

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 5111—2015

---

特性材料拦阻系统

Engineered materials arresting system (EMAS)

2015 – 12 – 31 发布

2016 – 04 – 01 实施

---

中国民用航空局 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 结构 .....	2
5 技术要求 .....	3
6 试验方法 .....	5
7 设计要求 .....	6
8 安装要求 .....	8
9 验收要求 .....	10
10 使用维护和维修 .....	12
附录 A (规范性附录) 特性材料性能测试方法和合格判据 .....	15
附录 B (规范性附录) 塑料顶盖性能测试方法和合格判据 .....	21
附录 C (规范性附录) 拦阻床性能测试方法和合格判据 .....	30

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国民用航空局机场司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民航科学技术研究院，航科院（北京）科技发展有限公司。

本标准起草人：姜春水、李敬、肖宪波、史亚杰、孔祥骏、孙玲、李建庭、赵阳、李辛酉、李明、乐宁宁、姚红宇。

# 特性材料拦阻系统

## 1 范围

本标准规定了机场跑道特性材料拦阻系统（EMAS）的结构、技术要求、试验方法、设计要求、安装要求、验收要求及使用维护和维修要求。

本标准适用于机场跑道特性材料拦阻系统（EMAS）的性能测试、设计、安装、验收、使用、维护和维修。

## 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，仅所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 1771-2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 2408-2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
- GB/T 8624-2012 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 8627 建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法
- GB/T 9341-2008 塑料弯曲力学性能测试
- GB/T 16422.2-2014 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 17200-2008 橡胶塑料拉力、压力和弯曲试验机（恒速驱动）技术规范
- GB/T 20285-2006 材料产烟毒性危险分级
- GB 50026-2007 工程测量规范
- MH 5001 民用机场飞行区技术标准
- MH 5005 民用机场飞行区排水工程施工技术规范
- MH 5006-2002 民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范
- MH 5007-2000 民用机场飞行区工程竣工验收质量检验评定标准
- MH 5012-2010 民用机场目视助航设施施工质量及验收规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**特性材料** **engineered materials**

具有特定的力学性能，在飞机碾压下，能以预期的方式溃缩并吸收飞机动能的材料。

### 3.2

**特性材料拦阻系统** **engineered materials arresting system**

**EMAS**

以特性材料为主体，设置在跑道端外，对冲出跑道端的飞机实施拦阻，使飞机减速或停止的系统。

### 3.3

#### **单元体 EMAS unit**

由特性材料预制而成的块体以及顶盖、底托等共同组成的基本单元。

### 3.4

#### **压溃度 relative crushing depth**

材料压溃深度与其高度的比值。

### 3.5

#### **半溃缩能 half crushing energy**

压溃度达到0.5时材料溃缩所吸收的总能量。

### 3.6

#### **半溃缩能软化系数 softening coefficient of half crushing energy**

材料饱和吸水后的半溃缩能和吸水前半溃缩能的比值。

### 3.7

#### **弯曲强度 flexural strength**

材料在弯曲过程中承受的最大弯曲应力。

[GB/T 9341-2008 中的3.4]

### 3.8

#### **设计机型 aircraft types for EMAS design**

设计EMAS时所针对的飞机机型。

### 3.9

#### **飞机验证试验 actual aircraft verification test**

飞机以一定速度冲入拦阻床，以验证其拦阻效果及设计模型准确性的试验。

### 3.10

#### **导流板 jet blast shield**

安装在拦阻床前端，通过改变气流方向提高拦阻床对飞机尾流抵抗能力的构件。

## 4 结构

EMAS的典型结构见图1，由以下组成：

- a) 拦阻床：由单元体组成，对冲入的飞机实施拦阻的结构体；
- b) 后置段：拦阻床与跑道端之间不设置特性材料的部分；
- c) 行车道：设置在拦阻床两侧及后端，供日常维护和应急救援车辆通行的道路。

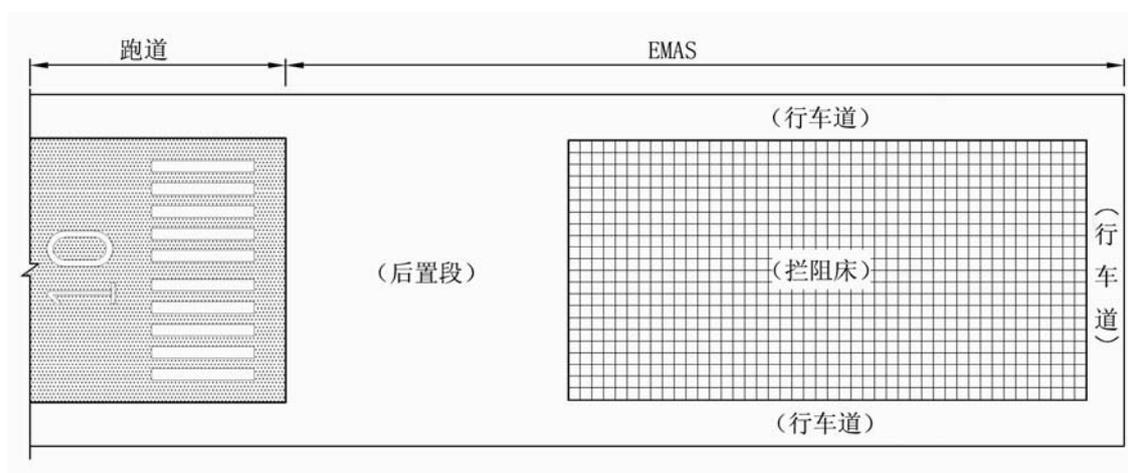


图1 EMAS 典型结构示意图(未按比例)

## 5 技术要求

### 5.1 基本要求

- 5.1.1 EMAS 应能通过后置段的刹车减速和拦阻床的压溃吸能性能对冲出跑道的飞机起到拦阻作用，在实现有效拦阻的同时，EMAS 不应使飞机结构受到重大破坏或使机上乘员过度受力。
- 5.1.2 EMAS 应为被动式无源系统，其拦阻功能无需通过外部方式启动。
- 5.1.3 EMAS 的设计寿命应不低于 20 年。
- 5.1.4 应按 MH 5001 的要求，在 EMAS 表面喷涂跑道入口前标志。
- 5.1.5 EMAS 不应对人体、生物与环境造成有害影响，并应符合国家相关安全与环保的要求。

### 5.2 拦阻床

- 5.2.1 拦阻床应安装在跑道端外尽可能远离跑道端的位置，其中心线应在跑道中心线的延长线上，宽度（不包括两侧台阶或斜坡）应不小于跑道宽度，长度（不包括末端台阶或斜坡）应根据机场运行条件设计确定。
- 5.2.2 拦阻床两侧和远离跑道端侧应设置台阶或斜坡，便于日常维护使用和紧急情况下人员撤离。
- 5.2.3 拦阻床应能对设计机型实现有效拦阻。
- 5.2.4 拦阻床应具有一定的强度，确保日常维护人员在上面行走时不会造成损伤。
- 5.2.5 在应急救援需要时，拦阻床应能保证救援和消防车辆进入和驶出。
- 5.2.6 拦阻床应安装于平整铺筑面上，该铺筑面强度应能确保飞机过早接地或冲出跑道时对飞机的危害最小，并能承受救援和消防车辆在其上通行。
- 5.2.7 拦阻床单元体应与铺筑面粘结牢固。

### 5.3 后置段

- 5.3.1 后置段长度应足以保证拦阻床不受正常运行的飞机发动机尾流影响，最小长度应依据飞机喷气尾流的吹袭试验结果确定，后置段宽度应不小于跑道宽度。
- 5.3.2 后置段的表面摩阻特性应不低于相邻跑道的表面摩阻特性。
- 5.3.3 后置段应能承受飞机喷气尾流的吹袭，其强度应能确保飞机过早接地或冲出跑道时对飞机的危害最小，并能承受救援和消防车辆在其上通行。

