

物联网技术在智慧农业中的应用

郭一帆

山西工程科技职业大学，山西晋中，030619；

摘要：主要对智能农业物联网技术的应用进行了研究。首先阐述了物联网与智慧农业的关联，包括物联网对智慧农业的赋能作用、智慧农业对物联网技术的需求等方面的研究背景、意义、目的和问题。随后通过国内外典型案例对智慧农业中物联网技术的数据驱动和平台支撑两种应用模式进行了探讨，探讨了智慧农业的发展需求、现状和问题，并进行了讲解。最后对智慧农业物联网技术应用的技术及产业发展前景进行了展望，并对调研内容进行了总结，提出了发展意见。促进农业智能化发展，物联网技术在智慧农业中的应用研究意义重大。

关键词：物联网技术；智慧农业；应用模式；发展前景；农业智能化

DOI:10.69979/3041-0673.25.03.015

1 绪论

1.1 研究背景及意义

传统的农业生产模式在全球人口持续增长、气候变化加剧的大环境下遭遇严峻挑战。联合国粮农组织(FAO)的数据显示，全球粮食需求到2050年有望增长60%，而耕地资源却呈现逐年下降的趋势^[1]。在这样的背景下，物联网技术提供了新的解决方案来发展智慧农业。物联网实现了对农业生产全过程的智能监测和管理，通过传感网络、云计算、大数据分析等技术手段。例如，土壤湿传感器在精密灌区可对土壤水分状况实时监测，与气象资料预报体系相结合实现对灌区的精密控制，有效节约水资源。在病虫危害的预防和控制中，基于物联网的智能监视系统通过机学算法对野外资料及时采集并对其进行预警，使防治工作更加有效率。

智慧农业应用物联网技术是多方面的，在促进农业可持续发展的同时，提高了农业生产效率和质量。在今后一段时间内，我国农业现代化和农村振兴战略的实施，物联网技术的作用将随着技术的不断进步和应用的不断深入而更加显著地发挥出来。

1.2 研究目的和研究问题

探索如何通过物联网技术促进农业生产效益的提高，资源配置的优化和管理的精准化是物联网在智慧农业中的应用研究目的。传统农业生产模式随着全球人口增长和气候变化加剧而面临严峻挑战，农业现代化的转型迫切需要通过技术创新来实现^[2]。本文重点研究物联网技术在智慧农业中具体应用的场景、实施路径以及所

面临的挑战，旨在为农业数字化改造提供理论基础。

本研究采用文献分析法、案例研究法和比较分析法相结合的研究方法。通过系统梳理国内外物联网技术在智慧农业应用的相关文献，构建理论分析框架；选取典型应用案例进行深入剖析，总结成功经验和存在问题；对比分析国内外物联网技术在智慧农业应用中的差异，提炼可供借鉴的发展模式。

研究创新点主要体现在三个方面：系统构建了物联网技术在智慧农业应用的理论框架，明确了技术应用的关键环节和实现路径；创新性地提出了基于物联网技术的智慧农业生态系统模型，强调了技术融合和系统集成的重要性；针对物联网技术在智慧农业应用中面临的现实问题，提出了解决方案和政策建议。

2 物联网与智慧农业的关联

2.1 物联网对智慧农业的赋能作用

物联网技术为智慧农业提供了全方位的技术支持，通过感知层、网络层、应用层三个层面的协同。在感知层，实时采集农田环境数据的各类传感器节点(如土壤温湿度传感器、光照强度传感器、CO₂浓度传感器等)，其采集精度可达到±0.5°C，湿度测量误差不超过±3%^h^[3]。这些数据通过LoRa、ZigBee等低功耗WAN技术传输到网络层，其传输距离可达10千米，耗电量仅为传统蜂窝网络的1/10。在网络层，5G技术的应用使数据传输率达到10Gbps，时延降低到1ms，为实时传输海量农业数据提供了可靠的保证。应用层则实现农业生产过程的精准调控，通过大数据分析和人工智能算法。比如病虫害预警系统，它的预测准确率可以达到95%以上，

