



咨询通告

中国民用航空局飞行标准司

编 号:AC-FS-121-2015-125

下发日期:2015年9月28日

航空承运人运行控制风险 管控系统实施指南

目 录

1.目的	1
2.适用范围	1
3.依据	1
4.背景	2
5.系统要求	3
6.系统建设流程	6
7.风险等级划分	7
8.审批要求	8
9.过渡期	8
附件一:系统功能示范	9
附件二:航班运行风险因素分析样例	12
附件三:风险分析与评价方法	23
附件四:算例分析	26

航空承运人运行控制风险管控系统实施指南

1.目的

本咨询通告为航空承运人建设与实施以风险管理为核心的运行控制风险管控系统提供指南,为局方对航空承运人的运行控制风险管控系统的审定和监察提供依据和指导。

2.适用范围

本咨询通告适用于按照 CCAR121 部实施运行的航空承运人。航空承运人应按照本咨询通告的政策、标准与指南,结合自身运行实际,建立运行控制风险管控系统。CCAR135 部和 CCAR91 部运营人可参照本咨询通告建立或实施运行风险控制系统。

本咨询通告附件中提供的运行控制风险管控系统实施方法并不是唯一的,航空承运人可根据自身实际制定局方可接受的运行控制风险管控系统。

3.依据

- a.《国际民用航空组织公约》附件 6《航空器运行》;
- b.《国际民用航空组织公约》附件 19《安全管理体系》;
- c.国际民用航空组织 Doc9859 《安全管理手册》;
- d.CCAR-121-R4《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》;
- e.AC-121/135-FS-2008-26《关于航空运营人安全管理体系

的要求》；

f.AC-121-FS-2011-004R1《航空承运人运行中心(AOC)政策与标准》。

4.背景

目前民航已进入系统安全管理(SMS)时代,开展系统风险管理是安全管理的重要特征和手段。近年来,随着国际民用航空公约附件19—《安全管理》的正式颁布,更是明确提出了风险管理是安全管理体系的核心。运行控制在航空公司的整个运行中处于核心地位,运控部门是航空公司安全的神经中枢、是组织和实施飞行的指挥中心、是协调控制飞行运行的职能部门、是集中处理不正常或应急事件的决策和发布机构,更是航空公司运行风险管控的核心和关键环节。因此,建立有效的运行控制风险管控系统对于航空公司的安全管理体系有十分重要的意义。

目前,航空公司的运行控制涉及到机组、签派、机务、乘务等多个部门及人员,对内需协调飞行、客舱、机务、地服、营销等部门,对外需协调空管、机场等单位,工作协调难度大、信息处理复杂度高、运行管理综合性强;同时,伴随着中国民航航班量的高速增长,运行风险在数量和复杂度上已呈几何式增长,为进一步提升实际运行中风险的动态评估与管控能力,航空公司应充分利用信息化技术改进现有的风险控制手段,完善风险防范机制,并逐步实现运行控制风险管理由事件驱动型向数据驱动型的转变,强化对运行风险的有效识别、监控、预警、缓解和消除,充分发挥运行控制在航空

公司风险管控中的核心作用,从而更好地适应行业高速发展的安全需求。

运行控制风险管理涵盖航班运行的各个阶段,需要建立航班运行风险控制系统,从气象、航路、机场、飞机、机组等方面对影响航班运行安全的危险源进行系统分析,并制定风险缓解方案,实现风险的主动管控,为相关运行单位和人员提供有力决策支持。本通告从管理政策、建设流程、风险等级划分、审批等方面对运控风险管控系统的建设与实施提出了具体要求。

5. 系统要求

风险管控是涵盖风险评估、风险控制、效果反馈、持续改进的闭环管理过程,表现形式为手册、团队、指标体系等。运行控制风险管控系统具体应包括风险管控的政策、手册、危险源库、运行团队、工具等,同时应注重相关人员在风险管理理论和实践方面的培训。对于航空承运人的具体要求包括但不限于以下内容:

1) 建立运行控制风险管控政策,包括目标、组织机构及职责、风险管理和安全保证的流程及程序、人员配备、系统改进方法等。

2) 建立并持续运行控制风险管控手册,手册可单独编制,也可写入公司运行手册。主要内容包括:

- a) 风险管控政策;
- b) 风险管控目标;
- c) 风险管控的要求;
- d) 风险管控的程序和过程;

- e) 与风险管控程序和过程相关的职责及权限；
- f) 风险管控程序和过程间的相互作用或接口。

3) 航空公司应具有风险管控专家团队,负责制定风险管控实施计划、进行危险源识别和风险分析、评估风险管控效果,组织安全培训、保存记录和文件,完成与航空公司安全管理体系的对接。风险管控专家团队负责人应由运行副总、AOC 总监或承担相应职责的管理人员担任,成员应包括飞行、签派、性能、情报、气象、机务、客舱、地服、安监、市场、货运等技术领域的专家,并能够承担和投入到风险管控工作中,同时还应建立专家团队的进入和退出机制。专家团队日常管理机构通常设置在运行控制部门。

4) 建立运行控制危险源库。风险管控专家团队在进行危险源识别时,应充分考虑运控工作涉及的硬件、软件、人员、环境等相互间的影响,可借助运营人的手册、检查单、组织结构图和人员岗位说明等,在公司原有危险源数据库的基础上,详细识别可能涉及的危险源,并进行风险分析;目前管理者、检查人员和一线员工共同参与的头脑风暴会议通常是较为有效的方法。危险源库建立后应持续更新和补充,以防范因运行规模、机型、机场、航线等运行条件的变化带来的风险。

5) 建立风险管控专家团队及运行控制人员在风险管理理论和实践方面的培训机制。培训通常可分为初训、复训等,一方面包括安全理论知识,另一方面也应加强对运行控制工作整体性、前瞻性的实践训练,尤其需关注岗位与岗位工作内容和工作权责接口

部分,使运行人员对运行控制工作及风险管控系统的流程和程序更为清晰。

6)系统功能要求。风险管理由系统和工作分析、危险源识别、风险分析、风险评价和风险控制组成;风险管理过程处于提供产品或服务的过程中,不是一个独立的或特殊的过程。运行控制风险管控系统是运控系统有数据关联的、非独立的系统,应充分整合并应用运行控制相关数据信息,使其具备科学、准确和完善的运控风险管控辅助决策功能,同时又能为运控系统提供相应的数据分析和决策评估。本系统目前只作为一种风险控制手段,其核心功能是为运行控制相关人员履行职责提供决策参考,不能代替人员做决策。

7)建立系统实施程序。航空公司应基于运行控制工作流程,制定以风险值为评价标准的系统实施程序,明确将风险值作为签派放行和运行监控的主要参考因素之一。当风险值偏大时,应采取相应的风险缓解措施,将风险值降低到可接受状态。

8)系统的持续改进。航空公司应定期审计和评估系统风险管控实际效果,结合不安全事件调查、内部安全检查、自愿报告系统等对风险管控系统持续改进,保证系统能力持续满足风险管控要求,使运控安全绩效水平达到可接受程度。

9)建立运行控制体系安全文化。在风险管控中,最为高级的一环是建立安全文化。航班运行控制风险管控系统建设应成为建立运行控制体系安全文化的抓手,最终目的是建立良好的安全文

化,将风险管理意识渗入到运行各个环节,切实提高运行控制能力。

6. 系统建设流程

1) 建立航班运行风险指标体系

从预先准备阶段、直接准备阶段到实施阶段,对运行控制工作进行系统分析,汇总所有可能的危险源。确定危险源的层级,建立航班运行风险指标体系,每个危险源即为影响航班运行的风险因素。

