

# 浅谈空客 A320 系列飞机雷击损伤处理

吕福根

北京飞机维修工程有限公司，北京 100621

DOI:10.61369/ME.2025060045

**摘要：**为了提高日常雷击损伤评估的效率，本研究以 AIRBUS 飞机 A320 系列的 SRM 手册和 NSRM 手册为依据，深入探讨了空客主要机型 A320 系列处理雷击损伤的策略，并提出了相应的解决方案，以供参考。通过系统地整理手册中关于雷击损伤的修复方案，本研究构建了一套全面的评估框架。该框架包括损伤区域的精确定位、损伤程度的细致分级以及修复工艺的恰当选择等关键步骤，目的是为维修人员提供参考的操作指南，减少因手册解读不一致而引起的评估误差，同时缩短维修时间，确保航空器的持续适航状态。

**关键词：**飞机维修；维修标准；雷击

## A Brief Discussion on the Handling of Lightning Strike Damage on AIRBUS A320 Aircraft

Lv Fugen

AMECO, Beijing, 100621

**Abstract :** In order to enhance the efficiency of daily lightning strike damage assessment, this paper refers to the AIRBUS aircraft SRM manual and NSRM manual to explore the approach to handling lightning strike damage on the main Airbus models A320 and proposes corresponding solutions for reference. By systematically organizing the repair solutions for lightning strike damage in the manual, this study has developed a comprehensive assessment framework. This framework encompasses key steps such as precise location of the damaged area, detailed classification of the damage extent, and appropriate selection of repair techniques. The aim is to provide maintenance personnel with a reference operation guide, reduce assessment errors caused by inconsistent interpretation of the manual, and shorten maintenance time to ensure the continuous airworthiness of the aircraft.

**Keywords :** aircraft maintenance; maintenance standards; lightning strike

## 引言

随着全球气候的变暖，全球恶劣天气频发，航空器虽然在飞机设计初始就已经考虑了雷击的因素，但是业内飞机受到雷击的次数依然逐年增加，维修人员由于航班量的增加，机型的多样性，雷击处理逐渐变得困难起来，于是探讨业内主要机型空客 A320 系列的雷击应对措施具有必要性。

雷击事件不仅会对飞机的结构部件造成直接物理损伤，还可能影响机载电子设备的正常工作，甚至威胁飞行安全。因此，建立一套科学、规范的雷击损伤处理流程，对于快速准确评估损伤程度、制定合理维修方案、缩短飞机停场时间具有重要意义。本文结合空客 A320 系列飞机的结构特点和维修手册要求，针对不同部位的雷击损伤类型进行深入分析，并提出具体的处理方法和建议，旨在为一线维修人员提供实用的技术参考，提升航空器雷击损伤的处置效率和维修质量。

## 一、飞机与雷击

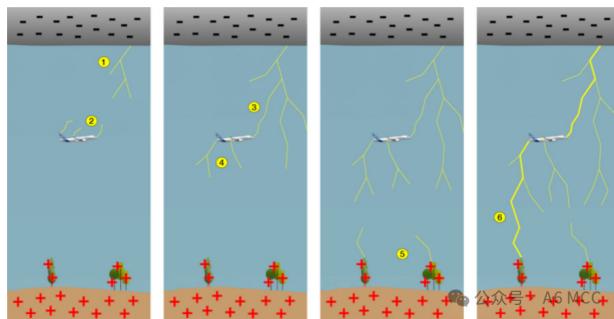
依据每年每平方公里三次雷击的平均数值，以及飞机平均三百平方米的表面积进行计算，从理论层面而言，一架飞机每一千零一年才会遭遇一次雷击。然而，空客公司指出：平均来看，每架处于服役状态的飞机每年至少会遭受一次雷击。此差异

的成因在于：当飞机于飞行过程中靠近风暴的强电场区域时，往往吸引雷电。

若在飞机附近生成了闪电先导，飞机的端部（例如机头雷达罩、翼尖、垂直尾翼）也会产生一些闪电先导，并朝着闪电先导的方向伸展。当其中一个飞机先导与闪电先导相连接时，飞机便成为了闪电通道的一部分，随后飞机的其他端部会产生新的先

