

新产品开发与科学管理丛书

新产品试验与可靠性技术

王久华 编著



.3



国防工业出版社

内 容 简 介

本书内容分为两篇，共八章。第一篇为新产品试验管理技术。主要介绍新产品实验的原理、程序和方法，诸如样品抽样法、实验设计法、正交试验法；实验室的筹备、管理与典型实验室实例分析等。第二篇为新产品可靠性技术。重点阐述：新产品可靠性技术的基础知识；新产品的可靠度、有效度、失效率 and 故障分析；新产品可靠性预测、数据分析、设计模型、安全设计和维修设计；新产品可靠性试验计划、抽样检验、筛选、实施与管理；可靠性与有效性评审、验证；新产品可靠性技术保证活动的实例分析与评价。

本书适合各企事业单位、大专院校、科研等部门从事新产品开发和管理的人员阅读，也可供科技人员、经济管理干部学习参考。

新产品开发与科学管理丛书

新产品试验与可靠性技术

王久华 编著

•

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

北京市北苑印刷厂印刷

•

850×1168 1/32 印张7.375 插图0.125 190千字

1990年8月第一版 1990年8月第一次印刷 印数：0,001~4,800册

ISBN 7-118-00785-4/F·43 定价：3.80元

新产品开发与科学管理丛书

编辑委员会

主编：王久华

编委： 阎同申 张贵恩 王桂盛 王淑英
王玉善 李金昌 张贵华 马 扬
王新霞 王新胜 王新利 王俊恩
王 进 孙振邦 李国栋 李国良
李国盛 宋淑琴 辛丕宏 房忠昌
杨喜昌 耿孟久 解俊华 解延广
解宏达 张 琳 阎 波 董珂仁

责任编辑：何美莲

序

我在一些地区考察和组织新产品开发过程中，经常听到一些企业的同志要求，希望能有一套适合指导新产品开发与科学管理的书籍，一些政府管理部门、高等院校、研究及设计等单位的同志也提出类似要求。的确，由于我国高等院校专业设置不尽完美等原因，全国善于新产品开发的人才缺乏，指导新产品开发的书籍也不多见，故而，造成一些地区和企业新产品开发工作薄弱，国内外市场上急需的新产品不能及时地开发出来，影响了一些地区和企业的迅速发展。正当急需加强这方面的工作之际，《新产品开发与科学管理丛书》问世了，这是一件适时而又很有意义的事情。

众所周知，产品是企业的生命，新产品开发是关系到企业兴衰的大问题，尤其在世界科学技术飞速发展的今天，发明创造的周期大大缩短了，产品更新换代加快了，企业要想在日益激烈的竞争中立于不败之地，就必须不断的开发新产品。这不仅是企业自身生存和发展的需要，也是我们进行现代化建设的需要。四化建设离不开新材料、新设备，也就是离不开新产品，但是目前我国还不能完全满足这一需要，有些必需的产品，我国的自给率很低，不得不依靠进口，同时随着社会的发展，人们消费结构等方面在发生着变化，要求供应他们更加丰富多采的消费品。开发新产品，满足广大群众物质和文化生活的需要，是社会主义生产活动的基本出发点，也是社会主义基本经济规律的客观要求。这也是新产品开发与科学管理研究的重要使命。

现代科学技术的发展和社会进步，正在把自然科学和社会科学紧密地结合起来，使两者互相渗透、融合和交叉越来越广泛。

新产品开发及其科学管理，就是这种渗透交叉的综合性新学科。新产品开发及其科学管理的研究，是多门类、跨学科的宏观综合研究。它利用现代自然科学、工程技术和社会科学在许多原理和方法，采用先进的信息预测、论证、运算等手段，把定量分析同定性分析结合起来，对许多复杂的经济、技术、社会相关因素，进行综合研究、测算、推导、设计，提供可供选择的合理方案，从而把试制、生产和营销等工作建立在科学的基础上。这一工作在经济发达的国家得到了一定发展，在我国近年来也进行了积极探索，并取得了初步成效。

