

第 11 次航行会议

2003 年 9 月 22 日至 10 月 3 日，蒙特利尔

B 委员会向会议提交的关于议程项目 6 的报告

所附报告已经过 B 委员会批准提交给全会。

B 委员会主席
Peter Charles Marais

注：应把本文件的这张封面取下，然后把文件插入报告夹中适当位置。

议程项目 6：航空导航问题**6.1 以各国、服务提供者和行业组织的报告为基础的全球导航卫星系统（GNSS）的发展现状****6.1.1 引言**

6.1.1.1 在邀请各国和国际组织参加第 11 次航行会议时（参阅 ST 12/1-02/58 号国家级信件），ICAO 请参与开发 GNSS 和其组成部分的各国、服务提供者和组织注意在议程项目 6 项下提供其有关活动辅助性资料的需要。

6.1.1.2 在答复 ICAO 时，一些国家和服务提供者向会议提交了有关全球定位系统（GPS）、全球导航卫星系统（GLONASS）现代化，以及开发伽利略新的核心卫星星座的有关资料。还向会议通报了美国、欧洲、日本和印度关于星基增强系统（SBAS）的现状。同时还提交了有关陆基增强系统（GBAS）和地基区域性增强系统（GRAS）的报告。

6.1.1.3 会议按以下顺序审议了有关资料：卫星核心星座、星基增强系统和陆基增强系统。

6.1.2 卫星核心星座**GPS**

6.1.2.1 会议注意到，全球定位系统（GPS）的空间部门是由 24 颗正在运行的卫星组成的。会议了解到美国已经制定了 GPS 现代化计划。现代化的一个主要目标是提供额外的加码民用信号。第 2 个民用信号 L2C 将在 1227.6MHz 频道上广播，第 3 个民用信号 L5 将定在 1176.45MHz。新的更强有力的 L2 民用信号将于 2004 年开始使用。新增加的用于航空和其他对安全至关重要用户的第 3 个民用信号（L5），将于 2006 年开始使用。根据 2004 年的预算计划，双频道导航的初始运行能力将于 2010 年（日历年）开始，基于 18 颗卫星的星座用 L2 广播新的民用信号。同样，L5 的信号将于 2013 年末在 18 颗 GPS 卫星上广播。

GLONASS

6.1.2.2 会议注意到，GLONASS 系统的空间部分到本次会议开幕时是由 11 颗卫星组成的，其中 8 颗卫星运行不受限制。会议了解到，俄罗斯联邦政府 2001 年 8 月通过了 10 年联邦特别计划，用于维护和进一步开发 GLONASS。该计划包括开发新一代的 GLONASS-M 卫星，第一颗这种卫星将与两颗 GLONASS 卫星于 2003 年第四季度发射升空。下一步的发展将包括开发先进的 GLONASS-K 卫星，寿命为 10-12 年，精度性能有所改善并在 1164-1215MHz 上增加导航信号。GLONASS-K 卫星比现行型号的卫星重量轻，可使其在系统的轨道上的部署和维护成本降低几倍。

6.1.2.3 轨道上的部署分为以下几个阶段：

第 1 阶段：2006 年，轨道上将增加至 18 颗卫星，其中一些是 GLONASS-M 卫星，寿命有所增加，并提高了性能。

第 2 阶段：2006 年之后，通过发射一些 GLONASS-K 卫星，在轨道上将部署并保持 24 颗卫星。

6.1.2.4 据报告，系统运行逐渐转移至目前占用的波段较低的部分将会根据现有协议继续进行，以确保与射电天文学和移动卫星服务的电磁兼容。

伽利略

6.1.2.5 会议了解到，欧洲国家意识到卫星导航的战略重要性，及其潜在的应用和 GNSS 目前的缺陷，已经决定分两步来开发欧洲 GNSS 的能力。通过实施 SBAS，即欧洲静止地球轨道系统覆盖服务（EGNOS），以满足短期和中期的需求，以及用卫星导航星座（GALILEO）支持多种方式用户长期的需求。GALILEO 计划将部署由民用控制的全欧洲卫星星座，此举将加强卫星导航的稳定性，缓解某些制度上的关注和进一步便利向卫星导航的整体过渡。GALILEO 的利益相关者们已经在系统开发中建立和支持进一步的国际和多边合作。使用 GALILEO 提供的服务将建立在 ICAO 现有的标准之上。

6.1.2.6 相同于 GPS 标准定位服务的开放式服务，GALILEO 将提供新的性能以改善和保障服务支持关键的、生命安全或商业用途的各种服务。GALILEO 提供的服务在用户层面要求与其他 GNSS 服务完全兼容和可互用，在系统之间不存在共同的故障模式。GALILEO 和其他 GNSS 组成部分组合使用会对全世界的所有用户提供更好的性能。

6.1.2.7 GALILEO 卫星唯一的服务将向全世界范围提供，通过一些 GALILEO 卫星广播信号的组合独立于其他的系统。对不同运行要求有广泛可能的应用，它们被归纳为 5 种参照服务：GALILEO 开放式服务（OS）、生命安全的服务（SoL）、商业服务（CS）、公共管理的服务（PRS）和用于支持搜寻和救援的服务（SAR）。

6.1.2.8 会议注意到，GALILEO 的初期系统设计阶段已经结束，欧洲航天局（ESA）正在准备基础设施部署的开发合同，包括发射第一组试验卫星。

6.1.2.9 GALILEO 基础设施将按三个阶段实施：

- a) 开发和验证阶段（2002-2005）；
- b) 部署阶段（2006-2007）和
- c) 运行阶段（从 2008 开始）。

6.1.3. 星基增强系统（SBAS）

WAAS

6.1.3.1 会议满意地注意到, 2003 年 7 月 10 日, WAAS 已经在美国国家空域系统 (NAS) 的所有导航阶段投入使用, 包括 1 类仪表进近。同时提供横向和垂直引导 (横向导航 (LNAV)/垂直导航 (VNAV))。WAAS 的性能始终能表现出水平 1 米和垂直 1.5 米的精度。WAAS 的初始运行能力 (IOC) 向用户提供了在全美国 NAS 的飞行垂直引导的进近能力。WAAS 的这种初始能力还能向用户提供有改善的航路上和起飞阶段的引导。LNAV/VNAV 是一种进近程序, 具有 105 米 (350 英尺) 决断高和 1.25 英里能见度之下的垂直引导。为 WAAS 的运行已经公布了 700 多个 LNAV/VNAV 程序。WAAS 的服务区域是美国大陆和阿拉斯加的部分地区。

6.1.3.2 联邦航空局 (FAA) 已经通过优化航站仪表程序改善了 WAAS 的进近能力。这种改善包括新的具有垂直引导的进近程序, 称为 LPV, 它符合附件 10 关于 APV¹ 的性能要求。LPV 提供了同仪表着陆系统 (ILS) 航向台相同的横向进近引导性能。它对 LNAV/VNAV 代表了一个重大的改善, 降低了大多数跑道的最低进近标准。LPV 程序在适当照明下具备 75 米 (250 英尺) 决断高和 0.5 海里能见度的象征性最低标准。LPV 垂直引导的安全益处可供通用航空界使用, 因此直接提高了通用航空器和其他 WAAS 用户的飞行安全。

6.1.3.3 在整个扩大服务的区域具备 LPV 能力的 WAAS 最终运行能力 (FOC), 预计于 2007 年 12 月开始使用。WAAS 1 类精密进近能力, 需要等待 GPS 能够提供 L5 的第 2 个航空频率 (1176.45MHz)。根据目前的计划, 到 2013 年轨道上将有足够数量的具有 L5 能力的 GPS 卫星供航空使用。FAA 计划在此日期之前对 WAAS 升级以便使用 L5。

欧洲静止地球轨道覆盖服务 (EGNOS)

6.1.3.4 会议了解到, 由 ESA、欧洲委员会和 EUROCONTROL 组成的三方集团 (ETG) 实施的 EGNOS 项目, 代表了欧洲对 GNSS 的首次贡献。EGNOS 将提供和保证信号用于航空、海洋和陆地移动跨欧洲网络的应用。欧洲航天局代表三方集团负责 EGNOS 系统先进运行能力 (AOC) 的系统设计、开发和技术验证。技术验证将于 2004 年结束, 以便使 EGNOS 用于生命安全用途的信号于 2005 年投入使用。已对 EGNOS 2004 年以后的逐步发展方案进行了评估。

6.1.3.5 在精度 (从 20 米至 1-2 米)、服务保障 (通过信号的完好性) 和可利用性 (通过增加信号的范围) 方面, EGNOS 会对 GPS 提供有改善的服务。EGNOS 用 GPS L1 频率运行, 最初的覆盖是欧洲民航会议地区, 随后将扩展至其他地区。EGNOS 通过对 GPS 和 GLONASS 的增强, 将满足欧洲地区陆地、海洋和航空运输模式对现有的定位、速度和时间的许多要求。

6.1.3.6 对于民用航空, EGNOS 将符合 RTCA DO 229 和 ICAO SBAS SARPs 的要求, 并会在 ECAC 地区提供航路上直到 APV-2 (VAL=20 米; HAL=40 米) 的航空服务。

6.1.3.7 对 ECAC 中心地区之外的 EGNOS 在 AFI 地区的服务的评估, 最初是通过非洲和马达加斯加航空安全署 (ASECNA) 与其他参与国合作, 在非洲中西部地区部署了 EGNOS 系统测试台 (ESTB)

¹ 附件 10, 第 I 卷, 第 3 章, 3.7.2.4

范围和完全性监测站（RIMS）得以成功进行。AFI 地区工作计划的后续阶段包括了在 AFI 区域的其他地区全面部署 RIM 网络和准备运行实施。

6.1.3.8 在加勒比/南美洲（CAR/SAM）地区，利用 ICAO 技术合作项目，已经进行了 EGNOS 的试验工作。为开展基于 ESTB 信号的试验，在该地区已经部署了 3 个参考站，并与 ESTB 联接。EGNOS 类型的试验对支持 GREPECAS 的活动提供了有用的资料，以便为该地区制定 GNSS 战略。同时也确定了与 WAAS 试验的合作领域。

MSAS

6.1.3.9 会议忆及，根据 1991 年第 10 次航行会议批准的未来航行系统（FANS）的概念，日本民航局（JCAB）一直在开发多功能的运输卫星（MTSAT）和基于 MTSAT 的星基增强系统（MSAS）。MTSAT 被设计为一个地球静止轨道卫星，同时具有气象和航空任务。

6.1.3.10 航空任务包括二种功能：航空移动卫星服务（AMSS）和基于 GNSS 星基增强系统（SBAS），以便为航空器提供从地面设施上行链的 GPS 增强资料。MTSAT 的 MSAS 功能将能完全符合 ICAO 的 SARPs。SARPs 中未做规定的技术细节也通过 SBAS 技术可互用性工作组（IWG）的活动进行了协调。因此，MSAS 完全能够同其他的 SBAS 服务互用。

6.1.3.11 在 MTSAT-1（第 1 颗 MTSAT）发射失败之后，JCAB 获得一颗替代的卫星，MTSAT-1R。它将于 2004 年初发射。第 2 颗 MTSAT，即 MTSAT-2 将于 2005 年发射。在完成合格审定之后，MSAS 从 2005 年开始使用和运行，但只使用 MTSAT-1R。2006 年将开始使用 MTSAT-1R 和 MTSAT-2 双重运行。

6.1.3.12 两个航空卫星中心将用于管制 MTSATs。已经在两个航空卫星中心安装了 MSAS 控制总台（MCSs）。为了向日本的 FIR 提供 MSAS 服务，在 4 个航线交通管制中心安装了地面监视台（GMSs）。为了准确确定 MTSATs 的轨道设置较长基线，在美国夏威夷和澳大利亚堪培拉安装了两座监视和测距台（MRSs）。每个航空卫星中心还有一座 MRS。

6.1.3.13 在正常运行中，用户将能够用不同的 PRN 电码接收两个 SBAS 信号。每种信号从一个不同的 MCS 并通过一个不同的卫星被上行链接。在一个卫星发生故障的情况下，当时正在通过故障卫星上行链接的 MCS 将转换到另一个卫星。因此，即使在这些不正常情况下，用户的航空电子设备仍将能够接收两个 SBAS 信号。会议注意到这一结构提供较高的余度保障和可靠的 SBAS 服务。

