



BOSHI WENKU
〔管理学·创新创业〕

复杂技术学习和追赶 ——以中国通信设备制造业为例

FUZA JISHU XUEXI HE ZHUIGAN
YI ZHONGGUO TONGXINSHEBEI
ZHIZAOYE WEILI

杨志刚 著

知识产权出版社



BOSHI WENKU
[管理学·创新创业]

复杂技术学习和追赶 ——以中国通信设备制造业为例

FUZA JISHU XUEXI HE ZHUIGAN

YI ZHONGGUO TONGXINSHEBEI
ZHIZAOYE WEILI

杨志刚 著

知识产权出版社

内容提要

本书以 20 世纪 80 年代到 21 世纪初我国通信设备制造业的剧变过程为研究对象, 利用复杂技术学习与追赶的相关理论, 通过程控交换机的发展实例, 揭示了后来企业在产品自主创新过程中实现追赶的成功机制。本书是技术学习理论的延伸, 为自主创新研究开辟了新的思路。本书适合大专院校相关专业广大师生及通信制造业管理者阅读。

责任编辑: 王 俊

装帧设计: SUN 工作室

责任出版: 杨宝林

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂技术学习和追赶: 以中国通信设备制造业为例/
杨志刚著. —北京: 知识产权出版社, 2008. 5
ISBN 978 - 7 - 80247 - 286 - 0

I. 复… II. 杨… III. 通信设备 - 制造业 - 技术
革新 - 研究 - 中国 IV. F426. 63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 060928 号

复杂技术学习和追赶——以中国通信设备制造业为例
杨志刚 著

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

邮 编: 100088

网 址: <http://www.ipph.cn>

邮 箱: hjb@cnipr.com

发行电话: 010 - 82000893 82000860 转 8101

传 真: 010 - 82000893

责编电话: 010 - 8200086 转 8024

责编邮箱: wangjun@cnipr.com

印 刷: 知识产权出版社电子印制中心

经 销: 新华书店及相关销售网点

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

印 张: 7. 125

版 次: 2008 年 5 月第 1 版

印 次: 2008 年 5 月第 1 次印刷

字 数: 176 千字

定 价: 25. 00 元

ISBN 978 - 7 - 80247 - 286 - 0/F. 173

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

序

发展中国家如何能够尽快实现工业化和可持续的经济发展，一直是发展经济学的中心议题之一。后发国家必须通过技术学习提高技术能力，才能实现工业化和保持经济增长，缩小与发达国家的经济差距。这已经成为国际学术界的共识。也只有通过技术学习，创造出经济发展的内生动力，才能实现产业结构的优化升级，保持经济的可持续发展。

近年来，我国在一些产业领域的技术学习中取得了很大突破。但总体来看，取得突破的大多是一些技术较为简单、规模化生产的产业领域，利用劳动力成本优势促成了国际产业转移，而在多数技术比较复杂的领域还有不小的差距，特别是一些重大技术装备还不得不依赖进口，“引进—落后—再引进—再落后”的怪圈也一再出现。装备制造属于复杂技术领域，是代表国家技术水平、关系国家安全、支撑国家经济发展的重要领域。针对这种状况，我国明确提出了振兴装备制造业的战略思路。与技术相对简单的产业不同，许多复杂技术领域是发达国家仍然并力图长期保持竞争优势的领域，缺乏向发展中国家进行产业转移的意愿。如何在这种条件下完成追赶，是我们面临的一个难题。

从产业竞争中“在位者失败”的理论出发，许多学者得到一个影响广泛的推论，追赶者的唯一机会窗口在于产业技术轨道发生重大转变的时候，利用这个机会可以实现跨越式追赶，快速跃进到技术前沿。然而，能够支持这一观点的实践证据却很少。这不得不促使我们反思：原因何在？

我个人认为，纯粹的理论推导存在适用条件的问题，从实践

中观察、寻找到的成功道路，才真正对我们的追赶选择有参考意义。我国通信设备制造业是为数不多实现了成功追赶的复杂技术领域之一。杨志刚博士在清华大学学习期间，非常关注这个行业的发展，收集了大量资料，对行业内的重要企业进行了实地调研，利用各种机会访谈了许多技术专家和业内人士，经过细致观察和潜心思考，最后形成了博士论文。

