



# 华为、思科技术搜索策略演化研究

——基于技术位的分析

刘凤朝<sup>1</sup> 冯 雪<sup>1</sup> 赵良仕<sup>2</sup>

(1. 大连理工大学 管理与经济学部, 辽宁 大连 116024;

2. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

**摘要:** 搜索策略的选择对企业技术创新有重要影响。从生态学“适应性景观图”的视角出发, 基于技术位这一概念构建“搜索范围、搜索深度、搜索价值”的三维分析框架, 运用 MATLAB 将技术位落至实际操作层面, 并以华为、思科 2005—2015 年申请的 USPTO 专利为例, 描述 2 家企业技术搜索策略演化的特征及差异。通过分析可以看出, 华为和思科均以本地搜索为主、远程搜索为辅, 且思科的技术搜索价值普遍高于华为, 技术布局更有影响力。搜索价值与搜索范围、搜索深度间的相互作用现象明显。对于高价值技术位的深入挖掘程度, 两家企业均不够充分。

**关键词:** 技术位; 技术搜索; 适应性景观图; 华为; 思科

**中图分类号:** F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0241(2019)01-0113-11

## 0 引言

技术搜索是企业资源约束条件下, 寻求搜索价值最大化的过程。为此, 企业需要不断平衡搜索范围、搜索深度和搜索价值取向的关系, 进而采取合适的搜索策略, 以使其在市场竞争中占据有利地位。这样, 有关企业搜索范围、搜索深度和搜索价值之间的动态关系研究, 就成为企业技术搜索策略制定的基础, 因而, 得到学术界和管理层的共同关注。

## 1 文献综述

早期的技术搜索策略研究主要关注企业技术搜索的范围, 即从企业创新活动所在技术领域变化的角度研究技术搜索策略。在这一研究角度, Kim(2013)认为搜索范围是一个连续的、相对的概念, 区间两端分别为本地搜索和远程搜索。本地

搜索是指企业在与其原有技术相似或密切相关的技术领域搜索知识元素和创新资源。Nelson 等人(1982)和 Stuart 等人(1996)指出, 尽管渴望技术战略的重要转移, 由于管理人员的有限理性、搜索成本限制以及组织惯性等原因, 企业更倾向于在原有技术的周围进行本地搜索。除了这些原因, Cohen 等人(1990)提出企业倾向于本地搜索的另一原因: 在技术搜索的过程中, 企业对新技术元素的吸收并与现存知识建立联系的能力取决于企业积累知识的宽度和深度, 也就是吸收能力, 即组织在进行技术搜索时要依赖之前的研发资源和经验。关于本地搜索对技术创新绩效的作用有 2 种理论: 基础理论和张力理论。基础理论认为, 本地搜索更有可能产生技术性的突破。March(1991)认为本地搜索对企业技术创新的影响是积极的,

收稿日期: 2018-06-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(71473026, 71602017)

第一作者简介: 刘凤朝(1954—), 男, 吉林通化人, 大连理工大学管理与经济学部, 教授、博士生导师, 研究方向: 科技政策与科技管理。

通信作者: 刘凤朝, fengchaoliu@126.com

凭借先期的研发经验,企业更有能力去识别高价值的、新颖的技术组合形式,避免一些低价值的技术创新,增加了企业的竞争力。

搜索范围的另一极端为远程搜索。远程搜索是指,企业在远离与其原有技术相似的技术领域去探索知识元素和创新资源。张力理论认为,本地搜索会造成短视,不利于产生创新。Flemming等人(2001)指出,不断地在原有技术附近搜索组合会造成有用的技术组合的枯竭,减少了企业创造出“竞争力破坏性”技术的可能性。除此之外,Sørensen等人(2000)认为,对以往技术路径的依赖会使企业难以适应市场中的重大技术革新,与其他企业的技术创新活动越发脱离。Kaplan等人(2015)认为,在一个狭窄领域进行搜索会引起知识的锁定,而远距离知识的重组可以摆脱原有的技术路径,利用全新的知识元素,更有可能创造出突破型技术。但Kauffman等人(2000)指出,随着搜索距离的增加,搜索成本也随之增加,面临的收益不确定性也会增加。如何平衡本地搜索和远程搜索的权重,是企业在进行技术创新时需要重点考虑的内容。

搜索范围的研究从技术搜索涉及技术领域的角度研究企业搜索策略,只能从数量角度刻画企业技术搜索的特征,还未从搜索质量和竞争力形成角度研究技术搜索策略。为了克服已有研究的缺陷,Katila等人(2002)提出搜索深度的概念,用以描述企业重复利用已有知识元素和创新资源的程度,并尝试从搜索宽度和搜索深度的2个维度来描述技术搜索的路径。加强技术搜索的深度,可以积累经验,提高企业在已有技术领域的竞争力。与Katila等人(2002)从技术轨迹角度(专利引用)探究企业搜索路径不同,Laursen等人(2006)提出搜索深度和搜索宽度的概念,从企业外部知识来源的渠道差异(供应商、用户和大学等)界定搜索深度和宽度,据此探讨搜索深度和宽度对企业创新绩效的影响,

