

“且看种业”系列之一：美国转基因作物商业化的启示

核心观点

- **转基因技术可提高育种效率，存在多种盈利途径** 转基因技术是一种将有益基因直接转移到植物中的方法，可以提高效率，并为改良作物提供新的机会。1996年转基因种子在六个国家开始商业化种植，形成育种到生产销售种植的产业链条。目前转基因技术已在作物的抗病、抗虫、抗除草剂上得到有效应用。在北美地区，90%以上的玉米、大豆、棉花、甜菜和油菜是转基因品种。在盈利模式方面，转基因性状可通过伴随种子销售来收取性状使用费、或者向其他公司售出以收取技术授权费。
- **美国转基因作物种植面积稳定于90%，HT和Bt性状最常用** 1983-1994年转基因作物在美国实现商业化，1996年开始大量商业化种植。转基因大豆、棉花和玉米分别于2007、2010、2013年实现渗透率90%，目前已经进入稳定成熟的商业化状态。其中作物的抗除草剂（HT）与抗虫性状（Bt）最常用，且堆叠性状更受欢迎。未来，智能育种（Smart breeding）技术体系是竞争力体现的主要方向。
- **美国三部门共同监管，积极保护转基因知识产权** 在转基因生物安全管理原则方面，美国采用“可靠科学+实质等同”原则，认为转基因产品和常规产品没有本质区别，监控管理的对象是生物技术产品，而不是生物技术本身。因此其没有为转基因生物安全单独制定法律，仅是EPA、FDA和USDA在一些法律指导下，制定了一系列管理条例，用以监测和控制转基因作物及其食物产品的安全性。在美国，几乎所有的转基因生物技术发明都被纳入知识产权保护的范围。美国对转基因作物的知识产权保护拥有较为完善和严密的保护体系。
- **全球种业公司新格局，推动转基因研发持续创新** 继种业公司合并浪潮过后，拜耳、科迪华、先正达、巴斯夫成为前四大种业公司。这些公司不仅拥有丰富的种子与性状储备、配套的作物保护产品，也具备持续推陈出新的能力。
- **投资建议** 农业转基因技术作为发展最快、应用最广泛的现代生物技术，有望在重科学、严监管的前提下率先实现产业化发展。一旦相关政策取得进展，玉米、大豆等转基因作物商业化种植将成为可能，具有转基因种质资源储备优势的种业龙头将收获商业化成长红利，获得业绩与市占率的大幅提升。建议关注隆平高科（000998.SZ）、荃银高科（300087.SZ）等具有转基因研发实力与品种储备的种业相关个股。
- **风险提示** 价格波动的风险；转基因商业化进展不及预期的风险等。
- **相关标的**

证券代码	证券简称	月涨幅(%)	市盈率 PE(TTM)	市值(亿元)
000998.SZ	隆平高科	-2.45	202	267
300087.SZ	荃银高科	-19.39	113	129

数据来源：Wind，中国银河证券研究院整理

农林牧渔行业

推荐 (维持评级)

分析师

谢芝优

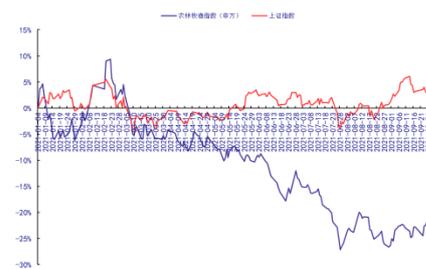
☎：021-68597609

✉：xiezhijiu_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130519020001

行业数据

2021.9.29



资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

相关研究

【银河农业】打赢种业翻身仗，收获转基因成长红利——2021年中央一号文件解读

【银河农业】鼓励转基因创新与应用，一号文至两会期间继续关注种业机会

【银河农业】农业迎政策窗口期，转基因玉米、大豆持续推进

【银河农业】转基因玉米再获政策支持，种业关注度持续

目 录

一、转基因技术的基础逻辑与盈利模式	2
(一) 21 世纪基因革命中的转基因技术.....	2
(二) 转基因育种的技术操作与产业链.....	2
(三) 转基因性状的三种盈利模式.....	4
二、从 0 到 1：美国转基因发展沿革（1996-2021）	5
(一) 萌芽与早期发展阶段，94 年首次批准销售.....	5
(二) 商业化种植快速发展，种植面积稳定于 90%.....	6
(三) HT 和 BT 性状最常用，堆叠性状更受欢迎.....	9
(四) 转基因作物对环境、利润等潜在的影响.....	11
(五) 正在孕育发展中的智能育种技术体系.....	12
三、美国转基因监管体系与知识产权保护	13
(一) 可靠科学+实质等同原则，多部门共同监管.....	13
(二) 三大机构对转基因产品的审批流程与规则.....	14
(三) 三个方面看美国转基因生物知识产权保护.....	18
四、全球种业集团在转基因种子方面的角色和作用	20
(一) 孟山都.....	20
(二) 拜耳.....	23
(三) 科迪华.....	27
(四) 先正达.....	29
(五) 巴斯夫.....	30
五、投资建议	32
六、风险提示	32

一、转基因技术的基础逻辑与盈利模式

（一）21 世纪基因革命中的转基因技术

基因技术是目前世界上最受关注的核心科技之一，它被寄予改变人类健康与生存发展现状的期待，备受资本市场的关注。2020 年最火的基金之一 ARK Invest 投资的六个领域就包括基因革命，其聚焦基因革命的 ETF——ARKG，持仓领域包括靶向疗法、生物信息学、分子诊断、表观遗传学、基因治疗、基因工具、下一代肿瘤学、农业生物技术和干细胞等，其中农业生物技术，是基因革命中发展最早的技术之一。自 20 世纪 80 年代开始，以转基因（GMO, Genetic modified organism）、分子标记辅助选择（MAS, Marker assisted selection）、全基因组选择（GS, Genome selection）、等位基因挖掘等为代表的现代分子技术手段开始在作物育种上运用。

自 1983 年第 1 例转基因植物开始，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。转基因是针对作物单个或多个性状进行遗传改良的分子技术，它打破了物种界限，将具有目标性状的新基因直接插入到作物基因组中，通过选择不同的启动子，可以改变基因时空表达模式和强弱。目前已在作物的抗病、抗虫、抗除草剂上得到应用并取得了商业化成功。在北美地区，90% 以上的玉米、大豆、棉花、甜菜和油菜是转基因品种。

不过，目前世界大多数育种项目仍处在传统育种阶段，或处于从传统育种到分子技术育种过渡的阶段。目前，各国对 QTL、MAS、GS 和基因定位等精准育种的理论和试验研究很多，但在实际育种中应用十分有限，仅拜耳-孟山都和科迪华等跨国种业巨头的主要作物育种真正处在分子技术育种阶段。我国正处于从传统育种迈向分子技术育种的过渡阶段，有序推进生物育种产业化。我们可以充分汲取美国转基因及其他分子技术育种的成果经验，在崭新的技术条件下实现弯道赶超，确保我国种业具有持续竞争力，保障我国粮食安全、食品安全和生态安全。

表 1：传统育种与转基因技术育种的比较

技术阶段	区别
传统育种	包括杂交育种、杂种优势育种及主动诱变育种 • 传统技术一般只能在生物种内个体上实现基因转移 • 传统的杂交和选择技术一般是在生物个体水平上进行，操作对象是整个基因组，不可能准确地对某个基因进行操作和选择，对后代的表现预见性较差
转基因育种	• 转基因技术不受生物体间亲缘关系的限制，可打破不同物种间天然杂交的屏障，扩大可利用基因的范围 • 转基因技术所操作和转移的一般是经过明确定义的基因，功能清楚，后代表现可准确预期。大幅度缩短了育种年限，极大地提高了育种效率。

资料来源：农业部农业转基因生物安全管理办公室，中国银河证券研究院整理

（二）转基因育种的技术操作与产业链

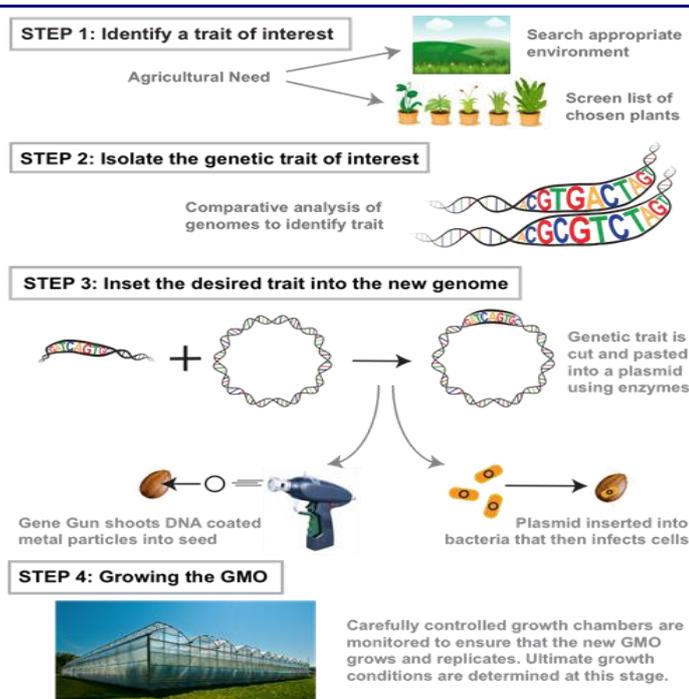
转基因技术是一种将有益基因直接转移到植物中的方法，它可以提高效率，并为改良作物

提供新的机会。根据世界卫生组织的定义，“转基因作物”是通过将选定的个体基因从一种生物体转移到另一种生物体之后再行改造而产生的，该技术被称为基因工程或基因改造。当植物科学家鉴定出潜在有益的基因时，他们会复制所需基因，并将其插入植物的 DNA 中，也就等于将该基因所控制的性状引入到了植物中，最终获得转基因生物或转基因种子。（性状指生物个体的可观察到的特征，比如花瓣的颜色，叶子的长短等等。在转基因作物中我们重点关注抗虫、抗病、抗除草剂、抗逆、高产等特征。）

根据拜耳官网信息，技术供应商获得转基因种子通常需要如下步骤。一、在自然生物中识别出所需的性状（如抗虫性、抗病性）。二、控制所需性状的基因的副本被转移到植物中。三、对新植物进行测试，以确保它对人，动物和环境都是安全的。四、经过世界各地的科学家和政府监管机构的多年额外测试和审查，新植物的种子被批准提供给农民。

1996 年开始，转基因种子在六个国家开始商业化种植，转基因技术从实验室转入到可以实际应用的阶段，并且在市场流通中具有商业价值，形成了育种到生产销售种植的产业链条。

图 1：利用转基因技术获得新植株的步骤



资料来源：Harvard University，中国银河证券研究院整理

表 2：获得转基因植株的技术操作步骤

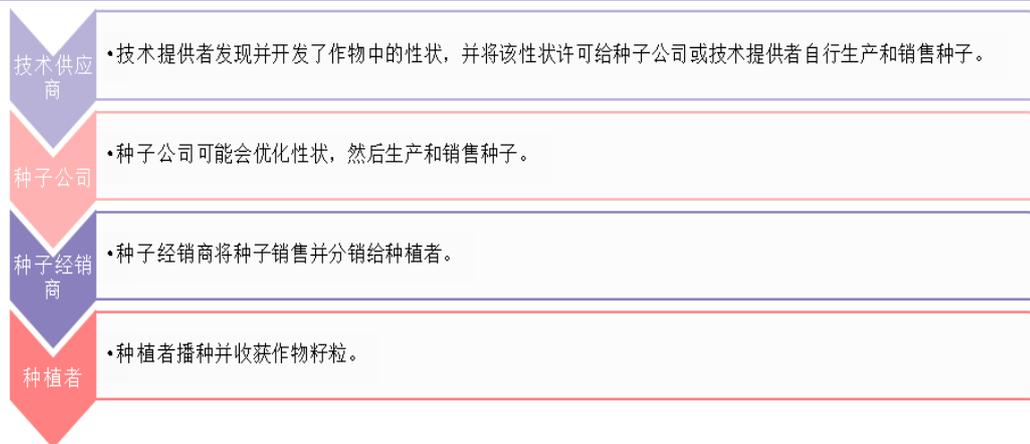
步骤	操作方法
提取核酸（DNA / RNA）	将保存目标基因的 DNA / RNA 从生物体中分离出来，并将其转变成线状结构形态。
基因克隆	将所需的目标基因从全部核酸中提取出来，并且进行大量复制。
基因设计和包装	把一些控制目标基因实行功能以及用来筛选目标基因的其他基因与目标基因包装

为一个整体。

转化	将已经包装好的基因整体转入到想要改良的植物的细胞中。
回交育种	使用常规植物育种方法将转基因植物与优良品系杂交，再用其后代反复杂交优良品系，最终可获得高产的转基因品系。

