平和经验。

(3) 设计是一个广义优化的过程: 设计的每一步都是在寻优, 在各种制约条件下寻找相对好的解决方案。

综上所述, 设计可做如下定义: 设计是为了满足社会需求而进行的一系列创造性思维活动, 是把各种先进技术转化为生产力的一种手段。设计的核心是创造(如图 1-1 所示)。

古往今来任何设计都要受到设计者所处时代的科学技术与生产力水平制约。换言之设计与生产力发展水平相适应, 并随着生产力水平的提高而提高。迄今为

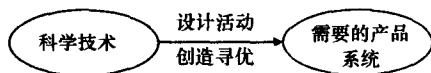


图 1-1 设计概念

止,设计大致经历了四个发展阶段。

(1)直觉设计阶段(17 世纪前):凭直观感觉设计制作工具和机械。这时,设计只是手工作坊里匠人的个体行为,设计构思存在于匠人的脑子里,并由匠人自己动手制作。

(2)经验设计阶段(17 世纪后期至 20 世纪初期):17 世纪后期出现了数学与力学的结合,人们开始用经验公式解决设计中的一些问题。如结构中的应力和强度计算、功率计算、成本计算等。18 世纪工业革命后创造发明不断涌现。20 世纪初出现了图纸设计,设计者与制造者分离。

这个阶段主要依靠个人才能和经验,设计者运用基本的设计理论,借助类比,模拟试验进行设计。这种设计局限性大,设计周期长。如蒸汽机从发明到实际应用花了 100 年,电动机用了 57 年,汽车用了 27 年。

(3)传统设计阶段(20 世纪中期):20 世纪中期,随着科学技术的进步,设计理论得到进一步发展。如材料的应力应变理论,疲劳理论,蠕变理论,液体润滑与弹粘润滑理论,摩擦磨损理论,断裂力学,可靠性理论等。设计步入了半经验半理论阶段,即传统设计阶段。

与纯经验设计相比,传统设计减少了盲目性,设计的质量与效率均有提高。但传统设计的理论只揭示具体对象的内在机理,而未将设计本身作为一门科学加以研究,不能从战略与战术的角度来研究设计本身的内在规律,并指导设计实践。因此传统设计仍带有很大的局限性。

(4)现代设计阶段(近几十年):近 30 年来,市场竞争加剧,科学技术日新月异为现代设计的出现创造了必要条件。

首先市场竞争愈演愈烈,经济全球化的趋势,促使各大跨国公司在全球各个角落抢滩设点;其次个性化的需求促使市场由卖方市场向买方市场转变。为了抢占市场,各个公司加大了新产品开发的力度。新产品的开发周期愈来愈短,国际市场商品的平均寿命周期约 3 年。

随着新开发的系统愈来愈复杂,技术含量愈来愈高,考虑的问题愈来愈多,稍有闪失则损失巨大,甚至是灾难。如埃及在 20 世纪 70 年代竣工的阿斯旺水坝,有效地控制了尼罗河的水旱灾害,且能发电,对国民经济发展起到了一定作用。但该

工程设计未考虑对环境的影响,未采取生态平衡措施,从而产生了一系列问题。如下游缺乏肥源,土壤贫瘠,尼罗河口沙丁鱼食物不足,数量剧减。下游一些地方,河水变成死水,血吸虫及疟蚊大量繁殖。

竞争剧烈,系统复杂,约束增加(环境、生态),设计周期短,风险大;这一切呼唤着设计思想、设计方法、设计手段的革命性变革。西方主要工业国家意识到产品在市场竞争中的成败关键在设计,于是下大力气投入设计方法的研究。加之计算机的普及应用,加速了设计现代化的进程,相继出现了CAD、CAM、CIM等。

与传统设计方法相比,现代设计方法有以下三个特点:

- ① 以动态观点看要设计的系统,而不是静态的观点;
- ② 设计方法科学化,而不是凭经验;
- ③ 设计手段计算机化,而不是靠手工。

1.2 现代设计方法的基本概念与内涵

现代设计方法学是从战略上研究设计进程的实施和各阶段战术的应用;是从顶层开始研究设计规律和设计中的思维和方法。它是以思维科学,设计理论和系统工程为基础,以方法论为手段,以计算机为工具的各种技术、工具和程序的总和。

