飞行数据分析方案实施与管理要求

# 1. 目的

本咨询通告依据中国民用航空规章《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121 部）制定，目的是通过明确飞行数据分析方案的要素，界定飞行数据分析方案与安全管理体系的关系，为大型飞机公共航空运输承运人提供制定、实施以及评估飞行数据分析方案的指导。

本咨询通告供局方对运营人的飞行数据分析方案实施监管。

# 2. 适用范围

本咨询通告适用于按照CCAR-121 部运行的运营人和按照CCAR-135 部运行最大起飞全重超过27000千克多发涡轮喷气飞机的运营人（以下简称运营人）。

# 3. 参考资料

《国际民用航空公约》 附件 6《航空器运行》

《飞行数据分析方案（FDAP）手册》ICAO DOC10000

《飞行品质监控》 FAA AC120-82

《飞行数据监视》 CAA CAP739

《飞行数据监控先兆指标实施指南》EOFDM\_WGB\_REV04

《关于安装飞行数据记录器（FDR）的规定》CAD1994-MULT-32R1

《关于加装快速存取记录器（QAR）的规定》CAD1997-MULT-38

《飞行品质监控工作管理规定》MD-AS-2000-001

《关于实施“波音、空客系列机型飞行品质监控项目规范”的指令》CAAC-SD2007-1

《飞行品质监控信息报送管理规定》AC-396-AS-2016-09

# 4. 定义

以下定义仅适用于本咨询通告。

**飞行数据分析（FDA）：**对所记录的飞行数据进行分析，以提高飞行运行安全的过程。

**飞行数据分析方案（FDAP）：**有时也被称为飞行数据监控(FDM) 或飞行品质监控(FOQA)，是一种系统化、主动识别危险源的工具，以便通过改进飞行机组情景意识、训练有效性、操作程序、飞机维修方案等方式提升安全水平。

**飞行数据记录器（FDR）**： 满足CCAR-91 部第 91.433 条要求的带保护装置的机载飞行数据记录设备。

**快速存取记录器（QAR）**： 无保护装置的机载飞行数据记录设备，主要用于日常运行时获取飞行数据。

**数据验证：**检查飞行数据的过程，用以检查是否存在错误的记录或由传感器故障而产生的无效数据。

**监控项目：**根据不同的飞行阶段预先设定的飞行参数监测内容。

**监控标准：**针对监控项目设定的阈值。

**飞行数据分析事件：**与预先设定的监控标准发生偏离并需加以评估的监控项目，也称作“事件”。

**事件等级：**根据监控项目的记录值与监控标准之间的偏差量，确定的事件级别。

**参数**：通过飞机机载传感器采集、数据采集组件所记录的，能够反映飞机运动状态以及各系统工作状态的数据。

**测量值：**是对参数进行计算的结果，例如平均值、最大值、最小值或作为一个或多个参数的函数导出的任何其他量。

**日常运行测量（ROM）：**除了通过探测超过预设阈值得到飞行数据分析事件外，飞行数据分析方案还能收集每次飞行中特定时间内或条件下采集的指定记录参数（如着陆阶段飞机接地时的坡度或俯仰角），并进行数据分析（最小值、最大值、平均值、聚类等）的过程。

**绿色参数：**用于衡量飞行操作是否符合绿色标准的一系列关键数据指标。

**绿色标准：**针对参数设定的理想标准值，用以界定什么是“好的”或“正向”的飞行操作行为，与仅关注强制性监控项目等传统“红色”标准相对应。

**绿色QAR分析方案：**基于数据驱动的方法，评判绿色参数的ROM测量值与绿色标准符合程度的飞行数据分析方案。

**地面数据处理和分析系统（GDRAS）：**飞行品质监控专用软件，用于快速存取记录器（QAR）数据的译码、分析、参数记录值浏览、事件探测、生成各种统计分析报表。

**数据帧:**飞行数据参数的记录时间单位。

**数据帧格式（LFL）：**记录参数定义格式的总称，定义了记录参数的位置、频率、精度和转换类型等内容。

**采样率：**参数的记录频率。参数采样率的变化影响快速存取记录器（QAR）记录数据量的大小。

**飞行阶段：**飞行运行中根据操作活动划分的阶段，包括：飞行前、开车、滑出、起飞、初始爬升、爬升、巡航、下降、进近、最终进近、着陆和滑入等。

**飞行数据分析人员：**在飞行数据分析方案实施工作中，负责方案实施与管理、系统管理、数据处理等工作的相关人员，以及进行数据分析的飞行员代表和运营人相关部门代表。

**实施与运行方案：**包含了运营人实施飞行数据分析方案的详细规范，包括：数据采集与分析方案、改进措施的实施流程、统计数据和趋势分析报告的报告流程等内容。

# 5. 背景

我国的运营人已建立了符合各自规模和运行特点的飞行数据分析方案，通过对所记录的飞行数据进行分析，支持安全管理体系中的“安全风险管理”和“安全保证”，持续改善运营人的整体安全绩效和运行效率。

中国民航为提高航空安全水平，从1997年开始在所有运营人中推行飞行品质监控工程，并颁布适航指令CAD1997-MULT-38，规定从1998年1月1日起，在中国境内注册并营运的运输飞机应当安装快速存取记录器（QAR）或等效设备。2000年12月15日颁布了《飞行品质监控工作管理规定》，从“设备和监控要求”、“机构设置和人员”、“运行”三方面提出了工作要求，对飞行品质监控工作进行了规范。2010年1月4日颁布的《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121-R4）以规章的形式对飞行品质监控提出了要求。2012年2月15日颁布的咨询通告《飞行品质监控（FOQA）实施与管理》（AC-121/135-FS-2012-45）对航空公司建立和实施符合局方要求的飞行品质监控项目提供了指导，该咨询通告于2015年进行了修订。2017年实施《飞行品质监控红色事件信息核查管理办法》，将飞行数据与航空安全信息报告进行关联。

我国民航提出的“绿色QAR”理念旨在倡导正向的飞行品质管理理念，与仅聚焦“超过阈值”事件不同，“绿色QAR”通过基于飞行数据分析，建立符合实际操作经验的目标数据模型，引导飞行员遵守标准操作程序及相关技术规范。同时，将飞行数据按照TEM方法论进行情景还原和综合分析后，作为飞行员循证训练（EBT）的一个重要数据来源，实现从飞行数据分析到训练需求的有效转化，为飞行员技能全生命周期管理体系（PLM）的建设与实施提供数据实践，持续提升飞行员岗位胜任力。