资料来源：ISAAA，中国银河证券研究院整理

图 2：转基因作物产业链



资料来源：ETS (Excellence Through Stewardship)，中国银河证券研究院整理

（三）转基因性状的三种盈利模式

目前，转基因性状有三种盈利途径：一、转基因性状研发者与种子公司形成合作关系，对种子公司许可一系列销售组合，包括种质和性状技术。这些种子公司在其品牌种子中销售研发公司的性状技术，为研发公司做广告。二、研发公司以自己的品牌销售产品，直接向农民销售区域性种子品牌。三、通过分销商、独立零售商和经销商、农业合作社和代理商，将种子推销给全球每个农业地区的农民。

以转基因世界龙头公司为例，孟山都公司通常以其育种技术、商业品种种子产品及其商业杂交种子产品的母系获得专利和/或植物品种保护；还会例行在注册国家/地区获得商业种子产品的注册，并在美国获得植物新品种保护法证书，在其他国家/地区获得等效的植物育种者权利。在美国和许多其他国家/地区，孟山都拥有广泛的专利、商标和许可业务组合。

根据孟山都与 Ceres,Inc. (Nasdaq: CERE) 的合作来看，在性状方面，Ceres, Inc.采取两种收费途径：**(1) 伴随种子的性状使用收费。**性状费用需要根据较为复杂的模型来进行确定。Ceres,Inc.根据性状在作物上所创造的附加值来对性状定价，附加值可能因作物种类和种植的地理位置而异。Ceres 考虑了各种定价模型，包括每英亩单独的以年度收取的性状费以及种子和性状的组合价格。**对于一个商业化性状，Ceres,Inc.的处理方式是将性状费用包含在每袋种子价格里。****(2) 性状授权收费。**这种许可协议可能会因作物、地理、该性状的性质和所创造

的经济效益以及产品线中该性状的先进程度而有所不同。付款模式可能是用 A.根据包含性状的产品销售额或产品的其他绩效指标中一定的百分比来定价。技术收费中的百分比一般是一个比较低的两位数百分比。B.根据达到绩效里程碑来定价。比如，绩效指标达到某个值后再进行收费。

2002 年 Ceres,Inc.与孟山都进行合作，致力于改良玉米、大豆以及其他农作物的基因。这是一份为期五年的多要素协议。根据协议，孟山都 1) 获得现有技术的权利，2) 获得五年开发类似技术的权利；3) 对 Ceres 进行 9% 的少数股权投资，以及 4) 联合研究计划的资金支持。该协议具体规定在 5 年内向 Ceres 支付 1.37 亿美元。

根据该协议，在他们的合作关系下开发的基因和性状，Ceres,Inc.可以自由开发和商业化，以将其部署到 Ceres,Inc.能源作物和某些其他作物中。Ceres,Inc.还可以开发并独家许可本协议未涵盖的第三方基因，这些基因用于玉米、大豆和其他大田作物的开发。

表 3: 孟山都向 Ceres 合计支付 1.37 亿美元

协议内容	对应金额
1) 收购现有技术的权利	4000 万美元
2) 拟开发获得类似技术的权利	4500 万美元
3) 股权投资	2200 万美元
4) 联合研究计划的资金	3000 万美元

资料来源：，中国银河证券研究院整理

二、从 0 到 1：美国转基因发展沿革（1996-2021）

（一）萌芽与早期发展阶段，94 年首次批准销售

重组 DNA 技术随着 20 世纪 50 年代和 60 年代开始的生物学进步而发展，经过 60-70 年代的讨论与论证，80 年代加速发展。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《细菌基因在植物细胞中的表达》一文，成为最早将基因转入植物的四个机构之一。1986 年，白宫科学技术政策办公室（OSTP）发布美国生物技术法规协调框架，描述了确保生物技术产品安全的全面联邦监管政策。其框架涉及三个主体美国农业部（USDA）、环保局（EPA）、食品药品监督管理局（FDA）在现有法律框架下建立各自的风险评估制度。

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。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准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。

从时间线上来看，美国转基因商业化是一个水到渠成的过程。OSTP 发布的美国生物技术法规协调框架为监管生物技术产品安全提供了重要依据，为即将到来的美国转基因植物商业化

做好了铺垫，使转基因商业化进程初具雏形。1994 年对第一例转基因作物植物商业销售和人类食用的批准使转基因作物商业化从理论走向实践。因此，我们认为这一事件标志着美国转基因作物的商业化的正式开启，农业领域自此走进了新时代。

图 3：转基因商业化发展流程



资料来源：ISAAA，中国银河证券研究院

（二）商业化种植快速发展，种植面积稳定于 90%

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。

1994 年 5 月美国首次批准转基因作物食品的商业销售。美国政府食品与药物管理局(FDA)

批准了转基因的 FlavrSavr™ 番茄的商业销售和人类消费。同期这些西红柿在美国开始销售，特别是在加利福尼亚州和中西部，消费者的认可度很高。随后 1995 年美国批准了 10 项转基因植物销售许可，1996 年批准了 9 项。

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：1994 年批准的 Calgene 的 FlavrSavr™ 转基因番茄在 1996 年种植面积可达 1 万英亩；1995 年批准的孟山都的 Bollgard™ 转基因棉花在 1996 年种植面积可以达到 150 万~200 万英亩；1995 年批准的孟山都 Roundup Ready™ 转基因大豆在 1996 年种植面积可达 100 万英亩；1996 年批准的孟山都 Roundup Ready™ 转基因棉花在 1996 年种植面积可达 2.5 万英亩。

转基因植物经美国批准销售后很快就进入商业化种植，且其种植面积很可观。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。

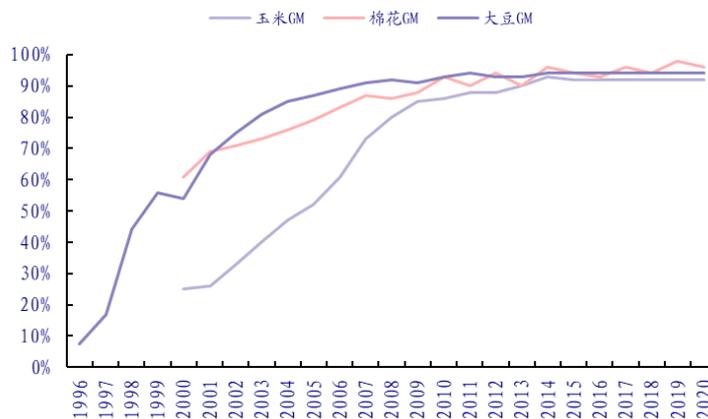
图 4：1994-1996 年，美国批准的及正在审批中的转基因植物销售许可（数据截至 1996 年 7 月）

Product	Company	Altered Trait	Year Approved for Sale Name of Crop Estimated '96 Acreage
Tomato	Calgene	Delayed ripening	1994 Flavr Savr™ up to 10,000 acres
Cotton	Monsanto	Resistance to bollworms & budworm (Bt toxin)	1995 Bollgard™ 1.5 to 2.0 million acres
Soybean	Monsanto	Resistance to herbicide glyphosate	1995 Roundup Ready™ 1 million acres
Corn/maize	Ciba-Geigy	Resistance to corn borer (Bt toxin)	1995 Maximizer™
Cotton	Monsanto	Resistance to herbicide glyphosate	1996 Roundup Ready™ 25,000 acres
Canola/Rapeseed	Calgene	Altered oil composition (high lauric acid)	1995 Laurical™
Cotton	Calgene	Resistance to herbicide bromoxynil	1995 BXN Cotton™
Potato	Monsanto	Resistance to Colorado potato beetle (Bt toxin)	1995 New Leaf™
Squash	Asgrow	Resistance to viruses	1995 Freedom II™
Tomato	DNA Plant Technology	Delayed ripening	1995 Endless Summer™
Tomato	Monsanto	Delayed ripening	1995
Tomato	Zeneca/Peto Seed	Thicker skin, altered pectin	1995
Corn/maize	DeKalb	Resistance to herbicide glufosinate	1996
Corn/maize	AgrEvo	Resistance to herbicide glufosinate	1996 Liberty Link™
Corn/maize	Plant Genetic Sys- tems	Male sterility	1996
Corn/maize	Monsanto	Resistance to corn borer (Bt toxin)	1996 YieldGard™
Corn/maize	Northup King	Resistance to corn borer (Bt toxin)	1996
Cotton	Dupont	Resistance to herbicide sulfonyleurea	1996
Tomato	AgriTope	Altered ripening	1996
Potato	Monsanto	Insect resistance	1996
Squash	Asgrow	Virus resistance	Pending (Freedom II™)
Papaya	CU/HGA ¹	Virus resistance	Pending
Soybean	AgrEvo	Resistance to herbicide	Pending

¹ Cornell University/Hawaii Growers' Association.

资料来源：ISAAA，中国银河证券研究院整理

图 5：1996-2020 年美国三种转基因作物种植占当年种植总面积的比例（USDA 从 2000 年开始给出转基因玉米、棉花种植比例数据）



资料来源：USDA，中国银河证券研究院

1) **转基因抗除草剂大豆自 1996 年开始种植**，种植面积比例自此一直处于弧形扩增趋势，呈现出先急剧扩增后稳定上升的趋势。2000 年种植面积比例略有下跌，2007 年超过 90%，2014 年达到 94%，之后稳定在 94%。

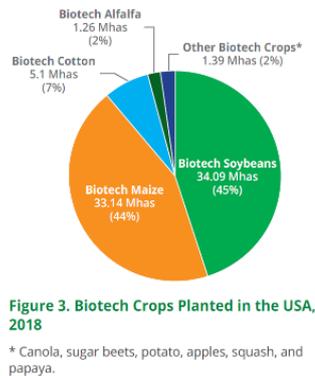
2) **抗虫、抗除草剂转基因陆地棉自 1996 年开始种植**。2000 年，转基因陆地棉种植面积比例为 61%，领先于大豆和玉米。2010 年其种植面积首次超过 90%，达到 93%。2010 年之后，转基因陆地棉种植面积比例呈锯齿形不稳定上升，于 2019 年达到 98%，2020 年回归 96%。

3) **抗虫、抗除草剂转基因玉米自 1996 年开始种植**。转基因玉米种植面积比例在初始阶段远远落后于同时期的大豆以及陆地棉，但增长迅速。整体呈现先线性急剧增加，后线性缓慢增加，最后趋于稳定的状态。2000 年，转基因玉米种植面积比例不足转基因棉花的二分之一，而后成线性增加趋势。2009 年增长出现拐点，之后种植面积比例缓慢增加。2013 年，转基因玉米的种植面积比例达到 90%。2015 年之后稳定在 92% 的比例。

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。

到 2018 年，美国共种植 7500 万公顷的转基因作物，占全球 1.917 亿公顷的转基因作物面积的 39%，为全球最高占比。大豆，玉米，以及棉花是转基因作物前三大品种。

图 6：2018 年美国转基因作物种植情况



资料来源：ISAAA，中国银河证券研究院

（三）HT 和 Bt 性状最常用，堆叠性状更受欢迎

从性状角度来看，HT 和 Bt 性状是美国农作物生产中最常用的。耐除草剂（HT）的农作物可以耐受特定的广谱除草剂（例如草甘膦，草铵膦和麦草畏）。抗虫（Bt）作物包含来自土壤细菌苏云金芽孢杆菌的基因，该基因可产生杀虫蛋白。尽管美国还开发了其他转基因性状（例如抗病毒和真菌，抗旱性以及增强蛋白质、油或维生素含量），但 HT 和 Bt 性状是其农作物生产中最常用的。

1) 抗虫性状：最常用的是 Bt 基因。Bt 是苏云金杆菌，他是自然界广泛存在于土壤中的一种有益杀虫微生物。科学家将在 Bt 中表达的能专杀昆虫的蛋白基因转到植物中，使植物亦能生产这种蛋白，当害虫危害取食时，就将这种蛋白吃到“肚里”，在其中肠碱性溶液及酶的作用下被活化，从而杀死害虫。Bt 基因可在昆虫对植物造成严重危害和损失前就被杀死，因此是一种非常有效的防治害虫的方法。

携有 Bt 杀虫基因的转基因玉米，能分泌出高效的杀虫蛋白，两天内就可杀死 99% 以上的玉米螟幼虫。田间试验表明，转 Bt 基因玉米对亚洲玉米螟防治效果可达 95%~99%，且基本没有影响玉米生长的危害，而最好的化学杀虫剂最好的防治效果也仅为 80%~90%，且由于是在心叶末期进行一次防治，往往已经造成了一定程度的危害。此外，转基因玉米对棉铃虫、黏虫、桃蛀螟等鳞翅目害虫都有很好的防治效果。有效防治虫害的同时，穗腐病发病率亦显著下降，粮食中霉菌毒素的含量亦显著降低，品质得到提高。