6.1.3.14 由于 MSAS 信号将通过 MTSAT 在大部分亚太地区广播，如果 GMSs 安装在 MTSAT 覆盖区域，并且专用地面线路与 MCSs 连接的话，那么 MSAS 服务区域将能轻易地扩展。为此，会议赞赏地注意到 JCAB 向亚太各国提供免费 MSAS 服务，以便在这一区域实现全球、无缝隙、更安全和更可靠的空中航行系统。

GAGAN

6.1.3.15 会议从印度方面获悉，印度机场当局（AAI）和印度空间研究组织（ISRO）联合实行了一个方案，开发和实施 GPS 和 GEO 增强导航（GAGAN）系统，以便满足航空器经营人和空中交通服务（ATS）提供人在印度空域，包括印度洋空域以及大部分亚太地区的卫星导航增强要求。

6.1.3.16 GAGAN 方案将分 3 个阶段实施：

- a) 第 1 阶段：**技术示范系统（TDS）**：一个将示范系统能力的最低配置系统，以支持印度空域有限区域上空的最高为精密进近（I 类），并作为对概念的证实。TDS 阶段将在 2005 之前完成。
- b) 第 2 阶段：**初步实验阶段（IEP）**：在此阶段 TDS 将被扩展，以覆盖整个印度空域，并且将为该系统增加必要的冗余。IEP 将在 TDS 开发之后一年时间内完成。
- c) 第 3 阶段：**最终运行阶段（FOP）**：在此阶段，预计 GAGAN 方案将成熟起来。在宣布该系统运行之前，系统将进行广泛的试运行，并将按照 ICAO 的有关 SARPs 进行评估。这一阶段预计在 IEP 之后一年内完成。

6.1.3.17 目前，在完成详细的荷载设计审议之后，ISRO 正在购置关键部件，以装配将载于 GSAT-4 号卫星发射的航行荷载（该卫星将于 2005 年发射），并将放置于 82 度东轨道位置。

6.1.3.18 由于印度地处赤道附近，电离层活动对在印度空域所接收的 GPS 信号有重大影响。为了适当评估电离层对 GPS 信号的影响并将其影响减至最低程度，已经根据从许多地点长时间内收集到的电离层数据，开始制定一个电离层模式。有鉴于此，计划将建立 20 个台站用于收集整个国家上空散布的电离层数据。

6.1.3.19 会议注意到了 GAGAN 的设计符合 ICAO 的 SARPs，并且将同 WAAS、EGNOS 和 MSAS 可互用。

6.1.4 陆基增强系统（GBAS）

局部区域增强系统（LAAS）

6.1.4.1 会议回顾指出，局部区域增强系统（LAAS）是由美国开发的陆基增强系统（GBAS），提供航站区精密进近能力和精确定位、速度和时间（PVT）的数据（GBAS 定位服务）。LAAS 的目标是向所有具备适当装备的航空器提供所有各类精密进近（PA）以及着陆和地面运行服务。

6.1.4.2 LAAS 地面设施的初步实施，将在经选择的机场支持 I 类仪表进近以及 GBAS 定位服务。FAA 于 2003 年 4 月签署了一项设计、开发和生产 LAAS 地面设施的合同。

6.1.4.3 在系统设计的验证之后，FAA 计划在美国国家空域范围内安装数目有限的地面系统。预计

LAAS IOC 将在 2006 年 9 月之前完成。目前, FAA 正在与各航空器经营人进行协调, 以确定完全利用 LAAS 能力的程序, 以便改善空域使用并提供可能的最低进近能见度标准。

6.1.4.4 LAAS 的最终状态是提供 II/III 类进近和着陆服务, 并且大部分的长期开发努力都旨在实现这一目标。近期努力都集中在实现 III 三类服务, 而不使用机载接收器的第二个频率。在这之后将结合 GPS 现代化带来的效益, 尤其是增加的 L5 频率。

6.1.4.5 此外, 预计对 LAAS 如何便利更有效的航站区域运行方面的探索, 将导致未来 LAAS 的应用, 例如: 引导离场、复合进近航迹、引导复飞以及地面运动的引导和管制。

陆基地区增强系统 (GRAS)

6.1.4.6 会议回顾了陆基地区增强系统 (GRAS) 已经于 1999 年作为一项 SBAS 和 GBAS 的替代方法, 提交给了 ICAO GNSS 专家组 (GNSSP), 并且 GNSSP 已经得到要求制定 GRAS 的 SARPs。会议获悉 GRAS 的 SARPs 草案验证正在进行, 目标是在 2004 年 5 月向航行系统专家组 (全体工作组) 提供完整的验证。

6.1.4.7 澳大利亚已经建立了 GRAS 测试台, 以便利 GRAS SARPs 的验证。正在利用 SBAS 方法收集 GRAS 的差异和完整性数据, 但是在用 GBAS 电文格式, 通过上行链路台的网络, 利用 VHF 广播向航空器传输。测试台表明, 由 GRAS 增强的 GPS 可以为航路、航站区域和进近提供垂直引导导航。

6.2 基于当前和设想的 GNSS 服务、结构、完好性和备选方案的导航政策问题

6.2.1 引言

6.2.1.1 根据目前 ICAO 对引入通信、导航和监视/空中交通管理 (CNS/ATM) 系统的战略的设想, 将从现有的地面导航基础设施逐步过渡到更多地使用卫星的导航基础设施。ICAO 通过制定关于全球导航卫星系统 (GNSS) 的标准和建议措施 (SARPs), 以及出版关于使用基本 GNSS 接收机²运行的程序和标准, 为这一过渡的初步步骤提供了支持。

6.2.1.2 GPS 已在世界上广泛用于航空器导航。这一使用包括洋区和国内航路上的主要手段、GPS 非精确方法、基于 GPS 的间隔标准和地区航行 (RNAV) 及所要求的航行性能 (RNP) 运行。在欧洲, GPS 正在作为满足基本 RNAV (B-RNAV) 要求的手段进行使用。SBAS 正在发展中, 美国起用了广域增强系统 (WAAS), 其他 SBASs 将在 2004-2006 的时间范围内在欧洲、日本和印度投入运行。GBAS 的开发也在进行中, 初期可以支持 I 类精密进近。

6.2.2 GNSS 在提供航空导航服务方面的作用和过渡战略的考虑

6.2.2.1 会议获悉了各国的进展情况, 这些情况表明卫星导航在提供空中航行服务方面已正在发挥

² “基本 GNSS 接收机”一词是指至少符合附件 10 第 I 卷所载对 GPS 接收机的要求, 和经 FAA TSO-C129A 或 JAA TSO C129 修改的 RTCA DO-208 或 EUROCAE ED-72A (或与之等同) 规范的 GNSS 航空电子设备。

与日俱增的作用。一个国家提交了逐步淘汰某些现有的地面设施的计划，随着商业机队和通用航空的装备取得的进步，首先停止使用全向无线电信标（NDBs）。其他一些国家也指出，由于对卫星导航的依赖日益增强，它们计划逐步淘汰地面助航设备。

6.2.2.2 会议了解到，在欧洲地区正在制定一个共同的航空立场，空域用户和空中导航服务提供者也参与在内。设想的最终目标是利用 GNSS 来实现唯一的导航服务，条件是这一服务须证明是安全、可靠和成本效益最佳的解决方法。

6.2.2.3 航空公司关于航空导航需求的立场对上述情况做出了补充，支持使用 GNSS 作为近期用于定位和定时的主要无线电导航系统。空域用户呼吁各国与其紧密合作，从当前的陆基系统迅速地过渡到具有成本效益的、协调统一的和可互用的基于空间的无线电导航系统。这一系统在飞行的所有阶段、在所有空域都能使用。航空公司的立场也鼓励以协调方式实施 GNSS 程序，旨在尽早实现从航路上到至少 I 类最低标准的世界范围导航能力。

6.2.2.4 根据大家对于加速过渡到星基导航所达成的协商一致，会议讨论了关于制定有关战略的建议，该战略将为过渡到未来以使用 GNSS 为中心的世界范围航行服务奠定基础。但是，会议承认，CNS/ATM 系统的全球空中航行计划（Doc 9750 号文件）和地区空中航行计划是能够符合这一建议意图的战略文件。不过会议仍然同意重申过渡目标并确定了在过渡过程中要达到的一套条件。

6.2.2.5 然后，会议讨论了过渡过程中的近期目标。会议指出，根据所提交的关于 GNSS 开发现状的资料，一个星基增强系统，即美国的 WAAS 已在 2003 年中期投入运行，另外三个 SBAS 计划于 2004-2006 年的时间范围内投入运行。基于 WAAS 的 APV 运行正在引入过程中，随着其他 SBASs 的启用，各国正在制定规划引入这些运行。

6.2.2.6 会议审议了所提交的在一些国家计划实施垂直引导进近（APV）的资料。在其中一个国家的计划设想是分阶段实施这种进近。展开这项工作的目的在于补充常规的进近程序和着陆助航设备，特别是仪表着陆系统（ILS），并且涉及下列工作：

- a) 批准以使用 SBAS 为基础的非精密进近；
- b) 评估大气压垂直引导 APV 程序的使用；和
- c) 最后，通过使用 SBAS 垂直引导的 APV 进近和着陆程序，给所有空域用户带来的运行方面的益处。

6.2.2.7 此外，一些国家和国际组织报告了在加勒比、南美洲和非洲地区使用 WAAS 和 EGNOS 试验台评估 SBAS 性能的重要活动。服务提供者对这些试验提供了支持，对初期的结果表示满意。会议同意应该促进这方面的活动。

6.2.2.8 基于上述，有人提出建议，即应该鼓励空域用户装备 SBAS 接收机³，以便利用其优于基本

³ “SBAS 接收机”一词是指至少符合附件 10 第 I 卷所载对 SBAS 接收机的要求，和经 FAA TSO-C145A/146A 修改 RTCA DO-229C（或与之等同）规范的 GNSS 航空电子设备。

GNSS 接收机的卓越性能和经过改进的服务的可用性。还提交了另外一个建议，提倡采用以 SBAS 为基础的 APV-1 运行，作为全球范围的要求。会议对这些建议的意图表示支持，同意鼓励各国和服务提供者、空域用户和制造业为实现上述目标携手合作。因此，会议拟定了以下的建议：

建议 6/1— 向星基空中导航过渡

即：

- a) 国际民航组织根据继续制定必要的规定，以支持用于飞行各阶段的无缝隙 GNSS 引导，并促进向星基唯一导航服务过渡，同时充分考虑到飞行安全、技术、运行和经济方面的因素。
- b) 空中航行服务提供者与空域用户进行协调迅速展开行动，旨在尽早实现至少到 APVI 性能的世界范围航行能力；和
- c) 各国和空域用户注意到现有的和即将出现的、提供 APV 运行的 SBAS 导航服务，并采取必要步骤对具有 SBAS 能力的航空电子设备进行安装和合格审定。

6.2.3 GNSS 的脆弱性和唯一导航服务

6.2.3.1 向会议提交了欧洲民航委员会成员国区域的航行战略，该战略旨在确定要向由全球导航卫星系统（GNSS）支持的区域导航（RNAV）环境过渡。考虑到向这种环境过渡的成本以及确保发生故障后仍能运行的需要，在可预见的将来，仍然需要陆基导航设备，以及相应产生的确保继续为这些导航设备提供频谱保护的要求。

6.2.3.2 在议程项目 5 项下，会议同意应该根据需要研究该战略的频谱可用性问题的，然后讨论了 GNSS 作为唯一导航服务的潜力问题。讨论的重点放在由于 GNSS 潜在的故障形式，它是否能够成为唯一导航服务的某些尚存的不确定之处，及其对 ECAC 成员国 ATM 运行的相应影响和缓解的可能性。

6.2.3.3 会议了解到，不带任何外部增强能力的全球定位系统（GPS）已经被接受作为在整个 ECAC 地区在航路上提供基本 RNAV 能力的手段。之所以能够这样做，是因为它有能力利用陆基导航设备（例如 VOR/NDB）转为常规导航。伽利略（GALILEO）作为补充 GPS 的第二个卫星系统可用性，此及增加的导航信号，预期容许进一步依靠 GNSS，从而能够淘汰 VOR/NDB，并依赖基于 GNSS 和 DME 的 RNAV。

6.2.3.4 但是，虽然 GPS 加上 GALILEO 可能能够提供总体 RNAV 环境赖以生存的基础，但是仍须证明，这种解决方法将是具有成本效益的，因为可能需要携带双重 RNAV 系统，以满足连续性和可用性的要求。由于许多航空器仅仅装备单一 RNAV 或飞行管理系统(FMS)设备，所以以成本效益方式向总体 RNAV 环境过渡的时间段可能要大大拉长。

