

# SAE AMS 2430 《自动喷丸标准》

## 注 意

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. AMS2430T
- f. 按照 AMS2431 要求的介质型号、硬度、尺寸(3.1)
- g. 试片类型 (3.2.2)
- h. 喷丸前的清理方法 (3.3.3.2)
- i. 强度要求 (3.5.1)
- j. 强度检测位置 (3.5.1 和 3.7)
- k. 覆盖率要求 (3.5.2)
- 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 (3.5.2)
- 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 (3.5 和 3.6)
- n. 在生产过程中是否允许在零件的外部施加外力 (3.4.2)
- o. 在生产前采购方是否需要批准制造方的质量控制系统 (4.3.1) 和喷丸参数表 (4.3.2 和 3.7)
- p. 购买方是否允许选择强度检测方法 (3.7.1.1)
- 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 (3.9.1)
- r. 零件储存/运输的方法 (3.9.2 和 5.1)

## 1、范围

- 1) 目的：此规范包括采用介质撞击零件表面的自动喷丸的要求，介质包括金属丸、玻璃丸或陶瓷丸。
- 2) 应用：喷丸典型性的用于在金属零件上引入表面残余压应力，以提高如轮轴、环（螺旋形、扭转和叶形）、齿轮、飞行器着陆齿轮、结构件和其他相似物件等零件的疲劳强度和应力腐蚀裂纹抗力，但不仅限于上述应用范畴。
- 3) 相关的喷丸过程，如滚动喷丸、手动喷丸、喷丸成型和矫直、预防晶间腐蚀的喷丸以及为产生表面缩皱的喷丸等，不在此规范范围内。
- 4) 与 AMS2432 一致的喷丸符合或超过了 AMS2430 的要求。符合 AMS2432 要求的零件认证附件到 AMS2430 也是可接受的，见 4.5。
- 5) 这是一份喷丸过程规范。已认可的工程部门的喷丸设计方针仅在第 8 部分作为信息提供。
- 6) 其他条款：当 AMS-S-13165 或 MIL-S-13165 有规定，并且喷丸程序已通过购买方或已认可的工程部门的验证或是可以接受的，喷丸的生产者可以继续使用已验证的或可以接受的设备、工艺和检测方法，以满足 AMS2430T 规范的要求及通过购买方的批准。
  - (1) 批次或滚筒喷丸，当批次或滚筒喷丸使用喷丸程序和设备时，需要已认可的工程部门批准喷丸程序和检测，例如滚动或滚筒喷丸是在 AMS 文件验证后才发布的。
  - (2) 手动喷丸没有在本规范中直接说明。此前和以后的应用应该通过生产商和已认可的工程部门的同意。

## 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。

1) SAE 刊物—源于 SAE 国际

AMS 2431 喷丸介质，一般要求

AMS 2432 喷丸，计算机控制

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) ASTM 刊物—源于 ASTM 国际

ASTM B214 金属粉末筛分的标准检测方法

ASTM E11 测试用筛布和筛

### 3、技术要求

#### 1) 喷丸借助

##### (1) 新介质

- a. 新的喷丸介质应符合 AMS2431 的要求。
- b. 如果已认可的工程部门允许使用特定的切割丸，符合 AMS2431/3 或 AMS2431/8 的特定的碳钢切割丸，或是符合 AMS2431/4 的特定不锈钢丝切割丸，以及与表 1 中尺寸相当的铸钢丸，仅在喷丸强度等于或高于特定铸钢丸的情况下可以使用。
- c. 如果在零件图中或已认可的工程部门都没有给出介质的硬度要求，热处理后的钢介质应符合 AMS2431/2, /7 或/8 中硬度高于 200ksi 的要求。

##### (2) 过程中的介质

喷丸过程中使用的介质应该检测尺寸和形状，并且尺寸和形状应满足表 1、2A 和 2B 以及图 1 和 2 的要求。

表 1-过程中介质的尺寸要求

铸丸尺寸 ASR 或 ASH <sup>1</sup>	切割丸尺寸 AWCR、AWS、 AWCH <sup>1</sup>	玻璃丸尺寸 AGB <sup>1</sup>	陶瓷丸 尺寸 AZB <sup>1</sup>	重量不超过 0.5%允许遗留在 U.S.筛网上 <sup>2</sup> , 尺寸 mm (英 寸)	重量不超过 20%通过 U.S. 筛网 <sup>2</sup> , 尺寸 mm (英寸)
930	116	-	-	54.00 ( 0.157 )	82.36 ( 0.0937 )
780	96	-	-	63.35 ( 0.132 )	102.00 ( 0.0787 )
660	80	200	-	72.80 ( 0.110 )	121.7 ( 0.0661 )
550	62	170	-	82.36 ( 0.0937 )	141.4 ( 0.0555 )
460	54	150	-	102.00 ( 0.0787 )	161.18 ( 0.0469 )
390	47	-	-	121.7 ( 0.0661 )	181.00 ( 0.0394 )
330	41	100	850	141.4 ( 0.0555 )	200.850 ( 0.0331 )
-	35	-	-	161.18 ( 0.0469 )	250.710 ( 0.0278 )
280	32	-	-	161.18 ( 0.0469 )	250.710 ( 0.0278 )
230	28	70	600	181.00 ( 0.0394 )	300.600 ( 0.0234 )
190	23	-	-	200.850 ( 0.0331 )	350.500 ( 0.0197 )
170	20	50	425	250.710 ( 0.0278 )	400.425 ( 0.0165 )
130	17	-	-	300.600 ( 0.0234 )	450.355 ( 0.0139 )
110	14	35	300	350.500 ( 0.0197 )	500.300 ( 0.0117 )
-	-	30	-	400.425 ( 0.0165 )	600.250 ( 0.0098 )
-	-	25	210	450.355 ( 0.0139 )	700.212 ( 0.0083 )
70	12	-	-	400.425 ( 0.0165 )	800.180 ( 0.0070 )
-	-	20	-	600.250 ( 0.0098 )	800.180 ( 0.0070 )
-	-	18	150	600.250 ( 0.0098 )	1000.150 ( 0.0059 )
-	-	15	-	700.212 ( 0.0083 )	1200.125 ( 0.0049 )
-	-	-	100	800.180 ( 0.0070 )	2300.063 ( 0.0025 )
-	-	12	-	1000.150 ( 0.0059 )	1700.090 ( 0.0035 )
-	-	10	-	1200.125 ( 0.0049 )	2000.075 ( 0.0029 )
-	-	9	-	1400.106 ( 0.0041 )	2300.063 ( 0.0025 )
-	-	6	-	1700.090 ( 0.0035 )	3250.045 ( 0.0017 )

