

# 中国民用航空局空中交通管理局

编 号：IB-TM-2010-002

部门代号：TM

日 期：2010年2月22日

## 空域安全评估方法指导材料

### § 1 目的

§1.1 随着我国航空运输迅猛发展，空域需求日益增加，空域使用方式呈现复杂化、多样化，空域结构调整优化越来越频繁。空域安全评估是确保空域方案安全合理、运行顺畅的有效手段。遵循科学、合理、可操作性的方法和程序开展空域安全评估，可以全面、有效地发现空域方案存在的问题和风险，以便采取措施消除、规避风险，将风险发生概率、产生的结果控制在可接受范围内，确保空域方案安全性，实现安全关口前移。

§1.2 国际民航组织明确要求重大空域调整方案必须进行空域安全评估。美国、欧洲等航空发达国家已建立了较完善的空域安全评估

方法和程序，开发了相关辅助工具，广泛应用于空域结构或运行方式发生较大改变前的评估，并为运行程序和保障措施的制定提供支持。

§1.3 空域安全评估是安全管理系统建设的重要内容。为了规范空域安全评估工作方法和程序，根据《民用航空使用空域办法》和《中国民航空管系统安全管理办法》的相关规定，参考国际民航组织《安全管理手册》和美国联邦航空局《安全管理系统手册》，结合乌鲁木齐、西安地区空域安全评估试点经验，制定了本信息通告。

§1.4 空域管理部门和空中交通服务单位应当根据本通告开展空域调整方案实施前的安全评估、实施中的运行监控、实施后的数据采集分析，为空域方案安全实施和进一步优化奠定基础。

### § 2 发送范围

## § 2.1 主发

各地区空管局，各空管分局（站）。

## §2.2 抄送

民航局领导，航空安全办公室、空管行业管理办公室；各地区管理局；空管局领导，局长助理、局副总工，办公室、规划发展部、质量监督部、安全管理部、空中交通管制部、通信导航监视部，运行中心、技术中心、情报中心、校飞中心。

## § 3 有关概念

§ 3.1 安全评估。安全评估是从危险识别、发生概率、后果严重性分析到根据相关标准和可接受准则进行评价，采取措施降低风险的过程。安全评估是保障系统安全的重要手段，通过安全评估使得系统风险控制在可接受范围内，从而保障系统的安全。安全评估是安全管理工作的主要内容，是安全管理体系的核心。

§ 3.2 安全风险。与风险密切相关的是危险、隐患等一系列概念。危险是可能产生潜在损失的征兆，是风险的前提，没有危险就无所谓风险。风险是危险的表征，风险从危险发生的概率和其严重程度来综合考虑。隐患是指任何能直接或间接导致伤害或疾病、财产损失、工作场所环境破坏或对工作标准、程序、法规、管理体系绩效等的偏离。

§ 3.3 安全管理。安全管理是为实现系统的安全运行，采用系统安全理论、结构化思想而设置的各种措施的有机结合体，使安全管理工作真正实现从开环控制到闭环控制、从被动应对到主动预防的转变，最终使系统保持在一个可接受风险的范围内，从而保证系统安全健康运行。

## § 4 评估方法

§ 4.1 空域安全评估应当考虑以下因素：

- a) 管制区、管制扇区或有关机场结构的复杂性；
- b) 航路航线布局、飞行程序的复杂性；
- c) 所提供的空中交通服务的种类；
- d) 管制员工作负荷，包括应履行的管制和协调任务；
- e) 使用的通信、导航和监视系统的种类及其技术可靠性和可用性的程度，以及备用系统或程序的可用性；
- f) 该区域范围内的交通流特点和航空器性能；
- g) 向管制员提供支持和告警功能的空中交通管制系统或工具的可用性；

h) 气象条件等其它任何与管制运行有关的因素。

#### § 4.2 空域安全评估方法主要包括:

1、专家评估法。建立多方参与的专家组，通过科学合理的方法和程序，从管制指挥、航空器运行、设施设备运行等角度充分识别、评估所建议的空域方案实施后可能发生的各种风险，研究制定风险消除措施，将风险发生概率或产生后果控制在可接受范围内，否则应调整空域方案重新进行风险评估。该方法能够集思广益，充分利用资深工作人员和专家的经验定性分析空域方案的安全性，提出相应的保障措施和建议。

