

# 基于专利技术份额的企业技术创新能力实证研究

黄鲁成,袁艳华,李江

(北京工业大学 经济与管理学院,北京 100124)

**摘要:**专利是测度企业技术创新能力的一个良好指标。综合运用形态分析法、联合分析法和专利引证分析的混合方法,分析专利的“技术份额”指标。在基于光学光刻技术领域的专利全文的基础上,对该领域中主要企业的技术创新能力进行实证分析。结果表明,技术份额指标可以有效地评估一个企业的技术创新能力在同行业中随时间的动态变动,从而帮助企业作出技术战略决策。

**关键词:**技术创新;技术份额;专利;光学光刻;企业

**DOI:**10.3969/j.issn.1001-7348.2011.21.017

**中图分类号:**F406.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2011)21-0076-04

## 0 引言

专利信息反映了最新的技术发展情况与技术的具体细节,使得近年来,对于专利信息的分析已成为技术创新研究、企业技术战略研究的一个主要方面。Griliches和Pakes等<sup>[1]</sup>在1987年就开始用企业层面的数据来分析专利申请和R&D投入之间的关系,他们发现专利申请数和R&D投入之间存在很强的正关系,说明用专利数去衡量创新活动产出是有意义的。Arundel和Kabla<sup>[2]</sup>甚至将专利认为是高科技产业部门最适合的创新绩效指标。Brockhoff<sup>[3]</sup>认为,由于专利包含着与创新意图和技术发展相关的规范化数据,并且可以自由地利用,因此专利可以成为衡量创新方向和创新焦点的工具。Griliches<sup>[4]</sup>认为,专利是分析技术创新能力的唯一资源,并以专利数据作为衡量指标,其它指标很难保证类似的数据量,并在其研究中使用了时间序列等方法探讨了专利与研发投入之间的关系,并评估了专利价值以及专利在几个主要技术领域的分布情况。Fabry<sup>[5]</sup>在专利投资组合的方法基础上,建立了企业专利活动和专利质量两个指标,分析企业基于专利的技术创新能力;同时,通过考察专利申请的技术覆盖范围和国际覆盖范围,可以确定企业的专利战略选择。Storto<sup>[6]</sup>利用专利对技术组件创新和组件组合创新进行研究,假设专利分类号代表技术组件,分类号组合就是组件的组合,设计了familiarity指数来反映技术创新

的路径依赖现象。

专利已经成为测度技术创新能力的一个良好指标。合理地选用专利指标可以从不同的角度分析比较企业之间的技术创新情况,为企业的技术创新发展和战略决策提供信息支持。本文借鉴国外学者提出的“技术份额”的概念,尝试探索专利文本内容与专利效用之间的深入联系,以发掘出企业所拥有的专利对其技术创新能力的贡献。通过与同行业中其它企业的比较,得出其相对技术的竞争地位和技术创新的优势,并对光学光刻技术领域中主要企业的技术创新能力进行了实证分析。

## 1 数据来源与分析过程

光学光刻技术是当代飞速发展的集成电路制造业的一项关键技术,它通过光学系统以投影方法将掩膜上的大规模集成电路器件的结构图形,刻蚀在涂有光刻胶的硅片上来大量制造芯片。为了分析企业在光学光刻技术领域中专利技术份额的分布情况,本文从USPTO数据库中搜索从1996—2007年间所申请的专利标题中含有“Optical Lithography”或“Photolithography”的466份专利(2008年和2009年由于在光学光刻技术领域专利申请量不足,故不作分析);并选取了25家在整个光学光刻技术领域中专利申请量最多的企业,这25家企业每年申请的总量都占到了整个技术领域每年申请总量的90%以上,因此对这15家主要企业

收稿日期:2011-01-01

基金项目:国家自然科学基金重点项目(70639002);北京市科技计划项目(Z07001000560709)

作者简介:黄鲁成(1956—),男,河北徐水人,博士,北京工业大学经济与管理学院教授、博士生导师,研究方向为技术管理、R&D管理、技术创新管理;袁艳华(1986—),男,江西赣州人,北京工业大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为数据挖掘与技术创新管理;李江(1983—),男,北京人,北京工业大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为技术创新管理。