# 6. 飞行数据分析方案基本原理

运营人飞行数据分析方案的质量不仅取决于参数的选择和获取，还取决于科学合理的组织机构和职责设置，以及可靠、高效的设备和系统，从而为运营人安全风险评估提供支持。

## 6.1 基本要求

6.1.1 飞行数据分析方案作为危险源识别工具之一，是运营人安全管理体系的组成部分。

6.1.2 飞行数据分析方案可广泛应当用于安全管理，并支持实现以下目标：优化训练方法、提升训练质量、完善训练程序；确定操作规范；识别运行程序、机队、机场、空中交通管制程序等存在的潜在和实际危险；识别安全趋势；评估所采取纠正措施的有效性；提供进行成本效益分析的数据；提供用于风险管理的真实的绩效测量等。

6.1.3 飞行数据分析方案应当是非惩罚性的，不应当将独立的个体飞行数据分析事件作为对个人转机型或升级等技术晋级的限制，更不应当将快速存取记录器（QAR）数据作为处罚的信息来源，以防止飞行技能QAR画像严重偏离核心能力画像，避免QAR符合性飞行方法对技术能力提升的“负迁移”效应。如某飞行员虽未触发飞行数据分析事件，但其实际操作动作严重偏离正常飞行理念。

6.1.4 飞行数据分析方案应当关注整体性和系统性趋势分析，避免过度关注机队、起落等单一方面或事件。

6.1.5 飞行数据分析方案鼓励遵守标准操作程序（SOPs）,并可以探测到非标准行为，从而提升安全绩效。同时，飞行数据分析方案还可以探测到各个飞行阶段的不利趋势，以便于事件或事故征候调查。

6.1.6航空运营人应当建立飞行数据分析制度和程序，明确飞行数据分析的职责、政策、数据标准、数据处理、数据分析、数据应用等内容。

6.1.7 运营人使用专用设备（如数据采集组件、快速存取记录器或飞行数据记录器）采集和记录飞行参数，定期使用专用软件分析数据，将数据转化成可用的信息。

6.1.8 运营人应当对所有运行的飞机安装一个经局方批准的快速存取记录器（QAR）或等效设备，并在日常运行过程中保持快速存取记录器（QAR）或等效设备工作有效。

6.1.9 运营人可以参考飞行机组操作手册（FCOM）、标准操作程序（SOP）、外部及行业建议、适航性及其他物理或维修相关限制（AFM、AMM、OEM），或通过测量分布检测异常值的方式制定监控项目和标准，使用专用软件进行飞行数据分析事件探测，并将快速存取记录器（QAR）数据转换成所需的格式，以便进行数据分析和生成统计分析报表。运营人可以参考附件1的方法与形式建立监控项目和标准。

6.1.10 运营人应当开展日常运行测量（ROM），获取相关参数在某阶段的数据分布，进行运行状况综合性趋势分析，识别出一定时期内影响飞行安全的危险源，并制定相应的管控措施。

6.1.11 飞行数据分析事件的触发逻辑中应当设定合理的阈值范围，以忽略较小的偏差、虚假的事件等，为执行标准操作程序的飞行机组提供适当的运行裕度，处理好QAR使用与飞行员技能管理的关系，防止因提高QAR符合率而导致技术能力下降。

6.1.12 运营人应当验证探测到的飞行数据分析事件，并与机组或其他运行人员提供的信息进行比对，用于特定事件的后续调查。

6.1.13 运营人的飞行数据分析方案应当融合到安全管理体系中，在安全绩效管理、风险评估、安全促进等方面发挥作用。针对飞行数据分析结果所实施的预防和纠正措施，可以通过机组反馈等方式评估其有效性，以判断纠正措施是否达到预期、风险是否降低至可接受水平、是否因纠正措施的实施而引入新的风险等，从而持续改进飞行数据分析方案。

6.1.14运营人的飞行数据分析方案应当包含保护数据和信息来源的妥当措施。

## 6.2 组织机构及职责

6.2.1 **组织机构**

运营人可以在公司设立飞行数据分析方案工作组，该工作组可由飞行训练管理部门、安全管理部门、飞行运行部门、机务维修部门、IT管理部门等飞行数据使用和维护部门构成。建议运营人指定飞行技术管理部门为飞行数据分析方案工作组办公室，承担飞行数据管理职责；所有在业务端需要使用飞行数据的部门作为工作组成员，承担飞行数据分析和应用的职责。

图6.1 飞行数据分析方案工作组架构示例

6.2.2**职责**

（a）飞行数据分析方案工作组办公室（飞行数据管理部门）

承担飞行数据收集、译码、存储、分发、培训支持，以及数据安全管理等职责，主要包括：

（1）数据收集：负责机载数据的收集，确保数据的完整性。

（2）数据译码：负责将采集的数据进行译码和处理，确保数据可用性。

（3）数据存储：负责数据的存储管理，确保数据的安全性和可访问性。

（4）数据分发：负责将处理好的数据分发给各相关部门，确保数据的及时性和准确性。

（5）培训支持：组织相关人员培训，提升QAR从业相关人员的技术能力；提供技术支持，帮助工作组成员能力建立和保持。

（6）数据安全管理：负责数据的安全保护措施，防止未经授权的访问和数据泄露。

（b）数据分析方案工作组成员（QAR数据分析应用部门）

根据各自的管理需求承担业务需求分析、飞行数据分析方案构建、数据应用等职责，主要包括：

（1）业务需求收集：飞行数据分析方案应该由需求驱动，各专业负责收集和分析业务需求，确定数据分析的优先级和重点。

（2）数据分析方案构建：负责构建数据分析模型和方案，选择适当的分析工具和方法。

（3）数据分析方案验证：负责建立数据验证流程，选择有效的验证方法，确保数据的准确性和完整性。

（4）数据分析方案应用：负责利用数据分析结果进行业务优化和改进，提升飞行安全和运营效率。

（5）数据分析方案评估及改进：负责系统评价和风险评估，制定预防和纠正措施；负责数据处理和分析系统的持续优化，飞行数据分析方案的定期评估和更新。

（c）各业务端飞行数据分析方案工作组成员常态化工作，主要包括：

（1）飞行技术管理部门：除履行飞行数据管理职责外，还应当该负责飞行数据分析计算机系统的日常运行与维护；组织制定、修订各机型飞行数据分析监控项目与标准；组织推进绿色QAR分析方案的建设和应用；与局方、供应商及其他外部单位对接并提供相关报告等。

（2）安全管理部门：在安全事件调查中组织译码数据分析；负责安全管理业务需求的梳理并分析和应用QAR数据；负责利用QAR数据开展安全风险分析，管控公司核心风险，制定改进措施。

