



# 信息通告

中国民用航空局机场司

---

编号:IB - CA-2019-03

下发日期:2019年12月26日

## 智慧机场发展研究与实践报告 (国际篇)

---

# 目 录

1	前 言 .....	1
2	国际组织机场发展主张与举措 .....	2
2.1.	国际民航组织 .....	2
2.2.	国际航空运输协会 .....	8
2.3.	国际机场理事会 .....	15
2.4.	NEXTT 项目计划 .....	22
3	世界各国民航管理部门机场发展主张与举措 .....	29
3.1.	美国 .....	29
3.2.	欧盟 .....	47
3.3.	日本 .....	79
3.4.	新加坡 .....	80
3.5.	阿联酋 .....	81
4	国际著名公司智慧机场主张及解决方案 .....	83
4.1.	国际商业机器公司 .....	83
4.2.	国际航空电讯集团 .....	84
4.3.	奥雅纳全球公司 .....	89

4.4. 阿里巴巴 .....	92
4.5. 百度 .....	93
4.6. 腾讯 .....	95
4.7. 华为 .....	96
5 典型机场智慧化发展案例.....	103
5.1. 新加坡樟宜机场.....	103
5.2. 迪拜机场 .....	104
5.3. 北京大兴机场.....	108
6 机场发展思考与展望.....	115
6.1. 未来机场发展目标.....	115
6.2. 未来机场发展趋势及呈现特征.....	115

## 1 前 言

为落实民航局党组关于推进“四型机场”建设的要求，民航局机场司组织有关单位成立了“四型机场”课题组和专家咨询委员会，开展了大量工作并形成了一系列成果，本报告为“四型机场”课题组关于智慧机场方面的研究成果之一。

课题组通过对国际民航组织和有关协会、世界各国民航主管部门、智慧机场解决方案供应商和典型机场的行动、建设方案以及实践经验等进行调研和分析，整理形成此报告，供行业有关单位在开展“四型机场”建设工作时进行参考。

本通告的主要起草人有：张锐、马志刚、徐涛、冯霞、王欣、吕青、郭竟成、梁释心、刘才华、谢继文。

## 2 国际组织机场发展主张与举措

本章主要介绍国际民航组织、国际航空运输协会、国际机场理事会等国际组织和协会围绕智慧机场发展的具体主张与举措。

### 2.1. 国际民航组织

#### 2.1.1. 国际民航组织简介

国际民用航空组织（International Civil Aviation Organization，简称为 ICAO）是联合国的一个专门机构，1944 年为促进全世界民用航空安全有序发展而成立。ICAO 总部设在加拿大蒙特利尔，是各缔约国在民航领域中开展合作的媒介。

ICAO 的权利能力和行为能力主要表现在：（1）协调国际民航关系，制订统一标准，促进国际民航健康、有序地发展；（2）解决国际民航争议，缔结国际条约；（3）特权和豁免；（4）参与国际航空法的制订。

#### 2.1.2. 国际民航组织机场发展主张及举措

ICAO 长期致力于提升机场容量和效率。2018 年 10 月，在加拿大蒙特利尔召开的 ICAO 第十三次空中航行会议上，围绕机场高效运行和容量提升，结合对未来十五年航空运输旅客量和航空运输航班架次等关键业务数据的预测，重点讨论了今后一段时间全球范围内 ICAO 和各缔约国应采取的举措和做出的努力。本节重点介绍此次会议主题。

##### （1）未来业务量预测及给机场运行带来的挑战

机场是全球民用航空运输系统的重要基础设施，对于促成国际航空运输起着毋庸置疑的关键性作用。从这个意义上讲，机场运行是《全球空中航行计划》（GANP，Doc 9750 号文件）中改善航空运输系统性能的重要领域。

ICAO 对长期航空运输业务量的预测结果表明，在 2032 年，全球航空旅客运输量将接近翻番，达到每年 60 多亿人次（2016 年全球航空旅客运输量为 35 亿人次），飞行架次将超过 6 千万。航空运输业务量的持续快速增加，使得机场拥堵仍将是增强民航运输系统能力的最大制约因素之一。

未来一段时间，从事国际航空运输业务的机场数量不可能大幅度增加，新建、改扩建机场的速度很难与旅客人数和航空器起降架次的预期增长速度匹配。由此，如何确保现有和新建、改扩建机场在持续满足旅客和航班业务量不断增长的同时，维持航空安全和航班正常性，是机场发展面临的最大挑战。

## （2）已采取的举措

长期以来，ICAO 致力于从机场设计和机场运行两个方面，研究制定提高机场容量和运行效率的相关规定。

a. 在机场设计方面，研究表明，有些机场设计规范的规定过于严格，例如考虑到飞机的能力和安全运行性能已得到改善，原来设计规范中缓冲尺度对于航空器安全运行而言就过大。基于此，对附件 14 《机场》第 I 卷《机场设计和运行》中的某些设计规范进行了修订，其中包括缩小滑行道最低间距、跑道和滑行道宽度、道肩和升降带宽

度等。预期这些修改能够促成对机场容量的优化使用。受新技术发展的驱动，ICAO 还在开展进一步工作以优化机场设计规范。

b. 在机场运行方面，ICAO 最新出版了《空中航行服务程序—机场》(PANS—机场，Doc 9981 号文件)，其中包含专门程序，帮助缔约国和机场运营人处理现有机场的运行问题，包括合格审定、兼容性研究和安全评估等。目前 ICAO 正在审查包含有机场日常运行程序的该文档的最新版本。

c. 此外，ICAO 制定了机场协同决策 (A-CDM) 的指导材料，作为《协作性空中交通流量管理手册》(Doc 9971 号文件) 的第 III 部分。A-CDM 通过机场空侧运行所涉各重要行动方的协调努力，积极主动地规划和管理机场运行的航班正点、效率和可预测性，在强化现有基础设施的能力方面能发挥重要作用。

d. 机场安全永远是第一要务。ICAO 机场方案涵盖的安全举措，与《全球航空安全计划》(GASP，Doc10004 号文件) 一致。

### (3) 正在采取的举措

为进一步提高机场容量和效率，ICAO 正在开展的工作主要包括以下领域：

a. 制定机场规划相关标准和建议措施、更新《机场规划手册》第 1 部分—《总体规划》(Doc9184 号文件)，使之现代化，以支持发展必要的额外机场容量，并通过实施更精准和新颖的机场规划技术减少航班延误。

b. 制定一份单独的机场地面服务手册以确保标准化，并藉此改进

地面服务运行的安全和效率。

c. 使用新的和正在出现的铺砌面设计技术，制定跑道和滑行道铺砌面超载新准则，以照顾到重型航空器加大对铺砌面使用的频率。

d. 制定场面管理规定，包括通过使用目视助航设备，利用诸如先进场面活动引导和控制系统（A-SMGCS）等，促成无缝隙和优化的场面管理程序和容量改进，尤其是在能见度降低的时段。

#### （4）即将采取的新举措

围绕提高机场容量和效率，ICAO 即将开展的工作主要包括以下领域：

a. 一个补充机场协同决策的新兴领域是总体机场管理（TAM）。机场协同决策主要侧重于空侧运行，总体机场管理则是一个总括性概念，包括空侧和陆侧流程（例如安保和边境管制等）的规划、协调和连接，以及将此类流程与更广泛的 ATM 网络相融合，这一切都会对机场容量及运行效率和可预测性产生影响。总体机场管理的概念包括在全球空中航行计划之中。

b. 军民合用机场从事国际运行的趋势亦在不断增长。这种趋势的一个促成因素是军方当局的预算越来越有限，由此可导致其与民用当局合作，分享基础设施。同时，民用航空器运营人也在考虑避开拥堵的机场。这种军民合用机场的趋势在很多国家具有扩大机场系统容量的潜力。

c. 对于更大运营效率的需求驱动了航空器制造商将技术进步与扩大翼展相结合，不断推陈出新的机型已将翼展扩大到每一机场基准



代码（ARC）类别所能接纳的展宽极限。装备了折叠式翼尖（FWT）等技术以及其他新技术的新一代飞机将在 2020 年初投入使用。这些飞机预期将受益于更大的翼展所改善的空气动力飞行性能，同时在滑行道和停机坪系统方面与较低的机场基准代码兼容。国际民航组织正在制定规定以应对这样的新技术。

#### （5）机场合格审定

机场合格审定是一个卓有成效的重要手段，通过使机场设施、设备和运行程序遵守相关国际标准和建议措施（SARPs），优化机场容量和效率，同时保持安全和正常性。许多国家在机场合格审定方面还没有充分实施附件 14 第 I 卷中的要求。对普遍安全监督审计计划（USOAP）审计发现情况的分析、ICAO 研讨会和讲习班的反馈意见以及与成员国进行的讨论表明，许多国家（某些地区有一半以上的国家）仍然在这一领域面临重大挑战。这包括负责机场合格审定的实体缺乏相关监管规章、人员和专长以及有成效的手段，以处理合格审定揭示出的任何未遵守情况。

对于制定运行程序，包括运行限制，以及对存在某些未遵守情况的机场进行合格审定，《空中航行服务程序—机场》中所述的兼容性研究和安全评估尤其重要。在这方面，应敦促国家制定对其所辖机场进行合格审定的计划。

#### （6）结论

通过大会讨论，ICAO 得出以下结论：

- a. 各国要制定对其所辖机场进行合格审定的计划，查明差距并制

定实施解决办法以弥合这些差距,包括对未遵守的领域进行评估和制定减缓措施。

b. 各国要审查提高必要的机场容量的所有备选方案,包括提高现有机场基础设施的效率,审查投资新基础设施的必要性,并缓解周围空域的制约。

c. ICAO 应推进制定机场设计和运行相关规定的工作,以支持提高机场容量和效率。

d. ICAO 应进一步探讨提高机场容量和效率的新领域,包括总体机场管理(TAM)、军民合用机场和其他新举措,以及折叠式翼尖(FWT)等技术。

e. ICAO 要在机场合格审定方面继续向各国提供协助。

### 2.1.3. 参考资料

本节内容所提及参考资料主要包括:

(1) 附件 14 — 《机场》第 I 卷 — 《机场设计和运行》

(2) Doc 9184 号文件:《机场规划手册》第 I 部分《总体规划》

(3) Doc 9750 号文件:《全球空中航行计划》

(4) Doc 9774 号文件:《机场合格审定手册》

(5) Doc 9971 号文件:《协作性空中交通流量管理手册》

(6) Doc 9981 号文件:《空中航行服务程序(PANS) — 机场》

(7) Doc 10004 号文件:《全球航空安全计划》(2017 年-2019 年)

## 2.2. 国际航空运输协会

### 2.2.1. 国际航空运输协会简介

国际航空运输协会 (International Air Transport Association, 简称为 IATA) 是一个由世界各国航空公司组成的大型国际组织, 其前身是 1919 年在海牙成立并在二战时解体的国际航空业务协会, 总部设在加拿大蒙特利尔, 执行机构设在瑞士日内瓦。和监管航空安全和航行规则的 ICAO 相比, 它更像一个由承运人 (航空公司) 组成的国际协调组织, 管理在民航运输中出现的诸如票价、危险品运输等问题, 主要作用是通过航空运输企业来协调和沟通政府间的政策, 并解决实际运作的问题。

### 2.2.2. 未来航空旅行

IATA 认为, 未来航空旅行不只是关于航班, 更是关于从家到目的地的完整旅程。基于此, IATA 持续致力于推进利用新技术改进乘客、行李和货物的运输, 从而改善客户体验, 提高可靠性和效率。IATA 重点考察了一些最可能在未来 20 年内改变完整的端到端旅程的关键元素, 并提出一些新概念, 与此同时, 有一些关注新技术应用的航空公司、机场、服务提供商和货物处理商已经在试验这些新概念, 其中一些概念最早将于 2020 年全面投入使用。

### 2.2.3. 行业未来发展的思考

根据预测, 到 2035 年, 全球民航旅客运输量将翻倍, 达到 72 亿 (如图 1-1 所示), 行业的发展目标之一就是要确保满足这些不断增长的旅客出行需求。伴随着客运的增长, 预计到 2035 年, 货运业

务量也将增加 30%，民航行业的发展同样需要满足不断增长的货运业务，能够更快地交付货物，减少货物在地面的处理时间，并提供更大的可预测性。

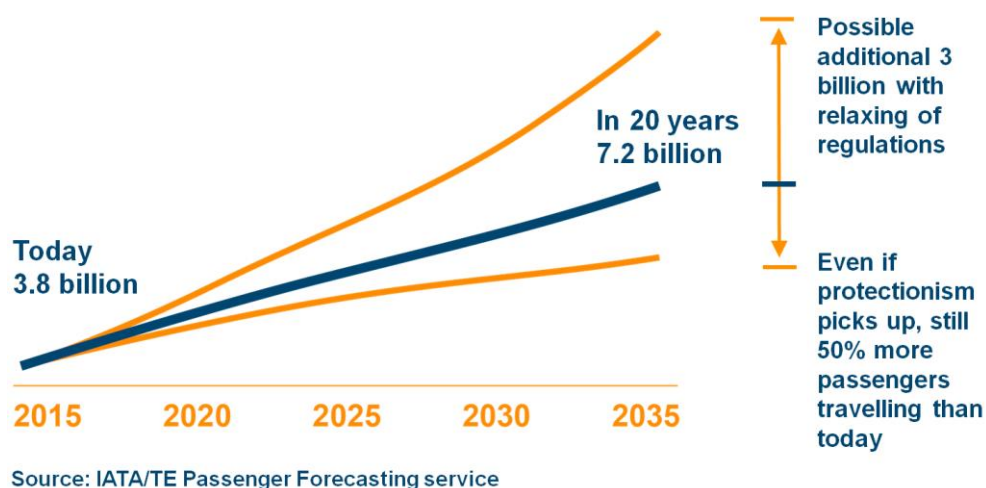


图 2-1 全球民航旅客运输量预测

这些快速增长的旅客和货物运输需求，将从哪里起飞或落地？行业是否能提供足够的机场设施来满足这种运输需求？乘客和货运客户正变得越来越挑剔，期待更高水平服务，在这种背景下，机场能否适应这种增长水平？

与运输需求快速增长相对应的同时，目前旅客吞吐量排名前 100 位的最繁忙的机场其容量都接近饱和状态。这意味着在未来 10 年内，这些机场中的大部分都将会有重大的基础设施新建、改扩建计划。事实上，这 100 个机场中还有 45 个目前已经存在跑道或航站楼容量不足问题，如图 2-2 所示。



图 2-2 年旅客吞吐量超过 2000 万次的机场容量评估

面对快速增长的航空旅客出行需求以及捉襟见肘的机场容量，行业必须思考如下问题：

（1）如果机场基础设施和运营的概念基本保持现有模式，行业能否为快速增长的旅客出行需求提供必要的容量？

（2）今天机场基础设施的发展路径能否创造我们想要的未来？

（3）行业应该如何在使用土地和环境限制情况下增加机场容量？

（4）机场规划、设计和管理属于地方政府事务，但航空公司需要现代高效的基础设施、技术和流程来支持其全球运营。未来发展趋势，是否和今天一样，仍然需要持续建造越来越大的机场？

（5）是否应该持续建造越来越多、越来越大的令旅客感到压迫和迷惑的航站楼？

（6）未来能否在机场内实施越来越复杂的旅客、行李和货物处

理流程，以满足不断增长的需求？

(7) 未来航班周转时间会受到何种影响？

(8) 如何应对越来越拥挤的停机坪？

#### 2.2.4. 全球协同举措

民航行业能否更好地协同，以更快的速度适应未来发展？机场设计和运营的根本改变，需要全球在许多领域协同。跨行业的标准化工作对机场未来发展是有益的，新技术、新方法的应用也促使监管政策不得不做出调整。IATA 正在研究未来机场愿景，旨在从机场设施方面更好地满足航空公司未来需求；IATA 同时也在积极与机场行业合作，开发面向未来切实可行的解决方案。

针对机场未来发展焦点，IATA 将在以下 10 个领域展开汇集和协调计划：机场基础设施设计、安全、乘客、货物、地面操作、行李、金融系统、信息和技术、安全和飞行操作、环境。这需要广泛的行业合作，共同研究目前已经取得了哪些进展，接下来 20 年（2020 年到 2035 年）会取得什么进展，2035 年之后又会发生哪些变化，即所谓“现在-即将可能-未来可能”框架，如图 2-3 所示。

IATA 试图明确以下问题：未来 20 年哪些变革能够真正实施，协同（如数据共享和跟踪能力）可以加速什么，以及被忽视的机会在哪里？其目的是定义未来机场相关概念，发现那些能为乘客，行李和货物提供无缝端到端旅程的重要因素。

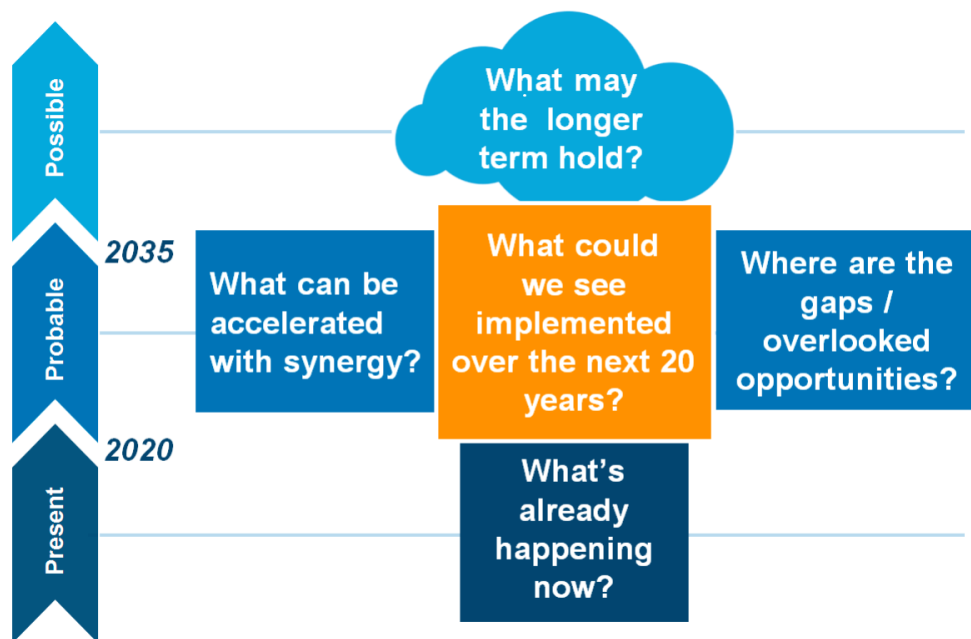


图 2-3 “现在-即将可能-未来可能” 框架

采用“现在-即将可能-未来可能”框架，IATA 进行了初步审查，明确了一些会发生重大变化的主题。具体包括：

- (1) 采用灵活方式处理“机场外”能解决的事情
- 充分利用乘客前往机场的时间，而不是把所有乘机前流程集中在机场航站楼进行处理。主要对策包括在城市内设置多个分布式、安全多模式链接的安全检查门等
  - 乘客可以选择行李托运/拿取的时间、地点。主要对策包括基于乘客选择的实时行李分拣系统等
  - 乘客在整个旅程中应该有更多的选择和灵活性来购买商品，充分利用他们已经在日常生活中使用的智能技术。主要对策包括充分利用电子商务等
- (2) 推进“先进处理”

- 不应该要求乘客在航站楼多次停留、排队并出示相同的身份证明文件。乘客在航站楼步行通过的同时就完成值机、安检等流程
- 充分利用新技术，最大程度实现和货物、行李、燃油、配餐、除冰等相关的空侧地面服务自动化
- 环境友好运行。包括在滑行期间对环境影响最小的电动地面服务车辆，环境友好设施等

### (3) 实施交互决策

- 使用预测建模等更好地规划机场运营和飞机过站，确保各方都有正确信息来做出明智决定以解决航班延误
- 为乘客提供更多选择，使他们可以定制机场旅程。让乘客在预订机票时选择他们想要使用的机场设施，为机场和航空公司满足新服务需求提供决策支持
- 让旅客在旅程中安心，了解他们的行李或货物能否按计划送达。实现行李和货物的实时跟踪，方便旅客了解信息，为旅客提供旅行计划修改辅助决策

#### 2.2.5. 正在推进的具体行动

IATA 目前正在推进的行动计划主要包括：

##### (1) 行李追踪的 753 号决议

IATA 关于行李追踪的 753 号决议主要是要求成员航空公司能够在旅客行李运输的四个关键节点（行李交运、装机、中转、到达）追踪行李。同时，要将追踪到的旅客行李信息，在联运航空公司之间进



行信息共享以及数据交换。从决议提出到决议生效，期间经历了三个时间节点：第一是 2013 年 10 月在都柏林召开的乘客服务会议期间，所有 IATA 成员的航空公司针对决议发起投票；第二是 2014 年 6 月决议在 PSCRM 发布；第三是 2018 年 6 月 1 日决议正式生效。

## （2）单一身份认证

IATA 单一身份认证（One Identity）项目致力于实现乘客顺畅通过机场流程。从订票到安检、从边检控制到取行李，乘客希望用单一的生物识别认证来实施旅行中所有活动。随着 IATA 的单一身份计划（One ID project）的迅速推进，人脸、虹膜或指纹将成为旅客在航站楼畅通无阻旅行的关键。科技已经存在，但在航空业的应用应该加速。政府需要牵头与行业一起建立一个可信的框架，同时满足使用这些技术的全球标准和安全协议。单一身份计划不仅能使旅客体验到更高效的流程，同时也能使政府更高效地利用宝贵资源。

## （3）智能安检

IATA 率先对外公布了“未来机场安检站”（Checkpoint of the Future）的理念雏形。未来机场安检站将有助于提高航空安保和提升旅客体验。

“未来机场安检站”的核心理念是：（a）集中全力解决高风险系数事件，加强安保；（b）将旅客信息整合进入检查站流程，支持基于风险管理的举措；（c）实现绝大多数低风险的旅客吞吐量最大化。如图 2-4 所示。

