

# 咨询通告

美国交通部联邦航空管理局

标题：飞机螺旋桨维修<sup>1</sup>

日期：9/9/05

AC 编号：20-37E

发起：AFS-350

修订次数：

**1. 目的。**本咨询通告(AC)为所有人、运营人和联邦航空管理局(FAA)认证的维修人员在飞机螺旋桨的使用寿命期内提供信息和描述维护程序。它进一步提供了螺旋桨现场维护最低要求的建议，并提供了螺旋桨年度检查清单。

**2. 取消。**本咨询通告取消飞机螺旋桨维修 AC 20-37D (1989 年 8 月 15 日)。

**3. 主要变化。**本咨询通告已更新，为飞机螺旋桨的检查、维修和现场修理提供了更新的指导。本咨询通告涵盖所有类型的螺旋桨，包括复合材料、木质和金属螺旋桨。在没有其他指导材料的情况下，应使用本咨询通告所包含的检查和维护方法。

**4. 相关阅读材料。**制造商关于持续适航的说明、服务通告、维修记录和适航指令是包含有关螺旋桨保养和维护信息的主要文件。在此外，

---

<sup>1</sup> 本文由中国民用航空飞行学院飞机修理厂 许浩 翻译，山东航空骆剑高级工程师和中国民用航空飞行学院樊占鹏、李飞高级工程师完成校对。受限于译者知识结构，有翻译不当之处请反馈至 88604045@qq.com。

本文内容仅用于行业技术交流，不得用于商业目的。本文内容仅供参考。

AC 43.13-1 “可接受的方法、技术和实践-飞机检查和维修”最新版和 AC 43-4 “航空器腐蚀控制”，也包含了许多螺旋桨检查和维护的参考资料。

**注意:**这些咨询通告可从以下 FAA 公共网站免费下载

[http://www.faa.gov/regulations\\_policies/](http://www.faa.gov/regulations_policies/)。

**5. 讨论。**如果维护得当，螺旋桨可以在高应力环境下长时间安全运行。然而，尽管在螺旋桨设计时已考虑了诸多因素，但故障仍然不断发生。美国联邦航空局关于螺旋桨故障的数据表明，故障发生在飞机发动机-螺旋桨组合的整个生命周期。本咨询通告手册中包含的螺旋桨维修信息，为维修人员提供了减少这些故障和增加螺旋桨使用寿命的信息和技术。由于一些螺旋桨系统的使用年限，原厂关于螺旋桨的维修、维护和翻修的指导、说明不再更新(例如制造商不再经营)。因此，本手册旨在当制造商缺乏此类指南或与当前实践不一致时，提供螺旋桨维修和维护方法的补充指南。

## 目 录

### 第 1 章 设计损坏和失效

- 100 螺旋桨主要修理和翻修
- 101 螺旋桨设计和失效原因
- 102 螺旋桨损坏类型
  - 图 1-1 桨毂表面腐蚀
  - 图 1-2 抛光桨叶表面腐蚀
  - 图 1-3 点蚀
  - 图 1-4 喷丸表面上的点蚀
  - 图 1-5 桨叶前缘剥落
  - 图 1-6 桨叶划痕
  - 图 1-7 金属桨叶腐蚀
  - 图 1-8 桨毂裂纹
  - 图 1-9 桨叶裂纹
  - 图 1-10 闪电击中金属桨叶
  - 图 1-11 强雷击在复材桨叶尖端
  - 图 1-12 雷击复材桨叶
  - 图 1-13 螺旋桨桨叶被异物撞击

### 第二章 维护和翻修

- 200 维护和翻修要求
- 201 清洁
  - 图 2-1 油脂泄漏残留物
- 202 检查方法
- 203 检查类型
  - 图 2-2 螺旋桨轨迹(木块或整流夹具所示)
- 204 检查级别
  - 图 2-3 加热器边缘剥离
  - 图 2-4 叶鞘裂纹
- 205 限制
- 206 维修程序
  - 表 2-1 桨叶前缘修复
  - 图 2-5 桨叶修理技术
  - 图 2-6 复合桨叶腐蚀

### 第三章 配件及平衡

#### 300 桨叶平衡

图 3-1 未移除的平衡带

#### 301 转速表检查

#### 302 调速器，顺桨和反桨机构

#### 303 螺旋桨除冰

### 第四章 安装

#### 400. 螺旋桨的安装

### 附录 1。螺旋桨常用术语表(3 页)

## 第 1 章 设计损坏和失效

### 100. 螺旋桨大修和改装

只有在本文件的范围内或当螺旋桨制造商的数据批准大修或改装时，才允许进行大修或改装。只有获得批准的维修站才能完成大修或改装。关于螺旋桨的大修和大改的识别，请参阅美国联邦法规第 14 章 (14 CFR) 第 43 部分附录 A。

### 101. 螺旋桨设计和失效原因

a. 螺旋桨是飞机上受力最大的部件之一。在正常运行时，当桨叶由于推力和扭矩载荷以及发动机、空气动力和振动载荷而弯曲时，10 至 25 吨的离心力可以将桨叶从桨毂上拉下来。一个维护得当的螺旋桨在这些载荷下可以正常工作，但是当螺旋桨部件因腐蚀、石头凹痕、地面撞击而损坏时等，被施加了额外的意外应力，并且设计安全裕度可能不够；其结果是压力过大，螺旋桨可能会失效。

b. 造成应力过大的其他原因还包括超速情况、其他物体撞击、未经授权的改装、发动机问题、发动机减震器磨损、雷击等。大多数机械损伤都是由于桨叶表面材料的位移和腐蚀在桨叶表面形成凹坑和其他缺陷而造成的锋利的划痕。这种小损伤会造成应力集中，这些高应力区域可能会产生裂缝。随着裂纹的扩展，应力越来越集中，裂纹扩展速度加快。裂纹的持续增长可能导致桨叶失效。

### 102. 螺旋桨损坏类型

许多类型的损坏导致螺旋桨失效或变得不适航。美国联邦航空局关于螺旋桨故障的数据表明，大多数故障发生在桨叶的叶尖区域，通常在距离尖端几英寸的范围内，通常是由于裂纹引发，如凹坑、划痕或沟槽。然而，桨叶的任何部分都可能发生故障，包括桨叶中部、桨根和桨毂，特别是当存在划痕、腐蚀和裂纹时。因此，在螺旋桨检查和日常维护中，重要的是要检查整个桨叶。损坏的严重程度决定了维修的类型。关于损坏的附加指导在制造商的服务文件中和本咨询通告第 2 章第 205 段和咨询通告 43.13-1 现行有效版给出。下面段落描述了一些螺旋桨中可能发现的损坏类型。

**a. 腐蚀。**螺旋桨不适航的主要原因之一是腐蚀。金属桨叶、桨毂和其他部件的外部腐蚀是一个严重的问题。内部腐蚀可能存在于湿气聚集在内部腔的部位，例如桨毂、桨叶夹和桨距控制机构；如不被发现，则威胁到螺旋桨的结构完整性和性能。建立螺旋桨的翻修日历周期，以便拆卸螺旋桨检查内部表面。此外，无论实际运行时间如何，腐蚀都是持续发生的。金属螺旋桨部件的腐蚀可以分为三种不同的类型。

**(1) 表面腐蚀。**由于化学或电化学反应而造成的金属表面损失，氧化产物通常与基材的颜色和质地形成鲜明对比。表面腐蚀，如图 1-1 和 1-2 所示，一般当金属表面的腐蚀保护层因腐蚀或抛光而消失时发生。因此，不建议去除油漆或腐蚀保护层，例如抛光桨叶。



图 1-1 桨毂表面腐蚀



图 1-2 抛光桨叶表面腐蚀

(2) **点蚀**。凹坑由可见的腐蚀腔组成，从金属表面向内延伸。它们可以产生在表面、标签下或安装不当的防冰带下。点蚀可能看起来相对较小-0.010 英寸深，但仍然会引起大问题，因为这些凹坑可能是裂缝形成的前兆(见图 1-3 和图 1-4)。



图 1-3 点蚀

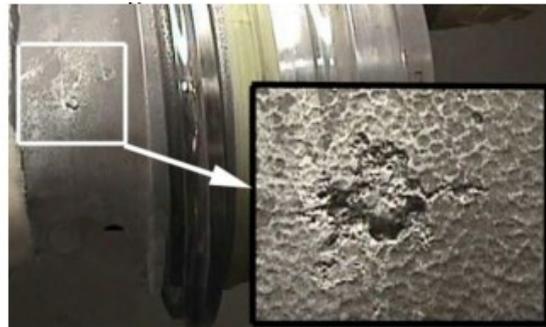


图 1-4 喷丸表面点蚀

(3) **晶间腐蚀**。发生于晶界。晶间腐蚀的存在可能是水分持续存在的结果，例如在标签下、在紧固件孔中、或者在阳极氧化和油漆保护层已经丢失的地方。剥落是晶间腐蚀的一种形式，通常发生在锻件或轧制薄板中，而较少发生在铸件中。有时会在桨叶前缘出现金属剥落物和裂纹(见图 1-5)。