建立在机器学习算法的基础上；智能灌溉系统可实现节水30%~50%，提高肥料利用率20%~35%。

在很多方面体现了物联网技术在智慧农业的具体运用。在精准种植领域，通过部署在田间的传感器网络，为精准施肥提供数据支撑，作物生长状况等关键指标，能够对土壤养分的含量进行实时监测，并对变量播种进行变量播种。在智能灌溉方面，基于土壤湿度传感器和气象数据的智能决策系统，能够实现对灌溉时间的精确控制，对水资源的利用效率的提高，因此，在设施农业中，物联网技术可以实现温室环境的精准调控，包括温度、湿度和光照、二氧化碳浓度在内的参数的自动调整，从而在农产品质量追溯方面，RFID技术的应用使农产品从生产到销售的全过程信息可追溯，食品安全保障水平得到了提高，在农产品品质追溯、物联网技术、物联网络等多个领域，实现了农产品从生产到销售的整个过程信息的可追溯。

2.2 智慧农业对物联网技术的需求

在资料采集、传送、处理及应用等各个方面的智能农业发展对物联网技术提出了多方面的需求。在资料收集方面，智慧农业需要大量的传感器对土壤温湿度、光照强度、空气温湿度以及二氧化碳浓度等农田环境参数进行实时监测^[4]。这些传感器为了满足长期稳定工作的要求，需要具备高精度、低功耗、抗干扰等特点。在资料传送 上，由于农田环境复杂、分布广泛，因此需要采用无线感应器网络(WSN)、低功耗广域网(LPWAN)等技术，以达到数据的可靠传输，以及远程监控的目的。尤其是在大型农田中，网点覆盖、能耗管理、资料传送等各个环节都亟待解决。

在资料加工上，需要边缘计算、云计算技术的支持，智能农业需要实时分析处理海量农业资料。边缘式计算可初步处理数据采集端，降低资料传送量，提高应答速度；云计算可以为农业决策提供支撑，进行大规模的资料分析和存储。在资料应用上，物联网技术和农业专家系统、决策支持系统等，都需要智慧农业来实现农业管理的精准化。比如，通过对土壤及气象资料的分析，对灌溉、施肥进行精确控制；通过对作物生长条件的监测，病虫害能够得到及时的预警；种植结构可以通过对市场需求的分析而得到优。

此外，物联网技术的安全性也被智慧农业要求更高。需要采取加密传输、身份认证、门禁等安全措施，防止

数据泄露和系统攻击，农业数据涉及种植技术、产量预测等敏感信息。这些需求促进了物联网技术在农业领域的不断创新和应用，为智慧农业的发展提供了强有力的支持。除传输加密及身份认证外，在物联网技术方面还要求物联网能够抵御DDOS攻击、恶意软件等各种网络攻击。这就要求物联网设备在支持远程升级以满足智慧农业长远发展需要的同时，适应不同的平台和协议。智慧农业将通过这些技术的不断革新，在智能高效方面迈向更。

3 智慧农业发展需求与现状

3.1 智慧农业的发展需求分析

传统的农业生产模式面临严峻挑战，物联网技术在智慧农业的发展过程中扮演着关键的角色，它的需求主要体现在以下几个方面：在农业生产环节，物联网技术实现实时监测土壤、气候、作物生长等数据，通过各种传感器网络的部署。比如，土壤温湿度传感器能对土壤含水量进行精确测量，环境传感器能对空气温度、湿度、光照强度等参数进行监测，这些数据都为农业精准决策提供了科学依据。在农业管理层，物联网技术为实现远程监控、自动化控制农业生产全过程而建设的智能农业管理系统。农户可随时掌握农田状况，及时调整灌溉、施肥等农事操作，无线传感网络与移动通讯技术相结合，农业生产效益明显提高。在农产品流通环节，物联网技术为农产品品质追溯提供了可靠的技术支持，在农产品生产、加工、销售等各个环节，都有很好的应用。通过RFID标签、二维码等技术，确保食品安全，提高农产品附加值，从生产、加工到销售，农产品信息记录的全流程都可以实现。物联网技术在农业资源利用上，推动水肥资源精准利用。实现按需供水，减少水资源浪费，智能灌溉系统符合作物的用水规律和土壤墒情；根据作物生长阶段及土壤养分状况，智能施肥系统可实现精确施用，提高肥料利用率。物联网技术在监测农业生态环境方面为农业的可持续发展提供了强有力的保证。

