

第 11 次航行会议

2003 年 9 月 22 日至 10 月 3 日，蒙特利尔

B 委员会关于议程项目 6.4 的报告（草案）

所附的报告草案构成议程项目 6（议题 6.4）报告的一部分，
提交 B 委员会批准后再提交给全会。

议程项目 6：航空导航问题

6.4 航空导航服务的未来发展方向

6.4.1 关于使用独立卫星导航系统的组合型态及其增强办法的概念

6.4.1.1 会上介绍了全球导航卫星系统 (GNSS) 专家小组根据国际民航组织空中航行委员会的要求进行研究的成果。该研究表明, 随着 GNSS 信号和星座数量的增加, 在提高稳定性、改善性能、简化 GNSS 地面构造和缓解制度上的隐忧方面能为民用航空带来巨大的效益。该研究还告诫, 这些新要素的推出也会引起某些技术上、经济上和制度上的问题。

6.4.1.2 会议忆及关于 GNSS 发展情况的介绍 (参阅本报告 6.1 节) 已表明 GPS 将通过增加附加信号和现代化的卫星而得到加强。据报告, 现有星座中还将加入特性经过改善的现代化的 GLONASS 卫星。此外, 欧洲正在研制一个叫做伽利略 (Galileo) 的新的星座, 届时将能提供三种信号和世界范围完好性功能。会议理解对于任何新的信号和/或星座, 可能另外需要一至两年时间, 待民航当局对其进行认证和合格审定之后, 才能使用新的 GNSS 要素投入到涉及生命安全的应用中去。这意味着新信号和组合星座的服务可能在 2010—2015 年的时间范围内开始投入运行使用。

6.4.1.3 会议认识到, 实施要素的多种可能的不同组合将会导致整体系统复杂化, 尤其会给用户方面带来不利的经济影响; 结论是这种情况可以通过评估和选择最有希望的组合用于普遍实施来得到避免。据此, 会议制定了以下建议:

建议 6 / 12 — 制定应用有关新的 GNSS 要素及其组合的指导材料

ICAO 在为新的 GNSS 要素和信号制定标准时, 研究有关使用多种信号及其组合的各种问题, 并就 GNSS 要素最有希望的组合制定指导意见。

6.4.1.4 会上介绍了现有的 GNSS 航空电子设备自动选择所用的卫星和增强要素。会议注意到在这方面国家的规章可以要求或禁止在一些空域使用某些未来的 GNSS 要素或其组合。会议同意这种情况可能会因为额外增加驾驶舱操纵装置和程序、机组培训和维修支持等而对用户造成相当大的费用, 或由于人为因素方面的考虑变成一个安全问题。会议还同意, 这些潜在的后果要求 ICAO 鼓励各国在规划实施 GNSS 服务时, 避免出于制度上的原因而对 GNSS 具体要素的使用施加限制。因此, 会议制定了以下建议:

建议 6 / 13 — 使用多种 GNSS 信号的潜在的限制

各国在规划实施 GNSS 服务时, 充分利用由于使用独立的核心卫星星座和其他 GNSS 要素及其组合而在未来产生的效益, 并避免对具体系统要素的使用加以限制。

6.4.1.5 在完成对提交会议的研究结果进行审议之后, 会议的结论是, 该文件对引入使用新的 GNSS 要素的益处和相关的问题做出了有用的概述。据此, 会议同意将这一概述包括进关于这一议程项目的报告的附件 D 中。

6.4.2 在 960-1215 MHz 频段提供的 GNSS 服务

6.4.2.1 会议忆及在关于减少 GNSS 的脆弱性和未来 GNSS 的发展所带来的益处的讨论中，多次强调了引进和使用其他“第二民用”频率。在这方面，会议注意到美国已决定实施第二个 GPS 民用频率，即在 1 164.45 至 1 188.45 MHz 频段上的 L5。与此同时，伽利略信号也将使用范围在 1164-1215 MHz 的频段。俄罗斯联邦也汇报计划推出在这一频段的其他信号作为 GLONASS 现代化方案的一部分。这些信号的推出将遵照 ITU 按照 ITU 无线电条例第 5.328A(MOD-03)号脚注和第 609(WRC-03)号决议中写明的条件将 960—1215 MHz 频段分配给无线电导航卫星服务（RNSS）的内容进行。