的分析基本能反映总体的情况。

整个研究过程主要分成以下几步:首先从美国专利数据库(USPTO)所搜集的有关光学光刻技术的 466 篇专利全文中选取 50 份专利,运用文本挖掘技术提取出专利关键词,并在领域专家的指导下抽象出形态矩阵;其次将形态矩阵中的构造与专利相匹配,识别出每项专利的状态,并通过分析技术要素之间的矛盾修改所得的构造;最后运用联合分析法计算各水平对专利价值的贡献,并且计算出企业所拥有专利的总效用及所占的技术份额,并通过识别企业拥有的专利在技术领域内的基础性作用,来评估技术创新能力和技术竞争地位的变化。

## 2 实证分析

### 2.1 专利数据预处理

专利文献虽然属于纯技术文档,但因为其非结构化的文本组织形式,它们还不能直接应用于构建形态矩阵。因此,专利文献首先要根据其中关键词出现的频率,转变为使用关键词矢量的结构化的数据。与一项具体技术紧密相关并且在专利文献中经常出现的词可以作为关键词。这些关键词是根据他们的出现频率并参考技术文献,如学术论文、技术路线图、科技树等,采用文本挖掘的方法提取出来的。本文应用 SPSS Clementine10.1 软件对选取的 50 份内容涉及光学光刻技术的专利全文进行文本挖掘工作,并参考相应技术文献和领域专家的建议,合并从专利文本中提取出的关键词,得到如图 1 所示的与光学光刻技术领域紧密相关的关键词和其出现频数。

Field	Proportion True	%	Count
Concept_light		88.24	45
Concept_resolution		80.39	41
Concept_wafer		76.47	39
photoresist		76.47	39
lens system		68.63	35
ultraviolet light		62.75	32
Concept_light source		56.86	29
Concept_silicon		56.86	29
Concept_photolithography		52.94	27
Concept_refractive		49.02	25
Concept_wavelength of the light		47.06	24
Concept_laser		45.10	23
Concept_crystals		43.14	22
Concept_film		39.22	20
Concept_reflection		35.29	18
Concept_semiconductor wafer		31.37	16
Concept_excimer laser		29.41	15
Concept_stepper		29.41	15
Concept_fluoride		27.45	14
Concept_optical element		27.45	14

图 1 所提取的光学光刻技术领域关键词及其频数

### 2.2 构建光学光刻技术的形态矩阵

通过有关技术领域专家参照这份关键词列表,决定光学光刻技术的属性和相应的水平,构建出光学光刻技术的形态矩阵,如表 1 所示。

如表 1 所示,光学光刻技术可以用 4 个属性来描述:光源(Ls)、光学系统的结构(Ps)、光学系统镜头材料(Lma)、光刻胶(Ph)。每个属性又可以分解为若干水平。通过对相应水平的排列组合,我们可以得到所

有已开发的和未被开发的技术方案。针对这份技术方案,若根据相对应的文献的被引频次,利用联合分析方法计算各属性的重要性及各水平的效用值,以对所有技术方案进行综合计算得分并进行排序。得分高的但属于已经被开发的技术方案组合可视为当前主流热点技术,技术发展前途远大;得分高的且属于尚未被开发到的技术方案组合,可视为新兴技术,其具有较大的技术机会<sup>[8]</sup>。为了运用计算机高效地识别专利的形态,我们采用在文章中出现次数最多的水平来代表相应的属性。例如,专利 US6982232 的关键词矢量为(0,0,0,25,33,11,40,2,65,0,0,2,12),所以其形态可以由水平 ArF 准分子激光、折射式投影成像系统、融石英光学系统材料和负光刻胶材料共同决定。

表 1 光学光刻技术的形态矩阵

属性	水平
Light source(Ls)	G-line 436nm (G1), H-line 405nm (H1), I-line 365nm (I1), KrF 248nm, ArF 193nm, Fluorine 157nm (FF)
Projection system(Ps)	Refractive(Rr), Reflective(Rl)
Lens material available(Lma)	Fused silica (Fs), Fluoride (Fl), Silicon oxide(So)
Photoresist(Ph)	Positive photoresist (Po), Negative photoresist(Ne)

