

基于专利计量的清洁煤技术领域分析

周肖贝, 赵蕴华, 苑朋彬

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 本文对德温特创新索引专利数据库中收录的与清洁煤领域相关的专利数据进行检索, 分析了清洁煤专利的整体产出情况、重点技术领域和主要申请机构的专利战略布局情况。研究表明: 全球清洁煤领域目前正处于快速增长向相对成熟阶段的过渡阶段, 主要技术研究集中于碳捕集、利用与封存中的碳分离和煤炭转化(煤液化、煤气化)等方面; 专利顶尖研发机构主要分布于日本、美国和中国, 日本和美国相关技术研发以企业为主体, 市场应用为主要导向, 而中国则以大学和科研院所为主导, 企业参与研发比重仍需加强。中国技术研发能力、专利市场价值和技术价值有待提高, 需多重视专利布局, 加强通过国际专利的申请保护其在全球范围内的市场和利益的意识。

关键词: 清洁煤技术; 专利; 碳捕集; 低碳

中图分类号: TQ534; G306 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2016.07.010

煤炭在世界许多国家的能源结构中占据重要地位^[1], 在供暖、冶金、发电等方面发挥了巨大作用。传统煤炭资源的开采和利用引发了诸多环境污染问题, 如: 引发地下水污染、地表生态损伤, 加剧大气烟尘、酸雨、温室效应等, 这不仅给生态环境带来巨大的破坏, 危及生态平衡, 也严重危害人类的健康, 制约社会经济的发展。因此, 煤炭行业急需转型, 有效控制污染, 保护矿区生态环境, 提高能源转化效率, 保证节能减排及实现低碳经济, 实现煤炭行业的清洁发展^[2-4]。清洁煤技术(Clean Coal Technology, CCT)是减少污染和提高效率的煤炭开采、加工、燃烧、转化和污染控制等的新技术总称, 实现煤的高效、洁净利用^[5-6]。

中国是世界上最大的能源生产国和消耗国^[7], 虽然 2015 年煤炭行业处于低迷态势, 但以煤为主的能源状况长期不会改变, “十三五”期间在我国能源消费结构中仍将占据主体地位, 但煤炭消耗量增长速度放缓^[8]。中国 2015 年二氧化碳的排

放总量仅增长 0.9%, 略高于 0.5% 的全球平均增长, 并远低于中国过去 10 年 5.9% 的平均增长水平^[7]。究其原因, 离不开国家对能源消耗造成的环境污染问题的高度重视以及对清洁煤新技术的扶持与利用^[9]。

专利信息分析是根据不同的需求和目的, 从专利文献中采集专利信息, 通过科学的方法和模型对专利信息进行加工、整理和分析, 挖掘隐含在专利信息中的法律、经济与技术信息, 最终形成专利情报和谋略的一类科学活动的集合^[10]。直到 20 世纪 90 年代末, 在认知技术、数据挖掘技术和信息技术的大力推动下, 专利信息分析的方法和模型开始不断建立, 并在实际研究中发展和完善, 并以此为科技发展政策的制定提供决策依据^[11]。

本文对德温特创新索引(Derwent Innovation Index, DII)专利数据库中收录的与清洁煤领域相关的专利数据进行统计, 包含煤炭加工、煤炭转化、煤高效清洁燃烧以及污染物控制与废弃物处理

第一作者简介: 周肖贝(1989—), 女, 博士后, 主要研究方向为重点科技领域监测与分析。

项目来源: 国家科技支撑计划课题“专利信息支撑科研项目管理应用示范”(2013BAH21B05)和国家科技图书文献中心重大专项服务项目“非常规油气开发重大专项服务”(2016)。

收稿日期: 2016-05-23

等不同方面,专利检索日期为2015年10月30日,共检索到清洁煤领域相关专利30 206件,并利用Thomson Data Analyzer (TDA) 分析软件对数据进行清洗整理、数据挖掘和分析。基于专利产出成果,从多角度深入分析全球清洁煤领域专利的整体产出情况、重点技术、不同国家的实力比较以及主要申请机构的专利战略布局情况。另外,由于专利申请到专利公开有18个月的滞后期,故2013年及以后的数据并不完全,仅供参考。

1 全球清洁煤领域专利历年申请情况

1.1 专利逐年申请量分析

清洁煤领域的专利申请在1953—1972年间处

于起始和缓慢增长阶段(如图1所示),全球每年相关专利申请量少于100件;从1973年开始年申请专利数量突破100件,并在接下来的15年里快速增长,至1981年达到766件,随后缓速下降,进入相对平台期;1988—2004年,全球清洁煤领域专利申请数量趋于稳定,维持在500件以内;从2004年开始,清洁煤领域专利数量呈飞跃式增长,2013年达到峰值3 376件,为2004年的7.81倍。

清洁煤领域专利申请数量的这种变化趋势可能与国际组织和国家的相关政策有关,全球20世纪70年代末的专利增长高峰可能主要受到了中东石油危机的影响,在世界范围内引起了对煤炭等的广泛关注和研发热潮,之后随着石油危机的消除,

