



| ICAO

Doc 9750

# 全球空中航行计划

第六八版

国际民用航空组织

## 执行摘要

由航空业部门代表的强大社会经济驱动力正面临各种挑战。随着旅客和货物通过空中交通在世界各地流动，空中交通预计将在未来 15 年内翻倍。与此同时，对航空系统的新要求、新兴技术、创新的经营方式以及人类角色的转变，不仅带来了挑战，也带来了迫切需要改变全球空中航行系统的机遇，以便航空能够继续推动全球社会福祉。

全球空中航行计划（GANP）第六版承认航空已进入一个新时期，美好的未来不是出自过去的推断，而是来自于面对未来的挑战，全球空中航行计划第六版是对这些挑战的回应。

在航空业快速且不断变化的环境中，国际航空运输可持续增长的实现在很大程度上依赖于高绩效和无缝的全球空中航行系统。全球空中航行计划将航空界聚集在一起，以实现灵活、安全、可靠、可持续、高绩效和可互操作的全球空中航行系统。

全球空中航行计划是与各利害关系方合作并为其利益而制定的，是实现国际民航组织战略目标的关键促成要素，在支持联合国 2030 年可持续发展议程方面发挥着重要作用。与全球空中航行计划相关的一项核心目标是可持续发展目标 9：建设有复原力的基础设施、促进具有包容性的可持续产业化，并推动创新。除了制定全球空中航行计划外，国际民航组织还针对特定安全和安保领域制定了两项全球计划：《全球航空安全计划》（GASP，Doc 10004 号文件）和《全球航空安保计划》（GASeP，Doc 10118 号文件）。这三个全球计划是相互补充的。

全球空中航行计划的内容被规划为一个多层结构，每层内容都针对不同的受众量身定制。这样可以更好地与高级管理人员和技术管理人员进行沟通，其目的是不让任何国家或利害关系方掉队。四层结构由全球（战略和技术）、地区和国家层面组成，并为地区、次地区和国家计划的一致性提供框架。这四个层面的结构为空中航行系统的演变提供稳定的战略方向，同时还在技术内容方面确保及时性和相关性，从而便利做出决策。

此外，为了使不同的利害关系方能够获取和使用相关信息，全球空中航行计划的所有四个层面都可通过支持打印、交互式、基于网络的平台——全球空中航行计划门户网站（<https://www4.icao.int/ganportal>）获取。该平台确保了全球空中航行计划的所有四个层面之间的共同切入点和一致性。

### 全球战略层面

全球战略层面以电子文件的形式提供，以执行语文编写，并以国际民航组织的六种工作语文提供。它为决策者提供了推动全球空中航行系统发展的高层战略方向。

本文件的愿景是建立一个全球可互操作的空中航行系统，以及对航空和技术趋势产生的新挑战和带来的机遇采取积极、综合和共同的方法。由这一愿景驱动的、并反映在概念路线图中的演变将创建一个高绩效的全球空中航行系统，该系统将满足不断增长的社会期望并减少全球差距。概念路线图旨在通过为其演进提供更全面的方法，基于优势和机遇改变空中航行系统，而不是简单地改进它。

实现这一愿景需要航空界所有成员的坚定承诺和投入。随着新需求得到满足，全球空中航行系统正在变得越来越复杂。因此，改变本身并不是最终目标，而是实现愿景的途径。改变空中航行系统这一战略不仅回应了绩效目标，而且也回应了许多国家和地区希望更多地利用现有和新兴技术的目标。

航空业需要通过采取更为跨领域的和全球性的视角来确保其在创新前沿的地位。如果全球空中航行系统不能持续，全球经济和公民都将面临诸多风险。

#### 全球技术层面

全球空中航行系统转型的实现在于技术管理人员在他们向其汇报的决策者的支持下，持续改进空中航行系统。虽然没有普遍适用的范本并且没有设定空中航行系统发展的终止日期，但持续改进将确保系统以及时和有序的方式适应全球、地区和地方的机遇和挑战。

全球技术层面源自全球战略层面，旨在支持技术管理人员根据具体的运行和绩效需求，以可衡量和具有成本效益的方式来规划基本服务的实施和新的运行改进，同时确保系统的互操作性和流程的协调一致。

#### 地区和国家层面

全球空中航行计划的地区和国家层面确保从拟定运行改进到其实施的一致性。这两个层面为全球航空界提供了短期和中期实施规划的共同基础。

地区层面通过国际民航组织的地区空中航行计划和与全球战略和技术层面相一致的其他地区举措，应对地区和次地区的绩效和运行需求、差异、制约因素和机遇。

国家层面侧重于国家规划。与相关利害攸关方协调制定与地区和全球计划相一致的国家空中航行计划是各国国家航空规划框架的战略组成部分，对实现全球空中航行计划中正在制定的共同愿景至关重要。

通过制定本计划所展示的领导能力以及国际民航组织在其中所体现的愿景保证了为所有利害攸关方推动空中航行的相关发展以及不会有任何国家掉队。

# 目录

词汇.....	iv
定义.....	iv
缩写和简称.....	vii
<b>第 1 章：引言</b> .....	1
1.1 概论 .....	1
1.2 什么是全球空中航行计划？ .....	1
1.3 全球空中航行计划维护进程 .....	3
1.4 与其他文件的关系 .....	5
1.5 与其他全球计划的关系 .....	5
<b>第 2 章：作用和责任</b> .....	7
2.1 概论 .....	7
2.2 全球空中航行计划利害攸关方 — 作用和责任.....	7
<b>第 3 章：挑战 and 机会</b> .....	12
3.1 概论 .....	12
3.2 挑战：航空新纪元 .....	12
3.3 转型：将挑战转化为机遇 .....	14
<b>第 4 章：愿景</b> .....	16
4.1 概论 .....	16
4.2 有目标的空中航行系统 .....	16
<b>第 5 章：绩效志向</b> .....	17
5.1 概论 .....	17
5.2 满足预期 .....	17
<b>第 6 章：概念路线图</b> .....	20
6.1 概论 .....	20
6.2 关于转型变革的尖端 .....	20
演进步骤 1：在数字化丰富的环境中进行飞行运行 .....	21
演进步骤 2：通过信息革命启动的基于时间的运行 .....	21
演进步骤 3：通过航空互联网实现基于航迹互联互通的运行 .....	22
演进步骤 4：针对业务/任务需求的全面绩效管理系统 .....	23
<b>第 7 章：从概念到运行</b> .....	25
7.1 概论 .....	25
7.2 基于绩效驱动的结构化方法 .....	25
7.3 全球、地区和国家实施规划 .....	26

## 词汇

### 定义

**空中航行系统** 通过人、信息、技术、设施和服务的协作整合，支持国际民用航空的安全和有序发展的系统。在技术范围内，该系统包括通过空中、地面和空间通信、导航和监视（CNS）能力支持的机场运行、空中交通管理、气象、航空信息和搜索及救援服务。在运行范围内，该系统包括航路运营到整合机场运营和航班周转的迈进。在社区范围内，该系统包括所有涉及提供或要求使用空中航行资源的利害攸关方。

**空中航行服务提供者（ANSP）** 在全球空中航行计划的范畴内，空中航行服务提供者是指在机场运行、空中交通管理、气象、航空情报和搜寻和援助方面提供空中航行服务的所有利害攸关方。

**空域使用者** 在空域内使用航空器和/或其他工具进行飞行的组织或个人。全球空中航行计划内审议了以下三类空域使用者：

- a) 从事符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行（占有最大部分）；
- b) 从事不符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行；和
- c) 从事无人驾驶航空器系统（UAS）的飞行运行。

从事符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行是指那些符合国际民航组织规定（如标准和建议措施（SARPs）和空中航行服务程序（PANS））的飞行运行。符合国际民航组织规定的空域使用者包括：

- a) 所有民用航空器运营人（即那些从事商业航空运输（客货和邮务服务）、航空作业、空中出租车、公务航空、私人航空运输，体育及娱乐航空等的运营人）；和
- b) 按照民用空中交通规则运行国家航空器的部分政府使用者。

不符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行是指那些因运行或技术原因而无法依照国际民航组织规定运行国家航空器飞行的运行。

无人驾驶航空器系统（UAS）的飞行运行占空域使用者的比例正在增加，包括无人驾驶航空器系统技术的民事和军事应用。在某些情况下，无人驾驶航空器系统技术被视作比使用常规飞机或直升机更符合成本效率的解决方案。

~~在某些情况下，使用无人驾驶航空器系统证明更加安全和更加有效，并在其他一些情况下，可能是完成某项特定工作的唯一方式。但是，民用无人驾驶航空器系统在与有人驾驶航空器相同的空域运行是一项新的要求，此类运行的监管框架正在制定之中。~~

**航空系统组块升级（ASBU）框架** 在空中航行系统关键特征领域中按照可用时间安排的一系列运行改进及其相关绩效效益。

航空界所有涉及提供或要求使用空中航行资源的利害攸关方，包括：

- a) 国际民航组织和其他制定航空标准组织；
- b) 担任监管机构的国家、空域主权拥有者和有时是空中航行服务提供者；
- c) 机场社区；
- d) 空中航行服务提供者，包括信息服务提供者；
- f) 空域使用者；
- g) 国家航空；
- h) 航空器和设备制造商；
- i) 研究与开发组织；和
- j) 国际组织，包括专业人员组织。

**航空系统** 一个包含与航空运输有关的所有经济和非经济活动的系统。

**基础建设组块（BBB）框架** 框架指明了一个强有力的空中航行系统的基础。它根据国际民航组织的标准确定了向国际民用航空提供的基本服务。这些基本服务在机场、空中交通管理、搜寻和援助、气象和信息管理领域得到界定。基础建设组块框架还确定了这些服务的最终用户以及提供基本服务所需的资产（通信、导航和监视（CNS）基础设施）。

**概念路线图** 根据其优势和机遇，为空中航行系统的发展提供整体方法的一系列转型运行变革。

**关键绩效领域（KPA）** 一种对与高级别目标和期望相关的绩效主题进行分类的方法。国际民航组织确定了 11 个关键绩效领域：安全、安保、环境影响、成本效益、容量、飞行效率、灵活性、可预测性、准入和平等、空中交通管理部门的参与和全球互操作性。

**绩效志向** 一份提供有关全球空中航行系统绩效演进的全球优先事项的定性说明。绩效志向不应被视为是持续监测和报告绩效的目标，而应被视为是变革的催化剂。它以绩效为导向、具有时间限制和挑战性，同时切实考虑到公共环境、时机和可用资源。

**绩效目标** 从当前绩效（例如，改进）界定期望的趋势的定性和有针对性的说明。

## 缩写和简称

ANC	空中航行委员会
ANSP	空中航行服务提供者
ASBU	航空系统组块升级
ASBU PPT	航空系统组块升级专家项目组
ATM	空中交通管理
BBB	基础建设组块
CNS	通信、导航和监视
FIR	飞行情报区
GA	通用航空
GANP	全球空中航行计划
GASP	全球航空安全计划
GASeP	全球航空安保计划
GATMOC	全球空中交通管理运行概念
GMVT	全球空中航行计划多学科愿景小组
ICAO	国际民用航空组织
KPA	关键绩效领域
KPI	关键绩效指标
PANS	空中航行服务程序
PIRG	地区规划和实施小组
RASG	地区航空安全小组
SARPs	标准和建议措施
SDG	可持续发展目标
UAS	无人驾驶航空器系统

## 第1章：引言

### 1.1 概况

1.1.1 航空是社会不可分割的一部分，它联接着世界人民和货物运输，是经济增长和可持续发展的重要驱动力量，通过每天超过 429 万 6 千 5 百 77 次<sup>1</sup>航班的安全可靠运行，提高了全世界人民的生活水平。由于积极的经济、政治和社会变化，各项预测都确认预示未来 205 年内强劲空中交通增长。<sup>2</sup>

1.1.2 国际航空运输系统内可持续发展的实现在很大程度上依赖高绩效和无缝的全球空中航行系统。全球空中航行系统通过人、信息、技术、设施和服务的协作整合，支持国际民用航空的安全和有序发展。在技术范围内，该系统包括通过空中、地面和空间通信、导航和监视（CNS）能力支持的机场运行、空中交通管理、气象、航空信息和搜索及救援服务。在运行范围内，该系统包括航路运营到整合机场运营和航班周转的迈进。在社区范围内，该系统包括所有涉及提供或要求使用空中航行资源的利害攸关方。

1.1.3 因此，以绩效驱动、服务导向和技术先进的全球空中航行系统对于实现旅客和货物之间更大的连通性至关重要，从而确保全球航空业不断增长的可持续性。除了安全、安保和环境及经济可持续性这些航空绩效基本原则外，还有若干其他为达到社会需要而必须满足的绩效要求。因此，对绩效的需求应该推动空中导航系统的发展。

