

国产大型客机自然结冰试飞在国内取得关键性突破,打破了“国内不具备自然结冰试飞条件”的思想枷锁。研究数据表明,国内多个空域有可能是自然结冰试飞的“富矿”

本报记者付瑞霞

2022年2月17日,国产大型客机自然结冰适航审定试飞在陕西阎良取得关键性突破,影响国产大型客机适航审定的“重量级拦路虎”——自然结冰试飞“冰消瓦解”。

自然结冰试飞一直以来都是飞机取证中至关重要的环节,用以验证在结冰气象条件下飞机仍具备安全飞行和运营的能力。飞机结冰,即飞机在结冰气象条件下飞行时,大气中的过冷水滴撞击到飞机表面并累积成冰的一种现象。飞机结冰被认为是诱发飞行失控的三大因素之一。美国联邦航空管理局(FAA)的统计数据表明,每年大约有8起因结冰导致的飞行事故。因此,国际上任何一部适航法规,都不可忽视结冰对飞行安全带来的影响。国产大型客机要想在国际上拿到适航证,就必须完成自然结冰的试飞科目。

在国产大型客机自然结冰试飞中,任务牵头单位——中国飞行试验研究院(简称“试飞院”)首次在国内大范围开展了基于结冰预测模型算法验证的结冰资源实测飞行;首次在国内完整、有效地完成了中国民用航空规章CCAR25部附录C要求的自然结冰试飞;首次完成了美国联邦航空条例FAR25-121修正案要求的自然结冰试飞验证条款。此前,在全球范围内只有空客350和俄罗斯MC21完成了该项验证。

### 北美寻“冰”

试飞,是“飞行试验”的简称,指在真实大气条件下,对飞机、发动机及机载设备进行探索研究、验证和鉴定的系统工程。在很大程度上,试飞成功与否,决定着新飞机项目的成败。

中国飞行试验研究院作为“试飞国家队”,为了啃下自然结冰试飞这块硬骨头,多年来一直在锲而不舍地探索。1986年、1997年和2018年,试飞院在新疆先后组织了多次自然结冰试飞。

然而,ARJ21-700飞机的自然结冰试飞可谓命运多舛。2002年立项的ARJ21-700飞机,是21世纪我国立项的第一个民用飞机项目,被看作国产大飞机的影子工程。同时,ARJ21-700飞机也是我国首次与美

# 从国到国,国产大客机适航审定自然结冰试飞记

国双边适航谈判的项目,完全参照美国飞机安全和技术标准进行试飞。

2010年3月起,ARJ21拉开了自然结冰试验的序幕。2011年至2014年,试飞院与中国商飞公司在新疆地区组织实施了ARJ21-700飞机自然结冰试飞,始终未能完全捕捉到理想结冰气象,仅在2012年3月19日取得一次有效数据。2014年3月,ARJ21-700飞机不得不远赴北美五大湖地区进行此项试验。在国外专家团队的指导下,困扰ARJ21适航取证长达4年之久的自然结冰试飞,连去带回仅用了1个多月就顺利结束。

ARJ21-700飞机的首席试飞员赵鹏至今对这次跨国寻“冰”之旅记忆犹新,尤其是指导他们追云逐冰的国外气象专家,能准确判断飞机飞进哪块云里能结冰,“好像是可以呼风唤雨的魔术师。”

“自然结冰试飞,属于航空学与气象学的交叉学科,气象需要寻冰,航空技术需要‘破冰’。”国产大型客机试飞副总师丁军亮说,自然结冰试飞的困难主要体现在两方面,一是科目本身风险很高,二是结冰气象环境难以捕捉。

结冰天气条件主要由结冰云层范围、液态水含量、过冷水滴平均有效直径和空气温度等参数确定。按照中国民用航空规章CCAR25部和美国联邦航空条例FAR25部的规定,商用飞机进行自然结冰试验的气象条件必须

满足:连续最大结冰试验时液态水含量在每立方米0-0.8克,水滴直径在15-40微米;间断最大结冰试验时液态水含量在每立方米0-3.0克,水滴直径在15-50微米。尤其后者更属于极其罕见的极端气象条件。

北美五大湖区地理位置特殊,并拥有丰富的水体,有利于结冰气象的产生,被称为“天然的结冰超市”。美国联邦航空条例FAR25部的自然结冰适航条款,就是由美国专家基于北美五大湖区的气象数据而研究制定的。

### 国内探“冰”

依赖国外资源完成的ARJ21-700飞机自然结冰试飞,让试飞院的试飞工程技术人员感到“憋屈”:中国这么大,难道就真的找不出一块适合大型飞机开展自然结冰试飞的空域?自然结冰试飞只能舍近求远?

