**ICS** 65.060.40

**CCS B** 91

1. T/NJ 1145-202X/T/CAAMM XXXX-202X

团体标准

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

发布

**中国农业机械学会**

**中国农业机械工业协会**

航空施药施药量控制系统技术要求

Technical requirements of aerial spraying control system

（征求意见稿）

目 次

[前言 II](#_Toc74735662)

[1 范围 1](#_Toc74735663)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc74735664)

[3 术语和定义 1](#_Toc74735665)

[4 技术要求 2](#_Toc74735666)

[5 试验方法 4](#_Toc74735667)

[6 检验规则 5](#_Toc74735668)

[7 交货 6](#_Toc74735669)

[8 标志、运输和存储 7](#_Toc74735670)

[附录A 8](#_Toc74735671)

[附录B 9](#_Toc74735672)

[附录C 11](#_Toc74735673)

[附录D 12](#_Toc74735674)

[附录E 14](#_Toc74735675)

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械学会和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC201）归口。

本文件起草单位：北京农业智能装备技术研究中心、北京农业信息技术研究中心、农芯科技（北京）有限责任公司、北大荒通用航空有限公司、山东瑞达有害生物防控有限公司、中农智控（北京）技术股份有限公司。

本文件主要起草人：赵春江、陈立平、张瑞瑞、徐刚、徐旻、丁晨琛、伊铜川、文瑶、张林焕、李龙龙、唐青、王维佳、邓巍、陈梅香、张伟巍、谢春春。

本文件为首次发布。

# 

航空施药施药量控制系统技术要求

# 范围

本文件规定了航空施药施药量控制系统的术语和定义、功能组成、性能要求、数据接口、检测方法和检验规则。

本文件适用于农林业有人驾驶施药飞机使用的“航空施药施药量控制系统”，包括传感器、控制器、执行机构、电源和交互单元。

# 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅所注日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温

GB/T 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB 19517-2009 国家电气设备安全技术规范

GB/T 34094-2017 信息技术设备功耗测量方法

HB 6167.6-2014 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 振动试验

HB 6167.8-2014 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 防水试验

MH/T 1002.1-2016 农业航空作业质量技术指标 第1部分：喷洒作业

MH/T 1031-2010 农用飞机喷洒设备性能检测规范

# 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

## 

## 管路流量控制阀 **boom flowrate control valve**

用于根据控制器指令调节管道内药液流量的部件。

## 

## 人机交互接口 **user interface**

用于设定有效喷洒幅宽、流量、喷头类型和预定喷施率等参数；用于显示航空施药有效喷洒幅宽、预定喷施率、当前流量、压力和目标高度数据。

## 

## 有效喷洒幅宽 **effective swath width**

飞机在特定高度上匀速飞行作业时垂直于作业航线上的可以达到有效药液覆盖的农药喷洒宽度，单位：m。

## 

## 预定喷施率 **preset application rate**

飞机按有效喷洒幅宽施药时，处理对象单位面积上喷施物的量，单位：L/Ha。

注1：改写自MH/T 1002.1—2016，定义3.4。

## 

## 飞机地速 **Speed over the ground**

飞机相对于地球表面的运动速度，单位：m/s。

## 主施药管道 **main boom**

药箱的药液出口到喷杆之间的管道。

## 

## 目标流量 **target flowrate**

飞行工况下，达到预定喷施率对应的管道内药液流量，单位：L/min。

## 

## 回流管路 **return line**

安装在施药量控制系统的控制阀门处，与药箱相连，当控制阀调节主施药管道流量时，将主施药管道的多余流量分流到药箱。

## 

## 过滤器 **filter**

安装在主施药管道，用于过滤药液中的非药液物质。

# 技术要求

## 一般要求

### 气候环境适应性

控制系统存放温度范围-20℃～85℃，工作温度范围0℃～65℃。在承受附录A所述各项气候环境适应性试验后，应无电气故障，机壳、插接器等无严重变形，各项功能应正常。

### 机械环境适应性

控制系统的机载设备外壳防护等级应达到IP65，且在三个正交轴向满足随机振动试验要求，振动频率0～200Hz，振动时间24小时。机械环境适应性检测执行HB 6167.6、HB 6167.8、GB/T 2423.2标准。

