



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 5: 高效的飞行航径 — 通过基于航迹的运行
5.2: 通过基于四维航迹的运行 (TBO) 实现交通同步化

单一欧洲天空空中交通管理研究方案中的四维航迹运行

(由欧洲联盟主席国代表欧洲联盟及其成员国¹;
由欧洲民用航空会议的其他成员国²;
由欧洲空中航行安全组织的成员国提交)

摘 要

本文件从较高的层面对国际民航组织全球空中交通管理运行概念中所述的四维航迹运行概念进行了介绍。在单一欧洲天空空中交通管理研究方案中，正在对该概念，包括初始四维 (I-4D) 运行的具体要求作进一步完善。在欧洲，作为单一欧洲天空空中交通管理研究方案的一部分，已经在对这些具体要求进行论证。

行动：请会议同意第7段中的建议。

1. 引言

1.1 四维 (4D) 航迹或商业/任务航迹是单一欧洲天空空中交通管理研究 (SESAR) 方案正在根据国际民航组织运行数据链专家组 (OPLINKP) 所提出的运行需要及根据国际民航组织开发的航空系统组块升级 (ASBU) 所建立的未来空中交通管理 (ATM) 系统概念的关键所在。

1.2 空域用户将在早期飞行规划至运行当日的这段时间内，与空中航行服务提供商 (ANSPs) 和机场运营人商定航班的四维 (三个空间维度，加上一个时间维度) 首选航迹。在该首选航迹中，将考虑空

¹ 奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、拉托维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典和联合王国。所有这 27 国均为欧洲民用航空会议的成员国。

² 阿尔巴尼亚、亚美尼亚、阿塞拜疆、波斯尼亚和黑塞哥维那、克罗地亚、格鲁吉亚、冰岛、摩尔多瓦、摩纳哥、黑山、挪威、圣马力诺、塞尔维亚、瑞士、前南斯拉夫马其顿共和国、土耳其和乌克兰。

域和机场容量等方面的各种限制。

1.3 四维航迹将为绩效带来关键益处。更好地了解地面和网络系统中的航空器航迹将可提高安全性和飞行的可预测性，并可降低采取战术性干预措施的必要性。这将使得资源规划更为高效，从而能够更高效地利用机场和整个空域的可用容量。对于空域用户而言，在知晓相关限制的情况下，四维航迹将使得航空器可以规划一条最优化和最具成本效益的飞行剖面并沿该飞行剖面飞行，从而可更加准时，并可提高飞行效率及减少排放。

2. 四维航迹

2.1 一经商定，四维航迹（民用航班的“商业航迹”(BT) 和军事航班的“任务航迹”(MT)）就成了空域用户同意沿其进行飞行的基准航迹，且所有服务提供者同意通过各自提供相关服务来提供便利，除非为了采取安全或战术性干预措施而对该航迹作出改变。

2.2 为了让四维航迹概念投入正常运用，空中交通管理系统得依靠所有参与者对所规划的航迹和有待考虑的限制持一致看法。机载和地面系统必须能够交换航迹信息³，并可将信息提供给机组、管制员和需求与容量平衡管理人员，以便其可以在考虑现有限制的同时一起对飞行航迹进行最佳的管理。因此，要将航空器飞行管理系统 (FMS) 中的拟议航迹与地面飞行数据处理系统 (FDPS) 和更广的网络系统进行协调，这一点至关重要。

2.3 这就需要在参与空中交通管理过程的所有利害关系方之间对航空器的航迹进行全面共享，以确保各方对某次航班形成共识，并可实时获取可用于他们在整个飞行过程中（从准备到运行，再到下机后）执行相关任务的最新数据。

2.4 需要建立一个结构，以便安全、高效地制定、修改和传送商业/任务航迹，包括信息内容和质量、所涉及的参与者，以及在所有飞行阶段提供航迹信息的相关服务（例如：制定、拟议的修订和航迹更新过程）。

