

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.03.021

智能化民用飞机概述

Overview of Intelligent Civil Aircraft

严林芳 马双云 叶军晖 程金陵 / YAN Linfang MA Shuangyun YE Junhui CHENG Jinling

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

提出了智能飞机的定义以及智能飞机所具备的状态感知、记忆学习、自主控制和规划、行为决策、自然人机交互以及空地一体化维护管理六项特征。基于智能飞机的特征,提出了面向飞行机组的智能驾驶技术、面向乘客的智能客舱技术以及面向机务的智能维护技术,并分别对智能驾驶技术、智能客舱技术以及智能维护技术进行了介绍,重点介绍了实现智能驾驶所依托的PBN、ADS-B等关键技术。本文的研究对未来智能飞机的设计具有重要的指引作用和研究意义。

关键词: 飞机;智能;驾驶;客舱;维护

中图分类号: V22

文献标识码: A

[**Abstract**] This paper presents the definition of intelligent aircraft and the characteristics of intelligent aircraft, whose characteristics include situation sense, machine learning, autonomous control and planning, behavior decision, natural human-machine interface, and full maintenance based air-ground. Based on the characteristics of intelligent aircraft, this paper presents intelligent driving technology for flight crew, intelligent cabin technology for passengers and intelligent maintenance technology for maintainer. Meanwhile, this paper introduces the intelligent driving technology, intelligent cabin technology and intelligent maintenance technology. This paper mainly introduces the key technology such as PBN, ADS-B in detail to support intelligent driving technology. It has an important guiding role and research significance in future design of intelligent aircraft.

[**Keywords**] aircraft; intelligent; driving; cabin; maintenance

0 引言

随着社会的不断发展与进步,相比较于传统的学科研究领域,智能科学作为一门新兴的自然学科受到越来越多科研人员的兴趣和广泛研究,实质上,智能科学是一门研究智能的本质和实现技术的学科。依托于智能科学的不断深入和研究,得益于微电子技术、计算机技术、网络技术、传感器技术以及通信技术的快速发展,智能化技术应运而生。智能化技术是指现代通信与信息技术、计算机网络技术以及智能控制技术等多种技术汇集而成的基于某一方面的应用技术。

近年来,伴随着智能化技术的飞速发展以及智能化的概念不断地受到越来越多的重视和青睐,智

能化、数字化系统的研究已经成为了一个研究热点。比如,谷歌旗下开发的AlphaGo智能化程序系统在围棋领域成功战胜了人类;百度旗下开发的无人驾驶汽车,通过车载传感系统感知道路环境,自动规划行车路线并控制车辆到达预定目的地。事实上,除上述典型的智能化系统事例之外,家居智能化系统以及智能医院、数字医院等行业在智能化方面都有着广泛的研究。

正是在这种智能化技术以及智能化系统不断的研究与更新的趋势下,在民用飞机领域,智能化飞机的研究同样受到诸多的青睐。与其他智能化系统类似,智能化飞机需满足如下目标:

1) 降低飞行机组的负担,实现飞机的主动驾驶;

- 2) 提供舒适的乘客环境,改善乘客体验;
- 3) 降低飞机的维护成本,提高维护效率,减少机务的工作负担。

1 智能飞机的定义

智能飞机是指一种能够感知运营信息,进行记忆学习和态势感知,具备自主规划、行为决策和自主控制能力,并提供自然人机交互、支持智能维护的飞机。智能飞机一般具备以下典型特征。

1) 状态感知:能够动态实时获取飞机的内外部信息,包括飞行机组、乘客、货物以及能源等信息;同时,也能够对影响飞机的安全要素信息进行实时获取,包括天气、地形等要素的获取、分析、显示以及预测未来的发展趋势。

