

# 农业

## 数字化发展的沃土

●文 / Carsten Gerhardt, David Donnan, Benjamin Subei, Christopher Tuot (科尔尼公司)

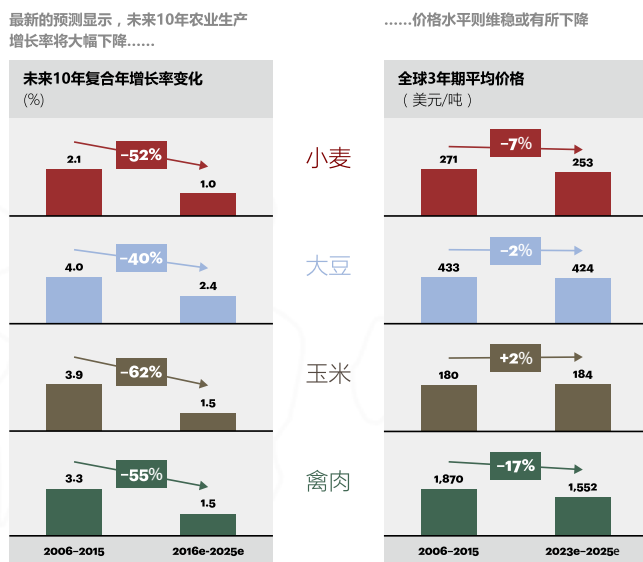
随着热衷高热量食物人群的不断增长，农业迎来了前所未有的发展浪潮。而当下兴起的数字农业则有潜力满足额外 10 亿人口的饮食需求。

随着全球人口的增长，尤其是偏好肉类、乳制品和高热量食物的中产阶级人口的增长，数十年来市场对农作物的需求不断增加，这也带动了农业投入品行业的持续增长，比如农药、种子和化肥等农用资源。

然而，根据经济合作与发展组织（OECD）和联合国粮农组织（FAO）最新的预测，2025 年前，农业生产增长率及谷物、小麦和肉类产品的价格将与当前价格水平持平，甚至有所下降（见图 1）。这已经是相关组织连续第二年预测农业长期发展趋势将与当前强劲的增长势头相背离。

尽管农业整体发展前景乐观，但是若干颠覆性的趋势正在逐渐融合。在本文中，我们将讨论农业发展面临的三大趋势——农作物需求模式转变、技术限制、社会和监管障碍，以及如何采取不同的举措应对这些趋势。尽管这些趋势独立存在时的颠覆性影响很小，但是一旦融合起来，就会对当前的农业形成巨大的挑战。

图 1 OECD 和 FAO 预计农业生产增值率和价格水平将呈现下降趋势



资料来源：OECD2016 年农业前景展望，科尔尼分析。

## 趋势融合可能对农业产生颠覆性影响

## 需求模式正在转变

人口消费模式的转变预示着农作物需求增长可能放缓，这使得市场对种子和化肥等农业投入品的需求减少。在西方市场，消费者的饮食习惯正在发生改变：从热衷大鱼大肉到偏好素食。此外，随着人们越来越关注可替代燃料资源和电气化资源，生物燃料对农作物的需求也不断下降。最后，减少食物浪费成了全世界关注的焦点，这也造成了农作物需求的下降。我们将在这部分详细探讨一下这些趋势。

