

精准农业领域专利竞争态势分析

吴晓燕* 许海云 宋 琪 陈 方 丁陈君 郑 颖

(中国科学院成都文献情报中心, 成都 610041)

摘 要:基于 incoPat 数据库收录的专利数据,对 1999—2018 年全球精准农业领域的专利申请情况进行分析。结合定量分析和定性研究,探讨精准农业领域的全球专利研究态势、技术研发热点、主要国家的科研水平、重要专利申请人的研发布局。研究发现,近二十年,精准农业领域专利研发处于快速增长阶段,信息采集传感器和变量作业装备是研发热点;中国、美国、日本是最重要的技术来源国,中国进入该技术领域较晚但取得了重大进步;国外机构在信息采集技术和变量作业技术主题占据主导优势,相关研究机构努力的方向是形成核心技术优势、提高专利影响力、增强专利海外布局 and 促进技术成果转化。

关键词:精准农业;处方农业;专利分析

DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2020.02.009

Patent Analysis of Precision Agricultural Technology

WU Xiaoyan* XU Haiyun SONG Qi CHEN Fang DING Chenjun ZHENG Ying

(Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract: Based on the patent data collected by incoPat database, the article analyzes the global patent applications in precision agriculture from 1999 to 2018. Combining the quantitative analysis and qualitative research, it strives to render the patenting activity characteristics, including the overall trend, the main technical branches, geographical distribution and key assignees. It is revealed that in the past 20 years, the research of precision agricultural technology is in rapid growth, and information acquisition sensor and variable operation equipment are the hot spots. China, USA and Japan are the most important research countries, China is a late entrant but has made significant progress. Foreign assignees have dominant advantages in information acquisition technology and variable operation technology, it is suggested that Chinese institutions should strive to form core technology advantages, improve patent influence, enhance patent overseas distribution and promote the transformation of technology.

Keywords: Precision Agriculture; Prescription Agriculture; Patent Analysis

精准农业(Precision Agriculture)主要基于 3S 技术、传感器技术、物联网等现代化技术手段,实现对耕种过程进行精准控制,对作物长势、受灾等各方面的情况进行精准监测,根据监测情况精准调节耕作投入,实现精准耕作、精准灌溉、精准施

肥施药、精准播种、精准收获,以最少的投入实现同等收入或更高收入^[1]。精准农业领域主要技术包括遥感技术(Remote Sensing, RS)、地理信息技术(Geographic Information Systems, GIS)、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、专家

* E-mail: wuxy@clas.ac.cn

系统(Expert System, ES)、决策支持系统(Decision Support System, DSS)、作物生长模拟系统(Simulation System, SS)、物联网技术(Internet of Things Technology, ITT)和变量投入技术(Variable Rate Technology, VRT)等,根据其功能可以分为信息采集和传输、信息处理、变量作业、集成系统和装备自动化五大类^[2]。

美国是最早发展精准农业的国家,1974 年最先开展“大面积作物估产试验”(即 LACIE 计划),利用陆地卫星影像对农作物进行识别并估算农作物的面积、单产和总产;1980 年制定“基于空间遥感技术的农业和资源调查计划”(即 AGRISTARS 计划)^[3],对全球的多种粮食作物的长势和总产量进行评估和预报。1999 年美国研究专著《二十一世纪的精准农业——作物管理中的地理空间和信息技术》^[4]阐述了精准农业领域研究现状、产业化面临的机遇和挑战等。2016 年美国《联邦土壤科学战略计划框架》提出美国土壤科学未来的重点发展建议^[5]。2018 年,美国国家科学院发布《至 2030 年推动农业与食品研究的科学突破战略研究报告》^[6],重点关注提高粮食和农业系统效率、提高农业发展可持续性和调控农业系统应对环境变化等。

欧洲对精准农业的关注也相对较早,欧盟于 1987 年提出农业遥感计划(MARS 计划)以期利用遥感技术建立欧盟区农作物估产系统。2014 年,欧洲联合研究中心(Joint Research Centre, JRC)发布《精准农业:欧盟 2014—2020 年行动计划为欧盟农民提供潜在支持》报告^[7],对耕地、永久性作物和奶牛养殖领域中的精准农业最新技术进行了总结,探讨了精准农业技术的应用趋势和影响因素。在 2017 年欧盟发布的《地平线 2020 工作计划(2016—2017)》^[8]中,机器人技术在精

准农业中的发展被单独列出,利用智能机器人技术帮助现代农业达到较高精度被作为一项重要行动。2019 年 4 月,欧洲建立更稳定的农业知识和创新系统(Agricultural Knowledge and Innovation System, AKIS)以促进农业和农村地区的知识、技术和创新,充分利用精准农业技术,使农业变得更智能、更高效和更可持续。英国政府高度重视利用大数据技术和信息技术提升农业生产效率,2013 年启动《农业技术战略》政府报告^[9],旨在解决英国农业科技成果转化的瓶颈问题,以提高英国农业竞争力。德国是全球农业现代化强国,拥有高度发达的农业科技,政府对于精准农业发展重视程度高、资金投入量大。法国是仅次于美国的世界第二大农产品出口国,农业产量、产值均居欧洲之首,政府主导的农业信息数据库已十分完备,打造“大农业”数据体系以支撑农业发展,同时,政府、农业合作组织以及私人企业共同承担农业信息化建设,构成独特的“三位一体”农业信息化体系。

在 1993 年由东京农工大学与北海道大学联合举办的农业机械学会的研讨会上,有学者提出特定地点作物管理(Site-Specific Crop Management, SSCM)的概念,日本的精准农业自此开始发展。农业信息化和数字化是日本政府重点支持的领域,2004 年农业物联网被列入日本政府计划,日本总务省提供了 U-Japan 计划^[10],旨在构建一个人与物互联的网络社会,农业物联网是其重要组成部分。直接服务于农民的全国联机网络有效推进农业信息基础设施建设,全国联机网络运用计算机管理农业信息,病虫害防治、农业技术及作物栽培等专业数据库为日本精准农业的开展提供了保障^[11]。如今日本精准农业更侧重物联网技术和航空植保精准作业,使用物联网技术作业的