在所有被识别的专利中,有可能出现相互矛盾的水平同时存在于一个构造中的情况。这就需要领域专家通过建立矛盾矩阵来检查全部构造,并从中排除、修改不一致的或者不可能的构造<sup>[7]</sup>。比如 KrF、ArF 准分子光源只能采用融石英和氟化钙或氟化锂作为光学镜头材料<sup>[9-10]</sup>;随着光源波长的降低,大多数材料除了 Calcium Fluoride 都会强烈的吸收光源光线而被破坏,因此只有氟化钙才能用来当作氟激光光源的镜头材料<sup>[11-12]</sup>。

### 2.3 计算专利水平的分值贡献

为了估计出专利水平的分值贡献,首先有必要计算出一份专利的价值,即有效期内专利被其它专利引用的频数。这种价值表明一项专利成为其它发明基础的频繁程度。在计算专利价值的时候,还应该考虑到专利缺失的情况。每项专利的引证数量有缺失,是因为所能得到的引证数量的信息受到专利被批准时间的制约。比如,我们无法比较一项于 1990 年被批准的并且截止到 2003 年被引用 10 次的专利,和一项于 2000 年被批准的并且截止到 2003 年被引用 5 次的专利的价值谁大谁小<sup>[8]</sup>。这就需要借助于经验总结的专利累计滞后分布,用观察到的引证频数除以相应累计年份的滞后分布来得到有效期内专利的引证总数,也就是一份专利的价值<sup>[13]</sup>。

在确定专利的价值之后,我们采用 SAS 软件包中的最小二乘回归法,估计出形态矩阵中的各个水平的分值贡献以及属性的重要性指数,如表 2 所示。重要性指数根据相应水平的效用范围来确定,反映了一个

属性对一项技术的贡献率。从表中可以看出光源属性的不同水平 G-line, H-line, I-line, KrF, ArF, Fluorine 的效用分别为 -8.169、-17.197、18.5、-3.5、4.5、5.894,光源属性的重要性指数为 43.743,是形态矩阵中最重要的属性。

表2 光学光刻技术的水平效用值及属性重要性

属性	水平	效用值	重要性
Light source(Ls)	G-line(GI)	-8.197	43.743%
	H-line(HI)	-17.197	
	I-line(II)	18.500	
	KrF	-3.500	
	ArF	4.500	
Projection system(Ps)	Fluorine(FF)	5.894	18.604%
	Refractive(Rr)	7.591	
	Reflective(RI)	-7.591	
Lens material available (Lma)	Fused silica(Fs)	-4.091	30.858%
	Fluoride(FI)	-10.545	
Photoresist(Ph)	Silicon oxide(So)	14.636	6.795%
	Positive photoresist(Po)	2.773	
	Negative photoresist(Ne)	-2.773	

2.4 分析专利的技术份额

依据表2估计出的各个水平的分值贡献,可以计算出每份专利所对应的技术构造的总效用。限于篇幅,表3只列出部分授权的能够纳入光学光刻技术矩阵的专利、及其受让人和效用。

在评价一家企业的技术创新能力时,对其在专利申请和使用方面的分析至关重要。在借鉴国内外学者研究的

基础上,本文从专利的技术份额的角度来描述企业的技术创新能力。技术份额指标的定义是一个公司的技术效用(价值)占全部公司拥有的总技术效用(价值)的比率,为了便于计算本文具体的指标计算方法如下:

$$TS_i = \frac{PA_i}{\sum_{i=1}^n PA_i} \quad (1)$$

其中  $TS_i$  表示企业  $i$  在该技术领域中的技术份额,  $PA_i$  表示企业  $i$  在此技术领域所申请的专利的效用价值总和,  $\sum_{i=1}^n PA_i$  表示所有企业有该领域所申请专利的效用价值总和,该指标直观地反映了企业在该技术领域所申请的专利的技术价值,在整个领域的技术总价值的比例。

表3 光学光刻技术部分专利效用值

专利号	专利受让人	效用值
US5702848	Advanced Micro Devices, Inc.	43.5
US5795684	Intel Corporation	28.318
US5952149	Canon Kabushiki Kaisha	21.5
US5932377	IBM Corporation	43.5
US6418353	LSI Logic Corporation	15.954
US5702848	Advanced Micro Devices, Inc.	43.5
US6332922	Nikon Corporation	23.954
US5766806	Advanced Micro Devices, Inc.	43.5
US6727975	Samsung Electronics Co, Ltd.	28.318
US6517982	NEC Corporation	24.773

