



信息通告

中国民用航空局飞行标准司

编 号：IB-FS-OPS-007

下发日期：2022 年 9 月 9 日

数据驱动的循证训练（EBT） 课程研发指南

目 录

1 目的和依据	1
2 适用范围	1
3 参考资料	1
4 关键词	2
5 背景及基本概念	3
5.1 “基于胜任力”的培训	4
5.2 数据驱动	4
5.3 数据类型	5
5.4 训练主题	6
6 EBT 场景研发	6
6.1 模拟机课程	8
6.2 训练主题说明	8
6.3 目标胜任力的循环周期	10
6.4 故障等效性清单	11
6.5 EBT 场景研发及测试流程	11
6.6 安全数据与运行背景	13
6.7 基于航线的场景与分支选项	13
7 数据分析对场景研发的支持	15
7.1 TEM 与核心胜任力	15
7.2 分类法和 TEM 模型	17

7.3 分类法的统一	18
7.4 风险赋值	19
7.5 威胁和差错映射	20
7.6 场景要素生成	21
8 飞行数据分析（FDA）与课程研发	24
8.1 测量点与事件告警	25
8.2 基于 TEM 模型的飞行数据分析	26
8.3 QAR 数据分析与训练	27
9 生效和废止	29
附件 1：TEM 分类法	30
附件 2：威胁和差错映射	34
附件 3：循证训练（EBT）场景样例 1	39
附件 4：循证训练（EBT）场景样例 2	42

1 目的和依据

为规范基于数据驱动的循证训练(以下简称 EBT)课程开发方法、标准和流程,支撑 EBT 试点实施工作,依据《中国民航运输航空飞行员技能全生命周期管理体系建设实施路线图》和《循证训练(EBT)试点实施方法》(AC-121-FS-138),制定本信息通告。

2 适用范围

本信息通告适用于采用 EBT 方式实施定期复训(包括熟练检查)的 CCAR-121 部运营人(以下简称运营人)和 CCAR-142 部飞行训练中心(以下简称训练中心),为运营人和训练中心实施 EBT 定期复训(包括熟练检查)提供指导性建议。

3 参考资料

《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121)

《飞行训练中心合格审定规则》(CCAR-142)

《关于全面深化运输航空公司飞行训练改革的指导意见》(民航发〔2019〕39号)

《中国民航运输航空飞行员技能全生命周期管理体系建设实施路线图》

《循证训练(EBT)试点实施方法》(AC-121-FS-138)

《飞行品质监控(FOQA)实施与管理》(AC-121/135-FS-045)

《人员执照》(国际民航公约 附件 1)

《航空器运行》(国际民航公约 附件 6)

《空中航行服务程序-培训》(ICAO Doc 9868)

《循证训练手册》(ICAO Doc 9995)

《航线运行安全审计手册(LOSA)》(ICAO Doc 9803)

《全球航空安全计划(2020-2022)》(ICAO Doc 10004)

《安全管理手册》(ICAO Doc 9859)

《Competency-Based Training and Assessment (CBTA) Expansion

within the Aviation System》(IATA)

《Data In Training》(CAE)

《Data Report for Evidence-Based Training》(IATA)

《Data Report for Evidence-Based Training Amendment (2021)》
(IATA)

《EBT Course Development Manual》(Salient)

《Flight crew Member Line-Operational Simulations: Line-Oriented
Flight Training, Special Purpose Operational Training, Line Operational
Evaluation》(FAA, AC 120-35D)

《Guidance for the Implementation of FDM precursors》(EOFDM)

《Leadership and Command Training for Pilots in Command》(FAA,
AC 121-42)

4 关键词

ACTF: (Accidents Classification Task Force) 事故分类工作组

ADDIE: (Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate) 需
求分析、框架设计、内容开发、课程实施和课程评估

CBTA: (Competency-Based Training and Assessment) 基于胜任力
的培训和评估

COM: (Communication) 沟通

CRM: (Crew Resources Management) 机组资源管理

EASA: (European Union Aviation Safety Agency) 欧洲航空安全
局

EBT: (Evidence-Based Training) 循证训练

EVAL: (Evaluation) 评估

FDA: (Flight Data Analysis) 飞行数据分析

FMS: (Flight Management System) 飞行管理系统

FPA: (Aeroplane Flight Path Management, automation) 自动航径
管理

FPM: (Aeroplane Flight Path Management, manual control) 人工航径管理

FSTD: (Flight Simulation Training Devices) 飞行模拟训练装置

IATA: (International Air Transport Association) 国际航空运输协会

ICAO: (International Civil Aviation Organization) 国际民航组织

I/E: (Instructor and Evaluator) 教员和检查员

ISI: (In-seat Instruction) 在座教学

KNO: (Application of Knowledge) 知识应用

LTW: (Leadership and Teamwork) 领导力与团队合作

LOSA: (Line Operations Safety Assessment) 航线运行安全评估

LOFT: (Line-Oriented Flight Training) 基于航线的飞行训练

PLM: (Professionalism Lifecycle Management System) 飞行员技能全生命周期管理体系

PRO: (Application of procedures and compliance with regulations) 程序应用和遵守规章

PSD: (Problem Solving and Decision Making) 问题解决与决策

QAR: (Quick Access Recorders) 快速存取记录器

SAW: (Situation awareness and management of information) 情景意识与信息管理

SBT: (Scenario-Based Training) 基于场景的训练

SME: (Subject Matter Expert) 主题领域专家

SMS: (Safety Management System) 安全管理体系

TEM: (Threat and Error Management) 威胁与差错管理

UAS: (Undesired Aircraft State) 非期望的航空器状态

WLM: (Workload Management) 工作负荷管理

5 背景及基本概念

EBT 是一项通过使用特定的训练主题作为载体来发展飞行员胜任力的 CBTA 训练形式, 适用于运营人复训。EBT 的原则包括基于胜任

力、正向学习、韧性/复原力的发展和数据驱动。

5.1 “基于胜任力”的培训

飞行员的胜任力是用来有效预测和评价飞行员工作绩效水平的一个重要维度。基于胜任力的培训，是以绩效导向为特征、强调绩效标准及其衡量的培训和评估，以及按照规定的绩效标准开展培训，突出表现为它是由经验丰富的专业飞行员通过观察行业优秀飞行员的表现总结而来。在 EBT 中，教员需要在特定条件下观察受训人运用相关技术性和非技术性的知识、技能、态度执行活动或任务的行为，并对其表现进行评估，确定其能否有效地开展工作以及展示出工作要求的熟练技能表现。通过优先开发和评估关键胜任力，获得更好的培训成果，掌握限定数量的胜任力，可以使飞行员应对飞行中未预见到的和其未专门受过训练的情形。

胜任力训练需要贯穿从初训到复训的全过程，以核心胜任力框架为基础，重点关注驾驶舱中的工作过程，为培养学员最重要的或关键的胜任力提供相关的学习机会。初训包括有意识的程序训练以及通过重复机动操作发展心理运动技能，随着飞行员专业技能的不断发展，努力提高各方面表现。通过这样，他们的学习重点就会向人际交互胜任力转变，有效实施流程可以决定是否有效地进行威胁和差错管理（TEM），进而确保飞行的可靠性和安全性。所以，需要仔细筛选培训课程中涉及的胜任力，从而确保学员有针对性地进行特定胜任力训练。

5.2 数据驱动

《循证训练手册》（ICAO Doc 9995）为运营人和训练中心根据特定的数据分析实施有针对性的培训提供了框架。EBT 课程应根据证据进行开发从而应对培训需求，并根据培训和运行数据对 EBT 进行评估，再通过优、劣势分析实现对计划的进一步调整与完善。下面，将《EBT 数据报告》（《Data Report for Evidence-Based Training》（IATA, 2013））发布的相关内容进行摘述，以帮助大家提高对“数据驱动”的认识与

理解。

飞行员通常没有足够的信心和能力在所有飞行状态下安全地操作飞机并有效识别和管理非预望情况，在一个高度自动化、高度可靠的系统中始终保持良好的情景意识尤其更具有挑战性。研究证明，某些非技术性能力在降低运行风险方面起到了至关重要的作用。领导力与沟通能力被认为是降低风险的关键应对措施，被称为驾驶舱安全的催化剂，有助于降低威胁、差错和 UAS 的无效管理率。由此可见，非技术性能力的表现是培训中不可或缺的一部分，只对机动科目进行反复测试的训练方法已无法满足数据驱动下的训练要求，这就需要通过开发更贴近运行实际、模拟真实航班运行以及灵活的场景来解决。多源数据表明，飞行员需要在学习环境中接受非预期情况的训练，使其在极具挑战性的情景下了解、掌握处理复杂情况的方法并提升应对策略及能力。

5.3 数据类型

在飞行员训练设计中可以使用的数据包括两类。一类是训练数据，包括型别训练、复训、监视下航线带飞数据，提供了训练系统、教员、学员的有效信息，被称为“内环”数据。另一类是运行和安全数据，包括不安全事件数据、航线运行安全评估（LOSA）数据、飞行数据分析、飞行员自愿报告、行业安全研究，被称为“外环”数据。运营人需要按照 ADDIE 课程开发流程定义的必要步骤，并借助上述两类数据进行训练需求分析并最终决定如何通过训练降低风险。