图 1-5 桨叶前缘剥落

b. **工作面、前缘或扭曲错位。**当螺旋桨桨叶弯曲、扭曲或翘起时，在运行中会出现桨叶轨迹不一致。这将引起振动，并可能导致推力损失。根据偏差的严重程度，振动水平可能是严重的，可能导致灾难性的失效(见第 2 章，203a 段)。

c. **凹坑。**一种锋利的、缺口状的金属位移，通常出现在前缘和后缘。所有的凹坑都是潜在的裂纹源(见图 1-6)。

d. **侵蚀。**由于砂或水等小颗粒的作用，桨叶表面的材料损失，通常出现在靠近叶尖的前缘。这种损伤破坏了桨叶的防腐功能，可能导致桨叶失效(如图 1-7 所示)。

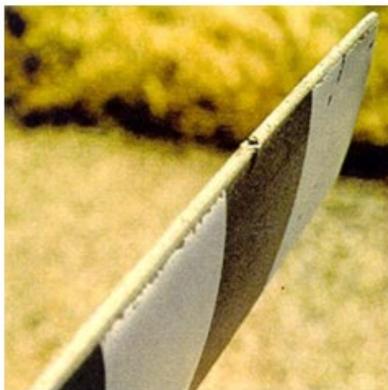


图 1-6 桨叶凹坑



图 1-7 金属桨叶侵蚀

e. **划痕、沟槽、割伤和擦痕。**这些描述表面损伤的术语见附录 1 螺旋桨常用术语表。

f. **裂纹。**当在螺旋桨的任何地方发现裂纹时，需要立即拆除并进行详细检查。随着时间的推移，螺旋桨上的裂纹会越来越大，可能会非常迅速，最终导致失效(见图 1-8 和 1-9)。



图 1-8 桨毂裂纹

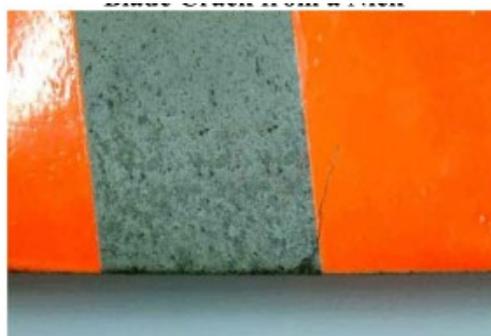


图 1-9 桨叶裂纹

g. **凹坑。**凹坑可能是有害的，这取决于它们的大小、位置和状态。凹坑在其周围和表面下的底部引起局部应力上升。移除材料应修复凹痕。用任何材料填充凹坑，如汽车车身化合物，对纠正应力上升没有任何作用，也不被批准，可能会出现失效。

h. **雷击。**金属桨叶被雷击时，桨叶上可能有一小块烧焦和熔化的区域，桨叶上可能有小凹点的痕迹，也可能没有任何迹象，如图 1-10 所示。然而，雷击的损害可能是严重的，影响桨叶材料本身的强度，损坏桨叶轴承或其他内部部件。雷击总是在钢零件上产生余磁。检查雷击造成的损坏可能需要专门的设备，如高斯计，以检查钢部件的磁性，并应由符合资质的螺旋桨维修站完成。当雷击发生在复合桨叶上时，复合桨叶上可能会出现小烧伤区域(如图 1-11 或 1-12 所示)。复

合桨叶也可能遭受其他损伤。请参阅螺旋桨制造商的维修手册进行诊断和纠正措施。

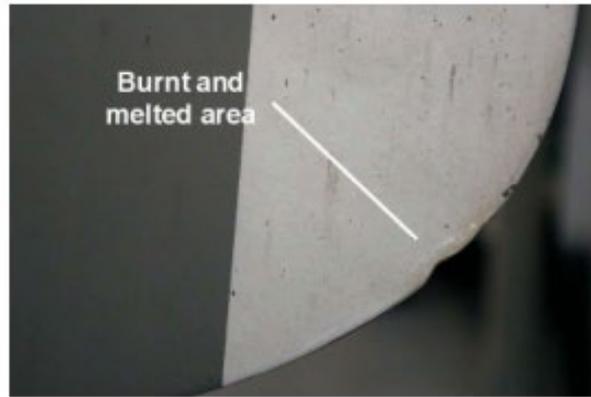


图 1-10 金属桨叶尖端雷击

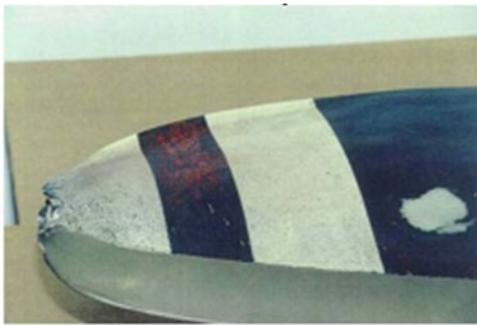


图 1-11 复材桨叶尖端强雷击



图 1-12 复材桨叶表面雷击

i. **超转**。螺旋桨可能已经处于超转状态，但却没有任何迹象。然而，由于离心载荷的急剧增加，可能严重损坏了螺旋桨。如果怀疑螺旋桨在超转状态下运行，应将其拆下并送到螺旋桨维修站，根据相应制造商的维护说明检查螺孔的伸长，尺寸变化或其他应力迹象。有时，发动机和螺旋桨调速器过大公差的设计，可能会导致操作人员不知情的情况下，进入限制转速范围。

j. **外来物撞击**。外来物撞击可以造成各种各样的损伤，从看不见

的损伤，到小的划痕，再到严重的地面撞击损伤。在评估损伤时，需要采用保守的方法，因为在表面的目视检查中可能存在不易发现的隐性损伤(见图 1-13)。有关损坏限制，请参阅制造商的维护说明。



图 1-13 外来物损伤桨叶

**k. 火灾损坏或热损坏。**在极少数情况下，螺旋桨暴露于火灾或热损伤，如机库或发动机起火。如果发生此类事件，则需要进一步飞行前进行检查。这些部件通常是退役的。如果有任何迹象或怀疑铝制螺旋桨部件已经暴露在高温下（超过 200° F (93° C)），那么这些部件必须被认为是不适航的，除非可以证明该事件没有不利影响。复合材料螺旋桨桨叶可能具有较低的潜在损伤温度阈值。有关此限制，请参阅制造商的维护说明。确认适航需要根据螺旋桨维修手册，由符合资质的螺旋桨维修站对螺旋桨进行完全拆卸和检查。当它被送去进行这种类型的检查时，应告知维修站此螺旋桨可能已经暴露在热源或火中。

## 第 2 章 维修和翻修

### 200. 维修和翻修要求

a. **螺旋桨维修信息的来源。**适航指令(AD)、型号合格证(TC)数据表、制造商手册、服务信函和公告规定了螺旋桨维护、检查、修理和退役的方法和限制。当制造商的数据允许对特定型号的桨叶或其他螺旋桨部件进行大修时，只有批准的维修机构才能完成这些维修。FAA 认证的机械师至少应持有发动机类别，可使用本咨询通告和螺旋桨厂家服务数据的实践和方法，完成其他所有螺旋桨的维护和小修。这一类的一些维护和小修包括去除轻微的划痕、小范围的表面腐蚀、油漆和轻微的除冰带修理。由于螺旋桨损坏的复杂性，并且由于损坏对未经培训的维修人员来说往往是隐藏的或不明显的；因此我们建议，如果对观察到的情况存在疑问，请将损坏螺旋桨提交给有经验的维修人员。我们进一步建议所有人/运营人遵循制造商的维护和大修计划。

b. **维修人员的限制和责任。**《联邦法规》第 14 篇(14 CFR)第 65 部分第 65.81 节明确规定，经认证和评级的机身和动力装置机械师不得对飞机螺旋桨进行重要修理和/或重要改装。14 CFR 第 43 部分，附录 A, 定义了螺旋桨的重要改装和修理。然而，14 CFR 第 145 部分的第 145.201 条规定按照当局批准的技术数据进行工作，授权的维修站可以进行此类重要修理或重要改装。第 145 部分还规定了适用于螺旋桨维修站的人员资格和其他要求。当执行适航指令时，必须评估所有适用的制造商的服务通告(SB)、手册和其他关于螺旋桨检查、大修

或修理的信息。

**c. 铝制定距螺旋桨的定期翻新。**将螺旋桨返回到螺旋桨维修站的维护、修理或返工需要考虑许多因素。所有螺旋桨制造商都建议在规定的维修时间间隔内对铝制定距型号进行定期翻新，以防止桨叶因表面不可见的损坏而失效。这种翻新需要将螺旋桨送回维修站，去除表面一层薄薄的金属，以去除表面和表面下的损伤，如划痕和腐蚀。制造商基于一些发动机/螺旋桨的疲劳周期会规定每 500 小时进行一次翻新。

