



第十二次空中航行会议

2012 年 11 月 19 日至 30 日，蒙特利尔

议程项目4： 最佳容量和效率——通过全球协同的空中交通管理

4.1： 通过协作决策（CDM）进行高效的空域管理并改进流量绩效

美国对与机载防撞系统有关的航空系统组块升级的审议

（由美国提交）

摘要

本文件介绍了美国对实施与机载防撞系统（ACAS）有关的航空系统组块升级（ABSUs）的审议情况。为回应国际民航组织大会第 37 届会议的指示，本组织确立了航空系统组块升级以促进全球与空域有关的协调一致和互用性。

两个航空系统组块升级模块（模块 B0-101：机载防撞系统改进和模块 B2-101：新防撞系统）与机载防撞有关。美国联邦航空局（FAA）的研究检验了两个模块的效益和可行性。该研究表明，增量改进现有的机载防撞系统不会为美国空域带来实质效益。但是研究表明，开发新的防撞系统会带来重要的运行和安全效益。联邦航空局正在开发一种新的防撞系统（ACAS X），该系统采用动态编程方面的新进展，制定减少告警率并改进安全性的威胁决断建议。由于有了这些发现，再加上预算限制，联邦航空局将优先开发支持航空系统组块升级模块 B2-101 的 ACAS X。

行动： 请会议同意第3.2段中的建议。

1. 引言

1.1 AN-Conf/12-WP/3 向会议通告了最新的《全球空中航行计划》（9750 号文件）和航空系统组块升级（ASBUs）概念。航空系统组块升级支持阐述全球空中交通管理（ATM）系统解决方案或升级以及设备影响和过渡计划的单个模块框架。组块 0 是对现有设备的短期改进；组块 1 是 2018 年的改进，组块 2 和组块 3 分别是 2023 年和 2028 年以后的改进。

1.2 AN-Conf/12-WP/12 还向会议进一步通告了与机载防撞系统直接相关的拟议模块。“模块 B0-101：机载防撞系统改进”介绍了可能对现有机载防撞系统的性能进行的改进，“模块 B2-101：新的防撞系统”介绍了未来替代系统的开发。

（4 页）

1.3 本文件介绍了美国正在进行的关于模块 B0-101 和 B2-101 的工作，提供了旨在实现预期的运行性能提高的美国未来计划的信息。

2. 与机载防撞系统有关的模块

2.1 背景。自 2003 年以来，国际民航组织在全球批准在大型涡轮动力飞机上装载技术成熟的机载防撞系统（ACAS）II。6.04a 版交通告警和防撞系统（TCAS）于 20 世纪 90 年代初引进。由于缩小的最低垂直间隔（RVSM）和运行改进的必要性等空域变化，7.0 版交通告警和防撞系统的修订标准（ACAS II）于 1997 年得到批准。为了解决观察到的交通告警和防撞系统反转逻辑以及飞行员对声音通告的疑惑等问题，7.1 版交通告警和防撞系统标准于 2009 年获得通过，并于 2010 年载入国际民航组织标准和建议措施（SARPs）。

2.1.1 机载防撞系统的运行经验。机载防撞系统II是一个有效的安全系统，但是运行业界希望有超越7.1版交通告警和防撞系统的进一步改进。安全性研究表明，机载防撞系统II减少了80-95%的空中碰撞风险，对机载防撞系统决断建议（RAs）的运行监测指出，机载防撞系统在大部分情况下都按照设计运行。但是，由于决断建议反映的是正常、安全的空域程序与机载防撞系统告警逻辑之间的相互影响，并且不一定代表潜在冲突，因此许多决断建议可能被认为是“不必要的”。例如，美国交通告警和防撞系统监测数据显示，美国75%以上的决断建议都是由此类相互影响产生的，超过50%的决断建议与500英尺仪表飞行规则（IFR）/目视飞行规则（VFR）垂直间隔有关；约7%的决断建议与1 000英尺仪表飞行规则/目视飞行规则改平几何有关；12%在目视平行方法运行期间产生，另外15%由目视飞行规则交通结构剖面产生。在欧洲空域，仪表飞行规则与目视飞行规则交通之间的相互影响要少得多；这在监测数据上体现为，欧洲空域50%以上的决断建议都是在仪表飞行规则与目视飞行规则之间1 000英尺的改平几何状态下产生的。运行业界表示希望减少机载防撞系统告警标准与现有或未来空域程序之间的消极相互作用。

