

国家自然科学基金资助项目

电子企业创新的技术轨道

DIANZI QIYE CHUANGXIN DE JISHU GUIDAO

杜跃平 雷家骕 温小霓 著

世界图书出版公司

电子企业创新的技术轨道

杜跃平 雷家骕 温小霓 著

(国家自然科学基金资助项目)

世界图书出版公司

北京·广州·上海·西安

1995

(陕)新登字 014 号

电子企业创新的技术轨道

杜跃平 雷家骥 温小霓 著

李 丹 责任编辑

西安出版公司 出版发行

(西安西木头市 34 号)

各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/32 印张: 7. 字数: 152 千字

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册

ISBN 7—5062—2163—2/TH·2

定价: 7.80 元

序

应该重视电子技术领域企业创新的技术轨道研究

叶丹^①

活跃企业的创新活动是工业化国家极为重视的问题。80年代后期,我国也开始关注技术创新问题。江泽民同志曾经讲到,要建立技术创新机制,促进企业的技术创新。如何有效地促进和实施技术创新,有许多问题需要深入到具体领域进行研究,杜跃平、雷家骕、温小霓等同志所著的《电子企业创新的技术轨道》就此进行了一些有益的探讨。

技术轨道的概念是早是由英国经济学家多西(Dosi)于80年代初提出的。多西认为,某一技术领域若有大的进展,新的技术体系即会形成一种技术范式;若该技术范式较长时期地支配该技术领域的创新主流,则这一范式即形成一条技术轨道,在形成的技术轨道上就会有层出不穷的创新问世。技术轨道的概念反映了创新的技术规律与经济规律。技术创新既不是单纯的研究开发活动,也不是单纯的经济活动,成功的技术创新都是两类努力的有机结合。因此,只有从系统、联系、整体的层次上来认识技术创新的内在规律,才可能理清技术创新的机制问题,进而提出可行的政策与实施思路。从技术轨

^① 国家科委中国科技促进发展研究中心常务副主任、研究员;美国东西方研究中心客座研究员。

道的概念出发来认识、理清技术创新的内在机制,无疑是一种合乎情理的探索。

由于从技术轨道的概念出发来把握技术创新的内在机制注意了从技术、经济诸方面来考虑问题,有可能真正理清创新规律,因此,这类研究是有一定深度的。同时,应该注意到,尽管多西于 80 年代初提出了技术轨道的概念,但技术轨道有哪些特征,怎样来描述技术轨道,怎样来搜索、找到可行的技术轨道,创新者怎样顺轨创新,什么时候该改变本行业、本企业创新的技术轨道,对这些问题多西都没有作出回答。因此,至今为止,关于技术轨道的研究仍然是技术创新研究中的一个前沿性课题。还应该注意,通俗些讲,技术轨道理论要说明的是创新的技术与经济活动有机结合的规律。由于各个技术领域和技术特点不同,因此,这类研究必须结合具体的技术领域进行分门别类的专门的研究。

在众多的技术领域中,电子技术创新的技术轨道最为明显。该技术轨道的延伸经历了电子管、晶体管、多代集成电路等多个阶段。企业顺轨创新和适时改变技术轨道再创新的例子比比皆是。如始建于 1924 年的美国 IBM 公司在计算机技术领域的创新,我国一些导航设备生产企业在军用、民用导航设备方面的创新,都是遵循技术轨道规律实施技术创新的典型案列。遗憾的是,国内外关于电子技术创新的技术轨道的研究十分不够。形成这种格局的原因是:第一,多西等国外学者虽然提出并采用了技术轨道的概念,但还没有具体到各个技术领域来研究创新的技术轨道。第二,研究专门领域的技术轨道(含电子技术创新的技术轨道),需要该领域的专业知识,而多西等国外学者主要是职业的经济学家,缺少专业知识

的技术背景。可以说,《电子企业创新的技术轨道》一书的研究在这方面开了一个好头。

本书具有以下几个特点:第一,具体到一个技术领域来研究创新的技术轨道(电子技术)。第二,将技术领域、行业,企业的技术轨道结合起来进行研究。因为某个技术领域创新的技术轨道首先表现为行业行为,而行业的技术轨道又具体地表现为企业行为。第三,提出了一个合理的分析框架,分析了电子企业技术创新的技术轨道的主要问题。如技术轨道与技术范式;顺轨创新的基本优势;顺轨创新可行路径的约束条件;如何搜索、找到电子技术创新的技术轨道;行业技术轨道的主要因素;企业顺轨创新的目标选择、组织推进与市场开拓;我国电子企业创新的技术轨道的改进。第四,对一些主要问题的研究具有一定的创新性。如关于顺轨创新的基本优势,可能遇到的约束条件;行业技术轨道的形成、延伸与转辙;企业顺轨创新的目标选择、组织推进与市场开拓;中国电子企业创新改进探讨。