农户占到 50% 以上,应用农业装备自动化技术的农业生产部门达到 92%,航空植保精准作业面积超过了 50%。

20 世纪 90 年代中后期,我国才开始出现精准农业概念,政府自此开始重视精准农业的发展,国家“863 计划”开展“智能化农业信息技术应用示范工程”^[12],利用现代信息技术改造传统农业,提高农业信息化水平,提高科技在农业经济发展中的贡献率,促进农业可持续发展。同期我国还建立了北方多省市冬小麦的气象遥感估产运行系统,开展作物遥感估产的研究和实验^[13]。工信部等五部委发布的《农业农村信息化行动计划(2010—2012 年)》^[14]强调现代农业信息科技发展,完善农业生产和市场监管信息服务体系,用现代信息技术改造传统农业。《“十三五”全国农业农村信息化发展规划》《全国农业现代化规划(2016—2020 年)》^[15]等政策部署为推进农业现代化和精准农业进一步发展奠定基础。2018 年 9 月,国务院印发《乡村振兴战略规划(2018—2022 年)》^[16],表示要加快农业现代化步伐,对耕地面积、耕地质量、以及精准化管理提出要求,强调农业装备智能化和农业生产精准化。2019 年 5 月国务院印发的《数字乡村发展战略纲要》^[17]强调推进农业数字化转型,强化农业科技创新,加快推广云计算、大数据、物联网、人工智能在农业生产经营管理中的运用,促进新一代信息技术与种植业、畜牧业、渔业等全面深度融合应用,建设智慧农(牧)场,推广精准化农(牧)业作业。

专利文献汇集技术、经济、法律信息于一体,最能反映最新的研究开发及技术创新水平。本文通过调研分析全球精准农业领域专利文献,运用文献计量和可视化方法,展现精准农业专利技术的发展态势和研发活动特点,为我国相关研发工作的开展和政策制定提供参考信息。

1 数据来源与方法

本文以北京合享智慧科技有限公司的 inco-Pat 专利数据库作为检索来源,通过关键词和专利分类号进行组合检索,选用发明专利文本作为研究对象,进行申请号合并作为专利篇数(件)统计,进行简单同族合并进行专利家族数(项)统计,专利申请时间选择是 1999—2018 年,检索日期为 2019 年 6 月 13 日。

2 结果与讨论

2.1 专利申请年度趋势

1999—2018 年期间,全球申请精准农业领域专利共计 6985 项(9455 件),专利申请趋势如图 1 所示。1999—2012 年期,相关专利数量增长缓慢,其主要驱动因素是 GPS、GIS 和 RS 技术对农业的支撑作用日渐明显;2013 年后,随着传感器技术和信息技术的快速发展,精准农业技术进一步迭代更新,专利数量大幅度增长,精准农业技术进入繁荣发展阶段。由于专利申请到公开最长有 18 个月迟滞,截至检索日,2018 年还有部分专利申请尚未公开。

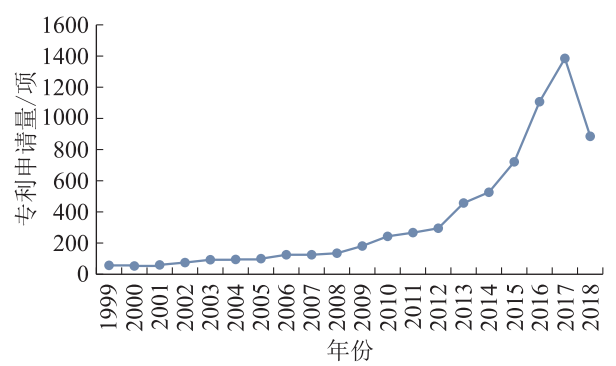


图 1 精准农业领域专利申请趋势

Fig. 1 Trend of Patent Application in Precision Agriculture

2.2 关键专利技术

本研究根据功能将精准农业技术分为 5 大分

支,分别为信息采集和传输、信息处理、变量作业、集成系统和装备自动化技术。所有精准农业领域专利中信息采集和传输的专利数量最多(3327 项),排名第二的是变量作业(2867 项),其次是集成系统(1158 项)和装备自动化(805 项),最后是信息处理系统(759 项)。

各类型的专利申请趋势如图 2 所示,总体看来,五类型专利数量增长趋势与专利总数趋势保持一致,专利数量前期增长缓慢,2013 年后增长明显。其中信息采集和传输技术、变量作业技术两类的专利数量占据主导优势,增长趋势最

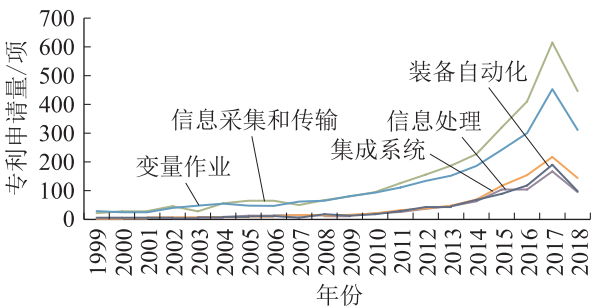


图 2 分支技术专利申请趋势

Fig. 2 Trends in Patent Applications for Branch Technology Types

为明显,特别是 2014 年之后增长迅速;集成系统、装备自动化和信息处理技术专利数量并驾齐驱,增长也较为明显。

对专利文献进行专利地图聚类,如图 3 所示,目前全球精准农业领域专利活动大致分为以下 6 个主题:1)土壤、作物、病虫害及气象信息采集;2)数据采集、图像处理;3)农业机械和变量作业装备控制;4)专家系统和模拟系统;5)系统集成和智能控制系统;6)作业部件及其装备自动化。其中土壤、作物、病虫害及气象信息采集,农业机械和变量作业装备控制,系统集成和智能控制系统是当前精准农业领域专利研发活动的热点主题。

信息采集和传输技术是精准农业的源头环节,土壤、气象、作物生长和病虫害害等田间信息,是精准农业实践的基础和前提。当前信息采集和传输技术主要包括:全球定位导航系统、遥感技术、信息采集传感器、机器视觉和信息传输。如表 1 所示,信息采集和传输技术专利数量最多的技术主题是信息采集传感器,接下来依次是机器视觉、全球定位导航系统、信息传输技术和遥感技

