



| 现代产业发展丛书 |

高德步 主编

STUDY ADVANCED MANUFACTURING INDUSTRY IN GERMANY

向德国学习 先进制造业



巫云仙 著

广州新华出版发行集团
广州出版社

| 现代产业发展丛书 |

中国特色社会主义经济建设协同创新中心研究成果



■ 高德步 主编

STUDY ADVANCED MANUFACTURING INDUSTRY IN GERMANY



向德国学习 先进制造业

巫云仙 著

广州新华出版发行集团

 广州出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

向德国学习先进制造业 / 巫云仙著. — 广州: 广州出版社, 2015.8

(现代产业发展丛书)

ISBN 978-7-5462-2158-8

I. ①向… II. ①巫… III. ①制造业—介绍—德国 IV. ①F451.664

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第152099号

书 名 向德国学习先进制造业

Xiang Deguo Xuexi Xianjin Zhizaoye

出版发行 广州出版社

(地址: 广州市天河区天润路 87 号广建大厦 9 楼、10 楼

邮政编码: 510635 网址: www.gzcbs.com.cn)

丛书策划 杨 斌 柳宗慧

责任编辑 杨珊珊 区力文 王燕磊

责任校对 庞丽碧

装帧设计 金戈古

印刷单位 广州市怡升印刷有限公司

(地址: 广州市番禺市桥横江工业区 邮政编码: 511400)

规 格 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 11.75

字 数 183 千

版 次 2015 年 8 月第 1 版

印 次 2015 年 8 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5462-2158-8

定 价 25.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

序言

领先世界的 “德国制造”

自工业革命以来，英国、美国、德国和日本先后引领先进制造业的发展潮流，但在 20 世纪 90 年代以后，不少西方发达国家纷纷“去工业化”，把制造业外包或转移到国外生产，转型发展以服务业为主的第三产业。在发达国家中只有德国还在坚持实业立国战略，德国企业还在努力地生产各种精良的工业制品，德国人还在踏踏实实地探索传统制造业的转型和发展之路。在 2008 年的金融危机中，以工业为支柱的德国经济经受了严峻的考验，逆势走出了一条以制造业制胜的发展道路，因此赢得了“制造强国”的美誉。

在后金融危机时代，德国不仅没有满足于已有的先进制造业发展现状，而且还在此基础上积极探索未来制造业的发展模式，同时更加重视发展服务业。2013 年，德国政府推出了“工业 4.0”发展战略，即以信息物理融合系统（CPS）为基础，实现生产的高度数字化、网络化以及以人与机器和信息相互连接为标志的智能化制造业。这是一个宏大的先进制造业的发展新愿景以及传统制造业的转型



升级之路，在全球掀起了新一轮工业革命的浪潮。由此看来，先进的“德国制造”不仅仅是过去时，而且还是进行时和将来时，不仅是德国人引以为豪的标签，而且也成为先进制造业的典范，引起各界人士的高度关注和热烈讨论。

我国是一个正在崛起的制造大国，制造业正处于转型困惑之际。我们需要一个鲜活的“制造可以强国，可以富民”的例子，而德国就是这么一个长期以制造业为支柱产业的国家，其成功的发展经验具有较强的现实意义。2015年“两会”期间，我国政府正式推出了《中国制造2025》，这与德国的“工业4.0”战略计划有异曲同工之处。

当“中国制造”遇到“德国制造”时，我们更要深入地思考：什么是先进制造业？“德国制造”为什么如此先进？有哪些成功的经验？先进的“德国制造”模式是如何铸就的？我们要向德国先进制造业学习什么？应该怎样向先进的“德国制造”学习？这就是本书所要探讨的主题。

在过去30多年中，我国制造业取得了长足的进步，成为继日本和德国之后的又一制造大国。但是与先进的“德国制造”相比，“中国制造”有着较大的差距，这值得我们对关于先进制造业以及如何向国外先进制造业学习进行思考。

越来越多的人认识到，制造业是国民经济发展的重要基础，是实现国家工业化和现代化的重要途径。从世界范围来看，每一个发达国家的经济起飞都起源于工业革命中的先进产业。近代德国经济的跨越式发展，就是得益于第

