引用本文格式 闫华，孙晓冬，张钟莉莉，等．基于专利分析法剖析国内外节水灌溉技术装备发展趋势[J]．农业工程，2024，14(11)：5-11． DOI：10.19998/j.cnki.2095-1795.202411301． YAN Hua，SUN Xiaodong，ZHANG-ZHONG Lili，et al．Development trend discussion of water-saving irrigation technology and equipment at home and abroad based on patent analysis method[J]．Agricultural Engineering，2024，14(11)：5-11.

基于专利分析法剖析国内外节水灌溉技术装备发展趋势

闫 华[1]，孙晓冬[1]，张钟莉莉[2]，褚农农[1]，王姝言[1]
（1．北京市农林科学院信息技术研究中心，北京 100097； 2．北京市农林科学院智能装备技术研究中心，北京 100097）

摘 要：我国既是全球 13 个人均水资源最贫乏国家之一，又是农业大国。农业用水是全国水资源总体利用的重要组成。农业节约用水直接关系国民经济的发展。概述了目前我国节水灌溉的现状，并从专利的视角，使用智慧芽专利数据库作为数据来源，分析 2014—2023 年全球专利申请量、申请专利类型、申请人区域专利数量排名、“五局”流向、重要技术分支地域分布、申请（专利权）人专利数量排名、创新词云及领域地图等情况。结果表明，近 10 年我国专利申请量总体呈上升趋势，居世界第 1 位。在“五局”流向分布中，我国是占比最大的技术来源国和技术应用国，但在国外市场的开拓方面远不如美国。我国专利研发机构以科研院所、大学为主，虽然活跃度不断提升，但是相较于欧美国家的专利公司还有一定差距。基于上述分析，建议未来增强企业专利研发实力，促进节水灌溉技术成果的转化落地；注重专利海外布局，将市场扩大到世界范畴；引入物联网、传感器等技术，推动节水灌溉向智能化、精准化方向发展。

关键词：农业用水；节水灌溉；节水增效；专利分析；智慧芽
中图分类号：S277 **文献标识码**：A **文章编号**：2095-1795(2024)11-0005-07
DOI：10.19998/j.cnki.2095-1795.202411301

Development trend discussion of water-saving irrigation technology and equipment at home and abroad based on patent analysis method

YAN Hua[1]，SUN Xiaodong[1]，ZHANG-ZHONG Lili[2]，CHU Nongnong[1]，WANG Shuyan[1]
（*1．Information Technology Research Center，Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences，Beijing 100097，China*；
2．Intelligent Equipment Technology Research Center，Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences，Beijing 100097，China）

Abstract：China is not only one of the 13 countries with poor per capita water resources in the world，but also a large agricultural country．Agricultural water use is important component of overall utilization of water resource in the whole country．Saving agricultural water is directly related to development of national economy．Current situation of water-saving irrigation in China was summarized，and from perspective of patent，Patsnap patent database was used as data source．Global patent application volume，patent application types，ranking of regional patent number of applicants，direction of five bureaux，geographical distribution of important technology branches，patent number ranking of applicants（patent rights），innovative word clouds and cell diagram from 2014 to 2023，were analyzed．Results showed that number of patent applications in China has been on rise in past 10 years，ranking first in the world．In five bureaux flow distribution，China was the largest technology source country and technology application country，but in development of foreign markets was far less than the United States．China's patent research and development institutions were mainly scientific research institutes and universities，although degree of activity continued to improve，but compared with patent companies in European and American countries there was still a certain gap．Based on above analysis，it was recommended to enhance patent research and development capabilities of enterprises in the future，and promote transformation and implementation of water-saving irrigation technology achievements；emphasize overseas layout of patents and expand market to global level；introduce technologies such as internet of things and sensors to promote development of water-saving irrigation towards intelligence and precision．

Keywords：agricultural water，water-saving irrigation，water-saving and efficiency enhancement，patents analysis，Patsnap