（3）飞行运行部门：负责飞行人员作风、机队运行等业务需求的梳理并分析和应用QAR数据；发现机组操纵方面存在的问题，分析并查找原因，采取针对性措施；对普遍性、趋势性问题组织技术研讨，制定整改措施。

（4）适航维修管理部门：负责飞行数据机载设备的维护和质量保证，确保数据的采集率和准确率，完成数据盘的更换、数据的下载与传输工作，并负责分析需检查飞机的事件。

（5）IT管理部门：负责WQAR数据地面接收服务器、译码服务器的维护以及飞行数据分析系统的开发与维护。

## 6.3 飞行数据分析方案设备及系统

### **6.3.1** 机载数据采集和记录设备

可以采集并记录飞行数据及信息，由机载参数传感器、采集设备和记录存储设备组成。

### **6.3.2** 地面数据处理和分析系统（GDRAS）

一个基于地面的、使用专门软件的计算机具备将快速存取记录器（QAR）数据转换为可用于处理和分析的格式、处理各种记录格式或不同类型记录器的数据、探测事件和日常数据测量、生成各种分析统计报表等功能。

### **6.3.3** 空/地数据传输系统

运营人应当按照数据分析的时限要求，为机务人员制定详细的操作程序，保证数据的有效下载。数据传输可以采用人工、网络、无线等方式进行。

### **6.3.4** 飞行数据分析数据库

存储飞行数据分析系统进行数据分析后得到的相关信息，包括航段信息、超过阈值事件信息及其他相关数据。飞行数据分析数据库中的数据和信息存储时限应当不少于三年。

## 6.4 飞行数据分析方案工作流程

图6.2 飞行数据分析方案工作流程

### **6.4.1** 机载数据采集和记录

通过机载参数传感器、采集设备和记录存储设备完成机载数据采集和记录。飞行数据记录器（FDR）或航空器数据记录系统所记录的飞行参数可以为飞行数据分析方案确定一组满足最低要求的参数。与飞行数据记录器相比，快速存取记录器（QAR）更易于取用，且持续记录飞行参数的时间更长。新技术下的快速存取记录器（QAR）和飞行数据采集系统可以获取并记录数以千计的采样率和精度更高的飞行参数。可用的记录参数及其采样率、记录精度等属性将直接影响数据分析的准确度。快速存取记录器（QAR）或等效设备所记录的飞行参数不得低于飞行数据记录器（FDR）的强制记录参数及相关要求。

### **6.4.2** 地面数据处理和译码

将飞行数据从航空器记录装置下载至基于地面且装有飞行数据分析软件的计算机系统，即完成了飞行数据的地面下载与传输，为后续飞行数据的译码和分析做准备。

飞行数据译码是将飞行数据记录器存储的以二进制方式排列的原始数据转换成有单位的、直观的工程值数据的过程。译码的三个核心要素包括飞行记录器转录或下载的原始数据、译码软件以及译码数据库。译码数据库的构建是整个译码过程的核心。

### **6.4.3** 飞行数据分析与评估

运营人对飞行数据进行检测和验证，剔除错误的数据后即可进入飞行数据分析阶段。目前，飞行数据分析以测量值分析和事件分析两种类型为主，可以通过统计学、机器学习、可视化等技术对飞行数据进行解读，以呈现机组操纵、发动机状况及航空器性能等方面存在的问题。针对飞行数据分析结果，运营人应当开展系统评价，适时采取纠正/预防措施；针对危险或潜在危险，应当判断其风险水平，并采取适当的风险控制措施。当措施实施后，需要对其有效性进行监测，评估风险的变化，并确认措施有效性。

## 6.5 飞行数据分析过程



图6.3 飞行数据分析过程

飞行数据分析过程可以结合运行安全、飞机性能、机组操作、训练大纲、训练效果、飞机设计、空中交通管制（ATC）系统运行、机场运行、气象等要素进行综合评估。飞行数据分析需处理特定格式的大量数据，因此需要使用专门的分析软件。

### **6.5.1** 数据分析

目前，飞行数据分析中常用的两种分析方法是事件分析和测量值分析。运营人开展两种分析时可以运用各种统计技术，当这类技术与IT系统或通用软件包结合使用时，将有助于识别不同事件或参数变量之间的趋势、集群、异常和相关性等特征。

（a） 事件分析

这是飞行数据分析的传统方法，可以通过设定合理的事件触发逻辑进行探测并开展分析。运营人应当根据本单位的安全管理原则，制定适宜的核心飞行数据分析事件监控项目，监控标准的设定应当基于飞行手册限制、标准操作程序以及符合要求的飞行技能等。运营人在地面数据处理和分析系统（GDRAS）上设置监控项目和监控标准，进行参数过滤和事件探测。运营人应当对监控项目和标准进行持续评估和动态调整，以反映运营人当前的操作程序和安全管理要求。附件1提供了飞行数据分析方案监控项目与标准示例。

对事件的分析在关注个体胜任力缺陷时，应当建立相应的容错机制（如考虑偶发性），同时还应当以发现系统的安全隐患为目的。对当事人事件性质的判定，应关联对运营人组织管理缺陷的分析。具体的分析流程可参考《机组成员的职业作风养成》（AC-121-130）附件2“公正文化的主要内容和实施方法”。

运营人也可以针对普遍关切的核心风险，如冲/偏出跑道、可控飞行撞地、空中失控等，利用事件探测的方法，以风险评估为导向，建立相应的风险先兆指标监控逻辑。附件2提供了冲/偏出跑道风险先兆指标监控示例。

（b）测量值分析

这是一种通过获取并分析每个航段的各种飞行数据快照，也即测量值，以定义正常的飞行运行剖面的方法。运营人可以保留每次飞行全航段的各种测量值数据，而不限于构成事件的数据。

（1）日常运行测量（ROM）

该飞行数据分析方法可以通过完整采集飞机日常运行航段数据来发现航班运行中的潜在风险。测量值数据满足统计学、机器学习的数据属性，为深层次数据挖掘提供数据基础。同时，解决了大量未构成事件的数据信息未被充分利用的问题，有助于判定风险归因和安全趋势。此外，因ROM的分析对象为全量飞行数据，可通过各类算法和数据可视化手段，对事件级别以下的习惯性偏差、新出现的偏差以及环境变化等进行预警。

（2）绿色QAR分析

绿色QAR分析是一种基于过程管理、正向引导的新型飞行数据分析方案。绿色QAR分析方案需要使用数据模型精确描述技术规范，并利用海量数据监测和分析飞行过程中的“绿色参数”，评估飞行员的操作行为是否符合预先设定的“绿色标准”，并对飞行员的行为及时评价、反馈，以促进更安全、更高效和更环保的飞行操作。通过这种关注最佳实践，强调正向使用QAR的方式，航空公司能够识别和纠正不良操作习惯，同时鼓励飞行员采取更加积极和可持续的飞行策略。