目前的安检站是四十年前设计的，旨在防止携带金属武器的劫机

者。当然从那之后，对安检站也进行了一些升级，以应对新的威胁。展望未来，民航行业需要建立一套流程，利用现有的旅客信息和新技术，整合一套智能化流程，将寻找危险物体的安检系统升级至寻找危险人物。



图 2-4 未来机场安检站示意

## 2.3. 国际机场理事会

### 2.3.1. 国际机场理事会简介

国际机场理事会 (Airports Council International, 简称为 ACI), 原名为国际机场联合会 (Airports Association Council International), 成立于 1991 年 1 月, 1993 年 1 月 1 日改名为国际机场理事会。ACI 是全世界所有机场的行业协会, 是一个非盈利性的组织, 其宗旨是加强各成员与全世界民航业各个组织和机构的合作, 包括政府部门、航空公司和飞机制造商等, 并通过这种合作促进建立一个安全、有效、与环境和谐的航空运输体系。

ACI 的发展目标包括: (1) 保持和发展世界各地民用机场之间的合作, 相互帮助; (2) 就各成员机场所关心的问题, 明确立场, 形成惯例, 以 "机场之声" 的名义集中发布和推广这些立场和惯例; (3) 制

定加强民航业各方合作的政策和惯例，形成一个安全、稳定、与自然  
环境相适应的高效的航空运输体系，推动旅游业和货运业乃至各国和  
世界经济的发展；（4）在信息系统、通讯、基础建设、环境、金融、  
市场、公共关系、经营和维修等领域内交流有关提高机场管理水平  
的信息；（5）向 ACI 的各地区机构提供援助，协助其实现上述目标。

### 2.3.2. ACI 优先关注领域

ACI 的主要职能之一是向其成员提供有关机场业务众多重要领  
域的发展建议。其优先关注领域包括安全，安保，环境，效率，旅客  
服务和经济发展等。

#### （1）经济

ACI 鼓励其成员机场不断提高运营和成本效率，降低飞行成本，  
缓解不断加剧的运力不足，同时也创造足够的回报率，以投资更多运  
力。

#### （2）环境

ACI 环境举措的目标是促进航空和机场可持续发展，限制或减少  
环境影响，同时支持经济和社会效益，这也是当地社区允许机场运营  
和发展的关键。

#### （3）机场便利性

机场便利性包括基于专门机场设施有效管理乘客、行李、货物和  
邮件的流动，确保在健康、安全的环境中提供服务，并在可能的情况  
下满足并超越客户的需求和期望。这适用于各种情形，航班正常运行  
和航班中断，天气状况良好和天气不好等。

#### （4）机场信息技术

机场面临着越来越大的挑战，亟需在不断提高基础设施效率、降低运营成本的同时，提供优质的客货运服务。信息技术作为机场业务战略目标的推动者对机场未来发展起着关键作用。ACI 机场 IT 计划的目标是定义标准和最佳实践，并在整个航空界进行推广。ACI 机场 IT 计划涵盖了广泛的机场 IT 主题，例如数据交换，数字化转型和网络安全等。

#### （5）安全

ACI 认为安全是机场、航空界和旅行公众等关注的最重要事宜。基于此，ACI 推出了 APEX 安全计划，帮助机场运营商和航空管理人员确保安全的机场运营。

#### （6）安保

四十多年来，航空业一直被迫应对恐怖主义威胁。航空运输一直是恐怖主义分子的一个重要袭击目标，虽然攻击次数已经显著下降，但威胁却没有减少。过去十年来，不断出现的宗教原教旨主义和自杀式恐怖主义分子对民用航空构成了非常现实的威胁。自 2001 年 911 事件以来，航空安保发生了重大变化。ACI 在向监管当局通报新安保规则的影响方面发挥了非常积极的作用，帮助监管部门制定这些规则并确保向机场当局传达安保方面的变化。

#### （7）机场时刻

机场容量和时刻分配的管理对于确保有效利用机场基础设施和资源至关重要。ACI 与政府和监管机构合作，确保在面临拥堵时，机

场在确定其容量,分配给航空公司以及监控其有效使用方面发挥主导作用。ACI 支持任何可以提高有限机场容量使用效率的措施,目的是造福社区,航空公司和机场。

#### (8) 技术问题

机场设计技术标准以及新飞机设计与机场的兼容性等领域一直是 ACI 关注的技术议题。ACI 保持与世界安全和技术常务委员会以及与 ACI 区域办事处合作的成员进行合作,确保在 ACI 内讨论当前的技术问题,并将 ACI 观点提交给 ICAO,作为 ACI 的倡议。

#### 2.3.3. 机场发展趋势

国际机场协会 (ACI) 认为,未来机场发展,呈现以下特点:

(1) 未来机场会把更多的原来在机场内的服务项目、功能性活动转移到机场之外进行,从而给机场节省出更大的物理空间,让机场运行更加有效(不仅是有效率,而且是有效益)。

(2) 未来机场将使用更先进的处理技术,例如旅客跟踪与识别,自动化或者机器人技术,旅客服务流程将会更加的自助化、智能化。

(3) 机场和空管、机场和航空公司、机场和地服、机场和机场之间、航空公司和航空公司之间、不同的空域的空管之间,信息的共享、互联互通是未来机场所需要具备的。

#### 2.3.4. 无缝旅行

ACI 认为,无缝旅行具有以下特点:

(1) 让旅程变得简单和舒适。包括为旅客提供必要信息,使旅程流畅透明,改善旅客体验。

(2) 增加非航收益。包括收集旅客信息分析旅客行为偏好，增加新的旅客交流渠道，在合适的时刻为旅客提供合适的产品。

图 2-5 给出无缝旅行示例：

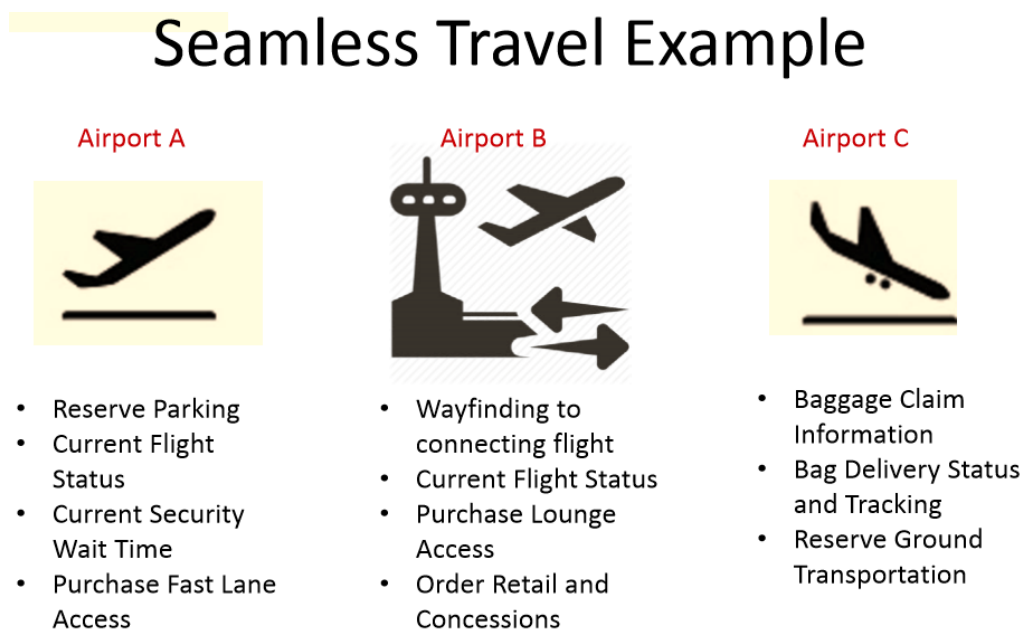


图 2-5 无缝旅行

### 2.3.5. 机场 IT

关于机场 IT 技术，ACI 重点关注以下领域：

#### (1) 网络安全

为了应对全球范围内日益增长的网络安全攻击威胁对包括机场在内的各个行业的影响，ACI World 开发了一套关于网络安全的综合服务系统，帮助机场减轻网络攻击威胁。

#### (2) 数字化转型

数字化转型是影响未来机场发展的重要内容。它不仅仅涉及新技术的部署，而且涉及到改变机场业务模式，适应客户、员工、社区和文化的需要以及利用既有和新技术来实现机场发展目标。数字化转型

正在成为满足未来容量需求的核心能力和必要条件。

ACI 于 2017 年 12 月启动了机场数字化转型最佳实践计划，旨在为负责机场数字化转型业务的管理人员提供决策和实施帮助。机场数字化转型最佳实践是机场管理人员进行决策和实施机场数字化转型的重要依据，有助于管理人员了解：什么是数字化转型？数字化转型对机场业务、客户和运营意味着什么？发展组织的方法？数字化转型对风险和机遇的重要影响等。机场数字化转型最佳实践包含的内容包括：数字化转型支持技术、数字化转型应用领域、数字化转型应用的潜在功能领域、数字化转型的内部准备，挑战和风险、数字化转型的机会和建议。

机场数字化转型最佳实践计划的一个重要组成部分是帮助机场从机场数字化转型路径、机场成熟度水平等方面进行自我评估的调查工具。该调查工具按照机场数字化转型最佳实践报告的大纲，列出问题，使得机场可以针对四个成熟度级别进行自我评估。在编制完所有机场数据并公布评估结果后，机场将能通过与其他同类型（区域或规模）参与机场进行比较从而更好地了解自己。透明度是所收集数据能反应准确结果的关键。该调查为机场提供了度量机场技术的独特机会，并为机场采用数字化变革提供了指导。

### （3）机场社区推荐信息服务（ACRIS）

ACI 机场社区推荐信息服务（Airport Community Recommended Information Services，简称为 ACRIS）为航空界信息和数据交换设定了标准，帮助机场应对当下和未来的发展需求。ACRIS 为机场、航

航空公司、合作伙伴和供应商定义了一个可以共享数据的框架。

标准化业务流程和可互操作的 IT 解决方案的定义和实施，对于全球航空业至关重要，也是提高效率和增加收入的重要途径。这不仅在同一利益相关群体（如航空公司）内有效，而且在不同群体间（如航空公司、机场）也有效。ACI 机场社区推荐信息服务（ACRIS）工作组致力于提供类似的解决方案。

ACRIS 由以下内容支持：语义模型、治理文件、服务描述模板、安全测量指南和服务说明。ACRIS 的主要产品包括标准化 Web 服务接口，支持使用 SOAP 和 REST 技术的各种 B2B 场景。如：旅客和行李一致性服务、用于支持 A-CDM 实现的 Web 服务（用于航班信息的 Web 服务、等待时间、地理信息系统等）。

#### （4）新技术应用倡导

a. 区块链。区块链是一种安全可靠的信息分类技术，可以优化和降低多种交易的成本。区块链技术能发挥作用的机场信息系统包括航班信息和机场资源管理、行李处理和跟踪、机场检查以及起降费和特许销售点活动报告等。ACI 正在与机场和其他利益相关方合作收集案例，并研究机场及其合作伙伴如何有效使用该技术。

b. 旅客流量自动度量。汇编了旅客流量自动度量最佳实践，收集旅客流量自动度量现有解决方案，为将来使用旅客流量自动度量技术的机场提供指导。方便机场有效管理旅客流量，提高效率和改善乘客体验。



## 2.4. NEXTT 项目计划

国际航空运输协会 (IATA) 联合国际机场协会 (ACI), 推出了“新技术催生旅行新体验” (New Experience in Travel and Technologies, 简称为 NEXTT) 项目。NEXTT 旨在通过乘客旅程改造和新技术应用变革当下的机场。NEXTT 将聚焦在三个方面: 机场外的活动、先进流程和交互式决策。

### 2.4.1. NEXTT 简介

机场外活动是指将现阶段机场一些传统的旅客服务活动将转移到机场外进行; 先进流程更多关注使用数字身份管理、自动化和机器人技术, 让候机楼和机场场面的服务流程更加顺畅; 交互式决策则侧重于通过覆盖整个旅程的实时数据共享实现各利益相关方的相互协作。

NEXTT 将搭建一个框架, 机场和航空公司可以在该框架内与政府和管制部门合作, 联手打造乘客身份认证和乘客流管理的“关键数据支柱”, 从而减少乘客在机场航站楼值机和安检处的停留时间。这个项目不仅要考虑航站楼内的空间, 同时还要考虑多种类型的地面交通运输, 并考虑将部分乘客活动转移到机场外进行的可能性。

根据 IATA 的数据, 到 2036 年全球旅客总量将达到如今的约两倍, 因此现实对这种战略的需求也极为迫切。IATA 预测, 全球 100 座最大的机场几乎全部都需要在未来 10 年内开展一次大型基础设施改扩建项目。迪拜国际机场、希思罗机场、班加罗尔坎皮高达机场、史基浦机场和深圳机场参与了 IATA 的 NEXTT 项目。由于 NEXTT 项目十分

灵活，机场可结合自身条件探索如何实施这一项目战略。

IATA 全球机场基础设施及燃油部主任赫曼·密斯特里 (Hemant Mistry) 说：“我们要做的是根据发现的好的做法或举措来采取行动，通过分享好的做法在行业内创造动力。当我们看到需要标准化的时候，我们就去推进标准化，但我们不会给每件事都设立标准。或者，当我们看到需要提升管制的时候，我们会采取一些措施促进规模性的策略实施。”和 IATA 一样，ACI 也强调了 NEXTT 项目的灵活性，它可以在一段时期内满足不同机场的需求。ACI 董事长安吉拉·季腾斯 (Angela Gittens) 说：“一个愿景的不同部分可以应用在全球不同的区域。我们鼓励机场采用最合适自身运营的项目，因为不同区域面临着不同的挑战，同时也拥有着独一无二的管制环境。”

#### 2.4.2. 机场外的活动

“机场外的活动”目标是将大多数出行流程转移到“机场外”最适合旅客的位置进行，这种转移将在虚拟和物理意义上发生，许多流程都可以通过数字化转型实现。传统上需要手动检查的活动现在可以通过数字化手段和技术完成。对于那些需要物理接口的元素，可以使用分布在城市不同位置的设施。这将改善客户的便利性并减轻机场航站楼的压力。

无论是航空客运客户还是货运客户，都应该可以通过定制所需服务和产品（包括但不限于航班预定）来选择和控制旅程。要实现这一目标，需要一个综合订单管理系统，能提供各类服务，且具有很强态势预估能力。

航空旅行所需的证件检查、旅行授权和海关手续等都可以通过数字方式进行管理。客户、监管机构和服务提供商之间充分的数据交换与共享意味着可以在旅客或者货物在抵达机场之前就能完成检查手续。任何信息变化都应该实时告知所有相关方，为客户提供安心，并能够对所需的物理检查进行风险评估。

机场与城市中心连接便利。行李托运或收取的地点众多、安全且方便。乘客可以从位于城市中心的安全入口开始他们的旅程，提供多种交通模式连接。飞机上的旅行只是完整旅程的一个组成，是多种运输方式连接的一个部分。如图 2-6 所示。

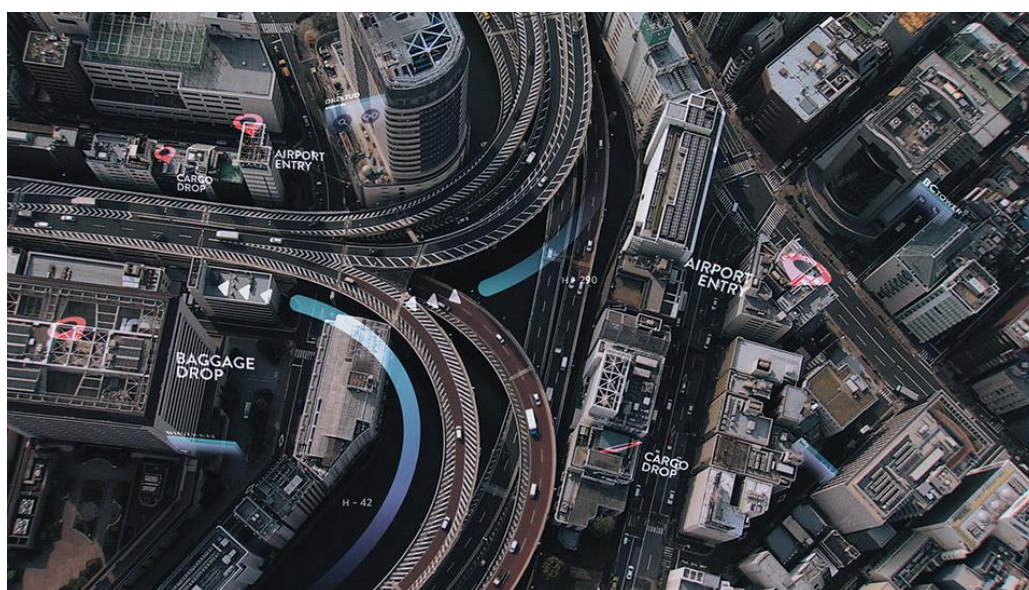


图 2-6 机场外活动示意

### 2.4.3. 先进处理

航站楼内通过新技术应用，可以进一步改善客户体验，提高运营效率和增加安全性。鉴于现阶段航站楼许多处理过程都具有重复性这一特点，未来，自动化和机器人等技术的机会将会很多。通过重新设

计旅行流程并使用新技术，满足人们出行需求的改变，将为包括乘客和员工的所有用户创造有吸引力的体验。从这个意义上讲，这不仅仅是使用新技术来优化流程，更重要的是重新认真思考人们的真正需求或期望。

在每个触点对人员、行李、货物、车辆或其他物品的身份识别都应该是流畅且无停留的。这就要求：（1）能够实时捕获身份数据的技术；（2）能够实时验证所捕获数据身份的系统的支持。跨系统数据共享有助于决策所需相关因素分析，这里的相关因素包括上下文数据（时间和地点）、风险评估、旅行授权、海关控制以及客户的订单详细信息等。如图 2-7 所示。

在行程预定时就进行身份识别认证，这样就可以将登机前所需若干流程转移至机场外，并减少这些流程中对身份证件等文档的需求。生物特征识别是乘客身份识别可能用到的关键技术。类似的，可以用生物识别技术识别行李，如行李 3D 图像捕获或者嵌入行李袋中的智能标签等。附在货运装备上的智能标签或传感器，有助于实现件级货物或行李识别。

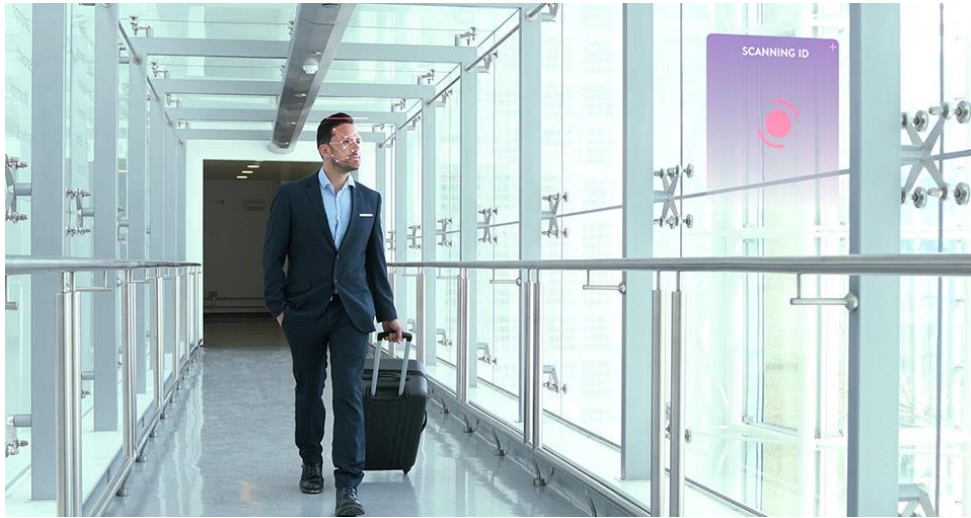


图 2-7 先进处理示意

自动化是这场变革的核心，乘客体验将藉此经历重大改进。数字化和自动化技术的应用已经很大程度改善了传统值机功能，很多乘客无需在航站楼进行值机。旅客流程其他触点也可以借助自助设备实现自动化。与乘客的接口水平将持续反映机场日常运行的自动化水平，其进步将使旅客体验到激动人心的便利。

不直接面向旅客的机场场面运行和货运等业务，过去 10 年来进展甚微，未来也有望在自动化方面取得重大进展。许多需要高级别同步的重复任务将与其他任务一起进行组合优化。自动驾驶车辆和装备的部署将提供前所未有的效率。流程创新将优化行李、货物、燃料以及配餐和除冰等作业的协同。当然，有些应用场景仍需进行更多研究和验证，因此这不仅仅涉及自动化技术本身。

威胁检测设备的发展将使安全检查流程更快，且不会令人感觉到被侵犯。先进的算法将消除对特定高风险元素（如笔记本电脑和液体）进行物理分离的需要，并且能够检查高密度货物或行李。这些算法也

可以根据需要动态调整，并能够筛选出海关关注的问题以及安全威胁等。安全检查可以在旅程初始阶段机场外进行。经过机场外安检的旅客、行李或货物在随后前往机场时可经由安全路线以避免再次安检。所有相关当局都可以使用安检图像或结果并共享其对乘客、行李或货物的风险评估。针对存在风险的人，将在出发地或目的地触发其他进一步检查，而那些被认为没有风险的人，可以无需经过二级检查继续他们的旅程。

#### 2.4.4. 交互式决策

在乘客、航空公司和机场之间，行李处理人员、航空公司或货运代理之间，以及航空公司和地勤人员之间等，进行充分的数据交换、共享和利用是优化机场运营的关键。通过数据源整合协同，采用分布式存储计算技术或云应用等可以实现用户对航班、行李和货物等信息的实时访问及追踪。随着各项举措的陆续开展，需要逐渐给出行业级解决方案示例并制定相关标准。