2) 记忆学习:能够利用空天一体化网络进行云存储,并能够通过机器学习产生新的知识。

3) 自主控制与规划:能够授权自主管理、行为控制以及飞行操作控制,并根据飞行计划或者任务请求,能够综合天气、航路、飞行效率等多种因素进行航路规划和行为规划。

4) 行为决策:能够结合预期任务状态,综合飞行复杂环境和态势感知的信息,从而进行安全、可靠、正确的飞行决策。

5) 人机交互:能够提供高效、及时、便捷以及舒适的操作运行体验。

6) 空地一体化维护管理:以飞机为中心,空地互联,能够预测性维护/维修,全面状态评估,实现维护无缝对接。

基于智能飞机具有的六项特征,针对面向于飞机机组、乘客以及机务等对象,智能飞机的“智能化”特征将主要体现为智能驾驶技术、智能客舱技术以及智能维护技术三个方面,如图1所示。

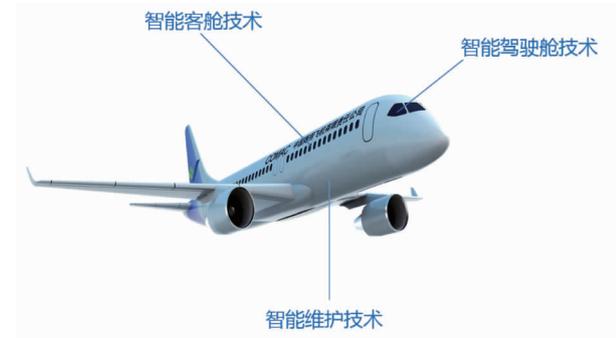


图1 智能飞机的智能化技术

2 智能驾驶技术

飞机智能驾驶技术的目标为飞行计划能够自动上传,飞机能够自动沿着滑行路线到达起飞跑道,并按照与空管自动协商确定的航线进行爬行、巡航、下降、进近等飞行,自动着陆并减速,直至自动地面滑行至停机位。为实现智能驾驶的目标,将主要依托于基于性能导航(Performance Based Navigation, 简称 PBN)技术、基于航迹运行技术(Trajectory Based Operation, 简称 TBO)、广播式自动相关监视技术(ADS-B)、先进场面活动引导和控制系统(Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems, 简称 A-SMGCS)以及人机界面设计技术等。

1) 基于性能导航 PBN 技术

PBN 技术主要是将卫星导航技术和飞机机载的系统/设备相结合,辅助于垂直导航、时间导航等先进技术,能够为处于所有飞行阶段的飞机提供精准的飞行技术,进而保障空中交通的运行。从某种意义上来说,PBN 技术是在区域导航技术(RNAV)和所需导航性能技术(RNP)的基础上发展的一种新型航行技术,通过 PBN 技术,可以实现飞机在任意的航路点之间飞行,能够摆脱对地面导航设备的依赖;更为重要的是,PBN 技术能够使飞机航迹选择更加灵活、飞行航迹更加精确;同时,能够减少飞行机组的操作、减少差错,并能够在山区和海洋等地区完成安全、精确的飞行。

2) 基于四维航迹运行技术 TBO

TBO 技术是国际民航界提出的新型的空管系统运行概念,以飞机的四维航迹作为基础,通过空管、航空公司以及飞机之间的信息共享,从而实现飞机与空中管理的协同决策。与传统的航迹运行方式相比,基于航迹运行技术可以实现航迹规划的全局性、航迹运行的预测性以及飞行管理的数字化、协同化,可以明显降低空中管制的工作负担,并能够预测未来一段时间内的空中交通态势,能够对空中态势提前预警和处理,极大降低飞行机组的飞行负担,提高飞行效率。一般而言,TBO 技术的实现需依赖于一系列关键的机载系统或者关键技术,关键的机载系统或关键技术包括具备精确引导功能的飞行管理系统、空地数据通信系统、四维高分辨率的气象预报技术以及地面空管决策支持技

术等。

3) 广播式自动相关监视技术(ADS-B)