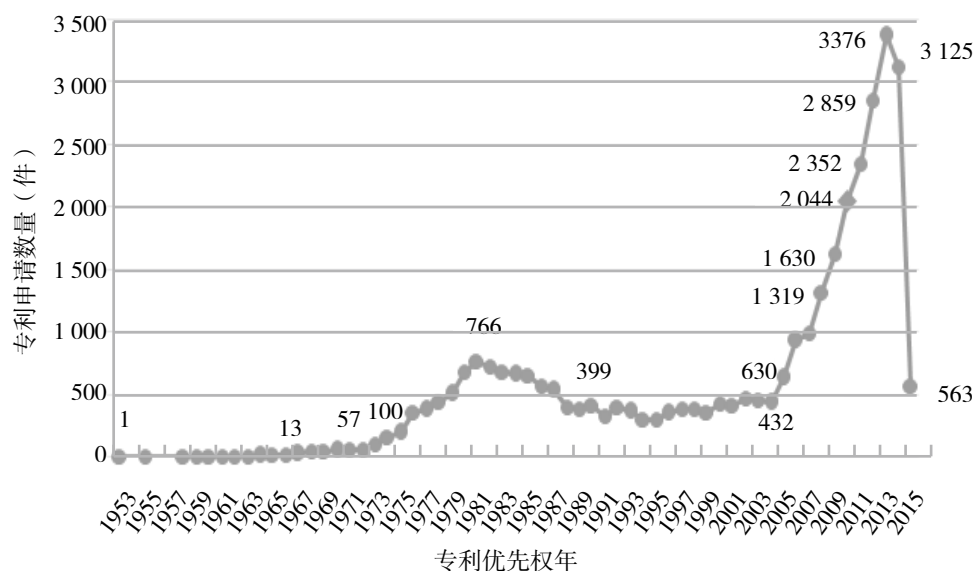


图1 清洁煤领域专利的逐年申请量变化情况

煤炭地位回落,对其关注度也相应下降;CCT领域本世纪在全世界得到了高度关注和投入,各国政府及地区组织均大幅增加相关领域的研发投入。

1.2 清洁煤领域专利生命周期

技术生命周期中的专利申请量表示某技术发展活动(量),申请人数量表示参与机构的数量,观察这种关系就可掌握该技术领域的成熟度,图2为清洁煤领域的技术生命周期曲线,可直观显示出该技术在世界范围内发展的不同阶段。

1953—1972年全球清洁煤领域专利权人数量和专利申请数量均缓慢增长,整体技术处于萌芽阶

段;1973—1976年,专利权人数量和专利申请数量均快速增长,尤其是专利权人数量,增长速率更高,可能受到中东石油危机的强烈影响,多数国家开始着重针对煤炭开展能源研究,此阶段对煤炭清洁领域的技术突破较大,并开始显现隐含的经济价值,较多机构加入该领域的研究,此时处于成长阶段;1976—1981年,专利申请数量增长速率较前段提升,同专利权人数量增长速率持平,但1981年之后,专利权人数量和专利申请数量均开始下降,尤其是专利权申请数量,速率下降得更快,在1988—1997年,可能是石油危机的解除致使对煤

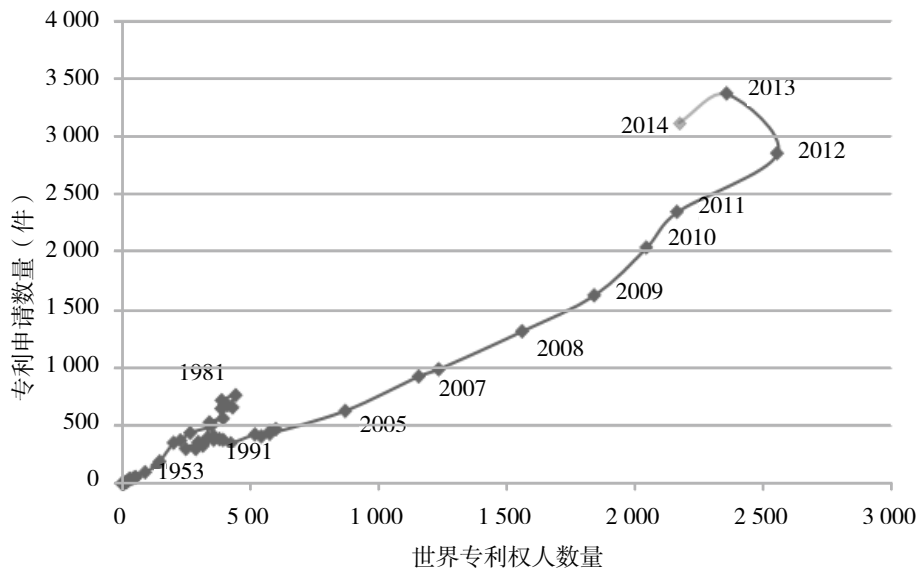


图2 1953—2014年清洁煤领域技术生命周期图

炭的需求减弱的缘故，专利申请量和申请人数出现了暂时的下降和徘徊，之后至2002年开始出现微幅度的增长，但专利权人数量增长得更快。2002—2004年清洁煤技术专利申请人数量和专利权人数量又开始上下徘徊，可能技术面临着发展的瓶颈；2005—2011年，专利权人数量和专利申请数量再次进入快速增长阶段，可能此时伴随着清洁煤领域新技术的出现，如CCUS等，并且全球对清洁煤的重视度不断提高，较多的研发机构投入到该领