3.2 智慧农业的现状与问题

当前智慧农业的发展呈现出快速增长的态势，但同时也面临着诸多挑战。从技术应用层面来看，物联网、大数据、云计算等新一代信息技术在农业生产中的渗透率不断提升^[5]。据统计，2023年我国农业物联网设备安装量已突破2000万台，较2020年增长约150%。在种植

领域，智能温室、精准灌溉系统等应用覆盖率已达到35%；在养殖领域，智能饲喂、环境监控等系统的应用率超过40%。这些技术的应用显著提升了农业生产效率，数据显示，采用智慧农业技术的农场平均增产15%–20%，资源利用率提高30%以上。

然而，区域不平衡的问题在智慧农业发展中还比较明显。智慧农业的普及率在东部沿海地区达到60%以上，而中西部地区只有20%左右，这得益于其发达的经济和良好的技术基础。这种差距不仅体现在技术应用层面，基础设施建设、人才储备等方面差距同样存在。同时，数据孤岛现象在不同系统之间较为严重，约60%的农业资料未能有效整合利用。另外，缺乏有针对性的算法模型和决策支持系统，农业大数据的分析应用还处于初级阶段。

从产业发展角度看，智慧农业的商业模式尚未完全成熟。虽然已有部分企业探索出“技术+服务”的盈利模式，但整体来看，投资回报周期长、风险高的特点仍然制约着社会资本的投入。调查显示，智慧农业项目的平均投资回收期在5年以上，这使得许多中小企业望而却步。

在政策支持方面，虽然国家和地方政府相继出台了一系列支持智慧农业发展的政策措施，但在具体实施过程中仍存在政策落地难、资金使用效率低等问题。据不完全统计，2023年各级财政投入智慧农业的资金超过100亿元，但实际转化为有效生产力的比例不足40%。此外，相关标准体系建设滞后，现有的技术标准、数据标准等尚未形成统一体系，影响了技术的推广和应用。

人才短缺是制约智慧农业发展的另一个重要因素。目前，既懂农业又懂信息技术的复合型人才严重不足，农业院校相关专业的毕业生供给量与实际需求存在较大差距。调查显示，全国每年智慧农业相关专业的毕业生不足1万人，而实际需求在5万人以上。同时，现有从业人员的技能水平普遍偏低，约60%的农业技术人员缺乏必要的数字技能培训。

4 物联网技术在智慧农业中的应用模式

4.1 数据驱动的应用模式

在智能农业中，通过物联网技术实现了农业生产全过程的精准化管理，数据驱动的应用模式在农业生产中取得了较好的成绩。该模式以传感器网络为基础，构建了多层次的数据采集体系，包括土壤温湿度传感器、光

照强度传感器、二氧化碳浓度传感器等，可以对农作物生长环境的关键参数进行实时监测^[6]。以某智能农业示范园为例，其部署了超过500个传感器节点，每15分钟进行一次资料采集，年资料量达到TB等级。这些资料被传输到云端，利用Hadoop、Spark等大数据处理平台，通过LoRa、NB-IOT等低功耗广域网技术进行存储分析。