ADS-B 技术是新航行系统发展的重要里程碑式的技术,是一种基于 GPS 全球卫星定位系统和空-空、地-空数据链通信的飞机运行监视技术。ADS-B 的信息主要是指飞机的四维位置信息,包括经度、纬度、高度和时间以及其他附件的信息,如航迹角、航线拐点、航向、空速、风速、风向等。ADS-B 获取的信息可通过地空数据链或者地面站传递给管制中心,实现地空监视;同时,装载有 ADS-B 的飞机在对外发送自身状态参数的同时,通过机载电子设备接收附近来自其他飞机的广播消息,可达到飞机与飞机之间的互相感知,能够相互了解对方飞机的位置和行踪,全自动识别相互位置与保持间隔,将不再强烈地依赖于地面人员的空中交通管理,极大地减轻空管人员和飞行机组的工作负担。

4) 先进场面引导和控制系统 A-SMGCS

A-SMGCS 旨在保证飞机在任何能见度、交通密度和复杂运行条件下能够安全且高效地在机场运行活动。一般地,A-SMGCS 系统由场面移动监视系统和飞行区灯光控制系统组成,其中,场面移动监视系统能够提供对机动区域无缝隙覆盖,并不会因为天气条件而受到影响,即提供全天候条件下的跟踪和监测。作为完整的 A-SMGCS 系统,其将具备四项最基本的功能,其功能如下:

(1) 监视功能:是通过雷达等手段对静态和动态目标如飞机、车辆等探测和识别,使得地面人员/机组能够实时获取目标状态,并且及时提供准确的时间和位置引导。

(2) 指引功能:是通过电脑控制的灯光系统自动指配路径,并引导目标到达指定的地点;同时,为避开可能存在的交通冲突,其具有较大的应变能力。

(3) 引导功能:是指自动滑行道灯光控制开关系统为飞机机组提供前进或者停止的引导,包括为放行许可的目标提供移动路线,并为飞行机组提供清楚、明确的路径指导,以保证交通流量不因能见度变化而变化。

(4) 控制功能:通过必要的监视和传感系统,对飞机机动区域进行实时、全方位地探测,对于任何潜在的交通冲突或者冲突发出警告,进而能够避免事故的发生。

5) 人机界面技术

人机界面技术能够为飞行机组提供一个交互式飞行环境,并大幅度提高机组人员的操纵效率,在保证飞行安全的同时,最大程度减少飞行机组的负担。智能驾驶舱设计技术主要体现在触摸屏技术(图 2)、组合视景系统技术(图 3)、头戴显示技术(图 4)以及语音识别系统技术等。



图 2 显示触摸屏技术

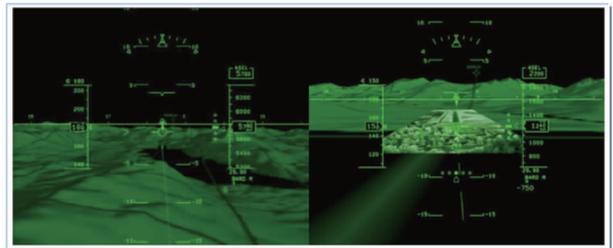


图 3 组合视景系统(CVS)技术



图 4 头戴显示技术

(1) 显示触摸屏技术:通过显示触摸技术代替传统的按键操作技术,可以提供更为自然的人机接口、优化驾驶舱设备数量、减少人为差错,在提升飞行效率、提升飞机安全性、降低飞行机组的体力和脑力等诸多方面有重要意义。

(2) 组合视景系统(CVS)技术:组合视景系统技术将视景增强系统 EVS 和合成视景系统(SVS)相结合,能够实时采集机外环境的红外图像与计算机生成的飞机外部场景图像进行融合并提

供给飞行机组,可有效提升飞行安全和飞机的运行能力。

(3) 头戴显示技术:头戴显示器是一种极具发展潜力的新一代电子产品,其将显像源贴近人眼投射展示文字图片或是影像信息,近距离与人眼作用,可兼具保密性和灵活性。头戴显示器不仅可作为单纯的显示器用途,更大的特点是作为透视显示器,可使虚拟和实景有机地结合在一起;同时,还能够提供不受限视场和提供基于空间位置的外部视景信息。

(4) 语音识别系统技术:目前,在消费电子产品领域,语音识别技术的应用已属常见,但是其在航空或民机的应用并不多见,通过语音识别技术,可使飞行机组通过语音的方式进行命令输出,在很大程度上减少或者取消飞行机组的操作,对于智能化的驾驶具有重要意义。

