

HB

中华人民共和国航空工业标准

HB 6751—93

军用飞机环境控制系统 通用试验要求

1994—06—01 发布

1994—06—01 实施

中国航空工业总公司

批准

目 次

1	主题内容与适用规范	(1)
2	引用标准	(1)
3	术语	(1)
4	通用试验设备和测量要求	(1)
4.1	试验室设备	(1)
4.2	地面和飞行试验设备	(2)
4.3	测量要求	(2)
5	试验要求	(2)
5.1	试验分类和条件	(2)
5.2	座舱压力调节系统试验	(3)
5.3	座舱温度调节系统试验	(5)
5.4	座舱湿度调节系统试验	(7)
5.5	环境保护系统试验	(7)
5.6	发动机引气系统试验	(9)
5.7	污染控制系统试验	(9)
5.8	座舱噪声试验	(9)
5.9	设备舱环境控制系统试验	(9)
5.10	其它试验	(10)
6	试验质量保证	(10)

中华人民共和国航空工业标准

军用飞机环境控制系统通用试验要求

HB 6751—93

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了军用飞机环境控制系统试验的通用要求。

1.2 适用范围

本标准适用于军用飞机环境控制系统的试验。

若偏离或超过本标准规定的要求,应进行详细论证和具体协调后确定。

2 引用标准

GJB 51 军事作业噪声测量规范

GJB 457 机载电子设备通用规范

GJB 565 歼(强)击机座舱噪声限值

GJB 1015 飞机验证要求

GJB 1193 飞机环境控制系统通用规范

HB 5939 机载电子设备安装和试验通用规范

HB 6160 飞机环境控制系统术语

3 术语

除本标准定义的术语外,其它术语按 GJB 1193 和 HB 6160。

3.1 模拟试验相似性

模拟试验相似性是指试验系统、试验状态、试验参数等与飞机实际情况的相似性。

3.2 飞机飞行压力高度

试验室试验时,采用模拟压力的方式模拟的飞机飞行高度。

4 通用试验设备和测量要求

4.1 试验室设备

4.1.1 应提供模拟在各种不同飞行状态时飞机发动机压气机引气、座舱供气、设备舱供气及冲压空气等参数(包括压力、流量、温度和湿度等)的设备。

4.1.2 应提供模拟飞机飞行压力高度,爬升率和下降率的设备。

4.1.3 应提供模拟飞机高空低压、低温环境的设备。

4.1.4 应提供模拟飞机高速飞行时所引起的气动力加热的设备。

中国航空工业总公司 1994—06—01 发布

1994—06—01 实施

4.1.5 应提供测量及控制压力、流量、温度、湿度、速度、转速、噪声和时间参数等的设备。

4.1.6 其它必要的设备

4.2 地面和飞行试验设备

4.2.1 应提供进行座舱气密性试验的设备。

4.2.2 应提供对座舱进行地面冷却、加温和通风等试验的设备。

4.2.3 应提供测量座舱内有害气体含量的设备。

4.2.4 应提供测量座舱内噪声的设备。

4.2.5 应提供测量座舱内空气流速的设备。

4.2.6 应提供测量座舱内压力及压力变化率的设备。

4.2.7 应提供测量座舱内空气温度和湿度的设备。

4.2.8 应提供测量系统主要附件进出口空气压力、温度、湿度和质量流量的设备。

4.3 测量要求

4.3.1 空气质量流量测量

应测量管路系统及各主要附件的空气质量流量,测量精度在±5%范围内。

4.3.2 压力测量

所有取压点的布置、测量孔的大小和方位应按有关标准的规定,测量精度在±1%范围内。

4.3.3 温度测量

4.3.3.1 除非另有规定,座舱内空气温度的测量应包括辐射效应的影响,导管和表面温度的测量应将辐射效应减低到最小限度。

4.3.3.2 在-20~40℃范围内的测量精度为±1℃,其它范围的测量精度为±2℃。

4.3.4 湿度测量

应测量座舱内的空气湿度,测量精度在±5%范围内。

4.3.5 空气流速测量

应测量座舱内的空气流速,测量精度在±5%范围内。

4.3.6 噪声测量

应测量座舱内的噪声,测量方法和精度按 GJB 51 的要求。

4.3.7 涡轮冷却器转速测量

应测量涡轮冷却器的转速测量方法和精度按有关标准的规定。

4.3.8 安装的传感器对系统性能的影响,应减低到最小限度,安装方法应符合有关标准的规定。

4.3.9 测量仪器应能同步记录主要试验参数。

5 试验要求

5.1 试验分类和条件

5.1.1 试验分类

为验证系统的技术性能是否满足设计要求,本标准规定的试验分类如下:

a. 座舱压力调节系统试验;

