《农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式》

（征求意见稿）

编制说明

编制单位：北京市农林科学院智能装备技术研究中心

2023 年 11 月 23 日

目 录

一、工作简况.....1
二、标准编制原则、主要内容及其确定依据.....6
三、试验验证报告，可行性论证.....8
四、与国际国外同类标准的比对情况.....8
五、引用、采用或参考国际国外标准情况.....8
六、与有关法律法规、强制性标准、相关标准的关系.....8
七、重大分歧意见的处理经过和依据.....9
八、涉及专利的有关说明.....9
九、贯彻实施标准的建议.....9
十、其他说明.....10

《农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式》
编 制 说 明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准是 2023 年由农业农村部市场与信息化司提出，经农业农村部农产品质量安全监管局批准立项，归口农业农村部市场与信息化司管理的农业行业标准制定任务。项目下达文件：《关于下达 2023 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》；文件号：农质标函[2023] 51 号；项目计划编号：NYB-23342；项目名称：农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式；项目性质：农业行业标准制定。

（二）制定背景

1.项目目的

2018 年，《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）明确提出“加快精准农业、智能农机、绿色农机等标准制定，构建现代农机装备标准体系”“促进物联网、大数据、移动互联网、智能控制、卫星定位等信息技术在农机装备和农机作业上的应用”“推进‘互联网+农机作业’”。

2021 年，中央一号文件中提出“开展农机作业补贴”；国家“十四五”规划明确提出“深化北斗系统推广应用，推动北斗产业高质量发展”；《农业农村部 财政部关于做好 2021 年农业生产发展等项目实施工作的通知》（农计财发〔2021〕8 号）又明确提出“推广应用北斗

导航智能终端”“深化北斗系统在农业系统中的推广应用”“支持安装使用机械作业监测传感器和北斗导航终端的服务主体，集中连片开展农业生产社会化服务”。

自 2015 年开展农机深松整地作业补助，基于北斗的农机作业监测终端逐步开始在农机生产作业环节进行应用，从开始面向深松整地作业到为耕种管收全程机械化作业服务，在作业补助资金的便捷核算、作业质量和作业效率的提升等方面发挥了重要的作用。随着应用环节逐渐扩展、应用区域逐渐扩大、生产研发企业逐渐增多，也出现了数据质量良莠不齐、数据项不完善、交互机制缺乏、灵活性和扩展性差、互用性和交换性差等问题。面向耕种管收全程机械化作业环节，制定《农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式》农业行业标准，规定农机作业远程监测管理系统终端通信协议与数据格式，促进行业健康有序发展，是贯彻落实国家相关文件和政策的具体体现，推动北斗系统在农业系统中的深入应用，促进现代农机装备标准体系构建。

2.标准化对象简要情况

目前与农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式相关的同类标准见表 1，其中农业行业标准 1 项，地方标准 2 项，其余 5 项为团体标准。可以看出，针对农机作业监测技术的行业标准仅有 1 项，缺少面向耕种管收全程机械化作业的农机作业远程监测管理系统-终端通信协议与数据格式的行业标准。