新产品开发与科学管理既然是自然科学和社会科学相结合的产物，是一种新兴的交叉学科，必然有许多方面需要探求新答案。我们觉得，当前有如下九个方面的课题亟待新产品开发工作者们去深入研究、大胆探索、努力实践。

一、掌握准确的新产品开发信息

从某种意义上说，信息是人类认识世界、改造世界的知识源泉。新产品开发活动，是一种产生和吸取信息的活动，它不断产生新知识、新信息，同时也不断加工和处理信息。也可以说，新产品开发信息，是反映新产品开发活动的新特点、新内容的信息知识。它能够给我们提供前人成功的经验，失败的教训，遗留的问题，探索的足迹，这是新产品开发必不可少的。尤其是随着技术、经济和社会的迅速发展，信息的作用日益显著，人们对信息越来越重视，谁迅速掌握和灵活运用它，谁就可以及时掌握市场和技术等方面的动态，更好的作出新产品开发决策。迅速收集、处理和有效地用信息的能力，已成为各个地区和企事业单位竞争能力的重要组成部分。在美国，1935年生产1美元的产品要用15美分的信息处理，1955年上升到25美分，1975年又增加到36美分，此后越来越重视信息工作。所以一个地区或一个企业要想在竞争中获胜，就必须掌握和运用尽多的、准确的新产品开发

信息。

二、进行科学的新产品开发预测、决策

科学预测是根据事物的有关资料，通过一定的科学方法，对尚未发生或目前还不明确的事物进行预先的推测，是在现时对事物将来发生的结果进行探讨和研究。古人说：“人无远虑，必有近忧。”可谓之对预测的重要性所作的经验总结。在新产品开发中，科学预测是我们瞻望产品发展前景、制订正确新产品开发政策和策略，编制切实可行的发展战略和计划、进行科学决策的重要依据，有了科学预测，可以大大加强新产品开发工作的自觉性，减少或避免盲目性，达到成功的目的。所以，我们应当下大力量加强新产品开发科学预测和决策的研究及应用。

三、组织周密的新产品开发项目可行性研究

新产品开发项目（含新产品生产所需基建项目）的可行性研究，是通过市场调查、预测、分析，对开发某种新产品的可能性、有效性、政策性和开发方案等进行技术论证和经济评价，选择一个技术上合理、经济上合算、社会上所需的最优方案和最佳时机，为新产品开发项目的科学决策提供科学依据，从而也提高新产品开发项目的成功率。所以，这项工作是很有学问和效益的。是值得重视和深入探索的。

四、制订正确的新产品开发战略规划、计划

新产品战略规划，是集成的控制一个地区或一个企业新产品开发行为的强大武器，一旦周密地制订，便成为一个地区、一个企业的行动纲领。因为新产品开发战略规划是对较大范围、较大规模和较长时间内的新产品发展方向、目标、步骤和重大措施进行筹划的设计蓝图。这种蓝图应当是各级领导最有魅力的部分。战略规划的实施，还要有周密地计划，因为新产品开发是一项创

造性的、复杂细致的工作，它需要详细的分工，严密地联合协作。只要通过各种系统周密的计划，对其进行有效的、具体的组织、安排、指挥、协调和控制，才能使企业的人力、物力、财力得到充分合理的利用，保证新产品开发活动的正常进行。因此，我们需要加强新产品开发战略规划和计划的研究，这一研究只有深入实际，才能取得更大的成果。

五、运用先进的新产品开发技法

新产品开发离不开创造发明，在新产品开发过程中，如何创造性的运用先进的科学技术和方法，这是一个值得研究的问题，尤其在科学技术迅速发展的今天，一些国家和地区的新产品开发工作出现了新的局面，新原理、新方法、新技术、新工艺、新材料等不断涌现。这对新产品开发者提出了越来越高的要求。例如：新产品的创新构思、造型设计、质量设计和包装装潢设计，应当根据新产品自身的特点，运用计算机辅助设计、组合式设计、三次设计等现代化设计法；新产品的试制、鉴定和生产，应当根据产品的设计要求，采用先进的工艺工装、试验技术和可靠性技术等；使新产品的制造符合高效率、高质量、低消耗、生产安全和环境保护好的要求，达到规定的标准，实现物美价廉，满足用户要求。