6.2.3.5 ECAC 地区的研究表明，作为在 2010-2015 的过渡时间段内的逆向性备选方案，更具有成本效益的方式可能是通过保留当前的 VOR 环境，以确保所需的服务连续性，利用机载双重 VOR 航空电

子设备装置支持转换导航,而不是利用双重 RNAV/FMS 设备和双重传感器输入来做到这一点。这种 VOR 转换运行是在 ECAC 国家使用 GPS 实施基本 RNAV(B-RNAV)的安全方面考虑的基础。如果这些初步结果得到确认,那么在该时间段内预期淘汰 VOR 可能就是不行了。

6.2.3.6 在审议了这些情况之后,会议认识到,未来的进展预期将大大降低与唯一 GNSS 服务相关的风险。虽然预计 GNSS 将用于飞行的所有阶段,某些故障形式仍然会保留下来,从而妨碍完全依赖 GNSS。会议注意到,关于 ECAC 地区的运行,正在展开工作,以查明能够用什么方法及其相关的缓解战略,使得逐步向唯一服务迈进成为可能。但是,能否实现这一终极目标仍然不确定,并迫切需要得到解决。

6.2.3.7 会议随后审议了全球导航卫星系统专家组(GNSSP)根据航行委员会的要求对 GNSS 脆弱性进行研究的成果。会议指出,近年来,一些非常胜任的机构都进行了关于 GPS 脆弱性的研究,而提交给会议的报告试图在 GNSS 的背景下研究同样的问题,而 GPS 只是 GNSS 的核心要素之一。会议上介绍了 GNSS 的各种脆弱性、对运行风险的评估、防止系统运行中断的方法以及缓解这些中断问题的指导,使会议对这些问题有了充分了解。

6.2.3.8 会议注意到研究结果表明,迄今所有已经查明的脆弱性均不妨害朝着 GNSS 作为飞行各阶段的全球系统过渡的最终目标,并理解到应该继续评估 GNSS 脆弱性问题和缓解的替代方法。会议同意,各国应负责开发对于 GNSS 故障失效的适当的缓解技术并且提交给会议的研究结果可以为各国提供有益的指导,帮助它们评估 GNSS 脆弱性,并选择适当的缓解办法。因此,会议拟定了下面的建议:

建议 6/2— 关于缓解 GNSS 脆弱性的指导原则

各国在规划和实施 GNSS 服务的过程中:

- a) 评估本国空域内 GNSS 脆弱性的可能性及其影响,并在必要时按照议程项目 6 的报告附录 A 中所载指导原则,使用其中概述的缓解办法;
- b) 实行有效的频谱管理和对 GNSS 频率的保护,以减少非故意干扰的可能性;
- c) 充分利用机上缓解技术,尤其是惯性导航;
- d) 如果确定需要保留地面导航设施,作为向 GNSS 发展过渡的组成部分,则要优先保留 DME,以支持航路上和航站区运行的 INS/DME 或 DME/DME RNAV,并优先保留 ILS 或 MLS 以支持在选定跑道上的精密进近运行;和
- e) 充分利用新的 GNSS 信号和星座将来对减少 GNSS 故障和脆弱性的贡献。

6.2.3.9 会议建议,应该考虑将所建议的指导原则纳入 GNSS 手册,其草稿已经提供给会议作参考。秘书处注意到了这一建议。

6.2.3.10 在审议 GNSS 脆弱性的问题时,会上对关于电离层在赤道地区的影响的问题提出了一些关注。有些国家报告指出,他们已经制定了数据收集计划,并建议国际民航组织评估这些研究结

果并向各国提供适当的指导。会议鼓励各国继续这些努力并在各国和各地区之间交流数据，并且注意到在某些国际性专家小组，例如 SBAS 可互用性工作组(IWG)已经在展开数据交流。因此，会议拟定了下面的建议：

建议 6/3 — 评估赤道地区的大气效应对 SBAS 性能的影响。

为帮助缓解在赤道地区电离层效应对 SBAS 性能的影响，国际民航组织评估各国收集数据活动的成果并拟定适当的指导材料。

6.2.3.11 会议还审议了另一项建议，涉及是否有必要将报告 GNSS 运行中断及确定中断对 GNSS 运行产生影响的自动化手段予以标准化。关于这一点，会议注意到了登在国际民航组织网站上的样板软件的信息，该软件显示了一个预测工具，可以用来支持制做飞行计划和 NOTAM 的。会议对这一倡议行动表示赞赏，认为对这些工具加以统一应用是至关重要的，因此拟定了以下的建议：

建议 6/4 — 报告和评估 GNSS 运行中断的影响的自动化手段

国际民航组织考虑将监测和报告预定的和非预定的 GNSS 运行中断和评估其对 GNSS 运行影响的自动化手段实行标准化，并根据需要制定必要的规定。

6.2.4 所需导航性能（RNP）和区域导航（RNAV）问题

6.2.4.1 会议了解到围绕所需导航性能（RNP）和区域导航（RNAV）的不同定义和概念的一些悬而未决的问题。提出了进一步的关注，即尽管正在努力开发和实施具有成本效益的全球性 RNP 定义，若要在近期内在此领域协调该概念和需求尚不可行。这些关注的原因是大部分 RNAV 系统对地面基础设施的依赖性而地面基础设施又依赖于所处地点；在不同 ATC 环境下同样的 RNP 种类所需 RNAV 功能的各种可能的变异；出于成本效益的考虑或因为 RNAV/FMS 体系演化发展而导致的航空电子设备的多样性等等。会议承认到这些事项的复杂性并表达了同样关注。

6.2.4.2 在这方面，有一个国家告知会议它目前正在实施基于性能的 RNAV 程序，并调整空域，以便利用航空器导航能力，在其本国空域内更为精确和可预计的飞行轨迹上飞行。基于性能的 RNAV 将使得导航精确性和飞行轨迹可预计性的水平得到提高，从而提高效率和运力。该国也在实施所需导航性能（RNP）进近程序，并在制定在其他飞行阶段引入 RNP 的战略。有鉴于此，该国也表达了对 RNP 和 RNAV 概念现状的关注。

6.2.4.3 会议获悉 2003 年 6 月 10 日，在审议全球导航卫星系统专家小组第四次会议（GNSSP/4）的报告时，空中航行委员会同意根据 GNSSP/4 建议 1/1 中的提议，应采取行动建立联络点，解决已经确认的问题。在审议这一事项时指出，处理这些问题已是当务之急。以便确保采取协调的方法进一步发展 RNP 和 RNAV。因此，成立了一个新的空中航行研究小组，名为“所需导航性能研究小组（RNPSG）”。参加本次会议一些国家和国际组织承诺他们将支持 RNPSG 的工作。

6.2.4.4 为支持上述行动，会议还指出空中航行服务的提供者在实施新的 RNAV 和 RNP 程序时，即对其航行基础设施作出投资。随着这些程序得到开发和使用，这些国家正在修改间隔标准，以适应增

强的航空器导航能力，并在重新设计空域，以便最好地使用这些新程序。应该协调新要求实施时间表，以便配合基础设施投资，并给予经营人充裕的时间进行装备以获得这些必要的的能力。有鉴于此，会议强调急需全面协调统一基于性能的导航概念和需求，亦强调 ICAO 在协调活动中的领导作用。会议建议，新成立的研究小组应致力于在 2004 年底之前开发一个框架结构，解决 GNSSP/4 会议上确认的问题，特别是 RNP 定义和术语的问题，以及关于实施基于性能的导航运行的其他问题；并在 2005 年底以前，酌情界定或更新关于基于性能的导航运行的运行批准标准，越障飞行标准和间隔标准。因此，会议作出下述建议：

建议 6/5 — 及早解决由于实施 RNAV 和 RNP 运行而产生的问题。

ICAO 在 RNP 研究小组的帮助下，将其作为当务之急，处理和推动与引入 RNP 和 RNAV 运行相关的问题。

6.2.5 先进的 GNSS 能力及新技术选择

6.2.5.1 向会议介绍了一个国家的初期 GNSS 实施情况。介绍强调指出引入卫星导航服务的关键动力在于新的服务能够解决空域问题和改善仪表飞行的可用性。详细阐述了 GNSS 的一些显著特征，用于推动改善航站区运行的进出便利和灵活性以及 RNAV 覆盖范围，特别是在是多山（有众多障碍）的环境活有其他限制的情况下（如要求降低噪音）。为此，向会议提交了一项建议，即 ICAO 应竭力集中发展更新标准和程序以便实施 GNSS 的运行和安全益处包括那些与先进系统能力有关的益处。

6.2.5.2 提请会议注意，ICAO 技术标准发展现状仍不够先进，难以在近期内支持那些能力。具体而言，会议获悉，航空系统专家小组（NSP）目前从事的拟定上述能力的有关 GNSS 性能要求的工作预期在 2007 年完成。因此，只能在 2007 年以后完成制定相应的 GNSS SAPPs 随后制定程序和标准。也有人表示关注，所建议的一些进一步的发展可能导致用户群体承担可观的间接成本。然而，会议注意到，并非所有建议的发展都必然具有技术挑战性，而且一些国家已开始从事拟议能力的研究。会议因而作出下述建议：

建议 6/6 — 先进的 GNSS 程序设计

ICAO 为定翼航空器和旋翼航空器制定由 GNSS 支持的 RNAV 程序，使得程序能够在障碍物较多或有其他限制的环境中，在较低的运行最低高度得到使用。

建议 6/7—包线 RNAV 程序

ICAO 开发用于定翼航空器的由 GNSS 支持的 RNAV 程序，通过包线提供具备较高的的航迹和速度跟踪精度，从而保持间隔并允许灵活的进近排序。

6.2.5.3 在上述讨论之后，会议注意力转向目前世界范围航空器所具有的可观的惯性能力以及 GNS/INS 综合应用可衍生的益处。会议忆及，在会议讨论 GNSS 脆弱性时，这些应用被看作是宝贵的减缓办法。会议还注意到，许多航空器使用惯性数据在精密进近和着陆运行时补充 ILS 的性能；同样，GNSS 与 INS 结合在一起将能加强导航性能的精确性、完整性、可用性和连续性。

6.2.5.4 但是，会议注意到，实现 GNSS/INS 整合的最大益处仍受限于航空器的性能系统能力和特性缺乏标准化，特别是如惯性飞行时间，它构成了风险评估和缓解战略的重要因素。会议因此作出以下建议：

建议 6/8 — GNSS/INS 的整合

ICAO 制定用于整合 GNSS/INS 的规定，以便降低 GNSS 对射频干扰的脆弱性，并帮助开发先进的 GBAS 能力。

6.2.5.5 会议审议了基于 GNSS 的 II/III 类进近、着陆和机场场面运行的可行性评估。会议回忆到目前对于 GBAS 的标准和建议措施（SARPs）对 GLONASS 和 GPS 的核心星座提供了增强，并且支持 I 类精密进近。核心卫星星座将增加伽里略，而其本地组成部分将标准化，后期作为对 GBAS SARPs 的修订。会议还注意到为支持 II/II 类运行而开发 GBAS 的目标是能够将基础的 I 类设计结构发展到 II 类，最大限度地降低对基础系统的改变和确保向后能与现有的 I 类航空电子设备兼容。

6.2.5.6 评估结果表明 II/III 类的能力将取决于 GBAS 的设计结构和性能要求于 2010-2015 年期间实现。目前制定性能要求和标准的最后结果，还会对未来支持 II/III 类进近和着陆运行的 GBAS 设计结构的复杂性产生影响。会议对未来 GBAS 设计结构的可能复杂性表示出关注，但同时支持这样的结论，即单一系统能够向所有飞行阶段提供指引的益处，证明有理由应该对解决技术和运行问题不断进行工作。

6.2.5.7 会议还了解到一些国家目前对支持先进的场面活动指引和管制（A-SMGCS）所做的研究，以及航行系统专家组为侧重使用 GNSS 作为 A-SMGCS 位置传感器所做的工作。

6.2.6 运行前期的经验

6.2.6.1 会议收到了一些国家和地区组织关于在加勒比、南美洲和非洲地区在地区和国家层次为对这些地区制定 GASS 设计结构收集数据所进行的试验。向会议报告了 AFI 地区实施 GNSS 的三阶段战略，以及 EGNOS 试验台的初期试验结果。还向会议介绍了 CAR/SAM 国家在该地区进行的 WASS 和 EGAOS 试验台试验方面的资料。

