



中华人民共和国国家标准

GB/T 38996—2020

民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统 通用要求

General requirements for the flight control system of civil small and light fixed
wing unmanned aircraft

2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	1
4 通用要求	2
4.1 功能	2
4.2 性能	6
4.3 组成部件	8
4.4 接口	9
4.5 软件	11
4.6 安全性	11
4.7 可靠性	11
4.8 维修性	11
4.9 环境适应性	11
4.10 电磁兼容性	11
4.11 使用与维护	11
5 验证试验	12
5.1 试验类型	12
5.2 型式试验	13
5.3 出厂检验	13
6 标识、包装、运输和贮存	13
6.1 标识	13
6.2 包装	14
6.3 运输和贮存	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)提出并归口。

本标准起草单位:中国航空工业集团公司西安飞行自动控制研究所、广东泰一高新技术发展有限公司、西北工业大学、中国航空综合技术研究所、易瓦特科技股份有限公司、西安爱生技术集团公司、北京空间飞行器总体设计部。

本标准主要起草人:向欣、胡应东、王锐、黄山、杨国强、张小林、赵国成、张宁、潘计辉、舒振杰、曹国杰、肖颖、刘建、余青松、叶川。



民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统 通用要求

1 范围

本标准规定了民用轻小型固定翼无人机(以下简称“无人机”)飞行控制系统的通用要求、验证试验、标识、包装、运输和贮存。

本标准适用于最大起飞重量在 0.25 kg~150 kg 之间的民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统及其部件的设计与验证,其他无人机飞行控制系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 8566 信息技术 软件生存周期过程

GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 14394 计算机软件可靠性和可维护性管理

GB/T 17618—2015 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法

GB/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语

GB/T 38924(所有部分) 民用轻小型无人机系统环境试验方法

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 35018、GB/T 38152 界定的术语和定义适用于本文件。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADS-B:广播式自动相关监视(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)

CAN:控制器局域网总线(Controller Area Network)

GNSS:全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System)

IMU:惯性测量单元(Inertial Measurement Unit)

UART:通用异步收发传输器(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

USB:通用串行总线(Universal Serial Bus)

4 通用要求

4.1 功能

4.1.1 总则

4.1.1.1 功能组成

飞行控制系统功能应包括：飞行控制功能、飞行管理功能、自检测与余度管理功能、设备管理功能等。

4.1.1.2 飞行控制功能

飞行控制功能为无人机提供良好的稳定性和操纵性，应包括：增稳功能、自动驾驶仪功能、限制与保护、控制分配与重构功能等。

4.1.1.3 飞行管理功能

飞行管理功能为无人机提供使用约束条件下安全的起飞/着陆(发射/回收)、空中制导能力，应包括：飞行任务规划功能、制导功能、应急飞行功能、遥控指令处理功能、遥测信息处理功能、飞行参数记录功能、性能管理等。

4.1.1.4 自检测与余度管理功能

自检测功能实现设备故障诊断，应包括：上电自检测、飞行前自检测、飞行中自检测和维护自检测等功能；余度管理功能实现冗余信息的管理功能，与自检测功能一起实现故障的诊断、隔离、恢复、重构等功能。

4.1.1.5 设备管理功能

设备管理功能实现平台各机电设备、任务设备的控制与管理功能，应包括：动力管理、电气管理、电气刹车装置管理、转向装置管理、灯光管理、伞降装置管理、任务设备管理等。

4.1.2 飞行控制功能

4.1.2.1 增稳功能

增稳功能应包括：

- a) 俯仰轴增稳功能；
- b) 横滚轴增稳功能；
- c) 偏航轴增稳功能。

4.1.2.2 自动驾驶仪功能

自动驾驶仪功能应包括：

- a) 俯仰角给定与保持功能；
- b) 高度给定与保持功能；
- c) 垂直速度给定与保持功能；
- d) 横滚角给定与保持功能；

- e) 航向给定与保持功能；
- f) 空中水平航迹控制功能；
- g) 地面水平航迹控制功能(适用于轮式起降无人机)；
- h) 速度保持与控制功能。

4.1.2.3 限制与保护功能

限制与保护功能应包括：

- a) 俯仰角限制功能；
- b) 横滚角限制功能；
- c) 过载限制功能；
- d) 迎角限制功能；
- e) 最大飞行高度限制功能；
- f) 低高度拉起保护功能；
- g) 最大飞行速度限制功能；
- h) 失速保护功能；
- i) 最大上升/下降速度限制功能。

