

基于专利的全球秸秆利用技术发展态势分析

王红彦¹，王亚静²，毕于运²，高春雨²

(1.中国农业科学院农业信息研究所，北京100081；2.中国农业科学院农业资源与农业区划研究所，北京100081)

摘要：[目的]通过专利分析揭示全球秸秆利用技术的研发现状与态势，为中国秸秆产业创新技术发展提供情报支撑。**[方法]**文章利用Derwent Innovation (DI)、德温特数据分析软件 (Derwent Data Analyzer, DDA)、incoPat等专业分析工具和平台，对申请年截止日期为2020年的全球秸秆利用专利申请趋势、专利布局、重要申请人、技术发展态势等内容进行深入分析。**[结果]**(1)截止2020年，中国秸秆利用发明专利数量为5.36万件，占全球的76.80%，居第一。美国希乐克公司专利申请量居首位，中国科学院、中国农业科学院分列第二、第三位。中国专利申请呈“小而散”的特点。(2)中国秸秆利用专利布局主要在国内，涵盖了“五料化”(肥料化、饲料化、燃料化、基料化、原料化)利用各领域，且以秸秆肥料化利用专利为主。(3)对全球排名前50申请人类型分析表明，国外申请人以企业为主，中国申请人类型则以高校和研究机构为主。(4)中国秸秆利用专利授权率20.49%，转让与许可专利比例仅为5.56%，与发达国家差距仍较大(美国73.67%)。**[结论]**中国是秸秆利用专利申请大国，但与发达国家相比，在专利质量、核心专利以及专利转化方面仍存在高价值专利少、专利转化水平低等一些问题，因此建议：(1)提高企业的研发水平，促进校企合作。(2)密切关注国际核心关键技术研发动态，增加自身核心专利或高影响力专利的数量。(3)发挥中国在秸秆肥料与秸秆建筑材料等利用技术方向的专利优势，加速专利向产业转化。

0引言

生物质资源是当今世界上仅次于煤炭、石油和天然气的第四大能源。秸秆类生物质资源化利用技术是科学家们重点关注和研究的课题[1,2]。中国是农业大国，也是世界第一秸秆大国[3]。2020年全国秸秆资源可收集利用量7.22亿t，秸秆利用量6.33亿t，秸秆综合利用率87.60%[4]，基本形成肥料化利用为主，饲料化、燃料化稳步推进，基料化、原料化为辅的综合利用格局。秸秆田间焚烧量约1.12亿t，占全国秸秆理论资源总量的11.6%[5]。我国最早以秸秆禁烧(严禁焚烧秸秆)和综合利用为专题内容的国家行政规范性文件于1997年发布[6,7]，近年来党中央、国务院对秸秆资源管理达到了前所未有的重视程度，明确了要坚持秸秆还田利用与产业化开发相结合[8-10]，推动形成布局合理、多元利用的产业化发展格局，不断提高秸秆综合利用水平[11,12]，因此秸秆利用技术研发势在必行。

目前秸秆类生物质利用技术的专利分析研究主要集中在能源化、肥料化利用方向。如Faba等[13]基于专利文献分析了生物质转化为燃料的催化技术领域最新进展，利用专利聚类方法分析了生物质制氢技术的发展历程，明确了生物质制氢核心技术集群。国内学者也开展了纤维素乙醇[14]、生物质发电[15]、成型燃料[16]等生物质资源化利用技术的专利分析，为产业发展提供战略情报信息。刘勤等[17,18]分别就中国秸秆资源化利用技术领域的授权发明专利和外观设计专利数据进行挖掘分析；也有学者对秸秆制备缓冲包装材料[19]与秸秆还田技术[20]进行了专利分析。但上述研究的范围与时效对当前中国秸秆产业技术发展的情报支撑远远不够，且全面分析秸秆资源化利用技术创新和发展态势的研究屈指可数。文章基于专利文献，从全球视角对秸秆利用技术专利研发趋势、重要国家、重要申请人等内容进行深入分析，揭示全球秸秆利用技术的现状与发展态势，全面深层地挖掘秸秆利用技术专利信息以促进产业技术升级[21]，能够在一定程度上唤醒“沉睡专利”，为研究和制定秸秆产业发展战略，促进秸秆利用技术创新和成果转化提供决策支撑。