六、制定可行的新产品开发政策法规

我国现行的有关新产品开发的政策法规，对各地的新产品开发工作起到了良好作用。但如何使之更有利于充分调动新产品开发者的积极性，加速产品的更新换代，指导我国经济技术的迅速发展，还需改进和完善原有的政策法规，制定一些新政策法规，例如：新产品开发的投资政策、奖惩政策、税收政策，以及新产品的价格政策等。实践也已证明，政策法规越完善，越切实可行，越会促进新产品开发与科学管理。

七、采取正确的新产品开发策略

新产品开发的策略，对每个国家、地区和企业来说，不是可有可无的，而是十分重要的。采取的策略恰当、高明，就能在国内外竞争中取得胜利，获得良好经济效益和社会效益。那么，到底采用什么样的策略好？这要根据具体情况进行具体分析。既要研究产品及其管理自身的客观规律，又要从具体国情、地情出发；既要分行业、分企业、分产品进行局部研究，又要把局部策略与整体的战略相联结；既要总结本国、本地、本企业已有的经验和教训，又要借鉴国外可供参考的经验和教训。这就要求我们进行科学研究和大胆探索。如新产品的品种策略、投入策略、竞争策略、包装策略、商标策略、营销策略、价格策略、销售渠道策略、促销策略、推销策略、开拓国际市场策略、售后服务策略等等，都是我们研究和选用的目标。

八、掌握常用的新产品开发应用文的写作技法

新产品开发中的各个环节，都需要用书面形式对实际活动进行表述、指导或理论解释，也就是需要新产品开发者动笔写作。例如：申请新产品开发项目，就要写申请报告；权衡新产品开发得失，就要写可行性论证；合作开发新产品，就要写协议书；设计新产品，就要写设计说明书；新产品实验，就要写实验报告；新产品鉴定，就要写鉴定大纲和鉴定结论；新产品管理，就要编制法规、等等。由此可见，新产品开发的过程，也是全面记录和写作的过程。所以新产品开发应用文的写作知识，是新产品开发人员必须具备的。但是，目前我国指导这方面的专著特少，新产品开发者们在实际工作中遇到了问题，无所依循，常为写作格式、技巧、方法所困惑，常因写出的新产品开发应用文不合要求、返工、报废而苦恼。况且，写作的好坏，直接影响着新产品的研究、设计、试制、生产、鉴定、销售和使用。这就要求我

们加强这方面的研究，使之有利于新产品开发与科学管理。

九、进行有效的新产品开发基本建设

新产品开发及其科学管理，是新兴的具有高度综合性的交叉学科，是蕴藏着巨大潜力发展迅速的知识体系。因此，需要抓紧它的学科建设。这方面急需做的事很多。我们这套丛书的意义之一，就是推动和普及这方面的工作。

新产品开发及其科学管理研究的主要特点，一是综合性，二是实践性。离开了综合，不进行实践，其研究也就失去了意义。要想把研究新产品开发与科学管理的基本建设搞好，一定要抓好建立多类数据库。科学的数据分析，是新产品开发与科学管理定量及定性的依据和基础。这一领域需要我们去勇敢地开拓、艰辛地探索。

新产品开发与科学管理在我国正在朝着可喜的方向发展，但这门综合性非常强的学科，还是一种新生事物，有许多重要的问题急待我们去研究、去实践、去解决。我们相信，随着我国四化建设的深入，随着科学技术和经济的发展，新产品开发与科学管理在我国必将出现更加欣欣向荣、蓬勃发展的新局面。

我们这套丛书，是全国第一套公开发行的《新产品开发与科学管理丛书》，理论性与应用性并重，学术性及普及性兼顾。它其中一部分已用做培训新产品开发人员教材，受到了学员们的赞誉。它表明我们在新产品开发中，不仅生产出了许多人们喜欢的新产品，而且研究出了一批能指导新产品开发及其科学管理的软科学成果，还培养了一批新产品开发队伍。希望它们能引起全国新产品开发工作者、科技工作者、经济工作者，特别是决策工作者的关心和兴趣。对这套丛书，我们还将继续深入研究，使之不断深化和完善。