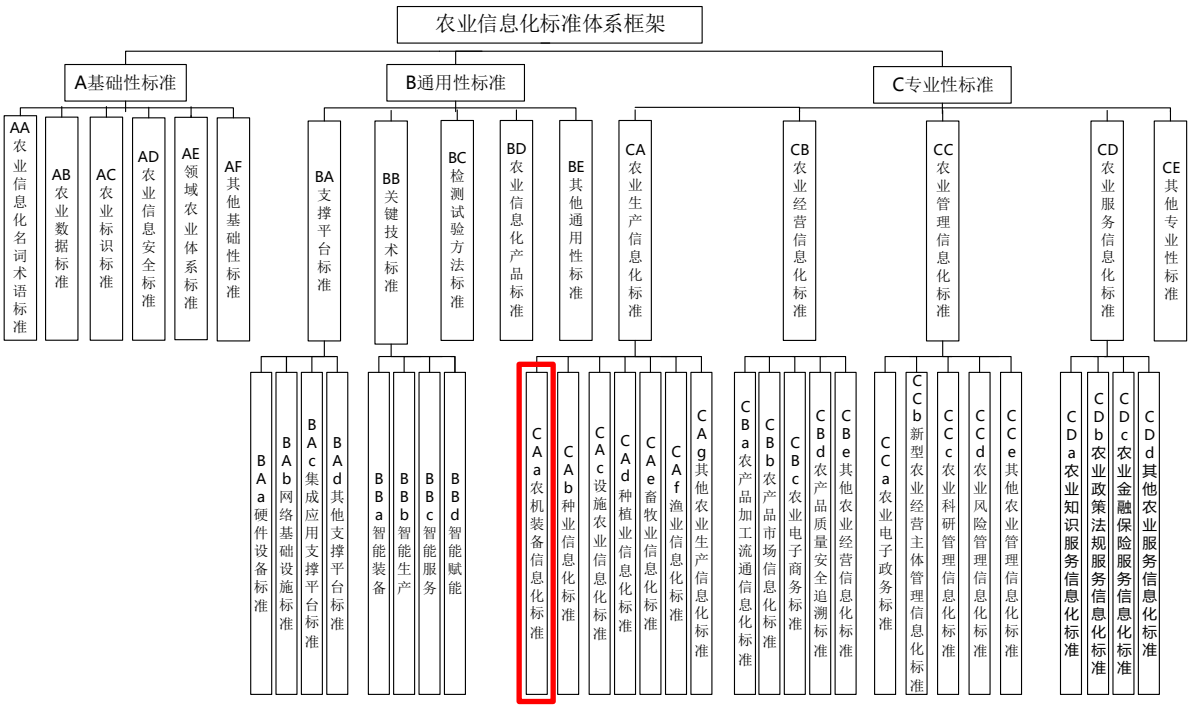
表 1 同类标准情况

序号	标准名称	标准编号	标准类型	说明
1	农机作业远程监测管理平台数据交换技术规范	NY/T 3892-2021	**农业行业标准**	侧重于农机作业监测平台数据交换，未涉及终端技术要求
2	农机田间作业数据传输	DB14/T	山西省地方标准	侧重于农机作业监测平台

序号	标准名称	标准编号	标准类型	说明
	规范	2041-2020		数据交换，未涉及终端技术要求
3	农机作业远程监测系统应用技术要求	DB23/T 2428-2019	黑龙江省地方标准	侧重于作业监测管理系统
4	农机深松作业远程监测系统技术规范	T/CAMA 1-2017	中国农业机械化协会团体标准	侧重于深松作业，未涉及其他作业类型
5	农机作业远程监管系统平台数据交换技术规范	T/CAMA 33-2020	中国农业机械化协会团体标准	侧重于农机作业监测平台数据交换，未涉及终端技术要求
6	精密播种机作业远程监测终端 技术要求	T/CAMA 34-2020	中国农业机械化协会团体标准	侧重于播种作业，未涉及其他作业类型
7	北斗农业机械远程作业监测终端 技术规范	T/NJ 1101-2020	中国农业机械学会团体标准	主要内容与 T/CAMA 1-2017 基本一致，未涉及更多作业类型的作业质量监测功能、性能和试验方法
8	农机作业远程管理系统技术要求	T/JSAMIA 1-2017	江苏省农机工业协会团体标准	侧重于作业监测管理系统

3.标准在体系中的位置和作用

本标准在农业信息化标准体系框架中的位置如下：



本标准在农业信息化行业标准体系中属于专业性标准的层次，归属农业生产信息标准化中的 CAa 农机装备信息化标准。制定的标准

将适用于农机北斗作业监测终端产品的设计、研发、试验和检测，统一了产品组成、功能和性能，为产品设计、研发提供了依据，有利于提高产品研发效率、促进产品技术升级；规定的终端通讯协议结构，解决了交互机制缺乏、灵活性和扩展性差、互用性和交换性差等问题；同时也为终端全面纳入购机补贴提供支撑，为深化北斗系统在农业系统上的应用提供助力；提出的数据格式要求，能够提升数据质量，解决数据项不完善的问题；本标准将成为现代农机装备标准体系的组成部分之一，对完善现代农机装备标准建设，规范和推动农机信息化技术和市场发展起到积极的推动作用。

（三）主要工作过程

1.预研阶段

2017 年至 2021 年，北京市农林科学院智能装备技术研究中心依托中国农业机械化协会信息化分会，持续跟踪调研农机北斗作业监测的技术发展、产品应用与存在问题等情况，掌握了农机北斗作业监测技术与产品发展的最新情况。期间，针对农机北斗作业监测技术与产品标准缺失问题，北京市农林科学院智能装备技术研究中心牵头起草了相关行业标准和团体标准，包括《农机作业远程监测管理平台数据交换技术规范（NY/T 3892-2021）》《农机深松作业远程监测系统技术规范（T/CAMA 1-2017）》《农机作业远程监管系统 平台数据交换技术规范（T/CAMA 33-2020）》《农机作业远程监测管理系统 总体架构（征求意见稿）》《农机作业远程监测管理系统 捡拾打捆作业监测技术规范（征求意见稿）》。

2021 年，北京市农林科学院智能装备技术研究中心牵头，联合农业农村部农业机械化总站、中国农业机械化协会等单位，系统梳理并分析了农机北斗作业监测技术现状，调研分析了已有国内外相关的标

准（表 1），认为现有的标准难以满足对农机北斗作业监测技术快速应用的需求。在充分研究的基础上，起草了《农机作业远程监测管理系统 终端通信协议与数据格式（草案）》，并向农业农村部农业信息化标准化技术委员会提出了行业标准的立项申请，并成功获批为 2023 年立项标准。标准起草团队随即开展了行业标准的起草工作，2023 年 5 月提交了实施方案推进有关工作。