4.1.2.4 控制分配与重构功能

对于具有冗余操纵面的无人机,控制分配与重构功能宜包括：

- a) 将俯仰、横滚、偏航三个控制通道控制量转换为每个舵面执行机构的控制量；
- b) 舵面执行机构卡滞或故障松浮状态下进行控制重构的功能；
- c) 操纵面出现损伤情况下进行控制重构的功能；
- d) 高度、速度等传感信息失效时通过其他信息进行信息重构的功能。

4.1.3 飞行管理功能

4.1.3.1 飞行任务规划功能

飞行任务规划功能应包括：

- a) 飞行任务在线规划/重规划功能；
- b) 飞行任务在线装订、修改功能；
- c) 飞行任务规划/重规划时应避开限飞区且满足最大飞行高度限制的功能。

4.1.3.2 制导功能

制导功能应包括：

- a) 根据飞行计划及无人机当前信息计算侧偏、侧偏变化率、待飞距离、待飞时间等引导信息的功能；
- b) 航段交接功能；
- c) 航线切换功能；
- d) 模式转换功能；
- e) 根据必要的机载传感器信息,确定无人机当前的飞行阶段和飞行状态,给出无人机的控制方式及有关系统状态的功能。

4.1.3.3 应急飞行功能

关键或重要机载设备(如电源、舵面执行机构、发动机等)发生故障时,飞行控制系统应进行自动应急飞行,应包括:

- a) 应急返场功能;
- b) 应急回收(着陆、伞降等)功能;
- c) 应急迫降功能。

4.1.3.4 遥控指令处理功能

遥控指令处理功能应包括:

- a) 接收并处理与飞行控制、任务控制相关的各种遥控指令数据;
- b) 遥控指令处理时应具有对上行遥控指令的有效性判断和容错功能;
- c) 处理指令响应条件设计时应充分考虑误指令、传输误码等带来不利影响的功能;
- d) 接收飞行计划、限飞区、场高等信息的装订或修改并进行存储的功能。

4.1.3.5 遥测信息处理功能

遥测信息处理功能应包括:

- a) 收集遥测参数并通过数据链下传的功能;
- b) 遥测信息中应包括无人机及机载设备的主要参数与状态;
- c) 遥测信息中应包括可说明系统工作情况的主要参数;
- d) 遥测信息中应包括地面站上行的遥控指令的回报信息;
- e) 遥测信息中宜包括告警信息,如:故障告警、低高告警、超高告警、超速告警、失速告警、接近限飞区告警、飞入限飞区告警、余油/余电不足告警等。

4.1.3.6 飞行参数记录功能

飞行参数记录功能应包括:

- a) 收集飞行参数信息并通过接口发送给数据记录设备进行记录的功能;
- b) 飞行参数信息中应包括无人机及全部机载设备的参数与状态;
- c) 飞行参数信息中应包括可说明系统工作情况的参数;
- d) 飞行参数信息中应包括地面站上行遥控指令的回报信息;
- e) 飞行参数信息中应包括故障设备完整的故障信息;
- f) 飞行参数信息中宜包括告警信息,如:故障告警、低高告警、超高告警、超速告警、失速告警、接近限飞区告警、飞入限飞区告警、余油/余电不足告警等。

