



# 管理文件

中国民用航空局

---

文 号：民航规〔2025〕31号

编 号：MD-MAT-FS-006 R1

下发日期：2025年12月18日

## 发动机孔探检查管理规范

---

# 发动机孔探检查管理规范

## 1. 依据和目的

本文件依据 CCAR-145 部制定，目的是规范对民用航空器发动机孔探检查工作的管理，保障民航飞行安全。

## 2. 适用范围

本文件适用于按照 CCAR-145 部获得批准并开展涡喷或者涡扇发动机孔探检查工作的维修单位，也适用于通过外委开展相关检查工作的维修单位。

注：涡桨和涡轴以及活塞发动机核心机因外来物导致损伤的可能性较小，尽管其维修手册中也涉及孔探工作，但内容及要求相对较少也较为简单，通常按照制造厂家建议或授权实施培训及管理即可，无需按照本文件管理。

## 3. 废止

自本管理文件颁发日起，2023 年 7 月 21 日颁发的 MD-MAT-FS-006 《发动机孔探检查管理规范》废止。

## 4. 说明

发动机作为提供航空器飞行动力的部件，其状态对保障飞行安全至关重要，但发动机又是航空器部件中最为复杂、精密的机械装置，难以通过频繁的拆装直观检查其内部核心零部件的状态保证其适航性。

孔探检查技术的发展解决了这一难题，即通过光学或者视频

探头深入发动机内部，对传输的光学图像评估、测量、计算，实现在不拆解发动机的条件下直观地判断其状态。当前，发动机孔探检查的应用已经越来越普遍，除了大大降低发动机维修成本以外，对保障飞行安全发挥的作用也越来越重要。

发动机孔探检查与通常的无损检测技术既有类似之处，也有很多不同。具体主要如下：

(1) 在任务类别上，虽然无损检测和发动机孔探检查均归类为特殊详细检查，但发动机孔探检查解决的是可达性问题，主要检查外观；无损检测则主要解决的是目视可见性问题，有些检查外观，也有些检查内部。

(2) 在人员要求上，发动机孔探检查对发动机内部结构和维修经验上要求较高，而无损检测则主要对检测方法相关的知识和技能要求较高。

因此，发动机孔探检查不能简单归为无损检测的一个类别，但与无损检测管理类似，依然可以采用要求符合相关行业协会标准等行业自律辅助的方式来管理发动机孔探检查人员。本文件即是对发动机孔探检查工作进行管理的专门规范性文件。

特别说明的是，鉴于发动机孔探检查工作的重要性及其管理的复杂性，不适合按照 CCAR—91 部规定由持有按照 CCAR—66 部颁发航空器维修人员执照并具有有效对应机型签署的人员单独实施。如 CCAR—91、135、136 部等航空运营人不具备按照 CCAR—145 部获得发动机孔探检查工作的维修单位，

应当通过外委开展相关检查工作。

另外，孔探检查技术可应用到发动机之外很多其他设备的检查项目，但相比发动机孔探检查，无论从复杂性和对飞行安全的影响而言，均无需特别管理。

## 5. 基本规则

发动机孔探检查应当由按照 CCAR-145 部获得相应能力批准的维修单位实施。

维修单位的发动机孔探检查能力应当以结合《维修管理手册》中航线维修、机体或者发动机维修项目说明的方式具体注明，并随同《维修管理手册》的批准获得。注明发动机孔探检查能力时应当列明具体的发动机型号或者型号系列，以及所使用的孔探设备。对于承接第三方业务的，还需要在维修许可证上单独列明所获批准的发动机型号或者型号系列。

注 1：针对发动机孔探检查能力的标注，以所依据的航空器或者发动机制造厂家维修手册确定。即所依据手册仅适用于单独发动机型号的，需要单列型号；所依据手册适用于发动机型号系列的，可列型号系列。

注 2：第三方业务指承接其他维修许可证下的孔探检查工作。维修单位定检工作中涉及的发动机孔探检查，或本单位发动机修理涉及的孔探检查工作，不属于第三方业务范畴。

维修单位申请和扩展发动机孔探检查能力的批准应当具备本文件规定的条件，并按照要求的规范实施。

不具备发动机孔探检查能力的维修单位可通过协议委托具备

相应能力的维修单位实施发动机孔探检查工作。

## 6. 申请发动机孔探检查能力需具备的条件

申请发动机孔探检查能力可以为一个或者多个发动机型号，但均需具备如下条件：

### 6.1 孔探设备

具备所开展一个或者多个发动机型号孔探检查工作的设备。具体可为如下设备：

(1) 航空器或者发动机制造厂家维修手册明确推荐的孔探设备，或；

(2) 满足航空器或者发动机制造厂家维修手册明确规范要求的孔探设备。

注：维修单位不可使用租用或者借用孔探设备申请发动机孔探检查能力的批准，但对于因维修或者定期校验原因暂不具备孔探设备时，可以协议临时租用或者借用，并且有能力控制其可用性。

### 6.2 孔探人员

对于国内维修单位，孔探人员应当符合下述要求；对于国外维修单位，可按照其本国或者本地区民航局的相关要求（如有），或能追溯到符合航空器或者发动机制造厂家要求的相关培训。