绿色QAR分析方案的核心在于定义了一套理想的标准值，即绿色标准，用来界定什么是“好的”或“正向”的飞行操作行为。绿色标准是指针对飞行参数设定的理想数值范围，这些标准反映了航空公司对于安全、效率和环保等方面的最佳实践。绿色QAR分析方案的制定和实施应该基于海量数据的趋势性分析，注重查找系统性原因，而非偶发事件的个人因素。

运营人也可以针对普遍关切的绿色行为，如飞行关键阶段操作品质，程序执行，有效起落判定，人工操作测量，节能减排行为等，利用数据模型的正向引导作为基本思路和逻辑，建立相应的绿色QAR分析方案。

注：绿色QAR分析方案和改进方法的实施指南，可参考局方相关指导材料。

### **6.5.2** 飞行数据分析验证

飞行数据分析验证是对以上两种数据分析的结果进行验证和确认，以决定是否采取后续行动。对于探测到的飞行数据分析事件，运营人应当进行偏差管理，制定管控措施，并通过机组反馈等渠道评估管控措施有效性，实现闭环管理。对于由测量值数据反映的趋势性问题，运营人应当开展致因分析，并适时进行预警。

# 7. 制定与实施飞行数据分析方案

运营人应当按照本咨询通告要求制定和实施飞行数据分析方案，并根据自己的实际情况和需要进行客户化。飞行数据分析方案的制定与实施分为三个阶段，即计划阶段、实施阶段和持续改进阶段。

## 7.1 计划阶段

计划阶段是建立与实施飞行数据分析方案的基础。在此阶段，需要运营人各部门之间的密切配合，并建立反映项目进展状态的沟通机制。

### **7.1.1** 成立飞行数据分析方案筹备小组

运营人应当确定一个飞行数据分析方案筹备小组，该小组包括未来的飞行数据分析方案小组成员，或至少包括一名项目负责人和飞行机组代表。该小组负责解决的关键问题是确定飞行数据分析方案涉及的监控项目、组织机构、资源配置和管理层支持等。

### **7.1.2** 明确飞行数据分析方案参与部门

运营人应当明确飞行数据分析方案涉及的部门，以选择飞行数据记录、传输、分析和信息共享的技术方案，同时也有助于明确飞行数据和分析报告的使用需求。运营人飞行数据分析方案的参与部门主要包括飞行训练、安全管理、飞行运行、维修、信息技术部门。

### **7.1.3** 选择技术方案

确定技术方案和软硬件供应商是运营人飞行数据分析方案计划阶段的一个重要步骤。飞行数据分析方案至少包括三个专用系统：机载数据采集和记录系统、地面数据处理和分析系统、数据管理分析系统。运营人在选择供应商时，应当合理评估其提供的系统解决方案，并评估其提供的培训、系统维护和技术支持是否满足需求。

### **7.1.4** 制定飞行数据安保措施

运营人应当建立数据使用和数据来源安全保护措施，避免未经授权披露、篡改、误用或销毁数据；运营人应当建立对数据的查看、调用、授权机制，明确知情范围和负责数据管理的部门。

### **7.1.5** 制定监控项目和标准

监控项目和标准的内容和范围主要取决于监控机型的可用记录参数。在飞行数据分析方案实施过程中，运营人应当持续修订完善监控项目和监控标准。

### **7.1.6** 编制飞行数据分析方案程序手册

运营人应当明确飞行数据分析方案与其他安全数据源之间的接口，并明确飞行数据分析方案与安全管理体系的相互作用。在此基础上，运营人应当将飞行数据分析方案工作程序和实施细则以文件化形式记录并公布，为后续实施与持续改进提供依据。

## 7.2 实施阶段

### **7.2.1** 人员选择和培训

飞行数据分析方案小组人员的选择取决于该方案的实施范围、运营人的组织和规模、小组成员的职责以及采用的飞行数据记录和分析技术。人员应当包括小组组长和系统管理、数据处理的人员，以及由经验丰富的飞行员代表等组成的数据分析人员。飞行数据分析方案小组人员应当熟悉机型操作程序和参数构型，有良好的沟通和解决问题的能力。除负责系统管理、数据处理的人员外，其他人员可采用跨部门兼职的方式。所有飞行数据分析方案小组成员均需接受与其各自数据分析领域相关的培训或具备相关经验，并且应当遵守保密协议。

### **7.2.2** 技术可行性评估

运营人应当对飞行参数的数量和质量、数据帧文件的适用性进行评估，并对数据的下载、传输、处理分析、信息发布过程及系统运行的可靠性、稳定性、安全性进行评估。

### **7.2.3** 设备安装

运营人应当按计划完成机载数据采集和记录系统、地面数据处理和分析系统、数据管理分析系统的安装，并对系统运维人员进行培训，培训内容应当包括系统安装、配置、管理和使用。

### **7.2.4** 飞行数据采集和处理

运营人应当制定数据下载程序，并对下载数据进行准确性和完整性测试。存储介质的下载间隔要根据其容量、采集的数据量、机务部门的检修时间和安全管理体系评估的时效性而定，手持下载设备应当遵守相同的规则。

### **7.2.5** 系统测试和数据验证

运营人应当对机载设备进行飞行数据下载、传输测试。对飞行数据译码、飞行数据分析事件触发逻辑、数据分析和可视化、数据去除信息源标识、数据存储等进行完整性、准确性、可靠性验证，以完成地面计算机系统测试。

### **7.2.6** 原始数据存储

运营人应当制定快速存取记录器（QAR）原始数据的存储方案。快速存取记录器（QAR）数据的保存期限不少于一年。

## 7.3 持续运行阶段

### **7.3.1** 启动飞行数据分析方案

当机载设备和地面计算机系统通过测试，数据准确性与完整性通过验证，数据分析方法确认有效后，即可进入持续运行阶段。机载设备和地面系统要稳定、可靠，并且提供高质量、易读的数据信息。

### **7.3.2** 持续改进

持续运行阶段的工作重点是数据处理和信息获取过程中的系统优化。对飞行数据分析方案的定期评估不仅能够确定系统的运行是否符合预期目标，还能确定系统是否需要改进。在每次升级或改进之后，运营人应当根据需要进行全系统测试（包括分析、设计、实施、运行和评估）。在每次全系统测试结束后，运营人应当根据发现的问题，制定系统完善和项目改进计划，继续推动后续工作。