1.1.4 国际民航组织的目标愿景是实现全球民用航空系统的可持续增长安全、可靠和可持续的国家民用航空系统，连接全世界，造福所有国家和人民。为此，国际民航组织作为 193 个成员国之间的全球论坛，制定必要的标准和政策，以确保国际民用航空的安全和有序发展。<sup>3</sup>通过全球空中航行计划，国际民航组织将航空界聚集在一起，以实现灵活、安全、可靠、可持续、高绩效和可互操作的全球空中航行系统。

### 1.2 什么是全球空中航行计划？

1.2.1 全球空中航行计划是一个重要的规划工具，用于设定全球优先事项，以便推动全球空中航行系统的发展和建立一个综合、协调、全球可互操作和无缝的系统的愿景成为现实。

1.2.2 全球空中航行计划是与各利害攸关方合作并为其利益而制定的，<sup>4</sup>是实现国际民航组织战略目标的关键促成要素，<sup>5</sup>在支持联合国可持续发展目标方面发挥着重要作用。<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> [https://aviationbenefits.org/media/nokgjtbg/abbb2024\\_summary.pdf](https://aviationbenefits.org/media/nokgjtbg/abbb2024_summary.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.icao.int/sustainability/WorldofAirTransport/Pages/the-world-of-air-transport-in-2023.aspx>

<sup>3</sup> <https://www.icao.int/sustainability/Pages/eap-fp-forecast-scheduled-passenger-traffic.aspx>

<sup>4</sup> <https://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/vision-and-mission.aspx> ICAO-Strategic-Plan-2026-2050-V2.pdf

<sup>5</sup> 见第 2 章

<sup>6</sup> <https://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/Strategic-Objectives.aspx>

<sup>7</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>



1.2.3 如图 1 所示，全球空中航行计划的内容分为四个层次。这样可以更好地与高级管理人员和技术管理人员进行沟通，并使不同的利害攸关方能够取得和使用与他们关心领域最相关的详细信息。在这方面，全球战略层面即全球空中航行计划的最高层面针对决策人员和执行人员，而全球空中航行计划各从属层面的目标受众是相关事务的专家。

1.2.4 这份电子文件代表全球空中航行计划在全球战略层面的战略角度。其主要目的是通过阐明愿景、相关绩效志向和概念路线图，向决策人员提供战略方向，推动 2040~~50~~ 年及以后年份全球空中航行系统的发展。全球战略层面还确保了全球空中航行计划在设定的时间范围内的稳定性，并提供了全球技术层面所述的绩效和技术框架的清晰视角，并以此作为参考。

1.2.5 全球技术层面包括两个技术框架，即基础建设组块（BBB）和航空系统组块升级（ASBU）。及其它包括一个相关绩效框架，其中包括确定了绩效目标和关键绩效指标（KPI）。基础建设组块框架指明了一个强有力的空中航行系统的基础。它也可被视为国家根据《国际民用航空公约》（Doc 7300 号文件）承诺为国际民用航空的安全和有序行为提供必要的空中航行服务。

1.2.6 随着基础建设组块的实施，空中航行系统将能为国际民用航空提供各种基本服务。然后，通过适用航空系统组块升级框架，可以改善这些空中航行系统的后续绩效。航空系统组块升级框架通过运行改进及相关绩效效益的确定，推动全球空中航行系统朝向实现已确定的绩效志向的发展，<sup>7</sup>它源自概念路线图中不同演进步骤所确定的具体运行概念。<sup>8</sup>一旦经过验证并可供部署后，这些运行改进支持采用基于绩效的整体方法，以符合成本效益的方式，实现空中航行系统的现代化。为协调全球、地区和国家计划，必须为空中航行系统的现代化采用全球统一绩效管理程序。

1.2.7 全球空中航行计划的两个剩余地区和国家层面确保从最初拟定运行改进到最后实施的一致性。这两个层面为全球航空界提供了短期和中期实施规划的共同基础。全球空中航行计划的地区层面通过国际民航组织的地区空中航行计划和与全球层面相一致的其他地区举措，应对地区和次地区的绩效和运行需求、差异、制约因素和机遇。全球空中航行计划的国家层面，根据国家责任，侧重于国家规划。各国与相关利害攸关方协调，将空中航行计划作为其国家航空规划框架的战略部分来开发并与相关地区和全球计划保持一致，这对实现全球空中航行计划中正在形成的共同愿景至关重要。

1.2.8 全球空中航行计划的所有四个层面都可通过[全球空中航行计划门户网站](#)进行交互式咨询。

---

<sup>7</sup> 见第 5 章

<sup>8</sup> 见第 6 章

## 全球空中航行计划的多层结构

Click a level to navigate

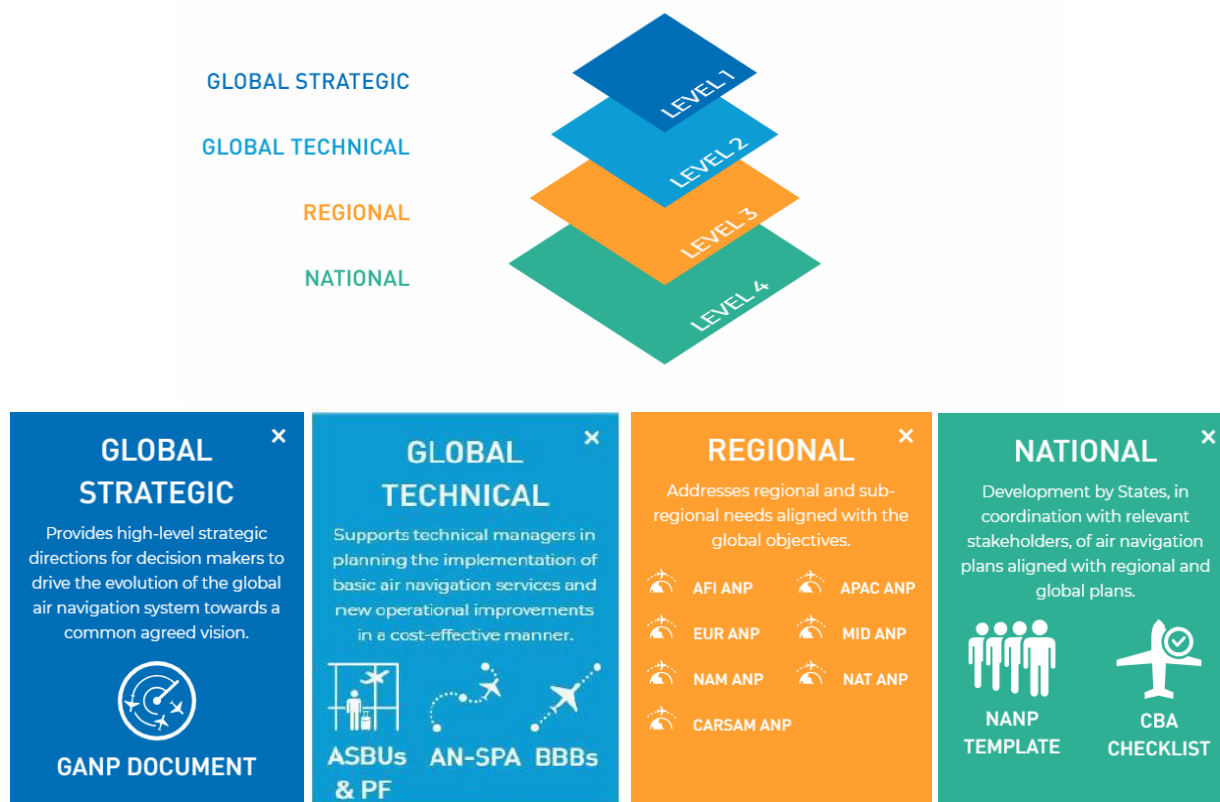


图 1：全球空中航行计划的多层面结构

### 1.3 全球空中航行计划维护过程

1.3.1 为空中航行系统的发展提供稳定的战略方向并同时确保及时的相关性，全球空中航行计划多层面结构内的每个层面都受到不同的维护过程。全球空中航行计划内的战略方向是稳定的，短期内不会有变化。这有助于顺利过渡到改善全世界可互操作和协调的空中航行规划的实施。但是，随着时间的推移，全球空中航行计划的技术内容必须随着新的技术、不同的运行环境、新类型和不断增长的空中交通需求以及新出现的优先事项而发展。

1.3.2 在国际民航组织大会三年一次的每届会议之前对全球空中航行计划的全球战略层面进行审查，并在必要时予以更新。

1.3.3 在 2016 年国际民航组织大会第 39 届会议批准第五版全球航空环境计划之后，<sup>9</sup>成立了全球空中航行计划多学科愿景小组（GMVT），用以支持国际民航组织制定全球航空环境计划全球战略层面的工作。这个小组由主要业界的执行人员和研发利害攸关方组成，向 2018 年 10 月 9 日至 19 日在加拿大蒙特利尔举行的第十三次空中航行会议（AN-Conf/13）提出了愿景、绩效志向和概念路线图。会议欢迎这些举措，同时强调商用空域飞行器应被视为航天器而非航空器。

1.3.4 在全球技术层面，成立了一个由来自国际民航组织相关专家组的独立专业人员组成的多学科航空系统组块升级专家项目组（ASBU PPT），以支持国际民航组织对航空系统组块升级框架的更新。空中航行系统正在不断发展。在更新航空系统组块升级框架时，会议强调指出，为使框架继续保持重要意义，有必要确定一个管理变化的进程，以便通过跟踪提案、评估、批准和实施对其作出的任何修订的方式，使框架内容维持最新并确保透明度。

1.3.5 因此，对航空系统组块升级框架作出了如下审查和更新：

- a) 航空界的任何成员都可通过填写全球空中航行计划门户网站提供的模板，将对航空系统组块升级框架的更改提交给 [ganp@icao.int](mailto:ganp@icao.int)，其中建议的更改可作为对原始文本的标记显示并说明作出改变的理由和影响评估。如果适用的话，还应提交支持文件；
- b) 国际民航组织秘书处在航空系统组块升级专家项目组的支持下，将对提案进行初步评估，以备进一步审议；
- c) 如果提案与国际民航组织标准和建议措施（SARPs）或空中航行服务程序（PANS）有关，则空中航行委员会将根据既定程序审查和批准、修改或驳回该提案。如果提案与标准和建议措施或空中航行服务程序不相关，则航空系统组块升级专家项目组和国际民航组织秘书处将审查和接受、修改或驳回该提案；和
- d) 如果该提案经由上述步骤修改后获得批准或接受，则国际民航组织秘书处将在之后六个月内将其纳入航空系统组块升级框架。如果该提案被驳回，则国际民航组织秘书处将通知提案方并提供驳回的理由。

1.3.6 基础建设组块框架将考虑到对国际民航组织空中航行标准和建议措施和空中航行服务程序的修订并将由秘书处每两年更新一次。

1.3.7 第十三次空中航行会议（AN-Conf/13）要求国际民航组织设立一个绩效专家组，继续加快与全球空中航行计划有关的绩效工作（见第 4.3/1 和建议 — 提高空中航行系统的绩效），因为它对建立全球统一的空中航行系统现代化的绩效管理程序至关重要。

1.3.8 在全球空中航行计划的地区层面，国际民航组织地区办事处有责任协调审查和更新国际民航组织的地区空中航行计划。各地区办事处按照国际民航组织理事会 2014 年 6 月 18 日批准的既定修订过程进行修订，详见各地区空中航行计划第 I 卷第 0 部分附录 A。

---

<sup>9</sup> <https://www.icao.int/airnavigation/pages/ganp-resources.aspx>

1.3.9 全球空中航行计划的国家层面是国家的责任。各国不妨制定和实施政策和程序，具体说明更新其国家空中航行计划的时间间隔和方法。

1.3.10 根据第十三次空中航行会议的建议，国际民航组织正在已建立一个全球空中航行计划研究组，以指导和管理正在审查和更新全球空中航行计划的各个小组。

1.3.11 空中航行委员会将审查全球空中航行计划视为其经常工作方案的一部分，并视需要，与各国和非政府组织就拟议的修正案进行协商。磋商通过发送国家级信件进行，或者通过空中航行会议或高级别安全会议进行。然后将全球空中航行计划提交理事会批准。经理事会批准后，全球空中航行计划将提交下次举行的国际民航组织大会，供成员国核准。

## 1.4 与其他文件的关系

1.4.1 《全球空中交通管理运行概念》（GATMOC，Doc 9854 号文件）提出了一个建立一个综合、可持续、协调和全球可互操作的空中交通管理（ATM）系统的共同运行概念。运行概念独立于技术，是对设想的“什么”的陈述。及时开发基于《全球空中交通管理运行概念》的可持续航空系统需要有一个共同协作、各方同步和得到维护的规划工具，例如全球空中航行计划。因此，载于全球空中航行计划中的愿景、绩效志向和概念路线图直接涉及《全球空中交通管理运行概念》。《全球空中交通管理运行概念》的配套手册，除其他外，包括《空中交通管理系统要求手册》（Doc 9882 号文件）和《空中航行系统全球绩效手册》（Doc 9883 号文件），将继续发展并提供完善的概念基础和专注于建立一个综合、可持续、协调和全球可互操作的空中航行系统。