### 耐化学腐蚀性

对于控制系统中与原药或农药稀释液直接接触的零部件耐腐蚀性执行MH/T 1031-2010。

### 防水性

控制系统的接线端子应具有防水措施，电源、信号接线端子应分开设置，设备满足IP65防水等级要求。

## 安全要求

航空施药施药量控制系统应符合GB 19517的要求。

控制系统使用的电器元器件、电器导线、电器连线、控制装置安全设计应符合GB 5226.1的规定。

## 硬件要求

### 控制系统

控制系统须包含传感器、控制器、流量控制阀、人机交互接口、电源、其他保障变量控制功能实现的组件。

### 传感器

传感器应包括流量传感器和压力传感器，宜包括相对高度传感器，配备传感器的响应时间应不大于0.1s。

### 控制器

控制器应包含控制模块、GNSS模块和传感器接口模块，宜包括飞行姿态测量模块。

### 电源

应具备独立供电功能，不依赖飞机供电电路，且不对飞机电路电子系统造成干扰。

### 其它组件

应包括可拆卸过滤器、回流管路，宜包括施药启停控制器。

## 功能要求

### 数据获取

数据获取应符合下列要求：

——应具备实时检测施药系统药液输送管道内药液流量的功能；

——应具备实时检测施药系统喷头处位置的药液压强的功能，压力传感器精度等级不低于0.5，测量范围包含0～0.6MPa；

——应具备提供测量经度、纬度、地速、地速方向、海拔高度和定位时间的功能，飞行过程中GNSS模块的卫星定位误差CEP：5m；速度精度：0.3m/s，可测量速度范围至少覆盖0～100m/s；

——流量、压力、速度、方向、经度和纬度数据采集频率应不低于5Hz；

——宜具备实时获取飞机距离目标高度的功能，相对高度传感器在1～10m高度范围内测量绝对误差小于0.3m；10～100m高度范围内测量相对误差小于3%。

### 参数设置

喷施率须可通过人机交互接口设置，并具备将所配置喷施率发送至控制器的功能。

有效喷洒幅宽须可通过人机交互接口设置，并具备将所配置有效喷洒幅宽发送至控制器的功能。

### 数据分析与计算

须具备根据飞机地速、有效喷洒幅宽和喷施率计算目标流量的功能，其中目标流量按公式1计算获得：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **公式1** |

### 数据显示

须具备显示流量、压力、相对高度、定位、地速、地速方向等数据的功能。

须具备显示喷洒状态和故障报警信息的功能。

宜具备地图功能，并显示规划航线和规划施药区域、已施药航线和已施药区域的功能。

宜具备显示提示飞机驾驶员手动开启和停止施药消息的功能。

### 设备控制

须具备动态调节施药器械所含药液输送管道内药液流量的功能，系统延时不超过0.2s。

须具备根据当前位置、速度、方向自动控制喷洒系统开启、停止和调节喷施率的功能。

## 主要性能要求

航空施药施药量控制系统在田间正常作业的情况下，控制系统性能应符合表1的规定。

表1航空施药施药量控制系统性能参数指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 性能参数 | 指标要求 |
| 1 | 流量 | 误差带±5%，调节时间≤5s |
| 2 | 电源 | 续航时间不少于10h |
| 3 | 适配管道孔径\* | DN25、DN32、DN40、DN50 |
| 4 | 适应管道压力 | -0.1~0.6 MPa |
| \*可使用配套转接件 | | |

