

# 一种基于 5G+北斗的无人农场解决方案

王翔宇

(中国移动通信集团湖北有限公司, 湖北 武汉 430000)

**摘要:**在 5G+北斗的新基建时代,智慧农业获得了新的助力,农机自动驾驶、无人植保、农机作业无人化等取得了巨大进步。尽管如此,智慧农业仍存在一些痛点,比如水/肥/农药使用难以精准控制、作业效果对农机驾驶员依赖程度较高且目前农民老龄化问题日趋严重、农业生产成本居高不下且难以精准管控、农产品品质管控和溯源手段缺乏等。基于此,结合多项智慧农业项目的实施经验,文章提出了一种基于 5G+北斗的无人农场解决方案。

**关键词:**北斗卫星导航系统;高精度定位;精准农业场景;无人农场;解决方案

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

文章编号:2096-9759(2023)06-0212-03

## An unmanned farm solution based on 5G+ Beidou

WANG Xiangyu

(China Mobile Communication Group Hubei Co., LTD; Wuhan, 430000, China)

**Abstract:**In the new era of 5G+ Beidou infrastructure, smart agriculture has gained new impetus, and great progress has been made in autonomous driving of agricultural machinery, unmanned plant protection, and unmanned operation of agricultural machinery. In spite of this, there are still some pain points in smart agriculture, such as the difficulty of precise control of water/fertilizer/pesticide use, the high dependence of operation effect on agricultural machinery drivers, the increasingly serious problem of aging farmers, the high cost of agricultural production and the difficulty of precise control, and the lack of agricultural product quality control and traceability means. Based on this and combined with the implementation experience of a number of smart agriculture projects, this paper proposes an unmanned farm solution based on 5G+ Beidou.

**Keywords:**Beidou navigation satellite System; High precision positioning; Precision agriculture scenario; Unmanned farms; The solution

### 1 概述

“十四五”是实现农业农村现代化的关键时期,为发展无人农场提供了巨大的发展空间,在全力推进农业农村的现代化进程中,结合无人农场的实际应用推广,瞄准农业农村现代化的主攻方向,提高劳动生产率、资源利用率和单位土地产出率,以实现农业劳动力的彻底解放。无人农场代表着最先进农业生产能力,是未来农业的发展方向,必将引领数字农业、精准农业、智慧农业等现代农业方式的发展。

国家层面高度重视农业的发展,提出了一系列的扶持政策,对发展和壮大智慧农业特别是无人农场非常有利。智慧化无人农场的核心在于无人驾驶农机,基于北斗的农机自主导航、精准控制技术等实现插秧机、拖拉机、打药机、收割机等田间全程作业装备的无人化作业系统;辅以田间物联网传感器终端,监控农田作物生长环境以及监测作物长势;开发包括农机无人驾驶系统,无人驾驶系统机群协同作业、作业调度管理、信息采集一体的农机作业监控与调度管理平台,建设基于农业生产全流程的农业信息获取、分析、决策的数字农业信息物联网大数据平台在内的大数据云服务的智能农业物联网信息化平台。

基于此,本文特提出了一种基于 5G+北斗的无人农场解决方案,该方案综合运用 5G、北斗高精度定位、大数据等技术,结合无人机遥感、物联网监测,打造空天地一体的农业数据采集网络,实现耕、种、管、收四大领域的全程机械化、精准化、无人化作业,打造无人化农场新标杆。

### 2 基于 5G+北斗的无人农场

#### 2.1 5G 网络建设

现有中国移动 5G 公网基站即可满足其网络要求,低空对

地高度 100m 以下 5G 移动公网全覆盖,优化后公网航线覆盖可达 300m 对地高度。根据 5G 网联无人机的应用特点,无人机优先考虑接入 5G 公网基站。300m 以下高度,低空网络覆盖与地面通信采用一张网,可节约投资成本。300m 以上高度,根据特定区域、特定场景业务,采用连续覆盖。