3 智能客舱技术

客舱环境以及飞行体验的舒适性是乘客愉快飞行的重要评判准则和标准,为了给乘客提供更具人性化、精彩化的多层次飞行体验,最大程度减少对环境的影响,智能客舱将具备智能识别技术、自清洁技术、虚拟环境技术以及新能源技术等。

1) 智能识别技术

能够自动识别并调节乘客的光线强度、环境温度、放映喜爱的娱乐节目;同时,可检测乘客不同飞行阶段的体验状态,并自动调节环境条件以达到乘客当前的最佳飞行体验,真正实现人机互联。

2) 自清洁技术

将具备自我清洁以及带有修复功能的材料应用于座椅、地毯以及卫生间等场所,能够感知污渍或者折痕,并进行智能修复与完善,在提高乘客飞行体验的同时,也能提升清洁人员的效率。

3) 虚拟环境技术

当飞机经过城市、雨林、草原、沙漠、景区等区域时,可利用客舱虚拟环境技术,将特定区域的图景或者画面虚拟展现在乘客终端,以达到人性化以及舒适化的飞行体验。

4) 新能源技术

是指可利用飞机的舷窗吸收太阳能,以及座椅或者地板吸收乘客散发的多余的热量,将收集的热量转换成电能,用以补充客舱娱乐相关设备的电能。

除上述智能客舱技术之外,智能客舱将进行全新的内饰设计理念,对传统的经济舱、公务舱以及商务舱取而代之的是不同飞行体验的区域,如休闲区、互动区以及技术区等,将给乘客带来全新的、前所未有的飞行体验。

4 智能维护技术

智能维护作为一种新的维护理念,是一种由传统的被动的维护模式转变为一种基于主动的维护模式,旨在数字化维护的信息收集、分析以及处理的基础上对飞机的机载系统设备进行性能与故障预测,以达到近乎零故障乃至自我维护的状态。智能维护主要体现为智能化飞机状态监控、智能化维护系统等方面,如图5所示。

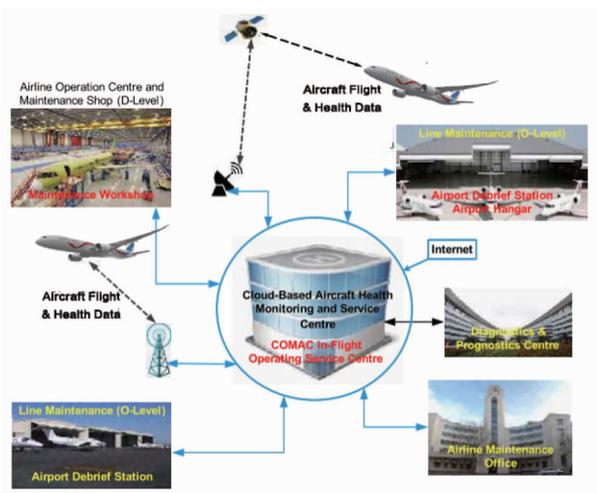


图5 智能维护技术

1) 智能化飞机状态监控

智能化飞机状态监控是实现智能维护的重要前提与关键技术,通过部署传感器网络实时、多维度地监控飞机机载系统设备的运行与状态信息;除此之外,通过微纳传感器技术对于飞机结构进行监测,包括结构疲劳、结构损伤以及结构腐蚀等多种状态;除进行状态监测之外,智能化飞机状态监控技术还具备将监控的信息全天候、不间断地通过卫星、数据链以及无线网络等先进通信技术下传至地面维护系统,为地面维护系统的信息处理提供数据源。

