21年来仅3次！2020年度国家自然科学一等奖再迎“双黄蛋”

中青报·中青网记者 张 茜

今天，2020年度国家科学技术奖揭晓。其中，中国科学院院士包信和带领中国科学院大连化学物理研究所团队完成的“纳米限域催化”项目、复旦大学化学系教授赵东元领衔完成的“有序介孔高分子和碳材料的创制和应用”项目获得国家自然科学奖一等奖。这是自1999年国务院对国家科技奖励制度进行全面改革以来，国家自然科学一等奖第三次在同一年度评出两个获奖项目。

2020年10月最新修订的《国家科学技术奖励条例》（以下简称《奖励条例》）提出，国家科学技术奖是为了奖励在科学技术进步活动中作出突出贡献的个人、组织，调动科学技术工作者的积极性和创造性，建设创新型国家和世界科技强国。国务院设立五大国家科学技术奖项，分别为国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖和中华人民共和国国际科学技术合作奖。

其中，国家自然科学奖授予在基础研究和应用基础研究中，阐明自然现象、特征和规律、作出重大科学发现的个人。中青报·中青网记者了解到，被评为重大科学发现应当同时具备“前人尚未发现或者尚未阐明、具有重大科学价值、得到国内外自然科学界公认”三个条件。

而作为我国自然科学领域“皇冠上的明珠”，国家自然科学奖一等奖是我国自然科学领域的最高奖项。中青报·中青网记者梳理发现，21年来，在2000年度至2020年度的奖项中，国家自然科学一等奖仅有2006年、2017年和2020年三个年度分别评出了两个获奖项目。由于这种情况十分少见，大众称其为“双黄蛋”。此外，21年来，有9个年份国家自然科学一等奖各评出一个获奖项目，另外9个年份空缺。从宁缺毋滥的情况可以看出，国家自然科学奖评选严格，奖项颇具含金量。

除2020年度外，2006年的自然科学一等奖获奖项目为“介电体超晶格材料的设计、制备、性能和应用”“金属配合物中多重键的反应性研究”，2017年的获奖项目为“水稻高产优质性状形成的分子机理及品种设计”“聚集诱导发光”。

《奖励条例》提出，国家科学技术奖应当与国家重大战略需要和中长期科技发展规划紧密结合。国家加大对自然科学基础研究和应用基础研究的奖励。国家自然科学奖应当注重前瞻性、理论性，国家技术发明奖应当注重原创性、实用性。不难看出，自然科学一等奖获奖项目均属重大科技成果，原创导向明显，对提高我国原始科技创新水平具有重要意义，是推动我国创新型国家建设的重要力量。

中共中央、国务院2016年印发的《国家创新驱动发展战略纲要》提出“三步走”战略目标，明确我国到2020年进入创新型国家行列，基本建成中国特色国家创新体系，有力支撑全面建成小康社会目标的实现；到2030年跻身创新型国家前列，发展驱动力实现根本转换，经济社会发展水平和国际竞争力大幅提升，为建成经济强国和共同富裕社会奠定坚实基础。到2050年建成世界科技创新强国，成为世界主要科学中心和创新高地，为我国建成富强民主文明和谐的社会主义现代化国家、实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强大支撑。

2020年，科技部部长王志刚在一次发布会上表示，我国已迈入了创新型国家行列。我们相信，更高目标的实现离不开一代又一代科研人员的努力和付出，随着我国建设创新型国家的步伐进一步加快，自然科学领域的重大原创研究成果愈发被寄予厚望。

中青报·中青网记者了解到，自然科学奖的颁发不仅是对获奖者的奖励，更是对青年科研人员的激励。

厦门大学青年学者侯旭一直从事液体门控技术的原创研究。作为在自然科学研究领域的80后科技工作者，他每年都会关注国家科学技术奖的揭晓。“看到这些‘大先生’对我国的科学技术发展的杰出贡献，他们在自己研究领域中从0到1的原创性突破的事迹，极大地激发了我们年轻一代科技工作者的自信心。‘大先生’的科学精神和无私奉献激励着我们年轻人静下心来做原创研究。我们将在自己的研究领域继续努力奋斗，为引领这项技术在全球的发展作出自己的贡献。”