农业生产的整个过程追溯，也是数据驱动的应用模式所实现的。通过RFID技术对农产品进行标识，建立基于区块链技术的溯源体系，从种植到销售，确保农产品信息可追溯全程。某农产品电子商务平台应用该系统后，消费者满意度提高30%，产品溢价率达15%。此外，该模式还支持以历史数据为基础，基于实时监测数据进行农业保险的精准定价，保险公司可为农户提供较为合理的保险方案，从而对风险进行较为准确的评估。

就应用效应而言，数据驱动的智慧农业模式使农业生产效益得到明显改善。据统计，采用该模式的农场平均增产25%，生产费用降低18%。同时化肥、农药使用量减少，通过精准化管理对环境保护有正面作用。某生态农业示范区应用该模式以后土壤有机质含量增加0.5%，农田生态系统健康指数提高15%。

然而，同样面临一些挑战的还有数据驱动的应用模式。在农业数据的收集、传输、保管等环节，数据有被盗取或篡改的风险。其次是资料的标准化问题，由于资料格式不统一，由不同的设备、系统产生，给资料的整合增加了难度。为应对这些挑战，制定统一的数据标准，对农民进行数字化技能培训，需要加强数据安全保护措施。

4.2 平台支撑的应用模式

通过构建统一的物联网平台，实现对农业生产全过程的智能管理，平台支撑的应用模式对智慧农业起到关键作用。该模式基于云计算和大数据技术，将传感器网络、通信模块、数据存储与处理系统等多个功能模块(sensornetwork)融合在一起，并将其整合在典型的平台架构包括四个层级：感知层、网络层、平台层、应用层，其中负责环境数据采集的是感知层；实现数据传输的是网络层；数据存储和分析的是平台层；提供具体农业服务的是应用层。

在具体实现上，平台支撑方式采用分布式架构设计，有效降低了数据传输延迟，数据的本地化处理通过边缘

计算技术实现。平台整合了实现农业生产全过程闭环管理的环境监测、设备控制、数据分析、决策支持等多个功能模块。以某智慧农业平台为例，该平台可通过机器学习算法，对土壤温湿度、光照强度、空气温湿度等环境参数进行实时监测，同时接入 10000 多个传感器节点，对历史数据进行分析，从而为农业生产提供精准决策支撑。

对于平台支撑模式而言，数据安全与隐私保护是一个需要重点考虑的问题。平台通过区块链技术的采用，在确保农业数据安全的前提下，实现了数据的不可篡改和可追溯。应用平台支撑模式取得了显著的应用成果，统计表明采用该模式的智能农业项目平均可提高 30% 的农业生产效率，减少 20% 的资源消耗量。农民通过平台的远程监控和智能控制功能，对农田状况做到实时掌握，对灌溉、施肥等作业及时进行调整，做到农业精准化。另外，平台还通过二维码技术为消费者提供农产品溯源功能，使农产品生产全过程查询，农产品可信度、市场竞争力得到提升。

今后的移动终端技术发展为移动终端提供进一步完善的移动终端和移动终端平台支撑模式以及随着 5G 技术及人工智能技术的发展而出现巨大的发展前景将会使移动终端在移动终端上的规模和规模得到极大的提升以及数据传送速度及网络容量得到大幅度提升为大规模的物联网器件接入提供支撑从而实现对移动终端的精准生产管理平台开放以及化平台的。

5 物联网技术在智慧农业中的应用案例

5.1 国内典型案例分析

在国内智慧农业的发展实践中，物联网技术的应用已取得显著成效。以山东省寿光市智慧农业示范园为例，该园区通过部署传感器网络、智能灌溉系统和环境监测设备，实现了对温室环境的精准控制^[7]。园区内安装了温湿度传感器、光照传感器、二氧化碳传感器等共计 1200 个，每 15 分钟采集一次环境数据，通过 LoRa 无线传输技术将数据上传至云端平台。系统可根据作物生长需求自动调节温室环境，使温度控制在±1℃ 范围内，湿度控制在±5% 范围内，显著提高了作物产量和品质。