6.2.6.2 会议对所汲取的教训和从试验当中所得出的建议进行了审议。这些涵盖广泛的议题，其中包括：人力资源、地区培训能力、技术合作项目和财政问题综合的必要性。会议还了解到 ICAO 和工作组为解决这些问题开始的活动。会议同时赞赏地注意到参与制定 WAAS 和 EGNOS 国家的支持是在 SBAS 试验台试验的框架范围内提供的。为鼓励继续这方面的活动，会议制定了以下建议：

建议 6/9—支持和参与 SBAS 前期运行实施活动

- a) 开发和投入使用星基增强系统的国家和其他的 SBAS 服务提供者开始或继续提供技术和财政支持和参与活动，以便将其 SBAS 服务区域扩展至邻国和地区；和

- b) 参与 SBAS 实施活动的国家与其他参与国家协调, 优化其努力、减少重复工作和推动服务提供者的参与。

6.2.7 其他相关的问题

6.2.7.1 关于 AN-Conf/11-WPs/143、153 和 160 提到的 GNSS 法律和机制方面的问题, 会议认为所提交的范围和议程未能提供一个合适的机会讨论这些事宜。在理事会主席阿萨德·柯台特博士和法律局长的协助之下, 会议同意注意到上述文件所载的资料和意见, 并同意应将其提交给 ICAO 理事会进行审议, 并由认为合适的 ICAO 机构做出必要的行动。

6.2.7.2 关于 AN-Conf/11-WPs/107 号工作文件提到 GNSS 的经济方面的问题, 会议同意由于问题的范围和会议议程所限, 这里不是讨论这一问题的好机会。在收到空中航行服务经济专家组 (ANSEP) 秘书关于该专家组工作的最新报告后, 会议注意到 ANSEP 批准的用于民用航空和其他用户之间成本分摊的某些原则和设想, 特别是 GNSS 的基本服务应该对直接用户免费提供, 而且 GNSS 服务的任何成本应该在地区基础上分摊。会议认为上述参考文件中所含的信息和观点应该提请 ANSEP 注意。

6.3 对国际民航组织相关文件中关于航空导航内容的修订, 包括《CNS/ATM 系统的全球空中导航计划》(Doc 9750 号文件)、附件 10 —《航空电信》和其他必要的文件

6.3.1 对国际民航组织在附件 10, 第 I 卷中引入和适用进近与着陆非目视助航设备战略的更新建议

6.3.1.1 会上介绍了对国际民航组织附件 10, 第 I 卷附篇 B 中引入和适用进近与着陆非目视助航设备战略的更新情况, 这一战略是全球导航卫星系统专家组 (GNSSP) 应航行委员会 (ANC) 的要求制定的。会议获悉, 对战略拟议的修订考虑了自该战略在 1995 年经 COM/OPS 专业会议批准以来在航空导航方面的发展情况。特别是考虑了发展 GNSS 和引入以 GNSS 为基础的运行方面的进展。

6.3.1.2 在审议拟议修订时, 会议同意战略的总体目标仍然是合理的, 没有因 1995 年以来的任何发展情况而受影响。因此, 会议将更新战略的适用日期延长到 2020 年。

6.3.1.3 会议回顾到, 现行战略对进近、着陆和离场运行采用的是一种普通标准的概念, 意图是便利在精密进近和着陆运行中应用新兴的技术。为以 GNSS 为基础的精密进近运行制定的标准和建议措施 (SARPs) 表明, 所需导航性能 (RNP) 概念没有取代需要有针对性系统的详细的 SARPs。在该概念引入后, 才制定了支持 I 类精密进近的这种 GNSS 的 SARPs, 第 II/III 类的补充标准正在制定当中。注意到由于通过了 GNSS 的 SARPs, 确定了三项标准助航设备, 规定了各项精密进近和着陆运行, 因此, 会议同意没有任何新的精密进近和着陆系统再需要标准化了。在精密进近和着陆方面参照普通 RNP 标准被认为没有必要, 因此在对战略的拟议修订中予以删除。

6.3.1.4 会议根据最新情况及其以前的考虑, 审议了战略。最重要的改变涉及到以下领域:

- a) 在实施 III 类 MLS 方面已有一些重大的发展。
- b) 基于卫星加强的垂直引导进近 (APV) 已达到运行能力;

- c) 具备陆基增强功能可以支持 I 类运行的 GNSS 没有取得预测的进展，预计将在 2006 年之前投入运行。为支持 II 类和 III 类运行的 GNSS 陆基增强系统（GBAS）制定性能要求和 SARPs 的工作正在进行。但是目前还不能准确预测何时将具有运行能力。因此，其可供使用的时间框架从 2005 年 — 2015 年改为 2010 年 — 2015 年；
- d) 在多模式接收机（MMR）方面已有一些重大发展。多模式接收机的行业标准已经制定，具有 ILS 和基本 GNSS 功能的 MMR 也已安装使用。其他 MMR 功能，如 MLS 和 GBAS 正在开发当中，预计在不久的将来将能提供使用；
- e) 由于 MMR 只是一项机载着陆能力的具体实施，因此引入了一项更普通的多模式能力概念；
- f) 由于向 GNSS 过渡，将其作为适用于飞行所有阶段的全球性系统被认为是一个长期目标。因此，就需要无限期地保护分配给 ILS、MLS 和 GNSS 的频段。在战略中包括了为此而做的一项声明；和
- g) 具有垂直引导功能的进近和着陆运行（APV）的标准和准则已经具备或正在制定中。基于不同技术的 APV 程序与非精密进近相比，尤其在预防 CFIT 事故征候/事故方面，带来了运行上的益处并提高了安全性。因此，把战略加以扩展以包含这方面总的情况。

6.3.1.5 在审议对战略的拟议修订时，会议收到并注意到了 IATA 对 II 类/III 类进近和着陆非目视助航设备的立场。考虑到 IATA 的观点，会议同意按本议程项目报告附录 B 所示来更新战略。因此，会议制定了以下建议：

RRSP	建议 6/10 — 修订附件 10 第 I 卷附篇 B — 为引入和应用进近和着陆非目视助航设备而更新战略 附件 10 第 I 卷附篇 B 应按议程项目 6 的报告附录 B 所示进行修订。
------	---

6.3.2 对全球计划的修订

6.3.2.1 会议审议了由 GNSSP 拟定的修订《CNS/ATM 系统全球航行计划》（Doc 9750 号文件）航行部分的提案，其中特别包括了对该文件的更新，以反映出全球导航卫星系统（GNSS）的最新发展情况。

6.3.2.2 拟议的修订基于下述关键考虑：

- a) GNSS 的设想逐渐脱离作为辅助的、主要的或（使用单一系统的）唯一的导航手段的概念，而转变成在区域导航和进近、着陆及离场运行中使用多个传感器的概念，而 GNSS 各组成部分被认为是单独的传感器；
- b) 向 GNSS 过渡的目标，即不再需要传统的地面导航设备，对基于 GNSS 的航行和可以

安全并节俭地实现这一目标的未来 ATM 环境而言，则保持不变；

- c) 在使用 GNSS 的安全和节俭的运行要求得到满足之前，过渡期间仍然需要保留一些或全部的传统陆基导航设备；和
- d) 在过渡期间保留传统陆基导航设备的需要，并不意味着欠发达地区在引入基于 GNSS 的运行时需要增加陆基助航设备，除非证明，安全实施某些特定的运行确实需要增加这类助航设备。

6.3.2.3 会议做了一些补充修订纳入了提案，以考虑到其对以下问题的讨论：

- a) GNSS 易受干扰的脆弱性并且需要缓解手段；
- b) DME 和 INS/IRS 在提供导航服务方面经过加强的作用；和
- c) RNAV 和 RNP 在实现 GNSS 效益方面的重要性。

6.3.2.4 会议还审议了一项修订载于全球计划第 II 部分，关于 AFI 地区实施 CNS/ATM 系统时间安排的提案。会上有声明称，由于许多因素，如：获得合适航空电子设备和安装方面的延误，以及缺乏资金，特别是在 AFI 地区，没有实现原先预计的实施速度。

6.3.2.5 鉴于上述，AFI 各国将实施其 CNS/ATM 系统的时间框架延长到了 2015 年。尽管如此，该地区的最终目标是在所有飞行阶段以卫星导航为基础的航行系统。关于增强问题，任何部署都应该符合 AFI 地区计划和实施小组（APIRG）确定和批准的地区政策。会议注意到，战略有一个经细化的逐渐发展路线，从现有的星座通过最低限度的 SBAS，向整个 AFI 地区提供具有 20 米垂直精度和 50 米垂直告警限度的（APV-I）垂直引导非精密进近能力。

6.3.2.6 会议注意到了有关实施目标和计划方面所提供的信息。关于对实施时间安排的拟议修改，会议注意到其他 ICAO 地区也可能会提议类似的修改，所有此类修改都应该加以综合并在新版的文件中反映出来。

6.3.2.7 在结束对该题目的审议时，会议按本议程项目附录 C 所示，更新了全球计划并制定了以下建议：

建议 6/11 — 对全球计划 — 导航的修订

- a) CNS/ATM 系统全球航行计划（Doc 9750 号文件）应按照议程项目 6 报告附录 C 所示进行修订；和
- b) 载于全球计划第 II 部分经过更新的 CNS/ATM 系统的实施时间安排应由地区实施小组审议，并加以综合编入下一版的全球计划。

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 1 215 MHz 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，在统一频段共享 DME 和 GNSS 的使用可能会造成干扰不可接受的情况下，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协调一致的或适用标准。会议还了解到在航空业界和 ICAO 在对数据质量的精确性、完好性和清晰度的要求方面有一些出入。

6.4.4.3 在对上述问题的讨论中，许多国家和国际组织强调了航空数据质量的安全方面，特别是用于 RNAV 和基于 GNSS 的运行的数据的完整性。在这方面，会议强调 ICAO 迫切需要制定关于从不同来源获取数据、处理数据和评估总体质量的指导材料。会上建议指导材料也应处理在航空数据链中发现数据损坏事件（某个组织在不通知其他参与组织的情况下对数据做出改动的事件）。会上还建议将附件 15 中关于数据质量的要求同相应的业界标准进行统一的工作应没有拖延即刻展开。

6.4.4.4 作为对建议采取行动的后续行动，会议了解到在会议召开之前在 ICAO 中正在进行的解决缺陷问题的的工作。特别是，会议注意到《民航组织在空中航行领域的的技术工作方案》的某项任务（AIS-9401）所取得的进展，该《方案》主要包括制定了航空情报服务应用 ISO 9000 标准系列的指导材料，应用该标准将确保航空情报的质量。会议被告知这一工作已接近最后阶段，且《AIS/MAP 服务质量管理系统手册》将在 2003 年底编写完毕。会议还注意到按照全球航行卫星系统小组的一项建议（GNSSP/4 建议 3 / 4），要求航行系统小组（NSP）制定具体的提议，统一 ICAO 和业界用于支持基于 GNSS 的运行的航空数据的标准。

6.4.4.5 注意到上述情况，会议制定了以下建议：

建议 6 / 16 — 完成关于附件 15 中的数据质量 SARPs 的应用的指导材料

ICAO 完成编写从生成到最终使用的数据处理过程中确保数据质量的指导材料，将此作为高度优先事项。

6.4.5 关于未来在各地区发展 GNSS 航行服务的提议

6.4.5.1 在即将结束关于航空航行问题的讨论时,会议审议了亚太地区关于航行服务的地区战略和提议将来在该地区发展 GNSS 航行服务的情况

6.4.5.2 会议注意到亚太航行规划和实施地区小组第 14 次会议（APANPIRG/14）通过的提供精确的进港和着陆导航系统的战略和在亚太地区实施 GNSS 航行能力的战略。

6.4.5.3 关于遵照 CAR/SAM 地区规划和实施小组第 11 次会议（GREPECAS/11）的结论 11 / 54 制定并提交的信息和提议，会议赞赏在 GNSS 航行服务的测试和规划方面取得的进展。会议同意其他地区可能会对测试取得的经验和面临的挑战感兴趣。这包括发展地区卫星导航服务方面的活动，由于地区间的协调努力和各国对参与的承诺，这一活动只要较少的投资就可以开展起来。会议注意到人力资源培训和资金问题是实施 GNSS 这样复杂的技术系统的主要挑战。