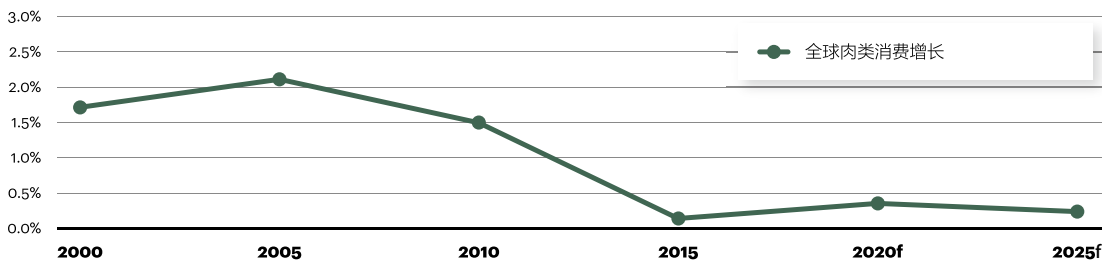
## 1. 肉类消费的变化

全球每年需要消费 3 亿吨肉类产品，8 亿吨乳制品。满足这些需求需要养殖大约 3

亿头奶牛、14 亿头猪、600 亿只家禽、以及 9 亿头绵羊和山羊。喂养这些牲畜需要 8 亿吨农作物，包括谷物、玉米、大豆以及牧草等。

过去几十年，发展中国家和发达国家的肉类消费稳定增长。不过，近期肉类消费大幅下降，预计可能在低位止跌回稳（见图 2）。发达国家对肉类的消费已经达到了顶峰，财富增加不再会推高肉类消费。此外，世界很多地方的人们开始认为肉类消费对健康不利，素餐则是更为健康的饮食方式。比如英国，16—24 岁的人群中，20% 的人是素食者或者热衷素餐，50% 的人认为不含肉制品的饮食更健康。全球农作物中有 50—60% 用于生产牲畜饲料，人们热衷素餐的饮食趋势可能会对很大一部分农业生产构成挑战。

图 2 人均肉类消费增长放缓



资料来源：OECD，世界银行，科尔尼分析。

## 2. 生物燃料的发展

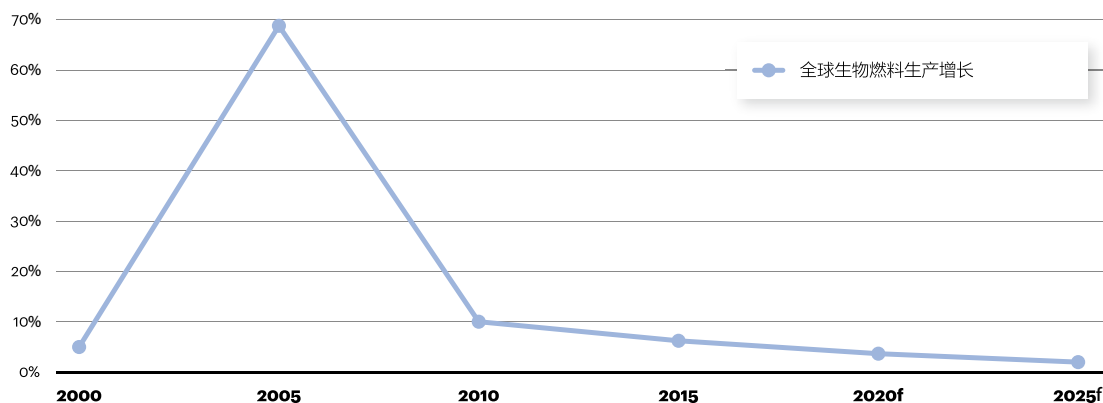
除了饲料，生物燃料是农作物消耗第二大的部门。美国、欧盟和巴西有 20—30% 的农作物用于制造生物燃料。2000 年至 2015 年间，生物燃料的年均产量增长了 8 倍，从 1800 万吨增长至将近 1.5 亿吨——这意味着大约 1 亿公顷的农田需要用来种植玉米、甘蔗和油菜等能源作物。

然而，生物燃料的增长率出现了大幅下滑（见图 3）。生物燃料的大部分增长依赖于政府补助——旨在专注于替代燃料，减少

国内对国外燃油（原油价格冲到了 100 美元 / 桶的历史高位）的依赖。如今，随着原油价格下跌到 40—50 美元 / 桶，尽管有政府补助，生物燃料的利润率将进一步减少。

除了这些经济要素，各种社会因素也阻碍了生物燃料的需求增长。比如，越来越多的人在持续进行的相关论战中对生物燃料的合理性提出了质疑，即农作物生产和能源作物生产究竟哪个更重要。此外，从中长期来看，人们将逐渐使用电动车替代燃料车，这也会导致（生物）燃料需求的大幅下降。

图3 生物燃料生产增长率大幅下滑



资料来源：OECD，世界银行，科尔尼分析。

### 3. 减少食物浪费的行动

最后我们将要讨论的是减少食物浪费。最近，全球正在积极采取各项举措，积极致力于减少全球每年13亿吨的食物浪费（见图4）。几乎每个食品品类都存在大量浪费的现象：45%的蔬果浪费、30%的谷物产品浪费、35%的鱼类和海鲜产品浪费、20%的乳制品浪费、20%的肉类产品浪费。减少食物浪费将对全球农业产生巨大影响——在维持当前全球人口生计的前提下，全球农业可以减产20%，此外所有未来食品生产计划也将相应调低。

