

中 华 人 民 共 和 国 民 用 航 空 行 业 标 准

MH/T 3010.19—2011

民用航空器维修 管理规范 第 19 部分：发动机状态监控地面站设计指南

Maintenance for civil aircraft—Management specification—
Part 19: A guide to the development of a ground station for engine condition
monitoring

2011 – 05 – 10 发布

2011 – 08 – 01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

MH/T 3010《民用航空器维修 管理规范》分为以下部分：

- 第1部分：民用航空器试飞；
- 第2部分：民用航空器在经停站发生故障的处理；
- 第3部分：民用航空器维修事故与差错；
- 第4部分：民用航空器维修工作单（卡）的编制；
- 第5部分：民用航空器冬季的维修；
- 第6部分：民用航空器维修人员的技术档案；
- 第7部分：民用航空器维修记录的填写；
- 第8部分：民用航空器维修人员的行为规范；
- 第9部分：地面指挥民用航空器的信号；
- 第10部分：维修人员与机组联络的语言；
- 第11部分：民用航空器地面维修设备和工具；
- 第12部分：民用航空器的清洁；
- 第13部分：民用航空器发动机的清洗；
- 第14部分：民用航空器航线维修规则；
- 第15部分：民用航空器一般勤务规则；
- 第16部分：民用航空器线路维护；
- 第17部分：民用航空器防静电维护；
- 第18部分：维修人为因素方案指南；
- 第19部分：发动机状态监控地面站设计指南；
- 第20部分：航空器结构维修信息记录。
- 本部分为MH/T 3010的第19部分。

MH/T 3010是民用航空器维修的系列标准之一。下面列出这些系列标准的名称：

- MH/T 3010《民用航空器维修 管理规范》；
- MH/T 3011《民用航空器维修 地面安全》；
- MH/T 3012《民用航空器维修 地面维修设施》；
- MH/T 3013《民用航空器维修 职业安全健康》；
- MH/T 3014《民用航空器维修 航空器材》。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由中国民用航空局飞行标准司提出。

本部分由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本部分由中国民航科学技术研究院归口。

本部分起草单位：中国民航科学技术研究院、国航工程技术分公司、中国民航大学。

本部分主要起草人：苏有生、欧阳成丽、姚冀涛、陈新锋、曹惠玲

引 言

为了不断提高飞机的可用率，减少发动机故障导致的航班延误、取消，以及降低运营成本，现在大多数燃气涡轮推进系统在投入运行时都已经具有发动机监控系统（EMS）的某些功能。不同航空公司采用发动机监控系统（EMS）的形式各异，有的集成到飞机监控系统中，有的仅对推进系统进行监控。

为满足不断增长的机载与地面数据处理需求，发动机监控系统（EMS）的功能与技术不断发展，变得日益复杂。通常，发动机监控系统（EMS）从功能上分为机载发动机监控组件（EMU）和地面支持站（GSS），其中机载发动机监控组件（EMU）可以是装在发动机上的独立组件，也可以包含在飞机状态监控系统（ACMS）中，是与发动机监控相关的各功能组件的集合，如数据管理组件（DMU）或数据采集组件（DAU）等。地面站（GSS）是对发动机状态监控相关数据进行综合分析和处理的平台，是发动机监控系统的重要组成部分，需要投入足够的资金来保证它的开发。

地面站的功能和技术水平取决于监控系统的需求和特定的用途。理想情况下，它应该可以灵活满足用户不同层次的需求。地面站（GSS）的组成部分包括：

- a) 数据上传和下载；
- b) 数据处理部分；
- c) 数据存储部分；
- d) 用户接口部分。

机载发动机监控组件（EMU）记录飞行或使用中出现的发动机事件或超限状态的相关数据，这些事件数据可以在飞行过程中通过ACARS等无线方式进行传输，以便让地面人员提前做好维修准备工作，减少排故和飞机停场时间，也可以在飞机返回之后再通过QAR等存储设备获取。

机载发动机监控组件（EMU）记录的其他数据，尤其是用于计算长期趋势或寿命的数据，并不是非常急需，可以先记录在机载发动机监控组件（EMU）中，然后在下载后在地面站中进行分析。随着数据存储能力的不断提高，与机载处理相比，地面处理的成本更低，灵活性更高。

