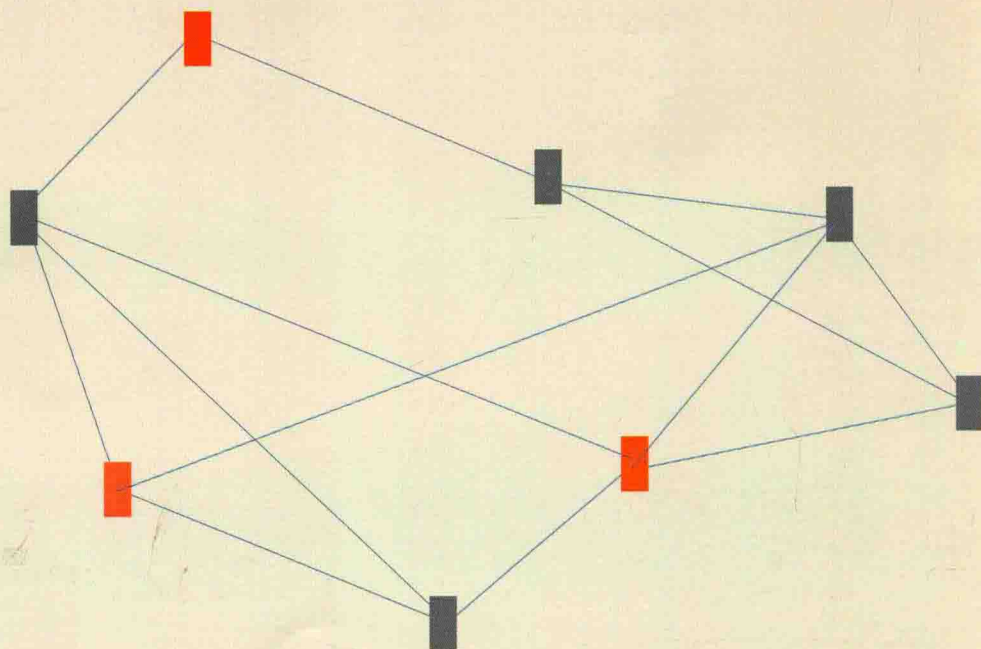


# IGBT器件产业化 路线图研究

——基于路线图理论的分析

郁洪良 李跃水 杨旭 著  
白继彬 赵善麒



科学出版社

# IGBT 器件产业化路线图研究

——基于路线图理论的分析

郁洪良 李跃水 白继彬 著  
赵善麒 杨旭

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书结合路线图理论和方法,对如何推进我国 IGBT 器件产业化进行探索性分析。

本书共 6 章。第 1 章在概括性介绍技术路线图一般理论和方法的基础上,提出制定我国 IGBT 器件产业化路线图的目标和主要方法。第 2 章在电力电子产业的背景下分析 IGBT 器件产业的总体特征,目的是为路线图建立一个分析框架。第 3 章以 IGBT 产业一般性分析为基础,重点讨论我国 IGBT 器件产业化现状以及面临的挑战和机遇,明确我国产业化需要解决的重大问题和基本条件。第 4 章探讨我国 IGBT 产业化的总体设计思路,具体包括产业化的指导思想、发展原则、发展目标-能力-任务、总体布局 and 重点领域。第 5 章给出了我国 IGBT 器件产业化路线图。第 6 章主要分析我国 IGBT 器件产业化的主要保障措施。

本书可作为参与我国电力电子产业政策制定的政府工作人员、IGBT 器件企业的工程技术人员和有关经济管理人员、银行及风险投资部门的决策者,以及从事路线图理论和方法研究的科研人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

IGBT 器件产业化路线图研究:基于路线图理论的分析/郁洪良等著.  
—北京:科学出版社,2014.12  
ISBN 978-7-03-042539-3

I. ①I… II. ①郁… III. ①绝缘栅场效应晶体管-产业化发展-研究  
IV. ①F407.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 268474 号

责任编辑:童安齐 / 责任校对:王万红

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014 年 12 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2014 年 12 月第一次印刷 印张: 8 3/4

字数: 160 000

定价: 60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(双青))

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本著作得到了“江苏高校优势学科建设工程”项目、教育部“十二五”专业综合改革试点项目金融学、江苏省“十二五”高等学校重点专业金融学类专业(苏教高〔2012〕23号)、江苏高校哲学社会科学重点研究基地“南京审计学院金融风险管理中心”的资助。

## 前 言

本书结合路线图理论和方法,对如何推进我国绝缘栅双极型晶体管(insulated gate bipolar transistor,IGBT)器件产业化进行了探索性分析。