二次工业革命中出现的高新技术和新兴产业。之所以把德国制造业视为先进的典范，无非在于其独一无二的“德国特色”，即大而强、小而精、优而新、高而专。

首先，德国是一个非常独特的、后发赶超型的西方工业发达国家。在19世纪中后期至20世纪初期的短短几十年时间里，迅速崛起并跻身先进工业化国家之列。1990年，重新统一后的德国经过20多年的整合、调整和转型，仍然是一个发达的工业经济体，在世界经济和欧盟经济格局中占有举足轻重的地位。2014年的统计数据显示，德国是欧洲最大的高度工业化和多样化的经济体，在生产和服务领域都位居世界前列。德国更是全球经济的积极参与者，其出口导向型企业是国家经济的重要支柱，为德国经济发展和国民就业发挥了重要作用。

其次，德国经济实力的源泉在于其登峰造极的先进制造业。长期以来，作为曾经的工业化强国以及目前的发达国家，工业经济一直是德国经济的核心，而工业经济的绝大部分是由先进制造业构成的。据德国联邦统计局的统计资料显示，2012年，制造业为德国国内生产总值（GDP）贡献了近1/3的份额。机器设备制造业、汽车制造业、电气和电子制造业以及化学制造业都是德国先进制造业的代表，为德国经济的腾飞发挥了不可替代的作用。

第三，“德国制造”的先进性是全方位的。其先进性不仅仅体现于一两个行业，而是几乎覆盖所有的制造部门，既有传统的制造业，也有新兴和战略性产业，如新能源和节能产业、绿色和环保产业等。在德国的每一产业部门都有着引领时代潮流的众多企业群体，它们之中有百



年老店，也有后起之秀；有庞大的跨国综合企业集团，也有大量专注于某一特定领域的中小型企业；有家族企业，也有国有企业和上市公司。企业的“名”和“牌”，产品的“质”和“量”以及产业体系之“全”、之“强”、之“优”，都是德国所独有的。更为重要的是，德国传统制造业和新兴的先进制造业得到了很好的融合，并互为支撑，进而控制了整个制造产业链的不同层级。

最后，先进的“德国制造”是“中国制造”的一面镜子。近 10 多年来，由于对外贸易的不断发展，我国已经成为世界上最大的制造品出口国，然而在“中国制造”强势扩张时，却面临“大而不强”的尴尬境地，而同样依赖海外市场的“德国制造”，却往往是“中国制造”的上游产业链。大多数发展中国家在发展制造业时，也不得不依赖先进的德国技术、设备和产品。因此，德国制造业自然就成为我们比较和研究的参照物，成为我国制造业的历史镜鉴。

