国 际 民 用 航 空 组 织

工 作 文 件

A36-WP/193[1]
TE/58
13/9/07

大会第 36 届会议

技术委员会

议程项目 27：国际民航组织的全球航空安全计划

民用航空尾流紊流安全问题的紧迫性

（由俄罗斯联邦提交）

执行摘要

本文件从飞行安全和提高空域容量的角度来审查尾流稳流的问题。文件扼要介绍了解决这一问题的系统作法及在实践中如何付诸实施。考虑到民用航空尾流紊流问题的紧迫性，俄罗斯联邦建议修改国际民航组织的技术工作方案，以便包括对机载和地面尾流紊流预防和显示系统制订基本要求。

行动：请大会：

a) 同意尾流紊流安全问题需要从实际的科学和经济角度加以研究；
b) 建议理事会审查将一体化的尾流紊流安全系统的空中和地面组成部分制定基本要求纳入国际民航组织技术工作方案当中的可能性；和
c) 建议国际民航组织理事会加强在尾流紊流安全领域的努力。

战略目标:	本工作文件涉及战略目标 A。
财务影响:	
参考文件:	Doc 9848：《大会有效决议》（截至 2004 年 10 月 8 日） Doc 9168 号文件：《空中航行服务程序》 Doc 9426 号文件：《空中交通服务规划手册》 Doc 7030 号文件：《地区补充程序》[1]

[1] 英文和俄文文本由俄罗斯联邦提交。

（5 页）
C0704144

1. 引言

1.1 国际民航组织（ICAO）的根本任务之一是加强全世界国际民用航空的安全。做为解决飞行安全问题的积极参与者，国际民航组织能够对全世界正在开展的各种安全作法的实施起到协调者的作用。国际民航组织在全球航空安全计划（GASP）当中的作用是增进政府和业界之间交流飞行安全信息，并努力确保在这一领域正在开展的各项方案是相辅相成，而不是竞争或对民用航空面临的地区和全球安全问题采取各种不同的系统解决办法。A33-16 号决议确认了实施国际民航组织事故预防方案的必要性，同时认可了将国际民航组织与安全有关的活动集中在已做出计划或正在执行的安全作法方面的概念，从而为降低事故率产生最佳安全效益。

2. 与尾流紊流有关的航空器事故和事故征候

2.1 飞行安全分析显示出，大多数航空事故的发生是由于冲出跑道、机械或系统失效或不工作，不正常的着陆和颠簸所致。影响飞行安全的一个重要因素是飞入另一架航空器尾流涡流的风险。飞入一个尾流紊流可以导致 200 度/秒的无法控制的翻滚率，高度可丧失 200 米或更多，侧向惯性力达到 0.5-0.9，最终导致对飞行失去控制。似是而非的论点是，尾流涡流无法看到，因此驾驶员不能目视加以察觉。重要的是要注意到，稳流涡流可以在空中维持几分钟，并在航空器之后延伸数公里。世界上的航空界目前正在通过引进新一代的宽体航空器（空中客车 A380、波音 B787、安东诺夫 安-124-100、安东诺夫 安-225）来解决尾流涡流的安全问题。

2.2 据英国专家所述，伦敦希斯罗机场每 150 次起降便会遇到一次由尾流紊流引起的事件。1997 至 2003 年的事故/事故征侯报告系统（ADREP）的数据显示出，125 起涉及最大审定起飞质量（MTOW）超过 5700 千克的航空器事故，是由于航路紊流所致，其中三起事故导致人员伤亡。

2.3 2004 年 4 月，美国国家航空和宇宙航行局提交了一份交于美国航空公司运行的空中客车 A300-600 发生的航空器事故报告。2001 年 11 月 12 日，这架 A300-600 从肯尼迪机场起飞并执行起飞程序。航空器在 800 米高度遇到日本航空公司飞行的波音 B747-400 所产生的强烈尾流旋涡，从而导致失去控制。事故调查暴露出尾流紊流对航空器产生的瞬间和危险的影响。从紧急情况过渡至灾难事件仅耗时 8 秒。此次事故造成 251 名旅客、9 名机组人员和 5 名地面人员丧生。

2.4 1979 年和 1987 年，苏联也发生过类似事故，两架雅克-40 分别飞入了米格-6 直升机和伊柳辛伊尔-76 航空器的尾流涡流。事故分别导致 55 人和 5 人丧生。

2.5 2005 年 8 月 13 日，在爱尔兰香浓区域管制中心负责的空域发生了一起涉及一架波音 B757-200 和一架空中客车 A340-500 的事故。调查显示出飞在前方的 A340-500 横穿了 B757-500 的飞行高度层。后者因而遭遇到空中客车的尾流涡流，造成极端强烈且无法控制的 45 度坡度，并丧失 400 英尺的高度。根据地面雷达的数据，两架航空机器之间的实际纵向间隔是要求的两倍（事故发生时，垂直间隔为 1000 英尺，水平间隔为 9 海里）。数名旅客在事件中受伤。