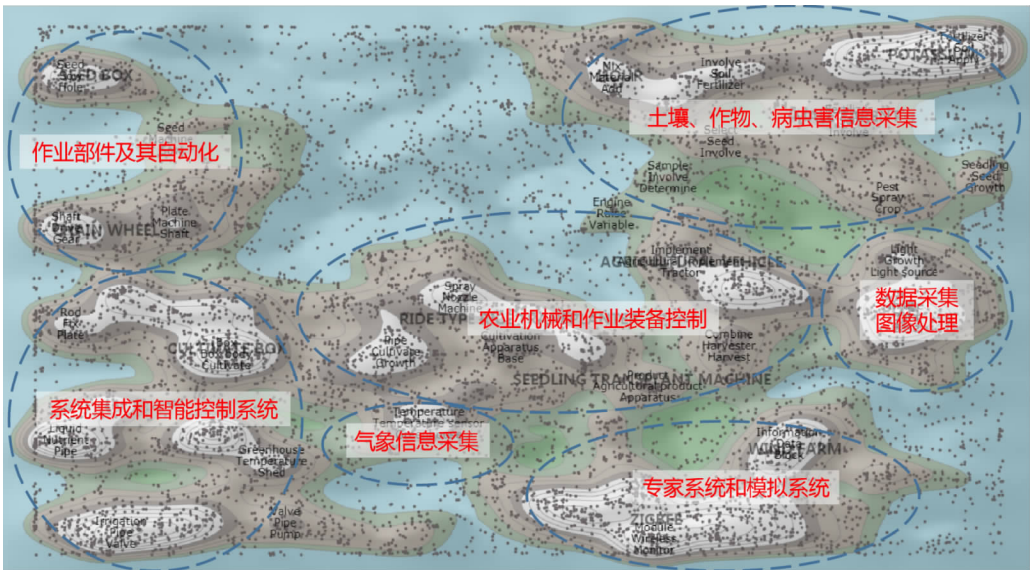


图 3 精准农业专利技术景观图

Fig. 3 Landscape Map of Precision Agriculture Patent Technology

表 1 精准农业专利技术构成(单位:项)

Tab. 1 Composition of Precision Agriculture Patent Technology

一级技术分支(专利申请量)	二级技术分支(专利申请量)	三级技术分支(专利申请量)
信息采集和传输(3327)	全球定位系统导航(320)	
	遥感技术(247)	
	信息采集传感器(1885)	气象信息传感器(786) 土壤信息传感器(273) 作物病/虫/草害传感器(188) 作物生长信息传感器(172) 畜牧/水产养殖信息传感器(166) 作物流量传感器(113) 产品信息传感器(87) 其他传感器(113)
	机器视觉(640)	摄像头(71) 图像采集(342) 图像处理(228)
	信息传输(312)	传输网络(258) 传输技术(108)
信息处理(759)	地理信息系统(70)	
	决策支持系统(716)	专家系统(531) 模拟系统(192)
变量技术(2867)	变量作业导航技术(1293)	惯性传感器(134) 超声波传感器(130) 激光传感器(145) 红外传感器(162) 速度传感器(258) 雷达(153) 陀螺仪(82) 地磁方位传感器(54) 多传感器组合(183)
	变量作业装备(2517)	变量施肥机(292) 变量灌溉机(653) 变量农药喷洒机(290) 变量播种/插秧机(620) 畜牧/水产管理控制(242) 智能收割机(397) 其他装备(113)
集成系统(1158)	系统集成(921)	
	数据集成(128)	
	软件集成(103)	
	硬件控制集成(844)	
装备自动化(805)	自动化装置(639)	
	机器人(166)	

术。信息采集传感器专利以气象信息传感器专

利最多,远超前于排名其后的是土壤信息传感器,再次是作物病/虫/草害传感器、作物生长传感器和畜牧/水产养殖信息传感器;机器视觉专利以图像采集和图像处理技术为主要构成。

变量作业是指按区内要素的空间变量数据精确设定和实施最佳播种、施肥、灌溉、用药、收割等多种农事操作。变量作业装备专利数量最多的是变量灌溉机和变量播种/插秧机,其次是智能收割机、变量施肥机、变量农药喷洒机和畜牧/水产管理控制。变量作业导航利用最多的是速度传感器,其次是红外传感器、雷达、激光传感器、惯性传感器、超声波传感器,最后是陀螺仪、地磁方位传感器。

2.3 重要国家/地区分布

2.3.1 专利来源国家/地区分布

专利技术来源国家/地区信息反映了技术创新发源地的创新能力和活跃程度,为区域间的技术合作和竞争提供有用的信息。由表 2 可知,中国是精准农业领域专利最大的来源国,在专利数量上占有绝对优势;美国最早开始精准农业相关研究,是精准农业专利技术的重要来源国家;日本尽管并非农业大国,但在现代农业先进技术行列占有一席之地,相关专利量位列全球第三;德

表 2 精准农业领域 TOP10 专利来源国家/地区

Tab. 2 Distribution of Country/Region Patents for Precision Agriculture

序号	申请人国别	专利申请量/项	占比
1	中国	4001	57.27%
2	美国	1011	14.32%
3	日本	994	14.23%
4	德国	253	3.62%
5	俄罗斯	159	2.28%
6	加拿大	98	1.40%
7	印度	60	0.86%
8	法国	56	0.80%
9	韩国	34	0.49%
10	比利时	33	0.47%

国和俄罗斯分别位列第四和第五,也是精准农业领域专利主要产出国。

2.3.2 专利受理国家/地区分布

专利受理国家/地区分布反映了国家/地区市场受重视程度以及专利保护强度。由表 3 可知,在精准农业领域专利技术方面,中国是最重要的专利布局地,占比 44.58%,美国和日本位列中国之后,分别占比 12.90% 和 10.85%,其次是 EPO 和 WIPO,德国、加拿大和俄罗斯也是重要的专利布局国家。总体而言,精准农业领域专利受理国家/地区与技术来源国/地区基本重合,主要集中于东亚、北美和欧洲地区。澳大利亚、巴西、印度、阿根廷也存在少量专利受理,非洲市场尚未成为受重视的技术输出和保护地。

表 3 精准农业 TOP15 专利受理国家/地区

Tab. 3 Distribution of Countries/Regions Acceptance Patent for Precision Agriculture

