

海南省南繁作物生物育种产业 专利导航报告

三亚市知识产权保护中心
广州中新知识产权服务有限公司

二零二三年

目录

第一章 项目概述	1
1.1 研究目标	1
1.2 研究背景	1
1.3 研究范围及技术分解确定	2
1.3.1 杂交育种	4
1.3.2 单倍体育种	4
1.3.3 多倍体育种	4
1.3.4 诱变育种	5
1.3.5 转基因育种	5
1.3.6 分子标记辅助育种	5
1.3.7 全基因组选择育种	5
1.3.8 基因编辑育种	5
1.3.9 分子设计育种	6
1.3.10 智能设计育种	6
1.4 数据资源说明	6
第二章 南繁作物生物育种产业发展现状分析	8
2.1 全球生物育种产业现状	8
2.1.1 产业基础	8
2.1.2 产业现状	11
2.2 中国南繁作物生物育种产业现状	15
2.2.1 产业基础	15
2.2.2 种业发展历程	15
2.2.3 南繁发展现状	22
2.2.4 植物新品种申请量已连续 5 年居世界第一	23

2.2.5 中国主要企业	24
2.2.6 面临问题	26
2.3 海南省南繁作物生物育种现状	31
2.3.1 产业基础	31
2.3.2 发展优势	33
2.3.3 面临问题	42
2.4 小结	43
第三章 南繁作物生物育种产业发展方向导航	44
3.1 产业专利概况	44
3.1.1 技术发展趋势	44
3.1.2 全球专利竞争格局	46
3.1.3 产业分布及转移	48
3.1.4 创新主体地位	50
3.2 产业结构调整方向	52
3.2.1 全球产业结构调整方向	52
3.2.2 主要国家产业结构调整方向	54
3.3 技术研发重点和热点方向	57
3.3.1 专利申请重点及热点方向	57
3.3.2 行业领先者重点及热点方向	60
3.3.3 专利协同创新热点方向	62
3.4 小结	64
第四章 南繁作物生物育种 2.0 相关技术专利分析	67
4.1 技术发展情况	67
4.1.1 杂交育种	67
4.1.2 单倍体育种	69

4.1.3 多倍体育种	71
4.1.4 细胞工程育种	73
4.2 专利申请趋势	76
4.3 技术来源国	78
4.4 目标市场国	79
4.5 技术构成分析	81
4.6 技术功效分析	82
4.7 主要申请人分析	82
4.8 创新人才分析	93
4.9 中国申请地域分析	95
4.10 小结	97
第五章 南繁作物生物育种 3.0 相关技术专利分析	99
5.1 转基因育种	99
5.1.1 全球竞争态势分析	99
5.1.2 中美竞争态势分析	112
5.1.3 中国专利申请态势分析	121
5.1.4 小结	126
5.2 分子标记辅助育种	128
5.2.1 全球专利申请态势分析	128
5.2.2 全球技术产出国分析	130
5.2.3 全球目标市场国分析	131
5.2.4 主要国家市场布局分析	131
5.2.5 技术发展路线分析	132
5.2.6 分子标记各分支专利发展态势分析	139
5.2.7 技术-功效矩阵分析	141

5.2.8 中国专利地域分布分析	142
5.2.9 主要申请人分析	143
5.2.10 主要创新人才分析	148
5.2.11 小结	149
5.3 基因编辑育种（CRISPR/Cas 技术）	150
5.3.1 技术介绍	150
5.3.2 技术发展路线分析	152
5.3.3 全球及中国专利申请总体态势分析	157
5.3.4 全球技术处来源国分析	158
5.3.5 目标市场分析	160
5.3.6 中国申请地域分析	161
5.3.7 技术构成分析	161
5.3.8 技术功效分析	162
5.3.9 主要申请人分析	163
5.3.10 创新人才分布	164
5.3.11 小结	164
第六章 海南省南繁作物生物育种产业发展定位	167
6.1 创新实力省级定位	167
6.2 产业结构定位	169
6.3 创新主体实力定位	171
6.4 创新人才实力定位	173
6.5 协同创新实力定位	173
6.6 专利运营实力定位	174
6.7 小结	174
第七章 生物育种知识产权保护制度研究	176

7.1 中国生物育种专利保护制度概述	176
7.1.1 保护客体	176
7.1.2 授权条件	178
7.1.3 生物育种领域专利保护面临的问题	179
7.2 生物育种植物新品种保护制度概述	180
7.2.1 中国植物新品种保护制度	180
7.2.2 中国和美国生物育种制度的比较	183
7.3 专利制度和植物新品种保护制度的比较	187
7.4 生物育种知识产权保护策略建议	189
7.4.1 夯实知识产权保护制度理论基础	189
7.4.2 制定知识产权布局总体规划，制定知识产权布局策略	189
7.4.3 充分利用海南自由贸易港知识产权创新资源，促进知识产权全链条高质量发展	190
第八章 海南省南繁作物生物育种产业发展路径导航	192
8.1 产业布局结构优化路径	192
8.1.1 充分运用国家南繁科研育种基地、海南自贸港建设环境，加快推进南繁作物生物技术的发展，做好国家南繁硅谷建设规划实施前准备工作	192
8.1.2 按照“一城两区”布局，打造南繁作物生物育种产业聚集区	192
8.1.3 加强种质资源保护，建设智能化的国家级新作物种质资源库，中国生物育种技术 4.0 发展打下坚实的生物资源基础	193
8.2 企业整合培育引进路径	194

8.2.1 加强本土重点企业扶持力度，以开放式创新的形式，攻克技术难题	194
8.2.2 精准招商引资，为重点技术注入创新活力	195
8.2.3 重点扶持“育繁推一体化”企业，带动全产业链发展	196
8.3 协同创新提升路径	196
8.4 人才引进提升路径	197
8.5 知识产权提升路径	200

第一章 项目概述

1.1 研究目标

本报告以专利信息为基础，对国内外及海南省南繁作物生物育种产业发展状况进行调查，对海南省作物生物育种产业优劣势展开分析并进行总结和建议，导航和支撑海南省南繁作物生物育种产业提质增效和高质量发展。宏观层面，主要分析全球、中国及海南省南繁作物生物育种产业专利发展态势、产业发展方向、各国/地区产业链分布、主要企业竞争力，全面了解产业整体发展情况，确定海南省南繁作物生物育种产业发展定位；微观层面，主要通过对产业链转基因育种技术、分子标记育种技术、基因编辑育种技术，梳理关键技术发展脉络、研究方向及技术的核心专利，全面梳理关键技术的申请人和人才团队分布，为海南省南繁作物生物育种产业发展提供全方位指引。

1.2 研究背景

种子是农业的“芯片”，是粮食生产的源头，也是国家安全的重中之重。近年我国种业政策密集出台：2020 年中央经济工作会议和中央农村工作会议强调要“打好种业翻身仗”，开展种源“卡脖子”技术攻关；2021 年审议通过《种业振兴行动方案》，将种源安全提升到关系国家安全的战略高度；中央一号文件连续十多年对种业创新和种业发展进行部署，党中央高度重视种业发展；2022 年 5 月国家发展和改革委员会发布《“十四五”生物经济发展规划》，这是我国发布的首个生物经济领域的顶层设计，指出要加快生物育种技术赋能生物农业产业，发展生物育种技术。先进的生物育种技术是支撑和推动我国种业发展的基石，也是“打好种业翻身仗”的重要武器。

南繁是利用我国南方特别是海南岛南部地区冬春季节气候温暖的优势条件，将夏季在北方种植的农作物育种材料，于冬春季节在南方再种植一季或者两季的农作物育种方式。经过六十多年的发展，南繁已经上升为国家战略工程，在保障国家粮食安全、缩短农作物育种周期、促进现代农业发展和农民增收、培育科研育种人才等方面做出了突出贡献。

本报告以南繁作物生物育种技术为研究对象，将种业振兴计划与南繁国家战略紧密集合，通过分析南繁作物生物技术产业发展现状、发展方向、产业结构、企业竞争力、重要技术发展路线等方面，梳理我国南繁作物生物育种发展现状，与海南省南繁基地发展相结合，提出海南省南繁生物育种技术发展路径，以“南繁”和“生物育种”两把亮剑，推动“南繁硅谷”建设进程，成为“打好种业翻身仗”的重要武器。

1.3 研究范围及技术分解确定

随着我国品种选育的需要和现代农业科技的发展，南繁的内涵不断丰富和拓展，杂交水稻的研制与全球推广离不开南繁，我国的棉花、玉米等主要农作物以及甜瓜、西红柿等瓜菜作物等赶超国际水平也离不开南繁。南繁作物主要包括水稻、玉米、高粱、谷子、马铃薯等粮食作物，大豆、油菜、花生等油料作物，黄瓜、番茄、辣椒、茄子、四季豆等瓜菜作物，棉花、麻、甘蔗、月季、睡莲、百合、朱槿和竹子等 40 多种。

国际上将育种发展分为 4 个典型阶段：育种 1.0 时代人类驯化了大量野生植物进入农耕文明；育种 2.0 时代育种家主要依赖经验并把统计学、数量遗传学和杂交育种策略应用到优良品种选育中；育种 3.0 时代先进的生物技术包括分子标记辅助选择、基因工程在育种中

广泛应用；随着人工智能、基因编辑、合成生物学等学科发展，育种进入由前沿科学技术引领的“生物技术+信息技术+人工智能”育种4.0时代。

本报告以下表南繁作物作为研究对象，结合生物育种技术的发展与演变，制定技术分解表，通过全球范围内检索、分析南繁作物生物育种产业发展情况。

表 1-1 南繁作物类型

序号	类别	主要作物
1	粮食作物	水稻、玉米、小麦、高粱、谷子、马铃薯、春麦、黄豆
2	油料作物	大豆、向日葵、油菜、花生
3	瓜菜作物	黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜、西瓜、甜瓜、苦瓜、瓠瓜、佛手瓜、番茄、辣椒、茄子、黄秋葵、豇豆、四季豆
4	其他	棉花、麻（芝麻、胡麻、黄麻、红麻）、甘蔗、烟草、甘薯、木薯、姜、牧草（柱花草）、林木（紫薇）、果树（葡萄等）、草药（牛膝、金钱草）、花卉（月季、睡莲、百合、朱槿等）和竹子

表 1-2 生物育种技术分解表

序号	技术领域				全球 (项)	中国 (项)
1	杂交育种				7285	3821
2	单倍体育种				1559	280
3	多倍体育种				229	178
4	细胞工程育种				2461	1930
5-1	分子 育种	转基因育种			26421	4870
5-2-1		分子 标记 辅助 育	以分子杂交为基础的 DNA 标记技术	RFLP 标记	1130	49
5-2-2-1			以 PCR 反应为基础的 DNA 标记技术	RAPD 标记技术	215	101
5-2-2-2				ISSR 标记技术	47	30
5-2-2-3				AFLP 标记技术	262	66
5-2-2-4				SSR 标记技术	1247	825

5-2-2-5		种		SCAR 标记技术	145	104
5-2-2-6				STS 标记技术	93	45
5-2-3-1			新型分子标记	SNP 标记技术	2098	1297
5-2-3-2				InDel 标记技术	650	529
5-2-3-3				CNV 标记技术	13	4
5-2-3-4				MNP 标记技术	10	6
5-3		全基因组选择育种			210	93
5-4-1		基因编辑育种	ZFN 技术		526	107
5-4-2			TALEN 技术		548	175
5-4-3			CRISPR/Cas 技术		1410	845
6	分子设计育种				101	100
7	智能设计育种				26	18

1.3.1 杂交育种

杂交育种是根据育种目标，将两个或多个品种的优良性状通过有效杂交集中在一起，再经过选择和培育，以获得复合要求新品种的育种方法。杂交可以是双亲的基因重新组合，形成各种不同的类型，为选择提供丰富的材料，再在杂种后代中一代一代地进行选择培育，已育成新品种。

1.3.2 单倍体育种

单倍体育种是利用植物组织培养技术诱导产生单倍体植株，再通过某种手段使染色体加倍，从而使植物恢复正常染色体数，选育出新的品种，可以提高选择效率，缩短育种周期。

1.3.3 多倍体育种

多倍体育种是利用人工诱变或自然变异等，通过细胞染色体组加倍获得多倍体材料，用以选育符合人们需要的优良品种。

1.3.4 诱变育种

诱变育种是指人为地利用地理、化学等因素诱发作物发生遗传性的变异，然后根据育种目标进行选择、培育，以育成优良品种的一种育种方法。根据专利法第 22.4 款的规定，发明或者实用新型申请的主题必须能够在产业上制造或者使用，并且能够产生积极效果。具有实用性的发明或者实用新型专利申请的主题，应当具有再现性。由于诱变育种的方法诱发作物发生遗传性的变异是不定向的，因此诱变育种的方法因为不具有实用性而不受专利法的保护。诱变育种产生的新品种符合《种子法》相关要求，可通过植物新品种进行保护。基于以上因素，本专利导航不对诱变育种进行分析。

1.3.5 转基因育种

转基因育种（Genetically modified breeding, GMB）是指通过现代分子生物学技术将一个或多个基因添加到一个生物基因组，从而生产具有改良特征的生物的育种方法。

1.3.6 分子标记辅助育种

分子标记辅助育种是利用分子标记与决定目标性状基因紧密连锁的特点，通过检测分子标记，即可检测到目的基因的存在，达到选择目标性状的目的，具有快速、准确、不受环境条件干扰的优点。

1.3.7 全基因组选择育种

全基因组选择育种是通过整个基因组 SNP 连锁分析找到与表型性状有关的标记或数量性状基因座，并估计个体全基因组估计育种值，成倍提高遗传进展的育种研究。

1.3.8 基因编辑育种

基因编辑（gene editing），又称基因组编辑（genome editing）或

基因组工程（genome engineering），是一种新兴的比较精确的能对生物体基因组特定目标基因进行修饰的一种基因工程技术或过程。基因编辑育种是使用基因编辑技术进行的育种方法。

1.3.9 分子设计育种

分子设计育种是指通过多种技术的集成与整合，对育种程序中的诸多因素进行模拟、筛选和优化，提出最佳的符合育种目标的基因型以及实现目标基因型的亲本选配和后代选择策略，以提高作物育种中的预见性和育种效率，实现从传统的“经验育种”到定向、高效的“精确育种”的转化。

1.3.10 智能设计育种

智能设计育种是基于作物重要农艺性状形成的遗传和分子基础，通过人工智能决策系统设计最佳育种方案，进而定向、高效改良和培育作物新品种的一门新兴前沿交叉学科。

1.4 数据资源说明

由于发明专利申请自申请日（有优先权的自优先权日）起 18 个月公布，实用新型专利申请在授权后才公布（其公布的滞后程度取决于审查周期的长短），而 PCT 专利申请可能自申请日起 30 个月甚至更长时间才进入国家阶段，其对应的国家公布时间就更晚，因此，检索结果中包含的 2021 年之后的专利申请量比真实的申请量要少，反映到各技术分支申请量年度变化的趋势中，将出现申请量曲线在 2021 年之后突然下滑的现象。

本报告涉及全球专利数据和中文专利数据。在全球专利数据中，将同一项发明创造在多个国家申请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，将这样的一组同族专利视为一项

专利申请。在中文专利数据库中，单独的专利以件计数。

项：在进行专利申请数量统计时，对于数据库中以一族（这里的“族”指的是同族专利中的“族”）数据的形式出现的一系列专利文献，计算为“1项”。以“项”为单位进行的统计主要出现在外文数据的统计中。一般情况下，专利申请的项数对应于技术的数目。本研究在进行全球专利申请趋势分析时，年代以专利申请的最早优先权日为准，同族申请计为一项进行统计。

件：在进行专利申请数量统计时，例如为了分析申请人在不同国家、地区或组织所提出的专利申请的分布情况，将同族专利申请分开进行统计，所得到的结果对应于申请的件数。1项专利申请可能对应于1件或多件专利申请。需要说明的是，中文文献中，对于不同公开级的同一篇文章，计为1件。例如，对于存在公开号和授权公布号的同一篇中文文献，认为是1件。

申请人说明：在进行南繁作物生物育种产业主要申请人专利申请量数据统计时，由于产业内行业巨头间发生多次并购等商业行为，而专利信息中专利申请人名称并未发生变更，本报告中更关注技术产出情况，因此，对于申请人专利数量统计以专利记载的申请人进行。

分析重要专利是专利分析中一项十分重要的工作。筛选重要专利的原则主要包括：被引频次、同族国家数、重要申请人/发明人的专利、专利有效性、纠纷/诉讼专利、技术路线关键节点等。考虑到实际操作中的问题，并结合本领域的技术特点，本报告选择被引频次、同族国家数、重要申请人和技术路线关键节点作为判断重要专利的因素。

第二章 南繁作物生物育种产业发展现状分析

2.1 全球生物育种产业现状

2.1.1 产业基础

国际上将育种发展分为 4 个典型阶段：育种 1.0 时代人类驯化了大量野生植物进入农耕文明；育种 2.0 时代育种家主要依赖经验并把统计学、数量遗传学和杂交育种策略应用到优良品种选育中；育种 3.0 时代先进的生物技术包括分子标记辅助选择、基因工程在育种中广泛应用；随着人工智能、基因编辑、合成生物学等学科发展，育种进入由前沿科学技术引领的“生物技术+信息技术+人工智能”育种 4.0 时代。

在一些发达国家，种业已进入“生物技术+人工智能+大数据信息技术”的育种“4.0 时代”。我国仍处在以杂交选育和分子技术辅助选育为主的“2.0 时代”至“3.0 时代”之间，在基因编辑、合成生物学、全基因组选择、分子设计和人工智能育种等新兴交叉领域技术研发方面短板明显：原始创新能力不足，缺少重大突破性的理论和方法，关键技术与战略性产品研发水平相对较低，国际竞争力优势相对较弱。



图 2-1 育种发展阶段

(1) 育种 1.0 阶段

覆盖过去上万年的作物育种发展历程，主要依赖对作物表型变异的肉眼观察，凭借耕作者的经验和主观判断，筛选具有符合农业生产所需要的产量、品质与农艺性状的育种材料。该阶段主要是耕作者选育具有广泛表型变异的地方农家品种，为现代栽培品种的培育奠定了遗传资源基础。

(2) 育种 2.0 阶段

始于十九世纪末，伴随着人类对生物遗传规律的认识以及田间统计学、数量遗传学在育种中的应用，由职业育种家通过预先设计杂交育种试验，选育现代栽培品种。

(3) 育种 3.0 阶段

贯穿二十世纪末至今，伴随现代分子生物学与基因工程的发展，采用分子标记辅助选择及转基因技术的手段，实现单一目标性状的导入与修饰。同时，基于连锁群体的功能基因克隆、自然群体的全基因组关联分析、复杂农艺性状的基因功能解析等研究领域发展迅猛，加深了人类对作物基因组及基因功能的认识。此外，各类高通量测序与

芯片平台的发展使全基因组选择辅助育种技术在作物育种中逐步应用起来，现代育种技术达到新的高潮。

（4）育种 4.0 阶段

是伴随人类社会步入互联网、大数据、人工智能育种 4.0 三位一体的时代提出的革命性育种理念，强调生命科学、信息科学与育种科学的深度融合。人工智能是计算机科学的一个分支，是指应用计算机算法和程序模拟人类意识与思维方式以及大脑处理信息的过程。人工智能的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家智能决策系统等领域。机器学习方法学体系是人工智能的核心，是指应用计算机算法建立模型解析数据，通过不断学习数据的自身特征训练模型，然后对现实世界中的事物做出判断和预测。育种 4.0 阶段的育种家将依托多层面生物技术与信息技术推动育种向着智能化的方向发展，即以基因组测序技术与人工智能图像识别技术为依托，通过基因型与表型数据的自动化获取与解析，实现玉米组学大数据的快速积累；以生物信息学与机器学习技术为依托，通过遗传变异数据、各类组学数据、杂交育种数据的整合，实现作物性状调控基因的快速挖掘与表型的精准预测；以基因编辑与合成生物学技术为依托，通过人工改造基因元器件与人工合成基因回路，实现作物具备新的抗逆、高效等生物学性状；以作物组学大数据与人工智能技术为依托，通过在全基因组层面上建立机器学习预测模型，建立智能组合优良等位基因的自然变异、人工变异、数量性状位点的育种设计方案，实现智能、高效、定向培育新品种。

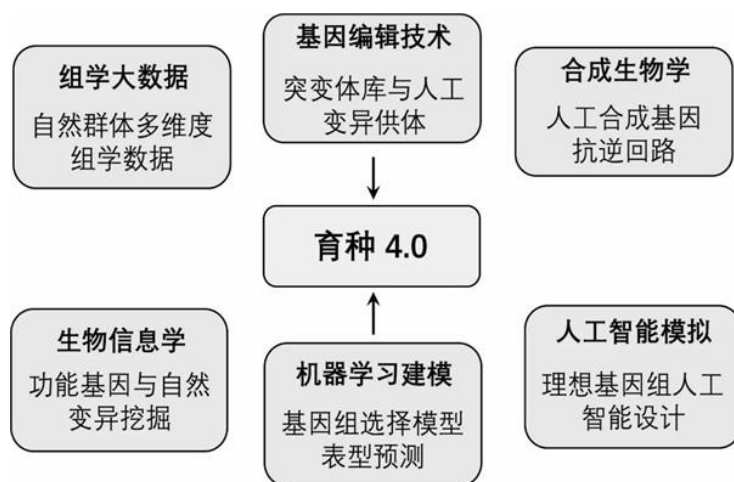


图 2-2 育种 4.0 图示

育种 4.0 阶段的核心目标是建立“作物基因组智能设计育种的跨学科、多交叉技术体系，该体系涵盖生命科学领域的基因组技术、表型组技术、基因编辑技术、生物信息学、系统生物学、合成生物学，以及信息领域的人工智能技术、机器学习技术、物联网技术、图形成像技术”，共同支撑作物育种科学向更高的层面发展。到本世纪中叶，作物新品种的培育周期可以缩短至一年或数月，甚至实现在短时期内快速驯化出崭新的农作物品种为人类社会所用。育种 4.0 时代的作物基因组智能设计育种，将推动育种技术从“艺术”到“科学”到“智能”的革命性转变。

2.1.2 产业现状

生物育种是农业科技领域中最具引领性和颠覆性的战略高新技术，世界各国均将其作为国家优先发展战略给予重点支持。

美国 2018 年出台《美国创新战略》，并发布“2030 年农业研究科学突破预测”，将基因组学和生物育种列为未来农业发展的主要突破方向，并对其进行了战略部署；2020 年通过《无尽的前沿法案》，拟在未来 5 年内向包括生物技术、基因组学和合成生物学在内的十大关键技术领域投资 1000 亿美元。

欧盟委员会 2018 年颁布最新版本的生物经济战略《欧洲可持续生物经济：加强生物与经济、社会和环境之间的联系》；2021 年启动“地平线欧洲”第九个研究框架计划，将农业生物育种研发列为重要方向。

世界新兴国家如印度和巴西等，纷纷把生物育种等前沿技术创新列入国家科技优先发展战略。

近年来，美国等发达国家和国际跨国公司加快推进生物育种基础研究和技术创新，以抢占未来农业发展的主动权和技术制高点，生物育种领域的国际竞争日趋白热化。

2.1.2.1 美国

20 世纪 70 年代以前，美国由于对植物新品种保护不力，企业投资育种得不到回报，技术创新成果得不到法律保障，突破性品种不多，企业经营规模小。70 年代颁布《美国植物新品种保护法》后，美国逐步强化植物新品种保护，极大地激励了私人企业投资育种，从而促进了育种技术创新。从 70 年代到 90 年代，私人企业育种研发投入增长 220% 以上，种子企业巨头育种研发投入一般都占其销售收入 10% 以上，并占据着商业化育种的主导地位，产生了大量的新技术和新品种，加快了种子产业的升级，引领了世界种业发展。

2.1.2.2 全球企业发展现状

据研究，近二十多年世界种业有三次并购浪潮。第一次浪潮是 1996-2000 年，主要事件是孟山都并购迪卡、杜邦并购先锋、先正达在合并中成立，实现了种业与农药结合，生物技术进入种业；第二次浪潮是 2004-2008 年，主要事件是孟山都、杜邦、先正达、拜耳、陶氏、巴斯夫等公司完成并购，实现了农化集团混合兼并，特别是并购有生物技术能力的种业公司；第三次浪潮是 2016-2018 年，主要事件

是拜耳并购孟山都、杜邦与陶氏合并、中国化工并购先正达，实现了农化巨头超级并购。

当前，国际种业已形成“两超+四强”格局，两超指拜耳、科迪华，两家种业市场份额共占 40%；四强指先正达、巴斯夫、利马格兰、科沃施，四家共占 15%。

（1）拜耳（孟山都）

2018 年 6 月 7 日，孟山都被拜耳以 630 亿美元收购，结束其 117 年农化种业历程，开启新的拜耳孟山都转基因时代。

孟山都是美国种业巨头，更是全球最大的化工公司之一，供应全球 90%转基因作物种子技术，其业务布局范围广泛包括农用产品、化工产品、医用药品、食品添加剂等。

1998 年，孟山都进行了一系列大规模种业并购，收购北美种业市场排名第二的迪卡公司，美国嘉吉的种子业务，世界棉花种子子公司岱字棉，蔬菜种子子公司圣尼斯等，一举成为世界种业的领导者和重塑者。以 2000 年为界，后来的孟山都公司为新孟山都公司。新孟山都公司虽然沿袭了原公司的名字和历史，但它是一个全新的公司——它只继承了原公司的农业部门，并将自己未来的发展定位在农业领域。在被拜耳收购后，于 2018 年成为世界第一大种企，种业品种涵盖玉米种子、大豆、棉花等。孟山都是全球领先的转基因种子及草甘膦除草剂的研发者和生产商。

（2）科迪华（陶氏杜邦）

陶氏杜邦合并分拆出的农业部门形成了科迪华，2015 年 12 月，陶氏化学和杜邦公司宣布合并，总市值超过 1200 亿美元（2017 年 9 月完成合并），并将其农化业务拆分出科迪华于 19 年上市。

2019 年，科迪华从陶氏杜邦结合体中分离成为一家独立上市专

门从事农业业务的司。杜邦为美国农化巨头，2019 年在世界 500 强企业中位居第 100 位，主营业务方向为农业、医药生物技术产品的研发。1999 年，杜邦以 77 亿美元并购时任世界第一的种业公司，美国先锋种业公司，至此，杜邦进入种业领域，成为当时全球第一大种子公司，玉米种子占据主要份额，约占全球杂交玉米种子市场 43%，其他种子业务包括大豆、小麦、高粱、向日葵、苜蓿等。2017 年陶氏与杜邦正式合并，分拆成三家独立上市公司分别从事农业、特种产品和化学材料业务。2019 年 6 月，科迪华农业完成拆分独立上市，融合原杜邦、陶氏益农和先锋三家农业公司的技术专长和全球资源。

（2）巴斯夫

巴斯夫于 2018 年通过收购拜耳剥离出来的种子业务正式进入全球种子行业。包括拜耳几乎全球大豆种子和油菜种子业务，除印度、南非外全球的棉花种子业务、全部的蔬菜种子业务、Liberty Link 性状技术，所有上述种子的研发能力及杂交小麦的研发平台。

2018 年巴斯夫整合拜耳的种子业务后，销售额超过 20 亿美元，超越利马格兰，排在第四位。

（4）先正达集团

先正达集团发展历史最早可追溯至 1758 年成立的瑞士制药公司嘉基。20 世纪后嘉基与专注工业化学染料生产的汽巴、山德士合并成立诺华，科研方向逐渐由工业化学转向农业化学及医药化学领域；另一条合并线上，帝国化学于 1993 年剥离其旗下的医药、农业化学和特种产品业务成立了捷利康，1999 年捷利康与瑞典阿斯特拉公司合并为阿斯利康。2000 年诺华公司与阿斯利康农业业务完成整合，成立了瑞士先正达集团。

2017 年 6 月 27 日，中国化工集团完成对先正达集团 100%股权

的要约收购。随后中国化工集团便开始着手进行一系列资产重组，中国化工集团与中化集团的战略重组将瑞士先正达、安道麦及“两化”旗下的农化业务相继注入先正达集团，并在业务框架下新设立先正达集团中国业务单元。资产重组后的先正达集团由四大业务主体组成，分别为先正达植保、先正达种子、安道麦及先正达集团中国

2.2 中国南繁作物生物育种产业现状

2.2.1 产业基础

作为世界第二大种子需求国，我国种业市场规模超千亿元。水稻、玉米、小麦等三大主粮高效育种技术体系逐渐完善，主要农作物自主选育品种达到 95% 以上，基本实现主要粮食作物良种全覆盖。

2021 年，我国全年粮食产量 68285 万吨，比上年增加 1336 万吨，增产 2.0%。而根据农业部预测，2022 年，我国玉米产量与消费量缺口约达 1500 万吨；大豆产量与消费量缺口超 1 亿吨。中国社会科学院农村发展研究所、中国社会科学出版社联合发布的《中国农村发展报告 2020》则预计，到“十四五”期末，我国有可能出现 1.3 亿吨左右的粮食缺口，其中谷物（三大主粮）缺口约为 2500 万吨。

与此同时，2021 年，我国农作物种子贸易额 10.1 亿美元，其中进口 6.8 亿美元，出口 3.3 亿美元，贸易逆差为 3.5 亿美元。这意味着，我国部分农作物种子仍依赖进口。

2.2.2 种业发展历程

我国种业发展经历了五个阶段：“四自一辅”阶段、“四化一供”阶段、市场化改革阶段、深化改革阶段、发展变革阶段。随着《种业振兴行动方案》、新《种子法》的颁布及转基因品种审定政策的实施，中国种业正进入发展变革阶段。这一阶段，我国种业发展将聚焦生物

育种技术的攻关与产业化应用，种业企业产业格局将随着不同企业种业技术的发展及兼并购发生变化、新的商业模式下的育种服务企业将会出现，我国将逐渐由种业大国迈向种业强国。



表 2-1 中国种业发展历程

我国国民经济发展规划中，与种子行业相关政策关键词主要有：“确保种源安全”、“开发功能基因克隆与验证、规模化转基因操作等核心技术”、“有序推进生物育种产业化应用”以及“培育具有国际竞争力的种业龙头企业”领域。根据我国国民经济“十五”计划至“十四五”规划，国家对种子行业的政策经历了从“实施种子工程”到“推进生物育种产业化应用、培育具有国际竞争力的种业龙头企业”的变化。

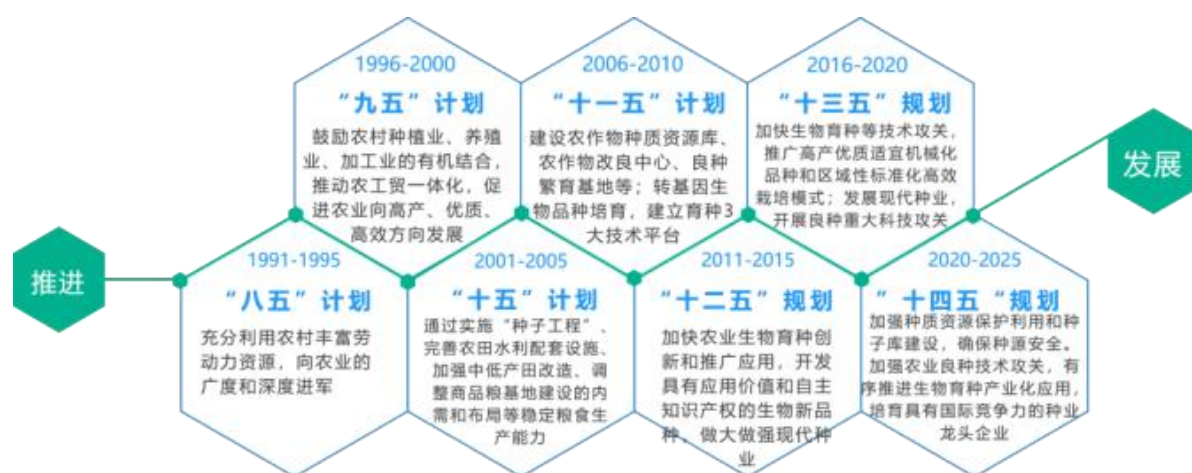


图 2-3 中国国民经济规划中种子政策的变迁

表 2-2 中国国民经济规划种业政策演变

序号	文件	种业相关内容
1	十五计划	通过实施“种子工程”、完善农田水利配套设施、加强中低产田改造、调整商品粮基地建设的内容和布局等措施，稳定粮食生产能力。
2	十一五规划	种养殖业良种工程 ：建设农作物种质资源库、农作物改良中心、良种繁育基地，畜禽水产原良种场、水产遗传育种中心、种质资源场及检测中心等。 转基因生物新品种培育 ：开发功能基因克隆与验证、规模化转基因操作等核心技术，建立和完善优异种质创新、新品种培育和规模化制种三大技术平台。
3	十二五规划	加快农业生物育种创新和推广应用，开发具有重要应用价值和自主知识产权的生物新品种，做大做强 现代种业 。
4	十三五规划	发展现代种业 ，开展良种重大科技攻关，实施新一轮品种更新换代行动计划，建设国家级育制种基地， 培育壮大育繁推一体化的种业龙头企业 。
5	十四五规划	加强种质资源保护利用和种子库建设 ，确保种源安全。加强农业良种技术攻关，有序推进 生物育种产业化应用 ，培育具有国际竞争力的 种业龙头企业 。

2020 年 12 月，中央经济工作会议单独列出种子问题，“打好种业翻身仗”，开展种源“卡脖子”技术攻关。2021 年由习近平主席

主持召开的中央全面深化改革委员会第二十次会议审议通过《种业振兴行动方案》，提出五大重点行动，并强调发展农业现代化，种子是基础，必须把民族种业搞上去，把种源安全提升到关系国家安全的战略高度，集中力量破难题、补短板、强优势、控风险，实现种业科技自立自强、种源自主可控。中央一号文件连续十多年对种业创新和种业发展进行部署，党中央高度重视种业发展。2021年11月，农业农村部修订《主要农作物品种审定办法》，规范转基因品种审定流程，育种企业在获得转基因生物安全证书后，最快仅需1年的生产性试验，即可获得品种审定证书。

2021年7月发布的《最高人民法院关于审理植物新品种权纠纷案件具体应用法律问题的若干规定（二）》、2022年1月七部门联合印发的《关于保护种业知识产权打击假冒伪劣套牌侵权营造种业振兴良好环境的指导意见》、2022年3月出台的《最高人民法院关于进一步加强涉种子刑事审判工作的指导意见》，都表明种业知识产权的司法保护力度在不断加大。

2022年3月，新《种子法》开始施行，建立实质性派生品种制度，延长保护链条，加大了种业侵权的赔偿数额，种业知识产权保护力度加强。

2022年5月，国家发展和改革委员会发布《“十四五”生物经济发展规划》，这是我国发布的首个生物经济领域的顶层设计，指出要加快生物育种技术赋能生物农业产业，发展生物育种技术。

2022年6月，《国家级转基因大豆品种审定标准（试行）》、《国家级转基因玉米品种审定标准（试行）》出台。

2022年8月，农业农村部办公厅关于加强种子基地监管严厉打击“私繁滥制”等非法生产经营种子行为的通知。

2022 年 9 月，农业农村部印发《关于加强主要农作物品种绿色通道和联合体试验管理工作的通知》，聚焦品种绿色通道、联合体试验通道问题，增强品种审定的可靠性和权威性。

2023 年 1 月 13 日，农业农村部发布《2022 年农业转基因生物安全证书（生产应用）批准清单（二）》，包括 2 个转基因玉米项目和 1 个转基因大豆项目。截至目前，农业农村部转基因权威关注审批信息清单中，共有 26 个转基因玉米项目和 5 个转基因大豆项目获得转基因生物安全证书。

中央多次出台政策鼓励种业创新，旨在推进育种创新技术突破，实现种业科技进步，提高农产品生产能力，保障我国粮食安全。

表 2-3 《种业振兴行动方案》五大重点行动

序号	任务	主要内容
1	种质资源保护	目前种质资源普查进展总体符合预期，但受疫情灾情等因素影响，一些地区普查进度偏慢。要对标目标任务， 进一步加大资源普查力度 ，今年年内农作物要完成最后种质资源保护 707 个县普查征集任务，畜禽要完成所有行政村的面上普查，水产要以县为单位查清基本情况，及时将新发现的资源保护起来，统筹布局种质资源库圃（场区）建设， 打牢种业振兴的种质资源基础。
2	种业创新攻关	国家将启动种源关键核心技术攻关 ，实施生物育种重大项目，有序推进产业化应用。农业农村部强化部省协同，推进育种联合攻关，重要大宗品种以国家为主、省级配种业创新攻关，地方特色品种以省为主、国家统筹，实施好新一轮畜禽遗传改良计划。 各地要组建一批育种攻关联合体 ，推进校企合作，推动要素聚合、技术集成、机制创新，促进种质资源、数据信息、人才技术交流共享，加快突破一批重大新品种。
3	优势种业企业	全面研究梳理种业企业阵型 ，分类型拉出重点龙头企业名单，强化具体指导、重点支持，促进种业龙头企业与科研院所、金融机构、种业基地紧密对接。 要以企业为主体 ，一体化配置资金、项目、人才、技术等创新要素，搭建规模化技术集成应用平台，建立健全商业化育种体系。要让更多优势企业牵头承担种业科研攻关任务，优势种业企业鼓励金融机构创设品种权、土地经营权、养殖设施、机械设备等抵押质押贷款，提

		高企业融资可及性、便利性。要着力培育一批具有较强研发能力、产业带动力和国际竞争力的种业重点龙头企业，发展一批具有差异化竞争优势、专业化服务能力强的”专精特新”企业。
4	种业基地建设	持续推进海南南繁、甘肃玉米、四川水稻等育制种基地建设 ，启动建设黑龙江大豆种子基地，抓好 100 个区域性作物良种繁育基地，支持结合高标准农田建设，完善配套设施和专业服务。要以生猪、奶牛、肉牛、肉羊、蛋鸡、肉鸡、水禽为重点，种业基地建设遴选建设一批国家核心育种场、种公畜站和扩繁基地，支持国家级水产供种繁育基地建设。各地要优先保障国家级种业基地设施用地、融资等需求，改善生物安全防护设施条件，推进重点动物疫病净化，建设一批省级育制种、供种育苗基地，满足地方特色产业发展需要。
5	打击违法行为	前不久农业农村部 and 最高人民法院已经作出相应部署。 各地要扎实推进种业知识产权保护专项整治 ，强化全链条、全流程监管，加大案件查处力度，健全区域联动响打击违法行为应和案件联查联办机制，推动农业行政执法与刑事司法有机衔接，对套牌侵权、制假售假等违法行为重拳出击，加强转基因非法种植监管，让侵权违法者付出沉重代价

2021 年发展委、农业农村部联合印发《“十四五”现代种业提升工程建设规划》，提出四大发展目标。

表 2-4 《“十四五”现代种业提升工程建设规划》发展目标

序号	目标	主要内容
1	资源保护	以国家种质资源长期库、畜禽水产资源保护场（区）为重点，打造具有国际先进水平资源保护的种质资源保护利用体系。
2	育种创新	以大型表型鉴定平台、分子育种平台等为重点，打造具有国际先进水平的基础性育种创新前沿性研究和商业化育种体系，支持创新型企业发展。
3	测试评价	以国家品种测试中心、畜禽品种性能测定站为重点，全面提升设施装备条件和品种测试（测定）能力。
4	良品繁育	以国家南繁基地、国家级种子基地和畜禽水产良种繁育基地为重点，打造国家农作物、畜禽和水产良种生产基地，有效保障良种供应，全面提升良种水降商子

表 2-5 近五年中央一号文件中有关育种内容

年份	政策文件	作物育种相关内容
2023	中央一号文件	深入实施种业振兴行动 ，全面实施生物育种重大项目，扎实推进国家育种联合攻关和畜禽遗传改良计划，加快培育高产高油大豆、短生育期油菜、耐盐碱作物等新品种。加快玉米大豆生物育种产业化步伐，有序扩大试点范围，规范种植管理。 推动农业关键核心技术攻关。
2022	中央一号文件	大力推进种源等农业关键核心技术攻关，全面实施种业振兴行动方案，推进种业领域国家重大创新平台建设，启动农业生物育种重大项目。
2021	中央一号文件	实施新一轮现代种业提升工程，有序推进生物育种产业化应用，加强育种领域知识产权保护，支持种业龙头企业建立健全商业化育种体系，加快建设南繁硅谷，加强制种基底和良种繁育体系建设，促进育繁推一体化发展。
2020	中央一号文件	加强农业关键核心技术攻关，抢占科技制高点，大力实施种业自主创新工程，实施国家农业种质资源保护利用工程， 推进南繁科研育种基地建设。
2019	中央一号文件	实施农业关键核心技术攻关，推动生物种业等领域自主创新，继续组织实施水稻、小麦、玉米、大豆等良种联合攻关。

总体来看，国务院、农业农村部、发改委等部门颁布的种子行业政策，以加强种质资源保护利用和种子库建设，做大做强相关企业为发展目标。具体来说可以分为以下四类：

①**加强种业科技创新**，培育推广优良品种，推进科研育种基地建设；

②**加快推进生物育种研发应用**，有序推进生物育种产业化应用；

③**深化种业体制改革**，做大做强育繁推一体化种子企业，建成系统完整、科学高效的农业种质资源保护与利用体系；

④**对农作物品种进行审定**，对种子企业的育种材料及相关育种基地开展转基因成分检测，严防非法转基因育种。

2.2.3 南繁发展现状

南繁在保障国家粮食安全、缩短农作物育种周期、促进现代农业发展和农民增收、培育科研育种人才等方面做出了突出贡献。南繁加代选育可使农作物新品种选育周期缩短了 1/3 至 1/2，南繁基地已成为我国新品种选育的“孵化器”和“加速器”、保障农业生产用种的“调节库”和种子质量天然的“鉴定室”。近年来全国近 30 个省份 800 多家科研院所、高等院校及科技型企业约 8000 多名农业科技专家、学者，来海南从事南繁育种工作。

我国南繁始于 1956 年，到目前可分为四个阶段。

第一阶段，探索实践阶段。1956 年到上世纪 60 年代，以丁颖、吴绍骥等为代表的老一代专家提出了南繁加代理论，辽宁、湖南、山东、河南、四川等省专家及技术人员开始了南繁的探索和实践。

第二阶段，逐步兴起阶段。上世纪 70 年代，南繁进入兴起阶段，1971 年繁制种面积超过 25 万亩，涉及 28 个省 400 多家单位 7000 多南繁人员，为强化南繁管理，1972 年国务院批转农林部《关于当前种子工作的报告》，明确“南繁种子原则上只限于科研项目”。

第三阶段，稳定发展阶段。上世纪 80 年代到 2008 年，南繁进入稳定发展阶段，1983 年农牧渔业部颁布《南繁工作试行条例》，1995 年农业部和海南省决定成立国家南繁工作领导小组，1997 年农业部、海南省政府印发《农作物种子南繁工作管理办法（试行）》，南繁管理逐步规范。

第四阶段，全面提升阶段。2009 年以来，南繁进入全面提升的新阶段。2009 年，国务院印发《关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》，明确建设南繁育制种基地，**南繁基地建设上升为国家战略。**

2013 年，习近平总书记视察海南时强调：“南繁基地是国家宝贵的农业科研平台，一定要建成集科研、生产、销售、科技交流、成果转化为一体的服务全国的重要基地”。

2014 年，汪洋副总理到南繁基地考察，要求各级政府、相关部门“要像保护大熊猫一样，保护国家南繁基地”。

2015 年，《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》印发实施，**南繁基地建设成为重大基础性、战略性国家工程**，南繁全面步入规范化、现代化发展的新阶段。

2018 年，农业农村部办公厅、海南省人民政府办公厅关于加快推进国家南繁科研育种基地建设规划落实的通知（农办种〔2018〕11 号），按时完成核心区新基地土地流转、加快配套服务区建设、积极推进重点项目实施、以“一城两区”为重点打造“南繁硅谷”，打好南繁规划落实“攻坚战”。

2020 年 6 月中共中央国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》提出，要发挥国家南繁科研育种基地优势，建设全球热带农业中心和全球动植物种质资源引进中转基地。

据统计，南繁 60 多年以来，全国育成的农作物新品种中，70% 以上的品种都经过南繁。据数据统计，现每年到海南从事南繁活动的单位和人员已超过 800 多家和 8000 多名，来海南从事南繁育种工作。海南省立足琼岛、服务全国，为全国农业科研发展和确保国家粮食安全做出了重大贡献。

2.2.4 植物新品种申请量已连续 5 年居世界第一

我国 1997 年颁布实施《植物新品种保护条例》，20 多年来，植物新品种保护事业取得长足进步。近年来随着知识产权强国建设深入推进，植物新品种保护进入快速发展阶段，自 2017 年起年申请量已

连续 5 年居世界第一。截至 2022 年 12 月，农业农村部已累计受理农业植物新品种权申请 57610 件、授权 26032 件，国际影响力显著提升。

中国植物新品种存在一个共性问题，即低水平品种重复多，突破性品种少，原始创新力度不足(温雯等, 2022)。水稻、玉米和园艺作物的品种权申请量分别均达到了 1 万件以上，但五大主要农作物水稻、玉米、小麦、大豆和棉花，以及四类非主要农作物新品种授权比率均未达到 50%，育种同质化严重可能是其中一个重要原因。

2.2.5 中国主要企业

(1) 隆平高科

隆平高科是我国种业龙头企业，公司以“杂交水稻之父”袁隆平院士的名字命名，于 1999 年成立，2000 年上市，控股股东为中信集团。公司以杂交水稻、杂交玉米种业为核心，聚焦种业。目前，公司杂交水稻种子市场份额全球第一，杂交辣椒种子推广面积全国第一，杂交玉米种子产业位居全国前列。公司是首批拥有完整科研、生产、加工、销售、服务体系的“育繁推一体化”的种业企业之一。

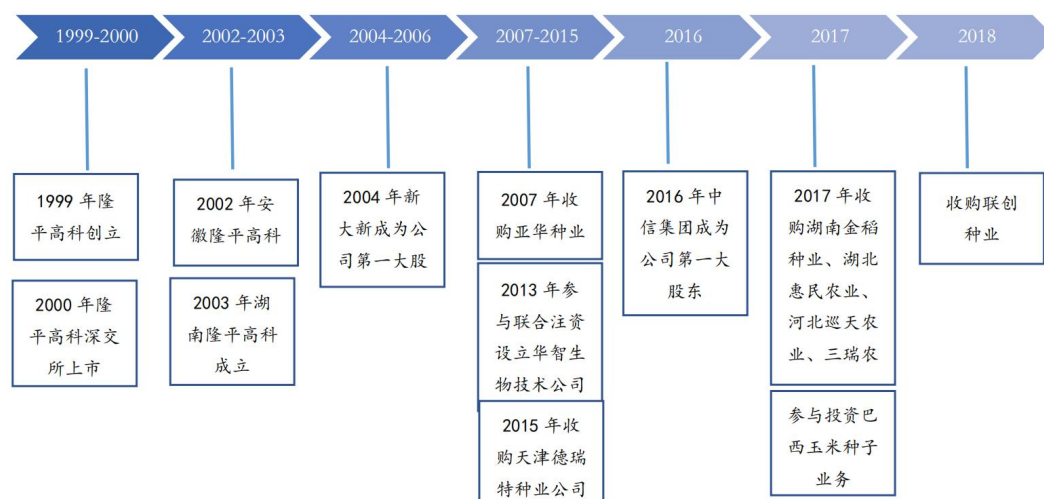


图 2-4 隆平高科发展历程

(2) 大北农

1993 年创建，2010 年深交所挂牌上市。目前，公司业务主要分为饲料、养猪、作物、疫苗动保、农业互联网和乳业六大板块。种业方面，近年来在转基因种业方面的研究成果显著。2017 年玉米品种 MC670 以 1517.11 公斤/亩的测收产量获得玉米单产第一并刷新纪录，2019 年转基因大豆产品获得阿根廷种植许可；



图 2-5 大北农发展历程

转基因布局方面，公司已建成完整的转基因育种科技创新和产业成熟的成熟体系。在品种布局上，公司已获得 4 个转基因玉米生产应用安全证书和 1 个转基因大豆生产应用安全证书生产应用区域覆盖全国各种植区，其中抗虫耐除草剂转化体“DBN9501”为高抗草地贪夜蛾。

（3）荃银高科

荃银高科前身为成立于 2002 年的安徽荃银禾丰种业有限公司。2010 年上市，中化现代农业有限公司目前是公司第一大股东，杂交水稻研发、推广及海外业务规模均位居全国种子企业前 2 位。2020 年至今是快速扩张阶段，2020 年公司成为先正达中国种业板块重要成员，有望借力先正达集团的渠道资源优势 and 转基因技术优势，进一步扩大市场份额。



图 2-6 荃银高科发展历程

2.2.6 面临的问题

现阶段，中国种子行业自主创新能力弱，种子对外依存度高，同质化现象严重，部分粮食单产量低等一系列“卡脖子问题”都受到前所未有的关注。在国家政策大力扶持的驱动下，未来中国种子行业将有望迎来新一轮增长。

2.2.6.1 国外发达国家已进入育种“4.0 时代”，我国仍处的“2.0 时代”至“3.0 时代”之间

在一些发达国家，种业已进入“生物技术+人工智能+大数据信息技术”的育种“4.0 时代”。我国仍处在以杂交选育和分子技术辅助选育为主的“2.0 时代”至“3.0 时代”之间，在基因编辑、智能育种等新兴交叉领域技术研发方面短板明显：原始创新能力不足，缺少重大突破性的理论和方法，关键技术与战略性产品研发水平相对较低，

