

# 绿色生态防控，新理念、新成果、新实践

记西南大学植保专家、博士生导师丁伟



“民以食为天，食以安为先”。食品安全早已成为老百姓最关注的热点问题之一。但食品安全的源头保障一直是困扰技术人员的重要难题，主要的原因是栽培作物会发生病虫害，控制病虫害的手段和方法很多，但农业生产者和一线技术人员却一直把化学药品当作最重要的依靠，由此带来农药残留、环境污染和舌尖上的安全问题。如何破解这个难题，使保障食品安全成为农民的自觉行为，真正实现减肥减药、经济高效和安全环保？西南大学植物保护学院博士生导师丁伟教授通过自己多年的研究及实践给出了答案。

## 创新植保理念，从以病虫害为中心到以植物为中心

农作物在栽培过程中一直存在着自身健康生长和病虫害侵染危害这一矛盾。一直以来，植保工作始终把控制病虫害当作首要任务，植保的理念是以有害生物为核心，把杀菌剂、杀虫剂等农药施用作为手段，把消灭病虫害当作主要目标。由此，难免带来药剂杀灭效果越来越好，但病虫害发生却越来越重，食品安全却越来越令人担忧。作为一名长期奋战在植保战线上的专业人士，丁伟教授把破解这一难题作为重要使命，经过不断的研究、实践和推广，于2002年在重庆市农业技术人员培训会上，全面系统地提出了以植物为核心的植保新理念。这个理念明确提出了以植物为核心，突出保健的作用，以营养平衡、生物调节、抗逆诱导等作为主要手段，达到提升植物自身的抵抗力，改善生长发育，实现健康安全的目的。在此理念的指导下，丁伟教授构建了保健—预警—系统控制病虫害的植保新体系，并把这一理念和体系的实施作为自己的主要使命，贯穿于教学、科研、技术集成和示范应用的全过程，在马铃薯、辣椒、烟草等作物上推广应用100多万亩次，取得了显著的效果。技术人员不再把植物保护的目標盯在了病虫害身上，而是盯在了如何提升植物自身的抵抗力上，不再把用药当作首选手段，而是把土壤保育、营养平衡、提高植物自身的抵抗力当作根本手段。这无疑是一条可持续的安全植保之路。

## 秉承植保新理念，研发源于植物和土壤的新技术、新产品

植物健康维护靠人类的技术进步，也靠植物自身的潜力，两者缺一不可。植物的问题最好还是通过植物自身的潜力挖掘来解决，自然的问题最好回归到自然本身。为此，丁伟教授一方面研发激活植物自身抵抗力的新技术，另一方面研发源于植物自身抗生物质的绿色农药。丁伟教授带领自己的研究团队先后在三个国家自然科学基金的支持下，筛选出了40余种植物的生物活性物质，并以黄花蒿提取物中的东莨菪内酯、滨蒿内酯等为研究对象，研制出了6个植物性的虫螨控制剂，并系统研究了这些天然产物的控虫机制，获得了4项国家发明专利，编写出了国内第一本《螨类控制剂》专著，发表论文100多篇。

植物的抗性基因及其表达是植物健康的基础，但要想实现植物的健康还必需营造良好的生态环境。当前农业生产面临的土壤退化严重，病害发生严重，化学投入品依赖性加大，抗御风险能力差，农民增收的空间有限等一系列难题。解决这些难题，靠单一技术不行，现有生产体系不行，靠大生态因子也不行。丁伟教授经过多年的研究和实践，把目光盯在了植物生长健康环境的维护上，提出了利用微生态平衡技术来保障植物健康的理论体系。在国家有关部门的支持下，丁伟教授的研究团队围绕20多项研究内容，集中攻关，利用宏基因组学相关技术，对根际微生物进行大规模高通量筛选，发现了影响作物健康的关键微生物和关键因子，明确了健康土壤的指示生物，研发出了系列微生态调控技术，形成了解决农作物病害的“四个平衡”理论，通过调控土壤酸碱平衡、微生物平衡、营养平衡、作物抗病力和病原菌致病性平衡来控制流行性病害和土传病害，并得到了大规模的推广应用，取得了显著成效，先后获得了3项农业部中华农业科技奖。

