

从“展台”到“蓝天”，低空经济如何“飞”得更好

16日，为期四天的第七届中国天津国际直升机博览会启幕。本次直博会新增低空经济展示区域，集中展示我国直升机装备谱系化发展成果与低空经济产业领域最新进展，受到外界瞩目。

2024年被称为“低空经济元年”，低空经济首次写入政府工作报告，党的二十届三中全会进一步明确提出发展通用航空和低空经济。从“展台”到“蓝天”，我国低空经济如何“飞”得更好？“新华视点”记者采访了业内人士。

更智慧：新型航空器优势互补赋能未来生活

低空经济，一般是指空域高度范围1000米以下，以民用有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。国研新经济研究院起始院长朱克力说，低空经济相关产品主要包括无人机、eVTOL（电动垂直起降飞行器）、直升飞机、传统固定翼飞机等，涉及居民消费和工业应用两大场景。

与往届相比，本届直博会的一大亮点，是在展示各型直升机外，还以专门展厅展示无人机等通用航空和低空经济领域的新技术、新产品、新成果。

输入指令，可续航120分钟的无人机就能根据设计好的路线自动巡检，并通过热成像和红外线技术，监测钻井平台是否漏油、船体有无磁碰等……在直博会低空经济展厅，无人机企业蜂巢航宇带来的智能无人机场，吸引了不少观众驻足。

航空救援、无人机配送、工业巡检、观光旅游……我国低空经济正走到大众身边，释放科技发展红利。据中国民航局预测，2025年中国低空经济市场规模将达1.5万亿元，2035年有望突破3.5万亿元。“我国低空经济形成直升机与通用飞机、eVTOL、无人机等多种航空器分工协作、优势互补的发展格局。”朱克力说。

展厅里，一架外形酷炫、可坐7人的eVTOL格外吸睛。工作人员介绍，该机以纯电为动力，最大航程可达300千米。产品为医疗救援市场需求设计，还可同步实现城市



10月18日，观众在天津直博会直升机馆内参观。10月18日，第七届中国天津国际直升机博览会迎来首个公众开放日。新华社记者 赵子硕 摄

空中交通、货物运输等应用，预计2027年面世。

中航工业直升机设计研究所副总设计师刘文琦在会上表示，该所正在加快多款eVTOL的生产研发，它们在环保性、安全性、低噪声、低成本和智能化方面优势显著。

“在低空经济广阔前景下，绿色航空动力市场潜力巨大。”中国航发湖南动力机械研究所副所长金海良说，电推进动力、氢燃料动力和可持续航空燃料动力分别在不同时期和不同通航领域具备较强的竞争力，是未来低空经济新能源动力发展的主要代表。

新生态：协同更紧密 场景更多元

京津冀三地首次组建低空经济展团，联合展示无人机

和新型航空器在新质生产力领域的研发、生产、应用、服务等创新成果。

模拟机上，屏幕上正显示GIS系统和MR技术生成的虚拟现实场景。随着机器开启，座位摇晃、手柄震动，伴随飞机起降、颠簸等过程中的失重感，记者体验了一把“开飞机”。“我们开发出虚拟飞行训练视景系统，可以针对不同城市以及特殊场景搭建对应环境，支持低空环境飞行训练。”北京赛四达科技股份有限公司工作人员刘正晨说。

天津市滨海新区是我国首批民用无人驾驶航空试验区之一。位于试验区内的天津港保税区，依托政策创新与产业链优势，已成为京津冀地区低空发展的重要载体。这里的无人机试验空域不断扩大，为企业提供真实试验场

科学的星空，他已归航

——追忆杨振宁先生

人在国际科学上有建立不朽之功勋者，乃自杨振宁始。

“这是一首很美的诗。当我们遇到这些浓缩的结构时，我们就会有美的感受。当我们发现自然界的一个秘密时，一种敬畏之情就会油然而生。”从杨振宁超乎寻常的体悟中，世人同时看到了一个科学的世界和一个人文的世界，将中国文化的根与西方科学的精神完美地结合在一起。

弗里曼·戴森对此也印象深刻：“他对西方科学的杰出思维传统和对中国祖先的杰出文化传统同样崇敬。”