2.起草阶段

（1）组建标准起草组

2023 年 3 月-4 月，为切实做好本项标准的编制工作，提高标准工作的开放性、公正性、透明性，提升标准质量和实用性，依托中国农业机械化协会信息化分会，开展了标准起草单位公开征集工作，共有 10 多家企事业单位报名。根据征集情况，成立了标准起草组。起草单位包括北京市农林科学院智能装备技术研究中心、农业农村部农业机械化总站、中国农业机械化协会、中国农业大学、北京市农业机械试验鉴定推广站、上海联适导航技术股份有限公司、河北信翔电子有限公司、潍柴雷沃智慧农业科技股份有限公司、江苏北斗农机科技有限公司、湖北永祥农机装备有限公司、辽宁牧龙科技有限公司、北京博创联动科技有限公司、黑龙江惠达科技股份有限公司、山东中农云信息科技有限公司、农芯科技（北京）有限责任公司等 15 家单位，涵盖了科研、研发、生产、推广、检测鉴定、管理等方面。

各起草单位明确了参与标准编制的技术人员，为便于及时交流讨论，建立了起草组通讯录和微信交流群。

（2）加快标准编制，形成征求意见稿

2023 年 4 月-5 月，标准起草组进一步加强调研工作，各起草单位中涉及到相关研发企业，提交了相应的产品和协议材料，供起草组

共同参考。

2023 年 5 月-9 月，在标准申请提交的草案基础上，标准起草组经过 3 轮线上沟通讨论，对草案进行了完善，形成了标准初稿。

2023 年 9 月-10 月，依托农业农村部农业信息软硬件产品质量检测重点实验室，北京市农林科学院智能装备技术研究中心牵头开展了标准试验验证工作，编写了终端数据传输软件、平台数据接收软件，对终端通信协议进行了初步的测试、验证。

2023 年 11 月，北京市农林科学院智能装备技术研究中心牵头组织了标准专家咨询会，由行业内 9 名专家组成的专家组对标准初稿进行了咨询评议，并提出了具体的意见建议。根据专家咨询组意见建议以及试验验证情况，经起草组讨论确定主要协议结构、数据内容和数据格式，并对标准编写格式和文稿质量进行了完善，形成了征求意见稿。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）编制原则

本标准编制中遵循了先进性、实用性、协调性和规范性等原则。**在先进性方面**，起草组注重对标目前农机北斗作业监测技术和产品的最新功能和性能指标。**在实用性方面**，起草组紧扣各地实际应用具体情况，其中对作业面积试验方法进行了优化，可以适应实际作业中的多种作业模式。**在协调性方面**，起草过程中充分参考现行的相关标准与农机推广鉴定大纲，对现行标准和大纲原有的内容，符合目前实际情况的，充分吸收采纳，尽量保持协调一致。**在规范性方面**，起草组依据 GB/T 1.1-2020 的要求，对标准文稿多次修改完善，确保标准内容规范性。

（二）标准主要内容及其确定依据

根据目前农机作业监测终端相关推广鉴定大纲、专项鉴定大纲、团体标准等标准和技术规范，以及部分省份对于农机作业监测终端相关要求，结合农机作业监测终端的技术特点和发展方向，确定了标准的主要内容。

1.范围

本文件规定了农机作业远程监测管理系统的终端与平台之间的通信协议与数据格式，包括一般要求、通信协议及数据格式。

本文件是适用于农机作业远程监测管理系统的终端与平台之间的通信。

2.规范性引用情况

标准在起草过程中，充分吸收了现行相关国标和行标，引用了以下标准。

NY/T 3892—2021　农机作业远程监测管理平台数据交换技术规范

3.术语和定义

本标准给出了农机作业远程监测管理平台、农机作业监测终端、终端业务信息、数据交互等术语定义，准确厘定和规范了这些术语的定义及语义内涵，进而为标准的理解和应用提供统一的语义基础。

4.一般要求

标准中对通信方式、传输规则、数据类型等功能进行了规定。

5.通信协议

标准中规定了终端编号编码规则、传输协议版本号、终端业务信息、与平台数据交互、终端报警信息等协议规则和结构，还对定位数据、终端硬件数据、深松与深翻数据、旋耕作业数据、播种作业数据、插秧作业数据、谷物收获作业数据、方捆打捆机作业数据、圆捆打捆

机作业数据、秸秆还田作业数据、喷洒作业数据等数据段内容进行了规定。

三、试验验证报告，可行性论证

2023 年 8 月-9 月，由北京市农林科学院智能装备技术研究中心在国家农业物联网工程实验室开展了基于该协议的农机作业远程监测系统 AMT3011 数据传输的试验验证，对终端的通信协议、数据格式进行了验证。

2023 年 10 月-11 月，由北京市农林科学院智能装备技术研究中心在北兴农场开展了基于该协议的农机作业远程监测系统 AMT3011 深松作业数据传输的试验验证和农机作业智能监管终端 AMT4012 深翻作业数据传输的试验验证，对终端的通信协议、数据格式进行了验证。