实证研究显示搜索深度对于创新绩效为倒U型影响,即由于成本、时间和劳动力等因素,“过度的搜索”会阻碍创新绩效。吴航等人(2015)将技术搜索过程分为搜索选择和搜索强度两部分,采用实证手段探究搜索选择、搜索强度对创新绩效的影响。搜索选择对创新绩效具有正向影响,且需要匹配相应的搜索强度才能达到最优效益。

企业技术搜索策略的形成是企业与外部环境相互作用下的结果。然而,无论是技术搜索范围的研究,还是技术搜索深度的研究,都将企业技术搜索看成企业的自身行为,未将环境变量纳入分析框架之中,故其研究结论缺乏应有的可信性。针对上述欠缺,有学者们认为,企业的技术搜索策略可以用生物学的“适应性景观理论”来解释。Wright(1932)首次提出用“适应性景观图”的概念来描述生物进化的过程,在一个二维基因型空间中,为每一个基因型分配随机的生存适应度值,形成一个三维崎岖地形图,进化就是物种寻找具有较高适应度值的基因型的过程。Kauffman(1993)对其进行修正,提出N-K模型, $N$ 为某一基因型中基因变量的数量, $K$ 为这些基因的相互作用情况。他将基因型择优组合的过程描述为“适应性行走”的过程,景观图的形貌与 $K$ 值相关。当 $N$ 和 $K$ 值很大时,景观图非常崎岖,物种在“适应性行走”的过程中容易陷入到局部最优解中。与物种不同,人和组织进行的搜索是目标导向的,即会设计合适的搜索策略逃脱局部最优解去寻找全局最优解。因此,基于N-K模型,Levinthal(1997)构建了一个简化分析模型,并拓展应用于企业和组织中,探究组织的搜索策略,自此将景观图和N-K模型引入到社会科学领域。他指出,对复杂性高的系统来说,组成组织的属性相互依赖性强,在面对不断变化的外部环境时很难做出改变。在这之后,Kauffman(2000)将技术搜索过程看作企业应对外部环境变化的一种“适应性”行为,建立了关于技术搜索的

“技术景观图”,开启了技术搜索驱动机制研究的先河。

技术景观图的引入使得科学界对技术创新的某些特征描述更加细致和精确。Stuart 和 Podolny (1996)用网络分析的方法测量高科技公司的技术位置和技术搜索轨迹的演化。用企业间专利引用的重叠度来确认企业在技术景观图中相对的位置,并用此系统地评价企业进行本地搜索的程度以及企业不同时期的、与竞争对手的技术能力的差别。但这种方法只能得到企业在景观图中的唯一位置,不能体现出公司关于技术的战略布局。Aharonson 等人(2016)根据重组搜索理论和技术景观图,提出了技术位的概念,用专利子分类号组成的二元矢量来代表技术位,将企业所拥有的专利分类纳入到不同的技术位中。用此可以刻画技术之间的相似度,以及企业间技术布局的重叠度、邻近性和多样性等特征。技术位将重组理念应用到企业拥有的技术中,而专利的子分类号能客观、详细地代表技术,故可以以技术位这一概念为基础,对其加以改进和优化,来描述企业技术搜索的演化特征。

综上所述,已有研究虽然取得了诸多创见性的成果,但仍存在以下不足:一是尚未将企业的搜索范围、搜索深度及搜索价值纳入到统一的分析框架,对企业的技术搜索策略进行全方位的研究。实际上,企业技术搜索是一个以价值为导向,不断地优化和平衡搜索范围和搜索深度,进而实现企业创新效应最大化的过程,因此,需要基于企业技术搜索的3个维度,以适应性景观理论为基础,建立统一的企业技术搜索分析框架。二是搜索范围、搜索深度以及搜索价值的测度还缺少应有的逻辑一致性。有学者从技术关系角度区分本地搜索和远程搜索,另外也有学者从组织邻近角度或地理邻近角度区分本地搜索和远程搜索,从而使企业技术搜索功能的分析缺少统一的客观基础,这就需要遵循逻辑一致性原则。对搜索范围,搜

索深度和搜索价值等概念进行科学界定,以便为综合性分析框架提供概念基础。

针对上述不足,本文借鉴 Aharonson 等人(2016)的研究,对“技术位”的概念进行改进,赋予其价值内涵,建立企业技术搜索的三维分析框架,依据该分析框架,对华为和思科的技术搜索策略进行了历时性的比较分析。

## 2 研究设计

### 2.1 技术位的内涵与测度

#### 2.1.1 技术位的概念

重组搜索理论(Gilfillan, 1935; Schumpeter, 1939)认为,技术创新是将知识元素以不同形式组合,从而产生新技术的过程。那么也可以用知识元素的不同组合形式作为技术分类的划分依据。Aharonson 等人(2016)提出技术位的概念,将相同知识元素构成的技术汇成一类,以二元矢量的形式表达并予以编码来定义技术位。1表示技术位中存在该知识元素,0表示技术位不存在该知识元素。他们用专利USPC子分类号代表知识元素来刻画技术位的组成情况,1表示这一位置的技术存在该子分类号,0表示这一位置的技术不存在该子分类号。比如当 $N=3$ 时,技术景观图中就存在(000)、(010)、(001)、(011)、(100)、(110)、(101)和(111)共23个技术位。当 $N=a$ 时,技术景观图理论上就可以存在 $2^a$ 个技术位,并可以用Matlab给所有技术位编制唯一数字识别码。用技术位这一概念可以衡量技术间的相对位置,进而清晰地描述技术搜索路径的3个维度。