1 见 AMS2431 的定义

2 筛网要求按 ASTM E11

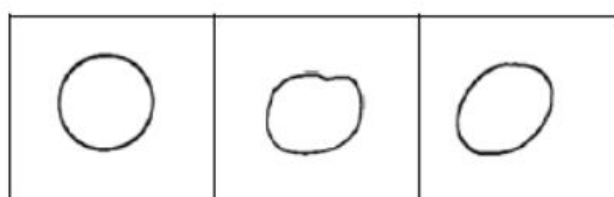


图 1 可接受的铸造介质形状

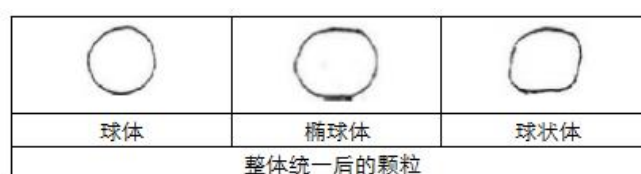


图 2-可接受的切割介质形状

表 2A-过程中非金属介质的形状要求

样品尺寸 (英寸)	玻璃丸尺寸 AGB <sup>1</sup>	玻璃丸不可接受形状的最大 允许数量	陶瓷丸尺寸 AZB <sup>1</sup>	陶瓷丸不可接受形状的最大 允许数量
1×1	200	14	-	-
1×1	170	19	-	-
1×1	140	28	-	-
1/2×1/2	100	14	850	14
1/2×1/2	70	28	600	28
1/4×1/4	50	14	425	14
1/4×1/4	35	28	300	28
1/4×1/4	30	40	-	-
1/8×1/8	25	14	210	14
1/8×1/8	18	28	150	28
1/8×1/8	15	40	-	-
1/8×1/8	12	57	100	57
1/8×1/8	9	122	-	-
1/8×1/8	6	240	-	-

表 2B-金属介质形状和维护要求

样品尺寸 (英寸)	铸造丸尺寸 ASR 或 ASH <sup>1</sup>	铸造丸不可接受形状的最 大允许数量	切割丸尺寸 AWCR, AWS, AWCH <sup>1</sup>	切割丸不可接受形状的最 大允许数量
1×1	930	4	116	4
1×1	780	5	96	5
1×1	660	7	80	7
1×1	550	9	62	9
1×1	460	16	54	16
1×1	390	22	47	22
1/2×1/2	330	7	41	7
1/2×1/2	-	-	35	9
1/2×1/2	280	9	32	9
1/2×1/2	230	14	28	14
1/2×1/2	190	22	23	22
1/2×1/2	170	31	20	31
1/4×1/4	130	9	17	9
1/4×1/4	110	14	14	14
1/4×1/4	70	22	12	22

## 2) 设备和材料

以下设备和材料的型号应该在零件的喷丸中提供。

### (1) 喷丸机器

- a. 喷丸机器应该能自动运行且可以由电脑控制。机器应按 AMS2432 要求进行检视。机器应能提供一种推动的方式，在可控的速度下，介质在空气压力推动下击打零件，或者介质由离心力推动。机器应能提供一种移动的方式，在恒定的速度下，零件经过介质流，或是介质流越过零件，按照需要两者可以任选其一、轮流或是都有。喷嘴和零件应可以机械的固定和移动。在生产过程中零件不能随意的移动。机器应有能力可以一致性地重复需要的喷丸强度。
- b. 机器应该配有设施可以从生产介质中分离灰尘和颗粒污染物，除非购买方不在意。设施可以包含介质分离器，可以机械的控制尺寸和形状，如振动屏、螺旋装置或是倾向带。
- c. 对于机器使用的是压缩空气，则应该在空气供应系统中配置低空气压力报警装置。
- d. 对于湿丸料喷丸，不要求有分离器，但是应经常更换整套泥浆，保证喷丸强度。在整套泥浆更换过程后可以增加一次新的丸料以保证喷丸强度。

### (2) 试片

- A. 阿尔门试片，小尺寸试片以及暗的或模糊的试片应该符合 SAE J442 的要求，且使用应符合 SAE J443。
- B. 当条件对标准试片不是有利的时，应该可以采用小尺寸试片或其他标准的暗的或模糊的试片来替换的方法以控制喷丸强度。小尺寸试片或其他标准的暗的或模糊的试片的喷丸强度，与标准 SAE J442 试片的喷丸强度，两者间的关联应按 SAE J443 来建立。

