



精准农业技术与系统 专利分析



许海云^{1*} 张娴^{1,2} 王春华^{1,2} 郭婷^{1,2} 方曙¹

¹ 中国科学院成都文献情报中心 成都 610041

² 中国科学院大学 北京 100049

*通讯作者E-mail: xuhy@clas.ac.cn

[摘要] 从中观层面考察了精准农业技术与系统的专利产出情况,结合定量分析、定性调研与专家咨询,从总体趋势、地域分布、技术流向、重要竞争者、技术发展动向、技术热点与空白点、中国与全球专利申请活动差异等,多视角揭示了该领域当前专利活动特征。对比了中国与全球专利申请活动的差异,为我国相关机构的专利布局对策提供了参考建议。

[关键词] 非精准农业 精确农业 处方农业 农业物联网 农业信息化 专利 知识产权

DOI: 10.15978/j.cnki.1673-5668.201505002

1 引言

精准农业(precision agriculture, 缩写PA)又称精确农业或处方农业,是一种以现代知识和技术为基础的农业微观管理系统,其核心是根据当时、当地测定的作物实际需要确定对作物的投入,是指按照田间每一操作单元的环境条件和作物产量的时空差异,精确地调整各种农艺措施,最大限度地优化水、肥、种子(种苗)、农药使用量和时机,以期获得最高产量和最大经济效益,同时保护农业生态环境和土地等农业自然资源。精准农业的主要技术包括遥感技术(RS)、地理信息技术(GIS)、全球定位系统(GPS)、农业专家系统(ES)、决策支持系统(DSS)、作物生长模拟系统(SS)、物联网技术(ITT)和变量投入技术(VRT)等。利用遥感技术宏观控制和测量,

地理信息技术采集、存储、分析和输出地面或田地所需的要素资料,以全球定位系统将地面精准测量和定位,再与地面的信息转换和定时控制系统相配合,产生决策,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。精准农业实施的目的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。精准农业是全球农业科技革命的方向,是我国实现农业现代化的有效途径^[1]。据测算:采用精准农业技术,可节约30%以上的肥料和农药,可使作物生产成本降低20%以上。因此,精准农业技术成为近几年兴起的新热点^[2]。

目前,世界上精准农业的实践已涉及到配方施肥、精量播种、病虫害防治、杂草清除和水分管理等领



域,成为发达国家合理利用农业资源、改善生态环境和农业可持续发展的科学技术基础。但精准农业的意义已远远超出上述领域,它所引发的思维方式和农业生产经营理念的变革将产生长远而深刻的影响。不少国家在投入大量人力物力从事产业开发的同时,还成立了专门的研究机构,并在大学设立相关的课程。

美国是精准农业发展最早的国家,美国国家研究委员会曾专门立项组织了一个由多学科著名专家组成的专家组对有关发展研究进行了评估,研究报告经过美国国家科学院、美国国家工程院和美国国家医学科学院院士组成的评估组评议后,于1997年发表了《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》(*Precision Agriculture in the 21st Century—Geospatial and Information Technology in Crop Management*)研究专著,全面分析了美国农业面临的压力以及信息技术为改善作物生产管理决策和改善精准效益提供的巨大潜力,阐明了“精准农业”技术体系研究的发展现状、面临的问题及其支持技术产业化开发研究的机遇等。当前,精准农业技术已在美国广泛应用于甜菜、小麦、玉米和大豆等作物的种植。

欧洲各国也相继开展了精准农业的研究与实践,法国的联合收获机产量图生成及质量测定、施肥机械和电子化植保机械利用GPS和GIS系统进行变量作业已成为现实,并开始投入使用。英国、澳大利亚、加拿大、德国等国家的一些著名大学相继设立了精准农业研究中心。以色列用水管理已实现高度的自动化,全国已全部实施节水灌溉技术,其中25%为喷灌,75%为微灌(滴灌和微喷灌),他们所有的灌溉都由计算机控制,实现了因时、因作物、因地用水和用肥自动控制,水肥利用率达到90%。

日本、韩国等国家近年来也加快了开展精准农业的研究应用,并得到了政府有关部门和相关企业的大力支持。早在1998年夏,日本政府拨专款支持若干大学进行“精准农业”应用研究,日本的农林水产省与洋马公司和久保田公司等企业合资成立了研究机构,开发利用卫星定位系统的农业机械技术。另外,诸如荷兰的无土栽培切花生产、日本的水培蔬菜生产、美国的生菜生产线、欧共体国家和北美国家的计算机管理奶牛场等均已基本实现了精准化。

然而,直到1990年代中后期,精准农业这一概念才在中国出现。随着信息技术飞速发展,精准农业的思想日益为科技界和社会广为接受,也有一些实践应用^[3]。精准农业的内容已列入国家“863”计划中,原国家计委和北京市政府共同出资在北京建立精准农业示范区,中国科学院也把精准农业列入知识创新工程计划。

1992年北京顺义区在1.5万公顷的耕地范围内用GPS导航开展了防治蚜虫的试验示范。在遥感应用方面,我国在农业监测、作物估产、资源规划等方面已有广泛应用;在地理信息系统方面我国的应用更加广泛。1997年,辽宁省在辽河平原将GIS应用于农业生态管理研究;吉林省结合其省农业信息网开发了“万维网地理信息系统(GIS)”;北京密云县用GIS技术建立了县级农业资源管理信息系统;在智能技术方面,国家“863计划”在全国20个省市开展了“智能化农业信息技术应用示范工程”。这些技术的广泛应用为今后我国精准农业的发展奠定了一定的技术基础,但这些研究与应用大部分局限于GIS、GPS、RS、ES、DSS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。总之,目前我国关于精准农业的研究应用还处于起步阶段^[4]。

目前,国内开展精准农业研究的主要机构有北京农业信息技术研究中心(国家农业信息化工程技术研究中心)、北京农业智能装备技术研究中心(国家农业智能装备工程技术研究中心)、中国农业大学精细农业实验室、中国农机院自动化所、黑龙江八一农垦大学、西北农林科技大学、华南农业大学、吉林大学生物与系统工程院、浙江大学生物与食品院。此外,还有上海交通大学和中国科学院沈阳自动化所等。

精准农业技术的应用和快速发展,将成为我国农业科技革命的重要内容,改变我们对科学利用农业资源潜力的认识,使农业生产管理观念产生深刻的变革,促进农业科技界突破传统的以学科研究为主的工作方式,通过多学科的融合和协调,将多种科技成果组装集成,直接为农业生产服务。精准农业的广泛应用,将全面提升我国农业生产信息化、农业装备智能化和农业经营管理的水平,对重塑我国现代农业和引领现代农业发展具有重大意义,发展前景广阔^[2]。

本研究结合定量、定性研究与专家咨询,力求呈现



当前精准农业领域的专利发展态势与研发活动特点；从总体趋势、地域分布、技术流向、重要竞争者、技术动向、技术热点与空白、中国与全球专利申请活动差异等，多视角揭示了该领域当前专利活动的特征；针对每项支撑技术，具体分析了各自的专利活动趋势、技术创新主题、技术热点和空白点、专利法律状态、专利维持年限，遴选了重要专利文献。同时，报告分析了我国机构在相关专利活动中可能面临的知识产权潜在风险。报告特别关注了中科院的相关专利活动，包括专利申请时间趋势、重要申请人和研发团队、专利维持年限、在各技术分支的优势、技术热点和空白点分布等。

2 数据来源与分析工具

数据来源：美国汤森路透科技信息集团(Thomson Reuters Scientific)的Thomson Innovation数据库和ISI Web of Knowledge知识平台中的德温特创新专利索引(DII)数据库(检索日截至2014年8月)、国家知识产权局的中国专利数据库(检索日截至2014年6月)。

数据说明：本报告侧重于农业信息化技术方面的专利分析，并未涉及农业技术和设备的方方面面，如工具

的机械设计的改良等。

分析工具：汤森科技信息集团的数据分析工具TDA(Thomson Data Analyzer)、TI(Thomson Innovation)分析平台，Dialog公司的Innography专利检索与分析平台，中国科学院专利在线分析系统2.0，使用Excel进行数据统计，并使用Tableau软件辅助绘图。

3 精准农业技术与系统专利态势分析

3.1 专利申请活动时间趋势

截止检索日，全球范围内精准农业技术与系统相关专利申请共3 381项，共包含8 150件专利申请¹，申请时间趋势如图1。由图1所示的数据可知，1996年以前，相关专利申请增长缓慢。从1997年开始，申请数量有了大幅度增长，申请数量表现出波动特点。从2008年开始，申请数量迅速攀升，进入了快速增长阶段²。