事故树分析(FTA)是建立指标体系有效方法之一,从事故或事件(上层事件)开始,层层列出促发原因,直到找出事故的根本原因(底层事件)为止。分析需从航班起飞前的签派放行和起飞后的运行监控两方面进行。对于签派放行阶段,需进行分析的风险因素包括起飞机场、着陆机场、备降机场、航路、航空器功能和机组等方面信息;对于飞行监控阶段,需进行分析的风险因素包括着陆机场、备降机场、航路、航空器功能和机组等方面信息。

2) 建立航班运行数据库

根据指标体系中的风险因素,提取飞行、签派、性能、情报、气象、机务、客舱、地服、安监、市场、货运等部门相关数据,并结合行业与航空公司运行控制相关的不安全事件数据,建立对应风险因素的航班运行数据库。

3) 量化各风险因素

根据民航规章、公司手册、发动机和飞机制造厂商、风险管理专家的建议,并结合SMS风险管理案例等,划分风险因素等级,量化各风险因素的分类标准。

4) 建立评估模型

建立量化评估模型,从指标体系底层的风险因素依次向上计算,最终得出总体的运行风险值;并根据实际运行案例对模型进行验证,保证评估模型的正确性。

本通告附件四算例中使用的方法是模糊隶属函数与风险矩阵,类似的方法还有灰色多层次分析法和综合评价法等。

5) 系统开发与评估模型的调整

将评估模型转换为计算机语言,并纳入运行控制系统中,实现风险值的实时计算和显示;同时将运行风险评估结果与运行后的典型案例结果进行定期对比,调整优化模型中的赋值和阈值(临界值),提升评估模型的精确性。

7. 风险等级划分

本通告的运行控制风险评估建立在满足民航法规要求基础之上。

航空公司的运行控制风险可分为三个等级,即可接受风险、缓解后可接受风险和不可接受风险。通常可用 1-10 的风险数值来量化评价风险的程度。例如,风险值介于 1 到 5 之间为“可接受的”;风险值介于 5 到 8 之间为“缓解后风险可接受的”,风险值大于 8 的即为“不可接受”。其中,“可接受状态”表示运行控制各影响因素均符合民航法规和航空承运人的运行政策要求,并具有一定安全裕度;“缓解后可接受”表示少数运行条件处于标准边缘或不确定因素过多,通过制定相应措施或随着运行条件变化可使之转变为可接受的,但在制定有效的风险缓解措施之前,系统应予以

警告；“不可接受状态”表示综合判断各影响因素后表明运行安全受到威胁。

此外，系统还需对风险控制过程中产生的衍生性风险和组合性风险进行充分和有效的评估。衍生性风险是指在风险控制过程中由于运行条件变化而新增的风险，例如，新增特殊机场运行会额外增加机组、机场等方面的运行控制风险；组合性风险是指当某些运行条件同时存在时，风险会形成组合，从而形成新的风险，例如，当新机长和低能见度同时发生时，其导致的风险应当单独进行评估。

8. 审批要求

航空承运人应将运行控制风险管控系统在运行规范 A0015 条款中进行描述，并将系统总体政策和要求写入运行手册中。条款描述中应包含但不限于以下内容：

- (a) 运行控制风险管控系统的组成与功能；
- (b) 关于运行控制风险管控的政策和流程；
- (c) 运行控制风险管控的职责划分。

局方监察员在审批航空承运人运行规范 A0015 条款时，应依据本通告，充分评估风险管控系统对于航空承运人运行控制风险防控的全面性和有效性。

9. 过渡期

本通告自发布之日起生效。各航空承运人应按照本咨询通告要求开展运行控制风险管控系统的建设与实施工作，并于 2017 年 10 月 31 日前确保运行控制风险管控系统满足本咨询通告要求。

附件一：系统功能示范

运行控制风险管控系统是航空公司安全管理体系（SMS）的有机组成部分，系统应以安全管理体系中风险管理为核心，将签派放行和运行监控过程中所有的影响因素通过评估系统进行识别、分析、评价和控制，正向评估实现对航班运行风险的定量计算、风险评价、风险预警功能，并反向推理快速诊断最关键的风险因素，为航班运行风险管控提供实时辅助决策的支持，实现风险缓解和风险持续监控等功能，避免因运控人员资质能力差异所导致的风险遗漏、变化或升级，提高航空公司运行风险控制的能力和效果，从而减少运行控制中的人为差错，提高运行效率，保证运行安全。

系统按照飞行运行流程，分为飞行前风险评估、飞行中风险监控、飞行后品质分析三大功能模块。

1. 飞行前风险评估主要针对签派放行工作，提取机组、航空器、天气、机场、航路、空管等放行涉及的因素，对运行风险因素内容进行分析，以确定阈值，同时对航班运行风险的衍生性风险和组合性风险进行分析，最终计算得出飞行前风险值。

具体功能包括：

1) 航班运行风险值的显示与查询：在运控系统签派放行相关界面中，可查询未起飞航班的放行风险值。数值显示应清晰直接。对于风险过大的航班，可同时使用红橙等警示色增强标识。

2) 航班详细风险信息的显示与查询：点击某一航班，可查询该航班的详细风险评估报告，包括各类因素的风险等级和风险值，以及各因素风险评价的规章依据和具体原因。

3) 航班风险值实时和手动计算功能：当天气报文、通告、机组、

航空器等信息变化时，根据最新情报重新计算航班运行风险值。当签派员手工对航路航线、备降机场、跑道号等信息进行更改时，重新计算风险值。

4) 航班运行风险趋势预测功能：分析风险因素相互作用，统计后续演化情况，推测未来该风险变化趋势，并根据预测结果生成预测报告。通过对已知风险因素状态，评估得到航班运行过程中的其他风险因素出现的可能性，给出关键风险要素排序清单，并提供针对性的风险排查、风险缓解方法，详见图 1。

