

ICS: 49.140

CCS: V 56

团体标准

T/AOPA 0057—2024

电动多旋翼无人机机巢数据接口要求

Interface specification for electric multi-rotor unmanned
aerial vehicle nest

2024-02-02 发布

2024-02-02 实施

中国航空器拥有者及驾驶员协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 一般要求	3
6 接口要求	5
附录 A (规范性) 作业任务接口	16
附录 B (规范性) 视频流管理接口	19
附录 C (规范性) 文件管理接口	21
附录 D (规范性) 作业任务接口	23
附录 E (规范性) 指令飞行接口	27
附录 F (规范性) 远程调试接口	35
附录 G (规范性) 固件升级接口	38
附录 H (规范性) 远程日志接口	39

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。

本文件由中国航空器拥有者及驾驶员协会（中国AOPA）提出并归口。

本文件起草单位：国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司、深圳市大疆创新科技有限公司、国网天津市电力公司高压分公司、安徽送变电工程有限公司、国网浙江省电力有限公司杭州供电公司、南方电网电力科技股份有限公司、广州智飞科技有限公司、国网电力空间技术有限公司、中国电力科学研究院有限公司、中国石油长庆油田公司、中国民用航空飞行学院、国网福建省电力有限公司泉州供电公司、国网福建省电力有限公司三明供电公司、国网福建省电力有限公司福州供电公司、国网福建省电力有限公司莆田供电公司、国网福建省电力有限公司宁德供电公司、国网福建省电力有限公司南平供电公司、国网福建省电力有限公司漳州供电公司、国网福建省电力有限公司泉州电力技能研究院、深圳市道通智能航空技术股份有限公司。

本文件主要起草人：陈伯建、吴文斌、梁曼舒、韩腾飞、董文彬、南杰胤、阴酉龙、丁建、易琳、莫理林、李春峰、孟繁平、李诚龙、吴晓杰、周立玮、刘壮、赵海洋、张伟豪、林承华、王仁书、李哲舟、陈卓磊、张华辉、陈梅僖、林力辉、吴簪麟、强伟、许家浩、曾绍攀、陈文彬、姚书凝、刘志鹏、刘积丁、范显、孙媵、刘毅、霍庆悦、尚文迪、高昱峰、蔡杨华、陈光林、程海涛、马建军、李宽宏、陈凯旋、王泽昭、叶至芄、刘泽鑫。

引 言

随着电动多旋翼无人机技术的发展和成本的降低，这些无人机的应用愈发广泛。但接口标准不一，制约了无人机机巢的统一管理和行业进一步发展。为此，本文件制定了统一的多旋翼无人机机巢管理控制系统与机巢间的API接口规范，旨在简化不同厂家机巢的通信与对接。

本文件基于对当前市场主流机巢通信标准的分析，结合用户需求，制定了通用API数据接口要求。其中，第5部分界定了接口设计的总体要求。第6部分详细定义了各功能接口的交互流程和内容，具体交互参数在附件中列出。

应用本文件旨在促进多品牌、多型号无人机机巢与控制系统间的统一集成，以支持无人机机巢技术的规模化和行业创新，推进生产效能提升与智能化水平的全面提高。

电动多旋翼无人机机巢数据接口要求

1 范围

本文件规定了电动多旋翼无人机机巢接入机巢控制系统时应具备的数据接口，包括总体要求、机巢注册、航线任务管理、文件上传、直播视频流上传等接口。

本文件适用于管理电动多旋翼无人机的无人机机巢控制系统，规定了与机巢之间进行数据交互的接口要求。

2 规范性引用文件

GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

MH/T 2009-2017 无人机云系统接口数据规范

3 术语和定义

GB/T 38152界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机机巢 **unmanned aerial vehicle nest**

是一种为无人机提供存储、起降平台、通信、电能补给、载荷装卸、环境监测、视频监控等功能的装置，一般由主控系统、机电模块、通信模块、监控模块和起降平台等组成。

3.2

电动多旋翼无人机 **multi-rotor unmanned aerial vehicle**

具有三个及以上旋翼轴的电动无人驾驶旋翼航空器。

[GB/T 38152, 旋翼无人驾驶航空器定义]

3.3

机巢控制系统 **control system for unmanned aerial vehicle nest**

是一套具有逻辑控制和管理功能的系统，能监测和控制无人机机巢运行状态并与机巢进行通信。

[GB/T 38152, 任务管理系统、飞行控制系统、健康管理系统等定义]

3.4

RESTful representation state transfer full

是一种通用的前后台交互方式，基于HTTP，可以使用XML格式定义或JSON格式定义。

3.5

POST请求 **POST request**

是HTTP协议中的一个重要组成部分，一般用来向目的服务器发出更新请求，并附有请求实体。

3.6

GET请求 **GET request**

是HTTP协议中的一个重要组成部分，一般用来向目的服务器发出获取数据请求，目的服务器将返回实体。

3.7

token

是服务端生成的一串字符串，以作为客户端进行请求的一个令牌，当第一次登录后，服务器生成一个token返回给客户端，以后客户端只需带上这个token来请求数据即可，无需再次带上用户名和密码。

3.8

开放授权 open authorization, OAuth

是一种开放标准的授权，允许用户在其站点上共享其存储的私有资源，而无需向另一个站点提供其凭据（用户名和密码）。

3.9

信息摘要算法 message-digest algorithm 5, MD5

是一种广泛使用的密码散列函数，用于验证数据的完整性并确保数据未被篡改。

3.10

国密算法 national secret algorithm

是国家密码局认定的国产密码算法，主要有SM1、SM2、SM3、SM4。密码长度和分组长度均为128位。

3.11

消息队列遥测传输 message queuing telemetry transport, MQTT

是ISO标准（ISO/IEC PRF 20922）下基于发布、订阅的消息协议。

3.12

实时动态载波相位差分 real time kinematic, RTK

是一种常用的卫星定位测量方法，能够在野外实时得到厘米级定位精度的测量方法。

3.13

对象存储 object storage

是用来描述解决和处理离散单位的方法的通用术语。

3.14

立即任务 immediate task

是指用户下达后立即执行的任务。

3.15

定时任务 scheduled task

是指到达用户指定时间后开始执行的任务。

3.16

条件任务 conditional task

是指当满足用户设定的条件后开始执行的任务。

3.17

屏上显示 on screen display, OSD

是在实时视频流上覆盖实时无人机状态信息，例如高度，姿态等。

3.18

飞向指令 flyto command

是指令飞行功能中的子功能之一，用于让飞行器飞向目标点并悬停。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

XML：可扩展标记语言（Extensible Markup Language）

JSON：数据对象交互格式（Java Script Object Notation）

HTTP: 超文本传输协议 (Hyper Text Transfer Protocol)
API: 应用程序编程接口 (application programming interface)
URI: 统一资源标识符 (Uniform Resource Identifier)
URL: 统一资源定位系统 (Uniform Resource Locator)
ID: 对象标识 (Identifier)
NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)
TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

5 一般要求

5.1 服务接口要求

5.1.1 服务设计原则

服务接口的设计原则包括:

- 应遵循“可重用、松耦合、互操作”原则;
- 应支持对业务功能单元的服务化封装;
- 应遵循统一的命名规范和设计规则, 确保接口在不同团队和开发者间的一致性;
- 设计接口时应考虑未来的业务扩展和需求变化, 使得系统能够灵活应对变化;
- 应采用合适的认证和授权机制, 确保接口只能被授权的用户或系统访问, 保护数据的安全性;
- 应优化接口的性能, 减少网络传输的数据量和响应时间, 提高系统的吞吐量和响应能力;
- 设计接口时应考虑可测性, 提供易于测试的接口, 便于自动化测试和持续集成;
- 应满足 MH/T 2009 中对传输数据的要求。

5.1.2 服务接口协议

应满足以下服务接口协议要求:

- 应采用 RESTful 风格的架构, 使用 HTTP 协议进行通信;
- 使用 HTTP 作为通信协议, 应支持常用的请求方法 (GET、POST 等);
- 应使用 HTTP 状态码表示请求结果, 如 2xx 表示成功, 4xx 表示客户端错误, 5xx 表示服务端错误;
- 应使用 URI 标识资源, 宜合理设计 URL 路径, 用于唯一标识不同资源;
- 应使用 JSON 或 XML 作为数据格式进行传输, 根据实际情况选择合适的数据格式;
- 应采用合适的认证和授权机制, 例如基于 Token 的认证、OAuth 授权等;
- 应考虑接口的版本管理, 宜使用版本号进行管理, 避免接口变更对现有用户造成影响。

5.1.3 服务设计细节

应满足以下服务设计细节要求:

- 宜设计合理的异常处理机制, 准确抛出异常信息, 便于客户端进行错误处理;
- 根据业务需求, 宜采用适当的缓存策略, 提升接口性能和用户体验;
- 应考虑并发请求和并行处理的情况, 设计接口时注意线程安全性和资源争用问题;
- 接口设计应尽量与编程语言无关, 避免对特定编程语言的依赖;
- 应提供清晰的接口文档和示例, 方便开发者理解和使用接口;
- 应提供接口监控和日志记录机制, 方便及时发现和解决接口性能和异常问题。