序号	专利公开国别	专利申请量/件	占比
1	中国	4215	44.58%
2	美国	1220	12.90%
3	日本	1026	10.85%
4	EPO	543	5.74%
5	WIPO	521	5.51%
6	德国	358	3.79%
7	加拿大	236	2.50%
8	俄罗斯	218	2.31%
9	澳大利亚	176	1.86%
10	巴西	158	1.67%
11	印度	107	1.13%
12	韩国	87	0.92%
13	阿根廷	68	0.72%
14	法国	52	0.55%
15	奥地利	51	0.54%

2.3.3 重要国家专利申请趋势

1999 至 2018 年期间,中、美、日三国共申请精准农业领域专利 5994 项,占全球相关专利的 85.81%。2010 年之前的精准农业领域专利由日本和美国主导,两者专利数量并驾齐驱,呈现较

为缓慢的波动上升,至 2017 年的专利数量分别达到 98 和 118 项;中国于 2002 年申请了第一件精准农业领域专利(苜草种植管理与病虫害防治专家系统),专利数量前期增长缓慢,随着信息技术发展和精准农业政策的出台,2010 年后专利数量开始快速增长,2011 年赶超美国和日本成为专利数量最多的国家,随着我国精准农业领域研究机构的不断增加,2014 年之后相关专利数量增长迅猛,2017 年专利数量达到 933 项,遥遥领先于其他国家(图 4)。

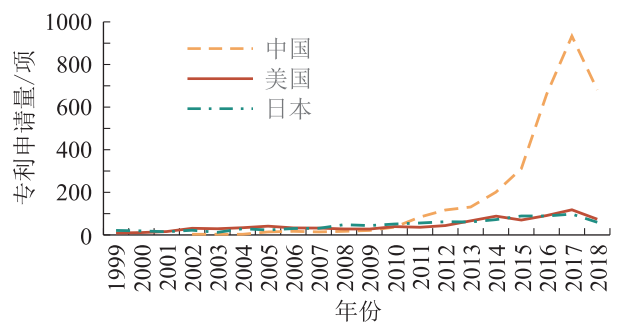


图 4 重要国家专利申请趋势

Fig. 4 Patent Application Trends of Major Countries

2.3.4 重要国家专利技术构成

比较中国、日本、美国和其他国家精确农业专利技术构成(表 4),既存在相同的重点布局技术分支,又各有侧重。总体看来,变量作业装备及其导航技术和信息采集传感器是所有国家都很关注的技术分支,而地理信息系统、数据集成、软件集成和机器人技术关注度普遍不高。此外,中国还关注硬件控制集成、系统集成;日本还重点布局机器视觉;美国在系统集成、自动化装备也有较高关注度;其他国家也较重视系统集成和自动化装置。

2.4 重要专利申请人

2.4.1 各技术分类重要专利申请人

分析中国、日本、美国和其他国家重要专利申请人及其重点布局技术类型,如表 5 所示,在信

表 4 重要国家专利技术构成(单位:项)

Tab.4 Major Countries Patent Technology Distribution

		中国	日本	美国	其他
信息采集和传输	全球定位导航系统	116	57	75	72
	遥感技术	185	0	45	17
	信息采集传感器	1138	258	227	262
	机器视觉	362	142	78	58
	信息传输	282	8	11	11
信息处理	地理信息系统	52	3	7	8
	决策支持系统	402	97	116	101
变量作业	变量作业导航技术	432	318	242	301
	变量作业装备	1153	523	385	456
集成系统	系统集成	591	73	148	109
	数据集成	48	10	34	36
	软件集成	56	6	20	21
	硬件控制集成	701	17	50	74
装备自动化	自动化装置	340	72	124	103
	机器人	84	45	49	50

息采集和传输方面,专利数量较多的是日本井关

农机公司(97)、美国 DEERE 公司(64)、日本洋马公司(58)、CNH 美国公司(52);信息处理方面,江苏大学(10)、日本日立公司(10)、洋马公司(10)、美国 ITERIS 公司(10)表现突出;变量作业以日本井关农机公司(186)、日本洋马公司(101)、美国 DEERE 公司(89)进行的专利研发最多;北京农业智能装备技术研究中心(47)、美国 DEERE 公司(31)在集成系统上布局较多;井关农机公司(31)、CNH 美国公司(18)、北京农业智能装备技术研究中心(16)也较重视装备自动化技术。对比分析中国、日本、美国和其他国家的重要申请人类型,来源中国的精准农业领域重要专利申请人以高校和研究所居多,来源日美和其他国家的重要专利申请人以企业居多。

表 5 不同技术类型重要专利申请人及其专利申请量

Tab.5 Important Patent Applicants of Different Technology Types and Patent Application Number

	中国	日本	美国	其他
信息采集和传输	北京农业智能装备技术研究中心(46), 北京农业信息技术研究中心(40), 江苏大学(31), 中国农业大学(29)	井关农机(97), 洋马公司(58), 索尼公司(27), 日立公司(16)	DEERE 公司(64), CNH 美国公司(52), CLIMATE 公司(14), 加州大学(9), TRIMBLE NAVIGATION 公司(9)	德国 CLAAS 公司(34), 德国 AMAZONEN WERKE 公司(29), CNH 加拿大公司(17), 德国 ROBERT BOSCH 公司(7)
信息处理	江苏大学(10), 中国农业大学(9), 柳州易农科技公司(9), 北京农业信息技术研究中心(8)	日立公司(10), 洋马公司(10), 井关农机(6), 日本电气(5)	ITERIS 公司(10), DEERE 公司(7), CNH 美国公司(6), CLIMATE 公司(5)	-
变量作业	北京农业智能装备技术研究中心(39), 江苏大学(30), 中国农业大学(25), 华南农业大学(25)	井关农机(186), 洋马公司(101), 久保田(63), 三菱电机(24), 松山商事(10)	DEERE 公司(89), CNH 美国公司(54), AGCO 公司(19), TRIMBLE NAVIGATION 公司(17)	德国 CLAAS 公司(55), 德国 AMAZONEN WERKE 公司(42), CNH 加拿大公司(10), CNH 比利时公司(10)
集成系统	北京农业智能装备技术研究中心(47), 江苏大学(20), 中国农业大学(13), 北京农业信息技术研究中心(12)	井关农机(24), 洋马公司(20), 日立公司(7), 久保田(6)	DEERE 公司(31), CNH 美国公司(16), CLIMATE 公司(16), 通用电气公司(8)	德国 AMAZONEN WERKE 公司(16), 德国 CLAAS 公司(14), CNH 加拿大公司(8)
装备自动化	北京农业智能装备技术研究中心(16), 西北农林科技大学(11), 哈尔滨派腾农业科技有限公司(7), 山东农业大学(7)	井关农机(31), 久保田(12), 洋马公司(5)	CNH 美国公司(18), DEERE 公司(9), AGCO 公司(9), TRIMBLE NAVIGATION 公司(8)	CNH 加拿大公司(7), 德国 AMAZONEN WERKE 公司(5), 德国 CLAAS 公司(5)