1方法与数据来源

该研究采用专利分析方法，基于全球秸秆利用专利数据开展申请趋势、专利布局、重要申请人、技术发展态势分析等研究。分析工具包括德温特创新索引 (Derwent Innovation Index, DII)、德温特数据分析软件 (Derwent Data Analyzer, DDA)、incoPat分析平台以及MSEExcel等。专利数据来源于德温特创新索引 (DII)，是专利信息收录最全面的数据库之一。该文检索策略中涉及农作物秸秆种类主要包括小麦、玉米、水稻、豆类、薯类、油料等。检索字段包括标题与摘要，限定发明专利数据，专利检索采用IPC国际分类号与关键词检索相结合的方式进行，检索截止日期为申请年2020年，共检索到发明专利7.28万件，剔除不相关专利后剩余6.98万件专利。鉴于专利申请到专利公开有18个月的滞后期，使得大量专利还处于未公开状态，所以2018年及以后的数据仅供参考。

2结果与分析

2.1全球秸秆利用专利申请趋势

2.1.1全球秸秆利用专利经历3个发展阶段

图1显示了1950—2020年全球秸秆利用专利的申请与授权情况，大致可分为萌芽阶段、缓慢发展阶段和快速增长阶段。首先是1950—1980年的萌芽阶段，该时期内全球秸秆利用专利数量很少，专利申请总量不足千件，主要集中在日本、美国和英国等国家。第二阶段是1980—2000年的缓慢发展期。20世纪80年代全球秸秆利用专利申请量突破百件，各年专利申请量起伏不大，技术发展较为缓慢。2000年以后秸秆利用专利进入快速增长阶段，2000—2020年的20年里全球秸秆利用技术专利申请量达到6.62万件，占申请总量的94.86%，仅2018年全球秸秆利用专利申请量就达到8485件，表明全球秸秆利用技术专利申请在近20年呈现爆发式增长的趋势。其主要原因是由于受到能源危机和环境污染的压力，秸秆类生物资源利用技术发展迅速，秸秆产业形成一定规模。专利授权趋势与专利申请趋势大致保持一致，随着秸秆利用专利申请基数的激增，全球秸秆利用专利授权率在2015年达到43.39%，达到近年来的峰值。总体来看，秸秆利用专利申请仍保持良好的增长势头，但增速放缓。

