

生产网络与区域创新论丛

丛书主编 曾 刚



本书基于创新活动网络化趋势、地区竞争与创新提升、产业集聚与企业结网等理论视角，对光电子产业创新网络的构建与演化进行阐释。同时，分析了不同的外部环境、技术特点和网络中介发展策略的创新网络结构差异。

光电子产业创新网络的 构建与演化研究

Construction and evolution of the photonics industry innovation network

王 灏 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

生产网络与区域创新论丛

丛书主编 曾 刚

光电子产业创新网络的 构建与演化研究

王 灏 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

光电子产业创新网络的构建与演化研究/王灏著.
—北京: 经济科学出版社, 2015. 1
(生产网络与区域创新论丛)

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5410 - 8

I. ①光… II. ①王… III. ①光电子产业 - 研究
IV. ①F407.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 008828 号

责任编辑: 王长廷 刘 莎

责任校对: 杨晓莹

责任印制: 邱 天

光电子产业创新网络的构建与演化研究

王 灏 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京密兴印刷厂印装

710 × 1000 16 开 14 印张 250000 字

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5410 - 8 定价: 56.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

总 序

2011年，美国著名经济学家杰里米·里夫金（Jeremy Rifkin）在其著作《第三次工业革命》中提到第三次工业革命的特征及对生产生活的重大影响。2012年4月，英国《经济学人》杂志刊发的《制造：第三次工业革命》对生产方式的变革进行了详细的阐述。随着云计算技术、通信技术的革命性突破，原材料、劳动力、资金等生产成本因子不再是决定区域国际竞争力的关键因子，而知识、信息和人才等创新因子地位快速跃升，传统生产区位被区域创新系统所超越。福特制生产方式在很大程度上已被柔性生产方式所取代，通畅、高效的网络成为企业获取知识和信息的重要来源，区内创新网络合作成为区域提升核心竞争力的重要途径。第三次产业革命极大地改变了人类的生产和生活方式。彼得·迪肯（Peter Dicken）在其著作《全球性转变》中描述全球化与地方化的关系时指出：“全球化并非某种不可避免的终结状态，而是一组复杂、不确定的过程，很不均衡地发生在时空之中。由于这些过程，世界不同部分相互关系的本质和程度一直处于变动之中。”因此，生产网络的知识、人才、信息等创新要素的区域流动过程及其与区域创新系统的相互作用关系，也就成为社会各界特别是与区域经济有关的科研、管理、经营人员非常关注的问题。

受第三次工业革命的影响，全球化和地方化这两种力量交互作用，塑造了全球经济格局。在高度全球化的世界里，经济马赛克相互依赖、共同发展。自20世纪80年代以来，区域经济学家、经济地理学家对全球经济网络、地方内生发展进行了深入研究，出现了曼彻斯特学派（代表人物为 Peter Dicken 等）、集群战略学派（代表人物为 Michael Porter 等）、加州学派（代表人物为 Allen Scott 等）、欧洲创新环境学派（代表人物为 Philip Cooke 等）、关系经济学派（代表人物为 Harald Bathelt 等）。回眸域内，改革开放以来，我国经济取得了举世瞩目的成就，国际影响力快速上升，研究中国经济发展问题的论文著作同步大幅增加，“中国热”正在升温。然而，尽管国内学术界已经基本完成了对西方学者研究成果的翻译引进，部分学者特别是部分海外华人学者已经开始结合中国国情、中国案例对西方学者的观点进行商榷讨论，但跟随、附庸西方主流区域经济学、经济地理学理论的风气并未

根本改变,与“中国学”兴起的时代要求和发展趋势有一段不短的距离。事实上,由于我国文化传统、政治制度、市场环境、发展水平与西方有很大的不同,中国经济发展之路、中国经济活动的目标、空间过程、组织、机理必然会呈现一些新的规律,迫切需要我们紧密结合中国国情,关注新时期全球经济网络联系的新特点,开展深入的实证分析和系统的理论创新,为“中国学派”的创立和发展贡献自己的力量。

