

2015年度中国科学院杰出科技成就奖系列报道⑥

上海技物所与上海光机所

精诚合作“兄弟连” 航天激光“王牌军”

——记空间激光主动探测技术研究集体

■本报通讯员 朱泰来 记者 黄辛



白春礼院士向王建宇研究员颁奖。

“空间激光主动探测技术研究集体”的成员主要来自中科院上海技术物理研究所与中科院上海光学精密机械研究所。这段堪称典范的合作,缘分要追溯到2003年。当时,嫦娥一号卫星激光高度计刚立项。

作为项目牵头人的上海技物所一直在寻觅着“另一半”——可满足太空苛刻环境的高性能激光器。“研制初始,激光器也想过进口,但如今省下的不仅是数百万美元的外汇,还成长起一支有自主创新能力的队伍。”项目负责人、主任设计师王建宇至今回忆起当年的决定还感慨万千。

“我们所有40余年强激光技术研究的深厚

今年1月14日,中科院2015杰出科技成就奖在京揭晓。中科院空间主动光电技术重点实验室主任、中科院上海技术物理研究所研究员王建宇代表“空间激光主动探测技术研究集体”从中科院院长白春礼手中接过荣誉奖杯。

这已经不是这个团队第一次载誉而归了。“2003年以来,国家的任务带给我们很多荣誉。荣誉属于昨天,但是在一次次共同攻关中留下的团队精神会陪伴我们走得更远。”王建宇说。

优势互补的“天作之合”

功底,但缺乏航天工程任务研制经验,而这恰恰是上海技术物理研究所的长项。”星载激光器研制负责人、现任上海光机所副所长陈卫标将这样的合作比喻为优势互补的“天作之合”。

“无论哪家的部件或试验出了问题,双方都会坐下来联合解决,共同攻关。”陈卫标觉得这个团队的成功基于双方的坦诚和信任。

嫦娥一号卫星的重要载荷“激光高度计”的研制任务正式启动,而“星载激光器及其电子学的研制任务”落到了陈卫标团队的肩上。

陈卫标深知这是一根难啃的骨头。他通过选拔,组建了一支集合了光、机、电各方人才的全固态空间激光器研发队伍。

老中青组合的金字塔团队

“70后”的舒嵘、贾建军、何志平是团队中坚分子,但比起“80后”的核心成员黄庚华与徐卫明、“85后”的张亮,他们已经算是老前辈了。还有团队中的学科带头人“50后”的王建宇和他们的导师“30后”的中科院院士薛永祺研究员。

“我们的团队是稳固的金字塔型。”舒嵘介绍团队倍感自豪。

老一代航天科技工作者精心指导工程的顶层规划和设计,准确把握工程发展的节奏和脉络。经过十多年来在空间激光载荷自主研发之路上的筚路蓝缕,一大批中青年业务骨干勇挑重担,刻苦攻关,成为项目的中坚力量。

“各类零件上千个,光机电热力学等学科高度交叉,没有人教你,没有东西能参照。”舒嵘回忆起嫦娥一号项目开组期,团队协同攻关的场面让他记忆犹新。“从院士到博士生,大家互为师生,一律平等,无论谁碰到了问题,都不遮遮掩掩,全摊在台面上,头脑风暴,谁对听谁。”正是这样互为师生的氛围让年轻人迅速地成长了起来。到了嫦娥三号项目实施期间,王建宇把把掌握激光高度计和三维成像传感器的帅印交给了年轻人。“压力是年轻人成长最好的推进剂。”他说。

“平时,我们每周休息一天。遇上型号试验或是重要节点,那我们就是24小时连轴转了。”舒嵘说加班虽然是家常便饭,但并不值得表扬,“更好的项目管理是我们追求的目标。”年轻人终究没有让人失望。这支会聚两个研究所年轻骨干的研发团队传承了老一辈航天工作者“特别能吃苦、特别能攻关、特别能奉献、特别能战斗”的宝贵精神,按时保质地完成了多项研制任务,而且相较国外同类产品,大幅降低了研发成本,赢得了我国在该领域研发的主动权。黄庚华、徐卫明、张亮等一大批“80后”的年轻人也在磨炼中成长为新一代激光载荷的领头人。

薛永祺院士动情地说:“通过嫦娥工程,我们的年轻同志确实成长了,好多难题都是他们日日夜夜在那里解决,而且责任心也重了,团队的精神也有了。”