6.4.2.2 发言提醒会议，继续分配给航空无线电导航服务（ARNS）的 960—1215 MHz 频段正被 ICAO 标准测距仪（DME）频繁使用。

6.4.2.3 会议了解到，在 1 164.45 至 1 188.45 MHz 频段之间可能对 GNSS 接收器出现干扰，在 1 197.14 至 1 215MHz 频段处也可能出现干扰，但程度较低（因为这一频率被国家用于特殊分配）。干扰的水平及其影响与处于这一频段上 DME 地面应答机所传输的脉冲有多少能干扰航空器 GNSS 天线相关（机载询问机不在这些频率上运行）。

6.4.2.4 会议同意，在发现 DME 站可能造成对 GNSS 运行的干扰水平不可接受的情况下，需要考虑既能减轻干扰同时又可以保持航空无线电导航服务的方法。通过以下手段可以做到这一点：

- a) 改装未来的 DME 安装，尽量将静态自发报告的速度降低至接近每秒 700 个脉冲对（见附件 10，第 1 卷，第 3 章，第 3.5.4.1.5.6 段）；
- b) 更多地使用 Y 频道 DME；和
- c) 在实际可行时重新安排现有频率的频道。

6.4.2.5 因此会议制定以下建议：

建议 6 / 14 — 在 960-1215 MHz 频段的 GNSS 服务

- a) 鼓励各国在规划部署 DMEs 时考虑到需要尽量减少对 GNSS 服务的可能干扰；及
- b) 让适当的 ICAO 机构审查关于议程项目 6 的报告中第 6.4.2.4 段所列的问题。

6.4.3 根据目前及规划的 GNSS 服务情况，审议附件 10 中关于地面无线电导航设备的标准和建议措施

6.4.3.1 会上介绍了 GNSS 专家小组应航行委员会（ANC）的要求，对附件 10 第 I 卷中的标准和建议措施（SARPs）的初步审议结果，审议的目的在于根据目前及规划的 GNSS 服务情况，评估是否有必要对该文件作出更新。审议的目标旨在确认那些需要展开额外工作的领域，以便查明对标准可能做出的修改所产生的影响，并根据需要拟订附件的修订草案。

6.4.3.2 会议注意到未来实施能够提供全球导航和区域导航（RNAV）能力，以支持飞行的所有阶段的 GNSS，将会与附件 10 所界定的现有无线电导航设备所提供的一系列能力和功能发生重叠。所确定的有可能需要做出改动的部分通常是由于引入 GNSS 会使标准变为重复的地方，或者是现行标准在向卫星导航过渡的过程中可能会产生问题的地方。

6.4.3.3 会议还注意到，虽然这些可能改动的部分主要是在关注与 GNSS 相关的基础上确定的，若干可能进行的更新则来自于越来越多地使用地面导航设备来支持 RNAV 运行。

6.4.3.4 会议同意进一步要做的工作是考虑到减少导航功能重复的可能性以及关于保护方面的因素，对修订 SARPs 和附件 10 第 I 卷中的指导材料的可行性进行调研，如有需要拟订对附件的修订草案。需要处理的问题如下：

- a) 对保护日期的总体审
- b) 考虑到越来越多地使用 DME 这一系统支持航站区 RNAV 运行的情况和使用 DME/DME RNAV 作为 GNSS 的备用方案的情况，对 DME 规范的修改；
- c) 关于 DME/P 的要求；
- d) 关于 MLS/RNAV 的要求和对 MLS 规范的更新；和
- e) 更新关于 DME、ILS 和 VOR 服务量和频率规划的指导材料。