华东师范大学人文经济地理学发展历史悠久。其发端始于1953年浙江大学地理学整建制迁入华东师范大学之际。20世纪80年代初,华东师范大学人文地理学被批准为我国第一批博士点和硕士点,成为国内第一批开展区域经济学、人文地理学高层人才培养的单位。2007年,华东师范大学人文地理学科被批准为国家重点学科和上海市重点学科,成为国家一级重点学科地理学的核心力量。拥有教育部人文社会科学重点研究基地华东师范大学中国现代城市研究中心、教育部战略研究基地华东师范大学科技创新与发展战略研究中心、上海发展战略研究所华东师范大学俞立中工作室等3个省部级研究基地,成为国内最重要的人文经济地理研究基地之一。不仅拥有胡焕庸、李春芬、程潞、杨万钟等一批国内外知名的人文经济地理前辈,而且拥有刘君德、曾刚、杜德斌、宁越敏、谷人旭、吴永兴、丁金宏等一大批在国内外人文和经济地理学界有重要影响的当代学者,在经济地理与区域创新、城市地理与城市经济、世界地理与跨国公司、政治地理与行政区划、人口地理与城乡关系等领域,取得了一批具有重要影响的创新性研究成果。

本套丛书秉承理论创新与案例剖析相结合、全球态势与中国特色相结合、理论继承与理论创新相结合的原则,从网络权力、技术扩散、全球生产网络、区域创新系统、产业集群等视角出发,系统地论述了全球生产网络与区域创新发展、企业区位与产业集群演化、区域创新管理和区域创新环境建设之间的关系,不仅为海内外经济学、地理学、管理学、政治学等学科领域的研究人员提供参考,同时也为从事区域创新和企业管理的相关政府工作人员、企业家、行业协会工作人员提供借鉴。然而,由于主客观条件的制约,本套丛书必然存在一些问题,欢迎读者批评指正。

在本套丛书的撰写、出版过程中,国内外学术界同仁、相关政府管理人员、企业家给予了大力支持,经济科学出版社的王长廷主任,袁激、刘莎等编辑为本套丛书的顺利出版付出了艰辛的劳动,特此致谢!

华东师范大学终身教授、城市与区域规划研究院院长 曾刚

2012年12月于华东师大丽娃河畔

前

言

为了实现中国经济崛起的目标，必须改变我国高技术产业整体竞争力偏低的状态。光电子产业是新兴的高新技术产业部门，具有技术水平高、市场规模大、对国家核心竞争力提升贡献大的特点。由于光电子产业发展的“门槛”条件相对较高，因而其在全球范围内的分布呈现出非均衡格局。因此，分析和把握发达国家光电子企业创新网络特征和演变规律，对于促进我国高新技术产业的健康发展、丰富我国经济地理学研究内容均具有十分重要的意义。

笔者在德国国家研究基金（DFG）项目“新兴经济体的知识吸收和国际竞争力研究——以中国光电子产业为例”（62201094）、中国国家自然科学基金项目“社会文化环境差异对上海地区中德企业网络构建的影响”（40371033）、国家留学基金项目“中德激光产业集群与创新网络研究”（2007u32111）的支持下，通过广泛搜集文献资料，并在中德两地开展实地调研，对德国以及我国上海市光电子产业创新网络的形成、发展演化进行了较为系统的研究。

光电子产业是高技术产业中最具有技术和产业融合力的产业。光电子产业创新网络是一定地域范围内的企业及相关机构（大学/科研机构、中介机构、地方政府等）在特定的地域社会文化环境下，通过彼此间的沟通与交流，建立起来的相对稳定的、能够促进光电子产业集聚区内部创新的、正式或非正式联系的总和。光电子产业网络中的核心节点是企业 and 大学/科研机构，构成了创新价值链条的主要环节。互补的技术资源和商业资源是光电子产业节点创新结网

生产网络与区域创新论丛

的基础。企业与企业之间 (a)、企业与大学/科研机构之间 (b)、企业与中介组织 (c)、企业与政府部门 (d) 之间均可以形成网络关系。关系 a、b 是形成网络的基础, 关系 c、d 构建的最终目的是为了促使前两种关系的形成。在高技术产业内部结网的初期, 关系 c、d 可以成为推动关系 a、b 形成的桥梁和媒介。光电子产业中介组织的桥梁和媒介的作用在于增加“强联系”种类和范围, 增强网络密度。