杨志刚博士的研究表明，国内市场需求为我国通信设备制造业的技术学习和追赶提供了重要的支撑和导向作用。程控交换机的成功为我国通信设备制造业的追赶打开了一扇大门。当本土企业为了更加有效地满足国内市场需求而不断开发出各种衍生产品的时候，其技术能力与市场份额的共同增长才勾画出后来者成功追赶的路径。结合经济学的分析框架，他还挖掘到了市场前景不确定的自噬产品对于在位者与后来者具有不同进入含义的产业竞争规律，进而提出了一条不同于跨越式发展的追赶路线，那就是小步快跑，通过迅速研发出复杂产品系统的衍生产品，抢占局部市场的竞争先机，从而缩小与领先者的技术和市场差距。这一发现不但丰富了现有的技术学习和追赶理论，而且对产业竞争理论也是一个补充，具有一定的学术价值；同时，这个发现也开阔了我们关于自主创新的思路，虽然我们不可能一下子跃进到重大创新的国际前沿，但也不必亦步亦趋地跟在领先者的后面，我们完全可以利用一些非重大创新的机会，另辟蹊径，快速积累起自主创新必需的技术能力与经济实力。

作为杨志刚博士的导师，看到以其博士论文为基础写成的《复杂技术学习和追赶——以中国通信设备制造业为例》即将成书出版，我感到非常高兴。我希望，书中的观点能够给读者带来思考和启示。

吴贵生

2008年1月

前言

当自主创新从民族的自发情结成为国家的战略选择时，客观地分析我们所处的形势、认真地研究我们可行的道路，是实施自主创新战略的必要环节。

只有通过创新，才能实现经济的持续发展和国家竞争力的提高，这是将自主创新上升到国家战略高度的根本原因。技术创新理论认为，技术创新是从产生新产品或新工艺的设想到形成市场应用的完整过程，包括新设想的产生、研究、开发、商业化生产和扩散等一系列活动。其中技术研发只是技术创新的一个环节、而非全部含义。只有经过市场的选择和检验，才能完成真正的创新。

自主创新是国家经济发展到一定阶段、国际技术环境发展变化时的必然选择。自主创新只是强调了自身应做的努力，而不是否认了自己所处的位置。在全球范围内，工业经济时代已经步入成熟期，工业技术日益复杂化和系统化，复杂技术和复杂产品系统在工业经济结构中占据了越来越大的比重。作为全球最大的发展中国家，中国在工业化过程中的追赶地位已是历史决定的事实。信息时代的到来，给后发国家带来了广阔的憧憬。产业技术的剧变和经济社会发展模式的剧变，让许多人联想到了“断裂性”技术创新带来的“在位者失败”，也使许多追赶者梦想着利用这个机会迅速跨越技术鸿沟，一举从技术追随者跃进到世界前沿。

通信设备制造业，既是工业社会中复杂技术的典型代表，也是信息经济时代（后工业化时代）的重要组成部分。20 世纪后半期

以来，一直在处于全球技术创新的焦点当中，从机电技术到电子技术，从固定通信到移动通信，从模拟技术到数字技术，“断裂性”技术创新在这个行业频繁出现，技术轨道几经变化。然而，时至今日，我们发现，在这个行业里占据优势地位的主要还是发达国家的大型企业，从概念原型到技术标准，依然为发达国家的巨头和联盟所把持。后来者并没有从根本上改变自己的追赶地位，追赶的道路依然漫长，经由技术学习实现追赶仍然是众多后发国家取得进步的主要范式。

对于追赶者来说，我们应该清醒地认识到，正如同技术创新不仅仅是研发活动一样，追赶也不仅仅是技术能力的追赶，还包括市场的追赶。这不仅仅是为了在研究上保持语义的一致性，更是现实世界的生存法则。只有在市场竞争中获得优势，技术能力才有进一步提高的物质基础和经济条件。

尽管没有达到理论预支给我们的美好前景，一些中国本土企业的表现还是非常令人振奋的。自从在程控交换机上取得突破以来，通信设备制造业已经成为我国高新技术产业中的一个突出亮点。与一些仅在技术研发方面取得突破的领域不同，我国通信设备制造业的成功追赶不但体现在研发能力的持续提高上，而且体现在市场份额的不断增长上。从完整含义上讲，我国通信设备制造业的经验对后来者如何缩短追赶历程、提高自主创新能力更有启发意义。那么，这个行业的成功追赶究竟是一个历史的偶然，还是蕴涵着某些普适性的规律呢？

本书通过对 20 世纪 80 年代到 21 世纪初我国通信设备制造业剧变过程的观察和研究，来寻求某些规律性的东西。首先，我们对复杂技术与技术学习的相关理论进行回顾，界定了复杂技术学习的基本概念，分析了影响复杂技术学习的主要变量。其次，我们梳理出 20 世纪 80 年代以来中国电信业制度、组织和技术的演变历程，并揭示出后来企业在技术能力和市场地位上超越先行