“我的任务,就是要预测并准确找到满足自然结冰气象条件的云层。”试飞院气象台台长杨涛面对“国内自然结冰资源分布研究不足”“自然结冰预报方法不成熟”“自然结冰气象保障模式不健全”等一系列由来已久的问题,带领团队开始了运输类飞机自然结冰试飞天气预报技术研究。

2020年11月,中国航空工业航空气象研究中心在试飞院挂牌,进行特殊科目气象条件保障研究是该中心

的任务之一。同期,国产大型客机正式进入适航审定试飞阶段。受新冠肺炎疫情和国际形势影响,远赴北美五大湖地区执行自然结冰试飞的可行性已经微乎其微。

试飞院加快历史资料分析进度,对山西、湖北、新疆等地开展了持续的结冰天气预报分析,并发布结冰专项预报近400期。2020年12月,试飞院被工信部确定为国产大型客机自然结冰试飞任务的牵头单位,在国内开展国产大型客机自然结冰试飞的攻坚战吹响号角。

在试验初期,试飞工程技术人员使用通用飞机开启自然结冰资源飞行实测,利用国王350飞机搭载的PIP降雨粒子图像探头等专业探测设备,在陕西和湖北地区对结冰云层的水平、垂直分布及云中液态水含量、水滴直径分布、环境温度等云微物理参数进行数据采集。

历时近一年的自然结冰资源飞行实测,累计穿云85次,冰云中累计飞行1810公里,初步完成了全年四季阎良本场空域的自然结冰资源摸底,初步形成并校验了较为成熟的结冰预测方法、结冰气象实时监测及保障模式、探测飞行及风险管控方法和一定样本的结冰资源数据库。“通过飞行实测,我们建立了国内短期及中长期预报方法,能够在国内外空域成功找到自然结冰试飞作业区和试验‘窗口’。”杨涛说。



## 航空工业首次公布飞机产品品牌命名规则

新华社北京电(记者胡喆、宋晨)近日,中国航空工业集团有限公司首次公布了飞机产品品牌命名规则,并发布了18个品牌系列的各型产品名称,涵盖了战斗机、轰炸机、运输机、特种飞机、教练机、直升机、通用飞机和无人机共八大类机种。

本次发布的18个军民机品牌系列,军机系列包括:“龙”系列陆基战斗机,如歼-20为“威龙”;“鲨”系列舰载战斗机,如歼-15为“飞鲨”;“神”系列轰炸机,如轰-6K为“战神”;“鹏”系列军用运输机,如运-20为“鲲鹏”;“千里眼”系列预警/侦查类飞机,如空警-500为“千里眼-500”;“海雕”系列反潜巡逻机,如运-8反潜巡逻机为“海雕-8”;“雷电”系列通信对抗飞机,如运-9通信对抗飞机为“雷电-9”;“鹰”系列教练机,如L15/教-10为“猎鹰”;“神雕”系列战术通用类直升机,如直-20为

新华社记者胡晨欢摄

## 国产民用涡轴发动机AES100将装配“彩虹”无人机

新华社北京7月3日电(记者宋晨)记者从中国航空发动机集团有限公司获悉,中国航发自主研发的1000千瓦级先进民用涡轴发动机AES100近日签约首家先锋用户,中国航发研所、南方公司与航天科技彩虹公司签订发动机采购合同,AES100发动机将为“彩虹”大型倾转旋翼机提供动力。

翼飞机技术,在直升机模式中垂直起降,在固定翼飞机模式中快速巡航。

AES100发动机于2016年立项研制,2021年7月双发配装直升机成功首飞。目前,AES100发动机正在加快设计验证迭代,进行长寿命、结构完整性、叶片包容、结冰、防火等验证,向着适航取证

目标积极迈进。

AES100发动机项目的成功研制,将进一步完善我国民用涡轴发动机研发体系和适航体系。以AES100为基础衍生的涡桨、涡扇发动机和混合动力系统正在同步发展,将形成家族化、系列化融合发展的良好局面,促进我国民用航空发动机产业化发展。

作为知名的英国遗传学家,斯基



▲本组图片为自然结冰试飞资料图片。(受访者提供)

### 标准破“冰”

根据预测的结冰气象,2021年12月8日,试飞院首次组织了国产大型客机自然结冰研发试飞,试验机穿云4次,成功遭遇符合试验要求的结冰气象,圆满完成自然结冰条件下的试飞内容。此次飞行,是国产大型客机在结冰环境下的首次飞行,它的成功给所有参试人员打了一剂“强心针”。

2022年1月,局方审定试飞阶段正式开始。10份审定试飞大纲、16个试飞科目、70个试验点,涵盖飞行品质、动力装置、机翼防冰、风挡加温、驾驶舱视界、结冰探测、沉积静电、电源等多个专业与系统,国产大型客机自然结冰适航审定试飞注定不凡。

