

科教兴国干部读本

科技与经济

山西教育出版社

SHANXI EDUCATION PRESS

刘立著



插上科技的翅膀

德国化学工业的兴起



科学与文明丛书

科技与经济

F 451.667 / 1



插上科技的翅膀

德国化学工业的兴起

刘立著

山西教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

插上科技的翅膀：德国化学工业的兴起/刘立著，一太原：山西教育出版社，1999.4

(科学与文明丛书·科技与经济系列/甘师俊，陈久金主编)

ISBN 7—5440—1414—2

I. 插… II. 刘… III. 化学工业—经济史—德国
IV. F45 1.667

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 12211 号

山西教育出版社出版发行

(太原并州北路 69 号)

山西人民印刷厂印刷 新华书店经销

1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月第 1 次印刷

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：8

字数：193 千字 印数：1—2000 册

定价：10.80 元

《科学与文明》丛书编委会

主 编 甘师俊 陈久金

副 主 编 王渝生 刘 钝 王葆青 任兆文

编 委 (按姓氏笔划为序)

王克迪 王佩琼 王葆青 王渝生

甘师俊 刘 钝 刘戟锋 迟 计

任兆文 李小娟 李劲松 苏荣誉

陈久金 陈朝勇 张 黎 张国祚

张柏春 周 元

项目策划 苏荣誉 迟 计 周 元 王佩琼

总 序

朱永新

人类就要告别 20 世纪，跨入 21 世纪了。不论是科学家还是经济学家、政治家乃至普通的公众，当其回首 20 世纪发展历程的时候，无不惊叹科学技术在这 100 年里所取得的惊人进展，无不惊叹科学技术推动着社会生产力以前所未有的速度向前发展，无不惊叹科学技术对人类社会历史的进程、甚至对每一个普通人日常生活的深刻影响。

历史告诉我们：科学技术是当代社会历史发展中最活跃的因素。现代科学技术的创新与进步，已不再像 18 世纪以前那样，仅依赖为数甚少的独立科学家或工程师的个人兴趣，已经成为全人类的事业，成为国家或地区发展竞争中的焦点。科学技术的发展不仅极大地改变了人类的生产方式和生活方式，影响着世界格局和人类社会的发展进程，并且正在加速渗透到人类社会更为广泛的领域，不论是对人类精神文明的形成，还是对物质文明的发展都产生着十分强烈的影响。科学技术是第一生产力，是经济与社会发展的首要推动力，是体现一个国家综合国力的重要因素，这在 20 世纪已经成为不争的事实。现在，人们都在关注着知识经济的出现与发展，各国都清楚地认识到，现在和未来的国际竞争，关键就是人的素质竞争和科学技术的竞争。如何抓住这个前所未有的良好机遇，迎接新的科技革命挑战，依靠科学技术，加快经济发展，缩小我们与发达国家的差距，应该是我们严肃思考、认真对待的问题。

由于种种原因，我国国民的科学文化素质比较低，众多的人口没有成为宝贵的人力资源，因而急待开发。为了改变这种情况，1994 年党中央和国务院提出了《关于加强科学技术普及工

作的若干意见》，要求进一步作好科学技术普及工作，积极引导广大干部和人民群众掌握科学知识，应用科学方法，学会科学思维，战胜迷信、愚昧和贫穷，提高全民科学文化素质，为我国社会主义现代化事业奠定坚实基础。科学技术普及包括科学知识的普及和科学思想与科学方法的普及，而了解科学史则是综合学习科学知识、科学思想和方法的很好的途径。

科学史的奠基人，比利时的科学史家乔治·萨顿认为“科学史是唯一能够阐述人类进步的历史”，“科学史是人类统一的历史，是人类崇高目标的历史，是人类逐渐得到改善的历史”。这种观点虽然有些偏颇，但科学史描述了自然科学的发生和发展历程，揭示了科学发展与人类文明的进步以及社会支撑系统的关系，总结了科学创新过程中的经验，探索了科学发展的规律，从而可以帮助人们认识科学思想、科学精神以及科学方法对人类文明的重要作用则是确定无疑的。