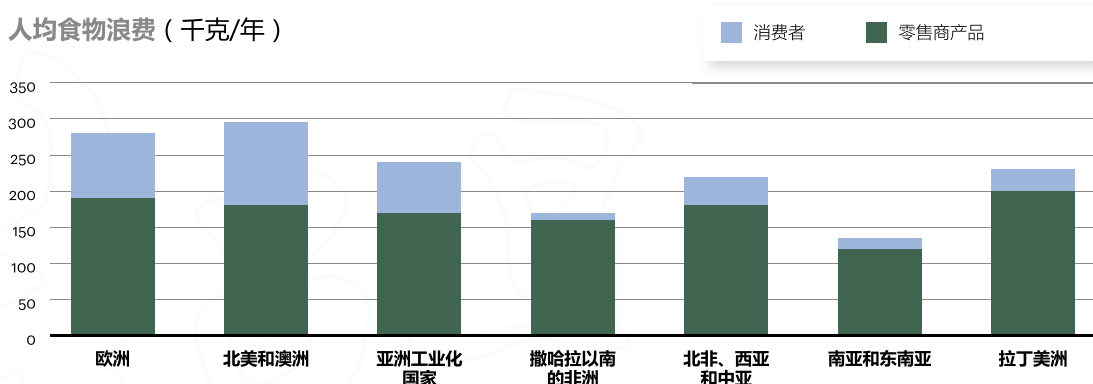
除了政府监管调整，私营企业也正在

建立减少食物浪费的业务模式。比如美国，Imperfect、Fruitcycle 和 MISFIT Juicery 等新创企业已经开始以低于超市30%的价格销售“不美观的”产品，即20%无法达到杂货店美学标准的水果和蔬菜。

此外，美国Plated和Blue Apron公司、英国Gousto公司和德国Hello Fresh公司已经开始销售和配送恰好涵盖一餐饮食所需食材的餐盒，大大降低了大包装餐盒造成的食物浪费。所有这些创新公司都实现了三位数增长，抢占了垄断零售商的市场份额。

图4 每年全球食物浪费超过了10亿吨

人均食物浪费（千克/年）



资料来源：FAO，科尔尼分析。

## 高投入农业已经达到农学效能极限

密集型农业的消极影响（比如，不断下降的生物多样性和土壤肥力水平，以及越来越高的抗药性）正在成为科学界、农学界、媒体和政界广泛讨论的热点话题；专业人士分别从科学、伦理和经济角度对其进行了分析。我们在此不再一一赘述各方论点，不过，为了全面理解影响传统农业的趋势和发展态势，我们将简要说明一下这几个方面。

随着单一耕作农业、双季耕种、作物轮作以及土壤休养时间不足变得越来越普遍，种植制度和农业技术已经逐渐达到了效能极

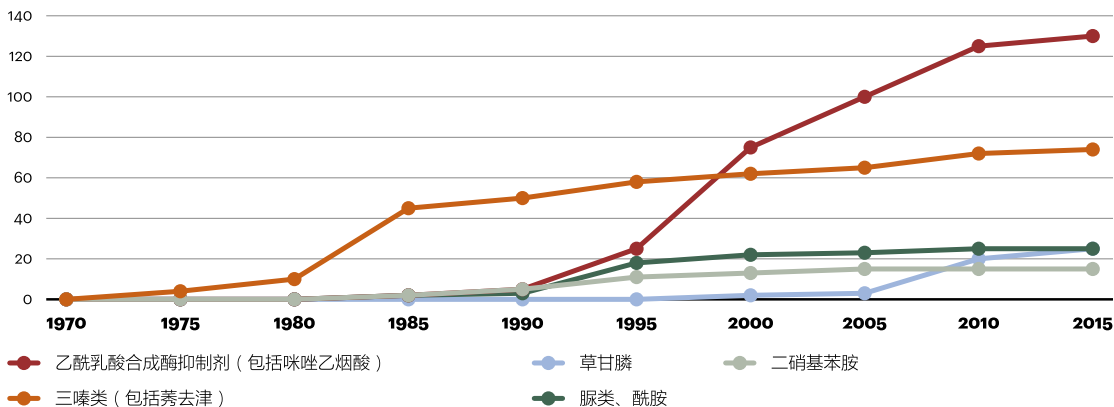
限。现有农化产品已经无法应对不断增加的耐药病菌，这影响了土地生产力和产出潜力。

尽管市场领导者投入巨资开发新的抗虫害方法，但农民始终无法摆脱抗药害虫的困扰。自1950年以来，抗药害虫的数量猛增（见图5）。上世纪40年代，美国农民受虫害损失的作物比例为7%，如今这一数值达到了13—15%。

高投入农业已经达到效能极限的另一个指标就是由生物降解作用造成的土壤肥力下降。密集型单一耕作农业、土壤板结和农药的大量使用改变了土壤组成，打破了土壤中的微生物平衡，长此以往将造成田间损失和产出下降。

