



中华人民共和国国家军用标准

FL 1550

GJB 5201—2003

无人机飞行控制与管理系统通用规范

General specification for flight control and management system
of unmanned aerial vehicle

2003—09—25 发布

2003—12—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 要求 2

3.1 尺寸 2

3.2 重量 2

3.3 组成 2

3.4 功能 2

3.5 性能 2

3.6 设计 5

3.7 软件工程要求 5

3.8 接口 6

3.9 子系统、部件 7

3.10 环境适应性 9

3.11 电磁兼容性 10

3.12 可靠性 10

3.13 维修性(含测试性) 11

3.14 互换性 11

3.15 标志 11

4 质量保证规定 12

4.1 检验分类 12

4.2 检验条件 12

4.3 鉴定检验 12

4.4 质量一致性检验 12

4.5 检验方法 13

5 交货准备 16

5.1 包装、装卸、贮存和运输 16

5.2 包装标志 16

参考文献 17

前 言

本规范由中国航空工业第二集团公司提出。

本规范由中国航空综合技术研究所归口。

本规范起草单位：北京航空航天大学、中国航空综合技术研究所、西北工业大学、南京航空航天大学、总参 55 所。

本规范主要起草人：文 涇、王养柱、黄永葵、王 勇、刘秉华、陈 欣、金永昌、王宏伦、屠巴宁、章文晋、张琳辉、吕小平、沈 兵。

无人机飞行控制与管理系统通用规范

1 范围

本规范规定了军用固定翼无人机飞行控制与管理系统的技术要求和质量保证规定等要求。

本规范适用于军用固定翼无人机飞行控制与管理系统的的设计、制造和验收。其他无人机的飞行控制与管理系统亦可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本规范,然而,鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本规范。

- GJB 67.7 军用飞机强度和刚度规范 气动弹性不稳定
- GJB 150.1—1986 军用设备环境试验方法 总则
- GJB 150.2—1986 军用设备环境试验方法 低气压(高度)试验
- GJB 150.3—1986 军用设备环境试验方法 高温试验
- GJB 150.4—1986 军用设备环境试验方法 低温试验
- GJB 150.5—1986 军用设备环境试验方法 温度冲击试验
- GJB 150.6—1986 军用设备环境试验方法 温度—高度试验
- GJB 150.9—1986 军用设备环境试验方法 湿热试验
- GJB 150.10—1986 军用设备环境试验方法 霉菌试验
- GJB 150.11—1986 军用设备环境试验方法 盐雾试验
- GJB 150.15—1986 军用设备环境试验方法 加速度试验
- GJB 150.16—1986 军用设备环境试验方法 振动试验
- GJB 150.18—1986 军用设备环境试验方法 冲击试验
- GJB 151A—1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GJB 181—1986 飞机供电特性及对用电设备的要求
- GJB 312.1 飞机维修品质规范 总则
- GJB 312.2 飞机维修品质规范 飞机结构、系统维修品质一般要求
- GJB 312.5 飞机维修品质规范 航空电子设备维修品质一般要求
- GJB 368 装备维修性通用大纲
- GJB 438 武器系统软件开发文档
- GJB 441 机载电子设备机箱和安装架的安装形式和基本尺寸
- GJB 450 装备研制与生产的可靠性通用大纲
- GJB/Z 457—2001 机载电子设备通用指南
- GJB 471 通用军械装备标志
- GJB 813 可靠性模型的建立与可靠性预计
- GJB 899 可靠性鉴定和验收试验
- GJB 1032 电子产品环境应力筛选方法

GJB 5201—2003

GJB 1181	军用装备包装、装卸、贮存和运输通用大纲
GJB 1391	故障模式、影响及危害性分析程序
GJB 1407	可靠性增长试验
GJB 1765	军用物资包装标志
GJB 2018	无人机发射系统通用要求
GJB 2019	无人机回收系统通用要求
GJB 2072	维修性试验与评定
GJB 2547	装备测试性大纲
GJB 2694	军用软件支持环境
GJB 2786	武器系统软件开发
GJB 3060	无人机电气系统通用规范
GJB 3181	军用软件支持环境选用要求
GJB/Z 34	电子产品定量环境应力筛选指南
GJB/Z 57	维修性分配与预计手册
GJB/Z 91	维修性设计技术手册
GJB/Z 102	软件可靠性和安全性设计准则
GJB/Z 115	GJB 2786《武器系统软件开发》剪裁指南
GJB/Z 117	军用软件验证和确认计划指南
GJB/Z 122	机载电子设备设计准则
GJB/Z 299	电子设备可靠性预计手册
GJB/Z 768	故障树分析方法
HB 6465	软件文档编制规范

3 要求

3.1 尺寸

飞行控制与管理系统各设备机箱和安装架的安装形式和基本尺寸一般应符合 GJB 441 的要求,具体按专用规范规定。

3.2 重量

飞行控制与管理系统各设备的重量由专用规范规定。

3.3 组成

飞行控制与管理系统一般由飞行控制与管理计算机(或信号处理设备)、系统用传感器、伺服作动设备、二次电源组成。

3.4 功能

飞行控制的功能是产生和传输控制指令,使飞机达到给定的飞行状态、按期望的轨迹飞行,并实现对干扰的抑制。管理功能一般包括从发射至回收整个飞行过程中的飞行管理;飞行航线和任务的规划、装订、更改和执行;对任务设备、动力装置、遥控遥测装置、回收装置、自毁装置等有关系统、设备的管理。