域的研究中，产出大量增长，处于新技术成长阶段；2012年开始，专利权人数量增长略放缓，但专利申请数量则持续迅速成长，直到目前，两者仍处于明显的上升趋势，处于技术快速增长阶段向相对成熟阶段的过渡阶段。

2 全球清洁煤领域重点技术分析

2.1 前十位国际专利分类小类分布情况

表1显示了清洁煤领域专利排名前6位的国际

表1 清洁煤领域专利IPC小类前6位

序号	IPC 小类	专利数量(件)	IPC 小类注释	清洁煤技术分类归属
1	B01D	1 011	分离（从其他气体产品中分离二氧化碳）	CCUS — 污染物控制与废弃物处理
2	C10G	919	烃油裂化；液态烃混合物的制备；从油页岩、油矿或油气中回收烃油；含烃类为主的混合物的精制；石脑油的重整	煤液化—煤炭转化
3	B01J	681	化学或物理方法，例如，催化作用、胶体化学；其有关设备（二氧化碳固定、吸附、捕获方法和设备）	煤炭加工 / 煤炭转化 / 煤高效清洁燃烧 / 污染物控制与废弃物处理
4	C01B	576	含碳物料的干馏生产煤气、焦炭、焦油或类似物	煤气化—煤炭转化
5	C10J	572	由固态含碳物料生产发生炉煤气、水煤气、合成气或生产含这些气体的混合物；空气或其他气体的增碳	
6	C10L	545	不包含在其他类目中的燃料；液化石油气；为减少烟雾或不需要的积垢，或为易于除去烟垢而在燃料或火中加入的物质；引火物	

专利分类 (IPC) 小类的分布情况。其中, 含 B01D (分离) 和 C10G (烃油裂化) 专利的数量分别为 1 011 件和 919 件, 远大于其他的技术类别, 捕集部分是把二氧化碳从其他气体产品中分离出来, 是二氧化碳应用、贮存、运输等的第一步, 因此, 专利申请数量也最多, 可见清洁煤领域的主要技术研究, 对 CCUS 中的碳分离以及煤炭液化 (分别属于污染物控制与废弃物处理、煤炭转化技术) 等方面相当重视, 而这也是目前技术的成熟点。在清洁煤不同类型的技术研究过程中, 需要利用各种物理化学方法以及相关设备等来实现, 因此, B01J (化学或物理方法) 专利也占了相当比例。另外, C10B/C10J/C10L 等的专利数量均为 500 余件, 三者多为煤炭气化方面的技术专利。

2.2 专利申请在德温特手工代码的分布情况

DII 专利数据库的特色之一是由德温特的标引人员为每条专利标定德温特手工代码, 用于表示具体发明的技术创新点及其应用的技术领域。相比 IPC 分类代码, 德温特手工代码能更为具体和准确地表述专利的技术特征。

全球清洁煤领域排名前 6 的德温特手工代码所代表的专利类别如图 3 和表 2 所示, 先后在 20 世纪 70 年代末期以及 2012 年附近达到高值, 覆盖了清洁煤技术的各个子领域。其中, 20 世纪 70 年代末期以煤炭转化方面相关技术为主,

如: H09-C (煤气化) 和 H09-A01 (煤催化加氢以及液化); 20 世纪 80 年代中期煤炭加工方面的 H09-G02 (水煤浆技术) 以及与清洁煤各技术分类均有联系的专利类别 A12-T03A (燃料等) 占据潮流; 2012 年左右, H09-C (煤气化)、E31-N05C (二氧化碳) 和 L02-A04 (耐火材料) 等几乎在专利数量上达到一个高峰, 呈现出跳跃式增长, 较早期专利数量有了大幅度的增加, 分别主要归属于煤炭转化、污染物控制与废弃物处理、煤高效清洁燃烧等子领域, 尤其是涉及二氧化碳的 CCUS 以及煤高效清洁燃烧等方面的技术专利初次达到高峰值, 这与十多年来国际上对于生态环境保护意识的提高等紧密相关, 加强了对煤炭清洁高效利用的研究。

3 世界清洁煤领域各国实力比较

3.1 主要优先权国家 / 组织的专利申请情况

优先权国为专利申请首次提交的国家, 一般专利申请人首先会在其所在国申请专利, 以保护其发明在国内市场的利益, 之后再提交国际申请, 以保护其发明在国际市场的利益。因此, 专利优先权国所代表的国家可以粗略地表示专利的所属国以及技术创新的来源国家。