### (3) 试片测具

阿尔门试片测具采用标准的“A”“C”和“N”试片时应符合 SAE J442。按照

SAE J442 设计的测具应该使用小尺寸试片的弧高值。

#### (4) 试片夹具

阿尔门试片夹具应符合 SAE J442。按照 SAE J443，当程序运行或强度检测时试片夹具应该由固定装置支撑。

#### (5) 遮挡

在零件禁止喷丸的区域应该采用适当的遮挡。可以使用挡板将介质引导到已认可的工程部门允许的需要喷丸的区域。

#### (6) 介质尺寸检测设备

- a. 应该使用符合 ASTM B214 要求旋转及敲击型机器。应该使用机械操作的偏心筛网振动器，使筛网能按一定的速度进行旋转和敲击。每分钟的旋转次数应在 270 到 300 之间。每分钟的敲击次数应在 140 到 160 之间。筛网振动器的下降手臂应装有振动吸收塞，以吸收敲击设备的撞击。
- b. 测试筛网应按 ASTM E11 的要求。筛网直径应为 8 英寸或 200mm，高度为 1 英寸 (25mm) 或 2 英寸 (51mm)。

#### (7) 介质形状检测设备

- a. 应该使用一个配有粘结型中止装置的耐用的样板来保持介质样品，或是一个带有凹处的固体工具来固定介质样品，或其他经过已认可的工程部门同意的相似的方法。中止装置或凹处应该符合样品大小尺寸的要求或是表 2A 或 2B 中所示的等同面积。尺寸公差应控制在±5%以内。
- b. 影像放大设备应该有如表 3 所示的最小放大倍率要求，并且应该有充足的灯光能清晰地识别，每种介质的形状和尺寸要求应按 3.1.2 要求。

表 3 生产介质检测的放大倍率要求

介质尺寸	放大倍率
以下尺寸或更小的尺寸：铸造丸 70，切割丸 12，玻璃丸 AGB30，陶瓷丸 210	最小 30X
以下尺寸或更大的尺寸：铸造丸 230，切割丸 28，玻璃丸 AGB 70，陶瓷丸 600	最小 10X
上述尺寸之间的尺寸	最小 20X

### 3) 喷丸前准备

- (1) 遵守采购要求并应用到产品零件上。
- (2) 下述条目不是喷丸的职责但应该在喷丸之前完成。
  - a. 所有为满足机械性能要求的热处理应该在喷丸之前完成。
  - b. 所有需要喷丸的区域都应该画出要求。
  - c. 当需要磁粉探伤或荧光渗透探伤时，应该在喷丸之前完成。
  - d. 喷丸前应在工程图纸中说明零件的尺寸及表面状态应该，除非另外有规定。
- (3) 下述条目是喷丸的职责且应该在喷丸之前完成。
  - a. 应该检测所有喷丸区域的边缘和角，且去除棱边及毛刺。
  - b. 喷丸前所有零件应经过外表清理。购买方应提供清理零件给加工方或在喷丸前向加工方说明清理的方法。如果购买方没有规定喷丸前的清理方法，技工方也可以采用购买方接受的方法来清理零件。卤化溶剂不能用于清理钛合金零件。零件应经过目视检查，证明没有油脂、污垢、油、腐蚀、机械损伤以及防腐蚀层，如阳极镀层、电镀或油漆。允许使用放大镜作为零件检测的仲裁。

### (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。

### 4) 喷丸

- (1) 零件应该按购买方的要求进行喷丸。
- (2) 零件喷丸中应不能施加外部载荷，除非已认证的工程部门允许。

### 5) 喷丸性能

- (1) 强度
  - a. 喷丸强度应按购买方规定，符合 SAE J443。注意，客户要求或较旧的图纸对于强度可能没有按照 SAE J442 提供标准弧高名称。例如，客户要求如典



型的 6A 或 18N 意味着 0.006 英寸 A 和 0.018 英寸 N，但是应该由购买方来确定。

- b. 机器设置的每个变化都要求检测强度点的最小变化，如 3.7 章中过程参数表所示。

## (2) 覆盖

- a. 零件喷丸的覆盖率应是成熟的，并且按照 SAE J2277 的要求零件应该是全/满覆盖，除非已认可的工程部门有其他的规定。
- b. 零件或工件的区域以及这些区域的尺寸公差在合同或适用的图纸中指定，这些区域不需要喷丸或禁止喷丸的区域应该合理的遮挡或其他的在丸流中保护这些表面的方法。
- c. “可选择”喷丸应是指这些区域，位置临近喷丸区域并且也会受到丸料的碰撞，可以完全、部分或不需要覆盖。

## 6) 用于特定的几何

这部分提供的细节和约束的要求主要针对洞、圆角半径以及适用的反射喷丸。

- (1) 如果图纸没有规定特殊区域，要求在所有表面除了洞和孔径小于 0.50 英寸 (13mm) 的区域除外。如果这些小区域要求喷丸，图纸应该给生产者指定或提供方法。洞可以使用喷嘴、弹跳或喷枪喷丸，并且固定零件以确保其他部位不会被喷丸。如果内部直径可以用外部喷嘴进行喷丸，并且强度和覆盖率在最终的碰撞角度下证实是可以满足要求的，则不需要喷枪喷丸。如果喷丸必须通过凹处或小孔，则要求表面喷丸区域的名义直径不大于其宽度的 25%，除非最小丸料尺寸的限制低于喷丸圆角。
- (2) 对于零件的圆角半径，使用名义直径应该不大于零件最小圆角半径一半的丸料来喷丸，除了钢丸的名义直径需要不小于 0.007 英寸 (0.18mm)，以及玻璃丸的名义直径需要不小于 0.002 英寸 (0.05mm)。如果需要的丸料尺

寸小于 8.4.3 所示，圆角半径的喷丸应该在零件的常规喷丸后再分开进行。圆角半径的强度，与较小的丸料尺寸兼容，应该由已认可的工程部门确定。对于之前喷丸的区域没有附加的遮盖要求。