图5 “超级杂草”迅速滋长蔓延

### 抗药品种数量



资料来源：抗除草剂杂草国际研究，科尔尼分析。

## 高投入农业的社会认可度不断下降

高投入农业除了需求模式变化和农学效能限制以外，社会认可度也发生了变化。传统的农业投入品面临来自监管机构和社会的阻碍。社会对转基因生物（GMO）的审查日益严格，次级标准限制了农药的使用，新的农药越来越难获得监管机构的认证。越来越多的企业 and 非政府机构（NGO）开始质疑转基因生物和农药的使用。

很多非政府机构不断挑起有关转基因生物的公众舆论，一些消费品公司甚至开始反对转基因生物。比如，General Mills 和 Chipotle 两家食品生产商不再在主要产品中使用转基因成分。美国佛蒙特州则通过了一项法令，规定厂家须在产品上标注转基因成分，以便消费者辨识和选择。由于制造商一般会在全国使用统一的包装，因此标注转基因成分的标签基本上已经在美国全国通用。实际上，Kellogg's、ConAgra Foods 和 Mars 宣称他们将对所有含转基因成分的产

品进行标注。除了西方各国，亚洲的转基因审查也日益严格。今年年初，激进主义分子烧毁了印度的一片转基因芥末田。在种子行业，反对转基因种子将对该行业造成严重的打击——因为拥有转基因特征的种子或基于转基因生物的耐除草剂作物系统可以比传统种子获得更大的利润。

说到农药使用，绝大部分人并没有意识到过去几十年的技术进步已经减少了每公顷农田农药的使用量。越来越多的食品厂商和零售商开始响应社会有关食品农药使用的关注，他们积极遵循次级标准，比如规定了低于法定标准 20 至 50 个百分点的个别农药残留阈值；此外还制定了安全限值，有效避免了违反农药残留限制带来的消极影响。德国近期的草甘膦丑闻（几家酿酒商啤酒中的草甘膦残留值远远超出了饮用水中规定的残留阈值，从而引发了媒体的广泛关注）为众多企业敲响了警钟。部分主要的快消品公司在产品生产过程中大幅减少了农药使用，甚至不再使用农药（见图 6）。

类似地，杂货零售商也制定了次级标准。

很多主要连锁超市规定了产品农药残留水平，通常是低于法定标准若干个百分点。一个典型的例子就是奥地利的领先连锁零售商 BILLA，其与奥地利环保组织 Global 2000 共同制定了一项大力度的降低农药残留的项目。

限制农药使用的厂商和零售商越来越多，这反映出消费者希望消除食品农药残留的普遍愿望。这将对监管决策产生影响，即作物保护产品的审批和登记将比以往困难得多。比如，欧盟 1107/2009 法令制定了更严格的作物保护产品上市规则，应用了严格的基于危害的审批标准。这大幅提升了商业化产品的行业标准。欧盟委员会许可暂时延长草甘膦注册审批的做法显示出公众监督转化为法律规定的效率和速度。加利福尼亚州制定了更严格的监管条例：当地的农作物耕种者在使用任何农药前必须首先获得当地政府开出的“药方”。在公众监督和更严格的管制下，作物生产中使用的农药量将进一步减少。

图 6 顶尖企业严格限制产品中农药的使用

快消品生产商		杂货零售和批发商	
喜宝	产品和网站上有显著的喜宝 Bio 有机认证标志，表示产品生产过程中没有使用任何化学合成肥料或杀虫剂	玛莎百货	致力于提供无杀虫剂残留的蔬菜和色拉；2015 年前实现 75% 的产品无杀虫剂残留，2020 年前实现 100% 无杀虫剂残留
联合利华	在自有农田种植茶叶，种植过程中不使用农药；与供应商和农民合作，最大程度减少杀虫剂使用	艾德卡	只在市场上销售农药残留水平低于欧盟标准 30% 的产品；艾德卡自有品牌产品的农药残留水平低于法定标准 50%
亿滋	创建了可持续性小麦项目 Harmony，杀虫剂使用水平较法国平均水平低 20%	BILLA	与 Global 2000 合作建立了减少杀虫剂使用的项目；淘汰无法满足杀虫剂残留标准的供应商（即使他们满足法律标准）；每天在线发布测试结果



不使用杀虫剂



杀虫剂使用大幅减少

资料来源：科尔尼分析。



## 积极应对“新常态”

农业投入行业面临若干发展趋势，这些趋势将对该行业数十年来的持续增长趋势形成挑战。尽管这些发展趋势独立存在时的颠覆性影响很小，但是一旦融合起来，就会对当前的农业模式（侧重批量销售原料及为高强度种植制度提供更多投入）产生巨大的挑战。