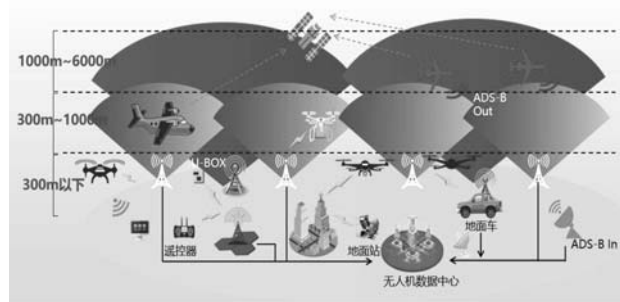


图 1 基于 5G+北斗的无人农场网络覆盖示意图

为了确保网络的低时延,项目组在无人机基地进行低空覆盖性能测试的结果,5G 网联无人机端到端时延小于 40ms。网联无人机对时延要求最高的是远程操控(200ms),通过以上分析,5G 的空口和核心网总时延满足无人机 200ms 的需求,可实现无人机在农业方面的应用。同时,通过边缘计算技术实现低时延、本地业务保障、数据不出场。核心网设备 MEC、数据中心交换机、路由器和防火墙部依据项目实施范围规划及业务需求可灵活部署于边缘、区域或核心信息机房,通过 SPN 网络与基站 BBU 和核心网打通。无线主设备采用 CRAN 方式组网,BBU 集中堆放在项目区域相关节点机房,前端 AAU 采用拉远方式,BBU 与 AAU 间采用双芯光纤组网。用户终端

收稿日期:2023-03-22

作者简介:王翔宇(1988-),男,湖北武汉人,武汉大学硕士研究生,项目经理,从事信息化项目交付工作。

上行业务流通过入驻式 MEC, 将流量直接分流到平台应用服务器, 平台应用服务器下达的信息通过 MEC 到达对应终端。

## 2.2 基于 5G+北斗的高精度定位平台 OnePoint

基于 5G+北斗的高精度定位系统包括三大部分: 全国地基增强基准站网、高精度定位平台、用户终端。通过地基增强基准站网, 接收处理全球卫星导航系统数据并传输至高精度定位平台。高精度定位平台接收分析并处理数据后计算出误差信息, 向服务请求用户实时播发位置修正值(差分改正数), 从而在用户终端上实现动态高精度定位。地基增强基准站网是高精度定位系统最重要的一个部分, 其中地基增强基准站网接收处理全球卫星导航系统数据并传输至高精度定位平台, 平台计算误差信息, 并向用户终端实时播发位置修正值(差分改正数), 用户终端实时解算获得高精度定位坐标。

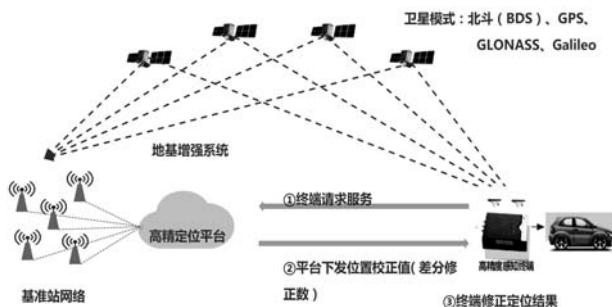


图2 高精度定位系统架构

中国移动依托现有全国站址优势, 建设了一张选址最优、制式最新、全球规模最大的 5G+北斗高精度定位系统, 完成 5G+北斗高精度定位基础布局。中国移动联合国家基础地理信息中心完成全国范围内 5G+北斗高精度定位基准站坐标解算, 获得国家测绘产品质量检验测试中心认证, 形成包括静态毫米级、动态厘米级、星网融合、短报文融合等 7 类标准化定位服务。在农业领域, 中国移动厘米级 RTK 服务广泛应用于起垄、播种、插秧、收割等环节农机无人驾驶作业, 应用于全国近 20 个无人农场。亚米级 RTK/RTD 服务赋能农机作业监管终端精准位置管理, 实现作业计亩测量、轨迹查看和作业补贴精准发放等。

## 2.3 基于 5G+物理网的精准种植

在大田农业、设施农业等农作物生产场景, 应用 5G+物联网技术, 通过各类低功耗、多参数智能终端, 定时收集各类环境数据, 并进行实时环境控制, 保证农作物有适宜的生长环境, 实现农情监测无人化。



图3 基于 5G+物理网的精准种植示意图

在种植方面, 人工智能可以帮助农民提高产量、根据土壤肥沃程度合理种植。通过无人机图像、温度感应器、湿度感应器等方式采集的数据, 借助机器学习, 可以深度分析种植环境, 从而为农民播种、施肥、收割等环节提供最精准的建议。同时, 人工智能可以缩短农业研发时间, 其中, 包括培育优质的种植

基因、提供更加有效的化肥、研发更多健康、绿色的转基因产品。在人工智能的辅助下, 农场将会获取更多的大数据进行智能分析, 从而帮助以无人化农机+5G 为核心, 辅以前端的农事信息采集, 以无人农场平台为顶层交互, 全面监控农场作业情况、环境情况, 提升农事信息管理, 并利用大数据分析, 实现精准作业、精准灌溉、农产品溯源、科学预警, 支持数字化运营, 建成真正的无人化智慧农场。