者的现象。之后，我们用历史研究方法分析了程控交换机的技术学习路径，并用路径依赖的思想分析了企业技术能力差异形成的机制。最后，我们利用博弈论模型加案例研究的方法，研究了后来企业在多样化的产品自主创新过程中利用国内市场成长中的各种机会实现追赶的机制。本书着重关注了中国巨大而多样化的国内市场需求对后来企业进行复杂技术学习和追赶所起的支撑和导向作用。

本书的研究既是技术学习理论的一个延伸，也可以看作是自主创新开辟了一个研究思路。如果书中的观点能对您有所启发，那将是作者最大的成功。疏误不足之处，敬请批评指正。

杨志刚

2008年1月

目 录

序	(1)
前言	(1)
第一章 导论	(1)
1.1 研究背景与意义	(1)
1.2 本书研究内容	(3)
1.3 研究方法	(5)
第二章 复杂技术理论	(8)
2.1 复杂技术研究起源	(8)
2.2 复杂技术基本概念	(10)
2.3 复杂技术创新研究	(19)
2.4 复杂技术研究小结	(27)
第三章 复杂技术学习理论	(30)
3.1 技术学习理论	(30)
3.2 复杂技术学习的基本概念	(50)
3.3 复杂技术学习的影响因素	(63)
3.4 本章小结	(83)
第四章 中国电信业的技术追赶与制度演变	(85)
4.1 中国电信业发展概述	(85)
4.2 中国电信业的产业组织和制度演变	(87)
4.3 中国通信设备制造业的追赶和演变	(96)
4.4 本章小结	(107)
第五章 复杂技术学习过程	(108)
5.1 程控交换机的技术体制	(108)



5.2	程控交换机的技术学习路径	(113)
5.3	技术学习路径比较	(147)
5.4	技术能力差异与路径依赖	(149)
5.5	本章小结	(157)
第六章	复杂技术追赶机制	(158)
6.1	市场激励与追赶	(158)
6.2	后来企业的市场追赶	(159)
6.3	关于后来者取得竞争优势的解释	(165)
6.4	基于学习的博弈模型	(172)
6.5	案例剖析	(178)
6.6	追赶者竞争优势的来源	(191)
6.7	本章小结	(193)
第七章	结论与感悟	(195)
7.1	本书结论	(195)
7.2	研究感悟	(197)
参考文献		(200)
后记		(216)

第一章 导 论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

改革开放以来,我国在一些产业领域的技术学习中取得了很大突破,但总体来看,取得的突破大多是一些技术较为简单、规模化生产的产业领域,通过劳动力成本的比较优势实现了产业技术的转移,提高了自身的技术能力,进而建立了竞争优势。而在多数技术比较复杂的领域并未取得突破,市场急需的许多高技术含量和高附加值的产品,特别是一些关键技术产品和重大技术装备不得不依赖进口。这些产品共同的特征是技术复杂、涉及的知识界面多、单位成本较高,可以称之为复杂技术。

本书之所以对后发国家的复杂技术学习问题进行专门研究,主要有两个原因:第一,提高产业技术水平、实现产业结构升级,是包括我国在内的许多发展中国家目前面临的重要问题,复杂技术领域是产业结构升级的一个重要发展方向;第二,复杂技术具有一些不同于传统的技术简单、规模化生产产品的技术和经济特征,这些特征对后来者的技术学习和追赶造成了更大困难。比如,复杂技术领域是许多发达国家仍然占有并力图长期保持竞争优势的领域,其向后发国家进行技术转移的壁垒较高,这是后发国家进行技术和经济追赶面临的一个共同问题。这些问题是以往的后发国家技术学习研究所不曾强调的。图1-1简要概括了后发国家在复杂技术领域进行技术学习的各阶段可能遇到的困难

和阻碍。



图 1-1 复杂产品系统学习和追赶过程中的障碍

我们希望通过研究一些较为成功的复杂技术的学习经验，探讨如何克服这些困难。具体来说，就是研究后发国家及后来企业如何克服复杂技术学习过程中的困难和障碍，并且建立起企业层次的竞争优势。

1.1.2 研究意义

从理论角度来看，现有的后发国家技术学习理论多是基于对规模化生产的产品行业进行研究而得到的，对如何在复杂技术领域进行学习却很少论及，因此，其对复杂技术学习的指导意义尚不明确。

虽然技术学习的单一线性模式已经受到了许多质疑，缺乏深入的实证研究去支持这种质疑。复杂技术创新的研究已经表明，原有的技术学习线性模式赖以作为理论基础的 A-U 模型未必适用于复杂技术的创新过程，学者们在复杂技术、尤其是复杂产品系统的创新研究方面得出了许多新的结论。这些研究尚未被整合到后发国家技术学习的研究中来。

