

# Study on the Identification and Distribution Characteristics of Potential Subversive Low Carbon Technology in China under the Background of Climate Change

—Pot Model Based on the Number of Times of Citations

Caijing Zhang, Weidong Wang, Na Lu

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu  
Email: 3162001023@stmail.ujs.edu.cn

Received: Feb. 1<sup>st</sup>, 2019; accepted: Feb. 15<sup>th</sup>, 2019; published: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2019

---

## Abstract

Disruptive low-carbon technological innovation is an important means to further implement the innovative driven development and promote the low-carbon transformation of the whole society. Based on the CPC-Y02 classification jointly published by EPO and USPTO, the POT model is used for the first time to analyze forward citation number of 264,444 low-carbon patents in 6 fields and the potential disruptive low-carbon technology in China from 2004 to 2013. Furthermore, the regional distribution characteristics of patents are analyzed. The results showed that 306 potential disruptive low-carbon technologies are selected, accounting for about 1/1000 of the total low-carbon patent applications. At present, these patents are mainly concentrated in the areas of construction, commodity production, transportation, energy and so on, highly related to economic development in China. But there are obvious shortages in the high-tech domain of greenhouse gas treatment. These patents geographically concentrate on 5 eastern provinces and cities, including Beijing, Jiangsu, Guangdong, Shandong and Shanghai, and show a more concentrated feature than other general patents.

## Keywords

Disruptive Innovation, Low-Carbon Technology, Number of Patents' Forward Citations, POT Model

---

# 气候变化背景下中国潜在颠覆性低碳技术识别及其分布特征研究

——基于专利被引次数的POT模型

张财经, 王为东, 卢 娜

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

Email: 3162001023@stmail.ujs.edu.cn

收稿日期: 2019年2月1日; 录用日期: 2019年2月15日; 发布日期: 2019年2月22日

## 摘 要

颠覆性低碳技术创新是深入实施创新驱动战略, 推动全社会低碳转型的重要手段。基于EPO与USPTO联合公布的CPC-Y02低碳专利分类, 首次采用POT模型对中国2004~2013年264,444件低碳技术专利的被引次数进行分析, 识别潜在的颠覆性低碳技术, 并分析技术的领域与地域分布特征。结果显示, 中国潜在颠覆性低碳技术专利共计306件, 约占申请总量的千分之一; 此类技术专利主要集中于建筑业、污染处理、产品生产、交通、能源等5个与经济社会发展高度相关领域, 而在温室气体处理这一高技术领域则存在明显短板; 地域上约60%颠覆性技术专利产生于北京、江苏、广东、山东、上海等5个东部省市, 且呈现出较其他一般专利更为集聚的特征。

## 关键词

颠覆性创新, 低碳技术, 专利被引次数, POT模型

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国十九大报告已将颠覆性技术创新正式提上日程。作为对已有主流技术体系产生整体性替代作用的新型创新形式, 颠覆性技术创新为国家和企业在众多领域实现“弯道超车”提供了可能。Christensen在其《创新者困境》一书中最早提出“颠覆性创新”概念[1], 指的是通过向原有主流市场所忽视的非主流客户提供低价、简单、功能更丰富的产品或服务, 形成新市场、新需求与新偏好, 在市场中不断攀升并最终替代原有主流市场的过程[2] [3] [4]。研究者[5] [6]逐渐意识到, 中国等新兴国家发展颠覆性创新可能具有比较优势。这些国家的快速经济发展并不足以使大多数人具备发达国家产品的支付能力, 但可能使这些国家成为发展与测试更低成本同类创新理想场所。而这些创新又可能被带回发达国家, 最终颠覆这些产品的高端与更昂贵版本[7]。事实上, 作为全球“金字塔底部”收入群体, 这些新兴国家的大众市场引发了全世界企业的注意, 为这些市场开发颠覆性产品提供了大量创业机会。颠覆性产品在这些国家已经建立了稳固基础, 而且也创造了能够带回发达市场的新版本[6] [7] [8]。

当前国内外低碳转型的系统性与紧迫性使研究者关注到颠覆性技术创新研究, 并提出颠覆性低碳型技术创新(disruptive low-carbon innovation)概念[9] [10]。2017年Geels等[11]在美国《科学》杂志发出号召, 快速的深度低碳转型需要重构现有技术社会体系, 以实现更具颠覆性的低碳技术创新。研究者[12] [13] [14]普遍认为, 现有技术与生产体系环境效率的连续与增量式提升并不减少总体能源使用, 难以实现大规模低碳化, 不足以应对低碳转型的紧迫挑战。据此, 研究者[12] [15]提出, 突破式、激进式乃至颠覆性低碳技术创新(breakthrough, radical and disruptive Innovation)在当前背景下至关重要, 这些更高层次、更具