3. 国际民航组织在尾流涡流安全领域的活动

3.1 从飞行安全和空域容量的角度讲，尾流涡流是民用航空面临的一项紧迫问题。随着航空持续增长，它是必须加以考虑的一项重要因素，这个问题对空域用户、机场服务及空中航行服务提供者都有影响。

3.2 多年来，国际民航组织对围绕与紊流有关的工作，侧重于风切面和在航空器起飞与着陆之间制订线性和时间间隔（空中交通服务规划手册 Doc 9426 号文件）。为提高安全，美国实施了尾流紊流咨询系统（DVAS），它是涡流警告系统（VWS）和涡流咨询系统（VAS）的结合。涡流警告系统能够解决某些机场的尾流紊流问题，并发布预告，以便能够制定正确的最低间隔标准，进而在任何情况下使交通流量达到最佳状态。

3.3 必须注意到缺乏有效和可靠的评估和确定尾流紊流的手段。为此目的，国际民航组织与包括地面和空中组成部分的飞行安全系统的有关一体化开发者（机载和地面元件）以及气象服务和其他系统合作，将极大地提高飞行安全。

3.4 目前，尾流紊流是许多国家各级关注的一个焦点。已经建立了尾流稳流协调理事会：紊流 NET－欧洲和紊流 NET－美国。俄罗斯联邦正在组建一个协调理事会来处理这一问题。目前正在组织举办有关尾流稳流安全的会议、研讨会和讲习班。2005 年 11 月，在欧洲空中航行安全组织位于法国布雷蒂尼的试验中心审议了尾流紊流间隔标准的问题。2006 年 9 月，国际民航组织与麦吉尔大学合作组织举办了一个“飞过拥挤的空域”的世界性研讨会，其中一项结论指出制定紊流预测技术的重要性。2003 年，美国联邦航空局（FAA）、欧洲空中航行安全组织、联合航空当局（JAA）和航空器设计者组成了一个特别专家组来研究与空中客车 A380 运行有关的尾流紊流问题。该小组建议根据在 A380 后方飞行的航空器重量，来增加与空中客车 A380 的间隔。

3.5 2005 年 12 月，欧洲空中航行规划组（EANKG/47）对涉及空中客车 A340-500 和波音 B757 的事件进行了审查。它指出一架航空器从另一架航空器后方爬升是空中交通管制的通常作法。小组将其注意力侧重于围绕实施缩小的最低垂直间隔标准（RVSM）遇到的尾流紊流而对此问题进行科学研究的必要性。根据国际民航组织战略目标 A（安全），建议须及时报告尾流紊流事件，进而对其进行分析并得出能广泛散发的信息，以提高对尾流紊流性质的理解及其有关的危害。

3.6 实际经验已经表示出现行的最低纵向间隔在各种气象条件下过于保守。注意到风和紊流经常会使尾流涡流的移动和扩散；从另一方面讲，弱风和没有涡流能够使强烈的紊流在空中维持相当长的一段时间，超过间隔程序中预测的时间。

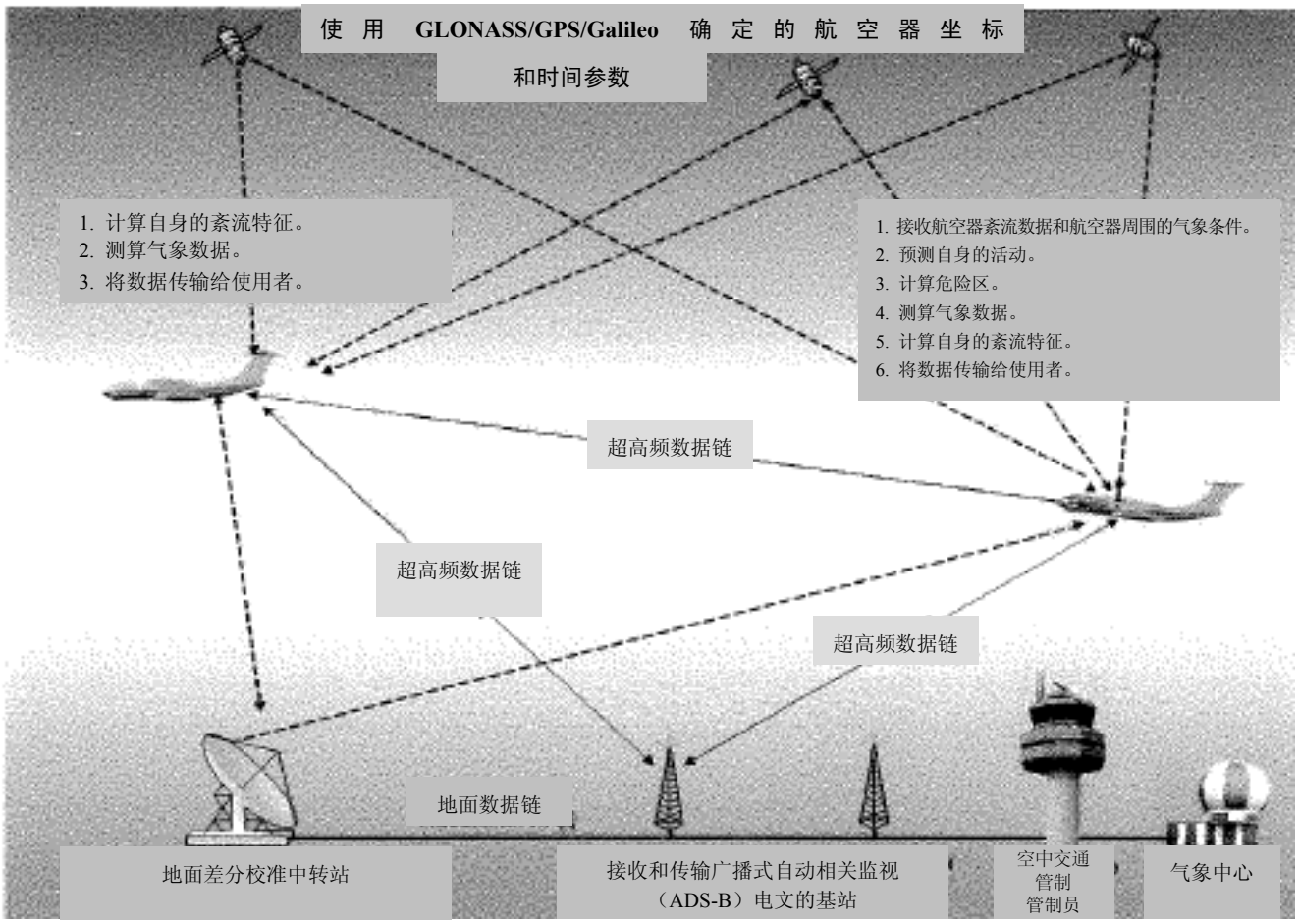
3.7 事实和统计数字令人信服地显示出问题的严重性以及寻找解决办法的紧迫性。航空运输的持续增长、枢纽机场的拥挤、主要航路的容量限制以及空中交通管制员和飞行机组工作量的增加，使这一局面变得更为严峻。我们相信，国际民航组织在尾流紊流安全领域的活动必须通过对尾流紊流安全制定规则、程序和建议来直接针对这一问题寻找积极的解决方案。