同时,现有的复杂技术创新研究主要是由欧美等发达国家的学者提出的,实证研究也大多以发达国家的优势产业为依据,不但对复杂技术如何向发展中国家进行转移研究很少,一些学者还将保持发达国家的技术领先优势作为研究课题。探讨后发国家在复杂技术领域进行学习和追赶的问题,将有助于丰富和发展后发国家的技术学习理论。

从追赶实践来看,我国的通信设备制造业是少数技术能力提高较快的复杂技术产业之一。近20年来,不但我国的电信服务业有了巨大发展,而且在一些复杂的电信设备制造领域也取得了很大成就。程控交换机行业的竞争结构经历了从引进技术主导到合资产品主导再到国内自行研发产品主导的变化过程。一些后来的内资企业通过不懈的努力提高了自己的技术能力(尤其是创新能力)和竞争力,在技术能力和行业地位上已经或正在超越先行的合资企业,甚至在一些特定产品领域取得了领先优势,并且正在走出国门与跨国公司争夺国际市场。本研究期望通过对我国通信设备制造业技术学习和追赶过程的研究,探索一些成功的经验,以期对其他复杂技术领域的学习和追赶提供参考。

1.2 本书研究内容

本书主要通过观察中国通信设备制造业的技术学习和追赶实践,研究后发国家在复杂技术领域的技术学习和追赶经验。在理论研究方面,根据技术学习研究传统,基于对复杂技术创新和技术学习理论的研究,发展了复杂技术学习的基本概念和影响因素等内容,作为研究中国通信设备制造业技术学习和追赶问题的基本理论框架。在实证研究方面,首先梳理了中国通信设备制造业进行学习和追赶的制度背景变化,揭示了在技术能力和市场地位上的后来者居上现象,然后围绕两个主要问题展开深入研究:一

是复杂技术学习过程及其对技术能力差异的影响；二是后来者在复杂技术领域实现追赶的机制。

全书共分为七章。各章主要内容如下：

第一章，导论。本章简要介绍了研究的背景和意义、全书的内容结构和研究方法。

第二章，复杂技术理论。借鉴对产业创新特性的研究，分析后来者的技术学习和追赶过程，是技术学习常用的研究思路。本章首先对复杂技术、复杂产品系统的创新特性及管理等相关研究成果进行了总结，作为复杂技术学习研究的理论基础。

第三章，复杂技术学习理论。基于复杂技术创新理论和技术学习研究成果，本章界定了复杂技术学习的基本概念，研究了技术体制、国际技术来源、国内市场需求和竞争、政府干预以及教育、金融等制度因素对复杂技术学习绩效可能产生的重要影响。

第四章，中国电信业的技术追赶与制度演变。本章回顾了中国电信业产业组织、制度机构、技术及市场结构的演变过程，揭示了20世纪80年代以来中国通信设备制造企业技术能力成长的差异，以及在行业地位演变中出现的后来企业超越先行者的现象。

第五章，复杂技术学习过程。本章以中国的程控交换机产业为例，研究了后发国家在复杂技术领域的技术学习路径及技术能力差异的形成机制。该部分研究的重点包括两个方面：一是通过历史维度的案例研究，揭示在复杂技术领域企业技术能力成长路径的多样性；二是借鉴路径依赖的思想，研究市场竞争对于企业技术能力差异形成所起的作用，分析技术能力多样性形成的内在原因。本章分别以上海贝尔、HJD04机、华为和中兴为例，从历史维度研究了中国程控交换机的技术学习过程，揭示了不同企业技术能力提高路径的差异，并尝试用路径依赖的思想对这种差异的形成进行了解释。

第六章，复杂技术追赶机制。本章利用博弈论模型加案例分析的方法，研究了后来者在复杂产品系统领域的追赶机制。通过对中国通信设备制造业的一些追赶实践进行总结归纳，寻求其中的规律，并且借鉴西方学者关于“在位者失败”的研究思路，建立博弈论模型证明本书提出的命题——市场的不确定性对于领先者和后来者在创新竞争中的不同含义，阐明了市场不确定性给追赶者带来的机会，并且用国内通信设备制造企业取得竞争优势的接入网、移动智能网和无线市话产品为例，论述了后来企业通过“小步快跑”实现市场追赶的机制。