## 5.4 行车道

5.4.1 行车道的宽度应能满足机场消防救援车辆通行。

5.4.2 行车道的坡度应能防止其表面和拦阻床积水。

5.4.3 行车道表面应平整，其强度应确保飞机过早接地或冲出跑道时对飞机的危害最小，并能承受救援和消防车辆在其上通行。

## 5.5 性能要求

### 5.5.1 特性材料

#### 5.5.1.1 力学性能

应力—压溃度曲线应呈三段式，最大压溃度应不小于0.6，单元体间半溃缩能分散度应不大于20%。

#### 5.5.1.2 耐水性能

半溃缩能软化系数应在0.8~1.2范围内。

#### 5.5.1.3 抗冻融性能

经25次冻融循环后，质量损失率应不大于5%，抗冻系数应在0.8~1.2范围内。

#### 5.5.1.4 阻燃性能

阻燃性能应符合GB/T 8624-2012的A级要求。

### 5.5.2 顶盖

#### 5.5.2.1 力学性能

顶盖应对EMAS拦阻效果无明显影响，或产生的影响在设计可接受范围内。

#### 5.5.2.2 防水性能

顶盖应具有防水性能。

#### 5.5.2.3 耐高低温性能

在70℃和-30℃的环境下，外观应无明显变化，弯曲强度变化率应不大于20%。

#### 5.5.2.4 耐盐雾、除冰防冰剂侵蚀性能

盐雾或除冰防冰剂侵蚀后，外观应无明显变化，质量变化率和尺寸变化率均应不大于2%，弯曲强度变化率不大于20%。

#### 5.5.2.5 抗紫外线性能

紫外线照射后，外观应无明显变化，弯曲强度变化率应不大于20%。

#### 5.5.2.6 阻燃性、烟毒性、烟密度

阻燃性应符合GB/T 2408-2008的HB级要求。

烟毒性应达到GB/T 20285-2006中ZA3级的要求。

烟密度等级应不大于75。

### 5.5.3 密封材料

寿命期内应具有良好的密封性和环境耐候性，安装方式应便于修补或更换。

### 5.5.4 拦阻床

#### 5.5.4.1 不影响导航、灯光等助航设施

不应影响机场导航、灯光等助航设施产生任何干扰，必要时宜进行电磁环境评估与飞行验证。

#### 5.5.4.2 对过早接地飞机的影响

当飞机过早接地并落于拦阻床内时，不应导致飞机方向失控，必要时宜进行计算评估或仿真验证。

#### 5.5.4.3 防水性能

应避免被水浸泡。若特性材料本身不防水，应利用顶盖等组件构成防水层，避免特性材料与水接触。

#### 5.5.4.4 防雷性能

应能抵抗直径 25 mm 冰雹的撞击，且撞击后顶盖应无裂纹和凹陷。

#### 5.5.4.5 不吸引动物、不易滋生植物

应不吸引鸟类、昆虫、兽类等动物，也不易滋生植物。

#### 5.5.4.6 抵抗飞机喷气尾流的性能

飞机喷气尾流连续吹袭不小于 60 s，拦阻床无任何移动、破损或融化。

## 6 试验方法

### 6.1 特性材料

#### 6.1.1 力学性能

按附录 A.1 的规定执行。

#### 6.1.2 耐水性能

按附录 A.2 的规定执行。

#### 6.1.3 抗冻融性能

按附录 A.3 的规定执行。

### 6.2 塑料顶盖

#### 6.2.1 力学性能

采用单轮负载试验（见 7.4.2）或其他等效试验验证。

#### 6.2.2 耐高低温性能

按附录 B.2 的规定执行。

### 6.2.3 耐盐雾侵蚀性能

按附录 B.3 的规定执行。

### 6.2.4 耐除冰防冰剂侵蚀性能

按附录 B.4 的规定执行。

### 6.2.5 抗紫外线性能

按附录 B.5 的规定执行。

### 6.2.6 烟密度

应符合 GB/T 8627 的要求。

## 6.3 拦阻床

### 6.3.1 防雷性能

按附录 C.1 的规定执行。

### 6.3.2 抵抗飞机喷气尾流的性能

按附录 C.2 的规定执行。

## 7 设计要求

### 7.1 一般要求

7.1.1 在设计条件内, EMAS 不应使飞机结构受到重大破坏或使机上乘员过度受力。

7.1.2 应考虑机场气候条件, 特别是降雨、雪、冰雹等的影响。

7.1.3 应明确设计机型列表。设计机型列表宜综合考虑该跑道目前及未来计划运行的机型。

7.1.4 拦阻床的设计长度应在模型计算结果的基础上至少增加 10% 的裕度。

7.1.5 EMAS 铺筑面应确保排水顺畅、不造成积水, 必要时可在 EMAS 周边设置排水系统。

### 7.2 设计条件

#### 7.2.1 标准设计

EMAS 标准设计条件应包括:

- a) 飞机冲出跑道时速度为 70 kn;
- b) 飞机重量为最大起飞重量以及 0.8 倍最大着陆重量;
- c) 飞机发动机无正向推力和反向推力;
- d) 后置段的摩擦系数为 0.25。

#### 7.2.2 特殊设计

跑道端安全区长度受限无法实施标准设计、机型组成复杂无法兼顾设计机型列表中的全部机型时或其他特殊情况下, 可采用特殊设计。采用特殊设计时, 在设计方案中应对设计机型对应的设计条件进行详细说明。

### 7.3 设计模型

7.3.1 设计模型应基于特性材料的压溃吸能机理建立，并通过飞机验证试验的验证。

7.3.2 新型特性材料在应用该设计模型前，应进行适用性验证。若特性材料的吸能机理未发生变化，可采用单轮负载试验对原有模型的适用性进行验证；若特性材料的吸能机理发生变化，需采用飞机验证试验对模型进行验证。

7.3.3 设计模型应包括以下输入参数：

- a) 拦阻床的位置和尺寸；
- b) 飞机起落架的设计限制载荷；
- c) 飞机起落架的构型及轮胎参数；
- d) 飞机重量及重心位置；
- e) 飞机冲出跑道时的速度；
- f) 特性材料的力学性能。

7.3.4 设计模型应能预测设计机型的飞机进入拦阻床后的动态响应，其输出结果应包括：

- a) 随时间变化的飞机速度；
- b) 随时间变化的飞机加速度；
- c) 随时间变化的施加在各个起落架上的航向载荷和垂向载荷；
- d) 机上乘员承受的过载；
- e) 拦阻效果（速度下降值或拦停距离）。

### 7.4 设计模型验证试验

#### 7.4.1 飞机验证试验

7.4.1.1 飞机验证试验应满足以下要求：

- a) 试验用机至少包括一种最大起飞重量大于 60 t 的机型；
- b) 每种机型以拦阻床的完整形态进行不少于 3 次拦停试验，试验中飞机冲入拦阻床的速度应分别位于 20 kn~30 kn、40 kn~50 kn、大于 60 kn 三个速度区间；
- c) 测量参数至少应包括拦停距离，以及随时间记录的速度、加速度、各起落架航向载荷和垂向载荷、机上乘员的航向和垂向加速度。

7.4.1.2 试验结果应同时满足以下条件，则判定设计模型合格：

- a) 飞机被拦停在拦阻床内，且拦停距离的模型计算值与测量值的相对误差不超过 10%；
- b) 试验后起落架和飞机结构保持完整。

7.4.1.3 飞机验证试验应确保机上乘员的航向和垂向加速度峰值不超过  $4g$ 。

注： $g$  为重力加速度。

#### 7.4.2 单轮负载验证试验

7.4.2.1 针对设计模型的单轮负载验证试验应满足以下要求：

- a) 试验机轮参数分别与所模拟验证机型的前起落架机轮和主起落架机轮相匹配；
- b) 使用的单元体具有产品完整形态；
- c) 所模拟验证机型的试验状态包括多种负载，包括运行空重、最大起飞重量及 0.8 倍最大着陆重量的情况；
- d) 测量参数包括速度和随时间变化的机轮航向载荷和垂向载荷。

7.4.2.2 设计模型对航向载荷的计算结果与测量结果的平均相对误差不超过 10%，则判定所使用的单元体或所模拟验证机型适用于该设计模型，计算方法见公式（1）：

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|x_i - t_i|}{t_i}}{n} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\bar{e}$ ——平均相对误差，以百分数（%）表示；
- $n$ ——试验次数， $n \geq 6$ ；
- $i$ ——试验编号；
- $x_i$ ——第*i*次试验中航向载荷的模型计算值，单位为牛顿（N）；
- $t_i$ ——第*i*次试验中航向载荷的测量均值，单位为牛顿（N）。

