

Doc 9613
AN/937



基于性能导航（PBN）手册

经秘书长批准并由其授权出版

第三版 — 2008年

国际民用航空组织

Doc 9613
AN/937



基于性能导航（**PBN**）手册

经秘书长批准并由其授权出版

第三版 — 2008年

国际民用航空组织

国际民用航空组织分别以中文、阿拉伯文、英文、法文、俄文和西班牙文版本出版
999 University Street, Montreal, Quebec, Canada H3C 5H7

订购信息和经销商与书商的详尽名单，
请查阅国际民航组织网站 www.icao.int。

第三版 — 2008 年

Doc 9613 号文件 — 《基于性能导航（PBN）手册》

订购编号：9613

ISBN 978-92-9231-420-0

© ICAO 2009

保留所有权利。未经国际民用航空组织事先书面许可，不得将本出版物的任何部分
复制、存储于检索系统或以任何形式或手段进行发送。

第 I 卷

概念与实施指南

内容概要

背景介绍

航空的不断发展需要越来越大的空域容量，因而凸显了最优利用可用空域的迫切性。区域导航 (RNAV) 技术的运用提高了运行效率，促使导航技术应用在世界各个地区和各个飞行阶段得到发展。这些应用有可能得到拓展，为地面活动提供引导。

特定航线或空域内的导航技术应用要求，必须简明扼要地加以规定。这样做是为了确保飞行机组人员和空中交通管制员 (ATCs) 都清楚机载 RNAV 系统的能力，以便确定 RNAV 系统的性能是否满足特定空域要求。

RNAV 系统的演变方式与传统的陆基航路和程序相似。对某一特定 RNAV 系统的确定和对其性能的评估，是通过分析与飞行试验相结合的方式完成的。就陆地飞行而言，最初的系统使用甚高频全向无线电信标 (VOR) 和测距仪 (DME) 推测位置；就洋区飞行而言，则采用惯性导航系统 (INS)。这些“新”系统得到发展、评估和认证。空域和超障准则是根据可用设备的性能制定的；规范要求则以可用能力为基础。在一些情况下，甚至必须确定能够在相关空域内运行的各种设备型号。这种指令性的要求导致了推迟引入新的 RNAV 系统能力及较高的持续认证成本。为了避免此类指令性规范要求，本手册介绍了一种通过明确性能需求替代设备要求的方法。这种方法被称为“基于性能导航” (PBN)。

基于性能导航 (PBN)

PBN 概念明确了特定空域概念下拟实施的运行，对航空器 RNAV 系统的精度、完好性、可用性、连续性和功能性等方面的性能要求。PBN 概念标志着由基于传感器导航向 PBN 的转变。导航规范中明确了性能要求，以及可选用于满足性能要求的导航传感器和设备。这些导航规范制定得非常详尽，便于为各国和各运营人提供具体的实施指导，促进全球和谐统一。

在 PBN 中，一般的导航要求是依据运行要求来规定的。然后，运营人对能够满足这些要求的可选技术和导航服务进行评估。因此，运营人有机会选择一种更具成本效益的方案，而不是一个作为运行要求的一部分强加的解决方案。只要 RNAV 系统能够提供预期性能，技术的日新月异不要求对运行本身进行重新审查。作为国际民航组织未来工作的一部分，预计将评估其他满足导航规范要求的方法，并在适当的时候纳入适用的导航规范。

与基于导航传感器制定空域和超障准则的方法相比，PBN 具有下述优点：

- a) 减少维护特定传感器航路和程序的需要，并降低相关成本；
- b) 无需为导航系统的每次改进规定特定传感器运行要求，从而避免高昂的成本支出；
- c) 便于更有效地利用空域 (航路布局、燃油效率及减噪)；

- d) 明确 RNAV 系统使用方式；
- e) 提供一组供全球使用的数量有限的导航规范，简化运营人的运行审批程序。

在空域概念内，PBN 要求将受到通信、监视和空中交通管理环境、导航基础设施，以及为满足空中交通管理应用所需的功能和运行能力的影响。PBN 性能要求还要取决于可以使用哪些可恢复的、非 RNAV 导航方法，以及需要何种程度的冗余度以确保功能的连续性。

在 PBN 概念的发展过程中人们认识到，先进的航空器 RNAV 系统正在达到可以预期的导航性能精度水平，加之相应的功能水平，使更有效地利用空域成为可能。还应考虑的是，RNAV 系统已经发展了 40 多年，大量的各种不同系统已经实施。PBN 主要用于明确导航要求，而不考虑达到这些要求所采用的方法。

目的与范围

本手册明确了 RNAV 与 RNP 的关系以及选择其中之一作为某一空域概念下导航要求的优点和局限性。它还就如何实施 RNAV 和 RNP，以及如何保证性能要求适合于预期应用，为各国、空中交通服务提供者 and 空域用户提供实际指导。

鉴于许多空域结构基于现行的 RNAV 应用，并且运营人为每种应用获取不同合格认证和运行许可需要支付高昂的成本，本手册支持评估使用现有导航规范实施导航应用的做法。其主要目的是提供指导方法，确定是否可能通过对空域概念、导航应用和/或基础设施做出适当的调整来利用现有导航规范，而无需给特定空域内的运行强加高成本的合格认证要求。

当分析确定需要一项新标准时，本手册说明建立新标准所需的步骤。这种方法通过国际民航组织的支持，可以避免不必要地增加标准。

基于性能导航 (PBN) 术语

任何 PBN 运行的两个基本方面，包括适当导航规范的要求以及满足系统运行的导航设备基础设施要求 (陆基和星基)。

导航规范是一组对航空器和机组人员的要求，以满足规定的空域概念下导航应用的需要。导航规范不仅规定了 RNAV 系统的性能要求，还包括系统的功能要求，如执行曲线航径程序或航路平行偏置飞行等的的能力。

RNAV 和 RNP 系统基本是相似的，主要区别在于机载性能监视和告警要求。包含机载导航性能监视和告警要求的被称为 RNP 规范，无这类要求的则为 RNAV 规范。能够满足 RNP 规范性能要求的区域导航系统被称为 RNP 系统。

在阐述 PBN 概念及编制相关术语的过程中，所需导航性能和特别运行要求研究小组 (RNPSORSG) 清楚地认识到，使用与 RNAV 相关的表述可能会引起复杂性。各国和各国际组织应该特别注意本手册的术语解释及第 I 卷 A 部分第 1 章。

因为每种导航规范均确定了具体的性能要求，所以获得某一 RNP 规范合格审定的航空器，并非自动获得所有的 RNAV 合格审定。同样，获得具有高精度要求的 RNP 或 RNAV 合格审定（如 RNP 0.3 规范）的航空器，并非自动获得低精度要求的导航规范合格审定（如 RNP 4）。

过渡战略

向 PBN 过渡

预计未来所有 RNAV 应用都将以性能规范而不是特定导航传感器来确定导航要求。

对于在本手册出版前已经实施的运行，可能不一定需要向 PBN 过渡。但是，对功能和运行要求进行的修订，其规范的制定和公布，应该遵循本手册中所规定的步骤和说明。

向 RNP 规范过渡

作为 20 世纪 90 年代业内决策的产物，大多数现代 RNAV 系统都具备机载性能监视与告警能力，因此所制定的供这些系统使用的导航规范，可被称为 RNP。

许多 RNAV 系统虽然具有极高的精度，并且具有 RNP 系统提供的许多功能，但是它们并不能对其性能提供保证。有鉴于此，在空域要求并非必须使用 RNP 系统的情况下，为避免给运营人造成不必要的支出，许多新的及现有的导航要求将继续针对 RNAV 系统而非 RNP 系统。因此，预计 RNAV 和 RNP 运行将会多年共存。

然而，RNP 系统能够提高运行的完好性，尤其是可以允许更小的航路间距，并且能够提供充分的完好性，仅允许 RNP 系统用于某一特定空域的导航。因此，RNP 系统的使用可以在安全、运行和效率方面带来巨大好处。虽然 RNAV 和 RNP 应用将会共存多年，但是我们期待随着配备有 RNP 系统航空器比例的增加和过渡成本的降低，将会逐步过渡到 RNP 应用。

目 录

	页
内容概要	I-(iii)
目录	I-(vii)
前言	I-(xi)
参考书目	I-(xv)
缩略语	I-(xvii)
术语解释	I-(xix)

A 部分 基于性能导航的概念

第 1 章 基于性能导航的描述	I-A-1-1
1.1 引言	I-A-1-1
1.1.1 概述	I-A-1-1
1.1.2 优点	I-A-1-1
1.1.3 基于性能导航的内容	I-A-1-2
1.1.4 基于性能导航的范围	I-A-1-3
1.1.4.1 侧向性能	I-A-1-3
1.1.4.2 垂直性能	I-A-1-3
1.2 导航规范	I-A-1-3
1.3 导航设备基础设施	I-A-1-7
1.4 导航应用	I-A-1-7
1.5 未来发展	I-A-1-7
第 2 章 空域概念	I-A-2-1
2.1 引言	I-A-2-1
2.2 空域概念	I-A-2-1
2.3 以运行区域划分的空域概念	I-A-2-3
2.3.1 洋区和偏远陆地	I-A-2-3
2.3.2 陆地航路	I-A-2-4
2.3.3 终端空域: 进场和离场	I-A-2-4
2.3.4 进近	I-A-2-4

第3章 利害攸关方对基于性能导航的使用	I-A-3-1
3.1 引言.....	I-A-3-1
3.2 空域规划.....	I-A-3-3
3.3 仪表飞行程序设计.....	I-A-3-4
3.3.1 引言.....	I-A-3-4
3.3.2 非RNAV:常规程序设计	I-A-3-5
3.3.3 引入针对特定传感器的 RNAV 程序设计	I-A-3-5
3.3.4 RNP 程序设计 (PBN 前身)	I-A-3-6
3.3.5 PBN 程序设计	I-A-3-6
3.4 适航和运行审批.....	I-A-3-7
3.4.1 概述.....	I-A-3-7
3.4.2 适航审批程序.....	I-A-3-8
3.4.2.2 满足RNAV-X运行要求的RNAV系统的审批.....	I-A-3-8
3.4.2.3 满足RNP-X运行要求的RNP系统的审批	I-A-3-9
3.4.3 运行审批.....	I-A-3-9
3.4.3.2 RNAV 审批的一般程序.....	I-A-3-9
3.4.3.3 飞行机组人员培训.....	I-A-3-9
3.4.3.4 导航数据库管理.....	I-A-3-9
3.5 飞行机组人员和空中交通运行.....	I-A-3-10

B 部分 实施指南

第1章 实施过程介绍	I-B-1-1
1.1 引言.....	I-B-1-1
1.2 过程概述.....	I-B-1-1
1.3 新导航规范的制定.....	I-B-1-1
第2章 过程1:确定要求	I-B-2-1
2.1 引言.....	I-B-2-1
2.2 过程1启动源	I-B-2-1
2.3 过程1的具体步骤	I-B-2-1
2.3.1 步骤1: 制定空域概念	I-B-2-1
2.3.2 步骤2: 评估现有机队能力和可用导航设备基础设施	I-B-2-4
2.3.3 步骤3: 评估现有空中交通服务监视系统、通信设施和空中交通管理系统.....	I-B-2-5
2.3.4 实施步骤4: 确定必要的导航性能和功能要求	I-B-2-6

第 3 章 过程 2: 确定用于实施的国际民航组织导航规范	I-B-3-1
3.1 引言	I-B-3-1
3.2 过程 2 的输入	I-B-3-1
3.3 过程 2 的具体步骤	I-B-3-1
3.3.1 步骤 1: 查阅第 II 卷中的国际民航组织导航规范	I-B-3-1
3.3.2 步骤 2: 确定应用于特定通信、导航和监视/ 空中交通管理环境中的国际民航组织导航规范	I-B-3-2
3.3.3 步骤 3: 权衡空域概念与导航功能要求 (如果需要的话)	I-B-3-2
第 4 章 过程 3: 规划与实施	I-B-4-1
4.1 引言	I-B-4-1
4.2 过程 3 的输入	I-B-4-2
4.3 过程 3 的具体步骤	I-B-4-2
4.3.1 步骤 1: 制定安全计划	I-B-4-2
4.3.2 步骤 2: 验证空域概念的安全性	I-B-4-2
4.3.3 步骤 3: 程序设计	I-B-4-3
4.3.4 步骤 4: 程序的地面验证	I-B-4-4
4.3.5 步骤 5: 实施决定	I-B-4-4
4.3.6 步骤 6: 飞行校验与飞行验证	I-B-4-5
4.3.7 步骤 7: 空中交通管理系统整合的考虑事项	I-B-4-5
4.3.8 步骤 8: 宣传和培训材料	I-B-4-7
4.3.9 步骤 9: 确定运行实施日期	I-B-4-7
4.3.10 步骤 10: 实施后的审查	I-B-4-7
第 5 章 制定新导航规范的指导原则	I-B-5-1
5.1 引言	I-B-5-1
5.2 制定新导航规范的步骤	I-B-5-1
5.2.1 步骤 1: 可行性评估与商业案例	I-B-5-1
5.2.2 步骤 2: 制定导航规范	I-B-5-2
5.2.3 步骤 3: 明确和制定国际民航组织的相关规定	I-B-5-2
5.2.4 步骤 4: 安全评估	I-B-5-2
5.2.5 步骤 5: 后续工作	I-B-5-2

第 I 卷附篇

附篇 1 区域导航 (RNAV) 系统	I-A1-1
1. 目的	I-A1-1

2. 背景	I-A1-1
3. RNAV 系统 —— 基本功能.....	I-A1-3
4. RNP 系统 —— 基本功能.....	I-A1-5
5. RNAV 和 RNP 的具体功能	I-A1-5
附篇 2 数据处理	I-A2-1
1. 航空数据	I-A2-1
2. 数据的精确性和完好性	I-A2-2
3. 航空数据的提供	I-A2-2
4. 航空数据的修改	I-A2-3

前 言

本手册由两卷组成：

第 I 卷 —— 概念与实施指南

第 II 卷 —— 实施区域导航 (RNAV) 和所需导航性能 (RNP)

第 I 卷的编排和内容：

A 部分 —— 基于性能导航 (PBN) 概念，包含三章：

第 1 章 —— 基于性能导航的描述，解释了 PBN 概念，并着重强调导航规范的标识以及 RNAV 与 RNP 的区别。本章是本手册的基础。

第 2 章 —— 运行概念，描述 PBN 实施环境，并且阐明 PBN 并非是孤立存在的，而是空域概念的一个组成部分。该章还阐明，在空域概念中，PBN 是通信、导航和监视/空中交通管理的支持手段之一。

第 3 章 —— 利害攸关方对基于性能导航的运用，说明空域规划人员、程序设计人员、适航当局、管制员和驾驶员如何使用 PBN。该章由上述各类行业的专家撰写，专供各行非专业人士使用。

B 部分 —— 实施指导，包含基于三个过程的五个章节，旨在为 PBN 的实施提供实际指导。

第 1 章 —— 实施过程介绍，概述三个实施过程，鼓励在实施 PBN 时使用现行导航规范。

第 2 章 —— 过程 1：确定要求，概述国家或地区通过明确空域概念来确定其 PBN 战略和运行要求的各个步骤。

第 3 章 —— 过程 2：确定用于实施的国际民航组织导航规范，阐述明确导航要求后，应该如何使用现行导航规范以满足所确定的要求。

第 4 章 —— 过程 3：规划与实施，为开展实施的有关活动和工作提供指导。

第 5 章 —— 制定新导航规范的指导原则，概述了在现行导航规范难以满足空域概念要求时，国家或地区应该如何推进工作。

第 I 卷的附篇

附篇 1 —— 区域导航 (RNAV) 系统，解释何为 RNAV 系统，如何运行及其优点所在。该附篇主要供空中

交通管制员和空域规划人员使用。

附篇 2 —— 数据处理，供任何参与数据链工作的人员使用，包括从导航数据库检查到导航数据库打包整个过程。该附篇对复杂的问题做出了简单明了的说明。

特别说明

本卷很大程度上以实施 RNAV 运行的国家所积累的经验为基础。第 I 卷中所论及的 PBN 概念是个值得关注的例外，因为这是一个新的概念，不应将其仅仅视为 RNP 概念的重塑或者延伸 —— 见 A 部分的第 1 章 1.1.1。本卷不应孤立地阅读，它是第 II 卷 —— 实施区域导航 (RNAV) 和所需导航性能 (RNP) 的一个组成部分和补充。

应该提请注意的是与 RNP 概念 (参见 Doc 9613 号文件，第二版，原文件名为《所需导航性能 (RNP) 手册》) 相关的 RNP 类型和 RNP 值一类的表述在 PBN 概念中不再使用，并将在所有国际民航组织的材料中予以删除。

本手册的历史

未来空中航行系统 (FANS) 特别委员会认识到，过去多年来最常用来表明所需导航能力的方法是强制配备某种设备。这就制约了对现代机载设备的最佳利用。为了克服这一问题，委员会制定了所需导航性能能力 (RNPC) 概念。未来空中航行系统将所需导航性能能力确定为相应包容度水平下，沿指定或选定航迹的侧向偏离参数或沿航迹定位精度参数。

所需导航性能能力概念得到国际民航组织理事会的批准，并指定审查间隔总概念专家组 (RGCSP) 对其做进一步审议。1990 年，审查间隔总概念专家组注意到能力和性能有明显区别，并且空域规划依赖于测定的性能，而非固有的设计能力，因此将所需导航性能能力改变为所需导航性能 (RNP)。

审查间隔总概念专家组随后进一步发展了 RNP 概念，将其扩展成为对规定空域内运行所需导航性能の説明，并建议特定的 RNP 类型应该定义空域内所有用户应具有的导航性能，使之与空域内所能提供的导航能力相匹配。正如同未来空中航行系统所设想的，RNP 类型将由一个单一的精度数值来明确。人们发现这适用于偏远和洋区地区，就陆地的 RNAV 应用而言，航路间隔有关指导是不充分的。这是由于若干因素造成的，包括为航空器导航系统设定性能和功能标准、在可用空域的限定范围内工作，以及使用更为可靠的通信、监视和空中交通管理环境。另一个原因是由于 RNAV 能力的逐步发展以及需要从安装的设备上尽早获取利益等所引发的实际考虑。这就导致了具有相同导航精度的不同导航能力规范。人们注意到，随着垂直导航 (3D) 和时间导航 (4D) 的引入，以及空中交通管理后来将其用于提高空域容量和效率，这种发展将不会停止。

以上考虑给早期负责在陆地空域实施 RNAV 运行的机构造成了极大的困难。在解决这些困难的过程中，概念、术语和定义出现了极大的混乱。结果，实施的差异导致了 RNP 应用的不统一。

2003 年 6 月 3 日，国际民航组织空中航行委员会针对全球导航卫星系统专家组 (GNSSP) 第四次会议的建议、采取行动，指定所需导航性能和特别运行要求研究小组 (RNPSORSG) 负责解释所需导航性能 (RNP) 相

关的若干问题。

所需导航性能和特别运行要求研究小组审查了国际民航组织的 RNP 概念，考虑了早期应用经验和当前行业趋势、利害攸关方的需求和现行的区域实施情况。小组就 RNP 与 RNAV 系统功能和应用方面的关系达成了共识，并制定了 PBN 概念，使统一现行全球范围内的实施成为可能，并为和谐的未来运行奠定了基础。

虽然本手册介绍了就 2D 和 RNAV 进近应用达成的一致意见，但是最新获得的 RNP 经验得出这样的结论：随着 3D 和 4D 应用的发展，将需要评估这一发展趋势对 PBN 概念的影响，并相应地更新本手册。

本手册取代《所需导航性能 (RNP) 手册》(Doc 9613 号文件，第二版)，相应影响到国际民航组织的若干文件，包括：

附件 11 ——《空中交通服务》

《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)

《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》第 I 卷和第 II 卷 (PANS-OPS) (Doc 8168 号文件)

《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)

《空中交通服务规划手册》(Doc 9426 号文件)

《确定最小间隔的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件)

未来的发展

欢迎参与 PBN 发展与实施的各方就本手册提出意见。请将意见寄至：

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 University Street
Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

参考书目

注：本手册参照的有关文件受到基于性能导航的影响。

国际民航组织文件

附件 4 —— 《航图》

附件 6 —— 《航空器的运行》第 I 部分 —— 《国际商用航空运输 —— 飞机》

附件 6 —— 《航空器的运行》 —— 第 II 部分 《国际通用航空 —— 飞机》

附件 8 —— 《航空器的适航性》

附件 10 —— 《航空电信》第 I 卷 —— 《无线电通信辅助设备》

附件 11 —— 《空中交通服务》

附件 15 —— 《航空情报服务》

附件 17 —— 《保安》

《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)

《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》第 I 卷和第 II 卷 (PANS-OPS) (Doc 8168 号文件)

《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)

《空中交通服务规划手册》(Doc 9426 号文件)

《全球导航卫星系统 (GNSS) 手册》(Doc 9849 号文件)

《确定最小间隔的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件)

《无线电导航辅助设备测试手册》(Doc 8071 号文件)

《安全管理手册》(SMM) (Doc 9859 号文件)

第 311 号通告 (草案) 第一版 《支持空中交通服务的广播式自动相关监视的评估和实施指导》

欧洲民用航空设备组织 (EUROCAE) 文件

《最低运行性能标准：用于导航辅助手段的机载全球定位系统接收设备》(ED-72A)

《最低航空系统性能标准：区域导航 (RNAV) 的所需导航性能》(ED-75B)

《航空数据处理标准》(ED-76)

《航空信息标准》(ED-77)

航空无线电技术委员会文件

《航空数据处理标准》(DO-200A)

《航空信息标准》(DO-201A)

《最低运行性能标准：使用全球导航卫星系统的机载补充导航设备》(DO-208)

《最低航空系统性能标准：区域导航的所需导航性能》(DO-236B)

航空无线电公司 (ARINC) 424 号文件

《ARINC 424-15 导航系统数据库规范》

《ARINC 424-16 导航系统数据库规范》

《ARINC 424-17 导航系统数据库规范》

《ARINC 424-18 导航系统数据库规范》

缩略语

ABAS	机载增强系统
ADS-B	广播式自动相关监视
ADS-C	合约式自动相关监视
AFM	航空器飞行手册
AIP	航行资料汇编
ANSP	空中航行服务提供者
APV	垂直引导进近程序
ATM	空中交通管理
ATS	空中交通服务
CDI	偏航指示器
CDU	控制和显示装置
CFIT	可控飞行撞地
CRC	循环冗余码校验
CRM	碰撞风险模型
DME	测距仪
DTED	数字地形标高数据
EASA	欧洲航空安全局
ECAC	欧洲民航会议
EUROCAE	欧洲民航电子设备组织
EUROCONTROL	欧洲空中航行安全组织
FAA	联邦航空局
FTE	飞行技术误差
FMS	飞行管理系统
FRT	固定半径过渡
GBAS	陆基增强系统
GNSS	全球导航卫星系统
GPS	全球定位系统
GRAS	陆基区域增强系统
INS	惯性导航系统
IRS	惯性参照系统
IRU	惯性参照装置

JAA	联合航空局
LNAV	侧向导航
MCDU	多功能控制与显示装置
MEL	最低设备要求清单
MNPS	最低导航性能规范
MSA	最低扇区高度
NAA	国家适航当局
NAVAID	导航设备
NSE	导航系统误差
OEM	原始设备制造商
PBN	基于性能导航
PSR	一次监视雷达
RAIM	接收机自主完好性监视
RF	固定半径至定位点
RNAV	区域导航
RNP	所需导航性能
SBAS	星基增强系统
SID	标准仪表离场
SSR	二次监视雷达
STAR	标准仪表进场
STC	补充型号合格证
TLS	目标安全水平
TSE	总系统误差
VNAV	垂直导航
VOR	甚高频全向无线电信标

术语解释

机载增强系统 (ABAS) 一种增强系统,用于增强和/或综合从全球导航卫星系统其他部件和航空器机载设备获取的信息。

注:机载增强系统最常见的形式是接收机自主完好性监视 (RAIM)。

空域概念 空域概念给出了空域内运行的概要和预定框架。制定空域概念是为了实现明确的战略目标,如提高安全、增加空中交通容量,以及减少环境影响等。空域概念可以根据通信、导航和监视/空中交通管理设想包含实际空域结构及其用户的具体细节,如空中交通服务航路结构、最小间隔、航路间距和超障裕度等。

垂直引导近进程序 (APV) 利用侧向和垂直引导,但是并未达到精密进近和着陆运行要求的仪表程序。

区域导航 (RNAV) 一种导航方式,允许航空器在地面导航设备覆盖范围内,或在机载自主导航设备的工作范围之内,或二者的组合,沿任一期望的航径飞行。

注:区域导航包括基于性能导航,以及其他未达到基于性能导航规定的区域导航运行。

区域导航航路 为使用能够实施区域导航的航空器建立的空中交通服务航路。

空中交通服务监视服务 表示直接由空中交通服务监视系统提供的服务。

空中交通服务监视系统 泛指能够识别航空器的各种系统,如广播式自动相关监视、一次监视雷达、二次监视雷达或任何类似陆基系统。

注:类似陆基系统指已经通过比较评估或其他方法证明达到或优于单脉冲二次雷达安全和性能水平的系统。

循环冗余码校验 (CRC) 一种用于二进制数据的数学运算法则,为防止数据丢失或变更提供一定程度的保障。

混合导航环境 可在同一空域内使用不同导航规范的环境(如同一空域内的 RNP 10 航路和 RNP 4 航路)或传统导航与 RNAV 或 RNP 同时运行的环境。

导航设备 (navaid) 基础设施 导航设备基础设施是指满足导航规范要求的星基和/或陆基导航设备。

导航应用 按照设定的空域概念,在航路、程序和/或规定的空域范围应用导航规范及配套导航系统基础设施。

注:导航应用是实现设定空域概念战略目标的要素之一,此外还包括通信、监视和空中交通管理程序。

导航功能 导航系统为满足空域概念要求必须具备的具体能力(如执行航段过渡、平行偏置能力、等待航

线、导航数据库等)。

注：导航的功能性要求是选择特定导航规范的要素之一。每个导航规范的导航功能（功能性要求）见第 II 卷 B 部分和 C 部分。

导航规范 对于航空器和机组人员的一组要求，以支持指定空域内 PBN 的运行。有两类导航规范：

RNAV 规范 基于区域导航的导航规范，不要求性能监视和告警，以前缀 RNAV 标示，如 RNAV 5、RNAV 1。

RNP 规范 基于区域导航的导航规范，要求性能监视和告警，以前缀 RNP 标示，如 RNP 4、RNP APCH。

注：《基于性能导航手册》(Doc 9613 号文件) 第 II 卷有导航规范的详细指导。

基于性能导航 以沿空中交通服务航路运行、实施仪表进近程序或在指定空域运行的航空器性能要求为基础的区域导航。

注：导航规范中的性能要求，是为满足特定空域概念下拟实施的运行所需的精度、完好性、连续性、可用性和功能性要求。

程序管制 使用非空中交通服务监视系统的信息提供的空中交通管制服务。

接收机自主完好性监视 (RAIM) 机载增强系统 (ABAS) 的一种方式，只使用全球定位系统信号或利用气压高度辅助来确定全球定位系统信号的完好性。这种技术是通过检验冗余伪距测量的一致性来实现的。接收机/处理器要执行接收机自主完好性监视功能，除了定位所需的卫星外，至少还需要接收到另外一颗具有合适几何构型的卫星信号。

RNAV 运行 使用区域导航方式实施 RNAV 应用的航空器运行。RNAV 运行包括本手册中未包含的其他区域导航运行。

RNAV 系统 一种区域导航系统，使航空器在地基导航系统信号覆盖范围内，或在机载自主导航设备的工作能力范围之内，或者二者的组合，沿任一期望的航径飞行。RNAV 系统可以作为飞行管理系统 (FMS) 的一部分。

RNP 运行 使用 RNP 系统实施 RNP 导航应用的航空器运行。

RNP 航路 为遵循 RNP 导航规范的航空器运行建立的空中交通服务航路。

RNP 系统 支持机载性能监视与告警的区域导航系统。

星基增强系统 (SBAS) 一个覆盖广泛的增强系统，用户接收卫星发射机发出的增强信号。

标准仪表进场 (STAR) 带有标识的仪表飞行规则 (IFR) 进场航路，该航路将通常位于空中交通服务航路上的某一重要位置点与公布的仪表进近程序起始点相连接。

标准仪表离场 (SID) 带有标识的仪表飞行规则 (IFR) 离场航路，该航路将机场或机场特定跑道与通常位于有标识的空中交通服务航路上的某一重要的航路飞行阶段起始点相连接。

A 部分

基于性能导航的概念

第 1 章

基于性能导航的描述

1.1 引言

1.1.1 概述

1.1.1.1 基于性能导航 (PBN) 的概念规定, 必须为航空器 RNAV 系统在配备适宜的导航基础设施的情况下根据特定空域概念下拟实施的运行, 确定在精度、完好性、可用性、连续性和功能性方面所需达到的性能要求。就此而言, PBN 概念标志着从基于传感器导航向 PBN 的转变。导航规范中明确了性能要求, 以及可选用于满足性能要求的导航传感器和设备。这些导航规范为各国和各运营人提供具体的实施指导, 以促进全球和谐统一。

1.1.1.2 在 PBN 中, 首先依据运行要求确定一般导航要求。然后, 运营人评估可选技术和导航服务。所选择的解决方案, 对运营人而言将是一个最具成本效益的方案, 但不是作为运行要求的一部分强加的方案。只要 RNAV 系统能够提供预期性能, 技术的日新月异就不再需要对运行本身进行重新审查。

1.1.2 优点

与基于传感器制定空域和超障准则的方法相比, PBN 具有若干优点。例如, 基于性能导航:

- a) 减少维护特定传感器航路和程序的需要, 并降低相关成本。例如, 移动一个甚高频全向无线电信标台会影响到数十个程序, 因为甚高频全向无线电信标可能用于航路、甚高频全向无线电信标进近、复飞等。增加新的特定传感器程序将增加这类成本。可用导航系统的快速发展, 将很快使特定传感器航路和程序的成本变得不堪承受;
- b) 无需为导航系统的每次改进规定特定传感器运行要求, 从而避免高昂的成本支出。随着卫星导航服务的扩大, 预计将继续保持不同航空器 RNAV 系统的多样化。随着增强系统 (如星基增强系统、陆基增强系统和陆基区域增强系统等) 的发展, 最初的基础全球导航卫星系统设备正在不断改进, 而伽利略系统的引入和全球定位系统与全球轨道卫星导航系统的现代化, 将进一步改善全球导航卫星系统的性能。全球导航卫星系统/惯性导航的使用也在扩大;
- c) 便于更有效地利用空域 (航路布局、燃油效率、减噪等);
- d) 明确 RNAV 系统使用的方式;
- e) 提供若干组供全球使用的导航规范, 简化运营人的运行审批程序。

1.1.3 基于性能导航的内容

1.1.3.1 PBN 是空域概念的支持手段之一。通信、空中交通服务监视和空中交通管理也是空域概念不可缺少的要素。如图 I-A-1-1 所示。PBN 概念依赖于 RNAV 系统的使用。PBN 应用有两个核心的输入要素：

- 1) 导航设备基础设施；
- 2) 导航规范；

在空域概念下将上述两个要素应用于空中交通服务航路和仪表程序，便产生第三个要素：

- 3) 导航应用。

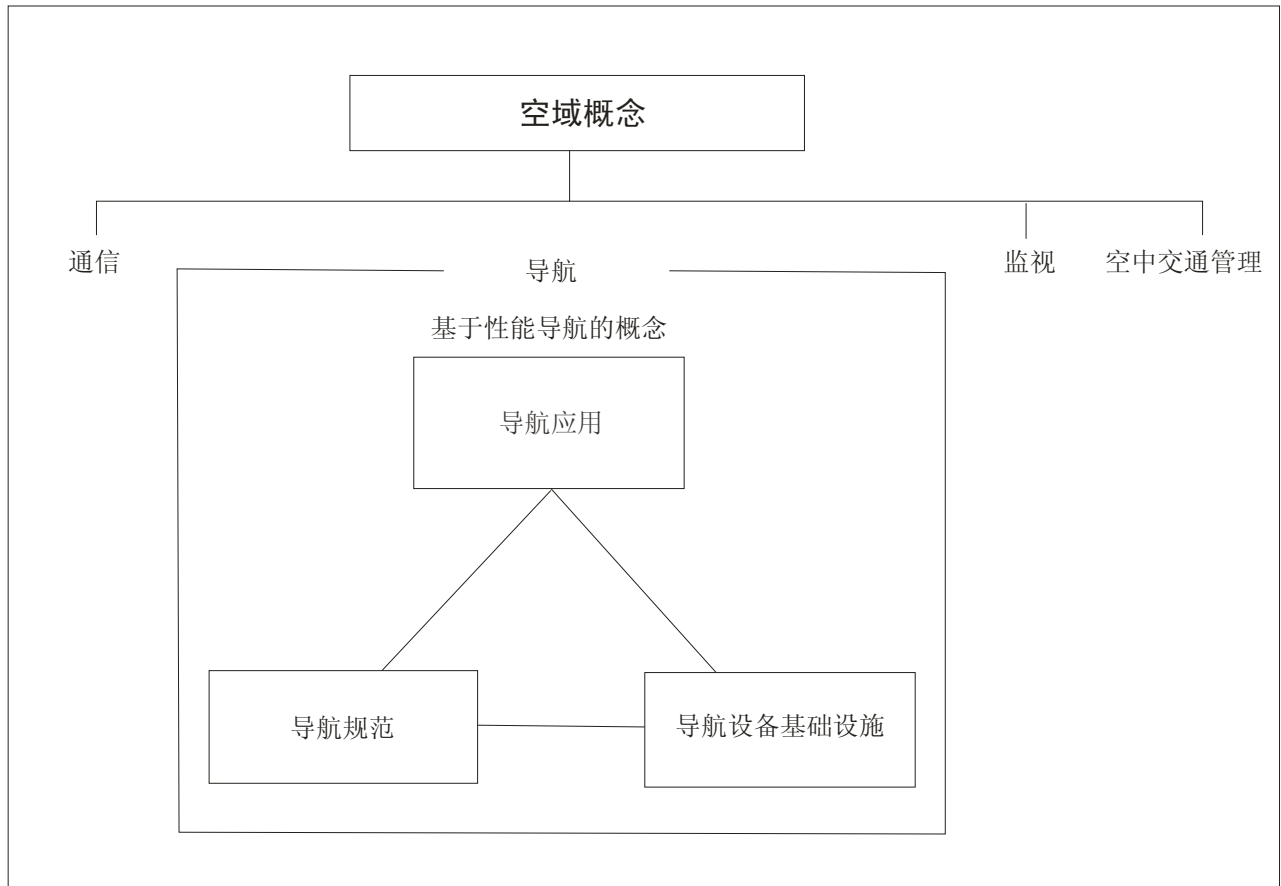


图 1-A-1-1 基于性能导航概念

1.1.4 基于性能导航的范围

1.1.4.1 侧向性能

由于与原 RNP 概念相关的历史原因, PBN 现在只限于线性侧向性能要求和时间约束的运行。因此, 本手册未考虑角度侧向性能要求的运行 (即具有 APV-I 和 APV-II 全球导航卫星系统性能水平垂直引导的进近和着陆运行, 以及仪表着陆系统/微波着陆系统/GPS 着陆系统精密进近和着陆运行)。

注: 虽然目前《基于性能导航手册》未提供任何定义纵向飞行技术误差的导航规范 (到达时间或 4D 管制), 但是 RNAV 和 RNP 规范规定了侧向和纵向维度的精度要求, 使今后制定飞行技术误差的导航规范成为可能。(有关纵向性能的详细论述, 见第 II 卷 A 部分第 2 章的 2.2.2 和图 I-A-1-2)

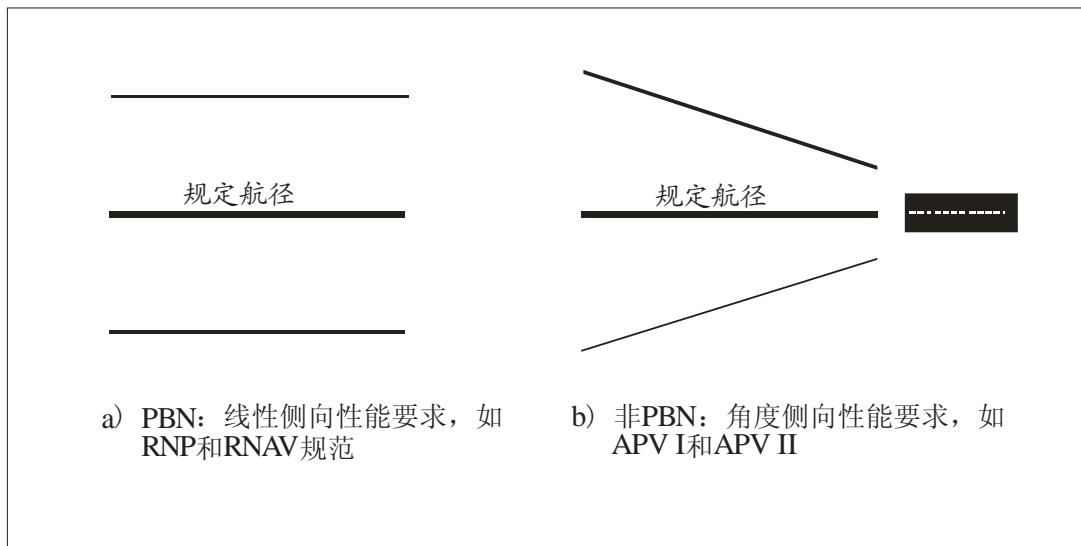


图 1-A-1-2 基于性能导航的侧向性能要求

1.1.4.2 垂直性能

与侧向监视和超障不同, 气压垂直导航系统 (见第 II 卷附篇 A) 既没有垂直位置误差告警, 其 95% 的所需系统总精度与性能之间也不存在双倍的关系。因此, 气压垂直导航不被视为垂直 RNP。

1.2 导航规范

1.2.1 导航规范是各国制定适航和运行审批材料的基础。导航规范会详细说明 RNAV 系统在精度、完好性、可用性和连续性方面所要求的性能; RNAV 系统必须具备哪些导航功能; 哪些导航传感器必须整合到 RNAV 系统, 以及对机组人员有哪些要求。国际民航组织导航规范载于本手册第 II 卷。

1.2.2 导航规范既可以是 RNP 规范, 也可以是 RNAV 规范。RNP 规范包含对机载自主性能监视和告警的

要求，而 RNAV 规范则不包含此方面的要求。

1.2.3 机载性能监视与告警

1.2.3.1 机载性能监视与告警是决定导航系统是否符合 RNP 应用必要安全水平的主要因素。它与侧向和纵向导航性能两者相关，并且能够帮助机组发现导航系统没有达到或不能保障 10^{-5} 的导航完好性要求。有关机载性能监视与告警和导航误差的具体内容，见第 II 卷 A 部分。

1.2.3.2 RNP 系统改善了运行的完好性。这可以使航路间距更小，也能够提供更充分的完好性，使特定区域内的导航只能使用 RNAV 系统进行导航。因此，RNP 系统可以在安全、运行和效率方面提供显著的效益。

1.2.4 导航功能要求

1.2.4.1 RNAV 和 RNP 规范都包含导航功能要求。这些功能要求基本包括：

- a) 持续显示航空器位置的功能，航空器位置是相对于驾驶员主视野内的航行显示器航迹而言的；
- b) 显示至正在使用的航路点距离和方位；
- c) 显示至正在使用的航路点地速或时间；
- d) 导航数据存储功能；
- e) 正确提示 RNAV 系统，包括传感器的故障。

1.2.4.2 更为完备的导航规范还包括对导航数据库（见附篇 2）和执行数据库程序能力的要求。

1.2.5 RNP 和 RNAV 规范的标识

1.2.5.1 洋区、偏远陆地、航路和终端运行

1.2.5.1.1 就洋区、偏远陆地、航路和终端运行而言，RNP 规范以 RNP X 标识，如 RNP 4。RNAV 规范标识为：RNAV X，如 RNAV 1。如果两个导航规范共用一个 X 数值，可以使用前缀加以区分，如高级 RNP 1 (Advanced-RNP 1) 和基础 RNP 1 (Basic-RNP 1)。

1.2.5.1.2 对 RNP 和 RNAV 标识而言，符号“X”（指明时）均表示在空域、航路或程序范围内运行的所有航空器至少在 95% 的飞行时间里，可以达到以海里计的侧向导航精度。

注：航行误差组成和告警详见第 II 卷 A 部分 2.2 和图 I-A-1-3。

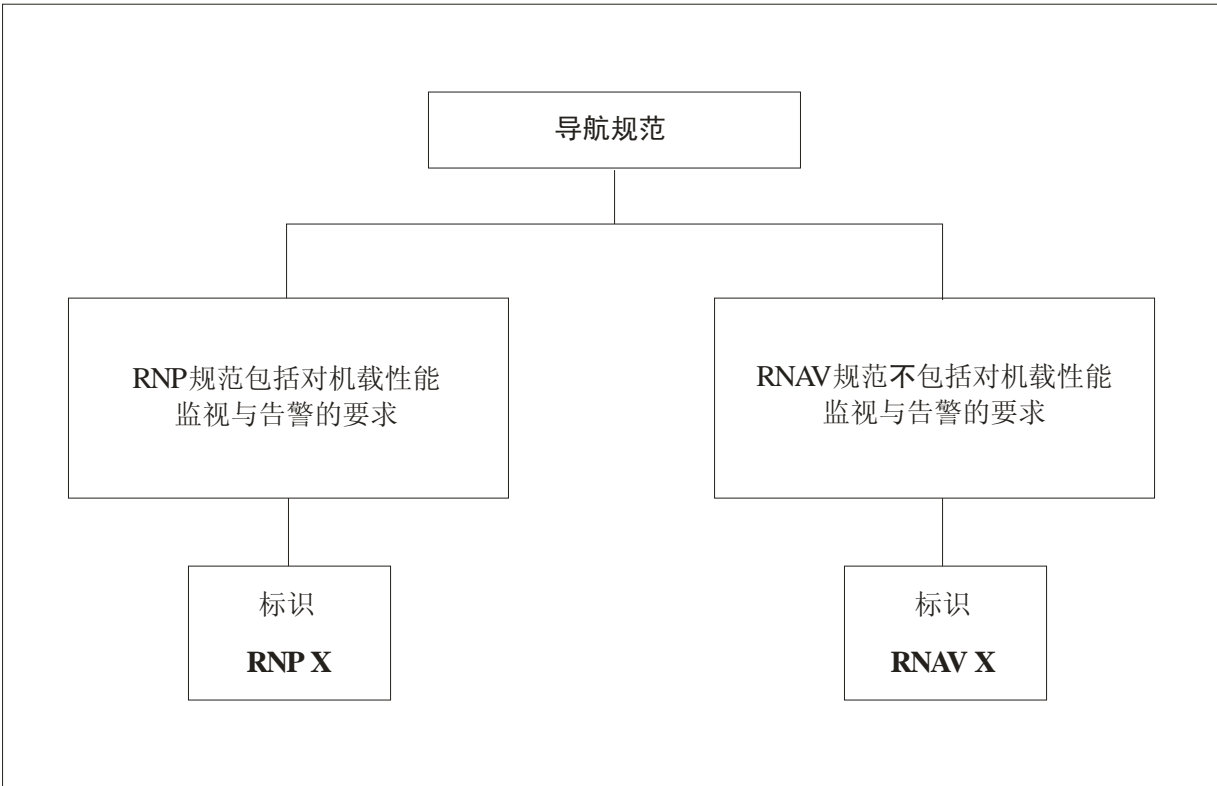


图 I-A-1-3 导航规范标识 (不包括用于最后进近的规范)

1.2.5.2 进近

进近导航规范包含仪表进近的各个航段。RNP 规范的标识将 RNP 作为前缀，后接一个词语缩写，如 RNP APCH 或 RNP AR APCH。没有 RNAV 进近规范。

1.2.5.3 理解 RNAV 和 RNP 标识

1.2.5.3.1 把导航精度用做导航规范标识的一部分时，应该注意到导航精度只是导航规范包含的许多性能要求之一 —— 见示例 1。

1.2.5.3.2 因为每一个导航规范都明确了具体的性能要求，所以获得使用某一 RNP 规范适航审批的航空器，并非就自动获得所有 RNAV 规范的适航审批。同样地，获得高精度要求的 RNP 或 RNAV 规范 (如 RNP 0.3 规范) 适航审批的航空器，并非就自动获得低精度要求的导航规范 (如 RNP 4) 适航审批。

1.2.5.3.3 例如，获得基本 RNP 1 适航审批的航空器自动获得 RNP 4 适航审批似乎是合乎逻辑的，但是实际情况并非如此。满足较高精度要求的航空器，并不一定符合较低精度要求导航规范的某些功能要求。

示例 1

标识 RNAV 1 是指包含 1 海里导航精度要求及其他许多性能要求的 RNAV 规范。虽然标识 RNAV 1 可能意味着 1 海里 (侧向) 导航精度是唯一要求的性能标准, 但事实并非如此。就像所有导航规范那样, 本手册第 II 卷中的 RNAV 1 规范包括对机组人员和机载导航系统的所有要求。

注: 导航规范标识是对所有性能和功能性要求的简称。

1.2.5.4 涉及 RNAV 和 RNP 标识的飞行计划

采用人工或自动的方式发布飞行计划, 告知空中交通管制航空器具有沿空中交通服务航路、程序或在空域内飞行的能力。有关飞行计划程序的论述, 见《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)。

1.2.5.5 兼顾不一致的 RNP 标识

1.2.5.5.1 现行标识 RNP 10 与 PBN 的 RNP 和 RNAV 规范不一致。RNP 10 不包括对机载性能监视与告警的要求。为了与 PBN 概念相一致, 在本手册中, RNP 10 被称为 RNAV 10。将 RNP 10 航路更名为 RNAV 10 航路及重新进行运行审批等是一项涉及面广、费用昂贵的工作, 成本效益低下。因此, 任何现行的或新的运行审批, 都将继续使用 RNP 10 来标识, 任何制图说明都将采用 RNP 10 来描述 (见图 I-A-1-4)。

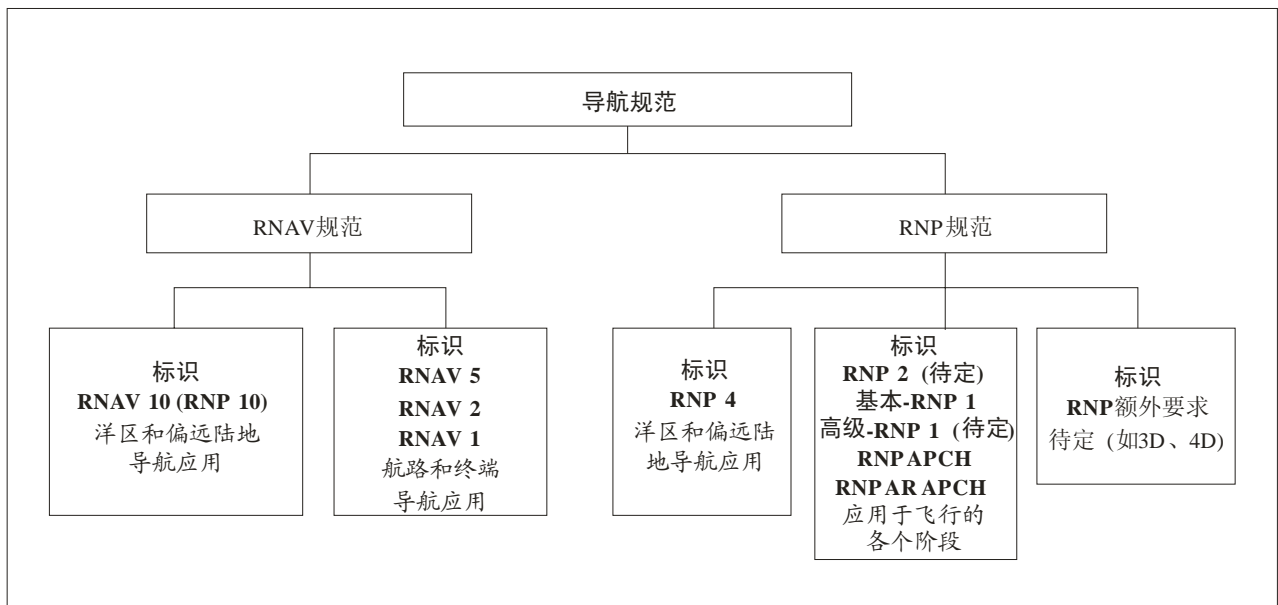


图 I-A-1-4 兼顾当前和未来的标识

1.2.5.5.2 过去, 美国和欧洲民用航空会议 (ECAC) 各成员国使用不同标识的地区性 RNAV 规范。欧洲民用航空会议的 RNAV 应用 (P-RNAV 和 B-RNAV) 将继续仅在这些国家内使用。随着时间的推移, 欧洲民航会议的 RNAV 应用将向国际性的 RNAV 1 和 RNAV 5 导航规范过渡。2007 年 3 月, 美国从 A 型和 B 型 USARNAV 过渡到了 RNAV 1 导航规范。

1.2.5.6 最低导航性能规范 (MNPS)

在北大西洋空域运行的航空器要符合最低导航性能规范。因为最低导航性能规范的强制性及未来实施的不确定性, 上述标识框架中有意未纳入最低导航性能规范。最低导航性能规范的要求载于《北大西洋地区空中航行综合指导和信息材料》(NAT Doc 001 号文件)(可从 <http://www.nat-pco.org> 获取)。

1.2.5.7 未来 RNP 标识

未来空域概念下的 RNP 规范可能在不改变导航精度要求的情况下, 需要有额外功能, 例如可能包括对垂直 RNP 和基于时间 (4D) 能力的要求。本手册的后续发展将给出这类规范的标识

1.3 导航设备基础设施

导航设备基础设施指陆基或星基导航设备。陆基导航设备包括测距仪和甚高频全向无线电信标。星基导航设备包括在附件 10 ——《航空电信》中规定的全球导航卫星系统构成要素。

1.4 导航应用

导航应用是指按照空域概念, 将导航规范和相关导航设备基础设施应用于空中交通服务航路、仪表进近程序和/或规定空域。RNP 应用由 RNP 来支持; RNAV 应用由 RNAV 规范来支持。示例 2 对此进行了说明。

1.5 未来发展

1.5.1 尽管时间表和运行要求目前还难以确定, 从 PBN 的角度来看, 导航应用将从 2D 向 3D/4D 过渡。因此, 机载性能监视与告警仍需要在垂直平面 (垂直 RNP) 方面得到发展, 而当前工作主要致力于统一纵向和线性性能要求。也可能在未来 PBN 的范围内, 还将包括与进近和着陆相关的角性能要求。同样, PBN 也将可能涵盖直升机专用导航规范和悬停功能要求。

1.5.2 随着对全球导航卫星系统的日益依赖, 空域概念的发展将越来越需要确保导航、通信、空中交通服务监视支持手段的紧密整合。

示例 2

本手册第 II 卷中 RNAV 1 规范表明，任何下述导航传感器都能符合其性能要求：全球导航卫星系统或测距仪/测距仪/惯性参照装置或测距仪/测距仪。

某特定国家为达到 RNAV 1 规范性能要求所需的传感器不仅仅依赖于航空器的机载能力。在该国，有限的测距仪设施或全球导航卫星系统政策可能促使国家当局对 RNAV 1 规范提出特定的导航传感器要求。

正因为如此，A 国的《航行资料汇编》可能规定全球导航卫星系统作为其 RNAV 1 规范的一项要求，因为 A 国只有全球导航卫星系统这一导航系统基础设施可供使用。B 国的《航行资料汇编》则可能提出使用测距仪/测距仪/惯性参照装置作为其 RNAV 1 规范的要求（因为根据政策决定，不允许使用全球导航卫星系统）。

上述两种航行规范都将作为 RNAV 1 应用来实施。然而，仅装备全球导航卫星系统并在 A 国获得 RNAV 1 规范适航审批的航空器，将不会被批准在 B 国运行。

第 2 章

空域概念

2.1 引言

本章阐释空域概念及其与导航应用的关系。它建立在上一章所述的 PBN 概念基础上。

2.2 空域概念

2.2.1 空域概念可视为特定空域的总体构想或总体计划。空域概念以特定的原则为基础，用于达到特定目标。如果空域内要引入一些变革，空域概念就需包括一定的细节内容。例如，一些说明空域组织与管理及各利害关系攸关方和空域用户作用的细节。空域概念还可描述不同的作用和责任、机制及人机关系。

2.2.2 战略目标对空域概念的总体构想 (见图 I-A-2-1) 起着推动作用。这些目标通常根据空域用户、空中交通管理 (ATM)、机场、环境政策和政府政策来确定。空域概念和运行概念的功能是对这些要求做出反应。最常见的推动形成空域概念的战略目标是安全、容量、效率、环境和和使用。如下文示例 1 和示例 2 所示，战略目标能使空域概念发生变化。

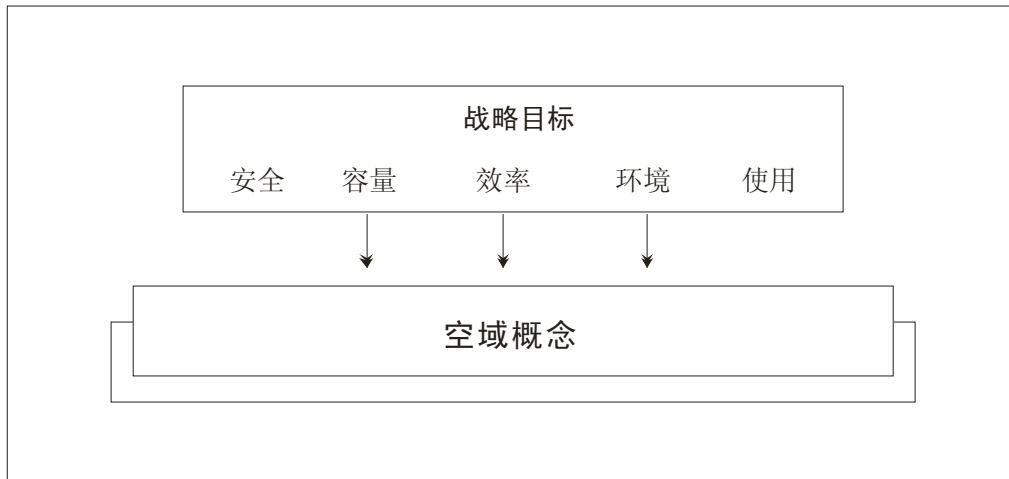


图 I-A-2-1 空域概念的战略目标

示例 1

安全：RNP 仪表进近程序的设计可以成为提高安全水平的一种方式（通过减少可控飞行撞地（CFIT））。

容量：机场增建跑道以提升容量的计划可引发空域概念发生变化（需要新的标准仪表离场和标准仪表进场方法）。

效率：优化离场和进场飞行剖面的用户要求可使飞行更加省油。

环境：减少排放、减噪航路或连续下降/到场/进近（CDA）的要求是空域概念变化的环境动因。

使用：提供低于常规程序最低标准的进近方法，保证恶劣天气下持续使用机场的要求，可能促使为该跑道设计 RNP 进近。

示例 2

尽管全球导航卫星系统主要用于导航，它也是广播式自动相关监视应用的支柱。因此，全球导航卫星系统定位和航迹保持功能不再“局限于”空域概念的导航支持手段。在这种情况下，全球导航卫星系统也是空中交通服务监视的支持手段。数据链通信也是如此，其数据供空中交通服务监视系统使用（例如在广播式自动相关和导航中）。

2.2.3 空域概念和导航应用

2.2.3.1 战略目标对空域概念的巨大影响对各种“支持手段”提出要求，包括通信、导航、空中交通服务监视，空中交通管理和飞行运行等。导航功能要求——目前在 PBN 的情况下——需要加以明确，见本卷 B 部分第 2 章。在导航规范中要正式明确这些导航功能，与导航设备基础设施共同支持特定的导航应用。作为空域概念的一部分，导航应用还与通信、空中交通服务监视，空中交通管理，空中交通管制工具和飞行运行相关。空域概念将所有这些要素融合成一个相互关联的整体（见图 I-A-2-2）。

2.2.3.2 上述方法是自上而下的：它始于总体层面（战略目标是什么？需要什么样的空域概念？）以确定具体要求，即通信、导航和监视/空中交通管理将如何满足这一概念及其运行概念的要求。

2.2.3.3 然后明确总体概念中每个支持手段所起的作用。没有任何“支持手段”可以独立发展，即通信、空中交通服务监视和导航这些支持手段应形成一个相互关联的整体。示例可以对此加以说明。

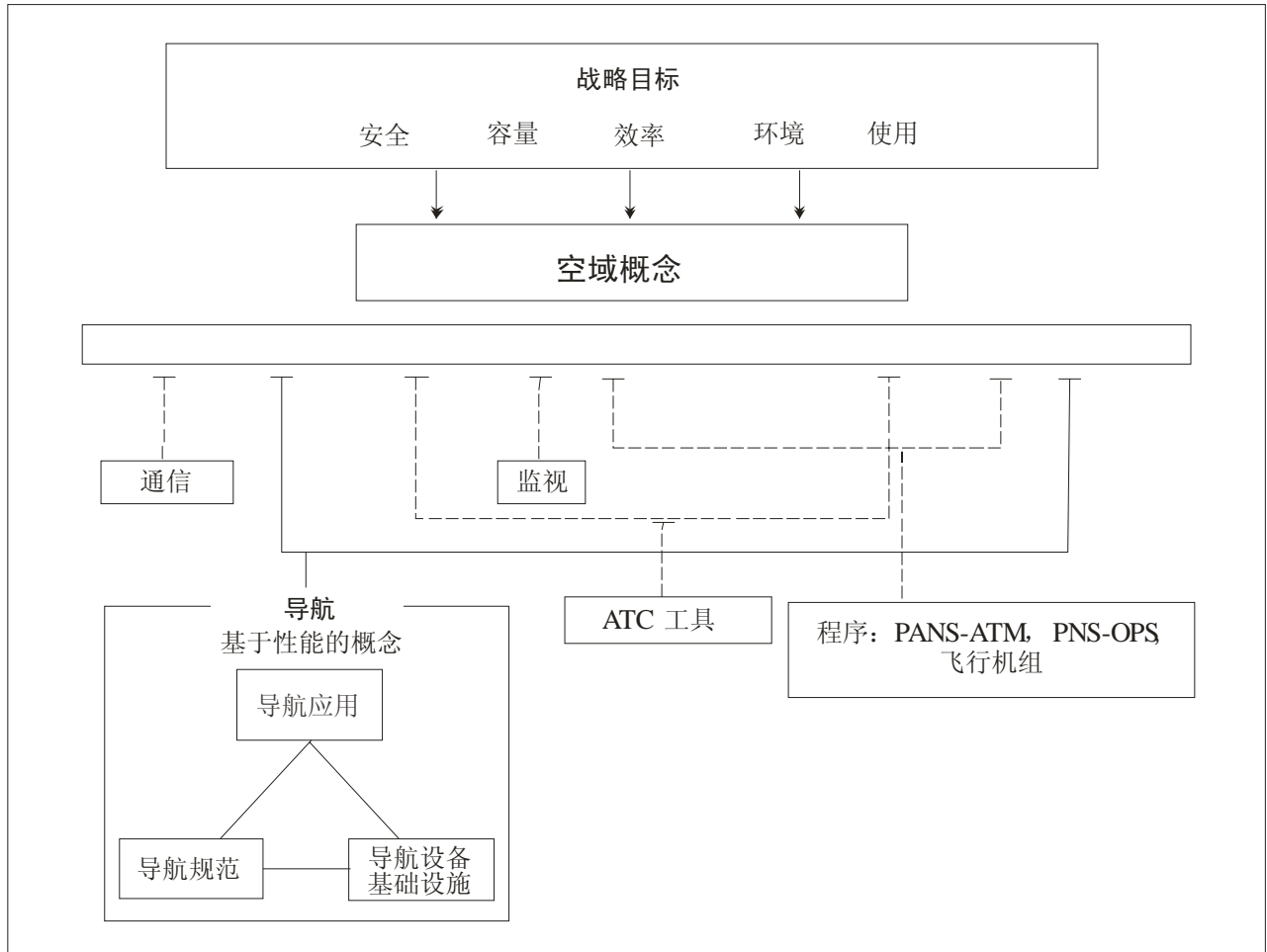


图 I-A-2-2 基于性能导航和空域概念的关系

2.3 以运行区域划分的空域概念

2.3.1 洋区和偏远陆地

目前有两种导航应用即 RNAV 10 和 RNP 4 服务于洋区和偏远陆地的空域概念 (见 1.2.5.1)。这两类导航应用主要依靠全球导航卫星系统来支持空域概念的导航要素。在 RNAV 10 应用中不要求空中交通服务监视服务，而 RNP 4 应用则使用合约式自动相关监视 (ADS-C)。

注：RNAV 10 沿用 RNP 10 的标识。见上一章 1.2.5.5。

2.3.2 陆地航路

陆地航路的空域概念目前采用 RNAV 应用。中东 (MID) 和欧洲 (EUR) 地区使用 RNAV 5, 但从本手册出版之日起, RNAV 5 被指定为 B-RNAV (欧洲为基本 RNAV, 中东为 RNP 5 (见 1.2.5.5))。在美国, RNAV 2 应用支持陆地航路空域概念。目前, 陆地 RNAV 应用支持包括雷达监视和管制员-驾驶员直接通信 (话音) 在内的空域概念。

2.3.3 终端空域: 进场和离场

RNAV 应用支持包括进场和离场的现有终端空域概念。这些概念目前在欧洲 (EUR) 地区和美国使用。欧洲终端空域 RNAV 应用被称为 P-RNAV (精密 RNAV)。如第 II 卷所示, 尽管 RNAV 1 规范与精密 RNAV 具有相同的导航精度, 但该地区导航规范不能满足第 II 卷所示 RNAV 1 规范的所有要求。自本手册出版之日起, 以前被称为美国 B 型 RNAV 的美国终端空域应用已经遵循 PBN 概念, 现在称为 RNAV 1。基础 RNP 1 主要为无雷达、低密度的终端空域服务。预计未来将有更多的 RNP 应用规范为航路和终端空域服务。

2.3.4 进近

进近概念包括仪表进近的所有航段, 即起始、中间、最后和复飞各个航段。它们越来越要求导航精度为 0.3 海里至 0.1 海里或更低的 RNP 规范。通常该飞行阶段具有三类 RNP 应用的特征: 无仪表程序的新程序、取代现有程序或作为不同技术仪表程序备份的程序, 以及用于提高恶劣环境下机场可用性的程序。本手册第 II 卷中的 RNP 规范为 RNP APCH 和 RNP AR APCH。

第 3 章

利害攸关方对基于性能导航的使用

3.1 引言

3.1.1 空域概念和后续导航应用的制定涉及到各类利害攸关方，包括：空域规划人员、程序设计人员、航空器制造商、驾驶员和空中交通管制员。每类利害攸关方具有不同的作用和责任。

3.1.2 PBN 的利害攸关方在不同阶段运用该概念：

- 在战略层面上，空域规划人员和程序设计人员将“PBN 概念”转化为实际的航路间距，航空器最小间隔和程序设计。
- 也是在战略层面上，但在空域规划人员和程序设计人员完成工作之后，适航和管理当局确保航空器和机组达到预计实施的运行要求。
- 在战术层面上，管制员和驾驶员在实时运行中使用 PBN 概念。他们依靠其他利害攸关方在战略层面完成的“准备”工作。

3.1.3 所有利害攸关方运用 PBN 概念的全部要素，但是每类利害攸关方往往侧重 PBN 概念的特定部分。见图 I-A-3-1 中的描述。

3.1.3.1 例如，空域规划人员更关注导航规范中导航系统性能要求。他们很关心如何达到所需的精度、完好性、连续性和可用性的性能要求，利用导航规范中的性能要求确定航路间距和最小间隔。

3.1.3.2 程序设计人员遵照与特定导航规范相关的超障标准设计仪表飞行程序。与空域规划人员不同，程序设计人员注重导航规范的全部（性能、功能和导航传感器）及飞行机组程序。这些专业人员对导航设备基础设施尤为关心，因为必须确保仪表飞行程序设计考虑到可用的或规划的导航设备基础设施。

3.1.3.3 运营人所在国/登记国必须确保在空域内、沿空中交通服务航路或按仪表程序运行的航空器，已经依据规定的导航规范获得适当的认证和批准。因此，运营人所在国/登记国必须了解导航应用，因为它说明了导航规范的来龙去脉。

3.1.3.4 因此，可将导航规范视为这三类 PBN 利害攸关方的基准点。这并不意味着利害攸关方只考虑导航规范，而是导航规范是他们的关注焦点。

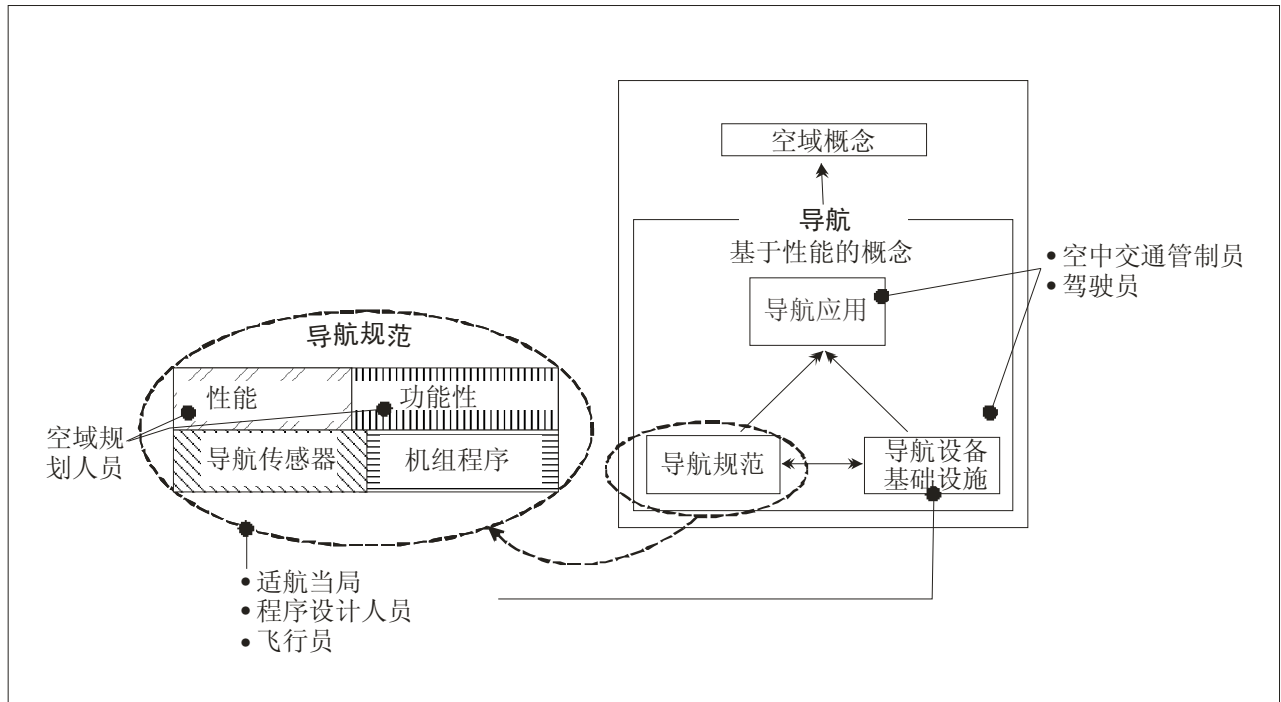


图 I-A-3-1 基于性能导航构成要素和各类利害攸关方的关注要点

3.1.4 驾驶员和管制员的定位略有不同。作为 PBN 概念的终端用户，管制员和驾驶员更多地参与导航应用，它包含导航规范和导航设备基础设施在内。例如，尤其是在一个多种航空器机载设备的环境下，管制员需要了解空中交通服务航路上、空域内或按程序飞行的航空器正使用何种类型的导航传感器（例如 RNAV 1 规范可以使用全球导航卫星系统、测距仪/测距仪/惯性参照装置和/或测距仪/测距仪），以了解导航设备基础设施的中断可能对运行造成的影响。驾驶员沿程序设计人员和空域规划人员设计和安排的航路运行，而管制员则要确保这些航路上运行的航空器之间保持间隔。

3.1.5 基于性能导航实施中的安全

3.1.5.1 PBN 概念的所有用户都关注安全问题。空域规划人员和程序设计人员，以及航空器制造商和空中航行服务提供商 (ANSP) 需确保空域概念中相应内容符合有关安全要求。运营人所在国明确机载设备要求，然后需要确保制造商真正达到这些要求。其他当局负责规定空域概念层面上的安全要求。这些要求是空域和程序设计的基础。同样，这些当局也需要确保其要求得到遵守。

3.1.5.2 这表明不同利害攸关方以不同方式达到安全要求。用于证明空域概念安全的方法与证明达到航空器安全要求的方法并不相同。当达到所有安全要求后，空中交通管制员和驾驶员就必须遵守其各自的程序以保证运行安全。

3.2 空域规划

3.2.1 确定航空器最小间隔和航路间距是空域规划的主要元素。关于《确定最小间隔的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件) 是规划人员应参阅的重要资料。

3.2.2 最小间隔和航路间距通常可描述为一项包括三个因素的功能：导航性能、航空器面临的风险以及用于降低风险的缓解措施——见图 I-A-3-2。航空器与航空器之间的间隔和空中交通服务航路间距并不完全相同。因此，以图表形式在图 I-A-3-2 和图 I-A-3-3 中所示“等式”的复杂程度取决于两个航空器之间的间隔或航路间距标准是否确定。

