

# 宇航材料规范 AMS 2432 (版本: D)

## 电脑控制喷丸

### 说 明

此版本是 SAE 的 5 年回顾过程的一部分, 使 AMS2430 喷丸标准化。

### 注 意

### 订购信息

1. 购买方应将如下信息提供给喷丸制造方。如果购买方没有提供任何下述的信息, 制造方应以采用本规范的相关规定。

- a、采购订单号及修订等级
- b、零件号及修订等级
- c、零件合金、拉伸强度和/或硬度
- d、零件数量
- e、AMS2432D
- f、按照 AMS2431 要求的介质型号、硬度、尺寸。见 3.5
- g、试片类型。见 3.2.2
- h、喷丸前的清理方法。见 3.3
- i、强度要求。见 3.5 和 3.6
- j、强度检测位置。见 3.5
- k、覆盖率要求。见 3.6
- l、覆盖率检测方法, 如果采用氟化物示踪法或墨汁染料标记法要求已认可的工程组织批准。见 3.6 和 4.2.1.1
- m、零件上需要喷丸的位置、不喷丸的位置或可选择性喷丸的位置。见 3.6
- n、在生产过程中是否允许在零件的外部施加外力。见 3.5
- o、在生产前采购方是否需要批准制造方喷丸参数表。见 3.7 和 4.3.2
- p、购买方是否允许选择强度检测方法。见 3.7 和 3.8.1
- q、喷丸后的清理方法: 包括去除铁污染物的指令和程序, 如果适用; 购买方是否要求喷丸生产方执行此操作。见 3.9
- r、零件储存/运输的方法。见 3.9 和 5

## 1. 范围

### 1.1 目的

此规范规定了介质撞击零件表面的电脑控制喷丸的要求, 介质包括金属、玻璃或陶瓷丸料。电脑控制喷丸指提供一种过程观察、追踪和反应的方法, 以确保在整个喷丸过程中有客观的证据、要求的过程输出。喷丸符合 AMS2432 的要求或超过 AMS2430 的要求。

### 1.2 应用

喷丸典型的用于在零件的表面层引入残余压应力, 也可用于提高疲劳强度及抗应力腐蚀裂纹。电脑控制喷丸典型用于喷丸过程的控制, 确保零件的一致性、喷丸覆盖率以及强度。要求使用电脑控制过程来跟踪本规范要求的过程步骤, 设计部门在设计过程中使用电脑控制过程可以充分提高喷丸的可信度。

1.2.1 相关的喷丸过程, 如滚动喷丸、液体喷丸、手动喷丸、喷丸成型和矫正、防止沿晶腐蚀喷丸、产生表面纹理喷丸, 不在此规范范围内。

## 2、适用文件

以下发行的文件在订购单日期之前有效,在特定范围内组成了此规范的一部分。除非另有说明,供应商可以根据最新的修订版执行。当引用文件取消并且没有指定替代文件,可以采用文件的最新发行版本。

## 2.1 SAE 刊物

源于 SAE 国际, , , , ,

AMS 2431 喷丸介质, 一般要求

AMS 2430 自动化喷丸

SAE J442 喷丸的试片、夹具和测具

SAE J443 使用标准喷丸阿尔门试片的规程

SAE J2277 喷丸覆盖率检测

## 2.2 ASTM 刊物

源于 ASTM 国际, , , , ,

ASTM E18 金属材料的洛氏硬度和洛氏表面硬度

## 2.3 ISO 刊物

源于国际标准组织, , , , ,

ISO-10012 测试管理体系

## 3. 技术要求

AMS2430 自动化喷丸规范提供了喷丸的基本要求, 并且贯穿运用在本规范中。当 AMS2432 电脑控制喷丸过程不同于 AMS2430 过程, 此规范列举了一些附加的要求。此规范中, 缩写“IAW”是指“符合”。