图 1 明确了内环数据和外环数据在课程研发中的关系和作用。

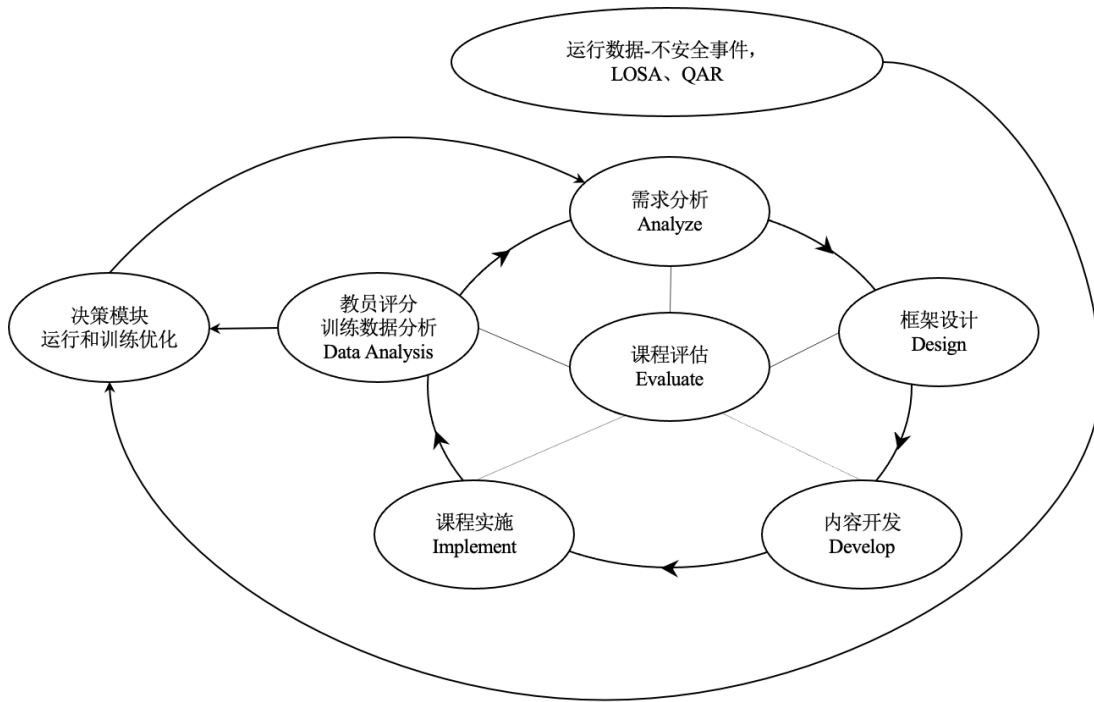


图1 内外环数据与课程研发关系图

5.4 训练主题

《循证训练（EBT）试点实施方法》（AC-121-FS-138）提供了训练主题及其相应的训练频次，该方法引自《循证训练手册》（ICAO Doc 9995）。训练主题和频次是对全球数据分析后给出的基于风险和训练有效性综合考虑的结论，包含在《EBT 数据报告》（IATA，2013）中。运营人在进行内环、外环数据分析时，可以在该框架下设计适合本公司运行特点的训练场景。

6 EBT 场景研发

课程开发流程按照《空中航行服务程序—培训》（ICAO Doc 9868）中推荐的 ADDIE（需求分析 Analyze – 框架设计 Design – 内容开发 Develop – 课程实施 Implement – 课程评估 Evaluate）模型以及《循证训练手册》（ICAO Doc 9995）中推荐的 EBT 架构进行。

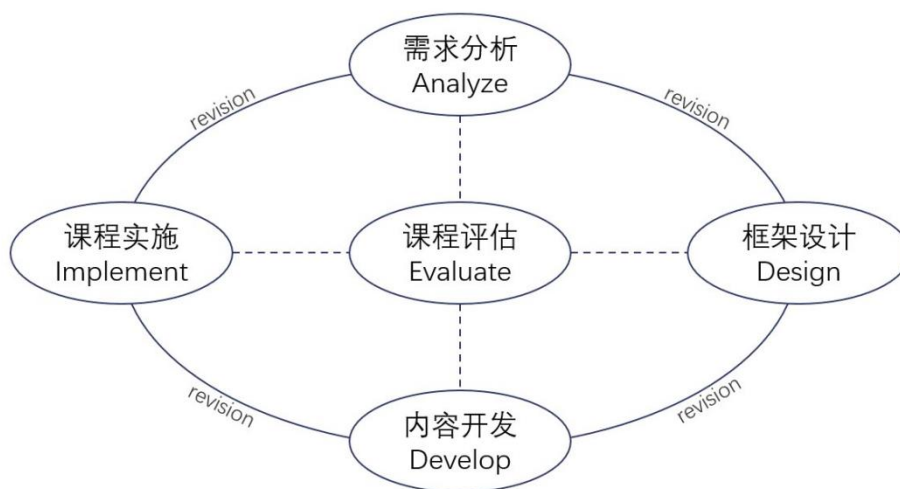


图2 ADDIE

公布的训练主题和频次事实上已经完成了部分需求分析工作，其基于全球数据开展了相关分析，在训练需求分析环节，运营人还需要根据自身内外环数据进行分析。

运营人应根据受训人员的群体性统计学特征进行受众分析，例如，飞行时间不足 1500 小时的飞行员占比较高，这就需要适当增加训练。同时，还应考虑运营人层面的现有安全数据源信息，以便为 EBT 训练主题提供最相关的运行环境信息。

场景是 EBT 课程的一部分，包含一个或多个场景要素，旨在促进实时评估或培训。场景在评估（EVAL）阶段应尽可能贴近实际运行，并且具备运营人运行环境特点；在基于场景的训练（SBT）阶段，场景中包含关键的运行和环境威胁，此外还包括塑造有效的机组配合来识别和纠正差错，以及针对关键系统故障的管理。SBT 阶段的重点是利用预先设定的场景来发展胜任力，而不是“勾选式”训练本身。

EBT 场景的设计基于实际航线运行，在关注发展受训人特定胜任力的同时，应明确技术性能力和非技术性能力是一个有机整体。对 CRM 的熟练掌握并不能替代程序、技术的熟练程度。同样，如果没有良好的机组协调，仅靠程序、技术的高熟练度并不能完全保证安全运行。场景的设计应服务于核心胜任力的全面提高。

经过 EVAL 阶段训练后，教员确定的学员需要提升的关键胜任力，

可以作为 SBT 阶段的目标胜任力。该关键胜任力可能是九项核心胜任力任意一项或几项。因此，SBT 阶段的场景设计应涵盖所有九项胜任力，以确保 EVAL 阶段所识别的关键胜任力在本阶段得到有针对性的训练。目标胜任力通常的选项有 COM、FPA、FPM、LTW、PSD、WLM。KNO 是所有胜任力的基础，由于其自身特点，通常很难在限定时长的 SBT 阶段中得到系统性提高；对于选择 PRO 作为关键胜任力应首先确认受训人是否因为缺乏和程序相关的 KNO 而导致表现欠佳，除 KNO 之外，通常其他胜任力是造成 PRO 表现欠佳的原因或基础。在 EVAL 阶段发现的 KNO 和 PRO 的问题一般可以在飞后讲评得到解决和提升，所以很少会在 SBT 阶段中进行针对性训练。目标胜任力应优先选择具备更深层次原因的选项，课程研发人员需要具备查找关键胜任力的良好能力。

6.1 模拟机课程

参照《循证训练（EBT）试点实施方法》（AC-121-FS-138）中课程开发内容，EBT 模拟机课程的阶段名称、目的和特点详见表 1。

表1 EBT模拟机的典型阶段

	第一天		第二天	
阶段名称	评估 (EVAL)	机动 (熟练度检查)	基于场景的训练 (SBT)	(在座教学)
目的	评估胜任力,找到关键胜任力,确定第二天训练需求	检查机动技能	对评估(EVAL)阶段确定的关键胜任力,开展有针对性的训练	提高差错识别和监控能力
特点	基于航线的评估	例如:“V1 前中断起飞”	基于航线的训练	不建议评估

6.2 训练主题说明

A 类主题每半年覆盖所有主题，每次复训都要涵盖；B 类主题每年覆盖所有主题，即每半年复训至少挑选 1/2；C 类主题每三年覆盖所

有主题,即每半年复训至少挑选 1/6。《循证训练手册》(ICAO Doc 9995) 采纳了《EBT 数据报告 (2013)》公布的训练主题 (见表 2)。考虑到数据实时性需求,IATA 根据 2008-2017 年的全球事故分析报告对《EBT 数据报告 (2013)》的数据分析结果进行了更新,并对训练主题作出了相应调整。A 类、B 类主题中的 6 项内容被提炼为必要的训练主题,分别是飞行员胜任力,合规性,监控和交叉检查,飞机系统管理,意外性,工作负荷、分心、压力。由于上述主题不具备作为单独训练主题的全面价值,只有在其他训练主题的设计中以特征的形式出现才更有意义,所以它们被提炼为必要的训练主题,且训练频次为 A (见表 3)。除此之外,对其他主题调整作如下说明:

(a) 复杂状态的预防和改出,从 C 类变为 B 类;(适用 3 代机和 4 代机)

(b) 地形,从 C 类变为 B 类;(适用 3 代机)

(c) 风切变改出,从 C 类变为 B 类;(适用 4 代机)

(d) 跑道或滑行道道面状况;(适用 3 代机)

(e) 通讯失联,纳入了 C 类的 ATC。

表 2 EBT 训练主题 (Data Report for EBT, 2013)

A	B	C
恶劣天气	不利的风	ATC
自动化管理	飞机系统故障	发动机故障
CRM	飞机系统管理	火灾和烟雾管理
合规性	进近,能见度接近最低标准	通讯失联
差错管理	着陆	管理配载、燃油、性能差错
复飞管理	跑道或滑行道道面状况	导航
人工航空器控制	意外性 (Surprise)	飞行员失能
监控和交叉检查	地形	航空器冲突
不稳定进近	工作负荷、分心、压力	特定运行或机型
		复杂状态的预防和改出
		风切变改出

表 3 EBT 训练主题（Data report for EBT Amendment, 2021）

第三或第四代机训练主题	EBT/CBTA 必要训练主题 (训练频率 A, Overarching)				
	1. 飞行员胜任力		4. 意外性		
	2. 合规性		5. 工作负荷、分心、压力		
	3. 监控和交叉检查		6. 飞机系统管理		
	恶劣天气		不利的风		ATC
	自动化管理		飞机系统故障		发动机故障
	复飞管理		进近, 能见度接近最低标准		火警和烟雾管理
	人工航空器控制		着陆		管理配载、燃油、性能差错
	差错管理, 飞机状态管理不当		跑道或滑行道道面状况		导航
	不稳定进近		地形		飞行员失能
			复杂状态的预防和改出		航空器冲突
			风切变改出		*特定运行或机型

鉴于从低频向高频调整的修订原则并不影响原有主题的训练目的和要求, 所以在《循证训练 (EBT) 试点实施方法》(AC-121-FS-138) 修订前的过渡阶段, EBT 课程研发者可参照表 2 或表 3 的训练主题频次进行课程开发。在此基础上所做的符合性调整, 均需遵守主题训练频次的调整原则, 即训练主题频次的调整只能从低频次往高频次调整。