光电子产业创新网络的特征可以使用中心性、中介性、接近中心性和网络密度等指标进行衡量。平均路径长度、聚类系数和度的分布等复杂网络概念可以用来描述高技术产业创新网络的属性。研究表明, 光电子产业创新网络在发展过程中具有小世界效应, 节点分布服从幂度分布的特征。网络发展具有非均衡性的特征, 新节点进入网络有“择优选择”的倾向。培育网络中的核心节点十分重要。光电子产业网络具有多种形态, 按照联系的紧密程度谱系可以细分出许多具体形式。战略联盟、合作研发和人员流动是其中最基本的三种形态, 且在网络发展不同的阶段出现的几率不同。

光电子产业创新网络的演化可以分为萌芽、成长、稳定和分化四个阶段。这四个阶段是理论演绎的结果, 实证研究中可能无法寻找到有关演化全过程的数据。演化具有阶段性的内涵与特征的差异。任何网络的形成绝非偶然, 然而在初期往往有一两家行业主导企业(研究机构), 依照其拥有的资源形成了控制和推动网络形成的能力。网络的成长与演化过程中会不断有新节点的进入和旧节点的退出。合作密度不断增强的创新网络将促进新产品的退出和企业创新能力的提升, 并不断增加占据高端技术开发环节的可能性。

缺乏核心节点的产业区域在结网能力上较低, 从而影响该区域光电子产业竞争力的提升。政府部门有意识地培养核心节点的结网行为有助于提升地区高技术产业的整体创新能力。随着国民经济结构的不断调整, 高技术产业正在不断成为发达国家制造业和服务业的主流。发达国家在 20 世纪的领先主要体现在石油化工、机械电子、汽车制造、微电子产业等方面, 21 世纪则将在生物医药、新材

料技术、光电子产业等方面继续保持优势。光电子产业是 21 世纪重要的高技术产业，其在信息、通讯、照明、能源、材料加工、工业生产、航空航天、生命科学、国防等领域的多方位应用具有其他产业无法比拟的战略意义。西方国家在 21 世纪的开端凭借微电子时代的技术优势率先在光电子时代到来时获得了主动。学习发达国家的高技术产业发展经验和思路成为发展中国家的重要课题。

平板显示技术先进的日本和韩国、激光加工技术和测量传感技术先进的德国依然通过国家意志强化和保持其技术的先进性。相比之下，我国的光电子产业政策则显得过于侧重市场规模大的平板显示和光通信产业，对具有前瞻性的光电子产业门类重视不够。在光电子世纪到来的时候，德国并没有也无法去发展市场巨大但已经被日美企业抢占技术上游的平板显示产业（LCD、PDP）等领域。德国依靠自身在光学和机械制造业方面的优势，结合激光技术的应用来发展测量、激光加工、传感、精密仪器、医疗设备等领域及光机电一体化产品，并且积极发展自身具有部分优势的半导体照明产业，以及光伏产业、生物光电等具有广阔前景但技术垄断程度较低的产业。德国光电子技术与产业在其国内的分布并不均衡。巴伐利亚州、图林根州、柏林市—勃兰登堡州和下萨克森州在德国国内的光电子产业发展中具有突出的特点，并光电子技术和教育中同样十分出色。巴伐利亚州具有较强的工业基础，慕尼黑、纽伦堡和埃尔朗根形成了包括光电子产业在内的高技术产业投资吸引力。图林根州的耶拿和下萨克森州的哥廷根都具有悠久的光学设备历史，也因此而逐步发展起了蔡司这样的企业。下萨克森州的两个激光中心则在产业网络构建中起到了突出作用。柏林市—勃兰登堡州的光电子产业发展中则是大量的研究机构集中于较小的空间范围内，继而发挥了技术高地的作用。

在已有的技术优势基础上，德国各州的光电子网络建设进入了有组织进行的阶段。包括欧盟、德国联邦政府、各州政府和地方政府在内的各级政府和跨政府组织在光电子技术和产业的对接与联系中起到了至关重要的桥梁作用。这些部门凭借强大的财政支持，通