基于更广泛的数据基础，采用预测建模和人工智能等技术，将实现人类自身做不到的更快速的实时决策。机场能够实时了解乘客旅程、货物或行李状况的任何变化，由此能最好地满足所有航空公司的需求，从而优化整个网络运行。

好的决策需要实时访问相关可靠数据。使用 API（应用程序编程接口），授权用户可以访问其他部门或机构的数据。不同用户（例如客户，供应商和员工）所需数据来源不同，必须给出一致的数据定义。航空业数据模型（AIDM）作为行业专用词典，定义了数据及其关系。

此外，统一设计的 Open API 平台减少了那些使用多源数据的加工代价，只需要设计一致的界面。每个乘客，货运客户，监管机构，机场，航空公司都可以使用自己的系统。这些系统将从其他来源获取可靠数据，然后向平台提供其相关更新信息，供多方共享。

可以通过部署智能标签、传感器和连接设备等，增强数据可获取性，提高态势感知能力。最简单的形式是提供一种实时跟踪行李、货物或设备位置的方法。如果融合环境相关信息，就能提供早期预警功能并触发应急解决方案，以更好地保护货物或资产的完整性。

态势感知带来的真正好处在于决策。部署更复杂的实时决策工具的意义包括三个方面：为客户提供出色而灵活的选择；改善流程提高效率；根据需要而不是默认值触发合规性、安全性或其他检查。

### 3 世界各国民航管理部门机场发展主张与举措

本章主要介绍美国、欧洲等民航强国和民航大国围绕智慧民航、智慧机场发展的相关主张与举措。

#### 3.1. 美国

重点介绍美国联邦航空局和美国航空航天局相关主张及举措等。

##### 3.1.1. 美国联邦航空管理局 (FAA)

美国联邦航空管理局 (Federal Aviation Administration, 简称为 FAA), 隶属于美国运输部。其使命是提供世界上最安全, 最高效的航空航天系统。其愿景是努力将美国航空航天系统的安全性, 效率, 环境责任和全球领导力提高至更高级别。近年来, 其最重要的举措之一是领导组织新一代航空运输系统的研究、开发与建设。

##### 3.1.2. 新一代航空运输系统 (NextGen)

###### (1) NextGen 的提出

为了保持美国在航空运输业、制造业、标准制定和新技术等方面的世界领先地位, 适应更加节约成本、节能环保的航空发展趋势, 2003 年 12 月, 美国颁布《世纪航空再授权法案》, 授权运输部、国土安全部、商业部、国防部、白宫科学与技术政策办公室、航空航天局、联邦航空局等七大政府机构组成联合计划发展办公室 (JPDO), 开展新一代航空运输系统的研究、开发与建设。2004 年 12 月, JPDO 向国会提交了《新一代航空运输系统计划》(Next Generation Air Transportation System Implementation Plan, 简称 NGATS 计划), 2006 年正式更名为 NextGen 计划。该计划要求每年编写年度进展报



告，同时要对改动部分加以说明，同预算一并上交。

## (2) NextGen 简介

NextGen 计划旨在建立一个更加现代化的新型航空运输系统，把用于国家防御与民用飞行的能力整合在一起，为民用、军事使用者提供服务，使航空旅行更加有效率和效益，更加安全，并以此促进美国的经济的发展。该计划的核心是保障安全、增加容量、增强灵活性、提高运行效率、更加环保和降低成本。NextGen 系统示意如图 3-1。

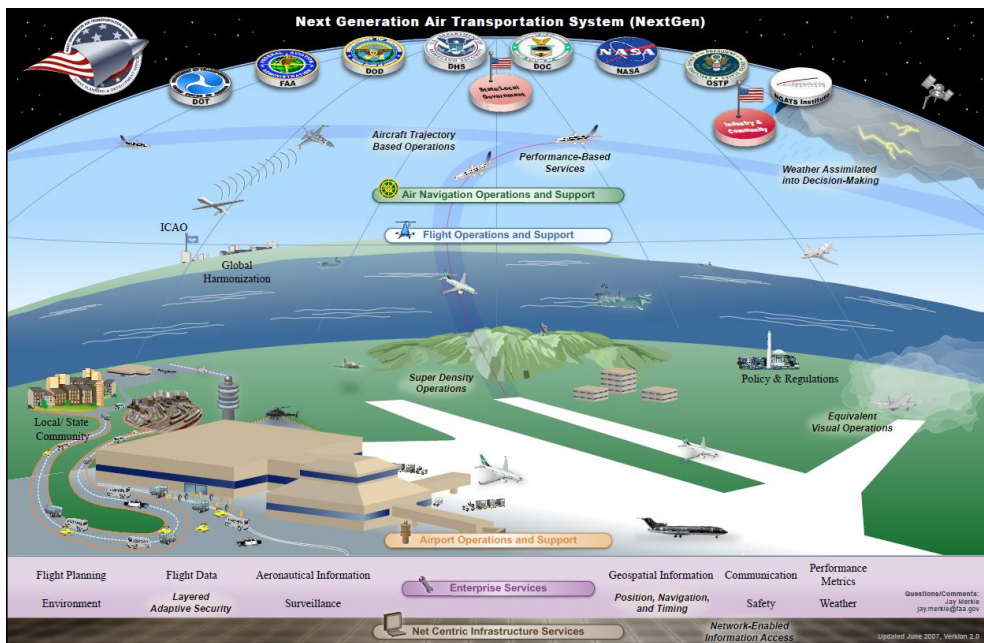


图 3-1 NextGen 系统示意

NextGen 计划将分成三个阶段实施：第一阶段是充分利用现有技术改进航空系统，同时开展对新一代航空系统所需技术的研究；第二阶段将致力于应用第一阶段的研究成果；第三阶段将扩大至全国范围内运行。NextGen 计划预计到 2025 年完成，其基础设施建设将耗资 150-220 亿美元。

NextGen 不是一个全新的独立系统，是既有技术与未来技术的融

合，是在现有基础上采用新标准、新技术、新装备和新程序集成相关航空业务子系统，并采用新的运行方式、业务方式和管理模式过渡发展成为下一代航空运输体系，目标在于改进航空运行的安全、容量、效率和可预测性等。

NextGen 包含了航空活动的诸多方面，其核心是发展空中交通和机载新技术、新装备，改进航空器运行方式，强调航空器综合性能，以网络为中心的航空信息和气象信息等在空中飞行、空中交通运行、机场运行中扮演重要角色。NextGen 不仅是技术与装备的转变，也包括了理念、管理、运行组织和经营模式的转变，是全系统的转变。NextGen 是国家组织行为，政府、企业、研究机构、国际社会广泛参与，是多部门联合实施的复杂系统，所依托和推动的是国家整体科技创新能力。科技创新是航空可持续发展的根本保证，为此，美国政府投入巨大的人力和财力建设 NextGen。

### （3）NextGen 项目相关新技术

NextGen 项目开发和实施的创新、变革性的新技术都经过了安全测试。这些技术包括：

- 自动相关监视广播（ADS-B）

ADS-B 的主要作用是提高安全性并进行态势感知。ADS-B 采用卫星而不是雷达技术，可以更准确地观察和跟踪空中交通。配备 ADS-B 输出发射机的飞机将其位置、高度、航向、地速、垂直速度、呼号和 ICAO 标识符等信息发送到地面站网络，由地面站网络将信息中继到空中交通管制显示器。配备可选 ADS-B 接收器的飞行员或航空器可以获得交通信息，并体验其带来的益处，如图 3-2 所示。到 2020 年 1

月 1 日，在大部分美国控制空域运行的飞机必须装备 ADS-B。



图 3-2 ADS-B 示意

- 自动化

FAA 覆盖全美国的空中交通管制设施中已经部署了先进的计算机系统如标准终端自动化更换系统 (STARS)、航路自动化系统 (ERAM) 等，能够在飞行的所有阶段支持 NextGen 功能。

- 数据通信

配备此功能的飞行员和空中交通管制员可以快速发送和回复信息，无需通过无线电进行通话，从而避免了错过或误解语音信息的风险。目前 62 个机场可以在起飞前使用该数据通信功能，预计 2020 年能在飞行中使用该数据通信功能。

- 决策支持系统 (DSS)

DSS 为空中交通管制员提供工具系统，帮助管制员在整个国家空域系统中尽可能安全有效地引导交通流量。这些工具系统包括：1)

交通流量管理系统。是 FAA 的主要系统，有助于缓解美国空域需求和容量之间的不平衡；2) 基于时间的流量管理。基于时间而不是距离来帮助管制员改善航路交通流量；3) 终端飞行数据管理器。有助于塔台装备和流程的现代化，改善终端和场面交通流量。

● 基于性能的导航 (PBN)

PBN 利用 GPS 卫星和先进的飞机导航设备在空中生成新路径，使得飞行距离更短，可以更有效地飞往目的地。这意味着一方面可以减少飞机燃油消耗，另一方面乘客可以更早抵达目的地。

● 全系统信息管理 (SWIM)

SWIM 汇集了多个航空数据源中的数据信息，其信息可以通过单一接入点供授权用户共享，如图 3-3 所示。SWIM 提高了态势感知能力，有助于在正确的时间向正确的系统和人员提供正确的信息，从而提高安全性和效率。

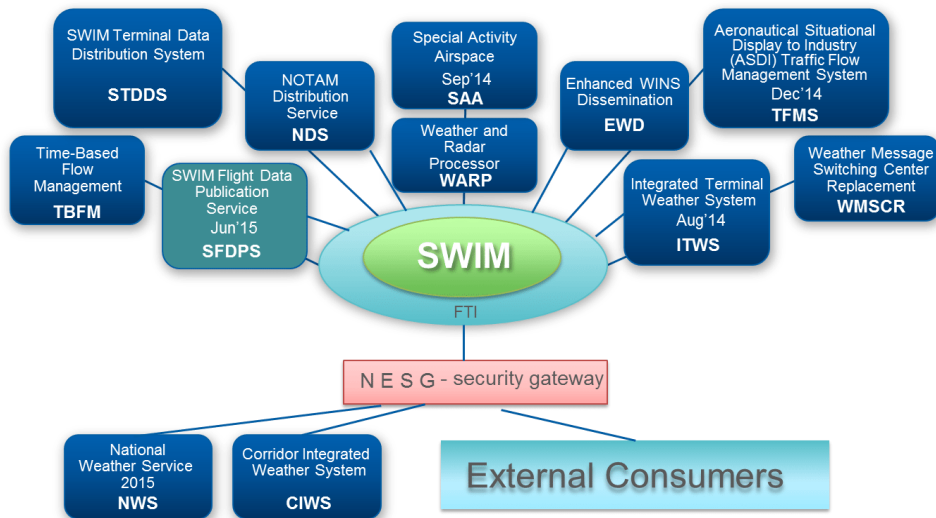


图 3-3 SWIM 系统

● Weather 管理

Weather 程序集强大的计算能力、前所未有的精准天气预报能力、将天气信息应用于空域限制的能力以及提供现代化信息管理服务的能力于一身。通过这种强大能力的组合，Weather 程序可以在 NAS 内提供量身定制的航空气象产品，帮助管制员和运营商制定可靠的飞行计划，做出更好的决策并提高航班准时性能，如图 3-4 所示。

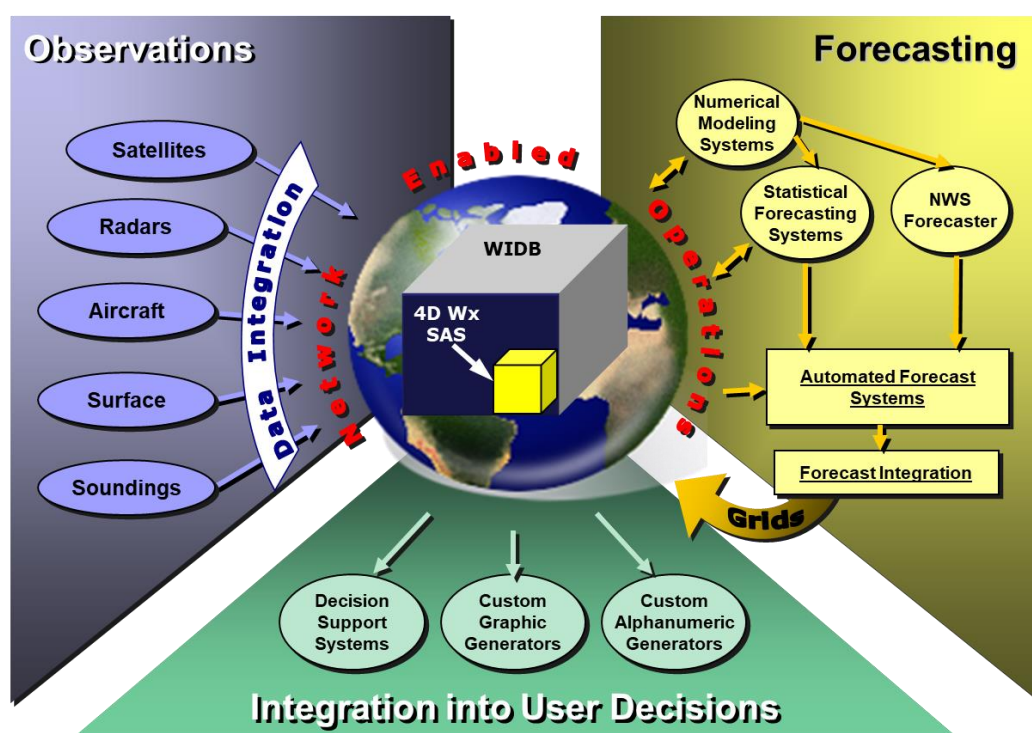


图 3-4 Weather 管理

### 3.1.3. 实现机场现代化

FAA 机场发展的核心目标是：确保国家航空系统安全、高效、环保运行，且满足旅行者不断增长的需求。

NextGen 在优化飞机安全高效移动方面发挥至关重要作用的同时，也有助于拥挤机场可用跑道容量的充分利用。NextGen 通过新技术应用帮助机场减少恶劣天气条件对机场容量的影响，降低能实现更

高效抵达的分离标准，降低飞机尾气排放，并有助于实现基于轨迹的运营目标。

NextGen 通过技术和程序提高机场容量，优化航班移动，目前机场方面正在实施的改进机场容量的航空电子装备/系统见表 3-1。

表 3-1 NextGen 中改进机场容量的航空电子装备/系统一览表

航空电子装备或系统	Aircraft and Operator		作用概述	使用者
	指南	进度		
GIS 地理信息系统	AC150/5300-16A AC150/5300-17C AC150/5300-18B	进行中	提供有关机场和障碍物的详细地理空间数据	航空母舰、商业航空、通用航空、旋翼机
用于场面车辆的 ADS-B	AC150/5220-26 Change 1	完成	为在运动区域内运行的场面车辆提供 ADS-B 发射装置	机场救援和消防设备，除雪机和检查卡车

### ● 地理信息系统

机场地理信息系统 (Geographic Information System, 简称为 GIS) 项目为航空信息管理和 NextGen 计划的推进提供基础数据。GIS 识别地球表面上自然或人造物体的地理位置、特征、边界等。机场 GIS 可用于开发和实施障碍物分析、提供准确告知飞行员服务、驾驶舱机场移动地图功能和基于性能的导航 (PBN) 程序等。

机场 GIS 是 FAA 所有业务活动所需障碍物和导航设备相关数据的权威来源。机场 GIS 中央数据库增强了对跑道端点和导航辅助设施位置等安全相关关键数据、机场建筑物位置等非安全关键数据的共享。机场 GIS 为用户提供实时机场数据，通过更有效地审查机场计划更新，促进机场规划改善。机场 GIS 有助于 FAA 和机场在机场规划、设计、运营和维护决策方面更有效地协作。

## ● 基于性能的导航

基于性能的导航(Performance Based Navigation, 简称为 PBN), 使用 GPS 或地面导航设备、机载设备或两者结合来更精确和准确地导航飞机。FAA 建立了一个由数千条精确定义的 PBN 航线和程序组成的网络, 可以改善飞往各个机场的航班各阶段空中交通流量及效率。

如图 3-5 所示, PBN 技术的应用, 有助于选择更短飞行路径、优化终端区到达程序、避免与附近机场到港和离港程序冲突等, 机场用户将从 PBN 技术带来的持续改进中获益。这些改进包括提高效率、缩短飞行距离、节省燃料、减少飞机尾气排放以及提高运力等。根据 2014 年 NextGen 咨询委员会 (NAC) 报告“实施基于性能的导航成功蓝图”的建议, 为了成功在 NAS 上实施 PBN, FAA 将持续加强与机场及社区的早期合作。

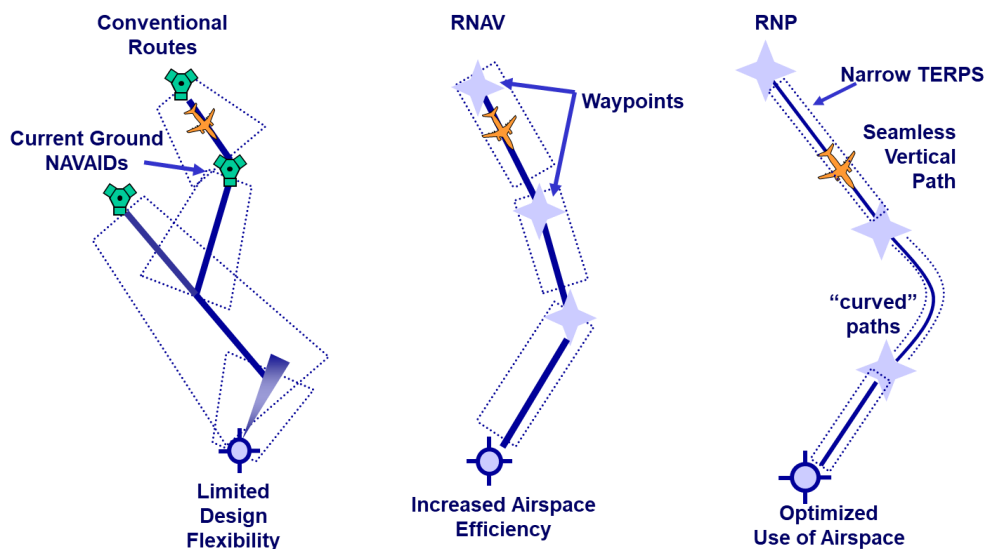


图 3-5 PBN 技术

通过采用 WAAS 进近程序, 通用航空机场改善了低能见度条件下的进离港性能, GPS 水平和垂直精度都提高到大约 7 英尺。WAAS 使

FAA 能够设计具有 LPV 最小值的区域导航 (RNAV) 程序, 提供能够垂直引导和决策高度低至 200 英尺的类似于仪表着陆系统 (ILS) 的功能。在没有部署 ILS 的机场, 当能见度降低时, 可以使用具有 LPV 最小值的 RNAV 程序。

- 紧密间隔平行跑道

FAA 持续评估具有紧密间隔平行跑道的机场的飞行程序, 这是多跑道运行 (NAC 优先重点领域) 的重要组成。FAA 的目标是采用紧密间隔平行跑道进近, 通过减少飞机之间的间隔, 在不损失安全性能的前提下提高机场容量, 特别是在能见度差的情况下。

在明确了可以安全减少跑道横向分隔后, FAA 于 2013 年 8 月将飞机独立抵达的分离标准从 4,300 英尺修改为 3,600 英尺。

- 场面监视和数据共享

场面运行和数据共享是 NAC 关注的又一个重点领域。安全高效的机场运营对机场、航空公司和 FAA 都至关重要, 当天气或其他原因打乱机场运营时, 数据共享有助于更好地利用机场现有容量和更协调的恢复机场正常运营, 如图 3-6 所示。FAA 正在部署若干工具, 使机场、航空公司和其他运营商能够更好地获取场面运行数据。

FAA 已经在 35 个主要机场部署了机场地面探测设备-X 型 (ASDE-X)。ASDE-X 是一个使用雷达、多点定位和自动相关监视广播 (ADS-B) 的监视系统, 该系统帮助空中交通管制员实时跟踪飞机和车辆运动, 从而确保安全的机场场面运行。多点定位是一种监视技术, 它根据地面天线接收转发器信号的时间差异来计算飞机的位置。只要



飞机配备有转发器，就可以通过多点定位技术对飞机进行跟踪。



图 3-6 机场数据共享

拥有 FAA 场面监视系统的 43 个民用机场可以在机场场面运动区域内运行的车辆安装 ADS-B Out 转发器。车辆自动传输 GPS 位置，管制员就可以同时在机场场面 ASDE-X 显示器上看到车辆位置。机场运营中心可以查看相同的实时运营画面。配备 ADS-B 的飞机驾驶员在驾驶舱显示器中也可以看到车辆位置。

全系统信息管理 (SWIM) 是一种基础设施，为航空界提供促进系统创新和确保有效运行所需的信息。SWIM 基础设施可以在航空伙伴之间实现更高效的数据共享，基于 SWIM，用户可以通过一个连接访问多个系统，并将来自不同系统的数据转换为标准数据格式。

SWIM 计划正在分阶段实施过程中，并已显著改善了航空管理。

通过向 NAS 用户提供当前的空域、航班、交通流量以及天气信息, SWIM 计划有助于航空公司调度员和空中交通管理人员根据近实时信息(如当前交通管理计划, 跑道配置、除冰作业等)进行飞机路径协同规划。

SWIM 终端数据分配系统将来自 ASDE-X 和 ASSC 的原始场面运行数据转换为航空公司和机场易于访问的信息, 帮助简化场面运营并提高效率。空域相关数据包括实时飞行计划, 航迹, 状态和报警等。

FAA 和航空界开发了机场地面协同决策概念( SCDM ConOps )。SCDM ConOps 描述了数据交换愿景, 通过预测进入机场场面运动区域的离港航班数量, 优化物理离港队列长度。SCDM 通过充分共享并利用所有机场场面利益相关者的实时数据, 结合飞机和机场运营商的运营数据, 来更好地理解和管理场面需求。