试验验证结论：根据《农机作业远程监测管理系统 终端通讯协议与数据格式》规定的内容，对终端的通信协议、数据格式进行了试验验证，通过试验验证表明标准中设置的交互方式、协议结构和数据格式均能可实现，且具有良好的可扩展性和互用性。

试验验证情况详见附件《试验验证报告》。

四、与国际国外同类标准的比对情况

本标准紧密结合我国农机作业远程监测管理系统-终端通讯协议与数据格式发展现状，未开展与国际、国外同类标准的技术对比。

五、引用、采用或参考国际国外标准情况

本标准为国内自主研制，不涉及采用国际或国外标准的情况，且不涉及引用、参考国际国外标准情况。

六、与有关法律法规、强制性标准、相关标准的关系

（一）与现行法律法规的协调性

本标准不存在与有关现行法律法规的冲突或矛盾。

（二）与强制性标准的协调性

本标准不存在与强制性国家标准的冲突或矛盾。

（三）与相关标准的协调性

本标准在编制过程中参考农机终端作业监测相关标准和农机推广鉴定大纲，在编制过程中充分考虑了与现行相关标准和大纲之间在技术指标方面的一致性或协调性。在术语定义方面，尽可能的引用已有的表述。在具体的要求和规范方面，对于已有相关标准规定的内容，均规定按已有的相关标准执行。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及相关专利。

九、贯彻实施标准的建议

本标准是对农机作业远程监测管理系统-终端通讯协议与数据格式进行规定的技术标准，是行业需要共同遵守的准则和依据，是行业急需的标准。企业研发相关技术产品时，可以本标准中的通讯协议与数据格式为基础；管理机构可依据本标准对产品进行准入或管理。主要建议有：

1.通过标准化组织和行业性协会，组织开展标准宣贯工作，对标准的范围、技术内容、试验方法进行详细介绍、讲解；

2.依据该项行业标准，推动终端通讯协议与数据格式相关推广鉴定大纲、专项鉴定大纲、自愿性认证特则的制定、修订；

3.依据该项行业标准，开展终端通讯协议与数据格式的数据传输验证工作；

4.推动相关省份对农机作业监测终端补贴参数的修订。

十、其他说明

本标准无其他需要说明的事项。

附件：

农机作业远程监测管理系统终端通讯协议与数据格式技术规范

—试验验证报告

北京市农林科学院智能装备技术研究中心

2023 年 11 月

目　录

一、试验验证目的 13
二、试验验证机构、时间和地点 13
三、试验验证样机 13
四、试验验证过程 14
4.1 AMT-3011 终端验证 14
4.1.1 AMT-3011 终端通讯协议代码实现 14
4.1.2 AMT-3011 终端室内通讯测试 16
4.1.3 AMT-3011 终端现场通讯测试 17
4.2 AMT-4012 终端验证 17
4.2.1 AMT-4012 终端通讯协议结构 18
4.2.2 AMT-4012 终端现场通讯测试 19
五、试验验证结论 20

机作业远程监测管理系统终端通讯协议与数据格式技术规范

—试验验证报告

一、试验验证目的

根据《农机作业远程监测管理系统终端通讯协议与数据格式》规定的内容，对农机作业远程监测管理系统的通讯结构和数据格式进行验证，主要验证通讯结构是否可行，数据格式是否符合实际情况。

二、试验验证机构、时间和地点

（一）验证机构

由北京市农林科学院智能装备技术研究中心在国家农业物联网工程实验室、北兴农场进行验证。

（二）验证时间

2023 年 8 月-9 月、2023 年 10 月-11 月。

（三）验证地点

1.终端的静态通讯试验主要是在国家农业物联网工程实验室进行。

2.终端的田间作业通讯试验在北兴农场进行。

三、试验验证样机

一共对 2 种样机进行了验证，见表 1

表 1 试验验证样机信息

序号	企业名称	产品型号
1	北京市农林科学院智能装备技术研究中心	AMT-3011
2	农芯科技（北京）有限责任公司	AMT-4012

四、试验验证过程

根据《农机作业远程监测管理系统终端通讯协议与数据格式》规定的内容，分别对终端通讯结构和数据格式进行了验证，详细的验证过程见以下内容。

4.1 AMT-3011 终端验证

农机作业远程监测系统 AMT3011 集成传感器技术、计算机测控技术、卫星定位技术和无线通讯技术，实现对农机作业面积、作业质量的准确监测，为农机作业补贴提供量化依据，可极大降低管理强度，显著提升农机作业管理信息化水平。

4.1.1 AMT-3011 终端通讯协议代码实现

农机作业远程监测系统 AMT3011 主要是基于单片机，采用 C 语言开发。定位数据代码结构如图 1 所示：

```
typedef struct{
    uint8_t year;
    uint8_t month;
    uint8_t day;
    uint8_t hour;
    uint8_t minute;
    uint8_t second;
}DATE_TIME;
typedef struct{
    double     latitude;         //经度
    double     longitude;        //纬度
    double     HDOP;             //水平精度因子
    int        latitude_Degree;  //度
    int        latitude_Cent;    //分
    int        latitude_Second;  //秒
    int        longitude_Degree; //度
    int        longitude_Cent;   //分
    int        longitude_Second; //秒
    float      speed;            //速度
    float      direction;        //方向
    float      height;           //海拔
    uint8_t    status;           //定位状态
    uint8_t    satellite;        //卫星数
    uint8_t    mode;             /*差分类型 */
    uint8_t    NS;               //南北极
    uint8_t    EW;               //东西
    DATE_TIME  D;
}GNSS_INFO;
```