生产网络与区域创新论丛

过实施资助科研合作、资助网络组织建设等方式来发挥政府的桥梁作用。尤其是在网络组织建设方面,不但有针对产业集群建设的网络,而且有针对性光电子产业建设的网络。目前,德国各州的光电子产业创新网络体现出不同的结构特征:图林根州基于卡尔·蔡司集团的发展和转变形成了密集的关系网络。卡尔·蔡司公司、耶拿光电公司和耶拿光电研究所具有非常高的中心性;柏林市-勃兰登堡州为数众多的研究机构构成了该州网络的核心节点,光电网络组织则发挥了较强的组织和桥梁作用。巴伐利亚州的跨国企业成为推动该州创新网络发展的核心节点,欧斯朗在被调查的企业中表现出了很高的中心性。巴伐利亚州良好的工业基础和浓厚的商业氛围提高了大企业网络的自我中心性特征,但网络中介组织在该州的作用不如其他州突出。下萨克森州的两个激光中心表现出了极高的中心性,也同时表明了该州光电子产业创新网络中其他节点较低的外部影响力和内部依赖性。在缺乏更多调研资料的北莱茵-威斯特法伦州和巴登符腾堡州表现出了较强的跨州影响力。这些州所拥有的重要企业和科研机构在全国的网络中同样扮演了重要角色。

我国的光电子科研与产业创新网络的构建相对薄弱。我国光电子技术力量主要依靠中科院系统和高校系统。技术分布区域以北京、武汉、上海、长春、西安、成都、广州等地科研院所为主。然而,除了武汉·中国光谷实现了比较紧密的“科研+企业”的创新结构之外,其他地方的创新网络建设均相对分散,核心节点功能不突出。科研机构与衍生企业所形成的网络对于当地产业发展的影响力不足。

我国光电子产业发展的战略采取多头并进的策略,重点发展了市场潜力大的光显示(LCD+PDP+LED)、LED照明、光通讯;技术影响力大的激光技术等领域。然而,这些领域的许多技术上游环节已经被西方国家的大型企业占据。我国的科研机构和企业只是在某些技术环节取得了零散的突破,创新活动整体处于被动地位。上海市的科研力量与产业重点也存在着不一致的情况。科研机构只在局部地区或局部领域产生一定的影响力。重点产业投资领域如LCD面板制造、LED照明和光纤、光缆与光器件领域中,获得本地科研

机构支持的典型区域是位于嘉定的上海光机所及其衍生企业产业园区，但其影响力有限。LCD 领域的上广电 - NEC、剑腾、天马；LED 领域的蓝光、蓝宝、华刚等企业借助的支柱技术力量也是来自国外或者国内外省市。本地的科研机构更多处于技术网络的边缘。

上海市具有中国最开放和较成熟的市场氛围，具有国内密集度很高的科技机构。改革开放为上海市积累了较为雄厚的财力基础，并形成了国内高技术人才的吸聚力。上海市的光电子产业发展氛围与德国巴伐利亚州光电子产业氛围比较接近，均具有网络开放性的特征。上海市缺乏像德国图林根州那样的光电子产业传统，但具有像上海光机所这种类似于汉诺威激光中心的技术机构。上海市具有国内较强的技术机构和教育基础，加快确定和培育自身的技术优势领域并使之成为未来创新网络核心节点十分必要。

王 激

2015 年 1 月于河南财经政法大学

目 录

第一章 光电子产业及其研究价值	1
第一节 光电子产业发展现状	2
第二节 光电子技术与光电子产业	4
第三节 光电子产业研究基本思路	8
第二章 创新网络理论	13
第一节 创新网络概念	13
第二节 创新活动的网络化趋势	23
第三节 地区竞争力与创新活动的关系	38
第四节 产业集聚与企业结网	41
第五节 创新与网络的有关研究	47
第六节 创新与网络研究的理论评述	60
第三章 创新网络的构建与演化机理	63
第一节 创新网络的要素构成	63
第二节 创新网络的结构特征指标与拓扑图示	71
第三节 影响网络结构与演化的因素	82
第四节 创新网络的构建机制	86
第五节 创新网络演化的基本机制	89
第四章 光电子产业创新网络的构建与演化	97
第一节 全球光电子产业的市场格局	98