## 1.5 与其他全球计划的关系

1.5.1 运行概念的关键是明确说明航空界的期望。这些期望在 11 个关键绩效领域（KPA）<sup>10</sup> 都有明确界定，并来自努力记录最终用户的各种要求。虽然所有这些领域同样重要，因为它们是相互关联的，不能孤立地考虑，但某些领域比其他领域更为人所知。图 2 列出了 11 个关键绩效领域。全球空中航行计划通过第 5 章概述的绩效志向来审议所有这些领域。

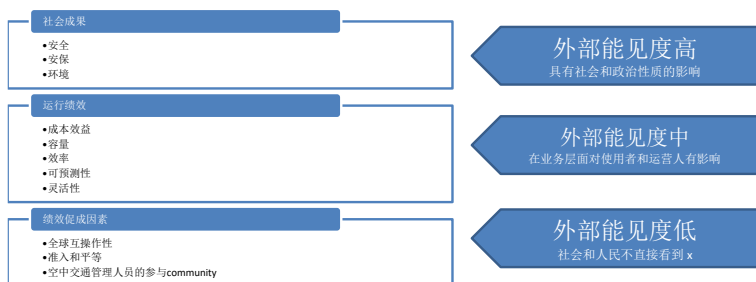


图 2：全球空中航行计划的 11 个关键绩效领域

<sup>10</sup> 《空中航行系统全球绩效手册》（国际民航组织 Doc 9883 号文件）

1.5.2 公众对安全航空旅行的认知是航空业繁荣的关键，这就是为什么除了制定全球空中航行计划外，国际民航组织还制定了与安全和安保有关的各种全球计划：[《全球航空安全计划》（GASP，Doc 10004 号文件）](#)和[《全球航空安保计划》（GASeP，Doc 10118 号文件）](#)。

1.5.3 在规划空中航行运行改进的实施时，安全至关重要。为了确定这些改进是否能够以安全的方式实施，安全风险评估提供了识别可能产生的危害的信息，例如：

- a) 对空域使用的任何计划修改；
- b) 引进新技术或程序；或
- c) 停用老旧的导航辅助系统。

1.5.4 安全风险评估还可评估各项潜在后果。根据安全风险评估的结果，可以为确保维持可接受的安全绩效水平实施缓解策略。任何运行改进都应在有记录的安全风险评估的基础上实施。因此，全球航空安全计划通过向各国和服务提供商提供通过国家安全方案（SSP）和安全管理系统实施安全管理方法的工具，为全球空中航行计划提供支持。

1.5.5 来自非法干扰行为造成的死亡也会影响公众对航空安全的看法。全球航空安保计划为各国、业界、利害攸关方和国际民航组织共同努力实现加强全球航空安保的共同目标奠定了基础。它的目的是促进安全文化和改善监督。对全球航空安保累积作出的改进加强了国际民用航空系统的安全、简化手续和运行等各个方面。

1.5.6 全球空中航行计划通过技术框架中详述的概念路线图和运行改进，凭借反映在绩效志向中加强空中航行系统的安全和安保的方式，支持全球航空安全计划和全球航空安保计划。

## 第2章：作用和责任

### 2.1 概况

2.1.1 所有利害攸关方，无论是传统利害攸关方，还是新出现的利害攸关方，都想要以最低廉的成本通过安全、可靠和环境可持续的方式将旅客和货物从一个地方运往另一个地方，没有任何延宕。为了使其取得成功，这些利害攸关方必须在全球空中航行计划的各自层面对其角色和责任负责。

### 2.2 全球空中航行计划利害攸关方—作用和责任

2.2.1 全球空中航行计划的利害攸关方包括航空界的所有成员。

#### 2.2.2 国家

2.2.2.1 各国通过提供有关地方和地区事项的专业知识以及洞察满足国际民航组织的规定所需的运行考虑因素，为全球空中航行计划的发展作出贡献。

2.2.2.3 各国通过制定国家空中航行计划，为国际民用航空提供必要的空中航行服务以及根据地方绩效和运行需要，实现其空中航行系统的现代化，并同时考虑到地区需要，为实施全球空中航行计划做出贡献。此外，各国通过分享来自面对挑战的最佳做法和经验教训、进行成本效益分析和评估环境影响、人的表现和安全，为实施全球空中航行计划做出贡献。

2.2.2.4 此外，各国提供了符合国际民航组织规定的明确和稳定的监管框架，使航空界能安全和有效地运作。与此同时，这个监管框架具有灵活、机敏和可以扩展的特性，足以满足航空需求和责任所需的创新。

#### 2.2.3 国际民航组织和其他制定航空标准组织

2.2.3.1 空中航行系统的发展需要所有参与其中的利害攸关方协调一致的实施。国际民航组织作为一个全球论坛，汇集了航空界，能为全球空中航行计划全球战略层面的全球空中航行系统的发展制定共同战略。

2.2.3.2 为了支持空中航行的现代化，国际民航组织在全球空中航行计划的全球技术层面提供了工具并确定哪些利害攸关方需要参与运行的改进工作，以便充分发挥这种改进的潜力。

2.2.3.3 全球空中航行计划概述了空中航行系统基于绩效的发展，因为国际民航组织认识到地区和利害攸关方的需求各不相同，因此它们可能有不同的期望。为了满足这些不同的期望，航空系统模块升级框架可以实现灵活和可扩展的现代化。然而，对空中航行设施的合理化、整合和协调采取全球一致的方法对获得全球空中航行计划实施的全部效益至关重要。



2.2.3.4 国际民航组织和其他制定航空标准组织制定全球规定以确保全球空中航行计划所述的运行改进中的系统互操作性和程序一致。国际民航组织通过其技术空中航行工作方案确保及时提供各项规定。

2.2.3.5 在地区一级，国际民航组织协调地区空中航行计划的审查和更新。国际民航组织还协调地区规划和实施小组（PIRG）的活动，以确保它们与全球空中航行计划保持一致，并确保地区规划和实施小组与地区航空安全小组（RASG）之间的密切协调。为了验证实施运行改进的成效和速度，国际民航组织<sup>11</sup>提供了支持绩效和实施监测的数据和工具，并促进分享各地区的相关信息和最佳做法。

2.2.3.6 在国家一级，国际民航组织鼓励各国积极支持需要空中航行援助的其他国家、促进获得资源和技术援助和推动不同专业领域的能力建设。

## 2.2.4 地区规划和实施小组

2.2.4.1 各个地区规划和实施小组是使全球空中航行计划取得成功的关键，因为它们为各国和其他利害攸关方提供了中期规划和实施展望。

2.2.4.2 地区规划和实施小组负责全球空中航行计划区域层面的工作。根据地区绩效和运行的需求、差异、制约因素和机遇，各地区规划和实施小组通过空中航行计划的第 I、第 II 和第 III 卷，负责确定与全球空中航行计划保持一致的地区规划和实施优先事项。它们根据空中航行计划还负责查明空中航行缺陷。

2.2.4.3 在空中航行计划第 I 卷和第 II 卷中，地区规划和实施小组界定了与向各国提供机场和空中航行设施和服务的责任分配有关的稳定（第 I 卷）和动态（第 II 卷）规划要素，以及各国依照地区空中航行协定与实施机场和空中航行设施和服务相关的最新中期强制性地区规定，包括基础建设组块（BBB）相关要求。这两卷列出了从地区角度向国际民用航空提供的重要空中航行服务。

2.2.4.4 在空中航行计划第 III 卷中，地区规划和实施小组采用基于绩效的方法，确定了地区空中航行系统现代化的动态/灵活规划要素。作为这种方法的一部分，地区规划和实施小组界定的地区优先事项和绩效目标，既为以实现全球绩效志向而<sup>11</sup>与全球空中航行计划关键绩效领域（KPA）和指标（KPI）挂钩，<sup>11</sup>也反映了根据地区地方和国家层级查明的要求，<sup>11</sup>而确定可由各国应在航空系统组块升级框架内实施的运行改进。

2.2.4.5 遵循 1.3 节着重指出的管理变化进程，各地区规划和实施小组可以根据其从挑战和经验中汲取的教训，对航空系统组块升级框架提出修订，从而对全球空中航行计划的发展做出贡献。

## 2.2.5 机场社区<sup>11</sup>

2.2.5.1 机场运营人支持全球空中航行计划的开发，以期提高其运营效率，使其服务的所有利害攸关方受益，包括监管机构、航空公司、空中航行服务提供者（ANSP）、旅客和当地居民。

---

<sup>11</sup> 空侧和陆侧活动都被列入全球空中航行计划的范围。

2.2.5.2 机场运营人与国际和国家监管机构密切合作，以便机场完全融入空中航行系统。机场运营人通过提供关于机场能力和运营的信息进行协作。此类信息支持优化和提高基础设施使用效率的措施。机场协作决策帮助航空公司和机场运营人一起充分利用有限的基础设施；设立全面整合的机场运营中心是朝向这一目标发展的自然进展。

2.2.5.3 机场运营人还通过提供数据、预报和资源的方法，为全球空中航行计划的实施做出贡献，使全球空中航行系统的基础设施和服务能够得到最佳设计、开发和运行，并能为其所服务的社区提供可持续的效益。

## **2.2.6 空中航行服务提供者和信息服务提供者**

2.2.6.1 空中航行服务提供者负责规划、组织和有效管理空中航行系统，使其达到最佳绩效。在全球空中航行计划的范畴内，空中航行服务提供者是指在机场运行、空中交通管理、气象、航空情报和搜寻和援助方面提供空中航行服务的所有利害攸关方。虽然这些服务主要由负责这些领域的特定专门实体提供，但在适当监管框架下，有时服务提供可以委托给航空界的其他成员。

2.2.6.2 信息和数据服务提供者在空中航行系统的发展中发挥着特别重要的作用。为有效提供空中航行服务，生成和及时分发相关情报和数据需要可靠的通信网络和拥有准确和动态情报的数据库。因此，空中航行服务提供者面临着新的要求，那就是需要会用最先进的技术组成的新数字机具。

2.2.6.3 空中航行服务提供者与其民航当局密切合作，以便实施全球空中航行计划和填补行政和技术层面之间的空白。这有助于为建立一个安全、可靠和环境友好的空中航行系统提升所需的基础设施、系统能力和功能提供适当、透明和及时的资金。

## **2.2.7 空域使用者**

2.2.7.1 空域使用者是指在空域内使用航空器或其他器具进行飞行的组织或个人。这包括符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行、不符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行以及无人驾驶航空器系统（UAS）的飞行运行。

2.2.7.2 大多数符合国际民航组织规定的飞行运行都是商业飞行。定期空航服务提供全球运输网络，支持并持续作为全球企业、旅游业和经济增长的重要动力。为了维持这种服务，这些航空公司需要能够确保安全、高效和可持续运行的空中航行基础设施，特别是在空中交通持续增长的情况下。因此，航空公司运营人通过确定未来趋势，产生可持续增长所需的运行需求和基础设施要素，为全球空中航行计划做出贡献。

2.2.7.3 符合国际民航组织规定的飞行运行还包括通用航空（GA），其中包含从航空工作到个人运输的不同航空运输领域，每个领域在全球空中航行计划都有不同的作用和责任。通用航空包括其专用机场，一直是支持下一代航空专业人员的通用航空和商用航行的切入点、培训场地和人员来源。通用航空社区通过提供对通用航空运行影响的观点，参与全球空中航行计划所述的运行改进的规划和实施，使各国和空中航行服务提供者可以考虑到运营改进的任何潜在限制因素。有关通用航空的更多详细信息，可参见此处：<https://www4.icao.int/ganportal/document/inputGA>。



2.2.7.4 不符合国际民航组织规定的有人驾驶飞行运行包括由国家航空器进行的由于运行或技术原因而无法遵守规定的运行。由于所涉的角色不同，国家航空将单独加以讨论。

2.2.7.5 全球空中航行计划是新进入者的合并框架。新进入者在使用工具、首选的通信、导航和监视能力和要求、运营方式以及创新速度方面都与传统航空不同。现有航空协议的应用限制了新进入者设法寻求的创新；国家监管机构正在通过制定它的法规来应对这个问题。在这方面，全球空中航行计划为分享不同国家开发的最佳做法、标准化工作和监管方法提供了共同点。

2.2.7.6 空中航行服务提供者、监管机构和新进入者应将它们的见解提供给全球空中航行计划，阐明它们正在进行的研究、新的发展以及将其定期纳入非隔离空域而正在计划制定的标准和绩效要求。预计新技术和程序将为进一步创新空中航行系统提供一个起点。