## 2.4 基于 5G+北斗的智能农机

基于 5G 网络大带宽、低时延等特性, 同时满足自动驾驶、精准作业、视频实时回传与多机协同等能力需求, 通过在原有农机加装农机自动驾驶系统, 完成耕、种、管、收全程自动化, 包括深松、播种、插秧、植保、收割、秸秆还田等各个环节。同时通过加装远程作业监测终端, 实现作业质量实时回传、作业面积精准计算。

司南导航的 K823 板载高精度惯导器件, 通过高数据更新率和惯导融合算法, 即使在隧道、楼群、森林等卫星信号受限的环境下, 也可提供连续、高质量的定位数据。通过对农机的改造, 比如在农机里植入司南导航的 K823 芯片, 可以实现农机在农机库内自主定位、自动泊车、道路绕行避障、道路导航到机库加油站等无人驾驶以及联动机库门自动升降等功能。

高清车载监控搭配无人驾驶控制器, 通过 5G 网络实时传输, 实现现场作业画面监控、人为干预车辆行为。主视角监控车辆前方配合做视觉检测, 农具视角监控农具的下落情况以及插秧漏苗的检测。各种控制指令实现远程点火、部署作业、加速减速、调头转弯等操作。根据软件回传的作业信息, 判断更新作业进度、作业面积、现场消息通知、差分状态、通讯状态等关键信息, 配合农田地图和车模型, 绘制实时作业轨迹。

## 2.5 基于 5G+北斗的农业无人机植保

项目采用中国移动自研 5G 网联无人机机载通信终端“哈勃一号”, 可实现: (1) 飞行植保机位置、作业轨迹可实时上传云平台, 并通过大屏实时展示; (2) 飞行植保机可在指定地点待机, 接收来自平台监控中心作业命令, 从指定地点出发并开始作业(室外); (3) 机载计算机自动采集参数(如: 坐标定位数据、航向角、剩余飞行时间、飞行高度、喷洒/播撒流速流量、喷幅等), 并向云平台进行传输数据; (4) 平台监控中心可进行远程空域管理; (5) 作业量实时统计(如显示需要植保作业的区域、标记已植保作业区域、作业计亩等)等; (6) 云平台可根据飞机的作业信息进行作业数据统计和作业质量分析; (7) 可调阅历史数据, 并根据历史数据提供的关键参数进行作业。

## 2.6 5G+北斗农机精准作业管理平台

5G+北斗农机精准作业管理系统, 通过对无人驾驶农机、作业监测终端进行管理, 实时采集农机的位置信息、传感器状态、工况状态、作业数据等, 并通过 5G 移动网络将数据远程传输至平台运算分析, 实现农机资源智能管控, 实现耕种管收全程无人化作业。

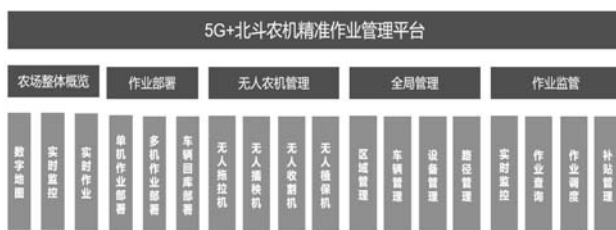


图4 5G+北斗农机精准作业管理平台功能模块示意图

# 用户资料自动化稽核方法研究与实现

杨战胜,符纪刚,李艳玲

(中国联合网络通信有限公司河南省分公司,河南 郑州 45000)

**摘要:**运营商业种类越来越多,网元侧相关业务变动较大,涉及的指令调整繁多,加上新业务 VoLTE、SA、eSIM 等推广叠加,导致业务指令越来越复杂,极易出现 CRM 侧、计费侧与网元用户数据不一致等问题,从而引起用户投诉。传统手工稽核的效率低下、时效性差,已经不能满足当前用户需求和公司发展战略要求。基于大数据平台的自动化稽核能够及时、高效的解决三方比对 CRM 侧用户资料与网元侧交换不一致的问题,实现对用户数据定时比对和实时比对,比对结果即时展示,自动化同步处理异常数据等功能。

**关键词:**三方比对;VoLTE;eSIM;稽核;数据采集

**中图分类号:**TP311

**文献标识码:**B

**文章编号:**2096-9759(2023)06-0214-03

## 1 背景

稽核是为了加强收入保障和提高客户服务质量,满足公司稽核管理和内部控制要求,提高系统资料的准确性;并从业务办理生成的资料数据、话单数据、用户服务感知等多方面进行稽查。随着运营商业的发展,业务越来越复杂、业务种类越来越多,需要稽核的内容越来越多;内部控制要求也越来越全面、深入。目前手工三方比对已不能满足服务质量需求和公司对稽核管理的要求,自动化稽核可以及时的发现异常和问题,及时解决问题,避免更大的损失和减小因此而导致的用户投诉量。自动化稽核通过设定稽核任务自动完成数据比对,找到差异数据,再通过报表和波动图等形象直观的展示某个稽核任务在一定时间范围内的波动情况,下载数据到本地,实现离线数据分析等,减少了人工处理环节。自动化稽核加强公司收入稽核工作的规范化、制度化、统一化管控,防范了收入“跑冒滴漏”和提升客户感知。