王 久 华

1990年1月

前 言

企业开发新产品的目的，是为了生产用户满意的产品。那么，怎样才能使用户满意呢？除了新产品性能优良、价格合理、使用安全方便、外形美观外，还要求工作可靠、经久耐用。新产品可靠性技术，就是对产品可靠而有效工作能力的综合认识。它是新产品运行成效的关键，也是提高经济效益的途径之一。

新产品开发离不开试验。试验技术不仅是衡量开发能力高低的标志，也是开创优质名牌产品，提高技术水平的保证。

本书由李国栋、宋淑琴、王新霞、李洪亮、耿孟久、王新胜、李国良、王俊恩、解延宏、王新利等同志参加编写、整理资料和绘制图表。在编写过程中，参考并引用了国内外有关书刊和文献资料的精华部分，同时承蒙华北电力学院，河北大学有关教授和专家的支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编著者水平所限，时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

1989年12月

目 录

第一篇 新产品试验管理技术	(1)
第一章 新产品试验概述.....	(1)
第一节 新产品试验的概念.....	(1)
第二节 新产品试验的类型.....	(3)
第三节 传统试验法和现代试验法.....	(9)
第二章 新产品试验设计.....	(11)
第一节 试验设计的概念.....	(11)
第二节 单因素试验设计法.....	(15)
第三节 双因素试验设计法.....	(29)
第四节 多因素试验法.....	(33)
第三章 新产品正交试验.....	(36)
第一节 正交试验设计的概念.....	(36)
第二节 正交试验法的步骤.....	(42)
第三节 多指标的试验.....	(53)
第四节 水平数不同的试验.....	(60)
第五节 有交互作用的试验.....	(65)
第六节 回归正交试验.....	(73)
第七节 常用正交表.....	(86)
第四章 新产品试验技术文件.....	(103)
第一节 新产品试验大纲.....	(103)
第二节 新产品试验报告.....	(108)
第二篇 新产品可靠性技术	(122)
第五章 新产品可靠性技术概述.....	(122)
第一节 研究新产品可靠性的意义.....	(122)
第二节 新产品可靠性技术的来历.....	(125)

第三节	新产品可靠性的概念.....	(126)
第四节	新产品的可靠度 $R(t)$	(129)
第五节	新产品的失效率 (λ)	(134)
第六节	新产品的有效度 $A(t)$	(140)
第七节	可靠性特征量示例.....	(142)
第八节	新产品故障分析.....	(143)
第九节	新产品可靠性程序示例.....	(150)
第六章	新产品可靠性设计.....	(153)
第一节	可靠性设计的含义.....	(153)
第二节	新产品可靠度模型.....	(154)
第三节	新产品可靠性分配.....	(162)
第四节	新产品可靠性预测.....	(169)
第五节	新产品可靠性设计的方法.....	(175)
第六节	新产品安全性设计.....	(177)
第七节	新产品维修性设计.....	(183)
第七章	新产品可靠性试验.....	(191)
第一节	可靠性试验的概念.....	(191)
第二节	可靠性试验的种类.....	(193)
第三节	可靠性筛选.....	(197)
第四节	可靠性试验计划与实施.....	(202)
第八章	新产品可靠性管理.....	(208)
第一节	可靠性管理概述.....	(208)
第二节	可靠性数据.....	(212)
第三节	可靠性管理示例.....	(216)

第一篇 新产品试验管理技术

第一章 新产品试验的概念

第一节 新产品试验的概述

一、试验的作用

新产品试验，就是为了检验某种新产品的性质及功能，在规定的条件下，使用一定的仪器、设备或试剂，采用一定的方法，对新产品进行检验。试验在新产品开发中占有极为重要的地位。从产品的方案设计、研制到实施投产的整个过程，包括许多试验环节。有些产品在投放市场前后，还要进行试验，以便改进产品。因此，新产品开发离不开试验。试验技术不仅衡量开发能力的标志，也是开创优质名牌产品，提高技术水平的保证。具体来说，新产品试验的主要作用是：