5.2 数据安全要求

5.2.1 保密性

所有 API 接口的输入、输出参数中，带有敏感信息的内容应进行加密（例如：位置、用户名、密码、身份证、手机号等信息），应采用密码技术保证重要数据在传输过程中的保密性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等。

5.2.2 完整性

数据传输应保证数据完整性，宜使用如 MD5、国密算法等进行数据加密，应采用校验技术或密码技术保证重要数据在传输和存储过程中的完整性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据、重要审计数据、重要配置数据、重要视频数据和重要个人信息等。

5.2.3 数据备份恢复

应满足以下数据备份与恢复的要求：

- 应满足 GB/T 22239 对于数据备份的要求；
- 应提供重要数据的本地数据备份与恢复功能；
- 应提供异地实时备份功能，利用通信网络将重要数据实时备份至备份场地；
- 应提供重要数据处理系统的热冗余，保证系统的高可用性。

5.3 通信要求

通信过程应满足以下要求：

- 采用物联网通用的 MQTT v5 协议标准；
- 提供三种等级的服务质量（QoS）；
- 异常连接断开发生时，应通知通信双方。

5.4 Restful API 规范

5.4.1 请求规范

应满足以下请求规范：

- 宜统一采用 Post 方法进行服务请求；
- 调用所有 API 时，除了各接口私有的参数外，所有的接口调用，在请求头上都应包含 token、时间戳、签名等参数，且 API 接口在处理业务逻辑之前，应对请求报文头（head）进行 token 校验，详见附录 A；
- 请求内容应采用 JSON 格式；
- 查询请求宜附带过滤条件、分页等条件。

5.4.2 响应规范

应满足以下响应规范：

- 请求头应包含 token、时间戳、签名等参数，详见附录 A；
- 请求响应内容为 JSON 格式的字符串。

5.4.3 错误处理

应满足以下错误处理规范：

- 使用 HTTP 状态码来表示请求的结果；
- 在返回结果的 JSON 对象中，宜包含一个错误码和错误信息的字段，用于描述具体的错误情况。

5.5 认证服务要求

无人机机巢的认证服务是无人机机巢设备连接到机巢控制系统的过程，应满足以下要求：

- 应获取设备信息；
- 应查询设备对应的组织信息；
- 应使用设备码绑定对应组织；
- MQTT URL 地址应使用 `tcp://xx.xx.xx.xx:xxxx`。

6 接口要求

6.1 作业任务接口要求

6.1.1 交互流程

作业任务管理是电动多旋翼无人机机巢自主作业的重要功能，实现电动多旋翼无人机机巢的批量化、智能化作业。电动多旋翼无人机机巢接口应具备航线任务共享查看、下发执行、取消以及进度上报等功能。任务分类应支持包括：立即任务、定时任务、条件任务。在附录 A 作业任务接口要求中定义了航线任务接口并给出各接口中的字段及字段的解释。交互流程步骤详见以下描述及图 1 所示。

- a) 立即任务和定时任务均以时间判断，无人机机巢主要根据是否等待来决定是否开启任务流程；当从机巢控制系统下发立即任务时，无人机机巢立即响应，执行相应的起飞作业流程；当从机巢控制系统下发定时任务时，无人机机巢会等到计划作业时间后再执行起飞作业流程。
- b) 条件任务允许用户设置起飞条件，例如起飞要求的电量等多个判断条件；在机巢控制系统下发作业任务时，无人机机巢会根据条件判断是否满足起飞条件；若全部满足则会有任务就绪通知事件通知并允许无人机开始起飞作业；若不满足条件时则不会进行航线任务执行流程。
- c) 上报航线任务执行进度，上报信息包括进度信息以及拓展信息。
- d) 下发条件任务后，机巢会检查任务条件是否全部满足，若全部满足则会给出任务就绪通知。
- e) 下发任务内容包括：飞行计划 ID、开始执行时间、任务类型、航线类型、航线文件对象、航线文件 URL、航线文件签名、任务就绪条件、电池容量、任务可执行时段的开始时间、任务可执行时段的结束时间、任务执行条件、存储容量、航线断点信息、断点序号、断点状态、当前航段进度、航线 ID、返航高度、遥控器失控动作、航线失控动作。
- f) 任务就绪条件全部满足和任务执行条件全部满足后，下发执行任务动作指令。
- g) 任务执行过程中可取消任务的执行。
- h) 获取任务资源，将返回飞行计划 ID 对应航线任务的航线文件信息。
- i) 返航状态通知，用于通知设备的返航退出状态。

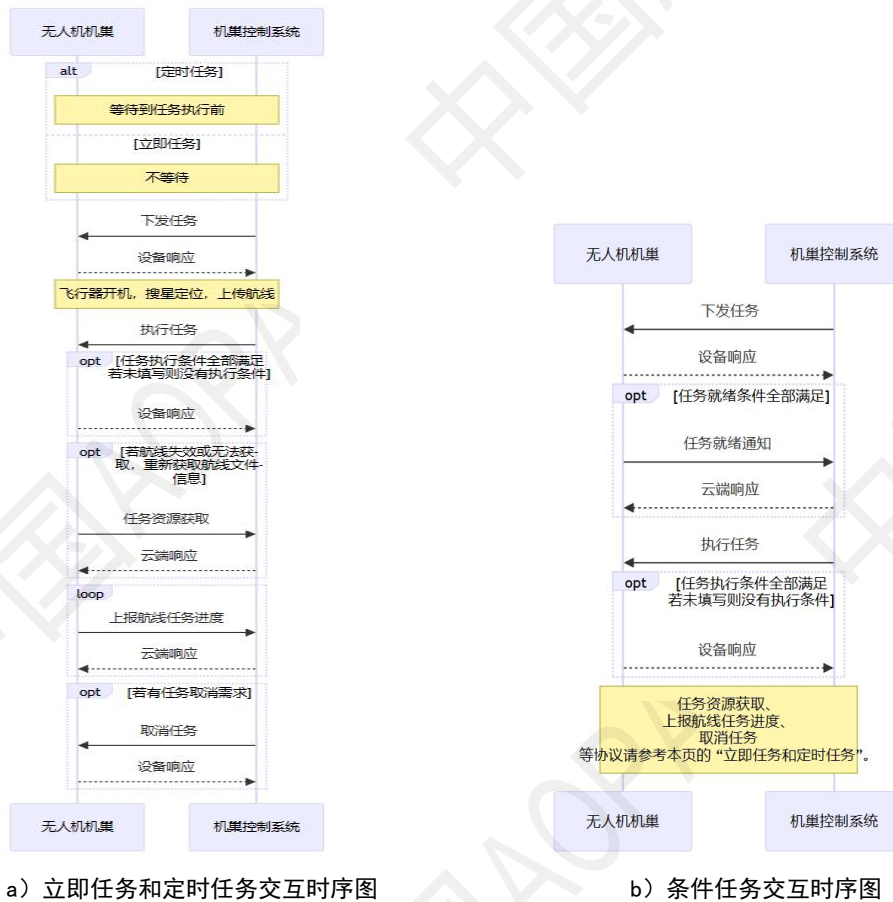


图 1 作业任务管理交互时序图

6.1.2 数据交互接口要求

作业任务管理过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 A。

下发准备工作交互内容要求包括：

- 下发任务前应通过可访问的 NTP 服务的 URL，实现时钟同步；
- 时间应精确到毫秒时间戳；
- 立即任务和定时任务均应指定执行时间；
- 下发任务允许设置多个执行条件，例如：无人机电池电量百分比阈值、任务执行时间段等；
- 下发任务时应设置无人机返航高度；
- 下发任务时应设置无人机失控动作，动作应至少包含返航、悬停、降落；
- 应支持批量下发、取消任务。

作业进度上报交互内容要求包括：

- 应上报当前执行的航点数；
- 应上报本次航线任务执行产生的文件数量；
- 应上报当前任务状态，例如：执行中，执行成功，暂停，取消，超时等；
- 应支持暂停和恢复作业任务；
- 作业取消时应以文本形式提示任务取消；
- 在设备完成任务返航时如果意外触发避障，设备应进入“返航退出状态”，并通知机巢控制系统；
- 若出现电量耗尽类似的原因导致设备损毁，应通知用户。

6.2 视频流管理接口要求

6.2.1 交互流程

视频流管理主要是把无人机相机负载和无人机机巢的监控视频码流发给机巢控制系统进行播放，用户可方便地在远程 web 页面点击直播。视频流管理支持直播的开始、停止、清晰度设置、镜头切换。交互流程步骤详见以下描述及图 2 所示。

- 无人机机巢向机巢控制系统推送当前可直播的能力信息。
- 用户在 web 页面端点击发起直播。
- 机巢控制系统页面向机巢请求开始直播。
- 机巢设备响应并向机巢控制系统推流。
- web 页面端从机巢控制系统拉流并开启直播。
- 直播过程中，用户可从 web 页面端调整直播清晰度。
- 直播过程中，用户可从 web 页面端切换直播镜头。
- 用户可从 web 页面端点击关闭直播。