## 2.2.8 国家航空<sup>12</sup>

2.2.8.1 国家航空器运营团体的主要利害攸关方之一是军方。在许多情况下，军方不仅是航空器运营人，还是其运行的监管机构、空中航行服务提供者和机场运营人。

2.2.8.2 军民合作是建立无缝空中航行系统的关键，这也是军事航空部门积极参与拟定全球空中航行计划的原因。在拟定新概念和技术解决方案时，从一开始就提供其运行需求，军事空域使用者能使它们在进入空域、航空器的机动性、军民互操作性和机密性等方面的问题都得到考虑。这有助于避免产生财务、安全、效率和安全的潜在不利影响，还能支持全球互操作性。

2.2.8.3 军事航空部门积极参与国内的军民合作和职能协调，确保能够实现全球空中航行计划所带来的全部效益。除军民协调与合作外，适当的军民合作是安全和有效地实现民事和军事运行目标的基础。关于从军民合作能够得到的机会的更多细节可参见此处：[\[inputMil\]](#)。

## 2.2.9 制造业

2.2.9.1 制造业通过提供与航空运输相关的技术领域的最新业界标准、技术见解和专业知

2.2.9.2 全球空中航行计划基于绩效的性质允许灵活地开发实施国际民航组织的规定所需的技术。制造业可以在业界层面制定和标准化系统解决方案，同时考虑到国际民航组织的指导并使解决方案适应区域需求。这种基于绩效的方法还可以降低生命周期成本，因为通过使用新技术进行升级而无需重新拟定规定性的要求。

2.2.9.3 在实施阶段，制造业与其他利害攸关方一起发挥咨询作用，以确定并提供符合全球空中航行计划全球技术框架的最具成本效益的解决方案、服务和设备。

---

<sup>12</sup> 在全球空中航行计划中提及国家航空器、国家航空、军事和/或国家航空部门以及任何建议的参与（例如，军民合作）都不损及《国际民用航空公约》（Doc 7300 号文件）第 3 条的规定。

### **2.2.10 研究与开发组织**

2.2.10.1 全球空中航行计划为共同努力推动同一方向的研究和开发活动提供了共同战略。研究和开发组织通过提供与全球航空环境计划和航空系统组块升级发展以及空中导航系统效率的绩效需求相关的深入见解和解决方案来管理创新活动。

2.2.10.2 一般而言，研究和开发组织在涉及所有利害攸关方的国家或地区一级的方案下为现代化活动作出贡献。空中航行专业知识的汇总以及研究和开发组织的早期参与都确保了为成功工业化和随后实施产品、服务和程序建立更好基准，以满足市场、运行和绩效的需求。

2.2.10.3 研究和开发组织现在活跃于航空所有领域和所有层级，包括学术界。这种程度的参与不仅确保有效的知识转移，还可培养新一代有能力的航空专业人员。

### **2.2.11 国际组织，包括专业人员组织**

2.2.11.1 包括空域使用者、机场和空中航行服务提供者在内的国际组织通过与组织成员共享信息并通过提供培训和审计活动提高对合规要求的认识的方式，支持国际民航组织制定和实施全球空中航行计划。

2.2.11.2 国际组织还向其成员传达运行要求，并帮助它们规划有效的解决方案，而这些解决方案在制定全球空中航行计划技术框架内的运行改进时还将予以考虑。

2.2.11.3 航空人员如飞行机组、机舱机组和空中交通管制员的主要作用是遵守标准操作程序，确保最高的安全水平和最有效地实施全球空中航行计划。

2.2.11.4 与此同时，专业人员组织通过分享运行专门知识，为全球空中航行计划的发展作出贡献。这种合作确保拟议纳入的技术、设备和程序都考虑到人为因素和人在系统中的作用，使拟议的发展在安全和效率方面都产生预期结果。

2.2.11.5 专业人员组织还利用所有渠道，包括安全管理系统的报告机制，报告缺陷并为整个系统的持续改进提供投入。

## 第3章：挑战和机会

### 3.1 概况

3.1.1 由航空业代表的强大社会经济驱动力正面临各种挑战。随着旅客和货物通过空中交通在世界各地流动，空中交通预计将在未来 15 年内翻倍。与此同时，对航空系统的新要求、新兴技术、创新的经营方式以及人类角色的转变，不仅带来了挑战，也带来了迫切需要改变全球空中航行系统的机遇，以便航空能够继续推动全球社会福祉。

### 3.2 挑战：航空新纪元

#### 3.2.1 持续支持全球社会福祉

3.2.1.1 航空支助全球经济增长。全球过半游客每年通过航空进行国际跨境旅行。如果按照价值进行计算，航空运输承运了约 35% 的全球贸易额。逾 90% 的跨境商务对消费者（B2C）电子商业是通过航空运输承运的。<sup>13</sup>这产生了 6,5508,650 多万个就业岗位以及 2.74.1 万亿美元的年度经济活动。<sup>14</sup>

3.2.1.2 此外，航空业还提供了个人和社会效益。它是最安全和最快捷的交通工具，可以克服海洋和边界的阻隔，将人们——家人、朋友和商业同事聚集在一起。它给人们带来了仅在 24 小时之内便几乎可以到达任何地方的自由，并将一个巨大的星球变成一个充满巨大潜力和无尽机会的小世界。

事实与数据 (2017 <del>23</del> 年美元) <sup>13</sup>	
2.74.1 万亿	航空支持的全球经济活动
6,5508,650 万	航空支持的全球工作岗位
4,3031,138 家	商业航空公司
3,7594,072 个	有定期商业航班的机场
31,717 架	服役的商业航空器
29,039 架	
170162 个	空中航行服务提供者
45,091 条	空中交通服务航路
67,300 条	
20,032 条	独特的城市对空中交通服务航路
21,000 条	
4144 亿	旅客
4,1903,530 万	全球定期商业航班
7.758.17 亿	旅客公里数
6,2006140 万	货物吨
68 万亿美元	运输货物价值
3533%	占有所有国际贸易价值百分比

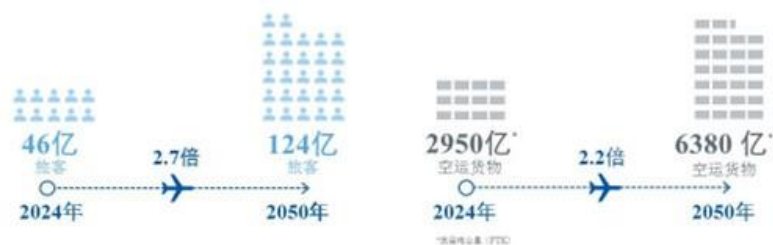
<sup>13</sup> <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/traffic-growth-and-airline-profitability-were-highlights-of-air-transport-in-2016.aspx>

<sup>14</sup> <sup>13</sup> 有关航空对全球经济和社会发展效益的更多信息，参见以下文件：

- [跨越边界的航空效益](#)，航空运输行动小组（ATAG）两年一次的出版物，~~和~~
- [2017年航空效益](#)，国际民航组织和业界高级别小组（IHLG）出版。

3.2.1.3 Covid-19 大流行病造成了自第二次世界大战以来最严重的国际民航危机。然而，到了 2024 年，本部门已复苏重达 2019 年水平，再现蓬勃活力和生机。要了解今日现状以及我们期待的 2050 年航空业情况，必须考虑以下关键数字。

### 客运与货运的增长情况



3.2.1.4 为了客观认识这样的增长，请想想，年客运量 10 亿人次这一门槛于 1985 年，也就是国际

### 航空业的加速轨迹：2026年—2050年规划



民航组织成立约 40 年后实现；然后仅 19 年后、即于 2004 年，年客运量就达到了 20 亿人次。在随后的 15 年中，客运量增长到 46 亿人次。这些令人印象深刻的增长数字将为国际民用航空带来巨大的挑战，但预计航空仍将以前所未有的速度在全球范围内运送旅客和货物。

## 3.2.2 满足日益增长的需求和新的需求类型

3.2.2.1 全球日益繁荣意味着航空旅行正在越来越接近大众百姓。同样，持续的经济全球化趋势将进一步增加把高价值商品迅速运到世界各地的需求，从而产生了一个日益增长的航空货运市场。因此，在未来 15 年内，必须建立必要的基础设施，以便在旅客和货物全球旅行时，满足两倍的空中运输需要。<sup>14</sup>此外，2017<sup>25</sup> 年全球通用航空市场价值为 2443.51 亿美元，估计在 2016<sup>25</sup> - 2024<sup>30</sup> 年预测期内年增长率为 0.724.17%。<sup>1514</sup>

3.2.2.2 从小型无人驾驶航空器到自动驾驶城市航空出租飞机、高空气球、商业航天器或高层大气超音速及高超音速飞行等新型航空器和工具将推动航空业务量的增长。其中一些使用者虽然被标记为新进入者，但实际上已经在这个系统中好几年了。可用的技术已使制造更为简易和低廉，并使新进入者易于操作。这转而扩大了它们的任务性质，其中包括测量勘察、交付产品和证明电信。也许最大的变化是一些运行从国家转移到商业和非商业运营人手中。这些具有显著不同运行特征和需求的新进入者将被越来越多地用于为社会提供新型服务、开通新航线和/或以新的或更具成本效益的方式提供现行服务。预计就业人数将迅速增长，以支持这些新的空域使用者和航空器类型。

<sup>1514</sup> <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/general-aviation-market>

~~3.2.2.3 在最低和最高海拔高度运行的新进入者，包括无人驾驶航空器系统，预计不会提供与有人驾驶商用航空器或甚至有人驾驶通用航空相同的服务，但预计它们可以方便地进入空域。供有人驾驶的航空器运行的基础设施以及空中航行服务提供者目前都不能满足在最低海拔高度运行或在最高海拔高度忍受运行的需求。为了满足无人驾驶航空器系统及其运行对进入空域日益增长的需求，需要为管理合作的间隔距离需求，建立一个基于共享信息范式的空域管理系统。~~

~~3.2.2.4 在传统空域运行航天器的商用较大空间无人驾驶航空器系统的运营人希望通过预留空间进入空域，并且其距离间隔的管理方式与管理传统有人驾驶航空器的方式相同。为了容纳越来越多的这些经过空域的运营人，需要改进空间飞行能力的定义以及空域预留空间的起始和停止。此外，为了进行管理，需要与商业航天器运营人社区合作，更精确地定义风险量。~~

3.2.2.2 “新进入者”一词包括各种航空器和任务类型，例如但不限于电力或太阳能动力、垂直升降、无人驾驶、飞艇、气球以及在当今航空业普遍使用的高度范围以下、以上和以内的各种飞行运行。其中许多航空器正处于开发阶段，预计其运行在未来几年将呈指数级增长。预计它们将以新颖的方式进行驾驶和管理，并以新的运行模式进入空域。

3.2.2.3 要实现无缝整合，就必须减少这些限制，为更具复原力和可扩展的运行铺平道路。除了一定程度的自动化及其新运行模式外，这些新进入者的共同点是需要依赖以高度连通性为基础的强大信息网络。对于开发藉由更高度自动化和自主化而促能并以航空器与其他基础设施之间持续信息交换为基础的新运行方式来说，这种连通性既为其打开了大门，而且至关重要。

3.2.2.4 为支持运营人实现其任务目标，经授权的服务提供者将最初在指定空域内提供新的交通管理方法，以提供冲突管理、需求容量平衡、基于时间的管理，并可能使用新的飞行规则。预计新的飞行规则和方法将逐步应用于整个空域。

3.2.2.5 在较高空域，基于绩效的先进基础设施、持续的信息交换和新颖的做法将克服运行限制，特别是因当前 CNS/ATM 技术的限制而产生的限制。

3.2.2.6 在最低空域的信息交换、新型交通管理再加上自动化和自主化，使得运行得以超越人类视线极限，并以替代程序取代目视观察，为这些新兴运行提供所需的可扩展性以及所有航空器的安全和高效运行。

3.2.2.7 在日益密集的中间层，信息交换、相关程序和自动化可使运行的数量和复杂性不受现有运行方法的限制，从而提供安全高效的整合。

3.2.2.8 随着时间的推移，这种连通性、自动化和新的运行方法将为所有航空器提供数字化协作和扩大参与式管理的机会，从而提高飞行效率，实现综合整合。

### 3.2.3 使用先进技术

3.2.3.1 先进技术能使航空业具有广泛的能力。这些能力范围广泛，从自动驾驶和远程驾驶航空器等自动支持系统到使用机器学习的其他高度复杂系统，这些系统可使航空器和空中航行系统执行复杂的任务，为操作人员提供支持。



3.2.3.2 航空正朝向完全互联互通的概念迈进，这意味着凡是能够连通的事物都将连接在一起。这为我们目前设计我们的空中航行系统的基础设施的方式提供了很多变通选择。例如，不使用提供传感器和专用通信、导航和监视基础设施的空中航行服务提供商者，而利用计算能力、数据和信息交换及存储方面的进步，使服务和基础设施更加集成、灵活和可扩展。这造就了从用于决策支持的大型单向程序转变为各种服务应用程序的转移。与此同时，在全球共享基础设施中，它高度重视数据和信息的绩效，但由于与完全互联互通相关的威胁，<sup>16</sup>它还高度重视航空安全、网络安全和网络复原能力。