作者简介：吕福根（1985.02-），男，福建漳平人，汉族，本科，中级工程师，从事航线维修放行工作。

导，朝着带正电的区域（地面）伸展。当其中一个先导接近带正电区域时，该区域会产生新的先导，与主先导连接从而形成闪电。



雷击对飞机的影响主要体现在电磁和物理两个方面。

从电磁方面来看，雷击附着可能引发飞机相关线路和系统出现不必要的短暂电压与电流波动。部分情形下，这种波动对系统的影响较为短暂，雷击电流消失后系统可恢复正常。然而，在另外一些情形下，损伤可能是永久性的，受影响的部件必须进行更换<sup>[1]</sup>。

物理损伤涵盖了金属材料熔化、内部形成气泡，以及复合材料分层、被穿透等现象。

## 二、飞机雷击的处理

### (一) 飞机身雷击

飞机身雷击损伤分为机身蒙皮损伤、机身紧固件损伤（蒙皮未受损）和机身蒙皮及紧固件孔壁损伤三大类，各类别中又因损伤位置不同、损伤痕迹大小不同等，分为多种情形。在判断雷击损伤时，应先判断其所属类型及情形，然后再判损伤是否在限制范围内。若超出损伤限制范围，则不能保留，须及时修理或联系 AIRBUS 寻求支持；若损伤在限制范围内，则进行详细目视检查以确认有无目视可见裂纹（详细目视检查需使用 10 倍放大镜），若发现裂纹则须及时修理，若未发现裂纹则可以保留 50FC，保留到期后须进行修理（若需延长保留期限，须由 AIRBUS 批准）。

#### 1. 机身蒙皮雷击损伤

情形 1：在一个框格内（两相邻桁条与两相邻隔框所围范围）最多允许有 5 个雷击烧蚀点（对于非桁条隔框结构区域，最多允许有 5 个雷击烧蚀点在 180mm 半径范围内）

任意雷击烧蚀点直径须  $\leq 7.2\text{mm}$  (0.283inch)

雷击烧蚀点与最近铆钉的排距须  $\geq 15\text{mm}$  (0.591inch)

在 60mm (2.362inch) 纵向距离内，最多允许有 3 个雷击烧蚀点，两相邻雷击烧蚀点间距不小于两雷击点直径之和的 2.5 倍 ( $2.5 \times (D_1+D_2)$ )

#### 2. 机身紧固件雷击损伤

情形 1：损伤紧固件在长桁或隔框上。

在两相邻隔框之间的任意桁条上，最多允许损伤总数 25% 的紧固件，且两相邻损伤紧固件之间至少间隔 1 个正常紧固件；

在两相邻桁条之间的隔框上，最多允许 2 颗损伤紧固件。

情形 2：损伤紧固件在环向对接带上。

在两相邻桁条内只允许有一颗损伤紧固件，且在一张蒙皮上只允许有一颗损伤紧固件。

情形 3：损伤紧固件在纵向搭接带上。

在两相邻隔框内最多允许 2 颗损伤紧固件，且任意一排上没有相邻的损伤紧固件；

机身紧固件及紧固件孔壁雷击损伤，以下标准仅适用于  $L \leq 25\%$  紧固件头部直径的损伤。

3. 机身紧固件及紧固件孔壁雷击损伤，以下标准仅适用于  $L \leq 25\%$  紧固件头部直径的损伤。

情形 1：损伤在长桁或隔框上。

在两相邻隔框之间的任意桁条上，最多允许损伤总数 25% 的紧固件，且两相邻损伤紧固件之间至少间隔 1 个正常紧固件；

在两相邻桁条之间的隔框上，最多允许 2 颗损伤紧固件，且两相邻损伤紧固件之间至少间隔 1 个正常紧固件。

情形 2：损伤在环向对接带上。

在两相邻桁条内只允许有一颗损伤紧固件，且在一张蒙皮上只允许有一颗损伤紧固件。

情形 3：损伤紧固件在纵向搭接带上。

在两相邻隔框内最多允许 2 颗损伤紧固件，且任意一排上没有相邻的损伤紧固件。

#### 2.2. 水平安定面尖端雷击

水平安定面尖端常见雷击如下图所示。若损伤超出限制范围，不能保留，须按 SRM55-14-11 完成修理；若损伤未超出限制范围，则根据所属情形采取对应的保留措施，保留到期后须进行修理（若需延长保留期限，须由 AIRBUS 批准）。

