

Q/AX

北京奥星雅博科技发展有限公司企业标准

Q/AX007-2019

航空航天用耐久铝蜂窝芯材规范

2019-02-28 发布

2019-03-01 实施

北京奥星雅博科技发展有限公司发布

前 言

为保证公司产品质量，更好地为用户服务，落实本公司“以质量为核心，以创新为动力，与员工共进步，与客户共繁荣”的质量方针，本标准的编写是根据提出单位的要求，参照HB 5443-90《夹层结构用耐久铝蜂窝芯材规范》而制定的。

本标准对HB5443-90的应用标准进行了更新。

考虑国内航空航天主机厂的使用习惯以及国内铝箔厂的现实情况，本标准只保留了HB5443标准中的II类铝合金箔。

本标准针对宇航应用中的穿孔蜂窝芯进行了特别规定。

本标准起草单位：北京奥星雅博科技发展有限责任公司。

本标准主要起草人：冯伟、孙东春、刘海龙

航空航天用耐久铝蜂窝芯材规范

1 主题内容与范围

本规范规定了夹层结构用耐久铝蜂窝芯材的技术要求，作为科研、生产、采购和使用的依据。

本规范适用于航空、航天和其他系统主承力和次承力胶接夹层结构使用的铝蜂窝芯材。

2 引用标准

GB/T 3198 铝及铝合金箔

GB/T 2943 胶粘剂术语及其定义

GJB 130.1 胶接铝蜂窝芯子性能试验方法总则

GJB 130.2 铝蜂窝芯子密度测定方法

GJB 130.3 胶接铝蜂窝芯子节点强度试验方法

GJB 130.5 胶接铝蜂窝夹层结构和芯子平面压缩性能试验方法

GJB 130.6 胶接铝蜂窝夹层结构和芯子平面剪切试验方法

3 分类

铝蜂窝芯材以未拉伸的蜂窝叠层板或已拉伸的蜂窝芯块状态供应。芯材分类如下：

M类 在-55~100℃长期使用；

H类 在-110~175℃长期使用；

注：M类使用中温固化节点胶，H类使用高温固化节点胶。

4 技术要求

4.1 基本要求

提供的铝蜂窝芯材应是符合本规范的规定的合格的产品。

4.2 材料要求

构成芯材的材料应符合相应的规范和本规范的规定。

4.2.1 铝合金箔

制造芯材的铝合金箔（简称铝箔）牌号为5A02-H18应符合GB/T 3198的要求。

4.2.2 铝箔的表面处理

芯材应由经磷酸阳极化处理并浸涂耐腐蚀底胶的铝箔制成。

4.2.3 胶粘剂

用于胶接铝箔形成芯格的胶粘剂应能使制成的芯材符合本规范的要求。

4.3 芯材的物理性能

芯材的物理性能应符合表 1 的要求。经表面处理后的铝箔厚度公差应符合 GB/T 3198 的要求。

4.4 芯材的力学性能

4.4.1 平面压缩强度

平面压缩强度的平均值应不低于表 4 中规定的相应的指标值，最小单个值不低于表 4 中规定的相应的指标值的百分之九十。

穿孔蜂窝芯材相应指标按表 4 下浮 95%计算。

平面压缩强度检验如有不满足表 4 中相应要求时，容许按试样实测密度计算的平面压缩强度作为检验指标；实测密度的压缩强度指标可以表 4 中相应的数据用内插法计算。

4.4.2 剪切强度

剪切强度(包括纵向和横向剪切强度)的平均值应不低于表 4 中规定的相应指标值。最小单个值不低于表 2 中规定相应指标值的百分之九十。

穿孔蜂窝芯材相应指标按表 4 下浮 95%计算。

4.4.3 节点强度

铝蜂窝芯材的节点强度的平均值和最小单个值应符合表 2 的要求。

4.5 芯材的耐腐蚀性能

铝蜂窝芯材经连续 30d 盐雾试验后，芯材外露铝箔表面单位面积的重量损失不大于 $0.135\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