### 7.5 设计报告

设计报告应包含以下内容：

- a) 设计机型列表；
- b) 设计条件；
- c) 拦阻床的位置和尺寸；
- d) 预测的拦阻效果；
- e) 对 EMAS 涉及的场道工程、助航灯光、导航设施、排水工程等的设计方案；
- f) 特性材料的力学性能；
- g) 拦阻床内助航导航设施的易折性要求，即：设施应至少设置两个易折点，其中一个易折点应设置在拦阻床表面之上(0~76 )mm 之间，另一个易折点应在铺筑面之上(0~120) mm 之间。

## 8 安装要求

### 8.1 工程划分

EMAS工程划分为4个单位工程：“场道工程”、“排水工程”、“助航灯光及导航设施工程”和“EMAS安装工程”。每项单位工程的分部工程划分见表1。

表1 EMAS 工程的划分

项次	单位工程	分部工程
1	场道工程	道面、铺筑面
		基础
		土基
2	排水工程	盖板沟
		管沟
		明沟
		其他排水构筑物
3	助航灯光及导航设施工程	助航灯光（改造/预留）
		导航设施（改造/预留）
		标志

表 1 (续)

项次	单位工程	分部工程
4	EMAS安装工程	导流板安装
		拦阻床安装
		拦阻床密封

## 8.2 场道工程

8.2.1 EMAS 场道工程范围包括后置段、拦阻床铺筑区和行车道。

8.2.2 拦阻床铺筑区水泥混凝土面层的整平与做面的做法应符合 MH 5006-2002 中 8.0.5 的规定，但不宜进行拉毛作业。

8.2.3 拦阻床铺筑区表面特性如下：

- a) 应具有良好的平整度，用 3m 直尺测量时，直尺底面与道面表面间的最大空隙不大于 5 mm；
- b) 不应有严重质量缺陷（如断板，严重裂缝、错台、边角断裂，大面积不均匀沉陷、起皮、剥落及露石等）；出现可能对 EMAS 安装质量造成影响的一般质量缺陷时（如局部较小面积的剥落、起皮、露石、粘浆、蜂窝、麻面及灌缝不良），应处理后再进行安装。

## 8.3 排水工程

排水工程施工应符合 MH 5005 的规定。

## 8.4 助航灯光及导航设施工程

8.4.1 EMAS 安装工程前，应完成助航灯光及导航设施的预埋或预留，并通过隐蔽工程验收。

8.4.2 拦阻床铺筑区内的助航灯光及导航设施的基础部分应不高于铺筑面。

## 8.5 EMAS 安装工程

### 8.5.1 施工准备

8.5.1.1 助航灯光及导航设施工程的隐蔽工程、场道工程和排水工程已验收合格。

8.5.1.2 应制定 EMAS 安装工程专项施工方案，对安装人员进行培训，明确安装要求。

### 8.5.2 材料进场检查

检查内容应包括：

- a) 包装及材料完整无损、无变形；
- b) 材料型号、规格和数量应符合装箱清单及设计文件要求；
- c) 产品出厂合格证、质量检测报告及使用说明书等技术文件。

### 8.5.3 材料堆放转运

8.5.3.1 单元体的堆放场地应平整干燥，方便车辆进出，避免装卸及转运车辆发生剧烈颠簸。

8.5.3.2 单元体应按规格型号、使用位置及顺序合理堆放，堆放位置及高度应符合机场运行要求。

8.5.3.3 单元体的转运顺序和进度应安排合理。

8.5.3.4 单元体的外包装物应及时清理出场，保持工作区域清洁，避免影响机场正常运行。

8.5.3.5 应注意保护单元体底面的干净和干燥。

### 8.5.4 测量放线

8.5.4.1 拦阻床的平面控制测量应符合 GB 50026-2007 中二级导线测量的规定。

8.5.4.2 拦阻床的高程控制测量应符合 GB 50026-2007 中三等水准测量的规定。

#### 8.5.5 导流板的安装

8.5.5.1 导流板安装前应检查铺筑面平整度、高程是否符合设计要求。

8.5.5.2 导流板的安装应牢固、位置精确、便于更换。

8.5.5.3 导流板固定装置不应対飞机轮胎造成损害。

8.5.5.4 导流板应喷涂醒目的“禁止踩踏”标志。

#### 8.5.6 拦阻床的安装

8.5.6.1 拦阻床安装的位置、高度、坡度及单元体数量等应符合设计要求。

8.5.6.2 拦阻床安装的工艺和方法应符合设计要求。

8.5.6.3 铺筑面应平整、清洁、干燥。

8.5.6.4 单元体应与铺筑面牢固粘接；相邻单元体间隙及高差应符合设计要求。

8.5.6.5 遇雨雪天气时不应施工，并应采取有效措施对产品 & 作业面进行保护。

#### 8.5.7 拦阻床的密封

8.5.7.1 拦阻床的密封宜采用灌缝密封。

8.5.7.2 对拦阻床密封时，应保持缝槽的清洁干燥。

8.5.7.3 密封材料应饱满、密实且与缝壁粘结牢固。

8.5.7.4 排水、导气装置的位置和数量应符合设计要求，其安装、固定方式应不影响拦阻床的密封。

### 9 验收要求

#### 9.1 验收方法

应符合 MH 5007-2000 中 3.2 及 3.3 规定。

#### 9.2 场道工程验收

9.2.1 EMAS 场道工程水泥混凝土面层的质量检验与评定见表 2。

9.2.2 EMAS 场道工程基础的质量检验与评定应符合 MH 5007-2000 中 4.2 的要求。

9.2.3 EMAS 场道工程土基的质量检验与评定应符合 MH 5007-2000 中 4.3 的要求。

#### 9.3 排水工程验收

EMAS 排水工程的质量检验与评定标准应符合 MH 5007-2000 中第 6 章的要求。

#### 9.4 助航灯光及导航设施工程验收

9.4.1 助航灯光的验收应符合 MH 5012-2010 的要求。

9.4.2 目视助航标志的施工应符合 MH 5012-2010 中第 15 章的要求。

表2 EMAS 场道工程水泥混凝土面层的质量检验与评定

分类	项次	序号	项目	规定值或允许偏差	检测频数	检测方法	规定分
检测项目	保证项目	1	抗折强度 (MPa)	$\geq 4.5$ MPa	按 MH 5007—2000 的附录 A 检测	按 MH 5007—2000 的附录 A 检测	
		2	板厚度 (mm)	不小于 (设计厚度 -5 mm)	每 5 000 $0 \text{ m}^2$ 一处	钻孔取芯或利用灯坑测量	
	一般项目	1	平整度 (mm)	不大于 5	每 3 000 $\text{m}^2$ 一处	3m 直尺法测量	20
		2	相邻板高差 (mm)	不大于 3	每 3 000 $\text{m}^2$ 一处	用尺测量	25
		3	纵横缝直线性 (mm)	不大于 10	每 4 000 $\text{m}^2$ 一处	20m 长线拉直测量	20
4	高程 (mm)	$\pm 5$	每 100 m 测量断面, 每断面 2 点	用水准仪测量	25		
	5	宽度	1/1 000	每 200 m 测量一处	用尺测量	10	
外观鉴定	<p>一般缺陷: 局部较小面积的剥落、起皮、露石、粘浆、印痕、积瘤、发丝裂纹、蜂窝、麻面、灌缝不良、标志错误或不清等。</p> <p>严重缺陷: 断板, 严重裂缝、槽台、边角断裂、大面积不均匀沉陷、起皮、剥落、露石等。</p>						

## 9.5 EMAS 安装工程验收

### 9.5.1 资料验收

应检查以下文件资料:

- 设计文件、设计变更、图纸洽商、会议纪要及施工组织设计等;
- 相关单位及人员资质资格证明文件;
- 产品出厂合格证及所附检测报告、使用说明书、维护手册等;
- 产品规格、单元体数量及备品备件清单;
- 施工过程中的检测报告及测量报验资料等;
- 各阶段验收资料。

### 9.5.2 外观检查

应检查以下内容:

- 单元体数量、位置是否符合设计要求;
- 单元体有无松动;
- 拦阻床密封性是否完好;
- 导流板是否牢固;
- 标志是否清晰完整;
- 排水、导气装置安装是否符合要求;
- 拦阻床上有无外来物。

### 9.5.3 检测项目

EMAS安装工程的质量检验与评定见表3。

表3 EMAS 安装工程的质量检验与评定

分类	项次	项目	规定值或允许偏差	检测频数	检测方法	规定分
检测项目	保证项目	拦阻床长、宽	1/1 000	横向 2 次 纵向 1 次	用钢尺或仪器测量	
	一般项目	相邻单元体高差	≤10 mm	每 2 000 m <sup>2</sup> 一处	用尺测量	50
		拦阻床高程	±10 mm	每 2 000 m <sup>2</sup> 一处	仪器检验	50
外观检查	严重缺陷：单元体整体破坏或遗漏、拦阻床边角缺失及大面积顶盖脱落等。 一般缺陷：局部较小面积的材料松动、顶盖裂缝及灌缝不良等。					