2.1.2 未来空域系统的机载防撞系统。研究表明，机载防撞系统告警将不支持造成间隔减少和/或几何位置出现问题的部分未来空域程序。特别是，目前的机载防撞系统将不支持3海里航路间隔、部分临时高度层更改程序和近距离平行运行。另外，需要扩展防撞性能，使新的空域使用者受益。无人驾驶航空器系统（UAS）目前缺乏为加快不受限制的空域准入可能需要的经验证的防撞性能。除了无人驾驶航空器系统之外，成本效益高的防撞性能将增强一般航空安全。但是，许多无人驾驶航空器系统和一般航空飞行器的绩效性能没有达到机载防撞系统的要求。最后，为了向这些用户提供防撞性能并提高整体系统绩效，未来的防撞系统必须载入自动相关监视——广播（ADS-B）监视数据，应当提供使用可能在无人驾驶航空器系统中部署的电光或红外线监视数据来源的性能。总之，未来防撞系统必须便于改造（即“可调”），适应引进的新的空域程序，为新用户类别提供性能，并载入新增监视信息。

2.2 模块 B0-101。本模块介绍了对现有机载防撞系统 II 的改进，以减少“不必要的告警”，同时维持或提高现有的安全水平。

2.2.1 为了解决这些问题，已经开始了一系列正在进行的工作和经提议的工作。这一领域的工作侧重于减少正常空域程序中“不必要”的决断建议的比率。

2.2.2 正在进行的工作。空中客车正处于开发和验证将交通告警和防撞系统交通告警/决断建议信息纳入飞机自动驾驶仪/飞行指引仪系统的过程。这些工作包括将机载防撞系统决断建议信息纳入自动

驾驶仪/飞行指引仪系统，从而能够对机载防撞系统决断建议做出自动回应。空中客车还在制定各种方法，在一些情况下收到交通告警时减少指挥下的飞机垂直速率，以避免收到决断建议（TCAP-交通告警和防撞系统告警预防）。使用欧洲相遇模型和空域模型的安全评估显示，这些功能会确保安全性并减少告警率。打算使用TCAP减少1000英尺相遇时不必要的决断建议。监测数据显示，1 000英尺相遇只占美国空域决断建议的7%。

2.2.3 经提议的工作。单一欧洲天空空中交通管理研究（SESAR）项目已经开始进行研究，检验对交通告警和防撞系统告警参数的修改，以减少“不必要的”决断建议。初步研究显示，修改机载防撞系统参数子集可减少欧洲空域的告警率；但是使用美国空域模型的研究已经发现，修改机载防撞系统垂直告警阈值将其减为500英尺仪表飞行规则/目视飞行规则间隔的做法，会对安全性产生负面影响（也就是增加了风险比例）。对具体单一欧洲天空空中交通管理提议的初步分析表明，这将给美国带来有限的效益，将主要影响很小部分的500英尺仪表飞行规则/目视飞行规则相遇的预防性决断建议。取消这些决断建议对于空域容量和效率的影响将很小，因为它们不需要改变飞机垂直剖面。

2.3 模块 B2-101。本模块描述了需要新的防撞性能以实现今后空域环境中的有效防撞。除了现有空域中已观察到的“不必要”警报，各种研究表明，现有交通告警和防撞系统的告警标准与部分未来空域程序消极地相互影响。特别是，近距离平行运行（CSPO）或 3 海里航路间隔造成过多不必要的决断建议。今后防撞系统的另一个好处是，可能会利用自动相关监视-广播等监视信息，且与兼容交通告警和防撞系统 II 相比，更容易扩展至通用航空和无人驾驶航空器系统等用户类别。

2.3.1 未来机载防撞系统的研究和发展。自2009年以来，美国联邦航空局资助了被称作ACAS X的未来防撞性能的研究和开发。该系统采用新的防撞方法，明确考虑到监测测量、驾驶员对告警的反应及未来所有者和入侵者方面的不确定性。ACAS X利用高级动态编程技术，根据这些可能性和明确考虑到必要安全和运行的价值函数，优化所需的防撞行动。ACAS X还包括一个未知传感器监测结构，并可使用自动相关监视-广播或其他的监视来源。这种方法可根据广泛的航空器性能和动态情况进行调整，因而可用于将防撞性能扩展至通用航空的航空器和无人驾驶航空器系统。此外，对于参加空域程序（例如，近距离平行运行）并保留全球非选定航空器防撞保护的选定交通，ACAS X还支持提供特定程序告警的性能。模型和模拟研究表明，ACAS X将决断建议的次数减少30%以上，同时改善风险率约50%。ACAS X还与3海里航路间隔兼容，正在制定特定程序的变化形式，以通过使用特定程序的告警实现近距离平行运行。