而青年人的烦恼,年轻的领导最明了。“我们的团队平均年龄35岁。平时他们总是把家庭和生活的困难放在第二位,子女上学之类的问题从不麻烦单位。”舒嵘谈起这支无私奉献的年轻队伍十分感动,“我们的党支部活动基本以亲子活动为主,我们也知道和家人在一起的时间太少了。”舒嵘总是提醒他们在报效祖国的同时,也不要忘记回归家庭。

把“量子通信”搬上卫星

2012年起就做了各种实验。

“科学家与工程师的共同智慧促成了量子通信从神话走向了实用。”王建宇说。以量子通信卫星的主要科学载荷纠缠源为例,中科大主要负责其光学与系统设计,而上海技物所则对结构与电子学进行把关。为了更好地促进交叉融合,上海技物所的优秀研究生加入中科大团队增强其工程能力,中科大十多人设计师团队常驻上海技物所参与型号任务。“整个团队全力以赴,不分彼此,只为让世界第一天看到中国的量子通信卫星。”王建宇说。

“如果说嫦娥一号与三号任务是把激光测距与激光三维成像搬上太空,那量子科学卫星就是要量子通信的科学实验搬上太空。”量子卫星工程常务副总工程师兼卫星总指挥王建宇这样解释他的团队目前的首要任务,“量子卫星将搭载我国自主研发的星地量子通信设备。它能产生并发送承载量子信息的光子团,地面系统接收后开展量子密钥传输等相关科学试验。要实现卫星天上边跑边‘发球、接球’,需要解决超高精度的瞄准、捕获和持续跟踪难题,就像是站在东方明珠上把一根头发准确丢过塔底绣花

针的针眼里。”

事实上,由中科院院士、项目首席科学家潘建伟提出并主导的量子通信卫星计划的攻关工作,早在2008年就被列入中科院重大创新项目,王建宇出任该项目工程实施的总设计师,开始和潘建伟合作进行攻关实验。2011年量子科学卫星工程正式列入空间科学卫星战略性先导专项。

为了保证量子卫星与地面接收站间超高精度地瞄准、捕获和跟踪信息,来自中国科学技术大学、上海技物所等研究机构的科学家们从

研发费用纳入成本,并享受免税优惠,对质量提升产品实现优质优价。

第三,建议建立中药制药信息大数据仓库。不均质的药材要生产出均质的药品,需要动态的制药过程控制,工艺过程具有很高的复杂性。如果不对制药过程进行持续的数据采集分析,就难以透彻地认知控制药品质量的各项要素。中药制药过程的分段式工艺布局形成了“各自为政”的割裂式控制现状,积累的大量数据分散在各自的“信息孤岛”,无法有效用于制药过程控制与管理决策,导致实现中药生产全程质量控制目标的技术难度极大。因此,需要建立中药制药大数据标准和数据分析技术,将结构性与非结构性数据整合进“大数据仓库”,重新建构中药工业技术格局,为实现智慧制药奠定基础。

其次,他建议发展改革委、社保局、卫计委等部门制定优惠政策,鼓励企业进行制药技术升级和产品质量提升的科技创新活动,

“当制药工业跨入大数据时代,仍采用

王梦恕:琼州海峡适合“隧道穿行”

快海南岛的经济。王梦恕建议。

为了摆脱海南岛的交通困境及促进两岸经济发展,从1994年广东省交通厅开展琼州海峡通道研究以来,后经原铁道部、交通部、海南省及铁路总公司,历时20多年细致的前期工作,对工程建设的线位、形式(桥梁、隧道)及可行性进行了深入的研究。

“保护琼州海峡跨海通道畅通要求下,应采用铁路海底隧道方案。”王梦恕拿出开题报告给记者介绍,琼州海峡跨海通道前期主要研究了东线、中线和西线三个线位方案。经过三个线位比选,中线方案虽然水深较深,但非常合适隧道穿行,隐形很好,区域抗震强,工程造价低,整个工程造价约500亿元人民币,具有较大优势,推荐采用中线方案。

“同时,通过桥、隧对比,西线由于水浅,适宜建桥,但琼州海峡具有台风多、地层条件差等特点,桥梁方案受限较多,技术难度大,而且抵御战争(特别是现代战争)以及其他自然灾害的能力远不如隧道强。所以,推荐琼州海峡跨海通道采用海底隧道方案。”王梦恕说。