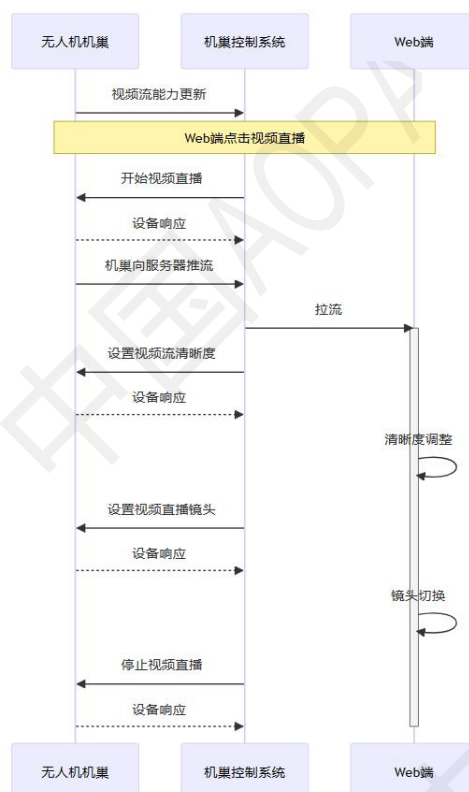


图 2 视频流管理交互时序图

6.2.2 数据交互接口要求

视频流管理过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 B。

视频流交互内容要求包括：

- 应包含可用于视频流直播设备的总数量信息、可同时直播的最大视频流总数；
- 应包含视频流直播设备镜头类型，例如：红外相机、广角相机、变焦相机等。

视频流控制交互内容要求包括：

- 开始视频流直播时应定义视频流直播协议类型，例如：RTMP、RTSP、GB28181 等；
- 开始视频流直播时应定义视频流直播视频的 ID 编号；
- 开始视频流直播时应定义视频流直播质量；
- 停止视频流直播时应根据视频流直播视频流的 ID 编号来停止视频流直播；
- 在无人机有多个负载镜头时，应支持切换直播视频流镜头类型；
- 在有多个视频流时，应根据直播视频的 ID 编号分别设置开始视频流直播、停止视频流直播、直播质量调整等。

6.3 文件管理接口要求

6.3.1 交互流程

文件管理功能主要是无人机机巢把无人机上的文件（图片/视频）下载到机巢本地存储，然后再通过网络上传到机巢控制系统的过程。交互流程步骤详见以下描述及图 3 所示。

- a) 每次文件上传时，应要向服务端获取临时文件上传凭证，无人机机巢在上传时会带上该凭证给对象存储服务进行校验。
- b) 文件传输结束后，机巢会调用该接口向服务端告知对应的文件上传结果。

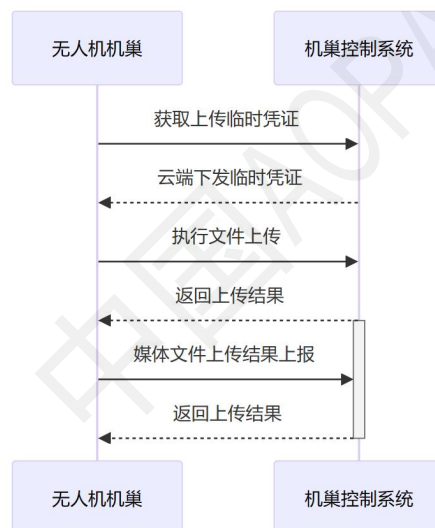


图 3 文件管理交互时序图

6.3.2 数据交互接口要求

文件管理过程中宜具备以下交互内容，传输数据详见附录 C。

获取临时凭证交互内容要求包括：

- 每次文件上传时，应向服务端获取临时文件上传凭证，机巢在上传时应带上该凭证给对象存储服务进行校验；
- 应支持设置文件上传优先级。

文件上传交互内容要求包括：

- 文件传输结束后，机巢应调用该接口向服务端告知对应的文件上传结果；
- 照片文件上传应包含任务和时间信息；
- 照片文件上传应包含飞机产品型号、云台偏航角等无人机信息；
- 照片文件上传应包含拍摄位置纬度、拍摄位置精度、拍摄位置绝对高度等地理位置信息。

6.4 指令飞行接口要求

6.4.1 交互流程

指令飞行功能的开放目的是解决无人机与机巢在远程控制过程中，无法即时性操作的限制。在实际应用场景中，飞行器可从空闲状态响应或暂停正在执行的航线任务。用户通过手动方式继续控制设备或负载。通过指令飞行功能，用户可获得安全可靠的飞行器控制、高实时性的指令下发与视频流直播画面传输、OSD 信息上报以及对负载的控制能力。指令飞行 API 宜划分为：飞行控制类(DRC)、负载控制类、flyto 指令与一键起降指令四大类。交互流程步骤详见以下描述及图 4 所示。

- 用户在机巢控制系统 web 页面点击飞行控制进入指令飞行功能。
- 在正式下发指令前，由用户设置基础参数，包含飞行作业预警高度、返航高度、失联动作、目标点高度参数。
- 当无人机在空中执行航线任务时，用户可用指令飞行暂停航线任务并切换指令飞行状态。
- 当无人机在机巢内空闲时，用户可用指令飞行功能一键起飞无人机至预设的目标点高度。
- 当无人机进入到指令飞行状态后，用户可通过 flyto 指令控制无人机设备。
- 用户可通过下发 flyto 指令，无人机按照基础参数飞往设置的 flyto 目标点。
- 当无人机到达 flyto 的目标点时，推送状态并悬停等待用户下一步操作。
- 用户可选择通过飞行控制类（DRC）指令实时控制无人机飞行水平位置、高度、朝向。
- 在指令飞行中，用户可选择实时控制无人机负载。
- 当用户控制无人机负载时，可对负载下发拍照、录像、变焦、调整拍照目标等指令。
- 用户可以随时结束指令飞行状态，若在结束指令飞行前无人机正在进行航线任务，则用户可以选择恢复执行剩余航线或直接自动返航至无人机机巢。
- 用户可以一键下发返航命令，无人机会自动进入返航工作，按照预设的返航高度，自动回到无人机机巢。

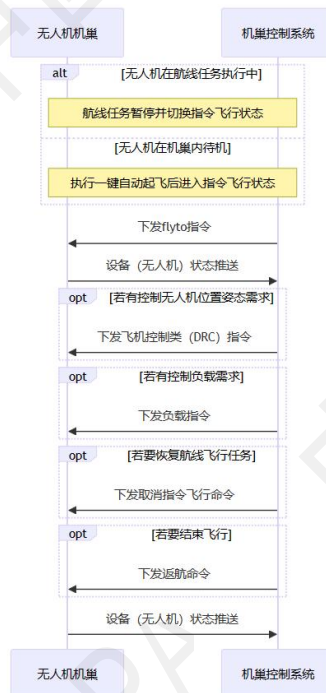


图 4 指令飞行交互时序图

6.4.2 数据交互接口要求

指令飞行过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 D。

飞行控制类指令（DRC 指令）交互内容要求包括：

- 应支持通过飞行控制类指令，控制无人机的前、后、左、右、上、下六个方向的飞行；
- 飞行控制类指令应允许设置飞行速度；
- 飞行控制类指令应包含急停功能；
- 飞行控制类指令应包含返航功能；
- 飞行控制类指令应具备避障监测能力并能自主避障；
- 飞行控制类指令应监测图传链路延时信息并上报；
- 若用户执行航线任务，飞行控制类指令应支持释放，且允许选择自动返回航线继续执行剩余航线任务。

负载控制类指令交互内容要求包括：

- 负载控制类指令应支持控制云台俯仰角；
- 负载控制类指令应支持拍照和录像动作；
- 若飞行器有多个相机负载，负载控制类指令应支持选择不同相机；
- 若相机支持变焦，负载控制类指令应支持实时变焦设置。

Flyto 指令交互内容要求包括：

- Flyto 指令设置目标位置的经纬度和高度后，无人机宜按照最短直线飞行前往指令位置；
- Flyto 指令应支持设置飞行速度；
- 飞行过程中应具备急停功能；
- Flyto 指令应具备避障监测能力并能自主避障；
- 若用户执行航线任务，飞行控制类指令应支持释放并允许选择自动返回航线继续执行剩余航线任务。

一键起降指令交互内容要求包括：

- 若无人机在机巢舱内，应支持一键起飞；
- 若无人机在空中，应支持一键降落；
- 应支持设置起飞高度、返航高度。

6.5 设备管理接口要求

6.5.1 交互流程

通过无人机设备向机巢上报拓扑信息，机巢设备接收后再向后台上报无人机和机巢的拓扑信息、推送设备属性以及后台对设备属性进行设置。用户可在后台查看以及调整设备状态。交互流程步骤详见以下描述及图 5 所示。

- a) 无人机与无人机机巢网关通信连接，完成设备对频。
- b) 机巢确认已与无人机对频成功，并推送设备拓扑更新状态至机巢控制系统。
- c) 在固定频率推送情况下，无人机属性推送至无人机机巢，机巢将无人机和机巢设备属性推送至机巢控制系统。
- d) 在事件性上报推送情况下，无人机属性推送至无人机机巢，机巢将无人机和机巢设备属性推送至机巢控制系统。
- e) 机巢控制系统将设备属性推送至无人机机巢，无人机机巢将变更命令下发至无人机。
- f) 无人机接受响应后，将反馈推送给无人机机巢。
- g) 无人机与无人机机巢通信断开时，机巢设备拓扑更新状态至机巢控制系统。