与依赖廉价的批量生产和增加原料使用不同，未来的业务模式需要满足多样化的要求。因此，出于战略考虑，有必要提供农田无害化服务或保障特定农田作物保护成效的服务，比如以设定的质量标准（如真菌毒素水平和蛋白质含量）定义每公顷的产量。

在此背景下，农业投入品供应商专注于降低运营成本及评估研发资产及组合，旨在降低研发支出。不过，极少有供应商采取果断行动重新定义业务模式。

### 兼并推动企业积极扩大规模

除了企业重构，大型农化和种子公司还在积极寻求大规模并购交易。过去10年，全球农化和种子市场市值翻番，分别达到了600亿美元和400亿美元；其中农化六巨头的市占率达到了三分之二。在农化市场，这些顶尖公司的市占率高达80%。尽管如此，近期的收购浪潮宣告并购交易即将进入最后阶段，这意味着农化六巨头最终将减少到四巨头。最近，陶氏化学和杜邦宣布合并，拜耳宣布收购孟山都，中国化工宣布收购先正达——2016年将是农化企业兼并活动创纪录的一年。

对很多高管人士而言，这些大型并购交易背后的主导原理就是完善产品组合，使之包含种子、性状特征及所有作物保护措施，从而为耕种者提供详尽的解决方案。比如陶氏和杜邦，这两家公司致力于通过结合杜邦的种子业务和陶氏的化学业务成为农民的一

站式采购点。拜耳也遵循类似的原理，将自身的作物保护能力与孟山都在种子领域的领导地位相融合。

另一个交易原理就是成本协同，主要依赖于研发和营销及销售领域的降本。过去20年，探索和开发新作物保护产品的成本几乎翻番，达到了数亿美元——合并研发渠道和运营，避免开展多余的活动将成为降本的关键。此外，整合区域销售团队也有助于催生更精益的成本结构。

中国化工和先正达即将完成的并购交易体现了另一个交易原理，即：通过市场扩张实现收入增长。对先正达而言，此次并购是帮助其进军监管严格的中国市场的特殊机会，两者的合并有助于合并公司居于市场领先地位，从而通过将先正达的创新产品推向中国市场来推进中国农化和种子产品的现代化进程。

然而，仍然有一个问题尚待解答，那就是：企业能否通过并购实现较高的协同预期？这些协同效益能否证明已经高企的股价能够实现高溢价？无论如何，最终的收益仍然取决于产品组合完善度带来的协同性。企业规模和优势产品可以转化为定价能力，从而获得更高的利润；同样也可以转化为交叉销售协同性，从而大幅提升市场份额，此时市场前景将一片大好。不过，这些收入协同效益并不是信手拈来的，尤其当种子销售和作物保护产品销售市场是两个截然不同的市场时。就思维方式、范围和方法而言，销售种子和销售作物保护产品几乎没有相关性。因此，将种子销售团队和作物保护产品销售团队整合到同一个组织中是极具挑战性的，而且只适用于特定的农民群体，比如寻求保障的品牌高度忠实者，或者为了实现最优利润寻求复杂解决方案的企业高管。

## 数字化：智能的替代方案？

寻求并购以外的战略或者投资新技术能否获得收益，这一点并不明确。然而，在数字化时代，企业可以考虑采用颠覆性的先进技术成为市场领导者，或者采用传统技术获得规模效应和市场领导地位。

数字化在很久以前就从各方面渗入了农业领域。农民采用精细农作获得了巨大价值，此外他们也广泛采用了自动化、决策支持系统和农业机器人等技术。物联网和智能传感器为部分农民提供了富有价值的信息，包括土壤湿度、营养水平、产品储存温度以及农业设备状态等信息。无人操作设备通过与卫星图像相结合，自动施用化肥并向农民的移动计算机传递营养信息。不过，使用大数据，同时提供富有吸引力的机会同样面临种种挑战，比如谁拥有这些数据。无论如何，从技术层面看来，农业已经做好了集中数字化的准备。

机器人技术、人工智能、传感技术和大数据分析已经成功引入了其他行业。比如，

Royal Dutch Shell 通过使用“数据驱动的油田”技术来降低钻井成本。在探寻新钻井场地的过程中，石油公司会监控土地的地震波，通常包括使用探针获取数以千计的读数。Shell 则采用智能传感器和光纤电缆获得了百万次以上的读数。之后 Shell 将会把这些数据与全球其他数千个区域的数据进行比较，从而帮助企业地质学家就在何处钻井提供更精确的建议。