2) 抗除草剂性状：南京农业大学杂草研究室根据国际农业生物技术应用服务组织(ISAAA)的相关数据，归纳总结了棉花、大豆、油菜和玉米这 4 种作物的抗除草剂转基因转化事件。经统计发现截止 2017-05-21，全球抗除草剂的转基因棉花、大豆、油菜和玉米转化事件分别为 39、28、32 和 201 个。在这 4 种作物中，抗除草剂基因有 19 种，来源于 16 种生物，涉及到的除草剂共有 9 种；分别是草甘膦、草铵膦、咪唑啉酮类、2,4-D、异噁唑草酮、麦草畏、磺酰脲类、硝磺草酮和溴苯腈。单抗事件、多抗事件和复合抗性事件分别为 25 个、18 个和 257 个，分别占抗除草剂总转化事件的 8.3%、6% 和 85.7%。

图 7：抗除草剂的基因来源和各基因的独立转化事件数量

性状 Traits	基因来源 Gene source	基因 Gene	棉花 Cotton	大豆 Soybeans	油菜 Canola	玉米 Maize	总计 Total
抗草甘膦 Glyphosate tolerance	根瘤农杆菌株 <i>Agrobacterium tumefaciens</i> strain CP4	<i>cp4 epsps</i>	3	4	3	5	15
	地衣芽胞杆菌 <i>Bacillus licheniformis</i>	<i>gat4601</i>	0	1	0	0	1
	苍白杆菌 <i>Ochrobactrum anthropi</i> strain LBAA	<i>gat4621</i>	0	0	2	1	3
	土壤球形节杆菌 <i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>goxu247</i>	0	0	2	1	3
	玉米 <i>Zea mays</i>	<i>epsps grg23ace5</i>	0	0	0	1	1
	吸水链霉菌 <i>Streptomyces hygroscopicus</i>	<i>mepsps</i>	0	0	0	1	1
抗草铵膦 Glufosinate tolerance	绿色产色链霉菌 <i>Streptomyces viridochromogenes</i>	<i>2mepsps</i>	1	2	0	2	5
	拟南芥 <i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>bar</i>	5	2	11	6	24
抗咪唑啉酮类 Imidazolinone herbicides tolerance	代尔夫特食酸菌 <i>Delftia acidovorans</i>	<i>pat</i>	1	8	1	17	27
抗 2,4-D 2,4-D tolerance	鞘氨醇杆菌 <i>Sphingobium herbicidovorans</i>	<i>csr1-2</i>	0	1	0	0	1
抗异噁唑草酮 Isoxaflutole tolerance	荧光假单胞菌菌株 A32 <i>Pseudomonas fluorescens</i> strain A32	<i>aad-12</i>	1	2	0	0	3
抗麦草畏 Dicamba tolerance	嗜麦芽窄食单胞菌 <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain DI-6	<i>aad-1</i>	0	0	0	1	1
抗磺酰脲类 Sulfonylurea herbicide tolerance	大豆 <i>Glycine max</i>	<i>hppdPF W336</i>	0	1	0	0	1
	玉米 <i>Zea mays</i>	<i>dmo</i>	1	1	0	1	3
	烟草 <i>Nicotiana tabacum</i> cv. Xanthi	<i>gm-hra</i>	0	1	0	0	1
抗硝磺草酮 Mesotrione Tolerance	燕麦 Oat <i>Avena sativa</i>	<i>zm-hra</i>	0	0	0	1	1
抗溴苯腈 Oxynil tolerance	肺炎克雷伯氏菌亚种 <i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>Ozaenae</i>	<i>S4-HrA</i>	1	0	0	0	1
		<i>avhppd-03</i>	0	1	0	0	1
		<i>bxn</i>	9	0	1	0	10

资料来源：《全球抗除草剂转基因作物转化事件分析》 宋小玲等，中国银河证券研究院整理

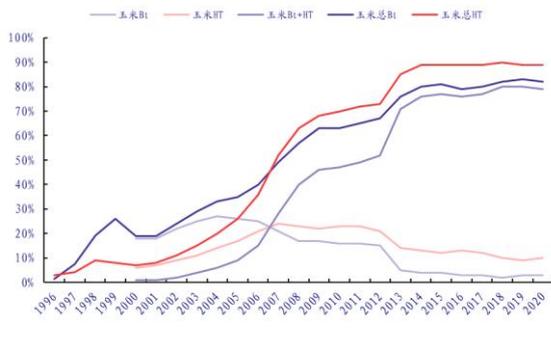
每年 6 月，美国农业部在全美做一次转基因作物种植面积的调查。在各州随机抽取一些农场，调查所种植的转基因（GM）作物的种子是否抗除草剂（HT）、抗虫（Bt）或二者均抗（Bt+HT）。调查的样本涵盖了全国玉米种植面积的 81%~86%，大豆种植面积的 87%~90%，以及 81%~93% 的陆地棉种植面积。调查的种植面积比例因年份而异。调查结果显示，含有堆叠性状的作物比含有单一性状的作物更受美国种植者的欢迎；同时含有抗除草剂与抗虫两种性状的玉米和棉花种植面积比例不断上升，处于领导地位。

1) 转基因玉米：单一抗虫的转基因玉米种植面积比例自 2004 年起呈现下降趋势，至 2020 年趋近于 0%。单一抗除草剂玉米自 2007 年起呈现下降趋势，2020 年降至 10%。与此同时，双抗玉米（抗除草剂+抗虫）自 2000 年开始出现，种植比例持续增加，于 2020 年达到 79%。其中双抗玉米种植比例在 2006-2009 年以及 2012-2013 年出现激增。

2) 转基因棉花：单一抗虫的转基因棉花自 2011 年起呈现明显下降趋势，2020 年趋近于 5%。单一抗除草剂棉花自 2002 年起呈现下降趋势，2020 年达到 8%。与此同时，双抗棉花（抗除草剂+抗虫）自 2000 年开始出现，种植比例持续稳定增加，于 2020 年达到 83%。双抗棉花种植比例受转基因陆地棉种植比例影响很大。

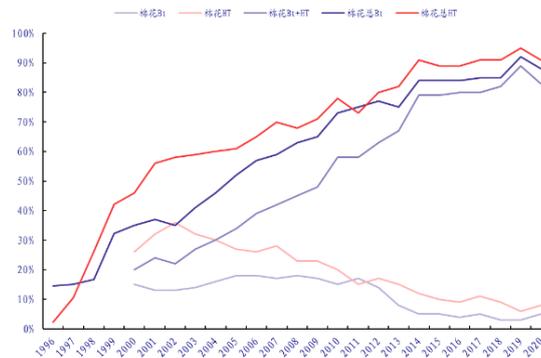
3) **转基因大豆**：美国转基因大豆只种植抗除草剂大豆。由于没有抗虫大豆与双抗大豆的竞争，从1996年起其种植比例一直处于先稳定增长后趋于稳定的趋势。

图8：美国含不同性状的转基因玉米占当年玉米种植总面积的比例



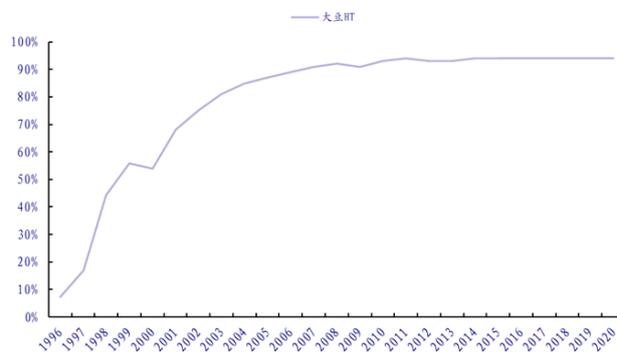
资料来源：USDA，中国银河证券研究院

图9：美国含不同性状的转基因棉花占当年棉花种植总面积的比例



资料来源：USDA，中国银河证券研究院

图10：美国抗除草剂转基因大豆占当年种植总面积的比例



资料来源：USDA，中国银河证券研究院

(四) 转基因作物对环境、利润等潜在的影响

2010年，美国国家研究委员会利用自有资金发起了一项关于转基因作物如何影响美国农民的研究，主要包括环境、经济、社会等三个方面。从总体情况来看，与不使用转基因技术的传统农业相比，转基因技术为美国农民创造了巨大的环境和经济收益，而社会效益方面暂时缺少更进一步的研究。

转基因作物对环境产生的不利影响要少于传统种植作物对环境的影响。虽然转基因技术所需配套使用的植物保护产品会对环境产生一定的危害，但这种危害要小于传统种植作物。转基因作物所需使用的草甘膦几乎可以除掉绝大多数杂草，而对动物或者土壤、水质不会产生大

的不利影响。但转基因抗除草剂作物广泛种植后，一些杂草对草甘膦依赖性增加，降低了其除草效果；抗虫作物只对特定昆虫产生影响，不会对其他益虫产生影响，同时庇护所策略的应用也延缓了关键害虫对 Bt 抗性的进化；转基因抗除草剂作物的种植使农民实行保护性耕作来治理杂草，从而减少对土壤的破坏与水土流失。

转基因作物为农民提供的利益总体上超过种子、其他相关费用以及额外技术费用的支出。农民采用基因工程技术后，产量有保证，生产成本降低，最终收入得到提高。抗除草剂作物的使用降低了除草成本。采用具有高产和抗虫的转基因抗虫作物而减少虫害带来的产量损失，同时也减少了喷洒杀虫剂费用、使用劳动力的花费以及操作设备所使用燃料费用的支出，农民净收入增加。但是高产量和低种植成本所带来的净回报并不总是可以抵消农民所需支付的转基因技术费用；且由于部分杂草、昆虫获得了一定的免疫性，会使得除草剂及杀虫剂成本上升。综合两方面总体上来说，收益会大于支出。另外，具有多种抗虫性状的新转基因品种可能带来更持久的虫害治理成效，同时增加产量的稳定性。

转基因作物加强并交互影响着农场主之间的社会关系网、农产品供应链相关利益者以及农场主所在的更广泛的社区。20 世纪以来，美国种子行业经历了从一开始的小型家庭企业，演化到依靠大学科学家繁育种子增加种子供应的模式，再发展到整个市场只有少数几家大型、多种经营的公司垄断的模式。高校对于种子研发仍然在做出贡献，但那些私营种子公司对大田种子市场中受专利权保护的转基因种子的研发和商业化投入了大量资金。所以，在过去的几十年中，玉米、大豆和棉花的研究都得到了私有企业的高度重视。但大型种子企业并没有将转基因商业化向其他作物上发展，这是因为这些作物的市场容量不够大，无法抵消其必须的研发成本，或出于对有关消费者接受程度以及基因漂流的担忧。公共研发机构仍然继续加强对其他作物的遗传基础的研究。

（五）正在孕育发展中的智能育种技术体系

目前美国的生物育种产业化已经进入成熟阶段，玉米、大豆、棉花等转基因作物种植比率均达到 90% 以上。世界种业巨头凭借着雄厚的资本、先进的技术基础等优势，已加速朝智能育种阶段迈进。

智能育种 (Smart breeding) 技术体系，基本定义为利用农作物基因型、表型、环境、遗传资源（例如水稻上的品种系谱信息）等大数据为核心基础，通过人工生物智能技术，在实验室设计培育出一种适合于特定地理区域和环境下的品系品种。智能育种是依托多层次生物技术和信息技术，跨学科、多交叉的一种育种方式。

智能育种需要生物育种大数据中心和高度信息化应用方面的支撑。深度融合了生命科学、信息科学和育种科学的智能育种是科技发展带来的新机遇，预计在未来 10~20 年，智能育种发展的快慢势必成为种业核心价值 and 竞争力的体现。由传统育种到分子育种，再到智能育种，育种的“科学”成分含量越来越多，而育种的“艺术”成分含量越来越少；实验室基因型分析的个体、品系数目越来越多，而需要在田间测试的个体、品系数目越来越少。从而，育种的预见性、准确性、效率越来越高，实现的经济、社会和环境效益也越来越高。

三、美国转基因监管体系与知识产权保护

(一) 可靠科学+实质等同原则，多部门共同监管

在转基因生物安全管理原则上，美国主张遵循“可靠科学原则”(sound science principle)，只有可靠的科学证据证明存在风险并可能导致损害时，政府才能采取管制措施。美国认为，转基因产品和常规产品没有本质区别，监控管理的对象是生物技术产品，而不是生物技术本身。因此，美国对于生物技术的监管体系采用**实质等同原则**，即只监管具体的终端产品，而不监管产品生产、存在的过程。采用这个原则，美国没有为转基因生物安全单独制定法律，仅是EPA、FDA和USDA在一些法律指导下，制定了一系列管理条例，用以监测和控制转基因作物及其食物产品的安全性。

1986年，白宫科技政策办公室(OSTP)发布了“生物技术协调管理框架”，明确了**美国的生物技术由美国农业部(USDA)、食品与药物管理局(FDA)和环境保护局(EPA)共同管理**，三个部门对转基因食品的监管分工明确，权责清晰。从转基因植物的研发到商业化，再到转基因植物食品的加工和上市，不同部门分工合作。农业部负责转基因植物的普及种植，主要的监管部门是农业部下属的动植物安全检疫局；食品药品监督管理局负责确保转基因食品对人的安全性；环境保护局负责管理转基因作物抗杀虫剂的性能。

