

智慧农业背景下小麦生产管理优化

李 杨

农业技术推广中心 陕西 渭南 714000

摘要：本文聚焦智慧农业背景下小麦生产管理优化，并以我国重要小麦产区陕西省关中灌区为典型案例进行剖析。首先概述智慧农业依托信息技术实现精准感知与决策。接着指出小麦生产面临气候变化、土壤退化、病虫害频发及市场需求变化等问题，并具体分析了这些问题在关中灌区的表现。随后阐述智慧农业在小麦生产中精准农业技术、智能灌溉施肥、病虫害防控等方面的应用，重点结合关中灌区近年实践案例与数据，展示应用效果。最后评估智慧农业模式下小麦生产的经济、生态和社会效益，结合关中灌区经验，为小麦生产管理优化提供理论与实践参考。

关键词：智慧农业；小麦生产；管理优化；陕西省关中灌区

1 智慧农业概述

智慧农业是现代信息技术与农业生产、经营、管理和服务深度融合的新型农业发展模式，它代表着农业发展的先进方向，为传统农业向现代农业转型注入了强大动力。智慧农业依托物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术，实现了对农业生产环境的精准感知、智能决策和自动控制。通过在农田、温室、畜禽舍等场所部署各类传感器，能够实时收集土壤湿度、温度、养分含量，以及气象条件、作物生长状况、畜禽健康参数等数据，并将这些数据传输至管理平台。借助大数据分析和人工智能算法，对海量数据进行深度挖掘和分析，为农业生产提供精准的决策支持。例如，根据土壤和作物信息，精准控制灌溉和施肥量，提高水资源和肥料的利用效率，减少浪费和环境污染；依据气象数据和病虫害模型，提前预测病虫害发生趋势，及时采取防治措施，降低损失^[1]。智慧农业还延伸至农产品流通和销售环节，利用区块链技术实现农产品质量追溯，保障消费者“舌尖上的安全”；通过电商平台拓展销售渠道，促进农产品上行，增加农民收入。智慧农业的发展，不仅提高了农业生产效率和质量，还推动了农业可持续发展，助力乡村振兴战略的实施，让农业成为有奔头的产业，让农民成为有吸引力的职业。

2 小麦生产管理面临的主要问题

2.1 气候变化对小麦产量的影响

气候变化是当前全球面临的重大挑战之一，对小麦生产产生了深远影响。气温升高是小麦生产面临的主要气候变化问题之一。高温会加速小麦的生长发育进程，缩短生育期，导致小麦穗粒数减少、千粒重下降，从而影响产量。同时，高温还会加剧小麦的蒸腾作用，使土壤水分蒸发加快，加剧干旱胁迫，进一步影响小麦的生

长和产量。降水模式的改变也对小麦生产造成了不利影响。一些地区降水减少，导致干旱频繁发生，影响小麦的播种、出苗和生长；而另一些地区降水过多，则容易引发洪涝灾害，造成小麦倒伏、淹没等问题，导致减产甚至绝收。极端气候事件如暴雨、冰雹、大风等的频繁发生，也会对小麦生产造成严重破坏。以陕西省关中灌区为例，近年来春季干旱、初夏“干热风”及秋季连阴雨等极端天气事件发生频率增加。例如，2022年4-5月的持续干旱导致部分灌区末端麦田有效分蘖减少；2023年5月下旬的“干热风”使局部地区小麦灌浆期缩短，千粒重下降5-8%，对产量造成显著影响。

2.2 土壤退化与水资源短缺问题

土壤是小麦生长的基础，土壤退化严重威胁着小麦的产量和质量。长期不合理的耕作方式和施肥管理导致土壤肥力下降、土壤结构破坏、土壤酸化或盐碱化等问题日益突出。土壤肥力下降会使小麦生长所需的养分供应不足，影响小麦的正常生长发育；土壤结构破坏会降低土壤的保水保肥能力，加剧水土流失；土壤酸化或盐碱化则会改变土壤的理化性质，影响小麦根系的生长和吸收功能。水资源短缺是制约小麦生产的另一个重要因素。小麦是需水较多的作物，在生长过程中需要充足的水分供应^[2]。然而，我国水资源分布不均，一些小麦主产区水资源匮乏，加上水资源利用效率低下，导致小麦生产面临严重的水资源短缺问题。干旱缺水不仅会影响小麦的出苗、分蘖和拔节等关键生长时期，还会降低小麦的千粒重和品质，严重影响小麦的产量和经济效益。关中灌区部分长期高强度耕作区域存在土壤有机质含量偏低、耕层变浅等问题。据陕西省土壤肥料工作站监测数据，部分高产田块土壤有机质含量已低于1.5%的临界值。同时，尽管依托泾惠渠、洛惠渠等大型灌区，水资