### **7.3.3** 项目变更

当运营人引进新技术、更改监控项目和监控标准后，应当及时修订飞行数据分析方案工作程序和实施细则。

### **7.3.4 应用拓展**

随着运营人对信息需求的增长和新技术的应用，数据分析方案将不断拓展。通过不断更新机载设备和地面分析系统，运营人可以扩大数据的应用范围，也可借助商用统计软件进行统计分析和数据挖掘。

### **7.3.5 定期评估**

运营人应当定期评估飞行数据分析方案未满足的需求或需要改进的方面，以确保飞行数据分析方案信息准确、及时和实用，并通过反馈机制获取用户的意见。

### **7.3.6** **分析报告编制与发布**

运营人应当定期召开飞行数据分析会议，发布最新飞行数据趋势分析报告，跟踪与评估已实施的改进措施。

# 8.飞行数据分析方案管理

## 8.1 职责

民航局飞行标准司负责制定飞行数据分析方案相关政策、法规、标准（含运行规范条款），并监督、指导和协调相关工作。运营人合格证管理局负责本辖区运营人的飞行数据分析方案审定、监察和实施工作。

中国民航科学技术研究院作为行业飞行数据分析方案的技术支持单位，负责行业性飞行数据分析方案的数据收集、趋势分析和咨询建议，以及飞行数据分析方案相关培训工作。

## 8.2 运行要求与管理

运营人应当将飞行数据分析方案工作程序和实施细则，以及本单位制定的监控项目和标准上报合格证管理局飞行标准职能部门备案。当飞机无法记录需要监控的参数，而造成未能监控某监控项目时，运营人应当书面申请豁免该监控项目。运营人可将飞行数据分析方案的具体工作委托给具备承担相关飞行数据分析工作能力的另一方，并向局方备案，该运营人仍将承担对该飞行数据分析方案的总体责任。

除特定豁免机型外，运营人运行的飞机监控率应当为100%，航段监控率应当不得低于95%。

飞行数据分析方案相关人员应当接受符合局方要求的培训机构提供的培训，按照培训大纲完成训练，方可从事相关工作。人员资质及培训要求详见附件4。

## 8.3 数据报送

运营人应当按照CCAR-121.52 条(d)款的要求，按月向合格证管理局飞行标准职能部门报告其通过飞行数据分析得到的统计数据和趋势分析报告。

局方认为有必要查阅分析快速存取记录器（QAR）或等效设备的原始数据时，运营人应当随时上报其快速存取记录器（QAR）或等效设备的原始数据。

注：以上分析报告和原始数据上报具体要求参考附件3。

# 9. 信息共享

鼓励运营人之间共享飞行数据分析的相关信息，这将有利于提升行业的整体安全水平。在进行全行业性的飞行数据统计分析时，运营人应当与民航局共享信息，以弥补单个或少数运营人监控机型和监测数据量的不足，同时有利于局方监测行业安全隐患，并制定相关解决方案。

# 10. 附件

本咨询通告共包括5个附件。附件１是飞行品质监控项目与标准示例，附件２是冲/偏出跑道风险先兆指标示例；附件3是统计数据、趋势分析报告和原始数据要求，附件4是《民用航空飞行数据分析方案相关人员管理办法》，附件5是缩略语。

# 11. 修订说明

本次修订主要从飞行数据应用和管理的角度，强调了飞行数据分析方案作为安全保证的一个重要环节，在安全管理体系中发挥的数据支持作用；明确了飞行数据分析方案的牵头部门；引入了绿色QAR的概念和实施原则；提供了飞行数据分析事件监控和核心风险先兆指标监控的方法；界定了飞行数据分析方案相关人员的职责和管理依据。

# 12. 生效日期

本咨询通告自下发之日起生效。自生效之日起12个月内，按照CCAR-121部和适用的CCAR-135部运行的合格证持有人，应当补充或修订其飞行数据分析方案工作程序和实施细则。

附件1

**飞行数据分析方案监控项目与标准示例**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **监控项名称** | **相关风险描述** | **参数和逻辑** | **备注** |
| 发动机地面推力大 | 该监控项旨在探测地面阶段发动机设定较大推力导致地面人员受伤和设备损坏的风险 | 参数：  空地电门Air/Ground、地速Ground Speed、N1  逻辑：  Air/Ground=Ground,  Ground Speed<x knots,  N1>x% for x seconds | 该监控项也可以用于着陆后阶段 |
| 发动机起动阶段EGT超温 | 该监控项旨在探测发动机起动阶段EGT超过飞行手册限制 | 参数：  空地电门Air/Ground、EGT  逻辑：  Air/Ground=Ground,  EGT>x degree for x seconds | 如果需要，该监控项可以包含在其他飞行阶段，尽管发动机起动阶段以外的EGT超温极为少见 |
| …… | **……** | **……** | **……** |