图 1 AMT-3011 终端定位数据代码结构

AMT-3011 终端消息头和消息体代码结构如图 2 所示：

```
//协议结构-消息头
typedef struct
{
  uint16_t ByteLength;     /*所有字节数量总和*/
  uint32_t AKEY;           /*鉴权码，终端ID*/
  uint8_t  Version[3];     /*协议版本，标识了各端之间数据交互遵循的协议版本*/
  uint16_t DataPacket;     /*数据分包*/
  uint16_t SequenceID;     /*消息流水号 */
  uint8_t  Retransmission; /*重传 */
  uint8_t  EncryptionMode; /*加密方式 */
  uint32_t Reserved;       /*保留位 */
} MESSAGE_HEADER;

//协议结构-消息体
//基本信息
typedef struct
{
  uint8_t  DateTime[6];     /*日期时间*/
  double   Latitude;        /*纬度*/
  double   Longitude;       /*经度*/
  float    Altitude;        /*海拔*/
  float    Speed;           /*速度*/
  float    Direction;       /*航向*/
  uint8_t  DifferentType;   /*差分类型 */
  uint8_t  SatelliteNumber; /*卫星数量 */
  uint8_t  PositionState;   /*定位状态 */
  uint16_t FaultState;      /*故障状态 */
  float    HorizontalFactor;/*水平位置因子*/
} GENERAL_INFORMATION;
```

图 2 AMT-3011 终端消息头和消息体代码结构

AMT-3011 终端作业信息代码结构如图 3 所示：

```
//作业信息
//起藤作业
typedef struct
{
  uint8_t  JobStatus;            /*1  作业状态：0：非作业状态，1：作业状态*/
  int16_t  JobWidth;             /*2  作业幅宽 单位为厘米 */
  int16_t  FanRevs;              /*3  风机转速 单位为r/min */
  int16_t  WindVolume;           /*4  风量 CFM*/
  int16_t  WindPressure;         /*5  风压 Pa */
  int8_t   HitchDegree;          /*6  三点悬挂提升度 单位为度*/
} DIGRATTAN_INFORMATION;
//埋藤作业
typedef struct
{
  uint8_t  JobStatus;            /*1  作业状态：0：非作业状态，1：作业状态*/
  int16_t  JobWidth;             /*2  作业幅宽 单位为厘米 */
  int8_t   HitchDegree;          /*3  三点悬挂提升度 单位为度*/
} BURYRATTAN_INFORMATION;
//除草作业
typedef struct
{
  uint8_t  JobStatus;            /*1  作业状态：0：非作业状态，1：作业状态*/
  int16_t  JobWidth;             /*2  作业幅宽 单位为厘米 */
  int16_t  PTORevs;              /*3  后动力输出轴转速 单位为r/min */
  int8_t   HitchDegree;          /*4  三点悬挂提升度 单位为度*/
} WEED_INFORMATION;
//喷洒作业
typedef struct
{
  uint8_t  JobStatus;            /*1  作业状态：0：非作业状态，1：作业状态*/
  int16_t  JobWidth;             /*2  作业幅宽 单位为厘米 */
  int16_t  RealTimeAmount;       /*3  实时喷洒量 单位为L */
  int32_t  AccumulateAmount;     /*4  累积喷洒量 单位为L */
  int8_t   SectionAmount;        /*5  区段数量 单位为段 */
  int16_t  Pressure;             /*6  喷洒压垮 单位为Mpa */
  int8_t   SectionStatus;        /*7  各区段工作状态 */
  int16_t  NozzleType;           /*8  喷头型号*/
  int8_t   NozzleAmount;         /*9  喷头数量*/
} SPRAY_INFORMATION;
//剪枝作业
typedef struct
{
  uint8_t  JobStatus;            /*1  作业状态：0：非作业状态，1：作业状态*/
  int16_t  JobWidth;             /*2  作业幅宽 单位为厘米 */
} PRUNE_INFORMATION;
```