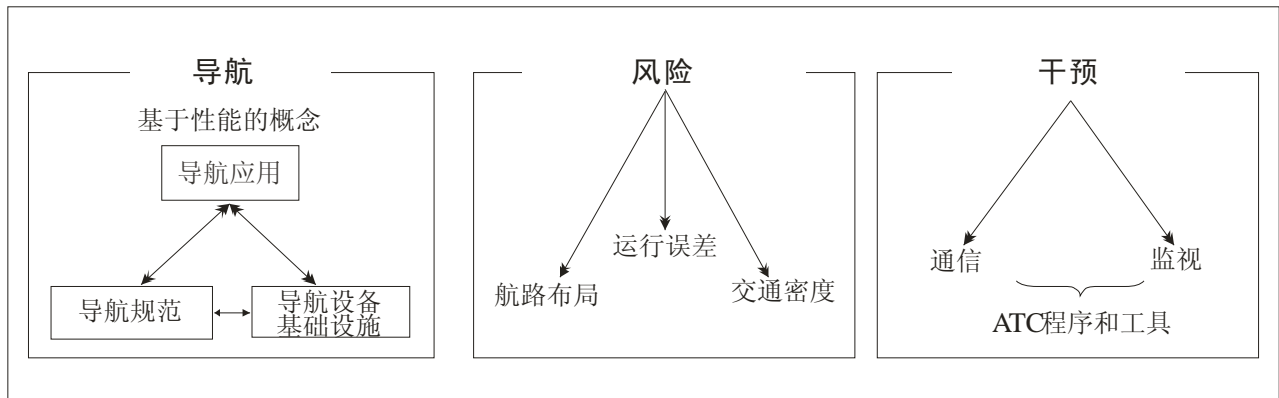


图 I-A-3-2 用于确定间隔和空中交通服务航路间距的通用模型

	导航 基于性能的概念 导航应用 ← 导航规范 ↔ 导航设备基础设施	风险 运行误差 ← 航路布局 → 交通密度	干预 通信 ← 监视 ATC 程序和工具
确定无ATC 监视下战术层面使用的最小间隔 (1)	✓	✓ (2)	✗
确定有ATC 监视下战术层面使用的最小间隔 (1)	✗	✗ (2) 和 (3)	✓
确定无ATC 监视下的航路间距	✓	✓	✗
确定有ATC 监视下的航路间距	✓	✓	✓

✓: 相关; ✗: 基本无关; (1) 这种情况下, 最小间隔基于导航设备或导航传感器或 PBN; (2) 交通密度 = 单个航空器对; (3) 根据ATC 监视系统性能确定最小间隔。

图 I-A-3-3 影响间隔和航路间距的因素

3.2.3 例如，航空器与航空器的间隔通常适用于两个航空器之间，因此交通密度的风险通常以航空器对的角度来考虑。对于航路间距，情况并非如此：沿有间距的空中交通服务航路运行的空中交通量决定交通密度。这意味着如果空域内的航空器完全具有同样的导航性能，那么预计航空器对之间的最小间隔要小于平行空中交通服务航路所需的间距。

3.2.4 空中交通服务监视服务的可用性和所用通信类型的影响决定航路间距和最小间隔的复杂程度。如果可以使用空中交通服务监视服务，则意味着可以通过空中交通服务干预等要求来降低风险。图 I-A-3-3 反映了间隔和航路间距的这些相互关系。

3.2.5 基于性能导航对空域规划的影响

3.2.5.1 使用常规基于传感器的方法确定最小间隔和航路间距时，用于确定最小间隔或航路间距的导航性能数据取决于源于特定导航设备（例如甚高频全向无线电信标、测距仪或无方向性无线电信标等）的原始数据的准确程度。相反，PBN 要求 RNAV 系统整合原始导航数据，从而提供定位和导航。因此，在 PBN 的情况下确定最小间隔和航路间距时，就使用这种整合后的导航性能“输出”数据。

3.2.5.2 第 1 章中已经阐明，RNAV 系统所需导航性能是导航规范的一部分。为确定最小间隔和航路间距，空域规划人员要充分利用描述 RNAV 系统所需性能的那一部分导航规范。空域规划人员还可利用所需性能即精度、完好性、可用性和连续性来确定航路间距和最小间隔。

3.2.5.3 第 1 章还阐明，有两种导航规范类型：RNAV 规范和 RNP 规范，RNP 导航规范的显著特点是对机载性能监视和告警的要求。例如，可以预计：RNP 1 规范确定的最小间隔和航路间距将小于 RNAV 1 规范确定的最小间隔和航路间距，尽管还未对此进行进一步的评估。

3.2.5.4 在程序管制空域，预计基于 RNP 规范的最小间隔和航路间距能比基于 RNAV 规范标准提供更大的益处。这是因为机载性能监视和告警功能作为降低风险的替代手段可以缓解空中交通服务监视服务缺失的问题。

3.3 仪表飞行程序设计

3.3.1 引言

3.3.1.1 仪表飞行程序设计包括航路及进场、离场和进近程序规划。这些程序由完全参考飞行仪表进行的一系列预定仪表机动飞行构成，并提供规避障碍物的保障。

3.3.1.2 每一国家有责任确保在其空域内公布的所有仪表飞行程序都能使相关航空器安全飞行。安全不仅要通过采用《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 中的技术标准及相关国际民航组织规定来实现，还需要有措施来控制标准应用过程质量，可以包括规章、空中交通监视、地面验证和飞行验证等。这些措施必须确保程序设计产品的质量和安全，所采取的方法是在设计过程中的适当阶段进行审查、核查、协调和验证，以便在设计过程中尽早采取纠正措施。

3.3.1.3 以下各段有关仪表飞行程序设计，描述了常规程序设计和传感器相关 RNAV 程序设计、它们各自的缺点以及导致产生 PBN 的原因。

3.3.2 非 RNAV：常规程序设计

航空器根据陆基无线电导航设备的直接信号导航的非 RNAV 应用可以采用常规程序设计。这类导航的缺点是航路依赖于导航信标的位置（见图 I-A-3-4）。由于陆基无线电导航设备的位置和安装成本限制，无法采用最佳进场和离场航路，因而常常导致航路较长。此外，障碍物保护区相对较大，导航系统误差也会随着航空器与导航设备距离的增加而增大。

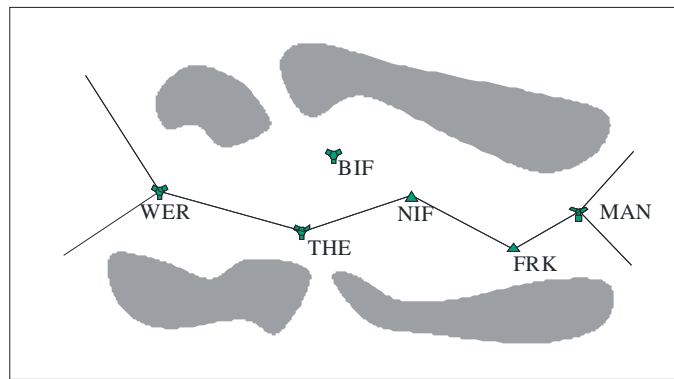


图 I-A-3-4 常规仪表飞行程序设计

3.3.3 引入针对特定传感器的 RNAV 程序设计

3.3.3.1 最初，RNAV 是作为针对特定传感器的设计标准而引入的。RNAV 的根本性突破是创造性地使用以名称、纬度和经度定义的定位点。RNAV 定位点的使用使航路设计能够较少地依赖于导航设备的位置，因此该设计能够更好地满足空域规划要求（见图 I-A-3-5）。具体无线电导航系统（如测距仪/甚高频全向无线电信标或全球导航卫星系统）影响了航路设计的灵活性。与基于航向、计时或测距仪弧形航迹的非 RNAV 程序相比，RNAV 程序设计还有其他优点，包括能够在导航数据库中存储航路，降低驾驶员工作负荷及保持与标称航迹更一致的飞行。由于 RNAV 导航是通过航空器导航数据库实现的，因此，对设计人员而言，主要变化是对程序设计过程的更高质量保证要求。

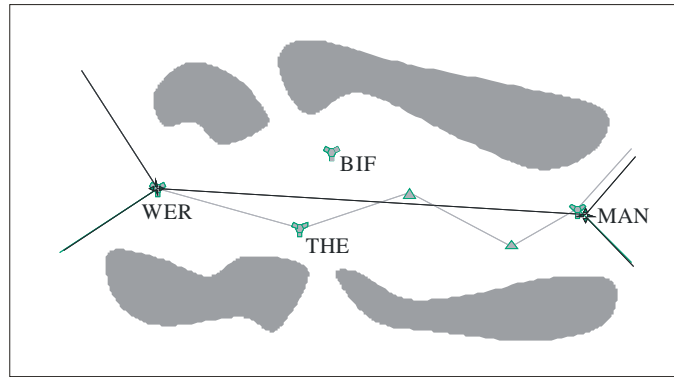


图 I-A-3-5 RNAV 程序设计

3.3.3.2 尽管有这些优点，RNAV 也有许多需要考虑的问题和特征，例如航空器的飞行性能和飞行航径有时较不稳定，以及不可能预测所有情况下导航计算机的工作情况。这就造成了大面积的障碍物评估区域，因此在减少障碍物保护区方面没有多大益处。

3.3.3.3 随着 RNAV 运行经验的积累，还发现了其他重要的差异和特征。航空器 RNAV 设备、功能性和系统布局有的简单，有的复杂。对于设计人员而言，针对正在设计的仪表飞行程序，没有机队标准方面的任何指导。一些系统的表现是 RNAV 系统发展的结果，这些系统按照由空中交通管制指令衍生出的数据库程序飞行。这种试图模仿空中交通管制指令的做法造成描述和定义航空器飞行航径的多种方法，导致飞行性能出现各种明显的不同。此外，航空器和导航技术的进步也催生了一系列程序类型，每一种类型都需要不同的设备，给航空运营人带来不必要的成本。

3.3.4 RNP 程序设计 (PBN 前身)

在 1998 年开始实施的《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 中引入了 RNP 程序。这些 RNP 程序是现在 PBN 概念的前身，它确定了航路运行性能，而不是简单地确定所需无线电导航系统。但是，由于缺乏充分的导航性能和运行要求，RNP 和 RNAV 之间几乎感觉不到有什么差异。此外，RNP 程序中的常规飞行要素，例如飞越航路点程序、飞行航径变化及增加缓冲空域等，导致 RNP 程序设计没有显现明显的优势。因此，对用户群而言没有什么益处，也就几乎没有或根本没有得到实施。

3.3.5 PBN 程序设计

3.3.5.1 使用 PBN 的区域导航是一种基于性能的运行方式，它明确规定航空器导航性能特征并能够解决上述初始 RNAV 和 RNP 标准问题。基于性能的描述针对各类航空器特征，正是这些特征造成飞行轨迹的差异，因而使航迹保持更具可重复性、可靠性和可预测性，以及更小的障碍物评估区域。有关 RNP 进近 (RNP APCH) 和要求授权的 RNP 进近 (RNP AR APCH) 的示例见图 I-A-3-6。

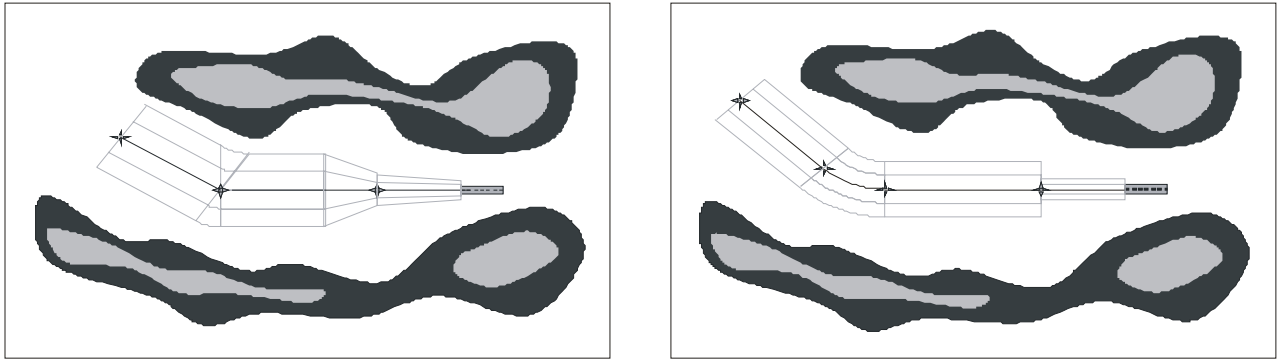


图 I-A-3-6 RNP 进近 (左) 和要求授权的 RNP 进近 (右) 程序设计示例

3.3.5.2 对设计人员而言，主要的变化是他们不需要针对具体传感器，而是按照导航规范（例如 RNAV 1）进行设计。根据空域要求、可用导航系统基础设施以及运营航空器的装备和运行能力，选择适当的导航规范。例如，如果空域要求 RNAV-1 或 RNAV-2 导航规范，那么可用导航基础设施就必须是基本的全球导航卫星系统或测距仪/测距仪，航空器也将被要求使用两者之一实施运行。与《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 I 卷相比，本手册第 II 卷为航空器和运营人规定了更为明确和完整的导航规范。这种程序设计与合格的航空器和运营人相配合，可使航空器飞行航径更具可靠性、可重复性和可预测性。我们应该清楚，无论提供何种基础设施，设计人员都会在进行定位点和航径布局时采用同样的总体设计规则。但是，可能需要根据相关超障裕度或间隔标准进行调整。

3.3.5.3 本手册将航空器和运行标准相结合的方法将使程序设计标准得以更新，更新的第一步是为要求授权的 RNP 进近导航规范制定标准。在这种情况下，设计标准充分考虑到航空器能力并充分综合航空器的批准和合格要求。由于需要特殊的授权，航空器与要求授权的 RNP 进近的运行和程序设计标准之间的紧密关系，要求对航空器的合格性和运营人的审批进行更加严格的审查。这一附加要求会导致航空公司增加成本，并且只有在其他程序设计标准和解决方案不适用的情况下，才会体现这些程序的成本效益。

注：要求授权的 RNP 进近导航规范的程序设计标准见《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件)。

3.4 适航和运行审批

3.4.1 概述

3.4.1.1 航空器应该装备能够支持理想导航应用的 RNAV 系统。RNAV 系统和航空器运行必须符合规范性文件，这些材料是为特定导航应用制定的导航规范（见第 1 章），并经有关运行管理当局审批。

3.4.1.2 导航规范详细说明为支持导航应用对飞行机组和航空器提出的要求。该规范包括 RNAV 系统所需的导航性能水平、功能性能力及运行方面的考虑。RNAV 系统的安装应该根据附件 8 ——《航空器适航性》进

行审定，运行程序应考虑到航空器飞行手册中的相关限制。

3.4.1.3 应该根据附件 6 ——《航空器的运行》和《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 I 卷所述的建议措施操作 RNAV 系统。飞行机组和/或运营人应该遵守导航应用要求的运行限制。

3.4.1.4 与导航应用相关的所有假设都列在导航规范中。在适航和运行审批过程中有必要对这些假设情况进行审查。

3.4.1.5 运营人和飞行机组负责检查安装的 RNAV 系统是否在符合导航规范中所述的空域概念和导航设备基础设施要求的区域内运行。为简化这一过程，审定证书和/或运行文件应该明确说明符合相关的导航规范。

3.4.1.6 本手册第 II 卷 B 部分和 C 部分的导航规范本身并不构成对航空器或运营人进行评估和审批所依据的规范性指导材料。原始设备制造商 (OEMs) 根据机型的基本适航标准和相关指导材料生产产品。根据国家运行规则对运营人进行审批，导航规范可提供技术和运行标准。因此，仍需要有审批文书。为此，可以使用专用审批文件，或认可现行地区性 RNAV 或 RNP 实施的合格审定文件 (例如联邦航空局咨询通告或欧洲航空安全机构可接受的符合性方法) 可以满足 PBN 导航规范设定的目标。

3.4.2 适航审批程序

3.4.2.1 适航审批程序可确保安装的 RNAV 设备种类和设计都符合预定的功能要求，并保证在可预知的运行条件下设备功能正常。此外，适航审批程序明确获得运行审批需要考虑的所有安装限制。此类限制及和其他 RNAV 系统安装审批的其他相关资料记录在航空器飞行手册或航空器飞行手册补编中。这些信息可能在其他文件，如驾驶员操作手册或飞行机组操作手册中加以重复和充实。各运营人所在国都具有完善的适航审批程序，这一程序针对所应用导航规范的预定功能。

3.4.2.2 满足 RNAV-X 运行要求的 RNAV 系统的审批

3.4.2.2.1 安装的 RNAV 系统应该符合导航规范所述的一系列基本性能要求，包括精度、完好性和连续性等方面。安装的 RNAV 系统还应满足一系列特定功能要求，具备导航数据库并支持导航规范要求的所有特定的航径终止代码。

注：对于某些导航应用，导航数据库是可选的。

3.4.2.2.2 对于多传感器 RNAV 系统，应该评估确定哪些传感器符合导航规范中所述的性能要求。

3.4.2.2.3 导航规范通常会注明是需要单套，还是双套设备以满足可用性和/或连续性要求。空域概念和导航设备基础设施是决定需要单套或双套设备的关键因素。

3.4.2.3 满足 RNP-X 运行要求的 RNP 系统的审批

3.4.2.3.1 安装的 RNP 系统应该满足导航规范中所述的一系列基本的 RNP 性能要求, 包括机载性能监视和告警功能。RNP 系统还应满足一系列特定功能要求, 具备导航数据库并支持导航规范要求的所有特定的航径终止代码。

3.4.2.3.2 对于多传感器 RNP 系统, 应该评估确定哪些传感器符合 RNP 规范所述的 RNP 性能要求。

3.4.3 运行审批

3.4.3.1 航空器必须装备 RNAV 系统, 使飞行机组人员能够根据导航规范规定中的运行标准进行导航。

3.4.3.2 运营人所在国是负责审批航班运行的当局。

3.4.3.3 当局必须能够确信运行方案是适当的。应该对培训方案和运行手册进行评估。

3.4.3.4 RNAV 审批的一般程序

3.4.3.4.1 运行审批程序首先应假设已经获得相应的安装/适航审批。

3.4.3.4.2 运行期间, 机组人员应该遵守航空器飞行手册和航空器飞行手册补编中规定的所有限制。

3.4.3.4.3 导航规范规定了正常程序, 其中包括机组人员在飞行前计划期间, 程序开始前和程序实施过程中应采取的详细的必要行动。

3.4.3.4.4 导航规范还规定了非正常程序, 其中包括机组人员在机载 RNAV 系统发生故障和系统不能保持规定的机载监视和告警功能的情况下应采取的详细的必要行动。

3.4.3.4.5 运营人应该设立一套影响运行安全事件的调查系统, 以确定其根源所在 (编码程序, 精度问题等)。

3.4.3.4.6 最低设备要求清单 (MEL) 应该明确满足导航应用所需的最低设备要求。

3.4.3.5 飞行机组人员培训

为保证运行安全, 驾驶员必须得到适当培训、讲解和指导材料。

3.4.3.6 导航数据库管理

导航规范应该规定关于导航数据库的所有具体要求, 特别是当导航数据库的完好性可以用于证明是否符合

既定数据质量保证程序，该程序在 DO 200A/EUROCAE ED 76 中说明。

注：这项证明可以与验收单 (LOA) 或国家当局认可的其他等效文件附在一起。

3.5 飞行机组人员和空中交通运行

3.5.1 驾驶员和空中交通管制员是 PBN 的终端用户，他们都希望了解 RNAV 系统的使用和性能对其工作方式和日常运行产生怎样的影响。

3.5.2 对于 PBN 运行，驾驶员需要了解的是，航空器和飞行机组人员是否有资格在规定空域、飞行程序或空中交通服务航路飞行。对管制员而言，他们假设飞行机组人员和航空器都具备进行 PBN 运行的适当资格。但是，他们还需要对区域导航概念、RNAV 和 RNP 之间的关系，以及它们的实施将如何影响管制程序、间隔和术语有一个基本的了解。同样重要的是，无论是管制员还是驾驶员，都有必要了解 RNAV 系统如何工作以及其优点和局限性。

3.5.3 对于驾驶员来说，使用 RNAV 系统的主要优点之一，是可以利用高精度和先进的机载导航设备实施导航功能，这可减少驾驶舱工作负荷，在某些情况下更为安全。对于管制员而言，主要优点是由于无需飞越传统导航设备确定的位置，能够“拉直”空中交通服务航路。另外一个优点是基于 RNAV 的进场和离场程序能够补充，甚至取代雷达引导，从而减少进近和离场管制员的工作负荷。因此，平行空中交通服务航路网络通常是实施 RNAV 和/或 RNP 空域的显著特征。这些平行航迹系统可以是单向也可以是双向，有时还可能对其中一条航路上的运行需要适用不同导航规范，例如，RNP 10 航路旁可以有平行的 RNP 4 航路。同样，RNAV 标准仪表离场和标准仪表进场在某些终端空域被广泛使用。从超障角度来说，使用 RNP 可以使进入地形复杂的机场成为可能或提高其使用程度，而以前进入此类机场是受限制或是不可能的。

3.5.4 空中交通管制员有时假设，如果要求在空域内运行的所有航空器获得同一性能水平的审批，这些航空器将系统地表现出完全可重复和可预测的航迹保持性能。这并不是一个准确的假设，因为在不同的飞行管理系统算法的不同以及导航数据库数据编码方式的不同会影响航空器的转弯性能，除了使用固定半径至定位点 (RF) 航段和/或固定半径过渡 (FRT) 的情况。已经实施 RNAV 和 RNP 国家的经验表明，可以通过开展 PBN 方面的适当培训纠正这类错误假设。RNAV 和 RNP 应用方面的空中交通管制培训在实施前是必不可少的，以便增强管制员的认识和信心，从而获得空中交通管制的资格。在未充分注重对管制员培训的情况下实施 PBN，会对 RNP 或 RNAV 项目计划造成严重的影响（见本手册第 II 卷 B 部分和 C 部分各导航规范中关于管制员培训的段落）。

3.5.5 飞行机组人员程序

飞行机组人员程序是对导航规范技术内容的补充。飞行机组人员程序通常包含在公司运行手册中。这些程序可以包括例如飞行机组人员通知空中交通管制有关影响航空器保持导航精度能力的紧急情况（即设备故障和/或天气条件）。这些程序还会要求飞行机组人员说明其意图、协调行动计划以及获得紧急情况下更新的空中交通管制放行许可。在地区范围内，应提供既定的应急程序，使飞行机组人员在不可能通知空中交通管制其面临困难时，能够按照这些程序运行。

3.5.6 空中交通服务程序

3.5.6.1 应用 RNAV 和 RNP 的空域需使用空中交通服务程序，例如航空器采用机载平行偏置功能的程序（见附篇 1）或在不同性能和功能要求（即不同导航规范）的空域之间过渡的程序。为实现这类过渡，需要进行详细规划，具体如下：

- a) 确定具体的位置点，空中交通经过该点从较低性能和功能要求导航规范空域过渡到较高要求的导航规范；
- b) 努力协调相关各方以达成地区性协议，详细说明各自职责。

3.5.6.2 在获知航班不能够维持规定的导航性能水平时，空中交通管制员应采取适当行动，增加管制间隔并酌情与其他空中交通管制单位协调。

B 部分

实施指南

第 1 章

实施过程介绍

1.1 引言

本部分的目的是为在特定地区、国家或国家集团实施 RNAV 或 RNP 提供指南。B 部分建立在本卷 A 部分所论述的 PBN 一般概念的基础上，并为如何使用本手册第 II 卷公布的国际民航组织导航规范提供框架。

1.2 过程概述

分三个过程来帮助各国实施 PBN，其顺序如下：

过程 1：确定要求（见图 I-B-2-1）

过程 2：明确用于实施的国际民航组织导航规范（见图 I-B-3-1）

过程 3：规划与实施（见图 I-B-4-1）

过程 1 概述国家或地区通过空域概念确定 PBN 战略和运行要求的步骤。将评估该国或该地区的机队装备和通信、导航和监视/空中交通管理基础设施，并确定导航功能要求。

过程 2 说明国家或地区如何确定国际民航组织导航规范的实施是否达到了空域概念的各项目标，是否提供了所需的导航功能，以及是否支持了由过程 1 中确定的机队装备和通信、导航和监视/空中交通管理基础设施。过程 2 可能需要审查过程 1 中所明确的空域概念和所需导航功能，以确定平衡点，从而更好地适合第 II 卷中的特定导航规范。

过程 3 为规划和实施提供实用的指导，从而使导航要求可转化为具体实施。

1.3 新导航规范的制定

1.3.1 上述三个过程旨在促进统一标准在全球范围内的应用，避免地方/地区性标准的泛滥。在下述极为特殊的情况下，要考虑制定新的导航规范：

- a) 国家或地区已经确定不可能使用国际民航组织的现有导航规范来满足其计划的空域概念要求；
- b) 无法通过改变规划的空域概念要素来应用国际民航组织的现有导航规范。

1.3.2 本部分第 5 章，为在国际民航组织协调下制定新的导航规范提供了指导。制定这种规范是一项涉及

适航和飞行运行的、内容广泛、要求严格的工作。应该预想到，制定一项全球统一的规范非常复杂，需要长期努力。

第 2 章

过程 1：确定要求

2.1 引言

过程 1 的目的是制定空域概念和评估现有机队装备与通信、导航和监视/空中交通管理基础设施，总体目标是确定满足空域概念所必需的导航功能要求。本章结尾的图 I-B-2-1 提供了过程 1 的概要。

2.2 过程 1 启动源

2.2.1 过程 1 的启动源是空域用户（即军用/民用、航空承运人/公务航空/通用航空、仪表飞行规则/目视飞行规则运行）的战略目标和运行要求，以及空中交通管理要求（如空域规划人员、空中交通管制）。政策指令，如源于减轻环境问题的政治决定的政策指令，也可作为启动源。

2.2.2 此过程应该考虑到范围广泛的空域用户群体，即仪表飞行规则飞行、目视飞行规则飞行、军用和民用航空（航空承运人、公务航空和通用航空）的需求。还应考虑到国内和国际用户的要求，以及对运营人的适航和运行审批的问题。

2.2.3 应该平衡实施工作的总体安全要求、容量要求和效率要求，应分析所有要求，并权衡相互冲突的要求。应该考虑到满足各项要求的首要方法和备用方法。同时还要确定采用何种方法向空域用户传达各项要求以及提供（和停止）的服务。向新空域概念的过渡问题需要做出详尽的规划。

2.3 过程 1 的具体步骤

2.3.1 步骤 1：制定空域概念

2.3.1.1 空域概念只有界定得足够详细才有意义，这样才能够确定支持的导航功能。因此，对空域概念的研究制定与单一专业不同，需要有一个多学科的团队，才能很好地完成（见本卷 A 部分第 3 章）。这个团队应该由空中交通管制员与空域规划人员（来自空中交通服务提供者）、驾驶员、程序设计专家、航空电子学专家、飞行标准和适航管理人员，以及空域用户组成。这个团队将根据战略目标确定的广泛方针，共同制定空域概念。

2.3.1.2 具体要素包括：

- a) 空域结构与管理（即空中交通服务航路布局、标准仪表离场/标准仪表进场、空中交通管制扇区结构）；
- b) 最小间隔与航路间距；

- c) 仪表进近程序选择;
- d) 空中交通管制在该空域运行的方式;
- e) 飞行机组人员的预期操作;
- f) 适航与运行审批。

2.3.1.3 插图 1 至 4 提供了扩展信息，以供该团队参考：

插图 1：空域用户要求

空域概念制定者应该考虑范围广泛的用户群体，即仪表飞行规则运行、目视飞行规则运行、军用和民用航空（如航空承运人、公务和通用航空）的需求。还要考虑到国内和国际用户的要求。

应该平衡实施工作的总体安全要求、容量要求和效率要求。应该分析所有要求，并且权衡相互冲突的要求。应该考虑到满足各项要求的首要方法和备用方法。同时还要确定采取何种方法向空域用户传达各项要求和提供（和停止）服务的信息。向新空域概念过渡的问题需要做出详尽的规划。

插图 2：空域要求

为了明确空域要求，有必要：

- a) 收集和分析特定空域及其周边当前和预计的交通增长数据。
- b) 了解该空域及相邻空域的交通流、交通量以及空中交通的构成。考虑过渡空域和程序是非常重要的，以整合穿越空域边界和国家边界的运行。
- c) 评估空域内可用的监视、通信、导航基础设施。
- d) 尽最大可能从现有的国际民航组织材料中选用空中交通服务航路和其他程序设计标准。
- e) 确定满足运行所需的最低导航功能要求，并将其与目标空域内运行的航空器机队的装备进行对照。

- f) 在设计空域、航路和程序之前，确定所需的空中交通服务航路间距。空中交通服务航路间距必须以空域概念的总体安全要求、容量要求和效率要求为基础。

空域要求可以明确对机载监视和告警功能的需要，例如详细说明对近间距平行航路的要求（即在直线段和转弯段都保持一样的间距）。需要特别注意这些要求的类型，因为它们直接决定着 2.3.4 节中所论及的所需导航功能。

插文 3: 进近要求

一般而言，进近要求应该尽可能地利用现有航空器能力。此外，设计人员应该使用现有的设计标准，以最大限度降低运营人审批的成本和统一跨国的运行实施工作。

除上述考虑外，为了满足空域需要，设计人员还需要确定所需的进近类型。需要考虑的问题包括：

- a) 直接进近还是曲线进近；
- b) 直接复飞还是曲线复飞；
- c) 单跑道还是多跑道，如：
 - i) 平行或交叉多跑道；
 - ii) 独立或相关跑道进近；
- d) 是否需要备份的进近程序（如全球定位系统发生局部故障时，什么手段可用来实施进近引导？）。

插文 4: 其他要求

设计空域概念（航路或程序）时，设计人员应该明确：

- 需要考虑和兼顾的环境因素；
- 对飞行计划的提交或处理造成的任何影响。

2.3.2 步骤 2: 评估现有机队能力和可用的导航设备基础设施

2.3.2.1 规划人员必须掌握将在空域内运行的航空器能力，从而确定何种应用对用户是可行的。掌握可以使用何种导航设备基础设施对确定如何以及是否能够支持导航规范的应用是很重要的。应该做出如下考虑。

2.3.2.2 评估机队能力

2.3.2.2.1 航空器机队的 RNAV 系统能力并不是一致的。这是因为大型机队中正在服役的航空器最多可以达到五代，如在欧洲、北美和远东运行的机队。因此，规划的空域必须采用 20 世纪 70 年代的技术的航空器，也必须接纳 20 世纪 80、90 年代，甚至 2000 年以后生产的航空器。一般而言，改装翻新旧航空器的成本效益较低。

2.3.2.2.2 由于大多数国家都需要在相当长的时间内支持配备各种机载设备的交通环境，空域设计人员就必须知道在空域内运行的机队特征和装备水平。应考虑的问题包括：

- 是否有足够的航空器具备全球导航卫星系统能力？
- 是否能够通过其他手段补救全球导航卫星系统故障问题（如基于测距仪的 RNAV、常规导航或空中交通服务监视服务）？
- 是否所有批准进行 IFR 飞行的航空器都携带甚高频全向无线电信标和测距仪设备？这些设备是否已整合到 RNAV 系统中？
- 当没有足够的可用导航设施提供完全信号覆盖时，覆盖盲区是否能依靠航空器的惯性导航系统来弥补？

2.3.2.2.3 必须考虑容纳机载导航设备配备水平不尽相同的各种用户。如果决定空域概念使用混合 RNAV 性能环境（或 RNAV 和常规导航的混合环境），则必须针对这些运行明确空中交通管制要求。经验表明，处理混合导航装备的交通，可能对空域容量造成负面影响，并且给管制员增加不适当的工作负荷，但影响程度取决于设备和运行的混杂程度。

2.3.2.3 评估导航设备基础设施

2.3.2.3.1 各国目前建造了陆基导航设备网络用以支持航路、终端和进近运行。RNAV 航路和进近的使用日益广泛，使运营人可以充分利用机载系统。

2.3.2.3.2 引入基于全球导航卫星系统的星基导航，使所有运营人都能实施 RNAV，并使全面过渡到基于 RNAV 航路和终端运行成为可能。但是，完成这样的过渡预计要很多年。与此同时，预计大多数国家都会明确提出保留某些陆基导航设备的需要。这样既可以作为 RNAV 系统的备份支持常规导航环境，也可以为非 RNAV 用户提供常规导航环境。

2.3.2.3.3 决定陆基导航设备替代方案规模的因素包括：

- 装备有全球导航卫星系统航空电子设备的航空器运营人比例；
- 在多大程度上需要为未装备全球导航卫星系统用户保留陆基导航设备或作为全球导航卫星系统备份 (如作为局部补救措施, 缓解全球导航卫星系统信号受到干扰所导致的潜在危险)；
- 现有导航设备基础设施的现状和使用寿命。

2.3.2.3.4 实施 RNAV 应用本身并不成为安装新导航设备基础设施的原因, 这点很重要。引入 RNAV 应用可以撤除某些现有导航设备 (如当测距仪不再需要与甚高频全向无线电信标合装时, 可以将其搬迁)。

2.3.3 步骤 3: 评估现有空中交通服务监视系统、通信设施和空中交通管理系统

2.3.3.1 空中交通系统是可用通信、导航和监视/空中交通管理能力的总合。PBN 仅仅是通信、导航和监视/空中交通管理的导航部分。如果不适当考虑可用于支持运行的通信和空中交通服务监视基础设施, PBN 就不可能安全、成功地实施。例如, RNAV 1 航路在雷达和非雷达环境下将有不同的空中交通服务航路间距要求。航空器与空中交通服务提供者之间通信的可用性, 将影响安全运行所需的空中交通干预能力。

2.3.3.2 空中交通服务监视基础设施

2.3.3.2.1 各国目前使用一次和/或二次监视雷达来支持航路、终端和进近运行。更先进的空中交通服务监视系统, 如广播式自动相关监视 (ADS-B) 系统, 有望起到越来越大的作用, 特别是在当前以程序管制为主的环境下。然而, 在对运行进行总体评估时, 就不得不考虑自动相关监视对导航解决方案的依赖性 —— 见《自动相关监视专家组支持空中交通服务和实施指导的评估报告》(第 311 号通告)。

2.3.3.2.2 没有可靠的空中交通服务监视系统, RNAV 航路间距就会很大。在这样的环境下实施 RNP, 在一定程度上可以弥补空中交通服务监视信号覆盖的不足。

2.3.3.3 通信基础设施

各国目前通过甚高频和高频无线电提供语音通信服务。甚高频服务的应用尤为广泛, 并有望保留 (以数据链路通信增强或不增强的方式)。

2.3.3.4 空中交通管理系统

必须考虑到国家为满足实施 PBN 的需要而改造空中交通管理系统。如果最小间隔降低了, 并且影响到冲突探测工具的告警门限, 或者说如果对不同的航路类型或航空器能力使用了不同的最小间隔, 这一点就必须在改造空中交通管理系统时加以考虑。如果空域概念中包含所需到达时间, 就需要相应设计自动化系统。当使用了设备分类 (如飞行计划辅件)、管制员合并与间隔工具, 以及任何其他能使 RNAV 和 RNP 得到效益或效益最大化的空中交通管制自动化手段时, 也应该做出同样的考虑。

2.3.4 步骤 4: 确定必要的导航性能和功能要求

2.3.4.1 应该注意的是, 对国际民航组织 RNAV 或 RNP 规范作出选择的决定, 不仅取决于航空器的性能要求 (如精度、完好性、连续性、可用性), 而且还取决于所需要的特定功能要求 (如航段过渡/航径终止代码, 平行偏置能力, 等待模式, 导航数据)。(见本卷附篇 1)

2.3.4.2 建议的导航性能要求还需考虑:

- a) 设想的 RNAV 程序的复杂性、确定程序需要的航路点数量、航路点距离以及是否需要规定如何转弯;
- b) 设想程序的目的是否仅在于衔接航路运行, 是否能够限于在最低引导高度/最低扇区高度以上运行, 或是否可能提供进近引导的程序。

2.3.4.3 下一阶段是**过程 2**, 其工作是确定适合用于实施的国际民航组织导航规范。

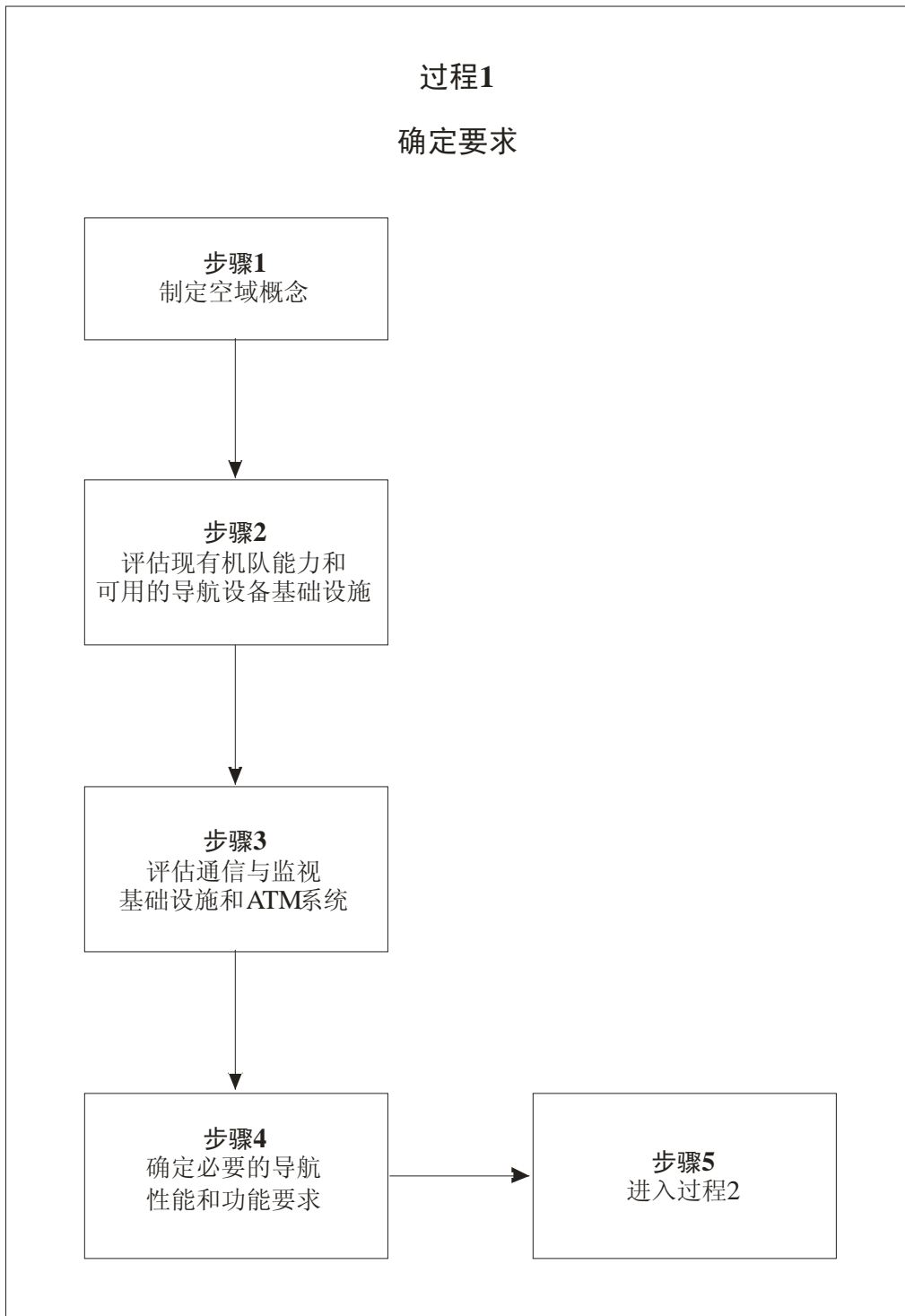


图 I-B-2-1 过程 1 概述

第 3 章

过程 2：确定用于实施的国际民航组织导航规范

3.1 引言

过程 2 的目的是确定国际民航组织导航规范，以支持过程 1 中规定的空域概念和导航功能要求。本章结尾的图 I-B-3-1 提供了过程 2 的概述。

3.2 过程 2 的输入

在过程 1 中确定了导航功能要求、机队能力和通信、导航和监视/空中交通管理能力。这些因素将成为规划人员据以评估是否达到国际民航组织特定导航规范要求的具体背景信息。

3.3 过程 2 的具体步骤

3.3.1 步骤 1：查阅第 II 卷中的国际民航组织导航规范

- a) 过程 2 中第一个步骤的目的是查找过程 1 确定的要求与第 II 卷一项或多项导航规范的要求之间的匹配点：
- b) 查阅一个或多个可能的国际民航组织导航规范时，规划人员需要考虑过程 1 的如下有关输出信息：
 - i) 现有航空器机队和可用导航设备基础设施达到国际民航组织特定导航规范要求的能力（见图 I-B-3-1 中的步骤 1A）；
 - ii) 通信与空中交通服务监视基础设施和空中交通管理系统支持实施国际民航组织特定导航规范的能力（见图 I-B-3-1 中的步骤 1B）。

3.3.1.1 将过程 1 的输出信息与国际民航组织的导航规范比较时需要考虑的一些问题示例，见插文 5。

插文 5：过程 1 的输出信息与国际民航组织的导航规范比较时需要考虑的问题示例

预想的航路结构（源于空域概念）相互兼容吗？需要考虑各航路间距和多类航路存在的实际情况。

设计的 RNAV 系统是否采用相同的导航系统基础设施？

可用导航设备基础设施（过程 1 评估）与国际民航组织导航规范中的相关导航设备基础设施一致吗？

3.3.2 步骤 2：确定应用于特定通信、导航和监视/空中交通管理环境中的国际民航组织导航规范

如果规划人员确定国家现有机队装备、导航设备基础设施、通信，以及空中交通服务监视和空中交通管理能力能够支持第 II 卷中特定导航规范，那么就进入过程 3：规划与实施。如果不能，则继续进入过程 2 的步骤 3。

3.3.3 步骤 3：权衡空域概念与导航功能要求（如果需要的话）

3.3.3.1 当国际民航组织特定导航规范与国家现有机队装备、导航设备基础设施、通信，以及空中交通服务监视和空中交通管理能力不能匹配时，就要进行这一步骤。其目的是修改空域概念或导航要求，以选择国际民航组织的导航规范。例如，可以减少空域概念的运行要求，或明确替代方式以取得类似的（如不是相同的）运行结果。

注：实施国际民航组织的导航规范可促使在不同地区制定统一的航空器和导航要求，进而提高安全性。对运营人而言，导航规范也是成本控制的重要源头。导航规范已经将航空器要求、导航设备基础设施预期，以及航路间距要求联系在一起。

3.3.3.2 规划人员应该回顾过程 1 确定的空域概念和所需导航功能来确定如何权衡，从而应用国际民航组织的现有导航规范。造成不能匹配的原因可能有：

- a) 过程 1 中导航功能要求的初始分析没有正确反映空域概念所需的全部功能。这可能是因为省略了某一功能能力，或是确定了不必要的功能。初始分析可能省略了终端空域内 RNAV 所需的部分或全部转弯类型，或在航路应用中未能要求在近距离平行航迹实施固定半径过渡。
- b) 过程 1 中确定的导航功能要求基于空域内运行的机队现有能力，并期望这种能力适用于空域概念。如果仍以这种机队能力为目标，那么就需修改空域概念。

示例

对导航功能要求的权衡

如果国际民航组织导航规范与过程 1 中确定的导航功能要求的唯一差别是对平衡偏置能力的要求，那么调整功能要求是可能的。实现陆地空域平行偏置能力的一种可选方法是设立雷达引导区域，在这些区域内可以引导航空器飞离航迹，从而有利于大流量情况下航空器的爬升或下降。

3.3.3.3 在多数情况下，都有可能充分权衡过程 1 中的原始空域概念或所要求的导航功能，这样就能够选择一项现有的国际民航组织导航规范。一旦做出了权衡，并能够选择国际民航组织导航规范，就可进入过程 3：规划与实施。

3.3.3.4 然而，如果出现某国确定无法权衡空域概念和/或导航功能要求这种罕见情况，该国就不得不制定一项新的导航规范（参见第 5 章）。

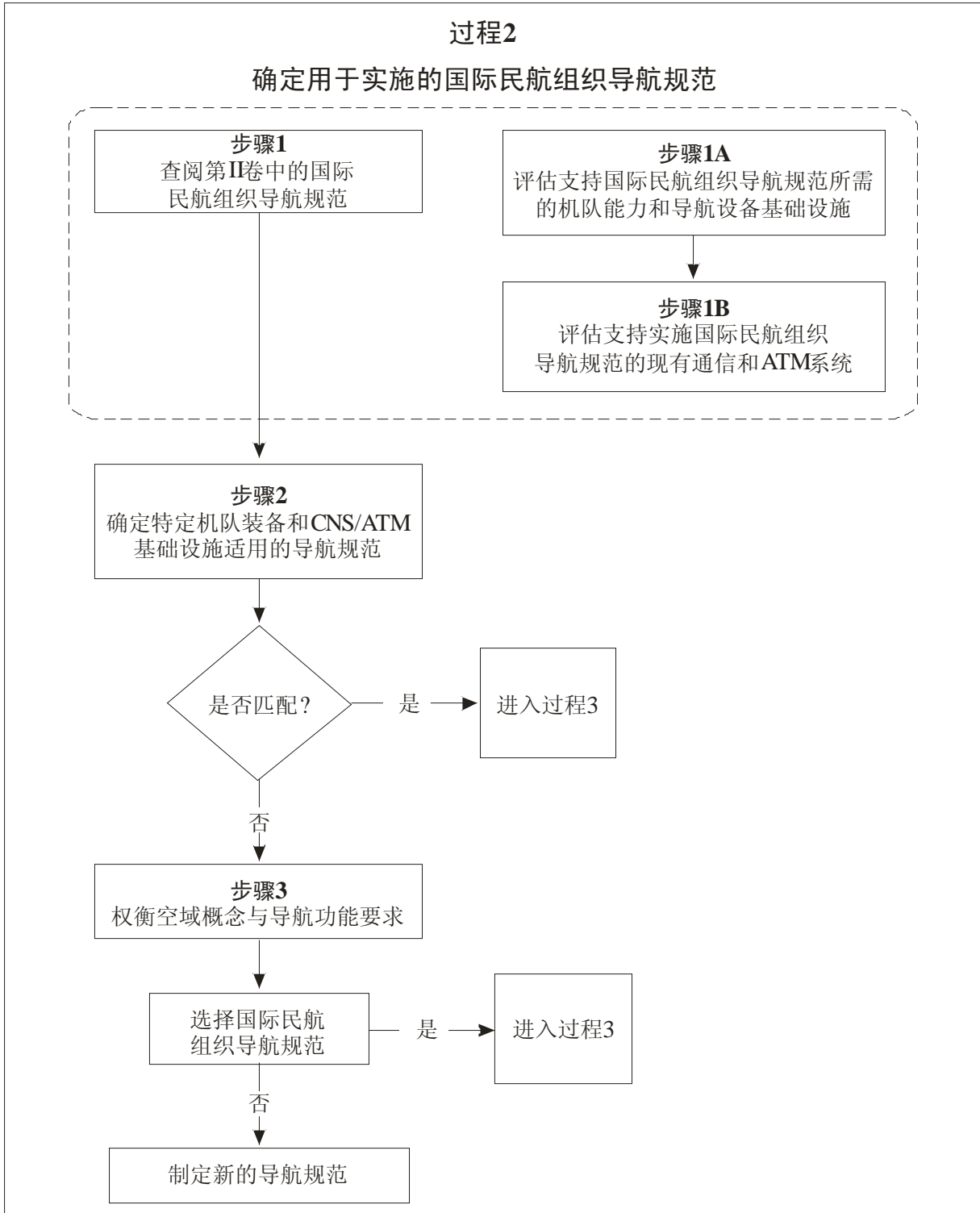


图 1-B-3-1 过程 2 概述

第 4 章

过程 3：规划与实施

4.1 引言

本章描述的过程主要关于 PBN 的规划与实施。过程 1 和过程 2 完成后进行这一过程。插文 6 详细论述了规划人员在制定实施计划时应牢记的重要考虑事项。本章结尾的图 I-B-4-1 提供了过程 3 的概述。

插文 6：实施中需考虑的事项

在应用第 II 卷中关于洋区、偏远陆地和陆地航路运行的国际民航组织导航规范时，应该考虑到需要达成地区或多地区协议。这是因为实现效益最大化需要考虑毗邻空域内运行的连接性和连续性。对于终端和进近运行，应用第 II 卷中国际民航组织导航规范更可能基于单个国家进行。在国界附近的一些终端区，可能需要多国的协调。

如果规定在指定空域空中交通服务航路上的运行必须遵守国际民航组织导航规范，那么这些要求就要在该国的《航行资料汇编》中说明。

做出决定强制实施一项或多项国际民航组织 RNAV 或 RNP 规范之前，应该考虑到（但不仅限于）以下因素：

- a) 空域用户（民用/军用，仪表飞行规则运行）及空中航行服务提供者的运行要求；
- b) 国际和国家级的监管要求；
- c) 目前能够满足规定要求的航空器数量的比例，以及为装备这些航空器以满足导航规范要求，运营人需支付的成本。
- d) 空域概念的实施在安全、容量、增加空域/机场使用机会或环境方面带来的效益；
- e) 增加飞行机组人员培训对运营人的影响；
- f) 工作负荷对飞行机组人员的影响；
- g) 从管制员工作负荷和所需设施的角度讲对空中交通服务的影响（包括自动化和飞行计划处理系统更新）。必须对混合导航环境运行的可能工作负荷和效率给予特别关注。（有关混合装备的进一步讨论，见步骤 7 后的插文 7）

4.2 过程 3 的输入

过程 1 确定了导航功能要求、机队运力和通信、导航和监视/空中交通管理能力。过程 2 选择了国际民航组织导航规范。下面就应该确定并加入可能出现的其他国家或地区性实施要求。

4.3 过程 3 的具体步骤

4.3.1 步骤 1: 制定安全计划

4.3.1.1 过程 3 的第一个步骤是为 PBN 的实施制定一个安全计划。在《安全管理手册 (SMM)》(Doc 9859 号文件) 中找到制定安全计划的指南。

4.3.1.2 根据实施性质, 计划可以是国家安全计划或地区安全计划。通常这类计划要与空中航行服务提供者的安全委员会共同制定, 以符合管理当局的要求。安全计划要详细描述如何对规划的 RNAV 或 RNP 实施进一步安全评估。

4.3.2 步骤 2: 验证空域概念的安全性

4.3.2.1 空域概念的验证包括完成安全评估。根据这项评估, 可确定实施前需要纳入空域概念的额外安全要求。

4.3.2.2 通常使用四种验证方式验证空域概念:

- a) 空域建模;
- b) 快速仿真 (FTS);
- c) 实时仿真 (RTS);
- d) 空中交通管制实况演练。

4.3.2.3 对于简单的空域变化, 可能没有必要使用以上所有验证方式来验证每项应用。但是对于复杂的空域变化, 快速仿真和实时仿真能够对安全 (和效率) 问题提供基本的反馈, 提倡使用这两种方法。新导航规范的应用涉及的空域概念变化从简单到重大。以下是对这四种验证类型的简要论述。

4.3.2.4 空域建模

空域概念是很有意义的第一步, 因为它能够使人们在某种程度上了解规划的实施将如何运作, 而无需管制员或驾驶员的参与。空域建模以计算机为基础, 因此有可能快速高效地改变空中交通服务航路、等待空域、空域结构或扇区的划分做出, 从而确定最佳方案 (即那些值得继续深入研究, 进行更为复杂的验证的方案)。使用

以计算机为基础的空域建模，更易于识别那些不可行的运行方案，从而不会把毫无必要的资金和精力浪费在更为先进的验证阶段上。空域建模的主要作用是排除不可行的运行空域设想方案，对空域概念的深入发展进行质量评估。

4.3.2.5 快速仿真 (FTS)

在计算机空域建模阶段之后，进行快速仿真 (FTS) 会是很有效的。快速仿真是比空域模型¹更为复杂的评估方法，能够在同样不需要管制员或驾驶员参与的情况下，给出更为精确和接近实际的结果。然而，从数据收集和输入的角度讲，准备工作很可能耗时、费力。

4.3.2.6 实时仿真 (RTS)

验证空域概念最为实际的方式是对可行的方案进行实时仿真 (RTS)。这些仿真设备可真实复现空中交通管理运行并需要熟练的管制员和仿真的或“伪”驾驶员的积极参与。在某些情况下，复杂的实时仿真可与多机舱模拟机相连接，以在模拟期间使用实际的飞行性能。进行实时仿真可能会遇到的困难之一是航空器的导航性能过于完美。实时仿真中的“航空器”与给定实际天气情况下或实际的单个航空器相比，其导航精准性可能不够真实。在这样的情况下，源于实际运行的错误率分析将被编入实时仿真中。

4.3.2.7 空中交通管制实况演练

当 FTS 和 RTS 的微小差异不符合验证要求时，通常使用空中交通管制实况演练来验证运行或程序。必须注意的是，步骤 3 —— 程序设计必须在空中交通管制实况演练之前完成。

4.3.3 步骤 3：程序设计

4.3.3.1 实施空域概念这一总体系统方法，意味着程序设计过程是不可或缺的一个组成部分。因此，程序设计人员是空域概念制定团队中的主要成员。

4.3.3.2 程序设计人员需确保程序可以以 ARINC 424 格式进行编码。目前，这是程序设计人员面临的主要挑战之一。许多设计人员既不熟悉用于为 RNAV 系统编码的路径和终止代码，也不熟悉不同 RNAV 系统的功能能力（见本卷附篇 1）。但如果程序设计人员和为导航数据库供应商提供编码数据的数据公司保持密切合作，许多困难就可以克服。

4.3.3.3 一旦验证了程序并进行了校飞（见步骤 4 和 6），就应将其与航路、等待空域或空域结构的变更一起公布在国家的《航行资料汇编》上。

4.3.3.4 RNAV 系统数据库数据处理的复杂性在于，在多数情况下需要留出两个定期制航行通告周期作为

¹ 一些空域建模工具包含在快速仿真工具设备中。

准备时间 (详见第 1 卷附篇 2 第 3 节)。

4.3.4 步骤 4: 程序的地面验证

4.3.4.1 RNAV 或 RNP 仪表飞行程序或空中交通服务航路的制定要遵循一系列步骤, 从数据的获取, 到验证, 再到最终公布程序及后续进行编码供机载导航数据库使用 (见本卷附篇 2)。程序设计过程的每一步骤都应有质量控制程序, 以保证达到并保持必要的精度和完好性水平。这些质量控制程序在《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 II 卷中有详细论述。

4.3.4.2 完成程序设计之后, 并在 RNAV 或 RNP 航路或程序公布之前, 《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 要求对每一程序都进行验证。验证的目的是:

- a) 保证已提供充分的超障裕度;
- b) 核查将要公布并将在程序设计中使用的导航数据的正确性;
- c) 核查所需的全部基础设施, 如跑道标志、照明, 以及通信和导航源是否都已安装到位并可使用;
- d) 评估程序的可飞性以确定是否能够安全地按照程序飞行;
- e) 评定标图、所需基础设施、能见度和其他运行因素。

4.3.4.3 在地面验证期间, 可对这些因素中的许多因素进行整体或部分评估。最初的可飞性检查应该使用软件工具进行, 这些工具应能证实程序设计针对各类航空器和条件 (风/温度等), 具有可飞性。RNAV 或 RNP 程序可飞性的验证还可包括程序设计人员和其他使用专业软件或全飞行模拟机专家所做的独立评估。可以考虑使用校飞航空器进行可飞性测试, 但必须牢记, 这只能证明用于测试的特定航空器可以正确执行程序。这种做法对于多数不太复杂的程序来说是可行的。飞行测试航空器的大小和速度很少能够完全代表满载情况下 B747 或 A340 的性能, 因此仿真被认为是进行可飞行性测试的最佳方式。在有迹象表明可飞性可能出现问题时, 应该对那些较为复杂的程序, 如要求授权的 RNP 进近 (RNP AR APCH) 进行飞行模拟机测试。可以使用数字地形数据软件工具 (通常需要数字地形标高数据 (DTED) 第 1 层) 来确认导航系统的理论覆盖范围。

4.3.5 步骤 5: 实施决定

4.3.5.1 通常经过上述各类验证过程就可证明规划的设计是否能够实施。需要在项目生命周期一个提前确定的时间点做出是否继续实施的决定。

注: 如果能够保证步骤 4 中使用的工具和/或数据的质量, 最好在做出最终实施决定前采取步骤 6。

4.3.5.2 是否继续实施的决定将取决以下关键因素, 包括:

- a) 空中交通服务航路/程序设计是否符合空中交通和航班运行的需要;

- b) 是否满足了安全和导航性能要求；
- c) 驾驶员和管制员的培训要求；
- d) 是否需要变更飞行计划处理程序、自动化系统或《航行资料汇编》出版物。

4.3.5.3 如果满足所有的实施标准，项目小组就需要制定出实施的执行计划，不仅要涉及其“自己的”空域和空中航行服务提供者，而且还要与所有相关方面进行合作，包括邻国的空中航行服务提供者。

4.3.6 步骤 6：飞行校验与飞行验证

4.3.6.1 导航设备校飞包括使用专门装备的测试航空器来测量导航系统基础设施的实际覆盖范围，这些导航设施是程序专家设计的程序和到场与离场航路所需的。飞行验证继续步骤 4 所述的程序验证过程。飞行验证用于确认设计程序所使用的地形和障碍物数据的有效性，确认定义航迹能使航空器到达预定的目标点，以及步骤 4 中所列的其他验证因素。

4.3.6.2 以上程序得出的结果可能要求程序设计专家对程序草案进行完善和改进。《无线电导航设备测试手册》(Doc 8071 号文件) 提供了通常需要进行何种程度的测试和检查的一般性指导，以确保无线电导航系统符合附件 10 ——《航空电信》第 I 卷中的标准和建议措施。《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 II 卷第 1 部分第 2 节第 4 章 (质量保证) 为仪表飞行程序验证提供了更为详细的指导。

4.3.7 步骤 7：空中交通管制系统整合的考虑事项

4.3.7.1 新的空域概念可能要求改变空中交通管制系统的接口和显示必要信息，以确保管制员能够获得有关航空器能力的必要信息。插文 7 论述了混合设备配置情况下需考虑的事项。这些变化可以包括：

- a) 改变空中交通自动化系统的飞行数据处理器 (FDP)；
- b) 必要时改变雷达数据处理器 (RDP)；
- c) 需要改变空中交通管制态势显示；
- d) 需要改变空中交通管制辅助工具。

4.3.7.2 可能需要改变空中航行服务提供者发布航行通告的方式。

插文 7：混合导航环境

混合导航环境增加了空中交通服务的复杂性。从空中交通管制工作负荷和相关自动化系统的角度看，系统需要具有从空中交通管制飞行计划中过滤不同的导航规范，并向管制员传达相关信息的能力。对于空中交通管制，尤其是程序管制下的空中交通管制，作为应用导航规范的直接结果，要使用不同的最小间隔和航路间距。

通常在以下三种情境下出现混合导航环境：

- a) 实施了 RNAV 或 RNP 应用 (但并非强制的)，同时保留常规导航。例如，在一个终端空域内宣布 RNAV 规范为 RNAV 1，但同时使用常规导航程序，用于那些未获 RNAV 1 批准的航空器。
- b) 空域范围内使用“混合强制要求”——通常针对航路或洋区/偏远程序运行。例如，强制要求某组航路运行必须获得 RNAV 1 规范的批准，而在同一空域内的另外一组航路上则必须获得 RNAV 5 的批准。
- c) 在同一空域内实施混合的 RNAV 或 RNP 应用，但并没有强制要求运营人必须执行。那些未获导航规范批准的航空器仍授权按常规导航运行。

混合导航环境对空中交通管制的工作负荷，特别是高密度航路或终端区域的运行可能具有潜在的负面影响。空中交通管制是否能够接受混合的导航环境，还取决于空中交通服务航路或标准仪表进离场航线结构的复杂性，以及空中交通管制辅助工具的可用性和功能性。由于混合模式运行通常导致空中交通管制工作负荷的增加，因此有时会需要将混合模式运行最多限制在两种类型，其中一种能力水平是主要的。在某些情况下，空中交通管制只能接受 90% 的交通量均已获得所需导航规范批准的混合环境；而在其他情况下，70% 的比例是可行的。

正因为这些原因，对混合导航环境下的运行进行适当的评估以确定这类运行的可行性是十分重要的。

4.3.8 步骤 8: 宣传和培训材料

PBN 的引入可能需要对飞行机组人员和管制员的培训、教育和宣传材料进行大量投资。在许多国家, 培训包和基于计算机的培训已经有效地用于教育和培训的某些方面。国际民航组织提供额外的培训材料和研讨会。第 II 卷 B 部分和 C 部分中的每种导航规范都说明适用于飞行机组人员和管制员的教育和培训。

4.3.9 步骤 9: 确定运行实施日期

各国根据第 I 卷附篇 2 —— 数据处理中所规定的要求确定生效日期。经验证明, 在运行实施日期前应预留一段额外的时间 (如一周或两周)。预留这段额外时间是为了确保地面和机载系统数据被正确地加载到数据库中并得到验证。

4.3.10 步骤 10: 实施后的审查

4.3.10.1 实施 PBN 后, 需要对系统进行监视以保证维持系统的安全性并确定是否达到战略目标。如在实施后出现意外情况, 项目小组应该尽快出台补救措施。在特殊情况下, 可要求在处理具体问题时取消 RNAV 或 RNP 运行。

4.3.10.2 在实施进行之后, 应该进行系统安全评估, 并收集证据来证实系统安全已得到保障 —— 见《安全管理手册》(SMM) (Doc 9859 号文件)。

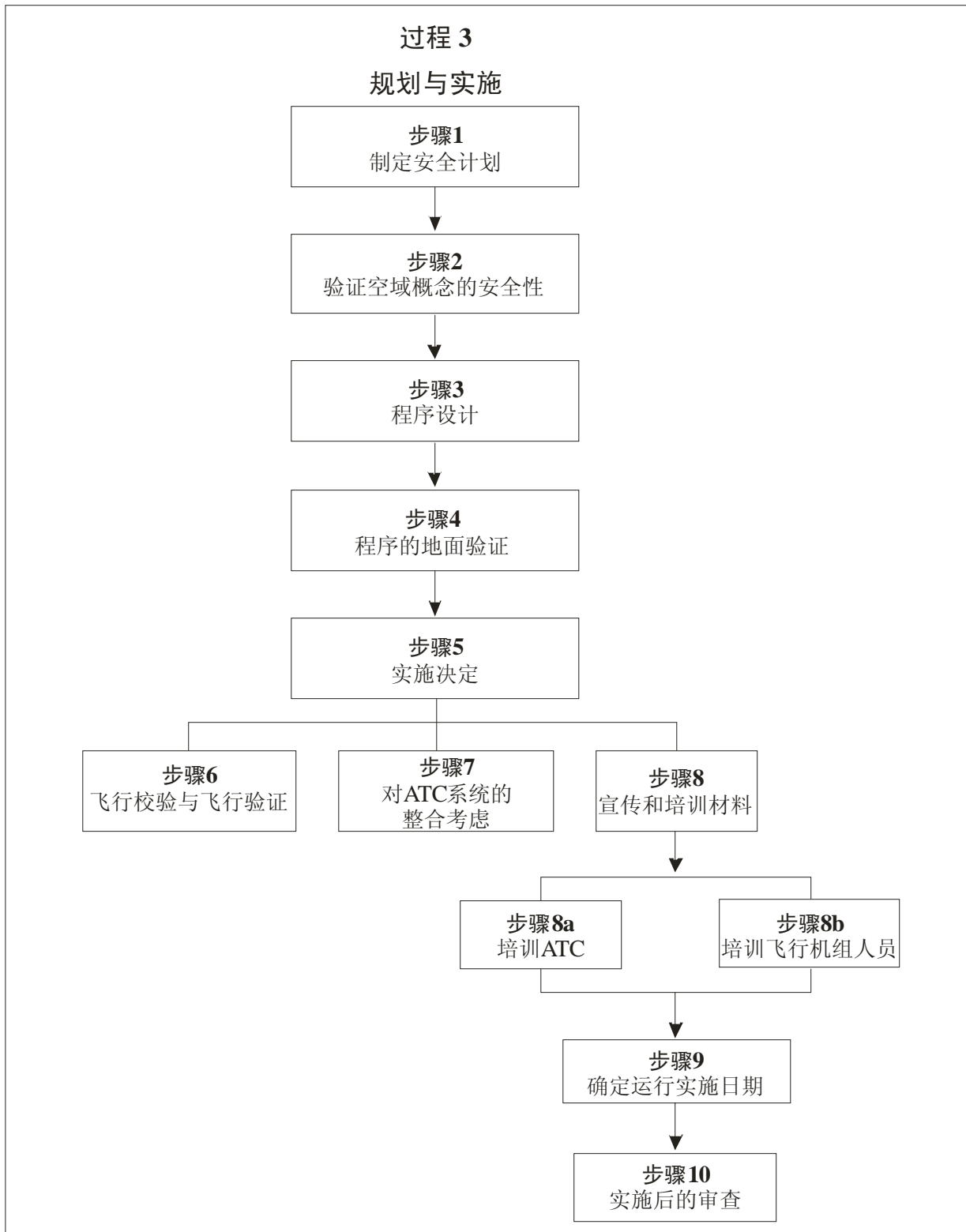


图 I-B-4-1 过程3 概述

第 5 章

制定新导航规范的指导原则

5.1 引言

5.1.1 在多数情况下，使用第 II 卷现有的国际民航组织导航规范可以满足国家或地区规划空域概念的导航要求。在某个国家或地区无法完成过程 2 并选择一项国际民航组织导航规范的少数情况下，该国或地区将不得不制定新的导航规范。为避免地区标准的泛滥，新导航规范将接受国际民航组织的审查并最终供全球使用。本章的指导原则就针对这一情况。

5.1.2 只有在难以权衡规定的空域概念与标准的国际民航组织导航规范明确的导航功能要求的情况下，才应制定新的导航规范。

5.1.3 应该认识到，制定新的导航规范需要严格评估导航设备及其运行。这将比过程 2 更需要适航当局的参与。虽然制定新导航规范的大量准备工作最初将作为过程 1 和过程 2 的一部分进行，但相关国家或地区必须对每一步骤进行全面的分析。还需全部或部分地完成对过程 1 和过程 2 所做工作的审查或修改。

5.2 制定新导航规范的步骤

5.2.1 步骤 1: 可行性评估与商业案例

5.2.1.1 制定新导航规范时，确定一项航空器制造商和运营人实际上都能达到的导航规范，并使该规范得到有成本效益的实施的可行性问题极为重要。进行可行性评估并制定商业案例是十分必要的。

5.2.1.2 商业案例将评估规划的空域概念产生的效益和实施新导航规范的成本。成本信息将产生于规划的新导航规范包含的建议功能，再加上对安装和认证成本的估算。

5.2.1.3 应该清楚，从新要求的最初确定到将其用于新的 RNAV 或飞行管理系统可能需要 5~7 年的时间。从该时间点到大多数航空器机队自然（非强制）更新 RNAV 设备以便能在特定空域运行，这一过程可能超过 15 年。因此，制定新导航规范通常需要在没有获得认证或运行审批的情况下使用已经由制造商提供的导航功能要求。

5.2.1.4 新导航规范的纲要

纲要应是商业案例的产物，并必须适当考虑到满足空域概念所需的功能要求。其内容必须足够详尽，使航空器制造商能够为升级 RNAV 系统（包括 RNP 系统）制定成本概算。

5.2.2 步骤 2: 制定导航规范

5.2.2.1 应该尽早与国际民航组织联系,以确定将要引入的空域概念和对新导航规范的预期需求。国际民航组织在该过程中的作用是对详细审查该国或地区的要求给予支持,以确保新导航规范随后在全球得到认可。

5.2.2.2 以空域概念制定者在 PBN 实施工作开始时确定的空域概念为起点,接下来必须具体描述航空器及其运行最终获得批准将依据的要求。起协调作用的国际民航组织将能够确定其他哪些国家或地区可能正在制定具有类似运行和/或导航功能的新导航规范。在这种情况下,国际民航组织将支持多国或多地区制定新的协调一致的导航规范。新导航规范一经完成,将最终纳入本手册第 II 卷中。

5.2.2.3 尽管过程 1 中制定的空域概念和导航功能要求是制定新导航规范的起始点,但为使其与正在制定的新导航规范的细节保持一致,可能还需要对其进行反复完善。

5.2.3 步骤 3: 明确和制定国际民航组织的相关规定

制定新导航规范可能需要制定新的国际民航组织规定,如程序设计标准《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件)或空中交通管理程序。尽管这些工作通常由专家进行,但也希望各国或各地区确定需要引入的各种变化,以执行新的导航规范和应用。

5.2.4 步骤 4: 安全评估

根据附件 11——《空中交通服务》和《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 4444 号文件)的规定,应该对新导航规范进行全面安全评估(见《安全管理手册(SMM)》(Doc 9859 号文件))。新导航规范一旦足够成熟,即可进行安全评估。

关于安全评估和风险建模必要因素的详细论述,见第 II 卷 A 部分第 3 章——安全评估。

5.2.5 步骤 5: 后续工作

5.2.5.1 当上述评估得出规划的新导航规范能够在空中交通管理环境下应用的结论时,就要求该国或该地区将规划的应用正式通知国际民航组织。国际民航组织将采取行动,将新导航规范纳入本手册第 II 卷中。