附件2

**冲 /偏出跑道风险先兆指标监控示例**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **监控项目** | **描述** | **监控阶段** | **参数** | **监控逻辑** | **备注** |
| Incorrect Performance calculation | 错误的性能计算 | Takeoff +Climb | TLA/ | DeltaTLA = TLA – TLA(-1) | vs/vapp速度计算错误 |
| take off | SAT | FMS\_temp - SAT |  |
| Inappropriate aircraft configuration | 飞机构型错误 | Take off | 主警告Master Warning | 主警告持续时间 | 起飞或着陆构型错误 |
| Take off | 刹车温度Brake Temp | 最大刹车温度 |  |
| Take off | AutoBrake Selection | Autobrakes 没有预位 |  |
| Take off | 减速板预位（spoiler) |  |  |
| Take off | 减速板伸出 |  |  |
| Take off | 水平安定面 Stabiliser Trim | Trim 角度 |  |
| Take off | 水平安定面 Stabiliser Trim | Trim 角度发生变化 |  |
| Take off | 侧杆side stick | 侧杆故障 |  |
| Take off | conf | conf发生变化 |  |
| CG out of limits |  |  |  |  |  |
| Reduced elevator authority | 升降干量的正常响应 | Take off |  |  | 杆量和飞机俯仰变化的程度 |
| Slow acceleration | 加速度缓慢 | Take off | 80节时加速度 | 地速变化 | 影响起飞性能 |
| Aircraft malfunction | 飞机故障 | Take off | 主警告、主警戒 |  | 主警告、警戒、空速不一致 |
| Late rotation | 抬轮时间长 | Take off | VR | VR到离地的时间 | VR到抬轮的距离和时间 |
| Slow rotation | 抬轮慢 | Take off | 俯仰率、 |  | 俯仰率小 |
|  |  | Take off | pitch\_cpt | pitch\_cpt有输入到离地 |  |
| No liftoff after rotation | 离地晚 | Take off | v1、v2 | 空速到达v1 和 v2时的距离（ASDA/TODA) | 加速到v1和v2的距离长 |
| Rejected takeoff | 中断起飞 | Take off | 发动机转速、油门杆、地速、刹车 | 判断中断起飞 |  |
| Runway remaining at RTO | 中断起飞后距离 | Take off | 经纬度或地速积分 | RTO到跑道尾的距离 | 跑道剩余距离和中断后滑行距离 |
| Inadequate use of stopping devices    | 刹车装置的使用 | Take off | 地面减速板 （ground spoiler） | 地面减速板伸出 | 反推、刹车、空气制动器或其他刹车装置的使用时间点。 |
| Langding | 反推（throttle reverse） | 反推使用时间 |  |
| Langding | 刹车 | 接地到使用刹车时间 |  |
| before Langding | 自动刹车 | 自动刹车预位 |  |
| Langding | 反推（throttle reverse） | 反推推力不一致 |  |
| Slow deceleration   | 减速缓慢 | Landing | 地速 | 接地到地速80节的距离 | 接地后或中断起飞后减速率，60节 |
| RTO | 地速 | RTO到地速30节的距离 |  |
| Engine power increased  | 发动机功率增大 | TAXI OUT | 油门杆TLA | 滑出阶段油门杆变化增大 | 滑出阶段发动机转速 |
| Runway remaining at liftoff  | 离地后跑道剩余程度 | Take off | 经纬度 | 离地时刻到跑道尾的距离 |  |
| Aircraft handling     | 飞机转向控制 | Take off | Brake Pedal | 起飞阶段使用brake pedal | 手轮、舵量、刹车的异常使用，双侧杆 空客 |
| ground | rudder Pedal | 低速时候使用rudder时间 |  |
|  | pitch\_cpt | pitch输入 顶杆 |  |
| Takeoff / Landing | 副翼Aileron | 副翼的角度 |  |
| ground | BrakePedal L/R | 左右刹车不一致 |  |
| Take off | v1 | RTO ias 是否超v1 |  |
| Crosswind    | 侧风 | Take off/Approach/Landing | AOAL / AOAR | 左右迎角差值 |  |
| Forward thrust asymmetry  | 推力不对称 | Take off | N11 N12 | 左右发转速 | 发动机转速 |
| Steering malfunction  | 手轮故障 | ground | Steering System Malfunction |  |  |
| ground | Steering Command | 手轮输入和航向变化是否一致 |  |
| ground | 三轴加速度均方根 | 加速度 |  |
| Lateral deviation    | 跑道中线偏离 | Take off / Landing | rudder Pedal | 高低速 rudder Pedal 最大角度 | 飞机到跑道中线的距离 |
| Reverse thrust asymmetry   | 反推不一致 | RTO / Landing | N11 N12 | 反推左右发不一致 | 油门杆角度 |
| Braking asymmetry   | 刹车不一致 | RTO / Landing | Brake (\*) Pressure | 左右刹车压力不一致 | 刹车压力 |
| Poor visibility   | 可视条件差 |  |  |  | 气象数据、白天晚上、跑道灯光，需融合其他数据 |
| Tailwind  | 顺风 | Take off/Approach/Landing | tailwind |  |  |
| Excessive engine power  | 引擎功率 | Touch Down | Vtd | 接地速度 | 接地后发动机转速异常 |
| Touch Down | TLA | 接地时油门位置 |  |
| Touch Down |  | 对准跑道后，开反推 |  |
| Unstable approach   | 不稳定进近 |  |  |  |  |
| High energy over threshold  | 跑道入口能量 | Landing | height ias | 过跑道口的高度和速度 | 跑道入口的高度、空速、地速 |
| Long flare  | 平飘距离 |  |  | 50英尺到接地时间 | 拉平到接地 |
| Deep landing  | 跑道入口到接地 |  |  | 跑道口到接地距离 | 50英尺道接地距离 |
| Abnormal runway contact   | 异常接地（接地弹跳、擦机尾、擦翼尖） | Landing | roll | 接地附近的坡度 | 俯仰、坡度、空地开关状态 |
| Landing | 空地开关 | AIR->GROUND 次数 |  |
| Landing | IVV | 接地附近的下降率 |  |
| Landing / Take off | PITCH | 起飞和接地时刻的俯仰 |  |
| Excessive energy at touchdown  | 接地时刻能量 |  | VAPP GS |  | 接地时刻速度 |
| Wrong runway or wrong entry point used   | 飞错跑道 |  |  |  |  |
| Erroneous guidance | 错误的引导 |  |  |  |  |

附件3

统计数据、趋势分析报告和原始数据要求

合格证持有人应当按月向负责管理的民航地区管理局飞行标准部门提供其通过飞行品质监控得到的统计数据和趋势分析报告。统计数据应包括总监控率[[1]](#footnote-2)、总超过阈值率[[2]](#footnote-3)、各机型的监控率和超过阈值率，及按时间、机型、超过阈值事件等维度进行统计的相关数据；趋势分析报告应当包括总体趋势分析、各机型超过阈值趋势分析、典型超过阈值事件分析、安全建议等内容。统计数据和趋势分析报告以doc、excel或pdf文档格式提交。

当局方需要查阅或分析快速存取记录器（QAR）或等效设备的原始数据时，合格证持有人除上报原始数据外，还需要注明快速存取记录器（QAR）或等效设备的生产厂家、型号、件号及数据帧格式定义信息。

附件4

**民用航空飞行数据分析人员管理办法**

1. **总则**

**第一**条 为加强和规范民用航空飞行数据分析人员管理工作，明确飞行数据分析人员的工作职责、基本要求和培训管理，依据《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121）和《民用航空安全信息管理规定》（CCAR-396），制定本办法。

第二条 本办法适用于中国民用航空局（以下简称民航局）、中国民用航空地区管理局（以下简称地区管理局）、中国民用航空安全监督管理局/安全运行监督办公室（以下统称监管局）、中国民航飞行品质监控基站（以下简称局方基站）以及按照CCAR-121部运行的合格证持有人和按照《小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则》（CCAR-135）运行最大起飞全重超过27000千克多发涡轮喷气飞机的运营人（以下简称合格证持有人）的飞行数据分析人员管理。

第三条 本办法所称飞行数据分析人员包括民航局、地区管理局、监管局及局方基站从事飞行数据分析相关工作的人员以及合格证持有人从事飞行数据分析的译码技术人员、飞行分析人员、统计管理人员，涉及部门有合格证持有人飞行技术管理部门、安全管理部门、飞行运行部门、适航维修部门以及IT管理部门等。