6.3 目标胜任力的循环周期

根据《循证训练 (EBT) 试点实施方法》(AC-121-FS-138) 所约定的目标胜任力的循环周期:

根据安全分析结果, 确定第一个半年复训中“评估 (EVAL) 阶段”的三个目标胜任力;

其后的半年复训, 将根据上一个半年复训的训练结果和最新的安全分析结果对“目标胜任力”进行调整, 但每两年的“目标胜任力”应当全面覆盖九种核心胜任力。三年的复训中的目标胜任力的选择样

例如下：

表 4 目标胜任力三年循环矩阵图样例

1	2	3	4	5	6
PRO	PRO	PRO	PRO	PRO	PRO
COM	COM	COM	COM	COM	COM
FPA	FPA	FPA	FPA	FPA	FPA
FPM	FPM	FPM	FPM	FPM	FPM
KNO	KNO	KNO	KNO	KNO	KNO
LTW	LTW	LTW	LTW	LTW	LTW
PSD	PSD	PSD	PSD	PSD	PSD
SAW	SAW	SAW	SAW	SAW	SAW
WLM	WLM	WLM	WLM	WLM	WLM

6.4 故障等效性清单

根据《循证训练（EBT）试点实施方法》（AC-121-FS-138）模拟机课程开发中所指出，故障等效性清单按照故障对机组影响的“即时性、复杂性、操纵降级、仪表降级、后果管理”五个维度，梳理试点机型的故障等效性清单。试点单位应当确认该清单中列出的故障以及分析时所基于的故障原理和表现，与本单位所采用的模拟机设备设置保持一致。故障等效性清单可以帮助确定和统一训练的故障特性。故障等效性清单可以通过飞机制造商来寻求，并匹配上各公司模拟机的故障清单，由各公司的 SME 进行评估。

6.5 EBT 场景研发及测试流程

评估（EVAL）阶段场景开发需要遵循一定的研发及测试流程，具体见下表。

表 5 评估（EVAL）阶段场景研发及测试流程

1. 选择 3 项胜任力作为评估的重点，即目标胜任力	《循证训练手册》（ICAO Doc 9995）建议在每半年一次的模拟机训练课程设计时都要对目标胜任力进行变更。因此，建议依照目标胜任力三年循环矩阵图，每次评估 3 种胜任力，例如 FPA、PSD、WLM。（见表 4）
----------------------------	--

2. 收集分析相关安全信息	相关安全信息可以为训练主题提供运行环境信息，例如恶劣天气，是否有任何数据表明对恶劣天气管理不当。这些数据通常来自像 LOSA 这样的日常运行监控项目，还可以来自包括教员的转述信息、航线检查信息和安全数据。对于基于实际事件的数据，可以通过相关风险分析对其进行处理，得到一段时间内的趋势性信息。
3. 确定运行环境信息	包括每个航班计划的都市对，以及天气、夏季、冬季、气象类型等方面的背景信息。选定适用的都市对，还需考虑航路上有多个备降机场。
4. 根据目标胜任力，选择适宜的训练主题	评估（EVAL）阶段使用预先设定的目标胜任力，应关注目标胜任力三年循环矩阵图。
5. 制定 2 个场景的提纲	利用行为指标，并考虑场景中几个关键节点上积极管理所需的胜任力，以及导致不良管理的关键胜任力设计场景提纲。这是第一次尝试，对场景提纲的每一次更改都可能会改变目标胜任力的体现，应该在模拟机中进行测试。
6. 制定课程计划草案	本步骤的目的是提供测试草案，包括飞机、环境设置、时间安排以及执行各个方案的具体时间。课程计划草案开发过程中，MEL、NOTAM 等因素都应纳入考虑范围，其中机组与 ATC 以及客舱的互动非常重要，这能够最大限度地体现“工作负荷、分心、压力”这个训练主题。EBT 场景的开始和结束点不必限定为起飞和着陆，在每个场景开始之前，需要给受训人一定的时间来熟悉并融入场景环境，一旦实现学习目标，就可以结束场景。例如，在遭遇一系列威胁后做出决策的这个时间点就可以结束；在开始复飞和制定后续步骤的计划时，达成了对决策的考察，即可结束。
7. 进行初始测试	制定测试时间日程表，并明确测试内容，根据测试日程表针对每个测试项目记录反馈意见。
8. 修改课程计划	根据需要对难度、时间安排、胜任力进行调整。
9. 最终测试	建议使用航线机组对所有设计进行验证，尤其是时间安排、难度以及目标胜任力。最终测试需要确保为驾驶舱准备、一些复杂程序或威胁增加一个额外的时间因素。第 1 天的评估（EVAL）阶段不适宜编排特别耗费时间的训练。（例如：某些机型的污染跑道计算和除冰等）

SBT 的场景研发及测试流程与评估阶段类似，不同之处在于，SBT

阶段的场景需要能够为 EVAL 阶段发现的关键胜任力提供相应的训练。值得注意的是，EVAL 阶段发现的关键胜任力也许不仅仅限于评估场景研发中的三个胜任力。

6.6 安全数据与运行背景

运营人和训练中心在课程研发中需要遵循 A、B、C 三类训练主题的确定原则。运营人自身的数据仍然可以在课程研发中发挥作用，作为课程的运行环境信息，为课程主题注入更多符合该运营人运行特点的场景设置。在课程设计中，需要对运行环境进行设置，而这些设置的方案可以来源于数据分析后的结论。例如在恶劣天气中，可以选择雷暴、结冰条件、顺风、缺乏目视参考，这些可选项由数据分析人员根据数据分析后输出到课程设计环节。

6.7 基于航线的场景与分支选项

EBT 场景具备基于航线的飞行训练（LOFT）的特征，场景需要体现真实性、实时性（Real-time）和灵活性。

场景设计应使用包含但不限于飞行航路、签派放行、航行情报、载重平衡、管制程序、频率转换和客舱运行程序等在内的真实运行条件以实现基于航线的评估和培训的目标。场景的设计可以是完整的航线，也可以是从滑行、起飞、巡航、下降、进近等阶段开始的某一个或几个阶段，但都应基于模拟真实航线运行的原则。需要强调的是，评估阶段的两个场景所包含的飞行阶段的合集，需要覆盖完整的航线运行所有飞行阶段。

表 6 激活的飞行阶段

简称	飞行阶段	第#阶段	说 明
ALL	所有	所有飞行阶段	任何或所有的飞行阶段
GND	• 飞行计划、 飞行前、发动机 启动和滑出	第 1 阶段	➤ 地面阶段，直至机组成员为起飞增加推力
	• 滑进、发动 机关闭、飞行后	第 8 阶段	➤ 从速度允许飞机为抵达停机区依靠滑行进行机动时开始，直至机组成员完成飞行后和飞行结

	和飞行结束		束任务。
TO	起飞	第 2 阶段	➤ 本阶段从机组成员为起飞增加推力开始。 ➤ 本阶段在规定的机动飞行高度或为巡航继续爬升确定速度和形态之后结束。
CLB	爬升	第 3 阶段	➤ 本阶段从机组成员将飞机设定在规定的机动飞行高度或为巡航继续爬升确定速度和形态时开始。 ➤ 本阶段以将飞机设定在规定速度及预先确定的初始巡航高度结束。
CRZ	巡航	第 4 阶段	➤ 巡航阶段从机组成员将飞机设定在规定速度和预先确定的初始巡航高度并继续向目的地方向飞行开始。 ➤ 本阶段从为进近开始下降结束。
DES	下降	第 5 阶段	➤ 本阶段从机组成员为向某目的地进近而离开巡航高度时开始。 ➤ 本阶段从机组成员开始改变飞机形态和/或速度以利于在某跑道着陆时结束。
APP	进近	第 6 阶段	➤ 本阶段从机组成员改变飞机形态和/或速度使飞机能够为在某跑道着陆进行机动飞行时开始。 ➤ 本阶段在飞机处于着陆形态和机组成员专注于在特定跑道上着陆时结束。 ➤ 本阶段还包括在进近阶段机组成员中止向计划着陆跑道下降的复飞。复飞在规定的机动飞行高度或为巡航继续爬升确定速度和形态之后结束。
LDG	着陆	第 7 阶段	➤ 本阶段从飞机处于着陆形态和机组成员专注于在特定跑道上着陆时开始。 ➤ 本阶段在速度允许飞机为抵达停机区依靠滑行进行机动时结束。

EBT 场景开发还需要重点关注实时场景的开发，时间和内容的编排应注重场景在进程上的连贯和一致，以利于受训人员保持足够的情景意识连续性。实时的评估和培训可以更有效地关注和发展特定的关键胜任力。

分支选项体现在训练主题下的不同方案，是将灵活性构建到场景中最常见的方法。使用分支选项的方法应充分考虑机组在不同的分支选项可能会采取的行动或决策对于场景整体结构上的影响，如下图所示。

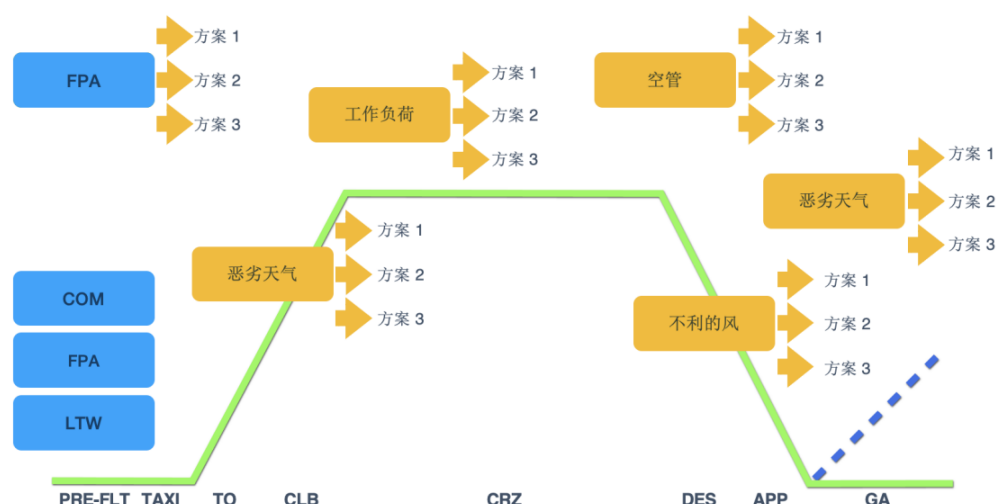


图 3 基于航线的场景设计示意图

7 数据分析对场景研发的支持

7.1 TEM 与核心胜任力

飞行员核心胜任力包括技术和非技术性能力，非技术性能力包括工作负荷管理（WLM）、情景意识与信息管理（SAW）、问题解决与决策（PSD）、沟通（COM）以及领导力和团队协作（LTW），这些能力对于确保飞行安全而言非常重要。