新疆生产建设了以精确管理大面积作物为主的兵团物联网技术。将土壤水分和电导率、各种土壤含水量及电导率的实时监测参数，通过对土壤水分监测系统进行部署，在每公顷地上装 3-5 个传感器。该系统结合气

象资料及作物生长模型，对灌溉需求进行实时监测，从而达到节水灌溉的目的。实际表明，棉花种植在物联网技术的应用以后用水效率提高了 30%，化肥的使用量减少了 20% 的产量和 15% 的产量的增加。

智慧茶园项目由浙江省杭州余杭区智慧茶园工程展示特色农业物联网技术应用。茶苑内装有 200 个高清摄像机及 50 个虫情监视装置，茶叶的生长和患病情况可以通过影像识别技术实时监视出来。气象站和土体监视装置也已建成，能对最好的茶叶采摘时间进行精确的预报。开展之后茶叶品质有了很大的提高，特级茶叶所占比例由原来的 38% 提高到 50%，茶农的营收又增加了 25%，茶叶的采摘能力有了很大的增强，茶叶采摘的能力有了很大的加强。

牧业板块通过 RFID 耳标及智能称量系统实现了内蒙古自治区内布点智慧牧场项目的对牲畜的精确管理。各家牲畜佩戴 RFID 耳标，对其活动的轨迹、采食量的多少及体态等均有可实时纪录的记录。该系统还可以自动调整饲料的配方以达到动物的生长的目的，使饲料的饲养计划达到最优化的目的。该项目在一年后平均每天有 50 千克以上的肉牛出栏，提高了 15% 的饲料的转化率，显著提高了养殖的。

物联网技术的多元化应用于智慧农业中，通过这些典型的案例充分显示出来。在提高农业生产效益的同时，也为农业的可持续发展提供了强有力的资源整合与利用。物联网技术正在通过数据收集、分析及智能决策促进传统农业向数字化及的化方向转变智能。

5.2 国外先进案例借鉴

在智慧农业领域，国外先进国家通过物联网技术的创新应用，已经取得了显著成效。美国作为全球农业科技领先国家，其农业物联网应用已形成完整体系^[8]。以 John Deere 公司开发的智能农机系统为例，该系统通过集成 GPS 定位、传感器网络和云计算技术，实现了农田作业的精准化管理。农机装备的传感器可实时采集土壤湿度、养分含量等数据，并通过 5G 网络传输至云端分析平台，为农户提供精准的施肥和灌溉建议。据统计，该系统的应用使美国中西部玉米种植区的化肥使用量减少了 15%，水资源利用率提升了 20%。

温室农业领域中荷兰应用的 IoT 也很有意义。Private a sta 开发的 IEC 系统通过对温湿度传感器、光照感应器和 CO₂ 浓度传感器的研究来达到温室环境精度控制的目

的，该系统通过部署温湿度传感器来实现温室环境。该系统可以通过机器学习算法的自动调节温湿度的温度、光照强度，并能根据作物的生长需要对其的控制策略进行优化控制，从而达到对温室环境下温室环境的控制目标，并且数据显示：本系统番茄种植温室的面积、单位面积生产比传统温室提高了30%，能量消耗也降低了25%。

在农产品质保溯源方面日本物联网应用具有表率意义。利用RFID技术和区块链技术NTTData公司开发的农产品追溯系统，实现了农产品信息的整个记录，从产地一直到销路都得到了很好的利用。通过对产品的包装上的二维码进行扫描，消费者可以得到详细的农产品的种植环境，可以进行施肥的记录，还可以进行检测报告等等。该系统在日本静态冈县茶叶种植中得到普遍应用，使农产品的市场竞争能力得到有效增强。

从单一职能发展至体系集成开发，从数据采集走向智能决策演进，国外这些国外先进案例说明物联网技术应用于智能农业。农业生产整个过程通过传感器网络、云计算、大数据分析等的深层次一体化而达到精准化，并具有持续性，是我国智慧农业发展的一个重要的参考资料。