即技术位 $V_i=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_N)$ ,  $x_i=0, 1; t \in (0, 2^N)$

#### 2.1.2 技术搜索范围

在搜索范围方面,设 $V_{t1}$ 为企业当期新增技术位, $V_{t2}$ 为企业前期技术位。

$V_{t1}$ 、 $V_{t2}$ 之间的距离为搜索范围 $X_{t1t2}=\sum_{i=1}^N |x_{it1}-x_{it2}|$



$$\text{if } \exists V_{i1}, V_{i2}: \sum_{i=1}^N |x_{it_1} - x_{it_2}| = 1$$

则  $V_{i1}$  是由本地搜索得到的, 否则是由远程搜索得到的。

### 2.1.3 技术搜索深度

在搜索深度方面, Katila 等人(2002)用新专利对企业前期申请过的专利的重复引用比率来衡量搜索深度, 但统计过程繁琐, 不具有可操作性。Laursen 等人(2006)则用调查问卷的形式衡量企业依赖某一外部资源的程度, 主观性强。而本文则以技术位为依托, 设企业共有  $n$  个专利,  $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_j, \dots, P_n\}$ , 设  $p_j$  if  $P_j \in V_t$  则  $p_j = 1$ , 否则  $p_j = 0$ ;

技术搜索深度为

$$Y_t = \sum_{j=1}^n p_j$$

### 2.1.4 技术搜索价值

技术搜索的第3个维度——技术价值, 可以衡量企业技术搜索路径的价值, Kauffman 等人(2000)建立了关于技术搜索的“技术景观图”的 Ne 数学模型。其定义技术是为了生产出某一特定产品所需要的全部生产要素,  $N$  为生产要素的数量;  $e$  为某一技术中所包含的生产要素之间的相互作用关系, 某一技术的收益率用每个生产要素平均收益率表示。Flemming 等人(2001)在此基础上进行概念界定, 将技术涵盖的范围缩小到专利信息,  $N$  为所有专利中包含的子分类号的总和, 用专利子分类号的耦合程度代表技术复杂性  $K$ , 以专利的被引用量来衡量技术收益率。结合技术位的概念, 本文用技术位上的专利被引用总量  $Q$  来计算技术位的价值, 设公开年限为  $T$  年。

技术搜索价值为

$$Z_t = \frac{\sum Q}{Y_t \times T}$$

## 2.2 基于技术位的技术搜索三维分析框架

本文以技术位。为概念基础, 构建三维分析框

架, 如图1所示,  $X$ 轴为技术搜索范围,  $Y$ 轴为搜索深度  $Y_t$ , 即技术位上技术的数量,  $Z$ 轴为技术搜索价值  $Z_t$ 。

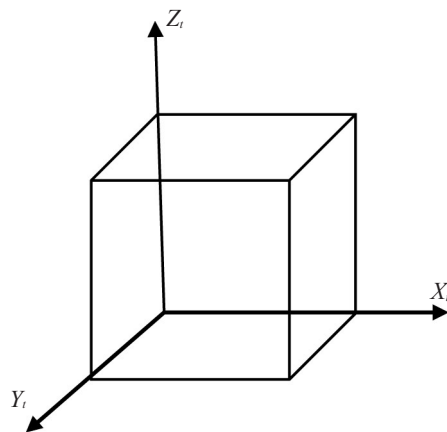


图1 基于技术位的三维指标体系

## 2.3 数据来源及使用方法

Aharonson 等人(2016)用 USPC 的子分类号表征技术位, 认为 USPC 比 IPC 的细分更多, 分类时更能体现发明真正的意图。但 USPC 仅能分类在 USPTO 申请的专利, 不具普适性, 并且 USPTO 于 2015 年停止使用 USPC 分类, 转而使用联合专利分类(CPC)。CPC 是欧洲专利局(EPO)和美国专利商标局(USPTO)合作开发出的专利分类系统, 于 2013 年正式投入使用。该分类体系以欧洲分类体系(ECLA)为基础, 结合美国专利分类(USPC)实践经验, 并采用 IPC 化的编排形式, 近年来各国专利局已逐渐将该 CPC 纳入发展议程之中。它拥有比 IPC 更多的细分, 更高的更新频率, 能够适应高新技术产业日新月异的技术发展需求。故本文采用 CPC 这一专利分类体系来表达技术位。以 CPC 大组号为基本组分, 能使技术位更详细地表征专利技术方面的信息。

根据技术位的定义,  $N$  越大, 技术景观图中技术位的数目也越多, 如何应对庞大的数据量、识别大量专利中无重复并精确到大组号的 CPC 分类号, 再将其编制成具有统一编码的二元矢量, 是技术位能否得到推广的关键。本文用 MATLAB 编制