2.4.2 重要申请人专利年度分布

中国精准农业专利数量排名前四位的是北京农业智能装备技术研究中心、中国农业大学、北京农业信息技术研究中心和江苏大学。由表 6 可知,这四个专利申请人开始精准农业领域专利研发时间较晚,近五年专利占比均在 50% 以上,专利数量总体都呈现增长趋势。北京农业智能装备技术研究中心成立于 2007 年,致力于突破农业智能装备设计、加工、制造关键技术,开发适用于我国生产规模和经营方式的农业智能装备产品;中国农业大学在 2002 年建立现代精细农业系统集成研究教育部重点实验室,开展精细农业基础研究和技术创新;北京农业信息技术研究中心于 2001 年组建,进行农业信息源头技术创新、技术平台构建和重大产品研发;江苏大学 2007 年开始建设现代农业装备与技术教育部重点实验室,开展现代农业装备和关键技术的研究。

日本精准农业领域专利数量排名前四位是日本井关农机株式会社、日本洋马株式会社、日本久保田株式会社和日本三菱电机株式会社,这四家日本企业都较早进行精准农业领域专利研发,近五年也保持较高的活跃度,专利占比在 30% ~ 50%,井关农机和久保田保持增长趋势,洋马和三菱电机专利数量维持 6 项和 2 项左右波动。日本井关农机株式会社成立于 1926 年,主要从事整地、栽培、收获等农业机械生产和销售,2003 年在中国设立井关农机(常州)有限公司,2011 年设立东风井关农业机械(湖北)有限公司;日本洋马农机株式会社成立于 1912 年,是世界顶级农业品牌,在亚洲、欧洲、北美洲和南美洲等地拥有多个生产制造基地、公司以及零部件经销中心;日本久保田株式会社成立于 1890 年,是一家拖拉机和重型设备制造商,该公司农业和工业机

械部门提供拖拉机、联合收割机、水稻插秧机等农业设备,2012 年在中国成立久保田发动机(无锡)有限公司;日本三菱电机株式会社成立于 1921 年,在全球电力设备、通信设备、工业自动化、电子元器件等市场占据着重要的地位,三菱电机凭借其技术优势在精准农业领域也占据一席之地。

美国精准农业领域专利数量排名前四位的是 CNH 全球有限公司、美国 DEERE 公司、美国 CLIMATE 公司、美国 AGCO 公司,总体专利数量处于增长趋势,近五年专利占比在 50% 以上;CLIMATE 公司相关专利申请在 2012 年之后,其他三家公司布局精准农业领域较早,AGCO 公司专利数量从 2016 年开始下降。CNH 全球有限公司 1999 年成立,总部在美国,其农用拖拉机和联合收割机的生产世界排名第一,工程机械生产列世界第三,1995 年进入中国市场,后建立凯斯纽荷兰机械(哈尔滨)有限公司、凯斯纽荷兰机械贸易(上海)有限公司和上海纽荷兰农业机械有限公司;美国 Deere 公司成立于 1837 年,是全球非道路用柴油发动机的领先制造商,主要从事农业、林业、草坪等养护、灌溉设备制造和销售;CLIMATE 公司原本是一家意外天气保险公司,2014 年被孟山都(全球领先农业公司)收购,其数据专长方面为孟山都提供强大的补充,CLIMATE 正在向全球拓展其业内领先的 Climate FieldView 数字农业平台业务;AGCO 公司是世界领先的农业解决方案提供商,从事农业设备和相关替换零件的制造与销售,旗下五大核心品牌:麦赛福格森、维美德、芬特、挑战者和谷瑞,提供精准农业技术及农场优化服务。

其他国家的重要专利申请人有德国 CLAAS 公司和德国AMAZONEN WERKE公司,两者开展

表 6 重要申请人专利年度分布

Tab.6 Annual Trend of Major Applicants

序号	专利申请人	专利申请量/项	时间跨度	年度趋势	近五年专利占比
1	北京农业智能装备 技术研究中心	73	2010—2018		87.67%
2	中国农业大学	65	2008—2018		73.85%
3	北京农业信息技术研究中心	59	2002—2018		50.85%
4	江苏大学	59	2002—2018		67.80%
5	日本井关农机株式会社	205	1999—2018		40.00%
6	日本洋马株式会社	125	1999—2018		36.80%
7	日本久保田株式会社	88	1999—2018		52.27%
8	日本三菱株式会社	32	1999—2018		34.38%
9	CNH 全球有限公司	137	1999—2018		72.26%
10	美国 DEERE 公司	129	1999—2018		51.94%
11	美国 CLIMATE 公司	39	2012—2018		100.00%
12	美国 AGCO 公司	31	1999—2018		67.74%
13	德国 CLAAS 公司	67	1999—2018		50.75%
14	德国 AMAZONEN WERKE 公司	62	1999—2018		53.23%

相关专利研发较早,前期专利数量较少,近两年专利数量增长明显。德国 CLAAS 公司于 1913 年创建,是世界著名的农牧业机械和农用车辆制造商,产品包括联合收割机、农用运输机械、拖拉机和割草机、搂草机、翻晒机、打捆机等;AMAZONEN WERKE 创建于 1883 年,是全球农业技术的先驱者,向全球 70 多个国家出口产品,年营业额超过 4.68 亿欧元,重要产品包括播种机、耕地机、精准空气播种机和农作物保护喷雾器等。

2.4.3 重要专利申请人技术布局

从图 5 可以看出,14 个专利申请人都在变量作业装备及其导航技术、信息采集传感器方面申请了较多专利,其中日本井关农机株式会社、洋马株式会社、CNH 全球公司均在变量作业装备上布局了 95 项以上的专利,是该技术主题的领先者。北京农业智能装备技术研究中心还在硬件