IGBT 是新型电力半导体器件的平台器件。采用 IGBT 器件进行功率变换,能够提高用电效率,改善用电质量。我国 IGBT 产业化对缓解我国经济发展面临的能源、资源、环境等压力,加快转变经济增长方式,促进信息化带动工业化,推动我国低碳经济发展,有着纲举目张的重要作用。我国对高压 IGBT 器件的需求巨大,但到目前为止主要依赖进口,这成为我国经济安全的一个重大潜在威胁。毫无疑问,IGBT 产业化能够提高我国经济的安全系数。

2009 年,国家科技支撑计划重点项目“电力电子关键器件及重大装备研制”的专家组为了促进该项目中“新型电力电子器件及电力电子集成技术”课题成果的产业化,加快我国 IGBT 产业化进程,建议研究“我国 IGBT 器件产业化发展路线图”(以下简称“路线图”),供国家相关决策部门和投资方参考。为此,西安电力电子技术研究所、江苏宏微科技股份有限公司、西安交通大学、西安理工大学和南京审计学院共同组成了“路线图”课题组(以下简称“课题组”),并邀请国内一些著名电力电子专家和经济金融学家组成了一个专家委员会。在专家委员会的指导下,课题组从 2009~2011 年对“路线图”进行了研究。课题组的研究成果为本书奠定了基础。由于当时受研究的特定目的、完成时间以及信息收集等多种因素制约,业内许多专家的洞见没有充分反映在“路线图”中,课题组本身也有不少想法未仔细梳理。特别是 2011 年以来,国际 IGBT 器件产业和我国 IGBT 器件产业化有了许多新进展。因此,在某种意义上,本书是用路线图理论和方法、根据国内外 IGBT 器件产业的新实践,对“路线图”的一个后续性探讨。

我们认为,我国 IGBT 产业化的关键就是把 IGBT 技术自主创新和国内 IGBT 器件市场需求有效对接。有效对接必须是“基于能力”而不是简单地“基于资源”。因此,我们必须着力提高我国 IGBT 产业化能力,主要包括技术创新能力、规模生产能力、商业化能力和产业整合能力。IGBT 产业化存在着很大的不确定性。不确定性越大,产业化能力提升就越重要。概括而言,我国必须通过着力提高产业化能力实现 IGBT 技术自主创新和国内 IGBT 器件市场需求的有效对接。这是贯穿本书的思想主线。

产业化是技术、市场和资本有机结合,因此 IGBT 器件产业化路线图涉及的范围非常广泛。为了保持本书总体思路的清晰同时不遗漏必需的背景知识和重要观点,我们在本书主要“专栏”来平衡两者。专栏围绕我国 IGBT 器件产业化路线,涉

及技术、产业、经济、金融等诸多方面,增加了本书结构的弹性。

本书的出版,我们首先要十分感谢国家科技支撑计划重点项目科技部“电力电子关键器件及重大装备研制”课题专家组的北京交通大学贾利民教授、浙江大学徐德鸿教授、清华大学姜齐荣教授,是他们提出研究我国 IGBT 器件产业化路线图的建议。我们诚挚地感谢西安交通大学王兆安教授,西安电力电子技术研究所的陆剑秋教授、薛斌教授、张立高级工程师、白杰高级工程师以及耿涛工程师,中国科学院电工研究所李耀华研究员,江苏宏微科技股份有限公司王晓宝教授、刘利峰教授和戚丽娜高级工程师等,他们给予的大量弥足珍贵的指导和帮助,加深了我们对电力电子技术和 IGBT 器件产业化的认识。我们还要感谢南京审计学院张维教授、卢亚娟教授、王家华教授,他们为本书的出版创造了宝贵条件;感谢南京审计学院吴学军副教授、臧展副教授、奚媛媛讲师,他们为本书做了大量的调查和资料整理工作;感谢南京审计学院陆凯旋教授为本书所做的 IGBT 器件节能减排效果的数据分析和丁元一博士翻译的日文资料。我们也感谢南京审计学院杨岷同学为本书收集、整理的资料。

我们要特别感谢“路线图”专家委员会的专家,他们是:浙江大学汪矧生院士、成都电子科技大学陈星弼院士、清华大学韩英铎院士、上海大学陈伯时教授、中国电工技术学会周鹤良教授、北京仪椿树整流器有限责任公司黄耀先教授、西安工程大学高勇教授、北京冶金自动化研究院李崇坚教授、复旦大学石磊教授、江苏省社会科学院葛守昆研究员、中国建设银行郭世坤研究员、南京大学李心丹教授。他们对我国 IGBT 器件产业化的深刻洞见,对本书总体思路的确立起到了关键性的指导作用。如果说本书能够对如何实现我国 IGBT 器件产业化提出一些启发性见解,那么主要得益于各位学者专家的引领;如果本书还存在某些疏漏和偏差,则应归于我们对他们的深刻见解还领悟得不够。

