




应用型本科“十三五”规划教材

# 创新 设计基础

CHUANGXIN  
SHEJI JICHU

梅伶◎主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 创新设计基础

主 编 梅 伶  
副主编 李 林 张兴华  
参 编 聂小春 饶雅琴

机械工业出版社

本书围绕产品结构和功能的创新,介绍了创新设计方法、UG NX8.5 创新产品实体造型、创新产品机械结构设计、伺服电动机及驱动、传感器及电池、单片机及控制程序仿真等内容,以帮助读者扩展思路,实现工程产品创新。本书还介绍了UG NX8.5 软件、Keil uVision3 软件、Proteus7.7 软件等产品设计所需的软件,用于进行产品结构实体造型和智能控制程序仿真。

本书可作为工科类院校学生的通识教育教材,还可作为产品结构和功能创新爱好者的入门指南。

主 编 李 林  
副 主 编 洪 兴 李 林  
参 考 文 献 李 林 洪 兴

### 图书在版编目 (CIP) 数据

创新设计基础/梅伶主编. —北京:机械工业出版社,2018.8  
ISBN 978-7-111-60107-4

I. ①创… II. ①梅… III. ①产品设计—基本知识 IV. ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 012458 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王晓洁 责任编辑:王晓洁

责任校对:樊钟英 封面设计:马精明

责任印制:孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2019 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·12.75 印张·344 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-60107-4

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

# 前言



何为创新？创新是一种思维方式，它需要人们能够接受来自各个方面的观点和思路。同时，创新也是一种不寻常的能力，它帮助人们为这些想法找到最好的实践方法。创新意味着利用新的思想或以完全不同的方式进行显著的变革。

随着经济全球化的快速发展以及市场竞争的进一步加剧，很多企业把创新作为一种生存战略。全球竞争力极强的跨国企业都是极富创新力的优秀企业，如苹果、谷歌、宝洁和IBM等。这些企业不仅培育出了令人称道的创新文化，而且注重激励员工创新技术、开发突破性产品、不断完善运营流程、构造新型的商业模式。因此，即便是“大象”也能跳舞，而且会跳得很精彩。我国企业也非常重视创新，尤其重视技术和产品的创新。如华为总裁任正非的一句话道破天机：“不创新才是最大的风险。”

本书的作者们长期从事教育工作，为了能够培养更多的具有创新精神和创新能力的学生，特编写了本书，希望能指导工科类院校的学生勇于尝试，完成一套完整的产品创新设计方案。本书由梅伶任主编，由李林、张兴华任副主编，聂小春、饶雅琴参与编写。编写分工为：广东白云学院机电工程学院的李林编写第3章和第4章，广东白云学院机电工程学院的张兴华编写第6章，广州工程技术职业学院的聂小春编写第2章，广东技术师范学院天河学院机电工程学院的饶雅琴编写第1章，广东白云学院机电工程学院的梅伶编写第5章并负责统稿。全书由广东白云学院院办的康霖霞负责文稿整理。

在本书的编写过程中得到了广东白云学院各级领导和专家的指导与支持，在这里表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编者

# 目录



前言		2.4 UG NX 8.5 产品实体设计案例	53
绪论	1	<b>第3章 创新产品机械结构设计</b>	69
<b>第1章 创新设计方法</b>	6	3.1 联接与紧固	69
1.1 绿色替代法	6	3.2 传动机构及零件	79
1.2 矛盾逆思法	8	<b>第4章 伺服电动机及驱动</b>	98
1.3 分离和联合法	11	4.1 直流伺服电动机及驱动	98
1.4 矩阵组合法	15	4.2 步进电动机及驱动	111
1.5 功能衍生法	21	4.3 永磁同步伺服电动机	121
1.6 功能提升法	25	<b>第5章 传感器及电池</b>	128
1.7 虚拟移植法	28	5.1 传感器的定义、组成及分类	128
1.8 仿生智能法	32	5.2 传感器发展的新趋势	131
1.9 网络群策法	35	5.3 常用传感器	132
1.10 剖析分析法	37	5.4 电池	160
1.11 评价系统	40	<b>第6章 单片机及控制程序仿真</b>	169
<b>第2章 UG NX 8.5 创新产品实体造型</b>	43	6.1 单片机概述	169
2.1 UG NX 8.5 入门	43	6.2 单片机的组成及工作原理	178
2.2 草绘设计	50	6.3 单片机开发软件简介	186
2.3 实体设计基础	52	6.4 单片机控制程序与仿真案例	190
		<b>参考文献</b>	199

# 绪论



信息技术日新月异，随之带来一系列新的变化，并以巨大的步伐改变着人们工作、生活的各个方面。市场竞争更为激烈，不确定因素增大，产品寿命周期越来越短。面对瞬息万变的市场需求，掌握先进技术，增强自主性技术创新能力，提高产品的知识含量，成为企业核心竞争力和争夺市场的重要因素，不断进行产品创新成为在激烈竞争中取胜的重要手段。

## 一、技术创新、创新和产品创新

### 1. 技术创新

美国经济学家约瑟夫·熊彼特在1912年出版的《经济发展理论》一书中首先提出了创新的概念，并在研究中较为系统地阐明了它的含义、理论观点和内容方法。这正是技术创新理论的基础。技术创新有以下5种情况：