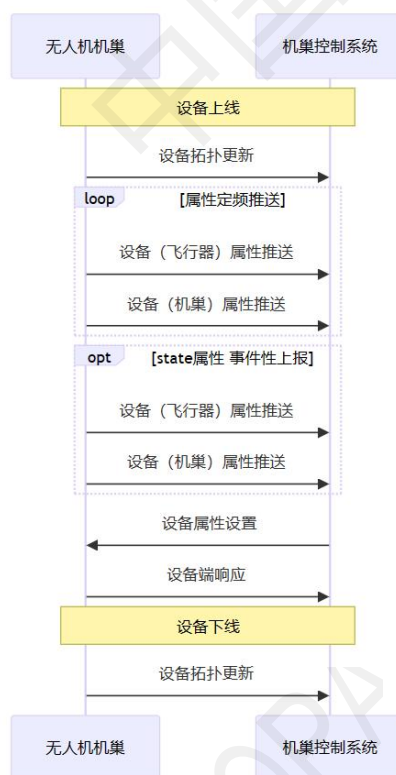


图5 设备管理交互时序图

6.5.2 数据交互接口要求

设备管理过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 E。

无人机设备交互内容要求包括：

- 内容应包含经度、纬度、高度等位置信息；
- 内容应包含当前无人机状态信息，例如：待机，手动飞行，自动飞行等；
- 内容应包含无人机版本信息，例如：固件版本，设备序列号等；
- 内容应包含水平速度、垂直速度、风速、风向信息；
- 内容应包含负载姿态信息；
- 内容应包含电池信息，例如：电量，电压，电池循环次数，电池温度等；
- 内容应包含卫星搜星数量，RTK 状态等信息；
- 内容应包含安全设置，例如：返航高度，失控动作等。

机巢设备交互内容要求包括：

- 机巢设备应接受无人机设备内容推送信息；
- 内容应包含经度、纬度、高度等位置信息；
- 内容应包含舱盖状态、任务状态等机巢状态信息；
- 内容应包含固件版本、设备序列号等机巢版本信息；
- 内容应包含风速、温度、雨量、湿度等环境监测信息；
- 内容应包含电压、电池温度等机巢电池信息；
- 内容应包含卫星搜星数量、RTK 状态等信息；
- 内容应包含网络状态信息。

属性请求交互内容要求包括：

- 内容推送应支持定频数据方式，设备将以固定频率定时上报；
- 内容推送应支持状态数据方式，设备在状态变化时上报。

6.6 远程调试接口要求

6.6.1 交互流程

远程调试为在调试的作业流中实现无人值守，即让作业人员无需到现场，在控制系统下发命令到设备端，进行设备的远程排障。远程调试命令分为命令（cmd）和任务（job）。命令（cmd）一般指命令下发后，设备能即刻回复的行为，而任务（job）为任务下发后，设备需要持续动作的行为。交互流程步骤详见以下描述及图6所示。

- a) 控制系统下发远程调试命令给机巢设备。
- b) 机巢设备收到命令并响应，回复控制系统是否执行。
- c) 控制系统下发远程调试任务。
- d) 机巢设备收到任务并响应，回复控制系统是否执行。
- e) 机巢执行任务并上传进度到控制系统，在控制系统可视化界面呈现升级进度。

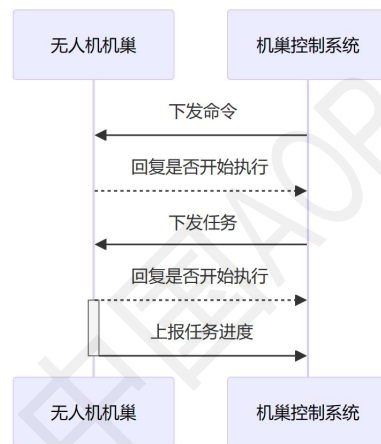


图 6 远程调试交互时序图

6.6.2 数据交互接口要求

远程调试过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 F。

调试功能交互内容要求包括：

- 应设置调试模式开关；
- 为了正常使用远程调试的指令及保证运行安全，应保证远程调试模式开关已经开启后才可进行后续调试工作；
- 应提供远程调试任务状态，状态应包含已下发、执行中、执行成功、暂停、拒绝、上报、取消或终止、超时等；
- 应支持远程设置补光灯开关，支持打开或关闭机巢上的补光灯；
- 应支持远程设置支持一键返航功能，且为提升飞行安全，无论是否打开远程调试开关，均可下发一键返航指令；
- 应支持远程设置电池保养开关，支持远程开启或关闭无人机电池保养功能；
- 应支持远程设置空调工作模式开关，支持远程设置空调工作状态；
- 应支持远程设置机巢声光报警开关，支持远程开启或关闭机巢声光报警功能；

- 应支持远程设置机巢重启开关，支持远程重启机巢功能；
- 应支持远程设置无人机启停开关，支持无人机远程开关机功能；
- 应支持远程设置格式化机巢存储数据功能；
- 应支持远程设置格式化无人机存储数据功能；
- 应支持远程设置机巢舱盖开关，支持远程开启或关闭机巢舱盖功能；
- 若机巢有推杆装置，宜支持远程设置机巢推杆开关，支持远程开启或关闭机巢推杆功能；
- 应支持远程设置充电开关，支持远程开启或关闭充电功能。

6.7 固件升级接口要求

6.7.1 交互流程

为实现固件升级功能，需要用户预先下载所需的固件安装包。用户需要将固件安装包、固件版本等信息自行维护在机巢控制系统服务器中。设备上报的固件属性信息与系统的固件包信息进行对比，判断是否需要固件升级。在控制系统下达固件升级命令时，需要在协议中补充升级设备的序列号、固件版本号、固件升级文件的存储地址、以及固件升级的类型等。交互流程步骤详见以下描述及图7所示。

- a) 固件属性上报，固件升级功能会上报设备固件版本号与固件一致性两个属性字段，通过和最新固件的版本号对比，用来判断是否需要升级。
- b) 固件升级任务下发，系统下发的固件升级 API 需要完成设备的序列号、固件升级包相关信息以及固件升级类型的填充。
- c) 固件升级进度，设备上报固件升级进度到系统，通过字段的获取，在系统可视化界面呈现升级进度、升级进度百分比以及当前升级的步骤等关键信息，通过固件升级进度字段来判断是否正在升级中。

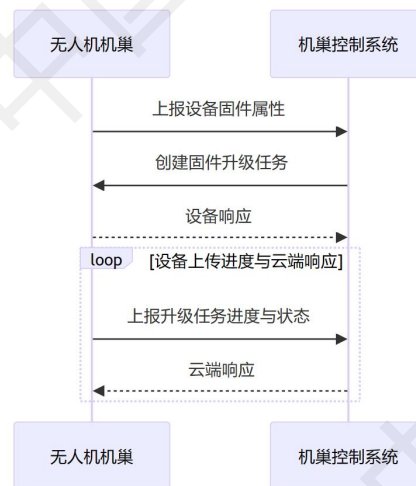


图 7 固件升级交互时序图

6.7.2 数据交互接口要求

固件升级过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 G。

固件属性检查交互内容要求包括：

- 升级前应从 6.2.1 和 6.2.2 中读取无人机和机巢固件版本号；
- 应检查待升级的固件版本号、文件 MD5、固件大小等；

——支持设置固件升级类型。

固件升级任务进度交互内容要求包括：

- 应提供固件升级状态，例如：执行中、执行成功、超时、失败等；
- 应提供固件升级进度百分比；
- 应反馈固件升级结果。

6.8 远程日志接口要求

6.8.1 交互流程

为了解决机巢日志与飞行器日志对人工手动获取的依赖，API 开放了远程日志功能，希望能够减少机巢问题的人力投入、缩短问题反馈的流程、并且提升问题处理的效率。远程日志支持机巢日志与飞行器日志的上传。云端服务器向设备请求获取日志文件列表，设备响应并上传列表。交互流程步骤详见以下描述及图8所示。

- a) 获取指定位置文件类别，借助机巢控制系统服务器可视化界面，用户通过日志文件列表获取接口得到日志列表并呈现在 web 页面，勾选需要上传的日志文件，控制系统服务器借助日志文件上传接口启动日志上传任务。
- b) 发起日志上传，设备上传对应的日志文件，在上传过程中也可通过取消上传接口取消上传任务。
- c) 上传进度通知，上传过程中，用户可实时查看上传进度，通常以百分比形式上报。



图 8 远程日志交互时序图

6.8.2 数据交互接口要求

远程日志获取过程中应具备以下交互内容，传输数据详见附录 H。

远程日志获取交互内容要求包括：

- 获取设备可上传的文件列表，应支持独立分别获取无人机和机巢的日志；
- 发起日志文件上传，应至少支持上传日志和取消上传两个功能；
- 应具备上传状态更新，提供日志上传状态，例如：执行中、执行成功、超时、失败等；

