“低空经济”崛起

它的技术发展趋势、市场前景到底如何？

什么是低空经济？与低空经济密切相关的“低空飞行器”又是什么？2025年6月，中山大学航空航天学院教授卢镇波在2025“科普中国说”广东场“低空启航 太空互联”带来“低空经济与低空飞行器”的演讲，分享关于“低空经济”的发展现状与未来。以下是卢镇波的演讲节选。

如何实现飞行？来自大自然的启迪

在介绍低空飞行器之前，我们不妨先从“人类的飞行梦”说起。人类很早就有“飞”的渴望，也做了很多尝试。但究竟怎么才能实现飞翔呢？自然界的飞行生物给了人类很多启迪。

第一类是昆虫。以蜻蜓为例，它们通过快速扑动翅膀，实现了高效、机动、灵活的飞行，机动性甚至超过了许多鸟类。但要完全模仿蜻蜓的扑动飞行，对人类来说难度极大。不过，我们可以借鉴它的原理来制造人造飞行器。

第二类是种类繁多的鸟类，如鸽子、鹰、蜂鸟、海鸥、信天翁。它们的飞行速度极快，飞行效率高，续航能力强。尽管现代飞机并非通过扑动翅膀来飞行，但鸟类翅膀的形状和结构为飞机的设计提供了重要的参考依据，最终帮助人类实现了在空中飞翔的梦想。

第三类是蝙蝠。别看它身躯圆胖，但凭借两只翅膀，能够进行高效的飞行，且翅膀的灵活性在所有飞行生物中堪称最强。

最后，是地球上曾经出现过的体型最大的飞行生物——翼龙。它们主要依靠滑翔飞行，展开巨大的翅膀，在空中滑翔。人类受到这种滑翔能力的启发，设计出了滑翔机。甚至在一些科幻片中，人们从一栋高楼滑翔到另一栋高楼的场景，也与这种滑翔能力有关。

以上就是自然界中的四类飞行生物，它们各具特色，为人类实现飞翔梦想提供了宝贵的借鉴和启示。

飞行背后的力学原理“库塔—茹科夫斯基定理”

想要理解飞行的奥秘，还离不开一个重要的科学原理“库塔—茹柯夫斯基定理”。

无论是鸟类还是飞机，它们之所以能够实现飞行，关键在于必须存在环量。环量这个概念可能稍显复杂，简单来说，它是指流体沿着一个围绕机翼（或飞翼）的闭合路径时的整体旋转（或循环）强度。正是由于环量的存在，飞行才得以实现。

飞行开始时，必须满足库塔条件，即上下表面的气流必须平滑汇集在翅膀后缘，然后离开。在气流离开时，会产生一个难以被观察到的启动涡，当启动涡产生后，在机翼周围会产生一个附着涡。正是这个附着涡的存在，使得机翼表面存在环量，进而产生向上的力，也就是升力。这个升力与飞行速度、流动速度以及环量成正比，正是有了这个升力，飞机才能够飞起来，这便是现在所有飞机的飞行原理。

不过，许多昆虫的飞行并不遵循此定理，它们依赖的是第二种高升力机制：通过快速拍打、甩开翅膀，在上方产生非常强的非定常升力，这种非定常升力能够支撑比第一种升力更大重量的飞行。像我们讨厌的蚊子，就是采用这种机制来实现高效飞行。我们在研制扑翼飞行器时，也可以借鉴这种机制，实现非常高效的飞行。

此外，大部分昆虫还有另外一个特点，昆虫拍打时翅膀上能形成不脱落的附着涡，这些不脱落涡的相互耦合作用可显著提升涡升力。有了这种第二升力机制，“一头会飞的猪”在理论上是可以实现的。目前，许多科学家正在探索这种机制，希望最终人类能够实现飞行梦想。