3.5 性能

3.5.1 在紊流中工作

在紊流中工作的性能要求可参考 GJB 2191 的有关内容,系统应满足专用规范规定的抗风干扰的类型和量级。

3.5.2 飞行控制要求

3.5.2.1 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和自动飞行控制方式,包括传感器误差。对

于考虑结构弹性的飞行控制模态响应,系统应满足专用规范规定的稳定性要求指标。

3.5.2.2 姿态保持

3.5.2.2.1 一般要求

系统应满足专用规范规定的下列要求:

- a) 在平稳大气中,俯仰姿态和滚转姿态相对于基准的静态精度;
- b) 在规定的紊流强度中姿态均方根偏差的允许范围,该精度要求适用于自动姿态保持功能,该功能保持用于飞机姿态。

3.5.2.2.2 俯仰动态响应

短周期俯仰响应应满足专用规范规定的动态响应指标。

长周期俯仰响应应不影响任务的完成。

3.5.2.2.3 滚转动态响应

滚转响应应满足专用规范规定的动态响应指标。

3.5.2.3 航向保持

飞机在盘旋过程中接通航向保持模态时,飞机应向机翼水平状态滚转,基准航向应为飞机滚转至机翼呈水平状态时的航向。

系统应满足专用规范规定的下列要求:

- a) 在平稳大气中,航向应保持的相对基准的精度;
- b) 在紊流中,按规定的紊流强度,航向的均方根偏差;
- c) 飞机航向控制的动态响应指标。

3.5.2.4 航向选择

系统应满足专用规范规定的下列要求:

- a) 能够达到要求的转弯速度,并限制倾斜角以防失速;
- b) 应具有 360°的航向选择能力;
- c) 航向控制应满足专用规范规定的动态响应指标。

3.5.2.5 侧向加速度和侧滑的限制

除采用直接侧力控制或有意侧滑的飞行阶段以外,接通任何横侧向自动飞行控制系统功能时,系统应满足专用规范规定的下列性能要求:

- a) 稳态倾斜转弯中的协调要求:当倾斜角达到机动倾斜角的极限值时,侧滑角偏离平衡值增量和侧向加速度的范围;
- b) 滚转时的侧向加速度限制要求:重心处由飞机滚转速度引起的侧向加速度的限制;
- c) 水平直线飞行中对侧滑角及对侧向加速度的要求。

注:“侧向加速度”是指飞机重心处的机体轴视在(被测量、被感受的)加速度。

3.5.2.6 高度保持

系统应满足专用规范的下列规定:

- a) 专用规范应对“接通高度保持时的最大升降速度”予以规定,在升降速度小于该规定值的情况下接通高度保持时,系统将传感器指示高度作为基准高度,并把飞机控制在这个高度上,同时应满足高度保持精度的要求。如果在接通该功能时的升降速度大于该规定值,自动飞行控制系统不应引起任何不安全的机动;
- b) 在飞机推力—阻力的能力范围内,飞机倾斜稳态盘旋时的高度保持精度。

3.5.2.7 M数保持

在直线稳态飞行中(包括爬升和下降),M数保持模态应以模态接通时的M数作为基准M数。在M数保持模态稳定以后,自动飞行控制与管理系统的应使飞机保持该M数,并保证M数保持的精度要求。在此要求的范围内,任何周期性振荡不能影响任务的完成。

系统还应满足专用规范规定的 M 数控制动态响应指标。

3.5.2.8 空速保持

应明确系统所保持的空速是真空速还是指示空速。在直线稳态飞行中(包括爬升和下降),接通空速保持模态时的空速为基准空速。空速相对基准空速的偏差范围为空速保持的精度要求。在空速保持模态稳定以后,自动飞行控制与管理系统应使飞机保持该空速,并保证空速保持的精度要求。在此要求的范围内,任何周期性振荡不能影响任务的完成。

系统还应满足专用规范规定的空速控制动态响应指标。

3.5.2.9 对轨迹控制的要求

系统应满足专用规范规定的紊流条件下的轨迹控制精度要求。在有时间控制精度要求时,还应满足飞机到达指定点的时间误差范围要求。

发射阶段的轨迹控制应满足 GJB 2018 的有关要求。

回收阶段的轨迹控制应满足 GJB 2019 的有关要求。

3.5.2.10 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量要求。

3.5.2.11 剩余振荡

剩余振荡要求对自动控制和人工控制方式均适用。

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系统持续剩余振荡不能影响飞行任务完成。

3.5.2.12 发射阶段的控制

系统应满足 GJB 2018 和专用规范的有关要求。

3.5.2.13 进场与着陆阶段的控制

系统应满足 GJB 2019 和专用规范的有关要求。

进场与回收阶段的控制性能要求适用于自动控制、人工控制方式。

除另有规定外,系统着陆性能还应考虑下列因素:

- a) 着陆重量和重心的变化;
- b) 气动构型变化;
- c) 进场速度和角度;
- d) 地面效应;
- e) 各种切换引起的过渡过程;
- f) 专用规范规定的大气扰动;
- g) 专用规范规定的跑道坡度和地面状况。