2、计算机仿真法。通过空域建模，利用计算机软件复现空域方案并进行快速或实时仿真，可以分析发现空域方案中潜在的风险，或验证该空域方案和运行方式是否达到了预期的目标。快速仿真侧重短时间内得出结果；实时仿真需要输入更多数据和模拟信息，进行全过程的细致仿真。这两种方法都可以在不需要管制员和飞行员参与的情况下得出与实际情况较接近的结果，并能够基于安全、容量、效率等指标有效的比选多套备选空域方案。计算机仿真不受空域方案的范围限制，能够根据需要进行精细化评估，但是数据收集、模型建立等准备工作很可能耗时、费力，所需费用也较高。具体仿真评估方法可参见我局信息通告《空域建模与评估实施方法指导材料》(IB-TM-2009-008)。

3、雷达模拟机验证法。利用模拟机复现所建议的方案，结合现行实际航班运行情况编制多套练习计划供管制员上机模拟指挥，采集相关数据，从飞行安全、顺畅和管制员工作负荷的角度分析方案的合理性。该方法是目前仿真程度最高、评估最精确的方法，能够充分考虑基于人为因素的风险，但是受硬件设备和人员限制，无法开展大范围空域运行或多席位联合评估。

4、运行监控评估法。通过合理的机制和科学的方法持续监控运行状况，采集相关数据，研究分析是否达到了既定的安全目标水平，并为空域结构完善、缩小航路航线间隔、提高运行效率等进一步优化举措提供数据基础。该方法适用于新空域方案启用后的评估，也适用于现行空域运行监控和分析。

§ 4.3 根据空域方案的复杂程度可以选取上述评估方法的一种或多种进行评估。对于简单的空域变化，只要进行专家评估即可；对于复杂的空域变化，应使用专家评估法、计算机仿真法和雷达模拟机验证法进行多重评估，相互佐证。新的空域方案实施后，应开展运行监控评估。

## § 5 专家评估法

### § 5.1 专家评估法应遵循如下主要步骤:

1、成立风险评估专家组。成员应包括管制、空域规划、飞行程序设计、设施设备保障等专业人员，还应邀请至少一名航空公司飞行人员参加。

2、描述空域。详细描述现行空域运行状况以及相关的问题；详细描述系统将发生的变化，包括使用、环境、功能以及今后的设施设备配置等；详细说明空域方案启用后将涉及的空间范围、单位，所需要的设施设备、人员等资源，以及这些资源目前运行状况；详细列出评估中需要用到的文件资料、辅助工具等。

3、识别风险。通过调研访谈、调查问卷、专家评议等形式，仔细查阅现行国内外空域划设规范、管制运行程序，详细搜集、列举空域方案启用后可能发生的风险，从空管和航空器飞行的角度给予充分考虑。

4、评估风险。逐一分析上述所列的风险，重点考虑各风险发生的可能性、发生的原因、危险发生后将导致的灾害、现行系统是否能够承受、目前是否有相应的规避措施，形成风险分析列表。将各项风险分类，按产生后果的严重程度标明等级，标明可能产生的概率，形成风险矩阵。

5、处理风险。根据上一步骤分析的结果研究风险消除措施，以确定是否能规避各个风险，或者将风险发生的概率、产生的后果控制在可接受的范围内，并更新风险矩阵，直到风险矩阵中各项风险都处于可接收状态。管制单位应根据风险消除的过程相应更新制订相关管制协议。应制定实施监控计划，监控风险消除措施的实际实施效果，验证是否达到了预期安全目标，并为今后研究分析或完善空域方案提供数据基础。