本指南可以为地面站的设计提供指导，充分发挥地面站在整体发动机监控系统中的作用。

民用航空器维修 管理规范

第 19 部分：发动机状态监控地面站设计指南

1 范围

MH/T 3011的本部分规定了民用航空器（以下简称航空器）发动机状态监控地面站（以下简称地面站）的运行需求、系统的基本功能和数据的输入、输出、存储要求等。

本部分适用于民用航空器发动机状态监控地面站的设计。

2 符号和缩略语

ACARS	飞机通讯寻址与报告系统（Aircraft Communication Addressing and Reporting System）
BIT	自检（Built-In-Test）
CRC	循环冗余码（Cyclic Redundant Code）
DAU	数据采集组件（Data Acquisition Unit）
DBMS	数据库管理系统（Database Management System）
DMU	数据管理组件（Data Management Unit）
EEC	电子发动机控制器（Electronic Engine Controller）
EMC	电磁兼容性（Electro-magnetic compatibility）
EMI	电磁干扰（Electro-magnetic interference）
EMS	发动机监控系统（Engine Monitoring System）
EMU	发动机监控组件（Engine Monitoring Unit）
FADEC	全权限数字发动机控制（Full Authority Digital Engine Control）
FDR	飞行数据记录器（Flight Data Recorder）
GSS	地面支持站（Ground Support Station）
OEM	原始设备制造商（Original Equipment Manufacturer）
QAR	快速存取记录器（Quick Access Recorder）

3 地面站总体考虑因素

3.1 地面站的数量取决于飞机、维修基地的数量，数据传输方式，以及营运人对系统性能、便携性、网络 and 用户访问的需求。

3.2 根据对数据响应要求的不同，地面站的任务分为：

- a) 一级任务，包括：
 - 1) 超限告警；
 - 2) 事件诊断；
- b) 二级任务，包括：
 - 1) 参数趋势、预测；
 - 2) 趋势分析；

- 3) 寿命件跟踪、管理;
- 4) 数据库更新;
- 5) 系统硬件检测。

一级任务应优先处理。

3.3 地面站的输入数据来自键盘输入、专用采集设备、存储芯片、软盘、磁带、加密无线通讯以及其他计算机系统。

3.4 地面站的输出数据应能够根据需求输出给不同用户。输出形式包括标准格式的报告、数据表与曲线图。输出方式包括打印、显示屏以及与其他计算机的通信。

3.5 地面站输出信息的结构与格式应便于阅读,手动数据输入应减至最少。

3.6 地面站应配备适当的软硬件,以实现其功能。

4 系统功能要求

4.1 超限(事件)诊断

4.1.1 地面站应能处理机载监控系统识别与记录的超限(事件)数据,或利用与机载系统类似的辅助算法分析处理连续记录的飞行数据,辅助技术人员确定事件原因。

4.1.2 地面站宜引入自动排故程序或专家诊断系统确定事件的可能原因,评估发动机损伤程度,给出适当的维修措施建议及包含详细操作步骤的维修参考文件。

4.2 参数趋势与趋势分析

4.2.1 参数趋势分析的主要目的是预测发动机何时达到性能极限,确定发动机维修需求。

4.2.2 参数趋势数据可以通过机载系统在设定条件下进行记录,由地面站进行分析;也可以由机载系统记录完整的飞行剖面,地面站提取数据并进行分析。

4.2.3 趋势数据均应以趋势图显示,图中:

- 趋势变化能够反映出装机发动机相关参数的变化;
- 通过是否形成有效的连续趋势反映出采集数据的总体质量;
- 趋势的缓慢变化表示发动机正常运行情况下性能的正常衰退;
- 趋势的突然变化表示发动机性能特性的改变或传感器故障。若能证实数据有效,排除传感器故障,则应对参数进行趋势分析,以确定发动机故障所在。

4.2.4 趋势漂移可以通过目视观察或自动检测逻辑发现。对于大型机队营运人,地面站宜引入趋势漂移自动报警功能。

4.3 发动机部件寿命计算

地面站应能通过机载系统记录的参数计算发动机部件的寿命。

4.4 飞行剖面监控

地面站应能通过机载发动机监控组件(EMU)记录的飞行数据,监控飞机实际飞行剖面,以满足运行安全要求与商业需求。如:通过对比合同中设定的飞行剖面,确定原始设备制造商(OEM)按飞行小时或循环向营运人征收的费率。