第四条 民航局负责飞行数据分析人员的统一监督管理，明确飞行数据分析人员的工作职责和基本要求，指导教员团队建设，组织编制飞行数据分析人员考试题库，监督培训质量，组织开展飞行数据分析工作技术研讨和经验交流等工作。

第五条 地区管理局和监管局负责本辖区合格证持有人飞行数据分析人员的监督管理，组织开展本辖区飞行数据分析工作技术研讨和经验交流等工作。

第六条 合格证持有人负责本单位飞行数据分析人员的管理，明确飞行数据分析人员的工作职责，组织本单位飞行数据分析人员按规定参加培训和保持资格，确保配备的飞行数据分析人员的数量满足本单位飞行数据分析工作需要，且符合本办法第十条的要求。

1. **飞行数据分析人员的工作职责**

第七条 飞行数据分析人员负责飞行数据的采集、报送、备份、译码、分析、应用、共享等工作，并负责相关设备及系统的维护。

第八条 飞行数据分析人员的主要工作包括：

（一）按照飞行数据分析方案的相关规章、规范性文件，制定或组织制定本单位的飞行数据分析管理制度；

（二）组织或参与制定、修订各机型飞行数据分析方案监控项目和标准；

（三）对采集到的飞行数据进行译码，并定期备份，为安全管理及决策提供数据支持；

（四）对译码后的飞行数据进行事件探测与分析，及时发现机组操纵、机械故障等问题，开展风险评估并制定针对性措施；

（五）编制飞行数据分析报告，并按规定报送；

（六）对飞行数据机载设备、地面接收设备及译码软件服务器等进行维护，确保数据监控率、准确率。

第九条 飞行数据分析人员应当严格遵守飞行数据分析方案数据安全保护相关规定，按照国家、民航局及本单位相关保密规定处理飞行品质数据，不得随意向外提供原始数据，强化管控意识，确保飞行数据安全可控。

1. **飞行数据分析人员的基本要求**

第十条 飞行数据分析人员应当具备下列条件：

（一）政治过硬，忠于职守，敬业奉献；

（二）遵纪守法，廉洁奉公，品行良好；

（三）按要求参加培训且考核合格；

（四）掌握飞行数据分析相关规章和规范性文件，熟悉飞行数据分析相关业务，了解飞行数据分析的基本原理、步骤和方法；

（五）具备一定的民航飞行理论知识和计算机系统操作技能，熟练掌握飞行数据分析系统和译码软件、数据分析软件等的使用。

（六）具有一定的沟通协调和管理能力。

（七）飞行分析人员持有航线运输驾驶员执照。

第十一条 合格证持有人配备的飞行数据分析人员数量应当满足飞行数据分析工作的需要，且符合下列所有标准：

（一）按飞机数量

300（含）架以上的合格证持有人至少配备50名飞行数据分析人员；100（含）-300架的合格证持有人至少配备20名飞行数据分析人员；50（含）-100架的合格证持有人至少配备10名飞行数据分析人员；少于50架的合格证持有人至少配备4名飞行数据分析人员。

（二）按飞机型号

每个机型系列至少配备1名飞行分析人员，当某机型系列超过100架，至少配备2名飞行分析人员。

（三）人员配比

飞行数据分析译码技术人员、飞行分析人员以及统计管理人员原则上按照2:1:1配备。

第十二条 飞行数据分析人员分为飞行数据分析专员、高级飞行数据分析人员以及资深飞行数据分析人员。

（一）对于满足第十条所列条件的飞行数据分析人员，所在单位可以聘为飞行数据分析专员；

（二）对于满足第十条所列条件且具备工作6年以上、具备较高专业素质的飞行数据分析人员，所在单位可以聘为高级飞行数据分析人员；

（三）对于满足第十条所列条件且在飞行数据分析岗位工作10年以上、具备较高专业素质，并满足下列条件之一的飞行数据分析人员，所在单位在向民航局提出申请并获得认可后，可以聘为资深飞行数据分析人员：

1. 主动创新理念和方法，为行业飞行数据分析政策和标准制定提出被采纳的重要意见或建议的；

2. 深入开展飞行数据分析技术研究，对行业飞行数据分析工作做出突出贡献的。

第十三条 飞行数据分析人员出现下列情形之一，所在单位应当终止其飞行数据分析人员的聘用：

（一）有违法、违纪情况或严重失信行为的；

（二）未按要求按时参加培训或培训考核不合格的；

（三）因身体、心理健康或离职等原因不能正常履行飞行品质监控人员职责的。

1. **培训管理**

第十四条 飞行数据分析人员培训分为初始培训和复训：

（一）初始培训是从事飞行数据分析工作上岗前必需的培训，初始培训主要包括航空基础知识、飞行数据分析相关规章、飞行数据分析概念及其发展、数据采集与译码原理、监控项目设定与风险分析、飞行程序与案例分析、事件探测原理与设定、分析统计与报告编写、民航典型案例剖析等。

（二）复训是飞行数据分析人员为保持、提升飞行数据分析工作能力而接受的定期培训，复训主要包括大数据分析方法、行业飞行数据分析实践、最新技术与应用等内容。

（三）飞行数据分析人员初始培训时间不得少于40学时，复训时间不得少于24学时。

第十五条 飞行数据分析人员初始培训采取集中教学方式，复训采用集中或网络教学方式。网络教学应当使用现代技术手段，确保培训要求得到落实。

第十六条 飞行数据分析人员应当在从事飞行数据分析相关工作6个月内完成初始培训并通过考核，且每两年（按自然年份计算，即自取得初始培训结业证之日起至首次复训或后续复训年份的公历年最后一天）完成飞行数据分析人员复训并通过考核。逾期未参加复训的，需重新参加初始培训。考核合格后获得飞行数据分析人员培训证书。培训内容、考核形式和合格分数详见附录1。