表4 1996—2007年光学光刻技术领域企业的专利技术份额

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AMD	37.17	43.18	25.24	42.15	21.91	25.84	17.34	0	18.49	10.18	0	0
IBM	8.56	4.92	37.53	0	18.15	10.96	9.60	15.11	8.39	5.09	0	9.14
Nikon	4.19	10.94	0	10.56	16.43	12.54	2.36	15.34	0	6.35	0	37.18
Samsung	8.47	8.64	3.33	17.15	3.57	12.62	15.84	0	7.63	6.90	14.84	12.40
Micron	4.99	5.62	7.42	5.21	3.19	0	5.27	30.16	14.04	7.55	16.21	9.03
Intel	5.54	11.24	6.59	0	3.56	4.21	0	0	8.03	6.70	7.20	0
Corning	0	0	0	1.93	3.02	2.33	9.19	4.39	1.48	0.60	0	0
Texas	0	8.64	4.49	0	5.49	0	1.13	5.45	0	1.84	3.95	0
ASML	0	0	0	0	1.98	0	1.00	1.81	9.68	4.44	0	0
TSMC	16.65	4.92	0	15.01	0	3.68	2.30	0	15.93	23.80	10.93	0
LSI	0	0	3.71	3.86	3.89	4.59	5.75	0	4.38	0	0	0
Canon	4.23	0	0	0	0	0	1.46	0	0	1.84	7.90	0
Shin-Etsu	2.40	0	0	0	3.02	0	0	0	0	1.03	0	0
USF	0	0	0	0	0	0	10.41	4.90	0	4.44	19.08	7.97
Honeywell	0	0	0	0	3.62	14.88	8.10	7.54	0	5.09	0	0
Infineon	0	0	0	0	0	0	5.85	2.73	2.23	5.51	0	0
Toshiba	0	0	0	0	5.28	3.91	0	0	2.23	0	0	0
AES	0	1.90	6.69	0	1.21	1.42	0	0	0	0	0	0
Carl Zeiss	0	0	0	0	0	0	2.64	0	0	5.33	0	4.78
NEC	3.31	0	5.00	3.07	3.12	0	0.30	0	0	0	1.70	0
Tel	0	0	0	0	0	0	0	4.90	0	0	14.24	5.95
Ball	0	0	0	1.06	2.56	3.02	0	0	0	0	0	0
Macronix	0	0	0	0	0	0	1.46	0	4.45	0	3.95	0
Maskless	0	0	0	0	0	0	0	3.72	3.04	0	0	13.55
Mit	4.49	0	0	0	0	0	0	3.95	0	3.31	0	0

## 2.5 结果分析

从表 4 可以得知 1999—2007 年光学光刻技术领域各企业的专利技术份额的变化(技术份额为零表示该企业当年在光学光刻技术领域无授权专利)。AMD 和 IBM 作为最早研究将光学光刻技术应用于芯片制作的公司,其专利的技术份额在行业中长期领先于其它企业。在 2001 年之前这两家的技术份额相加都在 40%左右,表明它们在光学光刻技术领域投入较大,其申请的专利在该项技术的研究领域中具有无可替代的基础性作用,基本控制了光学光刻技术市场,也是产品市场的有力竞争者。尼康、三星和美国美光(Micron)依靠自身企业技术实力和研发投入,它们每年在光学光刻技术领域也占据着较大的技术份额,其中在 2003、2006 和 2007 年它们的技术份额总量更是超过 30%,这充分表明它们在光学光刻技术上也同样具备较强的技术创新实力,在不断为企业创造利益的同时也促进了光学光刻技术的发展。另一方面,随着光学光刻技术在紫外线和深紫外线波段的日趋成熟,越来越多的企业开始参与研发活动。一些新秀如阿斯麦、康宁、LSI、霍尼韦尔、东芝等企业异军突起,它们也逐渐拥有了一定的技术份额,使得研发能力雄厚的老牌公司如 AMD、IBM 的技术份额下降,由 2001 年以前的 40%左右降为 2005 年的 15%左右;部分企业如因特尔、德州仪器和 LSI 等在光学光刻技术领域中所申请的专利总数不少,但是它们每年的专利技术份额较少,究其原因在于它们与 AMD、IBM、尼康等企业的技术创新能力存在一定差距。再者,从表中数据可以看出部分年份中有相当数量的技术份额(约占 8%)由大学或是研究机构占据,这表明由于技术创新的研发投入成本等原因,企业更愿意资助大学和研究所,它们在光学光刻技术的研发过程中也发挥着重要作用。