3.5.2.14 地形跟随阶段的控制

对于有地形跟随功能的飞机,在正常状态下,系统的控制功能应使飞机满足专用规范的低空安全性要求。

3.5.3 管理要求

管理的具体要求应按专用规范的规定。该要求宜包括以下内容:

- a) 管理系统应根据必要的传感器信息,正确地确定飞机所处的飞行阶段、飞行状态,进而正确地给出飞机的控制方式及有关系统的状态;
- b) 装订的任务一般应包括航线和与其有关的管理任务;
- c) 管理系统任务信息存储量限制要求;
- d) 管理任务的项目、各项管理任务的性能应满足专用规范的要求。任务的性能可表示为:执行时间(任务触发/结束逻辑)、控制量类型与范围、任务触发位置与期望位置间的偏差。任务的触发可以是装订和/或自动设置。管理任务一般包括任务设备管理、动力装置管理、遥控遥测装置管

理、自动回收和自毁等；

- e) 对能够进行飞行中在线航线规划、在线任务装订或修改的系统，应满足实时性要求和任务信息存储量限制要求；
- f) 对于有末制导功能的飞机，在执行规定的对敌攻击任务时，系统对目标的命中精度应满足专用规范的要求。命中精度可用圆概率误差度量；
- g) 管理系统应能使飞机各有关子系统协调工作。

3.6 设计

3.6.1 控制方式设计

3.6.1.1 一般要求

无人机的飞行控制方式分为自动控制、人工遥控以及它们的组合。

3.6.1.2 人工遥控

要求人工遥控的输入与飞行控制与管理系统的工作相兼容，不应导致失控或不稳定。

3.6.1.3 控制模态切换

在正常情况下有意识地人工或自动切换控制模态时，其过渡过程不应影响任务完成和飞行安全。

3.6.1.4 控制模态的选择逻辑和兼容性

系统设计应确定飞行控制与管理系统的模态体系，而且模态选择逻辑应能兼容所有可能的模态选择组合。模态选择逻辑应：

- a) 防止可能产生错误或危险的人工或自动模态的接通；
- b) 在选择了某些模态时，应能启动与之相配合的其他模态；
- c) 在优先级较高的模态出现故障时，能够自动接通下一级飞行控制与管理系统工作模态，即比该模态的优先级仅低一级的模态；
- d) 防止操作人员选择已查出有故障的模态，但允许操作人员重新启动该模态。

3.6.1.5 故障瞬态

若飞行控制与管理系统发生故障时有可替换的模态，则故障检测逻辑应自动选择和接通这些替换模态，发生故障至校正动作之间的时间延迟不应阻止对飞行状态控制的恢复，并在必要的情况下将系统模态的更换选择通知操作人员。系统应使操作人员能够选择模态。

3.6.2 余度设计

当有余度设计要求时，余度设计应：

- a) 以飞行安全性和任务可靠性为基础；
- b) 与系统测试和监控方法相一致；
- c) 满足系统的故障检测率、故障隔离率和虚警率要求。

3.6.3 稳定性

3.6.3.1 一般要求

设计应满足性能要求中对稳定裕量的要求。

在考虑结构弹性时，系统应满足专用规范规定的阻尼比要求或其他稳定性要求指标，不应出现弹性伺服振荡。

3.6.3.2 敏感度分析

应根据部件或分系统规范所允许的或预期的系统性能变化，并依据名义试验值或估算值和外场使用值之间预期的误差范围，规定可以保证外场使用时满意工作的增益和相位裕量。

系统应满足专用规范规定的、经过敏感度分析所建立的稳定性要求。

3.6.4 时统要求

在有时钟同步要求时，允许的最大时统误差应使系统满足性能指标要求。

3.7 软件工程要求

3.7.1 软件开发

软件开发宜依据 GJB 2786、GJB/Z 115、GJB/Z 102、GJB/Z 117。

面向对象软件可参考 IEEE/EIA 12207。

软件研制前应规定软件生存期阶段划分、各阶段详细要求(不允许超越阶段)、软件质量保证体系、对标准的选用和剪裁等。

3.7.2 软件支持环境

软件支持环境要求可依据 GJB 2694、GJB 3181。

3.7.3 软件文档

软件文档编制应按 GJB 438 或 HB 6465。所有需求和设计阶段的软件文档都应统一使用一个标准。测试文档、使用维护说明书、用户手册等其他文档可选用任一标准。

3.7.4 软件的维护性和验证性

软件应具有维护性和验证性。应按软件质量保证体系研制和维护软件。软件文档齐全,软件编码应具有可读性,有足够的注释可自说明。除另有规定外,对软件需求规格说明中的每一项功能、所有传感器信号、飞行控制和管理计算机的所有输入和输出信号等都应可测试、可显示,并应尽可能地存储测试数据。所有软件都应该至少留出一个字用于识别软件版本。