3.1 喷丸介质: 新的及使用中的介质应符合 AMS2430 要求。

### 3.2 设备和材料

#### 3.2.1 喷丸机器

3.2.1.1 喷丸机器应该自动运行, 并且可以用计算机控制。喷丸机器应配备电脑, 用于连续控制并且记录如表 1 所示的在公差范围内的参数。记录应该是数字形式的或是按 4.4 要求的硬盘拷贝和储存。机器应能提供一种可控速度的推动作用, 使得干燥介质在空气压力下撞击在零件上。或是, 金属介质可以在离心力的推动下作用。机器应能提供一定速度的移动, 或是零件通过介质流或是介质流撞击零件, 按要求两者相互转换、轮流或一起作用。在加工中零件不应该有任何随机的移动。机器应该能连续的重复制造需要的喷丸强度。

表 1 喷丸设备参数

参数	单位	生产公差 停机限制 正或负
丸流 (每个喷嘴)	磅/分钟 (kg/min)	10%
空气压力 (说明 1) (每个喷嘴)	Psi (kPa)	>20psi 10% ≤20psi 20%
抛头速度 (每个喷嘴)	rpm	>2000rpm 1% <2000rpm 20rpm
喷嘴或抛头转换速度	英寸/分钟 (mm/min)	10%
偏转器速度	英寸/分钟 (mm/min)	10%
喷嘴和/或抛头的关闭时间	秒	1
转台旋转速度	rmp	10%

零件速度	rmp/英寸/分钟 (mm/min)	10%
传送带速度	英寸/分钟 (mm/min)	10%
喷丸周期时间	秒	1
喷嘴/抛头位置	英寸/角度 (mm/度)	0.062 英寸 (1.57mm) /5 度
转台/零件指标	英寸/角度 (mm/度)	0.062 英寸 (1.57mm) /5 度

说明 1: 在直接的压力和吸力系统内, 空气压力应该在喷嘴或靠近喷嘴测量。在重力系统内, 空气压力应该在每个喷嘴的校准器上测量。所有夹具应该按 ISO10012 贴标签。

3.2.1.2 当检测到丸流、空气压力、抛头速度、喷嘴/抛头转换速度、旋转刀片的速度、零件速度或传送带速度偏离了外部设置的公差范围时, 喷丸系统应具有可以在 1 秒内中断喷丸循环。表 1 中所示的外部偏离的极限, 会导致一个循环的中止, 并且计算机系统会记录表 1 中列出的时间和参数的详细信息。应文件记录事件引发的根源和矫正的措施。机器的重新启动只能由已授权的人员进行。当对超过公差范围的情况进行矫正后, 可以从停止点或程序的开始处开始喷丸以完成整个生产周期。零件生产中止应该在喷丸和计算机输出中进行说明。

3.2.1.3 机器应该备有设备可以从生产介质中分离灰尘和颗粒污染物, 除非购买方允许其存在。喷丸机器应配有喷丸显示系统, 还应丸料形状控制设备, 此设备能够持续保持喷丸介质质量以满足 3.1 的要求。

### 3.2.2 试片

阿尔门试片应符合 SAE J442 的要求, 除了厚度和平整度公差应为  $\pm 0.0005$  英寸 ( $\pm 0.013\text{mm}$ )。不允许使用机械成型试片。使用应符合 SAE J443。

3.2.2.1N 型试片硬度应为 73.0~74.5HRA 或 45~48HRC, 或其他标准试片的等同值。硬度应按照 ASTM E 18 使用洛氏“C”刻度或等值的 A 和 C 刻度进行测量, 测量位置在距离平面中心线任一端 0.5 英寸 (12.7mm) 处。对于 N 试片, 应使用洛氏“A”刻度或其他等值的。试片样品硬度的测试可以在试片上使用最小的硬度测试压力。

3.2.2.2 亚尺寸或其他标准形状的试片应符合 AMS2430 的要求。

### 3.2.3 测具

使用标准试片的阿尔门测试测具应符合 SAE J442 的要求, 或者除非测具有数字化的读出器及精度大大  $\pm 0.0001$  英寸 ( $\pm 0.0025\text{mm}$ )。阿尔门测具最小值应为 0, 零块的平整度在 0.0002 英寸范围内 (0.005mm)。合适设计的测具应用于亚试片的弧高测量。