2 ▶▶▶ 光电子产业创新网络的构建与演化研究

第二节	全球光电子产业的空间分布	102
第三节	光电子产业创新网络的基本形态	103
第四节	光电子产业创新网络的结构与演化	114
第五章	德国光电子产业创新网络的构建与演化	121
第一节	德国光电子科学技术与产业概览	122
第二节	德国光电子产业创新网络构建的影响因素	130
第三节	德国光电子产业创新网络的基本构成与特征	143
第四节	德国光电子产业创新网络的演化过程与动力机制	159
第五节	经验总结	166
第六章	构建中国的光电子产业创新网络	
——基于上海的经验		169
第一节	中国光电子技术与产业背景	169
第二节	上海市光电子技术机构与企业	175
第三节	上海光电子技术与产业创新网络链接	178
附录		186
附录 1	中国激光与光电子相关技术国家实验室和国家 重点实验室列表	186
附录 2	激光加工产业简况	188
参考文献		191
后记		210

第一章

光电子产业及其研究价值

“经济增长的终极源泉只有三个，……投入的简单增长、技术进步和制度创新。第一种增长源泉受到禀赋的限制，无法持续。技术进步和制度创新则是更有效的两种增长途径。……”（文贯中，2005）

高技术产业是 21 世纪国家和地区竞争力的重要体现。“正如 20 世纪最重要的技术突破是电子的应用，21 世纪将非常可能是光子的世纪”（Photonics21，2006）。光电子产业既是高技术产业的重要组成部分，又对国民经济的众多产业门类具有重大影响，对经济发展和产业升级具有战略意义。光电子产业的发展中，各种创新行为和成果是支持产业发展的源泉。光电子产业的技术复杂性导致创新活动大多无法由单个企业独立完成，创新的合作特征和网络特性十分明显。本书主旨在于探讨光电子产业创新网络的特征和内在运行机理，并试图阐释其对于国家和地区产业发展的促进作用。

光电子产业涉及我国战略新兴产业的多个部门，地位与作用至关重要。然而我国与发达国家之间在光电子产业领域中优势与劣势互现。如果单纯表述为存在差距的话，既不具体也不全面。然而毋庸置疑，发达国家的光电子产业具有更多优势技术和领域。研究它们的经验与做法，对于解释区域产业的差异，促进我国光电子产业和国民经济结构升级，促进地方与国家的产业竞争力提升均至关重要。

理论研究表明，专注人的关系的传统经济地理学在 20 世纪末经历了区域尺度、企业组织和思维方法的变化（李小建等，2006）。区域增长、区域化与区域发展、全球化与地方化的研究成为经济地理学的主题（顾朝林等，2002）。斯托普尔（Storper）将 20 世纪 80 年代对区域生产体系的研究分为三个学派：弹性专业化学派、加州外部经济学派和技术学派，但认为这三个学派的争论并无法完全解释区域增长差异的问题，对于区域文化和社会结构的解读更有助于解决这个争论（转引自顾朝林等，2002）。光电子产业的创新网络是

技术进步和制度、文化创新相结合的产物,是研究促进产业的技术能力发挥和内生化的重要视角,也是进行经济地理学实证研究的重要内容。

第一节 光电子产业发展现状

一、中国经济崛起与光电子产业的地区差异

自 20 世纪 90 年代以来,亚洲经济的不断崛起为世界经济发展注入了活力。包括中国在内的许多亚洲新兴经济体与老牌亚洲经济强国日本共同推动了融汇亚洲、欧洲和美国的全球经济发展。2011 年,中国国内生产总值(GDP)达到 7.4 万亿美元,仅落后于美国,居全球第二位。2008 年的美国次贷危机和 2011 年的欧债危机洗礼使全球经济愈发呈现出息息相关的特征。同时,全球化经济发展和地方化产业集聚成为了两个共同存在的趋势。一方面,各个国家和地区之间的经济联系日益紧密,贸易、投资、技术、人员和信息往来频繁;另一方面,各个国家和地区之间所存在的经济基础、政治文化环境和科技实力的差异又使得各地之间形成了形态不同的经济景观:亚洲的新兴工业化国家成为了全球的制造业中心,而欧、美、日、澳则成为全球最大的消费地;在向亚洲输出资本和技术的同时,发达国家同时积极发展包括高科技产业研发和生产、传统产业技术升级等高附加值的产业或产业环节,并不断通过控制产业结构升级的步伐来维持其产业在全球的整体竞争优势。