在进行软件维护时,应对已更改的软件进行回归测试,检验各软件配置项以保证其一致性和完整性。

3.8 接口

3.8.1 一般要求

系统接口包括系统内部接口和外部接口。系统内部接口为飞行控制与管理系统内部各部件间的接口。系统外部接口为飞行控制与管理系统与其他系统的接口。

系统的内部接口一般都是电气接口。

在系统的外部接口中,除了伺服作动器的输出一般为机械接口外其他大多为电气接口。

具体的系统接口应满足专用规范的规定。

系统的所有接口应满足接口控制文件的要求。接口的硬件、协议、校验的设置应满足可靠性、实时性、电磁兼容性等要求,交联双方应匹配。

3.8.2 电气接口

3.8.2.1 一般要求

系统所有电气接口特性是在设备带负载情况下的特性。

电气接口具体格式应符合接口控制文件的要求。接口控制文件一般包括如下内容:接口信号频率、接口信号电平电流及动态范围、接口信号波形和极性、信号的输出方和输入方、连接器和连接电缆、匹配阻抗、总线方式等。

电气接口还应满足专用规范要求的各硬件接口、初始化接口芯片所需信息、接口数据有效性判据及处理、接口故障判据及处理、接口数据的语义等。

接口信号的噪声不应引起有害的操纵动作。

3.8.2.2 数据总线接口

具体的接口由专用规范规定。

3.8.2.3 离散量接口

离散量的电平、回差、电流、语义等应满足专用规范的规定。

3.8.2.4 模拟量接口

模拟量的分辨率、转换时间、编码方式、电压范围及其对应的物理量含义等应满足专用规范的规定。

3.8.2.5 脉冲调制信号接口

接口的电平范围、电流、频率、信号语义等应满足专用规范的规定。

3.8.2.6 频率量接口

接口的电平、信号频率及其语义等应满足专用规范的规定。

3.8.3 机械接口

伺服作动器输出到舵面、发动机节风门的接口一般为机械接口。设计应说明伺服作动器输出的力矩或力范围、到控制对象的传动比等。伺服作动器到操纵面的连接应尽可能短。

3.9 子系统、部件

3.9.1 一般要求

组成系统的所有产品设计应符合 GJB/Z 122。

3.9.2 热设计

飞行控制与管理系统有关机载电子设备热设计应符合 GJB/Z 457—2001 的有关规定。

3.9.3 飞行控制与管理计算机

飞行控制与管理计算机可参考 GJB 2023 的有关要求。

飞行控制与管理计算机应满足专用规范规定的容错要求。

在一般情况下,飞行控制与管理计算机应对其输入信号进行有效性检查,飞行控制与管理计算机的输入、输出信号应具有可测试性。

飞行控制与管理计算机应规定并达到运行时间和存储空间裕量要求。除另有规定外,在验收时一般要有 25% 的内存和运行时间裕量,研制期间的裕量还应适当增大。

飞行控制与管理计算机电源应符合 GJB 181—1986 中规定的 B 类供电要求。

在模拟计算中,为了保证在机动指令和突风(或其他可能扰动)的所有可能组合情况下安全地连续工作,模拟信号标定应能提供满意的精度和分辨率,并防止不可接受的非线性和不稳定性。

数字计算和采样速率应确保不引入不可接受的相移、舍入误差、非线性特性、频率重叠及混淆。

在系统使用包线内,在机动指令和突风或者其他可能出现的干扰的所有可能组合情况下,参数定标、字长、输入限制及溢出保护应确保数据处理准确和连续安全地工作。

3.9.4 传感器

系统的传感器向飞行控制与管理计算机提供飞机位置、航向、姿态、速度、加速度、角速度等信号。具体传感器的选用由专用规范定。传感器(包括导航设备或系统)应符合相应产品的有关标准。

所选用的传感器尺寸、重量应按飞机总体要求确定。

角速度、航向、姿态等传感器的安装应考虑结构弹性的影响。

传感器的余度配置应使系统满足可靠性要求。

传感器的性能指标等要求由系统设计确定,其内容一般包括:

- a) 测量的信号及其量程;
- b) 精度(例如:导航系统或设备的定位精度及精度的误差类型);
- c) 线性度;
- d) 零位;
- e) 频率特性;
- f) 接口;
- g) 电源与功耗;
- h) 自检测与故障告警;
- i) 环境适应性;
- j) 维修性指标;
- k) 可靠性指标。

3.9.5 伺服作动设备

3.9.5.1 一般要求

伺服作动设备应符合相应产品的有关标准。

伺服作动设备一般选用电动舵机,也可根据系统具体要求选用其他舵机。

伺服作动设备的设计应在考虑下列因素后使其结构与特性满足专用规范的要求:

- a) 负载特性;
- b) 舵机功率;
- c) 舵机传动机构间隙;
- d) 伺服作动设备的频带;
- e) 伺服作动设备的非线性;
- f) 故障瞬态。

3.9.5.2 结构组成

伺服作动设备的设计应包括下列内容:

- a) 伺服作动设备的结构组成、反馈量的配置;
- b) 伺服作动设备各组成部分的传递函数和输入、输出信号;
- c) 连接方式;
- d) 故障检测与监控;
- e) 故障安全措施。

3.9.5.3 特性

伺服作动设备的特性一般包括:

- a) 物理特性(重量、尺寸);
- b) 输入指令;
- c) 中立位置;
- d) 额定行程;
- e) 最大行程;
- f) 额定速度;
- g) 最大速度;
- h) 输出载荷;
- i) 极限载荷;
- j) 回中(可选作故障安全措施之一);
- k) 门限:空载时从静止到开始运动所需的最小电流量(单通道);
- l) 位置精度:伺服作动设备实际位置与额定值之差对全程的百分比,或对该位置读数的百分比;
- m) 滞环:指令频率低于 0.01 Hz 的零载滞环(100% 额定行程幅值)与最大指令滞环(110% 额定行程幅值);
- n) 稳定性:伺服作动设备——操纵面系统在零空速工作时不允许有振荡,并应具有足够的稳定裕量。一般情况下,增益裕量应不小于 3 dB,相位裕量应不小于 30°;
- o) 动态响应;
- p) 力纷争:对于有余度设计的伺服作动设备,应尽力限制通道间的力纷争;
- q) 可靠性指标;
- r) 维修性指标。

若选用液压舵机或电液复合舵机,还应规定泄漏量、主控阀剪切力等特性要求。

3.9.5.4 余度设计

若伺服作动设备的结构设计采用了余度技术,则一般应规定下列要求:

- a) 容错能力:一般应对规定的电气故障有容错能力;
- b) 故障隔离:一般应规定电气控制通道的隔离要求。除另有规定外,一个电气通道的故障(包括电连接器和导线)应不影响其他通道的性能,每个通道有关的电气信号应通过相互独立的电连接

器传输,伺服作动设备内部不允许发生通道间的短路;

- c) 故障检测与指示;
- d) 故障安全措施:在规定的电气或机械故障发生时,伺服作动设备应能自动和/或靠空气动力回中或运动到其他规定的位置;
- e) 故障瞬态:故障部分切除、系统重构所引起的飞机瞬态响应应满足专用规范要求。

3.9.5.5 接口

3.9.5.5.1 一般要求

伺服作动设备的接口包括机械接口和电气接口。若选用液压舵机或电液复合舵机,还应规定液压接口,其内容包括作动器使用的油液、作动器工作所需流量、液压系统的工作压力和额定压力、液压油的工作温度等要求。

3.9.5.5.2 机械接口

伺服作动设备的机械接口一般应规定:

- a) 负载的等效质量;
- b) 负载的等效刚度或自然频率;
- c) 负载的等效阻尼;
- d) 负载的等效摩擦力;
- e) 安装的结构刚度与配合。

3.9.5.5.3 电气接口

伺服作动设备接口所用的电连接器、导线、接口语义等应符合接口控制文件的要求。

3.9.5.6 极性

伺服作动设备的极性与操纵面、发动机油门的运动方向应符合专用规范的要求。

3.9.5.7 安装

伺服作动设备的安装应满足专用规范的下列要求:

- a) 伺服作动设备安装点的位置与尺寸精度;
- b) 伺服作动设备安装长度的调整和锁定要求。

3.9.6 二次电源

系统的二次电源应符合 GJB 181—1986、GJB 3060 的有关要求。

3.10 环境适应性

3.10.1 低温

系统各部件在低温条件下贮存和工作的适应性应满足 GJB 150.4—1986 的规定,其贮存温度和工作温度按专用规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.2 高温

系统各部件在高温条件下贮存和工作的适应性应满足 GJB 150.3—1986 的规定,其贮存温度和工作温度按专用规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.3 湿热

系统各部件在高温及高湿条件下的环境适应性应满足 GJB 150.9—1986 的要求,温度、湿度、试验周期按 GJB 150.9—1986 的规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.4 冲击

系统各部件承受冲击作用的能力应满足 GJB 150.18—1986 的要求,冲击波形和严酷度按专用规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.5 振动

在随机振动试验时,各部件应满足性能要求而不损坏。其振动量和时间按专用规范规定。试验结果应满足专用规范的要求。

3.10.6 霉菌

若专用规范有抗霉菌要求,则系统各部件抗霉菌的能力应满足 GJB 150.10-1986 的要求,试验温度、湿度、周期和菌种按 GJB 150.10-1986 的规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.7 盐雾

若专用规范有抗盐雾要求,则系统各部件抗盐雾的能力应满足 GJB 150.11-1986 的要求,盐雾条件按 GJB 150.11-1986 的规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.8 低气压

若专用规范有耐低气压要求,则系统各部件在低气压环境中的能力应满足 GJB 150.2-1986 的规定。其试验压力、实验持续时间和压力变化速度按专用规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.9 温度冲击

若专用规范有抗温度冲击要求,则系统各部件在周围大气温度急剧变化时的适应性应满足 GJB 150.5-1986 的规定。其试验温度、保温时间、转换时间、循环次数按具体部件规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.10 加速度

若专用规范有耐加速度要求,则系统各部件承受预计的使用加速度环境的能力应满足 GJB 150.15-1986 的规定。各部件所承受的加速度载荷应由飞机运动载荷分析计算或实测数据确定。GJB 150.15-1986 中表 1 和表 2 所列的试验值为飞机重心处的加速度,对于不同机动性能的飞机或装于远离飞机重心的部件,要考虑由于飞机作横滚、俯仰、偏航机动飞行引起的附加载荷。加速度试验值应由专用规范规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.10.11 温度-高度

