



联合国
粮食及
农业组织

中国可持续农业机械化 综述



粮农组织投资中心

国别投资要闻

中国可持续农业机械化

综 述

杨敏丽

中国农业大学

姜上川

联合国粮食及农业组织（粮农组织）

引用格式要求:

杨敏丽和姜上川。2023。《中国可持续农业机械化: 综述》。粮农组织投资中心国别投资要闻第21号。罗马, 粮农组织。

<https://doi.org/10.4060/cc2867zh>

本信息产品中使用的名称和介绍的材料, 并不意味着联合国粮食及农业组织(粮农组织)对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状况, 或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品, 无论是否含有专利, 并不意味着这些公司或产品得到粮农组织的认可或推荐, 优于未提及的其它类似公司或产品。

本信息产品中陈述的观点是作者的观点, 不一定反映粮农组织的观点或政策。

ISBN 978-92-5-137326-2

©粮农组织, 2023年



保留部分权利。本作品根据署名-非商业性使用-相同方式共享3.0政府间组织许可(CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>)公开。

根据该许可条款, 本作品可被复制、再次传播和改编, 以用于非商业目的, 但必须恰当引用。使用本作品时不应暗示粮农组织认可任何具体的组织、产品或服务。不允许使用粮农组织标识。如对本作品进行改编, 则必须获得相同或等效的知识共享许可。如翻译本作品, 必须包含所要求的引用和下述免责声明: “该译文并非由联合国粮食及农业组织(粮农组织)生成。粮农组织不对本翻译的内容或准确性负责。原英文版本应为权威版本。”

除非另有规定, 本许可下产生的争议, 如通过调解无法友好解决, 则按本许可第8条之规定, 通过仲裁解决。适用的调解规则为世界知识产权组织调解规则 (<https://www.wipo.int/amc/zh/mediation/rules>), 任何仲裁将遵循联合国国际贸易法委员会(贸法委)的仲裁规则进行仲裁。

第三方材料。欲再利用本作品中属于第三方的材料(如表格、图形或图片)的用户, 需自行判断再利用是否需要许可, 并自行向版权持有者申请许可。对任何第三方所有的材料侵权而导致的索赔风险完全由用户承担。

销售、权利和授权。粮农组织信息产品可在粮农组织网站 (<http://www.fao.org/publications/zh/>)获得, 也可通过publications-sales@fao.org购买。商业性使用的申请应递交至www.fao.org/contact-us/licence-request。关于权利和授权的征询应递交至copyright@fao.org。

封面图片:

©金色大田科技有限公司/吴克铭

©上海达汇农业机械设备有限公司

©重庆鑫源农机股份有限公司/程启明

©潍柴雷沃重工股份有限公司/李丙雪

目录

序言	XI
致谢	XIII
缩略语	XIV
内容提要	XVII
引言	1
第一章	
中国可持续农业机械化发展成就	7
1.1 农机装备保有量和性能持续增强，为降低排放控制污染做出贡献	7
1.2 农机作业水平不断提升，为农业劳动力转移和经济繁荣发挥积极作用	11
1.3 农机科技创新与产品研发制造能力不断增强，为可持续农业机械化发展提供支持	15
1.4 绿色环保机械化技术与装备的广泛应用，促进绿色农业现代化进程	17
1.5 农机社会化服务体系构建与农机合作社发展，促进农业增效、农民增收	19
1.6 完善的农机管理服务体系，信息化促进公共服务能力提升	24
1.7 推进丘陵山区机械化发展，为丘陵山区产业兴旺、实现脱贫攻坚提供技术支撑	31
1.8 小结	33
第二章	
主要做法与经验	37
2.1 国家高度重视农业机械化的发展	37
2.2 完善的农业机械化法律法规政策体系	38
2.3 中央财政和各省财政设立专项资金支持农机购置补贴和作业补贴	41
2.4 大力推进农机装备科技创新和推广应用	46
2.5 积极培育农机社会化服务组织	53
2.6 农机产品质量跟踪调查与监督	59
2.7 疫情期间农业机械化在恢复农业生产、保障粮食安全、促进就业等方面的重大贡献	59
第三章	
面临挑战	67
3.1 农业机械研发制造存在突出短板弱项	67
3.2 农业机械推广应用存在突出短板弱项	68
3.3 农业机械化公共管理存在突出短板弱项	69
3.4 农机社会化服务人才队伍存在突出短板弱项	69
3.5 土地经营规模和农机利用效率存在突出短板弱项	69
第四章	
发展机遇与发展趋势	73
4.1 发展机遇	73
4.2 发展趋势	74

	第五章		
	发展目标与发展路径		77
5.1	2025年主要目标		77
5.2	2035年远景目标		78
5.3	发展路径		78
	第六章		
	发展重点与未来方向		83
6.1	优先发展粮食作物生产全程机械化		83
6.2	大力发展经济作物生产机械化		84
6.3	加快补齐丘陵山区机械化短板		85
6.4	积极推进畜禽水产养殖机械化		86
6.5	稳步提升农产品初加工机械化		87
6.6	创新发展“机械化+数字化”		87
6.7	加强国际合作与借鉴国际经验		88
	第七章		
	投资与政策建议		97
7.1	进一步加大财政支持投入		97
7.2	推动农业机械化科技创新		98
7.3	加强农业机械化及农机装备管理服务现代化		99
7.4	推进农业机械化推广服务体系创新		100
7.5	壮大产业群产业链与农机社会化服务		101
7.6	强化人才队伍支撑		102
7.7	深化国际合作交流		103
	第八章		
	中国可持续农业机械化的商业模式与案例分析		105
8.1	中国农机社会化服务商业模式		105
8.2	案例分析		107
	第九章		
	展望		121
9.1	主要农作物生产实现全过程机械化		121
9.2	畜禽养殖、水产养殖机械化水平大幅跃升		122
9.3	各类农区农业生产基本实现机械化全覆盖		123
9.4	设施种植机械化促进农产品增值能力显著增强		124
9.5	“机械化+数字化”全面应用于农业机械化管理、作业监测与服务		125
9.6	未来农场示范案例		125
9.7	加强国际交流与合作，实现共赢发展局面		125
	参考文献		133
	附录：中文参考文献		137

表 - 图 - 插文

表

1	2000-2019年全国农机总动力变化情况表	9
2	2000-2019中国拖拉机保有量变化情况	10
3	2010-2019年全国植保机械化水平及植保机械拥有量变化表	11
4	农机发动机标准升级国三阶段后享受补贴的主要农机年度数量(台)	11
5	2000-2019年全国农作物耕种收综合机械化水平统计表	12
6	2010-2019年全国农作物耕、种、收及综合机械化水平(%)	12
7	2010-2019年主要农作物耕种收综合机械化水平(%)	13
8	2019年全国主要农作物耕、种、收及综合机械化水平(%)	13
9	2020年骨干企业主要农机产品产量	18
10	2010-2019年农药施用情况与机械化水平变化表	19
11	2008-2019年全国农机服务组织与农机合作社规模变化趋势	22
12	中国农业机械化发展目标2025年和2035年预期值	78

图

1	2000-2019年全国农机总动力变化趋势图	8
2	2001-2019年水稻插秧机保有量变化图	14
3	2001-2019年玉米联合收获机保有量变化图	14
4	2006-2019年玉米联合收获机及其中自走式、背负式保有量变化图	15
5	智能农机装备产业重点需求与创新链	17
6	重庆市潼南区章宏生态农业有限公司流转土地“宜机化”改造前(左)后(右)	33
7	四川三台县宏梅家庭农场流转土地“宜机化”改造前(左)后(右)	33
8	中国农业大学中国农业机械化发展研究中心“丘陵山区主要粮食作物适度规模生产全程机械化关键技术集成与示范”项目研究流程	34

9	构建丘陵山区小麦玉米适度规模全程机械化生产体系	34
10	中国农业机械法律法规体系框架简图	39
11	2000-2019年中央财政资金农机购置补贴年度金额变化图	41
12	2018可持续机械化助力2019冠状病毒病疫情期间农业生产	63
13	基于农艺农艺融合、机械化信息化融合的农业机械化生产技术体系框架	79
14	中国农业机械化发展路径图	80
15	农机服务行业上下游市场关联及其贡献	106
16	农机社会化服务及其与相关因素的关系	106
17	农机社会化服务商业模式1	107
18	农机社会化服务商业模式2	108
19	农机社会化服务商业模式3	108

插文

1	术语解释	21
2	基层农机人员及农机合作社理事长培训班	24
3	北京兴农天力农机服务专业合作社	25
4	云南省澜沧勐滨格兰生猪产销农民专业合作社	26
5	江苏润果农业发展有限公司及其机械化农业生产服务	27
6	四川省三台县红梅家庭农场	28
7	四川省南充市嘉陵区民大种植专业合作社	29
8	湖南省龙山县阿香农机服务农民专业合作社	30
9	丘陵山区“宜机化”改造	32
10	山西省丘陵山区宜机化改造	45
11	湖南省丘陵山区宜机化改造	46
12	重庆丘陵山区宜机械化改造	47
13	2016年全国首届农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班	48
14	2017年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班	49

15	2018年“推动农业生产全程全面机械化”田间日活动	50
16	2019年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班	51
17	2020年智能农机装备田间日活动暨农机化新技术培训班	52
18	2021年北京市农机无人驾驶作业现场会	53
19	2021年河北省农机推广“田间日”活动	54
20	2019年云南省甘蔗生产机械化现场会暨农机推广田间日活动	55
21	2019年山东省潍坊市设施农业秸秆还田机械化技术推广现场会	56
22	2018年南方丘陵山区果茶桑麻生产机械化装备演示展示活动	57
23	大学生从业合作社理事长工作委员会	58
24	水稻全程机械化生产数字化管理平台	110
25	“产教融合 农机化助力精准扶贫活动”的培训与技术指导	112
26	蒋明兰女士与植保无人机	113
27	盛广宁女士与植保无人机的故事	114
28	江苏省溧阳市海斌农机化专业合作社	115
29	四川省绵阳市安州区永福农机专业合作社	116
30	嘟嘟作业在线平台与“新农夫·一起干”物联网系统	118
31	北大荒建三江一碧桂园无人农场项目实践	126
32	华南农业大学无人农场的探索与实践	128
33	拜耳、极飞科技、阿里巴巴农村淘宝联合启动“未来农场计划”	130





序言

中国在满足世界五分之一人口的粮食需求方面一直面临重大挑战。虽然近四十多年来，中国已经消除绝对贫困，实现了粮食安全，并成为当今世界最大的农业经济体，但中国的农业和农村发展仍面临诸多挑战。

为实现联合国可持续发展目标，中国政府采取一系列促进“绿色增长”的农业政策、战略、制度框架及技术。世界银行和联合国粮食及农业组织（粮农组织）支持改善政策和投资，参与中国农业粮食体系的绿色发展转型。

世界银行在2020年至2022年期间承担了“中国农村转型：绿色农业现代化”的规划咨询服务和分析(PASA)项目。该项目符合世界银行的国家伙伴关系框架和联合国粮农组织在中国的国家规划框架。该项目旨在展示如何调整现有的农村发展路径、农业政策和战略，以加快中国农业的绿色发展。

随着中国工业化和城镇化的快速发展，大量农村劳动力向城市转移。因此，要以更少的人生产更多的粮食及农产品，必须转变传统的农业生产方式和组织方式，提高农业生产效率和农业综合生产能力。

可持续农业机械化是农业现代化的重要组成部分。粮农组织、世界银行和其他国际组织正在通过一系列项目和与利益相关者的合作，助力中国的可持续农业机械化。

可持续农业机械化是加快推进农业农村现代化的关键抓手和基础支撑，它不仅有效降低劳动强度、提高生产效率、缩短作业时间、改善小农户和社区成员的生计、促进农业增产增效和农民增收，而且具有包容性，可以最大限度地降低环境破坏风险，同时增强应对气候变化影响的抵御能力。该基础支撑涉及技术、经济、社会、环境和文化等方面，并对实现农业食品部门的可持续发展至关重要。

中国可持续农业机械化的快速发展，为世界其他国家特别是广大发展中国家提供了宝贵的中国经验。基于现有的研究与示范应用及其取得的成效，世界银行驻华代表处、联合国粮农组织植物生产及保护司和粮农组织投资中心联合出版了这本出版物。粮农组织、联合国亚洲及太平洋经济社会委员会（亚太经社会）可持续农业机械化中心(CSAM)和其他机构的专家也提供了重要建议。本出版物是粮农组织投资中心“知识促进投资”（K4I）计划下关于中国的三部“国别投资要闻”出版物丛书中的一部。

本出版物对中国可持续农业机械化发展状况进行了总结与述评，涵盖了中国可持续农业机械化的成就、做法与经验，分析了挑战与机遇，提出了目标与路径、重点与方向、商业模式与实践案例等，并提供了投资和政策建议。

我们相信，本出版物将促进政府、国际与国家金融机构的决策者，以及其他捐助者和发展伙伴，重新审视如何通过支持可持续农业机械化进程加快可持续农业发展和促进农村转型。

夏敬源

司长

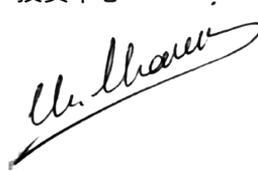
联合国粮食及农业组织
植物生产及保护司



穆罕默德·曼苏里

主任

联合国粮食及农业组织
投资中心



致谢

本出版物是世界银行与联合国粮食及农业组织（粮农组织）合作的成果，是世界银行“中国农村转型：绿色农业现代化”项目咨询服务和分析(PASA)项目的一个专题（编号：P171518）。PASA项目由Ladisy Komba Chengula（世界银行驻华代表处首席农业经济学家）领导。在2021年期间，PASA项目制作了16份政策和技术工作文件，这些文件由来自中国领先大学和科研中心的专家以及来自粮农组织、国际粮食政策研究所和国外大学的专家编写。

作为技术工作文件之一，本出版物由杨敏丽（中国农业大学工学院教授，中国农业机械化发展研究中心主任）和姜上川（粮农组织植物生产及保护司准专业官员/农业专家）共同撰写。

作者感谢Ladisy Komba Chengula对本研究的全面领导；感谢Ladisy Komba Chengula和Josef Kienzle（粮农组织植物生产及保护司农业工程师）对本出版物的指导、协调和宝贵建议，以及他们对粮农组织与世界银行长期合作的贡献。作者感谢粮农组织投资中心Luigi Baldassari、Clare O'Farrell、Davide Garavoglia和Sonia Malpeso等对本出版物的支持。

作者感谢Donald F. Larson（国际发展与环境研究所独立研究员）、Theodor Friedrich（前粮农组织多民族玻利维亚国和古巴共和国代表，前粮农组织植物生产及保护司高级农业工程师）、李宇彤（联合国亚太经社会可持续农业机械化中心主任）、Anshuman Varma（联合国亚太经社会可持续农业机械化中心副主任/项目官员）、李樯（联合国亚太经社会可持续农业机械化中心国家项目官员）、冯月娥（联合国亚太经社会可持续农业机械化中心项目协调员）和William R. Sutton（世界银行首席农业经济学家）等专家的宝贵审稿意见。

作者感谢中国农业大学的研究生，包括潘继凤、张翔和计鹏飞在信息收集和/或中英翻译方面的支持。作者感谢相关单位为出版物提供照片。

作者感谢夏敬源博士（粮农组织植物生产及保护司司长）、穆罕默德·曼苏里（Mohamed Manssouri, 粮农组织投资中心主任）、John Preissing（粮农组织投资中心副主任）、Benoit Bosquet（世界银行东亚及太平洋地区可持续发展局局长）、Dina Umali-Deininger（农业和粮食全球发展实践局副局长, 负责世界银行东亚和太平洋地区业务）、Fenton Beed（粮农组织植物生产及保护司高级农业官员）、Hafiz Muminjanov（粮农组织植物生产及保护司技术顾问）、Mirko Montuori（粮农组织植物生产及保护司沟通官员）、Haekoo Kim（粮农组织植物生产及保护司技术顾问）、Takayuki Hagiwara（粮农组织亚太区域办事处区域计划负责人）、刘学明（粮农组织投资中心高级投资支持官员）、田云清和白晓楠（世界银行项目助理）等。此外，我们还要感谢粮农组织驻华代表处、世界银行驻华代表处和中国农业农村部等相关机构对本出版物的反馈和支持。

本出版物由粮农组织投资中心制作。本出版物中文版技术审核由姜上川支持，编辑审稿由Liliana Liao支持，布局设计由杨潇萌、Adriana Brunetti与Karen Mata Luna完成。

缩略语

ANTAM	亚太地区农业机械检测网络
AUC	非洲联盟委员会
CEMA	欧洲农业机械工业协会
CIMMYT	国际玉米小麦改良中心
CSAM	联合国可持续农业机械化中心
ESCAP	联合国亚洲及太平洋经济社会委员会（亚太经社会）
EU	欧盟
FAO	联合国粮食及农业组织（粮农组织）
ITU	国际电信联盟
MARA	中华人民共和国农业农村部
MEE	中华人民共和国生态环境部
OECD	经济合作与发展组织（经合组织）



内容提要

前言

农业机械化是农业现代化的主要内容和重要标志，是农业现代化的先行因素。中国政府高度重视农业和农业机械化发展，大力推进农业生产方式和组织方式转变，加大政策扶持力度和产业引导，重视绿色环保机械化技术的推广应用，不断改善农田生态环境，实现绿色生态可持续发展。

本报告力求全面系统总结中国可持续农业机械化发展成就。综合报告了中国可持续农业机械化的影响、实践与经验，以及面对2035年基本实现农业农村现代化目标、带动小农户共同进入现代农业、实现可持续发展所采取的发展战略和政策措施，分析中国农机社会化服务商业模式，并提出投资和政策建议，为世界特别是发展中国家的可持续农业机械化发展提供参考与借鉴。

发展成就

农机装备保有量和性能持续增强，为降低排放控制污染做出贡献。截止2019年底，全国农机总动力达到10.28亿千瓦（2021年达到10.78亿千瓦），拖拉机保有量达到2224.3万台（2021年为2173.06万台），植保无人机保有量达到39626架（2021年达到97931架），节能环保、绿色生态农机装备等保有量稳定增长，农机发动机排放标准将于2022年12月由国三阶段升级至国四阶段。

农机作业水平不断提升，为农业劳动力转移和经济繁荣发挥积极作用。2019年，全国农作物耕种收综合机械化水平超过70%（2021年达到72.03%）。主要农作物生产全程机械化加快推进。

农机科技创新与产品研发制造能力不断增强，绿色环保机械化技术与装备广泛应用。2016年至2020年，中央财政资金投入约9.8亿元人民币，重点支持11个农业机械化科研任务方向。2019年比2015年植

保机械化水平提高了4.65个百分点，机械化植保对节药的贡献率达到51%。全国畜禽粪污综合利用率达75%，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达95%。保护性耕作、秸秆还田、残膜回收、黑土地保护等机械化技术加快应用。

农机社会化服务体系构建与农机合作社发展，促进农业增效、农民增收。采用订单服务、土地托管、土地流转等方式，实现了土地规模经营。以7.4万个农机合作社（2021年已经超过7.6万个）和近20万个农机服务组织为引领，采取“机农合一”、“全程机械化+综合农事”服务中心等社会化服务模式，带动了小农户的发展。

完善的农机管理服务体系，信息化促进公共服务能力提升。国家及省地市县各级农机管理、试验鉴定、推广体系完善，建立了国家级农机购置综合补贴信息管理平台，实现农户手机办理农机购置和作业补贴申报、农机购置金融信贷、农机产品入库登记、农机作业实时跟踪监测等，有效提升政策实施效率。

推进丘陵山区机械化发展，为丘陵山区产业兴旺、实现脱贫攻坚提供技术支撑。丘陵山区是中国重要的果蔬茶和粮油生产基地。中国政府要求实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接，农业农村部遴选发布农田宜机化改造典型案例，将丘陵山区及经济落后地区特色产业发​​展急需的农机具纳入全国补贴范围，并提高补贴标准，支持丘陵山区及经济落后地区等提高特色产业机械化水平。

主要做法与经验

中国政府高度重视农业机械化发展

构建了完善的农业机械化法律法规政策体系，中央财政和各省财政设立专项资金支持农机购置补贴、薄弱环节农机作业补贴和农机深松整地作业补助，实施高标准农田建设和丘陵山区农田“宜机化”改造，大力推进农机装备科技创新和推广应用，将智能农机装备列入国家重点研发计划。

积极培育农机社会化服务组织

培育新型农机社会化服务主体，构建新型农机社会化服务体系，完善新型农机社会化服务机制，农机社会化服务不断提档升级。鼓励和积极引导大学毕业生等高学历人才从事农机社会化服务。

农机产品质量跟踪调查与监督

农业农村部主管全国质量调查工作，省级人民政府农业机械化行政主管部门负责本行政区域内的质量调查工作。质量调查促进了农机产品质量的提高。

疫情期间农业机械化在恢复农业生产、保障粮食安全、促进就业等方面的重大贡献

农业机械化助力疫情下的春耕生产和跨区作业，在恢复农业生产、保障粮食安全等方面发挥了重要作用。2020年，中国农业机械化通过采取备耕在线化、服务社会化、装备智能化及技术绿色化等方式，积极开展农机跨区作业，有效缓解了部分地区设备短缺的局面，为保障粮食采收和安全作出了重要贡献。疫情期间，农业农村部组织涉农院校、科研院所、推广机构等开展线上线下技术培训，超过60万的农业技术人员和专家提供咨询和生产指导；小农户成为应对策略的核心，公共-私营合作、农机投入、技术支持和农机社会化服务对于恢复农业生产至关重要；农机社会化服务满足了不同规模农户特别是小农户的需求，智能农机、信息通讯技术等进一步提高农机服务效率。

面临挑战

农业机械研发制造存在短板弱项

部分关键核心技术、重要零部件、材料与制造工艺、重大装备等与发达国家还有较大差距，中低端产品产能过剩，同质化严重农机生产企业还难以担当研发主体地位，部分产品有效供给不足，拖拉机以中小马力和机械换挡为主，农机产能过剩与断档并存，产品适应性和可靠性有待提高。

农业机械推广应用存在短板弱项

南方水田地区特别是西南丘陵山区发展较慢，棉油糖果菜茶等经济作物生产关键环节及畜牧业、渔业、农产品初加工、设施农业等产业机械化水平较低。农机农艺融合不紧密。农机作业、维修、存放等基础设施尚不完善。

农业机械化公共管理存在短板弱项

虽然已经构建一些信息服务平台和管理系统，但存在各地平台建设标准不统一、数据难以共享的问题。农机流通服务网络还不够健全。

农机社会化服务人才队伍存在短板弱项

基层实用技能型人才短缺严重，急需一大批懂技术、会管理、善经营、有创新的农机管理、服务和技术咨询人才，急需加强农机装备操作人员技能提升培训工作。

土地经营规模和农机利用效率存在短板弱项

小农户仍将是中国农业生产的主体。预计中国大农户占全部农户的比例未来也仅在5%左右，中国农业生产需要通过社会化服务解决小农户的生产问题，提高农机利用效率。

发展机遇与发展趋势

发展机遇

加快推进农业农村现代化进程和实施乡村振兴战略。随着中国农业劳动力加速转移，迫切需要农业机械替代人畜劳动力。目前，中国农业机械化与农机工业已进入高质量发展阶段。农机装备产业科技创新能力持续提升，新技术、新产品、新服务、新模式、新业态不断涌现，信息化、智能化、数字化技术加快普及，产业链供应链自主可控能力不断增强，为充分满足各领域对机械化的需求提供了物质装备基础。

发展趋势

创新驱动、补齐短板。推进农业机械化技术推广、社会化服务与管理制度的创新，不断提升农机研发制造水平，加快补齐农业机械、薄弱环节和丘陵山区机械化存在的短板。

全程推进、全面发展。系统谋划主要农作物、畜牧水产养殖品种生产全程机械化，品种、种养方式、经营规模、机具集成与配套，构建全程机械化技术体系，实现产业、地区机械化全面发展。政府扶持、市场主导。持续完善农业机械化扶持政策，推进管理体制机制改革，增强公共服务供给，激发市场主体活力，不断提升农机作业服务水平和效能。系统观念、绿色发展。因地制宜推进农机、农艺、农田、农业经营方式相协调，以及机械化、信息化、智能化融合发展，实现发展质量、规模、速度、效益、绿色相统一。

发展目标与发展路径

2025年主要目标

到2025年，全国农机总动力稳定在11亿千瓦左右，全国农作物耕种收综合机械化率达到75%，丘陵山区县（市、区）农作物耕种

收综合机械化率达到55%，设施农业、畜牧养殖、水产养殖和农产品初加工机械化率总体达到50%以上，农业机械化产业群和产业链更加稳固，农机服务总收入持续增长，农业机械化进入全程全面和高质量发展时期。

2035年远景目标

到2035年，中国主要农作物生产实现全过程机械化，畜禽养殖、水产养殖机械化水平大幅跃升，农业生产基本实现机械化全覆盖，设施种植、农产品初加工机械化促进农产品增值能力显著增强，高效机械化生产体系基本形成，“机械化+”信息化、智能化全面应用于农业机械化管理、作业监测与服务，农业机械化全面支撑农业农村现代化发展。

发展路径

围绕农业农村现代化目标，加大智能农机装备和关键核心技术研发；推进产学研推用相结合，强化数字农业、智能农机等国家技术创新中心或工程中心建设，探索建立无人农场、无人牧场、无人渔场等试点；大力推动机械化与种养模式、智能信息技术、农业经营方式、农田建设标准相适应，构建基于农艺农艺融合、机械化信息化融合的农业机械化生产技术体系，以科技创新、机制创新和政策创新为动力，加快推进农业机械化向全程全面高质高效升级、向高质量发展迈进，为保障粮食等重要农产品有效供给、巩固和促进脱贫地区产业发展、基本实现农业农村现代化、全面推进乡村振兴提供强大支撑。

发展重点与未来方向

优先发展粮食作物生产全程机械化

补齐重点区域粮食生产全程机械化短板，构建绿色高效机械化生产技术体系，推进粮食生产机械化减损提质。

大力发展经济作物生产机械化

提高大宗经济作物机械化生产水平，突破特色经济作物生产关键环节机械化，推进设施种植机械化发展。

加快补齐丘陵山区机械化短板

加快丘陵山区适宜农机装备研发及推广应用，推进农田宜机化改造，推动农业生产经营机制创新。积极发展“新型经营主体+全程机械化+综合农事服务中心”“新型经营主体+适度规模+全程机械化”“新型农业经营主体+规模化+特色优势产业+全程机械化”等社会化服务模式。

积极推进畜禽水产养殖机械化

推广绿色高效养殖技术与装备，推动构建农牧配套、种养结合的生态循环模式，促进技术装备更新换代，推进畜禽水产养殖机械装备节能降耗。

稳步提升农产品初加工机械化

协调推进各产业、各环节农产品初加工机械化，聚焦加工增值，推动节能环保型分级及冷链物流等关键技术与装备的研发制造和推广应用；推动农产品初加工机械化技术集成应用，聚焦农产品产后提质减损增效，构建农产品初加工机械化技术体系。

创新发展“机械化+数字化”

推动智能农机装备技术创新，示范运用智能化技术，推进机械化生产数字化管理。构建基于数字农业的机械化生产系统，探索可复制、可推广的无人化农场系统解决方案。

加强国际合作与借鉴国际经验

借鉴国际经验提升中国农机质量检测体系。中国农机发动机国四阶段排放标准比欧3B阶段标准更为严格，符合国家对发展绿色高效新机具、促进农业高质高效发展的要求，对实现绿色农业现代化具有重要意义。中国将进一步加强国际交流与合作，通过南南合作和三方合作，以及与等国际组织合作，将可持续农业机械化经验传播到发展中国家，为解决世界粮食安全和减贫问题做出贡献。

投资与政策建议

进一步加大财政支持投入

稳定实施农机购置补贴政策，重点支持薄弱环节、绿色高效机械装备及智能农机与信息化装备等推广应用，对创新农机产品购置实施补贴试点；开展农机购置综合补贴试点，推动农机报废更新；开展农机研发制造推广应用一体化试点。大力实施农机深松整地作业补助等重大项目和《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025年）》（中华人民共和国农业农村部 and 财政部，2020）。推进农田“宜机化”改造。创新农机金融保险服务，提高信贷担保规模，实施贷款贴息，鼓励开展农机保险。

在加强机械化基础设施建设、农机科技成果转化、农机质量检测标准和推广、能力建设、提高不同利益相关者意识等方面需要加大资金投入。优化金融服务、完善补贴制度和扶持政策至关重要。

推动农业机械化科技创新

加强统筹协调。强化农机装备需求侧引领，组织制定农业机械化技术装备需求目录，引导科研院所和农机企业等向农业机械补短板聚焦用力。

完善创新体系。加强全程机械化科研基地建设，推动农机产学研深度融合，提升关键核心技术装备研发攻关能力；建立若干农机制造创新中心，以及市场化创新方向选择机制和鼓励创新的风险分担、利益共享机制。

加大财税支持力度。支持农机装备和智能制造关键共性技术研发；落实税收优惠政策，企业购置并实际使用的重大技术装备享受企业所得税优惠政策；农机装备进口零部件、原材料等，享受进口税收优惠。

创新金融扶持方式。建立农机装备现代化设计制造多元化投融资体系，鼓励建立按市场化方式运作的各类发展基金，鼓励社会资金投向农机装备现代化设计制造领域。

加强农业机械化及农机装备管理服务现代化

建立由农业农村部牵头的国家农机装备管理与服务平台。统筹协调农机装备管理与服务现代化发展，包括农机数据分析、农机作业远程监控、农机监理、农机社会化服务和农机市场等各个方面的管理服务子平台。

推进智能化农机北斗作业监测终端的应用。加强智能化农机北斗作业监测终端的推广应用，为农机作业运维管理平台提供可靠、完整和持续性的数据；鼓励企业与高校、科研院所联合研发智能化农机北斗作业监测终端及系统，通过政策引导，推进智能化农机北斗作业监测终端的产业化和实用化。

建立健全农机装备管理与服务金融保障机制。对农业合作社、农机服务企业、家庭农场提供农机融资租赁和信贷担保服务。以政府购买服务的方式为小农户提供秸秆还田、深松整地、地膜覆盖、无人机飞防等绿色环保机械化服务，促进农业生产性服务业发展。

推进农业机械化推广服务体系创新

建设区域性现代农机推广中心。以农机推广部门和乡镇推广站为主体，建设一批区域性现代农机推广中心。建成一批国家级区域农机推广平台，实现农机产品创新链与农机推广深度融合，促进农机研发、成果转化、产业孵化、金融支持等协同发展。

建设主要农作物生产全程机械化高水平试验示范基地。针对水稻、玉米、小麦、马铃薯、棉花、油菜、花生、大豆、甘蔗九大作物，建立若干主要农作物生产全程机械化高水平试验示范基地，探索因地制宜的机械化生产模式。

农机新产品新技术鉴定与推广工程。组织农机试验鉴定人员参加考评员培训班，召开农机推广鉴定技术研讨会，加大农机新产品新技术宣传力度，引入评级或评分机制，使需求者更直观的分辨农机产品质量。

农业机械化技术推广和服务网络平台建设。建立健全统一协调、服务高效、安全可靠的农机作业动态信息监测与服务平台，及时采集和发布农机作业供需信息，为农业经营主体提供更好的农机作业和维修服务，解决供需信息不对称、沟通不畅的问题。

壮大产业群产业链与农机社会化服务

积极推动筑牢贯通研发、制造、推广使用的农业机械化产业链供应链。推进农机作业社会化服务、农机维修与配件供应、农机技能培训的发展。

推广“物联网+农机作业”服务模式。支持农机服务组织开展农业生产托管服务，促进小农户与现代农业发展有机衔接。

实施农机社会化服务提质增效示范主体建设。在全国扶持1000家农机合作社作为示范社，开展农机作业等全程机械化生产服务和适度规模化生产经营。

强化人才队伍支撑

争取2-3年内完成各级农机化行政管理人员轮训，努力打造一支高水平的农机化管理干部队伍。增强农机装备研发制造供应链产业链自主可控能力，全方位培养创新型、应用型、复合型及领军型农机科研人才。每年培训农民机手不少于500万人次。

深化国际合作交流

在先进设计技术、智能制造标准制定、示范基地建设和人才培育等方面广泛开展国际交流与合作。支持国内外企业及行业组织间开展技术交流与合作，做到引资、引技、引智相结合。鼓励跨国农机企业、国外农机研发机构等在华设立农机装备制造研发机构、人才培养中心和示范工厂。鼓励国内企业参与国际并购、参股国外先进农机研发制造企业。

中国可持续农业机械化的商业模式与案例分析

中国正在积极发展以机械化为抓手促进产业兴旺的新型农机社会化服务商业模式，引领农机社会化服务多样化发展。本报告介绍了3种具有代表性的农机社会化服务产业模式：（1）新型农业经营主体（农业/农机合作社、家庭农场、农业公司等）通过土地流转或者托管等方式进行土地集中管理与种植，或者通过农机社会化服务带动拥有零散土地的小农户实现适度规模经营，农机农艺融合的田间生产全程机械化，并实施产后机械化处理与加工，通过电商平台，进行线上线下营销等综合服务产业模式。（2）农业供销合作社为小农户提供农资统一供应和农产品统一收购销售、农机合作社提供全程机械化服务带动小农户发展的产业模式。（3）在前述模式（1）的基础上，增加农资/农机销售、培训基地建设、提供信息服务等内容的“全程机械化+综合农事”服务中心带动小农户共同发展的产业模式。

此外，本报告分析了水稻全程机械化生产与数字化智慧管理平台应用、产后处理机械化助力脱贫攻坚和丘陵山区产业发展、农业无人机技术赋能女性展现从事农业的力量、农机合作社带动小农户发展实现共同富裕（公共-私营合作模式）、基于Web和手机应用的农机作业供需对接平台等中国可持续农业机械化的代表性案例。