4.5 数据存储

4.5.1 地面站应使用数据库存储数据,以实现其功能。

4.5.2 地面站应能接收来自机载发动机监控组件（EMU）及快速存取记录器（QAR）等设备的飞行数据，并存入数据库。

4.5.3 地面站宜设置与其他系统的接口，以减轻系统的存储与处理负担。

4.5.4 地面站宜具有发动机电子飞行日志功能。

4.6 接口设备与机载系统的初始化

4.6.1 接口设备

4.6.1.1 地面站应能通过飞机通讯寻址与报告系统（ACARS）、永久性快速存取记录器（QAR）、数据传输设备、专用数据提取设备或无线移动通讯设备等下载机载数据。

4.6.1.2 无线技术的传输可靠性高，地面站应考虑与未来新的无线传输技术兼容。

4.6.2 机载系统的初始化

地面站可上传由机载发动机监控组件供应商或原始设备制造商（OEM）指定的初始化数据，包括：

- 机载发动机监控组件算法所需的新装发动机、单元体或部件寿命；
- 机载发动机监控组件寿命计算所需的换算系数或改进算法；
- 机载发动机监控组件进行详细部件构型检测所需的新装发动机或部件构型信息；
- 更新的发动机超限值；
- 机载发动机监控组件参数趋势功能所需的最新的发动机型号或性能数据；
- 机载发动机监控组件异常检测功能所需的发动机振动基线；
- 数据采集标准与过滤方法，如参数、频率、采集条件等；
- 发动机附件与机载发动机监控组件构型信息。

4.6.3 数据校验

4.6.3.1 在不同系统或设备之间存在数据交换，或者系统不同部分之间存在无线传输时需进行数据校验，确保数据没有损坏。如：机载发动机监控组件与数据传输设备或专用数据提取设备之间，数据传输设备、专用数据提取设备与地面站之间以及地面站与用户、原始设备制造商（OEM）系统之间的数据交换过程。

4.6.3.2 数据校验可采取以下方法：

- 校验程序法：通过检查正确数据的构成要素识别出数据失真、数据块和数据页丢失等问题；
- 循环冗余码法：通过查找文件结构的变化识别出拷贝前后的差错，该方法有效性略优于校验程序法。

5 输入数据

5.1 连续记录的飞行数据

地面站应能接收飞行数据记录器（FDR）及快速存取记录器（QAR）等设备提供的连续数据。

5.2 已处理的飞行数据

5.2.1 事件（快照）数据

地面站应能接收机载系统产生的事件（快照）数据。

注：事件或快照数据由可检测到的征兆或失效产生。当发动机发生超限或出现喘振、熄火、数字控制通道改变等可

检测事件时，监控系统将存储数据记录。

5.2.2 趋势数据

地面站应能接收趋势数据。当数据量很大时，需压缩地面站数据库中的趋势数据。可以采用将历史趋势数据相加取平均值的方式，生成更加清晰的整体趋势。

注：趋势数据按时间顺序排列，通常由发动机数据与飞行数据组成，格式与事件数据相同。

5.2.3 寿命件使用时间数据

地面站应能接收和处理机载系统记录的寿命件使用时间数据。

5.2.4 自检（BIT）数据

地面站应能接收来自机载系统的自检数据，结合电子技术出版物进行故障隔离。

5.3 维修构型数据

5.3.1 地面站应能获取必要数据，用以维护构型数据库。此类数据包含发动机位置、零件件号和序号、寿命件寿命数据及机载发动机监控组件（EMU）的构型信息等。

5.3.2 应保证构型数据库实时更新。

5.4 维修记录

地面站应能接收维修记录数据。维修数据包括发动机或附件拆装记录、被监控部件的拆换等维修工作记录、维修工作状态跟踪记录、飞机维修或飞行日志等。

5.5 数据有效性

5.5.1 地面站应能发现系统产生的错误数据，并在输出结果中提供适当的警报信息。地面站应在输入软件程序中加入适当的错误捕捉技术，以避免人工录入错误。

5.5.2 地面站应能进行数据的有效性检测，包括时程数据、寿命件使用时间数据及发动机构型数据。

6 数据库管理系统 (DBMS)

