

智慧树经管书系
汉译创新名著丛书

国家创新体系比较

德国国家创新体系的结构与绩效

编著 [德] 乌利齐·施莫河
[德] 克里斯蒂安·拉默
[德] 哈拉尔德·雷格勒尔

主译审 王海燕

知识产权出版社

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

为德国政府撰写的有关德国技术绩效的年度报告

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

多家研究机构联合撰写, 关注国际比较

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

利用多国指标为

NATIONAL

准

ATION IN COMPARISON

涵盖其他国家的数据资料, 形成国际性数据库

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

为创新体系的各个方面提供指标

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

智慧树经管书系
汉译创新名著丛书

国家创新体系比较

德国国家创新体系的结构与绩效

Translation from the English language edition: "National Systems of Innovation in Comparison" by U. Schmoch, C. Rammer & H. Legler (edition: 1; year of publication: 2006) Copyright © 2006

Springer Netherlands as a part of Springer Science + Business Media
All Rights Reserved

责任编辑: 刘 爽

责任校对: 董志英

装帧设计: 鞠洪深

责任出版: 卢运霞

张小力

图书在版编目(CIP)数据

国家创新体系比较: 德国国家创新体系的结构与绩效 / (德) 施莫河 (Schmoch, U.), (德) 拉默 (Rammer, C.), (德) 雷格勒尔 (Legler, H.) 编著; 王海燕等译. —北京: 知识产权出版社, 2011. 1

书名原文: National Systems of Innovation in Comparison

ISBN 978 - 7 - 5130 - 0229 - 5

I. ①国… II. ①施…②蒂…③雷…④王… III. ①国家创新系统 - 研究
IV. ①F204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 207358 号

国家创新体系比较: 德国国家创新体系的结构与绩效

GUOJIA CHUANGXIN TIXI BIJIAO: DEGUO CUOJIA CHUANGXIN TIXI DE JIEGOU YU JIXIAO

编著: [德] 乌利齐·施莫河

[德] 克里斯蒂安·拉默

[德] 哈拉尔德·雷格勒尔

主译审: 王海燕

出版发行: 知识产权出版社

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010 - 82000860 转 8101/8102

责编电话: 010 - 82000860 转 8125

印 刷: 北京市凯鑫彩色印刷有限公司

开 本: 720mm × 960mm 1/16

版 次: 2011 年 1 月第 1 版

字 数: 325 千字

京权图字: 01 - 2010 - 7148

ISBN 978 - 7 - 5130 - 0229 - 5 / F · 375 (3179)

邮 编: 100088

邮 箱: bjb@cnipr.com

传 真: 010 - 82005070/82000893

责编邮箱: liushuang@cnipr.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 20

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

为德国政府撰写的有关德国技术绩效的年度报告

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

多家研究机构联合撰写, 关注国际比较

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

利用多国指标为德国框架建立系统基准

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

涵盖其他国家的数据资料, 形成国际性数据库

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

为创新体系的各个方面提供指标

NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION IN COMPARISON

主译审

王海燕 中国科学技术发展战略研究院 副研究员

各章初稿译者

第一章 王海燕(中国科学技术发展战略研究院)

高 超(中国科学技术协会办公厅)

第二章 高 超(中国科学技术协会办公厅)

王海燕(中国科学技术发展战略研究院)

第三章 王海燕(中国科学技术发展战略研究院)

吴学静(中国标准化研究院)

高 超(中国科学技术协会办公厅)

第四章 高 超(中国科学技术协会办公厅)

吴学静(中国标准化研究院)

第五章 张志会(中国科学院科学史所)

康 琪(中国科学技术发展战略研究院)

林炳岚(中国科学技术发展战略研究院)

第六章 苏 湛(中国科学院科学史所)

王海燕(中国科学技术发展战略研究院)

邱晓燕(中国科学技术发展战略研究院)

前 言

本书源于一份为德国政府撰写的有关德国技术绩效的年度报告。该报告主要以一组反映创新体系不同方面的创新指标为基础，其显著特点是利用其他许多国家的指标为德国框架建立了系统基准，并最终形成国际性数据库。报告由八家研究机构联合撰写，分别负责不同的主题及指标。这些分报告均经过整个团队的严密讨论，吸取了许多专家关于创新指标及其相应解释的意见。