当然,本书作者所开展的研究仅是一个开头,关于电子技术创新的技术轨道的研究还有许多工作可做,还需要做更为深入细致的研究。但有一点是值得肯定的,本书的作者毕竟开了一个好头,故我愿与作者共勉。同时,不同技术领域创新的技术经济规律是有差异的,其它技术领域创新的技术轨道也值得研究。作为科技管理研究工作者,我们当共同努力。

1995 年春于北京

目 录

第 1 章	导 论	1
1.1	技术轨道与技术范式	1
1.2	顺轨创新的基本优势	4
第 2 章	技术轨道的数理描述	8
2.1	由新技术系统到技术轨道	8
2.1.1	新技术的发展模型	8
2.1.2	新技术系统的运行轨迹	14
2.1.3	技术轨道的描述	18
2.1.4	技术轨道的特征	20
2.2	企业顺轨创新可行路径的约束因素	21
2.2.1	技术方面的约束	21
2.2.2	企业生产组织特征的约束	22
2.2.3	市场方面的约束	23
2.2.4	资源的约束	25
2.2.5	创新策略的约束	28
2.3	技术轨道的搜索	30
2.3.1	技术轨道的最优解	30
2.3.2	最优轨道的寻找方法 I: 逻辑化程序	31
2.3.3	最优轨道的寻找方法 II: 分析与评价方法	31
2.3.4	最优轨道的寻找方法 III: 非线性规划方法	41
第 3 章	两类产品创新的技术轨道	43

3.1 行业产品创新的技术轨道	43
3.1.1 行业产品创新技术轨道的形成	43
3.1.2 行业技术轨道的延伸	45
3.1.3 行业技术轨道的转辙	48
3.1.4 轨道转辙的意义、问题与有利的转辙	51
3.2 案例 1: 集成电路创新的技术轨道	53
3.2.1 决定元器件产品技术轨道的主要因素	53
3.2.2 集成电路创新的技术轨道的基本特征	55
3.2.3 若干因素是怎样决定集成电路创新的 技术轨道的	57
3.3 案例 2: 微型电子计算机创新的技术轨道	74
3.3.1 决定整机创新技术轨道的主要因素	74
3.3.2 微型计算机创新的技术轨道的基本特征	78
3.3.3 若干因素是怎样决定微型机创新的技术 轨道的	81
第 4 章 企业顺轨创新的目标选择	92
4.1 企业的创新经营能力与创新选择	92
4.1.1 企业的创新管理能力	93
4.1.2 企业的技术创新能力	96
4.1.3 企业的创新资源组织能力	99
4.2 市场结构与企业创新选择	101
4.2.1 市场需求规模和结构	101
4.2.2 市场供求格局与企业创新选择	103
4.2.3 市场竞争格局与创新策略选择	105
4.3 规模经济与企业创新选择	107
4.3.1 规模经济变动与创新目标决策	107

4.3.2	顺轨创新带来企业结构性规模收益提高	109
4.3.3	不同规模企业创新策略选择的基本特征	110
4.4	案例	112
4.4.1	飞利浦公司:顺轨创新的典范	112
4.4.2	日立公司创业的基石:重视技术创新	115
第5章	企业顺轨创新的组织推进	118
5.1	企业技术创新与企业组织形式	118
5.1.1	独资企业与技术创新	118
5.1.2	合伙制企业技术创新	119
5.1.3	公司制企业技术创新	121
5.2	企业顺轨创新的风险控制	123
5.2.1	研究开发阶段的风险弱化	123
5.2.2	商业化阶段的风险弱化	126
5.2.3	市场营销阶段的风险弱化	128
5.3	案例:松下电器公司的特色:创新经营与管理	130
第6章	企业顺轨创新的市场开拓	134
6.1	技术创新成果与创新产品的市场研究	134
6.1.1	R&D项目的市场约束研究	134
6.1.2	创新产品的市场可行性研究	137
6.1.3	创新产品的市场需求预测与投资决策	138
6.2	创新产品的市场进入与市场拓展策略	139
6.2.1	创新产品的市场培育和试销策略	140
6.2.2	创新产品的营销组合策略	141
6.3	案例:IBM成功的秘密:产品为核心的整体创新	146
第7章	创新轨道的迁移转辙	150
7.1	企业创新轨道移辙的触发因素	150