北京航空航天大学青年教授刘知琪专注于航空航天磁性功能材料等领域的原创研究，谈及国家自然科学奖，他说：“这一奖项激励我们自然科学领域的青年科研人员在自己的科研道路上，将国家的迫切需求和世界科技前沿紧密结合起来，我们要埋头苦干，不断积累，力争为国家的发展、科技的进步作出重要贡献。”

西北工业大学博士研究生晁凌锋在科研无人区坚持进行太阳能电池方面的探索，他告诉记者：“每年国家自然科学奖的颁发都是对我的激励，在老一辈科学家身上，我深深感到了榜样的力量，他们锲而不舍，甘于奉献的精神无时无刻不在激励着、影响着我们青年人。作为一名研究生我们要脚踏实地做科研，不负时代，不负年华，成为与祖国同行的人，为祖国的科技事业贡献自己的力量。”

本报北京11月3日电

2000年度至2020年度国家自然科学奖一等奖获奖项目

年度	项目数	项目名称
2000	空缺	
2001	空缺	
2002	1	物理有机化学前沿领域两个重要方面–有机分子簇集和自由基化学的研究
2003	1	澄江动物群与寒武纪大爆发
2004	空缺	
2005	空缺	
2006	2	介电体超晶格材料的设计、制备、性能和应用 金属配合物中多重键的反应性研究
2007	空缺	
2008	空缺	
2009	1	《中国植物志》的编研
2010	空缺	
2011	空缺	
2012	空缺	
2013	1	40K以上铁基高温超导体的发现及若干基本物理性质研究
2014	1	网络计算的模式及基础理论研究
2015	1	多光子纠缠及干涉度量
2016	1	大亚湾反应堆中微子实验发现的中微子振荡新模式
2017	2	水稻高产优质性状形成的分子机理及品种设计 聚集诱导发光
2018	1	量子反常霍尔效应的实验发现
2019	1	高效手性螺环催化剂的发现
2020	2	纳米限域催化 有序介孔高分子和碳材料的创制和应用

制表：张 茜

中科院大连化物所耕耘二十余载 把冷板凳焐热

解密催化“黑匣子”

包信和院士团队部分成员。 中科院大连化物所供图

中青报·中青网记者 邱晨辉

在现代化学工业中，大多数产品生产都与催化过程息息相关。但长期以来，催化过程被视为科研领域的“黑匣子”，很少有人知道这个过程究竟发生了什么。

中国科学院大连化学物理研究所（以下简称“大连化物所”）包信和院士带领团队，在催化基础研究和应用领域耕耘20余载，提出了纳米限域催化等新概念，揭示了这个“黑匣子”的奥秘。11月3日，在2020年度国家科学技术奖励大会上，包信和等人完成的这一重大成果，斩获了我国自然科学领域的最高奖项——国家自然科学一等奖。

“在纳米催化这条研究道路上，团队已经坐了20多年的冷板凳，坚持了20多年。但团队始终相信，科学研究只要方向对，就不怕路途遥远。只要坚持，再冷的板凳也能焐热。”包信和说。

从现象到理论

1995年，包信和完成了在德国马普研究所近6年的合作研究，来到大连化物所催化基础国家重点实验室，扬起了催化基础和应用研究的风帆。

作为改革开放后新一代的归国科研人员，包信和告诉记者，国内的科研环境和条件已大大改善，“研究就是要瞄准催化中的关键科学问题，解密催化‘黑匣子’，做有意义的研究课题，服务国民经济发展的需要。”

能源小分子的转化，离不开催化剂。

包信和介绍，活性金属，如铁、钴、镍等都是常用的金属催化剂，但活性金属特别是纳米催化剂，在实际反应过程中往往面临活性物种化学价态难以控制、催化性能难以调控等难题。

2006年，研究团队发现，碳纳米管不但能限制纳米粒子的尺寸，还能稳定配位不饱和的还原态金属物种。这些导致碳纳米管内外的纳米粒子活性有较大的差别。

这一现象引起了包信和的关注。

一次实验现象转瞬即逝，但包信和能够敏锐地抓住一个或几个稍纵即逝的实验现象，通过大量的实验验证，探索其科学本质，这是源于科学家的敏锐直觉和长期积累，也得益于该团队严格执行实验记录规范制度。