巫云仙

2015 年 4 月



目录 | CONTENTS

第1章

德国先进制造业的前世今生

第1节 制造业与先进制造业	002
第2节 德国先进制造业的发展历程	005
第3节 德国先进制造业的主要特点	025

第2章

德国先进机器设备制造业——“世界工厂”的制造者

第1节 近两个世纪的锤炼和铸造	035
第2节 机器设备制造业的发展特色	043
第3节 机器设备制造业在中国	054

第3章

德国先进化学制造业——从模仿到自主创造的王道产业

第1节 德国化学制造业不同寻常的发展之路	066
第2节 德国化学制造业迅速崛起和基业长青解读	072
第3节 化学制造业在中国	086

第4章

德国先进汽车制造业——工业中的工业

第1节 德国汽车制造业的起步和发展	102
第2节 独具特色的“德系汽车”产业	106
第3节 汽车制造业在中国	116

**第5章****德国电气和电子制造业——跨越多个时代的创造性产业**

第1节	德国电气工程制造业的发展更替	128
第2节	电气和电子产业获得领先优势的主要因素	134
第3节	电气和电子工程制造业在中国	148

第6章**先进的“德国制造”对“中国制造”的启示**

第1节	“德国制造”是如何炼成的	158
第2节	“德国制造”对“中国制造”的启示	166

后 记	174
-----------	-----

参考文献	175
------------	-----

第1章

德国先进制造业的前世今生

导言

德国先进制造业起于何时；并无非常明确的时间点，但非常清楚的是，“德国制造”是德国工业化进程的产物，在 100 多年来的发展过程中，“德国制造”从因技术模仿曾被英国人鄙视的“丑小鸭”，蜕变为技术创新的“白天鹅”；在战争烽火中几乎遭到灭顶之灾，却成为涅槃再生的“火中凤凰”，至今长盛不衰，走在制造业发展的前沿。“德国制造”不仅是历史的，而且也是现实的，其“前世”和“今生”都令世人关注。

关键词

“铁路时代”
重工业化
“工业 4.0”
对内合作



第 1 节

制造业与先进制造业

一、制造业与先进制造业的界定

制造业是一个范围相当广泛的庞大产业体系，是一国或地区社会经济发展的必然产物，其本身无所谓好坏和先进、落后之分。据联合国统计署于 2008 年发布的《国际标准产业分类》（第四版）的界定，制造业包括对物料、物质和各种物件组成要素等资源进行制造，转变为新产品的各个生产部门，其典型特征是运用了动力传动机器和材料处理设备；在统计中属于 C 门类，包括 24 个制造部门。

根据德国联邦政府统计局的统计口径，德国的制造业等同于工业部门，属于 C 门类，共计 34 个大类部门，包括各种原材料和供应品的生产、投资品的生产、耐用和非耐用消费品的生产等各个部门，同时还包括工业制品和工艺品的生产以及机器设备的维修和安装等部门。只要雇员人数在 20 人以上的企业，都在统计局的统计范围之内。

2012 年，我国国家统计局对国民经济的行业分类实施了新的国家标准，认为制造业是指经物理变化或化学变化后成为新的产品，不论是动力机械制造，还是手工制作，也不论产品是批发销售，还是零售，均视为制造。分类标准与联合国的基本一致。在新的行业标准中，制造业属于 C 门类，共 30 个大类部门。

先进制造业是相对于传统制造业而言的，到目前为止，关于什么是先进制造业尚无统一定义，在历史上也没有关于先进制造业的专门称谓。这是当代人在总结各国制造业发展经验时，对于能够引领制造业潮流的技术、产业和企业的一种认识和总结。在目前的技术和经济发展水平下，可以把先进制造业视为一种如何完成产品生产的新型制造方式，包括定制和可伸缩性，同时必须运用先进技术提高生产力和能源利用效率。因此，先进制造业是基于智能、数字化和云计算等先进科技运用的一组制造业总称，包括信息科技、高端装备制造、新材料、生物技

术和化学制造、新能源和节能环保等。

先进制造业的先进性，也可从产业、技术和管理等方面去理解。从产业发展来说，先进制造业在全球生产体系中处于高端，具有较高的附加值和技术含量，通常指高新技术产业或新兴产业，但是运用高新技术或先进适用技术改造过的传统产业，也可以在技术和研发方面保持先进水平，也就是人们常说的“只有夕阳技术，没有夕阳产业”；从技术层面来说，先进制造业必须能够运用创新的和前沿的技术手段，以改进产品生产和加工流程；从管理层面来说，先进制造业普遍发展和使用了独特的商业或管理模式，如敏捷制造、精益生产、绿色生产和柔性生产等，以获得突出的经济绩效。

先进制造业与传统制造业的主要区别在于量化生产和规模经济、劳动者的素质和技术水平以及产业网络的深度和多样性等方面。先进制造技术的主要特点是系统与集成，各专业、学科和技术之间的不断交叉和融合，形成了综合和集成的新技术。先进制造业一方面广泛应用先进制造技术、信息技术与其他先进制造技术相融合，驾驭生产过程中的物质流、能量流和信息流，实现制造过程的系统化、集成化和信息化；另一方面采用先进制造模式，实现生产过程的数字化设计、智能化制造、信息化管理和网络化经营。