4.1.3.7 性能管理功能

系统应能按照相关指标最优原则,控制无人机的空速、迎角以及爬升率等参数随着高度、时间和重量等状态进行变化,实现如最快爬升、最省油巡航等性能管理功能。

4.1.4 自检与余度管理功能

4.1.4.1 上电自检功能

系统地面上电应自动完成上电自检,其测试结果宜记录于非易失存储器中;上电自检应完成各

电子部件(或模块)的处理器、接口等功能正确性检测。

4.1.4.2 飞行前自检功能

飞行前自检功能应包括：

- a) 部件或模块的功能正确性检测功能；
- b) 关键部件或模块的性能检测功能；
- c) 起飞条件检查功能；
- d) 给出检测结果正常或故障的指示功能；
- e) 存在故障时进行故障定位功能；
- f) 进入/退出联锁条件判断功能,以确保飞行前自检功能可靠进入/退出；
- g) 测试结果宜记录于非易失存储器中。

4.1.4.3 飞行中自检功能

飞行中自检功能应包括：

- a) 电子部件应具有飞行中自检功能；
- b) 处理器、电源、接口等基本模块应具备飞行中自检功能；
- c) 测试结果宜记录在非易失存储器中。

4.1.4.4 维护自检功能

维护自检功能应包括：

- a) 无人机全部设备维护检测的功能；
- b) 采用人机交互式的处理过程,允许操作人员选择各种测试模式、测试项目、显示模式；
- c) 软件版本查询、故障下载等功能；
- d) 动力装置启动与关闭功能；
- e) 传感器校准或对准等功能；
- f) 进入/退出联锁条件判断功能,以确保维护自检可靠进入/退出。

4.1.4.5 余度管理功能

对于采用了冗余技术的系统,应具备余度管理功能。余度管理功能应包括：

- a) 输入信号余度管理功能；
- b) 计算部件余度管理功能；
- c) 输出信号余度管理功能；
- d) 设备余度管理功能。

4.1.5 设备管理功能

4.1.5.1 动力管理功能

动力管理功能应包括：

- a) 动力装置启动功能；
- b) 动力装置停机功能；
- c) 动力装置功率控制功能；
- d) 动力装置参数与状态监测功能；

- e) 燃油驱动设备空中重启动功能；
- f) 电动动力设备剩余电量提示与告警功能。

4.1.5.2 电气管理功能

电气管理功能应包括：

- a) 电气参数与状态监测功能；
- b) 相关用电设备接通与断开控制功能；
- c) 对相关用电设备供电自保护功能；
- d) 冗余电源切换控制功能；
- e) 电池余量计算与余电不足告警功能。

4.1.5.3 刹车装置管理功能

轮式起降类无人机的飞行控制系统应具备刹车管理功能，包括：

- a) 正常刹车控制功能；
- b) 刹车装置状态监视功能。

4.1.5.4 转向装置功能

轮式起降类无人机的飞行控制系统应具备转向装置管理功能，包括：

- a) 转向装置控制功能；
- b) 转向装置状态监视功能。

4.1.5.5 灯光管理功能

飞行控制系统宜具备灯光管理功能，包括：

- a) 系统状态指示灯管理功能；
- b) 故障状态指示灯管理功能；
- c) 航行灯管理功能。

4.1.5.6 伞降装置管理功能

伞降回收类无人机或具备应急伞降功能无人机的飞行控制系统应具备伞降装置管理功能。

4.1.5.7 任务设备管理功能

任务设备管理功能应包括：

- a) 任务设备控制功能；
- b) 任务设备状态监视功能；
- c) 任务设备控制命令转发功能。



4.2 性能

4.2.1 一般要求

除另有规定外，飞行控制要求适用于平稳大气环境条件下程控飞行控制方式，包括传感器误差。对于考虑结构弹性的飞行控制模态响应，系统应满足规定的稳定性要求。

4.2.2 姿态保持

姿态保持应考虑下列要求：

- a) 在平稳大气中俯仰姿态相对于基准的精度；
- b) 在平稳大气中滚转姿态相对于基准的精度；
- c) 在规定的紊流强度中俯仰姿态的均方根偏差允许范围；
- d) 在规定的紊流强度中滚转姿态的均方根偏差允许范围；
- e) 动态响应不应影响既定用途的实现。