渗透性的创新有利于低碳技术体系的整体转型，从而大规模减少碳排放。

尽管颠覆性创新与颠覆性低碳创新的重要性已毋庸置疑，但如何识别此类创新仍缺乏科学合理的办法，对于潜在的颠覆性技术尚不具备预测能力[16] [17]。事实上，颠覆性创新理论的早期工作是建立于技术创新如何具有颠覆性的案例研究基础之上[6]。尽管 Christensen 本人认为颠覆性理论也可用于预测，具有颠覆性应用潜力的前沿备选技术的研发策略也开始吸引研究者的注意。但相关研究目前仍停留于基于案例的经验研究，是对颠覆性创新的识别主要还是事后分析。值得注意的是，面对日益增加的专利申请数量，以专利数量衡量创新水平的意义下降，专利质量问题研究日益深入，为颠覆性创新的识别提供了重要思路。要全面科学地衡量创新水平，本身就需要剔除质量低、不具应用价值的专利，识别出具有潜在重大经济与社会影响的突破性、激进式乃至颠覆性的高质量专利。该项研究中，专利被引次数(forward citation number)成为衡量专利质量的一个重要方法[18] [19] [20]。近期，研究者进一步采用专利被引次数的统计规律来区分一般专利与更具颠覆性质的“超级明星”(superstar)专利[21] [22]，为缩小颠覆性技术搜索范围提供一个更为科学合理的量化方法。

据此，本文采用专利被引次数衡量专利质量的统计分析方法，基于EPO与USPTO联合公布的CPC-Y02低碳专利分类，对2004~2013年中国低碳专利进行分析，以识别中国的颠覆性低碳技术，并分析其领域与地域分布特征。由于使用这一方法识别颠覆性低碳技术专利具有较强的创造性，且不能把专利完全等同于包含技术应用过程的创新概念，因此，谨慎起见，将所识别的技术称为潜在颠覆性低碳技术。

## 2. 潜在颠覆性低碳技术判别原理

### 2.1. 方法论来源

Trajtenberg [23]提出，专利被引次数是衡量专利价值的重要指标，反映了技术的影响力大小。据此，许多研究者[24] [25]对更具突破性发明的衡量依据的是最高被引次数，即高被引专利是高质量专利。在此基础上，可以判别出某一领域与某一段时间的高质量专利群。这一方法提供了不同时间专利申请与不同领域专利之间的公平比较，因为申请更迟的专利被引概率更低，而且不同领域专利被引概率也不一样，如化学领域被引的概率要高于计算机通信领域[22] [26]。然而，这一方法最主要的问题是难以准确划定一般专利与高质量专利之间的断点，即到底专利被引的数量达到多少才能成为高质量专利。大多数研究目前采用的办法是使用外生的固定标准来区分，如将高质量专利定义为某一领域中被引次数前10%、5%或1%的专利[22]。但是，研究者[21]批评指出，如果企业利用专利申请取得优势的战略得到广泛采用，筛选出的这部分专利的质量就可能得不到保证。

为克服这一方法存在的问题，Silverberg 和 Verspagen [27]创造性地将极值统计应用于专利数据分析，发现了专利被引次数的统计特性：大部分专利的被引数据符合对数正态分布，而分布尾部的高被引专利的引用次数则呈现帕累托分布。Castaldi 和 Los [21] [22]在对 Silverberg 和 Verspagen [27]估算程序做出修改的基础上，引入 Hill 估计将在美国专利商标局注册的美国专利分类为“超级明星”和其它一般专利，并提出概率方法来解决明星专利和普通专利被引次数在最初几年差异不明显的问题。在此基础上，运用其所提出的精炼方法来确定他们所称的超级明星专利。这一处理方法背后的基本思想是，通过利用专利被引数量频率分布的统计特性来内生地获得某一领域高质量群体的份额，其分布特点是厚尾。即高质量专利受到的被引数量远超正态分布规律所能预期到的。此方法目前在金融领域的风险研究中已得到广泛应用，认为股市、债券、衍生品等市场中的此类小概率黑天鹅事件具有巨大破坏力。而将这种思想应用于专利领域，借助统计规律寻找极值，就规避了人为划分专利的主观性，更为科学合理。据此，本文采用极值理论的 POT 模型对专利被引次数进行分析。

## 2.2. 方法论原理

极值理论(EVT)目前已被广泛应用于金融经济学、生物学和地质学等领域。其主要包括两类模型：BMM (Block Maxima Method)模型和 POT (Peaks-Over-Threshold)模型。其中，BMM 模型针对大量同分布的样本分块后的极大值建模，而 POT 模型则是对所有样本观测值中超过某个足够大的阈值的数据建模。POT 模型被认为是实践中最有效的模型之一，目前对 POT 模型主要应用在金融数据中阈值选择。POT 模型优点包括：第一，对于具有充分大阈值的数据拟合效果理想；第二，不受整体分布的影响，不需要对整体概率分布形式做出假设；第三，受数据残缺性影响不大，对数据要求相对较低[28]。由于颠覆性创新的发生同样具有不确定性和风险性[29]，但一旦产生将具“颠覆性力量”[30]，其被引次数相比同年同一领域的专利要多得多。鉴于专利被引和金融风险事件的相似性，本文将 Castaldi 和 Los [21] [22]处理方法与 POT 模型相结合，寻找阈值，并将被引数超过阈值的专利视为潜在颠覆性技术。