全球专利申请总体趋势大致如下(基于最早优先权年统计)。

(1)缓慢发展期：1973—1996年

精准农业概念始于20世界80年代，GPS技术是重要的推动因素，但相关专利在20世纪70年代已经出现。这

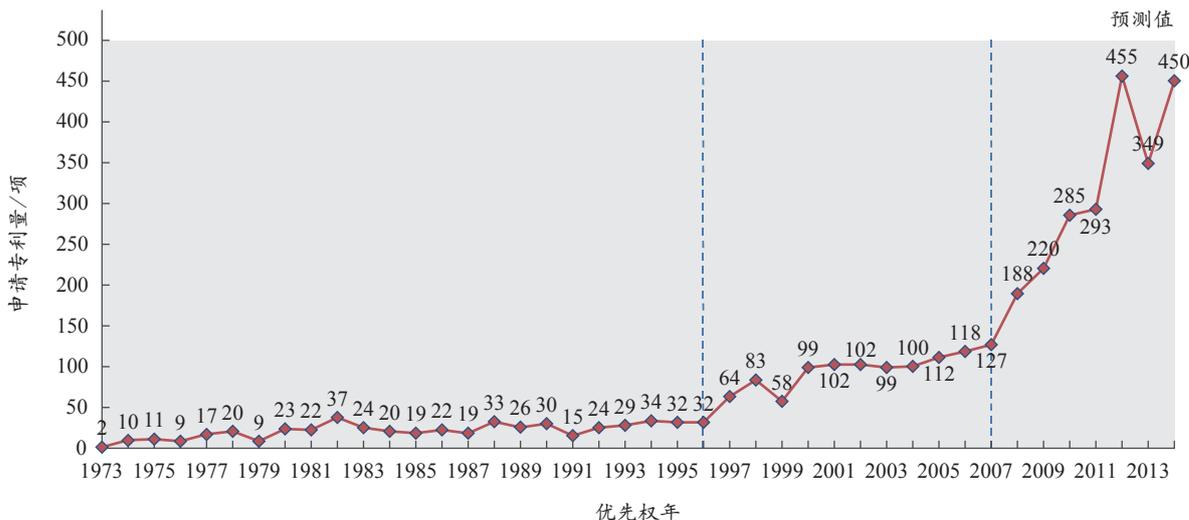


图1 精准农业技术与系统专利申请时间趋势

¹ 同一项发明创造在多个国家申请专利而产生的一组内容相同或基本相同的系列专利申请，称为同族专利。一组同族专利视为1“项”专利申请。家族中的成员专利以“件”计数。因此，专利“项”的统计可以表征技术内容的数量，而专利“件”的统计更能表征专利保护的地域覆盖广度。

² 采用回归预测模型对2013年和2014年专利进行预测，由于专利申请到公开最长有18个月的迟滞，截至检索日，2013年和2014年还有部分专利申请尚未公开。



一时期全球只有519项专利，平均每年专利申请数量少于30项，相关技术萌芽并开始缓慢发展，专利申请主要集中在与农业作业装备相关的技术。

(2)缓慢增长期：1997-2007

这一时期全球共有1 064项专利，平均每年100项左右。20世纪90年代初全球卫星定位系统的完善，以及GIS和RS被列入农业决策支持系统，这些都为精准农业的实施提供了基本条件。这段时期内，专利申请活动处于相对缓慢的增长期，专利申请数量每年变化不大。在此期间，以精准农业为代表的现代农业技术逐步得到认可，不断有新的机构加入研发行列。

(3)快速增长期：2008年至今

这一时期，全球共有1 798项相关专利申请，在不到7年的时间内，申请数量超过之前30多年的申请总量，大量机构加入技术研发和申请保护行列。此间，信息采集、决策支持、全球定位系统等相关技术逐渐成熟，专利申请活动也处于快速增长的活跃期。

3.2 重要国家/地区分布

3.2.1 专利申请的来源国/地区分布特点

专利文献中的发明人地址体现了专利技术的来源国/地区信息，反映了技术创新源地的创新能力和活跃程

度，可以为区域间的技术合作和竞争提供有用的信息。

根据专利来源国/地区统计结果(图2)发现，当前精准农业技术及系统专利技术主要来源于北美和欧亚大陆，而在南美(巴西与阿根廷存在少量专利受理)和非洲国家，只有少数国家涉及数量不多的专利申请。

美国是当前最大的技术发源地，这表明美国在精准农业技术及系统专利技术中占有绝对的优势；日本并非农业大国，但在以精准农业为代表的现代农业先进技术行列占有一席之地，相关专利申请量位列全球第二。中国和德国分别位列美日两国之后，也是精准农业技术及系统专利技术较为主要的产出国。

3.2.2 专利受理的国家/地区分布特点

专利受理国/地区反映了技术接受地信息，反映了该国/地区的专利保护程度，也是相关技术和产品市场布局的重要参照，可以为区域间的技术保护提供有用信息。

根据精准农业技术专利受理国/地区分布(图3)可看出，精准农业技术及系统专利受理地区主要与技术来源国/地区相似，集中于北美和欧亚地区。此外，巴西很重视精准农业，并建立了国家研究中心，阿根廷也存在少量专利受理，而其他南美国家的专利受理数量较少，非洲市场尚未成为受重视的技术输出和保护地。

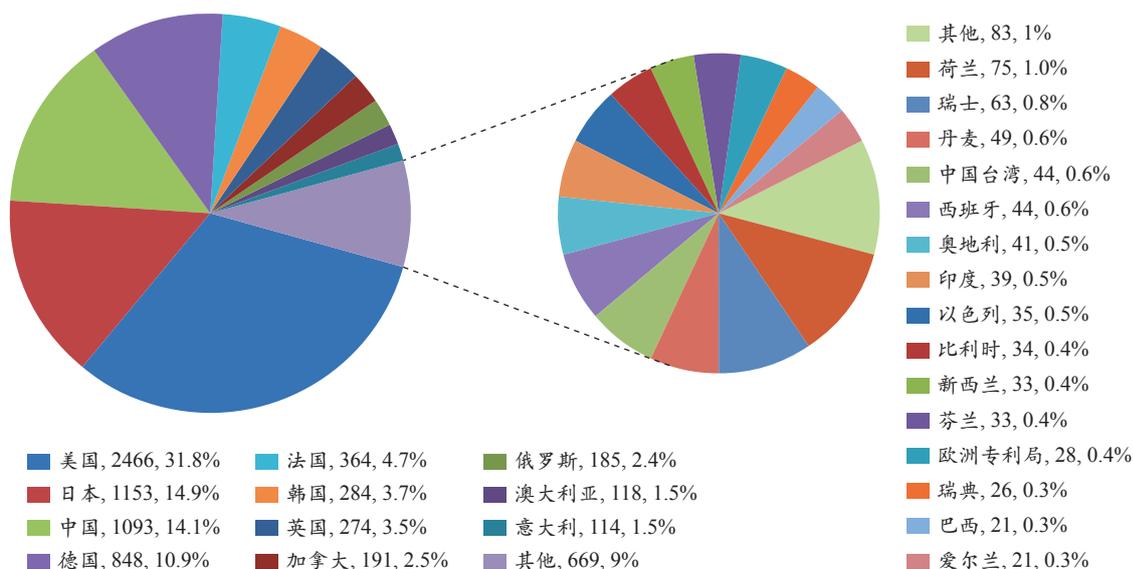


图2 精准农业技术与系统专利来源国/地区分布³(单位：项)

³ 专利来源国/地区数据来源于innography数据库和中科院专利在线分析系统。



在精准农业技术及系统专利技术方面，美国是最重要的专利布局地，欧洲专利局和中国位列美国之后，日本也是重要的专利布局国家。

术及系统相关专利申请2 254项，占全球精准农业技术与系统相关专利数量的66.7%。美国从1974年开始受理精准农业技术与系统相关专利，日本和中国分别于1984年和1986年开始受理。美国与日本年申请量呈现持续平稳增长趋势，而中国自2008年以来申请量呈现持续升高趋势，远超出美、日两国(图4)。

3.2.3 重要国家/地区申请量及时间趋势对比

1974至2014年，中、美、日三国共受理精准农业技

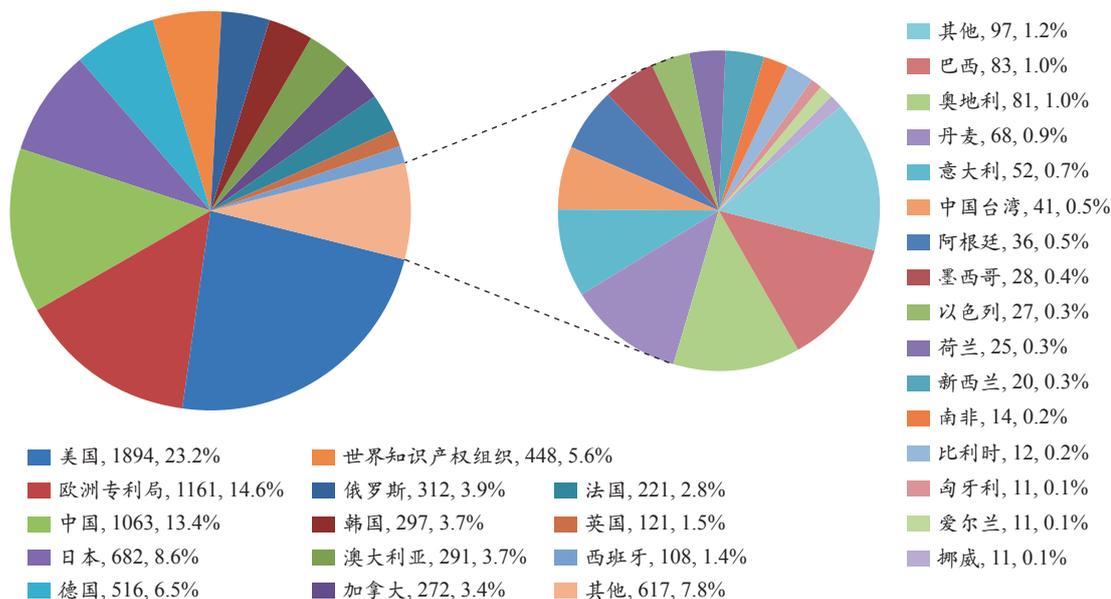


图3 精准农业技术与系统专利受理国/地区分布(单位：项)