§ 5.2 主要风险源包括：空域结构和航路航线布局风险、人力资源风险、设施设备风险、管制指挥及飞行风险。

空域结构和航路航线布局风险：应结合可用导航源和通信、监视服务的有效服务范围，充分考虑周边空域环境和管制手段，严格按照相关的标准规范划设空域和航路航线。管制区和扇区边界设置，航路航线所需保护区确定，航路航线总体布局、交叉点设置和使用安排等都可能产生风险，应视为基础风险源。

人力资源风险：空域调整时，设施设备的投入和更改、运行程序的修订等工作都需要大量的人力资源，人为因素向来是导致出错的一个重要原因，应关注为重要风险源。

设施设备风险：空域调整时，新设施、设备的投入，老设施设备的改装和迁移在所难免，势必会带来运行不稳定、出错率升高的可能，因而成为比较明显的风险源。

管制指挥和飞行风险：对于新划设的航路或空域结构将制定相应的运行程序，其合理程度需要通过实践来证明，不同程度的存在未知因素。管制员和飞行员对新的空域方案和运行程序都需要一个适应和熟练的过程，因而会影响到飞行安全，成为关键风险源。

§ 5.3 划定风险概率等级。使具有危害后果的安全风险处于可控范围内，首先要评估运行期间出现不安全事件或情况发生的概率，即安全风险概率。参考系统内部“安全信息库”的历史资料来评定风险概率等级是比较科学合理的方式；如果无法获取类似“安全信息库”的参考信息，根据行业发展趋势和经验判断来评定风险概率也是行之有效的。从国内外经验来看，风险概率的评定很难采用固定标准，评估单位可根据评估空域范围、涉及的设施设备和人员、部门来评定各项风险概率。风险概率一般分为频繁、偶发、很小、不可能、极不可能五个等级，评估部门也可以根据实际需要和复杂性进一步细分等级。下表风险概率等级可作为原则性参考。

风险概率等级						
	空域系统和 ATC 运行 (每运行小时)	空域系统		ATC 运行		飞行程序 (每运行小时)
		单个系统	整个系统	单个单位	系统范围	
频繁	$\geq 1 \times 10^{-3}$	每月发生 3 次	持续发生	每周发生一次以上	1 至 2 天发生一次	$\geq 1 \times 10^{-5}$
偶发	$\geq 1 \times 10^{-5}$ $< 1 \times 10^{-3}$	每年发生 1 次	频繁发生	每月大约发生一次	每月发生几次	
很小	$\geq 1 \times 10^{-7}$ $< 1 \times 10^{-5}$	周期内发生几次	周期内发生很多次	每年大约发生一次	多月发生一次	$\geq 1 \times 10^{-7}$ $< 1 \times 10^{-5}$
不可能	$\geq 1 \times 10^{-9}$ $< 1 \times 10^{-7}$	周期内可能发生	周期内发生几次	10 至 100 年发生一次	3 年发生一次	$\geq 1 \times 10^{-9}$ $< 1 \times 10^{-7}$
极不可能	$< 1 \times 10^{-9}$	基本不可能发生	周期内可能发生	100 年都不发生一次	30 年都不发生一次	$< 1 \times 10^{-9}$

§ 5.4 划定风险严重等级。安全风险概率评定后，要将具有危害后果的风险控制在可接受范围内，还需要评定风险严重等级。风险严重性一般分为灾难性的、有危害的、重大的、较小的、可忽略不计的五个等级，评估部门也可以根据实际需要和复杂性进一步细分等级。评定风险严重程度时，应以最糟糕的可预见情况为参考。