我认为各级领导干部应当认真读一点科学史，尤其是应当了解一些中国科学史。众所周知，我国是世界上四大文明古国之一，而且唯有中华文明五千年来绵延不绝，从未中断。我们祖先的勤劳智慧，也突出地反映在科学技术的发现和发明创造上。四大发明是大家所稔熟的，这些发明对资本主义的发展也具有极其重要的作用。当然，中国对科学技术史的重要贡献还远远不止于这些。中华民族在古代的天文历算、陶瓷、青铜、铸铁、染织、机械、造纸、印刷、火药、造船、营造、水利工程等众多的技术门类中，都做出了杰出的贡献。英国科学家李约瑟博士穷其数十年之功，集数十人之力，潜心研究中国古代的科技史，规划了7卷34册的《中国科学与文明》，然而直到他逝世才完成一半。李约瑟博士用史实告诉世人，中国古代先进的科学技术是优秀民族文化遗产的精华所在。中国曾经拥有过长期的科学技术的辉煌时代，不仅为人类留下了极其珍贵的科学技术遗产，而且对探讨当今东西文化差异、探索人类文明中一些普遍性的问题都有重要价值。在中国一天天走向富强的世纪之交，我们更应该珍视和继承这份遗产，并使其发扬光大。认识这一点对于我们加强爱国主义

教育和精神文明建设是十分必要的。

我们了解科学史，可以深刻地感受到科学是人类文明中最为重要的一个组成部分，科学技术的发展对人类社会的进步起着重要的推动作用。回顾人类社会的演进过程，我们总能够在源头上找到影响科学技术进步的痕迹。特别是到了近代，科技进步明显地加快了社会发展的进程。而在当代，我们的社会则完全置身于科学技术造就的世界之中，并随着科学技术的进步而向前发展。蒸汽机的发明和应用，使劳动者作用于劳动对象的生产方式发生了根本变革，生产工具中增加了动力机、传动机和工作机，并通过工业革命形成了许多新兴产业，使人类从农业社会进入工业社会。从本世纪中叶开始，由于计算机与自动控制技术以及信息技术的产生和发展，新的生产工具更大地提高了生产率，必然地引起了产业结构的巨大变革，促使社会生产方式和人类生活方式发生了根本性改变。通过学习科学史，我们可以更深切地领会邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”、“四个现代化的关键是科技现代化”等一系列英明论断，更自觉地贯彻实施党中央“科教兴国”的伟大战略，把经济与社会发展转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。

科学史还说明了一个重要论断，就是江泽民总书记在科协第五次全国代表大会上指出的“科学技术是精神文明建设的重要基石”。科学技术促进经济发展的意义往往易于理解，但它对人类精神文明进步的推动作用则往往被人们所忽视。著名科学家爱因斯坦曾把科学对“人类心灵的作用”、对“理智所产生的影响”称之为“不朽的荣誉”。科学始终是在与谬误、偏见与宗教禁锢作不懈的乃至残酷的斗争中发展的。它的历程充满了艰辛、甚至牺牲。科学的每一个重大的发展，都对人类的精神文明产生重要的推动作用。波兰天文学家哥白尼于1543年发表了《天体运行论》，提出了“日心说”，而这个学说的真正确立却是在与已流传了1000多年的地球是宇宙中心这一传统观念进行了相当长时间的斗争之后。宣传“日心说”最有力的是意大利科学家布鲁诺，由于“日心说”与基督教教义相抵触，布鲁诺竟被宗教裁判所处

火刑，为科学殉道献身，哥白尼的著作也被罗马教廷宣布为禁书。后来，德国天文学家开普勒发展并完善了哥白尼的学说，意大利天文学伽利略用观测事实有力地支持了“日心说”，并且不顾宗教法庭的警告，出版了《关于托勒密和哥白尼两大世纪体系的对话》一书终被宗教法庭判处监禁，这本著作也被列为禁书。随着英国科学家牛顿总结出万有引力定律，使太阳系内各天体的运动在科学上找到了理论根据，随着一系列观测事实也有力地证实了“日心说”，罗马教皇才不得不于 1882 年承认“日心说”，教皇保罗二世也于 1979 年和 1980 年两次宣布为伽利略“平反”。这是历史经过 300 多年的曲折发展，科学战胜谬误的典型实例。真理是禁锢不了的。我们了解科学史，就不难认识到科学知识、科学思想与方法，是战胜封建迷信、扫除伪科学的强大武器。科学技术不仅可以治贫，而且可以治愚。普及科学技术、提高全民族科技素养，对一个国家和民族的精神文明建设具有的重要作用。当我们迈向 21 世纪的时候，尤其需要科学对我们精神文明建设的有力推动。