（一）简化、纯化和强化研究对象

在试验中，人们可以借助仪器设备等，简化复杂因素，排除次要因素和偶然因素的干扰，使需要认识的性能和关系以比较纯粹的形态表现出来，从而可以较精确地认识开发的新产品。例如，为了研究锰、铬、钒、镍、钛等金属成分对合金钢的微观结构和宏观性能的影响，可以在普通钢液中单独加入某种成分。在排除其他成分作用的条件下，通过试验来考察该成分的影响，试验还可以强化对研究对象的作用条件。例如，研制石油钻井用的

吊卡、为了确保生产安全，当要求它能承载150t重的钻杆时，对每个吊卡都要进行承载225~280t的试验考验。

(二) 为产品设计和研制提供数据资料和经验公式

在产品的设计和研制中，不论是选择材料、确定产品的零部件结构，还是提出最佳设计参数，都要通过试验来提供相应的数据资料和计算公式。例如在进行疲劳强度设计时，需要掌握材料的疲劳极限，但通过直接试验测量材料的疲劳极限，往往因周期较长而难以进行。所以，根据试验研究材料强度极限与疲劳极限关系的经验公式，在已知材料的强度极限时，就可算出疲劳极限，从而方便了设计。

(三) 为产品检验提供手段

任何新技术、新材料、新工艺和新产品的出现，都必须进行检验。新产品试验则是实现这一检验的重要手段。例如，用电液伺服疲劳试验机对汽车在不同路面行驶所承受的随机载荷的载荷谱进行试验，只需7天到10天就可对汽车质量作出结论。

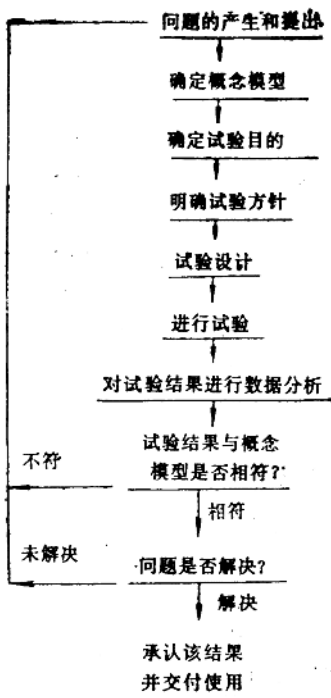


图1-1 试验程序图

二、试验的程序

新产品试验的程序，随着不同的试验目的而有所不同。一般的程序，如图1—1所示。

第二节 新产品试验的类型

试验的类型有多种，下面列举几种：

一、按试验中量和质的关系分类

(一) 定性试验

只判断某因素是否存在、某种联系是否存在等试验属定性试验。例如在化学中，判断某些元素、离子等是否存在的定性分析所进行的试验就是定性试验。

(二) 定量试验

求出试验物的数值、各因素间数量关系、经验公式、定律等试验属定量试验。例如定比定律、倍比定律的试验就属定量试验。定量试验做得比较早的要算是范·海尔孟，他代表着从炼金术到化学的过渡，在他的试验中已广泛使用了天平，清楚地表达了物质不灭定律。对定量试验做出重要贡献的还有布莱克、波义耳、拉瓦锡。拉瓦锡做了系统的定量试验。

(三) 结构分析试验

由于同分异构的存在，人们不仅要定性、定量测出化合物的组成，还要测出原子或原子团的空间配置，这叫结构分析试验。这种试验多用于化学、生物等学科。如本世纪50年代初美国的瓦特逊和英国的克拉克，通过x光衍射分析发现了脱氧核糖核酸(DNA)分子的基本空间结构是双链螺旋结构。这就是结构分析试验。我们还知道，人类首次实现人工合成的蛋白质是由我国的科学家完成的。1965年世界上第一个人工合成的蛋白质——结晶牛胰岛素在我国诞生。本世纪20年代初，加拿大学者发现了胰岛素，