控制、系统集成、机器视觉和自动化装置方面开展较多研究;井关农机株式会社、洋马株式会社、久保田株式会社布局相似,还在全球定位系统布局较多专利,井关农机株式会社还关注自动化装置;CNH 全球公司和 DEERE 公司还布局较多系统集成、硬件控制集成专利,自动化装置也是关注方向;德国 CLAAS 公司也关注机器视觉和硬件控制集成。

2.4.4 专利被引情况和海外布局

专利被引用情况可以从某种程度上反映专利价值,本研究依据专利申请人篇均被引次数和被引专利占比来评估专利申请人在该技术领域的影响力水平。综合来看,排名前四的是美国 DEERE 公司、美国 CLIMATE 公司、美国 AGCO 公司和德国 CLAAS 公司,除 CLIMATE 外的其他三家都是农业机械领域的元老,专利影响力最大,

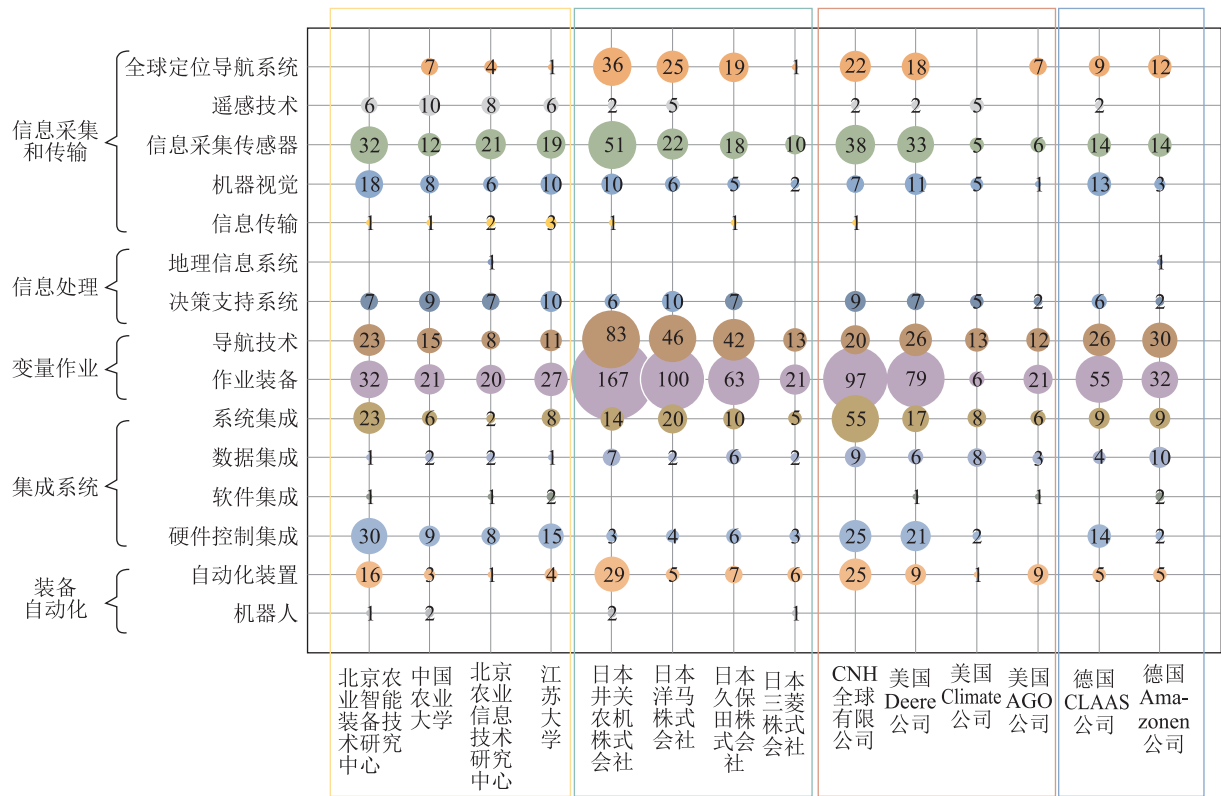


图 5 重要专利申请人专利技术布局

Fig. 5 Patent Technology Layout of Important Patent Applicants

而 CLIMATE 有大数据优势加持,实力强劲;其次是德国 AMAZONEN WERKE 公司、中国农业大学、北京农业信息技术研究中心、江苏大学和井关农机株式会社;再次是日本洋马株式会社、日本久保田株式会社、日本三菱株式会社和北京农业智能装备技术研究中心,其中北京农业智能装备技术研究中心被引用次数较少也可能与专利公开较晚有关。

专利的国际布局情况可以反映出专利的市

场价值和专利申请人的海外专利保护意识。如表 8 所示,美国和德国的企业更加重视布局国际市场,海外专利占比均在 45% 以上,其中美国 CLIMATE 公司平均每个专利在 4 个地区进行布局,海外专利占比 78. 85% ;日本的四家企业海外专利占比在 10% ~ 30% ,平均每个专利布局 1. 06 ~ 1. 32 个区域;中国的四家研究单位海外专利占比在 5% 以下,平均每个专利布局少于 1. 05 个区域,结合专利被引情况(表 7),这四家机构的专利

表 7 精准农业领域重要专利申请人影响力水平

Tab. 7 Influence of Important Applicants in Precision Agriculture

序号	机构名称	篇均被引	被引专利占比	技术特长	高被引专利
1	美国 DEERE 公司	8. 23	70. 31%	变量作业装备, 信息采集传感器, 变量作业导航技术	US7184892B1 US6382326B1 US6220366B1 WO2014123575 A1
2	美国 CLIMATE 公司	5. 59	84. 62%	变量作业导航技术, 系统集成, 数据集成	US20160050840A1 US20150302305A1 US20160232621 A1 US20160290918A1
3	美国 AGCO 公司	4. 42	67. 74%	变量作业装备, 变量作业导航技术, 自动化装备	US6708631 B1 US20090112372A1 US20110084851A1 WO2013053645 A1
4	德国 CLAAS 公司	4. 52	72. 73%	变量作业装备, 变量作业导航技术, 信息采集传感器, 硬件控制集成	US20140325422A1 DE202009004721U1 EP2743132A1 US20140324272A1
5	江苏大学	4. 31	55. 93%	变量作业装备, 信息采集传感器, 系统集成	CN1995987A CN101961003 A CN1556412A CN1394467A
6	日本洋马株式会社	3. 89	52. 00%	变量作业装备, 变量作业导航技术, 全球定位导航系统	JP2008092818A JP2005215742A JP2002186309A JP2004008187A
7	中国农业大学	3. 69	50. 77%	变量作业装备, 硬件控制集成, 系统集成	CN104081917A CN101762569A CN101769867A CN104488405 A