程序,将一定量专利的全部分类号信息输入程序后,便可识别出所有无重复的CPC分类号。再将这些分类号编入程序,形成带有数字编码的二元矢量,即技术位。在这之后,只要输入原专利集合的专利子集,便可得到相应的技术位序号,也可以的到该专利所属技术位的情况。在搜索范围界定方面,在程序中应编制关于技术位的对称矩阵,当2个矢量的组分只有一位不相同,距离矩阵为1,否则为0。当该技术位为新增且距离矩阵为0,证明该技术位上的专利是远程搜索得到的,否则为本地搜索的得到的;在搜索深度界定方面,可以统计某一编码的技术位所含专利的数目,进而计算出搜索深度。在搜索价值界定方面,可以由专利引用数汇总至某一技术位,进而计算技术位价值。除此之外,利用MATLAB也可以获取额外的技术位信息,例如技术集中度、技术重叠度,绘制技术位演化图等。

## 2.4 分析视角

为阐释如何利用这一以技术位为基础的三维指标体系,本文以华为思科2005—2015年间在美国USPTO申请专利为例,分析这2家企业技术搜索策略的演化情况。截至2015年12月31日,2家企业共计23 390条专利,其中华为专利9 849条,思科专利13 541条,2家企业无重复的CPC的大组号共计680个,即 $N=680$ ,用MATLAB进行编程,2家企业专利实际占据的技术位共计6 736个,编号为1-6736。将2家企业每年申请的专利输入MATLAB,便可得到当年的技术位分布情况。考虑到企业专利的时效性,本文用之前5年作为基期。例如,在衡量2005年华为新增技术位时,是与2000—2004 5年间华为的技术位比较;衡量当期企业的搜索范围时,也是将2000—2005年的技术位汇总绘制距离矩阵进行甄别。由于华为在USPTO专利仅从2000年开始,考虑到基期时长,故仅研究2家企业2005—2015年技术搜索的情况。实证部分将

从2方面进行:一是描述2家企业11年间技术位的基本情况;二是从搜索范围、搜索深度、搜索价值3个维度描述2家企业搜索策略的演化情况。

## 3 实证结果

### 3.1 华为、思科的技术位统计

将2005—2015年2家企业当年申请专利输入MATLAB后,统计出2家企业当年实际占据的技术位情况和专利情况如表1所示。并将2家企业技术位数目演化情况绘制至一张折线图中,可以看到思科的技术位数目一直处于450个左右,呈现一种稳定的波动状态;而华为的技术位11年来呈现较高速率增长,由97个升至1 276个,处于一种技术急速扩张的状态。

表1 华为、思科的技术位及专利数目情况

年份	华为		思科	
	技术位总数	专利总数	技术位总数	专利总数
2005	94	109	547	1 132
2006	206	284	535	1 071
2007	266	370	470	896
2008	341	484	379	688
2009	453	683	359	598
2010	400	569	373	606
2011	566	847	458	800
2012	787	1 278	441	783
2013	1 010	1 509	532	910
2014	1 276	1 859	556	950
2015	1 235	1 798	315	460

### 3.2 华为、思科搜索策略的演化

根据技术位的统计以及距离矩阵测算的结果,统计出华为思科每一年近程搜索和远程搜索所得技术位的情况,并计算出比率——本地搜索率。本地搜索率为本地搜索而来的技术位数目/总技术位数,这一比率可以反映出企业当期采用的技术搜索路径整体来看是更倾向于本地搜索还是远程搜索。

从图2可以看出,思科和华为从2005—2015年的本地搜索比率均在0.55以上,即2家企业每年的技术搜索均是以本地搜索为主、远程搜索为辅,也印证了演化经济理论中对本地搜索的论述。从搜

索倾向的变化来看,思科在2005—2009年保持较高的本地搜索比率,维持在0.88左右,而2010—2014年则出现了大幅下滑,本地搜索率维持在0.6左右,说明思科从2010年起更多的增加了远程搜索的比重。华为每年的本地搜索率波动较大,在2006—2008年本地搜索率急剧升高,到2008年本地搜索率为0.87,接近思科的本地搜索率0.91。而2008到2010年,本地搜索率又急剧下降至最低点0.55并保持至2011年。到2012年,华为的本地搜索率上升至0.85,呈现高倾向的本地搜索,2013年后又出现回落。整体来看,华为除2012年以外,其余年份的本地搜索率均比思科要低,这说明华为

在搜索布局的分配上比思科更注重远程搜索,对于不熟悉的技术投入了相对更多的精力去研究。

对于搜索范围这一层面的价值收益,可以分别统计2家企业2005—2015年这2种搜索路径的平均价值的演化情况,即本地搜索价值(本地搜索而来的技术位的平均价值)与远程搜索价值(远程搜索而来的技术位的平均价值)。如图3所示,叉号线条为思科进行远程搜索所得技术位的平均价值,三角线条为思科进行本地搜索所得技术位的平均价值,方形线条为华为进行远程搜索所得技术位的平均价值,菱形线条为华为进行本地搜索所得技术位的平均价值。