下表风险严重等级可作为原则性参考。

影响对象	风险严重等级				
	可忽略不计的	较小的	重大的	有危害的	灾难性的
空管部门	导致 ATC 服务水平微小降低,或间隔发生细微缩小	导致 ATC 服务水平轻微降低,或间隔发生些许缩小	导致 ATC 无法实施部分服务,或者间隔丧失较大	导致 ATC 服务全部丧失,或安全间隔丧失	导致航空器相撞或与障碍物、地面相撞
飞行机组	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 飞行机组收到 TCAS 有关周边交通的 TA 信息</li> <li>● 发生偏航,但保持在一定范围内</li> <li>● 对航空器操纵有微小影响</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由于 TCAS 发出保持当前飞行剖面的预防告警,可能导致偏航</li> <li>● 发生偏航,但保持在一定范围内</li> <li>● 航空器能力降低但还不至于影响安全(根据飞行手册)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由于 TCAS 发出采取措施以避免冲突的措施告警,导致偏航</li> <li>● 发生偏航,但保持在一定范围内</li> <li>● 安全裕度或航空器能力丧失,需要机组根据飞行手册采取非常态措施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 导致危险接近(少于 500 英尺的间隔),或与一架或多架航空器存在碰撞危险</li> <li>● 安全裕度或航空器能力丧失,需要机组根据飞行手册采取应急措施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 导致空中相撞,或与障碍物、地面相撞</li> </ul>
乘客	对乘客不产生伤害,或只是感觉不舒服	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 导致乘客身体受伤,例如擦伤,颠簸导致的损伤</li> <li>● 不到 10%的乘客身体受到轻微损伤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 乘客身体受伤较重</li> <li>● 10%以上的乘客身体受到较轻微的损伤</li> </ul>	乘客身体受到严重伤害	乘客受到致命伤害

§ 5.5 确定风险可否接受。风险可接受应先于安全评估报告送审,指的是空中交通服务单位完全明白新空域方案实施后将带来的风险,风险消除措施是可行的,认为该风险虽然存在但可以控制在可接受范围。风险可接受是实施新空域方案的前提,并且风险是否可接受应由空域方案具体实施和风险承担的部门作出确认。相关部门可根据风险涉及的范围、严重等级、发生概率制定内部风险接受程序。

## § 6 雷达模拟机验证法

§ 6.1 该方法是利用管制部门的雷达模拟机进行模拟验证,即结合现行空域运行情况将多套练习计划编入雷达模拟机,并组织不同熟练程度的管制员进行实况演练。该方法目的在于利用模拟机练习来分析风险,验证风险消除措施的可靠性及风险的缓解程度,识别事先未发现的风险,并通过多次练习来验证风险在不同解决方式下的缓解程度。

## § 6.2 雷达模拟机验证法应遵循如下主要步骤:

1、成立专项团队。应成立专项模拟验证工作团队，成员包括：管理人员、监督人员、规划人员、小组组长、管制员和模拟机长。各成员分工和要求如下：

管理人员，负责模拟机验证工作的整体规划、实施和组织，管理验证团队的工作，组织编制模拟机验证计划。

监督人员，负责整个模拟机验证过程的监督指导工作，检查工作中存在的遗漏、疏忽和应付现象，保证验证工作的客观性，不参与模拟机练习计划编制和模拟演练。

规划人员，由资深的模拟机管制教员组成，负责具体编制验证方案和模拟机练习计划。练习计划应充分考虑能够在模拟机上模拟实现的风险和相应的消除、缓解措施。

小组组长，负责本席位模拟演练人员安排和工作指导，并负责现场数据采集。模拟验证可能需要进行多个席位协同运行，各席位小组组长应由资深管制员担任。

管制员，负责上机模拟演练。应注意挑选不同熟练程度的管制员，但必须是参加管制工作3年以上，且已独立工作满1年。

模拟机长，由熟悉模拟机机长席位操作人员组成，可邀请航空公司飞行人员指导。

2、制定验证方案。验证实施前该团队应分析研究各种风险源，总结归纳为验证对象，并据此编写验证方案，阐明如何针对某个风险进行验证。验证方案应目的明确、方法科学可行、实施步骤具体详尽，并明确风险可接受标准、需要模拟验证的规模和次数。验证方案应充分考虑现行航班运行实际明确多个验证场景，以充分模拟该空域方案实施后飞行流量增加、管制调配矛盾增多等问题。应根据需要制定多个调查表格供参加模拟的管制员反馈意见和建议，以利于准确的获取管制员对空域方案和本次评估的认可程度。