展望

从全球现代农业和农业机械化的发展形势看，现代农业以价值链各环节的机械化为基础，具有适度规模、标准化、专业化、信息化、自动化、智能化等为特征。以技术创新、制度创新和政策创新为加速因素，实现各领域、各类农区的全过程机械化。设施农业机械化促进农产品增值能力显著增强。

中国将在各产业领域实现机械化与数字化融合，构建基于数字农业的机械化生产系统，智慧农业场景将逐渐在中国的规模化农场中展现，不断探索可复制、可推广应用的无人化农业生产系统和无人化农场系统解决方案，为全球农业发展和粮食安全作出重要贡献。



引言

农业机械化是农业现代的主要内容和重要标志，是农业现代化的先行因素。从农业现代化的实现途径看，不同国家选择不同的发展途径。但无论选择何种实现农业现代化的途径，其共同点是必须解决农业机械化问题。

在过去的一段时期，中国聚焦脱贫攻坚，实现了5575万农村贫困人口脱贫，困扰中华民族几千年的绝对贫困问题得到历史性解决，创造了人类减贫史上的奇迹。农业现代化稳步推进，粮食年产量连续稳定在6.5亿吨以上；1亿农业转移人口转移到城市，中国的城市化率已达63.89%；中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，“三农”工作重心进入全面推进乡村振兴、加快农业农村现代化的新阶段。

《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》(新华社，2021a)明确要优先发展农业农村、全面推进乡村振兴，2035年中国要基本实现农业农村现代化，走中国特色社会主义乡村振兴道路，强化以工补农、以城带乡，推动形成工农互促、城乡互补、协调发展、共同繁荣的新型工农城乡关系，加快农业农村现代化。强调提高农业质量、效益和竞争力，增强

农业综合生产能力，强化农业科技和装备支撑，实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接。明确指出，要加大大中型、智能化、复合型农业机械研发应用，农作物耕种收综合机械化率提高到75%。中国最近5年的《政府工作报告》均提出要推进农业机械化、智能化。

中国人口从1949年的5.4亿增加到2021年的14亿，粮食消费量大幅度增加；预计将在2030年前后达峰值14.5亿人左右。粮食和农产品总体需求将会持续增加。而且不仅仅单纯是数量上的增加，还对多样化、质量、品质和安全方面有诸多要求。

随着国家工业化、城镇化的快速发展，大量农村劳动力转移到城市，农业劳动力平均年龄为46岁，40-60岁的占67.5%，80后仅占4.8%；技术型、经营型和服务型人才偏少，中西部、偏远山区、贫困地区人才偏少。农村剩下的是妇女儿童和老人。随着农村人口大量涌入城市，80后不想种地，90后不懂种地，00后不问种地，“谁来种地”“怎样种地”的问题是不得不面对的现实。我们面临要以更少的人生产更多的粮食和农产品的局面。必须改变传统的生产方式、组织方式和生产手段。中国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。从农业的角度，减少水、土、环境污染和碳排放，节种、节地、节水、节肥、节药，不断改善农田生态环境，实现绿色生态可持续发展。提高农业劳动生产率、土地产出率、资源利用率，降低农业生产成本，提高农产品质量，实现有效益的农业和有效益的农业机械化。

因此，中国要基本实现农业农村现代化与实施乡村振兴战略，必须加速向可持续、碳中和、资源节约和经济高效转变，对农业机械化提出更高的要求。

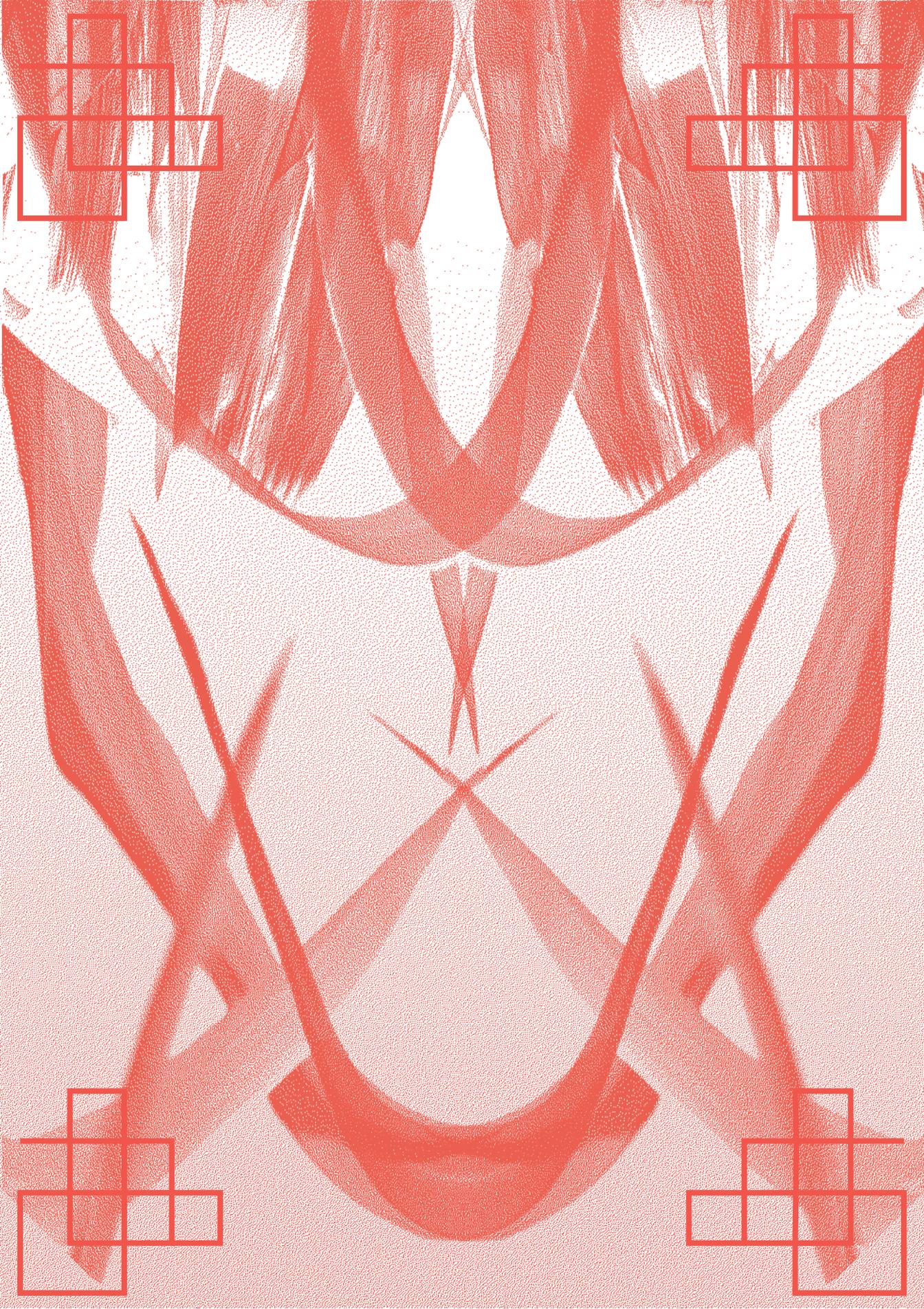
根据粮农组织 (FAO, 2022a)，可持续农业机械化涵盖所有级别的农业和加工技术。可持续机械化应用于农业生产环节的整地、适时播种、除草、病虫害综合治理、精准施肥、收获、贮藏及支持食品供应链的增值作业如加工、运输和营销等。可持续机械化是实现绿色农业现代化的重要途径。获得改进的农业工具和动力技术的农民可以从自给农业转向更加以市场为导向的农业，从而使农业部门对农村青年更具吸引力。可持续机械化通过改进农业实践来支持粮食供应链的发展，以增加产量和加强粮食安全。可持续机械化可以减少繁重的劳动，缓解劳动力短缺，提高农业生产力和效率，提高资源的有效利

用，增加市场准入，并有助于增强对气候变化的抵御力。可持续机械化在促进农业粮食体系的可持续发展时综合考虑了技术、经济、社会、环境和文化等方面因素。

本报告力求全面系统总结中国农业机械化的发展现状，介绍中国可持续农业机械化的做法与经验、面对2035年基本实现农业农村现代化目标、带动小农户共同进入现代农业、实现可持续发展所采取的发展战略和政策措施，分析中国农机社会化服务商业模式，并提出投资和政策建议，为世界特别是发展中国家可持续农业机械化的发展提供参考和借鉴。







第一章

中国可持续农业机械化 发展成就

中国农业生产总体上已从主要依靠人力畜力转向主要依靠机械动力，农业机械化取得新的历史性成就，进入了机械化为主导的新阶段。本章主要介绍中国可持续农业机械化的发展现状，包括农机装备保有量和性能持续增强，为降低排放控制污染做出贡献；农机作业水平不断提升，为农业劳动力转移和经济繁荣发挥积极作用；农机科技创新与产品研发制造能力不断增强，为可持续农业机械化发展提供支持；绿色环保机械化技术与装备的广泛应用，促进绿色农业现代化进程；农机社会化服务体系构建与农机合作社发展，促进农业增效、农民增收；完善的农机管理服务体系，信息化促进公共服务能力提升；推进丘陵山区机械化发展，为丘陵山区产业兴旺、实现脱贫攻坚提供技术支撑等。

1.1 农机装备保有量和性能持续增强，为降低排放控制污染做出贡献

截至2019年，全国农机总动力由2000年的4.29亿千瓦增加到2019年的10.28亿千瓦（图1、表1），增长了140%。拖拉机保有量由2000年的1373.7万台增加到2019年的2224.3万台（表2）；

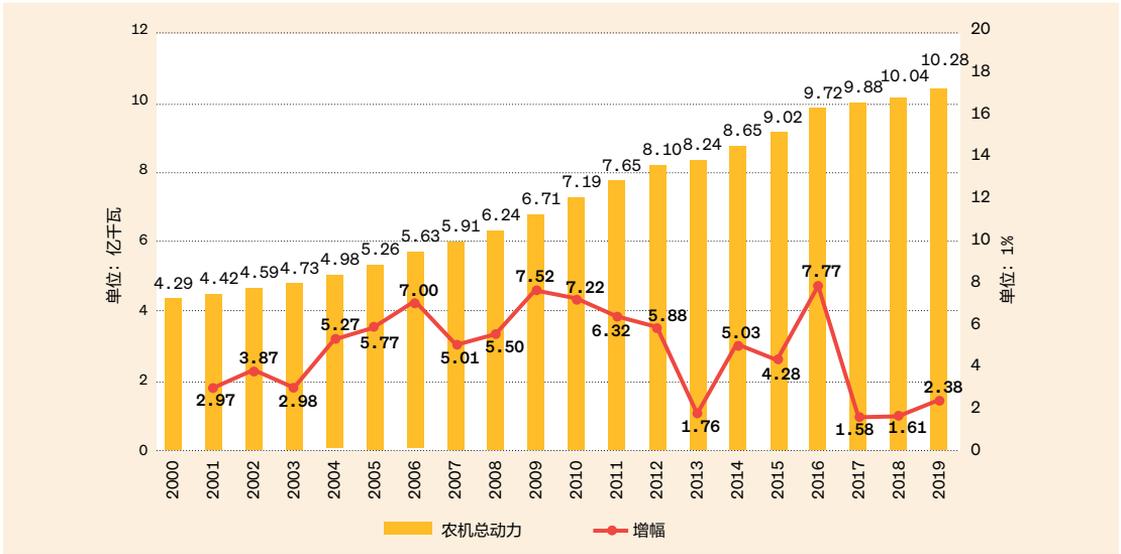


图1 2000-2019年全国农机总动力变化趋势图

资料来源：作者汇编。数据来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化管理司。2001。《2000年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

其中，大中型拖拉机由2000年的97万台增加到2017年的670.1万台，增加了591%；小型拖拉机由2000年的1276.7万台增加到2017年的1634.2万台，增加了28%，年增幅呈现出负增长，增长速度低于大中型拖拉机，拖拉机的需求与结构发生了变化。2018年由于大中小型拖拉机统计标准发生了变化，因此2018年数据与往年相比出现异常，但从2019年的数据看，发展的总趋势还是一样的。高性能、节能环保、绿色生态农机装备以及80马力以上拖拉机保有量稳定增长；农用航空器快速发展，其中植保无人机保有量达到39626架，是2014年的56.6倍，增长幅度快于机动植保机械拥有量（表3）。高能耗、低效能老旧农机加快淘汰。

农机发动机排放标准已由国二阶段升级至国三阶段。根据《中华人民共和国大气污染防治法》和《大气污染防治行动计划》要求，实施《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）（MEE, 2014）。自2016年12月1日起，农用柴油机排放标准由国二阶段升级至国三阶段，市场销售的农业机械柴油机必须符合国三阶段标准要求，禁止生产与销售不符合要求的拖拉机，和联合收获机，且不能享受政府农机购置补贴。自2017年1月至2020年12月

表1

2000-2019年全国农机总动力变化情况表

年份	农机总动力		单位面积农机功率		单位面积拖拉机数量	
	农机总动力 (10亿千瓦)	年增幅 (%)	单位面积 农机功率 (千瓦/公顷)	年增幅 (%)	单位面积 拖拉机数量 (台/千公顷)	年增幅 (%)
2000	0.429	-	2.71	-	106	-
2001	0.442	3.87	2.78	2.58	110	3.77
2002	0.459	2.98	2.88	3.60	111	0.91
2003	0.473	5.27	2.97	3.13	115	3.60
2004	0.498	5.77	3.15	6.06	121	5.22
2005	0.526	7.00	3.32	5.40	129	6.61
2006	0.563	5.01	3.58	7.83	136	5.43
2007	0.591	5.50	3.76	5.03	141	3.68
2008	0.624	7.52	3.98	5.85	155	9.93
2009	0.671	2.97	4.13	3.77	155	0
2010	0.719	7.22	4.44	7.51	161	3.87
2011	0.765	6.32	4.74	6.76	167	3.73
2012	0.810	5.88	5.05	6.54	169	1.20
2013	0.824	1.76	5.16	2.18	169	0
2014	0.865	5.03	5.44	5.43	170	0.59
2015	0.902	4.28	5.71	4.96	171	0.59
2016	0.972	7.77	6.23	9.11	172	0.58
2017	0.988	1.58	6.34	1.77	171	-0.58
2018	1.004	1.61	6.48	2.21	166	-2.92
2019	1.028	2.38	7.01	8.18	174	4.82

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化司。2001。《2000年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

底，安装国三阶段发动机的拖拉机新增12.53万台，小麦联合收获机新增7.55万台，水稻联合收获机新增25.48万台，玉米联合收获机新增14.76万台（表4）。对减少碳排放、降低环境污染、改善生态环境、实现绿色发展发挥了积极作用。

农机发动机排放标准将由国三阶段升级至国四阶段。2020年12月29日，中国生态环境部颁布了“关于发布国家环境保护标准《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》的公告（HJ1014-2020）”（中华人民共和国生态环境部，2020）。自2022年12月1日起，所有生产、进口和销售的560千瓦以下（含560千瓦）非道路移动机械及其装用的柴油机应符合该标准要求。该标准采用欧盟（EU）指令

表2

2000-2019年中国拖拉机保有量变化情况

年份	拖拉机总量		大中型拖拉机		小型拖拉机	
	数量 (万台)	增幅 (%)	数量 (万台)	增幅 (%)	数量 (万台)	增幅 (%)
2000	13.737	-	0.970	-	12.767	-
2001	14.346	4.43	1.121	15.57	13.225	3.59
2002	14.461	0.80	0.904	-19.36	13.557	2.51
2003	14.941	3.32	0.973	7.63	13.968	3.03
2004	15.668	4.87	1.116	14.70	14.680	5.10
2005	16.665	6.36	1.396	25.09	15.398	4.89
2006	17.397	4.39	1.676	20.06	15.607	1.36
2007	18.254	4.93	2.048	22.20	16.295	4.41
2008	20.219	10.76	2.995	46.24	17.224	5.70
2009	21.025	3.99	3.516	17.40	17.509	1.65
2010	21.780	3.59	3.922	11.55	17.858	1.99
2011	22.519	3.39	4.407	12.37	18.113	1.43
2012	22.825	1.36	4.852	10.10	17.972	-0.78
2013	22.793	-0.14	5.270	8.62	17.523	-2.50
2014	22.977	0.81	5.680	7.78	17.298	-1.28
2015	23.104	0.55	6.073	6.93	17.030	-1.54
2016	23.170	0.29	6.454	6.27	16.716	-1.84
2017	23.043	-0.55	6.701	3.83	16.342	-2.24
2018	22.403	-2.78	4.220	-37.03*	18.183	11.27
2019	22.243	-0.71	4.439	5.20	17.804	-2.08

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2001。《2000年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

* 2018年数据异常由于大、中、小型拖拉机统计标准的变化造成。

97/68/EC（截止到修订版2012/46/EU）《关于协调各成员国采取措施防治非道路移动机械用柴油机气态污染物和颗粒物排放的法律》中有关非道路移动机械用柴油机的技术内容及欧洲非道路第五阶段法规（EU）2016/1628《非道路移动机械用压燃式发动机排气污染物排放限值要求，以及对（EU）1024/2012和（EU）167/2013的修订和对97/68/EC的修订和替代》中的部分技术内容（European Union, 2016）。农业机械（包括拖拉机、联合收割机等）、林业机械、渔业机械（增氧机、池塘挖掘机等）、水泵等必须遵守该技术标准。这将为进一步降低碳排放、改善农田生态环境、促进绿色农业现代化发展发挥重要作用。

表3

2010-2019年全国植保机械化水平及植保机械拥有量变化表

年份	植保机械化水平		机动植保机械拥有量		机动植保机械动力		植保无人机拥有量	
	水平 (%)	增幅 (%)	拥有量 (万台)	增幅 (%)	动力 (万千瓦)	增幅 (%)	拥有量 (万架)	增幅 (%)
2010	36.17	-	461.44	-	827.33	-	-	-
2011	37.24	1.07	518.08	12.27	893.40	7.99	-	-
2012	38.65	1.41	544.31	5.06	962.75	7.76	-	-
2013	39.16	0.51	559.19	2.73	970.99	0.86	-	-
2014	39.75	0.59	614.04	9.81	1078.63	11.09	0.07	-
2015	40.32	0.57	618.85	0.78	1071.60	-0.65	0.23	228.57
2016	41.00	0.68	629.69	1.75	1110.40	3.62	0.65	182.61
2017	41.97	0.97	618.32	-1.81	1143.07	2.94	1.40	115.38
2018	43.38	1.41	615.26	-0.49	1177.63	3.02	3.15	125.00
2019	44.97	1.59	621.00	0.93	1226.08	4.11	3.96	25.71

资料来源：中华人民共和国国家统计局。2011。《2011年中国统计年鉴》。连续至《2020年中国统计年鉴》。
中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2011。《2010年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

表4

农机发动机标准升级国三阶段后享受补贴的主要农机年度数量（台）

年份	轮式拖拉机	小麦联合收获机	水稻联合收获机	玉米联合收获机
2020	445 341	19 157	67 031	43 599
2019	294 472	15 407	52 191	35 823
2018	243 409	16 060	60 117	33 776
2017	270 251	24 913	75 503	34 408
合计	1 253 473	75 537	254 842	147 606

资料来源：农机360网。2017。2017年全国农机购置补贴公示信息。引用于2021年5月30日。http://butie.nongji360.com/2017/supervise; 连续至2020年全国农机购置补贴公示信息。引用于2021年5月30日。http://butie.nongji360.com/2020/public/supervise

1.2 农机作业水平不断提升，为农业劳动力转移和经济繁荣发挥积极作用

2019年，全国农作物耕种收综合机械化水平超过70%，比2000年增加了37.7个百分点（表5），其中，机耕水平、机播水平、机收水平分别达到85.22%、57.30%和62.46%，分别比2010年提高了15.61、14.26和24.05个百分点（表6）。

表5

2000-2019年全国农作物耕种收综合机械化水平统计表

年份	耕种收综合机械化水平 (%)	年增量 (百分点)	年份	耕种收综合机械化水平 (%)	年增量 (百分点)
2000	32.30	-	2010	52.28	3.15
2001	32.18	-0.12	2011	54.82	2.54
2002	32.35	0.17	2012	57.17	2.35
2003	33.48	1.13	2013	59.48	2.31
2004	34.32	0.84	2014	61.60	2.12
2005	35.93	1.61	2015	63.82	2.22
2006	39.29	3.36	2016	65.19	1.37
2007	42.47	3.18	2017	67.23	2.04
2008	45.85	3.38	2018	69.10	1.87
2009	49.13	3.28	2019	70.02	0.92

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2001。《2000年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

表6

2010-2019年全国农作物耕、种、收及综合机械化水平 (%)

年份	综合机械化水平	机耕水平	机播水平	机收水平
2010				
2011	54.82	72.29	44.93	41.41
2012	57.17	74.11	47.37	44.40
2013	59.48	75.99	48.78	48.15
2014	61.60	77.48	50.75	51.29
2015	63.82	80.43	52.08	53.40
2016	65.19	81.40	52.76	56.01
2017	67.23	82.99	54.97	58.47
2018	69.10	84.03	56.93	61.39
2019	70.02	85.22	57.30	62.46

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2011。《2010年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

主要农作物生产全程机械化加快推进。2019年，小麦、玉米、水稻、马铃薯等粮食作物耕种收综合机械化水平分别达到96.36%、83.73%和88.95%和46.55%；大豆、油菜、花生、棉花等大宗农作物耕种收综合机械化水平分别达到85.52%、56.88%、60.63%和81.18%（表7）；主要农作物各环节机械化水平也快速发展（表8）。水稻插秧机保有量由2000年的4.45万台增加到2019年的90.66万台，

表7

2010-2019年主要农作物耕种收综合机械化水平(%)

年份	粮食作物耕种收综合机械化水平(%)					其他作物耕种收综合机械化水平(%)			
	农作物	小麦	水稻	玉米	马铃薯	大豆	油菜	花生	棉花
2010	52.28	91.26	60.51	65.94	26.59	73.18	26.08	38.45	51.03
2011	54.82	92.62	65.07	71.56	32.25	69.81	29.05	42.96	53.88
2012	57.17	93.21	68.82	74.95	34.20	63.20	35.44	46.06	59.59
2013	59.48	93.71	71.14	79.76	37.34	62.93	39.18	50.79	61.06
2014	61.60	94.09	76.00	81.12	36.53	62.71	40.48	47.39	70.66
2015	63.82	93.66	78.12	81.21	39.96	65.85	46.85	51.22	66.81
2016	65.19	94.15	79.20	83.08	40.69	72.06	49.55	52.14	69.77
2017	67.23	95.10	80.18	85.55	38.43	84.72	51.55	52.28	70.74
2018	69.10	95.89	81.91	88.31	42.61	84.10	53.94	59.38	76.88
2019	70.02	96.36	83.73	88.95	46.55	85.52	56.88	60.63	81.18

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化司。2011。《2010年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

表8

2019年全国主要农作物耕、种、收及综合机械化水平(%)

作物	机耕水平	机播水平	机收水平	耕种收综合机械化水平
农作物	85.22	57.30	62.46	70.02
小麦	99.81	90.88	96.29	96.36
水稻	98.84	53.89	93.43	83.73
玉米	97.77	88.81	77.32	88.95
马铃薯	74.68	27.80	27.78	46.55
大豆	88.21	86.55	80.89	85.52
油菜	84.80	32.54	44.00	56.88
花生	77.36	52.91	46.05	60.63
棉花	99.34	88.04	50.13	81.18

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化司。2019。《2019年全国农业机械化统计年报》。

是2000年的20倍以上(图2)；玉米联合收获机保有量由2000年的0.37万台增加到2019年的55.83万台，是2000年的151倍(图3)；自走式玉米收获机保有量快速增加，2019年达到46.02万台，占比82.43%，是背负式玉米收获机保有量的4.69倍(图4)。建成614个全程机械化示范县。畜牧水产养殖、设施农业、农产品初加工、果菜茶机械化率稳定提升。

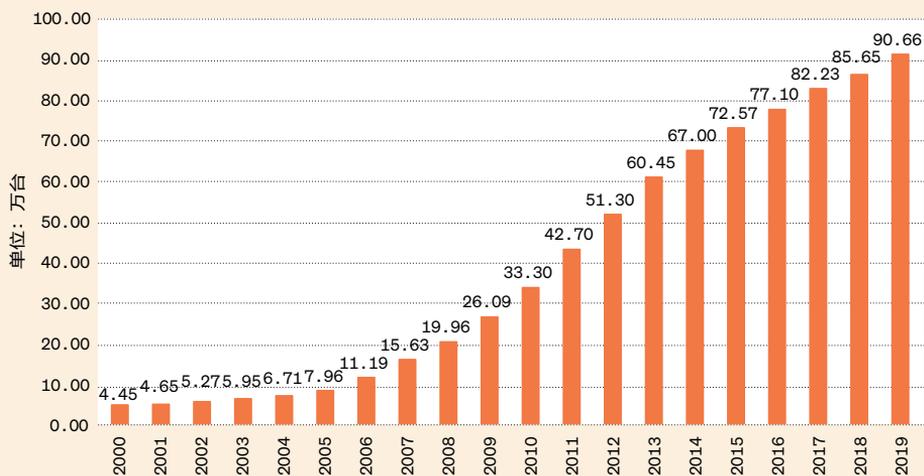


图2

2001-2019年水稻插秧机保有量变化图

资料来源：作者汇编。数据来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2001。《2000年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

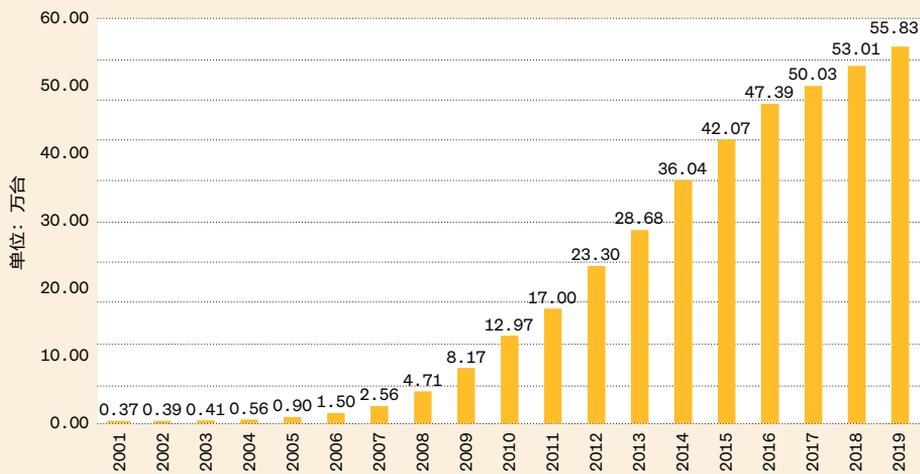


图3

2001-2019年玉米联合收获机保有量变化图

资料来源：作者汇编。数据来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2011。《2010年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

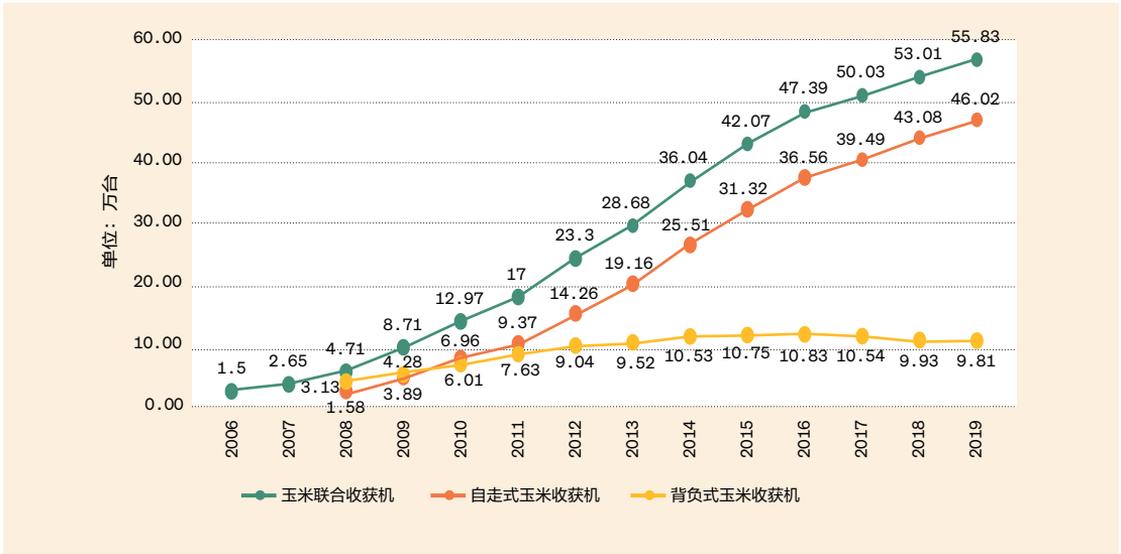


图4
2006-2019年玉米联合收获机及其中自走式、背负式保有量变化图

资料来源：作者汇编。数据来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化司。2007。《2006年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

据中国农业大学中国农业机械化发展研究中心测算，2003-2019年全国农作物耕种收综合机械化水平每提高1个百分点，城市化率提高0.53个百分点，第一产业从业人员占全社会从业人员比重降低0.64个百分点。农业机械化的发展使更多的人从事其他重要工作，促进了社会生产大分工，推动了工业和第三产业的发展，促进了国家经济繁荣。

据有关资料，2018年全国奶牛场（户）平均存栏155头，100头以上规模化养殖占比达到61.4%，大规模养殖场机械化挤奶率已达90%以上(新华社，2021a)。挤奶设备有桶式、移动式、管道式、挤奶厅（台）式等多种。此外，规模化的蛋鸡养殖场采用全封闭饲养系统，大多实现了机械化蛋品采集。

1.3 农机科技创新与产品研发制造能力不断增强，为可持续农业机械化发展提供支持

据2017年统计，全国各级农机科研机构67家，其中国家级、省级农机科研机构24家；全国农机试验鉴定机构62家，其中国家级、省级农机试验鉴定机构32家；全国各级农机化技术推广机构2519家，

其中国家级、省级农机化技术推广机构35家。据不完全统计，目前全国高等农业院校以及部分综合性大学中有近60所高校开设有农业工程和农业机械化本科专业。农业工程学科拥有40余个硕士学位授权点和15个博士学位授权点，9所高校具有农业工程一级学科博士学位授予权，11所高校具有农业机械化工程二级学科博士学位授予权。全国农业工程类专业本科生、硕士生和博士生在校人数分别为16000、1500和300多人。每年为行业培养的农机专业化人才4500人左右。2016-2020年，中央财政资金投入约9.8亿元人民币，重点支持11个任务方向，包括农机作业信息感知、精细生产管控应用基础研究、农机装备智能化设计与验证、智能作业管理关键共性技术开发、智能农业动力机械、高效精准环保多功能农田作业、粮食与经济作物智能高效收获、设施智能化精细生产、农产品产后智能化干制与精细选别技术与重大装备研制、畜禽与水产品智能化产地处理和丘陵山区及水田机械化作业应用示范等。国产机具研发向大型、高效、复式、绿色、智能方向积极推进，部分关键技术装备取得突破，“无机可用”问题得到有效缓解。

在生产过程信息采集与反馈，植物保护，除草机器人，联合收割机自动化、智能化技术及系统，葡萄/苹果等果树套袋机器人，禽类养殖、畜类养殖、畜产品采集，农产品分级处理技术装备，果蔬联合切制加工，畜水产品采集与加工等方面取得系列成果。

将重点围绕动力机械、种植/管理作业、试验检测方法与技术、智能化设计技术、试验验证技术、作业信息感知、作业状态参数测试方法、动植物信息感知机理方法等方面，突破共性核心技术，加强应用基础研究，智能农机装备产业重点需求与创新链，如（图5）。

将基于北斗系统（北斗卫星导航系统，2021）、第五代移动技术（5G）的无人驾驶拖拉机、无人驾驶插秧机、计亩测产联合收割机、植保无人飞机等智能农机装备及技术应用于生产一线。基于这些智能农业装备，无人大田、无人温室、无人渔场等一批试验性的无人农场开始发展。采用新一代信息技术，通过对设施、装备、机械等的智能控制，实现农场全空间、全天候、全过程无人化生产作业的一种农业生产组织模式。无人农场的产生和发展源自于资源高效利用的内在要求、劳动力结构变化和信息技术发展的必然趋势，正在引领农业发展模式的深刻变革，将成为未来农场发展的主流方向（未来农场案例详见第9章）。