以下我们从系统论的观点来观察设计,首先将设计看成一个信息处理系统,如图1-2所示。

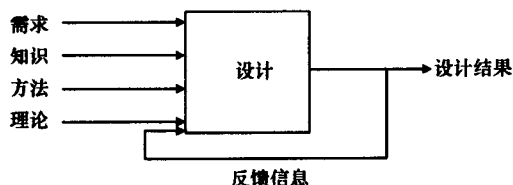


图1-2 设计信息处理系统

从系统工程的观点看,设计又是一个三维(时间维,逻辑维,方法维)系统,如图1-3所示。

时间维反映了设计进程,逻辑维反映了解决问题的逻辑思维过程,方法维列出了设计过程中使用的方法。设计过程的每一阶段反映为三维空间中的一个点。

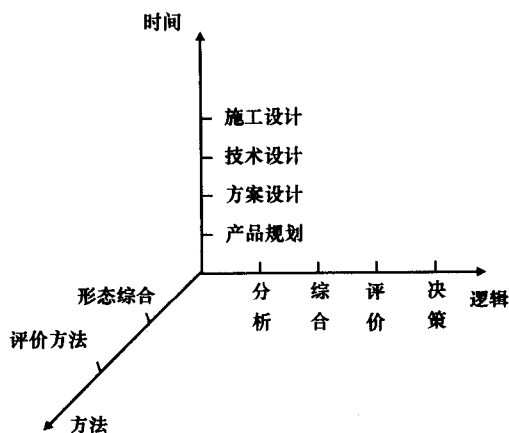


图 1-3 三维设计系统

1.2.1 设计进程(时间维)

图 1-4 较详细描绘了设计进程的各个阶段。每个阶段的任务及使用的方法。

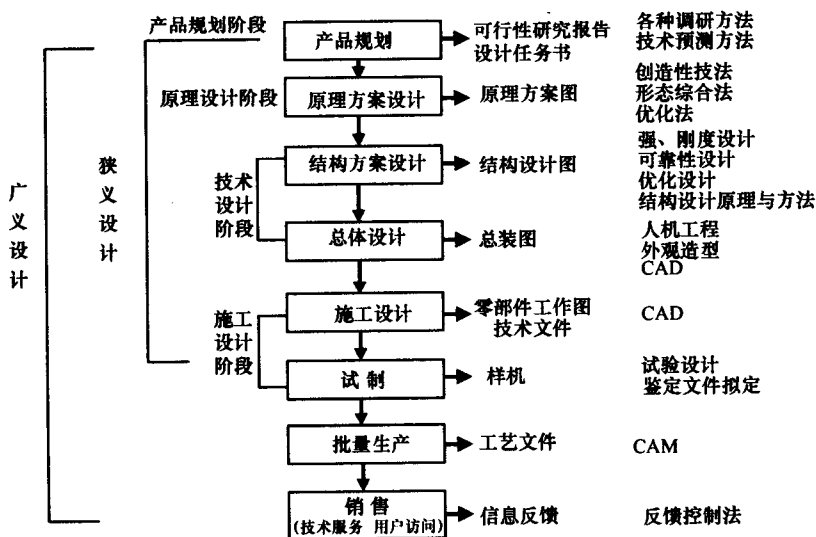


图 1-4 设计进程

1.2.2 解决问题的逻辑步骤(逻辑维)

图1-5所示解决问题的逻辑步骤。注意逻辑思维是问题驱动:首先要有问题才能触发思考,而很多问题并非由别人提出而是由设计者自己提出,因此要勤于思考,要从司空见惯的现象中发现问题,这点最难。



图1-5 解决问题的逻辑步骤

发现问题,提出问题是逻辑思维的起点。如要开发一个步行机器人,问题的核心在哪里?难点何在?从机构学观点出发,步行机器人要产生机架(躯体)的运动,与习以为常的机架不动的机构有区别;其次躯体运动过程中的重心如何控制?众所周知,人是从不断摔跤中学会重心控制的,欲使步行机器人模仿人通过学习实践掌握重心控制是相当困难的。因此要求设计者从步姿变化规律中,找到重心变换规则,进而加以利用以达到重心控制的目的。进一步想四条腿比两条腿更容易控制重心,若采用无限条腿即轮式行走就会部分或全部回避重心控制的难题。但轮行较步行要求地面条件更苛刻。