- 1) 引入一种新的产品，即消费者还不熟悉的新产品，或与已有产品相比有新的特性的产品。
- 2) 采用新的工艺，一种新的生产方法和生产手段。
- 3) 开辟新的市场。
- 4) 开发新的资源来源，获得原材料或半制成品的新供应来源。
- 5) 实现一种新的组织，形成企业新的组织形式。

在熊彼特看来，技术创新是指从新构想的产生，经过设计、试制，进行生产，到营销获得用户认可和实际应用，产生经济效益的商业化过程和活动。其实质是一项新技术的产生、扩散和实现市场价值。

根据熊彼特赋予的这种特定含义，技术创新具有以下基本特征和特点：

- 1) 把技术创新从单纯的技术问题引入经济学范畴。技术创新带来的新的经济增长和发展，形成了新的技术经济发展观。
- 2) 技术创新强调与市场相结合，市场既是它的基本出发点，又是它的基本落脚点。通过技术创新，开发的新产品最终要去占领市场，并实现市场价值。
- 3) 技术创新整个过程是一个综合性的过程，是一项系统工程。企业在实施技术创新时需要有一系列相应的组织管理配套措施。
- 4) 技术创新不仅包括工艺创新，而且包括组织创新、营销创新等，这是技术创新特定的。

技术创新奠定了创新理论的基础，成为创新理论中最活跃的部分，吸引着众多学者从不同需要、不同视角、不同层次进行了广泛而深入的研究。

熊彼特的技术创新理论强调了市场价值和经济效益。但是，按照可持续发展观，它应该包含节约资源、能源和保护环境的内涵。因此，用现代的观点应将其修正为：技术创新的实

质是一项新技术的产生，符合可持续发展并实现其市场价值。

## 2. 创新

随着技术创新的应用和大力推广，“技术创新”一词被广泛地应用于各个领域和各个方面的事物、过程、活动，出现了技术创新和创新相混不分的情况。由于历史原因，早期技术创新与创新被视作同义词。随着科学技术发展和社会进步，技术创新已超出了技术创新划定的商业应用的特征，其含义与技术创新的界定、定义相矛盾，因此明确它们之间的区分还是很有必要的。有些学者提出了创新的定义或界定：创新指的是为达到某种目的、目标，或满足某种要求，使某事物或过程发生变革的一种新思想、新理论、新方法、新技术和活动方式。诸如知识创新、体制创新、文化创新、技术创新等，这种变革对该事物或过程来说尚属首次出现，这种变革有实践意义，有其科学价值、社会价值、环境价值或经济价值、市场价值。

从上述创新的界定可以看出，创新与技术创新是两种概念。创新的范围大，不仅包含具有商业应用特点的技术创新，也包含了非商业性或无商业应用目的的创新活动。技术创新是一种特殊创新。一般地说，具有商业应用特点的技术创新可以说成是创新，如企业投向市场的产品的自主性技术创新可说成自主创新。但非商业性的创新就不能说成是技术创新，如具有社会效益的非商业性公益事业和社会活动的创新就不能说成是技术创新，可以参阅图 0-1 创新概念中的非阴影部分。

创新、技术创新与发明、创造既有区别，又有联系和交叉。它们之间的概念关系如图 0-1 所示。发明和创造是两个有区别而相近的概念，它们未必一定要考虑与市场挂钩，但其中许多发明、创造发展构成了具有商业目的的产品。如果把科学发明和创造全部当作技术创新，就不利于科学研究事业发展，因为有一些科学研究和创造性成果不具有商业目的，而是为了认识世界、促进人类进步、发展科学技术进行创造性活动及其取得的成果。随着产品开发手段越来越先进，知识成为产品创新的核心，基础研究和应用研究、应用研究和产品开发之间的鸿沟在缩小，发明、创造与技术创新之间的相互关系更为密切。

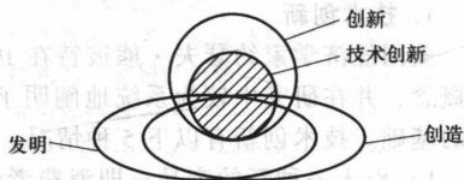


图 0-1 创新、技术创新与发明、创造之间的关系

## 3. 产品创新

什么是产品创新？学者胡树华引用经济合作与发展组织的界定，并收集了国内学者的看法，提出了产品创新的功能创新、形式创新和服务创新的三维概念。

什么是产品创新？至今还没有一个严格而统一的定义。经济合作与发展组织（OECD）对产品创新的界定是：为了给产品用户提供新的或更好的服务而发生的产品技术变化。

胡树华认为：定义产品创新，首先必须理解工业产品的概念。现代营销理论提出了产品的整体概念结构。因此，他认为：“现代企业产品创新是建立在产品整体概念基础上的以市场为导向的系统工程。从单个项目看，它表现为产品某项技术经济参数质和量的突破与提高，包括新产品开发和老产品改进；从整体考察，它贯穿产品构思、设计、试制、营销全过程，是功能创新、形式创新、服务创新多维交织的组合创新。”