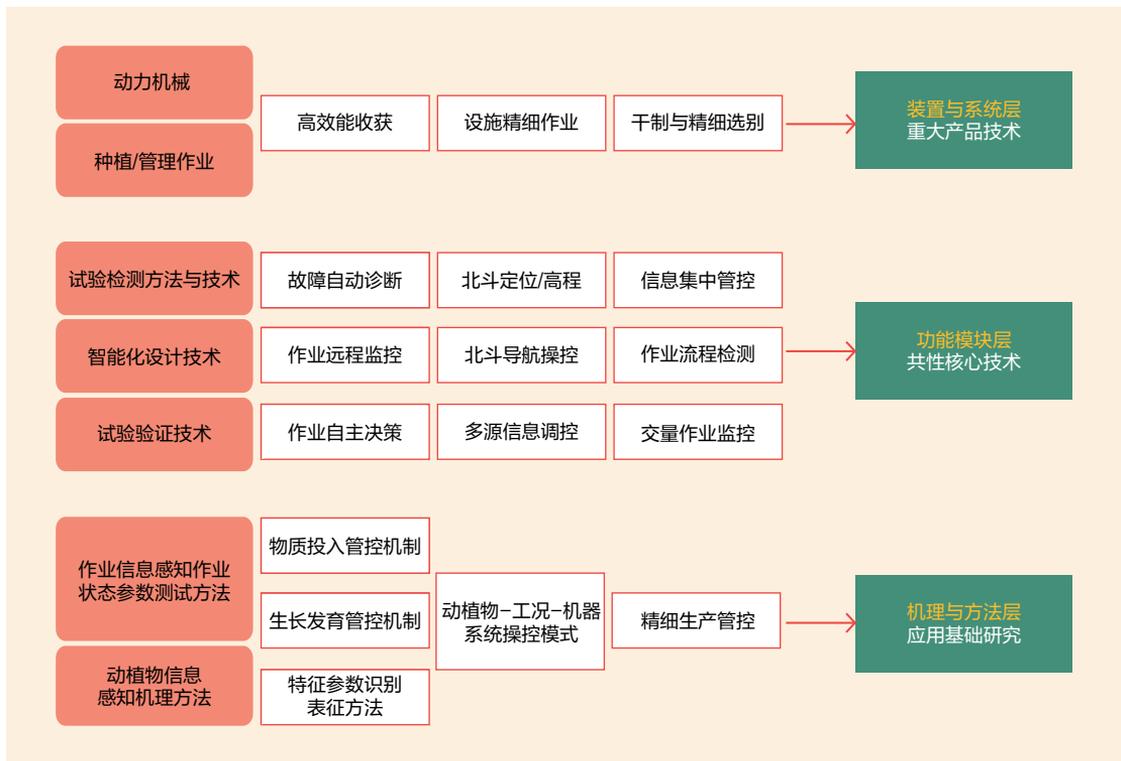


图5
智能农机装备产业重点需求与创新链

资料来源：作者编制。

中国农机工业成绩显著。目前中国农机工业基本形成了完整的农机工业产业链，农机产品门类比较齐全，零部件供应体系基本能够满足国产农机整机产品的配套需要。2020年全国规模以上农机企业1615家，业务收入2533.4亿元，比上年同期增长7.8%；实现利润为123.5亿元，同比增长23.8%。根据中国农机工业协会统计数据，2020年，骨干企业生产拖拉机、收获机械、插秧机、打捆机等产量均明显增长（表9）。

1.4 绿色环保机械化技术与装备的广泛应用，促进绿色农业现代化进程

2015年以来，中国大力推进“一控两减三基本”政策实施，即：

“一控”，要控制农业用水的总量。到2020年，农业的用水总量要保持在3720亿立方，利用系数要提高到0.55，主要通过工程措施和节水技术措施，鼓励农民节约用水的办法来解决这些问题。

表9

2020年骨干企业主要农机产品产量

主要农机产品	单位	产量(台)	同比增加(%)
轮式拖拉机	台	296 670	16.8
轮式谷物收获机	台	23 270	24.2
玉米收获机	台	27 890	5.6
履带式谷物收获机	台	64 806	13.2
水稻插秧机	台	67 722	15.6
打捆机	台	9 792	33.8

资料来源：作者汇编。数据来源：中国农机工业协会和中国机械工业年鉴编辑委员会。2021。《2020年中国农业机械工业年鉴》。中国，北京。机械工业出版社。

“两减”，把化肥、农药的施用总量减下来。2020年化肥农药的施用量实现零增长。解决化肥的问题，主要是通过测土配方等技术来提高用肥的精准性，提高利用率。2015年之后，植保机械化水平明显呈上升趋势，农药使用量明显呈下降态势。根据2010-2019年植保机械化水平与农药使用量的统计数据（表10）进行线性回归分析发现，植保机械化水平每提高1个百分点可节省农药4.5万吨，2019年比2015年植保机械化水平提高了4.65个百分点，机械化植保对于节约的贡献率为51%。将农业机械化与可持续植物生产系统相结合，如有害生物综合防治、养分综合管理与保护性农业（FAO, 2022b）等，为推进农业发展方式转变、保障农产品质量和生态环境安全、促进农业可持续发展做出重大贡献。

“三基本”，通过资源化利用解决畜禽污染处理、地膜回收、秸秆焚烧等问题。全国畜禽粪污综合利用率达到75%，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到95%（中华人民共和国农业农村部，2020a）。通过机械化生产、智能化装备、精准化控制等绿色环保机械化技术解决上述问题。

加快玉米籽粒低破碎收获、保护性耕作、秸秆还田、棉花采摘及残膜回收、水稻机插测深施肥、黑土地保护性耕作、畜禽养殖废弃物处理等一大批创新性、引领性机械化技术的应用。2019年，保护性耕作面积816万公顷，机械免耕播种面积1463万公顷，精量播种面积4306万公顷，机械深施化肥面积3583万公顷，机械化秸秆还田面积5433万公顷，秸秆捡拾打捆面积885万公顷。

表10

2010-2019年农药施用情况与机械化水平变化表

年份	农药使用量		植保机械化水平	
	用量(万吨)	增幅(%)	水平(%)	增量(百分点)
2010	175.82	-	36.17	-
2011	178.70	1.64	37.24	1.07
2012	180.61	1.07	38.65	1.41
2013	180.19	-0.23	39.16	0.51
2014	180.69	0.28	39.75	0.59
2015	178.30	-1.32	40.32	0.57
2016	174.05	-2.38	41.00	0.68
2017	165.51	-4.91	41.97	0.97
2018	150.36	-9.15	43.38	1.41
2019	139.17	-7.44	44.97	1.59

资料来源：国家统计局农村社会经济调查司。2011年。《2011年中国农村统计年鉴》。中国统计出版社。中国，北京。连续至《2019年中国农村统计年鉴》。中华人民共和国农业农村部农业机械化推广司。2011年。《2010年全国农业机械化统计年报》。连续至《2019年全国农业机械化统计年报》。

2020年3月，农业农村部和财政部联合印发《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025年）》（中华人民共和国农业农村部和财政部，2020），部署在适宜区域全面推广应用保护性耕作，促进东北黑土地保护和农业可持续发展。该行动计划提出，力争到2025年，保护性耕作实施面积达到1.4亿亩（933万公顷），占东北地区适宜区域耕地总面积的70%左右，形成较为完善的保护性耕作政策支持体系、技术装备体系和推广应用体系。中国农业大学中国农业机械化发展研究中心在北大荒农垦集团尖山农场探索不同轮胎技术对农田生态、土壤结构、燃油消耗、碳排放等的影响，以及东北黑土保护机械化技术集成与系统解决方案，从多技术、多角度改善农田生态环境，保障粮食安全。

1.5 农机社会化服务体系构建与农机合作社发展，促进农业增效、农民增收

近年来，私营部门主导的农机合作社等农机服务组织在促进绿色农业现代化、推广可持续农业实践、示范生态友好和气候智慧型农业生产系统、加强农业食品价值链等方面发挥着重要作用。通过良好的公共-私营合作，农机服务组织在保障重要农时农业生产顺利进行，保障农村地区、城市和城市周边地区的粮食供应，推进农业食品系统机械化、智能化、信息化发展也起到了至关重要的作用，并有力支撑着农业农村就业民生需求。

农机社会化服务通常采用订单服务、土地托管、土地流转等方式，实现了土地规模经营和带动小农户规模化生产。在服务内容方面，“机农合一”、“全程机械化+综合农事服务中心”等社会化服务模式不断创新，越来越多的商业模式被采用，实现农民和合作社的双赢。农机服务组织给不同规模的农户提供了“一条龙”、“一站式”综合农业服务，为推广可持续现代绿色农业技术做出重要贡献。主要的农业机械化服务包括农作物种植、田间管理、收获、采后生产加工，以及机械维修和保养等。此外，这些农机服务组织还提供综合的农业社会化服务，例如农资采购、技术示范、咨询培训，以及对接企业和产品销售等。在土地流转政策的支持下，农民可以通过土地入股合作社，利用其土地/资本入股合作社并获取分红收益。

土地托管提供了创新灵活服务内容，包括：

(1) 完全托管

针对大型农场主或以村庄为单位的小农户。这样既能实现可以方便集中管理，又将零散的小农田合并为大规模的土地，使大型农机可以更好地发挥效能。

(2) 部分托管

根据客户需要，为生产、管理、收割等部分环节提供选定的机械化服务。

目前，以7.4万个农机合作社和近20万个农机服务组织为引领、424万个农机作业服务专业户为骨干、4000万个农机户为基础的“机械化部队”不断壮大；从（表11）可以看出，拥有农机原值20-50万元（含20万元）的农机化作业服务组织数呈下降趋势，拥有农机原值50万元以上的农机化作业服务组织数呈上升趋势；拥有农机原值100万元（含100万元）以上的农机合作社数量快速增加，已达28082个，占农机合作社总数的比例达38%；农机户的总数呈现逐年下降趋势，拥有农机原值20-50万元（含20万元）和拥有农机原值50万元（含50万元）以上的农机户数量仍然在增加。农机化作业服务组织（含农机专业合作社）和农机户的组织规模在不断扩大，呈现出现代农业发展趋势，并带动了小农户的发展，农机服务总收入达到4730亿元人民币。

术语解释

- **土地托管服务：**土地托管服务是一种土地流转形式。是指部分不愿或不能耕种土地的农民将土地委托给种植大户、农机大户或合作社，由他们代为耕作和经营土地的做法。通过大规模的土地托管服务，实现了我国家庭承包经营制度下的土地集约化经营，促进了机械化生产和现代化管理，提高了生产效率，增加了农民收入。土地托管是中国农业社会化服务的主要形式之一。农户等农业生产经营主体，在不流转土地经营权的条件下，将农业生产中的耕、种、防、收等全部或部分作业环节，委托给农业服务组织完成或协助完成的农业经营方式。
- **农机户：**指拥有或承包2千瓦及以上的农用动力机械，自用或为他人作业，没有章程或管理办法的农户。
- **农机作业服务专业户：**指用农业机械为农业生产提供作业服务的收入占全家收入60%以上的农户。
- **农机专业合作社：**指按照中华人民共和国《农民专业合作社法》、《农民专业合作社登记管理条例》、《农民专业合作社示范章程》和有关法律、法规、制度章程，依法成立的以农机服务为主的专业合作社。其中拥有农机原值100万元（含100万元）以上的农机合作社专门统计。
- **农机服务组织：**指具有章程、一定经营规模和相对稳定场所，从事各种农机作业服务的主体，包括国家、集体、个人领办的农机服务站（队）、农机合作社、农机作业服务公司等。其中拥有农机原值50万元（含50万元）以上的专门统计。
- **农机社会化服务：**由农机专业户或农机服务组织（即农机专业合作社或中小企业）和其他农业服务提供者所提供的农业食品价值链上的各类农业设备和机械操作服务，包括机耕、机播（种植）、机收、排灌、机械植保、机械产后处理，以及相关农机维修、供应、信息、培训、中介、租赁等有偿服务。

资料来源：作者为本报告编制；中华人民共和国农业农村部。2019.全国农业机械化管理统计调查制度。中国，北京。
www.moa.gov.cn/govpublic/NYJXHGLS/201902/P020190220505651335298.doc
中华人民共和国农业农村部。2021.2020年全国农业机械化统计年报。

表11

2008-2019年全国农机服务组织与农机合作社规模变化趋势

年份	农机化作业服务组织(个)					农机户(万户)		
	总数	拥有农机原值20-50万元(含20万元)的	拥有农机原值50万元(含50万元)以上的	农机专业合作社		总数	拥有农机原值20-50万元(含20万元)的	拥有农机原值50万元(含50万元)以上的
				合作社个数	拥有农机原值100万元(含100万元)以上的			
2008	165 636	42 155	8 704	8 622	-	3 833	34.3	3.2
2009	175 329	45 671	12 242	14 902	-	3 949	35.5	3.5
2010	171 465	45 873	15 843	21 760	-	4 058	38.7	4.1
2011	170 572	44 282	19 635	27 848	-	4 111	39.5	4.9
2012	167 038	48 322	24 240	34 429	-	4 192	40.9	5.3
2013	168 574	53 098	29 313	42 244	-	4 238	46.4	5.8
2014	175 124	56 388	34 584	49 435	-	4 291	50.1	7.5
2015	182 453	58 043	39 173	56 525	-	4 336	52.7	7.9
2016	187 301	60 453	43 229	63 184	-	4 229	53.0	8.3
2017	187 358	58 784	46 720	68 007	-	4 185	53.5	8.5
2018	191 526	-	53 814	72 640	26 327	4 080	67.0	-
2019	192 173	-	56 661	74 438	28 082	4 074	67.9	-

资料来源：中华人民共和国农业农村部农业机械化司。2009，《2008年全国农业机械化统计年报》。连续至，《2019年全国农业机械化统计年报》。
注：2018年开始，《全国农业机械化统计年报》不再统计拥有农机原值20-50万元服务组织和拥有农机原值50万元(含50万元)以上的农机户；新增拥有农机原值100万元(含100万元)以上的农机专业合作社数据统计。

《国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》(国发〔2018〕42号)明确要求，建设一批“全程机械化+综合农事”服务中心。在2019年和2020年，农业农村部共选择了110个“全过程机械化+综合农事”农机服务的典型案例，创新服务模式、优化服务机制、补齐服务短板、增强服务能力，服务链条向耕种管收、产地烘干、产后加工等“一条龙”农机作业服务延伸，向农资统购、技术示范、咨询培训、产品销售对接等“一站式”综合农事服务拓展，有效促进了农业节本增效和科技应用水平提升，为破解一家一户“怎么种地”难题、推动多种形式适度规模经营发展探索了有效实现方式。

农机服务组织以服务小农户为中心，根据不同客户群体探索出灵活多样的服务模式。农机服务不仅增加了就业机会，并为减贫做出了贡献。在一些贫困地区，农机服务组织还相应地降低收费，并为小农户提供农业技能培训。

良好的公共-私营合作模式及其协同效应有效推动了农机服务的可持续发展。例如，在黑龙江、吉林、辽宁等省份推广保护性耕作，农机合作社积极与农业推广部门、农机生产企业合作，试验和推广适应于小农户的新型免耕播种机；通过与科研院校合作，促进农机农艺结合，制定基于先进农机的可持续生产与综合病虫害防治方案，采用植保无人机、智能导航设备等数字智能系统，为小农户提供现代化绿色智能的农业机械服务。

当前，中国农业生产已进入到以机械化为主导的新阶段。不断加大“全程机械化+综合农事”等农机社会化服务新业态、新模式、新主体的指导支持力度，加快推动农机服务模式与农业适度规模经营相适应，在中国多样化的农业生态系统中（水田/旱地，平原/山区等）为推进农业机械化全程全面高质高效发展、促进小农户与现代农业发展有机衔接、助力乡村振兴做出更大贡献。

虽然农机合作社理事长及社员平均年龄还是在46岁以上，有些合作社的理事长甚至在50岁以上，但是，随着农业经营规模扩大，政府扶持政策不断加强，农机装备智能化水平不断提高，农业生产条件不断改善，也有不少年轻人特别是一些大学毕业生逐渐进入农业领域。2018年10月中国农业机械化协会成立了大学生从业合作社理事长工作委员会，有70多位大学生理事长参加；有的作为“机二代”（父母辈是从事农机作业的）或“机三代”（祖父辈是从事农机作业的）继承家庭的产业从事农机合作社的工作。中国目前农机合作社理事长和从事农机社会化服务的主要人员，正在向年轻化、高素质方向转型，妇女和青年在农业生产中发挥着越来越重要的作用。

基层农机人员及农机合作社理事长培训

2018年，中国农业大学中国农业机械化发展研究中心与上海三久机械有限公司联合在上海举办基层农机人员及农机合作社理事长培训班，200多人参加，其中很多是年轻人及妇女理事长。授课内容主要包括：

- 全程农业机械化与农机社会化服务转型升级；
- 水稻全程机械化技术进展；
- 粮食及经济作物干燥机械化技术及装备；
- 稻米的种植及效益；
- 提升农产品附加价值：营销创意与新理念。



2018年中国农业大学中国农业机械化发展研究中心与上海三久机械有限公司联合在上海举办的基层农机人员及农机合作社理事长培训班

资料来源：作者为本报告编制。

1.6 完善的农机管理服务体系，信息化促进公共服务能力提升

国家、省地市县各级农机管理、推广体系完善，建立了国家级农机购置综合补贴试点系统平台，可以实现农户手机办理农机购置补贴申报、农机作业补贴申报、农机购置金融信贷手续、农机产品“一机一码”入库、财政补贴农机作业实时作业跟踪监测。多地（省）搭建农机化管理信息化平台，为行业管理、科学决策和信息监测提供有力支撑。完善的农机试验鉴定体系，为农机产品达到相关技术标准、符合相关生态要求提供了基础保障。农机购置补贴、农机试验鉴定等全流程网上办理，有效提升政策实施效率。

北京兴农天力农机服务专业合作社

北京兴农天力农机服务专业合作社总经理陈国龙，现年（2021年）33岁，大学本科毕业后即跟随父亲（合作社理事长，大专毕业，现年60岁）从事农机合作社的相关工作，属于“机二代”。

合作社成立于2008年，现有社员365户，流转土地1.2万亩（800公顷），农机资产3000余万元。通过实施统一种植、统一管理、统一防控、统一收获、统一销售，带领全体社员及周边百姓走上了共同增收致富之路。

- 土地流转后，实施规模化种植，极大的提高了大型农业机械的作业效率，降低了成本，提高了粮食产量。每年农机服务面积达到20余万亩，年产值达到5000余万元。
- 为了提高土地产出率，合作社把流转土地的农户组织起来进行科学种田的培训，合作社给农民上五险一金、带薪休假，成为新时期的职业农民。
- 打造生态农业及观光旅游文化产业园。
- 合作社经常接待国家外专局举办的发展中国家农机化培训班的学员参观学习。



北京兴农天力农机服务专业合作社总经理陈国龙（左图）及其合作社情况

资料来源：作者为本报告编制。供图：北京兴农天力农机服务专业合作社

云南省澜沧勐滨格兰生猪产销农民专业合作社

云南省澜沧勐滨格兰生猪产销农民专业合作社理事长张晓鹏，2021年33岁，大学本科毕业后即在内蒙古从事农场马铃薯种植，后与妻子武婷婷（2021年32岁，高中毕业）回到妻子的老家云南省澜沧县继承家族的养猪事业，同时发展种植业，以武婷婷的视角也属于“农二代”。

合作社成立于2010年09月29日，占地面积1600亩（约106.7公顷），主要从事种养殖等相关产业研究、技术改良、技术培训、牲畜集中及粗加工销售于一体的种养结合科技型企业。

云南澜沧县马铃薯种植基本上处于人工作业状态。仅是马铃薯播种一个环节，就要完成开沟、播种、施肥、起垄、覆土、施药、覆膜、压膜、膜上土等9项作业。人工作业8个人1天才能完成1亩（0.067公顷）地播种环节的9项作业。如果采用机械化播种，在平整的土地上，播种机可1次完成9项作业，4个人工作1天可以完成15-20亩（1-1.33公顷）地的播种任务；如果在坡地上播种，4个人工作1天可以完成至少10亩（0.67公顷）地的播种任务。机械化所产生的效益，带动了周边农户使用机械的积极性。



云南省澜沧勐滨格兰生猪产销农民专业合作社

资料来源：作者为本报告编制。

江苏润果农业发展有限公司及其机械化农业生产服务

江苏润果农业发展有限公司（以下简称润果农业）董事长魏巧（女，毕业于中国科学院地理科学与资源研究所，硕士学位）和总经理孙振中（毕业于北京大学城市与环境学院，博士学位，曾从事博士后研究）夫妻二人离开了北京的科研院所工作岗位来到润果农业，建立了润果新农人团队，带领润果农业开启大田数字农业建设新征程。

润果农业成立于2009年，承租土地2.25万亩（1500公顷），主要从事稻麦全程机械化种植、农业社会化服务、数字农业、粮食加工、农业技术服务，服务周边2.5万亩（1666.7公顷）农田。

润果农业打造了“公司+合作社+农户”农业生产服务组织形式，是一家集耕、种、管、收、烘干、仓储、加工与销售于一体的稻麦种植全产业链的农业科技型企业，形成了可盈利、可持续、可复制、实现共赢的现代农业经营模式。

坚持数字农业发展方向。2020年联合扬州大学、丰疆智能、大疆农业打造全国首家5000亩（333.3公顷）“天、地、空一体化”无人农机示范农场新模式，探讨智慧农场落地环节解决方案的可行性，探索未来农业高质量发展新模式。



江苏润果农业发展有限公司
董事长魏巧（左）和总经理孙振中（右）

资料来源：作者为本报告编制。供图：江苏润果农业发展有限公司/孙振中

四川省三台县宏梅家庭农场农场

四川省三台县宏梅家庭农场农场主林红梅（女），2021年49岁，高中毕业，不仅流转了1084亩（72.3公顷）土地进行粮食种植，为周边600多户农户提供农机作业服务，同时还与丈夫一起经营宏运农机专业合作社，是当地的劳动模范。

宏梅家庭农场以农机社会化服务为一体的方式进行生产、经营，组织机械化播种、植保、收获、农产品初加工及信息、技术、维修咨询服务。农场以最优的栽培品种，先进的管理理念为发展宗旨，以带动一片、辐射一方为发展方向，共为周边600户以上农户的提供作业服务。

- 与各生产队保持沟通联系，确定作业面积及要求，向机手下达作业任务，进行机具作业调度。
- 组织开展科学试验任务。
- 学习先进种植经验，指导社员进行科学种植与田间管理，规范操作机具。

宏梅家庭农场助力本村贫困户脱贫致富，除向村民低价供应种子、化肥和农药外，还义务提供技术指导、收购运输等服务，农场每年平均至少提供16个以上相对固定的就业岗位。2021年，宏梅农场纯收入达到93万元。



四川三台县宏梅家庭农场女农场主林红梅（左图）及其农场情况

资料来源：作者为本报告编制。

四川省南充市嘉陵区民大种植专业合作社

四川省南充市嘉陵区民大种植专业合作社理事长陈玉蓉（女），现年（2021年）52岁，曾在城里开办公司，2015年回乡创业，以全程机械化种养结合的模式发展种养业，并积极开展“代耕、代种、代收”农机社会化服务，获得良好经济效益。

- 采用“土地集中管理与种植+田间生产全程机械化+产后处理→提升产品附加值→品牌打造→电商（线上线下销售网络）→机械化信息化融合促进产业发展”的全产业链模式。
- 流转土地485.05亩（32.37公顷），提供农业生产耕、种、收机械化服务。
- 合作社的业务范围包括：种植、销售、农作物、蔬菜、果树、花卉、苗木；水产养殖、销售；农副产品加工、销售，为社员提供农业生产有关技术信息及服务。
- 配合当地农业农村局每年组织2次技术培训。



四川省南充市嘉陵区民大种植专业合作社理事长陈玉蓉（左图）及其合作社

资料来源：作者为本报编制。

湖南省龙山县阿香农机服务农民专业合作社

湖南省湘西州龙山县阿香农机服务农民专业合作社理事长杨梅香（女），现年（2021年）50岁，高中毕业，是湘西州劳动模范，带领丈夫、儿子、儿媳、女儿、女婿一起从事农机合作社的工作，通过给付流转土地费用、用工解决就业、技术示范、吸纳贫困户入社，免费给贫困户进行农机作业，统一销售方式，引领产业发展，带动周边贫困户脱离贫困。

- 拥有土地面积共3000亩（200公顷），实现水稻、油菜生产的耕-种-收-烘干全程机械化，拥有大型旋耕机、手扶式耕田机、烘干机、水稻和油菜收割机、乘坐式高速插秧机、手扶式插秧机、油菜直播机、电动高压植保机、提灌设备等，装机容量150千瓦。
- 采用“土地集中管理与种植+田间生产全程机械化+产后处理→提升产品附加值→品牌打造→线下销售→促进产业发展”的全产业链模式。
- 帮助本村贫困户50户，雇佣贫困户在合作社打工，免费给贫困户耕种收、统一销售方式，引领一方产业发展，带动周边贫困户脱离贫困。



湖南湘西州龙山县阿香农机服务农民专业合作社理事长杨梅香（左图）及其经营情况

资料来源：作者为本报告编制。

1.7 推进丘陵山区机械化发展，为丘陵山区产业兴旺、实现脱贫攻坚提供技术支撑

丘陵山区是中国重要的果蔬茶和粮油生产基地。中国丘陵山区县耕地面积4668.60万公顷（70029万亩），占全国的34.62%；播种面积5673.10万公顷（85096万亩），占全国的34.20%。其中茶园面积占全国的93.39%、果园面积占全国的62.28%、马铃薯播种面积占全国的78.58%、甘蔗播种面积占全国的62.78%、油菜籽播种面积占全国的57.53%、水稻播种面积占全国的39.60%、蔬菜播种面积占全国的37.29%。

2018年，中国丘陵山区县常住农村人口29810万人，占全国农村人口的52.85%。中国1429个丘陵山区县农作物耕种收综合机械化水平为46.87%，比全国平均水平低21.92个百分点，比非丘陵山区县低33.87个百分点。如果丘陵山区县不能实现农业机械化，则全国难以实现农业农村现代化。

中国政府高度重视丘陵山区农业机械化发展，要求实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接。针对丘陵贫困山区急需，如茶叶、食用菌、林果等特色产业发展所需机具纳入全国补贴范围，补贴标准测算比例从30%提高到35%（通常补贴标准为不超过30%），支持丘陵山区等贫困地区提高特色产业机械化水平。

注重引领丘陵山区农机作业条件改善，农业农村部遴选发布11个农田宜机化改造典型案例。推动地方围绕“以地适机”“以机适地”双向用力以实现“机地互适”，加强法规制度建设和政策扶持。部分丘陵山区省份开展农田“宜机化”改造，通过“地块小并大、短并长、弯变直、坡改平，将地块条带状分布”为主要内容的农田“宜机化”改造来为农业机械作业创造条件。据了解，截止2021年上半年，重庆已经“宜机化”改造农田80万亩（5.33公顷），其中粮食面积35万亩（2.33万公顷）；山西改造2万亩（1333公顷）；四川改造6万亩（4000公顷）。四川省2020年省财政投资1.1亿元进行农田“宜机化”改造，2021年省财政投资1.5亿元发展农业机械化，其中约75%的资金用于农田“宜机化”改造。

丘陵山区农田“宜机化”改造

中国有1429个丘陵山区县；大部分农田为丘陵山区，不适合机械化作业。国务院印发《关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》(2018)，提出改善农机作业基本条件，并提出对农田长、宽、平整度进行“宜机化”改造。

丘陵山区农田“宜机化”改造旨在通过加强法规制度建设和政策扶持，统筹中央和地方各类相关资金及社会资本积极开展高标准农田建设，推动地方围绕“以地适机”“以机适地”双向用力。部分丘陵山区省份通过开展“农田地块小并大、短并长、陡变平、弯变直和互联互通”为主要内容的农田“宜机化”改造，切实改善农机通行和作业条件，提高农机适应性。

重点支持丘陵山区展农田“宜机化”改造，扩展大中型农机运用空间，加快补齐丘陵山区农业机械化基础条件薄弱的短板。

资料来源：作者为本报告编制；**中华人民共和国国务院**。2018。国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见（国发[2018]42号）。引用于2021年4月30日。
www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm

中国农业大学中国农业机械化发展研究中心，依托“十三五”国家重点研发计划项目“丘陵山区主要粮食作物适度规模生产全程机械化关键技术集成与示范”，针对丘陵山区小麦、玉米适度规模生产缺乏适用机械化作业装备与配套性差，制约全程机械化发展的问题，通过试验研究丘陵山区小麦玉米机械化耕整、播种、植保、收获等高效作业机具的选型与改型，进行试验与示范，研究建立适度规模机械化农业生产体系，为小麦、玉米生产转型升级，实现生产规模化、集约化和标准化提供科学理论和技术装备支撑，研发集成适度规模农业生产关键装备与信息化管理技术，开展小麦、玉米生产的机械化作业成套装备示范。研究成果已经在部分丘陵山区省份进行推广应用。



图6
重庆市潼南区章宏生态农业有限公司流转土地“宜机化”改造前（左）后（右）

资料来源：作者为本报告编制。



图7
四川三台县宏梅家庭农场流转土地“宜机化”改造前（左）后（右）

资料来源：作者为本报告编制。

1.8 小结

中国农业生产总体上已进入机械化为主导的新阶段。2016—2020年，是农业机械化向全程全面高质高效转型升级全方位支撑服务农业生产的时期。全国农业机械总动力达10.3亿千瓦，总量2亿台套，原值近万亿元，支撑农业各产业发展的机械化基础更为牢固，为

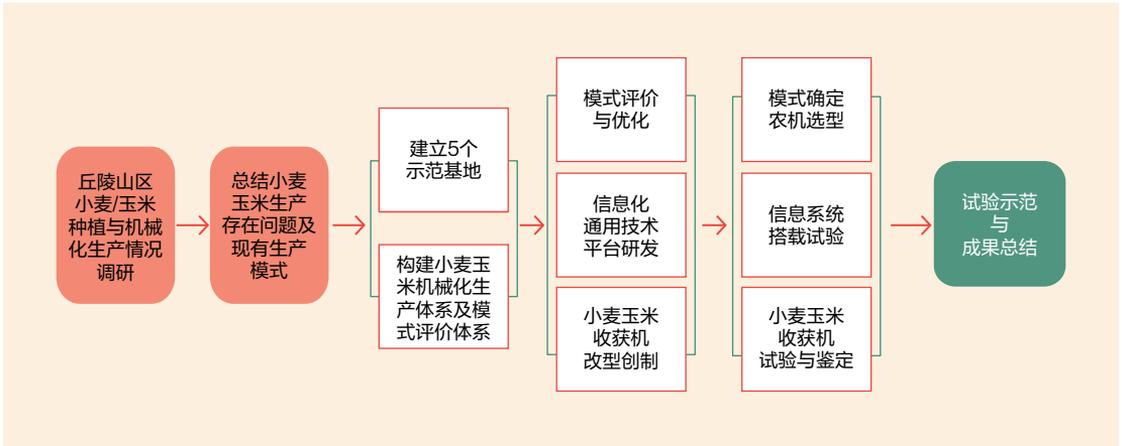


图8 中国农业大学中国农业机械化发展研究中心“丘陵山区主要粮食作物适度规模生产全程机械化关键技术集成与示范”项目研究流程

资料来源：作者为本报告编制。

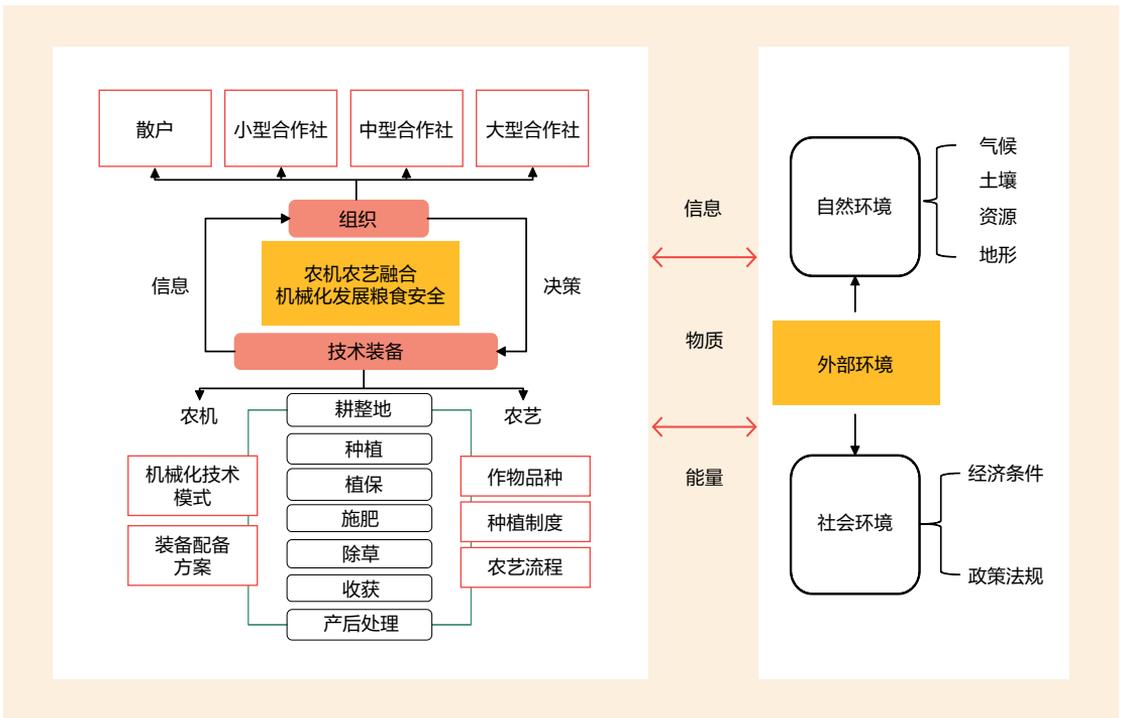


图9 构建丘陵山区小麦玉米适度规模全程机械化生产体系

资料来源：作者为本报告编制。

中国粮食总产量连年保持在65000万吨做出重大贡献。节种、节水、节肥、节药等机械化技术的应用，特别是精准施肥、高效植保机械化技术的广泛应用，实现了化肥、农药零增长的目标；大力推广保护性耕作、秸秆还田、残膜回收、畜禽粪污资源化利用等绿色环保机械化技术，全国畜禽粪污综合利用率达到75%，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到95%。以7.4万个农机合作社和近20万个农机服务组织为引领、420余万农机专业户为骨干、4000余万农机户为基础的“机械化部队”不断壮大。农机年服务收入达4700多亿元，支撑了近1.5亿乡村人口的就业民生需求。

中国改革开放40多年农业与农业机械化的实践证明：正是由于农业机械在农业生产中广泛应用所引发的农业生产方式的变革，大幅度提高了农业劳动生产率，有力地保障了中国农业发展和食物安全。中国人口从1978年的9.6亿人增加到14亿人，如果没有农业机械化的发展，很难养活这么多人口。同时又使从事农业的劳动力比重下降（由90%降到25%），更多的人从事其他重要工作，促进了社会生产的大分工，推动了工业和第三产业的发展，促进了国家经济繁荣，也为世界的粮食安全、可持续发展做出积极贡献。