《科学与文明丛书》正是为了适应广大读者，特别是各级领导干部了解科学史的需要而编撰出版的。我衷心地希望它的问世，对推动精神文明建设，提高干部队伍的科技素质和国民的科学文化素养，起到积极的促进作用，故特为之作序。

序

汪信

刘立同志的著作《插上科技的翅膀——德国化学工业的兴起》即将出版，我感到非常高兴。

德国的化学工业具有强大的国际竞争力，“三巨头”在全球500家最大的工业企业排行榜和世界十大化工企业排行榜上名列前茅。“三巨头”对我国的投资非常活跃，新近的项目有扬子巴斯夫苯乙烯有限公司、上海巴斯夫染料有限公司、金陵拜耳聚氨酯有限公司和拜耳医药保健有限公司等。

作者从技术创新理论的角度，考察了德国化学工业130多年技术创新的历程，如德国将有机化学的成果转化为合成染料工业和医药工业、将物理化学的成果转化为合成氨工业和煤氢化工业、将高分子化学的成果转化为合成材料工业等等。德国化学工业在世界上首创“产学结合”和工业研究实验室的技术创新模式。德国化学工业企业大量雇用化学博士，大力从事研究与开发活动，培育了许多新的经济增长点，赢得了强大的国际竞争力。德国化学工业技术创新的里程碑有：合成靛蓝、阿司匹林、合成氨、煤氢化、布纳橡胶、贝龙纤维、百浪多息。德国化学工业对基础化学研究也作出了巨大的贡献，诞生了波许、多马克等诺贝尔奖获得者。

在科技革命迅猛发展和国际竞争日益激烈的今天，德国化学

工业更是大量加强研究与开发工作和技术创新工作。拜耳公司现有 14000 名科技人员，分布在全球 25 个国家或地区专职从事研究与发展活动。1997 年研究与发展经费高达 37 亿马克。拜耳公司实验室自主开发的新产品，占其销售额的比例高达 50%。

技术创新是一项系统工程。该书还探讨了化学工业发展与教育制度、专利制度及垄断组织的互动关系，研究范围宽广且有深度。

该书还研究了二战后德国化学工业的从废墟上迅速崛起的经济奇迹，考察了德国化学工业今日的现状，特别是研究开发活动和技术创新的现状。

该书的研究对我国实现经济增长方式的转变、实施“科教兴国”战略和“技术创新工程”有一定的借鉴意义。

这是一本论述德国化学工业发展史的专著。全书资料丰富翔实，观点时有创新，读者从中可体察到作者不避艰巨、广披穷搜的不懈精神和认真慎重、求实求真的可贵态度。在这本书即将付梓之际，我以欣悦的心情向作者谨致贺忱，并向广大读者荐介。

一九九八年四月于南京理工大学

引 言

德国化学工业的兴起是近现代世界工业经济史上的一大奇迹。

20世纪初，德国化学工业几乎独家垄断了全球染料市场。1900年，德国合成染料市场占有率高达80%~90%，这还不包括它在世界其他国家设立的子公司生产的合成染料。1913年，德国合成染料工业的发展达到高潮，生产合成染料3亿磅（1磅=0.4536千克），价值6 000万美元，其中80%出口到世界各国。是年，德国合成染料在国际市场上市场占有率为87%。如果不是第一次世界大战爆发，德国肯定还会夺取剩余的13%市场。一个国家的产品在国际市场上能达到90%左右的市场占有率，形成独家垄断，这在历史上是十分罕见的。

德国合成染料甚至还垄断了合成染料工业的发源地——英国的市场。在1900年前后20年期间，英国纺织服装工业所需要的染料，80%依靠从德国进口。然而，在19世纪70年代以前，英国是世界上合成染料工业最发达的国家，其次是法国。但是，它们后来彻底衰落了，德国取而代之。19世纪末期，英国不得不依靠向德国出口初级煤焦油产品，来换取德国的合成染料。英国盛产煤焦油及其初级产品，如苯、甲苯和萘，但是它没有能力将它们加工成高附加值的合成染料。英国染料市场80%被德国占