国际竞争力优势相对较弱。

2.2.6.2 基本实现主粮作物良种全覆盖，玉米、大豆产量与消费量存在缺口

我国水稻、玉米、小麦等三大主粮高效育种技术体系逐渐完善，主要农作物自主选育品种达到 95% 以上，基本实现主要粮食作物良种全覆盖。2021 年，我国全年粮食产量 68285 万吨，比上年增加 1336 万吨，增产 2.0%。而根据农业部数据，2022 年，我国玉米产量与消费量缺口约达 1500 万吨；大豆产量与消费量缺口超 1 亿吨。

2.2.6.3 种业贸易逆差大，部分农作物种子仍依赖进口

2021 年，我国农作物种子贸易额 10.1 亿美元，其中进口 6.8 亿美元，出口 3.3 亿美元，贸易逆差为 3.5 亿美元。这意味着，我国部分农作物种子仍依赖进口。

我国的大豆消费在过去二十年主要有赖于进口供应、玉米消费对进口的依赖度在近三年也明显抬升，且进口的大豆和玉米大多为转基因产品。

2021 年度，我国进口大豆 9157 万吨、占消费量的比重高达 85%，进口玉米 2188 万吨、占消费量的比重达 8%。其中，进口大豆中有 97% 来自于美国、巴西和阿根廷这三个转基因大豆种植国、仅美国的占比就达 62%，进口玉米中有 71% 来自于美国。

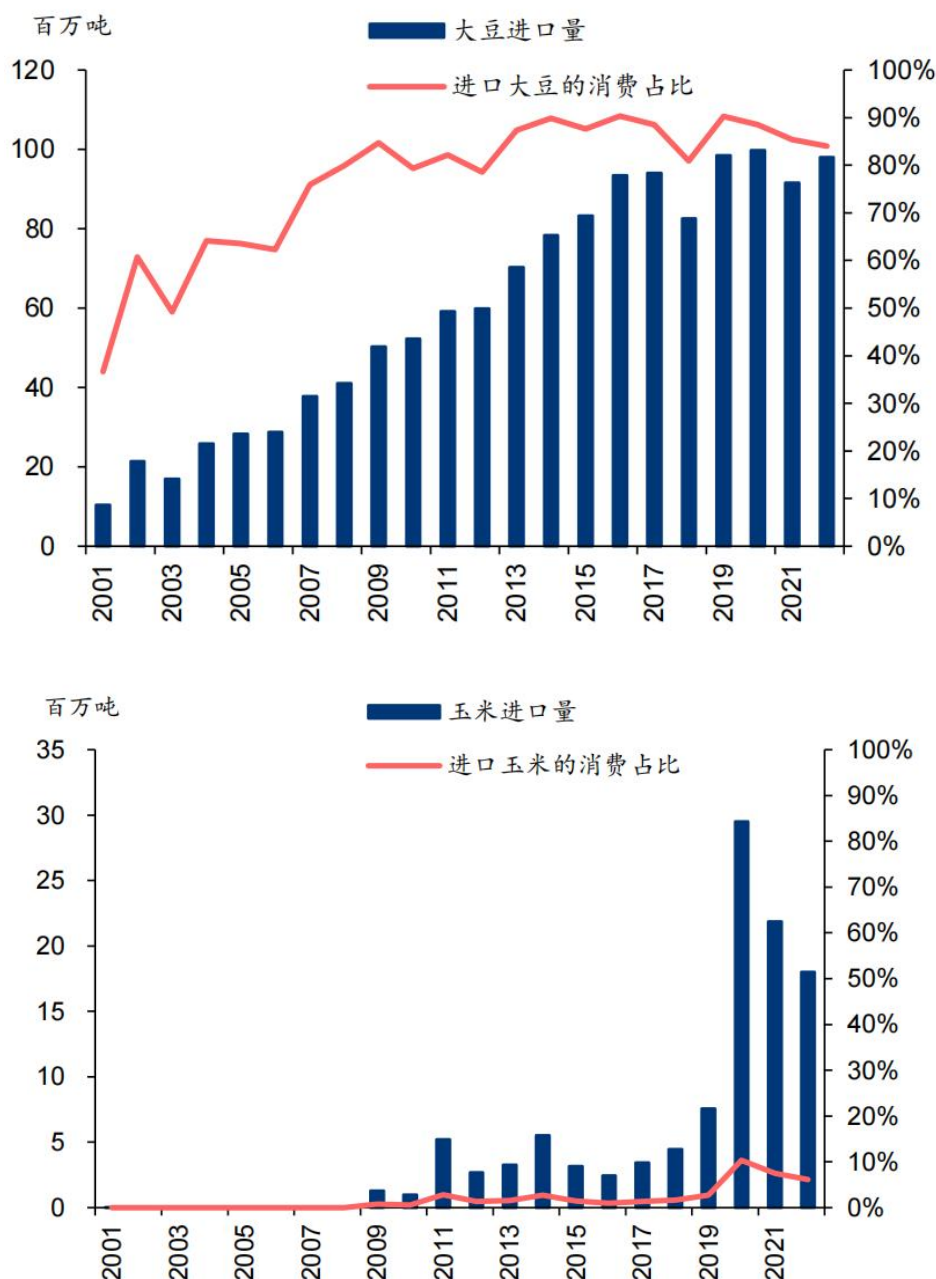


图 2-7 2001 年以来中国的大豆、玉米进口量及消费占比

2.2.6.4 玉米与大豆等品种单产水平与发达国家仍有差距

目前我国小麦和水稻两大口粮作物均 100%使用具有自主知识产权的品种，大豆和玉米使用自主知识产权品种的占比分别达到 100% 和 90%以上。从单产角度来看，我国水稻和小麦单产在国际上处于领先地位，水稻单产达到世界平均水平的 1.7 倍，小麦单产比国外小麦生产大国高 30%左右。我国玉米与大豆等品种单亩产量相较美国仍有

较大差距，在耕地面积愈发有限的背景下，培育自主可控的优质种源是摆脱主要粮食品种进口依赖的必由之路。

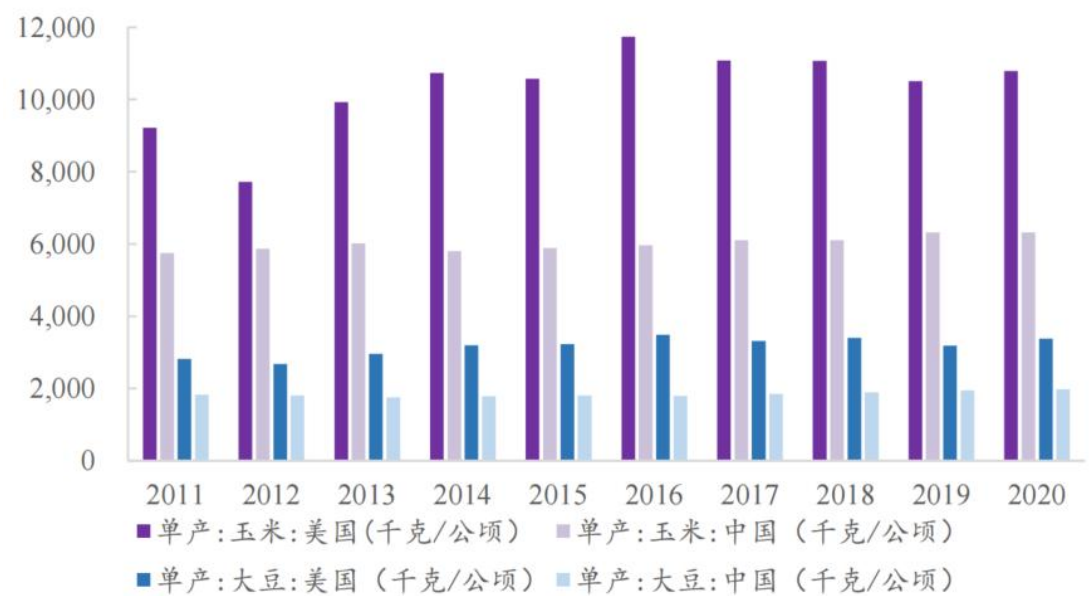


表 2-6 我国玉米与大豆单亩产量相较美国仍有较大差距

因受自然因素的影响，在我国种子供给中，以粮食为代表的、需要本地驯化的大多数农作物种子供应主要在国内完成，自给率低的主要是蔬菜种子，特别是高端蔬菜种子依赖进口比较明显。中国蔬菜种子行业国产化自给率已达 87%，市场上常见的白菜、甘蓝、辣椒、番茄等大宗蔬菜商品种子已基本以国产品种为主，实现了自主可控；但菠菜、绿菜花、胡萝卜、洋葱等蔬菜种源依旧依赖于国外进口。

2.2.6.5 我国育种研发投入不足，育种研发效率低

我国农业科技投入只占农业 GDP 的 0.71%，与发达国家 2%~3% 的投入水平相比还存在差距，也低于其他行业 2.14% 的投入水平，且农业科技投入的 80% 以上用于农业科技应用技术，育种研发投入严重不足。另一方面，育种研发效率低。目前农业科研院所和高等院校是农作物品种选育的核心主体，在进行农作物育种时偏向于育种的学术价值，未能以市场需求为导向，给科技成果转化带来一定难度。虽然

种业企业对于市场需求进行了充分调研，但拥有研发能力的种业企业较少，且企业大多数业务以推广和销售种子为主。科研院所和种业企业缺乏有效的联结机制，造成育种和经营脱节，进而造成育种研发效率低下。

2.2.6.6 存在种质资源引进风险，具有自主知识产权基因的性状差

我国是种质资源大国，但还不是种质资源强国，我国相当一部分农作物不是原产地，种质资源基础狭窄，需要从国外引进补充，例如比较典型的玉米，如果与国外的合作出现问题，直接影响种质资源引进。

如果未来转基因产业化推进落地，我国自主知识产权基因的商业性状较差，就面临着“基因”卡脖子的情形。

2.2.6.7 种业企业育种能力不强，小、散、弱问题突出，研发能力不强

我国目前具备生产经营许可证的种子企业有 7000 余家，但其中 95%均为中小企业，而中小企业总体创新能力和创新投入均存在不足。另外，目前我国 80%的创新资源集中于高等院校、科研院所。

我国的育种联合攻关是中国特色的育种新模式，从设计上看，企业是主体，主要开展商业化育种，品种突破是关键，通过品种带动企业发展；科研单位是基础支撑，主要开展理论创新，科研单位支持企业、基础研究支持应用研究，推动产业升级；政府和社会力量为联合攻关提供金融服务、制度创设等方面的支持。

育种联合攻关模式从设计和实际运行来看，强调需求导向，强调企业主体地位，这是破解科研生产“两张皮”难题的切入点。但这种模式没有从根本上解决科研生产“两张皮”难题，企业科研实力并未实现本质提高，企业自有科研人员规模仍未得到根本改善。

2.2.6.8 自主创新能力不足，知识产权保护力度不够

受资源和技术条件影响，我国种企自主创新能力不够，折射出的更深层次的问题，是知识产权保护力度不够，育种团队培育出一个好品种后被快速仿制，育种团队无法产生利润，进而影响其育种创新和持续投入的积极性。

2.3 海南省南繁作物生物育种现状

2.3.1 产业基础

2009 年，国务院印发《关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》，明确建设南繁育制种基地，**南繁基地建设上升为国家战略**。2015 年，《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》印发实施，**南繁基地建设成为重大基础性、战略性国家工程**，南繁全面步入规范化、现代化发展的新阶段。

2020 年 6 月，中共中央、国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》（以下简称《总体方案》），2021 年 6 月公布实施的《中华人民共和国海南自由贸易港法》是《总体方案》的法制化成果，它从立法层面明确了自由贸易港建设的决策部署，是自由贸易港建设法治先行的主要体现。《总体方案》、《海南自由贸易港法》共同形成海南自贸港建设政策顶层设计，在其总体指导下，陆续出台海南自贸港建设政策和制度体系，进一步推进了南繁作物生物育种产业的发展。

2022 年 4 月，海南省农村厅相关负责人介绍，目前《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》重点任务和重点项目建设达到或超过序时进度，资金使用率和任务完成率已超过 85%。经过近七年的建设，国家南繁科研育种基地用地得到稳定、设施明显改善、公共实验平台投入使用，科研育种能力大幅提升。全国

29 个省份 800 多家南繁单位在海南设立稳定的科研育种基地，包括李家洋、万建民、谢华安等数十名院士在内的 8000 多名科技人员常年活跃在南繁基地。近 10 年来，主要农作物国审品种 1345 个中，有 86% 的品种经过南繁培育。

海南省发布一系列产业政策推进“南繁硅谷”建设：

2021 年，《海南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出南繁、深海和航天三大科技创新中心建设取得重大突破的发展目标，培育以“陆海空”为主的三大未来产业。其中，南繁产业，依托三亚崖州湾科技城和乐东抱孔洋、陵水安马洋“一主两辅”基地，加快推进国家南繁科研育种基地和南繁产业发展，构建以南繁科研为基础、以种业创新为核心、以热带农业为特色的产业体系。着力发展生物育种，支持第三方育种研发外包服务。延伸发展生物食品、生物基材料产业。推动南繁科技城科研、生产、销售、科技交流、成果转化一体化建设。到 2025 年，努力建成服务全国的“南繁硅谷”和我国种业贸易中心。

在高质量建设重点园区方面，构建自由贸易港产业发展重大平台，其中三亚崖州湾科技城列入重点建设园区。依托“三城一港一基地”（深海科技城、南繁科技城、科教城、南山港和全球动植物种质资源引进中转基地），重点发展深海科技、南繁科技、生物科技等产业。加快推进三亚南繁种业科技创新中心、深海科技城公共服务平台、生物科技公共教学实验室等平台建设，规划建设崖州湾国家实验室。目标到 2025 年，园区营业收入达 500 亿元，高新技术企业达 100 家。

打造南繁种业科技创新中心。加快国家南繁科研育种基地、全球热带农业中心等农业重大科技创新平台建设。积极争取建设崖州湾国家实验室。推进南繁保护区和核心区重点项目建设，高标准建设国家

南繁育种基地（海南）。建设南繁科技公共技术服务平台，打造国际一流的综合性科研育种中心和开放式协同创新平台，构建新一代高效育种体系和繁育技术体系，创新南繁体制机制，大力推动南繁科研成果转化。充分发挥海南热带农业资源特点和科研优势，完善科研设施和试验条件，汇聚人才、科技、资本等资源要素，打造全球热带农业中心和“南繁硅谷”。

2022 年 2 月，省政府发布的《海南省创新型省份建设实施方案》提出打造种业科技创新高地。加快南繁科技城建设，高标准建设国家南繁科研育种基地（海南），推进海南省崖州湾种子实验室建设。推进全球动植物种质资源引进中转基地、国家耐盐碱水稻技术创新中心、国家精准设计育种中心、国家南繁作物表型设施建设。到 2025 年，培育引进高水平科研团队 2-5 个，培育引进相关产业链高新技术企业 230 家、营业收入达到 200 亿元，把南繁科技城建设成为汇集高端人才、尖端育种技术的全球热带农业科学中心和“南繁硅谷”，初步建成具有国际影响力的海南自由贸易港“陆”的科技创新高地。

2022 年 7 月，《南繁科技城产业规划》发布，通过分阶段、分步骤推进南繁科技城建设，到本世纪中叶，建成具有全球影响力的种业科技创新中心，种业及关联领域基础创新能力达到全球领先水平，全面建成安全、高效、便捷的全球动植物种质资源服务体系，有力支撑国家南繁硅谷、全球热带农业中心建设，形成以现代种业为核心、以热带高效农业为特色、以生物科技为突破、以专业服务为支撑的现代产业体系。

2.3.2 发展优势

2.3.2.1 无可替代的地理优势

海南省三亚市、陵水县、乐东县部分地区属具有典型的热带气候

资源，能够满足农作物周年生长繁殖。南繁基地以其不可替代性、全局性、唯一性和科技性等特征已成为全国最大的、最开放的、最具影响力的农业科技试验平台。南繁在保障国家粮食安全、缩短农作物育种周期、推动农业科技进步做出了重要贡献，已成为我国农业科技创新的“孵化器”、新品种选育的“加速器”。

2.3.2.2 获得国家高度重视

习近平总书记等中央领导人多次视察南繁基地，并作出“南繁科研育种基地是国家宝贵的农业科研平台，一定要建成集科研、生产、销售、科技交流与成果转化为一体的服务全国的‘南繁硅谷’”的指示。海南省委省政府也将国家南繁基地建设纳入深化改革开放先导性项目给予大力支持。2015 年经国务院批准《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》，在海南三亚、陵水和乐东三市县划定了南繁科研育种保护区，纳入永久基本农田范围，实行用途管制，保障了南繁科研育种用地长久稳定充足。此外，中央、地方和社会共投资 60 多亿元，用以全面提升南繁科研育种的软硬件条件。

2.3.2.3 知名育种专家辛勤耕耘

南繁人在南繁基地这块热土上辛勤耕耘，走出了一批知名的育种家，如“杂交水稻之父”袁隆平、“中国半矮秆水稻之父”黄耀祥、北方杂交粳稻奠基人杨振玉、“西部瓜王”吴明珠、玉米育种专家李登海和程相文、“中国抗虫棉之父”郭三堆以及周开达、谢华安、颜龙安、戴景瑞、陈温福等多名院士。

2.3.2.4 南繁管理服务体系不断完善

自《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》印发实施以来，逐步建立了中央、省（市、区）、市县、乡镇和村四级的南繁管理服务体系 2018 年 11 月正式实施的《海南农作物种子管

管理条例》，将南繁纳入专章，使得南繁基地建设有法可依，建立了较为完善的南繁技术服务体系和稳定的南繁服务队伍。2018 年，农业农村部办公厅、海南省人民政府办公厅关于加快推进国家南繁科研育种基地建设规划落实的通知（农办种〔2018〕11 号），按时完成核心区新基地土地流转、加快配套服务区建设、积极推进重点项目实施、以“一城两区”为重点打造“南繁硅谷”，打好南繁规划落实“攻坚战”。

2021 年 5 月，海南省委以“打一场科技翻身仗”的决心，牵头各方、加紧布局，正式成立了海南省崖州湾种子实验室。作为南繁科技城重要的组成部分，实验室剑指种子创新中的重大科学与技术问题，打造种业领域全产业链科技创新平台。实验室已建设精准设计育种中心、南繁作物表型研究设施等 10 个公共性、开放性科研平台，总面积超过 24 万平方米；进驻 40 个团队、750 名科研人员，研究生 1158 名、博士后 56 名；引入中科院、农科院、中种集团、先正达等一批“国字号”的 20 家涉农高校、科研机构、种企等汇聚作为理事单位。

近年来，南繁基地建设管理现代化程度不断提升，科研条件、生活条件大为改善。三亚市落根洋新建核心区配套服务区已经投用；陵水配套服务区一期生活楼已具备“拎包入住”条件；乐东配套服务区 1.6 万平方米住宅（公寓）基本具备使用条件；生物育种专区综合服务区 3 栋科研生产生活楼已经完工。目前南繁配套服务区已基本建成，全部投用后将进一步满足南繁科研单位生活、生产和科研需求。

2.3.2.5 政策优势日益明显

《海南自由贸易港建设总体方案》（以下简称《总体方案》）是中共中央、国务院于 2020 年 6 月 1 日印发的方案，在海南建设自由

贸易港，是推进高水平开放，建立开放型经济新体制的根本要求，深化市场化改革，打造法治化、国际化、便利化营商环境的迫切需要；是贯彻新发展理念，推动高质量发展，建设现代化经济体系的战略选择，是支持经济全球化，构建人类命运共同体的实际行动。2021年6月公布实施的《中华人民共和国海南自由贸易港法》是《总体方案》的法制化成果，它从立法层面明确了自由贸易港建设的决策部署，是自由贸易港建设法治先行的主要体现。《总体方案》、《海南自由贸易港法》共同形成海南自贸港建设政策顶层设计，在其总体指导下，陆续出台海南自贸港建设政策和制度体系，进一步推动南繁作物生物育种产业的发展，产业发展政策优势日益明显：

(1) 产业发展政策

表 2-7 海南省南繁作物生物育种产业发展相关政策

序号	名称	时间
1	省政府《海南省支持高新技术企业发展若干政策(试行)》	2020年10月
2	省人大常委会《海南自由贸易港三亚崖州湾科技城条例》	2020年12月
3	政府办公厅《海南省产业园区管理暂行办法》	2020年12月
4	国家发展改革委、财政部、税务总局联合印发《海南自由贸易港鼓励类产业目录(2020年本)》	2021年1月
5	《海南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021年3月
6	省政府《海南省“十四五”科技创新规划》	2021年6月
7	《海南省农业种质资源保护和利用发展规划(2021-2025年)》	2021年6月
8	省政府《海南省高新技术产业“十四五”发展规划》	2021年7月
9	省科技厅《关于印发<海南省省级产业创新服务综合体认定管理办法(试行)>的通知》	2021年9月
10	省科技厅《海南省科技型中小企业认定管理暂行办法》	2021年9月
11	省科技厅《海南省企业研发机构认定和备案管理办法》	2021年9月
12	省科技厅等部门《关于印发<海南省科技计划体系优化改革方案>的通知》	2021年9月

13	省政府办公厅《关于印发<海南自由贸易港种子进出口生产经营许可管理办法>的通知》	2021 年 11 月
14	省政府《海南省创新型省份建设实施方案》	2022 年 2 月
15	三亚市人民政府办公室关于印发《国家南繁科研育种基地保护区分类管理、分时使用实施方案(2022—2025 年)》的通知	2022 年 6 月
16	《南繁科技城产业规划》	2022 年 7 月
16	市人大常委会《海南自由贸易港促进种业发展规定》	2023 年 4 月

《海南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出南繁、深海和航天三大科技创新中心建设取得重大突破的发展目标，培育以“陆海空”为主的三大未来产业。其中，南繁产业，依托三亚崖州湾科技城和乐东抱孔洋、陵水安马洋“一主两辅”基地，加快推进国家南繁科研育种基地和南繁产业发展，构建以南繁科研为基础、以种业创新为核心、以热带农业为特色的产业体系。着力发展生物育种，支持第三方育种研发外包服务。延伸发展生物食品、生物基材料产业。推动南繁科技城科研、生产、销售、科技交流、成果转化一体化建设。到 2025 年，努力建成服务全国的“南繁硅谷”和我国种业贸易中心。

在高质量建设重点园区方面，构建自由贸易港产业发展重大平台，其中三亚崖州湾科技城列入重点建设园区。依托“三城一港一基地”（深海科技城、南繁科技城、科教城、南山港和全球动植物种质资源引进中转基地），重点发展深海科技、南繁科技、生物科技等产业。加快推进三亚南繁种业科技创新中心、深海科技城公共服务平台、生物科技公共教学实验室等平台建设，规划建设崖州湾国家实验室。目标到 2025 年，园区营业收入达 500 亿元，高新技术企业达 100 家。

打造南繁种业科技创新中心。加快国家南繁科研育种基地、全球热带农业中心等农业重大科技创新平台建设。积极争取建设崖州湾国

家实验室。推进南繁保护区和核心区重点项目建设，高标准建设国家南繁育种基地（海南）。建设南繁科技公共技术服务平台，打造国际一流的综合性科研育种中心和开放式协同创新平台，构建新一代高效育种体系和繁育技术体系，创新南繁体制机制，大力推动南繁科研成果转化。充分发挥海南热带农业资源特点和科研优势，完善科研设施和试验条件，汇聚人才、科技、资本等资源要素，打造全球热带农业中心和“南繁硅谷”。

2022年2月，省政府发布的《海南省创新型省份建设实施方案》提出打造种业科技创新高地。加快南繁科技城建设，高标准建设国家南繁科研育种基地（海南），推进海南省崖州湾种子实验室建设。推进全球动植物种质资源引进中转基地、国家耐盐碱水稻技术创新中心、国家精准设计育种中心、国家南繁作物表型设施建设。到2025年，培育引进高水平科研团队2-5个，培育引进相关产业链高新技术企业230家、营业收入达到200亿元，把南繁科技城建设成为汇集高端人才、尖端育种技术的全球热带农业科学中心和“南繁硅谷”，初步建成具有国际影响力的海南自由贸易港“陆”的科技创新高地。

2022年7月，《南繁科技城产业规划》发布，通过分阶段、分步骤推进南繁科技城建设，到本世纪中叶，建成具有全球影响力的种业科技创新中心，种业及关联领域基础创新能力达到全球领先水平，全面建成安全、高效、便捷的全球动植物种质资源服务体系，有力支撑国家南繁硅谷、全球热带农业中心建设，形成以现代种业为核心、以热带高效农业为特色、以生物科技为突破、以专业服务为支撑的现代产业体系。

（2）人才发展相关政策

表 2-8 海南省人才发展相关政策

序号	名称	时间
1	《财政部 税务总局关于海南自由贸易港高端紧缺人才个人所得税政策的通知》	2020 年 6 月
2	《吸引留住高校毕业生建设海南自由贸易港的若干政策措施》	2020 年 6 月
3	《海南自由贸易港外籍“高精尖缺”人才认定标准（2020-2024 年试行）》（16 日）	2020 年 9 月
4	《海南自由贸易港高层次人才认定办法》	2020 年 9 月
5	《关于开展海南自由贸易港国际人才服务管理改革试点工作的实施方案》	2020 年 9 月
6	《海南自由贸易港享受个人所得税优惠政策高端紧缺人才清单管理暂行办法》	2022 年 9 月
7	《支持港澳青年来琼就业创业实施细则》	2022 年 12 月

海南省从高层人才认定、税收优惠、就业创业、人才服务等方面设立一些人才发展向相关政策，为海南省南繁作物生物育种产业的发展创设了良好的智力支撑环境。

（3）知识产权相关政策

表 2-9 海南省知识产权相关政策

序号	名称	时间
1	《海南省促进知识产权发展的若干规定（修订）》	2020 年 4 月
2	省委办公厅、省政府办公厅《关于强化知识产权保护的实施意见》	2020 年 8 月
3	省委办公厅、省政府办公厅《关于完善产权保护制度依法保护产权的实施意见》	2020 年 8 月
4	省政府办公厅《关于印发<三亚崖州湾科技城知识产权特区建设方案（2021—2025）>的通知》	2021 年 8 月
5	省农业农村厅和省林业局《海南自由贸易港植物新品种保护管理办法(试行)》	2021 年 12 月

6	省人大常委会《海南自由贸易港知识产权保护条例》	2022 年 1 月
7	省政府、国家知识产权局《海南省人民政府 国家知识产权局共建全面深化改革开放知识产权强省实施方案》	2022 年 11 月

《海南自由贸易港法》从法律制度层面为海南自由贸易港发展提供了全面完整的法制基础。海南自贸港知识产权制度集成创新主要体现在《海南自由贸易港知识产权保护条例》及《海南自由贸易港公平竞争条例》的制定和实施。

《海南自由贸易港知识产权保护条例》于 2022 年 1 月 1 日施行。条例运用《海南自由贸易港法》赋予的立法授权，借鉴境外先进知识产权制度安排，对标国际高水平知识产权保护规则，推动相关规则在海南先行先试，提高知识产权保护水平。其中规定了建立知识产权保护和运用先行区，依托海南自由贸易港知识产权法院，建立与自贸港知识产权保护相适应的案件管辖协调机制，加强对植物新品种、核心技术等的知识产权司法保护；要求突出海南特色产业，规定扩大植物新品种权保护范围和保护环节，加强对实质性派生品种的保护，激励育种创新，提升植物新品种保护水平；对未注册的驰名商标给予跨类别的保护。

海南省已成立三亚市知识产权保护中心，建立专利预审快速通道，针对三亚市海洋和现代化农业备案企业提出的专利申请、专利无效宣告案件请求、专利复审案件请求、专利权评价报告请求开展预审服务，并开展知识产权快速维权、知识产权协作保护、知识产权综合服务。成立全国首个农业植物新品种审查协作中心，可直接开展境外和海南自贸港范围内植物新品种保护申请的受理、审查与指导。

海南加强审判体制机制创新，设立了全国第四家专门的知识产权法院，并赋予法院民事、行政、刑事审判“三合一”的知识产权审判

专门职能，服务自贸港建设大局。海南自由贸易港知识产权法院在 11 个重点园区相继设立司法保护联系点，为南繁育种、医疗新科技、数字创意等重点企业，全球动植物种质资源引进基地、深海航天等重大功能平台建设提供更加精准优质的司法服务和保障，海南还设立了三亚崖州湾科技城知识产权特区审判庭；与最高人民法院民三庭共同设立“人民法院知识产权司法保护种质资源研究（海南）基地”；在科研院所指导下，共建玉米、水稻田间实践基地；加强地理标志司法保护的研究；探索自贸港内平行进口、贴牌加工的注册商标商品保护制度，积极参与知识产权领域的协同合作，深入推进国际知识产权诉讼优选地建设。

同时，海南还创新设立了一体化知识产权保护机制。对标国际最高标准经贸规则，海南省委省政府加快推进三亚崖州湾科技城知识产权保护特区建设，聚焦“南繁种业深海科技”等领域知识产权保护和运用制度集成创新，全力打造全国种业知识产权保护示范区和全国知识产权综合保护先行示范区。该特区推行版权、商标、专利、地理标志及植物新品种“五合一”综合管理体制，构建融合行政管理、综合执法和司法职能的知识产权一站式服务管理机制；整合行政执法、行政裁决、仲裁调解、司法审判及社会监督等资源，推进一体化知识产权保护机制。

海南省积极落实《总体方案》战略部署，已于 2022 年 2 月升级建成海南国际知识产权交易所，加快推动知识产权转让运用等制度创新，提高知识产权成果的转化效率。目前已建成包含国际国内的知识产权生态体系，各类市场参与者不断增加；促进知识产权商品化、信用化，进而金融化、证券化，不断探索创新产品和交易机制；加快配套外汇、财税、知识产权、金融证券等多方面的政策支持；探索以混

合所有制的组织架构进行建设，逐步吸纳国内外各类股东和参与者，充分发挥平台重要功能，加快治理和组织架构的制度创新。

2.3.3 面临的问题

海南省在南繁育种生物育种产业方面，不仅会面临国内南繁作物生物育种领域发展共性问题，在本省产业发展中，还面临合作共享机制有待加强、区域带动效应不强、专业育种人才缺乏，育种企业少、创新能力弱等问题。

2.3.3.1 合作共享机制有待加强

全国近 30 个省份 800 多家科研院所、高等院校及科技型企业约 8000 多名农业科技专家、学者，来海南从事南繁育种工作。因为没有健全的合作共享机制，政府、企业和个人之间缺少互信，信息无法流通，相互合作较少，优质种质资源处于“不愿共享、不敢共享、不会共享”的状态，甚至在南繁基地选育的优新品种，在海南省内转化、推广和产业化开发的也较少。

2.3.3.2 区域带动效应不强

海南省是我国“南繁硅谷”建设所在地，每年南繁季节，全国几百家单位和种子企业的 8000 多名科研人员来海南从事南繁科研育种工作，南繁季节之后，科研人员回到各地继续开展科研工作，“候鸟式”的育种模式，未能实现高水平科研人员在海南省驻足扎根，基本都是季节性区域聚集，与地方嵌入性差，联系不够紧密，仅作为外生性体系，对海南地方经济贡献并不大。

2.3.3.3 专业育种人才缺乏，育种企业创新能力弱

海南省没有省级农业大学，而中国热带农业科学院是农业农村部直属的科研机构，侧重于热带经济作物和热带水果方面，水稻等南繁

农作物的新品种研发涉入不精深。海南本土种业专业和技能人才不足，从事南繁与种业相关的人才大多从事育种辅助性工作，核心创新性人才较少。因此，在海南从事农作物种业相关的科研基础较弱、科技水平较低，科技创新能力还不足以完全支撑海南发展南繁产业链。

2.3.3.4 植物新品种申请量、授权量、授权率远低于全国平均水平

截至 2021 年底，农业植物新品种总申请量仅 532 件，居全国第 21 位，授权量为 108 件，居全国第 28 位，授权率为 20.3%，而全国平均授权率为 39.6%，植物新品种申请量、授权量、授权率远低于全国平均水平，总体来看海南省在植物新品种研发创新程度不高。

2.4 小结

国内正面临育种领域原始创新不足、种业贸易逆差大、部分作物进口依赖性高、大豆等品种单产水平差、育种研发投入不足、研发与产业化发展脱节、种质资源引进风险高、种业企业育种能力不强、知识产权保护力度不够等问题，2021 年国家发布《种业振兴行动方案》，将种源安全提升到关系国家安全的战略高度，结合“南繁硅谷”战略性国家工程，让“南繁”和“生物育种”成为打好种业翻身仗的两把亮剑。

第三章 南繁作物生物育种产业发展方向导航

本章针对南繁作物生物育种产业从全球、中国技术发展、产业分布及转移和企业地位等不同角度出发，论证产业链与专利布局的关联度，并预测产业结构调整方向、技术研发重点及热点，为产业发展指明方向。

3.1 产业专利概况

3.1.1 技术发展趋势

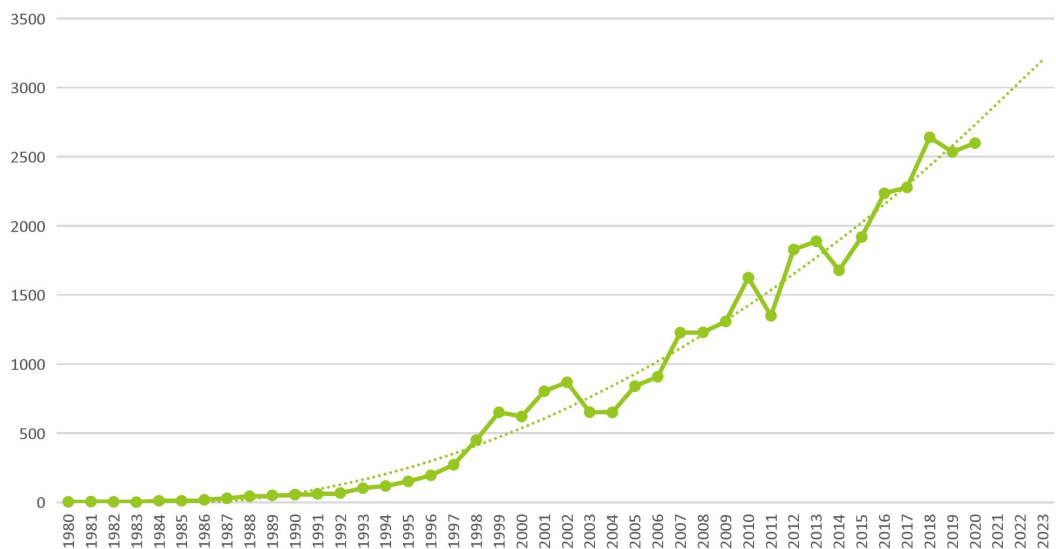


图 3-1 全球南繁作物生物育种产业专利申请趋势（项）

南繁作物生物育种产业专利申请整体上升趋势明显，产业发展迅速，已经成为全球经济新的增长点。

截止到 2023 年 3 月 8 日，全球南繁作物生物育种产业专利申请总量为 36800 项。从图中可以看出 1980-1995 年全球南繁作物生物育种领域专利申请增长速度较为平稳和缓慢，是南繁作物生物育种产业发展的缓慢增长期。随着越来越多的国家重视生物育种产业发展，美国转基因育种开始全面进入商业化阶段，该产业得到飞跃发展，

1996-2020，从而使全球南繁作物生物育种产业的专利申请速度也大幅度增长，南繁作物生物育种技术关系着国家粮食安全，随着经济全球化发展、人们生活水平的提高以及对食物品质越来越重视，预计未来还将保持快速增长的速度。整体来看，全球南繁作物生物育种产业发展迅速，已经成为全球经济新的增长点。

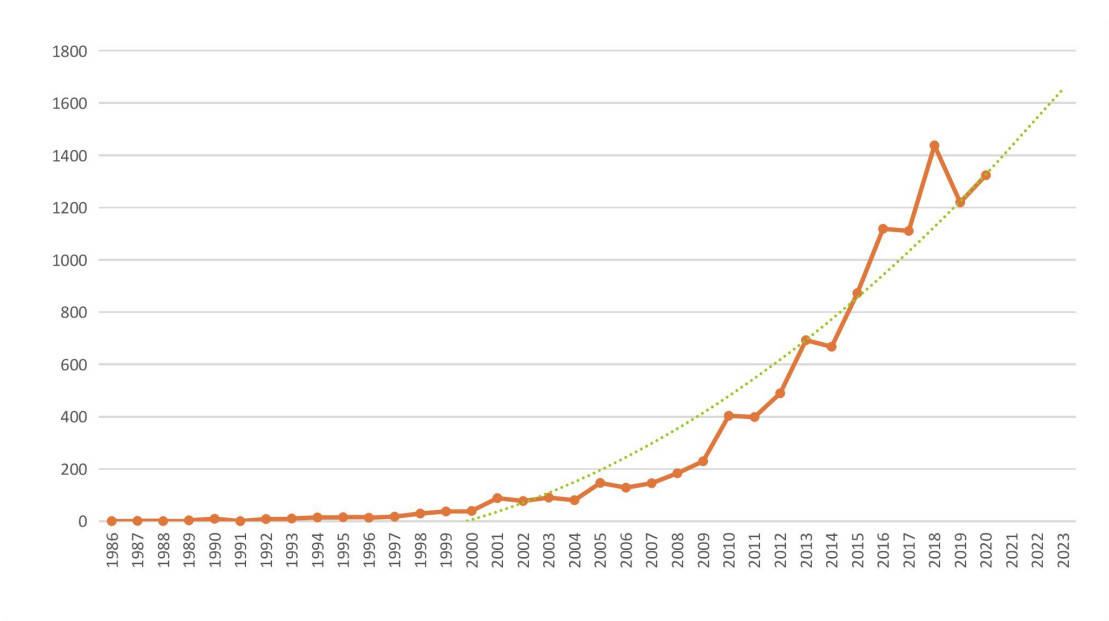


图 3-2 中国南繁作物生物育种产业专利申请趋势（项）

中国南繁作物生物育种产业技术起步较晚，专利申请总体呈现逐年增长的态势。

从图 3-2 中可以看出，南繁作物生物育种产业专利申请总体呈现逐年增长的态势，但是相对于全球，中国南繁作物生物育种技术明显起步较晚。2010 年以前中国南繁作物生物育种产业技术处于缓慢发展阶段，2010 年中国南繁作物生物育种产业技术进入快速增长期并持续至今，说明中国南繁作物生物育种产业的研发热潮仍在持续，这也与中国政府对南繁作物生物育种产业的大力扶持相关。自 2000 年“十五”计划开始，通过实施“种子工程”稳定粮食生产能力，2006 年“十一五”规划将转基因生物新品种培育列入重点工作。2020 年

中央经济工作会议单独列出种子问题，“打好种业翻身仗”，开展种源“卡脖子”技术攻关。2021 年审议通过《种业振兴行动方案》，提出五大重点行动，把种源安全提升到关系国家安全的战略高度，在近十年左右，多项产业政策及法律法规的颁布实施，南繁作物生物育种产业相关技术进入快速发展阶段。

3.1.2 全球专利竞争格局

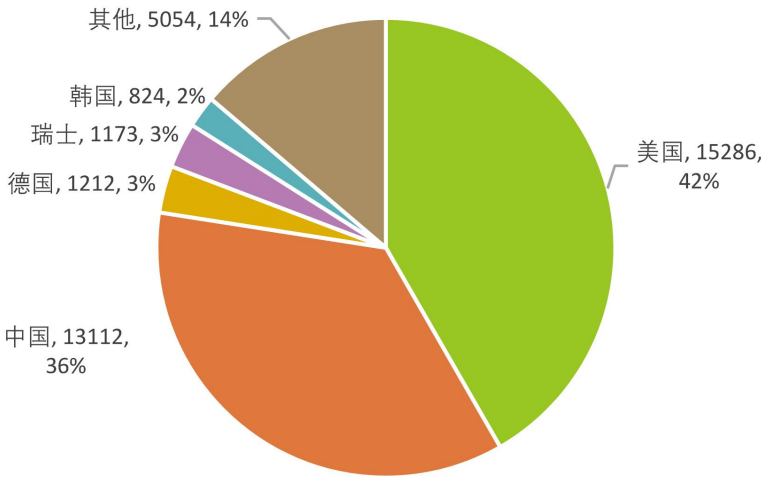


图 3-3 全球南繁作物生物育种产业专利技术来源地（项）

美国、中国是南繁作物生物育种产业专利技术的主要技术来源地。图 3-3 所示为南繁作物生物育种专利技术来源分布情况，从图中可以看出，全球南繁作物生物育种产业专利技术 42% 来源于美国，专利申请量达 15286 项，位居首位，在南繁作物生物育种产业技术输出中占有绝对的领先地位；其次是中国，有 13112 项，占比 36%；排名第三的是德国，有 1212 项，占比 3%。瑞士、韩国技术来源占比分别约为 3% 和 2%，其他国家/地区仅占 14%。美国、中国无疑是南繁作物生物育种产业相关专利技术的主要来源国。

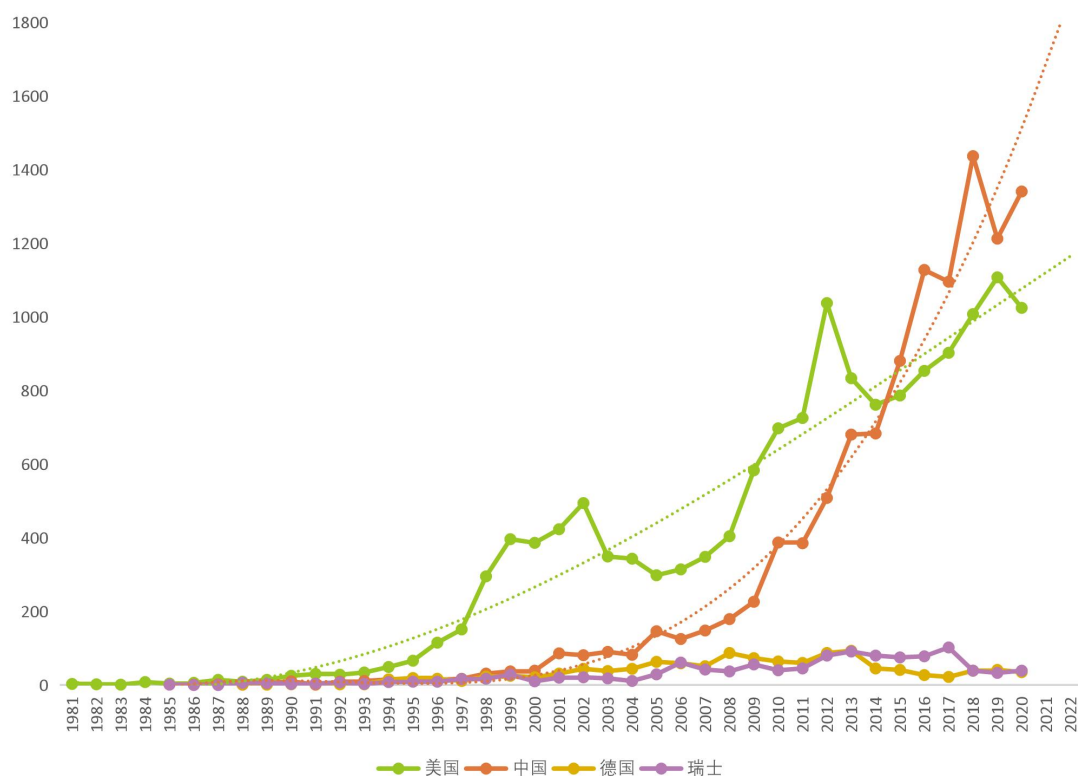


图 3-4 南繁作物生物育种产业主要国家专利申请趋势

图 3-4 是从 1980 年以后南繁作物生物育种产业主要国家/地区专利申请趋势的变化曲线。由图可见，美国南繁作物生物育种产业专利申请起步较早，瑞士从 1985 年开始，而中国起步最晚，到 1986 年才有相关专利申请。在 1990 年前，主要国家专利申请量较低，1990 年以后，全球在该技术领域专利申请量出现差异化发展，美国年度专利申请量快速增加，并在 2012 年迎来专利申请量小高峰，专利年申请量突破 1000 项，2012 之后专利申请量略有下降；中国保持稳步增长的趋势，尤其是从 2011 年开始，国家大力推进现代农作物发展，专利申请量快速增长，直到 2015 年专利年申请量首次超过美国，并在近几年保持在 1000 项以上左右。德国、瑞士专利申请保持相对稳定发展的趋势。

3.1.3 产业分布及转移

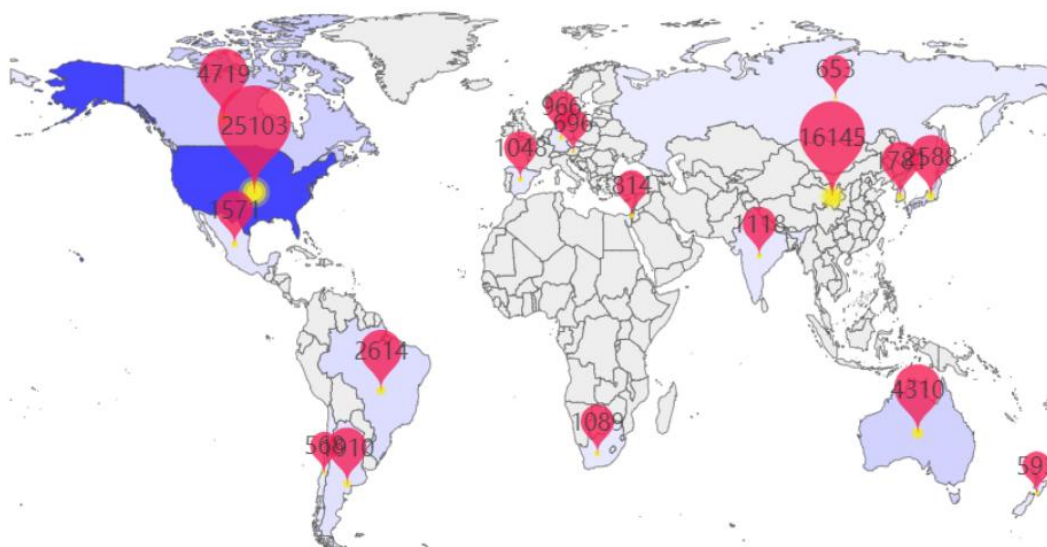


图 3-5 南繁作物生物育种产业专利申请主要国家/地区公开趋势

美国和中国是南繁作物生物育种产业最重要的目标市场，市场的重心正逐步向亚洲地区转移。

从南繁作物生物育种产业专利申请主要国家/地区公开趋势（如图 3-5）可以看出，美国拥有目前全球最大的南繁作物生物育种市场，其专利申请总量达 25103 件，占全球专利申请量的 29%；其次是中国和欧洲专利局，专利申请总量均超过 16145 件和 5259 件，占比分别为 19%和 6%；而加拿大、澳大利亚、巴西、日本、阿根廷、韩国和墨西哥专利申请总量相对较低，分别为 4719 件、4310 件、2614 件、2588 件、1910 件、1781 件和 1571 件。南繁作物生物育种产业创新主体更为注重美国市场的专利布局，美国是世界农业第一大国，同时也是世界种业第一大国，在经济实力、核心技术、研发能力、市场占有率等多方面占据绝对优势，既是重要的技术来源国，也是最大的技术应用国，市场已经趋于成熟。对于中国，在南繁作物生物育种领域正处在一个快速发展的阶段，从体量上追赶美国，说明中国市场备受关注，拥有巨大的市场潜力。

美国在南繁作物生物育种产业技术研发时间较早，在该产业积累了大量的专利布局，排名全球第一。拥有孟山都、先锋国际等多家育种领域的重点企业，其技术原创能力较高，美国的南繁作物生物育种产业专利申请数量远超世界其他国家。

近年来，中国随着种业相关政策逐渐颁布，2000 年颁布《种子法》，这是我国首个种子法律，我国种业进入依法治种时期；2011 年，国务院发布《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》，提出要“全面提升我国农作物种业发展水平”，明确了种业在国民经济中的地位；2012 年，国务院发布《全国现代农作物种业发展规划（2012—2020 年）》，2013—2023 年中央“一号文件”皆有涉及种业的论述；2021 年审议通过的《种业振兴行动方案》将种源安全提升到关系国家安全的战略高度。国家高度重视种业发展，中国南繁作物生物育种产业的发展相当迅速。市场需求的增长，促使技术快速发展，在专利上也有所反映，中国已经成为专利申请量全球排名第二的国家。相比美国和中国，欧专局和加拿大的专利申请公开数量较少，也达到 5000 件以上，同样位居世界前列。