在清洁煤领域, 中国作为专利优先权国家的专利数量达到 14 164 件, 以绝对的优势居世界第

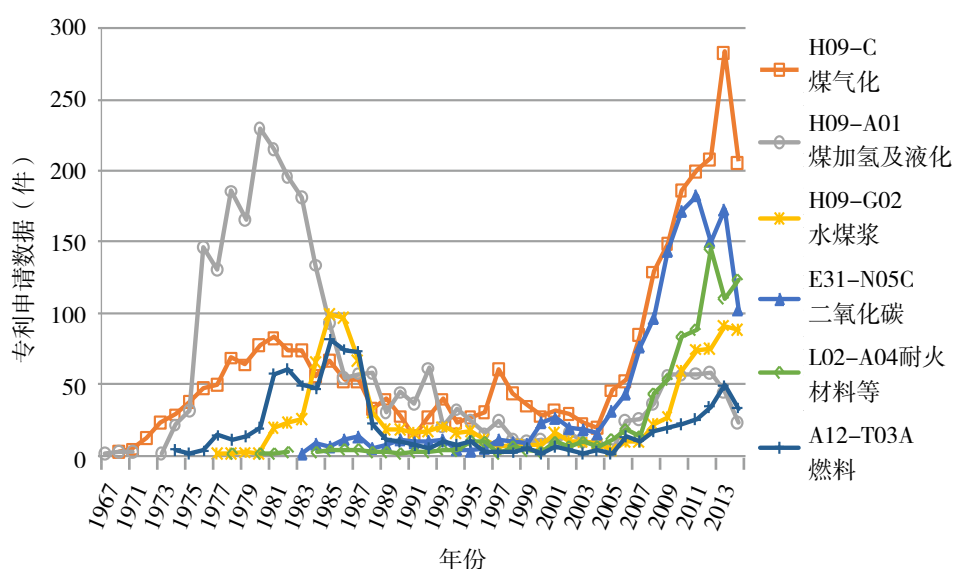


图3 清洁煤领域德温特手工代码前6位的逐年申请情况

表 2 清洁煤领域德温特手工代码前 6 位注释

德温特手工代码	专利数量（件）	注释	清洁煤技术分类归属
H09-C	2 652	从固体含碳材料中产生的煤气、水煤气和合成天然气	煤气化—煤炭转化
H09-A01	2 171	煤加氢液化等	煤液化—煤炭转化
H09-G02	1 040	水煤浆	煤炭加工
E31-N05C	1 014	二氧化碳	污染物控制与废弃物处理
L02-A04	766	耐火材料、陶瓷、水泥制造—烧结、烧制、热压、热挤压	煤炭加工 / 煤高效清洁燃烧 / 煤炭转化 / 污染物控制与废弃物处理
A12-T03A	749	燃料、炸药，涉及聚合物应用中的运输方面，如火箭、宇宙飞船、喷气发动机和武器等方面的应用	煤炭加工 / 煤高效清洁燃烧 / 煤炭转化 / 污染物控制与废弃物处理

一位（见图 4），远高于其后的日本、美国、德国和韩国等国家，技术实力国际领先。排名第四位之后的国家，其专利申请数量较前三名差距较大。值得注意的是，中国作为优先权国家申请的专利数量与中国作为专利受理国接受的专利申请数量（14 023 件）相差不多，表明中国专利权人更加注重本国市场，绝大多数专利都是在本国申请，

以求在国内市场保护其专利技术，对国际市场不是很关注。但对于日本和美国来说，作为优先权国家申请的专利数量分别为 6 208 件和 4 906 件，作为专利受理国接受的专利申请数量为分别达到 5 627 件和 3 461 件，相较来说日本和美国对国际市场的关注度要高一些，更注意对知识产权的国际市场的保护。