——应具备文件上传进度通知，设备端收到服务端下发的命令后，应以百分比的方式上报上传进度。

附录 A
(规范性)
作业任务接口

表 A.1 规定了机巢作业任务管理的接口要求。

表 A.1 作业任务接口

类别	功能名称	其他描述
设备返航退出状态通知	退出返航通知消息类型	1: 进入 返航退出状态; 0: 退出 返航退出状态
	退出返航原因	0: 操纵杆油门添加; 1: 操纵杆间距添加; 2: 行为树初始化失败; 3: 被障碍物包围; 4: 触发限飞限制; 5: 障碍物距离太近; 6: 无 GPS 信号; 7: GPS 和 VIO 位置输出标志为 false; 8: GPS 和 VIO 融合位置误差太大; 9: 短距离回溯; 10: 近距离触发返航
上报航线任务进度	当前执行到的航点数	
	本次航线任务执行产生的文件数量	
	航迹 ID	
	任务 ID	
	航线断点信息	可选字段, 用于告知云端本次航线任务断点信息
	断点序号	
	断点状态	0: 在航段上; 1: 在航点上
	当前航段进度	min: 0; max: 1.0
	航线 ID	
	中断原因	
	断点纬度	min: -90; max: 90; unit: °; unitName: 度
	断点经度	min: -180; max: 180; unit: °; unitName: 度
	断点相对地球椭球面高度	unit: m; unitName: 米
	断点偏航轴角度	偏航轴角度与真北角(经线)的角度, 0 到 6 点钟方向为正值, 6 到 12 点钟方向为负值
任务状态	partially_done: 部分完成; sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时	

表 A.1 作业任务接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
上报航线任务进度	进度	
	执行步骤	0-4: 启动, 检查及恢复; 5-18: 等待状态; 19, 20: 任务执行; 21-29: 返航; 30-39: 日志拉取; 其他: 交互完成
	进度值	min: 0; max: 100; step: 1
任务就绪通知	计划 ID	当前满足任务就绪条件的任务 ID 集合
下发任务	计划 ID	
	开始执行时间	length:13
	任务类型	0: 立即任务; 1: 定时任务; 2: 条件任务
	航线类型	0: 普通航点航线
	航线文件对象	
	文件 URL	
	文件签名	文件内容 MD5 签名
	任务就绪条件	可选字段。条件任务 (即 task_type 为 2) 时必填, 其他类型任务会忽略该字段。下发条件任务后, 设备会定频检查 ready_conditions 是否全部满足, 若全部满足则会有 flighttask_ready 事件通知。且设备端接收 flighttask_execute 指令时, 也会检查任务的 ready_conditions 是否已全部满足
	电池容量	可执行任务的飞行器电池电量百分比阈值。任务开始执行时的飞行器电量必须大于 battery_capacity
	任务可执行时段的开始时间	任务可执行时段起始时间毫秒时间戳。任务开始执行的时间必须大于 begin_time
	任务可执行时段的结束时间	任务可执行时段截止时间毫秒时间戳。任务开始执行的时间必须小于 end_time
	任务执行条件	可选字段。用于在设备端增加任务执行的前置检查条件, 存在任一条件不满足时会执行失败
	存储容量	可执行任务的机巢或飞行器最低存储容量, 单位 MB, 机巢或飞行器存储容量不满足 storage_capacity 时, 任务执行失败
	航线断点信息	可选字段, 用于断点续飞, 若指定该字段, 航线任务会从字段指定的断点位置开始执行
	断点序号	
	断点状态	0: 在航段上; 1: 在航点上
当前航段进度	min: 0; max: 1.0	
航线 ID		
返航高度	unit: 米; min:20,max:1500	
下发任务	遥控器失控动作	0: 返航; 1: 悬停; 2: 降落
	航线失控动作	0: 继续执行航线任务; 1: 退出航线任务, 执行遥控器失控行为

表 A.1 作业任务接口（续）

类别	功能名称	其他描述
一键返航	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时

附录 B
(规范性)
视频流管理接口

表 B.1 规定了机巢视频流管理的接口要求。

表 B.1 视频流管理接口

类别	功能名称	其他描述
视频直播能力	直播能力	
	可用于直播的视频流总数	表明飞机或设备所拥有的所有可用于直播视频流的总数
	可同时进行直播的最大视频流总数	
	子设备列表	
	Elements in array	
	设备序列号	
	可用于直播的视频流总数	表明飞机或设备所拥有的所有可用于直播视频流的总数
	可同时进行直播的最大视频流总数	
	该设备上的相机列表	
	画面类型	可见光、红外、变焦、其他
	画面能力	直播、红外（铁红）、红外（黑热）、其他
	变焦倍数	[最小, 最大] 例如 [1, 1]（无变焦） [1, 100]（最大一百倍变焦）
	画面质量	0: 自适应; 1: 流畅; 2: 标清; 3: 高清; 4: 超清
开始视频直播	直播协议类型	
	直播参数	RTMP: (rtmp://xxxxxxx) 示例: rtmp://192.168.1.1:8080/live RTSP: (userName&password&port) 示例: userName=dji-cloud-api&password=123456&port=8080 GB28181: (serverIP&serverPort&serverID&agentID&agentPassword&localPort& channel) 示例: serverIP=192.168.1.1&serverPort=8080&serverID=3400000000000000 0000&agentID=300000000010000000000&agentPassword=0000000&local Port=7060&channel=34000000000000000000 声网 AGORA: (channel&sn&token&uid) 示例: channel=1ZNDH360010162_39-0-7&sn=1ZNDH360010162&token=006dca67 721582a48768ec4d817b7b25a86IAB4cw2JgN6iX8BpTPdc3e4S1Iendz94IFJ 56aSXKvzAJei27MqF2zyCIgCLIIoBt41+YAQAQC3jX5gAgC3jX5gAwC3jX5gB AC3jX5g&uid=50000 注意: 声网生成的 token 可能带有 ' ' ' ' 等特殊字 符, 需要做一次 url encode, 不然 PILOT 端会出现解析错误的情况

表 B.1 视频流管理接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
开始视频直播	直播视频流的 ID 编号	格式为 #uav_sn/#camera_id/#video_index; 飞机 SN 号/负载及挂载位置枚举值/负载 lens 编号
	直播质量	0: 自适应; 1: 流畅; 2: 标清; 3: 高清; 4: 超清
停止视频直播	直播视频流的 ID 编号	格式为 #uav_sn/#camera_id/#video_index; 飞机 SN 号/负载及挂载位置枚举值/负载 lens 编号
设置直播清晰度	直播视频流的 ID	格式为 #uav_sn/#camera_id/#video_index; 飞机 SN 号/负载及挂载位置枚举值/负载 lens 编号
	直播质量	0: 自适应; 1: 流畅; 2: 标清; 3: 高清; 4: 超清
设置直播镜头	直播视频流的 ID	格式为 #uav_sn/#camera_id/#video_index; 飞机 SN 号/负载及挂载位置枚举值/负载 lens 编号
	直播视频流镜头类型	normal: 默认; wide: 广角; zoom: 变焦; ir: 红外; other: 其他

附 录 C
(规范性)
文件管理接口

表 C.1 规定了机巢文件管理的接口要求。

表 C.1 文件管理接口

类别	功能名称	其他描述
文件上传结果上报	文件信息	
	文件在对象存储桶的 key	
	文件的业务路径	
	文件的名称	
	文件扩展内容	
	任务 id	
	飞机产品枚举值	
	负载产品枚举值	
	是否为原图	0: 否; 1: 是
	文件元数据	
	云台偏航角	
	拍摄绝对高度	
	拍摄相对高度	
文件拍摄时间	format: iso8601	
拍摄位置	identifier: lat; name: 拍摄位置纬度; dataType: type: float; identifier: lng; name: 拍摄位置经度; dataType: type: float	
文件上传优先级上报	任务 id	目前优先级最高的任务 id
调整上传的文件为最高优先级	任务 id	需要最高优先级上传的任务
获取上传临时凭证	模块枚举值	0: 文件
	对象存储桶名称	
	凭证信息	
	访问密钥 ID	
	秘密访问密钥	
	访问密钥过期时间	unit: s; unitName: 秒; step: 1
	会话凭证	
	对外服务的访问域名	
	云厂商枚举值	ali: 阿里云; aws: 亚马逊云; minio: minio
数据中心所在的地域		