序号	机构名称	篇均被引	被引专利占比	技术特长	高被引专利
8	CNH 全球公司	3.00	58.09%	变量作业装备,系统集成,硬件控制集成,自动化装备	US6445983B1 US6385515B1 US5995894A US6058342A
9	北京农业信息技术研究中心	2.61	47.46%	变量作业导航技术,信息采集传感器,变量作业装备,系统集成	CN103034910A CN101902618A CN101907453A CN105197243B DE102004011302A1
10	德国 AMAZONEN WERKE 公司	2.42	58.06%	变量作业装备,变量作业导航技术,信息采集传感器	DE19921995A1 EP917816A1 EP1444879A1 JP2007248347A
11	日本井关农机株式会社	2.00	50.73%	变量作业装备,变量作业导航技术,信息采集传感器	JP2000161090A JP2006223105A JP2009118846A JP2015112071A
12	日本久保田株式会社	1.91	46.59%	变量作业装备,变量作业导航技术,全球定位导航系统	JP2000084495A JP2003333902A JP2000184805A JP2009044995A
13	日本三菱株式会社	1.50	50.00%	变量作业装备,变量作业导航技术,信息采集传感器	JP2013230088A JP11196693A JP2005058056A CN101803507A
14	北京农业智能装备技术研究中心	1.40	32.88%	变量作业装备,变量作业导航技术,信息采集传感器	CN101963584A CN102523839A CN102246620A

表 8 精准农业重要专利申请人海外布局
Tab.8 Overseas Distribution of Important Applicants

序号	专利申请人	TOP3 专利受理地区	平均保护区域数量	海外专利占比
1	美国 CLIMATE 公司	US, WIPO, EPO	4.00	78.85%
2	美国 DEERE 公司	US, EPO, DE	3.32	77.32%
3	美国 AGCO 公司	WIPO, EPO, US	2.03	76.19%
4	德国 CLAAS 公司	DE, EPO, US	2.94	65.99%
5	CNH 全球公司	US, EPO, WIPO	1.97	52.96%
6	德国 AMAZONEN WERKE 公司	DE, EPO, DK	1.84	46.34%
7	日本久保田株式会社	JP, WIPO, EPO, KR	1.32	26.72%
8	日本井关农机株式会社	CN, JP, KR	1.17	14.64%
9	日本三菱株式会社	JP, WIPO, EPO	1.06	11.43%
10	日本洋马株式会社	JP, WIPO, KR, CN	1.28	8.00%
11	江苏大学	CN, WIPO, US	1.05	4.94%
12	北京农业信息技术研究中心	CN, US, WIPO	1.02	2.17%
13	北京农业智能装备技术研究中心	CN	1.00	0.00%
14	中国农业大学	CN	1.00	0.00%

价值不弱,但海外专利保护意识还有待加强。

3 结论与展望

精准农业通过信息技术实现更准确、更细致的农作物管理,主要利用嵌入式和远程传感器在时间和空间上测量土壤和作物参数,通过软件分析变化相关性和趋势,为物料投入提供信息,从而更准确和更有针对性地应用种子、肥料、农药和其他投入。其总体目标是在减少投入的情况下增加(或维持)产量、降低成本、减少环境污染、节约资源、保护生态环境,实现农业的可持续发展。近年来,气候问题导致农作物减产,粮食短缺问题日益突出,精准农业技术也受到越来越多的关注,各国都纷纷制定精准农业发展政策,其专利技术研发热度也不断攀升。

经过分析全球范围内精准农业技术相关专利,得到如下结论与启示:

1)在过去的 20 年,精准农业技术发展非常迅速,相关专利产出呈现明显的上升趋势,说明精准农业领域技术研发与应用仍然在快速发展之中,市场前景广阔。2010 年之前,精准农业领域技术由美国和日本主导,中国进入该领域较晚;2010 年之后,在现代化农业政策扶持下我国积极推进农业信息化建设,北京农业智能装备技术研究中心等精准农业领域研究机构纷纷建立并取得阶段性成果,中国的精准农业领域专利数量也出现明显增长,赶超美国和日本,成为专利数量排名第一的国家,并遥遥领先于其他国家,这说明我国在精准农业领域的专利研发上已取得了巨大进步和发展。然而,我国精准农业领域的研究与应用大部分局限于 GIS、GPS、RS 等单项技术领域与农业领域的结合,没有形成精准农业完整的技术体系,目前我国关于精准农业的研究

应用还处于起步阶段。

2)从专利技术布局来看,变量作业装备是当前研发热点,技术分支布局广泛,各国的专利申请都较多,日本井关农机株式会社、洋马株式会社、CNH 全球有限公司等机构均拥有较多的专利申请,重复研发风险非常高,分析当前专利特点,此类研发可关注实现构造简单化与便携化。与之相配合的变量作业导航技术也是各专利申请人技术研发的重点,其中速度传感器、红外传感器、激光传感器、惯性传感器、超声传感器和雷达都有较多专利布局,可挖掘其他传感器或者多传感器组合改进变量作业的准确性和安全性。信息采集传感器也存在较高的重复研发风险,具备较多的发明人和申请人,各国都有较多市场布局,其中气象信息传感器是研发重点,作物流量传感器和产品信息传感器专利数量还未形成优势,可以增加关注度,提高信息采集的灵敏度和准确性是该技术分支的努力方向。未来机器视觉在图像处理算法上尚有很大改进空间,需要新理论、新方法的进一步有机结合,以便进一步提高结果的精准度和实时性。在决策支持系统类专利技术中,以专家系统和模拟系统为主,在研发中可适当关注一些新的决策支持方法和系统开发。关于系统集成方面,可重点考虑提高安全性、增强稳定性和降低功耗等需求。