2.5 实施四维航迹时，主要的挑战在于商定标准的定义、程序和方法，以及四维航迹信息交换的全球标准。通过数据链在航空器和地面系统之间建立相互连接无疑是使该概念成为可能的一个主要因素，但同时还必须考虑在地面系统和不同的利害关系方（空中交通管制、机场、网络管理方等）之间共享航迹信息。因此，全系统信息管理服务和基础设施同样在使该概念成为可能方面起着至关重要的作用⁴。

3. 初始四维运行

3.1 初始四维 (I-4D) 是迈向全面四维运行的重要一步。它是对抵达机场时间进行优先次序排列以及对航路上的需求和容量进行平衡的第一步，并要求通过使用受控飞越时间 (CTO) 或受控到达时间 (CTA)，完善交通的排序和进行队列管理，从而部署基于初始航迹的运行。这与航空系统组块升级的模

³ 有关空一地数据通信的发展情况通过 AN-Conf/12-WP/37 号文件在议程项目 1 下论述。

⁴ 全系统信息管理服务和基础设施通过 AN-Conf/12-WP/43 号文件在议程项目 3 下论述。

块B1-40一致。

3.2 通过使用航空公司运行飞行计划，可以对初始四维航迹运行的适用加以完善。航空公司运行飞行计划比空中交通管制飞行计划更为详细，需要预先进行规划，以及预先了解飞行意图及空中交通管理系统中的静态和动态限制 (空域预留、容量不足、天气等)⁵。

3.3 初始四维运行主要针对下降始点之前的巡航阶段的最后一段以及下降阶段，尽管网络和空中交通服务单位已经开始在对通过不同空间/时间点的交通进行排序，以确保交通的有序流动，从而推进受控飞越时间/受控到达时间的使用。

3.4 初始四维的运行情况可归纳如下：

- a) 能够从航空器获取一个可靠的到达航空器当前航路上某一航路点的预计到达时间窗口 (最早/最迟预计到达时间)；和
- b) 能够在该可靠的预计到达时间窗口内与所有 (地面或空中) 利害攸关方进行协调 (受控飞越时间/受控到达时间)，以便对某一规定的航路点的交通进行排序/确定交通间隔。

3.5 受控飞越时间/受控到达时间被认为是能够通过利用飞行管理系统所具备的一种先进的机上所需到达时间 (RTA) 能力，提高空中交通管理运行中的可预测性和效率的几大因素之一。当前的机上所需到达时间能力可促进时间协调运行，并有可能实现更具飞行效率的机上管理运行。

3.6 在飞行过程中，装备初始四维运行设备的航空器将根据空中航行服务提供者规定的合同条款共享 (例如：通过契约式自动相关监视的扩展投影剖面 (EPP)) 机上航迹数据，以便为地面工具提供信息，从而提高可预测性。初始四维运行仅限于在某一特定点提供一个单一的时间限制 (受控飞越时间/受控到达时间)，包括监测其航迹是否与所分配的限制相符。

3.7 在有需要时，可能会使用空地数据链，根据在航空器上计算得出的到达空中交通管制或进场管理系统所规定的某一定位点的预计时间窗口，为配备相关设备的航空器分配单一的时间限制 (受控飞越时间/受控到达时间)。可能没有必要为每一架飞往某一终端区的航空器生成和发出一个受控到达时间。

3.8 航迹信息通过全系统信息管理服务和基础设施在所有参与航迹处理的配有相关设备的空中交通管制中心之间实现同步。这将使得参与航班处理的空中交通管制中心可以通过使用进场管理系统及早地进行预战术规划，从而可就受控到达时间和受控飞越时间进行协商。