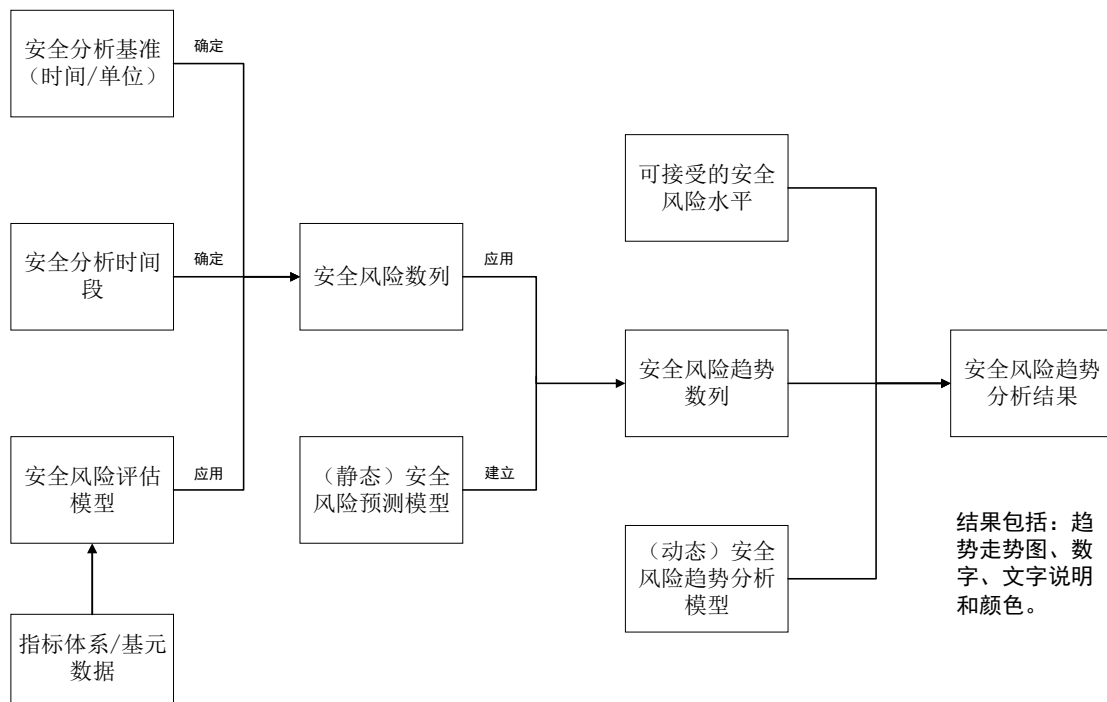


图 1 运行控制风险预测流程图

5) 风险告警提示：当风险因素变化后，使得航班运行风险等级由低风险区域向高风险区域变化时，系统可弹出对话框提示签派员。

6) 基于专家意见的系统风险缓解方案查询功能：对于风险等级和风险值高的运行影响因素，可对应查询风险缓解方案。缓解方案应基于行业和公司运行专家认可的建议措施，代表了公司风险管控手段

和方法。

2. 飞行中风险评估主要针对运行监控工作，监控航空器、天气、机场、航路、空管等飞行中可能涉及的安全影响因素，计算得出飞行中的风险值。

具体功能同上。

3. 飞行后品质分析主要根据航后实际运行数据以及相关运行人员的意见和建议，对飞行前和飞行中的运行控制工作进行反馈，当出现未能预期的长时间延误、返航或备降等不正常情况，统计实际影响因素的准确数据，与系统前期设定的值进行对比分析，必要时对数据库中风险因素阈值或权重值进行修改。

具体功能包括：

1) 运控人员风险缓解措施记录：当风险值在“缓解后可接受”和“不可接受”范围内，运控人员实施风险缓解措施后，系统记录风险缓解措施记录，同时记录缓解措施前后的风险值。

2) 历史数据记录及定期对比：系统能够记录历史航班的风险评价及其相关的风险要素得分，使得合格证持有人能够根据历史数据和实际运行中相关运行人员的意见和建议，对系统前期设定的值进行对比分析，必要时对数据库中风险因素阈值或权重值进行修改。

3) 风险因素阈值或权重值人工修改：设置管理员账户，可手工对数据库中风险因素阈值或权重值进行修改。

附件二：航班运行风险因素分析样例

1. 飞行前风险要素与分析

飞行前风险要素主要从人、机、环三方面分析，具体如下：

1.1 “人” 机组风险要素 (C)

机组风险要素涉及方面众多，航空器承运人应结合机组风险管理和机组资源管理的成果进行确定。机组风险要素 (C) 通常可分为机组配合程度 (C1)、机组经验能力 (C2)、机组压力程度 (C3) 三个方面。

1.1.1 机组配合程度 (C1)

机组间配合的默契度影响着机组工作的效率和质量，配合好的机组可以有条不紊地完成各项飞行任务，而默契度不高的机组会给航班的飞行带来安全隐患。机组配合程度 (C1) 主要受机组间搭配程度 (C4)、机组技术级别配合 (C5) 影响，若有外籍飞行员或执行要求英语通话的国内及国际航路，机组的英文程度 (C6) 也会影响其配合度。

(1) 机组间搭配程度 (C4)

将机组间搭配程度风险 (C4) 分为机组协作程度 (C11) 和机组技术经验搭配 (C12) 两项。

机组协作程度 (C11)：分工及协作的情况直接影响了飞行工作质量，需要引起足够重视。

机组技术经验搭配 (C12)：公司应对机组进行技术经验搭配，使得互相取长补短，更好协作。对于不同技术搭配的机组，应逐一对其合作程度做出风险评估。

(2) 机组技术级别配合 (C5)

教员、机长、新机长、副驾驶之间的搭配不仅应满足规章与公司手册要求，也应针对不同的搭配进行风险等级判定。值得注意的是，两位资深的飞行员进行搭配不一定能起到正面作用，机长和副驾驶各负其责、交叉检查是有效降低风险的理想状态。

(3) 机组英文程度 (C6)

若有外籍飞行员或执行要求英语通话的国内及国际航路时，英语通话能力显得十分重要，可使用 ICAO 英语等级确定风险程度。

1.1.2 机组经验能力 (C2)

经验丰富的机组不仅能高效完成飞行任务，面对突发的紧急情况也可以相对从容地应对。机组经验能力风险 (C2) 可分为机长经验能力 (C7) 与机组其他成员飞行经验能力 (C8)，而各机组的经验能力又包括飞行经验 (C13, C15) 和对机场的熟悉程度 (C14, C16)。

(1) 机长经验能力 (C7)

a. 机长的飞行经验能力 (C13)

机长的飞行经验风险是严重影响飞行安全的因素之一，应根据 CCAR-61 等规章和公司飞行训练要求，从技术级别、飞行经历等方面对机长的经验程度进行分级和评估。

b. 机场熟悉程度 (C14)

机场熟悉程度是飞行安全的重要影响因素之一，尤其在起降机场为特殊机场时，需要对机长进行严格的训练和检查要求。机场熟悉程度是可从飞行该机场次数、距离最近一次飞行该机场的间隔等方面进行评估。

(2) 其他机组成员经验能力 (C8)

a. 其他机组成员的飞行经验能力 (C15)

对于其他机组成员飞行经验中的技术级别风险 (C32)，主要考虑副驾驶的技术级别。根据民航局的咨询通告 AC-121-FS-2012-36R1，对于在最大起飞全重 13600 千克以下的飞机担任副驾驶的驾驶员总驾驶时间不得少于 500 小时。副驾驶级别风险程度可用其总驾驶时间来判断。

b. 其他机组成员的机场熟悉程度 (C16)

其他机组成员的机场熟悉程度风险的层次和分析与前述一致。

1.1.3 机组压力程度 (C3)

过大的工作压力会使机组身心疲惫，工作效率降低，容易产生工作疏忽与差错，影响航空安全。机组的压力程度 (C3) 可分为机组疲劳程度 (C9) 和精神压力 (C10) 两方面。

(1) 机组疲劳程度 (C9)

机组疲劳程度风险 (C9) 又可分为短暂性疲劳 (C17) 和累积性疲劳 (C18) 两方面。

a. 短暂性疲劳 (C17)

短暂性疲劳指因短时间内工作量大或者休息程度差而产生的，经过适当的休息调整可以消除的疲劳。可根据 CCAR-121 部对飞行时间、执勤时间、休息时间的规定，结合机组工作量、机组年龄等进行评估。

b. 累积性疲劳 (C18)

累积性疲劳指因长时间处于休息不足或工作压力大状态，不能在短时间内恢复的疲劳。将机组的累积性疲劳风险可从累积工作量、休息程度和机组年龄等方面进行评估。

(2) 精神压力 (C10)

精神压力 (C10) 可从人员导致 (C19)、设备导致 (C20)、环境导致 (C21) 三方面分析。其中, 人员导致 (C19) 可分为有特殊旅客 (C22) 和飞行检查 (C23), 设备导致 (C20) 可从 MEL 项 (C24) 的情况进行分类和判断, 环境导致 (C21) 可分为航班延误等不正常情况 (C25)、有临时更改航路 (C26)、危险天气 (C27)。机组精神压力增大, 工作中易产生紧张情绪, 不利于航空运输的安全, 此时需引起签派员足够的重视。