6.4.3.5 鉴上，会议制定了以下建议：

建议 6 / 15 — 更新附件 10 第 I 卷中关于无线电导航设备的 SARPs

ICAO 就议程项目第 6 项第 6.4.3.4 段所确认的领域，进行对附件 10 第 I 卷的 SARPs 和指导材料的审议。

6.4.3.6 注意到附件 10 的第 I 卷的范围，会议认识到建议 6/14 和 6/15 之间的密切关联和联系。

6.4.4 增强的 RNAV 和基于 GNSS 运行的数据完好性

6.4.4.1 会议注意到，首次对 GNSS 程序和 RNAV 运行实施进行测试的过程表明，机载系统编集的航空数据质量仍然存在许多缺陷。这些缺陷包括错误的数据和/或在基于计算机的导航系统的编码数据和航行资料汇编（AIP）中公布的数据之间存在出入。会议注意到造成错误的主要原因是遵守附件 15 中关于数据开始生成阶段的质量规定，以及在航空数据链的各个过程中对数据进行改动。

6.4.4.2 会议还注意到，虽然 ICAO 已经制定了规范处理电子航空信息不同方面的 SARPs，但它无法防止手工处理关键性飞行数据。尽管已经发起了几项行动以解决数据完好性方面存在的问题，尤其是在 RNAV 的实施范围内，但尚未形成能够保证从开始生成到终极使用的整个航空数据链中始终达到

所需数据完好性水平的协调一致的系統或適用標準。會議還了解到在航空業界和 ICAO 在對數據質量的精確性、完好性和清晰度的要求方面有一些出入。

6.4.4.3 在對上述問題的討論中，許多國家和國際組織強調了航空數據質量的安全方面，特別是用于 RNAV 和基于 GNSS 的運行的數據的完整性。在這方面，會議強調 ICAO 迫切需要制定關於從不同來源獲取數據、處理數據和評估總體質量的指導材料。會上建議指導材料也應處理在航空數據鏈中發現數據損壞事件（某個組織在不通知其他參與組織的情況下對數據做出改動的事件）。會上還建議將附件 15 中關於數據質量的要求同相應的業界標準進行統一的工作應沒有拖延即刻展開。

6.4.4.4 作為對建議採取行動的後續行動，會議了解到在會議召開之前在 ICAO 中正在進行的解決缺陷問題的工作。特別是，會議注意到《民航組織在空中航行領域的技術工作方案》的某項任務（AIS-9401）所取得的進展，該《方案》主要包括制定了航空情報服務應用 ISO 9000 標準系列的指導材料，應用該標準將確保航空情報的質量。會議被告知這一工作已接近最後階段，且《AIS/MAP 系統質量管理系統手冊》將在 2003 年底編寫完畢。會議還注意到按照全球航行衛星系統小組的一項建議（GNSSP/4 建議 3 / 4），要求航行系統小組（NSP）制定具體的提議，統一 ICAO 和業界用于支持基于 GNSS 的運行的航空數據的標準。

6.4.4.5 注意到上述情況，會議制定了以下建議：

建議 6 / 16 — 完成關於附件 15 中的數據質量 SARPs 的應用的指導材料

ICAO 完成編寫從生成到最終使用的數據處理過程中確保數據質量的指導材料，將此作為高度優先事項。

6.4.5 關於未來在各地區發展 GNSS 航行服務的提議

6.4.5.1 在即將結束關於航空航行問題的討論時，會議審議了亞太地區關於航行服務的地區戰略和提議將來在該地區發展 GNSS 航行服務的情況

6.4.5.2 會議注意到亞太航行規劃和實施地區小組第 14 次會議（APANPIRG/14）通過的提供精確的進港和著陸導航系統的戰略和在亞太地區實施 GNSS 航行能力的戰略。