2007年，在合成气制乙醇等碳二含氧化合物的实验中，该团队发现，碳纳米管内铑锰催化剂的活性比管外更佳，表现出更好的性能。

“这就像过于狭小的空间让人紧张不安一样，空间限制也让其内的金属催化剂‘活泼’起来。”大连化物所研究员潘秀莲说。

基于此，包信和提出了“碳纳米管限域”的概念。

大连化物所研究员傅强介绍，金属与氧化物界面形成的限域环境，对氧化物的结构和化学状态提供了约束作用，也能稳定配位不饱和金属活性中心。

从现象挖掘本质，研究团队提出了“界面限域催化”的概念。“碳纳米管限域”与“界面限域催化”共同构成了“纳米限域催化”概念中狭义限域和广义限域的两个方面。

从概念到应用

包信和告诉记者，近百年来，为了以煤为原料获得乙烯、丙烯、丁烯等低碳烯烃，国际上普遍采用20世纪20年代德国科学家发明的费托合成技术。该技术首先让煤气化形成合成气，在适当条件和催化剂的作用下，再合成低碳烯烃或其他碳氢化合物。

不过，这个过程需要通过水煤气变换过程制备大量氢气来调节所需要的氢碳比例，水耗高、能耗大，在获得氢气的同时放出二氧化碳。

随着纳米限域及界面限域概念的形成和完善，包信和研究团队另辟蹊径，将一氧化碳/氢气活化与碳–碳键偶联的活性中心分开，让它们“各司其职”，实现催化过程中转化率和选择性的解耦。

沿着这个思路，研究团队将控制反应活性和产物选择性的两类催化活性中心分开，创制出一种新型复合的双功能催化剂体系。

实验结果令人十分振奋，没想到思路的转变，帮研究团队捅破了“窗户纸”，解决了一直困扰他们的问题。

2016年3月，《科学》杂志刊登了这一研究成果，并同期刊发了以“令人惊奇的选择性”为题的专家评述文章，认为未来该过程在工业上将具有巨大的竞争力。

这项技术的创新之处在于将“活化”与“偶联”这两个本该“一气呵成”的过程分开。

当从事相关研究20多年的德国一跨国公司资深研究人员了解到该研究后，稍显沮丧地说：“这个点子为什么不是我们先想到的？”

包信和不无自豪地回答道：“你们想到的点子已经很多了，也该轮到我们了。”

其实，早在2007年，研究团队就提出采用双功能耦合催化剂体系，探索合成气一步制烯烃的构想。长期以来，研究结果一直在不断优化和进步。

“直到积累了大量理论基础后，才发现活性中心间的距离对双功能耦合催化体系至关重要，‘距离’的确能产生‘美’。”潘秀莲说。

回顾研究历程，傅强感慨，创新建立在长期的积累和扎实的基础之上，有传承才能有创新，先要有量的积累，再有质的跨越，最终实现从0到1的突破。这个过程中“坚持”非常重要。

实验室优异的催化效果，也让研究团队动了产业化的心思。

包信和、潘秀莲领导的基础研究团队与中国工程院院士、大连化物所所长刘中民带领的应用开发研究团队合作，很快完成了该成果的实验室验证，与陕西延长石油（集团）有限责任公司合作，建设了世界上首套基于该项创新成果的千吨级规模的煤经合成气直接制低碳烯烃工业试验装置。该装置于2019年完成单反应器试车，催化剂性能和反应过程的多项重要参数超过设计指标，总体性能优于实验室水平。

“理论指导实践，未来，基于纳米限域催化概念，将有更多技术实现产业化应用，届时将有望提高我国乃至全球的资源利用效率。”包信和说。

从小成果到大催化

一流的成果源自一流的团队。

“纳米限域催化概念及其产业化尝试需要多个研究团队、上百名研究人员的团结协作，任何一环出现短板或松懈都无法达到今天的效果。”包信和说。他尤其重视科研骨干的工作研讨，定期组织讨论已成常态。