第二章

主要做法与经验

本章阐述了中国可持续农业机械化发展的主要做法和经验，包括：国家高度重视农业机械化的发展，完善的农业机械化法律法规政策体系，中央财政和各省财政设立专项资金支持农机购置补贴和作业补贴，实施高标准农田建设和丘陵山区农田“宜机化”改造，大力推进农机装备科技创新和推广应用，积极培育农机社会化服务组织，农机产品质量跟踪调查与监督等方面，并进一步讨论了疫情期间农业机械化在恢复农业生产、保障粮食安全、促进就业等方面的重大贡献。

2.1 国家高度重视农业机械化的发展

习近平总书记强调要大力推进农业机械化、智能化，给农业现代化插上科技的翅膀，明确要加强农业机械化等现代农业基础设施建设。2018年国家机构改革后，国务院和各级人民政府农业农村部门内设了农业机械化管理机构。农业农村部联合工业和信息化部牵头成立了由17个部门组成的国家农业机械化发展协调推进机制。

2021年颁布实施的《中华人民共和国乡村振兴促进法》（以下简称《乡村振兴法》）第二章第十八条中，明确提出“国家鼓励农业机械生产研发和推广应用，推进主要农作物生产全程机械化，提高设施农业、林草业、畜牧业、渔业和农产品初加工的装备水平，推动农机农艺融合、机械化信息化融合，促进机械化生产与农田建设相适应、服务模式与农业适度规模经营相适应。”（新华社，2021b）

中国每个国民经济和社会发展五年规划中都有关于农业机械化发展方面的阐述。《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》（新华社，2021a）明确指出，“实施黑土地保护工程，加强东北黑土地保护和地力恢复”“加强大中型、智能化、复合型农业机械研发应用，农作物耕种收综合机械化率提高到75%”，并在“专栏10 现代农业农村建设工程”（中华人民共和国国务院,2021）中，设立2个相关专项。专项“01 高标准农田”的主要内容：新建高标准农田2.75亿亩，其中新增节水灌溉面积0.6亿亩。实施东北地区1.4亿亩黑土地保护性耕作。专项“03 农业机械化”的主要内容：创建300个农作物生产全程机械化示范县，建设300个设施农业和规模养殖全程机械化示范县，推进农机深松整地和丘陵山区农田宜机化改造。

2.2 完善的农业机械化法律法规政策体系

中国逐步建立以《中华人民共和国农业机械化促进法》（2004年6月25日第十届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过，以下简称《促进法》）（中华人民共和国全国人民代表大会，2018）为总纲，《农业机械安全监督管理条例》（以下简称《条例》）等国务院行政法规和地方性法规为主干，部门规章和地方人民政府行政规章为基础，相关法律法规、规范性文件相互衔接，相互配套的农业机械化法律法规体系（图10）。

截止2020年，国家层面制定法律及行政法规13部，部门规章10部，规范性文件8部，全国29个省（自治区、直辖市）人大常委会共制定地方性农机法规37部。全国19个省（自治区、直辖市）出台了27部农机管理的政府规章。

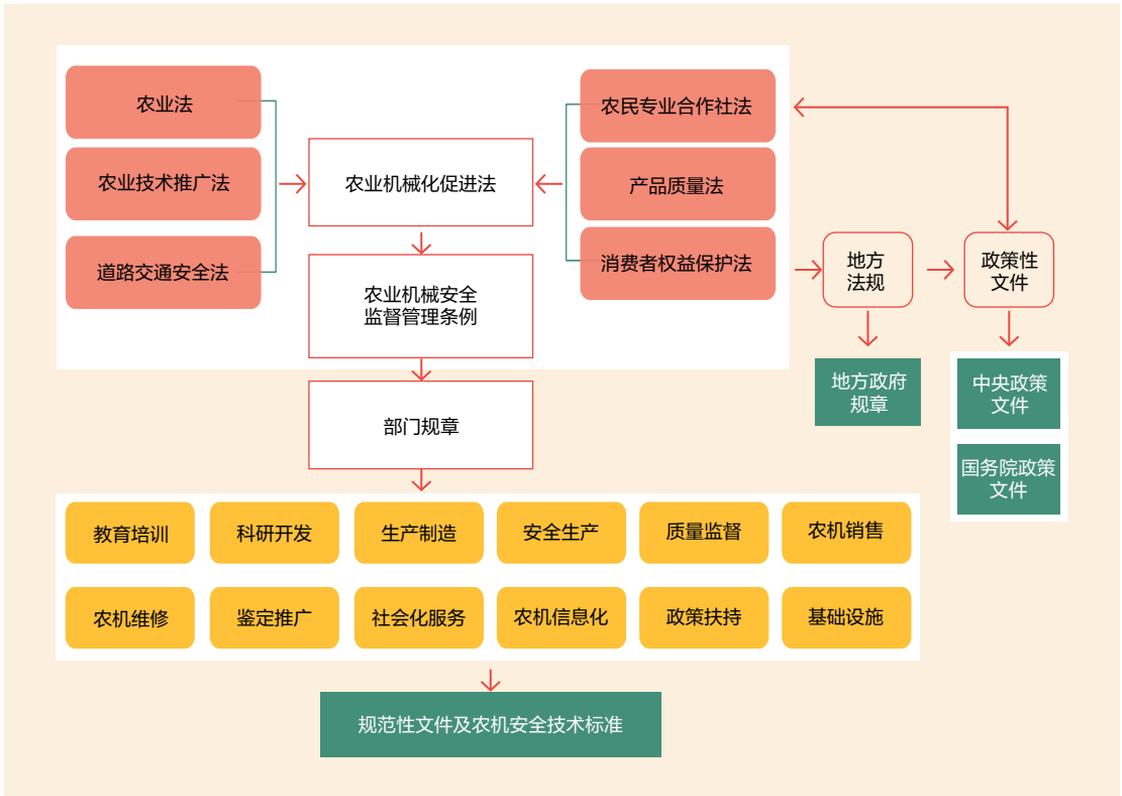


图10
中国农业机械法律法规体系框架简图

资料来源：作者为本报告编制。

2.2.1 法律

《促进法》在整个农业机械化法律法规体系中居统帅地位。同时，《农业法》、《中华人民共和国乡村振兴促进法》、《农业技术推广法》、《中华人民共和国道路交通安全法》（简称“《道交法》”）、《农民专业合作社法》、《产品质量法》、《消费者权益保护法》等相关法律也有涉及农业机械化的一些内容，这些内容同样是构建农业机械化法律法规体系的依据和组成部分。

2.2.2 行政法规

为了加强农业机械安全监督管理，预防和减少农业机械事故，保障人民生命和财产安全，2009年国务院第80次常务会议通过《农业机械安全监督管理条例》，明确了职责、对象、要求，对于加强农业机械安全监督管理，预防和减少农业机械事故，保障农业机械化安全、科学、和谐发展具有十分重要的意义。

2.2.3 地方性法规

《促进法》与《条例》出台后，北京、山西、内蒙古、辽宁等12个省（自治区、直辖市）制定地方的农机化促进条例，天津、河北、吉林、内蒙古等18个省（自治区、直辖市）制定地方的农业机械管理条例，江苏、广西、四川、云南、宁夏、新疆等6个（自治区、直辖市）制定地方的农业机械安全监督管理条例。根据地区特色制定具有地区特点的地方性法规，是中国特色农业机械化法律法规体系的重要组成部分。

2.2.4 农业农村部规章

根据贯彻实施《促进法》与《条例》的需要，制定配套的业务工作规章制度，包括《拖拉机驾驶培训管理办法》、《农业机械质量调查办法》、《联合收割机跨区作业管理办法》、《农业机械产品修理、更换、退货责任规定》、《农业机械事故处理办法》、《农业机械试验鉴定办法》、《农业机械维修管理规定》、《拖拉机和联合收割机驾驶证管理规定》、《拖拉机和联合收割机登记规定》，以及《农林拖拉机和机械安全技术要求(GB 10395.6-2006)》《植保机械运行安全技术条件(NY 1232-2006)》《植保机械安全认证通用要求(NY 1135-2006)》等，涵盖了农机质量管理、安全管理和事故处理等方面内容。

2.2.5 地方政府规章

全国已有19个省（自治区、直辖市）人民政府出台了27部有关农机管理的行政规章，涉及农机管理、科技教育、生产销售和维修、试验鉴定与推广、安全监理等方面。

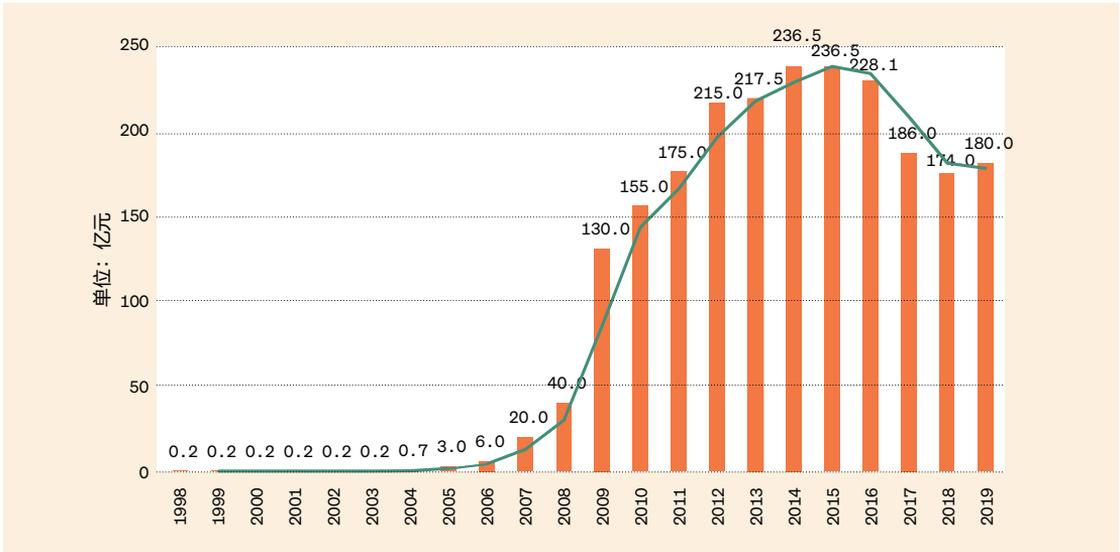


图11
2000-2019年中央财政资金农机购置补贴年度金额变化图

资料来源：作者为本报告编制。

2.2.6 规范性文件建设

规范性文件是政策的具体体现。国务院先后于1980年、1984年、1987年、1991年、2010年、2018年就农机化与农机工业的工作下发文件，对发展小麦收获机械、允许拖拉机上道路经营运输、发展农业机械化与农机装备产业实行因地制宜、分类指导、重点突破的方针以及有关政策作出了规定。

2.3 中央财政和各省财政设立专项资金支持农机购置补贴和作业补贴

2.3.1 中央财政设立专项资金用于农机购置补贴

1998-2003年，中国政府设立大型拖拉机更新改造专项资金，每年2000万元人民币；2004年开始，在全国范围内设立农机购置补贴专项资金，至2019年，中央财政资金共投入2205.8亿元人民币（图11），引导并带动了先进适用、绿色环保农业机械的推广应用。为保持农机购置补贴政策实施的规范性、稳定性，农业农村部、财政部根据《农业生产发展资金管理办法》（财农〔2017〕41号）等有关规定，每3年制定颁布《农机购置补贴实施指导意见》。

2021年4月6日由中国农业农村部办公厅、财政部办公厅颁布了《2021-2023年农机购置补贴实施指导意见》(中华人民共和国农业部和财政部, 2021), 目的是为了指导各地规范实施农机购置补贴政策, 充分发挥政策效益, 推动农业机械化向全程全面高质高效转型升级, 有效支撑粮食安全、重要农产品有效供给和农民增收, 促进农业高质高效发展, 助力全面推进乡村振兴, 加快农业农村现代化。

(1) 实施重点

- 将粮食、生猪等重要农畜产品生产所需机具全部列入补贴范围。
- 推广使用智能终端和应用智能作业模式, 深化北斗系统(北斗卫星导航系统, 2021)在农业生产中的推广应用。
- 提升部分重点补贴机具补贴额, 测算比例从30%提高到35%, 包括水稻插(抛)秧机、重型免耕播种机、玉米籽粒收获机等粮食生产薄弱环节所需机具, 丘陵山区特色产业发展急需的新机具以及智能、复式、高端产品。
- 逐步降低区域内保有量明显过多、技术相对落后的轮式拖拉机等机具品目的补贴额, 到2023年将其补贴额测算比例降低至15%及以下, 并将部分低价值的机具退出补贴范围。
- 提升信息化水平, 推广应用手机应用、人脸识别、补贴机具二维码管理和物联网监控等技术, 加快推进补贴全流程线上办理。

(2) 补贴对象

补贴对象为从事农业生产的个人和农业生产经营组织。

(3) 补贴机具范围

中央财政资金全国农机购置补贴机具种类范围为15大类44个小类172个品目, 主要包括耕整地机械、种植施肥机械、田间管理机械、收获机械、收获后处理机械、农产品初加工机械、排灌机械、畜牧机械、水产机械、农业废弃物利用处理设备、农田基本建设机械、设施农业设备、动力机械、其他机械等。

农机购置补贴政策的实施, 调动了农民购机用机的积极性, 补贴购置各类农机具2300多万台(套), 中国成为农机制造和使用第一大国。

2.3.2 实施农机深松整地作业补助

2006年开始在吉林省进行农机深松作业探索，打破犁底层，加深耕层，降低土壤容重，提高土壤通透性，增强土壤蓄水保墒和抗旱防涝能力，改善农田土壤环境，有利于作物生长发育和提高产量。

中国适宜农机深松整地作业区域主要分布在东北一熟区、黄淮海两熟区、长城沿线风沙区、西北黄土高原区、西北绿洲农业区、南方旱田种植区、南方甘蔗区等7个类型区。采用深松作业方式的土壤质地主要为粘质土和壤土。深松周期一般应在3年以上。部分区域可根据作物种类、土壤状况和气候条件，适当调整深松周期和作业深度。

监测数据表明，深松达到30厘米的地块比未深松的地块每公顷可多蓄水400立方米左右，伏旱期间平均含水量提高7个百分点左右，作物耐旱时间延长10天左右，小麦、玉米等作物的平均产量增加10%左右。2019年底，全国80马力以上大型拖拉机和深松机具保有量分别达到127.28万台和436.47万部。中国已累计完成农机深松整地面积15亿亩（即1亿公顷）左右，极大地促进了农田生态环境改善。

2.3.3 农业农村部对于采取土地托管方式的农机作业给与补贴

（1）2017年8月，《农业农村部 国家发展改革委 财政部关于加快发展农业生产性服务业的指导意见》颁布。

农业生产性服务是指贯穿农业生产作业链条，直接完成或协助完成农业产前、产中、产后各环节作业的社会化服务。

重点支持开展托管的农产品生产。通过专业化、规模化服务提升粮棉油糖等大宗农产品生产效益，确保国家粮食和其他重要农产品安全。

重点支持开展托管的作业环节。按照补齐现代农业建设短板和生产需求，确定本地区重点支持的托管环节和服务内容，并形成支持的优先顺序。

重点支持的托管模式。探索形成了单环节托管、多环节托管、关键环节综合托管和全程托管等多种托管模式。

重点支持的服务规模经营形式。支持规模效益比较突出、带动农户比较多的服务规模经营。在难以实现大规模集中连片的半山区和半丘陵地区，重点支持相对较大规模的托管服务。

(2) 2019年9月10日，农业农村部在山东省齐河县组织召开了全国农业社会化服务工作现场推进会。

2018年中国农业生产托管服务面积达到13.84亿亩（9227万公顷）次，比上年增长50%；服务企业、农民合作社、集体经济组织、农业企业等多元化服务主体达37万个。山西以大力推进农业生产托管为重点，探索建立整县推进农业生产托管机制，出台一系列托管行业规范，直接服务小农户26万户。

一些企业纷纷加入土地托管的行列。中化集团着力打造“MAP (Modern Agriculture Platform)”模式，金正大集团着力打造“金丰公社”模式，甘肃谷丰源农业科技公司推出了“技术集成+农事服务”。

2020年中央财政资金投入45亿元人民币、2021年投入55亿元人民币用于支持土地托管农机作业，促进了规模化经营和机械化发展，提高了生产效率，降低了生产成本。

2.3.4 部分省份针对本地主要农作物薄弱环节机械化生产采取农机作业补助政策

中国各个省份根据本地区生产实际需要及薄弱环节，实施农机作业补贴政策，由省财政投入资金。根据中国平原地区和丘陵山区，中国农业机械化区域划分为东北地区、长江中下游平原、西南丘陵山区、北方丘陵山区、南方低缓丘陵地区等。各区域（各省）根据各自农业及机械化生产特点，大多将农机深松整地作业、秸秆还田作业或耕地地力保护等相关农机作业纳入农机作业补贴范畴；根据不同地区种植作物和机械化发展情况，各省主要补贴的农机作业环节包括水稻机插秧、油菜机收、玉米机收等主要农作物薄弱环节，各项作业补贴金额大多在20-30元/亩左右不等；部分地区还针对机械植保和产后烘干进行作业补贴，推进全程机械化发展和农机社会化服务。

2.3.5 丘陵山区农田“宜机化”改造

据不完全统计，2019-2020年重庆、山西、湖北、湖南、广西、甘肃等省份共计投入资金76亿元，引导社会资金进行丘陵山区农田“宜机化”改造，完成农田宜机化改造面积近350万亩（23.33万公顷），丘陵山区累计改造面积达790万亩（52.67万公顷）。改造后的农田农机作业环境明显改善，大中型农机具进出、转弯、调头、循环作业方便

山西省丘陵山区宜机化改造

山西省连续颁布了《山西省丘陵山区农田宜机化改造试点项目技术规范》、《关于尽快对接当地农业农村部门做好2020年纳入高标准农田建设的宜机化改造工作的通知》、《2019年丘陵山区农田宜机化改造试点项目实施指导意见》、《2018年丘陵山区农田宜机化改造试点项目实施方案》等政策文件。

- 2018年，山西省丘陵山区农田宜机化改造项目补助资金2000万元，在全省11个市的15个县（市、区）实施，改造面积8000亩（即533.33公顷），每亩补贴1500到2000元（即22500元/公顷到30000元/公顷）。
- 2019年，山西省采用工程技术措施建设完成丘陵山区农田宜机化改造面积10000亩（666.67公顷），项目资金补助标准每亩1500元（22500元/公顷）。



山西省丘陵山区农田宜机化改造情况

资料来源：作者为本报告编制。

自如，耕种管收拉运环节机械化作业条件基本具备；土壤保水、保肥能力明显提高；示范效果突出，具有典型性、引导性和可复制推广性。扩大了耕地面积，为农业机械应用创造了有利条件，促进了粮食生产，保障了粮食安全。

湖南省丘陵山区宜机化改造

湖南省颁布实施《进一步强化农机购置补贴政策实施加快推进农业机械化发展的若干措施》。

- 2019年在石门、麻阳、湘乡等6个县（市）开展果菜茶田土宜机化改造试点。
- 2020年安排3000万元财政资金，试点扩大到15个县市区，省财政对每个试点县（市、区）给予奖补资金200万元，每个试点县市区完成果菜茶田土宜机化改造1600亩以上（约106.67公顷），做到“地块互联互通、合理布局沟渠、土壤培肥熟化”。



湖南省丘陵山区农田宜机化改造情况

资料来源：作者为本报告编制。

2.4 大力推进农机装备科技创新和推广应用

2.4.1 智能农机装备列入国家重点研发计划

国家高度重视农机装备研发与产业化，构建产学研推用相结合的机制，跨单位横向联合，成立不同领域的农机科技创新联盟。农机基础理论研究，由科研、大学牵头组织进行；农机产品研发与应用，由农机生产企业牵头；逐渐培养农机生产企业成为科技创新主体，加快科技成果转化。

（1）“十一五”期间（2006-2010年），“大型农业动力与作业装备研制”“多功能农业装备与设施研制”“现代农机智能装备与技术研究”列入国家重点研发计划项目。

重庆丘陵区宜机械化改造

重庆市将“农田宜机化改造”纳入《重庆市农业机械化促进条例》相关条款，连续颁布实施《重庆市丘陵区地块整理整治技术规范》、《金融支持农田宜机化改造方案》、《关于农田宜机化改造先建后补的通知》。

- 2016年起，重庆市加大对宜机化地块的改造力度。
- 2017年，重庆市财政安排4000万元，带动业主投资7500万元，对10万余亩（6700公顷）山地进行了宜机化改造。
- 至2018年底，共有26个区县的100余个项目进行耕地宜机化改造，共安排专项资金9300万元，完成宜机化改造近15万亩（1万公顷）。
- 截止2020年底，重庆市完成宜机化改造80万亩（53333公顷），增加耕地面积3%—5%，极大地提高了农业劳动效率。



湖南省丘陵区农田宜机化改造情况

资料来源：作者为本报告编制。

（2）“十二五”期间（2011—2015年），“智能化农机技术与装备”“农业精准作业技术与装备”“农业高效用水精量控制技术与产品”列入国家重点研发计划项目。

（3）“十三五”期间（2016—2020年），“智能农机装备”列入国家重点研发计划项目，实现核心技术自主化、高端装备智能化和薄弱环节机械化。

2016年全国首届农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班

2016年6月17日至18日，全国首届农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班在山东诸城举办。主要围绕粮食作物生产的节本增效，以高端、智能耕种管农机具、大喂入量谷物收获机、马铃薯生产全程机械化解决方案等为重点，推进主要作物全程机械化提档升级。

全面演示了小麦收获、秸秆处理、耕整地、植保五大模块，包含作业演示、互动体验、田间试验、作业故障识别和技能竞赛等5个部分内容。



湖南省丘陵山区农田宜机化改造情况

资料来源：作者为本报告编制。

（4）“十四五”（2021-2025年），2021年支持“工厂化农业关键技术与智能农机装备”专项，主要包括农业传感器研发、高性能农机装备研发和智能化、无人化技术应用3个方面。

2.4.2 充分调动社会资本等多元化资金投入农机推广应用

支持鼓励农机企业、科研单位、农机合作社等多元主体投身农业机械化技术推广，构建公益性推广与经营性推广协作互补的机制。创新农业机械化技术推广“田间日”等体验式、参与式推广新方式。

由农业农村部主导的中国农机推广“田间日”活动自2016年开始，每年一次，聚焦当前主要解决的薄弱环节和问题开展活动。

2017年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班

2017年8月1日，农业农村部农业机械化技术开发推广总站、中国农业机械流通协会、河北省农机化技术推广服务总站、雷沃重工股份有限公司，在河北省正定县举办了2017年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班。

- 聚焦马铃薯、大豆、花生、甘蓝等有关主粮替代、食用大豆、油料、菜篮子等农业结构性改革主要方向，大力示范推广动力换档、气吸式免耕播种、高速移栽、高效植保、秸秆打捆离田、深松深翻电子监测、复式作业、精准作业等体现农机、农艺、信息化技术融合的先进适用农机化技术。
- 丰富和完善参与式、体验式推广方式，突出田间实践教学，培训农民和基层农机推广人员。
- 来自25个省的农机管理、推广人员和农民机手400余人参加了此次活动。此外河北省的合作社、农民机手等230余人也到场观摩学习。



2017年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班

资料来源：农业部新闻办公室。2017。2017年中国农机推广田间日活动在河北正定举办。引用于2021年4月30日。
www.moa.gov.cn/xw/zwdt/201708/t20170803_5768600.htm

2018年“推动农业生产全程全面机械化”田间日活动

2018年5月15日，农业农村部农业机械化技术开发推广总站、江西省农业机械化技术推广监测站、中国农业机械流通协会、农业农村部南京农机化研究所和雷沃重工股份有限公司在江西南昌共同举办“推动农业生产全程全面机械化”田间日活动。

- 聚焦果菜茶、丘陵山区农业生产关键机械化技术和水稻、油菜、花生等有比较优势的粮油作物生产全程机械化技术
- 突出田间实践教学，大力培训新型农民和技术人员。
- 通过田间日活动平台，汇聚推广、企业、科研教学、协会、合作社等优势资源，构建农科教产学研推用一体化农机化技术推广新机制。
- 探索优势农产品生产全程机械化整体解决方案。开展了油菜、花生、水稻生产机械化作业演示、田间现场教学、新型农机作业体验等。
- 500余名农机技术人员、专家、协会代表、农机产销企业代表和当地农民参加此次活动。



2018年“推动农业生产全程全面机械化”田间日活动

资料来源：农业农村部新闻办公室。2018。2018年中国农机推广田间日活动在江西南昌举办。引用于2021年4月30日。
www.moa.gov.cn/xw/zwdt/201805/t20180522_6142842.htm

2019年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班

2019年5月24日，农业农村部农业机械化技术开发推广总站在安徽省滁州市举办“2019中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班”。

- 22家农机企业、47台套机具、23种集成机械化技术在现场进行了集中作业演示。
- 农机推广站进行了秸秆机械化粉碎还田和机插秧作业质量测定专业授课。
- 中国工程院罗锡文院士、赵春江院士和来自中国农业大学、安徽农业大学、南京农机化研究所的专家进行了田间教学和指导。
- 以示范油稻轮作全程机械化解方案、特色经济作物生产关键环节机械化技术为重点，包含了现场作业演示、田间现场教学、新型农机操作体验、水稻机插秧技术大赛、“宜机化改造”典型经验介绍、农事服务中心展示等系列活动。
- 400多名农机技术人员、农机产销企业代表、合作社代表和农民朋友参加了活动。



2019年中国农机推广田间日活动暨农机化新技术培训班

资料来源：农业农村部新闻办公室。2019。2019年中国农机推广田间日活动在滁州举办。引用于2021年4月30日。

www.moa.gov.cn/xw/zwdt/201905/t20190528_6315780.htm

央广网。2019年中国农机推广田间日活动在安徽滁州举办。引用于2021年4月30日。

www.cnr.cn/ah/news/20190526/t20190526_524626729.shtml

2020年智能农机装备田间日活动暨农机化新技术培训班

2020年6月11日，农业农村部农业机械试验鉴定总站、农业机械化技术开发推广总站在河北赵县举办“2020年智能农机装备田间日活动暨农机化新技术培训班”。

- 此次田间日活动主题是“智能农机·无人农业”，共有13个集成模式、23家农机企业、70多台套机具和众多智能装备进行了现场作业演示。
- 展现了中国农机智能化、作业精准化、操作少人化的创新研发能力和制造水平。
- “互联网+”智慧农机装备向人们展示了现代农业的生产方式，为粮食生产降低成本、提质增效提供了强大支撑。
- 中国工程院罗锡文院士、赵春江院士等专家在田间作业现场为学员进行授课和互动答疑。
- 演示了农用无人机农田植保、播种、测绘作业以及蔬菜移栽、红薯移栽等经济作物生产机械化技术与装备。
- 参加活动的农民能够在田间地头亲身体会无人驾驶拖拉机、收割机的智能性与舒适性。
- 300余人现场参加了活动。活动网络直播在线观看人数达50万人次。



2020年智能农机装备田间日活动暨农机化新技术培训班

资料来源：农业农村部新闻办公室。2020。2020年智能农机装备田间日活动在河北赵县举办。引用于2021年4月30日。
www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202006/t20200616_6346530.htm

2021年北京市农机无人驾驶作业现场会

2021年5月24日，由北京市农业农村局农业机械化管理处和北京市农业机械试验鉴定推广站共同组织了“农机无人驾驶作业现场会”。

- 展示北京市农机化与信息化融合的最新进展，提升北京市农机智能化推广应用水平。
- 现场演示了无人驾驶拖拉机耕整地作业、撒肥作业、播种作业、植保作业和自动驾驶技术辅助开展的景观农业种植作业。



2021年北京市农机无人驾驶作业现场会

资料来源：自然。2021。北京举行农机无人驾驶作业现场会。引用于2021年5月30日。
www.came.net.cn/api/preview/1/269/77683

2.5 积极培育农机社会化服务组织

农机社会化服务是指农机服务组织、农机户为其他农业生产者提供的机耕、机播、机收、排灌、植保等各类农机作业服务，以及相关的农机维修、供应、中介、租赁等有偿服务的总称。农机社会化服务与农机化公共服务相互结合、相互补充，分别为农业生产提供了经营性、公益性的农机化服务，共同构成了推进农业机械化发展的重要力量。

2021年河北省农机推广“田间日”活动

2021年5月9日，河北省（沧州）农机推广“田间日”活动，主题是“提升饲草（苜蓿）生产机械化作业水平，助推优势产业提档升级”。

- 来自国内外30余家生产企业近50种饲草机械设备，针对苜蓿机械化耕整地、植保、收获、合拢、捡拾打捆等机械化作业环节进行了全程演示。
- 举办饲草（苜蓿）生产机械化专题培训班。
- 进一步带动提升饲草（苜蓿）的种植管理水平，加快全程机械化技术的全面推广



2021年河北省（沧州）农机推广“田间日”活动

资料来源：冯佐龙. 2021. 2021年河北省农机推广“田间日”活动。引用于2021年5月30日。
www.came.net.cn/contents/269/76422.html

2.5.1 培育新型农机社会化服务主体

建立以财政资金为引导，农民个人、农业生产经营服务组织投资为主体，社会其他投资为补充的多渠道、多层次、多元化投入机制，扶持发展新型农机社会化服务主体。扶持农机户发展成为农机专业户，引导农机户和农户采取带机具、土地、资金、技术入社等多种方式创建农机合作社等服务实体。积极推动成立农机合作社联社、股份制作业公司、区域性农机服务中心、农机租赁公司等。

2.5.2 构建新型农机社会化服务体系

以农机户为基础，农机服务组织为主体，农机中介服务为纽带，农机作业、维修、供应、中介、租赁服务为主要内容，政府支持服务为保障，建立起“覆盖全程、服务全面，机制灵活、运转高效，综合配套、保障有力”的新型农机社会化服务体系。培育农机作业市场、农机供应市场，发展农机中介服务，满足农民对农机的利用和投资需求。

2019年云南省甘蔗生产机械化现场会暨农机推广田间日活动

2019年3月14日，云南甘蔗生产机械化现场会暨农机推广田间日活动。

- 大力推进农机农艺融合、机械化信息化融合，农机服务模式与农业适度规模经营相适应、农田建设与机械化生产相适应。
- 大力选育、推广适于机械化作业、轻简化栽培的作物品种，促进良种、良法、良地、良机配套，为全程机械化作业、规模化生产创造条件。
- 探索适应全省高原山区地形地貌特点的主要农作物生产全程机械化“云南方案”。
- 约400余人参加现场观摩。



© 芒市广播电视台

2019年云南省甘蔗生产机械化现场会暨农机推广田间日活动

资料来源：马健。2019年云南省甘蔗生产机械化现场会暨农机推广田间日活动。引用于2021年5月30日。
www.came.net.cn/contents/269/14316.html

芒市广播电视台。云南省首届“农机推广田间日”活动在德宏举行。引用于2021年5月30日。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1628336750904297128&wfr=spider&for=pc>

2.5.3 完善新型农机社会化服务机制

按照服务专业化、运行市场化、服务品牌化的要求，通过市场机制合理配置生产要素，建立起“产权清晰、权责明确、管理科学、诚信高效”的运行机制，建立起合理公平、效率优先的分配机制，充分发挥农机服务组织的生产潜力和经营活力。

2019年山东省潍坊市设施农业秸秆还田机械化技术推广现场会

2019年06月20日，山东省潍坊市设施农业秸秆还田机械化技术推广现场会。

- 主要演示了设施农业秸秆还田、土壤深松、旋耕整平、臭氧水灭杀土壤菌虫等设施农业秸秆还田配套机械化技术作业工序，
- 有4个种类的16台套产品参加了作业演示和展示。
- 现场展示了蔬菜秸秆还田、机械深松、臭氧水灭菌杀虫等农机新技术新机具。



2019年山东省潍坊市设施农业秸秆还田机械化技术推广现场会

资料来源：王景坤和韩明云。2019。洛城街道：近万个大棚秸秆将全部还田。引用于2021年5月30日。
https://weifang.dzwww.com/wfxwn/201906/t20190627_16972577.htm

2.5.4 农机社会化服务不断提档升级

据统计，2019年中国农机专业户超过424万个，乡村农机从业人员4080万人。农机作业服务组织19.2万个，2019年全国农机社会化服务面积超过8亿公顷（120亿亩）。围绕优化农机装备资源配置、助推多种形式的适度规模经营、持续增强发展后劲、提升管理服务效率和解决制约新型主体发展壮大的瓶颈问题等五个方面推进农机社会化服务发展。创建一批集农业生产与农机服务于一体的机械化家庭农场、农机合作社和农机作业公司，建设一批保障能力强、节能减排技术应用到位的农机维修服务示范点，打造一批有完善装备设施、有良好运行机制、有健全管理制度、有较大服务规模、有显著综合效益的合作社，引导社会资本投资建设多功能农机综合服务中心。

2018年南方丘陵山区果茶桑麻生产机械化装备演示展示活动

2018年11月28日，南方丘陵山区果茶桑麻生产机械化装备演示展示活动在重庆举办。

- 主要包括重庆市主推的畜禽粪污资源化利用、果园间作培肥土壤绿色循环利用、土地宜机化整治，以及现代化果园栽培模式的肥水一体化系统、地面管理等。
- 1000余人现场观摩了相关机械装备演示展示活动。
- 通过本次活动，国内外先进的农机装备在南方丘陵山区地带快速推广应用，为农机科研单位搭建了合作交流的平台，推进了农机农艺的融合发展。



©北方农业机械

2018年南方丘陵山区果茶桑麻生产机械化装备演示展示活动

资料来源：北方农业机械。2018。2018年南方丘陵山区果茶桑麻生产机械化发展论坛暨农业机械装备演示展示活动在重庆市召开。引用于2021年5月30日。www.sohu.com/a/278437747_99905975