收稿日期：2024-06-26 **修回日期**：2024-07-04
基金项目：国家自然科学基金面上项目（52379035）
作者简介：闫华，博士，副研究员，主要从事科研管理工作 E-mail：yanh@nercita.org.cn
孙晓冬，通信作者，硕士，助理研究员，主要从事科研管理工作 E-mail：sunxd@nercita.org.cn

在线投稿
www. d1ae. com

0 引言

建设资源节约型社会是我国贯彻落实科学发展观的重要战略部署，这其中水资源的节约利用是重要一环。2022 年我国水资源总量 27 088.1 亿 m^3，约占全球水资源总量的 6%，居世界第 4 位[1-2]。然而，由于我国人口基数大，人均水资源却十分匮乏，仅达到世界平均水平的 25%，列为 13 个人均水资源最贫乏国家之一[3]。节约用水迫在眉睫且势在必行，这项举措贯穿我国社会发展的方方面面。我国是传统农业大国，农业是国民经济建设和发展的基础产业，农业用水是全国水资源总体利用的重要组成。节水增效既关乎农业发展的命脉，又对国民经济的稳步提升起到推波助澜的作用。2019 年 4 月，国家发展改革委、水利部联合印发的《国家节水行动方案》指出，在农业节水增效方面，要大力推进节水灌溉[4]。2023 年中央 1 号文件提到，要加强高标准农田建设。完成高标准农田新建和改造提升年度任务，重点补上土壤改良、农田灌排设施等短板，统筹推进高效节水灌溉，健全长效管护机制[5]。《“十四五”节水型社会建设规划》也对节水灌溉做出了重点部署，强调要推广节水灌溉，“十四五”新增高效节水灌溉面积 0.04 亿 hm^2，创建 200 个节水型灌区，到 2025 年，全国建成高标准农田 0.72 亿 hm^2[6]。由此可见，在集约化、可持续发展高效农业的今天，节水灌溉是一项行之有效的重要措施。

本研究通过对我国节水灌溉现状分析，清晰展现了近年来节水灌溉产业发展的成效。但是由于技术发展起步较晚，与世界发达国家相比仍然存在较大差距。以专利为视角，分别从全球专利申请量、申请专利类型、申请人区域专利数量排名、“五局”流向、重要技术分支地域分布、申请（专利权）人专利数量排名、创新词云和领域地图等方面做出深入分析。最终从技术攻关、产业布局、管理体制等不同层面提出对策建议，希望对提升我国节水灌溉产业水平，进军国际市场有所帮助。

1 现状分析

根据水利部发布的《中国水资源公报》数据，2018—2022 年，我国农业用水量分别为 3 693.1 亿、3 682.3 亿、3 612.4 亿、3 644.3 亿和 3 781.3 亿 m^3，分别占全国用水总量的 61.4%、61.2%、62.1%、61.6%和 63.0%，具体如表 1 所示。

以中国统计年鉴数据为基础，自 2000 年起，每 5 年为一个节点，分别采集 2000、2005、2010、2015 和 2020 年的数据。节水灌溉面积分别为 1 638.9 万、2 133.8 万、2 731.4 万、3 106.0 万和 3 779.6 万 hm^2，占耕地灌溉面积的比例分别为 30.45%、38.78%、45.26%、47.15% 和 54.65%，具体如表 2 所示。

表 1 2018—2022 年全国用水总量及农业用水量情况

Tab. 1 Total water consumption and agricultural water consumption in China from 2018 to 2022

年份	全国用水总量/亿 m^3	农业用水量/亿 m^3	农业用水量占全国用水总量的比例/%	农田灌溉水有效利用系数
2018	6 015.5	3 693.1	61.4	0.554
2019	6 021.2	3 682.3	61.2	0.559
2020	5 812.9	3 612.4	62.1	0.565
2021	5 920.2	3 644.3	61.6	0.568
2022	5 998.2	3 781.3	63.0	0.572

表 2 2000—2020 年我国耕地灌溉及节水灌溉面积情况

Tab. 2 Situation of farmland irrigation and water-saving irrigation area in China from 2000 to 2020