- (3) 当需要喷丸的表面是有阻碍的，并且通过直接撞击的方式不能获得完全/彻底的覆盖，则需要反射喷丸来覆盖。

## 7) 过程参数表

对于每个零件号和设备，生产者应该制定喷丸过程参数，以获得符合 SAE J443 和 J2277 要求的喷丸零件，除非已认可的工程部门有其他的规定。这些过程参数应该形成零件的文件和过程参数表，并用于喷丸产品。给定的零件喷丸时，需要单独的过程参数表用来记录过程参数的任何变化。在生产零件之前，购买方可以要求审核过程参数表。

### (1) 过程开发

- a. 安装机器对试片装置进行喷丸，并且按照 SAE J443 要求对每个需要强度确认的点建立饱和曲线。使用这些设备设置，按照 SAE J443 应该对每个强度确认点进行强度确认过程，并且对喷丸过程形成文件。对于产品零件强度确定的方法，仅当已认可的工程部门同意时，才能使用替换的方法。
- b. 当强度确认完成后，可以在真实零件需要的地方按照 SAE J2277 进行覆盖，并按要求进行遮挡，仍需要确定强度要求。在零件喷丸覆盖后，从零件上去除遮挡。零件应按 SAE J2277 要求进行覆盖率检测。覆盖产品的程序应形成文件。清理去除丸料的方法、以及保存和包装的方法，应按照 3.9.1、3.9.2 和第 5 部分建立和形成文件。
- c. 对于每个零件，生产方盒购买方要求的文件都应该完整。

- (2) 所有喷丸过程参数表都应该包括相关图，该图应能表示与夹具和零件相关的喷嘴与轮子的装配信息，并按表 4 所示以分钟为单位记录过程参数。

表 4-生产过程参数表格要求

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
AMS2430
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
覆盖要求-规定的完全/完整覆盖百分比
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
喷嘴或齿轮编号
喷嘴或齿轮尺寸
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
强度区域的离心齿轮设备控制室位置 ( 如适用 )
介质流动速度 ( 如适用 )
空气压力, 齿轮速度, 或喷丸速度
喷嘴 ( 或齿轮 ) 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
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

## 8) 产品零件喷丸

- (1) 产品零件喷丸应按照零件的过程参数表进行。购买方的文件和/或订单应该评估并和产品零件相协调。建立机器参数，每个强度检验位置应该进行强度检验。零件应按要求检验、清理、遮挡、固定和喷丸。应按可接受的测试标准 4.2.1 要求对每个强度检验位置进行喷丸后强度检验。
- (2) 应从零件上去除遮挡，并对零件检测覆盖率。

## 9) 喷丸后的过程

- (1) 喷丸和去除保护的遮挡后，采取可接受的或者是客户指定的方法，从零件表面去除所有介质和碎片，这样可以保护尺寸要求还不损伤零件表面。由铝、镁、耐腐蚀钢和钛合金制造的零件，在用钢介质喷丸后应该清理去除所有铁污染物。如果客户没有规定喷丸后的清理方法，旨在放可以使用客户可接受的方法清理零件，卤素溶解法不能用于清理钛叶片。
- (2) 易腐蚀的零件应该采用可接受的方法或客户规定的方法进行保护，以避免腐蚀、人工损坏，以及为运输做准备。所有过程文件都应完整。
- (3) 由研磨、抛光、磨光或其他材料去除过程去除的金属总量，不应超过规定名义（强度范围的中点）A 和 C 强度弧高的 10%，并且不超过规定名义 N 强度弧高的 3%，除非已认证的工程部门有其他的规定。见 8.4.6.4。
- (4) 随后的过程仅当工程图纸要求允许使才能进行。通过喷丸来达到最小化残余应力的目的，由这个过程引起的零件温度不能超过表 5 的限定，除非已认证的工程部门有其他的规定。（见 8.4.6.3 中的附加考虑）

表 5 喷丸零件的温度限定

合金	温度
钢，不包括耐腐蚀钢 <sup>1</sup>	475°F ( 246°C )
耐腐蚀钢 <sup>2</sup>	750°F ( 399°C )
铝合金	205°F ( 96°C )
钛合金	475°F ( 246°C )
镁合金	200°F ( 93°C )
镍钴合金	1000°F ( 538°C )

- a. 淬火硬化过程后，钢零件建议在不超过 4750F (246°C) 温度下回火，不包括 3000F (149°C)
  - b. 对于 PH 和冷工作 300 系列 CRES (又称不锈钢) 不包括 4750F (246°C)。
- (5) 禁止对喷丸零件进行矫直，除非另有规定。

## 10) 公差

- (1) 除非有其他规定，规定的（最小）喷丸强度变化应该在最近的 0.001 英寸 (0.025mm) 或 0.003 英寸 (0.075mm) 的百分之-0 到+30；无论哪个更优。例如，0.006 英寸 A 规定的喷丸强度指示在 A 试片上 0.006 到 0.009 英寸 (0.15~0.23mm) 的弧高，0.018 英寸 N 规定的喷丸强度指示在 A 试片上 0.018 到 0.023 英寸 (0.46~0.58mm) 的弧高。
- (2) 用于测量弧高的强度检验试片根据过程参数表应该重制，范围在±0.0015 英寸 (0.0375mm) ，并且应该在零件的强度范围内。当使用亚尺寸试片时，强度弧高应根据 SAE J443 的相关规程检验。
- (3) 除非另有规定，喷丸区域到不需喷丸区域的边界变化应该在-0 到+0.125 英寸 (-0~3.18mm) 。

## 11) 测试方法

- (1) 强度应按 SAE J443 要求。
- (2) 覆盖率应按 SAE J2277 要求。
- (3) 喷丸过程中介质尺寸检测规程
  - a. 获得介质的典型样本，推动零件的现有加工。样本尺寸取决于介质尺寸和型号。对于 U.S.筛网尺寸 35,0.500mm (0.0197 英寸) 以及更大的筛口，要求样本尺寸最小 100g。
  - b. 根据表 1 选择合适尺寸的筛网。筛网应该相嵌套，最大网格尺寸的在上面，然后尺寸依次递减，最小网格尺寸与抓盘在下面。
  - c. 将嵌套的筛网和盘放置在旋转和敲击的机器中。将介质样本放置在上面的筛网上，并盖上盖子防止介质散落。