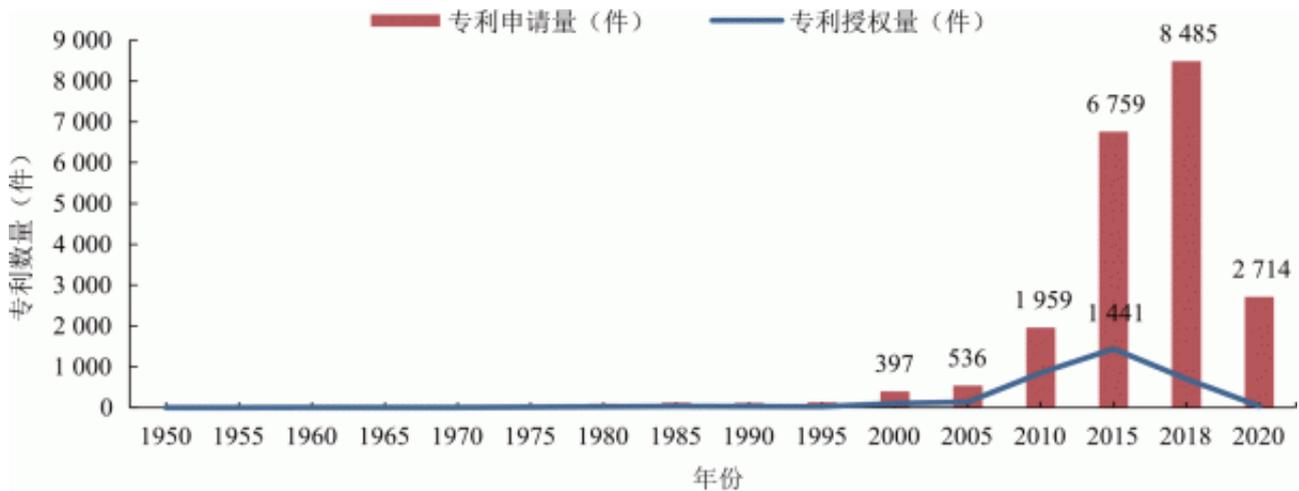


图1 1950—2020年全球秸秆利用专利申请与授权趋势

2.1.2秸秆利用专利全球布局情况

中国目前是世界第一秸秆大国[22]，但中国最早的秸秆利用技术专利出现在20世纪80年代，起步较晚。美国、日本、德国和英国等国家早在19世纪60—70年代就开始秸秆利用技术的研究工作并申请专利。20世纪90年代，随着中国环境治理和秸秆禁烧政策的实施，科研机构和企业加大了对秸秆利用技术的研发力度。截止2020年，中国秸秆利用专利申请公开量为5.36万件，占全球的76.80%，位居第一；美国秸秆利用技术专利公开数量2689件占全球3.85%，位居第二；韩国和日本秸秆申请量分别为2325件和1841件，分列第三和第四位；中美日韩4国秸秆利用技术专利申请数量占全球秸秆利用专利的90%以上（图2）。

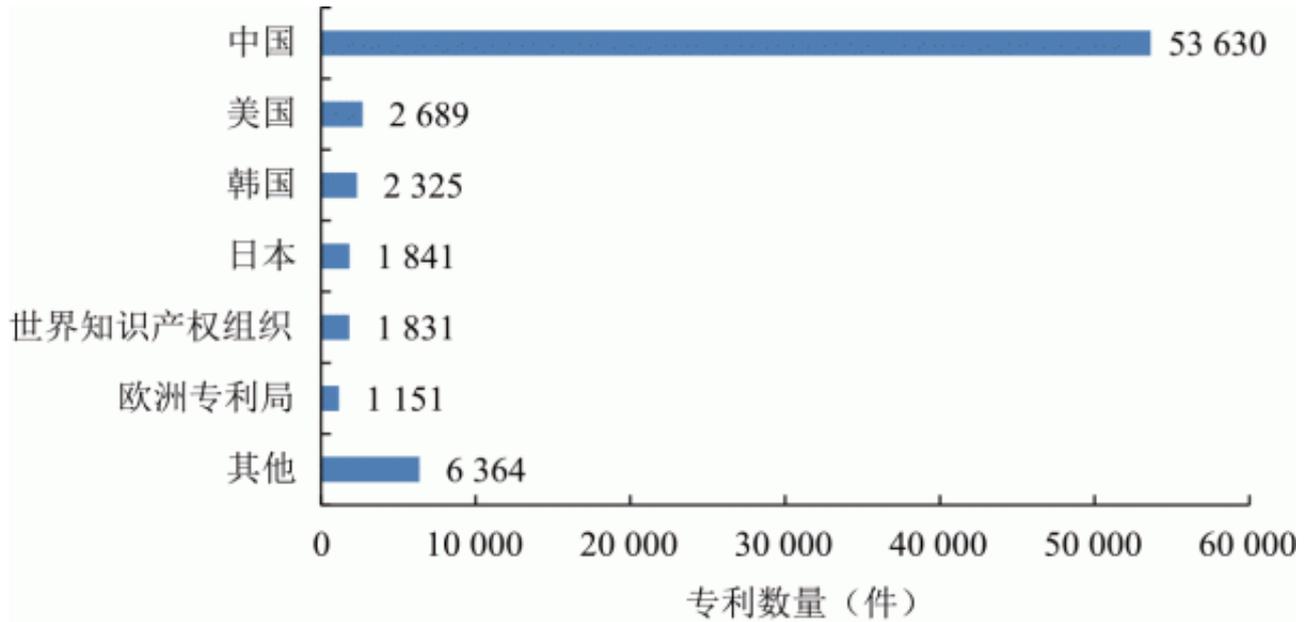


图2 秸秆利用技术专利公开主要国家和地区分布

图3显示了2000年以来主要国家秸秆利用专利公开趋势。可以看出，近年来美国、韩国和日本在秸秆利用技术领域的专利公开数量相对稳定，而中国秸秆利用专利公开量从2010年的1087件增长至2017年的8764件，增加了7倍多，成为全球秸秆利用专利公开数量的主要贡献力量。