鉴于该报告以及更详细的分报告已有德文版，而摘要报告的英文版只有个别年份有，应许多对我们的研究方法及结论感兴趣的国际同行的要求，出版此书。本书既关注德国的具体情况，也包括其他许多国家大量的数据资料。当然，我们无法涵盖最近几十年的方方面面，但是我们选择了非德文读者特别感兴趣的一些焦点活动。

三位编者所在机构的许多人员均为本书的筹备工作作出了贡献。特别感谢弗朗霍弗系统与创新研究所 (Fraunhofer ISI) 的 Renate Klein 和 Sabine Wurst，他们为本书设计了版面并对所有内容 (包括参考文献和缩写目录) 进行了严密的审校，同时感谢 Christine Mahler-Johnstone 的文字编辑工作。感谢欧洲经济研究中心 (ZEW) Vladimir Dzharkalov 精心的图表设计。感谢下萨克森州经济研究所 (NIW) Mark Leidmann 的技术支持。

对所有参与者在非常有限的时间内形成如此有趣的书稿所付出的努力表示由衷的感谢。希望本书能为广大读者提供一些帮助。

Karlsruhe, Mannheim, Hanover

2006 年 1 月

Ulrich Schmoch, Christian Rammer, Harald Legler

目 录

第一部分	引言和概要	1
第二部分	知识的来源：科学研究与试验发展	14
2.1	德国商业部门的研发活动	14
2.2	R&D 活动的全球分布	29
2.3	产业 R&D 的国际化	45
第三部分	国家创新体系的绩效指标	68
3.1	国际比较中的科学绩效	68
3.2	专利指标所反映的技术结构和绩效	88
3.3	企业创新	108
第四部分	国家创新体系的结构变化和绩效	136
4.1	技术部门的经济绩效	136
4.2	技术型创业企业	154
4.3	信息通信技术的扩散	171
第五部分	教育：国家创新体系的基础	188
5.1	欧洲的教育结构和高技能人才的就业——一项比较 研究	188
5.2	德国双重体系面临的挑战	207
5.3	高等教育指标	227
5.4	从国际视角看德国教育体系——有关创新的分析	244
第六部分	完善国家创新体系的有关政策	264
第七部分	附录	291
7.1	参考文献	291
7.2	缩略语	302
7.3	作者简介	305

第一部分

引言和概要

技术绩效——理论与实践

Harald Legler, Christian Rammer, Ulrich Schmoch

本书内容出自一个由德国九家机构组成的研究团队，他们每年为德国联邦教育与研究部(BMBF)撰写《德国技术绩效报告》(*Report on the Technological Performance of Germany*)。报告提供了一系列反映科学、研究和技术领域现状与发展的指标，而这些指标对于衡量德国的国际绩效十分重要，并且是实现长期经济增长和就业的决定因素。

该报告以一组每年都会更新并且可长期观测的核心指标为基础，同时围绕一些新指标、特定技术或行业、特定区域或国家等进行理论和实证研究，本书只反映了整个研究活动的一小部分。报告中的指标涉及许多国家或国际统计资料，如研发、产业、对外贸易、就业或教育等统计资料等，该报告从技术绩效的角度对这些数据进行分析。例如，关注的焦点主要在于技术密集型行业的就业、技术密集型产品的对外贸易等。此外，还涉及关于专利、出版物、商标、技术型创业企业之类的原始统计数据。

德国技术绩效报告所遵循的体系与其他许多国家以及大多数国际组织所建立的体系不同。然而，经济合作与发展组织(OECD)和欧盟委员会的记分牌活动(OECD 2005; 欧盟 2005)，美国科学与工程指标报告(NSF 2004)，以及近期关于瑞士的一些研究(Arvanitis 等 2005)都使用了相似的指标体系，而在这些

报告中,经济解释和政策建议是十分有限的。与之相反,在其他一些国家,如英国(DTI 2003)、澳大利亚(DEST)、新西兰(MED 2003)和奥地利(BMBWK 等 2005),技术报告更多地关注创新政策对国家创新体系绩效的贡献,而实证分析只局限于少数几个重要指标。

德国技术绩效报告的一个显著特点是,既在科学方法论的基础上不断为创新体系的各个方面提供指标,同时又对相关指标进行解释。因此,读者可以更准确地理解研究成果。此外,由于研究团队的参与单位不属于政府机构,因此报告分析结果相对客观,不一定要与德国官方创新政策相一致。