6.4.5.3 關於遵照 CAR/SAM 地區規劃和實施小組第 11 次會議（GREPECAS/11）的結論 11 / 54 制定並提交的信息和提議，會議贊賞在 GNSS 航行服務的測試和規劃方面取得的進展。會議同意其他地區可能會對測試取得的經驗和面臨的挑戰感興趣。這包括發展地區衛星導航服務方面的活動，由於地區間的協調努力和各國對參與的承諾，這一活動只要較少的投資就可以開展起來。會議注意到人力資源培訓和資金問題是實施 GNSS 這樣複雜的技術系統的主要挑戰。

6.4.5.4 會議注意到 ICAO 在三個不同的機制下為各國實施 CNS/ATM 系統提供持續的援助。這些機制包括特別實施項目、技術合作項目和國際航空安全財務機制。此外，ICAO 還定期到各國進行技術訪問，制定地區指導材料及召開區域研討會。

6.4.5.5 在结束对航空导航问题的讨论之前，会议再次如其建议 6 / 1 所示，强调 ICAO、各国、空域使用者和其他相关各方需要朝着在飞行的各阶段实现安全和高效的全球航行系统的方向继续努力。

附录 D

关于未来各独立卫星导航系统 及其增强系统的组合的效益和问题概况

1. 引言

1.1 国际民用航空组织（ICAO）已经为全球定位系统（GPS）和全球导航卫星系统（GLONASS）单频信号（L1）及其通过机载增强系统（ABAS）、星基增强系统（SBAS）和地基增强系统（GBAS）的增强办法制定了标准和建议措施（SARPs）。

1.2 今后，GPS 将通过增加附加信号而得到加强，并有可能增添世界范围完好性功能。现有星座中还将加入特性经过改善的 GLONASS-M 型卫星；其后，新一代的 GLONASS-K 型卫星也将推出使用。目前，欧洲正在研制一个叫做伽利略（Galileo）的新的星座，届时将能提供三种信号和世界范围完好性功能。

1.3 可以预期，这些新增加的信号和星座投入使用后会给民航用户带来若干效益。现有各系统可以组合起来以提高稳定性，从而在发生干扰或系统故障时增强满足性能要求的能力。此外，使用发自一些独立系统的组合信号还可以实现标定条件下的性能改善。也就是说，对某些地区而言，使用组合星座提供导航服务可以达到原先必须使用增强系统才能达到的水平。最后，有多种星座可供使用，还可以缓解由于依赖单一的服务提供者而产生的制度上的隐忧。

1.4 这些新要素的推出也会引起某些技术上、经济上和制度上的问题，必须加以解决才能充分把握面临的机会。

2. 新信号和新星座带来的机会

2.1 实施的时间框架

2.1.1 截止 2003 年 9 月，对不同的星座和新信号估计的服务交付时间如下：

- a) GPS/L1：可供使用；
- b) GPS/L5：初步运行能力—2012 年，完全运行能力—2015 年；
- c) GLONASS/L1：可供使用（运行的卫星数量有限）；
- d) GLONASS/L3：2008 年起可供使用；
- e) Galileo/L1：2008 年起可供使用；
- f) Galileo/E5a：2008 年起可供使用；和

g) Galileo/E5b: 2008 年起可供使用。

2.1.2 至于任何其他的新信号/星座, 恐怕另外需要一至两年时间, 待民航当局对其进行认证/合格审定之后才能获准投入到涉及生命安全的应用中去。这就是说, 新信号和组合星座服务可能在 2010 年的时间范围内开始投入运行使用。

2.1.3 ICAO 为 GNSS 标准化所做的规划工作, 就是要随着这些要素的发展进程编制和确定有关上述 GNSS 要素的标准和建议措施。

2.2 技术上和运行上的机会

2.2.1 对 GNSS 的脆弱性及其缓解办法所做的评估表明 (参见 AN-Conf/11-WP/17), 尽量提升卫星导航的抗干扰稳定性具有内在的优点。在这个问题上, 由于其强度升高, 频带加宽, 抗干扰的能力增强, GNSS 每种新信号的抗干扰能力都将高于 GPS/L1。此外, 所有预定用于涉及生命安全应用的信号还将受益于由国际电信联盟 (ITU) 分配的航空无线电导航服务 (ARNS) 频带范围所提供的保护。