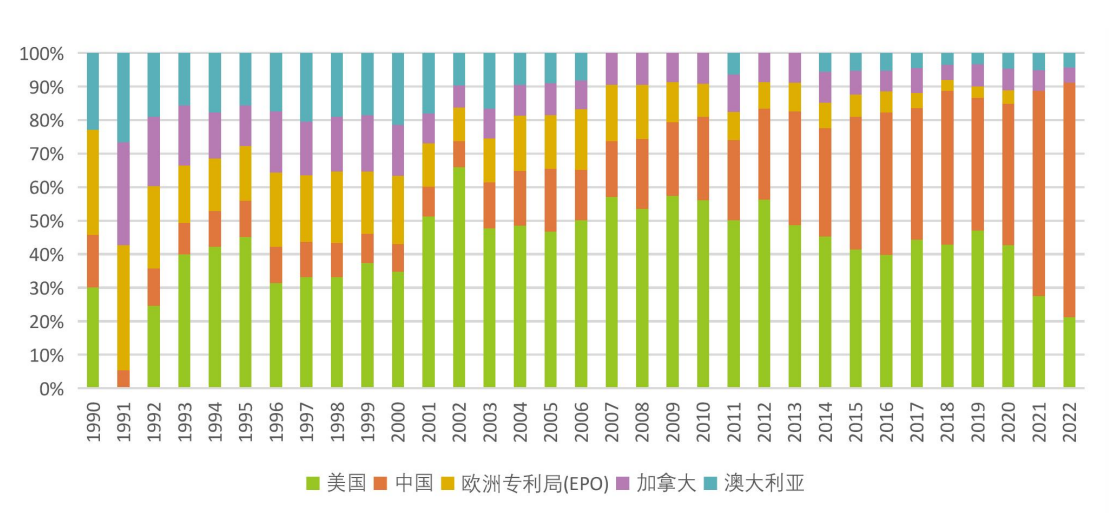


图 3-6 南繁作物生物育种产业主要国家专利申请公开趋势

图 3-6 是从 1990 年以后南繁作物生物育种产业主要国家/地区专

利申请公开趋势图。由图可见，美国是南繁作物生物育种产业重要的目标市场国，在主要国家地区中占比达到 40%左右。2010 年之前，中国市场在主要国家中市场份额在 20%以下，从 2011 年开始，中国保持稳步增长的趋势，国家大力推进生物育种技术发展，专利申请量快速增长，中国市场份额占比 40%以上，在近十年内成为全球重要的目标市场国。

从宏观层面看，全球南繁作物生物育种市场的重心正逐步向亚洲地区转移。伴随新一轮科技革命和产业大变革的来临，全球技术要素和市场要素配置方式将发生深刻变化，地区差异将会进一步加剧。

3.1.4 创新主体地位

创新主体的技术能力和市场份额为其提升技术创新能力提供了良好的机遇，而较高的专利拥有量也有利于进一步巩固其优势领域的市场地位。

全球南繁作物生物育种产业全球重点申请人主要为美国种企，中国高校和科研院所近 5 年创新活跃。

全球南繁作物生物育种产业申请总量及近 5 年申请量排名前 10 申请人的详细情况见表 3-1。从专利申请总量来看，排名前 10 的申请人中有 9 家是国外企业，分别孟山都、先锋、先正达、巴斯夫、斯泰种业、拜耳、农业基因遗传学有限公司、M.S 技术，其中孟山都和先锋申请量最高，分别为 6034 项及 4255 项，均来自美国，占全球专利申请总量的 16.46%和 11.61%，充分说明美国在南繁作物生物育种产业中的龙头和垄断地位。中国农业科学院作物科学研究所专利申请总量排名全球第七，为 561 项，占全球专利申请总量的 1.53%，说明中国农业科学院作物科学研究所该产业中拥有较高的技术实力，处于较为领先的地位。

表 3-1 全球南繁作物生物育种产业主要申请人及近 5 年主要申请人

创新主体	专利申请总量	国别	占全球总申请量比	创新主体	近5年专利申请量	国别	占全球近5年总申
孟山都	6034	美国	16.46%	孟山都	1221	美国	10.79%
先锋	4255	美国	11.61%	先锋	1091	美国	9.65%
先正达	1354	瑞士	3.69%	M.S技术	432	美国	3.82%
巴斯夫	1073	德国	2.93%	中国农业科学院作物科学研究所	254	中国	2.25%
斯泰种业	882	美国	2.41%	先正达	214	瑞士	1.89%
拜耳	632	德国	1.72%	中国农业大学	214	中国	1.89%
中国农业科学院作物科学研究所	561	中国	1.53%	农业基因遗传学有限公司	194	美国	1.72%
农业基因遗传学有限公司	552	美国	1.51%	华中农业大学	172	中国	1.52%
M.S技术	510	美国	1.39%	塞米尼斯	169	美国	1.49%
基因泰克	503	美国	1.37%	斯泰种业	150	美国	1.33%

从近 5 年主要申请人来看，孟山都、先锋、M.S 技术、中国农业科学院作物科学研究所、先正达、中国农业大学、农业基因遗传学有限公司、华中农业大学、塞米尼斯、斯泰种业进入前十，其中中国创新主体为中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、华中农业大学专利申请量分别为 254 项、214 项、172 项，中国创新主体近期活跃度较高。

3.2 产业结构调整方向

3.2.1 全球产业结构调整方向

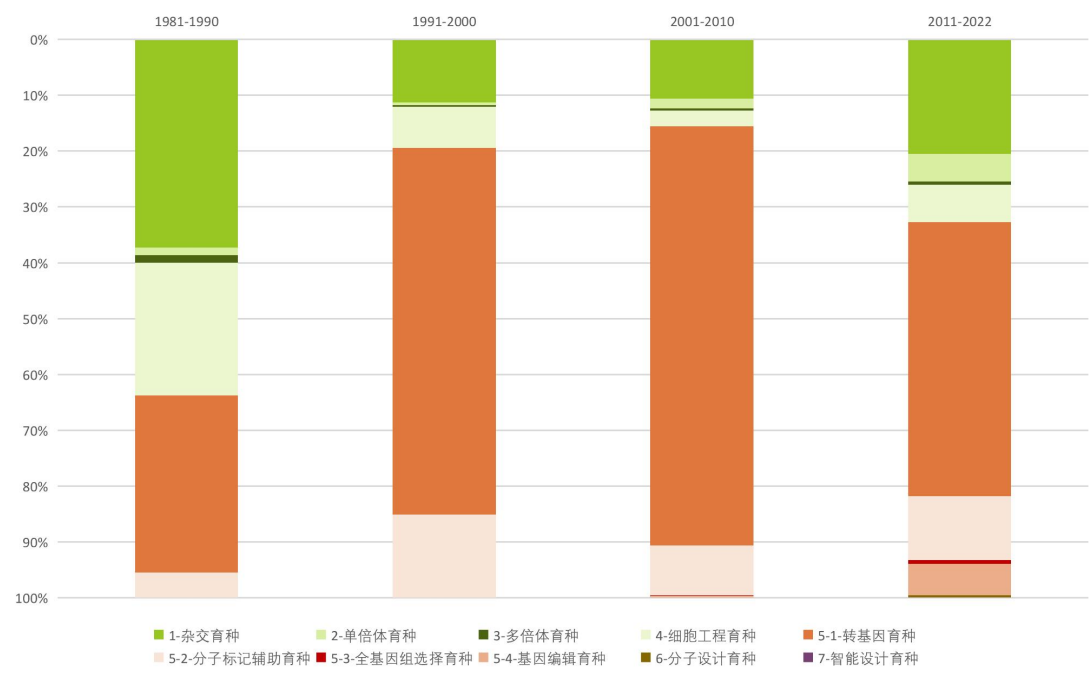


图 3-7 南繁作物生物育种产业结构调整方向

在南繁作物生物育种领域，先进性更高、创新性更强的转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑技术，引起众多创新主体关注和研究，同时，基础性强、通用性高的杂交育种、细胞工程育种技术也获得进一步研究，全基因组育种、基因编辑技术、分子设计育种、智能设计育种为近十年起步的技术，逐渐引起业界内的关注。

图 3-7 通过每个时期南繁作物生物育种产业结构布局的变化趋势反映了全球南繁作物生物育种产业结构调整方向。整体来说，转基因育种、杂交育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种是主要的技术研发重点，而单倍体育种、多倍体育种、细胞工程育种、全基因组育种、分子设计育种以及智能设计育种的专利布局相对较少。由图可见，自 1981-1990 年开始，全球南繁作物生物育种产业专利申请量较低，

主要以杂交育种、单倍体育种、转基因育种为主，其中，杂交育种专利布局最多，占专利申请总量的 37.24%，其次是转基因育种和细胞工程育种，占专利申请总量的 23.79%，而分子标记辅助育种、单倍体育种、多倍体育种、专利布局较少，分别占专利申请总量的 4.48%、1.38%、1.38%。随着时间的推移，从 1991-2000 年，1996 年，美国转基因育种进入商业化时代，专利申请量快速增长，转基因育种技术开始发展并成为重点布局的技术领域，占专利申请总量达到 65.71%，其次为分子标记育种技术和杂交育种技术，专利申请量占比为和 14.88%和 11.28%，细胞工程育种、单倍体育种、多倍体育种的专利布局比例分别压缩至 7.39%、0.46%和 0.37%。2001-2010 年，转基因育种领域专利申请快速发展，占专利申请总量达到 75.05%，领先其他技术分支的发展，杂交育种技术比例进一步压缩至 10.62%。进入 2011 年之后，转基因育种技术专利申请量占比略有回调，占比下降至 49.07%，依然是研究的重点领域，全基因组育种、基因编辑技术、分子设计育种、智能设计育种作为新涌现的育种技术，处于技术缓慢发展的阶段，在近十年内专利申请量较低，同时，杂交育种技术占比从 10.62%上升至 20.46%，细胞工程育种技术占比从 2.87%上升至 6.70%，说明在南繁作物生物育种领域，先进性更高、创新性更强的转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑技术，引起众多创新主体关注和研究，同时，基础性强、通用性高的杂交育种、细胞工程育种技术也获得进一步研究，全基因组育种、基因编辑技术、分子设计育种、智能设计育种为近十年起步的技术，逐渐引起业界内的关注。

3.2.2 主要国家产业结构调整方向

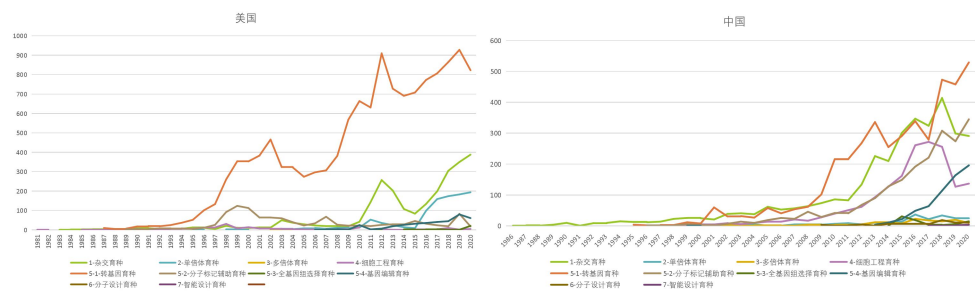
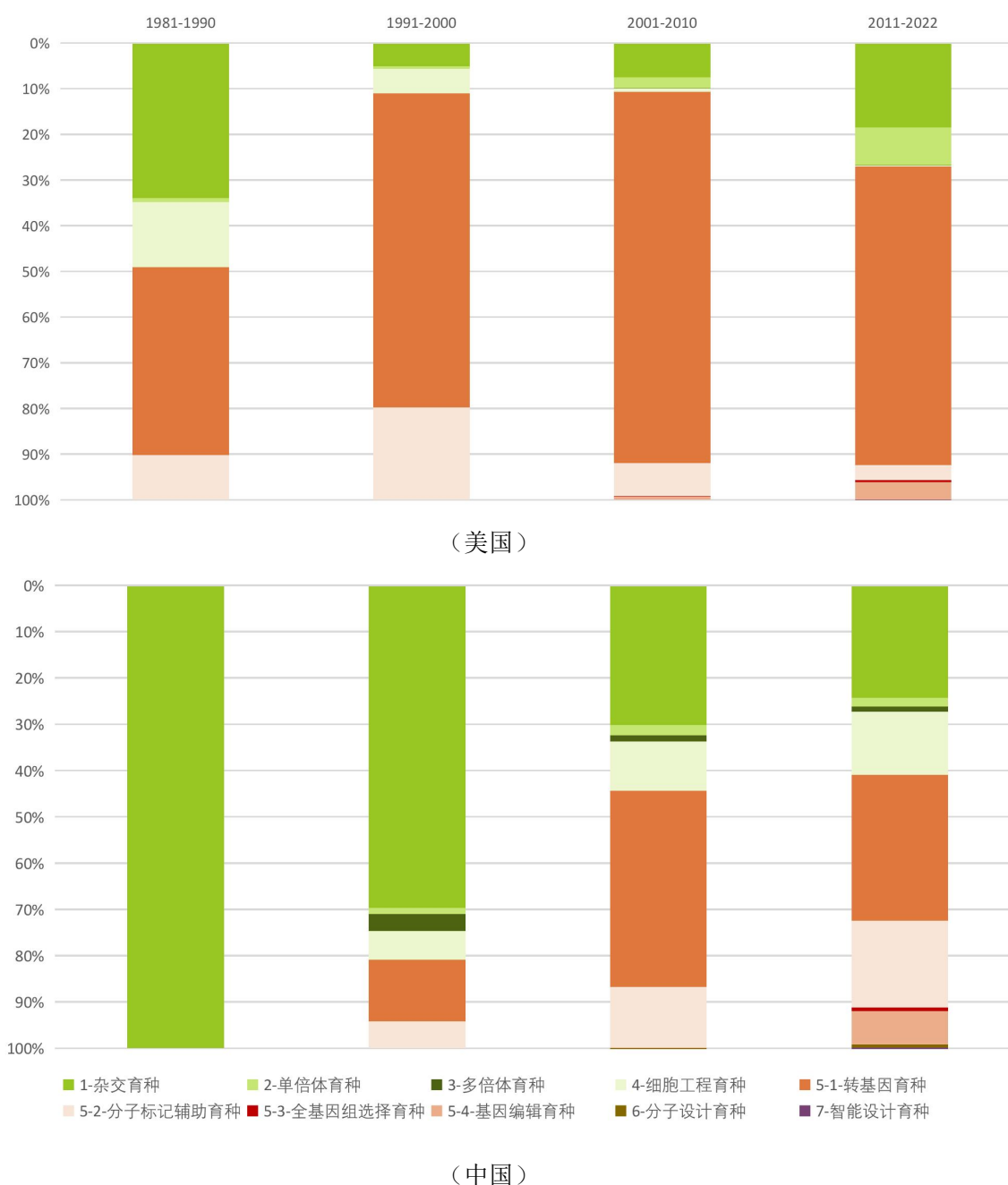


图 3-8 主要国家技术热点申请趋势

图 3-8 展示了主要国家技术热点申请趋势情况，转基因育种技术领域在美国得到迅速发展，2012 年迎来专利申请量高峰，申请量突破 900 项，随后，该领域专利申请量有所回落，并保持波动上涨的趋势，成为美国竞争力最强的技术领域；相比之下，杂交育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种、单倍体育种、多倍体育种、细胞工程育种技术发展相对较弱。整体来看，美国高度重视转基因育种技术的发展，占据绝对申请优势，其他育种技术相对来说专利布局量较低。

中国自 1986 年开始，在该技术领域有相关专利布局，可看出，转基因育种领域也是中国创新主体关注的重点，保持稳步的增长，并在 2020 年专利年申请量突破 500 项；杂交育种技术和分子标记辅助育种技术成为第二、第三重点研究的技术领域；在单倍体育种、多倍体育种、细胞工程育种、分子设计育种领域，专利申请量相对薄弱。整体来看，中国侧重转基因育种、杂交育种和分子标记辅助育种领域的技术创新和布局。



通过每个时期各主要国家在南繁作物生物育种产业的技术研发重点方向变化情况，反映了各主要国家的在不同时期的产业发展重点。从整体上来看，各主要国家在南繁作物生物育种产业的技术研发重点逐渐转向转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种技术，杂交育种技术仍是关注重点。

如图 3-9 所示，1981-1990 年间，美国在南繁作物生物育种各技

术分支专利布局在转基因育种、杂交育种、细胞工程育种；随着转基因、分子标记育种等技术的发展，1991年以后，美国的转基因育种技术占据主导地位，其专利申请量占比由45.54%上升至69.08%，在近二十年内，其占比下降至66%，依然占据着三分之二的份额，说明转基因育种技术的重要性；杂交育种技术的占比呈现出先下降后上升的趋势，并在近十年内，其专利申请量占比达到18.42%，成为美国重点关注的第二个技术领域；美国单倍体育种技术的专利申请量占比同样呈现出先下降后上升的趋势，说明美国创新主体对于单倍体育种技术的研究略有调整，在近十年内有开始成为布局的热点；另外，多倍体育种其占比保持在较低水平，比例均在1%以下，细胞工程育种技术专利申请量占比由14%下降至1%以内，说明多倍体和细胞工程育种技术关注度较低。

中国在南繁作物生物育种产业的专利布局起步较晚，在1981-1990年间专利申请量低，均为杂交育种育种，进入1991年以后，杂交育种专利申请量占比达到70%左右，在近十年内，杂交育种技术是中国关注重点技术领域，转基因技术、分子标记辅助育种、细胞工程技术开始起步，细胞工程技术、单倍体、多倍体育种技术有少量专利申请；2001年以后，转基因技术专利申请量占比达到杂交育种技术仍然是中国关注重点技术领域，和分子标记辅助育种技术专利申请量较高，其他育种技术申请量较少；2011年以后，转基因育种和杂交育种技术依然是重点研究的技术领域，占比分别为31.44%和24.31%，分子标记辅助育种和基因编辑快速增长，占比分别达到18.82%和7.22%，成为近十年技术发展最活跃的育种技术。

3.3 技术研发重点和热点方向

3.3.1 专利申请重点及热点方向

表 3-2 全球南繁作物生物育种产业专利申请分布及热点方向

序号	技术领域			全球	近5年 申请量	近5年 申请量 占比	中国	近5 年申 请量	近5年 申请量 占比	
1	杂交育种			7285	2861	39.27%	3821	1502	39.31%	
2	单倍体育种			1559	825	52.92%	280	135	48.21%	
3	多倍体育种			229	78	34.06%	178	67	37.64%	
4	细胞工程育种			2461	782	31.78%	1930	725	37.56%	
5-1	转基因育种			26421	6353	24.05%	4870	2178	44.72%	
5-2-1	分子育种	以分子杂交为基础的DNA标记技术	RFLP标记	1130	152	13.45%	49	31	63.27%	
5-2-2-1			以PCR反应为基础的DNA标记技术	RAPD标记技术	215	24	11.16%	101	22	21.78%
5-2-2-2				ISSR标记技术	47	16	34.04%	30	13	43.33%
5-2-2-3				AFLP标记技术	262	32	12.21%	66	24	36.36%
5-2-2-4				SSR标记技术	1247	341	27.35%	825	311	37.70%
5-2-2-5				SCAR标记技术	145	16	11.03%	104	15	14.42%
5-2-2-6		STS标记技术		93	20	21.51%	45	18	40.00%	
5-2-3-1		新型分子标记	SNP标记技术	2098	1224	58.34%	1297	1023	78.87%	
5-2-3-2			InDel标记技术	650	401	61.69%	529	376	71.08%	
5-2-3-3			CNV标记技术	13	7	53.85%	4	2	50.00%	
5-2-3-4			MNP标记技术	10	7	70.00%	6	4	66.67%	
5-3		全基因组选择育种			210	133	63.33%	93	38	40.86%
5-4-1		基因编辑	ZFN技术		526	406	77.19%	107	79	73.83%
5-4-2			TALEN技术		548	425	77.55%	175	106	60.57%
5-4-3			CRISPR/Cas技术		1410	1214	86.10%	845	736	87.10%
6	分子设计育种			101	57	56.44%	100	59	59.00%	
7	智能设计育种			26	25	96.15%	18	17	94.44%	

转基因育种、杂交育种技术、细胞工程育种技术分子标记辅助育种（RFLP 标记技术、SSR 标记技术、SNP 标记技术）和基因编辑

技术（CRISPR/Cas 技术）是研究的重点技术。单倍体育种、SNP 标记技术、InDel 标记技术、MNP 标记技术四种新型分子标记育种技术、CRISPR/Cas 基因编辑育种技术以及全基因组选择育种、分子设计育种和智能育种技术成为近 5 年生物育种技术的热点方向。

全球南繁作物生物育种产业专利申请分布及热点方向如上表所示，专利申请量较大的分支往往是该领域的研究重点，从全球专利申请量来看，转基因育种技术无疑是全球最重要生物育种技术，专利申请量达到 26421 项，其次为杂交育种技术和细胞工程育种技术，专利申请量达到 7285 项和 2461 项；分子标记辅助育种和基因编辑技术中，RFLP 标记技术、SSR 标记技术、SNP 标记技术、CRISPR/Cas 技术专利申请量突破 1000 项，是分子标记辅助育种技术和基因编辑技术中的重点技术。近 5 年专利量及其占各分支申请总量的情况，反映着近 5 年技术研发的重点和热点方向，由上表可以看出，转基因育种、杂交育种、CRISPR/Cas 技术和 SNP 标记技术是近 5 年全球重点关注的技术领域；从各分支近 5 年全球申请量在全球申请量总量的占比情况来看，单倍体育种、SNP 标记技术、InDel 标记技术、MNP 标记技术四种新型分子标记育种技术、CRISPR/Cas 基因编辑育种技术以及全基因组选择育种、分子设计育种和智能育种技术成为近 5 年生物育种技术的热点方向，说明全球本领域技术研发热点逐渐向 SNP 标记育种、InDel 标记技术、CRISPR/Cas 基因编辑、全基因组选择育种、分子设计育种和智能育种技术这些技术领域转移。

由上表可以看出，从中国专利申请量来看，转基因育种技术是中国重要关注生物育种技术，专利申请量达到 4870 项，其次为杂交育种技术、细胞工程育种、SNP 标记技术和 CRISPR/Cas 技术，专利申请量分别达到 3821 项、1930 项和 1297 项。由此可见，转基因育种

技术、杂交育种技术、细胞工程育种、SNP 标记技术和 CRISPR/Cas 技术是中国的重点技术。转基因育种、杂交育种、SNP 标记技术和 CRISPR/Cas 技术是近 5 年中国重点关注的技术领域；从各分支近 5 年中国申请量在中国申请量总量的占比情况来看，智能设计育种、CRISPR/Cas 基因编辑育种技术、SNP 标记技术成为近 5 年中国生物育种技术的热点方向，说明中国在生物育种领域的技术研发热点逐渐向 SNP 标记育种、InDel 标记技术、CRISPR/Cas 基因编辑、分子设计育种和智能育种技术这些技术领域转移。

总体来看，中国和全球在南繁作物生物育种领域研究重点和热点大都相同，说明中国在南繁作物生物育种领域专利申请方面与全球的重点和热点技术保持一致。

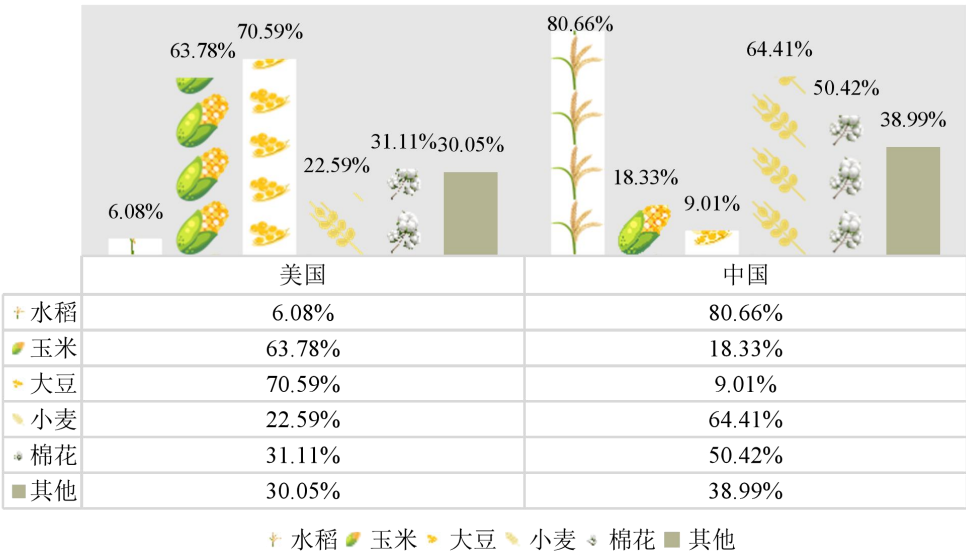


图 3-10 全球主要国家南繁作物生物育种产业作物类型研究重点

图 3-10 展示了全球主要国家南繁作物生物育种产业作物类型研究重点，80%以上水稻、玉米、大豆、小麦、棉花相关生物育种技术来源于美国和中国，是全球最重要的技术输出国，而中、美在五大作物生物育种技术专利布局，略有不同：在水稻、小麦、棉花生物育种国仅为 6.08%、22.59%、31.11%，分别是中国技术产出的 7.54%、

35.07%、61.71%，，说明中国是水稻、小麦、棉花生物育种技术的输出大国，尤其在水稻和小麦育种领域具有明显的优势地位；在大豆和玉米生物育种技术领域，重要技术来源国情况刚好相反，其中 70.59% 的大豆生物育种技术和 63.78% 的玉米生物育种技术产出来自美国，而中国技术产出占比分别为 9.01% 和 18.33%，分别是美国技术产出的 12.76% 和 28.74%。总体来看，中国和美国有关南繁作物生物育种领域研究重点不同，美国侧重大豆和玉米领域生物育种技术研究和专利申请，中国在水稻、小麦领域生物育种技术研究和专利申请更具有优势，这与中国水稻、小麦主粮作物已实现良种覆盖，而在大豆和玉米领域依赖于进口的产业现状相一致。

3.3.2 行业领先者重点及热点方向

转基因育种技术是 4 家行业领先者重点领域，在其他各技术分支的技术布局略有不同。

选取孟山都、先锋、先正达、中国农业科学院作物科学研究所行业领先者，分析其在南繁作物生物育种领域技术热点的专利布局方向，如下表所示，可以清晰地了解行业领先者专利布局热点以及研发的重点方向。其中，转基因育种技术是 4 家行业领先者重点领域，在其他各技术分支的技术布局略有不同。

孟山都是美国种业巨头，供应全球 90% 转基因作物种子技术，转基因育种技术占据着举足轻重的战略地位，同时，其在转基因育种、杂交育种、单倍体育种、CRISPR/Cas 基因编辑技术领域重点布局了很多专利，是一家技术综合性强、创新能力活跃、技术研发实力雄厚的巨头企业。

先锋是世界上第二大种子公司，第一大玉米种子生产商。先锋开创性的研发出杂交玉米种子，因抗性显著优于常规种而广受青睐。先

锋在重点领域转基因育种和杂交育种布局了大量专利之外，先锋国际还重点在 RFLP 和 SSR 标记育种技术领域布局比较多的专利。

先正达是世界领先的农业公司，总部位于瑞士巴塞尔，通过帮助广大农民更有效率地使用现有资源以提升全球的粮食安全。先正达致力于改进作物种植方法。除了在转基因育种和杂交育种技术领域都布局比较多的专利外，先正达公司还在 RFLP 和 SSR 标记育种技术领域布局比较多的专利。

中国农业科学院作物科学研究所是 2003 年由原作物育种栽培研究所、作物品种资源研究所和原子能利用研究所的作物育种部分，经战略重组成立的国家级作物科学专业研究所。以小麦、玉米、大豆、水稻和杂粮等作物为重点，瞄准世界作物科技前沿，面向国家现代农业发展需求，以资源研究为基础，基因挖掘为核心，品种培育为目标，耕作栽培为保障，开展作物科学基础与应用研究，为国家粮食安全和农业高质量发展提供科技支撑。其在全国农业科研单位综合科研能力评估第一名，在作物科技自主创新发展中起到了引领全国的作用。除了在转基因育种和杂交育种技术领域都布局比较多的专利外，中国农业科学院作物科学研究所还在 SNP 标记育种技术领域布局比较多的专利。

表 3-3 全球南繁作物生物育种重点申请人的研究重点

技术领域				孟山都	先锋	先正达	中国农业科学院作物科学研究所
杂交育种				1037	541	193	59
单倍体育种				735	74	207	8
多倍体育种				0	1	3	2
细胞工程育种				24	33	9	6
分子育 种	转基因育种			5886	3590	902	365
	分子标 记辅助 育种	以分子 杂交为 基础的 DNA标记 技术	RFLP标记	161	409	61	0
		以PCR反 应为基础 的DNA 标记技术	RAPD标记技术	16	9	11	4
			ISSR标记技术	0	0	0	0
			AFLP标记技术	23	21	12	0
			SSR标记技术	63	132	23	29
			SCAR标记技术	0	3	0	2
			STS标记技术	6	7	1	2
		新型分子 标记	SNP标记技术	123	73	50	110
			InDel标记技术	20	5	3	20
			CNV标记技术	0	1	0	0
	MNP标记技术		0	1	0	0	
	全基因组选择育种			31	5	3	6
	基因编 辑育种	ZFN技术		25	78	12	5
		TALEN技术		16	70	24	5
CRISPR/Cas技术		18	76	19	67		
分子设计育种				0	0	1	6
智能育种				0	2	0	0

3.3.3 专利协同创新热点方向

在开发一项新技术时，创新主体为了克服研发中的高额投入、不确定性、规避风险、缩短产品研发周期等问题，往往会选择与其他创新主体进行合作研发，一方面说明这些技术方向可能是产业发展的热点方向，另一方面也说明这些技术方向可能是产业发展的难点或需要重点突破的方向，单个创新主体难以取得突出，需要联合多个创新主体进行合作开发。从这一角度出发，分析专利申请文件中的合作申请情况，可以得出某个产业技术发展的热点及重点方向。

从全球协同创新数量来看，全球和中国协同创新重点相同之处，转基因育种、杂交育种、SNP 标记技术、细胞工程育种、基因编辑

（CRISPR/Cas 技术）是协同创新的重点。

从全球协同创新数量来看，转基因育种、杂交育种、SNP 标记技术、细胞工程育种、基因编辑（CRISPR/Cas 技术）协同创新专利数量在 300 项以上，是重点研究的技术领域。从协同创新占各技术分支申请量占比情况可看出，转基因育种、分子标记育种技术（RAPD 标记技术、ISSR 标记技、AFLP 标记技术），以及基因编辑育种（ZFN 技术、TALEN 技术）协同创新占比超过 30%，是中国创新主体合作技术突破的重点方向。

我国南繁作物生物育种领域协同创新数量来看，主要集中转基因育种、杂交育种、细胞工程育种、SNP 标记技术、基因编辑（CRISPR/Cas 技术）领域，与全球协同创新重点领域一致。从协同创新占各技术分支申请量占比情况可看出，中国在 RFLP 标记技术、基因编辑育种（ZFN 技术、TALEN 技术）协同创新占比超过 25%，是中国创新主体合作技术突破的重点方向。

不同之处在于，中国在该领域协同创新占比仅为 11%左右，全球转基因育种领域协同创新占比达 31%，主要为孟山都和先锋公司与其他创新主体的合作申请。

表 3-4 南繁作物生物育种产业协同创新情况

技术领域				全球专利 协同创新 数量	协同创新 占全球申 请量比例	中国专利 协同创新 数量	协同创新 占中国申 请量比例
杂交育种				1655	22.72%	404	10.57%
单倍体育种				184	11.80%	21	7.50%
多倍体育种				63	27.51%	33	18.54%
细胞工程育种				331	13.45%	166	8.60%
分子 育种	转基因育种			8220	31.11%	527	10.82%
	分子 标记 辅助 育种	以分子杂交为基础的DNA标记	RFLP标记	287	25.40%	13	26.53%
		以PCR反应为基础的DNA标记技术	RAPD标记技术	72	33.49%	6	5.94%
			ISSR标记技术	15	31.91%	3	10.00%
			AFLP标记技术	111	42.37%	3	4.55%
			SSR标记技术	190	15.24%	53	6.42%
			SCAR标记技术	22	15.17%	6	5.77%
		STS标记技术	25	26.88%	1	2.22%	
	新型分子标记	SNP标记技术	534	25.45%	130	10.02%	
		InDel标记技术	107	16.46%	54	10.21%	
		CNV标记技术	2	15.38%	0	0.00%	
		MNP标记技术	2	20.00%	1	16.67%	
	全基因组选择育种			19	9.05%	8	8.60%
	基因 编辑 育种	ZFN技术		175	33.27%	51	47.66%
		TALEN技术		168	30.66%	56	32.00%
		CRISPR/Cas技术		310	21.99%	131	15.50%
分子设计育种				4	4.35%	3	3.00%
智能育种				4	16.00%	2	11.11%

3.4 小结

南繁作物生物育种产业专利申请整体上升趋势明显，产业发展迅速，已经成为全球经济新的增长点。美国、中国是南繁作物生物育种产业专利技术的主要技术来源地。美国拥有目前全球最大的南繁作物生物育种市场，其次是中国和欧洲地区。从 2011 年开始，中国保持稳步增长的趋势，国家大力推进现代农作物发展，专利申请量快速增长，中国市场份额占比 40%以上，在近十年内成为全球重要的目标市场国。

从全球专利申请总量来看，排名前 10 的申请人中有 9 家是国外企业，美国公司孟山都、先锋等企业在南繁作物生物育种产业中具有

龙头和垄断地位，中国农业科学院作物科学研究所专利申请总量排名全球第七，为 561 项，占全球专利申请总量的 1.53%，说明中国农业科学院作物科学研究所该产业中拥有较高的技术实力，处于较为领先的地位。中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、华中农业大学专利申请量近五年申请较高，进入全球申请量前十位申请人，说明中国创新主体近期活跃度较高。

在南繁作物生物育种领域，先进性更高、创新性更强的转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑技术，引起众多创新主体关注和研究，同时，基础性强、通用性高的杂交育种、细胞工程育种技术也获得进一步研究，全基因组育种、基因编辑技术、分子设计育种、智能设计育种为近十年起步的技术，逐渐引起业界内的关注。

中国和美国在南繁作物生物育种产业的技术研发重点逐渐转向转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种技术，杂交育种技术仍是关注重点。

转基因育种、杂交育种技术、细胞工程育种技术分子标记辅助育种（RFLP 标记技术、SSR 标记技术、SNP 标记技术）和基因编辑技术（CRISPR/Cas 技术）是研究的重点技术。单倍体育种、SNP 标记技术、InDel 标记技术、MNP 标记技术四种新型分子标记育种技术、CRISPR/Cas 基因编辑育种技术以及全基因组选择育种、分子设计育种和智能育种技术成为近 5 年生物育种技术的热点方向。

孟山都、先锋、先正达、中国农业科学院作物科学研究所行业领先者，转基因育种技术是 4 家行业领先者重点领域，在其他各技术分支的技术布局侧重点略有不同。

从全球协同创新数量来看，全球和中国协同创新重点相同之处，转基因育种、杂交育种、SNP 标记技术、细胞工程育种、基因编辑

（CRISPR/Cas 技术）是协同创新的重点。

第四章 南繁作物生物育种 2.0 相关技术专利分析

本章将对比分析南繁作物生物育种 2.0 相关技术：杂交育种、多倍体育种、单倍体育种、细胞工程育种发展现状，从技术发展情况、全球及中国专利申请总体态势、全球技术来源国、目标市场、中国申请地域、技术构成及技术功效、主要申请人、创新人才情况进行分析。

4.1 技术发展情况

4.1.1 杂交育种

杂交育种是指利用具有不同基因组成的同种（或不同种）生物个体进行杂交，获得所需要的表现型类型的育种方法，其原理是基因重组，过程为：用具有相对性状的纯合体作亲本杂交获得子一代，子一代自交（动物则用具有相同基因型的雌雄个体杂交）获得子二代，从子二代中选择符合要求的表现型个体。如果需要的表现型是隐性性状育种就此结束，如果需要的表现型是显性性状则用子二代中选出的个体进行连续自交（动物同前），直至获得能稳定遗传的类型为止。杂交育种的优点是可以将两个或者多个优良性状集中在一起点，定向培养需要的品种，操作简单易懂。缺点是不会产生新基因，且杂交后代会出现性状分离，育种过程缓慢，过程复杂。

杂交育种技术最早可追溯至 1719 年，T.费尔柴尔德以石竹科植物为材料在世界上首次获得人工杂交种。1761~1766 年 J.科尔罗伊特进行了烟草杂交试验，认为杂种一代的性状介于双亲中间，且有优势表现。19 世纪初，T.A.奈特提出杂交是获得许多“性状新组合”的方法。J.高斯、G.F.加特纳和 C.H.诺丹等注意到杂种一代的一致性和杂种二代的多样性。1860 年 F.F.哈利特将 1856 年德维尔莫兰所创立的

维氏分离原则和后裔测定法运用于杂交育种，此法即现行系谱法的基础。1900 年重新发现孟德尔在 1866 年发表的遗传定律后，杂交育种虽然开始有了初步遗传理论作指导并取得一定进展，但 20 世纪初仍凭个人经验为主进行。1904 年加拿大的 A.P.桑德斯和 C.P.桑德斯用杂交方法育成了以优质丰产闻名于世的春小麦品种马奎斯。中国在 20 世纪 20 年代末开始运用杂交方法改良作物品种，主要由中央大学、金陵大学、中山大学、中央农业实验所、全国稻麦改进所、中央棉产改进所等机构进行。育成的优良品种有中山 1 号水稻、莫字 101、骊英 3 号小麦、抗卷叶螟的鸡脚德字棉等。但大量开展各类作物杂交育种工作，并在生产上收到显著效果则是在 1949 年以后。50 年代初，东北春麦区育成并推广了抗秆锈病的合作号春小麦品种，北方冬麦区相继推广了碧蚂 1 号冬小麦和随后育成的几批抗条锈病小麦品种，对控制锈病危害作出了很大贡献。60 年代初，南方稻区育成第一批矮秆水稻品种珍珠矮、广陆矮 4 号等，推广后使水稻单产大幅度提高。德国 LAND BADEN WUERTTEMBERG MINIST 团队于 1966 年首次申请了专利，通过将可以作为父本植物的“雷司令白”品种和作为母株的“拖林格蓝”品种的杂交获得欧洲葡萄品种（*Vitis vinifera sativa*），继而获取了具有雷司令般、浓郁但更温和的白葡萄酒（DE1507448A1）。1964 年我国育种科技人员开始杂交水稻的育种工作。1970 年袁隆平团队发现野败型雄性不育材料，两年后育成野败不育系、保持系，创造了作物育种史上的奇迹。自 20 世纪 80 年代以来，杂交稻育种技术和种子陆续被推广到印度、孟加拉国、印度尼西亚、巴基斯坦等多个国家。德国巴斯夫利用转基因技术获取了产生除草剂抗性的植物，对该研究成果进行了“产生除草剂抗性的基因片段及其表达载体、纯化的 AHASL 蛋白、产生转基因植物的方法、用

于产生除草剂抗性植物的方法，包括将抵抗除草剂的第一植物与不抵抗除草剂的第二植物杂交”等多个维度的保护（WO2008124495A3，20080403）。上海交通大学采用基于 CRISPR/Cas9 系统敲除、改变或抑制 CSA 基因，使得常规水稻品种中的 CSA 基因表达水平降低，进而获得水稻雄性不育株系，为水稻杂交制种技术提供关键的育种材料（CN105671075A，20160316）。中国水稻研究所将杂合 MiMe 材料与其它同种植物品系正常植株杂交，最终获取具有杂种优势的多倍体育种材料（WO2022267794A1，2022.05.23）。

由此可见，杂交育种技术作为十分重要的基础育种技术，它与其它生物育种技术相互促进，共同发展的。时至今日，杂交育种依然是获取具有多种优良性状的品种资源的重要手段，其中以种子为基础的种内杂交方法具有劳动强度低，成本相对较低的特点，已逐渐成为玉米等主要物种育种的关键性技术。

4.1.2 单倍体育种

单倍体育种是植物育种手段之一，通过单倍体诱导获得的单倍体植株经染色体加倍后即可出现纯系植株（ $2n$ ），从中选出的优良纯系后代不分离，植株表型整齐一致，并且与传统育种（6-8 代自交）相比可显著缩短育种年限，因此具有重要的意义。该技术不仅适合某些特定表型的纯合，例如，自交不亲和植物的育种，也可以应用于快速繁殖、突变育种和转基因育种等方面。除自然产生的极少部分之外，单倍体主要是通过人工诱导产生的。人工产生单倍体的两大途径，分别是体外单倍体的诱导和体内单倍体的诱导。1959 年美国明尼苏达大学 Coe E H 育成杂交诱导单倍生殖诱导系 Stock6（Coe EH. Amer Mat, 1959, 93: 381—382），奠定了杂交诱导单倍体育种技术的基础，当时 Coe E H 教授发现他的一个玉米品系 Stock6 在作为父本与不同

的母本杂交时可产生 2-3%的单倍体，因此 Edward 将 Stock6 命名为“单倍体诱导系”。吉林省农业科学院开发了利用轮选修复提高玉米单倍体雄花自然加倍率的育种方法，该方法可打破目前玉米单倍体加倍的技术瓶颈，省去最繁琐、最耗资、最耗时的人工加倍环节，依靠简捷高效的田间自然加倍就可跨越式的提高单倍体技术选育自交系的效率，从而提高单倍体雄花自然加倍率来提高选育双单倍体系的效率，即本发明方法可高效、无毒、快速地进行玉米 DH 系的选育（CN201610280480A，20160429）。此外，近年来，随着科学家们对 Stock6 诱导产生单倍体的生物学机制不断研究，在 2017 年第一个单倍体诱导关键基因 ZmPLA1/MTL/NLD 被全球多家单位先后克隆，成功地揭示了单倍体诱导现象的谜底。中国农业大学的陈绍江团队通过在敲除玉米基因组中的 ZmPLA1E 基因，得到转基因植物，即为植物母本单倍体诱导系（CN201810129251A，20180208）。同时期，吉林省农业科学院供了黄绿苗性状作为标记在玉米杂交诱导单倍体育种上的应用，该发明黄绿苗性状由单显性基因 Yg3 控制，遗传简单，单倍体和杂交诱导产生二倍体的幼苗叶片颜色具区别明显，易于辨别，且性状稳定、可靠性强，不需要有特别的经验和技能，该发明填补了幼苗期单倍体、非单倍体苗筛选标记的空白，本发明所得黄绿苗标记诱导系具备籽粒标记、幼苗标记和成株标记(叶鞘、茎秆、叶片呈现紫色)，整个生育期都可以高效地区别单倍体的工具材料（CN201810149923A，20180213）。该发明实现了单倍体育种的精准鉴别。至此，单倍体育种技术作为一种快速获得纯系的方法已经被国内外许多种业公司规模化应用。2019 年陈绍江团队在非 Stock6 材料中克隆了玉米单倍体诱导的另一个关键基因 ZmDMP，培育出一大批玉米单倍体高频诱导系，并揭示了现代单倍体诱导系由原本 2%的诱

导率能够提升到约 10%的问题，并就该技术成果于 20200824 日申请了专利（CN112005878A，20200824）。该发明解决了单倍体育种诱导率低的问题。湖北大学和武汉多倍体生物科技有限公司提供了将花药培养与离体染色体加倍结合快速选育水稻新品系的方法（CN202010341778A，20200427；NL2028061A，20210423），该发明的主要创新点在于：（1）直接在杂交植物花药培养的愈伤组织上进行染色体加倍；（2）采用体外染色体加倍的方法，与传统的体内染色体加倍相比，加倍效率大大提高，很少形成嵌合体。所以，能够更高效、更快速地培育出符合育种目标的新品种。发明内容本发明要解决的技术问题是提供一种花药培养与离体染色体加倍相结合的水稻新品种快速选育方法，解决了目前水稻单倍体育种耗时长、效率低的问题，为水稻遗传育种和基础遗传研究提供了物质基础。

单倍体技术突破高效加倍、精准鉴别和高效诱导三大关键技术环节，促进了单倍体工程化育种发展。

4.1.3 多倍体育种

多倍体植物一般表现为植株高大、抗逆性强，因此可将人工诱导多倍体形成作为一种策略以响应环境变化产生的遗传变异来提高植物的适应性，但与此同时诱导形成的多倍体往往也伴随着育性低、生长慢、矮生等特征，所以多倍体育种技术在以收获营养体为主的植物种质创新、性状改良及其品种选育中具有重要意义。多倍体诱导技术被认为是促使生物多样性增加的一个有价值的工具，它增加了种质的多样性，为育种工作的延续奠定了基础。

自 1937 年布莱克斯利（A.F.B.lakes lee）和埃弗里（A.G.Avery）利用秋水仙素诱发曼陀罗四倍体获得成功以后，各国相继展开人工诱发多倍体的试验研究。1947 年，木原均、西山市三发表《利用三倍

体无子西瓜之研究》，报导了三倍体无子西瓜选育成功。1959 年，西贞夫等利用四倍体结球甘蓝和四倍体白菜杂交，成功地育成双二倍体新种——“白蓝”。中国于 20 世纪 50 年代开始多倍体育种的研究。湖北大学生命科学学院等公开了利用远缘杂交和多倍体双重优势选育水稻新品种和杂交水稻的方法，利用远缘杂交的亲缘关系杂种优势和异源多倍体的不同基因组的倍性水平杂种优势，选择具有增加杂交亲和性减少后代不育性作用的广亲和或无融合生殖或 *ph* 等特殊基因，进行多倍体诱导与鉴别，形成亚种间杂种、种间杂种、不同基因组种间杂种多倍体，选育出多倍体水稻品种（CN00114471A，20000410）。湖北大学的蔡得田团队通过利用种子、幼穗和茎段三个不同层次的外植体，发挥组织培养和化学诱导结合的优势，高效率高质量地培育水稻多倍体。该发明成功地将亚洲栽培稻，包括籼稻、粳稻、爪哇稻品种以及它们之间的杂种等诱导加倍形成多倍体，为进行水稻基因组进化与遗传的理论研究和进行超级稻和超级杂交稻育种奠定了坚实的材料基础（CN01133529A，20010930）。瑞士先正达公开了一种新的和独特的近交四倍体西瓜品系，命名为 90-4194。通过将二倍体近交系 HD 使用安唑啉处理获取该四倍体西瓜。通过将四倍体西瓜系 90-4194 与二倍体父本西瓜植物进行人工授粉，获取三倍体种子，进而获取无籽西瓜。与传统的无核西瓜相比，根据本发明的 90-4194 生产的三倍体的独特性包括“a)果实小，b)每株果实更多，c)含糖量更高”等优势（US20040172690A1，20040308）。西北农林科技大学，利用胚挽救培养获得三倍体葡萄杂种幼苗，结合流式细胞术、去壁低渗法染色体计数，对所得杂种后代进行系统而全面的倍性早期鉴定，提高三倍体葡萄的育种效率（CN200810018277A，20080523）。该发明为多倍体育种的鉴定提供了新的思路。四川农业大学利用玉米

异源多倍体培育耐寒玉米多倍体品种，该发明克服了玉米及其近缘属间远缘杂交的困难，为在玉米生产中利用玉米近缘属种的耐寒性基因提供了一种新的途径；扩大了玉米耐寒性种质资源该发明通过玉米异源多倍体转育的改良系的耐寒性比原品种有显著提高（CN201710062709A，20170124）。泰安市泰山林业科学研究院开发了基于负压技术的多倍体育种方法。该发明通过使用负压技术和在诱变剂中添加一定量的纳米硅溶胶（CN201910221005A，20190322），该方法提高了多倍体育种移栽后幼苗的成活率和多倍体诱导率。克服了“现有技术中多倍体育种主要利用染色体变异获得，但是该方法培育出的植物结实率低”的问题。中国水稻研究所的王克剑团队通过多基因编辑系统同时靶向所述 MiMe 关键基因，筛选调控基因均为杂合突变的植株，创制出杂合 MiMe 材料，在利用 MiMe 杂合体进行育种，将杂种优势与多倍体育种结合有效结合。实现了 MiMe 策略在不同遗传材料间转移；而且转移 MiMe 策略过程也在创造遗传多样性种质材料，而遗传多样性种质资源是植物育种的基础，实现了将多倍体育种和杂种优势有效结合，缩短了育种年限，不需要配组实验。如此可以省去每年必须制种的环节，降低成本，具有极其广泛有应用前景，具有极大的应用价值（CN202110696444A，20210623）。该发明通过将具有设计理念的基因编辑前沿技术与倍体育种和杂种优势有效结合，不仅缩短了育种年限，而且获取了具有遗传多样性的种质资源，为后续育种科学家进行设计育种和智能育种奠定了基础。

4.1.4 细胞工程育种

植物细胞工程是以植物细胞全能性为理论基础，以植物组织与细胞培养为技术支持，在细胞和亚细胞水平对植物进行遗传操作，从而实现植物的改良和利用。植物细胞工程技术包括加倍单倍体、体细

胞无性系变异、原生质体培养、体细胞杂交、组织培养快速繁殖、细胞悬浮培养及固定化细胞培养等。细胞工程育种技术可创造新的遗传变异、加快育种进程，已经广泛应用于多种作物育种。

美国施多福化学公司通过从子叶或愈伤组织外植体的组织培养物中繁殖烟草植物（US39619782A，19820708）。瑞士西巴—盖吉公司公开了制备转基因可育玉米植株的方法，该植物包括掺入玉米基因组中的外源 DNA，并对获取的愈伤组织进行悬浮培养，最终获取转基因可育玉米植株（EP0513849B1，19880511）。日本麒麟公司利用植物组织培养技术大规模增殖水稻。本发明能够诱导和增殖 E 愈伤组织而不受特定水稻品种的限制。将本发明诱导和/或增殖的水稻愈伤组织置于体细胞胚诱导培养基上，可获得优良的水稻体细胞胚；通过将体细胞胚转移到发芽培养基中，可以生产出完整的水稻植株。因此，本发明通过首先从 E 愈伤组织产生体细胞胚，然后从体细胞胚产生幼苗来实现水稻的克隆增殖（US5350688A，19940927）。中国农业科学院原子能利用研究所通过选择适宜外植体、调整培养基成份和配套改进措施，可有效克服小麦组织培养中基因型障碍问题，大幅度提高植株再生频率和组织培养效率（CN1502227A，20021125）。孟山都技术有限公司通过转化玉米外植体；在再生培养基上将转化的细胞再生成具有根的植物，外植体选自愈伤组织、胚和细胞悬浮液。发明人提供了适用于高通量自动化系统的选择和再生转化的玉米植物的玉米转化方法。该方法采用合适的支持基质以及液体选择和再生培养基。使用该液体培养方法消除了对在选择和再生步骤中使用固体培养基时正常需要的多个转移的需要。此外，该方法使得能实现提前再生。另外，可以在单个容器例如圣代杯中实现选择转化的细胞和再生的步骤，直至将植物移至土壤。该发明通过提供在容器中稳定地转化和任