“宁拙毋巧，宁朴毋华”，是伴随杨振宁一生的治学格言。成就斐然却谦恭如初，先生之风影响了许多同仁、后辈。与杨振宁共事、交往近半个世纪的南开大学陈省身数学研究所葛墨林院士始终记得：“他常和我们说，做东西刚开始的时候不要取巧，老老实实地弄熟了，才能谈到巧。要朴实的东西，不要表面的东西。”

美国纽约州立大学石溪分校的老同事聂华桐曾回忆，每星期的讨论会，杨振宁总是耐心聆听年轻人的发言，“听到感兴趣的内容就记下来，有不懂的地方，还要追着去问”。

即使到了百岁高龄，杨振宁仍对很多事情充满好奇，有时在夫人翁帆眼里率真得“像个孩子一般”，对科学世界保持着极致的求知欲。

“我想我在科学工作的成就帮助中国人的自信心增加了，这个恐怕是我一生最重要的贡献。”杨振宁身上散发的光芒，照亮了时代，持久而磅礴。

多年以后，放弃美国国籍转为中国科学院院士的杨振宁，回忆当年入籍美国，坦言“曾考虑了很久，是一个很痛苦的决定”。一边是科研进取的现实环境，一边是血脉传承的难以割舍。“我知道，直到临终前，对于我的放弃故国，父亲在心底里的一角始终没有宽恕过我。”

1971年，“乒乓外交”拉开了中美关系改善和发展的历史序幕，杨振宁随即以知名科学家的身份回国访问，掀起大批华裔学者访华热潮，被誉为架设中美学术交流桥梁第一人。

此后他多次回国，为国内发展基础科学提出真知灼见，同时多方筹措，不遗余力推动中美科技交流。

20世纪80年代至90年代，在杨振宁亲自募集资金设立清华园内，一幅典雅的三层小楼，是清华大学高等研究院所在。1997年，75岁的杨振宁应邀担任名誉主任，立志要打造“中国版的普林斯顿高等研究院”。

延揽天下英才，从事顶尖研究——壮心不已，所求为何？“中国男儿，中国男儿，要将只手撑天空。睡狮千年，睡狮千年，一夫振臂万夫雄。”这首儿时从父亲口中学到的歌，一直萦绕在杨振宁心头。

父亲杨武之出生在清朝末期，是第一批接受现代教育的大学生；历经严重的民族社会危机，将民族振兴视为己任；在芝加哥大学获得数学博士学位回国，将全部精力投入教书育人……他“有生应感恩国恩”的信条，深刻影响了杨振宁的一生。

从童年的清华园、战乱时期的西南联大，到远渡重洋来到，杨振宁的命运始终与时代变迁紧密相连。在美国生活的半个多世纪，他的办公室里始终挂着一幅清华园的照片，书架上摆着父亲手写的诗集。

多年以后，放弃美国国籍转为中国科学院院士的杨振宁，回忆当年入籍美国，坦言“曾考虑了很久，是一个很痛苦的决定”。一边是科研进取的现实环境，一边是血脉传承的难以割舍。“我知道，直到临终前，对于我的放弃故国，父亲在心底里的一角始终没有宽恕过我。”

1971年，“乒乓外交”拉开了中美关系改善和发展的历史序幕，杨振宁随即以知名科学家的身份回国访问，掀起大批华裔学者访华热潮，被誉为架设中美学术交流桥梁第一人。

的“对华教育交流委员会”资助下，近百名国内学者赴美进修。葛墨林难忘：在纽约石溪，有一家餐馆叫“满庭芳”，杨先生总愿意在那儿请客，让到访的国人吃出家的味道，让外国朋友了解中国的新变化，那里不像一个餐厅，更像一个服务中国、展示中国的窗口和舞台。

“每当出现对祖国不利的说法、做法，他就会第一时间站出来。”一次到杨振宁家里去，葛墨林碰到他和家人发脾气，起因是家人劝他别当面得罪人，但他却认为捍卫祖国的尊严义不容辞，必须据理力争。