## 2 自动化稽核流程

自动化稽核流程主要是 CRM 系统、计费系统用户服务信

息和网元侧的用户服务信息进行比较、同步和数据差异的展示,实现 CRM 系统、计费系统和网元数据一致性,及时了解数据差异情况等目标。基于三方比对的自动化系统,实现 CRM 用户状态、服务数据与网元数据的定时和实时比对,比对结果直观展示、差异数据指令方式一键同步修复等功能。系统支撑移网、固话、宽带数据的比对和同步;支持批量比对和同步时间设定,避开正常业务高峰期;支持大用户量比对同步审核后执行,避免误操作;支持网元、开关、指令、解析规则等参数的界面化配置;系统提供统一的接入规范,能够自主选择直连和 BO 两种方式接入,自动化稽核的主要流程如下:

(1)数据采集:三方比对实现 CRM 数据和网元侧数据的采集,通过省内接口的形式实时采集 CRM 系统的用户状态、速率、服务订购等信息;通过 BO 接口实时采集网元侧对应的服务数据。

(2)服务属性解析:通过和网元侧直接进行对接,通过在稽核平台配置的网元侧解析指令,模拟 CRM 系统指令到 BO 指令的调用功能,查询并对返回结果进行解析。

(3)服务比对:将网元查询的结果数据和 CRM 查询的结果

收稿日期:2023-02-28

**作者简介:**杨战胜(1978-),男,河南兰考人,研究生,工程师,主要研究方向:主要从事通信相关的 CRM 系统的管理工作;符纪刚(1979-),男,河南信阳人,大学本科,工程师,主要研究方向:主要从通信各类计费系统的规划和建设,拥有多项发明专利;李艳玲(1977-),女,河南焦作人,大学本科,高级工程师,主要研究方向:主要从事通信相关的 CRM 系统的规划和建设。

## 3 结语

为大力发展智慧农业,重塑我国现代农业,中国十四五规划提出,加大农业水利设施建设力度,实施高标准农田建设工程,强化农业技术和装备支撑,提高农业良种化水平,健全动物防疫和农作物病虫害防治体系,建设智慧农业。各地十四五规划意见稿提出大力发展现代农业科技,加强种业科技创新,扎实推进农田标准化、农业良种化、生产机械化、种养规模化,建设智慧农业。

本文提出的基于 5G+北斗的无人农场解决方案,使用 5G 网络提供基础服务,采用基于 5G+北斗的中国移动 OnePoint 平台提供高精度定位服务,采用 5G+物联网提供精准种植服务,5G+北斗+智能农机提供智能驾驶服务,5G+北斗+农业无人机提供精准植保业务。实践表明,依托该方案实施的某无人农场项目,取得了可喜的成绩。与传统的农业作业相比,应用该方案后,每亩可节约种子 2 公斤以上,增产 10 公斤,燃油成本降低 10%以上,人力成本降低 65%以上,土地利用率提高 0.5-1%。在商务方面,项目的签约总金额超过 400 万,合同包含 5G 专网、农业信息化平台、无人农机、基础信息化等内容。同时,方案具有很好的可复制性,仅在某省就有 400 个类似的粮食生

产无人化农场和特色农业生产全程机械化示范基地(园区),该方案普适性好,可快速复制使用,提高农业生产效率。

## 参考文献:

- [1] 常君瑞,马斌畅,国芳.5G 通信技术在无人驾驶农机领域的应用研究[J].南方农机,2022(01).
- [2] 胡小蒙,王子楷,赵婧冰.基于北斗与 5G 技术的农业植保无人机运行监管架构设计[J].智慧农业导刊,2021(03).
- [3] 陈红新.拥抱 5G 数字农业发展进入快车道[J].蔬菜,2020(09).
- [4] 温靖,郭黎.基于北斗精准农业已在国内外成功应用——北斗三号全球卫星导航系统建成开通新闻发布会侧记[J].农业工程技术,2020(08).
- [5] 吴紫晗.北斗导航系统在农机化应用现状浅析[J].农机科技推广,2020(07).
- [6] 陈云,周玉霞,吴林,沈军,黄嫔.基于北斗高精度应用的智能农机国际标准项目培育研究[C].第十二届中国卫星导航年会论文集——S10 PNT 体系与多源融合导航,2021(04).
- [7] 任耀武.北斗赋能农业机械化转型升级[J].农机科技推广,2019(05).