#### 6.2.1 基本要求

申请发动机孔探检查能力的维修单位应当具备符合如下要求的孔探人员：

(1) 持有符合相应协会标准的孔探人员培训合格证书，并覆盖对应发动机型号；

(2) 孔探人员接受过所用孔探设备使用的培训。

注：目前满足行业管理要求的标准为中国民航维修协会制定的行业协会标准，相关内容可参见中国民航维修协会网站。

### 6.2.2 复训要求

对于已具备发动机孔探检查能力批准的维修单位，其孔探人员应当在培训合格证书到期前完成相应的复训。复训可由符合相应协会标准的发动机孔探培训机构完成，也可在符合下述条件下由维修单位自行组织完成，但鉴于本单位管理的局限性，每六年需要到符合相应协会标准的发动机孔探培训机构完成复训。

(1) 维修单位具备符合相应协会标准的孔探教员，教员应为该维修单位的正式雇员；

(2) 复训列入其维修单位培训大纲自行组织开展的培训课程，并符合相关要求。

注 1：复训的内容重点应为该型号发动机常见损伤、孔探常见问题、孔探的维修控制、差错预防、风险管控、典型案例、局方的最新要求等。

### 6.2.3 扩展培训

扩展培训是指对符合某一或者某些型号发动机孔探检查工作要求的人员，增加发动机型号培训。扩展培训可由符合相应协会标准的发动机孔探培训机构完成，也可在符合下述条件下由维修单位自行组织完成：

(1) 维修单位具备符合相应协会标准的孔探教员，教员应为该维修单位的正式雇员，并且覆盖所计划增加发动机型号；

(2) 增加发动机型号的培训列入其维修单位培训大纲自行组织开展的课程，并符合相关要求。

注：对于自行组织增加发动机型号的培训，是为方便具备一定发动机孔探检查经验的维修单位扩展自身需要的能力，为确保其工作能力，其首次复训应 2 年内到符合相应协会标准的发动机孔探培训机构完成。

#### 6.2.4 发动机制造厂家支持开展的培训

发动机制造厂家开展的培训（含复训和扩展培训），维修单位评估从实际效果上达到相应协会标准的，可视为符合要求（需建立评估记录并向管理局报备）。发动机制造厂家培训机构的培训达到相应协会标准的，也可直接加入符合协会要求的清单。由于厂家培训通常为纯技术标准的培训，维修单位要根据本文件的整体要求，结合厂家培训的内容开展必要的补充培训（重点为局方及本单位的管理要求）。

#### 6.2.5 等效安全措施

当孔探人员对非 CCAR—121 部运行的飞机发动机开展孔探工作时，其可仅持有符合相应协会标准的任一发动机型号孔探人员培训合格证书，并满足相应复训要求；同时接受由本单位评估认可或组织实施的相应发动机孔探知识补充培训和复训，该补充培训需经其维修单位的 PMI 评估后纳入培训大纲。补充培训应至少涵盖具体实施孔探的发动机型号的内部结构、孔探检查区域

及接近方式、发动机维护手册中孔探内容、注意事项和风险分析。

### 6.3 技术文件

孔探技术文件包括孔探操作规范和工作单卡、孔探报告。

孔探操作规范为孔探工作的通用技术指南，包括孔探检查的标准操作流程、预知风险和注意事项，以及设备的使用前的校准和异常处置规范。

孔探工作单卡为针对具体发动机型号实施工作的依据文件，包括检查路径和区域、正常及损伤标准参照规范，应当依据航空器或者发动机制造厂家的维修手册编制，并持续更新。

孔探报告作为孔探发现缺陷/故障的详细记录，是发动机状况持续监控的重要信息来源。

孔探工作单卡可以与孔探报告合并，但需覆盖上述要求。

### 6.4 管理规范

制定了发动机孔探检查工作管理规范，包括但不限于：

(1) 孔探设备管理：包括孔探设备的配备、采购孔探设备及其耗材的接收检查、库房存储、领用归还、定期维护和保养、租用或者借用（如适用）管理，以及定期开展孔探设备性能评估，必要时及时进行设备更换或升级。孔探设备的管理应当严格按照制造厂家的合格证书和（或）使用维护说明书开展，其中具有校准要求的部件或者配件（例如校准试块），应当由其制造厂家（含厂家认可的机构）或者具备相应资质的国家认证实验室校准。

注：发动机孔探设备属于精密、复杂的关键设备，建议仅用于发动机核心机的孔探检查，不建议混用于其他飞机结构或管路的检查。

(2) 孔探人员授权管理：其质量安全部门关键人员授权管理中应包括孔探人员的授权规范。

(3) 孔探技术文件管理：技术资料的控制与管理，包括依据航空器或者发动机制造厂家的维修手册编制的操作规程和工作单卡及进行必要的持续更新。

(4) 孔探人员培训管理：包括外送符合相应协会标准的发动机孔探培训机构或发动机制造厂家接受培训及复训，自行组织复训、扩展培训、补充培训的情况（如有）。

(5) 孔探工作的实施管理：包括对孔探工作的整体管理要求、实施要求、报告要求、防空停相关要求等。

## **7. 发动机孔探检查能力持续管理要求**

### **7.1 孔探设备**

(1) 维修单位应根据孔探设备的使用频次，使用场景、使用年限等建立定期评估机制，包括测量精度及设备性能等；对于服役6年及以上的孔探设备，须至少实施年度评估；对性能明显老化，无法满足观察效果和测量精度要求的设备，应停止使用，及时维修或更换；对于具备高清成像、叶片自动计数、缺陷辅助识别等先进功能的新一代孔探设备，各单位应结合自身工作需求及时升级，通过技术迭代提升孔探检查效率和可靠性。