以上概念的界定是从广义上理解的。如果从狭义上来说，一般认为把经济合作与发展组织提出的“为了给产品用户提供新的或更好的服务而发生的产品技术变化”，结合熊彼特指出的“引入一种新的产品，即消费者还不熟悉的新产品，或与已有产品相比有新的特性的产品”，足以表达产品创新的界定。

## 4. 产品创新过程

工业产品的创新主要取决于形成构想阶段和产品设计阶段。具有新奇性的产品创新，以

及创新的总体设想，多数在构想阶段产生。这里讨论的产品创新过程主要指创新产生过程，即构想形成过程。事实上，产品设计阶段进行创新，或对老产品进行改进，都需经过构想酝酿和形成过程。

产品创新构想的形成过程是多样而复杂的过程，具体的步骤会随目的、要求和创新主体的不同而不同。粗略划分，其基本过程可分成4个阶段，即准备、酝酿、形成和评价，如图0-2所示。它包含7个步骤，阶段中的步骤存在交叉。

准备阶段包括企业发展调查，需要从产品发展、创新的来源着手调查。这一阶段主要收集、积累产品创新相关信息和资料。酝酿阶段将根据调查获得的信息进行分析研究，做出分析和判断，提出产品创新任务，同时为创新创造基础条件。形成阶段是通过创新方法和产生顿悟，形成构想的阶段，是产品创新过程中关键的阶段。在当代知识经济、信息网络发展情况下，创新方法是创新的工具，应该与现代科学技术发展相适应。评价阶段对构想有无价值做出评定。对照图0-2，下面就4个阶段中的7个步骤加以简要说明。

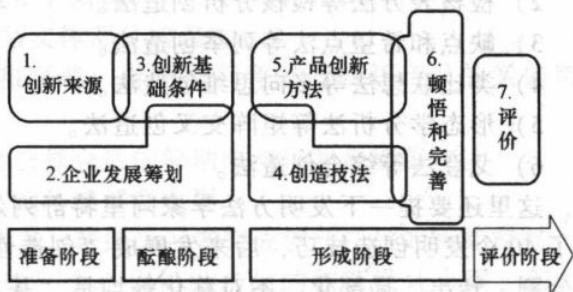


图 0-2 产品创新构想的形成过程

(1) 创新来源 在准备阶段要根据企业发展对创新源头进行调查。创新源头信息往往以不同形式，通过不同渠道反映，其中科学技术的发展和市场需求是创新的基本来源。创新来源有：

- 1) 市场需求，包括显现需求和潜在需求。
- 2) 科学技术发展方向，科学技术成果，发明创造、专利。
- 3) 用户反馈意见，包括一般用户和领先用户对新产品的设想。领先用户对新鲜事物特别敏感，会有较多超前需求设想。
- 4) 产品发展趋势以及竞争对手的新产品开发动向。
- 5) 其他源头，如生产、管理实践中提出来的意见，或产品生命周期中出现的矛盾，以及受生物启迪等。

(2) 企业发展筹划 企业不仅要解决当前的问题，而且要考虑发展，着眼于市场，着眼于未来，着眼于科技发展。企业是技术创新的主战场，因此要结合自身条件，确定创新方向，确定创新项目和创新模式，创造创新条件等。企业发展筹划针对产品发展提出以下几点要求：

- 1) 制订技术发展战略和产品发展规划。
- 2) 确定近期开发项目、开发目标和创新模式。
- 3) 根据市场变化和环境变迁，及时调整规划和相应措施。
- 4) 应具有对外界环境变化做出快速反应的机制。
- 5) 在技术发展和创新过程中应正确判断、果断决策。

(3) 创新基础条件 酝酿阶段又称为孕育阶段、孵化阶段或潜伏期。酝酿阶段所需的时间有长短，创新难度大，所需的酝酿时间较长，还要根据主客观条件决定。企业开展产品创新，在具备一定人力资源的基础上需要创造创新基础条件。例如，提供技术开发手段和工具，创造学习和沟通的条件；有利于创新氛围的企业文化环境；能调动积极性的有效的激励机制等。在酝酿阶段，企业应创造良好的创新基础条件，包括：

- 1) 具有先进或较先进的开发工具和手段，以及建立信息网络系统。
- 2) 提供信息共享、沟通和互相学习的平台，建立知识库，保证创新活动的不断进行。



程的学习,学习者能够激发创新意识,培养创新能力,初步掌握产品创新设计方法。学习本课程后,学习者需要阶段性完成相关设计任务,最终提交产品创新设计方案。

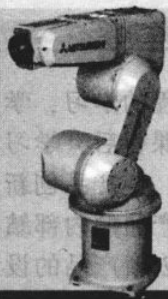
产品创新又包括外观创新和功能结构创新。外观创新属于艺术设计范畴,本书重点介绍产品的内部结构、运动和功能的创新设计所需要的知识点和设计软件,指导学习者完成一个创新产品的设计方案。

本课程的主要内容包括:

- 1) 产品创新设计方法介绍,指导学习者应用有效的方法实现产品的创新。
- 2) UG 软件介绍,帮助学习者完成创新产品实体部分的建模。
- 3) 介绍产品的实体结构设计的基本方法和原理,指导学习者完成创新产品的实体结构设计。
- 4) 介绍伺服电动机及控制电路,帮助读者选择合适的驱动电动机和驱动芯片。
- 5) 介绍传感器和电池,帮助读者选用合适的传感器和电源。
- 6) 介绍单片机类型和选用、控制程序的仿真,帮助学习者完成创新产品的智能控制。

建议学习者学习完本课程后,能够独立完成一个小型机电产品的创新设计方案,包括产品的建模、驱动和控制电路、控制程序。

# 第1章



## 创新设计方法

产品创新方法是进行产品创新的手段和工具，是产生创新构想的途径和通道，是开展和进行创新活动的方式方法。工业产品的创新多数在构想阶段产生，尤其原创性产品的初始设想都是在构想阶段产生的。产品创新方法主要是指产生创新构想的方法。下面介绍 10 种产品创新方法，而某一种产品创新过程可能会用到几种不同方法。

### 1.1 绿色替代法

#### 1.1.1 工业产品带来的环境污染

随着城市化、工业化的发展，进入自然生态环境的废物和污染越来越多，超出了自然界自身消化吸收的能力，进而破坏了生态环境平衡。人类生存和发展遭受到前所未有的严重威胁和挑战。工业产品及其制造产生的污染对环境造成影响主要有以下几种情况：

- 1) 产品制造生产过程中产生的环境污染。
- 2) 产品所用原材料生产过程中产生的环境污染。
- 3) 产品运输、使用、维修或运用过程中产生的环境污染。
- 4) 产品寿命终了后废弃造成的环境负担和环境恶化。
- 5) 产品包装物未能回收利用造成的环境负担和环境恶化。

过去注重产品制造生产过程中产生的环境污染，包括对废气、废水、废渣的治理、监督和处理，忽视了产品整个生命周期中带来的环境污染和潜在危害。

例如：冰箱、空调器等制冷设备的制冷剂——氟利昂破坏臭氧层带来的危害。距地球表面约 30km 上空的平流层中有一层臭氧层，它阻挡了太阳的大部分紫外线直射到地球表面。当冰箱、空调器等设备的制冷系统发生破裂、渗漏，或进行清洗和更换制冷剂时，会造成氟利昂外漏进入大气层并破坏臭氧层，导致更多的紫外线直射到地球表面，造成农作物减产和温室效应，并使人类皮肤癌患者和眼科疾病增多。

汽车的出现为城市带来繁荣，给交通带来极大方便，但也带来了对大气的污染。一台汽车发动机平均每燃烧 1kg 汽油，要消耗 15kg 空气，排出 150~200g CO，4~8g 碳氢化合物，4~20g NO<sub>x</sub> 以及少量铅（由含铅汽油燃烧产生）。汽车尾气的排放污染空气，有害人体健康。

随着使用电池的产品增多，电池生产量越来越大，目前全世界每年生产各类电池约 250 亿只，并仍以年均百分之十几的速度增长。电池中含有铅、汞、镉等重金属，电池在长期使用中渗漏或旧电池废弃，这些重金属将进入土壤或水源中，并通过各种渠道进入人类的食物链，进入人体造成慢性中毒。

大量的产品包装物和废弃的各种产品残存物散积在各地，增加了环境自净化负荷，加速了人类生存环境的恶化。

### 1.1.2 绿色替代成为工业产品绿色化的当务之急

工业产品绿色化是可持续发展的重要组成部分，是产品可持续发展的有效途径。在绿色浪潮的冲击下，出现了冠以“绿色”的产品名称，如绿色冰箱、绿色空调、绿色汽车、绿色用具等成为产品新的发展方向。“绿色”是自然环境的主色，本意指保持自然环境，维护生态平衡，象征拥有活力和生命。

所谓绿色产品，是相对于传统产品而言的，它指高性能、低物耗、低能耗，除了制造生产符合一定环保要求外，在产品使用期内应对生态环境无害或危害极少，寿命终了后可回收利用，废弃部分具有可分解性，达到最大限度节约资源和污染最小化，成为环境友好技术型产品。

由于现状和发展后果的严重性，绿色替代成为当务之急，主要因素是一些产品量大面广。世界汽车保有量已突破 10 亿辆，冰箱和空调器保有量达数十亿台，并且还在不断增加，工业产品废弃物数量更是达到惊人的地步。进入 21 世纪以来，我国汽车工业发展迅猛，汽车产量大幅增大。2018 年 5 月份全国汽车保有量已突破 1.9 亿辆。家庭拥有汽车、冰箱和空调数量迅速增长。

一些产品危害性大。全球 20% 的大气污染和城市 70% 的大气污染是由汽车尾气造成的。冰箱和空调器等制冷设备所用的氟利昂（一台家用电冰箱平均需制冷剂 CFC-12 约 0.2kg，箱体隔热材料发泡剂 CFC-11 约 0.8kg）在国际上已被禁止使用，或已制订出停产时间表。一些产品对环境有影响，但工作、生活中离不开它。人们在工作、生活中离不开那些对环境有污染的产品，还需要经常使用它，既少不了它又对环境有影响。