高技术产业发展表现为高技术产业自身的发展以及高技术传统产业中不断增加的应用。自 2000 年起,中国的高技术产业总体保持了平稳增长的势头。截至 2006 年,中国高技术产业增加值占全国 GDP 总值的 4.6%,占制造业增加值比重的 11.5%。同期,美国和德国高技术产业增加值占各自国家制造业增加值的比重分别为 16.7% 和 12.4%。然而,按照每单位产值的增加值所计算的增加值率比较中,中国只有 23.9%,而德国和美国均超过了 40%,日本和英国也超过了 38%^①。总体上,中国高技术产业在全球多领域高技术产业分工中扮演加工工厂的角色,并具备“高出货值、低增加值”的特征。

在中国高技术产业的整体背景下,中国光电子产业同样不具备“高收益”

^① 数据来源:中国高技术产业数据, <http://www.sts.org.cn/sjkl/gjscy/data2008/2008-1.htm>, 2008。(2009-3-2)。

的特征。产业与本土技术关联度低,外资及其技术依赖严重。这些状况表明我国光电子产业研发(R&D)投入虽然不断增加,科技环境不断改善,但产业整体国际竞争力仍然有限。我国企业相当程度上依然是国外资本和技术创新体系中的配角。相对封闭的技术渠道和高筑的技术壁垒、跨国公司的全球战略、发展中国家的技术崛起战略形成了一个复杂的博弈格局,构建了光电子产业的全球分布区位。以业内具有代表性的半导体照明产业(LED Lighting)为例,该产业包括了外延片—芯片—封装—应用等生产环节。在这些环节中,从外延到封装,企业生产所需要的技术水平和资本量逐步降低。日、美、德等国家拥有产业上游的外延片和芯片技术的几乎所有专利,我国大陆地区和台湾地区2006年在这两个生产环节拥有的专利数量不足3%(陈阳,2007)。截至2008年底,国内总共有约4 000家LED相关企业,总的专利拥有量(包括外围非核心专利)尚不足全球的2%(文尚胜,2010)。总体上,大陆地区的LED产业仍然以封装环节为主,在整个产业分工中处于价值链的低端。

二、光电子产业的技术流动与技术合作

在高技术产业中,技术在不同主体间的流动与扩散是产业发展的必然现象。随着全球经济合作和高技术产业集群(集聚)在中国的增加,包含技术流动和技术合作的高技术产业集群内部主体以及产业集群外部主体间不同类型的产业技术联系逐渐增多。如果采用网络术语进行描述的话,这些高技术产业集群犹如一群群的网络节点,构成了全球高技术企业的技术和市场关系网络的基础。按照不同的关联方式,这些网络可以划分为贸易关联和非贸易关联,也可以划分为技术关联和非技术关联。

以计算机和微电子技术为主导的第三次技术革命推动了传统产业升级和新产业的诞生。光电子技术作为微电子技术的升级,将延续其在第二次世界大战后对产业发展的广泛促进作用。光电子产业所具备的技术创新交叉融合程度不断提升的特征,客观上将导致技术关联的跨地区和跨组织网络构建(NRC, 1998; Hassink & Wood, 1998; National Research Council, 1998, Hendry et al., 1999, 2000, 2003; Grupp H., 2000; 刘颂豪, 2000; Mathieu et al., 2004; Frietscha R. & Grupp H., 2006; Buenstorf G., 2007)。

各国光电子企业与科研机构之间的合作和竞争中,创新活动的成效是决定其结果的最重要指针。光电子技术的复杂性和融合性特征导致创新活动的开展需要借助外部组织、环境以及促进创新的各种合作关系。知识和技术是创新活

动的客体,知识复杂程度的不断增加和产品生命周期的不断缩短客观促进了创新网络的产生与发展。各种跨组织、跨机构的合作论文、合作专利、学术和战略讨论会、合同研发、人员流动、战略联盟等不断涌现,并日益成为推动技术流动和技术合作的重要方式。

第二节 光电子技术与光电子产业

一、光电子技术

光子学 (photonics) 自诞生至今的历史也不过四十余年。光子学的出现是涉及光子的多学科综合的结果,光学、材料科学、电子工程、纳米技术、物理和化学等学科都在其中发挥着作用。法国科学家皮埃尔·艾格林 (Pierre Aigrain) 对于光子学有着精彩的描述:“光子学是关于光子及其应用的科学,它包含了光的产生、光的探测、光的导向、光的控制、光的激发等的研究。”