4.6 芯材外观

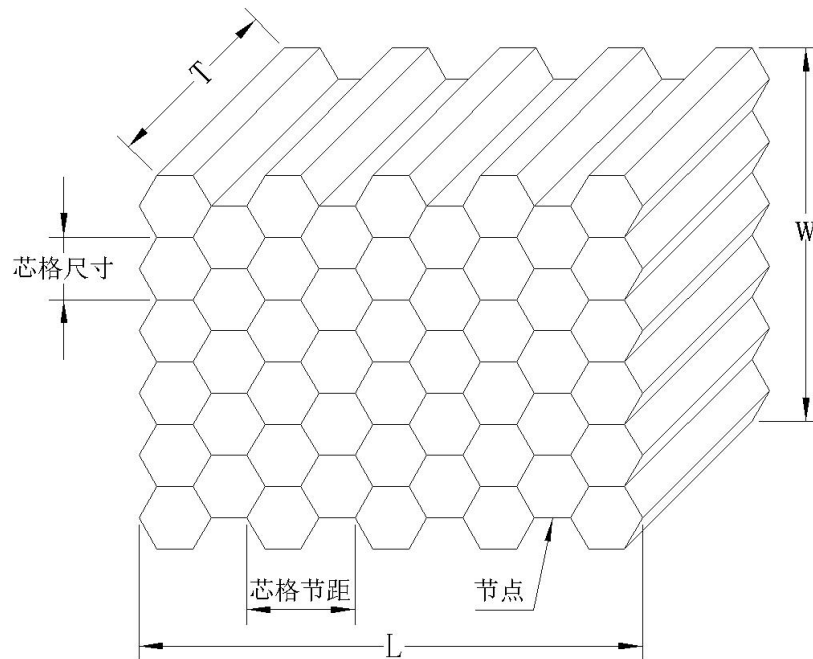


图 1 蜂窝芯典型立体外形

L——纵向（平行于节点胶条）

W——横向

T——厚度

4.6.1 基本要求

芯材经拉伸后，芯格的形状应呈正六边形。芯材应洁净。没有润滑脂、油、修整下来的碎屑和杂质。如果芯材以未拉伸状况供应，则经拉伸后，应符合本规范的要求。

4.6.2 穿微孔

对于宇航等特殊工作环境要求穿孔的，穿孔孔径 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ ，间距 $5\sim 7\text{mm}$ 。

4.6.3 双箔

已拉伸的芯材若有双箔（即两张铝箔紧贴或粘在一起），则两条双箔间的横向距离不应小于 200mm。

4.6.4 目视疵点

芯材的目视疵点不应超过表 3 中相应芯格边长所规定的范围。

5 试验方法

芯材的性能试验方法应按 GJB130.1 规定，若另有规定除外。

5.1 芯材密度

按 GJB 130.2 的规定。

5.2 芯格尺寸

芯格的公称尺寸如图 1 所示。试样取自已拉伸的适宜尺寸和形状的蜂窝芯块。在六个任选位置上用游标卡尺测量横行内 10 个芯格间的距离，精确到 0.3mm。芯材的尺寸为测量距离的十分之一，并取计算结果的平均值。

5.3 芯格节距

芯格的公称节距如图 1 所示。试样取自已拉伸的适宜尺寸和形状的蜂窝芯块。在六个任选位置上用游标尺寸测量在纵向一行内 10 个芯格的节距，精确到 0.3mm。芯材的芯格节距为测量距离的十分之一，并取计算结果的平均值。

5.4 铝箔的厚度

试样取自已拉伸的适宜尺寸和形状的蜂窝芯块。铝箔的厚度可用千分尺进行测量，精确到 0.003mm。但不能在有胶层处测量。铝箔厚度取 10 个测量值的平均值。

5.5 平面压缩强度

芯材平面压缩强度试验按 GJB 130.5 规定，并按本规范表 4 中规定的相应当试验条件进行。

使用耐热胶粘剂胶接的蜂窝夹层板稳定性平面压缩强度试样，平面压缩强度试样的面板应是厚度为 0.5mm 的铝合金板材。

5.6 剪切强度

芯材的剪切强度（包括纵向和横向）试验按 GJB130.6 规定，并按本规范表 2 中规定的相应的试验条件进行。试样应粘接在加载板上。

5.7 节点强度

芯材的节点强度试验按 GJB130.3 的规定，并按本规范表 2 中规定的试验条件进行。

芯材进行沸水煮试验时，应将芯材完全浸入沸腾的蒸馏水或去离子水中，保持 120 ± 5 min。并取出并冷却至室温后，测定芯材试样的节点强度。

5.8 耐腐蚀性能

芯材耐腐蚀性能用连续 30d 盐雾试验方法评定。芯材耐盐雾方法见附录 A。

6 检验规则

6.1 检验职责

除非合同或定货单另有规定。供应方有责任履行本规范规定的全部检验要求。供应方可以利用自己的试验室或任何其他适当的设施来完成规定的检验要求。为了保证芯材符合规定的要求。订货方认为必要时，有权按本规定的任一检验项目进行检验。