3)从重要专利申请人类型的角度看,中国主要优势研发机构是高校和研究所,其他国家优势研发机构以企业为主,日本井关农业株式会社、日本洋马株式会社、CNH 全球公司和 DEERE 公司是该领域的领先者。精准农业领域专利的价值更多体现在产业化应用上,因此,我国精准农业领域研究机构应加强与企业的合作,促进科技成果转化为实现生产力,进一步提高在该领域的

竞争力。相关部门需要大力推进精准农业的技术研发、转化、推广和应用,例如启动精准农业示范项目,研发适合精准农业的自主知识产权技术产品;加快精准农业基地建设,主要支持建设精准农业产业化中试基地和生产基地;精准农业涉及面广,资源整合和共享问题突出,为了减少重复投资,需要进行顶层设计和规划,建立“精准农业产业化联盟”,为精准农业的发展创造良好环境。

4)对比国内外重要专利申请人发现,中国主要专利申请人进入该领域较晚,近五年活跃度高,但未形成明显优势技术主题,专利影响力中等,专利海外布局严重不足;欧美的主要专利申请人研发较早,在变量作业和信息采集技术主题上占据主导优势,影响力显著,国际布局明显。面对愈加激烈的竞争形势,中国精准农业领域研发机构应当整合当前已有研发基础,结合当前的国情,利用我国 5G 技术的优势,集中力量加强攻关,突破核心技术和重大共性关键技术,研发符合我国农业不同应用目标的高可靠、低成本、适应恶劣环境的精准农业技术和产品。同时专利申请人应重视制定有效的专利申请策略,加强专利的国际保护,重视我国精准农业技术的全球化发展。

参考文献

- [1]熊松宁,杨霄璇,杨俊刚,等.从精准农业向智慧农业演进[J].卫星应用,2017(4):47-51.
XIONG Songning, YANG Xiaoxuan, YANG Jungang, et al. Evolution from Precision Agriculture to Intelligent Agriculture [J]. Satellite Application, 2017(4):47-51.
- [2]肖志刚,张曙光,么永强,等.精确农业的现状与发展趋势的研究[J].河北农业大学学报,2003,026(021):256-259.
- XIAO Zhigang, ZHANG Shuguang, YAO Yongqiang, et al. The Present Situation and Tendency of Precision Agriculture in China [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2003, 026(021):256-259.
- [3]刘海启,金敏毓,龚维鹏.美国农业遥感技术应用状况概述[J].中国农业资源与区划,1999,020(002):56-60.
LIU Haiqi, JIN Minyu. Applications of Remote Sensing in Agriculture in the United States [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 1999, 020(002):56-60.
- [4]National Research Council. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management [M]. Washington, DC: The National Academies Press, 1997.
- [5]Obama White House. The State and Future of U. S. Soils: Framework for a Federal Strategic Plan for Soil Science. [EB/OL]. [2020-01-20]. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ssiwg_framework_december_2016.pdf.
- [6]National Research Council. Science Breakthroughs to Advance Food and Agricultural Research by 2030. [EB/OL]. [2020-01-20]. <https://www.nap.edu/catalog/25059/science-breakthroughs-to-advance-food-and-agricultural-research-by-2030>.
- [7]EC. Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers Potential Support with the Cap 2014-2020. [EB/OL]. [2020-01-20]. <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/precision-agriculture-opportunity-eu-farmers>.
- [8]EC. Horizon 2020 Work Programme 2016-2017. [EB/OL]. [2020-01-20]. <https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/>

2016_2017/main/h2020-wp1617-food_en. pdf.

[9] HM Government. A UK Strategy for Agricultural Technologies. [EB/OL] . [2020-01-20]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf.

[10] 刘兹恒,周佳贵. 日本“U-JAPAN”计划和发展现状[J]. 大学图书馆学报,2013(3):38-43.
Liu Ziheng, Zhou Jiagui. The U-JAPAN and Its Present Situation[J]. Journal of Academic Libraries, 2013(3):38-43.

[11] 赵卫利,刘冠群,程俊力. 国外农业信息化发展现状及启示[J]. 世界农业,2011(05):77-79.
ZHAO Weili, LIU Guanqun, CHENG Junli. The Development of Agriculture Informatization in Foreign Countries and the Revelation to China [J]. World Agriculture, 2011(05):77-79.

[12] 冯淑波,张凤营,李友胜. 浅谈精确农业在我国的发展模式[J]. 农业机械,2007(009):32-33.
FENG Shubo, ZHANG Fengying, LI You-sheng. On the Development Mode of Precision Agriculture in China [J]. Farm Machinery, 2007(009):32-33.

[13] 唐华俊. 农业遥感研究进展与展望[J]. 农学学报,2018(005):6-8.
TANG Huajun. Progress and Prospect of Agricultural Remote Sensing Research [J]. Journal of Agriculture, 2018(005):6-8.

[14] 工业和信息化部,农业部,等. 农业农村信息化行动计划(2010-2012 年). [EB/OL] . [2020-01-20]. http://www.360doc.com/content/11/0904/20/307318_145784200.shtml.
Ministry of Industry and Information Technology, Ministry of Agriculture, Ministry of Science and Technology, et al. Agricultural and Rural Informatization Action Plan (2010-2012). [EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.360doc.com/content/11/0904/20/307318_145784200.shtml.

[15] 国务院. 全国农业现代化规划(2016—2020). [EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/20/content_5122217.htm.
The State Council. National Plan for Agricultural Modernization (2016—2020) [EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/20/content_5122217.htm.

[16] 国务院. 乡村振兴战略规划(2018—2022 年). [EB/OL] . [2020-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/2018-09/26/content_5325534.htm.
The State Council. Strategic Plan for Rural Revitalization (2018—2022). [EB/OL] . [2020-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/2018-09/26/content_5325534.htm.

[17] 国务院.《数字乡村发展战略纲要》. [EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/16/content_5392269.htm.
The State Council. Outline of Digital Rural Development Strategy. [EB/OL] . [2020-01-20]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/16/content_5392269.htm.

作者贡献说明
吴晓燕:文章框架设计、收集整理资料、数据分析、文章初稿撰写;
许海云:检索式编制;
宋 琪:国际政策资料收集整理;
陈 方:文章修改;
丁陈君:文章修改;
郑 颖:文章修改。