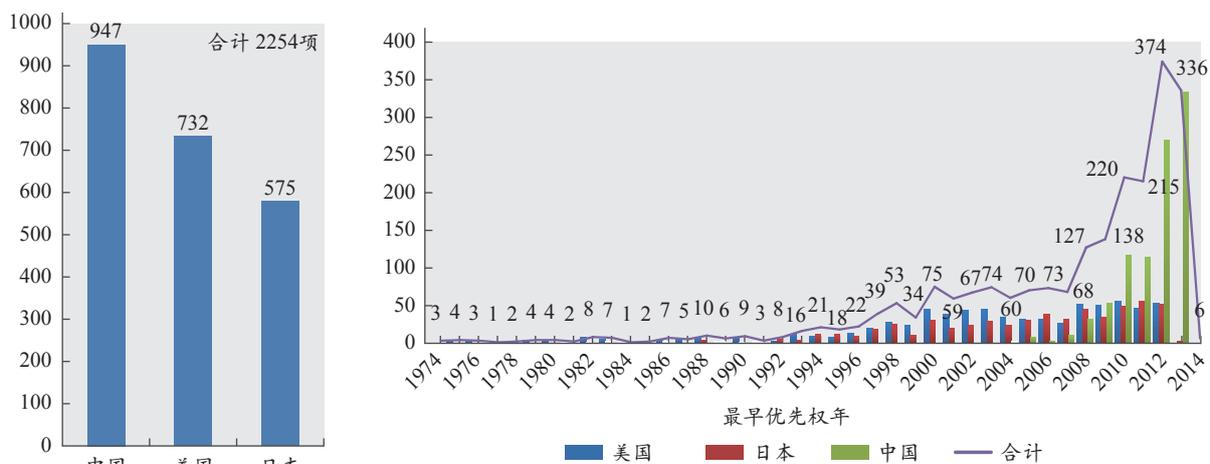


图4 1974-2014年精准农业技术与系统主要领先国家专利申请数量分布⁴(单位：项)

⁴ 由于专利申请到公开最长有18个月的迟滞，截至检索日，2013年、2014年部分专利申请尚未公开。



3.2.4 重要国家专利技术构成对比

比较中、美、日三国精准农业与系统专利技术布局(图5),中美日三国既存在相同的重点布局技术分支,又各有侧重。信息采集传感器、决策支持系统和作业装备是三个国家共同关注的技术分支。

中国申请保护的重点技术分支领域有:信息采集传感器、系统集成和作业装备;有较高关注度的技术分支领域有信息传输网络/技术和决策支持系统;关注度不高的是地理信息系统及应用、全球定位导航系统/差分GPS系统、遥感技术和软件集成平台。

美国重点布局的技术分支是作业装备、决策支持系统和信息采集传感器;有较高关注度的技术分支领域是导航系统及技术、机器视觉、信息传输网络/技术和全球定位导航系统/差分GPS系统;尚未受到较高关注的是软

件集成平台、数据集成平台、遥感技术和地理信息系统及应用。

日本作业装备和信息采集传感器是重点布局对象。决策支持系统和机器视觉也有较高关注度。集成系统和方法的技术分支和遥感技术尚未受到较高关注。

3.3 全球专利技术流向特点

综合技术起源地(发明人所在地)信息与技术流向地(专利申请受理地)信息之间的关系,可以看出全球精准农业技术及系统的专利技术主要流向特点(图6)。

(1)欧洲是全球最大的精准农业专利技术流向地,欧洲专利局受理的专利申请中来自欧洲以外的申请超过40%;

(2)美国是全球最大的精准农业技术起源地,其相关专利技术的主要流向地是欧洲;

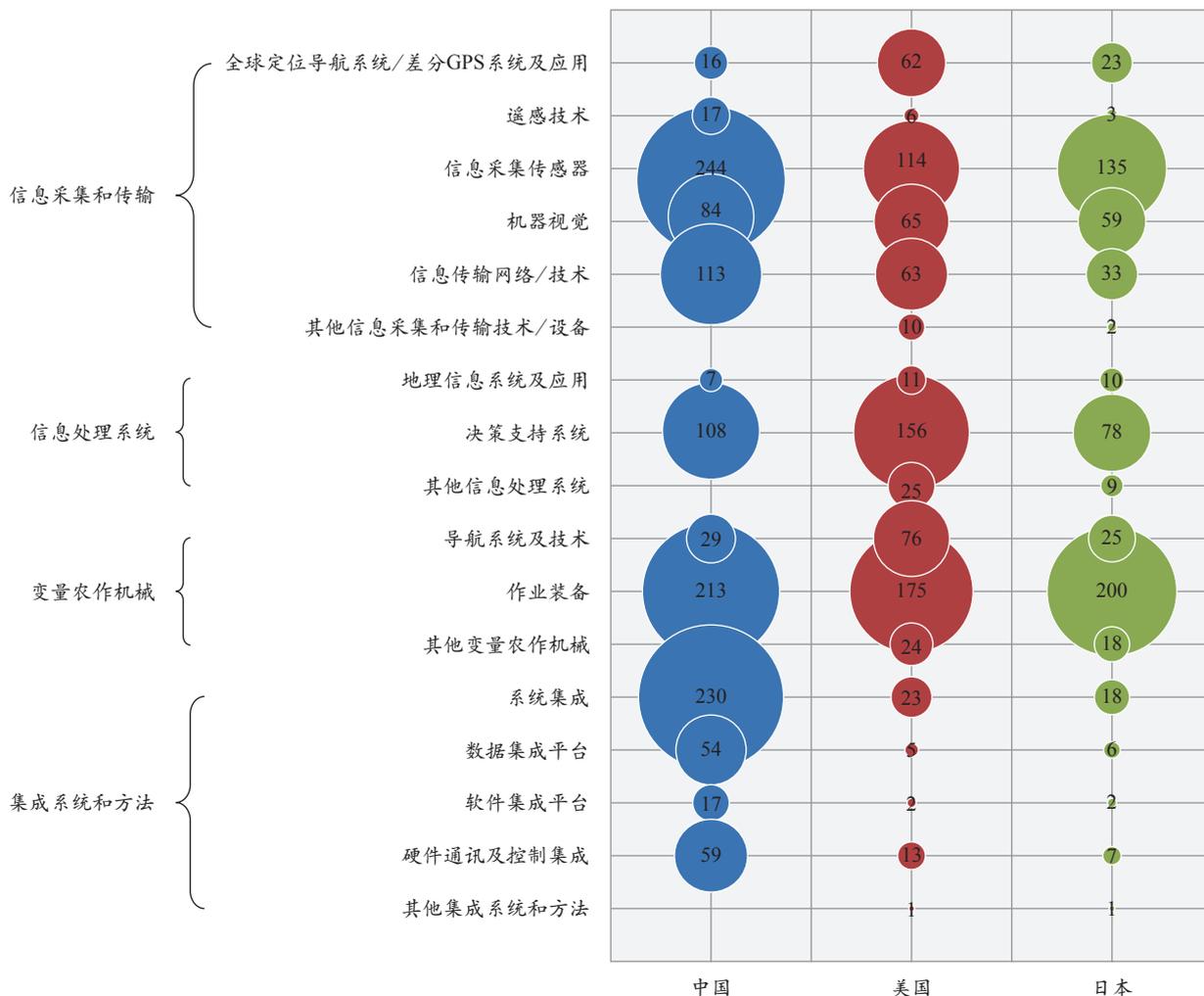


图5 精准农业技术与系统专利申请量领先国家专利技术分支布局比较(单位: 项)