王梦恕向记者透露,隧道建设难度较大,琼州海峡跨海隧道工程还将面临高水压、软土地层、长距离快速施工、长距离通风等技术难点,经过调研及深入研究,需要在海峡水域宽18km的两岸各设施工和通风竖井,采用盾构法向推进各9km贯通,形成网络纵向通风和通道,其他技术难点将不制约工程的建设。对此,跨海隧道推荐采用铁路隧道方案进行建设,汽车采用背驮式通过铁路隧道。

陈旧制药技术的企业将可能被淘汰出局。中药制造业应当从粗放型向智慧型升级,从而实现提高药品质量、减少质量风险等。”张伯礼指出。

对此,张伯礼建议:由工信部、食药总局牵头,制定中药制药质量提升发展规划,启动中药质量提升工程。如何使用化学成分差异度大的药材原料制造质量一致性较好的中药产品,唯有通过中药制药工程科技创新才能实现。为切实提高中药产品质量,必须将制药工艺与制药工程技术创新研究提前移到中药新药研发阶段;而对于已上市的中成药品种,应当实施制药技术升级改造。

其次,他建议发展改革委、社保局、卫计委等部门制定优惠政策,鼓励企业进行制药技术升级和产品质量提升的科技创新活动,

“当制药工业跨入大数据时代,仍采用

“同时,通过桥、隧对比,西线由于水浅,适宜建桥,但琼州海峡具有台风多、地层条件差等特点,桥梁方案受限较多,技术难度大,而且抵御战争(特别是现代战争)以及其他自然灾害的能力远不如隧道强。所以,推荐琼州海峡跨海通道采用海底隧道方案。”王梦恕说。

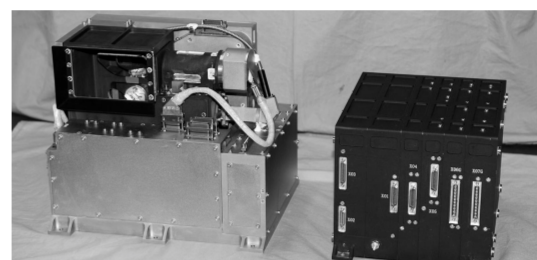
王梦恕向记者透露,隧道建设难度较大,琼州海峡跨海隧道工程还将面临高水压、软土地层、长距离快速施工、长距离通风等技术难点,经过调研及深入研究,需要在海峡水域宽18km的两岸各设施工和通风竖井,采用盾构法向推进各9km贯通,形成网络纵向通风和通道,其他技术难点将不制约工程的建设。对此,跨海隧道推荐采用铁路隧道方案进行建设,汽车采用背驮式通过铁路隧道。

“同时,通过桥、隧对比,西线由于水浅,适宜建桥,但琼州海峡具有台风多、地层条件差等特点,桥梁方案受限较多,技术难度大,而且抵御战争(特别是现代战争)以及其他自然灾害的能力远不如隧道强。所以,推荐琼州海峡跨海通道采用海底隧道方案。”王梦恕说。

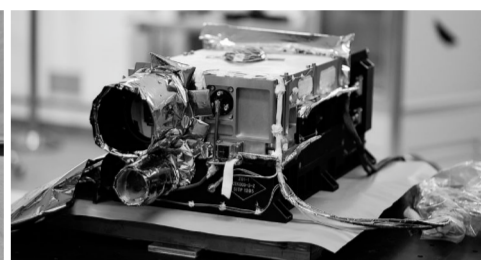
王梦恕向记者透露,隧道建设难度较大,琼州海峡跨海隧道工程还将面临高水压、软土地层、长距离快速施工、长距离通风等技术难点,经过调研及深入研究,需要在海峡水域宽18km的两岸各设施工和通风竖井,采用盾构法向推进各9km贯通,形成网络纵向通风和通道,其他技术难点将不制约工程的建设。对此,跨海隧道推荐采用铁路隧道方案进行建设,汽车采用背驮式通过铁路隧道。



上海技术物理所2室实验场合影。



激光三维成像装置



激光测距敏感器

进展

近三年来,中国科学院昆明植物研究所研究员杨玉荣课题组一直关注灯台碱的全合成。顾名思义,灯台碱(akuammiline alkaloids)就是从灯台树的叶茎中提取分离的一类具有吲哚结构的生物碱。