## 控制系统的平均故障间隔时间不小于800h。

# 试验方法

## 通过图样和文件目录检查产品图样和技术文件的完整性。

## 用常规方法检测施药控制系统各组件安装紧固件是否联结牢靠，有无松动现象。

## 通过实际操作检查系统正常工作时各系统是否有异常响声，有漏水、漏气和漏电现象。设备管理标志用目测法检查、外观用目测法和测量量具检查。

## 各个接插件通过实际操作检测，插拔、锁紧机构是否有效。

## 流量控制性能通过固定流速检测，观察流速控制性能指标是否符合设计指标，见附录检测方法1。

## 压力传感器测量性能通过实际喷洒管路固定压力检测。

## 系统数据传输性能通过实际操作检测。

## 系统功耗性能执行GB/T 34094-2017。

## 系统工作状态指示通过实际操作检测。

## 管路流量控制阀工作稳定性通过实际操作检测。

## 系统喷洒性能执行MH/T 1031-2010

## 系统仿水密封性试验执行GB/T 4208-2008，检查试验后的通电各部位有无渗、漏液（包含油、水等液体），各润滑油、脂密封腔内的油、脂有无可见的水珠或电烙铁探查应无爆裂声。

## 系统试验执行HB 6167.6-2014

## 系统高温性能试验执行GB/T 2423.2-2008。

## 施药控制系统可靠性执行MH/T 1031-2010。

## 系统最大输出功率试验执行MH/T 1031-2010，观察最大功率施药过程系统有无抖动、异响、阀门误操作。

# 检验规则

## 出厂检验

### 每套航空施药施药量控制系统均应进行出厂检验。

### 出厂检验项目见附件D。

### 出厂检验所有项目均合格方能判定合格，否则应返修后重新提交复检，复检仍不合格则判定该产品不合格。

## 型式检验

### 型式检验时机

#### 新开发产品定型鉴定须进行型式检验；

#### 产品正式生产后，结构、原理、重要组件有较大改变的改进型号须进行型式检验；

#### 正式生产后，每间隔至多五年须进行一次型式检验；

#### 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时须进行一次型式检验；

#### 国家质量监督机构依法提出进行型式检验的要求。

### 检验项目

#### 属于 6.2.1a）情况的航空施药施药量控制系统型式检验须进行全部整机性能试验和整机使用试验；

#### 属于 6.2.1b）情况的航空施药施药量控制系统型式检验须进行全部整机性能试验、经重大改进组件的耐久性试验和整机可靠性试验；

#### 属于 6.2.1c）、6.2.1d）情况的航空施药施药量控制系统型式检验须进行附件D 所列项目检验；

#### 属于 6.2.1e）情况的航空施药施药量控制系统型式检验须依国家质量监督机构要求进行相应检测。

### 不合格分类

被检项目凡不符合第 4 章规定的要求时均判定为不合格项，按不合格项对产品质量的影响程度，分为A 类不合格、B 类不合格、C 类不合格。不合格分类见附件D。

### 抽样方案

1. 按 GB/T 2828.1—2012 的规定，采用正常检验一次抽样方案。一般情况下，产品检查批 N=26～50 台，从出厂合格的产品中随机抽取 2 台作为样机，采用特殊检验水平 S-1，样本量字码为 A，AQL 为接收质量限，Ac 为接收数，Re 为拒收数。具体抽样方案见附件E；
2. 属于 6.2.1a）、6.2.1b）的情况，应至少试制 2 台作为样机进行检验；
3. 除试验样机外，根据需要可提供或抽取备用样机1～2 台，备用样机只在非样机本身质量问题造成无法正常检验时启用。

### 判定规则

1. 属于 6.2.1a）、6.2.1b）情况的航空施药施药量控制系统型式检验项目应全部达到要求，可靠性应符合 4.3.6 的要求，方判定为合格；
2. 属于 6.2.1c）、6.2.1d）、6.2.1e）情况的航空施药施药量控制系统，根据表 2 的抽样方案进行判定。每一项不合格分类中，样机中的不合格项目数小于或等于 Ac 时该类判为合格，大于或等于 Re 时该类判为不合格。所有不合格分类全部合格时，则最终判为合格；任一类或多个类判为不合格时，则最终判为不合格。可靠性项目单独考核，可靠性试验有一项指标不合格，则最终判定该产品为不合格；
3. 在整个性能检验期间，因产品质量问题发生致命故障及严重故障，则应停止检验，产品按不合格处理。