年份	耕地灌溉面积/万 hm^2	节水灌溉面积/万 hm^2	节水灌溉面积比例/%
2000	5 382.0	1 638.9	30.45
2005	5 502.9	2 133.8	38.78
2010	6 034.8	2 731.4	45.26
2015	6 587.3	3 106.0	47.15
2020	6 916.1	3 779.6	54.65

由表 1 和表 2 可知，我国农业用水量占全国用水总量的比例常年保持在 61% 以上，主要用于农田灌溉，是全国用水的重要组成[1]。尽管农田灌溉水有效利用系数呈逐年递增趋势，但与世界先进农业大国 0.7～0.8 的水平比较仍存在差距[7]。

自 2000 年开始，20 年间我国节水灌溉面积占耕地灌溉面积的比例呈上升趋势，由 2000 年的 30.45% 提升至 2020 年的 54.65%，节水灌溉面积达 3 779.6 万 hm^2[8]。然而，国务院发布的《全国土地利用总体规划纲要（2006—2020 年）》显示，2020 年我国耕地保有量是 1.2 亿 hm^2[9]。显然，我国仅有不到 1/3 的耕地实现了节水灌溉。另一方面，我国水资源与耕地配置失衡，我国近 60% 的耕地面积集中在北方地区，与之匹配的水资源却不足全国的 20%[10]。克服节水灌溉覆盖度不高及自然资源分布不均等不利因素，必须加快节水灌溉技术提升与推广的步伐，通过科学有效的技术支撑推动农业集约化与可持续发展。

2 数据来源与检索方法

2.1 数据来源

本研究使用智慧芽专利数据库作为数据来源，该数据库采集了全球超过 1.8 亿项的专利数据，覆盖 170 个国家和地区，可提供精准、多维度、可视化的专利及研发情报。

2.2 检索词采集

目前较常见的节水灌溉技术主要包括地面灌溉节水技术、低压管道输水技术、喷灌技术、滴灌技术、

微灌技术、渗灌技术、雨水蓄集利用技术、波涌流灌溉技术、渠道灌溉技术、水肥一体化技术和覆盖保墒技术等[10]。

节水灌溉设备主要包括地面移动管道、喷灌机（如电动圆形喷灌机、平移式喷灌机、卷盘式喷灌机、手推式机组和手抬式机组等）、喷灌地埋管道（铸铁管、钢筋混凝土管、硬质聚氯乙烯管等）及不同规格的喷灌水泵（自吸泵、非自吸泵）等[11]。

本研究从节水灌溉主要技术和设备的角度出发，采集检索关键词，建立检索式。检索时间为 2023 年 12 月，数据采集范围为 2014 年 1 月—2023 年 12 月的全球节水灌溉技术及装备专利数据。

3　结果分析

在 170 个受理局中，搜索出 48 845 项专利。其中，有效专利 26 835 项，占比 54.94%；失效专利 15 248 项，占比 31.22%；审中专利 5 687 项，占比 11.64%；PCT（专利合作条约）指定期满专利 810 项，占比 1.66%；PCT（专利合作条约）指定期内专利 168 项，占比 0.34%；未确认专利 97 项，占比 0.2%。

3.1　申请时间

由图 1 可知，2014—2020 年专利申请量总体呈上升趋势，其中 2018—2020 年增幅较大，2020 年达到峰值，2021—2023 年专利申请量有所回落。依据《中华人民共和国专利法》第三十四条规定，一般情况下申请人提交专利申请后满 18 个月，发明专利才可以被公开[12]。由于本研究数据采集时间是 2023 年 12 月，因此 2022—2023 年的部分发明专利可能因为处于未公开状态而没有被统计，这可能是专利申请量回落主要原因。而我国专利申请量占全球总申请量的近 90%，因此很大程度上影响了全球的总体状态。

3.2　专利类型

专利类型主要是发明专利、实用新型专利和外观设计专利。从发明专利的占比来看，2014—2018 年发明专利占比维持在 70% 左右。2019 年以后基本保持在 30%～40%（2023 年由于存在未公开专利，占比数据不做参考）（见表 3）。作为专利申请的大国，我国专利的类型分布影响了全球总体专利类型布局。近年来我国在专利质量提升方面不断加强管理与指导力度，不再一味追求专利申请数量，而是注重专利的“含金量”，对发明专利的审查愈加严格，这也是造成发明专利占比自 2019 年以后明显减少的原因。