低空飞行器的诞生与低空经济的未来

从对自然飞行的模仿和升力原理的探索出发，人类踏上了飞行器研发的漫长征程。

进入2000年，随着电子技术和自主控制技术的不断发展，无人驾驶飞行器逐渐进入了人们的视野。

2020年前后，人们逐渐意识到无人机技术还能应用于一个极具潜力的领域——城市间的交通。比如，现在由于地面交通拥挤，从广州到深圳需要花费2个小时。但如果采用载人飞行器，就能大幅缩减这一时间。然而，传统的直升机成本过高。未来低空飞行器的设计，有望填补这一领域的空白，实现载人、载货以及多场景的融合应用，进而催生未来的低空经济形态。

目前，低空飞行器主要分为四类。

一是大家熟悉的直升机，它依靠旋翼提供升力和推进力，是一种垂直起降航空器。

二是无人机，通过遥控或自主飞行来实现飞行，应用范围非常广泛。

三是电力驱动、垂直起降，结合了直升机多旋翼的灵活性与固定翼的效率优势的电动垂直起降飞行器（eVTOL）。

四是未来可能发展的扑翼飞行器。

在众多低空飞行器中，电动垂直起降（eVTOL）飞行器因其高度契合城市需求的特性，被认为是城市短途出行的未来。它的优势包括噪声低、成本低、更环保、易于维护，且配套设施简单便捷。目前，政府也正积极推动其发展。

我们认识了低空飞行器的一系列发展以及对应的最新技术，再回过头来看看低空经济。

低空经济可以拆解为两个关键词，一是低空技术，二是经济活动，因为只有实现经济增长才能促进低空发展。因此，我们将“低空经济”定义为以低空无人机和有人机为依托，以技术为基础，在经济层面以载人、货运及特殊作业为主要目标，涵盖飞行、制造、维护和服务等环节的综合性产业链。

具体而言，它囊括了低空飞行器的制造、低空飞行运营、低空保障服务以及综合配套服务等板块。这一产业辐射范围广泛，产业链条绵长，且具有极强的成长潜力，未来有望带动众多相关产业的持续蓬勃发展。

低空经济在国内外的发展主要有以下几个阶段。

国外在2006年以前有一些早期的探索，2006年至2020年进入规范发展阶段，这一阶段国外发展速度较快，并有相关应用。2021年至今，国外处于普及推广相关应用的阶段。

国内自2021年开始发力，当年低空经济就被写入国家规划。到去年年底，国家发展改革委正式成立低空经济发展司，规范程度及引领程度都快于国外。目前，国内一系列立法、试行和研制工作都在稳步推进。未来，中国低空经济有望与国际并跑，甚至实现超越。

在应用层面，低空经济覆盖了通用航空、载人载货等广泛领域，具体场景包括城市空中出租车、短途运输、机场接驳班车以及城际交通（比如广深、深珠航线）。未来，低空经济不仅能极大推动经济发展，还能提供像应急救援这样的重要公共服务，并且在国防事业中具有军民两用价值。

需要注意的是，低空经济有一些特殊的地方，因为产业和政府对航空器的要求极为严格，低空经济飞行器需获得三证：TC（型号合格证）、PC（生产许可证）和AC（单机适航证），以及最后的OC（运营许可证），这些证件旨在确保飞行器能够安全地服务于经济。此外，低空经济还有空域要求，目前，低空经济主要针对的是300米以下的空域。

据市场预测，到2040年，全球低空经济的市场规模有望达到万亿美元。关于中国的低空经济发展进程，过去五年，相关企业已持续对eVTOL进行研发、测试和验证。未来五年，将开展有人载客型eVTOL的商业化工作。2030年之后，有望实现无人驾驶和eVTOL飞行。