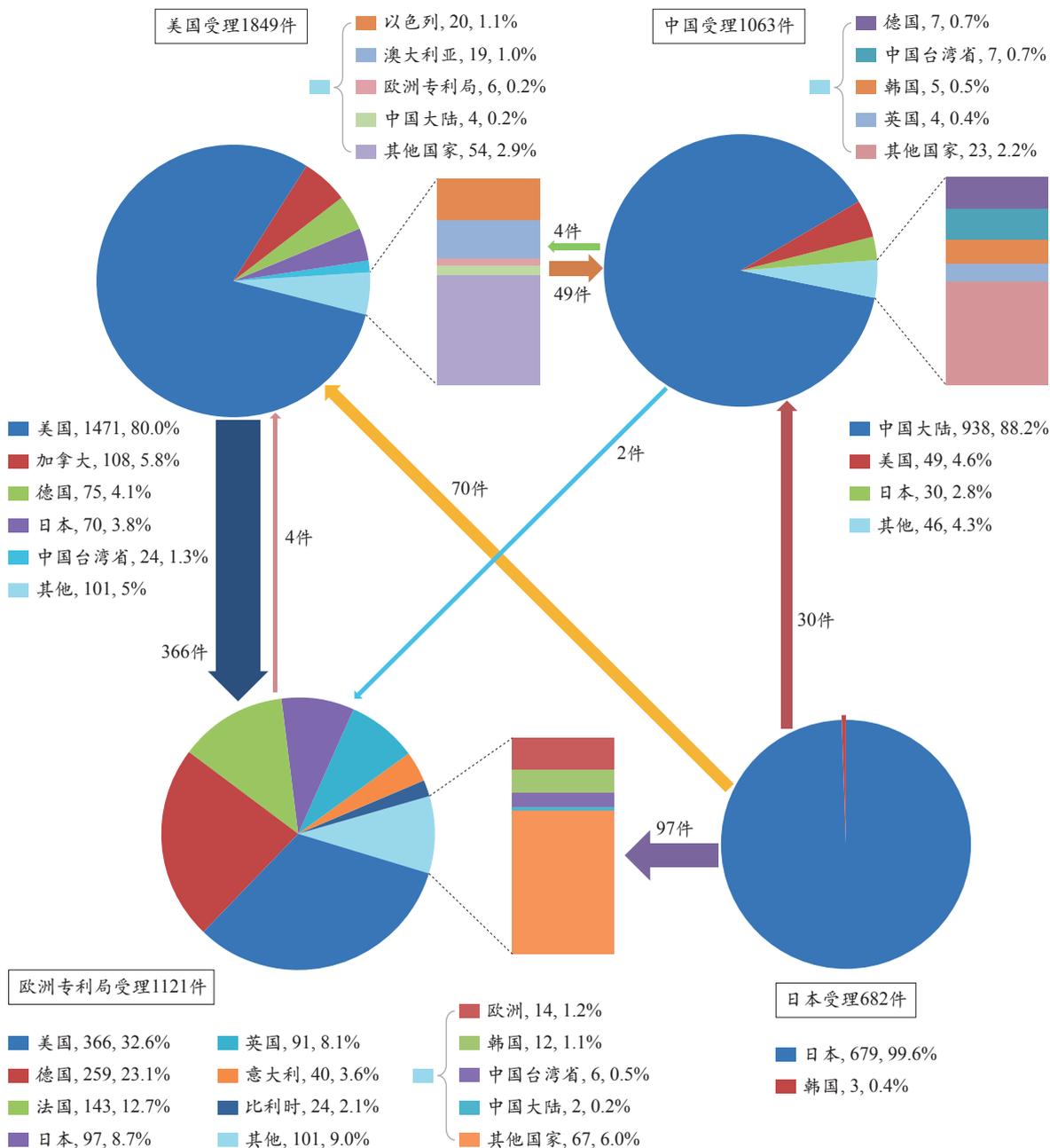


图6 精准农业技术与系统专利技术流向图(单位: 件)

(3)中国和日本在专利技术流通中存在明显的逆差,即申请人在本国以外受理的专利所占比例非常低,与各自在本土申请的大量专利形成鲜明对比。

3.4 重要专利申请人

3.4.1 主要申请人竞争力比较

精准农业技术与系统专利技术专利申请量位居前10的申请人中(图7),美国占4席(迪尔、CNH、天宝导航、

爱科集团),日本占3席(井关农机株式会社、洋马株式会社、久保田株式会社),德国占2席(克拉斯、Amazon),中国占2席(中国科学院、北京农业信息技术研究中心)。前10位申请人中包括9家企业和2所科研机构。井关农机株式会社、美国迪尔公司和洋马株式会社是申请量最多的三家公司。

井关农机株式会社成立于1926年,以追求农业效率化、省力化为目标,1967年开始生产插秧机、收割机和

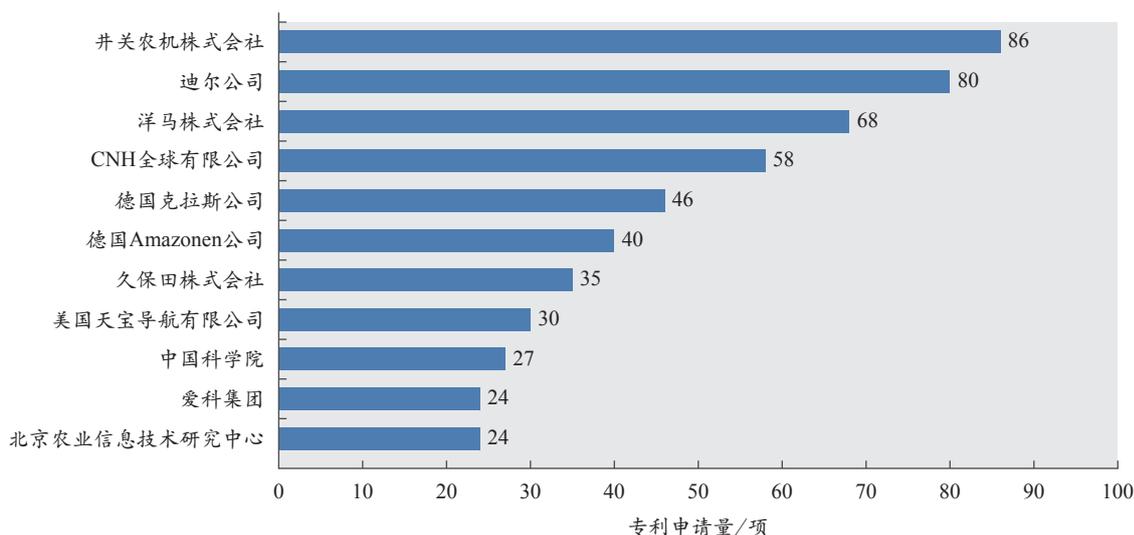


图7 精准农业技术与系统专利申请量前10机构

打捆机，并确立与拖拉机协同作业的水稻栽培全机械化体系，业务范围包括：耕整地机械、栽植机械、收获用机械、收获后处理加工机械、农机配套以及配件等的生产和销售。井关农机株式会社分别于2003年6月和2011年8月在中国设立了井关农机(常州)有限公司、东风井关农业机械(湖北)，2013年销售额达到1.691亿日元^[5]。

美国迪尔公司(John Deere)于1837年成立，已成为美国历史最悠久的工业公司之一。到目前为止，迪尔公司是全球农业、林业、工程、草坪和场地养护、景观工程、灌溉设备领域的领先供应商，是全球非道路用柴油发动机的领先制造商以及美国最大的设备融资公司之一。迪尔公司业务遍及160多个国家及地区，主要包括增长性业务：农业机械及工程机；辅助性业务：草坪设备及林业设备；支持性业务：金融服务、动力系统、智能解决方案、零件服务^[6]。

洋马农机株式会社成立于1912年3月，1933年制造出了世界上第一台实用小型柴油发动机。洋马株式会社业务范围包括农业、船用、发电机及空调、建机、小型工业发动机等领域。该公司是日本和世界上顶级农业、品牌农业，以生产海洋机械出名^[7]。

3.4.2 专利申请人集中度分析

技术垄断是指某经营者在某件产品或某类产品上拥

有关键技术，该经营者通过关键技术拥有权将竞争对手排挤出局，从而达到生产此类产品的垄断权。这种垄断权受到国家法律的界定与保护，通常是以专利的形式得到各国专利法的保护。

通过申请人集中度分析可以了解技术的垄断程度。精准农业技术及系统相关专利申请机构中，申请量前10位机构的专利输出量占全球同技术领域专利申请总量的14.2%，前20位占19.2%，前30位占22.7%，前50位占26.1%(图8)。前10位机构从申请量最多的井关农机株式会社(86项)，到最少的美国爱科集团(24项)和北京农业信息技术研究中心(24项)，数量上并未形成巨大落差。

可见，精准农业技术及系统技术并未形成少数几家机构的垄断之势，因此，精准农业技术与系统在机构层面上属于相对分散的技术类型。这可能与精准农业技术涉及范围广(上至GPS导航和定位技术、下至构造简单的各式信息采集传感器)有关。另外，随着环境恶化和全球农业物资的日益缩减，农业在各个国家和地区都是重点研发和扶植对象，在未来，精准农业技术成为垄断性技术的可能性也不大。

3.4.3 竞争专利权人技术特长与技术流向

截至检索日(2014年8月)，专利权人的相对研发力值⁵

⁵ 相对研发能力值 = 专利件数 × 1 + 被他人引证次数 × 1.4 + 自我引证次数 × 1.2

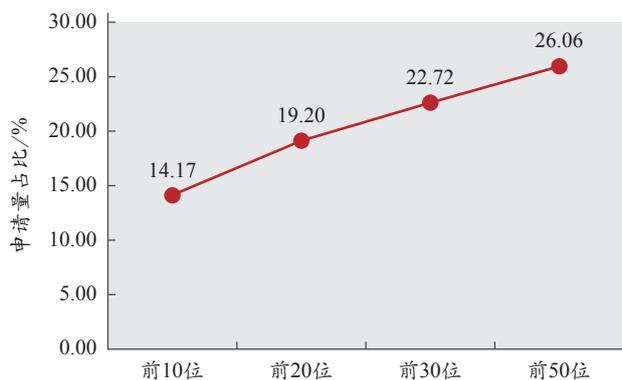


图8 精准农业技术与系统申请人集中度分析

排序^[8]相对于申请量序次有较大变化。CNH全球有限公司、迪尔公司不但申请量较大,且以明显优势位居相对研发力排序前两位,足见CNH全球公司、迪尔公司在精

准农业相关领域的重要地位。德国克拉斯公司、美国天宝导航公司位次均有跃升。井关农机株式会社申请量位居第一,但相对研发力下滑到第7。中国科学院位居申请量排名第4位,但由于专利技术被引证频次较低,相对研发力位次下滑严重,居第10位(表1)。