5.2.5.2 新导航规范制定工作一经完成,该国或该地区就要接着进入过程 3: 规划与实施。

第 I 卷附篇

附篇 1

区域导航 (RNAV) 系统

1. 目的

本附篇提供了有关区域导航系统、其能力及局限性的信息资料。

2. 背景

2.1 RNAV 被定义为“一种导航方式，允许航空器在地面导航设备覆盖范围内，或在机载自主导航设备的工作范围之内，或者二者的组合，沿任一期望的航径飞行。RNAV 系统可以作为飞行管理系统 (FMS) 的一部分。”这就摆脱了常规航路和常规程序中航空器必须飞越导航设备上空的限制，使飞行更灵活、高效。如图 I-A-A1-1 所示。

2.2 航空器系统类型及其能力、特点和功能的不同给航空器如何实行 RNAV 运行造成了一定程度的不确定性和混乱。本附篇提供的信息有助于理解 RNAV 系统。

2.3 RNAV 系统既有基于单一传感器的系统，也有多类型导航传感器的系统。图 I-A-A1-2 中的示意图仅作为例子用来说明不同的 RNAV 航空电子设备之间的复杂性和互联性会有多大差异。

2.4 RNAV 系统还可以与其他系统，如自动油门和自动驾驶仪/飞行指引仪相连，从而能够进行更自动化的飞行运行和性能管理。尽管在结构和设备方面存在差异，RNAV 设备包含的基本功能类型是相同的。

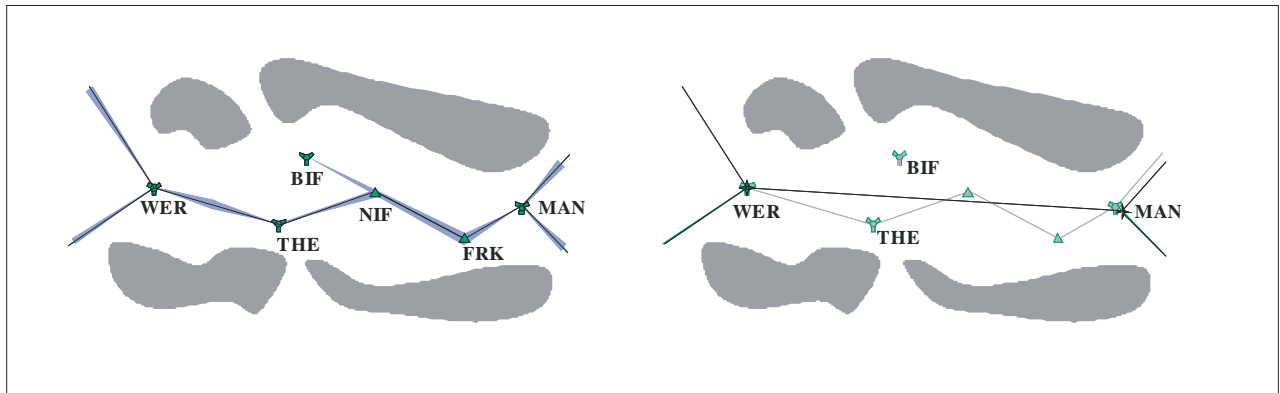


图 I-A-A1-1 传统导航与区域导航的比较

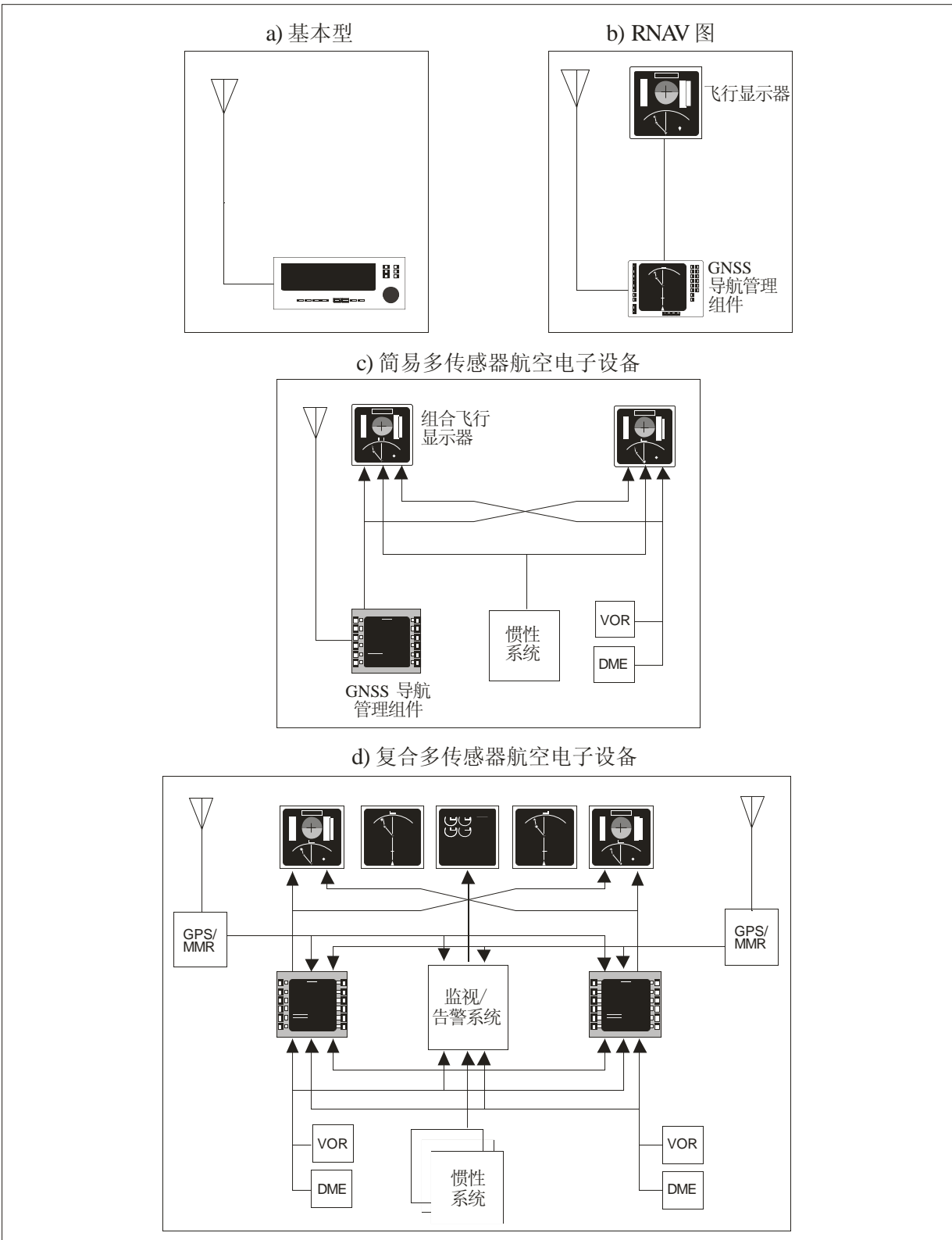


图 I-A-A1-2 RNAV 系统 —— 从基本型到复合型

3. RNAV 系统 —— 基本功能

3.1 RNAV 系统旨在通过可重复和可预测的航径定义，达到适合于应用要求的特定精度水平。RNAV 系统通常将来自传感器的信息，如大气数据、惯性参考、雷达导航和卫星导航，以及内部数据库的输入数据和机组人员键入的数据进行综合处理，以实施下列功能（见图 I-A-A1-3）：

- 导航；
- 飞行计划管理；
- 引导和控制；
- 显示和系统控制。

3.2 导航

3.2.1 导航功能计算包括航空器位置、速度、航迹角、垂直航径角、偏航角、磁差、气压修正高度及风向和风速等数据。不仅可以进行无线电自动调谐，还可以进行人工辅助调谐。

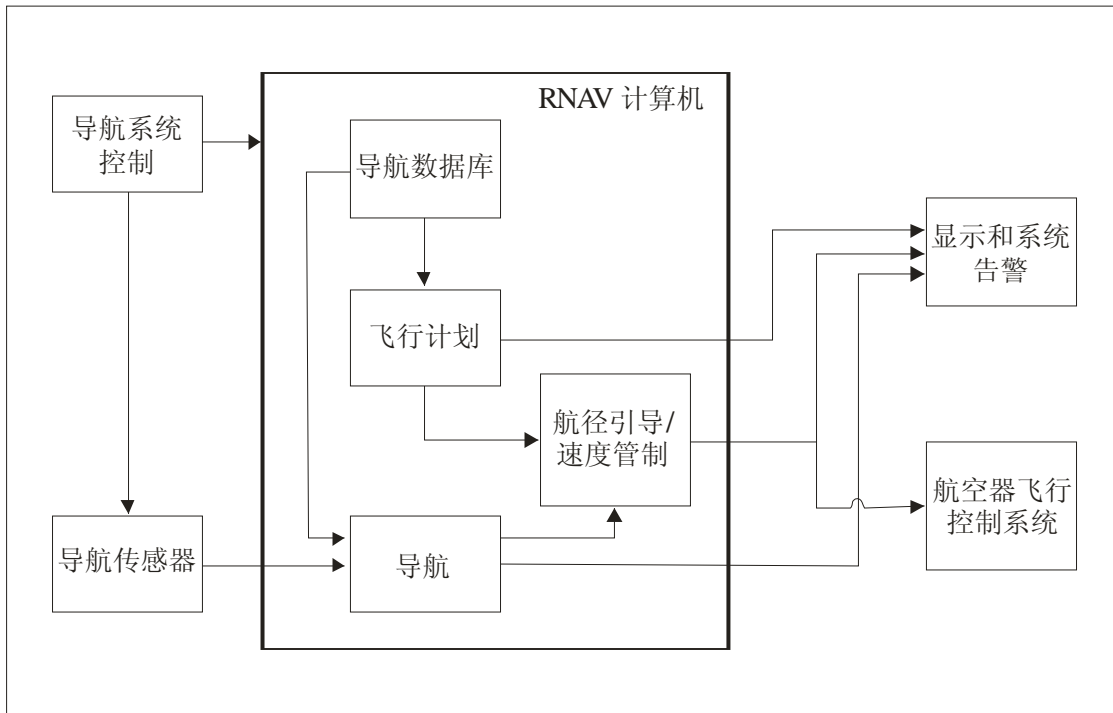


图 I-A-A1-3 基本 RNAV 系统功能

3.2.2 虽然可以根据单一类型的导航传感器，如全球导航卫星系统进行导航，但是许多系统是多传感器的RNAV系统。这些系统使用各种导航传感器，包括全球导航卫星系统、测距仪、甚高频全向无线电信标和惯性参照系统来计算航空器的位置和速度。虽然实施的方式可能有所不同，但系统的计算通常依据可用的最精确的定位传感器。

3.2.3 RNAV系统要确认每个传感器数据的有效性，在多数系统中还要确认使用这些系统之前各类数据的一致性。全球导航卫星系统数据在被用于导航定位和速度计算之前，通常要经过严格的完好性和精度检查。测距仪和甚高频全向无线电信标数据在被用于FMC无线电更新之前，通常要经过一系列的“合理性”检查。这种严格性上的差异是由于导航传感器技术和设备所具有的能力和特性造成的。对于多传感器的RNAV系统，如果不能将全球导航卫星系统用于计算位置/速度，则系统可以自动选择诸如测距仪/测距仪或甚高频全向无线电信标/测距仪这类次级优选更新模式。如果这些无线电更新模式不能使用或已被取消，那么系统就会自动转为惯性系。对于单传感器系统，传感器故障可导致无法推测运行。

3.2.4 航空器沿其飞行航径前进时，如果区域导航系统正在使用地面导航设备，系统就会利用航空器当前的估算位置及内部数据库自动调准地面站，以获取最为精确的无线电位置。

3.2.5 驾驶员可在RNAV系统自身显示器上或其他显示仪器上获得侧向和垂直引导。在多数情况下，还会向自动飞行引导系统提供引导。最先进的显示模式将构成一幅电子地图，包括航空器标志、计划飞行航径和地面相关设施，如导航设备和机场等。

3.3 导航数据库

3.3.1 RNAV系统可以进入提供的导航数据库。导航数据库包括预先存储的导航设备位置、航路点、空中交通服务航路和终端程序及相关信息。RNAV系统将使用这些信息生成飞行计划，还可在传感器信息和数据库之间进行交互检查。

3.4 飞行计划

3.4.1 飞行计划功能可生成和收集引导功能所用的侧向和垂直飞行计划。飞行计划的一个重要方面是在不参照任何地面导航设备的情况下，使用纬度和经度详细描述飞行计划路径的航路点。

3.4.2 更为先进的RNAV系统包括性能管理能力，在这种管理中，将使用空气动力学和动力装置模型计算与航空器相吻合，并能够满足空中交通管制各种限制的垂直飞行剖面。性能管理功能会很复杂，需要使用燃油流量、总燃油量、机翼位置、发动机数据和沿计划飞行航路的限制、高度、空速、马赫数、温度、垂直速度、进程以及驾驶员的输入信息。

3.4.3 RNAV系统通常为航路点、终端和进近程序以及始发地和目的地提供飞行进程信息，包括预计到达时间和所需飞行距离。这对于空中交通管制进行战术和计划协调很有帮助。

3.5 引导与管制

RNAV 系统提供侧向引导,并在很多情况下也提供垂直引导。侧向引导功能将导航功能生成的航空器位置与理想的侧向飞行航径进行对比,生成用来指挥航空器沿理想航径飞行的引导指令。连接飞行计划航路点的最短或大圆航径(通常称之为“航段”)和这些航段之间的弧形过渡由 RNAV 系统计算得出。通过将航空器当前位置和方向与标称航迹相对比,计算出飞行航迹误差。依据航迹误差,系统生成沿标称航迹飞行的滚动式引导指令。这些引导指令被输入到飞行引导系统,用来直接控制航空器或为飞行引导仪生成指令。其中的垂直引导功能用于控制航空器在飞行计划限制的范围内沿垂直剖面飞行。垂直引导功能的输出信息,通常是对显示系统和/或飞行引导系统发出的俯仰指令,以及对显示系统和/或自动推力系统发出的推力或速度指令。

3.6 显示和系统控制

显示和系统控制为系统初始化、飞行计划、航迹偏离、过程监视、主动引导管制和导航数据显示提供各种手段,以使飞行机组人员掌握飞行情况。

4. RNP 系统 —— 基本功能

4.1 RNP 系统是具有支持机载性能监视和告警性能的 RNAV 系统。目前的具体要求包括:

- 可靠地、可重复地和可预测地沿规划的地面航迹飞行的能力,包括曲线航迹;
- 在通过垂直剖面实施垂直引导时,使用仰角或规定的高度限制来确定所需垂直航径。

4.2 根据系统的安装、结构和布局的不同,可以采用不同的形式提供性能监视和告警功能,包括:

- 对所需和预计的导航系统性能的显示和指示;
- 未能达到 RNP 要求时,对系统性能的监视和向机组人员告警;
- 按设置的 RNP 显示侧向航迹偏差,并与独立的导航完好性监视和告警相结合。

4.3 RNP 系统利用其导航传感器、系统结构和运行模式来达到 RNP 导航规范的要求。系统必须对传感器和数据进行完好性和合理性检查,并可采用某种方式取消特定类型的导航设备,以防止采用无效传感器的导航信息。RNP 要求可以限定航空器运行的模式,如对于高精度要求的 RNP,飞行技术误差是关键因素之一,可以不允许飞行机组人员进行人工操作。根据预计的运行或需要,还可要求安装双套系统/传感器。

5. RNAV 和 RNP 的具体功能

5.1 基于性能的飞行运行必须以确保可靠的、可重复的和可预测的飞行航径的能力为基础,改善计划运行中的运力和效率。实施基于性能的飞行运行不仅需要 RNAV 系统提供的各种传统功能,还可能需

程序、空域和空中交通运行。建立固定半径航径、RNAV 或 RNP 等待程序及侧向偏置等的系统能力属于后者。

5.2 固定半径航径

5.2.1 固定半径航径 (FRP): 固定半径航径采用两种形式: 一种形式是固定半径至定位点 (RF) 航段 (见图 I-A-A1-4)。固定半径至定位点航段是上述航段类型中的一种, 应该在终端或进近程序要求特定曲线转弯时使用。固定半径至定位点航段由半径、弧形长度及定位点来确定。支持该航段类型的 RNP 系统, 转弯时的航迹精度保持能力与直线段航迹精度保持能力一样。

注: 在程序设计中, 要考虑不同的航空器类型的坡度角限制和高空风的影响。

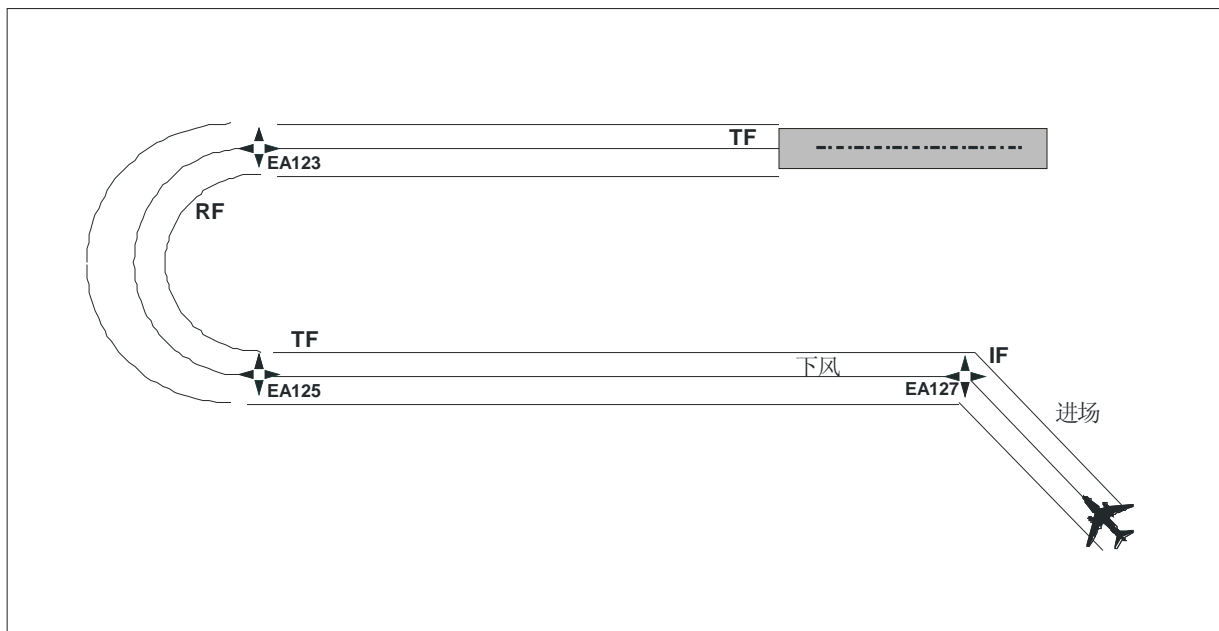


图 I-A-A1-4 固定半径至定位点航段

5.2.2 固定半径航径的另一种形式用于航路程序。由于定义程序数据的技术问题, 这要求 RNP 系统在两个航路段之间生成固定半径转弯 (亦称之为固定半径过渡或 FRT) (见图 I-A-A1-5)。

5.2.3 这些转弯可能有两种半径形式: 高空航路 (FL 195 以上) 为 22.5 海里, 低空航路为 15 海里。在 RNAV 空中交通服务航路使用这类航段可允许划设近距离平行航路从而提高空域使用率。

5.3 旁切转弯

旁切转弯是 RNAV 飞行航径的一个关键特征。RNAV 系统使用有关航空器速度、坡度角、风及航迹角变更等信息, 计算出从一航段顺利过渡至另一航段的飞行航径转弯。但是, 由于影响每架飞机转弯半径参数的不同及速度和风等的条件变化, 转弯的起始点和转弯区也会不同 (见图 I-A-A1-6)。

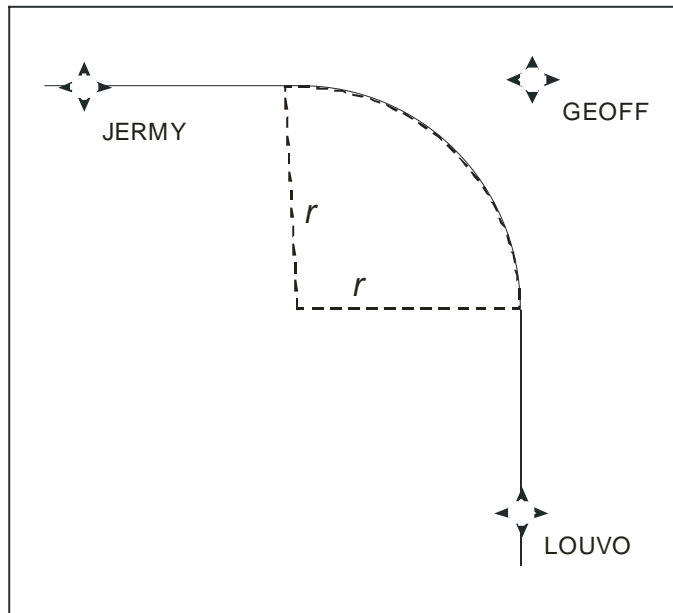


图 I-A-A1-5 固定半径过渡

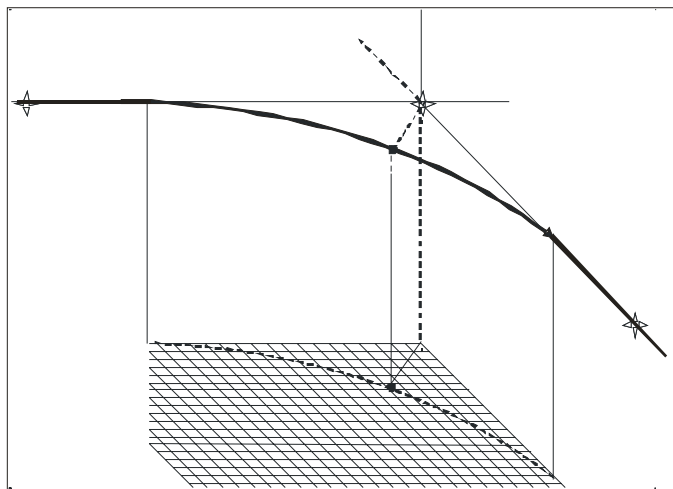


图 I-A-A1-6 旁切转弯

5.4 等待航线

RNAV 系统通过明确等待航路点的入航航迹、直线航的转弯方向和时间或距离，以及计划从等待点脱离的能力，来简化等待航线的规范。对于 RNP 系统，还可以进一步改进等待航线。在符合规定 RNP 能力的情况下，RNP 的这些改进包括旁切加入等待，尽可能减小等待航线非等待边的保护空域，采用 RNP 等待时，由于低精度的 RNP 等待会对空域的使用和设计产生负面影响，因此建议采用至少为 RNP 1 的导航精度 (见图 I-A-A1-7)。

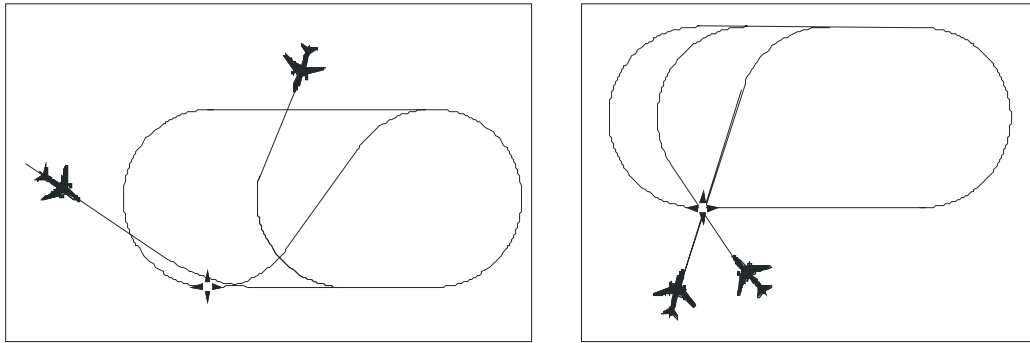


图 I-A-A1-7 RNP 等待航线加入

5.5 偏置飞行航径

RNAV 系统使飞行机组人员执行实施侧向偏置于规定航路的能力。一般来说，侧向偏置可以从 1 海里逐步增至 20 海里。RNAV 系统启动侧向偏置时，RNAV 航空器就要飞离规定的航路，通常以 45 度或小于 45 度角实施偏置。偏置取消时，航空器就要以相同的方式回到规定航路。这类偏置既可以作为战略使用，即长航路的固定偏置，也可以作为战术使用，即临时使用。多数 RNAV 系统在终端区或进近程序开始时、在 RNAV 等待或 90 度或更大角度的航向改变时终止偏置。在运行中，应该考虑到这些类型的 RNAV 运行的变化程度（见图 I-A-A1-8）。

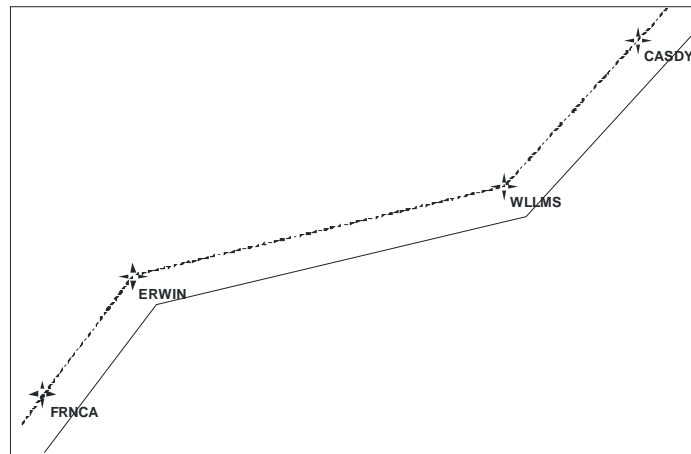


图 I-A-A1-8 偏置飞行航径

附篇 2

数据处理

1. 航空数据

1.1 所有 RNAV 应用都使用航空数据来定义地基导航设备、跑道、登机口、航路点及飞行的航路/程序。数据定义的安全性取决于数据的精确性、分辨率和完好性。数据的精确性取决于数据生成期间的处理方式。分辨率取决于数据最初生成时和后续处理期间采用的程序，包括国家对数据的公布政策。数据的完好性取决于从生成到使用的完整的航空数据链。

1.2 航空数据链是一个概念性表现形式，表示一套或一组航空数据从最初生成到最终使用经历的过程。各种不同的航空数据链有助于 RNAV 应用收集所需数据。数据链的主要构成部分如下图所示，包括数据来源、数据收集者、数据发布者、数据提供者、数据打包者和数据用户 (见图 I-A-A2-1)。

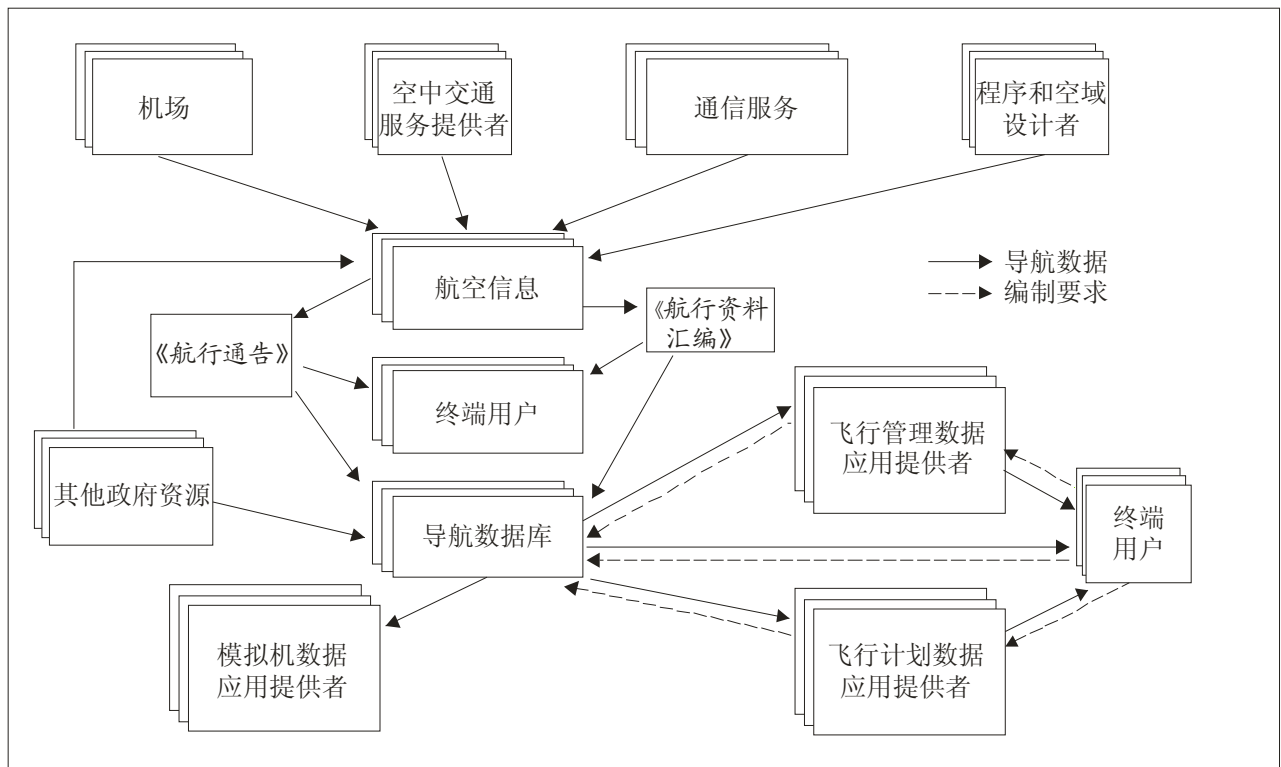


图 I-A-A2-1 数据链

2. 数据的精确性和完好性

2.1 有关航空数据链每一个数据项的精确性，分辨率和完好性要求，详见附件 15 ——《航空情报服务》。该附件要求每个缔约国采取一切必要的措施，确保其所提供的有关本国所负责领土和地区的航空资料/数据是充分的，符合规定质量的（精确性、分辨率和完好性）和及时的。

2.2 附件 15 ——《航空情报服务》要求每个缔约国引入组织得当的质量系统，该系统应符合 ISO 9000 系列质量标准。

2.3 附件 6 ——《航空器的运行》要求运营人不得使用电子导航数据产品，除非运营人所在国已批准运营人采用的程序，能够确保使用的方法和提供的产品已达到可接受的完备性标准，并且这些产品能够兼容设备的预期功能。其他指导材料见航空无线电技术委员会 DO-200A 号文件和欧洲民用航空设备组织 ED76 号文件，这两份文件标题均为《航空数据处理标准》。

2.4 虽然要求制定保证数据处理质量的程序，但仍无法保证提交的原始数据的有效性。应该通过地面和/或飞行验证来核查其准确性。

3. 航空数据的提供

3.1 每个国家的国家航空当局有责任向与航空器运行相关的航空情报服务 (AIS) 部门及时提供所需的航空情报。根据定期制航行通告 (AIRAC) 要求提供的情报必须至少在生效之日前 42 天分发，重要变更应至少在生效之日前 56 天公布。

3.2 机载导航数据库的处理周期要求至少在生效之日前 7 天将数据库送达终端用户。RNAV 系统供应商要求在送达终端用户前至少有 8 天的数据打包时间，为确保符合后续的进度要求，导航数据库通常在生效之日前 20 天停止变更。20 天的截止日期之后提供的数据库通常不包括在下一期的数据库中。时间表见图 I-A-A2-2。

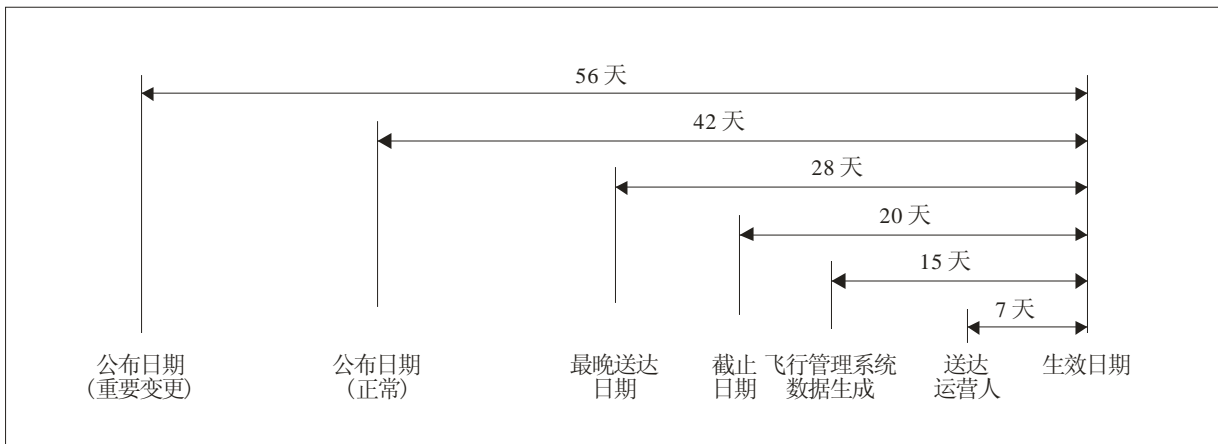


图 I-A-A2-2 数据处理时间表

3.3 从航空数据链的其他渠道获得的数据，必须要经过验证确认其质量达到要求的水平，或由供应商通过提供数据质量保证予以保障。多数情况下，没有能够用来验证这些数据质量的标准，因此获得数据质量保证的要求通常会通过系统向回反馈，直至每个数据要素的创建人。因此，必须依赖于航空数据链上的每个环节都使用适当的程序。

3.4 导航数据可以来源于测量观察、设备规范/调整或空域和程序设计过程。无论来源于何处，数据的生成和后续处理都必须考虑以下方面：

- a) 所有坐标数据必须参照世界大地测量系统 84 坐标系 (WGS-84)；
- b) 所有测量必须依照国际大地参照系统；
- c) 所有数据必须能够追溯其来源；
- d) 测量设备必须准确校正；
- e) 用于测量、程序设计或空域设计的软件工具必须得到适当质量认证；
- f) 所有设计必须使用标准规范和算法；
- g) 测量人员和设计人员必须接受过正规培训；
- h) 所有数据创建人必须使用完整的验证和核查程序；
- i) 在公布前，必须对程序进行地面验证，必要时进行飞行校验和飞行验证；
- j) 航空导航数据必须以标准格式发布，并具有适当细节和所需分辨率；
- k) 所有数据创建人和数据处理人都必须执行质量管理程序，该程序包括：
 - i) 要求保存质量记录；
 - ii) 数据链中用户和其他处理人反馈信息和误差报告的程序。

4. 航空数据的修改

4.1 在未通知数据创建人并收到同意修改回复的情况下，数据处理人或数据用户不得修改任何数据。如果数据创建人反对进行的修改，则不得向用户传递修改的数据。须记录所有的修改并要求予以提供。

4.2 只要可能，就应该使数据处理过程自动化，使人为干预保持在最少。只要可能，就应该在整个导航数据链中使用完备性校验工具，如循环冗余码校验 (CRC) 算法等。

第 II 卷

实施区域导航 (RNAV) 所需导航性能 (RNP)

目 录

	页
前 言.....	II-(xi)
缩略语.....	II-(xiii)
术语解释.....	II-(xv)

A 部分 概述

第 1 章 引言	II-A-1-1
1.1 基于性能导航 (PBN) 概念综述	II-A-1-1
1.2 导航规范的使用和范围.....	II-A-1-1
第 2 章 机载性能监视与告警	II-A-2-1
2.1 引言.....	II-A-2-1
2.2 导航误差要素和告警.....	II-A-2-1
2.2.1 侧向导航.....	II-A-2-1
2.2.2 纵向导航.....	II-A-2-2
2.3 机载性能监视与告警的作用.....	II-A-2-3
第 3 章 安全评估中需考虑的因素	II-A-3-1
3.1 引言.....	II-A-3-1
3.2 航空器性能.....	II-A-3-1
3.3 系统故障.....	II-A-3-2
3.4 基础设施.....	II-A-3-2
3.4.1 导航设备 (navaid) 环境故障	II-A-3-2
3.4.2 空中交通服务监视和通信.....	II-A-3-2

B 部分 实施区域导航

第 1 章 实施 RNAV 10 (标识和授权为 RNP 10).....	II-B-1-1
1.1 引言.....	II-B-1-1
1.1.1 背景情况.....	II-B-1-1
1.1.2 目的.....	II-B-1-1
1.2 空中航行服务提供者的考虑事项.....	II-B-1-1
1.2.1 导航设备基础设施.....	II-B-1-1

1.2.2	通信与空中交通服务监视	II-B-1-1
1.2.3	超障裕度与航路间距	II-B-1-2
1.2.4	其他考虑事项	II-B-1-2
1.2.5	公布	II-B-1-2
1.2.6	空中交通管制员培训	II-B-1-2
1.2.7	状态监视	II-B-1-3
1.2.8	空中交通服务系统监视	II-B-1-3
1.3	导航规范	II-B-1-4
1.3.1	背景情况	II-B-1-4
1.3.2	审批过程	II-B-1-4
1.3.3	申请 RNP 10 运行审批的内容	II-B-1-4
1.3.4	航空器要求	II-B-1-7
1.3.5	运行程序	II-B-1-10
1.3.6	导航设备	II-B-1-10
1.3.7	飞行计划名称	II-B-1-10
1.3.8	导航设备的可用性	II-B-1-11
1.3.9	航路上	II-B-1-11
1.3.10	驾驶员知识与培训	II-B-1-13
1.3.11	导航数据库	II-B-1-14
1.3.12	对运营人的监督	II-B-1-14
1.4	参考资料	II-B-1-14
第 2 章	实施 RNAV 5	II-B-2-1
2.1	引言	II-B-2-1
2.1.1	背景情况	II-B-2-1
2.1.2	目的	II-B-2-1
2.2	空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项	II-B-2-2
2.2.1	导航设备基础设施	II-B-2-2
2.2.2	通信与空中交通服务监视	II-B-2-2
2.2.3	超障裕度与航路间距	II-B-2-2
2.2.4	其他考虑事项	II-B-2-3
2.2.5	公布	II-B-2-3
2.2.6	管制员培训	II-B-2-4
2.2.7	状态监视	II-B-2-4
2.2.8	空中交通服务系统监视	II-B-2-5
2.3	导航规范	II-B-2-5
2.3.1	背景情况	II-B-2-5
2.3.2	审批过程	II-B-2-5

2.3.3	航空器要求	II-B-2-7
2.3.4	运行程序	II-B-2-10
2.3.5	驾驶员知识与培训	II-B-2-12
2.3.6	导航数据库	II-B-2-14
2.3.7	对运营人的监督	II-B-2-14
2.4	参考资料	II-B-2-14
第3章	实施 RNAV 1 和 RNAV 2	II-B-3-1
3.1	引言	II-B-3-1
3.1.1	背景情况	II-B-3-1
3.1.2	目的	II-B-3-1
3.2	空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项	II-B-3-2
3.2.1	导航设备基础设施	II-B-3-2
3.2.2	通信与空中交通服务监视	II-B-3-3
3.2.3	超障裕度与航路间距	II-B-3-3
3.2.4	其他考虑事项	II-B-3-4
3.2.5	公布	II-B-3-4
3.2.6	管制员培训	II-B-3-4
3.2.7	状态监视	II-B-3-5
3.2.8	空中交通服务系统监视	II-B-3-5
3.3	导航规范	II-B-3-6
3.3.1	背景情况	II-B-3-6
3.3.2	审批过程	II-B-3-6
3.3.3	航空器要求	II-B-3-10
3.3.4	运行程序	II-B-3-18
3.3.5	驾驶员知识与培训	II-B-3-22
3.3.6	导航数据库	II-B-3-24
3.3.7	运营人的监督	II-B-3-24
3.4	参考资料	II-B-3-24
B 部分第 3 章的附录	RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100 及联合航空局 TGL-10 之间的 非关键性差异汇总	II-B-3-26

C 部分 实施所需导航性能 (RNP)

第 1 章	实施 RNP 4	II-C-1-1
1.1	引言	II-C-1-1
1.1.1	背景情况	II-C-1-1
1.1.2	目的	II-C-1-1

1.2	空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项	II-C-1-1
1.2.1	导航设备基础设施	II-C-1-1
1.2.2	通信与监视	II-C-1-1
1.2.3	超障裕度与航路间距	II-C-1-2
1.2.4	其他考虑事项	II-C-1-2
1.2.5	公布	II-C-1-2
1.2.6	管制员培训	II-C-1-2
1.2.7	状态监视	II-C-1-3
1.2.8	空中交通服务系统监视	II-C-1-3
1.3	导航规范	II-C-1-4
1.3.1	背景情况	II-C-1-4
1.3.2	审批过程	II-C-1-4
1.3.3	航空器要求	II-C-1-7
1.3.4	运行程序	II-C-1-11
1.3.5	驾驶员知识与培训	II-C-1-13
1.3.6	导航数据库	II-C-1-13
1.3.7	对运营人的监督	II-C-1-14
1.4	参考资料	II-C-1-14
第2章	实施 RNP 2 (有待编写)	II-C-2-1
第3章	实施基础 RNP 1	II-C-3-1
3.1	引言	II-C-3-1
3.1.1	背景情况	II-C-3-1
3.1.2	目的	II-C-3-1
3.2	空中航行服务提供者考虑的事项	II-C-3-1
3.2.1	导航基础设施	II-C-3-1
3.2.2	通信与空中交通服务监视	II-C-3-2
3.2.3	超障裕度和水平间隔	II-C-3-2
3.2.4	其他考虑事项	II-C-3-2
3.2.5	公布	II-C-3-2
3.2.6	管制员培训	II-C-3-2
3.2.7	状态监视	II-C-3-3
3.2.8	空中交通服务系统监视	II-C-3-4
3.3	导航规范	II-C-3-4
3.3.1	背景情况	II-C-3-4
3.3.2	审批过程	II-C-3-4
3.3.3	航空器要求	II-C-3-6
3.3.4	运行程序	II-C-3-9

3.3.5	驾驶员知识与培训	II-C-3-13
3.3.6	导航数据库	II-C-3-15
3.3.7	对运营人的监督	II-C-3-15
3.4	参考资料	II-C-3-15
第 4 章	实施高级 RNP 1 (有待编写)	II-C-4-1
第 5 章	实施 RNP 进近 (RNP APCH)	II-C-5-1
5.1	引言	II-C-5-1
5.1.1	背景情况	II-C-5-1
5.1.2	目的	II-C-5-1
5.2	空中航行服务提供者 (ANSP) 考虑的事项	II-C-5-2
5.2.1	导航设备基础设施	II-C-5-2
5.2.2	通信与空中交通服务监视	II-C-5-2
5.2.3	超障裕度	II-C-5-2
5.2.4	其他考虑事项	II-C-5-2
5.2.5	公布	II-C-5-2
5.2.6	管制员培训	II-C-5-3
5.2.7	状态监视	II-C-5-4
5.2.8	空中交通服务系统监测	II-C-5-4
5.3	导航规范	II-C-5-4
5.3.1	背景情况	II-C-5-4
5.3.2	审批程序	II-C-5-4
5.3.3	航空器要求	II-C-5-6
5.3.4	运行程序	II-C-5-9
5.3.5	驾驶员知识与培训	II-C-5-13
5.3.6	导航数据库	II-C-5-15
5.3.7	对运营人的监督	II-C-5-15
5.4	参考资料	II-C-5-15
第 6 章	实施 RNP AR APCH	II-C-6-1
6.1	引言	II-C-6-1
6.1.1	背景情况	II-C-6-1
6.1.2	目的	II-C-6-1
6.2	空中航行服务提供者考虑的事项	II-C-6-1
6.2.1	导航设备基础设施	II-C-6-1
6.2.2	通信与空中交通服务监视	II-C-6-1
6.2.3	超障裕度与航路间距	II-C-6-2
6.2.4	其他考虑事项	II-C-6-2

6.2.5	公布	II-C-6-2
6.2.6	管制员培训	II-C-6-3
6.2.7	状态监视	II-C-6-4
6.2.8	空中交通服务系统监视	II-C-6-4
6.3	导航规范	II-C-6-4
6.3.1	背景情况	II-C-6-4
6.3.2	审批过程	II-C-6-4
6.3.3	航空器要求	II-C-6-7
6.3.4	操作程序	II-C-6-15
6.3.5	驾驶员/签派员/运营人的知识与培训	II-C-6-20
6.3.6	导航数据库	II-C-6-25
6.3.7	对运营人的监督	II-C-6-26
6.4	安全评估	II-C-6-27
6.4.1	飞行运行安全评估	II-C-6-27
6.4.2	危险状况	II-C-6-27
6.5	参考资料	II-C-6-30

第 II 卷附篇

附篇	气压垂直导航 (VNAV)	II-A-1
1.	引言	II-A-1
1.1	背景情况	II-A-1
1.2	目的	II-A-1
2.	空中航行服务提供者考虑的事项	II-A-1
2.1	气压垂直导航的应用	II-A-1
2.2	超障裕度	II-A-1
3.	制定气压垂直导航规范的一般考虑事项	II-A-2
3.1	导航设备基础设施	II-A-2
3.2	公布	II-A-2
3.3	导航和系统误差的监视与调查	II-A-2
3.4	导航误差报告	II-A-2
3.5	服务提供者的责任	II-A-2
3.6	空中交通管制协调	II-A-3
4.	导航规范	II-A-3
4.1	背景情况	II-A-3
4.2	审批过程	II-A-3
4.3	航空器要求	II-A-3

4.4	最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项·····	II-A-4
4.5	航空器系统要求·····	II-A-4
4.6	系统精度·····	II-A-5
4.7	功能的持续性·····	II-A-7
4.8	垂直限制·····	II-A-7
4.9	航径建立·····	II-A-7
4.10	从导航数据库加载程序的能力·····	II-A-7
4.11	温度限制·····	II-A-8
4.12	引导与控制·····	II-A-8
4.13	用户界面·····	II-A-8
4.14	航径偏离与监视·····	II-A-8
4.15	气压高度·····	II-A-9
4.16	运行程序·····	II-A-9
4.17	一般运行程序·····	II-A-9
4.18	高度表设定·····	II-A-9
4.19	低温·····	II-A-9
4.20	应急程序·····	II-A-9
4.21	驾驶员知识与培训·····	II-A-9
4.22	导航数据库·····	II-A-11
5.	参考资料·····	II-A-11

前 言

本手册由两卷组成：

第 I 卷 —— 概念与实施指南

第 II 卷 —— 实施区域导航 (RNAV) 和所需导航性能 (RNP)

第 II 卷的编排和内容：

A 部分 —— 概述

B 部分 —— 实施 RNAV，包含三个章节，分别阐述如何实施 RNAV 10、RNAV 5 及 RNAV 1 和 2。

C 部分 —— 实施 RNP，包含四个章节，分别阐述如何实施 RNP 4、基础 RNP 1、RNP APCH 及 RNP AR APCH。有两个章节用来阐述 RNP 2 和高级 RNP 1。

附录 —— 气压垂直导航

B 部分和 C 部分的所有章节供适航当局、空中航行服务提供者、空域规划人员以及 PANS-OPS 专家使用。

各章节都采用相同的结构：

- 引言
- 空中航行服务提供者考虑的因素
- 导航规范
- 参考书目
- 附篇

特别说明

本卷以实施 RNAV 运行的国家所积累的经验为基础。本卷是第 I 卷 —— 《概念与实施指南》 —— 不可缺少的组成部分，也是对其的补充。第 II 卷 B 部分和 C 部分每项导航规范的末尾均附有参考书目。

本手册未来的发展

欢迎参与 PBN 发展与实施的各方就本手册提出意见。请将意见寄至：

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 University Street
Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

缩略语

ABAS	机载增强系统
ADS-B	广播式自动相关监视
ADS-C	合约式自动相关监视
AFE	高出机场标高
AIP	航行资料汇编
ANSP	空中航行服务提供者
ATM	空中交通管理
ATS	空中交通服务
CDI	偏航指示器
CDU	控制和显示装置
CF	指定航线角至定位点
CFIT	可控飞行撞地
CRC	循环冗余码校验
CRM	碰撞风险模型
DA	决断高度
DME	测距仪
EASA	欧洲航空安全局
ECAC	欧洲民航会议
EFIS	电子飞行仪表系统
EUROCAE	欧洲民航电子设备组织
EUROCONTROL	欧洲空中航行安全组织
FA	定位点至指定高度
FAA	联邦航空局
FDE	故障探测与排除
FMS	飞行管理系统
FRT	固定半径过渡
FTE	飞行技术误差
GNSS	全球导航卫星系统
GPS	全球定位系统
HIS	水平状态指示器
IAF	起始进近定位点

INS	惯性导航系统
IRS	惯性参照系统
IRU	惯性参照装置
JAA	联合航空局
LRNS	远程导航系统
MCDU	多功能控制与显示装置
MEL	最低设备要求清单
MNPS	最低导航性能规范
Navaid	导航设备
NSE	导航系统误差
OEM	原始设备制造商
PBN	基于性能导航
PDE	航径定义误差
PEE	定位估计误差
PSR	一次监视雷达
RAIM	接收机自主完好性监视
RF	固定半径至定位点
RNAV	区域导航
RTCA	航空无线电技术委员会
SBAS	星基增强系统
SID	标准仪表离场
SSR	二次监视雷达
STAR	标准仪表进场
TLS	目标安全水平
TOGA	起飞/复飞
TSE	总系统误差
TSO	技术标准规范
VNAV	垂直导航
VOR	甚高频全向无线电信标

术语解释

机载增强系统 (ABAS) 一种增强系统,用于增强和/或综合从全球导航卫星系统其他部件和航空器机载设备获取的信息。

注:机载增强系统最常见的形式是接收机自主完好性监视 (RAIM)。

空域概念 空域概念给出了空域内运行的概要和预定框架。制定空域概念是为了实现明确的战略目标,如提高安全、增加空中交通容量,以及减少环境影响等。空域概念可以根据通信、导航和监视/空中交通管理设想包含实际空域结构及其用户的具体细节,如空中交通服务航路结构、最低间隔标准、航路间距和超障裕度等。

垂直引导近进程序 (APV) 利用侧向和垂直引导,但是并未达到精密进近和着陆运行要求的仪表程序。

区域导航 (RNAV) 一种导航方式,允许航空器在地面导航设备覆盖范围内,或在机载自主导航设备的工作范围之内,或二者的组合,沿任一期望的航径飞行。

注:区域导航包括基于性能导航,以及其他未达到基于性能导航规定的区域导航运行。

区域导航航路 为使用能够实施区域导航的航空器建立的空中交通服务航路。

空中交通服务监视服务 表示直接由空中交通服务监视系统提供的服务。

空中交通服务监视系统 泛指能够识别航空器的各种系统,如广播式自动相关监视、一次监视雷达、二次监视雷达或任何类似陆基系统。

注:类似陆基系统指已经通过比较评估或其他方法证明达到或优于单脉冲二次雷达安全和性能水平的系统。

临界测距仪 一类测距仪,如果缺失将导致特定航路或程序基于测距仪/测距仪 (DME/DME) 或测距仪/测距仪/惯性导航装置 (DME/DME/IRU) 的运行方式不可用。

故障探测与排除 (FDE) 故障探测与排除 (FDE) 是某些全球导航卫星系统 (GNSS) 接收器的功能,该功能能够探测到错误的卫星信号,并将其从位置计算中排除。

导航设备 (navaid) 基础设施 导航设备基础设施是指满足导航规范要求的星基和/或陆基导航设备。

导航应用 按照设定的空域概念,在航路、程序和/或规定的空域范围应用导航规范及配套导航系统基础设施。

注:导航应用是实现设定空域概念战略目标的要素之一,此外还包括通信、监视和空中交通管理程序。

导航功能 导航系统为满足空域概念要求必须具备的具体能力(如执行航段过渡、平行偏置能力、等待航

线、导航数据库等)。

注：导航的功能性要求是选择特定导航规范的要素之一。每个导航规范的导航功能 (功能性要求) 见第 II 卷 B 部分和 C 部分。

导航规范 对于航空器和机组人员的一组要求，以支持指定空域内 PBN 的运行。有两类导航规范：

RNAV 规范 基于区域导航的导航规范，不要求性能监视和告警，以前缀 RNAV 标示，如 RNAV 5、RNAV 1。

RNP 规范 基于区域导航的导航规范，要求性能监视和告警，以前缀 RNP 标示，如 RNP4、RNP APCH。

注：《基于性能导航手册》(Doc 9613 号文件) 第 II 卷有导航规范的详细指导。

基于性能导航 以沿空中交通服务航路运行、实施仪表进近程序或在指定空域运行的航空器性能要求为基础的区域导航。

注：导航规范中的性能要求，是为满足特定空域概念下拟实施的运行所需的精度、完好性、连续性、可用性和功能性要求。

程序管制 使用非空中交通服务监视系统的信息提供的空中交通管制服务。

接收机自主完好性监视 (RAIM) 机载增强系统 (ABAS) 的一种方式，只使用全球定位系统信号或利用气压高度辅助来确定全球定位系统信号的完好性。这种技术是通过检验冗余伪距测量的一致性来实现的。接收机/处理器要执行接收机自主完好性监视功能，除了定位所需的卫星外，至少还需要接收到另外一颗具有合适几何构型的卫星信号。

RNAV 运行 使用区域导航方式实施 RNAV 应用的航空器运行。RNAV 运行包括本手册中未包含的其他区域导航运行。

RNAV 系统 一种区域导航系统，使航空器在地基导航系统信号覆盖范围内，或在机载自主导航设备的工作能力范围之内，或者二者的组合，沿任一期望的航径飞行。RNAV 系统可以作为飞行管理系统 (FMS) 的一部分。

RNP 运行 使用 RNP 系统实施 RNP 导航应用的航空器运行。

RNP 航路 为遵循 RNP 导航规范的航空器运行建立的空中交通服务航路。

RNP 系统 支持机载性能监视与告警的区域导航系统。

星基增强系统 (SBAS) 一个覆盖广泛的增强系统，用户接收卫星发射机发出的增强信号。

标准仪表进场 (STAR) 带有标识的仪表飞行规则 (IFR) 进场航路，该航路将通常位于空中交通服务航路上的某一重要位置点与公布的仪表进近程序起始点相连接。

标准仪表离场 (SID) 带有标识的仪表飞行规则 (IFR) 离场航路，该航路将机场或机场特定跑道与通常位于有标识的空中交通服务航路上的某一重要的航路飞行阶段起始点相连接。

A 部分

概述

第 1 章

引言

1.1 基于性能导航 (PBN) 概念综述

1.1.1 基于性能导航 (PBN) 概念由 3 个相互关联的要素组成：导航规范、导航系统基础设施和导航应用。

注：有关 PBN 的详尽说明，见第 I 卷 A 部分第 1 章。

1.1.2 导航规范被各个国家用作合格审定和运行审批的基础。导航规范详尽说明了沿特定航路、程序或在规定空域内运行的区域导航系统的各项要求，这些运行需要根据导航规范获得审批。具体要求包括：

- a) 区域导航系统在精度、完好性、连续性和可用性方面所需具备的性能；
- b) 为达到所需性能，区域导航系统需要具备的功能；
- c) 整合到区域导航系统中的可用以达到所需性能的导航传感器；
- d) 为达到区域导航系统上述性能需要具备的飞行机组人员程序和其他程序。

导航设备基础设施是指每个导航规范中提及的星基或陆基导航系统。

1.1.3 要求机载性能监视与告警的导航规范被称为 RNP 规范。不要求机载性能监视与告警的导航规范则被称为 RNAV 规范。使用机载性能监视与告警来区分 RNP 和 RNAV 十分方便。必须进行预期飞行运行的航空器系统，在功能方面存在较少差异性，却有诸多共同性，这种区分方法令这一事实简单明了。

1.1.4 “导航应用”是按照空域概念，将导航规范及相关的导航系统基础设施应用于空中交通服务航路、仪表进近程序和/或限定的空域范围。如何将导航规范和导航设备基础设施共同用于导航应用的实例，包括 RNAV 或 RNP 标准仪表离场和标准仪表进场、RNAV 或 RNP 空中交通服务航路，以及 RNP 进近程序。

1.2 导航规范的使用和范围

1.2.1 本卷所含大多数国际民航组织导航规范，最初都是为了地区性应用而制定的，以应对特定空域概念的运行要求。这些导航规范有些被用于洋区或偏远陆地空域的空域概念；其他则被用于陆地或终端空域的空域概念。

1.2.2 发布这些国际民航组织导航规范避免了地区或国家导航规范的泛滥，这样一来各个地区和国家就可以使用现有的国际民航组织导航规范，而不是制定新的导航规范。

1.2.3 表 II-A-1-1 说明了本卷 B 部分和 C 部分公布的导航规范及其相关的导航精度。该表表明，洋区/偏远陆地、航路或终端导航规范标识代表所需导航精度，这与最后进近使用的导航规范标识是不同的。

表 II-A-1-1 飞行阶段导航规范的应用

注:

1. 表中给定的数字指 95% 的精度要求 (海里)。
2. RNAV 5 是一项航路导航规范，可用于 30 海里以外和最低扇区高度以上的标准仪表进场初始阶段。
3. RNP 2 和高级 RNP 1 有望纳入今后《基于性能导航手册》的修订本中。

导航规范	飞行阶段							
	洋区/偏远陆地上空 航路	陆地上空 航路	进场	进近				离场
				初始	中途	最终	复飞	
RNAV 10	10							
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1 ^b	1
RNP 4	4							
基础 RNP 1			1 ^{a,c}	1 ^a	1 ^a		1 ^{a,b}	1 ^{a,c}
RNP APCH				1	1	0.3	1	

- a. 该导航应用仅限用于标准仪表进场和标准仪表离场。
- b. 应用范围仅限于复飞进近阶段的初始爬升之后。
- c. 距机场基准点 (ARP) 30 海里以外，精度告警门限变为 2 海里。

1.2.4 最为重要的是，表 II-A-1-1 表明，对于任何特定的 PBN 运行，都可能使用到一系列 RNAV 和 RNP 应用。一次飞行可能始于一个基础 RNP 1 标准仪表离场的空域，然后分别经过 RNAV 2 和 RNP 4 的航路和洋区空域，最终以 RNAV 1 和 RNP APCH 的终端和进近运行结束 (见表 II-A-1-1)。

1.2.5 例如，表 II-A-1-1 表明在进近和复飞进近阶段存在的几种情况。在这些情况下，只要能够保证相近的总系统误差(TSEs)，同一飞行阶段可以适用不同的导航规范。这并不意味所有的规范都保证相同的功能性能。因此在设计程序时，重要的是只考虑由相应导航规范提供的特定能力，以此确定合适的程序。

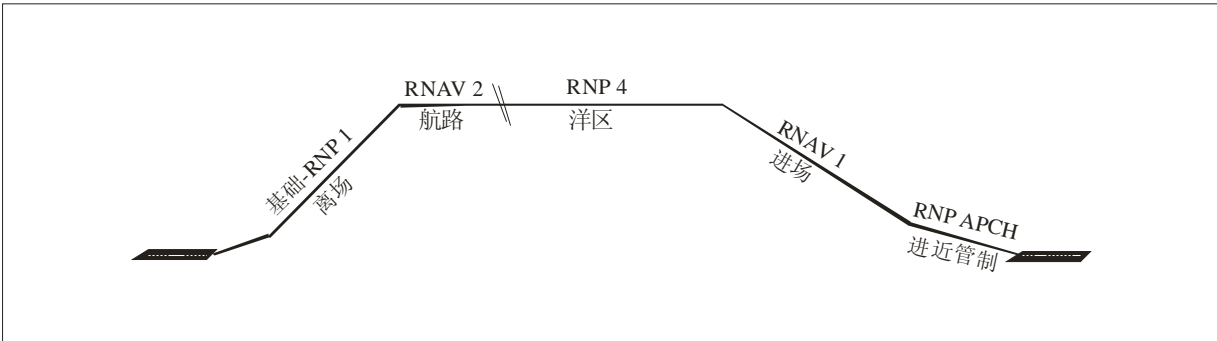


图 II-A-1-1 将 RNAV 和 RNP 规范应用于空中交通服务航路和仪表程序的示例

1.2.6 RNAV 系统运行的程序将编入数据库；还必须使驾驶员有可能确保系统能够达到整个程序的运行要求。

1.2.7 国际民航组织导航规范的范围

1.2.7.1 国际民航组织导航规范（即收入本卷的规范）并未阐述在特定空域、航路或特定区域运行的全部具体要求。此类额外要求在其他文件中予以规定，如运行规则、《航行资料汇编》(AIPs) 以及国际民航组织《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。运行审批主要与空域导航要求相关，但在进入某个空域飞行之前，该空域的国家主管当局仍会要求运营人和飞行机组人员考虑到与该空域有关的所有运行文件。

1.2.7.2 各国有责任按照附件 11 ——《空中交通服务》和《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(Doc 4444 号文件) 第 2 章的规定进行安全评估。

1.2.8 导航规范和审批程序

1.2.8.1 本手册所载的导航规范本身并不构成对航空器或运营人进行评估和审批所依据的规范性指导资料。航空器由其制造国进行认证，运营人则按照其本国的运行规则进行审批。导航规范提供的是技术和运行准则，并不意味着需要重新认证。因此，例如对 RNAV 2/RNAV 1 而言，仍然需要一个审批过程。审批过程可以通过两种方法完成：一是使用专门的审批文件，二是承认可以在保留必要差异的情况下使用现有的地区性 RNAV 实施认证文件（即 TGL No.10 和 AC 90-100）来满足 PBN 导航规范设定的要求。

1.2.8.2 与导航规范的符合性应该与每项相关导航规范逐一对照加以确定。符合一项导航规范并非意味着自动符合另一项导航规范。

第 2 章

机载性能监视与告警

2.1 引言

本章依据目前的实施情况和导航规范，阐述与 RNP 机载性能监视与告警有关的要求。为此，本章首先概要论述与 RNAV 系统相关的误差源。

2.2 导航误差要素和告警

2.2.1 侧向导航

不能达到要求的侧向导航精度可能由于与航空器保持航迹和定位有关的导航误差所致。涉及机载性能监视与告警方面三个主要的误差是：航径定义误差 (PDE)、飞行技术误差 (FTE) 和导航系统误差 (NSE)，见图 II-A-2-1。假定这些误差呈相互独立、零均值的高斯分布；那么，总系统误差 (TSE) 也符合高斯分布，标准差为这三种误差标准差平方和的平方根 (RSS)。

- a) 当 RNAV 系统定义的航径与预期航径，即预期在地表上空飞行的航径不相符时，就会产生航径定义误差。使用 RNAV 系统导航的前提条件是代表着预定航迹的定义航径载入导航数据库。系统无法为航路点旁切转弯、飞越航路点转弯或指定高度转弯定义一条一致的、可重复的航径。(具体说明见第 I 卷附篇 1)。在上述情况下，导航数据库会包含一条点对点的预期飞行航径，但无法依赖 RNAV 系统来标称一条旁切或飞越航径并照此飞行。没有标称航径，就不可能确定有意义的航径定义误差和飞行技术误差，从而导致转弯的多变性。相比之下，如果像某些 RNP 规范那样 (见下文)，使用固定点半径 (RF) 至定位点过渡或固定半径过渡 (FRT)，即可确定航径，航径定义误差和飞行技术误差亦可因此而确定。同样，也不能为指定航向的航径定义一条确定的和可重复的航径，因而在航路规划中考虑到了因此造成的航径多变性。
- b) 飞行技术误差与飞行机组人员或自动驾驶仪沿定义的航径或航迹运行的能力有关，包括显示误差 (如偏航指示器 (CDI) 定心误差)。飞行技术误差可由自动驾驶仪或飞行机组程序进行监视，而这些程序在多大程度上需要其他手段给予辅助，则取决于飞行阶段和运行类型等因素。此类监视辅助手段可以由地图显示来提供。

注：飞行技术误差有时被称为航径操纵误差 (PSE)。

- c) 导航系统误差指航空器估计位置与实际位置之间的区别。

注：导航系统误差 (NSE) 有时被称为定位估计误差 (PEE)。

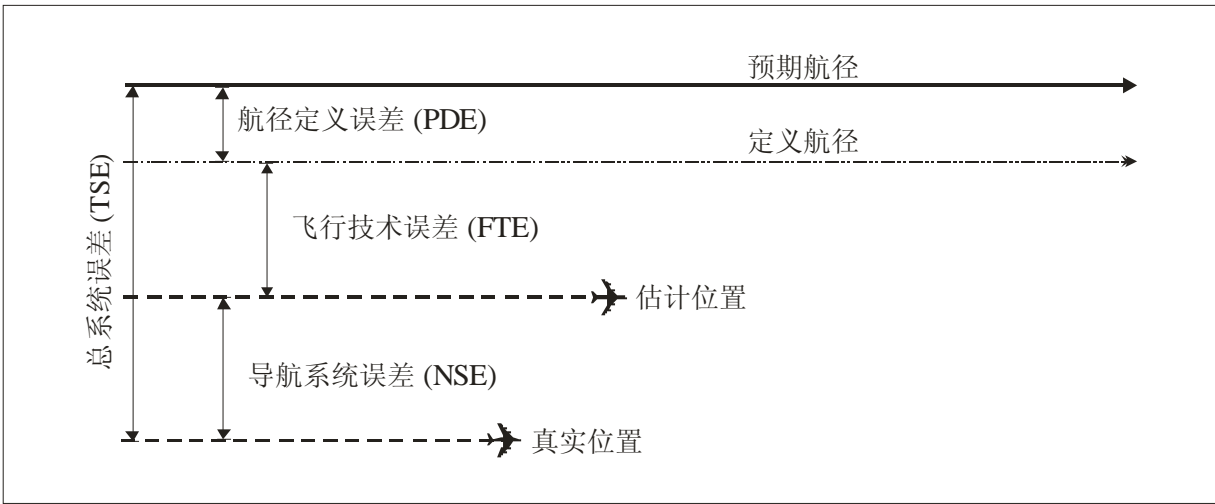


图 II-A-2-1 侧向导航误差 (95%)

2.2.2 纵向导航

2.2.2.1 纵向性能是指相对于航迹上某个位置的导航能力 (如 4-D 操控)。然而，目前尚没有要求 4-D 操控的导航规范，也没有纵向维度的飞行技术误差。目前的导航规范定义了沿航迹的精度要求，其中包括导航系统误差和航径定义误差。航径定义误差是可以忽略的。沿航迹精度会影响位置报告 (如“距离 ABC 10 海里”) 和程序设计 (如最低航段高度，航空器一旦飞越某定位点就可以从这个高度开始下降)。

2.2.2.2 RNAV 和 RNP 规范的精度要求从侧向和沿航迹维度做出了规定。RNP 规范中的机载性能监视与告警要求从侧向维度做出了规定，目的是评估航空器运行的符合度。然而，导航系统误差被视为是径向误差，从而全方位地提供机载性能监视与告警。

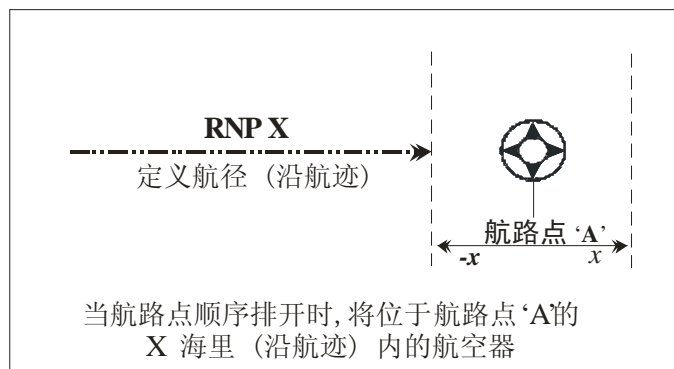


图 II-A-2-2 沿航迹导航误差 (95%)

2.3 机载性能监视与告警的作用

2.3.1 机载性能监视与告警能力可以满足两种需要，一是机载需要，二是空域设计需要。对 RNAV 而言，保证空中系统性能的是不容置疑的。根据现行的适航标准，仅要求 RNAV 系统按照广泛释义的明确要求，表现预期的功能和性能。结果是，尽管名义上的 RNAV 系统性能可能极好，但系统功能及相关飞行性能却各不相同。RNP 系统则提供了一种多变性最小，并确保飞行运行的可靠性、可重复性和可预见性的手段。

2.3.2 机载性能监视与告警使飞行机组人员能够查明 RNP 系统是否符合导航规范要求的导航性能。机载性能监视与告警与侧向及纵向导航性能均相关。

2.3.3 机载性能监视与告警与区域导航系统的性能相关。

——“机载”明确意味着性能监视与告警是在航空器上完成，而不是其他任何地方，比如不是通过陆基航路跟踪监视或 ATC 监视来完成。机载性能监视与告警的监视要素与飞行技术误差和导航系统误差相关。航径定义误差 (PDE) 通过数据库的完好性及定义航径的功能要求进行约束，可以忽略不计。

——“监视”是指监视航空器的性能，包括确定航空器定位误差和/或遵循预期航径等能力方面。

——“告警”与监视相关：如果航空器的导航系统性能不佳，就会就此向飞行机组人员告警。

2.3.4 以下系统满足可监视与告警要求：

- a) 具有导航系统误差监视与告警能力 (如接收机自主完好性监视或故障探测与排除算法) 的机载导航系统，外加一个侧向导航显示器 (如偏航指示器)，使机组人员能够监视飞行技术误差。如果假定航径定义误差可以忽略不计，则监视与告警要求便可得到满足，因为导航系统误差和飞行技术误差可以得到监视，相当于总系统误差得到监视；或
- b) 具有总系统误差监视与告警能力的机载导航系统。

2.3.5 上述监视与告警的实际效果在总系统误差的表现十分明显 (见表 II-A-2-1)。

2.3.6 在表 II-A-2-1 中，不要求固定半径至定位点或固定半径过渡的 RNP X 规范与 RNAV 规范，由于未定义预期航径，在航径定义误差方面有许多共同之处；这就有必要在转弯区域提供额外的保护空域。

