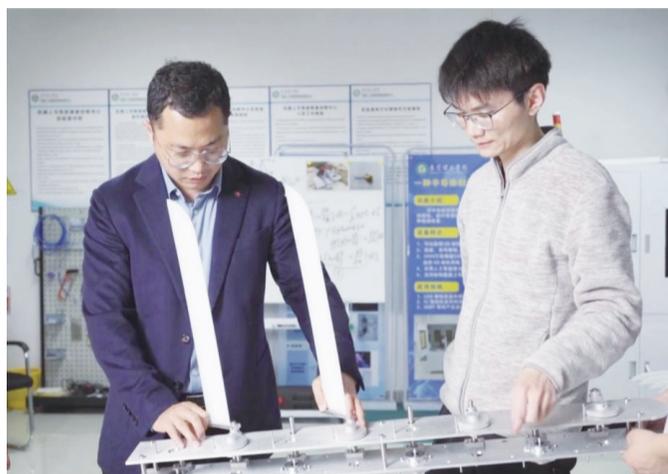


作为东莞理工学院机械工程学院特聘副教授的宋加雷,主要研究方向为生物运动(特别是流体相关领域)的推进机理研究和仿生设计。这是一个跨学科融合的研究领域,而宋加雷过往在海内外的求学和科研历程,正好塑造了他丰富且扎实的多学科融合的学术背景。他擅长在大自然中寻找灵感,通过对蜂鸟、猛禽等生物的飞行机理的研究,结合生物学、力学、航空学等多学科的知识,积极开展仿生原创性基础性研究,取得了系列成果。



宋加雷(左)带领团队成员开展仿生研究

兼收并蓄博采众长 成为跨学科复合型人才

宋加雷的求学和科研历程,是以力学为中心,辐射到动物运动行为研究和机器人设计,这构成了他仿生学研究的图谱。2011年,宋加雷本科毕业于中国科学技术大学近代力学系(由钱学森创立),后获取全额奖学金赴大洋彼岸的美国著名私立研究型名校范德堡大学(Vanderbilt University)攻读博士学位。求学期间,他对蜂鸟飞行的空气动力学展开深入研究,通过与北卡罗来纳大学教堂山分校的鸟类学教授合作,建立了高精度的模型,并揭示了蜂鸟悬停飞行和快速前飞的力学机理,为拍翼飞行器的气动设计提供了理论基础。

通过4年半的勤奋钻研,宋加雷在2016年初取得机械工程博士学位。毕业后,他选

择了对仿生学研究中前端的生物学以及后端的机器人设计开展研究。他在香港中文大学机械与自动化系以博士后身份开展鱼类游动的流体力学机理和机器鱼设计的合作研究,后受英国伦敦大学皇家兽医学院结构与运动实验室邀请,从事鸟类飞行行为和飞行机理的研究。

谈及多学科融合的学术经历,宋加雷感慨,学科是人们为了便于教育施行而人为进行的分类,融合交叉才是世界的本来面目。“发现世界本来的面目亦或是要发明改造世界的工具,这些创新性的活动都是需要学科交叉的。有时是多学科背景的人聚在一起,而另一些时候,是了解多个学科的一个

人独自产生灵感。”

人物简介

宋加雷 山东临沂人,博士,东莞理工学院机械工程学院特聘副教授,主要研究方向为计算流体力学、生物运动流体力学、仿生运动设计。曾获2023—2024年度九三学社中央“社会服务先进个人”,被美国国家航空博物馆遴选为仿生飞行研究代表人物,在博物馆长期展出(2025—2045年)相关成果。获聘东莞中小学科学副校长,积极参与激励青少年从事航空学、工程学等领域研究的工作。



东莞理工学院宋加雷:

师法自然 以仿生学启发科技应用

开展仿生学应用研究 成果获国际关注

仿生是运用尖端的科学技术来模仿生物的各种官能感觉或思维功能,更加有效地为人类服务。“动物经过上亿年的演化,进化出卓越的运动技能,通过研究它们的运动,人类可以学习运动形态,提高能量利用的效率或实现有效的运动。”经过近几年的潜心研究,宋加雷深谙动物仿生学研究成果的重要意义,也摸索出了一套有效的研究方法。

在研究过程中,生物学家和工程学学者都通过自己的专业角度对生物行为开展研究,但只有深度融合交叉这两个学科领域的视角后,才能够全面地概括出生物行为的深刻机理。为此,宋加雷近几年通过与生物学家合作以获得精确的生物行为,同时在自己的专业领域采用精确的力学模型与测量,围绕面向未来机器人的仿生学开展应用探究,取得了一系列成果,并受到国际同行和媒体关注。

蜂鸟飞行力学仿生研究是宋加雷近几年科研的主要方向,也是他最有兴趣的研究领域之一。蜂鸟被称为“飞行的珍珠”,是世界上最小的鸟类,其在飞行时翅膀每分钟能拍动1000多次,可在空中悬停,也可快速前飞、后飞,

甚至翻转身体飞行。因此,精确探测蜂鸟卓越的飞行能力和飞行机理成为生物学者与工程师共同的关注点。宋加雷与其团队联合生物学家,基于生物学、流体力学以及航空学等多个学科对蜂鸟的飞行动作和环境开展了长期的研究剖析,利用高性能计算和计算流体力学重建运动模型,精确地模拟出蜂鸟飞行时其周围的气流和翅膀上的受力情况,直观地得到蜂鸟利用的高升力高推力的机制,再结合翅膀的肌肉与骨骼信息推测出蜂鸟翅膀驱动的原理。这一系列研究对微型仿生扑翼飞行器的设计具有重要意义,相关成果发表在英国皇家学会的刊物上,得到了国际同行广泛认可,并被著名科技杂志《连线》等媒体报道。