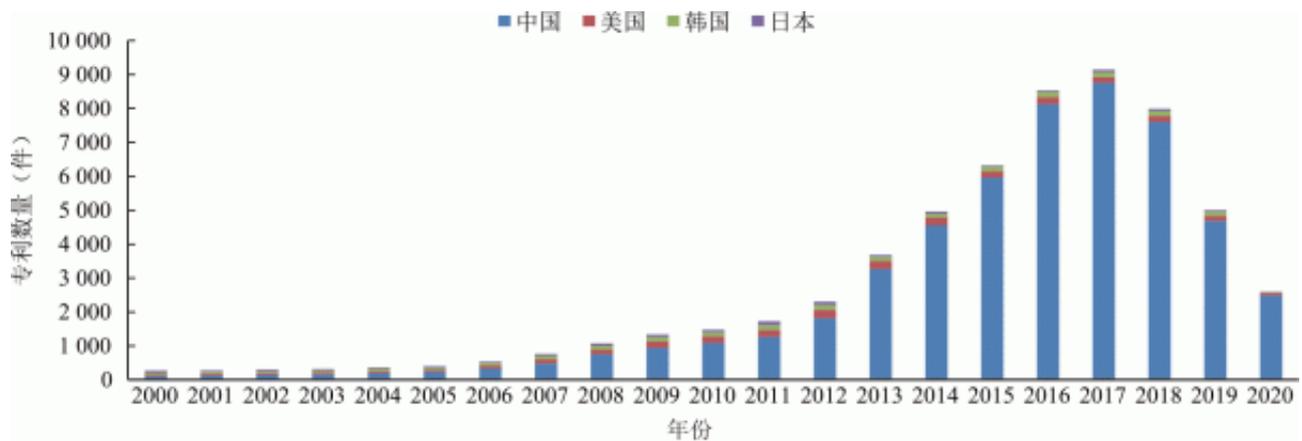


图3 2000—2020年主要国家秸秆利用技术专利公开趋势

2.2重要申请人与重要专利分析

2.2.1重要申请人分析

表1 秸秆利用技术领域排名前10位申请人

序号	机构名称	国家	专利数量(件)	机构类型	技术主题
1	希乐克公司	美国	662	公司	纤维素原料预处理方法
2	中国科学院	中国	658	研究机构	秸秆生物质炭、有机肥、纤维素酶等
3	中国农业科学院	中国	446	研究机构	秸秆基料、秸秆饲料、秸秆肥料及秸秆还田
4	杜邦集团	美国	387	公司	纤维素乙醇工艺技术
5	哈尔滨市工艺美术有限责任公司	中国	386	公司	麦秆染色、麦秆工艺品
6	凯斯纽荷兰	美国	270	公司	作物秸秆收获机械
7	诺维信公司	丹麦	226	公司	秸秆纤维素乙醇生产
8	迪尔公司	美国	214	公司	联合收割机秸秆切碎与打捆
9	华南理工大学	中国	201	大学	秸秆制备化工产品
10	南京林业大学	中国	160	大学	低聚木糖、木塑复合材料、麦草浆

表1重点分析了全球秸秆利用专利数量前10位的机构及其技术研发重点。从专利申请公开数量看，美国希乐克公司以专利申请量662件居第一位，中国科学院以658件居第二位，中国农业科学院、美国杜邦公司分别为第三位和第四位。专利公开量排名前10位的机构中，中国5家（专利公开量1851件），美国4家（专利公开量1533件），丹麦1家。希乐克公司、杜邦公司、诺维信公司在秸秆利用领域的专利主要集中在秸秆纤维素原料预处理与纤维素乙醇生产，中国科学院与中国农业科学院在秸秆利用技术领域的专利覆盖面较广，涵盖秸秆肥料化、饲料化和基料化利用，以及秸秆炭、秸秆纤维素乙醇生产。凯斯纽荷兰与迪尔公司在秸秆领域的专利主要涉及作物收获环节联合收获机械和打捆设备；华南理工大学和南京林业大学在秸秆领域的专利涉及秸秆化工产品制备、秸秆木塑复合材料等。

