

2015年度中国科学院杰出科技成就奖系列报道⑤



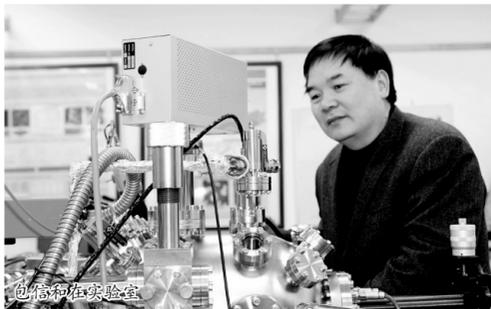
大连化物所

催化世界里的坚守

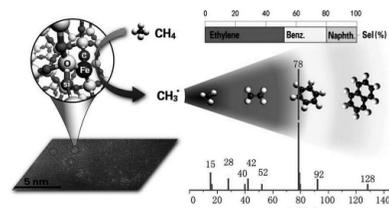
■本报记者 沈春蕾

今年1月份,中科院院士包信和获得了2015年度中国科学院杰出科技成就奖。中科院院长白春礼向包信和颁发了荣誉证书。《中国科学报》记者想跟包信和约一个采访,他回复了一个致歉的短信:“年前工作日程安排已满,年后我们再联系。”直到2月24日,《中国科学报》记者接到包信和的电话:“我们约在晚上6点可以吗?”这个采访从预约到见面,隔了一个多月。

过去的一年里,包信和还收获了周光召基金会颁发的“基础科学奖”,他在接受《中国科学报》记者采访时说:“看得见的是荣誉证书,看不见的是我们研究组在催化研究领域的多年坚守。”



包信和在实验室



▲ 甲烷在催化作用下活化脱氢
▶ 包信和荣获“周光召基金会基础科学奖”



包信和荣获2015年度中国科学院杰出科技成就奖

天然气高效利用的新途径

催化剂是改变反应物化学反应速率(既能加快也能减缓)而其本身的质量和化学性质在反应前后不发生变化的物质。就好像“有情有义的一对情人,往往需要媒婆来推进一下,走向婚姻殿堂的进程就能加快,催化剂在化学反应里也有此功效。”包信和形象地解释道,“所以催化剂又往往被俗称为触媒。”

大多数化工过程都是催化过程。今天,不管我们喜欢不喜欢,我们的生活几乎离不开化工产品。我们日常用的塑料、纤维、建筑材料等等都是经催化过程得到的产物。

通常,这些化工产品都来自于石油。由石油经催化裂解反应提炼出烯烃,再生产出其他下

游产品。因此,烯烃,特别是乙烯是现代工业最重要的原材料之一。

近年来,我国的乙烯工业发展迅猛,已成为仅次于美国的世界第二大乙烯生产国。但是与国际上烯烃主要生产国(美国和中东国家)通过低烷烃生产烯烃相比,我国的烯烃主要由石油炼制获得的中间馏分石脑油生产,成本居高不下,环境压力很大。

随着能源和环境问题的凸显,探索高效环保的催化反应过程已经不仅关系到民生,而且关系到国家安全。当前,用储量相对丰富、价格低廉的天然气替代石油,生产液体燃料和基础化学品,已成为学术界和产业界研发重点,科研

人员一直在探索天然气直接转化利用的有效方法与过程。从甲烷制备乙烯的工艺路线,至今仍被视为化学领域的不可攻克的难题。

2014年,包信和研究组在甲烷高效转化相关研究中获重大突破,实现了由甲烷直接高效生产乙烯、芳烃和氢气等化学品。该项科研成果通过《专利合作条约》的专利申请渠道,进入美国、俄罗斯、日本、欧洲和中东等国家和地区。同年,这项成果也在美国《科学》杂志上发表,引起学术界和工业界的很大反响。德国化工企业巴斯夫集团副总裁穆勒认为,这是一项“即将改变世界”的新技术,将为天然气、页岩气在未来的高效利用开辟一条全新的途径。