为及早减少对环境的影响，在使用中能交替衔接，唯一的办法就是进行绿色创新，尽快实现绿色替代。

### 1.1.3 绿色替代平台的构建

绿色替代平台是思维创新软平台，它来自现实中的各种形式。绿色平台由 6 个部分组成，即绿色要求、替代对象、绿色技术、替代方法、替代结果和替代补偿，如图 1-1 所示。图中 1~6 序号表示过程顺序，箭头表示过程中的关系，虚线表示某些替代结果需要替代补偿。

6 个组成部分的主要内容有：

#### 1. 提出绿色要求

首先要对替代提出绿色要求。根据绿色产品的定义和对生态环境的要求，要符合一定的环保要求，不影响人体健康，节约资源和能源，产品寿命终了后的零件、部件能再生利用、循环或回收，残存的部分进入环境能分解，不增加环境负担，同时要遵守、执行国家有关绿色产品的法规、条例和政策等。

#### 2. 确定替代对象

在分析了被替代产品和绿色要求后，需确定产品具体的替代部位和对象。一般来说总是首先考虑产生污染源的部位。替代对象可分为以下几种：

1) 产品整体。例如应用新原理的替代，工作原理与原产品完全不同，涉及整体结构大幅

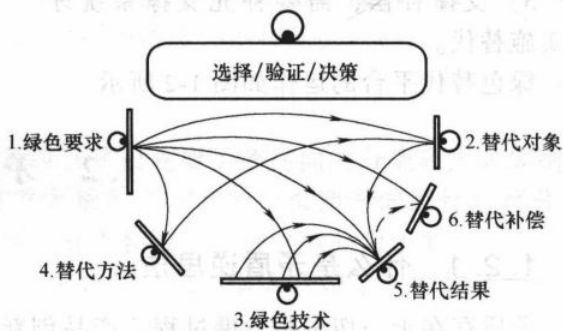


图 1-1 绿色替代平台

变动，需整体替代。

- 2) 零件、部件。零件、部件替代是局部替代。
- 3) 结构和材料。材料不符合环保要求和结构不合理。
- 4) 物流中的工作物质。如冰箱和空调器中的制冷剂。
- 5) 信息流中的知识。如软件产品。

### 3. 采用绿色技术

所谓绿色技术，指能提高资源和能源利用率，减少环境污染，减轻生态环境负担，改善环境质量，实现可持续发展的措施、方法和工艺技术的总称。这里是指支持替代的一切绿色技术。绿色技术是新兴技术，随着科技发展，将会不断出现新的环境友好型科技成果。

### 4. 选用替代方法

需根据替代对象和绿色要求的具体情况，选用替代方法。替代方法归结为以下4种：

- 1) 异质同构法。其也称为更材法，是材质的替代方法。
- 2) 换元法。产品中的零件、部件被替代，属于局部置换性质的方法。
- 3) 新原理、新技术和新方法。原理上的替代往往带来产品整体变化。
- 4) 同功异构法。采用不同结构达到相同的功能叫作同功异构。

### 5. 验证替代结果

绿色替代结果出现不能替代，那么需进一步研究另选替代方法和绿色技术。若验证可替代，有两种情况。

- 1) 能替代，即达到取代、代换、代用3种替代结果中之一。取代是替代中的最优级，一般是代换，最低级是代用。
- 2) 需采取补偿措施后才能替代。

### 6. 需进行替代补偿

应用补偿原理采取某种补偿措施来弥补替代中的某种不足，以便达到替代目的。有以下3种替代补偿类型：

- 1) 性能补偿，通过增加性能补偿因子达到替代要求。
- 2) 质量补偿，替代中尚存在可靠性、寿命等质量方面不足处，通过添加质量补偿因子达到满意替代。
- 3) 支撑补偿，需要补充支撑系统才能实施替代。

绿色替代平台的运作如图1-2所示。



图 1-2 绿色替代平台的运作

## 1.2 矛盾逆思法

### 1.2.1 什么是矛盾逆思法

矛盾存在于一切事物发展过程，产品创新也不例外。矛盾逆思法是运用矛盾分析去分析事物发展过程中发生的矛盾和出现的矛盾现象，并运用逆向思维，通过逆向途径去寻求解决矛盾的思维方法和工作方法。与此同时，如果矛盾现象本身具有值得研究的价值，可以针对矛盾现象本身作应用研究，也可能会获得意外的逆向创新。例如：电力开关瞬间接通时产生电火花，把电火花这种有害的矛盾转变为有用的电火花加工创新，开辟了机械加工新途径。

矛盾逆思法一反人们常规的思维习惯，运用逆向思维有意识地反其道而为之，在矛盾分

析的基础上去研究和考察事物,并通过逆向的途径、方法和技巧去发掘新意,从而实现产品创新。产品创新过程实际上是一个不断去揭示产品发展中的矛盾和解决矛盾的过程。矛盾逆思法仅仅是可能解决矛盾而达到产品创新的一种方法。

与矛盾逆思法相对应的有矛盾顺思法,运用矛盾分析和顺向思维也能创新。沿用原有顺向途径是人们平常处理事务的办法,原来用什么办法处理,遇到新问题还是沿用那一套办法去处理,或用原办法的延伸去考虑问题。同样,对一般专业技术设计人员来说,沿用熟悉的一贯采用的方法去处理产品发展中出现的矛盾,乃是常规方法。一般习惯常常是在用原方法已山穷水尽无法解决时,才考虑采用其他新方法。