**d. 变距螺旋桨的定期检修和/或检查。**螺旋桨制造商建议定期进行螺旋桨翻修或拆卸检查。适航指令要求对一些螺旋桨的制造和型号进行检查、修理、或部分拆卸评估；在大多数情况下，这样的要求是重要修理或改装，并规定由螺旋桨维修站实施。

**e. 所有人/运营人进行检查和维护。**尽管另有规定，所有人/运营人仍有责任对螺旋桨进行检查和日常维护。本 AC 和引用的其他文档提供了进行此类维护的指南。

**f. 螺旋桨记录。**维修记录是飞机维修的必要部分。按照 14 CFR 第 91 部的第 91.403 节要求，螺旋桨维护记录的保存责任为飞机的所有人/运营人。第 91.417 节要求每个螺旋桨都有维护记录，包括总的装机期的维护记录，及自上次规定的翻修期之间的维护记录。螺旋桨履历是用于记录总的装机期间和大修后时间的文件。在某些情况下，缺乏记录可能会导致过早的维护、翻修或退役；因为大多数适航指令

认为，如果装机时间和翻修后的时间未知，螺旋桨需要符合适航指令中规定的最严格级别。螺旋桨履历可从多种来源获取，包括螺旋桨制造商。螺旋桨的损坏和维修细节应记入螺旋桨履历。在审查飞机运行维护记录时，应在年度检查时更新螺旋桨履历中记录的总服务时间和自上次翻修以来的时间。

## 201. 清洗

正确清洁螺旋桨对保持其持续适航性至关重要。在清洁所有螺旋桨表面时应注意防止损坏其表面。许多螺旋桨表面有光洁度要求，可能会被粗糙的刷具、清洁剂和其他处理损坏。其他具有特殊的表面处理纹理，如喷丸或玻璃珠喷丸，可能会受到磨损、钢丝绒或其他磨料的损害。此外，在清洁过程中，特殊的防腐面，如漆层或阳极氧化层，可能会被无意中去除。不建议使用高压清洗机清洗螺旋桨，因为高压可能会将水冲刷到密封件内，并进入螺旋桨的桨毂和其他空腔。水一旦进入螺旋桨，就会形成腐蚀性的内部环境。常规清洁也应避免使用碱性和酸性溶液和脱漆剂。

**注意:**如果螺旋桨上有明显的油或油脂，在清洗前应确定泄漏的来源，因为油或油脂可能是从裂缝、密封件或润滑装置中泄漏的(见图 2-1)。



图 2-1 油脂泄漏残留物

- a. **清洗。**清洗应使用清水和非碱性清洁剂。
- b. **二次清洗。**用清水冲洗螺旋桨，用软布擦干。

## 202. 检查方法

螺旋桨检查中使用的方法与检查整个飞机所用方法相同。这些方法能精确地检查出缺陷；检测缺陷的可靠性允许建立检查间隔。为了确保部件保持适航性，必须准确可靠地完成该部件缺陷的检查。这一过程要求对螺旋桨上同一部件的所有检查都以统一的方式进行，以确保缺陷以一定的概率被检出。检验员应接受检查方法的培训，所使用的检验设备应处于良好状态并按要求校准；并应采用详细的程序。关于满足要求的检查详述可能包含在螺旋桨制造商的维修文件中。除目视检查外，所有检查必须在相关授权的维修站进行。

a. **目视检查。**是防止螺旋桨早期失效的主要措施。在检查螺旋桨时，有必要使用触觉、其他感官，例如视觉。表面粗糙度的变化、异常的间隙和奇怪的声音都提示了可能影响适航性的状态。感觉表面粗糙度，并寻找颜色、纹理、波浪度和反射的微小变化，这些变化可能

表明保护涂层的缺失。有些区域可能需要使用 10 倍放大镜来识别小特征或发现裂缝。具体操作请参考螺旋桨制造商的维护文件。

**b. 渗透检查。** 荧光渗透剂远优于非荧光渗透剂(可见金属模具渗透剂)，特别是用于检测螺旋桨浆叶表面的小裂纹。不建议使用可见的金属模具渗透剂。表面清洁对于确保检测的可靠性和指示的正确性是至关重要的。有时，制造商建议专门的清洗程序，包括喷砂和蚀刻。如果需要这样的程序，大多数维护人员和维修机构的能力都超出了 FAA 认证的范围。在维修站对螺旋桨进行渗透检查。有关特殊说明，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。

**c. 超声波检查。** 超声波检查使用专门的设备发送、接收和处理声波，以检测被测部件表面或表面以下的缺陷。由持证授权的检查员进行超声波检查。超声波检查是非常专业的，需要专门设计的探头和校准标准以获得可靠的结果。超声波检测可以对复合材料、木材、黑色金属和有色金属进行。有关特殊说明，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。

**d. 涡流检查。** 涡流检查使用专门的设备来产生和测量电场，以检测被检查部件表面或略低于表面的缺陷。涡流检查由持证授权的检查员进行。这种类型的检查是非常专业的，需要专门设计的探头和校准标准来获得可靠的结果。涡流检测主要应用于黑色金属和有色金属。有关特殊说明，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。

**e. 磁粉检测。** 磁粉探伤在持证授权的维修站进行。磁粉检查对于

在铁零件表面或接近铁零件的表面发现裂纹，夹杂物和缺陷非常有用。有关特殊说明，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。

### 203. 检查的类型

本段描述的无损检测和目视检测技术适用于现有螺旋桨或独特的螺旋桨。

**a. 疑似撞击后检查。** 已知或怀疑与相对坚固的物体(如地面、工作台、跑道灯、鸟类等)或相对容易变形的物体(如雪堆、水坑、大量堆积的泥浆等)发生过静态或旋转撞击的螺旋桨，在进一步飞行前应按照制造商的维修手册检查是否损坏。如果检查发现下列一个或多个迹象，应将螺旋桨拆下并送到持证授权的维修站。

- (1) 弯曲或扭曲的桨叶
- (2) 超出极限的桨叶
- (3) 桨毂上通常不松动的桨叶松动。
- (4) 任何明显或可疑的变距机构损坏。
- (5) 任何直径减小(桨尖损坏)。
- (6) 桨叶轨迹错误。
- (7) 明显可视的重大损坏，如划痕、凹痕、腐蚀或裂缝。
- (8) 操作变化，如振动或油或油脂泄漏

#### **b. 螺旋桨轨迹检查。**

(1) 评估螺旋桨桨叶轨迹可以反映螺旋桨的状态信息。准确的螺旋桨轨迹需要确保飞机在一个固定的位置，并确保发动机螺旋桨轴与

推力轴承紧密配合。一个桨叶的轨迹基准可以简单地通过在地面上放置一个基准块在飞机前面的螺旋桨确定。根据需要抬起基准块，使桨叶尖端(桨叶垂直)与基准块之间的间隙不超过 1/4 英寸。另一种方法是在螺旋桨前面加一个基准块并留小间隙。夹具也可以使用。在一些飞机上，可能有必要解除发动机压力(松开火花塞)，并在无风天气实施，以消除可能导致明显轨迹错误的外部干扰。在桨叶位置旁边的基准块上画一条线；在前后方向移动桨叶，并标出这种运动的极限。将所有桨片拉过所画基准面，检查前后是否正常运转。除非制造商的维修手册中有更大的限制，否则桨叶与旋转平面的偏差不应超过 1/16 英寸。在螺旋桨日志中记录任何螺旋桨异常。

(2) 需要注意的是，有些螺旋桨桨叶需要离心载荷才能在桨毂上正确安装，因此这种类型的螺旋桨会显示出大量的自由空间。按照制造商对这些螺旋桨的轨迹检查说明。桨叶间轨迹差异可能表明桨叶变形。桨叶上的自由运动差异可能表明内部轴承，预载系统或驱动销问题。如确保开关关闭或磁电机接地的安全措施是必要的，以确保旋转螺旋桨不会导致发动机在轨迹检查期间启动(见 2-2)。维修站在没有检查/修理的情况下不应退回任何松动或偏离轨迹超过 1/16 英寸(或制造商的参数)的螺旋桨桨叶。