该报告体系是于 1985 年由两家研究机构创建的,这两家机构至今仍然在参与这项研究。报告创建之初主要关注当时所认定的产业创新活动。后来,随着 Nelson(1988;1993),Freeman(1988),Lundvall(1988;1992),Amable(1997)和 Edquist(1997)等学者的众多著作的出版,人们对国家创新体系(NSI)概念越来越感兴趣,对创新过程的理解不断加深,认为创新过程还必须包括其他因素。因此,该项研究所关注的主题不断增加,参与研究的机构也增加了。

目前,该报告的指标体系遵循五个基本原则:

第一,通过综合性的指标分析而获得技术绩效,该指标分析尽可能包括多个方面,主要分为四组:教育与人力资本、知识生产(公共和私人部门的研究)、知识的实现(专利、创新、创业企业)以及市场成功与扩张(生产力、产品、就业、对外贸易)。

第二,尽可能根据行业或领域与技术的不同而选取不同指标,特别关注那些依靠新知识与新技术的行业。这种对不同主题进行差别化对待可以发现特定的模式,同时找出行业优势、劣势及动力。

第三,指标用于分析经济和技术结构目前的发展趋势以及长期以来的发展变化。

第四,国际对比是报告体系的核心,主要对德国在国际市场上的主要竞争对手进行比较研究。随着时间的推移,报告考察的国家从 1985 年的 5 个增加到如今的 12 ~ 20 个,因考察指标的不同而有所不同。最近几年,报告特别关注一些新兴经济实体。

第五,对指标进行分析与解释,试图找出决定国家创新体系绩效的关

键因素，例如产业与科学之间的相互作用、创新资金和新创企业、法律体系、政策支撑体系以及行业与技术变化。

因此，分析以涵盖国家创新体系各个方面的大量数据为基础，主要组成部分如图 1.1 所示。在本研究中，我们以国家创新体系概念为向导，研究特定因素及其相互之间的关系。因而，报告主要关注产业、教育以及研究体系的各个方面。基础设施的某些因素，如风险资本的提供、知识产权法律的观念以及规范与标准的作用等，在专题报告中进行了分析。对产业与研发体系之间以及公共研究与创新政策之间中介组织作用的分析也是在专题报告中进行。

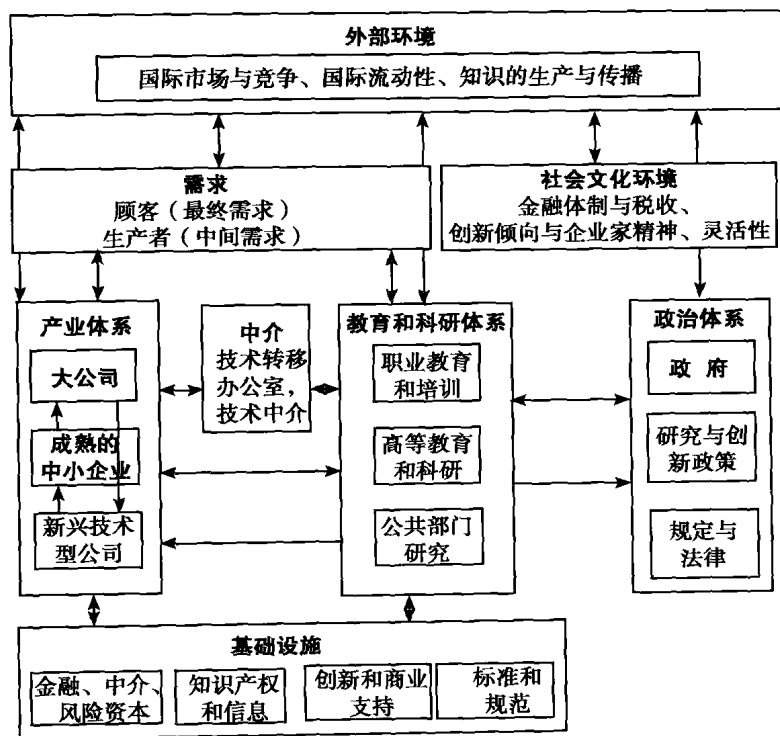


图 1.1 国家创新体系模型的主要因素

资料来源：Kuhlman & Arnold (2001: 26)，——本文作者有所补充

由于国家创新体系概念的一个基本假设是图 1.1 所示的各种因素共同演化，本研究试图更详细地考察这些不同因素之间的联系。然而，这一工

作是极其复杂的，因为创新体系不同方面的指标划分方式不同（按学科、行业、技术、商品、服务等），而且这些指标之间往往是相互联系的，但又是间接的，存在不同的时间间隔。在某些国家发现的一些联系并不适于其他国家，因此，目前还没有找到令人满意的最终解决方案。然而无论如何，该报告展示了许多国家技术绩效的不同方面，并描绘了特定国家的大体轮廓。