矛盾和逆向是两个不同的概念,矛盾着的双方未必是互逆的,但确实也存在着互逆,如冷与热、电的正与负这类矛盾双方互逆。矛盾有对抗性的和非对抗性的,逆向也有类似如对立性的和对应性的。矛盾逆思法把矛盾和逆向联结在一起,对于创新有特殊意义。如果用顺思法无法解决某种矛盾,不妨使用逆思法探索一下,虽然未必都能行得通,但只要有一线行得通的希望,有时却能带来意想不到的收获。即使用顺向法能解决问题,仍然可以考虑按逆向的思路找新方案。多几个方案可以进行比较,然后择优录用。

### 1.2.2 矛盾逆思法的工作原理

矛盾逆思法的工作原理分4个部分说明:

#### 1. 抓住事物的主要矛盾,明确主要矛盾的性质

首先要发现事物的矛盾现象或找出矛盾,其次运用矛盾分析找出并抓住主要矛盾,明确主要矛盾的性质。

要想能善于发现矛盾现象和找出矛盾,就需要有矛盾意识,包括:认识矛盾存在于一切事物发展过程中,矛盾的客观存在不依赖主观意志而转移;矛盾贯穿于事物发展的始末,每当解决矛盾时,既是旧矛盾的结束又是新矛盾的开始;矛盾的产生是事物发展的源泉,解决矛盾推动了事物发展。有了这些基本概念和认识,加上重视矛盾和矛盾现象,就不会轻易放过一切机会,并能自觉地揭示矛盾。

捉不住事物的主要矛盾,就无从解决矛盾,无法达到目的。因此,必须用矛盾分析法,找出事物的主要矛盾,并确定其是什么性质的矛盾。

矛盾按性质划分为3类:

- 1) 对抗性矛盾。矛盾双方互相对抗,互相排他,无法共存在同一体中。
- 2) 抵触性矛盾。矛盾双方虽然共同存在于同一体中,但互相有抵触、抵制。
- 3) 不适应性矛盾。矛盾双方存在于同一体中,但不相适应,不相配。

根据上述性质划分,确定事物主要矛盾的性质。

#### 2. 了解逆向类别和逆向规则

在顺向思维中无法解决矛盾时,转移到逆向思维,这时先要了解逆向的分类和逆向规则。

(1) 逆向类别 在自然界和人为系统中存在着大量的逆向事实,按照逆向的性质可分为对应性逆向和对立性逆向,对立性逆向又分为相容的和不相容的。所以可分为3类:

1) 对应性逆向 如果某事物与另一事物有着某种特征对应,那么就说某一事物在某种特征上是另一事物的对应性逆向。

2) 相容对立性逆向。如果在同一体中,某一事物与另一事物存在对立状态,那么就说某一事物是另一事物的相容对立性逆向。

3) 不相容对立性逆向。如果某一事物与另一事物存在着对立状态,它们不能同存于一体,或在同一体中不能同时处于工作状态,那么就说某一事物是另一事物的不相容对立性逆向。

(2) 逆向规则 在具体应用时,还需要进一步说明事态的发展,特制订以下规则:

1) 逆向规则 A。设某事物整体内存在两者不适应性矛盾，若能找到与矛盾两者中之一相对应性逆向的事物参与（加入或取代），就有可能形成互补使某事物整体协调。

2) 逆向规则 B。互为相容对立性逆向的两个事物在同一体中，其总和作用相抵消。

3) 逆向规则 C。互为不相容对立性逆向的两个事物，双方相遇，双方中只允许一方存在，另一方被消除。

### 3. 实施矛盾与逆向对接

已经掌握了事物发展的主要矛盾和矛盾性质，怎样找到逆向途径？这里设计了一个矛盾性质与逆向类别对接的矩阵，如图 1-3 所示，纵坐标表示矛盾性质，横坐标表示逆向类别。

图 1-3 中，交点“o”表示对接模式，1、2、3 表示 3 种不同的对接模式；交点“·”表示辅助性对接，在需要时与对接模式组成组合对接。

实施矛盾与逆向对接，由对接矩阵获得对接模式找出逆向类别。下面就 3 种对接模式说明：

1) 对接模式 1：主要矛盾性质的不适应性矛盾（纵坐标）与对应性逆向类别（横坐标）相交。若能找到对应性逆向事物并满足逆向规则 A，则取对应性逆向类别可能是通向解决矛盾的途径。