(2) 对于发动机重点区域和高风险位置鼓励使用更高清的孔

探设备执行孔探工作。高清晰度成像更有利于对发动机内损伤尤其是关键应力部位微小裂纹和损伤的识别和检出，更好地保障发动机运行安全。

## 7.2 孔探人员

(1) 维修单位每年对孔探人员的岗位能力和技能水平进行评估，对于不满足要求以及技能水平无法胜任相应岗位的人员，需及时通过培训等手段使其满足和胜任岗位要求或进行岗位调整。

(2) 维修单位应根据自身机队规模、发动机型号配置等情况，充分评估人力资源配比、专业培训难度、专业技能掌握程度、人员精力分配和疲劳管理情况，避免因人员配置不足或不合理、个别型号人员专业技能不精通、超时工作等问题导致一线孔探工作困难，带来保障效率降低和安全风险。

## 7.3 发动机孔探检查实施规范

### 7.3.1 工作流程

发动机孔探检查应当根据相应的工作指令，由符合要求的维修人员配合孔探人员实施。

孔探检查工作指令应当根据发动机状态监控、故障缺陷报告或者计划性检查要求发出。

孔探检查前飞机或者发动机的准备工作和检查后的收尾工作（包括必要的发动机试车）一般由维修人员按照航空器、发动机维修手册的要求执行；孔探检查由孔探人员按照孔探操作规范完成孔探设备的准备，按照工作单卡实施并记录，并根据本部门要

求制作孔探报告。

注：如果孔探人员同时符合相关要求，飞机或者发动机的准备工作和收尾工作也可由孔探人员完成。

孔探检查完成后，应当由维修放行人员对检查记录进行核查，并根据航空器、发动机维修手册判断是否维修放行。

记录发动机孔探检查的工作单卡、孔探报告、视频或图像等维修数据的保存应满足维修记录的管理要求。

### 7.3.2 实施要求

(1) 标准化管理：维修单位应加强孔探工作的标准化管理，明确损伤位置、尺寸、角度等的测量规范，避免因测量数据缺失或不准确导致对损伤的误判。发动机孔探若发现问题或缺陷，应进行照相或录像，并做详细的文字记录；若未发现问题或缺陷，可只拍一张能够反映检查区域整体情况的照片；相关照片、录像和文字记录应作为维修记录存档。应建立孔探报告数据库，完整、妥善地保存历次孔探照片、录像资料，有效实施孔探数据对比分析，研判孔探检查区域在历次孔探期间的变化情况。

(2) 不安全事件后孔探工作的管理：发生空中停车或影响发动机性能和飞行操纵的事件（包括发动机喘振、排气温度超温、振动指示异常、包容性/非包容性内部损伤）后，需要实施发动机孔探工作的，必须由至少两名孔探人员实施，共同对故障和缺陷进行判断；发动机工程师应全程跟踪以上孔探情况，全面掌握相关信息，为孔探的实施提供技术指导，解决孔探过程中发生的

问题和困难，并在 24 小时内完成孔探人员所提交孔探报告的审核。

(3) 孔探工作的复检管理：维修单位应建立孔探工作的复检、抽查机制，复检、抽查可由另一位符合要求的孔探人员以查看孔探照片或录像的形式进行，或由符合要求的检验人员进行，包括使用 AI 等新技术。

(4) 新技术的应用：鼓励各维修单位通过自主研发或技术合作形式，积极探索图像识别、人工智能等新技术手段的深度学习，重点实现孔探图像批量复查、实时辅助缺陷识别、叶片自动计数、关键部件损伤预警及历史故障溯源分析等功能，进一步深化发动机孔探工作管理深度，提高实时检查、复核与抽查的效率与准确率。

(5) 持续提升孔探工作质量：对于新型号发动机或针对某个特定区域的专项孔探工作，需加强与厂家的信息沟通，及时制定和更新孔探指南或专项孔探要求。

#### 7.4 发动机孔探检查工作的外委

对于不具备发动机孔探检查能力的维修单位，如果在航线维修、机体或者发动机维修中需要开展发动机孔探检查工作，可通过协议委托具备相应能力的维修单位实施，并符合如下要求：

(1) 符合本文件规定的实施规范，并且维修人员配合的工作应当由委托单位自行承担；

(2) 工作记录除委托单位保存外，被委托单位也应当独立保

存完整的工作记录。

#### **8. 附则**

本文件自发文之日起施行，过渡期至 2026 年 3 月 31 日。