2.3.7 PBN 概念使用术语“机载性能监视与告警”代替“包容度”。这是为了避免目前在不同专业领域的各类文件中使用“包容度”这一术语产生的混乱情况。例如：

- a) “包容度”指航空器将停留 95%时间的区域。相关的术语包括“包容值”和“包容距离”，以及 RNAV 空中交通服务航路两侧相关的空域保护。
- b) 在行业标准《航空无线电技术委员会/DO-236》和《欧洲民航电子设备组织/ED-75》中，“包容度”是指在无告警 (0.99999 可能性) 的情况下航空器将在停留的区域，并对告警发生的频率作出要

求 (0.9999)。相关的术语包括“包容限制”、“包容完好性”、“包容连续性”和“包容区域”。

- c) 在《空中航行服务程序——航空器的运行》中，“包容度”是指用以确定超障裕度的区域，而且预计航空器停留其中或其表面之上（不考虑告警）的可能性极大。相关的术语包括“包容区域”、“空域包容”、“超障裕度包容”，以及相关的障碍物保护区域。

2.3.8 上文提到的国际民航组织有关“包容值”和“包容距离”的用语已被导航精度总系统误差所替代。

表 II-A-2-1 机载性能监视与告警在总系统误差上表现的效果

	RNAV 规范	RNP 规范	
		不要求固定半径至定位点或固定半径过渡的 RNP X 规范	要求固定半径至定位点或固定半径过渡的 RNP X 规范
导航系统误差 (监视与告警)	仅凭驾驶员交叉检查导航系统误差；无定位误差告警。	定位精度和完好性告警。	
飞行技术误差 (监视)	由机载系统或机组程序管理。	由机载系统和机组程序管理。	
航径定义误差 (监视)	一般可忽略；在旁切、飞越及条件转弯时没有定义预期航径。	一般可忽略；定义固定半径至定位点和固定半径过渡航径。	
反映在总系统误差上的实际效果	总系统误差分布没有限制。此外，转弯性能变化很大，因而需要对转弯进行额外保护。	总系统误差分布有限制，但在转弯区需要对航路进行额外保护。	总系统误差分布有限制；如由固定半径至定位点或固定半径过渡定义转弯，则不需要对航路进行额外保护。

2.3.9 RNP 的性能监视与告警要求

2.3.9.1 RNP 4、基础 RNP 1 和 RNP APCH

2.3.9.1.1 RNP 4、基础 RNP 1 和 RNP APCH 的性能监视与告警要求具有共同的术语和应用。这些 RNP 规范要求有以下特征：

- a) 精度：精度要求定义了各个方向精度值的 95% 的总系统误差。精度要求与 RNAV 导航规范相协调，并一般等于精度值。RNP 导航规范的一个独特之处在于精度是受监视的性能特性之一，有关说明见下段。
- b) 性能监视：要求航空器或航空器与驾驶员共同监视总系统误差，并在未达到精度要求时，或在总系统误差超过精度值两倍以上概率大于 10^{-5} 时告警。只要是采用运行程序满足此项要求，就要对机组程序、设备特性及安装进行有效性和等效性评估。

- c) 航空器故障：须在适航条例内考虑航空器设备故障问题。故障要根据航空器水平效应的严重程度分类，系统设计必须能够降低发生故障可能性或减轻故障影响。无论是工作不正常（设备运行但不能提供正常输出）还是失去功能（设备停止运转）都要考虑到。要根据运行的连续性确定双系统要求（如洋区和偏远陆地运行）。关于航空器故障的要求并非 RNP 导航规范所特有。
- d) 空间信号故障：有关导航空间信号特性的论述，见附件 10《航空电信》，并且由空中航行服务提供者负责。

2.3.9.1.2 性能监视要求为 RNP 导航规范所独有。RNP 导航规范的实际效应是确定总系统误差的分布。由于假定航径定义误差可以忽略不计，监视要求只剩下总系统误差的其他两个要素，即飞行技术误差和导航系统误差。假定飞行技术误差是特定飞行控制模式下的一个遍历¹随机过程。所以，飞行技术误差的分布在特定飞行控制模式下的一段时间里是恒定不变的。然而与此相反，导航系统误差的分布却因许多变化特性而随时间变化，最明显的例子有：

- a) 选择的导航传感器：用以估测位置的导航传感器，如全球导航卫星系统或测距仪/测距仪；
- b) 航空器位置与辅助导航设备的相对几何构型：所有的无线电导航设备都具有此类基本的多变性，尽管具体特性有所不同。全球导航卫星系统的性能受到卫星与航空器之间的相对几何方位的影响（位置线应在空间完好分布，以保证良好的空间和时间分辨率）。测距仪/测距仪导航解决方案则受到航空器与两台测距仪之间的夹角（最理想为 90 度），以及与两台测距仪之间距离的影响，因为机载测距仪应答机的范围误差会随着距离的增大而增大。
- c) 惯性参考装置：误差特性：误差自上一次修正开始随时间推移而增大。

2.3.10 将性能监视与告警应用于航空器

2.3.10.1 尽管由于一些原因（包括上述原因），总系统误差可能随着时间推移发生很大变化，但 RNP 导航规范仍能保证总系统误差的分布满足运行要求。这一点源自与总系统误差分布相关的两项要求，即：

- a) 要求 95% 飞行时间的总系统误差小于或等于所要求的精度；
- b) 每一架航空器在无告警情况下超过规定的总系统误差上限（等于精度值两倍）的概率小于 10^{-5} 。

2.3.10.2 一般而言， 10^{-5} 的总系统误差要求对性能限制更为严格。例如，对于任何总系统误差的侧向航迹误差呈正态分布的系统而言， 10^{-5} 的监视要求会将标准差限制在 $2 \times (\text{精度值}) / 4.45 = \text{精度值} / 2.23$ ，而 95% 的要求将允许标准差最大达到精度值/1.96。

2.3.10.3 重要的是要认识到，尽管这些特性限定了必须达到的最低要求，但并未对实际的总系统误差分布

¹ 遍历过程是指每个序列或每个具有相当规模的样本都可以同等地代表整体的过程。人们已经认识到，对于 RNAV 系统和 RNP 系统预想的所有运行而言，特别是在涉及到人工操作的情况下，情况并不一定如此，但在对大量运行求平均值时，该假定是成立的。

作出限定。可以预计，实际的总系统误差通常会好于这些要求，但是如果使用更低的总系统误差值，就必须有实际性能的证明。

2.3.10.4 将性能监视要求应用于航空器时，在如何处理单个误差方面可能会存在明显的多变性：

- a) 某些系统分别监视实际的侧向航迹误差和沿航迹误差，而其他系统则监视径向导航系统误差，以简化监视，消除对航空器航迹的依赖，例如以典型的椭圆 2-D 误差分布为依据。
- b) 某些系统的监视器中包括飞行技术误差，将飞行技术误差当前值作为总系统误差分布的偏差。
- c) 对于基本的全球导航卫星系统而言，达到精度和 10^{-5} 要求是机载增强系统的副产品。这一要求已通过设备标准定义及标准偏航指示器 (CDI) 显示飞行技术误差分布等方法予以保证。

2.3.10.5 重要的是性能监视不能当做误差监视。当系统无法充分完整地保证位置可以满足精度要求时，才会发出性能监视告警。当此类告警发出时，可能的原因是丧失了验证位置数据的能力（卫星功能不足是潜在的原因）。在这种情况下，航空器当时最有可能的位置就是驾驶员显示器上显示的位置。假定航空器一直在正确的预期航迹上飞行，飞行技术误差就会在要求的限度之内，因此，告警之前总系统误差超出精度值两倍的可能性大约为 10^{-5} 。然而，也不能仅仅因为没有告警就假定总系统误差小于精度值的两倍：总系统误差可能要大一些。一个实例是那些根据固定误差分布计算飞行技术误差的航空器：对于这类系统，如果飞行技术误差增大，即使总系统误差大于精度值许多倍，该系统也不会告警。正因为如此，监视飞行技术误差的运行程序是十分重要的。

2.3.11 将性能监视与告警应用于风险评估

2.3.11.1 RNP 4、基础 RNP 1 和 RNP APCH 的性能监视与告警要求不排斥进行安全评估的需要，这种评估将使用风险指标，例如每小时碰撞次数或进近过程中超出超障区的次数等，以确定这些航路的最低间隔标准和超障准则。鉴于碰撞风险水平、精度和航路间距或超障裕度之间的关系通常比较复杂，因此简单地假定适用的航路间距（航迹至航迹）为精度值的四倍，或假定超障区是精度值的两倍，都是不妥的。例如，航空器之间或航空器与障碍物之间的碰撞风险取决于在相关维度上失去间隔的概率，以及失去间隔的可能程度。此种可能程度可以通过时间进行估算（如实施进近运行所需的时间），也可以通过风险事件出现的次数估算（如每小时通过的航空器数量）。

2.3.11.2 安全评估可以运用性能监视和告警要求，提供每一维度的总系统误差分布，由此获得的分布需要予以验证。除此以外，还应该密切关注这些限定分布的范围，因为这些分布并未包括诸如人为误差在内的误差。另外，导航数据库误差也未涵盖在“PBN”的导航规范中（见本卷 B 部分和 C 部分）。众所周知，“失误”是导航中的一个主要的误差根源，随着全球导航卫星系统的应用提高了导航精度，“失误”便成为最重要的风险根源。国际民航组织间隔与空域安全专家组 (SASP) 为确定最低间隔标准进行安全评估时，已按照惯例考虑了这些问题。

2.3.11.3 尽管国际民航组织仪表飞行程序专家组 (IFPP) 在确定超障标准时，一向以无缺陷案例为依据，但人们已多次发现，有了以全球导航卫星系统为基础的先进导航方法，服务的完好性和连续性对于最终的安全水平就变得至关重要。无缺陷操作和某些（而非全部）故障混合在一起造成的未告警偏离，已变得十分明显。

因此，必须充分关注相关安全评估的具体涉及范围。

2.3.11.4 进行安全评估时，各国不妨可以考虑到这样一点，即总系统误差的整体分布（所有按照航路或程序运行的航空器），要优于性能监视与告警要求下的分布边界。然而，在操作时，必须有实例证明所达到的实际性能。

2.3.12 将性能监视与告警应用于 RNP AR APCH

2.3.12.1 RNP AR APCH 的性能监视与告警要求包含许多与 RNP 4、基础 RNP 1 和 RNP APCH 相同的特性。然而，具体到 RNP AR APCH，这些要求会更加严格，而且会增加一些额外的要求，以便更严密地监视或控制每个误差源。基本上有两种分析确定超障准则的方法。一种是依据目标安全水平得出超障裕度，前提是预先确定航空器要求和运行补救措施。另一种则是依据目标安全水平得出航空器要求和运行上的补救措施，前提是预先确定超障准则。了解 RNP AR 使用的方法至关重要，如果采用后者的话，即首先确立 RNP AR APCH 运行的超障裕度，航路总宽度为精度值的四倍（ ± 2 倍于航路中心线处精度值），然后制定出航空器要求和运行补救措施，以满足目标安全水平。

2.3.12.2 在使用全球导航卫星系统的情况下，RNP AR APCH 的空间信号要求并不是根据导航系统误差设定的，而是用总系统误差来描述，以保证航空器飞出超障区的风险可以接受。航空器故障方面的要求更加严格；对许多个别的误差源也规定了更加严格的性能监视与告警要求。

2.3.13 系统性能监视与告警要求

以下是以基础 RNP 1 为例的数值：

精度：在指定为基础 RNP 1 的空域内或航路上运行期间，至少在 95% 的总飞行时间中侧向总系统误差必须在 ± 1 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中沿航迹误差也必须在 ± 1 海里之内。

完好性：航空器导航设备故障按照适航条例被归类为“重大故障”（即每小时 10^{-5} ）。

连续性：如果操作人员能够转换到不同的导航系统飞往适当的机场，失去功能即被归类为“较小故障”。

性能监视与告警：如果未达到精度要求，或如果侧向总系统误差超过 2 海里的概率大于每小时 10^{-5} ，RNP 系统应告警，或 RNP 系统与驾驶员组应共同告警。

空间信号：如果使用全球导航卫星系统，空间信号误差导致的侧向定位误差大于 2 海里的概率超过每小时 10^{-7} 时，航空器的导航设备应提供告警（附件 10 第 I 卷，表 3.7.2.4-1）。

第 3 章

安全评估中需考虑的因素

3.1 引言

3.1.1 本卷的 B 部分和 C 部分包括空域概念应用的导航规范。应用导航规范时，必须对一些安全因素进行评估。

3.1.2 规划人员应该参阅的重点参考文件如下：

- 《安全管理手册 (SMM)》(Doc 9859 号文件) 第 13 章，该文件提供了进行安全评估的指导。
- 《确定最低间隔标准的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件)，提供了与量化最低间隔标准对空中交通安全的影响相关的材料。
- 《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件) 第 II 卷，提供了空中交通服务航路和程序的设计标准。
- 《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件)(编制中)，提供了 RNP AR 程序的设计标准。
- 《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)，提供了最低间隔标准。

3.1.3 以下概述了安全评估需要考虑的一些性能特性。本节最后的表 II-A-3-1 可以与本卷 B 部分和 C 部分中导航规范的安全评估参考文件互为参考。

3.2 航空器性能

3.2.1 正常性能：本卷 B 部分和 C 部分中各项导航规范都涉及侧向精度。侧向精度以预期航迹中心线两侧的海里数值表示，要求航空器在 95% 的时间内位于预期航迹中心线两侧精度值内。纵向精度被定义为的距离报告精度或定位的精度。

3.2.2 非正常误差：本卷 B 部分中的导航规范并未规定非正常误差情况下的航空器性能。非正常误差包括 RNAV 系统故障，以及“失误”类误差，例如选择了错误的航路。本卷 C 部分中的导航规范通过机载性能监视与告警要求囊括了部分非正常误差，包括航空器和空间信号故障的情况。失误误差未被纳入机载性能监视与告警的要求，因此必须通过机组程序和培训、监视探测或间隔裕度进行处理。

3.3 系统故障

3.3.1 安全评估必须考虑具有单一导航系统的航空器，这对于特定导航规范是允许的。可以通过考虑航空器系统故障的性质、导航替代手段的可用性，以及可用的通信、导航和监视/空中交通管理环境，确定可能的补救措施。

3.3.2 在监视环境里，发生导航故障的航空器通常可以由空中交通管制成功处置。在没有监视环境的情况下，有必要考虑两种情形：1) RNAV 系统完全失灵；2) 航空器导航系统出现未报告位置误差的可能性。无论是哪一种情形，都需要确定补救措施，并将补救措施纳入运行程序，以实施导航应用。

3.3.3 潜在的补救措施将取决于空中交通管理环境。例如，在航空器导航系统完全失灵的情况下，如果导航应用是在低交通流量环境中实施的，而且未来没有实施近间距航路的意图，那么自动驾驶能力（惯性和航位推测法）便可以提供充分的复原。在有计划实施近间距航路的情况下，可以采取潜在的补救措施提高航空器的间隔，以使航空器能够在程序化的环境中安全运行。在一个无监视的环境中，RNP 导航规范通过机载性能监视与告警要求来解决未报告位置误差的问题。

3.4 基础设施

3.4.1 导航设备 (navaid) 环境故障

3.4.1.1 导航设备环境故障的影响取决于运行所使用的导航设备。对大多数陆基导航设备而言，使用特定导航设备的航空器数量通常很少。根据可供使用的导航设备的数量，缺少一个甚高频全向无线电信标或测距仪设施不会导致失去定位能力。对导航设备基础设施环境以及导航设备的冗余程度都需要进行专门的研究。对于陆基导航设备基础设施稀少的空域，惯性导航能力也应作为一项补救措施。

3.4.1.2 当计划将全球导航卫星系统作为主要或唯一的定位源时，需要考虑失去导航能力的影响，不仅是对一架航空器的影响，而且是对预先确定的特定空域内所有航空器的影响。《全球导航卫星系统 (GNSS) 手册》(Doc 9849 号文件) 对计划使用全球导航卫星系统提供了指导。如果提议将空中交通服务监视作为补救措施，则必须考虑在许多航空器可能几乎同时失去导航能力的情况下给空中交通管制带来的工作负荷是否可以承受。评估中应该考虑到全球导航卫星系统中断的可能性。

3.4.1.3 如果认为中断的可能性不能被接受，空中交通管制工作负荷也不能被接受，因此仅仅依赖空中交通服务监视是一个无法接受的补救办法，那么另一个补救措施可以是要求航空器具有可供选择的导航能力，例如可以要求航空器具有惯性导航能力。其他潜在的补救措施取决于所应用的导航规范，可以是对备用的陆地导航设备提出要求，以作为 RNAV 系统定位解决方法。

3.4.2 空中交通服务监视和通信

3.4.2.1 在考虑到计划实施的导航规范对航空器性能的要求，以及可供使用的导航设备基础设施（包括主导航能力和备份导航能力）的同时，还必须考虑到空中交通服务监视和通信对在预期航路间距情况下实现目标

安全水平所发挥的作用。可以审查空中交通服务的监视和通信，确定其对导航误差有可能提供何种补救措施。

3.4.2.2 沿航路是否有空中交通服务监视，是确定计划的导航实施（即导航应用）中所使用的航路间距是否将支持目标安全水平的主要因素之一。还必须考虑空中交通服务监视能力的冗余程度。

3.4.2.3 除了在洋区或陆地偏远空域应用的导航规范之外（在上述空域可能遇到高频、卫星通信和/或管制员——驾驶员数据通信等问题），空中交通服务通信要求的是甚高频语音通信。在某些国家，也可以利用支持军事运行的超高频语音通信。除了考虑到通信的可用性之外，还应考虑到通信的接收强度（信号的强弱）问题。

3.4.2.4 必须考虑航空器未沿航路中心线飞行的情况下，空中交通管制干预的有效性。特别是如果管理员处于繁忙的环境中，其工作负荷可能会延误空中交通管制识别不可接受的、超过目标安全水平临界点的偏差。

表 II-A-3-1 导航规范安全评估参考文件

导航规范	安全评估参考文件	备注
RNAV 10 注：实施中保留 RNP 10 的标识	1) 《地区补充程序》(Doc 7030 号文件) 2) 《确定最低间隔标准的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件) 3) 《空中航行服务程序——空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)	
RNAV 5	《欧洲空中航行安全组织 B-RNAV 航路间距研究》 《欧洲地区区域导航 (RNAV)》(国际民航组织 EUR 第 001 号文件, RNAV 5)	
RNAV 2	待制定。	
RNAV 1	《欧洲航行安全组织 P-RNAV 航路间距及航空器间隔安全评估》	
RNP 4	1) 《地区补充程序》(Doc 7030 号文件) 2) 《确定最低间隔标准的空域规划方法手册》(Doc 9689 号文件) 3) 《空中航行服务程序——空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)	
RNP 2	待制定。	导航规范在制定中。
基础 RNP 1	《空中航行服务程序——航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件), 第 II 卷。	
高级 RNP 1	待制定。	导航规范在制定中。

导航规范	安全评估参考文件	备注
RNP APCH	《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件), 第 II 卷。	
RNP AR APCH	《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件) (编制中)	

B 部分
实施区域导航

第 1 章

实施 RNAV 10 (标识和授权为 RNP 10)

1.1 引言

1.1.1 背景情况

本章论述的主题是：实施 RNP 10，以在洋区空域或偏远陆地空域支持侧向 50 海里和纵向 50 海里的最低间隔标准。为与本手册其他章节保持一致，本指导材料的标题为 RNAV 10。本材料的这一命名和提法并未改变任何要求，也不影响已经从其相关国家管理当局获得 RNP 10 授权的运营人。RNAV 10 不要求机载性能监视与告警。但是，适航和运行审批及空域/航路标识仍沿用“RNP 10”，以使目前的出版物和大量的审批文件免受新规范的限制。鉴于目前广泛使用 RNP 10 标识指定空域和进行运行审批，尽管所需的 PBN 应用中现在被称为“RNAV 10”，预计所有新的空域标识和航空器审批仍将沿用“RNP 10”这一术语。

1.1.2 目的

1.1.2.1 本章指导各国实施 RNP 10 航路及制定 RNP 10 运行审批程序。本材料包括适航和运行方面的指导。这些信息可以帮助运营人达到相关导航要素要求，从而获得 RNP 10 运行批准。它还提供了运营人延长导航时限获得 RNP 10 审批的方法。

1.1.2.2 本指导材料并不涉及针对特定运行的通信或空中交通服务监视方面的具体要求。这些要求在其他文件中规定，例如《航行资料汇编》(AIP) 和《地区补充程序》(Doc 7030 号文件) 等。尽管 RNP 10 的运行审批主要与空域导航要求相关，但仍要求运营人和飞行机组人员在进入规定空域实施飞行之前，要考虑到有关国家当局要求所有空域相关的运行文件。

1.2 空中航行服务提供者的考虑事项

1.2.1 导航设备基础设施

RNP 10 是为洋区和偏远陆地运行而制定的，并不需要任何陆基导航设备基础设施或评估。

1.2.2 通信与空中交通服务监视

本指导材料并不涉及针对特定航路或特定区域运行规定的通信或空中交通服务监视要求。这些要求在其他

文件中明确，如《航行资料汇编》和《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。

1.2.3 超障裕度与航路间距

1.2.3.1 有关超障裕度的详尽指导，见《空中航行服务程序——航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件) 第 II 卷：第 I 部分和第 III 部分的一般标准均适用。

1.2.3.2 选择 RNP 10 值旨在为缩小洋区和偏远陆地的侧向和纵向最低间隔标准提供支持，这些区域的导航设备、通信和监视能力十分有限。

1.2.3.3 采用 RNP 10 的最小航路间距为 50 海里。

1.2.4 其他考虑事项

本章中的指导并不代替各国对设备的相关操作要求。

1.2.5 公布

1.2.5.1 《航行资料汇编》应该具体明确现有特定航路的导航应用为 RNP 10，同时确定航路的最低航段飞行高度要求。

1.2.5.2 国家《航行资料汇编》中公布的有关航路和辅助导航设备的导航数据，必须符合附件 15——《航空情报服务》(AIS) 的要求。所有航路必须基于世界大地测量系统——1984 年 (WGS-84) 坐标系。

1.2.6 空中交通管制员培训

建议在实施 RNAV 10 的空域提供管制服务的空中交通管制员应该已经完成下述方面的培训：

1.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 精度、完好性、可用性和连续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视、故障探测与排除以及完好性告警;
- b) 飞行计划要求;

- c) 空中交通管制程序
 - i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最低间隔标准;
 - iii) 混合设备环境 (甚高频全向无线电信标手动调谐的影响);
 - iv) 不同运行环境之间的过渡;
 - v) 术语。

1.2.6.2 针对导航规范的培训

—— GNE (总导航误差) 报告。

1.2.7 状态监视

应监视和维护进入 RNP 10 空域之前供更新无线电导航信号的导航设备基础设施, 并及时发布故障告警 (航行通告)。

1.2.8 空中交通服务系统监视

1.2.8.1 明示的导航精度给出了确定航路运行所必需一个重要参数, 用来确定航路的侧向间距和最低间隔标准。这样, 侧向和纵向导航误差便得到监视 (即通过监视程序, 例如采用洋区导航误差报告、洋区高度偏离报告或导航误差报告的方法), 然后对其进行调查, 以防再次发生。雷达观测到的每架航空器在洋区航路末段进入短程导航设备覆盖区域前, 实际飞行情况与预期航迹和高度层的拟合情况, 通常由空中交通服务设备记录下来。

1.2.8.2 如果观测结果显示航空器并未处于设定范围内, 就需要确定明显偏离航迹或高度层的原因, 并采取措施防止再次出现。此外, 作为一项批准条件, 驾驶员/运营人应向有关管理当局通报以下任一情况:

- 27.8 公里 (15 海里) 或以上的侧向导航偏差;
- 18.5 公里 (10 海里) 或以上的纵向导航偏差;
- 航空器预计到达报告点和实际到达时间相差 3 分钟或以上的纵向导航误差;
- 导航系统故障。

1.3 导航规范

1.3.1 背景情况

1.3.1.1 本节确定了 RNP 10 运行的适航和运行要求。国家运行规章必须明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，可能还需获得特定的运行批准。例如，某些国家要求运营人向其国家主管当局（运营人所在国/登记国）申请获得运行批准。

1.3.1.2 本章仅涉及导航系统的侧向部分。

1.3.1.3 美国交通部于 1997 年 1 月 24 日发布了《联邦航空局令 8400.12 —— RNP 10 运行审批》。根据从运营人、各国以及航空管理当局等方面收到的意见，1998 年 2 月 9 日公布了一个新版本 8400.12A。随后，欧洲航空安全局为欧洲运营人发布了 (AMC) 20-12: 《对关于 RNP 10 运行的联邦航空局令 8400.12A 的认可》。澳大利亚民用航空安全局 (CASA) 同美国合作，采用《联邦航空局令 8400.12 A》(修订本) 制定出《民用航空咨询公告 (CAAP) RNP 10-1》，为澳大利亚运营人具体解释审批过程。此后，该公告由《咨询通告 (AC) 91U-2 (0)》替代。国际民航组织的指导材料最初公布在国际民航组织 Doc 9613 号文件附录 E 上，后来进行了修订并列入本手册。

1.3.2 审批过程

1.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人依据其本国运行规则获得批准。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味着需要重新认证。

1.3.2.2 在进行 RNP 10 运行之前，必须完成以下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件；
- b) 必须为拟使用的导航系统运行程序和运营人导航数据库处理程序提供证明文件；
- c) 如有需要，必须为接受运行程序培训的飞行机组人员提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后必须根据国家运行规则获得运行审批。

1.3.3 申请 RNP 10 运行审批的内容

1.3.3.1 航空器的合格性

1.3.3.1.1 依据现行审定标准的一项或多项规定，目前在洋区或偏远陆地运行的很多航空器和导航系统都具

备 RNP 10 运行资格。因此，大多数 RNP 10 运行批准都不必进行额外的航空器审定。只有当运营人声称航空器具备超出原先审定或在航空器飞行手册中说明的附加性能，却又无法通过数据采集证明该预期性能的时候，才有必要进行额外的航空器审定。现在明确了三种确定航空器合格性的方法。

1.3.3.1.2 方法 1 —— RNP 审定

1.3.3.1.2.1 方法 1 可用于批准已经获得正式审定并获准实施 RNP 运行的航空器。飞行手册中包含 RNP 符合性的文件证明，并且一般不只限于 RNP 10。飞行手册将说明已证明达到审定标准的 RNP 水平及任何相关使用规定 (如导航设备传感器要求)。运行审批将依据飞行手册中说明的性能。

1.3.3.1.2.2 适航审批具体说明所获得的 RNP 10 性能。当惯性导航系统/惯性参照装置的审定性能变更后获得 RNP 10 批准时，飞行手册中可以使用如下示范措辞：

“XXX 导航系统作为最长持续时间达到 YYY 小时而不需要修正的飞行的主要导航手段，已证明达到了 [国家指导材料文件] 的标准。飞行持续时间从该系统处于导航模式时起算。对于需要机载导航位置修正的飞行，运营人必须申明该修正对位置精度的影响以及所有与 RNP 运行时间限制相关的导航设施修正及将要飞经的区域、航路或程序。根据 [国家指导材料文件] 的规定对性能的证明不构成对实施 RNP 运行的批准。”

注：上述措辞以航空当局给予的性能批准为依据，并且仅为审批过程的一部分。飞行手册中有以上措辞的航空器，如果达到了所有其他标准，通过公布运行规范或批准函即符合批准条件。飞行手册中规定的 YYY 小时不包含修正。当运营人提出修正时，该提议必须申明修正对位置精度的影响以及所有与 RNP 运行时间限制相关的导航设备修正及将要飞经的区域、航路或程序。

1.3.3.1.3 方法 2 —— 通过先前的导航系统审定证明航空器的合格性

方法 2 可用于批准那些根据其他/先前的标准，其性能水平等同于 RNP 10 标准的航空器。1.3.4 中列出的标准可用于证明航空器是否合格。如果其他标准足以保证航空器达到 RNP 10 的要求，也可以采用。如采用其他标准，申请人必须提出一个可接受的确保持符合性的方法。

1.3.3.1.4 方法 3 —— 通过数据采集证明航空器的合格性

1.3.3.1.4.1 方法 3 要求运营人采集数据，以获得规定时段内的 RNP 10 运行批准。数据采集方案必须说明 RNP 10 的相应导航精度要求。数据采集必须保证申请人要向航空当局证明，航空器及导航系统能够为飞行机组人员提供关于预定 RNP 10 航路的导航情景意识。数据采集还必须确保提供关于导航系统状况的清晰解释，并且必须保证故障提示和程序与维持要求的导航性能相一致。

1.3.3.1.4.2 方法 3 数据采集有两种方式：

- a) 序列法是一种符合《联邦航空局令 8400.12A》(修订本) 附录 1 规定的数据采集程序。这种方法允许运营人采集一系列数据，并且在“合格—不合格”图上标示其位置，以确定运营人的航空器系统

是否达到运营人所需时长的 RNP 10 要求；

- b) 数据采集定期法利用手持全球导航卫星系统接收器作为所采集的惯性导航系统 (INS) 数据基线 (像《联邦航空局令 8400.12A》(修订本) 附录 6 (定期法) 所描述的那样)。然后对采集到的数据按照附录 6 所描述的方法进行分析, 以便确定该系统是否能够维持运营人所需时长的 RNP 10 性能。

1.3.3.1.4.3 必须备有所选合格认证方法的相关文件, 以确认航空器已经配备了达到 RNP 10 要求的远程导航系统 (LRNS) (如飞行手册)。申请人必须提供一个配置单, 详细列出用于远程导航和 RNP 10 运行的有关部件和设备。必须包含申请人提供的指定惯性导航系统或惯性参照装置的 RNP 10 时限。申请人必须考虑计划实施 RNP 10 运行区域内的逆风效应 (见 1.3.4), 以便确定运行的可行性。

1.3.3.2 运行审批

1.3.3.2.1 对特定运营人的评估由运营人所在国/登记国根据国家运营规则 (如 JAR-OPS 1, 《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分), 并在适当咨询和指导材料的辅助下进行。评估应该考虑到以下方面:

- a) 航空器合格的证明;
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估;
- c) 通过运行手册中可接受的条目对这些程序进行管理;
- d) 确定对飞行机组人员培训的要求;
- e) 需要时, 对导航数据库处理过程的管理。

1.3.3.2.2 国家通过采用颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式, 认可航空运营人证书 (AOC), 提供运行审批的证明文件。

1.3.3.2.3 航空器设备说明

1.3.3.2.3.1 运营人必须备有一个配置清单, 详细列出 RNP 10 运行所使用的相关部件和设备。

1.3.3.2.4 培训文件

1.3.3.2.4.1 商业运营人必须有一个培训方案, 说明与 RNP 10 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注: 如果 RNAV 培训已经是培训方案的一个组成部分, 则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能够确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

1.3.3.2.4.2 非商业运营人必须熟知 1.3.9 “驾驶员知识与培训” 中所确定的做法和程序。

1.3.3.2.5 运行手册和检查单

1.3.3.2.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 1.3.5 “运行程序”中详细论述的标准运行程序相关的信息/指导材料。手册应该包含导航运行说明和规定的应急程序。手册和检查单必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

1.3.3.2.5.2 非商业运营人必须制定包含导航运行指令和应急程序的相关说明书。这些信息必须提供给飞行机组人员，并最好写入运行手册或驾驶员操作手册。这些手册以及制造商的航空器导航设备运行说明书，必须作为申请材料的一部分递交以供审查。

1.3.3.2.5.3 私人运营人必须采用 1.3.10 “驾驶员知识与培训”中确定的做法和程序进行运作。

1.3.3.2.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

1.3.3.2.6.1 为符合 RNP 10 的规定而对最低设备要求清单所做的任何修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单，并规定所需的签派条件。

1.3.3.2.6.2 所有运营人必须有一个针对各导航系统的既定维护计划。对于其他设施，运营人必须递交对现有维修手册所做的任何修改，以供审查和确定其可接受性。

1.3.3.2.7 既往表现

运营人的运营历史必须包括在申请材料中。申请人必须声明运营人已发生的所有与导航误差相关的事件或事故 (如国家导航误差调查表中报告的相关内容)，并已从培训、程序、维修或航空器/导航系统做出相应的改进。

1.3.4 航空器要求

RNP 10 要求在洋区和偏远陆地运行的航空器至少配备两个独立的、可用的远程导航系统，可以是一个惯性导航系统、一个惯性参照系统飞行管理系统或一个全球导航卫星系统，其完好性可保证所提供的误导信息的可能性在可接受范围内。

1.3.4.1 系统性能、监视与告警

精度: 在指定为 RNP 10 的空域内或航路上运行期间, 至少在 95% 的总飞行时间中侧向总系统误差必须在 ± 10 海里之内。至少在 95% 总飞行时间中沿航迹误差也必须在 ± 10 海里之内。

注 1: 对于能够将 RNAV 系统与飞行指引仪或自动驾驶仪结合在一起的航空器, 要获得 RNP 10 的运行批准, 导航定位误差是造成侧向航迹误差和沿航迹误差的主要考虑因素。飞行技术误差、航径定义误差, 以及显示误差对于 RNP 10 批准无关紧要。

注 2: 当使用《联邦航空局令 8400.12A》(修订本)附录 1 描述的数据采集方法作为 RNP 10 运行审批的基础时, 这些误差类型包括在分析中。但是, 当使用《联邦航空局令 8400.12A》附录 6 描述的数据采集方法时, 这些误差不包括在内, 因为该方法更为保守。附录 6 方法使用径向误差, 而不是侧向航迹误差和沿航迹误差。

完好性: 航空器导航设备故障按照适航条例被归类为重大故障 (即每小时 10^{-5})。

连续性: 失去功能被归类为洋区和偏远陆地导航重大故障。连续性要求通过装载两套独立的远程导航系统 (不包括空间信号) 来满足。

空间信号: 如果使用全球导航卫星系统, 在空间信号误差导致侧向定位误差大于 20 海里的概率超过每小时 10^{-7} 时, 航空器导航设备应提供告警 (附件 10 第 I 卷, 表 3.7.2.4-1)。

1.3.4.2 特定导航服务标准

1.3.4.2.1 配备两套全球导航卫星系统的航空器

1.3.4.2.1.1 依照有关航空当局的要求, 获准使用全球导航卫星系统作为洋区和偏远陆地运行主要导航手段的航空器, 也满足 RNP 10 的要求并且无时间限制。

1.3.4.2.1.2 依照《联邦航空局咨询通告 AC 20-130A》或其等效文件获得批准的将全球导航卫星系统与故障探测与排除相融合的多传感器系统, 也满足 RNP 10 的要求并且无时间限制。

1.3.4.2.1.3 《联邦航空局咨询通告 AC 20-138A》针对装备了全球导航卫星系统, 但不将其与其他传感器结合的航空器, 提供了一套可以满足安装要求方法。《联邦航空局咨询通告 AC 20-130A》, 为配备包括全球导航卫星系统在内的多传感器导航系统, 提供了一个可以满足安装要求的方法。计划将全球导航卫星系统作为 RNP 10 航路或 RNP 10 空域内唯一导航系统 (例如无惯性导航系统或惯性参照系统) 的航空器, 还必须遵守航空主管当局的规章和有关咨询文件, 本指导材料中描述的全球导航卫星系统具体要求除外。这种情况包括使用主要为洋区/偏远陆地性能批准的全球导航卫星系统。

1.3.4.2.1.4 飞行手册必须说明, 特定全球导航卫星系统的安装达到了航空主管当局的要求。必须安装两套通过美国技术标准规范 (TSO) 批准的全球导航卫星系统设备并采用经批准的故障探测与排除能力可用性预报程序。在任何情况下, 预计无法获得故障探测与排除能力的最长允许时间为 34 分钟。最长中断时间必须作为获得 RNP 10 批准的一个条件。

注: 如果预报显示预定 RNP 10 运行的故障探测与排除能力最长中断时间将超出规定, 则必须在可以提供故障探测与排除时, 重新安排运行, 或是用其他导航手段实施 RNP 10 运行。

1.3.4.2.2 配备两套惯性导航系统或惯性参照装置的航空器 —— 标准时限

1.3.4.2.2.1 根据以下任一标准获得批准的、配备两套惯性导航系统或惯性参照装置系统的航空器, 已被确定满足最长达 6.2 飞行小时的 RNP 10 要求:

- a) 《联邦法规汇编》(CFR) 标题 14 第 121 部分附录 G (或同等的国家标准);
- b) 最低导航性能规范 (MNPS);
- c) 澳大利亚实施 RNAV 的运行批准。

1.3.4.2.2.2 计时始于系统被置于导航模式之时或系统被修正的最后一点。

注: 6.2 小时飞行时间所依据的是一个惯性系统, 该系统 95% 的径向定位误差率 (周期误差率) 为 3.7 公里/小时 (2.0 海里/小时)。这一误差在统计上相当于 95% 的偏离航迹定位误差率和 95% 的沿航迹定位误差率 (正交误差率) 都为 2.9678 公里/小时 (1.6015 海里/小时), 以及 95% 的偏离航迹定位误差范围和 95% 的沿航迹定位误差范围 (正交误差率) 都为 18.5 公里 (10 海里) (例如 18.5 公里 (10 海里) / 2.9678 公里/小时 (1.6015 海里/小时) = 6.2 小时)。

1.3.4.2.2.3 如果在航路中修正这些系统, 运营人则必须说明修正精度对时限的影响 (有关航路修正系统调整因素方面的信息, 见《联邦航空局令 8400.12A》第 12.e 款)。

注: 《联邦航空局令 8400.12A》第 12.d 款为希望提高规定的 6.2 小时时限的运营人提供了可接受的程序信息。

1.3.4.2.3 配备两套惯性导航系统或惯性参照装置的航空器 —— 延长时限

对于根据《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分附录 G 已获审定的带有惯性导航系统的航空器, 只有选择审定惯性导航系统精度优于每小时 3.7 公里 (2 海里) 径向误差 (每小时 2.9678 公里 (1.6015 海里) 侧向航迹误差) 的运营人, 才需要进行额外审定。但是, 需满足以下条件:

- a) 惯性导航系统性能的审定必须涉及所有与保持要求精度相关的问题, 包括精度和可靠性、验收测试程序、维修程序和培训计划;
- b) 运营人必须确定证明惯性导航系统性能所依据的标准。该标准可以是一项规定 (如附录 G)、行业或运营人特有的规范。飞行手册里必须包含一份明确审定中所用精度标准的声明 (见航空局令 8400.12.A 第 12.a.2 款)。

1.3.4.2.4 配备获准作为在洋区和偏远陆地主要导航手段的单一惯性导航系统或惯性参照装置和单一全球定位系统的航空器

配备一个单一惯性导航系统或惯性参照装置和单一全球导航卫星系统的航空器, 无时限地符合 RNP 10 的要求。惯性导航系统或惯性参照装置, 必须根据《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分附录 G 经过审批。全球导航卫星系统必须经过 TSO-C129a 的认可, 并且必须具有获得审批的故障探测与排除能力可用性预报程序。在任何情况下, 故障探测与排除能力不可用的最大容许时间是 34 分钟。最长中断时间必须作为获得 RNP 10 批准的一个条件。飞行手册必须说明惯性导航系统、惯性参照装置或全球定位系统的安装达到了航空主管当局的要求。

1.3.5 运行程序

为符合在洋区和偏远陆地实施 RNP 10 运行的要求，运营人还必须遵守附件 2 ——《空中规则》中的相关要求。

1.3.5.1 飞行计划

在制定飞行计划阶段，飞行机组人员应该特别关注影响 RNP 10 空域 (或 RNP 10 航路) 运行的情况，包括：

- a) 核实是否已经考虑了 RNP 10 时限；
- b) 如果运行需要，核实全球导航卫星系统 (如故障探测与排除能力) 的要求；
- c) 如果特定导航系统需要，考虑任何与获得 RNP 10 审批有关的运行限制。

1.3.5.2 飞行前程序

在飞行前阶段应完成以下工作：

- a) 审查维修日志和表格，以确定在 RNP 10 空域或 RNP 10 航路飞行所需设备的状况。确保已经完成了维修工作，纠正了所需设备存在的问题；
- b) 在对航空器进行外部检查时，在可能的情况下检查导航天线和各天线周围机身外壳的状况 (可以由除驾驶员以外的有资格并被授权的人员，如飞行技师或维修人员进行这类检查)；
- c) 审查在 RNP 10 空域或 RNP 10 航路运行的应急程序。这些与正常的洋区应急程序相同，唯一的例外是：当航空器再也不能以批准的 RNP 10 性能导航时，机组必须能够识别并告知空中交通管制。

1.3.6 导航设备

1.3.6.1 在 RNP 10 洋区和偏远陆地运行的所有航空器必须安装两个独立的、完全可用的远程导航系统，其所具有的完好性应确保导航系统不会提供误导信息。

1.3.6.2 国家当局可以批准在特定情况下使用一个单一的远程导航系统 (如《北大西洋最低导航性能规范》和《联邦法规汇编》标题 14 第 121.351 (c) 款所提到的)。但仍需要获得 RNP 10 批准。

1.3.7 飞行计划名称

运营人应该使用针对特定 RNP 航路的国际民航组织飞行计划标识。字母“R”应该填写在国际民航组织飞行计划的第 10 项编组，表明驾驶员已经审查计划的飞行航路，以确定 RNP 运行要求，并表明航空器和运营人已获准在 RNP 航路上运行。备注部分需要显示附加信息，注明精度性能，如 RNP 10 或 RNP 4 等。

1.3.8 导航设备的可用性

1.3.8.1 在签派或编制飞行计划阶段，运营人必须确保航路上有适当的导航设备，使航空器能够在计划的 RNP 10 运行期间，以 RNP 10 航行。

1.3.8.2 对于全球导航卫星系统，运营人应该在签派或编制飞行计划期间，确保航路上航空器具备足够的导航能力以 RNP 10 航行，如运行需要，应包括故障探测与排除能力的可用性。

1.3.9 航路上

1.3.9.1 在洋区区域进口，必须至少有两套能够达到此导航规范的远程导航系统处于运行状态。如果情况并非如此，驾驶员应考虑选择另一条不需要该特定设备的航路或者不得不改航去进行维修。

1.3.9.2 在进入洋区空域之前，必须使用外部导航设备尽可能精确地核对航空器的位置。可能要利用测距仪/测距仪和/或甚高频全向无线电信标，通过比较显示位置 and 实际位置来确定导航系统误差。如果必须对系统进行修正，则应借助准备好的检查单，依照适当程序进行。

1.3.9.3 运营人飞行运行训练必须包含强制性的交叉检查程序，以便有足够的时间确定导航误差，从而避免航空器无意中偏离空中交通管制的放行航路。

1.3.9.4 机组人员必须向空中交通管制报告导航设备的任何不良情况或低于导航性能要求的导航设备故障，或者需要采取应急程序的任何偏航情况。

1.3.9.5 在 RNP 10 运行的偏置导航模式中，驾驶员应该使用一个侧向偏差指示器、飞行控制器或自动导航仪。在本手册描述的全部 RNP 运行期间，所有驾驶员应该依照机载侧向偏差指示器和/或飞行指引仪给出的指示保持航路中心线，除非得到空中交通管制授权，或在紧急状态下可以进行偏置。对于正常运行，侧向航迹误差/偏航 (RNAV 系统计算的航径与相对于该航径的航空器实际位置之间的差异)，应该限制在与该航路相关导航精度的 $\pm 1/2$ (即 5 海里) 范围内。允许在航路转弯过程中或刚做完航路转弯之后，短暂地偏离这一标准最多不超过该导航精度的 1 倍 (即 10 海里)。

注：某些航空器在航路转弯过程中并不显示或计算航径。因此，这些航空器的驾驶员在航路转弯过程中也许无法保持 $\pm 1/2$ 的精度标准，但仍然应该在转弯之后和直行航段上达到此标准。

1.3.9.6 配备惯性导航系统/惯性参照装置的航空器 RNP 10 时间限制的航路评估

1.3.9.6.1 必须为仅配备了惯性导航系统或惯性参照装置的航空器确定 RNP 10 时间限制。在制定 RNP 10 区域的运行计划时，运营人必须确保航空器在其计划飞行的航路上遵守时间限制。

1.3.9.6.2 运营人在进行此类评估时，必须考虑逆风效应，而对于无法将导航系统或飞行指示器与自动驾驶仪相连接的航空器，运营人可以选择采取一次性评估或一次飞行评估的方式。运营人在进行评估时应该考虑到以下各小节列出的要点。

1.3.9.6.3 航路评估

运营人必须确定航空器能够达到为进入或离开 RNP 10 空域规定的 RNP 10 时限要求。

1.3.9.6.4 计算起始点

计算必须始于系统被置于导航模式的那一点，或者预计系统将被修正的最后那一点。

1.3.9.6.5 计算终止点

终止点可以是以下各点之一：

- a) 航空器参照国际民航组织标准导航设备（甚高频全向无线电信标、测距仪、无方向性无线电信标 (NDB)）开始航行的那一点，和/或航空器驶入空中交通管制监视的那一点；
- b) 预计对导航系统进行修正的第一个点。

1.3.9.6.6 风的分量数据来源

可以从任何航空当局可接受的来源获得针对航路需要考虑的逆风分量。可接受的风的数据来源包括：国家气象局、国家气象服务中心、布瑞肯内尔、行业数据来源，如波音世界空中航路风预报台，以及由运营人提供的历史数据。

1.3.9.6.7 基于 75% 风分量概率进行的一次性计算

某些风的数据来源确定了城市对航路上遭遇特定风分量的年度概率。如果运营人选择对与 RNP 10 时间限制的符合性做一次性评估，该运营人可以使用 75% 的年度概率标准计算逆风效应（该标准已被认定为合理的风分量估测标准）。

1.3.9.6.8 计算每次特定飞行的时限

运营人可以选择使用飞行计划风来评估每次飞行，以确定航空器是否能遵守规定的时限。如果确定将超出时限，航空器则必须飞行备用航路或者延迟飞行，直到可以达到时限要求。这种评估是飞行计划编制或签派的一项任务。

1.3.9.7 航路上修正的影响

运营人可以通过修正延长其 RNP 10 导航能力时间。批准进行各种修正程序所依据的是批准其使用的基线时间减去以下时间因素：

- a) 使用测距仪/测距仪的自动修正 = 基线时间减去 0.3 小时（例如，已批准 6.2 小时的航空器在测距仪/

测距仪自动修正后, 可以获得 5.9 小时);

- b) 使用测距仪/测距仪/甚高频全向无线电信标的自动修正=基线时间减去 0.5 小时;
- c) 使用类似《联邦航空局令 8400.12A》(修订本) 附录 7 所述方法, 或使用经航空当局批准的方法进行的手动修正=基线时间减去 1 小时。

1.3.9.8 自动无线电位置修正

1.3.9.8.1 自动修正是指任何无需飞行机组人员手动输入坐标的修正程序。在满足如下条件的前提下进行自动修正是可以接受的:

- a) 自动修正程序包括在运营人培训方案中,
- b) 飞行机组人员了解修正程序以及修正对导航解决方案的影响。

1.3.9.8.2 可接受的自动修正程序可以作为批准 RNP 10 延长时间的基础, 递交给民航主管当局。该数据必须明确表明修正的精度, 以及修正对剩余飞行航段导航能力的影响。

1.3.9.9 手动无线电位置修正

如手动修正未获专门批准, 不允许在 RNP 10 运行中进行手动位置修正。在满足下列条件的前提下, 在 RNP 10 空域中运行时进行手动无线电修正可被认为是可以接受的:

- a) 民航当局以具体情况具体对待的方式审查手动修正程序。《联邦航空局令 8400.12A》(修订本) 附录 7 描述了一项可接受的手动修正程序, 在有可接受的数据支持下, 可以此作为给予 RNP 10 延长时间批准的基础;
- b) 运营人表明其修正和培训程序包含预防人为因素误差的措施/交叉检查等内容, 而且飞行机组人员资格课程大纲能够提供有效的驾驶员培训;
- c) 由运营人提供数据, 以确定使用手动程序和典型导航设备对航空器导航系统进行修正的精度。数据应该表明运行过程中达到的修正精度。在为惯性导航系统和惯性参照装置确定 RNP 10 时限, 必须考虑这一因素。

1.3.10 驾驶员知识与培训

1.3.10.1 对下述事项应该予以标准化并纳入培训方案和运行做法及程序中。现有运营人方案和程序可能已经对某些项目进行了适度的标准化。新技术可能也排除了某些需要机组人员采取的行动。如果情况如此, 可以认为已经达到了这一附篇的目的。

注：本指导材料面向各类运营人，因此其中包含的某些项目可能并不适合于所有运营人。

1.3.10.2 商业运营人应该确保飞行机组人员已经接受培训，因而了解本指导材料所涉及的内容、RNP 10 导航能力的限度、修正的影响以及 RNP 10 应急程序。

1.3.10.3 非商业运营人应该向航空当局表明其驾驶员了解 RNP 10 运行。但是，有些国家可能并不要求非商业运营人具有某些运行类型的正式培训方案（例如《联邦航空局令 8700.1：通用航空运行检查员手册》）。在判断非商业运营人的培训是否足够时，航空当局可以：

- a) 认可培训中心的证书而不做进一步的评估；
- b) 在认可特定中心颁发的培训中心证书之前对培训课程进行评估；
- c) 认可运营人在 RNP 10 报批申请中做出的声明：运营人已经确保并将继续确保飞行机组人员了解 RNP 10 运行和程序；
- d) 认可运营人的内部培训方案。

1.3.11 导航数据库

如果载有导航数据库，数据库则必须是最新的并适合于运行，而且必须包括航路上所需的导航设备和航路点。

1.3.12 对运营人的监督

1.3.12.1 航空当局在确定补救行动时可能会注意到任何导航误差报告。由于特定导航设备或运行程序造成反复出现导航误差，可能会导致取消运行批准，直至更换或改装导航设备或者变更运营人运行程序。

1.3.12.2 当有信息显示可能发生重复性误差时，可能就需要改进运营人培训方案、维修计划或特定设备审定。当有信息表明特定飞行机组造成多项误差时，可能就需要进行补救性培训或重新审查执照。

1.4 参考资料

网址：

- 美国联邦航空局 (FAA)

<http://www.faa.gov> (见 Regulations & Policies)

- 澳大利亚航空安全局 (CASA)

<http://www.casa.gov.au/rules/1998casr/index.htm>

- 国际民航组织 (ICAO)

<http://www.icao.int/pbn>

相关出版物

- 美国联邦航空局

联邦航空局令 8400.12A (修订本): 《RNP 10 运行审批》

《联邦法规汇编》 (CFR) 第 121 部分分部分 G

咨询通告 (AC) 20-130A: 《导航或整合多导航传感器的飞行管理系统的适航审批》

咨询通告 (AC) 20-138A: 《全球导航卫星系统 (GNSS) 设备适航审批》

- 联合航空局

《欧洲航空安全局 AMC20-12: 对联邦航空局令 8400.12.A RNP-10 运行的认可》

- 澳大利亚航空安全局

咨询通告 (AC) 91U-2(0): 《RNP 10 运行授权》

- 国际民航组织 (ICAO)

附件 6 —— 《航空器的运行》

附件 11 —— 《空中交通服务》

《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》 (PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)

(文件可从如下地址获得: Customer Services Unit, ICAO, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7/网址: www.icao.int)

- 航空无线电技术委员会公司

DO-236B: 《航空系统最低性能标准 —— 区域导航的所需导航性能》

(文件可从如下地址获得: RTCA, Inc, 1828 L Street NW, Suite 805, Washington, DC 20036, United States/网址: www.rtca.org)

- 欧洲民航电子设备组织 (EUROCAE)

ED-75B: 《航空系统最低性能标准区域导航所需导航性能》

(文件可从如下地址获得: EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France/网址: www.eurocae.eu)

第 2 章

实施 RNAV 5

2.1 引言

2.1.1 背景情况

2.1.1.1 《联合航空局第 2 号暂行指导册》首次于 1996 年 7 月出版，包括了在欧洲指定的基础 RNAV 运行空域内使用的《导航系统适航审批咨询材料》。在联合航空局采用 AMC (可接受的符合性方法) 材料，并随后将相关职责分配给欧洲航空安全局之后，此文件作为 AMC 20-4 重新发行。

2.1.1.2 联邦航空局于 1998 年 3 月 20 日以 AC 90-96 公布了类似材料。这两个文件提供了同样的功能和运行要求。

2.1.1.3 根据本手册所采用的术语，B-RNAV 要求被称为 RNAV 5。

2.1.2 目的

2.1.2.1 本章为飞行航路阶段实施 RNAV 5 的各国提供了指导并向空中航行服务提供者提供了国际民航组织关于实施要求的建议，以避免衍生多重标准和需要进行多重地区审批。本章为运营人提供了相关标准，使其能在已经要求配备侧向精度为 5 海里的 RNAV (如欧洲民航会议 B-RNAV) 空域内运行，避免了在其他需要实施具有同样侧向精度和功能要求的 RNAV 地区或区域再次进行审批的需要。

2.1.2.2 虽然 RNAV 的运行要求主要针对空中交通服务监视环境而言，但是 RNAV 5 却是已经在没有监视的区域内实施。这就要求相应地增加航路间距，以确保达到目标安全水平。

2.1.2.3 RNAV 5 规范并未要求在出现超出范围的导航误差时向驾驶员告警。由于该规范并未要求配备双 RNAV 系统，因此 RNAV 丧失能力的可能性就要求有一个备用导航源。

2.1.2.4 本章并未论及针对特定的运行所规定的全部要求。这些要求在其他文件中有详细说明，如运行规则、《航行资料汇编》(AIP)，在适当情况下还有《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。尽管运行审批主要与空域的导航要求相关，但仍要求运营人和飞行机组人员在进入空域飞行之前考虑到国家主管当局要求的关于该空域的所有运行文件。

2.2 空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项

2.2.1 导航设备基础设施

2.2.1.1 各国可以规定在特定航路上或者为其空域的特定区域/飞行高度层配备 RNAV 5 系统。

2.2.1.2 RNAV 5 系统允许航空器在地面导航设备 (星基或陆基) 覆盖区域内或在机载导航设备性能范围之内, 或者在两者结合的情况下沿任何预期航径飞行。

2.2.1.3 RNAV 5 运行以 RNAV 设备为基础, 自动确定航空器在水平面内的位置, 主要利用下述一种或多种定位传感器的输入信号, 并结合确定和遵循预期航径的方法。

- a) 甚高频全向无线电信标/测距仪;
- b) 测距仪/测距仪;
- c) 惯性导航系统或惯性参照系统;
- d) 全球导航卫星系统。

2.2.1.4 空中航行服务提供者必须对导航设备基础设施进行评估, 以确保其满足规划的运行需要, 包括待命工作模式。我们允许出现导航设备信号覆盖盲区, 但是出现此情况时, 航路间距和超障面需要考虑到在飞行“推测导航”阶段侧向航迹保持误差将增加的情况。

2.2.2 通信与空中交通服务监视

2.2.2.1 要求驾驶员与空中交通管制进行直接 (话音) 通信。

2.2.2.2 当依赖于使用空中交通服务监视协助应急程序时, 其性能应足以满足此目的。

2.2.2.3 可能会使用由空中交通服务雷达监视, 以弥补总导航误差的风险, 但前提是航路位于空中交通服务监视之内, 而且通信服务范围和空中交通服务资源足以应对这类任务。

2.2.3 超障裕度与航路间距

2.2.3.1 有关超障裕度的详细指导, 见《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 II 卷; 第 I 部分和第 III 部分中的一般标准均适用。

2.2.3.2 国家负责规定航路间距, 并且应拥有空中交通服务监视和监视工具以帮助发现和纠正导航误差。关于 RNAV 5 航路之间或 RNAV 5 与常规航路之间的航路间距, 国家应该参照适用的国际民航组织指导材料确定。某国曾证明, 在没有空中交通服务监视情况下及高交通密度环境中, 30 海里的航路间距可实现每飞行小时

5×10^{-9} 次致命事故的安全目标。

2.2.3.3 当交通密度低时，可以减小航路间距。在空中交通管制监视环境中，航路间距将取决于可接受的空中交通管制工作负荷以及管制员可使用的工具。某地区在实施 RNAV 5 时为同方向交通采用了 16.5 海里的标准航路间距，而反向交通为 18 海里。此外，在空中交通管制干预能力允许的情况下，曾使用过最低达到 10 海里的航路间距。

2.2.3.4 航路设计应该考虑利用现有导航设备基础设施所能达到的导航性能，以及本文件所要求的功能能力。下述两个方面尤为重要。

2.2.3.5 转弯航段的间距

对 RNAV 5 来说，航段自动排序和相关的转弯预测仅是一种建议功能。转弯航迹取决于真空速、适用的坡度角限制和风。这些因素加上制造商采用的不同初始拐弯标准，造成了转弯性能差异很大。研究表明，当航迹仅变动 20 度时，实际飞行的航径可能会相差 2 海里之多。在设计航路间距很小的航路结构时，需要考虑到这种转弯性能的多变性。

2.2.3.6 航段衔接的沿航迹距离

2.2.3.6.1 采用“旁切”方式进行大角度转弯时，转弯最早可从航路点之前 20 海里开始；手动引导转弯可能会飞过下一个航迹。

2.2.3.6.2 航迹结构设计需要确保转弯航段不会很密集地挤在一块。各转弯之间所需的航迹长度取决于所需的转弯角度。

2.2.4 其他考虑事项

2.2.4.1 许多航空器具有沿原航路向左或向右平行侧向偏置飞行的能力。该功能的目的是使空中交通管制能够授权采取战术性偏置运行。

2.2.4.2 许多航空器能够利用其 RNAV 系统做等待模式机动飞行，这可以为空中交通管制设计 RNAV 运行提供灵活性。

2.2.4.3 本章中的指导材料并不取代国家关于设备的运行要求。

2.2.5 公布

2.2.5.1 《航行资料汇编》应该明确指出导航应用是 RNAV 5。在特定空域中或者指定航路上配备 RNAV 5 的要求应该在《航行资料汇编》中公布。航路应依据正常的下降剖面，并应确定航段最低高度要求。公布在国

家《航行资料汇编》中的关于航路及辅助导航设备的导航数据必须符合附件 15——《航空情报服务》的要求。所有航路必须基于世界大地测量系统——1984年 (WGS-84) 坐标系。

2.2.5.2 应在所有相关航图上明确标出现有的导航设备基础设施 (如全球导航卫星系统、测距仪/测距仪、甚高频全向无线电信标/测距仪)。在相关的出版物中应明确所有对 RNAV 5 运行至关重要的导航设施。

2.2.5.3 导航数据库并不构成 RNAV 5 所需功能的一部分。没有这类数据库, 就有必要手动输入航路点, 这会明显地增加航路点出差错的可能性。航路图公布 RNAV 5 航路上航路点的定位数据, 应该有助于飞行机组人员检查总误差。

2.2.6 管制员培训

建议在实施 RNAV 5 的空域提供管制服务的空中交通管制员应该已经接受过下述方面的培训:

2.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和局限性;
 - ii) 精度、完好性、可用性和连续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视、故障探测与排除, 以及完好性告警;
- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序:
 - i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最低间隔标准;
 - iii) 混合设备环境 (甚高频全向无线电信标手动调谐的影响);
 - iv) 不同运行环境之间的过渡;
 - v) 术语。

2.2.7 状态监视

应该对导航设备基础设施予以监视和维护, 并应及时发布中断警告 (航行通告)。

2.2.8 空中交通服务系统监视

2.2.8.1 要求监视导航性能有两个理由：

- a) 所表现的“典型”导航精度为确定在 RNAV 航路上飞行的所有航空器性能是否均达到所需性能提供依据；
- b) 确定在规定航路上运行的交通所需的侧向航路间距和最低间隔标准既要根据航空器的关键性能，也要根据通常情况下罕见的系统故障。

2.2.8.2 需要监视侧向性能和故障，以保障整个系统的安全并确保空中交通服务系统达到所需的目标安全水平。

2.2.8.3 雷达观察每架航空器的航迹和高度保持精度，通常由空中交通服务设施记录观察结果，并对航空器航迹保持能力进行分析。

2.2.8.4 应该建立驾驶员和管制员观察到导航误差时对事件进行报告的程序。如果观察或分析表明出现了失去间隔或超障裕度的情况，应该确定明显偏离航迹或高度的原因，并采取措施防止再次发生。

2.3 导航规范

2.3.1 背景情况

2.3.1.1 本节确定了 RNAV 5 运行的运行要求。国家运行规章应该明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，还可能需要特定的运行审批。运营人将依据其国家运行规章获得批准。例如，在欧洲民航会议，JAR OPS 1 要求运营人向其国家当局申请运行批准。RNAV 5 与 B-RNAV 技术要求的等同性，意味着根据现有关于 B-RNAV 的国家规章获批的设备通常无需做进一步的技术审批。

2.3.1.2 RNAV 5 并不要求配备导航数据库。由于手工输入航路点坐标数据存在特定的局限性（如工作量及数据输入误差的可能性），所以 RNAV 5 运行应该限于航路飞行阶段。

2.3.2 审批过程

2.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规则获得审批。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味需要重新认证。

2.3.2.2 在进行 RNAV 5 运行之前，必须完成以下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件，可利用以前根据 AMC 20-4 或 AC 90-96 获得的批

准来完成此项工作；

- b) 必须为拟用的导航系统运行程序提供证明文件；
- c) 必须为基于运行程序的飞行机组人员培训提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后应该根据国家运行规则获得运行批准。

2.3.2.3 成功完成上述步骤之后，国家应根据需要颁发 RNAV 5 运行批准书、授权书或适当的运行规范(Ops Spec)。

2.3.2.4 航空器的合格性

必须参照相关适航标准，如 AMC 20-4 或 AC 90-96 等提供符合性证明来确定航空器的合格性。原始设备制造商 (OEM) 或航空器安装批准书持有人，如补充型号合格证 (STC) 持有人，将向其国家适航当局 (NAA) (如欧洲航空安全局、联邦航空局) 证明其符合情况，批准可以书面形式写入制造商文件 (如服务函)。如果国家认可制造商文件，则无需在《航空器飞行手册》 (AFM) 中设立条目。

2.3.2.5 运行审批

2.3.2.5.1 运营人所在国/登记国依据国家运行规则对特定运营人进行评估 (如 JAR-OPS 1、《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分) 并为运营人提供咨询和指导材料，诸如 AMC 20-4、AC 90-96 等文件。评估应该考虑到以下方面：

- a) 航空器合格的证明；
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估；
- c) 通过运行手册中可接受的条目对这些程序的管理；
- d) 确定飞行机组人员培训要求；
- e) 必要时，对导航数据库程序的管理。

注：依照 AMC 20-4 或 AC 90-96 获得的运行批准均可达到 RNAV 5 指定航路或空域的要求。

2.3.2.5.2 国家通过采用颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式，认可航空运营人证书 (AOC)，提供运行审批的证明文件。

2.3.2.5.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单，详细列出 RNAV 5 运行所使用的相关部件和设备。

2.3.2.5.4 培训文件

2.3.2.5.4.1 商业运营人应该备有一个培训方案，说明与 RNAV 5 运行相关的运行做法、程序和培训项目（如飞行机组人员、签派员或维修人员的初级培训、提高培训或复训等）。

注：如果 RNAV 培训已经是培训方案不可或缺的一个组成部分，则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

2.3.2.5.4.2 私人运营人应该熟知 2.3.5 “驾驶员知识与培训”中所确定的做法和程序。

2.3.2.5.5 运行手册和检查单

2.3.2.5.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 2.3.4 “运行程序”中详细论述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定，相关手册应包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

2.3.2.5.5.2 私人运营人应该采用 2.3.5 “驾驶员知识与培训”中确定的做法和程序。

2.3.2.5.6 最低设备清单 (MEL)

为符合 RNAV 5 的规定而对最低设备清单所做的任何必要修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备清单或同类清单，并规定所需的签派条件。

2.3.2.6 向 RNAV 5 过渡的途径

B-RNAV 的要求与 RNAV 5 相同。国家规范性材料应该考虑到这种同等性。无需采用其他过渡途径。这并不免除运营人在所有相关运行中参阅并遵守地区和国家特定程序或规章的责任。

2.3.3 航空器要求

RNAV 5 运行基于 RNAV 设备的使用，该设备利用来自下述一种或多种定位传感器的输入信号以及确定和保持预期航迹的方法自动确定航空器位置。

- a) 甚高频全向无线电信标/测距仪；
- b) 测距仪/测距仪；

- c) 惯性导航系统或惯性参照系统;
- d) 全球导航卫星系统。

2.3.3.1 系统性能、监视和告警

精度: 在指定为 RNAV 5 的空域内或航路上运行期间, 至少在 95% 的总飞行时间中侧向总系统误差必须在 ± 5 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中沿航迹误差也必须在 ± 5 海里之内。

完好性: 航空器导航设备故障按照适航条例被归类为重大故障 (即每小时 10^{-5})。

连续性: 如果运营人可以切换到一个不同的导航系统飞往适当的机场, 失去功能则被归类为小故障。

空间信号: 如果使用全球导航卫星系统, 在空间信号误差导致侧向定位误差大于 10 海里的概率超过每小时 10^{-7} 时, 航空器导航设备须提供告警 (附件 10 第 I 卷, 表 3.7.2.4-1)。

注: 在指定为 RNAV 5 的空域内所使用的 RNAV 5 系统, 其所需最低完好性和连续性水平通常通过一个单独安装的系统实现, 该系统由一个或多个传感器、一台 RNAV 计算机、一台管制显示器和导航显示器 (如导航显示器、水平状态指示器或偏航指示器) 构成。前提是该系统必须由飞行机组人员进行监视, 并且在系统出现故障时, 航空器具有参照陆基导航设备 (如甚高频全向无线电信标/测距仪或无方向性无线电信标) 进行导航的能力。

2.3.3.2 特定导航服务准则

2.3.3.2.1 惯性导航系统 (INS)/惯性参照系统 (IRS)

2.3.3.2.1.1 如果惯性传感器为基础位置传感器提供增强信号, 并在无线电导航源覆盖不到时, 提供备份位置数据源, 则惯性系统可以用做独立的惯性导航系统 (INS), 或者作为多传感器 RNAV 系统一部分的惯性参照系统 (IRS);

2.3.3.2.1.2 不具备航空器位置自动无线电修正功能, 但依照 AC 25-24 获得批准且符合本章功能标准的惯性导航系统, 自前次在地面上进行校正/位置修正起最长使用时间不得超过 2 小时。当设备或航空器制造商的数据证明可以延长自前次位置修正以来的使用时间时, 则可以考虑进行特殊的惯性导航系统配置 (如三重组合)。

2.3.3.2.1.3 具备航空器位置自动无线电修正功能的惯性导航系统, 包括那些依照飞行机组人员程序手动选择无线电频道的系统, 应该依照 AC 90-45A、AC 20-130A 或等效文件予以批准。

2.3.3.2.2 甚高频 (VHF) 全向无线电信标 (VOR)

甚高频全向无线电信标通常能够在距离导航设施最远 60 海里 (多普勒甚高频全向无线电信标为 75 海里) 的范围内达到 RNAV 5 的精度。由于传播效应 (如多路径), 甚高频全向无线电信标覆盖范围内的某些地区可能会

出现较大误差。在出现此类误差时，可通过规定部分区域不能使用精确度受到影响的甚高频全向无线电信标。另外一种解决方法可以在建立 RNAV 航路时依据较低的甚高频全向无线电信标性能，例如增加额外的航路间距等。必须考虑受影响区域是否可以使用能够提供覆盖的其他导航设备，还须考虑到并非所有的航空器都使用相关的甚高频全向无线电信标，因此可能不会具有相同的航迹保持性能。

2.3.3.2.3 测距仪 (DME)

2.3.3.2.3.1 接收到测距仪信号且没有更近的测距仪使用同一频道时，这些测距仪信号都被认为能够达到 RNAV 5 要求，而不管所公布的覆盖范围如何。如果 RNAV 5 系统未考虑公布的测距仪“指定运行范围”，则 RNAV 系统必须进行数据完好性检查以确认正在接收正确的测距仪信号。

2.3.3.2.3.2 导航设备基础设施的各个组成部分必须达到附件 10 第 I 卷中详述的性能要求。与附件 10 不相符的导航设备不应在国家《航行资料汇编》中公布。

2.3.3.2.4 全球导航卫星系统 (GNSS)

2.3.3.2.4.1 进行 RNAV 5 运行所使用的全球导航卫星系统仅限于依据 ETSO-C129()、ETSO-C145()、ETSO-C146()、联邦航空局 TSO-C145()、TSO-C146()、TSO-C129()或等效文件获得批准的设备并具有 2.3.3.3 中规定的最低系统功能。

2.3.3.2.4.2 应该由星基增强系统、全球导航卫星系统或接收机自主完好性监视或多传感器导航系统中的等效手段来确保完好性。此外，全球定位系统的独立设备应该具有如下功能：

- i) 伪距步长探测；
- ii) 健康字检查。

注：以上两个附加功能需根据 TSO-C129a/ETSO-C129a 或等效标准实施。

2.3.3.2.4.3 如果 RNAV 5 运行批准要求使用传统导航设备作为全球导航卫星系统发生故障时的备份，则必须安装批准中规定的所需导航设备（即甚高频全向无线电信标，测距仪和/或航空定向仪 (ADF)），并保证可供使用。

2.3.3.2.4.4 可以将其他类型导航传感器提供的定位数据与全球导航卫星系统数据进行整合，前提是其他定位数据不会使定位误差超出航迹保持精度要求。

2.3.3.3 功能要求

2.3.3.3.1 下述系统功能是实施 RNAV 5 运行所需的最低功能：

- a) 在驾驶员主视野内的导航显示器上，连续向航空器驾驶员显示航空器与航迹的相对位置；

- b) 当飞行机组人员最少为两个驾驶员时,在不执飞驾驶员主视野内的导航显示器上,显示航空器与航迹的相对位置;
- c) 显示至下一航路点的距离和方位;
- d) 显示至下一航路点的地速或时间;
- e) 至少存储 4 个航路点;
- f) RNAV 系统相关的故障显示,包括传感器的故障等。