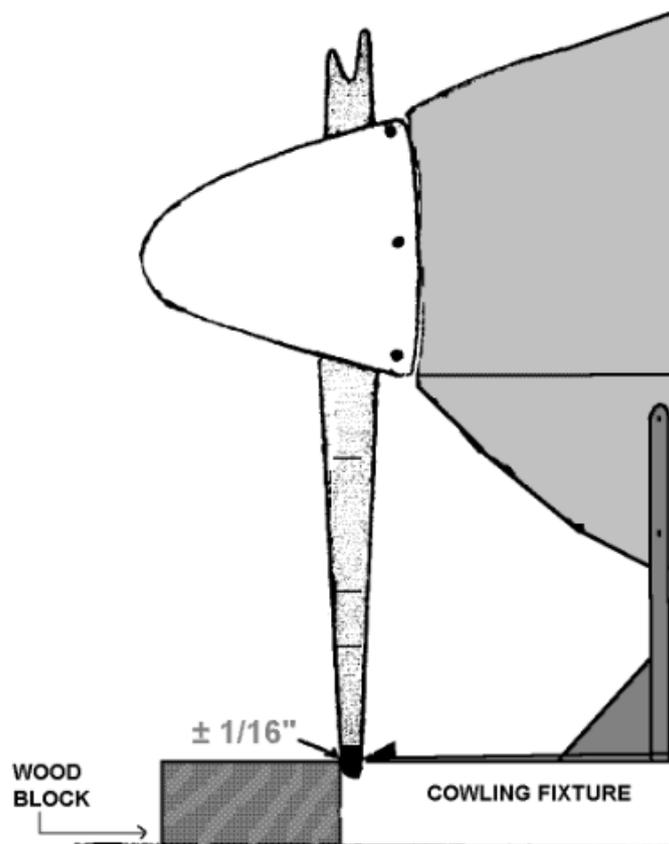


图 2-2 螺旋桨轨迹（木块或夹具显示）

c. **螺旋桨超转检查。**一般来说，螺旋桨超转不会对螺旋桨造成明显的外部损坏。在发生超转事件时，应遵循制造商的说明。这些指示通常包含允许的瞬时超转和超转限制，超过这些转速，螺旋桨必须拆卸并送到维修站。造成允许的瞬态超转条件的问题应该纠正，因为这不是螺旋桨的设计常规操作。

d. **腐蚀检查。**螺旋桨上可能有不同程度的腐蚀。在进行任何检查之前，维护人员应确定腐蚀的具体类型和程度，并熟悉螺旋桨制造商推荐的腐蚀清除限制和操作。

e. **铝制桨叶的检查。**对于铝制桨叶，请按照制造商的维护文件进行彻底的目视检查。如果桨叶损坏超出了规定的现场维修范围，桨叶

必须退役或是在下一次飞行前送到维修站进行评估。

**f. 复合材料(包括木制)桨叶的检查。**对于复合材料的桨叶，建议对每个复合材料桨叶进行全面的目视检查及硬币敲击检查，包括前缘的金属侵蚀(参见 AC 43-3，飞机无损检测，或按照制造商的说明进行硬币敲击检查，以免损坏桨叶)。在规定的范围内修复损坏、分层或脱落。如果桨叶损坏超出了制造商规定的小修理范围，桨叶必须退役或是在下一次飞行前送到维修站进行评估。

**g. 复合材料桨叶的雷击检查。**任何疑似雷击的复合材料桨叶都应进行检查，并可能需要大修。雷击通常通过金属屏蔽层进入复合材料桨叶。如果桨叶有金属避雷屏或尖端避雷针，雷击可能会进入避雷屏或通过尖端避雷针进入。如果发生雷击，通常在尖端附近存在一个明显的黑暗区域和点蚀。如果怀疑或检测到雷击，请在继续飞行前遵循制造商的服务说明。

## 204. 检查级别

**a. 三级检查。**为了保证适航性，螺旋桨检查可分为三个层次：

(1) 飞行前或绕机检查、详细检查(如百小时或年检)、拆解检查(或翻修)。

(2) 这些级别相当于对机体进行的四个检查级别中的三个。无论检查的级别如何，每次检查都应遵循标准程序，以类似的方式进行。检查的主要内容包括：

**(a) 检查的基础。**目的、所需文件、检查频率、完成检查需

要什么。

(b) **准备**。清洁，表面处理，设备和校准要求，等等。

(c) **执行**。定义检查是什么，如何进行，缺陷标准，二次清洁，等等。

(d) **评估**。接受/拒绝标准，报告。

**b. 飞行前/绕机检查**。地面绕机检查螺旋桨是适航维修过程中的重要组成部分。它不应该只是表面的检查，在即将的飞行中可能产生问题的状况进行研究评估。

(1) **桨叶**。应仔细检查桨叶及其表面是否有影响适航性的情况，具体如下。

(a) **表面损伤**。检查桨叶两侧的表面损伤，如凹痕、划痕和腐蚀。表面的瑕疵也可以通过指甲沿着桨叶的前缘来感受。应在飞行前修复损伤。每当观察到明显的凹痕、划痕、腐蚀坑或凸起时，授权的机械师应清除所有腐蚀物，并确定截面厚度没有降低到允许的限度以下；应从制造商的维护手册或其他 FAA 可接受的螺旋桨检查标准中获得被允许的厚度限制。

(b) **侵蚀**。检查桨叶是否有侵蚀的痕迹。如果金属桨叶出现超出限制的侵蚀，螺旋桨应该停止使用，并由授权的维修站进行评估。检查涂有保护漆的桨叶和桨帽的涂层状况。涂层保护桨叶表面免受侵蚀，在涂层磨损和桨叶结构开始腐蚀之前，应对桨叶进行修复。除非按照制造商的说明，不宜涂抹过度的涂层和涂抹螺旋桨部件，因为涂层不当可能会影响螺旋桨的平衡、运行、静电放电或造成其他意想不

到的后果。

(c) **复合材料或木材分层。** 虽然不像金属螺旋桨那样容易受到腐蚀，但木材或复合材料螺旋桨有特殊的问题可能导致不适航的情况。木材或复合材料螺旋桨容易受到小石子撞击导致内部损坏，这会造成分层或微裂缝，并被水分侵入。湿气会导致现有裂缝的扩大和分层。当水分在桨叶内冻结时，会导致分层。检查木材或复合材料螺旋桨桨叶时，要注意桨叶表面和桨叶边缘是否有裂纹或分层现象。在木制螺旋桨中，检查胶线是否脱胶，检查保护涂层(油漆或清漆)是否有翘曲和脱落。如果有排水孔，必须对它们进行检查，因为它们可能被昆虫和碎片堵塞。堵塞的排水孔会导致水分滞留。

(d) **平直度。** 观察边缘有没有变形。

(e) **松动。** 活动并感受桨叶，以发现松动和异常的运动。桨叶之间的差异表明可能存在内部问题。有些螺旋桨的桨叶被设计成松散的；在这种情况下，检查桨叶与桨叶之间的差异来指示异常的运动。

(f) **除冰系统。** 检查除冰或防冰带(如果安装)是否与螺旋桨有良好的附着力。检查防冰带和裸露的线路是否有断口和断裂(见图 2-3)。



图 2-3 加热器边缘剥离

(g) **护套裂纹和脱落。**如果木质或复合材料桨叶安装了护套，则检查前缘侵蚀护套是否有裂纹和脱落。如果损坏，在飞行前进行修复，或遵循制造商对开裂或脱落的前缘侵蚀护套的允许限制(见图 2-4)。



图 2-4 护套裂纹

(2) **油和油脂泄漏。**查找油或润滑剂在异常地方的渗漏，比如外表面和密封件。油或油脂泄漏可能是由于密封失效或裂缝造成的。应在飞行前确定油或油脂泄漏的来源。在维修期间，应在检查后擦拭螺旋桨表面，而不是在检查之前，因为从裂缝中泄漏的油可能有助于发现裂缝。一些制造商用红色的油填充桨毂，以发出桨毂有裂缝的明确警告。

(3) **桨帽和桨盘。**从外部检查桨帽和桨盘是否牢固、紧固件缺失、损坏和裂纹。裂纹通常是由连接螺钉引起的。裂缝应按照制造商的手册进行维修。检查桨盘是否松动，这可能表明安装螺栓松动。

(4) **一般情况。**寻找松动的线路，注油嘴和碎片。

(5) **控制系统。**应检查变距螺旋桨的控制系统(调速器)，确定系统是否运转正常，有无泄漏。

**(6) 维护记录。**在日志中记录任何迹象以供将来参考，以确定状况是否变得更糟。

**c. 详细检查(如 100 小时或年检)。**更严格的目视检查可以检测到一些影响螺旋桨适航性的情况，特别是来自外部的损坏，如侵蚀、除冰带损坏和桨叶轨迹。许多损坏的地方是隐藏的；对于这些区域，进行针对性的检查将需要一些拆卸和特殊设备。这种检查是一种详细的检查，可以由授权的维修技术人员在现场完成。一般来说，详细检查需要拆卸桨帽和其他部件。怀疑损坏更严重的螺旋桨可要求从飞机上拆下并进一步检查——拆解检查。

**(1) 检查间隔。**大多数制造商要求在固定的时间间隔内进行定期检查，通常在 1 至 2 年或 100 至 300 飞行小时之间，以较早的为准。详细的螺旋桨检查是在每架飞机的年检中完成的，或者按飞机维修程序中要求的检查。这种检查减少了螺旋桨易被忽视和不易察觉的腐蚀和其他损坏的可能性。