第七章，结论和感悟。本章对研究的结论与创新点进行了总结，并探讨了今后的研究方向。

1.3 研究方法

本书的研究主要采用了历史研究和案例研究结合的方法，辅以经济学模型进行理论分析。

历史研究本身就是案例研究的一种，相对于一般的案例研究，它更强调案例的纵向历史维度。以往的技术学习实证研究大多都非常关注案例产业或企业历史维度的考察。但本书除了历史研究之外，还采用了针对具体技术变化和市场竞争的案例研究，以论证我们的观点。

之所以结合运用两种方法，主要原因在于通信设备业的复杂性。我们考察的历史虽不算长（20 世纪 80 年代至今），但在这个时期我国的通信业的技术和行业变迁非常大，对这种变迁有影响的事件非常多。如 Arthur 所说，先前的微小事件可能影响到今后的结果，因此，纯粹的历史研究将是一个非常艰巨的任务。限于个人研究能力和实地调研的困难，无法挖掘出所有重要的历史事件，因此单纯的历史研究可能忽略一些重要事件的影响。



需要指出的是，无论是历史研究还是案例研究，本书所展示的事件都是在作者调研过程中所访谈的企业技术和管理人员以及行业技术专家一再谈到的，因此可以认为是对企业或行业发展有重要影响的事件。基于以上考虑，本书采用了历史研究和案例研究相结合的方法。

本书所采用的历史研究与其他技术学习的历史研究的一个差别在于，对于技术能力提高阶段的划分并不像以往研究那样在时间维度上具有横向一致性。这与我国通信技术学习的实践过程有关，由于不同类型的企业进入时间、进入时的技术来源和知识基础都不一样，因此无法按照传统的技术学习阶段划分方法进行研究。本书的历史研究是以具体企业或具体技术为观察对象，研究相关技术能力的演化过程。

在第六章的市场追赶案例研究当中，本书简化了历史维度的考察，辅之以博弈论模型对案例的解释。哈佛大学的 Ghemawat 在产业竞争博弈研究中就采用了这种博弈论模型加案例分析的研究方法，用理论推演来解释实践中观察到的案例。迄今为止，关于后发国家技术学习和追赶的研究还很少采用这种研究方法。笔者认为，主要原因在于经济学模型的强假设条件与后发国家千差万别的实践活动存在较大差距，尤其是对制度因素的考虑往往在微观经济学和技术学习实践两个不同领域内有不同的认识。但是，市场激励毕竟影响了企业技术学习方向和途径的选择，或者说，后发国家企业技术学习的路径不是任何人能够事先设计好的，而是在不断的市场竞争过程中一步一步走出来的。这也给微观经济学的解释留下了空间，并且，通过这种解释也可能找到一些规律性的东西。当然，模型所需的较强的假设条件是其薄弱之处，尤其在制度因素产生重要影响的时候，微观经济学分析可能难以发挥作用，对企业战略的简化处理也会引起这种争议。

对于企业管理实践，尤其是产品开发决策过程的解释，最有

力的证据莫过于从企业内部——决策者的角度进行直接考察。遗憾的是，由于调研工作的困难，难以接触直接的决策者，因此对上述结论缺乏最有力的证据加以证实。为此，本研究对企业技术开发方向的决策与企业在该产品领域的市场竞争地位的关系进行了先验性假设——假定两者为正相关关系（由于得不到企业内部具体的研发投入数据，因此无法进行统计证明，但定性来看，这种关系是可以成立的，或者至少研发投入是提高市场竞争地位的必要条件）。这样，我们可以从企业的产品竞争表现来判断企业的产品开发投入决策。此外，本研究提出的观点在实地调研和访谈中也得到一些企业主管技术开发的中层管理人员和行业专家的间接证实。

本研究所采用的资料的收集是一个艰苦的工作。主要的资料来源包括以下几个方面：第一，笔者的实地调研。为了完成本研究，笔者对国内通信设备制造业的主要企业——上海贝尔阿尔卡特股份有限公司、北京国际交换系统有限公司（BISC）、深圳中兴通讯有限公司和深圳华为技术有限公司进行了实地调研，对相关技术负责人、市场营销负责人以及一些中层管理人员进行了多次访谈，在此过程中形成了一些初步观点，并且收集了企业内部发行及企业内部网站上的一些技术和管理资料。第二，对了解企业历史和现状的人员的访谈。第三，对行业专家的访谈。由于本研究需要追溯历史，因此了解行业发展，尤其是技术发展历史的专家的知识 and 见解对本书观点的形成和历史事件的把握非常有帮助。第四，公开资料收集。主要包括对企业公开网站、行业（或技术）研究网站、专业报纸期刊、专业书籍中相关资料的收集。第五，二手资料的收集。中国通信业的巨大发展吸引了许多学者的关注，一些学者进行了相关研究，本书借鉴了这些研究的部分资料。