选地选择和部分地再生植物的方法，提供了使植物转化过程自动化的新颖方法。该方法允许转化过程的自动化，并减少与传统植物组织培养系统有关的劳动力、材料和人工成本（CN101528934B，20130828）。

美国先锋公司申请了一种在双子叶植物的种子群体中富集无性胚和胚乳的方法，该方法包括：提供一种双子叶植物，该双子叶植物包含一种对 RNA 依赖性 DNA 甲基化（RdDM）活性有缺陷的无性雌配子体，其中 RdDM 活性是有缺陷的对于 RDR6，其中双子叶植物的无性雌配子体在受精独立胚胎中的活性也被破坏，其中双子叶植物是拟南芥、油菜、花椰菜、卷心菜、西兰花、萝卜或萝卜，其中形成的种子包含单性生殖衍生的克隆胚；还公开了获得克隆种子的方法、植物克隆的方法、筛选无性产生克隆种子的母本植物的方法和增加克隆种子产量的方法（US11466288B2，20150921）。该发明开创了产生无融合生殖作物品种的先端。

韩国 REPUBLIC KOREA MAN RURAL DEV ADMIN 通过从红辣椒棚囊泡的培养中获得的梨进行两步再分化来生产植物的方法，通过培养从红辣椒芽中收集的花药来培养源自释放的囊泡的胚。然后，其包括通过两步再分化产生植物，将其转移至再分化培养基 2 并从中进行培养，其包括产生囊泡衍生的单倍体或倍增单倍体。与常规方法进行比较，本方法衍生自囊泡的胚被转移到再分化培养基中并且在不更换培养基的情况下进行培养，转移。到再分化培养基中，然后再重新培养到新的再分化培养基中，通过两步可靠地诱导子叶的发育和主叶的正常发育，从而具有提高再生速率的效果。再分化，由此显示了产生大量囊泡的单倍体和倍增的单倍体的效果。该发明将再分化率从 9.8% 提高到了 77.4%（KR102242581B1，20181219）。

三亚南京农业大学研究院通过成熟胚诱导胚性愈伤探索睡莲胚

性愈伤组织诱导及增殖方法，为睡莲再生体系、转基因研究建立基础。此外，愈伤组织也可用于遗传转化、种质资源保存与快繁生产（CN114467760A，20220513）。

4.2 专利申请趋势

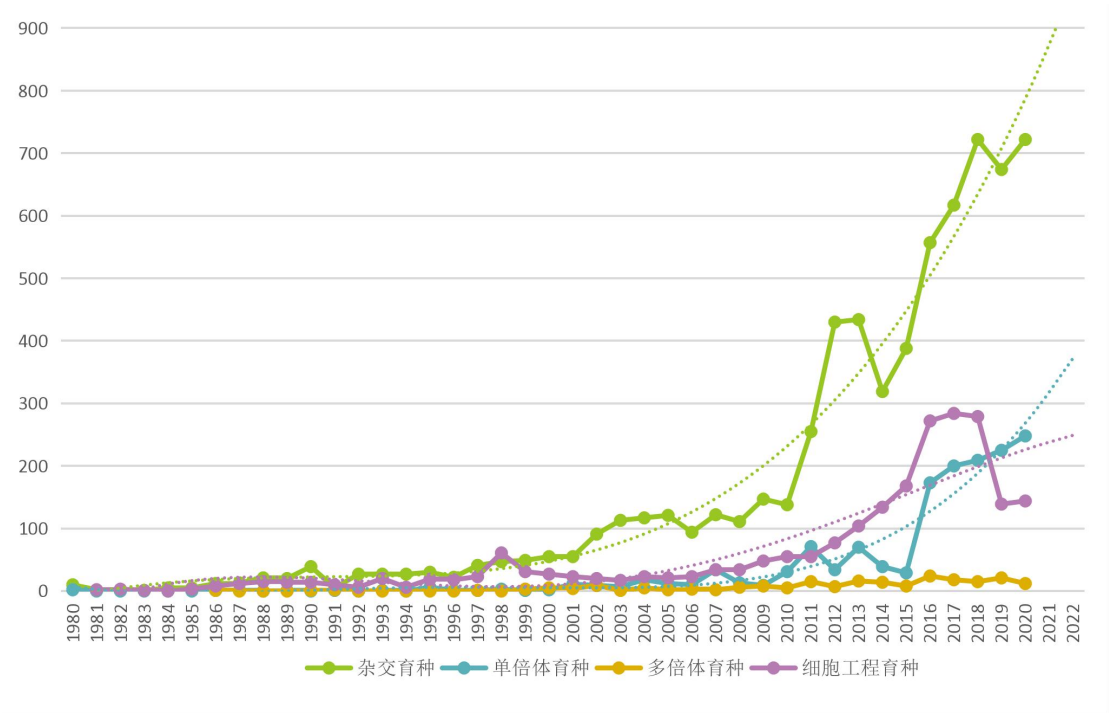


图 4-1 全球南繁作物生生物育种 2.0 相关技术专利申请趋势（项）

在南繁作物生生物育种 2.0 相关技术领域，从 2010 年左右开始，全球、中国的杂交育种技术、细胞工程育种开始进入快速发展的阶段，均成为全球、中国布局量第一、第二的技术领域，全球、中国的多倍育种技术技术产量较低；不同之处，全球单倍体育种在近 5 年专利申请量逐渐增长，而中国单倍体育种技术专利申请量较低。

图 4-1 展示了 1980 年以后全球南繁作物生生物育种 2.0 相关技术专利申请趋势，由图中可以看出杂交育种技术起步最早，最早来自于国外企业有关玉米（RU921138C、US4381624A）等作物杂交育种技术研究；经过 20 多年的发展，在 2003 年杂交育种领域专利申请量

首次突破 100 项，进入技术发展的阶段，主要为美国先锋、美国无烟烟草公司、孟山都、浙江大学等创新主体的专利申请，而其他三项育种技术专利申请量保持在 10 项以下，技术发展较为缓慢；从 2010 年开始，杂交育种技术专利申请量快速增长，细胞工程育种技术也进入快速发展的阶段；2015 年之前，单倍体育种技术专利申请量相对较低，单倍体育种技术是获得纯系植株的重要方式，主要应用于快速繁殖、突变育种和转基因育种等方面，伴随着转基因等育种技术的快速发展，单倍体育种技术专利申请量也进入快速增长的阶段。相比之下，多倍体育种技术专利申请量较少。

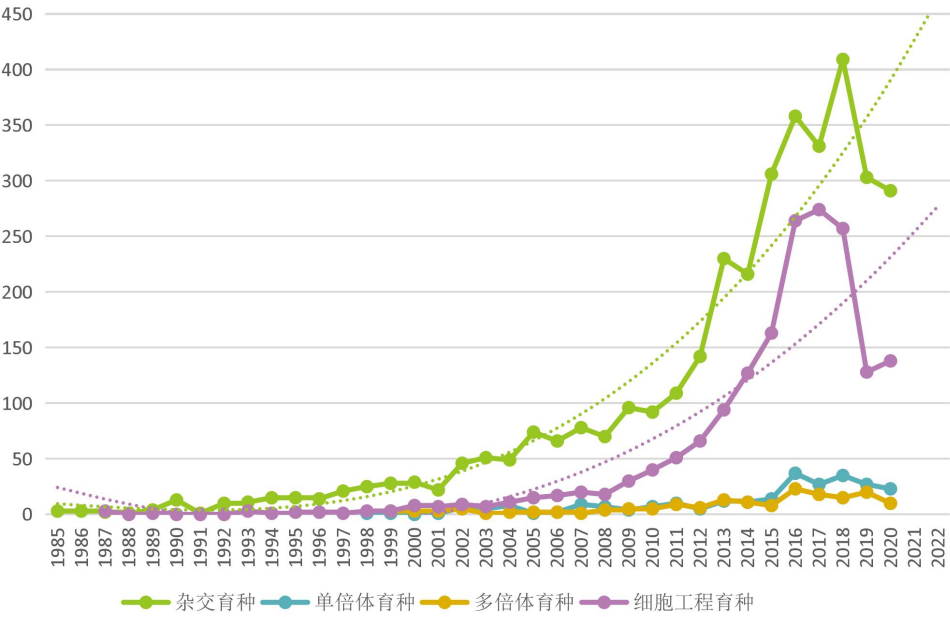


图 4-2 中国南繁作物生物育种 2.0 相关技术专利申请趋势（项）

图 4-2 展示了中国南繁作物生物育种 2.0 相关技术专利申请趋势情况，由图中可以看出，中国相关技术整体起步晚于全球，最早开始布局专利的为杂交育种技术，从 1990 年左右开始专利申请量稳步增长；细胞工程育种技术从 2000 年左右申请量稳步增长，在近十年左右，杂交和细胞工程育种技术快速增长，成为中国 2.0 育种技术产出最多的技术领域，与全球专利申请一致；而中国单倍体育种、多倍

体育种技术技术发展相对缓慢，专利申请量较低。

4.3 技术来源国

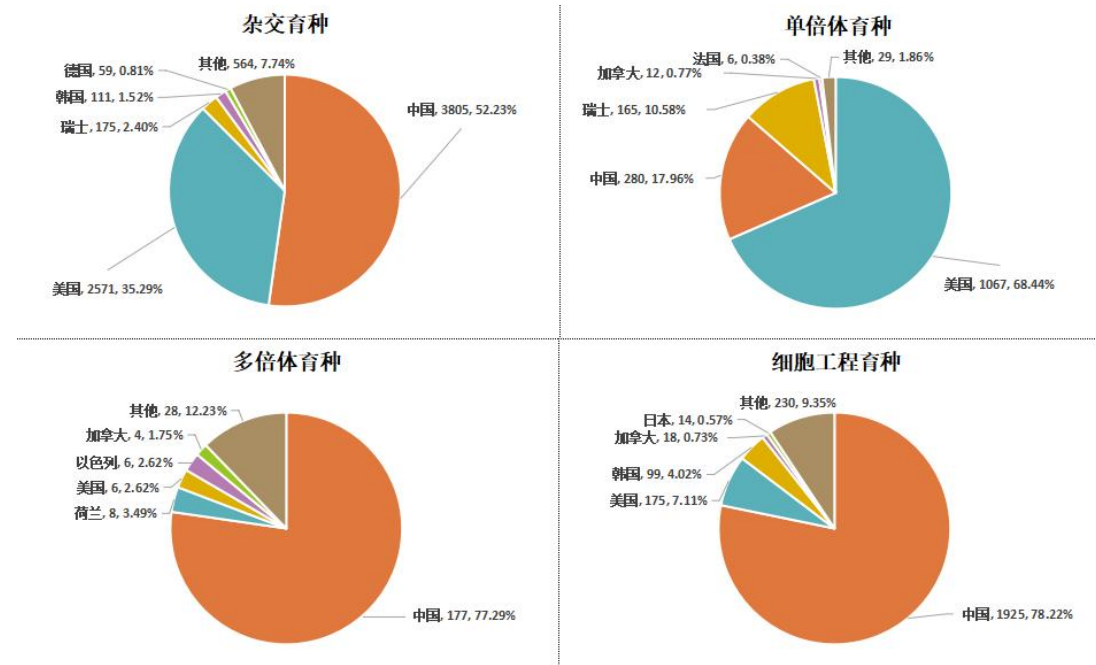


图 4-3 全球南繁作物生物育种 2.0 专利技术来源国（项）

中国和美国是南繁作物生物育种 2.0 相关技术的主要技术来源国。中国是杂交育种技术、多倍体育种和细胞工程领域具有领导地位的技术来源国；美国技术输出量全球第二，在单倍体育种领域技术突出。

所示为图 4-3 全球南繁作物生物育种 2.0 相关技术来源分布情况。从图中可以看出，在全球杂交育种领域专利申请量共 7285 项，其中专利技术 50%以上来源于中国，专利申请量达 3805 项，位居首位；其次是美国，有 2571 项，占比 35.29%；排名第三的是瑞士，有 175 项，占比 2.4%；韩国和德国的技术来源数量分别为 111 项和 59 项，其他国家/地区仅占 7.74%。在全球单倍体育种领域专利申请量共 1559 项，其中排名第一的是美国，专利申请量为 1067 项，占比 68.44%；其次是中国，有 280 项，占比 17.96%；排名第三的是瑞士，有 165

项，占比 10.58%；加拿大和法国的技术来源数量分别为 12 项和 6 项，其他国家/地区仅占 1.86%。在全球多倍体育种领域专利申请量共 229 项，其中中国以 177 项专利申请，占比 77.29%的绝对优势位居第一；其余排名依次为荷兰 8 项、美国 6 项、以色列 6 项和加拿大 4 项，其他国家/地区占 12.23%。在全球细胞工程育种领域专利申请量共 2461 项，其中排名第一的是中国，专利申请量为 1925 项，占比 78.22%；其次是美国，有 175 项，占比 7.11%；排名第三的是韩国，有 99 项，占比 4.02%；加拿大和日本的技术来源数量分别为 18 项和 14 项，其他国家/地区仅占 9.35%。中国是杂交育种技术、多倍体育种和细胞工程领域具有领导地位的技术来源国，美国技术输出量全球第二，在单倍体育种领域技术突出。

4.4 目标市场国

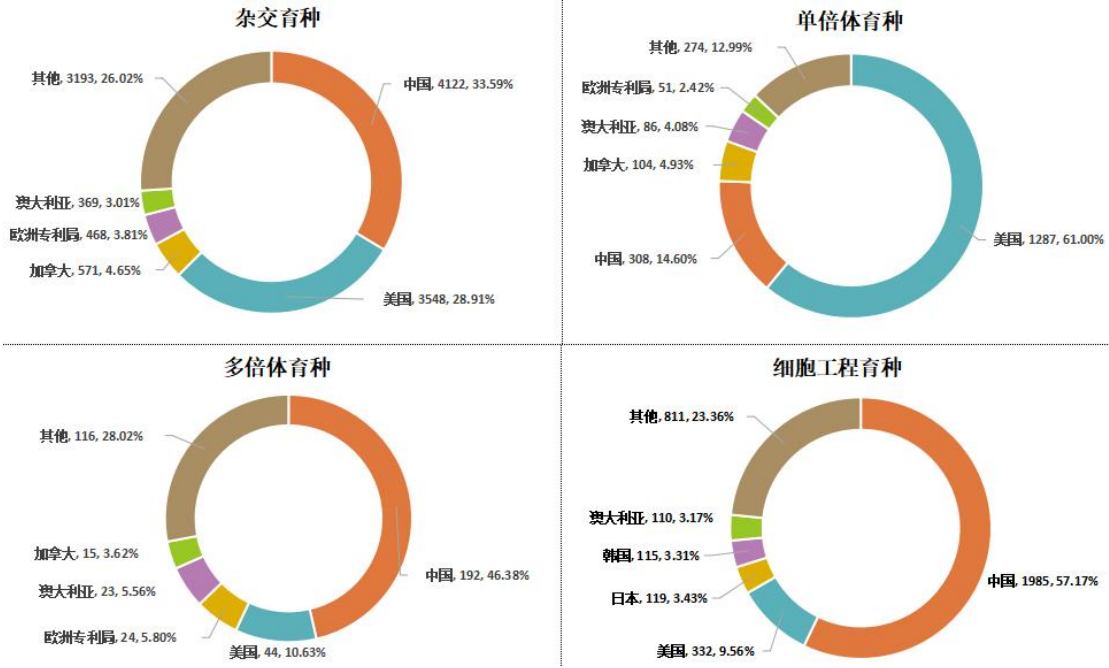


图 4-4 全球南繁作物生物育种 2.0 技术专利目标市场国（项）

目前中国拥有全球最大的杂交育种、多倍体育种、细胞工程育种市场以及第二大单倍体育种市场，从体量上成为全球生物育种 2.0 技

术专利布局量第一的国家。美国作为世界农业第一大国、世界种业第一大国，拥有全球最大的单倍体育种市场，并在杂交育种、多倍体育种、细胞工程育种领域拥有较大市场。

从全球南繁作物生物育种 2.0 技术专利目标市场国（如图 4-4）可以看出，在杂交育种领域，中国拥有较大的市场，其专利申请量达 4122 件，占全球申请总量的 33.59%，其次是美国以 3548 件专利为杂交育种领域排名第二的市场国，加拿大、欧洲和澳大利亚的专利申请量分别为 571 件、468 件和 369 件，其他国家/地区专利数量较多，占比 26.02%。在单倍体育种领域，美国以 1287 件专利申请成为该领域最大的目标市场国，中国以 308 件专利申请成为排名第二的目标市场国，其余依次为加拿大 104 件、澳大利亚 86 件、和欧洲 51 件，其他国家/地区专利申请量为 274 件。在多倍体育种领域，中国以 192 件专利申请的绝对优势成为排名第一的目标市场国，其次是美国、欧洲、澳大利亚和加拿大，专利数量分别为 44 件、24 件、23 件和 15 件，其他国家/地区专利申请量为 116 件，占比 28.02%。在细胞工程育种领域，中国以 1985 件专利，占比 57.17% 的绝对优势成为该领域最大的目标市场国，美国以 332 件专利排名第二，日本、韩国和澳大利亚分别以 119 件、115 件和 110 件专利申请排名第三、第四、第五，其他国家/地区专利申请量为 811 件，占比 23.36%。目前中国拥有全球最大的杂交育种市场、多倍体育种市场、细胞工程育种市场以及第二大单倍体育种市场，从体量上成为全球生物育种 2.0 技术专利布局量第一的国家。美国作为世界农业第一大国、世界种业第一大国，拥有全球最大的单倍体育种市场，并在杂交育种、多倍体育种、细胞工程育种领域拥有较大市场。

4.5 技术构成分析

表 4-1 南繁作物生物育种 2.0 相关技术领域主要作物技术构成表

	水稻	玉米	大豆	小麦	棉花	其他
杂交育种	1327	1363	1771	444	234	2150
单倍体育种	44	1114	55	81	56	215
多倍体育种	35	21	1	36	13	121
细胞工程育种	83	161	26	46	63	2000

从主要作物类型来看，杂交育种技术在大豆、玉米、水稻的技术布局较多，单倍体育种技术研究主要集中在玉米领域，细胞工程育种在 5 种主要作物的申请量较低，主要是其他作物领域的研究。

表 4-1 南繁作物生物育种 2.0 相关技术领域主要作物技术构成表展示了南繁作物生物育种 2.0 相关技术主要作物技术构成情况，由表中可看出，从主要作物类型来看，大豆是杂交育种领域重点研究的作物，专利申请量为 1771 项，其次水稻和玉米也是杂交育种领域主要的研究作物；玉米是单倍体育种领域最重要的研究作物，专利申请量为 1114 项，其余作物专利申请量均在 100 项以下；小麦和水稻是多倍体育种领域重点研究作物；玉米是细胞工程领域研究重点研究的作物，专利申请量为 161 项，其次是水稻、棉花和玉米。从主要作物类型来看，杂交育种技术在大豆、玉米、水稻的技术布局较多，单倍体育种技术研究主要集中在玉米领域，细胞工程育种在 5 种主要作物的申请量较低，主要是其他作物领域的研究。

4.6 技术功效分析

表 4-2 南繁作物生物育种 2.0 相关技术领域分支技术功效表

	抗虫性	抗病性	抗除草剂	高产	非生物胁迫	提高育种效率	株型改良	品质改良	育性	生育期	品种筛选鉴定
杂交育种	2780	3759	2670	1668	1743	944	396	732	1214	437	1149
单倍体育种	1162	1218	1184	59	327	133	21	61	47	23	122
多倍体育种	14	36	5	53	51	56	27	46	41	17	58
细胞工程育种	100	176	92	219	381	1535	164	199	28	76	133

抗病性、抗虫性和抗除草剂是杂交育种和单倍体育种技术领域研究重点；细胞工程育种技术领域的主要功效研究集中在提高育种效率。

表 4-2 展示了南繁作物生物育种 2.0 技术领域各分支技术功效情况，由表中可以看出，抗病性、抗虫性和抗除草剂是杂交育种和单倍体育种技术领域研究重点，通过这些技术手段不仅可以有效控制害虫危害，有效降低作物种植过程中农药的施用量，从而促进作物的安全生产，提高农户的经济效益还可以有效拓宽除草剂的施用范围，使其可以在不伤害作物本身的前提下有效地进行杂草管理；多倍体育种技术领域功效的改进重点集中在品种筛选鉴定、提高育种效率、非生物胁迫和高产，从多种性状的研究改进作物的综合性能；细胞工程育种技术领域的主要功效研究集中在提高育种效率。

4.7 主要申请人分析

南繁作物生物育种 2.0 相关技术领域主要申请人，杂交育种领域以美国、中国申请人为主；单倍体育种领域以美国申请人为主；多倍

体育种和细胞工程育种技术以中国申请人为主。

表 4-3 全球南繁作物杂交育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请总量/项	国别	占全球总申请量比例	创新主体	近5年专利申请量/项	国别	占全球近5年总申请量
孟山都	1037	美国	14.23%	孟山都	528	美国	18.46%
M. S. 技术	566	美国	7.77%	M. S. 技术	431	美国	15.06%
先锋	541	美国	7.43%	斯泰种业	150	美国	5.24%
斯泰种业	347	美国	4.76%	MERTEC LLC	52	美国	1.82%
先正达	193	瑞士	2.65%	BENSON HILL SEEDS	50	美国	1.75%
福建农林大学	84	中国	1.15%	先正达	49	瑞士	1.71%
MERTEC LLC	98	美国	1.35%	江苏省农业科学院	37	中国	1.29%
江苏省农业科学院	76	中国	1.04%	先锋	33	美国	1.15%
华中农业大学	73	中国	1.00%	华中农业大学	26	中国	0.91%
南京农业大学	63	中国	0.86%	浙江大学	26	中国	0.91%

全球南繁作物杂交育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-3。从专利申请总量来看,排名前 10 的申请人中有 6 家外国企业,分别为孟山都、M.S 技术、先锋国际、斯泰种业、先正达、Mertec 公司,其中孟山都的申请量最高,申请量为 1037 项,占全球专利申请总量的 14.23%,其次是 M.S 技术、先锋和斯泰种业申请量分别为 566 项、541 项和 347 项,排名前四的均为美国企业,充分说明美国在杂交育种技术领域的龙头地位。中国的福建农林大学、江苏省农业科学院、华中农业大学和南京农业大学分别排名全球第六、第八、第九和第十,申请量分别为 84 项、76 项、73 项和 63 项,占全球申请总量的 4.05%,说明中国的高校和科研院所在杂交技术领域有较强的技术实力。

从近 5 年主要申请人来看，孟山都、M.S 技术、斯泰种业、Mertec 公司、Benson Hill Seeds 公司、先正达、江苏省农业科学院、先锋国际、华中农业大学和浙江大学进入前十，其中孟山都近五年申请最多，申请量为 528 项，占近五年全球专利申请总量的 18.46%，M.S 技术和斯泰种业的申请量也较多，申请量分别为 431 项和 150 项，近五年申请量排名前五的均为美国企业，说明美国创新主体在杂交育种领域近期活跃度较高。

表 4-4 全球南繁作物单倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请总量/项	国别	占全球总申请量比例	创新主体	近5年专利申请量/项	国别	占全球近5年总申请量
孟山都	735	美国	47.15%	孟山都	496	美国	60.12%
先正达	207	瑞士	13.28%	BENSON HILL SEEDS	50	美国	6.06%
先锋	74	美国	4.75%	先正达	48	瑞士	5.82%
BENSON HILL SEEDS	50	美国	3.21%	PHYTOGEN SEED	23	美国	2.79%
PHYTOGEN SEED COMPANY	47	美国	3.01%	中国农业大学	18	中国	2.18%
中国农业大学	35	中国	2.25%	HM. CLAUSE	15	法国	1.82%
美国无烟烟草有限责任公司	32	美国	2.05%	INARI AGRICULTURE	14	美国	1.70%
农业基因遗传学有限公司	28	美国	1.80%	SAKATA SEED	12	日本	1.45%
北京市农林科学院	16	中国	1.03%	农业基因遗传学有限公司	10	美国	1.21%
INARI AGRICULTURE	14	美国	0.90%	中国农业科学院作物科	7	中国	0.85%

全球南繁作物单倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-4。从专利申请总量来看，排名前 10 的申请人中有 8 家外国企业，分别为孟山都、先正达、先锋国际、Benson Hill Seeds 公司、Phytogen Seed 公司、美国无烟烟草有限责任公司、农业基因遗传学有限公司和 Inari Agriculture 公司，其中孟山都以 735 项专利

申请，占全球专利申请总量的 47.15%的绝对优势排名第一，其次是先正达以 207 项专利申请，占比 13.34%排名第二。中国的中国农业大学和北京市农林科学院分别排名全球第六和第九，申请量分别为 35 项和 16 项。

从近 5 年主要申请人来看，孟山都、Benson Hill Seeds 公司、先正达、Phytogen Seed 公司、中国农业大学、H.M Clause 公司、Inari Agriculture 公司、Sakta Seed America 公司、农业基因遗传有限公司和中国农业科学院作物科学研究所进入前十，其中孟山都近五年申请最多，申请量为 496 项，占近五年全球专利申请总量的 60.12%，处于技术龙头和垄断地位。中国的创新主体有中国农业大学和中国农业科学院作物科学研究所，申请量分别为 18 项和 7 项。

表 4-5 全球南繁作物多倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请 总量/项	国别	占全球总申 请量比例	创新主体	近5年专利 申请量/项	国别	占全球近5 年总申请量
四川农业大学	16	中国	6.99%	武汉多倍体 生物科技有	9	中国	11.54%
湖北大学	14	中国	6.11%	湖北大学	8	中国	10.26%
武汉多倍体生 物科技有限公	13	中国	5.68%	四川农业大 学	6	中国	7.69%
成都市农林科 学院	12	中国	5.24%	成都市农林 科学院	4	中国	5.13%
KAIIMA BIO AGRITECH	11	以色 列	4.80%	华中农业大 学	3	中国	3.85%
AMIT AIDOV	7	荷兰	3.06%	西南大学	3	中国	3.85%
华中农业大学	6	中国	2.62%	中国农业科 学院棉花研	2	中国	2.56%
南京农业大学	5	中国	2.18%	中国农业科 学院油料作	2	中国	2.56%
SASKATCHEWAN WHEAT POOL	5	加拿 大	2.18%	华南农业大 学	2	中国	2.56%
西南大学	4	中国	1.75%	北京林业大 学	2	中国	2.56%

全球南繁作物多倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人

的详细情况见表 4-5。从专利申请总量来看，排名前 10 的申请人中仅 3 家国外企业，分别为以色列的 Kaiima Bioagritech 公司、荷兰的 Amit Avidov 公司和加拿大的 Saskatchewan Wheat Pool 公司，申请量分别为 11 项、7 项和 5 项。主要创新主体集中在中国，分别有四川农业大学、湖北大学、武汉多倍体生物科技有限公司、成都市农林科学院、华中农业大学、南京农业大学和西南大学，申请量分别为 16 项、14 项、13 项、12 项、6 项、5 项和 4 项，其中四川农业大学排名第一，占全球专利申请总量的 6.99%，说明中国高校和科研院所在多倍体育种领域中拥有较高的技术实力，处于较为领先的地位。

从近 5 年主要申请人来看，有武汉多倍体生物科技有限公司、湖北大学、四川农业大学、成都市农林科学院、华中农业大学、西南大学、中国农业科学院棉花研究所、中国农业科学院油料作物研究所、华南农业大学和北京林业大学进入前十，均为中国的创新主体。其中武汉多倍体生物科技有限公司近五年申请最多，申请量为 9 项，占近五年全球专利申请总量的 11.65%，其次是湖北大学近五年申请量为 8 项，四川农业大学近五年申请量为 6 项，分别排名第二。第三。说明中国高校和科研院所近期在多倍体育种领域较为活跃。

表 4-6 全球南繁作物细胞工程育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请总量/项	国别	占全球总申请量比例	创新主体	近5年专利申请量/项	国别	占全球近5年总申请量
福建农林大学	34	中国	1.38%	佛山市元诺科技有限公司	19	中国	2.43%
先锋	33	美国	1.34%	福建农林大学	15	中国	1.92%
广西壮族自治区药用植物园	25	中国	1.02%	广西壮族自治区农业科	10	中国	1.28%
孟山都	24	美国	0.98%	孟山都	9	美国	1.15%
江苏农林职业技术学院	20	中国	0.81%	通化天妍生物技术有限公司	9	中国	1.15%
佛山市元诺科技有限公司	19	中国	0.77%	南京农业大学	7	中国	0.90%
华南农业大学	17	中国	0.69%	江苏农林职业技术学院	7	中国	0.90%
广西大学	16	中国	0.65%	南京林业大学	6	中国	0.77%
南京农业大学	15	中国	0.61%	安徽农业大学	6	中国	0.77%
康美药业药材种植管理有限	15	中国	0.61%	玉林师范学院	6	中国	0.77%

全球南繁作物细胞工程育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-6。从专利申请总量来看，福建农林大学专利申请量最高，为 34 项，占全球专利申请总量的 1.38%，排名前 10 的申请人中仅 2 家美国企业，分别为先锋和孟山都，申请量分别为 33 项和 24 项。其余主要创新主体集中在中国，分别有广西壮族自治区药用植物园、江苏农林职业技术学院、佛山市元诺科技有限公司、华南农业大学、广西大学、南京农业大学和康美药业药材种植管理有限公司，申请量分别为 34 项、25 项、20 项、19 项、17 项、16 项和 15 项，其中福建农林大学全球排名第二，占全球专利申请总量的 1.38%，说明中国在细胞工程育种领域中拥有较高的技术实力，处于较为领先的地位。

从近 5 年主要申请人来看，有佛山市元诺科技有限公司、福建农林大学、广西壮族自治区药用植物园、孟山都、通化天妍生物技术有

限公司、南京农业大学、江苏农林职业技术学院、南京林业大学、安徽农业大学和玉林师范学院进入前十，其中九个是中国的创新主体。佛山市元诺科技有限公司近五年最为活跃，近五年专利申请量为 19 项，占近五年全球专利申请总量的 2.41%。

表 4-7 中国南繁作物杂交育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请 总量/项	占中国总申 请量比例	创新主体	近5年专利 申请量/项	占全球近5 年总申请量
福建农林大学	84	2.20%	江苏省农业 科学院	37	2.46%
江苏省农业科 学院	76	1.99%	浙江大学	27	1.80%
华中农业大学	73	1.91%	华中农业大 学	26	1.73%
南京农业大学	63	1.65%	北京市农林 科学院	25	1.66%
中国种子集团 有限公司	62	1.62%	中国水稻研 究所	24	1.60%
中国农业科学 院作物科学研	59	1.55%	湖南杂交水 稻研究中心	21	1.40%
浙江大学	57	1.49%	中国农业科 学院作物科	20	1.33%
西北农林科技 大学	55	1.44%	吉林省农业 科学院	20	1.33%
中国水稻研究 所	52	1.36%	中国农业大 学	19	1.26%
北京市农林科 学院	50	1.31%	北京首佳利 华科技有限	19	1.26%

中国南繁作物杂交育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-7。从专利申请总量来看，福建农林大学、江苏省农业科学院、华中农业大学、南京农业大学、中国种子集团有限公司、中国农业科学院作物科学研究所、浙江大学、西北农林科技大学、中国水稻研究所和北京市农林科学院进入前十，申请量分别为 84 项、76 项、73 项、63 项、62 项、59 项、57 项、55 项、52 项和 50 项。从申请人类型来看，其中九位申请人均为高校、科研院所，仅有中国种子集团有限公司一家企业。

从近 5 年主要申请人来看，江苏省农业科学院、浙江大学、华中农业大学、北京市农林科学院、中国水稻研究所、湖南杂交水稻研究中心、中国农业科学院作物科学研究所、吉林省农业科学院、中国农业大学和北京首佳利华科技有限公司进入前十，申请量分别为 37 项、27 项、26 项、25 项、24 项、21 项、20 项、20 项、19 项和 19 项。从申请人类型来看，其中九位申请人均为高校、科研院所，仅有北京首佳利华科技有限公司一家企业。

表 4-8 中国单倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请 总量/项	占中国总申 请量比例	创新主体	近5年专利 申请量/项	占全球近5 年总申请量
中国农业大学	35	16.83%	中国农业大学	18	13.33%
北京市农林科学院	16	7.69%	吉林省农业科学院	7	5.19%
吉林省农业科学院	11	5.29%	中国农业科学院作物科	7	5.19%
中国农业科学院作物科学研	8	3.85%	北京市农林科学院	6	4.44%
中国计量大学	8	3.85%	上海市农业科学院	5	3.70%
成都市农林科学院	8	3.85%	云南省农业科学院粮食	4	2.96%
上海市农业科学院	6	2.88%	华中农业大学	4	2.96%
四川农业大学	6	2.88%	江苏高航农业科技有限	4	2.96%
云南省农业科学院粮食作物	5	2.40%	中国水稻研究所	3	2.22%
华中农业大学	5	2.40%	成都市农林科学院	3	2.22%

中国南繁作物单倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-8。从专利申请总量来看，中国农业大学、北京市农林科学院、吉林省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所、中国计量大学、成都市农林科学院、上海市农业科学院、四川农业大学、云南省农业科学院粮食作物研究和华中农业大学进入前十，申请

量分别为 35 项、16 项、11 项、8 项、8 项、8 项、6 项、6 项、5 项和 5 项。从申请人类型来看，前十名创新主体均为高校、科研院所。

从近 5 年主要申请人来看，中国农业大学、吉林省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所、北京市农林科学院、上海市农业科学院、云南省农业科学院粮食作物、华中农业大学、江苏高航农业科技有限公司、中国水稻研究所和成都市农林科学院进入前十，申请量分别为 18 项、7 项、7 项、6 项、5 项、4 项、4 项、4 项、3 项和 3 项。从申请人类型来看，其中九位申请人均为高校、科研院所，仅有江苏高航农业科技有限公司一家企业。

表 4-9 中国南繁作物多倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请总量/项	占中国总申请量比例	创新主体	近5年专利申请量/项	占全球近5年总申请量
四川农业大学	16	9.04%	武汉多倍体生物科技有	9	13.43%
湖北大学	14	7.91%	湖北大学	8	11.94%
武汉多倍体生物科技有限公司	13	7.34%	四川农业大学	6	8.96%
成都市农林科学院	12	6.78%	华中农业大学	3	4.48%
华中农业大学	6	3.39%	成都市农林科学院	3	4.48%
南京农业大学	5	2.82%	西南大学	3	4.48%
西南大学	4	2.26%	中国农业科学院棉花研	2	2.99%
中国农业科学院棉花研究所	3	1.69%	中国农业科学院油料作	2	2.99%
河北省农林科学院昌黎果树	3	1.69%	北京林业大学	2	2.99%
河北科技师范学院	3	1.69%	华南农业大学	2	2.99%

中国南繁作物多倍体育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-9。从专利申请总量来看，四川农业大学、湖北大学、武汉多倍体生物科技有限公司、成都市农林科学、华中农业大学、

南京农业大学、西南大学、中国农业科学院棉花研究所、河北省农林科学院昌黎果树研究所和河北科技师范学院进入前十，申请量分别为16项、14项、13项、12项、6项、5项、4项、3项、3项和3项。从申请人类型来看，其中九位申请人均为高校、科研院所，仅有武汉多倍体生物科技有限公司一家企业。

从近5年主要申请人来看，武汉多倍体生物科技有限公司、湖北大学、四川农业大学、华中农业大学、成都市农林科学院、西南大学、中国农业科学院棉花研究所、中国农业科学院油料作物研究所、北京林业大学和华南农业大学进入前十，申请量分别为9项、8项、6项、3项、3项、3项、2项、2项、2项和2项。从申请人类型来看，其中九位申请人均为高校、科研院所，仅有武汉多倍体生物科技有限公司一家企业。

表 4-10 中国南繁作物细胞工程育种领域主要申请人及近五年主要申请人

创新主体	专利申请总量/项	占中国总申请量比例	创新主体	近5年专利申请量/项	占全球近5年总申请量
福建农林大学	34	1.76%	佛山市元诺科技有限公司	19	2.62%
广西壮族自治区药用植物园	25	1.30%	福建农林大学	15	2.07%
江苏农林职业技术学院	20	1.04%	广西壮族自治区农业科学院	10	1.38%
佛山市元诺科技有限公司	19	0.99%	通化天妍生物技术有限公司	9	1.24%
江苏省农业科学院	18	0.93%	南京农业大学	7	0.97%
华南农业大学	17	0.88%	江苏农林职业技术学院	7	0.97%
广西大学	16	0.83%	南京林业大学	6	0.83%
南京农业大学	15	0.78%	安徽农业大学	6	0.83%
康美药业药材种植管理有限公司	15	0.78%	玉林师范学院	6	0.83%
江苏省中国科学院植物研究所	15	0.78%	江苏省农业科学院	6	0.83%

中国南繁作物细胞工程育种领域主要申请人及近五年主要申请人的详细情况见表 4-10。从专利申请总量来看，福建农林大学、广西壮族自治区药用植物园、江苏农林职业技术学院、佛山市元诺科技有限公司、江苏省农业科学院、华南农业大学、广西大学、南京农业大学、康美药业药材种植管理有限公司和江苏省中国科学院植物研究所进入前十，申请量分别为 34 项、25 项、20 项、19 项、18 项、17 项、16 项、15 项、15 项和 15 项。从申请人类型来看，其中 8 位申请人均为高校、科研院所，有佛山市元诺科技有限公司和康美药业药材种植管理有限公司两家企业。

从近 5 年主要申请人来看，佛山市元诺科技有限公司、福建农林大学、广西壮族自治区农业科学院、通化天妍生物技术有限公司、南京农业大学、江苏农林职业技术学院、南京林业大学、安徽农业大学、玉林师范学院和江苏省农业科学院进入前十，申请量分别为 19 项、

15 项、10 项、9 项、7 项、7 项、6 项、6 项、6 项和 6 项。从申请人类型来看，其中 8 位申请人均为高校、科研院所，有佛山市元诺科技有限公司和通化天妍生物技术有限公司两家企业。

4.8 创新人才分析

全球杂交育种和单倍体育种主要发明人主要来自美国孟山都和 M.S 技术公司，中国主要发明人主要来自高校和科研院所，中国种子集团在杂交育种领域研发团队技术输出多；全球细胞工程育种领域主要发明人来自中国团队，申请人类型为企业和研究机构。

表 4-11 南繁作物杂交育种领域主要发明人

全球主要发明人				中国主要发明人			
序号	发明人	申请人	专利申请量	序号	发明人	申请人	专利申请量
1	MASON, JUSTIN T.	M.S. 技术	591	1	李菁	中国种子集团有限公司	60
2	EBY WILLIAM H.	孟山都	347	2	何予卿		58
3	STANGLAND, GARY R.	孟山都	192	3	周发松		58
4	HOLLAND, GREGORY J.	孟山都	167	4	喻辉辉		57
5	SERNETT, JEFFREY M.	孟山都	154	5	张启发		55
6	BUFFARD, CHRISTIAN J.	孟山都	151	6	韦懿		55
7	STELPFLUG, RICHARD G.	孟山都	131	7	章清杞	福建农林大学	55
8	BIRRU, FUFA H.	孟山都	102	8	景德道	江苏丘陵地区镇江农业科学研究所	34
9	POTRZEBA, DUANE A.	孟山都	82	9	李闯		33
10	SANDEEP BHATNAGAR	孟山都	71	10	林天资		33

由表 4-11 可看出，南繁作物杂交育种领域全球主要发明人主要来自美国 M.S 技术公司和孟山都公司，其中 M.S 技术公司研究团队主要研究大豆杂交育种技术，孟山都研究团队主要研究大豆和玉米作物。国内申请人主要为中国种子集团、福建农林大学和江苏丘陵地区镇江农业科学研究所的研究团队。

由表 4-12 可看出，南繁作物单倍育种领域全球主要发明人主要

来自孟山都公司，研究团队主要研究玉米单倍体育种技术。国内申请人主要为中国农业大学、北京市农林科学院、中国计量大学，中国种子集团、福建农林大学和江苏丘陵地区镇江农业科学研究所的研究团队，其中中国农业大学陈绍江团队和北京市农林科学院王元东团队主要研究玉米单倍体育种技术。

表 4-12 南繁作物单倍体育种领域主要发明人

全球主要发明人				中国主要发明人			
序号	发明人	申请人	专利申请量	序号	发明人	申请人	专利申请量
1	STANGLAND, GARY R.	孟山都	164	1	陈绍江	中国农业大学	30
2	SERNETT, JEFFREY M.	孟山都	150	2	陈琛		20
3	HOLLAND, GREGORY J.	孟山都	138	3	刘晨旭		19
4	BUFFARD, CHRISTIAN J.	孟山都	130	4	钟裕		17
5	STELPFLUG, RICHARD G.	孟山都	102	5	李金龙		9
6	BIRRU, FUFA H.	孟山都	90	6	王元东	北京市农林科学院	8
7	POTRZEBA, DUANE A.	孟山都	76	7	赵久然		8
8	BHATNAGAR, SANDEEP	孟山都	68	8	俞晓平	中国计量大学	8
9	MATEO, RAFAEL A.	孟山都	45	9	叶子弘		8
10	BOERBOOM, MARVIN L.	孟山都	42	10	崔海峰		8

表 4-13 南繁作物细胞工程育种领域主要发明人

中国主要发明人			
序号	发明人	申请人	专利申请量
1	许冬瑾	康美药业(文山)药材种植管理有限公司	15
2	严新		14
3	顾晓波		10
4	吴坤林	中国科学院华南植物园	15
5	曾宋君		14
6	韦荣昌	广西壮族自治区药用植物园	15
7	韦坤华		12
8	顾地周	通化天妍生物技术有限公司	10
9	林庆良	福建农林大学	10
10	王立国	天津丰华裕隆农业发展股份有限公司	10

中国在细胞工程育种领域技术产出占 70%以上,主要发明人均来中国创新主体,比如康美药业(文山)药材种植管理有限公司、中国科学院华南植物园、广西壮族自治区药用植物园、通化天妍生物技术有限公司、福建农林大学、天津丰华裕隆农业发展股份有限公司的研发团队。

4.9 中国申请地域分析

江苏省、北京市是杂交育种和单倍体育种技术输出最重要的地区,四川省和湖北是多倍体育种技术输出最重要的地区,广西壮族自治区和江苏省是细胞工程育种技术输出最重要的地区。

表 4-14 中国南繁作物生物育种 2.0 相关技术地域分布

杂交育种		单倍体育种		多倍体		细胞工程育种	
地区/省	专利数量/项	地区/省	专利数量/项	地区/省	专利数量/项	地区/省	专利数量/项
江苏	421	北京	60	四川	35	广西	274
北京	290	江苏	25	湖北	26	江苏	214
山东	242	浙江	24	河南	12	广东	145
湖北	229	河南	18	河北	11	云南	141
浙江	217	湖北	16	江苏	10	浙江	114
河南	202	四川	16	浙江	9	山东	95
安徽	201	吉林	15	山东	9	安徽	91
四川	184	云南	10	安徽	7	福建	87
广东	170	河北	9	湖南	7	贵州	76
湖南	167	陕西	9	广西	7	湖北	73

由上表可看出中国南繁作物生物育种 2.0 相关技术地域分布情况,江苏省、北京市是杂交育种和单倍体育种技术输出最重要的地区,四川省和湖北是多倍体育种技术输出最重要的地区,广西壮族自治区和江苏省是细胞工程育种技术输出最重要的地区。

在杂交育种领域,江苏省主要创新主体为江苏省农业科学院、南京农业大学、江苏里下河地区农业科学研究所;北京市主要创新主体为中国农业科学院作物科学研究所、北京市农林科学院。

在单倍体育种领域,北京市主要创新主体为中国农业大学、北京市农林科学院;江苏省主要创新主体为江苏高航农业科技有限公司、江苏强农农业技术服务有限公司、南京农业大学院。

在多倍体育种领域，四川省主要创新主体为四川农业大学、成都市农林科学院；湖北省主要创新主体为湖北大学、武汉多倍体生物科技有限公司。

在细胞工程育种领域，广西壮族自治区主要创新主体为广西壮族自治区药用植物园、广西大学、广西壮族自治区农业科学院；湖北省主要创新主体为江苏农林职业技术学院、江苏省农业科学院、南京农业大学、江苏省中国科学院植物研究所。

4.10 小结

在南繁作物生生物育种 2.0 相关技术领域，从 2010 年左右开始，全球、中国的杂交育种技术、细胞工程育种开始进入快速发展的阶段，均成为全球、中国布局量第一、第二的技术领域，全球、中国的多倍育种技术产量较低；不同之处，全球单倍体育种在近 5 年专利申请量逐渐增长，而中国单倍体育种技术专利申请量较低。

中国和美国是南繁作物生生物育种 2.0 相关技术的主要技术来源国。中国是杂交育种技术、多倍体育种和细胞工程领域具有领导地位的技术来源国，美国技术输出量全球第二，在单倍体育种领域技术突出。

目前中国拥有全球最大的杂交育种市场、多倍体育种市场、细胞工程育种市场以及第二大单倍体育种市场，从体量上成为全球生物育种 2.0 技术专利布局量第一的国家。美国作为世界农业第一大国、世界种业第一大国，拥有全球最大的单倍体育种市场，并在杂交育种、多倍体育种、细胞工程育种领域拥有较大市场。

从主要作物类型来看，杂交育种技术在大豆、玉米、水稻的技术布局较多，单倍体育种技术研究主要集中在玉米领域，细胞工程育种在 5 种主要作物的申请量较低，主要是其他作物领域的研究。

抗病性、抗虫性和抗除草剂是杂交育种和单倍体育种技术领域
的研究重点；细胞工程育种技术领域的主要功效研究集中在提高育种效
率。

南繁作物生物育种 2.0 相关技术领域主要申请人，杂交育种领域、
单倍体育种领域以美国申请人为主；多倍体育种和细胞工程育种技术
以中国申请人为主。

全球杂交育种和单倍体育种主要发明人主要来自美国孟山都和
M.S 技术公司，中国主要发明人主要来自高校和科研院所，中国种子
集团在杂交育种领域研发团队技术输出多；全球细胞工程育种领域主
要发明人来自中国团队，申请人类型为企业和研究机构。

江苏省、北京市是杂交育种和单倍体育种技术输出最重要的地
区，四川省和湖北是多倍体育种技术输出最重要的地区，广西壮族自
治区和江苏省是细胞工程育种技术输出最重要的地区。

第五章 南繁作物生物育种 3.0 相关技术专利分析

本章从南繁作物生物育种 3.0 相关技术分子育种的重点技术——转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种三大重点技术，从全球技术发展趋势、技术来源国、目标市场国、技术发展路线、技术生命周期、技术功效、主要申请人、技术发展方向等不同角度出发，分析中国与先进技术国家的差距与区别，结合技术发展热点和方向、创新主体和创新人才分布，为海南省南繁作物生物育种产业发展提供产业专利分析数据支撑。

5.1 转基因育种

转基因技术是国际农业技术、育种技术竞争的制高点之一，自 1996 年以来转基因技术的国际竞争日益激烈，本章节将针对南繁作物转基因育种技术专利申请情况开展分析。

5.1.1 全球竞争态势分析

5.1.1.1 全球专利申请趋势分析

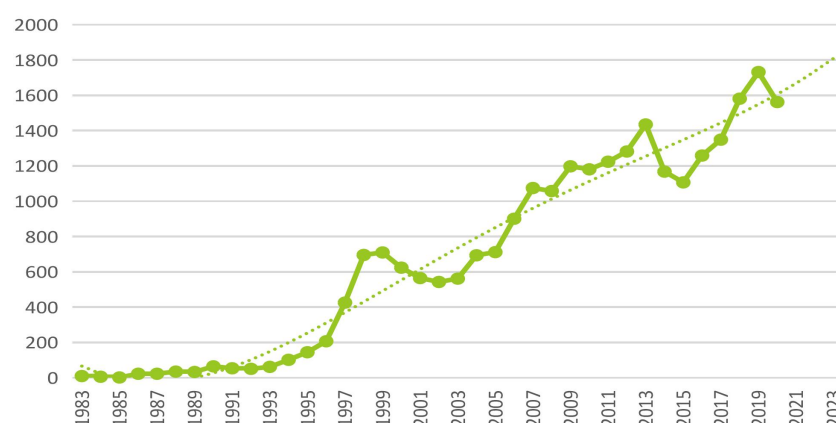


图 5-1 全球南繁作物转基因生物育种技术专利申请趋势（项）

全球南繁作物转基因生物育种产业专利申请整体上升趋势明显，

在分子育种领域，转基因技术是发展较早和技术积累雄厚的领域，转基因已经发展成最快、应用效率最高的精准育种技术之一

截止到 2023 年 3 月 8 日，全球南繁作物转基因生物育种技术专利申请总量为 26421 项。从图中可以看出，南繁作物转基因育种技术最早出现在 1983 年，全部来自美国的 MYCOGEN、LUBRIZOL、农业遗传学研究协会，主要涉及为抗虫基因的研究；自 1986 年起，美国开始进行转基因植物的田间测试，进入转基因植物商业化的流程，有关南繁作物转基因技术的研究逐步开展；美国在转基因技术方面的研究处于领导地位，1983-1994 年的 11 年间，转基因作物在美国实现了商业化，1996 年美国的转基因作物开始大量商业化种植，全球专利申请进入快速发展的阶段，中国 2008 年启动启动了转基因生物新品种培育重大专项，多项发展规划将生物技术发展列为重点工作，极大的推动了南繁作物转基因育种技术的快速发展，2019 年申请量突破 1700 项，达到专利申请量高峰。