- d. 样本应在最小的筛网为 35 格或更粗的设备上运行  $5\text{min} \pm 5\text{s}$ , 在最小的筛网为优于 35 格的设备上运行  $10\text{min} \pm 5\text{s}$ 。
- e. 应从设备上去除堆叠的筛网, 应记录余留在每个筛网和抓盘中介质的总重量的百分比。对于任意数量其重量少于样本尺寸 0.5% 的介质, 应该追踪介质重量。最终的数量应该记录, 但是按样品尺寸的 0% 报告。对比表 1 中要求的结果。

#### (4) 喷丸过程中介质形状检验规程

- a. 获得现有介质的典型介质样本, 以推动零件的生产。不能通过任何可能去除或减少可见的不可接受的工件的过程或运动来选择样本, 例如筛选。
- b. 当使用模板, 介质样本应该注入到有粘结性的胶带上; 当使用固体工具时注入凹处, 或其他方法的类似处理方式。当介质完整后, 介质的单层都是最小的缺口, 多余的介质应该移走。
- c. 样本应按照介质尺寸采用放大设备检查, 尺寸由表 3 所示进行检测。
- d. 介质形状应该与图 1、图 2、表 2A 和表 2B 所示相对应的要求进行比较。

### 4、质量保证规定

#### 1) 检测及过程控制

- (1) 生产方应负责进行所有需要的测试。购买方保留进行任何认为必要的测试的权利, 以确定过程是符合规定要求的。
- (2) 如果介质检测到任何破坏或强度 (弧高) 复验值没有达到规定要求, 应停止喷丸, 应分离受到影响的零件, 购买方推荐矫正的办法, 并且在矫正执行之前购买方应知晓。

#### 2) 测试类别

- (1) 可接受的测试
  - a. 喷丸强度验证 (3.5.1 和 3.11.1) 是可接受测试, 应该在开始时进行, 对于尺寸较大的一批在每批末进行, 或是不论大小每 8 小时进行一次。不论是喷丸强度没有满足要求, 或是当尺寸、型号或机器中的介质改变, 应该进行喷

丸强度验证。强度验证弧高应该形成文件并通告，4.5.3。如果已认可的工程部门允许，强度验证周期可以改变。

- b. 覆盖率检验 (3.5.2 和 3.11.2) 是可接受的检测，每一批的所有零件都应进行，除非已认可的工程部门提供了抽样计划。

## (2) 周期性检测

过程中介质尺寸 (3.1.2 和 3.11.3) 及形状 (3.1.2 和 3.11.4) 检测时周期性的检测，且不论尺寸、类型或机器中所有介质改变，都应按表 6 所示的频率进行。

表 6 过程中介质检测频率要求

介质	带分离器机器 (小时)	不带分离器的机器 (小时)
AMS2431/1 常规铸钢丸	40	8
AMS2431/2 硬质铸钢丸	40	8
AMS2431/3 常规碳钢丝切割丸	80	16
AMS2431/不锈钢丝切割丸	120	24
AMS2431/5 喷丸球	20	4
AMS2431/6 玻璃丸	8	注释 1
AMS2431/7 陶瓷丸	8	4
AMS2431/8 硬质碳钢丝切割丸	80	16

注释：喷丸后 2 两小时介质应替换。不要求对流出的介质进行检测。当使用湿玻璃丸，为满足要求，整个的泥浆电荷在一定的周期应变化。仅可以在整个泥浆更换的间隙加入一次新鲜的丸料，以保证介质的质量。

## 3) 产前要求及检测

- (1) 生产方的质量控制体系及对体系文件的服从，应该在零件生产前通过质量保证部门的批准，然而非航空零件不需要这样的批准，除非购买方的订单、规范或图纸有明确要求。
- (2) 喷丸过程参数表的条件设置及零件的放置，按照 3.7 的要求应该产前进行测试，并且应在零件生产前进行，当已认可的工程部门要求时也应进行。购买方要求批准过程参数表时，过程参数表应该经过已认可的工程部门批准。
- (3) 用于测量机控制喷丸过程的处理设备，如阿尔门夹具、丸料流/丸料计量设

备、空气压缩机以及传感器、电脑控制监控设备和设备控制器，这些设备的使用应按要求进行校准，并且介质和试片应该满足此规范的要求。当设备的校准可追溯至国家标准和技术院 (NIST) 或已认可的工程部门批准的其他国家认可的标准组织机构，则不需进行校准。

#### (4) 培训要求

进行以下操作过程的人员应该经过培训且证明是熟练的：

- a. 喷嘴/齿轮和设备/零件的放置
- b. 饱和曲线绘制及形成文件
- c. 零件覆盖率绘制及形成文件
- d. 从过程参数表中设置及操作机器参数
- e. 介质检测
- f. 强度检测方法
- g. 零件遮挡
- h. 覆盖率检测
- i. 零件清洗
- j. 零件防腐蚀
- k. 零件运输
- l. 购买方文件材料

#### **4) 复验及矫正措施**

##### (1) 强度

如果有任意试片没有满足 4.2.1.1 中规定的强度检测的要求，每批次不合格试片的零件上取 1 个附加试片，采用相同的设备，介质不更换不更新，对附加试片进行测试，最后这批零件的处置可以基于附加试片的测试结果来决定。附加试片没有满足规定的强度验证要求，可以按 4.1 进行处置和矫正的措施。