## 2.3. POT 模型方法

基于极值理论而提出的 POT (Peak-Over-Threshold)模型主要应用于在总体分布未知的情景中，研究给定观测样本大于某一阈值的数量的渐进分布。具体建模过程如下：

假定随机变量  $X_1, X_2, \dots, X_n$  满足独立同分布(iid)，且具有相同的分布函数  $F(X)$ ，当给定一个阈值  $u$ ，若  $X_i > u$ ，称  $X_i$  为超阈值(exceedence)， $y_i = X_i - u$  为超阈量(excess)。  $F_u(y)$  表示超阈量  $y$  的分布函数：

$$F_u(y) = \Pr(X - u \leq |X > u) = \frac{\Pr(u < X < y + u)}{\Pr(X > u)} = \frac{F(y + u) - F(u)}{1 - F(u)}$$

在此基础上，对于充分高的阈值  $u (u \rightarrow \infty)$ ， $y_i$  近似服从广义帕累托分布(Generalized Pareto Distribution, GPD)，即：

$$\limsup_{i \rightarrow u} |F_k(y) - G_{\xi, \beta}(y)| = 0, (0 << y < x - u)$$

其中， $k$  表示超越给定阈值的极值数据， $F_k(y)$  表示极值分布函数， $G_{\xi, \beta}(y)$  表示 GPD：

$$G_{\xi, \beta}(y) = 1 - \left(1 + \frac{\xi y}{\beta}\right)^{\left(\frac{1}{\xi}\right)}, 1 + \frac{\xi y}{\beta} > 0 \quad (1)$$

其中， $\xi$  表示 GPD 的形状参数， $\beta > 0$  为标度参数。当  $\xi > 0$  时， $y > 0$ ；当  $\xi < 0$  时， $0 \leq y \leq -\beta/\xi$ 。

由于  $G_{\xi, \beta}(y)$  只是对原始分布的厚尾部分进行拟合，但实际需要其与原始分布的结合来考虑问题。由上易得：

$$F(x) = G_{\xi, \beta}(x - u) * [1 - F(u)] + F(u) \quad (2)$$

其中， $F(u)$  原始数据中阈值前面的数据分布，与尾部分布无关。此外，对  $F(u)$  的一个合理估计：

$$F(u) = (n - N_u) / n \quad (3)$$

其中， $n$  为样本总数， $N_u$  表示超越阈值的样本数，将(1)、(2)带入(3)式中有尾部分布在整个分布中的表达式：

$$F(x) = 1 - \frac{N_u}{n} \left[1 + \frac{\xi}{\beta}(x - u)\right]^{\left(\frac{1}{\xi}\right)}, x > u$$

## 3. 样本描述与 POT 模型

### 3.1. 样本描述

专利从开始被引到大量被引通常需 5 年以上时间[18]，因此本文以 2004~2013 年为研究区间，以 30

个省市为研究对象(因港澳台及西藏数据缺失,不予以考虑),依据欧洲专利局(EPO)和美国专利局(USPO)于 2013 年共同颁布的 CPC(合作专利分类法)中 Y02 低碳技术专利分类[31]采集数据,数据来自 incopat 专利数据库,共 264444 条。CPC 整合了美国专利分类体系(USPC)、欧洲专利分类体系(ECLA)与国际专利分类体系(IPC)的优势,同时提供技术、功能与产品应用的信息,尤其是新增了包含 Y02 的 Y 部类,追踪新兴技术与交叉技术[32]。

由于专利数据在不同的年份和不同的领域可能存在较大差异,因此将专利按申请年份和领域分类。Y02 属于 CPC 专利分类中 Y 部类,被定义为减少与适应气候变化的相关专利。根据现行 CPC 分类,Y02 包括减缓或适应气候变化的六类相关减排技术,一是 Y02B,覆盖建筑业相关的气候减排技术;二是 Y02C,包括获取、存储、压缩、释放温室气体的技术;三是 Y02E,包括与能源生产、运输或是分配相关的温室气体减排技术;四是 Y02P,包括生产与处理商品的减排技术;五是 Y02T,覆盖与交通相关的减排技术;六是 Y02W,包括污水处理或污染物管理的减排技术。由于篇幅的限制,仅列举 2011 年的数据进行总体专利被引统计性描述,如表 1 所示。从表 1 数据描述可以看出,除 Y02C 专利被引峰度小于 3 外,其余领域都呈现一定程度的尖峰厚尾分布特征。