日前,杨玉荣课题组顺利完成了代表性的灯台碱 aspidophylline A 的首次不对称合成,并确定了该天然产物的绝对构型,该工作在线发表在化学类国际顶级刊物《德国应用化学》上。

探索灯台碱全合成

灯台叶产自我国云南等地,民间常用于治疗慢性支气管炎,有止咳、平喘等功效。近年来,科研人员发现灯台碱具有显著抗肿瘤活性,使其备受关注。

杨玉荣告诉《中国科学报》记者:“由于灯台碱的独特结构,合成困难,传统研究集中在结构鉴定和活性测试等方面,对其结构修饰和构效关系方面的研究几乎是空白。”

最近几年,我国化学家在灯台碱全合成方面走在了国际前列。四川大学秦勇教授的研究组于2009年首次报道了灯台碱 vincorine 的全合成。杨玉荣认为,尽管当时合成路线步骤较多,但秦勇研究组的工作宣告化学家们第一次征服合成高难度的灯台碱。

2012年,中科院上海有机化学研究所马大为研究员的课题组实现了灯台碱 vincorine 的更短路线的不对称合成,随后他们还报道了灯台碱 aspidophylline A 的全合成。最近,瑞士华裔化学家祝介平教授的研究组也报道了灯台碱 aspidophylline A, stricamine 的全合成。

不久前,中科院上海有机化学研究所研究员李昂课题组也完成了漂亮的灯台碱全合成。除此之外,美国许多著名实验室也正在积极开展灯台碱的全合成研究。灯台碱的全合成已经成为国际上的研究热点。

然而,目前很难说清楚这些全合成工作会直接产生什么样的用途,但杨玉荣相信同行化学家必定是对大自然里这些化学结构复杂而优美的分子有浓厚兴趣,并产生征服这些极具挑战性分子的激情。

他说:“在征服灯台碱全合成工作的曲折旅途中,会使用和发展出一些新的合成策略、合成方法,这将有力促进有机化学的发展。”

一步构建四环骨架

据杨玉荣介绍,由于灯台碱具有多环、张力大的笼状结构,手性中心较多,含有合成难度大的手性季碳等特点,其不对称合成是非常困难的,目前大部分的灯台碱合成工作是消旋体的合成。

在不对称合成中手性辅基、拆分获得光学活性原料或者分步引入手性中心等是目前常见的手段。杨玉荣介绍,“在我们之前,不对称吲哚串联环化在灯台碱的合成中只有一例,即美国普林斯顿大学 MacMillan 小组于2013年设计了有机小分子催化下的不对称串联 Diels-Alder-iminium

cyclization 反应构建灯台碱四环骨架,他们简洁、高效地完成了灯台碱 vincorine 的全合成。”

杨玉荣课题组受瑞士苏黎世联邦理工学院 Carreira 小组发展的 Ir-催化多烯环化工作的启发,设计了2,3-二取代的吲哚衍生物,并成功实现了吲哚核参与的不对称串联 Allylic alkylation-iminium cyclization 反应,一步构建了灯台碱四环骨架。

他指出:“我们的工作是对 Carreira 小组 Ir-催化体系的很好扩展,该策略直接针对复杂天然产物全合成,目的性强,普适性好,特别是对灯台碱以及其他单萜吲哚生物碱。”

此外,中科院上海有机化学研究所游书力研究员小组近年来在去芳构化研究方面有许多重要的工作,其中许多涉及含吲哚结构,这些工作也给杨玉荣课题组很大启发。他称:“我们在具体实验中,发现更容易制备的含2级烯丙醇的吲哚衍生物,更能有效地发生我们设计的串联反应。”