6.4.5.4 会议被告知 ICAO 正在使用三个不同的机制为各国实施 CNS/ATM 系统提供持续的援助。这些机制包括特别实施项目、技术合作项目和国际航空安全财务机制。此外，ICAO 正在定期到各国进行技术访问，制定地区指导材料及召开区域研讨会。

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 A

关于全球导航卫星系统（GNSS）的脆弱性及其缓解办法的指导原则 包括地面、机载和程序解决方法

1. 引言

1.1 GNSS 系统正在全世界崭露头角，它具有在整个导航领域实现安全和效率效益、进而满足飞行各个阶段的性能要求的潜力。随着 GNSS 运行的逐渐普及，服务提供者必须查明这一系统的脆弱性，制定出必要的缓解办法。本文件指出了 GNSS 存在的各种脆弱性和可以在适当时加以运用的相应缓解办法。在编写本文件时参考了其他几项脆弱性研究的成果，并考虑了其中的各项关注和建议。本文论及的大多数脆弱性是提供航空无线电导航服务的其他导航系统所共有的，但这些系统不属于本文件论述的范围。

2. GNSS 信号的脆弱性

2.1 干扰

2.1.1 由于 GNSS 的信号发自卫星而每个卫星的信号又覆盖着广袤的地球表面，所以收到的信号功率较低，GNSS 核心卫星星座和卫星增强系统（SBAS）发出的信号容易受到干扰。虽然地面增强系统（GBAS）的甚高频（VHF）数据广播较难受到干扰（其信号功率与地面导航设施相似），但 GBAS 依靠的还是核心卫星的信号。干扰信号仅限于视线式传播。例如，干扰区在地面以上 600 公尺（2000 英尺）处的，地面干扰源的传播范围必然局限在约 110 公里（60 海里）内。

2.1.2 关于 GNSS 的标准和建议措施（SARPs）要求在出现接收机干扰屏蔽所确定的干扰等级时，同时达到规定的性能等级。这些干扰等级一般都符合国际电信联盟（ITU）的规定。干扰超出屏蔽等级可以造成服务的丧失，但不能允许这种干扰导致产生有害的或误导的信息。

2.1.3 非故意干扰 报告的大多数 GNSS 干扰事件都追溯到机载系统，而且安装 GNSS 的经验确定了非故意干扰的几个来源（如甚高频通信设备的寄生发射和谐波，以及卫星通信设备的频带外和寄生发射）。便携式电子装置也可以对 GNSS 和其他导航系统造成干扰。

2.1.3.1 目前，地面干扰源包括移动和定点甚高频通信，使用 GNSS 频带进行的点对点无线电链接，电视台谐波，以及某些雷达系统、移动卫星通信系统和军用系统等。发生这种干扰的可能性取决于国家对频谱的管理，以及每个国家或地区内的频率管理及执行情况。

2.1.4 故意干扰 由于 GNSS 信号功率低，使用低功率发射机来阻塞 GNSS 信号是可能的。虽然迄今尚无针对民用航空的故意干扰事件的记录，但故意干扰的可能性是必须加以考虑和评估的一种威胁。

2.2 电子欺骗

2.2.1 电子欺骗是指故意侵蚀导航信号,致使航空器发生偏离并沿着虚假的航迹飞行。对卫星 GNSS 信号进行电子欺骗,在技术上要比欺骗传统的地面导航设施复杂得多。欺骗 GBAS 数据广播的难度则与欺骗传统的着陆设施相当。

2.2.2 虽然电子欺骗在理论上可以对一架航空器产生误导航向的作用,但通过正常程序(如通过监视飞行航迹和至航路点的距离以及通过雷达监视等)发现这种情况的可能性是很大的。近地警告系统(GPWS)和机载防撞系统更为防止撞地和撞机提供了额外的保护。鉴于欺骗 GNSS 的难度以及在操作上似乎并不需要采取独特的缓解办法的事实,本文件对电子欺骗的论述到此为止。

2.3 电离层和其他大气效应

2.3.1 天降大雨对 GNSS 信号的冲淡作用仅为零点几个分贝,对运行毫无影响。对流层效应由系统设计解决,不构成脆弱性问题。但有两个电离层现象必须加以考虑:电离层发生急速巨变和电离层发生闪烁。电离层变化可引起量程误差,必须在系统设计时加以考虑。闪烁现象则可以造成一个或多个卫星的 GNSS 信号暂时消失。

2.4 其他脆弱性

2.4.1 GNSS 地面和空域扇区的脆弱性也必须加以考虑。某个星座由于维持整个星座的资源短缺,或者发生发射故障或卫星故障,可能出现卫星数量不足的风险。星座管制扇区故障或人为错误也可能导致一个星座的多颗卫星发生故障。

2.4.2 另一个风险是国家出现紧急状态时服务发生中断或减损,这时国家根据《国际民用航空公约》享有行动自由的权力(参见第 89 条)。如果信号遏制限制在某个特定区域,所有民用的 GNSS 信号都有可能被阻扰,不过受影响的空域反正会对民航交通关闭。另外一个不常发生的情况,就是核心星座或卫星增强信号在整个覆盖区域发生衰减或者遏制。

3. 评估 GNSS 运行中断的风险

3.1 在评估与 GNSS 脆弱性有关的运行风险时应该考虑两个主要方面的问题:

- a) GNSS 运行中断的可能性; 和
- b) GNSS 运行中断的影响。

3.2 空中航行服务提供者把这些方面当作一个空域功能问题来加以考虑,就能确定是否需要采取缓解办法;如需要,达到何种程度。对于发生概率为中度至高度且具有重大影响的服务中断,必须采取缓解措施。

3.3 评估 GNSS 运行中断的可能性

干扰

3.3.1 非故意干扰 运行经验是评估这一风险的最好办法。发生非故意干扰的可能性通常与所处的地理位置有关。无线电频率（RF）干扰源密集的大城市、工业区等，比边远地区容易遭到非故意干扰。边远地区发生这种干扰的可能性极小。

3.3.2 故意干扰 各国在确定故意干扰的可能性时必须首先考虑对 GNSS 进行干扰的动机何在。驱使这种动机的可以是对一个地区潜在的损害和对航空和非航空应用产生了运行上的影响。如果影响至微，则无干扰之动机，潜在的威胁就小。随着 GNSS 应用范围的扩大和对 GNSS 依赖性的增强，潜在影响的程度也会随之增加。

电离层效应

3.3.3 地磁赤道附近经常可以观察到电离层发生急速巨变的情况，但其效应并非大到足以影响航路上直至非精密进近运行的程度。对于垂直引导进近（APV）和精密进近（PA）运行，这些变化的效应可以在设计增强系统时进行衡量和缓解。在赤道地区，使用 GNSS 单频的 APV 和 PA 运行的数量可能是有限的。

3.3.4 电离层闪烁对中纬度地带影响较大。在赤道地区，以及较小程度上在高纬度地带，电离层闪烁可以导致一种或多种卫星信号的暂时丧失。赤道地区的运行经验表明，由于观测卫星的阵营较大，丧失现有 GNSS 服务的概率微乎其微。电离层闪烁可以阻断发自 SBAS 对地静止卫星（GEO）的广播的接收。

3.4 评估 GNSS 运行中断的影响

3.4.1 GNSS 运行中断对导航服务的影响取决于下述因素：

- a) 空域类型：纠正行动的时间选定对于航站区比对高纬度航路上空域更为关键，而对航路上空域而言，则对最低间隔标准较为严格的空域更为关键；
- b) 空中交通密集度：在交通高密度地区，由于工作量的缘故，依靠雷达引导或驾驶员程序可能不切实际；
- c) 服务等级：对于要求较低的运行，使用推测领航法也许就足以前进到有 GNSS 服务的区域；
- d) 有无可供使用的其他导航系统及其装备情况：有其他导航手段的航空器不受影响；
- e) 雷达监视：有一次雷达或二次雷达可供使用的，ATC 将得以提供更多的协助以保证间隔并引导至备降机场；
- f) 运行中断的程度：服务中断的地理范围和持续时间；

- g) 运行中断评估：空中航行服务提供者迅速评估服务中断程度的能力；和
- h) 天气条件：虽然在评估服务中断的影响时做出仪表气象条件（IMC）的假定不失为明智之举，但在任何分析中所假定的 IMC 地理范围和气象参数应该是现实的。

3.4.2 GNSS 运行中断对其他服务的影响也应该加以考虑。GNSS 常常被用作通信和雷达系统内精密定时情报的来源，而且还可以用于自动相关监视（ADS）服务。定时的脆弱性可以通过系统设计解决，ADS 的应用则不属于本文件的范围。

4. 减少 GNSS 运行中断的可能性

4.1 安装和运行

4.1.1 航空器上的干扰可以通过妥善安装 GNSS 设备、将其与航空器其他系统（如屏蔽、天线隔离和频带外滤波等）兼容连通，以及限制在航空器上使用便携式电子装置来加以预防。

4.2 频谱管理

4.2.1 频谱管理 有效的频谱管理是减轻来自人造发射装置的非故意干扰的主要手段。运行经验表明，如果实行有效的频谱管理可以将非故意干扰的威胁变得罕见。有效的频谱管理包括三方面的内容：

- a) 制定管制频谱使用的法律/法规；
- b) 执行这些法律/法规；和
- c) 密切评估新的无线电频率（RF）源（新系统），确保其不对 GNSS 产生干扰。

4.2.2 干扰的发现和消除 不加拖延地发现和消除 GNSS 干扰源的能力，这是一个关键的方面。发现干扰的首要办法是通过驾驶员的报告。由于干扰最初发生时多架航空器可能会同时经历服务的中断，对服务中断采取自动报告的办法（如自动数据链电文）可以减轻工作量，有利于确定服务中断的区域及查明干扰源所在的位置。干扰探测系统可以装备在航空器上，也可以在地面装备。

4.3 新的信号和星座

4.3.1 新的信号和核心卫星星座将大幅减少 GNSS 的脆弱性。为 GPS、GLONASS 和 Galileo 规划使用的强信号和多频率将有效地消除非故意干扰的风险，因为这种干扰源同时影响一个以上频率的可能性极小。新增加的卫星（包括多个星座）将消除由于闪烁造成 GNSS 服务全面中断的风险，而多频率的使用则可减轻电离层变化的影响。未来的对地静止（GEO）卫星通过使用视线间隔至少为 45° 的卫星而减轻电离层对卫星增强系统的影响。GNSS 信号增强和新的频率使得故意干扰 GNSS 各项服务的难度增大。新增加的核心卫星星座可以降低系统故障、运行误差或服务中断的风险。此外，万一发生 GNSS 某个要素的提供者由于国家处于紧急状态而变更或拒绝服务的情况，这些星座仍能继续提供全球服务。

4.3.2 除国家发生紧急状态造成全球服务中断的可能性外，强有力的系统管理和供资是确保 GNSS 服务持续运行，减轻第 2.4 段所述系统脆弱性的关键所在。避免全球服务中断的一个有效办法，就是服务提供者在发生国家紧急状态时采取对特定区域遏制服务的政策。

5. 减轻 GNSS 服务中断的影响

5.1 引言

5.1.1 目前，有三种主要办法可以减轻 GNSS 服务中断对航空器运行的影响：

- a) 利用惯性导航系统和 GNSS 接收机技术的优势；
- b) 使用（驾驶员或空中交通管理的）程序办法；和
- c) 利用作为 GNSS 备份或与之一体化的地面无线电导航设施。

5.1.2 服务提供者采用本节介绍的一种或多种办法形成有效的策略，不仅能在发生 GNSS 服务中断时确保航空器安全运行，而且可以通过减轻潜在影响来打消故意干扰的企图。

5.2 惯性导航系统和接收机技术

5.2.1 惯性导航系统（INS）在 GNSS 或其他的位置更新功能丧失之后提供短期的区域导航能力。许多从事航空运输的航空器都已装备 INS 系统，而且这种惯性系统对于小型地区性航空器的经营人来说，因其财力所能及而比较容易获得。因此，在作为 GNSS 服务中断的缓解办法评估对地面设施的需要的时候，应该将这项能力考虑进去。

5.2.2 另外，还有一些可以增加 GNSS 接收机强度，从而减轻干扰的技术。抗阻塞技术包括先进的天线（如空间零置（spatial nulling））和接收机信号处理技术。随着其费用下降，这些技术对小型航空器而言，可能成为比惯性导航系统更为便宜的替代技术。