## 践行植保新理念，集成技术示范应用见成效

为了实施绿色创新理念，丁伟率领自己的研究团队先后在重庆、四川、贵州等地创建了11个绿色生态防控技术集成应用示范基地，每个示范区的规模都在百亩以上，从观念更新到农艺措施的改变，再到技术的集成应用，起到了很好的示范带动作用。绿色生态防控技术的推广应用最大限度地降低了植物保护措施对人类生存环境的污染，保障了农产品的质量安全，赢得了广大基层技术人员和农民的认可。当地农民并为他们的研究团队总结出了“三个特别”的精神，即特别能吃苦，特别能坚持，特别能创新。就是在这一精神的激励下，丁伟在完成了对自身“修行”的同时，收获了不少成果，发表了很多研究论文，也获得了不少的奖励，但他似乎并不在意于此：“现在一年想发几篇SCI论文并不难，但难的是研究成果能够得到生产一线的技术人员认可，能够实实在在地解决问题，医生要重视临床，植物医生更应该重视田间效果。我总跟我的学生讲，要把论文写在大地上，这样才理直气壮。”丁伟心里非常清楚，在农业领域，老百姓才是最终评审员！

在大力提倡“绿色农业”、“生态农业”和“可持续农业”的今天，积极研究和开发关切的绿色防控技术，创新新型的植物源农药，并形成技术体系加以示范应用，对保证食品和环境的安有深远意义。在农药的研制和安全使用上，“回归自然”也是社会和自然科学发展的必然趋势。相信通过政策的支持和国家经济快速发展的拉动，我国绿色生态农药的研发和绿色生态防控技术的推广应用发展前景一片光明。丁伟教授和他的研究团队为我们探索出了一条可行的路子。

# 落实流域水生态环境功能分区 实现山水林田湖共同体管理

## ——国家水体污染控制与治理科技重大专项攻关纪实

水环境保护事关人民群众切身利益，事关全面建成小康社会、事关实现中华民族伟大复兴中国梦。当前，我国一些地区水环境质量差，水生态受损害、环境隐患多等问题十分突出，影响和损害群众健康，不利于社会经济持续发展。

为全面改善水环境，2015年4月，我国出台《水污染防治行动计划》，为我国“十三五”直至2049年的水环境管理提出了总体目标、工作目标和考核指标。

2015年9月印发的《生态文明体制改革总体方案》中，提出了“树立山水林田湖是一个生命共同体的理念，按照生态系统的整体性、系统性及其内在规律，统筹考虑自然生态各要素，山上山下、地上地下、陆地海洋以及流域上下游，进行整体保护、系统修复、综合治理，增强生态系统循环能力，维护生态平衡”的理念。这与国际上普遍采用的流域水环境管理的理念一致，也为我国水环境管理提出了指导理念。

欧美等国在20世纪80年代已经建立了流域管理的分区方案，并围绕分区构建了水环境管理体系。但我国没有一套针对流域进行的管理分区方案，已有的区别由于不能很好的建立陆域自然地理要素和环境压力与水环境质量的关系，不能满足水环境质量的改善，因此基于流域的水生态环境功能分区体系是支撑我国《水污染防治行动计划》实施，支撑生态文明体制构建的重要保障。

流域水生态环境功能区是以流域为对象的水陆一体化管理单元，是流域生态系统健康保护的基础。流域水生态环境功能分区体系方案是《水污染防治行动计划》明确提出的相关工作任务，

是落实“山水林田湖”生命共同体管理的基础，是实现单一水质目标管理向水生态管理、目标总量控制向容量总量控制转变的重要手段，对于实现国家水环境管理转型具有重要的意义。