3.3　申请（专利权）人区域专利数量排名（前 10）

按照申请（专利权）人区域统计，中国申请量达到 42 594 项，居世界第 1 位。其次是美国、印度、以色列、日本、俄罗斯和韩国等，如图 2 所示。由于我国水资源的相对匮乏，近年来我国不断加强在节水灌溉方面的研发力度，通过科技力量的注入达到节约农业用水的目的。

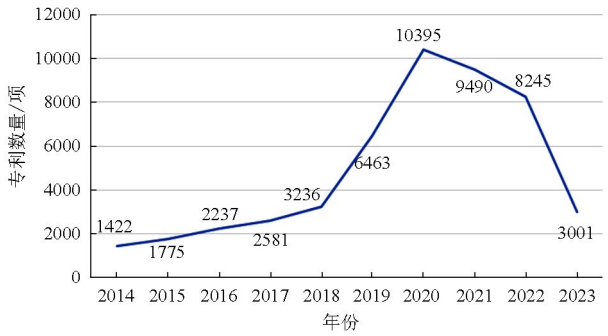

图 1　2014—2023 年全球节水灌溉技术及装备专利申请数量趋势

Fig. 1　Global trend in patent applications for water-saving irrigation technology and equipment from 2014 to 2023

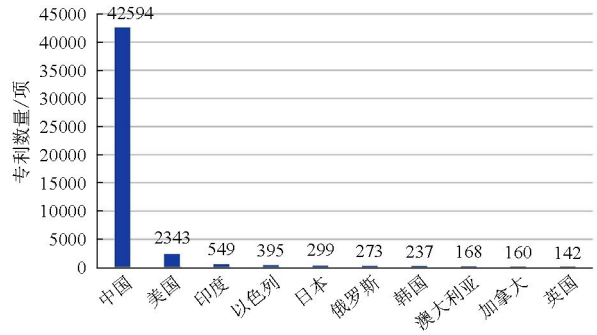

图 2　2014—2023 年申请（专利权）人区域专利数量排名情况

Fig. 2　Ranking of regional patent applications（patent rights）by applicants from 2014 to 2023

表 3　2014—2023 年专利类型分布情况

Tab. 3　Distribution of patent types from 2014 to 2023

申请年	发明专利/项	实用新型专利/项	外观设计专利/项	发明占比/%
2014	1 098	315	9	77.22
2015	1 313	455	7	73.97
2016	1 624	591	22	72.60
2017	1915	651	15	74.20
2018	2 229	980	27	68.88
2019	2 185	4 269	9	33.81
2020	3 773	6 607	15	36.30
2021	3 494	5 974	22	36.82
2022	3 035	5 194	16	36.81
2023	1 535	1 454	12	51.15

3.4　“五局”流向分析

通过专利“五局”流向分析，可以清晰地看到中国、美国、欧洲专利局、日本和韩国 5 大局的专利流向情况，从而直观地了解节水灌溉技术的来源分布情况和目标市场布局情况。

通过表 4 的分析，可以了解节水灌溉技术在哪些国家/地区申请了优先权，即技术来源国，而这些专利持有者除了将该技术布局在所属国，还布局到了哪些目标市场。很显然，中国是最大的技术来源国和目标

表 4 2014—2023 年专利“五局”流向分布情况

Tab. 4 Distribution of five bureaux flow from 2014 to 2023

单位：项

目标市场国/地区	技术来源国/地区				
	中国	美国	欧洲专利局	日本	韩国
中国	41 055	85	3	2	0
美国	78	1 163	19	1	1
欧洲专利局	8	25	24	0	0
日本	24	45	5	65	1
韩国	2	6	2	0	204

