

视觉中国供图



# 国产航空轮胎跑出中国「加速度」

## 深瞳工作室出品

采写：通讯员 相铮  
本报记者 杨仑 叶青 龙跃梅  
策划：赵英淑 滕继濮 林莉君

9月的岭南，古树阴翳下仍觉得非常潮热。从黄埔军校旧址向东北出发25公里，就能远远地看见矗立在黄埔区新龙镇一座轮胎形状的建筑——这里是即将建成的航空轮胎大科学中心。与天气同样“火热”的，是科研人员激动而按捺不住的心情。在这里，先进试验设备——航空轮胎高加速试验台的“日程表”，早已被排得满满当当。伴随着尖锐刺耳的巨大声响，短短几秒钟内，轮胎运转时加速至300公里/小时。这模拟了飞机起飞的全过程，轮胎的各项数据通过传感器、摄像头被全方位记录下来，以备进一步分析。

像这样的大型试验设备一共有七套，眼下，它们要做的就是评估航空轮胎装在飞机上是否安全可靠。

小小的轮胎有啥了不起？公开资料显示，我国轮胎产量占到了全球四成左右，是名副其实的轮胎大国。但单条轮胎的利润却低得可怜。“同样型号、规格、用途的汽车轮胎，国产名牌轮胎的价格不足米其林、固特异等国外轮胎品牌的一半，有些企业生产一条轮胎的利润仅有二三十元。”在行业内摸爬滚打近20年的黄埔轮胎(广州)有限公司总经理王林龙告诉科技日报记者。

汽车轮胎尚且如此，作为行业最尖端的产品——航空轮胎的情况自不必说。“航空轮胎，国产的？”听到这个问题，几位资深飞机维修工程师纷纷表示，至少在民航领域“闻所未闻”。

航空轮胎对飞机的安全性和可靠性至关重要，对冲击、承载、生热和耐磨等技术指标有着极为苛刻的要求。放眼全球，航空轮胎行业的核心技术长期掌握在国外少数的大公司手中，对后来者而言，进入该领域门槛极高。闯出一条路，唯有靠科技创新。

## 勇闯材料研发、工程化和市场化“三道关”

“我们就像在一间黑屋子里，连门在哪里、有没有门都不知道。”这是中国科学院长春应用化学研究所(以下简称长春应化所)所长杨小牛刚担任任务时真实的想法。

照猫画虎，生产出一条航空轮胎不难，通过偶尔的测试也不难。但要实现工业化生产、质量追上甚至超越国外品牌，技术全链条自主可控，并真正地进入良性轨道，具有市场竞争力，获得商业化成功，必须要闯过材料研发、工程化和市场化“三道关”。

正应了杨小牛常常警醒团队成员的一句话：科学，没有捷径可以走，没有弯道可以超。橡胶材料，是研发航空轮胎亟须攻克的第一道难关。

橡胶被誉为“黑色黄金”，作为重要的战略物资和工业原料，橡胶在国防军工、航空航天、交通运输等诸多领域具有不可替代的地位。

从某种意义上来说，橡胶改变过人类的历史进程。1941年12月7日，珍珠港事件爆发；六周后，日本攻占东南亚地区，掌握了世界90%以上的橡胶供应，迫使美国爆发“橡胶危机”。时至今日，来自东南亚的顶级天然橡胶，仍是生产航空轮胎的重要原材料。

要实现稳定供给、大规模工业化生产、自主可控的目标，则非人工合成橡胶这个办法莫属。长春应化所在此领域有着悠久、深厚、光荣的历史和积淀。1950年，新中国第一块合成橡胶——氯丁橡胶就诞生于此；该所20世纪70年代研制成功的顺丁橡胶生产技术，至今仍处于世界领先水平。

如今，长春应化所研究员白晨曦带领团队接过前辈手中的火炬，致力于高性能仿生合成橡胶的制备和工程化工作。要达到航空轮胎的使用标准，需要让人工合成橡胶具有天然顶级烟片胶类似的性能。其关键是在合成橡胶分子链上以特殊的方法嵌入蛋白质和磷脂。

“我们就像在无人之地奔跑，有目标，路却需要自己走。”白晨曦说。从技术路线到配方选择，从合成装备到仿生嫁接……数年时间弹指一挥，他和团队成员埋头寻找材料的最优解。

北国春城捷报频传：小试、中试成功；百吨级、千吨级开车成功，材料配方迭代了很多次，还将根据未来技

术和产业发展的需要继续迭代下去。长春应化所的科研人员们在无人的荒野中踏出一条康庄大道。

## 全链条自主可控国产航空轮胎走出实验室

自东北一路南下，3000公里之外的广州，大科学装置的建设如火如荼。

除了投入使用的高加速试验台，广东粤港澳大湾区黄埔材料研究院(以下简称埔材院)研究员崔荣耀向记者介绍了每一处场地的功用——即使现在只是一座座钢筋交织、空荡荡的基坑。他兴致盎然地描绘着图



正在建设中的航空轮胎大科学中心 视觉中国供图



航空轮胎对冲击、承载、生热和耐磨等技术指标有着极为苛刻的要求，要实现技术全链条自主可控，并真正地进入良性轨道，具有市场竞争力，获得商业化成功，必须要闯过材料研发、工程化和市场化“三道关”。