3.4.4 竞争专利权人专利布局重点

井关农机株式会社在作业装备技术方面拥有数量最多的专利申请,在信息采集传感器、导航系统及技术方面也有少量专利申请;

迪尔公司在作业装备、信息采集传感器和决策支持系统有较多专利申请,在导航系统及技术GPS/DGPS及应用也有少量专利申请;

洋马株式会社、CNH全球有限公司、德国克拉斯公司和德国Ama-zonen公司具有相似的专利申请技术布

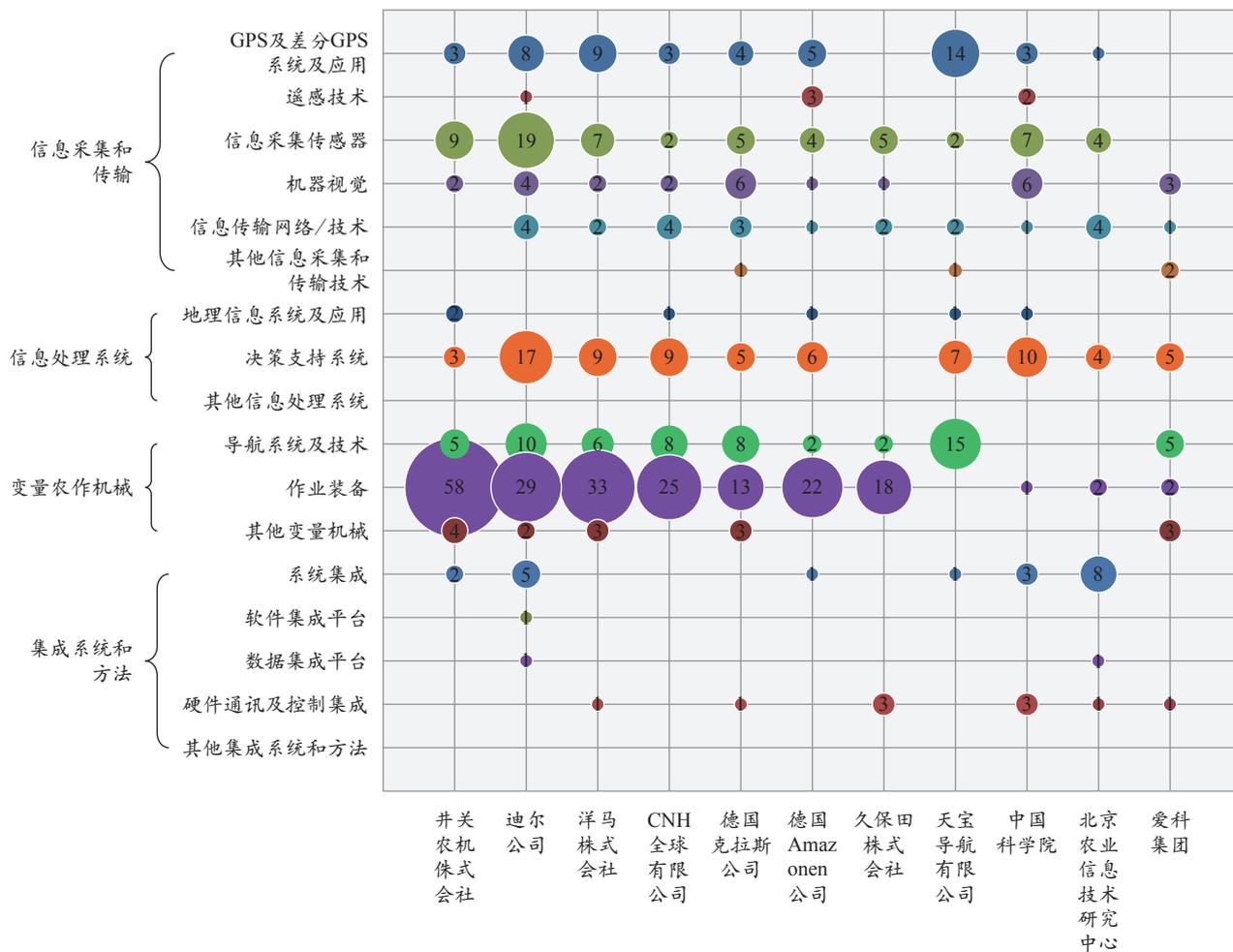


图9 精准农业技术与系统竞争专利权人专利技术布局



表1 精准农业技术与系统竞争专利权人技术特长和技术流向

相对研发力排序	申请量排序	机构名称	被引频次	他引频次	技术流向	主要技术特长	高被引专利
1 ↑	4	CNH全球有限公司	407	335	US[72%] EP[14%] WO[12%]	作业装备; 导航系统及技术; 决策支持系统	US6445983B1 WO9821926A WO9821926A1 AU9854431A
2	2	迪尔公司	361	256	US[48%] EP[30%] DE[16%]	作业装备; 信息采集传感器; 决策支持系统	EP1266552A EP1266552A2 P100973A1 EP100973A
3 ↑	5	德国克拉斯公司	226	186	EP[54%] DE[30%] US[13%]	作业装备; 机器视觉	EP1219153A EP1219153A2 DE10064862A1 EP970595A
4 ↑	8	天宝导航有限公司	189	28	US[94%] GB [4%]	导航系统及技术; GPS/DGPS及应用	US6199000B1 US6463374B1 US2002072851A1 US6553311B2
5 ↓	3	洋马株式会社	67	47	JP[87%] WO [12%]	作业装备; 导航系统及技术	EP774200A WO9637092A WO9637092A1 JP2000069838A
6	6	德国Ama-zonen公司	75	57	DE[68%] EP[30%]	作业装备; GPS/DGPS及应用; 决策支持系统	EP458107B DE4016603A EP458107A1 DE102005008105A1
7 ↓	1	井关农机株式会社	23	19	JP[100%]	作业装备; 信息采集传感器; 导航系统及技术;	JP2009118846A JP2007248347A JP8263554A JP5045654B2
8 ↓	7	久保田株式会社	26	23	JP[89%] WO[6%]	作业装备; 信息采集传感器	US4077475A GB1534314A CA1064145A JP2006087332A
9 ↑	10	爱科集团	14	13	US[54%] WO[42%]	决策支持系统; 导航系统及技术	EP648072A WO9424843A WO9424843A1 WO2012078562A2
10	10	北京农业信息技术研究中心	5	4	CN[100%]	系统集成	CN101398677 CN100576118C CN103026823A CN103026823B
10 ↓	9	中国科学院	—	—	CN[100%]	决策支持系统; 信息采集传感器; 机器视觉	—

局。这些公司在作业装备技术有较多数量的专利申请，决策支持系统和导航系统及技术也有少量专利申请。

天宝导航有限公司在导航系统及技术GPS/DGPS及应用的专利申请数量超过其他机构。

中国科学院在决策支持系统、信息采集传感器和机器视觉有较多的专利申请。

北京农业信息技术研究中心在系统集成的专利申请数量最多。

详见图9。

3.5 热点研发主题

根据相关专利文献蕴含的技术主题，目前全球精准农业技术及设备的专利活动大致包含7个主题：(1)数据采集、图像处理；(2)光/温/水肥/药变量控制；(3)智能检测管理；(4)变量农作机械，(5)农作机械定位/动力/控制；(6)决策支持方法/系统；(7)数据传输技术/网络。数据采集、图像处理，光/温/水肥/药变量控制，这两个主题是当前精准农业技术及系统专利研发活动的热点主题，详见图10。



图10 精准农业技术与系统专利技术景观图

4 关键技术专利布局分析

4.1 专利技术类别构成

截至检索日，精准农业技术与系统涉及的4大技术分支中，信息集成和传输、变量农作机械的专利申请量所占比重基本持平，都在1 300项以上，远多于信息处理系统、集成系统和方法的相关专利(图11)。本文将以此信息收集和传输为例，展示信息收集和传输的技术分支、发展趋势、专利技术-功效组合特点和专利研发热点。