市场国，未来还应该加大对国外市场的开拓。

3.5 重要技术分支地域分布

对已检索到的专利按照 IPC 分类（《国际专利分类表》）进行统计，同时分析活跃度较高的国家 IPC 技术布局，可以看到中国在 A01G25、A01C23、A01G9 和 E03B3 等技术分类方面优势明显。美国在 A01G25、A01G9、A01G31 和 A01G27 等技术分类方面布局集中，如表 5 所示。

3.6 申请（专利权）人专利数量排名

申请（专利权）人专利数量排名可以反映全球专利研发机构的活跃度。由图 3 可知，瓦尔蒙特工业股份有限公司（美国）、琳赛股份有限公司（美国）、雨鸟公司（美国）、恩普乐股份有限公司（日本）、中国农业科学院农田灌溉研究所（中国）等机构在节水灌溉领域的专利申请量相对较高。可见，随着我国在节水灌溉专利保护方面意识和实力的不断增强，我国专利研发机构的活跃度有所提升，但是相较于欧美国家的专利公司还有一定差距。另外不同于欧美国家，我国活跃度较高的专利研发机构以科研院所、大学为主，公司在专利申请方面的实力相对较弱。

3.7 创新词云

利用智慧芽软件中创新词云分析，可以看出在节水灌溉领域相对热门的技术主题词分布。其中灌溉装置相关专利 624 项、农业灌溉相关专利 220 项、水肥一体化相关专利 201 项、传感器相关专利 162 项、农

表 5 重要技术分支地域分布情况

Tab. 5 Regional distribution of important technological branches

单位：项

分类号	定义/地域	中国	美国	世界知识产权组织	印度	澳大利亚	韩国	加拿大	欧洲专利局	俄罗斯	墨西哥
A01G25	花园、田地、运动场等的浇水（施液肥的专用设备或装置入 A01C23/00；喷嘴或排水管、喷撒设备入 B05B）[2006.01]	25 956	1 253	437	503	266	86	113	115	160	82
A01C23	专门适用于液体厩肥或其他液体肥料，包括氨水的撒布装置，如运输罐、喷撒车 [2006.01]	9 036	127	46	45	25	21	14	13	15	6
A01G9	在容器、促成温床或温室中栽培（蘑菇的栽培入 A01G18/00；无土栽培入 A01G31/00）；花坛、草坪或类似物的边饰 [2018.01]	4 792	292	201	95	70	98	80	48	11	17
E03B3	饮用水或自来水的取水或集水的方法或装置（水的处理入 C02F）[2006.01]	3 735	11	10	6	8	2	0	2	3	0
B05B15	其他类目中不包括的喷射设备或喷射装置的零件；附件 [2018.01]	2 680	84	18	6	15	4	1	6	2	2
A01M7	用于本小类所列目的的液体喷雾设备的专门配置或布置 [2006.01]	2 546	29	16	27	1	2	1	4	0	0
B01D29	不包括在组 B01D24/00 至 B01D27/00 中的过滤期间过滤元件不动的过滤器，如压滤器或吸滤器；其过滤元件 [2006.01]	2 417	11	0	0	0	0	0	0	0	0
A01G22	未提及的特殊农作物或植物的栽培 [2018.01]	2 073	70	16	35	27	13	7	4	36	0
A01G27	自动浇水装置，如用于花盆的 [2006.01]	1 606	160	77	88	41	71	29	23	4	12
A01G31	无土栽培，如水培（其生长基质入 A01G 24/00；海藻的栽培入 A01G 33/00）[2018.01]	1 306	210	130	48	44	31	77	32	13	17

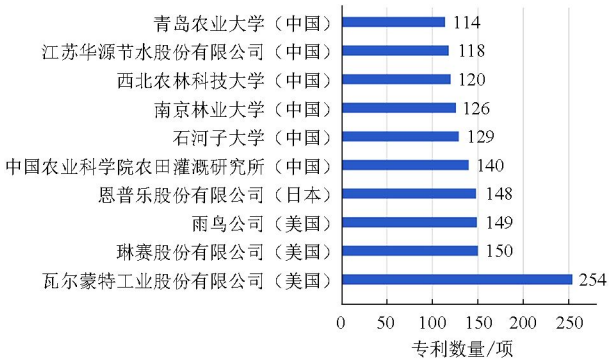

图 3　2014—2023 年申请（专利权）人专利数量排名情况

Fig. 3　Ranking of patent applicants （patent rights） in terms of patents number from 2014 to 2023