表2对全球秸秆利用专利申请量排名前50位申请人类型进行了分析，结果表明，该领域的专利申请人类型以企业为主，20家企业专利申请量达到3494件，占排名前50位申请人专利总量的44.73%；23个高校专利申请量为2488件，占比31.85%；7家研究机构专利公开量为1869件，占比23.93%（表2）。

表2 全球秸秆利用专利排名前50位申请人类型构成

机构类型	申请人数量(个)			专利数量(件)		
	合计	中国	国外	合计	中国	国外
企业	20	9	11	3 494	1 234	2 260
高校	23	23	0	2 448	2 448	0
研究机构	7	5	2	1 869	1 512	357

排名前50位申请人中包含37家中国机构和13家国外机构。国外的13家机构从申请人类型看，包括11家企业和2家研究机构，其中企业专利申请量占主导地位，是技术研发的主力。排名前50位申请人中的37家中国机构共申请专利5194件，专利申请人以高校居多（23家），专利申请量2448件；研究机构5家，专利申请量1512件；企业9家，专利申请量1234件。由此可以看出，国内秸秆利用技术创新主体以高校和研究机构为主，与国外企业为主的研发主体形成鲜明对比。此外，国外秸秆利用技术集中在少数几个大企业，中国在该领域的专利申请呈现小而散的特点，不利于技术创新发展。

2.2.2重要专利分析

DI分析平台中的战略重要性指标用于评估该专利对其他申请人的相对重要性。表3可以看出，战略重要性排名前10位的专利主要涉及秸秆类生物质预处理、燃料乙醇生产等技术方向。

秸秆的复杂结构极大地限制了秸秆资源的开发利用。预处理技术是秸秆资源化利用尤其是能源化、工业原料化利用工艺的核心技术，也是秸秆资源利用的共性关键技术。现阶段如何降低秸秆预处理工艺成本和提高预处理效率仍是一个难点。表3结果显示，国外企业更加重视秸秆预处理技术和秸秆燃料乙醇技术、秸秆饲料利用技术以及秸秆预处理

设备等，对上述技术的专利布局较多，中国在秸秆燃料乙醇相关技术领域处于跟跑地位。

表3 全球秸秆利用专利战略重要性排名前10位

序号	公开号	标题	战略重要性	终属母公司
1	US9078461B2	Processing biomass	80.52	希乐克公司
2	US7926750B2	Compactor feeder	69.16	SURE CHAMPION INVESTMENT
3	US8835142B2	Processing biomass	69.16	希乐克公司
4	US8426174B2	Method for the production of 2-butanol	65.92	布特马斯先进生物燃料
5	US9206448B2	Extraction solvents derived from oil for alcohol removal in extractive fermentation	62.67	有限责任公司
6	US9175315B2	Production of alcohol esters and in situ product removal during alcohol fermentation	61.05	
7	US20100124583A1	Processing biomass	56.18	希乐克公司
8	US20140178529A1	Enzymatic production of alcohol esters for recovery of diols produced by fermentation	51.31	布特马斯先进生物燃料
9	US8911833B2	Textiles and methods and systems for producing textiles	49.69	希乐克公司
10	US8557540B2	Methods and systems for removing undissolved solids prior to extractive fermentation in the production of butanol	49.69	布特马斯先进生物燃料

2.3全球秸秆利用专利技术态势分析

2.3.1基于IPC分类号的技术分析

专利IPC编号规则是粗粒度的专利技术分类方法之一，能够在一定程度上呈现专利技术领域分布情况。从技术发展趋势看，2010年以来C05G（肥料的混合物）发展最为迅速，主要为秸秆肥料化利用；其次是A01G（园艺、栽培），主要涉及秸秆还田农艺与田间管理；发展较快的第三类技术是秸秆饲料化技术，即A23K（专门适用于动物的喂养饲料；其生产方法）；C05F（有机肥料，如用废物或垃圾制成的肥料）也是发展较快的技术方向，主要涉及秸秆堆肥技术、秸秆基质肥料技术等。此外，C12N（微生物或酶；繁殖、保藏或维持微生物；变异或遗传工程；培养基）也取得了一定进展，主要涉及秸秆燃料乙醇生产技术、秸秆厌氧发酵技术等秸秆新型能源化利用技术领域（图4）。