在 EBT/CBTA 框架下，威胁和差错管理（TEM）全面纳入培训课程。飞行员、教员和检查员（I/E）胜任力形成了针对威胁和差错的个人和团队的对策，以避免在训练和运行期间降低安全裕度。

为培训、许可和运营目的TEM模型



图 4 TEM 中的对策

威胁与差错管理 (TEM)

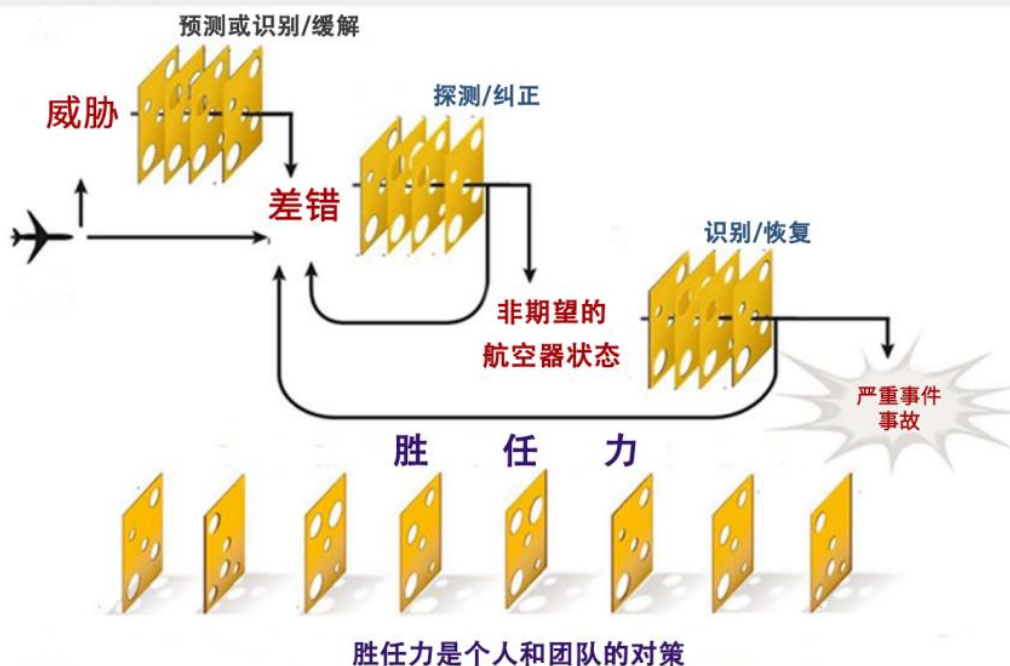


图 5 TEM 与核心胜任力

EBT 培训数据的价值背景：

(a) 胜任力是一个可以衡量一个人的工作能力（绩效）的维度，该维度用于可靠地预测工作中的成功绩效。胜任力需要通过调动相关知识、技能和态度在特定条件下开展活动或任务的行为才能表现出来

(或被人观察到)。

(b) 从人的绩效的角度来看，胜任力代表个人和团队为管理威胁和差错并避免降低安全裕度而作出的对策。

(c) 在需要时能够及时展示胜任力的可观察行为 (OB) 越多，威胁和差错管理就越好，这应该会增大安全裕度。相反，胜任力的可观察行为 (OB) 在需要时没有展示，可能会导致对威胁和差错的管理不善，这可能导致安全裕度降低。

(d) TEM 作为训练和运行之间的桥梁：

(1) 飞行员胜任力代表了个人和团队的对策；

(2) CRM 技能被嵌入到飞行员胜任力之中；

(3) CRM 培训支撑飞行员技能的发展，并且作为 TEM 的对策。

从 CBTA 的观点，经调整后的胜任力模型中的胜任力，提供个人和团队的对策，来应对威胁和差错及非期望航空器状态。

通过 LOSA 数据或不安全数据分析，可以得到团队的正向胜任力和负向胜任力的分布，以及在对何种威胁和差错、UAS 管理时容易触发，这需要数据分析人员建立分析框架和数据分析思维，然后输出到场景的设计之中。

7.2 分类法和 TEM 模型

分类法建立了一种标准语言，可以提高信息和沟通的质量。对安全数据使用分类法进行分类，就可以使用有意义的术语对数据进行采集和存储，以进一步帮助识别、分析和编码。

威胁和差错管理 (TEM) 模型是一个概念性框架，有助于从运行的角度理解在动态和具有挑战性的运行环境中，人的绩效和安全之间的相互关系。TEM 作为安全模型可以提供一个数据或事件的数据分析，以及分类的框架，使用 TEM 模型分析和分类的方法，在下文中，简称“TEM 分类法”。

IATA 在安全年报中，对事故的分析使用 TEM 分类法，并发展出 68 个威胁和差错的子项。在《EBT 数据报告 (2021)》中，该分类法

被进一步引用（见附件 1）。与此同时，航线运行安全评估（LOSA）也使用 TEM 分类法。不同的是，前者主要针对事故的分析，后者偏向于日常航线观察及与飞行训练的整合，因此，两者在分类元素和细分程度上略有不同。运营人和训练中心可根据实际需要选择适合的 TEM 分类法。

此外，由业内专家组成的 IATA 事故分类工作组（ACTF, Accidents Classification Task Force）和 EBT 工作小组（EBT Subgroup）致力于提高安全和培训分类法的一致性，并在《EBT 数据报告（2021）》中提出统一分类法的概念，以改善数据比较和数据共享，并最终提高安全性。

7.3 分类法的统一

使用统一的分类法，可以通过同一分析框架对不同的数据源数据进行一致性对接，能够连接训练、运行及安全数据，实现内环数据和外环数据的整体性与有效性分析。

随着 EBT 的推行，安全分类法和训练分类法不一致的问题变得越来越突出，着重表现在 IATA 安全年报中，ACTF 使用的 TEM 分类法中的机组对策与 EBT 中使用胜任力作为机组对策不一致，导致安全分析结果无法直接应用于训练端。为了解决这个问题，IATA 决定将机组对策分类更新为飞行员胜任力。这样的更新，不但增加了安全分类的一致性，也进一步支持了《空中航行服务程序-培训》（ICAO Doc 9868）中“飞行员胜任力可以作为管理威胁和差错的对策”的观点。不仅如此，《EBT 数据报告（2021）》还提出在训练端引入 TEM 模型的观察框架，这样就完成了分类法在安全端和训练端更好的统一，可供数据分析和飞行训练使用，为更好地整合和比对不同平台、不同系统的数据，对接安全与训练提供了可能。

统一的分类法通过应用 TEM 模型和胜任力成为一个整体概念，即：在安全端，数据分析使用 TEM 分类，得出关键的威胁、差错和非期望的航空器状态，以及个人和团队的对策胜任力；在训练端，引

入 TEM 作为训练和评估时观察的框架，飞行员、教员和检查员（I/E）的胜任力作为管理威胁和差错的对策。

安全数据从实际运行中来，通过使用 TEM 分类法、风险赋值和专家映射等工具与方法，可以建立数据与训练主题的动态关联，指导机组更好地管理安全裕度降低的风险。基于数据的有针对性的训练所发展的机组胜任力，可以回到运行中去，作为飞行机组在实际运行中针对威胁和差错的对策。在此整体概念框架下，实现了安全与训练的对话，如下图所示：

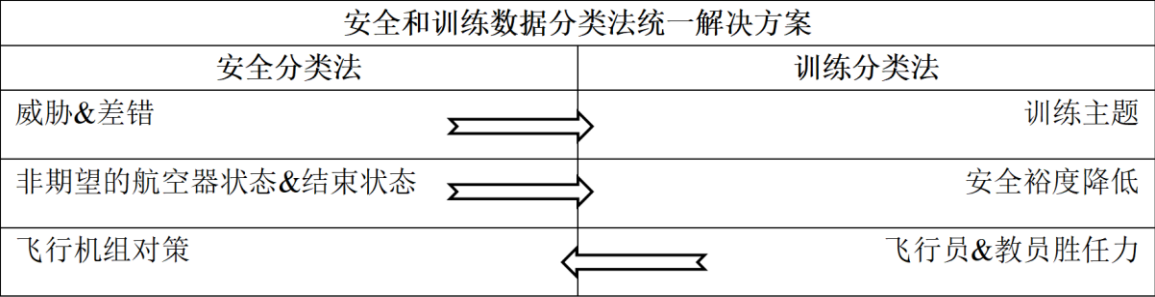


图 6 安全与训练数据分类法的统一方案

7.4 风险赋值

风险赋值是数据处理过程中的一个重要环节，包括量化赋值和统计分析，以下介绍风险赋值的一种基础性方法。

通过量化赋值和统计分析，可以有效计算某类威胁或差错的累积风险值，每个数据 D_i 经过各航空公司该领域专家 TEM 分析和赋予风险值后，那么伴随的威胁和差错也伴有该风险值，进入数据库，经过一段时期累积，安全和训练人员可以根据威胁和差错的累积风险找到安全关切。