4. 经济方面的影响

4.1 关于尾流紊流安全经济方面的影响，遵守国际民航组织的现行间隔标准限制了机场和航路的容量。比如在 2000 年，总计有 19％的起飞延误是因为遵守纵向间隔标准所致。鉴于空中交通密度继续不断增加，预计到 2010 年之前，遵守国际民航组织的现行标准将会导致延误比 2000 年的水平增加 40％。根据荷兰国家航空和空间试验室的数据，欧盟和美国的航空公司及机场预计每年的亏损总额将达到 40 亿美元。

5. 讨论

5.1 为了解决上述问题，俄罗斯联邦根据国际民航组织通信、导航、监视/空中交通管理（CNS/ATM）技术，使用数据传输和监视，开发了一个尾流紊流安全系统的模型。这个系统的关键要素是涡流目视子系统，它是一个硬件和软件的联合体，向驾驶员和管制员提供涡流情况的信息，并警告他们可能出现危险的尾流紊流情况。这个子系统所基于的主要原则是“每一方都可能看见任何一方后面的涡流”。航空器是这个系统的主要信息来源。每架航空器提供其自身参数的数据：构型、尾流紊流、实际业载、飞行性能和气象条件（气压、温度、风向和风速、大气颠簸）。航空器在涡流状况下的位置和数据信息，它是需要用来确定危险旋涡活动的区域，是使用广播式自动相关监视的技术（ADS-B）提供给所有航空器和空中交通管制员的工作岗位。这种特殊的传输是根据国际民航组织和欧洲无线电通信标准协会制定的标准使用模式 4UHF 数据链。



5.2　航空器和地面空中交通管制（ATC）中心所使用的仪表方法以及预测运算法则可被用来预测涡流的状况。在驾驶舱的显示器上可以提供涡流的目视显示，向驾驶员提供所需的尾流紊流信息以便进行必要的有效机动，防止航空器遭遇尾流紊流。

5.3　空中交通管制管制员工作席位所得到的信息能够帮助管制员对其负责的飞行阶段做出校正决定。提供这种类型的信息消除了不确定性，并可以使驾驶员采取及时措施防止飞机进入危险的尾流紊流区，并能够使管制员来协助这一过程。已建造了专用模拟机来培训驾驶员做出规避尾流紊流的决定。

5.4　俄罗斯一体化的尾流紊流安全系统使用现成的商业设备和国际民航组织的通信、导航、监视/空中交通管理技术，包括现代化的航空气象支援技术。这些系统的机载元件易于纳入不同年代飞机的飞行导航系统当中。欧洲（空中交通管制－紊流方案）和美国（紊流 VAS 方案）已经采取了相同的提高尾流紊流安全的技术措施。根据专家评估，实施尾流紊流安全系统的基本要素将于 2009 年在俄罗斯和其他一些国家开始实施。推行这些系统将能够使驾驶员做出良好的独自决定，以保证尾流紊流安全。这将实际上消除遭遇到尾流涡流并可能缩小航空器的间隔。

—完—