4.2 信息收集和传输技术

4.2.1 专利技术分支构成

信息收集和传输技术是精准农业的源头环节，是精

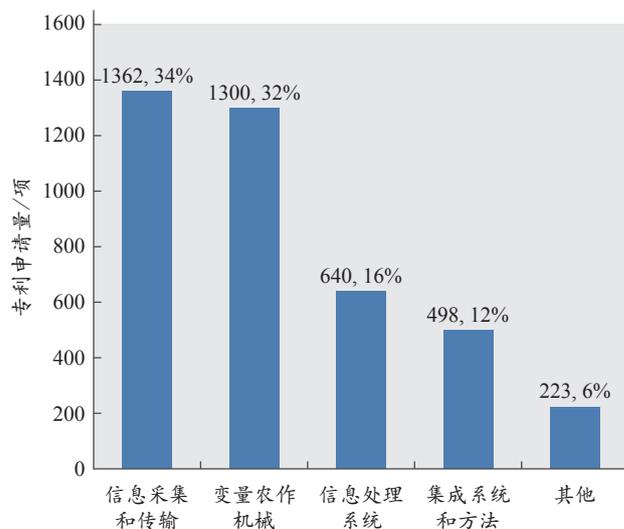


图11 精准农业技术与系统技术主题构成



准农业系统正常运行的前提和保障。快速、有效采集和处理农田空间信息分布,包括获取土壤、气象、作物生长和病虫害等信息,是实践精准农业的重要基础。当前信息采集和传输技术主要包括:GPS/DGPS及应用、遥感技术(RS)、信息采集传感器、机器视觉和信息传输网/技术。

如图12,信息采集和传输类专利数量最多的技术主题是信息采集传感器(49.5%),接下来依次是信息传输网络/技术(18.5%)、机器视觉(17.7%)、全球定位导航系统/差分GPS系统及应用(10.2%)、遥感技术(2.6%)、其他信息采集和传输技术/设备(1.5%)。其中:

- ◆ 信息采集传感器专利:以气象信息传感器专利最多,其它较多的依次是土壤信息、产品检测、作物生长信息;
- ◆ 信息传输网络/技术:传输技术专利略多于传输网络专利;
- ◆ 机器视觉:图像采集技术相关专利占近半数,图像处理技术专利约占1/3,摄像头技术也有为数不少的专利。

4.2.2 各技术分支专利发展趋势

如图13,信息采集传感器、机器视觉一直受到申请人关注,申请数量呈逐年增多趋势。GPS/DGPS及应用和遥感技术也一直保有一定的受关注度,但申请数量相对较低,近年也未有明显的增长趋势。遥感技术、地理信息系统及应用和软件集成平台目前还没有成为精准农业研发的技术焦点。值得注意的是信息传输网络/技术、系统集成,在近几年申请数量开始逐渐增多。

4.2.3 专利技术-功效组合特点

截至检索日,GPS/DGPS及应用专利技术研发活动(图14)主要关注的问题是:提高定位精度、提高信息采集精度、实现信息的实时和快速采集、扩大技术的应用范围等。在降低成本、增强稳定性方面,可能还存在一定的专利申请和保护空间。

信息采集传感器相关专利活动主要关注提高信息采集精度、实现信息的实时和快速采集、实现操作简单、降低成本、提高处方精度。目前技术方案在增强稳定性、和降低功耗方面还关注较少。

机器视觉技术专利活动主要面向提高信息采集精度、实现信息的实时与快速采集、操作简单化、扩大应用范围。当前机器视觉技术专利活动对降低功耗、提高定位精度、增强稳定性方面关注较少。

信息传输网络/技术主要强调实现信息的实时与快速采集、扩大应用范围、提高信息采集精度。对于安全性、稳定性方面的技术需求关注不多。

4.2.4 专利研发热点

专利研发热点即为当前专利数量较多的技术类别。如表2所示,在信息采集和传输类技术中,专利申请数量最多的有气象信息传感器、图像采集、土壤信息传感器和传输网络等技术。气象信息传感器涉及的重要技术有温度检测和湿度检测等;土壤信息传感器涉及的重要技术有土壤含水量监测和土壤营养成分检测等。

对比该技术的美日中三方专利情况发现,该类技术在美国的申请量最多,但是专利申请的现存活跃比例⁶较低;在中国的申请量居第二,现存活跃量最高,活跃比例居第二;日本申请量和活跃量最少,但活跃比例最高。

4.3 中国与全球专利申请活动差异

4.3.1 专利申请重点的差异

对比发现,精准农业技术的全球专利申请与在华专利申请的重点技术构成大致相似,但关注热点有所差异(表3)。

- ◆ 全球申请最多的技术分支是作业装备,在华申请最多的技术分支是信息采集传感器;
- ◆ 决策支持系统在全球受到较高关注,是专利申请量第3位的技术分支,在华申请中受关注程度略低,处于在华申请第5位;
- ◆ 系统集成受到在华专利申请人关注,处于在华申请第2位,在全球处于第4位。

4.3.2 国内申请与国外来华申请差异

相比国外来华申请人,国内申请人更关注信息采集传感器、系统集成技术分支。值得注意的是,国外来华申请人最关注的两项技术分支——数据集成平台、导航系统及技术,在国内申请人专利活动的主要技术分支中并未居于前列(表4),这两项技术目前尚未引起国内申请人的关注。

⁶活跃专利:截至检索日,在各国申请的专利总量中目前处于有效和在审状态的专利或专利申请。

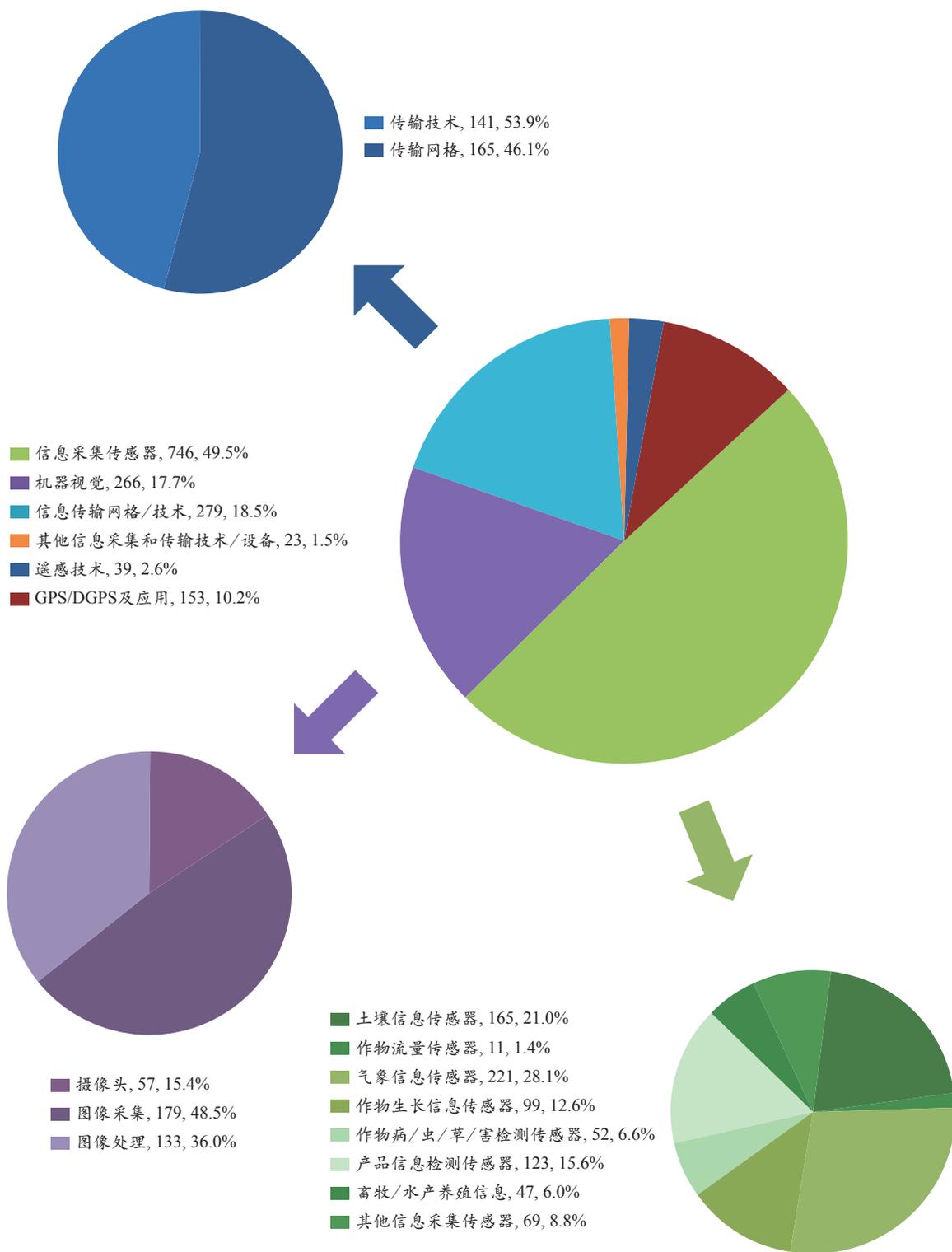


图12 精准农业技术与系统：信息采集和传输技术类(单位：项)