本书作者是一个“特殊的组合”:白继彬、赵善麒和杨旭是电力电子方面的专家学者,郁洪良和李跃水的研究领域则是金融和项目管理。这种组合基于这样一个理念,即产业化不能单靠技术研发,需要不同学科知识相互协调和有机结合,才能把技术投入转化为经济产出。本书写作由郁洪良牵头,总体结构和核心观点由全体作者共同商定。本书的技术内容由白继彬、赵善麒和杨旭主审,非技术内容由郁洪良和李跃水主审。第 1、2 章由郁洪良执笔,第 3~6 章由李跃水执笔,最后由郁洪良负责统稿。李跃水还承担了本书全部的图表编制工作。

我们希望本书能“抛砖引玉”,促进更多人关心我国 IGBT 器件产业化,为我国 IGBT 器件产业化献计献策。

南京审计学院 郁洪良

2014 年 8 月 20 日

于南京中山门下

# 目 录

## 前言

|       |                                |     |
|-------|--------------------------------|-----|
| 第 1 章 | 路线图的理论方法和我国 IGBT 器件产业化 .....   | 1   |
| 1.1   | 路线图概论 .....                    | 1   |
| 1.2   | 产业化和产业化路线图 .....               | 15  |
| 1.3   | 我国 IGBT 器件产业化路线图的目标和定位 .....   | 20  |
| 1.4   | 路线图的范围 .....                   | 22  |
| 1.5   | 制定路线图的主要方法和技术路线 .....          | 23  |
| 第 2 章 | 电力电子产业和 IGBT 器件产业 .....        | 25  |
| 2.1   | 电力电子产业 .....                   | 25  |
| 2.2   | 现代电力电子技术的主导器件——IGBT .....      | 33  |
| 2.3   | IGBT 器件产业概况 .....              | 44  |
| 第 3 章 | 我国 IGBT 器件产业化现状和面临的形势 .....    | 54  |
| 3.1   | 发展状况 .....                     | 54  |
| 3.2   | 存在问题 .....                     | 61  |
| 3.3   | 面临的形势和我国 IGBT 企业 SWOT 分析 ..... | 69  |
| 第 4 章 | 我国 IGBT 器件产业化总体设计思路 .....      | 77  |
| 4.1   | 指导思想 .....                     | 77  |
| 4.2   | 发展原则 .....                     | 77  |
| 4.3   | 产业化目标、能力和任务 .....              | 78  |
| 4.4   | 总体布局 .....                     | 84  |
| 4.5   | 重点领域和优先主题 .....                | 87  |
| 第 5 章 | 我国 IGBT 器件产业化路线图 .....         | 93  |
| 5.1   | IGBT 器件产业化的分类路线图 .....         | 93  |
| 5.2   | 我国 IGBT 器件产业化总体路线图 .....       | 95  |
| 5.3   | 我国 IGBT 器件产业化进程中的标志性事件 .....   | 102 |
| 第 6 章 | 我国 IGBT 器件产业化保障措施 .....        | 106 |
| 6.1   | 加强 IGBT 器件产业化的宏观引导 .....       | 106 |
| 6.2   | 以实现 IGBT 器件产业化为目标加大投入 .....    | 110 |
| 6.3   | 大力推动以“提高产业化能力”为核心的资源整合 .....   | 112 |
| 6.4   | 建立健全对产业化过程的金融支持机制 .....        | 115 |

---

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 6.5 强化自主创新及产业化能力建设 .....   | 117 |
| 6.6 努力营造良好的舆论氛围和社会规范 ..... | 117 |
| 附录 .....                   | 119 |
| 附录 1 IGBT 对节能减排的影响估算 ..... | 119 |
| 附录 2 国际主要 IGBT 器件企业 .....  | 121 |
| 主要参考文献 .....               | 127 |

# 第 1 章 路线图的理论方法和我国 IGBT 器件产业化

路线图理论和方法为优化我国 IGBT 产业化路线图提供了重要工具。本章首先概括性地介绍路线图理论和方法,然后讨论制定我国 IGBT 器件产业化路线图的目标和主要方法。