SCDM 将航班延误从跑道转移至停机坪或停机位, 使得飞机可以在发动机关闭状态下等待。使用被称为离场池管理( DRM) 的离场计量功能, 飞机运营商提供并维护每个航班何时可以从停机位推出的更新列表。当离场计量工作时, DRM 为每个航班分配进入目标运动区域的时间。由此, 飞机燃油消耗更少, 机场场面的拥挤程度更低, 乘客可以在航站楼更舒适地等待。

### 3.1.4. 美国航空航天局( NASA )

#### (1) NASA 简介

美国国家航空航天局( National Aeronautics and Space Administration, 简称 NASA ), 又称美国宇航局、美国太空总署, 是美国联邦政府的一个行政性科研机构, 负责制定、实施美国的太空计

划，并开展航空科学暨太空科学的研究。NASA 是目前世界上最权威的航空航天科研机构，与许多国内及国际上的科研机构分享其研究数据。其愿景是为人类利益不断登高并揭示未知领域。

## （2）航空研究任务理事会

航空研究一直是 NASA 的关注重点之一。NASA 航空研究数十年如一日为航空发展服务，帮助飞机更加安全有效地飞行，现阶段几乎每种在用机型都离不开 NASA 技术的支持，如图 3-7 所示。今后，NASA 航空研究还将继续通过颠覆性的技术创新，对航空旅行和商业发挥重要支持作用，确保美国航空业的持续发展并保持其在全球航空市场的强大竞争力。

NASA 航空研究主要由航空研究任务理事会（Aeronautics Research Mission Directorate，简称为 ARMD）负责组织。ARMD 的主要研究计划都致力于改善美国国家航空运输系统。ARMD 的使命是通过研究和制定飞行问题的解决方案来满足民用航空的未来需求。

ARMD 与 FAA、行业和学术合作伙伴合作，正在帮助创建下一代航空运输系统，即 NextGen。这项工作正在寻找解决方案，以提高国家空域的容量、效率和灵活性，并解决大量的噪音、排放、效率、性能和安全挑战。



图 3-7 NASA 研究成果在现代民用飞机中的应用

ARMD 通过分析全球发展趋势，明确了影响未来几年航空研究的重要驱动因素，制定了未来 25 年乃至更远时代的美国航空战略实施计划。

### 3.1.5. 航空战略实施计划

ARMD 提出的美国航空战略实施计划主要描绘未来 25 年乃至更远时代的航空发展愿景，涵盖了广泛的新技术和新理论，以满足美国和世界对安全、高效、灵活和环境可持续的未来航空运输的需求。该计划的一个关键要素是一系列战略主旨，这些战略主旨是指导 ARMD 应对全球航空发展趋势的研究领域。

ARMD 认为，未来数年，以下几个驱动因素将会主导航空研究的发展：(a) 全球范围内航空客货业务需求的持续增长；(b) 航空可持续发展和能源使用面临的严峻挑战；(c) 影响航空未来发展的材料、制造、能源、信息和通信等技术的进步与融合。

基于以上认识，NASA 制定了新的航空研究战略愿景，将航空研究集中在六个重点战略主旨，以最好地促进国家未来的社会和经济活力。这六个重点战略主旨是：(a) 全球运营的安全高效增长；(b) 商用超音速飞机的创新；(c) 超高效商用飞机；(d) 向低碳发动机推进过渡；(e) 实时的全系统安全保障；(f) 确保航空自治化转型。

ARMD 战略将持续致力于满足未来发展需求的航空业转型，充分利用传统航空学科内部以及外部的技术进步为航空业带来效益。ARMD 主要关注技术焦点包括替代燃料和电动或混合动力推进，低声速超音速飞行，自动化和自治以及技术融合，目标是开发变革性的航空解决方案，最终实现安全、高效、有适应性、可扩展和环境可持续的全球航空系统。

2015 年，ARMD 发布了其航空战略实施计划的初始版本，结合 NASA 对航空界、对未来的看法，提出了面向未来 25 年及之后更远时代的航空研究愿景。2017 年，ARMD 发布了该航空战略实施计划的更新版本。

### (1) 21 世纪航空展望

航空战略实施计划这样描绘航空未来发展愿景：旅客可以灵活选择起飞时间和地点，飞行时间大幅缩小；天空中的航空器数量将是今天的数千倍；新的有成本效益的航空应用急剧增加；各种形式的航空旅行都将像今天的商业航空运输一样安全；航空将整体接近碳中和。

航空自治化转型是实现航空未来发展愿景的最重要途径。航空自治化转型的目标是通过全系统的运营规划和对变化的快速响应以及

重新规划，大幅提升航空效率和可靠性。唯有机器智能才能管理如此庞大和复杂的航空系统。自主机器将通过高带宽传感装置及技术、实时规划、实时配置和实时控制实现前所未有的灵活性。相互连接的多车辆系统将合作实现新目标。不受传统车辆的要求限制，机器智能将支持新型车辆和任务。自治将增强人类的能力，通过机器协助人类或人机安全协同，使人类轻松完成某些任务。通过系统自动配置，车辆将以最高性能和效率持续运行。



图 3-8 未来新类型飞机设计

## (2) 战略主旨 6：确保航空的自治化转型

航空战略实施计划提出的六个重点战略主旨中，与智慧机场发展最紧密相关的是战略主旨 6：确保航空的自治化转型。该主旨重点研究开发复杂环境自动运行的智能机器系统，包括 UAS 在 NAS 中的安全

集成。目标是采用高度智能、自动的机器系统最大化航空效益。强调人机统一的连续自治和航空带来的社会效益。在航空自治系统中，自治机场场面运行一方面可以实现最佳的机场场面运行，另一方面能为飞行中的多车辆协作自治奠定基础。

自治系统的持续发展将从根本上变革航空运营业态，提高航空运营的安全性和效率，增强 NAS 的容量、稳健性和灵活性。通过开拓空域新用途如先进无人机系统运行和个性化定制航空运输等，可以产生额外效益。战略主旨 6 的本质就是采用高度智能机器构建自治系统，从而最大限度地提高航空带来的社会效益。其阶段性计划如下：

2015—2025 年预期成果：引入具有有限自治权的航空系统，能够实现功能层面的目标。这一时期将在机载和地面系统中引入初始自适应自动化功能，同时限制其使用范围。主要功能包括基于机器的战略控制系统，人类在规划和决策时的咨询支持以及基于预测的安全。还有一些功能是改善设计和制造过程，同时逐步提高系统中机器员工比。将通过引入自治系统实现新功能，特别是 UAS 相关应用。

2025—2035 预期成果：引入可信任的灵活自治的航空系统，能够实现任务层面的目标。这一时期将引入先进的机器学习和自适应能力，实现先进可靠的预测。自治能力达到更高水平，通过自治增强了对技术的信任，反过来促进更广泛的自治认证和实施。许多系统都是由人和机器共同构成的团队合作完成目标。相互连接的有自主功能的若干子系统组成的自治系统的规模不断扩大。系统基于大量数据不断学习和适应，构建了包含系统状态和操作环境的复杂世界模型。

2035 年预期成果：引入具有明确自主权的分布式协作航空系统，能够实现政策层面的目标。采用先进的自治技术实现航空应用。社会对自治航空系统高度信任，在系统治理和可持续水平等方面都能通过大规模自治系统实现预定目标。这些目标将包括系统级维护、修复和保护。系统相互连接，并高度依赖于基于大规模分布式传感器网络产生的高分辨率世界模型。系统元素分布但协作，可实现前所未有的效率、灵活性、稳健性和弹性。

### （3）自治机场场面运营

自治机场场面运营是自治航空系统的重要组成部分，其实施计划如下：

#### a. 背景及面临挑战

自治机场场面运营实施背景及面临的挑战主要包括：（a）亟需进一步提高机场地面作业的效率 and 可预测性；（b）目前地面作业方式所需时间和空间都制约着日益复杂的物流发展；（c）航空公司和空管部门的成本持续增长；（d）亟需通过数据驱动、安全和动态的机场场面运营提升效率；（e）需要开发和测试 ATM 自治技术，以确保安全性、可预测性和恰当的使用；（f）认证以及空管部门的批准等都要求对机场场面自治运行进行监督。

#### b. 自治机场场面运营概念

基于现有机场基础设施，在机场场面上，集成自主的地面服务车辆，验证自治系统的可行性，并证明自治系统能带来高效运营、系统可预测性和稳健性等。



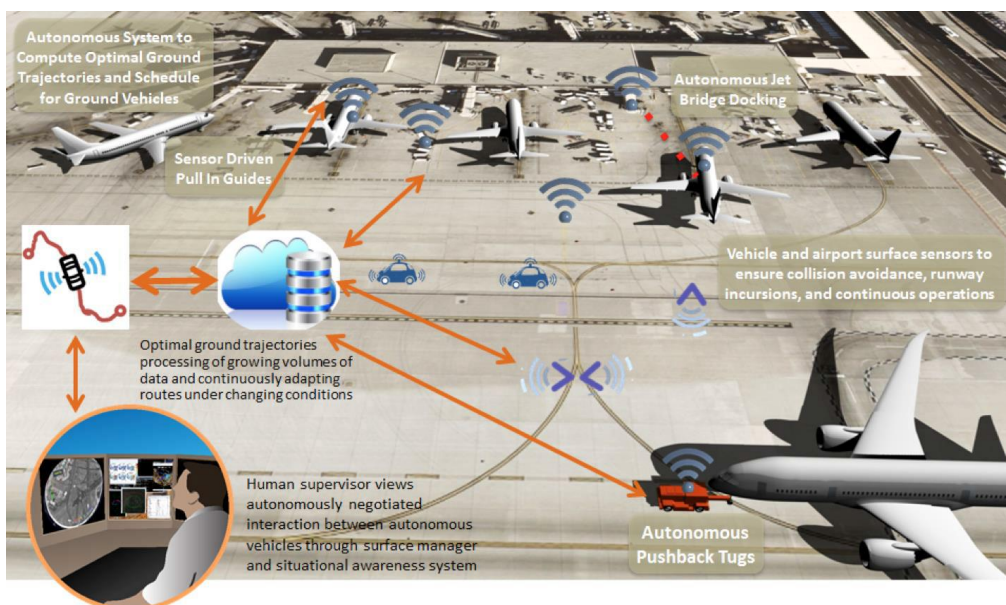


图 3-9 自治机场场面运行示意

有监督的自治机场场面运行，包括自主和非自主的地面服务车辆混合运行以及各类基于实时数据的智能决策算法应用。机场场面所有车辆行为各自独立但相互协同。基于传感器技术，引导飞机实施自动推入、自动推出和自动廊桥对接；同样基于传感器技术，场面车辆能确保避免碰撞并连续运行；通过实时处理不断增长的数据，并在不断变化的条件下自动调整路线，车辆能实现最佳地面轨迹；车辆之间综合考虑到港和离港航班计划，自动协商优先级；工作人员监督、控制自动协同运行的相互连接的多车辆系统。如图 3-9 所示。

### c. 自治机场场面运营 2025 预期成果

从产品、目标和效益 3 个方面介绍自治机场场面运营 2025 年预期成果，如表 3-2 所示。

表 3-2 自治机场场面运营 2025 年预期成果

2025 产品	使用初始协作自治和传感器技术展示集成的多智能体自治机场场面运营
---------	---------------------------------

目标	利用地面车辆系统实现最佳的机场场面运行的同时，自动防止跑道入侵和避免碰撞，为飞行中的多车辆协作自治奠定基础
效益	随着机场变得更加拥挤，自动联网的机场地面车辆可以提高效率和安全性；提高系统可预测性、综合改善到港和离港运行；帮助整合实现 NASA 各类任务仍需进一步开发和测试的技术；减少噪音和空气污染

#### d. 产出

展示在有限的自治机场地面运行中集成的多智能体自主地面服务车辆：车辆联网协作，实现了高效和安全的地面运营；集成了自动驾驶车辆、ATM 基础设施、以及到港离港调度算法；能够提供诊断监控功能的监控界面，提供可测试的人/机合作模式；制定认证和运营批准框架。

### 3.2. 欧盟

欧盟委员会是欧洲航空发展重要推动力量，本节主要介绍欧盟委员会智慧民航、智慧机场发展相关主张及举措，包括单一欧洲天空 ATM 研究（SESAR）、2050+机场计划、Flightpath 2050 欧洲航空愿景等欧洲航空战略，也简单介绍欧洲航空安全局（EASA）、欧洲航空研究与创新咨询委员会（ACARE）以及欧洲航空研究机构协会（EREA）等欧洲民航管理和研究机构。

#### 3.2.1. 欧盟委员会

##### （1）欧盟委员会简介

欧盟委员会（European Commission），是欧洲联盟的常设执行机构，也是欧盟唯一有权起草法令的机构。《欧洲联盟条约》221 条及

以下规定了欧盟委员会的任务。欧盟委员会是整个欧共体行政体系的发动机。具有主动权，可以建议法律文件，并为欧洲议会和欧盟理事会准备这些法律文件。在法律提案还没有获得决议的情况下，欧盟委员会可以随时撤回其法律提案。作为欧盟执行机构，其负责欧盟各项法律文件（指令、条例、决定）的具体贯彻执行，以及预算和项目的执行。和欧洲法院一起保障共同体法律切实被遵守。作为欧共体在国际舞台的代表，进行特别是商贸和合作方面的国际条约的谈判。

## （2）欧盟委员会航空工作重点

欧盟的航空政策旨在使欧洲成为世界上航空最安全的地区。为了充分利用欧洲航空的经济潜力，欧盟委员会持续在以下几个方面发力：

### a. 航空战略

2015年12月，欧盟委员会通过了“欧洲航空战略”，这是一项旨在促进欧洲经济、加强欧洲工业基础和巩固欧洲全球领导地位的里程碑倡议。强大且向外发展的航空业不仅会使欧洲企业受益，而且还能以更低的价格提供更多通往世界其他地区的连接，使欧洲公民受益。

### b. 单一市场

欧盟通过采取航空承运人许可、市场准入和票价等三个连续举措，使欧洲航空市场逐步实现自由化。至此，数十年来限制欧洲航空运输市场并阻止欧洲航空公司进行跨境投资的限制措施已被取消。

### c. 外部航空

在过去十年逐步制定的更加协调的欧盟对外航空政策是欧盟内部市场和相关规则共同作用的符合逻辑的产物，这同时也带来了显著的经济效益。欧盟委员会目前已经有了新的想法向前推进。

#### d. SES

空域严重拥堵导致许多欧洲航班出现长时间延误，未来航空运输量大幅增加将引发机场容量紧张等问题，都亟需采取措施解决，这也是欧盟于 2004 年启动雄心勃勃的单一欧洲天空（Single European Sky，简称为 SES）计划的重要动机和目标。2009 年该计划推出更加注重环境和成本效益的升级版本，称为 SESII。

#### e. SESAR

未来单一天空（SES）所需的技术支持是由空中交通管理研究计划（Single European Sky ATM Research，简称为 SESAR）来提供的，SESAR 计划旨在通过新技术应用优化基础设施能力，实现基础设施现代化和提高系统效率，从而使单一天空（SES）成为现实。

### （3）航空战略

欧盟航空战略是一项里程碑式举措，旨在促进欧洲业务增长，促进创新，让乘客从更安全、更清洁和更便宜的航班运行中获利，同时提供更多连接。该战略直接有助于欧洲的就业和经济增长。2015 年 12 月 7 日，欧盟委员会公布了欧洲航空业的综合战略。该战略包含以下政策提案：

#### a. 雄心勃勃的对外航空政策

与世界上若干国家和地区谈判达成新的欧盟协议，以改善市场准

入；为乘客提供更多连接和更优惠的价格；探索解决第三国不公平商业行为的新措施；在所有权和控制规则相互自由化的基础上，与第三国创造投资机会。

b. 应对空中和地面的需求增长

完成单一欧洲天空（SES）计划；从机场收费和地面处理两方面提高机场服务效率：通过时隙分配和基础设施建设应对容量紧张；通过制定新的年度指数来改善连通性。

c. 保持欧盟高标准

通过修订基本航空安全规则保持安全高水平；与主要贸易伙伴一起推行一站式安保；有弹性的能源联盟和气候变化相关政策；创造高质量的工作岗位并保持强有力的社会议程；修订航空旅客权利规则。

d. 创新，投资和数字技术

通过部署 SESAR 创新项目，提高 SES 的效率；通过制定欧盟范围的规则来确保无人机市场的潜力，确保所有空域用户安全的无人机操作，保护公民隐私，并提供法律确定性。

3.2.2. 单一欧洲天空

欧盟航空发展的主要目标是在欧洲改革 ATM，以便在最安全、最具成本效益和飞行效率以及环境友好的条件下应对持续的空中交通增长。这意味着要重新规划欧洲空域，减少延误，提高安全标准和飞行效率，减少航空环境足迹，并降低服务相关成本。

单一欧洲天空（Single European Sky，简称为 SES）计划是欧盟委员会的一项倡议，旨在通过从四个不同层面（机构，运营，技术，

监控)开展的一系列行动来整合分散独立的欧洲空中交通管理系统,从而确保在能力、安全、效率和环境影响方面满足欧洲空域的未来需求。SES的主要目标是:(a)根据空中交通流量重组欧洲空域;(b)创造额外的容量;(c)提高空中交通管理系统的整体效率。

SES计划确保安全有效地利用欧盟内外的空域和空中交通管理系统,有利于所有空域用户。空域管理从先前占主导地位的按国家划分边界转向最大化空域效率的按“空域功能区块”划分边界。在空域内,空中交通管理一方面继续以安全为主要目标,另一方面也要满足空域用户需求、满足增加空中交通流量的需求,目的是提高安全性、效率和容量。

单一欧洲天空(SES)提出了一种立法方法,以满足整个欧洲层面的未来能力和安全需求。SES立法框架包括四项基本规则,涵盖空中航行服务(ANS)提供、空域组织和使用、空域的互操作性以及欧洲空中交通管理网络(EATMN)。2004年通过了四项法规(SES I一揽子计划),2009年对SES进行修订(SES II一揽子计划),都是旨在提高欧洲空中交通管理系统的整体表现。

整个SES目标实现策略包含五个相互关联的支柱:基于绩效的监管框架、安全支柱、技术贡献、人为因素和机场基础设施的优化。

### 3.2.3. 单一欧洲天空 ATM 研究

为了实现SES目标,欧盟委员会制定了以下高级别目标:(a)使容量增加3倍,这也将减少地面和空中延迟;(b)将安全性提高10倍;(c)使航班对环境的影响降低10%;(d)向空域用户提供ATM

服务，费用至少减少 50%。

### (1) SESAR 简介

SESAR（单一欧洲天空 ATM 研究）是 SES 的技术支柱。它旨在通过创新技术和空中交通管理（ATM）解决方案的定义、开发、验证和部署，对 ATM 系统进行现代化改造和调整转型，从而改善 ATM 的性能。这些创新的解决方案构成了所谓的 SESAR 运营概念。简言之，SESAR 开发新一代空中交通管理系统，以确保未来 30 年全球航空运输的安全性和流动性，如图 3-10 所示。SESAR 旨在为 SES 目标做出贡献，在四个关键领域提供优势：成本效益，能力（容量），安全和环境。

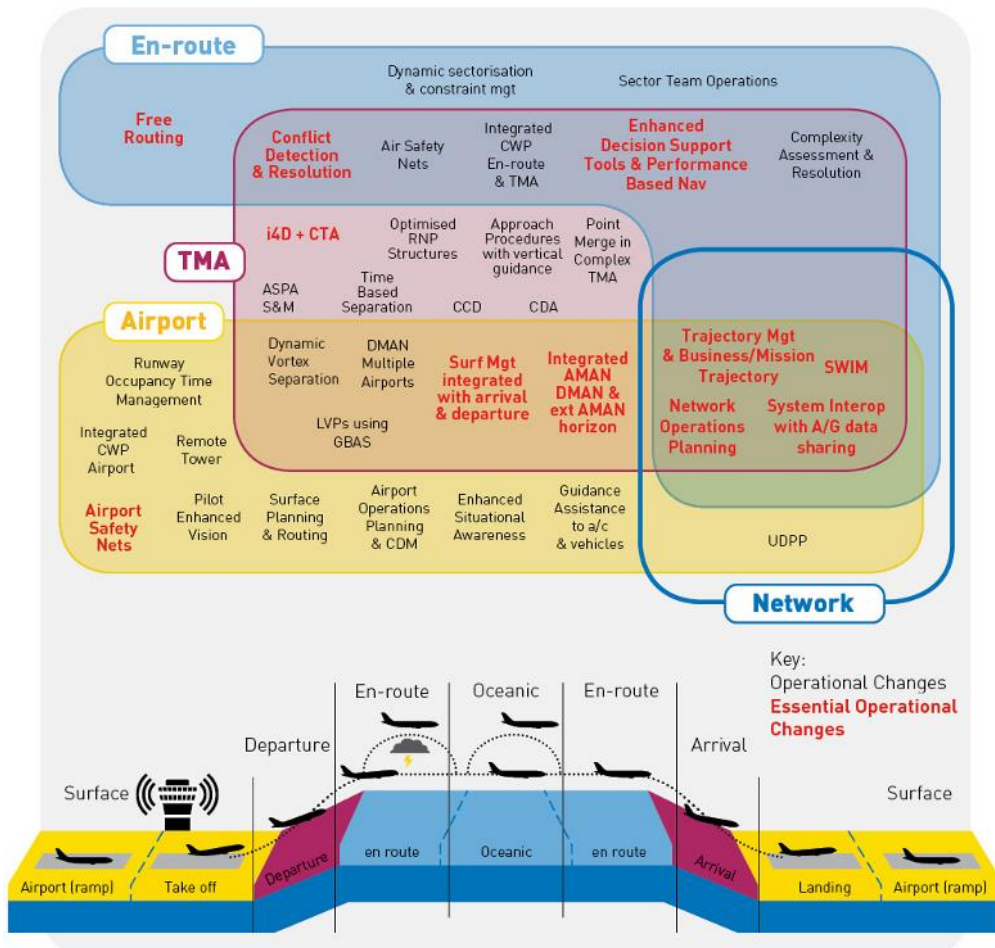


图 3-10 SESAR 简介

SESAR 的愿景建立在基于轨迹的运行概念基础之上，依赖于支持飞行轨迹的空中航行服务 (ANS)。这意味着飞机可以不受空域配置约束飞行其首选轨迹。

SESAR 旨在满足 ATM 系统各利益相关者的业务需求，从机场、空中导航服务提供商到所有空域用户、军队和网络管理员，如图 3-11 所示。SESAR 开发和提供的解决方案包括以下四个 ATM 关键领域（主要特征），反映了这些利益相关者及其商业利益。

a. 高性能的机场运营

未来欧洲 ATM 系统，机场作为节点完全集成到 ATM 网络。这意味着在正常运行条件下，通过增强机场运营以及协同决策 (CDM)，能确保无缝流程；在不利运行条件下，通过进一步开发协作恢复程序能很好应对运行。此方案还包括实现跑道容量和地面管理集成，机场安全网和总体机场管理的增强等。

b. 先进的空中交通服务

未来的欧洲 ATM 系统将以先进的服务提供为主要特征，其基础是开发自动化工具以支持管制员日常任务。该功能反映了对自动化的进一步追求，内容涉及增强进离港管理、增强飞机分离管理、增强空中和地面安全网以及基于性能的自由航线。

c. 优化的 ATM 网络服务

优化的 ATM 网络具有强大的弹性，能够灵活应对依赖动态协作机制的包括气象等在内的非计划事件引发的各类中断，实现共同的、实时更新的、一致的和准确的计划，为所有 ATM 规划和执行人员提供有