若专用规范有温度-高度适应性要求,则系统各部件应满足 GJB/Z 457-2001 的 1.5 的规定。试验结果应满足专用规范要求。

3.11 电磁兼容性

3.11.1 发射和敏感度要求

除另有规定外,系统电磁兼容性要求项目可按表 1,并根据型号产品的具体情况,在专用规范中规定各项的频率范围、发射和接收敏感度要求及其极限。

表 1 电磁兼容性要求项目表

项目代号	项目名称	极 限 值
CE102	电源线传导发射	按 GJB 151A-1997 中 5.3.2.2 的规定
CS101	电源线传导敏感度	按 GJB 151A-1997 中 5.3.5.2 的规定
CS114	电缆束注入传导敏感度	按 GJB 151A-1997 中 5.3.11.2 的规定
CS115	电缆束注入脉冲激励传导敏感度	按 GJB 151A-1997 中 5.3.12.2 的规定
CS116	电缆和电源线阻尼正弦瞬变传导敏感度	按 GJB 151A-1997 中 5.3.13.2 的规定
RE102	电场辐射发射	按 GJB 151A-1997 中 5.3.15.2 的规定
RS103	电场辐射敏感度	按 GJB 151A-1997 中 5.3.18.2 的规定

3.11.2 电磁兼容性设计

本系统的机载电子设备按 GJB/Z 457-2001 的 4.2.9 或部件规范的要求设计。

3.12 可靠性

3.12.1 一般要求

按 GJB 450 制定并实施可靠性工作大纲。

系统所用元器件的选择、使用、采办、保管应满足专用规范的要求,元器件应经过测试和筛选。

3.12.2 可靠性设计

可靠性设计一般包括:

- a) 按 GJB 813、GJB/Z 299 进行可靠性建模、预计与分配;
- b) 按 GJB 1391 进行故障模式、影响和危害性分析(FMECA);
- c) 按 GJB/Z 768 进行故障树分析(FTA)。

3.12.3 可靠性指标

除另有规定外,可靠性指标包括基本可靠性和任务可靠性,其指标为平均故障间隔时间(MTBF)、任务可靠度(R_M)。

3.13 维修性(含测试性)

3.13.1 一般要求

按 GJB 368 制定并实施维修性保证大纲。

系统的维修性一般应满足 GJB 312.1、GJB 312.2、GJB 312.5 的要求。

系统的测试性一般应符合 GJB 2547。

系统应具有故障记录和报告要求。

3.13.2 维修性设计

飞行控制与管理系统的设计和安装应使维修停机时间尽量短,满足对飞行控制与管理系统分配的定量维修性指标。应使具有规定技术水平的维修人员在分配的维修预测时间内及预期的环境条件下,安全而方便地完成要求的维修工作。应提供便于完成所有维修功能的各种手段,维修功能包括:运行检查、系统故障检测、故障隔离到外场可更换单元、外场可更换单元(LRU)的拆卸和更换、检查、修理、保养和测试。

维修性设计一般包括:

- a) 按 GJB/Z 91 进行维修性设计;
- b) 按 GJB/Z 57 进行维修性分配与预计;
- c) 按 GJB 1391 进行故障模式、影响和危害性分析(FMECA)——维修性信息。

3.13.3 维修性指标

除另有规定外,维修性指标包括:(外场级)平均修复时间(MTTR);测试性指标:故障检测率(FDR)、故障隔离率(FIR)、虚警率(FAR)。

3.13.4 外场级维修(一级维修)

外场级维修主要依靠机内自检测(BIT)来确定和隔离故障,仅限于对 LRU 的更换。部件的安装、测试或故障隔离到 LRU 一级所用的设备应满足专用规范的维修性要求。可规定 MTTR 和最大维修时间 MCT_{LRRS} 。

3.13.5 中间级和后方级维修(二、三级维修)

中间级与后方级维修需要必要的地面支持设备。可规定 SRU(内场可更换单元)的 MTTR 和最大维修时间 MCT_{LRRS} 。

3.14 互换性

无论是制造的或采购的相同组件、分组件和可替换零件都应符合互换性要求,同一型号(或代号)的组件应具有互换性。

3.15 标志

系统标志应符合专用规范选用的标准和合同的有关要求。可选用的标准有 GJB 471、GJB 1765。

系统标志一般应包含以下内容:

- a) 系统型号(代号)或名称;
- b) 系统序列号;

- c) 出厂(所)日期;
- d) 制造厂(所)名称。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a) 鉴定检验;
- b) 质量一致性检验;

4.2 检验条件

除另有规定外,所有检验项目应在 GJB 150.1—1986 中第 3 章规定的条件下进行。

4.3 鉴定检验

4.3.1 一般要求

鉴定检验一般在产品设计定型、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,也应进行鉴定检验。

4.3.2 受检样品数

除另有规定外,至少应提供一套系统样机进行鉴定检验。

4.3.3 检验的项目、顺序和方法

除另有规定外,检验的项目和方法按表 2 的规定进行。检验顺序由专用规范规定。

4.3.4 合格判据

鉴定检验的产品按规定的项目进行检验,全部满足要求时,判定该产品鉴定检验通过。若其中任一检验项目不合格时,允许排除故障后再次提交检验。

4.4 质量一致性检验

4.4.1 分类

质量一致性检验分为 A 组、C 组检验。

4.4.2 A 组检验(验收检验)

4.4.2.1 检验项目、顺序和方法

A 组检验的项目和方法按表 2 的规定进行。检验顺序由专用规范规定。

4.4.2.2 抽样

除另有规定外,全检。

4.4.2.3 合格判据

产品按规定的项目进行检验,全部满足要求时,判定该产品 A 组检验合格。

4.4.3 C 组检验(定检)

4.4.3.1 检验的项目、顺序和方法

检验项目和方法按表 2 的规定进行。检验顺序由专用规范规定。

4.4.3.2 检验周期

除另有规定外,一般为每批进行一次。

4.4.3.3 抽样

除另有规定外,C 组检验的样品,应在 A 组检验的合格品中随机抽取,抽取的数量应由专用规范规定。

4.4.3.4 合格判据

被检产品按规定的项目进行检验,全部满足要求时,判定该产品 C 组检验合格。若其中任一检验项目不合格时,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。