作物相关专利 157 项、储水箱相关专利 150 项、园林绿化相关专利 133 项、连接管相关专利 122 项、农田灌溉相关专利 120 项、进水管相关专利 114 项、浇灌装置相关专利 114 项、滴灌管相关专利 113 项、控制器相关专利 109 项和物联网相关专利 108 项，如图 4 所示。由此可见，灌溉装置、水肥一体化、传感器、物联网和控制器等是该领域的研发热点。

3.8　领域地图

领域地图可以直观显示在节水灌溉领域主要申请人的专利关键词分布情况，从而了解该领域主要申请人的技术焦点布局。利用智慧芽软件，选取检索结果中最新公布的 5 000 项专利，对其提取关键词。筛选出高频词汇分别是灌溉装置、农业灌溉、一体化、传感器、农作物、储水箱、园林绿化、连接管、农田灌溉、进水管、浇灌装置、滴灌管、控制器、物联网、滴灌

图 4　创新词云

Fig. 4　Innovation word clouds

带、支撑板、支撑架、出水管、灌溉管和固定板等。对专利申请量排名前 5 位的申请人进行高频词汇覆盖度分析如表 6 所示，由此绘制领域地图如图 5 所示。

由图 5 可知，专利申请量排名前 3 位的瓦尔蒙特工业股份有限公司、琳赛股份有限公司、雨鸟公司都将传感器、控制器作为重点领域。而我国以中国农业科学院农田灌溉研究所为例，尽管在传感器、控制器领域有所涉及，但是领域优势并不突出。

4　技术发展趋势分析

节水灌溉技术装备的雏形源于 1894 年美国人查尔斯·斯凯纳发明的简易喷水系统。40 年后，第 1 只摇臂灌溉喷头于 1933 年在美国问世，正式拉开节水灌溉技术发展的序幕。20 世纪 40 年代，半固定式及固定式薄壁喷灌技术、滴灌技术相继在美国、以色列诞生，并逐步在欧美国家得到广泛推广。20 世纪 80 年代后，地下滴灌技术成为新的研究热点，改善了滴灌地上蒸发的问题[10]。伴随科技的不断发展，欧美发达国家将

表 6　排名前 5 位专利申请人高频词分析

Tab. 6　Analysis of high-frequency words among top 5 patent applicants

申请人	瓦尔蒙特工业股份有限公司	琳赛股份有限公司	雨鸟公司	恩普乐股份有限公司	中国农业科学院农田灌溉研究所	其他公司
灌溉装置	0	0	1	0	0	623
农业灌溉	0	1	0	0	2	217
一体化	0	0	0	0	3	198
传感器	5	7	2	0	1	147
农作物	0	0	1	0	1	155
储水箱	1	0	0	0	0	149
园林绿化	0	0	0	0	0	133
连接管	0	0	0	0	0	122
农田灌溉	0	0	0	0	0	120
进水管	0	0	0	0	1	113
浇灌装置	0	0	0	0	0	114
滴灌管	0	0	1	3	1	108
控制器	1	8	8	0	1	91
物联网	0	0	0	0	0	108
滴灌带	0	0	0	0	0	103
支撑板	0	0	0	0	0	98
支撑架	0	0	0	0	0	87
出水管	0	0	0	0	0	86
灌溉管	0	0	0	0	0	86
固定板	0	0	0	0	0	85

图 5 领域地图

Fig. 5 Cell diagram

喷灌、滴灌与水肥一体化技术相结合，同时满足节约灌溉用水和降低施肥量的双重需求，降低生产成本的同时提高作物品质。信息化时代的来临，农业节水灌溉迎来了重大变革。传感技术、控制技术应用于大型农机具的设计与制造，实现了施肥与灌溉的智能化、精准化[13]。在灌溉作业过程中，智能传感器负责环境监测、参数采集和数据处理，控制系统根据回传信息远程控制机具作业，达到省时、省力、节约和高效的效果[14]。