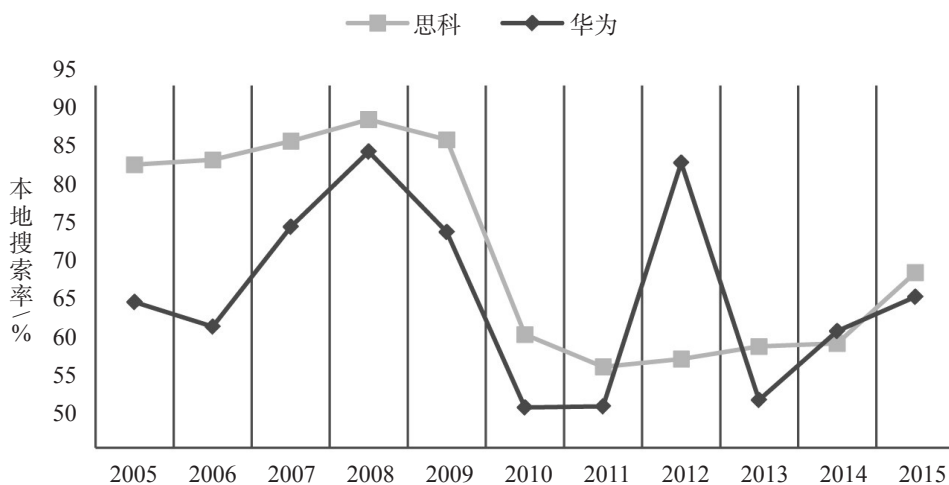


图2 华为、思科的本地搜索率演化

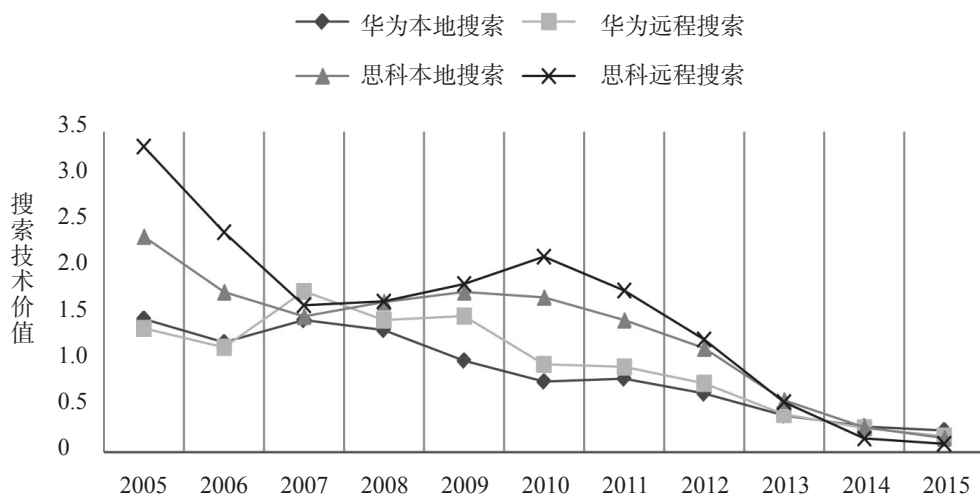


图3 华为、思科的技术搜索价值演化

由2005—2012年的统计测算可以看出,思科和华为的技术搜索价值整体呈下降趋势,技术布局质量下降趋势明显。思科不管是本地搜索还是远程搜索,其价值收益均比华为要高,即思科在搜索范围这一层面质量要更高,技术布局更有影响力。对思科来说,2005—2011年间远程搜索比本地搜索所得的价值收益更高,而2012年以后,本地搜索的价值收益超越了远程搜索。与本地搜索率的变化规律相比可以看出,尽管在2005—2009思科的本地搜索率高达85%,但其整体收益却不如远程搜索,因此在2009年后逐渐降低本地搜索所占的比重,但在2010和2011年,并未着重提高本地搜索的质量,本地搜索价值与远程搜索价值仍存在一定差距。2012年以后,本地搜索价值超越了远程搜索价值,本地搜索率也在逐渐回升。对华为来说,其本地搜索价值和远程搜索价值的除2009年以外,差距很小,基本保持同一水准。2009年,华为远程搜索的价值高出本地搜索价值很多,对比2010年华为本地搜索率的骤降,可以看到价值导向对于华为搜索策略的影响。从2010年起,本地搜索的价值与远程搜索的价值的差距呈缩小趋势,而2012年的本地搜索率又突然回升至较高水平,但两者的价值已基本趋同,且呈下降趋势,这说明华为2012尽管加大大本地搜索的力度,但其质量却不升反降,也没有反超远程搜索的价值。

在搜索深度这一层面,可以计算2家企业每年的技术搜索深度,也可计算公司在某些技术位上的搜索深度。2家企业每年的平均技术搜索深度为总的专利数除以总技术位数,如图4所示。可以看出,思科自2005年起每年的搜索深度逐渐呈现下降的趋势,即思科对技术的深度挖掘逐渐减弱;而华为自2005年起的搜索深度处于平稳的波动中,大体维持在1.5左右,整体均比思科要低,这说明华为对技术的深度挖掘程度没有达到思科的平均水平。