### 3.2.4 自动化和人工智能

3.2.4.1 未来的空中航行系统将越来越依赖更高度的自动化，以安全高效地管理日益多样和复杂的航空器运行和空域管理。预计未来的自动化还将利用人工智能来增强自动化能力，以有效支持标称、偏离标称和应急运行，提高复原力和适应性。主要的驱动力是优化整个系统的性能，同时保持人的参与。符合社会期望和业务需求也是重要的考虑因素。

3.2.4.2 鉴于航空的国际性质，必须对安全结合自动化和人工智能的流程和框架加以统一，以支持开发者、用户和实施者的努力。在空中航行系统中安全、可靠和负责任地使用人工智能需要遵守一套商定的原则。联合国（UN）为在联合国系统中使用人工智能确定了以下原则<sup>5</sup>：

- 不造成伤害；
- 界定目的、必要性和相称性；
- 安全和安保；
- 公平和不歧视；
- 可持续性；
- 隐私权、数据保护和数据管理；
- 人的自主性和监督；
- 透明度和可解释性；
- 责任与问责；和
- 包容和参与。

3.2.4.3 这些原则旨在确保联合国内的人工智能使用合乎向善伦理，并反映人权、和平与可持续发展的核心价值观。这些原则可用于指导在空中航行系统中使用人工智能。

3.2.4.4 此外，随着空中航行系统越来越多地使用自动化并结合人工智能，需要对自动化水平有共同理解。所支持决策的性质将决定所需的自动化程度。

---

<sup>16</sup> <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/Allianz-Risk-Barometer-2019.pdf>

## 1. 手动或人为控制自动化

— 以人为控制的基础程度。

- 人类保留全部控制权；由自动化加以协助。
- 任务简化；工作量减少。

## 2. 辅助或监督自动化

— 中度自动化，在人类监督下更自主地运行。

- 由人类设定参数；并在必要时进行干预。
- 由人类与自动化组队的协作方式。

## 3. 自主自动化

— 高度自动化，可根据数据和规则独立决策。

- 高度自主；能够适应各种情景。
- 由人类设定目标，但由系统独立管理任务。

3.2.4.5 同样关键的是，要认识到全面、准确的本地化数据对于开发适合特定需求的人工智能的重要性。在规划结合人工智能以支持自动化时，应考虑到这一点。

### 3.2.4.5 人的能力和才能

3.2.4.5.1 在空中航行系统中，人力资本是关键和不可或缺的要素。即使在自动化程度日益提高的环境中，人仍将是系统设计和管理的**关键部分**。由于运行环境复杂多变，系统设计者无法预先估计所有可能出现的情况。人是满足空中航行系统设计和预期无法处理的独特情境需求所需实时创新所必需的。自动化的采用继续扩展和扩大了航空界的人类能力。即使是现在，航空界仍在继续学习如何让人类和机器在信任和兼容性至关重要的复杂环境中进行最有效的协作。

### 3.2.4.5.2 通过技术培育，所提高的空中航行系统自动化将：

- a) 解除运营人进行某些重复运行工作，这使他们能专心作出更加复杂的决策；
- b) 与运营人作出更高程度地协作互动，使人与机器作为一个团队发挥作用，以实现运行工作的各项目标；
- c) 分析以新的方式提交的大量信息，以支助人员决策和理解；和
- d) 当技术和运营人在地理上彼此相隔时，支助开展上述全部工作。

**3.2.45.3** 数字化转型和提高自动化程度需要采用并行和结构化的方法，其中应充分考虑人和人机界面的作用。目标应该是充分利用人的优势和人控制工具的能力，同时在机器的支持下快速和安全地管理各种状况，包括意外状况。

### **3.2.56 新兴的、新的和适应的商业模式**

**3.2.56.1** 航空部门的转型变革必须以业务为导向，并应配合全球协调和互操作性。空中航行系统虽然被公认是一个综合系统，它也是一个高度相互垂直依赖（空域使用者、机场运营人和空中航行服务提供者）并且还是横向竞争市场份额的综合商务。应当使用商务对商务（B2B）和/或商务对客户（B2C）的做法，因为它们需要以协调的方式支持对多种商务进行投资，从而实现地面和机上能力的同步。

**3.2.56.2** 监管机构继续发挥重要作用，但这一角色需要向前发展。尽管法规仍然存在，目前需要提供可扩展和灵活的创新，特别是在审议作为机场、空中航行服务提供者和新进入者私有化基础的新的商业模式时。相关法规应当规定社会期望的绩效标准，而不是对个别技术组成部分作出详细规定。应该以这样一种方式改进这一监管框架，即促进和鼓励创新、满足绩效要求和支持空中航行系统的发展，同时提供监测和监督。

**3.2.56.3** 各国应对其负责的空域的法规和服务负责。它们将确保其监管进程支持商务对商务（B2B）和/或商务对客户（B2C）方法，特别是通过允许更多的服务提供选项和提高其责任区域的服务质量。从本质上讲，各国将认识到航空业是一项全球性业务，应该在全球范围内提供始终如一的服务质量。

**3.2.56.4** 空中航行系统向商务对商务（B2B）和/或商务对客户（B2C）方式的过渡，标志着在许多方面从集中化的系统（中央监管机构和空中航行服务提供者）过渡到分散和协调的系统，其中针对网络需求和客户确定的需求提供定制服务。

### **3.2.7 通过创新和效率支持气候目标**

**3.2.7.1** 国际民航组织大会第 41 届会议通过了国际航空到 2050 年实现净零碳排放的全球长期理想目标（LTAG），以支持《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）《巴黎协定》的温度目标<sup>17</sup>，同时认识到每个国家的特殊情况和各自的能力（例如：发展水平、航空市场成熟度、其国际航空的可持续增长、公正转型和国家航空运输发展优先事项）将决定每个国家在其自身的国家时间框架内为长期理想目标做出贡献的能力。要实现这一目标，需要航空界共同努力，采用创新的解决方案来改进运行和减少二氧化碳排放。

**3.2.7.2** 预计未来几年新型航空器运行将大幅增长。这些新型航空器种类繁多，包括无人驾驶航空器、用于较高空域运行的航空器以及采用新型发动机、推进器和燃料技术（如电动和氢能）的未来航空器。了解这些新型航空器对环境的影响至关重要。

---

<sup>17</sup> A41-20，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 一般规定、噪声和当地空气质量，A41-21，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 气候变化，以及 A41-22，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA）



### 3.2.8 通过提高复原力保持运行绩效

3.2.8.1 航空连通世界，是就业和经济的重要支柱，在危机期间对于互联互通绝对必要，能够迅速将援助物资和人员运送到需要的地方。鉴于航空对社会的重要性，运行绩效的中断可能产生广泛影响。这些影响可以通过提高复原力来减轻。复原力可以与日常运行相关，也可以与更重大或更长期事件的影响相关。

3.2.8.2 影响航空业的中断事件将继续发生。此类中断凸显了航空系统的脆弱性，以及它在中断期间、恢复期间和恢复后以及运行和供应链中断、知识和经验流失时可能面临的挑战。

3.2.8.3 无论中断本身性质为何，如何从过去经验中吸取教训并投资于应对未来威胁的复原力，将决定恢复工作的成功。复原力问题的处理包括设计嵌入复原力考虑因素的系统 and 系统架构，以及制定虑及广泛因素的强大应急和业务连续性计划。

3.2.69 这些挑战正在迅速转变为机遇，因为预期这些机会能够带来与安全、安保、环境和经济可持续性相关的重大效益。这将塑造空中航行系统的转型。

## 3.3 转型：将挑战转化为机遇

3.3.1 航空的社会和经济效益将继续得到政府和政策制定者的认可。国际民航组织已表明其致力于支持《联合国 2030 年可持续发展议程》及其 17 项可持续发展目标，旨在改善全球人民的生活条件和经济繁荣。全球空中航行计划的一项核心目标是可持续发展目标 9：建设有复原力的基础设施、促进具有包容性的可持续产业化，并推动创新。3.3.2 在空中航行系统内建设必要的基础设施和使其现代化，以产生新的服务和优化现有服务，对于满足不断增长的需求和满足航空新时代的要求至关重要。这需要坚定的政治意愿和重大的投资。

3.3.3 与其他运输方式不同，航空运输的基础设施成本历来都是自筹经费，并且没有通过税收、公共投资或补贴提供资助。基础设施费用通常大都由附加在机票上的使用者收费用支付。2016 年，据估计，航空公司和乘客向机场和空中航行服务提供者支付了 1,259 亿美元<sup>14</sup>。

3.3.4 航空业已选择以积极主动的方式应对气候变化。航空系统可以通过以下方式为实现气候目标做出贡献：

#### 提高运行效率

3.3.4.1 提高所有飞行阶段（包括地面运行）的运行效率，例如减少空中延误和改善飞行剖面，有助于减少燃油消耗、二氧化碳排放及其相关的气候影响。

#### 高效适应日益多样化的天空环境

3.3.4.2 随着新型航空器的引入，空中航行服务需要管理日益多样化的空中交通运行；它们需要具有灵活性和适应性，以在地面和空中都配合和整合这些运行，同时保持所有运行的飞行效率。

利用促进和鼓励创新的监管框架所支持的新兴技术

3.3.4.3 随着在运行、程序和航空器中引入新兴技术，通过确保安全、可互用性和效率的基于绩效监管框架演变，得以更快实现减少燃油消耗和二氧化碳排放方面的环境效益。

3.3.45 由于航空安全这个关键因素，创新的步伐和采用可能很慢。然而，航空业开始关注新兴技术可能应用于航空的其他行业。这些久经考验的技术有可能缩短创新生命周期并加速航空变革，同时确保每位旅客的净成本保持稳定或降低。

3.3.56 通过创新生命周期中纳入早期研究、业界研究和开发以及实施经验的方法，也可以加速变革。通过充分利用和分享全球范围内进行的研究和发展活动的有效结果，可以在早期阶段最大限度地降低部署风险。这需要航空业的绩效验证和密切合作，以便在早期阶段能够理解和管理潜在的风险和威胁。

3.3.63.3.7 一个处于创新前沿、积极应对网络安全并确保充分整合军事要求需要的航空系统，要能够对威胁和攻击做出适当且及时的响应。航空系统可以通过以下方式增强复原力：

确保人员能力并提升人员绩效以支持复原力。

3.3.7.1 人力资源对航空基础设施仍然是根本大计，因此继续培养下一代航空专业人员至关重要。关注员工福祉、能力留存以及提供培训以支持新服务或新服务模式都是关键。随着运行和系统日益精密复杂和相互依存，更好地诊断和处理中断的能力将变得越来越重要。

通过灵活多样的能力减少威胁和故障造成的影响。

3.3.7.2 实施能够提供冗余、“软故障模式”或替代解决方案的系统架构和数字解决方案有助于减少中断的影响。

通过面向服务的架构，根据需求提供经济高效且可扩展的服务。

3.3.7.3 需求并非恒定不变。一个能够随着需求增减而扩展的系统，从长远来看更具复原力并能实现成本效益。随着数字化能力的引入或增强，对底层架构的投资将提升复原力。然而，数字化程度的提高和新技术的使用也可能带来新的风险，并成为新的干扰源。具体而言，在网络复原力技术方面，系统冗余、员工队伍训练有素、沟通良好和规划得当将让航空业全球协调的投资价值提升。

确保从行业和当局应对中断、恢复以及恢复后并发问题的方式中汲取有效的经验教训。

3.3.7.4 这些经验教训可以作为应急计划、复原力规划以及通信规划的建议措施。因此，当再次遭遇航空中断时，可以通过有效的沟通、培训和持续的恢复后审查（即哪些方面做得好，哪些方面需要改进）来实施这些计划。

3.3.63.3.7.5 该系统必须能够最大限度地发挥人员能力，并得到技术的强力支持。由于航空组成系统的首要目的是保修维护移动资产，包括大型航空器、小型有人驾驶航空器和无人机等，因此确保所有信息的完整性至关重要。采用主流信息和网络技术可以更经济高效地快速实现航空系统现代化。

3.3.78 通过创新生命周期中纳入早期研究、业界研究和开发以及实施经验的方法，也可以加速变革。通过充分利用和分享全球范围内进行的研究和发展活动的有效结果，可以在早期阶段最大限度地降低部署风险。这需要航空业的绩效验证和密切合作，以便在早期阶段能够理解和管理潜在的风险和威胁。

3.3.78 处于创新前沿并积极应对网络安全和确保充分整合军事需求的航空系统需要能够对威胁和攻击提供适当和及时的响应。这个系统必须能够最大限度地提高人的能力并得到技术的强力支持。由于航空是一个为大型航空器、小型有人驾驶航空器和无人驾驶航空器在内的移动资产提供服务为主要目标的系统，因此确保所有信息的完整性至关重要。采用主流信息和网络技术可以使航空系统更具成本效益和快速现代化。