## 1.1 路线图概论

我们使用路线图的理论和方法之前,首先要对路线图理论和方法进行总体性分析。

### 1.1.1 路线图产生和发展

根据相关文献记载,美国汽车企业为降低成本要求供应商提供他们产品的技术路线图,导致技术路线图(technology roadmapping, TRM)的产生。曾任摩托罗拉公司首席执行官的罗伯特·加尔文(Robert Calvin)被认为是技术路线图真正的奠基人。20 世纪 70 年代,罗伯特·加尔文为鼓励业务经理适当地关注未来技术,并为他们提供一个预测未来技术发展趋势的工具,在全公司范围内发起了一场技术路线图的绘制行动。早期的摩托罗拉公司技术路线图大致分为两种:一种是新兴技术路线图,是专家小组用以跟踪某个单项技术的共识。另一种是产品技术路线图,它并非是一张图,而是一组编辑文件,为一个部门或一个运作小组提供关于产业链过去、现在、未来的完整图景<sup>1</sup>。

虽然罗伯特·加尔文是技术路线图的奠基人,但“技术路线图”这一说法首次出现在 1987 年威尔亚德(Willyard)和麦克莱利(McClees)合作发表的《摩托罗拉技术路线图过程》(*Motorola's Technology Roadmap Process*)的论文中。之后,技术路线图在欧洲、美国得到迅速扩散。英国石油公司(BP)和飞利浦公司(PHILIPS)分别于 1995 年和 1996 年引入了技术路线图。1997 年,欧洲工业研究管理协会(EIRMA)引入被称为 8 阶段的技术路线图项目管理过程。25 个主要的欧洲企业成立了一个 EIRMA 工作组,分享彼此绘制技术路线图的经验。在美国,朗讯(Lucent)、惠普(Hewlett-Packard)以及大量的汽车制造商制定路线图的实践

---

1 参见: 罗伯特·哈尔,克莱尔·法鲁克,戴维·普罗伯特. 技术路线图——规划成功之路[M]. 北京:清华大学出版社,2007.

大大拓展了摩托罗拉的原创。

之后,技术路线图的应用领域不断地从企业到行业,进而发展到国家的各个领域,并得到不断完善(图 1-1)。在企业层面,到 20 世纪末 21 世纪初,美国以技术创新为中心的大型公司基本上都有了自己的技术路线图。2002 年在英国调查了 2000 家制造型公司,大概有 10% 的公司(主要是大公司)已经应用技术路线图,而且其中 80% 以上的公司用了不止一次<sup>2</sup>。在行业层面,美国半导体行业(SIA)的技术路线图是行业技术路线图的起源和旗帜,现在已演变为国际半导体产业技术路线图。到 1999 年,美国至少制定了 25 个产业技术路线图,涉及半导体产业、铝产