效信息。该方案包括先进空域管理、高级动态容量平衡（DCB）和优化空域用户操作等，通过全系统信息管理（SWIM）、全集成网络运营计划（NOP）和机场运营计划（AOP）优化 ATM 网络管理等。

#### d. 改善的航空基础设施

上述三个关键特征中描述的功能增强都以先进、集成和合理的航空基础设施为基础。航空基础设施以资源有效的方式提供解决方案所需技术能力。此部分功能依赖于飞机和地面系统间的进一步集成和接口的进一步增强，包括 ATC 和其他利益相关者系统如飞行运行和军事任务管理系统等。需要统筹考虑通信导航和监视（CNS）系统、全系统信息管理、轨迹管理和人员作用的不断演变，并以全球可互操作和协调的方式深化其在整个 ATM 系统中的应用。



图 3-11 SESAR 运行概念

## (2) SESAR 典型项目

本节重点介绍和智慧机场发展相关的 SESAR 典型项目。

### a. 综合机场场面管理

未来欧洲 ATM 系统中,机场作为重要节点将完全集成到 ATM 网络中。在此背景下,综合场面管理项目旨在确定和验证能够增强机场运营的技术解决方案。

该项目的-一个主要目标是提高所有天气条件下地面作业的可预测性。通过实施协同决策系统优化机场资源分配,进一步增强飞机系统和地面系统的集成,全面实施 SWIM 概念。

通过改进现有基础设施和 CNS 系统来提高机场运营效率和安全性也是该项目的-一个目标。使用 GNSS (增强) 系统提供更准确的导航信息,根据 AGL 服务自动切换滑行道灯和 (虚拟) 停止杆,管制员和飞行员/车辆之间的数据链信息交换以及先进机载视觉系统的应用等都将增强态势感知能力,并改善安全性能。

### b. 增加跑道和机场吞吐量

项目旨在解决机场容量和延误问题。据估计,到 2035 年,每天将有 20 多个机场的容量使用达到或超过 80%,导致平均延误达 5-6 分钟。鉴于社会和环境都制约机场建设新的跑道,技术、基础设施和气象都阻碍支线机场吸收额外交通,解决容量问题格外具有挑战性。

项目专注于飞机分离和飞行程序,综合考虑尾流涡、天气、环境和噪音等因素,改善跑道和机场吞吐量;同时也考虑不同的交通需求、

未来的飞机能力和机场配置等。项目将推动运营改进和技术改进，通过这些改进，增强基础设施能力，提高交通吞吐量，同时保护安全和环境。

### c. 综合机场运营

SESAR 综合机场运营 (INTEGRATED AIRPORT OPERATIONS, 简称为 IAO) 项目是一个非常大规模的示范项目。其目的是展示在 SESAR1 中开发的空中交通管理 (ATM) 解决方案在运营环境中的优势，并简化其工业部署。该项目在 SESAR2020 多年度工作计划框架内进行，该计划旨在帮助迎接未来挑战的机场做好准备。

IAO 共包括五个示范：其中两个在飞机上，另外三个分别在尼斯、布达佩斯和汉堡机场。IAO 示范将涵盖以下领域的 ATM 解决方案：预离港排序、管制员辅助航路规划、管制员机场安全网、机载交通警报和滑行路线规划。这些解决方案将协助空中交通管制员更好履行其在机场安全引导飞机的职责，也将协助飞行机组人员在地面上更好地操作飞机。

为了成功实现其卓越目标，IAO 希望证明：所有已开发功能的运行准备情况；通过使用演示工具提高态势感知能力；航路规划功能的实用性（部分与用户交互）；通过路径规划改进 DMAN 功能；一致性监控和冲突 ATC 清除警报的好处；A-SMGCS 滑行时间的准确性；使用任何新功能可接受的管制员工作负载；所示范工具独立于特定的局部特征的适用性；遵守现行标准和规定；部署和推广在 SESAR1 中开发并在 IAO 中演示的工具。

### （3）SESAR 进展及成效

截止到 SESAR1 结束时，SESAR 累计进行了超过 350 次的验证试验和超过 3 万次的试验飞行，有超过 60 家科研机构、超过 100 家企业和超过 3000 名专家参与，共计投入超过 2000 万工作小时，共计发布解决方案 60 余项、交付工业模型 90 余个。上述工作为重塑欧洲空域注入了新的生命力，并有效提高了欧洲空管系统的整体运行效率。以优化下降剖面（Optimum Descent Profile, ODP）为例，该项目为进港航班设计了一种更高效的下降程序，为航班燃油和碳排放带来的节约非常可观。SESAR 共在欧洲 9 个机场进行了 11467 次试验飞行，燃油实际节省量为 86 吨，相当于减少了 270 吨二氧化碳排放。根据 EUROCONTROL 的计算，此项目可为航空公司每年节省近 3400 吨燃料，相当于超过 10700 吨的二氧化碳排放量。

总体来讲，SESAR 在一下五个方面对航空过程进行了改进。

#### a. 更少的延误

扩展的进场管理系统 (E-AMAN)，可实现对进港航班的实时排序，并提前预测航路情况，将排序范围从机场周围的空域扩展到更远的航路，还能通过 SWIM 共享数据，促进 ATC 之间的协调。2015 年 11 月，该方案在希思罗机场正式实施以来，希思罗机场已经将飞机平均延误时间减少了 1 分钟。这相当于每年减少二氧化碳排放 15000 吨、节省燃料 4700 吨（基于 2014 年燃料数据，价值 400 万欧元）。

#### b. 更自由的航线网络

自由航路能为航空公司提供更多的航班计划和航线选择。2016

年 12 月，意大利的 ENAV 和马耳他的 MATS 在 BLUE MED 空域内执飞了自由航路，它通过指定自由空域的进口和出口，为所有运营人提供飞行任何航线的能力。这将为运行在 33500 英尺以上的所有航班带来显著效益，在减少燃油消耗的同时减少二氧化碳排放。

#### c. 更少的噪声

SESAR 项目组正在研究使用地基增强系统 (GBAS) 辅助航空器执行进近程序，以降低进港飞机噪声。2017 年 3 月，德国法兰克福机场全面实施 GBAS 精密进近着陆，将最后进近下降梯度增大，以减少噪声。基于 GBAS，SESAR 项目组改进了进近程序和飞行轨迹，以减少噪声影响并提高燃油效率，同时不影响跑道容量。

#### d. 更安全的运行

2016 年，法国巴黎夏尔·戴高乐机场安装了跑道状态灯系统，为机组人员和车辆驾驶员提供即时、准确和清晰的跑道占用状态指示。据估计，该系统可以将最严重的跑道侵入事件减少 50%~70%。

### (4) SESAR 优势

总结 SESAR 优势，主要体现在以下几个方面：

#### a. SESAR 揭示空管运行概念演进的技术路径

SESAR 提出的空管运行概念演进路径与美国 NextGen 高度趋同，并作为主要力量孵化了 ASBU 未来空管运行概念。

#### b. SESAR 的绩效提升领域、运行转型表现与 ASBU 高度适应

对标 ICAO 量化绩效目标，SESAR 关键绩效目标完全从属于 ICAO 空中航行系统关键绩效目标，并配套给出量化的关键绩效指标。

### c. SESAR 资助了许多探索性研究项目

这些项目已经探索应用人工智能来解决欧洲空中交通管理面临的各种问题，包括在不同飞行阶段增加交通流的可预测性、改善机场客流及提升系统自动化水平。

d. 利用人工智能技术实现 ATM 现代化，是 SESAR 数字化战略的核心

例如，目前机场的空中交通管制指令仍须通过语音通信传输给飞行员。自动语音识别可以将语音转换为文本，是一种可行的输入方式，像 AcListant 和 AcListant-Strips 这样的工具已经在德国杜塞尔多夫和奥地利维也纳进行了测试，试验结果显示这些工具可以帮助减少传输数据的时间，从而提高 ATM 的效率（每次飞行节省 50 升~65 升燃油）。

### e. 欧洲 SESAR 聚焦于空管系统

相比美国作为单一主权国家提出的 NextGen 计划仅体现本国意志，欧洲 SESAR 共有 41 个国家参与，其空管无缝协同的内涵更加丰富，打破机场和空管运行边界。

## 3.2.4. 2050+机场计划

### （1）项目背景

随着人口的不断增长和人群消费水平的不断提高，特别是随着越来越多的欧洲大陆以外的人群出行能力的增强，预计在 2050 年，欧洲空中交通需求将迅速增长。伴随这种增长的同时，是日益减少的资源、更昂贵的燃油和更严格的环境预期，这一切都促使人们提前描绘

并应对未来机场运行愿景。虽然单一欧洲天空 ATM 研究 (SESAR) 和清洁天空等欧盟主导的项目已经考虑到应对 2050 年的增长预期, 但仍需要为机场运营本身制定根本的解决方案。

基于此, 欧盟资助了项目“2050+机场”(2050AP), 主要面向 2050 年及以后的机场运行, 研究的颠覆性的革命性的技术解决方案。

## (2) 项目目标

2050+机场项目旨在通过创建概念开发方法 (CDM) 为 2050 年及以后的机场做准备, 最终将: (a) 让 90% 的欧洲旅客在 4 小时内完成欧洲内部门到门旅程; (b) 通过低运营成本和最大程度提升收入来提高机场成本效益; (c) 发展气候中和运行和消减噪音污染。

该项目开发不同概念的未来机场, 并分别展示各种不同概念未来机场的面貌。项目将考察并展示不同概念机场的优势、面临的挑战, 以方便最终在不同概念机场之间进行权衡。项目内容也包括飞机与地面之间衔接的相关描述、机场布局新原则以及多式联运等。

## (3) 项目主要技术路线

为达成项目目标, 项目团队分析了基准参考机场, 并明确了机场需要改进的所有操作、流程以及瓶颈。然后, 定义了开发机场概念和验证机场概念所需的方法。其中, 验证方法包括对概念思想的评估、各利益相关者需求和关键绩效指标等, 以及进一步完善和定量评估概念的分析方法。

项目将综合现有研究以及大学、研究机构、机场和工业等其他利益相关者的建议, 制定具体机场概念。该项目为开发和评估创新机场

概念提供了一套科学方法。

#### (4) 项目主要贡献

项目的主要成就包括：(a) 为不同的利益相关方提供关于机场发展广泛的建议，这些利益相关方包括机场管理人员、空中航行服务提供商、工业届、航空公司、旅客、机场绿地开发商、欧盟委员会研究界等；(b) 整合不同的方法和工具，以支持在螺旋生命周期过程中产生创新的机场概念；(c) 整合项目所有研发结论。

#### (5) 项目主要结论

该项目开发了三个不同的机场概念支持 2050 年及以后机场的发展。

a. 节省时间的机场 (The time-efficient airport concept), 通过高效和有效的航空运输系统运行最大化时间价值, 如图 3-12 所示。



图 3-12 节省时间的机场

b. 具有成本效益的机场 (The cost-effective airport



concept), 有极低运营成本和最佳收入的机场概念, 如图 3-13 所示。

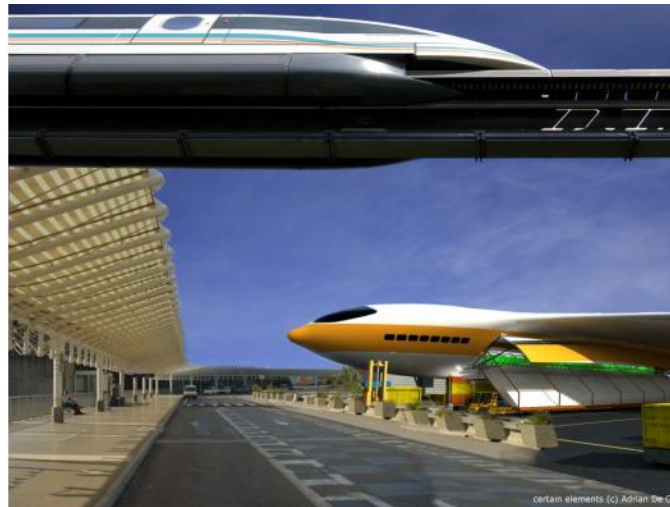


图 3-13 具有成本效益的机场

c. 超绿色机场概念 (The ultra-green airport concept), 使机场能源需求自给自足, 支持气候中和的运行, 产生有限的噪音暴露, 如图 3-14 所示。



图 3-14 超绿色机场

### 3.2.5. 欧洲航空研究与创新咨询委员会 (ACARE)

在过去的 40 年, 航空从根本上改变了人类社会。伴随高效快速的客货运输发展, 航空在“缩小地球”方面给世界各地带来了巨大的

经济和社会效益。航空业在创造经济增长和巨额财富的同时，也提供了大量高技能工作岗位。持续加强航空领域科学研究和技术开发是保持并增大欧洲在全球航空界竞争优势的重要举措。

航空的重要性在欧洲得到了广泛认可，各主要利益相关方就航空如何更好地满足社会需求以及保持欧洲航空在全球的领导地位方面达成一致，并于 2001 年出版了“欧洲航空：2020 年愿景”报告。

为了实现“欧洲航空：2020 年愿景”目标，2001 年 6 月，欧盟成立了欧洲航空研究与创新咨询委员会（Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe，简称为 ACARE），并着手研究制定面向欧洲航空 2020 年愿景的战略研究推进计划（SRA）。ACARE 吸引了 40 多个成员组织和协会参与，参与方包括成员国、制造业、航空公司、机场、服务提供商、监管机构、研究机构和学术界等。

ACARE 的工作重点是推进 SRA，目的是影响欧洲各利益相关方的研究计划。SRA 不是一个研究计划，而是一个路线图。SRA 阐述的是欧洲航空应该采取的主要战略方向，以及如何以可持续的方式满足社会对航空作为公共交通方式的需求，满足降低航空噪声环境影响、减少排放的需求。

ACARE 是欧盟委员会召集的航空研究高级别小组的核心力量，该小组目前制定了欧洲航空 2020 年以后的新愿景，即 2050 愿景（Flightpath 2050）。该高级别小组的成员还包括各利益相关组织的首席执行官，分别代表航空公司、机场运营商、空中交通管理提供商、产品制造商、燃料生产商和研究中心等。

### 3.2.6. Flightpath 2050 欧洲航空愿景

2011年3月30日，欧盟委员会在马德里的 AeroDays 上发布了 Flightpath 2050 报告，阐述了欧洲对 2050 年欧洲航空的愿景，如图 3-15 所示。



图 3-15 Flightpath 2050

现在及未来，以创新技术为先导的安全高效的航空运输系统将成为欧洲经济、社会以及欧洲与世界凝聚力的重要载体。欧洲航空界在可持续航空产品和服务方面将持续领先世界，能满足欧盟公民和社会的需求。

#### (1) 雄心勃勃的欧洲航空发展目标

航空服务于人民，能通过无缝、安全、具有成本效益的运输链传送人或货物。在全球航空网络中，通过速度、可靠性和弹性等优势创造附加价值，且对环境不产生负面影响。航空在其他非运输但很关键领域也为社会做出贡献，例如紧急服务、搜救、救灾和气候监测等，

如图 3-16 所示。



图 3-16 雄心勃勃的欧洲航空发展目标

根据 Flightpath 阐述，欧洲未来航空愿景是广泛的，整体的，且雄心勃勃的，其愿景主要基于两个平行发展的目标，如表 3-3 所示。

表 3-3 欧洲航空 2050 发展目标

平行目标 1: 保持全球领导地位	平行目标 2: 服务社会需求
1) 能提供航空和航空运输领域全球最好的服务和产品 2) 面对来自既有和新兴竞争对手的激烈竞争，在强大的研究团队和平衡的监管框架支持下，确保欧洲航空工业的竞争力 3) 能最大限度地发挥航空业的经济贡献并创造价值，包括：直接来自航空制造、设备、系统和服务的价值；通过供应链间接创造需求，如中小企业，前沿研究和教育等；通过为其他全球化行业 and 贸易提供连接催化产生的价值 4) 能吸引最优秀的人才和才能	1) 满足社会和市场对可负担、可持续、可靠无缝且能承载足够乘客和货物的连接的需求 2) 支持欧盟与邻国和合作伙伴的融合和凝聚力 3) 通过新的飞行控制技术满足社会对非运输类航空应用的需求 4) 保护环境、使用可持续能源和替代能源 5) 确保完整、非侵入性的安全性 6) 确保安防安保 7) 为欧洲提供高素质和高技能工作机会

## (2) 2050 欧洲航空运输愿景

主要从全球地位、欧洲内部、创新和基础设施几方面描述愿景。

### a. 全球地位

2050 年，欧洲航空运输系统将被整合进入完整的物流运输链，并成为完全连接的全球航空系统的重要组成部分。该系统以多边制度、而不是一系列双边协定为基础。欧洲与全球航空网络的其他区域组成部分之间的互操作性已经完成。商业航空运输服务主要由少数以全球联盟方式组织的航空公司提供。由于技术和监管方法之间的紧密协作，欧洲在实施涵盖所有航空问题的国际标准方面具有全球领先地位，具体包括互操作性、环境、能源、安防安保等。这种领导力确保了全球监管体系能够实现市场准入以及自由、公平和公开的竞争。

欧洲以外，有些新兴经济体发展迅速。欧洲、美国、巴西、俄罗斯、印度和中国都将是经济强国。人口和经济增长显著增加了全球交通量，每年出行约 160 亿人次（2011 年为 25 亿人次）。通过选择最合适的客货空中交通（不同的航线、地点和飞行高度），能有效避免空域拥堵和瓶颈。

2050 年，同一空域内运行的航空器类型呈现高度多样性，包括：各种下一代宽体和窄体商用飞机、执行飞机，各类型的先进旋翼飞机、倾斜旋翼、专用飞机（静音起降（QSTOL）、区域、商业）和遥控无人机系统（无人机）等。这些飞行车辆中有的无人驾驶，有的自主飞行。由遥控和自动驾驶飞行车辆承担的非运输类航空任务大幅增加，尤其是那些简单、重复、危险或长时间的任务。

## b. 欧洲内部

欧洲航空市场规模将大幅提升。2050年，欧洲的商业航班数量将高达2500万，相比而言2011年这一数据仅为940万。尽管也会涌现一些高速铁路，但航空运输仍将是直接连接欧洲许多地区的唯一可行方式。即使在某些距离较短的地理区域，航空也是最有效的运输方式。航空运输是满足扩散的、灵活的不增长的点对点连接需求的主要方式。航空市场服务的数量和质量显著提高，航空出行过程中，乘客可以实时规划和预估旅程，同时保持与工作、亲戚和朋友的联系。

## c. 创新

环境保护一直并且仍将继续是飞行器和新类型航空运输基础设施发展的主要推动力。除了不断提高燃油效率外，液体燃料的持续供应及其对航空成本与环境的影响也是总体燃油战略的重要组成部分。从可持续物质中生产液体燃料和能源已成为航空能源发展的重要方向。在航空、海运和重型运输等高度依赖液态燃料的部门之间，协同研究燃油开发方法，是整个运输部门管理二氧化碳排放的关键。

颠覆性、阶段性技术在航空发展过程中同样扮演重要角色。欧洲工业已经向全球市场推出了一整套新产品和服务，包括真正的新一代飞行器和更高效、环保和安静的发动机。这些都是全球领先的、航空界公认的标志性产品。基于这些努力，有理由相信，2050年的社会，乘飞机旅行是环保的。

欧洲因其产品和服务所体现的创新理念得到全球范围的认可，这些理念由充满活力和成功的行业驱动，并通过有效的政策落实。私营

和公共行动者之间强大且一致的研究网络和伙伴关系推动了欧洲的创新，并基于充足的公共资金和一系列全球公认的高效工具实施。

#### d. 基础设施

地面基础设施适用于所有类型航空活动，包括运输和非运输、商业和非商业等。主要枢纽机场、支线机场和直升机场等都在多式联运系统内无缝连接。专业车辆为去离机场提供便利。传统的枢纽机场运营效率很高。高效运营和超静音飞机的夜间运行可以缓解枢纽机场的延误现象。SES、SESAR 等行动计划的实施，与全球其他 ATM 系统的连接以及新概念机型的广泛使用，使得航空业运行瓶颈不再是拥挤的机场。