1000小时的突破,20年的守候

天然气的主要成分是甲烷。据包信和介绍,现有的甲烷转化途径通常采用“二步法”:首先在高温条件下,通过混合氧气、二氧化碳或水蒸气,将甲烷分子重整为含一定比例的一氧化碳和氢气分子的合成气;随后,用特定的催化剂将合成气转化为高碳的烃分子,包括乙烯等。

这一传统方法路线长,投资和消耗高,另外,由于采用了氧分子作为甲烷活化的助剂或介质,过程中不可避免地要形成和排放大量温室气体二氧化碳。

早在20多年前,中科院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)就提出不用氧进行甲烷转化的“无氧活化”的概念。1995年,包信和带领团队开始“无氧活化”的攻坚。

他告诉记者:“曾有过一段艰难的时期,我们的研究方向被认为是冷门,但大家并没有放弃。”经过不懈坚持,在甲烷催化转化研究的基础上,研究组基于“纳米限域催化”的新概念,创

造性地构建了硅化物晶格限域的单一中心铁催化剂,突破了原有技术的瓶颈,实现了甲烷在无氧条件下的选择活化,一步生产乙烯、芳烃和氢气等高价值化学品。

与甲烷转化的传统路线相比,这项研究摒弃了高耗能的合成气制备过程,不仅缩短了工艺路线,还在反应过程中本身实现了二氧化碳的零排放,碳原子利用率大于99%。

中外多家能源和化学企业都对这一产业变革性技术表现出极大兴趣。中科院院长白春礼也十分关心,希望将应用基础研究成果尽快转化为生产力。研究组前期已经完成了这一过程的60小时实验室试验,发现该催化剂保持了极好的稳定性。但是对工业化来说这是远远不够的,合作企业要求有长时间寿命测试结果。“年前我们就开始了催化剂1000小时的寿命评价试验,近两个月的时间,正好遇上了春节。”包信和告诉记者。

春节7天长假,在大连化物所的实验室里,

纳米与界面催化研究组的科研人员依然轮番坚守在工作一线。白天夜里两班岗,每班两个人,“保证了试验的顺利完成,却让研究组里不少人错过了与家人团聚的机会,特别感谢团队成员和他们的家人。”

“这一刻我们等了20年。”包信和说,“目前,催化试验已经正常运行超过1000小时,我们现在已经与中石油和沙特的SABIC公司组建了合作团队,下一步我们会将这项甲烷制乙烯技术交给企业,进行共同开发。”

多年来,包信和研究组在该研究领域没有发表一篇论文,他称:“这期间,特别是获得初步突破以后,我们一直在不断推翻自己,早几年的科研结论会在后来被发现存在瑕疵而被否决。”

包信和指出,不发论文也是对科学的一种负责态度,但是就是苦了一批从事这一工作的学生和博士后,为了毕业,他们只能在外围的相关方面发一些不涉及“机密”的文章。

挑战与使命

2015年9月,经中科院推荐,教育部党组任命,包信和出任复旦大学常务副校长。

1978年,包信和考入复旦大学。1989年,他离开学习工作11年的复旦大学来到德国柏林,在德国洪堡基金会的资助下,师从表面催化学科的创始人之一、2007年诺贝尔化学奖得主埃尔特(Ertl)教授,从事金属催化剂的表面研究。

回国后,包信和来到了大连化物所。在大连化物所的20年里,在中科院和大连化物所几届

领导和学界前辈们的支持与帮助下,他被推举为“973”计划项目“天然气、煤层气优化利用的催化基础”的首席科学家,在项目组共同努力之下,取得了“甲醇制烯烃”“煤制油”“天然气制芳烃”等一系列成果。

这些年来,包信和带领的科研团队一直在催化领域默默耕耘,发表的论文数量不算很多,但论文质量还是蛮“漂亮”的。对于“漂亮”一词,包信和认为用英文 perfect 一词更形象。

今天,重返校园的包信和,对于自己身份

的转变,他看作是又一次挑战。尽管包信和在中科院曾经多年从事管理工作,但高校的管理工作有其自身的规律。作为分管人才培养的常务副校长,他认为,将自己成长的经历和研究体会传授给年轻一代,也是自己义不容辞的责任和使命。