1.2 “环”运行环境要素分析 (E)

运行环境要素分析 (E) 主要分为机场风险要素 (E1) 和航路风险要素 (E2) 两大类。

1.2.1 机场风险要素 (E1)

飞机运行过程中, 最容易出现危险的是在机场的起飞和降落阶段, 机场风险要素对航班安全有着至关重要的影响。机场分为起飞机场, 目的地机场和备降机场, 其风险要素可分为与空管配合情况 (E3)、飞行条件复杂程度 (E4)、和气象条件 (E5) 三个方面。

(1) 与空管配合情况 (E3)

国内繁忙机场, 进近和塔台管制员的工作压力大, 加上高峰时刻的流量的剧增等因素, 机场繁忙程度 (E8) 也成为了签派员放行需要考虑的风险因素。机场繁忙程度 (E8) 可分为目的地机场繁忙程度机场繁忙程度 (E18) 和备降机场繁忙程度 (E19)。

如果有外籍飞行员、或执行要求英语通话的国内及国际航路时, 机长、其他机组和管制员的英语流利程度 (E9) 也是影响机组与空管配合的重要风险因素, 可用其 ICAO 英语等级评估风险程度。

(2) 飞行条件复杂程度 (E4)

着陆机场的飞行条件的越复杂，飞行员进近着陆的工作压力越大，航班安全也会受到很大威胁。飞行条件复杂程度风险 (E4) 分为着陆复杂程度 (E10)，进近复杂程度 (E11) 和周边环境复杂程度 (E12) 三方面。

根据统计 70% 以上的飞行事故发生在着陆过程中，因此着陆复杂程度是影响飞行安全的重要因素，可从设备设施条件 (E20)、跑道长度坡度等条件 (E21) 和是否有限制性通告 (E22) 等方面进行分析。

当着陆机场的地形复杂，有高大障碍物时，飞机的进近会面临更多的要求与限制，机长的操作难度也会增大，此时要考虑为高风险因素。进近复杂程度风险可从地形/障碍物 (E23) 和特殊气候 (E24) 等方面进行分析。

(3) 机场气象条件 (E5)

天气是不断变化的一种大气状态，对于航空运行至关重要。而起飞、目的地和备降机场的气象条件对飞机的起飞着陆有重要影响，签派员必须在运行控制过程中时刻关注各机场的气象条件变化。将机场气象条件风险 (E5) 分为天气现象 (E13)、摩擦效应 (E14) 和起落标准 (E15) 三个方面，分别对起飞机场、着陆机场和备降机场进行评估。

1.2.2 航路风险要素 (E2)

航路条件影响着飞机的巡航，也是签派员放行和监控飞机的重要指标之一。航路风险要素 (E2) 包括航路更改 (E6) 和驾驶相关风险因素 (E7) 两方面。

(1) 航路更改 (E6)

在涉及相关航路更改时，可能导致签派员和飞行机组的准备不

足，以及对更改后航路的熟悉程度低，也会给其工作带来一定安全隐患。航路更改风险以是否有航路更改来判断风险值。

(2) 驾驶相关风险要素 (E7)

驾驶相关风险 (E7) 分为重要天气 (E16) 和特殊旅客或货物 (E17) 两方面。

影响航路飞行安全的还有各种不利的和具有潜在危险的天气情况，如雷雨、台风、颠簸、风切变等重要天气在签派放行时必须给予足够的重视。

特殊旅客是指在旅客运输过程中需要被给予特别礼遇或特殊照顾的旅客，多次飞行事故调查结果涉及了特殊旅客对飞行的干扰和影响。特殊货物是指在收运、储存、报关、运输及交付过程中，因货物本身的性质、价值、体积或者重量等条件需要特别处理的货物。有特殊旅客或货物，给飞机的航路飞行带了限制和潜在风险。

1.3 “机” 航空器状态风险要素 (A)

航空器是航空运输的基础，任何零件与系统的故障都可能带来不可估量的严重后果，签派员在签派放行时要确保飞机完好的功能和适航状态。将航空器状态风险要素 (A) 可分为 MEL 项 (A1)、航空器自身状态及使用情况 (A2)、航空器属性 (A3) 三方面。

1.3.1 MEL 项 (A1)

MEL 可从着陆进近涉及 MEL (A3) 和其他 MEL 项 (A4) 两方面来考虑。当飞机的着陆进近阶段涉及 MEL 项目时，可能会对飞机的性能产生很大影响，给飞行安全带来威胁。着陆进近涉及 MEL 项风险以是否存在 MEL 项目及影响程度来判断风险程度。其他 MEL 项也需由航空器承运

人来确定关联影响后的风险程度。

1.3.2 航空器自身状态及使用情况 (A2)

不同型号的航空器故障率 (A6) 有一定差异, 此因素需要进行考量。尤其是, 近年故障率和频发故障需要重点考虑; 另外, 航空公司对该航空器使用的日均飞行时间 (A7) 等与故障率的曲线关系, 距离定检的时间 (A8) 等均可作为评估航空器功能的风险因素。

1.3.3 航空器属性 (A3)

航空器承运人在使用某一航空器执行航线任务时, PBN 能力 (A9)、通讯导航设备 (A10) 和导航数据库 (A11) 限制了可选航线和可用程序, 是影响飞行安全的重要因素, 应根据航班任务确定其风险程度。