7.1.1	技术推动的触发	150
7.1.2	市场机会的触发	152
7.1.3	外部强制的生产经营变革的触发	153
7.1.4	某些不可抗力迫使企业技术轨道迁移	154
7.2	企业技术轨道迁移的特征和效应	155
7.2.1	企业技术轨道迁移的特征	155
7.2.2	技术轨道迁移的整体创新效应	156
第8章	我国电子企业创新技术轨道的改进	161
8.1	发达国家电子产业顺轨创新的特征与机制	161
8.1.1	电子信息技术产业的发展特征	162
8.1.2	充满活力的机制与有效政策	167
8.2	我国电子信息技术产业创新发展分析	169
8.2.1	产业规模小,产品结构层次低	170
8.2.2	企业组织结构落后,规模经济尚未形成	171
8.2.3	生产技术基础结构和产品技术水平落后	171
8.2.4	技术创新资源配置扭曲,制度创新滞后	173
8.3	改进我国电子企业技术创新的几点建议	175
8.3.1	企业应当重视顺轨创新,以提高技术创新效率	175
8.3.2	企业在技术创新的同时,应当深化营销创新	180
8.3.3	注重技术创新中的组织创新	185
参考文献		199
后记		201

第 1 章

导 论

1.1 技术轨道与技术范式

80 年代以来,人们开始注意到一种事实,即技术创新具有连续性、衍生性。一个企业只要推出一项创新,就会有同一领域的多项创新出现,一个行业只要有一个企业创新,就会有多个企业进行相近的多项创新。只要看看若干企业、技术领域、行业的情况,其创新年表就会展现上述事实。荷兰飞利浦公司即是企业源源推出相关创新的典例。该公司创建于 1891 年,1914 年发明了内置聚光镜的投射灯;1917 年生产了世界上第一只无线电真空管;1922 年发明了第一只 X 光管;1926 年生产了五极真空管;1932 年生产了路灯钨灯;1949 年发明了非金属磁体;1957 年生产了全新的铅光导摄像管;1960 年生产了全新的推基式晶体管;1965 年,全新的电脑电子记忆系统研制成功;1970 年研制了 LOCOS 高密度集成电路生产程序;1972 年,推出光学录相激光视盘技术;1980 年,核磁共振成像系统被应用于医疗诊断仪器里;1986 年,推出了硅电摄影显像管所用的影像感应器;1990 年实现了红绿激光技

术;1991年发明了QL感应照明系统。正是由于这种源源不断的相关创新,在百余年发展过程中,飞利浦公司实现了3000多项专利技术成果,保持了该公司在电子技术领域的创新优势和市场优势,成为世界著名的电子公司。

在日本,音像音响技术领域的持续创新,也是同一技术领域衍生创新频生的典例。1949年,研制出了纸基磁带;1950年,推出了磁带录音机;1952年,生产了一个世界上第一台袖珍晶体管收音机;1961年,研制成功最初的全晶体管录像机,1967年研制了世界上最早的摄像机;其后,首创了集成电路收音机、电子摄影机、超速录像机等。在音像音响领域,仅索尼公司一家,其几乎每年即向市场推出1000多种新产品,韩国轿车工业的发展,则是同一行业企业竞相进行相关创新的典例。如现代公司1988年推出了“奏鸣曲”轿车。起亚公司1989年推出了“1.5LK”型轿车,以与现代公司的“超小马”及新韩公司的“利曼斯”车竞争。紧接着,现代公司又推出了“五一”型轿车和壮丽牌豪华轿车。新韩公司开发了“超级牌”豪华轿车。

同一企业、技术领域、行业,技术创新具有连续性与衍生性,这意味着创新者本身具有一定的思维定势,创新活动具有一定的技术定势,同一主体的创新具有引伸性与延伸性。思维定势与技术定势,实际上表现了一定的技术范式。或者说,技术范式包含了创新者的思考与技术本身特征的双重内容。本质而言,技术范式是一定的新技术体系的规范化。只要一定技术体系相对地固定下来,在一定时期主导着人们的创新努力,那就可以认为这一体系已构成了一种技术范式。一定的技术范式会给人们提出新的创新思路,为新的创新提供技术基础