领，剩余 20% 的市场，还有相当一部分被德国独资企业或英德合资企业占领。

1914 年，第一次世界大战爆发，英国和法国军队身着统一的军服，奔赴前线抗击德国侵略军。由于英国和法国染料工业的衰落，英国和法国不得不用来自敌国的染料来装扮自己的军队。虽然心不甘，情不愿，但是它们别无选择。

20 世纪初，德国形成了以赫希斯特公司（Hoechst）、巴斯夫公司（BASF）和拜耳公司（Bayer）等企业为主体的化学工业体系。这些企业创建于 19 世纪 60 年代，主要生产合成染料。它们比英国同类企业的建立要晚将近 10 年，而且它们所处的政治和经济环境也远不如英国企业。19 世纪 60 年代，英国工业革命如火如荼，英国成为世界上最强大的工业化国家。而德国在那一时期，在政治上还处于封建割据的状态，在经济上工业化进程刚刚起步。尽管德国合成染料工业“先天不足”，但是它后来居上，一枝独秀。

经过近半个世纪的艰苦创业，到 20 世纪初，赫希斯特公司、巴斯夫公司和拜耳公司从初创时的染料小作坊成长为拥有成千上万名职工和现代化大工厂的跨国企业。赫希斯特公司，1862 年创立时，职工只有 7 人，设备不过是一台 3 马力（1 马力 = 0.735 千瓦）的蒸汽机；1900 年，职工总数达 4 000 人，固定资产 4 000 万马克。巴斯夫公司，从 1870 年到 1904 年，工厂面积从 15.2 公顷扩展到 540 公顷，职工从 520 人增加到 8 000 人。拜耳公司，1863 年底，职工仅 12 名，1900 年发展到 5 000 人，1913 年猛增到 10 600 人，在国外拥有 5 个子公司，44 个销售机构和 123 个代理商。

赫希斯特、巴斯夫和拜耳公司都是靠合成染料发家的。合成染料工业 1857 年发源于有“世界工厂”之称的英国，但是合成染料工业的真正发展却是在德国，合成染料工业变成了德国人的

“专利”。在19世纪60年代，德国合成染料企业主要以模仿英国和法国的技术生产苯胺染料。1869年，德国人发明了合成茜素，不久便实现了合成茜素的工业化生产，这是德国合成染料工业发展史的一个重大转折点。从此，德国合成染料工业结束了模仿英法的历史，进入了自主创新的时代。19世纪七八十年代，德国大力开发出一类全新的染料——偶氮染料。19世纪80年代伊始，德国瞄准素有“染料皇帝”之称的靛蓝染料，决心实现靛蓝染料的人工合成。巴斯夫公司经过长达17年的技术开发，投资500万美元，终于于1897年实现了靛蓝的工业化生产。1901年，巴斯夫公司又推出了一种性能卓越的新染料蒽醌染料——阴丹士林。后来阴丹士林成为世界最著名的染料商标，誉满全球。

在发展合成染料工业的基础上，德国化学工业还努力开发新产品、新技术，一些崭新的化学工业门类发展起来了。

化学药物工业：19世纪80年代，德国化学家和药学家发现染料中间体可以制药，于是德国合成染料企业便着手化学药物的开发。赫希斯特公司于19世纪80年代推出了止痛药“安替比林”；拜耳公司1888年推出“非那西汀”，1897年推出灵丹妙药“阿司匹林”。“阿司匹林”至今仍然是最著名的西药，100年来长盛不衰。“拜耳良药”，全世界有口皆碑。

合成氨工业：20世纪初，德国化学家哈伯（F. Haber, 1868~1934）发明了合成氨。1908年，巴斯夫公司组织强大的科技队伍，在博施（C. Bosch, 1874~1940）的领导下，对合成氨进行技术攻关。1913年，巴斯夫公司建成世界上第一座合成氨工厂。合成氨用于制造化肥，大大提高了粮食产量，有效地解决了人类面临的饥饿问题。但是，在第一次世界大战期间，合成氨被用来制造炸药，给人类带来了深重的灾难。1919年，哈伯因为对合成氨所做出的杰出贡献而荣获诺贝尔化学奖。