## 9.6 飞行校验

EMAS工程验收通过后，投入使用前，应通过飞行校验。

## 10 使用维护和维修

### 10.1 使用维护

- 10.1.1 应按使用说明书及维护手册对 EMAS 进行维护。
- 10.1.2 如发生有可能对 EMAS 造成损害的情况，机场应随时对 EMAS 进行检查。
- 10.1.3 机场应制定飞机侵入 EMAS 应急预案。
- 10.1.4 机场在 EMAS 使用期内，应保存以下文件和记录：
  - a) EMAS 工程竣工资料及验收记录；
  - b) EMAS 使用说明书和维护手册；
  - c) 使用维护记录及供应商维修记录；
  - d) EMAS 有效性评估报告；
  - e) 飞机侵入 EMAS 应急预案；
  - f) 飞机侵入 EMAS 事件的报告和事后维修报告。

### 10.2 供应商的服务

- 10.2.1 供应商应向机场提供使用说明书和维护手册，并协助机场建立维护方案。
- 10.2.2 EMAS 使用说明书，应包括以下内容：
  - a) 适用范围；
  - b) 标示 EMAS 位置和尺寸的机场平面图；
  - c) 各组成部分的结构和功能；
  - d) 设计寿命；
  - e) 使用注意事项；
  - f) 供应商联系方式。

## 10.2.3 EMAS 维护手册应包括以下内容：

- a) 维护检查项目，见表 4；
- b) 维护周期；
- c) 维护检查指南，包括检查方法、使用工具及注意事项；
- d) 维护检查中发现问题的处理方法；
- e) 特殊情况下的处理程序，如拦阻床浸水、铺筑面开裂、车辆误入及人为损坏等；
- f) 维护检查所需的各种记录文件和表单。

表4 维护检查项目

编号	项目名称	检查内容
1	导流板	面板和侧板有无裂纹或破损； 面板和地面连接有无松脱； 面板与单元体的衔接是否良好； 面板上的警示文字是否清晰。
2	助航灯光及导航设施	与拦阻床表面衔接部分的防水密封是否完好； 标志线是否清晰。
3	拦阻床	是否有不均匀沉降； 单元体是否有松动、移位现象； 填缝料或密封胶是否失效； 防水层是否完好； 是否有鼓泡或塌陷； 是否有水渗入的迹象； 是否有植物滋生； 周边是否有积水； 顶盖是否有破损； 顶盖是否严重老化。
4	后置段及行车道	是否有不均匀沉降； 是否有粉化、剥落、开裂、空洞； 是否有错台、断板。
5	排水沟、周围土面区	检查各部分的高度差是否合理； 有无水倒灌入拦阻床的现象； 排水沟盖有无破损； 排水沟有无堵塞。

10.2.4 供应商应提供足够的维修工具和备品备件，其中单元体备件至少应为设计数量的 1%。

10.2.5 供应商应对机场维护人员提供培训服务。

10.2.6 供应商应及时对机场的维修要求做出响应。

10.2.7 供应商每 5 年应对 EMAS 进行有效性评估，评估时应应对以下项目进行检查：

- a) 基础情况；
- b) 单元体、导流板固定情况；
- c) 顶盖老化情况；
- d) 整体密封情况；

- e) 导流板、排水导气构件情况；
- f) 周边排水情况；
- g) 特性材料的力学性能。

10.2.8 评估报告应对 EMAS 的有效性做出结论，并提出维护建议。

附 录 A  
(规范性附录)  
特性材料性能测试方法和合格判据

## A.1 力学性能测试方法和合格判据

### A.1.1 仪器设备

仪器设备包括:

- a) 电热鼓风干燥箱: 最高工作温度不低于 200 °C, 设定点误差 $\pm 5$  °C;
- b) 电子天平: 称量范围不小于 1 000 g, 分辨力为 0.01 g;
- c) 钢直尺: 测量范围不小于 300 mm, 分度值为 0.5 mm;
- d) 游标卡尺: 测量范围不小于 100 mm, 分度值或分辨力为 0.02 mm;
- e) 压缩杆: 压缩杆端部为直径 $(50.8\pm 0.5)$  mm 的圆形平面, 压缩杆长度不小于 100 mm, 能连接在万能材料试验机上;
- f) 正方体约束框: 内腔尺寸为 $(100\pm 1)$  mm 的金属或塑料框, 上、下表面无约束;
- g) 万能材料试验机: 采样速率不低于 10/s, 压缩速率不低于 500 mm/min, 试样的预期最大载荷应处在该试验机最大试验力的 20%~80% 范围内;
- h) 温湿度计: 温度测量误差 $\pm 1$  °C, 相对湿度测量误差 $\pm 4\%$ 。

### A.1.2 试验环境

温度: 15 °C~30 °C;

相对湿度: 45%~55%。

### A.1.3 试样制备

试样制备步骤如下:

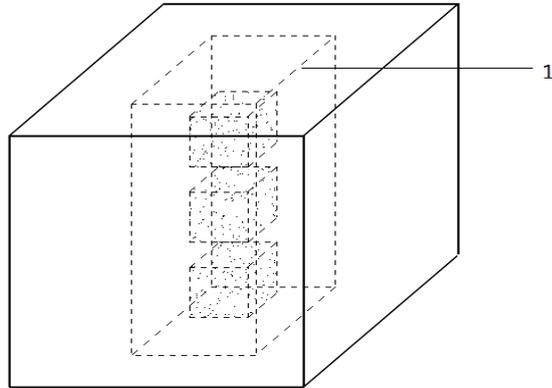
- a) 检查单元体外观, 应无明显裂纹或分层等缺陷;
- b) 用钢直尺测量确定取样区域, 取样区域距单元体上、下表面均不小于 50 mm, 距四周不小于 150 mm;
- c) 在取样区域内切取一组 3 个试样 (见图 A.1), 并标记出每个试样的上表面;
- d) 用钢直尺测量试样尺寸, 每个试样应满足 $(100+1)$  mm  $\times$   $(100+1)$  mm  $\times$   $(100+1)$  mm 的尺寸要求;
- e) 检查试样外观, 应无明显裂纹或缺陷。

### A.1.4 试验步骤

力学性能试验步骤如下:

- a) 试样烘干处理: 将试样放入电热鼓风干燥箱中, 首先加热至 $(40\pm 5)$  °C 并保温 24 h, 然后继续加热至 $(60\pm 5)$  °C 至试样恒重 (用电子天平测量), 其中电热鼓风干燥箱升温速率为 1 °C/min。恒重后停止加热, 待电热鼓风干燥箱内温度自然降至 30 °C 以下;
- b) 将压缩杆与万能材料试验机连接, 并用游标卡尺测量压缩杆端部直径;
- c) 将试样填放在正方体约束框内, 并确保试样标记面朝上;

- d) 将试样放置于压缩杆下方，使试样中心线与压缩杆轴心重合；
- e) 启动万能材料试验机，按 500 mm/min 的压缩速度连续施加载荷，并记录压缩过程中的应力和压溃度。