4.2.3 航向保持

航向保持应考虑下列要求：

- a) 在平稳大气中，航向保持相对基准的精度；
- b) 在规定的紊流强度中，航向保持的均方根偏差的允许范围；
- c) 基准航向为航向保持接通时刻的当前地理航向。

4.2.4 航向给定

航向给定应考虑下列要求：

- a) 具有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 的地理航向给定能力；
- b) 可以达到要求的转弯速度并限制倾斜角以防失速；
- c) 进入和改出过程要求平稳、迅速，超调量不宜过大。

4.2.5 高度保持

高度保持应考虑下列要求：

- a) 系统将当前传感器高度或者指定的高度作为基准高度，并把无人机控制在此高度的精度；
- b) 在无人机推力—阻力的能力范围内，无人机倾斜稳态盘旋时的高度保持精度；
- c) 接通高度保持功能时，系统不应引起任何不安全的机动。

4.2.6 速度保持

速度保持应考虑下列要求：

- a) 明确所保持的速度是地速、真空速还是指示空速；
- b) 接通速度保持模态时的速度或给定值作为基准速度；
- c) 速度保持的精度；
- d) 在此范围内，任何周期性震荡不应影响既定用途的完成。

4.2.7 水平轨迹控制

水平轨迹控制应考虑下列要求：

- a) 空中飞行水平轨迹控制精度；
- b) 轮式起降类无人机地面滑行水平轨迹控制精度；
- c) 有时间控制精度要求时，还应满足无人机到达指定点的时间误差范围要求。

4.2.8 飞行品质

飞行品质应考虑下列要求：

- a) 满足实现既定用途；
- b) 由系统中存在的非灵敏区、间隙以及结构弹性等原因所引起的持续剩余震荡不应影响飞行任务的完成。

4.2.9 稳定裕量

系统应满足专用规范规定的系统回路相对于名义值的增益和相位裕度要求。

4.2.10 发射(起飞)/回收(着陆)阶段控制精度

系统应满足专用规范的控制精度要求。

4.3 组成部件

4.3.1 一般要求

飞行控制系统由计算、执行、传感等部件或模块组成。

系统组成部件(设备、组件、零件)应满足下列要求：

- a) 标准化要求：部件的设计应尽量满足标准化要求，组件或零件更换后，不需要重新调整参数或重新调整其他部件或零件以保持整体性能和公差；
- b) 互换性要求：无论是制造或采购的相同设备、组件和可替换零件都应符合互换性要求；
- c) 规范与标准的选择：自制零件、部件或采购零件、部件应满足国家标准、行业标准和企业标准。

4.3.2 计算部件

计算部件宜满足以下要求：

- a) 计算部件组成应包括：机箱组件、处理模块、电源模块、接口模块等；
- b) 计算部件的输入信号宜具有有效性检查功能；
- c) 计算部件的输入、输出信号宜具有可测试性；
- d) 运行时间和存储空间裕量宜大于 20%；
- e) 必要时核心模块宜采用冗余等安全机制。

4.3.3 执行部件

执行部件宜满足以下要求：

- a) 接口、指标与飞行控制系统要求相一致；
- b) 宜采用直流电源作为能源；
- c) 结构形式可采用旋转式/直线式、组合式/分体式、串联式/并联式等形式；
- d) 电气部分和机械部分宜根据需要采用冗余等安全机制。

4.3.4 传感部件、组件与模块

4.3.4.1 组成

传感部件、组件与模块宜包含以下设备或部分设备的组合：

- a) 可提供三轴角速率和加速度信息的传感器或传感器组合，如 IMU；
- b) 可提供绝对定位信息的传感器或传感器组合，如 GNSS 接收机；
- c) 可提供持续高度信息的传感器或传感器组合，如气压计；