**(2) 定距螺旋桨。**详细检查使用的程序与绕机检查类似，但需要更多的时间和更仔细的检查。逐节检查螺旋桨(如果是大型螺旋桨，考虑进行标记以覆盖完整)。使用最合适的光线，并使用 10 倍放大镜检查任何有问题的地方。查找裂纹和腐蚀点，这些可能逃过了早期的检查。放大镜能帮助判断划痕是否为真的是裂纹。必须检查是否符合了所有适用的螺旋桨适航指令。建议进行以下详细检查。

**(a) 螺旋桨桨叶。**目视检查是否有过度磨损和侵蚀、损坏、

刻痕、裂纹、腐蚀、雷击、地面撞击。

1. 检查是否变形，发动机是否安全，桨叶轨迹是否正确。检查防护涂层、漆层和镀层是否充足。

2. 检查前缘防蚀罩是否有破损、脱粘、裂纹。

3. 检查复合材料和木片是否有分层、表面裂纹和暴露的复合材料。

**(b) 桨帽和桨盘组件。**详细的检查程序要求，拆卸螺旋桨桨帽以检查桨毂区域。检查**桨帽和桨盘**是否有裂缝和修补，如止裂孔和焊接。桨帽桨盘连接处常因疲劳而失效，应进行检查。最好在每飞行100小时后取下桨帽，以检查螺旋桨与发动机的连接。如果需要修理，应符合制造商的维修文件。

1. 目视检查是否有裂纹、磨损、附属螺栓或螺钉松动或缺失、大凹坑、螺钉孔磨损过度、固定设备的松动或缺失。

2. 检查整流罩与桨帽配合是否损坏和干扰。

**(c) 螺旋桨组件。**

1. 检查螺旋桨连接螺栓是否松动、缺少保险丝和裂纹。螺栓开裂或断裂可能是扭矩过大的结果。制造商的维修说明中给出了正确的磅力矩程序。对干式的或润滑的螺栓磅力矩不是固定的，并在使用相同螺旋桨的不同发动机上有差异。裂纹可能出现在桨毂区域之间或邻近螺栓孔和沿桨毂的导孔。这些区域的裂缝无法修复，需要立即拆卸螺旋桨。

(aa) 目视检查是否有裂纹、腐蚀、划痕和损坏。

(bb) 检查连接螺栓是否力矩不当，是否安全。

(cc) 检查紧固件、扎线、卡箍等的状况。

(dd) 检查防护涂层、涂层、镀层是否充足。

2. 进行功能检查，包括每分钟转数(RPM)控制、转速限制、慢车设置、响应性和振动。

**(3) 变距/恒速。**对变距螺旋桨进行全面详细的检查需要拆下桨帽，对螺旋桨桨毂和桨叶夹紧区域进行检查和维修。桨距控制机构的所有检查和维修都应遵循螺旋桨、发动机和机身制造商的建议。必须检查对所有的螺旋桨适航指令的符合性。

#### **(a) 螺旋桨桨叶**

1. 目视检查是否有过度磨损和侵蚀、损坏、划痕、裂纹、腐蚀、雷击和着陆撞击。

2. 检查是否有变形、松动和叶尖轨迹。

3. 检查防护涂层、漆层、镀层是否充足。

4. 检查前缘腐蚀屏蔽是否有破损、脱胶、裂纹。

5. 检查复合材料桨叶是否有分层、表面裂纹和暴露的复合材料。

6. 执行叶尖轨迹程序。

#### **(b) 桨帽和桨盘组件**

详细的检查程序要求拆卸螺旋桨桨帽，以检查桨毂和桨叶被遮盖区域。检查桨帽和桨盘是否有裂缝和修补，如止裂孔和焊点。桨帽桨盘连接片和螺栓经常因疲劳而失效，应进行检查。最优的做法是每

100 小时拆下桨帽，观察桨毂和桨叶的被遮盖区域。如果需要修理，应符合制造商的维修文件。

1. 目视检查是否有裂纹、磨损、附属螺栓或螺钉松动或缺失、大凹坑、螺钉孔磨损过度、固定设备的松动或缺失。

2. 检查整流罩与桨帽的配合是否有损坏和干扰，以免影响螺旋桨的工作。

- 3 检查配重的安全性。

### **(c) 螺旋桨组件**

应检查螺旋桨连接螺栓是否松动、缺少保险丝和裂纹。螺栓开裂或断裂通常是过度力矩的结果。在制造商的维修说明中给出了正确的磅力矩程序。对于干式的或润滑的螺栓磅力矩不是固定的，并在使用相同螺旋桨的不同发动机上有差异。

1. 目视检查裂缝、腐蚀、划痕、损坏、油和油脂泄漏。

2. 检查安装螺栓是否力矩不正确，安全扎带和卡扣是否正确。

3. 检查紧固件、扎线、卡箍等是否完好。

4. 检查防护涂层、漆层和镀层是否充足。

5. 进行功能检查，包括转速控制，转速限制，慢车设置，顺桨能力，响应性和振动。

6. 检查滑油和润滑脂是否有水和腐蚀产生的污染。

7. 检查桨毂区域是否漏油，是否缺少注油嘴，是否缺少注油嘴盖。

**(d) 桨毂，活塞，油缸，小桨帽，桨叶夹。桨毂和相关的桨**

叶夹，以及变距机构，应检查所有腐蚀来源，包括雨水、雪、以及可能通过桨帽开口进入的鸟粪。对于带有桨叶夹的螺旋桨型号，在通过桨叶夹内的润滑组件维护螺旋桨轴承时，必须拆下每个桨叶夹上的后润滑接头，以避免将油脂挤出轴承油脂密封件从而损坏密封件。检查从后润滑接头流出的水或变色的油脂。如果有清澈或变色的水存在，这可能是桨毂腐蚀的迹象。保护盖应压在所有润滑组件的端面。检查桨叶密封是否有泄漏。应检查螺旋桨小桨帽、活塞和气缸的密封件和充气阀(如果配备了)是否有泄漏。裂纹可能出现在桨毂和遮盖区域。这些区域的裂缝无法修复，需要在下次使用前立即将裂纹修复。

**(e) 变距机构。** 应检查变距块变距装置的变化、配合和变距拨叉的安全性。

1. 检查螺旋桨调速器和座舱控制器之间的所有连接和电缆布线。

2. 检查螺旋桨运转、安装是否安全、行程是否受限。

**(f) 顺桨装置。** 某些型号的顺桨螺旋桨使用弹簧加载销钉来保持桨叶位置。弹簧和销钉应清洗，检查，并根据制造商的建议和适用的适航指令重新润滑。某些螺旋桨型号使用空气完成顺桨。应该检查气压是否合适。

**(g) 配重。** 应检查桨叶或桨叶夹上的螺距变化配重是否安全是否有裂纹、腐蚀，并确保在桨帽内有足够的配重间隙。

**(h) 除冰和防冰装置。**

1. 检查带片是否有破损、侵蚀、附着等情况。

2. 检查滑环和除冰刷是否有缺陷，是否过度磨损，方向是否正确。

3. 检查各组件、线束、酒精进入装置的状况。

4. 进行功能检查。

**d. 拆解检查。**拆卸检查只能在持证授权的维修站进行。按照制造商的说明，将整个螺旋桨拆解，并对所有部件检查磨损、裂纹等。当绕机检或详细检查发现需要进一步注意的问题时，或者当适航指令/制造商的服务限制有要求时，需要进行拆解检查。拆解检查不属于现场检查 and 维修的范围，必须依据螺旋桨制造商的要求进行。

## 205. 限制

操作和维修人员在进行任何检查时应熟悉以下限制。

**a. 腐蚀。**除了没有点蚀迹象的小范围的表面轻微腐蚀(如果制造商定义了允许的腐蚀)，存在的腐蚀可能需要将螺旋桨拆卸并由持证授权的维修站进行修复。当腐蚀防护涂层(漆层、阳极氧化剂等)丢失时，可能会出现晶间腐蚀。应按照螺旋桨制造商的服务文件和适用的适航指令中所述的方法去除腐蚀点蚀。

**b. 未经授权矫直桨叶。**弯曲的螺旋桨未经过特殊处理就不能在授权的修理站进行矫直，因为弯曲可能使铝变硬，导致灾难性的桨叶故障。仔细的目视检查前缘和桨叶的平面部分，有时会发现未经批准的修理。平坦部分的任何变形，如弓形或扭结可能表明先前未经授权的桨叶矫正。沿着螺旋桨桨叶的前缘观察任何弯曲的迹象也可以提供未

经批准的桨叶矫直的证据。还应检查桨叶是否有任何变色，这可能表明未经授权的加热。已加热以进行任何维修的铝制桨叶必须停止使用，因为只有经批准的维修站才能进行冷却（室温）矫直。当桨叶有未经批准修理的迹象，就需要拆卸整个螺旋桨并由维修站进行评估。现场维修人员在将螺旋桨送到维修站进行检查和维修时，不得将弯曲的螺旋桨拉直以方便运输；这个过程可以隐藏与损伤严重程度相关的重要信息。