3.3.78 在这个瞬息万变的环境中，人们一致认为，必须改变空中航行系统，使其能够应对迫在眉睫的挑战。转型本身不是最终目的；相反，它是实现全球空中航行计划愿景的方式，其最终目标是提供高绩效的空中航行系统。在概念路线图中描述的改变空中航行系统的战略不仅响应了上文讨论的绩效需求，而且还响应了许多国家和地区对许多国家和地区旨在增加使用数字化工具的目标和政策。航空业需要通过采取更为跨领域的和全球性的视角来确保其在创新前沿的地位。如果全球空中航行系统不能持续，全球经济和公民都将面临诸多风险。

## 第4章：愿景

### 4.1 概况

4.1.1 全球空中航行计划的愿景反映了空中航行系统的终极目标，以及航空和技术趋势带来的新兴挑战和机遇。受到这一愿景推动，其演变将产生一个满足社会日益增长预期的高绩效的全球空中航行系统。

### 4.2 有目标的空中航行系统

#### 4.2.1 愿景

4.2.1.1 近几十年来，全球空中航行系统经历了明显改善。为使航空运输系统继续为全球社会发展和经济进步作出贡献，必须转变二十世纪制定的概念性做法，形成一个限制航空对气候变化所产生的影响的安全、安保、高效和可持续的全球空中航行系统。

4.2.1.2 包括机场在内的空中和地面系统将作为一个单独的综合基础设施，顺应航空业务量的增长，并支助航空系统在联运环境中产生更佳绩效。遥控驾驶和无人驾驶平台将扩展传统的商务模型，并加速向充满数字信息的环境过渡。

4.2.1.3 这种充满信息的环境将促进在以网络为中心的背景下开展协作决策，以支助通过航迹进行管理，从而改进以任务和商务为导向的运行。信息还将在高度互联的系统中发挥不可或缺的作用，这将在更大程度上支助自主运行和人机协作。

4.2.1.4 这种转变的核心就是强烈需要在商定的基于绩效标准基础上建立的完全协调一致并具有可互用和可扩展系统的全球空中航行系统。在此协调的系统内，空域使用者遵守绩效要求便能够获得与之相称的空中航行资源。

4.2.2 全球空中航行计划（GANP）所体现的全球愿景和领导作用，为所有利害攸关方概述了将确保不让任何国家或利害攸关方掉队的空中航行方面的演变。

## 第5章：绩效志向

### 5.1 概况

5.1.1 除安全、安保和经济及环境可持续性这三项航空基本原则外，还有空中航行系统为达到社会整体尤其是航空业界日益增长预期而必须满足的多项重要绩效要求。空中航行系统所需的绩效水平涉及作出艰难的决定和坚定的承诺。根据我们对未来及空中航行系统的机遇和挑战的了解，它应该提供肯定的绩效志向。

### 5.2 满足预期

5.2.1 在公共议程上占据重要地位的是安全、安保和环境无论从被动还是主动客户角度来看，社会都期望不仅收获航空的效益，而且预期所有空域使用者的飞行运行都将保持安全、环境可持续，并且不会危及公民个人、商务和国家的安保或隐私。这些社会预期源于需要避免航空安全成为头条新闻，同时来自更高层次的航空和运输政策目标。

5.2.2 **安全**现在是并将继续是首要目标。飞行非常安全，所有利害攸关方都在不断合作改进空中航行系统，使飞行更加安全。在这方面，航空业界不仅承诺完全消除与空中航行服务有关的事故，而且作为其强有力安全承诺的一部分，将使与空中航行服务有关的严重事故征候数量减少一半。

5.2.3 作为这一承诺的一部分，国际民航组织在全球航空安全计划（GASP）中制定的安全战略支持对航空安全作出优先和持续的改进。全球航空安全计划的目的是要在 2030 年及以后的商业运行中实现零死亡率的理想安全目标，持续减少死亡人数，并降低与事故相关的死亡风险。

5.2.4 在未来几年，**准入和平等**将更为重要。为回应经济和社会需求，空域使用者预计将增长、更加多样化并产生更多业务量。再加上客户预期，这将加剧竞争并推动空域使用者在进入实际运行环境（空域和着陆场所）以及与其他空域使用者相关的公平对待方面要求更高。对于空域使用者而言，准入是一个重要的商务促进因素。航空界的任何成员都不应被排除在外或受到不公平对待，社区内的和谐互动应成为关键目标。

5.2.5 为确保未来的飞行运行满足社会的上述预期，并且实现对有限的空中航行资源的共享，所有利害攸关方都应当协作，为航空价值链做出贡献。实际上，在飞行运行层面管理这一价值链的任务属于空中航行系统的范围。在未来，航空界的每一个成员**参与**（预先商定水平）空中航行系统的运作将更为重要。

5.2.6 全球空中航行系统按地理位置和跨组织分布。它由不同成员拥有和运行的相互作用的地面、空中和空间部分组成。与所有系统一样，预期价值链中的每个要素，不论是一个系统或一名成员，以及不论当地选定的供资和收费方式如何，都会以**最低成本**提供最大效益。在任何情况下，所有成员的效益值都应当超过系统现代化及运行的成本。



5.2.7 现代化需要在适当的时间对合用的基础设施进行投资，并灵活部署资源，以满足不同时间和地点的需求波动。人们普遍认为，在空中航行系统现代化中做出正确的技术和组织选择能帮助避免进一步增加总成本。大家还同意，无论需求的演变如何，系统的**生产力**都可随着时间的推移而显著提高，不会牺牲其他各种绩效，如安全或服务质量。

5.2.8 容量的概念是被广泛接受的保护空中航行系统免受超负荷提供服务的规划工具，并且它也被用来减少或阻止进入本来运行就不安全的空域和着陆场所（例如，由于恶劣天气）。一般而言，空中航行系统的额定容量必须依照预期的交通量逐步扩大，并且必须足够灵活，以便能够满足交通模式的变化所产生的需求高峰。

5.2.9 空中航行系统还应有复原能力来应对计划内和计划外的破坏性事件。这对于使空域使用者能够为**支助其商务模式以可预测的方式执行计划的飞行运行至关重要**。空中航行系统应具备吸收、适应中断事件并从中恢复的能力。中断事件可能是内部的，也可能是外部的，情况可能在意料之中，也可能始料未及，持续时间可短可长。此类事件可能会影响空中航行系统的服务提供或空域用户的服务消费。

5.2.10 不论商务类型和商务模式为何，**可预测性**对成本效益、运行效率和商务信誉都至关重要。系统缺乏可预测绩效使所有利害攸关方的不时之需变得十分昂贵。为提高可预测性，航空界致力于加强提供空中航行服务的稳定性和可用的资产。

5.2.11 提高系统可预测性的关键是共享更加准确和及时的信息以及改进预测模型。这就是为什么空中航行系统变得越来越自动化、数字化和互通互联以及为什么在所有成员之间传播大量信息进行规划和作出实时决策的原因。这正在达到一种使自动化数据处理支助成为不可避免的复杂程度。在这样的环境中，高水平的**可互操作性**将成为成功参与空中航行系统的先决条件。

5.2.12 随着自动化、数字化和互联互通的增加以及通过数字接口能使更多成员访问系统，这将出现由网络漏洞引起的新风险。潜在影响的范围从未经授权的访问和披露敏感的信息到航空运行的大规模中断或安全不保。因此，管理此类风险并使未来系统具有网络复原能力是首要之务。这就是为什么所有航空利害攸关方都全力以赴，设法**保护**空中航行系统并使其免遭非法干扰行为。作为这种积极主动的做法的一部分，在各国、业界和其他利害攸关方的协作下，发展了一个可靠的网络，能够在全球以安全的方式交流信息。

5.2.13 在理想情况下，空中航行系统绝不应应对单独的飞行运行施加任何限制。实际上，由于外部制约因素（超出空中航行服务的控制范围）或空域使用者各不相让的需求等各种原因，这很难实现。在这种情况下，总体目标是在尊重预先界定的安全、安保、环境、准入和平等的规定的同时，寻求折中方案的优化组合，其中使所有成员的集体绩效最大化（即网络优化）。这将通过涉及多个计划层面的所有成员的协作决策来实现。

5.2.14 总体目标是在各种运行条件下不断寻求最佳的网络绩效。目的是逐步减少折中方案的影响，并且在实质上，使空域使用者能够根据他们希望的航迹飞行。在这方面，空中航行系统应当充分灵活，以便按照空域使用者所需的频繁程度整合对商务和运行航迹的改变。

5.2.15 作为这种演变的一个副产品，将减少由于运行原因取消航班及改航，同时，所有飞行阶段和航迹范围（延误/纵向/速度，加横向和垂直）的飞行效率将由于接近空域使用者的理想优化航迹而改进，但仍需受到安全、安保和噪声方面的制约。

5.2.16 提高飞行效率将自动导致节省燃油消耗，从而为每次飞行带来环境效益。面对需要广大行业作出承诺的前所未有的全球环境挑战，航空业的自身承诺实现非常宏大的目标：到 2020 年达到碳中和增长，和与 2005 年相比，到 2050 年二氧化碳排放量减少 50%。国际民航组织成员国已通过两项全球理想目标：从 2020 年开始每年提高 2% 的燃油效率和实现碳中和增长，以及包括运行改进的一系列措施，以实现这些目标。在国际民航组织大会第 41 届会议上，各国同意共同努力，争取实现长期理想目标（LTAG），即到 2050 年实现航空业净零碳排放，这与《巴黎协定》将全球变暖限制在 1.5 摄氏度以内的目标一致。

5.2.17 这将要求所有航空利益攸关方尽最大努力部署国际民航组织的一揽子措施，包括旨在减少燃油消耗的运行改进措施。部署航空系统组块升级（ASBU）要素和其他运行改进措施以及全球空中航行计划（GANP）举措也可以减少燃油消耗和相关排放。

5.2.18 国际民航组织决议<sup>18</sup>呼吁各国实施全球空中航行计划中概述的运行改进措施，作为其减少国际航空对环境影响（包括二氧化碳排放）的国家战略内容。

5.2.19 航空运行会对噪声和空气质量产生不利<sup>3</sup>的环境影响，特别是对在机场附近生活和工作的人们。为了应对这些环境影响，国际民航组织制定了有关航空器噪声和排放的标准、建议措施和程序以及/或指导材料。

5.2.20 航空业正在采取行动，通过部署运行改进措施来减少噪声和当地空气质量影响。减少当地环境影响的运行措施应遵循国际民航组织制定的噪声管理平衡做法，并考虑减少空气质量影响的手段。

---

<sup>18</sup> A41-20，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 一般规定、噪声和当地空气质量，A41-21，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 气候变化，以及 A41-22，国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA）

全球空中航行计划绩效志向摘要 204050 年和以后的高绩效系统	
关键绩效领域	目标
准入和平等	没有任何航空界的成员被排除在外或受到不公平对待
容量	额定容量随需求迅速伸缩
	破坏性事件不中断提供服务并且不对系统绩效造成巨大影响发生中断事件时维持服务提供和系统绩效
成本效益	在保持安全和服务质量的同时，不需增加对空中航行服务作出总体直接投入
	无论需求如何，空中航行服务的生产力都有显著提高
效率	缩小空域使用者在飞行效率与理想航迹之间的差距
环境	逐步消除空中航行服务引发的低效，以支持国际民航组织关于二氧化碳排放的全球理想目标通过运行改进，特别是减少燃油消耗，尽量减少航空活动对气候的不利环境影响
	得益于实现飞行效率通过运行改进，尽量减少航空在噪音和空气质量方面对当地环境的不利影响
灵活性	吸收个别商务和运行航迹所需的变化
互操作性	系统在运行和技术层面的兼容性
空中交通管理社区的参与	预先商定参与程度以便最大限度地共享空中航行资源
可预测性	空中航行服务的交付没有改变，包括提供的资产
安全	在每个国际民航组织地区实现航空安全绩效的持续改进
安保	由于网络事件造成的重大中断为零

5.2.17 完成上述目标并实现全球空中航行计划的愿景将需进行一系列变革。



## 第 6 章：概念路线图

### 6.1 概况

6.1.1 随着全球空中航行系统使新的需求得到支持，它正变得越来越复杂。为了管理这种复杂情况、满足全球绩效志向并实现全球空中航行计划愿景，空中航行系统必须转变并利用新兴技术、信息和运行概念，其中许多并非专为航空目的而设计的。

6.1.2 空中航行系统的演变将建立在通过航迹进行管理的概念之上，并通过获得及时和准确的共享信息来提高能力，这应加强对任务和商务的航迹执行力空域的总体安全和效率。

6.1.3 空域使用者、空中交通管理系统和机场运行之间的信息交流，航空界将越来越依赖提供准确、安全可靠、及时、质量有保证且与实际情况相关的数据，在以网络为核心和以飞行为中心的基础上，确保做出及时且一致的决策。诸如空间港运营人、商业空间运营人和高空较高空域的新使用者再加上先进空中出行运营人以及中间高度层和最低空域等新其他用户进入者都将为商务中的这种商务的动态决策过程做出贡献。

