



人物档案

利三十余项。获省部级奖五项，申请发明专利的研究工作；曾主持863项目两学煤燃烧国家重点实验室排放控制方面张军营，籍贯山西，华中科技大学大

“让祖国的天更蓝”

——记华中科技大学教授张军营

本报记者 刘志伟

55岁的张军营，看起来比实际年龄要小一些。这位华中科技大学煤燃烧国家重点实验室教授笑着说，从觉得自己年龄大了，好像总有使不完的劲儿，“因为有好多事要做”。

“瞎想”出来的除尘妙招

张军营生长于山西，家附近就是产煤区。“那时，家乡遍地是小焦化厂、小锅炉厂，不论走到哪儿都能看到黑烟。”他说。早在中国矿业大学读博期间，张军营就开始研究燃煤污染。2001年，他来到华中科技大学煤燃烧国家重点实验室时，身边人都在做脱硫脱硝方面的研究，但他却想抓住老家灰蒙蒙空气中的“罪魁祸首”。那时，他还没有PM_{2.5}的概念，这类物质被统称为超细颗粒物。火电厂、钢铁厂等工厂排出的废气，其中含有超细颗粒物，它们是雾霾的重要来源之一。当时，去除它们主要利用静电、布袋等除尘技术。但这种方式的除尘效率并不高。一次外出去污水处理厂考察时，张军营看到水厂技术人员，向污水池中倒入絮凝剂，而后水中的悬浮微粒便慢慢聚集成大的絮状团。“那时，我被眼前一个个‘小白球’吸引住了。突然想到，空气中的烟尘能否也这样，聚成一团一团的？PM_{2.5}就像一粒米，很容易从

费尽周折叩开市场大门

要让技术走向应用，这是张军营自研究起步时，就有的想法。于是，在改良技术的同时，张军营一直在“等风来”。然而，在研发的十几年间，化学团聚强化除尘技术一直尴尬地停在实验室阶段。2006

那一年，武汉天空蓝环保科技有限公司(以下简称天空蓝)董事长李湧在一次行业会议上，了解到这项技术，表示很愿意尝试。于是双方决定合作进行技术转化，并研制出相关产品。之后整整一年，张军营与天空蓝相关工作，奔波于全国各地，进行技术推广。虽然差旅费花了几十万，却没有一分钱进账。见此情状，张军营决定回到老家山西，到减排需求最迫切的地方寻找客户。2015年，张军营团队自费购买了相关设备及产品，提供给中国中煤能源集团有限公司在

山西的一家电厂免费试用，把技术在一个5万千瓦的机组上进行示范，而后大获成功。听到这一消息，附近一家水泥厂的负责人主动找到张军营，希望引进相关技术，并正式签下订单。有了这次经历，面对任何质疑，张军营都能挺直腰板了。在这之后，来找张军营团队谈合作的企业开始多了起来，他也终于结束了整年“空中飞人”的生活。如今，国内已有20余家电力、石化和水泥等行业的企业应用了这项技术。

鼓励学生多“胡思乱想”

从2001年提出设想，到现在已有18年，张军营说，他仍然觉得这项技术有迭代升级的空间。这18年来，张军营在国内外专业期刊上发表相关论文上百篇，申请专利30余项，参与制定了化学团聚领域的行业标准《烟气中颗粒物团聚装置技术要求》。有人曾问张军营：你为什么不辞职创业，自己转化技术呢？“我的理想是做一名教师，从上大学后就没变过。”大学毕业，张军营工作于太原理工大学，而后在中国矿业大学和南京理工大学短暂工作，直到现在的华中科技大学，他始终没离开过校园。在此期间，张军营也曾收到过很多企业抛来的“橄榄枝”，其中甚至不乏高薪的机会，但他从没有动过心。张军营对科研有种特殊的执着。“我能从中找到一种来自创新的快感，这是在做其他事情时，完全体会不到的。”他说。“发现一切不可能，不必按常理出牌。”这是张军营挂在嘴边的话。他的学生对科技日报记者说：“张军营老师给每届新生上第一节课时，都会讲‘草坪的故事’。国外公园内的草坪是可以踩的，人们能在上面休闲、嬉戏；而国内草坪被插上写有‘勿扰’‘脚下留情’的木牌，提示人们不能踩踏。其实草坪是一样的，我们

‘筛子’中漏掉。利用团聚剂互相牵粘后，‘米粒’变胖成为‘饭团’，是不是就漏不掉了？”时年37岁的张军营开始把这种想法付诸实践，提出化学团聚强化除尘技术的设想。“光‘瞎想’是不够的，要想让化学团聚强化除尘技术发挥作用，研制出强效的团聚剂是关键。”于是，张军营开始带着学生，从上百万种化合物中，寻找最优选择。做这项工作，可谓是大海捞针。每天早晨7点，团队就进入实验室，在台上开始做实验。稍有进展，学生就兴奋不已；但更多时候，等待张军营和团队的，是落空和沮丧。2004年，团队终于找到一种有机高分子化合物，并对其完善，最终将其制成高效复合团聚剂。2009年，该团聚剂获得国家发明专利。2016年，张军营团队利用该技术，改造了国家能源集团丰城发电有限公司两台34万千瓦火力发电机组，在传统除尘器前增设团聚装置。经江西省环境监测中心检测，机组烟尘排放浓度均值仅为1.7毫克/立方米，除尘率达88.79%。