# 交货

## 每套航空施药施药量控制系统应经企业检验合格并签发《出厂合格证》后方可出厂，《出厂合格证》应包含设备生产企业信息、产品特征和技术参数信息、产品质量合格声明等内容。

## 每套航空施药施药量控制系统产品出厂前应做好以下工作：

1. 须对产品进行外观检查，保证系统各组件的完整性及外观质量良好；
2. 系统各组件须处于分离状态；
3. 电源电量不低于标称电量的50%。

## 出厂的每套航空施药施药量控制系统应按照产品技术文件的规定配齐全套备件、附件、随机工具和运输箱。

## 随同出厂的每套航空施药施药量控制系统，企业应提供下列文件：

1. 使用说明书；
2. 组件目录或图册；
3. 合格证和保修单；
4. 备件、附件和工具清单；
5. 装箱单。

# 标志、运输和存储

## 航空施药施药量控制系统设备前部外表面的易见位置应装置产品标牌，标牌标名内容至少应包括：

1. 商标和（或）企业名称；
2. 设备名称和型号；
3. 适配流量范围和流量调节精度；
4. 适配压力范围；
5. 设备供电电压和功率；
6. 设备编号和出厂日期
7. 企业地址。

## 航空施药施药量控制系统的装运应保证设备组件和工具在正常运输中不至于发生损坏和丢失。

## 在干燥、通风的贮存条件下，设备的防锈有效期至少包括自出厂之日起 12 个月。

附录A

（规范性）

气候环境试验项目表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 试验参数 | 试验条件 | 说明 |
| 高温工作试验 | 温度 | 65℃ | 试验中标称电压通电，试验后检查功能。 |
| 持续时间 | 8h |
| 高温放置试验 | 温度 | 85℃ | 试验中不通电，试验后检查功能。 |
| 持续时间 | 8h |
| 低温工作试验 | 温度 | 0℃ | 试验中标称电压通电，试验后检查功能。 |
| 持续时间 | 8h |
| 低温放置试验 | 温度 | -20℃ | 试验中不通电，试验后检查功能。 |
| 持续时间 | 8h |
| 恒定湿热试验 | 温度 | 40℃±2℃ | 12h不通电，12h接通标称电压通电工作。 |
| 持续时间 | 24h |
| 相对湿度 | 90% |

附录B

（规范性）

流量调节时间检测方法

1. **控制系统安装方法**

系统可在地面完成检测，搭建测试喷洒管路并将航空施药施药量控制系统、流量计、压力计接入喷洒管路，测试喷洒管路见图1。设置给定流量，航空施药施药量控制系统自行调节管路流量。其中给定测试流量分别为最大流量的10%、50%和100%三组。流量计采用一级标准液体流量计，精度等级不低于0.05，采样频率1Hz。

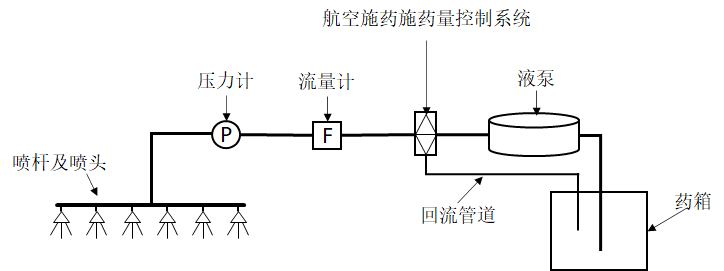


图1测试喷洒管路示意图

1. **检测方法及步骤**
2. 阀门全开，回流管道关闭，开启液泵，持续30s以上，直到管路内空气排净，关闭阀门，使药液全部经过回流管道回流；
3. 将给定流量输入到控制器中，控制器开始调节阀门开度，向给定流量进行调节；
4. 自给定控制器流量值开始，记录30s实时流量数据，填写到**附表2**中；
5. 设置控制器，关闭阀门，使药液全部经过回流管道回流；
6. 重复步骤ii-iv，同一给定流量下，至少重复三次；
7. 改变给定流量，重复步骤ii-v；
8. 计算控制系统流量偏差率；
9. 根据表格中数据，记录流量达到并保持在给定流量偏差率在±5%误差带内所需的时间；
10. **流量偏差率计算**

流量偏差率是反应管道实际流量与给定流量值偏差情况，见公式2：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 公式 2 |

1. **系统调节时间计算**

参见图2，当系统调节开启时的时间为t0，第n次重复流量偏差率开始保持在±5%误差带以内时的时间为t n，系统响应时间的计算见公式3：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 公式 3 |