6.1 基本要求

地面站应具备对大量数据进行存储、处理以及报告的能力。

6.2 数据库结构

地面站的数据库管理系统（DBMS）可采用分布式结构或集中式结构。分布式结构在拷贝数据时应采用适当的控制机制，以确保数据同步性与操作有效性。

6.3 数据库的大小

发动机监控系统设计者应根据系统需求确定数据库的存储量，在数据量与系统速度之间取得一个平衡。

6.4 数据存档、备份与恢复

6.4.1 地面站应采用安全可靠的存储介质定期存档旧数据和备份当前数据库信息，以确保数据库安全。

6.4.2 地面站应能从数据库中恢复已存档或已删除信息。数据恢复系统应提供选择性恢复数据库子集的功能。如，特定时期内特定飞机或发动机的数据。

6.5 数据库的安全

地面站应能为数据库的存取、维护和保护提供不同级别的安全性。地面站数据库的存档或备份信息应加以维护，以便系统故障或数据丢失后仍可访问。

7 输出数据

7.1 基本要求

地面站应能为维修和支援部门提供输出数据，用于单台发动机或整个机队的性能评估、性能保证管理等。输出数据应以兼容格式提供，以确保能够与现有的数据库和电子制表软件相连接。

7.2 维修数据

7.2.1 时程数据图表

地面站应能从机载发动机监控组件（EMU）记录的时程数据中获取性能指标及趋势，并生成图形。若飞机使用多台发动机，可以通过对比各台发动机的性能图表检测出其中某台发动机的性能衰退。该信息对于性能保证管理至关重要。

7.2.2 维修建议

7.2.2.1 地面站应能针对机载发动机监控组件记录的，或飞行员触发的事件或超限向维修人员发出警报。

7.2.2.2 地面站应能根据事件数据生成同类事件或超限的一系列标准格式的图表。其中应包含对单台发动机及机队同类事件的初步分析结果。

7.2.3 状态报告

7.2.3.1 地面站应能提供发动机当前的状态信息，包括寿命、性能、振动及超限（事件）数据等。

7.2.3.2 地面站应能生成发动机或机队的快速简报。所有发动机突变数据均集中在简报中，如简报中没有显示发动机数据的突变，则无需逐一查看机队每台发动机的详细数据。

7.3 维修支援数据

7.3.1 作用

地面站为维修支援系统提供两种重要信息：发动机及部件拆卸预测和上行数据。

7.3.2 发动机及部件拆卸预测

地面站应能利用数据库中寿命件使用时间开发出外推算法，制定拆发计划。该算法可以通过当前寿命消耗率预测出各部件的最佳拆换时间，以及为满足发动机出厂寿命需更换的部件。

7.3.3 上行数据

地面站应能与维修支援系统进行日常的数据交换，以便维修支援系统利用发动机寿命件的剩余寿命安排返厂维修，制定库存计划。

8 高级功能

8.1 专家系统

8.1.1 地面站宜引入专家系统，进行事件数据分析、故障诊断、隔离故障原因并给出适当的维修措施。

注：专家系统是一种收集专家知识，通过与维修人员相同的逻辑步骤自动处理机载发动机监控组件记录的数据，并将其提供给一般技能人员的软件程序。

8.2 单元体性能分析

地面站宜安装单元体性能分析软件，以确定引起发动机性能衰退的部件，并帮助使用者确定适当的纠正措施。

8.3 在线维修手册

地面站宜引入电子维修手册，作为地面站传统功能的补充，给出部件拆换决策的方法及流程。

9 使用者考虑因素

9.1 用户需求分析

地面站开发初期应对用户需求进行全面分析，编写系统需求文档，详细说明功能算法、硬件平台、接口及运行环境等。分析重点应集中于用户接口部分。

9.2 人机交互界面

地面站的界面应友好，可操作性强。

9.3 用户帐户管理

设计者应对数据访问控制加以考虑，以确保终端用户能够访问自己权限内的数据，并防止未授权用户更改数据。

9.4 用户指导

地面站开发者应为使用者提供操作手册、系统操作者培训和系统管理者培训。

10 系统开发考虑因素

地面站开发者应了解客户对软硬件的需求，使用适当的软件工程方法完成项目的开发。系统开发应考虑以下因素：

- 软件。应考虑编程语言、操作系统、数据管理系统需求、软件模块化、软件模块接口、标准化软件接口、系统配置管理的需求。
- 硬件。应考虑硬件平台的便携性、用户接口、打印机、计算机、大容量存储设备、维护成本、系统维护的需求。
- 其他。应考虑软件系统安全性、与其他系统的整合、软件文档需求、系统测试、更新系统软件等。