向中国领导人提议恢复和加强基础科学研究，先后帮助中山大学、南开大学等国内高校设立理论物理等基础科学研究机构，组织成立全美华人协会并担任会长，协助设立“求是科学基金”和“何梁何利基金”……杨振宁马不停蹄、东奔西走，为的是让新中国的科学步子迈得更快。

2003年，“一生走了一个大圈”的杨振宁从纽约搬回北京。此时距离他赴美开启留学生涯，过去了58年。他将自己的住所取名为“归根居”，还专门赋诗一首，以“东篱归根翁”自勉。

捐献100万美元现金，募集超1500万美元资金；引进图灵奖得主姚期智院士，延揽密码学专家王小云院士；邀请张首晟、文小川等一批杰出学者来工作……杨振宁把创办清华大学高等研究院当成“他这辈子最后一件值得做的事情”，大大小小的事情都非常用心。

清华大学原校长、清华大学高等研究院院长顾秉林院士难忘：对招聘的每一位候选人，杨先生都要仔细研究其学术背景和已有的学术成就，往往谈了多位、历经数轮，才成功一位；在那间挂着“仰观宇宙之大，俯察粒子之微”对联的办公室里，他或潜心研究，或指导学生，或与同事及到访学者共同讨论……

“我深深地为他们那种振兴中国科学的精神所感动。”2004年6月，同杨振宁畅谈多次后，姚期智决定告别在美国长达18年的教学和研究生涯，“我很愿意把自己投入到一个有发展的事业中去”。

“杨先生最期待中国人能够做出世界一流的科研工作，并且能够用我们自己创造的世界领先技术解决中国的实际问题。”清华大学高等研究院杨振宁讲座教授王小云一直在思索：为什么杨先生能够对推动中美学术交流的事，每一个细节都如此清晰？最根本的还在于他对中国的深厚感情。

“中国的恢宏发展，在人类历史上是空前的。世界上很少有如此成功的国家故事，这样的成功故事，全世界都很难再复制。中国的成功有许多道理，但我认为一个最基本的道理是中华优秀传统文化铸造出的民族精神特质和性格倾向，是西方文化无法与之相比较的。”这样的话，杨振宁说过多次，对外国友人说，更对中国学者说。

28年弹指一挥间，很难通过公开的资料去统计，有多少位具有国际影响力的学者是受杨振宁的邀请回国任教。但可以肯定，越来越多的人认识到：先生心中的愿景是多么壮阔。

今天，走进清华大学高等研究院的小楼，透过几扇虚掩着的房门，隐约可见有人正专注地做着演算，还有人在讨论区的黑板上边写边争论。时光仿佛在这里慢下了脚步，接续的志向却川流不息。

“先生坚持学术第一、质量第一、氛围第一，这些学者带来国际上最新的发展、最值得注意的领域。”顾秉林说，我们已形成了一批重要研究成果，在国际上开始拥有举足轻重的地位和影响。

2021年，清华大学迎来建校110周年，杨振宁决定将办公室和资料室内的图书、文章手稿、来往书信等资料，共计

景，吸引50多家相关企业和科研院所落户，其中逾八成涉及无人机及低空经济领域。

首次设立低空经济馆，意味着低空经济正从单一装备展示迈向系统化生态呈现的新阶段。

低空经济展馆覆盖了产业链上下游各环节，包括整机、复合材料、电机、螺旋桨、发动机等核心部件供应商。专注于低空测绘的深圳飞马机器人股份有限公司副总裁张世杰说，直博会作为专业平台，为企业提供了很好的交流和展示机会。

“低空+旅游”“低空+交通”“低空+海洋”……低空经济正从单点突破转向多元应用发展，期盼更多产教融合落地。开幕当日，21个覆盖研发设计、装备制造、航空培训等领域的航空产业合作项目集中签约，中国民航大学、天津机电职业技术学院与天津海特飞机工程有限公司将共同筹建航空航天制造与服务行业产教教合共同体，联合开展人才培养与技术攻关。

新挑战：协力护航低空未来

低空经济如何才从“展台”真正飞向“蓝天”？受访专家表示，需要全行业共同努力，形成安全可靠的外部发展条件和完整的风险治理体系，有效应对低空经济发展带来的新挑战。

“要建立完善的行政管理体系标准和完备的装备监管体系支撑，为通航产业发展保驾护航。”国家消防救援局原助理总监闫鹏建议，加大对低空安全技术研发的投入，鼓励企业和科研机构开展关键技术攻关。