- d) 可提供姿态信息的传感器或传感器组合,如垂直陀螺;
- e) 根据需要选配可提供相对定位信息的传感器或传感器组合,如视觉模块;
- f) 根据需要选配可测量真实高度信息的传感器或传感器组合,如超声波、无线电高度表等;
- g) 根据需要选配可提供周围障碍物信息的传感器或传感器组合,如雷达;
- h) 根据需要选配可提供航向信息的传感器或传感器组合,如磁力计;
- i) 根据需要选配可接收其他无人机位置信息的装置,如 ADS-B 接收机。

4.3.4.2 功能

传感部件、组件与模块宜具有以下功能:

- a) 测量、计算无人机三轴角速率、三轴加速度、经度、纬度、高度、速度、航向、俯仰角、横滚角等信息的功能;
- b) 设置传感器安装位置等参数的功能;
- c) 传感器故障自检测功能;
- d) 宜具有探测障碍物和可飞行区域的功能;
- e) 宜具有探测温度、气压、磁场等环境信息的功能;
- f) 宜具有改善传感器性能的标定功能;
- g) 宜具有传感器信息防篡改的功能;
- h) 宜具有风速估计的功能。

4.3.4.3 其他要求

传感部件、组件与模块宜考虑以下要求:

- a) 关键传感器(如垂直陀螺、GNSS 接收机等)必要时采用冗余等安全机制;
- b) 外界温度对 IMU 的精度影响较大时,宜采取恒温结构、温度校准等措施;
- c) 振动环境对 IMU 的精度影响较大时,宜采取减震/隔震结构、抗混叠滤波器等措施;
- d) 磁力计安装位置与磁性材料、电线等保持一定的距离,以免产生电磁干扰;
- e) GNSS 传感器的安装位置宜考虑内部电磁干扰的影响;
- f) 气压计宜采取可靠的措施,防止气压传感器被堵塞或因外部环境而导致故障。

4.4 接口

4.4.1 一般要求

飞行控制系统制造商应制定相关的接口技术规范,应规定:

- a) 接口的类型与数量;
- b) 相关的电气特性、机械特性、接口标识和接口通信;
- c) 功能与性能描述;
- d) 接插件和线材等。

4.4.2 电气接口

飞行控制系统应对所有电气接口特性进行定义。除另有规定外,电气接口特性应包括:

- a) 供电方式;
- b) 适用供电电压、电流与功率范围;
- c) 供电电压波动、抗干扰与冲击电压要求;

- d) 接口信号工作频率与负载能力；
- e) 信号接口电平、波形、极性与相位关系；
- f) 信号的输出输入属性；
- g) 阻抗与绝缘阻抗。

对于支持用户操作的接口,宜采取可靠的防反接设计和热插拔保护设计。对于向外供电接口,宜采取防短接设计和电流防倒灌设计。

4.4.3 机械接口

4.4.3.1 接口分类

根据用户对接口的可观察性和可操作性,接口可分为:

- a) 不支持用户插拔接口。
- b) 支持用户插拔接口:
 - 1) 用户易于检查与操作的接口；
 - 2) 用户不易检查与操作的接口。

对于 a)类和 b)类中的 2)类接口,接口与连接器之间的最小保持力应能够抵御在正常运输、搬运和飞行过程中所可能遭遇的振动、冲击、跌落等不利机械环境条件的影响。对于 b)类中的 1)类接口,接口与连接器之间的最小保持力应能够抵御在正常飞行过程的振动环境和正常着陆与空中轻微碰撞过程中的冲击力。

4.4.3.2 机械接口要求

机械接口宜考虑如下要求:

- a) 接口防插错,如采取防反插设计、接口标识等；
- b) 防腐、防锈,特别是与飞行安全相关的接口；
- c) 不易损性,对于用户经常操作的机械接口,在规定的使用条件下和预期的使用时间内,接口与连接器之间的保持力不得低于规定的最小保持力。

4.4.4 接口标识

接口标识应包括以下要求:

- a) 对于允许用户操作的外部接口,宜标有符合要求的接口标识；
- b) 外部接口标识宜语义明确、字体/图形清晰无歧义、位置合适、易于观察、耐磨；
- c) 外部接口标识通常包括电源接口标识、电子调速器接口标识、遥控链路模块接口标识以及其他支持的外部接口标识。