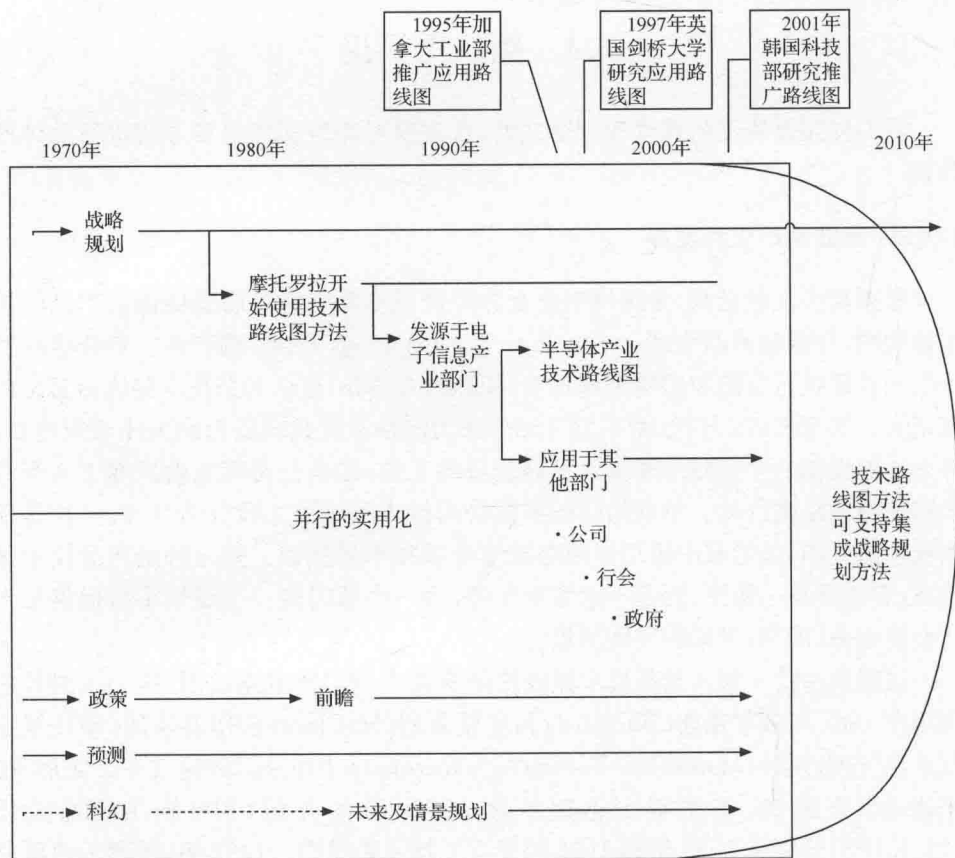


图 1-1 技术路线图的演进过程

(资料来源: 剑桥大学制造学院技术管理中心, 2004)

2 参见: Farrukh J. et al. Industrial practice in technology planning —implications for a useful tool catalogue for technology management[C]. Proceedings of the PICMET'01, Portland, 2001.

业、林木产业和纸产品产业等<sup>3</sup>。在国家层面,1990年以来,美国有超过200个政府策动的国家技术路线图。美国军方对技术路线图也表现出极大兴趣。1998年,美国海军的一个研究小组召开了一次产业技术路线图的研讨会,在军事背景下研究了技术路线图。随后的实践证明,技术路线图对美国制定信息时代美军的转型计划起到了重要的方法论作用<sup>4</sup>。加拿大1995年首次引进技术路线图。2002年,韩国按照“国家目标—战略产品—关键技术”的思路制定了国家技术路线图,提出了到2012年韩国科技发展的5个构想和13个发展方向,以及实现这些构想所需的49个战略产品和需要开发的99项关键技术,并据此制定了国家层次的研发计划。进入21世纪后,技术路线图也得到了我国政府科技部门的重视(专栏1-1)。

### 专栏 1-1 我国制定产业化路线图的实践

进入新世纪后,我国政府科技部门也积极尝试使用技术路线图这一新兴管理工具进行产业层面的技术规划。广东省科技厅自2004年以来积极探索产业技术路线图的理论和方法,将产业技术路线图的制定有机嵌入到科技创新平台的管理实践中。到2009年,绘制了广东省绿色无铅产业、铝产业、食品安全检测与评价产业、工业产品环境适应性产业和陶瓷产业等5个产业技术路线图,并开始在相关行业实施使用。2008年6月,湖北省正式启动“湖北省产业技术路线图”研究,研究涉及汽车零部件、中小科技企业成长、光伏产业、生物医药产业、氟化工、加工装备制造业、光通信产业、重点污染行业节能减排等8个产业领域。同时,湖南省也启动了再生铝、城市轨道交通、纳米生物、建筑节能、电动汽车等产业的技术路线图制定。

2006~2007年,国家科技部借鉴国外氢能产业技术路线图的方法,制定了我国氢能技术路线图,对我国氢能产业的市场研究与发展进行了预测。2007年,国家科技部组织有关专家首次开展了我国国家技术路线图研究。该研究以落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》的战略任务为重点,按照“国家目标—战略任务—关键技术—发展重点”的分析框架,首先分析了我国经济社会发展需求,从“解决经济社会发展重大瓶颈制约、提高农业综合生产能力、增强重点产业核心竞争力、抢占前沿技术制高点、提高人民生活质量”等5个方面凝练出未来10~15年我国科技发展的30项战略任务;同时在技术预测基础上,选择出90项国家关键技术及其286个技术发展重点;明确每项战略任务的发展重点、优先顺序、实现时间和发展路径等<sup>5</sup>。2008年4月,国家科技部

3 参见:曾路,孙永明. 产业技术路线图原理与制定[M]. 广州:华南理工大学出版社,2007:5,6.

4 参见:David S Alberts. 信息时代美军的转型计划——打造21世纪的军队[M]. 李耐和,等译. 北京:国防工业出版社,2011.

5 参见人民政协网:王茜娟. 技术路线图:让发展思路更清晰,2008-6-26.