表 7 风险赋值与累积风险

	威胁	差错	风险值
数据 D_1	T_1	E_1	R_1
数据 D_2	T_1	E_3	R_2
数据 D_3	T_2	E_1	R_3

例如， T_1 和 E_1 累积的风险值分别为：

T_1 的累计风险值= R_1+R_2

E_1 的累计风险值= R_1+R_3

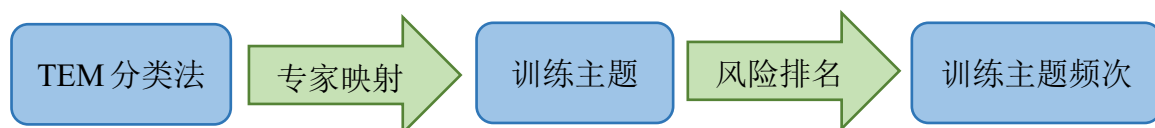
如果我们计算某个威胁或差错对应的累积风险，首先找到包含该威胁或差错的数据行，然后查找该数据行对应的风险值，进行累加求和。

风险赋值为分析人员对数据进行趋势分析，寻找安全关切提供前提。

7.5 威胁和差错映射

为进一步实现安全和培训的对接，可以通过利用专家经验将威胁和差错映射到训练主题的方法以达成目标，这样的方法也被称为“专家映射法”。IATA 在《EBT 数据报告（2021）》中提出此方法将 IATA 安全分类的威胁和差错“映射”到相应的 EBT 训练主题（见附件 2）。每个数据或事件通过运营人和训练中心的主题领域专家（Subject Matter Expert, SME）被赋予一定风险值，则该数据或事件中对应的关键威胁和差错就承接了该事件的风险值。在建立映射关联的同时，这些威胁和差错所带的风险值也随之映射到相应的训练主题上。通过对这些风险值分组、求和，可以得出训练主题的风险值排名，从而建立运行与训练之间的动态联系，使数据分析结果能够直接影响到训练课程开发，实现 EBT 课程的数据驱动（见图 7）。需要注意的是，由于该映射关系基于有限的事故数据分析，因此该方法并不完备，在数据分析时，存在需要补充威胁和差错映射到某项训练主题的可能。因此，运营人和训练中心可依照现有的映射原则，利用专家经验，充实完善威胁和差错与训练主题之间的映射关系。

图 7 训练主题频次确定



7.6 场景要素生成

数据为生成场景要素提供依据和素材。数据经过检视与筛选，通过 TEM 分类、检视数据库、趋势分析得出安全关切方面的内容，对已确认的威胁和差错进行风险赋值与风险累积分析，为提炼场景要素提供依据；同时，生成场景要素时需要回到数据背景中去，了解数据发生的具体环境，以及包含事件发生的根本原因在内的更多信息，为开发场景要素挖掘更多素材，如图 8 所示。

运营人和训练中心可基于数据开发制作场景要素，生成的场景要素原则上应置于现有的训练主题框架内。以下介绍基于数据实证的场景要素生成步骤。

（a）基础数据分析

对运行过程中发生的数据进行基础性分析，运用 TEM 分类法得出威胁和差错与（对策）胜任力。此外，还要对单一数据进行风险赋值以及对各类别的数据进行必要的风险累积计算。基础数据分析同时也为确定训练主题提供必要的信息。

（b）数据整体分析

分析人员在基础数据分析的基础上，通过检视并筛查风险，拣选出已识别（和所需的）的数据或数据类别，对威胁和差错、需要训练的胜任力和飞行阶段等信息进行整体分析，得出共性和趋势性的信息。

（c）关键的胜任力

根据数据整体分析的结果及实际训练需要，确定关键的胜任力。对于给定的威胁和差错，关键的胜任力一般为对其有效管理所需的，或是在根源上最有可能导致不当管理的胜任力。

（d）飞行阶段关联

根据数据整体分析的结果及实际训练需要，确定场景要素适用的飞行阶段。

（e）训练主题关联

使用包括但不限于专家映射法在内的方法将相关威胁和差错映射

到训练主题，以确定场景要素适用的训练主题，完成对训练主题的关联。基于《EBT 数据报告（2021）》研究的数据量的限制，专家映射法提供的映射项不能包含所有的情况。基于实际运行数据的分析，某项威胁或差错可以对应适合的训练主题。

(f) 场景要素生成

回顾数据，获取数据中更多的运行背景细节及其他相关信息，联系实际运行和训练需要，结合已确定的训练主题、飞行阶段与训练胜任力，生成场景要素。

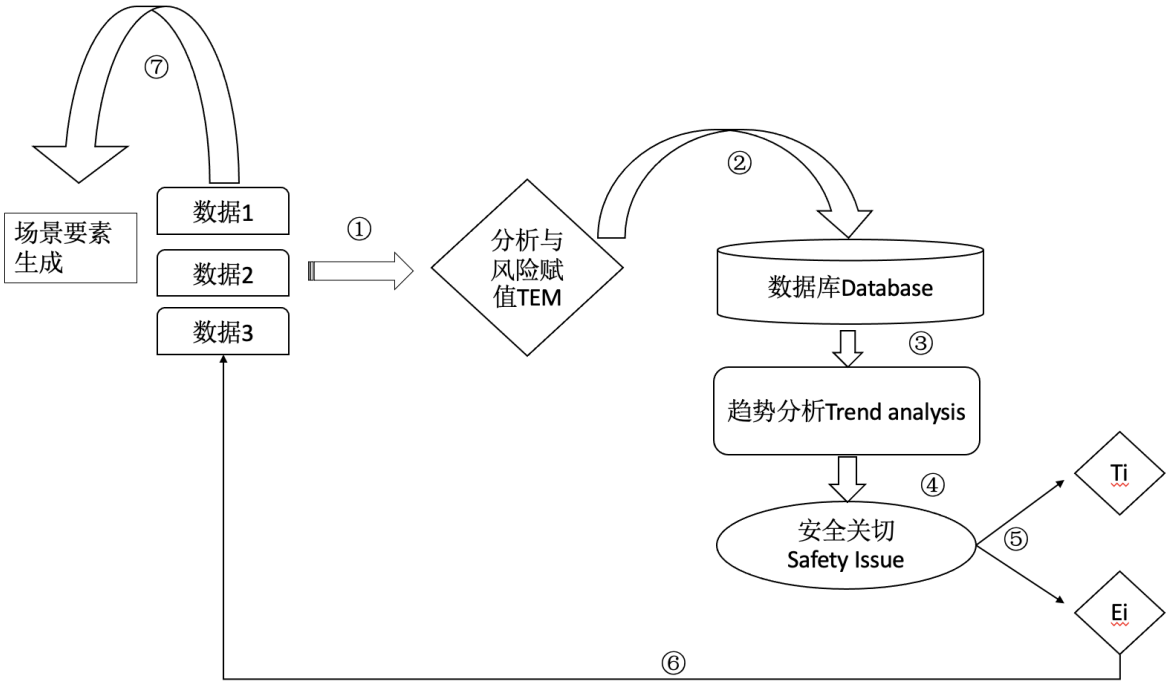


图 8 数据分析与场景要素生成流程

以某航空公司 LOSA 数据为例，场景要素生成示例如下表所示：

表 8 数据分析与场景要素生成示例 1

基础数据 分析	LOSA 数据库 (包含航班描述、TEM 分类和胜任力统计)	
数据整体 分析	➤ 某航空公司 在对 LOSA 数据 库分析并筛选 后发现：	1. 53%的航段存在至少一个与自动化管理有关的差错，远高于行业水平； 2. 以上与自动化管理有关的差错，有 36%被不当管理。

	➤ 检视以上自动化差错产生的背景发现: ➤ VNAV 使用差错明显高于业内平均发生率, 经过对照观察员的航班描述, 发现:	1. 对 VNAV ALT 模式、VNAV PTH 模式、高度干预的程序不熟悉; 2. 对分心干扰的管理问题(表现在 ATC 和天气威胁); 3. 下降/进近阶段, 可以使用 FGS 垂直模式时持续使用 VNAV 方式的工作负荷管理问题; 4. 机组频繁忽略交叉检查, 发生率达到 50%。
	➤ 进一步深挖数据实证后发现, 存在以下具体问题:	1. FMS: FMS 错误的输入, 不标准的使用, 未正确执行该执行的模式; 自动化 - 未能对 FMS 的输入进行交叉检查。 2. FGP: 飞行指引 - 未使用正确的模式。 3. 自动化和交叉检查: 自动化 - 未交叉检查 FMS 输入或无效的交叉检查; 自动化 - 对 FGP 设置的交叉检查未执行、执行错误或不标准 (故意&非故意)。
关键的胜任力	● 飞行航迹管理-自动化 FPA ● 沟通 COM ● 程序应用 PRO ● 知识 KNO ● 领导力和团队协作 LTW ● 工作负荷管理 WLM	
飞行阶段关联	● 爬升 ● 下降 ● 进近	
训练主题关联	● 自动化管理 ● 监控 ● 工作负荷-干扰	
场景要素生成	(如下)	

训练主题	飞行阶段	场景要素	PRO	COM	FPA	FPM	LTW	PSD	SAW	WLM	KNO
自动化 监控 工作负荷： - 干扰	爬升	在初始爬升阶段给予“直飞”指令，并同时给定高度限制，需要在 FMS 和 FGP 中输入	X		X					X	
	爬升下降	爬升、下降到目标高度过程中，指令偏航和临时改平高度，需要机组改变合适的方式。	X		X		X			X	
	爬升下降	大量通过 ATC 指令的变化来加强机组对 FGP 和 FMA 的交叉检查	X	X	X					X	
	下降	下降过程中改变进场程序，或额外增加高度限制—比如通过改变航路，使下降到目标过程中需要中途保持额外的高度限制，如航路点高度限制或地形限制等。	X		X		X			X	X

8 飞行数据分析（FDA）与课程研发

目前国内民航业在 QAR 数据管理方面，采用译码分析软件作为主流方式，用于实现工程值输出和事件探测两大主要目标。飞行数据分析的优势是能有效地突出显示重要的运行趋势，随着趋势分析的持

续进行，可以在质量管理全过程中衡量和验证风险管理的有效性。

虽然目前广泛应用的飞行数据分析，对于检查运行中具有明确触发条件的事件是否发生而言是有效的，但仍然无法用于检测某一事件发生的原因，以及事件发生后的处理情况。通过分析 QAR 记录的数据，可以发现一个或多个超限数据、数据趋势；但由于没有检测分析数据产生的背景环境，因此不能直接寻找出造成问题的“根原因”。