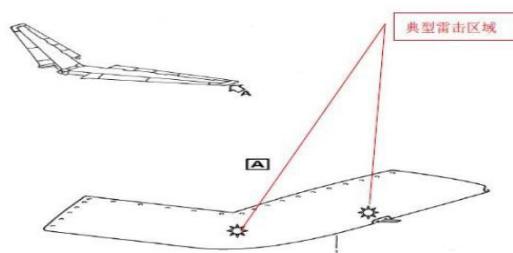


图 11

情形 1：损伤总面积  $\leq 1500\text{mm}^2$  (多个雷击点面积之和)，深度  $\leq 0.4\text{mm}$  打磨光滑，恢复漆层，无需后续保留监控；若遇短停或外站，临时粘贴金属胶带，50FC 内完成抛光补漆工作。

情形 2：损伤总面积  $\leq 1500\text{mm}^2$ ，深度  $> 0.4\text{mm}$  打磨光滑，恢复漆层，保留至下个 C 检或 4500FC (选二者中较短者)。

### (三) 升降舵尖端雷击

升降舵后沿常见雷击区位于升降舵尖端。若损伤超出限制范围，不能保留，须按 SRM55-21-11 完成修理；若损伤未超出限制范围，则根据所属情形采取对应的保留措施，保留到期后须进行修理（若需延长保留期限，须由 AIRBUS 批准）。

情形 1：损伤总面积  $\leq 1000\text{mm}^2$  (多个雷击点面积之和)，及长度  $\leq 100\text{mm}$ ，深度  $\leq 20\%$  原厚度 (1.6mm)，与已有紧固件间距  $\geq 8\text{mm}$ ，与其它损伤间距  $\geq 50\text{mm}$

情形 2：损伤总面积  $\leq 100\text{mm}^2$ （多个雷击点面积之和），及  
长度  $\leq 10\text{mm}$ ，深度  $> 20\%$  原厚度（ $1.6\text{mm}$ ），与已有紧固件间距  
 $\geq 8\text{mm}$ ，与其它损伤间距  $\geq 50\text{mm}$

#### (四) 方向舵尖端雷击

方向舵顶端雷击损伤判断时，先依据判断雷击损伤的区域和尺寸大小，然后依据下图采取对用的保留处理措施。

损伤类型	损伤限制			处理措施
	损伤尺寸 <sup>a)</sup>	与其它损伤 最小距离 <sup>b)</sup>	最多损伤数量 <sup>c)</sup>	
热损伤区域：区域 A、B、C <sup>d)</sup>	- <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	3500 FC 内恢复涂层 <sup>f)</sup>
螺钉损伤：区域 A、B <sup>d)</sup>	- <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	16 <sup>e)</sup>	立即更换损坏的紧固件 <sup>f)</sup>
穿透损伤：区域 A <sup>d)</sup>	<4.0 mm <sup>e)</sup> (0.157 in.)	20 (0.787) <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	粘贴金属胶带，600FC 内参照 SRM51-42-00 安装 <sup>f)</sup>
	≥4.0 mm <sup>e)</sup> (0.157 in.)	70 (2.756) <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	粘贴金属胶带，600FC 内参照 SRM55-44-00 完成修理 <sup>f)</sup>
紧固件边缘穿透损伤：区域 B <sup>d)</sup>	<1 <sup>e)</sup>	一个紧固件 <sup>f)</sup>	8 <sup>e)</sup>	600FC 内参照 SRM55-44-00-03D 完成修理 <sup>f)</sup>
	≥1 <sup>e)</sup>	一个紧固件 <sup>f)</sup>	8 <sup>e)</sup>	立即参照 SRM55-44-00-05 完成临时处理，600FC 内参照 SRM55-44-00-05F 完成修理 <sup>f)</sup>
边缘穿透损伤：区域 B <sup>d)</sup>	<3 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	15 <sup>e)</sup>	600FC 内参照 SRM55-44-00-03D 完成修理 <sup>f)</sup>
	≥3 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	15 <sup>e)</sup>	立即参照 SRM55-44-00-05 完成修理 <sup>f)</sup>
穿透损伤：区域 C <sup>d)</sup>	<5 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	1 <sup>e)</sup>	600FC 内参照 SRM55-44-00-03G 完成修理 <sup>f)</sup>
	≥5 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	1 <sup>e)</sup>	600FC 内参照 SRM55-44-00-05H 完成修理 <sup>f)</sup>
穿透损伤：区域 C <sup>d)</sup>	<7 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	1 <sup>e)</sup>	立即参照 SRM55-44-00-05C 完成修理 <sup>f)</sup>
	≥7 <sup>e)</sup>	- <sup>e)</sup>	1 <sup>e)</sup>	立即参照 SRM55-44-00-05E 完成修理 <sup>f)</sup>