考虑到全球化程度的不断加深，以单个国家为基础对创新体系进行分析已经远远不够。因此，我们在图 1.1 的国家创新体系图解中增加了外部环境介绍，如国际市场、国际竞争等。通过考察国际贸易流向或将不同国家进行对比，绩效报告的大多部分都提到了国际关系这一因素。在专题报告中，更加详细地考察了企业的全球化战略。未来几年这一主题必将获得更多的关注。

为了使创新体系这一概念涵盖的内容更加广泛，需要更加关注体制环境，如金融环境、流动性问题、企业和消费者的需求、对新技术的态度以及政治体制的各种因素等。更加有趣的是对社会文化指标影响的详细分析，如承担风险的程度和意愿、与创新绩效有关的政治利益等。不过，现有的数据资料不仅提供了德国，而且提供了其他许多国家国际绩效相关构成及其关键因素变化的广泛信息。总而言之，这份关于技术绩效的报告以及本书的主要内容已经涵盖了与国家创新体系概念大致相关的一系列因素，但是还需要补充社会政治环境相关内容。然而，对这些方面的介绍十分有限，原因有两点：一是社会政治环境的许多部分无法用指标来准确地描述，而本研究主要关注的是指标；二是为了保证报告内容的清晰，我们必须关注有限的一组指标。

以下部分概括了最近几年关于德国的一些重要研究成果，同时，还介绍了一般的国际性的结构。

德国的技术绩效——指标和实证研究成果

产业 R&D 活动体现了对新技术知识的重要投入，因而标志着技术创新过程的开始。在教育与培训、科学、研究与技术、发明、投资与创新、国际绩效、生产率、经济增长与就业这一功能链中，R&D 起着决定性的作用。它是以创新、重组和增长为目标的产业活动的核心部分（2.1 节）。

德国 R&D 支出占 GDP 的 2.5%，与其他国家相比位于前列（2.2 节）。然

而最近几十年，R&D 领域的国际竞争日益激烈。其他大型工业化国家（美国、日本）以及北欧某些国家、特别是亚洲的一些新兴国家，在 R&D 能力提升方面比德国显示出更加强劲的动力。这一追赶过程的结果就是，它们占有科学研究成果（3.1 节）以及技术发明（3.2 节）的份额在不断增长。

最近，德国产业 R&D 已不再是其经济增长的驱动力，只是随着商业周期（2.1 节）而进行。美国产业 R&D 从 2001 年起开始处于弱势地位（2.2 节）。考虑到美国经济在全球 R&D 中的重要地位以及它与其他经济实体的广泛联系（2.3 节），这必将对全球范围内的创新动力产生消极的影响。

在 R&D 领域投入巨大的产业（制药业、电子产业、ICT 产业以及最近的服务业）已经在结构调整中取胜。虽然德国的 R&D 专业化已经有点向“前沿技术”转移，但是 R&D 活动仍然集中在高技术和工艺设计。德国 R&D 增长的核心是汽车产业，拥有全球大约四分之一的 R&D 能力，而就整个商业部门来说，德国只占有 10% 的 R&D 能力（2.1 节）。

在德国，R&D 越来越向大型企业转移，而参与 R&D 的中小型企业似乎略有减少。我们必须将此视为警告信号，因为在创新型企业中，没有 R&D 活动的企业正变得越来越罕见（3.3 节）。“创新者”是引入新产品或新工艺的企业，它们是科学、研究和技术之间的重要联接，其最终输出由国际绩效、生产力和就业来测度。关于这一点，必须牢记的是德国曾经拥有几乎最高比例的创新企业，这尤其得益于中小型企业积极参与创新活动（3.3 节）。这一优势必须保持，然而我们发现：首先，德国在吸引年轻技术型企业方面存在一些问题（4.2 节）；其次，新兴企业在 R&D 参与中的比例正在减少。