大连化物所研究员邓德会是这些研讨会的“常客”，自2007年四川大学本科毕业后，便进入大连化物所进行硕博阶段的学习，师从包信和，从事催化相关研究。

“每次有困惑我都去找包老师，他不在办公室就在实验室。”邓德会说，“这个团队有一条铁一样的纪律，那就是‘不允许任何不正之风’，任何人都不能跨越。”

实验室也对研究课题提出严格要求。

不管是新生来所、导师报告，还是开题报告、骨干讨论会上，包信和在几乎所有重要的场合都会强调一句话：“你做的工作要得到国内外科技界认可，一提到某项工作，大家就知道是你做的。”

包信和为年轻导师的发展创造了许多良好的条件，比如项目、经费、设备和学生等。他还会定期召集团队成员，讨论每个人的发展规划。这也造就了团队和谐、团结的氛围，培养出一批心无旁骛的“技术宅”。

傅强、潘秀莲、邓德会都是其中的典型代表。

大连化物所研究员韩秀文对邓德会印象深刻，“邓德会对研究一直很痴迷，几乎所有时间都扑在实验室，为此受了不少‘批评’。”

她告诉记者，科研潜力大、有干劲的年轻科研人员是好苗子，但也担心他们步子太快而在科研上出现重大纰漏，因此对于这样的年轻人往往采用“响鼓也需重锤敲”的策略。

“当时，往往包信和老师批评完我，韩秀文老师还要与我谈心。”邓德会说，“现在回想起来，这些教诲就是我成长的‘催化剂’，每次跟当年的同学聊起来，大家都非常感激这个团队和老师们。”

受到“重锤敲打”的邓德会成长迅速，博士毕业后留所继续做科研，并成立创新组，组建团队从事贵金属替代的纳米催化剂相关研究。

邓德会说，“我自己带队伍后，也鼓励开讨论会，让大家畅所欲言，这些都深受包信和老师的影响。”

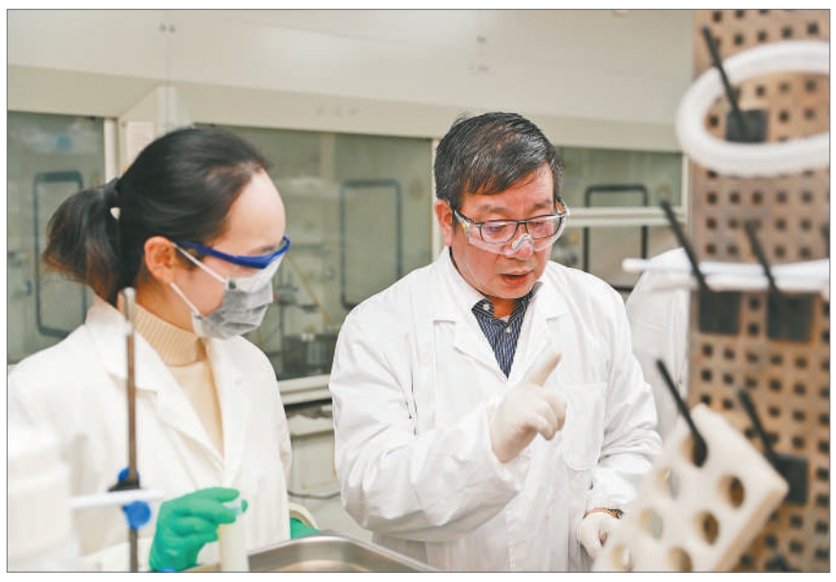
20多年来，包信和所在的实验室，共培养博士研究生125人、硕士研究生14人、博士后40余人，多人已成长为催化领域的优秀人才。

如今，“纳米限域催化”已成为催化领域中的一个重要概念，相关研究论文他引已经超过3万次，8篇代表性论文被引累计近4000次，来自不同国家的众多理论和实验研究团队跟随开展限域催化相关的系统研究。

昔日的“冷板凳”，已经越焐越热。

3万元科研经费起家 复旦团队数十年坚持“异想天开”

在微观世界“造孔”