2) 对接模式 2：抵触性矛盾与相容对立性逆向相交。若能找到满足逆向规则 B 的事物，则取相容对立性逆向类别可能是通向解决矛盾的途径。

3) 对接模式 3：对抗性矛盾与不相容对立性逆向相交。若能找到满足逆向规则 C 的事物，则取不相容对立性逆向类别可能是通向解决矛盾的途径。

明确了事物发展中的矛盾和主要矛盾，以及主要矛盾的性质后，可按图 1-3 所示找到主要矛盾性质与逆向类别对接模式。表 1-1 对 3 种对接模式加以具体说明。

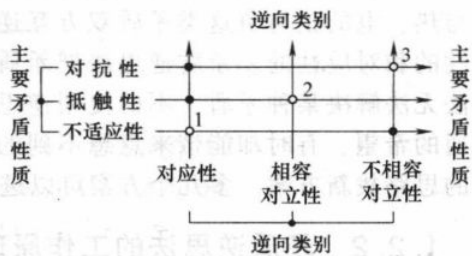


图 1-3 矛盾性质与逆向类别对接矩阵

表 1-1 对接模式说明

主要矛盾性质	对接内容	对接结果
对接模式 1 · 矛盾双方以 $x, y_1$ 表示 · $x$ 与 $y_1$ 存在不适应性矛盾	· 设 $y$ 与 $y_1$ 有某种特征对应性逆向, 用以下符号表示 $y \rightleftharpoons y_1$ · 将 $y$ 加入矛盾系统或取代 $y_1$	· 若满足逆向规则 A, 即 $x, y$ 能协调共处 · 采用满足 $y \rightleftharpoons y_1$ 的 $y$ 是解决 $x$ 与 $y_1$ 间矛盾的途径
对接模式 2 · 矛盾双方以 $x, y_2$ 表示 · $x$ 与 $y_2$ 存在抵触性矛盾	· 设 $y$ 与 $y_2$ 是能共存于一体的对立性逆向事物, 有 $y \leftrightarrow y_2$ · 将 $y$ 加入系统中	· 若满足逆向规则 B, 则在 $x, y, y_2$ 整体中, $y$ 与 $y_2$ 的作用相抵消 · 采用满足 $y \leftrightarrow y_2$ 的 $y$ 是解决矛盾的途径
对接模式 3 · 矛盾双方以 $x, y_3$ 表示 · $x$ 与 $y_3$ 存在对抗性矛盾, 不允许 $y_3$ 的作用存在, $y_3$ 是消除方	· 设 $y$ 是与 $y_3$ 不能共存于一体的对立性逆向, 用以下符号表示 $y \nleftrightarrow y_3$ · 将 $y$ 加入系统中	· 若满足逆向规则 C, 则由于 $y$ 的存在, 必然会封杀 $y_3$ · 采用满足 $y \nleftrightarrow y_3$ 的 $y$ 是解决 $x$ 与 $y_3$ 间矛盾的途径

注：“ $\rightleftharpoons$ ”表示互为对应性逆向；“ $\leftrightarrow$ ”表示相容的对立性逆向；“ $\nleftrightarrow$ ”表示不相容的对立性逆向。

### 4. 由逆向类别找出逆向类型

找到了逆向类别，只是明确了解决矛盾的大致方向。一旦接触到具体问题，还需要根据具体情况确定采用什么逆向类型。矛盾逆想法提供了 3 种逆向类别对应的 11 种逆向类型，可根据具体问题并参考图 1-4 来找出逆向类型。

### 1.2.3 应用实例

#### 1. 两用排气扇的创新过程

某厂晒制蓝图室（使用排气扇）的工作人员根据所处环境要求，向排气扇生产厂的销售人员提出：排气扇只能排出室内空气，希望不搬动排气扇又能吹进室外空气（排出污染空气，吹进新鲜空气，成为名副其实的换气扇）。这一意见反馈到生产厂的设计部门，该部门的一位结构设计人员提出了改进方案。采用了矛盾逆思法，首先分析矛盾，确定排气扇使用时存在着不适应性矛盾。查图 1-3 对接矩阵，得对接模式 1，采用对应性逆向类别。按表 1-1 中对接模式 1 对照说明：要求排气扇既能排气又能进风，而目前的排气扇安装固定后只能作排气用（ $y_1$ ），存在不适应性矛盾。同样由表 1-1 指出可利用对应性逆向类别，接着要了解对应性逆向是什么样的。 $y_1$  的功能特征是排出空气，对应性逆向应该是空气反方向流动（吹进空气，记作  $y$ ），用逆向规则 A 判决， $y$  的参与能解决矛盾。怎样实现？再由对应性逆向类别选出结构空间逆向类型（参考图 1-4），这位结构设计



图 1-4 逆向类别关联的逆向类型

员只是从结构上考虑逆向吹进空气。改进措施为把排气扇主体结构改成可旋转的：正向作排气，转动  $180^\circ$  便成了进气，这样便改进成为两用。另一位电气工程师的方案则从扇翼转动方向出发，在电动机和电气上改进，使电动机既能正转排气，又能反转进气（结构空间逆向类型的正向转动与逆向转动对应），只需要控制电路开关，操作方便。显然，后一方案结构简单，使用方便。

#### 2. 手机使用状态探测器的开发

某单位根据民用飞机飞行时禁止无线电手机使用的要求开发一种新产品。因为手机在使用状态时，发出无线电波引起无线电干扰，会干扰飞机与地面的无线电联络信号。一般来说，无线电设计师首先想到的是提高飞机无线电通信设备的抗干扰性能，通信设备能抵御干扰保证有效通信。为确保安全还有另一种解决途径，即采用功能逆向方案。手机在工作状态时发射无线电波，其逆功能是接收无线电波。根据这一思路研制出手机使用状态探测器。探测器可应用于禁止使用手机的场合，如机场、医院、化工厂等。应用探测器可以探测到发出无线电波的手机存在，一经发现，使用状态的手机将被禁止使用。