表 C.1 文件管理接口（续）

类别	功能名称	其他描述
获取上传临时凭证	对象存储桶的 key 的前缀	

附录 D
(规范性)
指令飞行接口

表 D.1 规定了机巢指令飞行的接口要求。

表 D.1 指令飞行接口

类别	功能名称	其他描述
飞行器控制权状态更新	飞行控制权	A: A 控; B: B 控; 未获取
	飞行控制权是否锁定 (负载控制权不支持锁定)	
	负载	
	Elements in array	
	负载控制权	A: A 控; B: B 控; 未获取
	负载编号	
	负载序列号 (SN)	
flyto 执行结果事件通知	飞向目标点 ID	
	状态	wayline_progress: 执行中; wayline_failed: 执行失败; wayline_ok: 执行成功, 已飞向目标点; wayline_cancel: 取消飞向目标点
	结果返回码	
	当前执行到第几个航点	
一键起飞结果事件通知	任务状态	task_ready: 准备起飞; wayline_progress: 执行中; wayline_failed: 执行失败; wayline_ok: 执行成功, 已飞向目标点; wayline_cancel: 取消飞向目标点; task_finish: 一键起飞任务完成
	结果返回码	
	一键起飞任务 UUID	
	航迹 ID	
	当前执行到第几个航点	
链路状态通知	链路状态	0: 未连接; 1: 连接中; 2: 已连接
进入指令飞行控制模式	Broker 连接信息	获取 MQTT 中继服务的地址与认证信息
	服务器连接地址	例如: 192.0.2.1:8883, mqtt.dji.com:8883
	客户端 ID	可自定义的 MQTT 客户端 ID。建议使用设备的 SN 码, 也可以与具有语义的前缀组合, 例如: drc-4J4R101
	用户名	建立连接时使用的用户名

表 D.1 指令飞行接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
	密码	建立连接时认证所需要的密码
	认证信息过期时间	在有效期内认证信息可以重复使用。在认证信息过期后,并不会影响已建立连接的设备
	是否启用 TLS	启用 TLS 即对 MQTT 链路开启加密
	OSD 频率	设置 OSD 上报频率,设置完成后,DRC-高频 osd 信息上报(Method: osd_info_push)的上报频率将会发生变化
	HSI 频率	设置 HSI 上报频率,设置完成后,DRC-避障信息上报(Method: hsi_info_push)的上报频率会发生变化
一键起飞	目标点纬度	min:-90,max:90 角度值。南纬是负,北纬是正。精度到小数点后 6 位
	目标点经度	min:-180,max:180 角度值。东经是正,西经是负。精度到小数点后 6 位
	目标点高度	海拔高的绝对值。WGS84。飞行器到点后默认行为:悬停。单位:米
	安全起飞高度	相对(机巢)起飞点的高度。ALT。飞行器先升到特定的高度,然后再飞向目标点。单位:米
	返航高度	相对(机巢)起飞点的高度,ALT。单位:米
	遥控器失控动作	0:悬停;1:着陆(降落);2:返航
	航线失控动作	0:继续执行航线任务;1:退出航线任务,执行遥控器失控行为
	一键起飞任务 UUID	任务 UUID,全局唯一,用于染色。云端区分该值是普通计划任务和一键起飞任务
一键起飞的飞行过程中能达到的最大速度	unit:米/秒;min:1,max:15	
flyto 飞向目标点	飞向目标点 ID	
	flyto 的飞行过程中能达到的最大速度	unit:米/秒;min:0,max:15
	flyto 目标点列表	仅支持 1 个目标点
	Elements in array	
	目标点纬度	min:-90,max:90 角度值。南纬是负,北纬是正。精度到小数点后 6 位
	目标点经度	min:-180,max:180 角度值。东经是正,西经是负。精度到小数点后 6 位
	目标点高度	unit:米;min:2,max:1500,step:0.1 目标点高度,海拔高的绝对值,WGS84
负载控制	相机枚举	
	相机模式	0:拍照;1:录像
	相机类型	zoom:变焦;wide:广角;ir:红外

表 D.1 指令飞行接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
	机头和云台的相对位置是否锁定	true: 锁定机头, 云台和机身一起转; false: 仅云台转, 机身不转
	相机目标	双击目标点, 该目标点会成为镜头中心点
	变焦倍数	min:2, max:200
	重置云台位置	0: 回中; 1: 向下; 2: 偏航回中; 3: 俯仰向下
飞行控制	命令序号	递增的序号, 保证指令顺序执行。若 x、y、h、w 参数发生变化, seq 需从 0 开始增长。
	前进后退方向的速度	前进后退的最大速度, 负值表示向后移动
	左右方向的速度	左右移动的最大速度, 负值表示向右移动
	上下方向的速度	向上向下移动的最大速度, 负值表示向下移动
	机身角速度	顺时针与逆时针的最大角速度, 负值表示逆时针转动
心跳监测	心跳发送时间戳	时延计算时使用, 单位: 毫秒
避障信息上报	上方的障碍物距离	
	下方的障碍物距离	
	上视避障开关状态	
	上视避障工作状态	
	下视避障开关状态	
	下视避障工作状态	
	左视避障开关状态	
	左视避障工作状态	
	右视避障开关状态	
	右视避障工作状态	
	前视避障开关状态	
	前视避障工作状态	
	后视避障开关状态	
	后视避障工作状态	
	垂直避障开关状态	
	垂直避障工作状态	
	水平避障开关状态	
	水平避障工作状态	
周边的障碍物距离		
Elements in array	水平方向观察点, 分布在 $[0, 360)$ 的角度区间, 0 对应机头方向正前方, 顺时针分布, 例如 0 度为机头正前方, 90 度为飞机正右方。每个数值表示该角度上障碍物与飞机距离, 60000 表示该角度没有障碍物。	
图传链路延时信息上报	图传协议命令链路延时	unit: ms
	图传视频码流延时	图传视频码流延时, 多路码流

表 D.1 指令飞行接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
	Elements in array	
	码流编号	
	码流延时	unit: ms
高频 osd 信息上报	飞行器姿态 head 角	unit: 度
	飞行器纬度	unit: 度
	飞行器经度	unit: 度
	飞行器海拔高度	unit: 度
	当前飞行器 X 坐标方向的速度	unit: 米/秒
	当前飞行器 Y 坐标方向的速度	unit: 米/秒
	当前飞行器 Z 坐标方向的速度	unit: 米/秒
	云台 pitch 角	unit: 度
	云台 roll 角	unit: 度
	云台 yaw 角	unit: 度

附 录 E
(规范性)
设备管理接口

表 E.1 规定了机巢设备管理的接口要求。

表 E.1 设备管理接口

类别	功能名称	其他描述
无人机设备管理	负载状态	
	Elements in array	
	负载控制权	
	负载编号	
	固件版本	
	负载序列号 (SN)	
	飞行器状态	0: 待机; 1: 起飞准备; 2: 起飞准备完毕; 3: 手动飞行; 4: 自动起飞; 5: 航线飞行; 6: 全景拍照; 7: 智能跟随; 8: ADS-B 躲避; 9: 自动返航; 10: 自动降落; 11: 强制降落; 12: 三桨叶降落; 13: 升级中; 14: 未连接; 15: 辅助飞行功能 - APAS; 16: 虚拟摇杆
	飞行器进入当前状态的原因	0: 无意义; 1: 电池电量不足 (返航、降落); 2: 电池电压不足 (返航、降落); 3: 电压严重过低 (返航、降落); 4: 遥控器按键请求 (起飞、返航、降落); 5: App 请求 (起飞、返航、降落); 6: 遥控信号丢失 (返航、降落、悬停); 7: 导航、SDK 等外部设备触发 (起飞、返航、降落); 8: 进入机巢限飞区 (降落); 9: 虽然触发了返航但是因为距离 home 点距离太近 (降落); 10: 虽然触发了返航但是因为距离 home 点距离太远 (降落); 11: 执行航点任务时请求 (起飞); 12: 返航阶段到达 home 点上方后请求 (降落); 13: 飞行器高度下降, 距地面 0.7m (二段降落限低) 时, 继续下降导致 (降落); 14: APP、SDK 等设备强制突破限低保护进行 (降落); 15: 因为周围有航班经过而请求 (返航、降落); 16: 因为高度控制失败请求 (返航、降落); 17: 智能低电量返航后进入 (降落); 18: AP 控制飞行模式 (手动飞行); 19: 硬件异常 (返航、降落); 20: 防触地保护结束 (降落); 21: 返航取消 (悬停); 22: 返航时遇到障碍物 (降落)
	档位	0: A; 1: P; 2: NAV; 3: FPV; 4: FARM; 5: S; 6: F; 7: M; 8: G; 9: T
	设备固件版本号	length: 64
	固件一致性	0: 不需要一致性升级; 1: 需要一致性升级
	固件升级状态	0: 未升级; 1: 升级中
	水平速度	
	垂直速度	
	当前位置经度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; step: 0.1
当前位置纬度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; step: 0.1	
绝对高度		
相对起飞点高度		