赵东元（右）正在带领学生做实验。 复旦大学供图

□ 殷梦昊 中青报·中青网记者 王烨捷

11月3日，在2020年度国家科学技术奖励大会上，中国科学院院士、复旦大学化学系教授赵东元、教授李伟等完成的“有序介孔高分子和碳材料的创制和应用”项目获得了国家自然科学一等奖。

国家自然科学一等奖是中国自然科学领域的最高奖项，由于评选极为严格，该奖项在历史上曾出现多次空缺。

记者注意到，这次斩获国家自然科学一等奖的赵东元团队，是一支擅长“异想天开”，并把奇妙想法数十年如一日付诸实践的青年团队。他们的获奖项目在以无机材料研究方向为主流的介孔材料研究领域，率先提出了“有机–有机自组装”的新思想，创制了全新有序介孔高分子和碳材料，首次将介孔材料从无机组成扩展到有机高分子和碳。该项目为新一代药物合成催化剂、仿生离子通道、柔性微流控器件等的构筑奠定了基础，创造了巨大的经济效益。

3万元起家的“异想天开”实验团队

赵东元喜欢“造孔”，为了这项看似超级冷门的事业，他从美国一路“造孔”到了中国上海。在复旦大学一待就是23年，始终专注功能介孔材料的研究。

1998年，35岁的赵东元结束了在美国加州大学圣芭芭拉分校的博士后工作，从美国洛杉矶直飞上海。这是这个东北人对上海的首次造访，他在多家国内顶尖高校中，选择了复旦大学。

在上海的23年里，他从一名年轻的科研人员成长为享誉国际的科学家。2000年获国家自然科学基金委员会“杰出青年”基金，同年获教育部“长江学者”特聘教授称号；2004年获得国家自然科学奖二等奖；2007年，44岁的他当选为中国科学院院士。

赵东元至今仍记得，他刚到复旦大学时，国内整体科研条件和国外差距较大。学校在经费有限的情况下，为他提供了3万元科研经费。

他买了一台电脑，很快就坐进了简陋的催化楼办公室，开始写起研究计划。他带着5个本科生，开始了对功能介孔材料创制和合成的研究。

介孔材料是20世纪发展起来的崭新材料体系，具有规则排列、大小可调的孔道结构及较大的吸附容量，在大分子催化、吸附与分离、纳米组装及生物化学等众多领域具有广泛的应用前景。这种多孔材料的孔径在2–50纳米之间，而把它“功能化”就是将其改性而使其具有不同的功能。

2001年左右，整个介孔材料研究领域都局限于无机材料方向。但赵东元却突发奇想起来——能不能创造一种有机的高分子材料，又软又轻又好用？他迅速组建了科研团队，开始“异想天开”的实验。

“整个合成过程非常复杂，就像是在一个黑箱子里乱撞。”赵东元团队花了5年时间来“异想天开”，他后来回忆时发现，自己和团队在前4年多的时间里，几乎都在“走弯路”。团队成员孟岩的博士论文《有序的有机高分子介孔材料的合成与结构》记录，“起初，实验怎么也做不出介孔，做出来的全都是抱团的纳米粒子。”

历史系学生给化学家团队带来“转机”

谁也想象不到，“转机”竟然会来自一名复旦大学历史系的本科生。

2002年，复旦大学在全国率先施行本科生转专业制度。当时，酷爱化学、高考未能被第一志愿录取的历史系学生顾栋，申请转到化学系，其后，他选择赵东元作为本科生导师，开始在实验室参与一些基础性工作。

时隔十几年，如今已是武汉大学教授的顾栋，忆起十多年前的那个深夜，依然难掩激动。那天，他用一种反常规的方法进行实验，测试得到一组非常漂亮的数据。

顾栋提出，把高分子先聚合再合成，一下子把步骤从5个简化成两个。赵东元在学生的启发下打开了思路。接下来两个月，化学系团队紧锣密鼓调节实验参数、测试分析，基本得到了所有数据。