大学生从业合作社理事长工作委员会

大学生从业合作社理事长工作委员会的成立是一个良好的农业信息交流平台，对重大农业农机问题进行深入研究，成为第三方评估组织。

- 委员会应对行业出现的热点问题进行评估修正并制定与发布标准；
- 委员会应积极组办农村公益性“扶贫扶志”活动，积极参与国际农业交流活动，在乡村振兴建设中发挥行业引领带头作用。
- 体现了新时代的共享发展、合作发展、开放发展的新发展理念精神，打造“利益+责任+命运共同体”有利于农业经营主体互利共赢。
- 委员会与哈工大惠达科技公司、中国农业生产性服务业联盟、国家航空植保科技创新联盟、北京数博智云信息技术有限公司签署了战略合作框架协议，共同致力于为农业及农机服务组织的服务拓展模式创新，为大学生从业的农机合作社管理搭建合作交流平台。



大学生从业合作社理事长工作委员会成立及战略合作框架协议签署仪式

资料来源：作者为本报告编制。

2.5.5 积极引导大学毕业生等高学历人才从事农机社会化服务

健全新型职业农机手教育培训体系，大规模培训农机合作社理事长、农机手和维修工等农机实用人才。扶持农机社会化服务组织发展，举办各类培训班，加大针对农民的技术培训力度。

2018年10月26日，在武汉正式成立中国农业机械化协会大学生从业合作社理事长工作委员会，目前有70多位大学本科以上学历的大学生农民合作社理事长。大学生理事长们以工作委员会为平台，在农业生产和新农村建设过程中，进一步凝练生产模式，形成标准，推广技术。团结带动周围农民和农村走进现代农业将成为他们新的使命。

2.6 农机产品质量跟踪调查与监督

2006年，依据《促进法》，中国农业农村部颁布实施《农业机械质量调查办法》。农业机械质量调查（以下简称“质量调查”）指省级以上人民政府农业机械化行政主管部门组织对在用特定种类农业机械产品的适用性、安全性、可靠性和售后服务状况进行调查监督的活动。

农业农村部主管全国质量调查工作。根据国家市场监督管理总局，农业农村部将统一质量调查规范，协调跨省的质量调查，制定并组织实施工全国质量调查计划，公布调查结果。国家市场监督管理总局组织开展全国农机产品质量监督抽查（国家市场监督管理总局，2022）。

省级人民政府农业机械化行政主管部门负责本行政区域内的质量调查工作，制定并组织实施工本行政区域的质量调查计划，公布调查结果。

质量调查的具体工作由省级以上农业机械试验鉴定机构承担，农业机械化技术推广、安全监理等机构配合。质量调查坚持科学、公正、公开的原则，接受农业机械使用者、生产者、销售者和社会的监督。

质量调查内容包括质量调查的确定、质量调查的实施、调查结果的公布、相关处罚等。

2.7 疫情期间农业机械化在恢复农业生产、保障粮食安全、促进就业等方面的重大贡献

2.7.1 农业机械化助力疫情下的春耕

2020年春季是全球预防和控制2019冠状病毒病疫情的最关键时期，同时也是中国乃至北半球春耕的关键时期。根据中国农业农村部数据，春耕期间农作物播种面积占中国全年播种面积的一半以上。因此，春耕对粮食安全和民生必不可少。

作为首个应对2019冠状病毒病疫情的国家，中国采取了一系列有力措施来遏制该病毒的传播并恢复农业生产。农业机械化在2019冠状病毒病疫情期间恢复农业生产、保障粮食安全、促进就业等方面起到了至关重要的作用。农村农业农村部出台了一系列针对疫情期间农业机械化生产的政策措施。在2020年春耕期间，农业农村部更加注重充分发挥农机在农业生产当中的主力军作用，通过强化组织调度、增加装备供给、协调保障农机转运等举措支持农业生产。投入的农机总量达到2200万台（套），比2019年增加30万台（套），充分满足生产需求。呈现出备耕在线化，服务社会化，装备智能化，以及技术绿色化等4个显著特点(中华人民共和国农业农村部, 2020b):

- 备耕在线化：通过春耕农机数字化线上服务站、手机应用等方式，实现在线培训和组织调度，在线办理农民购机补贴，保障政策实施不受疫情影响；
- 服务社会化：2020年春季全国有7万多个农机合作社投入春耕生产，开展代耕代种、一站式全程机械化+综合农事等服务。同时，信息通讯技术等创新方式（如“滴滴农机”应用、微信等）进一步优化了农机社会化服务和农机调度，帮助大、中、小农户与农机服务供应者有效对接，农民足不出户就完成春耕，减少人员聚集，高效、便捷、节约成本。农机服务不仅解决了疫情期间劳动力短缺的问题，也为无法外出的农民工在当地创造了就业机会。
- 装备智能化：2020年春耕全国投入植保无人飞机超过3万台，北斗导航、自动驾驶拖拉机和配套装备超过2万台（套），均比往年有较高幅度的增长。高科技智能化的装备应用不仅有助于解决劳动力不足的问题，还对于减少农业生产人员聚集、防控疫情扩散发挥了重要作用。
- 技术绿色化：以新型农业机械为载体，在南北方不同作物系统带动推广免耕精量播种，有序抛秧、插秧，精量施肥等绿色农业技术的应用。其中的亮点之一就是推广可持续发展农业技术——保护性耕作。农业农村部和财政部在2020年启动了《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025年）》，春耕期间东北地区投入4.5万台高性能玉米免耕播种机，实施保护性耕作面积超过4000万亩（267万公顷）。保护性耕作不仅实现了春耕期间农业生产轻量化，也有助于实现作物稳产丰产与生态环境保护的双赢。

总体上，全国各级农业农村部门大力推进农机服务在线化、社会化、智能化、绿色化，农机为助力春耕、保障粮食生产、促进绿色农业、提高农民收入与就业等方面起到了至关重要的作用。

2.7.2 疫情下的农机跨区作业

2020年5月是夏收、夏种和夏管（“三夏”）的开始，特别是小麦收获。2020年4月，农业农村部农业机械化管理司评估了跨区域运营的情况，并估计了全国范围内的风险和挑战。2020年5月中旬，农业农村部召开了全国性的视频会议（中华人民共和国农业农村部，2020c），部署农机跨区作业工作，包括机械供应、紧急工作计划、支持跨区作业、推广农业机械化的新技术和模型及生产安全。为了减少不确定性因素（例如疫情和天气等）对于农机服务跨区作业的实施的影 响，农业农村部发布了《2020年全国“三夏”农机跨区作业应急处置方案》（中华人民共和国农业农村部，2020e）。农业农村部和小麦主产省建立了应急小组，以紧急处理农机跨地区运营，并提出紧急情况下的公共卫生、严重的机械供需不平衡、极端天气等方面的应急指导。加强信息服务，及时发布气象和疫情信息，及时更新作业信息，及时反馈问题等。保障农机作业用油、农机维修、零配件供应、作业结算和机手生活等。各有关部门共同合作，保障农机跨区作业顺利开展，为保障粮食采收和粮食安全作出了重要贡献。

2.7.3 疫情期间的农民能力建设

在疫情初期，农业农村部发出“给农民朋友的一封信”，指导农民严格遵守防疫公共卫生措施，并为春耕备耕采取早期行动，包括田间管理，施肥和病虫害防治，种苗的准备，以及用于机械化生产的农业机械的维护和修理等。在疫情期间和疫情后农业生产中，农业农村部进一步推行更加灵活便捷的培训方式，将线上和线下培训充分结合，既办好田间地头、生产一线的培训，也利用电视、网络云平台等远程培训方式普及农业知识技能、解读政策和发布信息。同时还组织涉农院校、科研院所、推广机构等开发建设优质培训资源。2020年推出了疫情下如何加强农产品保供、东北黑土地保护性耕作行动计划解读、加快发展农业生产性服务业等专题讲座。此外，通过普及信息通讯技术，农民可充分使用手机及时有效对接农机服务，保障农业生产照常进行。

2.7.4 全国农业科研工作者助力农业生产

在2020年春季春耕复产的关键时期，以院士专家团队为代表的全国农业科研工作者也在积极行动，充分调研及时发布各产业生产建议书，为全国疫情下的农业生产提供决策咨询和生产指导（农民日报，2020）。来自农业科研院所、大学、农业技术推广机构的专家和技术推广人员超过60万。提倡简化农业生产，如免耕播种（保护性农业），无人机技术等。中国工程院罗锡文院士早在疫情初期，通过电话、短信和微信向部分省份农机部门、部分农业合作社和种田大户了解疫情对春耕生产的影响，提出各省要出台支持和组织春耕生产所需农资生产和供应的相关政策，同时建议各地因地制宜适当调整种植结构，并亲自带领团队去现场实地指导水稻精量穴直播作业。

2.7.5 抗击疫情：农民合作社在行动

2020年春节期间，农业农村部发布了《致全国农民合作社的倡议书》（中华人民共和国农业农村部，2020d），以加强农业生产和粮食供应，增加农民收入，并在全国范围内预防和控制疫情。要求农业合作社：（1）加强农产品的生产和供应，（2）保证农产品质量和安全，（3）确保销售渠道，尤其是向城市市场的销售渠道，（4）保持良好的市场秩序，（5）部署严格防疫管理，（6）加强人员保护。许多农机合作社还使用符合条件的农业机械或设备（例如无人驾驶飞机）来支持区域卫生。

2.7.6 小结

- 在2019冠状病毒病疫情期间和恢复农业生产时，小农户应成为应对策略的核心。农机服务提供者、农民合作社、大型农场以及私营企业都需要对此有所认识。公共-私营合作、农机投入、技术支持和农机社会化服务对恢复农业生产至关重要（Jiang and Kienzle, 2020）。
- 在2019冠状病毒病疫情期间，新型农业经营主体与服务主体（私营部门）提供的农机社会化服务对于实施农业生产和确保粮食供应必不可少；以农民为核心的多种农机服务进一步满足不同规模农户尤其是小农户的需求；智能农机、信息通讯技术等为提高农机服务效率助力。
- 机械化技术和农机服务机制创新有助于简化生产和提高效率，降低农民在生产过程中聚集的风险，有助于控制和预防大流行，实现农业系统整体长期可持续性（图12）。

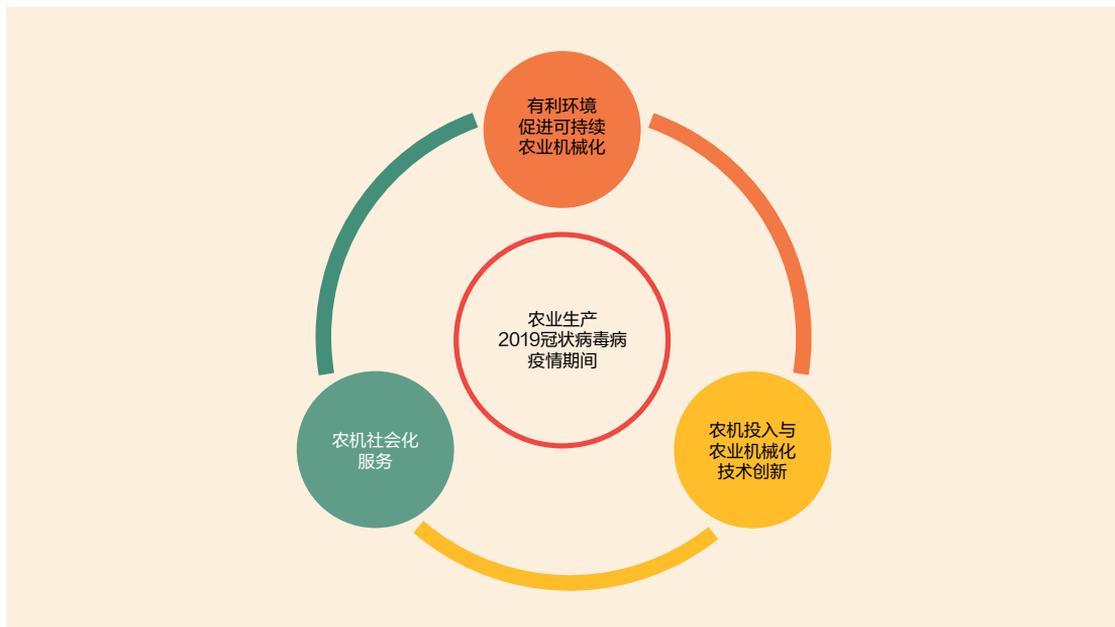
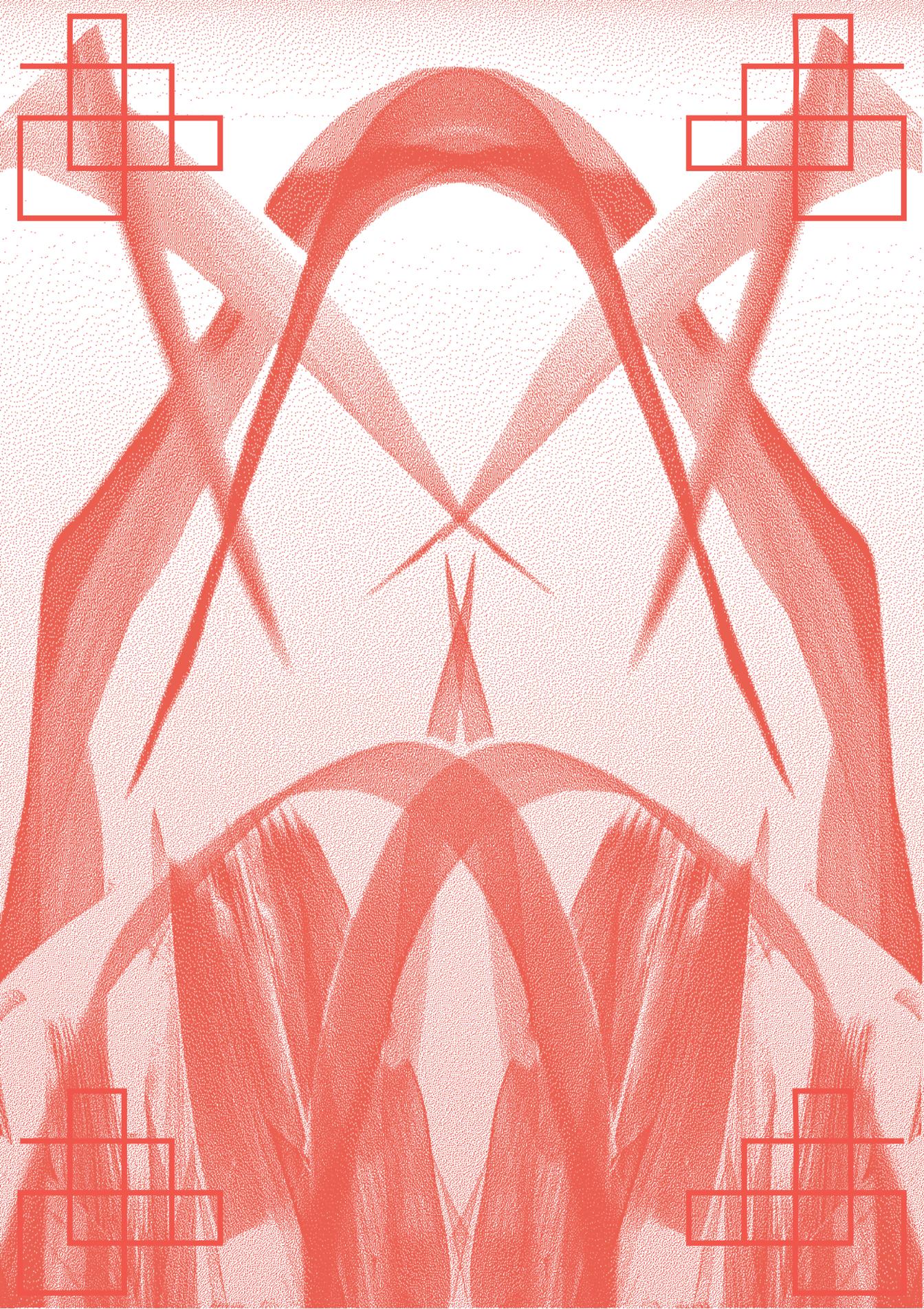


图12
可持续机械化助力2019冠状病毒病疫情期间农业生产

资料来源：作者为本报告编制。







第三章 面临挑战

中国农业生产各领域对农业机械化的需求和结构正发生深刻变化，广大农民对机械化生产的需求越来越广泛、越来越迫切。虽然中国农业机械化得到快速发展，但是在不同区域、不同产业、不同品种、不同环节上仍面临一系列挑战，发展不平衡、不充分的矛盾也更加突出，在农业机械研发制造和推广应用、农业机械化公共管理、农机社会化服务人才队伍、土地经营规模和农机利用效率等方面短板弱项更加显现，补短板、强弱项、促协调任务更为艰巨。

3.1 农业机械研发制造存在突出短板弱项

部分关键核心技术、重要零部件、材料与制造工艺、重大装备等与发达国家还有较大差距，如精度传感器、控制阀和控制软件依赖进口，无级变速拖拉机电控换挡、捆扎打结器、变量马达等技术不成熟。农机装备产业水平不高，国产机具相当部分为中低端产品，高端机具80%仍在依赖进口，中低端产品产能过剩，同质化严重。

3.1.1 产品结构性矛盾突出

主要发达国家农机装备品种已实现农业全程全面机械化。中国虽然是农机制造和消费大国，但目前农机装备主要集中在粮食作物田间作业环节。中国农机产品结构性矛盾突出，主要表现为“五多五少”：小麦、水稻、玉米等主粮生产装备，北方平原地区农机装备，种植业机械装备，小功率和中低端农机装备，单一功能农机装备较多；棉油糖果菜茶等经济作物生产装备，南方丘陵山区用农机装备，畜牧业、渔业、农产品初加工、设施农业机械装备，大型化与高端农机装备，高效复式作业农机装备较少。

3.1.2 企业的主体地位还没有显现

中国农机工业集中度低、企业规模小，行业利润较低，研发投入少，大多数农机企业尚未发挥科技创新的主体作用。企业原始创新动力不足：技术力量薄弱，研究条件滞后，缺乏技术储备，难以发挥科技创新主体的作用。

3.1.3 部分产品有效供给不足

国外拖拉机功率已超过600马力，均采用动力换挡和无级变速器无级变速，而国内拖拉机以中小马力和机械换挡为主，无级变速器技术研究和产品开发刚刚起步；喂入量15千克/秒以上的谷物联合收割机、喂入量30千克/秒以上的高效青贮饲料收割机主要依赖进口。

3.2 农业机械推广应用存在突出短板弱项

从区域看，北方平原和旱田地区机械化发展较快，南方水田地区特别是西南丘陵山区发展较慢，仍有4个典型丘陵山区省份农作物耕种收综合机械化率低于50%。

从产业看，主要粮食作物生产机械化水平较高，棉油糖果菜茶等经济作物生产关键环节以及畜牧业、渔业、农产品初加工、设施农业等领域机械化水平较低；2019年，畜牧养殖机械化水平仅为34%，虽然大规模养殖场已基本实现了机械化，但占比达70%的中小规模养殖场（户）机械化程度仍然较低。

从质量看，一些产业品种、农艺制度、种养方式、规模及产后加工等与机械化生产间不协调等问题较突出，农机农艺融合不紧密，严重影响农机研发、推广应用效果、作业质量与效益，集成配套的机械化生产体系和系统解决方案难以满足实际生产需要。

3.3 农业机械化公共管理存在突出短板弱项

农业机械化公共服务能力仍显不足，虽然已经构建一些信息服务平台和管理系统，但存在各地平台建设标准不统一、数据难以共享的问题，农机管理信息化水平有待进一步提高，农机作业监管能力有待进一步增强。

3.4 农机社会化服务人才队伍存在突出短板弱项

截止2018年底，全国农村农机从业人员4758.6万人，其中，持有拖拉机驾驶证人员1141.4万人，占比24%；持有联合收获机驾驶证人员112.3万人，占比2.4%；同时持有拖拉机、联合收获机驾驶证人员79.5万人，占比1.67%。农机维修人员93.07万人，占比2%，农机维修人员中持有职业资格证书人员28.95万人，占农机维修人员的31%。

基层实用技能型人才短缺极为严重。据调查，中国农机手中，中专及大专毕业占比约5%，高中毕业约占比23%，初中毕业约占比50%，小学及以下毕业占比22%。随着高新技术不断应用于农机化及农机装备，并向高性能、信息化、智能化方向发展，急需一大批懂技术、会管理、善经营、有创新的农机管理、服务和技术咨询人才。

3.5 土地经营规模和农机利用效率存在突出短板弱项

据调查，2017年小农户平均总耕地面积约0.5公顷，种植大户平均总耕地面积约6.8公顷，家庭农场平均总耕地面积约11.8公顷。小规模农户仍将是中国农业生产的主体，在未来若干年内，中国不可能实现所有农户的土地大规模经营。参考从1949年以来中国土地经营规模的变化规律，预计大规模农户占全部农户的比例未来上升也仅在5.0%左右。事实上，2016年全国大规模农户占全部农户的比例不

到2.0%。如果这一比例上升到5.0%，全部按目前大规模农户平均经营规模计算，大规模农户耕地面积占全国总耕地面积的比重接近48.4%；若全部按目前家庭农场平均经营规模计算，则这一比例将上升到83.9%。可见，未来中国农业生产不仅依赖于家庭农场、种植大户等大规模农户，更依赖于广大小规模农户。





第四章

发展机遇与发展趋势

近年来，国家高度重视农业机械化发展，加快推进农业农村现代化进程并实施乡村振兴战略、农机工业进入高质量发展轨道等重要机遇为加快推进可持续农业机械化发展的发展创造了有利环境。

4.1 发展机遇

4.1.1 国家高度重视

2021年《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》(新华社, 2021c)明确提出“提高农机装备自主研制能力”，要求加快补上农业机械等现代农业物质装备短板，特别要加大农业重要装备自主研制力度。国务院印发的相关文件和召开的有关会议上，一再强调要大力推进农业机械化。

2018年12月29日国务院颁布了《国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》(国发[2018]42号)(中华人民共和国国务院, 2018), 强调: 农业机械化和农机装备是转变农业发展方式、提高农村生产力的重要基础, 是实施乡村振兴战略的重

要支撑。明确提出2025年农业机械化发展目标，农机装备品类基本齐全，重点农机产品和关键零部件实现协同发展，产品质量可靠性达到国际先进水平，产品和技术供给基本满足需要，农机装备产业迈入高质量发展阶段。全国农机总动力稳定在11亿千瓦左右，农机具配置结构趋于合理，农机作业条件显著改善，覆盖农业产前产中产后的农机社会化服务体系基本建立，农机使用效率显著提升，农业机械化进入全程全面高质高效发展时期。建立由农业农村部、工业和信息化部牵头的国家农业机械化发展协调推进机制，统筹协调农业机械化和农机装备产业发展工作。

4.1.2 加快推进农业农村现代化进程和实施乡村振兴战略

农业劳动力加速转移。农村劳动力老龄化态势明显，青壮年劳动力短缺，农业生产人力成本逐年攀升，而随着中国城镇化持续推进，新一代农村人口加速向城镇流动，农业劳动力紧缺。据调查，目前中国农业劳动力平均年龄为46岁，40-60岁的占67.5%，80后仅占4.8%，技术型、经营型和服务型人才偏少，中西部、偏远山区、贫困地区人才偏少。农业机械化对人力畜力劳动的替代需求形势更加迫切，为农业机械化的全面跟进和作用发挥提供了广阔空间。

4.1.3 农机工业进入高质量发展轨道

农机装备产业科技创新能力持续提升，新技术、新产品、新服务、新模式、新业态不断涌现，信息化、智能化、数字化技术加快普及应用，产业链供应链自主可控能力不断增强，为充分满足各领域对机械化的需求提供了不竭的源动力。全球农机装备加速向大型复式、节能高效、智能精准方向发展，向提供系统化、信息化、智能化综合解决方案方向发展。

4.2 发展趋势

4.2.1 创新驱动、补齐短板

持续推进农业机械化技术与推广机制创新、服务组织形式与社会化服务机制创新、管理制度与扶持政策创新，积极引进国外先进技术与管理经验，不断提升农机研发制造水平和推广应用效率效益，加快补上农业机械短板、粮食等重要农产品生产全程机械化短板和丘陵山区机械化发展短板。

4.2.2 全程推进、全面发展

以全程促全面，坚持系统谋划主要作物、养殖品种生产全程机械化，品种、种养方式、土地、机具集成，前茬、后茬工艺兼顾，产前产中产后机具配套，技术、主体、规模、机制统筹，突破薄弱环节，构建全程机械化技术体系，加快推广应用，通过全程发展，实现产业、地区机械化全面发展。

4.2.3 政府扶持、市场主导

充分发挥市场在资源配置中的决定性作用和更好发挥政府作用，持续完善农业机械化扶持政策，推进管理体制机制改革，增强公共服务供给，激发市场主体活力，调动企业研发生产机具和农民购机用机积极性，不断提升农机作业服务水平和效能。

4.2.4 系统观念、绿色发展

加强前瞻性思考、全局性谋划、战略性布局、整体性推进，因地制宜推进农机、农艺、农田、农业经营方式协同协调，推进机械化、信息化、智能化融合发展。着力补上农业机械研发制造短板，持续增强农业机械化产业链供应链自主可控能力，增强救灾防灾能力，实现发展质量、结构、规模、速度、效益、安全、绿色、生态相统一。



第五章

发展目标与发展路径

本章主要介绍中国农业机械化发展目标和路径。中国农业机械化发展目标包括2025年主要目标和2035年远景目标。中国农业机械化发展路径主要包括：“两融合”，即农机农艺融合及机械化信息化融合；“两适应”，即农机服务模式与农业适度规模经营相适应及机械化生产与农田建设相适应；“三动力”，即科技创新、机制创新和政策创新。

5.1 2025年主要目标

到2025年，全国农机总动力稳定在11亿千瓦左右，农机具配置结构趋于合理，农机作业条件显著改善，覆盖农业产前产中产后的农机社会化服务体系基本建立，农机使用效率显著提升，农业机械化全程全面和高质量发展取得重大进展。全国农作物耕种收综合机械化率达到75%，丘陵山区县（市、区）农作物耕种收综合机械化率达到55%，设施农业、畜牧养殖、水产养殖和农产品初加工机械化率总体达到50%以上，基本实现农业农村现代化背景下的农业各产业综合机械化水平评价指标体系建立。农业机械化产业群和产业链更加稳固，农机服务总收入持续增长，农业机械化进入全程全面和高质量发展时期。

表12

中国农业机械化发展目标2025年和2035年预期值

序号	指标	单位	2019年	2025年预期值	2035年预期值
1	农机总动力	亿千瓦	10.28	11	13
2	农作物耕种收综合机械化率	%	70	≥75	≥90
3	畜牧养殖机械化率	%	34	≥50	≥70
4	水产养殖机械化率	%	30	≥50	≥70
5	农产品初加工机械化率	%	38	≥50	≥70
6	设施农业机械化率	%	38	≥50	≥70
7	果茶机械化率	%	25	≥40	≥60
8	丘陵山区县(市、区)农作物耕种收综合机械化率	%	49	≥55	≥70
9	农机服务总收入	亿元	4723	≥5000	≥7000
10	农业劳动生产率	元	36 200	54 300	81 450-108 600

资料来源: 农业农村部。2021。农业农村部印发《“十四五”全国农业机械化发展规划》。引用于2022年1月30日。
http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202201/t20220105_6386352.htm

5.2 2035年远景目标

到2035年, 中国农业机械化取得决定性进展, 主要农作物生产实现全过程机械化, 畜禽养殖、水产养殖机械化水平大幅跃升, 各类农区农业生产基本实现机械化全覆盖, 设施种植、农产品初加工机械化促进农产品增值能力显著增强, 高效机械化生产体系基本形成, “机械化+数字化”全面应用于农业机械化管理、作业监测与服务, 农业机械化全面支撑农业农村现代化发展的格局更加稳固。

5.3 发展路径

以服务乡村振兴战略实施和农业农村现代化对机械化生产的需要为目标, 以深化和推动农业机械化供给侧结构性改革为主线, 加大智能农机装备研发、关键核心技术攻关力度; 推进产学研推用相结合, 强化数字农业、智能农机等国家技术创新中心或工程中心建设, 探索建立无人农场、无人牧场、无人渔场等试点; 大力推动机械化与种养制度模式、智能信息技术、农业经营方式、农田建设标准相融合相适应, 构建基于农机农艺融合、机械化信息化融合的农业机械化生产技

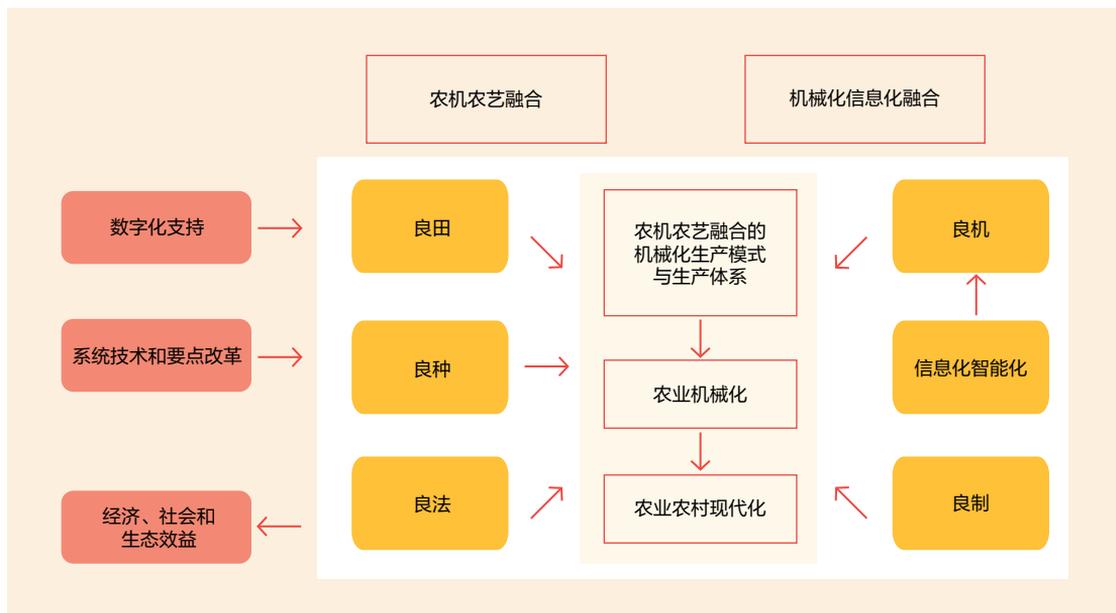


图13
基于农艺农艺融合、机械化信息化融合的农业机械化生产技术体系框架

资料来源：作者为本报告编制。

术体系框架（图13），加快推进农业机械化向全程全面高质高效升级、向高质量发展迈进，为保障粮食等重要农产品有效供给、巩固和促进脱贫地区产业持续发展、基本实现农业农村现代化、全面推进乡村振兴提供强大支撑。中国农业机械化发展的路径如（图14）。

5.3.1 两融合

强调“农机农艺融合”与“机械化信息化融合”。其中：

农机农艺融合，强调品种、耕作方式、种植制度、养殖方式、加工等必须“宜机化”，应用适宜的农机装备技术推广模式，全程推进，全面发展，构建高效机械化生产体系。

机械化信息化融合，要将互联网、物联网、大数据、移动通讯、智能控制、卫星定位等信息化技术应用于农机生产、服务与管理，全面提升农机制造、产品、服务、管理质量和水平。

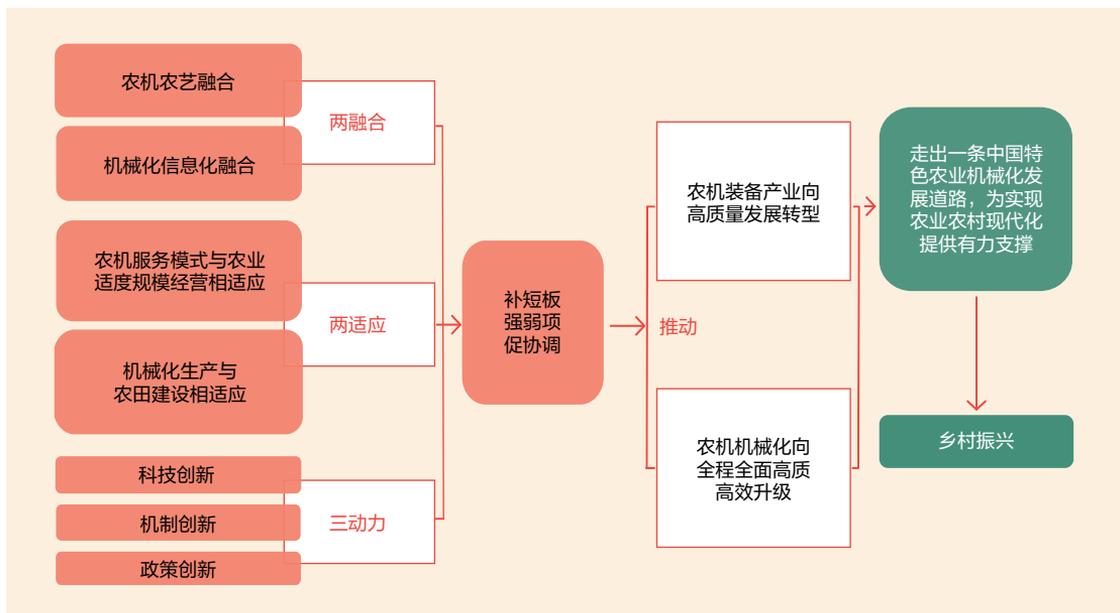


图14
中国农业机械化发展路径图

资料来源：作者为本报告编制。

5.3.2 两适应

农机服务模式与农业适度规模经营相适应，通过农机社会化服务既可为土地流转集中式规模经营提供大型高效农机服务，也可实现零散土地集中式服务的规模经营、带动小农户的发展。