说明：

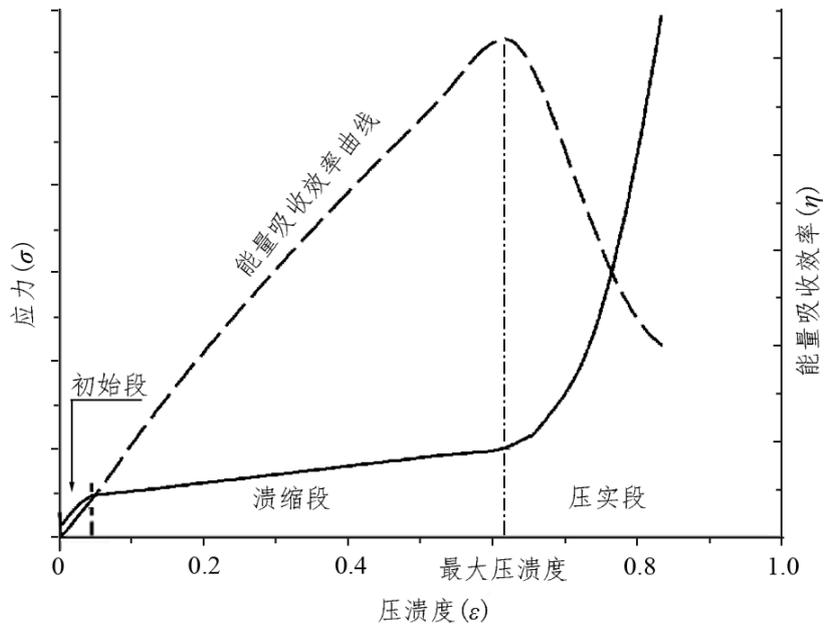
1——取样区域。

图A.1 试样切取位置示意图

### A.1.5 结果计算

#### A.1.5.1 应力—压溃度曲线

典型的应力—压溃度曲线应包括初始段、溃缩段（平台段）和压实段，见图A.2中实线。



图A.2 应力—压溃度曲线及能量吸收效率曲线

压应力按公式 (A.1) 计算:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $\sigma$  —— 试样的压应力, 单位为兆帕 (MPa);
- $F$  —— 试样的压缩载荷, 单位为牛顿 (N);
- $A$  —— 压缩面面积, 单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>)。

试样的压溃度按公式 (A.2) 计算:

$$\varepsilon = \frac{h}{H} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $\varepsilon$  —— 试样的压溃度;
- $h$  —— 试样的压溃深度, 单位为毫米 (mm);
- $H$  —— 试样高度, 单位为毫米 (mm)。

#### A.1.5.2 最大压溃度

在特性材料力学性能试验中, 材料溃缩吸收能量, 期间能量吸收效率最高时的压溃度为最大压溃度, 见图A.2。

能量吸收效率按公式 (A.3) 计算:

$$\eta(\varepsilon) = \frac{1}{\sigma(\varepsilon)} \int_0^{\varepsilon} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- $\eta$  —— 试样溃缩时的能量吸收效率;
- $\sigma$  —— 试样的压应力, 单位为兆帕 (MPa);
- $\varepsilon$  —— 试样的压溃度。

#### A.1.5.3 半溃缩能

试样的半溃缩能为压溃度达到0.5时试样溃缩所吸收的总能量, 按公式 (A.4) 计算:

$$E_c = 10^{-3} \times \int_0^{0.5} \sigma(\varepsilon) \cdot \pi \cdot r^2 \cdot H d\varepsilon \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- $E_c$  —— 试样的半溃缩能, 单位为焦耳 (J);
- $\sigma$  —— 试样的压应力, 单位为兆帕 (MPa);
- $r$  —— 压缩面的半径, 单位为毫米 (mm);
- $H$  —— 试样高度, 单位为毫米 (mm);
- $\varepsilon$  —— 试样的压溃度。

该单元体的半溃缩能  $E_u$  为一组3块试样半溃缩能的平均值。

#### A.1.5.4 单元体间半溃缩能分散度

按A.1.4和A.1.5.3测试和计算n块单元体 ( $n \geq 3$ ) 的半溃缩能。

单元体间半溃缩能分散度为各单元体半溃缩能与单元体半溃缩能平均值的相对偏差的绝对值。

A. 1. 6 合格判据

应力—压溃度曲线应呈三段式（如图A. 2），最大压溃度应不小于0. 6，且单元体间半溃缩能分散度不大于20%。

A. 2 浸水软化测试方法和合格判据

A. 2. 1 仪器设备

仪器设备包括：

- a) A. 1. 1 中的仪器设备；
- b) 水槽；
- c) 温度记录仪或温度计：测温范围 0 ℃～50 ℃，测温误差为±1 ℃。

A. 2. 2 试验环境

温度：15 ℃～30 ℃；  
 相对湿度：45%～55%。

A. 2. 3 试样制备

按A. 1. 3在同一单元体上制作两组试样，分成试验组和对组。

A. 2. 4 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 将两组试样放入温度为（25±5）℃的电热鼓风干燥箱中静置 48 h；
- b) 取一组试样作为试验组，放入水槽内，加水至水面高出试样 30 mm 以上，保持 24 h。用温度记录仪或温度计测量水温，24 h 内水温变化不应超过±2 ℃；
- c) 将试验组试样从水中取出，放置于铁丝网上直至不滴水，用吸水纸吸去表面水分；
- d) 将试验组试样按 A. 1 测试力学性能（不做烘干处理），计算其半溃缩能；
- e) 取另一组未浸水试样作为对照组，按 A. 1 测试力学性能（不做烘干处理），计算其半溃缩能。

A. 2. 5 结果计算

A. 2. 5. 1 半溃缩能软化系数

计算对组试样半溃缩能的平均值  $\overline{E_0}$ 。

试验组试样的半溃缩能软化系数按公式(A. 5) 计算：

$$K_s = \frac{E_c}{E_0} \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

- $K_s$  ——试样的半溃缩能软化系数，精确至0. 01；
- $E_c$  ——浸水后单块试样的半溃缩能，单位为焦耳（J）；

$\overline{E}_0$ ——对比组试样半溃缩能的平均值，单位为焦耳（J）。

## A.2.6 合格判据

试验组各试样的半溃缩能软化系数均应在0.8~1.2范围内。

## A.3 抗冻融性能测试方法和合格判据

### A.3.1 仪器设备

仪器设备包括：

- a) A.1.1 中的仪器设备；
- b) 低温箱或冷冻室：控温范围-30℃~0℃，设定点误差±2℃；
- c) 恒温恒湿箱：设定温度20℃，设定点误差±2℃；相对湿度不低于90%。

### A.3.2 试验环境

温度：15℃~30℃；  
相对湿度：45%~55%。

### A.3.3 试样制备

按A.1.3在同一单元体上制作两组试样，分成试验组和对比组。

### A.3.4 试验步骤

冻融试验步骤如下：

- a) 对两组试样进行烘干处理：将试样放入电热鼓风干燥箱中，先加热至(40±5)℃并保温24h，然后继续加热至(60±5)℃至试样恒重(用电子天平测量)，其中电热鼓风干燥箱升温速率为1℃/min。恒重后停止加热，待电热鼓风干燥箱内温度自然降至30℃以下；
- b) 试样恒温后用电子天平称量，精确至0.1g；
- c) 取一组试样作为试验组，将其置于温度为(20±2)℃、相对湿度不低于90%的恒温恒湿箱中48h，取出后用吸水纸吸去表面水分，将试样用塑料袋分别密封；
- d) 将密封好的试验组试样置于温度为(-20±2)℃的低温箱或冷冻室中，试样间距不小于20mm，6h后将试样移至室温环境静置5h；
- e) 按步骤d)反复进行25次冻融；
- f) 每隔5次循环试验，检查并记录试样的破坏情况，若发现试样出现明显的破坏(如裂纹、大面积脱落等)，应停止试验并记录冻融次数；
- g) 冻融后，将试样从密封袋中取出，按步骤a)进行烘干处理；
- h) 试样恒温后用电子天平称量，精确至0.1g；
- i) 将试验组试样和对比组试样按A.1测试力学性能(不做烘干处理)。

### A.3.5 结果计算

#### A.3.5.1 质量损失率

试样的质量损失率按公式(A.6)进行计算：

$$M = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

- $M$  ——冻融试验后试样的质量损失率;
- $m_1$  ——冻融试验后试样的干质量, 单位为克 (g);
- $m_0$  ——冻融试验前试样的干质量, 单位为克 (g)。

#### A.3.5.2 抗冻系数

计算对比组试样半溃缩能的平均值  $\overline{E_0}$ , 试样的抗冻系数按公式 (A.7) 进行计算:

$$K_f = \frac{E_f}{\overline{E_0}} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

- $K_f$  ——试样的抗冻系数;
- $E_f$  ——冻融试验后单块试样的半溃缩能, 单位为焦耳 (J);
- $\overline{E_0}$  ——对比组试样半溃缩能的平均值, 单位为焦耳 (J)。