**Table 1.** Descriptive statistics of Chinese different fields of Y02 patents in 2011

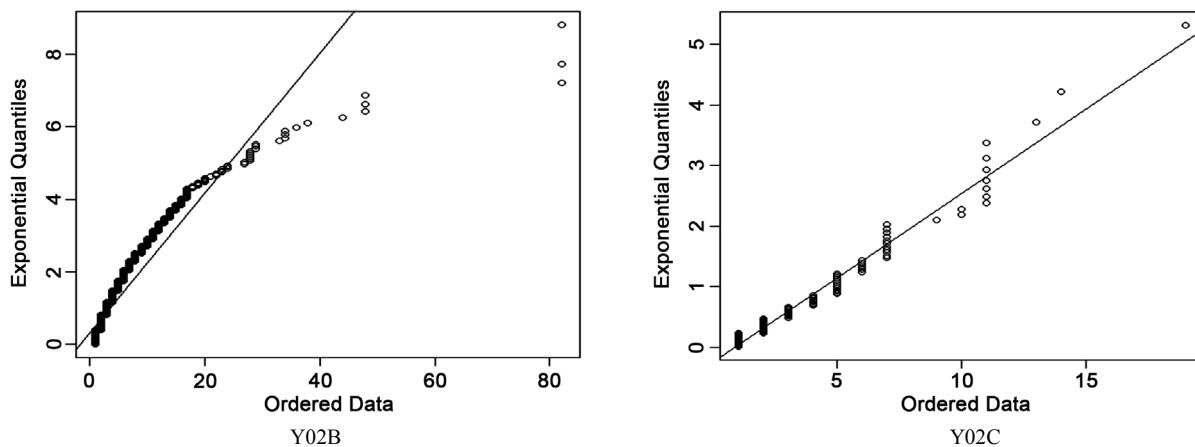
**表 1.** 2011 年全国 Y02 各领域专利被引描述性统计分析

	最小值	最大值	平均值	标准差	偏度	峰度
Y02B	0.00	82.00	1.6860	3.68290	7.755	117.267
Y02C	0.00	19.00	2.6207	3.46324	1.708	2.240
Y02E	0.00	88.00	1.7810	3.53752	4.738	44.767
Y02P	0.00	66.00	2.8929	4.32930	3.786	24.846
Y02T	0.00	69.00	1.4088	3.21155	7.731	108.988
Y02W	0.00	64.00	1.4504	3.32822	6.025	66.883

## 3.2. POT 构建

### 3.2.1. 厚尾检验

数据的厚尾分布是 GPD 的充分条件,使用 QQ 图方法检验历年各领域专利的厚尾分布。除 2011 年 Y02C 领域外,其余样本都属于厚尾分布。从图 1 中看到,2011 年除 Y02C,其余领域 QQ 图样本点都呈现上凸的特征,表明数据服从厚尾分布。