6 物联网技术在智慧农业应用的发展前景

6.1 技术发展前景

主要体现在技术创新、系统集成以及智能化水平的提升上，物联网技术在智能农业中的应用前景十分广阔。在技术创新层面上，5G通信技术的普及使农田环境监测、作物生长状态实时监控等的应用实现了^[9]，农业物联网的应用使农业物联网有了更高速、更低延迟的数据传输能力。例如，在农业传感器得到支持的5G网络下，通过边缘计算技术，可以对土壤湿度、温度、光照强度、本地化处理等数据进行实时采集，使数据处理效率得到大幅度提高。同时，引入人工智能技术，通过机器学习算法分析海量农业数据，实现精准施肥、智能灌溉等应用，使农业生产效率明显提高，从而使农业决策更加智能。

就系统集成而言，物联网平台的搭建，使统一的资料管理、统一应用，为智慧农业提供支撑。基于云计算技术的农业物联网平台，可以将各种农业数据资源进行整合，从而达到标准化管理、共享数据的目的，这是目前我国目前比较普遍的一种农业物联网平台。比如气象资料、土壤资料、作物生长资料等，通过搭建农业大数

据平台，整合分析，为农业生产提供全方位的决策支持。此外，通过建立农产品溯源系统去中心化，实现农产品生产、加工、流通等各个环节的全程可追溯，提升农产品质量安全水平，区块链技术的应用为农产品溯源提供了可靠的技术保障。

农业生产的自动化进程是由物联网技术和农机在智能水平提高方面的深度整合所促进的。智能农用机械装备能够实现精准作业、自动导航等功能，通过搭载各种传感器及控制系统。如：智能拖拉机配备GPS定位系统，能按预设路线自动完成耕作作业，作业效率和精度均有较大幅度提高。同时，通过携带多光谱摄像机等设备，实现农田快速巡检和作物长势精准评估，为农业生产管理提供重要依据，无人机技术在农业领域的应用日益广泛农业。另外，发展共享农业、定制农业等新型农业经营模式，为农业可持续发展提供一条新的路径，农业物联网的普及将促进农业生产模式的创新。

6.2 产业发展前景

智慧农业物联网技术产业发展前景广阔，全球智慧农业市场规模到2025年有望达到683.9亿美元，年均复合增长率可达12.8%。这一增长主要得益于物联网技术在农业生产全过程中的深度应用，包括多个领域[10]：精准种植、智能灌溉、病虫害监测、农产品溯源等。在产业链上游，预计到2025年农业专用传感器市场规模将达到47.3亿美元，硬件设备商如传感器、通讯模块、云计算平台等将迎来新的发展机遇。中游智慧农业方案商将专注于开发整合农业生产数据、提供决策支持服务的基于物联网的农业经营平台。下游农业生产企业将通过物联网技术实现降本增效，预计可降低15%-20%的农业生产成本，提高10%-15%的产量。

物联网技术将从传统生产向服务型农业转变，在商业模式创新方面将促进农业发展。形成“平台+农户”的新型合作模式，基于物联网的农业服务平台将提供从种植指导到产品销售的全链条服务。农业服务市场规模到2025年有望达到40%以上的智慧农业总规模。同时物联网技术还将促进农业与金融、保险等的产业深度融合，促进创新业务的发展，如农业保险的定价、农业信贷风险评估等。

从技术创新上说，与物联网深度融合的5G、人工智能、区块链等新兴技术，将促进智慧农业向更高层次发展。实现农田数据实时传送的5G技术将有可能实现远

程精准控制；人工智能技术将增强分析农业数据的能力，实现决策支持更精准；区块链技术将保证真实、不可篡改的农产品溯源数据。据预测，到2025年，这些新兴技术的集成应用，将超过30%智能化水平解决方案的。