6.1.4 随着自动化水平的不断提高、并在一些情况下由人工智能驱动，技术进步以及在综合基础设施中对标准化统一可互用地面和空中系统的利用，将支助实现这种演变。这种在无处不在的信息共享基础上的航空基础设施，将与非航空运输系统衔接，以实现高效率、多模式的运输系统。

6.1.5 在下文提出的概念路线图旨在通过为其演进提供更全面的方法，基于优势和机遇改变空中航行系统，而不是简单地改进它。这一演进通过四个步骤加以描绘，即以数字化实现空中航行系统的转型（步骤 1）、加强基于时间的运行（步骤 2）、转向基于航迹的运行（步骤 3）以及建立全面绩效管理系统（步骤 4）。

### 6.2 关于转型变革的尖端

6.2.1 未来 20 年将是航空业转型变革时期，特别是空中交通管理和飞行业务。虽然这将是一个渐进的变化，但即使是发展也有标志着新的时代的破坏者。新型航空器、工具和空域使用者正在以综合的方式应用先进技术和复杂的运行决策过程为航空引进下一代运行模式。这将扩展传统业务模式，加快向全面绩效管理系统过渡，在该系统中，空域使用者和其他航空利害攸关方将能根据其业务和任务目标制定协调和/或搭配的协作决定。为了能够达到最后阶段步骤，概念路线图汇集了信息时代新兴的数字技术和互联互通带给航空界的机遇。

6.2.2 航空现在是并将继续是以安全为中心的业务。空中交通管理一直都是以安全和有效的方式管理空中交通流量、飞行运行和以始终能够满足商定安全水平的方式取得空中航行资源。鉴于具有多今日益多样化的业务和任务目标的预测交通量的增加，以静态、个别和独特的空中航行资源管理为基础的飞行运行战术管理将不再足够。

6.2.3 一种基于能够以越来越精细的分辨率管理、描述和传达约束的能力的新范式以及不仅对系统内部（例如，具有服务提供者的需求和期望能力的飞行计划）也是对系统外部（例如，天气）接受和响应输入和数据的能力是空中交通管理的关键。这种范式对于利用可用的空中航行资源和最大化系统的固有绩效也是必不可少的。

6.2.4 技术、数字化和数据的演进相辅相成。只有技术和数字化平行齐进，才有可能实现数据驱动的网络。数据带来机遇，也带来责任。因此，网络安全和网络复原力将成为全系统的优先事项，航空业将遵守全球质量标准。

## 6.2.4 演进步骤 1：在数字化丰富的环境中进行飞行运行

6.2.4.1 空中航行的资源有限。在安全关键环境中，系统的容量依赖于利用空中航行资源的能力。为了能够进行更多的定期航班来释放系统的固有容量并容纳渐增的交通量和密度，需要向更具战术性的以数据驱动的环境迈进。在信息贫乏的系统中，可接受的航班数量（即宣布的容量）受到限制，以消除由于缺乏足够的信息来提供甚至战术层面的规划所导致的过度等待、部门超载或改航的可能性。

6.2.4.2 有限的空域和跑道容量导致延误、旅客无法获得服务、货物无法交付以及失去可能满足需求的机会。因此，业界和政府领导者必须运用数字技术创造的机会，为航空界带来实质利益。

### 6.2.4.3 机会

6.2.4.3.1 概念路线图的第一步侧重于提高系统的容量。各种制约因素具有分配的容量，并有相关的时间和位置。容量、时间和位置基于由制约因素界定的信息的质量。将数字技术引进航空可提高信息质量，消除或最大限度地减少获得和使用空中航行资源的制约因素，从而在保持和加强安全的同时提高系统的能力。

6.2.4.3.2 数字技术的出现不仅提高了数据和信息的质量，也增加了数据存储和增强了处理能力，同时能够更广泛地分发信息，而不再局限于前端行为体。因此，数字技术能使更多利害关系方参与决策过程，并能为空中交通管理中更集中的决策过程设计特定的决策支持工具和自动化。

### 6.2.4.4 挑战

6.2.4.4.1 基于专用的航空应用、传感器和自动化提高数据和信息的质量，这意味着航空利害关系方的大量投资。此外，这些信息在可得时通常仅限于前端行为体，无论是通过专用的地面连接还是通过空地数据通信提供这种信息。与整个社会使用的其他技术相比，这反映了数据和信息交换状况不佳以及点对点通信的成本高昂。虽然由于对制约因素有更多了解而使本地容量有所改善，但缺乏本地设置以外的数据和信息共享意味着系统以孤立的方式运行。这种支离破碎的方式导致多个视图和脱节的运行，这是由于孤立的自动化和仅适用于支持松散的网络方法的适用系统引起的。

6.2.4.4.2 尽管通常通过自动化改善了运行，但在地理和时间边界内的空域边界产生的效益可能导致相互冲突的方法，使许多潜在的好处得不到实现。例如，基于时间的到达工具制定的机场时间表可能会受到更具战略性的举措的影响，这种举措可平衡需求和容量并涉及具有多个目的地但都在同一流程中的航空器。虽然自动化必须是系统发展的第一步，但数字技术的投资回报需要全面和充分利用生成的数字信息。

## 6.2.5 演进步骤 2：通过信息革命启动的基于时间的运行

6.2.5.1 航空是一项全球性业务，客户满意度取决于航空系统的可预测性。客户满意度从准时到达目的地的旅客到维持每日时间表的航空公司，各不相同。尽管数字化转型增加了空中航行系统的容量，但孤立的地方（本地）作出的决定可能导致时间表出现无法预料的延迟和客户的不满以及额外的成本和低效率。作为第一步，需要基于及时整合信息的地区飞行运行方法和无缝跨界服务。

### 6.2.5.2 机会

6.2.5.2.1 第二个演进步骤侧重于提高效率、可预测性和成本效益，从孤立的数据库和自动化转向涉及使用非专门用于航空的特定资源的单一的共享视图/协调系统。

6.2.5.2.2 鉴于在社会和商业互动中使用自动化、导航和通信的固有能力和过去为航空领域单独开发的成果已成为其他行业领域的机会。然而，过去十年，由于其他行业采用了优于现有航空技术的尖端技术，它们在提供高水平绩效方面已处于领先地位。其他行业和整个社会都得益于强大的信息分发，并已从点对点的分发转向网络方式的分发，使所有关心的使用者都可获得信息。为确保航空业继续保持全球最佳做法并降低成本，空中航行服务将越来越多地由现有空中航行系统之外不属于传统航空业的设施和服务来提供。

6.2.5.2.3 共同系统引用的数字化数据（时间和位置数据）通过全球接受的交换模型进行共享。通过数据云的存储功能以及大数据分析和机器学习应用程序增加了对常用数据源的访问，这样可以更容易地处理人力无法处理的大量信息。这导致更准确和精确地界定制约因素的定义，包括对航空器位置和意图作出共同预测，实现基于时间的操作。随着能够更精确、更早和更准确地作出预测，这降低了系统的不确定性及其相关的操作不时之需。结果，这也提高了整体网络效率。这与在全系统环境中共享信息一起，将进一步提高空中航行系统的可预测性，为优质、独立和协作决策和无缝跨界服务留出空间。更多和更准确的数据和信息也使得应用大数据分析成为可能，并对运行的安全和效率采取改进的主动方法。

6.2.5.2.4 扩大的信息库将支持引进或增强支持具有复原能力和强有力的地区网络方法的网络管理功能。这种增强地区网络的能力以及有更多准确的数据和信息，将使各种地方战术决策支持工具能够同步运作。

### 6.2.5.3 挑战

6.2.5.3.1 在这场信息革命中，通过网络共享可操作的信息和加强决策支持工具能使不同的决策支持工具同步运作能力得到了提升。但是，提供的信息质量存在各种局限，因为一些取得的数据和信息都是估计的、导出的或可能不是直接来源获得的，因为并非所有系统都连接到网络。目前仍然存在只能基于传统协议和数据通信系统提供有限数据集的航空器、提供估计飞行状况信息而非实际飞行状态信息的航空工具以及尚未从航空器增加共同观测受益的天气工具。为决策工具提供自动化的支持仍对建议的行动产生不确定性，虽然误差很小，但仍可将混合信息的准确性考虑在内。决策支持工具所依赖的信息仍然不够准确。此外，自动化程度才刚从手动或人为控制开始演进，尚未达到支持基于航迹的运行所需的水平。

## 6.2.6 演进步骤 3：通过航空互联网实现基于航迹互联互通的运行

6.2.6.1 改善地区空中航行系统的障碍之一是由于航空专用技术的成本高昂而缺乏全面参与。因此，做出次优的决定以由于需要满足所有利害攸关方的需要，因此可能导致做出次优的决定。缺乏有关当前风向、乱流和天气条件的信息，导致对制约因素不够了解，这也是问题的一部分。最后，无法连接各个地区的信息来源和航迹信息无法同步正在影响着全球飞行以及空中航行服务提供者和空域使用者航空界对其运行作出进一步优化规划的能力。向全球航空互联网迈进将降低此类成本和低效率状况。

### 6.2.6.2 机会

6.2.6.2.1 随着宽带互联网的接入变得越来越广泛和越来越快并且物超所值，以及随着越来越多具有内置连接功能和传感器的设备进入市场，这将在航空业内创造一个完善的物联网环境。第三个演进步骤设想了一个航空业中可以连接的所有事物都连接起来的情景。航空业的这种演进已经在一些领域发生，包括遥控航空器系统，其中互联网和大量可能的通信网络正在提供航空器/工具及其站台与航空器/工具和空中航行服务提供者之间的直接联系。

6.2.6.2.2 在此步骤中，每个行为体都将被视为信息的一个系统节点、来源和使用者。由于处理更丰富的信息几乎当即处理能力的提高以及根据持续提供准确的数据和信息进行持续重新计算和审查情景的机会，会将准确标定时间和位置的制约因素降至最小。

6.2.6.2.3 航空器的意图将随时提供给空中航行服务提供者，并且由于网络数据集和预测能力的加强，将能提供每架航空器周围的大气条件。空域使用者的自动化工具实时运用了网络状态和进港管理、地面管理和离港管理时间表。因此，网络管理将成为全球共同的努力，不受跨地区边界信息限制造成的边界效率低下的影响。

6.2.6.2.4 基于航迹的运行是在大量信息共享和高度自动化的环境中自然迈出的一步。在先进机载技术的助力下，飞行前的航迹冲突解决将让特定环境下的正常运行得以自我保持间隔。在实施基于航迹的运行时，有必要利用受到制约的位置、意图和时间精确度加大的精确度，让所有利益攸关方得以更加充分受益于更多可用的大量空中航行资源。



### 6.2.6.3 挑战

6.2.6.3.1 在全球网络中，航空器、空域使用者和空中航行服务提供者的出现将支持跨越飞行情报区（FIR）边界的流量管理和基于时间的管理，有效支持地面和空中运行日益增长的需求和复杂度。因此，必须采取全球信息安全的方法。同时还必须考虑更常见的信息交换方法，因为目前运行的改进至少需要是地区性的，或在许多情况下，是全球性的。

6.2.6.3.2 为了充分满足具有不同运行能力和需求的空域使用者并利用各种创新和不断发展的数字技术，必须将专用于航空的系统解决方案和架构转变为基于绩效的系统解决方案和架构。基于绩效的系统将能安全使用不是专门为航空设计的基础设施和功能，从高质量的服务带来符合经济效益的运行。

6.2.6.3.3 即使在这种强化的信息环境中，仍将在空中航行服务提供者层面制定决策原则，尽管从使用者得到更好的数据和信息使协作决策过程得到了改进以及各项制约因素的协同建模使各种工具得到提升。

## 6.2.7 演进步骤 4：针对业务/任务需求的全面绩效管理系统

6.2.7.1 在全球范围运送乘客和货物不是航空的唯一目的。多个空域使用者和不同车辆及商业模式的出现为空中航行服务提供者的决策增加了极大的复杂性。如果决策过程没有灵活性，将无法最终满足客户满意度。空中航行服务提供者将仅通过管理流程来满足各种新的需求，该流程使其直接客户和其他利害关系方能够根据预先确定的系统绩效要求做出它们自己的决定。航空业正在经历空域使用、航空器和商业模式的重大变化，导致空中航行系统的复杂性增加。这就需要更灵活地管理空中交通，各利益攸关方的角色和责任也需要转变。责任的重新分配将侧重于管理一套流程，使空域用户能够根据预先确定的系统绩效要求做出自己的决定。通过采用更加灵活、协作性更强的空中交通管理做法，航空业可以更好地配合空域用户和航空器的日益多样化，同时提高空中航行系统的安全、效率和可持续性。