二、持续发展的先进制造业

先进制造业是一个历史和动态的概念。不同历史时期的先进制造技术不尽相同，不同经济发展阶段的先进制造业也有不同的代表性产业。在 18 世纪至 19 世纪的机械化时代，使英国成为“世界工厂”的先进制造业，是以纺织、煤炭、冶金和机械制造等为代表的。在 19 世纪后期至 20 世纪初期的电气化时代，电力、钢铁、石化和汽车等行业是先进制造业的典范。20 世纪 40 年代第三次产业革命以来，基于电子通信、航空航天、光机电一体化、生物医药、新材料和新能源等先进技术而发展起来的制造业，就是具有代表性的先进制造业。

从产业发展的历史来看，制造业的发展是一个历史演进的过程，改变的只是



质量与形态。

产业发展的第一阶段是轻纺制造业，主要是提供日常生活消费品，包括食品业和纺织业等。而今运用了更多的高新技术后，轻纺制造业得到不断改进，其先进性主要体现在物料、产品和生产管理模式上，如食品会更加精致、健康和安全，服装会更加精美、高档、时尚和舒适。

产业发展的第二阶段是重化制造业，主要生产耐用消费品、生产资料和部分设备产品。从耐用消费品来看，例如在我国，经历了由“老三件”（手表、缝纫机、自行车）向“新三件”（洗衣机、冰箱、电视机）的演变，而“新三件”又逐步走向智能化；曾经是高端消费的汽车，也已成为普通家庭的消费品。从生产资料和部分设备产品来看，从自然资源的利用到合成材料和燃料的发明和使用，从简单生产工具和机器制造到大型和重型机器设备以及工作母机的生产和制造，均可以反映一个国家先进制造业的技术水平。

产业发展的第三阶段是目前的智能化制造业，其完整的发展形态主要存在于少数发达国家。在这一阶段，信息化、数字化、网络化、智能化、虚拟化和自动化是产业发展的趋势，高性能的电子商务使营销全球化更加简捷；虚拟制造系统的应用实现了对产品设计和生产制造活动进行全面的模拟和仿真，在产业的价值链上始终占有高端优势，这是 20 世纪末和 21 世纪以来制造业领域不可抗拒的变化和发展趋势。

一些学者认为，从资源和技术替代的角度来看，目前世界制造业已经由劳动密集型、资源密集型发展到资源资本要素投入型，再发展到技术资本密集型和知识技术创新型；由传统制造业发展到高新技术产业，乃至先进制造业，并将进一步发展到先进制造业与现代服务业互动共融发展的阶段；由传统生产方式向先进制造模式转型，并最终实现循环经济发展模式的阶段。先进制造业的发展正适应了制造业全球化，即生产全球化、销售全球化、融资全球化、服务全球化和研发全球化的趋势。^①

^①国内学者对相关问题的讨论请参阅龚唯平、吴晓波、王国平、黄烨菁、于波和王俊等人的相关论述。

第2节

德国先进制造业的发展历程

一、铁路时代与德国机器制造业的发展

18世纪60年代，工业革命率先出现于英国最为发达的棉纺织业，英、法、美等国相继进入“蒸汽时代”。而当这些国家的工业革命如火如荼地进行着的时候，德意志仍处于国家分崩离析的状态，这在很大程度上制约了其工业发展，直到19世纪早期，德意志的一些地区才开始迈出工业革命的步伐。与英国不同的是，德意志的工业化从一开始就进入了“铁路时代”。

在德意志，以铁路为代表的交通运输业代替纺织业成为工业化的先锋，这是其工业化没有选择的选择。蒸汽机和火车头的结合，比纺织业更能迅速带动工业化的全面发展。在1835—1850年，德意志的铁路建设和投资规模迅速增加：1835年，铁路运营的公里数还是个位数，1845年居然达到了2151公里，1850年增加到5875公里。1850年开始，德意志建成以普鲁士为中心的全德铁路网。这不仅把德意志内陆地区连成一体，而且对其制造业的发展具有重要的促进作用。铁路建设的展开，直接或间接地促进了德意志钢铁、煤炭和机器制造等重工业的发展。