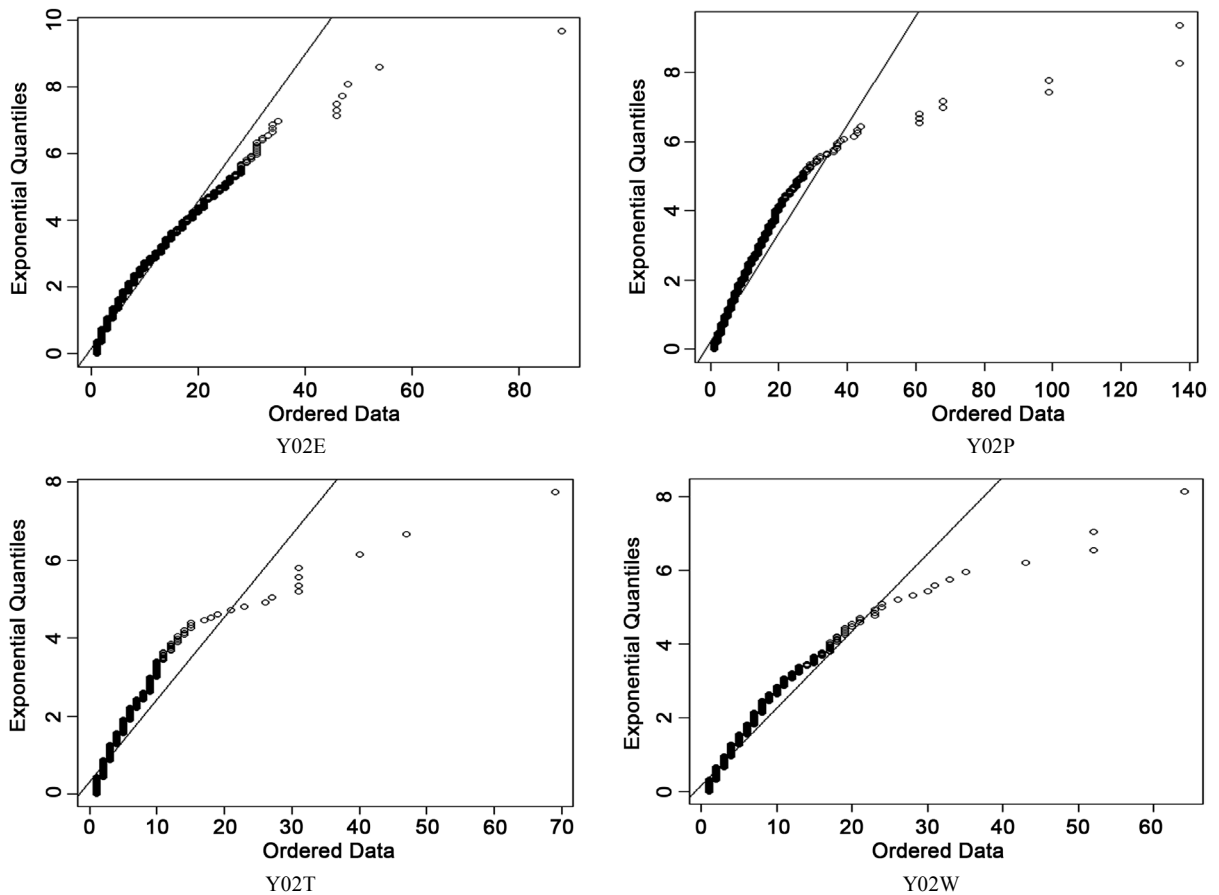


Figure 1. QQ-plots of the number of patents cited in 2011  
图 1. 2011 年专利被引 QQ 图

### 3.2.2. 阈值选择

构建 POT 模型的关键是阈值选择, 常见的阈值选择方法有 Hill 图、平均超额图(Mean Excess Plot)方法与峰度法。由于前两种方法在阈值的选择上具有一定主观性, 本文采用峰度法[33]对阈值进行选择。峰度法具体步骤如下:

- 1) 计算样本均值  $\bar{X}$ ;

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- 2) 计算样本峰度  $K$ ;

$$K = \frac{E(X_i - \bar{X})^4}{(E(X_i - \bar{X})^2)^2}, (i=1, 2, 3, \dots, n)$$

- 3) 将计算得到的峰值与 3 比较大小, 若  $K \geq 3$ , 则将  $\max(|X_i - \bar{X}|)$  情况下的  $X_i$  从样本中去除;
- 4) 对剩下的样本重复上述第一、第二步, 直到样本数据峰值小于 3 为止;
- 5) 选取余留样本  $\max(|X_i|)$  作为阈值。

鉴于专利数据的庞大, 本文选择 MATLAB 编程计算阈值和样本峰度。峰度衡量样本的峰态, 峰度越高意味着样本数据分布就有更多极端值, 从而呈现尖峰厚尾分布。表 2 即为利用峰度法得到的专利数

据阈值结果。由表 2 可见, 2011 年 6 领域专利被引次数的阈值断点依次为 33、19、46、36、26、18。除 Y02C 的峰值小于 3, 其余峰值都远高过 3, 呈现尖峰厚尾分布特征。

**Table 2.** Patents threshold in different fields of technology in 2011

**表 2.** 2011 年不同技术领域专利数据阈值

技术领域	阈值 $u$	峰度	$N_u$
Y02B	33	117.267	12
Y02C	19	2.24	0
Y02E	46	44.767	4
Y02P	36	24.846	18
Y02T	26	108.988	8
Y02W	18	66.883	25

注:  $N_u$  表示超阈值  $u$  的样本个数。

### 3.2.3. 拟合检验

本文采用极大似然法对数据进行参数估计, 并结合拟合优度检验法(KS 法)加以检验。其中原假设:  $H_0$ : 样本服从 GPD 厚尾分布;  $H_1$ : 样本不服从 GPD 厚尾分布。拟合情况如表 3 所示。

**Table 3.** Maximum likelihood estimation of patents in various fields in 2011

**表 3.** 2011 年各领域专利数据超阈值量的极大似然估计

技术领域	$\xi$	$\beta$	KS 统计量	$p$ 值
Y02B	0.2103	14.3792	0.19	0.7707
Y02E	0.8002	5.2688	0.2368	0.9784
Y02P	0.4308	17.6626	0.2	0.5056
Y02T	0.08696	11.31998	0.2374	0.7585
Y02W	0.2455	7.9627	0.0933	0.9817

注: 由于 Y02C 领域不具有厚尾特征, 也不具有超阈值, 故不包含在内。

从表 3 可以看出, 5 个领域专利被引数据超阈值量服从给定的分布。相关实证研究[34]发现: 当  $0 < \xi \leq 1$  时, 分布的尾部厚度为“厚尾”且随着形状参数的增加而变厚, 此时, 最适合于金融资产收益时间序列“厚尾”分布建模。据此, 本文也借鉴此方法并结合拟合优度统计量(KS 值), 作为筛选阈值的标准。

## 4. 颠覆性低碳技术的领域与空间特征

### 4.1. 颠覆性低碳技术的领域分布特征

根据拟合结果, 在所有 264,444 条低碳专利中, 筛选出潜在颠覆性低碳技术专利 306 条, 占总申请专利的 1.158%, 在比例上远远低于传统方法使用的被引次数前 10%、5%、1%。如表 4 所示, 所有颠覆性低碳技术中建筑业相关减排技术 Y02B 数量最多, 共计 75 条, 占比 24.5%; 其次是污水处理或污染物管理相关减排技术 Y02W, 共 67 条, 占比 21.9%; 生产与处理产品、交通、能源相关减排技术 Y02E、Y02T、Y02P 数量相近, 达到 50 条左右; 数量明显最少的为 Y02C 分类的温室气体获取、存储、压缩、释放技术, 仅为 7 条。