### 6.2.7.2 机会

6.2.7.2.1 概念路线图的最后一步是充分利用这个信息丰富的环境，充分优化决策和满足空域使用者的需求。以往，由于空域使用者拥有关于地面和驾驶舱的信息有限，空中交通管理的决定变得集中进行。在前面的每个步骤中，对信息收集和共享的改进都集中在为空中航行服务提供者提供更多和更准确的信息，使它们可以代表与空域使用者协作以做出更好的决策。

6.2.7.2.2 在这种改进整体系统绩效的情况下，整个重点将转移到谁最有能力做出决策。即使在共享信息的情况下，每个航班的某些方面也可能是运营人独有的。因此，尽管汇总了大量信息，但只有空中航行服务提供者根据收到的信息做出决策也不是理想的状况。将开发进程和程序，使运营人能够管理飞行航迹，而空中航行服务提供者则专注于管理各种制约因素和空中航行资源。随着迈向物联网的使用，信息将不再受到限制，重点将转移到谁能做出最佳决策，使整个系统的绩效得到改进。这是可能达到的，因为考虑到对系统的所有投入以及与网络连接的每个人不再有协调上的限制，由于可用的数据的准确性提高，各种制约因素将降到最少。现在，空域的组织和管理既统一也日益自动化。

### 6.2.7.3 挑战

6.2.7.3.1 实现最佳的决策情景需要采用新方法，以便确保空中航行资源的“获取和平等”。必须小心谨慎，使拥有最快信息技术能力的用户不会主导这个进程，但仍然可以将快速推动者的优势带给系统中的所有参与者。过去实施的容量配给分配、空中交通流量管理和基于时间的调度的这种简单规则需要通过逐步引入“市场规则”来取代。这些规则法规将必须适应市场自我监管的需要和可能性，只要整个网络的绩效不受负面影响并且准入和公平得到保持，以满足所有需求。

## 第 7 章：从概念到运行

### 7.1 概况

7.1.1 空中航行系统的现代化以往都以个别国家一级实施的技术创新为指导。随着各国实施这些创新，制定了全球规定，以响应个别国家的各项举措，以便统一程序并支持飞行运行安全的技术互操作性。这种方法在成熟和正在成熟的航空生态系统之间造成了差距，导致全球差异。

7.1.2 全球空中航行计划概述的愿景是积极推动全球可互操作的空中航行系统，并对航空和技术趋势带来的新挑战和机遇提出综合和共同方法。由这一愿景驱动并反映在概念路线图中的全球空中航行系统的发展将导致高性能的系统，该系统将满足不断增长的社会期望和减少全球差距。实现全球空中航行计划愿景需要航空界作出承诺和投资。

7.1.3 全球空中航行计划及其愿景旨在支持空中航行系统的发展以及确保没有任何国家或利益攸关方掉队。

### 7.2 基于绩效驱动的结构化方法

7.2.1 空中航行系统的发展无休无止。持续作出改进将确保这个系统及时和有序地适应全球、地区和地方的机遇与挑战。

7.2.2 全球空中航行计划通过基础建设组块框架和航空系统组块升级框架为安全、有序和高效的发展提供了一种途径。提供必要的空中航行服务的义务已反映在基础建设组块框架中，以确保促进发展的强大基线。在概念路线图的不同步骤中反映的演化转型也反映在航空系统组块升级框架中，以确保系统的互操作性、程序的统一以及对全球空中航行系统的现代化采取统一的方法。新使用者、新的运行和角色以及所有利益攸关方都是这种结构化转型的一部分。

7.2.3 航空系统组块升级框架反映演进步骤的方式是描述与概念路线图四个演进步骤相一致的航空系统组块升级引线概念步骤。航空系统组块升级引线概念步骤可见于<https://www4.icao.int/ganportal/document/MappingToThreads><sup>19</sup>。在航空系统组块升级引线中，航空系统组块升级要素代表了运行改进随时间推移的可用性。为了更好地展示这些要素如何支持概念路线图的进展，每个要素都映射到其引线中相应的概念步骤。此映射可见于<https://www4.icao.int/ganportal/document/MappingToElements><sup>20</sup>，其目的是将技术层面（航空系统组块升级框架）与概念路线图（战略层面）联系起来。

<sup>19</sup> 此超链接中提供的表格正在由全球空中航行计划研究组（GANP-SG）审查，并将在国际民航组织大会第 42 届会议上更新。

<sup>20</sup> 此超链接中提供的表格正在由全球空中航行计划研究组（GANP-SG）审查，并将在国际民航组织大会第 42 届会议上更新。

**7.2.3.4** 航空系统组块升级框架不是所有可能解决方案的混合体，而是以一种突出可用的方案和正在开发的方案组成的运行改进列表。因此，根据对它的需求，实施者可以放心地选择现有能力或决定推迟实施，直到有新的解决方案可用，如果需求不构成一项制约因素。

**7.2.4.5** 此刻是航空发展和现代化的关键时刻。虽然就运行概念而言，采用一种常见的递增方法是有道理的，但同样的方法并不适用于技术升级。一些发展和现代化举措有助于加强现有的基础设施，对于已经投资于现代化的航空界成员来说，也合乎逻辑。航空界的其他成员有机会投资由新的和不断发展的技术支持的更先进运行，而不是需要投资于现有基础设施或传统技术的临时解决方案，这可能会导致跨越式发展。跨越式的概念鼓励创新，并敦促航空界通过选择最成熟的替代方案和避免使用传统解决方案的浪费，使提供空中航行服务现代化。

**7.2.56** 交通需求和可用的基础设施可能因机场、空域、国家和地区的不同而异，这导致不同程度的现代化动力。同样，全球航空界的资源有限且分布不均。没有一种放诸四海而皆准的办法，这就是为何空中航行系统根据绩效需求和各项规定作出发展的原因。全球空中航行计划载有依照具体运行规定和绩效要求在需要时予以实施的解决方案。

**7.2.7** 一旦确定解决方案，可考虑采取运行和经济激励措施加快其实施，以便尽快实现切实效益。例如，可根据能力最强的用户的现有能力，在指定空域容积或专用机场内优先考虑其准入或运行效益。任何激励措施都应与其他利益攸关方密切协调实施，并确保与地区规划保持一致。

**7.2.68** 对空中航行系统的大多数改进都取决于各个利害攸关方的网络、系统和设施之间的数据和信息的协调和转移。因此，需要多国和地区协调进程，以实现运行改进所预期的全部潜力和效益。这些进程可以采取双边、多边协定或甚至采用地区空中航行协定的形式。

**7.2.79** 全球空中航行计划遵循“放眼全球、落实本地”的思维，不是要每个人在每个地方实施每件事。相反，期望通过为满足绩效目标的地区和国家绩效志向在全球范围实现无缝的空中航行服务质量。为了实现无缝结合并同时确保资源的最佳利用和分配，应在每个国家和地区努力分析运行环境，并为加快现代化做出一致的选择。

**7.2.810** 虽然有几种方法可以运用基于绩效的方法，但建议采用全球统一的绩效管理进程。该进程的目标是根据运行要求和绩效需求确定最佳解决方案，以便通过提高空中航行系统的绩效和优化所有可用资源的分配和使用来满足航空界的期望。

**7.2.911** 绩效管理进程基于三个原则：全力侧重期望或要求达到的结果；依据事实和数据；协作和合理的决策。要成功实施这个进程需要：

- a) 航空界所有成员的承诺；
- b) 根据意欲达成的绩效结果就绩效管理的预期成果的目标和共识达成协议；
- c) 航空界成员在角色和责任方面的问责和组织；
- d) 人力资源和知识/专长；
- e) 数据收集、处理、存储和报告；
- f) 协作和协调；和
- g) 投资。



7.2.412 这一进程可在全球、地区和地方各级以不同的程度实施。各国和各地区应与航空界的所有成员合作，使用这个业绩管理进程作为制定适合其具体运行要求和绩效需求的国家和地区空中航行计划的基础。

7.2.4213 有关航空系统组块升级框架、绩效管理进程和支持绩效框架的更多信息，请参阅[全球航空环境计划的全球技术层面](#)。

### 7.3 全球、地区和国家实施规划

7.3.1 全球、地区和国家层面的规划进程应该是在一个综合和高绩效的系统中为满足使用者的需要而进行的一系列易于理解、可以管理及符合成本效益的改进措施。

7.3.2 全球空中航行计划为制定地区和国家空中航行实施计划提供了一个全球基础。必须适当处理和整合所有三个规划层面问题——全球、地区和国家——以促进建立一个无缝的全球空中航行系统。

7.3.3 地区空中航行规划已经非常成熟。《国际民用航空公约》（Doc 7300 号文件）第 28 条规定缔约国有责任为促进国际空中航行提供必要的空中航行服务。为了使空中航行的实施得到更好的管理，世界被划分为各个空中航行地区。<sup>21</sup>国际民航组织的各个地区空中航行计划被用作指定这些责任的存档文件。

7.3.4 地区规划和实施小组负责制定和维护空中航行计划。它们依照商定的全球和地区规划框架，规划和实施特定地区的空中航行系统。

7.3.5 空中航行计划分三卷出版：第 I 卷和第 II 卷界定了与基础建设组块框架一致的要求，第 III 卷概述了选择相关航空系统组块升级的绩效管理进程。有关空中航行计划的目的、内容或修订过程的更多信息，请参阅[全球空中航行计划门户网站](#)。在空中航行计划的第 I 卷和第 II 卷中，地区规划和实施小组界定了关于各国提供机场和空中航行设施与服务的指定责任的相关稳定（第 I 卷）和动态（第 II 卷）规划要素，以及各国根据地区空中航行协定须实施与机场和空中航行设施及服务有关的当前至中期强制性地区要求，包括与基础建设组块（BBB）有关的要求。

7.3.6 在空中航行计划的第 III 卷中，地区规划和实施小组按照基于绩效的做法，确定了实现地区空中航行系统现代化的动态/灵活规划要素。作为这种做法的一部分，地区规划和实施小组确定了地区优先事项和绩效目标，并与全球空中航行计划的关键绩效领域（KPA）和指标（KPI）相挂钩，从而实现全球绩效志向以及各国可根据地方和国家层面确定的需求在航空系统块组框架内实施的运行改进。

7.3.67 尽管国际民航组织在全球和地区一级处理规划战略，但国家一级的规划是各国自身的责任。每个国家均应根据需要，与地区和全球伙伴合作制定国家规划框架。这将最大程度地确保解决方案在国际上得到协调和整合。

---

<sup>21</sup> 国际民航组织目前承认九个地区：非洲-印度洋（AFI）地区、亚洲（ASIA）地区、加勒比（CAR）地区、欧洲（EUR）地区、中东（MID）地区、北美（NAM）地区、北大西洋（NAT）地区、太平洋（PAC）地区和南美（SAM）地区。

7.3.78 空中航行系统现代化的规划必须从充分了解使用者系统的要求开始，并考虑到运量密度和复杂性以及提供必要服务所需的繁复程度等要素。

7.3.89 因此，必须制定准确的民用航空活动预报，以支持空中航行系统规划活动。这一预测涉及评估国家和整个地区航空器起降数量以及客运和货运量的未来趋势。除了了解使用者的需求外，对新系统的投资还需要经验数据来维持与该投资相关的任何提案的有效性。

7.3.910 作出投资的航空界必须明了新系统展示的能力，以便认识到尽早装备机队或安装必要的基础设施的价值。

7.3.4011 谁该支付和谁能获益不应成为航空界成员的争议问题；应该通过对全球航空系统的效益和互联互通的理解来共同解决这个问题。虽然各国最终有责任界定、规划和资助现代化工作，但它们不应是孤立的，因为所有努力都与地区伙伴和业界息息相关。通过与其他国家和业界一起进行公开和透明的实施规划，也可以确定并商定共享的效益。

7.3.4112 全球空中航行计划能用于确定可用的潜在能力，并通过与现有实施计划的连接，衡量相关成本和效益。一旦确定了差距和分析了成本和效益，各国就可与地区和全球伙伴合作，整合资源，并利用类似的规模经济来制定实施计划。需要跟进该进程中的每个步骤，以确保在必要时保持和/或改进安全水平。与此同时，应考虑到拟议的运行改进对人和环境的影响。

7.3.4213 国家空中航行计划以及涉及航空其他各个方面的其他国家计划，如安全、安保和简化手续，都应联系到更广泛的国家航空计划，以确保在国家一级采取综合战略方法。这一更广泛的计划可被视为是解决国家一级航空运输各方面问题的民用航空“总计划”。其目的是在政策、立法、目标、设施、设备、组织和能力建设的整个民用航空部门的未来发展方面提供明确和全面的规划和实施战略。

7.3.4314 总计划还应强调航空运输对国家经济发展的重要性。因此，总计划应在可行的情况下与国家的总体国家发展计划挂钩，以便为执行该计划和加强民用航空部门调动公私资源和合作伙伴。

7.3.4415 与全球空中航行计划、民用航空总计划和各国国家发展计划相一致的各个国家空中航行计划之间明确界定的关系将使各国和所有活动部门的所有规划项目的资源能够得到优先和最佳的分配。

— 完 —