与前提,从而诱发、促成和实现众多的技术创新。当一定的技术范式或实现的技术创新较多时,它就成为一种技术轨道。技术创新具有连续性、衍生性以及相应的引伸性与延伸性,这说的正是特定企业、领域、行业(产业)的创新总是遵循着既定的轨道。称某一技术范式引发新的创新的功能为技术轨道,是因为它主导着一定企业、领域、行业中人们的创新努力。这正是80年代初以来人们关注技术轨道研究的基本缘由。

这种特定技术领域、方向上创新的连续性、衍生性的事实,促使技术经济学家们不得不探寻其内在规律性,即在一定约束条件下(如市场需求和技术进展),技术创新延伸持续的“自然”规律。最早由纳尔逊(*NTLSOW*)和温特(*WINTER*)提出了“自然轨道”的概念,意在刻划技术发展的某些特征,如规模经济的寻求和安排,生产制造工序的不断机械化、自动化,技术发展分向的选择等。英国经济学家多西(*DOSI*)发展了自然轨道的思想,最早提出了技术轨道的概念与思想。

英国经济学家多西(*DOSI*)发展了自然轨道的概念与思想。在多西看来,某一技术领域若有大的进展,相应的技术体系即会形成一种技术范式;若该技术范式较长期地支配该领域的创新主流,则这一范式即形成一条技术轨道,其上会有层出不穷的创新问世。多西道出了技术轨道论的核心思想,但其论述又失之偏颇与浅表。多西的片面性是:第一,对于技术轨道的认识,进而对其内涵的描述过于狭窄。第二,对于技术轨道的描述不准确,忽视了技术轨道是相对于一定约束的;轨道是一个集合;存在着一定约束下的最优轨道;最优轨道是可搜索的。第三,未在划定边界的条件下来探讨与描述技术轨道。事实上,分别存在着特定企业、技术领域、行业的技术轨道。

在我们看来,确切地讲,对一定的创新范围而言,技术轨道表现为在一定的技术、生产、组织、市场约束下,主导该范围创新的核心技术体系、主导设计体系、技术发展主流趋势、技术选择规则和创新中的技术采用惯性。对企业,技术领域,行业而言都是这样。本报告是在电子行业范围内分析、描述企业与技术领域的创新的技术轨道。创新主要是一类企业行为,因此,本研究更多的是在企业层次上讨论问题。

1.2 顺轨创新的基本优势

自从多西发现技术轨道对于技术创新的巨大主导与驮托作用以来,人们开始注意到技术轨道的重要性。顺延一定的轨道会涌现源源不断的技术创新,这是因为顺轨创新具有巨大的优势。

第一,技术轨道构成了一种创新源。围绕核心技术和主导设计会诱发和促进人们实现众多的技术创新。因为一定的核心技术和主导设计是一系列的技术积累,只要在核心技术与主导设计上略作变动,略添花样,就可能推出新的产品或工艺、诸如振荡电路与调谐电路是收音机的核心技术,电容、电感、电阻元件是体现主导设计的基础元件,只要将其中的电子管换成晶体管或集成电路,电子管收音机就变成了晶体管,或集成电路收音机。这是自从电子管和其它元器件问世以来,收音机新型号层出不穷的重要原因。

第二,顺轨创新具有低的成本。特定技术创新的实现,通常会涉及技术实现成本、经营实现成本和过程中的交易费用,顺轨创新具有总成本(费用)较低的好处。一是技术实现成本

低。因为由旧的产品、工艺引致出新的产品、工艺,其中的核心技术未变,主导设计未变,不存在由一种技术体系转向另一种技术体系的转移费用;并且创新人员的学习费用较低,生产设备、设施的适应费用较低。二是经营实现成本低。这主要是对产品创新而言。因为,顺轨的产品创新通常是用创新者的新产品代替老产品。老产品已经打开并占据了一定市场,在一定的购买力和市场分割限制下,创新者只能进行边际性市场开拓。而边际性的市场开拓并不需要付出更多的投入和努力。既然相应的市场已在较长期内被某个创新者所占,那么他要巩固相关市场也就不需要花费更多的费用。在顺轨创新的经营实现中,创新者只需付出较少的服务成本。因为在新产品销售之前,老产品已作了前期广告,这就省了广告费用;在销售过程中,创新者可以使用先前的销售网络与设施;在售后可由先前已设立的服务设施向用户(买主)提供使用性服务。三是创新实现过程的交易费用较低。比较而言,如果是突破现有技术体系(核心技术、主导设计)去搞全新的产品与工艺创新,就需要调整原有的技术安排,生产体系,人员配置,市场营销网络,甚至是资本结构,而这都会产生摩擦性的交易费用。但是,如果是顺轨创新,则可在相当程度上避免这些费用。创新过程各环节内部摩擦小,各环节之间摩擦小,甚至可以弱化企业规模过大时的X非效率。就此而言,创新实现的交易费用较低,可能是顺轨创新的最大优势。