和国家发改委等部门合作,共同研究制定我国能源发展的技术路线图。

中国科学院在 2009~2011 年先后正式发布了我国到 2050 年重大科技发展的系列化路线图:

- 中国至 2050 年生态与环境科技发展路线图。
- 中国至 2050 年空间科技发展路线图。
- 中国至 2050 年人口健康科技发展路线图。
- 中国至 2050 年水资源领域科技发展路线图。
- 中国至 2050 年油气资源科技发展路线图。
- 中国至 2050 年生物质资源科技发展路线图。
- 中国至 2050 年矿产资源科技发展路线图。
- 中国至 2050 年信息科技发展路线图。
- 中国至 2050 年纳米科技发展路线图。
- 中国至 2050 年先进制造科技发展路线图。
- 中国至 2050 年农业科技领域发展路线图。
- 中国至 2050 年海洋科技发展路线图。
- 中国至 2050 年先进材料科技发展路线图。
- 中国至 2050 年能源科技发展路线图。
- 中国至 2050 年重大科技基础设施发展路线图。
- 中国至 2050 年重大交叉前沿科技领域发展路线图。
- 中国至 2050 年区域科技发展路线图。

此外,一些行业学会也开展了制定技术路线图的工作,例如中国机械工程学会 2011 年制定了中国机械工程技术路线图。

总体看,我国制定路线图的主体是政府科技管理部门和科技部门,企业制定的路线图至今基本上是空白,以行业组织为主体的产业技术路线图非常少。路线图的重点在国家重大技术发展,如中国科学院制定的路线图;或者是产业升级换代的技术发展,如地方政府科技管理部门制定的路线图。

(资料来源:国家技术前瞻研究组.关于编制国家技术路线图推进《规划纲要》实施的建议[J].新华文摘,2008,13;刘鲲.技术路线图和“十二五”科技发展规划[J].中国高新技术企业,2010,21:89-93;中国至 2050 年科技发展路线图——创新 2050:科学技术与中国的未来[N].中国科学院战略研究系列报告摘登.科学时报,2009-6-11)

1.1.2 路线图的定义和作用

尽管技术路线图的实践已经有近 40 年了,但是关于技术路线图的定义并没有统一,主要原因是路线图的制定者有着不同的视角和经验。技术路线图的代表性定义可用表 1-1 概括。

表 1-1 技术路线图的定义

| 国家及地区 | 定义描述                                                                                                                              | 侧重点                                                          |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 美国    | 技术路线图是对某一特定领域未来发展的看法。该看法集中了集体智慧和最显著技术变化驾驭者的看法,一般是采用绘图的形式表达出来的,可成为这一领域可能发展方向的一个详细目录(Robert Galvin)                                 | 强调结果——技术路线图包含了技术发展的方向                                        |
| 英国    | 技术路线图是利益相关者关于如何达到未来前景的看法,以及对达到目标途径的看法。就像地图一样,描述的是从一个地方到另一个地方的路径。技术路线图的目的是帮助这个群体确信其能力是能在合适的时候达到某个目标(David Probert)                 | 强调过程——技术路线图的制定过程是利益相关者达成共识的过程                                |
| 加拿大   | 技术路线图是一个过程工具,用以帮助识别行业/部门/公司未来成功所需的关键技术,以及获得执行和发展这些技术所需的项目或步骤                                                                      | 两者都强调是过程工具,是在 20 世纪 90 年代中后期才引进的,其注重产品技术路线图,即把产品的内容和技术的发展相联系 |
| 澳大利亚  | 技术路线图作为一个全面的工具,能帮助公司更好地理解市场和做出见多识广的技术投资决策。它是一个规划过程:由行家领导帮助公司识别未来的市场产品和服务需求,并评估和选择技术来满足其需求                                         |                                                              |
| 中国台湾  | 技术路线图是未来发展愿景图,它结合了知识、理想,企业、政府资源,相关投资及控管流程。技术路线图对于产业的技术需求提供了确认、评估及选择策略的技术方案,借以达到技术发展的目的。整体而言,技术路线图是针对某一特定领域,集合众人意见对重要变动因素所做的未来愿景规划 | 强调结果                                                         |

资料来源:谈毅,李雪风. 基于技术路线图的产业创新模式初探[J]. 中国科技论坛,2005(6):22-26.

相关文献通过案例或文献综述的方式对技术路线图的作用进行了研究,主要的研究列示在表 1-2 中。在不同的层面上,技术路线图的作用存在一定的差异:

表 1-2 技术路线图作用的研究

| 研究者                      | 技术路线图主要作用                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Garcia & Bray<br>(1997)  | 识别能满足产品绩效目标的关键技术和必须填补的技术缺口；<br>通过协调公司内或战略联盟成员间的研究活动以发现充分利用 R&D 投资价值的途径 |
| Stopper<br>(2002)        | 帮助企业进行有效的知识管理；<br>聚焦于关键业务目标、问题和战略；<br>增加持续创新的能力；<br>重视愿景和核心竞争力         |
| Albright<br>(2003)       | 可为单个决策提供更多的信息支持；<br>可协调整个公司的决策；<br>可通过对多个技术路线图分析找出所需的共用技术              |
| Phaal et al.<br>(2001)   | 有助于企业的投资决策过程；<br>协调多种技术的发展                                             |
| Probert et al.<br>(2003) | 以“系统观”来分析技术变化；<br>多学科跨功能协作,能为整个组织提供一个全面指导                              |
| Rinne(2004)              | 分析了技术路线图对虚拟创新的作用；<br>强调客户在技术设计阶段的介入,由此提出创新/技术选择架构                      |

资料来源：谈毅,全允桓,李雪凤. 基于技术路线图的产业创新模式：一个选择性评述[J]. 研究与发展管理,2007(4):23-30.