在农业领域，数字化只在有限的应用领域发挥作用，而小型技术新设公司则在积极开发创新技术，包括基于无人机的监测系统（HoneyComb、Delair-Tech、PrecisionHawk 和 Mavrx）、卫星图像技术（Google、Planetary Resources 和 CubeSats）、决策支持系统（Farmers Business Network、Trimble 和 ITK），以及机器人技术（见图7）。这些技术覆盖的农田面积仍然较小，比如，孟山都的气候公司数字化平台只覆盖了 3000 至 4000 万公顷的农田——仅占全球农田面积的 2%。

图 7 小众市场投入应用的创新技术



资料来源：科尔尼分析。

下一阶段的合理做法即融合各项技术，构建无所不包的数字化平台。这些平台将能够为耕种者提供端到端的服务，包括农作物选择、播种时间和播种密度优化、化肥施用量优化，以及根据农作物的实际需求自动施用农药和生长调节剂，并在理想的时间收割农作物。农作物生长周期中收集到的所有数据将与类似环境下的播种数据进行比较；在一片农田上获得的种植经验将会自动传送给在类似环境下种植的耕种者。因此，平台将帮助低产耕种者（做出中等或较差的农业决策）缩小产量和生产率差距，从而大幅提升全球整体生产率水平。我们的分析表明，主要广亩作物的产量可能提升 20—30%。参与的农民将有机会成为产量冠军，从而在全球范围内扩大主要广亩作物和园艺作物的种植规模，并为额外的 10 亿人口提供食物。

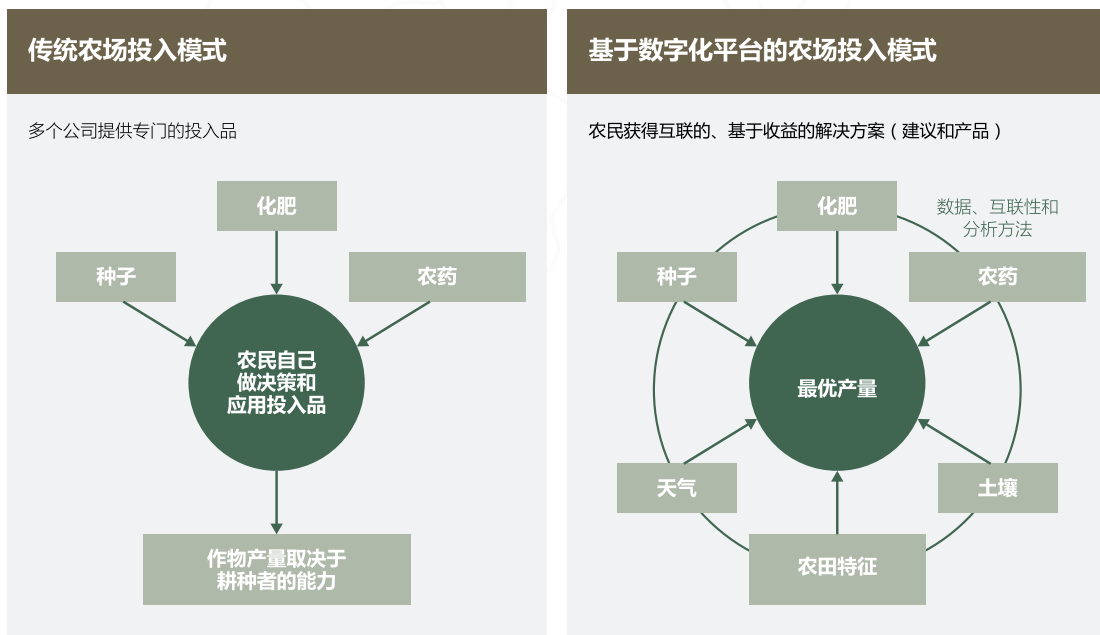
就技术层面而言，该平台可以与自动驾驶汽车相类比。两者的传感设备都会捕捉实时信息，人工智能系统会处理这些信息并将其转化为具体的行动，之后硬件设备将自动

执行这些行动。过去 10 年，Google 的总体研发投入为 500 亿美元，其中在自动驾驶汽车领域的投入为 100 多亿美元——这是将新的颠覆性技术投放市场所需的基本投资，比如融合蓄电池技术的电动车或能源生产领域的光伏板。综合数字化农作平台预计需要 150 亿至 200 亿美元的投资——相当于最近一次收购活动的报价。

投资并非必须来自同一家企业，而是可以由几家企业共同投资。投资过程中更大的挑战是制定路径图及统筹开发活动，这要求融合成熟企业的农业专业知识以及非农业企业的数字化专业技术，同时督促这些企业建立超越传统业务的竞争力。