德意志钢铁制造业历史悠久。早在1815—1820年就引入了英国的“搅拌法”冶炼技术，19世纪30年代又开始大规模引进英国的先进冶铁技术，40年代以后，由于铁路建设对铁轨、机车和车皮制造等需求的刺激，钢铁工业迅速发展起来。据统计，1840年关税同盟地区和德意志境内生铁产量约19万吨，1850年为21万多吨，1860年约53万吨，1870年则上升到139万多吨。莱茵河流域的鲁尔地区成为欧洲最大的重工业集中地和工业人口稠密区之一。

铁路建设大大推动了煤炭工业采掘规模的扩张。1850—1870年，石煤采掘量由550万吨上升到2639万吨，褐煤采掘量从150万吨上升到760万吨。西里西亚和鲁尔地区的煤炭，通过铁路源源不断地运往德国各地，将曾经盘踞在德



国市场上的英国煤炭“排挤”出去。

铁路建设对于德国机器制造业的促进作用也是显而易见的，金属加工业增长了4倍，手工工场很快就成为使用机器生产的工厂。到1871年，已有60%的企业成为聘用50~400名工人的中型企业。蒸汽机车制造业的发展尤为突出，1835年第一条铁路建成后，德国各大邦纷纷开始建立自己的机车制造厂，其中柏林波尔锡希机器厂发展得最快。1841年，波尔锡希制造出第一台机车，30年后它便发展成为当时世界上最大的机车制造厂。机车制造业的发展改变了德国对国外机车的依赖状况。1842—1843年，德国投入营运的机车共245台，其中德国国产机车仅38台。到1851年，这种状况得到了根本性扭转，在1084台运行的机车中，德国自己生产的机车已达到679台，占机车总数的63%。由此可见，以机车制造为代表的德国机器制造业在19世纪40~50年代取得了长足进步。在1862年的世界博览会上，德国展出的机器已经可以与英国的相媲美。到1863年，德国则由机器进口国变成了机器出口国。

二、重化工业化时代与德国高新制造业的塑造

1871—1914年是德国完成重化工业化的关键时期，也是德国高新制造业的塑造时期，德国的制造业从钢铁时代进入新兴产业时代。

19世纪后期，德国企业家抓住了第二次科技革命的机会，一方面改造了传统产业，另一方面积极发展了诸如电气制造、化学工业和制药等高新技术产业，从而使德国成为先进制造业的中心之一。

传统产业的改造，主要体现在对钢铁制造业和煤炭产业的改造上。对钢铁制造业的技术改造，主要是引进和采用了英国人托马斯于1879年发明的炼钢法新专利，企业生产规模与之前相比有了较大的提高，并在组织方面往纵向一体化延伸。对于煤炭制造业的技术改造，主要得益于新矿井工艺和开采机械等新科技的运用。19世纪80年代，电力矿用铁路开始投入使用。19世纪末，电动泵开始运用于矿井汲水，电动马达驱动的通风机也取代了原来的蒸汽机。采煤工具中则出

现了升采锤和簸动输送机等各种新设备。所有这些新技术和新机器的使用都大大提高了采煤效率。

采用了钢铁制造和采煤新技术后，德国传统的煤铁制造业跻身先进制造业之列，德国确立了世界钢铁和煤炭生产大国的地位。

在重化工业化时代，真正使德国崛起并成为新兴工业化国家的还是那些新兴的工业部门，异军突起的高新技术产业成为德国先进的支柱产业。

第一，电气工业的兴起。电气工业发端于 1847 年西门子公司开辟的德意志第一条公共电报线路。19 世纪 80 年代，以维尔纳·西门子和艾米尔·拉特瑙等为代表的德国企业家利用电灯和电话普及等契机，率先开始了电气工业的大规模发展，从而使德国占据了该产业的领先地位。德国经济史家 W·佐姆巴特曾形象地描述当时德国电气工业的繁荣景象：“19 世纪 80 ~ 90 年代，特别是 19 世纪 90 年代，这一部门中从事工业活动的企业，有如森林中一场温暖夏雨后的蘑菇，一个超一个地猛长，以至今日的德国（1912 年）已经遍布这一新兴工业，而这一工业在 30 年前还几乎无人知晓”。^① 这些电气工业企业的业务主要集中于发电机和电动机的制造、电气工厂的建设、电力照明系统的安装和电车的建造等。到 1913 年，约有一半以上的德国居民用上了电。