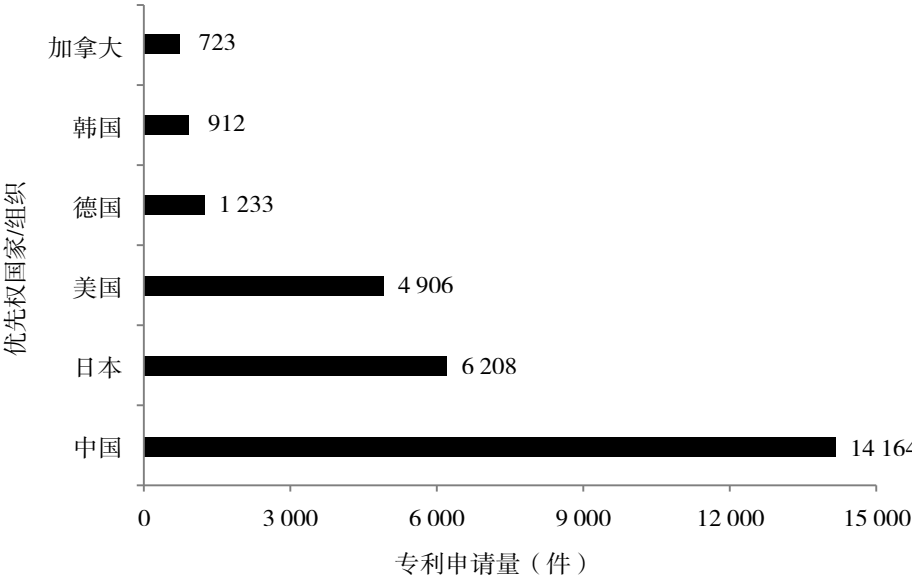


图 4 清洁煤领域专利前 6 位优先权国家 / 组织的专利数量情况

3.2 主要优先权国家 / 组织的专利能量

对一个国家而言,除了所申请的专利数量非常重要以外,其专利发明人的数量也影响到该国的持

续创新能力,两者构成了“国家专利能量”评价指标,如图5所示。从国家专利能量指标可以大致了解各个国家在该领域的技术实力和发展前景。

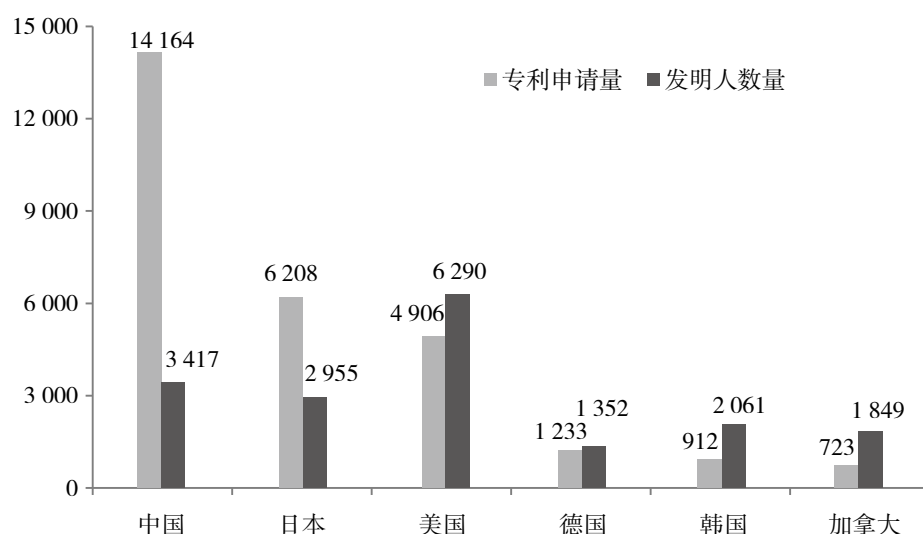


图5 清洁煤领域专利的前6位优先权国家 / 组织的专利能量

从图5可见,中国的专利申请数远高于其他国家,发明人数除落后于美国外均高于其他国家,说明中国的专利能量较强,技术创新能力较高且持续。日本发明人数量位居第三位。美国发明人数量高于专利申请数量,说明美国在清洁煤领域投入的研发人员储备充足,专利能量较大。日本专利申请数量介于中美之间,发明人数量与中国接近,但与本国专利申请量相比并不像中国差距那么大。中国的发明人数远低于专利申请数量,究其原因,可能是由于中国清洁煤领域的研发机构数量仍有待增加,专利比较集中于几个标杆研究机构和企业中,中国的专利能量仍有待提高,相对而言,日本的研发人员储备水平较中美来说更趋于平衡,但未来随着国际对清洁煤的重视,日本人员储备也有待进一步加强。虽然一个领域的关键技术研究集中于某一个机构,有技术、人才、资金和管理等集中的优势,但一般而言,这种科技布局的稳定性、竞争意识及抗风险能力会较技术分散的布局弱一些。科技布局较分散的话,风险会相应分散,并更可能探索相异的研究思路和方法,美国就属于这种情况。

3.3 全球前八位优先权国家 / 组织的同族专利地区分布

同族专利分布的国家往往反映出专利权人对国际市场的关注度。一般来说,同族专利数量越多,同族专利的国家和地区分布越广,其技术价值或经济价值就越大。从各专利优先权国的同族专利分布来看(见表3),中国主要关注的国际市场是美国、澳大利亚和欧洲;美国的专利权人关注的国际市场较为广泛,北美、欧洲、亚太和澳大利亚等都有相当比重的专利分布;日本主要关注美国、欧洲和澳大利亚;德国主要关注美国、欧洲和日本;加拿大主要关注美国、欧洲、中国和澳大利亚。不难看出,美国是清洁煤领域的市场焦点,大部分国家的专利都会在美国申请同族专利。但中国的同族专利分布主要集中在本国,在美国和其他国家的同族专利很少。

另外,国际专利往往需要花费昂贵的费用来申请和维持,因此,向世界知识产权组织申请了专利合作协定(Patent Cooperation Treaty, PCT)专利的技术往往具有较高的市场价值。中国在清洁煤领域的PCT专利申请数量为190件,所占比例

仅为 1.34%，日本比例仅为 3.79%，中日两国与其他国家相比处于明显劣势。若以柱状图直观显示（如图 6 所示），中国在美国申请的专利数量最多，其次是澳大利亚和欧洲市场，表明中国最关注美国市场。中国机构申请的 PCT 专利比例较低，一方面可能是因为对国际市场的关注度不高；但更重要的可能是专利的价值含量还不足以获得

国际专利授权，并在相应的国际市场获利。美国 PCT 专利的比例为 27.54%，表明美国研发机构的专利技术的含金量远高于中国，而且更注意通过国际专利的申请来保护其在全球范围内的市场和利益。但 PCT 专利比例较高的国家当属加拿大，高达 75.8%，说明加拿大研发机构专利技术含金量很高，对专利的全球保护意识较强。

表 3 清洁煤领域专利前 8 位优先权国家和地区 / 组织的主要同族专利地区分布

优先权国家和地区	同族专利申请国家 / 组织								专利总数 (件)	世界知识产权组织 专利所占比例 (%)
	中国	日本	美国	世界知识产权组织	欧洲专利局	德国	加拿大	澳大利亚		
中国	14 155	53	118	190	80	36	47	86	14 164	1.34
日本	215	6 122	450	235	251	219	138	180	6 208	3.79
美国	710	799	4 496	1 351	1 039	678	1 079	788	4 906	27.54
德国	70	230	409	166	331	1 203	154	159	1 233	13.46
韩国	233	194	234	278	195	21	143	144	912	30.48
加拿大	375	236	601	548	407	94	707	375	723	75.80
英国	24	73	156	87	105	108	82	71	397	21.91
欧洲	129	147	264	238	366	111	134	128	385	61.82