后续突破值得展望

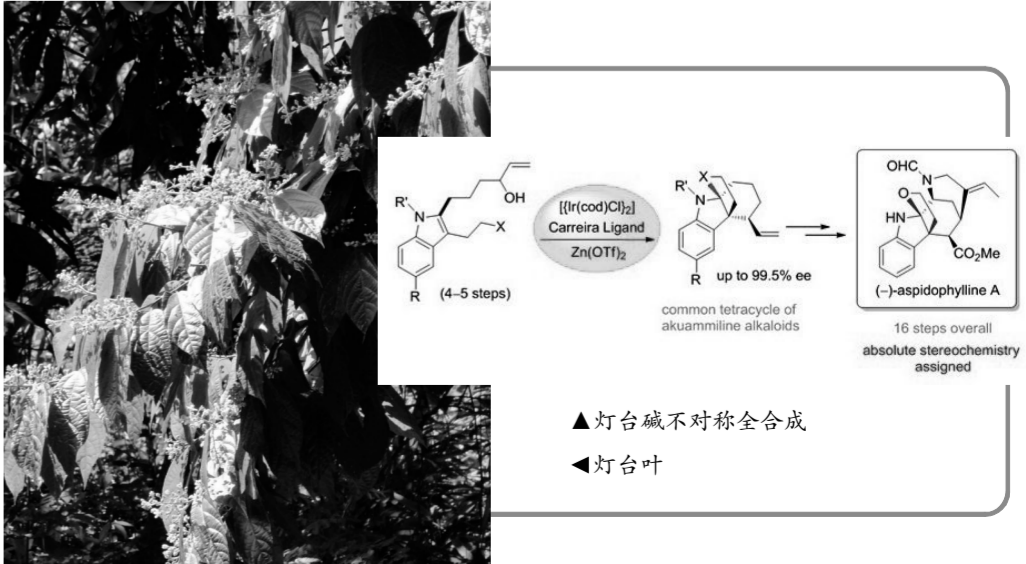
杨玉荣还指出,灯台碱 aspidophylline A 最初由马来西亚的 Kam 小组分离得到,但当时没有确定其绝对构型。后来国际上三个研究组的全合成路线都是消旋体合成,所以,只有依靠不对称合成才能最终确定其绝对构型。

“我们通过上面谈到的 Ir-催化吲哚串联环化反应,有效合成了灯台碱 aspidophylline A 关键四环骨架,其光学纯度很高。”杨玉荣课题组最终以16步完成了 aspidophylline A 的不对称全合成,解决了其绝对构型未知的难题。

他还提及:“我们的合成路线中后面几步,特别是最后两步我还不满意。如果有合适机会,我们会重新设计,解决其选择性差的问题。”

在杨玉荣课题组报道 aspidophylline A 首次不对称合成的同时,美国一个研究小组也报道了 aspidophylline A 首次不对称合成。杨玉荣表示:“我们最终合成产物的旋光和天然产物的数值完全吻合,而对方报道的旋光与天然产物的旋光有明显差别。这可能与我们的串联环化具有高度对映选择性,光学纯度高的优点分不开。”

虽然目前杨玉荣课题组完全可以依赖现有的这种串联环化策略,再去完成几个结构有关联、同生源的灯台碱的全合成,但他觉得突破现有的策略,为其他类型吲哚生物碱设计一些新颖、实用、高效的合成策略才更有意义、更具挑战性,也是课题组后续工作的重点。



征服复杂而优美的分子结构

■本报记者 沈春雷

院士建言

张伯礼:中药工业应升级换代

本报讯(记者郭爽)中医药是我国医疗卫生体系的重要组成部分,然而,由于多方面的局限,大部分中成药制药技术较落后,存在粗放、低效、高耗等问题,导致相关药品标准难以提升。“这些是做大做强中药产品,提升产品有效性安全性,提升国际市场份额必须直面的关键问题。”全国政协委员、中国工程院院士张伯礼近日接受《中国科学报》记者采访时表示。

据了解,我国第一代中药制药技术起源于上世纪70年代,称为“中药工业1.0”;上世纪90年代出现了第二代中药制药技术,以中药制药设备的“管道化、自动化和半自动化”为技术特征,可谓“中药工业2.0”。目前,我国中药制造业普遍处于工业2.0进程中,传统制药工艺与现代制药技术并存。

“当制药工业跨入大数据时代,仍采用

王梦恕:琼州海峡适合“隧道穿行”

不仅仅是一个交通问题,同时涉及能源、国防、科技、经济等诸多领域,是一项增强我国综合国力、保卫国家领土完整、推动我国经济腾飞的重大工程。”全国人大代表、中国工程院院士王梦恕近日在接受《中国科学报》记者采访时表示,琼州海峡通道应更加隐蔽、更加不易被破坏,琼州海峡跨海应该采用海底隧道方案。

海南岛是“一带一路”国家发展战略的重要海上交通集散地,但受到琼州海峡的阻隔,海南岛与内地的交通只能通过轮渡沟通,极大地限制了物资及人员的转运和交流。

“因此,琼州海峡通道铁路隧道的建设势在必行,从而打破原有的区域限制,促进物资、能源与人员的交流,促进经济一体化,加