- b. 座舱温度调节系统试验；
- c. 座舱湿度调节系统试验；
- d. 环境保护系统试验；
- e. 发动机引气系统试验；
- f. 污染控制系统试验；
- g. 座舱噪声试验；
- h. 设备舱环境控制系统试验；
- i. 其它试验。

5.1.2 环境要求

除非另有规定,试验可在当地大气环境条件下进行,应记录必要的环境参数。

5.1.3 试验室模拟试验相似性

满足模拟试验相似性至少应包括以下内容:

- a. 试验对象的装配情况、结构、尺寸、形状、材料和功能等应与飞机实际情况相似；
- b. 所模拟的试验状态应与飞机飞行状态(系统设计与非设计点)相似；
- c. 所模拟的试验参数应与飞机飞行状态参数相同。

5.2 座舱压力调节系统试验

进行座舱压力调节系统试验,验证以下内容应满足系统设计要求:

- a. 系统的安全可靠性；
- b. 座舱的气密性；
- c. 座舱压力制度及静态偏差；
- d. 座舱压力变化率等动态特性；
- e. 各附件的匹配工作情况。

5.2.1 试验室试验

采用装机的座舱压力调节系统在试验室进行稳态和瞬态的环境压力模拟试验,应直接模拟飞机增压舱的容积。

5.2.1.1 正常速率爬升与下滑

分别在座舱压力调节器一定的起调高度,模拟飞机起飞并以规定的爬升率上升至实用升限,然后以规定的下降率下滑至起调高度。试验时座舱供气量按规定状态。

5.2.1.2 最大速率爬升与俯冲

模拟飞机最大功率起飞,并以最大爬升率上升至实用升限,然后以最大下降率俯冲至起调高度。试验时座舱供气量按规定状态。

5.2.1.3 平飞

分别在规定高度和实用升限,模拟飞机以正常速度平飞并改变座舱供气量,以考核座舱压力调节系统的动态特性。

5.2.1.4 卸压和增压

模拟飞机按规定高度平飞,先以座舱正常供气量验证座舱正常卸压性能;然后停止座舱供气,验证座舱应急卸压性能;再打开座舱供气开关,验证座舱再增压性能;最后飞机以最大速率

俯冲至起调高度,验证座舱负压活门的性能。

5.2.1.5 座舱安全活门

应验证座舱安全活门的安全可靠性。

5.2.1.6 测量参数:

- a. 飞机飞行压力高度和座舱压力高度;
- b. 飞机爬升率和下降率;
- c. 供入座舱的空气压力、流量和温度;
- d. 座舱与外界大气舱压差;
- e. 座舱压力变化率。

5.2.2 地面试验

5.2.2.1 座舱气密性试验

应按第 4.2.1 条规定的试验设备进行座舱气密性试验。对飞机座舱供气加压到设计最大允许压差值,检查所有座舱内活门的气密性,并测量记录座舱泄漏率。试验设备和方法应按有关标准的规定。

5.2.2.2 地面安全试验

地面安全试验包括以下内容:

- a. 分别在规定的座舱高度打开应急卸压活门,待座舱压力稳定后再增压。测量座舱卸压时间及再增压循环过程中的压力变化率;
- b. 切断供气源,考核系统供气源出现故障时,应急排烟系统和应急通风系统的工作情况;
- c. 在有两个或更多增压舱的飞机中,如果其中任何一舱发生减压时,应验证其他舱的气密性和安全性。

5.2.3 飞行试验

飞行试验应按 GJB 1015 和本标准的规定。

5.2.3.1 起飞并以规定的速率爬升至飞机的实用升限,平飞稳定后以规定的速率下降至最低飞行安全高度。

5.2.3.2 起飞并以最大爬升率上升至实用升限,稳定后以最大下降率俯冲至最低飞行安全高度。

5.2.3.3 分别在规定的高度,按以下内容验证系统的动态特性:

- a. 平飞稳定后,改变座舱供气量;
- b. 平飞状态时完成转弯、横滚、急跃、改变油门等动作。

5.2.3.4 如果设有可选择的压差控制机构时,应验证压差转换过程中系统的性能是否满足设计要求。

5.2.3.5 应连续记录飞行高度、速度、座舱压力高度、座舱压力变化率及座舱供气量等参数。

5.2.3.6 飞行安全试验

飞行安全试验包括以下内容:

- a. 按第 5.2.2.2 条的规定进行试验;
- b. 应考核座舱内产生过大的正压和负压情况时,座舱安全活门的工作情况;

c. 当座舱在飞机最大工作高度上失压时,验证供给加压服系统的压力、流量和温度是否满足系统设计要求。

5.3 座舱温度调节系统试验

5.3.1 试验室试验

5.3.1.1 座舱热载荷试验

应提供由座舱和设备舱组成的隔舱实体模型,包括对飞机气动力加热、太阳辐射强度及人体和电子设备发热量等的模拟。进行座舱热载荷试验,以提供空气调节系统设计的重要原始参数。

5.3.1.1.1 加热状态

温度控制机构置于“热”位置时,在如下条件时确定座舱热载荷:

- a. 高空;
- b. 最小平飞速度飞行;
- c. 环境气候为最冷天;
- d. 最小太阳辐射;
- e. 最小电器设备发热量;
- f. 最少乘员。

5.3.1.1.2 冷却状态

温度控制机构置于“冷”位置时,在如下条件时确定座舱热载荷:

- a. 低空;
- b. 最大允许表速飞行;
- c. 环境气候为最热天;
- d. 最大太阳辐射;
- e. 最大电器设备发热量;
- f. 最多乘员。

5.3.1.1.3 测量参数:

- a. 座舱供气压力、流量、温度和湿度;
- b. 座舱排气压力、流量和温度;
- c. 所模拟的环境压力、温度和湿度;
- d. 所模拟的太阳辐射强度、人体及电子设备发热量;
- e. 飞机外蒙皮表面温度、风挡外表面温度;
- f. 座舱盖、风挡玻璃内表面及舱内壁、地板等表面的温度;
- g. 座舱驾驶员周围温度;
- h. 座舱内空气湿度、气流方向和流速。

5.3.1.2 系统试验

提供一完整的座舱温度调节系统进行试验室试验,包括加温、冷却、温度控制、座舱空气分配和系统整体性试验。试验设备应包含发动机引气参数、冲压空气参数等的模拟。

5.3.1.2.1 加温

座舱温度控制机构置于“热”位置时,在如下条件时验证系统的加温能力:

- a. 高空;
- b. 最小平飞速度飞行;
- c. 发动机最小功率;
- d. 最冷环境气候。

5.3.1.2.2 冷却

座舱温度控制机构置于“冷”位置时,在如下条件时验证系统的冷却能力:

- a. 低空;
- b. 最大允许表速飞行;
- c. 发动机最大功率;
- d. 最热环境气候。

5.3.1.2.3 温度控制

应考核座舱温度控制机构置于“冷”、“热”、“自动”位置以及转换过程中系统的工作情况。

5.3.1.2.4 座舱空气分配

对座舱空气分配系统进行试验,确定座舱总供气量并协调各支路喷嘴流量分配比例,应满足系统设计要求。

5.3.1.2.5 系统整体性试验

应对系统进行整体性试验,以验证系统的总体性能和匹配情况。包括以下内容:

- a. 给定飞行高度和速度组合下的稳态试验;
- b. 按给定要求下的瞬态调节性能、稳定性及调节品质等;
- c. 各附件及管路系统间的匹配情况。

5.3.1.2.6 测量参数:

- a. 供入系统空气压力、流量和温度;
- b. 飞机飞行高度及座舱压力高度;
- c. 飞机爬升率和下降率;
- d. 冲压空气冷风道内空气流量、压力及温度;
- e. 系统主要附件进出口空气压力、温度和流量;
- f. 导管温降和压降;
- g. 座舱内各喷嘴空气流量、温度和流速;
- h. 座舱驾驶员周围温度。

5.3.2 地面试验

- a. 系统性能验证;
- b. 按第 4.2.2 条规定的设备,进行地面冷却、加温 and 通风试验。

5.3.3 飞行试验

飞行试验应按 GJB 1015 和本标准的规定,试验应在整个飞行包线内进行,以最后验证系统是否符合性能要求。包括如下工作状态:

- a. 低空最大允许表速飞行;