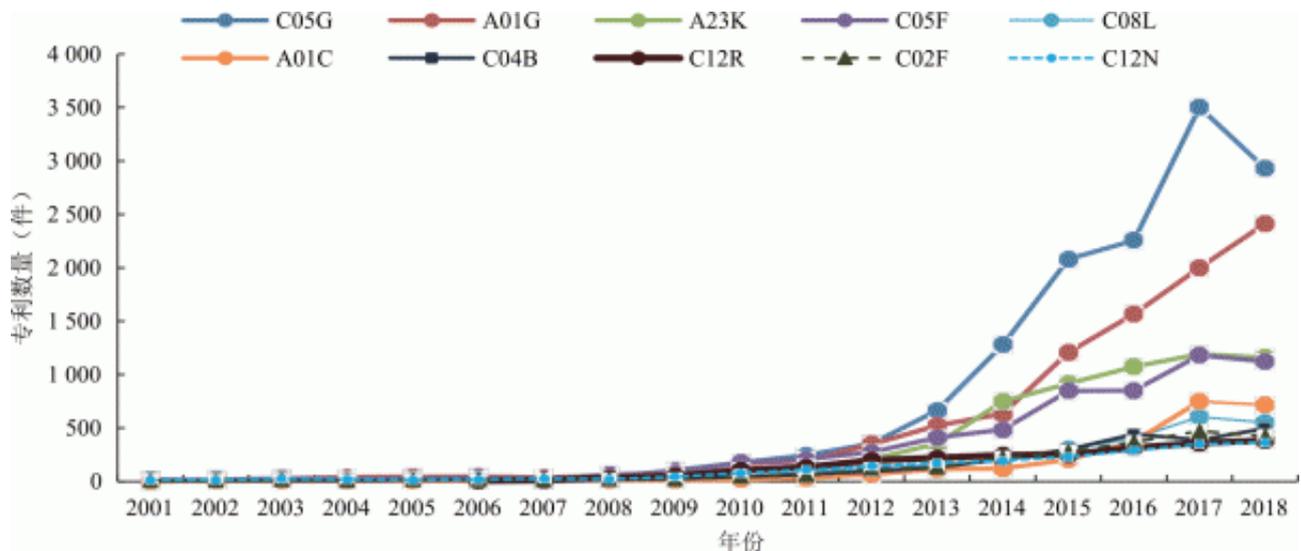


图4 2001—2018年全球秸秆利用专利技术变化趋势

2.3.2主要国家秸秆利用专利地图分析

结合专利IPC及专利地图分析，对比中国、美国和韩国的秸秆利用专利布局，可以看出各国在秸秆利用技术领域研发的侧重点。

中国秸秆利用专利涵盖了“五料化”利用各领域，但在各领域的专利申请分布并不均衡。其中，秸秆肥料化利用专利申请量最高，这与中国秸秆利用现状是一致的；秸秆燃料化利用技术主要涉及厌氧发酵技术、生物质燃料；秸秆基料化利用主要聚焦于食用菌基质栽培技术和育苗培养基质配置；秸秆原料化利用主要涉及秸秆制浆造纸技术、建筑材料、秸秆木塑等，但高值化利用技术专利相对较少。

美国秸秆资源利用技术领域的专利申请主要分布在秸秆燃料化利用和秸秆工业原料化利用，其中以秸秆纤维素降解酶的研发专利最多；其次是秸秆还田机械方面，包括秸秆收获和打捆机械设备。

韩国秸秆利用技术主要集中在基料化、饲料化、燃料化和原料化利用方向。韩国秸秆基料化利用侧重于食用菌栽培基质的研究；饲料化利用主要偏重于豆科秸秆发酵生产饲料技术；此外，韩国秸秆燃料化利用重点技术同样选择了生物燃料乙醇技术。在秸秆原料化利用方面侧重于秸秆建筑材料生产技术。