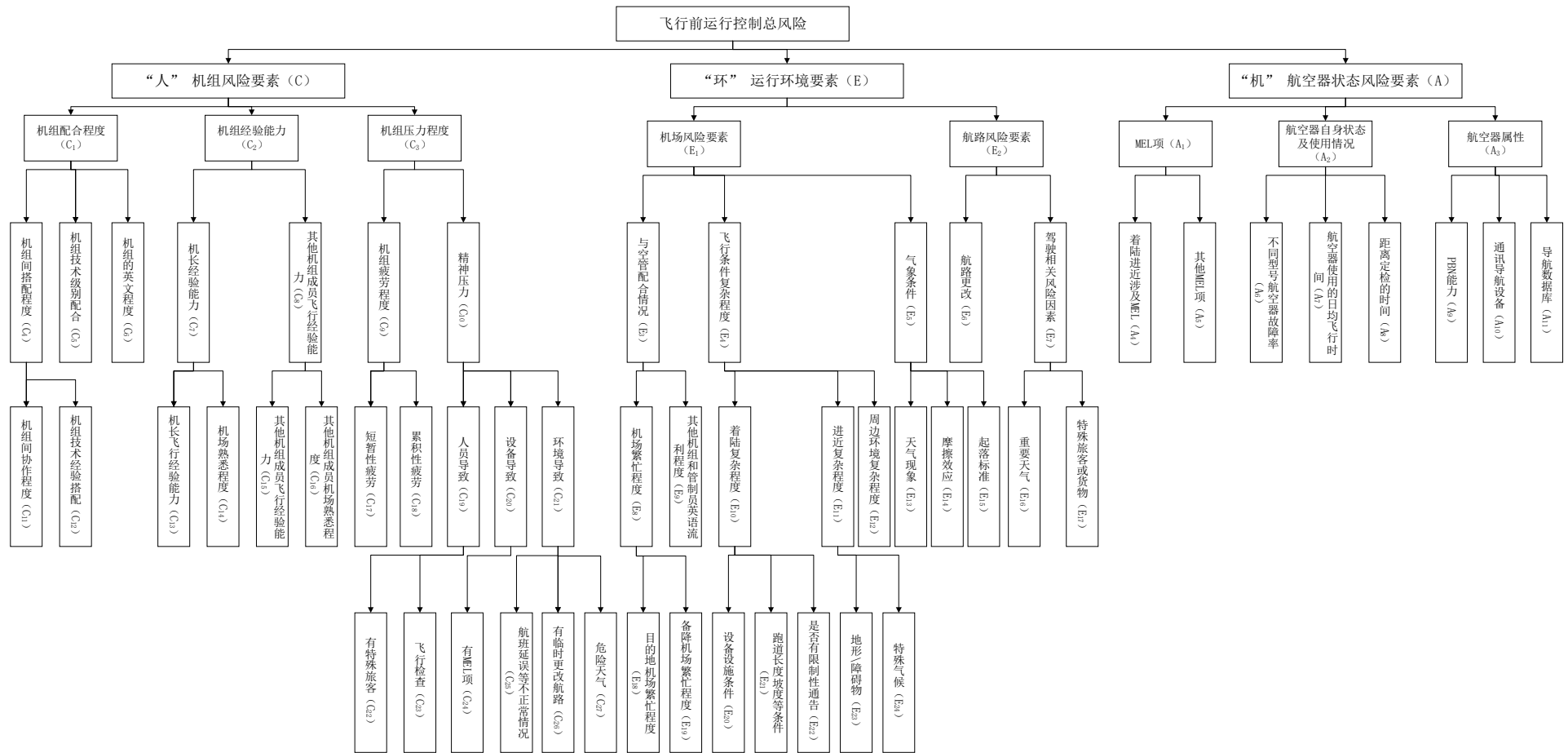


图 2 飞行前运行控制风险要素图

2. 飞行过程中风险要素与分析

2.1 机组工作状态风险要素

与起飞前对机组工作风险要素分析一致。需要注意的是，起飞后风险要素分析要对随时对飞行时间、执勤时间等条件不断监控。

2.2 机场风险要素

与起飞前机场要素分析一致，无需继续分析起飞机场的相关风险。需要注意的是，起飞后风险要素分析要对随时可能变化的气象、通告等条件尤为关注。

2.3 航路风险要素

与起飞前对航路风险要素分析一致。需要注意的是，起飞后风险要素分析要对随时可能变化的气象、通告等条件尤为关注。

2.4 航空器风险要素

除考虑飞行前航空器风险要素外，还需对飞行中的飞行状态和燃油情况等进行评估。

2.4.1 临时故障

航空器在飞行过程中的运行状态对于飞行安全是至关重要的，任何部件或系统的故障都可能引发事故，引起不可估量的严重后果。当签派员收到机组或机务通报的临时出现的飞机故障时应当立即与机

组联系，协商并更改签派放行条件。飞机临时故障这个风险因素以是否有临时故障以及严重程度判断风险值。

2.4.2 飞行状态及不正常情况

签派员需通过雷达、ACARS、ADS-B 等监控技术，结合机组报告，判断航班高度、速度、轨迹等飞行状态，以及是否发生返航和备降等情况，确定风险程度。

2.4.3 燃油状态

由于飞行条件的不断变化，实际燃油消耗与计划燃油消耗会有所偏差，因此需将燃油消耗情况作为考虑因素，以便及时发现备份油不正常使用等情况，必要时进行调整或更改计划。

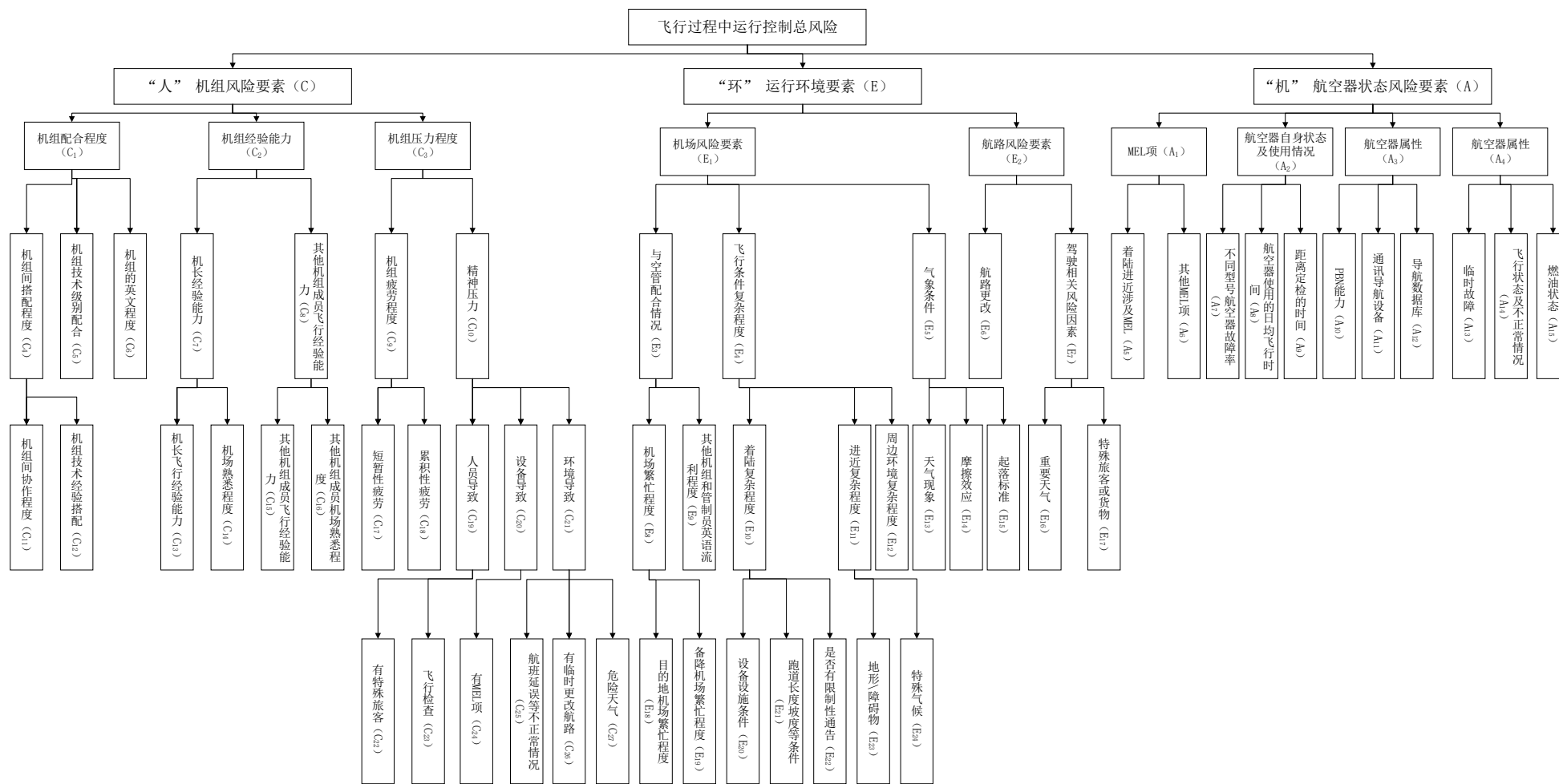


图 3 飞行过程中运行控制风险要素图

附件三：风险分析与评价方法

1. 头脑风暴法

在群体决策中，由于群体成员心理相互作用影响，易屈于权威或大多数人意见，形成所谓的“群体思维”。群体思维削弱了群体的批判精神和创造力，损害了决策的质量。为了保证群体决策的创造性，提高决策质量，管理上发展了一系列改善群体决策的方法，头脑风暴法是较为典型的一个。