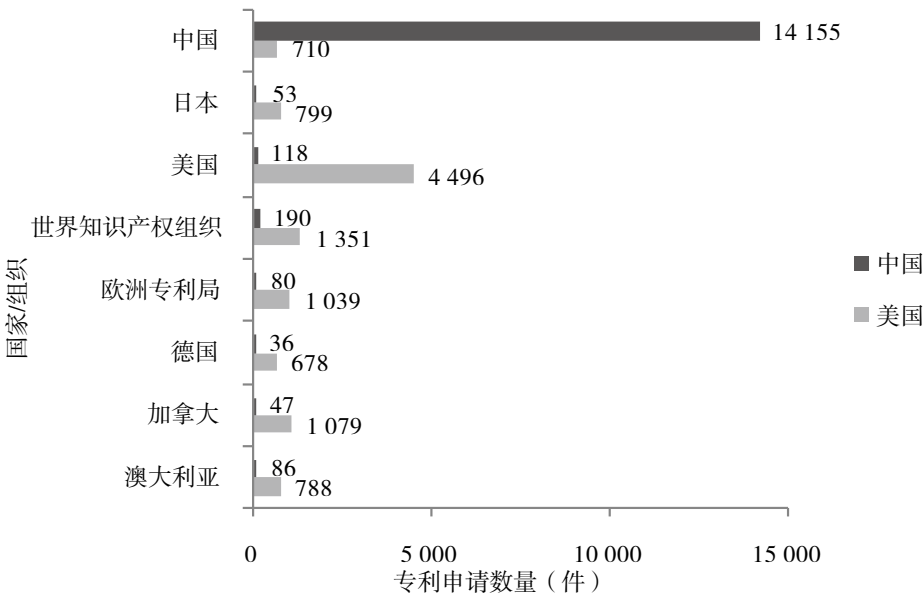


图 6 中美两国清洁煤技术领域在其他主要国家 / 地区申请的专利数量

3.4 主要优先权国家 / 组织的专利研发活跃度

考虑到近两年的专利数量不完整,因而选取近四年专利申请量占总数的比例作为专利活跃度的衡量指标。增长较快的国家 / 组织如表 4 所示,加拿大近四年申请量虽仅为 530 件,远低于中国和美国,但研发活跃度值为 73.31%,排名第一,其专利活动最为活跃。接下来是中国、澳大利亚、韩国、欧

盟和美国等,中国虽活跃度靠前,但不少专利仍是在本土申请,加拿大和澳大利亚等在清洁煤方面如此活跃与其国内煤炭地位的重要性等密切相关。中国近四年的专利量为 7 707 件,远远高于其他国家,研发活跃度为 54.41%;美国近四年的专利量为 1 234 件,仅次于中国,但研发活跃度却为 25.15%,位于第 6 位,这与美国近些年研究多关

表 4 清洁煤领域专利前 10 位优先权国家 / 组织的专利研发活跃度

优先权国家 / 组织	近四年申请量 A	申请总数 B	研发活跃度 A/B (%)	活跃度排名
加拿大	530	723	73.31	1
中国	7 707	14 164	54.41	2
澳大利亚	138	314	43.95	3
韩国	389	912	42.65	4
欧盟	105	385	27.27	5
美国	1 234	4 906	25.15	6
俄罗斯	43	328	13.11	7
英国	38	397	9.57	8
日本	353	6 208	5.69	9
德国	36	1 233	2.92	10

注页岩气等有着直接的关系。

3.5 主要优先权国家 / 组织的技术分布差异

比较前 6 位优先权国家 / 组织所申请专利对应的 IPC 号,可以了解各国的技术分布差异情况(见图 7 和表 5)。可以看出,除中国、日本和美国对清洁煤领域不同方向研究各有侧重外,其他国家的技术研究比重类似,产出量不高。中国在“含有无机黏结剂或含有无机与有机黏结剂反应产物的砂浆、混凝土或人造石的组合物(C04B-028/00)”方面产出专利较多,这主要是中国特定的用煤市场所致,为了方便中国北方居民在生活中更加高效地使用煤炭燃烧满足生活需求,对煤炭使用黏结剂等,可归为煤炭高效清洁燃烧或煤炭加工等方面。其次为“由煤-油悬浮液或水乳液所组成的(C10L-001/32)”“烟道尘(C04B-018/08)”以及“固体废物的破坏或将固体废物转变为有用或无害的东西(B09B-003/00)”,主要涉及煤炭加工及污染物排

放控制与废弃物处理等,在这些方面的研究较其他国家突出,而美国在这几个方面除“由煤-油悬浮液或水乳液所组成的(C10L-001/32)”外,其他几个均较弱。日本清洁煤领域在“由煤-油悬浮液或水乳液所组成的(C10L-001/32)”“在悬浮状态下粒状或粉状燃料的气化(C10J-003/46)”“破坏性加氢(C10G-001/06)”以及“固体废物的破坏或将固体废物转变为有用或无害的东西(B09B-003/00)”等煤炭转化和污染物控制与废弃物处理方面,尤其是在煤气化方面遥遥领先于中美两国。美国清洁煤领域的 IPC 专利主要集中于液态烃混合物的制备方面,包括“破坏性加氢(C10G-001/06)”以及利用“由油页岩、油砂或非熔的固态含碳物料或类似物(C10G-001/00)”,而中国在此方面较为薄弱,另外,中美两国在“在悬浮状态下粒状或粉状燃料的气化(C10J-003/46)”等煤气化方面基本持平。两个国家的专利各有侧重点。