但无论自己的角色如何转变,他衷心地表示:“我们希望我们研究组能继续在催化领域作出贡献,也希望年轻的科研人员通过这些工作得到锻炼,收获快乐和进步。”

进展

在生物界漫长的优胜劣汰进化进程中,个体发育模式对于生物适应能力影响至关重要。

近日,英国《系统古生物学》发表了周忠和课题组有关原始鸟类个体发育的新成果。

研究者通过对一件新发现的古喙鸟化石标本进行骨组织学和形态学研究,发现在数千万年的进化过程中,今鸟型类以缓慢且多次间断的生长模式演化出快速而连续的模式,而发育模式的改变也是其能够在白垩纪生物大灭绝中幸存下来的关键因素之一。

幸免于难源于发育模式改变

该课题组副研究员王敏告诉《中国科学报》记者,古喙鸟是目前已知最原始的今鸟型类,而所有的现代鸟类都属于今鸟型类。此次成年古喙鸟个体新标本的发现,表明了原始的今鸟型类具有缓慢且发生多次停滞的生长模式,而快速且连续的生长模式是在今鸟型类后期的演化历史中出现的。

此次周忠和课题组的研究,发现了作为最原始的古喙鸟的长骨骨壁主要由平行纤维骨构成,发育了内环和外环骨板,并且具有三条生长停滞线。这样的骨组织结构,表明了一种缓慢并发生多次生长停滞的个体生长模式,说明古喙鸟至少需要三年的时间才能达到成年,与反鸟类、始祖鸟和热河鸟完全相同。而在晚白垩世,科学家们已经确认,一些更为进步的今鸟型类已经能够像现代鸟类那样,快速而连续地生长,在不到一年的时间就达到成年。

通过对古喙鸟成年新标本的研究,科研人员得出结论,在今鸟型类和作为繁盛于中生代的反鸟类共同演化的6500万年历史长河中,相较于今鸟型类的发育模式改变,反鸟类始终保持着原始、缓慢且多次间断的个体生长模式。因此,他们认为,今鸟型类和反鸟类的个体发育模式演化差异,有可能是两个类群在白垩纪生物大灭绝中发生不同响应的众多因素之一。

判断古喙鸟成年个体的依据

只有判断出此次新发现的古喙鸟标本来自于成年古喙鸟,周忠和课题组才能判断出相较于后期的现代鸟类,古老的今鸟型类的生长速度是较为缓慢的。

“对新发现的成年古喙鸟标本,我们判断其为成年个体的依据是:主要的复合骨已经愈合,如腕掌骨、跗跖骨、跗跖骨和尾综骨;此外,骨骼的骨化程度是否高也是判断依据之一,新标本具体表现为骨壁较为光滑、长骨两端的关节面骨化完全,说明骨化程度较高;骨组织结构也确认了其成年个体,例如发育内环骨板和外环骨板,这是从骨组织学角度判断成年个体最为广泛接受的特征。”王敏介绍,不仅如此,对成年个体古喙鸟的研究中,他们还使用了包括形态对比,如与幼年、亚成年个体的比较以及形态特征受个体发育的影响大小等方法。

“骨组织学研究的来说就是通过骨骼的显微结构,获得有关生物生长方面的信息。已经绝灭的史前生物,特别是脊椎动物,通常情况下,只有骨骼得以保存,因此有关其个体发育方面的信息更多的是依赖于骨骼,骨组织学近年来在古生物学中得到了广泛的应用。”周忠和研究员告诉记者,通过骨组织学的研究,可以帮助科研人员回答很多问题,如个体在死亡时处于什么生长阶段,是幼年,还是亚成年或是成年?因为在不同的个体发育阶段,骨骼的显微结构是有区别的。

骨组织学的研究还能提供有关生物生长过

古脊椎所

化石标本揭示鸟类生长模式改变

■本报见习记者 马卓敏

程的信息。比如多数的爬行动物,如鱼、两栖类、蜥蜴等。在其骨骼的横切面上具有多条同心圆状的“生长停滞线”,反映了其在生长过程中,会周期性地发生生长停滞,这些生长停滞线的数目还能反映古生物的年龄。