除企业整体的技术搜索深度以外,还可以测算某类技术位的平均搜索深度。图5为华为、思科2005—2015年本地搜索而来的技术位以及远程搜索而来的技术位的平均搜索深度。可以看出,2家企业整体上均为本地搜索深度高于远程搜索深度,且思科的2种搜索范围均有较华为更大的搜索深度。2009年,华为和思科的2种搜索范围的深度最为接近,但对比2009年技术搜索的价值情况可以看出,尽管深度相似,但思科的搜索质量仍比华为要高。从2009到2012年,华为的本地搜索深度与思科逐渐拉开差距,而技术搜索价值的差距也同步拉开,而在2005—2009年间,二者的差距呈缩短趋势,技术搜索价值业呈现缩短态势,因此可以判断出,企业对于本地搜索的技术深度挖掘程度与企业的搜索价值收益存在相互影响。2家企业

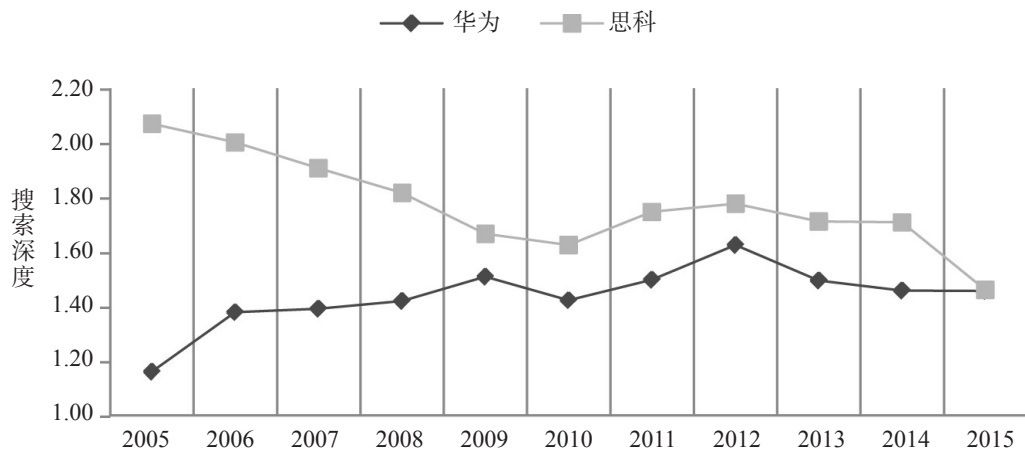


图4 华为、思科的技术搜索深度演化



的远程搜索深度整体上均保持在1.0附近,但是在2007年,思科的远程搜索深度突然提升至1.45,接近于华为的本地搜索深度。在2012年,华为的远程搜索深度也呈现异常的1.87高值,并超越了同年份的本地搜索深度。但是在技术搜索价值的变化上,并没有发生异常情况,华为2012年的远程搜索价值依然低于思科,这也说明,远程搜索深度的变化情况对于价值并没有明显影响。

在搜索价值这一层面,不仅可以评估企业某一类别技术位的价值收益,也可以总结出企业高价值收益的技术位来源情况,为企业后期的技术布局提供经验指导。本文将价值排名前20%的技术位视为高价值技术位,对这些高价值技术位的来源从之前的2个维度进行分析:搜索范围和搜索深度。

在搜索范围方面,统计2005—2014年华为和思科这些高价值技术位的本地搜索率的演化情况。如图6所示,思科从2005年到2007年本地搜索率从73%升至85%,并维持至2009年。在这些年中,思科的高价值技术位越来越倾向于是由本地搜索得到的,也就是说思科本地搜索而来的技术位,产生高价值的比例逐年上升。而2010年开始高价值技术位本地搜索率突降至57%,并在2011年继续降低至该阶段最低点43%。对比同年份思

科的技术搜索价值(见图3)可以看出,思科在这2年进行远程搜索不仅平均质量高于本地搜索,高质量的技术搜索中远程搜索的比例也更多,并在2011年超越了本地搜索。2012年以后,高价值技术位本地搜索率逐渐回升至74%。对华为而言,高价值技术位本地搜索率波动情况较大,在2008年和2012年数值较高,分别为88%和82%,这与华为本地搜索率的峰值(见图2)相吻合,但其平均搜索价值没有远程搜索高(见图3),因此在这2年,华为虽然是由本地搜索取得了绝大部分的高价值技术位,但由于其本地搜索技术位数目较多,造成了平均搜索价值的降低。另外,对比图6可知,2012年远程搜索深度超越了本地搜索深度,但却是本地搜索取得的高价值技术位占据了82%,可以看出,增加搜索深度对于高价值的技术位可能没有明显影响。在2010、2011和2013年华为高价值技术位的本地搜索率低于50%,而其当年的本地搜索率均在55%左右,也就是说,华为在这几年的远程搜索取得的优势稍大一些。从2家企业高价值技术位本地搜索率的演化情况可以看出,企业取得有较高价值技术的搜索范围并非固定的,张力理论和基础理论均有可取之处。