### 3.2.4 试片夹具

阿尔门试片夹具应符合 SAE J442 要求。

### 3.2.5 阿尔门试片固定装置

试片的固定装置由废弃的零件或现有的不符合试片夹具的固定装置制成, 在强度验证过程中按照 SAE J443 增加试片的使用。如果使用遮挡试片的试片夹具, 应该通过已认可的工程部门的批准。阿尔门试片固定装置应置于表面, 在喷丸过程中与零件一同进行喷丸、旋转或更换。阿尔门试片固定装置的设计应通过已认可的工程部门的批准。固定装置应编号并且在程序表中记录, 且应用于所有后续的长度检验。

### 3.2.6 机器检验工具

对于按照 AMS2432 由计算机控制和监控的折本，其设备检验工具是设计一个阿尔门试片夹具来建立过程强度基准线。此工具也可用于在生产过程中核实与基准线有关的机器操作的一致性。机器检验工具应在过程参数表中用文件说明，并且其设计和使用应该通过已认可的工程部门的批准。

### 3.2.7 喷嘴夹具固定装置

当使用的时非自动的空气喷嘴喷丸设备时，每个喷嘴都应该有固定装置，这样在喷丸过程中能使碰撞角度和对立距离符合过程参数表。当使用喷嘴夹具固定装置时，应该在过程参数表中编号并记录。

### 3.2.8 控制柜

当使用离心抛头机器时，控制柜调节抛头产生的最大强度区域的位置和角度，此控制柜应该与零件分开存放，这样最大强度区域的碰撞角度就会符合程序表的要求。在推进柜位置指示器上的参考点应该是抛头系统的一部分。应该在程序表中记录下控制柜的位置。

### 3.2.9 介质尺寸检测设备

IAW AMS2430。

### 3.2.10 介质形状检测设备

IAW AMS2430。

### 3.3 喷丸前准备

IAW AMS2430。

### 3.4 遮挡

零件中不需要任何喷丸的面积应该要合理的遮挡或在喷丸流中受到保护。除非另有规定，需要喷丸区域边界的变化应限制在 0~+0.125 英寸 (-0~+3.18mm)。

### 3.5 喷丸

IAW AMS2430 及以下规定：

3.5.1 用于强度检验（阿尔门试片位置）、介质类型、介质尺寸和喷丸强度的喷丸位置应该由图纸规定或已认可的工程部门确定。如果没有规定介质尺寸和强度，参考表 2。过程控制中的结果参数应该按 3.7.3 形成文件资料。

表 2 多种材料的介质尺寸和强度指导

材料	材料厚度 0.090~0.375 英寸 (2.29~9.52mm)		材料厚度大于 0.375 英寸 (9.52mm)	
	丸料尺寸	强度, 英寸 (mm)	丸料尺寸	强度, 英寸 (mm)
钛合金	110,170	0.006~0.010A (0.15~0.25A)	110,170	0.006~0.010A (0.15~0.25A)
钢, 拉伸强度小于 200ksi (1379MPa)	230,330	0.008~0.012A (0.20~0.30A)	230,330	0.010~0.014A (0.25~0.36A)
钢, 拉伸强度 200~260ksi (1379~1793MPa)	170,230	0.008~0.012A (0.20~0.30A)	230,330	0.012~0.016A (0.30~0.41A)
铝合金	170,230	0.006~0.010A (0.15~0.25A)	230,330	0.010~0.014A (0.25~0.36A)
孔洞: 铝合金 直径小于 0.750 英 寸 (19.05mm)	70,130	0.010~0.015N (0.25~0.38N)	---	---

孔洞：除铝合金外地其他所有合金直径小于 0.750 英寸（19.05mm）	70,110	0.010~0.015N (0.25~0.38N)	---	---
---------------------------------------	--------	------------------------------	-----	-----

一般性说明：

- 1.应优先使用零件图纸中规定的丸料尺寸和强度。
- 2.表 2 中列出的丸料尺寸用于 ASR(铸钢丸，常规)和 ASH(铸钢丸，硬质)。按照 AMS2431 的其他介质的等同尺寸应当零件图纸规定时使用。
- 3.材料厚度小于 0.090 英寸（2.29mm），见 3.6.2.3。