### (五) 方向舵后缘雷击

典型的方向舵后缘雷击区位于方向舵后缘雷击。根据损伤程度不同，雷击损伤分为三种不同情形，依据所属情形采取不同的保留措施，到期后须进行修理（若需延长保留期限，须由 AIRBUS 批准）。

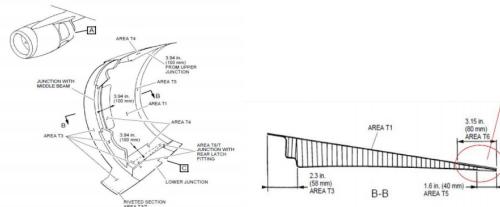
两侧导电条损伤总深度（叠加深度） $\leq 1.2\text{mm}$ , 50FC 内参照 SRM55-41-19 201 恢复漆层。极端情况下，一侧导电条完全损坏（熔断，单侧电流无通路），同位置对侧导电条完好，可临时粘贴金属胶带，50FC 内参考图 D、SRM55-41-19 201，安装垫片更换铆钉；

区域 A 两侧导电条损伤总深度（叠加深度） $\leq 1.7\text{mm}$ ，损伤长度 $\leq 4$  颗紧固件，50FC 内参照 SRM55-41-19 201 恢复漆层，下一 C 检参照 SRM55-41-19 201 完成修理。

#### (六)发动机反推滑套后缘雷击

CFM56-5B发动机反推后缘雷击区，如下图所示。根据损伤程度不同，雷击损伤分为三种不同情形，依据所属情形采取不同的保留措施，到期后须进行修理（若需延长保留期限，须由

AIRBUS 批准)。



情形 1：损伤痕迹宽度  $\leq 1\text{inch}$  (25.4mm)，长度  $\leq 3\text{inch}$  (76.2mm) 粘贴金属胶带，间隔 250FC 重复检查，1000FC 内完成修理。修理标准参考参照 NSRM54-30-00 R13。

情形 2：损伤痕迹宽度 1inch (25.4mm)  $\leq W \leq$  2inch (50.8mm)，长度  $\leq 6$  inch (152.4mm) 粘贴金属胶带，间隔 50FC 重复检查，250FC 内完成修理。修理标准参考参照 NSRM54-30-00 R13。

情形 3：损伤痕迹宽度  $W > 2\text{inch}$  (50.8mm)，长度  $> 6\text{inch}$  (152.4mm) 粘贴金属胶带，50FC 内完成修理。修理标准参考参照 NSRM54-30-00 R13<sup>[2]</sup>。

### 三、结束语

在民航业蓬勃发展的当下，机务维修工作至关重要。面对恶劣天气和雷击事件的迅速应对，是提升航班准点率的关键。

安全是航空业的基石，特别是在航空维修领域，深入探讨A320机型遭遇雷击时的应对策略，对于提高维修准确性并提供有效保障至关重要。

这不仅要求维修人员精通各种雷击损伤情况的评估标准和处理程序，还必须在实际操作中严格遵守技术规范，确保每个维修步骤都精确无误。通过及时和科学地处理雷击损伤，我们不仅能最大程度地减少航班延误的影响，还能为飞机的持续适航提供坚实的基础。这样，在确保航空安全的同时，我们也能推动民航运输效率的持续提升，为航空事业的稳定发展做出贡献<sup>[3]</sup>。

参考文献

[1] 参考 AIRBUS 飞机 SRM 手册

[2] 参考 AIRBUS 飞机 NSRM 手册

[3] 张林. 飞机故障分析[J]. 基层建设, 2014, 24:9-10.