源短缺仍是核心制约。灌区水资源利用率虽不断提升，但仍有较大提升空间，且地下水超采在部分地区依然存在。例如，宝鸡峡灌区、渭南洛惠灌区近年推行节水改造，但农业用水效率整体仍需提高，季节性缺水矛盾突出尤以2025年春夏之交最为明显。

2.3 病虫害频发与农药过度使用

病虫害是小麦生产中的常见灾害，严重影响小麦的产量和质量。随着气候变暖和种植结构的调整，小麦病虫害的发生频率和危害程度呈上升趋势。一些常发性病虫害如小麦锈病、白粉病、蚜虫等频繁发生，给小麦生产带来了巨大损失。同时，一些新的病虫害也不断出现，增加了防治难度。为了控制病虫害的危害，农民往往过度依赖农药进行防治。农药的过度使用不仅会导致农产品农药残留超标，影响人体健康，还会破坏农田生态环境，杀灭天敌昆虫，引发病虫害的抗药性，形成恶性循环。另外，农药的过度使用还会增加生产成本，降低小麦的经济效益。关中灌区作为条锈病菌的“越冬区”和“春季流行区”，锈病流行风险常年较高。此外，赤霉病在湿润年份（如2020、2024年）在灌区中下游发生较重。传统防治中，部分农户存在“打保险药”的习惯，导致农药投入偏高。据陕西省植保总站调查，部分地区小麦全生育期化学农药施用次数可达3-4次，存在减药增效空间。

3 智慧农业在小麦生产管理中的应用与优化

3.1 精准农业技术的应用

精准农业技术是智慧农业的核心技术之一，在小麦生产管理中具有重要应用价值。通过在小麦田部署土壤湿度传感器、温度传感器、光照传感器等设备，实时监测土壤水分、温度、养分等环境参数，以及小麦的生长状况。根据监测数据，结合小麦的生长模型和精准农业决策系统，为小麦生产提供精准的决策支持。例如，在施肥方面，根据土壤养分含量和小麦的需肥规律，精确计算施肥量和施肥时间，实现精准施肥。这样可以避免过量施肥造成的资源浪费和环境污染，同时提高肥料利用率，促进小麦的生长和发育。在灌溉方面，根据土壤湿度和小麦的需水规律，实现精准灌溉，提高水资源利用效率，减少水资源浪费。在陕西省关中灌区，精准农业技术应用逐步推广。例如，杨凌农业高新技术产业示范区及周边县区（如武功、扶风）近年来建立了多个智慧农业示范基地。在基地内，广泛部署土壤墒情、养分、温度传感器网络（如2023年武功县某合作社在5000亩麦田安装传感器200余套），结合北斗定位和遥感技术，实时监测田间环境与作物长势。基于这些数据，结

合当地农艺模型，为变量施肥提供决策支持。应用实践表明，精准施肥技术在示范田块可减少氮肥用量10-15%，同时维持或小幅提升产量。

3.2 智能灌溉与施肥系统

智能灌溉与施肥系统是精准农业技术的重要应用载体，它通过传感器、控制器和执行器等设备，实现对小麦灌溉和施肥的自动化控制。智能灌溉系统可以根据土壤湿度传感器实时监测的土壤水分数据，自动控制灌溉设备的开启和关闭，实现按需灌溉。同时系统还可以根据小麦的不同生长阶段和气象条件，调整灌溉量和灌溉时间，提高灌溉效率。智能施肥系统则根据土壤养分传感器监测的土壤养分数据和小麦的需肥规律，精确计算施肥量和施肥时间，并通过施肥设备将肥料均匀地施入土壤中。智能施肥系统可以实现多种肥料的同步施用，提高施肥效率和肥料利用率。智能灌溉与施肥系统还可以与农业大数据平台相连，实现对灌溉和施肥过程的远程监控和管理，提高农业生产的智能化水平^[3]。关中灌区智能灌溉系统建设是近年水利现代化重点。泾惠渠灌区在“十四五”期间实施了大型灌区续建配套与现代化改造项目，在部分干支渠及田间推广了自动化闸门、智能量水设施和基于物联网的田间灌溉控制系统。例如，富平县幸福种植专业合作社采用基于土壤墒情监测的自动滴灌/喷灌系统，在2024年春季干早期，较传统漫灌方式节水约15%-20%，并有效避免了过度灌溉导致的养分淋失。智能水肥一体化系统也在设施大棚小麦（如用于种子生产）和部分大田示范点应用，显著提高了水肥利用效率。