第十七条 当参训人员未通过考核时，补考要求如下：

（一）初始培训考核未通过者可在参加初始培训之日起一年内申请补考两次；两次补考均未通过，需重新参加初始培训和考核；

（二）复训考核未通过者可申请补考一次；补考未通过，需重新参加复训和考核。

第十八 培训考核中，参训人员有作弊行为的，取消其考核成绩，记入诚信档案，并根据情节严重程度在相应范围内进行通报。

第十九条 局方飞行数据分析人员参加的监察员初始培训、复训以及飞行数据分析工作履历，经民航局评估认可后可替代飞行数据分析人员初始培训和复训。

第二十条 飞行数据分析培训机构应当于每年11月15日前通过航空安全信息系统“安全信息培训”栏目发布下一年度飞行数据分析人员培训计划。

第二十一条 飞行数据分析培训机构应当按照计划和大纲开展培训工作。因客观因素导致培训不能按计划开展的需通过航空安全信息系统及时发布调整后的计划。

第二十二条 飞行数据分析培训机构应当安排监考人员进行现场监考，监考人员应当遵守回避原则。

第二十三条 飞行数据分析培训机构应当建立培训工作制度和培训档案管理制度，详细、准确记录培训的时间、内容、学员等情况。培训档案至少保存3年。

第二十四条 飞行数据分析培训机构应当及时对实施的培训工作进行分析并评估，持续改进培训工作。

附录1

**飞行数据分析培训内容、考核形式以及合格分数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **培训类型** | **课程内容** | **学时** | **考核办法** |
| 初始  培训 | 基础知识（飞行原理、飞机系统、统计方法） | 自学 | 初始培训考核采用开卷机考方式。  满分100分（包含考勤10分、实操研讨10分、笔试80分），合格分数为80分。 |
| 飞行数据分析规章 | 4 |
| 局方基站 | 2 |
| 飞行数据分析发展 | 2 |
| 数据采集与译码原理（含译码资料解读） | 12 |
| 监控项目设定与风险分析 | 4 |
| 飞行程序与案例分析 | 4 |
| 事件探测原理与设定 | 2 |
| 分析统计与报告编写 | 2 |
| 分组实操及研讨 | 4 |
| 考试 | 4 |
| 合计 | 40 |
| 复训 | 大数据分析方法 | 4 | 复训考核采用开卷笔试方式。  满分100分，合格分数为80分。 |
| 民航典型案例剖析 | 4 |
| 最新技术与应用 | 4 |
| 行业飞行数据分析实践 | 4 |
| 分组研讨交流 | 4 |
| 考试 | 4 |
| 合计 | 24 |

注：可以根据是否具备CCAR-121/135部运营人飞行机组运行经历，按照以上基本培训内容要求，制定差异化的训练大纲。

附录2

**飞行数据分析培训大纲**

本大纲规定了民航飞行数据分析初始培训和复训的主要内容。

**一、基础知识**

1．飞行力学及空气动力学

2．飞机系统

3．飞机性能

4．空域与导航

5．飞行程序

6．统计方法及应用

注：以上内容采用自学方式在参加初训前完成，由安全信息培训机构提供自学资料或参考书目。

**二、飞行数据分析规章**

1．中国民用航空局规章

2．欧洲航空安全局规章

3．美国联邦航空局规章

4．国际民航组织规章

**三、局方基站**

1．局方基站设立的背景

2．局方基站主要工作及研究成果

3．局方基站对公司的要求

**四、飞行数据分析发展**

1．飞行数据分析基本概念、目的和原则

2．FOQA发展过程

3．FOQA相关技术和应用

**五、数据采集与译码原理**

1．FOQA数据流程及工作程序

2．机载记录系统及其原理（ARINC429、ARINC717、AFDX、ARINC767和ARINC647A）

3．数据存储及译码原理（涵盖波音、空客、商飞等）

4．译码资料介绍及使用（结合实际数据）

**六、监控项目设定与风险分析**

1．机型监控项目的选择

2．监控标准设定的理由

3．监控项目和标准风险分析

**七、典型飞行程序与案例分析**

1．B737和A320飞行程序介绍

2．典型案例中的QAR数据

**八、事件探测原理与设定**

1．事件探测的原理、方法及逻辑

2．事件探测的设定

**九、监控报告编写**

1．监控报告编写技巧

2．监控报告实例分析

**十、分组实操及研讨**

1．译码资料使用的实操

2．事件探测的设定练习

3．典型案例中的QAR数据分析

**十一、大数据分析方法**

1．大数据挖掘算法

2．空间统计方法

3．深度神经网路算法

**十二、民航典型案例剖析**

1．典型案例分析及启示

2．飞行数据可视化及多维度精准分析技术

3．预测性、趋势性案例分析

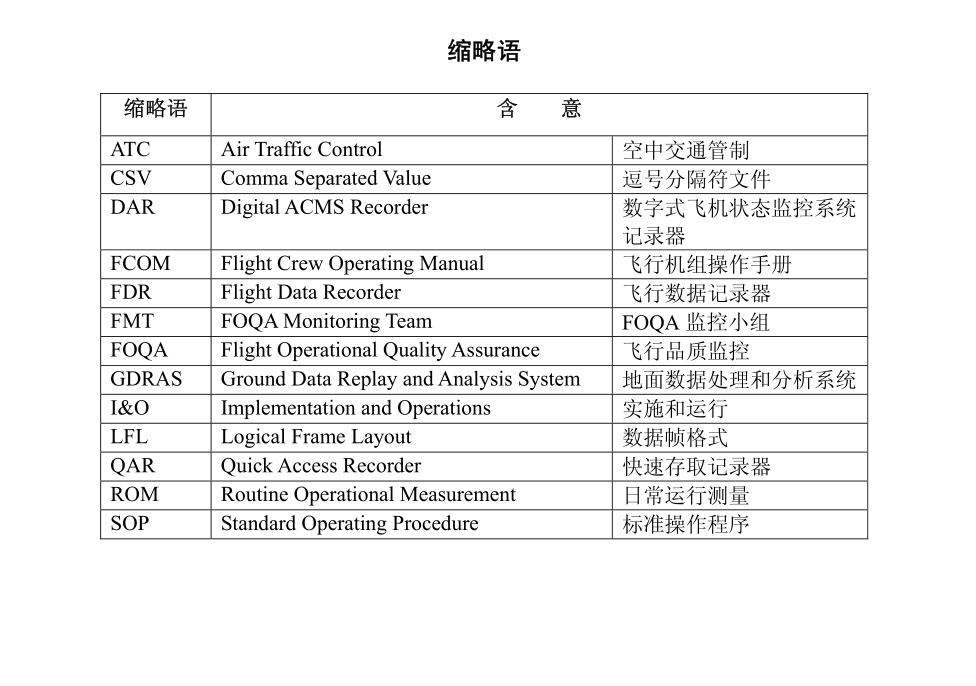
**十三、最新技术及应用**

1．飞行数据分析最新技术

2．飞行数据分析最新应用

3．飞行数据分析焦点问题

附件5



1. 监控率是监控到的航段数与实际飞行的航段数的比值，以百分数表示。

   超过阈值率是探测到的超过阈值事件与监控到的飞行的航段数的比值，以百分数表示。 [↑](#footnote-ref-2)
2. [↑](#footnote-ref-3)