2.3.3.3.2 RNAV 5 导航显示

2.3.3.3.2.1 导航数据必须可用于在构成 RNAV 设备组成部分的显示器上显示或侧向偏离显示器 (如偏航指示器、(电子) 水平状态显示器或航图显示器) 上显示。

2.3.3.3.2.2 这些显示器必须用做进行航空器导航、机动飞行预测和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表,并应满足如下要求:

- a) 显示器必须位于驾驶员在沿飞行航径向前看时的可见范围内;
- b) 侧向偏差显示刻度应与所采用的任何告警和报告限值相一致;
- c) 侧向偏差显示必须具有适合于 RNAV 5 运行的刻度和全刻度偏移。

2.3.4 运行程序

2.3.4.1 概要

适航证书本身并不授权航空器在需要获得 RNAV 5 批准的空域或者航路上飞行。还需要获得运行批准,以确认运营人所安装的特定设备有充分的正常和应急程序。

2.3.4.2 飞行前计划

2.3.4.2.1 计划在 RNAV 5 航路上实施运行的运营人和驾驶员应该提交适当的飞行计划附加材料,表明他们已获准在这些航路上运行。

2.3.4.2.2 在飞行前计划制定阶段,必须确认预定航路所需的导航设备基础设施,包括任何非 RNAV 应急设备在计划运行时段内的可用性。驾驶员还必须确认运行所需的机载导航设施的可用性。

2.3.4.2.3 如果使用导航数据库,该数据库应该是最新的并适合于计划运行的地区,还必须包括航路所需的

导航设备和航路点。

2.3.4.2.4 必须利用所有可用信息，确认预定航路所需的导航设备基础设施，包括任何非 RNAV 应急设备在计划运行时段内的可用性。由于附件 10 要求全球导航卫星系统的完好性（接收机自主完好性监视或星基增强系统信号），还应该酌情确定这些设备的可用性。对于采用星基增强系统接收机（所有 TSO-C145/C146）导航的航空器，运营人应该检查在无法获得星基增强系统信号的区域适当全球定位系统接收机自主完好性监视的可用性。

2.3.4.3 机载增强系统的可用性

2.3.4.3.1 RNAV 5 对航路上接收机自主完好性监视水平是有要求的，并可通过 NOTAM（如果可以获得）或预报服务来确认。运营当局可就如何遵守此要求提供具体的指导（例如，如果有足够的卫星，可能就无需进行预测）。运营人应该熟悉预定航路上可利用的预测信息。

2.3.4.3.2 接收机自主完好性监视可用性预测应该考虑到最新的全球定位系统星座航行通告以及航空电子设备模型。该项服务可由空中航行服务提供者、航空电子设备制造商、其他实体，或者通过机载接收机的接收机自主完好性监视能力来提供。

2.3.4.3.3 如果预测 RNAV 5 运行的任何阶段连续 5 分钟以上失去适当水平的故障检测能力，则应该修改飞行计划（即推迟离场或规划一个不同的离场程序）。

2.3.4.3.4 接收机自主完好性监视可用性预测软件是一种评估满足所需导航性能的预期能力的工具。由于全球导航卫星系统的部分构成要素会出现意外故障，因此驾驶员/空中航行服务提供者必须意识到接收机自主完好性监视或全球定位系统导航可能会在空中同时失去功能，这可能需要切换至其他导航方式。因此，驾驶员应该评估全球定位系统导航出现故障时的导航能力（可能飞往一个备降机场的导航能力）。

2.3.4.4 一般运行程序

2.3.4.4.1 运营人和驾驶员在达到国家相关文件规定的所有标准之前，不应请求或申请 RNAV 5 航路。如果航空器未达到这些标准而从空中交通管制获得实施 RNAV 程序的放行许可，驾驶员必须告知空中交通管制不能接受放行许可，并且必须请求获得其他指令。

2.3.4.4.2 驾驶员应该遵守制造商确定的对满足本手册性能要求所必需的所有说明或程序。

2.3.4.4.3 RNAV 5 航空器的驾驶员必须遵从航空器飞行手册的所有限制或者运行程序，以保持此程序所规定的导航精度。

2.3.4.4.4 如果安装了导航数据库，驾驶员必须确认导航数据库是最新的。

2.3.4.4.5 飞行机组人员应该交叉检查批准的飞行计划，在适用的情况下，将航图或其他适用的信息材料与导航系统文本显示及航空器地图显示进行比较。如有需要，应该确认排除特定的导航设备。

2.3.4.4.6 如果可行，在飞行期间应该对飞行进程实施导航合理性监视，使用主显示器以及 RNAV 控制和显示装置 (CDU) 交叉检查常规导航设备。

2.3.4.4.7 对于 RNAV 5，驾驶员应该使用侧向偏差指示器、飞行指引仪或处于侧向导航模式的自动驾驶仪。如果没有飞行指引仪或自动驾驶仪，驾驶员可使用 2.3.3.3.2 中所述导航地图显示器。配备侧向偏差显示器的航空器驾驶员必须确保侧向偏差刻度适用于与航路/程序相关的导航精度（如全刻度偏移： ± 5 海里）。

2.3.4.4.8 除非空中交通管制允许偏离或遇到紧急情况，否则在本手册描述的所有 RNAV 运行期间，所有驾驶员均应保持沿航路中心线飞行，正如机载侧向偏差指示器和/或飞行指导材料所显示的。对于正常运行，侧向航迹误差/偏离（RNAV 系统计算出的航径与航空器相对于该航径的位置差）应该限定在与程序或航路相关的导航精度值的 $\pm 1/2$ 以内（即 2.5 海里）。在程序/航路转弯期间或之后，允许短暂超出此标准（如早转或晚转），最多可达导航精度值的一倍（即 5 海里）。

注：一些航空器在转弯期间并不显示或计算航径。这些航空器的驾驶员也许不能在航路转弯时保持 $\pm 1/2$ 的精度标准，但是仍应在转弯之后切入最后航迹期间以及直线航段上达到这个标准。

2.3.4.4.9 如果空中交通服务发布一个航向指令让航空器偏离航路飞行，驾驶员不应修改 RNAV 系统中的飞行计划，除非收到放行许可重新加入航路或管制员确认新的放行许可。当航空器不在公布航路上运行时，规定的精度要求不适用。

2.3.4.5 应急程序

2.3.4.5.1 当 RNAV 性能不再满足 RNAV 5 的要求时，驾驶员必须通知空中交通管制。与空中交通管制的通信必须符合经批准的程序（酌情见 Doc 4444 号文件或 Doc 7030 号文件）。

2.3.4.5.2 在发生通信故障时，飞行机组人员应该按照公布的“失去通信”程序继续执行飞行计划。

2.3.4.5.3 如果使用单独的全球导航卫星系统设备：

- a) 在失去接收机自主完好性监视探测功能时，可以继续使用全球导航卫星系统位置进行导航。飞行机组人员应该尝试利用其他位置信息源（如 甚高频全向无线电信标、测距仪和/或无方向性无线电信标信息）交叉检查航空器位置，以确认可接受的导航性能水平。否则，飞行机组人员应该转向备用导航方式并通知空中交通管制。
- b) 由于接收机自主完好性监视告警使得导航显示无效时，飞行机组人员应该转向备用导航方式并通知空中交通管制。

2.3.5 驾驶员知识与培训

驾驶员培训方案应该说明如下内容：

- a) 所安装 RNAV 系统的性能和局限性;
- b) 批准使用 RNAV 系统的运行和空域;
- c) 用于 RNAV 5 运行的 RNAV 系统在导航设备方面的局限性;
- d) RNAV 故障的应急程序;
- e) 根据 Doc 4444 号文件和 Doc 7030 号文件, 规定空域中运行需掌握的无线电/电话用语;
- f) RNAV 运行的飞行计划要求;
- g) 航图描绘和文字描述确定的 RNAV 要求;
- h) RNAV 系统的专用信息, 包括:
 - i) 自动化水平、模式通报、变更、告警、输入输出、切换和降级;
 - ii) 与其他航空器系统的功能整合;
 - iii) 验员每个飞行阶段的监视程序 (如监视 PROG 或 LEGS 页面);
 - iv) RNAV 系统使用的导航传感器类型 (如测距仪、惯性参照装置、全球导航卫星系统) 和相关的系统优先等级/权重/逻辑;
 - v) 考虑到速度和高度效应时的转弯提前量;
 - vi) 电子显示和符号的判读;
- i) RNAV 设备的操作程序 (适用时), 包括如何执行如下行动:
 - i) 确认航空器导航数据是最新的;
 - ii) 确认已成功完成 RNAV 系统的自检;
 - iii) 对 RNAV 系统位置信息进行初始化;
 - iv) 直飞航路点;
 - v) 切入航线角/航迹;
 - vi) 引导并重新加入程序;
 - vii) 确定侧向航迹误差/偏离;

- viii) 除去并重新选择导航传感器输入；
- ix) 如需要，确认排除特定导航设备或导航设备类型；
- x) 利用传统导航设备进行总导航误差检查。

2.3.6 导航数据库

如果配备并使用导航数据库，数据库必须是最新的且适合于计划运行的地区，而且必须包括航路所需的导航设备及航路点。

注：导航数据库在整个飞行期间应该是最新的。如果在飞行期间预计定期制航行通告周期会进行变更，运营人和驾驶员应该制定程序以确保导航数据的准确性，包括用于定义飞行航路的导航设备的适合性。按照惯例，参照纸质材料核实电子数据后便已完成这项工作。

2.3.7 对运营人的监督

2.3.7.1 需建立一种程序，可据此提交并分析导航误差报告以确定是否需要采取改正措施。需要对归因于特定导航设备、反复出现的导航误差进行进一步调查，并应采取行动排除导致误差的因素。

2.3.7.2 误差根源的性质将决定采取何种改正措施，其中可以包括进行补救性培训、限制系统应用或要求更改导航系统软件等。

2.3.7.3 误差的性质和严重性可导致临时取消设备的使用批准，直至查明并纠正问题的根源为止。

2.4 参考资料

欧洲航空安全局可接受的符合性方法 (AMC)

- a) AMC 25-11: 《电子显示系统》
- b) AMC 20-5: 《适航审批可接受的符合性方法和使用NAVSTAR全球定位系统 (GPS) 的运行标准》

联邦航空局咨询通告 (AC)

- a) AC 25-4: 《惯性导航系统(INS)》
- b) AC 25-15: 《运输类飞机的飞行管理系统审批》
- c) AC 90-45 A: 《美国国家空域系统中使用的区域导航系统的审批》

美国技术标准规范/欧洲技术服务规范 (TSO/ETSOs)

- a) TSO/ETSO-C115b: 《使用多传感器输入的机载区域导航设备》
- b) TSO/ETSO-C129a: 《使用全球定位系统 (GPS) 的机载补充导航设备》
- c) TSO/ETSO-C145: 《使用由广域增强系统 (WAAS) 增强的全球定位系统 (GPS) 的机载导航传感器》
- d) TSO/ETSO-C146: 《使用由广域增强系统 (WAAS) 增强的全球定位系统 (GPS) 的单机机载导航设备》

欧洲民航电子设备组织/航空无线电技术委员会 (EUROCAE/RTCA) 文件

- a) ED-27: 《基于以甚高频全向无线电信标和测距仪为传感器的机载区域导航系统的最低运行性能要求 (MOPR)》
- b) ED-28: 《基于以甚高频全向无线电信标和测距仪为传感器的机载区域导航计算设备的最低性能规范 (MPS)》
- c) ED-39: 《基于以两个测距仪为传感器的机载区域导航系统的最低运行性能要求》
- d) ED-40: 《使用两个测距仪为传感器的区域导航系统机载计算设备的最低性能规范》
- e) ED-58: 《使用多个传感器输入的区域导航设备的最低运行性能规范 (MOPS)》
- f) ED-72A: 《机载全球定位系统接收设备的最低运行性能规范》
- g) ED-76: 《处理航空数据的标准》
- h) ED-77: 《航行资料的标准》
- i) DO-180(): 《使用单一配置甚高频全向无线电信标/测距仪传感器输入的机载区域导航设备的最低运行性能规范 (MOPS)》
- j) DO-187: 《使用多个传感器输入的机载区域导航设备的最低运行性能规范》
- k) DO-200: 《可供用户选择的导航数据库的制作、验证及分发》
- l) DO-201: 《用户对航行资料服务的建议》
- m) DO-208: 《使用全球定位系统 (GPS) 的机载补充导航设备的最低运行性能规范》

获得文件的方式

国际民航组织文件可从下述地址购买：International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7, (传真：+1 514 954 6769, 或电子邮件：sales_unit@icao.org), 或通过国际民航组织网站 www.icao.int 上列出的销售代理购买。

航空无线电公司文件可从下述地址获得：Airinc, Inc., 2551 Riva Road, Annapolis, Maryland 21401-7435, USA, 网址：<http://www.arinc.com/cf/store/index.cfm>。

欧洲航空安全局文件可从下述地址获得：欧洲航空安全局 (European Aviation Safety Agency), Postfach 101253, D-50452 Koeln, Germany, 网址：<http://www.easa.eu.int>。

欧洲民用航空电子设备组织文件可从下述地址购买：EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真：+33 1 46 55 62 65), 网址：www.eurocae.eu/boutique/catalog。

欧洲空中航行安全组织文件可从如下地址索取：EUROCONTROL, Documentation Centre, GS4, Rue de la Fusée, 96, B-1130 Brussels, Belgium (传真：+32 2 729 9109), 网址：<http://www.ecacnav.com>。

联邦航空局文件可从如下地址获得：Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA, 或从联邦航空局网站获得：<http://www.faa.gov> (Regulatory and Guidance Library)。

联合航空局网站 <http://www.jaa.nl/publications/catalog.html> 上载有联合航空局文件的订购地址及方式的信息。

航空无线电技术委员会文件可从如下地址获得：RTCA Inc., 1828 L St., N.W., Suite 805, Washington, DC 20036, USA, (电话：+1 202 833 9339), 网址：www.rtca.org/onlinecart。

第 3 章

实施 RNAV 1 和 RNAV 2

3.1 引言

3.1.1 背景情况

联合航空局 (JAA) 于 2000 年 11 月 1 日通过 TGL-10 公布了精确区域导航 (P-RNAV) 的适航和运行审批。联邦航空局 (FAA) 于 2005 年 1 月 7 日通过 AC 90-100 公布了美国终端和航路区域导航 (RNAV) 运行。尽管功能要求类似, 但这两个文件之间存在差异。本章目的是将欧洲和美国 RNAV 规范统一为国际民航组织 RNAV 1 和 RNAV 2 规范。

3.1.2 目的

3.1.2.1 本章旨在向实施航路和终端区域导航 (RNAV) 应用的各国和空中航行服务提供者提供指导。对于现有系统, 既符合精确区域导航 (TGL-10) 又符合美国区域导航 (联邦航空局 AC 90-100) 便可自动符合国际民航组织本规范。仅符合 TGL-10 或 AC 90-100 的运营人应该参照 3.3.2.7, 以确认其系统是否自动符合本规范。通过上述任何一种方式来符合国际民航组织 RNAV 1 和 RNAV 2 就无须做进一步评估或提供《航空器飞行手册》。此外, 根据本规范获得运行审批, 运营人就可以在全球范围实施 RNAV 1 和/或 RNAV 2 运行。RNAV 1 和 RNAV 2 对航空器的要求相同, 但某些运行程序有所不同。

3.1.2.2 RNAV 1 和 RNAV 2 导航规范适用于所有的空中交通服务航路, 包括航路阶段、标准仪表离场 (SID) 和标准仪表进场 (STARs)。它还适用于直到最后进近定位点的仪表进近程序。

3.1.2.3 RNAV 1 和 RNAV 2 导航规范主要是针对雷达环境下的区域导航运行 (对于标准仪表离场, 雷达覆盖应该先于第一次区域导航航迹变更) 而制定的。基础 RNP 1 导航规范拟用于雷达覆盖之外的类似运行。但是, 如果实施国能保证适当的系统安全并对缺乏性能监视和告警做出说明, 则 RNAV 1 和 RNAV 2 可在非雷达环境中或在最低雷达引导高度 (MVA) 以下使用。

3.1.2.4 RNAV 1 和 RNAV 2 航路应在管制员与驾驶员直接通信的环境中实施。

3.1.2.5 本章未论及为那些特定运行规定的全部要求。这些要求在其他文件中有详细说明, 如运行规则、《航行资料汇编》(AIP) 和国际民航组织《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。尽管运行审批主要与空域的导航要求有关, 但仍要求运营人和飞行机组人员在进入某空域飞行之前熟悉国家主管当局所要求的关于该空域的所有运行文件。

3.2 空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项

空中航行服务提供者负责按照第 1 卷 B 部分第 2 章中的规定开辟航路。航路或可用导航设备基础设施的更改均应该依据该章中的指导原则完成。

3.2.1 导航设备基础设施

3.2.1.1 航路设计应该考虑到现有导航设备基础设施能够达到的导航性能以及本文件所要求的功能能力。虽然 RNAV 1 和 RNAV 2 的航空器导航设备要求是相同的,但是导航设备基础设施影响着可以达到的性能。应该将包含用户现有设备作为一个主要目标。对下述导航规范进行了界定:全球导航卫星系统、测距仪/测距仪和测距仪/测距仪/惯性参照装置。如果测距仪是用于定位更新的唯一导航服务,则测距仪信号的覆盖间隙可能会妨碍位置更新。加入惯性参照装置便可允许扩大覆盖间隙。

注:根据经过评估的惯性参照装置性能,转换至惯性参照装置之后位置误差的增量预计会小于每 15 分钟 2 海里。

3.2.1.2 如果未配备惯性参照装置,航空器就可以转换到推测导航。在此情形下,需要依照《空中航空服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件第 II 卷)增加附加保护,以应对增加的误差。根据《通信、导航和监视/空中交通管理系统全球空中航行计划》(Doc 9750 号文件),应在一切可能情况下授权使用全球导航卫星系统,并应避免对特殊系统部件的使用施加限制。

注:多数现代 RNAV 系统优先使用全球导航卫星系统的定位输入信息,其次是测距仪/测距仪的定位输入信息。尽管在没有测距仪/测距仪定位标准时,通常在飞行管理计算机上进行甚高频全向无线电信标/测距仪定位,但是航空电子设备和基础设施的多样性给标准化带来极大困难。因此,本文件中的标准仅涉及全球导航卫星系统、测距仪/测距仪和测距仪/测距仪/惯性参照装置。这并不排除依靠同时使用甚高频全向无线电信标系统的运行,只要这些系统符合 3.3 中的标准。

3.2.1.3 应该通过模拟验证导航设备基础设施,并应该通过飞行校验充分评估和验证预期性能。评估应该考虑到本章所述的航空器性能。例如,只有在航空器距该设施在 3 海里至 160 海里之间,在地平线之上 40 度(从该设施处观察)以下时,且只有在测距仪/测距仪之间的夹角为 30 度至 150 度时,才能使用测距仪信号。如果使用一种能精确地将地面基础设施与航空器性能相匹配并且能精确表示地形的评估工具,则可简化测距仪基础设施的评估。关于这种评估的指导材料,见《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件)第 II 卷和《无线电导航设备测试手册》(Doc 8071 号文件)。

3.2.1.4 不管所公布的覆盖范围有多大,只要接收到测距仪信号,这些信号就被认为符合空中信号精度容差。磁场强度低于最低要求,或者存在同频道或相邻频道干扰均被视为接收机误差,该问题在 3.3.3 中论及。测距仪信号的多路径所引起的误差,应由空中航行服务提供者查明。如果存在此类误差而且为运行所不能接受,空中航行服务提供者可以将此种导航设备确认为不适合于 RNAV 1 和 RNAV 2 应用(飞行机组人员禁止使用)或者可以不批准使用测距仪/测距仪或测距仪/测距仪/惯性参照装置。导航设备基础设施的单个部件必须符合附件 10——《航空通信》中所详述的性能要求。与附件 10 不相符的导航设备不应公布在国家《航行资料汇编》中。如果经测量,某一公布的测距仪设施存在很大的性能差异,则可能需要要求在受该设施影响的空域范围内

实施 RNAV 1 和 RNAV 2 运行只能使用全球导航卫星系统。

3.2.1.5 对于依靠惯性参照系统的 RNAV 1 或 RNAV 2 的运行，某些航空器系统会在切换至惯性飞行之前转换到基于甚高频全向无线电信标/测距仪的导航。当航路甚高频全向无线电信标在 40 海里以内，且测距仪/测距仪导航设备基础设施不充分时，必须由空中航行服务提供者对甚高频全向无线电信标信号精度的影响进行评估，以确保信号精度不影响航空器定位精度。

3.2.1.6 空中航行服务提供者应该确保配备有全球导航卫星系统的航空器，以及配备有星基增强系统的航空器（在适用的情况下）的运营人具有一种预测能否利用机载增强系统（如接收机自主完好性监视）进行故障检测的手段。此预测服务可由空中航行服务提供者、机载设备制造商或其他实体提供。预测服务可以针对仅满足美国技术标准规范最低性能要求的接收机，或者根据接收机设计量身定制。预测服务应该利用全球导航卫星系统卫星的状态信息，还应该利用与运行相对应的水平告警极限（RNAV 1 为 1 海里，RNAV 2 为 2 海里）。如果在 RNAV 1 和 RNAV 2 运行的任何阶段，预测到连续 5 分钟以上不能由机载增强系统进行故障检测，则应确定为中断。如果临时不能提供预测服务，空中航行服务提供者仍可进行 RNAV 1 和 RNAV 2 运行，但同时要考虑到航空器报告中断对运行造成的影响，或者在不能进行故障检测时卫星故障的漏检所带来的潜在风险。

3.2.1.7 由于测距仪/测距仪区域导航系统仅能使用国家《航行资料汇编》中确定的测距仪设施，各国必须在《航行资料汇编》中指出不适合于 RNAV 1 和 RNAV 2 运行的设施，包括使用与一定范围偏置的仪表着陆系统或微波着陆系统相关的设施。

注 1：当 RNAV 航路位于特定测距仪设施接收范围之内时，数据库供应商可能会从航空器导航数据库中排除这些设施，而这可能对航空器导航数据库提供的导航解决方案产生不利影响。

注 2：如果进行临时性限制，应该使用航行通告公布使用测距仪的限制，以确定排除测距仪的必要性。

3.2.2 通信与空中交通服务监视

如果依靠雷达来协助应急措施，雷达性能应该足以达到该目的，即雷达的覆盖范围、精确度、连续性和可用性应该足以确保 RNAV 1 和 RNAV 2 空中交通服务航路布局的间隔，并且在一定数量的航空器不能达到本导航规范中规定的导航性能时，足以提供应急措施。

3.2.3 超障裕度与航路间距

3.2.3.1 有关超障裕度的指导，见《空中航行服务程序——航空器的运行》（Doc 8168 号文件第 II 卷）；第 I 和第 III 部分中的一般标准均适用。

3.2.3.2 各国可以规定一条 RNAV 1 或一条 RNAV 2 空中交通服务航路。RNAV 1 和 RNAV 2 的航路间距取决于航路布局、空中交通密度和干预能力。在制定具体的标准和空中交通管理程序之前，可以基于雷达空中交通服务监视实施 RNAV 1 和 RNAV 2 应用。

3.2.4 其他考虑事项

3.2.4.1 对于程序设计和基础设施评估，运行程序中规定的 0.5 海里 (RNAV 1) 和 1 海里 (RNAV 2) 的标准飞行技术误差极限假定发生概率为 95%。

3.2.4.2 很多航空器具有沿实际航路向左或向右平行侧向偏置飞行的能力。该功能的目的是使空中交通管制能够授权采取战术性偏置运行。

3.2.4.3 许多航空器具有利用其 RNAV 系统进行等待飞行的能力。此功能的目的是在设计 RNAV 运行时为空中交通管制提供灵活性。

3.2.4.4 本章中的指导材料并不取代各国对设备的相关操作要求。

3.2.5 公布

3.2.5.1 《航行资料汇编》应该明确指出导航应用是 RNAV 1 还是 RNAV 2。航路应依据正常的下降剖面，并确定航段最低高度要求。公布在国家《航行资料汇编》中的关于航路和导航设施的导航数据必须符合国际民航组织附件 15 的要求。所有航路必须基于世界大地测量系统 —— 1984 年 (WGS-84) 坐标系。

3.2.5.2 应该在所有相关航图上明确标出现有的导航设备基础设施 (如全球导航卫星系统、测距仪/测距仪，测距仪/测距仪/惯性参照装置)。

3.2.5.3 在相关的出版物中应该指出所有对 RNAV 1 或 RNAV 2 运行至关重要的测距仪设施。

3.2.6 管制员培训

在实施 RNAV 1 和 RNAV 2 的空域提供区域导航终端和进近管制服务的空中交通管制员应该已经完成如下各项内容的培训：

3.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 精度、完好性、可用性和连续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视 (RAIM)、故障探测与排除 (FDE) 以及完好性告警;
 - iv) 航路点旁切与航路点飞越概念 (以及转弯性能的差别)。

- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序;
 - i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最低间隔标准;
 - iii) 混合设备环境 (甚高频全向无线电信标手动调谐的影响);
 - iv) 不同运行环境之间的过渡;
 - v) 术语。

3.2.6.2 本导航规范的专项培训

- a) RNAV 标准仪表进场、标准仪表离场:
 - i) 相关的管制程序;
 - ii) 雷达引导技术;
 - iii) 启用和关闭标准仪表进场;
 - iv) 高度限制;
 - v) 下降/爬升许可。
- b) RNP 进近及相关程序;
- c) RNAV 1 和 RNAV 2 相关术语;
- d) 程序实施过程中请求变更航路的影响。

3.2.7 状态监视

关键导航设备基础设施的状态应该由服务提供者进行监视和酌情予以维护，并应及时发布故障告警 (航行通告)。

3.2.8 空中交通服务系统监视

- 3.2.8.1 已证明的导航精度为确定在某一航路上运行的交通所需的侧向航路间距和最低间隔标准提供了依

据。如果可能，空中交通服务单位应特别记录雷达对每架航空器航迹和高度保持精度的监测结果，并且分析航空器航迹保持能力。

3.2.8.2 如果某一观测/分析表明出现了失去间隔或超障裕度的情况，则应该确定明显偏离航迹或高度的原因并采取措施防止其再次发生。

3.3 导航规范

3.3.1 背景情况

3.3.1.1 本节确定了 RNAV1 和 RNAV2 运行的航空器要求和运行程序。国家运行规章必须明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，可能还需获得特定的运行批准。例如，JAR-OPS 1 要求运营人酌情向运营人所在国/登记国申请获得运行批准。

3.3.1.2 RNAV 1 和 RNAV 2 导航规范统一了欧洲精确区域导航 (P-RNAV) 和美国区域导航 (US-RNAV) 标准。批准进行 RNAV 1 和 RNAV 2 运行的航空器，自动获得在美国国内或欧洲民航会议 (ECAC) 各成员国空域内运行的许可。

3.3.2 审批过程

3.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规则获得审批。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味着需要重新认证。

3.3.2.2 在进行 RNAV 1 和 RNAV 2 运行之前，必须完成下述步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件，可利用以前根据 P-RNAV 或 US-RNAV 获得的批准来完成此项工作；本节提供了 TGL-10 与 AC 90-100 的比较；
- b) 必须为拟使用的导航系统运行程序和运营人导航数据库程序提供证明文件；
- c) 必须为接受运行程序培训的飞行机组人员提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后应该根据国家运行规则获得运行批准。

3.3.2.3 成功完成上述步骤之后，国家应该根据需要颁发 RNAV 1 和/或 RNAV 2 运行批准书、授权书或适当的运行规范 (Ops Spec)。

3.3.2.4 航空器的合格性

必须通过参照相关的适航标准，如 TGL No. 10 或 AC 90-100 等提供符合性证明来确定航空器的合格性。原设备制造商或航空器安装批准书持有人，如补充型号合格证持有人，将向其国家适航当局 (NAA) (如欧洲航空安全局、联邦航空局) 证明其符合情况，批准可以写入制造商文件 (如服务函)。如果国家认可制造商文件，则无需在《航空器飞行手册》 (AFM) 中设立条目。

3.3.2.5 运行审批

3.3.2.5.1 对特定运营人的评估由运营人所在国/登记国根据国家运行规则 (如 JAR-OPS 1、《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分) 进行，并依据诸如 TGL No. 10 和 AC 90-100 之类的文件中所载的咨询和指导材料。评估应该考虑到以下方面：

- a) 航空器合格的证明；
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估；
- c) 通过运行手册中可接受的条目对这些程序进行管理；
- d) 确定对飞行机组人员培训的要求；
- e) 需要时，对导航数据库处理过程的管理。

注：可以设想，依照 TGL No. 10 或 AC 90-100 获得的运行批准均可符合任何 RNAV 1 或 RNAV 2 航路的要求，但必须遵守下文提到的审批程序。包括飞行机组人员运行程序和培训在内的评估应该与航空器运行相关联，并考虑到当地的特殊要求。

3.3.2.5.2 国家通过采用颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式，认可航空器运营人证书 (AOC)，提供运行审批的证明文件。

3.3.2.5.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单，详细列出 RNAV 1 或 RNAV 2 运行所使用的相关部件和设备。

3.3.2.5.4 培训文件

3.3.2.5.4.1 商业运营人应该备有一个培训方案，说明与 RNAV 1 和 RNAV 2 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注：如果 RNAV 培训已经是培训方案的一个组成部分，则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能够确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

3.3.2.5.4.2 私人运营人应该熟知 3.3.5 “驾驶员知识与培训”中所确定的做法和程序。

3.3.2.5.5 运行手册与检查单

3.3.2.5.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 3.3.4 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定，手册应该包含导航运行说明和规定的应急程序。手册和检查单必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

3.3.2.5.5.2 私人运营人应该采用 3.3.5 “驾驶员知识与培训”中确定的做法和程序进行运作。

3.3.2.5.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

为符合 RNAV1/RNAV2 的规定而对最低设备要求清单所做的任何修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单，并规定所需的签派条件。

3.3.2.6 PBN 的导航规范与审批过程

本手册中的导航规范并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。原设备制造商根据适航基础制造其产品，包括航空器类型基本代码、咨询材料中相关的指导材料。运营人将依照其国家运行规则获得批准。本导航规范提供的是技术和运行标准。因此，对于 RNAV 1 和 RNAV 2 运行，仍需要有一个审批过程以达到 PBN 导航规范中设定的目标，可以是发布特定的批准文件，或者确认现行地区性 RNAV 实施认证文件 (TGL No. 10 和 AC 90-100) 虽存在必要差异，但仍适用。

3.3.2.7 向 RNAV 1 和 RNAV 2 过渡的途径

3.3.2.7.1 下述步骤确定了向 RNAV 1 和 RNAV 2 批准过渡的途径。

3.3.2.7.2 未持有批准书的运营人

希望飞入 RNAV 1 和 RNAV 2 空域的运营人：

- a) 首先确定航空器的合格性，这可以通过提供以前获得的可证明符合本导航规范要求的相关文件 (如符合 AC 90-100A, TGL No. 10 或 AC 90-100) 来完成；其次确定所存在的差异，以找到一种可为接受的符合 RNAV 1 和 RNAV 2 的方法。得到航空器合格性的证明后，运营人还必须从其国家当局获得必要的运行批准，而国家当局应该再次审阅符合 RNAV 1 或 RNAV 2 标准的现有材料和要求。
- b) 依照 RNAV 1 或 RNAV 2 运行标准获得批准的运营人有资格在 US-RNAV A 类和 B 类航路以及欧洲 P-RNAV 航路上运行，无需进一步批准。

c) 希望在 P-RNAV 空域中运行的运营人应该根据 TGL No.10 获得 P-RNAV 批准。

3.3.2.7.3 持有 P-RNAV 批准书的运营人

已经根据 TGL No.10 持有 P-RNAV 批准书的运营人：

- a) 可以在任何国家的基于 TGL-10 的航路上运行；
- b) 为了飞入 RNAV 1 和 RNAV 2 空域，必须获得运行批准，并证明依照 TGL No.10 中的要求符合 RNAV 1 和/或 RNAV 2 导航规范的要求。必须通过使用表 II-B-3-1 获得 RNAV 1 和/或 RNAV 2 批准完成这项工作。

3.3.2.7.4 持有 US-RNAV AC90-100 批准书的运营人

已经依照联邦航空局 AC 90-100 持有批准书的运营人：

- a) 可以在任何国家的基于 AC 90-100 的航路上运行；
- b) 为了飞入 RNAV 1 和 RNAV 2 空域，必须获得运行批准，并证明依照 AC 90-100 中的要求符合 RNAV 1 和 RNAV 2 导航规范的标准。必须通过使用表 3-2 获得 RNAV 1 和 RNAV 2 批准完成这项工作。

注：在很多情况下，原设备制造商已经根据 TGL No.10 和 AC 90-100 的标准对其系统进行了适航评估，并且能够通过服务函或者维修服务手册为符合性提供佐证。运行差异仅限于从正式渠道获得的导航数据库。以这种方式，可以最大限度地减少从一个审批转至另一个审批所产生的管理上的工作，没有必要再耗时、耗资重新调查及评估。

3.3.2.8 RNAV 1/TGL-10/AC 90-100 之间的非关键差异汇总

B 部分的附录列示了 RNAV 1、TGL-10 和 AC 90-100 之间的非关键差异。

表 II-B-3-1 根据 TGL-10 批准获得 RNAV 1 和 RNAV 2 批准的补充要求

获得 TGL-10 批准的运营人	需要确认国际民航组织 RNAV 1 和 RNAV 2 的如下性能	备注
如果批准包括使用测距仪/甚高频全向无线电信标 (测距仪/甚高频全向无线电信标可以用作唯一的定位输入，如果明确允许这样做)	RNAV 1 不包含任何基于测距仪/甚高频全向无线电信标区域导航航路	RNAV 系统性能必须基于全球导航卫星系统、测距仪/测距仪、或测距仪/测距仪/惯性参照装置。但是，不必阻止或取消测距仪/甚高频全向无线电信标输入

获得 TGL-10 批准的运营人	需要确认国际民航组织 RNAV 1 和 RNAV 2 的如下性能	备注
如果批准包括使用测距仪/测距仪	如果 RNAV 系统性能达到本章 3.3.3.2.2 (仅测距仪/测距仪)或 3.3.3.2.3 (测距仪/测距仪/惯性参照装置) 中的具体导航服务标准, 无需采取任何行动	运营人可以通过制造商或查询联邦航空局网站获得符合要求的系统清单 (见本表下面的注)
测距仪/测距仪航空器的 RNAV 标准仪表离场规范要求	实施 AC 90-100B 类程序时, 所获得的 RNAV 引导不晚于高出机场标高 (AFE) 500 英尺	运营人应该增加这些运行程序
如果批准包括使用全球导航卫星系统	无需采取行动	
注: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs410/policy_guidance/		

表 II-B-3-2 根据 AC 90-100 批准获得 RNAV 1 和 RNAV 2 批准的补充要求

获得 AC 90-100 批准的运营人	需要确认国际民航组织 RNAV 1/RNAV 2 的如下性能	备注
如果批准基于全球导航卫星系统 (TSO-C129)	根据 TSO C129a/ETSO C129a, 需要配备全球定位系统伪距步长探测器和全球定位系统有效字符检查功能	运营人应该检查所安装的全球定位系统接收机是否支持伪距步长探测器和有效字符检查功能, 并检查全球定位系统接收机是否依据 TSO C129a/ETSO C129a 获得批准
根据 AC 90-100, 不需要导航数据库更新过程	数据供应商和航空电子设备数据供应商必须根据 3.3.3.3.m) 持有授权书 (LOA)	运营人应该向数据供应商了解 RNAV 设备的状况

3.3.3 航空器要求

RNAV 1 和 RNAV 2 运行基于区域导航设备的使用, 该设备利用源自下述各类定位传感器 (不分先后) 的输入自动确定航空器水平面位置:

- a) 符合联邦航空局 TSO-C145()、TSO-C146()或 TSO-C129()的全球导航卫星系统 (GNSS)。源自其他类型导航传感器的位置数据可以与全球导航卫星系统数据进行整合, 前提是其他位置数据不会导致定位误差超出总系统精度要求。依照 TSO-C129()获得批准的全球导航卫星系统设备, 其使用仅限于那些有 3.3.3.3 中所规定最低功能的系统。机载增强系统至少应该确保导航系统的完好性。此

外, TSO-C129 设备应该具有下述附加功能:

- i) 伪距步长探测;
 - ii) 有效字符检查;
- b) 符合 3.3.3.2.2 中所列标准的测距仪/测距仪区域导航设备;
- c) 符合 3.3.3.2.3 中所列标准的测距仪/测距仪/惯性参照装置区域导航设备。

3.3.3.1 系统性能监控与告警

精度: 在指定为 RNAV 1 的空域内或航路上运行期间, 至少在 95% 的总飞行时间中侧向总系统误差必须在 ± 1 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中沿航迹误差也必须在 ± 1 海里之内。在指定为 RNAV 2 的空域中或航路上运行期间, 至少在 95% 的总飞行时间中侧向总系统误差必须在 ± 2 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中沿航迹误差也必须在 ± 2 海里之内。

完好性: 按照适航规定, 航空器导航设备失效是主要故障 (即每小时 10^{-5})

连续性: 如果操作人员可以转换到一个不同的导航系统飞往适当的机场, 失去功能失效即被归类的小故障。

空间信号: 使用全球导航卫星系统在 RNAV 1 空域中或航路上运行期间, 如果空间信号误差导致侧向定位误差大于 2 海里的概率超过每小时 10^{-7} , 航空器导航设备必须提供告警 (附件 10 第 I 卷, 表 3.7.2.4-1)。使用全球导航卫星系统在 RNAV 2 空域中或航路上运行期间, 如果空间信号误差导致侧向定位误差大于 4 海里的概率超过每小时 10^{-7} , 航空器导航设备必须提供告警 (附件 10 第 I 卷, 表 3.7.2.4-1)。

3.3.3.2 特定导航服务标准

3.3.3.2.1 全球导航卫星系统标准

3.3.3.2.1.1 下列系统符合这些标准的精度要求:

- a) 为使用仪表飞行规则, 航空器按照联邦航空局 AC 20-130A 要求安装的 TSO-C129/C129a 传感器 (B 类或 C 类) 和 TSO-C115b 飞行管理系统;
- b) 为使用仪表飞行规则, 航空器按照联邦航空局 AC 20-130A 或 AC 20-138A 要求安装的 TSO-C145() 传感器和 TSO-C115B 飞行管理系统;
- c) 为使用仪表飞行规则, 航空器按照联邦航空局 AC 20-138 或 AC 20-138A 安装的 TSO-C129/C129a A1 类传感器 (不偏离 3.3.3.3 中所述功能性);
- d) 为使用仪表飞行规则, 航空器按照 AC 20-138A 安装的 TSO-C146() 传感器 (不偏离本文件 3.3.3.3

中所述功能)。

3.3.3.2.1.2 对于要求具备全球导航卫星系统才予批准的航路和/或航空器，如果导航系统并不能就失去全球导航卫星系统功能自动向飞行机组人员告警，则运营人必须制定核实全球导航卫星系统准确运行的程序。

3.3.3.2.1.3 源自其他类型导航传感器的定位数据可以与全球导航卫星系统的数据进行整合，条件是其他定位数据不会造成定位误差超出总系统误差 (TSE) 概算值。否则，就应该提供排除其他导航传感器类型的方法。

3.3.3.2.2 测距仪 (测距仪/测距仪区域导航系统) 标准

段落	标准	说明
a)	精度基于 TSO-C66c 的性能标准	
b)	测距仪设施的调谐和位置修正	测距仪/测距仪区域导航系统必须： <ul style="list-style-type: none"> i) 在对导航设施进行调谐后 30 秒内进行位置修正； ii) 自动调谐多个测距仪设施； iii) 提供连续的测距仪/测距仪位置修正。如果至少在前一个 30 秒内一直有第三个测距仪或第二对测距仪设施可供使用，则当 RNAV 系统在测距仪站/测距仪对之间转换时，测距仪/测距仪定位不得有中断。
c)	使用国家《航行资料汇编》中的设施	测距仪/测距仪区域导航系统必须只使用国家《航行资料汇编》中确定的测距仪设施。系统不得使用国家在《航行资料汇编》中指明为不适合 RNAV 1 和/或 RNAV 2 运行的设施，或者与使用一定范围偏置的仪表着陆系统或微波着陆系统相关的设施。可以通过下述方法做到这一点： <ul style="list-style-type: none"> i) 当 RNAV 航路处于有不利影响的测距仪设施信号接收范围内时，从航空器导航数据库中排除这些测距仪设施。 ii) 使用进行合理性检查的 RNAV 系统检测所有接收到的测距仪设施误差，并酌情从导航定位方案中排除这些设施（如：当测距仪设施空间信号重叠时，禁止对同频道测距仪设施进行调谐）。（见自 3.3.3.2.2.1 开始的关于对合理性检查进行测试的引导材料）
d)	测距仪设施的相对角	当需要产生一个测距仪/测距仪位置时，RNAV 系统必须至少使用相对夹角在 30°和 150°之间的测距仪。
e)	RNAV 系统对测距仪的使用	RNAV 系统可以使用任何有效的可接收到信号的测距仪设施（列在国家《航行资料汇编》中），不论其所处位置如何。有效的测距仪设施必须： <ul style="list-style-type: none"> i) 播报精确的设施标识符信号；

段落	标准	说明
		<p>ii) 满足最低场强要求;</p> <p>iii) 根据同频道和相邻频道的要求, 免受其他测距仪信号的干扰。</p> <p>需要产生一个测距仪/测距仪位置时, RNAV 系统必须至少使用一个位于测距仪设施周围如下范围内、可用且有效的终端 (低空) 测距仪和/或航路 (高空) 测距仪:</p> <p>i) 离设施的距离大于或等于 3 海里;</p> <p>ii) 从测距仪设施看, 仰角小于 40 度, 距离 160 海里以内。</p> <p>注: 允许使用品质因数来估算某一设施的有效运行覆盖范围 (DOC), 但必须采取预防措施, 确保该品质因数经过编码, 从而使得航空器可在指定运行覆盖范围内任何地方使用该设施。无需使用与仪表着陆系统或微波着陆系统相结合的测距仪。</p>
f)	<p>无需使用甚高频全向无线电信标、无方向性无线电信标、航向信标台、惯性参照装置或高度和航向参照系统</p>	<p>在测距仪/测距仪 RNAV 系统正常运行期间, 无需使用甚高频全向无线电信标、无方向性无线电信标、航向信标台、惯性参照装置或高度和航向参照系统。</p>
g)	<p>定位估计误差</p>	<p>当至少使用两个符合 3.3.3.2.2 e) 要求的测距仪, 且任何其他测距仪不符合该标准时, 95% 的定位估计误差必须优于或等于下述结果:</p> $2\sigma_{DME/DME} \leq 2 \frac{\sqrt{(\sigma_{1,air}^2 + \sigma_{1,sis}^2) + (\sigma_{2,air}^2 + \sigma_{2,sis}^2)}}{\sin(\alpha)}$ <p>式中: $\sigma_{sis} = 0.05$ 海里</p> <p>σ_{air} 为 {0.085 NM, (距离的 0.125%)} 取最大值</p> <p>α 为夹角 (30° ~ 150°)</p> <p>注: 任何同时使用两个测距仪站、将夹角限制在 30° 和 150° 之间并且使用符合 TSO-C66c 精度要求的测距仪传感器的导航系统, 均满足该性能要求。如果 RNAV 系统所用测距仪设施超出了所公布的测距仪指定运行覆盖范围, 有效设施的测距仪空间信号误差仍可假定为 $\sigma_{ground}=0.05$ 海里。</p>
h)	<p>预防来自其他设施的错误引导</p>	<p>RNAV 系统必须确保使用超出其服务范围的设施 (在此情况下, 可能不能满足最低场强、同频道和相邻频道干扰的要求) 不会导致错误引导。这项工作可以通过在对测距仪进行初次调谐时进行合理性检查, 或者在视距内存在同频道测距仪时排除某一测距仪来完成。</p>
i)	<p>预防错误的甚高频全向无线电信标空间信号</p>	<p>RNAV 系统可使用甚高频全向无线电信标。但是, RNAV 系统必须确保在测距仪/测距仪覆盖区范围之内, 错误的甚高频全向无线电信标空间信号不会影响定位误差。例如, 这项工作可以通过如下方式来完成: 用测距仪/测距仪对甚高频全向无线电信标信号进行权衡和/或监控, 以确保该信号不会误导定位结果 (如通过合理性检查 (见 3.3.3.2.2 I))。</p>

段落	标准	说明
j)	确保 RNAV 系统使用处于工作状态的设施	RNAV 系统必须使用处于工作状态的测距仪。航行通告上列为不可用(如处于测试或维修状态)的测距仪仍然可以应答空中询问,因此,不得使用处于非工作状态的设施。RNAV 系统可通过检查识别码或者禁止使用已被认定为处于非工作状态的测距仪来排除处于非工作状态的设施。
k)	减轻运行负荷	减轻运行负荷的工作应该在工作量大的飞行或者关键的飞行阶段来临之前进行,如驾驶员对 RNAV 系统的导航修正源的监控或者占用大量时间的对多测距仪站点的编程/排除等。 注:对由航行通告列为不工作的单个设施予以排除和/或对根据航路确定为“关键的”测距仪进行编程是允许的,只要此项工作不要求驾驶员在飞行的关键阶段进行。编程要求也并不意味着驾驶员应该完成对导航数据库中所没有的测距仪的手工输入。
l)	合理性检查	很多 RNAV 系统进行合理性检查以核实测距仪测量是有效的。合理性检查对于防止出现数据库误差或获取错误系统(如同频道设施)非常有效,一般分为两类: i) RNAV 系统在获得一个新的测距仪之后所使用的合理性检查, RNAV 系统借此将使用该测距仪之前航空器的位置与航空器至该测距仪的距离进行对比; ii) RNAV 系统根据冗余信息(例如额外的测距仪信号或惯性参照装置数据)持续使用的合理性检查。 一般要求:合理性检查的目的是,防止在数据可能因同频道干扰、多航径和直接信号甄别而导致无线电定位误差的区域,导航设施用于导航修正。导航系统不应该使用无线电导航设施的公布服务范围,而应该进行检查,以避免在相关范围内使用频率相同的导航设施、超地平线导航设施以及排列较差的导航设施。 假设:在如下条件情况下,合理性检查可能无效: i) 测距仪信号不会仅仅因为获取时有效就持续有效; ii) 可能无法获得额外的测距仪信号。本规范的目的是在基础设施最少时(如当航路的某些部分只有两个测距仪时)支持运行。 利用极端条件测试有效性:当合理性检查用于满足这些标准中的任何要求时,必须在极端条件之下测试该检查的有效性。例如当另外只有一个配套的测距仪或只有两个频率强度相同的信号时,测距仪信号在获取时是有效的,而在测试过程中出现波动(类似于接受测试的设施可能出现的情形)。

3.3.3.2.3 测距仪 (DME) 和惯性参照装置 (IRU) 的标准 (测距仪/测距仪/惯性参照装置 RNAV 系统)

本节规定了测距仪/测距仪/惯性参照装置(或 D/D/I) RNAV 系统的最低基准性能。测距仪/测距仪定位的性能

标准详见 3.3.3.2.2。

段落	标准	说明
a)	惯性系统性能必须符合《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分附录 G 中的标准。	
b)	要求测距仪/测距仪具有位置自动更新能力。	注：运营人/驾驶员应该与制造商联系，以明确在失去无线电修正后，是否要禁止惯性飞行。
c)	由于有些航空器系统在转换至惯性飞行之前切换至基于甚高频全向无线电信标/测距仪的导航，因此当甚高频全向无线电信标距航空器的距离大于 40 海里时，甚高频全向无线电信标半径精度具有的影响不得影响航空器定位精度。	达成此目标的一种方法是，让 RNAV 系统排除距航空器的距离超过 40 海里的甚高频全向无线电信标。

3.3.3.3 功能要求 —— 导航显示器及功能

段落	功能要求	说明
a)	导航数据，包括向/背台显示以及故障显示，都必须显示在侧向偏差显示器（偏航指示器，（电子）水平状态指示器）和/或导航图显示器上。这些显示器必须是作为航空器导航、机动飞行预测和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表。它们必须达到下述要求：	<p>具有向/背台显示和故障通报，用作航空器导航、机动飞行预测和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表的非数字侧向偏差显示器（如偏航指示器，（电子）水平状态显示器），具有下述 5 个特征：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 显示器必须在驾驶员视野内并且位于驾驶员沿飞行航径向前看时的主视野内（驾驶员正常视线的$\pm 15^\circ$内）； 2) 如果采用了任何告警和通报限制，则侧向偏差显示刻度应该与其相吻合； 3) 侧向偏差显示器还必须有一个适合于当前飞行阶段的全刻度偏移，且必须基于所需的总系统精度； 4) 显示刻度可自动由默认逻辑进行设置，或者可设置为从导航数据库得到的值上。满刻度偏移值必须为驾驶员所知，或必须可向驾驶员显示，并与航路、终端或进近值相对应； 5) 侧向偏差显示必须自动地与 RNAV 计算的航径匹配。偏差显示器的航道选择器应该自动地转换至 RNAV 计算的航径。 <p>作为一种替代手段，导航图显示器应该与 3.3.3.3 a) (1-5) 中所述的侧向偏差显示器具有同等的功能，并带有适当的地图比例尺（可以由驾驶员手动设定刻度）。</p>

段落	功能要求	说明
		注：许多可采用本规范的现代航空器将地图显示器作为一种符合所述要求的可接受的方法使用。
b)	任何 RNAV 1 或 RNAV 2 设备至少需要如下系统功能：	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能够在用于航空器导航的主要飞行仪表 (主要导航显示器) 上向操纵飞机的驾驶员连续显示 RNAV 计算的期望航径和航空器相对于该航径的位置。对于最少为两个驾驶员的运行, 必须使不操纵飞机的驾驶员有办法确认期望航径及航空器相对于该航径的位置; 2) 具有一个包括为民用航空正式公布的最新导航数据的导航数据库, 可根据定期制航行通告(AIRAC) 周期予以更新, 可从中检索空中交通服务航路并加载到 RNAV 系统中。数据的存储分辨率必须足以达到可忽略航径定义误差的程度。数据库必须得到保护, 防止驾驶员修改所存储的数据; 3) 有办法向驾驶员显示导航数据有效期; 4) 有办法检索并显示存储在导航数据库中的与单个航路点和导航设备相关的数据, 从而使驾驶员能够确认拟飞航路; 5) 能够将拟飞的标准仪表离场或标准仪表进场的整个 RNAV 航段从数据库加载到 RNAV 系统中。 <p>注:由于 RNAV 系统的多样性, 本文件所定义的 RNAV 航段从第一次出现有名称的航路点、航迹或航线开始, 到最后出现的有名称的航路点、航迹或航线结束。第一个有名称的航路点之前或最后一个有名称的航路点之后的航段不必从数据库中下载。</p>
c)	在驾驶员主视野内或在能够在随时可进入的显示页面显示下述各项内容：	<ol style="list-style-type: none"> 1) 使用中的导航传感器类型; 2) 使用中的 (向台) 航路点的标识; 3) 至使用中的 (向台) 航路点的地速或时间; 4) 至使用中的 (向台) 航路点的距离和方位。
d)	能够执行“直飞”功能。	
e)	能够自动对航段进行排序并向驾驶员显示排序。	
f)	能够执行从机载数据库中所提取的空中交通服务航路, 包括能够进行飞越转弯和旁切转弯。	
g)	航空器必须能够自动执行航段过渡并使航迹与下列 ARINC (航空无线电公司) 424 航径终止代码 (或等价的	注 1: 在 ARINC 424 中对航径终止代码进行了界定, 关于其应用的更为详细的描述载于美国航空无线电技术委员会文件 DO-236B 和 DO-201A 及欧洲民航电子设备组织

段落	功能要求	说明
	代码) 的航段相一致: —— 起始定位点 (IF); —— 至定位点的航道 (CF); —— 直飞至定位点 (DF); —— 定位点间的航迹 (TF)	文件 ED-75B 和 ED-77。 注 2: 航线和航迹的数值必须自动从 RNAV 系统数据库中下载。
h)	航空器必须能够自动执行与 VA、VM 和 VI ARINC 424 航径终止代码相一致的航段过渡, 或者必须能够手动按航向飞行切入航道, 或在到达某一指定程序高度后直飞另一个定位点。	
i)	航空器必须能够自动执行与 CA 和 FM ARINC 424 航径终止代码相一致的航段过渡, 或者 RNAV 系统必须允许驾驶员随时指定一个航路点, 并选择一个飞至/离某一指定航路点的预期航线。	
j)	根据航路名称从数据库中将 RNAV 空中交通服务航路加载到 RNAV 系统中的能力是一项建议功能。但是, 如果所有或部分 RNAV 航路 (并非标准仪表离场或标准仪表进场) 都是通过人工向导航数据库输入航路点加载的, 则在终端空域内, 人工输入的航路点与先前及之后航路点之间的航迹, 其飞行方式必须与定位点间的航迹一样。	
k)	能够在驾驶员主视野之内显示 RNAV 系统故障, 包括相关传感器的故障。	
l)	对于多传感器系统, 能够在主 RNAV 传感器发生故障时自动转换到备用 RNAV 传感器。这并不排除提供人工导航源选择手段。	
m)	数据库的完好性。	导航数据库供应商应该遵守航空无线电技术委员会 DO-200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76 和《航空数据处理标准》(见 3.3.6)。有关管理当局向数据链各参与方发布的授权书可证明符合此项要求。使某航路无效的差异必须向导航数据库供应商报告, 运营人必须向其飞行机组人员发出通知, 禁止飞行受影响的航路。航空器运营人应该考虑到对运行中的导航数据库进行定期检查的必要性, 以达到现行的质量系统要求。

3.3.4 运行程序

单有适航证书并不可在需要获得 RNAV 1 或 RNAV 2 批准的空域中或航路上飞行。同时还需要获得运行批准，以确认运营人特定设备安装的正常和应急程序是充分的。

3.3.4.1 飞行前计划

3.3.4.1.1 计划在 RNAV 1 或 RNAV 2 航路上实施运行的运营人和驾驶员应该填写适当的飞行计划附加信息。

3.3.4.1.2 机载导航数据必须是最新的且适合于计划运行的区域，并且必须包括导航设备、航路点以及离场、进场及备降机场的相关编码空中交通服务航路。

注：导航数据库在飞行过程中应该是最新的。如果定期制航行通告周期在飞行期间变更，运营人和驾驶员应该制定程序以确保导航数据的准确性，包括用于规定飞行航路及飞行程序的导航设施的适合性。

3.3.4.1.3 必须利用所有可用信息，确认预定航路所需的导航设备基础设施，包括任何非 RNAV 应急设备在计划运行时段内的可用性。由于附件 10 第 I 卷对全球导航卫星系统的完好性（接收机自主完好性监视或星基增强系统信号）的要求，还应该酌情确定这些设备的可用性。对于采用星基增强系统接收机（所有 TSO-C145/C146）导航的航空器，在无法获得星基增强系统信号的区域，运营人应该检查全球定位系统接收机自主完好性监视（RAIM）的可用性。

3.3.4.1.4 机载增强系统 (ABAS) 的可用性

3.3.4.1.4.1 RNAV 1 和 RNAV 2 所要求的接收机自主完好性监视水平可通过航行通告（如果可以获得）或预测服务来确认。运营当局可就如何遵守此要求提供具体的指导意见（例如，如果有足够的卫星，可能就无需进行预测）。运营人应该熟悉预定航路上可利用的预测信息。

3.3.4.1.4.2 接收机自主完好性监视可用性预测应该考虑到最新的全球定位系统星座航行通告以及航空电子设备模型（如果可以获得）。该项服务可由空中航行服务提供者、航空电子设备制造商、其他实体，或者通过机载接收机的接收机自主完好性监视预测能力来提供。

3.3.4.1.4.3 如果预测 RNAV 1 或 RNAV 2 运行的任何阶段连续 5 分钟以上失去适当水平的故障检测能力，则应修改飞行计划（如推迟离场或计划一个不同的离场程序）。

3.3.4.1.4.4 接收机自主完好性监视可用性预测软件并不可确保该项服务，它们只是用于对满足所需导航性能的预期能力予以评估的工具。由于全球导航卫星系统的某些构成要素会出现意外故障，因此驾驶员/空中航行服务提供者必须意识到机载接收机自主完好性监视或全球定位系统导航可能会在空中同时失去功能，这可能需要切换至其他导航方式。因此，驾驶员应该对他们在全球定位系统导航出现故障时具有的导航能力（可能飞往备用目的地的导航能力）予以评估。

3.3.4.1.5 测距仪 (DME) 的可用性

对于依靠测距仪的导航，应该查对航行通告以核实关键测距仪的状态。驾驶员应该对他们在关键测距仪在飞行中出现故障时具有的导航能力（可能飞往备用目的地的导航能力）予以评估。

3.3.4.2 一般运行程序

3.3.4.2.1 驾驶员应该遵守制造商确定的达到本章中的性能要求所必需的任何说明和程序。

3.3.4.2.2 运营人和驾驶员在达到国家相关文件中的所有标准之前，不应请求或申请 RNAV 1 和 RNAV 2 航路。如果某航空器未达到这些标准而从空中交通管制获得实施 RNAV 航路的放行许可，则驾驶员必须告知空中交通管制其不能接受该放行许可，并且必须请求获得其他指令。

3.3.4.2.3 在系统初始化时，驾驶员必须确认导航数据库是最新的且核实航空器位置已正确输入。在收到最初放行许可及任何随后的航路变更指令后，驾驶员必须确认正确输入了空中交通管制分配给他们的航路。驾驶员必须确保其导航系统所描述的航路点顺序与专用航图上所标的航路以及分发给他们的航路相吻合。

3.3.4.2.4 除非 RNAV 1 或 RNAV 2 标准仪表离场或标准仪表进场能够根据航路名称从机载导航数据库中检索到并且与图上所示的航路相符，否则驾驶员不得进行 RNAV 1 或 RNAV 2 标准仪表离场或标准仪表进场飞行。但是，之后可能会根据空中交通管制的放行许可插入或删除某些航路点，对该航路进行修改。不允许人工输入经纬度或者距离/方位或通过人工输入经纬度或者距离/方位来创建新的航路点。此外，驾驶员不得将 RNAV 标准仪表离场或标准仪表进场数据库中的航路点类型从旁切变更为飞越，反之亦然。

3.3.4.2.5 只要有可能，就应该从数据库中完整地提取航路阶段的RNAV 1或RNAV 2航路，而不应将单个航路点从数据库加载到飞行计划中。但是，允许从导航数据库中选择并插入单个的有名称的定位点/航路点，前提是要插入拟飞的公布航路上的所有定位点。此外，之后可能根据空中交通管制的放行许可插入或删除某些航路点，对该航路进行修改。不允许通过人工输入经纬度或者距离/方位值来创建新的航路点。

3.3.4.2.6 飞行机组人员应该将航图或其他适用资源与导航系统文本显示，在适用的情况下还应与航空器地图显示进行比较，以查对批准的飞行计划。如有需要，应该确认所排除的具体导航设备。

注：驾驶员可能会注意到航图上所显示的导航信息与其主导航显示器上所显示的导航信息之间有微小的差异。3°或小于3°的差异可能源自设备制造商所应用的磁差，这在运行上是允许的。

3.3.4.2.7 如果可行，飞行机组人员在飞行期间应该使用来自地基导航设备的可用数据确认导航的合理性。

3.3.4.2.8 对于 RNAV 2 航路，驾驶员应该使用侧向偏差指示器、飞行指引仪或侧向导航模式的自动驾驶仪。驾驶员可使用与 3.3.3.3 a) (1~5) 中所述侧向偏差指示器具有同等功能的导航地图显示器，而不用使用飞行指引仪或自动驾驶仪。

3.3.4.2.9 对于 RNAV 1 航路，驾驶员必须使用侧向偏差指示器、飞行指引仪或侧向导航模式的自动驾驶仪。

3.3.4.2.10 配备侧向偏差显示器的航空器的驾驶员必须确保侧向偏差刻度适合于与航路/程序相关的导航精度 (如满刻度偏差是: RNAV 1 为 ± 1 海里; RNAV 2 为 ± 2 海里; RNAV 2 航路上 TSO-C129()设备为 ± 5 海里)。

3.3.4.2.11 除非空中交通管制允许偏离或遇到紧急情况,否则在本手册所描述的所有 RNAV 运行期间,所有驾驶员均应保持在由机载侧向偏差指示器和/或飞行指导材料所描述的航路中心线上。对于正常运行,侧向航迹误差/偏离 (RNAV 系统计算出的航径与航空器相对于该航径的位置之间的差,例如飞行技术误差) 应该限定在与程序或航路相关的导航精度值的 $\pm 1/2$ 以内 (即 RNAV 1 为 0.5 海里, RNAV 2 为 1.0 海里)。在程序/航路转弯期间或刚完成程序/航路转弯之后,允许短暂偏离此标准 (如早转或晚转),最多可达导航精度值的一倍 (即 RNAV 1 为 1.0 海里, RNAV 2 为 2.0 海里)。

注:一些航空器在转弯期间并不显示或计算航径,因此,这些航空器的驾驶员也许不能在程序/航路转弯期间保持 $\pm 1/2$ 的侧向导航精度,但是仍应在拐弯之后的切入期间以及在直线航段上达到这个标准。

3.3.4.2.12 如果空中交通管制发布一个航向指令让航空器飞离航路,则驾驶员在收到重新加入该航路或管制员发出新航路许可之前,不应修改 RNAV 系统中的飞行计划。当航空器不在所公布的航路上时,规定的精度要求不适用。

3.3.4.2.13 人工选择航空器坡度限制功能可能会降低航空器保持其预期航迹的能力,所以不建议这么做。驾驶员应认识到,可人工选择的航空器坡度限制功能有可能降低驾驶员沿着空中交通管制预期航径飞行的能力,特别是在进行大角度转弯时。不能将此解释为要求背离航空器飞行手册程序;相反,应该鼓励驾驶员将此类功能的选择限制在可接受的程序之内。

3.3.4.3 RNAV 标准仪表离场的具体要求

3.3.4.3.1 在开始起飞之前,驾驶员必须核实航空器的 RNAV 系统是否可用且运行正常,是否加载了正确的机场和跑道数据。飞行前,驾驶员必须核实其航空器导航系统是否运行正常,是否输入了正确的跑道和离场程序 (包括任何适用的航路过渡) 并进行了适当的描述。收到指定的 RNAV 离场程序并在随后收到跑道、程序或过渡变更的驾驶员,必须在起飞前核实相应的变更是否已经输入并且可用于导航。建议在即将起飞前对正确的跑道输入和正确的航路描述做最后的检查。

3.3.4.3.2 RNAV 高度要求 驾驶员必须能够在不晚于达到机场标高 153 米 (500 英尺) 时使用 RNAV 设备来遵从侧向 RNAV 的飞行引导。特定航路上开始进行 RNAV 引导的高度可能会高一些 (如爬升至 304 米 (1 000 英尺),然后引导至……)。

3.3.4.3.3 驾驶员必须采用一种经过认可的方法 (侧向偏差指示器/导航图显示器/飞行指引仪/自动驾驶仪) 达到适当的 RNAV 1 性能水平。

3.3.4.3.4 测距仪/测距仪航空器 如果航空器没有配置全球定位系统并且使用没有惯性参照装置输入的测距仪/测距仪传感器,其驾驶员在航空器进入充分的测距仪信号覆盖范围之前不能使用其 RNAV 系统。空中航行服务提供者 (ANSP) 将确保在可接受的高度上每一 RNAV (测距仪/测距仪) 标准仪表离场都可获得充分的测距仪信号覆盖。标准仪表离场的初始航段可以根据航向予以划定。

3.3.4.3.5 测距仪/测距仪/惯性参照装置 (D/D/I) 航空器 如果航空器没有配置全球定位系统并且使用带有惯性参照装置的测距仪/测距仪 RNAV 系统 (测距仪/测距仪/惯性参照装置), 其驾驶员应该确保在起飞滑跑起始点处航空器导航系统位置与一已知参考位置的误差在 304 米 (1 000 英尺) (0.17 海里) 之内。这点通常通过使用自动或人工跑道更新功能来实现。如果驾驶员程序和显示器的分辨率允许遵守 304 米 (1 000 英尺) 的容差要求, 也可使用导航图确定航空器位置。

注: 根据已评估的惯性参照装置性能, 在转换到惯性参照装置之后, 位置误差的增加预计小于每 15 分钟 2 海里。

3.3.4.3.6 使用全球导航卫星系统的航空器 使用全球定位系统时, 在起飞滑跑开始前必须接到信号。对于使用 TSO-C129/C129A 设备的航空器, 起飞机场必须加载到飞行计划中以获得适当的导航系统监控以及灵敏度。对于使用 TSO-C145a/C146a 航空电子设备的航空器, 如果离场始于跑道航路点, 那么起飞机场就无需为了获得适当的监控和灵敏度而加载到飞行计划中。

3.3.4.4 RNAV 标准仪表进场的具体要求

3.3.4.4.1 在进场阶段之前, 飞行机组人员应该核实已加载正确的终端区航路。应该将航图与地图显示器 (如果适用) 和多功能控制与显示装置进行对比, 对现行飞行计划进行检查。检查包括确认航路点顺序、航迹角和距离的合理性、所有高度或速度限制, 可能的话, 还包括确认哪些航路点为旁切以及哪些为飞越。如果某一航路有要求, 则需进行检查以确认更新的数据是否排除某一特定导航设备。如果对于数据库中的某一航路的有效性存在疑问, 则不得使用该航路。

注: 进场检查至少可以是对达到本段所述目标的航图显示器进行的简单检查。

3.3.4.4.2 以飞行机组人员向RNAV系统进行人工输入的方式创建新航路点, 将使航路无效, 因此是不允许的。

3.3.4.4.3 如果应急程序需要切换到常规进场航路, 就必须在开始 RNAV 航路之前完成必要的准备工作。

3.3.4.4.4 终端区域内航迹更改可以采取雷达航向的形式或者“直飞”许可的形式, 且飞行机组人员必须能及时做出反应。这可能包括插入从数据库中加载的战术航路点。不允许飞行机组人员使用数据库中未提供的临时航路点或定位点来人工输入或修改已加载的航路。

3.3.4.4.5 驾驶员必须核实航空器导航系统是否运行正常, 是否输入了正确的进场程序和跑道 (包括任何适用的航路过渡) 并对其进行了适当的描述。

3.3.4.4.6 尽管没有要求采用某一特定方法, 但必须遵守公布的高度和速度限制。

3.3.4.5 应急程序

3.3.4.5.1 驾驶员必须将 RNAV 能力的任何丧失以及所建议的行动方针通知空中交通管制。如果不能遵守

RNAV 航路要求，驾驶员必须尽快通知空中交通服务。RNAV 能力的丧失包括任何导致航空器再也无法达到航路 RNAV 要求的故障或事件。

3.3.4.5.2 发生通信故障时，飞行机组人员应该按照既定的失去通信程序继续沿 RNAV 航路飞行。

3.3.5 驾驶员知识与培训

在航空器 RNAV 系统的驾驶员培训方案 (如使用模拟器、培训设施或航空器) 中应该涉及如下各项内容：

- a) 本章内容；
- b) 航空器设备/导航附加材料的涵义及正确使用；
- c) 由航图描绘及文本描述所确定的程序特征；
- d) 对航路点类型 (旁切和飞越) 与航径终止代码 (见 3.3.3.3 中的 ARINC 424 航径终止代码) 和运营人使用的其他类型以及相关的航空器飞行航径的描述；
- e) RNAV 航路标准仪表离场/标准仪表进场运行所需导航设备，如测距仪/测距仪、测距仪/测距仪/惯性参照装置和全球导航卫星系统；
- f) RNAV 系统的专用信息：
 - i) 自动化水平、模式通报、变更、告警、输入输出、转换和降级等；
 - ii) 与其他航空器系统的功能整合；
 - iii) 航路不连续性的涵义和适合性以及相关飞行机组程序；
 - iv) 与运行相符的驾驶员程序；
 - v) RNAV 系统所使用的导航传感器类型 (如测距仪、惯性参照装置、全球导航卫星系统) 和相关的系统优先次序/权重/逻辑性；
 - vi) 考虑到速度和高度效应时的转弯提前量；
 - vii) 电子显示和符号判读；
 - viii) 对支持 RNAV 运行所需的航空器构型和运行条件的了解，即适当地选择偏航指示器的刻度范围 (侧向偏差显示刻度)；
- g) RNAV 设备的操作程序 (适用时)，包括如何执行如下行动；

- i) 确认航空器导航数据的有效性和完好性;
 - ii) 确认已成功完成 RNAV 系统自检;
 - iii) 对导航系统位置信息进行初始化;
 - iv) 检索并执行有适当过渡的标准仪表离场或标准仪表进场;
 - v) 遵守与标准仪表离场或标准仪表进场相关速度和/或高度限制;
 - vi) 为使用中的现用跑道选择适当的标准仪表离场或标准仪表进场,并熟悉应对跑道变更的程序;
 - vii) 进行人工或自动更新 (适用时附带起飞点转换);
 - viii) 确认航路点和飞行计划的程序;
 - ix) 直飞至某航路点;
 - x) 沿某航线/航迹飞至某航路点;
 - xi) 切入航线角/航迹;
 - xii) 以“航向”模式进行雷达引导飞行并重新返回 RNAV 航路;
 - xiii) 确定侧向航迹误差/偏离。更具体地说,必须了解并遵守为支持 RNAV 所允许的最大偏差;
 - xiv) 解决航路的不连续性问题;
 - xv) 除去和重新选择导航传感器输入;
 - xvi) 必要时,确认排除特定导航设备或导航设备类型;
 - xvii) 应国家航空当局要求,使用常规导航设备进行总导航误差检查;
 - xviii) 变更落地机场和备降机场;
 - xix) 如果有能力,执行平行偏置功能。驾驶员应该知道偏置的应用方式、其特定 RNAV 系统的功能以及在此功能不可获取时通知空中交通管制的必要性;
 - xx) 执行 RNAV 等待功能;
- h) 运营人所建议的飞行阶段自动化水平和工作负荷,包括最大限度减少侧向航迹误差以保持航路中心线的方法;