3.3 小麦品质与产量提升策略

智慧农业为小麦品质与产量的提升精心构筑了一套全面且行之有效的策略体系。在品种选育环节，充分利用基因编辑、分子标记辅助选择等前沿现代生物技术，深度结合大数据分析手段。科研人员能够精准剖析不同小麦品种的基因特性与环境适应性，从而筛选出既能适应复杂多变的生态环境，又能契合多样化市场需求的小麦优良品种。同时，搭建起完善的小麦品种资源数据库，将各类品种的详细信息收录其中，并构建科学严谨的品种评价体系，从产量、品质、抗逆性等多个维度对品种进行综合评估，为品种选育工作提供坚实可靠的科学依据。在种植管理方面，广泛采用精准农业技术和智能装备。依据土壤肥力、气候条件等因素，精确优化小麦的种植密度、播种时间以及施肥方案，为小麦生长营造最适宜的环境。借助先进的传感器和监测系统，实时掌握小麦生长动态，一旦发现问题，立即采取针对性措

施加以解决。建立小麦品质追溯系统，对小麦从生产、加工到销售的全过程进行信息追溯，让消费者清晰了解小麦品质来源，有效提升小麦品质的可信度与市场竞争力，推动小麦产业高质量发展。陕西省依托西北农林科技大学等科研机构，利用分子育种技术（如分子标记辅助选择）加快优质、多抗、节水小麦新品种选育。近年审定的“西农511”、“西农529”等品种在关中灌区表现优异，兼具高产、强筋（或中强筋）和较好的抗病性（如抗条锈病）。在种植管理上，智慧农场通过精准调控播种量（基于土壤肥力和目标产量）、优化水肥管理（结合3.1和3.2技术）以及基于遥感的长势诊断与调控，实现产量与品质协同提升。例如，杨凌示范区某智慧农场应用综合技术，连续三年实现小麦亩产超过600公斤，且达到优质中强筋标准。此外，陕西省推动建立小麦质量追溯体系，如“陕粮农”平台，将部分智慧农场生产的高品质小麦实现“从田间到餐桌”的信息可追溯，提升了市场信誉和附加值。

4 智慧农业模式下小麦生产效益评估

4.1 经济效益分析

智慧农业模式下的小麦生产能够带来显著的经济效益。从生产成本方面来看，精准农业技术、智能灌溉与施肥系统、病虫害智能防控系统等的应用，减少了化肥、农药、水资源等生产资料的投入，降低生产成本。例如，精准施肥和灌溉可以避免过量施肥和灌溉造成的水肥浪费，节约生产成本；病虫害智能防控系统可以减少农药的使用量，降低农药成本。从产量和品质方面来看，智慧农业为小麦生长提供了精准的环境控制和科学的种植管理，有利于提高小麦的产量和品质。优质专用小麦品种的推广和应用，满足了市场对高品质小麦的需求，提高了小麦的销售价格。小麦品质的提升还可以带动农产品加工产业的发展，增加农产品的附加值，进一步提高经济效益。智慧农业的发展还促进了农业产业化和规模化经营，提高农业生产的组织化程度和市场竞争力，为农民增收创造有利条件。例如，一些智慧农业示范园区通过整合农业资源，实现规模化生产和经营，降

低了生产成本，提高生产效率，增加经济效益。关中灌区的实践数据提供了有力佐证。根据对多个智慧农业示范点（如武功、泾阳、杨凌）的调查统计：应用智能灌溉和精准施肥技术，平均节水15%-25%，节肥10%-15%；应用病虫害智能防控系统，减少化学农药投入20%-30%。尽管前期智能设备投入增加，但综合生产资料节约、产量提升（示范点平均增产5%-10%）和品质溢价（优质麦价格通常高于普通麦10%-15%），整体经济效益显著提升。以武功县某500亩智慧农场为例，2023年较传统种植模式，亩均生产成本降低约8%，亩均收益增加约15%。智慧农业还促进了规模化经营和服务外包，提高了劳动生产率。

4.2 生态效益评估

智慧农业模式对小麦生产的生态效益也十分显著。在资源利用方面，精准灌溉和施肥技术提高了水资源和肥料的利用效率，减少了水资源的浪费和化肥、农药的使用量，降低了农业面源污染。例如，智能灌溉系统可以根据土壤湿度和小麦的需水规律实现按需灌溉，避免了过度灌溉造成的水资源浪费和土壤养分流失；精准施肥技术可以根据土壤养分含量和小麦的需肥规律精确施肥，减少了化肥的流失和对环境的污染。在生态环境保护方面，病虫害智能防控系统减少了农药的使用量，降低农药对土壤、水体和空气的污染，保护农田生态环境。同时智慧农业的发展还促进农业生态系统的平衡和稳定，有利于生物多样性的保护。

参考文献

- [1]梅国涛,冯洁.典型轮式小麦机粮食产量监测系统技术与测试[J].农业工程,2021,11(1):46-48.
- [2]史博,马祖凯,刘小军,等.小麦植株水分状况遥感监测研究进展与展望[J].麦类作物学报,2022,42(4):495-503.
- [3]邹艳民.智慧农业背景下小麦生产管理优化[J].农业工程技术,2025,45(5):51-52.
- [4]许会芹.浅谈望都县智慧农业发展现状及发展方向[J].现代农村科技,2024,(04):103-104.