4.4.5 接口通信

接口通信要求应包括:

- a) 采用接口标准类型,如 UART、CAN 等；
- b) 接口通信宜采取特定协议进行封装,并具有数据校验功能和对流量、丢包与错包的监控功能；
- c) 对于某些需要防止恶意篡改的信息,如全球导航卫星信息、限飞数据等,系统应采取可靠的信息安全措施,如签名认证、信息加密等技术。

4.4.6 飞行监管接口

飞行控制系统应能够提供符合要求的飞行监管数据,并满足相关的飞行监管接口要求。

4.5 软件

系统软件应满足 GB/T 8566、GB/T 14394 等相关国家标准与专用规范要求。
软件应具有维护性和验证性。

4.6 安全性

系统应支持典型故障的自动处理,以提高使用安全性,如:传感器故障后使用故障安全值、测控失效后自动平飞或自动返航等。

系统中电气设备和机械设备应分别按专用规范中安全技术要求规定进行设计,以确保制造和使用中人身和设备的安全。

4.7 可靠性

系统可靠性设计宜制定产品的可靠性设计准则,按需开展可靠性分配、预计和验证工作。

4.8 维修性

系统设计和安装应使维修时间尽量缩短,宜提供便于完成维修的相关手段,实现运行检查、故障检测与隔离、外场可更换单元的拆卸与更换,对需要维修、更换的零部件留有足够的操作空间。

4.9 环境适应性

4.9.1 自然环境

飞行控制系统应要求能够承受相关规范规定的温度、霉菌、盐雾、湿热、砂尘等自然环境条件,并在使用寿命周期内能够正常工作。应满足 GB/T 38924(所有部分)中规定的相关要求。

4.9.2 诱发环境

在无人机诱发的振动、冲击等机械环境条件下,飞行控制系统应可正常工作。应满足 GB/T 38924(所有部分)中规定的相关要求。

4.10 电磁兼容性

飞行控制系统及其部件的电磁兼容性应满足无人机系统兼容工作,宜考虑:

- a) 辐射骚扰,按照 GB/T 9254—2008 中 A 级要求;
- b) 静电放电抗扰度,按照 GB/T 17618—2015 中严酷等级 3、性能判据 B 级要求;
- c) 射频电磁场辐射抗扰度,按照 GB/T 17618—2015 中严酷等级 2、性能判据 A 级要求;
- d) 与平台兼容工作的要求。

4.11 使用与维护

4.11.1 软件升级与版本管理

4.11.1.1 总则

飞行控制系统应具有软件升级与管理功能。根据用户一次所能够升级软件的数量,软件升级可分为:

- a) 独立软件升级方式;

b) 软件包升级方式。

对于每一个独立的软件/软件包,应具有唯一的版本编号。软件/软件包及版本命名方法应科学合理,不同软件/软件包之间的名称和版本不应相同,且不易产生混淆。

4.11.1.2 功能要求

为了保证软件升级的完整性和正确性,系统应具有如下功能:

- a) 软件/软件包数据的完整性与正确性检查和校验功能;
- b) 可靠的信息安全功能,防止在数据下载过程中、下载后或者升级过程中,对软件或软件包内的数据进行任何篡改;
- c) 升级过程的完整性与正确性检查与检验功能;
- d) 下载与升级指示与异常告警功能。

当飞行控制系统包括两个或两个以上软件且软件之间存在关联时,飞行控制系统应对关联软件进行版本适配管理,并具有实时版本检查和匹配性校验功能。当软件版本不匹配时,应限制无人机起飞,并提供版本异常警告信息。

飞行控制系统制造商应建立相对完善的软件验证、审核和发布程序,以确保发布前的软件已得到充分的验证,使影响飞行安全的问题减少到最低。

4.11.2 制造商应提供的信息

飞行控制系统的制造商应向用户提供纸质或电子版用户资料,用户资料在发布前需经过充分的验证并满足用户使用要求。用户使用资料应至少包括以下信息:

- a) 使用说明书;
- b) 物品清单;
- c) 免责声明;
- d) 系统组成;
- e) 系统功能与性能;
- f) 飞行控制与操作指南;
- g) 飞行限制;
- h) 所支持外部设备及使用说明;
- i) 飞行前检查;
- j) 产品存储、运输与维护要求;
- k) 飞行条件与环境要求;
- l) 变更说明;
- m) 其他用户须知悉的信息。

5 验证试验

5.1 试验类型

5.1.1 型式试验

型式试验是为了验证飞行控制系统能否满足产品规范的全部要求所进行的试验。

型式试验应在产品设计定型、生产定型或转产时进行,但在产品的主要设计、工艺及材料有重大改变而影响产品的重要性能,使原来的鉴定结论不再有效时,也应进行型式试验。

5.1.2 出厂检验

出厂检验是指研制单位在飞行控制系统出货之前为保证出货产品满足用户品质要求所进行的检验,应采用抽样检验的方式。

5.2 型式试验

5.2.1 试验项目

型式试验项目应包括:

- a) 接口测试;
- b) 功能测试;
- c) 性能测试(4.2中规定内容);
- d) 传感器测试;
- e) 环境适应性测试;
- f) 电磁兼容性测试;
- g) 外观检查;
- h) 其他(如安全性、可靠性、维修性试验等)。

5.2.2 合格判据

型式试验合格判据包括:

- a) 测试结果满足要求时,判定型式试验合格;
- b) 若其中任一试验项目不符合要求,允许排除故障后再次提交试验;若检验合格仍可判定为型式试验合格。

5.3 出厂检验

5.3.1 检验项目

出厂检验项目应包括:

- a) 接口测试;
- b) 功能测试;
- c) 性能测试;
- d) 外观检查。

5.3.2 合格判据

出厂检验合格判据包括:

- a) 完成全部试验项目且满足全部要求时,判定该产品出厂试验合格;
- b) 若其中任一检验项目不符合要求,则应暂停成品的检验与交付,在找出缺陷原因并采取有效纠正措施后,重新进行加倍抽样检验。

6 标识、包装、运输和贮存

6.1 标识

6.1.1 产品标识

独立销售的飞行控制系统应标明:

- a) 产品名称、型号;

- b) 适用电压；
- c) 产品序列号,通过产品序列号能够追溯到产品的生产日期、出厂前检测数据；
- d) 制造商或商标；
- e) 认证标志。

6.1.2 包装标识

包装标识应满足 GB/T 191 中的相关规定。

6.2 包装

产品应与包装标识相一致,产品包装通常满足如下要求:

- a) 应选择适当的材料、形式和结构,减少包装材料用量和降低包装成本,有效地利用资源,宜采取可回收利用材料,减少包装废弃物,降低对环境的影响；
- b) 产品包装环境应清洁、干燥、无有害气体,并具有防霉、防蛀特性；
- c) 应确保在正常的流通过程中,能够抵御规定环境条件的影响而不发生破损或损坏等现象；
- d) 根据产品的特性及搬运、装卸、运输、仓储等流通条件,合理选用带有防护装置的包装,如防震、防雨、防潮、防霉、防尘等防护包装；
- e) 产品包装内应装有必备的随机文件,这些随机文件应至少包括合格证、物品清单、使用说明书和其他有关的技术文件,若有关用户所须知的信息未在随机文件中充分描述而需要查阅相关电子文件时,在随机文件中应清晰说明所须知的电子文件信息和正式的获取途径。

6.3 运输和贮存

贮存环境应有良好的通风,远离可能的热源、火源、强电场、强磁场和强电磁场。温度介于 0℃~35℃之间,相对湿度不大于 70%。安放位置应离开地面不低于 12 cm,离墙距离不小于 40 cm。

通常适用于汽车、火车、轮船和无人机运输。在规定的运输和贮存条件下,产品及包装不会造成严重故障或破损。