来源：科普中国

演讲人：中山大学航空航天学院教授 卢镇波

内容资源由项目单位提供

遗失声明：唐鹏飞于2025年7月1日不慎遗失身份证件，证号：511722200307195636，现声明作废，不负相关法律责任。
遗失声明：张玉明于2025年6月30日不慎遗失身份证件，证号：41122419850408515，现声明作废。
遗失声明：戚玉林于2025年7月4日不慎遗失身份证件，证号：36072120010416****，现声明作废。
遗失声明：黄伟民于2025年7月5日不慎遗失身份证件，证号：440103198908252412，现声明作废。
遗失声明：林桂珊于2025年7月6日不慎遗失身份证件，证号：440523199706220043，现声明作废。
遗失声明：王爽于2025年7月1日不慎遗失身份证件，证号：220181199205311220，现声明作废。
遗失声明：黄郅博于2025年7月6日不慎遗失身份证件，证号：361121200606074319，现声明作废。
遗失声明：王彩芳于2025年7月8日不慎遗失身份证件，证号：341222199511205542，现声明作废。
遗失声明：赵鹏远于2025年7月5日不慎遗失身份证件，证号：510321200508126195，现声明作废。
遗失声明：谢宇于2025年4月22日不慎遗失身份证件，证号：510121199906260617，现声明作废。
遗失声明：郑筠于2025年5月20日不慎遗失身份证件，证号：440106199108094026，现声明作废。
遗失声明：林涌鑫于2025年2月1日不慎遗失身份证件，证号：445202200606072735，现声明作废。
遗失声明：何天慧于2025年7月2日不慎遗失身份证件，证号：420922200406142343，现声明作废。
遗失声明：刘镇浩于2025年7月4日不慎遗失身份证件，证号：445323200404241534，现声明作废。
遗失声明：胡泽镇于2025年7月8日不慎遗失身份证件，证号：441521199511244131，现声明作废。
遗失声明：张丽华于2025年7月6日不慎遗失身份证件，证号：362330197105013765，现声明作废。
遗失声明：马嘉琳于2025年7月4日不慎遗失身份证件，证号：440582200201152327，现声明作废。
遗失声明：路雪莹于2025年7月9日不慎遗失身份证件，证号：130425199605164227，现声明作废。
遗失声明：李乃娟于2025年7月26日不慎遗失身份证，证号：44098119930726884 6，已重新补办新卡，原卡现声明作废。
遗失声明：苟新建于2025年7月2日不慎遗失身份证件，证号：659001199004012436，现声明作废。自丢失之日起不承担被人冒用而引发的一切法律责任，特此声明。
遗失声明：本人江振轩于2025年6月21日不慎遗失身份证件，证号：441223200304062011，现声明作废。
本人林鹏飞于2025年7月5日上午10点10分不慎遗失身份证，证号：35018120020319183X，本人已申领新证，原证已失效，特此声明。见报之日起不承担被人冒用而引发的一切法律责任，特此声明。
王镇旋遗失身份证，证号：445281197710111053，声明作废。
窦燕华，身份证号：510722198209051822，遗失文物保护工程责任工程师证书，证件号：ZRGC20150462，特此声明原件丢失且无效。
深圳市协诚企业管理咨询有限公司（统一社会信用代码：914403007388012427）遗失公章一枚，现声明作废。
李伟超不慎遗失医师资格证书原件一本，编码：20024411044078176041307 1；执业医师执业证书原件一本，编码：110440700007451，声明作废。
中酒颐和（深圳）品牌发展有限公司（统一社会信用代码：91440300MA5FQYX12M）遗失公章（编号：4403042299725）一枚，现声明作废。
广东凤凰光妙茶业有限公司凤凰分公司遗失营业执照正副本，统一社会信用代码：91445103MA53G19F9Q，编号：1-1，声明作废。
深圳市公安局龙华分局龙城派出所民警蓝圳鹏警官证丢失，警号：052355，特此声明作废。2025年7月4日。
朱珍娇遗失《护士执业证书》，编号：201651011370，特此声明。
李杰颖遗失深圳市西丽金谷小镇公寓押金的收款收据1张，收据编号：20240624545485（金额：5800元），声明作废。