5.1.1.2 全球技术来源国分析

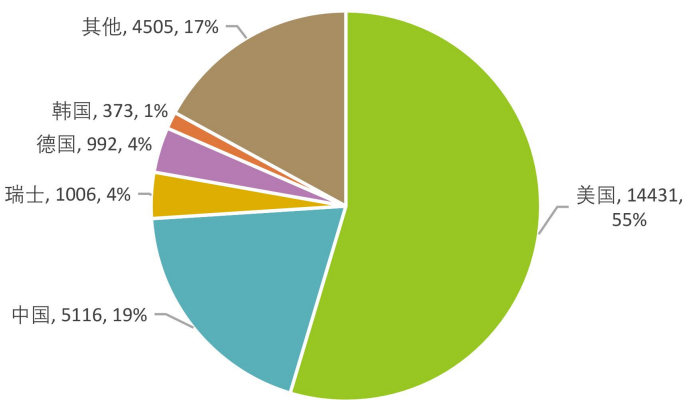


图 5-2 全球南繁作物转基因生物育种专利技术来源地（项）

美国、中国是南繁作物转基因生物育种专利技术的主要技术来源地。图 5-2 所示为南繁作物转基因生物育种专利技术来源分布情况，

从图中可以看出，全球南繁作物转基因生物育种产业专利技术 50% 以上来源于美国，专利申请量达 14431 项，位居首位，在南繁作物生物育种产业技术输出中占有绝对的领先地位；其次是中国，有 5116 项，占比 19%；排名第三的是瑞士，有 1006 项，占比 4%。德国、韩国技术来源数量分别为 992 项和 373 项，其他国家/地区仅占 17%。美国是转基因技术领域具有领导地位的技术来源国，中国技术输出量全球第二。

5.1.1.3 全球主要目标市场分析

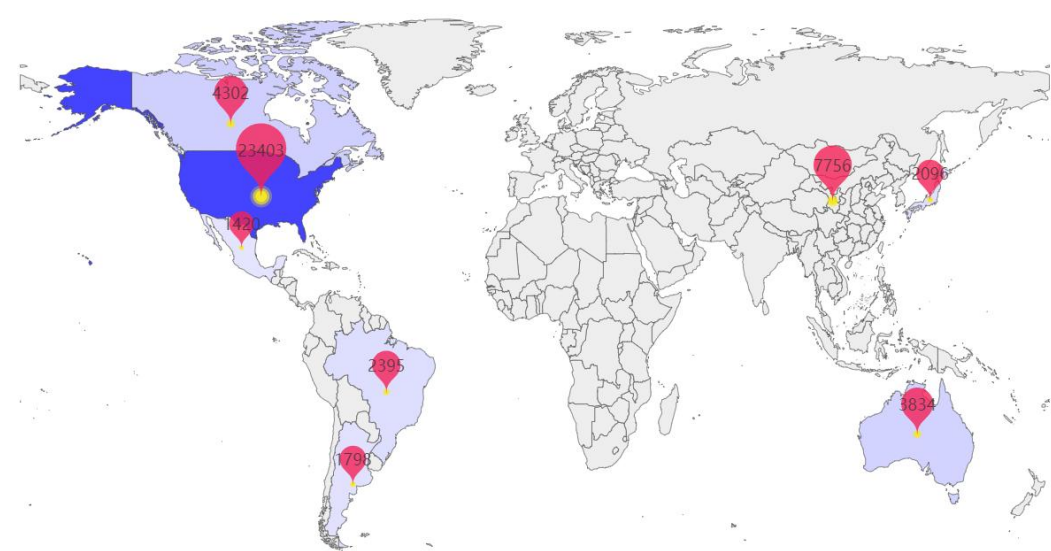


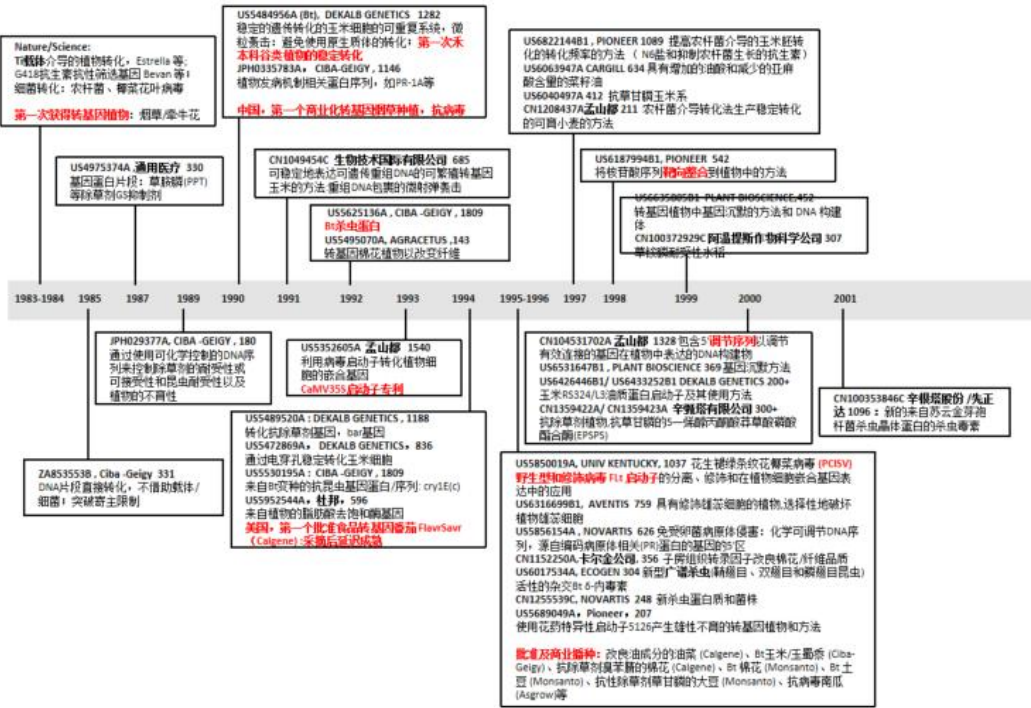
图 5-3 全球南繁作物转基因生物育种专利目标市场（件）

美国、中国、欧洲专利局、加拿大、澳大利亚是南繁作物转基因生物育种主要目标市场国家/地区。

从南繁作物转基因生物育种技术专利申请主要国家/地区公开趋势可以看出，美国拥有目前全球最大的南繁作物转基因生物育种市场，其专利申请总量达 23403 件；其次是中国和欧洲专利局，专利申请总量为 7756 和 4607 件；而加拿大、澳大利亚、巴西、日本、阿根廷、墨西哥、韩国，专利申请总量相对较低，分别为 4302 件、3834

件、2395 件、2096 件、1798 件、1420 件和 1247 件。南繁作物生物育种产业创新主体更为注重美国市场的专利布局，美国是世界农业第一大国、世界种业第一大国，同时也是转基因技术最重要的技术产出国，在技术研究、企业发展、产业政策方面极大推动了转基因技术的快速发展。对于中国，在南繁作物转基因生物育种领域快速发展的阶段，从体量上成为全国专利布局量第二的国家，说明中国拥有巨大的市场潜力。

5.1.1.4 技术发展路线分析



复系统，避免了使用原生质体的转化；其将源自苏云金芽孢杆菌（Bt）的 DNA 片段转让玉米，第一次实现了禾本科谷类植物的稳定转化。CIBA-GEIGY 公司在 1990 年基于植物免疫途径的研究，又布局了专利 JPH0335783A，其申请保护植物发病机制相关蛋白序列，如 PR-1A 等。1991 年生物技术国际有限公司在中国布局的专利 CN1049454C 涉及可稳定地表达可遗传重组 DNA 的可繁殖转基因玉米的方法，也是基于重组 DNA 包裹的微射弹轰击转化方法。1992 年，CIBA-GEIGY 公司布局了 Bt 杀虫蛋白的产品专利 US5625136A；AGRACETUS 公司则基于纤维合成途径的研究布局了专利 US5495070A，涉及转基因棉花植物以改变棉花的纤维品质。1993 年，孟山都公司鉴定了 CaMV35S 启动子序列，并申请了专利 US5352605A；CaMV 35S 启动子序列可以有效启动外源 DNA 片段在植物细胞中的表达，极大地推动了植物转基因领域的研究。1994 年，DEKALB GENETICS 公司基于电穿孔技术实现了稳定的转化玉米细胞，将抗除草剂基因（bar）转入玉米，获得了抗除草剂的转基因玉米，相关技术的布局专利为 US5489520A、US5472869A。同年，CIBA-GEIGY 公司则布局了来自 Bt 变种的抗昆虫基因蛋白/序列（cry1E(c)）专利 US5530195A；杜邦公司则基于 US5952544A 专利保护了来自植物的脂肪酸去饱和酶基因，布局了作物油脂性状改善的转基因领域。1994 年，一个里程碑式的事件是美国批准了第一个转基因食品：来自 Calgene 公司的转基因番茄 FlavrSavr，其延迟了番茄被采摘后的成熟进程，有效延长了番茄的存储时间。1995-1996 年，是转基因作物在全球范围内（尤其是欧美国家和地区）被审批和商业化的井喷之年；这段时间获得批准并被商业化播种的有：如来自 Calgene 公司的改良油成分的油菜、抗除草剂溴苯腈的棉花；来自 Ciba-Geigy 公司的 Bt 玉米/玉蜀黍；来自

孟山都公司的 Bt 棉花、Bt 土豆、抗性除草剂草甘膦的大豆；来自 Asgrow 公司的抗病毒南瓜等。在技术领域方面，这期间 KENTUCKY 大学分离获得了花生褪绿条纹花椰菜病毒（PCISV）野生型和修饰病毒 FLt 启动子，将其修饰用于了植物细胞嵌合基因表达，然后布局了专利 US5850019A。诺华公司的专利 US5856154A 涉及化学可调节 DNA 序列（源自编码病原体相关(PR)蛋白的基因的 5'区的转化），这可以使得植物免受卵菌病原体侵害；该公司在中国布局了专利 CN1255539C 保护新杀虫蛋白质和菌株。卡尔金（Calgene）公司在中国的专利 CN1152250A 基于子房组织转录因子的转化改良棉花的纤维品质。ECOGEN 公司的专利 US6017534A 涉及新型的、具有广谱杀虫活性的杂交 Bt δ -内毒素，可以保护转基因植物抵抗鞘翅目、双翅目和鳞翅目昆虫的侵害。在 AVENTIS 和 Pioneer（先锋公司）则从植物的育性角度，分别布局了专利 US6316699B1 和 US5689049A：前者涉及具有修饰雄蕊细胞的转基因植物，可以选择性地破坏植物雄蕊细胞；后者使用花药特异性启动子 5126 产生雄性不育的转基因植物。1997 年，分别来自孟山都和先锋公司的专利 CN1208437A（转化小麦）和 US6822144B1（转化玉米胚）都涉及提高农杆菌介导的转化效率；DEKALB 公司的 US6040497A 涉及抗草甘膦玉米，CARGILL 公司的 US6063947A 则涉及具有增加的油酸和减少的亚麻酸含量的菜籽油。1998 年，来自先锋公司的涉及将核苷酸序列靶向整合到植物中的方法的专利 US6187994B1 获得授权。1999-2000 年，PLANT BIOSCIENCE 公司的授权专利 US6635805B1 和 US6531647B1 都涉及了转基因植物中基因沉默的方法和 DNA 构建体，阿温提斯作物科学公司在中国的专利 CN100372929C 则涉及草铵膦耐受性水稻；DEKALB GENETICS 公司的专利 US6426446B1/ US6433252B1 则涉

及玉米 RS324/L3 油质蛋白启动子及其使用方法。2000 年，孟山都公司在中国布局的专利 CN104531702A 涉及包含 5'调节序列以调节有效连接的基因在植物中表达的 DNA 构建物，辛甄塔有限公司在中国的专利 CN1359422A/CN1359423A 则涉及转入抗草甘膦的 5-烯醇丙酮酸莽草酸磷酸酯合酶（EPSPS）以获得抗除草剂植物。2001-2005 年，由辛甄塔股份公司的专利 CN100353846C 和 CN100374562C 分别保护了新的来自苏云金芽孢杆菌杀虫晶体蛋白的杀虫毒素，以及修饰的 Cry3A 毒素及编码它的核酸序列。孟山都公司的专利 CN101413028B 涉及抗鳞翅目昆虫转基因棉花，拜尔生物的专利 CN100523190C 涉及除草剂抗性的棉花植物，巴斯福植物科学的专利 CN1777677A 则涉及马铃薯植物中增加直链淀粉含量；POZNIAK CURTIS 公司的专利 US7897845B2 涉及对咪唑啉酮类除草剂的抗性增强的小麦植物，先正达公司的专利 US20060075523A1 涉及了非生物胁迫响应性多核苷酸和多肽。在 2000 年，Ye 和 Beyer 等将其所解析的获得的 Beta-carotene 合成途径整体导入到水稻里面，得到了具有 Vitamin-A 生物增强的转基因水稻，即所称的“金水稻”，该技术后被转让给了 Zeneca/先正达公司（该转让规定了“人道主义使用”条件，先正达公司基于该技术和孟山都等 32 个团体商谈以获得了开发“金水稻”所需要的 70 多项转基因专利技术的使用机会）。2006-2009 年美国陶氏益农公司的专利 CN103361316B 涉及新除草剂抗性基因，DEPT OF AGRICULTURE WESTERN 公司的专利 US9295210B2 涉及小麦植物对咪唑啉酮类除草剂的抗性增强；孟山都公司在这期间布局的重点专利 EP1137790B1、WO2007030432A3、US20090098099A1、US20090208964A1、和 CN101252831B 分别涉及基于共培养阶段使用 whatman 滤纸的高效率的农杆菌介导的植物转化方法、基于 repABC

origin 的改善细菌介导的植物转化效率、对鳞翅目昆虫表现出杀虫活性的新型晶体蛋白、大豆多态性与基因分型方法及其育种筛选的应用、以及草甘膦耐受大豆品种。2010-2011 年先正达公司开发了抗玉米螟蛉的转基因玉米品种 Agrisuer®Viptera/3000GT，这是第一次使用 non-cry 蛋白（Vip 毒素）提高转基因植物的抗虫能力。2012 年先锋公司推出了转基因大豆 Plenish TM，其基于基因沉默技术（反义 RNA）靶向 gm-fad2-1 基因，提高了大豆的油酸含量。孟山都于 2013 年推出的转基因玉米 DroughtGard TM，通过转入细菌冷休克蛋白 B，提高了转基因植物的抗旱能力。孟山都公司的专利 US20140115737A1 涉及新的蛋白质，其可用于赋予转基因农作物增强的农艺性状（如耐寒、高油等），DOW AGROSCIENCES 公司的专利 US10640779B2 涉及用于基因靶向和性状叠加的、工程化的转基因整合平台（ETIP），通过 CRISPR 酶等在 ETIP 内引入特定的双链断裂，可以快速选择和检测完全靶向 ETIP 基因组位置的 GOI（5'和 3'末端）。2014 年，杜邦和先锋公司的专利 CN105916987A 涉及使用向导 RNA/CAS 内切核酸酶系统的植物基因组修饰及其使用方法；宾州研究基金会也布局了专利 US20150067922A1 也涉及使用 CRISPR 相关的核酸酶对植物基因组中的特定基因进行靶向和精确编辑。孟山都公司于 2015 年获得授权专利 US11186843B2 涉及用于植物中 CRISPR/Cas 介导的靶向基因修饰的新型玉米、番茄和大豆。2015-2017 年，孟山都公司的专利 US10570408B2 涉及具有增强农艺性状的转基因植物。麻省理工学院的博德研究所的专利 CN110312799A 涉及新型 CRISPR 酶和系统。在这期间，孟山都公司的专利 US9986699B2 涉及使用高通量无损种子采样的种子育种方法；杜邦公司的专利 US20170114356A1 涉及新型选择性剪接转录及其在改善作物农艺性状中的应用，其对数百个

RNA-seq 文库的计算分析使得能够鉴定玉米中的新转录本。MENDEL BIOTECHNOLOGY 公司的专利 US10597667B2 涉及在植物中转入整合了转录因子的核酸构建体（包括表达载体），提高转基因植物对生物胁迫和非生物胁迫的抵抗力。2018-2019 年，先正达公司的专利 WO2019103918A1 涉及大豆抗病性新基因，其使用衍生自甘氨酸小肠杆菌的标志物、基因和染色体间隔来鉴定、选择和产生抗病大豆植物；Alpine Roads 公司的专利 US20180291392A1 涉及转基因植物中牛奶蛋白的生产，其将表达牛乳蛋白的重组 DNA 构建体引入双子叶植物或单子叶植物中。

我国在转基因植物技术领域起步较晚，专利布局也相对晚于其他国家。2012 年，武汉大学获得授权的专利 CN103667309B 保护了水稻抗褐飞虱基因 Bph9；北京大北农科技集团的专利 CN103039494A 涉及植物体内产生的能够杀死大螟的 Vip3A 蛋白。2014 年，深圳市作物分子设计育种研究院和深圳兴旺生物种业有限公司的专利 CN103820445B 涉及一个植物花药特异表达启动子的鉴定和应用。海南波莲水稻基因科技有限公司于 2015 年获得授权的专利 CN104894144B 涉及水稻 CYP704B2 基因突变体。在 2016-2017 年，湖南杂交水稻研究中心的专利 CN106701818B 涉及利用 CRISPR/Cas9 系统培育水稻普通核不育系，武汉天问生物科技有限公司的专利 CN107190003A 涉及一种高效快速分离 T-DNA 插入位点侧翼序列的方法及其用途。2018-2019 年，浙江大学的专利 CN109456394B 涉及番茄 SIPIF4 基因和蛋白及其在提高植物耐低温性中的应用；中国科学院遗传与发育生物学研究所的专利 WO2019038417A1 涉及一种增加谷物数量和粒径的方法，该方法包括调节 MADS 结构域转录因子 1（MADS1）。2021 年，云南农业大学的专利 CN113621039A 涉及花

色苷合成相关蛋白 IbMYB113 及其编码基因与应用，其在甘薯红色薯皮中克隆了 IbMYB113 蛋白及其编码基因。

5.1.1.5 技术生命周期分析

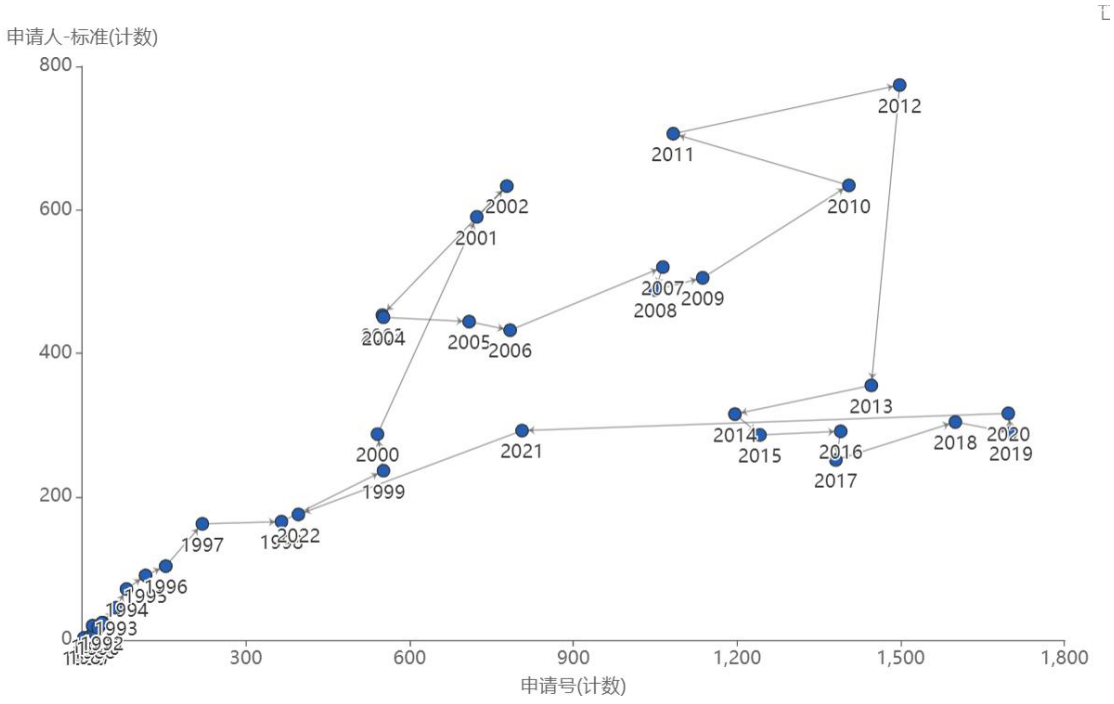


图 5-5 南繁作物转基因育种领域全球技术生命周期

图 5-5 展示了南繁作物转基因育种领域全球技术生命周期，根据全球专利申请量与专利申请人随时间的推移而变化的曲线，可看出 1983 年—1995 年，专利申请人数和专利申请量增长都非常缓慢，专利年度申请量均未超过 100 项，年度申请人数也未超过 100 位，专利技术发展比较缓慢，处于转基因育种技术的导入阶段；1996 年开始，全球转仅有育种商业化起步，美国开始大面积种植生物工程作物，阿根廷批量生物工程大豆进行商业化生产，1997 年转基因棉花在中国种植，2001 年中国转基因技术研究进入全新自主研究阶段，专利申请人数和专利申请量增长迅速，专利申请量于 2002 年突破 750 项，年平均增长率达 24%，说明转基因技术处于成长阶段；2003 年开始，专利年申请量和申请人数量略有回调，孟山都、杜邦、先正达、拜耳、

陶氏、巴斯夫等公司完成并购，专利申请量呈现先下降后上升的趋势，说明该项技术的发展进入调整阶段；直到 2012 年，专利申请量近 1500 项，申请人数量近 800 位，2012 年之后，专利年申请量保持 1200 项以上，申请人数量保持在 300 位左右，说明该项技术进入成熟发展的阶段。

5.1.1.6 技术功效分析

表 5-1 南繁作物转基因育种领域技术功效

育种技术	抗虫性	抗病性	抗除草剂	高产	非生物胁迫	提高育种效率	株型改良	品质改良	育性	生育期	品种筛选鉴定	品种株系	其他
转基因	13784	14387	13375	2875	3765	1542	489	3195	712	231	2747	1318	476

表 5-1 展示了南繁作物转基因育种领域技术功效分布情况，转基因技术的发展与解决技术问题紧密相关，比如早期的抗除草剂大豆、抗虫棉花、抗虫玉米转基因技术的研发，可以看出其中抗虫、抗病、抗除草剂性状的研究是转基因领域研发的重点；随着转基因育种技术的发展，以及对优质种子的需求，产量更高、抗非生物胁迫能力更强、品质更高的作物类型，更能获得市场的青睐。

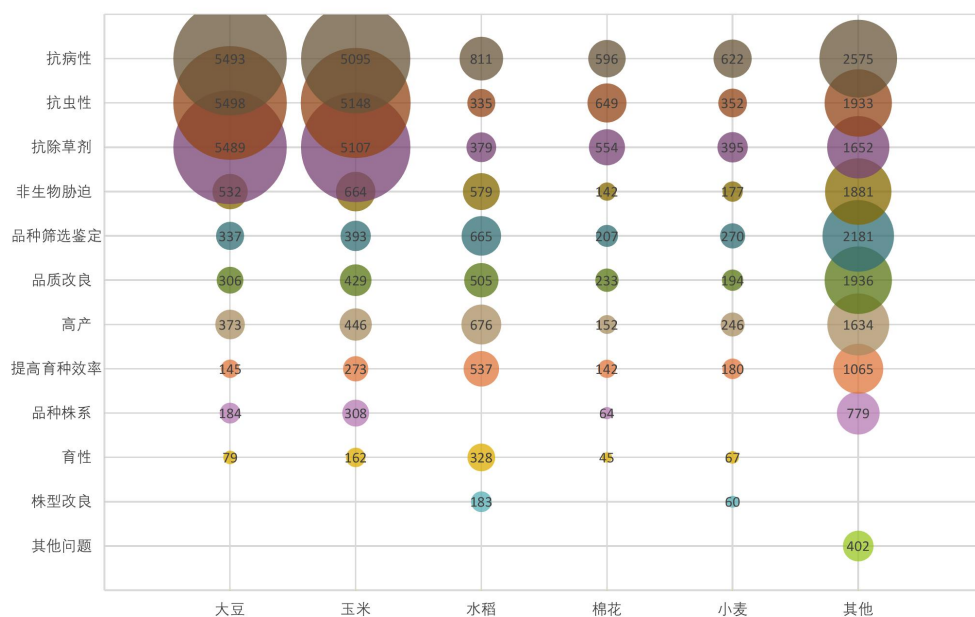


图 5-6 南繁作物转基因育种领域主要南繁作物技术功效图

图 5-6 展示了南繁作物转基因育种领域主要南繁作物技术功效情况，由图中可看出，从南繁作物类型来看，大豆、玉米是转基因育种领域研究的重点作物，其次是水稻、棉花、小麦的转基因技术研究。从技术改进方向来看，抗病、抗虫、抗除草剂是大豆、玉米转基因技术处于主导性地位，相比之下，其他形状的研究相对较少；水稻、棉花、小麦在性状改进的研究呈现分布较为平均，从多种性状的研究改进作物的综合性能。

5.1.1.7 主要申请人分析

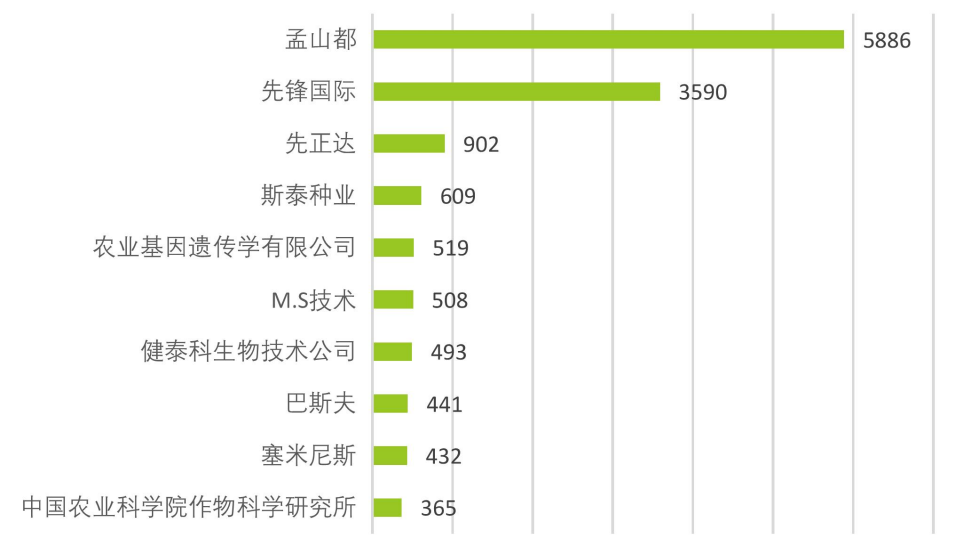


图 5-7 南繁作物转基因育种领域全球主要申请人

全球南繁作物转基因生物育种领域主要申请人主要为国外种子企业巨头，如孟山都、先锋国际、先正达等，中国只有中国农业科学院作物科学研究所进入全球前十。

图 5-7 展示了南繁作物转基因育种领域全球主要申请人的情况，从专利申请总量来看，排名前 10 的申请人中有 9 位是国外申请人，分别为孟山都、先锋国际、先正达、斯泰种业、农业基因遗传学有限公司、M.S 技术、健泰科、巴斯夫和塞米尼斯，仅有 1 位中国申请人中国农业科学院作物科学研究所进入全球前十，从技术来源国来看，其中孟山都、先锋国际、斯泰种业、农业基因遗传学有限公司、M.S 技术、健泰科和塞米尼斯均来自美国技术产出，成为转基因育种领域具有领导地位的技术输出主体。

5.1.2 中美竞争态势分析

美国引领着全球转基因育种技术的发展，本节将对比分析中国和美国在南繁作物转基因育种领域的发展现状，梳理中美转基因育种产

业发展的差异,进一步明确海南省南繁作物转基因育种领域的产业地位,并通过创新主体和创新人才的分析,对海南省南繁作物转基因育种领域提出发展建议。

5.1.2.1 转基因技术发展历程

(1) 美国

1983 年,四家机构刊登了将基因导入植物的论文,这开创了植物生物技术的新时代。孟山都在美国国家科学院院刊(PNAS)上发表《细菌基因在植细胞中的表达》一文,成为最早将基因转入植物的四个机构之一。

自 1986 年起,美国开始进行转基因植物的田间测试,进入转基因植物商业化的流程。1986 年美国环保署允许世界第 1 例转基因作物——抗除草剂烟草进行种植。20 世纪 90 年代,在国际农产品市场竞争加剧、美国农产品出口量明显下滑的背景下,美国政府开始强调生物技术在农业上的应用。1991 年美国竞争力总统委员会起草的《国家生物技术政策报告》确立了转基因农业的国家战略,明确提出要“调动全部力量推动转基因技术的开发和商品化种植,确保美国农业品的出口竞争力,保障美国农业的发展与从业者利益”。

1994 年美国的转基因耐储藏番茄——“FlavrSavr”获得美国食品药品监督管理局的批准进入市场销售,成为世界上第一个获许进行销售的转基因食品。1983-1994 年的 11 年间,转基因作物在美国实现了商业化,1996 年美国的转基因作物开始大量商业化种植。

美国在转基因作物种植方面处于领导地位。自 1996 年商品化转基因作物开始大规模种植以来,美国转基因作物发展迅猛。1994 至 1996 年,美国共批准了 20 项转基因植物的销售许可。这些作物均已获许可用于商业种植,并可以在美国用作食用或饲料用途。在美国获

准商业化生产的所有 20 种转基因作物都是私营公司的产品。孟山都最为突出，共获得 7 个批准（35%），Calgene 获得 3 个（15%）批准。

据估计，1996 年在美国种植超过 300 万英亩的基因工程作物，用于种子繁殖或作为商业作物，可以说美国陆续批准了转基因植物销售许可这一行为促成 1996 年成为美国转基因商业化种植的元年。

转基因大豆、棉花和玉米分别于 2007、2010、2013 年实现渗透率 90%，而后种植比例趋于稳定。各种作物种植面积比例未达到 100% 是由于美国考虑生态平衡，要求在种植抗虫作物的同时要种植一定比例的不抗虫作物，以保持昆虫的物种平衡。目前，棉花、大豆、玉米等三种转基因作物已经进入稳定成熟的商业化状态。大豆，玉米，以及棉花是转基因作物前三大品种。截至目前，美国共有 44 个转基因玉米转化事件、26 个转基因大豆转化事件和 29 个转基因棉花转化事件和获准商业化种植。

（2）中国

1986-2000 年，我国内地主产棉区棉铃虫连年大爆发，我国棉花生产遭受巨大损失，而且过量使用农药也造成了环境污染。这一阶段我国开始追踪世界转基因科技前沿，鼓励模仿世界先进技术，转基因棉花开始应用于生产。

2001-2009 年，我国转基因研究开始从局部自主创新迈入全面自主创新阶段。2009 年，转 Cry1Ab/1Ac 融合基因的抗虫水稻华恢 1 号及杂交种 Bt 汕优 63，转植酸酶 PhyA2 基因的 BVLA430101 玉米自交系，获得农业农村部颁发的安全证书，转基因主粮产业化提上议事日程。

2006 年，我国将转基因生物新品种培育重大专项列入《国家中

长期科学和技术发展规划纲要》（2006-2020）。

2008 年 7 月，经国务院常务会议审议，我国启动了转基因生物新品种培育重大专项。

2009 年 6 月，国务院出台了《促进生物产业加快发展的若干政策》，明确提出要“加快把生物产业培育成为高技术领域的支柱产业和国家的战略性新兴产业”。

2010 年中央一号文件提出，“继续实施转基因生物新品种培育科技重大专项，抓紧开发具有重要应用价值和自主知识产权的功能基因和生物新品种，在科学评估、依法管理基础上，推进转基因新品种产业化”。

而后的 2010—2013 年，围绕转基因安全性，主粮化等形成了激烈的争论，在此情况下，国家的转基因政策趋向于保守，转基因研究处于稍滞后阶段。

我国在十三五规划（2016 年~2020 年）和十四五规划（2021 年~2025 年）中提出“加速推动基因组学等生物技术大规模应用，推进生物育种等新一代生物技术产品和服务的规模化发展”的纲要，进一步推动了转基因技术的发展。

2021 年 11 月，农业农村部发布对《主要农作物品种审定办法》、《农作物种子生产经营许可管理办法》、《农业植物品种命名规定》、《农业转基因生物安全评价管理办法》四项规定的修改决定（征求意见稿），明确了转基因品种的审定方法及生产、经营许可管理办法，推动着我国转基因作物进入商业化进程。

2022 年 1 月，农业农村部修改《农业转基因生物安全评价管理办法》、《主要农作物品种审定办法》等四部规章的部分条款；6 月，印发《国家级转基因大豆品种审定标准（试行）》和《国家级转基因

玉米品种审定标准（试行）》，目前转基因品种进入市场最后也最关键一步在于品种审定，此次品种审定标准的印发预示转基因产业化“最后一公里”正被打通。

2023 年 1 月 13 日，农业农村部发布《2022 年农业转基因生物安全证书（生产应用）批准清单（二）》，包括邯郸市农业科学院、等单位申报的 38 个转基因项目获批，其中包括 2 个转基因玉米项目，1 个转基因大豆项目。在我国转基因生物安全管理体系中，获得了安全证书的转基因品种，还需要经过“品种审定”这一关，才能进入商业化推广阶段。农业农村部近期已召开转基因玉米审定会议，审定品种数量在 20 个左右，转基因玉米预计可在 2023 年第一季度开始种植销售。今年或可成为我国转基因食物种子商业化元年，不少种业公司蓄势待发。

表 5-2 中国转基因育种相关法律法规

发布/修订时间	法律法规	主要内容
2001-05-23 公布 2011-01-08、2017-10-07 修订	《农业转基因生物安全管理条例》	农业转基因生物的定义与范围，国家对农业转基因生物安全实行分级管理评价制度和标识制度，生产转基因植物种子、种畜禽、水产苗种，应当取得相应许可证
2002-01-05 公布 2004-07-01、2016-07-25、 2022-01-21 修订	《农业转基因生物安全评价管理办法》	从事农业转基因生物研究与试验的单位是农业转基因生物安全管理的第一责任人，应当制定农业转基因生物试验操作规程，加强农业转基因生物试验的可追溯管理
2002-01-05 公布 2004-07-01、2017-11-30 修订	《农业转基因生物进口安全管理办法》	对于进口的农业转基因生物，按照用于研究和试验的、用于生产的以及用作加工原料的三种管理。农业转基因生物进口需要办理审定、登记或者评价、审批手续
2002-01-05 公布 2004-07-01、2017-11-30 修订	《农业转基因生物标识管理办法》	国家对农业转基因生物实行标识制度。转基因动植物和含有转基因成分的产品应当标注“转因字样，标识的标注方法应当遵照相关规定
2007-03-02 发布	《涉及南繁的转基因农作物安全评价申报要求》	对需南繁的转基因农作物，在向农业部提出安全评价申请时填写南繁试验(种植鉴定，种子繁殖相关内容。需要南繁转基因农作物的单位，需要办理登记手续
2008-02-25 发布	《转基因抗虫棉生产应用安全证书申请》	转基因抗虫棉生产应用安全证书申请程序
2011-09-06 公布	《转基因棉花种子生产经营许可规定》	转基因棉花种子生产、经营实行许可制度，转基因棉花种子生产许可证申领的范围和条件
2021-11-12 修订 2022-01-21 再次修订	修订《主要农作物品种审定办法》、《农作物种子生产经营许可管理办法》、《农业植物品种命名规定》	对转基因品种申请审定所需的企业资质、材料和时间做出详细规定
2022-06 发布	《国家级转基因大豆品种审定标准（试行）》和《国家级转基因玉米品种审定标准（试行）》	规定转基因大豆、玉米审定标准

数据来源：《浅析我国农作物种子政策法规的沿革与现状》

5.1.2.2 申请趋势分析

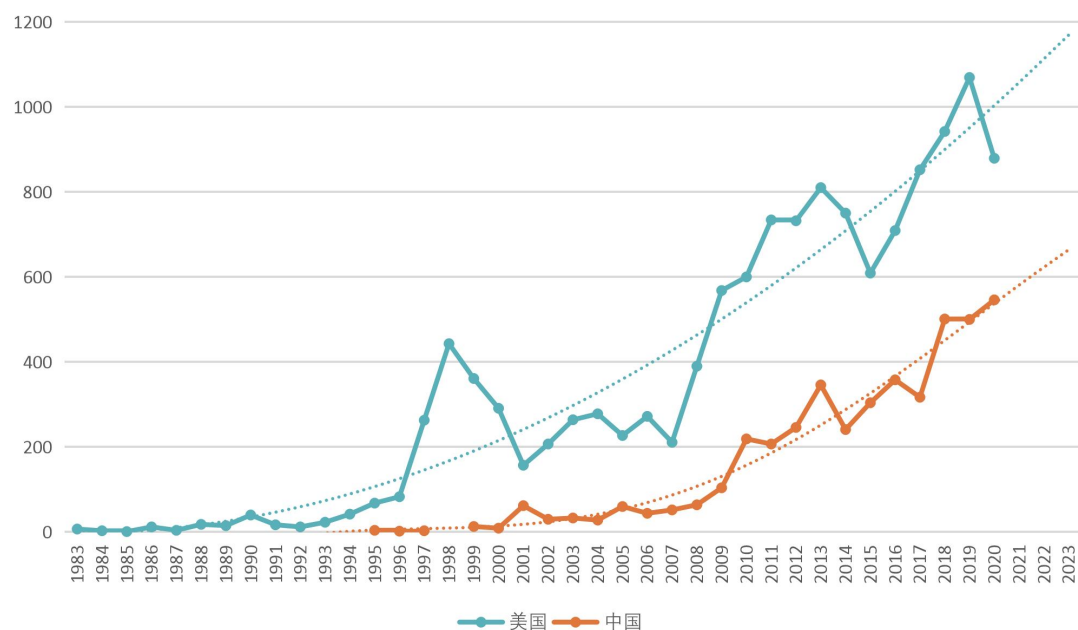


图 5-8 南繁作物转基因育种领域专利申请趋势中美对比

上图展示了中国和美国在南繁作物转基因育种领域申请趋势情况，从图中可以看出，美国于 1983 年开始在转基因育种领域已经有少量专利申请，自 1996 年美国转基因作物进入商业化阶段，该领域专利申请量也开始进入发展阶段；而中国自 1995 年才开始有专利申请，开始追踪世界转基因科技前沿技术；1998 年之后，美国专利申请量略有回调，并在 2010 年左右，再次进入快速发展阶段，2019 年专利年申请量超过 1000 项，在南繁作物转基因育种领域全球领先；中国 2008 年启动了转基因生物新品种培育重大专项，多项发展规划将生物技术的发展列为重点工作，中国在转基因育种领域的专利申请量逐年增长，进入快速发展的阶段，相比美国每年专利申请量情况，中国专利申请量约为美国的一半左右，从专利申请总量上来看，还与美国存在较大差距。

5.1.2.3 专利生命周期分析

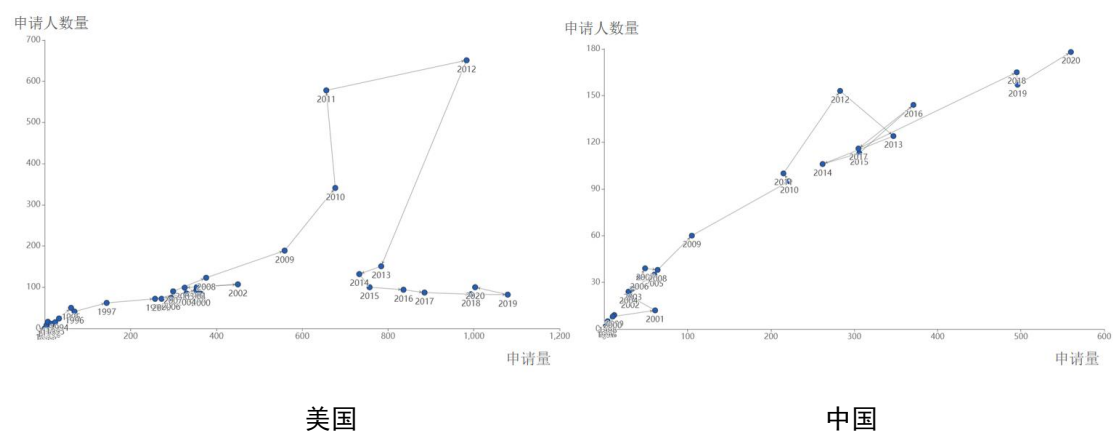


图 5-9 南繁作物转基因育种领域技术生命周期中美对比

图 5-9 展示了中美南繁作物转基因育种领域技术生命周期情况，在转基因育种领域全球技术输出中美国占据半壁江山，美国技术发展路线更为清晰，1996 年以前专利申请量和申请人数量处于较低水平，处于转基因技术研究的导入期，随着转基因技术进入商业化发展极端，专利申请量和申请人数量呈现出先稳步增长、后快速增长的趋势，在 2012 左右，专利年申请量和申请人数量达到高峰阶段，随着种业巨头兼并收购等一系列商业战略调整，2012 年后，申请人数量保持在较为稳定的区间，而转基因技术依然保持稳定的输出，美国在南繁作物转基因技术的研究进入稳定发展的阶段。

对比美国，中国正经历导入期、稳步增长的阶段，专利申请量和申请人数量均呈现出上升的趋势，说明中国在南繁作物转基因育种技术发展还处于追赶的阶段，在中国种业振兴技术及育种相关政策的支持下，有利于转基因育种技术进入技术发展的快车道。

5.1.2.4 市场布局分析

表 5-3 南繁作物转基因育种领域中美专利布局对比

国家	全球布局 (件)	本国布局 (件)	本国布局 比例	海外布 局比例
中国	6147	4999	81%	19%
美国	34377	15887	46%	54%

结合前述分析及上表可看出，中国申请人技术产出 5116 项转基因育种技术，在全球布局 6417 件专利，在中国布局 4999 件专利，占比达到 81%，海外专利布局占比仅占 19%；而美国申请人技术产出 14431 项，全球布局 34377 件专利，在美国布局 15887 件专利，占比 46%，另外超过 50%的专利在加拿大、欧洲、澳大利亚、中国等国家/地区开展专利布局。总之，中国申请人已逐渐意识到海外市场的重要性，与美国申请人相比，仍有较大的差距。

5.1.2.5 主要创新主体实力分析

表 5-4 南繁作物转基因育种领域主要创新主体实力对比

美国申请人	申请量	中国申请人	申请量
孟山都	5886	中国农业科学院作物科学研究所	365
先锋国际	3590	中国农业大学	304
斯泰种业	609	中国科学院遗传与发育生物学研究所	292
农业基因遗传学有限公司	519	华中农业大学	215
M.S 技术	508	浙江大学	172

表 5-4 展示了南繁作物转基因育种领域主要创新主体实力对比情况，美国申请人孟山都、先锋国际是美国转基因技术研究的巨头企业，专利申请量分别为 5886 项和 3590 项，其竞争优势明显；第三位申请人斯泰种业仅有 609 项专利申请，农业基因遗传学有限公司、M.S 技术专利申请量在 500 项左右，这三家企业竞争实力相当。中国

申请人主要为中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、华中农业大学、浙江大学，专利申请量分别为 365 项、304 项、292 项、215 项、172 项，与美国申请人专利申请量差距明显；另一方面，美国主要申请人全部为企业，而中国主要申请人全部为高校和科研院所，说明美国更注重转基因技术的商业推广，中国转基因技术偏向于技术基础研究。

5.1.2.6 技术构成分析

表 5-5 南繁作物转基因育种领域南繁作物类型中美对比

南繁作物类型	美国		中国	
	申请量（项）	申请量占比	申请量（项）	申请量占比
大豆	4664	32%	359	7%
玉米	4578	32%	637	12%
棉花	470	3%	429	8%
小麦	392	3%	422	8%
水稻	244	2%	1643	32%
其他	3453	24%	1780	35%

表 5-5 展示中国和美国在南繁作物转基因育种领域南繁作物类型情况，中美有关南繁作物类型的研究重点各有不同；大豆和玉米是美国转基因育种的强势领域，占比均在 30%以上，在棉花、小麦、水稻领域的转基因育种研究较低，占比在 3%左右；水稻转基因技术是中国的强项，占比达到 32%，玉米、棉花、小麦、大豆的研究相对较低。

5.1.2.7 技术功效分析

表 5-6 南繁作物转基因育种领域中美专利申请技术功效分布

育种技术	抗虫性	抗病性	抗除草剂	高产	非生物胁迫	提高育种效率	株型改良	品质改良	育性	生育期	品种筛选鉴定
中国	422	1035	465	1005	1206	923	331	981	346	198	731
美国	10133	10087	9937	980	1264	387	79	1145	184	12	1381

上表展示了在南繁作物转基因育种领域中美专利申请技术功效分布情况，由图中可看出，在技术功效方面，美国转基因技术起步早，已经获得大量的抗虫、抗除草剂等性能基因，并已经积累大量专利申请，具有绝对的话语权；而中国在技术问题研究方面，相对比较均衡，主要用于解决非生物胁迫、抗病性、高产、品质改良等技术问题。

5.1.3 中国专利申请态势分析

5.1.3.1 地域分析

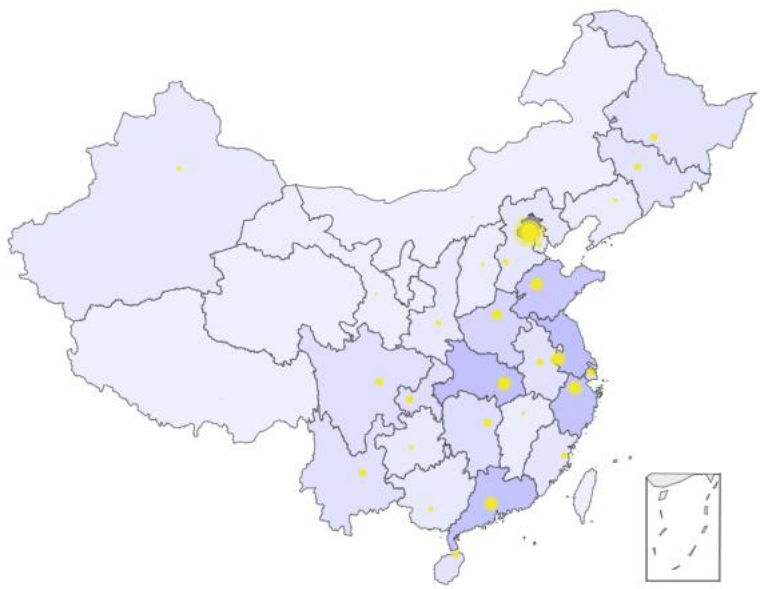


图 5-10 南繁作物转基因育种领域中国专利申请区域分布图

图 5-10 展示了南繁作物转基因育种领域中国专利申请区域分布

情况，从国内专利申请量来看，主要来自北京市、江苏省、湖北省、广东省、浙江省，专利申请量分别为 1455 项、390 项、381 项、363 项、348 项，海南省以 112 项专利申请，在全国省级排名中位列第 12 位，在全国省域排名中处于中间位置，主要来自海南波莲水稻基因科技有限公司 46 项、中国热带农业科学院热带生物技术研究所以 20 项等创新主体。

5.1.3.2 申请人分析

表 5-7 南繁作物转基因育种领域中国主要申请人

序号	申请人	申请量	有效发明量	有效发明占比	近5年申请量	近5年申请量占比	水稻	玉米	小麦	大豆	棉花	其他
1	中国农业科学院作物科学研究所	365	219	60%	181	50%	133	28	99	47	0	60
2	中国农业大学	304	157	52%	178	59%	49	120	24	2	15	102
3	中国科学院遗传与发育生物学研究所	292	155	53%	113	39%	97	15	49	38	8	90
4	华中农业大学	215	73	34%	96	45%	107	17	9	3	16	56
5	浙江大学	172	51	30%	45	26%	110	9	1	9	11	41
6	南京农业大学	159	86	54%	78	49%	72	4	29	41	31	75
7	华南农业大学	120	57	48%	59	49%	71	10	1	10	0	26
8	中国农业科学院生物技术研究所	119	60	50%	44	37%	48	28	2	3	14	30
9	西南大学	89	29	33%	40	45%	5	3	1	1	29	55
10	中国农业科学院油料作物研究所	76	47	62%	40	53%	3	4	1	20	1	50
11	江苏省农业科学院	76	38	50%	40	53%	56	8	29	15	24	43
12	四川农业大学	74	38	51%	38	51%	29	28	20	0	4	8
13	中国科学院植物研究所	73	25	34%	34	47%	40	5	4	1	5	18
14	山东农业大学	69	20	29%	34	49%	19	16	13	1	7	28
15	中国水稻研究所	67	30	45%	37	55%	60	1	1	0	0	6
16	中国农业科学院棉花研究所	66	40	61%	37	56%	2	0	0	0	61	4
17	福建农林大学	61	8	13%	13	21%	8	3	0	5	0	44
18	山东大学	59	15	25%	12	20%	3	27	12	4	18	9
19	扬州大学	57	18	32%	37	65%	36	9	2	1	0	13
20	深圳华大基因科技有限公司	56	55	98%	0	0%	5	0	0	0	0	51