在企业层面上,技术路线图通过和公司战略规划及业务发展框架匹配,注重识别企业的技术鸿沟并找到发展机会,因此企业层面的技术路线图一般都描绘技术、研发活动、市场、产品之间的相互关系以及这些关系如何随着时间而变化。企业层面技术路线图的主要作用是<sup>6</sup>：

- 使企业能够在不断变化的商业环境中关注更长远的顾客需求。
- 能够分清项目优先级,把最好的资源分配到好的研发项目上,从而提高资源配置的有效性,实现公司价值最大化。
- 更好地协调研发活动和投资活动,发挥投资的杠杆效应,使企业能够通过投资实现根本性创新从而建立新的竞争优势;通过对技术需求更深入的理解从而减少技术投资的风险;通过提高投资决策水平使得股东获得更大回报。
- 把关键的战略规划信息用易懂的方式传达给各利益相关者。

6 参见：刘鲲. 技术路线图和“十二五”科技发展规划[J]. 中国高新技术企业,2010(21):89-93.

在行业层面,技术路线图主要是识别行业技术的优先顺序,使行业内外的各企业能够追求更加有利的合作,致力于共同的技术问题,其作用主要是:

- 识别和说明。通过识别行业所处经济、社会、环境的变化和市场驱动因素,达到市场需求所必需的软硬技术以及相关技术的发展情况等,说明技术应用并获得进入市场的机会。
- 促进和推动。提高行业研究和应用新技术的能力,并促进合作研发;通过证明、评估和执行新技术,推动行业需求的技术突破。
- 沟通和共识。以行业技术路线图作为行业各相关利益者之间沟通的平台,使各方在共同的愿景、共享行业战略等方面达成共识,促进技术合作、转移和扩散。

在国家层面,技术路线图的主要作用是<sup>7</sup>:

- 更好地识别主要的技术创新项目的优先顺序。
- 发现并有效解决关键的非技术障碍。
- 能提高宏观经济各产业部门间的技术转移。
- 识别并合理分担公共项目中的成本,例如,政府和市场之间的成本分担。
- 识别科学知识基础方面现有的国家能力和鸿沟,识别关键的启动技术。
- 着重于国家专长的领域,或制约社会经济发展的重大瓶颈领域。
- 引导投资,避免重复投资和浪费资源。

尽管人们对技术路线图的定义和作用存在许多不同看法,但是,技术路线图已经是公认的技术经营和研究开发的基本工具之一。本书把路线图视为一种灵活的、结构化和可视化的前瞻性方法,其基本作用是根据内外部环境变动和未来需求,并以组织(政府、产业或企业)的战略总方针为基准确定有条理的行动,而所谓“有条理的行动”就是相互协调的、为支持战略总方针顺利执行的若干步骤。

### 1.1.3 路线图的类型

在目前的技术路线图研究文献中,通常从路线图达到的目标、表示格式和制定主体三个维度对技术路线图进行划分<sup>8</sup>:

- 达到的目标维度。
  - 产品规划:如何将计划的技术和产品开发联系起来。
  - 服务/能力规划:如何将组织能力变成连接技术和业务(不是产品)的桥梁。

<sup>7</sup> 参见:刘鲲鹏. 技术路线图和“十二五”科技发展规划[J]. 中国高新技术企业, 2010(21):89-93.

<sup>8</sup> 这部分分析思路主要来自于:曾路,孙永明. 产业技术路线图原理与制定[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2007:13-25;罗伯特·哈尔,等. 技术路线图——规划成功之路[M]. 苏竣,等译. 北京:清华大学出版社, 2009:44.