表 E.1 设备管理接口（续）

类别	功能名称	其他描述
无人机设备管理	俯仰轴角度	
	横滚轴角度	
	偏航轴角度	
	Home 点经度	
	Home 点纬度	
	Home 点距离	
	风速	
	当前风向	1: 正北; 2: 东北; 3: 东; 4: 东南; 5: 南; 6: 西南; 7: 西; 8: 西北
	当前控制源	
	低电量告警	
	严重低电量告警	
	飞行器累计飞行航时	min: 0; max: 1.17549e-038; unit: s; unitName: 秒; step: 1
	飞行器累计飞行总架次	min: 0; max: 2147483647; step: 1
	飞行器累计飞行总里程	min: 0; max: 1.17549e-038; unit: m; unitName: 米; step: 1
	飞行器激活时间 (unix 时间戳)	min: 0; max: 2147483647; unit: s; unitName: 秒; step: 1
	飞行器夜航灯状态	0: 关闭; 1: 打开
	飞行器限高	min: 20; max: 1500; unit: m; unitName: 米; step: 1
	是否接近设定的限制高度	0: 未达到设定的限制高度; 1: 接近设定的限制高度
	是否接近限飞区	0: 未达到限飞区; 1: 接近限飞区
	飞行器限远状态	
	是否开启限远	0: 未设置; 1: 已设置
	限远距离	min: 15; max: 8000; unit: m; unitName: 米; step: 1
	是否接近设定的限制距离	0: 未达到设定的限制距离; 1: 接近设定的限制距离
	飞行器避障状态	
	水平避障状态	0: 关闭; 1: 开启
	上视避障状态	0: 关闭; 1: 开启
	下视避障状态	0: 关闭; 1: 开启
	飞行器电池信息	
	电池的总剩余电量	min:0,max:100
	剩余飞行时间	unit: 秒
	返航所需电量百分比	min:0,max:100
	强制降落电量百分比	min:0,max:100
电池详细信息		
Elements in array		

表 E.1 设备管理接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
无人机设备管理	电池剩余电量	min:0,max:100
	电池序号	min: 0
	电池 SN	
	电池类型	
	电池子类型	
	电池固件版本	
	电池循环次数	
	电压	unit: 毫伏
	温度	unit: 摄氏度
	高电压存储天数	unit: 天
	存储容量	
	总容量	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: KB; unitName: 千字节; step: 1
	已使用容量	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: KB; unitName: 千字节; step: 1
	搜星状态	
	是否收敛	0: 非开始; 1: 收敛中; 2: 收敛成功; 3: 收敛失败
	搜星档位	0: 0 档; 1: 1 档; 2: 2 档; 3: 3 档; 4: 4 档; 5: 5 档; 10: RTK 正在使用中
	GPS 搜星数量	
	RTK 搜星数量	
	保养信息	
	保养信息数组	
	Elements in array	
	保养状态	0: 无保养; 1: 保养中
	上一次保养类型	0: 无保养; 1: 飞机基础保养; 2: 飞机常规保养; 3: 飞机深度保养; 17: 机巢保养
	上一次保养时间	unit: utc 秒时间戳
	上一次保养时飞行航时	unit: hour
	上一次保养时飞行架次	min: 0; max: 2147483647; step: 1
	航迹 ID	length: 64
	飞机的航线解析库版本号	
	返航高度	unit: 米; min:20,max:500
	遥控器失控行为	0: 悬停; 1: 着陆(降落); 2: 返航
	航线失控动作	0: 继续执行航线任务; 1: 退出航线任务, 执行遥控器失控行为
	飞行器相机信息	
Elements in array		
剩余拍照张数		
剩余录像时间	unit: s	

表 E.1 设备管理接口（续）

类别	功能名称	其他描述
无人机设备管理	视频录制时长	unit: s
	负载编号	
	相机模式	0: 拍照; 1: 录像
	拍照状态	0: 空闲; 1: 拍照中
	录像状态	0: 空闲; 1: 录像中
	变焦倍数	min:2,max:200
	红外变焦倍数	min:2,max:20
	视场角 (FOV) 在 liveview 中的区域	item: type: struct; specs: identifier: left; name: 左上角的 X 轴起始点; accessMode: r; pushMode:0,required:false,dataType: type: float; min:0,max:1;identifier: top; name: 左上角的 Y 轴起始点; accessMode: r; pushMode:0,required:false,dataType: type: float; min:0,max:1;identifier: right; name: 右下角的 X 轴起始点; accessMode: r; pushMode:0,required:false,dataType: type: float; min:0,max:1;identifier: bottom; name: 右下角的 Y 轴起始点; accessMode: r; pushMode:0,required:false,dataType: type: float; min:0,max:1
	负载状态 osd	
	云台俯仰轴角度	unit: °; unitName: 度; min: -180; max: 180; step:0.1
	云台横滚轴角度	unit: °; unitName: 度; min: -180; max: 180; step:0.1
	云台偏航轴角度	unit: °; unitName: 度; min: -180; max: 180; step:0.1
	激光测距目标经度	min: -180; max: 180; unit: °; unitName: 度
	激光测距目标纬度	min: -90; max: 90; unit: °; unitName: 度
	激光测距目标海拔	unit: m; unitName: 米
	测距距离	unit: m; unitName: 米
	测距状态	0: NORMAL; 1: TOO_CLOSE; 2: TOO_FAR; 3: NO_SIGNAL
	负载编号	
	smart track 点信息	
	Elements in array	
	track 模式	1: 正常跟踪; 2: 正常跟踪, 可信度低; 3: 目标是 GPS 点, 或目标丢失但有预测
	目标纬度	min: -90; max: 90; unit: °; unitName: 度
	目标经度	min: -180; max: 180; unit: °; unitName: 度
	跟踪目标海拔高度	unit: m; unitName: 米
变焦倍率	desc: 当前变焦倍率	
调色盘样式	0: WHITE_HOT; 1: BLACK_HOT; 2: RED_HOT; 3: GREEN_HOT; 4: FUSION; 5: RAINBOW; 6: IRONBOW1; 7: IRONBOW2; 8: ICE_FIRE; 9: SEPIA; 10: GLOWBOW; 11: COLOR1; 12: COLOR2; 13: RAIN; 14: HOT_SPOT; 15: RAINBOW2; 16: GRAY; 17: METAL; 18: COLD_SPOT	

表 E.1 设备管理接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
无人机设备管理	设备支持的调色盘样式集合	item: type: enum; specs: 0: WHITE_HOT; 1: BLACK_HOT; 2: RED_HOT; 3: GREEN_HOT; 4: FUSION; 5: RAINBOW; 6: IRONBOW1; 7: IRONBOW2; 8: ICE_FIRE; 9: SEPIA; 10: GLOWBOW; 11: COLOR1; 12: COLOR2; 13: RAIN; 14: HOT_SPOT; 15: RAINBOW2; 16: GRAY; 17: METAL; 18: COLD_SPOT
	增益模式	0: 自动; 1: 低增益, 测温范围 0° C~500° C; 2: 高增益, 测温范围 -20° C~150° C
	是否开启等温线	0: 关闭; 1: 开启
	测温区间上限	unit: 摄氏度
	测温区间下限	unit: 摄氏度
	全局画面中测量的最低温度	unit: 摄氏度
	全局画面中测量的最高温度	unit: 摄氏度
无人机机巢设备管理	经度	min: 0; max: 180; step: 0.01
	纬度	min: 0; max: 180; step: 0.01
	固件升级状态	0: 未升级; 1: 升级中
	机巢状态	0: 空闲中; 1: 现场调试; 2: 远程调试; 3: 固件升级中; 4: 作业中
	机巢任务状态	0: 作业准备中; 1: 飞行作业中; 2: 作业后状态恢复; 256: 未知状态
	子设备状态	
	子设备 sn	
	子设备枚举值	
	子设备在线状态	0: 离线; 1: 在线
	子设备对频状态	0: 未对频; 1: 已对频
	舱盖状态	0: 关闭; 1: 打开; 2: 半开; 3: 舱盖状态异常
	推杆状态	0: 关闭; 1: 打开; 2: 半开; 3: 推杆状态异常
	补光灯状态	0: 关闭; 1: 打开
	网络状态	
	网络类型	1: 4G; 2: 以太网
	网络质量	0: 差; 1: 中; 2: 好
	网络速率	
	飞机是否在舱	0: 舱外; 1: 舱内
	机巢累计作业次数	min: 0; max: 4294967295; unit: t; unitName: 次; step: 1
	文件上传细节	
	待上传数量	
	图传链路	
飞机上 Dongle 数量		
4G 链路连接状态	0: 断开; 1: 连接	

表 E.1 设备管理接口（续）

类别	功能名称	其他描述
无人机机巢设备管理	SDR 链路连接状态	0: 断开; 1: 连接
	机巢的图传链路模式	0: SDR 模式; 1: 4G 融合模式
	SDR 信号质量	min: 0; max: 5; step: 1
	总体 4G 信号质量	min: 0; max: 5; step: 1
	天端 4G 信号质量	min: 0; max: 5; step: 1
	地端 4G 信号质量	min: 0; max: 5; step: 1
	SDR 频段	
	4G 频段	
	网关当前整体视频流直播状态推送	
	Elements in array	
	直播码流标识符	
	视频类型	length: 24
	直播码流的质量	0: 自动; 1: 流畅; 2: 高清; 3: 超清
	直播状态	0: 未直播; 1: 在直播
	错误码	length:6
	网关直播能力	
	该网关当前可选择推流的码流数量	
	该网关当前可同时推流的最大码流数量	
	可选择的视频设备源(设备层, 比如飞行器)	
	Elements in array	
	飞机等视频源设备序列号(SN)	
	该序列号的设备源可以被选择推流的码流数	
	该序列号的设备源可以同时被推流的最大码流数	
	降雨量	0: 无雨; 1: 小雨; 2: 中雨; 3: 大雨
	风速	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; unit: m/s; unitName: 米每秒; step: 0.1
	环境温度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; unit: ° C; unitName: 摄氏度; step: 0.1
	舱内温度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; unit: ° C; unitName: 摄氏度; step: 0.1
舱内湿度	min: 0; max: 100; unit: %RH; unitName: 相对湿度; step: 0.1	