随着大数据技术的发展，海量数据存取和分析的可能性得到显著提升。升级原有译码使用方案，开拓更多的测量，加强数据的使用、分析，以及探索针对海量数据的大数据挖掘技术，成为近年来 QAR 数据使用的趋势。基于大数据方法的优势在于可以关注更多目标，及其表现和分布规律，而不仅仅局限于提前设定告警值，从而帮助管理机构 and 人员尽早掌握飞行员的表现和其变化趋势。

8.1 测量点与事件告警

以下是几个关键名词的定义。

测量： 从飞行数据中提取的量化信息，反映了对特定参数的计算结果，算子可以是平均值、最大值、最小值，或者在特定时刻或时间段的快照（数值）。例如：起飞阶段的最大 EGT，接地时的地速，ENG1 N1 和 ENG2 N1 的差值。

搜索窗口： 提供了测量点或者事件的搜寻逻辑条件。通常使用 QAR 软件中定义的飞行阶段，作为基础搜索区间。如果需要更细致的条件，可以在基础搜索区间上另行增加。

事件/事件阈值： 当将参数或测量点与提前设置的阈值进行对比时，测量值超过阈值即认为触发“事件”。这对应着偏离了正常的运行，例如超出运营人的 SOP 要求、飞机结构或者发动机限制等。

表 9 典型定义及作用

名 称	作 用
搜索窗口	什么时候测量？
测量点	为了分析问题，需要获得什么值来开展分析？
事件	如何从日常运行发现偏离？
事件阈值	如何建立限制来识别偏离？

表 10 测量和事件示例

搜索窗口	测 量	事 件	事件阈值
起飞	COUNT=Number of seconds discrete is active 主警告灯亮了几秒	“Master Warning During Takeoff” 起飞阶段主警告灯亮	Raise event if COUNT>1 如果 COUNT>1 触发事件
起飞 — 起飞前 60 秒	N/A 不适用	“Slat/Flap Change 60 seconds before Takeoff” “起飞前 60 秒襟缝翼被改动”	Raise event if any movement on the Flap/Slat Lever is produced 如果发现，触发事件

在 QAR 译码的基础上，开发定制测量的功能，将大大提升 QAR 数据的使用效率。其结果可以用于优化 SOP 及相关手册，增加风险提示，分析飞行员能力并提出训练建议（为 EBT 训练提供数据支持）。需要强调的是，该类分析需要具备趋势分析、数据细节分析和闭环管理的能力。运营人需要确保数据分析部门和训练部门在数据变化趋势、程序有效性和训练重点等概念认知的一致性，并建立有效的沟通，并通过召开运营人阶段性会议，将训练有效性、SOP 遵守情况等重要信息与训练部门共享。

8.2 基于 TEM 模型的飞行数据分析

通过 TEM 模型和分类方法分析基于 QAR 事件的飞行数据，能较快速地发现事件中的威胁、差错和非期望的航空器状态。在飞行数据分析中，使用已有的 TEM 分类法，有助于分析事件背景环境中的威胁和/或来自机组人员的差错，较快速地发现前置条件中的威胁、差错和非期望的航空器状态，从而高效查找产生 QAR 记录超限事件、统计事件的“根原因”。

以“长平飘”为例：假设 QAR 记录了一起长平飘事件，记录的接地点距离着陆跑道头 1300 米，公司的差错标准为 1400 米，并不构成飞行差错。初步数据记录分析是进跑道时高度高 20 英尺、速度比目标速度大 10 节，但是如果进一步使用 TEM 模型分析该起事件，就会

有助于发现更多的问题和问题背后的真实原因:

威胁方面。通过环境威胁分析,发现短五边顺风切变 20 节,当天的能见度不稳定,有紧贴地面的平流雾,来自塔台的指挥要求 8 海里前保持 180 节大速度;通过公司的威胁分析,飞机的自动推力不工作,而机长人工油门飞行技术存在长时间生疏的问题。

通过飞机操纵差错分析,发现该机长近半年来的起落均存在高于下滑道进场的问题,模拟机训练中教员也指出过该问题。

通过程序差错发现,短五边进近速度超过程序要求的标准,失去稳定进近条件,没有执行复飞。另外还发现副驾驶对机长的提醒不足、标准喊话缺失的问题,机长也没有在进近简令中就当天的低能见情况对副驾驶提出明确的要求。

以上数据记录之外的威胁、差错,诱因或是前置事件,造成了当天的大速度、高高度进跑道的 UAS,最终产生“长平飘”的事件结果,这些都通过 TEM 的分类分析,被清晰地还原呈现。

仍然需要注意的是,TEM 模型并未涵盖包括组织管理在内的分析层次。因此需要在 TEM 的基础上,考虑更多不安全行为的前置因素,包括组织管理和资源保障等,在事件原因的分析上,需要具备系统观。

8.3 QAR 数据分析与训练

在某些情况下,所收集的数据可以确定实际运行中有趋势性的安全风险。通过突出显示运行中某项特定威胁或差错的趋势,可以促进运营人在实施 EBT 训练时持续调整完善培训方案,培养飞行机组掌握处理威胁和差错的能力,详见图 8。该流程也是数据使用的基本逻辑,强调了系统性建设。通过深挖根本原因,找到安全关切,回到数据库中回顾当时发生的场景,以构造满足真实性、实时性、灵活性的场景。

飞行数据分析可以有效显示重要的运行趋势,如:

- (a) 不稳定进近的发生率,以及由此造成的复飞与着陆比率;
- (b) 特定威胁和事件(如机载防撞系统告警、起飞中断)的发生频率;

- (c) 运行和航线特征，包括目的地以及其运行因素的特征；
- (d) 与培训直接相关的问题，如硬着陆或起飞抬前轮技术；
- (e) 某些 SOP 的执行率。

例如，特殊气象事件（大风、晴空颠簸）应该得到检视，以此来保证程序和限制的有效性。在特殊地点重复触发的 QAR 事件，也应该得到检视，以确保标准操作程序有效性。如果某地特殊运行条件（例如：剖面较陡的进近，盘旋进近）导致容易触发 QAR 事件，则需要检视是否有为了降低事件概率而衍生出的捷径或偏离正常的做法。以上都需要在 QAR 管理软件中设置测量点来进行测量。

QAR 数据是 PLM “大数据+训练”中的重要数据源之一，也是结果性数据。在探索事件成因的过程中，具有一定挑战性，不充分的分析容易造成原因查找不充分的问题。将处理重点单纯指向当事人的操纵或态度，代替对运行背景信息的挖掘和归纳，会造成问题的非充分解决现象，衍生出偏离正常运行的动作，反而带来管理的负面效应。在使用 QAR 数据的过程中，需要理解 QAR 数据的局限性，并尝试理解飞行员在应对威胁和差错时，出现的能力缺失。调查人员或数据分析人员通过连续问自己几个“为什么”的方式，找到根原因。判断是否找到根原因，可以通过审视是否得到有效规避下一次再犯此类差错的解决办法，而不仅仅局限于对该事件的判定。因此，在 QAR 数据的分析及输出方面，需要更多的方法论指导，包括分析维度确立、根原因查找、风险管控方法、管理政策有效性分析及衍生风险评估等。

结合以上方法，针对某机队离地姿态大的数据，开展趋势分析和运行背景信息分析后，生成了场景要素及相关的训练主题、飞行阶段和关键的胜任力，见表 11。

某机队发现离地姿态大发生率较高，然后列出所有超限的数据，从人员操作、性能计算、飞行程序、飞机特点、运行环境等方面进行评估。后经过数据分析，发现该事件的触发常常伴随有顺风、大重量，飞机离地偏慢。因此，训练课程的设计人员需要关注，受训飞行员在

意识到大重量、跑道短、顺风下的操作。这些运行环境的特点可以纳入到训练设计方案中去，但是这并不意味着以单一事件作为重复训练的对象，也不一定要放在同机场、同条件下进行训练。相反，需要通过 QAR 数据发现共性问题和趋势性问题，理解事件发生的内在机理，并依据 7.6 场景要素的生成流程生成场景要素。事件的发生是人、机、环境交互作用的结果。在查找原因的时候容易偏离客观条件，我们需要理解人员在何种运行背景下容易犯何种差错，并理解其过程。

表 11 数据分析与场景要素生成示例 2

QAR 数据分析	训练数据分析			
QAR 数据 (环境威胁-风向/风速变化)	EBT 训练主题	飞行 阶段	场景要素	关键的 胜任力
➤ 起飞爬升 ● 400 英尺以上坡度大，77%的事件遭遇风向风速的突变 ➤ 巡航 ● 空中空速超过 Vmo 事件，100%遇到风向风速的突变 ➤ 不稳定进近 ● 襟翼 30 超速，41%的事件遭遇顶风分量或顺风风量减小 ➤ 着陆操纵 ● 接地坡度大，12%的事件遭遇侧风突变	● 人工航空器控制 ● 不利的风 ● 不稳定进近	● 起飞 ● 巡航 ● 进近 ● 着陆	● 起飞离地前遇到阵风，速度超过 V1 但达不到离地速度 ● 巡航过程中，风向风速变化，速度超过 Vmo/Mmo ● 进近过程中变化风向风速（包括顺风），接近襟翼限制速度 ● 进近过程中遇到强阵风，飞机失速 ● 决断高度以下，风速突然增加，超过襟翼限制速度 ● 复飞过程中，突遇阵风导致爬升性能减弱	● 知识应用（KNO） ● 人工航径管理（FPM） ● 领导力与团队合作（LTW） ● 情景意识与信息管理系统（SAW） ● 程序应用和遵守规章（PRO）