注意明晰问题不是一次完成的。在解决问题的过程中会出现新问题,或者会发现对原问题的理解不贴切,这就要求设计者不断思考,分析问题本身。千万不要把问题纳入设计者预先设定的解决问题的轨道。

逻辑思维的第二步与第三步是分析与综合,这两步是相辅相成的;千万不要为分析而分析。记住分析不是目的,分析是为了综合,为了提出解决问题的方案。

再说评价,根据问题的不同,评价有四种类型:

- (1)评价方案的完善程度(整体或局部);
- (2)评价方案与问题要求相符程度;
- (3)评定最优解答方案;
- (4)评定某项指标的最优值。

总之,通过评价筛选出符合问题要求的较好方案,对不够完善或存在缺陷、但有前途的方案,可返回再度分析与综合。

决策是以评价为基础的,要遵循以下基本原则:

- (1)系统原则:决策不能只从方案本身或方案性能指标出发,还要考虑以整个方案为核心的有关系统的综合平衡,达到企业的总体最佳。如南方某城市用了一

亿元引进先进的集肥垃圾处理厂,因没有考虑垃圾分类的难题而成为一个垃圾项目。

(2) 可行性原则:决策要切实可行,既要考虑当前状况,又要估计发展变化。

(3) 满意原则:十全十美的方案是不存在的,所谓最佳方案只是相对满意的方案。

(4) 反馈原则:决策不是一锤定音,它是一个过程。要注意实践反馈的信息,不断修正原来决策中的错误与不完善的地方。

(5) 多方案原则:为了保证设计质量,特别是方案设计阶段,决策可以是多方案的。

1.2.3 方法维

现将现代设计中有普遍意义的 11 种方法介绍如下:

(1) 信息论法:以历史和试验数据分析为依据,以取得原始设计参数的方法(包括技术预测法,方差分析法,相关分析法,谱分析法,信息合成法等);

(2) 系统论法:以系统整体为对象的研究方法(包括系统分析法,聚类分析法,模式识别法,系统辨识法,人机工程法等);

(3) 控制论法:以控制和动态观点分析系统为基础,从而取得更符合客观变化的参数(包括动态分析法,振荡分析法,柔性分析法,动态优化法,动态系统识别法等);

(4) 优化论法:以满意和优化为目标的分析和设计方法(包括优化设计法,优化控制法等);

(5) 对应论法:以相似和模拟分析设计为主要途径,从而取得设计参数(包括相似设计法,模拟分析法,仿真技术,仿生技术等);

(6) 智能论法:以发挥智能载体(人、机、生物、有机物等)的作用为核心的方法(包括 CAD、CAE、智能机械化等);

(7) 功能论法:实现有限使用寿命内设计对象的经济有效功能为宗旨的方法(包括可靠性预测,可靠性设计,价值工程,安全与故障诊断等);

(8) 离散论法:建立系统的离散化模型,借助计算机数字解法,对系统进行分析 and 设计的方法(包括有限元法,边界元法,离散优化,高模态分析等);

(9) 模糊论法:对一些无法用精确数学描述的对象,进行模糊处理的方法(包括模糊分析,模糊评价,模糊控制,模糊设计等);

(10) 突变论法:研究如何激活人的创造性思维的方法;

(11) 艺术论法:以悦目宜人作为主要目的的美学设计与艺术造型。

1.3 设计类型与层次

按照设计问题不同,可将设计分为以下四种类型:

(1)开发性设计:在设计原理、方案全部未知情况下,根据产品总功能和约束条件进行全新设计;

(2)适应性设计:在总方案和原理不变条件下,根据需求对产品的结构性能做部分改变,使其适应某些附加要求;

(3)变参数型设计:功能、原理、方案不变,改变结构尺寸与设置,产生系列化产品,以满足更大范围的需求;