6.2 验收检验

6.2.1 取样

应自每一检验批中随机选取足够的样品进行试验。当客户有要求时，每种样品分为二等份，一份用作验收，另一份留做必要的复验。

6.2.2 检验与验收准则

按合同或定货单提交的每一检验批样品应进行下列各项验收检验。

6.2.2.1 目视检验

每块芯材均应进行目视检验。目视检验项目包括：芯格形状、双箔和目视疵点等项。

目视检验应符合第 4.6 节及表 3 的要求。

6.2.2.2 物理性能

应符合表 1 的规定。铝箔厚度是否检验在定货单中规定。

6.2.2.3 节点强度

铝蜂窝芯材对节点强度进行试验，M 类芯材需进行室温条件试验，H 类芯材除了需进行室温条件试验外，还应进行沸水煮 2h 试验条件试验，试验结果应符合表 2 的相应规定。

6.2.2.4 耐腐蚀性能

芯材的耐腐蚀性能按第 5.8 节的规定，每年应当至少进行一次检验。

6.2.2.5 其他性能

依据 HB5443-90, 验收检验不对平压强度和剪切强度做测试, 除非客户有特殊要求。本标准要求公司每年应对常用规格做一次表 4 所列性能的全面测试, 必要时提供用户作为参考。

6.2.3 复验规则

检验结果任一不符合规定要求时, 则应取留作复验用的芯材样品进行重复试验。如果复验结果仍不符合要求, 则该批芯材应拒收, 复验后拒收的芯材不得重新提交验收。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 产品标志

供应方对每种芯材给予的标志应包括下述内容:

- a. 芯材名称及代号: 本规范规定的 M 类型材标示为 AXLM, 本规范规定的 H 类型材标示为 AXLH。
- b. 指定的密度;
- c. 芯格公称边长;
- d. 铝箔的公称厚度;
- e. 按标准规定的铝箔名称及状态;
- f. 穿孔状态(P) ;

标志表示方式: “芯材名称及代号-指定的密度-芯格公称边长-铝箔的公称厚度(铝箔名称及状态)-穿孔状态”。

例如: 以 H 类公称厚度为 0.05 的 5A02-H18 铝箔用拉伸法制成的芯格公称边长为 3mm。公称密度为 68Kg/m³的 H 类穿孔芯材标志代号如下:

“AXLH-68-3-0.05(5A02-H18)-P”。

注：P表示铝箔穿微孔，不穿孔时，P不标注。

7.2 包装、运输和贮存

7.2.1 拉伸或未拉伸的芯材包装时，应保证芯材在贮存和运输过程中，保持平直，避免重压和弯曲。

7.2.2 拉伸开的铝蜂窝芯，张与张之间应有合适的隔离层避免互相滑擦损伤。

7.2.3 包装箱应做防雨水保护。

7.2.4 包装箱上应标明芯材的批号、代号、重量、供应方、制造日期。注明“小心轻放”字样，并有防潮标志。

7.2.5 包装箱内应附有产品合格证。其内容应包括：

- a 供应方名称；
- b 芯材代号(见 7.1)；
- c 制造日期、批号；
- d 说明符合本规范要求的试验数据；
- e 加盖质量检验专用章；

7.2.6 订货方收到产品后，应检查包装是否完好和产品有无腐蚀现象。如性能和质量有问题，应在三个月内向供应方提出异议。

7.2.7 芯材应贮存在温度为 10~30℃,相对湿度不大于 65%的清洁、明亮、通风的环境中，防止潮湿及腐蚀气氛的影响。

表 1 芯材的物理性能

项目	公差范围	试验章节
密度	在公称尺寸的±10%之内。	5.1
芯格尺寸	在公称尺寸的±10%之内。	5.2
芯格节距	在公称尺寸的正20%~-10%之内。	5.3