1925年，德国化学工业建立巨大的垄断组织法本公司（Far-

ben), 它是由巴斯夫公司、赫希斯特公司和拜耳公司等染料企业合并而成的。法本公司通过工业研究和技术创新, 开拓了煤氢化工业和高分子合成材料工业。

煤氢化工业: 1913 年, 德国化学家伯吉尤斯 (F. Bergius, 1884 ~ 1949) 发明了通过高压氢化反应将煤炭变成液体燃料的实验方法。1925 年, 身为法本公司总裁的博施亲自领导强大的攻关队伍, 对煤氢化进行技术开发。1927 年, 法本公司建立世界上第一座煤氢化工厂, 将煤炭转化为汽油等液体燃料, 为人类清洁地利用煤炭资源探索了一条有效的途径。1931 年, 博施和伯吉尤斯因为“发现和发展了化学高压技术”共同荣获诺贝尔化学奖。

高分子合成材料工业: 德国化学家施陶丁格 (H. Staudinger, 1881 ~ 1965) 建立了高分子化学理论。在分子理论的指导下, 法本公司的化学家开发出合成橡胶、合成纤维和塑料。其中最著名的是合成橡胶布纳和合成纤维贝纶。1929 年发明布纳, 1936 年建厂投产。布纳是当时世界上性能最好的合成橡胶, 甚至比美国杜邦公司发明的氯丁橡胶还优越。美国在第二次世界大战期间, 投资 7.5 亿美元建造合成橡胶工厂, 生产布纳橡胶。法本公司发明的合成纤维贝纶, 堪与杜邦公司“革命性的化学发明”——尼龙相媲美。法本公司虽然购买了尼龙的专利, 但是它在第二次世界大战期间还是生产自己的合成纤维贝纶。

1935 年, 法本公司的化学家多马克 (G. Domagk, 1895 ~ 1964) 发明了磺胺药百浪多息, 之后各种磺胺药相继问世。磺胺药攻克了许多过去认为是不治之症的疾病, 大大提高了人类的健康水平。1939 年, 多马克荣获诺贝尔医学奖。

法本公司发展非常迅速。1939 年, 法本公司在本国拥有 177 个企业, 在国外拥有 200 家企业, 营业收入 7 亿马克。1943 年, 法本公司国内企业发展到 380 个, 国外企业增加到 500 家, 总资

产达 60 亿马克。法本公司大发战争财，在第二次世界大战中获得了 60 亿马克的利润。

1945 年春，法本公司的工厂在炮火轰炸下化为废墟。二战后，法本公司解体。1951 年底 1952 年初，赫希斯特公司、拜耳公司、巴斯夫公司相继获得重建。它们以 10 万马克的微薄资产起家，有如火凤凰奇迹般地腾飞，很快跻身于世界十大化学公司之列。1979 年，赫希斯特公司、拜耳公司和巴斯夫公司在世界十大化学公司排行榜上位居前三名。在 20 世纪 90 年代的排行榜上，它们仍然名列前茅。赫希斯特公司、拜耳公司和巴斯夫公司都是巨型跨国企业，以拜耳公司为例，1995 年职工总数达 14 万人，销售收入 446 亿马克，它的独资和合资企业遍布世界各地。

特别值得一提的是，德国化工“三巨头”对我国投资十分踊跃。巴斯夫公司是我国化工系统最大的外国投资者。巴斯夫公司与上海染料公司共同投资 16 亿人民币，在浦东兴建了上海巴斯夫染料有限公司，1996 年投入生产，这是我国已建成的最大化工合资项目。巴斯夫公司还与扬子石化公司达成协议，共同投资 500 亿人民币建设石油一体化项目。拜耳公司 1996 年在北京兴建“拜耳医药保健有限公司”，估计到 2000 年，其营业额将达到 1 亿美元。拜耳公司还与我国政府签定了一项旨在促进化工技术和贸易领域高等教育的赞助合同，赞助北京化工大学和上海中国欧洲国际商学院。