2) 智能化维护系统

智能化维护系统旨在实现维护的数字化与智能化,一方面,通过接收智能化飞机状态监控的数

据信息,并对数据信息资源进行融合、分析、过滤以及综合等处理,以形成一个统一的、数字化的数字资源库,为飞机提供快速、敏捷、准确的维护决策与方案;同时,另外一方面,智能化维护系统能够实现数字化维护手册,即将维护手册、维护文档、图纸信息等资料数据按照特定技术规范(如 Interactive Electronic Technical, 简称 IET)进行格式的转换、压缩和分解等系列操作以形成统一数据库,并能够在不同的部门或者计算机进行交互操作,从而使维护人员在任何时间、任何地点均能获得充分的维护信息,进而提高维护效率,减少维护人员的工作负担。除此之外,智能化维护系统可与互联网技术有机结合,实现全球飞机维护信息的共享,进而达到维护数据库的实时更新。

5 其他智能化飞机技术

对于智能化飞机而言,除了面向飞机机组的智能驾驶、面向乘客的智能客舱以及面向机务的智能维护等之外,智能化飞机还具有智能结构和材料技术,其包括光纤机敏结构、光纤材料、压电材料以及可伸缩材料等。这些智能结构和智能材料的运用,也有助于促进飞机的智能驾驶、智能客舱以及智能维护,真正实现飞机的智能化。

6 总结与展望

本文提出了智能飞机的定义,概括了智能飞机应具备状态感知、记忆学习、自主控制和规划、行为决策、自然人机交互以及空地一体化维护管理六项特征。同时,针对智能飞机所需具备的特征,本文提出了基于飞行机组的智能驾驶技术,基于飞行乘客的智能客舱技术以及基于机务的智能维护技术,重点介绍了有助于实现智能驾驶技术的数项关键技术,其中包括基于性能导航技术、基于航迹运行技术、广播式自动相关监视技术、先进场面活动引导和控制系统技术以及智能驾驶舱设计技术等。除了智能驾驶技术、智能客舱技术以及智能维护技术之外,本文还介绍了应用于智能飞机的智能结构

和材料,包括光纤机敏结构、光纤材料、压电材料以及可伸缩材料等。

本文的研究,对未来民用飞机的智能驾驶设计、智能客舱设计以及智能维护设计等关键技术的研究具有前瞻性的指导作用,为智能飞机的设计与实现打下了理论基础,对于实现民用飞机的智能化目标具有重要意义。

参考文献:

- [1] 张健. PBN 技术的优越性及其在我国的应用现状[J]. 中国民用航空, 2011, 11: 57-60.
- [2] 王党卫. 基于性能导航 PBN 技术研究[J]. 现代导航, 2013, 1: 5-9.
- [3] 张天平. ADS-B 技术及其在空管中的发展和应用[J]. 电子产品世界, 2009, 9: 4-6.
- [4] 刘晓静. ADS-B 技术在空管中的应用研究[J]. 空中交通管理, 2011, 6: 22-25.
- [5] 李黎. 下一代空管系统的核心理念:基于四维航迹的运行[J]. 中国民用航空, 2015, 207: 18-20.
- [6] 朱新平. A-SMGS 滑行道冲突预测和避免控制[J]. 南京航空航天大学学报, 2011, 43: 504-510.
- [7] 张伟. 民机新一代驾驶舱显示技术[J]. 民用飞机设计与研究, 2011, 2: 4-7.
- [8] 马双云. 基于大数据技术民用飞机维护系统发展研究[C]// 第六届民用飞机航电国际论坛会议论文集. 上海: 上海飞机设计研究院, 2017: 29-32.
- [9] 张和善. 21 世纪的飞机技术-智能结构和材料[J]. 航空科学技术, 1996, 4: 12-14.

作者简介:

严林芳 女,硕士,研究员。主要研究方向:民用飞机航电系统设计。Tel: 021-20866403, E-mail: yanlinfang@comac.cc

马双云 男,硕士,工程师。主要研究方向:民用飞机航电系统设计。Tel: 021-20866423, E-mail: mashuangyun@comac.cc

叶军晖 男,硕士,高级工程师。主要研究方向:民用飞机航电系统设计。Tel: 021-20866571, E-mail: yejunhui@comac.cc

程金陵 男,硕士,工程师。主要研究方向:民用飞机航电系统设计。Tel: 021-20868402, E-mail: chengjinling@comac.cc