**Table 4.** The number and proportion of patents in various fields  
**表 4.** 各领域颠覆性低碳专利总量与占比

技术领域	件数	占比
总量	306	100%
Y02B	75	24.5%
Y02C	7	2.29%
Y02E	56	18.3%
Y02P	47	15.36%
Y02T	54	17.65%
Y02W	67	21.9%

总体而言，潜在颠覆性低碳技术主要分布建筑业、污染处理、产品生产、交通、能源等 5 领域，占比 98%，这与我国几十年来经济增长的主要发展领域的技术需求有很强的相关性。相反，在代表温室气体获取、存储、压缩、释放的低碳高技术领域仅有 7 条颠覆性技术，表明我国低碳技术创新在未来高技术领域仍有明显短板，可能制约低碳转型目标。

#### 4.2. 颠覆性低碳技术的空间分布特征

创新活动具有地理集中性。文献研究[35] [36]认为其原因包括研发的规模经济、高技能研究者分布不均衡以及便利知识外溢等方面。据此，本文根据专利第一发明人所在省份信息判断颠覆性创新发生的地理区位，以判断是否存在产生颠覆性创新的“土壤”与“温床”。表 5 按照全国各省市颠覆性低碳专利数量进行排名，并列出了其他一般专利总量与占比(限于篇幅，仅列出排名前 8 个省市)。表 5 显示，北京、江苏、广东、山东、上海等东部五个省市的颠覆性低碳专利数量排名靠前，占据全国总数近 60% 份额，体现出颠覆性低碳技术创新活动具有高度的地理集聚特征。并且，与其他一般技术相比，颠覆性技术这一地理集聚特征更加明显。尤其是北京的颠覆性技术占比达到约五分之一，而其一般技术占比仅十分之一强。

**Table 5.** The number and proportion of patents in various regions  
**表 5.** 各地域颠覆性低碳专利数量与占比

颠覆性技术			其他一般技术		
地域	件数	占比	地域	件数	占比
总量	306	100%	总量	26138	100%
北京	60	19.61%	北京	30537	11.56%
江苏	41	13.4%	江苏	36538	13.83%
广东	36	11.76%	广东	33479	12.67%
山东	25	8.17%	山东	18479	7%
上海	18	5.88%	上海	19258	7.29%
四川	15	4.9%	四川	8333	4.9%
浙江	12	3.92%	浙江	22433	8.49%
湖北	12	3.92%	湖北	7473	2.83%



采用 Arcgis 软件分别对 2004~2013 各省市颠覆性低碳技术数据进行直观展示。从图 2 可以看出，颠覆性低碳技术主要集中在北京、江苏、广东、山东、上海等经济较为发达、创新活动更为活跃的省市，表明这些地区已经成为颠覆性低碳技术创新活动的“温床”。可能原因是，这些地区经济基础雄厚、技术要素充裕、风险资本相对活跃、市场有规模且富有层次、文化更为宽松，便利颠覆性低碳技术的研发、实验、应用与社会认可。相对而言，中西部地区的创新乏力，与经济社会条件尚不具备可能有一定相关性。此外，研究还对各领域颠覆性低碳专利的空间分布进行了分析，结果与颠覆性低碳专利的总体分布差异不大，同样主要集中于北京、江苏、广东等经济较为发达的省市。