表 2 铝蜂窝芯材的节点强度

公称 密度 Kg/m ³	室温 (23±5℃)		沸水煮 2h 后		150±5℃ (H类)		175±5℃ (H类)	
	平均值 KN/m	最小 单个值 KN/m	平均值 KN/m	最小 单个值 KN/m	平均值 KN/m	最小 单个值 KN/m	平均值 KN/m	最小 单个值 KN/m
27 ~140	1.43	1.32	1.32	1.25	0.64	0.60	0.55	0.50

表 3 铝蜂窝目视疵点 (每 900cm² 面积上允许的最大数量)

疵点类型	芯格边长 mm			
	2	3	4	5
松散的金属碎屑	40	25	15	6
未粘合的节点	2	2	2	2
芯格壁开裂	0	0	0	0
芯格壁横向皱折	0	0	0	0

表 4 铝蜂窝芯材的平面压缩强度和剪切强度

公称 密度 kg/m ³	芯材规格 (铝箔厚 度/ 芯格 边长)	室温(23±5°C)			150±5°C (H类)			175±5°C (H类)		
		平面 压缩 强度 MPa	纵向 剪切 强度 MPa	横向 剪切 强度 MPa	平面 压缩 强度 MPa	纵向 剪切 强度 MPa	横向 剪切 强度 MPa	平面 压缩 强度 MPa	纵向 剪切 强度 MPa	横向 剪切 强度 MPa
27	0.03/5	0.53	0.44	0.24	0.35	0.32	0.17	0.33	0.31	0.16
31	0.04/5	0.66	0.53	0.30	0.43	0.39	0.21	0.41	0.37	0.20
33	0.03/4	0.73	0.58	0.33	0.49	0.43	0.23	0.46	0.41	0.22
39	0.04/4	0.98	0.75	0.43	0.66	0.54	0.29	0.63	0.52	0.28
41	0.05/5	1.07	0.80	0.47	0.74	0.59	0.33	0.70	0.57	0.31
44	0.03/3	1.18	0.89	0.52	0.83	0.65	0.36	0.79	0.62	0.34
49	0.06/5	1.43	1.03	0.60	0.99	0.76	0.42	0.94	0.73	0.40
52	0.04/3	1.60	1.15	0.67	1.10	0.84	0.46	1.05	0.80	0.44
53	0.05/4	1.65	1.18	0.69	1.14	0.87	0.47	1.08	0.83	0.45
61	0.06/4	2.07	1.48	0.86	1.22	1.08	0.59	1.13	1.04	0.56
66	0.03/2	2.39	1.70	1.00	1.65	1.24	0.68	1.57	1.19	0.65
67	0.08/5	2.45	1.74	1.02	1.69	1.27	0.70	1.61	1.22	0.67
68	0.05/3	2.50	1.78	1.04	1.73	1.30	0.72	1.64	1.25	0.68
77	0.04/2	3.10	2.18	1.25	2.13	1.59	0.85	2.02	1.53	0.81
81	0.06/3	3.35	2.37	1.33	2.32	1.73	0.91	2.20	1.66	0.86
84	0.08/4	3.57	2.50	1.42	2.44	1.83	0.97	2.32	1.75	0.92
85	0.10/5	3.67	2.54	1.49	2.48	1.86	1.01	2.35	1.78	0.96
95	0.05/2	4.44	3.00	1.89	3.04	2.19	1.22			
106	0.10/4	5.29	3.51	2.12	3.65	2.56	1.45	3.47	2.46	1.38
110	0.08/3	5.47	3.68	2.23	3.78	2.69	1.53	3.59	2.58	1.45
140	0.10/3	8.53	4.99	2.98	5.88	3.65	2.04	5.59	3.50	1.94