表2 鉴定检验和质量一致性检验表

序号	检 验 项 目		鉴 定 检 验	质量一致性检验		要求 章条号	检验方法 章条号
				A 组	C 组		
1	尺寸		●	●	—	3.1	4.5.1
2	重量		●	●	—	3.2	4.5.2
3	功 能 和 性 能	地面半物理仿真试验	●	●	—	3.4、3.5	4.5.3.1
		装机地面仿真试验	●	●	—	3.4、3.5	4.5.3.2
		飞行试验	●	○	—	3.4、3.5	4.5.3.3
4	接口		●	●	—	3.8	4.5.4
5	低温		●	○	●	3.10.1	4.5.5.1
6	高温		●	○	●	3.10.2	4.5.5.2
7	湿热		●	—	○	3.10.3	4.5.5.3
8	冲击		●	—	○	3.10.4	4.5.5.4
9	振动		●	○	●	3.10.5	4.5.5.5
10	霉菌		○	—	—	3.10.6	4.5.5.6
11	盐雾		○	—	—	3.10.7	4.5.5.7
12	低气压		○	—	—	3.10.8	4.5.5.8
13	温度冲击		○	—	○	3.10.9	4.5.5.9
14	加速度		○	—	○	3.10.10	4.5.5.10
15	温度—高度		○	—	○	3.10.11	4.5.5.11
16	电磁兼容性		●	○	○	3.11	4.5.6
17	可靠性		●	○	○	3.12	4.5.7
18	维修性		●	—	—	3.13	4.5.8
19	互换性		●	—	—	3.14	4.5.9
20	标志		●	○	—	3.15	4.5.10
注：“●”表示必做项目；“○”表示选做项目；“—”表示不做项目。							

4.5 检验方法

4.5.1 尺寸

系统各部件的尺寸应按 3.1 和专用规范的要求,用标准量具进行检测。

4.5.2 重量

系统各部件的重量应按 3.2 和专用规范的要求,用标准衡器进行检测。

4.5.3 功能和性能

4.5.3.1 地面半物理仿真试验

4.5.3.1.1 原理

按系统结构联成闭环。试验应尽量使用实物,一般情况下,三维位置的传感器用仿真装置代替,飞机用数学模型代替。

按测试用例,给出并显示系统输入,观察有关输出数据或设备的动作。分析该仿真结果,检验系统是否满足有关设计、功能、性能和接口要求。具体试验内容与程序按专用规范要求。

4.5.3.1.2 测试仪器

用于控制或监控试验参数的仪器和试验设备的精度,应按有关文件规定的期限进行校验。进行试验所用的全部仪器和试验设备应当:

- a) 符合有关标准;
- b) 精度至少在被测变量容差的三分之一以内;
- c) 适合测量所测试的参数;
- d) 测试仪器应处于校验有效期内。

4.5.3.1.3 试验条件

试验条件如下:

- a) 试验用各机载部件、仿真设备应进行过单独验收试验、试验前校验;
- b) 所有软件都已通过软件测试;
- c) 测试设备应满足要求;
- d) 试验状态要求:应规定试验状态,该试验状态应能反映实际飞行情况;
- e) 应有地面测控装置与飞行控制与管理计算机相连,向系统发送控制指令,接受、显示、存储测试数据;
- f) 所有电连接器符合有关标准要求。

4.5.3.1.4 试验要求

试验用例的设计至少应包括下列内容:

- a) 在规定的扰动情况下检验各飞行阶段、执行各种任务及其组合情况;
- b) 在有遥控参与的情况,检验遥控指令执行情况、数据链部分丢失情况;
- c) 故障模拟及处理。

4.5.3.1.5 试验结果说明

试验结果说明如下:

- a) 分析仿真所用的假设,其与实际情况的可能偏差,这种偏差对仿真结果的影响;
- b) 分析试验数据是否满足相应要求。

4.5.3.2 装机地面试验

4.5.3.2.1 原理

系统处于装机状态,各部件或子系统与其地面检测设备相连。

按测试用例,给出并显示系统输入,观察有关输出数据或设备的动作,分析该试验结果是否满足有关要求。具体试验内容与程序按专用规范要求。

4.5.3.2.2 试验条件

试验条件如下:

- a) 试验用各机载部件、仿真设备应进行过单独验收试验、装机前校验;
- b) 所有软件都已通过软件验证与确认;
- c) 测试设备应满足要求;
- d) 试验状态要求:应规定试验状态,该试验状态应能反映实际飞行情况;
- e) 应有地面测控装置与飞行控制与管理计算机相连,向系统发送控制指令,接受、显示、存储测试数据;
- f) 所有电连接器符合有关标准要求。