所有欧洲人都可以快捷、舒适、简单进出机场。多式联运，尤其是空中铁路，为乘客便利和可持续发展提供了双赢。机场设计、流程和服务都基于新概念且非常高效。机场运营能够抵御天气或其他原因引发的中断。飞行计划、飞机尺寸和基础设施都得到优化，可以在必要的时候调整增加。通用航空市场孕育发展了一些新的运营商，乘客和货物的无缝门到门旅行成为常态。

SES 已全面实施，SESAR 的后续计划和类似的全球互操作计划确保了空中和机场容量都能满足不断扩大的客货运输需求。这些发展优化了飞行器的进离港程序和轨迹，确保了通行的公平性和安全高效的飞机运行，以尽可能低的成本实现最有效的燃料消耗和排放。

基础设施、服务、运营商、飞机、机场、地面服务商和军队都被整合到由少数组织提供的全球互操作网络中。这些网络与铁路、海运

以及本地和区域运输等其他模式网络无缝连接。共享信息平台、新的IT工具和服务促进了数据交换和决策支持。支持优化的互连接服务，能为专业人士和旅行公众提供实时信息，系统在发生中断和危机时具有快速恢复能力。

通过为飞机提供自动飞行管理和控制服务，航空运输网络能容纳更大的交通密度。除了能为商业航空运输带来巨大利益之外，精准导航和车载系统也能为旋翼机和飞机提供全天候能力支持，确保其基于有限的基础设施进行门到门运行。所有类型的旋翼航空器都能同时、无干扰地进入区域机场网络(直升机场、支线机场、远程基础设施等)，且符合本地噪声法规。自动化改变了飞行员和空中交通管制员的角色，他们现在的角色是战略管理者和不干涉的监督者，只在必要时进行干预。

### (3) 满足社会 and 市场需求

#### a. 概述

2050年的航空运输，乘客体验至关重要。航空运输是集成无缝、节能且扩散的多式联运系统的核心，可以不间断对旅客及行李实行安全、经济、快速、平稳、无缝、可预测的门到门传送。能提供多种可选的定制产品和服务(设施等级，服务质量，机上舒适度，行程时间等)。

#### b. 特征

旅客通过机场的通道精简且快速。包括安全和移民在内的所有检查都以非侵入方式顺利进行。整个旅程中，能为旅客提供不间断全球



高速个人通信和互联网访问服务，方便旅客工作或休闲。在旅客旅程的各个阶段，能向旅客提供符合情景的动态信息服务，改善旅客流程，提高旅客出行速度和便利性。能为商务旅客提供无缝的飞行办公室，帮助其获得真正灵活和快速的航空运输服务，。

货运托运人在价格、服务水平和行程时间方面同样可以有非常灵活的选择。货运仍然是客机有效载荷的重要组成部分，无人驾驶飞机系统（UAS）作为货物承运者将发挥越来越大的作用。

非运输类航空活动中，UAS（固定翼和/或旋翼）也很活跃，产生很多新应用：如提供社会信息基础设施的重要组成部分，各种监控功能，救灾等。旋翼机在公共服务中发挥着重要作用，包括搜索和救援，以及（区域）运输。

### c. 目标

- 综合考虑经济、速度和量身定制的服务水平等，欧洲公民能以可承受的价格做出恰当的交通选择。旅客可以使用连续、安全和强大的高速通信来实现旅行增值应用。
- 欧洲 90% 的旅客可以在 4 小时内完成门到门旅程。乘客和货物能够在各种运输模式之间无缝转移，能顺利、可预测和准时到达最终目的地。
- 无论天气状况如何，航班偏离计划抵达时间不会超过 1 分钟。航空运输系统具有抵御破坏性事件的弹性，并且能够自动动态地重新配置网络内旅程，以满足系统发生中断时旅行者的需求。特殊任务飞行可以在大多数天气、大气条件和运行环

境中完成。

- 空中交通管理系统能提供一系列服务，每年可处理包含各类型车辆（固定翼，旋翼飞机）和系统（有人驾驶，无人驾驶，自动驾驶）的飞行至少 2500 万次。不同类型车辆借助 24 小时高效运营的机场，连接整合到整个航空运输系统并与之互操作。
- 包括机场和直升机场、其他相关的服务和连接设施、以及其他交通模式地面基础设施都被整合在一起。

#### （4）维持和扩大行业领导地位

##### a. 概述

到 2050 年，创新、可持续且有高度有竞争力的欧洲航空业进一步巩固了其作为全球领先者的地位，以其飞行车辆、发动机、航空服务和大量极具成本效益并且节能的产品享誉全球。无缝的欧洲研究和创新系统通过其基础理论研究、应用研究、开发、示范应用和产品服务创新等确保了欧洲航空业的全球地位。

##### b. 特征

基于地理位置或网络组织的先进尖端研究和教育培训机构为航空发展提供技术支持，战略性工业和公私伙伴持续专注为航空发展投资，欧洲航空业长期保持并持续提升着它的品质、领先程度和竞争力。

跨学科的设计开发工具融合使用，支持着欧洲高水平的集成系统设计。基于平衡设计技术和模拟仿真技术，确保精确无误的首次制造，最终产品性能达到设计预测的极好误差（0.5%）。设计和制造的无缝

集成,复杂供应链的成功管理,都将大幅降低新技术开发时间和成本。

采取贴近操作、全面技术验证、演示和飞行测试等手段管理风险,并助力产品和服务的突破以及阶梯式创新。利用新概念、新方法和新工具管理日益增加的复杂性,利用新技术克服目前微处理固有的物理限制,确保生产可靠且有弹性的嵌入式和认证设备,为飞行车辆提供其内部需要的广泛计算能力。

监管环境的进步有利于催生全球性运营商(航空、铁路、港口和其他运输),并能促进公平、平衡和互惠的国际合作。欧洲协调领导全球范围内标准化和认证等工作。基于虚拟仿真工具的欧洲认证流程在组件和产品层面得到广泛应用,具有简化、高效和低成本等特点。欧洲持续推动全球标准化,涵盖从设计到处置的整个生命周期中的所有行业要素。

欧洲航空业具有系统复杂性和高度自动化等特点,能吸引高技能员工、最优秀的研究人员、工程师和管理人员,整个行业以其最受欢迎、最具吸引力、最具挑战性和最有价值的职业选择而闻名。

### c. 目标

- 欧洲航空业非常有竞争力,能在全球范围内提供最好的产品和服务,占全球市场的40%以上。
- 欧洲将保持领先的设计、制造和系统集成能力,以及由高瞻远瞩的旗舰项目和战略计划等支持的工作机会,涵盖从基础研究到全面示范的整个创新过程。
- 优化的系统工程、设计、制造、认证和升级流程解决了复杂性

并显著降低了开发成本（包括认证成本降低 50%），创建了领先的新一代标准。

## （5）保护环境和能源供应

### a. 概述

到 2050 年，能充分认识到航空对大气的影响。包括技术开发、飞行程序和市场激励等在内的综合措施使得航空环境影响的减缓速度超过了交通流量增加带来的影响。公众了解并确信航空业在减轻环境影响方面取得了最大进展，认为航空旅行具有环境可持续性。

### b. 特征

伴随着其他有竞争力的液体燃料的成本降低，航空业对原油的依赖程度也降低了。一致的研究战略、监管的促成、认证和批准程序的简化以及可持续供应链的建立，都在促成这一目标。机场地面作业逐步引入燃料电池和电池供电车辆，为减少航空业的碳足迹做出努力。电动和混合动力发动机已进入航空市场，替代能源用于辅助系统，混合动力推进和储能技术的进步确保了轻型旋翼飞机（有人驾驶和无人驾驶）的竞争力和可持续性。

材料、制造过程、系统优化、空气动力学、车辆和发动机的设计和集成、基础设施、燃料和运行程序等相关学科都在为一个共同的目标努力。燃油规格是未来机身和发动机整体设计的重要组件，发动机设计应考虑燃料因素。车辆、设备和系统整个生命周期的环境影响都是要解决的问题。

飞行车辆和发动机的发展相互融合且相互促进，其目标都是研制

欧洲新一代飞行器和设备，能显著改善并持续改进燃料和噪音效率。空中交通管制系统有能力提供优化燃油消耗、提升时间效率、减少大气排放的最佳飞行轨迹，并解决噪音问题。地面噪声投射降低，旋翼机在直升机场产生的噪声符合当地的运行规则。

排放交易计划（ETS9）产生的收入用于欧洲可持续航空研究，包括技术、产品和燃料创新等。

### c. 目标

- 到 2050 年，技术和程序使得每乘客公里能减少二氧化碳排放 75%，支持 ATAG 目标，减少氮氧化物排放 90%。
- 飞机在滑行时不产生排放。
- 飞行器设计和制造采用可回收材料。
- 在强有力的欧洲能源政策支持下，成为可持续替代燃料（包括航空替代燃料）的卓越中心。
- 大气相关研究处于最前沿，率先制定了优先环境行动计划和全球环境标准。

## （6）确保安全

### a. 概述

到 2050 年，欧洲航空业安全水平达到前所未有的高度，并且仍在持续提高。有人驾驶飞机、无人驾驶飞机、传统飞机和下一代飞机、自主飞机和所有类型的旋翼航空器在大多数天气条件下都能同时运行在同一空域。航空系统所有组成部分和利益攸关方都采用了全面的航空安全系统方法。新安全管理、能解释各类系统发展的安全保障和

安全认证技术都在支持这一目标实现。

#### b. 特征

全新的设计制造技术、培训流程以及决策支持技术的充分应用，都确保了人为错误及其影响的大幅下降。正义文化（Just culture）在欧洲统一采用，成为安全过程的基本要素。

先进的机载监控系统帮助飞机和航空运输系统提前预测并缓解包括天气等在内的技术和运营干扰问题。

到 2050 年，乘客的安全检查流程是非入侵性、保护隐私和个人尊严且不受干扰和不被延误。大多数乘客在无感状态下通过安全检查。货运安全链也得到了显著改善。空防安全是所有运输方式综合安全战略的一部分，其基础是三个有效性原则：弹性高效、乘客体验和快速集成且无缝的流程。基于一系列原始信息，借助智能分析和行为识别等技术，将风险评估整合到乘客和货物的安全检查过程中，以确保有效利用有限资源。

航空运输数据网络中，包括导航、空中地面通信和所有关键机载处理元件在内的组件，都是完全安全的，能够抵御网络攻击，使所有类型的飞机正常运行。

#### c. 目标

- 总体而言，欧洲航空运输系统每千万架次商用飞行不超过一次事故（accident）。对于特定的操作，例如搜索和救援，在考虑到交通量增加的情况下，事故数量较 2000 年减少 80%。
- 准确评估环境中的天气和其他危害，并妥善减轻风险。

- 欧洲航空运输系统通过完全互操作和联网的系统无缝运行，允许有人驾驶和无人驾驶飞行器在同一空域安全运行。
- 高效的登机和安全检查可为全球旅客提供无缝安全保障，且最小化对乘客和货物的干预。除非必要，乘客和货物都能不停留无感通过安检。
- 飞行器设计具有弹性，可以预测当前和未来源自飞机内部和外部的机载和地面安全威胁演变态势。
- 航空运输系统拥有安全的全球高带宽数据网络，能够抵御并从网络攻击中恢复。

#### (7) 优先考虑研究，测试能力和教育

##### a. 概述

到 2050 年，欧洲航空业研究、测试和验证以及教育等方面的能力和设施都是世界级的。

##### b. 特征

欧洲拥有世界领先的涵盖整个航空系统的研究基础设施，包括风洞、模拟设施、飞机测试等。研究组织遍布欧洲，工业届、大学和国家研究组织合作机制完善。

欧洲范围内具有全面统一的测试、示范和验证基础设施，能相互协同并始终有效，支持欧洲航空向自动化、自主化和集成化过渡。这些基础设施包括建模、快速实时模拟以及飞行试验系统等。这些功能集成了地面和机载设施设备验证和认证流程。管制员，飞行员和工程师的教育和培训被纳入由培训和模拟工具支持的系统中。

欧洲航空研究的定义、组织和资金以连贯和协调的方式进行，并且管理负担最小化。公共资助计划的透明度、问责制、及时高效性与对知识资本的适当保护相得益彰。研究计划的重点是所有利益攸关方共同的目标和路线图。从研究构想到基础研究和应用研究、从技术开发到示范应用、从商业市场开发到进入市场，始终如一应用完整的创新链。研究由工业届、研究机构、大学和政府合作进行。

欧洲航空学科的学生表现良好。大学课程在学术上具有挑战性，并且能支持工业届和研究领域的不断发展。欧洲航空鼓励学生积极加入，且坚持终身学习和持续教育，激发对行业的兴趣并培养创新能力。整个欧盟的教育政策激励学生继续深造科学、技术和数学，以确保为航空界一流的劳动力需求提供稳定的人才供应。

### c. 目标

- 欧洲研究和创新相关战略由所有利益相关者（公共和私人）共同确定，并协调推进实施。
- 行业、大学和研究机构紧密合作，形成多学科技术集群网络。
- 持续识别、维护和开发欧洲航空战略研究所需测试、模拟和开发基础设施，并在适当时机整合地面和空中验证认证过程。
- 欧洲航空能吸引一流学生。欧洲大学提供的课程与航空业、研究机构和主管部门的需求紧密契合，并随着这些需求的发展而不断发展。航空教育具有终身性、持续性等特点。

### 3.2.7. 欧洲航空研究机构协会（EREA）

欧洲领先的航空研究机构创建了非营利组织欧洲航空研究机构



协会 ( Association of European Research Establishments in Aeronautics, EREA ), 作为其共同发声和合作的平台。目前, 该组织的成员包括来自奥地利, 捷克共和国, 法国, 德国, 意大利, 荷兰, 波兰, 葡萄牙, 罗马尼亚, 西班牙, 瑞典和瑞士等国的正式成员, 以及来自比利时和俄罗斯等国的战略合作伙伴和来自波兰的一名关联成员, 共有约 14000 名员工, 其中一半以上是经验丰富的科学家。

EREA 是确保完整知识三角的重要组织。大学致力于基础研究, 而 EREA 则将这些研究推向更高水平, 并提供可以成为工业最终产品的技术。通过完成从最初的思想到最终产品的技术准备, 将研究和创新过程中的不同步骤集成在一起, 就可以完成完整的研发过程。

EREA 在空气动力学、材料和结构、飞行力学、推进、声学、航空电子、飞行测试、建模和模拟、人为因素、ATM 和机场、飞机运营、环境、安全性等领域都达到了很高水平。也从事包括机身设计、更好的发动机、新燃料以及更有效的空中交通管理方面的研究。EREA 在实现彼此之间以及与航空工业界的合作、实现欧洲发展目标方面发挥重要作用 ( Vision 2020, Flightpath 2050 )。EREA 成员是欧盟框架计划以及 JTI 的 Clean Sky 和 SESAR 中的知名合作伙伴。

EREA 向欧洲提供了独特的实验设施, 包括风洞、飞行测试功能、空中交通管理模拟器、推进测试装置、声学舱以及结构和材料测试功能等。

作为代表各个成员国政府的非营利组织, EREA 拥有独特的地位, 可以积极吸引所有技术领域的专家, 为欧洲实现如 Flightpath 2050

所述 2050 年绿色飞行长期目标做出贡献。

### 3.2.8. 欧洲航空安全局 (EASA)

2002 年 6 月，欧盟 (EU) 十五国在布鲁塞尔会议上决定成立欧洲航空安全局 (European Aviation Safety Agency, 简称为 EASA)，目标是最大限度的保护公民的安全，促进欧盟航空业的发展。EASA 机构的主要职责是起草民用航空安全法规，给欧盟提供技术专家，并对有关国际协议的结论提供技术帮助。除此之外，该机构执行与航空安全相关的运行颁证工作，例如航空产品和有关设计、制造和维护的组织认证。这些认证活动有助于确保适航性和环保标准在成员国内达到同等水平。同年七月欧盟委员会一致通过编号为 1592/2002 的法案，也是 EASA 的一个基本立法文件。文件中规定，要建立持续保障民用航空安全和环境保护的通用规则，确保 EASA 能实施其法规规定的职能。并通过第二级的立法，建立所有相关机型的持续适航标准，同时也规定了负责飞机设计、制造和维修等机构和人员的安全标准。

EASA 主要关注欧洲的航空安全问题，负责制定五年期的欧洲航空安全计划 EPAS。EPAS 涵盖五年的时间框架，每年更新一次。因此，EPA 是一个滚动的五年计划。

### 3.3. 日本

日本将于 2020 年举办奥运会，必须为 2020 年奥运会和旅游业的未来发展做好机场基础设施建设。成功的基础设施规划将在日本旅游业的持续增长中发挥关键作用。日本民航局 (JCAB) 发布的东京羽田国际网络的发展、仙台，大阪的关西和伊丹机场的私有化、通过降低

成本和优化基础设施来提高竞争力都是令人期待的举措。

除了具有竞争力和经济实惠外，机场还必须高效并提供足够的容量来满足市场需求。为了达成这些目标，日本需制定更具竞争力的航空运输基础设施综合计划。

2017年1月，日本首个智能安全设施在关西国际机场投入运营。它能提供更好的乘客体验以及更有效的安全性。随着在成田机场完成智能安全设施评估，日本有望在2020年奥运会成为实施智能安全的典范。

日本是国内机场运营自助技术的领导者，但许多自助功能国际旅行者无法使用。为了在奥运会之前最大限度地提高航站楼效率，日本机场将优先考虑为国际旅客提供移动登机、自助值机和家庭打印行李标签等服务。

### 3.4. 新加坡

新加坡民航局（CAAS）2017年公布了航空运输业转型路线图，以行业转型为方向，旨在推动创新和提高生产力，扩大机场基础设施能力，深化航空业工人技能，最终增强新加坡航空竞争力。航空业转型将创造更好的就业机会，提高生产力，增强新加坡民航业的竞争力。

目前正在进行的是一系列跨行业的涉及多个领域的创新和提高生产力举措，以及由民航局的航空发展基金资助的就业加薪和再培训激励措施。

航空发展面临的挑战一直是航空业创新的关键驱动力。为了鼓励进一步创新，CAAS将启动创新计划，重点关注“无缝地面运行的创

新”。该计划将提供更大的灵活性，并鼓励终端用户和技术供应商之间加强协作。如：自动化系统在机场周围运送乘客、行李、货物和其他设备的试验；用于窄体飞机的行李装载和卸载以及货物托盘组装的原型系统；机场地面保障设备和货物运输的实时位置跟踪；能够为员工提供实时信息和决策工具的数字应用程序和智能可穿戴设备等。

使用精确探测激光和传感器技术，实现与飞机舱门自动对接的载客桥（PLB），目前正在测试之中。这是世界上第一个自动对接系统，其设计能够在大雨等恶劣天气条件下稳健运行。

围绕先进空中交通管制技术，正在开发和试验远程智能塔台原型系统，可实现远程空中交通管制。系统能提供源自先进数码相机系统的完全数字化的机场实时视图，空中交通管制员可以使用先进的监视和信息工具来管理空中交通，从而增强指挥能力。智能塔台系统将从增强态势感知、增强可视性以及提高运营效率等方面来改善空中交通管制服务。

为了确保无人驾驶飞机系统（UAS）在新加坡城市环境中的创新性应用，CAAS 将花费重资，开发和测试 UAS 工作原型，并探讨在诸如监视、检查、包裹和海运以及有效和安全地使用无人机空域等领域的解决方案，寻求创新的无人机应用，同时确保满足安全目标。

### 3.5. 阿联酋

阿联酋通用民用航空管理局（GCAA）公布了其 2017-2021 年战略规划，以指导阿联酋航空业的发展。该计划列出了 7 个战略目标和 41 项支持性举措。战略目标是：根据国际标准和最佳实践制定和执

行安全法规；持续改进空中导航服务的安全和服务标准；提升阿联酋航空在全球的地位；双边关系不断改善；制定和实施当代资源管理战略，以应对商业环境挑战；确保按照质量、效率和透明度标准提供 GCAA 服务；在企业工作环境中灌输创新文化。

该计划强调了以下几个方面：（1）GCAA 的首要任务是确保航空部门、特别是旅游公众的安全，并表示将致力于执行 ICAO 设立的冲突地区风险和民用航空工作队的建议；（2）GCAA 承诺，通过空域重新设计、宣传计划和领导阿联酋国家行动计划的实施，支持提高运营效率。通过现代化通信和导航设备进一步增强 ATM 能力，并提高空中交通管制员的技能，增强其知识和能力，使其能够更好地处理日益复杂的问题；（3）GCAA 共享安全数据，并表示“正在采取重要举措，与利益相关者探讨共享安全数据”，数据管理系统的完整性和可靠性的责任完全由 GCAA 承担。计划指出：“……正在制定计划，鼓励数据的不同用户之间进行互动，并提供适当的工具、流程和专业知识，以开展可操作和有意义的数据分析活动”。

## 4 国际著名公司智慧机场主张及解决方案

### 4.1. 国际商业机器公司

国际商业机器公司 (International Business Machines Corporation, IBM) 是计算机产业长期的领导者, 在大型/小型机和便携机 (ThinkPad) 方面的成就最为瞩目。其创立的个人计算机 (PC) 标准, 至今仍被不断的沿用和发展。IBM 长期以来一直是民航技术创新的引领者。20 世纪 60 年代, IBM 联合其他航空公司创建了 Sabre, 首个在线航空机票预订系统; 1970 年, 作为合作伙伴, 研发了订票自助设备; 1985 年, 研发了航空公司收益管理系统; 20 世纪 90 年代, 开始研制航空公司外包软件; 2005 年, 研制航空公司流程服务软件; 2010 年, 研制新一代自助值机设备; 2011 年, 研制手机机票预订; 2012 年, 研制自助行李托运……

IBM 也是全球智慧地球、智慧城市、智慧机场等理念的首倡导者和坚定行动者。IBM 认为, 在确保安全的基础上, 改善端到端旅客体验, 通过更好的协作和信息共享提高运行效率, 改善周转时间, 最大化资产和基础设施的可用性, 是机场发展的方向和目标。所谓智慧机场, 是指有效管理物理和数字基础设施, 以安全可靠, 具有成本效益和可持续的方式提供最佳服务, 如图 4-1 所示。智慧机场具有以下特点:

(1) 增长。满足未来不断增加的航空出行需求; 提升收益, 尤

其非航收益。

(2) 体验。提供一致，增值的客户体验；提供交通枢纽、增强连通性。

(3) 效率。通过集成和协同提高运营效率；降低成本的同时提高资产可用性；推动社会责任，通过“绿色”解决方案改善机场的环境足迹。

(4) 安全。确保安全，主动预防；解决安全和安保威胁的同时尽量减少对运营的干扰。

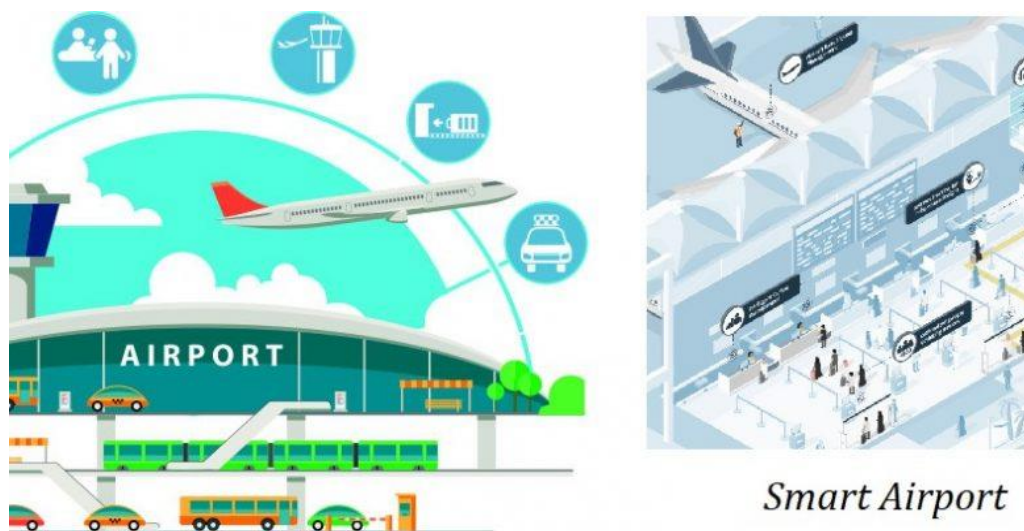


图 4-1 智慧机场示意

## 4.2. 国际航空电讯集团

国际航空电信协会 (Society International De Telecommunication Aero-nautiques, 简称 SITA) 是 ICAO 认可的一个非营利的组织, 是航空运输业世界领先的电信和信息技术解决方案的集成供应商。

1949 年 12 月 23 日, 荷兰、法国、英国、瑞士、莎伯那等 11 家

欧洲航空公司代表在布鲁塞尔成立了国际航空电信协会，将成员航空公司的通信设备相互连接并共同使用。四十多年来，随着成员不断增加和航空运输业务对通信需求的增长，SITA 已成为一个国际化的航空电信机构，经营着世界上最大的专用电信网络。

SITA 主要职责就是带动全球航空业使用信息技术的能力，并提高全球航空公司的竞争能力，不仅为航空公司提供网络通信服务，还可为其提供共享系统，如机场系统、行李查询系统、货运系统、国际票价系统等。

#### 4.2.1. ICT 发展重要性

机场应该如何发展以应对挑战？最新的机场 IT 趋势调查表明，全球机场在为未来不断增长的航空出行需求做准备时，都不约而同加大了对信息和通信技术（ICT）的投资。

到 2034 年，每年将有 73 亿人通过机场旅行，这一数字较之今天翻了一倍多。空客公司统计数据显示，届时将有 37,463 架客机投入使用，其规模超过现有机队两倍。Eurocontrol 预测，2035 年欧洲各地的航班数量将比 2012 年增加 50%，这意味着根据现有机场基础设施，将无法容纳全部航班。这同时也意味着，机场将持续面临挑战，充分利用新技术，确保现有资源得到更加有效利用是解决问题的关键。

#### 4.2.2. ICT 发展趋势

SITA 认为，ICT 将在以下机场业务领域发挥显著作用。

##### （1）业务连接和流程完善

ICT 技术直接助力业务连接与业务流程改造，服务于提高乘客和



行李吞吐量的运行目标，确保飞机快速周转的同时提供更好的旅客体验。具体包括加快乘客登机，优化飞机维修和装载，创建个性化的空侧零售体验等。

### （2）旅客服务提升

最新机场 IT 趋势调查表明，机上 WiFi 应用是旅客关注重点。几乎每个乘客（97%）在飞行时都会携带智能手机、平板电脑或笔记本电脑，有五分之二的乘客会同时携带三者。旅客希望在整个旅程中与互联网保持联系，机场和航司应该致力于满足旅客对不间断连接和服务改进的期望。

### （3）智能应用建设

越来越多的全球机场启动建设“智能机场”。机场需要一套面向未来的智能技术解决方案。典型组件包括：

自助服务。为应对旅客出行人数的快速增长，必须将自助服务纳入未来机场设计中。这意味着对流程的透彻理解与实现自助服务的技术同等重要。对于未来机场航站楼而言，传统的值机柜台不再是一个重要特征。与此同时，需要增加自助行李托运区域。根据机场基础设施的不同，可能需要对值机柜台进行改装，以实现自助行李托运流程。

前沿的应用及设计。旅客期望能使用移动设备在机场周围找到休闲娱乐、购物、餐饮等消费场所，这就需要对今天的机场进行改造。对于新建机场或航站楼，从规划设计之初就应该考虑这一点。这不仅需要物理设计，还需要工艺和服务设计。无论是交互式展示或展览，还是零售或食品和饮料提供的定制促销，机场都需通过数字化连接与

旅客互动。旅客需要在机场任意位置访问实时信息，需要与后台系统集成并安全访问数字基础设施。

卓越运营。解决信息孤岛、实施协同决策是运营趋势。只有将人员和系统整合，形成敏捷，互联的基础架构平台，才能实现这一目标。包括柜台、售货亭和登机口等都通过实时资源管理系统调度管理，包括员工定位、资产定位等都应该整合进入机场数字基础设施。结合对旅客流的理解，实时引导各类资源至最佳最恰当区域。长期应用则包括重新设计路线，零售布局等，以增加对乘客、航空公司和特许经销商的吸引力。

#### 4.2.3. 单一旅行令牌概念：SITA 机场智能化路径

单一旅行令牌概念（SINGLE TOKEN TRAVEL）：即第一时间链接旅行数据、身份详细信息和生物识别信息，以创建单个令牌。如图 4-2 所示。



图 4-2 单一旅行令牌概念

单一旅行令牌概念贯穿值机、自助行李托运、安检、登机等多个环节。SITA 自助值机 Kiosk 应用程序可捕获值机数据，旅行证件数据和生物特征，创建单一旅行令牌。自助行李托运过程中，单一旅行令牌用于验证核对旅客行李信息。单一旅行令牌也用于验证旅客和控

制乘客对受限区域的访问。在出关时，单一旅行令牌用于验证旅客身份和控制出关。在登机时，单一旅行令牌用于验证旅客身份和控制登机。

#### 4.2.4. SITA 旅客全流程智能服务 APP 应用

围绕旅客全流程服务，SITA 以旅客为中心的 APP 应用具有以下特征：

(1) 无处不在的应用。包括实时航班状态、安全等待时间、天气预报、离港航站楼 INFO、前往机场的行车路线和行车所需时间、实时路况更新等。

(2) 航站楼旅客个性化服务信息推送。包括个性化的欢迎信息、办理登机手续和行李托运设备位置、最新航班更新信息等。

(3) 机场导航信息。登机口、机场各类设施、预估等待时间、带路线的图形化地图、飞行前剩余时间、登机口信息更新、登机口路线图等。

(4) 购物、餐饮和娱乐。包括：附近按步行时间排序的吃饭和购物场所；距离最短的商店促销和优惠等。

(5) 登机口。航班最新信息，目的地天气预报等。

(6) 顺畅的中转链接。个性化信息推送，最新航班更新，方向导航（包括地图和步行时间等），更多时间放松、吃饭和购物。

(7) 抵港后轻松快速离开机场。取行李导航（包括地图和步行时间预估），出租车站和公共交通信息引导指示等。

上述一系列以旅客为中心的 APP 应用，能帮助旅客减缓旅行压力

和焦虑，同时帮助航企增加非航空收入，提高品牌参与度，实现商业智能。

#### 4.2.5. 旅客自助服务趋势

2018年8月，国际航空电讯集团（SITA）亚太区商务发展总监 Fred Dong 在以《未来机场自助服务愿景》为题的报告中，分享了 SITA 对旅客自助服务的看法和趋势判断。

目前，越来越多的机场倾向于打造高大漂亮的航站楼，然而，无论旅客还是航空公司，都期望机场能够提供更好的服务，能够让旅客快速值机，减少延误。

智慧机场（Smart Airport）中的 Smart 就是 Intelligent，韦氏字典的定义是全自动化的、足够快的、足够智能的。这其实也是未来旅客处理相关自助服务的一个趋势。机场追求效率，希望旅客能快一点进去隔离区，能够去免税店或者其他消费。旅客也希望流程尽量简单。因此，未来的方向是，尽可能将整个旅客值机过程中人的干扰减到最低。在政策允许的情况下，尽量减到零，在某些国家政策不允许的时候，尽量减少。

#### 4.3. 奥雅纳全球公司

奥雅纳全球公司（ARUP）1946年在英国创立，经过七十年的发展，已经成为世界上最成功、规模最大、专业最齐全的工程顾问机构之一。随着公司日益发展壮大，其业务也趋向多元化，公司可以为客户提供总体规划、经济评估、可行性研究、具体设计、项目管理、施工监理等服务，涉及的领域有基建工程、城市规划、建筑设计、结构、

岩土、土木、声学、环境、机电、防火、交通、幕墙、能源、建筑物理、信息工程等多个工程专业。公司的宗旨是通过出色的技术、高效的组织以及优质的服务来协助业主实现其商业目标，从而最大限度地发挥建筑项目价值。

ARUP 长期致力于通过创新的规划、设计、技术和管理咨询，帮助航空客户解决复杂的业务、发展和运营挑战。过去五年，ARUP 先后为 100 多个机场的运营商、开发商、投资者、航空公司和监管机构提供了综合开发服务，涵盖从世界上最大的国际枢纽到屡获殊荣的小型地区机场。

航空旅行未来 (FoAT) 研究计划以一系列论坛为基础，这些论坛汇集了航空业广泛互补领域的有远见者：运营商，计划人员，开发人员，工程师，经济学家和技术专家等。这些论坛旨在鼓励对构成社会文化、技术、经济、环境和政治领域的航空旅行的未来发展的驱动力进行更详细和最新的了解。

首届由 Arup 推动的合作论坛于 2015 年 2 月在旧金山举行。该论坛的重点是旅客体验以及技术如何融合以影响机场的未来，同时调查新兴趋势和技术，以评估全球航空发展的潜在机会和障碍。

2015 年 12 月，伊斯坦布尔论坛 (Istanbul Forum) 公布了这些初步调查结果，重点是机场体验的人性化。具体内容包括端到端旅行体验、未来航站楼设计、人性化行李处理、逐步消失的旅客安检站和技术及大数据的作用。

#### (1) 端到端的旅行体验



图 4-3 端到端的旅行体验

其特点包括：始发地到目的地的无缝智能连接；公务机和其他高端旅行产品的出现；不断减少甚至取消的旅客航站楼触点；与智能城市解决方案的集成等，如图 4-3 所示。

### （2）未来航站楼设计

其特点包括：具有预测能力的环境嵌入式技术的应用；生物识别技术、可穿戴技术的普遍应用；简化行李处理技术；“一次检查”概念的具体实施等。

### （3）人性化行李处理

其特点包括：引入其他时间敏感，关注流程的行业如快递行业的经验；个性化物流-指定时间指定地点；行李不必与人同步，但行李状态实时可感知等。

### （4）逐步消失的旅客安检站

其特点包括：从关注旅客是否有能力到评估旅客是否有意图进行攻击；无需对多数（可能接近 100%）缺乏意图旅客进行检查；将在物理领域进行的乘客安检转移到虚拟领域等。

## （5）技术及大数据的作用

其特点包括：航空业积累了很多数据，但孤岛现象严重；数据协作将提供可预见性和更好的乘客体验；数据交互是全球性的和跨辖区的等。

### 4.4. 阿里巴巴

#### （1）航班智能恢复

阿里云与厦门航空公司开展了“航班智能恢复课题”合作，从航班恢复、机组恢复、旅客恢复三个角度入手，引入智能快速恢复平台实现航班智能恢复。当发生大面积航班延误后，从飞机机型、旅客体验、航空公司成本等多个方面快速全面地进行分析，设计出最佳航班恢复调度方案，并在出现意外情况时方便快捷地找到解决方案，并根据实时数据进行调整，最大程度减少旅客与航空公司的损失。系统还可以根据历史数据、航班状态、天气情况等信息进行航班状态预测，提前给出航班调度方案，并给出旅客何时可以前往机场、何时可以接机等提示，在提高航班调度效率的同时，还可以为旅客提供更贴心更智能的服务。此外，机组人员的调配也可由人工智能来完成，提高工作效率。

#### （2）航空大脑

旅客服务和飞机地面保障需要大量的服务资源，例如地面服务人员、登机口、停机坪及设备车辆等，利用人工智能和机器学习技术，能够合理、高效的分配资源。比如，国内已经广泛使用的人员排班系统、停机位分配系统、特种车辆调度系统，以及候机楼内部布局优化，

能优化减少旅客步行距离，合理配置商业铺位。

北京首都机场 2017 年尝试引入阿里云“ET 航空大脑”，可在 50 秒内刷新首都机场 1700 架次航班的停机位安排，充分利用停机坪空间，最大限度提升飞机的中转效率。此外，廊桥停机位利用率提高 10%，相当于每天有 20,000 名旅客不用再乘坐摆渡车，总计节省约 5,000 小时。航空大脑首先学习了飞机机型、起落时间、机场停机位、跑道、滑道位置、摆渡车容量等十多个维度的基本知识，通过建立数学模型，全面考虑约束条件和临时调整，可使滑道冲突率从 42%降低到 5%。

### （3）互联网+机场

阿里巴巴利用其互联网支付前沿技术优势，将移动支付、互联网技术、人工智能学习技术、物联网技术等先进技术应用机场。2015 年阿里巴巴、蚂蚁金服推动“互联网+”在上海机场落地，接入“城市服务”平台，在旅客服务、智能物流和云计算、大数据领域进行深度合作，打造基于互联网的“未来机场”，截至 2017 年共与 23 家机场签订合作协议。阿里巴巴提出的“互联网+”机场的实践于分别于 2017 年 1 月、2017 年 4 月、2017 年 9 月应用于云南机场、杭州萧山机场、重庆机场。

### 4.5. 百度

基于其在 AI、智能机器人等领域的优势，百度开展了面向机场的人工智能、大数据、云计算等技术应用。百度 AI 技术平台体系单独组建了智慧机场业务部，重点开拓航空服务领域，并于 2017 年将



其产品应用于海口美兰机场、首都机场和南阳机场。

### （1）智能安全管控

利用其在人工智能领域的优势，百度与美兰机场开展了智能安全管控合作，实现智能查验平台，以替代由 X 光机扫描和人工识图的行李和货物查验环节。智能查验平台基于图像处理、图像识别以及机器深度自主学习的算法进行处理，对 X 光机扫描的图片进行快速识别，并具备新一代机场旅客身份验证、安全检查、机场寻人、反恐布控等安全管控功能应用，能提升机场安全性能。

### （2）人力资源智能化管控

百度分别与北京首都国际机场和海口机场合作，利用深度学习对员工通过道闸口以及门禁的视频数据进行分析，利用虹膜识别匹配员工生物特征，智能匹配机场内部员工通行权限。

此外，百度与北京首都国际机场合作，研发智慧人力资源信息系统。利用大数据技术将首都机场人力资源管理的人员信息、薪酬考勤、绩效考核、组织管理、员工服务等流程性事务全面转移到至线上，实现了数据共享也完善了共享监控过程，将人力资源系统与公司其他系统成功串联，实现人力资源管理的数字化、精细化转型。另一方面还拓展了员工服务、绩效评价、团队查询、辅助人才发展、干部调配等功能，建立全景业务、全息数据、全向连接的智慧人力资源系统。

### （3）塑造及传播品牌形象

百度和国际航空公司于 2017 年 1 月开启“微笑启航”AI 主题航班，将百度的人脸识别技术应用于国际航空公司的巨大旅客流量，并

将上述产品投放微博、微信、豆瓣、百家号、网易、凤凰等平台。通过社交媒体互动吸引关注、线下活动炒热度以及大众媒体扩声量等手段，使得品牌形象在央视《中国新闻》、北京台《北京您早》被广泛报道；在微博 239.4 万阅读量，5.9 万讨论，进入热门话题小时榜；在豆瓣上超过 600 人参与线上活动，活动榜热度第一；媒体报道总计超过 250 篇；微信单篇阅读量突破 10w+；视频播放量：10 万+。通过营造事件，塑造和传播国际航空公司既有高科技加持又重视人文关怀的品牌形象，为品牌注入创新活力，实现社会口碑与企业品牌效益双丰收。

#### 4.6. 腾讯

自 2015 年开始，腾讯公司就已经在航空领域开展互联网+融合应用，先后助力深圳、上海、西安、南昌等地机场迈入智慧时代。致力于构建智慧机场新业态。

##### (1) 大数据重塑航空生态

基于腾讯公司成熟的互联网+能力，北京首都国际机场将在机场地面、旅客出行服务等核心业务上，全面接入腾讯公司大数据、小程序、社交、支付、地图、导航等技术，串联起旅客从交通出行、到达停车以及到达机场之后办理手续、托运行李、安检查验和商业消费全过程，为广大旅客提供更加智能的出行综合方案，同时推动智慧机场落地和运营效率的提升。首都机场的运行和管理也将再次升级，针对旅客在搭乘飞机出行中遇到的拥堵、延误、晚点等痛点，借助腾讯公司互联网+技术，为旅客带来更具智慧和人性化的体验。

##### (2) 智慧机场安全识别云

安全识别云使用腾讯卯识系统，该系统基于云端的工程逻辑，综合腾讯物联与腾讯云消息并发，广泛应用在能源管理、安防监控、人脸识别等领域。可以安全高效地实现一对一身份认证。在准确率方面，腾讯优图的人脸识别技术能达到 99% 的准确率，在国际权威的评测平台 Fddb (Face Detection Data Set and Benchmark) 测评集上处于世界前列。

天津机场将该项目运用在员工身份核验上，与之匹配的是存有个人信息的磁卡感应证件，员工需先刷卡再使用人脸识别，识别系统在确认来者与磁卡中的信息吻合后，便会让机场员工顺利地通过闸机安检，然后进入工作区。

#### 4.7. 华为

##### 4.7.1. 运行一张图场景化解决方案

围绕“全流程、全场景、全要素”，基于机场沃土数字平台，融合来自空管、机场和航司等 30 多个子系统的机场、航班和旅客数据，构建运行一张图解决方案。以智慧机场 IOC 为中心，涵盖全景可视化，智慧机场 SOC，智能机位分配，航班保障节点采集，智慧助航灯和智慧机场 WiFi 等七种子场景，解决了未来机场运营管理中心对空侧，陆侧及地面交通的全局精准可视、智能精准预测及多域高效协同。运行一张图场景化解决方案的优势包括：

(1) 全局精准可视。提供全面精准的运营和安全数据，打造物理与数字机场两维一体一张图可视：机场全景视频拼接，安全全域监控，实现物理可视全视野；机场 IOC、航班保障节点采集实现数字可

视更全面、更精准。

(2) 智能精准预测。基于全域大数据和 AI 智能分析能力，实现指标、动态精准预测，打造机场运行综合指数体系；机位、登机口、安检口等全域保障资源实现智能分配和最优调配，保障运行更高效，领导决策更精准。

(3) 多域高效协同。基于机场沃土数字平台 ICP，IoT 及 5G 、eLTE、多点定位等新技术，打通空侧、陆侧、地面多域全面协同：航空器流运行协同，地勤车自助协同，地勤保障可视化协同，应急处置会商信息协同，使运行更高效、更安全。

运行一张图场景化解决方案的架构如图 4-4 所示。



图 4-4 运行一张图场景化解决方案的架构

#### 4.7.2. 出行一张脸场景化解决方案

基于机场沃土数字平台，融合 AI，大数据和视频云技术，出行一张脸解决方案为您提供机场出行“全流程，全环节”服务：刷脸值机、刷脸托运、刷脸预安检、刷脸安检、智慧航显、高舱精准服务、催促登机 and 刷脸登机。您无需掏出身份证件，也无需再为了丢证而烦

恼，同时高峰等待时间整体节省了 15 分钟。AI 植入提升整体安全保障，通过人脸认证，在旅客“少感知”甚至“零感知”的情况下即可快速完成安全检查。辅以旅客画像，更可助您升级个性化、商业服务转型，变革出行模式，进一步改善出行体验。出行一张脸场景化解决方案的优势包括：

(1) 无感畅行体验。OneID 技术确保旅客机场畅行，高峰等待时间节省 15 分钟，延长购物时间，提升旅客整体满意度。

(2) 运营效率倍增。自助值机比例达到 70%，自助登机实现 100% 覆盖，大幅提升机场服务效率。

(3) 数据资产沉淀。构建旅客服务画像，形成数据资产，建立机场与旅客联接新途径，打造未来机场新商业模式。

出行一张脸场景化解决方案的架构如图 4-5 所示。



图 4-5 出行一张脸场景化解决方案的架构

#### 4.7.3. 机场敏捷网络

近年来，机场智慧运营、智慧服务对网络需求与日俱增。民航机场作为航空公司、旅客以及货运公司提供运输服务的载体，对网络可

靠性、实时性要求极高。一方面机场业务需多个网络集成，统一承载，简化网络运维，降低 TCO，同时保障不同业务的 QoS 和安全隔离；另一方面航空公司值机业务、登机业务和地勤业务亟需虚拟专网接入机场网络，与其他租户隔离，确保数据传输通道的安全。