##### (2) 介质

如果介质形状测试或介质尺寸测试没有满足要求，应停止喷丸，并按 4.1 进行矫



正措施。如果形状测试没有合格，应采用合格的介质来替换之前所有的介质，然后在重新喷丸前进行形状和尺寸要求测试。如果尺寸测试没有合格，应替换所有的介质或补充足够的合格的介质，然后在重新喷丸前进行形状和尺寸要求测试。

## 5) 报告

对于每个装载批，生产方应提供一份报告以说明零件是按照要求进行加工，包括强度和覆盖率。另外，对于采用钢介质喷丸的铝合金、镁合金、耐腐蚀钢和钛合金零件，报告应说明零件是否清理了铁污染物。报告应包括购买方的订单号，AMS 2430T。零件号，批次证明和数量。如适用也可以记录 AMS2432（最新版）。

## 5、运输准备

### 6) 包装机标识

- (1) 喷丸零件应手工操作，防腐蚀，以及包装以确保喷丸零件保留其要求的物理特性及性能。
- (2) 喷丸零件的包装应按商业惯例进行运输准备，并且按照合适的条例及规程进行操作、包装和运输，确保货架可承载及安全运输。

## 6、感谢

生产方在所有的引用中及感谢订单时应提及 AMS2430 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

- 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。
- 2) AMS 中术语的解释如 ARP1917 和下文所示。
  - (1) 自动机械

一种喷丸机器，可以避免喷丸流或是工件的手工移动，但是依靠机械意味着提供这些特征。

## (2) 介质

喷丸中使用的一般性材料，如铸钢丸、钢丝切割丸、陶瓷丸、玻璃丸或丸球。见 AMS2431。

- a. 名义介质尺寸按表 1，重量通过率最大为 20%。如：ASR/ASH-110，AWCR/AWS/AWCH-14，AGB35 或 AZB300=0.0117 英寸=1 英寸千分之 11.7 或 0.300mm 直径。名义直径用于计算半径。见 3.6.2。
- b. 对于铸钢丸名义上约定使用表 1 中通过重量百分比为 20%的屏尺寸。钢丝切割丸的名义约定则基于钢丝的直径。

## (3) 批次定义

在同一台设备上，设置相同的喷丸过程参数，进行喷丸的一个生产批次的所有零件称为一批。

- 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。

## 4) 喷丸设计指导方针，仅为信息参考

关于购买方或已认可工程部门的设计指导，提供如下信息。对于每个单独的零件，喷丸过程应该认为是在整个生产计划内的。喷丸操作应该安排在合适的顺序上，后续的过程不会覆盖喷丸的效果。其次，喷丸过程本身的设计应该能保证喷到所有需要的区域。咨询喷丸生产方后也可以提供制造设计和极限考虑方面的见解。应提供零件清理的方法、设备类型和控制、强度验证的区域和方法、覆盖率检测方法、喷丸后清理方法、以及储存和运输的方法。购买方或已认可工程部门应该表明，是否需要生产方在产品喷丸前提供喷丸过程和控制程序、每个零件号的喷丸零件样本。

## (1) 压应力的表征深度

表 7 说明了喷丸后压应力的表征深度，仅作为信息提供。许多因素或影响真实的压应力深度，如材料类型、零件硬度、丸料尺寸、丸料类型。压应力深度的检测可以在真实零件上通过破坏性分析来进行，或同样材料经热处理达到真实零件的硬度后，在其上取样进行。此表提供历史数据作为喷丸设计的出发点。

表 7-压应力近似深度

材料	强度，英寸 ( mm )		
	0.008N(0.20N)	0.008N(0.20A)	0.008N(0.20C)
	压应力深度，英寸 ( mm )		
铝合金	0.003 ( 0.08 )	0.010 ( 0.25 )	0.027 ( 0.69 )
钛合金	0.002 ( 0.05 )	0.007 ( 0.18 )	0.018 ( 0.46 )
抗拉强度小于 200ksi ( 1379MPa ) 的钢	0.003 ( 0.08 )	0.008 ( 0.20 )	0.025 ( 0.64 )
抗拉强度大于等于 200ksi ( 1379MPa ) 的钢	0.002 ( 0.05 )	0.005 ( 0.13 )	0.015 ( 0.38 )
镍基合金	0.002 ( 0.05 )	0.006 ( 0.15 )	0.020 ( 0.51 )

## (2) 强度

以下表格给出了不同材料和厚度的强度值，为喷丸设计的起始点提供指导方针。

表 8 用于不同材料的介质尺寸和强度指导方针

材料	材料厚度 0.90~0.375 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 ) -0.002A(-0.005A) +0.005A(+0.0125A)	丸料尺寸	强度，英寸 ( mm ) -0.002A(-0.005A) +0.005A(+0.0125A)
钛合金	≥110	0.008A(0.20A)	≥110	0.008A(0.20A)
钢，抗拉强度小于 200ksi ( 1379MPa )	≥170	0.010A ( 0.25A )	≥230	0.012A ( 0.30A )
钢，抗拉强度大于 200ksi ( 1379MPa )	≥170	0.010A ( 0.25A )	≥230	0.014A ( 0.35A )
铝合金	≥170	0.008A ( 0.20A )	≥230	0.012A ( 0.30A )

说明：

- 表 8 中的丸料尺寸用于 ASR(铸钢丸，常用)和 ASH (铸钢丸，硬质)。
- 对于厚度小于 0.090 英寸 (2.29mm) 的材料，见 8.4.4.4。

表 9 用于直径小于 0.750 英寸 (19.05mm) 孔洞的介质尺寸和强度

材料	丸料尺寸	强度, 英寸 ( mm )
铝合金: 孔洞直径小于 0.735 英寸 ( 18.67mm )	≥70	≥0.010N ( ≥0.25N )
除铝合金外地其他所有合金: 孔洞直径小于 0.750 英寸 ( 19.05mm )	≥70	≥0.010N ( ≥0.25N )