#### 3. 无油烟锅设想的产生

用一般的锅炒菜有油蒸气蒸发到环境中，与环境存在对抗性矛盾。按顺向思维采用把油蒸气吸走，即使用脱排油烟机。若按矛盾逆思法的思路，其解决过程为：查图 1-3 对抗性矛盾的对接模式 3 对应的是不相容对立性逆向类别。表 1-1 中对接模式 3 的  $y_3$  指环境中出现油蒸气，需要从图 1-4 中按不相容对立性逆向类别找出对应的某种逆向类型，通过试选和比较找到功能逆向类型。具有功能逆向的措施，使油蒸气不能进入环境，具体措施设想用密闭性的锅盖（ $y$ ），它能满足逆向规则 C。于是， $y$  的存在使  $y_3$  不存在（不存在有油蒸气的环境  $y_3$ ）。这样， $y \leftrightarrow y_3$  途径产生了无油烟锅的设想。

## 1.3 分离和联合法

### 1.3.1 产品中的分离和联合

自然界的物质系统在形成过程中，分离和联合是两种最基本的形式。在非物质系统和人

类思维活动中，分离和联合是两个重要的概念。

分离有分解、分立、分割、分隔、分支等含义。产品中的分离，指某一部分从产品整体中分离出来。虽然形式上分开了，但它仍然与主体相互联系而依存，与主体构成完整的产品整体。产品中的分离将根据需要，特别是宜人性要求，确定把产品中某一部分（分离对象）分离，并确定采用什么办法来保证分离部分与主体之间的联系，通过分离达到产品创新。

联合有结合、集合、组合、并合、联结、融合等含义。产品中的联合，指根据需要，特别是宜人性要求，把已经存在着的、分散的、相对独立的部分联结在一起。联合与组合不同，组合的整体中也存在分开的部分，但分开部分只要离开了整体便不具有独立性。而联合是相对独立体之间的结合。联合和组合有交叉，有些松散性组合，既可说成是组合，也可说成是联合。联合往往是组合的前身，如在信息技术产品中，原来是联合形式的产品，随着微电子技术的发展，把联合的东西制成芯片成为组合产品。

产品中的分离有实体分离和非实体分离，产品中的联合也有实体联合和非实体联合。

### 1. 实体分离

实体分离随处可见。自动控制系统的控制器是分离的。手机上的外接耳机和话筒可以与手机分离。电视机的遥控器是与电视机分离着的。电视机遥控器经历了一段发展过程。早期电视机的控制按键和旋钮是安装在整机面板上的，选择节目和调节音量时，只有走近电视机才能调节。随着电视机屏幕增大，观看电视要离开电视机一段距离，调节旋钮非常不方便。于是有人想到把电视机内部的电位器和开关用延长导线的办法从机体分离出来，把控制零件装在小匣内供近距离操纵，但也只能控制音量和电源开关。要是选择节目或转换频道也很困难，由于早期电视机的高频头是机械式调谐器，近距离遥控转换频道需用机电方法来实现，所以采用延长导线的办法来解决转换频道的费用高，也并不方便，不值得推广普及。直到电调谐高频头替代了机械式调谐器，与电视机分离的无线多功能遥控器遥控得以实现。

机器和仪器的控制要易于人操作，产品要易于人使用，采用各式各样的实体分离方法、方式，不胜枚举。

### 2. 实体联合

有横向联合和纵向联合：

(1) 横向联合 指与同类或非同类产品之间的联合，它们之间不存在从属关系。例如办公室中的电话机、传真机、复印机、打字机等是单独使用的办公工具，几乎是孤立的、并列的。有的厂商在横向联合上动脑筋，把在使用上有内在联系的上述产品联合起来，开发了“三合一”“六合一”等几合一的新产品。更大空间上的横向联合，有卫星通信、有线通信和地面无线通信三者的联合，现已实现了联网通信。通信网、有线电视与计算机网也已组成“三网合一”的横向联合。

(2) 纵向联合 指垂直方向上的联合，包括从属关系、工序上的先后衔接关系、产品纵深层次之间的联合。例如：一般电话机要用手拿起手持耳机话筒才能接电话，当你腾不出手时，接电话就变得困难了，于是有人在纵向联合上动脑筋，把本来分离出来的手持耳机话筒，在电话机主体内部装入小扬声器和话筒，成了免提电话机；在自动化生产线中，把上下工序的单机联合起来，设计成联合设备；在机械设备中，联合收割机把收割机和下一道工序的脱粒机联合起来；在电子整机产品中，有一种芯片模块 MCM (Multi Chip Module, MCM 是多个大规模集成电路裸芯片) 与印制电路板的联合，这种联合提高了电子整机的小型化、轻量化、高功能和高可靠性。

### 3. 非实体的分离和联合

实体的东西看得到摸得着，而非实体的东西则只能从概念上展开，许多新原理产品的诞生也有来自非实体的联合和分离思路。例如，电视原理包含了许多非实体的分离和联合思路。