建立农业数字化服务将成为推动农业变革的关键要素，农民可以访问世界上绝大部分高度利用的农田，同时变革了当今的业务模式（见图 8）。通过平台管理为耕种者提供合同作物管理服务有助于行业巨头了解综合作物保护、种子品种、性状特征、化肥和生长调节剂投入，并做出相应决策。数字化

图 8 农业投入品供应商数字化转型业务模式



资料来源：科尔尼分析。



农业基于土壤质量、气候条件和病菌压力将所有的投入要素打包成为一种解决方案（包括产品、建议以及针对每亩田专门提供的农化施用服务）有助于行业得出综合的解决方法，该解决方法要明显优于传统营销和销售团队可能提供的方案。此外，这种服务平台模式可以推进行业巨头商业化自己的专业知识，建立客户忠诚度（而不仅仅是销售产品），从而拥有更多的机会捕获价值。

数字化能够迅速颠覆成熟的业务模式。在竞争中保持领先地位要求全新的思考方式。比如，一种新兴的变革要素就是提升食品安全性的技术，它可以“从农场到餐桌”跟踪食品安全，并在消费者购买食品前全程监控病菌和过敏原。快速有效地应用先进技术是捕获大量市场份额的关键一步。其他行业已经发生了类似的变革，业务模式从单一的产品销售转移到了综合解决方案以及为客户提供全面的应用服务上。

### 在全新业务模式下捕获价值

数字化将推动单一产品销售到综合服务的转变。假设基于平台的服务模式是任何数字化转型的最终状态，那么我们需要回答的问题就是：如何建立能够实现价值最大化的

业务模式？在所有基于平台的业务模式中，规模和数据可访问性是至关重要的：获得最大份额的服务农田是制胜的关键。

在全球最重要的农业市场上，可以使用数字化服务模式为大部分农田提供服务，特别是中大型农场——农业和服务承包商可以通过数字化服务维持农场运营。实际上，很多大型农场已经使用了数字化农场设备；这些大型农场拥有主要市场 50—80% 的农田，而且普遍愿意采用先进技术提高农田产出，获取更高利润（见图 9）。此外，当这些服务包含风险共担的内容时，就变得更加具有吸引力——比如，服务供应商保证农田产出（如无菌农田或增产保证）。

此外，很多中型耕种者自有的农场（占农田比例的 15—30%）也愿意利用数字化提升利润，但是他们却没有财力购买传感器、可变速率撒播机和喷雾器等必要的设备。专门与行业合作伙伴协作的承包商可以为这些农民提供全方位的服务，并提供担保和保障的风险共担服务。总体而言，在主要农业市场，可以通过数字化服务为 6 亿公顷以上的农田提供服务。

发展中国家的小农户提供另一种类型的数字化服务价值集群。非常基础的移动和应用程序建议（比如病菌压力和最佳治疗）就

图 9 大型农场至少拥有主要市场农田面积的一半

不同农场规模的农田分布状况（百万公顷）

		部分商业化的家庭农场和小农场	中等规模农场	大型专业农场
	总体	20公顷以下	20-100公顷	100公顷以上（美国为200公顷以上）
欧盟	174	34	52	87
巴西	330	18	53	259
美国	370	7	67	296