2.4 航空无线电技术委员会（RTCA）的分析。航空无线电技术委员会 SC-147 与欧洲民用航空电子学组织 WG-75 一起，评估现有机载防撞系统当前和未来预计的缺陷，并评估长期和短期可能出现的缓解情况。该分析于 2012 年 3 月以 RTCA DO-337 形式公布。为了支持这项研究，美国联邦航空局评估了对现有机载防撞系统垂直告警阈值的修改，发现这种改动使告警率适度下降，但将会增加风险率，且只会限制运行效益。该报告提出了各方达成一致的结论意见，即修改现有机载防撞系统不足以解决当前或预计的缺陷。因此，该报告建议发展未来的防撞性能。

2.5 美国的机载防撞系统计划。美国联邦航空局评估了改进当前机载防撞系统及发展未来防撞性能的可能性。鉴于用于研发的资源限制，且修改当前机载防撞系统的效益有限，联邦航空局决定着发展未来的防撞系统——ACAS X，以减少不必要的告警率，提高与当前和未来空域程序的互用性，并向新的用户类别扩展防撞性能，如通用航空和无人驾驶航空器系统。

2.5.1 着手未来防撞系统的原因。根据对修改现有机载防撞系统或开发新系统两者选一的研究和评估，联邦航空局选择侧重于开发ACAS X。联邦航空局的分析认为，修改现有机载防撞系统，提供预期性能，将需要付出大量努力，且可以按照相似的时间表交付未来系统。

2.5.1.1 利用美国空域和相遇模型开展的各项研究显示所得效益最低，有时提高了与单一欧洲天空空中交通管理研究提出的增量改进现有机载防撞系统有关的风险率（降低了安全性）。这是由于美国和欧洲空域巨大的差异所致。相反，ACAS X 已表明，减少了不必要的警报，改进了美国 and 全世界空域的安全性。此外，ACAS X 可与 3 海里航路间隔和其他的空域程序兼容。

2.5.1.2 现有机载防撞系统不能方便地获取自动相关监视-广播监视或其他监视来源。考虑到与现有转发器监视的紧密耦合，要调整现有机载防撞系统，从而使用自动相关监视-广播监视或其他监视来源，可能需要开展广泛的研究和分析。

2.5.1.3 对于无人驾驶航空器系统和不符合机载防撞系统设计假设的其他航空器，机载防撞系统的原理不能方便地给予防撞支持。修改机载防撞系统，使其支持新的用户类别，将需要做出大量努力。

2.5.1.4 对于近距平行运行等空域程序，在向参加航空器程序并保留所有其他航空器全球防撞保护的飞机提供不同报警阈值的情况下，ACAS X 提供支持特定运行告警的性能。现有机载防撞系统需要进行大量修改来提供这种性能。

2.5.1.5 在未来十年中，用户群可能仅支持进行另外一次机载防撞系统升级。由于 ACAS X 可在十年内投入使用，美国联邦航空局更愿意侧重于开发更稳健和更有效的系统。

2.5.2 ACAS X 方案计划。美国联邦航空局的ACAS X威胁决断逻辑飞行试验计划将于2013年进行，目前正在进行监测和跟踪模块方面的工作。航空无线电技术委员会范围内的标准制定工作可尽早于2014年开始并在2018年之前结束。在参加程序的伙伴方航行器机上运行评估之后，第一批经认证的编组可尽早于2020年飞行。

3. 结论

3.1 现有机载防撞系统需要进行修改，以便能够与当前和未来的空域程序更加兼容。美国联邦航空局认为，对现有机载防撞系统提议进行的修改在美国得到的效益最小。自 2009 年以来，一直在进行未来防撞系统即 ACAS X 的研发。ACAS X 具有灵活性，可减少不必要的告警，支持使用可选择的监测来源，可实现未来空域程序，并为新的用户类别提供防撞性能。因此，美国选择专门侧重于开发未来防撞系统。ACAS X 已经达到了足够成熟的状态，研发活动的国际性参与将加速未来防撞性能的投放。

3.2 请会议同意以下内容：

- a) 国际民航组织将 ACAS X 纳入其机载防撞工作方案；以及
- b) 各国考虑与美国联邦航空局一起参加 ACAS X 的开发。