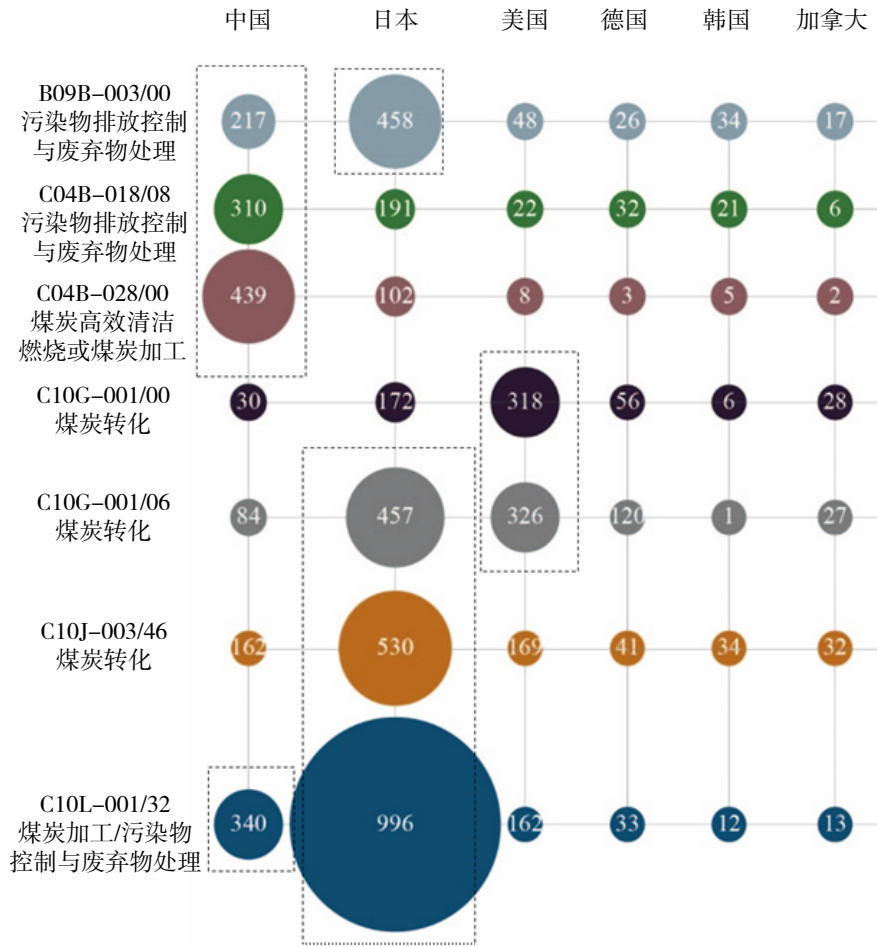


图 7 清洁煤领域前 6 位优先权国家 / 组织的技术分布差异

注：图中气泡颜色代表不同类专利类型，与左侧名称对应；气泡大小比例及数字示意专利产出数量，虚线示意国家的主要技术。

表 5 清洁煤技术 IPC 号注释

IPC 号	注释	清洁煤技术分类归属
B09B-003/00	从固体含碳材料中产生的煤气、水煤气和合成天然气	污染物控制与废弃物处理
C04B-018/08	烟道尘	污染物控制与废弃物处理
C04B-028/00	含有无机黏结剂或含有无机与有机黏结剂反应产物的砂浆、混凝土或人造石的组合物	煤高效清洁燃烧 / 煤炭加工
C10G-001/00	由油页岩、油砂或非熔的固态含碳物料或类似物	煤炭转化
C10G-001/06	破坏性加氢	煤炭转化
C10J-003/46	在悬浮状态下粒状或粉状燃料的气化	煤炭转化
C10L-001/32	由煤 - 油悬浮液或水乳液所组成的	煤炭加工 / 污染物控制与废弃物处理

4 全球清洁煤领域专利的主要申请机构分析

表6显示了全球申请清洁煤领域专利数量排名前10位的专利权人情况。申请数量排名第一的是日本三菱重工,其专利申请量达到1 010件;其后为日本的Babcock-Hitachi KK公司以及美国的通用电气公司,其专利申请量分别达到406件和387件,数量远低于第一名的三菱重工。从国别来看,美国共有两家机构进入前10位,日本有五家机构,中国有三家机构,

表明日本、中国和美国的机构在清洁煤领域的研发实力雄厚。中国作为优先权国家申请的专利数量居世界第一位,有三所研究机构进入前10位,表明中国在该领域已形成世界顶尖的研发机构,技术集中,机构的实力较强。