农业部(USDA)的职责是对转基因作物进行管理，负责转基因产品的种植安全。农业部动植物卫生检疫局依据《植物保护法》对转基因植物及对植物有害的生物体的进口、州际间转移及田间实验进行管理；依据《病毒、血清及毒素法》对动物生物制剂进行管理。该局还根据开发商的申请，经过正式的环境评估、征求公众意见等程序后，取消对一些转基因动植物的监管。在边境管理方面，美国对于转基因食品无特定管理规范，在安全检验上无常规性抽检业务，仅针对特定污染事件进行抽检。

食品与药物管理局(FDA)依照《联邦食品、药物和化妆品法》，负责食品和食品添加剂的安全管理，确保所转基因生产的蛋白质对人类健康的安全。FDA还负责食品标识管理。

环境保护局(EPA)依照《联邦杀虫剂、杀菌剂、杀鼠剂法》、《联邦食品、药物和化妆品法》对杀虫剂(包括植物杀虫剂，即转抗虫、抗病基因产生的蛋白质)进行管理。具体负责杀虫剂对农业的影响和确定或免除杀虫剂在食品中最高残留量的管理。

表 4：美国生物技术管理机构职能及其管理法规

管理机构	管理范围	法律	条例
农业部 (USDA)	控制有害生物、植物、牲畜及负责监督转基因作物的普遍种植	《联邦植物有害生物法》(FPPA)	遗传基因工程生物及其产品简化的申请内容与程序 遗传基因工程生物及其产品：受控生物体的报告程序及解除控制的申请 介绍利用基因工程改变或开发的生物和产品，该生物和产品是有害生物或有理由相信其是有害生物
环保局 (EPA)	监控微生物、植物农药，农药的新用途，新微生物及负责管理转基因作物抗杀虫剂的性能	《联邦食品、药品与化妆品法》(FFDCA) 《联邦杀虫剂、杀真菌剂、杀啮齿类动物药物法》(FIFRA)	根据 FEFRA/FFDCA 制定的条例： 植物杀虫剂，补充通知，管理指南 根据 FIFRA 条例制定的植物杀虫剂管理指南 微生物杀虫剂：实验用许可和通告 政策生命：FIFRA 和 TSCA 下微生物产品

		《毒物控制法》 (TSCA)	转基因技术微生物产品：毒品控制法下的最终条例
食品药品监督管理局 (FDA)	负责管理食品、饲料、 食品添加剂、兽药、 医药及医疗设备，并 确保转基因食品对人 的安全性	《联邦食品、药品与化 妆品法》(FFDCA)	政策声明：植物新品种加工食品

资料来源：美国大豆协会，CNKI，陈俊红《转基因农产品贸易与政策研究》，中国银河证券研究院

(二) 三大机构对转基因产品的审批流程与规则

基于 1986 年的生物技术协调管理框架，美国农业部、环保局、食品药品监督管理局在现有法律框架下建立了各自的风险评估制度。美国食品药品监督管理局 (FDA) 负责转基因食品和饲料进入市场的监管，农业部 (USDA) 以及下属的动植物检验检疫局 (APHIS) 负责抗病虫害转基因植物的进口、洲际释放、环境释放等，USDA 通过许可的方式来管理商业化种植前的田间试验。但是当植物具有抗虫转基因 (植物内置式农药) 的时候，不同部门间的监管权便出现了重叠。美国环保部 (EPA) 主要负责转基因植物销售与推广前内置式农药的登记程序，并规定了其食品中的残留量的最低容忍及免除条件。此外，APHIS 和 EPA 共同构建了抗除草剂类转基因植物的管理框架。其中 APHIS 主要负责植物，尤其是转基因抗除草剂植物的管理，EPA 主要负责抗除草剂植物的农药及相应除草剂的使用的管理。同时二者又共同针对植物和微生物的田间试验阶段进行监管和许可。FDA 也负责转基因食品的上市许可。

表 5：联邦各机构之间职能的划分

管理机构	监管的产品	监管的标准	主要职责
FDA	食品、饲料、食品添加剂、兽药	使用安全	上市前自愿咨询程序
USDA	植物式农药、植物、兽药	种植安全	对转基因生物研究和实验条件进行监督管理；对转基因实验材料从温室向田间试点运输的管理；做出解除监控的决定；发放田间使用许可
EPA	微生物或植物杀虫剂、现有农药的新用途、新微生物制剂	环境安全、与转基因抗除草剂相配套的除草剂使用安全性	确定食品中农药的容许残留量以及接触对容许残留量的限制要求；进行产品登记

资料来源：APHIS，中国银河证券研究院

不同的转基因作物依据其性状、用途的不同，审批程序也不一样。抗虫性以及抗除草剂性状的粮食作物需要 FDA、USDA、EPA 的共同管理，但抗除草剂性状观赏植物则无需 FDA 进行管理。如改变花朵颜色的转基因观赏植物仅需 USDA 进行管理，改变含油量的转基因油料作物则需要 USDA 和 FDA 共同管理。

一项转基因生物要经过安全审批或许可，要经过以下四个环节。第一步，由新植物生产企业与三个管理部门 (APHIS、EPA 和 FDA) 进行研讨，决定其需要提供哪些数据资料以备审核；第二步，由 APHIS 负责管理转基因作物的开发和大田试验，包括颁发许可证；第三步，经过几年的实验室和大田试验后，生产企业决定将该转基因作物品种商品化生产之前，需向

APHIS 请求撤销管制，在作出撤销管制决定前，APHIS 需审查新植物是否可能对环境造成影响；第四步，由 EPA 负责对作物抗有害生物性状进行评估和管理，在获得 APHIS、EPA 的许可后可进入最后一道程序，即由 FDA 审查食品的安全性。

转基因管理协调框架下的三大机构都依照《联邦食品药品和化妆品法案》、《联邦杀虫剂、杀菌剂和灭鼠剂法》等联邦政府层面的法规，各自制定了一些新的“实施细则”、“指南”、“数据要求”、“标准”、“实施建议”，以细化管理协调框架下不同部门之间的权限划分，并针对转基因生物的安全标准对各市场主体提供咨询建议和指南。

1、农业部（USDA）的安全审批制度

USDA 以及下属的 APHIS 负责抗病虫害转基因植物的进口、洲际转移、环境释放等。USDA 通过许可的方式来管理商业化种植前的田间试验。其颁布的和适用的法规有《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》，《特定转基因生物的进口、洲际转移和环境释放》，其目标在于保护大田种植的安全及田间试验的监测。二者在目标上基本相同，但由于后者最终修订时间更晚，所以内容相比前者更新。另外，“引入”一词的具体解释即为“进口”、“洲际转移”、“环境释放”，所以在这一点上，后者的内容更为具体。

表 6：两大法规规制范围的比较

法规 对应程序	《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》		《特定转基因生物的进口、洲际转移和环境释放》	
	程序	具体内容	程序	具体内容
			进口 洲际转移 环境释放	
全管制程序	许可证申请程序		审批书申请程序	
半管制程序	无	无	有条件的免除审批	洲际转移的免除 新的免除
完全豁免程序	通知程序	进口 洲际转移 环境释放	无	无
	规模种植请愿程序	环境释放	解除监控的申请	无

资料来源：CNKI，刘钰《转基因作物生产应用安全审批制度研究》，中国银河证券研究院

《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》按照引入转基因生物的风险、用途（如封闭试验、环境释放、洲际转移等）提供了通知程序、引入许可证程序、规模种植请愿。《特定转基因生物的进口、洲际转移和环境释放》总体上规定了三大管制程序：一是一般的审批制程序，主要针对可能形成劣性杂草或者植物病虫害所建立的审批程序，除了审批制度的程序和内容要件外，还依据供体（性状）和受体（生存能力）的风险分别进行管理；二是有条件的免除审批，包括针对洲际转移的免除和新的免除两种类别，主要针对那些可以证明在一定条件下不会产生植物病虫害和劣性杂草的情况；最后是解除监控的申请，前提要求是该转基因生物不会是植物病虫害和劣性杂草。此外，《特定转基因生物的进口、洲际转移和环境释放》还针对紧急情况发生时的“紧急行动通告”，对低水平混杂的处理、保密制

度，做了规定。

表 7：农业部安全审批制度流程

法规	审批制度	审批流程
《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》	通知程序	有关国内转移需要在引入之日至少前 10 天提出申请，有关进口引入管制物种需要在引入之日至少 30 天提出申请，管制物种环境释放也需要提前 30 天申请。动植物卫生检验局应当在 5 个工作日内将相关副本提交国家监管机构等待评估，在此之前动植物卫生检验局不得提前批准。有关国内转移的需要 10 天内作出批复，有关物种入境的需要 30 天内作出批复，有关环境释放的批复应该在 30 天内作出，该类批准批复以一年为限，每年需要重新申请。
	引入许可证程序	申请人应该在管制物种释放到环境中的至少前 120 天向动植物卫生检验局提出申请。动植物卫生检验局在 30 天内完成初次审查，如果申请材料完整，负责人应该在运营前 120 天通报该申请。如果材料不完整，申请人必须提交补充信息，动植物卫生检验局应该在 120 天内着手审查，如果补充材料完备，应该认定申请完整，并将申请转递农业部。
	规模种植请愿	规模种植的请愿书目标在于申请在非封闭环境下实现商业化种植，类似于我国生产应用安全证书申请。通常申请如果获得批准，即可以规模种植。申请人提交申请材料后，农业部应该在 18 天内向申请人发出受到完整申请的通知书，同时做出批准申请书全部、部分或不批准的决定。APHIS 先决定非管制物种测定登记延长 30 天，再最终决定其是否会成为有效文件。
	一般的审批制程序	审批书的类型主要包括进口审批书，洲际转移审批书以及环境释放审批书。申请人向动植物卫生检验局提交申请材料，检验局初步审查材料的完整性，有关环境释放的申请 30 天审查完毕，有关国内转移和进口的申请 15 天内完成审查，如果材料完整则进入实质审核阶段，不完整则必须补充材料。实质审核环境释放申请书在 120 天内审查完毕，国内转移和进口在 60 天内审查完毕。审查完毕后，申请人应该书面保证遵守审批确立的条件。如果审查认为引入管制物种安全，则向申请人颁发审批书，如果审查不能确定引入安全，则不向申请人颁发证书。被拒绝颁发审批书的，申请人可以在接到通知后 10 日内组织复议。
《特定转基因生物的进口、洲际转移和环境释放》	有条件的免除审批	有条件免除分为洲际转移审批的有条件免除和新的有条件免除审批。申请人向动植物卫生检验局提出申请，审查人员就该申请进行初步审查，审查其材料的完整性，确认申请材料电费完整性后，进行审核，该审核应该在 180 天内完成。审核完成后要在联邦纪事发布公告让公众评议。审查人员认为有条件免除不按审批程序办理，同时列出所附条件，则可以免除。但是审查人员认为不能确定免除是否会带来危害则不予批准免除。申请人不服，可以在接到拒绝通知之日起 10 日内组织复议，审查机构应该组织听证会解决事实上的矛盾和分歧。复议无法解决则可以诉诸司法程序。
	解除监控的申请	申请解除管制的基本程序需要以下步骤。申请人向动植物卫生检验局提出申请，审查人员进行初步审查，主要审查申请材料是否全面。如果材料全面进入审核程序，将在 180 天内完成。审核完成后应该在联邦纪事上发布公告，有公众评议。审查人员认为批准解除管制不会造成威胁则可以对相关物种的解除管制。审查人员如果认为不能确定解除管制是安全的，则可以不予批准。申请人对结果不服，可以在接到拒绝通知后 10 日内组织申请复议，审查机构在受到复议申请后应该组织听证会，解决有关事实的矛盾和争议。无法解决，可以诉诸于司法程序。免除管制后，申请人可以对原来的审批书条件进行修改，但是必须确保不造成物种入侵和生态安全。如果审查机构监测发现被解除管制的物种的环境条件改变或者导致物种侵害和劣质基因传播，或者申请人违反规定，则可以撤销批准恢复管制。撤销决定申请人可以复议，复议不成同样可以诉诸司法。

资料来源：CNKI，刘钰《转基因作物生产应用安全审批制度研究》，中国银河证券研究院

2、食品药品监督管理局（FDA）的自愿咨询程序

由于美国奉行“实质等同原则”，转基因产品被认为与传统产品并无二致，一般被认为是安全的，因此，在美国转基因产品安全审批程序中，美国食品药品监督管理局等机构并不主动发起安全风险评估，而是由申请者（一般是转基因产品的生产者和经营者）依照“自愿咨询程序”自行承担转基因产品安全评估责任。按照该自愿咨询程序，依据阶段的不同，咨询程序又可分为前期咨询程序和最终咨询程序。在研发早期，开发商就可以针对转基因在安全评估中的问题咨询FDA，这一阶段被称为前期咨询程序。在经过反复咨询之后，FDA最终确定转基因的安全性，此时开发商需要制作证明转基因安全性和咨询全过程的文件并公开，这一阶段被称为最终咨询程序。