天津已率先开展了相关探索。据悉，天津低空经济投资发展有限公司打造的省级飞行服务平台，能整合全市空域数据，实现飞行活动实时调度与风险预警。该平台现已完成测试，预计年内正式上线。

多位专家呼吁，加快制定低空经济安全法规，明确飞行准入、安全标准等细则；完善《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》等配套措施，构建民航、军航、公安等多部门协同监管体系。

业内人士还建议，进一步推动研发制造、服务运营、基础设施建设等协同发展，让低空经济蕴含的潜能早日转化为更多现实生产力。

“下一步应加快构建有人机加无人机的协同任务体系，在应急救援等复杂任务中实现效能倍增。积极拓展医疗救护、娱乐飞行、包机等市场，降低使用门槛，不断繁荣低空经济市场。”中国飞龙通用航空有限公司总经理龚全说。

新华社“新华视点”记者（新华社天津10月18日电）



2021年5月14日，杨振宁资料室揭牌仪式在清华大学举行。这是出席仪式的杨振宁。新华社记者 陈钟昊 摄

在人类探索未知的壮阔史诗中，总有一些名字闪耀在永恒的星河。杨振宁先生就是这样一位照亮了现代物理学天空的科学家。

这位享誉世界的物理学家，诺贝尔奖获得者、中国科学院院士、清华大学教授，因病于2025年10月18日在北京逝世，享年103岁。

从清华园的青涩少年到诺贝尔领奖台上的华人骄傲，从规范场理论的奠基者到三尺讲台上的大先生，他用一个世纪的生命旅程，取得了屹立如嵩、博观如海的学术成就，书写了功在世界、心怀家国的隽永篇章。

格物求真：以突破之勇拓展科学疆界

“杨-米尔斯规范场论”被认为是现代物理学的基石之一，“弱相互作用中宇称不守恒”以革命性思想斩获诺贝尔物理学奖，“杨-巴克斯特方程”开辟了物理和数学研究的新方向……杨振宁卓著而丰富的成就，在科学史上留下难以磨灭的印记。

曾与他共事多年的物理学家弗里曼·戴森，评价杨振宁是“继爱因斯坦和狄拉克之后，20世纪物理学的卓越设计师”。

1957年12月10日，瑞典斯德哥尔摩音乐厅，35岁的杨振宁和31岁的李政道成为诺贝尔奖颁奖典礼上最为闪耀的一对年轻人。他们合作提出的弱相互作用中宇称不守恒定律，被著名物理学家奥本海默默认为是“为困在黑屋子里的高能物理学家找到了出口”。

伟大的科学发现，常常植根于卓越的科学品质。对杨振宁而言，科学从不只是循规蹈矩的推演和计算，更是敢于质疑、勇攀高峰的执着与坚韧。

直面迷雾，不惧权威。1956年，“ $\theta - \tau$ 之谜”困扰着国际物理学界：两种粒子质量、寿命完全相同，却表现出不同的宇称（空间对称性）。“弱相互作用中宇称可能不守恒”，杨振宁与李政道的假设提出之初，并没有被学界接受，甚至遭到一些知名学者的公开反对。

两位青年科学家并未气馁。他们从实验数据的细微矛盾中嗅到破绽，顶住“挑战整个物理学界”的压力，最终通过物理学家吴健雄的实验验证，彻底改写了人类对称性的认知。

在当年的诺贝尔奖获奖致辞中，杨振宁曾说：“我为自己的中国血统和背景而感到骄傲，同样，我为能致力于作为人类文明一部分的、源出于西方的现代科学而感到自豪。我已献身于现代科学，并将竭诚工作，为之继续奋斗。”

心无旁骛，毕生不辍，杨振宁在粒子物理、场论、统计物理和凝聚态物理等物理学多个领域取得的诸多成就，对这些领域的发展产生深远影响。他和罗伯特·米尔斯于1954年提出的“杨-米尔斯规范场理论”，经过时间检验，被认为是与麦克斯韦方程和爱因斯坦广义相对论相媲美的最重要的基础物理理论之一，催生了多个诺贝尔奖。诺奖得主丁肇中感言：中国