5.3 程序办法

5.3.1 在非雷达空域，如果在 GNSS 服务发生中断而又无可用的其他导航系统的情况下，航空器可以改用推测领航办法，因为大多数新航空器的导航系统都具有自动推测领航能力。可能时，驾驶员可以转换成目视领航后撤离受影响区域或者在合适的机场降落。如果发生 GNSS 能力丧失，ATC 可以估计出丧失横向间隔的可能性，在可能时，可以用垂直间隔代替。

5.3.2 雷达空域也可以采用同样的程序，另有可能引导航空器通过受影响的地区，但这需要 ATC 视其工作量和受影响的航空器数量而定。对于许多现有的航站区的运行而言，航空器已经是在雷达引导下切入精密进近航迹的。

5.3.3 在无管制的非雷达空域，驾驶员可以通过空对空频道相互通信，以保持间隔并努力确定服务

中断牵涉的地理范围。

5.3.4 依靠程序办法确保间隔和绕航的成败取决于第 3.4 段的所有因素。最重要的考虑是航空器装备另一种导航手段（如惯性导航）的程度。

5.3.5 各种程序和驾驶员、空中交通管制员的培训，应该针对 GNSS 的脆弱性，确定有效处理干扰和执行备用程序，以及报告干扰事件及其发生地点的方法。

5.4 地面无线电导航设施

5.4.1 目前，减轻 GNSS 服务中断影响最有效的办法，就是航空器恢复使用地面导航设施。随着向 GNSS 的过渡逐步完成，地面基础设施减少，将会日益依赖于其他的缓解技术。对地面基础设施所要求的运行能力，将随着 GNSS 运行逐步占据主导地位、空域和程序日渐倚重区域导航（RNAV）运行而发生变化。可以使用测距仪（DME）设施，为装备有使用多个测距仪的飞行管理系统的航空器，提供航路上和航站区运行的区域导航服务。如果 DME 的覆盖范围足够，这一同样的能力还可以用于 RNAV 进近运行。

5.4.2 属于回转性导航不提供 RNAV 能力的情况的，必须考虑过渡到备用航路和程序的工作量。但是，一旦开始了在备用航路上的运行，如果发生持续性干扰，这种运行仍然可以按需要长时间地继续进行。

5.4.3 如经确定需要备用的精密进近服务，可以使用仪表着陆系统（ILS）或微波着陆系统（MLS）。这就需要在机场或是在考虑的某个区域内保留数量敷用的这种系统。

6. 结论

6.1 非故意干扰 发生干扰的可能性及其对运行的影响因环境而异。只要各国对电磁频谱，包括现有的和新分配的频率，实行恰当的管制和保护，非故意干扰就不被视为一个大的威胁。此外，在新的频率上推出 GNSS 信号，可以确保非故意干扰不致造成 GNSS 服务的全面丧失。

6.2 故意干扰 有无故意干扰的风险，取决于国家必须正视的一些问题。如果国家确定某些特定地区的风险是不能接受的，可以采取有效的缓解策略，综合使用机上缓解技术（如使用 INS）、程序办法和地面导航设施确保安全和效率。

6.3 电离层 在赤道地区和极光地区发生电离层闪烁，可以造成 GNSS 卫星信号的丧失，但不太可能造成 GNSS 服务的完全丧失，而且在增加了新的 GNSS 信号和卫星之后其影响可以得到缓解。在赤道地区用单一的 GNSS 频率提供的 SBAS 和 GBAS 服务，可能由于电离层变化而受到限制，因此，在设计增强系统时必须考虑到这一点。

6.4 其他脆弱性 独立管理的星座和资金来源，加上强有力的系统设计，将会大幅减少系统故障、运行误差和服务中断的现象。

6.5 各国应该评估本国空域内 GNSS 的脆弱性，根据所涉空域以及需要支持的运行的情况选定合适的缓解办法。这些缓解办法可以在向 GNSS 的过渡中确保安全运行，促使各国免于提供新的地面导航设施，减少现有的地面导航设施，并在一些地区停止使用这些设施。

附篇

GNSS 脆弱性评估实例

关于评估 GNSS 服务中断的可能性和影响的指导意见载于本文件第 3 节。本附件提供将这一方法运用于现有的 GNSS 运行的两个实例。这些实例没有考虑未来的 GNSS 信号或星座。

1. 拥塞的空域 — 中纬度 以下实例适用于航空器运行高度密集的空域和实行有效频谱管理的中纬度地区现有的 GNSS 运行。

1.1 非故意干扰 在北美和欧洲遭遇过非故意干扰的情况。在北美，过去几年内，GPS 受到干扰经确认的次数为 7 次。根据运行经验，非故意干扰可能性很小，但不容忽视。

1.2 故意干扰 对当前的运行而言，没有故意干扰 GNSS 的明显动机。此外，迄今还从未有报告关于在民用环境下故意进行干扰的情况。对现有运行故意进行干扰的可能性微乎其微。但随着对 GNSS 的依赖性增强，故意干扰的威胁可能会适时发生变化。

1.3 干扰的影响 是造成干扰源视线范围内的 GNSS 服务发生中断。在这些地区的大多数航空器经营人都装备有惯性导航设施和/或具有 DME/DME RNAV 能力的飞行管理系统 (FMS)。大多数空域也有可供使用的 DME 设施。有些航空器虽然没有配备独立的 RNAV 能力，但这些航空器的安全无虑，可以继续运行，只是效率可能受损而已。因此，非故意干扰和故意干扰的影响都是非常有限的。

1.4 电子欺骗 发生电子欺骗的威胁不大，其影响非常有限。

1.5 电离层效应 在中纬度地区从未遭遇过电离层闪烁造成 GNSS 丧失定位功能的情况，所以发生这种事情的可能性是微乎其微的。由于这种现象发生时间短促，又有地面导航设施可供使用，而且使用这些设施的设备配套性很强，所以并不存在运行上的影响。

1.6 总结 表 1 总结了已经确定的各种脆弱性的可能性及其对运行的影响。该表对可能性和运行影响进行了比照。各国应该注意减轻的是那些可能性很小但影响严重，或是影响虽有限但发生的可能性很大的任何脆弱性。此外，还应该考虑可能性很小但影响居中的脆弱性。

2. 边远地区 — 赤道地区 以下实例适用于实行有效频谱管理的赤道地区航空器运行密度很低的边远空域中现有的 GNSS 运行。

2.1 非故意干扰 边远地区非故意干扰源的发生可能性普遍较小。加上有效的频谱管理，这些地区发生干扰的可能性微乎其微。由于没有可供使用的雷达服务，服务中断的影响可以是居中到严重不等。

2.2 故意干扰 没有遇到故意干扰的情况；由于地处边远，运行密度低，并不存在对 GNSS 故意进行干扰的明显动机。对现有运行进行故意干扰的可能性被认为是小之又小的。但随着对 GNSS 的依赖性增强，故意干扰的威胁可能会适时发生变化。故意干扰的影响与非故意干扰相同。

2.3 电子欺骗 发生电子欺骗的威胁不大，其影响有限。

2.4 电离层效应 在赤道地区有可能发生影响 GNSS 性能的电离层闪烁。但其对运行的影响居中，因为它通常只会造成性能的减弱，而不会引起导航能力完全丧失。即便发生定位功能完全丧失的情况，其延续的时间也不会很长，运行密度低能够确保持续安全。

2.5 总结 表 2 总结了已经确定的各种脆弱性的可能性及其对运行的影响。最大的问题是电离层闪烁的潜在风险。各国应该采取行动减轻这一效应的影响。具体办法是：

- a) 执行 GNSS 服务发生短期中断时可以确保继续运行的运行程序；和
- b) 对严重闪烁的持续时间和可能性继续进行研究。

表 1 拥挤的空域 — 中纬度

		运行影响		
		无影响	影响居中	影响严重
可能性	极微小	电离层效应	故意干扰； 电子欺骗；	
	很小		非故意干扰	
	很大			

表 2 边远地区 — 赤道地区

		运行影响		
		无影响	影响居中	影响严重
可能性	极微小		非故意干扰 和故意干扰； 电子欺骗；	
	很小			
	很大		电离层效应	

3. 如果分析表明不存在关键的脆弱性，执行频谱管理措施对于尽可能减少服务中断的发生仍然是至关重要的。

附录 C

关于《CNS/ATM 系统全球航行计划》(Doc 9750 号文件) 修订草案的体例说明

1. 修订文字的体例是：用横线划掉的部分为删除部分；用灰色阴影标示的部分为新增加的部分，如下所示：

建议删除的文字用横线划掉	建议删除的文字
新增加的文字用灰色阴影标出	建议增加的新文字
删除的文字用横线划掉后接阴影标出代替现有文字的新文字	建议代替现有文字的新文字

CNS/ATM 系统全球航行计划

...

编辑注：对目录做了部分复制，条目有所增加，以便将文件中受本次修订影响的各个部分用粗体字标出。

目录

页码

...

第 I 部分 运行概念和一般规划原则

第1章 CNS/ATM介绍

...

CNS/ATM 简述	I-1-3
通信	
导航	
监视	
空中交通管理	

...

第 2 章 ICAO 的 CNS/ATM 规划结构

...

附录 A：ICAO 关于 CNS/ATM 系统实施和运行的政策声明	I-2-7
1. 普遍可使用性	
2. 缔约国的主权、权利和责任	
3. ICAO 的责任和作用	
4. 技术合作	
5. 体制安排和实施	
6. 全球导航卫星系统	

...

第 4 章 空中交通管理

...

第 6 章 导航系统

目标	I-6-1
所需导航性能 (RNP)	I-6-1
全球导航卫星系统 (GNSS)	I-6-1
GNSS 增强	I-6-2
航空电子设备	I-6-3
WGS-84 坐标系统和航空数据库	I-6-3
逐渐引入	I-6-3
支持进近、着陆和离场运行的系统	I-6-3
一般过渡问题	I-6-4

...

第 12 章 组织和国际合作方面

引言	I-12-1
国家级别上的组织形式	I-12-1
特定运行和技术组织方面	I-12-2
概述	
航空卫星移动业务 (AMSS) — 实施和方案选择	
全球导航卫星系统 (GNSS)	
空中交通管理 (ATM)	

...

第 I 部分

运行概念和一般规划原则

第 1 章

CNS/ATM 介绍

...

CNS/ATM 简述

...

导航

1.20 导航方面的改善包括逐步引入由随着全球导航卫星系统 (GNSS) 的适当组合型态、自成一体的导航系统 (IRU/IRS) 和传统的地面导航设备所支持的发展不断引入区域导航 (RNAV) 能力。最终目标是要过渡到不需要地面助航设备的 GNSS 系统, 尽管 GNSS 对干扰的脆弱性可能要求在特定区域内保留一些地面助航设备。这些系统提供全球导航覆盖, 并正在用于全球航路导航和非精密进近。在具有适当的增强系统和相关的程序后, 预计这些系统也将支持大多数精密进近。

1.21 GNSS 提供全球导航覆盖, 目前用于大洋区、航路上和航站区导航以及非精密进近。配备合适的增强系统和相关程序后, GNSS 可以支持垂直引导的进近和精密进近。如按附件 10 所规范, GNSS 有适当增强的核心卫星星座将提供高度完好性、高精度、全天候的全球导航服务。GNSS 的成功完全实施将使航空器能够用机载电子设备接收和解读卫星信号, 从而得以在世界任何地方的任何类型的空域航行。

1.22 GNSS 推出使用后, 并为有可能使许多国家拆除部分或全部现有陆基导航基础设施提供可能。然而, 对于但是, 拆除传统无线电导航设施的拆除应该持慎重加以考虑态度, 应该先做出并在安全评价估, 业已表明可以达到可以满足可接受的安全等级水平, 并以及通过地区航行规划途径征求过程与用户的意见之协商后方可才能进行。

1.23 图 I-1-2 对采用这些导航组成部分的主要效益做了概括。

编辑注: 相应调整后面段落的编号。

...

对图 I-1-2 导航一栏修订如下：

导航
• 全世界高完好性、高可靠性、全天候全球导航服务 • 改进的四维导航定位精度 • 由于减少或不建地面导航设施而有可能成本 • 更好有效率地利用空域和机场和跑道 • 为当前无装备的机场提供非精密进近/精密进近 (NPA/PA) 更高的进近能力 • 减轻驾驶员工作负荷的潜力 • 通过灵活安排航路减少环境影响的能力

...

第 2 章

ICAO 的 CNS/ATM 规划结构

...

第 2 章附录 A

ICAO 关于 CNS/ATM 系统实施和运行的政策声明

1994 年 3 月 9 日由理事会批准 (C 141/13)

...