表 5-7 展示了南繁作物转基因育种领域中国主要申请人专利申请相关情况，从专利申请总量来看，中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、华中农业大学、浙江大学、南京农业大学、华南农业大学、中国农业科学院生物技术研究所以、西南大学、中国农业科学院油料作物研究所进入前十，其中前三位专利申请量较高，分别为 365 项、304 项、292 项；第十

一至二十位分别为江苏省农业科学院、四川农业大学、中国科学院植物研究所、山东农业大学、中国水稻研究所、中国农业科学院棉花研究所、福建农林大学、山东大学、扬州大学、深圳华大基因科技有限公司。从申请人类型来看，其中十九位申请人均为高校、科研院所，仅有深圳华大基因科技有限公司一家企业。

从有效发明占比来看，深圳华大基因科技有限公司的有效发明专利量占比最高，说明其创新程度很高，近 5 年申请量为 0，专利维持达 5 年以上，反映了其专利重要性程度很高；其次为中国农业科学院油料作物研究所、中国农业科学院作物科学研究所、中国农业科学院棉花研究所，其有效发明占比达到 60%以上，说明其在转基因育种领域技术研发创新程度高。

近 5 年专利申请量占比反映了申请了技术活跃程度，从数值来看，扬州大学、中国农业大学、中国农业科学院棉花研究所、中国水稻研究所、中国农业科学院油料作物研究所、江苏省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所占比达到 50%以上，技术研发活跃程度高。

从南繁作物类型来看，可重点关注专利申请量较高的单位，比如：

水稻转基因技术研究领域：中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、华中农业大学、浙江大学、南京农业大学、华南农业大学、中国水稻研究所技术输出高；

玉米转基因技术研究领域：中国农业大学、中国农业科学院生物技术研究所、四川农业大学、山东大学；

小麦转基因技术研究领域：中国农业科学院作物科学研究所、中国科学院遗传与发育生物学研究所、南京农业大学、江苏省农业科学

院；

大豆转基因技术研究领域：中国农业科学院作物科学研究所、南京农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、中国农业科学院油料作物研究所；

棉花转基因技术研究领域：中国农业科学院棉花研究所、南京农业大学、西南大学。

表 5-8 南繁作物转基因育种领域海南省主要申请人

序号	申请人	申请量	水稻	玉米	小麦	大豆	棉花	其他
1	海南波莲水稻基因科技有限公司	46	33	6	1	0	0	4
2	中国热带农业科学院热带生物技术研究 所	20	1	0	0	0	0	19
3	隆平生物技术(海南)有限公司	12	0	11	0	0	0	1
4	海南大学	6	2	0	0	1	1	2

有上表可看出，在南繁作物转基因育种领域海南省主要申请人及其研究作物类型情况，海南省在该领域专利申请量主要来自海南波莲水稻基因科技有限公司、中国热带农业科学院热带生物技术研究、及隆平生物技术（海南）有限公司及海南大学，已初步形成了省内头部企业，从全国申请人排名来看，海南省主要申请人的技术产出尚未形成规模效应，行业竞争力有待进一步提升。

最高的创新主体为海南波莲水稻基因科技有限公司，申请量为46项，在全国申请人排名中位列第25位，主要关注水稻和玉米的转基因育种技术研究，成为海南省内南繁作物转基因育种领域最具实力的创新主体。

隆平生物技术（海南）有限公司于2019年注册成立，不到5年时间，在转基因育种领域已有12项专利申请，创新资源、研发实力等方面更具竞争力。

5.1.3.3 创新人才分析

表 5-9 南繁作物转基因育种领域中国主要创新人才团队

水稻转基因技术				玉米转基因技术			
序号	申请人	发明人	申请量	序号	申请人	发明人	申请量
1	浙江大学	董海涛	48	1	中国农业大学	王瑜	26
		李德葆	48			巩志忠	25
2	安徽省农业科学院水稻研究所	李莉	48	2	山东大学	张举仁	25
		杨剑波	30			李朝霞	14
		李浩	28			李坤朋	9
3	中国农业科学院作物科学研究所	万建民	47	3	中国农业科学院生物技术研究所	王磊	12
		江玲	24			范云六	9
		张欣	22			赵军	7
4	中国科学院遗传与发育生物学研究所	刘斌	41	4	隆平生物技术(海南)有限公司	吕玉平	17
		刘军	31			孙宇	11
		林辰涛	31			李涛	10

大豆转基因技术				小麦转基因技术			
序号	申请人	发明人	申请量	序号	申请人	发明人	申请量
1	中国科学院遗传与发育生物学研究所	陈受宜	31	1	中国农业科学院作物科学研究所	张增艳	29
		张劲松	30			杜丽璞	14
		张万科	29			魏学宁	11
		林晴	29	2	中国农业大学	倪中福	19
		马彪	19			孙其信	18
2	东北农林大学	李文滨	21			解超杰	13
		韩英鹏	10	3	中国科学院遗传与发育生物学研究所	张相岐	18
3	中国农业科学院油料作物研究所	周新安	18			范仁春	18
		张婵娟	15	4	中国农业科学院作物科学研究所	李爱丽	17
		单志慧	14			毛龙	17
						耿帅锋	17

棉花转基因技术				其他转基因技术			
序号	申请人	发明人	申请量	序号	申请人	发明人	申请量
1	创世纪种业有限公司	崔洪志	42	1	昆明理工大学	刘迪秋	46
		何云蔚	24			葛锋	36
		陈文华	22			陈朝银	19
		王建胜	23	2	深圳华大基因科技有限公司	张耕耘	32
2	西南大学	裴炎	29			倪雪梅	21
		侯磊	24			李宁	18
		肖月华	22	3	中国农业大学	何绍贞	28
		罗明	21			刘庆昌	28
3	中国农业科学院棉花研究所	喻树迅	19			翟红	28
		魏恒玲	17				

如表 5-9 所示,其展示了南繁作物转基因育种领域中国主要创新人才团队情况,从五大作物转基因技术,分别展示创新人才团队情况:

水稻转基因技术主要创新团队为浙江大学的董海涛、李德葆团队,安徽省农业科学院水稻研究所的李莉、杨剑波、李浩团队,中国农业科学院作物科学研究所万建民、江玲、张欣团队、中国科学院遗传与发育生物学研究所刘斌、刘军、林辰涛团队。

玉米转基因技术主要创新团队为中国农业大学的王瑜、巩志忠团

队，山东大学的张举仁、李朝霞、李坤朋团队、中国农业科学院生物技术研究所的王磊、范云六、赵军团队，隆平生物技术（海南）有限公司吕玉平、孙宇、李涛团队。

大豆转基因技术主要创新团队为中国科学院遗传与发育生物学研究所的陈受宜、张劲松、张万科团队，东北农林大学李文滨、韩英鹏团队，中国农业科学院油料作物研究所的周新安、张婵娟、单志慧团队。

小麦转基因技术主要创新团队为中国农业科学院作物科学研究所张增艳、杜丽璞、魏学宁团队，中国农业大学倪中福、孙其信、解超杰团队，中国科学院遗传与发育生物学研究所张相岐、范仁春团队，中国农业科学院作物科学研究所李爱丽、毛龙、耿帅锋团队。

棉花转基因技术主要创新团队为创世纪种业有限公司崔洪志、何云蔚、陈文华，西南大学裴炎、侯磊、肖月华团队，中国农业科学院棉花研究所喻树迅、魏恒玲。

5.1.4 小结

转基因技术是国际农业技术、育种技术竞争的制高点之一，自1996年以来转基因技术的国际竞争日益激烈。

全球南繁作物转基因生物育种产业专利申请整体上升趋势明显，在分子育种领域，转基因技术是发展较早和技术积累雄厚的领域，转基因已经发展成最快、应用效率最高的精准育种技术之一。

美国、中国是南繁作物转基因生物育种专利技术的主要技术来源地；美国、中国、印度、欧洲、澳大利亚是南繁作物转基因生物育种主要目标市场国家/地区。

南繁作物转基因生物育种技术自1983年以来，全球技术发展经历萌芽、成长阶段，目前已经进入稳定发展的阶段；而中国技起步晚，

目前还处于技术成长阶段。

在技术功效方面，美国转基因技术起步早，已经获得大量的抗虫、抗除草剂等性能基因，并已经积累大量专利申请，具有绝对的话语权；而中国在技术问题研究方面，相对比较均衡，主要用于解决非生物胁迫、抗病性、高产、品质改良等技术问题。

全球南繁作物转基因生物育种领域主要申请人主要为国外种子企业巨头，如孟山都、先锋国际、先正达等，中国只有中国农业科学院作物科学研究所进入全球前十。

本章节对比了中美在南繁作物转基因生物育种领域的发展情况，相较于美国，中国存在技术起步晚、海外布局占比低、技术主要来源于高校和科研院所、产业化程度低等问题。

海南省在南繁作物转基因生物育种领域专利申请 112 项，全国省级排名中位列第 12 位，处于中间水平，已有海南波莲水稻基因科技有限公司、中国热带农业科学院热带生物技术研究所以、隆平生物技术（海南）有限公司、海南大学在该领域开展研究。

本章节还分析了南繁作物转基因生物育种领域重点申请人以及重点创新团队情况，为海南省在开展南繁作物转基因生物育种领域招商引智、产学研合作等方面提供指引。

5.2 分子标记辅助育种

5.2.1 全球专利申请态势分析

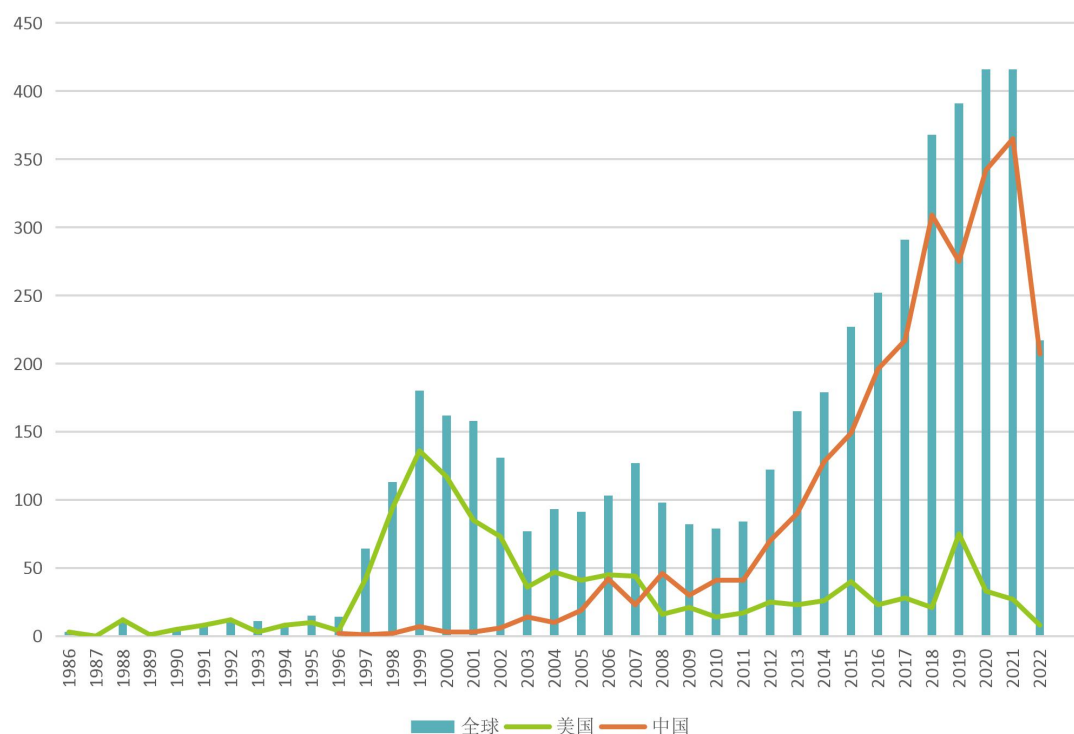


图 5-11 全球及中美南繁作物分子标记生物育种技术专利申请趋势（项）

图 5-11 反映了全球及中美南繁作物分子标记生物育种技术专利申请趋势。如图所示，1994 年前，南繁作物分子标记生物育种技术刚刚起步，全球分子标记生物育种领域专利申请数量较少。1994-1999 年，随着 RFLP 技术的普及和以 PCR 反应为基础的 RAPD、AFLP、SSR、SCAR、STS 等 DNA 标记技术的诞生，全球分子标记生物育种领域专利呈现快速增长的趋势；1999-2004 年全球分子标记生物育种领域呈现先稳定到后下降的趋势；2004 年 life 公司发布了焦磷酸测序，基于高通量测序技术的诞生，更多的 SNP、Indel 标记被发现，2004-2007 年全球南繁作物分子标记生物育种领域专利申请数量呈逐年上升的趋势。2007-2011 年全球分子标记生物育种领域专利申请数

量大体上呈稳定趋势。2011-2021 年，基于 2010 年半导体芯片测序技术的诞生，Indel 和 SNP 等分子标记的开发成本大幅度下降，且开发效率得到了提高，越来越多的新的作物分子标记被挖掘出来，分子标记在水稻、小麦、玉米、大豆、马铃薯、番茄等作物中逐渐得到广泛应用，全球南繁作物分子标记生物育种领域专利申请数量呈逐年快速增长的趋势。随着 DNA 测序技术的不断进步，分子标记的开发成本大幅度降低和开发效率不断提高，促使南繁作物分子标记生物育种进入飞速发展阶段。

美国在 1986 年已经有南繁作物分子标记生物育种相关的专利申请，而中国起步最晚，到 1996 年才有相关专利申请。1994-1999 年，美国分子标记生物育种领域专利申请量已经呈现快速增长的趋势。1999-2005 年，分子标记生物育种领域专利申请量呈现逐步下降的趋势。2005-2021 年，美国分子标记生物育种领域专利申请量呈现逐步稳定的趋势。1998-2008 年，中国分子标记生物育种领域专利申请量逐年呈现小幅度增长的趋势。2008-2011 年，中国分子标记生物育种领域专利申请量逐年呈现稳定的趋势。2011-2021 年，中国分子标记生物育种领域专利申请量逐年呈现快速增长的趋势。2022 年全球、中国、美国的申请量出现拐点的主要原因在于大部分专利申请还处于 18 个月的窗口期，属于未公开状态。虽然中国在南繁作物分子标记生物育种领域起步与美国相比较晚，但是随着中国在南繁作物分子标记生物育种领域近 10 年的快速发展，中国在南繁作物分子标记生物育种领域的专利从体量上已经超越了美国，这也意味着中国在南繁作物分子标记生物育种领域进入了快速发展阶段，拥有巨大的发展潜力。

5.2.2 全球技术产出国分析

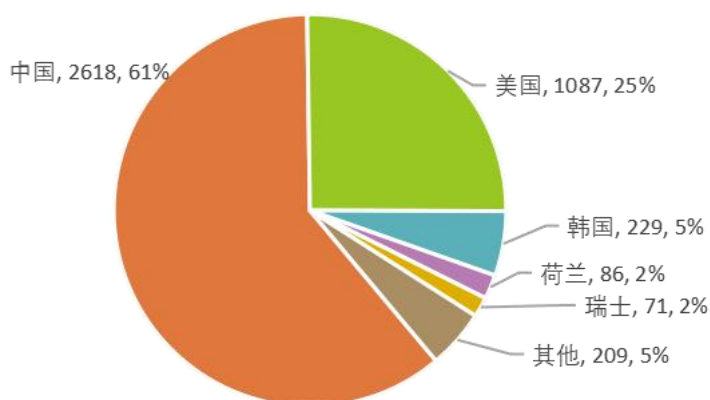


图 5-12 全球南繁作物分子标记生物育种专利技术来源地（项）

中国、美国是南繁作物转基因生物育种专利技术的主要技术来源地。上图所示为南繁作物分子标记生物育种专利技术来源分布情况，从图中可以看出，全球南繁作物分子标记生物育种产业专利技术60.88%以上来源于中国，专利申请量达2618项，位居首位，在南繁作物生物育种产业技术输出中占有绝对的领先地位；其次是美国，有1087项，占比25.28%；排名第三的是韩国，有229项，占比5.33%。荷兰、瑞士技术来源数量分别为86项和71项，其他国家/地区仅占4.86%。中国和美国是分子标记生物育种技术领域具有领导地位的技术来源国。然而，南繁作物分子标记生物育种技术AFLP、RAPD、SCAR相关早期申请都来自美国的先锋公司（公开号分别为US5689035A、US5491081A、CA2206673A1）。南繁作物分子标记SNP和Indel育种方面专利最早由美国的孟山都公司申请（公开号分别为WO2000018963A1、US75485301A）。由此可见，南繁作物分子标记育种领域的大多数原创性和突破性专利都是来自美国，中国南繁作物分子标记育种领域的专利大多偏技术转用。中国创新主体和美国

的创新主体的之间的创新水平仍然存在较大的差距。

5.2.3 全球目标市场国分析

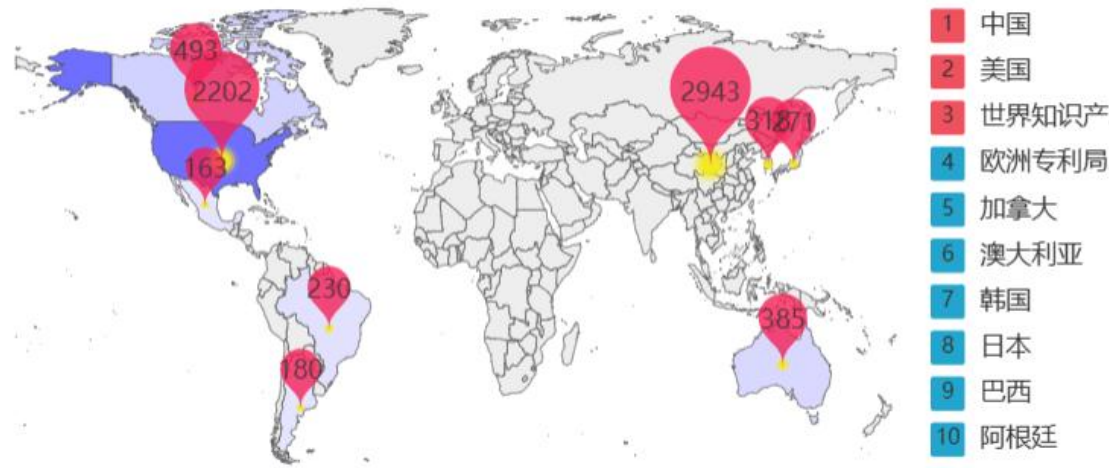


图 5-13 全球南繁作物分子标记生物育种专利目标市场国（件）

从图 5-13 可以看出，中国拥有目前全球最大的南繁作物分子标记生物育种市场，其专利申请总量达 2943 件；其次是美国和欧洲，专利申请总量均超过 2202 和 541 件；而加拿大、澳大利亚、韩国、日本、巴西、阿根廷、墨西哥专利申请总量相对较低，分别为 493 件、385 件、318 件、271 件、230 件、180 件和 163 件。南繁作物生物育种产业创新主体更为注重中国和美国市场的专利布局，中国是世界人口大国和农业大国，同时也是分子标记育种技术量最大的技术产出国，而美国是世界农业第一大国、世界种业第一大国，同时也是分子标记育种原创技术最重要的技术产出国，在技术研究、企业发展、产业政策方面极大推动了分子标记技术的快速发展。对于中国，在南繁作物分子标记生物育种领域快速发展的阶段，从体量上成为全国专利布局量第一的国家，说明中国拥有巨大的市场潜力。

5.2.4 主要国家市场布局分析

表 5-10 中国和美国在全球专利布局情况

技术产出 (项)	全球市场布局 (件)					
中国	中国	WO	美国	澳大利亚	欧专局	其它
2618	2622	47	32	29	7	22
美国	美国	加拿大	WO	欧专局	中国	其它
1087	1393	363	340	262	191	979

从表 5-10 可以看出，中国申请人主要在中国、WO、美国和澳大利亚等国家/地区进行了南繁作物分子标记生物育种领域专利布局；美国主要在美国、加拿大、WO、欧专局和中国等地进行了南繁作物分子标记生物育种领域专利布局。中国在南繁作物分子标记生物育种领域专利布局总量比美国多，但是中国在海外布局的专利量远少于美国在他国布局的专利量，中国在南繁作物分子标记生物育种领域和美国在海外布局专利申请量存在较大差距。2021 年中央一号文件明确提出实施新一轮现代种业提升工程，推进生物育种产业化应用，加强育种领域知识产权保护。中国可进一步加强南繁作物分子标记生物育种领域的海外专利布局。

5.2.5 技术发展路线分析

分子标记是指能反应生物个体或种群间基因组中某种差异的特异性 DNA/RNA 片段，是 DNA/RNA 水平遗传多态性的直接反映，是继传统的形态学标记、细胞学标记、生化标记之后发展起来的以遗传物质（DNA/RNA）为基础的遗传标记技术。

生物育种分子标记因其稳定性、成本效益和易用性为各种应用提供了非常受欢迎的工具。在过去的三十年里，许多生物分子标记技术已经在世界范围内被开发并应用到蔬菜、果树、粮食作物、药用植物以及园林植物的品种鉴定、遗传连锁图谱构建、遗传多样性分析、基

因定位等研究中。很多分子标记如 RFLP、RAPD、AFLP、ISSR、SSR、Indel 和 SNP 等获得了全球认可。近年来 DNA 测序技术的革命将分子标记的发现和应用带到了高通量和超高通量水平。

分子标记生物育种技术种类繁多，技术路线不尽相同，根据分子标记技术检测手段的差异，可分为三大类，即以 Southern 杂交为基础的第一代 DNA 分子标记技术、以 PCR 反应为基础的第二代 DNA 分子标记技术、基于高通量测序和 DNA 芯片技术的第三代新型分子标记技术。其中，各分子标记的优缺点如下表所示：

表 5-11 常用 DNA 分子标记技术比较

标记类型	丰富度	多态性水平	DNA质量要求	技术要求	重复性	标记辅助选择效率	遗传特性	主要应用
RFLP	高	中等	高	高	高	中等	共显性标记	遗传连锁图谱构建
AFLP	高	中等	高	中等	高	低	显性标记	遗传连锁图谱构建；种质资源鉴定；作物辅助育种；功能基因定位
SSR	中等	高	中等	低	高	高	共显性标记	种质资源鉴定；遗传连锁图谱构建；遗传多样性分析；作物辅助育种
ISSR	中等	中等	低	低	中等	高	显性标记	品种鉴定；DNA指纹图谱构建；遗传多样性分析
SNP	高	高	高	高	高	高	共显性标记	SNP基因分型；基因定位；遗传连锁图谱构建；基因关联分析
Indel	高	高	低	低	高	高	共显性标记	基因定位；遗传连锁图谱构建

为了便于技术人员对南繁作物分子标记生物育种领域的技术能够有全面的把握，本报告按时间梳理了三种分子标记各技术手段下的基础专利，并将南繁作物分子标记生物育种的主要发展路线概括如下：

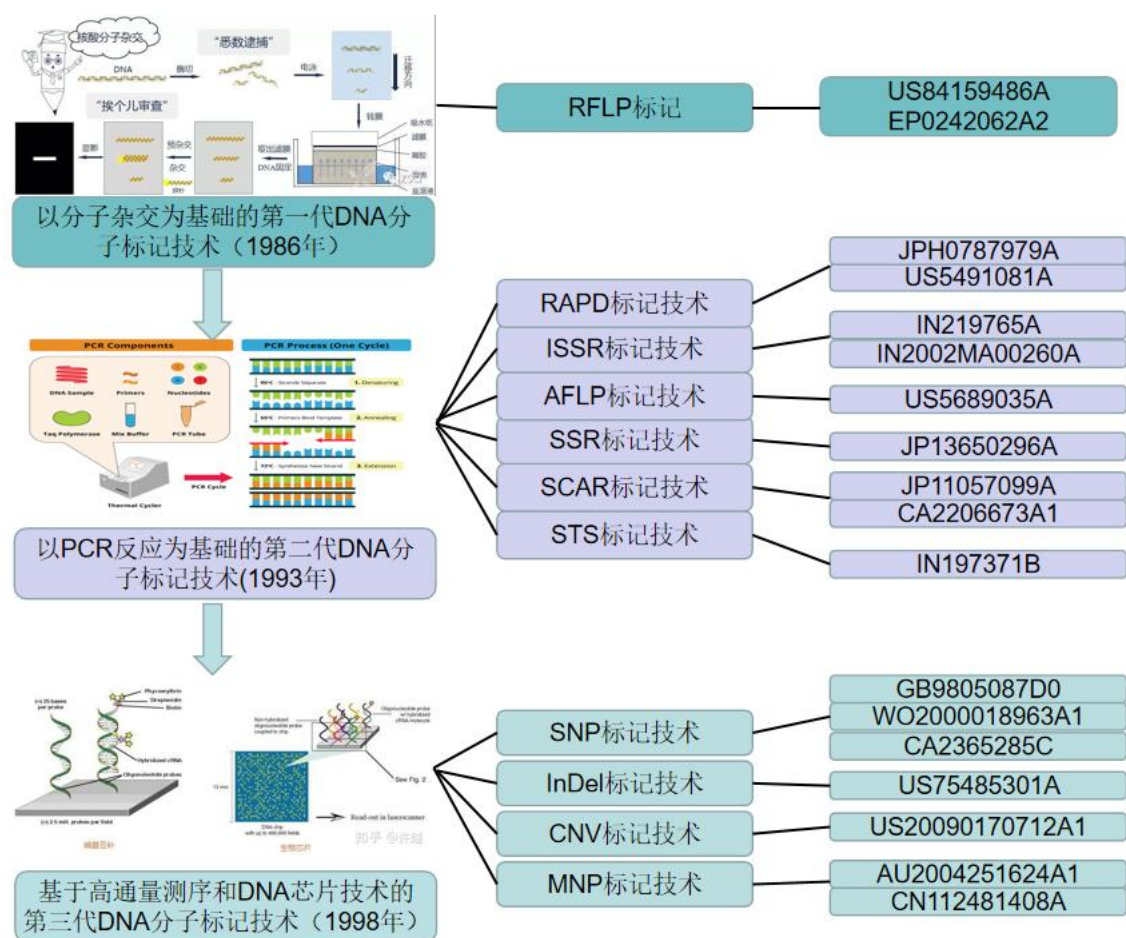


图 5-14 南繁作物分子标记生物育种技术发展路线图

1980-1990 年：以 Southern 杂交为基础的第一代 DNA 分子标记 RFLP 技术诞生。美国的卢布瑞佐遗传公司和康纳研究基地公司于 1986 年首次联合申请了专利，通过测试靶标基因连锁标记物 RFLP 的存在与否来鉴定番茄品种（US84159486A、EP0242062A2），并在中国、澳大利亚、欧洲、日本、新西兰多个国家布局了相关专利。该专利的成果后续于 1989 年发表在 nature 期刊上。该团队提出未来，高密度 RFLP 图谱还可能克隆产物未知的基因，例如抗病或抗逆基因。RFLP 是最早开发的一款分子标记鉴定技术。DNA 标记技术始于限制性片段长度多态性（RFLP）标记的开发，并被用于构建人类基因组的第一个分子图谱 RFLPs 对于区分不同的基因型非常有用且可靠。它们的潜力已经在植物系统中体现，用于基因组作图、基因标记、了

解种群动态和建立分类关系。然而，RFLP 还存在许多限制，第一个限制是需要大量的高分子量 DNA（5-20 μg ）；第二个限制是密切相关的物种通常可能拥有相同的等位基因；第三个限制是使用放射性或其他染色技术是一项劳动和时间密集的技术；第四个限制是它们在遗传作图中的使用受限，因为由于 RFLP 探针的单拷贝、单基因座性质，在 RFLP 分析中基因组中的重复区域经常被忽略，尽管多位点探针的使用已经部分克服了该限制。后续基因组学、转录组学，乃至复杂分子标记（如微卫星）的进步是在 RFLP 和同类相关标记的基础上奠定的。

1990-2000 年：在 RFLP 分子标记的基础上，以 PCR 反应为基础的第二代 DNA 分子标记 RAPD、AFLP、SSR 等技术相继被开发。随机扩增多态性 DNA（RAPD）是建立在 PCR 基础上的一种可对整个序列的基因组进行分析的分子技术。RAPD 多态性是由引发位点的序列变异和/或位于引物结合位点之间的靶序列的长度变异引起的。随机扩增多态性 DNA（RAPD）是 1990 年被发明并发展起来的。HIRAI MASASHI 团队于 1993 年首次申请了关于 RAPD 的专利（JPH0787979A），该申请通过检测 RAPD 分子标记来鉴定具有深绿色果皮的西瓜品种。紧随 MASASHI 团队的步伐，先锋公司于 1994 年申请了第二件关于 RAPD 的专利，该申请通过检测 RAPD 分子标记来鉴别胞囊线虫抗性基因渗入大豆和非抗性大豆品种（US5491081A）。RAPD 克服了 RFLP 的部分限制，是一种非放射性检测，需要少量 DNA（15–25ng），可在数小时内完成。此外，RAPD 需要较少的技术专长。RAPD 的另一个优点是通常可以获得大量标记，通常分布在整個基因组中。然而，后代中非亲本条带的出现在一定程度上限制了 RAPD 在分子图谱中的使用。尽管 RAPD 分析克服

了与 RFLP 相关的大部分问题，但它仍然存在重现性差的固有问题，这主要是由于使用了低退火温度导致错配。

扩增片段长度多态性（AFLP）是 1993 年发展起来的一种检测 DNA 多态性的分子标记技术。AFLP 是将 RFLP 与 RAPD 技术相结合，兼具 RFLP 和 RAPD 技术的优点，具有较高的稳定性，且通过少量高效的引物组合即可获得覆盖整个基因组的 AFLP 标记。多态性的高重现性、快速生成和高频率使 AFLP 分析成为一种有吸引力的技术。与 RAPD 标记相比，AFLP 比 RAPD 更具有可重复性。与 RAPD 一样，AFLP 也分布在整個基因组中，因此适用于构建遗传连锁图谱。1995 年美国的先锋公司提出了第一件关于 AFLP 的专利（US5689035A），通过检测 AFLP 标记来选择具有褐茎腐烂抗性的大豆品种。然而，AFLP 的多态信息含量通常低于微卫星。AFLP 通常显示显性遗传，而由于其片段通过银染色、荧光或放射性检测，并在大型测序凝胶或自动 DNA 测序仪上解析，该技术仍然很昂贵，并且技术要求高。并且，AFLP 技术对基因组 DNA 纯度、内切酶的质量和反应条件要求高；用于遗传作图时，少数标记与图谱遗传连锁度存在偏差，使得该技术在遗传连锁图谱构建方面的普及应用受到限制。

简单序列重复序列（SSR）代表一类广泛分布于所有基因组中的针对特定基因组位点的基于 PCR 标记的重复序列。1996 年日本三井公司 AKAGI HIROMORI 团队提出了第一件关于 SSR 的专利（JP13650296A），通过检测 SSR 标记的来鉴定水稻的育性恢复性状。在早期，基因组微卫星通常从选定大小的基因组文库中分离出来。该过程繁琐且费力，需要使用短的放射性标记微卫星探针通过杂交筛选数千个基因组克隆，这些缺点严重限制了 SSR 标记的推广和应用。

然而，随着公共领域序列数据的广泛使用以及 NGS 的出现，大大简化了微卫星的分离过程。SSR 标记不仅能够鉴定杂合体和纯合体，而且结果可靠、方法简单、省时省力，已经广泛应用在分子标记辅助育种、基因定位和遗传多样性分析等多个领域。

2000-至今：基于高通量测序和 DNA 芯片技术的第三代 DNA 分子标记 SNP 技术。1999 年，波士顿学院 Gabor T. Marth 团队在 *nature genetics* 报道发现了 SNP 位点的一般方法，并强调高通量测序产生的大量数据是开发 SNP 位点丰富的来源。在作物育种方面，SNP 标记首先被用来筛选和鉴定具有与增加的产量相关的数量性状基因座的等位基因的大豆植株（WO2000018963A1）。随后，SNP 标记被用于筛选和鉴定产生改性淀粉的小麦品种中（CA2365285C）和用于鉴定玉米、大豆、小麦和大米等作物的油表型中（US20030204870A1）。NGS 技术的进步为大量 SNP 的高通量发现做出了贡献，彻底改变了遗传多样性评估和全基因组关联研究（GWAS）。SNP 开发可以很容易地与简化表示库(RRL)的构建相结合，以使用多种方法降低复杂性，例如限制性消化、微阵列、cDNA 或其组合，如 AFLP、cDNA 微阵列、cDNA AFLP。通过降低基因组复杂性，在提供有意义的 SNP 方面可以节省大量时间和成本。为了进行基因分型，已经开发了许多用于开发和检测 SNP 的检测方法。现在，基于 NGS 的 SNP 发现方法（如 CRoPS 和 RAD）非常流行，自动化方法，例如 Illumina 的 Golden Gate Technology，在基因分型中的应用越来越广泛。SNP 调用基于参考序列，在大多数情况下参考序列是所研究物种的高质量基因组序列。SNP 标记作为目前应用最广泛的分子标记，具有遗传稳定性高、位点丰富且分布广泛、富有代表性、检测快速，易实现自动化分析等优点，更适合于数量庞大的检测分析，已被广泛应用于生物、农学、

医学、生物进化等众多领域。SNP 的缺点是检测费用高。

随着新一代转录组测序技术的快速发展,针对已有参考序列的物种,对其进行全基因组重测序,大量插入缺失位点被发现。Indel 属于基于全基因组测序技术的第三代分子标记,指在近缘种或同种不同个体之间基因组的同一位点插入或者缺失不同大小的核酸片段。2000 年,孟山都公司将 Indel 标记用于筛选和鉴定具有大豆胞囊线虫抗性等位基因的大豆植物(US75485301A),并在美国、加拿大、澳大利亚、阿根廷、巴西等多个国家进行了相关专利的布局。Indel 标记在基因组中分布广泛,开发成本低,利用琼脂糖凝胶电泳即可进行试验操作。InDel 作为新一代的遗传标记,同样也具有 SNP 的优点,已经在分子生物学及生物医学领域广泛运用,遍布于整个基因组的 InDel 频率仅次于 SNP 位居第二,其中约三分之一位于已知的基因区域内,还有一些位于决定基因功能的关键性区域如启动子区和外显子区,分子生物学家最早就是将其用于性状定位相关的研究。但是 Indel 技术也存在自身的限制,由于一些非模式作物基因组测序尚未完成,导致开发 Indel 标记存在一些困难,使其应用也受到一定影响。

5.2.6 分子标记各分支专利发展态势分析

表 5-12 南繁作物分子标记育种领域各分支申请情况

三级	四级	全球				中国			
		申请量	申请量占比	近5年申请量	近5年申请量占比	申请量	申请量占比	近5年申请量	近5年申请量占比
以分子杂交为基础的DNA标记	RFLP标记	1130	19.12%	152	6.79%	49	1.60%	31	1.69%
以PCR反应为基础的DNA标记	RAPD标记技术	215	3.64%	24	1.07%	101	3.30%	22	1.20%
	ISSR标记技术	47	0.80%	16	0.71%	30	0.98%	13	0.71%
	AFLP标记技术	262	4.43%	32	1.43%	66	2.16%	24	1.31%
	SSR标记技术	1247	21.10%	341	15.22%	825	27.00%	311	16.91%
	SCAR标记技术	145	2.45%	16	0.71%	104	3.40%	15	0.82%
	STS标记技术	93	1.57%	20	0.89%	45	1.47%	18	0.98%
新型分子标记	SNP标记技术	2098	35.50%	1224	54.64%	1297	42.44%	1023	55.63%
	InDel标记技术	650	11.00%	401	17.90%	529	17.31%	376	20.45%
	CNV标记技术	13	0.22%	7	0.31%	4	0.13%	2	0.11%
	MNP标记技术	10	0.17%	7	0.31%	6	0.20%	4	0.22%

上表展示了全球、中国在南繁作物分子标记育种领域各末级技术分支的专利申请情况。专利申请量较大的分支往往是该领域的研究重点。如表中所示，全球申请总量和近5年申请量最多的是RFLP标记、SSR标记、SNP标记和Indel标记方向，这4个分支的专利总量占全球整个南繁作物分子标记育种领域的申请总量的86.6%以上，这4个分支的专利总量占近5年全球南繁作物分子标记育种领域的申请总量的94%以上。这表明，RFLP标记、SSR标记、SNP标记和Indel标记是全球南繁作物分子标记育种领域的关键技术。其中，相比全球总量而言，SNP标记和Indel标记在全球近5年的申请量中占比分别增加了19%和7%；而RFLP标记和SSR标记在全球近5年的申请量

中占比分别减少了 11.6%和 6%。说明分子标记领域的技术研发重点进一步向 SNP 标记和 Indel 标记方向转移。

中国在南繁作物分子标记育种领域的申请量和近 5 年申请量最多的是 SSR 标记、Indel 标记和 SNP 标记方向，这 3 个分支的专利总量占中国整个南繁作物分子标记育种领域的申请总量的 86.7%以上，这 3 个分支的申请总量占近 5 年中国南繁作物分子标记育种领域的申请总量的 92.9%以上。这表明，SSR 标记、Indel 标记和 SNP 标记是中国南繁作物分子标记育种领域的关键技术。其中，相比中国在南繁作物分子标记育种领域的申请总量而言，SNP 标记和 Indel 标记在中国南繁作物分子标记育种领域近 5 年的申请量中占比分别增加了 13.2%和 3.1%；而 SSR 标记标记在中国南繁作物分子标记育种领域近 5 年的申请量中占比减少了 10%。说明分子标记领域的技术研发重点进一步向 SNP 标记和 Indel 标记方向转移。然而，SSR 标记在中国南繁作物分子标记育种领域近 5 年的申请量中占比 16.9%，仍然是中国南繁作物分子标记育种领域的关键技术。

值得关注的是，虽然 COOPER、MARK 等人首次提出可使用包括“多个核苷酸多态性位点”在内的多个分子标记来筛选玉米，大豆，高粱，小麦，向日葵，水稻等植物品种（公开号：AU2004251624A1），但是该专利并没有公开具体的可用于筛选的 MNP 标记。中国江汉大学彭海教授团队自主研发出新型分子鉴定技术——植物 MNP（多核苷酸多态性）标记法，该方法能从分子水平上，对原种子与对照种子进行检测，快速无误确定其身份。该团队布局了 MNP 标记相关的多件专利（CN110551804A、CN110527709A、CN112501343A、CN113862383A）。但是，该团队并没有对该分子标记技术进行海外专利布局。MNP 标记是首个我国自主研发的分子标记，MNP 标记突

破技术瓶颈，将分子标记检测的准确度提高到 99.98%以上，可快速准确地鉴定种子的知识产权归属，为解决种子资源确权难题提供有力技术支撑。MNP 标记法是继 SSR 标记法和 SNP 标记法后，于 2020 年成为植物品种鉴定的另一个国家标准（GB/T38551-2020）。

根据以上分析可以看出，SNP 标记和 Indel 标记是全球和中国的共同热点技术。在一定程度上与“SNP 具有密度高、分布广、多态性高、遗传稳定和检测方法众多等优势，而 Indel 标记多态性高，丰度高，具有较高的可靠性和可重复性等优势”有关。我国除重视 SNP 标记和 Indel 标记方向的研究以外，可以继续发挥自己的优势，将 MNP 标记育种做进一步推广，并进行相关专利的布局，尤其是海外专利布局，提高我国在分子标记生物育种领域的国际地位，全方位的保护我们的自主知识产权。

5.2.7 技术-功效矩阵分析

二级	三级	四级	抗虫性	抗病性	抗除草剂	高产	非生物胁迫	提高育种效率	株型改良	品质改良	育性	生育期	品种筛选鉴定	品种株系
分子标记辅助育种	以分子杂交为基础的DNA标记技术	RFLP标记技术	554	662	567	102	137	30	5	122	117	2	171	63
		RAPD标记技术	30	72	17	40	26	18	4	24	12	1	97	3
	以PCR反应为基础的DNA标记技术	ISSR标记技术	0	10	0	10	4	8	3	1	9	1	17	0
		AFLP标记技术	49	102	26	36	69	20	4	33	25	1	91	4
		SSR标记技术	275	462	225	268	125	265	33	93	78	22	530	6
		SCAR标记技术	7	68	1	21	8	35	0	14	21	20	48	1
		STS标记技术	7	27	7	13	4	21	5	8	10	0	28	2
	新型分子标记	SNP标记技术	166	590	155	339	277	411	73	382	176	47	776	12
		InDel标记技术	39	149	17	166	71	167	22	73	67	9	241	2
		CNV标记技术	0	6	0	3	2	0	0	0	0	1	5	0
		MNP标记技术	1	3	0	1	2	3	0	2	0	0	6	0

图 5-15 南繁作物分子标记生物育种技术功效图

根据分子标记在南繁作物生物育种中的作用，分子标记辅助最重要的是品种的鉴定和筛选，其次是解决抗虫病的问题，随着分子标记

技术开发，成本大幅度下降，且开发效率得到了提高，逐渐被应用于解决高产、非生物胁迫、提高育种效率、品质改良等问题。

5.2.8 中国专利地域分布分析

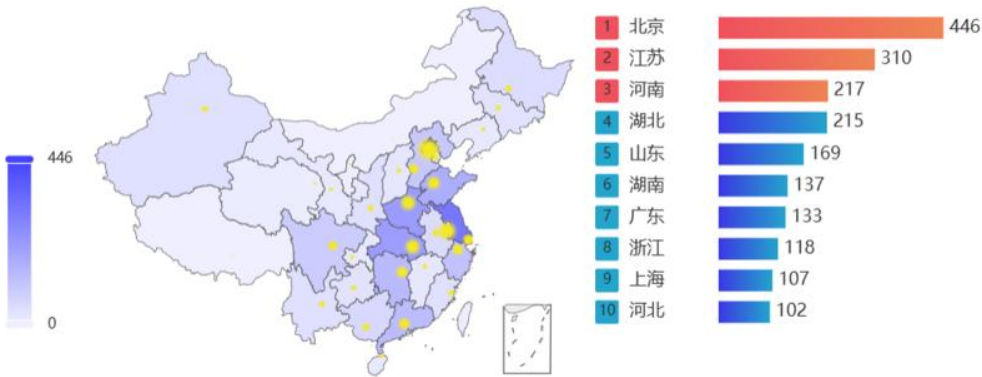


图 5-16 中国南繁作物分子标记生物育种领域各省/市专利申请量排名情况

上图展示了中国各省/市南繁作物分子标记生物育种领域专利申请量情况，其中北京以 446 项专利申请量优势排名第一，其后依次是江苏、河南、湖北、山东、湖南等省/市，其专利申请量呈梯度降低，差距较小。该图显示，北京、江苏、河南、湖北、山东、湖南、广东、浙江、上海是国内的主要专利申请来源包括地区。可见分子标记相关专利申请主要分布于北京以及我国沿海地区。这可能与北京、江苏等地聚集较多的作物研究高校和科研院所有关。海南省在南繁作物分子标记生物育种领域在全国排名 23 名（共 22 项），申请体量低，申请大多聚集在近三年，这可能与其在南繁作物分子标记生物育种领域起步较晚有关。

5.2.9 主要申请人分析

5.2.9.1 全球专利申请人排名

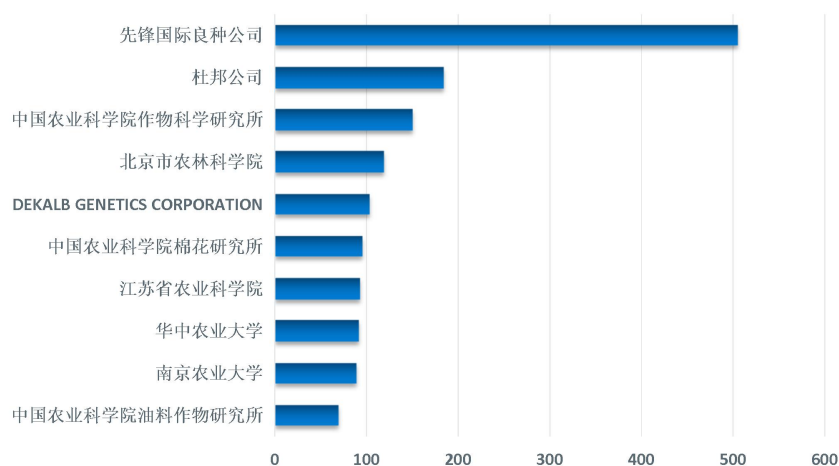


图 5-17 南繁作物分子标记育种领域专利申请数量全球申请人排名（项）

南繁作物分子标记育种领域全球主要创新主体专利申请数量排名情况见图 5-17。国外主要申请人包括：先锋国际良种公司、杜邦公司、DEKALB GENETICS CORPORATION；国内主要创新主体包括：中国农业科学院作物科学研究所、北京市农林科学院、中国农业科学院棉花研究所、江苏省农业科学院、华中农业大学、南京农业大学、中国农业科学院油料作物研究所。可以看出，先锋国际良种公司的专利申请量在国内遥遥领先，为 500 项左右；杜邦公司排名第二；中国农业科学院作物科学研究所专利申请量为 150 项，在国际排名第三，在国内申请人中排名第一。

从创新主体的类型来看，南繁作物分子标记育种领域国内创新主体主要为科研院所和高校，与全球以企业为创新主体的情况大不相同，说明中国仍需加强企业的研发实力、加大产学研创新力度或者引进相关企业进行专利布局。

5.2.9.2 全球重点技术申请人分析

表 5-13 南繁作物分子标记育种领域重点技术专利申请数量全球申请人排名（项）

序号	RFLP标记			SSR标记			SNP标记			InDel标记		
	申请人	国别	申请量	申请人	国别	申请量	申请人	国别	申请量	申请人	国别	申请量
1	先锋		409	先锋		132	孟山都		123	华中农业大学		26
2	孟山都		161	孟山都		63	中国农业科学院作物科学研究所		110	江苏省农业科学院		26
3	迪卡尔布		81	南京农业大学		52	先锋		73	北京市农林科学院		25
4	先正达		61	北京市农林科学院		45	北京市农林科学院		62	中国农业科学院作物科学研究所		20
5	斯泰种业		60	中国农业科学院棉花研究所		42	华智生物技术有限公司		57	孟山都		20
6	杜邦		40	江苏省农业科学院		35	先正达		50	南京农业大学		17
7	阿斯格罗种子子公司		38	中国农业科学院作物科学研究所		29	中国农业科学院棉花研究所		49	中国农业科学院蔬菜花卉研究所		17
8	LIU JINGDONG		27	上海市农业科学院		27	中国农业科学院油料作物研究所		48	中国农业科学院郑州果树研究所		16
9	农业基因遗传学有限公司		25	先正达		23	四川农业大学		43	中国水稻研究所		16
10	美国无烟烟草有限责任公司		24	华中农业大学		19	华中农业大学		39	扬州大学		13

如上表展示了南繁作物分子标记育种领域关键技术分支全球主要专利申请人相关情况。根据 RFLP 标记相关专利申请量来看，RFLP 标记方向排名前十的申请人分别为先锋、孟山都、迪卡布尔、先正达、斯泰种业、杜邦公司、阿斯格罗种子子公司、LIU JINGDONG、农业基因遗传学有限公司和美国无烟烟草有限责任公司，其中前三位专利申请量较高，分别为 409 项、161 项、81 项。从申请人来源国来看，RFLP 标记分支的主要申请人大都来自美国，中国申请人排名没有进入前十。从申请人类型来看，RFLP 标记分支的主要申请人大都为企企业，并且主要为美国种业方面的龙头企业。说明中国在 RFLP 标记育种领域的研发实力较为薄弱。

根据 SSR 标记相关专利申请量来看，SSR 标记方向排名前十的申请人分别为先锋、孟山都、南京农业大学、北京市农林科学院、中国农业科学院棉花研究所、江苏省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究、上海市农业科学院、先正达和华中农业大学，其中前三位专利申请量较高，分别为 132 项、63 项、52 项。从申请人来源国来

看，SSR 标记分支的主要申请人大都来自美国和中国。从申请人的类型来看，SSR 标记分支的美国主要申请人都为企业，并且主要为美国种业方面的龙头企业；而 SSR 标记分支的中国主要申请人均为高校和科研院所。根据前面章节的分析可知，SSR 标记为南繁作物分子标记育种领域的关键技术。中国仍需加强企业的研发实力、加大产学研创新力度或者引进相关企业进行相关专利布局。

根据 SNP 标记相关专利申请量来看，SNP 标记方向排名前十的申请人分别为孟山都、中国农业科学院作物科学研究所、先锋、北京市农林科学院、华智生物技术有限公司、先正达、中国农业科学院棉花研究所、中国农业科学院油料作物研究所、四川农业大学和华中农业大学，其中前三位专利申请量较高，分别为 123 项、110 项、73 项。从申请人来源国来看，SNP 标记分支的主要申请人大都来自美国和中国。从申请人的类型来看，SNP 标记分支的美国主要申请人都为企业，并且主要为美国种业方面的龙头企业；而 SNP 标记分支的中国主要申请人大都为均为高校和科研院所，只有华智生物技术有限公司一家企业。根据前面章节的分析可知，SNP 标记为南繁作物分子标记育种领域的关键和热点技术。中国仍需加强企业的研发实力、加大产学研创新力度或者采用企业与高校合作来进行相关专利的布局。