- 战略规划:对战略进行评估,通过未来前景与目前形势的比较来发现差距,并探索适当的战略来弥补这种差距。
- 长期规划:识别潜在的破坏性技术和市场,用于支持长期规划。
- 知识产权规划:如何将知识产权管理计划与企业的目标协调一致。
- 项目规划:注重战略的实施,而且与项目规划形成比较直接的关联。
- 过程规划:强调某一特定的过程领域,如新产品开发。
- 综合规划,如何对各类技术进行整合与演变。
- 表示格式的维度。
  - 多层次型,这是由一系列层次如技术、产品、市场等表示的技术路线图。这种技术路线图可以用来研究每一个层次内部的演变以及各层次之间的相互依赖,它有助于促进技术与产品、服务和商业系统的整合。
  - 条形型,即技术路线图的每个层次或子层次用一组条形图表示。这种图的优点是可以简化和统一所需的结论。
  - 表格型,即用表格来表示整个技术路线图或技术路线图中的各个层次,通常是按时间顺序,从产品和性能角度列表。
  - 图解型,技术路线图在产品或技术绩效可以量化的情况下,就可以用简单的图来表示。
  - 绘画型,有些技术路线图利用比较有创造性的绘画(例如树状图)来交流技术整合情况和计划。
  - 流程图,这是技术路线图的一种特殊类型,它一般通过流程图把目标、行动和结果联系起来。
  - 单层次型,这种类型的技术路线图的重点是突出多层次路线图中某一个层次。
  - 文本型,即主要用文字描述的技术路线图。

在实践中,一个技术路线图的格式可能会包括上述多种格式类型,因而形成混合型技术路线图,而且上述格式并非是不可能格式的全部。

- 制定主体维度。
  - 政府绘制的技术路线图。
  - 产业绘制的技术路线图。
  - 企业绘制的技术路线图。

将技术路线图的目标和制定格式两个维度结合起来,我们可以用图 1-2 来归纳技术路线图的类型。进一步说,路线图的类型确定取决于路线图制定者的既定目标,以及在路线图制定流程中用于沟通信息的图表格式<sup>9</sup>。

---

<sup>9</sup> 参见:罗伯特·哈尔,等. 技术路线图——规划成功之路[M]. 苏竣,等译. 北京:清华大学出版社, 2009:42.

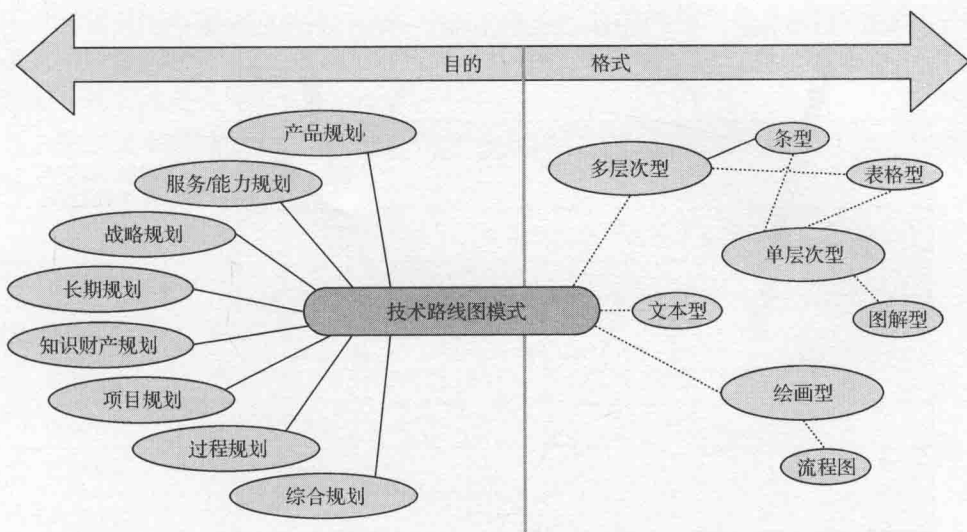


图 1-2 技术路线图模式

(资料来源: Phaai R, et al. T-plan: The Fast Start to Technology Roadmapping  
Planning Your Route to Success, 2006.)

#### 1.1.4 路线图的基本结构

合理地设定路线图的框架结构非常重要。技术路线图框架(图 1-3)包括过程(时间维度)和层次(结构)两个基本维度:

● 过程。这是指从起点到终点的过程,包括三个基本问题:

- 终点:我们要到哪里去?
- 起点:我们现在处于何种状态?
- 起点到终点:我们如何达到目的?

过程或时间的选择范围取决于组织的性质和路线图的目标。连接过程中每一个节点的各种业务活动是使路线图成为战略规划强大辅助工具的关键。

● 层次。这是对过程中三个基本问题的具体展开:

- 市场:我们期望的市场是什么? 我们现在的市场状况如何? 我们如何才能实现期望的市场?
- 产品:我们期望的市场需要什么产品? 我们现在能够提供什么产品? 我们如何提供市场期望的产品?
- 技术:提供市场期望的产品需要什么技术? 我们现在有什么技术? 我们需要研发哪些技术才能提供市场期望的产品?