机械化生产与农田建设相适应，由传统的“以机适地”转为“以地适机”“机地互适”，制修订“宜机化”农田整治的有关制度、标准、规范和实施细则，明确田间道路、田块长度宽度与平整度等“宜机化”要求，切实改善农机通行和作业条件，提高农机适应性。重点支持丘陵山区农田宜机化改造。

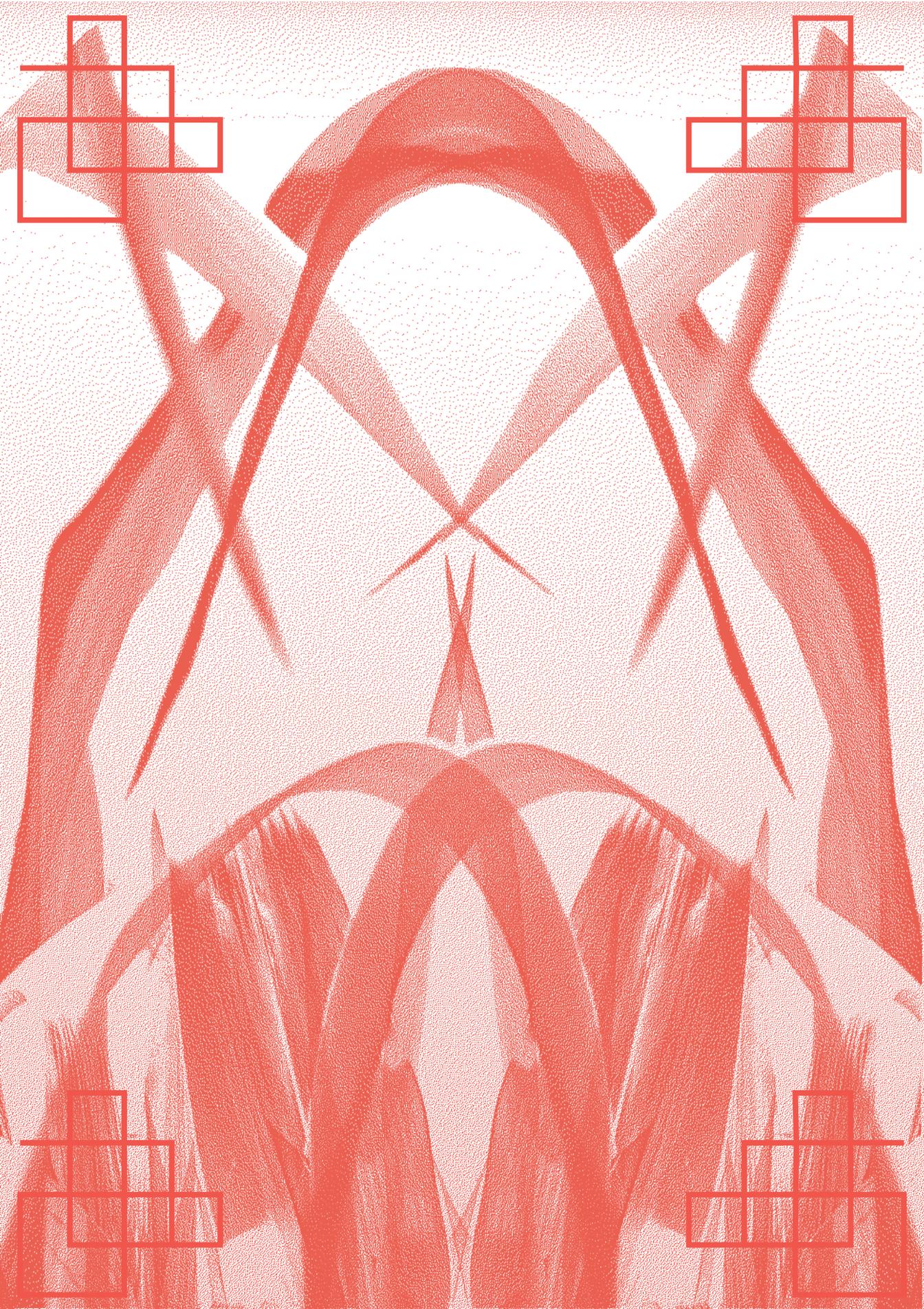
5.3.3 三动力

科技创新：推进机艺融合，支撑装备产业，实现高质量发展。

机制创新：破除体制机制障碍，促进农业机械化发展协同协调。

政策创新：加强政策联创，支持引导农业机械化及农机装备产业突破重点难点。





第六章

发展重点与未来方向

本章主要讨论了中国可持续农业机械化的发展重点与未来方向，包括：优先发展粮食作物生产全程机械化，大力发展经济作物生产机械化，加快补齐丘陵山区机械化短板，积极推进畜禽水产养殖机械化，稳步提升农产品初加工机械化，创新发展“机械化+数字化”等方面。在此基础上，本章进一步总结了国际组织在可持续机械化发展的重要作用，探讨了加强国际合作与借鉴国际经验对未来中国可持续农业机械化发展的深远意义，尤其是借鉴国际经验提升中国农机质量检测体系对绿色农业现代化有重要意义。

6.1 优先发展粮食作物生产全程机械化

6.1.1 补齐重点区域粮食生产全程机械化短板

围绕双季稻区水稻机械化移栽、玉米籽粒机收、冬小麦节水灌溉、马铃薯机种机收、夏大豆免耕播种等薄弱环节，强化农机、农艺、品种集成配套。加强试验示范和技术培训，提高关键技术到位率和覆盖率。

到2025年，水稻种植机械化率达到65%，马铃薯种植、收获机械化率均达到45%。加快高效植保、产地烘干、秸秆处理等环节与耕种收环节机械化集成配套，聚焦西南丘陵山区玉米、南方大豆等生产，总结推广一批全程机械化解方案。

6.1.2 构建绿色高效机械化生产技术体系

大力推进保护性耕作，因地制宜探索适宜的土壤耕作方式，以机械化手段推动耕地地力提升，稳定粮食生产。助力种业发展，引导加快选育生产宜机化粮食品种，开展育种机械、种子处理加工技术装备交流示范。加快应用粮食生产全程机械化生产模式，推动构建区域化、标准化的高质高效机械化生产体系。

6.1.3 推进粮食生产机械化减损提质

强化粮食作物精量播种、机收减损技术指导，完善作业标准和操作规范，全面提高机手规范化操作、标准化作业的能力和水平，引领企业积极改进播种、收获机械产品性能。将粮食机收损失率要求纳入农机社会化服务条款，指导农户和机手合理确定作业时间、选择适用机具、规范作业操作，确保机具性能状态良好、作业高效有序、减损效果明显。

6.1.4 强化机械化防灾减灾能力储备建设

加强农机手作业技术培训和机具调试检修指导。突出精细管理，及早发布对接农机作业服务供需信息，强化农机作业进度与农情统计数据衔接会商。突出协调配合。有关部门做好跨区作业气象预警、作业车辆顺畅通行、作业秩序维护及突发事件处置等工作，保障机械化生产活动安全平稳、高质高效进行。

6.2 大力发展经济作物生产机械化

6.2.1 提高大宗经济作物机械化生产水平

突出重点区域和薄弱环节，在黄河流域推广棉花等行距种植与机械化采摘技术，在长江流域推广冬油菜高效种植与低损收获机械化技术，在花生优势产区推广夏花生免膜种植与果秧兼收机械化技术，在南方甘蔗优势区推广糖料蔗机械化收获技术，在甜菜优势产区推广高效种植与快速收获机械化技术。到2025年，棉花收获机械化率达到60%，花生种植、收获机械化率分别达到65%和55%，油菜种植、收获机械化率分别达到50%和65%，甘蔗收获机械化率达到30%。

6.2.2 突破特色经济作物生产关键环节机械化

围绕露地蔬菜规模种植基地，积极推进标准化育苗、精密播种、高效移栽等机械化种植技术，叶类和根茎类蔬菜机械化收获技术，花类、茄果类蔬菜采摘辅助平台等示范应用。推进果园茶园宜机化改造，加快标准果园茶园建设，示范推广果园茶园专用开沟施肥、除草打药、节水灌溉、修剪采摘等机具设备和辅助平台。积极推进中药材规模种植基地生产机械化和热带作物林间与田间生产机械化。试验示范谷类豆类杂粮高效低损机械化收获技术。到2025年，蔬菜主要品种种植、收获机械化水平平均达到30%，果园茶园田间管理机械化水平达到35%。

6.2.3 推进设施种植机械化发展

围绕设施种植产业优势区域，积极推广适宜机械化生产的标准化温室设施。围绕推进设施种植标准化，积极推广节能型设施建造材料和低能耗电动设施装备。围绕突破精量播种、育苗嫁接、移栽和收获等环节技术装备短板，积极推广普及土地耕整、灌溉施肥、电动运输、水肥一体化设施以及多功能作业平台等技术装备。围绕提升设施种植数字化水平，积极推广环境自动调控、水肥一体化和作物生长信息监测等机械化技术，探索开展嫁接、授粉、巡检、采收等农业机器人示范应用。

6.3 加快补齐丘陵山区机械化短板

6.3.1 加快丘陵山区适宜农机装备研发及推广应用

积极发展丘陵山区农业生产高效专用农机，推进丘陵山区通用动力机械装备及特色作物生产、特产养殖需要的高效专用农机研发，加大适应丘陵山区农业生产的小型农机研发制造。推动产学研推用密切结合，加快适用丘陵山区农机装备和机械化技术的推广应用。

6.3.2 推进农田宜机化改造

构建农田宜机化改造标准体系框架，根据丘陵山区地形、地质特点，以及不同作物生产需求，完善丘陵山区农田宜机化改造规范，明确田间道路、田块长度宽度与平整度等宜机化要求，设计适宜不同地形特点的改造技术方案，改善农机通行和作业条件。

6.3.3 推动农业生产经营机制创新

积极发展“新型农业经营主体+全程机械化+综合农事服务中心”、“新型农业经营主体+适度规模+全程机械化”、“新型农业经营主体+规模化+特色优势产业+全程机械化”等各类社会化服务模式。加快构建推进农机农艺融合、机械化信息化融合的生产与服务机制，推动品种、栽培制度、养殖模式、生产规模及产后加工等全方位“宜机化”，实现良种、良法、良田、良机、良制相配套。积极构建公益性与经营性协调发展的推广机制。加快提升丘陵山区农机化技术推广服务能力，引导多元社会力量积极参与公益性技术推广。

6.4 积极推进畜禽水产养殖机械化

6.4.1 推进畜种规模化养殖全程机械化

完善健全畜牧业机械化技术标准体系，针对生猪、蛋鸡、肉鸡、奶牛、肉牛、肉羊等主要畜种，制定发布规模化养殖设施装备配套技术规范；加强畜禽品种、养殖工艺、设施装备集成配套，支持中小规模养殖场（户）改善设施装备条件，推进规模养殖全程机械化。加快先进适用的育种孵化、工程防疫、智能饲喂、精准环控、动物行为监测、畜产品采集储存加工、粪污资源化利用等机械装备技术应用。构建区域化、规模化、标准化、信息化的畜禽养殖全程机械化生产模式。此外，应当为畜牧养殖场的动物和人畜共患疾病（如非洲猪瘟和2019冠状病毒病）的防控提供机械化解决方案（CSAM, 2020b），加强机械化整合到“同一健康(One Health)”方法至关重要。

6.4.2 构建水产绿色养殖全程机械化体系

推动设施装备运用与绿色养殖方式发展相适应，促进养殖品种、工艺、设施与机械装备协同联动，加快饲喂、增氧与清淤清扫、疫苗注射、起捕采收、分选分级、保质保鲜以及水质监控、水草管护、尾水处理等方面的设施装备集成配套。完善水产养殖机械化标准体系，凝炼总结推出一批全程机械化解决方案。

6.4.3 推广绿色高效养殖装备技术

加快优质饲草青贮、农作物秸秆制备饲料、畜禽粪污肥料化利用等机械化技术推广应用，推动构建农牧配套、种养结合的生态循环模式。创新畜禽和水产养殖新装备新技术体验式、参与式推广方式。遴选推广绿色高效畜禽水产养殖机械化新技术、新装备、新工艺、新模式，加快淘汰高能耗、高污染、安全性能差的老旧养殖机械，促进技术装备更新换代，推进畜禽水产养殖机械装备节能降耗。

6.5 稳步提升农产品初加工机械化

6.5.1 加快提升农产品初加工机械化水平

在粮食和油料初加工方面重点发展空气能、太阳能及其他清洁能源烘干、机械通风储藏、烘储一体化设施和低温压榨；在果蔬、畜禽及水产品等鲜活农产品方面重点发展预冷、保鲜、冷冻、分级、分割、包装等仓储设施和商品化处理。围绕薄弱环节和空白领域加强技术创新，推动节能环保型粮食和油料作物干燥、绿色储粮、低温压榨、果蔬清洗分等分级及冷链物流等关键技术与装备的研发制造和推广应用。

6.5.2 推动农产品初加工机械化技术集成应用

聚焦农产品产后提质减损增效，大力推广以通风降水、低温储藏等技术为核心的粮食储藏设施、果蔬保鲜冷链物流设施，推动农产品绿色节能分类加工。开展技术设施设备筛选评价研发以及工程集成，构建农产品初加工机械技术体系。建立分区域、分产业、分规模的初加工适配技术模式，制定初加工标准和规程。

6.6 创新发展“机械化+数字化”

6.6.1 推动智能农机装备技术创新

推动农机导航与显示技术系统、农机作业管理技术系统和远程数据通信管理技术系统等精准农业和智慧农业技术迅速发展。加快攻关农机装备作业传感器、智能网联终端、农机作业大数据平台建设等关键技术，推进农机作业监测数字化进程。发展农田精细平整、精准播种、精准施肥、精准施药技术，创制“种、肥、药”精准控制的智能化机具装备。推进北斗自动导航、ISOBUS、高压共轨、动力换挡、机电液一体化等技术在农机装备上的集成应用。

6.6.2 示范运用智能化技术

深化北斗系统在农机装备上的推广应用，积极推广新型、智能农机装备，推进智慧农业发展和数字乡村建设。积极引导高端智能农机装备投入农业生产，全面提升农机装备“耕、种、管、收”全程作业质量与作业效率。大力推广基于北斗、第五代移动技术的自动驾驶、远程监控、智能控制等技术在大型拖拉机、联合收割机、水稻插秧机等机具上的应用。推广农机智能装备在农业生产精准播种、精准施肥施药、精准收获等环节上的应用，推动设施园艺、畜禽水产养殖、农产品初加工的智能化装备应用。

6.6.3 推进机械化生产数字化管理

加快机械化生产物联网建设，推进智能农机与智慧农业建设融合发展。推广应用手机应用、人脸识别、补贴机具二维码管理和物联网监控等技术，实现农机购置补贴、农机试验鉴定等业务全流程线上办理。推进“机械化+数字化”发展，加快实现农业机械化行业管理、农机作业监测、农机作业服务供需对接的数字化转型。

6.7 加强国际合作与借鉴国际经验

6.7.1 联合国可持续农业机械化中心 (CSAM) 与亚太农业机械检测网络 (ANTAM)

联合国亚洲及太平洋经济社会委员会 (UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP) 的可持续农业机械化中心 (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization, CSAM)，位于中国北京。可持续农业机械化中心的亚太农业机械检测网络 (ANTAM) 倡议旨在促进亚太地区参与国之间农机检测标准的协调，以提高农机质量、性能、操作安全和环境指标，促进农业机械综合贸易 (CSAM, 2020a)。目前，该网络包括19个参与国。通过亚太农业机械测试网络，针对与小农息息相关的3种农机产品，原则上实现了与会成员国在农机检测标准的统一；每年组织亚太农业机械检测网络培训以增强国家农机检测工程师在应用亚太农业机械检测网络测试规范方面的业务能力。亚太农业机械检测网络与国际及区域组织具有广泛合作，包括意大利国家农机机构 (ENAMA)、欧洲农机检测网 (ENTAM)、联合国粮食及农业组织 (FAO)、经济合作与发展组织 (OECD)，以及联合国工业发展组织 (UNIDO) 等。

目前，联合国可持续农业机械化中心与中国农业农村部农业机械化总站、中国农业大学、中国农业机械化协会、农机企业等相关机构在可持续农业机械化领域有密切合作，中国的部分政府官员、专家都积极参与到与联合国可持续农业机械化中心的合作中。特别是亚太农业机械化检测网络项目，中国在农机试验鉴定标准、规程的制定方面发挥了积极作用；与中国农业大学在保护性耕作、秸秆处理机械化、农业机器人大赛、亚太农业机械化数据平台建设及联合国可持续农业机械化中心发展规划编制方面具有广泛合作；与中国农业机械化协会合作，为中国贫困地区贡献农机扶贫解决方案。今后，将会在可持续农业机械化模式、技术方案与经验传播方面进行更多紧密合作，积极参与国际可持续农业机械化的推动工作，将中国做法与经验提供给发展中国家。

6.7.2 世界银行贷款广东农业面源污染治理项目

农业面源污染是指农村地区在农业生产和居民生活过程中产生的、未经合理处置的污染物对水体、土壤和空气及农产品造成的污染，主要包括化肥、农药和畜禽粪便污染等，是目前影响农村生态环境恶化的主要原因之一，严重制约了农业和农村生态环境的可持续发展。《世界银行贷款广东农业面源污染治理项目》(广东省农业面源污染治理项目管理办公室，2021)中的《广东农业面源污染治理政策研究(环境友好型种植业项目)》专题，主要包括环境友好型种植业项目的保护性耕作、减少化肥农药施用、水肥一体化等技术推广、调研及政策建议。在保护性耕作研究方面，主要研究了水稻直播技术、甜玉米保护性耕作技术及相关农业机械设备示范。结果表明，机械化保护性耕作可以在不降低产量的情况下显著增加利润，并大幅减少化肥的施用。该项目的成果与经验，应进一步在适宜地区推广应用，并以适当的形式向其他发展中国家推广。

6.7.3 联合国粮食及农业组织与可持续农业机械化框架

目前，全球数以百万计的小农户仍以手工劳作为主。撒哈拉以南非洲和亚洲的农业生产主要依靠小农户，农业机械化水平亟待提高，以推动可持续生产和改善民生，为妇女和青年创造新的商机和体面的就业机会。可持续农业机械化是实现可持续发展目标1、2、5、12和13的重要支柱。

联合国粮食及农业组织（粮农组织）通过农业发展和投资项目在全球范围内推广可持续农业机械化做出了重要贡献。粮农组织倡导可持续农业机械化、数字化和技术创新，极大地促进了农业食品系统的可持续性和抵御灾害能力，为2019冠状病毒病全球疫情的应对和恢复农业生产做出了重要贡献。

粮农组织及其合作伙伴已经制定了《亚洲及太平洋地区可持续农业机械化战略(A Regional Strategy for Sustainable Agricultural Mechanization in Asia and the Pacific)》(Mrema, Soni and Rolle, 2014) 和《非洲可持续农业机械化框架(Framework for Sustainable Agricultural Mechanization in Africa)》等区域战略 (FAO and AUC, 2018)。从2020年到2021年，粮农组织和非洲联盟(African Union, AUC)以及非洲保护性耕作网络(African Conservation Tillage Network) 联合举办了一系列有关实施非洲可持续农业机械化框架的网络研讨会 (AfricaMechanize, 2022)。在推广农业机械化服务方面，粮农组织与国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)合作出版了面向小型农业机械化服务组织的培训手册《Hire services as a business enterprise》(Sims et al., 2018)，旨在培训潜在的机械化服务提供商，包括个人、合作社、农民组织和中小型企业；粮农组织与国际玉米小麦改良中心已将该培训手册制作为粮农组织 e-learning Academy在线培训教程 (FAO, 2022c)。2021年，粮农组织和国际电信联盟 (ITU) 在联合举办了AI for Good 网络研讨会系列“用于气候适应型粮食生产的农业机器人技术”专题，讨论世界农业机器人发展的现状，包括在偏远地区以及发展中国家农业的新兴应用，传感、数据收集、定位、导航、计算能力以及综合效益等 (ITU, 2021)。粮农组织出版物《赋予女性农民权力 — 从业人员机械化目录》(Justice, Flores Rojas and Basnyat, 2022) 介绍了可持续机械化赋予妇女权力并满足她们需求的三种主要方式，包括将女性作为机械化服务提供商的客户、农机设备操作员或农机服务企业的员工，以及管理自己的机械化农业综合服务企业的企业家。此外，粮农组织与国际食物政策研究所的报告《发展中国家的农业机械化和童工》(Takeshima and Vos, 2022) 分析了拖拉机的使用，拖拉机是最通用的农机之一，是所有其他驱动农具和设备的通用动力源，具有替代畜力和人力（包括童工）的巨大潜力。

粮农组织可持续农业机械化网站 (FAO, 2022a) 提供了可持续农业机械化的全面信息和知识、全球案例研究、农机服务商业模式、农机设备和制造商数据库等，并结合了保护性农业、气候智慧型农业等可持续农业技术。粮农组织全球可持续农业机械化实践社区 (SAM-CoP) (FAO, 2021a) 提供了全球交流分享经验的在线平台和技术网络，共同关注适用于小农户和中小型企业的可持续农业机械化。

此外，粮农组织于 2021 年启动了“一国一品：特色农产品绿色发展全球行动”（全球行动）(FAO, 2021b)，旨在为特色农产品打造绿色和可持续的价值链，支持小农和家庭农民充分分享全球市场回报，最终推动农业粮食体系转型，实现可持续发展目标。可持续农业机械化被认为是“一国一品”全球行动中植物生产可持续发展的绿色实践和技术之一。

中国在今后的发展中，将进一步与联合国实现可持续发展目标的相关要求密切结合，大力发展可持续农业机械化、数字化，加强技术创新，增强农业食品系统的可持续性和抵御灾害能力，推广中国2019冠状病毒病抗疫经验和较快恢复农业生产的做法。

6.7.4 欧洲绿色新政与可持续农业机械化

粮农组织与欧洲保护性农业联盟 (ECAAF) 共同合作推广机械化保护性农业。欧洲保护性农业联盟是一个非营利性的国际协会，旨在鼓励通过推广保护性耕作技术维护农业土壤及其生物多样性等，包括在欧洲推广保护性耕作技术最佳实践方面的19个欧洲国家协会。在2021年，在粮农组织等支持下，欧洲保护性农业联盟和瑞士保护农业协会组织了第8届世界保护性农业大会 (8WCCA, 2021)。

粮农组织与国际非营利组织欧洲农业机械工业协会 (CEMA, European Agricultural Machinery Association) 建立了伙伴关系，旨在促进发展中国家更广泛地使用可持续农业机械化。欧洲农业机械协会代表欧洲农业机械行业的协会，包括11个国家会员，其网络包括大型跨国公司以及活跃于该领域的众多欧洲中小企业。2021年欧洲农业机械协会峰会的主题是“展望可持续农业的未来-先进的农业机械和解决方案将实现欧洲绿色新政” (CEMA, 2021)，讨论了欧盟如何协助农业技术采用并为所有行业和规模的生产商进一步实现数字农业和绿色农业。

数字化农业、现代农业机械、农业数据管理系统和农业机器人解决方案将助力欧洲农业应对在生产高质量食物的同时，保护自然和生物多样性方面的双重挑战。推动技术创新，向农业食品领域的数字化转型需要强有力的共同农业政策。欧洲农业机械协会提出，为实现欧洲绿色新政 (European Green Deal) (European Commission, 2021) 目标，将支持农民采用精准农业和数字化农业技术作为农业农村部门和整个社会的重要优先事项；支持对技术和先进农机进行持续投资的共同农业政策 (Common Agricultural Policy, CAP) 将确保欧洲实现更智能/绿色且更具竞争力的农业的未来。

6.7.5 借鉴国际经验提升中国农机质量检测体系

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》（以下简称“《环保法》”）《中华人民共和国大气污染防治法》（以下简称“《大气法》”），防止柴油车、汽油车和非道路移动柴油机械的大气污染，生态环境部与国家市场监督管理总局联合发布《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）》、《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》、《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法》三项国家污染物排放标准。为满足各地落实《大气法》关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的规定，标准按照非道路柴油移动机械的排放阶段设定不同排放限值，针对低排放控制区要求制订了更加严格的排放限值。该标准已于2018年12月1日起正式实施。

中国农机发动机排放标准将由国三阶段进入国四阶段，主要借鉴的是欧洲标准。欧洲标准主要采用的SCR技术路线（选择性催化还原技术），优点是降低油耗提高燃油经济性。中国农机排放较高，非道路机械排放中，碳氢化合物（HC）排放量农机占47%，氮氧化物（NO_x）排放量农机占34%，颗粒物（PM）排放量农机占38%。中国国四阶段相当于欧3B阶段，甚至比欧3B阶段标准更为严格，符合国家对发展绿色高效新机具，促进农业高质高效发展的目标。

6.7.6 小结

中国农业机械化发展道路与经验对广大发展中国家和地区有非常重要的借鉴价值。未来应加大国际合作，通过“南南合作”和“一带一路”传播推广中国农业可持续机械化发展经验技术，建立国际化的信息交流机制，与国际组织合作实施国际农业机械化合作示范项目，在农业绿色转型发展中贡献中国经验和技術。







第七章

投资与政策建议

本章针对中国可持续农业机械化发展提出一系列政策建议，主要包括进一步加大财政支持投入，推动农业机械化科技创新，加强农业机械化及农机装备管理服务现代化，推进农业机械化推广服务体系创新，壮大产业群产业链与农机社会化服务，强化人才队伍支撑，深化国际合作交流等。

7.1 进一步加大财政支持投入

稳定实施农机购置补贴政策，重点支持薄弱环节、绿色高效机械装备及智能农机与信息化装备等推广应用，对创新农机产品购置实施补贴试点，开展农机购置综合补贴试点，推动农机报废更新；开展农机研发制造推广应用一体化试点。大力实施农机深松整地作业补助等重大项目和《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025年）》（中华人民共和国农村农业部农村部和财政部，2020）。推进农田“宜机化”改造。创新农机金融保险服务，提高信贷担可持续农业机械化投资建议

- 加强基础设施建设投资。道路网络，山区丘陵宜机化改造，灌溉系统，可再生能源促进农村电气化，信息服务基站建设以及智能通讯设备的普及促进农业、农机数字化转型，简易友好的数字服务界面（适合不能识别汉字的用户）。
- 促进农机科技成果转化。
- 加强农机质量检测标准与推广。
- 投资能力建设。提升企业家和农民运营农机服务的综合企业运营能力和知识技能。
- 投资提高不同利益相关方意识。支持农民合作社、家庭农场等新型农业经营主体和服务主体发展，吸引主要劳动力返乡务农，吸引青年企业家投身农业，增强农村妇女能力发展与推广妇女友好型农业机械化。
- 提高金融服务，完善补贴系统与支持政策，实现农户和农机服务组织的双赢。
- 增加对农机服务市场的分析指导与风险评估，提供良好的企业发展方向与行业规范，收集分析关键经验教训案例。
- 增强公共-私营合作，促进政府、科研机构与农机合作社、带头企业合作，提升对小农户的服务质量，推广绿色现代化农业，提高农业的可持续性和抵御力。
- 加强技术交流合作，通过南南合作以及三方合作等，推广中国经验，为全球可持续农业机械化做出贡献。

7.2 推动农业机械化科技创新

7.2.1 加强统筹协调

强化农机装备需求侧引领，组织制定农业机械化技术装备需求目录。引导科研院所和农机企业等向农业机械补短板聚焦用力。

7.2.2 完善创新体系

加强全程机械化科研基地建设，推动农机产学研深度融合，提升关键核心技术装备研发攻关能力。建立若干农机制造创新中心，建立市场化的创新方向选择机制和鼓励创新的风险分担、利益共享机制。

7.2.3 强化跨学科、多部门联合的产学研推用科技创新与应用平台建设

实现农机农艺融合、机械化信息化融合，农机服务模式与农业适度规模经营相适应、机械化生产与农田建设相适应，通过科技创新、机制创新、政策创新，促进农业机械化科技成果转化。

7.2.4 加大财税支持力度

支持农机装备和智能制造关键共性技术的研发。落实税收优惠政策，企业购置并实际使用的重大技术装备享受企业所得税优惠政策。农机装备进口零部件、原材料等，享受进口税收优惠。

7.2.5 创新金融扶持方式

建立农机装备现代化设计制造多元化投融资体系。鼓励建立按市场化方式运作的各类发展基金，鼓励社会资金投向农机装备现代化设计制造领域。

7.3 加强农业机械化及农机装备管理服务现代化

建立由政府主导的国家农机装备管理与服务平台，在加强智能化农机监测终端应用及建立健全配套的农机装备管理与服务金融保障机制等方面进行创新。

7.3.1 建立由政府主导的国家农机装备管理与服务平台

建立由农业农村部牵头的国家农机装备管理与服务平台，统筹协调农机装备管理与服务现代化发展。平台具备面向专业大户、农业合作社、龙头企业与广大小农户需求的数据查询、在线分析、共享交流等功能，整合政府、企业、专业机构等多渠道的农机数据；建立农机数据分析、农机作业远程监控、农机监理、农机社会化服务和农机市场等各个方面的管理服务子平台，引导农机装备管理与服务向现代化方向转变。

7.3.2 推进智能化农机监测终端的应用

加强智能化农机监测终端的推广应用，为农机作业运维管理平台提供可靠、完整和持续性的数据。鼓励企业与高校、科研院所联合研发智能化农机检测终端及系统，通过政策引导，推进智能化农机检测终端的实用化。

7.3.3 建立健全农机装备管理与服务金融保障机制

对农业合作社、农机服务企业、家庭农场提供农机融资租赁和信贷担保服务。以政府购买服务的方式为小农户提供秸秆还田、深松整地、地膜覆盖、无人机飞防等绿色环保机械化服务，以促进小农户与现代农业发展有机衔接。推动创新农业信贷担保机制、农民合作社信用合作、涉农直接投融资服务，支持开展农机保险。

7.4 推进农业机械化推广服务体系创新

7.4.1 建设区域性现代农机推广中心

因地制宜建设区域性现代农机推广中心。以产业化为目标，以体制机制创新为动力，以农机推广部门和乡镇推广站为承建主体，建设一批区域性现代农机推广中心。建成一批国家级区域农机推广平台，实现农机产品创新链与农机推广深度融合，促进农机研发、成果转化、产业孵化、金融支持等协同发展。

7.4.2 建设主要农作物生产全程机械化技术高水平试验示范基地

针对水稻、玉米、小麦、马铃薯、棉花、油菜、花生、大豆、甘蔗九大作物，建立若干主要农作物生产全程机械化技术高水平试验示范基地。大力试验示范和推广耕整地、种植、植保、收获、烘干、秸秆处理等重点环节机械化技术，实现标准化、专业化生产，优选适宜的技术路线和装备，推动机械化技术集成配套，探索形成不同作物、不同区域的机械化生产模式，建成一批高水平的全程机械化试验示范区。

7.4.3 农机新产品新技术鉴定与推广工程

积极组织鉴定人员参加考评员培训班，继续推进职业标准、教材和鉴定题库开发工作，确保鉴定的权威性和准确性。召开农机行业推广鉴定技术研讨会，推动鉴定行业技术水平的提高。加大宣传力度，积极利用新兴媒体，如手机客户端和即时聊天软件等，使用户及时获取相关信息。

7.4.4 农业机械化技术推广和服务网络平台建设

大力推进“互联网+”和大数据技术的应用，为农机推广和农机社会化服务体系提供信息支撑。建立健全统一协调、服务高效、安全可靠的农机作业动态信息监测与服务平台，及时采集和发布农机作业供需信息，培育和规范农机作业服务市场，为不同区域和类型的农业生产经营主体提供更好的农机作业服务、维修服务等，解决供需信息不对称，沟通不畅的问题。

7.5 壮大产业群产业链与农机社会化服务

7.5.1 积极推动筑牢贯通研发、制造、推广使用的农业机械化产业链供应链

推进农机作业社会化服务、农机维修与配件供应、农机技能培训等产业蓬勃发展，不断壮大农业机械化产业群产业链。积极培育农机作业服务公司、农机合作社和农机大户等农机服务主体，推广“物联网+农机作业”等创新服务模式。支持农机服务组织开展农业生产托管服务，促进小农户与现代农业发展有机衔接。积极开展农机跨区作业。

7.5.2 农机社会化服务提质增效示范主体建设

选择一批基础条件好、管理科学、运作规范的农机合作社给予重点扶持培育，在全国扶持1000家农机合作社作为示范社，打造“双主体模式”的生产和服务主体，既开展农机作业等全程机械化生产服务，又通过承包和土地流转等形式，开展适度规模化生产经营，促进先进适用农机具的推广和示范。针对农机大户、农机合作社、家庭农场、农机作业服务组织等各种新型农机服务主体实施提质增效工程，促进主要农作物生产全程机械化。

7.6 强化人才队伍支撑

争取2-3年内完成各级农机化行政管理人员轮训，努力打造一支高水平的农机化管理干部队伍。增强农机装备研发制造供应链产业链自主可控能力，全方位培养创新型、应用型、复合型及领军型农机科研人才。每年培训农民机手不少于500万人次。

7.6.1 构建完善的农机装备现代化职业教育体系

建议国家高度重视农机装备现代化职业教育，由农业农村部或者教育部牵头、科技部参加，多方联动，加强农机装备现代化职业教育体系建设，解决职业教育及相关人才培养问题。落实财政性农机装备职业教育经费投入，扩大农机装备专业职业教育招生规模，扩大生均拨款数量，实施免学费政策，加大奖助支持力度。

7.6.2 加强地方政府对中、高等职业院校的扶持力度

地方政府要从财政上加强对农机装备相关高等职业院校的支持力度，提高基本办学条件，实现精准帮扶。充分认识到农机装备产业升级对相关高等职业院校师资队伍数量和质量提出的更高要求，将产教融合纳入当地经济社会发展规划，同步规划产教融合发展政策措施、支持方式、实现途径和重大项目。