### 3.6 喷丸性能（包括强度和覆盖率要求）

应按 AMS2430 和以下要求：

3.6.1 在强度检验中，任何时候试片的弧高测量值都不能小于在工程图纸中规定的最小强度要求。

#### 3.6.2 规定几何的适用

IAW AMS2430 和以下：

3.6.2.1 当没有规定介质尺寸，在同一零件上存在两种或更多的厚度，其中一个厚度超过 0.375 英寸（9.52mm）且另一个等于或小于 0.375 英寸（9.52mm）（见表 2），零件喷丸应按下述所示，或按照已认可工程部门批准的其他要求。

3.6.2.1.1 更厚区域的喷丸应采用与此厚度相应的丸料尺寸和强度。

3.6.2.1.2 较薄的区域应该在截面变化的所有外角处进行遮挡。弧度内不需要遮挡。如果截面的变化是平缓的，在较薄区域的喷丸平均值应在 2.0 英寸（51mm）范围内。

3.6.2.1.3 较薄区域接下来应该采用合适的强度和丸料尺寸进行喷丸，不需要遮挡较厚的区域，除非图纸有规定。与前一次喷丸重叠的区域，第二个丸料尺寸和强度的全/满覆盖率要求不小于 2.0 英寸（51mm）。

3.6.2.2 对于孔洞的内表面和直径宽度小于 0.125 英寸（3.18mm）的孔穴可以选择性喷丸。对于盲孔和直径宽度小于 0.5 英寸（13mm）的凹槽可以选择性喷丸，如果深度大于直径或宽度。当已认可的工程部门同意时可以使用弹跳喷丸。

3.6.2.3 薄区域小于 0.090 英寸（2.29mm）的名义厚度时不应喷丸，处分图纸另有规定。当需要喷丸时，图纸应规定丸料尺寸、强度和覆盖率。

### 3.7 过程参数表格

IAW AMS2430 和以下要求：

#### 3.7.1 过程开发

IAW AMS2430

3.7.2 空气压力和丸流的停机限度应该在程序设置中确定，以保证复核图纸强度的要求。建立停机限度，应该在强度时间进行两个弧高的测试，一个为高空气压力限度结合低的丸流，另一个为低空气压力限度结合高的丸流。空气压力盒丸流停机限度应该进行校准，直到弧高在图纸强度范围内并随后记录在过程参数表中。

3.7.3 所有的喷丸过程参数表应该包括图表，显示机器和固定装置并向固定装置和零件提供喷嘴/抛头，并且最少应如表 3 所示记录过程参数：

表 3 过程参数表要求

过程参数表格编号及日期
购买方批准日期（如需要）

零件号（图纸）版本及日期
零件材料及拉伸强度和/或硬度
AMS2432
强度要求
试片类型（N,A,C）和/或适用的亚尺寸试片的信息
零件喷丸部位，非喷丸部位，或可选择喷丸部位
百分比覆盖要求
按 AMS2431 要求的介质类型、硬度、尺寸
机器类型
机器编号或序列号
喷嘴或抛头编号
喷嘴或抛头尺寸
测量孔口尺寸（如用仪表测量，仅限气动机器）
喷嘴或抛油盘位置和/或碰撞角度
喷嘴夹持固定装置（如适用）
离心抛头设备控制室位置及角度（如适用）
强度区域的离心抛头设备控制室位置（如适用）
介质流动速度（如适用）
空气压力，抛头速度
喷丸速度（如适用）
喷嘴（或抛头）到零件的距离（站立距离）
喷嘴速度和或转换为零件移动和旋转
零件夹持和/或遮挡设备
强度检验设备
强度检验位置
机器检验工具或速度传感器
机器停机限度
饱和曲线数据
喷丸前清洗方法
零件遮挡
覆盖或经过规定区域的时间
覆盖率检验方法-仅目视，或荧光示踪，或染色标记， 如果需要应经客户批准
喷丸后清理方法
零件保存/运输方法

### 3.8 产品零件喷丸

IAW AMS 2430 和下述要求：

3.8.1 可选择的强度检验方法，如适用机器检验工具或戒指速度传感器，对于产品零件喷丸仅在已认可的工程部门允许时适用。控制方法和频率应该符合过程参数表记录。

### 3.9 喷丸后过程

IAW AMS 2430 和下述要求：

3.9.1 当喷丸后表面状态或尺寸不符合图纸要求，经过已认可工程部门的同意，

可以通过更低强度的第二次的喷丸来校正。除非不允许去除表面金属，否则可以通过以下一种或更多方法来矫正：磨光、拍打、打磨或是吹砂。如果选择去除材料，应在去除材料后仍保存喷丸压力。喷丸后不应磨削或腐蚀，除非已认可的工程部门允许。