与农业发达国家相比，我国节水灌溉起步较晚，20 世纪 70 年代引入喷灌、滴灌技术后，受限于节水意识不足、政策制度不健全、经济支撑不够及技术水平落后等诸多不利因素影响，我国节水灌溉工作在 80 年代进展缓慢。90 年代开始，水资源紧张对农业发展的影响日趋严重，节水农业逐渐被人们所重视，加之经济、科技水平不断提高，我国节水灌溉工作进入稳步发展阶段。

进入 21 世纪，国家陆续颁布一系列扶持政策，鼓励更多的科研院所和企业参与到节水灌溉技术的研发与推广工作中，具有自主知识产权的创新成果不断涌现，节水灌溉技术的推广应用带来了巨大经济和社会效益。我国与农业发达国家的差距正在不断缩小，但同时暴露出的问题也不容小觑。如由于我国技术研发起步较晚，对喷灌喷头理论研究尚显不足，需要重点解决在高强度作业过程中保持喷头工作稳定性、高效性的问题。另外，进口高端微灌产品的市场占有率偏高，我国应加强对灌水器等核心部件的自主研发与产业化，提高产品性能[3]。此外，推广体系的健全、管理制度的完善等，尚需不断付诸努力。

5 对策建议

5.1 增强企业专利研发实力

排名前 10 位的申请人中中国占 7 位，以高校和科研院所为主，企业只有 1 位。在产学研的体系中，企业往往与成果的推广应用关系更加直观与紧密，这一点也从侧面反映了我国在专利市场化应用方面相对薄弱。未来建议通过政策的引导与扶持措施，加强企业与高校、科研院所的协作，促进节水灌溉技术成果的转化落地，推动产业化发展，平衡技术市场供需关系[15]。

5.2 注重专利海外布局

无论从加强技术产品推广，扩大知识产权布局和世界影响力的角度考虑，还是出于加强知识产权保护，降低风险的目的，我国专利研发机构都应注重专利技术的海外布局，将市场对焦世界范畴。以专利申报作为节水灌溉技术交流的渠道，不断引进先进理念技术的同时，将自主创新的成果在知识产权保护的前提下不断向海外输出，接受更大范围的市场检验，促进技术的不断革新。

5.3 向智能化、精准化方向发展

从 IPC 技术布局及创新词云等分析中得到启示，未来我国应不断扩大在灌溉装置方面的技术优势，同时通过物联网、传感器等技术的融入，从提高灌溉智能化、精准化的角度实现节水增效的目的[16]。

5.4 加强核心技术攻关

目前我国节水灌溉推广相对广泛的技术包括喷灌、滴灌、微灌等，近年来虽然在自主创新方面不断实现突破，但仍存在很多技术难点有待攻克。如喷灌过程中如何尽量降低风速等外部环境对喷洒均匀度的影响及滴灌过程中如何防治土壤盐碱化等，这些问题都需要加强技术攻关与实践创新[17]。

5.5 完善管理体系与实施方案

不同于欧美农业发达国家，我国地域辽阔，水资源分布不均，土壤结构参差不齐，不同灌区对节水灌溉的要求各有不同[18]。需要因地制宜，制定符合当地农业发展特色的节水灌溉管理体系及实施方案，在节约资源的同时实现提质增效，保环境促生产。

6 结束语

发展节约型农业既是落实科学发展观的战略性举措，也是实现农业可持续发展的必然要求。节水灌溉是发展节约型农业的有效措施。近年来，我国相继出台一系列鼓励与扶持政策，为节水灌溉产业发展铺设了更为宽广的道路。未来要不断加强核心技术攻关，将传统理论与物联网、传感器等高新技术相结合，突破技术瓶颈，从源头提升自主研发实力，缩短与欧美发达国家的差距。同时，优化政产学研全链条合作机制，拓展海外产业布局，建立科学合理的推广体系和管理机制[19]。总之，从技术与管理双重层面齐行并举，推动我国农业发展。

参考文献

[1] 2022年中国水资源公报[EB/OL]．(2023-06-30)[2024-02-06]．http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202306/t20230630_1672556.html.