图 3 AMT-3011 终端作业信息代码结构

AMT-3011 终端作业上报代码结构如图 4 所示:

```
//上报起藤作业数据
typedef struct
{
  uint16_t                StartFlag;     //起始标志
  MESSAGE_HEADER          MSGHeader;     //消息头
  uint32_t                DataType;      //数据类型
  GENERAL_INFORMATION     GeneralINFO;   //基本信息
  DIGRATTAN_INFORMATION   DigRattanINFO; //起藤信息
  uint8_t                 CheckValue;    //校验值
  uint8_t                 EndFlag;       //结束标志
} DIGRATTAN_CONDITION;
//上报埋藤作业数据
typedef struct
{
  uint16_t                StartFlag;     //起始标志
  MESSAGE_HEADER          MSGHeader;     //消息头
  uint32_t                DataType;      //数据类型
  GENERAL_INFORMATION     GeneralINFO;   //基本信息
  BURYRATTAN_INFORMATION  BuryRattanINFO;//起藤信息
  uint8_t                 CheckValue;    //校验值
  uint8_t                 EndFlag;       //结束标志
} BURYRATTAN_CONDITION;
//上报除草作业数据
typedef struct
{
  uint16_t                StartFlag;     //起始标志
  MESSAGE_HEADER          MSGHeader;     //消息头
  uint32_t                DataType;      //数据类型
  GENERAL_INFORMATION     GeneralINFO;   //基本信息
  WEED_INFORMATION        WeedINFO;      //起藤信息
  uint8_t                 CheckValue;    //校验值
  uint8_t                 EndFlag;       //结束标志
} WEED_CONDITION;
//上报喷洒作业数据
typedef struct
{
  uint16_t                StartFlag;     //起始标志
  MESSAGE_HEADER          MSGHeader;     //消息头
  uint32_t                DataType;      //数据类型
  GENERAL_INFORMATION     GeneralINFO;   //基本信息
  SPRAY_INFORMATION       SprayINFO;     //起藤信息
  uint8_t                 CheckValue;    //校验值
  uint8_t                 EndFlag;       //结束标志
} SPRAY_CONDITION;
```

图 4 AMT-3011 终端作业上报代码结构

4.1.2 AMT-3011 终端室内通讯测试

AMT-3011 终端室内通讯试验主要在国家农业物联网工程实验室和北京农科大厦进行，将 AMT-3011 终端放置在测试架上不间断通电 24 小时，5 秒上传一次数据，看其丢包率情况。结果表明：丢包率≤0.5%。

图 5 AMT-3011 终端室内上报数据

4.1.3 AMT-3011 终端现场通讯测试

AMT-3011 终端现场通讯试验主要在北兴农场进行，将 AMT-3011 终端放置在拖拉机上进行深松作业，不间断工作 8 小时，5 秒上传一次数据，看其丢包率情况。结果表明：丢包率≤0.8%。作业场景和平台数据显示如图 6 和图 7 所示

图 6 AMT-3011 终端深松作业上报数据

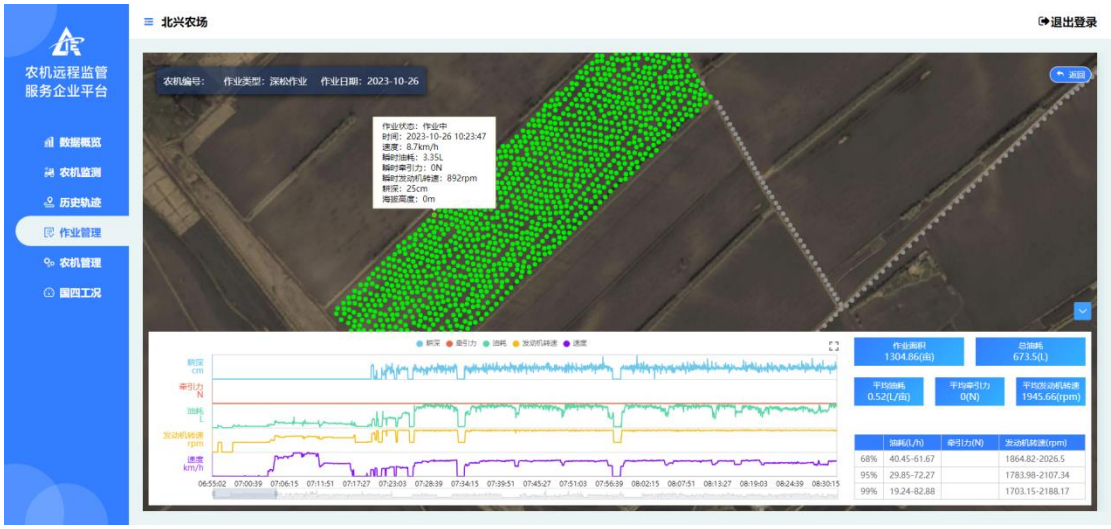


图 7 AMT-3011 终端深松作业平台传输

4.2 AMT-4012 终端验证

农机作业智能监管终端 AMT4012 基于 7 英寸车载智能终端设计开发，集成卫星定位、无线通讯、图像采集、传感测控于一体，实时显示农机作业速度、质量、面积、时长等信息，语音、光、电多重报警，是农芯科技自主研发的新一代