为了将建议细化并完善对开发商咨询的指导工作。从1992年开始，FDA相继颁布了五部指导性文件来帮助开发商进行食品安全评估并完成咨询程序。

表 8：FDA 各指导文件及其关系

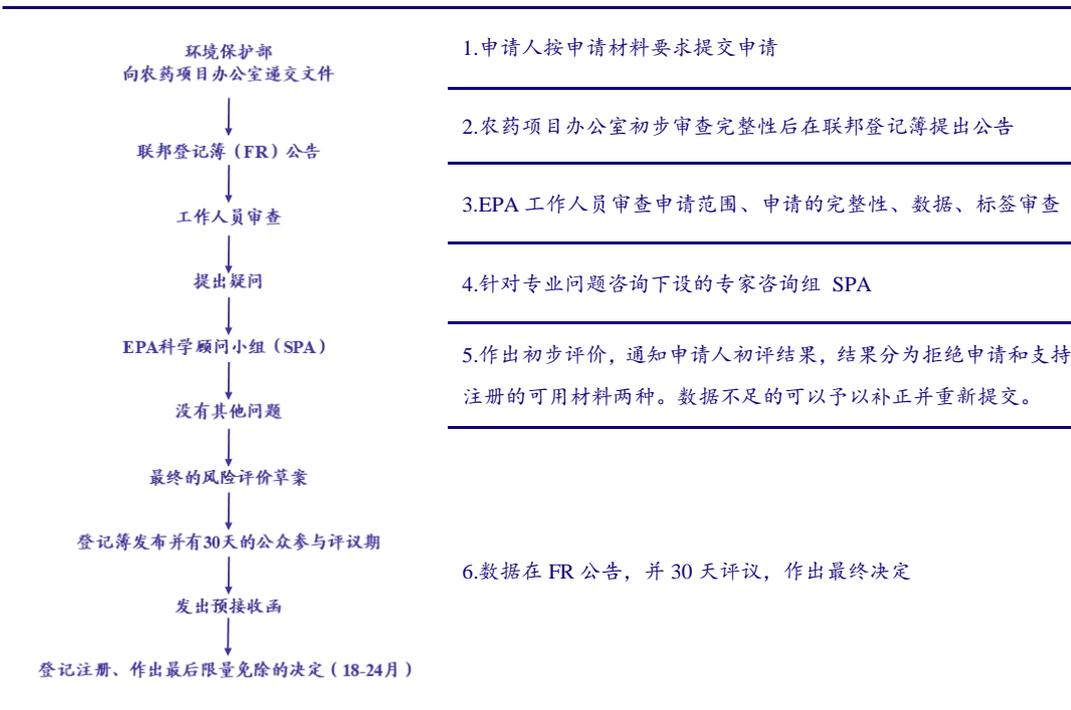
文件名称	与咨询程序的关系
《源于转基因食品的食品政策——转基因食品工业指南》(工业指南)	依据《联邦食品药品和化妆品法案》(FFDCA)赋予的职责进行管理，第一次明确了咨询程序并列出了食品评估关心的基本要素，为咨询程序奠定了基础。
《关于源于植物新品种食品的咨询程序政策》(咨询政策)	明确了“初期咨询的程序”以及“最后咨询程序”，列明了咨询程序的具体流程，为咨询程序搭建了框架。
《使用抗生素抗性标记基因的转基因植物中的指南草案》(抗性基因指南)	解决了使用抗生素抗性标记基因的转基因植物与药用抗生素的互作问题，细化了咨询程序的实质性要件内容。
《食用新植物非杀虫蛋白的食品安全评估建议》(评估建议)	解决非杀虫蛋白的评估的实质性问题及前期咨询，细化了前期咨询程序。
《生物技术最终咨询程序——生产者向食品添加剂安全办公室提供电子或纸张申报书的指导》(最终指导)	解决了最终咨询程序电子或纸质监管提交问题，指明OFAS要求的格式。

资料来源：CNKI，刘钰《转基因作物生产应用安全审批制度研究》，中国银河证券研究院

3、环境保护部（EPA）的植物内置式农药限量免除程序

EPA的基本职责是规制农药，即检测因农药使用对环境的影响。EPA通常会采用广义的“农药”的定义即任何“防止，破坏，排斥，或缓解”害虫的物质或者物质的混合物。目前，EPA所规制的“植物式农药”又被称为植物内置式农药，即植物利用其自身组织产生或分泌的农药。迄今为止已登记（批准）的植物内置式农药均没有检测出对人体有害，因此EPA对在容忍级别的植物内置农药要求给予一定的豁免（免除）。《植物内置式农药的程序和要求》、《农药登记和分级程序》分别设定了植物内置式农药登记和进口残留量（限量免除）制度，针对杀虫性转基因转化体以及抗除草剂性作物的除草剂予以登记和免除。《农药登记和分级程序》是普遍适用于所有农药的规范，自然也适用于植物内置式农药，而当《植物内置式农药的程序和要求》与《农药登记和分级程序》存在冲突时，应当以前者为主要参考依据。

表 9：内置式农药的申请程序



资料来源：APHIS，中国银河证券研究院

（三）三个方面看美国转基因生物知识产权保护

生物经济被看做是新的经济增长点，背后蕴藏着巨大的经济利益。对转基因生物进行知识产权保护，意味着获得转基因生物的技术拥有权，并在未来的竞争中占据主动。当前，美国作为世界上转基因技术最发达，应用最广泛的国家，也是转基因生物技术知识产权保护的主题范围最宽泛的国家，几乎所有的转基因生物技术发明都被纳入知识产权保护的范围。美国对转基因生物知识产权的保护具体有以下四个特点。

一是专利法和专门法为知识产权提供双轨制保护。美国对转基因作物的知识产权保护是结合专利法和专门法应用的，二者共同构成了较为完善和严密的保护体系。专利法覆盖包括任何转基因技术及其产品，而专门法只针对某一特定的品种。申请人可以根据实际情况选择申请专利权，或者申请专门法保护权。

表 10：美国专利法对转基因知识产权保护情况

时间	重要事件
1953 年	美国国会通过《实用专利法》，规定不论是“有性或无性繁殖的”植物品种都可能受到保护，突破了将植物视为“自然界的产物”而不能受到一般专利法保护的障碍。
1980 年	美国最高法院授予一项石油微生物遗传工程专利。
1988 年	美国专利与商标局给一种“非自然地产生的非人类多细胞的活生物体”授予了美国第一项动物专利，这是世界上第一例转基因生物——易感乳腺癌小鼠，即著名的“哈佛鼠”专利。由此，专利法的保护对象扩大到“太阳下的任何人为事物”。
2001 年	美国专利与商标局发布了新的基因审查实用性判断指导条例，一定程度上严格了申请基因专利或部分基因专利的过程。

2011 年以来 美国的专利制度可授予专利权范围包括了基因序列在内的所有生物基因，并覆盖任何转基因生物技术。

资料来源：国务院发展研究中心《主要国家转基因生物技术知识产权保护政策的比较与借鉴》，中国银河证券研究院

二是强化对育种者权利的保护，私人企业投资研发热情度提高。随着转基因植物品种的逐渐增多，育种者越发迫切需要强化对转基因植物新品种知识产权的保护力度。自 1930 年美国对无性繁殖植物授予专利后，经过多次政策修订，极大保护了育种创新主体的权益；1970 年美国颁布的《植物品种保护法》（PVPA）赋予育种者长达 18 年的植物新品种独家销售权利；1994 年美国进一步通过了《植物新品种保护法案》的修正案，将限定保护期限从 18 年延长至 20 年，并拓宽了新品种保护范围。美国一系列法律法规的颁布，为私人企业创新带来巨大的垄断利润，进而刺激了私人部门投资研发的积极性。据美国农业部 1996-2000 年统计，这一期间内，农业生物技术领域的新专利技术达到 4200 个，其中私人生物技术公司的新专利技术占 75%，远超公共科研机构和其他主体。2000-2015 年间，50% 以上的专利授权也都是由私人企业获得的。

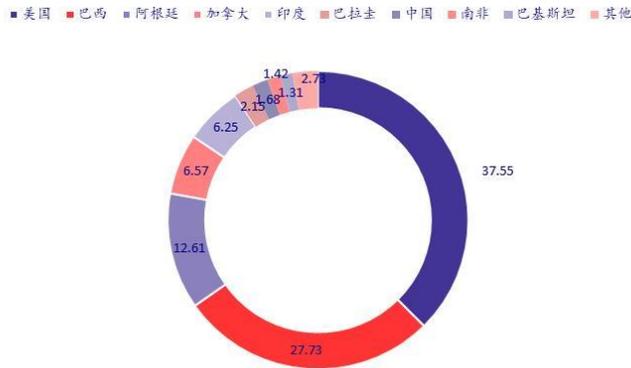
图 11：美国农业生物技术领域不同性质申请者获得的专利授权数量比例



资料来源：ISAAA，中国银河证券研究院

三是明确政府角色定位，积极推动国家转基因生物技术知识产权战略的实施。美国专利与商标局于 2002 年发布《21 世纪战略规划》，以知识产权为手段建立对全球经济的快速反应机制。2002 年，美国食品药品监督管理局进行改革，加快了基因生物技术产业的发展。知识产权保护的加强促进了美国生物技术企业的迅速发展。此外，美国联邦政府和地方政府先后出台了一系列战略报告、蓝皮书、行动计划和法案等战略，从宏观上勾勒出美国生物技术产业发展的基本框架。2012 年美国白宫发布《美国支持生物经济的国家生物经济蓝图》。生物技术已经成为美国高新技术产业发展的核心动力之一，美国政府正是在实施国家知识产权战略过程中不断建构保护本国利益的法律基础，长期积累运用知识产权取得战略优势的经验和能力，为本国政府和企业谋得利益。

图 12: 政府大力支持转基因技术, 美国稳居转基因作物种植国家首列



资料来源: Wind, ISAAA, 中国银河证券研究院

四是通过知识产权制度国际化, 在国际贸易中加强保护力度。美国的转基因农作物种植面积占世界总量的 2/3, 国际上转基因技术的专利大部分控制在美国公司的手中。美国也是对知识产权国际规则的形成和发展影响最大的国家。美国倡导《与贸易有关的知识产权协定》的签署, 促进知识产权制度的国际化。美国贸易代表署负责知识产权方面的国际贸易谈判和“特别 301 条款”的执行, 对推动其他国家加强美国转基因生物产品的知识产权保护发挥了重要作用。此外, 美国大力发展专利贸易, 并以此战略来阻碍别国商品进入美国市场, 并为美国商品占领国外市场提供方便。

四、全球种业集团在转基因种子方面的角色和作用

2004-2008 年之间, 世界种业形成了以农化集团为基础的六大集团, 即孟山都、杜邦、先正达、拜耳、陶氏和巴斯夫。

2015-2016 年“六大集团”之间掀起并购浪潮: 2015 年 12 月, 陶氏化学与杜邦先锋合并成立新集团; 2016 年 2 月, 中国化工集团公司以 430 亿美元的价格收购先正达; 2016 年 9 月, 拜耳以 660 亿美元收购孟山都。至此, 全球种业变为“四大集团”, 市场占有率快速提升。

据统计(来源: 张丽霞, 全球视野下的种子产业集中与技术变革), 四大集团的市场份额 1985 年大约占总商业市场份额的 8%, 1996 年占 12%, 2016 年占 51%。随着转基因种子的出现, 因其技术收费比传统的种子价格高, 且主要由大型公司销售, 进一步增加了种业巨头的市场份额。美国的孟山都和杜邦公司是世界上最大的两个研究转基因技术的公司, 其他转基因巨头也与美国市场联系紧密。

(一) 孟山都

1901 年, 孟山都成立于美国密苏里州圣路易斯。在被拜耳收购之前, 孟山都公司及其子公司是全球领先的农用农产品供应商。其主要业务部门分为“种子和基因组学”以及“农业生

产力”。公司把“种子和基因组学”视为未来发展的驱动力，而“农业生产力”业务中的全球草甘膦业务发展优秀。另外，公司也向其他种子子公司授权以自己的品牌出售技术和遗传材料。

2016 财年，公司玉米种子、大豆种子业务毛利润分别为 35 亿美元、14 亿美元。全球每英亩玉米种植中至少有 140 平方米使用至少一种孟山都技术，每英亩大豆种植中至少有 200 平方米使用至少一种孟山都技术。

图 13: 2011-2018H1 孟山都种子收入及增速情况



资料来源: 孟山都财报, 中国银河证券研究院整理

转基因种子与除草剂组合销售，实现利益最大化。孟山都研发的转基因种子具有抗草甘膦的特点。这种种子只有搭配孟山都研发的含有草甘膦成分的除草剂种植，才可以减少田间杂草。这种销售模式使得这两种产品均在市场获得效益最大化。

种子和性状储备丰富且优秀，拥有不断推陈出新的能力与计划。在种子和基因组学业务方面，孟山都具有领先的种子品牌，包括 DEKALB, Asgrow, Deltapine, Seminis 和 De Ruiter。其中，DEKALB 玉米连续 12 年、Deltapine 棉花连续 8 年、Asgrow 大豆连续 8 年优于竞争者产品。同时，孟山都每年都会进行种质资源升级。