2.3.3中美秸秆利用专利转移许可对比

在中国公开的5.36万件秸秆利用专利中，发生专利转让与许可的专利数量为3224件，占比为6.02%，也就是说大量的秸秆利用专利在“沉睡”。而美国发生许可和转让的专利数量为1981件（总量2689件），占比为73.67%。相比之下，中国秸秆技术领域的专利基数虽大，但是转化应用比例较低。此外，对比中美两国的专利有效性分析，在秸秆利用技术领域，中国专利有效和审中的专利数量为2.09万件，占比39.07%；美国在该技术领域有效和审中的专利比例达到47.00%（图5）。中国秸秆利用专利授权率为20.49%，平均单篇专利被引证次数为1.85；美国在该领域的授权率和被引证次数分别为48.23%和10.47，由此可见，中国在该领域的专利质量亟待提升。

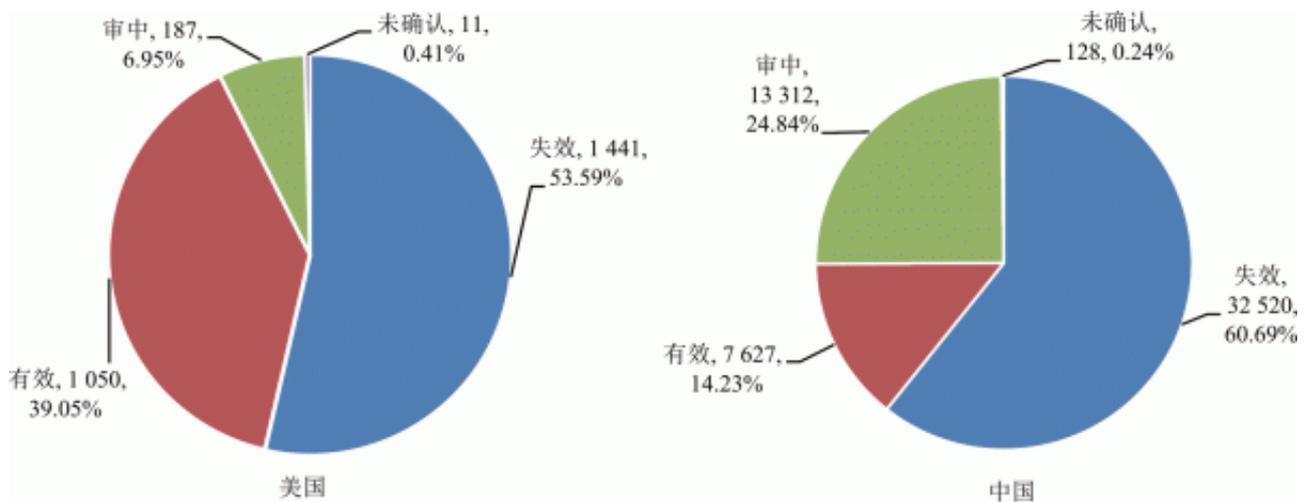


图5 中美秸秆利用专利有效性分析

3结论与建议

3.1结论

中国在秸秆利用专利技术领域的专利申请虽然起步晚，但通过在秸秆综合利用与禁烧管理等方面不断强化政策支持，专利申请迅速增加，目前成为秸秆专利第一大国。但是中国在专利质量、核心专利技术以及专利转化方面仍存在问题。从专利质量看中国秸秆还田、秸秆肥料化利用等直接利用的专利技术较多，高值化秸秆利用技术专利数量较少；从专利战略重要性看，中国在秸秆预处理、秸秆燃料乙醇生产等战略重要技术领域处于跟跑地位；从专利转化看，中国的专利授权率和专利转让许可比例远不及发达国家，科技成果转化率低；从技术研发主体类型看，中国秸秆利用技术创新主体以高校和研究机构为主，企业研发实力相对较弱。国外秸秆利用专利集中在少数几个大型跨国企业，中国在该领域的专利申请人呈现“小而散”的特点，不利于技术创新发展。

3.2建议

(1) 中国要加强企业在秸秆产业技术领域的作用。中国秸秆利用技术的专利申请活动大部分由高校和研究机构承担，反映出作为创新主体的企业创新能力不足，企业在提高研发水平的同时，应加强与高校及研究机构的合作。

(2) 加强核心技术研发,提升专利质量。中国在秸秆类生物质预处理、燃料乙醇生产等核心关键技术方向专利数量和质量都不高,处于跟跑地位。因此,中国在秸秆利用技术研发中应密切关注主要国家和机构的重要专利,对相关的前沿热点技术及核心关键技术进行动态监测和跟踪,加强与国际先进研发主体的合作,引进吸收改进后,增加自身核心或高影响力专利的数量,提高专利质量。