广州利璟商贸有限公司遗失营业执照正副本，统一社会信用代码：91140118MAEN1DG9XD，编号：S2512025077670G，声明作废。
宋婧不慎遗失深圳市福田区人民法院工作证件，证件号为LW467，现特此声明作废。
遗失声明：中山市聚道体育用品有限公司遗失高危险性体育项目经营许可证正副本，许可证编号：44200020230110，声明作废。
（父亲：洪吉昌，母亲：张佳婷）遗失洪舒潼的出生医学证明，2022年6月18日出生，证件编号：W440532079，现声明作废。
孔倪璡遗失身份证，证号：370612199304061543，声明作废。
潮州市潮安区庵埠镇臻兴饮食店遗失潮州市潮安区市场监督管理局核发的食品经营许可证正副本，核发日期：2024年6月20日，许可证编号：JY2445103014344 7，声明作废。
江西财经职业学院周杰遗失学生证，学号323251010821，声明作废。
深圳市惠莱晟科技有限公司（统一社会信用代码：91440300342492893K）遗失公章一枚，现声明作废。
钟金宏遗失军士证，证件号码：士字第10017521513，特此声明作废。
遗失声明：高翔，2025年7月8日因保管不善遗失广东省司法厅2025年6月16日颁发的律师执业证书，律师执业证书号：14403202110307395，执业证书流水号：12200784，现声明作废。
刘丽勤遗失上汽大众车辆上牌合格证1张，车辆型号：SVW64410CP，底盘号：DSVAV3076，发动机号：AV3076，合格证编号：WAE072505008603，车架号：LSVYSAC14SN014820，声明作废。
安徽永安工程监理咨询有限公司汕头分公司遗失公章（编号：4405125008754）一枚，现声明作废。
卢俊警官证丢失，警号：039704，特此声明作废。2025年7月9日。
董博，2025年7月7日因保管不善遗失广东省司法厅2025年3月4日颁发的律师执业证，律师执业证书号：14403202410724698，流水号：12181473，现声明作废。
鹤城建设集团股份公司印章：鹤城建设集团股份公司樟树市盐化工基地热电联产项目——园区配套热力管网工程（一期）项目部，声明作废。
钟桂康遗失普通高等学校（中山职业技术学院）毕业证书，电子注册号：140661202106635141，特此声明。
广州古早食品科技有限公司遗失法人章，财务章（法人姓名：林琨茗）一枚，现声明作废。
官莉欣于2025年7月9日查询的编号20250709000049443866的征信报告丢失，声明作废。
东莞市安键达电子科技有限公司遗失中国广发银行东莞分行桥头支行支票5张，支票号码分别是：3060443018977292、3060443019001962、3060443020563490、3060443020662984、3060443020744922，声明作废。
乐昌市坪石三益水泥股份合作公司石山下石灰石场遗失中国建设银行股份有限公司乐昌支行银行基本户开户许可证壹份，核准号：J5825000725401，声明作废。
广州市白云区同德街立发汉堡店（个体工商户）遗失营业执照经营正副本，统一社会信用代码：92440111MADKX24MXQ、食品经营许可证正副本，编号：JY24401111170846，现声明作废。
营业部注销声明——广州携程国际旅行社有限公司：本人赖晓军于2022年11月14日与贵公司签订的经营期限至2023年11月14日的《“携程旅游”门市经营管理责任协议书》到期未续约，广州携程国际旅行社有限公司梅州大埔营业部（统一社会信用代码：91441422MA53DH4E6W）已注销。
注销公告：东莞市知识产权研究院，统一社会信用代码：52441900MJM421656B，于2025年6月20日经理事会会议决定终止营业并注销，请有关债权债务人自见本公告45天内到我单位办理相关手续。逾期申报债权的，视为放弃。电话：0769-38870000。联系人：叶女士，地址：东莞市东城区鸿福东路二号农商银行大厦商务中心11楼。
广州市越秀区六艺青少年体育俱乐部根据《民办非企业单位登记管理暂行条例》，经理事会决议同意，拟向广州市越秀区民政局申请注销登记，现已成立清算组，请债权人自登报日起45日内向本单位清算组申报债权。清算组负责人：曾雯仪，联系电话：13352826980，特此公告。

跑政通：
全国登报、公证认证、公众号迁移、AAA信用认证、企业信用修复，律师函代发、翻译、正规备案刻章，一键式线上办理，咨询热线：
4001081766、17364579989