“连研发试飞在内,共飞了6个架次,所有数据表明,我们组织实施的国产大型客机适航审定自然结冰试飞代表了国内最先进水平,不亚于国际最高水平。”试飞院国产大型客机适航审定自然结冰试飞团队课题主管赵利利断言。

1月20日至22日,试飞团队抓住难得的气象“窗口”,连续组织3架次、每架次5小时以上的审定试飞,试验机累计飞行15小时20分钟,穿云18次,执行试验科目的效率达到70%,远远高于国内外同类型飞机的审定试飞效率。

其中,1月20日的一场试飞被

参与人员认为是“一场完美试验”。试飞员赵明禹、赵生、马海军和局方试飞员赵志强紧密配合,与指挥员赵鹏、陈明高效合作,克服长时间云中飞行和复杂环境带来的风险,精确控制每个航段的时间,争分夺秒抢占结冰时机,历时5个小时,成功完成防冰系统提前打开、告警时打开、延迟打开、失效构型、左发最大爬升状态风扇冰脱落、待机45分钟飞行品质等6个试验块共计33个试验点的飞行试验内容。

2022年2月17日12时15分,随着国产大型客机试验机在跑道上滑落,其适航审定自然结冰试飞结束。国产大型客机成为继空客350和俄罗斯MC21之后,全球范围内第3款完成了美国联邦航空条例FAR25-121修正案要求的自然结冰试飞验证的飞机。

“不惑于‘没有先例’,不囿于‘现有惯例’。国产大型客机自然结冰试飞在国内取得关键性突破,打破了存在已久的‘国内不具备自然结冰试飞条件’的思想枷锁。研究数据表明,国内多个空域有可能是自然结冰试飞的‘富矿’。”中国飞行试验研究院院长陈坪认为,更为重要的是,我们可以在试飞研究的基础上,制定自己的适航条款,打破国外的标准垄断。

珀表示,疾病的遗传基础是了解疾病从何而来以及如何对抗疾病的重要方面,中国的相关领域科研成果在帮助了解不同类型癌症如何产生、发展以及治疗等方面发挥了重要作用。

斯基珀还说,在应对全球挑战方面,中国科研也在发挥引领作用。比如,中国开展的“生态系统生产总值”核算,就是科学的研究可以在全球范围内发挥重要作用的典型实例。

在谈到中国科研不断取得进展的原因时,斯基珀认为,中国对科研的长期持续投入、积极参与国际合作和大力发展教育等是重要因素。“中国对科研的资助多年来一直在逐年增长”,并且中国科研开展方式非常强调国际合作,协作可带来不同的专业视角。

作为《自然》杂志创办150多年来的首位女性总编辑,斯基珀自上任之初就强调对年轻科研人员的支持以及共享数据的重要性。她说:“今天,科学的研究致力于解决的问题往往非常复杂,与此同时,对于年轻一代科研人员来说,合作的价值比以往更加突出。”

斯基珀寄语中国年轻科研人员:“最重要的是你必须相信自己,无论是谁,背景如何,来自哪里,依靠自己的力量,追随你的激情,投身真正令你快乐的(研究领域)。”

(记者郭爽)新华社伦敦电



## 中国对全球科研生态系统的贡献

### 访英国《自然》杂志总编辑斯基珀

在近期发布的2022自然指数年度榜单中,中国科研产出显现出强劲增长势头。英国《自然》杂志总编辑玛格达莱娜·斯基珀日前接受新华社记者专访时说,科学研究是由来自世界各地研究人员驱动的全球性努力,中国科研产出总体成绩突出,中国对全球科研生态系统作出重要贡献。

根据自然指数的关键指标“贡献份额”,中国2021年科研产出增长14.4%,是排行榜前十名中涨幅最大的国家。此外,在2020至2021年上升最快的50家研究机构中,只有10家来自中国以外。

对此,斯基珀说:“这是了不起的成就,但在许多方面,这并不令人意外。中国科研发展不断壮大令人欣喜。”

斯基珀说:“从广义层面说,科学的研究是为了解我们周围世界以及宇宙运行方式,改善人类在这个星球上的生活,对抗疾病和饥饿,以及应对其他全球性挑战等,我们所有人都或多或少地面临这些问题,基于科学的全球解决方案将为解决这些问题发挥关键作用。”

斯基珀指出,“中国对全球科研生态系统的贡献绝对是关键性的”,中国科研对世界的贡献体现在多个方面。科研成果的引用数量是衡量一个国家研究水平的重要方式。从这个角度来说,中国在化学、材料科学等多个领域的科研贡献最为显著,展现了“全球领导力”。

作为知名的英国遗传学家,斯基