在搜索深度方面,统计2005—2014年华为和思科的这些高价值技术位的平均搜索深度的演化

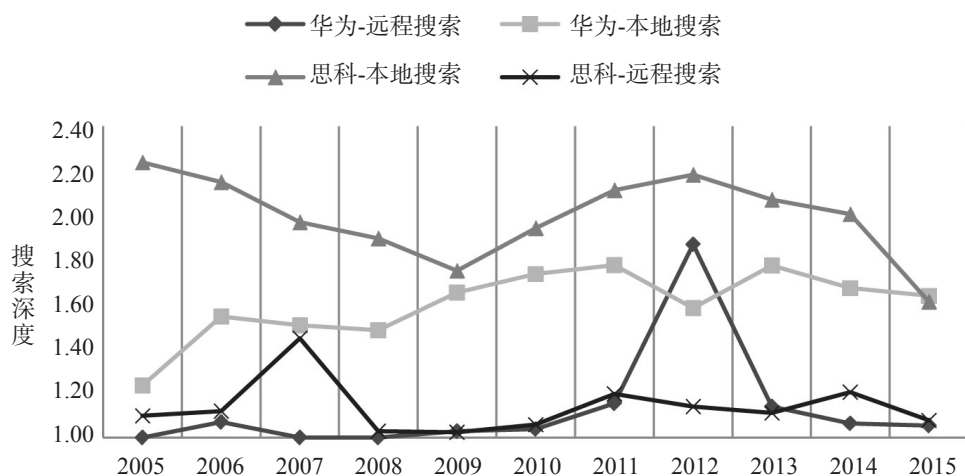


图5 华为、思科的本地和远程搜索深度演化



情况,并与其总体技术为的平均深度进行对比。如图7所示,可以看出,华为除2005年搜索深度本身数值过低(1.1)以外,2006—2014年高价值的技术位的深入挖掘程度与当年的平均水平一直存在明显差距,没能很好得利用高价值的技术位。思科在2005年和2010年对于高价值技术位并没有深入挖掘,与总体的平均搜索深度差距较大。而在2011年和2014年,思科对高价值的技术位挖掘较为充分,基本达到当年的平均水平,其余年份波动较大,和华为情况类似。可以看出,除了思科2011和2014年以外,2家企业对于高价值技术位深度搜索情况均不够理想。

#### 4 结束语

本文以技术位这一概念为基础,根据生态学适应型景观理论和演化经济学理论,构建“搜索范围、搜索深度、搜索价值”的三维指标体系,可以分析企业技术搜索的实际情况和效果。利用改良后的技术位不仅能做企业之间的横向比较,评估竞争水平,调整企业的技术战略布局;也能衡量企业技术差异,为并购及合作提供最真实的技术数据。实证部分本文以华为、思科2家企业2005—2015年为例,分析了2家企业在USPTO申请专利所表征的技术搜索演化情况并作对比。本文发现:第一,华为和思科2005—2015年间的搜索范围均以本地搜