为什么德国化学工业能在 20 世纪初创造垄断全球染料市场的奇迹？为什么能开拓如此众多的新的化工领域，并在这些领域保持领先地位？为什么德国化学工业能在第二次世界大战后从废墟上迅速崛起？

从技术创新理论的观点看，德国化学工业成功之道在于技术创新。通过技术创新，德国化学工业插上了科技的翅膀。

1912年，著名经济学家熊彼特（J. A. Schumpeter, 1883 ~ 1950）出版了一本划时代的著作《经济发展的理论》，提出了“创新理论”。创新理论可以概括为以下三个要点：

（1）创新和企业
按照熊彼特的观点，创新是生产要素的重新组合，其目的是获得潜在利润。经济中存在潜在利润，但是并非人人都能看到，更不是人人都可以获得。只有企业家才能获得。熊彼特这样定义企业家，企业家是从事创新活动的人，不是泛指资本家和企业经营者。企业家必须具备三个条件：第一，要有眼光，能看到潜在利润；第二，要有胆量，敢于冒风险；第三，要有组织能力，能动员社会资金来实现生产要素的重新组合。只有这样的人，才配得上“企业家”这一称号。熊彼特指出创新有五种情况：第一，在经济中引入新产品；第二，在经济中引入新技术；第三，获得原材料的新的供应来源；第四，开辟新的市场；第五，实现新的组织形式。我们大致可以将熊彼特所说的创新分为三类，即技术创新、市场创新和组织创新。

（2）创新 and 经济发展
创新是经济发展的真正主题。经济发展是创新的结果，没有创新，也就没有经济发展。创新一旦出现，必将在社会上引起模仿，因为没有获得潜在利润的企业也想得到它。模仿活动引起创新浪潮，于是经济走向高涨。当较多的企业实现模仿之后，创新浪潮就消逝了，经济也就停滞了。这时经济再要发展，就必须有新的创新。只有接连不断地出现创新，才能保证经济持续不断地发展。这里指出，模仿对促使创新浪潮的来临，起到关键作用。但是在模仿过程中，有时会发生失误和过度投资行为等现象，这样经济就不会一直高涨下去；但是只要有创新，经济就不会停滞。

（3）创新和毁灭
创新是一种创造性的毁灭，这是熊彼特的一个重要思想。毁灭，是指对旧资本的破坏，指一批企业在创新

浪潮中被淘汰，此所谓大浪淘沙。不淘汰一批企业，经济就无法发展。另外，一些企业被淘汰，对整个经济而言，并不重要，因为生产要素可以重新组合，而且是优化组合。不断创造，不断毁灭，经济就是这样发展起来的。

在熊彼特创新理论的基础上，新熊彼特学派提出了技术创新理论和国家创新系统概念。按照新熊彼特学派的观点，技术创新是从新产品新工艺设想的产生，经过研究开发、工程化、商业化生产，到市场营销等一系列活动构成的整体过程。根据这一定义，技术创新是以市场需求为导向，以提高竞争力为目标的技术与经济（以及教育、文化）有机结合、一体化发展的综合活动，是一个系统工程。

研究与发展（Research and Development，简称 R&D）是技术创新过程的关键组成部分，为技术创新培育新产品的“种子”，提供创新源，因此研究与发展被看成是企业生命之源。新熊彼特学派还提出，技术创新不能光看成是企业的事情，国家应该为企业进行技术创新创造有利的条件。技术创新是关系到全社会的一项系统工程。国家创新系统是由政府、教育系统、科技系统和金融系统等社会子系统协同努力而建立的支持企业技术创新的系统。具体说来，政府制定激励企业创新的政策，如专利法；教育系统培养大量高素质的科技人才，为企业技术创新提供人力资源；科技系统建立科学理论，做出新发现新发明，为企业技术创新提供最初的创新源；金融界为企业技术创新提供充足的资金。只有建立起完善的高效率的国家创新系统，企业才能持续不断地、卓有成效地进行创新，从而提高企业、产业乃至整个国家的国际竞争力。

本书以合成染料工业的兴起为切入点，讲述德国化学工业如何从事研究与发展和技术创新，从而赢得强大的竞争优势。可概