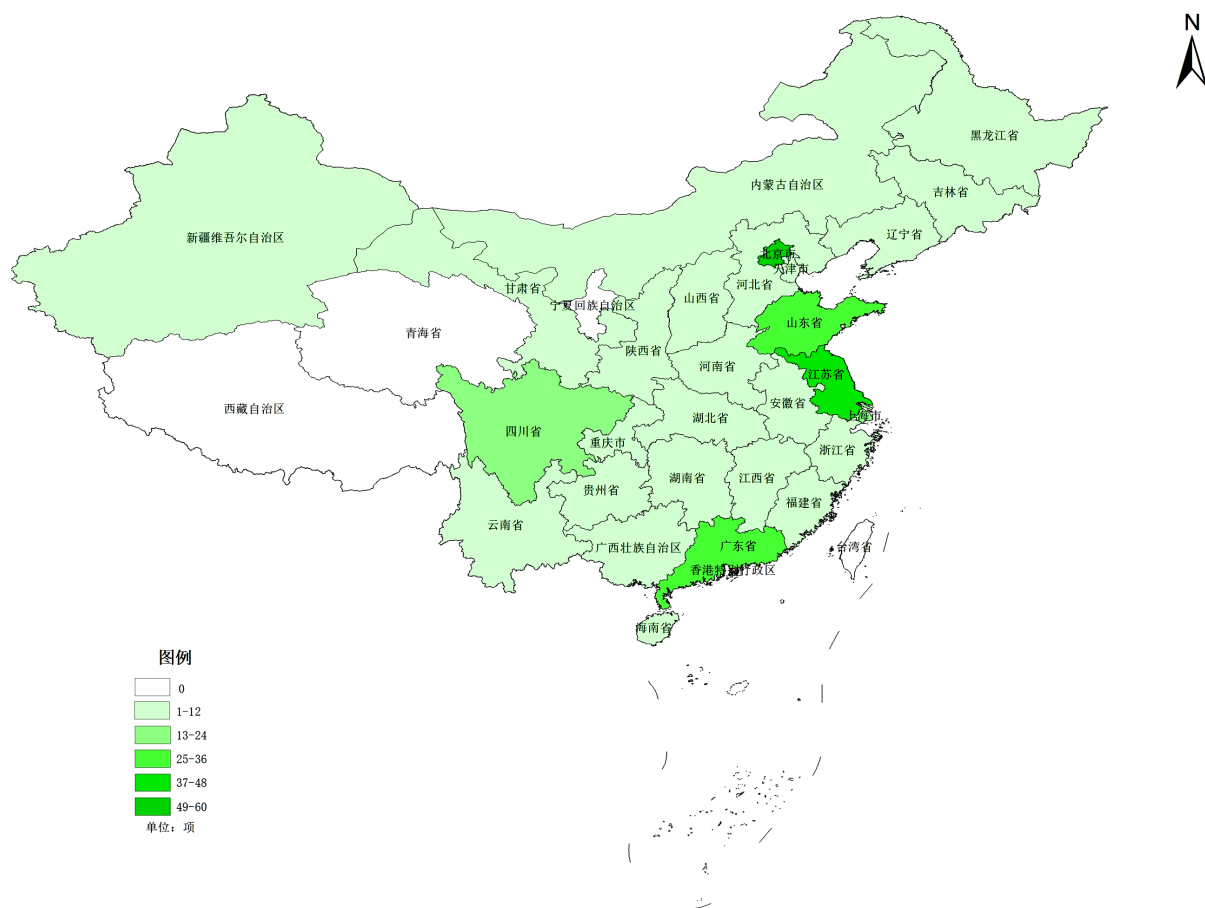


Figure 2. The spatial distribution of disruptive low-carbon patents

图 2. 颠覆性低碳技术总体空间分布

## 5. 结束语

本文首创性地采用极值理论的 POT 模型对中国 2004~2013 年低碳专利被引数据进行处理，对更为科学合理识别颠覆性技术具有方法论意义。研究识别出颠覆性低碳技术共计 306 件，占总低碳专利申请量约千分之一，远远低于人为划定的比重。在专利筛选的基础上，研究进一步分领域、分地域分析颠覆性低碳专利分布特征。分领域分析结果显示，与我国多年来主要经济社会发展领域相匹配，颠覆性低碳技术主要分布在建筑业、污染处理、产品生产、交通、能源等 5 个领域。而代表温室气体处理的高技术低碳领域仍有明显短板，可能制约我国未来低碳转型。地域分析结果显示，颠覆性低碳技术主要集中于北

京、江苏、广东、山东、上海等 5 个东部发达省市，且地理集聚性显著高于其他一般专利技术，这些省市已成为颠覆性低碳技术创新活动的“温床”。

## 基金项目

本文受到教育部人文社科基金(16YJC630125)、江苏省社科基金项目(17GLB020)、江苏省高校自科(71704069)、国家大创项目(No. 201810299018Z)资助。