表 E.1 设备管理接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
无人机机巢设备管理	该序列号的设备源上的相机列表	item: type: struct; specs: identifier: camera_index; name: 相机索引, 使用 type-subtype-gimbalindex; dataType: type: text; identifier: available_video_number; name: 该相机级别的视频源可以被选择推流的码流数; dataType: type: int; identifier: coexist_video_number_max; name: 该相机级别的视频源可以同时被推流的码流数; dataType: type: int; identifier: video_list; name: 该相机级别的视频源可以选择的码流列表; dataType: type: array; specs: item: type: struct; specs: identifier: video_index; name: 该相机级别的视频源可以选择的码流 index; dataType: type: text; identifier: video_type; name: 该相机级别的视频源可以选择的码流类型; dataType: type: text; identifier: switchable_video_types; name: 该视频流支持切换的视频镜头类型列表: normal/wide/zoom/ir; dataType: type: array; specs: type: text; length: 24
	市电电压	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: V; unitName: 伏特; step: 1
	工作电压	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: mV; unitName: 毫伏; step: 1
	工作电流	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; unit: mA; unitName: 毫安; step: 0.1
	存储容量	
	总容量	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: KB; unitName: 千字节; step: 1
	已使用容量	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: KB; unitName: 千字节; step: 1
	首次上电时间	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: ms; unitName: 毫秒; step: 1
	机巢累计运行时长	min: -2147483648; max: 2147483647; unit: s; unitName: 秒; step: 1
	固件一致性	0: 不需要一致性升级; 1: 需要一致性升级
	备降点	
	经度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; step: 0.1
	纬度	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; step: 0.1
	安全高度 (备降转移高)	min: -1.4E-45; max: 3.4028235E38; step: 0.1
	是否设置备降点	0: 未设置; 1: 已设置
	椭球高度	min: -4.9E-324; max: 1.7976931348623157E308; unit: m; unitName: 米; step: 0.01
	机巢激活时间 (unix 时间戳)	min: 0; max: 2147483647; unit: s; unitName: 秒; step: 1
	机巢空调工作状态信息	

表 E.1 设备管理接口（续）

类别	功能名称	其他描述
无人机机巢设备管理	机巢空调状态	0: 空闲模式（无制冷、制热、除湿等）；1: 制冷模式；2: 制热模式；3: 除湿模式；4: 制冷退出模式；5: 制热退出模式；6: 除湿退出模式；7: 制冷准备模式；8: 制热准备模式；9: 除湿准备模式
	剩余需要等待的可切换时间	unit: 秒
	电池保养（存储）模式	1: 电池计划存储策略；2: 电池应急存储策略
	机巢声光报警状态	0: 声光报警关闭；1: 声光报警开启
	飞行器电池保养信息	
	保养状态	0: 无需保养；1: 待保养；2: 正在保养
	电池保养剩余时间	unit: 小时
	电池加热保温状态	0: 电池未开启加热或保温；1: 电池在加热中；2: 电池在保温中
	电池详细信息	
	Elements in array	
	电池剩余电量	min:0,max:100
	电池序号	0: 左电池；1: 右电池
	电压	unit: 毫伏
	温度	unit: 摄氏度
	机巢备用电池信息	
	备用电池开关	0: 备用电池关闭；1: 备用电池开启
	备用电池电压	unit: 毫伏；min: 0；max: 30000；step: 1
	备用电池温度	unit: 摄氏度；step: 0.1
	飞机充电状态	
	电量百分比	min: 0；max: 100
	充电状态	0: 空闲；1: 充电中
	紧急停止按钮状态	0: 关闭；1: 开启
	搜星状态	
	是否标定	0: 未标定；1: 已标定
	是否收敛	0: 非开始；1: 收敛中；2: 收敛成功；3: 收敛失败
	搜星档位	1: 1档；2: 2档；3: 3档；4: 4档；5: 5档
	GPS 搜星数量	
	RTK 搜星数量	
	保养信息	
	保养信息数组	
	Elements in array	
	保养状态	0: 无保养；1: 保养中
	上一次保养类型	0: 无保养；1: 飞机基础保养；2: 飞机常规保养；3: 飞机深度保养；17: 机巢保养
上一次保养时间	unit: utc 秒时间戳	
上一次保养时工作架次	unit: 次；step: 1	
机巢航线解析库版本号		

附录 F
(规范性)
远程调试接口

表 F.1 规定了机巢远程调试的接口要求。

表 F.1 远程调试接口

类别	功能名称	其他描述
调试模式开启	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
调试模式关闭	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
打开补光灯	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
关闭补光灯	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
电池保养状态切换	操作	0: 关闭; 1: 开启
	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
机巢空调工作模式切换	操作	0: 使机巢空调进入空闲模式(关闭制冷、制热以及除湿); 1: 使机巢空调进入制冷模式; 2: 使机巢空调进入制热模式; 3: 使机巢空调进入除湿模式(除湿包含制冷除湿及制热除湿, 由设备端根据自身所处情况自动化处理, 无需用户介入)
	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
机巢声光报警开关	操作	0: 关闭; 1: 开启
	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
机巢电池保存模式切换	操作	1: 电池计划存储策略; 2: 电池应急存储策略
	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
机巢重启	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1

表 F.1 远程调试接口（续）

类别	功能名称	其他描述
机巢重启	当前步骤	get_bid: 获取 bid; check_work_mode: 检查是否进入远程调试模式; check_task_state: 检查机巢是否空闲; land_mcu_reboot: 停机坪 MCU 重 启; rain_mcu_reboot: 气象站 MCU 重启; core_mcu_reboot: 中心控制 MCU 重启; sdr_reboot: SDR 重启; write_reboot_param_file: 写重启标志位; get_drone_power_state: 获取电池充电状态; close_putter: 合拢推杆; check_wired_connect_state: 获取飞机状态; open_drone: 打开飞机; open_alarm: 打开声光报警; check_scam_state: 检查急停开关是否按下; open_cover: 打开舱盖; check_drone_sdr_connect_state: 建立 SDR 无线 连接; turn_on_drone: 打开飞机; drone_paddle_forward: 开启正转桨; close_cover: 关闭舱盖; drone_paddle_reverse: 开启反转桨; drone_paddle_stop: 停止转桨; free_putter: 展开推杆; stop_charge: 停止充电
	步骤结果	
飞行器开机	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
飞行器关机	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
飞行器开机	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
机巢数据格式化	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
飞机数据格式化	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	

表 F.1 远程调试接口 (续)

类别	功能名称	其他描述
打开舱盖	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
关闭舱盖	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
推杆展开	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
推杆闭合	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
开始充电	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
关闭充电	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	步骤结果	
增强图传开关	图传模式	0: 仅使用 SDR; 1: 4G 增强模式 在 4G 增强模式下, SDR 与 4G 会同时使用。

附录 G
(规范性)
固件升级接口

表 G.1 规定了机巢固件升级的接口要求。

表 G.1 固件升级接口

类别	功能名称	其他描述
固件升级进度	任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时
	进度	
	进度百分比	min: 0; max: 100; unit: %; unitName: 百分比; step: 1
	当前步骤	download_firmware: 下载固件; upgrade_firmware: 更新固件
	步骤结果	非 0 代表错误
固件升级	固件升级设备集合	
	Elements in array	
	设备序列号	length: 10240
	固件版本号	length: 10240
	固件文件下载地址	length: 10240
	固件文件 md5	length: 10240
	固件文件大小	
	固件文件名称	
	固件升级类型	2: 一致性升级; 3: 普通升级
任务状态	sent: 已下发; in_progress: 执行中; ok: 执行成功; paused: 暂停; rejected: 拒绝; failed: 失败; canceled: 取消或终止; timeout: 超时	

附录 H
(规范性)
远程日志接口

表 H.1 规定了机巢远程日志的接口要求。

表 H.1 远程日志接口

类别	功能名称	其他描述
文件上传进度通知	所属设备类型	0: 飞机; 3: 机巢
	文件大小	
	设备序列号	
	对象存储桶 key	
	文件指纹	
发起日志文件上传	对象存储桶名称	
	数据中心所在的地域	
	凭证信息	
	访问密钥 ID	
	秘密访问密钥	
	访问密钥过期时间	unit: s; unitName: 秒; step: 1
	会话凭证	
	对外服务的访问域名	
	云厂商枚举值	
	对象存储 key	
	日志所属模块	
文件索引列表	item: type: struct; specs: identifier: boot_index; name: 文件索引; dataType: type: int; identifier: start_time; name: 日志开始时间 (毫秒时间戳); dataType: type: int; identifier: end_time; name: 日志结束时间 (毫秒时间戳); dataType: type: int; identifier: size; name: 日志文件大小; desc: byte; dataType: type: int	
上传状态更新	上传状态	cancel: 取消
	日志所属模块列表	