从某种程度上说，这种减少一方面是由于产业 R&D 过程对理论水平的要求不断提高（2.1 节），另一方面是由于高技能员工在人才市场的短缺，特别是中小型企业中熟练工人的短缺。因此，必须加强高等教育（5.3 节）。

最后，政府对产业 R&D 的资助在全球范围内已经减少（2.1 节，2.2 节）。同时，大学以及非大学机构的 R&D 能力已经显示出微弱的动力。但是从 2000 年开始，我们发现政府再次更多地承担起科技研发的责任。大多数国家的报告显示政府或高等教育机构 R&D 比例增长（2.2 节）。德国也是如此，尽管其动力赶不上主要的竞争对手，尤其是美国和北欧，但从 20 世纪 90 年代后期开始发生了积极的转变。德国政府趋向于支持 R&D，这一转变

非常重要。公共机构进行的基础和应用基础研究为商业部门提供了新的技术选择(3.1节),而商业部门越来越依赖 R&D 合作。中小型企业更喜欢公共科研机构以及专业的研发服务企业作为合作伙伴,而大企业从过去与国内其他(联盟)企业在 R&D 领域更紧密地合作转向越来越多地与国外相关企业合作(2.1节)。不仅 R&D 领域,日常创新活动中的合作也越来越重要(2.1节, 3.3节)。然而与其他国家相比,在德国,合作的潜力还没有得到充分开发(3.3节)。

专栏 1.1

在某些行业中,科学、知识、研究和技术在企业活动中起决定作用,对这些行业中的经济实体进行技术绩效分析是十分有用的。由此可将经济活动的各分支根据其“技术密集度”来划分。

在制造业中,R&D 强度(R&D 经费支出占销售额的比例)是最重要的指标,划分标准是:任何超过平均 R&D 强度的部门或产品群即可称为“R&D 密集型(R&D intensive)”(即,在 1995~1997 年期间 R&D 强度至少为 3.5%)。然而,仅仅列举 R&D 密集型产品仍然无法说明这些产品中存在的巨大差异,因此,“R&D 密集型”又进一步划分为“高技术(high-level technology)”(3.5%~8.5%)和“前沿技术(leading-edge technology)”(大于 8.5%)。一方面,“前沿技术”是跨领域技术(如生物技术、电子产业),并且是相关产品群(如医药品、计算机、电子通讯设备和科学仪器)以及其他行业的关键因素。另一方面,“前沿技术”通常受保护主义庇护(如航空航天和武器技术)。“高技术”产业也需要研发强度超过平均值,但对研究关注得比较少,更专注于试验开发。

在服务业,由于 R&D 投入不是很重要,因此技术 R&D 并不是新知识生产和应用的恰当指标。然而,我们可以认为创新潜能体现在工人的技能中。“知识密集型服务业”(Knowledge-intensive services)根据雇用受过理论培训的员工、自然科学家和工程师的密度,或者根据选定的行业特征(例如拥有高比例的从事计划、设计、开发、研究、咨询工作的员工)来定义。因此,可以在服务业中发现“知识密集型商业服务业”(Knowledge-intensive business services)(如电子通讯服务业、软件开发、经济和技术咨询),以及其他一些与技术有密切联系的服务业(卫生保健、传媒、交通运输)。

专栏 1.2

没有一个经济实体能够在所有的技术领域都位于前列。出于经济原因,各个国家必须参与国际劳动分工并利用其“比较优势”。这就意味着每个国家拥有一个“专业侧面”,存在一些份额和地位高于平均水平的行业。我们还发现了一些不突出或难以观察的行业。“专业侧面”衡量了一个国家的优势和劣势。理论上,你会得到一个明显的专业侧面,然而在现实中,这只适用于小国。“专业化”的概念来自国际劳动分工关于国际贸易流动的理论(4.1节)。

举例来说:一个国家(j)产品群(i)的出口(x)专业化模式通过这个国家在该产品群国际贸易中所占的份额与这个国家在整个国际贸易中所占的份额之比(出口的相对份额,RXS)来衡量。用对数来(ln)表示这种关系,正数表明这个国家在这些市场中具有“比较优势”(或优势),而负数则表示这个国家在该商品市场处于平均水平以下的弱势:

$$RXS_{ij} = \ln [(x_{ij} / \sum x_{ij}) / (\sum x_{ij} / \sum x_{ij})] \quad (1)$$