第三,顺轨创新易形成规模经济。本世纪70年代以来,工业化国家的企业经营已由单纯地追逐专业化产品规模转向了追逐结构性市场规模和结构性资本规模,顺轨创新正可以取得这样两类规模经济。就实现结构性市场规模效益而言,顺轨

创新条件下,企业易于形成源源不断的创新产品,用自己的老产品去巩固市场,用新产品去创造需求,开拓市场。当本企业产品市场大到适当程度,生产者就可能实现类于专业化大批量生产的规模效益。同时,生产规模大到适当的程度创新的技术实现成本、经营成本、过程交易费用亦会进一步降低。因为生产规模越是大,企业在创新中的技术实现、经营实现、过程交易方面的边际性努力越是小。日本索尼公司、中国各大电子企业的产品创新即是企业实现结构性市场规模效益的佐证。就实现结构性资本规模效益而言,事实上,只要企业结构性市场规模大到适当程度,那么企业创新的技术轨道就发生了分权现象,即围绕技术轨道的主干道,会衍生较多分支轨道。而围绕分支轨道,必然形成众多产品系列。这样,企业的结构性投资规模、资本规模就上去了。随着企业经营规模的扩大,企业运作资本的能力就提高了。相应,单位资本的创益盈利水平就上升,这正是我们所说的结构性资本规模经济,或称结构性资本规模效益。那些奉行多角化经营战略的电子企业,即是实现此类规模效益的典例。

第四,技术轨道具有对于企业顺轨率先创新的自组织激励。即技术轨道的形成,本身会持续激励企业创新。一是顺轨创新的直接利益,如低的成本,规模经济性,会诱发企业自主创新,去追逐相应的利益。二是顺轨创新利于创新者最大程度地内化最初创新的外部性。创新具有相当程度的外部性,这是共识的事实。顺轨创新,特别是进行系列化、结构性创新,率先创新者可以最大限度地利用首创的技术资源,使特定率先创新可能带来的潜在利润被率先者充分享有。率先者一方面可以取得巨额利润,补偿其初始投入,另一方面也可能取得数倍

于初始投入的乘数利润。因为顺轨创新本身具有衍生扩张创新流量的乘数效应。既然顺轨创新可以内化初始创新的外部性,那么企业何不顺轨创新。三是顺轨创新的市场进入壁垒趋近于为零。因为顺轨创新条件下率先创新者主要是在本企业的产品市场上进行边际性扩张,并不过多地挤占他人市场。具有市场进入壁垒超近于零的好处,企业何不顺轨而行。特别是在市场分割既定的情况下,市场进入壁垒趋近于零,对企业有着更为强烈的激励作用。四是顺轨创新时,企业可以获得来自政府的种种好处。政府的行为通常具有较长时限的惯性。这表现在政府的技术政策、财政政策、税收政策、信贷政策往往是相对稳定的,这会构成相对稳定的得益安排。一旦政府给企业设置了既定的利益安排,企业只有通过避税努力或谋得优惠贷款,才可能获得更多的好处。企业形成自己的技术轨道的过程,就包含了与政府的利益磨合过程,同时,既成的技术范式总是适应于政府既定的利益安排,企业只要顺轨创新,就可能得到政府既定利益安排给予的各种好处。诸如,某时期,政府对企业征收燃油特别税,一些企业通过采用非烧油的工艺创新而谋取利益即是佐证。既然企业沿着既成轨道,依托既有技术范式来创新都会得到来自政府的好处,那么顺轨创新就必然成为企业自发的努力。

另外,企业移植他人的技术轨道,进行模仿创新,模仿者往往无须进行更多的内在技术积累的努力,并可实现技术跳跃,在更高的起点上推出新的产品。这构成了企业顺轨道模仿的另一缘由,亦构成了顺轨模仿创新的一大优势。