3、编制练习计划。根据上述验证方案，由模拟机教员负责编制多套练习计划。应根据所要模拟的风险和消除措施，妥善安排不同方向的航班流量、不同区域和航路航线的航班密度和飞行冲突，以及流量高峰时段。练习计划应以文件形式保存下来并归档。

4、制定评估指标。合理确定评估指标是模拟验证的重要内容，通过对一系列指标的定性和定量分析来评估空域方案的安全性。雷达模拟机评估指标应着重考虑管制员通话密度、时长、语速，脸部表情及其他情绪性表现；进程单填写快慢、完整

性、字迹清晰度；模拟航班飞行的顺畅程度、单位时间起降或飞越架次等。

5、实施模拟演练。该步骤是通过管制员的实际模拟演练，采集相关数据，验证风险消除或缓解措施的效果，发现新问题或风险。每个验证小组负责进行针对性的模拟机练习，专人负责对数据和整个过程的记录，并在事后分别对不同小组进行问卷调查。

6、分析模拟结果。根据上述过程中收集到的各种数据和信息，分析确定风险消除或缓解措施的可靠程度。应组织参与模拟演练的管制员研讨，充分发表模拟演练的真实感受以及相关的意见和建议。对于新发现的风险，应进行再评估，如有必要应组织反复模拟验证。

7、编制验证报告。根据上述分析的结果编写验证报告，明确验证结论。该报告是空域安全评估的关键环节，是判断风险可接受的直接依据。如果结论为风险可接受，则应相应提出实施安排等建议；如不能接受，应提出空域结构和航路航线调整、管制保障措施等建议，以便重新研究、评估、验证空域方案。

## § 7 运行监控评估法

§ 7.1 空域安全评估应包括制定实施后的运行监控和定期评估计划，并在评估报告中详细描述，以便于验证上述开展的风险分析结果。定期评估计划应充分考虑空域方案的复杂程度、风险类型和发生概率，以及实施前评估的深度和广度。运行监控和定期评估计划应结合空域方案的目标，以安全、容量、效率等指标制定运行监控和评估计划，并实施持续监控，检查相关风险缓解措施的落实情况，确保系统可能产生的风险都在可控制范围内。当空域系统的外部或内部情况发生明显变化，应及时启动风险管理，所涉及的相关风险应当重新进行评估，并修改风险管理相关文档和记录。

制定运行监控方法和计划应考虑下述内容：

- a) 对外部或者内部情况变化的监控和分析；
- b) 对日常运行信息数据的采集和分析，例如航路运行水平精度分析；
- c) 随访、查阅相关安全记录；
- d) 安全形势分析；
- e) 安全信息挖掘；
- f) 事件调查等。

§ 7.2 应重点考虑基于性能导航（PBN）航路运行的监控和评估，主要任务：一



是运行监控，确保航空器满足该 PBN 规范持续适航；二是精度分析，基于大量交通流数据分析航空器运行相对于标称航迹的水平保持精度，为未来采用更高导航精度、缩小航路间隔提供数据分析基础；三是安全评估，采用成熟的模型定期评估系统运行的整体安全水平，发现并改进相关问题，确保符合安全目标水平要求。

## § 8 评估报告

§ 8.1 报告的目的。应根据要求撰写完整的安全评估报告，其目的—是提供关于空域安全评估全部过程和最终结果的记录；二是为运行实施后的监控、审查提供依据；三是向决策者证明已按程序评估过空域方案，并提供相关风险已经被消除、控制或降低至可接受水平等信息，以便做出是否实施该空域方案的决策。

§ 8.2 报告的内容。安全评估报告应描述现行空域方案将要发生的改变，或者全新的空域运行方案。报告应足够详实，能够使管理者或决策者充分明白将要发生的变化、相关的风险，以及消除或降低风险至可接受水平的措施。安全评估报告编写可参照附件一“空域安全评估报告模版”，包括如下内容：

- a) 项目背景概述
- b) 现行的空域方案和运行方式
- c) 将要实施的空域方案和运行方式
- d) 可能发生的风险及原因
- e) 分析、评估和消除相关风险的方法和过程
- f) 运行实施后的监控、评估验证措施
- g) 结论和相关建议
- h) 所使用的辅助工具