[2] 李仁俊，陈玉婷．水资源保护及其可持续利用探究[C]//河海大学，南阳市人民政府，南阳师范学院，等．2022(第十届)中国水生态大会论文集，2022.

[3] 姜庆飞，张营．我国农业节水灌溉现状及发展对策浅析[J]．海河水利，2022(5)：1-4.

[4] 发展改革委　水利部关于印发《国家节水行动方案》的通知[EB/OL]．(2019-04-15)[2024-02-06]．https://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5419221.htm.

[5] 中共中央　国务院关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见[EB/OL]．(2023-02-13)[2024-02-06]．https://www.gov.cn/zhengce/2023-02/13/content_5741370.htm.

[6] 国家发展改革委等部门关于印发《“十四五”节水型社会建设规划》的通知[EB/OL]．(2021-10-28)[2024-02-06]．https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/09/content_5649875.htm.

[7] 陈向南，吴凤平，李芳，等．高质量发展模式下内蒙古河套灌区的可交易水量[J]．中国人口·资源与环境，2021，31(2)：130-139.
CHEN Xiangnan，WU Fengping，LI Fang，et al．Tradable water quantity in Hetao Irrigation District of Inner Mongolia under the high-quality development mode[J]．China Population，Resources and Environment，2021，31(2)：130-139.

[8] 国家统计局．中国统计年鉴(2021)[EB/OL]．[2024-02-06]．https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2021/indexch.htm.

[9] 全国土地利用总体规划纲要(2006—2020年)[EB/OL]．(2008-10-24)[2024-02-06]．https://www.gov.cn/guoqing/2008-10/24/content_2875234.htm.

[10] 李锋．节水灌溉技术的发展现状及趋势[J]．农村经济与科技，2022，33(11)：39-42.

[11] 贾超．农业节水灌溉设备的应用及相关技术分析[J]．农业开发与装备，2023(5)：35-37.

[12] 中华人民共和国专利法[EB/OL]．(2020-11-19)[2024-02-06]．http://www.npc.gov.cn/npc/c2/c30834/202011/t20201119_308800.html.

[13] 刘保伟．数字化信息技术在农业节水中的应用[J]．农业工程技术，2024，44(2)：78-79.

[14] 马然．电气控制技术在节水灌溉装置中的应用研究[J]．农机化研究，2024，46(5)：83-86.
MA Ran．Application of electrical control technology in water-saving irrigation device[J]．Journal of Agricultural Mechanization Research，2024，46(5)：83-86.

[15] 赵慧清，王杏利，鞠建伟，等．基于Innography的节水农业专利可视化分析及热点研究[J]．节水灌溉，2016(11)：104-110.

[16] 刘嘉斌，田军仓，赵广兴，等．基于国内外节水灌溉科技文献可视化分析[J]．节水灌溉，2023(6)：124-131.
LIU Jiabin，TIAN Juncang，ZHAO Guangxing，et al．Visual analysis on domestic and foreign water-saving irrigation scientific literature[J]．Water Saving Irrigation，2023(6)：124-131.

[17] 王强．高效节水灌溉技术在农业生产中的发展[J]．河北农机，2023(21)：103-105.

[18] 刘丽，张玉翠，张小帅，等．北方缺水地区农业智慧灌溉应用与发展[J]．农业工程，2023，13(10)：78-83.
LIU Li，ZHANG Yucui，ZHANG Xiaoshuai，et al．Application and development of agricultural intelligent irrigation in northern water shortage areas[J]．Agricultural Engineering，2023，13(10)：78-83.

[19] 杨立凡，马泽宇，佘思，等．农业节水灌溉技术及应用[J]．农业工程，2018，8(1)：78-80.
YANG Lifan，MA Zeyu，SHE Si，et al．Technology and application of agricultural water-saving irrigation[J]．Agricultural Engineering，2018，8(1)：78-80.