#### A.3.6 合格判据

试验组各试样经25次反复冻融试验后, 其质量损失率均不大于5%, 且抗冻系数均在0.8~1.2范围内。

附 录 B  
(规范性附录)  
塑料顶盖性能测试方法和合格判据

## B.1 弯曲性能测试方法

### B.1.1 仪器设备

#### B.1.1.1 试验机

试验机应满足以下要求：

- a) 应符合 GB/T 17200-2008 中 1 级试验机的要求；
- b) 应具有表 B.1 所规定的试验速度。
- c) 试验机使用的支座和压头的位置情况如图 B.1 所示，在试样宽度方向上，支座和压头之间平行度应在  $\pm 0.2$  mm 以内，压头半径为  $(5.0 \pm 0.1)$  mm，支座圆倒角半径为  $(2.0 \pm 0.2)$  mm（试样厚度  $\geq 3$  mm 时）或  $(5.0 \pm 0.2)$  mm（试样厚度  $< 3$  mm 时）。

表 B.1 试验速度的推荐值

速度 $v$ / (mm/min)	最大允许误差 / %
1 <sup>a</sup>	$\pm 20$
2	$\pm 20$
5	$\pm 20$
10	$\pm 20$
20	$\pm 10$
50	$\pm 10$
100	$\pm 10$
200	$\pm 10$
500	$\pm 10$

<sup>a</sup> 厚度在 1 mm 至 3.5 mm 之间的试样，用最低速度。

#### B.1.1.2 其他仪器设备

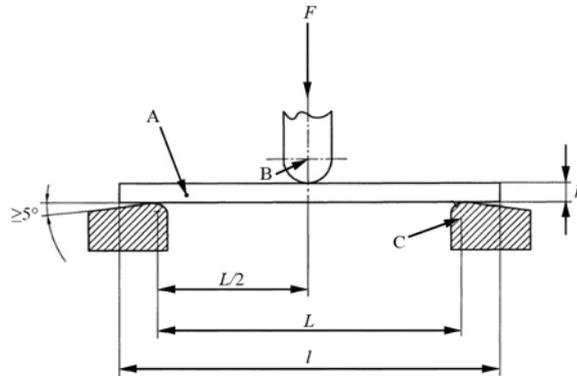
其他仪器设备包括：

- a) 直尺、规尺和平板；
- b) 游标卡尺：测量范围不小于 100 mm，分度值或分辨力为 0.02 mm；
- c) 温湿度计：温度测量误差为  $\pm 1$  °C，相对湿度测量误差为  $\pm 4\%$ ；
- d) 气压计：测量范围 58 kPa~106 kPa，分辨力 0.1 kPa。

#### B.1.2 试验环境

温度：15 °C~30 °C；

相对湿度：45%~55%。



说明：

- A——试样；
- B——压头；
- C——支座
- $h$ ——试样厚度；
- $F$ ——施加力；
- $l$ ——试样长度；
- $L$ ——支座间的跨距

图B.1 顶盖弯曲性能测试装置示意图

### B.1.3 试样制备

步骤如下：

- a) 在顶盖中心部 500 mm×500 mm 的正方形区域内选取试样，每组试样数应不少于 30。取样时不应对顶盖进行减薄处理。若材料为各向异性，应使所选择的试样承受弯曲应力的方向与其产品在使用时承受弯曲应力的方向相同或近似。
- b) 试样尺寸如下：
  - 1) 推荐试样尺寸：长度 ( $l$ ) 为  $(80 \pm 2)$  mm，宽度 ( $b$ ) 为  $(10.0 \pm 0.2)$  mm，厚度 ( $h$ ) 为  $(4 \pm 0.2)$  mm，对于任意一个试样，以试样中心为中点，距中点两侧 1/6 范围内，各处厚度与厚度平均值的偏差应不大于 2%，各处宽度与宽度平均值的偏差应不大于 3%；试样截面应是矩形且无倒角；
  - 2) 其他试样尺寸：当不可能或不希望采用推荐试样尺寸时，应满足试样的长度 ( $l$ ) 和厚度 ( $h$ ) 的比值在 19~21 范围内，GB/T 9341-2008 中 8.3 a)、8.3 b)、8.3 c) 提供的试样除外；试样宽度 ( $b$ ) 则根据试样厚度 ( $h$ ) 确定，见表 B.2；
- c) 借助直尺、规尺和平板，目视检查试样，试样应无扭曲，相对的表面应相互平行，相邻的表面应相互垂直。所有表面和边缘应无刮痕、麻点、凹陷和飞边，不符合的试样应被剔除，并用随机选取的试样来代替；
- d) 用游标卡尺测量试样中部的宽度 ( $b$ ) 和厚度 ( $h$ )，精确到 0.1mm。计算每组试样厚度的平均值  $\bar{h}$ 。厚度  $h$  与平均值  $\bar{h}$  的相对偏差达 2% 的试样应被剔除，并用随机选取的试样来代替。

表 B.2 试样宽度与厚度对应尺寸表

单位为毫米

厚度 ( $h$ )	材料 <sup>a</sup> 的宽度 ( $b$ )
$1 < h \leq 3$	$25.0 \pm 0.5$
$3 < h \leq 5$	$10.0 \pm 0.5$
$5 < h \leq 10$	$15.0 \pm 0.5$
$10 < h \leq 20$	$20.0 \pm 0.5$
$20 < h \leq 35$	$35.0 \pm 0.5$
$35 < h \leq 50$	$50.0 \pm 0.5$

<sup>a</sup> 含有粗粒填料的材料，其最小宽度应为 30 mm。

## B.1.4 试验步骤

试验步骤如下：

- 试样应按其材料标准的规定进行状态调节，若无相关标准，应将试样置于温度  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度  $(50 \pm 5) \%$ ，气压  $(86 \sim 106) \text{ kPa}$  的环境中，持续时间至少 88 h；
- 按公式 (B.1) 计算支座间跨距  $L$ ：

$$L = 16 \times \bar{h} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$L$ ——支座间的跨距，单位为毫米 (mm)；  
 $\bar{h}$ —— 每组试样厚度的平均值，单位为毫米 (mm)。

- 根据上述计算结果调节测试装置支座间的跨距使其在  $(1 \pm 0.5\%) L$  的范围内；
- 按受试材料标准的规定设置试验速度，若无相关标准，则从表 B.1 中选一速度值作为试样的试验速度，使试样弯曲应变速率尽可能接近  $1\%/min$ ，对于符合 B.1.3 中推荐试样尺寸的试样，给定的试验速度为  $2 \text{ mm}/min$ ；
- 把试样对称放在两个支座上，在支座间跨距的中心位置施加压力，直至试样断裂，记录试验过程中的应力和压溃深度数据；
- 试样在跨度中部  $1/3$  外断裂的试验结果应予作废，并应重新取样继续进行试验。

## B.1.5 计算结果

弯曲强度按公式 (B.2) 计算：

$$\sigma = \frac{3FL}{2bh^2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$\sigma$  —— 试样的弯曲强度，单位为兆帕 (MPa)，精确至  $0.01 \text{ MPa}$ ；  
 $F$  —— 试样在弯曲过程中承受的最大力，单位为牛顿 (N)；  
 $L$  —— 支座间跨距，单位为毫米 (mm)；  
 $b$  —— 试样宽度，单位为毫米 (mm)；  
 $h$  —— 试样厚度，单位为毫米 (mm)。

## B.2 耐高低温性能测试方法和合格判据

### B.2.1 仪器设备

仪器设备包括：

- a) B.1.1 中的仪器设备；
- b) 高低温试验箱：控温范围-40℃~100℃，设定点误差为±3℃。

### B.2.2 试验环境

温度：15℃~30℃；  
相对湿度：45%~55%。

### B.2.3 试样制备

按 B.1.3 要求制作两组试样，分成试验组和对比组。

### B.2.4 试验步骤

高低温试验步骤如下：

- a) 试样应按其材料标准的规定进行状态调节，若无相关标准，应将试样置于温度（23±2）℃，相对湿度（50±5）%，气压（86~106）kPa 的环境中，持续时间至少 88 h；
- b) 将试样编号；
- c) 将装好夹具的高低温试验箱调至试验温度（高温试验温度 70℃，低温试验温度-30℃）；
- d) 安装试验组试样，调温介质应与试样工作段充分接触，并对试验结果无影响；
- e) 在试验温度下保温 2 h；
- f) 按 B.1 对两组试样进行弯曲性能测试（不做状态调节处理）。

### B.2.5 试验结果

#### B.2.5.1 弯曲强度变化率

试验组试样弯曲强度变化率按公式（B.3）计算：

$$R_f = \left| \frac{\overline{\sigma_0} - \overline{\sigma_1}}{\overline{\sigma_0}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- $R_f$  —— 试验组试样弯曲强度的变化率，精确到0.01；
- $\overline{\sigma_1}$  —— 试验组试样弯曲强度的平均值，单位为兆帕（MPa）；
- $\overline{\sigma_0}$  —— 对比组试样弯曲强度的平均值，单位为兆帕（MPa）。