华为智慧机场敏捷网络解决方案，有力保障机场业务高可靠运营，以旅客为中心提供个性化服务，同时减小运维压力，通过敏捷网络让机场业务变得更智慧、更简单。主要特点包括：

(1) 数据中心实现多航站楼一体化运营；骨干网实现数据中心、各航站楼、飞行区、维修区等区域的互联互通；航站楼园区网络实现机场业务终端的接入，全面提升机场运营效率。

(2) 航站楼分为生产网、离港网、安防网、综合网和服务网五个业务网，业务网络物理隔离，实现最高程度网络安全。

(3) Wi-Fi 全覆盖，华为高密场景 Wi-Fi 覆盖方案实现值机大厅，安检，候机等室内高密和室外复杂场景全覆盖，有效降低干扰，节省成本。

(4) 多样安全策略保障无线网络安全。生产业务和旅客上网业务通过不同 AP 接入，确保业务安全；强有力的用户管理措施，保障数据业务不中断，提升用户体验。

(5) 针对海外客户需求，华为机场网络设计为“双核心”骨干网，保障机场业务互联互通。业务网一网多业务、融合承载，关键业务通过 QoS 实现绝对优先级保障；公共广播网络为二层网络互通，实现安全隔离，保障语音不失真；外网连接设计为共享机场网络，实现

航司/驻场单位的办公/作业。

#### 4.7.4. eLTE 地勤可视化

华为以 eLTE、云计算、智能视频监控和 IoT 等创新 ICT 技术构建端到端智慧机场可视化运营解决方案。通过摄像头、传感器、移动终端等构筑机场感知层，通过 eLTE、Wi-Fi 和敏捷网络打造立体传输管道能力，基于云平台搭建全局统一通信、视频云、IoT 和大数据平台，从而实现机场全局数据共享和分析，打造机场协同决策系统和运行数据库，进而实现运行可视、安全可视和服务可视。

##### (1) 华为机场运行可视化解决方案

华为基于 eLTE 和集成通信平台 (ICP) 推出的机场运行可视化解决方案，一张 LTE 网络能够同时提供专业的宽带集群、数据采集和视频传输业务，集成通信平台统一集群、视频会议、电话等多种通讯方式，实现多工种的统一调度指挥，为地勤作业、调度指挥带来了全新的变革和效率提升

##### (2) 华为机场安全可视化解决方案

华为构建机场视频云平台，通过智能视频监控对飞行区、航站楼和公共区域实现可视安全管理。在飞行区通过 4K 超高清枪机和高倍数高速球机对飞行区进行全方位覆盖和全景拼接，形成全局视点，实现面向飞行区的一点即视、高低关联、航空器跟踪等智能化应用。在航站楼和公共区域，通过智能视频分析和识别技术，可以实现旅客行为分析、运动目标检测、人员徘徊检测、物品遗留/移走检测、旅客人群密度分析、旅客流量分析、旅客人数统计等功能，根据智能视觉

分析可以进行有效的事件分析，实现事先预警、事中处置、事后取证。

### （3）华为机场服务可视化解决方案

华为机场服务可视化解决方案通过物联网、大数据分析、高密 Wi-Fi、生物识别等技术，协助机场打造极致的旅客服务体验。基于智能视频监控的人脸识别技术，在安检和登机时，旅客可以“刷脸”快速通过；物联网技术的引入，在行李托运、运输、提取全过程，可以实时查看行李状态和位置，防止行李丢失；Wi-Fi 室内定位技术的引入，可以协助机场运营方快速统计旅客流量，实时调整安检通道开放状态，以便让旅客能快速通过安检；航站楼内高密 Wi-Fi 覆盖，旅客在候机过程中可以通过机场提供的免费 WiFi 网络娱乐和沟通，让枯燥的候机过程变得简单愉快。

#### 4.7.5. 机场云

近年来，全球范围内，机场进入云信息化时代，越来越多的机场开始通过引入虚拟化云计算技术，结合机场信息化建设实际情况，推动智慧机场的建设。华为基于云计算、大数据、物联网等领先 ICT 技术，围绕机场运行、管理、服务等业务，推出端到端的机场云解决方案，为机场安全高效运营和智慧服务管理保驾护航。

##### （1）一云多池、云网协同，保障机场业务平滑性

按照业务需求，可以划分为生产池、安防池、综合池等，保障业务的独立性；资源混编管理，保障业务平滑上线；SDN 云网协同，实现网络资源灵活管理。

##### （2）资源统一调度、数据安全可靠存储



双活+容灾备份技术，保证机场数据零丢失；HyperMetro 双活+HyperReplication 远程复制技术，最大程度保障机场数据安全可靠。

(3) 稳定可靠的统一存储网络，实现机场数据集中管理

ManageOne 实现云数据中心的统一管理，提供 IAAS、PAAS、数据服务、灾备服务、安全服务。

## 5 典型机场智慧化发展案例

### 5.1. 新加坡樟宜机场

新加坡樟宜机场为旅客提供了自主、自助、无缝和实时交互的服务，包括：（1）旅客可在自助值机柜台办理值机、行李标签打印，甚至行李托运服务；（2）为了方便新加坡居民、永久居民、长期通行证拥有者以及已录入指纹的观光客，快速入关和减少排队等待时间，构建了自助入关流程；（3）构建基于人脸识别的自助入关及登机系统，通过人脸识别以快速检验旅客有效身份，使得旅客经过登机口以及确定旅客的座位，如图 5-1 所示；（4）建设集成订单管理系统，使得旅客在线查看和预定航班服务及商品。

机场与城市中心高度相连，可用于提取或者放置行李的地点又多又安全便捷。



图 5-1 基于人脸识别的自助入关及登机系统

大量的旅客自助服务及基础设施，一方面使机场可以用节省的物理空间打造免税商品区，提高收益；另外一方面能为旅客节省大量值机、安检、登机的排队时间，使得旅客有大量时间参观商品区。上述

两方面的正向作用，急剧增加了新加坡樟宜机场的非航收入。

新加坡樟宜机场 T4 是首次推出一整套“快捷与顺畅通行”(Fast and Seamless Travel, 简称 FAST) 措施的航站楼。广泛采用脸部特征识别技术, 除安检外, 其余办理登机手续、托运行李、移民通关到登机, 全程无需与机场职员接触。

## 5.2. 迪拜机场

### 5.2.1. 新技术应用

迪拜机场每年面临 7%-8% 的旅客增长量, 但受限于机场周边的地理环境, 机场没有更多空间新建航站楼。基于此, 迪拜机场致力于借助先进技术提升机场运行效率和旅客服务质量, 具体包括:

(1) 为旅客提供基于 Beacon 的位置服务, 即采用 Beacon 构建机场超速的无线 wifi 网络, 并结合 ICFLIX 平台, 为旅客提供定位、导航、快速问询、电影观看等服务, 如图 5-2 所示。

(2) 在旅客值机和安检过程中引入生物统计学技术, 以缩短旅客值机和安检的排队时间。

(3) 采用人脸识别技术和 UAE 钱包, 为出关旅客提供无缝隙的值机和出关服务。



图 5-2: 迪拜机场基于 beacon 的电子咨询平台

### 5.2.2. AI 布局

作为世界上最繁忙的机场之一，阿联酋迪拜机场在人工智能布局上也是行业领头者。迪拜国际机场在乘客安检、行李处理、机场客运、人员过滤等方面广泛布局 AI 设备和服务，以开创一种无需乘客排队的优质航程体验。

#### (1) AI 安检，预计 2020 年完全取代安检员

预计在 2020 年，阿联酋将不再需要出入境安检员。这些员工将被人工智能完全取代。到时候，人们可以在不脱鞋、不解腰带、不掏口袋的情况下，通过一个由人工智能驱动的安全系统，完成安检扫描。

该机场已开始试验虚拟水族馆智能通道，使游客可以穿过一条鱼群环绕的隧道。当游客环顾周围的游动的鱼群时，摄像机可以捕捉到他们脸部的每一个角度，快速识别。如图 5-3 所示，该试验通道内设置约 80 个人脸识别技术摄像头，使用隐藏式摄像机在运动时扫描旅客的脸部或虹膜。



图 5-3: 迪拜机场在 Gitex 展出的安全隧道

## (2) AI 行李处理和自动驾驶，简化登机流程

阿联酋航空公司的理事长 Tim Clark 认为，人工智能技术早该被用来处理行李了。比如，利用机器人进行识别行李、行李装箱，以及在没有任何人为干预的情况下将行李取出飞机。在他的设想中，这些机器人将类似于亚马逊仓库中使用的自动化设备和机器人。

同时，自动驾驶汽车很快会被应用于帮助迪拜机场提高日常运营效率。这些自动驾驶汽车由 AI 控制，并且 100% 由太阳能或电力驱动，以用来改善地面交通和航班。

从乘客抵达出发地机场到离开目的地机场，人工智能将会充当重要的行程协调角色。将来，自动驾驶汽车会提前装载好你的行李，在路边接你上车。也许自动驾驶汽车可以直接将行李帮你送到宾馆或家里，省去行李传送带和处理行李的麻烦。

## (3) AI 人员过滤，利用面部识别确保航班安全

随着人们越来越重视乘客安检过程以确保航空安全，AI 也可以

被用于人员过滤。机场方认为，大多数重大安全威胁和工作人员十分相关。2015年，俄罗斯某航空公司的一名机修工、一名行李搬运工和两名警察造成了 Metrojet 9268 航班爆炸，机上 224 人全部遇难。近来，澳大利亚逮捕了几名与国际毒品走私有关的边境警察。

迪拜机场致力于利用 AI 强化员工进出关口的管理，如图 5-4 所示。这个任务需要利用生物识别技术、面部识别技术等人工智能技术。AI 甚至可以在员工被雇佣之前，就可以通过搜索他们的关注领域，对他们的日常行为、施暴记录及犯罪记录进行分析评定。在他们被聘用之后，AI 算法可以被用来发现他们可能威胁航班安全的可疑行为。



图 5-4 最新生物识别设备安装在迪拜国际机场的阿联酋航空 3 号航站楼

#### （4）推进 AI 空中交通管理项目，探索更多 AI 航空用途

阿联酋民用航空局 (GCAA) 正在研究人工智能在该国空中交通管

控中的应用。在 2018 年，GCAA 宣布了一项与加拿大技术公司 Searidge Technologies 的合作，表示将探索人工智能和其他新技术以发展航空业。其主要目标是优化空中交通管理的安全和效率。这项工程可能

最终会在全世界范围内带起一阵风潮。

除此之外，阿联酋机场实验室正在推进“迪拜未来加速器设施项目”。其中包括利用 AI 帮助乘客选餐、安排出租车接机，以及为乘客定制个性化旅程。同时，迪拜航空还在探索 AI 如何帮助阿联酋航班培训机组人员。

可以想象，AI 会以一种不同于人类视角，被用来解决许多登机问题。AI 的目标是开创一种无排队的体验。



图 5-5 迪拜国际机场 1 号航站楼安装了 20 个额外的自动边境控制 eGates

### 5.3. 北京大兴机场

2019 年 9 月 25 日，北京大兴国际机场正式投入运营，迎来它“凤凰展翅”的高光时刻。这座机场被英国《卫报》列入“世界新七大奇迹”，英国《镜报》更将北京这个新机场称为“像是从科幻电影里走出来的”。

北京大兴国际机场规模大、造型酷、科技足、带动强，以打造全球超大型智慧机场标杆为目标，广泛应用了各项智慧型新技术。

### （1）刷脸登机

大兴国际机场采用了先进的“人脸识别自动值机系统”，不用身份证等任何证照，手机上存好电子登机牌即可刷脸进站、刷脸登机，如图 5-6 所示。



图 5-6 北京大兴国际机场刷脸进站

### （2）无感通关

2019 年 9 月 25 日正式通航的北京大兴国际机场海关系统可以说是目前国内自动化、智能化程度最高的空港海关，将让进出境旅客体验到更简便快捷的“无感通关”，如图 5-7 所示。

出境时采用“海关+安检，一次过检”的工作模式，出境旅客只提交一次行李、接受一次检查。而且柜台后方的新型 X 光机体积更小，海关关员将远程对过检行李进行电脑审图。





图 5-7 大兴国际机场无感通关

在入境环节，海关设置了 30 多台国内一流的智能检疫查验设备，这些设备集红外测温、放射性物质定位检测、人脸识别、入境人员信息采集等多项功能，仅需几秒钟，无需接触即可实现采集旅客体表体温、判定放射性物质携带情况等多项信息。如遇需要隔离的旅客，可通过海关卫生检疫专用电梯将其转移至国内最先进的“双负压”隔离室，有效防止疫情疫病传入境内。

新设备把红外测温系统、放射性物质定位检测和人员信息采集全部集成到了一起，这样可以最大限度保障旅客“无感通关”，这个通道的总长度是 3.5 米，旅客通关时间大概是 3-4 秒。

北京大兴国际机场海关首次在行李检查区全面配备了新型高速 CT 检查设备，传送速度较普通型 CT 检查设备的 0.28 米/秒提升至 0.5 米/秒。以“100%先期机检+通道挑查”取代传统的 100%现场过机检查。

如果旅客的行李当中并没有违禁品，在提取到托运行李之后，将会快速通过海关现场，实现免排队、免搬箱、免查验、零等待，真正

实现“无感通关”。

在北京大兴国际机场航站区、货运区，海关 CT 机检设备全部配备了智能审图技术，实现了高速 CT 机检设备智能判图全覆盖。

### （3）地铁站内办理值机行李托运

城市航站楼草桥站占地面积约 400 平方米，旅客们可以直接在这里办理国内航班、国际航班的行李托运和值机手续，如图 5-8 所示。

在城市航站楼草桥站，旅客可以在航班起飞前最早 6 小时，最晚 2.5 小时进行行李托运。此外，旅客购买空轨联运产品将享有优惠。旅客在购买机票的同时就有选项，可以买空轨联运联程票，同时也可以买草桥地铁这一段地铁票。



图 5-8 城市航站楼草桥站

### （4）智能机器人停车系统

停车楼配有 AVG 机器人智能停车区，驾驶员只需将车停在平台上，机器人就会抬起平台并将车辆运到空位。旅客取车时，只需扫描停车票或使用终端输入车牌号码就可以知道车辆停放的位置。这是机器人自动泊车功能在国内机场的首次应用，旅客停车、取车时间不超过 3 分钟，如图 5-9 所示。



图 5-9 北京大兴机场智能机器人停车系统

#### (5) RFID 行李全流程跟踪系统

行李牌不仅可以自助打印，还可以实现全程追踪！行李牌内部装有芯片，全面采用 RFID 技术，旅客可实时掌握行李去向，如图 5-10 所示。



图 5-10 北京大兴国际机场 RFID 行李全流程跟踪系统

#### (6) 机器人问询自助终端

查机场交通、机场公告、室内导航、旅客服务、航班服务、商业查询等等，都可以借助机器人问询自助终端。在机场航站楼，配备了

10 个虚拟交互式机器人和 10 个人形机器人为旅客回答问题。

这些交互式机器人是语音识别机器人的升级版。基于 3D 人像技术，生成的动画虚拟机器人助手能够与乘客进行真实的对话，如图 5-11 所示。



图 5-11 北京大兴国际机场机器人问询自助终端

### (7) 一张脸走遍机场

2019年9月18日，东航联合华为公司、联通公司等在大兴机场正式推出最新研发的创新成果——基于5G网络的东航智慧出行集成服务系统。其神奇之处就在于一张脸走遍机场！

在大兴机场，乘坐东航航班的旅客无需再像以往那样出示身份证、二维码。旅客只需要通过人脸识别，就可以完成从购票、值机、托运、安检、登机等各个出行流程。

不仅如此，东航在全球首发RFID永久行李牌基础上，与华为公司合作开发了5G行李跟踪解决方案，让行李运输全程可视化，旅客可以随时在东航App查询自己托运的行李状态。东航无源电子行李牌可反复使用，不易损坏，永久跟随旅客。

目前，东航已经开放第二批永久电子行李牌的申请，时间为9月20日至10月7日。旅客可通过最新版App申领入口免费在线申请永久电子行李牌。

## 6 机场发展思考与展望

在广泛调研分析国际智慧机场发展研究与实践基础上,本章给出思考与展望。

### 6.1. 未来机场发展目标

未来机场发展,要在确保安全的基础上,以提升机场运输能力与效率为目标。机场选址、布局及基础设施设备建设等,须着重考虑环境影响和旅客舒适度。具体目标包括:

(1) 具有满足不断增长的航空运输需求的能力。机场作为交通运输系统的重要组成部分,可以预见,全球范围内航空运输量仍将持续快速增长,其中,中国的增长速度将远高于全球平均速度。

(2) 高效。机场运行必须以降低航班延误、缩短飞机排队等待时间为目标,以此为基础,为旅客提供便捷快速的运输服务,通过各种交通运输方式协同,缩短旅客旅途时间。

(3) 提高旅客舒适度。高效、便捷、安全、舒适的门到门旅行。

(4) 环境友好。节约能源,减少 CO<sub>2</sub> 和氮氧化合物的排放,降低噪声污染。

### 6.2. 未来机场发展趋势及呈现特征

未来,机场发展将呈现以下趋势及特征。

#### (1) 以旅客为中心

未来,机场是以旅客为中心的机场,通过新技术实现旅客在机场

排队等待的时间尽可能短,尽可能舒适。旅客可以实时感知旅行状态,方便获取各类可选方案,即旅客能够在正确的时间正确的地点获得正确的信息。

## (2) 机场网络协同发展

随着经济全球化和区域一体化进程的进一步加快,作为国际间客货流动重要运输方式之一的航空运输业必将朝着全球网络化方向发展,最终形成由多机场群构成的机场网络社会,而机场群又是由国际枢纽机场、区域枢纽机场、干线机场、支线机场和通用机场等构成。未来,机场的重要特征之一就是各机场不再是孤立运行,而是通过庞大的机场网络实现网络内各利益相关方的信息共享,进而在大数据分析等技术手段支撑下,实现资源的优化调度分配和协同决策运行。

## (3) 航空器进近精细化管理

随着数据融合技术、传感器网络技术、视频分析技术、航空器间及航空器与地面间通信技术、精密进近程序、航空器尾流监测仿真技术、基于4D航迹的航空器运行技术、数据链路等的发展,航空器进近将实现精细化管理,降低航空器燃油消耗,提升机场运行效率,提升机场运行能力。

## (4) 大数据分析和协同决策技术的普遍应用

未来,机场的重要特征之一就是强大的信息处理分析能力和机场各利益相关方的信息共享和协同决策。机场信息管理系统的概念将进一步延伸和扩充,不再只是机场内部的信息系统,还将包括机场间、机场与外部单位、机场与其他交通方式及机场网络所包含的所有信息

管理系统。运行与大数据平台上的高性能自治系统通过数据关联分析，实现机场运行状况预测预警及协同决策，随着机场网络规模的逐渐扩大，新型概念的数据挖掘、数据处理和协同决策理论方法将应用到机场运行中。

#### （5）门到门的无缝衔接旅程

安检、行李托运等流程前置，安检和行李托运可以在火车站、城市候机楼等区域进行，也可以从家到航站楼的行李托运，路侧服务延伸，实现门到门的无缝衔接旅程。

#### （6）空侧发展趋势

从跑道、场面运行、能源管理及特种车辆设施设备角度展望机场空侧发展趋势。

**跑道：**优化机场布局和跑道结构设计，使得飞机起降不受天气影响，且能提升机场起降架次。

**场面运行及资源优化调度分配：**实现站坪无线网络全覆盖；完善站坪管理系统，实现场面特种车辆和人员的监控、定位、调度指挥、预警处置及站坪资源的优化调度；新型数据链路技术能确保机场内各部门的信息及时共享；航空器保障信息能够实时派发到相关人员；管理人员能够及时感知航空器保障预警；航班延误将被降低到最低程度；机场资源得到优化配置，资源利用率极高。

**能源管理：**加强电能、风能、太阳能的应用。

**特种车辆及设施设备：**实现航空器电动滑行与推出；通过机坪管网建设和机位固定式航空器保障设备研发等，直接为航空器提供电



源、空调、加油、配餐、清污水等服务，减少特种车辆的使用；实现特种车辆的电动化、智能化无人驾驶以及与航空器自动对接作业；实现机械化、自动化、无人化的行李抓取、搬运、堆放和运输作业。

### （7）陆侧发展趋势

陆侧是机场管理部门与旅客的交互点，因此陆侧基础设施及服务必须关注旅客需求及旅客舒适度。旅客值机、行李托运、安检、边检和登机整个过程都是自助完成，不需要机场员工参与，或者参与程度极低。从航站楼设计建造、旅客通关流程、旅客服务等角度展望机场陆侧发展趋势。

**智能环保航站楼：**借助新型材料、新型建筑工艺结构技术和新能源等技术，实现航站楼建造时节能环保；通过能源系统与机场生产运行系统的联调联动，实现航站楼运行时节能环保。

**流程优化，快速通关：**充分利用生物特征识别技术，推动自助值机、自助行李托运、自助安检、自助边检和自助登机的发展，提升旅客出行效率；电动步道和自动引导车辆能够将旅客从航站楼的一个区域快速送抵另一区域。

**旅客智能服务：**智能机器人客服、智能引导机器人普遍应用；能够实现旅客识别、定位和追踪；智能信息推送确保旅客随时获取想要的信息等。

**其他：**实现行李识别、定位和追踪；航站楼资源动态优化配置。

### （8）综合交通

以机场为中心，充分融合高铁、地铁、轻轨、公路和水路等交通

方式，建立综合交通枢纽，实现各种交通方式的信息共享，为旅客提供无缝运输服务。