- i) RNAV/RNP 应用中的无线电通话用语;
- j) RNAV/RNP 故障的应急程序。

3.3.6 导航数据库

3.3.6.1 应该从执行航空无线电技术委员会 DO-200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76:《航空数据处理标准》的供应商那里获得导航数据库, 该数据库应该与设备的预期功能相一致 (附件 6 第 1 部分第 7 章)。有关管理当局向数据链每个参与者颁发的授权书 (LOA) 可证明符合这一要求 (如根据联邦航空局 AC20-153 颁发的联邦航空局授权书, 或者根据欧洲航空安全局 IR 21G 部分颁发的欧洲航空安全局授权书。)

3.3.6.2 必须向导航数据库供应商报告使某一航路无效的差异, 且运营人必须向其飞行机组人员发出通知, 禁止飞行受影响的航路。

3.3.6.3 航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查, 以达到现行质量系统要求。测距仪/测距仪 RNAV 系统必须仅使用国家《航行资料汇编》中确定的测距仪设施。各系统不得使用国家在《航行资料汇编》中指明为不适合 RNAV 1 和 RNAV 2 运行的设施, 或者与使用一定范围偏置的仪表着陆系统或微波着陆系统有关的设施。当 RNAV 航路处于对导航有不利影响的测距仪信号接收范围内时, 可从航空器导航数据库中排除这些测距仪设施, 从而做到不使用这些设施。

3.3.7 对运营人的监督

3.3.7.1 管理当局在确定补救措施时, 可以考虑导航误差报告。由某一特定导航设备所造成的导航误差的反复发生可能会导致取消对该设备的使用批准。

3.3.7.2 当有信息表明有可能重复出现误差时, 可能就需要对运营人的培训方案进行修改。当有信息表明多次误差的原因在于某一特定飞行机组, 可能就需要进行补救性培训或重新审查执照。

3.4 参考资料

欧洲民航电子设备组织文件可从下述地址购买: EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真: +33 1 46 55 62 65), 网址: www.eurocae.eu

联邦航空局文件可从下述地址获得: Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA, 网址: http://www.faa.gov/aircraft_cert/ (Regulatory and Guidance Library)

航空无线电技术委员会文件可从下述地址获得: RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (电话: 1 202 833 9339)。网址: www.rtca.org

航空无线电公司文件可从下述地址获得: Aeronautical Radio Inc., 2551 Riva Road, Annapolis, Maryland

24101-7435, USA。网址: <http://www.arinc.com>

联合航空局文件可从联合航空局出版商信息处理服务中心 (IHS) 获得价格。订购地点及订购方式的信息请查询联合航空局网站: <http://www.jaa.nl> 及信息处理服务中心网站: <http://www.global.his.com> 和 <http://www.avdataworks.com>

欧洲航空安全局文件可从下述地址获得: 欧洲航空安全局 (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50452 Koln, Germany

国际民航组织文件可从下述地址购买: International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7, (传真: +1 514 954 6769, 或电子邮件: sales_unit@icao.int), 或通过国际民航组织网站 www.icao.int 上列出的销售代理购买。

B 部分第 3 章的附录

RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100 及联合航空局 TGL-10 之间的非关键性差异汇总

	RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100/联合航空局 TGL-10 之间的差异	RNAV 1	联邦航空局 AC 90-100	联合航空局 TGL-10(修订版 1)	结论
航空器设备	ARINC 424 航径终点代码	起始定位点 (IF)、至定位点航道 (CF)、直飞定位点 (DF)、定位点间的航迹 (TF) (3.4.3.7)	起始定位点 (IF)、至定位点航道 (CF)、直飞至定位点 (DF)、定位点间的航迹 (TF) (6.c)	起始定位点 (IF)、定位点间的航迹 (TF)、至定位点航道 (CF)、直飞至定位点 (DF)、定位点至指定高度 (FA)	TGL-10 未详细说明自动与手工航段管理。 TGL-10 中所需的 FA 航径端点可由驾驶员手工操作。 TGL-10 和 AC90-100/RNAV 1 之间无差异。
	多功能控制与显示装置	无要求。	本系统必须能够显示侧向偏差，分辨率至少为 0.1 海里。(6.c.12.)	当使用多功能控制与显示装置以支持第 10 节中所述的精度检查时，显示的侧向偏差分辨率为 0.1 海里。(7.1.12)	已达成如下共识：1) 在 P-RNAV 中，这的确是一种很好的做法，但不做普遍要求；2) 将对 RNAV 1 和 RNAV 2 进行调整，使之适应无需此类检查的雷达环境。
	辅助总误差检查	无要求。	无要求。	显示导航信息的备用手段，足以执行第 10 节中所述的检查程序。(7.1.21)	已达成如下共识：1) 在 P-RNAV 中，这的确是一种很好的做法，但不做普遍要求；2) 将对 RNAV 1 和 RNAV 2 进行调整，使之适应无需此类检查的雷达环境。
	一般运行程序 (3.4.4.2)	如果可行，飞行机组人员应该在飞行期间利用陆基导航设备的现有数据，确认导航的合理性。	无要求。	如果可行，应该在程序应用期间通过使用主显示器并结合多功能控制与显示装置交叉检查常规导航设备，对飞行过程中的导航合理性进行监控。(10.2.2.5, 10.2.3.4)	仅建议在 RNAV 1 和 TGL 中进行导航交叉检查。 已达成如下共识：1) 在 P-RNAV 中，这的确是一种很好的做法，但不做普遍要求；2) 将对 RNAV 1 和 RNAV 2 进行调整，使之适应无需此类检查的雷达环境。

	RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100/联合航空局 TGL-10 之间的差异	RNAV 1	联邦航空局 AC 90-100	联合航空局 TGL-10(修订版 1)	结论
	RNAV 标准仪表进场的具体要求 (3.4.4.4)	在进场阶段之前, 飞行机组人员应该核实已经加载正确的终端区航路。(3.4.4.4.1 模块)	无要求。	在进场阶段之前, 飞行机组人员应该核实已经加载正确的终端区航路。(10.2.3.1)	在 AC 90-100 中作为一个一般性问题, 而不是针对进场述及: “飞行机组人员应该根据航图或其他适用资源, 在适用情况下还应根据导航系统文本显示和航空器地图显示反复核对批准的飞行计划。” 无差异。
运行要求	RNAV 标准仪表进场的具体要求 (3.4.4.4)	以飞行机组人员向 RNAV 系统进行人工输入的方式创建新航路点将使航路无效, 因此是不允许的。(3.4.4.4.1 模块 2)	无要求。	以飞行机组人员向 RNAV 系统进行人工输入的方式创建新航路点将使 P-RNAV 程序无效, 因此是不允许的。(10.2.3.2)	AC 90-100 规定: “能够将拟飞的标准仪表离场程序或标准仪表进场程序的整个 RNAV 航段从数据库加载至 RNAV 系统”以及“驾驶员不得飞 RNAV 标准仪表离场或标准仪表进场程序, 除非 RNAV 标准仪表离场或标准仪表进场程序可以通过程序名称从机载导航数据库中检索到且符合航图程序。” 联邦航空局并没有禁止改变设备中的飞行计划的规定, 因为空中交通管制放行能在某些情况下修改程序。 无差异。
		如果应急程序需要切换到常规进场航路, 则必须在开始 RNAV 航路之前完成必要的准备工作。(3.4.4.4.1 模块 3)	无要求。	如果需要将应急程序切换到常规进场程序, 飞行机组人员必须做必要的准备工作。(10.2.3.3)	根据 TGL-10, 在低于最低超障高度或位于雷达覆盖范围之外时, 需要此类应急程序。RNAV 1 计划用于雷达覆盖范围以内 (如果可获得雷达服务且航空

	RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100/联合航空局 TGL-10 之间的差异	RNAV 1	联邦航空局 AC 90-100	联合航空局 TGL-10(修订版 1)	结论
					器位于最低扇区高度之上,则最低超障高度不是一项重要的限制)。由于国际民航组织要求的运行实施以雷达为基础,使所存在的差异得到解决。
		终端区航路修改可以采取雷达航向或者“直飞”许可的形式,且飞行机组人员必须能够及时做出反应。(3.4.4.4.1 模块 4)	无要求。	终端区航路修改可以采取雷达航向或者“直飞”放行的形式,且飞行机组人员必须能够及时做出反应。(10.2.3.5)	在美国,机组培训除了基本飞行技术的培训之外,还包括如何直飞的相关知识。无差异。
	应急程序 (3.4.4.5)	尽管没有规定某一特定方法,但是必须遵守任何公布的高度和速度限制。(3.4.4.4 模块 5)	无要求。	尽管没有规定某一特定方法,但是必须遵守任何公布的高度和速度限制。(10.2.3.6)	美国 RNAV 未规定任何新的高度或空速要求 (TGL-10 也没有),因此并未包括此项陈述。无差异。
		驾驶员必须将 RNAV 能力的任何丧失以及所建议的行动通知空中交通管制。(3.4.4.5 模块 1)	无要求。	飞行机组人员必须将 RNAV 系统所存在的导致所需导航能力丧失的任何问题,以及所建议的行动通知空中交通管制。(10.3.2)	AC 90-100, 8d 规定:“驾驶员须将 RNAV 能力的任何丧失以及所建议的行动通知空中交通管制。”无差异。
数据库要求	数据库的完好性	航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查,以达到现行质量系统要求 (3.4.4 数据库模块 3)	无要求。	无要求	TGL-10 和 AC 90-100 中无具体要求。该要求被认定为一种很好的做法。无差异。
	无效报告	必须向导航数据库供应商报告使某一航路无效的差异,且运营人必须向其飞行机组人员发出通知,禁止飞行受影响的航路。(3.4.4 数据库模块 2)	无要求。	必须向导航数据库供应商报告使某一程序无效的差异,运营人必须向其飞行机组人员发出通知,禁止飞行受影响的航路。(8.2, 10.6.3)	AC 90-100 中对导航数据库的完好性无具体要求。AC 90-100A 中将不涉及此情况。

	RNAV 1/联邦航空局 AC 90-100/联合航空局 TGL-10 之间的差异	RNAV 1	联邦航空局 AC 90-100	联合航空局 TGL-10(修订版 1)	结论
	定期检查	航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查, 以达到现行质量系统要求 (3.4.4 数据库模块 3)	无要求。	无要求。	TGL-10 和 AC 90-100 中无具体要求。该要求被认定为一种很好的做法。无差异。
维护要求	最低设备要求清单 (MEL) 修订	为符合 RNAV 1 和 RNAV 2 的规定而对最低设备要求清单 (MEL) 所做的任何必要修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或类似清单, 并规定所需的签派条件。(3.4.2.4)	无具体要求。	无具体要求。	在 TGL-10 (10.7.2) 和 AC 90-100 中作为一般性指导材料述及 (而不是将其作为一种管理手段, 专门针对最低设备要求清单述及): “驾驶员也须确认是否具备拟飞航路、标准仪表离场、标准仪表进场所需的机载导航设备。” 无差异。

C 部分

实施所需导航性能 (RNP)

第 1 章

实施 RNP 4

1.1 引言

1.1.1 背景情况

本章论述的是实施 RNP 4，以支持在洋区或偏远地区空域的 30 海里侧向和 30 海里纵向基于距离的最小间隔。

1.1.2 目的

1.1.2.1 本章为实施 RNP 4 的国家提供了指南，以协助它们制定运行审批或授权程序。在此所述的运行审批过程仅限于已获适航证，表明所安装的导航系统达到 RNP 4 性能要求的航空器。此种证书可能在航空器制造期间就已颁发，或者是在航空器为达到 RNP 4 要求完成改装后，通过发给一个相应的补充型号合格证 (STC) 予以颁发。

1.1.2.2 本章并未论及可能为某些特定的运行所规定的全部要求。这些要求在其他文件中有详细说明，如运行规则、《航行资料汇编》(AIP)，在适当情况下还有《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。尽管运行审批主要与空域的导航要求相关，但仍要求运营人和飞行机组人员在进入某空域飞行之前考虑到国家主管当局所要求的关于该空域的所有运行文件。

1.2 空中航行服务提供者 (ANSP) 的考虑事项

1.2.1 导航设备基础设施

RNP 4 为洋区和偏远空域运行而制定，因此，无需任何陆基导航基础设施。全球导航卫星系统是支持 RNP 4 的主要导航传感器，它既可作为一个独立导航系统，亦可作为多传感器系统的一个部分。

1.2.2 通信与监视

尽管本指导材料为支持基于 RNP 4 的 30 海里侧向和纵向最小间隔而制定，但应该注意到，本材料仅论述与这些标准相关的导航要求，并不具体说明通信或空中交通服务监视要求。

注：关于最小间隔的规定，包括通信与空中交通服务监视要求，可在附件 11 附篇 B 3.4.1e)和《空中航行服

务程序——空中交通管理》第5.4节 (Doc 4444号文件) 中找到。满足基于RNP 10的50海里侧向和纵向最小间隔应用要求的管制员-驾驶员数据链通信 (CPDLC) 和合约式自动相关监视 (ADS-C) 系统只要能支持增加的要求报告率, 也将能满足30海里侧向和纵向最小间隔要求。

1.2.3 超障裕度与航路间距

1.2.3.1 有关超障裕度的详细指导, 见《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168号文件, 第II卷); 第I部分和第III部分中的一般标准均适用。

1.2.3.2 有关最小间隔的说明见《空中航行服务程序——空中交通管理》(Doc 4444号文件) 第5.4节。

1.2.3.3 RNP 4可用于支持小于30海里的间隔标准/航路间距在大陆空域的应用, 前提是已经进行了《空中航行服务程序——空中交通管理》(Doc 4444号文件) 中所述的必要的安全评估。但是, 支持新闻隔标准应用的通信与空中交通服务监视参数将不同于30海里标准的相关参数。

1.2.4 其他考虑事项

1.2.4.1 许多航空器具有在沿原实际航路向左或向右平行侧向偏置飞行的能力。该功能的目的是使空中交通管制能够授权采取战术性偏置运行。

1.2.4.2 许多航空器都具有利用其区域导航系统 (RNAV) 执行等待模式机动飞行的能力。此功能的目的是为空中交通管制在制定RNAV运行时提供更多的灵活性。

1.2.4.3 本章中的指导材料并不取代关于装备的相关国家运行要求。

1.2.5 公布

《航行资料汇编》应该明确指出导航应用为RNP 4。航路应该明确最小航段高度要求。国家《航行资料汇编》中公布的关于航路和辅助导航设备的导航数据必须达到附件15——《航空情报服务》的要求。所有航路必须基于世界大地测量系统——1984年 (WGS-84) 坐标系。

1.2.6 管制员培训

在实施RNP 4的空域提供管制服务的空中交通管制员应该已经完成下述方面的培训:

1.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范);

- i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 包括机载性能监视和告警的精度、完好性、可用性和连续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视 (RAIM)、故障探测与排除 (FDE) 和完好性告警;
 - iv) 旁切航路点与飞越航路点概念 (和不同的转弯性能)。
- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序:
- i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最小间隔;
 - iii) 混合设备环境 (甚高频全向无线电信标人工调谐的影响);
 - iv) 不同运行环境之间的过渡;
 - v) 术语。

1.2.6.2 本导航规范的专项培训

采用 30/30 最小间隔:

- a) 管制员-驾驶员数据链通信 (CPDLC);
- b) 合约式自动相关监视 (ADS-C) 系统与模拟培训;
- c) 纵向间隔定期报告延迟/故障的后果。

1.2.7 状态监视

空中航行服务提供者必须监视全球导航卫星系统的状态, 并且及时发布中断警报 (航行通告)。

1.2.8 空中交通服务系统监视

已证明的导航精度为确定在某一航路上运行的交通所需的侧向航路间距和最小间隔提供了依据。这样, 侧向和纵向导航误差便通过监视程序得到监视。雷达观测到的每架航空器在洋区航路阶段末端进入短程导航设备覆盖区域前与航迹和高度的接近情况由空中交通服务设施记录下来。如果观测结果显示某航空器并未在确定界

限以内，则会递交导航误差报告并进行调查，确定明显偏离航迹或高度的原因，以便采取措施预防再次发生这种情况。

1.3 导航规范

1.3.1 背景情况

1.3.1.1 本节确定了 RNP 4 运行的适航和运行要求。国家运行规章必须明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，可能还需得到特别的运行批准。例如，某些国家要求运营人向其国家主管当局（登记国）申请获得运行批准。

1.3.1.2 本章仅涉及导航系统的侧向部分。

1.3.2 审批过程

1.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规则获得批准。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味需要重新认证。

1.3.2.2 在实施 RNP 4 运行前，必须完成如下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件；
- b) 必须为拟使用的导航系统的运行程序和运营人导航数据库程序提供证明文件；
- c) 如有必要，必须为接受运行程序培训的飞行机组人员提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后必须依照国家运行规则获得运行批准。

1.3.2.3 航空器的合格性

1.3.2.3.1 适航合格性文件：必须提供运营人所在国/登记国认可的相关文件，以确定航空器已配备符合 RNP 4 要求的 RNAV 系统。为避免不必要的管理工作，在确定现有系统的合格性时应该考虑认可制造商的符合性证明文件，如欧洲航空安全局 AMC 20 系列文件。

1.3.2.3.2 航空器合格性分组：

- a) 第一组：RNP 审定

第一组航空器指已获正式审定并已获准将 RNP 整合到航空器中的航空器。RNP 符合性证明文件载于航空器的飞行手册中。

审定并不一定仅限于某一特定的 RNP 规范。飞行手册必须说明已得到证明的 RNP 等级和任何关于 RNP 使用的适用规定 (如导航设备传感器要求)。运行审批以飞行手册中规定的性能为依据。

此方法也适用于审定设备改装, 如全球导航卫星系统接收机改装而颁发的补充型号合格证获得审定的情况。这种改装是为了使航空器达到洋区和偏远地区空域的 RNP 4 要求。

b) 第二组: 先前的导航系统审定

第二组航空器指能够证明根据以前标准所审定的性能等级达到 RNP 4 标准的航空器。列在 i) 和 iii) 项中的标准可用来证明第二组中航空器的合格性。

- i) 全球导航卫星系统 (GNSS)。仅作为批准用于洋区和偏远地区空域运行的远程导航系统而配备全球导航卫星系统的航空器必须达到 1.3.3 中规定的技术要求。飞行手册必须指明需要两个根据相应标准获得批准的全球导航卫星系统设备。这些标准包括联邦航空局技术标准规范 (TSO) c129a 或 c146 () 和联合航空局联合技术标准规范 (JTSA) c129a 或 c146 ()。此外, 必须使用经批准的故障探测与排除 (FDE) 性能可用性预测程序。预计故障探测与排除性能不可用的最大容许时间为每次 25 分钟。该最大中断时间必须作为 RNP 4 运行审批的一个条件。如果预测显示最大容许故障探测与排除中断超时, 必须根据故障探测与排除可用时间重新安排运行。
- ii) 整合了由接收机自主完好性监视 (RAIM) 保障完好性的全球导航卫星系统的多传感器系统。安装有配备了依照联邦航空局 AC 20-130a 或其他类似文件获得批准的接收机自主完好性监视和 FED 功能的全球定位系统 (GPS) 的多传感器系统, 可满足 1.3.3 中规定的技术要求。请注意: 当安装并使用多传感器系统时, 则无需使用签派故障探测与排除可用性预测。
- iii) 航空器自主完好性监视 (AAIM)。航空器自主完好性监视使用来自多传感器的位置估计冗余, 包括全球导航卫星系统的位置估计冗余, 以提供至少相当于接收机自主完好性监视的完好性性能。这些机载增强系统必须依据 TSO c-115b, JTSA c-115b 或其他类似文件得到认证。这方面的一个实例是, 当接收机自主完好性监视不可用, 但全球导航卫星系统信息仍然有效时, 使用惯性导航系统或其他导航传感器对全球导航卫星系统数据完好性进行检查。

c) 第三组: 新技术

本组包括符合 RNP 4 空域运行技术要求的新技术导航系统。

1.3.2.4 运行审批

1.3.2.4.1 对某一特定运营人的评估由该运营人所在国/登记国依据国家运行规则 (如 JAR-OPS 1、《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分) 及相关咨询和指导材料的辅助下进行。评估应该考虑到以下方面:

- a) 航空器合格证明;
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估;
- c) 通过在运行手册中可接受的条目对这些程序的管理;
- d) 对飞行机组人员培训要求的确定;
- e) 必要时, 对导航数据库程序的管理。

1.3.2.4.2 国家可能要通过采用颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式, 认可航空运营人证书 (AOC), 提供运行审批的证明文件。

1.3.2.4.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单, 详细列出 RNP 4 运行所使用的相关部件和设备。

1.3.2.4.4 培训文件

1.3.2.4.4.1 商业运营人必须备有培训方案, 说明与 RNP 4 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注: 如果 RNAV 培训已经是培训方案不可或缺的一个组成部分, 则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

1.3.2.4.4.2 非商业运营人必须熟知 1.3.5 “驾驶员知识与培训” 中所确定的做法和程序。

1.3.2.4.5 运行手册和检查单

1.3.2.4.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 1.3.4 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定, 手册应该包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

1.3.2.4.5.2 私人运营人必须制定包含导航运行指令和应急程序的相关说明书。这些信息必须提供给飞行机组人员, 酌情写入运行手册或驾驶员操作手册。这些手册以及制造商的航空器导航设备运行说明, 必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

1.3.2.4.5.3 私人运营人必须使用 1.3.5 “驾驶员知识与培训” 中确定的做法和程序进行运作。

1.3.2.4.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

1.3.2.4.6.1 为符合 RNP 4 的规定而对最低设备要求清单所做的任何必要修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单, 并规定所需的签派条件。

1.3.2.4.6.2 所有运营人都必须在提出申请时递交其维护方案，包括设备监控可靠性方案以供批准。持有设计批准证书的运营人，包括持有每一单个导航系统安装的型号合格证 (TC) 或补充型号合格证 (STC) 的运营人，必须至少提供一套关于持续适航的完整说明。

1.3.3 航空器要求

1.3.3.1 对于洋区或偏远陆地空域的 RNP 4 运行，航空器必须装备至少两套完全可用的、独立的、其完好性能保证导航系统不提供误导信息的远程导航系统 (LRNS)，这些系统也构成给予 RNP 4 运行批准所依据的基本条件。必须使用全球导航卫星系统，并可将其作为一个独立的导航系统或作为多传感器系统中的一个组成部分。

1.3.3.2 美国联邦航空局 AC 20-138A 或类似文件为使用全球导航卫星系统输出信息但又不将其同其他传感器输出信息整合的航空器，提供了一个符合安装要求的可接受的方法。联邦航空局 AC 20-130A 为整合了全球导航卫星系统的多传感器导航系统提供了一个可接受的符合方法。

1.3.3.3 用于证明所需精度的设备配置必须与最低设备要求清单或飞行手册中规定的配置相符。

1.3.3.4 安装设计必须适用于改良中的航空器的设计标准，所做的变更必须在开始实施批准的 RNP 4 运行之前反映在飞行手册之中。

1.3.3.5 系统性能监控与告警

精度：在指定为 RNP 4 的空域内或航路上运行期间，至少在 95% 的总飞行时间中，侧向总系统误差必须在 ± 4 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中，沿航迹误差也必须在 ± 4 海里之内。可以假定飞行技术误差为 2.0 海里 (95%)。

完好性：航空器导航设备故障按照适航条例被归类为重大故障 (即每小时 10^{-5})。

连续性：在洋区和偏远陆地导航失去功能被归类为重大故障。连续性要求可以通过装载两套独立的远程导航系统予以满足 (不包括空间信号)。

性能监视与告警：如果未达到精度要求，或者侧向总系统误差超过 8 海里的概率大于 10^{-5} ，RNP 系统须提供告警，或 RNP 系统和驾驶员须共同提供告警。

空间信号：如果使用全球导航卫星系统，在空间信号误差导致侧向定位误差超过 8 海里的概率超过每小时 10^{-7} 时，航空器导航设备须提供告警 (附件 10 第 I 卷表 3.7.2.4-1)。

注：符合性能监视与告警要求并不意味着就能对飞行技术误差进行自动监视。机载监视与告警功能应该至少包括一个导航系统误差监视和告警算法和一个使机组人员能够监视飞行技术误差 (FTE) 的侧向偏差显示。只要运行程序用于监视飞行技术误差，就要按照功能要求和运行程序中所做的说明对机组程序、设备特征以及安装进行评估，以确认其有效性和等效性。由于有质量保证程序 (1.3.6) 和机组程序 (1.3.4)，航径定义误差 (PDE)

被认为可以忽略不计。

1.3.3.6 功能要求

机载导航系统必须具备下述功能：

- a) 导航数据显示；
- b) 定位点间的航迹 (TF)；
- c) 直飞至定位点 (DF)；
- d) 直飞功能；
- e) 至定位点航道 (CF)；
- f) 平行偏置；
- g) 旁切过渡标准；
- h) 用户界面显示；
- i) 飞行计划航径选择；
- j) 飞行计划定位点排序；
- k) 用户定义的至定位点航道；
- l) 航径控制；
- m) 告警要求；
- n) 导航数据库存取；
- o) 世界大地测量系统 —— 1984 年 (WGS-84) 大地测量参照系统；
- p) 自动无线电位置更新。

1.3.3.7 所需功能说明

1.3.3.7.1 导航数据显示

导航数据显示必须使用满足以下要求的侧向偏差显示 (见下文 a) 项) 或导航地图显示 (见下文 b) 项)：

- a) 用做航空器导航、机动飞行预测和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表的，具有向/背台指示和故障通报的非数字侧向偏差显示器 (如偏航指示器 (CDI)、电子水平状态指示仪 (E) HIS)，它们具有下述属性：
- 1) 驾驶员必须能够看见显示器，显示器必须置于驾驶员沿航径向前看时的主要视野内 (驾驶员正常视线的 ± 15 度角范围内)；
 - 2) 侧向偏差刻度必须与所采用的告警和信号牌一致 (若有)；
 - 3) 侧向偏差显示必须自动从动于 RNAV 计算的航径。侧向偏差显示还必须有适合当前飞行阶段的满刻度偏差显示，并基于所要求的航迹保持精度。侧向偏差显示器的航向选择器应该自动转换至 RNAV 计算的航径，或者驾驶员则必须将偏航指示器或水平状态显示器选择的航道调整至计算出的预期航迹。
- 注：独立的全球导航卫星系统设备的正常功能符合本要求。
- 4) 显示刻度可以通过默认逻辑自动设定或设定在一个从导航数据库得到的数值上。满偏值必须为驾驶员所知或必须向驾驶员显示，并必须与航路、终端或进近阶段值相匹配。
- b) 导航地图显示应易于驾驶员可见，具有适当比例尺 (驾驶员可以手动设定比例尺) 并具备与侧向偏差显示器等效功能。

1.3.3.7.2 平行偏置

系统必须具有在选定的偏置距离沿平行航迹飞行的能力。进行平行偏置时，现行飞行计划中原有航路导航精度和其他性能要求必须适用于偏置航路。该系统必须能输入航道的左或右偏置距离，增量为 1 海里。该系统必须能够偏置至少 20 海里。在使用中，系统偏置模式必须明确地向飞行机组人员说明。处于偏置模式时，该系统必须提供相对于偏置航径和偏置参照点的参照参数 (例如侧向航径偏离、未飞距离、未飞时间)。航段不连续、航迹不合理或超越初始进近定位点时，不得使用偏置。在偏置航径结束前，必须给飞行机组人员信号指示，让他们有足够的时间归航到原航径。一旦启用了平行偏置，在整个飞行计划航段必须保持该偏置，直至自动离开平行偏置，或者直至飞行机组输入直飞航路，或是直至飞行机组 (手动) 取消平行偏置。平行偏置功能应能在定位点间的航迹和直飞至定位点航段上可用。

1.3.3.7.3 旁切过渡标准

导航系统必须能够完成旁切过渡。没有可预测和可重复的航径，因为空速和坡度角的不同，最佳航径也不同。但是，过渡区的边界是确定的。航径定义误差界定为定义航径与理论过渡区之间的差异。如果航径位于过渡区之内，就没有航径定义误差。当未规定过渡类型时，旁切过渡必须是默认过渡。理论过渡区的要求适用于下述假定情况：

- a) 低空过渡 (航空器气压表压力高度小于 FL 195) 的航向变更不超过 120 度；

- b) 高空过渡 (航空器气压表压力高度等于或大于 FL 195) 的航向变更不超过 70 度。

1.3.3.7.4 用户界面显示

一般用户界面显示特性必须清楚显示信息, 提供情景意识, 其设计和实施必须兼顾对人的因素的考虑。基本设计思路包括:

- a) 尽量降低对机组记住系统操作程序或任务的依赖性;
- b) 开发清晰明确的系统模式/子模式显示和导航数据显示, 对于自动模式变更 (如果提供此种功能) 强调必须增强情景意识要求;
- c) 使用敏感的帮助能力和差错信息提示 (例如, 对无效输入或无效数据输入信息, 应该提供一种简便方法来确定如何输入“有效”数据);
- d) 容错数据输入而非基于严格规则的概念;
- e) 特别强调步骤简化, 并且尽量减少为适应空中交通服务放行许可、等待程序、跑道和仪表进近变更、复飞和备降场的转换而完成修订飞行计划所需的时间;
- f) 尽量减少不必要的告警次数, 使飞行机组人员能够在需要时进行识别并采取适当行动。

1.3.3.7.5 显示器和控制器

1.3.3.7.5.1 在航空器引导和操控中作为主要飞行仪器使用的、用于机动飞行预测或故障/状态/完好性提示的每一显示器部件, 必须放在驾驶员清晰可见的位置 (在驾驶员主视野内), 要尽可能小地偏离驾驶员正常位置和驾驶员沿航径向前看时形成的视线。对于符合 FAR/CS/JAR 25 要求的航空器, 应该达到诸如 AC 25-11、AMJ 25-11 及其他适用文件的各项规定。

1.3.3.7.5.2 所有系统显示器、控制器和信号提示在正常驾驶舱条件下和预期环境光线条件下必须可读。夜间照明设备必须与其他驾驶舱的照明兼容。

1.3.3.7.5.3 所有显示器和控制器的排列必须便于飞行机组人员接触和使用。一般需要在飞行中进行调整的控制器必须伸手可触并带有标准化的功能标示。系统控制器和显示器的设计必须尽可能加大运行适用性, 并尽量可能减少驾驶员工作负荷。飞行期间使用的控制器设计必须尽量减少误差, 并且在各种可能的运行组合和顺序下, 不得有导致危害系统持续性能的情况。系统控制器安排必须能为疏忽造成的系统关闭提供充分保护。

1.3.3.7.6 飞行计划航径选择

导航系统必须为机组提供创建、检查和启用飞行计划的能力。该系统必须提供更改 (如删除和增加定位点以及创建沿航迹定位点)、检查和用户接受对飞行计划所做变更的能力。使用这种能力时, 引导输出在更改被启用之前不得受到影响。任何飞行计划更改的启用都必须要求飞行机组人员在对其进行输入与核证之后采取积极

的行动。

1.3.3.7.7 飞行计划定位点排序

导航系统必须提供自动进行定位点排序的能力。

1.3.3.7.8 用户自定义的至定位点航道

导航系统必须向用户提供自定义的至定位点航道的能力。驾驶员必须能够中途截获用户自定义的航道。

1.3.3.7.9 航径操控

在适用的情况下，系统必须提供数据，为自动驾驶仪/飞行指引仪/偏航指示器产生指令信号。在任何情况下，航径操控误差 (PSE) 都必须在审定时确定，该误差与其他系统误差结合时要达到预期 RNP 运行的要求。在审定过程中，机组必须证明具备在规定航径操控误差之内操作航空器的能力。在证明航径操控误差符合性时，应该考虑到航空器机型、运行包线、显示器、自动驾驶仪性能和航段过渡引导 (特别是弧形航段之间)。航径操控误差的测量值可用于监控系统与 RNP 要求的符合性。对于各类航段上的运行，该值必须是距定义航径的距离。对于偏航容限的符合性，在总系统误差中必须考虑到偏航误差计算中的不准确性 (如分辨率)。

1.3.3.7.10 告警要求

如果手工输入的导航精度大于导航数据库确定的与当前空域相关的导航精度，系统也必须提供提示信号。如果导航精度随后减小，则必须重复这一信号。从非 RNP 空域进入 RNP 空域时，当距离目标航径的偏航等于或小于导航精度的一半，且航空器已经飞过 RNP 空域的第一个定位点时，必须启动告警。

1.3.3.7.11 导航数据库存取

导航数据库必须具备存取导航信息的功能，以支持导航系统参考及飞行计划特征。禁止对导航数据库进行人工更改。这一要求并不排除设备内“用户定义的数据”的存储 (如弯曲航迹)。从存储器中调取数据时，数据必须仍保留在存储器中。系统必须提供识别导航数据库版本和有效运行期的手段。

1.3.3.7.12 大地测量参照系统

世界大地测量系统—1984 年 (WGS-84) 或等效大地参照模型，应成为确定误差的参照地球模型。如果不使用 WGS-84，所选地球模型与 WGS-84 地球模型的差异必须纳入航径定义误差之中。还必须考虑到数据分辨率导致的误差。

1.3.4 运行程序

单有适航证并不可进行 RNP 4 运行。同时还需要获得运行批准，以确认运营人特定设备的常规和应急程序

是充分的。

1.3.4.1 飞行前计划

1.3.4.1.1 运营人应该使用专为 RNP 航路飞行而规定的国际民航组织飞行计划编制方式。字母“R”应该置于国际民用航空组织飞行计划第 10 项内，以表明驾驶员已经审阅过计划的飞行航路，明确了 RNP 要求，航空器和运营人已经获得 RNP 航路运行批准。其他信息需要在备注部分显示，指明精度性能，例如是 RNP 4 还是 RNP 10。必须清楚，要获得 RNP 4 空域或 PNP 4 航路的运行批准还必须满足额外要求。在侧向和/或纵向间隔标准为 30 海里时，还需要有管制员-驾驶员数据链通信 (CPDLC) 和合约式自动相关监视 (ADS-C)。机载导航数据必须保持最新，并包括相应程序。

注：导航数据库在飞行过程中应该是最新的。如果定期制航行通告周期在飞行期间变更，运营人和驾驶员应该制定程序以确保导航数据的准确性，包括用于规定飞行航路和程序的导航设施的适合性。

1.3.4.1.2 飞行机组人员必须：

- a) 检查维护日志和表格，以确定在 RNP 4 空域或要求具备 RNP 4 导航性能的航路飞行所需设备的状态；
- b) 确保已经采取了维护行动，纠正了所需设备存在的问题；
- c) 检查 RNP 4 空域或 RNP 4 航路运行的应急程序。这些程序与正常洋区应急程序相同，唯一的例外是：当航空器再也不能以 RNP 4 导航性能导航时，机组必须能够识别并通知空中交通管制。

1.3.4.2 全球导航卫星系统的可用性

在签派或制定飞行计划时，运营人必须确保航路中具备充分的导航能力，使航空器能够以 RNP 4 导航；如果运行需要的话，还应包括故障探测与排除的可用性。

1.3.4.3 途中

1.3.4.3.1 在 RNP 空域的进入点，必须至少有两套能够进行 RNP 4 导航并列入飞行手册的远程导航系统。如果 RNP 4 运行所需的某一设备无法使用，驾驶员应该考虑选择备用航路或改航去进行修理。

1.3.4.3.2 飞行中运行程序必须包括强制性的交叉检查程序，以尽早发现导航误差，避免因疏忽造成偏离空中交通管制放行航路。

1.3.4.3.3 机组人员必须将导航性能降低到所需水平以下的导航设备的不良状况或故障和/或应急程序所需的偏航告知空中交通管制。

1.3.4.3.4 在 RNP 4 航路侧向导航模式中，驾驶员应该使用侧向偏差指示器、飞行指引仪或自动驾驶仪。

驾驶员可以使用 1.3.3.7.1 b) 所述具有与侧向偏差指示器同等功能的导航地图显示器。带有侧向偏差指示器的航空器驾驶员必须确保侧向偏差指示器刻度 (满刻度偏差) 符合航路导航精度 (如 ± 4 海里)。在本手册所描述的全部 RNP 运行期间, 所有驾驶员都应该依照机载侧向偏差指示器和/或飞行引导给出的指示保持沿航路中心线飞行, 除非得到空中交通管制授权, 或在紧急状态下可以进行偏置。对于正常运行, 侧向航迹误差/偏差 (RNAV 系统计算的航径与相对于该航径的航空器实际位置之间的差异) 应该限制在与该航路相关导航精度的 $\pm 1/2$ (如 2 海里) 范围内。允许在航路转弯过程中或刚做完航路转弯之后, 短暂偏离这一标准最多不超过该导航精度的 1 倍 (即 4 海里)。

1.3.5 驾驶员知识与培训

1.3.5.1 运营人/所有人必须确保飞行机组人员接受了培训, 并充分了解本指导材料中所包含的主题、RNP 4 导航能力的局限、更新的影响以及 RNP 4 应急程序。

1.3.5.2 在判断培训是否充分时, 审批当局可以:

- a) 在认可某培训中心颁发的证书前, 评估培训课程;
- b) 认可运营人/所有人的声明: 运营人/所有人在申请获得 RNP 4 批准时声明已经确保并将继续确保飞行机组人员熟悉本章所述的 RNP 4 运行做法和程序; 或
- c) 认可运营人的声明: 已经依照本章包含的指南实施或即将实施 RNP 4 培训方案。

1.3.6 导航数据库

1.3.6.1 应该从执行航空无线电技术委员会 DO 200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76: 《航空数据处理标准》的供应商那里获得导航数据库。由有关管理当局颁发的授权书 (LOA) 可证明符合这一要求 (如根据联邦航空局 AC 20-153 颁发的联邦航空局授权书, 或依据欧洲航空安全局 IR 21 G 分部颁发的欧洲航空安全局授权书)。

1.3.6.2 必须向导航数据库供应商报告使某一航路无效的差异, 且运营人必须向飞行机组人员发出通知, 禁止飞行受影响的航路。

1.3.6.3 航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查, 以达到现行质量系统的要求。

注: 为尽量减少航径定义误差, 数据库应该遵守 DO-200A/ED-76, 或者必须提供等效的运行方式, 以确保 RNP 4 数据库的完好性。

1.3.7 对运营人的监督

1.3.7.1 航空当局在确定补救行动时应该考虑到任何导航误差报告。由于某一特定导航设备或运行程序引发的反复性导航误差，可能会导致撤销运行批准，直至更换或修理导航设备，或者变更运营人运行程序。

1.3.7.2 当有信息表明可能发生重复性误差时，可能就需要对运营人培训方案、维护方案或某特定设备的合格证进行修改。当有信息表明某一特定飞行机组造成多项误差时，可能就需要进行补救性培训或重新审查执照。

1.4 参考资料

1.4.1 网址

—— 美国联邦航空局 (FAA)

http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/enroute/oceanic

—— 澳大利亚民用航空安全局 (CASA)

<http://www.casa.gov.au/rules/1998casr/index.htm>

1.4.2 相关出版物

—— 美国联邦航空局

《联邦法规汇编》(CFR) 第 121 部分附录 G

咨询通告 (AC) 20-130A: 《集成多导航传感器的导航系统或飞行管理系统的适航审批》

AC 20-138A: 《全球导航卫星系统 (GNSS) 设备适航审批》

联邦航空局令 7110.82: 《海洋区空域的导航/高度性能监控》

联邦航空局令 8400.33: 《获得所需导航性能 4 (RNP 4) 洋区和偏远地区运行授权的程序》

—— 澳大利亚民用航空安全局

咨询通告(AC)91U-3(0): 《RNP 4 运行授权》

—— 国际民用航空组织 (ICAO)

附件 6 —— 《航空器的运行》

附件 11 —— 《空中交通服务》

《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件)

《通信、导航和监视/空中交通管理系统全球空中航行计划》(Doc 9750 号文件)

(这些文件可从以下地址获得: International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7)

—— 航空无线电技术委员会 (RTCA)

《航空系统最低性能标准 (MASPS): 区域导航的所需导航性能》(DO 236B), 航空无线电技术委员会

《区域导航的所需导航性能最低运行性能标准 (MOPS)》(DO 283), 航空无线电技术委员会

《航空数据处理标准》(DO 200A), 航空无线电技术委员会

(这些文件可从以下地址获得: RTCA Inc., 1828 L Street NW, Suite 805, Washington, DC 20036, United States)

—— 欧洲民航电子设备组织

《区域导航所需导航性能航空系统最低性能规范》(ED-75B)

《航空数据处理标准》(ED-76)

(这些文件可从以下地址获得: EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真: +33 1 46 55 62 65)。网址: www.eurocae.eu)

第 2 章
实施 RNP 2

(有待编写)

第 3 章

实施基础 RNP 1

3.1 引言

3.1.1 背景情况

基础 RNP 1 导航规范为在没有空中交通服务监视或空中交通服务监视有限、具有中低等交通密度的航路结构与终端空域 (TMA) 之间建立连接航路提供了一种方法。

3.1.2 目的

本章为实施基础 RNP 1 进场和离场程序的国家提供了指导。本章并未论及为特定运行所规定的全部要求。这些要求在其他文件中有详细说明, 如运行规则、《航行资料汇编》(AIP) 及《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。尽管运行审批主要与空域的导航要求相关, 仍然要求运营人和飞行机组在进入空域飞行之前应考虑到国家主管当局关于该空域的所有运行文件。

3.2 空中航行服务提供者考虑的事项

3.2.1 导航基础设施

3.2.1.1 全球导航卫星系统是支持基础 RNP 1 的主要导航系统。尽管基于测距仪/测距仪的 RNAV 系统能够保证基础 RNP 1 的精度, 但本导航规范主要用于测距仪基础设施无法支持测距仪/测距仪区域导航达到所需性能的环境。测距仪基础设施的要求和评估变得越来越复杂, 这就意味着其广泛应用是不现实或成本太高的。

3.2.1.2 空中航行服务提供者应该确保配备全球导航卫星系统的航空器运营人具有使用机载增强系统 (如接收机自主完好性监视) 预测故障探测能力的方法。在适用的情况下, 空中航行服务提供者还应该确保配备星基增强系统的航空器运营人具有预测故障探测能力的方法。这一预测服务可由空中航行服务提供者、机载设备制造商或其他实体提供。预测服务可用于达到最低技术标准规范 (TSO) 性能的接收机, 或专门用于接收机的设计。预测服务应该使用全球导航卫星系统卫星的状态信息, 并且应该使用与运行相适应的水平告警极限 (距机场 30 海里之内为 1 海里, 其他为 2 海里)。在基础 RNP 1 运行的任何阶段预测连续失去机载增强系统故障探测超过 5 分钟, 均应被确定为中断。

3.2.1.3 基础 RNP 1 不得被用于有导航信号 (全球导航卫星系统) 干扰的区域。

3.2.1.4 空中航行服务提供者必须对导航基础设施进行评估。该基础设施应被证明足以进行包括待命工作

模式在内的运行。

3.2.2 通信与空中交通服务监视

本导航规范适用于没有空中交通服务监视或空中交通服务监视有限的环境。基础 RNP 1 的标准仪表离场/标准仪表进场主要用于管制员-驾驶员直接通信的环境。

3.2.3 超障裕度和水平间隔

3.2.3.1 关于超障裕度的详细指导，见《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件第 II 卷)；第 I 部分和第 III 部分中的一般标准均适用。

3.2.3.2 基础 RNP 1 的航路间距取决于航路结构、空中交通密度和干预能力。水平间隔标准公布在《空中航行服务程序 —— 空中交通管理》(PANS-ATM) (Doc 4444 号文件) 中。

3.2.4 其他考虑事项

3.2.4.1 对于程序设计和基础设施评估，运行程序中规定的 0.5 海里正常飞行技术极限误差的概率为 95%。

3.2.4.2 TSO-C129a 传感器 (独立的或集成的) 的默认告警功能在位于距机场基准点 (ARP) 30 海里处，在终端告警 (± 1 海里) 与航路告警 (± 2 海里) 之间进行切换。

3.2.5 公布

程序应该依赖正常的降落剖面，并确定最小航段高度要求。公布在国家《航行资料汇编》中的用于程序和辅助导航设备的导航数据必须符合附件 15 ——《航空情报服务》的要求。所有程序必须依据世界大地测量系统 —— 1984 年 (WGS-84) 坐标系。

3.2.6 管制员培训

在实施基础 RNP 1 时，提供 RNP 终端和进进管制服务的空中交通管制员应完成下述各项内容的培训。

3.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 包括机载性能监视和告警的精度、完好性、可用性和连续性;

- iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视 (RAIM)、故障探测与排除 (FDE)和完好性告警;
 - iv) 旁切航路点与飞越航路点概念 (和不同的转弯性能)。
- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序:
- i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最小间隔;
 - iii) 混合设备环境 (甚高频全向无线电信标手动调谐的影响);
 - iv) 不同运营环境之间的过渡;
 - v) 术语。

3.2.6.2 本导航规范的专项培训

- a) 基础 RNP 1 标准仪表进场、标准仪表离场、相关管制程序:
- i) 雷达引导技术 (适用时);
 - ii) 启用和关闭标准仪表进场;
 - iii) 高度限制;
 - iv) 下降爬升许可;
- b) RNP 进近及相关程序;
- c) 基础 RNP 1 相关术语;
- d) 程序实施过程中请求改航的影响。

3.2.7 状态监视

3.2.7.1 应该对导航设备基础设施进行监视,并在适当时,由服务提供者进行维护。应该及时发布中断警告 (航行通告)。

3.2.7.2 应该根据附件 11 ——《空中交通服务》提供关于可用于支持运行的导航设施或服务的状态信息。

3.2.8 空中交通服务系统监视

3.2.8.1 所证明的导航精度为确定依照某程序运行的侧向航路间距和最低水平间隔标准提供了依据。如果有雷达对每架航空器的航迹和高度保持精度实施监测，则监测结果通常由空中交通服务设施予以记录，并且航空器航迹保持能力将得到分析。

3.2.8.2 如果某一监测/分析表明出现了失去间隔或超障裕度的情况，则应该确定明显偏离航迹或高度层的原因，并且采取措施防止其再次发生。

3.3 导航规范

3.3.1 背景情况

本章确定了基础 RNP 1 的运行要求。国家运行规章应该明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，还可能获得特定的运行批准。例如，JAR-OPS1 要求运营人酌情向运营人所在国/登记国申请获得运行批准。

3.3.2 审批过程

3.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规则获得批准。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味需要重新认证。

3.3.2.2 在进行基础 RNP 1 运行之前，必须完成以下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件；
- b) 必须为拟使用的导航系统运行程序和运营人导航数据库程序提供证明文件；
- c) 必须为接受运行程序培训的飞行机组人员提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后应该根据国家运行规则获得运行批准。

3.3.2.3 成功完成上述步骤之后，国家应按照国家需要颁发基础 RNP 1 运行批准书、授权书或适当的运行规范 (Ops Spec)。

3.3.2.4 航空器的合格性

必须通过参照相关适航标准和 3.3.3 中的要求做出符合性证明，确定航空器的合格性。原设备制造商或航空

器安装批准书持有人，如补充型号合格证持有者，将向其国家适航当局 (NAA) (如欧洲航空安全局、美国联邦航空局) 证明其符合情况，可以书面形式将批准写入制造商文件 (如服务函)。如果国家认可制造商文件，则无需在《航空器飞行手册》(AFM) 中设立条目。

3.3.2.5 运行审批

3.3.2.5.1 对某一特定运营人的评估由该运营人登记国依据国家运行规则 (如 JAR-OPS 1,《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分) 及相关咨询和指导材料的辅助下进行。评估应该考虑到以下方面：

- a) 航空器合格证明；
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估；
- c) 通过运行手册中可接受的条目对这些程序的管理；
- d) 对飞行机组人员培训要求的确定；
- e) 必要时，对导航数据库程序的管理。

3.3.2.5.2 国家可能要通过颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式认可航空运营人证书 (AOC)，提供运行审批的证明文件。

3.3.2.5.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单，详细列出基础 RNP 1 运行所使用的相关部件和设备。

3.3.2.5.4 培训文件

3.3.2.5.4.1 商业运营人应该备有一个培训方案，说明与基础 RNP 1 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注：如果 RNAV 培训已经是培训方案不可或缺的一个组成部分，则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

3.3.2.5.4.2 私人运营人应该熟知 2.3.5 “驾驶员知识与培训”中所确定的做法和程序。

3.3.2.5.5 运行手册和检查单

3.3.2.5.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 3.3.4 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定，手册应该包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请过程的一部分递交以供审查。

3.3.2.5.5.2 私人运营人应该采用 3.3.5 “驾驶员知识与培训”中确定的做法和程序进行运作。

3.3.2.5.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

为符合基本 RNP1 的规定而对最低设备要求清单所做的任何必要修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单，并规定所需的签派条件。

3.3.3 航空器要求

下述系统达到这些标准的精确度、完好性和连续性要求。

- a) 配备 E/TSO-C129a 传感器 (B 类或 C 类)、E/TSO-C145(), 并符合 E/TSO-C115b 飞行管理系统要求的航空器, 按照联邦航空局 AC20-130A 进行安装, 以使用仪表飞行规则;
- b) 配备 E/TSO-C129aA1 类或 E/TSO-C146()设备的航空器,按照联邦航空局 AC 20-138 或 AC 20-138A 进行安装, 以使用仪表飞行规则;
- c) 经认证具有 RNP 能力的航空器或按照同等标准获得批准的航空器。

3.3.3.1 系统性能监视与告警

精度: 在指定为基础 RNP 1 的空域内或航路上运行期间, 至少在 95% 的总飞行时间中, 侧向总系统误差必须在 ± 1 海里之内。至少在 95% 的总飞行时间中, 沿航迹误差也必须在 ± 1 海里之内。为了达到精确度要求, 95% 的飞行技术误差不应超过 0.5 海里。

注: 使用具有 1 海里满刻度偏移的偏差指示器是一种可接受的符合性方法。使用自动驾驶仪或飞行指引仪是一种可接受的符合性方法 (滚动稳定系统不合要求)。

完好性: 航空器导航设备故障按照适航条例被归类为重大故障 (即每小时 10^{-5})。

性能监视与告警: 如果未达到精度要求, 或者如果侧向总系统误差超过 2 海里的概率大于 10^{-5} , RNP 系统须提供告警, 或 RNP 系统和驾驶员须共同提供告警。

连续性: 如果操作人员可以切换到不同的导航系统飞往一适当的机场, 失去功能则被归类为小故障。

空间信号: 如果使用全球导航卫星系统, 在空间信号误差导致侧向定位误差超过 2 海里的概率超过每小时 10^{-7} 时, 航空器导航设备须提供告警 (附件 10 第 I 卷表 3.7.2.4-1)。

注: 符合性能监视与告警要求并非意味着就能对飞行技术误差进行自动监视。机载监视和告警功能应该至少包括一个导航系统误差监视和告警算法和一个使机组人员能够监视飞行技术误差 (FTE) 的侧向偏差显示。只要运行程序用于监视飞行技术误差, 就要按照功能要求和运行程序中所做的说明对机组程序、设备特征和安装

进行评估，以确认其有效性和等效性。由于有质量保证程序 (3.3.6) 和飞行机组程序 (3.3.4)，航径定义误差 (PDE) 被认为可以忽略不计。

3.3.3.2 特定导航系统标准

基础 RNP 1 以全球导航卫星系统定位为基础。如果从其他类型导航传感器获得的定位数据不会造成超出总系统误差预算的定位误差，则可将其他定位数据与全球导航卫星系统数据整合使用。否则就应该提供取消其他导航传感器类型的方法。

3.3.3.3 功能要求

需要提供根据 AC 20-130A、AC 20-138A 或等效适航安装咨询材料安装的下述导航显示器和功能：

段落	功能要求	说明
a)	导航数据，包括向/背台显示以及故障显示，都必须显示在侧向偏差显示器 (偏航指示器、(电子) 水平状态指示器) 和/或导航图显示器上。这些显示器必须是作为航空器导航、机动飞行和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表。它们必须达到下述要求：	具有向/背台显示和故障指示功能、作为航空器导航、机动飞行和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表的非数字侧向偏差显示器 (如偏航指示器、(电子) 水平状态显示器)，具有下述五个特征： <ol style="list-style-type: none"> 1) 显示器必须在驾驶员视野内并且位于驾驶员沿飞行航径向前看时的主视野内 (驾驶员正常视线的$\pm 15^\circ$内)； 2) 如果采用了任何告警和指示限制，则侧向偏差显示刻度应该与其相吻合； 3) 侧向偏差显示器还必须有一个适合于当前飞行阶段的满刻度偏移，且必须基于所需的总系统精度； 4) 显示刻度可自动由默认逻辑进行设置，或者可设置为从导航数据库得到的值上。满刻度偏移值必须为驾驶员所知，或必须可向驾驶员显示，并与航路、终端或进近值相对应； 5) 侧向偏差显示必须自动地从动于 RNAV 计算的航径。偏差显示器的航道选择器应该自动地转换至 RNAV 计算的航径。 作为一种替代手段，导航图显示器应该与 3.3.3.3 a) (1-5) 中所述的侧向偏差显示器具有同等的功能，并带有适当的地图比例尺 (可以由驾驶员手动设定刻度)。
b)	任何基础 RNP 1 设备至少需要如下系统功能：	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能够在用于航空器导航的主要飞行仪表 (主要导航显示器) 上向操纵飞机的驾驶员连续显示 RNAV 计算的期望航径和航空器相对于该航径的位置。对于最少为两个驾驶员的运行，还必须使不操纵飞机的驾驶员有办法确认期望航径及航空器相对于该航径的位置； 2) 具有一个包括为民用航空正式公布的最新导航数据的导航数据库，可根据定期制航行通告 (AIRAC) 周期

段落	功能要求	说明
		<p>予以更新，可从中检索空中交通服务航路并加载到 RNAV 系统中。数据的存储分辨率必须足以达到可忽略航径定义误差的程度。数据库必须得到保护，防止驾驶员修改所存储的数据；</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) 有办法向驾驶员显示导航数据有效期； 4) 有办法检索并显示存储在导航数据库中的与单个航路点和导航设备相关的数据，从而使驾驶员能够确认拟飞航路； 5) 能够将拟飞的标准仪表离场或标准仪表进场的整个航段从数据库加载到 RNAV 系统中。 <p>注：由于系统的多样性，本文件所定义的 RNAV 航段从第一次出现有名称的航路点、航迹或航线开始，到最后出现的有名称的航路点、航迹或航线结束。第一个有名称的航路点之前或最后一个有名称的航路点之后的航段不必从数据库中下载。整个标准仪表离场仍为一个基础 RNP 1 程序。</p>
c)	有办法在驾驶员主视野内或在随时可进入的显示页面显示下述各项：	<ol style="list-style-type: none"> 1) 使用中的导航传感器类型； 2) 使用中的（向台）航路点的识别标志； 3) 至使用中的（向台）航路点的地速或时间； 4) 至使用中的（向台）航路点的距离和方位。
d)	能够执行“直飞”功能。	
e)	能够自动对航段进行排序并向驾驶员显示排序。	
f)	能够执行从机载数据库中所提取的基础 RNP 1 终端程序，包括能够进行飞越转弯和旁切转弯。	
g)	<p>航空器必须能够自动执行航段过渡并使航迹与下列 ARINC 424 航径终止代码（或等价的代码）的航段相一致：</p> <ul style="list-style-type: none"> —— 起始定位点 (IF)； —— 至定位点的航道 (CF)； —— 直飞至定位点 (DF)； —— 定位点间的航迹 (TF) 	<p>注 1：在 ARINC 424 中对航径终止代码进行了界定，关于其应用的更为详细的描述载于美国航空无线电技术委员会文件 DO-236B/欧洲民航电子设备组织 ED-75B 和 DO-201A/欧洲民航电子设备组织 ED-77。</p> <p>注 2：航线和航迹的数值必须自动从 RNP 系统数据库中下载。</p>
h)	航空器必须能够自动执行与 VA、VM 和 VI ARINC 424 航径终止码相一致的航段过渡，或者必须能够手动按航向飞行切入航道，或在到达某一指定程序高度后直飞另一个定位点。	

段落	功能要求	说明
i)	航空器必须能够自动执行与 CA 和 FM ARINC 424 航径终止代码相一致的航段过渡，或者 RNAV 系统必须允许驾驶员随时指定一个航路点，并选择一个飞至/离某一指定航路点的预期航线。	
j)	能够根据航路名称从数据库中将基础 RNP 1 程序加载到 RNAV 系统中。	
k)	能够在驾驶员主视野之内显示基础 RNP 1 系统故障。	
l)	数据库的完好性	导航数据库供应商应该遵守航空无线电技术委员会 DO-200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76 和《航空数据处理标准》。有关管理当局向数据链中各参与方发布的授权书可证明符合此项要求。使某航路无效的差异必须向导航数据库供应商报告，运营人必须向其飞行机组人员发出通知，禁止飞行受影响的航路。航空器运营人应该考虑到对运行中的导航数据库进行定期检查的必要性，以达到现行的质量系统要求。

3.3.4 运行程序

单有适航证并不可进行基础 RNP 1 运行。还需要获得运行批准，以确认运营人具有足够的常规和应急程序用于特定设备安装。

3.3.4.1 飞行前计划

3.3.4.1.1 计划按照基础 RNP 1 标准仪表离场和标准仪表进场实施运行的运营人和驾驶员应该填写适当的飞行计划补充信息。

3.3.4.1.2 机载导航数据必须是最新的，并包括适当的程序。

注：导航数据库在飞行期间应该是最新的。如果定期制航行通告周期在飞行期间变更，运营人和驾驶员应该制定程序以确保导航数据的准确性，包括用于定义航路和飞行程序的导航设施的适合性。

3.3.4.1.3 必须利用所有可用信息，确认预定航路所需导航设备基础设施，包括非 RNAV 应急设备在计划运行时段内的可用性。由于附件 10 对全球导航卫星系统完好性 (RIAM 或星基增强系统信号) 的要求，还应该酌情确认这些设备的可用性。对于使用星基增强系统接收机导航的航空器 (所有 TSO-C145()/C146())，运营人应该检查在无法获得星基增强系统信号的地区全球定位系统接收机自主完好性监视的可用性。

3.3.4.2 机载增强系统 (ABAS) 的可用性

3.3.4.2.1 基础 RNP 1 所要求的接收机自主完好性监视水平可通过航行通告 (如果可以获得) 或预测服务来确认。运营当局可就如何遵守此要求提出具体的指导意见 (例如, 如果有足够的卫星可能就无需进行预测)。运营人应该熟悉预定航路上可利用的预测信息。

3.3.4.2.2 接收机自主完好性监视可用性预测应该考虑到最新的全球定位系统星座航行通告以及航空电子设备模型 (如果可以获得)。该项服务可由空中航行服务提供者、航空电子设备制造商、其他实体, 或者通过机载接收机的接收机自主完好性监视预测能力来提供。

3.3.4.2.3 如果预测基础 RNP 1 运行的任何阶段连续 5 分钟以上失去适当水平的故障检测能力, 则应修改飞行计划 (如推迟离场或计划一个不同的离场程序)。

3.3.4.2.4 接收机自主完好性监视可用性预测软件并不能确保该项服务, 它们只是用于对满足所需导航性能的预期能力予以评估的工具。由于全球导航卫星系统的某些构成要素会出现意外故障, 因此驾驶员/空中航行服务提供者必须意识到接收机自主完好性监视或全球定位系统导航可能会在空中同时失去功能, 这可能需要切换至其他导航方式。因此, 驾驶员应该对他们在全球定位系统导航出现故障时具有的导航能力 (可能飞往备降目的地) 予以评估。

3.3.4.3 一般运行程序

3.3.4.3.1 驾驶员应该遵守制造商确定的符合本章性能要求所必需的任何说明和程序。

注: 驾驶员必须遵守航空器飞行手册中所载的保持基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场性能所需的限制或运行程序。

3.3.4.3.2 运营人和驾驶员在达到国家相关文件中的所有标准之前, 不应请求或申请基础 RNP 1 程序。如果某航空器未达到这些标准而从空中交通管制获得实施基础 RNP 1 程序的放行许可, 则驾驶员必须告知空中交通管制其不能接受该许可, 并且必须请求获得其他指令。

3.3.4.3.3 在系统初始化时, 驾驶员必须确认导航数据库是最新的且核实航空器位置已正确输入。在收到最初放行许可及随后的航路变更指令后, 驾驶员必须确认正确输入了空中交通管制分配给他们的航路。驾驶员必须确保其导航系统所描述的航路点顺序与专用航图上所标的航路以及分配给他们的航路相吻合。

3.3.4.3.4 除非基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场能够根据程序名称从机载导航数据库中检索到并且与图上所示的程序相符, 否则驾驶员不得进行基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场飞行。但是, 之后可能会根据空中交通管制的放行许可插入或删除某些航路点, 对该航路进行修改。不允许人工输入经纬度或者距离/方位或通过人工输入经纬度或者距离/方位来创建新的航路点。此外, 驾驶员不得将任何标准仪表离场或标准仪表进场数据库中的航路点类型从旁切变更为飞越, 反之亦然。

3.3.4.3.5 飞行机组人员应该将航图或其他适用资源与导航系统文本显示进行比较, 在适用的情况下还应与航空器地图显示进行比较, 以查对批准的飞行计划。如有需要, 应该确认所排除的具体导航设备。

注：驾驶员可能会注意到航图上所显示的导航信息与其主导航显示器上所显示的导航信息之间有微小的差异。3°或小于3°的差异可能源自设备制造商所应用的磁差，这在运行上是允许的。

3.3.4.3.6 由于完好性缺失告警足以达到完好性要求，因此无需使用传统的导航设备进行交叉检查。但是，建议对导航的合理性进行监视，并且如果失去 RNP 能力，须向空中交通管制报告。

3.3.4.3.7 对于基础 RNP 1，驾驶员必须使用侧向偏差指示器、飞行指引仪或侧向导航模式的自动驾驶仪。配备侧向偏差显示器的航空器驾驶员必须确保侧向偏差刻度适合于航路/程序相关的导航精度（如满刻度偏差：基础 RNP 1 为±1 海里）。

3.3.4.3.8 除非空中交通管制允许偏离或遇到紧急情况，否则在本手册所描述的所有基础 RNP 1 运行期间，所有驾驶员均应保持在由机载侧向偏差指示器和/或飞行指导材料所描述的航路中心线上。对于正常运行，侧向航迹误差/偏离（系统计算出的航径与航空器相对于该航径的位置之间的差，例如飞行技术误差）应该限定在与程序相关的导航精度值的±1/2 以内（例如基础 RNP 1 为 0.5 海里）。在转弯期间或刚完成转弯之后，允许短暂偏离此标准（如早转或晚转），最多可达导航精度值的一倍（例如基础 RNP 1 为 1.0 海里）。

注：一些航空器在转弯期间并不显示或计算航径，因此，这些航空器的驾驶员也许不能在转弯期间保持±1/2 的侧向导航精度，但是仍应在转弯之后的切入期间以及在直线航段上达到这个标准。

3.3.4.3.9 如果空中交通管制发布一个航向指令让航空器飞离航路，则驾驶员在收到许可回到该航路或在管制员确认新的许可之前，不应修改飞行计划。当航空器不在所公布的航路上时，规定的精度要求不适用。

3.3.4.3.10 人工选择航空器坡度限制功能可能会降低航空器保持其预期航迹的能力，所以不建议这么做。驾驶员应注意到，可人工选择的航空器坡度限制功能有可能降低驾驶员沿着空中交通管制预期航径飞行的能力，特别是在进行大角度转弯时。不能将此解释为要求背离飞机飞行手册程序；应该鼓励驾驶员将此类功能的使用限制在可接受的程序之内。

3.3.4.4 配备 RNP 选择能力的航空器

配备 RNP 输入选择能力的航空器驾驶员应选择 RNP 1 或低于 RNP 1 进行基础 RNP 1 标准仪表离场和标准仪表进场。

3.3.4.5 基础 RNP 1 标准仪表离场的具体要求

3.3.4.5.1 在开始起飞之前，驾驶员应该核实航空器的基础 RNP 1 系统是否可用且运行正常，是否加载了正确的机场和跑道数据。飞行前，驾驶员必须核实其航空器导航系统是否运行正常，是否输入了正确的跑道和离港程序（包括适用的航路过渡）并得到了适当的描述。收到指定的基础 RNP 1 离港程序并在随后收到跑道、程序或过渡变更的驾驶员，必须在起飞前核实相应的变更是否已经输入并且可用于导航。建议在即将起飞前对正确的跑道输入和正确的航路描述做最后的检查。

3.3.4.5.2 接通高度 驾驶员必须能够在不晚于达到机场标高 153 米（500 英尺）时接通基础 RNP 1 设备来

获得水平 RNAV 的飞行引导。

3.3.4.5.3 驾驶员必须采用一种经批准的方法 (侧向偏差指示器/航图显示器/飞行指引仪/自动驾驶仪) 达到基础 RNP 1 性能水平。

3.3.4.5.4 使用全球导航卫星系统的航空器 使用全球导航卫星系统时, 在起飞滑跑开始前必须接到信号。对于使用 TSO-C129a 设备的航空器, 飞行计划中必须输入起飞机场以获得相应的导航系统监视和灵敏度。对于使用 TSO-C145()/C146() 航空电子设备的航空器, 如果离场始于跑道航路点, 那么就无需为了获得适当的监视和灵敏度而在飞行计划中包含起飞机场。如果基础 RNP 1 标准仪表离场自机场基准点延伸至 30 海里以外, 并且使用侧向偏差显示器, 那么自机场基准点延伸至 30 海里与基础 RNP1 标准仪表离场终止点之间, 满刻度敏感度的选择不得超过 1 海里。

3.3.4.5.5 对于使用侧向偏差显示器 (即航图显示器) 的航空器, 刻度必须设定在适合基础 RNP 1 标准仪表离场的位置, 并且应该使用飞行指引仪或自动驾驶仪。

3.3.4.6 基础 RNP 1 标准仪表进场的具体要求

3.3.4.6.1 在进场阶段之前, 飞行机组人员应该核实已加载正确的终端航路。应该将航图与地图显示器 (如果适用) 和多功能控制与显示装置进行对比, 对现行飞行计划进行检查。检查包括确认航路点顺序、航迹角度和距离的合理性、高度或速度限制, 可能的话, 还包括确认哪些航路点为旁切以及哪些为飞越。如果某一航路有要求, 则需检查确认是否将排除某一特定导航设备。如果对于数据库中的某一航路的有效性存在疑问, 则不得使用该航路。

注: 至少进场检查可以是达到本段所述目标对地图显示器进行的简单检查。

3.3.4.6.2 以飞行机组人员向基础 RNP 1 系统进行人工输入的方式创建新航路点将导致航路无效, 因此是不允许的。

3.3.4.6.3 如果应急程序需要切换到常规进场航路, 就必须在开始基础 RNP 1 程序之前完成必要的准备工作。

3.3.4.6.4 终端区域内程序更改可以采取雷达航向的形式或者“直飞”许可的形式, 且飞行机组人员必须能及时做出反应。这可能包括插入从数据库中加载的战术航路点。不允许飞行机组人员使用数据库中未提供的临时航路点或定位点人工输入或修改已加载的航路。

3.3.4.6.5 驾驶员必须核实航空器导航系统是否运行正常, 是否输入了正确的进场程序和跑道 (包括适用的航路过渡) 并对其进行了适当的描述。

3.3.4.6.6 尽管没有要求采用某一特定方法, 但必须遵守公布的高度和速度限制。

3.3.4.6.7 配备 TSO-C129a 全球导航卫星系统 RNP 系统的航空器: 如果基础 RNP 1 标准仪表进场从距机场基准点 30 海里以外开始, 并且使用侧向偏差指示器, 则在开始标准仪表进场之前手动选择的满刻度敏感度不

应超过 1 海里。对于使用侧向偏差显示器 (即航图显示器) 的航空器, 刻度设定应适于基础 RNP 1 标准仪表进场, 并且应该使用飞行指引仪或自动驾驶仪。

3.3.4.7 应急程序

3.3.4.7.1 驾驶员必须将 RNP 能力的丧失 (完好性告警或失去导航) 以及所建议的行动通知空中交通管制。如果由于任何原因不能遵守基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场要求, 驾驶员必须尽快通知空中交通管制。RNP 能力的丧失包括任何导致航空器再也无法达到航路基础 RNP 1 要求的故障或事件。

3.3.4.7.2 发生通信故障时, 飞行机组人员应该继续按照公布的失去通信能力程序进行飞行。

3.3.5 驾驶员知识与培训

培训方案应该提供关于航空器 RNP 系统的充分培训 (如模拟机、训练装置或航空器), 使驾驶员熟悉如下内容:

- a) 本章内容;
- b) 航空器设备/导航辅件的意义及正确使用;
- c) 由航图描绘及文本描述所确定的程序特征;
- d) 对航路点类型的描述 (旁切和飞越)、航径终止代码 (见 3.3.3.3 中的 ARINC 424 航径终止代码和运营人使用的其他类型) 以及相关的航空器飞行航径;
- e) 基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场运行所需导航设备;
- f) RNP 系统的特定信息:
 - i) 自动化水平、模式提示、变更、告警、输入输出、转换和降级;
 - ii) 同其他航空器系统的功能集成;
 - iii) 航路不连续性的涵义和适当性以及相关飞行机组程序;
 - iv) 与运行相符的驾驶员程序;
 - v) RNP 系统所使用的导航传感器类型和相关的系统优先次序/权重/逻辑性;
 - vi) 考虑到速度和高度效应时的转弯提前量;
 - vii) 电子显示和符号判读;