图 14: 孟山都种子与性状产品

Major Products	Applications	Major Brands
Germplasm	Row crop seeds: Corn hybrids and foundation seed Soybean varieties and foundation seed Cotton varieties, hybrids and foundation seed Other row crop varieties and hybrids, such as canola	DEKALB, Channel for corn Asgrow for soybeans Deltapine for cotton
	Vegetable seeds: Open field and protected-culture seed for tomato, pepper, melon, cucumber, squash, beans, broccoli, onions and lettuce, among others	Seminis and De Ruiter for vegetable seeds
Biotechnology traits ⁽¹⁾	Enable crops to protect themselves from borers and rootworm in corn, certain lepidopteran insects in soybeans, and leaf- and boll-feeding worms in cotton, reducing the need for applications of insecticides	SmartStax, YieldGard, YieldGard VT Triple, VT Triple PRO and VT Double PRO for corn; Intacta RR2 PRO for soybeans; Bollgard and Bollgard II for cotton
	Enable crops, such as corn, soybeans, cotton and canola, to be tolerant of Roundup branded and other glyphosate-based herbicides	Roundup Ready and Roundup Ready 2 Yield (soybeans only)
	Enable cotton and soybean crops to be tolerant of dicamba herbicides	Roundup Ready 2 Xtend for soybeans and Bollgard II XtendFlex for cotton

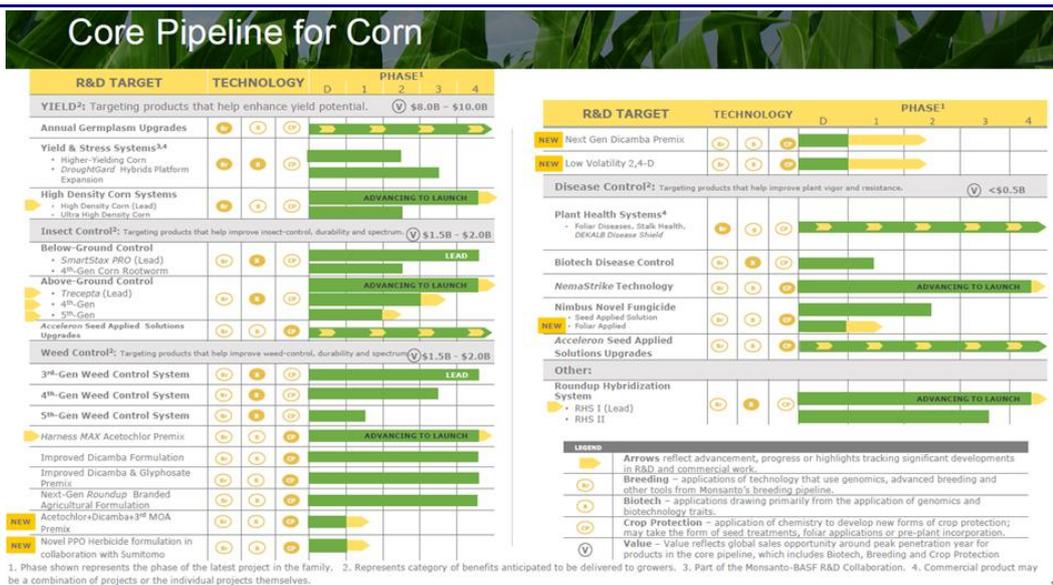
⁽¹⁾ Including stacked-trait products, which are single-seed products in which two or more traits are combined.

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

先进的技术储备与科研资源。孟山都的研发技术涵盖生物学、化学、育种学、生物技术以及数据科学等方面。其中，育种方面已具有领先的种质资源储备与育种技术。生物技术方面为行业龙头，已获转基因性状审批的玉米、大豆、棉花、低芥酸油菜的全球种植面积超过 3.5 亿英亩。基因编辑技术可以使某些特定基因插入到植物体，修改植物体中的某些基因以及使植物体中某些基因不表达。公司目前掌握特定基因敲除、单个基因修改、以及多个基因堆叠状态下的修改。在数据科学业务方面可以为研发部门提供信息与数据以供决策。

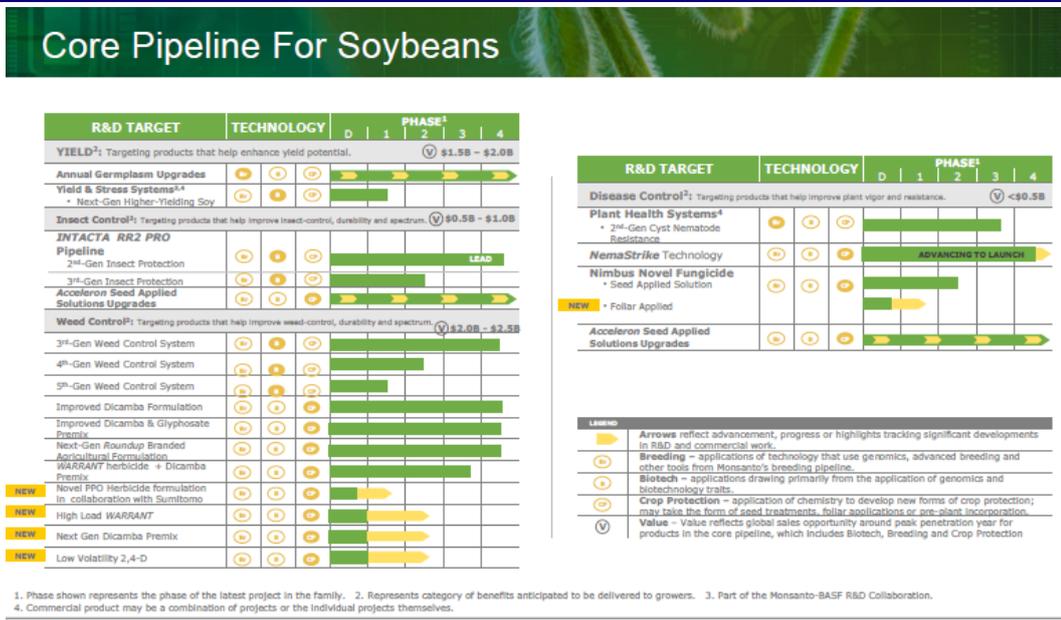
专利、商标和许可持有量丰富。孟山都在美国和许多其他国家/地区拥有广泛的专利、商标和许可业务组合。公司通常以其育种技术、商业品种种子产品及其商业杂交种子产品的母系获得专利和/或植物品种保护，同时例行在注册国家获得商业种子产品的注册。孟山都在美国获得《植物新品种保护法》证书，并在其他国家获得同等的植物育种者权利。公司广泛授权技术和专利给其他方，并从其他方获得与某些产品和过程有关的许可证。例如，公司已获得用于生产 Roundup Ready 种子和 SmartStax 玉米的某些技术的许可，这些许可通常在适用专利的期限内有效。

图 15：截止 2018 年 1 月 4 日，孟山都玉米创新研发阶段



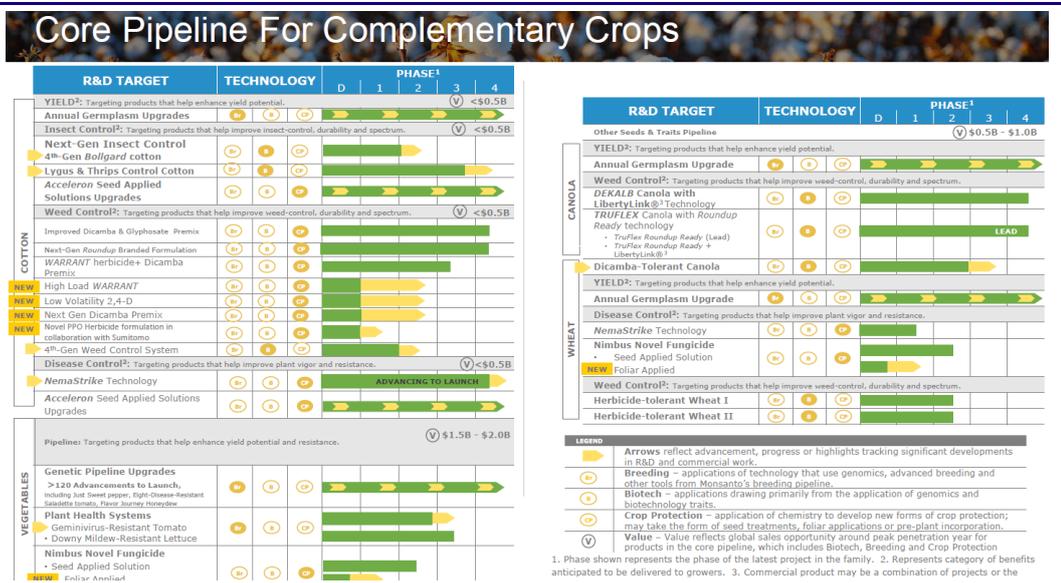
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

图 16: 截止 2018 年 1 月 4 日, 孟山都大豆创新研发阶段



资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

图 17: 截止 2018 年 1 月 4 日, 孟山都其他作物创新研发阶段



资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

(二) 拜耳

拜耳公司是来自德国的制药及化工跨国集团, 也是一家生命科学公司。拥有作物科学、处方药和健康消费品三个事业部, 旗下子公司包括美国生物技术公司孟山都。在 2015 年末收购孟山都之前, 拜耳作为作物科学板块公司在北美实现营业收入 25.7 亿欧元。

2016至2018年，拜耳经历了一系列资产重组：2016年9月14日，拜耳签署协议，收购孟山都。2016年拜耳种子业务销售额为13.56亿欧元。2017年10月和2018年4月巴斯夫先后与拜耳签署协议，收购拜耳在并购孟山都的框架下剥离的业务和资产。

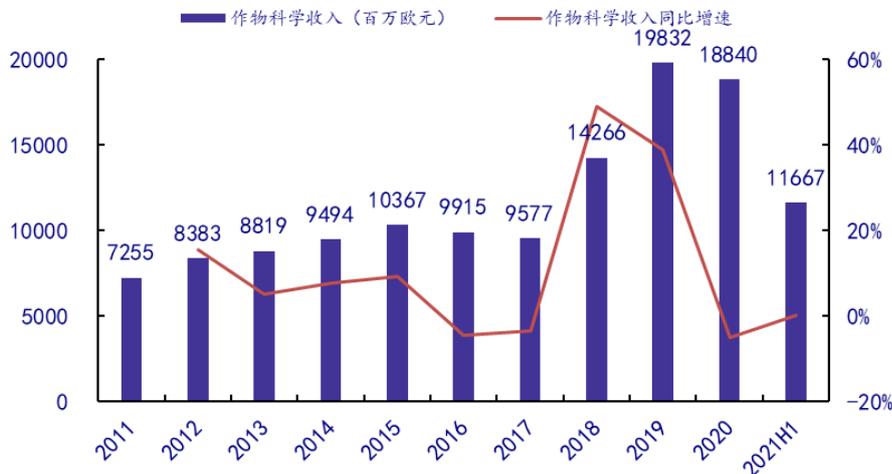
表 11：2016 财年拜耳种子业务产品

应用	产品
种子 的种子和性状	Arize™, Credez™, FiberMax™, InVigor™, Nunhems™, Stoneville™

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

剥离了原有种子业务板块的拜耳集团优势在于作物保护，孟山都则拥有优秀的种质资源储备与转基因育种科研实力。因此，在拜耳集团于2018年正式完成孟山都的收购之后，拜耳的作物科学部门成为了全球领先的农业企业。目前，拜耳集团业务涉及作物保护、种子和数字农业。主要产品有玉米种子与性状、大豆种子与性状、蔬菜种子、除草剂、杀虫剂、杀菌剂、环境科学产品、数字农业等。2020年，公司“玉米种子与性状”业务、“大豆种子和性状”业务、“蔬菜种子”业务分别实现销售额49.7亿欧元、19.56亿欧元和6.4亿欧元，总计75.66亿欧元。

图 18：2011-2021H1 拜耳作物科学收入及增速情况



资料来源：拜耳财报，中国银河证券研究院整理

在种子与性状方面的研发具备专业知识和领导地位。拜耳拥有很多已获专利的种质资源储备。公司将油菜籽、玉米、棉花、大豆和南瓜中的转基因特性商业化，这些农作物主要用于动物饲料和服装业。具体的种植和进口因国家和地区而异，取决于当地的法律法规。

表 12: 拜尔持有专利及其受保护情况

专利名称	目前受保护状态
第一代 Roundup Ready™大豆性状专利	已到期, 某些品牌在部分地区仍受专利保护
第二代 Roundup Ready 2 Yield™特性大豆专利	至少持续到 2020 年代中期
Intacta RR2 PRO™大豆	至少持续到 2020 年代中期
具有麦草畏抗性的抗除草剂性状专利	至少持续到 2020 年代中期
第一代玉米的 YieldGard™性状	专利保护期已到期, 但大多数农民已经升级到下一代品牌玉米性状, 其专利覆盖范围至少持续到 2020 年代中期