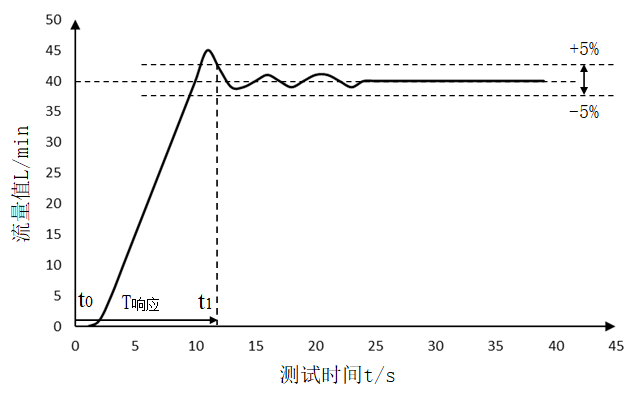


图2 控制系统响应过程

附录C

（规范性）

流量记录表

最大流量\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(L/min)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 给定流量  （占比最大流量） | | 10% | | | 50% | | | 100% | | |
| 重复次数 | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 实际流量 | 时间 |
| (L/min) | 1s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 26s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

附录D

（规范性）

检验项目表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不合格分类 | | 项目 | 出厂检验 | 型式检验 |
| A类 | 1 | 安全一般要求 | √ | √ |
| 2 | 安全防护 | √ | √ |
| 3 | 安全标志 | √ | √ |
| 4 | 操纵标准 | √ | √ |
| 5 | 管理标志（企业标志、商标、机型、环保信息等） | √ | √ |
| 6 | 电池安全性 | √ | √ |
| 7 | 无线电通信安全性 | √ | √ |
| 8 | 气候环境适应性 | - | √ |
| 9 | 机械环境适应性 | - | √ |
| 10 | 耐化学腐蚀性 | - | √ |
| 11 | 防水性 | - | √ |
| B类 | 1 | 产品图样和技术文件的完整性 | - | √ |
| 2 | 号牌座、使用说明书 | √ | √ |
| 3 | 组件目录或图册 | √ | √ |
| 4 | 组件、备件、附件和工具的完整性 | √ | √ |
| 5 | 流量传感器响应时间 | - | √ |
| 6 | 流量传感器精度等级 | - | √ |
| 7 | 流量传感器测量范围 | - | √ |
| 8 | 压力传感器响应时间 | - | √ |
| 9 | 压力传感器精度等级 | - | √ |
| 10 | 压力传感器测量范围 | - | √ |
| 11 | GNSS定位偏差 | - | √ |
| 12 | GNSS测速范围 | - | √ |
| 13 | GNSS测速精度 | - | √ |
| 14 | 数据采集频率 | - | √ |
| 15 | 满充电池续航时间 | √（抽检） | √ |
| 16 | 配置喷施率功能 | √ | √ |
| 17 | 设定幅宽功能 | √ | √ |
| 18 | 数据显示功能（流量、压力、高度、定位、速度） | √ | √ |
| 19 | 信息显示功能（喷洒状态、故障报警） | √ | √ |
| 20 | 流量控制功能 | √（抽检） | √ |
| 21 | 流量控制误差带 | √（抽检） | √ |
| 22 | 流量控制调节时间 | √（抽检） | √ |
| 23 | 适配管道孔径 | √ | √ |
| 24 | 适配管道压力 | - | √ |
| 25 | 平均故障间隔时间 | - | √ |
| 26 | 自动喷洒启停功能 | √（抽检） | √ |
| 27 | 自适应流量调节功能 | √（抽检） | √ |
| C类 | 1 | 相对高度传感器响应时间 | - |  |
| 2 | 相对高度传感器测量精度 | - | √ |
| 3 | 相对高度传感器测量范围 | - | √ |
| 4 | 飞行姿态检测精度 | - | √ |
| 5 | 地图显示功能 | √（抽检） | √ |
| 6 | 人工作业喷洒启停提示功能 | √（抽检） | √ |

附录E

（规范性）

抽样检测方案

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不合格分类 | | A类 | | B类 | | C类 | |
| 检验水平 | | S-1 | | | | | |
| 样本量 | | 2 | | | | | |
| 样本量字码 | | A | | | | | |
| AQL | | 5 | | 10 | | 15 | |
| Ac | Re | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 注：AQL 值为每百单位产品不合格数 | | | | | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_