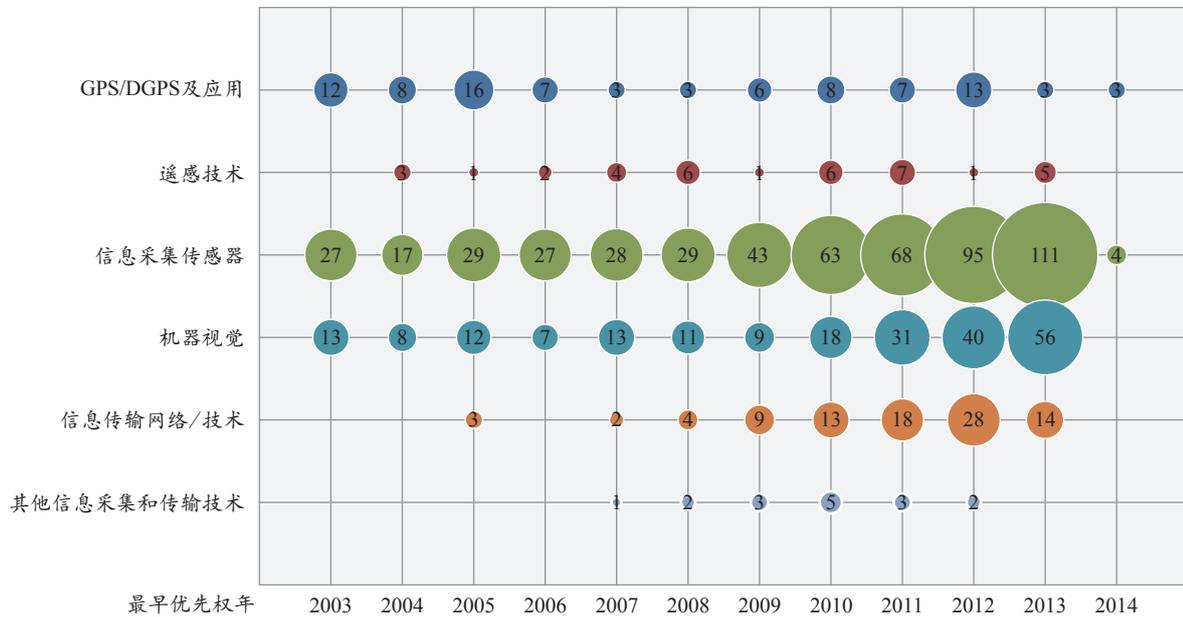


图13 精准农业技术与系统：信息采集和传输技术专利时序分布

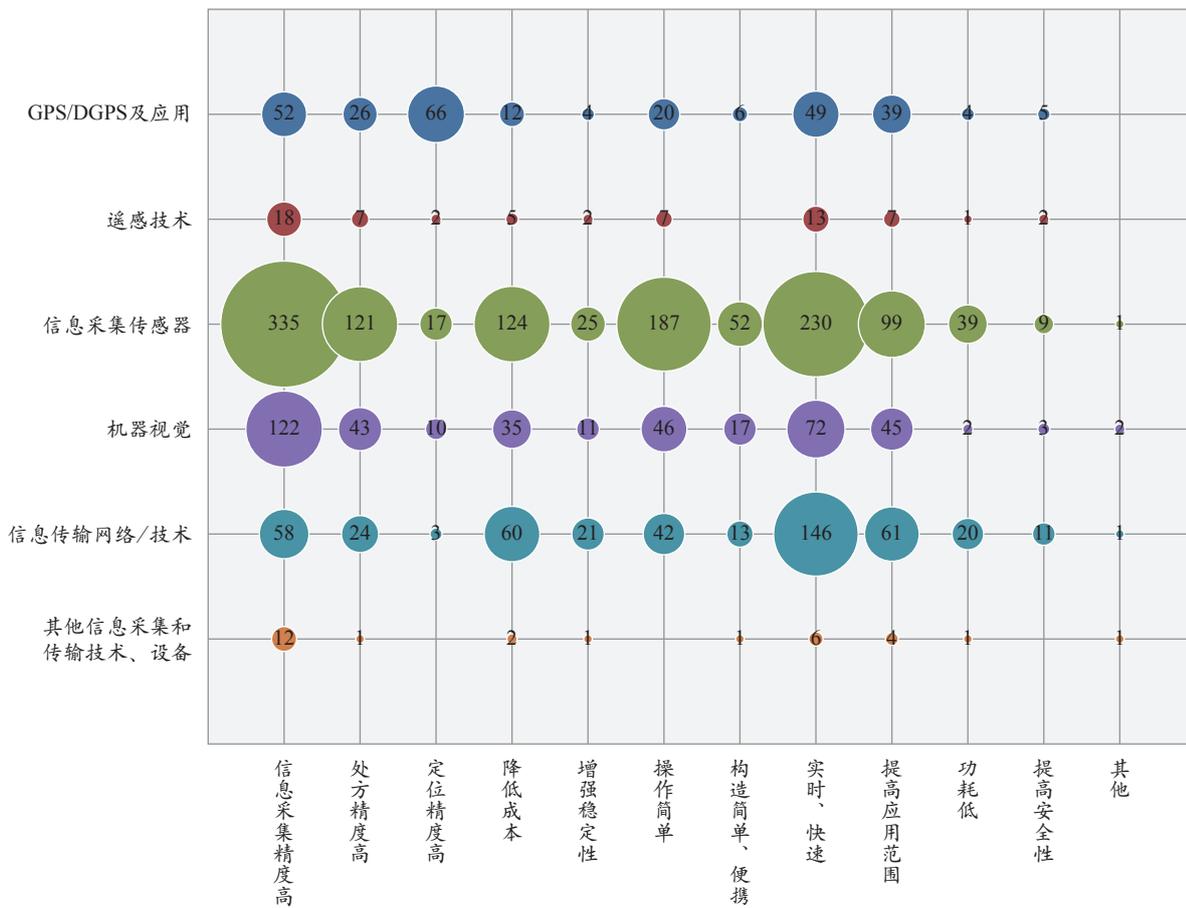


图14 精准农业技术与系统：信息采集和传输类技术/功效矩阵



表2 信息采集和传输构成及布局

技术构成	申请量/项	专利热点/项	三方专利布局(申请量/活跃量) (单位: 项)		
			美国	日本	中国
气象信息传感器	221	温度检测(132) 湿度检测(85) 太阳辐射监测(21) 风速风向检测(15)	93/49	59/41	106/72
图像采集	179	—	80/46	65/46	64/55
土壤信息传感器	165	土壤含水量检测(93) 土壤营养成分检测(32) 土壤物理特性检测(24)	58/33	34/25	84/66
传输网络	165	—	103/66	33/27	63/49

表3 精准农业技术与系统全球及在华专利申请重点技术分支对比

地域范围	申请重点
全球	作业装备(993) 信息采集传感器(746) 决策支持系统(514) 系统集成(305) 信息传输网络/技术(279) 机器视觉(266) 导航系统及技术(218) GPS/DGPS及应用(153) 硬件通讯及控制集成(93)
在华	信息采集传感器(259) 系统集成(230) 作业装备(228) 信息传输网络/技术(128) 决策支持系统(126) 机器视觉(91) 硬件通讯及控制集成(61) 数据集成平台(56) 导航系统及技术(32)

表4 精准农业技术与系统在华专利国内及国外申请重点技术分支对比

在华申请来源	申请重点
国内申请	信息采集传感器(242) 系统集成(228) 作业装备(210) 信息传输网络/技术(113) 决策支持系统(106) 机器视觉(84) 硬件通讯及控制集成(59)
国外来华申请	数据集成平台(54) 导航系统及技术(29) 作业装备(20) 信息采集传感器(17) 信息传输网络/技术(15) 机器视觉(7) 决策支持系统(5) 其他变量农作机械(4)



表5 尚未进入中国的精准农业技术与系统关键技术专利

申请人	国别	技术分支	全球专利量	未进入CN的专利量	代表性专利例举
井关农机株式会社	日	信息采集传感器	9	9	JP2000270662A JP3780736B2 JP2014087287A
		作业装备	59	57	JP2009118846A JP5045654B2 JP2009005658A JP5446075B2 JP2010136727A
迪尔公司	美	信息采集传感器	19	18	US2006030990A1 EP1686521A2 US7184892B1
		决策支持系统	17	15	EP1266552A DE10129135A1 EP1266552A2
		作业装备	29	28	EP1281310A US2003019196A1 AU200245835A EP100973A1 EP100973A
洋马株式会社	日	作业装备	33	33	EP774200A WO9637092A WO9637092A1 JP2011223959A JP5512372B2
		GPS/DGPS及应用	9	9	JP2001251906A JP2004354117A JP4185813B2
CNH全球有限公司	美	作业装备	25	25	US5995894A US6145455A US2011168067A1 US8100193B2 US2008308023A1
		决策支持系统	9	9	WO9821926A WO9821926A1 AU9854431A
德国Amazonen公司	德	作业装备	23	23	DE102004011302A1 FR2530113A1 DE10260479A1 DE3226659A FR2530113A
		决策支持系统	9	9	EP458107B DE4016603A1 EP458107A1



续表

申请人	国别	技术分支	全球专利量	未进入CN的专利量	代表性专利例举
德国克拉斯公司	德	作业装备	13	13	DE3311132A1 FR2542967A1 DE3311132A
		导航系统及技术	9	9	EP1219153A EP1219153A2 DE10064862A1
久保田株式会社	日	作业装备	18	18	US4077475A GB1534314A CA1064145A
美国天宝导航有限公司	美	GPS/DGPS及应用	14	14	US6199000B1 US6463374B1 US2002072851A1
		导航系统及技术	15	14	US2010084147A1 AU2009217477A1 US8112201B2
美国爱科集团	美	决策支持系统	7	7	WO2012078562A2 US2012143642A1 WO2012078562A3