资料来源: 公司官网, 中国银河证券研究院整理

表 13: 拜耳主要种子及性状产品

作物科学	核心活动和市场	主要产品和商标
玉米种子及性状	玉米种子及性状	Dekalb™, SmartStax™ RIB Complete, VT Double™ PRO, VT Triple™ PRO, Vitala
大豆种子及性状	大豆种子及性状	Asgrow™, Intacta RR2PRO™ Roundup Ready 2 Xtend™, Roundup Ready 2 Yield™, XtendFlex™
蔬菜种子	蔬菜种子	Seminis™, DeRuiter™
其他	棉花、低芥酸油菜、水稻、小麦种子及性状	-

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

种子和性状方面持续创新。2020 年拜耳创新收获颇丰。5 月, Bollgard™3 ThryvOn™棉花获得美国环境保护署 (EPA) 的批准; 这种首创的性状技术可使植物整个季节防止 tarnished plant bug (TPB) 和缨翅目昆虫, 并有助于减少对某些杀虫剂的需求。6 月, 在中国获得了针对大豆的第二代抗虫性状的认证。9 月, 欧盟委员会批准 XtendFlex™大豆技术用于欧盟的食品、饲料、进口和加工; 这代表了 XtendFlex™大豆最后的关键性授权。有了这一批准, 该技术有可能于 2021 年在美国和加拿大全面启动。9 月, 拜耳还开始在墨西哥推出被称为 VITALA™的新型矮身材玉米产品的商业 Beta 版。同时, Unfold (拜耳与淡马锡的合资企业) 将专注于蔬菜种子的创新, 目标是优化垂直农业。

科研力量雄厚。拜耳作物科学的研发组织由大约 7,100 名员工组成, 业务遍及全球 50 多个国家; 每年计划在研发上花费超过 25 亿欧元。拜耳结合其在化学、生物学和生物技术以及数据科学平台上的—流专业知识, 创建智能数字解决方案。跨部门的数据科学研发平台有利于自主研发的数据与信息的交流。同时拜耳集团与大学、政府机构、初创企业、供应商和行业合作伙伴等结成战略联盟, 以确保获得技术和专业知识。

育种技术先进。拜耳除使用常规育种方法及转基因育种方法以外，同样运用基因编辑技术进行育种。相比于转基因技术，基因编辑是一种更加精细与复杂的生物技术。目前拜耳正在运用植物育种、生物技术和基因编辑领域的最新技术研发短茎玉米（一种杂交玉米品种，比传统玉米生长更短，更强壮，抗倒伏能力强）。

业内首家公布作物保护产品和转基因作物安全的相关数据的公司。拜耳网站上提供了根据欧盟注册程序提交给欧洲食品安全局（EFSA）的29种活性成分的科学研究报告。这些报告包括有关毒理学和生态毒理学研究的信息以及对作物保护产品可降解性的调查，以及美国监管机构评估的有关公司转基因作物的16个性状的科学研究的摘要。如有特殊需求，拜耳可提供批准公司作物保护产品注册研究的全面研究报告。

图 19：拜耳近几年计划推出的所有产品

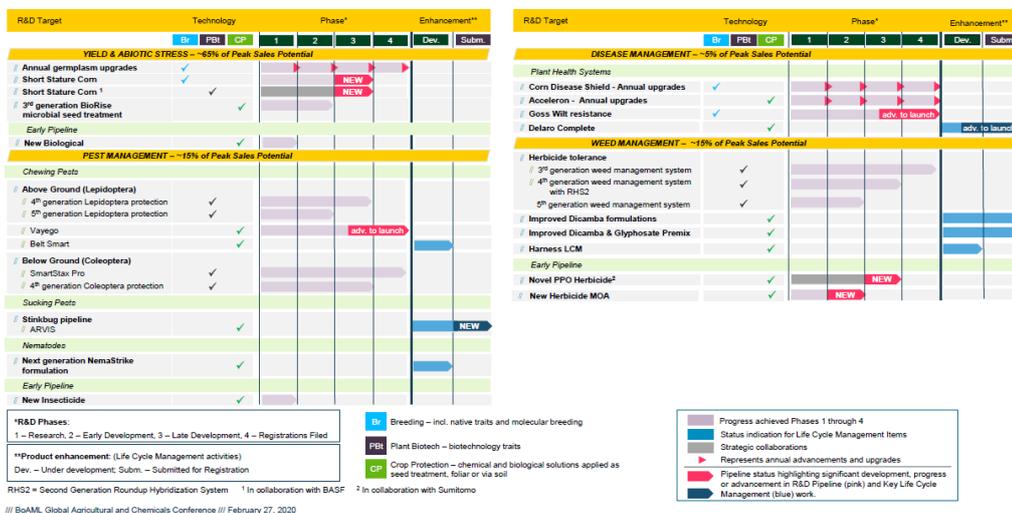
Product Innovation Pipeline ¹				
Crop / digital application	First launch	Product group	Indication	Product / trait / number of hybrids or varieties
Corn	2022	Biotechnology trait	Pest management	SmartStax PRO / VTPro4
	2023	Biological	Crop efficiency	BioRise third-generation seed treatment
	2023	Breeding / native trait	Crop efficiency / yield	Short Stature Corn
	Annual	Breeding / native trait	Crop efficiency	> 150 new corn seed hybrids
Soybeans	2021	Biotechnology trait	Pest management	Intacta2Xtend Soybeans
	2022	Crop protection	Disease management	Fox Supra (Indiflin) ²
	Annual	Breeding / native trait	Crop efficiency	> 150 new soybean seed varieties
Cotton	2021	Biotechnology trait	Pest management	Thyvo Technology
	Annual	Breeding / native trait	Crop efficiency	> 10 new cotton seed varieties
Horticulture	2021	Biological	Disease management	High-concentration biological for seed and soil application (Minuet in U.S.A.)
Vegetables	Annual	Breeding / native trait	Crop efficiency, disease management	~ 130 new seed varieties launched with highlights in pepper, tomato and melon seed
All major crops	Annual	Biological / small molecule LCM	Crop efficiency, disease, pest and weed management	~ 8 new formulations of crop protection products between 2021–2023
Digital applications	2021	Digital / climate	Crop efficiency	Advanced seed prescription service for corn in Argentina, Brazil and the EU
	2022	Digital / climate	Crop efficiency	Seed Advisor tool within FieldView™ enabling seed placement and density recommendations for North American corn growers

As of December 2020
¹ Planned market launch of selected new products, subject to regulatory approval
² Co-development with Sumitomo

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

图 20：截至 2020 年 2 月拜耳玉米研发项目

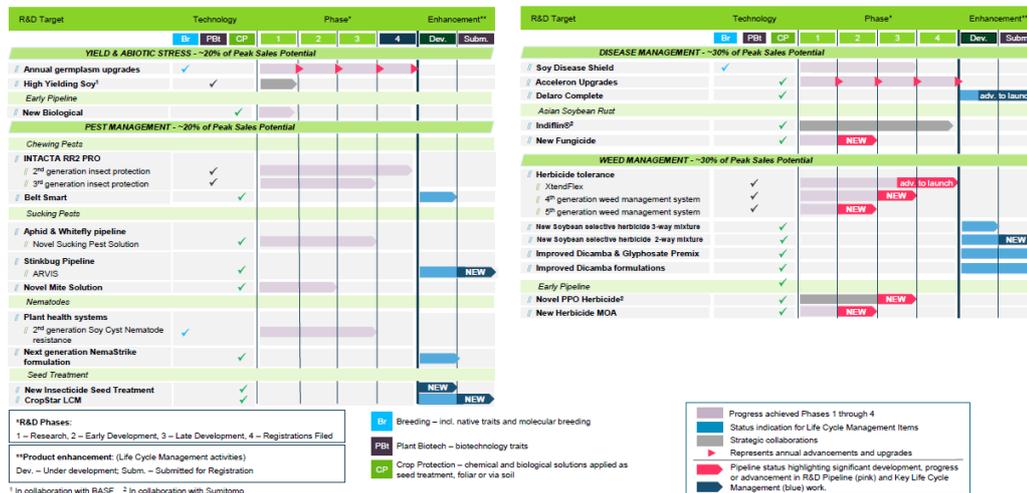
Corn R&D Pipeline – Peak Sales Potential: €11-14bn



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

图 21：截至 2020 年 2 月拜耳大豆研发项目

Soybean R&D Pipeline – Peak Sales Potential: €6-8bn



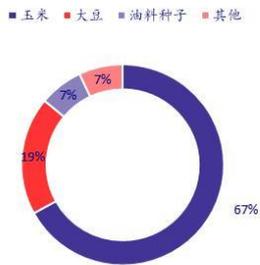
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

(三) 科迪华

科迪华是美国一家经营农业化学品和种子的公司，由美国公司原陶氏与原杜邦合并之后分离而成，成立于 2019 年。科迪华结合杜邦的作物保护业务和陶氏益农业务，现已成为全球领先的专注于农业行业种子及作物保护解决方案提供商。公司下设种子和作物保护两个部门，具有一系列多样的种子、农作物保护和数字产品线。截至 2021 年 2 月，其业务遍布超过 140 个国家，拥有 15900 个授权专利。

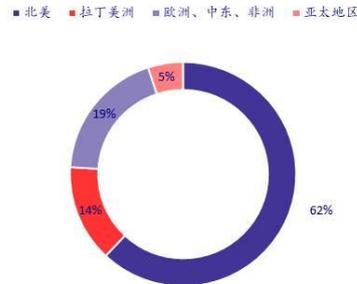
科迪华种子部门是开发和提供商业种子的全球领导者，拥有 100 种以上的植物。这些种子结合了先进的种质和性状，可为世界各地的农场带来最优的产量。该公司的种子部门在许多关键的种子市场均处于领先地位，包括北美的玉米和大豆，欧洲的玉米和向日葵，以及巴西、印度、南非和阿根廷的玉米。2020 年，公司销售额达到 142 亿美元。种子部门销售额为 78 亿美元。

图 22: 科迪华种子销售种类情况



资料来源: USDA, 中国银河证券研究院

图 23: 科迪华种子销售地区分布情况



资料来源: USDA, 中国银河证券研究院

在种子与性状方面的储备位于领导地位。公司在 2019 年获得了多个专有性状的重要监管批准, 包括 Enlist E3™, 3Qrome®和 Conkesta™技术。美国联邦法规已授权 ENLIST™玉米, ENLIST E3™大豆和 ENLIST®棉花的商业化。公司还获得了阿根廷、巴西和北美的 ENLIST E3™大豆和 ENLIST™玉米的种植授权。

2019 年, 科迪华的 Conkesta™大豆抗虫性获得了中国的进口许可, 预计 2021 年下半年将有待进一步的监管批准。2019 年, 公司以美国 Pioneer®(先锋)品牌推出了 Qrome®玉米产品。Qrome®产品为种植者提供了高产潜力、抗虫性的选择。公司从巴斯夫购买了北美 Clearfield®低芥酸油菜生产系统的专有权, 该生产系统可以有效控制田间杂草。Pioneer®和 Nexera®品牌的 Clearfield®低芥酸油菜籽已经在市场上建立了很高的知名度, 并已整合到该公司的育种、生产和商业流程中。

接下来五年内, 公司将在大豆产品组合中增加 Enlist E3™特性, 产品包括 Pioneer®品牌在内的所有品牌。公司将逐步减少孟山都的 Roundup Ready 2Yield®和 Roundup Ready 2Xtend®耐除草剂性状的依赖。

科迪华拥有大量的专利和商标。科迪华不断申请并获得美国和外国专利, 并可以使用大量被第三方许可的专利组合。这些专利提供的保护因国家/地区、个人专利覆盖范围以及每个国家/地区的法律补救措施而异。除了已获得的专利外, 该公司还正在进行 7100 多项的专利申请。在科研方面, 2019 年其投入 11.47 亿美元。同时, 公司拥有大量的数字化数据, 可对不断变化的客户需求做出快速反应, 为研发部门提供大量数据, 供其进行分析与决策。

具有独特的先锋代理模式。其可通过独立销售代表直接向农民销售产品。通过这种代理模式, 公司可以在种植季节(从种植到收获的整个过程)的多个季节与农民直接互动。这些定期的互动使公司能够提供农民所需的服务, 同时使公司能够实时了解客户的未来订购决策。

表 14: 截至 2019 年 12 月 31 日, 科迪华授权专利所剩余使用时间

	美国(近似)	其他国家(近似)
5 年以内	600	800
6-10 年	1100	2800

11-16 年	2200	5100
16-20 年	1300	500
共计	5200	9200

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

(四) 先正达

先正达是一家领先的基于科学的农业技术公司，主要业务包括作物保护、种子与性状、数字农业。先正达是全球最大的农用种子开发和生产商之一，为农民、商业种植者、零售商和小型种子公司提供种子，主要包括玉米、大豆、向日葵、谷物和蔬菜。2020 年先正达全球销售额为 143 亿美元，其中种子与性状业务销售额为 32 亿美元，北美地区种子与性状收入达到 8.11 亿美元。