从表中可看出，Indel 标记方向排名前十的申请人分别为华中农业大学、江苏省农业科学院、北京市农林科学院、中国农业科学院作物科学研究所、孟山都、南京农业大学、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、中国农业科学院郑州果树研究所、中国水稻研究所、扬州大学。从申请人来源国来看，Indel 标记分支的主要申请人大都来自中国。从申请人的类型来看，Indel 标记分支的中国主要申请人均为高校或科研院所。

从整体上看，虽然中国在 RFLP 育种方面较为薄弱，但 RFLP 分子标记育种技术逐渐被第二代和第三代分子标记替代；中国高校或科研院所所在 SSR 和 SNP 标记方面的研发实力也比较强，尤其是 Indel 标记领域和 MNP 领域处于国际领先地位。中国在分子标记生物育种领域存在的突出问题是高校或科研院所创新实力很强，但是中国的企业在分子标记育种领域的创新实力比较薄弱。中国的企业应该与高校或科研院所加强合作，加大产学研创新力度，这样将有利于我国在分子标记育种领域的知识产权转化，切实促进我国科技育种发展水平。

5.2.9.3 中国重点技术申请人分析

表 5-14 南繁作物分子标记育种领域重点技术专利申请数量中国申请人排名（项）

标记类型	SSR标记		SNP标记		InDel标记	
	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	南京农业大学	52	中国农业科学院作物科学研究所	108	江苏省农业科学院	26
2	北京市农林科学院	45	北京市农林科学院	62	北京市农林科学院	25
3	中国农业科学院棉花研究所	41	华智生物技术有限公司	57	华中农业大学	25
4	江苏省农业科学院	34	中国农业科学院棉花研究所	48	中国农业科学院作物科学研究所	20
5	中国农业科学院作物科学研究所	28	中国农业科学院油料作物研究所	47	南京农业大学	17
6	上海市农业科学院	27	四川农业大学	41	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	17
7	华中农业大学	19	华中农业大学	36	中国水稻研究所	16
8	中国农业科学院油料作物研究所	17	江苏省农业科学院	28	中国农业科学院郑州果树研究所	16
9	东北农业大学	17	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	28	浙江师范大学	13
10	云南省烟草农业科学研究所	15	上海市农业科学院	26	扬州大学	13

如上表中展示了南繁作物分子标记育种领域关键技术分支中国主要专利申请人相关情况。根据 SSR 标记相关专利申请量来看，SSR 标记方向排名前十的申请人分别为南京农业大学、北京市农林科学院、中国农业科学院棉花研究所、江苏省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所、上海市农业科学院、华中农业大学、中国农业科学院油料作物研究所、东北农业大学和云南省烟草农业科学研究所。从申请人的类型来看，SSR 标记分支的中国主要申请人均为高校和科研院所。

根据 SNP 标记相关专利申请量来看，SNP 标记方向排名前十的申请人分别为中国农业科学院作物科学研究所、北京市农林科学院、华智生物技术有限公司、中国农业科学院棉花研究所、中国农业科学院油料作物研究所、四川农业大学、华中农业大学、江苏省农业科学院、中国农业科学院蔬菜花卉研究所和上海市农业科学院。从申请人的类型来看，SNP 标记分支的中国主要申请人大都为均为高校和科研院所，只有华智生物技术有限公司一家企业。

从表中可以看出，Indel 标记方向排名前十的申请人分别为江苏省农业科学院、北京市农林科学院、华中农业大学、中国农业科学院作物科学研究所、南京农业大学、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、中国水稻研究所、中国农业科学院郑州果树研究所、浙江师范大学和扬州大学。从申请人的类型来看，Indel 标记分支的中国主要申请人均为高校或科研院所。

从整体上看，在 SSR 标记、SNP 标记和 Indel 标记方向综合创新实力较强的申请人分别为北京市农林科学院、中国农业科学院作物科学研究所。中国在分子标记生物育种领域存在的突出问题是中国高校或科研院所创新实力很强，但是中国的企业在分子标记育种领域的创新实力比较薄弱。中国的企业应该与高校或科研院所加强合作，加大产学研创新力度，这样将有利于我国在分子标记育种领域的知识产权转化，促进我国在分子标记生物育种领域的发展水平。

5.2.10 主要创新人才分析

表 5-15 南繁作物分子标记育种领域中国主要创新人才及分布

序号	发明人	所属单位	主要领域
1	赵久然	北京市农林科学院	SNP标记 (24)、SSR标记 (20)、INDEL标记 (14)、AFLP标记 (8)、RFLP标记 (1)、RAPD标记 (1)
2	彭佩	华智水稻生物技术有限公司	SNP标记 (41)、INDEL标记 (1)
3	田冰川	华智生物技术有限公司	SNP标记 (32)
4	何中虎	中国农业科学院作物科学研究所	SNP标记 (25)、SSR标记 (5)、INDEL标记 (2)
5	王汉中	中国农业科学院油料作物研究所	SNP标记 (23)、SSR标记 (8)、INDEL标记 (3)、AFLP标记 (1)
6	王新发	中国农业科学院油料作物研究所	SNP标记 (22)、SSR标记 (8)、INDEL标记 (3)、AFLP标记 (1)
7	钱春桃	常熟市杜桥稻米专业合作社	SCAR标记 (21)、SNP标记 (19)、SSR标记 (5)、AFLP标记 (4)、INDEL标记 (2)、RFLP标记 (1)、RAPD标记 (1)
8	张建	北京市农林科学院	SNP标记 (18)、SSR标记 (8)、INDEL标记 (2)、MNP标记 (1)
9	温常龙	北京市农林科学院	SNP标记 (19)、SSR标记 (7)、INDEL标记 (1)、MNP标记 (1)
10	张耕耘	张家口市农业科学院	SNP标记 (19)、INDEL标记 (8)
11	肖金华	华智水稻生物技术有限公司	SNP标记 (26)、INDEL标记 (1)

如上表所示,其展示了南繁作物分子标记育种领域中国主要创新人才团队及其技术分布情况。北京市农林科学院的赵久然是该领域的技术研发领军人物,研发方向为 SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记、AFLP 标记、RFLP 标记、RAPD 标记;其次是华智水稻生物技术有限公司的彭佩和田冰川,研发方向分别为 SNP 标记、INDEL 标记;中国农业科学院作物科学研究所的何中虎,研发方向为 SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记;中国农业科学院油料作物研究所的王汉中和王新发,研发方向为 SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记、AFLP 标记;常熟市杜桥稻米专业合作社的钱春桃,研发方向为 SCAR 标记、SNP 标记、SSR 标记、AFLP 标记、INDEL 标记、RFLP 标记、RAPD 标记;北京市农林科学院的张建和温常龙,研发方向集中在 SNP 标

记、SSR 标记、INDEL 标记、MNP 标记；张家口市农业科学院的张耕耘，研究方向集中在 SNP 标记和 INDEL 标记，华智水稻生物技术有限公司的肖金华，研究方向集中在华智水稻生物技术有限公司。

5.2.11 小结

从全球及中美专利申请总体态势可以看出。与美国相比，中国在南繁作物分子标记生物育种领域起步较晚。南繁作物分子标记育种领域的大多数原创性专利都是来自美国。然而，自 2011 年后，中国在分子标记生物育种领域厚积薄发，专利申请量逐年呈现快速增长的趋势。目前，中国在分子标记生物育种领域的专利申请在体量上已经超过了美国。中国自主研发了 MNP 标记，该标记成为继 SSR 标记法和 SNP 标记法后植物品种鉴定的另一个国家标准（GB/T38551-2020）。从体量上中国成为全国专利布局量第一的国家，总体而言，中国在 SSR 和 SNP 标记方面的研发实力也比较强，尤其是 Indel 标记领域和 MNP 领域处于国际领先地位，中国在分子标记生物育种领域厚积薄发，拥有巨大的发展潜力。然而，中国在分子标记生物育种领域仍然存在以下缺陷：第一、中国的创新主体在海外专利布局意识薄弱。中国在南繁作物分子标记生物育种领域和美国在海外专利布局量上存在较大差距，对于原创性专利，比如 MNP 标记甚至没有进行海外布局。第二、中国的创新主体的组成结构不均衡。从创新主体的类型来看，中国南繁作物分子标记育种领域创新主体的核心力量为科研院所和高校，与全球以企业为创新主体的情况大不相同，这将严重影响中国在南繁作物分子标记育种领域的知识产权转化。一方面，中国的企业可以引进人才的途径来提高自身队伍的的研发实力，另一方面中国的企业可以加强与科研院所和/或高校的合作，加大产学研创新力度。这样将有利于我国在分子标记育种领域的知识产权转化，切实促进我

国科技育种发展水平,提高我国作物的产量和品质和在分子标记育种领域的国际地位,真正做到将饭碗牢牢掌握在中国人自己手中。

5.3 基因编辑育种 (CRISPR/Cas 技术)

基因编辑技术的出现是生命科学发展的又一个里程碑,由于该技术操作简单和通用性强等优势,引起了科学界的广泛关注,近几年的相关研究迅速增多。传统的遗传工程方法更多的是依赖于生物体自然发生的DNA突变所得到的基因敲除或功能变化,并根据需要对这些突变体进行筛选,突变发生的概率很低,筛选工作也需要耗费时间。基因编辑技术是对基因组进行定点修饰的一项基因工程技术,可对生物体特定的基因进行修饰,包括基因敲除、基因插入、基因替换,实现基因修复以及调控基因的表达等,以获得新的功能或表型,具有快速、高效和廉价的特点,现已成为南繁作物育种研究的热点,得到了快速发展与广泛应用。

本章节将针对南繁作物基因编辑育种技术进行介绍,并针对最前沿的 CRISPR/Cas 技术专利申请情况开展分析。

5.3.1 技术介绍

目前基因编辑技术主要包括锌指核酸酶 (zinc finger nucleases, ZFNs)、转录激活因子样效应物核酸酶 (transcription activator-like effector nucleases, TALENs)、规律成簇的间隔短回文重复 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats-Cas, CRISPR/Cas)、单碱基编辑 (Base editing, BE) 及先导编辑 (Prime Editing, PE) 等。其中, ZFN 技术、TALEN 技术、CRISPR/Cas 技术为三大主要的基因编辑技术,下面对这三种技术进行简要介绍。

(1) ZFN 技术

1996 年, Kim 等研究发现由锌指基序和 Fok I 核酸酶构成的修饰酶可以在预设的位点成功对 DNA 双链进行切割。锌指核酸酶最先被应用于基因组定点编辑, 其由锌指蛋白 (zinc finger protein, ZFP) 和限制性内切酶 (FOK I) 结构域两部分组成, 前者负责特异性识别 DNA 序列, 后者负责切割 DNA 双链。因此, ZFN 技术被称为第一代基因编辑技术, 其发明是基因编辑技术的重大突破。该技术从 2001 年开始陆续被应用于不同物种的基因编辑中。但是, ZFN 特异性较低, 并且操作较为繁琐, 费用较高。

(2) TALEN 技术

1989 年, BONAS 等在植物病原菌黄单胞菌属 (*Xanthomonas*) 中分离出了类转录激活因子样效应蛋白 TALE (Transcription activator like effector), WOOD 等于 2009 年揭示了 TALE 蛋白核酸结合域的氨基酸序列与其靶位点的核酸序列有较恒定的对应关系。基序的发现很快促使了第二代基因编辑技术的产生, TALEN 的构造与 ZFN 类似, 由 TALE 基序串联成决定靶向性的 DNA 识别模块, 与 Fok I 结构域链接而成。2010 年 6 月, Christian 等首次发表了人工构建的 TALEN 技术。随着技术方法的改进, TALEN 技术迅速发展并在多个物种中应用。TALEN 技术与 ZFN 相比, 操作较为简单、成本较低。

(3) CRISPR/Cas 技术

CRISPR 最初在 1987 年发现于细菌和古细菌中, 研究人员根据其特性进行改造后, 使其在哺乳动物等生物体的活体细胞内可实现基因编辑, 具有可同时编辑多个位点、编辑效率高、涉及过程简单易操作的优势。2012 年, 加州大学伯克利分校 MARTIN 等首次证实 sgRNA (single guide RNA) 引导 Cas9 进行靶向切割, 从而正式提出利用 RNA 介导 CRISPR/Cas 系统。2013 年, 张锋等首次利用 CRISPR/Cas9

系统成功定向切割人类内源基因。CRISPR/Cas9 为代表的基因组编辑技术，为作物品种改良带来一场革命，与 ZFN 技术和 TALEN 技术相比，该技术靶向效率高、设计简单且成本低，被称为第三代基因编辑技术。

ZFN 技术、TALEN 技术、CRISPR/Cas 技术的技术特点比较如下图：

表 5-16 基因编辑技术特点对比

	ZFN	TALEN	CRISPR/Cas9
识别模式	蛋白质-DNA	蛋白质-DNA	RNA-DNA
识别长度	(3-6) ×3×2bp	(12-20) ×2bp	20bp
识别序列特点	以 3bp 为单位	5'前一位为 T	3'序列为 NGG
特异性	较高	较高	一般
构建难易	难度大	较容易	容易
细胞毒性	大	较小	小
靶向序列	>18bp	>30bp	23bp
切割类型	双链断裂：单链缺刻	双链断裂：单列缺刻	双链断裂：单链缺刻
技术难度	困难	较容易	非常容易
脱靶效应	高	低	高

5.3.2 技术发展路线分析

下面针对南繁作物 ZFN 技术、TALEN 技术、CRISPR/Cas 技术三种基因编辑育种技术进行演进路线分析，技术发展路线如下图：

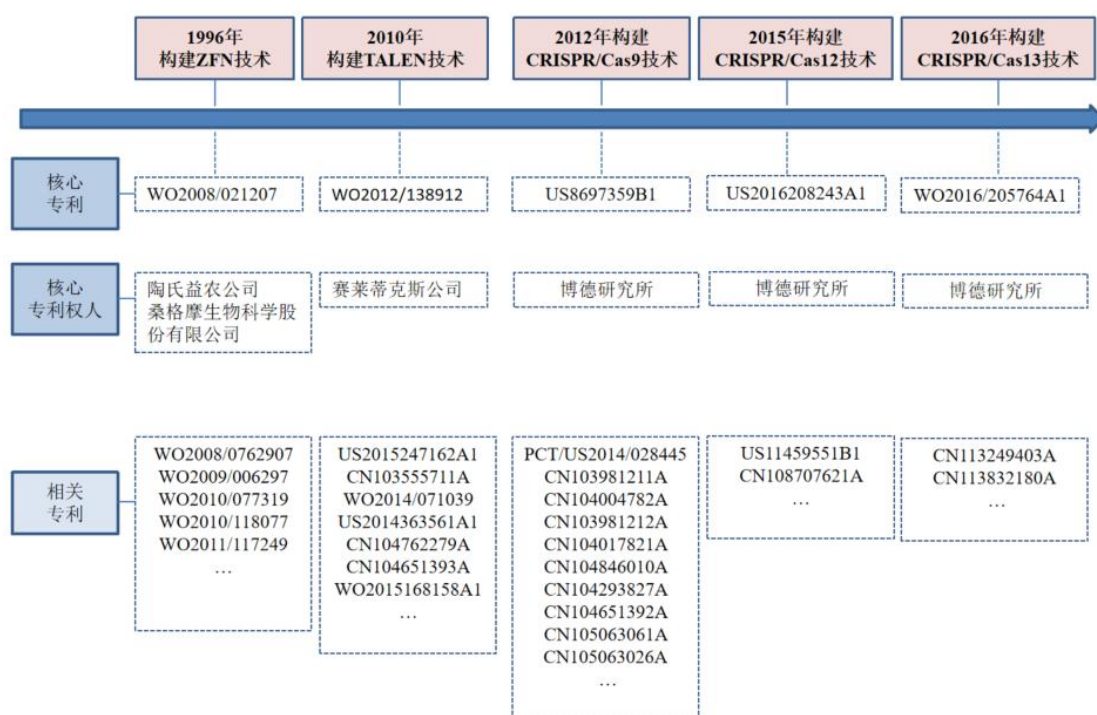


图 5-18 南繁作物基因编辑生物育种技术发展路线图

(1) 1996-2011 年（ZFN 技术发展阶段）

1996 年，构建了第一代基因编辑 ZFN 技术，ZFN 技术构建后，逐步产生了一些相关的专利的申请，早期，犹他大学研究基金会于 2003 年 1 月 22 日申请了 WO2003/087341，其使用锌指核酸酶进行定向染色体诱变，用于定向 DNA 插入和定向 DNA 缺失，该方法涉及用含有最少编码嵌合锌指核酸酶(ZFN)的 DNA 核酸构建体来转化细胞。2007 年 8 月 9 日，美国陶氏益农公司和桑格摩生物科学股份有限公司申请了 WO2008/021207，锌指核酸酶介导的同源重组，设计并合成用于促进单子叶植物（例如玉米、高粱、小麦、大麦、水稻）中同源性指导的修复的锌指核酸酶。2007 年 12 月 13 日，陶氏益农公司和桑格摩生物科学股份有限公司申请了 WO2008/076290，公开了经过优化的非规范锌指蛋白，包含非规范（非 C2H2）锌指，描述了使用这些蛋白质进行基因编辑和基因调控的方法。2008 年 6 月 27 日，先锋高级育种国际公司申请了 WO2009/006297，用于改变单子

叶植物细胞的基因组的方法，使用锌指核酸酶（ZFNs）作为双链断裂诱导剂。2009 年 12 月 17 日，陶氏益农公司和桑格摩生物科学股份有限公司申请了 WO2010/077319，靶向整合入 Zp15 基因座，公开了一种或多种外源核酸序列整合入植物细胞基因组的方法，在植物细胞基因组中在 Zp15 基因座中或其附近造成双链断裂，从而导致包含所述一种或多种外源序列的多核苷酸在所述 Zp15 基因座或其附近整合入所述细胞的基因组。2010 年 4 月 7 日，陶氏益农公司申请了 WO2010/118077，纳米颗粒介导的序列特异性核酸酶的投递，公开了将锌指蛋白组成的锌指核酸酶导入植物细胞的方法。2011 年 3 月 22 日，瑞士菲利普莫里斯生产公司申请了 WO2011/117249，修饰植物中酶的活性，在烟草植物中，选择靶点进行锌指核酸酶介导的诱变，降低了植物细胞中一种或多种内源糖基转移酶如 N-乙酰葡萄糖氨基转移酶、 β (1,2)-木糖基转移酶及 α (1,3)-岩藻糖基转移酶的活性，并获得相应的植物。

关于 ZFN 技术的专利，申请人主要为国外的公司，其中陶氏益农公司和桑格摩生物科学股份有限公司为 ZFN 技术的主要申请人。

(2)2012-2023 年(TALEN 技术和 CRISPR/Cas 技术发展阶段)

2009 年，构建了第二代基因编辑 TALEN 技术，专利的出现相对滞后。2012 年 4 月 5 日，赛莱蒂克斯公司申请了 WO2012/138912，公开了一种用于生成可有效地靶向并加工双链 DNA 的致密转录激活物样效应物核酸酶（Transcription Activator-Like Effector Nuclease, TALEN）的方法。2012 年 12 月 27 日，IOWA STATE UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION,INC.申请了 US2015247162A1，使用 TAL 效应子核酸内切酶(TALEN)构建对细菌性枯萎病具有改善的耐受性的经遗传修饰的植物（水稻）。2013 年 7 月 22 日，安徽省农业科学院

水稻研究所申请了 CN103555711A，提供一种农作物非转基因定向分子育种的方法，定点修饰方法为 TALEN 修饰，构建了 Bel 基因转基因水稻。2013 年 10 月 31 日，塞尔克蒂斯股份有限公司和梅迪加戈股份有限公司申请了 WO2014/071039，用于生成治疗性蛋白质的植物，通过在编码木糖基转移酶和岩藻糖基转移酶的基因中产生 TAL 效应子核酸内切酶诱导的突变，制备得到植物(例如烟草品种)。2014 年 3 月 14 日，杰.尔.辛普洛公司申请了 US2014363561A1，TAL 介导的转移 DNA 插入，涉及将所要多核苷酸稳定整合到植物基因组中的方法。2014 年 12 月 29 日，未名兴旺系统作物设计前沿实验室（北京）有限公司等申请了 CN104762279A，一种水稻 Bel 基因的定点敲除系统及其应用，提供了一种偏好于植物基因组 DNA 的 TALEN 定点突变系统。2015 年 1 月 6 日，华南农业大学申请了 CN104651393A，利用 TALEN 系统定点突变 RNase ZS1 培育水稻温敏不育系。2015 年 4 月 28 日，ALTPETER FREDY 申请了 WO2015168158A1，靶向基因组编辑以修饰木质素生物合成和细胞壁组成，其通过使用 TALEN 编码 CoA O-甲基转移酶(COMT)的等位基因或拷贝中产生稳定的失活缺失或插入来实现。2016 年 6 月 23 日，福建省农业科学院生物技术研究所在申请了 CN105969796A，利用 TALENs 技术定点突变 GW2 基因创制水稻高产材料。2016 年 12 月 12 日，中国科学院遗传与发育生物学研究所申请了 CN108220327A，利用 TALEN 方法对目的植物的 Xa5 基因，进行定点突变，得到白叶枯病抗性高于所述目的植物的抗白叶枯病植物（水稻）。2017 年 5 月 22 日，广东省农业科学院作物研究所申请了 CN107217070A，基于 TALENs 基因编辑花生育种，得到的花生种子油酸含量高。

2012 年，构建了第三代基因编辑 CRISPR/Cas 技术。2012 年 12

月 12 日，博德研究所张锋团队申请了 US8697359B1，提供了在真核细胞中指导 CRISPR 复合物形成的方法和利用 CRISPR-Cas 系统（Cas9）的方法，为首例获得保护的基于 CRISPR/Cas 系统的专利。由于 CRISPR/Cas 系统技术靶向效率高、方法简单，迅速成为研究热点，并爆发了大量的专利申请热潮。2014 年 3 月 14 日，明尼苏达大学董事会申请了 PCT/US2014/028445，采用 CRISPR/Cas 系统进行植物基因组的工程改造。2014 年 5 月 16 日，安徽省农业科学院水稻研究所申请了 CN103981211A、CN104004782A、CN103981212A、CN104017821A，分别利用 CRISPR/Cas9 技术，构建了闭颖授粉水稻、延长水稻生育期、将黄色颖壳的水稻品种的颖壳颜色改为褐色、以及定向编辑颖壳颜色决定基因 OsCHI 创制褐壳水稻材料的方法；2015 年 5 月 18 日，安徽省农业科学院水稻研究所申请了 CN104846010A，利用 CRISPR/Cas9 系统介导的基因组定点编辑技术建立了一个在植株水平上高效率删除转基因水稻标记基因的方法。2014 年 9 月 24 日，华南农业大学申请了 CN104293827A，利用 CRISPR/Cas9 技术构建了一种定点突变 RNase ZS1 的温敏不育系（水稻），2015 年 1 月 6 日，华南农业大学申请了 CN104651392A，利用 CRISPR/Cas9 技术构建了一种定点突变 PTMS12-1 的温敏不育系（水稻），2015 年 7 月 28 日，华南农业大学申请了 CN105063061A、CN105063026A，利用 CRISPR/Cas9 技术构建了水稻千粒重基因 *tgw6* 突变体。

2015 年 6 月 18 日，博德研究所张锋团队申请了 US2016208243A1，构建了新型 CRISPR 酶和系统，即 CRISPR-Cas 系统（Cpf1 或 Cas12a 效应蛋白系统）。2016 年 6 月 17 日，博德研究所张锋团队申请了 WO2016/205764A1，构建了新型 CRISPR 酶和系统，即 CRISPR-Cas 系统（C2c2 或 cas13a 效应蛋白系统）。2019

年 8 月 30 日，INARI AGRICULTURE TECH INC 申请了 US11459551B1，公开了用于基因组编辑的组合物、系统和方法，涉及 Cas12a。2018 年 4 月 26 日，中国农业科学院作物科学研究所申请了 CN108707621A，以水稻 ALS 基因为研究对象，公开了一种 CRISPR/Cpf1 系统介导的以 RNA 转录本为修复模板的同源重组方法。2021 年 3 月 31 日，江苏师范大学申请了 CN113249403A，利用 CRISPR/Cas13 技术构建了一种具有 SPVD 抗性甘薯。2021 年 8 月 3 日，华中农业大学申请了 CN113832180A，公开了一种 CRISPR/Cas13b 介导的棉花 RNA 转录调控方法。

从基因编辑育种技术演进路线分析可以看出，CRISPR 技术在创新发展和市场竞争水平上远远高于另外两种基因编辑技术，基本逐步替代前两代技术，成为基因编辑技术研发的主要方向。

5.3.3 全球及中国专利申请总体态势分析

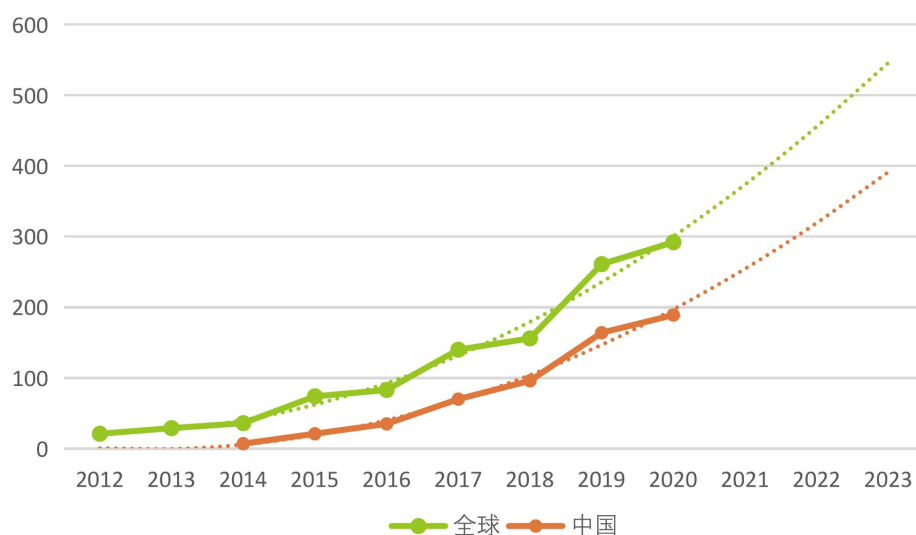


图 5-19 南繁作物基因编辑育种领域 CRISPR/Cas 技术专利申请趋势

上图展示了南繁作物基因编辑育种领域 CRISPR/Cas 技术专利申请趋势情况，该领域专利申请量共计 1410 项，从全球专利申请趋势

来看，有关 CRISPR/Cas 技术在南繁作物基因编辑领域的专利申请最早出现在 2012 年，主要来自麻省理工学院的张峰团队、美国陶氏公司 WEBB STEVEN 项目团队；此后，有关南繁作物基因编辑育种领域 CRISPR/Cas 技术相关专利申请进入技术发展的阶段，在 2020 年全球专利量近 300 项；中国有关该技术领域专利申请最早出现在 2014 年，主要来自安徽省农业科学院水稻研究所、中国科学院遗传与发育生物学研究所关于水稻育种技术方面的研究，随着 CRISPR/Cas 基因编辑技术快速发展，中国在该领域技术产出不断快速提升，在全球专利申请中占据 50%以上的份额。总体来看，CRISPR/Cas 基因编辑技术起源于美国，中国已进入快速跟随的阶段，并在全球技术产出中占有重要的地位。

5.3.4 全球技术处来源国分析

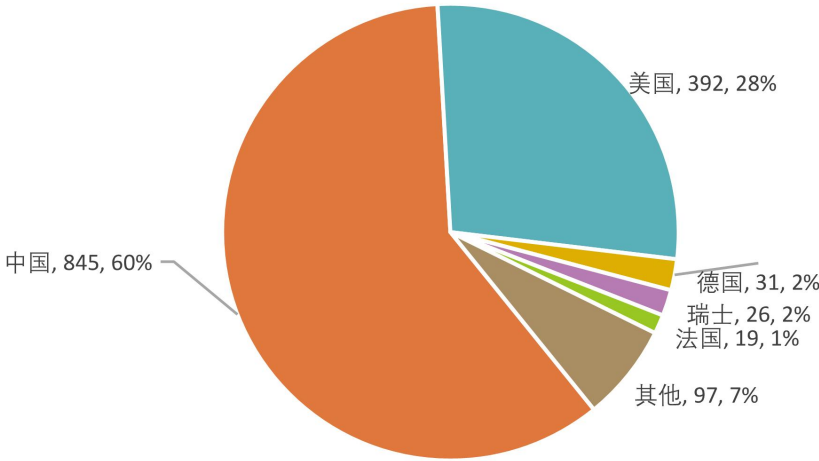


图 5-20 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域技术来源国

中国、美国是南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域主要技术来源地。

上图展示了南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域技术来

源国情况，从图中可以看出，中国、美国是南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域的主要技术来源地。该领域专利技术 60%来源于中国，专利申请量达 845 项，位居首位，可见中国在该技术占有领先地位；其次是美国，有 392 项，占比 28%；排名在中国、美国之后的是德国和瑞士，分别有 31 项和 26 项，占比 2%左右；接下来是法国，有 19 项，占比 1%，其他国家/地区仅占 7%。中国是南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域具有领先地位的技术来源国，中国技术输出量全球第一。

表 5-17 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域中美竞争实力对比

国家	技术产出 (项)	同族国家 ≥2 专利数 量 (项)	同族国家 ≥2 专 利 占 专 利 总 申 请 量 比 例	施引专利 总数量	施引专利 平均数量	高施引专利数 量 (施引专利 数量 ≥10) (项)	高施引专利占 总 申 请 量 比 例
中国	845	102	12%	1811	2.1	51	6%
美国	392	230	59%	2938	7.5	89	23%

由上表可以看出，中国在南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域技术产出达到 60%，但是从技术布局国家数量、施引专利评价数量、高施引专利数量占比等方面，均远低于美国产出，同族国家数量、施引专利数量与技术重要性呈正相关，其数值越大表明技术影响越大、专利质量越好，说明中国有关 CRISPR/Cas 技术的专利申请海外布局和专利质量有待进一步提升。

5.3.5 目标市场分析

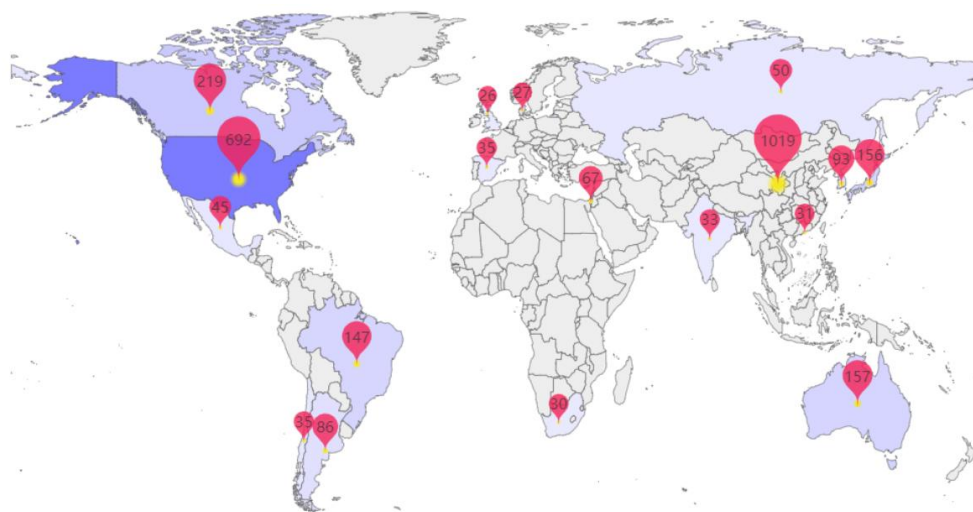


图 5-21 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域目标市场

中国、美国、欧洲、加拿大是南繁作物转基因生物育种主要目标市场国家/地区。

从南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域目标市场情况可以看出，中国拥有目前全球最大的南繁作物基因编辑 CRISPR/Cas 技术最大的市场，专利申请总量达 1019 件；其次是美国，专利申请总量达 692 件；欧洲专利局、加拿大的专利申请总量达 278 件和 219 件；澳大利亚、日本、巴西、韩国、阿根廷成为该领域专利布局量前十的国家/地区，专利申请量分别为 157 件、156 件、147 件、93 件、86 件。中国处在南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域快速发展的阶段，体量上已成为全国专利布局量第一的国家，说明中国拥有巨大的市场潜力。

5.3.6 中国申请地域分析

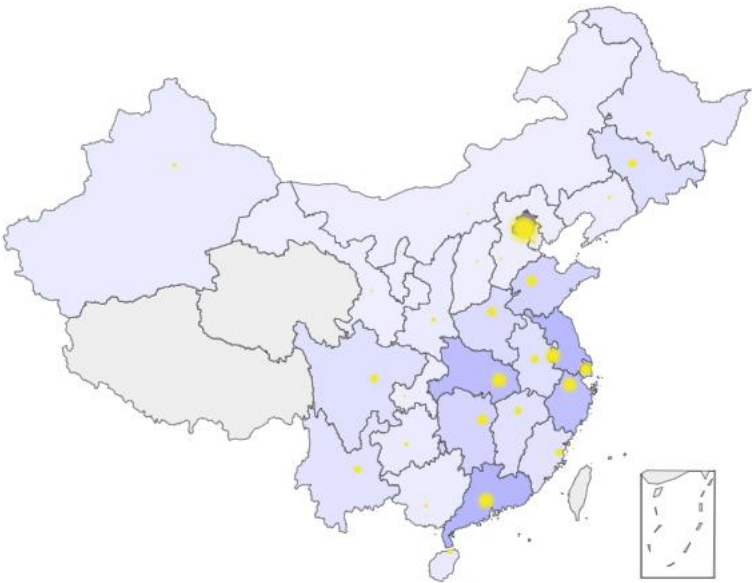


图 5-22 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域中国专利申请地域分布

上图展示了南繁作物转 CRISPR/Cas 技术领域中国专利申请区域分布情况，从国内专利申请量来看，主要来自北京市、广东省、江苏省、湖北省、浙江省、上海市、湖南省、山东省、河南省、吉林省，专利申请量分别为 223 项、77 项、73 项、67 项、63 项、47 项、36 项、35 项、26 项、21 项；海南省以 18 项专利申请，在全国省级排名中位列第 13 位，专利申请量较低，创新主体竞争实力较低。

5.3.7 技术构成分析

表 5-18 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域技术分布

地区	大豆	玉米	水稻	棉花	小麦	其他
全球	114	175	404	31	52	629
中国	42	117	389	29	32	236

表 5-18 展示全球和中国在南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域技术分布情况，在五大作物中，有关水稻、玉米 CRISPR/Cas 技术研究占比最高，棉花和小麦在占比最低，不同的是，全球较为关注大豆 CRISPR/Cas 技术研究，相对来说中国对于大豆 CRISPR/Cas 研究较少。

5.3.8 技术功效分析

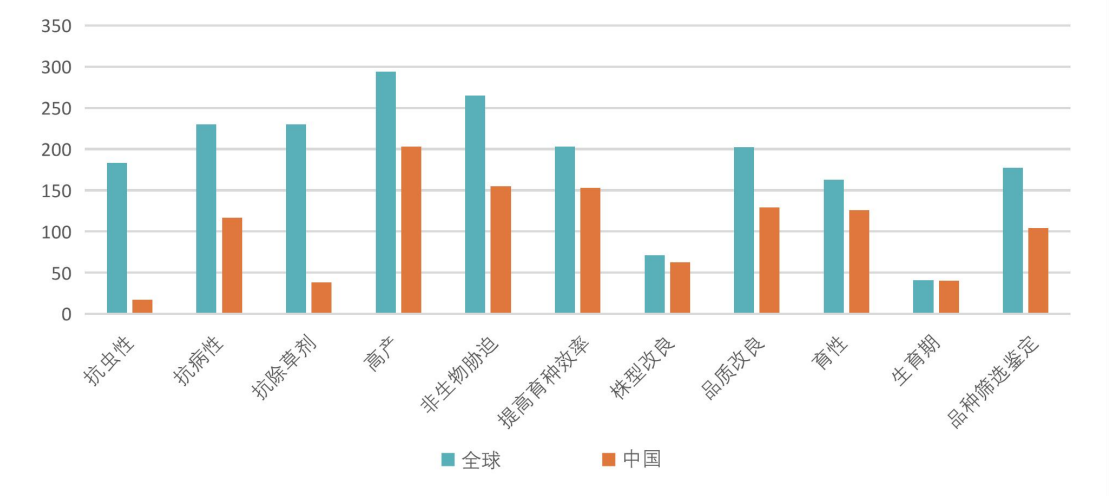


图 5-23 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术功效

图 5-23 展示了南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术功效发展趋势情况，基因编辑技术是在生物体的基因组中特定位置插入、删除、修改或替换 DNA，达到想要的技术效果，在解决技术问题方面分布较为平衡，全球研究重点在于高产、非生物胁迫、抗病、抗除草剂问题的研究，中国 CRISPR/Cas 技术集中在高产、非生物胁迫、提高育种效率的研究。在解决其他技术问题方面均有较多专利布局，解决技术问题更为全面。

5.3.9 主要申请人分析

表 5-19 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域主要申请人

序号	申请人	申请量 (项)
1	先锋	76
2	中国科学院遗传与发育生物学研究所	68
3	中国农业科学院作物科学研究所	67
4	华中农业大学	55
5	BENSON HILL SEEDS	53
6	博德研究所	47
7	麻省理工学院	46
8	中国农业大学	45
9	华南农业大学	43
10	浙江大学	34

南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域主要申请人中，中国科学院遗传与发育生物学研究所、中国农业科学院作物科学研究所、华中农业大学、中国农业大学、华南农业大学、浙江大学进入全球前十。

表 5-19 展示了南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域全球主要申请人的情况，从专利申请总量来看，排名前 10 的申请人分别先锋、中国科学院遗传与发育生物学研究所、中国农业科学院作物科学研究所、华中农业大学、BENSON HILL SEEDS、博德研究所、麻省理工学院、中国农业大学、华南农业大学、浙江大学；从申请人国别来看，其中有 6 位来自中国的高校和科研院所，4 位来自国外企业、高校和研究机构，说明在该技术领域，国内高校和科研院所已紧紧最随着最前沿的技术研发方向，开展技术创新和技术布局，技术积

累已初具规模。

5.3.10 创新人才分布

表 5-20 南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域主要创新人才

CRISPR/CAS技术		
申请人	发明人	申请量
美国麻省理工学院	张峰	46
	GOOTENBERG, JONATHAN	14
	ABUDAYYEH, OMAR	13
BENSON HILL SEEDS	PEDRO GONZALEZ-PORTILLA	27
	WILLIAM K. RHODES	21
中国科学院遗传与发育生物学研究所	高彩霞	21
	王延鹏	7
未名生物农业集团有限公司	吕贵华	18
	毛冠凡	17
	王昌贵	17
Inari Agriculture	KOCK, MICHAEL ANDREAS	17
	NUCCIO, MICHAEL LEE	13
安徽省农业科学院水稻研究所	李莉	16
	宋书锋	9
	李懿星	7

表 5-20 展示了南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域全球主要创新人才团队的情况，主要为美国麻省理工学院张峰团队、BENSON HILL SEEDS 公司 PEDRO GONZALEZ-PORTILLA 团队、中国科学院遗传与发育生物学研究所高彩霞团队、未名生物农业集团有限公司的吕贵华团队、Inari Agriculture 公司的 KOCK, MICHAEL ANDREAS 团队以及安徽省农业科学院水稻研究所李莉团队。

5.3.11 小结

基因编辑技术具有由于该操作简单和通用性强等优势，引起了科学界的广泛关注，第三代基因编辑技术——CRISPR/Cas 技术因操作简单、成本低、靶向效率高成为基因编辑领域的重点技术。

CRISPR/Cas 技术自 2012 年出现开始，成为国内外技术发展的重

点，在南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域，相关技术产出最早来自麻省理工大学的张峰团队；中国于 2014 年开始在该技术领域进行相关技术布局，经过近十年的发展，该技术领域技术产出量已超越美国，成为技术产出最多的国家，占全球技术产出的 60%；美国仅以 392 项技术产出位居全球第二，与美国相比，中国在该技术领域的核心重要专利的数量远低于美国，说明中国创新主体在基因编辑领域已紧跟国际研发热点。中国、美国、欧洲、加拿大是南繁作物转基因生物育种主要目标市场国家/地区。

中国在该领域的技术产出主要来自北京市、广东省、江苏省、湖北省、浙江省等省份，海南省以 8 项专利申请，在全国省级排名中位列第 16 位，专利申请量较低，主要来自海南波莲水稻基因科技有限公司 4 项、中国热带农业科学院热带生物技术研究所以 2 项、三亚中国农业科学院国家南繁研究院、中国农业科学院作物科学研究所，创新主体竞争实力较低。

南繁作物基因编辑育种 CRISPR/Cas 技术领域主要申请人中，中国科学院遗传与发育生物学研究所、中国农业科学院作物科学研究所、华中农业大学、中国农业大学、华南农业大学、浙江大学进入全球前十。

在全球创新人才方面，主要创新团队为美国麻省理工学院张峰团队、BENSON HILL SEEDS 公司 PEDRO GONZALEZ 团队、中国科学院遗传与发育生物学研究所高彩霞团队、未名生物农业集团有限公司的吕贵华团队、Inari Agriculture 公司的 KOCK, MICHAEL ANDREAS 团队以及安徽省农业科学院水稻研究所李莉团队。

整体而言，从专利数量分析来看，目前我国基因编辑技术专利数量已经位于世界前列，然而，大多数核心、源头技术的知识产权被国

外掌控，尤其是在 CRISPR/Cas9 等核心专利上，我国基本在技术外围开展相关技术研究及专利布局，国内中国科学院、中国农业科学院等国家级科研机构处于国内研发前列，研究主要集中在植物育种领域，对 CRISPR 等关键核心技术的系统改进较少，核心技术突破方面仍具有较大的进步空间，专利技术布局有待优化拓展。另外，我国申请人主要以高校、科研院所为主，相关的公司较少，说明中国基因编辑技术偏向于技术基础研究，在商业推广方面，相对比较落后，具有实质性技术成果转化的专利较少。总之，我国在建立基础性、原创性、突破性、具有全球知识产权的基因编辑技术体系、以及推进技术成果转化等方面还存在一些不足，仍需要进一步的努力，以缩小与国外领先国家的差距。

第六章 海南省南繁作物生物育种产业发展定位

6.1 创新实力省级定位

表 6-1 中国南繁作物生物育种产业各省市创新实力列表

申请量 排名	主要省/市	专利量（件）	近五年专利活跃度 （%）	PCT申请量（件）
1	北京	2205	42.43%	66
2	江苏	1274	44.58%	5
3	湖北	866	50.58%	3
4	广东	813	47.72%	50
5	山东	812	48.77%	0
6	浙江	790	42.78%	5
7	河南	658	55.02%	1
8	广西	497	34.81%	0
9	湖南	464	53.88%	1
10	四川	463	43.20%	0
16	海南	268	45.52%	12

表 6-1 展示了中国南繁作物生物育种产业各省市创新实力情况，该产业专利申请量排名第一位的是北京市，其专利申请量达 2205 件其 PCT 专利申请量高达 66 件，近五年专利申请活跃度在 40%以上。北京市有关南繁作物生物育种产业专利产出主要来自中国农业科学院作物科学研究所、中国农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、北京市农林科学院、中国农业科学院生物技术研究所等高校和科研院所，成为国内技术输出最多的城市。

该产业专利申请量排名第二位的江苏省专利申请量达 1274 件，

PCT 专利专利申请量为 5 件。排名第三至七位的省/市专利申请量为 500~1000 件，发明专利授权率占比均在 40%~60%，近五年专利活跃度均在 40%~60%。值得关注的是广东省在南繁作物生物育种产业 PCT 专利申请位居北京市之后，达 50 件，表明北京市与广东省在该产业拥有海外专利市场布局意识，而其他省/市 PCT 专利申请量均在 5 件以内。

2021 年中国种子集团有限公司以迁址落户三亚，加大央企对海南产业结构调整的支持力度，海南省在南繁作物生物育种产业专利申请量位列全国第 16 位，专利申请量达 268 件，在全国省份排名中处于中间位置。随着《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》以及海南省有关南繁产业发展等政策办法的落地，南繁基地配套建设及科研育种基地的基础条件不断完善，海南省近年来南繁作物生物育种产业发展速度加快，创新主体创新动力及活跃度程度较高。

表 6-2 海南省南繁作物生物育种产业各城市创新实力列表

申请量排名	主要省/市	专利量 (件)	近五年专利活跃度 (%)	PCT申请量 (件)
1	海口市	127	62.99%	7
2	三亚市	117	29.91%	5
3	省直辖县级行政区划	23	26.09%	0
4	儋州市	1	100.00%	0

表 6-2 展示了海南省各城市南繁作物生物育种产业创新实力情况，其中海口市位列各城市专利申请量排名第一位，其专利申请量达 127 件（占比全省专利申请量的 47.39%），表明海南省南繁作物生物育种产业技术创新主要源于海口市各创新主体。海口市发近五年专利

申请活跃度为 62.99%，PCT 专利申请 7 件。排名第二的三亚市专利申请量为 117 件，远低于海口市，近五年专利活跃度高达 29.91%，由于中国种子集团有限公司的迁入，其专利申请量为 93 件，三亚市在该技术领域专利申请量迅速提升，由于中国种子集团有限公司在近 5 年前已有加多专利技术存储，近 5 年内仅有 13 件专利申请，因此三亚市近 5 年技术活跃度较低。排名其后的是各省直辖县级地，专利申请量达 23 件，而各省直辖县近五年来技术创新热度较低。

6.2 产业结构定位

表 6-3 海南省南繁作物生物育种产业结构定位

序号	技术领域			全球	中国	海南省
1	杂交育种			7285	3821	108
2	单倍体育种			1559	280	6
3	多倍体育种			229	178	0
4	细胞工程育种			2461	1930	49
5-1	转基因育种			26421	4870	117
5-2-1	分子 标记 辅助 育种	以分子杂交为基础的DNA标记技术	RFLP标记	1130	49	0
5-2-2-1		以PCR反应为基础的DNA标记技术	RAPD标记技术	215	101	1
5-2-2-2			ISSR标记技术	47	30	3
5-2-2-3			AFLP标记技术	262	66	0
5-2-2-4			SSR标记技术	1247	825	5
5-2-2-5			SCAR标记技术	145	104	2
5-2-2-6			STS标记技术	93	45	0
5-2-3-1		新型分子标记	SNP标记技术	2098	1297	10
5-2-3-2			InDel标记技术	650	529	9
5-2-3-3			CNV标记技术	13	4	0
5-2-3-4			MNP标记技术	10	6	0
5-3		全基因组选择育种			210	93
5-4-1	基因编 辑育种	ZFN技术		526	107	10
5-4-2		TALEN技术		548	175	10
5-4-3		CRISPR/Cas技术		1410	845	20
6	分子设计育种			92	100	0
7	智能设计育种			25	18	0

结合前述全球、中国南繁作物生物育种产业专利申请分布及热点方向转基因育种技术、杂交育种技术和细胞工程技术是分子标记辅助

育种和基因编辑技术中，RFLP 标记技术、SSR 标记技术、SNP 标记技术、CRISPR/Cas 技术专利成为分子标记辅助育种技术和基因编辑技术中的重点技术，研发热点逐渐向新型分子标记育种、基因编辑、全基因组选择育种、分子设计育种和智能育种技术领域转移。

由上表可看出，海南省南繁作物生物育种领域重点布局了转基因育种、杂交育种、全基因组选择育种，在分子标记辅助育种的 SNP 标记技术和 InDel 标记技术，以及基因编辑育种技术领域布局了少量专利申请，在分子设计育种、智能设计育种领域未有相关专利，说明海南省在南繁作物生物育种领域已跟随着全球的技术研发的重点和热点，开展相关领域的研究和技术创新，并且全基因组选择育种专利申请全部来自中国种子集团有限公司，占海南总申请量的 20%，远高于全球和中国技术占比，说明全基因组选择育种具有较强技术储备优势，随着中国种子集团的引入，为海南省南繁作物生物育种领域产业结构调整注入新鲜活力。

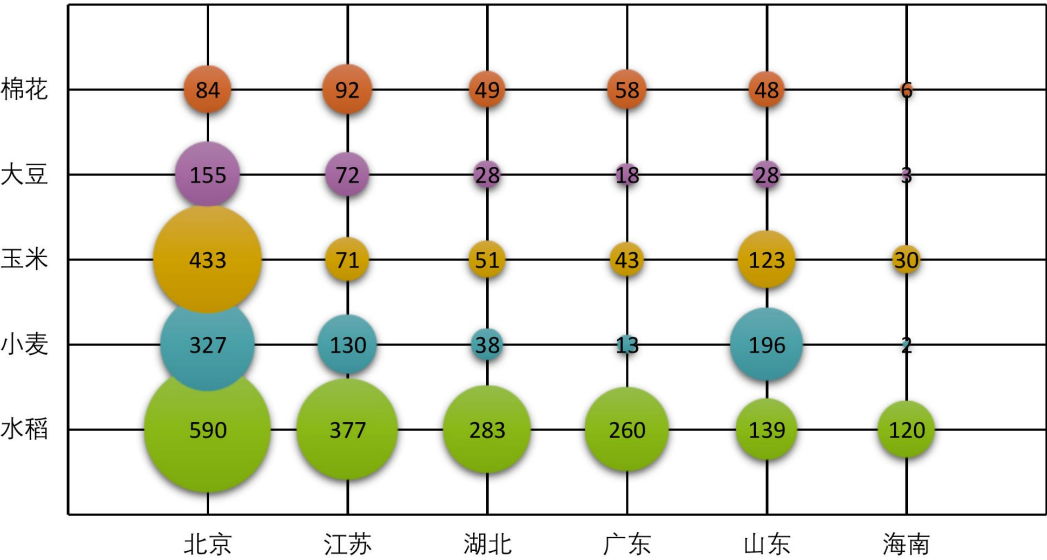


图 6-1 南繁作物生物育种产业主要省份主要涉及南繁作物类型

如上图所示南繁作物生物育种产业主要省份主要涉及南繁作物

类型情况，水稻育种技术的研究是我国各省份研究的重点，其次在玉米和小麦育种领域的研究，大豆育种技术研发是我国省内育种技术的弱项，存在大豆进口依赖度高、单产低等问题，在海南省内专利布局尤为明显。