农机作业监管产品，主要为农机管理部门、农机服务组织、农机手提供农机作业监管与计量等功能。

4.2.1 AMT-4012 终端通讯协议结构

AMT-4012 终端主要是基于安卓系统，采用 Java 语言开发。定位数据代码结构如图 8 所示：

```java
/**
 * utc时间 yyyy-MM-dd HH:mm:ss
 */
private String utcTime = "";

/**
 * 纬度
 */
private double lat;

/**
 * 经度
 */
private double lon;

/**
 * 海拔
 */
private float ele;

/**
 * 速度 Km/h
 */
private float spd;

/**
 * 航向
 */
private float angle;
```

```java
/**
 * 差分类型 无符号u8
 */
private int diff;

/**
 * 星个数 无符号u8
 */
private int sate;

/**
 * 定位状态 无符号u8
 */
private int locationIndex;

/**
 * 故障状态 无符号u16
 */
private float fault;

/**
 * 水平位置因子
 */
private float level;
```

```java
List<byte[]> byteList = new ArrayList<>();
byte[] bcdTime = BytesUtils.getBcdUtcTime(utcTime);
byteList.add(bcdTime);
byte[] latByte = BytesUtils.doubleToBytes(lat);
byteList.add(latByte);
byte[] lonByte = BytesUtils.doubleToBytes(lon);
byteList.add(lonByte);
byte[] eleByte = BytesUtils.floatToBytes(ele);
byteList.add(eleByte);
byte[] spdByte = BytesUtils.floatToBytes(spd);
byteList.add(spdByte);
byte[] angleByte = BytesUtils.floatToBytes(angle);
byteList.add(angleByte);
byte[] diffByte = BytesUtils.intToOneBytes(diff);
byteList.add(diffByte);
byte[] sateByte = BytesUtils.intToOneBytes(sate);
byteList.add(sateByte);
byte[] stateByte = BytesUtils.intToOneBytes(locationIndex);
byteList.add(stateByte);
byte[] fautByte = BytesUtils.floatToTwoByte(fault);
byteList.add(fautByte);
byte[] levelByte = BytesUtils.floatToBytes(level);
byteList.add(levelByte);
```

图 8 AMT-4012 终端定位数据代码结构

数据类型代码结构如图 9 所示：

```java
public static byte[] getDateType(int datet, int workType) {
    byte[] bytes = new byte[4];
    switch (datet) {
        case 1:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 0;
            bytes[2] = 0;
            bytes[3] = 0;
            break;
        case 10:
            bytes[0] = 10;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b1 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b1[0];
            bytes[3] = b1[1];
            break;
        case 11:
            bytes[0] = 11;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b11 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b11[0];
            bytes[3] = b11[1];
            break;
```

```java
        case 12:
            bytes[0] = 12;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b12 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b12[0];
            bytes[3] = b12[1];
            break;
        case 13:
            bytes[0] = 13;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b13 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b13[0];
            bytes[3] = b13[1];
            break;
        case 14:
            bytes[0] = 14;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b14 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b14[0];
            bytes[3] = b14[1];
            break;
```

```java
        case 15:
            bytes[0] = 15;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b15 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b15[0];
            bytes[3] = b15[1];
            break;
        case 16:
            bytes[0] = 16;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b16 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b16[0];
            bytes[3] = b16[1];
            break;
        case 17:
            bytes[0] = 17;
            //作物 默认值
            bytes[1] = 0;
            //大类和小类 耕种管收-作业类型
            byte[] b17 = getWorkBigClass(workType);
            bytes[2] = b17[0];
            bytes[3] = b17[1];
            break;
```

图 9 AMT-4012 终端数据类型代码结构

作业类型代码结构如图 10 所示：

```java
public static byte[] getWorkBigClass(int workType) {
    byte[] bytes = new byte[2];
    switch (workType) {
        //开始地
        case 1:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 1;
            break;
        case 5:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 2;
            break;
        case 28:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 4;
            break;
        case 8:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 5;
            break;
        case 21:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 6;
            break;
        case 7:
            bytes[0] = 1;
            bytes[1] = 7;
            break;
```

```java
        case 9:
            bytes[0] = 2;
            bytes[1] = 1;
            break;
        case 4:
            bytes[0] = 2;
            bytes[1] = 5;
            break;
        //回间管理
        case 12:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 1;
            break;
        case 24:
        case 25:
        case 26:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 3;
            break;
        case 3:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 4;
            break;
        //收获后处理
        case 10:
            bytes[0] = 5;
            bytes[1] = 2;
            break;
```


```java
        case 9:
            bytes[0] = 2;
            bytes[1] = 1;
            break;
        case 4:
            bytes[0] = 2;
            bytes[1] = 5;
            break;
        //回间管理
        case 12:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 1;
            break;
        case 24:
        case 25:
        case 26:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 3;
            break;
        case 3:
            bytes[0] = 3;
            bytes[1] = 4;
            break;
        //收获后处理
        case 10:
            bytes[0] = 5;
            bytes[1] = 2;
            break;
```