宋加雷另一项具有代表性的研究是猛禽的飞行特性研究。在英国伦敦大学皇家兽医学院(以下简称“皇家兽医学院”)开展博士后研究工作期间,宋加雷和该学院的教授及其团队率先使用粒子追踪的方法,结合高精度的高速摄影技术和CFD仿真,得到猛禽身后流场的旋涡结构与三维速度。该项目通过实验观测、流场测量(粒子追踪)和流体计算等多

种技术手段,研究猛禽尾翼在稳定滑翔中的作用以及翅膀与尾翼在阵风中快速调整的机理,研究结果对于飞行器的稳定性控制和未来高机动的微型高速飞行器设计具有重要意义,相关研究成果发表在英国杂志《皇家学会会刊》《皇家学会界面》上,Altmetric(选择性计量学,是使用引用以外的计算方式对单篇学术论文的评价)评价其影响力,位列全球同期发表所有研究的Top 1%。由于该研究的先进性和重要性,《每日邮报》《MSN新闻》等媒体纷纷撰文报道,宋加雷和英国的合作者还被欧洲空客公司邀请,一同做线上报告、解读研究成果,并进行样机研制方面的合作。

近年来,宋加雷持续开展仿生领域的创新工作,发表论文50余篇,获得了国家及省部级项目4项。目前,他主持的鸟类飞行稳定性、蜜蜂在复杂环境下飞行、鱼类游动机理及机器鱼设计等多项基础研究课题得到了东莞理工学院的大力支持。记者了解到,该校先后投入600多万元,建设了在粤港澳大湾区范围内较为先进的运动仿生实验室,为宋加雷各项仿生创新的开展提供了有力支撑。

心系中小学科技教育 生动传播科学知识

在东莞理工学院特聘副教授的身份之外,宋加雷还担任东莞中小学科学副校长,心系东莞市中小学的科普教育工作。“我的研究虽然是交叉前沿的研究方向,但还是比较接地气,容易被大众接受。”在海外开展博士后科研工作期间,宋加雷曾参加英国自然历史博物馆的科学周展示,还被美国国家航空博物馆遴选作为仿生飞行代表人物在博物馆中展出相关成果,用来激励青少年从事机械、力学、航空学等领域的研究。

宋加雷认为,我国在科普教育方面还有很多需要努力的地方,有必要将国际先进的做法和经验带回国内。因此,宋加雷在繁忙的科研工作基础上,仍会积极参加讲座和展览。“从2019年底回国至今,我已陆续做了50多场科普讲座,特别是疫情之后非常密集。”宋加雷说,坚持在科普的过程中传达的主要理念有两个:一是自然中的生物具有卓越的性能。要坚持向自然学习,更要敬畏自然、保护自然;二是科研可以就在身边。飞行的蝴蝶、池塘里的鲤鱼都蕴含科学秘

密,人类要善于发现、善于思考,培养自己的想象力与创造力。

“在中小学的讲座要全程精力高度集中,注意起承转合,调动孩子的情绪,让他们持续地对未知的知识保持注意力。每次看到讲课过程中孩子眼里的好奇和脸上的笑容,我都感到很欣慰,内心非常充实,这给了我这个扎根东莞的科技教育工作者十足的踏实感与自豪感。”宋加雷表示,从事中小学科普工作虽然很累,但是这份工作带来的成就感也是无可比拟的。

话创新谈感悟 与青年科技人才共勉

“我们要观鸟、养鱼、养蜜蜂,要搭建实验平台,要编写代码进行流体计算,还要设计机器人样机进行验证……”在宋加雷看来,从事仿生学交叉学科研究的科研人员需要更“全能”一些。“科研创新,尤其是基础研究领域的创新,更需要的是一种内在自我认同式的激发驱动,而非外在的。通俗地说就是兴趣驱动,而不是功利驱动。要考虑这个研究有什么应用。”社会给了科研人员普遍的隐形压力来推动应用,但时代对于研究应用的评判则可能是局限的,曾经被认为无用的东西也可能会极大地

推动社会发展。宋加雷对科研创新有自己的理解,他认为科研成果的应用是科技进步链条上的重要一环,但不需要一个科学家实现从发现到应用的所有环节,科研人员要甘于潜心研究自己擅长的部分。

在 multidisciplinary 的科研经历中,宋加雷塑造出对跨学科研究的独到见解,同时他也有一些具体、实用的科研方法和感悟,想要与科研创新一线的青年科技工作者们分享:一是头脑风暴作为科研创新中重要的环节,可以激发参与者的创新灵感。“我在英国皇家兽医学院参与博士后项目

的时候,经常和学院的教授一起连续讨论长达四五个小时,长时间的头脑风暴和讨论后思路就会完全打开,有助于推动研究取得原创性成果。我个人十分推荐大家在创新研究中参考这一做法。”二是要保持身体健康,目标长远地服务社会。“在中科大本科学习时,所在实验室的导师陆夕云(现为中国科学院院士、中国科学技术大学工程科学学院教授)就经常告诫我们,‘科研是个马拉松’,不是一蹴而就的。”宋加雷认为,要培养自己的业余爱好,科研、生活、责任、娱乐都不可少,要做有趣的科研人。