6.3 创新主体实力定位

表 6-4 南繁作物生物育种产业主要省份创新主体实力情况

	北京	江苏	湖北	广东	山东	海南
申请总量（件）	2205	1274	866	813	812	268
创新主体数量	144	220	152	206	207	46
单位创新主体专利申请量（件）	11.6	5.8	5.7	3.9	3.9	5.7
入围全国申请量前100位创新主体数量	19	5	4	9	8	3

上表展示了南繁作物生物育种产业主要省份主要创新主体实力情况，将北京市、江苏省、湖北省、广东省、山东省与海南省从创新主体实力和单位创新主体专利申请量两个方面进行对比，海南省该产业已汇聚了 46 位创新主体，与前五大省份相比，海南省创新主体的数量仅为前五大省份数量的 20%~30%左右，创新主体总数量相对薄弱。海南省是南繁人挥洒汗水的热土，每年有 800 多家单位、8000 多名人员前往海南省开展南繁工作，汇聚全国业内知名院士和专家团队，高端人才聚集度高、创新能力强，而候鸟式的育种模式，专利输出的主体回归至其单位所在地，未以海南省内创新载体输出专利，另一方面，2020 年海南自贸港建设及相关产业政策的扶持下，中国种子集团、大北农等企业入驻，成立崖州湾种子实验室、三亚中国农业科学院国家南繁研究院、浙江大学海南研究院、海南大学三亚研究院、三亚中国农业大学研究院等多家高校和研究机构，新落户成立的创新主体注册成立时间较晚，由于发明专利申请自申请日起 18 个月公布，

专利公开时间存在滞后性，可能有部分生物育种领域相关专利处于已申请未公开的状态。

从单位创新主体专利申请量来看，北京市数值最高，主要是由于专利申请高度集中在高校和科研院所，单位创新主体的专利输出数量高，海南省的单位创新主体的专利输出数量为 5.7 件，与江苏、湖北省的数值相当，由于中国种子集团的引入，拉升了海南省整个产业的技术产出水平，企业引进对于地方的技术贡献率较高。

表 6-5 南省南繁作物生物育种产业中国和海南主要申请人情况

序号	中国主要申请人	申请量	全国排名	海南省主要申请人	申请量	全国排名
1	中国农业科学院作物科学研究所	606	1	中国种子集团有限公司	93	33
2	中国科学院遗传与发育生物学研究所	498	2	海南波莲水稻基因科技有限公司	47	55
3	中国农业大学	485	3	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	28	91
4	华中农业大学	431	4	中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所	14	
5	南京农业大学	348	5	海南大学	13	
6	浙江大学	300	6	隆平生物技术(海南)有限公司	12	
7	江苏省农业科学院	259	7	中国热带农业科学院橡胶研究所	7	
8	中国农业科学院棉花研究所	210	8	中国热带农业科学院海口实验站	5	
9	北京市农林科学院	202	9	海南省农业科学院粮食作物研究所	5	
10	华南农业大学	200	10	海南热作两院种业科技有限责任公司	4	

从入围全国申请量前 100 位创新主体数量来看，其中 19 位来自北京，占北京创新主体总数量的 13%，海南省有 3 位创新主体进入全国前 100 位申请人，分别为中国种子集团有限公司、海南波莲水稻基因科技有限公司、中国热带农业科学院热带生物技术研究所，占海南省创新主体总数量的 7%；整体来看，海南省省内创新主体的整体实力与其他省份还存在差距，但在创新主体类型方面，海南省内具有中国种子集团有限公司、海南波莲水稻基因科技有限公司、隆平生物技术（海南）有限公司 3 家生物育种研发型企业，专利申请量占总申请量的 56%以上，形成以企业为主要技术输出的发展现状。

6.4 创新人才实力定位

表 6-6 海南省南繁作物生物育种产业主要省份创新人才实力情况

	北京	江苏	湖北	广东	山东	海南
申请总量（件）	2205	1274	866	813	812	268
发明人数量	3810	2770	1833	1780	1990	598

上表展示了南繁作物生物育种产业主要省份创新人才实力情况，海南省在该领域创新人才数量为 598 位，分别为北京市、江苏省、湖北省、广东省、山东省发明人数量的 16%、22%、32%、34%和 30%，相比于其他五大省份，海南省内产业内专利申请创新人才聚集度不高。

6.5 协同创新实力定位

表 6-7 海南省南繁作物生物育种产业主要省份协同创新实力情况

	北京	江苏	湖北	广东	山东	海南
协同创新数量（件）	266	81	62	120	50	27
全国排名	1	3	5	2	6	14
协同创新数量占申请总量比例	12.06%	6.36%	7.16%	14.76%	6.16%	10.07%

上表展示了南繁作物生物育种产业主要省份协同创新实力情况，海南省在该领域协同创新专利数量为 27 件，在全国协同创新数量排名中位列第 14 位，处于中间水平。主要为中国种子集团公司与华中农业大学、未名兴旺系统作物设计前沿实验室（北京）有限公司、深圳市作物分子设计育种研究院、福建农林大学，中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所与海南佛渡莲源生态农业有限公司，以及中国热带农业科学院热带生物技术研究所以与中国热带农业科学院三亚

研究院、中国热带农业科学院三亚研究院、中国热带农业科学院热带作物生物技术国家重点实验室的合作研究。从协同创新数量占总申请量比例来看，海南省协同创新占比达到 10.07%，已超过江苏省、湖北省、山东省协同创新占比，说明海南省新引进的中国种子集团公司在技术难点突破方面，联合高校、科研机构、企业已开展相关研究。

6.6 专利运营实力定位

表 6-8 海南省南繁作物生物育种产业主要省份专利运营情况

	北京	江苏	湖北	广东	山东	海南
转让数量（件）	150	54	41	108	28	6
许可数量（件）	16	22	17	6	0	1
质押数量（件）	1	2	2	2	13	0

上表展示了南繁作物生物育种产业主要省份专利运营情况，海南省在该领域专利转让、许可、质押数量分别为 6 件、1 件和 0 件，主要为中国热带农业科学院热带生物技术研究所在转让给广西康田农业科技股份有限公司 3 件专利，专利运营数据量远低于北京市、江苏省、湖北省、广东省、山东省，一方面由于海南省专利申请和技术积累量比较低，另一方面专利申请主要来自中国种子集团公司和海南波莲水稻基因科技有限公司 2 家企业，占海南省总申请量的 52%，可通过自主技术实施加强育种技术的转化与应用。

6.7 小结

2021 年中国种子集团有限公司迁址落户三亚，为海南省直接引进专利申请 93 件，海南省南繁作物生物育种领域专利申请量由 175 件上升至 268 件，省级排名上升至第 16 位，省级竞争实力增强；同时，对海南省南繁作物生物育种产业结构的调整具有积极的推动作

用，海南省形成了以转基因育种、杂交育种为重点、以全基因组选择育种为特色、紧随分子标记辅助育种和基因编辑前沿技术产业发展格局，而在分子设计育种和智能设计育种方面还存在技术空白。

通过对比海南省与前五大省份创新主体实力、创新人才实力、协同创新实力以及专利运营实力情况，海南省存在创新主体数量少、竞争实力较弱、创新人才数量聚集度不高、协同创新和专利运营数量偏低的问题，但同时也可看到，不同于其他省份以高校和科研机构为主要创新主体，海南省已形成了以自中国种子集团公司和海南波莲水稻基因科技有限公司 2 家研发型重点企业，其专利申请量占海南省总申请量的 50%以上，更有利于南繁作物生物育种技术成果转化和推进育种技术产业发展。

第七章 生物育种知识产权保护制度研究

目前,我国现行的生物育种相关保护法以专利法、种子法和农业法为主,涵盖审定登记、新品种保护、专利和资源保护等内容,本章将重点对比生物育种领域专利和植物新品种保护制度,为生物育种领域创新主体提出知识产权保护策略建议。

7.1 中国生物育种专利保护制度概述

7.1.1 保护客体

根据《专利法》规定,植物品种不能授予专利保护。为了客观、公正、准确、及时地依法处理有关专利的申请和请求,国家知识产权局专门制定《专利审查指南》,对专利法及其实施细则的相关规定予以详细解释和说明。现行《专利审查指南》(2010)详细地解释了涉及植物发明的相关问题。

指南认为,动物和植物是有生命的物体,不能授予专利保护。专利法所称的植物,是指可以借助光合作用,以水、二氧化碳和无机盐等无机物合成碳水化合物、蛋白质来维系生存,并通常不发生移动的生物。“植物”可以是植物的各级分类单位,如界、门、纲、目、科、属和种等。指南还分别详细解释了微生物、基因或 DNA 片段、动物或植物个体及其组成部分、转基因动物和植物的可专利性问题。

关于基因或 DNA 片段。指南认为,无论是基因或 DNA 片段,其实质是一种化学物质。专利指南所指的“基因或 DNA 片段”,包括从微生物、植物、动物或人体分离获得,以及通过其他制备手段得到的。人们从自然界中找到以天然形态存在的基因或 DNA 片段,只是一种发现,不能授予专利保护。但如果是首次从自然界分离或提取

出来的基因或 DNA 片段，其碱基序列是现有技术中不曾记载的，并能被确切地表征，且在产业上有应用价值，则该基因或 DNA 片段本身及其得到方法，可以获得专利保护。

关于动物或植物个体及其组成部分。指南认为，动物等胚胎干细胞、动物个体及其各形成和发育阶段，例如生殖细胞、受精卵、胚胎等，属于专利法上“动物品种”的范畴，不能授予专利。动物的体细胞及动物组织和器官（除胚胎以外），不属于“动物”范畴，符合授权条件的，可以授予专利。可以借助光合作用，以水、二氧化碳和无机物合成碳水化合物、蛋白质类维系生存的植物的单个植株及其繁殖材料（如种子等），属于专利法上“植物品种”的范畴，不能授予专利。植物的细胞、组织和器官如不具有上述特征，则不能被认为是“植物品种”，符合授权条件的，可以授予专利保护。

关于转基因动物和植物。转基因动物和植物是通过基因工程的重组 DNA 技术等生物学方法得到的动物或植物，其本身仍属于专利法上的动物品种或“植物品种”，不能授予专利保护。

《专利审查指南》通过上述规定解释了什么是“植物品种”，并且认为所有关于“植物”的发明是不能获得专利保护的，但认为动物的体细胞及动物组织和器官（除胚胎以外）、植物的细胞、组织和器官不属于动物和植物的范畴，可以获得专利保护；微生物、基因或 DNA 片段在特定条件下也可以获得专利的保护。如果比较《专利审查指南》中“植物品种”概念与《植物新品种保护条例》中的“植物品种”概念，《专利审查指南》很明显地将“植物”等同了“植物品种”。事实上，“植物”和“植物品种”是两个完全不同意义上的概念。

表 7-1 专利法中植物相关授权客体情况

名称	不可授权的客体	可授权的客体
《专利法》	植物品种不能授予专利保护。 专利法所称的植物,是指可以借助光合作用,以水、二氧化碳和无机盐等无机物合成碳水化合物、蛋白质来维系生存,并通常不发生移动的生物。 转基因动物和植物是通过基因工程的重组 DNA 技术等生物学方法得到的动物或植物,其本身仍属于专利法上的动物品种或“植物品种”,不能授予专利保护。	植物品种的生产方法,可以依照本法规定授予专利权。这里所说的生产方法是指非生物学的方法,不包括生产植物主要是生物学的方法。
《专利审查指南》	从自然界中找到以天然形态存在的基因或 DNA 片段	首次从自然界分离或提取出来的基因或 DNA 片段,其碱基序列是现有技术中不曾记载的,并能被确切地表征,且在产业上有应用价值,基因或 DNA 片段本身及其得到方法
	以借助光合作用,以水、二氧化碳和无机物合成碳水化合物、蛋白质类维系生存的植物的单个植株及其繁殖材料(如种子等)	植物的细胞、组织和器官如不具有前述特征,符合授权条件的,可以授予专利保护

7.1.2 授权条件

在专利制度中,某项发明创造能否被授予专利权,最基本的实质性条件就是看其是否符合专利的三性要求,即新颖性、创造性和实用性。

新颖性,是指该发明或者实用新型不属于现有技术;也没有任何单位或者个人就同样的发明或者实用新型在申请日以前向专利局提出过申请,并记载在申请日以后(含申请日)公布的专利申请文件或者公告的专利文件中。现有技术包括在申请日(有优先权的,指优先权日)以前在国内外出版物上公开发表、在国内外公开使用或者以其

他方式为公众所知的技术。

创造性，是指与现有技术相比，该发明具有突出的实质性特点和显著的进步。突出的实质性特点，是指对所属技术领域的技术人员来说，发明相对于现有技术是非显而易见的，即本领域技术人员在现有技术的基础上，仅仅通过合乎逻辑的分析、推理或者有限的试验是无法得到的。显著的进步，是指发明与现有技术相比能够产生有益的技术效果。

实用性，是指发明或者实用新型能够制造或者使用，并且能够产生积极效果。实用性要求技术方案不能违背自然规律并且应当具有再现性。所谓再现性，是指所属技术领域的技术人员，根据公开的技术内容，能够重复实施专利申请中为解决技术问题所采用的技术方案。这种重复实施不得依赖任何随机的因素，并且实施结果应该是相同的。

7.1.3 生物育种领域专利保护面临的问题

方法专利难以保护植物育种者的实际权益。根据专利法的规定，专利权人制造、进口或者经专利权人许可而制造、进口的专利产品或者依照专利方法直接获得的产品售出后，使用、许诺销售或者销售该产品的，不构成侵犯专利权行为。这是由于专利权人通过自己制造、进口或者通过许可他人制造、进口的专利产品，并予以销售而获利，不应当就同一产品重复获利；而且，专利产品在合法予以制造、进口并予以售出之后，如果权利人还可以对该产品行使权利，则不利于专利产品的流通和利用。事实上，在实践中要对已经售出的专利产品再施行控制也是困难的。然而，对于植物而言，由于不保护植物繁殖材料本身，当一种培育植物的方法取得专利权后，在实际商业生产中并不一定使用该专利方法，利用其无性繁殖材料就可以轻易地避开专利

方法，同样可以取得该专利方法直接获得产品的效益，而且这种效益更高，从而使专利权人的权益保护无法真实实现。

7.2 生物育种植物新品种保护制度概述

7.2.1 中国植物新品种保护制度

植物新品种保护，是对植物新品种的知识产权保护的一种形式，是国家审批机关依照法律、法规的规定，授予完成新品种选育的单位或者个人生产、销售、使用该品种繁殖材料的排他独占权。植物新品种保护的对象是申请者自己新育成的品种，或者对发现的野生植物加以开发形成的品种。其目的是通过有关法律、法规和条例，保护育种者的知识产权，鼓励培育和使用新品种，促进植物新品种的开发与应用，加快农业产业发展。

我国植物新品种保护制度开始的标志是国务院 1997 年 3 月 20 日发布的《植物新品种保护条例》，该条例自 1997 年 10 月 1 日起实施，开启了我国植物新品种保护法律制度的先河，奠定了我国植物新品种保护法律制度的基础。1999 年 6 月后，我国先后颁布实施了与植物新品种保护相关的《植物新品种保护条例实施细则（农业部分）》、《植物新品种保护条例实施细则（林业部分）》、《植物新品种复审委员会审理规定》、《农业植物新品种权代理规定》、《农业植物新品种保护繁殖材料保藏中心管理办法》、《植物新品种测试指南》、《种子法》、《主要农作物品种审定办法》、《农业植物新品种侵权案件处理规定》等法律文件。最高人民法院还针对审理植物新品种纠纷案件出台了三个司法解释：《关于审理植物新品种纠纷案件若干问题的解释》、《关于开展植物新品种纠纷案件审判工作的通知》、《关于审理侵犯植物新品种权纠纷案件具体应用法律问题的若干规定》。上述法律、法规、规章、司法解释和国际条约初步形成了我国植物新

品种保护的法律体系，为保护植物新品种权提供了一定的法律依据。

7.2.1.1 授权客体

根据《中华人民共和国种子法（2021）》规定，对国家植物品种保护名录内经过人工选育或者发现的野生植物加以改良，具备新颖性、特异性、一致性、稳定性和适当命名的植物品种，由国务院农业农村、林业草原主管部门授予植物新品种权，保护植物新品种权所有人的合法权益。

7.2.1.2 授权条件

根据国际上通用的植物新品种保护的技术准则，要求植物新品种必须要具有新颖性、特异性、稳定性和一致性，同时植物新品种必须要有合适的名称。其中，新颖性和必须有合适的名称是授予品种权的形式条件，而特异性、一致性和稳定性（简称 DUS）是最重要的授权条件，也是实质审查的主要内容，是授予品种权的实质条件，DUS 测试的实质就是确保植物新品种被客观、公正和准确授权的技术审查。

按照我国《种子法》的规定，一个植物新品种要想获得品种权，必须经过申请、审查的过程。只有当申请品种属于植物新品种保护名录范围内植物种或者属，并具有新颖性、特异性、一致性、稳定性和适当的品种名称命名时，申请品种方可被授予品种权。

（1）合适的名称

授予植物新品种权的植物新品种名称，应当与相同或者相近的植物属或者种中已知品种的名称相区别。该名称经授权后即为该植物新品种的通用名称。

下列名称不得用于授权品种的命名：

（一）仅以数字表示的；

(二) 违反社会公德的；

(三) 对植物新品种的特征、特性或者育种者身份等容易引起误解的。

同一植物品种在申请新品种保护、品种审定、品种登记、推广、销售时只能使用同一个名称。生产推广、销售的种子应当与申请植物新品种保护、品种审定、品种登记时提供的样品相符。

(2) 新颖性

《种子法》中所称的“新颖性”是一个狭义上的新颖性，主要是指申请品种的商业销售方面的新颖性。新颖性是指申请植物新品种权的品种在申请日前，经申请人自行或者同意销售、推广其种子，在中国境内未超过一年；在境外，木本或者藤本植物未超过六年，其他植物未超过四年。除销售、推广行为丧失新颖性外，下列情形视为已丧失新颖性：1. 品种经省、自治区、直辖市人民政府农业农村、林业草原主管部门依据播种面积确认已经形成事实扩散的；2. 农作物品种已审定或者登记两年以上未申请植物新品种权的。

(3) DUS 测试

植物品种的特异性（可区别性，Distinctness）、一致性(Uniformity)和稳定性(Stability)简称 DUS，特异性是指一个植物品种有一个以上性状明显区别于已知品种。一致性是指一个植物品种的特性除可预期的自然变异外，群体内个体间相关的特征或者特性表现一致。稳定性是指一个植物品种经过反复繁殖后或者在特定繁殖周期结束时，其主要性状保持不变。

根据《种子法》要求申请保护、审定和登记的品种应当具备 DUS，明确了 DUS 测试是品种管理的基本技术依据，提高了 DUS 测试的法律地位。

植物品种 DUS 测试是指采用相应的测试技术与标准，通过种植试验或室内分析对植物新品种的 DUS 进行评价的过程，是各国品种管理的基本技术依据。目前 DUS 测试主要有官方测试、现场考察和育种人自主或委托测试等方式。

7.2.1.3 新修正《种子法》相关改进点

2022 年 3 月施行的《种子法》的重大内容修改是为了进一步强化种业知识产权保障。

新修正《种子法》进一步加大植物新品种保护力度，实行全链条保护，保护环节扩展到生产、繁殖、加工、许诺销售、销售、进口、出口和储存，保护范围由繁殖材料延伸到未授权植物新品种收获材料，品种所有权人有更多机会保障合法权益。

我国加入的 UPOV 的时间为 1999 年，执行 1978 年文本，尚未建立实质性派生品种制度（EDV 制度）。UPOV1991 年文本引入 EDV 制度，旨在鼓励科技原始创新，从源头上解决种子同质化问题。实质性派生品种是指由原始品种实质性派生，或者由该原始品种的实质性派生品种派生出来的品种，与原始品种有明显区别，并且除派生引起的性状差异外，在表达由原始品种基因型或者基因型组合产生的基本性状方面与原始品种相同。

吸纳 UPOV1991 文本精神，打击模仿、修饰等非创新性育种，鼓励创新性拓展育种基础，建立实质性派生品种制度迫在眉睫。借鉴国际通行做法，2021 年新修正《种子法》建立实质性派生品种制度，明确实质性派生品种商业化使用应征得原始品种所有人许可，支持和鼓励育种原始创新。

7.2.2 中国和美国生物育种制度的比较

我国自 1997 年颁布《植物新品种保护条例》开始建立植物新品种

保护制度，至今已满二十年。经过近二十年的发展，我国已经形成以《植物新品种保护条例》及其实施细则为核心，以《种子法》为主导，辅以若干司法解释及行政性规范组成的植物新品种保护制度体系。1997年颁布的《植物新品种保护条例》是我国植物新品种保护制度的开始，也是我国植物新品种保护制度的核心，与之紧密合作的还有两个实施细则《植物新品种保护条例实施细则》（农业部分）（2007年修订）和《植物新品种保护条例实施细则》（林业部分）（1999年制定）。植物新品种权的保护期限，自授权之日起，藤本植物、林木、果树和观赏树木为20年，其他植物为15年。

我国对植物新品种只能通过《种子法》规定的品种权保护，而不能获得专利权保护。根据《植物新品种保护条例》规定，国务院农业、林业行政部门分别负责农业和林业的品种权申请的受理、审查等事务，并组织植物新品种测试和繁殖材料保藏的工作。对于经过人工培育的或者对发现的野生植物加以开发，具备新颖性、特异性、一致性和稳定性并有适当命名的植物品种，可以申请植物新品种权保护。一个植物新品种只能授予一项品种权。两个以上的申请人分别就同一个植物新品种申请品种权的，品种权授予最先申请的人；同时申请的，品种权授予最先完成该植物新品种育种的人。审批机关应当在受理品种权申请后的6个月内完成初步审查，合格的予以通告，并要求申请人在3个月内缴纳审查费；初步审查不合格的，应要求申请人在3个月内陈述意见或予以修改，逾期不答复的或仍不合格的，驳回申请。申请人缴纳审查费后，审批机关对品种权申请的特异性、一致性和稳定性进行实质审查。

我国专利法第25条第1款规定：植物品种不能被授予专利权。

根据《专利审查指南》的解释，专利法所称的植物，是指可以借助光合作用，以水、二氧化碳和无机盐等无机物合成碳水化合物、蛋白质来维系生存，并通常不发生移动的生物。转基因植物是通过重组 DNA 技术等方法得到的植物，其本身仍然属于专利法所定义的“植物品种”的范畴，因此也不能被授予专利权。植物的细胞、组织和器官如果不具有上述特性，则不能被认为是“植物品种”。我国虽然不授予植物品种专利权，但专利法第 25 条第 2 款规定，对植物品种的生产方法，可以授予专利权。这里所说的生产方法是指非生物学的方法，不包括生产植物主要是生物学的方法。根据专利法第 11 条的规定，方法专利获得专利权后，任何单位或个人未经专利权人许可，都不得使用其专利方法以及使用、许诺销售、销售、进口依照该专利方法直接获得的产品。即方法权利要求的保护延伸到依照该方法制造出来的产品，因此，我国专利保护制度是通过对植物品种生产方法进行保护，来延及对植物品种的保护，即生产植物品种的方法如果获得专利权，依照该方法生产的植物品种也受到保护。不过这种保护显然要弱于使植物品种变为可授权主题的直接专利保护。植物的细胞、组织和器官如果不具有发育成单个植株的特性，也不能作为繁殖材料，则其不能被认为是“植物品种”，可以授予专利权。此外，植物品种的用途、植物育种方法中衍生出来的产品比如用于筛选的引物、基因片段等也可以授予专利权。

国际上主要通过专利制度或者植物新品种保护制度这两种方式对植物品种的发明创新提供保护，美国和欧盟分别是实施上述制度的典型代表。美国是最早为植物发明提供知识产权保护的國家，上世纪三十年代就开始为无性繁殖的植物发明提供植物专利，七十年代引入植物新品种保护制度为有性繁殖的植物发明提供保护，八十年代后开

始为所有类型的植物发明提供专利保护。

美国对植物新品种实行的是植物专利、植物品种保护证书和植物发明专利的三位一体的保护模式。1930年《植物专利法》(Plant Patent Act,简称PPA)为符合特异性、新颖性、非显而易见性的所有培育状态下的无性繁殖植物(不包括茎块繁殖的植物)发明,提供植物专利保护,禁止他人未经许可,使用、销售、许可销售、进口该无性繁殖授权植物以及该植物的任何部分。通常情况下,只有证明被控侵权植物是专利保护植物的无性繁殖后代,才足以证明侵权的发生。独立创造可以成为侵权抗辩的恰当理由。1970年颁布的《植物新品种保护法》(Plant Variety Protection Act,简称PVPA)为所有符合新颖性、特异性、一致性和稳定性的有性繁殖或茎块繁殖的植物品种,不包括真菌和细菌,提供品种权保护。这种保护方式相当于我国的品种权保护。美国专利保护奉行“阳光下任何人造之物均可获得专利保护”的原则。美国专利商标局已经明确,玉米种子、玉米植株、玉米培养组织、玉米品种可以获得专利保护,即所有符合专利授权要件,即新颖性、创造性和实用性的发明,不管是有生命的发明还是没有生命的发明,均可以获得发明专利的保护。美国自1980年以来通过发明专利为植物发明提供知识产权保护的实践清晰地表明,专利制度将在未来的植物品种创新领域发挥更大的激励作用。

关于上述三种保护方式的关系,美国联邦最高法院2001年在Pioneer Hi-Bred案中作了经典表述:“这三部法律提供了重叠互不排斥的保护,植物新品种的发明者可以根据每一法律申请保护,同时从

每一种保护中受益”。也就是说，申请者可以根据其发明的性质，分别申请相应的专利或者植物专利，专利或者品种权进行保护，法院不会因为可能出现的重叠保护而否认其中的保护形式。从实践来看，品种权保护相对于植物专利和专利保护来说，是一种保护力度较弱的保护形式。尽管植物专利的保护对象仅限于无性繁殖和茎块繁殖的植物品种，但其与专利制度一样，没有设置农民留种权利和科研育种例外，使得培育新品种的育种者获得更有力的法律保护。

纵观美国相关法律法规的出台历史，可以发现“产业利益”是每一法律出台的主导因素。与欧盟相比，美国在植物发明领域的专利保护政策更加积极，在发明专利领域没有规定农民留种和育种例外，而是将生物技术发明/植物发明与其他领域的发明进行一视同仁。美国对植物育种创新所作的这种制度选择与其生物育种产业的蓬勃发展有关。

7.3 专利制度和植物新品种保护制度的比较

专利制度与植物新品种保护制度作为两种独立的制度，在许多方面都存在着较大的差异，这些差异主要表现在以下几个方面：

①从授权条件来看，专利的授权要求高于植物新品种的授权要求。授予专利权所要具备的实质条件包括说明书对发明内容的充分公开，以及发明具有新颖性、创造性和实用性等，各国对这些实质性条件均规定了严格的审查标准。相比较而言，植物新品种保护制度的授权条件较为宽松，只要该物种具有新颖性、特异性、一致性和稳定性就可以获得保护。

②从保护范围来看，专利制度比植物新品种保护制度的保护范围

要大。在可以给予植物品种专利保护的国家的国家中，就保护客体而言，一切符合授权条件的与植物相关的发明，包括植物品种本身、植物细胞、植物器官以及培育植物所用的非主要生物学的方法都可纳入专利权的保护范围之内。而植物新品种保护制度仅仅保护植物品种本身，2021年新修正《种子法》建立实质性派生品种制度，明确实质性派生品种商业化使用应征得原始品种所有人许可，支持和鼓励育种原始创新。

③从保护力度来看，2021年新修正《种子法》中保护进一步扩大。专利权人的权利主要表现在：一.享有使用其发明创造的专有权。二.任何单位或者个人未经专利权人许可，都不得实施其专利，即不得为生产经营目的制造、使用、许诺销售、进口其专利产品，或者使用其专利方法以及使用、许诺销售、进口依照该专利方法直接获得的产品。品种权人的权利主要表现在：一.享有排他的独占权。二.任何单位或者个人未经品种权所有人许可，不得为商业目的生产或者销售该授权品种的繁殖材料，不得为商业目的将该授权品种的繁殖材料重复使用于生产另一品种的繁殖材料（条例另有规定的除外）。任何单位或者个人未经植物新品种权所有人许可，不得生产、繁殖和为繁殖而进行处理、许诺销售、销售、进口、出口以及为实施上述行为储存该授权品种的繁殖材料，不得为商业目的将该授权品种的繁殖材料重复使用于生产另一品种的繁殖材料。

④从权利限制来看，植物新品种保护制度对育种者权利限制较多，该制度较为充分地考虑了广大农民的利益和育种家的科学研究权，规定了“农民特权”，农民特权是植物新品种保护制度向农民提供的一种对权利人的权利进行限制的特殊规定。根据该项规定，农民有权在自己的土地上为繁殖目的收获和使用受保护的植物品种，而无

须经过育种者的授权。同时，植物新品种保护制度还规定了“研究者豁免权”，即使用授权品种进行育种及其他科研活动也不用经过育种者的许可。因此，不能充分实现育种者对自己智力成果的受益权，难以有效地激发育种者和育种企业进行育种的热情。专利法中也有各种各样的权利限制制度，但却没有农民特权的相关规定。

7.4 生物育种知识产权保护策略建议

7.4.1 夯实知识产权保护制度理论基础

深入学习生物育种相关的知识产权保护制度，夯实知识产权保护制度理论基础，植物主题的专利权与植物新品种权的授权客体、所授权要件和保护范围是不同，只不过保护对象均体现为某一种植物而已。要深刻认识专利权、植物新品种权保护客体、授权条件，对生物育种领域创新成果采取不同的知识产权保护方式，比如育种方法、首次从自然界分离的基因、植物的细胞、组织和器官，以及生物育种研发过程过程中相关的设备、系统等可通过专利保护制度获得保护；申请者自己新育成的品种、或者对发现的野生植物加以开发形成的品种通过植物新品种的形式进行保护。

7.4.2 制定知识产权布局总体规划，制定知识产权布局策略

对于创新主体来说，制定知识产权布局总体规划是建立知识产权保护体系的基础，建立专利权、植物新品种权、商标权等综合知识产权布局方案，全方位保护科技创新成果。同时要制定知识产权布局策略，减少人为因素影响而不能获得专利权和植物新品种权保护的风险。比如，专利权和植物新品种权对授权客体的新颖性提出明确要求，比如植物新品种权，在中国境内销售、推广超过一年、主管部门依据播种面积确认已经形成事实扩散的、农作物品种已经审定或登记理念

以上未申请植物新品种权，都会导致丧失新颖性而不能获得植物新品种权的保护。因此，制定知识产权保护策略，明确专利和植物新品种申请时机，降低人为因素带来的新颖性丧失而不能获得知识产权保护的风险。

从创新、运用、保护、管理全链条，建立高价值专利培育体系，在专利布局 and 创造方面，围绕生物育种核心技术，可进行方法类、相关产品类、产品用途类及配套育种设备类的立体式专利布局策略，比如生物育种方法、育种相关的试剂制备方法，用于鉴定的试剂、试剂盒、引物等相关产品和用途，以及生物育种配套的设备、仪器、实验条件（光照、温度、湿度等）控制系统，形成以生物育种方法为核心基础专利的高价值专利组合。

7.4.3 充分利用海南自由贸易港知识产权创新资源，促进知识产权全链条高质量发展

《海南自由贸易港知识产权保护条例》规定了建立知识产权保护和运用先行区，依托海南自由贸易港知识产权法院，建立与自贸港知识产权保护相适应的案件管辖协调机制，加强对植物新品种、核心技术等的知识产权司法保护；要求突出海南特色产业，规定扩大植物新品种权保护范围和保护环节，加强对实质性派生品种的保护，激励育种创新，提升植物新品种保护水平；对未注册的驰名商标给予跨类别的保护。

海南加强审判体制机制创新，设立了全国第四家专门的知识产权法院，并赋予法院民事、行政、刑事审判“三合一”的知识产权审判专门职能，服务自贸港建设大局。海南自由贸易港知识产权法院在11个重点园区相继设立司法保护联系点，为南繁育种、医疗新科技、数字创意等重点企业，全球动植物种质资源引进基地、深海航天等重

大功能平台建设提供更加精准优质的司法服务和保障，海南还设立了三亚崖州湾科技城知识产权特区审判庭；与最高人民法院民三庭共同设立“人民法院知识产权司法保护种质资源研究（海南）基地”；在科研院所指导下，共建玉米、水稻田间实践基地；加强地理标志司法保护的研究；探索自贸港内平行进口、贴牌加工的注册商标商品保护制度，积极参与知识产权领域的协同合作，深入推进国际知识产权诉讼优选地建设。

同时，海南还创新设立了一体化知识产权保护机制。对标国际最高标准经贸规则，海南省委省政府加快推进三亚崖州湾科技城知识产权保护特区建设，聚焦“南繁种业深海科技”等领域知识产权保护和运用制度集成创新，全力打造全国种业知识产权保护示范区和全国知识产权综合保护先行示范区。该特区推行版权、商标、专利、地理标志及植物新品种“五合一”综合管理体制，构建融合行政管理、综合执法和司法职能的知识产权一站式服务管理机制；整合行政执法、行政裁决、仲裁调解、司法审判及社会监督等资源，推进一体化知识产权保护机制。

海南省内创新主体要充分利用海南自由贸易港良好的知识产权创新资源，促进知识产权全链条高质量发展，打造知识产权保护和运用高地，共建全面深化改革开放知识产权强省。

第八章 海南省南繁作物生物育种产业发展路径导航

8.1 产业布局结构优化路径

8.1.1 充分运用国家南繁科研育种基地、海南自贸港建设环境，加快推进南繁作物生物技术的发展，做好国家南繁硅谷建设规划实施前准备工作

目前，农业农村部将联合有关部门出台国家南繁硅谷建设规划，对海南省提出相关要求，要加快《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》实施，确保 2025 年完成基地规划的项目任务，建立南繁硅谷规划落实工作机制，充分发挥充分发挥海南自由贸易港的制度优势，在人才激励、金融服务、对外交流等方面，研究出台更多更有吸引力、更务实管用的政策措施，做好与各南繁省份对接，了解各地建设需求和投资安排，做好统筹布局和有机衔接，努力形成全国共建南繁硅谷的新格局。建议在重点对南繁作物生物育种产业关键的转基因育种技术、分子标记辅助育种技术、全基因组育种技术、基因编辑，以及分子设计育种技术和智能设计育种前沿育种技术，核心技术攻关和发展规划，提出发展定位、发展目标、发展思路、主要任务、产业布局、保障措施等内容，做好海南省南繁作物生物育种产业发展的顶层设计。

8.1.2 按照“一城两区”布局，打造南繁作物生物育种产业聚集区

《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015-2025 年）》，划定了 26.8 万亩适宜南繁科研育种的区域，海南省按照“一城两区”（南繁科技城和乐东、陵水南繁核心区）布局，将南繁基地打造成为服务全国的科技创新、人才集聚、产业发展和成果转化高地。随着中

国种子集团有限公司迁址落户三亚，省级排名上升至第 16 位，省级竞争实力增强；同时，对海南省南繁作物生物育种产业结构的调整具有积极的推动作用。目前三亚已引进大北农、隆平高科等国内种业龙头和德国科沃施、荷兰科因等国外种子企业，由于专利信息公开存在滞后性，可能部分专利申请处于未公开的状态，海南省技术产出的集聚效应不明显。建议以南繁科技城和乐东、陵水南繁核心区为中心，积极培育和引进转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种重点领域的高校、科研机构、企业落户海南、扎根海南，扩大产业集聚规模，增强产业竞争优势。同时要与南繁硅谷发展规划紧密结合，建设集科研、生产、销售、科技交流、成果转化为一体的“南繁硅谷”。以南繁产业发展带动区域发展，势必在生物育种研发领域有所突破。

8.1.3 加强种质资源保护，建设智能化的国家级新作物种质资源库，中国生物育种技术 4.0 发展打下坚实的生物资源基础

结合实施国家南繁硅谷、全球动植物种质资源引进中转基地等国家战略，落实《海南省农业种质资源保护和利用发展规划（2021-2025 年）》，从收集保护、鉴定评价、健全体系、开发利用、国际交流五大方面保护利用好海南农业种质资源，发挥海南得天独厚的热带植物“天然基因库”优势，加强种质资源保护，加快建设全球动植物种质资源引进中转基地，建立现代化、自动化、智能化的国家级新作物种质资源库，拓宽国家农业育种创新遗传基础，注入种业科技创新活力，为突破种源“卡脖子”难题、打赢种业翻身仗提供重要保障。

2022 年 8 月，农业农村部公布第一批 72 家国家级农作物种质资源库中，海南省内共有 6 家入围，涉及野生棉、热带饲草、橡胶树、木薯、热带棕榈、热带香料饮料 6 类作物类型，另外国家级野生稻种质资源圃正在建设中，在海南自贸港建设、国家南繁硅谷建设规划等

国家战略背景下，加快南繁作物资源普查和抢救性收集，推动资源登记和交流共享，强化规模化精准鉴定评价，创新开发利用机制，做到应保尽保、有序开发，加快建成现代化、自动化、智能化的国家级新作物种质资源库，实现资源库、样本库、表型库、基因库、信息库“五库合一”，为实现中国生物育种技术 4.0 发展打下坚实的生物资源基础。

8.2 企业整合培育引进路径

8.2.1 加强本土重点企业扶持力度，以开放式创新的形式，攻克技术难题

近日，海南省发布《海南省科技项目“揭榜挂帅”制管理暂行办法》，启动 2023 年省重点研发专项“揭榜挂帅”项目榜单需求征集工作，促进海南支柱产业科技创新发展。

建议加强在南繁作物生物育种领域的项目扶持力度，以海南省内南繁作物生物育种领域重点本土企业为核心，联合海南省崖州湾种子实验室等科研机构，设立南繁作物生物育种领域技术攻关项目，针对企业最迫切的科研难题，以开放式创新的形式，最大程度地调动社会各界智力潜能，帮助企业攻克技术难题。

表 8-1 海南省南繁作物生物育种领域

序号	名称	专利申请量（件）
1	中国种子集团有限公司	93
2	海南波莲水稻基因科技有限公司	47
3	隆平生物技术（海南）有限公司	12
4	海南热作两院种业科技有限责任公司	4
5	海南广陵高科实业有限公司	3

8.2.2 精准招商引资，为重点技术注入创新活力

海南省涉农企业众多，生物育种的研究投入高、技术含量高，涉及南繁作物生物育种技术的研发型企业数量较少，近年来，三亚已引进中国种子集团、大北农、隆平高科等企业和德国科沃施、荷兰科因等国外种子公司，建议对转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种各领域内的头部国外企业进行重点引进。同时，国内已有多家企业在育种领域已有技术储备（如下表），在招商引资过程中，考虑到海南省已引进中国种子集团、大北农、隆平高科等企业，并建立三亚华大生命科学研究员，在此基础上，可考虑引进华智生物技术有限公司、北京首佳利华科技有限公司、创世纪种业有限公司、未名兴旺系统作物设计前沿实验室(北京)有限公司、未名生物农业集团有限公司、青岛袁策集团有限公司。

表 8-2 重点企业列表

序号	企业名称	专注领域
1	孟山都	转基因、分子标记辅助育种
2	先锋	转基因、分子标记辅助育种
3	农业基因遗传学有限公司	转基因、分子标记辅助育种
4	M.S 技术	转基因育种
5	健泰科生物科技公司	转基因育种
6	巴斯夫	转基因育种
7	塞米尼斯	转基因育种
8	科沃施	转基因、基因编辑育种
9	科因	转基因、分子标记辅助育种
10	迪卡尔布	分子标记辅助育种
11	杜邦	分子标记辅助育种
12	BENSON HILL	基因编辑育种
13	中国种子集团有限公司	杂交育种、全基因组选择育种、转基因育种
14	袁隆平农业高科技股份有限公司	杂交、转基因、分子标记辅助

		育种
15	华智生物技术有限公司	分子标记辅助育种
16	北京大北农生物科技有限公司	杂交育种、转基因育种
17	北京首佳利华科技有限公司	杂交育种、基因编辑育种
18	深圳华大基因科技有限公司	转基因育种
19	创世纪种业有限公司	转基因育种
20	未名兴旺系统作物设计前沿实验室(北京)有限公司	转基因育种
21	未名生物农业集团有限公司	基因编辑、转基因育种
22	青岛袁策集团有限公司	转基因、分子标记辅助育种

8.2.3 重点扶持“育繁推一体化”企业，带动全产业链发展

重点扶持“育繁推一体化”能力强的头部企业成为种业产业链“链长”，比如中国种子集团有限公司，发挥好头部企业在全产业链的引领带动作用，促进中等规模企业的专业化发展，引导小型企业成为服务型经销商，形成合理的企业层级梯次。

8.3 协同创新提升路径

积极推进高校和科研院所落户海南，为南繁硅谷建设汇聚综合型研究机构。生物育种研究对研发投入、科技人才、仪器设备等方面要求高，目前国内技术产出主要来自高校和科研院所，每年 800 多家科研院所、高等院校及科技型企业约 8000 多名农业科技专家、学者，来海南从事南繁育种工作。南繁人候鸟式的育种模式，海南省内南繁产业创新人才呈现季节性区域聚集的特点，在南繁产业生物育种产业专利申请方面，未以海南省内创新主体作为技术输出的主体，技术产出方面尚处于后进生之列。海南省已在“产学研用”一体化融合发展取得显著进展，成立崖州湾种子实验室，三亚中国农业科学院国家南繁研究院、浙江大学海南研究院、海南大学三亚研究院、三亚中国农

业大学研究院等多家高校和研究机构相继入驻崖州湾科技城，建议继续推进“产学研用”一体化融合发展模式，建议积极推进重点技术领域的高校和研究机构落户海南、扎根海南，借助产学研用综合平台，将高端人才培养在海南、研究在海南、工作在海南、生活在海南，让生物育种领域的科研成果和人才培育在海南省内落地开花，为南繁硅谷建设汇聚综合型创新型研究平台。

表 8-3 重点高校和科研院所引进清单

序号	名称	专注领域
1	中国科学院遗传与发育生物学研究所	转基因、基因编辑
2	华中农业大学	转基因、分子标记辅助育种、基因编辑
3	南京农业大学	转基因、分子标记辅助育种
4	华南农业大学	转基因、基因编辑
5	西南大学	转基因
6	四川农业大学	转基因
7	中国科学院植物研究所	转基因
8	山东农业大学	转基因
9	中国水稻研究所	转基因、分子标记辅助育种
10	北京市农林科学院	分子标记辅助育种
11	江苏省农业科学院	分子标记辅助育种
12	东北农业大学	分子标记辅助育种
13	云南省烟草农业科学院研究院	分子标记辅助育种

8.4 人才引进发展路径

多种方式结合引进高层次人才。结合海南省人才发展政策，针对南繁作物生物育种产业重点领域，比如杂交育种、转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑等重点领域，加大政策倾斜力度。考虑到育种领域技术产出主要集中在高校和科研院所，在高层次人才引进方

面，可与高校、研究机构建立产学研合作、“揭榜挂帅”、特聘教授计划等形式，针对企业人才考虑招商引智的形式，为海南省直接或间接的方式引进和培养人才，进一步培育壮大本地高科技人才团队。

表 8-4 潜在直接/间接引进人才对象

所属单位	姓名	研究领域	人才标签
福建农林大学	章清杞	杂交育种	副研究员
江苏丘陵地区镇江农业科学研究所	景德道	杂交育种	研究员
浙江大学	董海涛	转基因（水稻）	副教授
安徽省农业科学院水稻研究所	李莉	转基因（水稻）、基因编辑（CRISPR/CAS）	研究员
中国农业大学	王瑜	转基因（玉米）	副教授
山东大学	张举仁	转基因（玉米）	教授
中国科学院遗传与发育生物学研究所	陈受宜	转基因（大豆）	研究员
东北农林大学	李文滨	转基因（大豆）	教授
中国农业科学院作物科学研究所	张增艳	转基因（小麦）	研究员，博士生导师
中国农业大学	倪中福	转基因（小麦）	教授
创世纪种业有限公司	崔洪志	转基因（棉花）	研发人员
西南大学	裴炎	转基因（棉花）	教授
北京市农林科学院	赵久然	分子标记辅助育种（SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记）	教授
华智生物技术有限公司	彭佩	分子标记辅助育种（SNP 标记、INDEL 标记）	研究员
华智生物技术有限公司	田冰川	分子标记辅助育种（SNP 标记）	董事长
中国农业科学院作物科学研究所	何中虎	分子标记辅助育种（SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记）	研究员
中国农业科学院油料作物研究所	王汉中	分子标记辅助育种（SNP 标记、SSR 标记、INDEL 标记）	院士、副院长
中国科学院遗传与发育生物学研究所	高彩霞	基因编辑（CRISPR/CAS）	研究员

未名生物农业集团有限公司	吕贵华	基因编辑（CRISPR/CAS）	副总经理
--------------	-----	------------------	------

积极引进高校人才，补充新生力量。2022年8月31日，为引导涉农高校深化农林教育供给侧改革，加快布局建设一批具有适应性、引领性的新农科专业，加快培养急需紧缺农林人才，提升服务国家重大战略需求和区域经济社会发展能力，教育部组织全国新农科建设中心制定了《新农科人才培养引导性专业指南》，其中对生物育种科学、生物育种技术、智慧农业专业的人才进行明确，建议以国内“双一流”大学为重点，重点引进转基因育种、分子标记辅助育种、基因编辑育种以及生物育种4.0的分子设计育种、智能设计育种相关高校毕业生，主要涉及生物学、作物学、计算机科学与技术相关专业，建议统筹省内各类用人主体人才需求，在高校学子毕业季等时间节点，组织企事业单位赴国内高校，采用宣介会、洽谈会、对接会等方式，面对面地进行招聘宣传、定点推送和重点邀约。

表 8-5 重点高校和专业毕业生引进列表

序号	学校	专业	所在城市
1	北京大学	生物学、计算机科学与技术	北京
2	清华大学	生物学、计算机科学与技术	北京
3	中国农业大学	生物学、作物学	北京
4	北京航空航天大学	计算机科学与技术	北京
5	北京邮电大学	计算机科学与技术	北京
6	中山大学	生物学	广州
7	华南农业大学	作物学	广州
8	哈尔滨工业大学	计算机科学与技术	哈尔滨
9	海南大学	作物学	海口
10	浙江大学	生物学、计算机科学与技术	杭州
11	中国科学技术大学	生物学、计算机科学与技术	合肥

12	南京大学	生物学、计算机科学与技术	南京
13	南京农业大学	作物学	南京
14	上海交通大学	生物学、计算机科学与技术	上海
15	复旦大学	生物学	上海
16	同济大学	生物学	上海
17	武汉大学	生物学	武汉
18	华中农业大学	生物学	武汉
19	西安电子科技大学	计算机科学与技术	西安
20	四川农业大学	作物学	雅安
21	西南大学	生物学	重庆

8.5 知识产权保护路径

深入学习生物育种相关的知识产权保护制度，夯实知识产权保护制度理论基础，制定知识产权布局总体规划是建立知识产权保护体系的基础，建立专利权、植物新品种权、商标权等综合知识产权布局方案，全方位保护科技创新成果。

建立高价值专利培育体系，从创新、运用、保护、管理全链条，建立高价值专利培育体系，在专利布局和创造方面，围绕生物育种核心技术，可进行方法类、相关产品类、产品用途类及配套育种设备类的立体式专利布局策略，比如生物育种方法、育种相关的试剂制备方法，用于鉴定的试剂、试剂盒、引物等相关产品和用途，以及生物育种配套的设备、仪器、实验条件（光照、温度、湿度等控制），形成以生物育种方法为核心基础专利的高价值专利组合。

推动海外专利布局，对于海南省内具有优势的生物育种技术，建议根据自身实力及市场规划，有意识在潜在国家/地区提前做好专利布局。对于成熟市场，企业在布局时应以维护和巩固自身技术优势为突破方向，而新兴市场正处于快速发展阶段，具有较大的市场潜力，且该类市场技术发展还不成熟，尚未形成垄断趋势，企业应重视在该

类市场的布局，并以保护系统框架技术、核心技术为主，尽可能地进行专利外延，争取掌握市场话语权。

海南省委省政府加快推进三亚崖州湾科技城知识产权保护特区建设，聚焦“南繁种业深海科技”等领域知识产权保护和运用制度集成创新，全力打造全国种业知识产权保护示范区和全国知识产权综合保护先行示范区。该特区推行版权、商标、专利、地理标志及植物新品种“五合一”综合管理体制，构建融合行政管理、综合执法和司法职能的知识产权一站式服务管理机制；整合行政执法、行政裁决、仲裁调解、司法审判及社会监督等资源，推进一体化知识产权保护机制。充分利用三亚市知识产权保护中心和全国首个农业植物新品种审查协作中心，通过知识产权保护快速通道及综合服务平台，实现生物育种领域的知识产权快速确权、快速维权、快速保护，提升区域内知识产权保护意识。