(3) 加快专利成果转化与技术推广。要充分发挥中国在秸秆炭基肥等新兴肥料生产、秸秆土壤重金属修复、秸秆建筑材料以及秸秆化工产品等领域的优势,进一步加快专利向产业化转化,促进“沉睡的专利”转化为现实生产力,进而开展技术应用与推广。

参考文献

- [1]石祖梁,贾涛,王亚静,等.我国农作物秸秆综合利用现状及焚烧碳排放估算.中国农业资源与区划,2017,38(9):32-37.
- [2]毕于运,高春雨,王红彦,等.我国农作物秸秆离田多元化利用现状与策略.中国农业资源与区划,2019,40(9):1-11.
- [3]毕于运,高春雨,王亚静,等.中国秸秆资源数量估算.农业工程学报,2009,25(12):211-217.
- [4]农业农村部.推进农业农村节能降碳助力乡村振兴.(2021-08-09)[2021-10-19].https://mp.weixin.qq.com/s/StreF1G-58P8X_WQ3Ogx7g
- [5]张晓荟.中国秸秆焚烧大气污染物高分辨率排放特征研究[硕士论文].南京:南京大学,2019.
- [6]毕于运,王亚静.国家法规与政策——农作物秸秆综合利用和禁烧管理.北京:中国农业科学技术出版社,2019.
- [7]毕于运,高春雨,王红彦,等.农作物秸秆综合利用和禁烧管理国家法规综述与立法建议.中国农业资源与区划,2019,40(8):1-10.
- [8]陈超玲,杨阳,谢光辉.我国秸秆资源管理政策发展研究.中国农业大学学报,2016,21(8):1-11.
- [9]关于加强农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知(发改环资〔2013〕930号).(2013-05-27)[2021-11-01]http://www.gov.cn/zwgk/2013-05/27/content_2411933.htm.
- [10]农业农村部办公厅,国家发展改革委办公厅关于印发《秸秆综合利用技术目录(2021)》的通知.(2021-10-19)[2021-11-01]http://www.moa.gov.cn/govpublic/KJJYS/202110/t20211029_6380854.htm?keywords=%E7%A7%B8%E7%A7%86.
- [11]石祖梁,邵宇航,王飞,等.我国秸秆综合利用面临形势与对策研究.中国农业资源与区划,2018,39(10):30-36.
- [12]周治.我国农业秸秆高值化利用现状与困境分析.中国农业科技导报,2021,23(2):9-16.
- [13]Faba Laura, D í az Eva, Ord ó ñ ez Salvador. Recent developments on the catalytic technologies for the transformation of biomass into biofuels: A patent survey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, 51: 273-287.
- [14]孙玉玲,董璐,贾苹.产业技术情报分析框架与指标构建研究——以非粮生物质产业为例.情报理论与实践,2016(5):12-16.
- [15]罗立国,余翔,陈琼娣.专利信息分析在企业技术创新中的应用——以生物质发电技术为例.科技进步与对策,2011(18):85-89.
- [16]覃炳达,吴洁霞,钟雪梅,等.生物质复合成型燃料专利分析.农业工程技术·新能源产业,2010(10):24-27.
- [17]刘勤,王少康,胡良龙,等.秸秆资源化利用专利活动实证研究.应用化工,2017(3):546-550.
- [18]刘勤,郑砚砚,檀律科,等.基于外观设计专利的秸秆综合利用现状分析.中国农机化学报,2016(7):241-245.
- [19]李金丽,张荣荣,舒忠.基于专利分析的我国农作物秸秆制备缓冲包装材料技术研究.绿色包装,2017(10):59-61.

[20]刘起丽,张德奇,刘树勇.基于专利视角分析的我国秸秆还田技术现状.资源开发与市场,2017(3):355-359.

[21]李红,杨向飞.专利地图在R&D机会发现领域的应用综述.科技进步与对策,2015(16):155-160.

[22]高春雨,毕于运,王亚静.中国主要秸秆资源数量及其区域分布.农机化研究,2010,32(3):1-7.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/192051.html>