6. 全球导航卫星系统

全球导航卫星系统 (GNSS) 应作为一种从以现有有用的全球导航卫星系统, 包括美国的全球定位系统 (GPS) 和俄罗斯联邦的全球轨道导航卫星系统 (GLONASS) 为基础, 正在逐渐地得到实施。向一个一体化的全球导航卫星系统的渐进发展来实施, 各缔约国可对该系统涉及本国民用航空使用方面实施有效的控制。各国可以通过部署独立的、可以互相通用的系统, 或者通过实施卫星增强系统或地面增强系统等增强系统对 GNSS 的使用更好地进行控制。

未来的 GNSS 将由源于 GPS、GLONASS 和欧盟成员国正在开发的伽利略 (GALILEO) 三大核心星座的多个星座和多个频率信号组成。GPS 将在 L2 频带上增加第 2 个民用信号, 而对航空来说更重要的是还将在 L5 航空无线电导航服务 (ARNS) 保护性频带上增加第 3 个民用信号, 从而使整个系统得到增强。随着在 ARNS 频带 L3 上提供第 2 个民用信号的 GLONASS-M 型和 GLONASS-K 型卫星问世, GLONASS 也在逐渐增加多个频率提供民用。GALILEO 系统则将推出另外一个导航卫星星座, 向民用航空提供多个可用的频率信号。ICAO 须与各缔约国、空域使用者和服务提供者磋商, 继续探讨实现一个由国际控制的、民用全球导航卫星系统使用 GNSS 多个可以互相通用的组成部分的可行性。

...

第 4 章

空中交通管理

...

注：目前正在根据空中交通管理运行概念专家小组（ATMCP）准备的材料对第 4 章进行复审。对这一章的修订意见将另作介绍。第 4 章修订后将删除表 I-4。

...

第 6 章

导航系统

参考文献

附件 10 — 《航空电信》
《全球导航卫星系统（GNSS）的引入和运行使用的指导原则手册》（通告 267 Doc.....）
《所需导航性能（RNP）手册》（Doc 9613）
附件 11 — 《空中交通服务》
《航行服务程序 - 航空器的运行》（Doc 8168, PANS-OPS）

目标

6.1 CNS/ATM 系统中的导航组成部分是通过引入星基航空导航来旨在提供全球精确、可靠和无隙的全球导航（定位）能力。所在位置通过使用基于卫星、自成一体的导航系统和/或地面导航设施适当的综合能力加以确定。

所需导航性能（RNP）和区域导航（RNAV）

6.2 现代航空器正在日益装备 RNAV 系统，RNAV 的使用可便利于采用一种灵活的航路系统，而且通过使用 RNP 概念，可以避免必须从相互竞争的系统之间进行选择。然而还是需要对国际上广泛使用的导航技术进行国际标准化。区域导航在世界各地的实施情况已经表明它具有一些比传统的台站基准导航更大的优势，如可以确定更多的直接航路等。

6.3 RNP 概念适用于一个空域内的导航性能，因此它对空域和航空器都有影响。RNP 的目的，是

通过表述航空器在某一空域需要实现的导航性能 (RNP 类型) 来确定这个空域的特征。航路运行的 RNP 概念已由 ICAO 批准 (附件 11 第 2 章), 并已扩展到包括进近、着陆和离场运行。RNP 类型见《所需导航性能 (RNP) 手册》(Doc 9613)。

6.4 不能单独使用 RNP 来选定最低间隔标准, 航路间隔距离和航空器最低间隔标准的确定还应该考虑有关空域内通信、监视和空中交通服务的水平。

6.4 RNP 是按照导航传感器误差、机载接收机误差、显示误差和飞行技术误差的综合, 对规定空域内导航性能精度的一种规定。

6.5 航路运行的 RNP 类型由单一的精度数值确定, 该值被定义为某一规定的包容水平内所需的最低导航性能精度。Doc 9613 描述了航路 RNP 类型。

6.6 按照导航所需精度、完好性、连续性和可用性来确定进近、着陆和离场运行的 RNP 类型。其中一些 RNP 类型只包括侧向性能精度指标 (即与航路相似), 而其他 RNP 类型还包括侧向和垂直性能指标。与航路指标类似的 RNP 类型将用于非精密进近或离场之类的运行。大多数用于进近和着陆运行的 RNP 类型, 则需要以导航系统信息为根据, 包含垂直性能指标。

全球导航卫星系统 (GNSS)

6.7.5 GNSS 是一种世界范围的全球定位和授时系统, 包括一个或多个核心卫星星座, 机载接收机和, 系统的完好性监测和, 以及支持实际运行阶段 RNP 所需的增强强化核心星座性能的增强系统。

6.8.6 现行卫星导航系统有美国的全球定位系统 (GPS) 和俄罗斯联邦的全球轨道导航卫星系统 (GLONASS)。两个系统都为 ICAO 提供了支持向 GNSS 演进发展的手段。1994 年, ICAO 理事会接受了美国提供的 GPS, 1996 年又接受了俄罗斯联邦提供的 GLONASS。

6.9.7 标称 GPS 空间段由位于 6 条轨道平面上的 24 颗卫星组成, 卫星是在 20 200 公里 (10 900 海里) 高的近圆轨道上运行, 轨道面和赤道的夹角为 55 度, 卫星运行周期大约 12 小时。

6.10.8 标称 GLONASS 空间段由 24 颗运行卫星和几颗备用卫星构成。卫星轨道高度是 19 100 公里, 轨道周期为 11 小时 15 分。卫星分布在 3 条轨道面上, 每条轨道上均匀分布 8 颗卫星, 轨道面倾角是 64.8 度, 相互间隔为 120 度。

GNSS 增强

6.11.9 为了克服系统固有的限制并满足所有飞行阶段的航行性能要求 (精度、完好性、可用性和服务连续性) 并实现一定程度的自主监测, GPS 和 GLONASS 都需要不同程度水平的增强。可以把增强分成三大类: 机基增强、陆基增强和星基增强 (见 I-6-1)。

机基增强

~~6.12.10~~ 机载增强系统 (ABAS) 将从 GNSS 获得的资料与航空器上可以收到的其他资料进行综合。一类机基增强系统 (ABAS) 被称为 ABAS 的一种形式就是接收机自主完好性监测 (RAIM), 如果视界内有多于 4 颗卫星构成适合的几何图形, 就能使用 RAIM。当视界内有 5 颗卫星时, 可以计算出 5 个独立的位置。如果这 5 个位置不匹配, 那么就能推断出有一颗或多颗卫星正给出错误的信息。如果视界内有 6 颗甚至更多的卫星, 就能计算出更多的独立位置, 接收机然后可以从定位计算中判别失效卫星并排除它。它仅仅使用核心 GNSS 卫星所固有的特性。如果收到的信号来自视界内构成适当几何图形的 4 颗以上的卫星, RAIM 将利用冗余资料进行完好性检查。

~~6.13.11~~ 还可实现其他类型的机基增强, 一般称其为航空器自主完好性监测 (AAIM)。例如, 在航空器做机动飞行, 卫星导航天线被遮挡的短时间内或在视界内卫星数量不够时, 惯性导航系统可作为 GNSS 的辅助设备。对改善导航功能可用性特别有用的增强技术, 还包括高度表辅助、更精确的时间信息源, 或通过滤波技术将传感器输入进行组合等。

陆基增强

~~6.14.12~~ 至于陆基增强系统 (GBAS), 有一个监测站设在希望做精密运行的机场或其附近, 支持精密进近运行, 如有必要, 还可以在航站区支持区域导航。它包括两个或多个监测卫星信号的基准接收机。GBAS 广播信号直接发送给机场周围 (大约 37 km (20 NM)) 的航空器。这些信号提供提高局域范围内航空器当地位置精度的修正信息, 也提供卫星完好性信息。这种能力要求地面和航空器间有数据链有甚高频 (VHF) 地对空数据播放频道。关于能在更大区域提供区域导航服务的陆基系统的标准, 目前仍在制定中 (陆基区域增强系统 (GRAS))。

星基增强

~~6.15.13~~ 使用陆基系统提供所有飞行阶段的覆盖是不实际的。一种可以解决大面积增强覆盖的方法是利用卫星发射增强信息。这称之为星基增强系统 (SBAS)。星基增强系统 (SBAS) 提供广域增强覆盖。它利用监测站网络收集发自每颗导航卫星的信号资料, 用同步卫星向广大区域播放差分修正和完好性数据。

~~6.16~~ 同步卫星提供的星基增强有一定的局限性, 因此在很多情况下不能期望利用星基增强手段就可以支持所有飞行阶段, 特别是精密进近和更高等级的着陆。这是由于卫星轨道设在赤道上空, 卫星信号在极区不可用, 而且信号还可能被航空器结构或地形所遮挡。这表明, 为了减少某些地区或运行中存在的这些缺陷, 可能需要考虑其他 GNSS 增强卫星轨道和/或陆基增强手段。

未来的 GNSS 信号及其组合型态的使用

6.14 目前正在对 GPS 和 GLONASS 进行增强，以增加保护性频率的信号数量。GALILEO 仍在开发中，目的是推出另一个也能在几个频率上提供多个信号的导航卫星星座。GNSS 信号和星座数量的不断增长，具有给民用航空带来重大效益的潜力，包括改善性能和稳定性，简省 GNSS 地面建造和缓解制度上的隐忧。这些新的组成部分的推出使用还会引起一些技术上和制度上的问题。随着这些未来信号和系统组成部分的进展，ICAO 将就如何最好地利用这些新增加的信号和组成部分的组合型态，最大程度地把握面前各种能力带来的机会，向各国提供指导。

航空电子设备

6.17.15 不具备 RAIM、ABAS、SBAS 或 GBAS 功能（或类似未来形式的完好性监测）能力的简单 GPS 或 GLONASS GNSS 接收机一般不能满足所有飞行阶段航空导航的要求。

6.18.16 在可预见的未来，把 GNSS 作为其中一种传感器使用的多传感器系统可望投入使用运行。这种导航系统一般会表现出比单独的传感器或单一系统更高更加可靠的性能水平。使用多传感器导航系统，如 GNSS/IRS 组合或 GNSS/IRS/FMS 组合 GNSS、IRS 和 DME 组合型态的航空器，可以达到提供单独使用 GPS 或 GLONASS 所不能达到的 RNP 水平更高的服务可用性。

WGS-84 坐标系统和航空数据库坐标数据

6.19.17 卫星导航系统在全球的成功实施取决于是否有一个非常很高质量准确和完好的坐标和程序数据库。只有当地面推算坐标、航空器计算坐标和卫星系统推算坐标使用相同的大地基准测量系统时从航路点导航数据库推算出来的坐标达到要求的质量，才有可能实现精确可靠的卫星导航。

6.20.18 为了支持不断发展的星基导航技术，ICAO 采纳 WGS-84 作为民航统一的大地测量基准，其生效日期是 1998 年 1 月 1 日（附件 15）。WGS-84 的实施除其他外，包括现有的坐标和基准向可能需要根据 WGS-84 的转换非关键点（如航路上障碍物）的坐标，以及优先对所有必须达到高质量的关键点（如跑道入口）重新做出测量。

6.21.19 航空数据库通过使用对现有导航设施、已知位置点和跑道入口的测量结果以及对新航路或进近程序的设计来建立和更新。将建立系统以确保从测量之时到把信息传递到下一个预定用户期间位置数据的质量（精度、完好性和分辨率）。航空数据库必须定期更新。

逐渐引入

6.22.20 GNSS 的实施将以一种渐进的形式进行，使系统改进得以逐步引入。GNSS 的近期应用旨在使用现有的核心卫星系统星座（GPS 和 GLONASS）和主要的机基增强系统组合而成的多传感器机载系统，使星基航路区域导航能在不需要任何基础设施投资的情况下尽早引入。使用这些系统已经使得某些机场的非精密进近运行可靠性得到提高。