从2008年起，环境保护部在国家水体污染控制与治理科技重大专项中，开展了流域水生态环境功能分区技术的研究工作，并在“十一五”和“十二五”课题中进行专项研究。

中国科学院环境研究所研究员张远介绍，“十二五”期间，在“流域水生态环境功能分区技术”、“重点流域水生态功能三级四级分区研究”等课题支撑下，研究人员提出了水生态空间异质性分析、河流分类、水生态功能重要性评价、河流健康评价、保护目标制定等技术方法，形成了流域水生态功能分区技术方法体系，提出了水生态环境功能分区方案，并在松花江、辽河、海河、淮河、黑河、东江、赣江7个河流型流域，太湖、巢湖、滇池、洱海4个湖泊型流域进行了流域水生态功能分区示范，明确了各功能区水生态环境保护和治理目标，为重点流域水生态环境功能保护与修复提供了技术支撑。

在水专项重点流域水生态功能分区研究的基础上，2015年环境保护部组织中国科学院环境研究所、环境保护部环境规划院、环境保护部卫星环境应用中心等院所、大学及公司共13家单位，完成了全国流域水生态环境功能分区方案，共将全国划分为338个二级区，1815个三级区，明确提出了流域管理的边界，识别了流域水生态环境主导功能，评价了水生态环境质量状况，提出了三级区水环境质量管理考核指标和目标；研究成果被环保部用于《水污染防治目标责任书》和《重点流域水污染防治“十三五”规



北京会议中心

划》编制，为我国“十三五”和未来的水环境管理提供了水生态、水环境管理考核支撑。

在2015年12月4日召开的专家鉴定会上，与会专家认为流域水生态环境功能分区管理体系是在借鉴发达国家先进流域环境管理经验的基础上，提出了满足我国生态文明建设、水污染防治行动计划实施的流域管理方案体系，填补了我国流域水环境管理的空白，体现了水功能区、生态功能区和主体功能区等在流域单元上的落实，可应用于我国流域水污染防治规划、流域生态环境监测体系构建、流域考核等环保部管理工作中，有利于我国流域水环境质量的提升，建议在地方加大推广应用实施力度。

与此同时，张远建议，在全国水生态功能分区的基础上，要进一步完善流域水生态系统健康评价方法，实施全国水生态系统健康评估，建立流域生态空间管控制度，尽快整合水资源管理与水环境保护的总量控制要求，实施基于水生态环境功能保护的排污许可管理制度，转变我国水环境管理模式，建立和完善基于水生态功能分区的流域水环境管理的法律政策体系及其实施机制，积极推进水生态功能分区在环境管理中的推广应用。 (李颖)

# 翱翔高空 筑梦蓝天

## ——记西北工业大学副教授蒋建军

瓶颈。面对这一技术难题，蒋建军暗下决心，一定要竭尽全力攻克这个“纸老虎”。就这样，他凭着对航空事业的极大热情，凭着科学工作者的深责任感，凭着不达目的誓不罢休的韧劲，投入了攻克技术难题的艰辛历程：数不清做了多少次科学实验，记不清经历了多少次挑灯夜战。天道酬勤，滴水穿石。历经了近2000个日日夜夜，蒋建军终于破解了这一技术难题。他的探索性研究使树脂更好地分布在纤维的宏观和微观结构周围，极大地提高了缺陷控制能力，把复合材料的深度应用向前推进了一大步。围绕这一技术，蒋建军发表了十多篇高水平论文，申请到了十多项专利，2012年获得陕西省“青年科技新星”称号，他主持的《承力型复合材料构件液态成型型树脂热固化行为研究》申请到国家自然科学基金项目。目前，这项技术已经和西飞集团达成合作意向，进入转化应用阶段。

积跬步，始得至千里。中国科学院院士、中国复合材料学会理事长、飞行器结构力学和复合材料专家杜善义曾说过：“在航天事业中，每节约1克复合材料，就能节省一万美元。”这句话形象地说明了复合材料轻量化对航空航天工业发展的重大意义。树脂—纤维两项界面是进一步推进结构轻量化的关键，随着研究的逐渐深入，蒋建军把研究方向锁定在了树脂—纤维两项界面强韧化的工艺实现阶段，这一高难度的课题上。2013年11月至2014年11月，蒋建军到美国俄亥俄州立大学进行了为期一年的访学。俄亥俄州是美国的航空基地，先进复合材料研究处于国际领先水平。他加倍珍惜这一来之不易的深造机会，抓住一切机会与国际顶级复合材料专家进行了深入探讨，发现美国对复合材料结构轻量化研究的着力

# 科技发展源于创新思路以崭新视角让ALD技术绽放更多光彩

## ——记中国科学院山西煤炭化学研究所研究员覃勇

一种技术的出现要想延续其生命周期，必须经历不断进化和发展的过程，通过科学研究和应用实践，从中延伸出更多可供开发的资源。正是这种不断前行和进步的力量，才带来人类的不断进步。以原子层沉积(ALD)为例，这是1977年芬兰Tuomo Suntola博士发明的薄膜沉积技术，他利用ZnCl<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>S来沉积ZnS薄膜用于电致发光器件。

如今，科学家们发现了ALD更多的应用可能性，比如利用其技术特点和优势，可设计新型高效纳米催化剂，并可精确地调控催化剂的尺度和表/界面结构。中国科学院山西煤炭化学研究所覃勇研究员带领的研究团队，利用ALD制备出一种多重限域的Ni基加氢催化剂。

“与无限域的催化剂相比，多重限域的Ni基催化剂对于内桂醛以及硝基苯的加氢反应的活性、稳定性得到显著提高。”覃勇为记者介绍道。众所周知，催化是借助于催化剂对化学反应进行调控的化学反应。在国家经济的多方面，尤其是能源转化和环境治理，如石油炼制和汽车尾气处理等方面，催化正发挥着越来越大的作用。覃勇的研究具有普适性，可以用来合成其他体系的限域催化剂用于催化不同的反应，为未来高效纳米催化剂的设计提供了指导。

怀揣科研报国梦想的覃勇并没有选择留在福利优厚的欧洲，而

是选择回国，来到中国科学院山西煤炭化学研究所工作，并入选中国科学院“百人计划”和山西省“百人计划”，被聘为山西特聘专家。正是因为对科研工作兢兢业业的态度，覃勇在行业中一路深耕，取得了不少成就，在Angew. Chem. Int. Ed., Nano Lett., Adv. Funct. Mater., Small, ACS Nano等知名国际期刊已发表SCI论文60多篇。

覃勇在ALD方面的研究成果尤其令业内同行称赞。其中，在催化应用领域，利用ALD制备了尺寸均一、可控的Cu纳米粒子，催化乙炔CVD生长得到高纯度(近100%)的碳纳米螺旋。通过同时采用有机和无机原料并以新的沉积序列方式合成了新型的含钛有机-无机杂化膜，热处理去掉有机部分后得到了具有可见光响应的掺钛多孔TiO<sub>2</sub>，并通过改变化合物原料分子的长度或体积实现了多孔材料的孔尺寸调控。通过在TiO<sub>2</sub>纳米管上沉积聚酰胺薄膜，经过热处理得到碳膜超薄包覆的结构，发现1nm厚的碳膜能使TiO<sub>2</sub>纳米管光电化学分解水效率提高6倍，为制备稳定、高效的光电化电极材料提供了新思路。在电化学储能领域，通过在SiC粒子上沉积NiO纳米粒子，发现其葡萄糖传感灵敏度比普通浸渍法制备的产物提高数倍，线性检测范围宽，抗干扰性好。

在碳管、石墨烯改性方面，采用具有特殊共轭结构的有机分子为原料，首次在未经任何表面活化的碳管、石墨烯表面实现了



在一篇报道中

点主要集中在引进纳米级物质和改善树脂和纤维之间的构成界面两个方面。他山之石可以攻玉。扎实过硬的专业基础、国外先进研究经验的启发和勤学苦练的韧劲，使得蒋建军的结构轻量化研究有了新的突破。围绕在复合材料中引进纳米纤维、纳米管、碳纳米纤维、碳纳米管等介质，他先后发表了多篇高水平论文；围绕引进树脂和纤维之间的构成界面，他设计出了探索采用过渡金属催化的机理，采用分阶段温度控制，使碳纤维与树脂之间产生化学结合的思路。这一初步研究成果获得了2015年陕西省人才办的“留学归国人员资助项目”，因其处于国际领先水平的研究，在项目评审会上得到了业内专家的肯定认可。下一步，如果进入工艺性实验阶段，必将对轻量化复合材料的高性能工艺实现产生重大影响。

谈到对航空航空制造的感情，蒋建军老师用了一句诗：“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”相信凭着这份执着和热爱，蒋建军老师会以更加铿锵的步伐在科研之路上走向希望无限的未来。(刘霞)



聚合物均匀包覆，可避免对碳材料本身物理性质的破坏，是一种碳纳米材料表面功能化的新方法。

在新型纳米吸波材料的设计方面，他们首次用ALD在碳纳米螺旋、石墨烯等材料上沉积磁性涂层，改善阻抗匹配、增加磁损耗，使材料的吸波性能得到大幅提升。

纳米材料和器件的快速发展，引发了对高精度、高质量新技术的关注，ALD以其特有的优势成为研发的热点，也为其在各行业中的应用提供了可能。相信随着覃勇团队的不断深入探索，一定会让ALD在诸多领域绽放更多光彩。(周詹)

# 曹树青：将植物修复土壤重金属污染之路进行到底

周詹

近几年来，湖南等地大米镉超标事件频发，之前曾有调查，发现10%左右的市售大米镉超标。据了解，目前我国许多大城市，城乡结合带不仅用于处置城市垃圾，也是城市蔬菜主要产区，源于城市垃圾的重金属污染会直接影响到土壤和农产品安全。

而各地环保厅也开始着手根据当地的土壤重金属污染情况下发防治方案。比如，最近四川省环保厅就宣布今年将增设384个国控风险点位，重点防护重金属污染，预计到今年年底将布设773个土壤环境监测国控风险点位。防治土壤重金属污染任重道远，不仅需要政策层面的强力支持，充分运用科学的力量，找到适宜的、可持续发展的方式，也是关键因素。

曹树青教授多年来一直将研究方向聚焦在植物修复基因工程及食品生物技术等方面，试图探索运用植物修复的方法解决土壤重金属污染的问题，从源头上控制农产品食品安全。他带领课题组在长期研究中首次揭示了植物响应重金属胁迫信号转导的分子调控机制，为土壤重金属污染植物修复基因工程提供了新的技术途径和基因资源。该成果在线发表于《新植物学家》，引起了专业领域内各国学者的广泛关注。

土壤重金属污染是全球面临的重要环境问题之一。受到污染的沉默土地，也能直接危及人类的健康。受重金属污染的各种土地，还能重新修复使用吗？怎样找到一种经济、有效、适合大规模农田治理的科学修复模式？世界各国的科学家也开始进行各种各样的土壤重金属修复技术研究，涉及物理、化学、微生物、生物修复各个领域，然而截至目前，真正具有可推广前景、可能成规模利用的修复技术并不是太多。

曹树青进行的研究是植物修复基因工程。据了解，跟物理修复技术相比，生物修复技术的成本往往只占以前的1/10—1/100，而且安全性高，对动輒大面积急需治理的受污染农田比较适用。他在研究中主要通过正向/反向遗传学途径，筛选和克隆涉及植物重金属超量积累(或降低重金属吸收)的关键基因，并阐明其作用机理。该研究不仅有助于揭示植物耐受重金属毒害的分子机理，而且可作为利用植物修复技术治理土壤中重金属污染提供新的基因资源并为从源头上控制农产品食品安全提供新的技术途径。据了解，该研究已获得了多项授权的国家发明专利。

对待科研工作，曹树青一贯坚持“专注”的原则。在他看来，



聚焦一件事情长期坚持反复研究，比一开始就将精力分散到各个不同的事件中，效果来得更实际，毕竟科研工作不是一蹴而就的过程，而是需要付出很多时间和心血的。正因为如此，对于自己专利的产业道路布局，他也非常谨慎，虽然有很多企业主动找到他与他进行合作。但是他表示一定要找到一家开发理念相符，不是一味追求商业利益，而是保证社会效益与市场效益协调发展的真正的合作者。科研的最终效果是为了服务社会，为人民谋福利，这是他作为一名科学家朴素而崇高的信念。