7.6.3 鼓励企校合作培养农机装备高技能人才

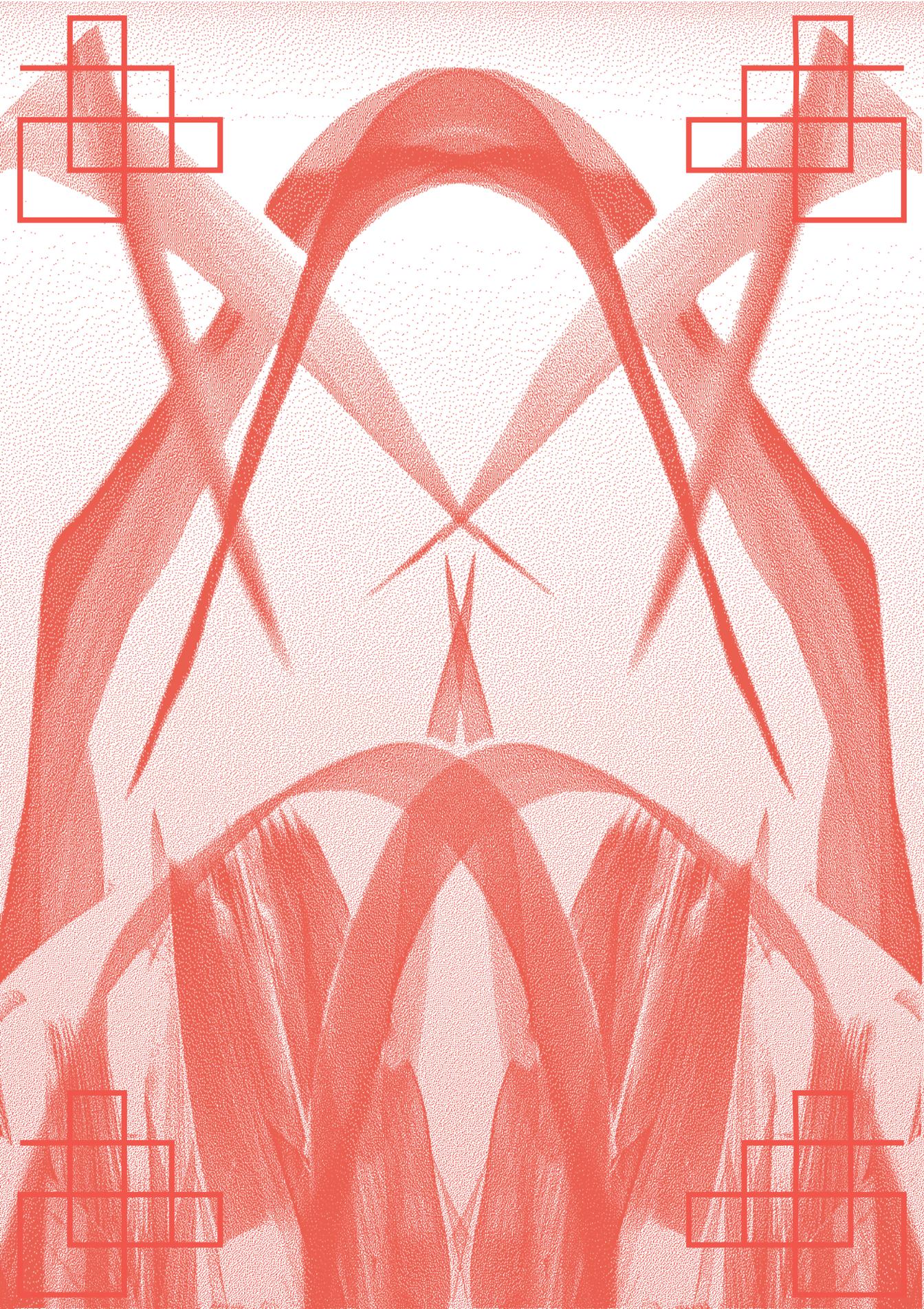
完善以企业为主体、职业院校为基础，学校教育与企业培养紧密联系、政府推动与社会支持相结合的高技能人才培养培训体系。根据企业需求，制定针对性培养计划，对接市场需求。国家应制定政策给予支持。

7.6.4 强化基层农机装备人员培训及实用人才培养

由农业农村部牵头，联合教育部，大规模开展基层农机装备实用人才培养，充分发挥农村现代远程教育网络、全国文化信息资源共享工程网络、各类农民教育培训项目、农业技术推广体系、各类职业学校和培训机构的主渠道作用。整合现有培训项目，健全县域职业教育培训网络，实施基层农机装备现代化实用人才推进工程，解决基层农机人员及实用性人员培训及能力提高问题。

7.7 深化国际合作交流

在先进设计技术、智能制造标准制定、示范基地建设和人才培育等方面广泛开展国际交流与合作，不断拓展合作领域。支持国内外企业及行业组织间开展农机装备现代化设计制造技术交流与合作，做到引资、引技、引智相结合。鼓励跨国农机企业、国外农机研发机构等在华设立农机装备制造研发机构、人才培训中心，建设示范工厂。鼓励国内企业参与国际并购、参股国外先进的农机研发制造企业。



第八章

中国可持续农业机械化的商业模式与案例分析

中国的农业机械化发展以及农机服务模式得到了越来越多发展中国家的关注。如前几章所述，近年来中国的农机服务组织不断发展壮大，发展格局呈现多样化，一大批新型农业经营主体和服务主体涌现，包括农机专业合作社、农机大户、基于信息通讯技术的中介平台等。本章主要介绍目前中国农业机械化服务的主要商业模式以及案例分析。

8.1 中国农机社会化服务商业模式

6.1.1 补齐重点区域粮食生产全程机械化短板

农机社会化服务是农业机械化的具体表现形式。农机服务行业的上游市场包括农机及其零部件工业制造以及流通部门，下游主要应用于种植业、畜牧业、渔业以及农产品加工等方面（图 15）。中国农机社会化服务推动了农业-食品价值链的提升，实现了可持续发展。面对粮食安全、疫情危机、气候变化等诸多挑战，信息化、数字化、企业化的农机社会化服务，对提高农业和粮食系统的安全性和抵御力至关重要，同时也是推广现代化与绿色化农业技术、提升农业就业机会、吸引青年人才、为农村妇女参与农业生产创造条件的重要途径（图 16）。

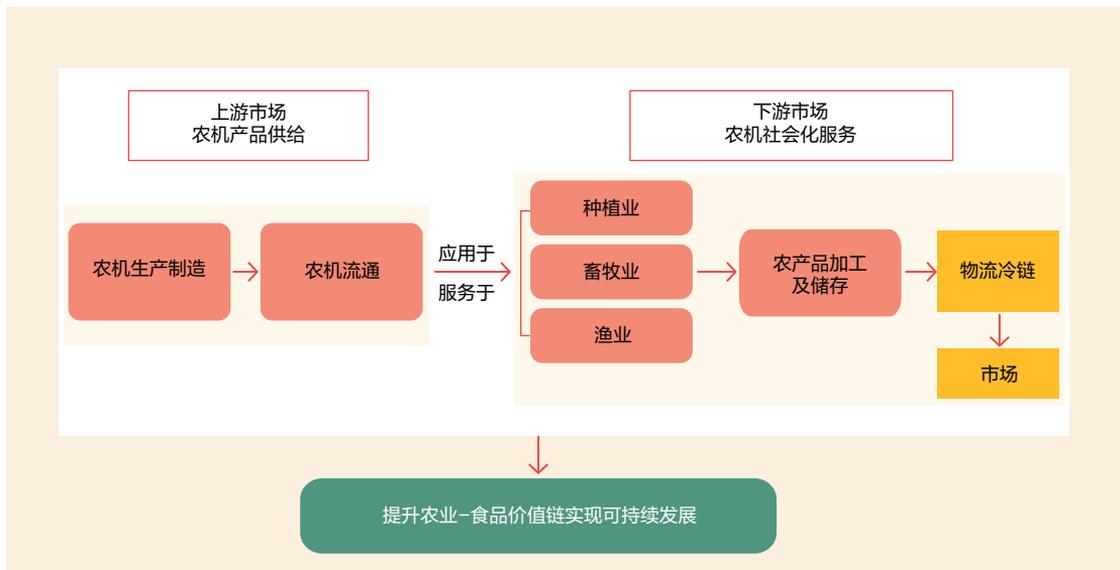


图15
农机服务行业上下游市场关联及其贡献

资料来源: 作者为本报告编制。

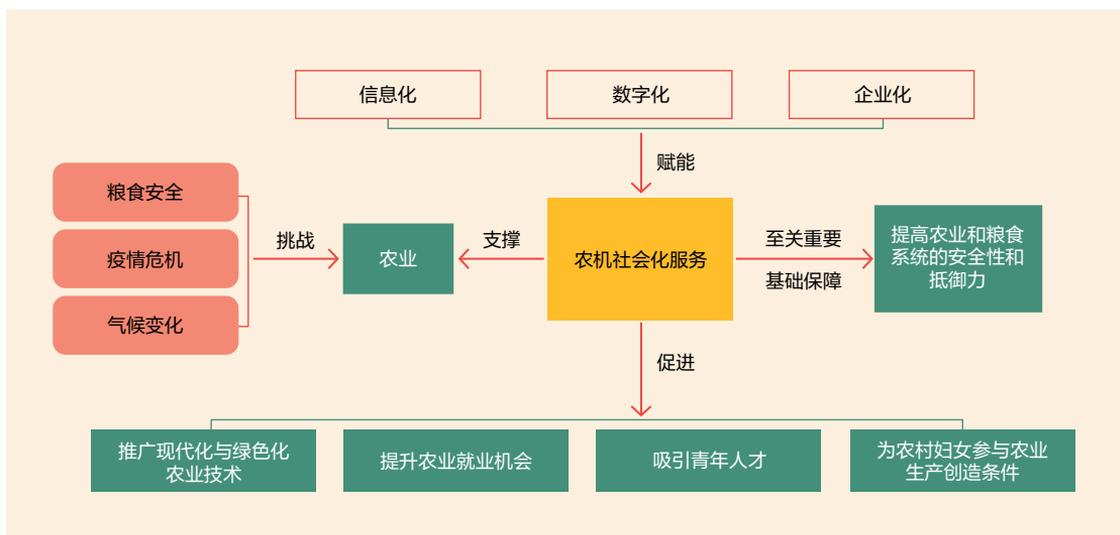


图16
农机社会化服务及其与相关因素的关系

资料来源: 作者为本报告编制。

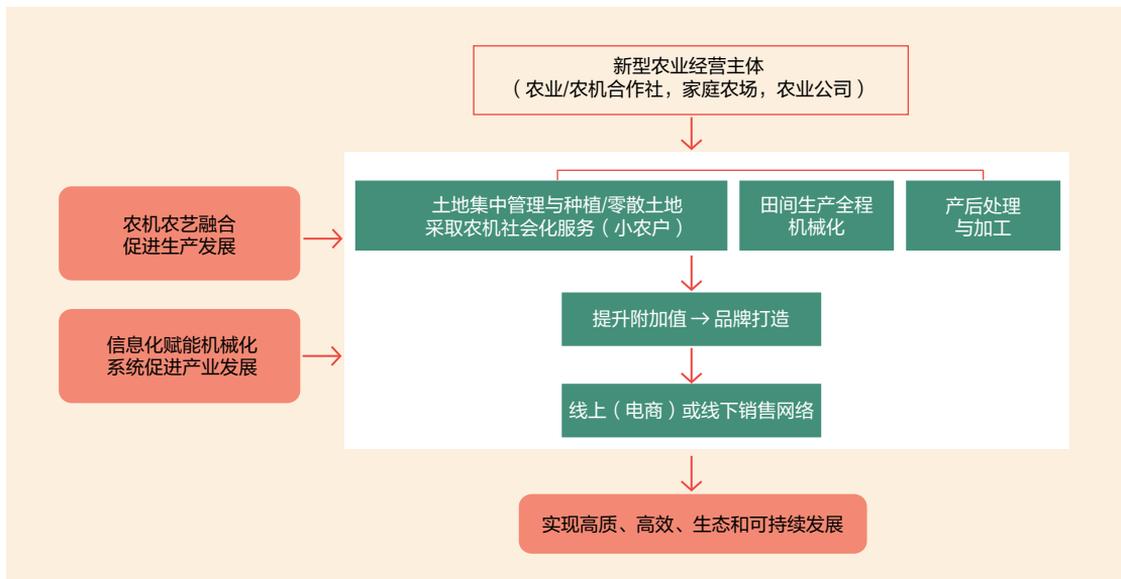


图17
农机社会化服务商业模式1

资料来源: 作者为本报告编制。

中国正在积极发展新型农机社会化服务商业模式，以机械化为抓手促进产业发展的新模式，引领农机社会化服务多样化发展。

- 农机社会化服务商业模式1：新型农业经营主体+土地集中管理与种植+田间生产全程机械化+产后处理→提升产品附加值→品牌打造→电商（线上）或线下销售网络）→机械化信息化融合促进产业发展（图17）
- 农机社会化服务商业模式2：供销合作社统一供种/供药/供肥/收购/销售+小农户+农机合作社全程机械化服务（图18）
- 农机社会化服务商业模式3：新型农业经营主体+田间全程机械化+产后处理加工+品牌销售+农机农资销售+培训基地+信息服务→“全程机械化+综合农事”服务中心→机械化信息化融合促进产业发展（图19）

8.2 案例分析

8.2.1 水稻全程机械化生产与数字化智慧管理平台应用

关键词：公司+高校+基地+合作社，有部分政府项目支持，公司资金投入，公共-私营合作模式



图18
农机社会化服务商业模式2

资料来源: 作者为本报告编制。

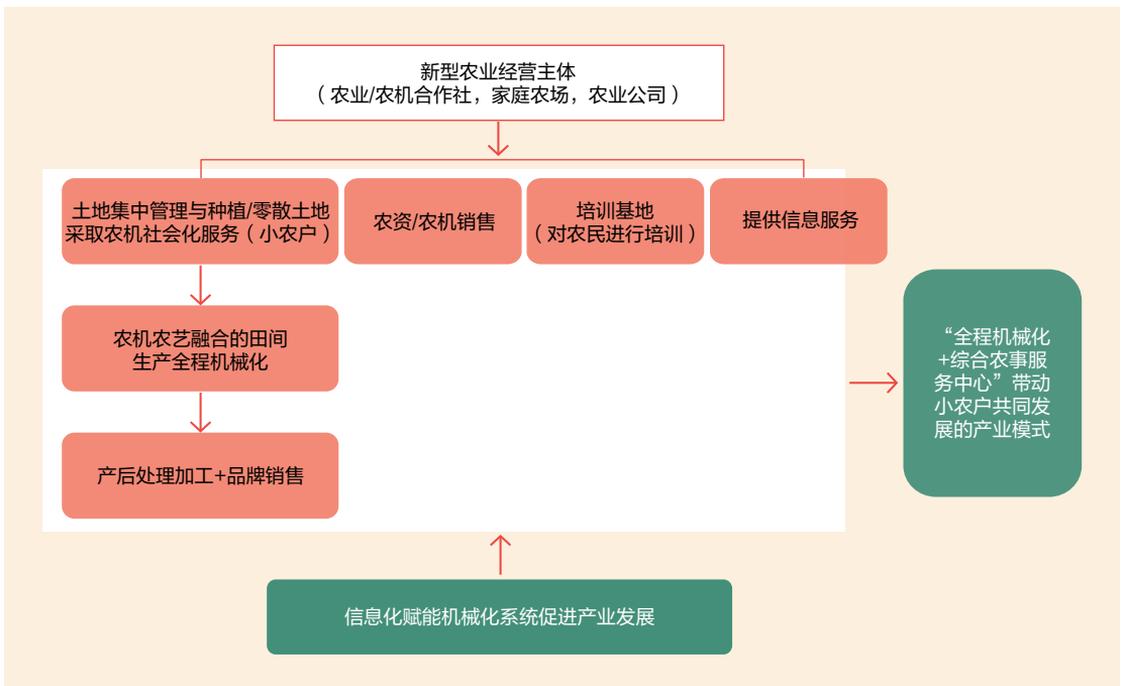


图19
农机社会化服务商业模式3

资料来源: 作者为本报告编制。

由金色大田科技有限公司与中国农业大学中国农业机械化发展研究中心联合实施。将北斗导航与RTK差分技术集成运用于水稻生产全过程，实现了水稻全程机械化精准作业。研发了数字化水稻生产智慧管理平台，并在江西、浙江2个省26个村进行实践应用，实施面积达到26.5万亩（约17666.7公顷）。其中在江西省蒋巷镇流转和托管土地1.3万余亩（866.67公顷），带动了3200户农户和8600多位农民共同富裕。通过提高农业生产效率、节本增效、提高了农产品品质和附加值，创造了显著的经济效益、社会效益和生态效益。

8.2.2 产后处理机械化助力脱贫攻坚和丘陵山区产业发展

关键词：高校+政府+公司+基地+合作社，高校自筹资金，公司投入300万元，政府对烘干机房建设用地给与支持，公共-私营合作模式

2017年，中国农业大学中国农业机械化发展研究中心发起，与上海三久机械有限公司一起，在农业农村部农业机械化管理司的指导下，联合农业农村部农业机械试验鉴定总站、农业农村部农业机械化技术开发推广总站，江西、湖北、湖南、广西、重庆、四川、贵州、云南、河北等省（市、区）农机主管与推广部门，以及中国工程院农业学部等单位，在9个省18个县26个合作社、农场实施“产教融合 农机化助力精准扶贫活动”（其中8个省份是南方典型丘陵山区省份，全部是贫困县），捐赠上海三久两款烘干机产品共28台，价值近300万元人民币（包括运费及安装费），带动当地产后处理机械化及农业产业发展。

通过对获赠烘干机的合作社进行跟踪调研、电话访谈、技术指导、培训考察、机器维护、座谈研讨，指导农机合作社科学使用烘干机进行社会化服务，带动周边贫困户发展，延伸了产业链，促进了种植大户、合作社和家庭农场效益增加。

8.2.3 农业无人机技术赋能女性展现从事农业的力量

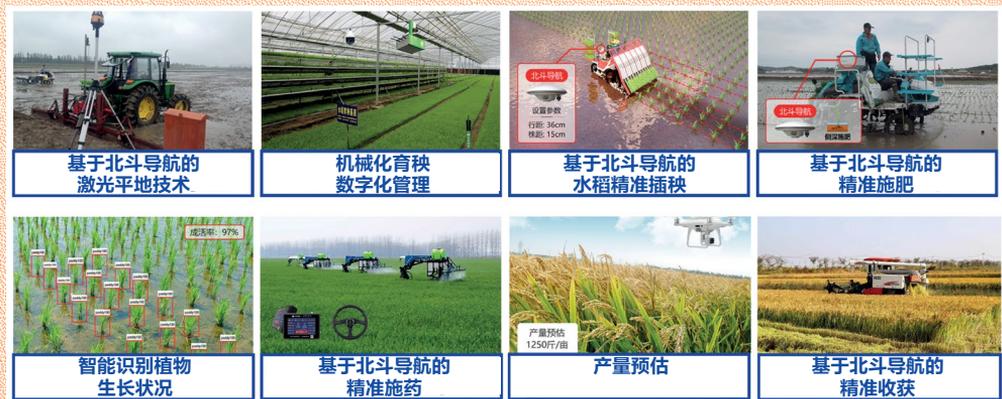
在农村地区，在农业劳动中占据不小的比例的女性往往承担着大量无形、无偿的家务劳动和生产活动，虽然付出很多辛劳，但自身的价值却难以得到真正体现。而且由于传统农业主要依靠人力或大型繁重的工具，再加上有限的工作和教育资源和生产资源，就业隐性歧视、生理体能差距等因素影响，使得女性在农业生产中往往处于边缘地位。尽管农村女性有着同样的学习能力和进取精神，但是她们在农业生产方面的潜力没有被完全激发，个人发展需求无法得到有效满足。

水稻全程机械化生产数字化管理平台

金色大田科技有限公司与中国农业大学合作在江西省南昌县建立了基于全程机械化数字化的万亩水稻智慧农场。通过土地流转和托管实现了规模化全程机械化生产，带动了8600多位农民共同富裕。水稻全程机械化生产数字化管理平台（SAMS）由金色大田科技有限公司开发，综合集成了北斗定位导航、实时运动学（RTK）等不同技术，实现了水稻全程生产的精准机械化。

水稻全程机械化生产应用的主要智能化技术及作业包括：

- 基于北斗导航的激光平地技术：增加秧苗种植量约3-5%，增产3-5%。
- 机械化育秧数字化管理：提高整体优质秧苗约5%-10%。
- 基于北斗导航的水稻精准插秧：可减少秧苗损耗量约3%-5%。
- 智能识别植物生长状况：无人机用于采集现场数据，结合人工智能识别技术，分析秧苗的漏插率、苗期成活率、水稻基本苗生长等信息。根据漏插率补苗情况，稻谷可增产3%-5%；根据成活率及时补救，可减少损失3%-5%。
- 利用人工智能技术识别水稻草害和病虫害：可减少损失3%-5%。
- 基于北斗导航的精准施肥：减少化肥使用量10%-30%。
- 基于北斗导航精细施药：节省农药使用10%-15%。
- 采用无人机技术进行精准施药：可节省农药使用10%-15%，
- 采用无人机技术进行水稻产量评估和收获期预测：可减少用水量90%以上；获取水稻成熟期多光谱数据，识别稻谷成熟度，进行产量预估和最佳收获期预测，保障水稻高质高产。
- 基于北斗导航的精准收获，减少产量损失1%-2%。



水稻全程机械化生产应用的主要智能化技术及作业

集成应用仓储设备、传感器、控制系统，建设数字化仓储中心；集成应用稻谷加工设备、传感器、称重、检测设备，建设数字化稻米加工中心，精选优质稻米可整体提升收益5%–10%。



数字化仓储中心和稻米加工中心

开发了基于Web和手机应用的水稻全程机械化生产数字化管理平台，实现了农场基本信息、员工、设备、耕地、作物、生产资料准入及仓库等基本信息管理，以及地块管理、生产计划、生产作业、生资出入库、巡田打卡、智慧决策、物联网监测、智慧灌溉、农产品溯源、可视化平台等农业生产全过程的数字化管理。



基于Web和手机应用的水稻全程机械化生产数字化管理平台

资料来源：作者为本报告编制。供图：金色大田科技有限公司/吴克铭

“产教融合 农机化助力精准扶贫活动”的培训与技术指导

以产后处理机械化为抓手带动小农户共同促进丘陵山区和贫困地区发展的产业模式。

- 引导农机合作社进行田间生产全程机械化，并收购附近农民的稻谷进行机械干燥和大米深加工，注册大米品牌，实现增值。
- 实践证明，烘干粮食（稻谷占97%）、油菜籽、油茶、辣椒、木耳、中药材、核桃等均产生了良好的经济效益。烘干稻谷，与传统晾晒相比，可减少10%的碎米率（损耗），每吨稻谷增加近500元收益，节约成本400元左右；烘干后加工成大米，每吨稻谷增值约2300元。
- 烘干中药材，每吨增值约15000元左右。
- 烘干辣椒，比鲜辣椒每吨增值约6000元。
- 干油茶籽比鲜油茶每吨增值约6000元，进行山茶油加工可使干油茶籽产值翻番。
- 帮扶贫困户约2000户，帮扶贫困人数3500人次；贫困户户均年增收1200元。



“产教融合 农机化助力精准扶贫活动”赠机仪式及调研



“产教融合 农机化助力精准扶贫活动”的培训与技术指导

资料来源：作者为本报告编制。

©中国农业大学 杨敏丽

蒋明兰女士与植保无人机的故事

蒋明兰女士与植保无人机的故事。

- 怀着投身农业的信念以及对家乡的爱，湖北省天门市的蒋明兰是第一批与极飞合作将无人机推广到农村的青年女性。
- 2020年，春耕时节正值新冠疫情防控的关键时期，人员流动的限制以及农村劳动力和物质的短缺，对粮食播种和农作物病虫害防治造成巨大障碍。
- 在极飞技术支持下，蒋明兰先后组织了120台全自主飞行的极飞农业无人机，为当地农户提供全程“无接触式”打药种地服务，累计植保面积达到8万亩（5333.33公顷）。
- 在严格遵守疫情防控的情况下，蒋明兰帮助天门市的农民最大限度降低了疫情对春耕生产的影响，避免由于劳动力缺口带来的农作物生产损失。
- 由于为农业发展和粮食安全做出了贡献，蒋明兰被联合国粮农组织评选为“2020年度粮食英雄”。



“2020年度粮食英雄”蒋明兰

资料来源：极飞科技。2021。2020企业社会责任报告。中国，广州。static.xag.cn/img/about/csr/xa-csr.pdf
供图：极飞科技

盛广宁女士与植保无人机的故事

- 盛广宁原是河北省张家口市康保县自然资源和规划局的一名工作人员。但是家乡落后的发展状况让她下定决心要将无人机引入当地。
- 康保县原来是国家及深度贫困县，面临着严重的人口老龄化和劳动力稀缺问题。老年人不得不背着药壶亲自下地劳作，在炎热天气下甚至出现中毒中暑的情况。
- 2017年，在极飞学院的帮助下，短短一周时间内，盛广宁就考取了专业的无人机操作证和教员证，成为了极飞的一名农业无人机女飞手。
- 她倾尽全力地推广这项新技术，并创办了热线电商网络植保公司。
- 目前，张家口市各县超过一半的种植大户都在使用盛广宁的无人机植保服务。
- 不断增长的业务需求，吸引了许多年轻人加入她的团队，带动了当地就业和社会发展。
- 现在，像盛广宁这样的女飞手不断涌现，成为农事服务领域的一道靓丽风景线。他们积极拥抱智慧农业科技，也不断壮大的创业团队一起成长，带领家乡脱贫致富。



植保无人机女飞手盛广宁

资料来源：极飞科技。2021. 2020企业社会责任报告。中国，广州。62页。static.xag.cn/img/about/csr/xa-csr.pdf
 供图：极飞科技

江苏省溧阳市海斌农机专业合作社

江苏溧阳海斌农机专业合作社。理事长王海斌是复转军人。承包经营流转土地4600亩，对外社会化服务9000亩。农机合作社采取“农田整治+种子处理+机械化育秧+田间全程机械化+产后处理+米业加工+物流+信息化技术应用”的模式，已经形成了资源节约、环境友好的农业生产体系，获得良好经济效益。

主要关键技术应用：

- 采用植保无人机进行田间管理作业，有效的提高了生产效率，减少农药施用量10%，节省成本20%以上。
- 采用产后烘干和精米加工设备进行稻米加工，实现了稻谷田间收获-烘干处理-精米加工-成品装袋全程机械化，提高产品的附加值45%以上。
- 在拖拉机、联合收获机上安装全球定位系统，实现田间作业实时信息采集、数据统计和机具合理调配、工作效率提高5%以上，节省合作社管理成本40%。



江苏溧阳海斌农机专业合作社

资料来源：作者为本报告编制。

四川省绵阳市安州区永福农机专业合作社

四川省绵阳市安州区永福农机专业合作社。2019年第一批全国“全程机械化+综合农事”服务中心典型案例。实施“订单式”农机作业服务，建立“农机综合服务超市”，“一站式”解决农户生产难题。

- 建立的水稻育插秧、植保、粮食烘干、粮食储藏、粮食加工、农机培训、现代农业社会化服务超市等六个中心一个超市，是开展“全程机械化+综合农事”服务的关键。“超市”主要提供技术、农资、生产、电商、信息等五项服务。
- 以“超市”为平台，为农户及种植大户开展农资销售配送、机耕、机种、植保、机收、秸秆还田、烘干、销售于一体的“全程机械化+综合农事”服务模式，为农民一站式解决生产过程中需要的服务和面临的困难。
- 整合资源提高了合作社规模化、标准化、全程全面化服务等综合服务能力。实现了农机服务组织以最经济的投入，推进小农户与现代农业发展有机衔接的目的。
- 实施“订单式”农机作业服务稳固服务市场。积极吸纳成员带机入股、以资金、土地入股等多种方式扩大合作社规模，努力在当地建立起代耕代种、土地委托、土地托管、订单服务等多种服务方式。
- 建立灵活机制形成合作共赢局面。与西南科技大学、四川省农机研究院、绵阳市农科院建立起的社校合作、社院合作为合作社提供了技术保障，与当地村组、合作社、种植大户、家庭农场建立的村社共建、社企共建、社社合作等为合作社开展以农业生产全程机械化为基础的综合农事服务合作共赢是服务保障。
- 打造终端产品品牌，提升综合效益。合作社建立起了无公害大米生产基地，生产的“黄土地香米”经中国食品发展中心审核，被认定为食品A级产品，获得“绿色食品”认证标志取得了很好的品牌效益。
- 承担社会责任，帮扶99户建档立卡贫困户实现脱贫致富。



©中国农业大学/杨敏丽

四川省绵阳市安州区永福农机专业合作社

资料来源: 作者为本报告编制。

智慧农业科技不仅能够缩减农村和城市的发展差距，也有助于提高农村妇女经济决策权，促进农村地区性别平等。

在过去，因为科技行业的性别偏见，无人机飞手职业鲜有女性身影，在无人机植保领域的女性更加少见。中国极飞科技（广州极飞科技股份有限公司，以下简称“极飞”）通过持续研发和创新，扫除农业的技术壁垒，消除传统农业工具性别歧视，为农村女性创造更多的机会和发展可能，让女性在农村社会、经济发展问题上提高话语权并发挥更大的力量，使她们在以往女性难以进入的工作领域中成就自我价值。

极飞通过向农村推出平等互惠、更具包容性的无人化技术，突破体能限制，打破传统农业中固化的男女分工，帮助农村女性摆脱繁杂劳累的农事活动。同时，还为农村女性提供现代农业技能培训，赋予他们从事农业生产、提高收入的专业能力。

8.2.4 农机合作社带动小农户发展实现共同富裕（公共-私营合作模式）

中国政府大力支持农机服务组织特别是农机合作社的发展。截止2020年底,中国农机服务组织已达19.45万家,其中农机合作社近8万家。

嘟嘟作业在线平台与“新农夫·一起干”物联网系统

嘟嘟作业（农机作业供需对接）是金色大田科技有限公司研发的“新农夫·一起干”物联网系统的主要内容，是为农机作业需求方和农机用户搭建的农机作业服务对接平台，以及农机手和农业生产者之间的供需交易平台。

- 农机手可以在平台发布作业服务能力，农业生产者可以发布作业服务需求，平台为供需双方提供信息匹配和撮合。
- “嘟嘟一响，颗粒归仓”作为农机服务的品牌核心，为农业生产者尤其是小农户，提供了方便快捷的农机生产调度服务。

© 金色大田科技有限公司/吴克敏



新农夫·一起干·嘟嘟作业

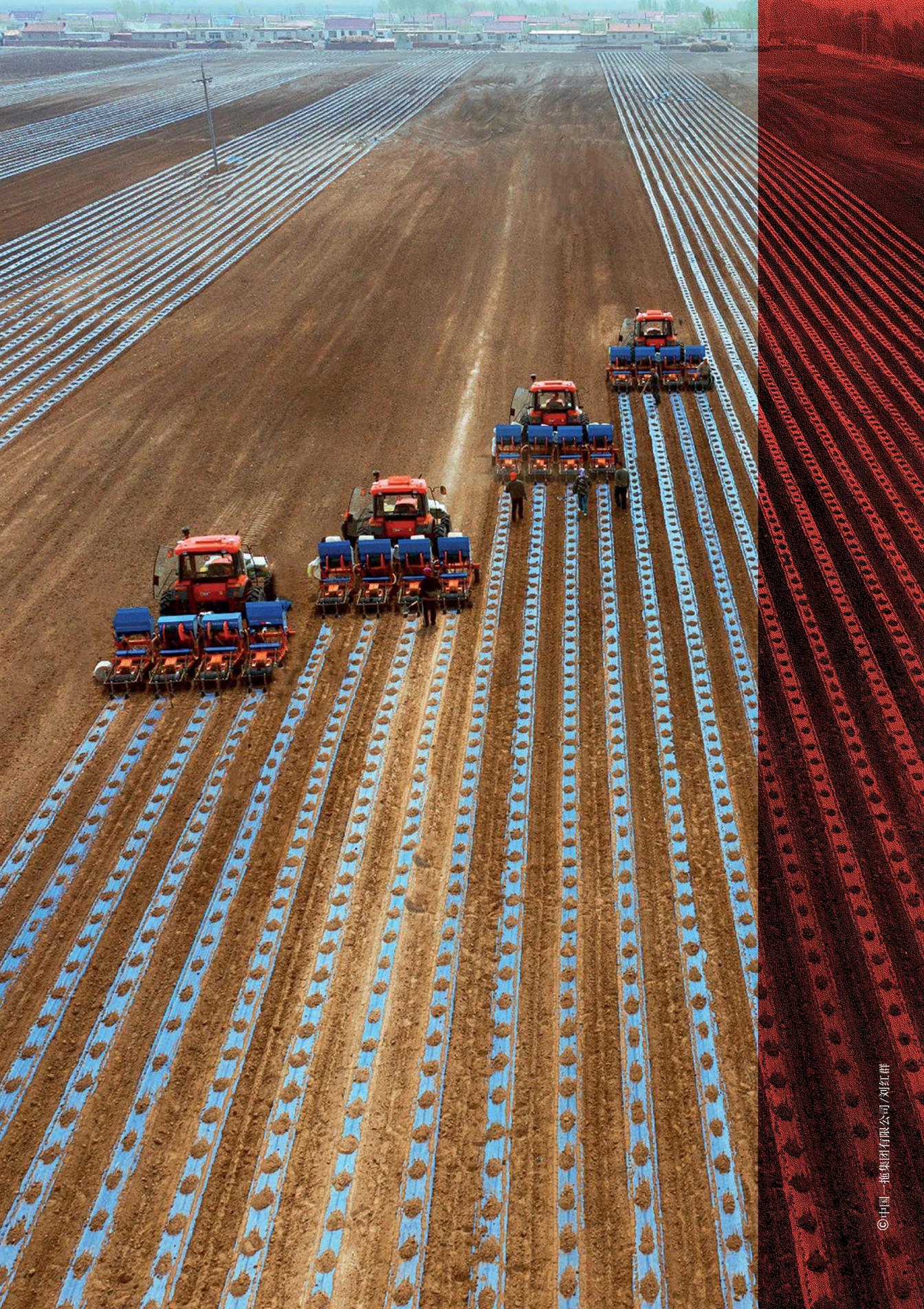
资料来源：作者为本报告编制；大田农业服务。2020。“新农夫·一起干”农业服务平台。农机360。引用于2021年5月30日。
<http://news.nongji360.com/html/2020/07/247844.shtml>