这一概念还用于分析国家在专利、出版物、经济的部门模式、R&D 机构等方面的优势。

商业部门十分重视出口市场开发战略(2.3节),因而正在大大加强全球市场开发战略(2.3节)。向国外投资与生产的需求正在增加,导致产业 R&D 能力的全球化日益加速。此外,德国企业已经增加了“知识寻求”方面的国际活动,其在国外的产业 R&D 主要集中于研发密集型部门和以科学为基础的技术领域(2.3节)。这一点通过跨国科学研究(3.1节)和发明(专利)(3.2节)的逐渐增加也可以说明。但是,在德国的外国企业同样也在加大研发投入,集中于那些他们认为市场、产品和研发条件好的产业(2.3节)。要想根据这三条选择标准做出改善,就应当为创新政策开辟道路。

科学是一个经济实体技术绩效的基础,在新技术开发中发挥着越来越重要的作用。一方面,科学研究的成果增加了现实中创新的可能性,另一方面,公共科学研究是某些核心领域的技术先锋。德国科学家的研究受到高度评价,但他们对世界科学的贡献正在减少。从某种程度上说,这归因于德国科技体系某些关键领域(与机械工程以及工艺学密切相关)的科学家仍然只在

国内发表文章。他们应当更多地在国际科学共同体内发表他们的研究成果(3.1节)。

全球化的另一个表现是德国企业正越来越多地从国外市场获取创新动力(3.3节)。当考察德国面向国际市场的专利申请(“美、日、欧三方专利”,3.2节)动力时,这一情况更加明显。技术发明是从科学、研究和试验开发中获得面向市场的成果的第一信号。专利应当得到保护从而使发明者可以从技术发明中获得适当的经济收入。德国在国际专利市场中的优势地位说明德国是世界范围内重要的创新型国家之一(3.3节)。此外,这还受到国内市场动力的微弱影响,企业不得不面向国外市场(4.1节)。从这个角度讲,德国创新体系可以被划为(出口)市场导向型。

德国的发明结构反映了其技术焦点:在高技术领域位于前列,但是在前沿技术领域排位很低。与前沿技术紧密联系的小而高度专业化的出口型经济实体——例如北欧和瑞士,还有日本——都表现出对发明的高度保护。然而,2000年以来ICT及其相关分支学科研发的急剧减少为那些没有任何替代技术路径的国家带来了很多问题(3.2节)。德国在高新技术领域的优势地位与中小型企业创新过程(3.3节)及申请专利中占有很高的比例有关。

新产品与新工艺是商业领域创新活动的产出。中小企业集中地参与创新过程,几乎没有别的国家与此类似。在R&D活动以及商业领域的每一个分支,特别是工艺设计领域,也是如此。在服务业以及电子业相关领域,这种情况不是很明显。与其他国家相比,德国经济能够从创新活动中获得更高的经济收益,例如商品与服务的组合曾经更新得非常快(大量新产品投入市场)。但是,在过去十年,德国的创新动力停滞,许多企业放弃创新活动,只是最近才重新开始(3.3节)。此外,技术密集型行业缺乏“新鲜血液”的现状日趋明显(4.2节)。

在创新活动密集而多样化的经济实体中,企业不可避免地会遇到阻碍。与其他国家相比,这一点在德国的创新导向型商业部门中更加常见(3.3节)。在2000年——从创新的角度来说标志着一个“繁荣年”——报告指出技术人员的缺乏是最主要的瓶颈。这预示着未来:由于高技术人员的必然缺乏,一股强劲的创新势头将不可避免地受到技术工人缺乏的限制(5.1节,5.2节,5.3节)。

高技术人员,特别是受过理论培训的自然科学家和工程师,构成了技

术导向型创业企业的资源库。这种“自下而上的结构变化”是更新和现代化行业经济结构，以及将新知识从科学研究转化为创新产品与服务的最重要的因素之一。在研发密集型和知识密集型经济领域，德国的确表现出可以与其他大国抗衡的企业创建率。但是，从所有企业的股票份额来看，企业再生率是很低的。此外，创业的动力在减弱。在研发密集型制造业，全球都呈现出这种趋势，是结构变化向服务业倾斜这一长期趋势的另外一种表现。但是在知识密集型服务业，德国已经在创业方面明显超过了许多国家(4.2节)。