- viii) 对支持基础 RNP 1 运行所需的航空器结构和运行条件的了解, 例如偏航指示器刻度 (侧向偏差显示器刻度) 的适当选择;
- g) RNP 设备的操作程序 (适用时), 其中包括如何执行如下行动:
 - i) 确认航空器导航数据的有效性和完好性;
 - ii) 确认已成功完成 RNP 系统自检;
 - iii) 对导航系统位置信息进行初始化;
 - iv) 检索并执行有适当过渡的基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场;
 - v) 遵守与基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场相关的速度和/或高度限制;
 - vi) 为使用中的现用跑道选择适当的基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场, 并熟悉应对跑道变更的程序;
 - vii) 确认航路点和飞行计划编排;
 - viii) 直飞至一个航路点;
 - ix) 沿某航向/航迹飞至某航路点;
 - x) 切入某航道/航迹;
 - xi) 雷达引导飞行并从“航向”模式重新加入基础 RNP 1 航路;
 - xii) 确定侧向航迹误差/偏差。更具体地说, 必须了解并遵守为支持基础 RNP 1 所允许的最大偏差;
 - xiii) 解决航路的不连续性;
 - xiv) 消除和重选导航传感器输入;
 - xv) 必要时, 确认排除某一具体导航设施或导航设备类型;
 - xvi) 变更到达机场和备降机场;
 - xvii) 如果有能力, 执行平行偏置功能。驾驶员应该知道偏置的应用方式、其特定 RNP 系统的功能以及此功能不可用时通知空中交通管制的必要性;
 - xviii) 执行 RNAV 等待功能;

- h) 运营人所建议的飞行阶段自动化水平和工作负荷，包括最大限度减少侧向航迹误差以保持航路中心线的方法；
- i) RNAV/RNP 应用中的无线电通话 (R/T) 用语；
- j) RNAV/RNP 故障的应急程序。

3.3.6 导航数据库

3.3.6.1 必须从执行航空无线电技术委员会 DO-200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76:《航空数据处理标准》的供应商那里获得导航数据库，该数据库应该与设备的预期功能相一致 (参见附件 6 第 1 部分第 7 章)。管理当局向数据链中每个参与者颁发的授权书 (LOA) 可证明符合这一要求 (如根据联邦航空局 AC 20-153 颁发的联邦航空局授权书，或者根据欧洲航空安全局 IR 21G 分部分颁发的欧洲航空安全局授权书。)

3.3.6.2 必须向导航数据库供应商报告使某一标准仪表离场或标准仪表进场无效的差异，且运营人必须向其飞行机组人员发出通知，禁止执行受影响的标准仪表离场或标准仪表进场。

3.3.6.3 航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查，以达到现行质量系统要求。

注：为了尽量减少航迹定义误差，数据库应该符合 DO 200A 要求，或者必须提供类似的运行方法，确保基础 RNP 1 标准仪表离场或标准仪表进场数据库的完好性。

3.3.7 对运营人的监督

3.3.7.1 管理当局在确定补救行动时，应该考虑导航误差报告。由某一特定导航设备所造成的导航误差的反复发生可能会导致取消对该设备的使用批准。

3.3.7.2 当有信息表明有可能重复出现误差时，可能就需要对运营人的培训方案进行修改。当有信息表明多次误差的原因在于某一特定飞行机组时，可能就需要进行补救性培训或重新审查执照。

3.4 参考资料

欧洲空中航行安全组织文件可从下述地址索取：EUROCONTROL, Documentation Centre, GS4, Rue de La Fusee, 96, B-1130 Brussels, Belgium; (传真：32 2 729 9109)。网址：<http://www.ecacnav.com>

欧洲民航电子设备组织文件可从下述地址购买：EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真：+33 1 46 55 62 65)。网址：www.eurocae.eu

美国联邦航空局文件可从下述地址获得：Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA。网址：http://www.faa.gov/aircraft_cert/ (Regulatory and Guidance Library)

航空无线电技术委员会文件可从下述地址获得：RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (电话：1 202 833 9339)。网址：www.rtca.org

航空无线电公司文件可从下述地址获得：Aeronautical Radio Inc., 2551 Riva Road, Annapolis, Maryland 24101-7465, USA。网址：<http://www.arinc.com>

欧洲联合航空局文件可从联合航空局出版商信息处理服务中心 (IHS) 获得。有关价格、订购地点及订购方式的信息请查询联合航空局网址：<http://www.jaa.nl> 及信息处理服务中心网址：<http://www.global.his.com> 和 <http://www.avdataworks.com>

欧洲航空安全局文件可从下述地址获得：欧洲航空安全局 (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50452 Koln, Germany。

国际民航组织文件可从下述地址购买：International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7 (传真：1 514 954 6769 或电子邮件：sales_unit@icao.org), 或通过国际民航组织网站 www.icao.int 上列出的销售代理购买。

第 4 章
实施高级 RNP 1

(有待编写)

第 5 章

实施 RNP 进近 (RNP APCH)

5.1 引言

5.1.1 背景情况

5.1.1.1 本章论述的是依据 PBN 概念被归类为 RNP APCH 的基于全球导航卫星系统的进近应用。

5.1.1.2 RNP 进近 (RNP APCH) 程序包括设计带有直线航段的现有 RNAV (全球导航卫星系统) 进近程序。RNP APCH 程序有望得到包括欧洲航空安全局 (EASA) 和美国联邦航空局 (FAA) 在内的若干管理机构的批准。美国联邦航空局已经为适于此类运行的全球导航卫星系统设备和系统发布了适航标准 AC 20-138A。欧洲航空安全局正在为 RNP 进近 (RNP APCH) 运行制定适航审批和运行标准的认证材料 (AMC 20 系列)。虽然功能要求相似, 但是这两套标准之间仍存在细微差异。为了形成一项全球性标准, 这两套标准已经融合为一项导航标准。

5.1.2 目的

5.1.2.1 本章为实施 RNP APCH 运行 (不包括要求授权的 RNP 进近 (RNP AR APCH)) 的国家提供了指导, 也为空中航行服务提供者提供了国际民航组织关于实施要求的建议。本章还为运营人提供了合为一体的欧洲和美国 RNAV 适航和运行标准。对现有的使用全球导航卫星系统的独立和多传感器 RNAV 系统而言, 符合欧洲 (欧洲航空安全局 AMC 20) 和美国 (联邦航空局 AC 20-138A、AC 20-130A 或 TSO C115b) 的指导材料, 即可保证能自动符合国际民航组织的这一规范, 而无需做进一步评估或递交航空器飞行手册等证明文件。根据此标准给予的运行批准允许运营人在全球范围内实施 RNP APCH 运行。

注: 多传感器系统可以使用其他传感器组合, 为 RNP APCH 提供可接受的导航性能, 如测距仪/测距仪或测距仪/测距仪/惯性参照装置。但是, 由于导航设备基础设施和评估方面所增加的复杂性, 这样的情况是有限, 将其推广应用既不切合实际, 也不具备成本效益。

5.1.2.2 本章仅论述沿直线航段的水平导航方面 (2D 导航) 的要求。曲线进近在 RNP AR APCH 中论述。本卷附篇中论述了基于气压的垂直导航方面。

5.2 空中航行服务提供者 (ANSP) 考虑的事项

5.2.1 导航设备基础设施

5.2.1.1 全球导航卫星系统是支持 RNP APCH 程序的主要导航系统。

5.2.1.2 复飞航段可借助常规导航设备 (如甚高频全向无线电信标、测距仪、无方向性无线电信标)。

5.2.1.3 空域主管当局必须考虑由于卫星故障或失去机载监视和告警功能 (如接收机自主完好性监视漏洞) 而造成多架航空器丧失 RNP APCH 功能这一风险的可接受性。

5.2.2 通信与空中交通服务监视

RNP APCH 并不包括对通信或空中交通服务监视的具体要求。适当的超障裕度通过航空器性能和运行程序获得。

5.2.3 超障裕度

5.2.3.1 有关超障裕度的详细指导, 见《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》(PANS-OPS) (Doc 8168 号文件第 II 卷)。第 I 部分和第 III 部分中的一般标准均适用。

5.2.3.2 复飞程序可由 RNAV 或常规 (如无方向性无线电信标、甚高频全向无线电信标、测距仪) 航段支持。

5.2.3.3 程序设计必须考虑到航空器不具备垂直导航能力的情况。

5.2.4 其他考虑事项

5.2.4.1 许多航空器具备运用其 RNP 系统执行等待飞行的能力。

5.2.4.2 本章中的指导并不取代国家关于装备的相应运行要求。

5.2.5 公布

《航空资料汇编》应明确指出导航应用为 RNP APCH。程序设计应该依据正常的下降剖面, 国家公布的资料也应该明确航段最低高度要求, 包括侧向导航超障高度 (LNAV OCA (H))。如果复飞航段基于常规手段, 进近所需的导航设施必须在公布的相关资料中予以说明。公布在国家《航行资料汇编》中的关于程序和辅助导航设备的导航数据, 必须符合附件 4 ——《航图》和附件 15 ——《航空信息服务》(适用时) 的要求。所有程序都必须基于世界大地测量系统 —— 1984 年 (WGS-84) 坐标系。

5.2.6 管制员培训

在已经实施 RNP 进近的机场提供管制服务的空中交通管制员，应该已经完成如下各项内容的培训。

5.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 包括机载性能监视和告警在内的精度、完好性、可用性和持续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视、故障探测与排除以及完好性告警;
 - iv) 旁切航路点和飞越航路点概念 (及不同的转弯性能);
- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序:
 - i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最小间隔;
 - iii) 混合设备环境;
 - iv) 不同运行环境间的过渡;
 - v) 术语。

5.2.6.2 本导航规范的专项培训

- a) 相关管制程序:
 - 雷达引导技术 (适用时);
- b) RNP 进近和相关程序:
 - i) 包括 T 型和 Y 型进近;
 - ii) 最低进近标准;
- c) 程序实施过程中请求改航的影响。

5.2.7 状态监视

5.2.7.1 应该由服务提供者对导航设备基础设施进行监视，并视情进行维护。应该及时发布中断警告（航行通告）。

5.2.7.2 应该根据附件 11 ——《空中交通服务》提供用于支持运行的导航设施和服务的状态信息。

5.2.8 空中交通服务系统监测

如果观测/分析表明发生了失去超障裕度的情况，应该确定明显偏离航迹或高度的原因，并应采取措施避免其再次发生。

5.3 导航规范

5.3.1 背景情况

5.3.1.1 本节确定了 RNP APCH 运行的适航和运行要求。国家运行规章必须明确运行中对这些要求的遵守，在某些情况下，还可能得到特定的运行批准。例如，某些运行规章要求运营人向其国家当局（登记国）申请获得运行批准。

5.3.1.2 本章仅论述导航系统的水平部分。如果系统被批准用于垂直引导进近程序气压垂直导航（APV-Baro VNAV）运行，则其安装必须符合本卷附篇“气压垂直导航”的要求。

5.3.2 审批程序

5.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规则获得批准。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味需要重新认证。

5.3.2.2 在进行 RNP APCH 运行之前，必须完成以下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件；
- b) 必须为拟使用的导航系统运行程序和运营人导航数据库程序提供证明文件；
- c) 必要时，必须为飞行机组人员基于运行程序的培训提供证明文件；
- d) 上述材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后必须根据国家运行规定获得运行批准。

5.3.2.3 成功完成上述步骤之后，国家应该按照需要颁发 RNP APCH 运行批准书、授权书或在需要时发布适当的运行规范 (Ops Spec)。

5.3.2.4 航空器的合格性

适航合格性文件：必须提供运营人所在国/登记国认可的相关证明材料，以确定航空器已配备符合 RNP APCH 要求的 RNAV 设备。为避免不必要的管理工作，在确定现有设备的合格性时应考虑认可制造商的符合性证明文件，如欧洲航空安全局 AMC 20 系列文件。RNP AR APCH 系统被认为具备 RNP APCH 运行资格，无需进一步审查。

5.3.2.5 运行审批

5.3.2.5.1 对某一特定运营人的评估由该运营人所在国/该运营人登记国依据国家运行规则 (如 JAR-OPS 1, 《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分) 及相关咨询和指导材料的辅助下进行。评估应该考虑到以下方面：

- a) 航空器合格证明；
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估；
- c) 通过运行手册中可接受的条目对这些程序的管理；
- d) 对飞行机组人员培训要求的确定；
- e) 必要时，对导航数据库程序的管理。

5.3.2.5.2 国家可能要通过颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式认可航空运营人证书 (AOC)，提供运行审批的证明文件。

5.3.2.5.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单，详细列出 RNP APCH 运行所要使用的相关部件和设备。

5.3.2.5.4 培训文件

5.3.2.5.4.1 商业运营人应该备有一个培训方案，说明与 RNP APCH 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注：如果 RNAV 培训已经是培训方案不可或缺的一个组成部分，则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能确定培训方案中包括了 RNAV 的哪些方面。

5.3.2.5.4.2 私人运营人应该熟知 5.3.5 “驾驶员知识与培训”中所确定的做法和程序。

5.3.2.5.5 运行手册和检查单

5.3.2.5.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 5.3.4 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定, 相关手册应该包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请材料的一部分递交以供审查。

5.3.2.5.5.2 私人运营人必须采用 5.3.5 “驾驶员知识与培训”中确定的做法和程序进行运作。

5.3.2.5.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单, 并规定所需的签派条件。为符合 RNP APCH 的规定而对最低设备要求清单所做的任何必要修订都必须获得批准。

5.3.3 航空器要求

5.3.3.1 系统性能监控与告警

5.3.3.1.1 精度: 在 RNP APCH 的起始、中间航段和 RNAV 复飞运行期间, 在至少 95% 的总飞行时间中, 侧向总系统误差必须在 ± 1 海里之内。在至少 95% 的总飞行时间中, 沿航迹误差也必须在 ± 1 海里之内。

5.3.3.1.2 在 RNP APCH 最后进近航段运行期间, 在至少 95% 的总飞行时间中, 侧向总系统误差必须在 ± 0.3 海里之内。在至少 95% 的总飞行时间中, 沿航迹误差也必须在 ± 0.3 海里之内。

5.3.3.1.3 为了达到这一精度要求, 95% 的飞行技术误差在 RNP APCH 的起始、中间航段和 RNAV 复飞中, 均不应超过 0.5 海里。95% 的飞行技术误差在 RNP APCH 最后进近航段, 不应超过 0.25 海里。

注: 在起始、中间航段和复飞中使用具有 1 海里满刻度偏移的偏差指示器, 以及在最后进近航段使用具有 0.3 海里满刻度偏移的偏差指示器是一种可接受的符合性方法。使用自动驾驶仪或飞行指引仪是一种可接受的符合性方法 (滚动稳定系统不合要求)。

5.3.3.1.4 完好性: 航空器导航设备故障按照适航条例被归类为重大故障 (即每小时 10^{-5})。

5.3.3.1.5 连续性: 如果操作人员可以切换至一个不同的导航系统飞往一适当的机场, 失去功能则被归类为小故障。如果复飞程序基于常规方式 (如无方向性无线电信标、甚高频全向无线电信标、测距仪), 就必须安装并能够使用相关的导航设备。

5.3.3.1.6 性能监视与告警: 在 RNP APCH 起始、中间航段和 RNAV 复飞运行期间, 如果未达到精度要求, 或侧向总系统误差超过 2 海里的概率大于 10^{-5} , 则 RNP 系统须提供告警, 或 RNP 系统和驾驶员须共同提供告警。在 RNP APCH 最后进近航段, 如果未达到精度要求, 或侧向总系统误差超过 0.6 海里的概率大于 10^{-5} , 则 RNP 系统须提供告警, 或 RNP 系统和驾驶员须共同提供告警。

5.3.3.1.7 空间信号: 在 RNP APCH 起始、中间航段和 RNAV 复飞运行期间, 如果导致侧向定位误差超过

2 海里的空间信号误差概率超过每小时 10^{-7} ，航空器导航设备须提供告警 (附件 10 第 I 卷，表 3.7.2.4-1)。在 RNP APCH 最后进近航段运行期间，如果导致侧向定位误差超过 0.6 海里的空间信号误差概率超过每小时 10^{-7} ，则航空器导航设备须提供告警 (附件 10 第 I 卷，表 3.7.2.4-1)。

注 1: 如果使用常规方式 (甚高频全向无线电信标、测距仪、无方向性无线电信标) 或推测定位，对复飞则无 RNP APCH 要求。

注 2: 符合性能监视与告警要求并不意味着就能对飞行技术误差进行自动监视。机载监视与告警功能应该至少包括一个导航系统误差监视与告警算法、使机组人员能够监视飞行技术误差的侧向偏离显示器。只要运行程序被用于监视飞行技术误差，就要按照功能要求和运行程序中的说明，对机组程序、设备特征以及安装进行评估，以确认其有效性和等效性。由于有质量保证程序 (5.3.6) 和机组程序 (5.3.4)，航迹定义误差 (PDE) 被认为可以忽略不计。

注 3: 下述系统达到了这些标准的精度、完好性和连续性要求:

- a) 按照 TSO-C129a/ETSO-C129a A1 类或 E/TSO-C146()伽玛类和运行类 1、2 或 3 的要求获得批准的全球导航卫星系统独立系统、设备;
- b) 按照 TSO C129()/ETSO-C129()B1、C1、B3、C3 类或 E/TSO C145()1、2 或 3 类要求获得批准的用于多传感器系统 (如飞行管理系统) 设备中的全球导航卫星系统传感器。对按照 E/TSO-C129()获得批准的全球导航卫星系统接收机而言，建议使用卫星故障检测与排除 (FDE) 能力以提高功能的持续性;
- c) 按照 AC20-130A 或 TSO-C115b 的要求获得批准的使用全球导航卫星系统并证明具备 RNP APCH 能力的多传感器系统。

5.3.3.2 特定导航系统标准

RNP APCH 以全球导航卫星系统定位为基础。从其他类型导航传感器所获取的定位数据可以与全球导航卫星系统数据进行整合，只要其他定位数据不会导致超过总系统误差预算的定位误差，否则应取消所选其他类型的导航传感器。

5.3.3.3 功能要求

5.3.3.3.1 导航显示器及所需功能

5.3.3.3.1.1 导航数据，包括向/背台显示以及故障显示，都必须显示在侧向偏差显示器 (偏航指示器、(电子) 水平状态指示器) 和/或导航图显示器上。这些显示器必须是作为航空器导航、机动飞行预测和故障/状态/完好性显示的主要飞行仪表:

- a) 显示器必须在驾驶员视野内并且位于驾驶员沿飞行航径向前看时的主视野内 (驾驶员正常视线的 $\pm 15^\circ$ 内);

- b) 侧向偏差显示刻度应该与告警和提示极限相吻合;
- c) 侧向偏差显示器还必须有一个适合于当前飞行阶段的满刻度偏移, 且必须基于总系统误差要求;
- d) 显示刻度可自动由默认逻辑进行设置, 或者可设置在一个从导航数据库得到的值上。满刻度偏移值必须为驾驶员所知, 或必须可向驾驶员显示, 并与进近值相对应;
- e) 作为替代手段, 导航图显示器必须与侧向偏差显示器具有同等功能并带有适当地图比例尺 (刻度可由驾驶员手动设定)。导航图显示器必须证明符合总系统误差要求才能获得批准。
- f) 极力建议偏差显示器的航道选择器自动从动于 RNAV 计算航径;

注: 这不适用于电子航图中包括飞行航径和航径偏离图像显示的设备。

- g) 此类运行无需使用飞行指引仪和/或自动驾驶仪。但如果没有这些系统就无法显示侧向总系统误差, 则必须配备这些设备。在此情况下, 必须在驾驶舱水平高度清晰显示 RNAV 系统与飞行指引仪和/或自动驾驶仪的连接;
- h) 如果 RNAV 设备无法支持完成机组任务所需的信息显示, 可能就必须安装增强的导航显示器 (如电子航图显示器或电子水平状态指示器 (EHSI)) 来加强侧向情景意识、导航监视和进近验证 (飞行计划验证)。

5.3.3.3.1.2 下述系统功能为所需的最低功能要求:

- a) 能够在用于航空器导航的主要飞行仪表 (主要导航显示器) 上向操纵飞机的驾驶员连续显示 RNAV 计算的期望航径和航空器相对于该航径的位置。对于所需飞行机组人员最少为两个驾驶员时的运行, 还必须使不操纵飞机的驾驶员有办法确认期望航径及航空器相对于该航径的位置;
- b) 拥有一个包括为民用航空正式公布的最新导航数据的导航数据库, 可根据定期制航行通告 (AIRAC) 周期予以更新, 可从中检索空中交通服务航路并加载到 RNAV 系统中。数据的存储分辨率必须足以达到所需航迹保持精度。数据库必须得到保护, 防止驾驶员修改所存储的数据;
- c) 有办法向驾驶员显示导航数据有效期;
- d) 有办法检索并显示存储在导航数据库中的与单个航路点和导航设备相关的数据, 从而使驾驶员能够确认拟飞程序;
- e) 能够将拟飞的整个进近航段从数据库加载到 RNAV 系统中;
- f) 有办法在驾驶员主视野内或在随时可进入的显示页面显示下述各项信息:
 - i) 使用中的 (向台) 航路点的识别标志;

- ii) 至使用中的 (向台) 航路点的距离和方位;
 - iii) 至使用中的 (向台) 航路点的地速或时间。
- g) 有办法在随时可进入的显示页面显示如下各项信息:
- i) 飞行计划航点之间的距离;
 - ii) 剩余飞行距离;
 - iii) 沿航迹距离;
 - iv) 使用中的导航传感器类型 (如果除了使用全球导航卫星系统传感器以外还使用了另外一种传感器)。
- h) 能够执行“直飞”功能;
- i) 能够自动对航段进行排序并向驾驶员显示排序。
- j) 能够执行从机载数据库中所提取的程序, 包括能够进行飞越转弯和旁切转弯。
- k) 能够自动执行航段过渡并使航迹与下列 ARINC 424 航径终止代码 (或其类似代码) 的航径保持一致:
- ARINC 424 航径终止代码
 - 起始定位点 (IF)
 - 定位点间航迹 (TF);
 - 直飞至定位点 (DF)
- 注: ARINC 424 规范定义了航径终止代码类型, 航空无线电技术委员会文件 DO-236B、DO-201A 中规定了应用的具体内容。
- l) 能够在驾驶员主视野之内显示 RNAV 系统故障, 包括相关传感器的故障。
- m) 能够向机组人员指示何时超出导航系统误差 (NSE) 告警限制 (由“机载性能监视和告警功能”发出的告警)。

5.3.4 运行程序

运营人单有适航证书并不可执行 RNP APCH 运行。同时还需要获得运行批准, 以确认运营人具有足够的特

定设备安装的常规和应急程序。

5.3.4.1 飞行前计划

5.3.4.1.1 计划使用 RNP APCH 程序实施运行的运营人和驾驶员必须提交填写飞行计划附加信息，且机载导航数据必须是最新的并包括适当程序。

注：导航数据库在飞行过程中应该是最新的。如果定期制航行通告周期在飞行期间变更，运营人和驾驶员应该制定程序以确保导航数据的准确性，包括用于规定飞行航路及飞行程序的导航设施的适合性。

5.3.4.1.2 除了制定飞行前计划时进行的常规检查外，还必须包括下述内容：

- a) 驾驶员必须确保计划飞行中可能使用的进近程序 (包括备降机场) 选自有效导航数据库 (当前的定期制航行通告周期)，已经通过相关程序 (导航数据库完好性程序) 予以核实，且未被公司指令或航行通告所禁止；
- b) 在不违反国家规章的情况下，驾驶员应该在飞行前阶段确保在丧失 RNP APCH 空中能力时，可以获得充分的手段进行导航并在目的地机场或备降机场着陆；
- c) 运营人和飞行机组人员必须考虑到任何可能对航空器系统运行，或者对着陆机场或备降机场程序的可用性 or 适用性产生不利影响的航行通告和运营人简介材料。
- d) 对于基于常规方式 (甚高频全向无线电信标、无方向性无线电信标) 的复飞进近程序，运营人和飞行机组人员必须确保该程序所需的相关机载设备已经安装在航空器内并能够运行，还必须确保相关的陆基导航设备也能运行。

5.3.4.1.3 必须利用所有可用信息，确认预定航路所需的导航设备基础设施，包括任何非 RNAV 应急设备在计划运行时段内的可用性。由于附件 10 第 I 卷对全球导航卫星系统完好性 (接收机自主完好性监视或星基增强系统信号) 的要求，还应该酌情确定这些设备的可用性。对于采用星基增强系统接收机 (所有 TSO-C145()/C146()) 导航的航空器，运营人应该检查在无法获得星基增强系统信号的区域全球定位系统接收机自主完好性监视的可用性。

5.3.4.2 机载增强系统 (ABAS) 的可用性

5.3.4.2.1 RNP APCH 所要求的接收机自主完好性监视水平可通过航行通告 (如果可以获得) 或预测服务来确认。运营当局可就如何遵守此要求提供具体的指导意见 (例如，如果有足够的卫星可能就无需进行预测)。运营人应该熟悉预定航路上可利用的预测信息。

5.3.4.2.2 接收机自主完好性监视可用性预测应该考虑到最新的全球定位系统星座航行通告以及航空电子设备模型 (如果可以获得)。该项服务可由空中航行服务提供者、航空电子设备制造商、其他实体，或者通过机载接收机的接收机自主完好性监视预测能力来提供。

5.3.4.2.3 如果预测 RNP APCH 运行的任何阶段连续 5 分钟以上失去适当水平的故障检测能力，则应修改飞行计划 (如推迟离场或计划一个不同的离场程序)。

5.3.4.2.4 接收机自主完好性监视可用性预测软件并不能确保该项服务，它们只是用于对达到所需导航性能的预期能力予以评估的工具。由于全球导航卫星系统的某些构成要素会出现意外故障，因此驾驶员/空中航行服务提供者必须意识到，接收机自主完好性监视或全球定位系统导航可能会在空中同时失去功能，这可能需要切换至其他导航方式。因此，驾驶员应该对他们在全球定位系统导航出现故障时具有的导航能力 (可能飞往备降目的地) 予以评估。

5.3.4.3 程序执行开始前

5.3.4.3.1 除开始进近之前 (在起始进近定位点 (IAF) 之前并与机组人员工作量相符) 的常规程序外，飞行机组人员还必须通过对比进近图确认已经载入正确的程序。这一检查必须包括：

- a) 航路点的顺序；
- b) 航径合理性、进近航段距离、入航航向精度及最后进近航段长度。

注：至少这一检查可以是对达到本段所述目标的航图显示器的简单检查。

5.3.4.3.2 机组还必须使用公布的图表、航图显示或控制显示器 (CDU) 检查哪些是旁切航路点，哪些是飞越航路点。

5.3.4.3.3 对于多传感器系统，机组必须在进近过程中核实全球导航卫星系统传感器用于位置计算。

5.3.4.3.4 对于安装有需要气压校正高度的机载增强系统 RNP 系统，应该在恰当的时间和位置输入机场当前的气压高度表拨正值，并应与飞行运行性能相一致。

5.3.4.3.5 当运行是基于可用的机载增强系统时，如果预计到达时间比飞行前计划时所定的预计到达时间多出 15 分钟以上，则飞行机组人员应该再进行一次接收机自主完好性监视可用性检查。对于 E/TSO-C129a A1 类接收机，这一检查也在最后进近定位点 (FAF) 之前 2 海里处自动进行。

5.3.4.3.6 空中交通管制在终端区的战术性干预可包括雷达引导、绕过起始进近航段的“直飞”许可、切入起始或中间进近航段，或插入从数据库载入的航路点。在执行空中交通管制指令时，飞行机组人员应该清楚战术性干预对于 RNP 系统的影响：

- a) 不允许飞行机组人员在终端区运行中手动将坐标录入区域导航系统；
- b) 只要在中间定位点 (IF) 的航迹变化不超过 45°，则至中间定位点的“直飞”许可可以被接受。

注：至最后进近定位点的“直飞”许可是不能接受的。

5.3.4.3.7 飞行机组人员在任何情况下都不得改动最后进近定位点与复飞点 (MAPt) 之间水平飞行航径。

5.3.4.4 程序执行期间

5.3.4.4.1 必须在航空器开始下降之前,并在不得晚于航空器到达最后进近定位点时,将其设定在最后进近航道上(以确保离地高度和超障裕度)。

5.3.4.4.2 机组人员必须在最后进近定位点之前的2海里范围内检查进近状态信号提示器(或类似装置)是否正在正常指示进近状态的完好性。

注:这不适用于某些RNP系统(如已经获批具备RNP能力的航空器)。对于这些系统,可以使用能够向飞行机组人员清楚地显示进近模式已经启动的其他方法,其中包括电子航图显示、飞行引导状态指示等。

5.3.4.4.3 必须选择适当显示器以确保对下述信息的监视:

- a) RNAV 计算的预期航径 (DTK);
- b) 用于飞行技术误差监视的相对于该航径的航空器位置 (侧向航迹偏差)。

5.3.4.4.4 在下述情况下,程序必须中止:

- a) 导航显示器被标记无效;或
- b) 丧失完好性告警功能;或
- c) 通过最后进近定位点之前完好性告警功能显示不可用;或

注:对于包括已具备RNP能力(不带全球导航卫星系统)的多传感器RNP系统,可能无需中止程序。应该审查制造商证明材料,以确定该系统在多大程度上可在此种配置中使用。

- d) 超出飞行技术误差标准范围。

5.3.4.4.5 必须按照公布的程序进行复飞。只要满足下述条件,即可接受在复飞阶段使用RNAV系统:

- a) RNAV 系统可以运行(例如无丧失功能、无导航系统误差告警、无故障显示)
- b) 全部程序(包括复飞)从导航数据库载入。

5.3.4.4.6 在RNP APCH程序执行期间,驾驶员必须使用设置于侧向导航模式的侧向偏差指示器、飞行指引仪和/或自动驾驶仪。安装有侧向偏差指示器(如偏航指示器)的航空器驾驶员必须确保侧向偏差指示器刻度(满刻度偏移)适合于与该程序各个航段相关的导航精度(即起始和中间航段为 ± 1.0 海里、最后进近航段为 ± 0.3 海里和复飞进近航段为 ± 1.0 海里)。所有驾驶员都应该保持在机载侧向偏差指示器和/或飞行引导所示的程序中线上,除非空中交通管制允许偏离或遭遇紧急情况。对正常运行,侧向航迹误差/偏离(RNAV系统计算出的航

径与航空器相对于该航径实际位置之差) 应该限定在与该程序相关的导航精度的 $\pm 1/2$ 范围内 (即起始和中间航段为 0.5 海里、最后进近航段为 0.15 海里和复飞进近航段为 0.5 海里)。在转弯期间和刚完成转弯时, 允许短暂偏离此标准 (如早转或晚转) 最多不超过导航精度的一倍 (即起始和中间航段为 1.0 海里)。

5.3.4.4.7 当在最后进近航段使用气压垂直导航进行垂直航径引导时, 气压垂直导航航径之上或之下的偏离, 均不得超过+30 米/-15 米 (+100 英尺/-50 英尺)。

5.3.4.4.8 如果侧向偏差或垂直偏差 (在提供时) 超过上述标准, 驾驶员则必须执行复飞, 除非驾驶员能够看见继续该进近所需的目视参照。

5.3.4.5 一般运行程序

5.3.4.5.1 运营人和驾驶员在达到国家相关文件中的所有标准之前, 不得请求执行 RNP APCH 程序。如果航空器未达到这些标准而从空中交通管制获得执行 RNP APCH 程序的许可, 则驾驶员必须告知空中交通管制其不能接受该许可, 并且必须请求获得其他指令。

5.3.4.5.2 驾驶员必须遵守制造商确定的为达到本章中的性能要求所必需的说明或程序。

5.3.4.5.3 在 RNAV 航段运行时, 鼓励驾驶员在侧向导航模式下使用飞行指引仪和/或自动驾驶仪。

5.3.4.6 应急程序

5.3.4.6.1 驾驶员必须将 RNP APCH 能力的丧失以及所建议的行动方案通知空中交通管制。如果不能遵守 RNP APCH 程序要求, 驾驶员必须尽快通知空中交通服务。RNP APCH 能力的丧失包括任何导致航空器无法达到 RNP APCH 程序要求的故障或事件。

5.3.4.6.2 发生通信故障时, 飞行机组人员必须按照公布的失去通信程序继续进行 RNP APCH。

5.3.5 驾驶员知识与培训

培训方案必须提供关于航空器 RNAV 系统的充分培训 (如模拟器、培训装置或航空器), 使驾驶员不仅以完成任务为目的。培训内容包括:

- a) 本章内容;
- b) RNP 系统的意义与正确使用;
- c) 航图描绘和文本描述的程序特征;
- d) 对航路点类型 (飞越航路点和旁切航路点)、所需航径终止代码 (起始定位点、定位点间的航迹、直飞至定位点)、运营人所使用的任何其他类型及相关航空器飞行航径的描述。

- e) 实施 RNP APCH 运行的所需导航设备 (至少一个基于全球导航卫星系统的 RNP 系统)。
- f) RNP 系统的特定信息:
 - i) 自动化水平、模式提示、变更、告警、输入输出、转换和降级;
 - ii) 同其他航空器系统的功能集成;
 - iii) 航路不连续性的涵义和适当性及相关飞行机组程序;
 - iv) 针对每个飞行阶段的监视程序;
 - v) RNP 系统所使用的导航传感器类型及相关的系统优先次序/权重/逻辑性;
 - vi) 考虑到速度和高度效应时的转弯提前量;
 - vii) 电子显示和符号判读;
- g) RNAV 设备操作程序(适用时), 其中包括如何执行如下述行动:
 - i) 确认航空器导航数据的时效性;
 - ii) 确认已成功完成 RNP 系统自检;
 - iii) 对 RNP 系统位置信息进行初始化;
 - iv) 检索和飞行 RNP APCH;
 - v) 遵守与进近程序相关的速度和/或高度限制;
 - vi) 得到空中交通管制通知后, 进行切入进近的起始或中间航段飞行;
 - vii) 确认航路点和飞行计划编排;
 - viii) 直飞至一个航路点;
 - ix) 确定侧向航迹误差/偏离;
 - x) 插入和删除航路中断点;
 - xi) 应国家航空当局要求, 使用常规导航设备进行总导航误差检查;
 - xii) 变更到达机场和备降机场;
- h) 运营人建议的飞行阶段自动化水平和工作负荷, 包括最大限度减少侧向航迹误差以保持程序中心线

的方法;

- i) RNP 应用中的无线电通话用语;
- j) RNP 系统故障应急程序的能力。

5.3.6 导航数据库

5.3.6.1 应该从执行航空无线电技术委员会 DO 200A/欧洲民航电子设备组织文件 ED 76:《航空数据处理标准》的供应商那里获得导航数据库。管理当局颁发的授权书 (LOA) 可证明符合这一要求 (如根据联邦航空局 AC 20-153 颁发的联邦航空局授权书, 或者根据欧洲航空安全局 IR 21 分部 G 颁发的欧洲航空安全局授权书)。

5.3.6.2 必须向导航数据库供应商报告使某一程序无效的差异, 且运营人必须向其飞行机组人员发出通知, 禁止执行受影响的程序。

5.3.6.3 航空器运营人应该考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查, 以达到现行质量系统要求。

5.3.7 对运营人的监督

5.3.7.1 管理当局在确定补救行动时, 可以考虑导航误差报告。由某一特定导航设备所造成的导航误差的反复发生可能会导致取消对该设备的使用批准。

5.3.7.2 当有信息表明有可能重复出现误差时, 可能就需要对运营人的培训方案进行修改。当有信息表明多次误差的原因在于某一特定飞行机组时, 可能就需要进行补救性培训或重新审查执照。

5.4 参考资料

欧洲空中航行安全组织文件可从下述地址索取: EUROCONTROL, Documentation Centre, GS4, Rue de la Fusee, 96, B-1130 Brussels, Belgium; (传真: 32 2 729 9109)。网址: <http://www.ecacnav.com>

欧洲民航电子设备组织文件可从下述地址购买: EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真: +33 1 46 55 62 65)。网址: www.eurocae.eu

美国联邦航空局文件可从下述地址获得: Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA。网址: [http://www.faa.gov/aircraft_cert/\(Regulatory and Guidance Library\)](http://www.faa.gov/aircraft_cert/(Regulatory and Guidance Library))

航空无线电技术委员会文件可从下述地址获得: RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (电话: 1 202 833 9339)。网址: www.rtca.org

航空无线电公司文件可从下述地址获得: Aeronautical Radio Inc., 2551 Riva Road, Annapolis, Maryland 24101-7465, USA。网址: <http://www.arinc.com>

欧洲联合航空局文件可从联合航空局出版商信息处理服务中心(IHS)获得。有关价格、订购地点和订购方式的信息请查询联合航空局网站：<http://www.jaa.nl> 及信息处理服务中心网站：<http://www.global.his.com> 和 <http://www.avdataworks.com>

欧洲航空安全局文件可从下述地址获得：欧洲航空安全局 (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50452 Koln, Germany。

国际民航组织文件可从下述地址购买：International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7, (传真：1 514 954 6769, 或电子邮件：sales_unit@icao.org) 或通过国际民航组织网站 www.icao.int 上列出的销售代理购买。

第 6 章

实施 RNP AR APCH

6.1 引言

6.1.1 背景情况

2005 年 12 月 15 日，美国联邦航空局 (FAA) 通过 AC 90-101，就要求航空器和机组人员获得特殊授权的 RNP 程序公布了审批指导意见。要求授权的 RNP 进近 (RNP AR APCH) 是联邦航空局提出的要求航空器和机组人员获得特殊授权(SAAAR)的 RNP 的国际民航组织版本。欧洲航空安全局正在制定相应的指导意见。

6.1.2 目的

6.1.2.1 本章提供了国际民航组织的建议和遵守 RNP AR APCH 仪表进近程序 (IAP) 要求的方法。

6.1.2.2 本章论述了运行和适航问题。它并未涉及可能为某一程序运行规定的所有要求。这些要求在其他文件中有详细说明，如运行规定、《航行资料汇编》(AIP) 和《地区补充程序》(Doc 7030 号文件)。尽管运行审批主要与空域的导航要求相关，但仍要求运营人和飞行机组人员在进入某空域飞行之前考虑到国家主管当局关于该空域的所有运行文件要求。

6.2 空中航行服务提供者考虑的事项

6.2.1 导航设备基础设施

对 RNP AR APCH 的授权仅适用于以全球导航卫星系统为主要导航设备基础设施的情况。当基础设施支持所需性能时，可以批准单个运营人使用测距仪/测距仪作为备份。在已知存在信号 (全球导航卫星系统) 干扰的地区，不得使用 RNP AR APCH。

注：多数现代 RNAV 系统优先使用全球导航卫星系统的输入信息，其次是测距仪测距仪的定位输入信息。尽管在没有测距仪测距仪定位标准时，通常在飞行管理计算机内进行甚高频全向无线电信标测距仪定位，但是航空电子设备和基础设施的多样性给标准化带来了极大困难。

6.2.2 通信与空中交通服务监视

RNP AR APCH 不需要通信或空中交通服务监视的特殊考虑。

6.2.3 超障裕度与航路间距

6.2.3.1 有关 RNP AR 进近程序设计的指导，见国际民航组织《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件)(编制中)。

6.2.3.2 应该根据附件 15 ——《航空情报服务》公布进近附近的地形和障碍物数据。

6.2.3.3 必须根据国际民航组织《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件)(编制中) 确保超障裕度。当确定航路间距时，必须进行安全评估。

6.2.4 其他考虑事项

6.2.4.1 本章中的指导材料并不取代关于设备的相关国家运行要求。

6.2.4.2 当航空器获得的垂直航径取决于当前的当地压力设定值时，则必须提供该设定值以支持 RNP AR APCH。如果未能报告准确的设定值，则可能造成航空器飞离超障区。

6.2.4.3 本导航规范中的标准必须达到 6.4 中所列出的安全评估标准。因此，每一程序的安全评估仅需关注那些具有特殊运行风险的区域。

6.2.4.4 地面和飞行验证

6.2.4.4.1 鉴于 RNP AR 进近没有特定的基础导航设施，无需对导航信号进行飞行检查。由于公布正确数据的重要性，所以必须根据《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》第 II 卷第 I 部分第 2 节第 4 章 4.6 进行程序验证 (地面和飞行)。数据公布之前的验证过程应该确认障碍物数据、基本可飞性、航迹长度、倾斜角、下降梯度、跑道对正与地形危险预测警告功能 (例如地形提示与告警系统) 的兼容性，以及《空中航行服务程序 —— 航空器的运行》所列的其他因素。当国家通过地面验证能够确认程序设计中考虑的所有障碍物数据，以及通常在飞行验证中考虑的其他因素的准确性和完好性时，便可省去对这些特定因素的飞行验证要求。

6.2.4.4.2 鉴于 RNP AR 进近程序的特有性质，应该在地面验证中完成对程序的模拟评估，以尽可能在飞行验证前对飞行验证中将考虑的因素进行评估，包括基本可飞性。由于航空器速度、飞行控制系统设计及导航系统设计的多变性，地面和飞行验证不会对所有执行 RNP AR 进近程序的各种航空器的可飞性都进行确认。因此，在数据公布前并不需要进行全面的可飞性评估，因为运营人会作为其数据库更新和维护过程的一部分对可飞性进行单独评估。

6.2.5 公布

6.2.5.1 《航行资料汇编》应该明确指出导航应用程序是 RNP AR APCH 并且需要特定的审批。所有航路必须基于世界大地测量系统 —— 1984 年 (WGS-84) 坐标系。

6.2.5.2 在国家《航行资料汇编》中公布的关于程序和辅助导航设备的导航数据必须符合附件 15——《航空情报服务》和附件 4——《航图》(适用时)的要求。应该以适宜运营人核实导航数据的方式向运营人提供确定程序所用的原始数据。在《航行资料汇编》中应该清楚地公布所有 RNP AR APCH 程序的导航精度。

6.2.6 管制员培训

在实施 RNP 进近的各个机场提供管制服务的空中交通管制员应该已经完成如下各项内容的培训。

6.2.6.1 核心培训

- a) 区域导航系统如何工作 (针对本导航规范):
 - i) 包括本导航规范的功能能力和限制;
 - ii) 包括机载性能监视和告警在内的精度、完好性、可用性和连续性;
 - iii) 全球定位系统接收机、接收机自主完好性监视、故障探测与排除以及完好性告警;
 - iv) 旁切航路点与飞越航路点概念 (和不同的转弯性能)。
- b) 飞行计划要求;
- c) 空中交通管制程序:
 - i) 空中交通管制应急程序;
 - ii) 最小间隔;
 - iii) 混合设备环境;
 - iv) 不同运行环境之间的过渡;
 - v) 术语。

6.2.6.2 本导航规范的专项培训

- a) 相关的管制程序:
 - i) 雷达引导技术 (适用时):
 - 固定半径至定位点航段限制;

- 空速限制；
- b) RNP 进近和相关程序：
 - i) 进近最低标准；
 - ii) 高度表设定值的其他要求；
- c) 程序执行过程中请求改变航路的影响。

6.2.7 状态监视

6.2.7.1 导航设备基础设施应该由服务提供者进行监视并酌情进行维护。应该及时发布中断警告（航行通告）。

6.2.7.2 应该根据附件 11 ——《空中交通服务》提供可用于支持运行的导航设施或服务的状态信息。

6.2.8 空中交通服务系统监视

如果有雷达对每架航空器的航迹和高度保持精度实施监测，则其监测结果通常由空中交通服务部门予以记录，并且航空器航迹保持能力将得到分析。如果某一监测/分析表明发生了失去间隔或越障裕度的情况，则应该确定明显偏离航迹或高度的原因，并采取避免其再次发生。

6.3 导航规范

6.3.1 背景情况

本章确定了 RNP AR APCH 运行的运行要求。运行中对这些要求的遵守应该通过国家运行规章予以明确。此外，还需要从负责具体 RNP AR APCH 程序的国家获得授权。

6.3.2 审批过程

6.3.2.1 本导航规范本身并不构成据以对航空器或运营人进行评估和审批的规范性指导材料。航空器由其制造国予以认证。运营人根据其本国运行规定获得审批。本导航规范提供技术和运行标准，但并不意味需要重新认证。

6.3.2.2 获得适当运行批准的任何运营人均可以进行 RNP AR APCH 仪表进近程序，就像获得适当授权的运营人可以进行 II 类和 III 类仪表着陆系统运行一样。

6.3.2.3 由于 RNP AR APCH 运行有特殊的要求且每一特定航空器和导航系统需要有专门的机组人员程序,所以需要由制造商提供 RNP AR APCH 运行的支持性证明文件。该文件应该描述申请人的航空器在 RNP AR APCH 运行环境下的导航能力,并提供所有对安全实施 RNP AR APCH 运行必不可少的假设、局限和其他辅助信息。该文件主要供运营人使用,以支持主管当局给予的运行批准。

6.3.2.4 运营人在制定程序和申请批准时,应该采纳制造商的建议。设备的安装本身并不足以获得 RNP AR APCH 的批准。

6.3.2.5 在实施 RNP AR APCH 运行之前,必须完成以下步骤。

6.3.2.6 航空器的合格性

必须通过参照相关的适航标准做出符合性证明来确定航空器的合格性。如果国家认可制造商的证明文件,则无需在《航空器飞行手册》(AFM)中设立条目。航空器设备的合格性必须包括:

- a) 航空器合格证明;
- b) 已确定的维修程序;
- c) 最低设备要求清单 (MEL) 的修订。

6.3.2.7 运行审批

6.3.2.7.1 对某一特定运营人的评估由运营人所在国依据国家运行规定(如 JAR-OPS 1,《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分)并在有关咨询和指导材料的辅助下进行。评估应该考虑到以下方面:

- a) 航空器合格证明;
- b) 对拟用导航系统运行程序的评估;运营人导航数据库程序必须包括:
 - i) 导航数据库验证方案(进一步信息见 6.3.6);
 - ii) 运行程序要求;
 - iii) RNP 监视程序(进一步信息见 6.3.7);
 - iv) 签派/飞行后续程序。
- c) 通过在运行手册中可接受的条目对签派/飞行后续程序的管理;
- d) 对飞行机组人员培训要求的确定;

- e) 必要时, 对导航数据库程序的管理;
- f) 必须为飞行机组人员和签派员基于运行程序的培训提供证明文件。

6.3.2.7.2 国家可能要通过采用颁发授权书、发布相关运行规范 (Ops Spec) 或修订运行手册的方式, 认可航空运营人证书 (AOC), 提供运行审批的证明文件。

6.3.2.7.3 航空器设备说明

运营人必须备有一个配置清单, 详细列出 RNP AR APCH 运行所使用的相关部件和设备。

6.3.2.7.4 培训文件

6.3.2.7.4.1 商业运营人应该备有培训方案, 说明与 RNP AR APCH 运行相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注: 如果这些项目已经是培训方案不可或缺的一个组成部分, 则无需设立单独的培训方案或课程。但是运营人应该确定培训方案中包括了 RNP 的哪些方面。

6.3.2.7.4.2 私人运营人应该熟知 6.3.5 “驾驶员/签派员/运营人知识与培训” 中所确定的做法和程序。

6.3.2.7.5 运行手册和检查单

6.3.2.7.5.1 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 6.3.4 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定, 适当手册应该包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请材料一部分递交以供审查。

6.3.2.7.5.2 私人运营人应该采用 6.3.5 “驾驶员/签派员/运营人知识与培训” 中确定的做法和程序进行运作。

6.3.2.7.6 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

为符合 RNP AR APCH 的规定而对最低设备要求清单所做的任何必要修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单, 并规定所需的签派条件。

6.3.2.8 审批核准

6.3.2.8.1 在成功完成上述步骤之后, 国家管理当局必须认可上述材料; 应该根据国家运行规定获得运行批准 (遵守任何条件或限制)。

6.3.2.8.2 应该在实施之前考虑到 6.4 中所列出的安全评估项目。

6.3.2.8.3 然后应该由国家给予 RNP AR APCH 运行批准 (授权书、相应的运行规范(Ops Spec)、或对运行手册的修订)。

6.3.2.8.4 一旦获得登记国的批准, 欲在其他国家实施 RNP AR APCH 运行的运营人需要获得该国当局的授权。

6.3.2.8.5 该项批准应该明确批准运营人执行的程序类型: 最低导航精度、固定半径至定位点航段程序, 以及低于 1.0 海里复飞所需精度的程序。必须为每一类型的 RNP AR APCH 程序确定设备配置、所选模式和机组人员程序。

6.3.3 航空器要求

本节论述了航空器要达到执行 RNP AR APCH 的合格要求所需具备的性能和所需达到的功能标准。除本章中的具体指导之外, 航空器必须符合联邦航空局 AC 20-129, 以及联邦航空局 AC 20-130 或 AC 20-138, 或者其他等效文件。

6.3.3.1 系统性能、监视和告警

6.3.3.1.1 本节确定了航空器达到合格标准的一般性能要求。由于超障裕度的降低和先进的功能, 对 RNP AR APCH 的要求非常特殊, 所以本节中的各项要求没有采用与 RNP 4、基础 RNP 1 和 RNP APCH 相同的结构。

6.3.3.1.2 航径定义 要根据所公布的程序和航空无线电技术委员会/DO-236B 第 3.2 节、欧洲民航电子设备组织 ED-75B 所定义的航径, 对航空器性能进行评估。所有与最后进近航段结合使用的垂直航径均根据航径角 (航空无线电技术委员会/DO-236B 第 3.2.8.4.3 节) 定义, 它是一条至某一定位点和高度的直线。

6.3.3.1.3 侧向精度 在 95% 的飞行时间内, 所有按照 RNP AR APCH 程序运行的航空器的侧向航迹导航误差均不得高于适用的精度值 (0.1 海里至 0.3 海里)。这包括定位误差、飞行技术误差(FTE)、航迹定义误差(PDE)和显示误差。同样, 在 95% 的飞行时间里, 航空器沿航迹定位误差不得大于适用的精度值。

6.3.3.1.4 垂直精度 垂直系统误差包括高度表误差 (采用国际标准大气温度和递减率)、沿航迹误差的影响、系统计算误差、数据分辨率误差和飞行技术误差。垂直方向 99.7% 的系统误差必须低于下述要求 (以英尺计):

$$\sqrt{((6076.115)(1.225)\text{RNP} \cdot \tan\theta)^2 + (60 \tan\theta)^2 + 75^2 + ((-8.8 \cdot 10^{-8})(\mathbf{h} + \Delta\mathbf{h}))^2 + (6.5 \cdot 10^{-3})(\mathbf{h} + \Delta\mathbf{h}) + 50)^2}$$

公式中 θ 为垂直导航(VNAV)航径角, \mathbf{h} 为当地测高报告站的高度, $\Delta\mathbf{h}$ 为报告站上空航空器的高度。

6.3.3.1.5 系统监视 RNP 的关键构成要素是进近的 RNP 要求、航空器导航系统监视其达到的导航性能的能力, 以及为驾驶员确定运行期间是否达到运行要求的能力(如 “Unable RNP” (无法达到 RNP)、 “Nav Accur Downgrad” (导航精度下降))。

6.3.3.1.6 空域包容度:

- a) 使用 RNP 和气压垂直导航的航空器 本章为使用主要基于全球导航卫星系统的 RNP 系统和基于气压测高的垂直导航系统的航空器详细地提供了一种可接受的符合性方法。符合本导航规范的航空器和运行,可通过各种监视和告警(如“Unable RNP”、全球导航卫星系统告警限制、航径偏离监视),提供必要的空域包容度。
- b) 符合要求的其他系统或备选方法 对于符合要求的其他系统或备选方法而言,航空器超出超障区的侧向和垂直量的概率(《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件)(正在编制)中有规定)不得超过每次进近(包括进近和复飞) 10^{-7} 。可以通过采用以下方式的运行安全评估达到这一要求:
 - i) 适当的定量数值法;
 - ii) 定性的运行和程序方面的考虑和缓解方法;或
 - iii) 定量和定性方法的适当结合。

注 1: 如果航空器在通报故障之后没有保持在超障区范围之内(考虑到航空器的翼展),这一要求就适用于偏离超障区以外的总概率,包括由潜在状况(完好性)和由已发现状况(连续性)所引发的事件。在确保航空器不飞离超障区时,应该考虑到告警监视限制、告警反应时间、机组反应时间和航空器的反应等所有因素。该要求适用于单次进近,并要考虑到运行时间、导航设备布局和每次公布进近的可用导航性能。

注 2: 这一包容度要求源自运行要求,与航空无线电技术委员会/DO-236B(欧洲民航电子设备组织 ED-75B)中所规定的包容度要求明显不同。在航空无线电技术委员会/DO-236B(欧洲民航电子设备组织 ED-75B)中制定该要求是为了便于空域设计,并不直接等同于超障裕度。

6.3.3.2 特定导航服务标准

6.3.3.2.1 本节确定了 RNP AR APCH 中的导航传感器所特有的问题。

6.3.3.2.2 全球定位系统 (GPS):

- a) 传感器必须符合 AC 20-138()中的指南。对于符合 AC 20-138()的系统,可以在不作进一步证实的情况下将以下传感器精度用于系统精度分析:全球定位系统传感器精度小于 36 米 (119 英尺) (95%),增强全球定位系统 (GBAS 或星基增强系统) 传感器精度小于 2 米 (7 英尺) (95%)。
- b) 在出现潜在全球定位系统卫星故障和全球定位系统卫星几何图形处于边缘状态(例如,水平完好性限制 (HIL) 等于水平告警限制)时,航空器保持在用于评估程序的超障区域内的概率(侧向和垂直)必须大于 95%。

注: 基于全球导航卫星系统的传感器具有水平完好性限制 (HIL), 也称为水平保护标准 (HPL) (见 AC

20-138A 附录 1 和航空无线电技术委员会/DO-229C 的术语解释)。假定出现潜在故障,水平完好性限制是衡量位置估测误差的一个方法。除了对潜在故障对总体系统误差的影响进行详细分析外,一种对基于全球导航卫星系统的系统而言可接受的符合性方法是,确保水平完好性限制在 RNP AR APCH 运行期间保持小于导航精度两倍减去 95% 飞行技术误差。

6.3.3.2.3 惯性参照系统 (IRS) 惯性参照系统必须符合《联邦法规汇编》标题 14 第 121 部分附录 G 或等效文件的标准。尽管附录 G 确定的要求是,最长 10 小时飞行的偏离速率为每小时 2 海里 (95%),但该速率可能不适用于失去位置更新功能的 RNAV 系统。已证明符合第 121 部分附录 G 要求的系统,可以假定前 30 分钟的初始偏离速率为 8 海里/小时 (95%),而无需进一步证实。航空器制造商和申请人可以根据联邦航空局令 8400.12A 附录 1 或附录 2 中所述的方法,证明改进的惯性性能。

注:综合的全球定位系统/惯性导航系统位置解决方案减少了失去位置更新功能后的降级速度。关于“紧密耦合”的全球定位系统/惯性参照装置,航空无线电技术委员会/DO-229C 附录 R 提供了进一步指导。

6.3.3.2.4 测距仪 (DME) 所有 RNP AR APCH 程序的启动都要基于全球导航卫星系统更新。除了在某一程序中被指定为“Not Authorized”(未予授权)外,在系统符合导航精度时,测距仪/测距仪更新在进近或复飞期间可用做恢复方式。制造商应该确定对测距仪基础设施的任何限制,或航空器符合这一要求所需程序的任何限制。

6.3.3.2.5 甚高频全向无线电信标 (VOR) 台 对于 RNP AR APCH 的初始实施, RNAV 系统可以不使用甚高频全向无线电信标更新。制造商应确定对甚高频全向无线电信标基础设施的任何限制,或航空器符合这一要求所需程序的任何限制。

注:这一要求并不意味着设备必须具备抑制甚高频全向无线电信标更新的能力。飞行机组人员抑制甚高频全向无线电信标更新的程序性方法或者当转换为甚高频全向无线电信标更新时执行复飞也可以满足这一要求。

6.3.3.2.6 对于多传感器系统,如果 RNAV 传感器发生故障,必须能自动转换至备用 RNAV 传感器。不需要从一个多传感器系统自动转换至另一个多传感器系统。

6.3.3.2.7 对处于进近形态的航空器,每一架航空器 99.7% 的航空器高度测量系统误差 ASE (采用国际标准大气温度和递减率) 必须小于或等于:

$$ASE = -8.8 \cdot 10^{-8} \cdot H^2 + 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot H + 50(\text{ft})$$

公式中 **H** 是航空器的真高度。

6.3.3.2.8 温度补偿系统 为气压垂直导航引导提供基于温度校正的系统,必须符合航空无线电技术委员会/DO-236B 附录 H.2 的要求。这适用于最后进近航段。与该标准的符合性应该以文件加以证明,以允许运营人在实际温度低于或高于公布的程序设计温度限制时执行 RNP 进近。附录 H 还就与温度补偿系统相关的运行问题,例如从未补偿程序高度切入补偿航径等提供了指导。

6.3.3.3 功能要求

注：关于与许多所需功能相关的更多指导和信息，见欧洲民航电子设备组织 ED-75A/航空无线电技术委员会 DO-236B。

6.3.3.3.1 一般要求

6.3.3.3.1.1 航径定义与飞行计划：

- a) 保持航迹和航段过渡 航空器必须具备执行航段过渡和保持与下述航径相一致的航迹保持能力：
 - i) 两个定位点之间的大圆航线；
 - ii) 直飞到定位点；
 - iii) 以规定的航迹到定位点；
 - iv) 以规定的航迹到某一高度。

注 1：关于这些航径的行业标准，见欧洲民航电子设备组织 ED-75A/航空无线电技术委员会 DO-236B 和航空无线电公司规范 424，这些标准将其称为定位点间航迹、直飞定位点、至定位点航道和航道至某一高度航径终止代码。另外，某些程序需要固定半径曲线航径 (RF)。欧洲民航电子设备组织 ED-75A/航空无线电技术委员会 DO-236B 和 ED-77/DO-201A 更加详细地描述了这些航迹的应用。

注 2：导航系统可考虑到其他 ARINC 424 航径终止编码（例如，至人工终止点的航向 (VM)）；并且在没有 RNP 包容度要求时，复飞程序可以使用此类航径。

- b) 旁切定位点和飞越定位点 航空器必须具备执行旁切定位点和飞越定位点的能力。对于旁切转弯，导航系统必须在《要求授权的所需导航性能 (RNP AR) 程序设计手册》(Doc 9905 号文件) (正在编制) 中所确定的风况条件下，将航迹定义限制在欧洲民航电子设备组织 ED-75B/航空无线电技术委员会 DO-236B 所规定的理论过渡区内。飞越转弯与 RNP 飞行航迹并不一致，并且只有在不要求可重复航迹时才可使用。
- c) 航路点分辨率误差 导航数据库必须提供足够的数据分辨率，以确保导航系统实现所需的精度。航路点分辨率误差必须小于或等于 60 英尺，包括数据存储分辨率和内部用于构建飞行计划航路点的 RNP 系统计算分辨率。导航数据库必须包含存储分辨率达到 1% 度的垂直角（飞行航径角），计算分辨率应该确保系统定义航径在公布航径的 1.5 米 (5 英尺) 之内。
- d) “直飞”功能能力 导航系统必须具备飞行机组人员在任何时候能够启动“直飞”功能。在任何定位点都必须具备这一功能。导航系统还必须具备在没有“S 型转弯”和没有不当延误的情况下生成至指定“目的”定位点的大圆航线能力。

- e) 定义垂直航径的能力 导航系统必须具备利用至定位点的飞行航径角来定义垂直航径的能力。该系统还必须能够定义飞行计划中两个定位点高度限制之间的垂直航径。定位点高度限制必须按如下一种情形定义：
 - i) “等于或高于”高度限制 (例如, 2400A 可能适用于无需限定垂直航径的情况);
 - ii) “等于或低于”高度限制 (例如, 4800B 可能适用于无需限定垂直航径的情况);
 - iii) “等于”高度限制 (例如 5200); 或
 - iv) “窗口”限制 (例如 2400A、3400B)。

注: 对于 RNP AR APCH 程序, 具有公布垂直航径的航段都要依据给予至定位点的角度和高度来确定。

- f) 必须从导航数据库中提取与公布的终端程序相关的高度和/或速度。
- g) 系统必须能够建立一条航径, 以提供从当前位置至有垂直限制的定位点的引导。
- h) 从导航数据库加载程序的能力 导航系统必须具备从机载导航数据库将拟飞的全部程序加载至 RNP 系统的能力。这包括用于所选机场和跑道的进场 (包括垂直角)、复飞和进近过渡。
- i) 提取和显示导航数据的方法 导航系统必须为机组人员提供通过检查机载导航数据库中所存储的数据来核实拟飞程序的能力。这包括检查各航路点和导航设备的数据的能力。
- j) 磁差 对于按航道 (至定位点航道 (CF) 和 定位点至高度 (FA) 航径终止代码) 定义的航径, 导航系统必须将磁差值用于导航数据库程序。
- k) 导航精度变更 考虑到导航系统的告警反应时间, 降低导航精度的 RNP 变更, 必须在定义较低导航精度航段的定位点完成。必须明确完成这一工作所需的任何运行程序。
- l) 航段自动排序 导航系统必须提供自动排序至下一航段, 并且以易于看到的方式向飞行机组人员显示相关的排序。
- m) 必须为驾驶员提供与飞行计划定位点相关的高度限制显示器。如果规定的导航数据库程序具有与任何飞行计划航段相关的飞行航径角, 则设备必须显示该航段的飞行航径角。

6.3.3.3.1.2 航径引导性能证明 对航径引导性能 (飞行技术误差) 的证明必须在各种运行条件下, 即少见的正常条件和非正常的条件下完成 (例如见联邦航空局 AC 120-29A 5.19.2.2 和 5.19.3.1)。应该使用实际的和具有代表性的程序 (例如航路点数量、航路点布局、航段结构、航段类型等)。非正常评估应该考虑到以下几点:

- a) 航空器合格认证期间用于评估可能发生的故障和发动机故障的可接受的标准是, 证明航空器轨迹保持在 1 倍 RNP 值水平范围和 22 米 (75 英尺) 垂直高度的范围之内。若航空器飞行手册、航空器飞行手册补充材料, 或适当的航空器运行辅助文件对此提供了适当证明, 可减轻运行评估工作;

- b) 应该评估对 RNP 关系重大的不大可能发生的故障情况，以表明在这些条件下能够从该程序中将航空器安全地提取出来。故障情况可以包括双重系统复位、航空器操纵面自动偏移和完全丧失飞行引导功能；
- c) 运行评估期间的航空器性能证明可以采用分析与飞行技术评估相结合，同时采纳专家评价意见的方式。

6.3.3.3.1.3 显示:

- a) 位置偏移的显示 导航系统必须具备在航空器导航的主要飞行仪表上，向负责飞行的驾驶员连续显示相对于 RNP 航径的航空器位置 (侧向和垂直偏差)。该显示必须使驾驶员能够随时分辨出侧向偏差是否超出了导航精度 (或更小数值)，或垂直偏差是否超过了 22 米 (75 英尺) (或更小数值)。

建议将一台有适当刻度的非数字偏航显示器 (即侧向偏差指示器和垂直偏差指示器) 置于驾驶员最佳主视野范围之内。有固定刻度的偏航指示器只要能证明刻度和灵敏度适合于预定的导航精度和运行，便是可以接受的。使用有刻度的偏航指示器时，刻度应该根据所选择的 RNP 来确定，而无需单独选择某一偏航指示器刻度。告警和通报提示限制也必须与刻度值相匹配。如果设备使用默认导航精度描述运行模式 (如航路、终端区和进近)，则显示运行模式也是飞行机组人员可获得偏航指示器刻度敏感度的可接受方法。

在航图显示器上以数字显示偏差或进行图解，而没有带适当刻度的偏航指示器，通常被认为对监视偏差而言是不可接受的。使用数字显示和航图显示是否可行，要依据飞行机组人员的工作量、显示特征、飞行机组人员程序和培训而定。对飞行机组人员进行额外的初始培训和复训 (或航线经验) 是必要的，因此这种办法可能会增加飞行机组人员进近过程中的工作量，并且增加运营人用于培训的费用支出。

- b) 当前航路点识别 导航系统必须在驾驶员最佳主视野范围内，或在一台易于被飞行机组人员看到的显示器上提供当前航路点的显示。
- c) 距离和方位显示 导航系统必须在驾驶员最佳主视野范围内提供至当前航路点的距离和方位显示。如果不可行，可把数据显示在控制显示组件上易于进入的页面，便于飞行机组看到。
- d) 至当前航路点的地速和时间显示 导航系统必须在驾驶员最佳主视野范围内提供至当前航路点的地速和时间显示。如果不可行，可把数据显示在控制显示组件上易于进入的页面，便于飞行机组看到。
- e) 至/自当前定位点显示 导航系统必须在驾驶员最佳主视野范围内提供“至/自”(飞往或飞离) 显示。
- f) 预期航迹显示 导航系统必须具有连续向负责飞行的驾驶员显示航空器预期航迹的能力。这一显示必须位于航空器导航所用的主飞行仪表上。
- g) 航空器航迹显示 导航系统必须提供航空器实际航迹 (或航迹角误差) 显示，该航迹可以显示在驾驶员最佳主视野范围内，或以飞行机组人员易于看到的方式进行显示。

- h) 故障通报提示 航空器必须提供一种提示 RNP 系统的任何航空器部件发生故障的方法, 包括导航传感器发生故障。提示显示必须让驾驶员能够看到, 并且位于机组人员最佳主视野范围内。
- i) 从动的航道选择器 导航系统必须装备一台自动从动于 RNP 计算航径的航道选择器。
- j) RNP 航径显示 导航系统必须提供一种随时可见的方式, 使驾驶员能够实施监测, 以核实航空器的 RNP 定义航径以及航空器相对于该定义航径的位置。
- k) 未飞距离显示 导航系统必须具备显示至飞行机组人员所选航路点未飞距离的能力。
- l) 飞行计划航路点之间的距离显示 导航系统必须具备显示飞行计划航路点之间距离的能力。
- m) 偏离显示 导航系统必须提供垂直偏差和侧向偏差数字显示, 垂直分辨率为 3 米 (10 英尺) 或更小, 水平分辨率为 0.01 海里或更小。
- n) 气压高度显示 航空器必须从两个独立的高度测量源 (每一驾驶员的最佳主视野范围内设置一个) 显示气压高度。

注 1: 该显示用于支持对高度源的工作情况进行交叉检查 (比较监控)。如果这两个航空器高度源自动进行比较, 就必须对独立高度表源的输出, 包括独立航空器静气压系统进行分析, 以保证当两个测高源之间的偏差超过 30 米 (± 100 英尺) 时, 它们能够在驾驶员最佳主视野范围内提供告警。应该以文件形式对这种比较监控功能加以证明, 因为这样做可能会免除采取运行缓解措施的需要。

注 2: 高度测量源设定值输入必须由航空器测高系统和 RNP 系统同时使用。单个输入对避免可能出现的机组人员误差是必要的。禁止使用单独的 RNP 系统测高表设定值。

- o) 现用传感器显示 航空器必须对正在使用的导航传感器做出显示。建议在最佳主视野范围内提供这一显示。

注: 这一显示用来支持运行应急程序。如果这一显示未在最佳主视野范围内提供, 在确定工作量可接受的情况下, 机组人员程序可替代该要求。

6.3.3.3.1.4 设计保证 系统设计保证至少必须与导致 RNP AR APCH 侧向或垂直引导错误显示的重大故障状况相一致。

注: 提供错误的侧向或垂直 RNP 引导显示, 对于导航精度低于 RNP-0.3 的 RNP AR APCH 来说, 被认为是一种危险的 (重大) 故障状况。应该有文件证明设计的系统具有这一功能, 因为这样做可能会免除为航空器采取某些运行缓解措施的需要。

6.3.3.3.1.5 导航数据库 航空器导航系统必须使用能够按照定期制航行通告周期接收更新, 且可以检索 RNP AR APCH 程序并将其载入 RNP 系统的机载导航数据库。机载导航数据库必须能够防止飞行机组人员对存储数据进行修改。

注：从数据库装载程序时，RNP 系统必须按公布的程序飞行。这并不妨碍飞行机组人员获得对已载入 RNP 系统的程序或航路进行修改。但是，存储在导航数据库中的程序不得修改，并且要完整地保存在导航数据库内，以备将来使用和参考。

6.3.3.3.1.6 航空器必须具备向飞行机组人员显示机载导航数据库有效期限的方法。

6.3.3.3.2 对固定半径至定位点航段 RNP AR 进近的要求

6.3.3.3.2.1 导航系统必须具有进行航段过渡和执行两个定位点之间的固定半径至定位点航段的航迹保持能力。

6.3.3.3.2.2 航空器必须能够对所选择程序进行电子航图显示。

6.3.3.3.2.3 飞行管理计算机、飞行指引仪系统和自动驾驶仪必须能够指挥高度 121 米 (400 英尺) 之上最大 25° 的坡度角和高度 121 米 (400 英尺) 之下最多 8° 的坡度角。

6.3.3.3.2.4 在固定半径至定位点航段复飞 (通过激活起飞/复飞或其他方式)，飞行引导模式就应该保持在侧向导航模式上，以保证提供持续航迹引导。

6.3.3.3.2.5 评估固定半径至定位点航段飞行技术误差时，应该考虑到切入和转出转弯的影响。设计程序应该提供 5 度的机动性裕度，使航空器在转弯开始时轻微晚转弯后，能够回到预期的航迹。