这个生物学上的重大成就，给糖尿病患者带来了福音。1945～1955年英国的桑格搞清了胰岛素化学结构，因而于1958年获诺贝尔化学奖。人们发现，它的分子结构具有蛋白质的所有结构特征。它由氨基酸构成，首尾相接，形成长链，“首”即碱性氨基，“尾”即酸性羟基。长链有两种：*A*链由21个氨基酸组成；*B*链由30个氨基酸组成。*A*、*B*再由两对硫原子连接。两对硫原子叫二硫键（二硫桥）。1958年我国开始了人工合成的研究。先将*A*、*B*链拆开，再重新合起。这种折叠试验国外作过多次，均失败。我国于1959年折合成功，同时发现了它的主体结构，即*A*、*B*按一定规律弯扭折叠起来，折合后的*A*、*B*自动形成原来形状。在单独合成*A*、*B*链中，先把第一个氨基酸的“首”和第二个氨基酸的尾包起来，使第一个的尾与第二个的首相接；再把第三个的尾包起来，拆开第二个的尾与第三个的首相接……当时国外只合成到13个氨基酸的长链。1964年我国分别合成了*A*、*B*链，达到了30个氨基酸的长度。1965年完成了*A*、*B*对接，合成了牛的具有活性的胰岛素结晶体；这一工作的整个过程贯串着结构分析试验。

二、按试验认识过程的作用分类

（一）对比试验

对比试验，是为确定两种或多种研究对象的优劣和异同所安排的试验。为了确认不同产品、材料和工艺效果等的优劣，可以通过对比试验，找出不同对象的长处、短处和同异点，用以作为选择和决策的依据。例如，19世纪80年代惰性气体氩的发现。英国物理学家瑞利把空气中的碳酸气(CH_4CO_2)、氧气、水蒸汽分别吸收掉，剩下的氮每升重1.2572g；从分解氨(NH_3)得的氮每升重1.2560g，比前者轻0.0012g，需要寻找原因。英国物理学家拉姆赛设计了一个试验：让空气中的氮通过赤热的镁屑，把氮吸收

后剩下的气体测出密度是氢的20倍（普通氮的密度是氢的14倍），经过光谱确证是氩（Ar）。

对比试验有多种方式。譬如：可以对一种对象进行不同的处理，以区别处理方式的优劣；可以用同一种方式处理不同的对象，观察该种处理方式对不同对象的作用；可以把两种或多种对象进行相对比较，也可以把未知对象同已知的标准对象进行比较等。不论采用哪种对比方式，安排试验时都必须注意以下几点：

1. 要选择具有代表性的指标进行比较。

2. 同一种对象的单个试样，应保证基本相同；当采用同一种处理方式时，应保证其它条件基本相同。例如，在试验中的温度、湿度、气压、振动和电磁场等环境条件的变化，测试仪器的不同精度，试验者的水平和习惯等，都会影响试验结果。

3. 注意消除试验误差。一般来说，试验产生的系统误差和疏失误差，可以通过选择和调试仪器，以及严格试验操作等途径予以排除。而偶然误差则必须通过运用数理统计方法来处理试验数据，以缩小或消除其影响。

（二）析因试验

析因试验是根据已知的结果，去寻找产生结果的原因的试验。在正常生产中，常常会出现这样或那样的问题，如设备零件出现裂综或早期失效、机器运转发生故障、生产工艺流程不稳定等。在即时无法断定促成后果的原因时，往往需要安排析因试验，以便查明原因。

进行析因试验，首先要对研究的问题作周密的调查研究和理论分析，找出主要因素，其次是要根据对象的具体情况，灵活进行试验设计。如果影响因素较少，且因素之间又无明显的相互制约关系，就可以采用降维法，依次只改变一个因素进行试验分析。如果影响因素较多，其间又存在复杂的交互作用，则可用正交设计法安排试验。通过试验，分清产生主要影响和次要影响的