2000余件，无偿捐赠给学校。“我想将来留在清华大学档案馆里的，不只是我的科学工作，我希望还能够保留‘杨振宁’到底是怎么样的一个人。”

高山仰止，赤子初心。1971年，49岁的杨振宁即将结束首次回国的“破冰之旅”，多年挚友、“两弹一星元勋”邓稼先给他修书一封，结尾写道：“但愿人长久，千里共途。”

半个世纪后，在杨振宁先生学术思想研讨会——贺杨先生百岁华诞仪式上，他满怀深情地告慰挚友：“稼先，我懂你‘共途’的意思，我可以很自信地跟你说，我这以后五十年是符合你‘共途’的畅想，我相信你也会满意的。”

跨越时空，终偿夙愿。两位科学家一生践行的报国信念，熔铸永不褪色的精神坐标。

薪火长明：以青松之姿引领后学笃行

“你可不可以教一次大一物理，也许有示范作用。”当年，清华大学物理系朱邦芬院士向杨振宁发出邀约时，国内许多知名教授都不“教书”了，更不肯教本科生，“没想到，他一口答应了”。

2004年9月13日，清华大学第六教学楼。82岁的杨振宁身着蓝色衬衫，走上三尺讲台。面对130余位大一新生，他特意准备了一摞讲义，将最基础的物理概念娓娓道来。

此后的整整一学期，杨振宁每周都准时出现在这间教室，用一个半小时带领学生体验物理的奥妙。

“杨先生上课从来不早点，每节课45分钟，两节课连上，从头讲到尾，谁要想上厕所直接去，不用跟他打招呼。”能与物理大师面对面求教，让莘莘学子兴奋不已，而且“先生没什么架子，鼓励大家踊跃提问”。

“从带低年级等研究院发展到协助物理系建设，从给本科生讲授普通物理课到指导一批优秀博士生，培养杰出人才是先生归根以后最看重的一项使命，也是他花费时间和心血最多的事情。”宋邦芬说。

“归根居”的墙上，一直悬挂着杨振宁亲笔书写的五言诗：“神州新天换，故园使命重。学子凌云志，我当指路松。”他把对祖国朴素的情感，倾力灌注于教学相长的点滴之中。

“先生不仅是师友，还是亲密无间的朋友、科研道路上相互扶持的同道。”结构生物学家施一公院士难忘，2012年，清华大学生命科学院第一届学堂班毕业生学术年会，杨先生欣然出席整整一上午的活动，分享观点、回答问题，还和大家合影留念。

“先生不仅教我们做科研，更教我们做‘有品味的科学家’。”清华大学高等研究院教授、杨振宁的博士生翟荟难忘，先生勉励大家“要清楚方向、选好方向”，不仅仅是学会一两个技术或是怎么做实验的方法，更要把自己带到一个将来对国家发展有助力的领域。

2007年，杨振宁出版了个人文集《曙光集》。他在前言中写道：“鲁迅、王国维和陈寅恪的时代是中华民族史上一个长夜。我和联大同学们就成长于此似无止尽的长夜中。幸运地，中华民族终于走完了这个长夜，看见了曙光。”

2018年，第二本文集《晨曦集》发布，杨振宁说“十年间，国内和世界都起了惊人的巨变”“曙光已转为晨曦”，他还说“看样子如果运气好的话，我自己都可能看到天大亮”。

窥归故里，臻于圆满。他最喜爱并亲自翻译的艾略特的诗，诠释着他的一生：“我的起点，就是我的终点；我的终点，就是我的起点。”

以力量予光阴，以感动予岁月。先生离去的消息传开后，有人默默来到先生工作过的地方，驻足凝望。

朋友静静传递着师生们和他偶遇的画面：后辈略带紧张地问候，先生微笑着点头……

跨越一个世纪，见证“历史的奇迹”，先生的心愿已化作信念，托举起凌云之志，守望看复兴之梦！

“中华民族的巨大潜力将要在今后几十年间再度发挥出来。将要创造出远远超过盛唐文化的大时代！”

新华社记者（新华社北京10月18日电）