4. 进行初始四维航迹运行所需的航空器能力

4.1 为支持初始四维航迹管理，航空器系统所需的能力⁶包括：

- a) 管制员—驾驶员数据链通信：航空器系统须支持通过数据链接收航路放行信息以及时间/速度/垂直方向上的限制，并支持通过数据链传输相应的运行回复；

⁵ 有关未来飞行计划交换的问题通过 AN-Conf/12-WP/44 号文件在议程项目 3 下论述。

⁶ 有关空地数据通信的发展情况通过 AN-Conf/12-WP/37 号文件在议程项目 1 下论述。

- 1) 一次支持一个所需到达时间的所需到达时间能力；和
- 2) 在遵守所需到达时间时允许存在的容差；
- b) 契约式自动相关监视：具有所有发送标准 (定期、按需、根据具体事件)的扩展投影剖面报告 (多达128个附有相关的高度/时间/速度预测值和限制信息的定位点和计算所得的航路点，以及总重量和最小/最大速度等航空器参数)；
- c) 契约式自动相关监视关于到达空中交通管制的要求中所规定的定位点的最早/最迟预计到达时间的报告；
- d) 通过使用改进的气象模型 (使用更多的由飞行运行中心 (FOC) 提供的风/气温信息) 加强所需到达时间的机上管理；(通过使用来自机上传感器的数据) 提高对风/气温的预测能力；计算最早/最迟预计到达时间之间的间隔，从而有助于更加可靠地对受控飞越时间/受控到达时间进行分配；通过采用更广的所需到达时间速度范围和可选的所需到达时间容差完善所需到达时间算法；和
- e) 用于在航空器和地面系统之间进行数据交换的空/地数据链通信系统，如增强型卫星和地面通信系统 (例如：先进的甚高频数据链)。

5. 进行初始四维航迹运行所需的地面系统能力

5.1 需要加以考虑的可支持初始四维航迹管理的地面系统能力包括：

- a) 可支持进行契约式管理，以及接收和在地面使用包括契约式自动相关监视扩展投影剖面 and 最早/最迟预计到达时间在内的四维航迹数据的契约式自动相关监视；
- b) 契约式自动相关监视气象小组通过航空电信网络接收和发送有关数据；
- c) 可以通过放行许可发送航迹修改信息的管制员—驾驶员数据链通信；
- d) 可支持向上输送和修改受控到达时间的管制员—驾驶员数据链通信；
- e) 空中交通管理系统 (进场管理系统) 可对到达接近最后进近定位点 (FAF) 的某个计量点的受控到达时间进行计算，准确度达到 ± 10 秒；
- f) 可对所规定的受控到达时间加以考虑的冲突检测工具；
- g) 增强型进场、离场和场面管理工具 (进场管理系统、离场管理系统、场面管理系统)；
- h) 可使用由航空器运行中心提供的飞行计划中的运行数据进行动态的空中交通流量和容量管理；
- i) 地面网络的连接性以及空中交通管制单位之间的航迹信息交换；

- j) 用于在航空器和地面系统之间进行数据交换的空/地数据链通信系统，如增强型卫星和地面通信系统(例如：先进的甚高频数据链)。

6. 空/地数据交换的标准化

6.1 欧洲民用航空电子设备组织WG78工作组和航空无线电技术委员会SC214特别委员会正在联手制定由数据通信支持的先进空中交通服务的相关标准。

6.2 已经对单一欧洲天空空中交通管理研究、新一代航空运输系统和国际民航组织运行数据链专家组所提出的运行要求，尤其是为了支持初始四维运行而需对如下空地数据进行交换的新要求进行了考虑：

- a) 可支持以所需的精准度对受控飞越时间/受控到达时间加以分配的管制员-驾驶员数据链通信信息；
- b) 可支持自动(定期，受事件驱动或按需)向下传输航迹数据(1至128个已公布的和/或计算得出的航路点，及所附的以四个维度表示的相关限制和/或预测信息等)的契约式自动相关监视扩展投影剖面(EPP)；和
- c) 可支持自动向下传输到达空中交通管制的要求中所示的计量点的最早/最迟预计到达时间的契约式自动相关监视的最早/最迟预计到达时间报告。

6.3 WG78工作组/SC214特别委员会正在为一些其他数据通信服务制定标准，其中包括数据链滑行放行(管制员-驾驶员数据链通信)和数据链运行终端情报服务(飞行情报服务)。

7. 建议

7.1 请会议：

- a) 注意本文件的内容；
- b) 建议国际民航组织启动必要的标准和建议措施制定工作，以支持在2018年前实行初始四维运行；和
- c) 请国际民航组织针对制定必要的标准和建议措施以及指导材料时四维航迹方面的相关要求，组织进行多学科的审查，以便根据航空系统组块升级中的各项组块和模块的发展情况支持整个四维航迹概念。