- b. 各相应高度上的巡航状态；
- c. 高空最大允许马赫数飞行；
- d. 高空低速平飞；
- e. 实用升限上平飞；
- f. 其他状态。

5.4 座舱湿度调节系统试验

5.4.1 试验室试验

本试验可与第 5.3.1.2 条规定的试验同时进行。

5.4.1.1 除湿

模拟系统供气湿度,考核水分离器等附件的性能和系统的除水能力。

5.4.1.2 增湿

按规定条件,考核飞机增湿装置的工作情况,验证供入座舱空气的湿度。

5.4.1.3 测量参数:

- a. 供入系统空气湿度；
- b. 通过每个主要附件的空气湿度；
- c. 供入座舱空气的湿度；
- d. 座舱内空气湿度。

5.4.2 飞行试验

在进行第 5.3.3 条规定的试验时,可同时验证飞机上座舱湿度调节系统的性能,应满足系统设计要求。

5.5 环境保护系统试验

5.5.1 试验室试验

5.5.1.1 座舱防(除)雾和防(除)霜

应将座舱实体模型置于高空低温环境中进行试验,以验证座舱防雾和防霜系统的性能。

5.5.1.1.1 模拟飞机高空低温长时间飞行后,以允许的最大下降率俯冲到低空大湿度环境中,观察透明区内表面结雾、结霜过程,并测量记录结雾、结霜面积和相应时间。

5.5.1.1.2 透明区内表面结雾、结霜后,应立即进行除雾系统供气,观察除雾、除霜过程,并测量记录除雾、除霜面积和相应时间。

5.5.1.1.3 飞机高空低温长时间飞行后,在俯冲前预先进行防雾系统供气,最大下降率俯冲到低空大湿度环境后,验证系统的防雾和防霜能力。

5.5.1.1.4 测量参数:

- a. 供入系统空气压力、流量、温度和湿度；
- b. 座舱外空气压力、温度和湿度；
- c. 透明区外表面温度；
- d. 座舱内空气压力、温度和湿度；
- e. 座舱内各喷嘴的流量、温度和风速；
- f. 透明区内表面温度和风速。

5.5.1.2 风挡防冰

风挡防冰系统试验应按本标准和有关标准的规定。

对风挡防冰系统进行试验,以验证系统性能是否满足设计要求。当透明区外表面温度不低于 1.7°C 时,验证风挡防冰所需的热流通过透明区而无过热或其他不良影响。采用电防冰装置时,应在“弱”、“强”两种状态下验证系统性能。

5.5.1.3 风挡除雨

风挡除雨系统试验通常是在“雨风洞”中进行,所模拟的降雨量和雨滴大小应按有关标准的规定。

将含有风挡玻璃和相邻结构在内的可操纵的实体模型,在模拟的飞行速度范围内进行试验并测量以下参数:

- a. 飞机的飞行速度;
- b. 降雨量、雨滴大小;
- c. 风挡和相邻结构的温度;
- d. 除雨喷射气流的压力、流量、温度和速度。

采用防雨剂或其他方法除雨时,应测取有关的试验数据,以验证风挡除雨系统性能是否满足设计要求。

5.5.1.4 机(尾)翼、进气道及雷达天线罩等防冰

本项试验适用于需要进行机(尾)翼、进气道及雷达天线罩等防冰的飞机,应验证在规定的结冰条件和飞行包线内,防冰系统是否满足设计要求。结冰条件按 GJB 1193。

5.5.2 飞行试验

5.5.2.1 座舱防(除)雾和防(除)霜

5.5.2.1.1 飞机以最大功率起飞,爬升至规定的高度后,以巡航速度稳定平飞一定时间,预先检查座舱防雾系统功能;然后以最小发动机功率和最大下降率俯冲至最低飞行安全高度。飞机俯冲时应穿过尽可能多的云。

5.5.2.1.2 上述试验应在最大下降率俯冲时重复进行。

5.5.2.1.3 测量参数:

- a. 飞行试验期间地面干球温度和湿球温度;
- b. 座舱驾驶员头部水平处温度;
- c. 除雾空气温度和透明部分内表面各处的温度;
- d. 飞行期间关键视野区的能见度;
- e. 在俯冲结束后,为了清除透明部分雾气所需要进行的任何额外飞行的高度、速度和持续时间。