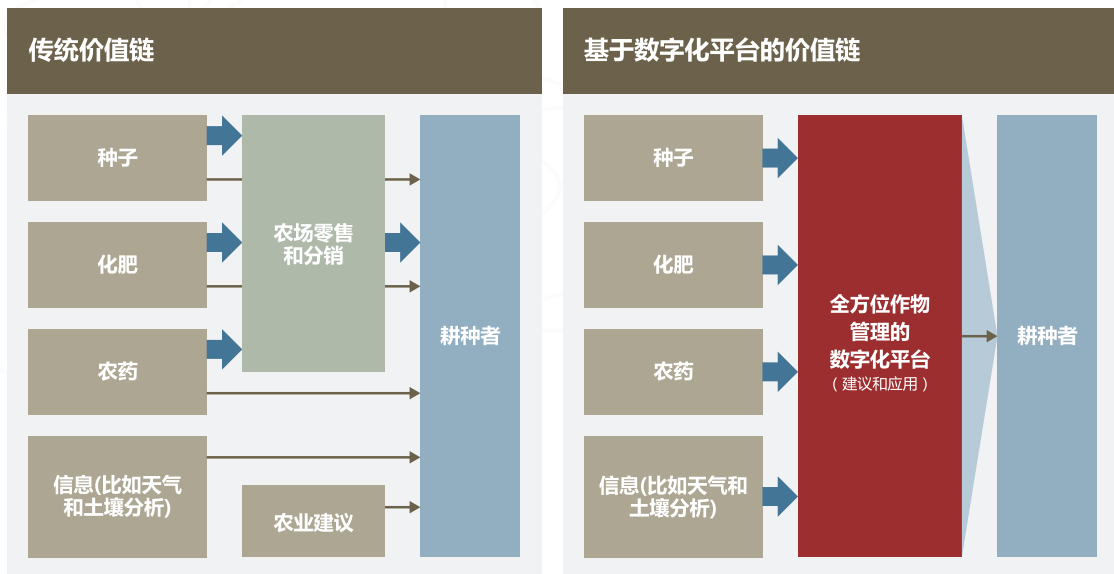
资料来源：OECD，FAO，科尔尼分析。

可以帮助这些农民实现大幅增收，从而有机会供应额外的 3 亿至 5 亿公顷农田。这种情况下，可以通过产品定价实现商业化，而不是提供全方位的服务。

最终，专注于综合技术解决方案（保持植株健康，实现无菌农田）的按公顷收取服

务费的业务模式将颠覆当前以产品为中心的价值捕获模型（见图 10）。如今，农业投入品供应商和分销商或多或少可以接触到耕种者，并影响其购买决策。在未来模式中，平台运营商将成为唯一的决策者，他们负责确保预期的成果，即健康、无菌的植株。

图 10 服务供应商提供综合农业解决方案



资料来源：科尔尼分析。

## 规模和速度至关重要

数字化在其他行业产生的颠覆性影响揭示了当前数字化世界的运作模式及成功要素。快速行动、赢得先发优势、成为数字化平台的开创者有助于获得一定的规模，并且能够定义未来市场的标准和愿景。

平台构建原理非常简单。大型平台可以吸引更多的用户，因此加速了平台发展，进而开启了加速发展的良性循环。比如，当 Facebook 的用户达到足够的数量时，来自其他社交媒体平台（比如 Myspace）的用户就会转向 Facebook，以接触更多的人。LinkedIn 出于相同的原因接管了其他专业网络，包括

德国平台 Xing，从而取得了全球最大商业网络的垄断地位。计算机和智能手机上的运营系统也具备这些特征：一旦某个系统占据主导地位，它就成了垄断性的生态系统；软件 and 应用程序开发商专注于最大的潜力市场，致力于丰富领先平台的内容并增加吸引力，从而进一步推动平台增长。

在数字化农业领域，最先开创富有吸引力的平台和业务模式的公司可以通过把握先发优势，占据垄断地位来大幅提升利用规模经济的机会。

具有前瞻性的农企并不只是单纯响应这一发展，他们会积极制定数字化战略和运营模式，同时创造双赢局面，从而获得一系列

强大的优势。

在所有接触点与客户互动并为其提供服务。与耕种者接洽，允许其访问农田数据，包括植株健康、营养状况、病菌压力和计划农田运营数据，比如来自所有设备（计算机、设备终端、移动设备）的作物保护治疗方案。

管理用户体验。明确阐述建议和决策的原理，与在相似环境下种植的其他耕种者进

行比较，获得掌控平台的方案（取代放弃保障），让耕种者占据主导地位，直到其信任系统并获得了积极的体验。

访问新的客户直销渠道。将理想的产品与决策相挂钩，比如混合化肥和农药，以获得最优效能和组合有效性，从而确保每块农田获得最优产出，每种治疗方案取得理想成果。

## 重写行业故事

汽车行业的经验证明，单纯扩大规模并不能帮助企业积极应对即将到来的机遇和挑战。小公司、新兴企业和硅谷技术巨头（如电动车和自动驾驶）快速演变成为变革者，迫使现有汽车企业重新思考其业务战略。

大型农企尚未采取果断的数字化举措。与汽车制造商不同，农企仍然可以强力推动

数字化变革，而不只是响应数字化变革。顶尖农企拥有一切必需的要素：全面的农业专业知识、先进的技术、全球客户接触点。现在正是专注于数字化农业，并为将来能够满足额外 10 亿人口的饮食需求奠定基础的大好时机！ **科技**

### 【关于作者】

Carsten Gerhardt: 科尔尼公司合伙人，常驻杜塞尔多夫办事处。

David Donnan: 科尔尼公司合伙人，常驻芝加哥办事处。

Benjamin Subei: 科尔尼公司咨询顾问，常驻杜塞尔多夫办事处。

Christopher Tuot: 科尔尼公司咨询顾问，常驻杜塞尔多夫办事处。

### 【后注】

感谢 Franziska Neumann, Alexander Bruns 和 Lennart Krüger 对此报告的撰写做出的贡献。