农机合作社将获得农机购置补贴和作业补贴（如农机深松作业补贴）。中国政府鼓励合作社进行土地流转和土地托管，特别是鼓励整村推进土地流转和土地托管，对于土地托管的农机作业给与专项作业补助。

因此，在中国政府政策的引导下，农机合作社迅速发展，促进了中国农业现代化建设。

8.2.5 基于Web和手机应用的农机作业供需对接平台

近年来，基于信息通讯技术的农机服务平台以及中介服务模式在中国逐步兴起。对接平台的价值主张包括：及时对接机手和农户，解决农户找机难问题；农户提前将农场作业时间以及价格意向信息发布预约合适农机；解决农机闲置，增加农机服务收入；对接农机服务中心以及加油站等日常服务资讯；灵活、快捷、安全的支付形式；结合物联网提高服务效率与质量。





第九章

展望

从全球现代农业和农业机械化的发展形势看，以机械化为基础，规模化、标准化、专业化、信息化、自动化、智能化等为特征的现代农业，随着现代信息技术与农业的深度融合发展，第三次农业革命——“农业数字革命”正在到来，各个国家对智慧农业进行了战略布局。智慧农业将是未来发展方向，并已在部分发达国家开始推广应用。中国也将在各产业领域实现“机械化+数字化”，构建基于数字农业的机械化生产系统，智慧农业场景将逐渐在中国的规模化农场中展现，探索可复制、可推广应用的无人化农业生产系统和无人化农场系统解决方案，为全球农业发展和粮食安全作出重要贡献。

9.1 主要农作物生产实现全过程机械化

9.1.1 粮棉油糖大宗农作物全程机械化

中国粮棉油糖等大宗农作物将实现全过程机械化，特别是目前机械化较低的作物和生产环节，如水稻种植、马铃薯种植与收获、油菜

种植与收获、花生种植与收获、棉花采摘、甘蔗收获等的薄弱环节，到2035年将基本实现机械化，并逐步实现“机械化+数字化”高产、高效、低耗、优质、生态、安全的现代农业发展模式与形态。

9.1.2 特色经济作物全程机械化

特色经济作物适宜品种生产逐渐实现全程机械化，特别是甘蓝类、小叶类、根茎类蔬菜，标准果园茶园，中药材、热作、杂粮等。在规模种植的家庭农场、合作社、示范基地等开展全程机械化技术试验示范，力争2035年规模化种植基地基本实现全程机械化。

9.2 畜禽养殖、水产养殖机械化水平大幅跃升

9.2.1 畜禽养殖机械化

通过统筹设施装备和畜牧业协调发展，着力推进主要畜种养殖、重点生产环节、规模养殖场（户）的机械化。到2025年，畜牧业机械化水平总体达到50%以上。标准化规模养殖与机械化协调并进的畜牧业发展新格局基本形成，有条件的地区主要畜种规模化养殖率先基本实现全程机械化。推进“互联网+”畜牧业机械化，畜禽养殖各环节重点装备上应用实时准确的信息采集和智能管控系统，养殖企业进行物联化、智能化设施与装备升级改造，畜牧设施装备使用、管理与信息化技术深度融合。到2035年，主要畜种生产全部实现规模化、机械化、标准化生产。

9.2.2 水产养殖机械化

推进水产养殖机械装备与养殖工艺深度融合。到2025年，水产养殖机械化水平总体达到50%以上，绿色高效养殖机械化生产体系和社会化服务体系基本建立，工厂化、集装箱式和池塘工程化等循环水养殖基本实现机械化，水产养殖生产效率、资源利用效率和环境友好效应迈上新台阶。促进物联网、大数据、移动互联、智能控制、卫星定位等信息技术在水产养殖装备、生产作业和管理服务上的应用，推进设施装备智能化、生产管理精准化、经营服务网络化。到2035年，主要品种生产全部实现规模化、机械化、标准化生产。

9.3 各类农区农业生产基本实现机械化全覆盖

9.3.1 加强科技创新

开展丘陵山区优势特色农产品生产机械化技术及装备需求目录的调查发布，引导科研单位和企业研发制造适应特色作物生产、特产养殖需要的高效农机。

大力推进丘陵山区农机专项鉴定工作，加快新产品的试验鉴定与购置补贴的步伐，促进创新成果转化应用。

推动产学研推用紧密结合，加快适宜各地产业需求的农机具研发推广。

充分发挥行业协会等社会组织作用，组织企业开展产业扶贫急需机具联合攻关，制定相关标准，推进技术创新和产业化。

9.3.2 加强机制创新

充分发挥国家和各省农业机械化发展协调推进机制，争取财政、工信、科技、发展改革等部门支持。

加强农业农村部门内部农机化与农田建设、种植、养殖、科技等各方面协作配合，加快构建推进农机农艺融合、农田农机配合的机制，推动农田建设和品种、栽培、养殖及产后加工等方面“宜机化”，促使良田、良种、良法、良地、良机配套。

积极构建公益性与经营性协调发展的推广机制，通过政府订购、购买服务、招投标、定向委托、财政补助等方式，引导多元社会力量参与公益性技术推广，加快提升丘陵山区农机化技术推广服务能力。

9.3.3 加快政策创新

创新丘陵山区开展农田“宜机化”改造政策举措，制定工作指引，开辟资金渠道，开展试点示范引导等。

创新丘陵山区农机购置补贴政策支持方式，优先满足丘陵山区资金需求，支持扩大丘陵山区适用机具补贴范围，探索加快特色产业发展所需机具补贴的途径，对一体化建造安装的设施装备通过先建后补方式予以支持，鼓励探索购置补贴、贷款贴息、融资租赁承租补贴等相结合的综合补贴方式等。

积极推动设立农机作业补助、农机服务组织建设、农机化新技术示范推广等方面项目，支持农机服务组织通过跨区作业、订单作业、农业生产托管等多种形式开展适度规模经营，提升作业服务、维修、技术培训等能力，加快农机化技术示范推广。

推进丘陵山区农机化人才队伍建设，持续开展农机化干部培训和再教育，遴选培育一批农机推广服务“土专家”，支持引导大中专毕业生等返乡下乡人员创办领办新型农机服务组织。

9.4 设施种植机械化促进农产品增值能力显著增强

通过优化种植设施区域布局，大力推广适宜机械化生产的标准化温室，加快设施装备与设施专用品种和绿色高效栽培技术集成配套，完善技术装备和社会化服务体系，推动设施种植机械化全程全面高质量高效发展。

到2025年，种植设施区域布局更加合理，结构类型更加优化，以塑料大棚、日光温室和连栋温室为主的种植设施总面积稳定在200万公顷以上。

适宜机械化生产的新品种和新技术新模式加快推广，设施蔬菜、花卉、果树、中药材的主要品种生产全程机械化技术装备体系和社会化服务体系基本建立，设施种植机械化水平总体达到50%以上。

实现设施装备智能化。环境自动调控、水肥一体化智能控制和作物生长信息监测等技术广泛应用，降低生产成本，提升设施种植机械化水平。

设施种植装备专用传感器、自动作业、精准作业和智能运维管理等关键技术装备获得突破，嫁接、授粉、巡检、采收等农业机器人和全自动植物工厂等场景在现实生产中呈现，实现信息在线感知、精细生产管控、高效运维管理。

9.5 “机械化+数字化”全面应用于农业机械化管理、作业监测与服务

农机作业北斗监测广泛应用。建设农机作业监测与指挥调度平台，动态掌握全国农业机械化生产状况，实现部、省、市、县四级之间良好互动和视频连线调度指挥。

农机精准作业广泛应用。农田精细平整、精准播种、变量施肥、精准喷洒、智能收获和自动驾驶技术广泛应用；建立面向典型区域、大宗作物的智慧生产技术体系，试验示范无人化农场技术。

农机化管理服务系统建立并完善。建设全国农业机械化管理服务系统，实现农机试验鉴定、安全监管、技术推广、运用指导、公共服务、发展监测和基础信息管理等服务系统互联互通。

9.6 未来农场示范案例

中国在无人化农场方面已经做了一些有益的探索，并且在未来五年（“十四五”期间），各省也将在本地区范围内建立适宜本地区农业生产的无人农场示范基地项目，展现未来无人农场场景。

9.7 加强国际交流与合作，实现共赢发展局面

中国坚持改革开放，积极响应国家“一带一路”倡议（“一带一路”门户网站，2017），坚持走国际化、可持续发展的道路，将进一步加快农业机械化的国际合作，“引进来”和“走出去”。

加强对外技术合作与交流，引导国内农机企业同国外开展多种形式的合作，积极利用外资，引进国外先进技术和管理经验，优化国内农机制造企业结构、提升技术水平。鼓励和支持有条件的农机企业“走出去”，到境外投资办厂，带动产品和服务出口。

北大荒建三江-碧桂园无人化农场的实践

北大荒农垦集团建三江分公司位于三江平原东部，种植水稻为主，农业机械化、农业现代化和农业科技发展水平都居北大荒农垦集团首位。在全国率先大面积应用水稻侧深施肥、超早育苗、覆膜机插、变量施肥施药、无人作业等先进技术，起示范引领作用。

碧桂园农业控股有限公司（简称“碧桂园农业”）是碧桂园集团旗下的全资子公司，致力于成为现代农业系统方案的提供者和服务商，通过先进的农业技术提升农业生产效率。

从2020年起，双方计划用3年时间，在建三江七星农场和二道河农场组织实施“北大荒建三江-碧桂园无人化农场项目”，重点进行农机作业无人化实验试验示范。

北大荒建三江和碧桂园农业联合组织实施的无人化农场试验示范项目，是目前世界上针对主粮作物的规模最大、参加试验示范的农机设备最多、作业环节项目最全、无人化技术最先进、农机田间作业无人化程度最高的一个无人化农场项目，也是迄今为止全球首个超万亩的无人化农场试验示范项目。

项目将带动中国现代化大农业加速发展，为中国农业转型升级、实现高质量发展注入强大动力，有助于大幅提升农业生产效率，保障中国粮食安全，在中国现代农业科技发展进程中具有里程碑式的重要意义。同时，形成可复制、可推广应用的无人化农业生产系统和无人化农场系统解决方案，为全球农业发展和粮食安全作出重要贡献。

项目的任务和目标：

- 完成各项农业生产技术环节农机无人驾驶田间作业和“无人化”各技术层级的实验试验示范。
- 掌握和突破农机无人驾驶技术的直线作业、地头转弯掉头、路径规划、智能控制、农具自动升降、PTO自动离合、自动避障、作业协同、多机协同（多机联动）、机群调度、远程监控与管理等关键技术。

- 实现农业生产耕、种（插）、管、收、运等环节较高水平的或者一定程度的农机作业“无人化”，实施面积1万亩（666.67公顷）。
- 2020年10月份，北大荒建三江-碧桂园无人化农场项目在七星农场举办农机无人驾驶作业现场演示会。现场共有44台农机设备集中亮相，展示了水稻收割、接运粮环节的无人化农机协同作业，无人化水田筑埂、搅浆、插秧、旱直播、飞防、秋翻地、旋地以及无人化旱田灭茬、翻、耙、起垄、播种、喷药等20多项农机作业，涵盖水稻、玉米、大豆三大作物从春到秋的全周期作业生产环节。



北大荒建三江-碧桂园无人化农场项目

资料来源：作者为本报告编制。

©中国农业大学/杨敏丽

加强农机产品对外宣传，扩大具有自主知识产权、自主品牌的农机产品出口。

加强与发展中国家的合作，扩大互利合作和共同开发。中国已在苏丹、埃塞俄比亚、津巴布韦、越南、委内瑞拉、尼日利亚、莫桑比克等多国开展了国际农业工程项目，包括中国援建津巴布韦农业示范中心项目、与盖茨基金会合作的埃塞苔麸生产机械化推广项目（小型农机具研发）、越南水稻机械化市场推广项目、委内瑞拉农机和农副产品加工设备制造厂工业园项目、喀麦隆榨油等，在国家相关部门指导下与苏丹探讨开展援建屠宰厂项目的建设运营等。

华南农业大学无人农场的探索与实践

从2003年开始，华南农业大学罗锡文院士团队开展了农业机械导航及自动作业关键技术的研究，突破了导航定位、路径跟踪、电液转向、电机转向、速度线控、机具操控、自动避障、主从导航、车载终端和系统集成等十大关键技术。重点创新了以下技术：

- 采用北斗卫星定位和MEMS惯性传感相结合，创新设计了外部加速度补偿的线性时变自适应卡尔曼滤波算法，实现了农机不同作业工况下的高精度连续稳定定位和测姿。
- 创新设计了基于预瞄跟随的复合路径跟踪控制器，采用非线性状态观测器对决策期望轮角进行侧滑补偿，显著提高了水田农机跟踪精度。
- 创新设计了农机线控局域网和自动导航作业局域网组成的分布式农机自动导航作业系统，提出了多层智能控制策略和方法，实现了农机自动导航作业系统的有效集成和控制。
- 创制了具有自主知识产权的农机自动导航作业线控装置和农机北斗自动导航产品。先后研制成功无人驾驶旋耕机、无人驾驶播种机、无人驾驶插秧机、无人驾驶高地隙宽幅喷雾机和无人驾驶收获机，并在无人农场中应用。
- 华南农业大学的无人农场可以实现耕种管收生产环节全覆盖、机库田间转移作业全自动、自动避障异况停车保安全、作物生产过程实时全监控、智能决策精准作业全无人。
- 开发的智慧农业管理系统包括数字化感知、智能化决策、精准化作业和智慧化管理等功能模块。



©华南农业大学/胡炼

华南农业大学无人化农场项目

资料来源: 作者为本报告编制。供图: 华南农业大学/胡炼

今后, 将会通过国际合作、南南合作和三方合作, 以及与联合国粮农组织、世界粮食计划署、世界银行、可持续农业机械化中心等国际组织合作, 将中国可持续农业机械化经验传播到世界发展中国家, 助力发展中国家粮食安全和减贫问题的解决, 提高全球农业生产效率。

拜耳、极飞科技、阿里巴巴农村淘宝联合启动“未来农场计划”

“未来农场计划”是由拜耳、极飞科技及阿里巴巴农村淘宝一同发起，邀请全球农业科技领域合作伙伴共同参与构建的新概念农业示范基地项目。其核心理念是培养新农人、利用新技术、实践新思想，在探索效能最大化的同时，保护环境，实现农业生产与自然生态的可持续发展。

- 未来农场的农户会获得耕、种、管、收的全程农事支持，建立一套完备的智慧农业管理系统。农业的精准化、数字化变革，极大降低生产的不确定性，摆脱传统农业高风险和散、乱、小的无序低效状态，帮助农户提升生产效率、及时止损、提高农产品产量与质量。
- 未来农场的作物将实现全程可追溯，农户可通过云数据管理平台随时查看其生长状况和用药情况，按国际绿色标准进行安全检测，确保农产品绿色健康。
- 高效的农场管理模式将精确计算合适的农药、化肥使用量，减少对土地和水的污染，并利用可持续耕作工具保护自然资源和生物多样性，践行农业可持续发展理念。
- 在农村金融方面，蚂蚁金服提供基于数据风控为核心的线上服务能力，结合极飞科技在农业植保服务中积累的农户、农田数据，通过数据化授信（无抵押免担保），能够为未来农场的农户及参与者（如飞手）提供便捷的（基于互联网的）、平等的金融支持。
- 通过极飞物联网和测绘无人机技术，帮助农户提高对农田的智能感知，通过农业智能引擎分析帮助农户更科学地决策，从而让机器更好地为农户服务，减少低级重复劳动，节省大量人力，提高劳动效率，创造更多价值。
- 通过建设数字农业基础设施、开发精准农业装备、实施智慧农场管理系统，赋能未来农场计划。

极飞科技三大主营业务



STEP 1

建设数字农业基础设施

农田高清图
RTK 导航网络
农业物联网设备

让农事服务标准化
为智能农机铺平道路



STEP 2

开发精准农业装备

全自主农业无人机
全自主农业无人车
农机自动驾驶仪

降低劳动力成本
提高农产品质量



STEP 3

实施智慧农场管理系统

农田管理系统
AI 作物模型
农业大数据

大幅提升农业管理效率
实现产量和质量最优平衡

极飞科技六大产品线



农业无人机



智慧农业系统



农业物联网



农机自驾仪



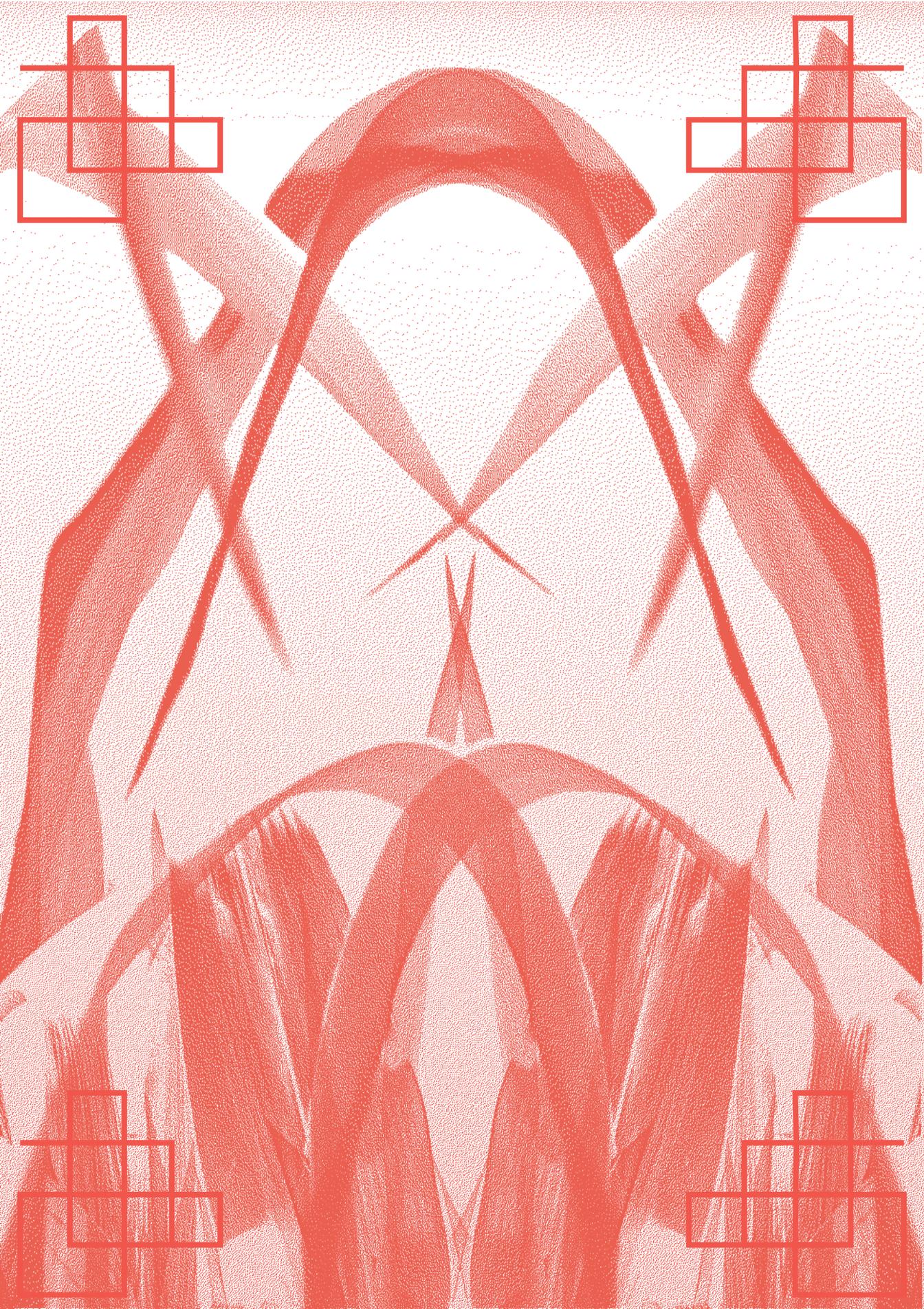
农业无人车



遥感无人机

极飞未来生态农场系统

资料来源: 极飞科技。2018。未来农场计划。引用于2021年5月15日。www.xa.com/news/events/4



参考文献

- 8WCCA.** 2021. *8th World Congress on Conservation Agriculture (8WCCA)*. Cited 30 April 2021. <https://8wcca.org>
- AfricaMechanize.** 2022. F-SAMA Virtual Webinar Series. Cited 30 April 2022. www.africamechanize.org
- BeiDou Navigation Satellite System.** 2021. *BeiDou Navigation Satellite System*. Cited 30 April 2021. <http://en.beidou.gov.cn>
- Belt and Road Portal.** 2017. *Building the Belt and Road: Concept, Practice and China's Contribution (Seven language versions)*. Cited 14 March 2022. www.yidaiyilu.gov.cn/info/iList.jsp?tm_id=540
- CEMA.** 2021. *Advanced Farm Machines & Solutions mark the path to deliver a Sustainable Farming in Europe*. Cited 30 April 2021. www.cema-agri.org/index.php?option=com_content&view=article&id=786&catid=18&Itemid=107
- Chinese State Council.** 2018. *Guiding Opinions of the State Council on Accelerating Agricultural Mechanization and the Transformation and Upgrading of Agricultural Machinery and Equipment Industry (Guofa [2018] No. 42)*. Cited 30 April 2021. www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm
- Chinese State Council.** 2021. *Notice of the State Council on Printing and Distributing the "Fourteenth Five-Year Plan" to Promote the Modernization of Agriculture and Rural Areas*. Cited 30 March 2022. www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/11/content_5673082.htm
- CSAM.** 2020a. *Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery (ANTAM)*. Cited 30 April 2021. www.un-csam.org/ANTAM
- CSAM.** 2020b. *Mechanization Solutions for Improved Livestock Management and Prevention & Control of Zoonotic Diseases*. Beijing. www.un-csam.org/sites/default/files/2021-01/ENG.pdf
- European Commission.** 2021. *A European Green Deal*. Cited 30 April 2021. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en#timeline

- European Union.** 2016. Regulation (EU) 2016/1628 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2016 on requirements relating to gaseous and particulate pollutant emission limits and type-approval for internal combustion engines for non-road mobile machinery. *Official Journal of the European Union*, L252(59): 53–117. In: <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/1628/oj>
- FAO.** 2021a. *FAO Global Sustainable Agriculture Mechanization Community of Practice*. Cited 30 April 2021. <https://dgroups.org/fao/mechanization>
- FAO.** 2021b. *FAO launches Global Action on One Country One Priority Product*. Cited 28 February 2022. www.fao.org/news/story/en/item/1438036/icode
- FAO.** 2022a. *Sustainable Agricultural Mechanization*. Cited 30 April 2021. www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/en
- FAO.** 2022b. *Conservation Agriculture*. Cited 30 April 2021. www.fao.org/conservation-agriculture/en
- FAO.** 2022c. *FAO elearning Academy*. Cited 30 April 2021. <https://elearning.fao.org>
- FAO & AUC.** 2018. *Sustainable Agricultural Mechanization: A Framework for Africa*. P. Kormawa, G. Mrema, N. Mhlanga, M.K. Fynn, J. Kienzle & J. Mpagalile, eds. Addis Ababa, FAO. www.fao.org/3/CA1136EN/ca1136en.pdf
- Farmers Daily.** 2020. *Academician and Agricultural Expert Teams Supporting Spring Farming*. Cited 30 April 2021. www.kjs.moa.gov.cn/gzdt/202003/t20200330_6340134.htm
- Guangdong Provincial Agricultural Non-point Source Pollution Control Project Management Office.** 2021. *Comprehensive information network of Guangdong agricultural non-point source pollution control project loaned by World Bank*. In: www.gdmy.org
- ITU.** 2021. *FAO-ITU Joint Event: Agricultural robotics for climate-resilient food production*. In: *AI for Good Webinars*. Cited 30 April 2021. <https://aiforgood.itu.int/event/agricultural-robotics-for-climate-resilient-food-production>
- Jiang, S. & Kienzle, J.** 2020. *Restoring agricultural production during and post COVID-19: A look into Sustainable Agricultural Mechanization (SAM) and hire services in China*. In: *FAO Sustainable Agricultural Mechanization*. Cited 30 April 2021. www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/resources/news/detail-events/en/c/1294566
- Justice, S., Flores Rojas, M. & Basnyat, M.** 2022. *Empowering women farmers – A mechanization catalogue for practitioners*. Rome, FAO.
- MARA (Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China).** 2019. *China's Agricultural Mechanization Management Statistical Survey System*. Beijing, China. www.moa.gov.cn/govpublic/NYJXHGLS/201902/P020190220505651335298.doc
- MARA.** 2020a. *National Modern Animal Husbandry Promotion Conference was held in Zhucheng, Shandong*. Cited 30 April 2021. www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202011/t20201104_6355778.htm
- MARA.** 2020b. *Deputy Director Wang Jiayun of Agricultural Mechanization Management Department of MARA Attended the Press Conference of the Joint Prevention and Control Mechanism of the State Council*. Cited 30 April 2021. www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202004/t20200420_6341972.htm
- MARA.** 2020c. *The Ministry of Agriculture and Rural Affairs deployed cross-regional operations of agricultural machinery in 2020 summer*. Cited 30 April 2021. www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202005/t20200515_6344093.htm
- MARA.** 2020d. *A Proposal to Farmers' Cooperatives Across the Country*. Cited 30 April 2021. www.moa.gov.cn/ztlz/kjxgfy/202002/t20200206_6336647.htm

- MARA.** 2020e. National Emergency Response Plan for Cross-Regional Agricultural Mechanization Operations in 2020 Summer. Beijing, China. www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202005/P020200518303136825627.pdf
- MARA & MOF.** 2020. *Action Plan for Conservation Agriculture of Black Soil in Northeast China (2020–2025)*. Cited 10 April 2021. www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202004/202005/t20200507_6343266.htm
- MARA & MOF.** 2021. *Guiding Opinions on the Implementation of Agricultural Machinery Purchase Subsidies 2021–2023*. Cited 30 March 2022. www.moa.gov.cn/govpublic/CWS/202104/t20210406_6365311.htm
- MEE.** 2014. Limits and measurement methods for exhaust pollutants from diesel engines of non-road mobile machinery (CHINA III, IV). In: *Emission Standard for Mobile-source Pollutants*. Cited 20 April 2021. https://english.mee.gov.cn/Resources/standards/Air_Environment/emission_mobile/201605/t20160511_337514.shtml
- MEE.** 2020. *Announcement on the Issuance of National Environmental Protection Standards: Technical Policy for the Emission Control of Pollutants from Non-Road Diesel Mobile Machinery*. Cited 20 April 2021. www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202012/t20201231_815661.html
- Mrema, G., Soni, P. & Rolle, R.S.** 2014. *A regional strategy for sustainable agricultural mechanization: Sustainable mechanization across agri-food chains in Asia and the Pacific region*. Bangkok, FAO. www.fao.org/3/i4270e/i4270e.pdf
- National People's Congress of the People's Republic of China.** 2018. *Law on Promotion of Agricultural Mechanization of the People's Republic of China*. Cited 30 April 2021. www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/2018-11/05/content_2065668.htm
- Sims, B., Kahan, D., Mpagalile, J., Hilmi, M. & Valle, S.S.** 2018. *Hire Services as a Business Enterprise: A Training Manual for Small-Scale Mechanization Service Providers*. J. Kienzle & B. Gérard, eds. Rome, FAO and CIMMYT. www.fao.org/3/I9207EN/i9207en.pdf
- State Administration for Market Regulation.** 2022. *Briefing on 2021 State Supervision and Spot Check of Agricultural Machinery Product Quality*. Cited 20 March 2022. www.samr.gov.cn
- Takeshima, H. & Vos, R.** 2022. *Agricultural mechanization and child labour in developing countries*. Rome, FAO. www.fao.org/3/cb8550en/cb8550en.pdf
- Xinhua News Agency.** 2020. *Current Status of Chinese Dairy Industry Quality*. Cited 30 April 2021. <https://nyncw.sh.gov.cn/xyyw/20200722/abbfabcbf45e4caf975f76f01cad1af6.html>
- Xinhua News Agency.** 2021a. The Fourteenth Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the Outline of Long-Term Goals for 2035. In: *State Council of People's Republic of China*. Cited 30 March 2022. www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm
- Xinhua News Agency.** 2021b. *Law on Promotion of Rural Revitalization of the People's Republic of China*. Cited 30 March 2022. www.xinhuanet.com/politics/2021-04/29/c_1127393923.htm
- Xinhua News Agency.** 2021c. Opinions of the Central Committee and the State Council on Comprehensively Promoting Rural Area Revitalization and Accelerating Agricultural and Rural Modernization. Cited 30 March 2022. www.xinhuanet.com/politics/2021-02/21/c_1127122068.htm

附录：中文参考文献

- 广东省农业面源污染治理项目管理办公室**。2021。世界银行贷款广东农业面源污染治理项目综合信息网络。www.gdmy.org
- 国家市场监督管理总局**。2022。2021年农业机械产品质量国家监督抽查情况通报。引用于2022年3月20日。www.samr.gov.cn
- 农民日报**。2020。护航农业“智”援春耕（院士专家团队）。引用于2021年4月30日。www.kjs.moa.gov.cn/gzdt/202003/t20200330_6340134.htm
- 新华社**。2020。中国乳业的质量现状。引用于2021年4月30日。https://nynw.sh.gov.cn/xyyw/20200722/abfbabcbf45e4caf975f76f01cad1af6.html
- 新华社**。2021a。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。引用于2022年3月30日。www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm
- 新华社**。2021b。中华人民共和国乡村振兴促进法。引用于2022年3月30日。www.xinhuanet.com/politics/2021-04/29/c_1127393923.htm
- 新华社**。2021c。中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见。引用于2022年3月30日。www.xinhuanet.com/politics/2021-02/21/c_1127122068.htm
- “一带一路”门户网站**。2017。共建“一带一路”：理念、实践与中国贡献(7个语言版本)。引用于2022年3月14日。www.yidaiyilu.gov.cn/info/iList.jsp?tm_id=540
- 中华人民共和国国务院**。2018。国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见（国发[2018]42号）。引用于2021年4月30日。www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm

- 中华人民共和国国务院。**2021。国务院关于印发“十四五”推进农业农村现代化规划的通知。引用于2022年3月30日。
www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/11/content_5673082.htm
- 中华人民共和国农业农村部。**2019。全国农业机械化管理统计调查制度。中国，北京。32页。www.moa.gov.cn/govpublic/NYJXHGLS/201902/P020190220505651335298.doc
- 中华人民共和国农业农村部。**2020a。全国现代畜牧业推进会议在山东诸城召开。引用于2021年4月30日。
www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202011/t20201104_6355778.htm
- 中华人民共和国农业农村部。**2020b。我司王甲云副司长出席国务院联防联控机制新闻发布会。引用于2021年4月30日。www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202004/t20200420_6341972.htm
- 中华人民共和国农业农村部。**2020c。农业农村部部署“三夏”农机跨区作业。引用于2021年4月30日。www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202005/t20200515_6344093.htm
- 中华人民共和国农业农村部。**2020d。致全国农民合作社的倡议书。引用于2021年4月30日。www.moa.gov.cn/ztl/kjxgfy/202002/t20200206_6336647.htm
- 中华人民共和国农业农村部。**2020e。2020年全国“三夏”农机跨区作业应急处置工作方案。中国，北京。
www.njhs.moa.gov.cn/gzdt/202005/P020200518303136825627.pdf
- 中华人民共和国农业农村部，财政部。**2020。农业农村部 财政部关于印发《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020—2025年）》的通知。引用于2021年4月10日。
www.moa.gov.cn/nybg/2020/202004/202005/t20200507_6343266.htm
- 中华人民共和国农业农村部，财政部。**2021。农业农村部办公厅 财政部办公厅关于印发《2021—2023年农机购置补贴实施指导意见》的通知。引用于2022年3月30日。www.moa.gov.cn/govpublic/CWS/202104/t20210406_6365311.htm
- 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会。**2018。中华人民共和国农业机械化促进法。引用于2021年4月30日。
www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/2018-11/05/content_2065668.htm
- 中华人民共和国生态环境部。**2020。关于发布国家环境保护标准《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》的公告。引用于2021年4月20日。
www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202012/t20201231_815661.html

可持续农业机械化涵盖所有级别的农业生产和加工技术，在促进农业粮食体系的可持续发展时综合考虑了技术、经济、社会、环境和文化等多方面因素。本出版物力求全面系统总结中国农业机械化的发展现状和战略。包括中国可持续农业机械化的做法与经验、面对2035年基本实现农业农村现代化目标、带动小农户共同进入现代农业、实现可持续发展所采取的发展战略和政策措施，分析中国农机社会化服务商业模式，并提出投资和政策建议。预计到2035年，中国农业生产将基本实现全程机械化。机械化信息化融合的理念将全面应用于农业机械化管理、作业监测与服务，农业机械化全面支撑农业农村现代化发展。中国农业机械化的发展提供了具有全球价值的创新案例，特别是为发展中国家尤其是中等收入国家和新兴国家的可持续农业机械化的发展提供了参考和借鉴。

本出版物是粮农组织投资中心“知识促进投资”（K4I）计划下的“国别投资要闻”出版物丛书的其中一部。

ISBN 978-92-5-137326-2



9 789251 373262

CC2867ZH/1/02.23