头脑风暴法出自“头脑风暴(Brain-Storming)”一词，已发展成为自由联想和讨论的代名词，其目的在于产生新观念或激发创新设想。头脑风暴法是由美国创造学家 A·F·奥斯本于 1939 年首次提出、1953 年正式发表的一种激发性思维的方法。此法经各国创造学研究者的实践和发展，至今已经形成了一个发明技法群，如奥斯本智力激励法、默写式智力激励法、卡片式智力激励法等等。头脑风暴法有可分为直接头脑风暴法(通常简称为头脑风暴法)和质疑头脑风暴法(也称反头脑风暴法)。前者是在专家群体决策尽可能激发创造性，产生尽可能多的设想的方法，后者则是对前者提出的设想、方案逐一质疑，分析其现实可行性的方法。

采用头脑风暴法进行危险源分析时，要集中有关专家召开专题会议，主持者以明确的方式向所有参与者阐明问题，说明规则，尽力创造在融洽轻松的讨论气氛，一般不发表评论意见，由专家们“自由”提出尽可能多的危险源。

2. 层次分析法

层次分析法的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上,利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法,尤其适合于对决策结果难于直接准确计量的场合。

在航班运行中,往往会遇到决策的问题,比如签派放行等。在决策者作出最后的决定以前,必须考虑很多方面的因素或者判断准则,最终通过这些准则作出选择。这些因素是相互制约、相互影响的,我们将这样的复杂系统称为一个决策系统。这些决策系统中很多因素之间的比较往往无法用定量的方式描述,此时需要将半定性、半定量的问题转化为定量计算问题。层次分析法是解决这类问题的行之有效的方法。层次分析法将复杂的运控决策系统层次化,通过逐层比较各种关联因素的重要性来为分析以及最终的决策提供定量的依据,是确定风险层级、捋顺风险事故树的重要手段之一。

3. 模糊算法

模糊理论 (Fuzzy Logic) 是在美国加州大学伯克利分校的 L. A. zadeh (扎德) 教授在 1965 年创立的模糊集合理论的数学基础上综合发展起来的,其中主要囊括了模糊逻辑、模糊集合理论、模糊推理和模糊控制等几方面的内容。模糊理论是基于模糊数学,是一种用来表达和处理模糊信息的数学工具。事实证明,模糊并不代表糊涂。人类的思维空间并不完美,对万千事物的判断不可能做到精确无误。在航班运行过程中,只有极少数简单的事物可以用是或否,1 或 0 来判断。大多数因素在判断过程中存在着不少中间过渡的模糊集合,因为客观事物本身就存在差异,自身有着质和量的过渡期,隶属界限不

那么清晰的量化概念，也就是模糊概念。

评价模糊性的指标量越多越繁杂，评价的综合型越显得困难。但是人为定义模糊性的概念，往往很接近于现实中的最佳方案。“隶属函数”也称为“从属函数”，使用隶属函数可定义风险因素的模糊概念程度，即风险因素差异间的过渡区间，在这个区间里可以用 0~1 之间的小数来量化，是确定航班运行风险因素影响严重程度的重要方法之一。

附件四：算例分析

应用模糊算法，将每一终端因素的风险度分为低（low）、中（medium）、高（high）三级。设置不同边界点和不同曲线，中间线性交叉点就是模糊处，可以运用重心法或线性比例法计算得出隶属度。以机组间配合程度为例，以 CCAR121 部和公司规定为依据，建立指标体系和模糊隶属函数如下：

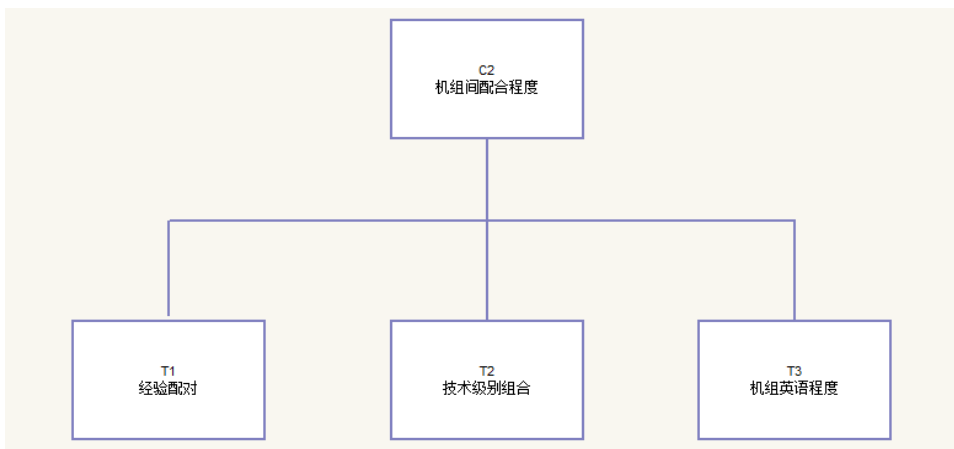


图 4 机组间配合程度指标体系示意图

1. 终端因素定义及模糊隶属函数

(1) T1 经验配对

定义：经验公式

n:机组人员数目

h:机组中经验丰富飞行员数目

m:机组中经验中等飞行员数目

l:机组中经验不足飞行员数目

令 $V=3h+2m+l$ ，则 $TI=\frac{V-n}{2n} * 9+1$ （此为经验公式，各公司可根据自身情况，酌情使用）

模糊隶属函数如下：

Value	Function	Min	Max
New	(Automatic)	1	10
Moderate	(Automatic)	1	10

Experienced	(Automatic)	1	10
-------------	-------------	---	----

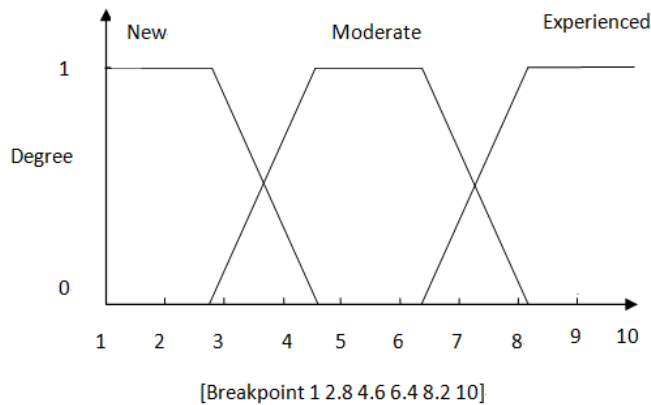


图 5 T1 模糊隶属函数示意图

(2) T2 技术级别组合

定义：根据运行经验，直接赋值
二人制机组

组合	等级
Captain、SFO	4
Captain、RP	4
Captain、FO	4
RP、SFO	3
RP、FO	1（某些公司不允许）
Captain、Captain	3

三人制机组

组合	等级
Captain、SFO、FO	4
Captain、SFO、RP	4
Captain、SFO、SFO	3
Captain、Captain、FO	2
Captain、Captain、SFO	2
Captain、Captain、RP	2
Captain、Captain、Captain	1