图 24：2011-2017H1 先正达种子业务收入及增速



资料来源：先正达财报，中国银河证券研究院

图 25：2011-2017H1 先正达农作物保护业务收入及增速



资料来源：先正达财报，中国银河证券研究院

丰富的种质与性状储备。先正达通过收购种子业务、签订战略合作伙伴关系和许可协议等方式，拥有业内最广泛的种质库之一。公司在玉米、大豆、向日葵、谷物和蔬菜方面的供应尤其强劲。

领导开发和提供创新技术。玉米根叶甲 (CRW) 每年给美国农民造成大概超过 10 亿美元的产量损失，而 AGRISURE DURACADE™ 具有与市场上不同的独特的控制玉米根叶甲的方式。2019 年，欧盟委员会批准了上述玉米性状，可以作为食品或饲料进口。

草地贪夜蛾 (FAW) 是另一种毁灭性害虫，于 2018 年抵达亚洲，如今可见于大多数主要粮食生产国，可造成玉米单产约 20%-50% 的损失。先正达的 AGRISUREVIPTERA® 玉米性状是巴西唯一针对草地贪夜蛾的功能齐全的性状，也是北美玉米行业中最优的地上昆虫防治方法。

此外，先正达创新的 ENOGEN® 饲料玉米可提高大约 5% 的饲料效率。2019 年其推出独特的紫皮 YOOM™ 鸡尾酒番茄；通过自然选择育种计划开发的 YOOM™ 番茄不仅具有独特的鲜味，而且在产量和保质期方面也表现出色。2019 年在法国和丹麦的杂种小麦候选品种进入了正式的商业前注册试验进程。

雄厚的科研力量。2019年，先正达研发投入13亿美元；在全球范围内拥有116处研发基地，与大学，研究机构以及私营公司进行了400多次合作。基于先进的植物育种和生物技术创新，公司具有强大的种子解决方案能力。利用数据科学来确定育种的最佳解决方案并研发产品、为特定的种植区域选择合适的种子。除传统育种方法与转基因之外，运用基因编辑技术进行育种。先正达正在应用基因编辑技术来加快包括玉米、大豆和蔬菜在内的主要农作物的研发速度。

表 15：先正达重要的种子创新

产品名字	产品种类	使用的主要国家	描述
HYVIDOTM	种子	德国，法国，英国	HYVIDOTM 是先正达杂交冬季大麦种子品种的伞形品牌。HYVIDOTM 杂交大麦种子技术每一年都可在所有生长条件下提供优异的大麦产量。
NK®	种子	全球，加拿大，法国，英国，美国	全球田间作物的品牌。NK®品牌是大田作物种子的全球领导者，在玉米和油料种子中均排名第三。
GOLDEN HARVEST®	种子	美国	美国市场上最具创新性的玉米。可从先正达种子顾问公司获得。
AGRIPRO®	种子	AgriPro	谷物在 NAFTA 地区播种。先正达的谷物业务在特定的市场提供高质量的小麦和大麦品种。
C. C. BENOIST®	种子	C. C. Benoist	法国的谷物种子。先正达的谷物业务在特定的市场提供高质量的小麦和大麦品种。
SYNGENTA®	种子	UK cereal website	英国的谷物种子。先正达的谷物业务在特定的市场提供高质量的小麦和大麦品种。
S&G® and ROGERS®	种子	全球	我们的蔬菜业务以 S&G®和 ROGERS®等区域品牌在全球范围内运营。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

（五）巴斯夫

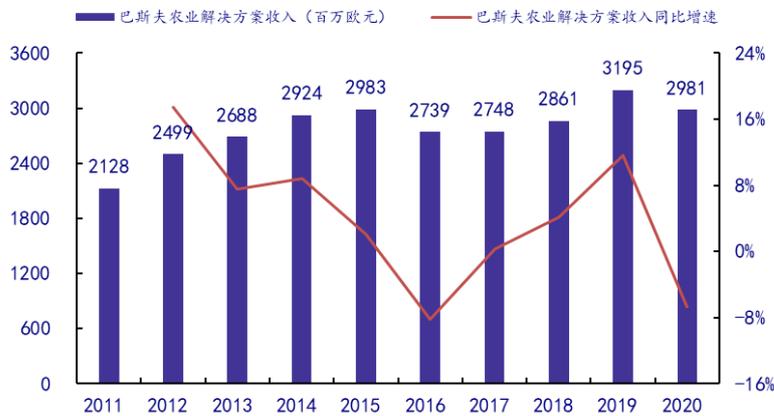
巴斯夫是一家德国化学企业，其产品组合归属于六个部门：化学（石化产品，中间体），材料（功能材料，单体），工业解决方案（分散剂和颜料，功能性化学品），表面技术（催化剂，涂料），营养与护理（护理化学品，营养与保健）和农业解决方案。农学解决方案主要产品包括植物保护产品、种子与性状以及精准农业。2020年，巴斯夫北美区域的农业解决方案部门销售额为30.04亿欧元。

在收购拜耳所剥离的资产之前，巴斯夫主营作物保护业务，2017财年该业务收入为56.96亿欧元。2017年10月、2018年4月巴斯夫与拜耳先后签署协议，收购拜耳在并购孟山都的框架下剥离的业务和资产，并于2019年完成了对此项收购的整合。协议涉及拜耳全球草铵膦非选择性除草剂业务和主要大田作物在部分市场的种子业务。这一收购具有极其重要的战略意义。巴斯夫通过这一收购扩大了作物保护业务，增强除草剂产品组合，并在主要农业市场中进入种子业务，更增强了巴斯夫的全球创新潜力。

2020年，巴斯夫农业解决方案部门实现收入76.6亿欧元，其中“种子与性状”销售额达14.95亿欧元，“种子处理”销售额达6.09亿欧元。2020年至2030年间，巴斯夫农业解决方

案创新渠道的销售潜力峰值预计将超过 75 亿欧元。

图 26：2011-2020 巴斯夫农业解决方案收入及增速情况



资料来源：巴斯夫财报，中国银河证券研究院整理

种子与性状方面有一定的储备。巴斯夫以创新为基础的农业战略关注四种选定的作物组合（作物系统）：1.美国的大豆、玉米、棉花； 2.北美及欧洲的小麦、低芥酸油菜、向日葵； 3.亚洲的大米； 4.全球范围内的水果和蔬菜。

表 16：巴斯夫种子及性状储备

应用	产品
种子及性状	关键田间作物的种子及性状，包括低芥酸油菜、棉花、大豆、小麦以及蔬菜。
	Credenz®, FiberMax®, InVigor®, LibertyLink®, Nunhems®, Stoneville®

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

具有一系列即将推出的项目。到 2030 年，公司将在所有业务领域启动 30 多个重大渠道 pipeline 项目。种子和性状方面，公司将进一步增强具有新性状的创新解决方案，还将包括能够抵抗线虫和亚洲大豆锈病的专有性状组合。另外，公司正在开发能够提高大豆和玉米产量与抗逆性的新性状；不断改进 FiberMax®和 Stoneville®棉花品牌的种子遗传学和性状创新；专有的抗除草剂种子将在十年内推出。

雄厚的科研力量。2020 年，巴斯夫研发费用为 20.86 亿欧元。其中，农业解决方案部门研发费用为 8.4 亿欧元，占研发总费用的 40%，占本部门销售额的 11%。公司在 2021 年至 2025 年间投资将超过 9.5 亿欧元，用于开发和扩展基础设施以及活性成分和种子解决方案的生产和配方能力。巴斯夫研发机构与多个公司合作，具有全球性的种子生产和育种网络。公司具备先进的生物技术和研发能力，采用最先进的科学方法进行育种，包括基因工程和选择性基因组编辑。

五、投资建议

2021年3月12日，十三届全国人大四次会议表决通过了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》。十四五规划纲要重点指出，要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等。十四五期间，农业质量效益的提高将成为发展重点，关键核心技术对我国农业国际竞争力的提升至关重要。农业转基因技术作为发展最快、应用最广泛的现代生物技术，有望在重科学、严监管的前提下率先实现产业化发展。

21年8月17日种子法修正草案提请人大常委会审议。此次修正重点在于扩大植物新品种权的保护范围及保护环节。其中包括建立实质性派生品种制度、完善侵权赔偿制度和法律责任。这是种子法自2000年颁布以来的第四次修改，旨在减少同质化问题、激励育种原始创新、加强知识产权保护。从整体种子行业来看，将有利于头部企业核心品种的保护及激发新品研发动力，促进行业良性发展。

自2019年末以来，种业、转基因等相关政策与公示得到更多的关注。我们认为一旦转基因相关政策取得进展，玉米、大豆等转基因作物商业化种植成为可能，那么，具有种质资源储备优势的种业龙头将收获转基因商业化成长红利，获得业绩与市占率的大幅提升。我们建议关注隆平高科(000998.SZ)、荃银高科(300087.SZ)等具有转基因研发实力与品种储备的种植业相关个股。

六、风险提示

- 1、农产品价格波动的风险；
- 2、转基因商业化进展不及预期的风险；
- 3、自然灾害的风险；
- 4、政策变化的风险等。

插图目录

图 1: 利用转基因技术获得新植株的步骤	3
图 2: 转基因作物产业链	4
图 3: 转基因商业化发展流程	6
图 4: 1994-1996 年, 美国批准的及正在审批中的转基因植物销售许可 (数据截至 1996 年 7 月)	7
图 5: 1996-2020 年美国三种转基因作物种植占当年种植总面积的比例 (USDA 从 2000 年开始给出转基因玉米、棉花种植比例数据)	8
图 6: 2018 年美国转基因作物种植情况	9
图 7: 抗除草剂的基因来源和各基因的独立转化事件数量	10
图 8: 美国含不同性状的转基因玉米占当年玉米种植总面积的比例	11
图 9: 美国含不同性状的转基因棉花占当年棉花种植总面积的比例	11
图 10: 美国抗除草剂转基因大豆占当年种植总面积的比例	11
图 11: 美国农业生物技术领域不同性质申请者获得的专利授权数量比例	19
图 12: 政府大力支持转基因技术, 美国稳居转基因作物种植国家首列	20
图 13: 2011-2018H1 孟山都种子收入及增速情况	21
图 14: 孟山都种子与性状产品	21
图 15: 截止 2018 年 1 月 4 日, 孟山都玉米创新研发阶段	22
图 16: 截止 2018 年 1 月 4 日, 孟山都大豆创新研发阶段	23
图 17: 截止 2018 年 1 月 4 日, 孟山都其他作物创新研发阶段	23
图 18: 2011-2021H1 拜耳作物科学收入及增速情况	24
图 19: 拜耳近几年计划推出的所有产品	26
图 20: 截至 2020 年 2 月拜耳玉米研发项目	26
图 21: 截至 2020 年 2 月拜耳大豆研发项目	27
图 22: 科迪华种子销售种类情况	28
图 23: 科迪华种子销售地区分布情况	28
图 24: 2011-2017H1 先正达种子业务收入及增速	29
图 25: 2011-2017H1 先正达农作物保护业务收入及增速	29
图 26: 2011-2020 巴斯夫农业解决方案收入及增速情况	31

表格目录

表 1: 传统育种与转基因技术育种的比较	2
表 2: 获得转基因植林的技术操作步骤	3
表 3: 孟山都向 Ceres 合计支付 1.37 亿美元	5
表 4: 美国生物技术管理机构职能及其管理法规	13
表 5: 联邦各机构之间职能的划分	14
表 6: 两大法规规制范围的比较	15
表 7: 农业部安全审批制度流程	16
表 8: FDA 各指导文件及其关系	17
表 9: 内置式农药的申请程序	18
表 10: 美国专利法对转基因知识产权保护情况	18
表 11: 2016 财年拜耳种子业务产品	24
表 12: 拜耳持有专利及其受保护情况	25
表 12: 拜耳主要种子及性状产品	25
表 13: 截至 2019 年 12 月 31 日, 科迪华授权专利所剩余使用时间	28
表 14: 先正达重要的种子创新	30
表 15: 巴斯夫种子及性状储备	31

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

分析师：**谢芝优**，南京大学管理学硕士，2018年加入银河证券研究院，曾就职于西南证券、国泰君安证券。六年证券行业研究经验，深入研究猪周期、糖周期等，擅长行业分析，具备扎实的选股能力。曾为新财富农林牧渔行业第四名、新财富最具潜力第一名、金牛奖农业第一名、IAMAC农业第三名、Wind金牌分析师农业第一名团队成员。

评级标准

行业评级体系

未来6-12个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报20%及以上。

谨慎推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%—20%。

中性：指未来6-12个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来6-12个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其机构客户和认定为专业投资者的个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的机构专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失，在此之前，请勿接收或使用本报告中的任何信息。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京市丰台区西营街8号院1号楼青海金融大厦15层

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：唐嫚玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn