

# 杨金龙： 探寻分子世界的奥秘

新闻中心记者 刘爱华



11月22日，中国科学院公布2019年新增选院士名单，中国科学技术大学副校长、化学与材料科学学院教授杨金龙新当选为中国科学院院士。“当选院士，是国家对我所做科研工作的认可，这也是我科研道路上的一个新的开始。”杨金龙表示，对于他来说，更有意思的研究可能还在前头，今后将坚守探索未知世界的“初心”，进一步在量子化学领域探索，并围绕国家的需求，多为社会发展做贡献。

## 将更多成果送上“书架”

科技创新，就像撬动地球的杠杆，总能创造令人意想不到的奇迹。“从国家和社会发展来讲，基础研究是创新的源泉。”杨金龙坦言，对于从事量子化学理论研究的他来说，将更多成果送上“书架”是他的梦想。

从1985年读研算起，杨金龙在中科大学习和工作已有34年。从凝聚态物理研究，到量子化学研究，34年间，杨金龙始终与微观世界的分子、原子打交道。“在微观尺度上，物理与化学是分不开的，化学物理就是用物理的手段来研究化学的问题，研究的都是分子、原子最基本的规律。”杨金龙告诉记者，他所在的化学物理系由“两弹一星”功勋奖章获得者郭永怀创建，是中科大建校时就有的系，该系老师有一半是物理背景、一半是化学背景，学科交叉更容易碰撞出智慧的火花。

中科大单分子科学团队，是国际上著名的单分子团队之一。杨金龙与侯建国院士正是这一团队的领头人，其中杨金龙负责理论方面的深度掘进，侯建国负责实验部分的精耕细作。近年来，杨金龙在新型功能材料的理论设计与模拟、表面单分子量子行为的表征与调控等方面取得一系列原创性成果，如成功实现单分子自旋态的控制等，在国内外产生重要影响。目前，他已发表SCI论文470余篇，其中3篇发表在《科学》上、4篇发表在《自然》上，相关成果3次入选“中国科技十大进展”。

“单分子科学团队的大部分研究都是探索自然、发现规律，然后提出一些新概念、新机制、新判据，解决实际问题。”杨金龙介绍。在新概念方面，他提出双极磁性半导体的概念，突破用磁场调控自旋的传统固有模式，为发展新型自旋电子学器件提供了新思路。在新机制方面，他提出具有内禀电偶极矩的二维纳米催化剂，突破传统理论对催化剂能隙的限制，用红外光也可直接分解水制氢。在新判据方面，他提出一种新判据来认定电子阴离子化合物，为建立普适的电子阴离子化合物理论奠定基础。

“中科大的环境特别适合做科研，这里可以安放一张安静的书桌，自由探索的氛围比较浓。”杨金龙坦言，这里没有太多的行政干预，科研人员可以静下心来做原始创新，也有机会与国际最前沿的科学家交流。

## 促更多成果摆到“货架”

让成果上“书架”或上“货架”，是众多科学家的使命。上“书架”就是“钱

变纸”，做好原始创新。上“货架”就是“纸变钱”，把成果用起来，变成产品。对于杨金龙而言，上“书架”与上“货架”并不矛盾，两者缺一不可。

今年1月31日，国际顶级期刊《自然》报道一项重大成果：中科大路军岭、韦世强、杨金龙等人研发出一种新型催化剂，可以解除氢燃料电池一氧化碳“中毒休克”危机，有望加速氢能源汽车的民用推广。

零排放、零污染的氢燃料电池汽车，代表着未来新能源汽车发展的重要方向。但当前氢燃料电池所使用的氢气，通常含有0.5%至2%的一氧化碳。作为氢燃料电池汽车的“心脏”，燃料电池铂电极容易被一氧化碳杂质气体“毒害”，导致电池性能下降和寿命缩短，严重阻碍氢燃料电池汽车的推广。“我们花了几年功夫，重新设计了一种新型催化剂，可以有选择性地高效去除氢燃料中的微量一氧化碳，为氢燃料电池在频繁冷启动和连续运行期间提供全时保护。”杨金龙介绍，目前他们正在推动这一成果产业化。

利用太阳光分解水制氢，为人类提供清洁能源，被视为化学的“圣杯”。杨金龙提出红外光分解水制氢新思路，则大大扩展了太阳能转化为化学能中可利用的太阳光频谱范围，有望对未来新能源技术发展产生重要影响。

“我的大部分研究都是力求让成果上‘书架’。但另外一块，用自己发展的方法来解决国民经济相关技术难题，也是我们努力的重要方向。”杨金龙认为，让适合做基础研究的人做基础研究，更多的人要做好技术创新和成果转化。

科技创新、科学普及，是实现创新发展的两翼。在工作中，他不仅给本科新生上《科学与社会》课，而且参与该校中学生“英才计划”，给中学生讲科普，激发他们对科学的热爱。“把科学家的成果变成科普知识，及给老百姓传播，是科学家的义务。”杨金龙说。

## 不忘探索未知的“初心”

在杨金龙看来，对未知世界的探索，是他最大的兴趣。“探索全世界都没人知道的事情，这本身很有挑战性，但把它搞清楚了，会很有成就感、满足感，这就是科研的原动力。”杨金龙表示，做科研要沉得住气、能静下心，做自己感兴趣的事情。

当今世界，科学研究快速发展，学术浮躁和急功近利的情况并不鲜见。“科研工作不能随波逐流，科研底线必须遵守。”杨金龙说，做科研不是靠吹出来的，也不可能一帆风顺，要实现长期目标和短期目标的平衡。“做科研要不停地克服困难、解决问题，有些问题一时搞不清楚，可以放一放，等段时间换个思路，也许困难就会迎刃而解。”

作为中科大副校长，行政工作占据了杨金龙不少时间，但他乐在其中。“大学老师的工作，应该由教学、科研、服务三部分组成，这三者相辅相成。”杨金龙说，每个人都应该做些服务，这不仅对个人成长很有帮助，也为科研团队的组织提供了很好的经验。

近年来，杨金龙先后培养了40多名博士生。在学生心中，他始终是个温和的人。“我的理念是给学生更多的自由，多跟他们交流、多多提问题，以此来激发他们的主动性和灵感。”杨金龙认为，做基础研究要打好扎实的基础，培养良好的科研范式，要有批判性思维和敏锐的眼光，真正能抓住问题、解决问题，不能人云亦云。

闲暇之余，杨金龙有一个特别的爱好——拍摄花朵。在他的微信朋友圈，隔段时间就能看到他的“新作”。通过拍摄花朵，他已经认识了400多种花。“科学就像花一样，是一种很美的东西。如果这种美的东西我不知道，我一定会想办法认识它、了解它。”杨金龙说。

11月22日，中国科学院公布2019年新增选院士名单，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心纳米材料与化学研究部主任俞书宏榜上有名。被誉为材料“魔术师”的俞书宏，自2002年回国以来，一直从事无机合成化学研究，在无机化学领域取得了突出成就，成功矿化合成了人工珍珠母等多种神奇的新材料。“入选院士是对我的鼓励，看到自己的研究成果得到国内外同行的认可，特别开心。”俞书宏表示，今后将一如既往地做好基础研究，努力为国家研发出更多急需的新材料。

## 感恩大自然的启示

俞书宏喜欢自然界的矿物质和动植物，更喜欢琢磨它们的结构。无论是贝壳、珍珠，还是北极熊、爬山虎，都成了他的研究对象。“大自然本身就是一个神奇的魔术师，它能给材料设计带来很多启发。”俞书宏坦言，人类应该感恩大自然的启示。



经过几十万年的进化，生命体系如软体动物创造了诸如珍珠母等性能卓越的矿物材料。天然贝壳珍珠母，具有超乎想象的机械强度和韧性，但如何仿生制备人工珍珠母，是一个世界公认的难题。“贝壳是一个保护软体动物的重要矿物，它的形成过程非常有趣。贝壳是一种很好的层状结构，就像阶梯教室一样，一层一层堆积而成，这种砌墙式的砖泥结构强度、韧性非常好。”俞书宏介绍，他们团队参照软体动物合成天然珍珠母的砌墙式策略，提出一种新的“组装与矿化”法，从源头上模仿天然贝壳珍珠层的形成过程和化学组分，在世界上首次成功矿化合成了人工珍珠母。这种仿珍珠母材料的化学组分、结构，与天然珍珠母相似，力学性能相当，密度更低，具有优越的抗断裂性能，研究成果登上世界顶级学术期刊《科学》。

受北极熊毛发中空结构的启发，俞书宏团队成功研制出一种新型轻质保温隔热材料，未来有望在建筑和航空航天领域广泛应用。模仿竹节的结构，他们团队设计了一种“脉冲式轴向外延生长”方法，成功制备出纳米“竹子”，这种新型半导体纳米材料可以将太阳能制氢效率提高一个数量级，为开发新型高效太阳能制氢材料提供了新途径。“当前，我们还在模仿骨骼生长方式研发新材料，有望高度重现骨骼的强度和韧性，有效避免材料植入人体的排异反应，改变这一材料依赖进口的局面。”俞书宏透露。

实现仿生材料系列化，提升传统材料性能，是俞书宏一直努力的方向。近年来，他研究发现了聚合物和有机小分子模板对纳米结构单元的尺寸、形状、晶相的调控规律；建立人工仿生合成珍珠母、仿生聚合物木材、超弹性抗疲劳材料等多级结构材料的合成方法；提出的软-硬模板效应协同控制生长的机制，被成功用于宏量制备高质量纳米线和纳米电缆。近20年来，他3次荣获国家自然科学二等奖，其中2次是以第一完成人身份获奖。2018年，他还摘得安徽省重大科技成就奖。

## 眼光远才能飞得高

“做科研一定要志存高远，不能急功近利天天围着‘帽子’‘票子’转，要选择适合自己的方向去创新，不能老跟着别人跑。”俞书宏认为，做科研不能总做“短平快”的项目，而应该把眼光放远一点，这样才能飞得更高。

在俞书宏看来，材料对于人类的发展影响巨大，人类文明的进展可以按照材料

来划分，比如石器时代、青铜器时代、铁器时代、硅器时代等，一种革命性的新材料可以颠覆一种产业，甚至改变整个世界。当前，我国在很多高技术领域被国外“卡脖子”，其实很重要的一个方面就是关键材料被“卡脖子”。“我们要紧紧瞄准从0到1的原始创新，为自己定下一个更高的目标，多解决材料方面的‘卡脖子’问题，为国家的发展做一点贡献。”俞书宏说，中国科学家完全有能力、有信心做更好的创新。

碳酸钙在自然界随处可见，很多人认为没啥可做，但俞书宏从2002年回到中科大工作后，一直在跟碳酸钙打交道。“珍珠母是贝壳中的内层材料，与珍珠具有相似的组成和结构，通常含有95%以上的碳酸钙。但这种碳酸钙并不是传统意义上的粉末，它形成了一种特殊的结构。”俞书宏透露，他的研究就是从侧面来模仿贝壳、珍珠、骨骼等结构，制备出性能可以与自然界依靠生命体创造的材料相媲美的新材料。如今，这些从小小“碳酸钙”中诞生的新材料，已在航空、航天、军事、国防、民生等领域大展身手。

眼光远，还要真行动。“做科研就像跑马拉松，如果在最后几圈，你想挤进去，必须要有足够的力量和充分的准备。”俞书宏语重心长地说，无论做什么事情都贵在坚持，遇到困难不气馁，“虽然付出了未必有回报，但不付出肯定没回报”。

实验室的成果，只有转化为实实在在的产品，才能变成现实生产力。“未来，我们会努力把自己的成果推向实用化。”俞书宏介绍，像他们研发的高性能仿生材料、新型隔热防火材料、生物涂料等，正在与安徽方面接洽转化，力争尽快实现产业化，让成果走向市场。

## 兴趣是最好的老师

“做科研的确辛苦，但真正感兴趣，就会苦中作乐。只有兴趣驱动的科研，才是最原汁原味的，也是最有推动力的。”俞书宏说，他从事科研的动力是源于对自然和科学的热爱。“自然界给了人类非常多的启发，给我们的创新提供了源泉。”

一个人对于一种专业的兴趣，未必天生就有，很多时候需要培养。“我高中的时候，学的最好的是数学。高考时，考得最好的却是化学。”俞书宏笑言，他上大学时选择无机化学作为专业，纯属“机缘巧合”，但在学习的过程中逐渐对无机化学产生了浓厚的兴趣。上世纪90年代中期，他进入中科大读博士，师从著名无机化学家钱逸泰院士。读博士期间，他与老师等合作完成的“纳米非氧化物的溶剂热合成与鉴定”项目，就夺得2001年度国家自然科学二等奖。

“钱老师特别注重对学生兴趣的呵护，在你低谷的时候给你鼓励，在你骄傲的时候适时泼点冷水。如今，钱老师快80岁的高龄，仍然坚持亲自带学生，还在线工作，这一点大家非常敬佩。”俞书宏回忆说，老师对学生的世界观、人生观、价值观影响非常大，很多时候这种影响是潜移默化的。在他自己当老师后，他传承了钱逸泰院士的治学精神，更加注重培养学生对科研的兴趣，并引导学生养成良好的科研习惯。目前，他培养的博士生已有80余人，其中6人入选中组部“青年千人计划”。

早上7点多到实验室，晚上快11点离开，这是俞书宏工作的常态。“你现在不缺科研经费，也不需要发论文，为何还有这么大的干劲？”他的学生经常问。“我们拿了国家这么多研究经费，必须争分夺秒，要拿出有‘含金量’的东西来，回报国家和社会。”俞书宏表示。

俞书宏：会变戏法的材料「魔术师」

新闻中心记者 刘爱华