**c. 缩短桨叶。**螺旋桨尖端的损坏有时会导致现场维修人员考虑从桨叶尖端去除损坏的材料。然而，螺旋桨通常被“调谐”到飞机发动机和机身的共振频率，通过制造一个特定的直径，以尽量减少振动。在没有参考批准数据的情况下缩短桨叶可能会造成不适航状况，除非制造商特别允许缩短特定螺旋桨的桨叶。在一定的限制下，可以完成特定的小修理。制造商的服务文件或 AC 43.13-1（当前版本），阐明了确定桨叶尖端的小修理是否代表桨叶缩短的标准。当条件允许时，检查桨叶尖端是否有缩短的迹象，如果有必要，测量螺旋桨直径，以确定是否进行了未经授权的修理。

**d. 桨叶轻微损伤限制。**飞机维修人员应将所有桨叶维修（除在批准的维修设备进行之外）限制在制造商允许的范围内。

**e. 桨叶抛光。**FAA 经常收到飞机所有人和维修人员的询问，是否可以抛光螺旋桨桨叶。这几乎总是不可接受的。不应从螺旋桨桨叶表面去除防腐保护，如漆层和阳极氧化剂。螺旋桨桨叶必须按设计进行

维护。如果原设计有防腐蚀设计，且持续适航的说明要求防腐蚀，则应按照这些说明保持防腐蚀层。

## 206. 维护程序

维护从维修人员实施，包括检查和定期保养。许多可以用最低成本完成的维护任务可以延长螺旋桨的使用寿命，以减少或防止昂贵的维修。以下是飞机维修人员能做和不能做的事情。

### a. 维修人员可以进行以下操作：

(1) 飞行前对桨叶进行目视检查，看是否有划痕、凹痕、侵蚀、腐蚀、裂纹等。发现的明显损伤应提交给授权的维修人员。裂缝或弯曲是导致螺旋桨拆卸的原因。

(2) 检查螺旋桨桨帽的固定螺钉是否牢固，检查桨帽是否损坏。

(3) 检查螺旋桨是否有油或油脂泄漏的迹象。

(4) 定期使用干净的水、非碱性清洁剂和软布或软毛刷清洁螺旋桨桨叶。用软布擦干。

(5) 确保转速表上有螺旋桨运转限制的标记，并定期检查转速表的精度。

(6) 确保螺旋桨上有适用的安装、信息和警告标签。这些标签可能包括推/拉螺旋桨的警告、型号、正确的螺栓扭矩，动态平衡信息，以及任何其他制造商的标识。

(7) 每个螺旋桨应有独立的维修记录。

(8) 当螺旋桨达到制造商建议的使用期限时，维修人员应对其进行修理或大修。

(9) 为保证常规单发飞机的安全性和减少眩光，保持螺旋桨叶工作面漆成光滑的黑色，螺旋桨尖漆成适当的颜色，以确保良好的能见度。均匀地重新喷涂桨叶，以保证螺旋桨的平衡性。推力螺旋桨可能有特殊的油漆颜色要求，以便为地面人员提供良好的能见度。参考螺旋桨制造商的维护文件。

(10) 将两叶金属螺旋桨置于一点钟位置，以尽量减少鸟粪和水滞留在桨帽内。木螺旋桨应水平存放，以防止水分积聚在一个桨叶上，这将导致不平衡。

**b. 维修人员不能进行以下操作：**

(1) 螺旋桨受到冲击后，未经授权人员或维修站进行彻底检查，不得操作任何飞机。

(2) 不得拉直损坏的螺旋桨。即使是为了方便运送到维修站而对桨叶进行部分矫直，这可能导致隐藏的不被发现的损坏，并导致不适航的螺旋桨重新投入使用。

(3) 不得使用焊接、加热、喷丸等方法修复桨叶缺陷。螺旋桨制造商不允许这样操作，因为这会导致桨叶过早失效。

(4) 不要用环氧树脂或填料等填充材料填充金属桨叶的损坏区域，以防潜在的裂纹区域不被检查到。此外，填充受损区域不会纠正由凹坑引起的应力上升，也不会纠正由凹坑载荷引起的应力。

(5)不要在桨叶的腐蚀部位喷漆。在实施经批准的防护漆之前，应按照批准的程序清除腐蚀区域。

(6)不要在有松散岩石、砾石或碎片的地方启动发动机。在地面爬升过程中避免侧后方来风，因为这种活动会产生破坏性的压力。

(7)用手移动飞机时，不要推或拉螺旋桨桨叶。牵引杆是专门为移动飞机设计的。

(8)除非制造商的说明允许，否则不要抛光桨叶。

(9)不得在飞机上安装螺旋桨，除非它是飞机 TC 数据表或批准的补充型号证书(STC)认可的型号。装机记录必须妥善记录，安装前须检查确保螺旋桨是适航的。

**c. 铝制桨叶小修。**在飞机上或螺旋桨拆下时，可由授权的维修技术人员对螺旋桨进行限定的小修。轻微的凹痕、割伤、疤痕、划痕和刻痕可以去除，前提是它们的去除不会削弱桨叶、改变重量或平衡、或以其他方式损害其性能。以下段落就完成小修的方法提供指导。在修理螺旋桨桨叶之前，确定螺旋桨制造商是否发布了适用于该部件的维修程序的损伤限制。在没有确定哪些小修(如果有的话)是允许的情况下，不要尝试修理。例如，矫直或改造桨叶不被认为是一个小修理。制造商的维修文件和 AC 43.13-1（当前版本），提供额外的维修说明。

**(1)完成金属桨叶小型维修所需工具：**

(a)精细的圆锉和扁锉。

(b)十倍镜或放大镜。

(c) 240、320、600 号的金刚砂布。

(d) 细纱布。

**(2) 前缘或后缘损伤。**关于如何修复这种损坏，请参考螺旋桨制造商的维护文件。但是，如果制造商没有发布此类信息，可以进行以下修复。对于桨叶前缘或后缘的划痕、凹痕、凹坑和割伤，确保首先通过修整来去除、修复损伤后的底部只比损坏处略深。最初的材料去除应使用细锉；修复区域所有锉痕应先用 240 号砂布去除，后用 320 号砂布打磨，再用细纱布或 600 号砂布打磨完毕，然后目测检查。单个边缘修复不应超过 3/16 英寸的深度。修复深度应优于表 2-1 所示的损伤深度。当修复区域不重叠时，可以进行多次修复。修复长度应大于修复深度的 10 倍，如图 2-5 桨叶修复参数所示。关于桨叶前缘部分的维修，请参阅制造商的说明。对于超过表 2-1 所示深度的损坏，请使用特定螺旋桨制造商的维修手册限制。

表 2-1 桨叶前缘修复

When Leading Edge Damage Is:	Finished Repair Depth Is:
1/32-inch	1/16-inch
1/16-inch	3/32-inch
3/32-inch	5/32-inch
1/8-inch	3/16-inch

**(3) 桨叶表面损伤。**关于如何修复这种损坏，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。如果制造商没有发布此信息，可以进行以下修复。对于叶片表面的划痕、割伤和小凹坑，确保首先通过修整来去除、修复损伤后的圆状或碟状底部只比损坏处略深只比损伤处略深。初始修复应采用与损伤平行的细锉，然后用 240 号和 320 号砂布进行修整，就

像从桨叶前缘去除损伤一样；修补的最后抛光应用细纱布或 600 号砂布进行。单个修复的深度不得超过 1/16 英寸，修复的表面曲率半径不得小于 3/8 英寸。修复宽度应为修复深度的 30 倍，如图 2-5 所示。当修复区域不重叠在同一桨叶半径区域时，允许进行多次修复。

**(4) 叶尖损伤。**关于如何修复这种损坏，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。如果制造商没有发布此信息，可以进行以下修复。对于桨叶叶尖上的划痕、凹痕、凹坑和割伤，按照用于前缘和后缘修复的程序进行修复。任何叶尖材料的去除后，使桨叶半径减小到螺旋桨制造商型号设计和安装标准规定的最小值以下的，都是不允许的。