#### B.2.5.2 试样外观

采用目测方式检查试样下列外观变化：

- a) 试样表面颜色和光泽是否出现变化；
- b) 试样表面是否出现微裂纹或开裂；
- c) 试样表面是否起泡或有凹陷；
- d) 试样表面是否有易于擦掉的物质；

- e) 试样表面是否发黏；
- f) 试样是否分层、翘曲或出现其他变形；
- g) 试样是否部分被熔化或溶解。

### B.2.6 合格判据

试验组试样外观无明显变化，且弯曲强度的变化率不大于20%。

## B.3 耐盐雾性能测试方法和合格判据

### B.3.1 仪器设备

仪器设备包括：

- a) 盐雾试验箱：应符合GB/T 1771-2007第4章的要求；
- b) B.1.1中的仪器设备；
- c) pH计：分辨力0.1 pH；
- d) 电子天平：称量范围不小于1 000 g，分辨力为0.01 g；
- e) 温度记录仪或温度计：测温范围0℃~50℃，测温误差为±1℃。

### B.3.2 试验试剂

氯化钠水溶液：浓度为(50±5) g/L，pH值为6.5~7.2。

### B.3.3 试验环境

温度：15℃~30℃；  
相对湿度：45%~55%。

### B.3.4 试验条件

试验条件如下：

- a) 试验温度：(35±2)℃；
- b) 盐雾沉降速率：经过24 h后，在8 000 mm<sup>2</sup>的水平收集面上计算得到盐雾沉降速率为(1~2) mL/8 000 mm<sup>2</sup>·h；

### B.3.5 试样制备

按B.1.3要求制作两组试样，分成试验组和对比组。

### B.3.6 试验步骤

耐盐雾试验的步骤如下：

- a) 试样应按其材料标准的规定进行状态调节，若无相关标准，应将试样置于温度(23±2)℃，相对湿度(50±5)%，气压(86~106) kPa的环境中，持续时间至少88 h；
- b) 用电子天平称量试样质量  $m_0$ ；
- c) 用游标卡尺测量每个试样四个标记点处的厚度（精确到0.01 mm），并逐一测量正方形或矩形的四个边长（精确到0.01 mm）；
- d) 将试样暴露在B.3.3规定的盐雾环境中；

- e) 暴露480 h后，立即用蒸馏水或去离子水冲洗试样并擦干，然后置于温度为(23±2)℃的密闭容器中4 h；
- f) 检测试样外观；
- g) 用电子天平称量试样的质量  $m_1$ ，精确到0.01 g；
- h) 按步骤c) 测量试验组试样的尺寸；
- i) 按B.1测试试验组和对比组的弯曲强度。

**B.3.7 试验结果**

**B.3.7.1 试样外观**

按 B.2.5.2 检查试样外观。

**B.3.7.2 质量变化率**

试验组试样质量变化率按公式 (B.4) 计算：

$$R_m = \left| \frac{m_0 - m_1}{m_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

- $R_m$ ——试样的质量变化率，精确到0.01；
- $m_1$ ——试验后试样的质量，单位为克(g)；
- $m_0$ ——试样的初始质量，单位为克(g)。

计算试验组试样质量变化率的平均值  $\overline{R_m}$ （精确到0.1%）。

**B.3.7.3 尺寸变化率**

试验组试样的尺寸变化率分别按公式 (B.5)、公式 (B.6) 和公式 (B.7) 计算：

$$R_l = \left| \frac{l_0 - l_1}{l_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

- $R_l$ ——试样的长度变化率，精确到 0.01；
- $l_1$ ——试验后试样的长度，单位为毫米(mm)；
- $l_0$ ——试样的初始长度，单位为毫米(mm)。

$$R_b = \left| \frac{b_0 - b_1}{b_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

- $R_b$ ——试样的宽度变化率，精确到 0.01；
- $b_1$ ——试验后试样的宽度，单位为毫米(mm)；
- $b_0$ ——试样的初始宽度，单位为毫米(mm)。

$$R_h = \left| \frac{h_0 - h_1}{h_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

$R_h$  ——试样的厚度变化率，精确到 0.01；

$h_1$  ——试验后试样的厚度，单位为毫米(mm)；

$h_0$  ——试样的初始厚度，单位为毫米(mm)。

计算试验组试样尺寸变化率的平均值  $\overline{R_l}$ 、 $\overline{R_b}$  和  $\overline{R_h}$ （精确到0.1%）。

#### B.3.7.4 弯曲强度变化率

按B.2.5.1计算试验组试样弯曲强度变化率。

#### B.3.8 合格判据

试验组试样外观无明显变化，质量变化率和尺寸变化率的平均值均不大于2%，且弯曲强度变化率不大于20%。

### B.4 耐除冰防冰剂性能测试方法和合格判据

#### B.4.1 仪器设备及器具

仪器设备及器具包括：

- a) B.1.1 中的仪器设备；
- b) 250mL 玻璃烧杯；
- c) 密闭容器，能控制温度并保持温度恒定；
- d) 低温水浴恒温箱：工作温度范围为 0℃~100℃，设定点误差为±1℃；
- e) 称量瓶；
- f) 电子天平：称量范围不小于 1 000 g，分辨力为 0.01 g；
- g) 气压计：测量范围 58 kPa~106 kPa，分辨力 0.1 kPa。

#### B.4.2 试验试剂

符合GB/T 20856、GB/T 20857、MH/T 6069或GB/T 25356要求的至少一种除冰防冰剂。

#### B.4.3 试验环境

温度：15℃~30℃；

相对湿度：45%~55%。

#### B.4.4 试验条件

试验条件如下：

- a) 除冰防冰剂浸泡的温度：(5±1)℃；
- b) 固体除冰防冰剂水溶液浓度：饱和水溶液；
- c) 除冰防冰剂溶液量：每平方毫米（试样的表面积）不少于 0.08 mL。

#### B.4.5 试样制备

按B. 1. 3制作两组试样，分成试验组和对比组。

#### B. 4. 6 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 试样应按其材料标准的规定进行状态调节，若无相关标准，应将试样置于温度 $(23 \pm 2)$  °C，相对湿度 $(50 \pm 5)$  %，气压 $(86 \sim 106)$  kPa的环境中，持续时间至少88 h；
- b) 用电子天平称量试样的质量 $m_0$ ，精确到0.01 g；
- c) 用游标卡尺测量每个试样的四个标记点处的厚度，精确到0.01 mm。逐一测量正方形或矩形的边长，精确到0.1 mm；
- d) 试验组试样放置于密闭容器中，在符合B. 4. 4规定的除冰防冰剂溶液中浸泡24 h，试样表面不能相互接触且不与容器壁及所系重物有所接触；
- e) 从试液中取出试样后，恢复至 $(23 \pm 2)$  °C，然后用对试样没有影响的挥发性溶剂清洗（如轻质石脑油），再用滤纸或无绒棉布擦拭试样表面；
- f) 检查试样外观；
- g) 将试验组试样放入称量瓶中，用盖子密封后，称量试样的质量 $m_t$ ，精确到0.01 g；
- h) 按步骤c)进行试验组试样的尺寸测量；
- i) 按B. 1测量试验组试样和对比组试样的弯曲强度。

#### B. 4. 7 试验结果

##### B. 4. 7. 1 试样外观检查

按B. 2. 5. 2检查试样外观。

##### B. 4. 7. 2 质量变化率

按B. 3. 7. 2计算试样质量变化率的平均值 $\overline{R_m}$ （精确到0.01）。

##### B. 4. 7. 3 尺寸变化率

按B. 3. 7. 3计算试样尺寸变化率的平均值 $\overline{R_l}$ 、 $\overline{R_b}$ 和 $\overline{R_h}$ （精确到0.01）。