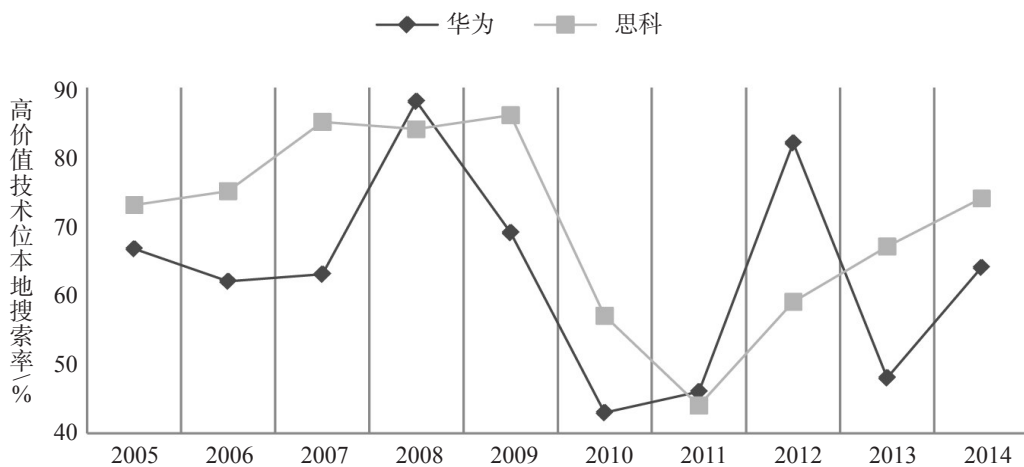


图6 华为、思科高价值技术位的本地搜索率

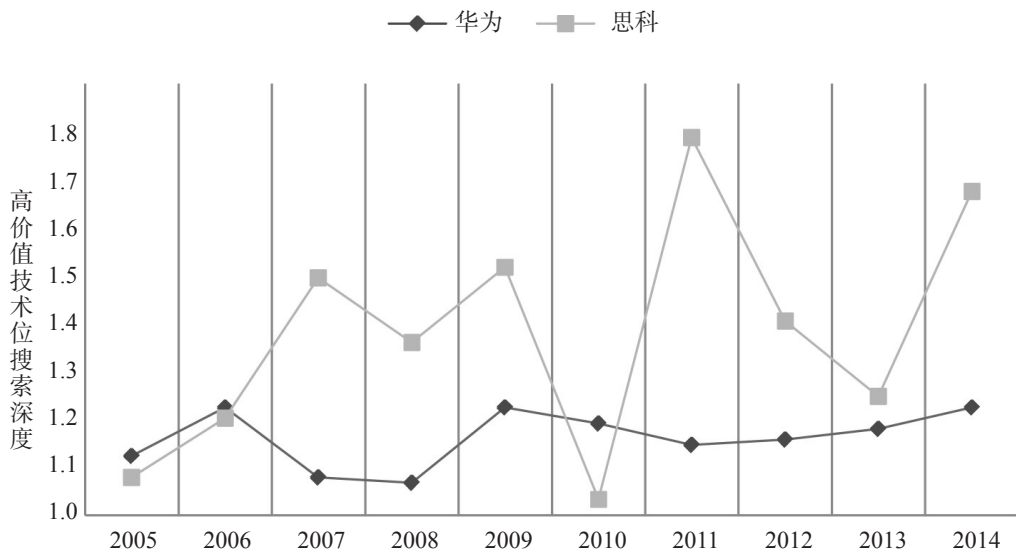


图7 华为、思科高价值技术位的搜索深度

索为主、远程搜索为辅,且华为在搜索布局的分配上比思科更注重远程搜索,但是思科在搜索范围这一层面质量要更高,技术布局更有影响力。第二,就2家企业而言,价值收益对于搜索范围比重的变化存在明显的导向作用,本地搜索深度与价值之间存在明显的相互作用,而远程搜索深度与价值间的相互作用并不明显。第三,企业取得有较高价值技术的搜索范围并非固定的,本地搜索和远程搜索均能取得高价值的技术位。2家企业对于高价值技术

位的搜索深度远低于平均搜索深度,对于高价值技术位识别及挖掘的不够充分。

本文研究也存在一定局限性。第一,对于华为和思科的技术布局分析方面,没有联系企业实际的研发活动,抽象性过强。第二,只以华为和思科2家企业为例,分析“搜索范围、搜索深度、搜索价值”之间的相互关系,不具有普适性。在未来的研究中,可深入采用大样本数据进行实证分析,以期进一步完善研究结论。

### 参考文献:

- 吴航,陈劲. 2015. 企业外部知识搜索与创新绩效:一个新的理论内框架[J]. 科学学与科学技术管理,36(4):143-151.
- Aharonson B, Schilling M. 2016. Mapping the technological landscape: Measuring technology distance, technological footprints, and technology evolution[J]. Research Policy,45(1):81-96.
- Cohen W M, Levinthal D A. 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation[J]. Administrative Science Quarterly,35(1):128-152.
- Fleming L, Sorenson O. 2001. Technology as a complex adaptive system: Evidence from patent data[J]. Research Policy,30(7):1019-1939.
- Gilfillan S. 1935. Inventing the Ship[M]. Chicago:Follett Publishing Co.
- Kaplan S, Vakili K. 2015. The double-edged sword of recombination in breakthrough innovation[J]. Strategic Management Journal, 36(10):1435-1457.
- Katila R, Ahuja G. 2002. Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction[J]. Academy of Management Journal, 45(6):1183-1194.
- Kauffman S. 1993. The Origins of Order[M]. London: Oxford University Press.
- Kauffman S, Lobo J, Macready WG. 2000. Optimal search on a technology landscape[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 43(2):141-166.
- Kim S K, Arthurs J D, Sahaym A, et al. 2013. Search behavior of the diversified firm: The impact of fit on innovation[J]. Strategic Management Journal, 34(8):999-1009.
- Laursen K, Salter A J. 2006. Open for innovation: The role of openness in explaining innovative performance among UK manufacturing firms[J]. Strategic Management Journal, 27(2):131-150.
- Levinthal D. 1997. Adaptation on rugged landscapes[J]. Management Science, 43(7):934-950.
- March J G. 1991. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. Organization Science, 2(1):71-87.
- Nelson R, Winter S. 1982. An Evolutionary Theory of Economic Change[M]. Cambridge: Belknap Press.
- Schumpeter J. 1939. Business Cycles[M]. New York: McGraw-Hill.
- Sørensen J, Stuart T. 2000. Aging, obsolescence, and organizational innovation[J]. Administrative Science Quarterly,45(1):81-112.
- Stuart T E, Podolny J M. 1996. Local search and the evolution of technological capabilities[J]. Strategic Management Journal, 17(1):21-38.

Wright S. 1932. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution[J]. Proceedings of the 11th International Congress of Genetics, (1):356-366.

## The Evolution of Technology Search Strategy of Huawei and Cisco: Based on Technological Positions

LIU Fengchao<sup>1</sup>, FENG Xue<sup>1</sup>, ZHAO Liangshi<sup>2</sup>

(1. Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2. Marine Economy and Sustainable Development Research Center, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

**Abstract:** The selection of technology search strategy has an important impact on technological innovation of enterprises. This paper starts from the perspective of 'fitness landscapes' on biological evolution and develops a 'search scope, search depth and search value' three-dimension index system. We put technological position into practice by MATLAB and take Huawei and Cisco applying for patents in USPTO during 2005-2015 as an example to describe both characteristics and differences about the evolution of technology search strategy. The analysis shows that both Huawei and Cisco mainly depend on local search, supplemented by distant search. Typically, Cisco has a higher technology search value compared with Huawei, which means Cisco has more effective technological configurations than Huawei. Search value, search scope and search have apparent interactions among each other. Moreover, both Huawei and Cisco did not utilize the high-value technological positions adequately.

**Key words:** technological positions; technology search; fitness landscapes; Huawei; Cisco