图 10 AMT-4012 终端作业类型代码结构

协议结构代码结构如图 11 所示：

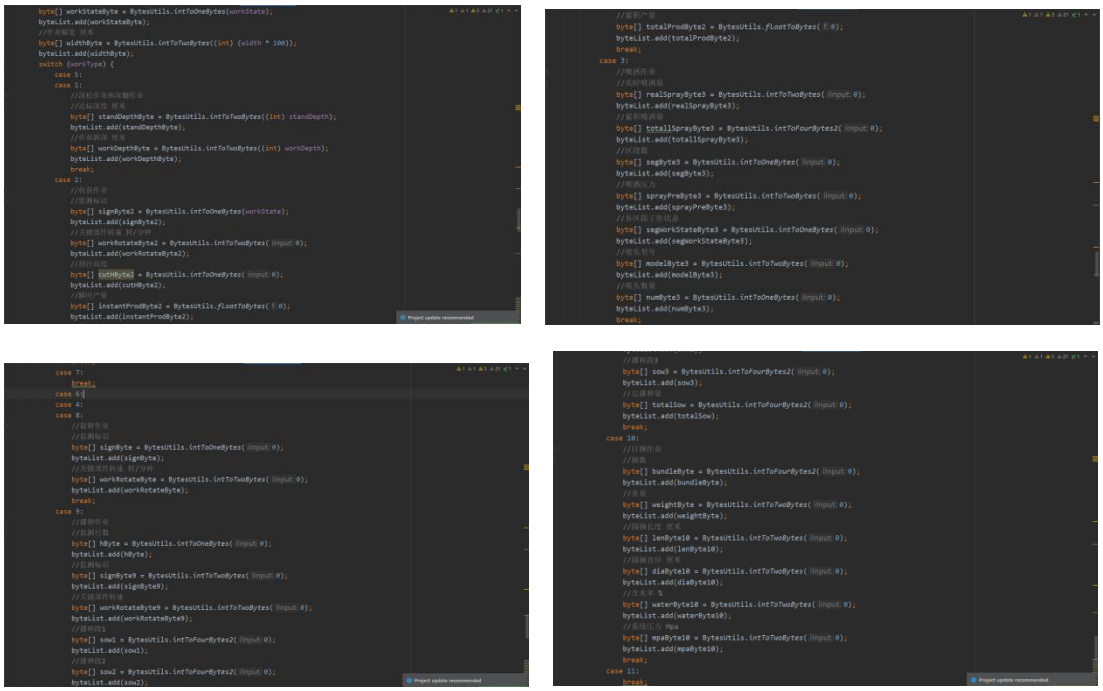


图 11 AMT-4012 终端协议结构代码结构

4.2.2 AMT-4012 终端现场通讯测试

AMT-4012 终端现场通讯试验主要在北兴农场进行，将 AMT-4012 终端放置在拖拉机上进行深翻作业，不间断工作 8 小时，5 秒上传一次数据，看其丢包率情况。结果表明：丢包率≤0.7%。作业场景和平台数据显示如图 12 和图 13 所示：

图 12 AMT-4012 终端深翻作业试验现场图

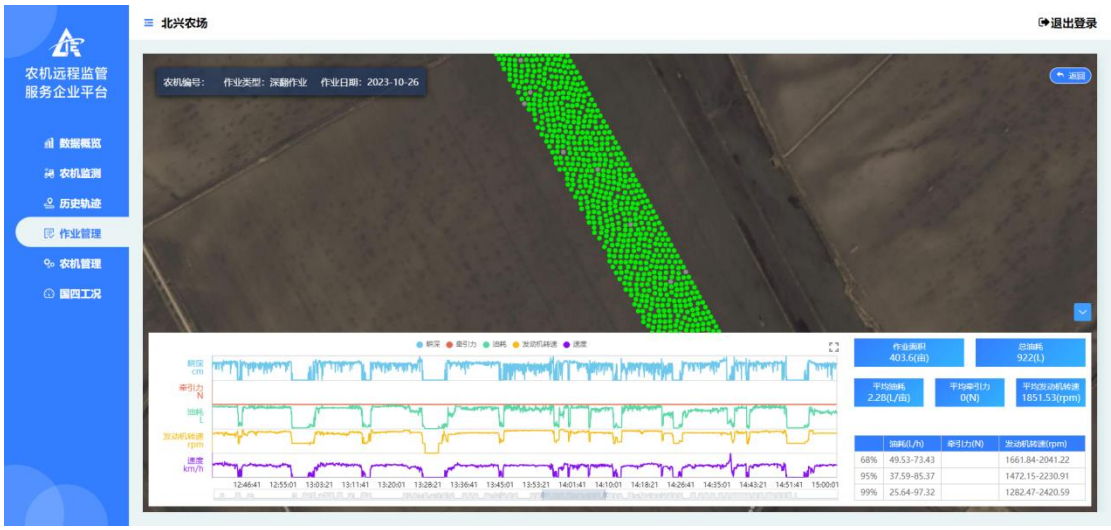


图 13 AMT-4012 终端深翻作业平台传输

五、试验验证结论

根据《农机作业远程监测管理系统终端通讯协议与数据格式》规定的内容，对不同类型终端的按照该协议的通讯协议与数据格式分别进行了实现和试验验证，通过试验验证表明标准中设置的终端通讯协议与数据格式能够方便实现，符合实际情况，可行性强。