(4)消化设计:对引进的先进设备分析消化,根据国情再次设计。

按照设计水平不同,可将设计分为五个层次:

(1)单纯测绘:按照先进样机依样照猫画虎。注意有的东西是测绘不能解决的,如制造精度,产品系列化及保密的控制程序等。

(2)测绘加分析:在测绘的基础上,按样机尺寸做若干分析,如运动分析,力分析,精度分析,控制分析等。

(3)测绘加反求:在测绘的基础上,根据机器的功能要求,反求原样机设计的基本思想,基本理论,基本公式及设计步骤。

(4)局部创新:避开样机中的若干专利,搞出创新设计或有知识产权的专利。

(5)全局创新:从功能要求出发,探求实现功能的新的作用原理,并根据新原理设计新的机型。

严格意义上讲,(1)、(2)两个层次并不能算作设计,只能是一种照抄;这在世界贸易中是严格禁止的,对盗版者要苛以重罚。这一点已引起众多厂家越来越多的关注与思考,但并未引起高等院校的足够重视。我们天天说培养创新人才,但教授的内容则是分析、分析再分析。即使讲授综合也与现实要求的综合要求相去甚远,如机械原理按照运动要求综合机构,而运动要求与功能的关系,功能要求下执行机构的运动分解则无人问津。

即使第三个设计层次反求,亦不能解决市场竞争问题。因为反求得再好,再深刻也还是别人的专利,你要使用就要支付价格不菲的专利费。但是创造离不开借鉴,竞争犹如打仗,知己知彼百战不殆。特别是对创新设计的初学者,学会分析别人的专利是非常重要的,只有站在巨人的肩膀上,才能做出更加出色的创新成果。正因为如此,本教材安排了若干纺机的典型专利,并试图通过对这些案例的分析,帮助初学者尽快到达设计的第三层次,进而为创新设计打下一个良好的基础。

第2章 原理方案设计

开发性产品设计的第一步是明确需求,写出产品的可行性报告和设计任务书;第二步是根据任务书的规定设计出合理的原理方案。这两个步骤乃是开发性产品设计的关键步骤,也是决定产品有无市场竞争力的“根”。如果这个根基打不好,人力、物力、财力的损失将是相当惨重的。

2.1 明确设计任务(产品规划)

正确认识社会需求是产品开发成功与否的关键。新产品开发中最困难的不一定是技术,而是要确定社会需要什么样的产品。这就要求设计者要有敏锐的目光与洞察力和经济头脑。如摩托车在农村中有很好的销售市场,广东某些厂家针对农村路况不佳,易翻车的情况,专门生产摩托车保险杠,非常受农民欢迎。又如日本气候潮湿,某些企业针对住公寓的老年人生产被褥烘干机。

要什么样的产品只是表象,分析需求的实质才能正确开发产品。如防止老鼠糟蹋粮仓中的粮食,是一种社会需求。需求的本质是“不糟蹋粮食”,由此本质出发可开发两类产品。一类产品是杀鼠(鼠药,捕杀工具等),另一类产品是避鼠(超声波驱鼠器)。又如“住房”是一种社会需求,但对其本质认识的不同亦可开发两类产品。一类是工薪阶层能承受的“经济适用住房”,另一类是富人为显示其地位与身份的豪宅。

弄清了社会需要的产品只是第一步,接下来就是开发这样的产品是否可行,即要对欲开发的产品进行可行性分析。要从技术,经济,社会三个方面来论述所开发的产品的可行性,并写出可行性报告。

(1)技术分析:包括技术的先进性、适用性和可靠性。新产品的技术一旦有误,根本谈不上经济效果,甚至会造成严重的经济损失。如电视机普及后,社会需求是什么?日本人在20世纪60年代首先提出开发高清晰度电视的概念,并从1972年开始实践。而欧洲和美国人还在睡大觉,直到80年代下半期才觉醒。但日本这样的技术是以模拟电视为基础的,到80年代开始成形,1988年高清晰度电视首次亮相汉城奥运会,满以为凭着领先世界的技术,独霸市场。孰料1991年,数字压缩技术取得重大突破,美国与欧洲先后走上了开发数字式高清晰度电视的道路。而日