AMD、IBM、尼康等这些经济实力较强、技术领先的企业面对日趋激烈的竞争时,为了维护自己的优势地位和垄断地位,应该采用进攻型专利战略,即积极主动地开发新技术、新产品,并及时申请专利取得法律保护,抢先占领市场;而经济实力较弱、技术上不具有竞争优势的新进入企业,可以着重分析用外围专利、下游专利封锁等各种改进发明的技术发展路线,利用对专利技术的二次开发、技术引进等方式,抵御竞争者的专利攻势,建立“专利篱笆”打破竞争者的技术垄断,改变被动地位。

## 3 结语

本文综合使用多种专利分析的方法,分析专利的“技术份额”的指标,对光学光刻技术领域企业的技术创新能力进行了实证研究。结果表明:①指标能够有效地反映企业拥有的专利在技术领域内的基础性作用,并且横向比较了企业之间的技术创新能力,占据高

技术份额的企业拥有较高技术创新的实力;②通过分析技术份额随时间的动态变动,可以掌握该领域内企业之间技术投资、技术创新战略的变化。此外,如果结合其它专利分析指标,如企业专利增长率、技术生命周期等和其它专利分析方法,可以对企业的专利资源和技术创新能力得出更全面的评价。

但是目前该指标尚未得到广泛应用,主要的原因是:该指标的代表性很大程度上取决于形态矩阵所能容纳的专利数量。但是从实践中看,形态矩阵涵盖的专利数量十分有限,尤其是在光学光刻领域一些新近出现的关键技术如:移相掩膜技术、离轴照明技术、邻近效应校正技术不能纳入到形态矩阵中,这点直接限制了技术份额指标的应用效果;第二,定义形态矩阵的过程尚不能由计算机自动完成,仍旧需要领域专家的帮助,主观性较大;第三,这个指标只是描述了企业拥有专利的技术的基础性作用,并没有考虑过多的外部因素的影响(如政府政策、市场规则等),需要合理利用其它指标才能更全面地评估企业的技术能力和产品的市场竞争力。

考虑到这些限制,进一步的研究方向可能包括:第一,在定义形态矩阵中,可以借鉴科技树、专利地图和技术路线图等其它专利信息分析方法;第二,有必要详细考察技术份额与市场竞争力指标,如市场份额之间的关系。

## 参考文献:

- [1] GRILICHES Z, PAKES A, B H HALL. The value of patents as indicators of inventive activity[A]. In DASGUPTA, PARTHA, PAUL STONEMAN et al. Economic policy and technological performance[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [2] ARUNDEL ANTHONY, KABLA ISABELLE. What percent age of innovations are patented? empirical estimates for European firms[J]. Research Policy, 1998, 27: 127-141.
- [3] Fernando Alberti. The governance of industrial districts: a theoretical footing proposal[R]. Iuc Papers. Serie Picola a Media Impresa, 2001, 82(5): 1-1.
- [4] GRILICHES Z. Patent statistics as economic indicators: a survey [J]. Journal of Economic Literature, 1990, 27(4): 1 661-1 707.
- [5] BERND FABRY, HOLGER ERNST, JENS LANGHOLZ, et al. Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities: an empirical application in the nutrition and health industry[J]. World Patent Information, 2006, 28(3): 215-225.
- [6] STORTO CORRADO. A method based on patent analysis for the investigation of technological innovation strategies: the european medical prostheses industry[J]. Technovation, 2006, 26(8): 932-942.
- [7] BYUNGUN YOON, YONGTAE PARK. Development of new technology forecasting algorithm: hybrid approach for morphology analysis and conjoint analysis of patent information [J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2007, 54(3): 588-599.