9 生效和废止

本信息通告自下发之日起生效。

附件 1：TEM 分类法

E - 环境威胁	
E01 气象	
E01.01 恶劣天气	降水，雷暴，雨，雪以及高/低温度条件下的作业，包括低云底。
E01.02 低能见度	任何视觉环境降级（DVE）对机组人员表现构成威胁的情况，包括着陆时的“白化”（雪地）/“棕化”（沙尘）错觉。
E01.03 阵风条件 - 风切变 - 尾流	无警告的风切变或与地形或建筑有关的机械性乱流 影响飞机操纵的过量侧风，包括顺风 影响飞机或机组人员表现的尾流事件
E01.04 结冰条件	雪，冰，加上在高/低温度（或高气压高度）条件下的操作，包括低云。除冰盐的污染。
E02 缺乏视觉参考	黑暗/黑洞效应。可能导致空间定向失效的环境状况。
E03 空中交通管制服务	难以完成的指令/限制。更改航路。语言沟通困难。管制员差错。未能提供足够的间隔（空中/地面）。
E04 鸟类/外来物	鸟击，造成飞机受损或影响飞行性能，或与鸟类活动有关的规避机动。
E05 机场设施	
E05.01 标识/照明不良，标记模糊，跑道滑行道关闭	对飞机滑出至起飞等待点、着陆至滑入关车阶段，包括滑行时，在飞机移动时对机组或飞机造成影响的威胁。
E05.02 污染的跑道、滑行道，差的刹车效应	跑道、滑行道污染或道面质量，含外来物
E05.03 沟、渠、侵入式结构	
E05.04 地面机动	机场边界管制/围栏管制/野生动物管制 在机坪上停放或移动的地面设备（车辆或拖拽设备），包括飞机拖拽或地面设备的任何移动

E06 助航设备（故障，缺失或不可用/未校准）
E06.01 故障、缺失或不可用 GPS 卫星信号丢失；需要时丢失 RAIM；ANP 小于 RNP；失去地基导航源；飞机迷航或位置不明；飞向任何非预期的航路点或目的地。
E06.02 未校准
E07 地形/障碍物
任何不安全接近，碰撞地形或障碍物的自动或语音告警，警告或警戒。
E08 交通
TCAS RA 或 TA/ACAS，目视观察冲突，或因交通间隔不足需要避让机动的。
E99 其他
A - 航线上的威胁
A01 飞机故障
任何飞机内部的明显或不明显的故障
A01.01 发动机非包容性失效
A01.02 包容性发动机失效 任何导致动力损失并影响飞行性能的发动机失效或故障。
A01.03 起落架/轮胎
A01.04 刹车
A01.05 飞行操纵
A01.05.01 主飞行操纵
A01.05.02 次飞行操纵（襟翼、扰流板）
A01.06 结构损坏
A01.07 火/烟 出现与机身、发动机、飞机系统相关的任何烟、火、烟雾 其他火源（驾驶舱/客舱/货舱）
A01.08 航电、仪表 除自动驾驶仪及 FMS - 仪表之外的所有航电设备，包括备用仪表
A01.09 自动驾驶仪/FMS（含自动推力，自动油门）
A01.10 液压系统故障
A01.11 电气系统故障
A01.12 燃油系统故障（含燃油泄漏）
A01.13 空调/增压故障
A01.99 其他飞机系统故障
A02 MEL 项目（有操作性影响）
A03 运行压力

运行时间压力 - 分心 - 非正常运行（偏离）
A04 客舱事件 客舱事件（例如，不守规矩的乘客） - 客舱机组差错 - 分心/打断
A05 地面事件 飞机配载事件（影响飞行性能） - 燃油差错 - 除防冰不当 - 地面支持不当
A06 签派/文件 不完整或复杂的文件，包括延迟的变更或差错（例如，舱单，通告或天气）
A07 维护事件 飞机地面维修 - 维修日志问题 - 维修差错
A08 危险品
A09 手册/图表/检查单/程序/数据库 手册缺陷：技术或布局，冲突或遗漏。不完整，不恰当，设计欠佳的图表或检查单 数据库不是最新，缺少信息或包含编码错误
A99 其他
B - 心理/生理威胁
B01 疲劳 和疲劳有关的影响机组表现的问题，无论机组自己是否意识到。
B02 视错觉/错误感知
B03 空间定向障碍与空间/躯体重力错觉
B04 机组失能 对未受影响的飞行员工作表现造成影响的任何失能行为
H - 飞机操纵差错
H01 人工操纵/飞行控制 人工飞行导致垂直，横向或速度偏差 不正确的襟翼/减速板/自动刹车/反推/推力设置
H02 地面导航 试图转向错误的滑行道/跑道，错过滑行道/跑道/停机位 在接近、进入、等待或离开跑道时与其他飞机发生冲突（包括跑道入侵）
H03 自动化（设置/选择） 不正确的高度、速度、航向、自动推力（自动油门）设置、模式执行或输入
H04 系统/无线电/仪表（设置/选择）
H99 其他

P - 程序差错	
P01 SOP 遵从性/交叉检查	未能遵守 SOP（包括 PF/PM 分工），违反驾驶舱整肃原则
P01.01 故意	
P01.02 无意	
P01.03 未知	
P02 检查单	根据记忆执行检查单或遗漏/错误的检查单问答 过晚执行或在错误的时机执行检查单 遗漏检查单条目
P02.01 正常检查单（差错）	
P02.02 非正常检查单（差错）	
P03 喊话	遗漏/错误 喊话
P04 简令	简令未包含预期的状况 遗漏或简令不完整
P05 文档	飞行员误解、错误或遗漏输入条目
P05.01 载重平衡/燃油 信息不正确	
P05.02 ATIS/放行指令 错误	
P05.03 误解文件项目	
P05.04 不正确或缺失日志记录	
P06 不稳定进近后未能复飞	
P99 其他	
C - 交流差错	
C01 机组和外界的交流	交流差错或缺乏和机组的交流
C01.01 和 ATC	
C01.02 和乘务员	
C01.03 和地面员工	
C01.04 和签派	
C02 机组间的交流	错误交流，误解或缺乏交流
C03 CPDLC	

附件 2：威胁和差错映射

差 错		
H - 飞机操纵差错	代码	专家映射 EBT 训练主题
H01 人工操纵/飞行控制	H01	人工航空器控制
H02 地面导航	H02	导航
H03 自动化（设置/选择）	H03	自动化管理
H04 系统/无线电/仪表（设置/选择）	H04	飞机系统管理
H99 其他	H99	N/A
P - 程序差错	代码	专家映射 EBT 训练主题
P01 SOP 遵从性/交叉检查	P01	SOP 遵从性/交叉检查
P01.01 故意	P01.01	合规性
P01.02 无意	P01.02	合规性
P01.03 未知	P01.03	合规性
P02 检查单	P02	检查单
P02.01 正常检查单（差错）	P02.01	合规性
P02.02 非正常检查单（差错）	P02.02	差错管理
P03 喊话	P03	合规性
P04 简令	P04	非技术性能力（CRM）
P05 文档	P05	
P05.01 载重平衡/燃油 信息不正确	P05.01	管理配载、燃油、性能差错
P05.02 ATIS/放行指令 错误	P05.02	差错管理
P05.03 误解文件项目	P05.03	FSTD 限制值
P05.04 不正确或缺失日志记录	P05.04	FSTD 限制值
P06 未能复飞	P06	不稳定进近
P06.01 不稳定进近后未能复飞	P06.01	复飞管理
P06.02 跳着陆后未能复飞	P06.02	复飞管理
P99 其他	P99	N/A
C - 交流差错	代码	专家映射 EBT 训练主题
C01 机组和外界的交流	C01	机组和外界的交流
C01.01 和 ATC	C01.01	非技术性能力（CRM）

C01.02 和乘务员	C01.02	非技术性能力（CRM）
C01.03 和地面员工	C01.03	非技术性能力（CRM）
C01.04 和签派	C01.04	非技术性能力（CRM）
C01.05 和机务	C01.05	非技术性能力（CRM）
C02 机组间的交流	C02	非技术性能力（CRM）
C03 交流错误 CPDLC	C03	非技术性能力（CRM）

威 胁		
E - 环境威胁	代码	专家映射 EBT 训练主题
E01 气象	E01	气象
E01.01 雷暴	E01.01	恶劣天气
E01.02 低能见度	E01.02	进近，能见度接近最低标准
E01.03 阵风条件 - 风切变 - 尾流	E01.03	风切变改出
E01.04 结冰条件	E01.04	恶劣天气
E01.05 冰雹	E01.05	恶劣天气
E02 缺乏目视参考	E02	恶劣天气
E03 空中交通管制服务	E03	ATC
E04 鸟类/外来物	E04	鸟类/外来物
E04.01 鸟类	E04.01	意外性
E04.02 野生动物	E04.02	FSTD 不可训练
E04.03 外来物	E04.03	FSTD 不可训练
E05 机场设施	E05	机场设施
E05.01 标识/照明不良，标记模糊，跑道滑行道关闭	E05.01	FSTD 不可训练
E05.02 污染的跑道、滑行道，差的刹车效应	E05.02	跑道或滑行道道面状况
E05.03 沟、渠、侵入式结构	E05.03	FSTD 不可训练
E05.04 机场边界管制/围栏管制/野生动物管制	E05.04	FSTD 不可训练
E06 地基导航设施故障或不可用	E06	
E06.01 故障、缺失或不可用	E06.01	导航
E06.02 未校准	E06.02	导航
E07 地形/障碍物	E07	地形
E08 交通	E08	航空器冲突
E08.01 飞机	E08.01	航空器冲突
E08.02 车辆	E08.02	航空器冲突
E09 跑道道面入侵	E09	E09 跑道道面入侵
E09.01 飞机	E09.01	航空器冲突
E09.02 车辆	E09.02	意外性
E09.03 野生动物	E09.03	FSTD 不可训练