**(5) 裂纹。**在修理过程中，可能会发现桨叶上有裂纹。螺旋桨上的裂纹无法修复。裂纹的出现表明桨叶随时会失效。前缘和后缘的裂纹特别容易扩展。不得抹平或修理这些裂纹。有裂纹的螺旋桨是不适航的，必须停止使用，并清楚地标明其不适航。

**(6) 检查。**关于如何修复这种损坏，请参阅螺旋桨制造商的维护文件。如果制造商没有公布这些信息，则可以执行以下检查。在小修后重新投入使用之前，应使用至少 10 倍放大镜检查重新加工的区域，以确保损坏任何尖锐缺口的底部已被移除。

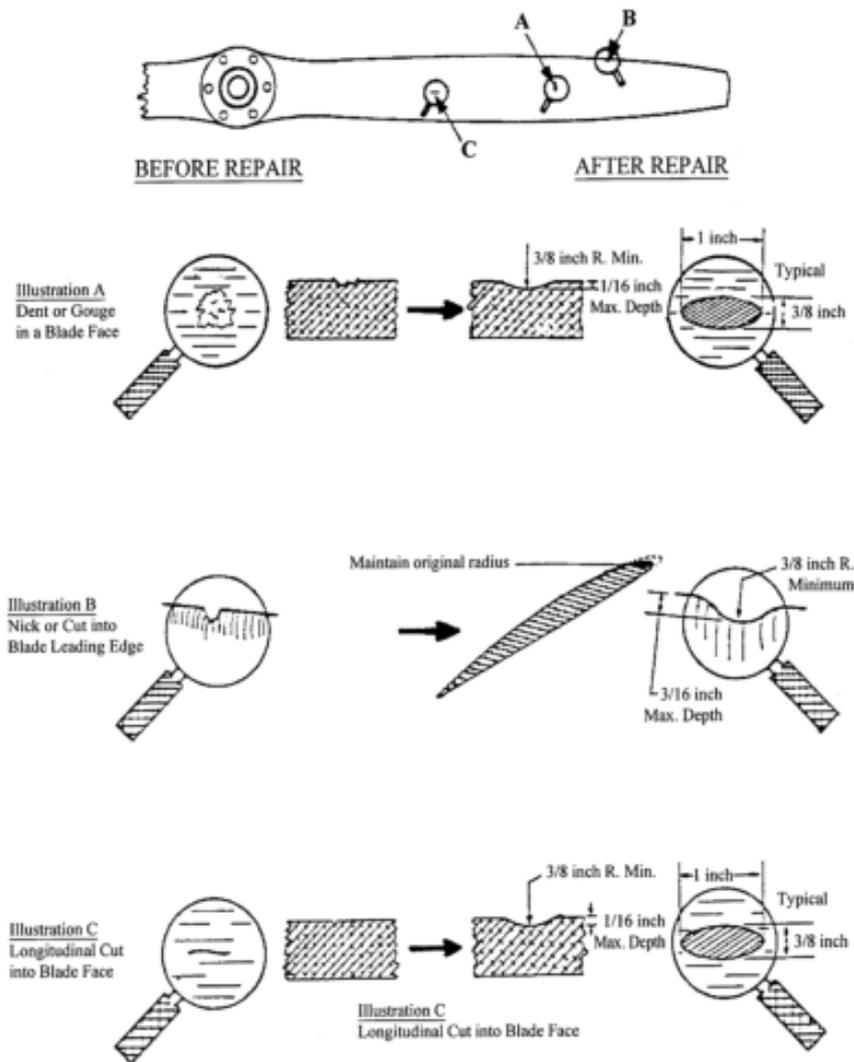


图 2-5 桨叶修理技术

d. 复合材料桨叶的小修。在某些情况下，复合材料桨叶的维护是允许的。按照制造商的说明进行表面处理和清洁。根据制造商的说明，喷漆是允许的。应保持桨叶的涂漆表面，防止对复合材料的侵蚀损坏。根据制造商的说明，允许更换消耗性防侵蚀条或重新粘合除冰带的剥落边缘。复合材料桨叶侵蚀示意图如图 2-6 所示。

注意:复合材料的侵蚀损坏可能需要在授权的螺旋桨维修站进行修理。

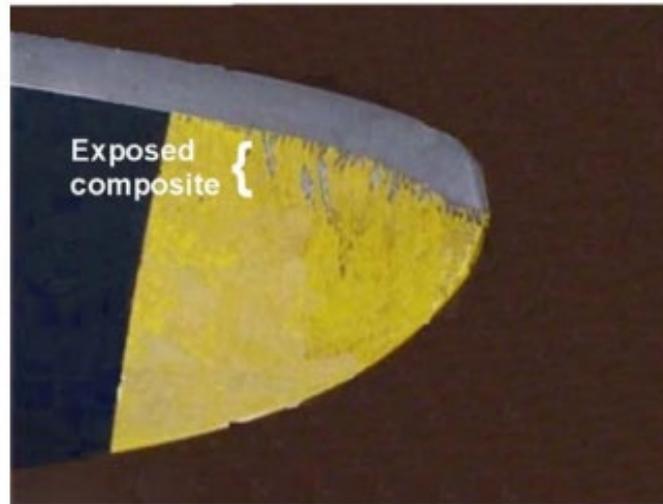


图 2-6 复材桨叶腐蚀

e. **消耗性腐蚀条。**当螺旋桨上安装了可更换的侵蚀条时，应在绕机检查时仔细检查其磨损情况。如果胶条缺乏附着力或有其他损坏，应按照制造商的说明进行更换。如果没有适当的安全措施，增加胶条会影响螺旋桨的平衡、降低螺旋桨的性能。确保所有的保护条经螺旋桨制造商或 STC 批准后，才能安装到螺旋桨上。在螺旋桨除冰带或防冰带上安装腐蚀条可能会改变其除防冰性能，这种使用必须得到批准。

## 第 3 章 附件及平衡

### 300. 螺旋桨平衡

本节仅描述螺旋桨平衡的常规问题和类型。本手册无意为维护人员提供执行静态或动态螺旋桨平衡的指导。

#### a. 不平衡。

(1)螺旋桨在运行过程中会因操作不当、磨损、损坏和其他各种原因而变得不平衡。在一些情况下，通过推或拉螺旋桨桨叶来移动飞机的过程，会使桨叶弯曲、脱落到偏离轨道的状态、或损坏桨叶预载系统。螺旋桨的磨损和损坏——以及损坏后的修理——也是造成螺旋桨不平衡的原因。未经授权或修理不当的螺旋桨器也会导致螺旋桨不平衡。

(2)当螺旋桨的质量在旋转中心周围不对称时，会导致不平衡。质量不对称会形成径向力和/或不对称力矩。静态和常规的动平衡程序是通过在的相反方向添加配重块以纠正径向力不平衡。只有经过培训、有专用设备和授权的维修人员才能完成动态平衡程序。

**b. 平衡困难。**在飞机上使用了批准的动平衡程序，螺旋桨不平衡或难以平衡可能有潜在的问题，应进行调查。部件松动、法兰螺栓松动、部件断裂(如桨毂或桨叶)、桨叶偏离轨迹或角度等类似问题，会导致平衡困难。这些问题需要在下次飞行前解决。

**c. 平衡方法。**螺旋桨的平衡有两种方法:静平衡和动平衡。这两种方法不能互相替代，因为它们用于不同的目的。

(1) **静平衡。**静平衡是只有将螺旋桨从飞机上拆下，并在一个专用设备上评估其平衡性。只有经过授权的人员或机构才能调整螺旋桨静平衡；增加或减少螺旋桨的静态平衡配重块，或者用特殊的打磨技术从桨叶上取出材料。

(2) **动平衡。**有些型号的螺旋桨可以在飞机上进行动态平衡。螺旋桨的动平衡是为了在其工作范围内提供最低的振动水平。虽然螺旋桨是平衡程序的焦点，但它是发动机、发动机安装系统和螺旋桨附件的组合以产生振动水平。

(a) 在螺旋桨组件上增加或减少平衡配重，是为了减少发动机、发动机安装系统和螺旋桨作为运转组合产生的振动水平。

(b) 当作为特定发动机和发动机安装系统的组成部分而进行平衡的螺旋桨从该组件中移除时，不能假设另一个发动机或发动机安装系统的动态平衡保持不变。

(c) 飞机或螺旋桨制造商在其维修手册或持续适航文件中提供了螺旋桨动平衡程序，螺旋桨平衡不是对机身的重大改装。

(d) 当获取不到被批准的飞机或螺旋桨制造商程序时，有其他可接受的动态螺旋桨平衡程序。这些包括但不限于查德威克-赫尔穆斯的出版物（编号 AW-9511-2），题为“平稳螺旋桨”；ACES 出版物（编号 100-OM-01），题为“螺旋桨平衡 ACES 系统指南”。使用 FAA 批准或接受的螺旋桨动态平衡程序进行螺旋桨的动平衡不被认为是重要螺旋桨维修，除非改变了螺旋桨的静平衡配装，或者安装在 500 马力以上的螺旋桨使用了查德威克-赫尔穆斯/ACES 文件。

(e) 在螺旋桨桨毂或桨盘上安装标牌说明螺旋桨已动平衡，并且动力传动系统旋转部件的装配为指标装配。在日志上记录日期、发动机小时数、最终平衡振动、动平衡配重的位置、维修人员的签名和证书号码。

(f) 动态平衡程序完成后，拆下安装在桨叶上的胶带；胶带会存留水分，导致腐蚀和随后的桨叶故障。动平衡是在翼完成的，不能与静平衡混淆。静平衡由制造商或授权级的维修站进行(见图 3-1)。



图 3-1 平衡交代未去除

(g) 维修应按照《联邦法规》第 43 部分第 43.13(a) 节第 14 篇的规则进行。

(h) 动平衡程序和螺旋桨恢复使用必须由一名授权人员按照以上规定的标准完成。

### 301. 转速表检查

由于特定螺旋桨/发动机组合在某些工作范围内可能产生异常高的压力，许多螺旋桨和飞机制造商已经为某些型号建立了每分钟转数 (RPM) 限制和最大 RPM 限制。转速表操作不当可能导致发动机转速超