6.23 21 中期其他应用将利用具有某一特殊飞行阶段的运行所需的任何一种某种增强或增强组合的现有卫星导航系统。远期应用将适用于未来卫星导航系统 GNSS。

6.24 22 对于引入基于 GNSS 的运行，有三个批准等级被普遍认可：—

- a) 补充手段必须与某一单一手段导航系统联合使用。补充手段 GNSS 必须符合某一指定运行或飞行阶段精度和完好性要求，可不满足可用性和连续性要求。支持某一指定运行或飞行阶段的单一手段导航系统必须安装在航空器上并可通过交叉核对得到监控。—
- b) 主要手段 GNSS 必须符合某一指定运行或飞行阶段精度和完好性要求，但可不满足可用性和服务连续性的全部要求。通过把运行限制在特定时间段和适当的程序限制来获得安全性。没有为支持主要手段 GNSS 在航空器上安装某一单一手段导航系统的要求。—
- e) 单一手段 GNSS 必须允许航空器满足某一指定运行或飞行阶段的所有四个性能要求：精度、完好性、可用性和服务连续性。这可以通过一名独立设备或一名多传感器设备来实现。—

因 GNSS 服务水平和运行要求而异，可以按不同的运行程序批准基于 GNSS 的运行。这些程序可以是非常具体的，可以针对航空器（基于设备配置）的具体机型、运行类型（如非精密进近）、所涉运行具有的任何特点（如具有沿弯曲航线段实施进近的能力），或某个局域（如交通密度低的空域）等加以确定。对系统无法提供使用的时间段必须从运行角度实施管理，通过航行通告或等同方式通知用户。有些国家批准使用 GNSS 时要求由用户负责确定是否发生了影响运行的服务中断。

支持进近、着陆和离场运行的系统

编辑注：原来的第 6.25 段已经挪到别处并做了修改。现为第 6.28 段。

6.26 23 6.24 中的术语适用于在使用“单一手段”时机上不装其他导航设备的情况下满足 RNP 要求的航空电子设备所需状态和航空器能力。该术语也与预计运行（或飞行阶段）有关。因此，对航空器的运行批准是相对于特定运行而给予的，而且通常都规定所适用的具体条件和限制。因此，这些条件和限制可能因国家和运行的不同而异。

6.27 24 因此对于终止现行无线电导航服务来说，GNSS 单一手段的批准是必要条件但不是充分条件可能有利于撤销某些传统的陆基无线电导航服务。但是，陆基导航服务的撤销，应适当考虑对缓解 GNSS 脆弱性的需要和方法而进行（见 6.27）。一些航空器可能被批准将单一手段 GNSS 导航用于特定运行或飞行阶段。然而，空中交通导航服务提供者届时必须在不依靠任何传统的陆基导航手段的情况下，为所有用户提供一种支持所有各相关飞行阶段的导航服务。因此，有必要使传统导航设备的任何撤离与 GNSS 导航服务的引入相协调。但对现行导航设备不可用目前没有传统的陆基助航设备可用而且 GNSS 可被单独引入以使装备 GNSS 的用户受益的那些地区，这些考虑是不适用的。

6.28 25 当引入基于 GNSS 的服务时，每个国家应确定所提供待批准的 GNSS 的组成部分（例如 GPS、GLONASS、SBAS、GBAS 及各种增强系统），并制定实施计划。在诸如 VOR、DME 和 ILS 的

导航服务已经存在的情况下,各国能够相信陆基导航设备退役带来的经济上的节约。实施 SBAS 和 GBAS 的成本应必须用于与提供用户效益挂钩,并和通过区域导航和以及支持更多跑道的更降低决断海拔高度/相对高度的潜力来提高空域效率联系起来。在诸如 VOR、DME 和 ILS 的导航服务已经存在的情况下,各国在充分理解并考虑过渡阶段需要的费用之余,可以将陆基导航设备退役带来的经济节省贷计入库。

6.29 26 GNSS 服务的优点包括在没有陆基导航设备覆盖或其覆盖受到限制的情况下可将 GPS/ABAS 用于以通过航路和非精密进近运行提供航路上导航服务。在这样的环境中,GNSS 一经引入便会变为成为惟一的导航服务。对于目前只有非精密进近能力的跑道,基于 SBAS 的精密进近能力基于 GNSS 垂直引导的进近将在提高安全性和运行效率方面提供更多优点。

6.30 关于依赖于 GNSS 服务,已经引起若干技术方面的担心,主要担心是故意干扰即人为干扰的可能性,这种干扰有可能在相对大范围区域内中断 GNSS 导航服务。各国和航行服务提供者应制定计划,减少这种事件出现的可能,检测并消除干扰源,并保证在 GNSS 信号被中断期间航空器能够继续安全运行。根据给定空域的交通密度和航行系统一体化及自动化的程度,安全评估可以证实是否需要来自不同独立来源的导航信息,以便应对诸如故意干扰的某些威胁。

6.31 随着 GNSS 继续发展成为一项更加广泛的服务,例如在 GPS 和 GLONASS 卫星上引入供航空使用的附加信号、改善增强系统以及引入更多卫星和卫星系统,其他风险领域可望得到缓解。每个国家必须评价用于其空域的缓解技术的有效性,以便确定单独依赖 GNSS 提供导航服务是否可以接受。

缓解 GNSS 的脆弱性

6.27 经查明 GNSS 具有若干脆弱性,尤其是故意干扰或人为阻塞的风险。同时查明存在充分的缓解办法,包括使用惯性导航、程序和地面助航设备。新的 GNSS 信号和星座推出后还会有另外的缓解办法可供使用。各国应该对本国空域的脆弱性做出评估,根据所涉空域空中交通的性质和必须支持的运行情况选择缓解办法。缓解办法选用得当,可以保证向 GNSS 过渡中的安全运行,使各国得以减少现有的地面导航设施,避免提供新的地面导航设施,并在某些地区停止使用这些设施。迄今所有已经查明的脆弱性均可通过适当的缓解方法予以解决,因而确定了向 GNSS 作为飞行所有阶段的全球系统过渡的最终目标。

支持进近、着陆和离场运行的系统

6.25 28 附件 10 第 I 卷第 2 章规定了精密进近和着陆用标准非目视助航设备。预计这些非目视助航设备的引入和应用打算依照将符合附件 10 第 I 卷附篇 B 确立的全球战略进行。根据所有相关的考虑，这个战略将目的为：

- ~~a) 只要运行许可和有经济效益，继续最大程度使用 ILS 服务；~~
- ~~b) 在运行需要和有经济效益的地方实施 MLS；~~
- ~~c) 促进多模式接收机 (MMR) 或具有等效机载能力系统的使用，以保持航空器的互用性；~~
- ~~d) 验证 GNSS 以及所需增强手段的使用，以支持进近和离场运行，包括 I 类运行，并在适当的时候对这种运行实施 GNSS；~~
- ~~e) 完成基于 GNSS 技术的 II 类和 III 类运行以及所需要的增加手段的可行性研究。如可行，则在运行许可和有经济效益的情况下，对 II 类和 III 类运行实施 GNSS；和~~
- ~~f) 使每一地区都能够制定符合全球战略的未来系统实施战略。~~

a) 只要运行上可接受并且经济上有益，就继续 ILS 向最高服务水平运行；[同时尽最大努力确保装有 ILS 设备的航空器不会被不允许进入机场]；

b) 在有运行要求和经济上有益的情况下，实施 MLS [同时尽最大努力确保装有 ILS 设备的航空器不会被不允许进入机场]；

c) 在有运行要求和经济上有益的情况下，按 APV 和 I 类运行要求实施增强的 GNSS；

d) 促进多模式机载着陆能力的开发和应用；

e) 促进 APV 运行的应用，特别是那些使用 GNSS 垂直引导运行的应用，以便加强安全和可用性；

f) 发现和解决具有陆基增强系统 (GBAS) 的 GNSS 运行和技术可行性问题，以便支持 II 类和 III 类运行。在有运行要求和经济上有益的情况下，为 II 类和 III 类运行实施 GNSS；和

g) 使各地区根据全球战略制定实施这些系统的战略。

...

一般过渡问题

~~6.32~~ **29** 向未来系统过渡的指导原则鼓励用户装备新系统，从而尽可能早地使系统效益自然增长。在必须验证新系统的可靠性和可用性的过渡时期，需要提供并安装陆基和星基导航设备。本章附录 A 列出了各国、地区、用户、服务提供者和生产厂商在发展或计划实施 GNSS 时应考虑的指导原则。

第 6 章 附录 A

向导航系统过渡的指导原则

- 应以一种渐进的方式引入 GNSS，随着导航服务 GNSS 能力的改进使效益得到相应增加。这些效益应随着 GNSS 单一手段运行的引入达到最大化并最终实现 GNSS 对所有飞行阶段的支持。随着 GNSS 的演进，在规划撤除陆基助航设备时应考虑下述事项：
- 在过渡时期，现存的导航系统地面基础设施必须维持可用。
- 国家/地区应可以考虑在不减损空域容量的情况下根据导航能力分隔交通，并准予有更为精确导航性能的航空器按优选航路飞行。
- 在考虑撤除现有地面基础设施之前，必须给予用户合理的过渡时间，以便他们能够装备好获得同等导航服务所需的 GNSS 设备。
- 当 GNSS 引入航路上运行时，国家/地区应当相互协作，以保证制定适当装备的航空器所用的协调一致的间隔标准和程序，并在主要交通流量经过的每个 FIR 能够大约同时被引入主要交通流量经过的所有飞行情报区同时推行，以便无缝隙地过渡到基于 GNSS 的导航。
- 在制定向 GNSS 过渡的计划时，必须考虑以下问题：
 - a) 保持或改善目前的安全水平；
 - ab) 提供和/或采用 GNSS 服务的安排，包括航空器和营运人批准过程；
 - bc) 现有陆基无线电导航服务的扩展；
 - ed) 向 GNSS 能力过渡安排的战略（即利益驱动的或强制性的）；
 - de) 用户装备 GNSS 能力的适当等级；
 - ef) 其他空中交通服务的提供（即监视和通信）；
 - fg) 交通密度/运行频度；及
 - gh) 与无线电频率干扰有关的风险的缓解；[故障和电解层问题；]
 - i) 设计和实施各项程序 [；及
 - j) 引进航空器航空电子设备要求的总体经济考虑和提前时间量。] {}

...

第 12 章

组织和国际合作方面

...

全球导航卫星系统 (GNSS)

12.11 GNSS 最初将由一个提供标准定位服务和广域或本地覆盖的系统增强的卫星系统组成。要求系统增强是为了满足某些强制性的性能标准要求。定位信号目前由两个有关提供国免费提供：~~俄罗斯~~俄罗斯联邦 (GLONASS 系统) 至少负责提供到 2010 年, 美国 (GPS 系统) 将在可预见的未来时间里负责提供, 且政策的任何变化会提前 6 年通知。这两个系统都是目前可供民用用户使用的原军用系统。在除非这些系统由需要全球民用机构做出财政承诺的 (民用) 系统取代之前, 否则标准定位服务的提供而不是使用似乎并不取决于需要由除两个提供国以外的国家处理的组织问题。伽利略 (GALILEO) 核心卫星星座目前正由欧盟成员国进行开发, 其目的是要建成一个能够满足包括民用航空在内的各种用户的要求、由民间控制和运营的系统。GALILEO 开放服务与 GPS 和 GLONASS 一样, 在不直接收取使用费的情况下向航空提供定位服务。

12.12 系统增强引出一些多少不同的考虑。例如, 广域增强 SBAS 能够由运营一个提供全球标准定位服务的核心卫星星座的同一个 (同一些) 国家或实体提供。然而, 一个国家集团或地区性组织也可承诺运营所需的增强卫星服务, 其方法一是依靠自己, 二是与商业或政府组织签约由他们代理。这样一来, 上文 12.8 概述的选项类型便可适用。在每一种情况下, 都会产生可能需要回收的成本。从组织角度看, 这种增强实际是一种多国设施和服务。只要这种增强系统主要服务于民航, 有关多国设施和服务的提供和运行的指导材料便可适用, 该问题将在本章后面论述。另一方面, 如果民航仅仅是所提供的增强服务的少数用户, 而有关实体将提供世界范围的增强服务, 那么通过例如 ICAO、地区航行服务提供者协会, 或国际航空用户协会等采取一种联合一致的方法与服务提供者打交道, 可能是最合适的。

12.13 本地范围内的增强很可能不要国际参与, 如果设施满足被列为国际民航设施所需达到的规范和标准的话。该设施可由国家或当地政府或由某商业实体按签约提供。

12.14 为了实现 GNSS 的相关效益, 实施 RNAV 是个关键。这就要求采取协调一致的方式实施 RNP 和 RNAV。

...

— — — — —

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：计划 2008 年起可供使用；
- e) Galileo/L1：计划 2008 年起可供使用；
- f) Galileo/E5a：计划 2008 年起可供使用；和

g) Galileo/E5b: 计划 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，成本的增加应该还是比较小的。

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。