§ 8.3 报告的审定。空域安全评估报告应体现所有涉及单位或部门的一致意见，须经相关空域管理部门、管制部门确认，并报相关部门审定。报告要求足够详实，应包括参与评估的人员、评估过程检查单以及所使用的辅助评估系统或工具等，以便其他人员查阅时不仅能看到评估中做出的判断，还可以找到相关的依据。

安全评估报告审定侧重于程序上的审核，若通过了审定，表明审定部门认为该报告是按照规范编写的，有关部门按要求开展了风险评估，并认同所进行的分析准确、真实的反映了新空域方案带来的风险，所做的基础假设也是正确的，相关保障措施已详细制定。

§ 8.4 其他要求。评估报告内容应详细明了，易于熟悉该地区空域运行的人员读

懂，例如该地区的空域规划人员、管制人员；也易于不熟悉该项目的人员明白将发生的变化。可以采用检查单的形式实现过程和质量控制，提高工作效率的同时确保评估参与人员、审查人员及其他有关人员的意见和建议能够被充分考虑。

- 附件：1、空域安全评估报告模版
- 2、乌鲁木齐进近管制区方案空域安全评估报告
- 3、珠三角东西两侧航线调整方案安全评估报告

## 附件一 空域安全评估报告模板

安全评估报告可由封面、签字页、摘要和正文四个部分组成。

### 一、封面

封面上应包含报告的名称、制定单位和制定时间，例如：

<p>×××划设方案的空域安全评估报告</p> <p>×××空中交通管理局</p> <p>年 月 日</p>
--

### 二、签字页

签字页上应注明报告的名称、编写负责人、提交负责人和评审负责人的姓名、完成时间等信息，例如：

<h3>签字页</h3>	
<p>经过评审，×××安全评估符合《空域安全评估方法指导材料》和现行相关规章标准、运行程序的要求，《×××安全评估报告》（附后）客观、真实，风险分析全面，风险消除及缓解措施有效，能够保障×××区域安全运行。</p>	
<p>报告编写负责人（签字）</p>	<p>年 月 日</p>
<p>报告提交负责人（签字）</p>	<p>年 月 日</p>

报告评审负责人（签字）

年 月 日

### 三、摘要

#### 摘 要

对空域安全评估的背景、实施计划、涉及空域范围和单位、参与评估的人员、所采用的方法和主要结论进行简要介绍。

### 四、正文

正文可由以下十一个部分组成。

#### 第一部分，当前系统

对现行的空域方案和运行方式、航空运输的增长等进行描述，以突出空域调整的必要性。

#### 第二部分，规划方案

对将要实施的空域方案和运行方式进行详细说明。

#### 第三部分，安全风险管理和涉及单位

将规划方案所产生的变化进行分组，制定安全风险管理和评估计划，确定安全评估人员名单。

#### 第四部分，假设

为尚未最终确定、但基本不影响空域安全评估目的的条件进行假定。

### **第五部分，系统描述**

描述现行空域运行状况以及相关的问题；描述系统将发生的变化；描述分析、评估和处理相关风险时所采用的方法、模型、辅助工具和过程进行。

### **第六部分，危险源识别**

描述确定危险源方法和产生危险源的潜在原因。

### **第七部分，风险分析和评估**

对危险源发生的可能性、严重性进行评估，并制定初始风险矩阵。

### **第八部分，风险处理**

根据风险分析结果，剔除可接受的风险后制定拟采取的程序或措施，进一步降低剩余风险，并制定采取措施后的风险评估矩阵。

### **第九部分，空域方案验证**

详细描述空域方案验证的方法、过程、结论和参与人员。

### **第十部分，结论和实施监控**

描述空域安全评估的主要结论，实施过程中应采取的监控措施、监控责任人、监控时间。

### **第十一部分，附录**

可根据需要对报告中所涉及的术语、分析所需的数据、图表进行详细说明，并附录相关的参考资料。