##### B. 4. 7. 4 弯曲强度变化率

按B. 2. 5. 1计算试验组试样弯曲强度变化率。

#### B. 4. 8 合格判据

试验组试样外观无明显变化，质量变化率平均值和尺寸变化率平均值均不大于2%，且弯曲强度变化率不大于20%。

#### B. 5 抗紫外线性能测试方法和合格判据

##### B. 5. 1 仪器设备

仪器设备如下：

- a) 配置日光滤光器的氙弧灯试验设备：符合GB/T 16422. 2-2014第4章要求；

b) B. 1. 1中的仪器设备。

### B. 5. 2 试验环境

温度：15 °C~30 °C；

相对湿度：45%~55%。

### B. 5. 3 试验条件

试验条件如下：

- a) 辐照度：宽带（300 nm~400 nm）辐照度（ $60 \pm 2$ ）W/m<sup>2</sup>或窄带（340 nm）辐照度（ $0.51 \pm 0.02$ ）W/m<sup>2</sup>；
- b) 黑标温度：（ $65 \pm 3$ ）°C；
- c) 相对湿度：（ $50 \pm 10$ ）%；
- d) 暴露持续时间：1 000 h 连续光照；
- e) 暴露期间的喷淋循环：每次喷淋时间（ $18.0 \pm 0.5$ ）min，两次喷淋之间的时间间隔（ $102.0 \pm 0.5$ ）min，且喷淋时持续辐照。

### B. 5. 4 试样制备

按B. 1. 3制作两组试样，分成试验组和对比组。

### B. 5. 5 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 将试验组试样以不受任何外加应力的方式固定在试样架上，并做标记。标记不应出现在后续试验暴露的位置上，且不易被擦除；
- b) 将试样放入氙弧灯试验设备前，应确保设备在要求的试验条件下（见 B. 5. 3）运行，在整个暴露过程中应维持试验条件不变，应尽量减少设备检修和试样检查引起的试验中断；
- c) 对试样进行设定周期的连续暴露和喷淋循环（见 B. 5. 3）；
- d) 取出试样，检查外观；
- e) 按 B. 1 测量试验组试样和对比组试样的弯曲强度。

### B. 5. 6 试验结果

#### B. 5. 6. 1 外观检查

按B. 2. 5. 2检查试样外观。

#### B. 5. 6. 2 弯曲强度变化率

按B. 2. 5. 1计算试验组试样弯曲强度变化率。

#### B. 5. 6. 3 合格判据

试验组试样外观无明显变化，且弯曲强度变化率不大于20%。

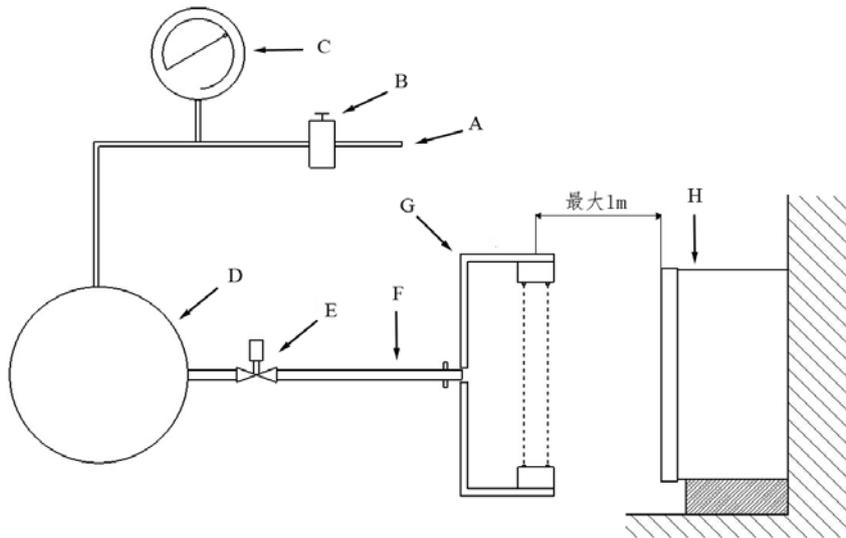
附 录 C  
(规范性附录)  
拦阻床性能测试方法和合格判据

C.1 抗冰雹试验测试方法和合格判据

C.1.1 仪器设备和装置

仪器设备和装置包括:

- a) 冰球浇铸模具: 可制作直径为 25 mm 的冰球;
  - b) 冷冻箱: 控温范围 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 设定点误差 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - c) 冰球存储容器: 控温范围 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 设定点误差 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - d) 水平气压发射器: 驱动冰球以一定速度, 垂直撞击试样指定位置;
  - e) 试样支架: 安装时使撞击表面与所发射冰球的路径垂直;
  - f) 电子天平: 称量范围不小于 1 000 g, 分辨力为 0.01 g;
  - g) 测速器: 最大允许误差为 $\pm 2\%$ , 速度传感器距试验组件表面 1 m 以内;
  - h) 游标卡尺: 测量范围不小于 100 mm, 分度值或分辨力为 0.02 mm;
- 典型的冰雹试验装置见图 C.1。



说明:

- A—进气管;
- B—调节器;
- C—气压表;
- D—储气室;
- E—快速开启的电磁阀;
- F—可更换的枪管;
- G—光电测速系统;
- H—EMAS单元体。

图C.1 冰雹试验设备示意图

### C.1.2 试验环境

温度：15 °C~30 °C；  
相对湿度：45%~55%。

### C.1.3 试验条件

试验条件如下：

- 冰球直径：(25.00±1.25) mm；
- 冰球质量：(7.53±0.37) g；
- 冰球发射速度：(23.00±1.15) m/s；
- 冰球撞击角度：90° ±4.5°。

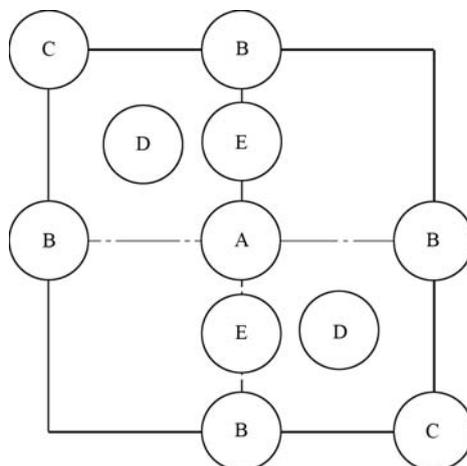
### C.1.4 试样制备

试样（单元体）数量不少于3个。

### C.1.5 试验步骤

抗冰雹试验步骤如下：

- 用冰球浇铸模具和-10 °C的冷冻箱制备符合C.1.3规定的数量足够的冰球；
- 目视检查冰球无裂纹，用游标卡尺测量每个冰球的直径，用电子天平测量每个冰球的质量，并放置在-4 °C的冰球存储容器中至少1 h；
- 调整试验装置，向模拟靶试射冰球，调节水平气压发射器，使测速器测量的冰球速度符合要求的冰球发射速度（见C.1.3）；
- 在试样支架上安装试样，使试样碰撞面为顶盖表面，并与冰球的撞击路径垂直；根据顶盖结构和工艺，在顶盖表面选择包括最易损坏点在内的多个碰撞点，碰撞点个数不应少于11（见图C.2）；
- 将冰球从冰球存储容器内取出并放入水平气压发射器，瞄准图C.2中指定的一个撞击位置发射。冰球从容器内取出到撞击在试样上的时间应不大于60 s；
- 检查试样的撞击区域，标出损坏情况并记录。撞击区域与指定位置偏差应小于10 mm；
- 如果试样未受损，应重复步骤e)和f)对图C.2中的其他位置进行撞击，直至完成图C.2所有位置的撞击试验；如果试样在某个撞击位置出现损坏，应停止试验。



图C.2 冰雹在单元体上的撞击位置示例

说明:

- A——试验样件中心直径40 mm圆内;
- B——试验样件侧边40 mm内;
- C——试验样件一角,距边框40 mm内;
- D——距离试验样件两条边250 mm处;
- E——中线上距离边线250 mm处。

图C.2 (续)

### C.1.6 合格判据

目视检查,试验后所有试样无明显的裂纹或凹陷。

## C.2 抵抗飞机喷气尾流能力测试方法和合格判据

### C.2.1 测试方法

试验应尽可能模拟EMAS使用时最不利的状态,且应满足下列条件:

- a) 使用真实大型客运飞机或风洞进行试验;
- b) 采用或模拟飞机发动机最大起飞推力状态下的尾流吹袭强度;
- c) 试验选用的拦阻床构型与实际应用的拦阻床构型相同或采用更不利于抵抗飞机喷气尾流的拦阻床构型;
- d) 连续吹袭时间不小于 60 s;
- e) 试验中记录试验拦阻床端部的尾流速度和温度。

### C.2.2 合格判据

拦阻床无任何移动、破损或融化,则认为试验拦阻床在对应试验条件下具有合格的飞机喷气尾流抵抗能力。