4.5.3.2.3 试验结果说明

试验结果说明如下:

- a) 分析仿真所用的假设,其与实际情况的可能偏差,这种偏差对仿真结果的影响;
- b) 分析试验结果是否满足相应要求。

4.5.3.3 飞行试验

4.5.3.3.1 一般要求

除另有规定外,至少应提供一套系统样机进行鉴定检验。

凡是不能合理地用其他试验或分析方法证明的地方,应按照飞行控制与管理系统研制计划的规定,进行飞行试验证明是否符合要求。在制定飞行试验计划时,应当考虑飞行品质规范中的设计和试验状态的指导性建议表。此外,应进行保证飞行控制与管理系统在全部工作状态下符合 GJB 67.7 颤振要求的试验。

4.5.3.3.2 试验程序

飞行前检验:满足 3.6.4.2 和专用规范规定。

飞行中检验和数据纪录:满足 3.6.4.3 和专用规范规定。

飞行后分析与总结:分析、综合实验数据,写出试验报告。

4.5.4 接口

4.5.4.1 地面半物理仿真试验

要求符合接口控制文件、工作正常。

4.5.4.2 装机地面试验

要求符合接口控制文件、工作正常。

4.5.5 环境适应性

4.5.5.1 低温

按 GJB 150.4—1986 进行低温试验,试验后,应符合 3.10.1 的规定。

4.5.5.2 高温

按 GJB 150.3—1986 进行高温试验,试验后,应符合 3.10.2 的规定。

4.5.5.3 湿热

按 GJB 150.9—1986 进行湿热试验,试验后,应符合 3.10.3 的规定。

4.5.5.4 冲击

按 GJB 150.18—1986 进行冲击试验,试验后,应符合 3.10.4 的规定。

4.5.5.5 振动

按 GJB 150.16—1986 进行振动试验,试验后,应符合 3.10.5 的规定。

除另有规定外,耐久性试验仅在鉴定试验中作,质量一致性检验中不作耐久性试验。

4.5.5.6 霉菌

按 GJB 150.10—1986 进行霉菌试验,试验后,应符合 3.10.6 的规定。

4.5.5.7 盐雾

按 GJB 150.11—1986 进行盐雾试验,试验后,应符合 3.10.7 的规定。

4.5.5.8 低气压

按 GJB 150.2—1986 进行低气压试验,试验后,应符合 3.10.8 的规定。

4.5.5.9 温度冲击

按 GJB 150.5—1986 进行温度冲击试验,试验后,应符合 3.10.9 的规定。

4.5.5.10 加速度

按 GJB 150.15—1986 进行加速度试验,试验后,应符合 3.10.10 的规定。

4.5.5.11 温度—高度

按 GJB 150.6—1986 进行温度—高度试验,试验后,应符合 3.10.11 的规定。

4.5.6 电磁兼容性

按专用规范和 GJB 152 的有关规定进行检验,其结果应符合 3.11 的规定。

4.5.7 可靠性

GJB 5201—2003

按 GJB 899 和可靠性大纲进行系统可靠性检验,其结果应符合 3.12 的规定。检验方法有:

- a) 用分析法对所有有关文档按可靠性要求进行符合性检查;
- b) 用可靠性试验验证有关可靠性要求。试验对象有元件级、组合件级(线路板级)、部件级(设备级)、系统级。具体试验对象和项目由专用规范定。

可靠性试验与验证项目一般有:

- 按 GJB 1032、GJB/Z 34 进行环境应力筛选试验;
- 可靠性增长工作及增长摸底试验:采用温度、振动、湿度综合环境应力的试验条件,并根据本系统的典型任务剖面制定产品可靠性试验剖面表。在不具备综合环境应力试验条件时,组合环境应力试验条件可作为可靠性试验的一种过渡措施。本试验可按 GJB 1407。
- 按 GJB 899 进行可靠性鉴定试验。

4.5.8 维修性

按 GJB 368 和维修性大纲进行系统维修性试验,其结果应符合 3.13 的规定。检验方法一般有:

- a) 用分析法、检查法对所有有关文档按维修性要求进行符合性检查;
- b) 用维修性试验验证。维修性试验可与其他试验结合进行。维修性试验应包含测试性评定和与维修有关的保障要素的定性评估。维修性试验可按 GJB 2072。

4.5.9 互换性

用检查法进行检验,其结果应符合 3.14 的规定。

4.5.10 标志

用检查法进行检验,其结果应符合 3.15 的规定。

5 交货准备

5.1 包装、装卸、贮存和运输

除另有规定外,系统及系统各部件的包装、装卸、贮存和运输应符合 GJB 1181 或专用规范的规定。

5.2 包装标志

除另有规定外,系统及系统各部件的包装标志应符合 GJB 1765 或专用规范的规定。

参 考 文 献

- GJB 2023 飞行控制计算机通用规范
GJB 2191 有人驾驶飞机飞行控制系统通用规范
IEEE/EIA 12207 信息技术标准 ——软件生存周期过程
-

GJB 5201—2003

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
无人机飞行控制与管理系统通用规范
GJB 5201—2003

*

国防科工委军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷
国防科工委军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1½ 字数 42 千字
2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷
印数 1—400

*

军标出字第 5482 号 定价 12.00 元