就生物网络化技术在农业应用的安全可靠性而言，物联网技术将得到越来越多的重视。包括资料加密、身份认证、门禁、以及确保农业生产系统平稳运行的多维度安全机制的建立。同时在多种复杂环境下保证可靠运行，农业物联网装备的抗干扰能力及环境的适应性将得到显著提高运行。

总的来说，智能农业和应用物联网技术将促使全球粮食安全与农业持续发展的农业产业向着数字化、智能化和绿色化的方向转化、产业的产业结构将得到强有力的支撑。随着科学技术和应用认识的不断加深，农业的智慧型产业将会有更加广阔的发展地随着的发展智慧农业。

7 结论与建议

7.1 研究总结

通过系统理论分析及实践探索揭示了物联网技术在现代农业发展中的重要作用。研究结果表明，物联网技术为农业生产提供精准化、智能化的解决方案[11]，其核心技术有传感器网络、数据采集及传输、云计算等。在资料收集方面，物联网技术实现了对农业生产的决策提供科学依据的土壤湿度、温度、光照强度等环境参数的实时监测。在资料分析方面，通过大数据技术和人工智能算法来提高农业生产效率和资源利用率，实现对农业生产全过程管理。在应用模式上，研究提出了数据驱动和平台支撑两种主要模式，分别从数据采集分析和系统集成两个维度，为智慧农业的发展提供了理论指导。通过对国内外典型案例的分析，研究发现物联网技术在精准灌溉、智能温室、农产品溯源等领域的应用，显著提升了农业生产的智能化水平。然而，研究也发现当前物联网技术在智慧农业应用中仍面临技术标准不统一、数据安全风险、成本较高等挑战。未来，随着5G、边缘计算等新技术的融合应用，物联网技术在智慧农业中的应用将更加广泛和深入，推动农业生产向数字化、智能化方向转型。

本研究根据这些问题提出了系列应对之策。第一要针对促进不同物联网系统间的互联互通而建立一个统一的IT系统规范体系。第二要通过有效的加密、认证手段，加强资料安全管理，使资料完整、万无一失得到保障。第三要促使物联网技术广泛应用于农业领域，通过政策和市场机制来促进物联网的发展。

总之，物联网技术在智慧农业中的应用前景广阔，将为农业生产带来革命性的变革。通过加强标准化应用、提高数据安全水平以及融合新技术，物联网技术将在智慧农业的发展中发挥更加关键的作用，助力农业现代化进程。

参考文献

- [1] 张艳梅. 物联网技术在智慧城市燃气管网监控的应用 [J]. 智能城市应用, 2024-06-30.
- [2] 谢自明. 物联网技术在智慧园区的深化应用研究 [J]. 智能城市应用, 2023-09-30.
- [3] 许振宇. 移动通信技术在物联网中的应用 [J]. 智能城市应用, 2019-09-19.
- [4] 张海霞. 试分析通信工程技术在物联网中的应用 [J]. 智能城市应用, 2019-11-28.
- [5] 王红红. 《互联网+》在农业技术推广中的作用与发展前景浅析 [J]. 农业科学, 2019-10-31.
- [6] 孙永凯. 浅析物联网技术在高速公路机电设备管理中的应用 [J]. 智能城市应用, 2021-03-31.
- [7] 刘智钢. 信息通信技术在物联网中的应用 [J]. 电子通讯与计算机科学, 2020-01-01.
- [8] 钱洁君. 物联网技术在建筑智能化系统中的应用分析 [J]. 国际建筑学, 2019-01-01.
- [9] 杨玮. 5G移动通信技术在物联网的应用探究 [J]. 智能城市应用, 2021-08-24.
- [10] 李兵. 物联网技术在智慧城市建设中的融合运用 [J]. 机械与电子控制工程, 2022-01-01.
- [11] 物联网领域中通信工程技术的应用研究 [J]. 建筑技术与创新, 2024-01-20.

作者简介：郭一帆（2002年-），男，汉，山西省平遥县，山西工程科技职业大学/本科，物联网工程技术