### 3.10 公差

IAW AMS 2430

### 3.11 测试方法

IAW AMS 2430

## 4. 质量保证规定

### 4.1 检测及过程控制

IAW AMS 2430

### 4.2 测试分类

IAW AMS 2430

#### 4.2.1 可接受的测试

IAW AMS 2430 及下述要求：

##### 4.2.1.1 荧光或染料覆膜

当使用时，应按操作指导要求进行。当初次覆盖检验完成后，在已认可工程部门批准下，可以在关键区域去除整个零件的覆膜。

4.2.1.2 对于有大的成型表面的铝合金零件（如飞机翼板），阿尔门试片点外地区域可以使用肉眼检测覆盖率。

##### 4.2.1.3 周期性测试

IAW AMS 2430 及下述要求：

4.2.1.4 阿尔门测具归零应该进行周期性测试，最低每天一次。

### 4.3 产品前要求及测试

#### 4.3.1 质量控制

##### 4.3.1.1 航空适用

在供应航空零件产品前，生产方的质量控制系统及符合此规范应该经过质量保证部门批准。按照此规范，用于控制喷丸的设备应该经过质量保证部门批准。

##### 4.3.1.2 非航空适用

对于非航空零件，不要求质量保证部门批准生产方的质量控制体系及符合此规范要求，除非调用购买订单、规范或图纸。

4.3.2 按照 3.7 要求的喷丸过程参数表及零件安置的可行性是一项产品前的测试，且应该在零件生产前进行，以及当工程部门要求核实的测试时进行。在最初的产品喷丸和采用校正的程序喷丸前，过程参数表应该经过工程部门的批准。

4.3.3 计算机监控系统应该经过核实的关机过程和过程参数表。

4.3.4 生产方用于测量喷丸结果和参数表的设备（如，阿尔门测具，丸流/测量速度，空气压力测具和传感器，设备移动传感器等），在生产质量要求或最少 12 个月一次的频率下，应该进行校正。

#### 4.3.5 培训要求

IAW AMS2430

#### 4.3.6 重复测试盒矫正措施

IAW AMS2430

### 4.4 记录

生产参数表、计算机记录（3.2.1.1）、测试以及检测记录在 5 年内应该都是可见

的，除非购买方要求更长时间的保留。记录应该包括按照规范要求用于查证的必需的所有数据。生产参数表里应该记录阿尔门试片的检测以备追踪。

#### 4.5 报告

生产方应该提供每批货物一份报告，说明零件已按照规范要求进行生产和检测，并且副歌测试要求的可接受范围。这份报告应该包括购买方的订单号、AMS2432D、零件号、批次说明和数量。

#### 5 运输准备：IAW AMS2430

#### 6 致谢

生产方在所有的引用中及感谢订单时应提及 AMS2432 及其版本字母。

#### 7.拒绝

零件的喷丸不符合本规范或购买方批准的更改条款时，将会被拒绝。

#### 8.说明

8.1 位于左边空白处的更改条是位了方便使用人员记录技术修正，不是编辑的变化，且应在此文件之前进行。文件题头左边的符合表明文件的完整修订版，包括技术修订版。更改条和（R）不是用在最初版，也不是用在仅包含编辑变化的文件中。

8.2AMS 中术语的解释如 ARP1917、IAW AMS2430 和下文所示。

##### 8.2.1 电脑控制

联合使用传感器和电脑来实时跟踪喷丸设备的操作参数，以及万一设定的过程参数表有任何偏离的情况下对设备进行关机。控制的参数可以纸质或电脑文件或经过工程部门同意的其他方式进行记录报告。

8.3 尺寸和性能单位主要为英寸和磅，温度为华氏度；尺寸和性能单位为英制单位且温度为摄氏度时，其应近似等于主要单位的数值，并且仅以信息的方式给出。

8.4 喷丸的设计指导方针应按 AMS2430 要求。

由 AMS 委员会 B 和 AMEC-SE 制作