注：Captain 机长或飞行教员、RP 新机长（受限机长）、SFO senior 资深副驾驶、FO 副驾驶

模糊隶属函数如下：

Value	Function	Min	Max
Poor	(Automatic)	0	4

Mid	(Automatic)	0	4
Ideal	(Automatic)	0	4

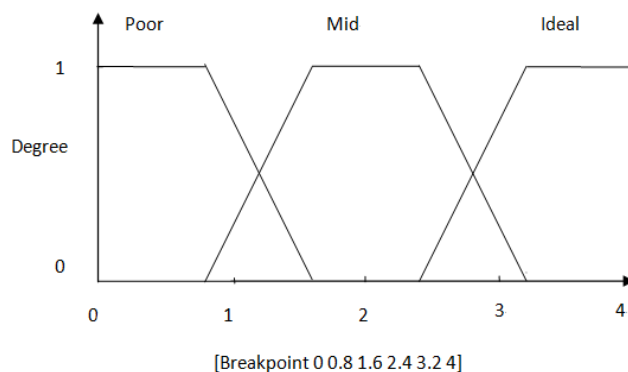


图 6 T2 模糊隶属函数示意图

(3) T3 机组英语程度 (只考虑华北地区、国际、地区航线)

定义: 本系统以飞行人员 ICAO 英语等级四级作为依据, 直接赋值
二人机组

组合	等级
一人取得 ICAO 四级	3
两人都取得 ICAO 四级	5

三人机组

组合	等级
一人取得 ICAO 四级	3
两人取得 ICAO 四级	4
三人都取得 ICAO 四级	6

模糊隶属函数如下:

Value	Function	Min	Max
Low	(Automatic)	0	6
Medium	(Automatic)	0	6
High	(Automatic)	0	6

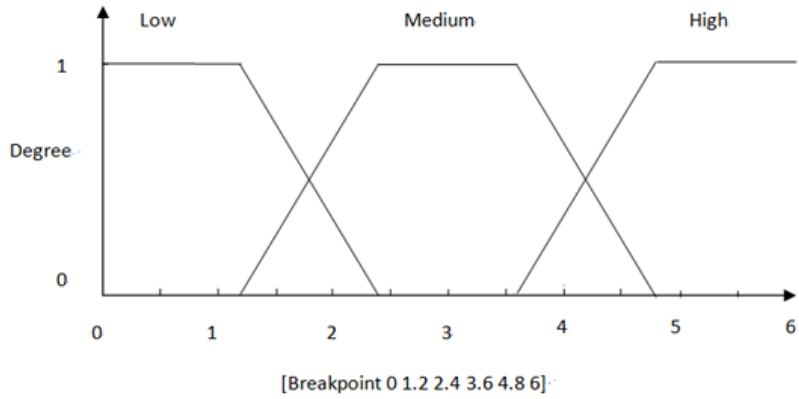


图 7 T3 模糊隶属函数示意图

2. 非终端因素风险评估矩阵

使用风险关系矩阵，评估非终端因素的风险值，定义 1 为无明显风险（仅具备潜在风险），定义 10 为风险最大值。以机组间配合为例，由一线签派专家与飞行员确立专家风险矩阵如下：

C2 机组间配合程度

		T1			
		New	Moderate	Experienced	
T3	Low				T1:经验配对 T2:技术级别组合 T3:机组英语程度
	Poor	10	8	7	
	T2	Mid	6	5	
	Ideal	5	4	4	

C2 机组间配合程度

		T1			
		New	Moderate	Experienced	
T3	Medium				T1:经验配对 T2:技术级别组合 T3:机组英语程度
	Poor	7	6	5	
	T2	Mid	5	4	
	Ideal	3	2	2	

C2 机组间配合程度

		T1			
		New	Moderate	Experienced	
T3	High				T1:经验配对 T2:技术级别组合 T3:机组英语程度
	Poor	6	5	5	
	T2	Mid	4	2	
	Ideal	2	1	1	

3. 算例推演

航班信息：航班号 XXX，机号/机型 BXXXX/738，定期航班，北京 0830-1015 浦东，备降场杭州。机上有 VIP。由于当日首都机场下小雪，飞机出港延误 1 个小时。

机组信息：

机长：XXX，新机长，在该机型的机长经验仅 70 小时，此前执飞 A320 机型，英语等级为 ICAO 四级，近期一直执飞北京到浦东的航班，班表稳定。距 30 天前累计飞行 85 小时，距今 365 天前累计飞行 700 小时。距今最近一次复训是在 4 个日历月之前。本次航班值勤时间为 6.5 小时，在飞行前从前一天下午 4 点开始休息，休息时间为 14 小时。

副驾驶：XXX，资深副驾驶，在该机型的经验 1600 小时，英语等级为 ICAO 四级，距今最近一次复训是在 2 个日历月之前。距 30 天前累计飞行 72 小时，距今 365 天前累计飞行 650 小时。本次航班值勤时间为 6.5 小时，在飞行前从前一天下午 3 点开始休息，休息时间为 15 小时。

飞机信息：没有与着陆进近相关联的 MEL 项目。

天气与机场信息：

ZBAA SA

METAR ZBAA 062300Z 12004MPS 1500 -SN FEW020 OVC040 01/M01
Q0997 NOSIG

ZBAA FC

ZBAA 062245Z 070009 15004MPS 1500 -SN OVC040 TEMPO 0103
0600 SN BKN040

C1818/11 ZBAA 2011/12/05 00:30 - 2011/12/09 06:30

18L/36R 跑道关闭因施工. 期间航空器可由 A8 和 A9 滑行道穿越跑道, A0 和 A1 滑行道禁止穿越跑道.

C1851/11 ZBAA 2011/12/07 05:00 - 2011/12/09 09:00

RWY01 ILS 不工作. 设备识别: INJ 频率: 108.5MHZ.

METAR ZSPD 072300Z 31007MPS 1700 -RA SCT009 BKN005 09/06
Q1027 NOSIG

ZSPD FC

ZSPD 072247Z 080009 31006G12MPS 1700 -RA FEW006 SCT010
OVC033

C3094/11 ZSPD 2011/05/01 23:59 - 永久

C3094/11 ZSPD

1130-1300 DLY 由于机场特殊活动, 机场关闭.

计算过程如下:

该案例机组成员中机长经验能力不足, 而副驾驶经验丰富, 根据 T1 的定义进行如下计算: $T1 = (4-2) / 4 * 9 + 1 = 5.5$ 。根据 T1 模糊隶属函数得知, T1 属于中等程度。

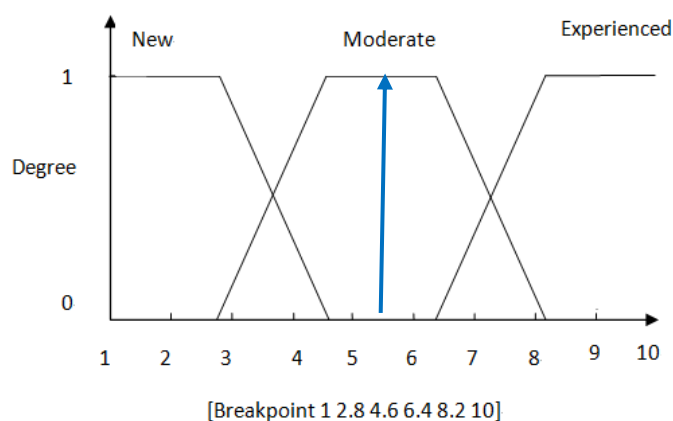


图 8 T1 模糊隶属函数

该案例中技术级别组合是机长与副驾驶搭配, 根据定义, $T2=4$ 。根据 T2 模糊隶属函数得知, T2 属于理想程度。

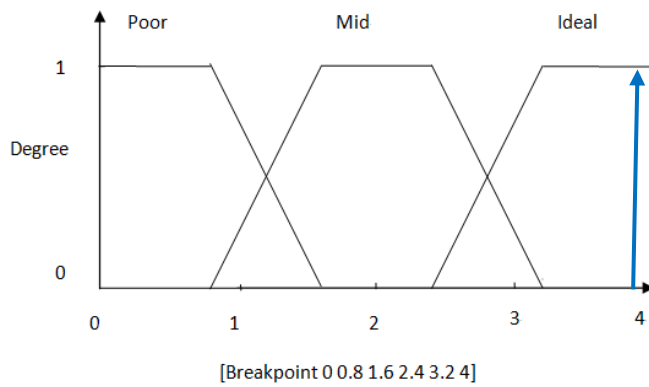


图 9 T2 模糊隶属函数

该案例中机组成员均为 ICAO 四级英语等级程度，根据定义， $T3=5$ ，根据模糊隶属函数得知， $T3$ 属于理想 Ideal 程度（此处定义为 high）。