材料丸料尺寸强度, 英寸 (mm)

铝合金: 孔洞直径小于 0.735 英寸 (18.67mm) ≥70≥0.010N (≥0.25N)

除铝合金外地其他所有合金: 孔洞直径小于 0.750 英寸 (19.05mm) ≥70≥0.010N (≥0.25N)

说明:

c. 表 9 中的丸料尺寸用于 ASR(铸钢丸, 常用)和 ASH (铸钢丸, 硬质)。

d. 对于厚度小于 0.090 英寸 (2.29mm) 的材料, 见 8.4.4.4。

### (3) 喷丸丸料尺寸

当表 8 和表 9 不适用时, 材料喷丸的强度应达到表 10 所示, 或已认可的工程部门允许的其他情况, 或涉及了已保护的区域。

表 10 介质尺寸推荐的最小值

强度 英寸 ( mm )	喷丸介质 <sup>1</sup>
0.012A ( 0.30A )	ASR 或 ASH-280 AWCR,AWS,或 AWCH-28 AGB ( 0.039-0.028 英寸, 直径 ) AZB ( 0.033 英寸, 一般直径 )
0.016A ( 0.40A )	ASR 或 ASH-390 AWCR,AWS,或 AWCH-41 AGB ( 0.056-0.039 英寸, 直径 ) AZB ( 0.046 英寸, 一般直径 )
0.020A ( 0.50A )	ASR 或 ASH-550 AWCR,AWS,或 AWCH-54 AGB ( 0.039-0.028 英寸, 直径 )

1 见 AMS2431 的定义。

#### (4) 喷丸区域

工程图纸标明喷丸区域。如果图纸没有指定零件上的所有区域，则购买方应向生产方标明及说明每个单独的区域。

- a. 不需喷丸的区域和不需保护的区域应经过考虑后选择。见 3.5.2。
- b. 如果后续的加工操作在这些区域会去除喷丸的效果，规定不需喷丸的区域可以在保护起来，或者也可以喷丸。当不能遮挡或不能保护这些不需喷丸的区域时，应在这些区域设计足够的尺寸余量，使之在后续去除受影响的材料后，其尺寸仍能符合图纸的尺寸要求。去除余量的过程控制应在喷丸前过程计划中规定。
- c. 隔离或部分隔离的区域、深凹槽的侧壁、或其他不易受到最大作用喷丸的区域，其喷丸程度、强度及覆盖率，都会少于这些更暴露或更易于导向的区域，也因此需要附加喷丸或重新摆放零件，以在这些区域得到合适的喷丸。使用特殊的喷嘴设备或采用偏转喷丸操作也可以有效的减少附加喷丸。
- d. 尺寸小于 0.090 英寸 (2.29mm) 或小零件，应该避免高强度喷丸，因为可能会导致变形和高的残余拉应力。薄部件的喷丸强度应该是，压应力下的横截面应该不超过零件宽度整体横截面的 10%。

#### (5) 喷丸前零件

- a. 购买方提供给喷丸加工方的零件，各方面条件应该已准备好可以用于喷丸。操作计划的顺序应该取决于购买方提供的零件，不存在油脂、污垢、油、腐蚀、毛边、锐角、机械损伤和防腐蚀膜如阳极膜、镀层或油漆。所有毛边应该去除，需喷丸的边缘和边角应该在喷丸前就倒圆角，以防止材料翻滚。所有的热处理和非损伤性检测应在喷丸前进行。提供给生产方的零件其所有尺寸和结果都满足要求。
- b. 零件图纸或过程计划应该提供遮挡的说明，以保护这些区域不受可能的损伤（如在薄区域防止翘曲）。必须考虑在特殊部位如螺纹（特别是没有螺纹衰减的螺纹）处扩大遮挡，保护不受喷丸伤害。在这种情况下，提供的扩大遮

挡不能扩大到需要喷丸的区域。

#### c. 喷丸设备

喷丸的设计者应该考虑用于喷丸的设备的类型及零件的几何形状。设备的类型会决定如何对零件进行喷丸。配有喷嘴或齿轮的设备提供受限的线-视线，使介质撞击在零件的所有表面。自动设备提供介质撞击的视线线。电脑控制机监控设备提供最佳的过程控制。计算机控制的喷丸设备应该使用人工飞行工具组件，喷丸中使用的组件通常作为组件强度设计的一部分，并且组件被认为是系统成功的关键。

#### d. 过程开发

在特定的强度检验部位，每个零件将会使用一个破碎的零件或典型的固定装置来支撑测试试片的夹持。有效的喷丸要求在指定的部位具有规定的强度和覆盖率，其部位由已认可的工程部门授权指定，高的拉伸应力或应力范围会导致在服役中产生疲劳或应力腐蚀。强度检验点的决定取决于零件的临界性、倾向于引发疲劳或或应力腐蚀缺陷、以及使用设备的类型。影响检验位置数量的原因包括改变介质撞击角度、对立距离、设备极限、零件位置以及零件形状。按照零件形状，对于每个种类的设备设置都至少需要一个强度检验位置，如距离、介质流、空气压力、撞击角度。强度考验着测试试片的有效位置及夹具其耗时间及物质应最小化。

#### e. 丸料尺寸选择

在选择丸料尺寸时，应考虑如下因素：

- 零件类型
- 圆角尺寸（小丸料需撞击小圆角）
- 强度要求（丸料的尺寸限制了强度，可以在喷丸设备中获得）。因此，也许需要使用较大的丸料来获取较高的强度，或当考虑圆角弧度后必须使用小丸料，则降低强度要求。
- 结果（在强度相同时，较大的丸料会获得较好的表面状态）