2.2.2 实行多频率化也是对付非故意干扰的一个非常有效的缓解办法, 因为这种干扰源同时影响一个以上频率的可能性极小。已经收到的情况表明, 所有的核心星座 (GPS、GLONASS 和 Galileo) 都将用多种频率提供服务, 而其中两个星座的任何一种组合都可以提供至少一个非共用频率。

2.2.3 使用星座组合也能使大气效应非常有效地得到缓解。今天, 在赤道区域、以及较少程度上在高纬度地带, 当电离层发生严重闪烁状况时存在的信号丧失的影响, 由于更多卫星的呈现将会得到根本的缓解。在用户层面对来自不同星座的不同测量值进行综合即可实现这一目标。

2.2.4 使用单频卫星时, 地基增强系统和星基增强系统必须纠正电离层引起的误差。而每颗卫星发出多个频率则可在接收机中支持这一纠错功能。如果使用星座的组合, 目前与发生电离层闪烁、系统维修、空域扇区故障或地形/建筑物屏蔽 (如对基于 GNSS 的地面运行) 等情况有关的服务可用性和连续性受到限制的问题, 将会由于卫星数量的增多而得到舒缓。

2.2.5 在 (星基增强系统或未来的核心星座) 不提供完好性数据的地区, 可以通过将得自多个星座的测量值与机载增强系统相结合的办法来实现性能改善, 但其强度会较弱。这样做有时可以免除部署星基增强系统的需要, 有时则可简化其构造。

2.2.6 有些国家已经在考虑单一星座使用多个频率提升 GNSS 强度的潜在效益。在用户层面上综合至少来自其中两个星座的不同信号可以进一步提高稳定性, 改善性能, 并能大幅缓解使用单一星座在制度上的隐忧。

2.3 制度上的机会

2.3.1 使用多星座还有非技术的理由。这些理由可以包括对单一星座进行控制和维护, 以及拒绝服务的威胁和核心星座发生重大故障等制度上的隐忧。独立的服务提供者提供使用多个独立的星座将特别有利于:

- a) 在资金短缺无法维持某个星座的运行、星座运行陷入技术困难、发射失败或因紧急状态造成毁坏的情况下，卫星导航服务能够继续按标定性能提供服务；
- b) 即使一个星座的性能发生减损或者出现《国际民用航空公约》所承认的全国性紧急状态（参见第 89 条）而使整个覆盖区域无法获得服务，导航服务仍然能够在世界范围得以维持。遇此情况，可以由独立管理的另一个星座继续提供服务；
- c) 即使一个卫星星座的信号中断，或者一个卫星星座发生重大变化，或者某个星座出现中期服务中断或某个卫星星座的提供者决定停止提供服务，导航服务仍然能够得以维持。

3. 推出新增的独立星座和增强系统所面临的挑战

3.1 使用多要素组合的复杂性

3.1.1 推出独立的星座和增强系统要素会带来复杂的技术问题。必须从技术和运作两个方面妥善加以处理才能保证航空器经营人获得上述效益而且效益大于成本。

3.1.2 随着 GNSS 的发展，如果出现形形色色以不同方式使用独立 GNSS 要素的不同组合的机载接收装置，那么，这种复杂性可能会越发加剧。预计还会出现一些将 GNSS 与惯性系统结合后进一步增强能力的构造。市场会自然排斥那些使用无法产生经济效益的组合构造，但无疑会发生割据现象。空中导航服务的提供者、航空器经营人和制造厂家必须通力合作，将能力与所需导航性能和公布的进近程序配合起来，以实现最大的效益。