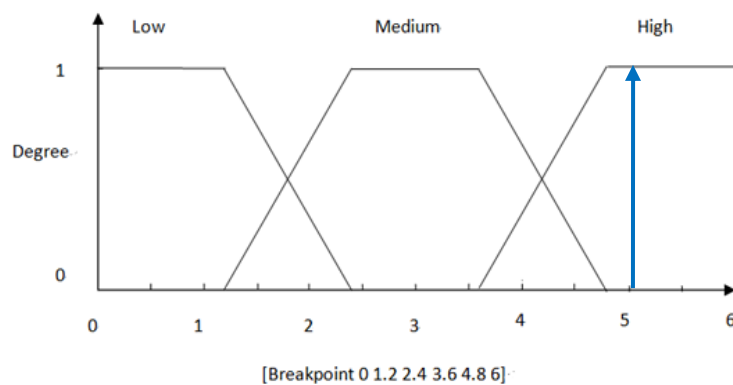


图 10 T3 模糊隶属函数

根据 C2 风险评估矩阵得知，C2 风险值=1。

C2 机组间配合程度

		T1		
		New	Moderate	Experienced
T2	High			
	Poor	6	5	5
	Mid	4	2	1
	Ideal	2	1	1

T1:经验配对
 T2:技术级别组合
 T3:机组英语程度

再由非终端因素模糊隶属函数得知，C2 风险程度为低。

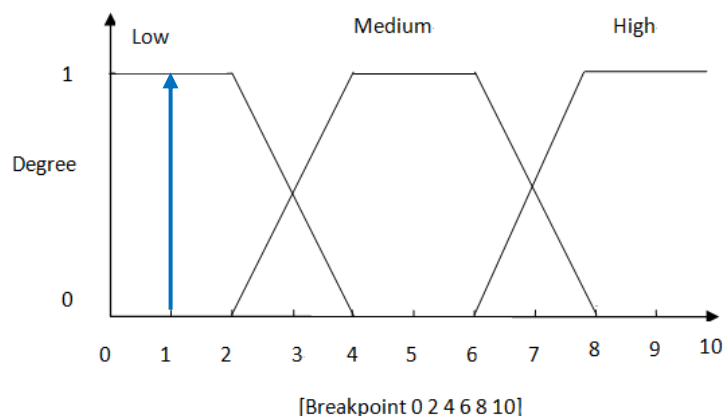


图 11 C2 模糊隶属函数

根据前述风险评估体系，从终端因素向上逐层计算，结果如下：
 机组方面风险程度 C1 根据风险评估矩阵，风险值= $[(6+6) * 75% + (7+8) * 25%] * 50% = 6.375$ ，高风险隶属度为 18.75%，中风险隶属度为 81.25%。

		C3			
		Low	Medium	High	
C2	Good				C2:机组间配合程度
	Low	1	4	5	
C4	Medium	3	6	6	C3:机组经验能力不足程度 C4:机长精神压力程度
	High	5	7	8	

实例中没有与着陆进近相关联的 MEL 项，A1=1，属于低风险程度；737-800 机型飞浦东没有任何停机位等地面保障的限制，A2 属于低风险程度。因此，飞机方面风险程度 A1 根据风险评估矩阵，风险值=1，属于低风险程度。

		TA1			
		Low	Medium	High	
TA2	Suitable	1	4	7	TA1:ALAR MEL 项目数 TA2:机型是否合适
	Unsuitable	2	6	10	

着陆进近阶段威胁 S1 的风险值= $7 * 30% + 9 * 70% = 8.4$ ，属于高风险程度。

		S2			
		Low	Medium	High	
S3	Low	1	3	7	S2:机场 S3:天气
	Medium	4	6	9	
	High	5	8	10	

ALR 总风险值=6*18.75%+8*81.25%=7.625

		C1			
		Low	Medium	High	
S1	High				C1:机组方面风险程度 A1:飞机方面风险程度 S1:进近着陆阶段威胁的 风险程度
	Low	4	6	8	
A1	Medium	5	7	9	
	High	5	8	10	

根据计算，该航班的风险值为 7.625，属于缓解后可接受的范围，必须引起签派员的注意，并尽量采取措施尽可能的降低风险。

其中着陆进近阶段威胁 S1 的风险程度达到 8.4，达到不可容忍的范围，需告警提醒签派员注意。S1 值过大的原因在于着陆标准 S7 风险值达到 7.4（原因在于能见度处于边缘），交通拥堵情况 S6 风险值达到 10。机组方面风险程度 C1 达到 6.375，属于缓解后可接受的范围。原因在于机组经验能力不足程度 C3 风险值达到 7（新机长），工作量 C14 风险值达到 8.4，累积疲劳程度 C11 风险值达到 7，疲劳程度 C7 风险值达到 7。

降低风险的措施为更换机长，非新机长可显著降低着陆标准风险值 S7 与机组经验能力不足程度 C3 风险值。更换新机长后，再次计算，风险值降为 3.2，属于可接受范围。

4. 其他

在本算例中，经验配对、技术级别组合、机组英语程度在定义风险时使用了专家评分或赋值的方式，有些因素是可以根据规章和公司规定寻找量化数值的，比如机场熟悉程度。

根据 CCAR-61/121 部对飞行员一般飞行经历的要求，可以用飞行员执行该机场间隔天数飞来评估风险值。因此，可以定义 10 天内在该机场完成过全停着陆，认为飞行员对该机场熟悉，为低风险；在 90 天内在该机场完成过全停着陆，认为飞行员对该机场不太熟悉，定义为高风险，10 天和 90 天之间定义为中等风险。

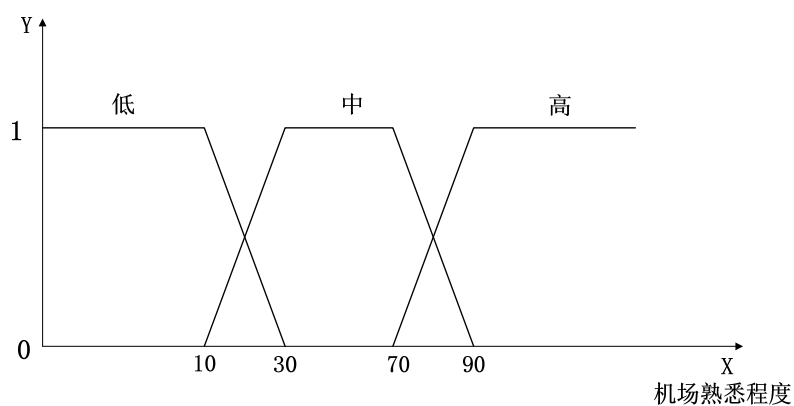


图 12 飞行经历模糊隶属函数

同时应该注意的是，模糊隶属函数将会根据定义进行调整。