日本和美国的相关机构主要为企业,表明目前清洁煤领域在美国和日本的研发活动主要在企业中进行,已处于生产利用研究为主的阶段,因此,其

表6 清洁煤领域申请专利数量的前10名专利权人

排名	世界专利权人	专利数量(件)
1	日本三菱重工业株式会社	1 010
2	日本 Babcock-Hitachi KK 公司	406
3	美国通用电气公司	387
4	日本日立有限公司	363
5	美国埃克森美孚石油公司	359
6	日本新日本制铁株式会社	354
7	中国矿业大学	339
8	中国神华集团	256
9	中国煤炭科工集团武汉设计研究院有限公司	244
10	日本川崎重工业株式会社	223

注:中国矿业大学数据包括中国矿业大学和中国矿业大学(北京)两个学校的总数据。

研究应该以技术开发和应用为主,而非基础研究,产业和市场竞争比较激烈。而对于中国来说,专利申请数量在高校和企业中比例相当,前三名分别为中国矿业大学、神华集团和中国煤炭科工集团武汉设计研究院有限公司,但清洁煤技术领域专利申请量仍主要集中于高校,企业所占比重相对偏小,表明中国的高校和企业共同为清洁煤领域的主要研究机构,但企业已逐渐进入生产利用研究为主的阶段。

5 结论

(1) 基于全球清洁煤领域的专利数据研究发现,该领域目前正处于由快速增长向相对成熟阶段的过渡阶段。中、日、美三国在专利申请数量上领先于其他国家,具有较大的市场潜力和市场价格。日本和中国需多重视专利布局,加强通过

国际专利的申请,保护其在全球范围内的市场和利益的意识。

(2) 从技术分布来看,清洁煤领域主要技术研究集中于CCUS中的碳分离、煤液化和煤气化等方面。中、日、美三国的技术实力各有侧重点,日本在煤炭加工、污染物控制与废弃物处理以及煤炭转化(煤液化和煤气化)等方面领先,美国侧重于煤炭转化和煤高效清洁燃烧,中国则以污染物控制与废弃物处理、煤炭加工和煤高效清洁燃烧等为主。

(3) 从专利顶尖研发机构来看,清洁煤领域全球顶尖机构主要分布于日本、美国和中国,日本和美国相关技术研发以企业为主体,市场应用为主要导向,而中国则以大学和科研院所为主导,已逐渐进入以生产利用研究为主的阶段,企业参与研发的比重仍需加强。

致谢：本研究在专利检索及分析过程中得到了华中科技大学能源与动力学院的向军教授和龚勋副教授以及中国科学技术信息研究所孟浩副研究员、傅俊英研究员、郑佳副研究员、梁琴琴博士的指导，专利数据处理得到了中国科学技术信息研究所研究生王道仁和赵龙的帮助，在此一并表示感谢。■

参考文献：

- [1] Towler B F. Chapter 13—Coal and Clean Coal Technologies. The Future of Energy[M]. Boston: Academic Press, 2014: 273-299.
- [2] 陈贵锋. 洁净煤技术产业发展机遇与挑战[J]. 中国能源, 2010, 32(4): 5-8.
- [3] 赵嘉博, 刘小军. 洁净煤技术的研究现状及进展[J]. 露天采矿技术, 2011(1): 66-69.
- [4] 胡敬东, 连向东. 我国煤炭科技发展现状及展望[J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(1): 21-24.
- [5] Franco A, Diaz A R. The future challenges for “clean coal technologies”: joining efficiency increase and pollutant emission control[J]. Energy, 2009, 34(3): 348-354.
- [6] 范武波. 清洁煤技术浅谈[A]. 第六届中国煤化工产业发展论坛——“十二五”煤化工产业升级与技术发展研讨会论文集[C]. 中国石油和石化工程研究会, 北京, 2011: 202-206.
- [7] BP 世界能源统计年鉴[R/OL] (2015-09-20) [2016-03-20] http://www.bp.com/zh_cn/china/reports-and-publications/_bp_2015.html.
- [8] Hao Y, Zhang Z Y, Liao H, et al. China's farewell to coal: a forecast of coal consumption through 2020[J]. Energy Policy, 2015 (86): 444-455.
- [9] Clemente J. Green Energy Development in China: The Case of Clean Coal Technologies[M]//Global Energy Policy and Security. Springer London, 2013: 179-193.
- [10] 陈燕, 黄迎燕, 方建国, 等. 专利信息采集与分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [11] 张冬梅, 曾忠禄. 专利情报分析指标体系, 分析方法与技术[J]. 情报杂志, 2006, 25(3): 55-57.

Analysis of Clean Coal Technology based on Patentometrics

ZHOU Xiao-bei, ZHAO Yun-hua, YUAN Peng-bin

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Based on patent data of clean coal field collected by Derwent Innovations Index (DII), the conditions of the patent total output, key technical areas and patent strategy layout of main patent applicants related to clean coal technology are analyzed. Research has shown that global clean coal field is currently in a transition stage from rapid growth to a relatively mature phase, and main researches focuses on areas of carbon capture, use and storage, coal liquefaction, coal gasification; the top patent R&D institutions in clean coal technology mainly distributed in Japan, US and China, however, relevant technology R&D in the first two countries are characterized by the business and market-oriented as the main application while China by universities and research institutes. China R&D capabilities, patent market value and technical value needs to be improved, to be more emphasis on patent layout, strengthen awareness and protect the worldwide market interests by international patent applications.

Key words: clean coal technology; patent; carbon capture; low-carbon