表 5 铝蜂窝芯材验收试验项目及试样数量

芯材性能		试验项目和试验条件	芯材类型	试样数量(件)	参照的试验章节	应符合的章节及说明
物理性能		芯材密度	M、H	5	5.1	4.3 和表 1
		芯格尺寸	M、H	1	5.2	4.3 和表 1
		芯格节距	M、H	1	5.3	4.3 和表 1
		铝箔厚度	M、H	1	5.4	4.3
力学性能	平面压缩强度	室温(23±5°C)	M、H	5	5.5	4.4.1 和表 4
		150±5°C	M、H	5	5.5	4.4.1 和表 4 同规格每年一次
		175±5°C	H	5	5.5	4.4.1 和表 4 同规格每年一次
	纵向剪切强度	室温 (23±5°C)	M、H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
		150±5°C	M、H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
		175±5°C	H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
	横向剪切强度	室温 (23±5°C)	M、H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
		80±5°C	M、H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
		175±5 °C	H	5	5.6	4.4.2 和表 4 同规格每年一次
	节点	室温 (23±5°C)	M、H	5	5.7	4.4.3 和表 2
		沸水煮 2h 后	H	5	5.7	4.4.3 和表 2
		175±5°C	H	5	5.7	4.4.3 和表 2 同规格每年一次
	耐腐蚀性能	连续 30d 盐雾试验	M、H	5	5.8	4.5

附录 A

铝蜂窝芯材盐雾试验方法

A1 范围

A1.1 本技术文件规定了铝蜂窝芯材连续 30d 盐雾试验方法, 简称铝蜂窝芯材盐雾试验方法, 适用于评定铝蜂窝芯材的耐腐蚀性能。

A2 试样

A2.1 试样尺寸: 长度 (纵向) 为 $130\pm 2\text{mm}$, 宽度 (横向) 为 $160\pm 2\text{mm}$, 厚度为 $15\pm 0.3\text{mm}$, 见正文图 1。

A2.2 试样数量: 至少应为 5 块。

A2.3 芯材试样不允许有肉眼看见的腐蚀斑点。

A3 试验条件

A3.1 芯材试样水平放置或吊挂。

A3.2 氯化钠 (分析纯) 去离子水或蒸馏水盐溶液的浓度为 5%。

A3.3 供盐溶液雾化用的压缩空气应经油水分离器除油污。

A3.4 盐雾室的环境温度应保持 $35\pm 1^\circ\text{C}$

A3.5 雾化程度应达到每 80cm^2 的水平面积上每小时收集 1.0-2.0ml 的溶液。

A3.6 在 35°C 下收集的雾化盐溶液, 其 PH 值应在 6.5-7.2 范围。

A4 试验设备

可采用符合以下技术参数的盐雾箱:

温度可调范围: 工作室 $35-55^\circ\text{C}$, 增温器 $35-60^\circ\text{C}$;

温度波动度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$;

盐雾沉降率: $1.0\text{-}2.0\text{ml}/80\text{ cm}^2 \cdot \text{h}$;

喷雾方式: 连续喷雾;

相对湿度: $90\%\sim 98\%$ (38°C 时) 。

A5 试验步骤

A5.1 按第 2 节要求, 对试验用的试样进行尺寸测量和外观检查。

A5.2 用丙酮 (工业一级品) 清洗试样表面。

A5.3 将合格的试样编号。

A5.4 将芯材试样在 $175 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中加热 $6\text{h} \pm 10\text{min}$, 取出放入干燥器中冷却至室温。

A5.5 用分析天平称量, 精确至 0.1mg 。

A5.6 芯材试样水平放置在玻璃、合成橡胶、塑料或涂覆防腐涂层的木制品上, 也可用玻璃丝或打蜡的绳吊挂。

A5.7 按第 3 节规定进行盐雾试验。

A5.8 在盐雾箱中连续喷雾 30d 后取出试样, 用洁净的流动水漂洗, 漂洗后, 即将试样侵入 100°C 的磷酸—铬酸去离子水或蒸馏水溶液中 5 min. 溶液的成分如下:

磷酸 (85%) 103ml

铬酐 (CrO_3 , 工业一级品) 76g

水 3750ml

A5.9 从溶液中取出试样,用蒸馏水或去离子水洗涤,在 $107\pm 3^{\circ}\text{C}$ 下干燥 30min 冷却至室温,称重。

A6 计算

芯材外露铝箔表面单位面积的重量损失按下式计算。

$$M = \frac{0.433 \times a \times \Delta W}{T \times L \times W}$$

式中: M—芯材外露铝箔表面单位面积的重量损失, mg/cm^2 ;

a—芯格边长, cm;

ΔW —试样在试验机前的原重量和受腐蚀后的终重量的差值, mg;

T—试样厚度, cm;

L—试样长度(芯材纵向), cm;

W—试样宽度(芯材横向), cm。