3.1.3 据认为，空中航行服务提供者必须考虑各种能力水平的用户的情况，实时说明 GNSS 系统要素的各种组合是否支持公布的服务等级。这个办法源自当前的系统监测原理，即空中航行服务提供者可以对地面助航设施逐一进行监测，而每个助航设施提供一种规定的服务。但这个办法可能不适合未来的 GNSS 运行，尤其是在推出多种信号和多星座之后。因此，应该对目前的状况监测概念重新做出考虑。

3.1.4 要素多种组合的标准化问题，视新增标准和建议措施执行策略而异，可能会让国际民航组织应接不暇。最好的办法是对新的信号逐一实行标准化，除标准和建议措施外再辅之以如何使用这些新信号和信号组合的指导材料。

3.2 航空器经营人和服务提供者的系统成本

3.2.1 从用户的角度看，推出新的信号和星座将要求更换现有的接收装置和航空器天线。新的接收机和天线会更加复杂，而且成本也可能比当前一代 GNSS 航空电子设备要高。但随着接收技术的不断进步，成本的增加应该会比较小的。

3.2.2 对航空器经营人来说，最为可行的办法是在肯定了商业个案的利益之后再行改装。制造厂家在设计上如果留有软件或简单硬件升级的余地，也可以减少改装的成本。另一个办法就是购置航空电子设备与 GNSS 发展现状相适应的新航空器。这就要求事先了解推出新信号的标准和计划。

3.2.3 就地基增强系统而言，一个能够对两个核心星座（如 GPS/GLONASS 或 GPS/Galileo）进行增强的系统，由于接收机和天线要素的复杂性增加，其代价可能比较昂贵。另一方面，使用较新的地基增强系统设备增强一个星座的服务提供者，主要出于标定使用寿命的考虑，则不会匆忙更换新的设备或是做出系统升级的决定。

3.2.4 为了实现潜在成本的最小化和效益的最大化，ICAO 在为新的 GNSS 要素和信号制定标准时，应该就最有希望的要素和信号组合提出建议。

3.3 管理限制的影响

3.3.1 现有的 GNSS 航空电子设备自动选择所用的卫星和增强要素*。今后，国家的规章可能会要求使用或禁止使用某些 GNSS 要素或其组合。这种情况可能会因为额外增加驾驶舱操纵装置和程序、机组培训和维修支持等而使用户产生大的开支。如果对每一个独立的 GNSS 要素都必须进行选择，航空电子设备的界面将会变得非常复杂。训练机组人员使用这个界面并熟悉空域各个部分应该选用的系统操作模式，其费用也会很高。此外，复杂的航空电子设备界面还会加重驾驶员的工作负担，从而造成安全隐患。

3.3.2 这些潜在的影响要求 ICAO 鼓励各国在规划实施 GNSS 服务的时候，避免出于制度上的原因而对 GNSS 具体要素的使用施加限制。

4. 结论

4.1 GPS、GLONASS 和 Galileo 将提供独立运行的卫星星座和独立的信号。因此，星座组合实施后 GNSS 发生服务故障的可能性极小。

4.2 所以，GNSS 信号和星座数量的增加，在提高稳定性、改善性能、简化 GNSS 地面构造和缓解制度上的隐忧方面能为民用航空带来巨大的效益。

4.3 但是，实施繁复纷呈的要素组合可能致使整体系统复杂化，尤其会给使用方造成不利的经济影响。这个问题可以通过普遍实施经过严格评选出来的最有希望的组合来加以避免。

4.4 如果有关使用独立的核心卫星星座和 GNSS 其他要素及其组合的各种问题能得到妥善解决，推出新的星座和另外增加的信号将会推动向 GNSS 作为一个飞行所有阶段的全球系统过渡。

4.5 ICAO 在为新的 GNSS 要素和信号制定标准时，将研究有关使用多种信号及其组合的各种问题，并就 GNSS 要素最有希望的组合制定指导意见。

—完—

* 这一事实的例外情况是地基增强系统精密进近，它具有频道选择能力，可以指示接收机使用某一个具体的地基增强系统。