## 参考文献

- [1] Christensen, C.M. (1997) *The Innovator's Dilemma*. Harper Business, New York.
- [2] Christensen, C.M. (2010) The Ongoing Process of Building a Theory of Disruption. *Journal of Product Innovation Management*, **23**, 39-55. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2005.00180.x>
- [3] 克里斯坦森, 等. 困境与出路[M]. 北京: 中信出版社, 2004.
- [4] Christensen, C.M. (2003) *The Innovator's Dilemma: The Revolutionary Book That Will Change the Way You Do Business*. Harper Business, New York.
- [5] Hart, S. and Christensen, C.M. (2002) The Great Leap: Driving Innovation From the Base of the Pyramid. *Sloan Management Review*, **44**, 51-56.
- [6] Chang, C.H., Elizabeth, G. and Yi, R. (2015) Opportunities for Disruption. *Technovation*, **39-40**, 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.11.005>
- [7] Schuster, T. (2014) Govindarajan, V., Trimble, C., *Reverse Innovation: Create Far from Home, Win Everywhere*, Harvard Business Review Press, 2012. *Management International Review*, **54**, 277-282. <https://doi.org/10.1007/s11575-013-0189-9>
- [8] Immelt, J.R., Govindarajan, V. and Trimble, C. (2009) How GE Is Disrupting Itself. *Harvard Business Review*, **35**, 56-65.
- [9] Berkhout, F., Smith, A. and Stirling, A. (2003) *Socio-Technological Regimes and Transition Contexts*. Edward Elgar, 48-75.
- [10] Tyfield, D. and Jin, J. (2010) Low-Carbon Disruptive Innovation in China. *Journal of Knowledge-Based Innovation in China*, **2**, 269-282. <https://doi.org/10.1108/17561411011077909>
- [11] Geels, F.W., Sovacool, B.K., Schwanen, T., *et al.* (2017) Sociotechnical Transitions for Deep Decarbonization. *Science*, **357**, 1242. <https://doi.org/10.1126/science.aao3760>
- [12] Shackley, S. and Green, K. (2007) A Conceptual Framework for Exploring Transitions to Decarbonised Energy Systems in the United Kingdom. *Energy*, **32**, 221-236. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.04.010>
- [13] Jeroen, C.J.M., van den Bergh, Truffer, B. and Kallis, G. (2011) Environmental Innovation and Societal Transitions: Introduction and Overview. *Environmental Innovation & Societal Transitions*, **1**, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.04.010>
- [14] López, F.J.D. and Montalvo, C. (2015) A Comprehensive Review of the Evolving and Cumulative Nature of Eco-Innovation in the Chemical Industry. *Journal of Cleaner Production*, **102**, 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.007>
- [15] Beerepoot, M. and Beerepoot, N. (2007) Government Regulation as an Impetus for Innovation: Evidence from Energy Performance Regulation in the Dutch Residential Building Sector. *Energy Policy*, **35**, 4812-4825. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.04.015>
- [16] Yu, D. and Hang, C.C. (2011) Creating Technology Candidates for Disruptive Innovation: Generally Applicable R&D Strategies. *Technovation*, **31**, 401-410. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.02.006>
- [17] Klenner, P., Hüsigg, S. and Dowling, M. (2013) Ex-Ante Evaluation of Disruptive Susceptibility in Established Value Networks—When Are Markets Ready for Disruptive Innovations? *Research Policy*, **42**, 914-927. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.12.006>
- [18] 万小丽. 专利质量指标中“被引次数”的深度剖析[J]. 情报科学, 2014, 32(1): 68-73.
- [19] 张军荣. 开放式创新能提升专利质量吗[J]. 科研管理, 2017, 38(11): 103-109.
- [20] 张杰, 等. 基于诉讼专利的专利质量评价方法研究[J]. 科研管理, 2018, 39(5): 138-146.
- [21] Castaldi, C.C. and Los, B. (2012) Are New “Silicon Valleys” Emerging? The Changing Distribution of Superstar Patents across US States.

- [22] Castaldi, C., Frenken, K. and Los, B. (2015) Related Variety, Unrelated Variety and Technological Breakthroughs: An Analysis of US State-Level Patenting. *Regional Studies the Journal of the Regional Studies Association*, **49**, 767-781. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.940305>
- [23] Trajtenberg, M. (1990) A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations. *Rand Journal of Economics*, **21**, 172-187. <https://doi.org/10.2307/2555502>
- [24] Ahuja, G. and Lampert, C.M. (2001) Entrepreneurship in the Large Corporation: A Longitudinal Study of How Established Firms Create Breakthrough Inventions. *Strategic Management Journal*, **22**, 521-543. <https://doi.org/10.1002/smj.176>
- [25] Singh, J. and Fleming, L. (2010) Lone Inventors as Sources of Breakthroughs: Myth or Reality. *Management Science*, **56**, 41-56. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1072>
- [26] Hall, B., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (2001) The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools. C.E.P.R. Discussion Papers. <https://doi.org/10.3386/w8498>
- [27] Silverber, G. and Verspagen, B. (2007) The Size Distribution of Innovations Revisited: An Application of Extreme Value Statistics to Citation and Value Measures of Patent Significance. *Journal of Econometrics*, **139**, 318-339. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2006.10.017>
- [28] 卓志, 王伟哲. 巨灾风险厚尾分布: POT 模型及其应用[J]. 保险研究, 2011(8): 13-19.
- [29] Horn, G. and Tokarski, K. (2016) *Disruptime!—Guidance towards Radical and Disruptive Innovation*. Springer, Wiesbaden.
- [30] Adner, R. (2002) When Are Technologies Disruptive? A Demand-Based View on the Emergence of Competition. *Strategic Management Journal*, **23**, 667-688. <https://doi.org/10.1002/smj.246>
- [31] Su, H.N. and Moaniba, I.M. (2017) Does Innovation Respond to Climate Change? Empirical Evidence from Patents and Greenhouse Gas Emissions. *Technological Forecasting & Social Change*, **122**, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.017>
- [32] 陆亦恺, 张善杰, 刘晓琴. CPC 专利分类在海事节能减排技术研发态势分析中的应用研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(7): 139-144, 138.
- [33] 花拥军, 张宗益. 基于峰度法的 POT 模型对沪深股市极端风险的度量[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(5): 786-796.
- [34] 桂文林, 徐芳燕. 广义 Pareto 分布尾部厚度的分析与应用[J]. 统计与决策, 2009, 285(6): 153-155.
- [35] Anselin, L., Varga, A. and Acs, Z. (1997) Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations. *Journal of Urban Economics*, **42**, 422-448. <https://doi.org/10.1006/juec.1997.2032>
- [36] Breschi, S. and Lissoni, F. (2001) Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Social Science Electronic Publishing*, **10**, 975-1005. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.975>

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7924, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [jlce@hanspub.org](mailto:jlce@hanspub.org)