过最大转速限制。由于对发动机转速表没有制造后的精度要求，转速表不准确可能是螺旋桨故障、过度振动或非计划维修的直接原因。在正常维护期间，应按照制造商的程序（如有）检查转速表的正确操作和精度。检查转速计精度的一种方法是使用一个商用频闪装置，通过该装置查看旋转的螺旋桨。频闪单元控制可以调整，直到螺旋桨图像停止在空间；频闪仪的读数表明螺旋桨的真实转速。

**注意：如果仪器只看到一个桨叶通道，则可能存在多个错误的 RPM 处理方案。**

### **302. 调速器，顺桨和反桨机构**

始终确保正确操作调速器和其他螺旋桨控制装置。定期检查调速器控制杆，以确保它们按照制造商的说明进行了适当的润滑，并且没有磨损，腐蚀或泄漏。对于可反桨的螺旋桨，应在飞行前或按照制造商的建议，对飞机或驾驶舱某处的 beta 锁定系统的功能进行验证。beta 锁定系统旨在防止飞行员在飞行中无意中使用反向推力。螺旋桨顺桨系统的功能也应在飞行前或按照制造商的建议进行验证。

### **303. 螺旋桨除冰系统**

a. 螺旋桨除冰系统确保结冰情况下螺旋桨的安全运转。因此，定期检查除冰带或防冰带以确保它们处于适航状态是很重要的。检查带片与桨叶的粘结情况，看有无裂纹和松动；还要注意除冰带是否有撞击、松动的斑点或褶皱。确保螺旋桨可以在其整个运转范围内活动，而不会与导线产生冲突或干扰、摩擦附近的部件。检查螺旋桨除冰导线接地电阻值。

b. 进行详细检查时，拆下桨帽。检查导线和线束是否松动和磨损。确保接线夹牢固。检查滑环和电刷是否磨损。电隔离除冰电路与其他的飞机线路，并通过轻微移动除冰带检查间歇性开路。螺旋桨除冰器的维修应按照制造商的说明进行。如果防冰系统使用液体防冰带，请检查甩环和进料管的状况。

## 第 4 章 安装

### 400. 螺旋桨的安装

螺旋桨必须由授权的维修人员或维修机构安装。某些螺旋桨在安装在飞机上之前只是部分组装以便运输，必须在安装期间组装。螺旋桨制造商将在安装过程中提供关于组装的明确说明，必须仔细遵循。确保在装配过程中使用正确的密封和 o 形圈。安装须遵循螺旋桨制造商的螺栓或螺母力矩要求。在一些螺旋桨上，正确的安装力矩可能显示在螺旋桨桨毂铭牌上。扭转过程中是否需要润滑很重要，必须按照厂家的说明执行。当螺旋桨正确力矩时，应检查桨叶轨迹是否符合制造商规范规定的公差。新的或修理过的螺旋桨将由制造商或螺旋桨维修机构进行静平衡。但是，如果安装后，螺旋桨/发动机组合在地面或飞行中立即开始运转剧烈(振动)，则应将螺旋桨卸下并在发动机曲轴上旋转 180 度(如果没有标记)，重新安装，并再次检查桨叶轨迹。某些螺旋桨装置可能需要在发动机上附加动态螺旋桨平衡。第 3 章第 300 段讨论了动态平衡的一般准则。在试车过程中，必须检查正确的螺距变化功能和转速参数，并检查安装是否有油和油脂泄漏。在安装过程中，应按照螺旋桨或飞机制造商的指南检查旋转组件。检查桨毂和护板是否翘曲、裂纹、松动、缺件、紧固件、修理不当或未经授权的修改(包括增加平衡配重)。

## 附录 1

### 螺旋桨常用术语表

**桨叶角。**桨叶截面的弦线与垂直于螺旋桨旋转轴的平面之间的夹角。

**桨叶站位。**站位。

**桨叶轨迹。**每个桨叶的尖端在旋转中经过一个固定点时的路径。

**桨叶。**螺旋桨从桨毂到尖端的一条臂。

**弦线。**桨叶前缘和后缘之间的直线。

**弦。**从桨叶前缘到后缘的距离。

**腐蚀、点蚀。**由于化学或电化学作用而从金属表面向内延伸的可见空腔。

**晶间腐蚀。**晶间腐蚀发生在某些铝合金的晶界处。晶间腐蚀的存在可能是疲劳、应力或水分持续存在的结果，如标签下或紧固件孔中。有时被称为剥落腐蚀，它发生在锻件，挤压件或轧制板。

**腐蚀、表面。**由于化学或电化学作用造成的金属表面损失。抛光后的表面开始是钝化，很快变成无光泽的，接着是广泛的点蚀。

**腐蚀。**金属因与其环境发生反应而变质。更多参考参见 AC 43-4，《飞机腐蚀控制》。

**裂纹。**材料内部的物理开口或裂缝可能发生在材料内部或表面(表面断裂)。在螺旋桨上，裂纹可能是由切割、划伤或腐蚀引起的。

**切口。**通常由尖锐物体造成的又深又长又窄的裂口

**脱胶。**在两个或多个表面之间的粘合界面上发生的粘合或粘合失败或分离。

**分层。**层压板的相邻层之间的分离。

**凹坑。**钝痕由于钝器撞击而造成的桨叶凹陷。

**压痕。**凹面变形。

**螺旋桨直径。**由桨叶尖旋转形成的直径。

**侵蚀。**砂粒、水等通过机械作用去除材料表面，通常存在于前缘靠近桨尖处。

**工作面。**螺旋桨桨叶的平坦或略微弯曲的一面，当螺旋桨旋转时，相对较高的压力对其产生推力。

**圆凿。**桨叶上因与固体物体接触而形成的深槽。

**水平平衡。**将桨叶质量中心沿径向定位以减少装配后螺旋桨的不平衡的桨叶平衡过程。

**桨毂。**螺旋桨的中心部分，携带桨叶并与发动机轴相连。

**冲击损伤。**在飞行中或在地面上，由雪堤、跑道灯、维修站、鸟类等物体撞击或被撞击造成的损伤(可见或不可见)。

**包容物。**与母材不同、但包含在母材中的材料。

**前缘。**引导旋转方向并首先与空气接触的桨叶边缘。

**雷击。**闪电对桨叶造成的损害通常表现为局部燃烧、变色、金属熔化和/或凹坑。

**刻痕。**缺口通常在前缘和后缘上发现的一种锋利的缺口状金属位移

**翻修。**完成与翻修或维护相关的拆卸和重新组装。翻修和整修是固定螺距螺旋桨的同义词。

**桨距。**如果螺旋桨桨叶参考站沿与桨叶截面角相等的螺旋方向运动，

它将向前移动的理论距离。

**点蚀。**由于侵蚀或腐蚀而使物质流失的形状不规则的小空洞腐蚀点蚀通常伴随着沉积物,如锈蚀,腐蚀副产物,由腐蚀剂在贱金属上形成。

**恒速螺旋桨。**一种螺旋桨,当飞行员选择螺旋桨螺距设置时,调速器用于自动设置每分钟恒定的转数。

**可调桨距螺旋桨。**一种螺旋桨,其桨叶在飞行过程中可以连续改变成任何所需的角度。

**定距螺旋桨。**桨叶角度固定的一体式螺旋桨。

**顺桨螺旋桨。**一种螺旋桨,其桨叶可以旋转到一个较高的正桨叶角度以停止旋转(风车)。这种特性在多引擎飞机上很常见,因为它允许发动机关闭并停止旋转,以减少阻力和不对称的控制力。

**反桨螺旋桨。**一种螺旋桨其桨叶可以旋转到一个“负”桨叶角度,在那里它们将提供向后的推力来减速、停止或向后移动飞机。

**螺旋桨。**螺旋桨一种推动飞机的装置,它的桨叶在发动机驱动的轴上,当它旋转时,通过对空气的作用产生近似垂直于其旋转平面的推力,它通常包括由其制造商提供的相关控制组件。

**翻新。**在正常工作过程中,由于腐蚀或撞击小物体造成的或大或小的桨叶损坏的修复。修复包括渗透检查、抛光和重新平衡。它是在必要和需要时不定期完成的。

**修理。**对物理事故造成的或大或小的损害进行必要的不定期的纠正。损坏的数量、程度和范围决定了螺旋桨是否可以由机械师在现场进行小修。

**擦痕。**由坚硬粗糙的表面摩擦而形成的沟槽状凹痕。

**桨根。**桨叶从对接面到第一个桨叶台的部分。

**站位。**垂直于桨叶中心线的位置，在此位置检查尺寸。

**桨尖。**桨叶离螺旋桨旋转轴最外侧的部分。

**轨迹。**见桨叶轨迹。

**后缘。**桨叶的后边缘，空气离开桨叶的地方。