2005年，赵东元在《德国应用化学》上发表文章，在“有机–无机自组装”的基础上首次提出“有机–有机自组装”的新方法，并将实验方法公之于众。该方法吸引60多个国家和地区的1500余家科研机构跟踪研究，利用相似的方法研究介孔高分子和碳材料等，发表论文4万多篇。国际学术界评价这项研究的贡献为“先驱”“里程碑”“突破”等。

赵东元的课题组也一下子“火”了。成员们基于该项目成果发表论文200多篇，被引3万余次。

虽从事基础研究，但赵东元的研究跟实际应用结合得相当紧密。后期经过不断压缩成本，赵东元团队将科研成果投入到工业化生产，开展大规模制备。

比如，将介孔材料作为催化剂使用，大大提高重油转化效率，该项目全国推广后每年可为中石化增产约150万吨高质量成品油；将介孔碳和介孔高分子材料、吨级生产，运用于超级电容器，在北京奥运会的LED路灯和上海世博会的电动汽车上都得到了示范性应用；介孔材料还能在生物检测、环境处理、电子材料等诸多方面得到广泛应用。

鼓励学生随时随地“异想天开”

在民用材料领域，赵东元也早有一番畅想——介孔材料将来是否也可用于衣物？比如用纳米孔制作衣服，既轻薄，保暖性又强。

这个擅长且喜欢“异想天开”的团队，如今正在做一种利用介孔高分子材料打造的液体。“将来把这个液体抹在身上，薄薄一层，就能完全隔热，你根本都看不出来！零下30摄氏度都不带怕的！”赵东元说。

赵东元自称“造孔之人”，“相当于拿个凿子，在你们看不到的微观世界里‘造孔’”。而各种“异想天开”，如今已经成为赵东元及其团队工作的动力和源泉。

有一次，他带儿子去乐高世界玩，看到各种大型组装构件，他便联想，在微观世界能不能也用各种功能基元搭建形成孔洞？随后他又开辟了一个新的研究方向——介孔材料合成方法学中的模块化组装。

又有一次，他去医院探望一名韧带断裂的病人，医生需要用一个高分子韧带将断裂处连接起来，再让韧带重新生长。他又开始琢磨，能不能定向把两个孔给嫁接起来？他把想法告诉学生，一起大胆假设、小心求证，寻找能够在微观环境下把两个孔慢慢诱导过来的材料，再通过化学作用合在一起。这项研究，目前也已取得初步成果。

赵东元出生于沈阳一个普通工人家庭，没有接受过什么特别的训练，但他从小就喜欢刨根问底，梦想长大成为一名科学家。因此，他也特别鼓励青年大学生和青少年敢于“异想天开”。

因此，即便工作再忙，他也没有放下科普。从为中学生开讲座、录制网课，到主编《十万个为什么（第六卷）》，但凡能给青年人带去启发的事，他一件也没有落下。

他从不为学生设限。平时指导学生科研，他会给个大方向，但不会告诉学生具体怎么去做，鼓励学生自由探索。顾栋记得，自己有次为了投一篇文章，在国外联系赵老师，没想到老师立刻回复，那时国内已是凌晨一两点钟。

当年，顾栋从历史系转专业、选赵东元做导师，赵东元非但不拒绝还表示欢迎。“交叉融合会带来新的活力，这个领域才能不断发展。对一个学生的成长来说也是如此，如果局限在一个窄面，那就没了发展。”赵东元还坚持为本科生上《普通化学》17年，一周两次课，他几乎从未缺席。即使前一天还在外地开会，他也一定连夜飞回来上课。

在赵东元的栽培下，不少学生成长为教授——顾栋，武汉大学高等研究院教授；李伟，复旦大学化学系教授；田博之，美国芝加哥大学杰出教授。

赵东元说，科学家一定得后继有人，科学事业才能不断发展，而宣扬科学是科学家的职责。在他看来，一个教授的职责就在于八个字——创造知识、传授知识。

社址：北京海运仓2号 邮政编码：100702 电报挂号：5401 国内统一连续出版物号 CN 11—0061 邮发代号1—9 报价：每月33元 零售：每份1.8元 广告许可证：京东工商广登字20170074号 客户订阅电话：11185 中国邮政报刊在线订阅网址：BK.11185.CN