6.3.3.3.3 对于小于 RNP 0.3 的 RNP AR 进近的要求

6.3.3.3.3.1 无单一故障 任何单一故障不得导致失去符合与进近相关导航精度的引导。一般而言，航空器至少必须配备下述设备：双套全球导航卫星系统传感器、双套飞行管理系统、双套大气数据系统、双套自动驾驶仪和单套惯性参照装置 (IRU)。

6.3.3.3.3.2 设计保证 为在进近中避开障碍物或地形而要求 RNP 小于 0.3 时，系统的设计保证至少必须与导致 RNP AR APCH 失去侧向或垂直引导的重大故障状况相一致。

注：对于为避开障碍物或地形而要求小于 0.3 的 RNP AR APCH 运行，失去侧向引导显示被认为是灾难性 (严重—重大) 故障状况。《航空器飞行手册》应该为设计具有这一功能的系统提供文件证明。该文件应该说明实现小于 0.3 导航精度的具体航空器构型或运行模式。达到这一要求就能够取代上述对双套设备的一般性要求。

6.3.3.3.3.3 复飞引导 在固定半径至定位点航段复飞(通过激活起飞/复飞或其他方式)，飞行引导状态就应该保持在侧向导航上，以保持持续航迹引导。如果航空器不具备这种能力，就应该适用下述要求：

- a) 如果航空器支持固定半径至定位点航段，起始复飞 (起飞/复飞) 后的侧向航径 (假定固定半径至定位点结束点和决断高度之间有最少 50 秒的直线航段) 必须在通过决断高度点的直线航段定义的航迹的 1 度范围之内。预先的转弯可以为任意角度，半径可小到 1 海里，速度与进近环境及转弯半径相匹配。

- b) 飞行机组人员必须能够在高度 121 米 (400 英尺) 之前, 将自动驾驶仪或飞行指引仪与 RNP 系统耦合起来 (接通侧向导航)。

6.3.3.3.4 失去全球导航卫星系统信号 失去全球导航卫星系统信号开始复飞以后, 航空器必须能够自动转换至另一符合导航精度要求的导航方式。

6.3.3.3.4 对于小于 RNP 1.0 的复飞的进近要求

6.3.3.3.4.1 单一故障 任何单一故障不得导致失去符合与复飞程序相关导航精度的引导。一般而言, 航空器至少必须配备下述设备: 双套全球导航卫星系统传感器、双套飞行管理系统、双套大气数据系统、双套自动驾驶仪和单套惯性参照装置 (IRU)。

6.3.3.3.4.2 设计保证 为在复飞中避开障碍物或地形而要求 RNP 小于 1.0 时, 系统的设计保证至少必须与导致 RNP AR APCH 时失去侧向或垂直引导的重大故障状况相一致。

注: 对于为避开障碍物或地形而要求小于 1.0 的 RNP AR APCH 复飞运行, 失去侧向引导显示被认为是灾难性 (严重—重大) 故障状况。《航空器飞行手册》应该为设计具有这一功能的系统提供文件证明。该文件应该说明实现小于 1.0 导航精度的具体航空器构型或运行模式。达到这一要求就能够取代上述对双套设备的一般性要求。

6.3.3.3.4.3 复飞引导 在固定半径至定位点航段 (通过激活起飞/复飞或其他方式), 飞行引导方式就应该保持在侧向导航模式上, 以保持持续航迹引导。如果航空器不具备这种能力, 就应该适用下述要求:

- a) 如果航空器支持固定半径至定位点航段, 起始复飞 (起飞/复飞) 后的侧向航径 (假定在固定半径至定位点结束点和决断高度之间最少 50 秒的直线航段) 必须在通过决断高度点的直线航段定义的航迹的 1 度范围之内。预先的转弯可以为任意角度, 半径可小到 1 海里, 速度与进近环境及转弯半径相匹配。
- b) 飞行机组人员必须能够在高度 122 米 (400 英尺) 之前, 将自动驾驶仪或飞行指引仪与 RNP 系统耦合起来 (接通侧向导航)。

6.3.3.3.4.4 失去全球导航卫星系统信号 在失去全球导航卫星系统信号开始复飞以后, 航空器必须能够自动转换至另一符合导航精度要求的导航方式。

6.3.4 操作程序

6.3.4.1 飞行前的考虑事项

6.3.4.1.1 最低设备清单 (MEL) 应该制定/修改运营人最低设备要求清单以满足 RNP AR APCH 仪表进近程序的设备要求。可从航空器制造商那里获得关于这些设备要求的指南。所需设备取决于预定的导航精度及复飞是否需要小于 1.0 的 RNP。例如, 全球导航卫星系统和自动驾驶仪通常需要较小的导航精度。而使用一系列

低于 RNP 0.3 的最低标准和/或复飞需要小于 1.0 的 RNP 时, 通常需要双套设备实施进近。所有 RNP AR APCH 程序都需要使用一种实用的 A 类地形提示与告警系统 (TAWS)。建议地形提示与告警系统使用补偿了当地压力和温度效应的高度 (如修正气压和全球导航卫星系统高度), 并包含重要的地形和障碍物数据。飞行机组人员必须熟悉所要求的设备。

6.3.4.1.2 自动驾驶仪和飞行指引仪 导航精度小于 RNP 0.3 或具有固定半径至定位点航段的 RNP AR APCH 程序要求在任何情况下都要使用由 RNP 系统驱动的自动驾驶仪或飞行指引仪。因此必须以适当的精度操作自动驾驶仪/飞行指引仪, 以追踪某一特定 RNP AR APCH 程序所需的侧向和垂直航径。当某一飞行在目的机场和/或备降机场实施 RNP AR APCH 需要自动驾驶仪时, 签派员必须确定自动驾驶仪已经安装并且能够运行。

6.3.4.1.3 签派方面的 RNP 评估 运营人必须具备预测性能的能力, 该能力可以预测是否能够在所需 RNP AR APCH 运行的时间和位置上获得规定的 RNP。这种能力可以是一种地面服务, 不需要置于航空器的航空电子设备中。运营人必须建立程序要求使用这种能力, 既可将其用做飞行前的签派工具, 也可将其用做出现报告的故障时进行飞行跟踪的工具。这种 RNP 评估必须考虑到航空器性能的特定组合 (传感器和完好性)。

- a) 全球导航卫星系统更新时的 RNP 评估。这种预测能力必须考虑到已知和预测的全球导航卫星系统卫星工作的中断或对导航系统传感器的其他影响。预测程序不应使用低于 5 度的遮蔽角, 因为运行经验表明低高度的卫星信号是不可靠的。该预测必须使用实际的全球定位系统星座, 其接收机自主完好性监视 (RAIM) (或相应类似功能) 的算法与实际设备中使用的算法相同。对高地形的 RNP AR APCH, 则使用适合该地形的遮蔽角。
- b) 起始时, RNP AR APCH 程序需要全球导航卫星系统更新。

6.3.4.1.4 导航设施的排除 运营人必须建立程序根据航行通告排除导航设备 (如测距仪、甚高频全向无线电信标、航向信标)。内部航空电子设备合理性检查可能不适用于 RNP AR APCH 运行。

6.3.4.1.5 导航数据库的现时有效性 在系统初始化中, 装备了经认证符合 RNP 要求的系统的航空器驾驶员必须确认导航数据库的现时有效性。导航数据库在飞行期间应该是最新的。如果定期制航行通告周期在飞行期间变更, 运营人和驾驶员必须建立程序以确保导航数据的精度, 包括用于定义飞行航路和程序的导航设施的适用性。传统上, 都是通过对照纸质文件材料核实电子数据来完成这一过程。一种可以接受的方法是, 对比航图 (新图和旧图) 核实签派前的导航定位点。如果为该程序公布了经修订的航图, 则不得使用数据库实施运行。

6.3.4.2 飞行中的考虑事项

6.3.4.2.1 修改飞行计划 除非公布的 RNP AR APCH 程序可以从航空器数据库按照程序名称检索并与航图程序一致, 否则不能授权驾驶员飞行公布的程序。不得修改侧向航径, 接受直至进近程序中某一定位点的许可情况除外, 该定位点应该在最后进近定位点 (FAF) 之前, 且后面不紧接固定半径至定位点航段。允许对载入程序进行的修改只限于在初始、中间或复飞航段上改变高度和/或空速航路点限制 (如采用低温修正或遵守空中交通管制放行许可/指令)。

6.3.4.2.2 所需设备清单 飞行机组人员必须具有实施 RNP AR APCH 所需设备清单, 或飞行设备失效时

禁止 RNP AR APCH 的备用方法 (如快速参考手册)。

6.3.4.2.3 RNP 管理 飞行机组人员的操作程序必须确保在整个进近过程中导航系统使用正确的导航精度。如果进近图上显示多个最低标准对应不同导航精度, 机组人员必须确认所需导航精度已经输入 RNP 系统。如果导航系统并未从机载导航数据库中为该程序的每一航段提取和设定导航精度, 飞行机组人员的运行程序则必须确保在实施进近之前 (如在起始进近定位点 (IAF) 之前), 选定完成进近或复飞所需的最小导航精度。不同的起始定位点可以有不同的导航精度, 这些精度都在进近航图中注明。

6.3.4.2.4 全球导航卫星系统更新 起始时, 所有 RNP AR APCH 仪表进近程序都需要对导航定位方法进行全球导航卫星系统更新。飞行机组人员必须确认在开始 RNP AR APCH 之前是否能够得到全球导航卫星系统更新。在进近期间, 如果在任何时间失去全球导航卫星系统更新功能, 并且导航系统不具备继续进近的性能, 飞行机组人员必须放弃 RNP AR APCH, 除非驾驶员已经看到继续进近所需的目视参考物。

6.3.4.2.5 无线电更新 启动所有 RNP AR APCH 程序都以全球导航卫星系统更新为基础。除在程序上特别指定为“Not Authorized”(未批准)的情况外, 如果符合导航精度, 测距仪/测距仪更新在进近或复飞阶段的可用做恢复方式。目前, 甚高频全向无线电信标更新还未获批准。飞行机组人员必须遵守运营人关于抑制特定设施的程序。

6.3.4.2.6 进近程序确认 飞行机组人员必须确认已经选择了正确的程序。该程序包括确认航路点顺序、航迹角和距离的合理性以及驾驶员可能会修改的其他参数, 如高度或速度限制。在无法确定导航数据库的有效性时, 不得使用任何程序。必须使用导航系统文本显示或导航图显示。

6.3.4.2.7 航迹偏离监视 驾驶员必须在 RNP AR APCH 程序中使用侧向导航模式的侧向偏差指示器、飞行指引仪和/或自动驾驶仪。配备了侧向偏差指示器的航空器驾驶员必须确保侧向偏差指示器刻度 (满刻度偏移) 适用于与 RNP AR APCH 程序各类航段相关的导航精度。在本手册所描述的全部 RNP 运行期间, 所有驾驶员应该依照机载侧向偏差指示器和/或飞行引导给出的指示保持程序中心线, 除非得到空中交通管制授权, 或在紧急状态下可以进行偏离。对于正常运行, 侧向航迹误差/偏离 (RNP 系统计算的航径与航空器相对于该航径的位置之间的差), 应该限制在与该程序航段相关导航精度的 $\pm 1/2$ 范围内。允许在转弯过程中或刚完成航路转弯之后短暂地侧向偏离这一标准 (如早转或晚转) 最多不超过该程序航段导航精度的 1 倍。

6.3.4.2.8 最后进近航段期间垂直偏差 必须在 22 米 (75 英尺) 以内。应在下滑道上下对垂直偏差进行监控。虽然处于下滑道之上为避开最后进近的障碍物提供了超障裕度, 但还是会导致复飞决断过于接近跑道并在复飞中减少避开障碍物的裕度。

6.3.4.2.9 在侧向偏差超过 1 倍 RNP 值或垂直偏差超过 22 米 (75 英尺) 的情况下, 驾驶员必须执行复飞, 除非驾驶员看到继续进近所需的目视参考物。

- a) 某些航空器的导航显示并未在最佳主视野范围内为每一 RNP AR APCH 运行以刻度方式显示侧向和垂直偏差。在拟使用移动地图, 低分辨率垂直偏差指示器 (VDI) 或数字偏差显示器时, 飞行机组人员的培训和程序必须确保这些显示的有效性。这通常包括向若干受训的机组人员演示该程序并将这一监视程序纳入 RNP AR APCH 复训方案中。

- b) 对于使用偏航指示器进行侧向航径跟踪的装置, 航空器飞行手册或航空器合格指南应该阐明航空器支持哪一导航精度和运行, 以及在运行上对偏航指示器刻度的影响。飞行机组人员必须了解偏航指示器满刻度偏移值。航空电子设备可以自动设定偏航指示器刻度 (依据飞行阶段) 或飞行机组人员可以手工设定刻度。如果飞行机组人员手工选择偏航指示器刻度, 运营人必须制定好程序和组织好培训, 以确保选择的偏航指示器刻度适用于预定的 RNP 运行。必须根据刻度 (如满刻度偏移) 随时清晰显示偏差限制。

6.3.4.2.10 系统交叉检查 对导航精度低于 RNP 0.3 的进近, 飞行机组人员必须监视导航系统提供的侧向和垂直引导, 确保与其他独立方式提供的可用数据和显示相一致。

注: 如果已经根据错误信息的灾难性 (严重—重大) 故障条件建立了侧向和垂直引导系统, 并且正常系统性能支持空域包容度, 可不必进行此项交叉检查。

6.3.4.2.11 固定半径至定位点航段的程序 RNP AR APCH 程序可能需要具备执行固定半径至定位点航段以避免地形或障碍物的能力。由于并非所有航空器都具备这一能力, 飞行机组人员必须清楚他们是否可以执行这些程序。在飞行固定半径至定位点航段时, 飞行机组人员应保持预定的航径。

- a) 如果在固定半径至定位点航段期间或紧随其后开始复飞, 飞行机组人员必须清楚尽可能接近公布航径的重要性。为保持 RNP AR APCH 地面航迹, 要求对起始复飞时未处于侧向导航的航空器制订运行程序。
- b) 在整个固定半径至定位点航段, 驾驶员不得超过表 II-C-6-1 所示的最大空速。例如, C 类 A320 必须在最后进近定位点将指示空速 (KIAS) 减至 160 节, 而在使用 D 类最低标准时, 指示空速最大可至 185 节。决断高度前的复飞可能要求保持该航段的航段速度。

表 II-C-6-1 航段与类别对应的最大空速

指示空速 (节)					
航段	航空器类型与指示空速				
	A 类	B 类	C 类	D 类	E 类
起始与中间 (IAF 至 FAF)	150	180	240	250	250
最后 (FAF 至 DA)	100	130	160	185	按规定
复飞 (DA 至 MAHF)	110	150	240	265	按规定
空速限制*	按规定				

*无论何种航空器类型, 都可以采用空速限制来减小转弯半径。

6.3.4.2.12 温度补偿 对于具备温度补偿能力的航空器，如果运营人为驾驶员提供温度补偿功能的培训，飞行机组人员可不考虑 RNP AR APCH 程序的温度限制。该系统提供的温度补偿适用于垂直导航引导，不能替代飞行机组人员补偿低温对最低高度或决断高度的影响。在切入欧洲民航电子设备组织 ED-75B/航空无线电技术委员会 DO-236B 附录 H 所述的补偿航径时，飞行机组人员应熟悉温度补偿的影响。

6.3.4.2.13 高度表设定 由于 RNP AR APCH 仪表进近程序中降低了固有的超障裕度，飞行机组人员必须核实在最后进近定位点 (FAF) 前已经设定当前机场高度表。执行 RNP AR APCH 仪表进近程序要求将当前高度表设定到预计着陆机场的高度。不允许使用遥控高度表设定值。

6.3.4.2.14 高度表交叉检查 飞行机组人员必须完成高度表交叉检查，以确保两个驾驶员的高度表在最后进近点之前 (但不早于起始进近定位点) 的 30 米 (± 100 英尺) 之内都是一致的。如果高度表交叉检查失效，则不得继续该程序。如果航空电子系统为驾驶员的高度表配备了对比告警系统，飞行机组人员程序应该说明，如果在执行 RNP AR APCH 程序过程中驾驶员高度表出现对比告警应该采取哪些行动。

注: 如果航空器在 30 米 (100 英尺) 范围内自动比对高度，则无需进行这种运行交叉检查 (另见 6.3.3.3.1.3, 显示, (n) 气压高度显示)。

6.3.4.2.15 垂直高度过渡 航空器气压垂直导航系统用于提供旁切航路点垂直引导，从而形成在最后进近定位点前开始切入下滑道的航径，以确保顺利过渡。为了确保对新的 (下一个) 垂直航段的渐近捕获在垂直限制点 (如最后进近定位点) 发生微小的垂直偏离在运行上是可以接受并是可取的。低于公布的最低程序高度的瞬间偏离是可以接受的，条件是要将偏离限制在不超过 30 米 (100 英尺) 的范围之内，并且是正常垂直导航切入的结果。这适用于“改平”或“获得高度”航段，该航段紧随爬升或下降，或垂直爬升或下降航段开始后，或以不同坡度加入爬升或下降航径后。

6.3.4.2.16 非标准爬升梯度 当运营人计划采用与非标准复飞爬升梯度相关的决断高度时，必须在进行运行前确保航空器能在计划的航空器荷载，大气条件和运行程序下满足公布的爬升梯度要求。如果运营人有性能方面人员负责确定航空器是否符合公布的爬升梯度要求，则应该向驾驶员提供预计所能达到的爬升梯度信息。

6.3.4.2.17 发动机停车程序 航空器可以在一台发动机停车无法进行 RNP AR APCH 时，显示可接受的飞行技术误差。否则，发动机在进近阶段发生故障时，飞行机组人员就应该采取适当的行动，这样就不需要航空器达到特定性能标准。航空器性能标准应明确发生发动机故障时的性能限制，以帮助制定适当的飞行机组人员程序。应该特别注意含有公布的非标准爬升梯度的程序。

6.3.4.2.18 复飞 可行时，复飞要求 RNP 1.0。这些程序的复飞部分与 RNP APCH 进近的复飞相似。必要时，在复飞中要采用低于 RNP 1.0 的导航精度。为获得实施这些进近的批准，设备和程序必须符合 6.3.3.3.4 “对于小于 RNP 1.0 的复飞的进近要求”的标准。

6.3.4.2.19 对许多执行复飞的航空器，激活起飞/复飞可能会导致侧向导航发生改变，即激活起飞/复飞使自动驾驶仪和飞行指引仪从侧向导航引导中断开，且飞行指引仪转换至源于惯性系统的航迹保持方式。在这些情况下，应该尽快将侧向导航再次与自动驾驶仪和飞行指引仪连接起来。

6.3.4.2.20 飞行机组人员程序和培训必须说明驾驶员在航空器转弯时启动复飞对导航能力和飞行引导产生

的影响。除非空中交通管制发布了不同的放行许可，在开始提前复飞时，飞行机组人员应该遵循进近航迹和复飞航迹的其余部分飞行。飞行机组人员还应该意识到，固定半径至定位点航段是根据正常高度的最大真空速设计的，提前启动复飞会降低机动性裕度，甚至很可能导致以复飞速度无法进行等待转弯。

6.3.4.2.21 一旦失去全球导航卫星系统更新，RNAV 引导就可能开始依靠惯性参照装置(如果装有该设备)进行“惯性”飞行，并出现偏航，从而影响导航定位。因此，当 RNP AR APCH 复飞依靠惯性参照装置进行“惯性”飞行时，惯性引导只能为某一规定时限提供 RNP 引导。

6.3.4.2.22 应急程序 —— 航路中故障 航空器 RNP 能力取决于航空器的运行设备和全球导航卫星系统。飞行机组人员必须能够评估设备故障对预计 RNP AR APCH 的影响并采取相应的措施。如 6.3.4.1.3 “签派方面的 RNP 评估”所述，飞行机组人员还必须能够对全球导航卫星系统星座变化产生的影响做出评估并采取相应措施。

6.3.4.2.23 应急程序 —— 进近中故障 运营人的应急程序应至少涉及以下情况：RNP 系统部件故障，包括影响侧向和垂直偏离性能的故障（如全球定位系统传感器、飞行指引仪或自动驾驶仪的各类故障）以及空间导航信号丧失（外部信号的丧失或衰变）。

6.3.5 驾驶员/签派员/运营人的知识与培训

运营人必须为主要人员（如飞行机组人员和签派员）提供使用和应用 RNP AR APCH 程序的培训。完全领会运行程序和最佳做法对 RNP AR APCH 运行期间航空器的安全运行至关重要。培训方案必须对航空器导航和飞行管制系统进行充分详尽的说明，以便驾驶员能够识别对航空器 RNP 能力以及非常规/应急程序产生影响的各种故障。培训必须包含对机组人员和签派员职责所需知识和技能两方面的评估。

6.3.5.1 运营人的责任

- a) 每一运营人负责对飞行机组人员进行具体的 RNP AR APCH 运行培训。运营人必须将不同类型的 RNP AR APCH 程序和所需设备纳入培训中。培训必须包含关于 RNP AR APCH 规范性要求的讨论。运营人必须将这些要求和程序纳入其飞行运行和培训手册中（适用时）。该材料必须包含运营人 RNP AR APCH 运行的各个方面，其中包括适用的运行授权（如运行规范）。在实施 RNP AR APCH 运行前，每一人员都必须完成相应的地面和/或飞行培训；
- b) 飞行培训部分必须包括培训单元和检查单元，而培训和检查必须针对运营人在航线飞行活动期间所进行的那种类型的 RNP AR APCH 运行。许多运营人可以根据既定的高级资格考评方案（AQP）的培训标准和规定进行 RNP AR APCH 程序培训。他们可以对航线飞行训练（LOFT）、针对特定科目训练（SET）或两者的组合进行评估。运营人可以使用飞行培训设备，航空器模拟器及其他强化培训设施进行所需的飞行培训单元的培训，只要这些培训设施能准确反映运营人的设备和 RNP AR APCH 运行；
- c) 运营人必须按照不同的资格考评类型制定初始培训、过渡培训、提高培训、复训培训、差异培训或

单独培训的培训与资格考评方案，并据此进行初始 RNP AR APCH 培训与资格考评。资格考评标准用于对每一驾驶员正确理解和运用 RNP AR APCH 程序的能力进行评估 (RNP AR APCH 初始评估)。运营人还必须制定复训资格考评标准，以确保其飞行机组人员保持应有的 RNP AR APCH 知识和技能 (RNP AR APCH 复训资格考评)。

- d) 运营人可单独涉及 RNP AR APCH 运行专题，也可将其同其他课程内容相结合。例如 RNP AR APCH 飞行机组人员的资格考评在过渡、提高或差异课程过程中可着重于某一特定航空器。一般培训也可以涉及 RNP AR APCH 的资格考评，例如在复训或检查活动期间，诸如复训熟练性检查/熟练性培训、航线评估或专项运行培训等。单独的 RNP AR APCH 资格考评方案也可以涉及 RNP AR APCH 培训，例如在运营人培训中心或在指定机组人员基地完成特定的 RNP AR APCH 课程。
- e) 希望获得 RNP 培训资格的运营人，如果提出的方案以先前的培训 (如特殊 RNP 仪表进近程序 (IAP)) 为基础，则必须得到其主任监察员 (POI)/飞行运行检查员的专门批准。除现行 RNP 培训方案外，航空承运人还需提供关于现行培训方案与 RNP AR APCH 培训要求之间差异的培训。
- f) 对飞行签派员的培训必须包括：对不同类型 RNP AR APCH 程序的解释，专用导航设备和其他设备在 RNP AR APCH 运行期间的重要性，以及 RNP AR APCH 的规范要求和程序。签派员程序和培训手册必须包括这些要求 (适用时)。该材料必须包含运营人 RNP AR APCH 运行的各个方面，包括适用的批准 (如运行规范、运行手册、制造规范或授权书)。每一签派员在从事 RNP AR APCH 运行前必须完成相应的培训课程。此外，签派员培训必须涉及如何确定 RNP AR APCH 的可用性 (考虑到航空器设备能力)、最低设备清单、航空器性能以及目的机场和备降机场导航信号的可用性 (如全球定位系统接收机自主完好性监视/预测 RNP 能力工具)。

6.3.5.2 地面培训部分的内容

6.3.5.2.1 在向机组人员进行 RNP AR APCH 系统和运行的初始介绍中，作为培训模式，地面培训部分应在批准的 RNP AR APCH 基础理论培训方案中列入下列主题。对于复训方案，课程只需检查初始课程要求，并论述新增的、修改的或强调的项目。

6.3.5.2.2 RNP AR APCH 运行的一般概念。RNP AR APCH 基础理论培训必须包含适当程度的 RNP AR APCH 系统理论，以确保在运行中能够合理使用。飞行机组人员必须了解 RNP AR APCH 系统运行的基本概念，分类及限制。培训必须包括 RNP AR APCH 仪表进近程序的一般知识和运行应用。这一培训单元必须涉及以下具体内容：

- a) RNP AR APCH 的定义；
- b) RNAV 与 RNP 的区别；
- c) RNP AR APCH 程序类型以及熟悉这些程序图；
- d) RNP 编程和显示以及航空器特定显示 (如实际导航性能 (ANP) 的显示)；

- e) 如何接通和断开与 RNP 相关的导航更新模式;
- f) 适用于不同飞行阶段和 RNP AR APCH 程序的导航精度以及必要时如何选择导航精度;
- g) 全球定位系统接收机自主完好性监视 (或类似设备) 的使用和接收机自主完好性监视的可用性对 RNP AR APCH 程序的影响 (飞行机组人员和签派员);
- h) 何时和如何在失去 RNP 和/或所需设备时, 终止 RNP 导航并过渡到传统导航方式;
- i) 如何确定数据库的有效性及数据库是否包含使用全球导航卫星系统航路点所需的导航数据;
- j) 说明构成总系统误差的不同要素及其特征 (如使用无无线电更新的惯性参照装置时, 温度对气压垂直导航和偏移特性的影响);
- k) 温度补偿 —— 如果运营人为驾驶员提供了使用温度补偿功能的培训, 并且机组人员使用了温度补偿功能, 则操作具有因偏离国际标准大气 (ISA) 而引起的高度表误差补偿功能的航空电子系统时, 飞行机组人员可以忽略对 RNP AR APCH 程序的温度限制。但是, 培训也必须认识到, 该系统的温度补偿可用于垂直导航引导, 且不能替代飞行机组人员修正低温高度或决断高度的影响。

6.3.5.2.3 用于 RNP AR APCH 的空中交通管制通信与协调 地面培训必须向飞行机组人员教授正确的飞行计划分类和任何适用于 RNP AR APCH 运行的空中交通管制程序。必须教导飞行机组人员, 当航空器导航系统的性能再也不适用于支持某一 RNP AR APCH 程序时需立即通知空中交通管制。飞行机组人员还必须了解哪些传感器是符合 RNP AR APCH 程序的基础, 他们还必须对航空电子设备故障或已知失去地面系统对飞行计划剩余部分的影响进行评估。

6.3.5.2.4 RNP AR APCH 设备组件、控制器、显示器及告警 基础理论培训必须包括对 RNP 术语、符号、运行、可选择的控制器以及显示特征的讨论, 包括运营人的运行实施或系统所特有的项目。培训必须涉及适用的故障告警和设备限制。飞行机组人员和签派员应该充分了解 RNP 运行中使用的设备及对运行过程中使用这些设备的限制。

6.3.5.2.5 航空器飞行手册信息和操作程序 航空器飞行手册或其他航空器合格性证明文件必须说明常规的和非常规的飞行机组人员操作程序、对故障告警的反应以及任何设备限制, 包括与 RNP 运行模式相关的信息。培训还必须涉及 RNP 能力丧失或下降情况下的应急程序。批准用于飞行机组人员的飞行运行手册 (如飞行运行手册 (FOM) 或驾驶员操作手册 (POH)) 应该包含这些信息。

6.3.5.2.6 最低设备要求清单使用规定 飞行机组人员必须充分了解支持 RNP AR APCH 运行的最低设备要求清单的要求。

6.3.5.3 飞行培训部分的内容

6.3.5.3.1 培训方案必须包含按照原设备制造商 (OEM) 的文件正确执行 RNP AR APCH 程序。运行培训必须包括: RNP AR APCH 程序和限制; RNP AR APCH 程序执行过程中机舱电子显示器设定的标准化; 可能影

响与 RNP AR APCH 程序符合性的语音告警和其他信号的识别；各种情形下失去 RNP AR APCH 能力时所采取的及时、正确的反应，包括运营人计划完成的 RNP AR APCH 程序的范围。这类培训也可以使用批准的飞行培训装置或模拟器。此类培训必须涉及以下具体要素：

- a) 进入 RNP AR APCH 程序的最后进近之前，核实每一驾驶员的高度表都具有当前设定值的程序，包括任何高度表设定源和飞临最后进近定位点时检查和设定高度表的延迟时间造成的运行限制；
- b) 使用航空器雷达、地形提示与告警系统 (TAWS)、近地警告系统 (GPWS) 或其他航空电子系统，支持飞行机组人员的航迹监视及天气与障碍物避让。
- c) 执行 RNP AR APCH 程序中风对航空器性能的影响及确保在 RNP 包容区的要求，包括安全完成 RNP AR APCH 程序运行所必需的航速的限制和航空器构型；
- d) 地速对 RNP AR APCH 程序符合性的影响及影响保持在航道中心线上的能力的坡度角限制。对于 RNP AR APCH 程序，航空器应该保持与适用类型相关的标准风速；
- e) RNP 与批准公布的 RNP AR APCH 程序中适当的进近最低标准及运行限制之间的关系，如果在进近前可用的 RNP 水平下降或无法使用的话（这应包括最后进近定位点之前或之后的飞行机组程序）；
- f) 向飞行机组人员简明、完整地讲解所有 RNP AR APCH 程序及驾驶舱资源管理 (CRM) 对成功完成 RNP AR APCH 程序的重要作用；
- g) 对载入和使用 RNP AR APCH 程序所需航段错误导航精度数据的告警；
- h) 对于要求 RNP 值小于 0.3 的 RNP AR APCH 程序，自动驾驶仪/飞行指引仪与导航系统侧向引导耦合连接的性能要求；
- i) 航空器构型对确保航空器在执行 RNP AR APCH 程序中保持任何所需速度的重要性；
- j) 使用航空器 RNP 能力时导致复飞的情况；
- k) RNP AR APCH 程序的坡度角限制或约束；
- l) 减小襟翼调定值、减小坡度角或增加空速时对遵守 RNP AR APCH 程序能力的潜在不利影响；
- m) 飞行机组人员正确进行 RNP AR APCH 运行所需的知识和技能；
- n) 为支持 RNP AR APCH 程序对飞行管理计算机、自动驾驶仪、自动油门、雷达、全球定位系统、惯性导航系统，电子飞行仪表系统 (包括移动地图) 及地形提示与警告系统的编程与操作；
- o) 转弯中启动起飞/复飞的影响；

- p) 飞行技术误差监视和对复飞决断与运行的影响;
- q) 执行程序过程中失去全球导航卫星系统;
- r) 转换至无线电更新及限制使用测距仪和甚高频全向无线电信标更新所造成的性能问题;
- s) 复飞中失去 RNP 能力的飞行机组人员应急程序。由于缺乏导航引导, 培训应该强调飞行机组人员采取的与地形和障碍物拉开间隔的应急程序。运营人应该使这些应急程序适用于其特定的 RNP AR APCH 程序;
- t) 作为最低标准, 每一驾驶员必须完成两套 RNP 进近程序, 该程序应具有运营人经批准的程序所特有的 RNP AR APCH 特征 (即固定半径至定位点航段和 RNP 复飞)。一套程序必须以着陆结束, 另一套程序必须执行 RNP 复飞程序。

6.3.5.4 评估单元

6.3.5.4.1 RNP AR APCH 知识和程序的初始评估 运用 RNP AR APCH 程序之前, 运营人必须对每一飞行机组人员掌握的关于 RNP AR APCH 程序的知识进行评估。审查必须至少包括对驾驶员程序和 RNP AR APCH 运行的具体航空器性能要求进行完全的评估。以下方法中的任何一种都是进行此种初始评估可接受的方法:

- a) 由一名经授权的飞行教员/评估人员或负责检查的驾驶员, 使用经批准的模拟器或训练装置进行评估;
- b) 由一名经授权的飞行教员/评估人员或负责检查的驾驶员在航线运行、训练飞行或熟练性检查、实际测试、操作经验检查、航路检查和/或航线检查过程中进行评估; 或
- c) 使用经批准的模拟器实施航线飞行训练 (LOFT) /航线评估 (LOE) 方案, 该模拟器 RNP 运行中应包含运营人批准的程序中具有 RNP AR APCH 特征 (即固定半径至定位点航段, RNP 复飞)。

6.3.5.4.2 评估内容 这一评估单元中必须涉及下述具体内容:

- a) 证明对可能会影响各类 RNP AR APCH 的 RNP 限制的使用;
- b) 证明无线电更新程序的应用, 例如接通和切断飞行管理计算机的陆基无线电更新 (即测距仪/测距仪和甚高频全向无线电信标/测距仪更新) 及何时使用该特征。如果该航空器的航空电子设备不具备切断无线电更新的能力, 则培训必须确保飞行机组人员能够完成对该特征缺失加以弥补的操作;
- c) 证明对计划飞行航径的实际侧向和垂直飞行航径的监视能力, 以及在超出侧向和垂直飞行技术误差限制时完成相应飞行机组人员程序的能力;
- d) 证明读取接收机自主完好性监视 (或类似装置) 预报的能力, 包括预计无法使用接收机自主完好性监视预报, 并根据预报做出调整的能力;

- e) 证明在运营人计划实施的各类 RNP AR APCH 运行情况下, 正确设定飞行管理计算机、气象雷达, 地形提示与警告系统及移动地图的能力;
- f) 证明在 RNP AR APCH 运行中飞行机组人员简令和检查单的使用, 并强调机组资源管理;
- g) 证明在各类运行环境 (如失去导航或无法获得目视条件) 中执行 RNP AR APCH 复飞程序的知识与能力;
- h) 证明在需要速度限制以确保符合 RNP AR APCH 程序的航段中进行的的速度控制;
- i) 证明对 RNP AR APCH 图板, 简令卡及检查清单的适当使用;
- j) 证明完成稳定的 RNP AR APCH 坡度角、速度控制及保持在程序中心线上的能力;
- k) 了解 RNP AR APCH 中对偏航至预期飞行航径以下的运行限制及如何精确监视航空器相对于垂直飞行航径的位置。

6.3.5.5 复训

6.3.5.5.1 运营人应纳入体现经批准的程序特有的 (AR) 进近特征的复训, 作为总体方案的一部分。

6.3.5.5.2 必须由位于每一工作岗位的每一驾驶员 (负责飞行的驾驶员和负责监视的驾驶员) 至少飞行两个 RNP AR APCH 程序, 一个以着陆结束, 另一个执行复飞, 并且可由任何所需的“类似精密”进近替代。

注: 同等的 RNP 进近可视为符合该要求。

6.3.6 导航数据库

侧向和垂直引导由导航数据库中存储的程序确定。导航数据库每 28 天更新一次, 每次更新的导航数据对每次 RNP AR APCH 运行的完好性至关重要。鉴于与这些进近相关的超障裕度的减小, 需要对导航数据验证给予特殊考虑。本章节为验证与 RNP AR APCH 相关的导航数据的运营人程序提供了指导。

6.3.6.1 数据处理

6.3.6.1.1 运营人必须确定负责其程序数据更新的管理人员。

6.3.6.1.2 运营人必须以文件形式对导航数据的接收、核实并将其载入航空器的程序加以规定。

6.3.6.1.3 运营人必须使形成文件的数据处理过程处于配置控制之下。

6.3.6.1.4 初始数据验证 在以仪表气象条件 (IMC) 实施 RNP AR APCH 程序之前, 运营人必须验证每一

个 RNP AR APCH 程序，以确保该程序适合其航空器并确保最终航径与公布程序相符。作为最低要求，运营人必须：

- a) 将拟载入飞行管理系统的程序所用导航数据与公布程序进行对比；
- b) 在模拟器上或实际航空器上在目视气象条件 (VMC) 下验证该程序载入的导航数据。必须将显示器上绘制的程序与公布的程序进行对比。必须飞行整个程序以确保航径没有任何明显侧向或垂直航径的不连续，并与公布的程序一致；
- c) 程序一旦得到验证，保留一个经验证的导航数据副本，以便与后续更新数据进行对比。

6.3.6.1.5 数据更新 收到更新的导航数据后，在航空器上使用导航数据之前，运营人必须将更新数据与验证程序进行对比。通过对比必须确认并解决导航数据中的任何差异。如果某一程序的任一部分发生重大改变（任何影响进近航径或性能的变化），并且源数据证实了这些变化，运营人就必须根据初始数据验证的要求对修正的程序加以验证。

6.3.6.1.6 数据供应商 数据供应商必须具有处理导航数据的授权书 (LOA)（如联邦航空局 AC 30-153、《为导航数据库供应商颁发授权书的欧洲航空安全局条件》或等效文件）。授权书确认，数据供应商数据的质量、完好性和质量管理措施符合 DO-200A/ED-76 的标准。运营人的数据供应商（如飞行管理系统公司）必须具备 1 类授权书，而其各自的供应商则必须具备 1 类或 2 类授权书。

6.3.6.1.7 航空器改装 如果需对执行 RNP AR APCH 的航空器系统进行改装（如软件变更），运营人有责任对使用导航数据的 RNP AR APCH 程序和改装的系统进行验证。如果制造商确认改装对导航数据库或航径计算没有任何影响，可在不进行任何评估的情况下完成这项工作。如果制造商无法做出此类保证，运营人必须使用改装系统进行初始数据验证。

6.3.7 对运营人的监督

6.3.7.1 管理当局在确定补救行动时，可以考虑任何异常性报告。由某一特定导航设备所造成的导航误差的反复发生可能会导致取消对该设备的使用批准。

6.3.7.2 当有信息表明有可能重复出现误差时，可能就需要对运营人的培训方案进行修改。当有信息表明多次误差的原因在于某一特定飞行机组，可能就需要进行补救培训或重新审查执照。

6.3.7.3 运营人必须具备 RNP 监视方案，以确保与本章指南保持持续的一致性，并查明性能的任何负面发展趋势。该程序至少必须涉及以下信息。在临时审批期间，运营人必须每 30 天向授权当局提交一次以下信息。此后，运营人必须继续收集并定期审查这些数据，确认可能会出现的安全问题，并保留这些数据摘要。

- a) 已经执行的 RNP AR APCH 程序的总次数；
- b) 航空器/系统合格进近的次数（按计划完成进近，无任何导航或引导系统异常情况为合格）；

- c) 不合格进近的原因，如：
 - i) UNABLE REQ NAV PERF (不能实施所需导航性能)、NAV ACCUR DOWNGRAD (导航精度下降) 或进近期间的其他 RNP 信息；
 - ii) 侧向和垂直过度偏离；
 - iii) 地形提示与警告系统警告；
 - iv) 自动驾驶仪系统断开；
 - v) 导航数据误差；
 - vi) 驾驶员对任何异常的报告；
- d) 机组人员意见。

6.4 安全评估

6.4.1 飞行运行安全评估

6.4.1.1 RNP AR APCH 运行的安全目标是提供安全的飞行。从传统上讲，运行安全一直由安全目标等级来界定，并规定每次进近的碰撞风险为 10^{-7} 。对于 RNP AR APCH，使用一种飞行运行安全评估 (FOSA) 法。飞行运行安全评估法的目的是，提供一个相当于传统安全目标等级的飞行安全等级，但采用的是侧重于基于性能的飞行运行的方法。根据飞行运行安全评估法，达到运行安全目标不只取决于航空器导航系统本身。该方法融合了对导航系统、航空器系统、运行程序、危险、故障缓解措施、常见、罕见和异常状况及运行环境的定量和定性的分析与评估。飞行运行安全评估依靠使用航空器合格性、运营人审批和仪表程序设计方面的详细标准来处理大多数一般性的技术、程序和数据处理方面的问题。此外，技术和运行方面的专业知识和经验对进行和完成飞行运行安全评估十分重要。

6.4.1.2 本章概述了各类危险和缓解措施以帮助各国采用这些标准。RNP AR APCH 运行的安全正如本章所描述的那样，取决于运营人和空中航行服务提供者。

6.4.1.3 当需要对航空器的具体特征、运行环境、障碍物环境等进行再次审查以确保仍能达到运行安全目标时，就应该对 RNP AR APCH 程序进行飞行运行安全评估。评估应该对设计要素、航空器能力、机组程序和运行环境的相互依存性给予适当注意。

6.4.2 危险状况

6.4.2.1 以下危险状况是按照本导航规范所述的航空器标准及运行程序标准列举的部分较为重大的危险和

缓解措施。当运行要求导致 RNP AR APCH 程序标准、航空器要求或机组程序发生变化或调整时，就应该进行特殊的飞行运行安全评估。

6.4.2.2 为便于论述危险状况，有必要首先将正常性能与罕见、异常性能区分开。在这方面，适用以下定义：

6.4.2.3 正常性能：侧向和垂直精度在航空器要求中规定，航空器和各系统在标准形态和运行模式下运行正常，各误差要素通过系统设计或机组人员程序予以监视/中断。

6.4.2.4 罕见和异常性能：作为确定航空器合格性的一部分，对造成航空器故障的侧向和垂直精度进行评估。此外，还对空中交通管制运行、机组程序、导航设备基础设施和运行环境的其他罕见和异常故障、状况进行评估。当故障或状况结果对于继续运行而言无法接受时，便为航空器、机组人员和/或运行制定缓解措施或规定限制。

6.4.2.5 航空器故障

1. 系统故障：导航系统、飞行引导系统、用于进近、复飞或离场的飞行仪表系统故障（如失去全球导航卫星系统更新、接收机故障、自动驾驶仪断开、飞行管理系统故障等）。根据航空器的状况，可通过航空器设计运行程序或交叉检查应对这一状况（如配备防止侧向误差的双套设备，使用地形提示与警告系统等）。
2. 飞行数据系统或高度测量系统故障：两个独立系统之间的机组程序交叉检查可降低此类风险。

6.4.2.6 航空器性能

1. 不具备实施进近的足够性能：作为飞行计划的一部分并为了能够开始或继续实施进近，航空器的合格性和运行程序应该确保航空器具有进行每次进近的足够性能，应该考虑到进近中的航空器姿态和复飞引起的任何姿态变化（如发动机故障、襟翼收起等）。
2. 发动机失效：由于发动机的可靠性高和暴露时间短，RNP AR APCH 进近中发动机失效的可能性极小。运营人应该采用适当措施减少发动机失效的影响，必要时启动复飞和人工控制航空器。

6.4.2.7 导航服务

1. 在指定范围外或测试模式下使用导航设备：已经制定应对此类风险的航空器要求和运行程序。
2. 导航数据库误差：通过因运营人和航空器而异的飞行验证，对各项程序进行确认，并要求运营人确定一个通过更新导航数据库保持有效数据的方法。

6.4.2.8 空中交通管制运行

1. 将程序分配给不具备能力的航空器：运营人负责拒绝放行。
2. 空中交通管制引导航空器实施不能满足性能要求的进近：空中交通管制培训和程序必须在指挥航空器执行该程序之前确保超障裕度，空中交通管制不得在该程序的曲线航段上或刚好在其之前进行中断。

6.4.2.9 飞行机组人员运行

1. 不正确的气压测高表设定值：机组人员的输入和交叉检查程序可以降低此类风险。
2. 选择或下载错误的程序：通过机组程序核实下载的程序是否与公布的程序、航图显示的航空器要求相符合。
3. 选择了不正确的飞行管理模式：飞行管理模式重要性的培训、监视过度航径偏离的独立程序。
4. 错误的 RNP 输入：通过机组程序核实系统中载入的 RNP 是否与公布值相符合。
5. 复飞：在决断高度/高或在其之下中断着陆或终止着陆。
6. 恶劣的气象条件：目视参照物的丧失或明显减少，这可能导致复飞或需要进行复飞。

6.4.2.10 基础设施

1. 全球导航卫星系统卫星故障：考虑到此类故障发生的可能性较低，在航空器合格审定时对这种情况做出评估，以确保维持超障裕度。
2. 失去全球导航卫星系统信号：含固定半径至定位点航段的 RNP AR APCH 进近和复飞精度低于 1 海里的进近需要配备相关的独立装置（如惯性参照装置）。对于其他进近，可利用运行程序匹配公布航迹和爬升到障碍物以上。
3. 检测进近附近区域的地面导航设备：要求航空器和运行程序能够发现并缓解此种情况。

6.4.2.11 飞行条件

1. 顺风条件：固定半径至定位点航段上的超速会导致无法保持航迹。解决这一问题的方法是：提出指挥引导限制方面的航空器要求，包括 5 度的转弯机动性裕度；对速度影响加以考虑，以及采取将速度保持在所允许的最大速度之内的机组人员程序。
2. 风况及其对飞行技术误差的影响：在各类风况下对正常飞行技术误差进行评估，以及通过采取监视

和限制偏航的机组人员程序，确保安全运行。

3. 气压高度的极端温度影响 (如极低温度，已知当地大气或天气现象、疾风、严重湍流等)：利用程序设计或机组人员程序缓解这类误差对垂直航径的影响，同时允许可对这种影响进行补偿的航空器在不考虑公布温度限制的情况下执行程序。该误差对航段最低高度和决断高度的影响处理方式应与其他进近运行处理方式相同。

6.5 参考资料

欧洲民航电子设备组织文件可从下述地址购买：EUROCAE，102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France. (传真：+33 1 46 55 62 65)。网址：www.eurocae.eu

- EUROCAE/ED-12B：《机载系统和设备认证中的软件事项》
- EUROCAE/ED-58：《使用多传感器输入的区域导航设备的最低运行性能标准》
- EUROCAE/ED-54：《在无线电频率 960~1215 兆赫内工作的测距仪询问机 (DMLE/N 和测距仪/P) (机载设备) 的最低运行性能要求》
- EUROCAE/ED-72A：《计划用于补充导航手段的机载全球定位系统接收设备的最低运行性能规范》
- EUROCAE/ED-75B：《区域导航所需导航性能的最低航空系统性能规范》
- EUROCAE/ED-76：《航空数据处理标准》
- EUROCAE/ED-77：《航空情报标准》

美国联邦航空局文件可从下述地址获得：Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA。网址：http://www.faa.gov/aircraft_cert/ (Regulatory and Guidance Library)

- TSO-C 115B：《使用多传感器输入的机载区域导航设备》
- TSO-C 129A：《使用全球定位系统 (GPS) 的机载补充导航设备》
- TSO-C 145A：《使用由广域增强系统 (WASS) 增强的全球定位系统 (GPS) 的机载导航传感器》
- TSO-C 146A：《使用广域增强系统 (WAAS) 增强的全球定位系统 (GPS) 的独立机载导航设备》
- AC 20-129：《在美国国家空域系统 (NAS) 和阿拉斯加使用的垂直导航(VNAV)系统的适航批准》
- AC 20-130A：《导航或整合多导航传感器的飞行管理系统的适航批准》
- AC 20-138A：《作为目视飞行规则和仪表飞行规则补充导航系统使用的全球定位系统 (GPS) 导

航设备的适航批准》

- AC 20-153: 《数据处理和相关导航数据库的验收》
- AC 25-1309-1A: 《系统设计与分析》
- AC 25-15: 《运输类飞机飞行管理系统的审批》
- AC 23-1309-1C: 《第 23 部分飞机的设备、系统与安装》
- AC 120-29A: 《1 类和 2 类最低气象进近标准的审批标准》
- AC 90-101: 《需要特殊航空器和机组人员授权的所需导航性能程序审批指南》

航空无线电技术委员会文件可从下述地址获得: RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020 Washington, DC 20036-4001, USA, (电话: 1 202 833 9339)。网址: www.rtca.org。

- RTCA/DO-178B: 《机载系统和设备认证中的软件事项》
- RTCA/DO-187: 《使用多传感器输入的机载区域导航设备的最低运行性能标准》
- RTCA/DO-189: 《在无线电频率 960~1 215 兆赫内工作的测距仪询问机 (测距仪) 的最低性能标准》
- RTCA/DO-200A: 《航空数据处理标准》
- RTCA/DO-201A: 《航空情报服务的用户建议》
- RTCA/DO-208: 《使用全球定位系统 (GPS) 的机载补充导航设备的最低运行性能标准》
- RTCA/DO-229C: 《机载全球定位系统/广域增强系统设备的最低运行性能标准》
- RTCA/DO-236B: 《最低航空系统性能标准: 区域导航所需导航性能》
- RTCA/DO-283A: 《区域导航所需导航性能的最低运行性能标准》

欧洲航空安全局文件可从下述地址获得: EASA (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50454 Koln, Germany.

国际民航组织文件可从下述地址购买: International Civil Aviation Organization, Customer Services Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7 (传真: 1 514 954 6769 或电子邮件: sales_unit@icao.org) 或通过国际民航组织网站: www.icao.int 上所列的销售代理购买。

第 II 卷附篇

附篇

气压垂直导航 (VNAV)

1. 引言

1.1 背景情况

本导航规范涉及以使用气压高度和 RNAV 信息来定义垂直飞行航径和进行航径垂直跟踪为基础的系统。垂直导航仪表飞行程序的最后进近航段运行通过使用机载 RNAV 系统计算出的下滑道垂直引导实施。下滑道包含在 RNAV 系统导航数据库内的仪表程序规范中。对于飞行的其他阶段，气压垂直导航 (Baro-VNAV) 提供了可以根据该程序中各定位点的垂直角或高度确定的垂直航径信息。

1.2 目的

1.2.1 本规范为各国在允许将气压垂直导航用于 RNP APCH 进近和 RNP AR APCH 的情况下实施仪表飞行程序提供了指导。对于空中航行服务提供者，本规范就实施内容提供了国际民航组织统一的建议。对于运营人，本规范反映了已存在 20 多年的适航指导材料。本规范的目的是简化现有气压垂直导航系统的运行审批，这些系统已证实了其能力并已从管理当局获得使用许可。基于这一标准的运行审批允许运营人在全球范围内进行气压垂直导航运行。

1.2.2 本规范为以气压高度表作为垂直导航基础的 RNAV 系统获得审批提供了适航和运行方面的标准。

2. 空中航行服务提供者考虑的事项

2.1 气压垂直导航的应用

气压垂直导航用于向机组人员提供关于仪表进近程序的垂直引导和信息，该仪表程序包括根据垂直航径角定义的垂直飞行航径。气压垂直导航还可以根据高度限制来确定，但仅限于进近以外的飞行阶段。有关运行应用方面的指导见《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 I 卷。

2.2 超障裕度

最后进近航段超障裕度方面的详细指导见《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 II 卷；第 I 部分和第 III 部分的一般标准适用。《空中航行服务程序——航空器的运行》中所载的标准并没有为覆盖常规非精密程序连续下降最后进近 (CDFA) 的气压垂直导航设计提供具体的指导。在这些情况下，必须

要考虑到其他方面以确保持续的超障裕度、可飞性、航图一致性以及与机载系统的兼容性。

3. 制定气压垂直导航规范的一般考虑事项

3.1 导航设备基础设施

程序设计没有特殊的基础设施要求。这些标准是基于使用气压高度表，该使用过程是通过能够支持所需运行的机载 RNAV 系统来实现的。程序设计应该考虑到本文件要求的功能性能力。

3.2 公布

航图应该遵循附件 4 ——《航图》中关于根据下滑航径角定义垂直飞行航径时对 RNAV 程序进行标识的标准。航图标识要与现行惯例保持一致 (例如，如果侧向程序基于全球导航卫星系统，图上将标明 RNAV (全球导航卫星系统))。

3.3 导航和系统误差的监视与调查

如果监测/分析显示已经出现失去间隔或超障裕度的情况，则应该确定明显偏离航迹或高度的原因并采取措施防止其再度发生。

3.4 导航误差报告

3.4.1 管理当局在确定补救行动时，可以考虑任何导航误差报告。由某一特定导航设备所造成的导航误差的反复发生可能会导致取消对该设备的使用的批准。

3.4.2 当有信息表明有可能重复出现误差时，可能就需要对运营人的培训方案进行修改。当有信息表明多次误差的原因在于某一特定飞行机组时，可能就需要进行补救培训或重新审查执照。

3.5 服务提供者的责任

要求空中航行服务提供者应该提供能够正确和准确进行机载高度表设定的数据和信息及当地温度。这些数据必须来源于准备实施进近的机场的测量设备。向航空器传输这些数据和资料的专用媒介包括话音通信、机场自动信息服务系统 (ATIS) 或其他媒介。为此，要求服务提供者还应该保证支持垂直导航运行的气象数据的准确性、现时有效性和可用性。

3.6 空中交通管制协调

空中交通管制应该熟悉航空器的垂直导航能力以及与航空器所需的高度表设定和温度数据相关的各类问题。

4. 导航规范

4.1 背景情况

本节明确了与 RNP APCH 运行相关的垂直导航运行要求。它假设已经完成对航空器和各系统的适航批准。这意味着根据适当的分析、测试和证明，垂直导航功能和性能的基础已经确立并获得批准。此外，作为该项工作的一部分，常规程序以及对功能的限制已经载入航空器飞行和运行手册。国家运行规章应该对这些运行要求的遵守，在某些情况下还需要得到具体的运行批准。例如某些运行规章要求运营人向其国家当局（登记国）申请获得运行批准。

4.2 审批过程

4.2.1 在 RNP AR APCH 运行中使用气压垂直导航之前，必须完成以下步骤：

- a) 必须确认航空器设备的合格性并提供证明文件；
- b) 必须为运行程序提供证明文件；
- c) 必须为基于运行程序的飞行机组人员培训提供证明文件；
- d) 上述文件材料必须得到国家管理当局的认可；
- e) 然后应该根据国家运行规则获得运行批准。

4.2.2 在成功完成上述步骤之后，国家应该颁发使用垂直导航的运行批准，授权书或适当的运行规范 (Ops Spec) 或在必要时对运行手册的修订。

4.3 航空器要求

4.3.1 航空器的合格性

4.3.1.1 必须提供运营人所在国认可的相关文件以证明航空器配备了具有垂直导航能力的 RNAV 系统。可以通过两个步骤证实合格性，一是确认航空器和设备的质量和合格证书，二是确定运行的可接受性。确定现有系统的合格性应该考虑接受制造商的符合性证明文件，例如 AC 20-129。

注: RNP AR 系统: 已经证明有资格进行包括垂直导航的 RNP AR 运行的区域导航系统可被认为达到合格标准, 但要认识到, 应该根据运营人 RNP AR 批准来进行 RNP 进近。不需对航空器能力、运营人培训、维修、操作程序、数据库等进行进一步审查。

- a) 航空器设备说明 运营人必须备有一个配置清单, 详细列出进近运行所使用的相关部件和设备。

注: 气压高度表和飞行数据系统等相关设备是所需的基本能力, 已在飞行运行最低设备要求中。

- b) 培训文件 商业运营人应该备有一个培训方案, 说明与进近运行中的垂直导航相关的运行做法、程序和培训项目 (如飞行机组人员、签派员或维护人员的初级培训、提高培训或复训等)。

注: 如果和垂直导航培训已经是培训方案不可或缺的一个组成部分, 则无需设立单独的培训方案或课程。但是应该能确定培训方案中包括了垂直导航的哪些方面。私人运营人应该熟知 4.2.1 “驾驶员知识与培训” 中所确定的做法和程序。

- c) 运行手册和检查单 商业运营人的运行手册和检查单必须包括与 4.16 中详述的标准运行程序相关的信息/指导材料。如有规定, 手册应该包含导航运行说明和应急程序。手册和检查单必须作为申请材料的一部分递交以供审查。

4.3.1.2 私人运营人应该采用 4.21 “驾驶员知识与培训” 中确定的做法和程序进行运作。

4.4 最低设备要求清单 (MEL) 的考虑事项

为符合进近运行垂直导航规定而对最低设备要求清单所做的任何必要的特殊修订都必须获得批准。运营人必须调整最低设备要求清单或同类清单, 并规定所需的签派条件。

注: 气压高度表和相关系统是所有运行的最低设备要求。任何特殊的签派或运行假设都应形成文件。

4.5 航空器系统要求

4.5.1 气压垂直导航系统性能

气压垂直导航进近运行依赖于使用可自动确定航空器垂直平面位置的 RNAV 设备, 该设备需要使用来自以下设备的输入:

- a) 联邦航空局 TSO-C106、大气数据计算机;
- b) 大气数据系统、ARINC 706、Mark 5 大气数据系统;
- c) 气压高度表系统、DO-88 高度表、ED-26 机载高度测量和编码系统的最大性能规范 (MPS)、ARP-942 压力高度表系统, ARP-920 运输机全静压系统的设计与安装;

d) 提供与 b)项类似的大气数据系统能力的获得型号许可证的综合系统。

注 1: 可将从其他来源得到的定位数据与气压高度信息合并, 但这样做不得造成超过航迹保持精度要求的定位误差。

注 2: 当性能必须为每 100 指示空速 (KIAS) 30 英尺时, 可通过静压系统认证 (如 FAR 或 CS 25.1325) 单独证明高度测量系统性能。符合这一要求的高度测量系统即达到气压垂直导航的高度测量系统误差 (ASE) 要求。无需提供进一步的符合性证明。

4.6 系统精度

a) 对于仪表进近运行, 除高度表外的机载垂直导航设备误差应该依据 99.7% 的发生概率已经证明低于下表的相关数值:

	规定高度的平飞航段与爬升/ 下降切入高度区	沿规定垂直剖面 (角) 的 爬升/下降
1 500 米 (5 000 英尺) 或以下	15 米 (50 英尺)	30 米 (100 英尺)
1 500 米至 3 000 米 (5 000 英尺至 10 000 英尺)	15 米 (50 英尺)	45 米 (150 英尺)
3 000 米 (10 000 英尺) 以上	15 米 (50 英尺)	67 米 (220 英尺)

注:

1. 最大飞行高度取决于总精度容差。
2. 可以在航路平飞中使用垂直导航引导, 就像将高度保持控制律与速度控制律相融合进行能量交换, 由垂直导航设备引起的误差因素的增加必须由其他误差因素如飞行技术误差的相应减少进行抵消, 以确保没有超过总误差预算。
3. 高度测量误差指电力输出并包括由航空器高度表安装产生的所有误差, 其中包括正常航空器飞行高度所产生的位置效应。在高性能航空器中, 可以进行高度测量修正。这类修正应自动完成。在低性能航空器中, 有必要对高度测量系统进行升级。
4. 垂直导航设备误差包括由垂直引导设备安装造成的所有误差。不包括高度表系统误差, 但是包括垂直导航设备增加而造成的其他误差。如果操作仅限于只由高度表实施引导, 则在平飞航路飞行中这一误差因素可能为 0。在要求驾驶员遵循垂直导航指示的终端和进近运行中不应忽略这一点。
5. 沿航迹定位误差的垂直误差因素受到以下关于气压垂直导航的设备合格要求的约束, 并直接反映在气压垂直导航程序设计标准中使用的沿航迹容差中:

- 经认证可用于进近的全球导航卫星系统或结合全球导航卫星系统使用惯性参照装置的多传感器；或
 - 批准用于 RNP 0.3 或更小值的 RNP 系统；
 - 可使用的垂直导航设备；
 - 经认证可用于气压垂直导航进近运行的垂直导航系统；
 - 配备具有精确气压高度源的侧向导航/垂直导航综合系统；
 - 由通过质量保证确保完好性的导航数据库提供的垂直导航高度和程序信息。
- b) 飞行技术 (领航) 误差。在具有令人满意的垂直引导信息显示的情况下，飞行技术误差应该已经证明在 3 sigma 基础上低于以下所示相关数值：

	规定高度的平飞航段与爬升/下降切入高度区	沿规定垂直剖面 (角) 的爬升/下降
1 500 米 (5 000 英尺) 或以下	45 米 (150 英尺)	60 米 (200 英尺)
1 500 米至 3 000 米 (5 000 英尺至 10 000 英尺)	73 米 (240 英尺)	91 米 (300 英尺)
3 000 米 (10 000 英尺) 以上	73 米 (240 英尺)	91 米 (800 英尺)

应该已经进行充分的安装飞行测试以证实可以保持这些数值精度。有可能达到更小的飞行技术误差值，尤其是在仅与自动驾驶仪或飞行指引仪连接时使用垂直导航系统的情况下。但是至少应该保持以下所示的总系统垂直精度。

如果安装造成较大的飞行技术误差，系统的总垂直误差 (不含高度测量) 可以使用平方和根 (RSS) 方法，通过将设备误差与飞行技术误差合并在一起来确定。结果应该低于以下所列数值。

	规定高度的平飞航段与爬升/下降切入高度区	沿规定垂直剖面 (角) 的爬升/下降
1 500 米 (5 000 英尺) 或以下	48 米 (158 英尺)	68 米 (224 英尺)
1 500 米至 3 000 米 (5 000 英尺至 10 000 英尺)	74 米 (245 英尺)	102 米 (335 英尺)
3 000 米 (10 000 英尺) 以上	74 米 (245 英尺)	113 米 (372 英尺)

符合这些精确度要求的一种可接受的方法是，具有根据联邦航空局 AC 20-129 标准获准用于垂直导航进近

的 RNAV 系统和具有根据 CS 25.1325 或等效文件获得批准的高度测量系统。

4.7 功能的持续性

4.7.1 依赖于使用气压垂直导航能力的运行至少需要一个 RNAV 系统。

4.7.2 垂直导航功能

4.7.2.1 航径定义

4.7.2.1.1 垂直航径定义要求受到两项一般性运行要求的约束：航空器性能容差和航径定义中的可重复性和可预测性。这种运行关系导致产生以下各节中基于特定飞行阶段和飞行运行的规范。

4.7.2.1.2 导航系统必须能够根据某定位点的飞行航径角定义垂直航径。该系统还必须能够定义飞行计划中两个定位点高度限制之间的垂直航径。定位点高度限制必须按以下形式之一确定：

- a) “等于或高于”高度限制 (如 2400A 可适用于不要求限制垂直航径的情况)；
- b) “等于或低于”高度限制 (如 4800B 可适用于不要求限制垂直航径的情况)；
- c) “等于”高度限制 (如 5200)；或
- d) “窗口”限制 (如 2400A 3400B)；

注：对于 RNP AR 进近程序，具有公布的垂直航径的航段将基于至定位点角度和高度来确定。

4.8 垂直限制

一旦选择了进近程序，与公布程序相关的高度和/或速度必须能自动从导航数据库中提取。

4.9 航径建立

系统必须能够建立一条航径，以便提供从当前位置至垂直方向受限定位点的引导。

4.10 从导航数据库加载程序的能力

导航系统必须能够将根据空中交通管制指令拟飞的全部程序从机载导航数据库载入 RNAV 系统并对其进行修改。这包括在所选机场和跑道的进近 (包括垂直角)、复飞和进近过渡。导航系统不允许对导航数据库中所载的程序进行修改。

4.11 温度限制

对于使用无温度补偿的气压垂直导航进行进近的航空器，低温限制反映在程序设计中，并与图注程序的任何高温限制一同确定。低温会减少实际下滑道角度，而高温会增加实际下滑道角度。使用具有温度补偿的气压垂直导航的航空器或使用其他垂直引导手段（如星基增强系统）的航空器可以不考虑温度限制。

4.12 引导与控制

对于垂直性能要求，航径引导误差估计必须反映高度基准和其他因素，如横滚补偿和速度保护等。

4.13 用户界面

4.13.1 显示与控制

垂直导航信息的显示分辨率（读出）和输入分辨率应该符合如下规定：

参数	显示分辨率（读出）	输入分辨率
高度	飞行高度层或（1 英尺）	飞行高度层或（1 英尺）
垂直航径偏离	10 英尺	不适用
飞行航径角	0.1°	0.1°
温度	1°	1°

4.14 航径偏离与监视

导航系统必须具备在航空器主要飞行导航仪表上连续向操作航空器的驾驶员显示相对于垂直方向定义航径的航空器位置的能力。该显示必须使驾驶员能够及时辨别垂直偏离是否超过了+30 米/-15 米（+100 英尺/-50 英尺）。应对偏离进行监视并采取行动最大限度地减少误差。

- a) 建议在驾驶员最佳主视野范围内放置一台有适当刻度的非数字偏差显示器（即垂直偏差指示器）。固定刻度偏差指示器只要能够证明适合于预计运行的刻度和敏感性，就是可以接受的。任何告警和提示显示限制也必须与刻度值相匹配。

注：现有系统提供的垂直偏差刻度为 ± 500 英尺。应该按照上述鉴别率要求评估此类偏差刻度。

- b) 除了驾驶员最佳主视野范围内的有适当刻度的垂直偏差指示器外，数字偏差指示器也是可以接受的，这要视飞行机组人员工作量和数字显示器特征而定。使用数字显示器可能需要对飞行机组人员进行额外的初始培训和复训。
- c) 由于垂直偏差刻度和敏感度差异很大，合格的航空器还必须配备或在运行中使用能够跟踪垂直航径

的飞行指引仪或自动驾驶仪。

4.15 气压高度

航空器必须显示来自两个独立高度测量源的气压高度，每一个都要位于每一驾驶员的最佳主视野范围内。运营人程序应该确保高度表设定值为所选仪表程序和跑道。

4.16 运行程序

单有适航证的运营人在飞行运行期间不能使用垂直导航。还需要获得运行批准，以确认运营人用于特定设备安装的常规和应急程序的适当性。在飞行基于垂直导航的垂直航径时，驾驶员应该使用飞行指引仪或自动驾驶仪。

4.17 一般运行程序

驾驶员应该遵守制造商确定的符合本章所述性能要求的指南或程序。

4.18 高度表设定

飞行机组人员应该注意在适当的时间和位置调整高度表数值，并在报告的设定值不是当前值时，要求获得当前的高度表设定值，尤其是在据报告或据预测压力会迅速下降时。不可使用遥控高度表设定值。

4.19 低温

在出现低温天气时，驾驶员应该检查仪表进近程序图，确定使用气压垂直导航能力的限定温度。如果机载系统具有温度补偿能力，应该遵从制造商的指南使用气压垂直导航功能。

4.20 应急程序

应急程序需要转换至常规程序时，应该按照运营人惯例在开始 RNAV 程序前完成必要的准备工作。

4.21 驾驶员知识与培训

4.21.1 培训方案应该提供关于航空器垂直导航能力的充分培训（如模拟机、训练装置或航空器），而不是仅以驾驶员完成其任务为限，其中包括：

- a) 本章内容；

- b) 航空器系统的用途和正确使用；
- c) 由航图描绘及文本描述所确定的程序特征：
 - i) 对航路点类型（飞越和旁切）、航径终止代码和运营人所用的其他类型以及相关航空器飞行航径的描述；
 - ii) RNAV 系统专用信息；
 - iii) 自动化水平、模式通报，变更，告警，输入输出，转换和降级；
 - iv) 同其他航空器系统的功能集成；
 - v) 垂直航径不连续性的涵义和适当性以及相关飞行机组程序；
 - vi) 每一飞行阶段的监视程序（如监视器的“PROGRESS”或“LEGS”页）；
 - vii) 考虑到速度和高度效应时的转弯提前量；
 - viii) 电子显示和符号判读。

4.21.2 适当时，垂直导航设备操作程序包括如何执行如下行动：

- a) 遵守与进近程序相关的速度和/或高度限制；
- b) 确认航路点和飞行计划编排；
- c) 直飞至某航路点；
- d) 确定垂直航径误差/偏离；
- e) 插入或删除航路不连续性；
- f) 变更目的场机场和备用机场；
- g) 垂直导航故障的应急程序；
- h) 清楚了解机组人员的要求，包括主高度表信息比较、高度交叉检查（如 30 米（100 英尺）测高比较）、对使用垂直导航的仪表程序的温度限制以及进近高度表设定程序等方面；
- i) 失去系统或性能以及飞行条件（例如不能保持所需航径跟踪，失去必要的引导等）的程序中断。

4.21.3 与程序设计中考虑事项相关的其他运行指导，见《空中航行服务程序——航空器的运行》(Doc 8168 号文件) 第 I 卷。

4.22 导航数据库

4.22.1 应该从持有欧洲航空安全局或联邦航空局授权书 (LOA) 的供应商那里获得导航数据库。此种授权书可证明符合欧洲民航电子设备组织/航空无线电技术委员会 ED-76/DO-200A:《航空数据处理标准》要求。联邦航空局 AC 20-153/欧洲航空安全局 IR 21 分部 G 提供了有关 1 类和 2 类授权书的进一步指导。

4.22.2 必须向导航数据库供应商报告使程序无效的差异。运营人必须向飞行机组人员发出通知,禁止飞行受影响的程序。

4.22.3 航空器运营人应考虑到有必要对使用中的导航数据库进行定期检查以达到现行质量系统的要求。

5. 参考资料

欧洲民航电子设备组织文件可从下述地址购买: EUROCAE, 102 rue Etienne Dolet, 92240 Malakoff, France (传真: +33 1 46 55 62 65)。网址: www.eurocae.eu

—— EUROCAE/ED-76: 《航空数据处理标准》

—— EUROCAE/ED-77: 《航空信息标准》

美国联邦航空局文件可从下述地址获得: Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA。网址: [http://www.faa.gov/aircraft_cert/\(Regulatory and Guidance Library\)](http://www.faa.gov/aircraft_cert/(Regulatory%20and%20Guidance%20Library))

—— AC 20-129: 《在美国国家空域系统 (NAS) 和阿拉斯加使用的垂直导航 (VNAV) 系统的适航批准》

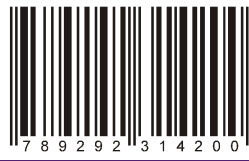
—— AC 20-153: 《数据处理与相关导航数据库的验收》

航空无线电技术委员会文件可从下述地址获得: RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (电话: 1 202 833 9339)。网址: www.rtca.org

—— RTCA/DO -200A: 《航空数据处理标准》

—— RTCA/DO -201A: 《航空情报服务用户建议》

ISBN 978-92-9231-420-0



9 789292 314200