此外,王敏还介绍,对个体发育阶段的判断对古生物的研究是很有必要的,因为古生物研究的一个重要部分就是分类,而分类的依据是生物体的形态特征。在个体发育的过程中,形态特征会受到个体发育的直接影响。

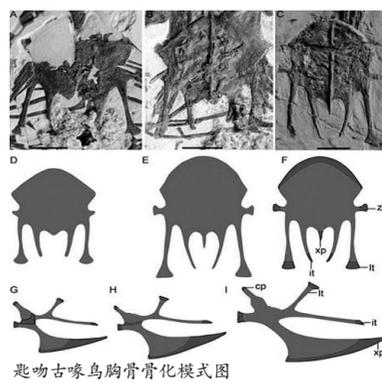
对认识鸟类演化有突出意义

现代鸟类中,除了个别物种外,都是能够快速而连续的生长,在不到一年的时间里便达到成年阶段,这样迅速的个体生长方式在脊椎动物里是非常特别的。

然而对于距今1.5亿年前至1.2亿年前的原始鸟类的研究,如始祖鸟、热河鸟、会鸟和古喙鸟等,王敏等人发现这些原始鸟类生长是极其缓慢的,而在其生长过程中会发生多次的生长停滞,需要若干年才能达到成年阶段。

“这样的生长方式更接近于爬行类特别是恐龙,说明鸟类在漫长的演化中,其生长速率有加快的趋势。但究竟这一演化过程是如何发生的,或者在哪些原始鸟类类群中首先出现,科学界还不是很清楚。此次对成年古喙鸟的研究恰恰增进了人们在这方面的认识。”周忠和还告诉记者,由于骨组织学的研究对化石标本有一定程度的破坏,因此目前仅有少数的原始鸟类进行了骨组织学的研究,所以此次对成年古喙鸟的研究是非常有意义的。

由于不同个体或者同一个体的不同骨骼,骨组织结构都有差异,这就要求科研人员未来需要对大量标本进行骨组织学取样研究,从而积累信息。此次研究组对原始鸟类个体发育过程的研究还处于初步阶段,还有很多问题尚待解决。



匙吻古喙鸟胸骨骨化模式图

现场

新疆生态与地理研究所

中亚生态与环境研究中心阿拉木图分中心召开首届总结大会

近日,中亚生态与环境研究中心阿拉木图分中心首届总结大会在哈萨克斯坦召开。中国科学院新疆生态与地理研究所副所长、中亚生态与环境研究中心阿拉木图分中心中方主任吉力力·阿不都外力主持了会议。

哈萨克斯坦土壤与农业化学研究所所长、中亚生态与环境研究中心阿拉木图分中心哈方主任 Saparov Abdulla 院士总结汇报了2015年度分中心在实验室建设、修缮项目、野外站维护和运行、示范区建设、科技创新和管理支撑服务方面的亮点工作和存在的问题。

吉力力·阿不都外力对分中心2016年重点工作进行了部署,他指出,将从人员薪酬、科研考核、科研协同、管理支撑、人才管理机制、创新贡献等方面对中心人员提出更高的要求。他希望中亚生态与环境研究中心发挥好区位优势、设备支撑优势、技术优势,要在国家、世界的角度寻求发展,聚集全球优秀科研工作者,充分发挥科技创新在丝绸之路经

济建设中的引领作用,紧密围绕“一带一路”战略,为中哈两国科技合作、社会经济发展以及世界科技作出更大贡献。

在哈萨克斯坦期间,吉力力·阿不都外力与哈萨克斯坦国立大学、哈萨克斯坦经济研究所、哈萨克斯坦国立农业大学等相关科研院所就中亚国际合作、博士硕士研究生培养等相关问题进行了座谈,并达成了共识。(科讯)



吉力力·阿不都外力(左)察看员工公寓修缮项目执行情况。



新疆生态与地理研究所举行工作总结并讨论今后的工作任务和发展方向。



中心工作人员合影