景，仿佛真的有着落架从高空砸下，产生了轮胎的形变、起落架的摆振。

思维敏捷、话语中充满对未来希望的崔荣耀，其实已经退休多年。他与众多科研工作者有一个共同的目标：解决航空轮胎工程化问题。

标准，是一款产品适用与否的关键。但航空轮胎的标准就像是一个“盲盒”：现有测试数据、评价标准大多由国外材料翻译而来，知其然却不知其所以然。“航空轮胎动力学大装置就是要解决这个问题。”崔荣耀说。

一系列先进的试验装置，可以还原在真实使用场景中轮胎的表现，搜集并建立包括航空轮胎、汽车轮胎、特种轮胎等几乎所有下游产品的数据库，利用数字孪生、模拟地面动力学等实验装置，实现由基础理论、硬核科技共性技术再到工业产品研发的突破。

举例来说，航空轮胎需要对其对抗冲击、大承载、低生热和高耐磨等多个矛盾性参数进行综合设计，充分平衡它们之间的性能关系，实现高可靠要求。这需要模拟实际工况进行测试，预测出轮胎一共能完成的起降次数。

在实践中，航空轮胎有时会经受零下50—60摄氏度的低温环境，以及降落时升至150摄氏度的温度剧变；有时则需要短时间内达到起飞速度；有时则需要干燥、结冰的跑道上起降……

“为了实现航空轮胎的高可靠性，我们需要了解其全生命周期的表现，希望将其寿命末期出现爆胎控制在特定部位，甚至精准到哪一次出现。”杨小牛说。

传统意义上，轮胎尤其是航空轮胎迭代的链条、周期较为漫长；如今，几乎可以保持动态更新。巨大的跨越，源于颠覆性的核心算法、完全独立自主的数字轮胎工业软件。在软件中，轮胎的各项数据、受力情况等要素一目了然，大大缩短了原有的流程和开发时间。

负责软件开发的项目研究员叶峰表示，该软件从核心算法上进行了颠覆性的创新，使用了基于等几何原理的底层算法求解策略，同步实现轮胎结构设计与性能预测，加速了产品制造的迭代进程，形成多个规格型号的航空轮胎产品的并行开发能力。

负责材料研发的项目研究员袁黎光，博士期间研究方向是聚氨酯材料。相比“时髦”的材料，聚氨酯多少显得有些“老态龙钟”。

“我查了近年来的行业期刊，发现聚氨酯大都作为‘配角’出现，一度担心自己能不能毕业。”袁黎光笑着说。

如今，他却在工厂里忙得脚不沾地。作为高分子摩擦材料中心负责人，袁黎光把一项技术成果转化成了汽车的隐形车衣。

这完全是一次偶然的机会。惊讶于隐形车衣产品的价格，袁黎光对市面上的产品做了一点功课——上门买边角料。“车衣需要高透、耐磨和高韧性，以达到彰显原车漆、抵抗刮蹭、防止穿刺划伤的目的，这不是巧了么？”

他原本的研究方向，就是以聚氨酯为原材料、应用于尖端装备的涂层技术。广州一家企业闻讯赶来，最终决定投入3000万元，购买高耐磨聚氨酯材料技术进行成果转化。目前，该产品已经迭代了数次，很快将出现在市场上。

另一项有趣的成果转化，出现在智能穿戴设备上。当地一家企业与埔材院就此达成长期战略合作。该项目负责人张通告诉记者，这项技术的来源，是轮胎测试中经常用到的标定轮胎形变的接地印痕阵列传感器，应用到智能穿戴设备上，可以更精准地对心率和血压等参数进行实时测试。

## 一批青年才俊成为独当一面的骨干

仿生合成橡胶航空轮胎这一项目自启动以来，仅用两年半的时间，基本实现了全流程技术链条贯通。

无论是退休返岗的老专家、正值壮年的科研骨干还是初出茅庐的青年科研工作者，都从不同角度，表达了这次项目有点“不一样”。

用杨小牛的话说，项目的“指挥棒”变了。项目瞄准的不再是论文、奖项和“帽子”等指标，而是围绕着航空轮胎这一国家需求，在布局伊始就进行了一体化的设计，高效配置全产业链上的科技力量和创新资源，实现产学研用各界心往一处想、劲往一处使，各种知识与想法汇集，所有数据和成果共享，最终汇聚成了关键核心技术攻关的强大合力。

体制机制的创新，使得整个项目生机勃勃。“在组织模式方面，强化产品导向、应用导向，形成了研究所+企业+地方三方面联合攻关模式；在人才方面，赛马制、揭榜挂帅等制度已经在项目中得到广泛应用。”杨小牛说。

作为仿生合成橡胶航空轮胎项目的总负责人，最令杨小牛欣喜的不仅是成果，更是在实战中凝聚的这支人才队伍。1981年出生的邹彦，担任专项的副总工程师，对不同专业领域深入钻研，开展统筹协调，已成长为跨学科领域全面发展的复合型人才，在重大任务中展现了自己的才华；1987年出生的叶峰，则是工业软件的核心科学家；更有一批90后的青年才俊，在项目中成长为独当一面的骨干。

在杨小牛的办公室里，一张压在亚克力板中的责任状放在显眼的地方。他一边指给记者，一边脱口背出上面禁止性条款。简单说，参与专项期间，不允许申报奖项、也不能申报其他项目了。

“科学没有捷径，科学研究必须脚踏实地。”杨小牛说。在他看来，禁止性条款帮助科研工作者摒弃杂念，心无旁骛，全心全意地投入到专项的科学研究工作中，攻克一项又一项核心技术。

国产航空轮胎也就在此良性循环中，跑出了中国“加速度”。



在试验台上进行测试的轮胎 受访者供图