- 在铝合金或镁合金零件上使用高强度的小直径介质，应该避免导致可能的损伤或在零件表面嵌入丸料颗粒。

f. 硬质材料喷丸

零件表面的硬度大于或等于 55HRC，采用常规硬度丸料喷丸时，表面看上去会类似于抛光或擦亮，需要使用合适的目视检测方法，按照 SAE J2277 采用 10X 放大镜代替。对于这类零件的喷丸推荐使用硬质的丸料。见 3.1.1.3。

g. 2 个或更多厚度的喷丸

当在一个零件上有 2 个或更多的不同厚度，并且一个超过 0.375 英寸 (9.52mm)，另一个等于或小于 0.375 英寸 (9.52mm)，应采用如下方法。较厚的区域应该使用和这个厚度匹配的丸料尺寸和强度。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。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)。

h. 丸料类型

需要多种丸料类型时，参考表 1 获得介质名义尺寸。当规定使用铸钢丸且图纸或规范允许，同样尺寸和硬度的切割丸通常可以和铸钢丸交换使用，因为在使用中切割丸具有更优秀的耐久性和较好的结果。其他的介质类型需要考虑其他条件，因为聚集和清理不同于钢介质。

- i. 表 11 所示为测试试片类型，可用于指导选择介质类型。

表 11 介质和试片类型

介质类型	试片类型
金属丸料	N,A,C
玻璃丸料	N
陶瓷丸料	N,A

## (6) 喷丸后

- a. 应向生产方提供喷丸后零件的清理方法。喷丸及去除保护后，应采用某种不会腐蚀或擦伤零件表面的方法去除零件表面的所有丸料和碎片。铝合金、镁合金、耐腐蚀钢合金和钛合金的零件，采用钢丸或其他任意储存在没有衬里的钢柜子里的介质，可能会产生铁污染，可以采用化学的方法清洗使铁溶解。或者，当已认可工程部门同意，也可仅用玻璃丸来抗污染。化学清洗材料的使用或玻璃丸料清洗的方法应该适用于零件，不同的材料如衬垫或衬里。
- 铝合金零件暴露在硝酸水溶液中，可以去除表面的铁污染物。例如，在环境温度下暴露在体积比  $50\% \pm 5$  的硝酸中（ $40^\circ$ 波美比重计或指定的引力 1.4），或在  $140^\circ\text{F} \pm 5$  ( $60^\circ\text{C} \pm 3$ ) 的温度下放置在体积比  $20\% \pm 2$  的硝酸中 10 分钟或更长时间，使用  $140^\circ\text{F} \pm 10$  ( $60^\circ\text{C} \pm 6$ ) 的湍急的水流可以有效的清洗并干燥。环境温度溶液可以采用局部擦拭的方法。
  - 在  $140^\circ\text{F} \pm 5$  ( $60^\circ\text{C} \pm 3$ ) 的温度下，耐腐蚀钢（CRES）和钛合金零件暴露在体积比  $20\% \sim 50\% \pm 5$  的硝酸（ $40^\circ$ 波美比重计或指定的引力 1.4）水溶液中 15~30 分钟，使用  $140^\circ\text{F} \pm 10$  ( $60^\circ\text{C} \pm 6$ ) 的湍急的水流可以有效的去除表面的铁污染物，并干燥。
  - 玻璃喷丸的清洗需要仔细考虑，典型的玻璃丸料强度范围为 0.002~0.006 英寸 N 型。如果这个强度小于喷丸零件，第二次的玻璃喷丸操作不会降低第一次的喷丸效果。介质流应彻底的通过零件，直到整个零件表面都被清洗。一次通过最多停留 1 秒足够可以去除残留的铁，并且不会损伤零件表面尺寸，但应该确认每个零件的材料类型。在玻璃喷丸清理后，应检测零件表面是否存在嵌入玻璃及第一次喷丸的凹坑。
- b. 零件生产操作，如热处理、成型、连接、吹砂、非破坏性检测，以及表面介质修饰，会影响基层的状态，或者在喷丸后进行，则不利于表面应力。喷丸



零件的矫直可以与二次喷丸一同进行，使用同样的工程要求和一样的或更高的强度范围。

- c. 喷丸零件的加工或使用温度应该限制在表 5 所示范围内，除非规定应用下的测试数据支持可以在更高的温度下使用。喷丸后的操作过程，如辅助电镀层可能导致钢表面的拉伸应力。释放这些应力的程序会在合同或零件图纸中规定，或按照合适的规范要求。暴露在比表 5 中所示温度更高的温度下，将会导致喷丸残余应力的下降。
  - d. 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，可以通过第二次的喷丸来校正，第二次喷丸应有更低的强度或材料去除量。当允许去除表面金属时，零件表面一般深度的压应力应该参考表 6。应考虑喷丸的凹坑是否要从零件表面去除，并且是否需要重新表面喷丸以恢复残余应力的深度。零件要求的最小拉伸强度为 220ksi (1517MPa) 及更高，不超过等价于规定最小“A”强度 10%或等价于最小“N”或“C”强度，应从表面去除。如果选择去除材料，应在去除材料后仍保存喷丸压力。喷丸后不应磨削表面，除非已认可的工程部门允许。
- 5) 对新的铸钢丸，其使用取决于生产方的设备和历史数据。如下为丸料条件的一般指导方针：
- (1) 如果丸料增加的数量超过设备容量的 35%，在喷丸前应将丸料推送至一块钢板上进行 3 个循环周期。
  - (2) 如果丸料增加的数量小于设备容量的 35%，在添加更多的丸料前，应使丸料在生产中至少循环 3 次。
- 6) 对于非航空类喷丸应用，可以 AMS-S-13165 以前的使用者，建议可选择的规范为 SAE J2441，喷丸。