1890 年，电气股资仅为 2350 万马克，1900 年则已猛增到 3.967 亿马克。到 1896 年，逐步形成了西门子-哈尔斯克和通用电气公司（AEG）^② 等 7 大企业巨头，生产份额占世界电气产品的 50%。就世界范围而言，当时无一国能在电气工业的发展方面与德国相媲美。到第一次世界大战前夕，各主要资本主义国家在世界电气工业生产中的比重分别为：德国 34.9%，美国 28.9%，英国 16%，法国 4%。德国电气工业产品约 1/4 销往世界各地，其电气产品出口占世界电气

^①邢来顺. 德国正确的产业发展战略与高速工业化[J]. 世界历史, 2001(5).

^②德国通用电气公司是世界上最大的电气电子专业公司之一，由埃米尔·拉特瑙创建于 1883 年，其前身是德国爱迪生应用电气公司，不久改名为“通用电气公司”。到 20 世纪 20 年代，它就已经把不断发展中的电力工程各个领域都囊括在内。1941 年从西门子-哈尔斯克公司手中承接了其在德律风根的全部股份，改名为“通用电气-德律风根（AEG-Telefunken）”公司。1985 年该公司改名为德国通用电气公司。



产品出口量的 46.4%。^① 以西门子为首掀起的通信革命，通过信息的传播，不仅可以使世界各地的联系进一步同步化，而且还推动了电缆业和橡胶工业的发展。

德国电气制造企业不仅技术领先，其先进的管理体系也独具特色。1913 年，西门子在柏林建立的西门子施塔特基地是世界单一机构管理的最复杂、规模最大的工业基地。而第一次世界大战前，西门子各企业的业务都是靠一个由高级管理人员组成的总办事处以及几个由自主产品部门组成的独立管理机构负责，这种管理机构还是美国杜邦公司和通用汽车公司在战后形成的多部门结构的先驱。^②

第二，化学工业的垄断发展。19 世纪中期以后，化学工业出现了合成物质代替天然材料的趋势。1856 年，英国人威廉·帕金首次从煤焦油中提炼出苯胺染料，不久，时任伦敦皇家化学研究院院长的德国著名化学家 A.W·霍夫曼也提炼出两种染料。这本是英国发展合成染料工业的绝好机会，然而，这时的英国工业界陶醉于已有成就，没有理会这些新发现。相反，德国工业界却慧眼识珠，看到了合成化学工业的诱人前景，果断做出正确抉择，投入大量人才和资金进行煤焦油的综合开发和利用。一批新型化学工厂建立起来，最著名的有 1861 年在巴门建立的焦油与苯胺染料工厂，1863 年建立的赫希斯特公司和拜耳公司，1865 年建立的巴斯夫公司（又称巴登苯胺－苏打公司）。

1865 年，霍夫曼从英国回到德国。在其推动下，德国各化学实验室中不断推出有关合成染料的最新研究成果，并运用于生产领域。以生产合成染料为代表的德国化工企业如雨后春笋般涌现出来。

化学工业在德国工业中所占比重并不大。1911—1913 年，化学工业在整个工业生产中的比重仅为 2.3%。但是，与电气工业一样，作为新兴工业部门，化学工业给德国经济带来的巨大活力引起了人们的极大关注，特别引人注目的是化学工业可观的经济效益。1900 年以后，其股息一直在 20%~30%，基础化工的红利甚至达到了 12.4%。高额的回报吸引人们将大量资金注入化学工业领域，充盈

①邢来顺. 德国正确的产业发展战略与高速工业化 [J]. 世界历史, 2001 (5).

②(美)钱德勒. 规模与范围: 工业资本主义的原动力 [M]. 张逸人, 等, 译. 北京: 华夏出版社, 2006: 546.