E09.04 其他	E09.04	FSTD 不可训练
E99 其他	E99	N/A
A - 航线上的威胁 A01 飞机故障	代码	专家映射 EBT 训练主题
A01.01 发动机非包容性失效	A01.01	发动机故障
A01.02 包容性发动机失效	A01.02	发动机故障
A01.03 起落架/轮胎	A01.03	飞机系统故障
A01.04 刹车	A01.04	飞机系统故障
A01.05 飞行操纵	A01.05	飞行操纵
A01.05.01 主飞行操纵	A01.05.01	飞机系统故障
A01.05.02 次飞行操纵(襟翼、扰流板)	A01.05.02	飞机系统故障
A01.06 结构损坏	A01.06	飞机系统故障
A01.07 火/烟	A01.07	火警和烟雾管理
A01.08 航电、仪表	A01.08	飞机系统故障
A01.09 自动驾驶仪/FMS	A01.09	自动化管理
A01.10 液压系统故障	A01.10	飞机系统故障
A01.11 电气系统故障	A01.11	飞机系统故障
A01.12 燃油系统故障(含燃油泄漏)	A01.12	飞机系统故障
A01.13 空调/增压故障	A01.13	飞机系统故障
A01.99 其他	A01.99	N/A
A02 MEL 项目	A02	飞机系统管理
A03 运行压力	A03	工作负荷、分心、压力
A04 客舱事件	A04	非技术性能力(CRM)
A05 地面事件	A05	工作负荷、分心、压力
A06 签派/文件	A06	管理配载、燃油、性能差错
A07 维护事件	A07	FSTD 不可训练
A08 危险品	A08	管理配载、燃油、性能差错
A09 手册/航图/检查单	A09	合规性
A99 其他	A99	N/A
B - 心理/生理威胁	代码	专家映射 EBT 训练主题
B01 疲劳	B01	FSTD 不可训练
B02 视错觉/错误感知	B02	复杂状态的预防和改出
B03 空间定向障碍与空间/躯体重力错觉	B03	复杂状态的预防和改出
B04 机组失能	B04	飞行员失能

U - 非期望的航空器状态	代码	专家映射 EBT 训练主题
U01 意外飞机操纵	U01	人工航空器控制
U02 垂直、水平或速度偏离	U02	自动化管理
U03 不必要的天气穿越	U03	恶劣天气
U04 未授权的空域穿越	U04	导航
U05 操作超过飞机限制	U05	复杂状态的预防和改出
U06 不稳定进近	U06	不稳定进近
U07 不稳定进近后继续着陆	U07	不稳定进近
U08 长，飘，跳，重，偏离中心线，带倾斜角着陆	U08	人工航空器控制
U09 V1 后中断起飞	U09	合规性
U10 可控飞向地形	U010	地形

附件 3：循证训练（EBT）场景样例 1

场景样例

训练目标：此场景设定的目标胜任力为问题解决和决策（PSD）和工作负荷管理（WLM）。（该场景是第 2 天的训练场景，第一天的评估阶段要求采用 3 个胜任力）

场景描述：起飞时湿跑道并伴有侧风。爬升过程中，发动机出现故障，故障不会导致发动机在空中关车，但会影响发动机正常运行，因此要视情况考虑是否需要返航或备降。

由于低云，返回深圳将要求飞机能够满足 4.0%的复飞梯度。无法计算当前重量和发动机故障的情况下是否能满足。

广州机场天气恶劣，伴有暴雨和雷暴。香港机场的天气低于标准，但预计情况会有所改善。

没有“正确”或“错误”的解决方案。重要的不是飞机在哪里降落，而是机组做出安全决定的过程，以及他们如何沟通和实施计划。机组应制定“如果-怎么办”的预案，并讨论如何应对复飞或天气的任何恶化情况。

训练条件

初始设置	学员进行快速过站准备 机组计算起飞性能 教员确保飞机在当前飞行阶段的正确设置
PF	教员选择
飞机状态	ZFW 148.0T FOB 69.5T GW 217.5T
位置	ZGSZ, 33 号跑道等待点
航路计划	从 ZGSZ 到 YMML Altn YPAD SID: TOM9Y 按计划飞行（用 EFB 计划航路） 呼号：AA1234 巡航高度：FL370

说明	设置天气时, 教员根据机组人员的经验, 将湿跑道上的侧风设置为 15kt 到最大允许侧风 (含阵风) 之间
天气状况	湿跑道雨 在 ZGGG 西北 5 海里设置雷雨 ATIS: ZGSZ 0600Z RW33 240/7MPS R33/550 OVC003 RA 30/24 Q1000 NOSIG TAF ZGGG 270600Z 330/5G10MPS 1000 +RA OVC007 VCTS 30/25 Q1001 TAF VHHH 270600Z 220/5MPS 500 BR OVC001 28/06 Q1002 BECMG 30/09 5000 OVC020
NOTAM	ZGZS RWY 34 CLSD DUEWIP
说明	清除所有故障并重置系统

训练实施

起飞和初始爬升	
选项 A	
故障	设置 N2 OVERLIMIT INC/DEC - Engine #1
说明	如果机组人员将推力杆移动到慢车状态, 教员应清除故障。如果机组人员再次前推油门杆, 则重新设置故障
选项 B	
故障	设置 OILHI/LO TEMP- INC/DEC - Engine#1, 200 度
说明	如果油门杆处于慢车状态, 教员应将滑油温降至极限以下 (或清除故障)。如果机组人员再次前推油门杆, 则将温度再次升高至 200 度
选项 C	
故障	设置 THRLEVERFAULT - Engine #1
说明	当缝翼和起落架放出时, 1 号发动机将保持慢车
备降改航	
天气状况	ATIS ZGSZ 0600Z RW33 240/10MPS R33/550 OVC003 RA 30/24 Q1000 NOSIG ATIS ZGGG 0600Z RW20L 320/5G10MPS 1000 +RA OVC007 VCTS 30/05 Q1001 ATIS ZGSD 0600Z 100/8MPS 1500 BR OVC009 30/06 Q1002 BECMG 07/09 5000 OVC2000

说明	ILS 复飞梯度为 2.5%的决断高较高，ZGGG 机场周边有雷暴且在复飞航路上，VHHH 低于落地标准，但预计会有好转。
说明	对于以下每个选项，教员应观察机组人员的决断，必要时提供帮助
选项 A 机组决定去 ZGSZ	
故障	无法确定飞机复飞梯度能否超过 4.0%。所以，机组人员选择使用 ZGSZ 11-5 图上的 ILS33 的更高的决断高。因此，ZGSZ 不是合适的选择；云底高低于决断高。
说明	如果机组人员没有意识到复飞梯度的要求，教员可以干预并促进讨论。
选项 B 机组决定去 ZGGG	
天气状况	ZGGG 东侧 10 海里设置雷暴。
说明	ZGGG 有+RA，复飞航路上有雷暴。机组可以考虑申请非标准的复飞航路。
ATC	提供 ILS20L 的雷达引导。
选项 C 机组决定去 ZGSD	
天气状况	设置能见度为 5000m，OVC 为 1500 英尺 中度颠簸
说明	ZGGG 有+RA，复飞航路上有雷暴。机组可以考虑申请非标准的复飞航路。
ATC	雷达不提供使用，可以直飞 ZUH 建立 ILS RWY 25R。
选项 C 结尾	
说明	机组将在一台发动机在慢车的情况下完成超重着陆。教员观察机组管理威胁的过程，必要时提供帮助。
说明	飞机着陆后，场景结束。

附件 4：循证训练（EBT）场景样例 2

场景样例

概述

此场景设计同时适用于 EVAL 阶段（覆盖第 3、4、5 飞行阶段）及 SBT 阶段。机组执飞 ZSSS-ZBAD 航班，起始位置高度 4800M，位置距离 PIMOL 约 20 海里，ATC 指挥进一步爬升。

背景

在爬升至巡航高度的过程中，机组需要处理相关电气系统故障。APU 失效后，电气系统的故障将导致航班备降，机组需要在处置系统故障的同时，解决来自客舱并行出现的问题，综合评估备降场天气情况并做出决策。

目标胜任力

PSD, WLM, LTW

训练主题

飞机系统故障

工作负荷、分心、压力

航前准备与模拟机设置	
PF/PM	PF 为#1 受训人员，PM 为#2 受训人员
FSTD 设置	外部电源接通 所有系统复位 视景关闭 协助学员完成驾驶舱准备 学员负责 FMS 准备，教员负责驾驶舱设备准备
FSTD 设置	快速定位 ZSSS 停机位
配载数据	ACFT: A320 ZFW: 51T TOCG: 29% FOB: 11.0T
环境设置	ATIS ZSSS VRB02MPS 2000 FG OVC020 - RA 1/0 Q1020

飞行计划	FMS 飞行计划: FLT NBR: XXX123 B-XXXX FROM/TO: ZSSS/ZBAD ALTN: ZBYN ZBTJ ROUTE: ZSSS.. PIKAS G330 PIMOL A593 DALIM W157 TUMLO.. P148.. AGOGU W157 AVBOX.. ZBAD PAX: 115 巡航风/巡航高度: M26KT/10100M 备降油量/储备燃油: 4.3T/1.5T
ATC 放行	ATC 放行: 跑道 36L PIKAS - 71D 离场, 起始高度 900 米, 应答机 0123, 进近频率 119.75
FSTD 设置	快速启动发动机
环境设置	设置场景为白天, 打开视景
教员提示	释放模拟机前教员确保: ● 学员已完成 FMS、FCU、航图和起飞前项目的准备 ● 学员已完成离场简令和起飞前检查单 ● 飞机按需设置正确构型 ● 飞行计划已保存
爬升	
FSTD 设置	高度 4800M, 距离 PIMOL 约 20 海里
空管	ATC: 上升高度 7200M, 联系区调 128.1 ATC: 证实航路高度 10100M? ATC: 由于限制, 10100M 不可用, 10700 能接受吗? ATC: 上升高度 10700M, 快速通过 8400M
故障	ELEC IDG 1 (2) OIL LO PR/OVHT
客舱	客舱: 乘务员报告有个旅客晕厥在座位上
教员提示	观察机组处理并行出现的问题时的工作负荷管理 (WLM)
故障	APU fail (APU 启动过程中故障)
教员提示	观察机组的决策 (PSD)
客舱	客舱: 医务人员判定是心脏病病人, 申请打开紧急医疗箱
天气状况	XUTGU 东南 10NM 附近设置雷暴 (覆盖航路)
教员提示	观察机组在受到干扰时的工作负荷管理 (WLM)
教员提示	观察机组的决策 (PSD); 机组对整体状况的评估以及在评估过程中的沟通 (COM); 以及备降的程序 (PRO)

空管	ATC: 由于冲突, 继续上升 10700M
空管	ATC: 备降场天气情况
教员提示	观察决策过程中的决策流程 (PSD); PF 是否能领导团队达成目标 (LTW); 机组与各方及互相沟通 (COM) 情况; 机组对状况综合评估及决策能力 (PSD); 备降过程中的自动航径管理 (FPA) 的能力
教员提示	当以下条件均满足时, 场景结束: 1. 机组做出决策; 2. 完成备降相关的程序; 3. 完成下降进近简令。