在这个以光子学的产生与发展为基础而形成的技术和相关产业中,存在一系列需要加以区别的概念。光电子技术最早可以追溯到 17 世纪。远镜和显微镜的发明与应用使几何光学获得了重大发展。光电子学 (光子学) 的产生迄今有四十余年的历史,光子的发现和激光、存储和显示产业巨大市场潜力的使得该技术迅速推广。

光学 (optics) 是物理学的一个分支,描述光的特性以及光与物质相互作用的科学。传统上,光学主要集中于可见光的研究。光电子学 (Optoelectronics, Optical Technologies) 和光子学 (Photonics) 几乎可以视作同一个研究领域不同表达,而光子学的概念如上所述。光电子学的研究可以按照光子所具备的两个基本属性分为信息光电子学和能量光电子学。

按照学科出现的顺序和相关技术的差异可以看到这些概念的区别和联系。光学出现的较早,其技术应用的产品主要是各种镜片、棱镜以及相应的成品如望远镜、显微镜、照相机镜头等。光电子学则涵盖了多种现代技术,产生时间相对较晚,相应的技术应用则覆盖面很广 (见图 1-1)。激光学 (Laser) 可以看作光电子学内部的一个重要分支,主要研究光的激发领域。其应用涵盖了很多光电技术领域,并以能量光电子为主。

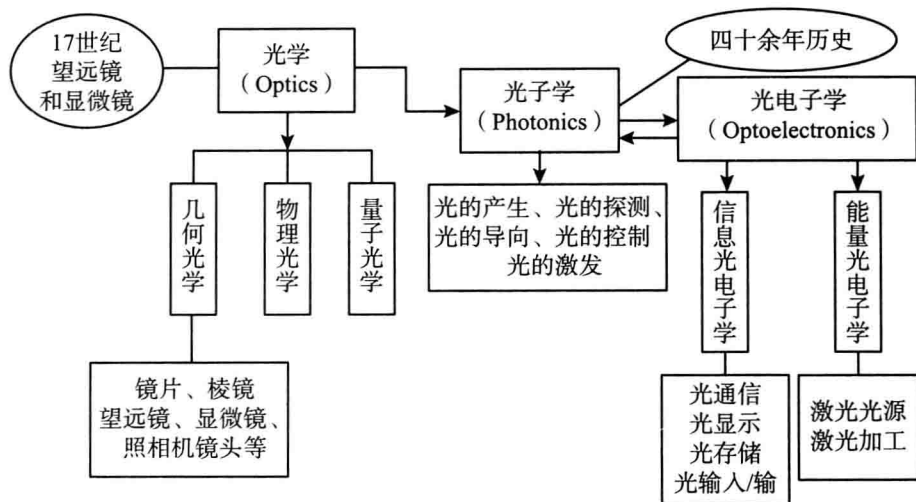


图 1-1 光电子科学、技术与产业发展脉络

资料来源：综合有关材料自绘。

光电子术语中英文对照详见表 1-1。

表 1-1 光电子术语中英文对照

英文	<i>Optics</i>	<i>Optoelectronics, Optical Technologies, Photonics</i>	<i>Info - Optoelectronics Energy - Optoelectronics</i>	<i>Laser</i>
中文	光学	光电子学、光子学	信息光电子学 能量光电子学	激光学

资料来源：根据有关材料自制。

光电子技术存在一些鲜明的特征。第一，光电子技术具有“技术融合特征”（Hendry C. et al., 1999）。对于这个特征，儿玉（Kodama, 1995）有着精彩的描述：“光电子技术集众多基础科学为一身，包括了传统光学、凝聚态物理、材料科学和信息科学等领域，结果使得相应产业很大程度上依赖于科学研究以及相应的商业转换能力和技术集成能力。”

第二，激光技术是光电子技术的基础，在光电子技术和产业中具有广泛的应用。干福熹（2001）指出：“虽然光电子领域中激光技术对重大科学实验、对国防建设、对推动高技术的发展是十分重要的，但激光技术产业本身并不大，不能同光通信、光存储、光电显示等民用为主的（信息）光电子产业相比”。

第三，光电子技术具有精密、准确、快速、高效等特点。它有助于全面提高工业产品的高、精、尖加工水平，并大幅度提高附加值及竞争能力（刘颂豪，2000）。