5.5.2.2 风挡防冰

风挡防冰的飞行试验应在飞行包线内按规定的结冰条件进行,以验证风挡透明度是否满足关键视野的要求。并应校核试验室试验所确定的供给风挡的热流。

5.5.2.3 风挡除雨

应验证风挡除雨系统能否保持整个关键视野区所需要的能见度,通常是在自然雨中或紧

HB 6751—93

跟于喷水飞机情况下进行飞行试验,包括低空、低速飞行、进场及着陆拉平等状态。

5.5.2.4 机(尾)翼、进气道及雷达天线罩等防冰。

5.5.2.4.1 应安装各种测试设备,按防冰系统要求测量流量、压力、温度、电压及电流等参数,并应测量防冰区外表面温度,以验证防冰能力。

5.5.2.4.2 应验证控制系统、温度指示系统及过热警告系统的工作情况。

5.5.2.4.3 对防冰系统应进行下列飞行试验:

- a. 晴空飞行试验;
- b. 模拟结冰条件飞行试验;
- c. 自然结冰条件飞行试验。

飞行试验时应控制及测量的参数按防冰系统有关标准的规定。

5.6 发动机引气系统试验

发动机引气系统试验是首次飞行前保证系统不发生飞行危险的安全试验。应模拟飞机生产型部件的装配,将整个发动机引气系统安装到试验设备上,试验设备所提供的引气源应保证引气的流量、压力和温度接近飞机真实飞行状态,包括如下试验内容:

- a. 性能试验;
- b. 强度试验;
- c. 空气流谐振试验;
- d. 压力和温度循环试验;
- e. 热冲击试验;
- f. 飞机振动模拟试验。

试验要求应按 GJB 1193 的规定。

5.7 污染控制系统试验

污染控制系统试验应在实际飞机上进行,以验证系统的防污染能力。

5.7.1 应对排烟措施进行充分的验证。用合适的防护面具保护所有的机组人员和试验人员,然后放出足够的烟雾充满座舱,记录排烟所需的时间。

5.7.2 验证任何来源的空气,供入座舱和设备舱后,所引起的污染程度应符合 GJB 1193 的规定。

5.8 座舱噪声试验

5.8.1 试验室试验

在进行第 5.5.1.1 条规定的试验时,可同时进行座舱噪声试验。座舱噪声要求按 GJB 565 和 GJB 1193,测试标准按 GJB 51。

5.8.2 地面和飞行试验

对每架试验机和每架批生产机的早期及改型样机上都应测量座舱内噪声声压级,测量位置应是座舱驾驶员及乘员周围各相应点。座舱噪声试验要求应按有关标准的规定。

5.9 设备舱环境控制系统试验

除本标准规定的试验内容和要求外,其余应按 GJB 457 和 HB 5939 的规定。

5.9.1 试验室试验

HB 6751—93

应提供有关试验件在内的设备舱实体模型进行试验。

5.9.1.1 增压

将设备舱增压到设计最大允许压差值,检查增压系统的性能和工作情况,必要时测定设备舱的泄漏量。

5.9.1.2 通风、冷却

对设备和设备舱的通风和冷却能力进行验证,应满足系统设计的要求。

5.9.1.3 湿度控制

模拟供入设备舱空气湿度进行试验,验证是否会发生下列情况:

- a. 冷却空气相对湿度接近饱和状态;
- b. 冷却空气中含有液态水分(雾或空气导管壁面上的水);
- c. 设备表面温度低于冷却空气的露点温度。

5.9.1.4 测量参数:

- a. 供入设备舱的空气压力、流量、温度和湿度;
- b. 主要试验件周围空气温度、湿度、流速和表面温度。

5.9.2 地面和飞行试验

设备舱环境控制系统的地面和飞行试验可按第 5.3.2 条和 5.3.3 条的规定与座舱温度调节系统试验同时进行。

5.10 其它试验

必要时应进行以下试验:

- a. 验证告警系统性能满足设计要求;
- b. 验证自检系统性能满足设计要求;
- c. 核武器效应对飞机环境控制系统的影响;
- d. 化学武器效应飞机对环境控制系统的影响。

6 试验质量保证

6.1 系统所需的附件、组件以及试验设备应经过质量保证部门鉴定合格后方可使用。

6.2 试验报告

在试验报告中至少应包含下列内容:

- a. 试验依据文件及主要内容;
- b. 试验设备的可靠性评述;
- c. 试验方法和试验过程分析;
- d. 测试记录数据、曲线及误差分析;
- e. 试验结果分析。

HB 6751—93

附加说明：

本标准由中国航空工业总公司第三〇一研究所提出。

本标准由中国航空工业总公司第六〇三研究所负责起草。

本标准主要起草人：张金柱、王承志、郭耀东。