4.3.3 尚未进入中国的国外专利

表5统计了全球申请量领先的国外申请人的重要技术分支，除少量专利申请——井关农机株式会社2件、迪尔公司3件、天宝导航1件进入了中国，其他绝大部分专利技术尚未在中国有专利申请。其中不乏日本企业擅长的作业装备技术、美国与德国企业擅长的决策支持系统和导航技术。一方面，我们可以在国内合理利用进入中国的专利；另一方面，应注意规避现有知识产权风险，加紧专利申请步伐，及时布局国内市场，尤其要警惕目前国内申请人重视不够的技术分支。

5 专利布局战略与对策建议

5.1 专利技术布局方向建议

(1)决策支持系统是当前研发热点，参与研发的申请人和发明人较多，技术布局广泛，PCT专利申请较多，重复研发风险非常高。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，在研发中可适时关注一些新的决策支持方法和系统开发。

(2)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，技术分支布局广泛，美日欧三方专利较多。从当前专利活动特点来看，在增强稳定性、安全性等方面可能还有一定的提升空间。当前信息采集传感器专利主要关注土壤信息和气象信息传感器，对于作物生长信息传感器、作物流量传感器、畜牧/水产养殖信息和作物病虫草害检测传感器等，专利数量还不具有优势，可加强关注度。

(3)变量作业装备拥有各技术分支最多的研发申请人和发明人，研发人力储备强大。美国和日本有较多市场布局，全球领先的美国迪尔公司拥有最多的专利申请。结合当前专利技术特点，此类研发可关注提高安全性、实现构造简单化与便携化等。

(4)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。

(5)信息传输网络/技术方面，在增强稳定性和功耗低等技术主题方面还存在一定的提升空间。目前有限视频传输技术的发展趋于成熟，配合媒体传输技术和图像数



据压缩技术的发展,有限视频传输技术正朝着高清传输方向发展。无线传输由于前期传输速率的局限性,极少应用远程无线视频传输,而随着4G技术的成熟,传输速率已经可以有效支持视频传输,因此远程无线视频传输有着很大的发展空间。

(6)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。

(7)未来不仅需要关注大田农作物种植的精准农业技术,也需要关注设施园艺、畜牧、水产、农产品物流中的多种信息化技术。

5.2 突破核心技术和重大共性关键技术

在我国,精准农业技术试验示范刚刚开始且主要是靠技术设备引进。目前支持精准农业实践的一些关键技术尚未解决,鉴于当前的技术能力和国情,建议集中力量加强攻关,突破核心技术和重大共性关键技术。支持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。

(1)精准农业实施的最大障碍集中在农田信息高效、低成本获取传感技术以及基于信息和计算处理的智能化管理决策模型上。影响农业生产的“水、土、气”等因子正在被进行全面地感知,以4G、IPV6为代表的通信技术的发展将使农业信息感知以无缝、迅捷的方式进行传递,以云计算和云服务为代表的信息处理技术将使精准农业更加智能,这些都可能是精准农业未来的突破点。

我国当前的信息采集传感器多局限于小范围如温室或大棚,未来急需研发用于大范围各类传感器,开发基于近红外光谱、介电频谱等精准分析技术的实用农业科学仪器,创新研究一批土壤养分、空气质量、水环境信息获取的低成本、快速检测信息传感器,集成改进现有土壤水分、有机质含量、孔隙率、耕作层理化性质检测传感技术研究成果;研究利用多种传感器组成的检测网路综合获取土、气、水信息,并将信息实时反馈到信息处理和监测系统;利用电磁学、光电技术、生物技术、生物化学、生物信息学,开发实时获取植物生长过程中生命信息的传感器等。

(2)变量农作机械的导航系统及技术将更加侧重多值导航技术的融合使用。GPS导航容易受到环境因素的影响;机器视觉导航应用中存在图像处理易受自然光线等

外界条件的干扰、作物缺失易造成图形信息的丢失、图像实时性和稳定性以及图像处理算法的速度比较慢的问题。因此,GPS导航、视觉导航、激光导航和多传感器融合技术将来必然会广泛地应用于变量农作机械导航系统中。

(3)随着信息处理技术的飞速发展以及农业技术与计算机技术的紧密结合,未来海量数据的存储、搜索和数据分析计算是农业信息处理技术亟待解决的关键技术。

另外,多种决策支持系统如专家系统、模拟系统及其他技术的结合也是发展的重要方向。

5.3 强化专利国际保护,促进技术标准体系建设

精准农业技术与系统当前属于非垄断性技术,但中国的申请人鲜有对外专利布局,与庞大的本土申请形成鲜明对比。中国精准农业技术与系统的专利国际保护力度太弱,绝大多数专利仅在国内申请保护,技术资产在海外市场的严重流失将会阻碍相关产业未来的全球化发展步伐。建议引导加强海外专利保护力度,尤其是美、日、欧等关键市场。

尽管国家高度重视精准农业技术的发展和运用,但标准的缺失对目前精准农业技术的应用也产生了较大的影响。标准的缺失不但导致设备的兼容性、互换性较差,而且导致设备无法升级,造成极大浪费。建议相关部门尽快联合制定精准农业的应用标准,包括设备的共性、性能标准,数据传输协议标准等,且应用标准应与国际主流产品标准接轨,这也是争夺精准农业技术制高点的关键一步。

5.4 实施专利申请与运营的全过程知识产权管理

建立包括专利申请前、审理中、授权后等各阶段的全过程知识产权管理制度。在提交专利申请前,最好经过由项目管理人员、技术人员、知识产权专员组成的内部审查会评估,判断申请专利保护的必要性与可行性,进行针对性和策略性的专利申请;专利申请过程中,配备专人,并配套相应的管理软件进行文件、期限的管理,防止由于程序问题而导致专利失效;专利授权后,积极对获得的权利转化运营;专利权放弃时,需要经过内部审查会的严格评估,防止有重要价值的知识产权的流失。

5.5 促进协同创新,加速专利成果的产业化

精准农业技术与系统专利的价值更多体现在产业化



应用上,需大力推进精准农业的技术研发、转化、推广和应用过程中的重大问题研究。建议如下。

(1)启动一批精准农业示范项目,研发一批适合精准农业的自主知识产权技术产品;

(2)加快精准农业基地建设,主要支持建设一批精准农业产业化中试基地和生产基地;

(3)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,必须进行顶层设计和统一规划。共同探讨建立“精准农业产业化联盟”,为精准农业的发展创造良好的支撑环境。

致谢

本文获中国科学院知识产权专项工作“中国科学院知识产权信息服务”项目资助。感谢科技促进发展局知识产权处唐炜处长、周俊旭副处长、崔勇同志的指导和帮助。感谢科技促进发展局农业科技办公室翟金良主任的支持与指导。感谢国家农业信息化工程技术研究中心赵春江主任对报告的精心审阅与宝贵建议。感谢江苏省科协新技术推广中心主任、江苏省农村专业技术协会秘书长袁灿生研究员的诚挚帮助与宝贵意见。感谢中国科学院成都生物研究所万闰兰、张华、彭小凤和周春宏等同学为数据分析提供的大力帮助。

参考文献

- [1] 汪懋华. 精准农业发展与工程技术创新. 农业工程学报, 1999, 15(3):1-4.
- [2] 何勇, 赵春江. 精准农业. 杭州: 浙江大学出版社, 2010.
- [3] 李忠武, 等. 精准农业及其在我国的研究应用. 地理科学, 2001, 21(6): 564-569.
- [4] 韩永峰, 等. 精准农业的技术体系及其在我国的发展现状. 河北农业科学, 2010, 14(3):146-149.

- [5] 井观农机株式会社. <http://www.iseki.co.jp/chinese/sen>. [2014-10-25]
- [6] John Deere. http://www.deere.com.cn/zh_CN/regional_home.page. [2014-10-25]
- [7] 洋马株式会社. <http://cn.yanmar.com/>. [2014-10-25]
- [8] 张嫻, 高利丹, 唐川, 肖国华. 专利地图分析方法及应用研究. 情报杂志, 2007, 11:22-25.

Patents Analysis of Precision Agriculture Technology and System

Xu Haiyun *, Zhang Xian, Wang Chunhua, Guo Ting, Fang Shu

Chengdu Library of Chinese Academy of Sciences, Chengdu, 610041, China.

*Corresponding author, E-mail: xuhy@clas.ac.cn

[Abstract] Patent landscape on the Precision Agriculture Technology and System is investigated. Combining the quantitative analysis, qualitative research and expert advice, the article strives to render the current patenting activity characteristics; from multiple perspectives including the overall trend, geographical distribution, key assignees, the main technical branches and the technology-function features. And based on all the analyses, the article finally revealed current patenting characteristics comprehensively, in particular, compared the differences of patent filing between China and the global scope, and suggested our institutions the patenting priorities and potential risks.

[Keywords] precision agriculture, agriculture internet, agricultural informatization, patent, intellectual property