交叉学科技术或者通用前沿技术能够为经济结构以及发展动力带来意义重大而先进的成果。以点带面，这也解释了IC技术在德国的传播。与生物技术或纳米技术相似，ICT的传播能够产生多样的新产品和有效的生产工艺。与此同时，还伴随着对企业（内部）结构以及经济主体之间传统关系的强烈冲击。ICT的广泛使用据称与生产力的巨大提高密切相关。全球范围内电子商务的迅猛发展就是一个例子。得益于企业之间的紧密联系，德国在这一领域参与得十分广泛(4.3节)。但是在其他所有ICT指标中，德国却几乎都位于中间位置，并且多还没有启动快速追赶计划。具有代表性的是，那些位于前列的经济实体在其他指标中也处于领先地位（如，2.2节R&D或5.1节教育与资格水平）。这些经济实体来自北美、北欧以及瑞士。

德国无法迅速追赶的部分原因在于IC相关技术的基础设施（宽带、电缆、通用移动通信系统）落后于许多国家。此外，公共领域ICT的利用应当进一步加强，为政府鼓励新技术向私人领域扩散起到带头作用。加强教育及工人培训对经济领域内ICT的快速传播十分必要。

考察一个经济实体技术绩效的标准是国际绩效、生产结构以及就业。最重要的是，它必须在研发以及知识密集型商品与服务的国际市场上证明自己。国际贸易流动通过将德国与其他竞争对手进行直接对比来揭示德国的地位。

按照这些标准，德国展现出两面性：一方面显示出有利的行业模式。特别是在制造业，大部分高技术领域十分突出，知识密集型服务业的比例达到平均水平。然而，还存在两个问题：第一，德国对世界前沿技术产品的贡献很低。第二，国内市场缺乏宏观经济动力。而国际市场的情况相反：一股持续的出口动力减少了因国内市场虚弱而导致的调整压力。另一

方面,研发密集型商品的专业化程度明显降低,德国的比较优势正逐渐消失(4.1节)。

教育是一个经济实体技术绩效的基础。经济结构的变化(4.1节)以及创新的压力使得对高技术人员的需求不断增加。“知识经济”尤其需要自然科学家和工程师以及他们的技术创新能力。这一趋势对每一个国家都适用,并且一些国家比德国更好地满足了这种需求(5.1节)。在欧洲,教育政策的另一个压力来自人口统计学:在(不久的)将来,许多高技术人员将因为年老而离开劳动力市场。他们将被替代,但是没有足够的后备人员来满足信息与知识经济对自然科学家和工程师的需求。在德国,这一缺口是过去25年犹豫不决的教育政策所导致的(5.4节)。我们不得不面临技术人员的缺乏(5.1节)。

德国在高技术领域的结构优势表现在劳动力的资格水平方面:德国在中等教育上显示出技术优势,这得益于以雇主和政府的共同努力为基础的职业教育与教育培训并存的“双元体系”。十年前,对现代化的需求日趋明显,特别在技术职业领域引起了谨慎而广泛的改革进程。因而,该体系似乎更好地满足了商业领域迅速增长的技术需求。但是,知识需求进一步增长,尤其是在新的、现代化的技术职业领域。因此,该体系正越来越积极地争取那些有资格接受大学教育的年轻人。最近,培训地点缺乏、教育成本高的严重问题显现出来,特别是在技术职业教育领域。正如其他大多数情况一样,许多企业的行为只关注短期未来。这将成为德国中间行业技术基础的一个威胁(5.2节)。

德国双元体系的不利发展及前景并没有因为高等教育的相应扩张而得到弥补。“知识经济”是以受过理论培训的人员为基础的,与其他国家相比,如今德国的教育体系没有提供足够的有资格接受高等教育的毕业生(5.3节),这无疑是一个劣势。在每个教育等级,德国工人的教育和资格培训都必须加强(5.4节)。从技术绩效的观点来看,存在一个明显的偏向:在德国,只有千分之七的年轻人获得自然科学或工科的大学文凭,而在其他许多国家,这一比例是德国的两倍多。年轻人对科学和工程学科的兴趣正大大降低(5.3节)。

总体上,德国高等教育没有足够的学生,大多数学习课程没有得到有效开展,因而耗时长且费用高。政府对高等教育的投资不足(5.4节)。大学