首个全巨型框架结构建筑出自其手

让容柏生声名大振，奠定其在高层建筑结构设计领域地位的是深圳亚洲大酒店(现称香格里拉大酒店)。深圳亚洲大酒店的设计高度达114米，共38层，由于楼层过高，当时的计算机容量有限，根本无法进行结构计算。“既然委托我们院来做，我就一定要做出来。”他说。在设计这座“Y”型酒店的过程中，容柏生创造性地设计出钢筋混凝土巨型框架结构体系，将高达114米的建筑分成6大层的钢筋混凝土巨框，使每个巨框都成为受力单元。“6层大空间里面是空的，可以自主设计成体育场、电影院。”此设计体系，可使6个单元同时施工。2年后，当时国内唯一采用全巨型框架结构的建筑——深圳亚洲大酒店落成了，其成为中国高层建筑发展史的一个重要里程碑。作为该结构体系的第一完成人，容柏生因此获得原建设部颁发的科学技术进步二等奖。“我后来去过这个酒店，确实很漂亮。”他笑着说。上世纪90年代，容柏生又创造性地提出了钢筋混凝土高层住宅建筑中的“短肢剪力墙结构”体系，其被广泛应用于广州市30层左右的住宅以及全国多地的高层住宅建设中。

留声机

曾设计

“中国第一高楼”的院士走了

本报记者 叶青 通讯员 华轩

“现在心力大不如前了，但只要身体允许，我就会坚持工作。”两年前，广东省工程勘察设计行业协会会长陈星向容柏生是否还在做项目时，老人家如是答道。今年年初，容柏生因病住院，他十分沮丧道：“我怎么变成这个样子？动不了，干不了活！”容柏生是我国首批中国工程院院士、建筑结构专家。他曾创新性地提出巨型框架和短肢剪力墙两种体系，对我国建筑业设计水平的提高作出了重大贡献。对此，他却常说：“我并不是一个了不起的人，只是愿意老实做事。”近日，容柏生因病逝世，享年90岁。老人虽已故去，但他留下的建筑思想却永存。

研制出建筑高层结构计算程序

2016年11月，容柏生回到母校华南理工大学作讲座，用了12个字形容自己：必求甚解、知难而进、精益求精。他是这样说的，也是这样做的。1930年，容柏生出生在广州。抗日战争时期，他跟随家人四处漂泊。每到一处，母亲都将其送到当地学校上学。1949年，他考入岭南大学(现华南理工大学)土木工程系。他不顾家人强烈反对，只身一人从澳门返回广州上大学。1953年，容柏生大学毕业，他拒绝了亲戚朋友为他在香港安排的工作，来到广东省建筑设计院(后更名为广东省建筑设计研究院，以下简称省建筑院)。从此，他再也没换过工作。1973年，容柏生接到一项艰巨的任务：设计位于珠江南岸的广州海运大厦。当时，国内的高层建筑非常少，缺乏可供参考的设计方法和规范，因此该项目的难度很高。他不畏艰难，从零起步，仔细研究高层建筑。他借来一台计算机，用其完成设计方案，并通过专家审查。随后，在同事的帮助下，他成功研制出一套用计算机进行高层建筑结构计算的方法和程序。回忆起那段过往，容柏生说：“只要接受了一个工作，就要把它做好。”



首个全巨型框架结构建筑出自其手

容柏生声名大振，奠定其在高层建筑结构设计领域地位的是深圳亚洲大酒店(现称香格里拉大酒店)。深圳亚洲大酒店的设计高度达114米，共38层，由于楼层过高，当时的计算机容量有限，根本无法进行结构计算。“既然委托我们院来做，我就一定要做出来。”他说。在设计这座“Y”型酒店的过程中，容柏生创造性地设计出钢筋混凝土巨型框架结构体系，将高达114米的建筑分成6大层的钢筋混凝土巨框，使每个巨框都成为受力单元。“6层大空间里面是空的，可以自主设计成体育场、电影院。”此设计体系，可使6个单元同时施工。2年后，当时国内唯一采用全巨型框架结构的建筑——深圳亚洲大酒店落成了，其成为中国高层建筑发展史的一个重要里程碑。作为该结构体系的第一完成人，容柏生因此获得原建设部颁发的科学技术进步二等奖。“我后来去过这个酒店，确实很漂亮。”他笑着说。上世纪90年代，容柏生又创造性地提出了钢筋混凝土高层住宅建筑中的“短肢剪力墙结构”体系，其被广泛应用于广州市30层左右的住宅以及全国多地的高层住宅建设中。

虽为院士却不需要特殊照顾

1985年，当时的“中国第一高楼”广东国际大厦准备在广州筹建，其设计高度超过200米。容柏生团队凭借公认的技术实力和良好的口碑取得该项目的结构设计权。“在没有先例可循的情况下，容总提出了采用筒中筒结构和无粘胶部分预应力平板结构。”省建筑院原院长何锦超回忆道，这种结构将楼板厚度降至22厘米，节省混凝土7000多立方米。这在当时国内超高层建筑设计中属首创。在同事和晚辈眼里，容柏生对工作认真负责，对人热情和善。虽已是院士，可他毫不介意出差和年轻人同住一间屋子，也从不需要任何特殊照顾。新人评职称、设计竞标方案遇到困难时，他都耐心指导、给出建议。“要多给年轻人机会，不要因一篇论文就否定他们。”他说。院里年轻人常听到容柏生对他们说：“做事要精益求精，一定要把事情作好。建筑结构，关乎人命。”

(本版图片除标注外来源于网络)

樊军锋：把成果“种”在三北防护林

爱国情 奋斗者

本报记者 史俊斌 通讯员 杨远远

“现在正是杨树生长的关键时期，尤其需要用心看护。”5月23日，科技日报记者在西北农林科技大学渭河试验站，见到正在栽树的樊军锋。高高挽起的裤管、沾满泥土的鞋子……眼前的樊军锋不像是西北农林科技大学的研究生，更像是农民。樊军锋的名字，是和三北防护林连在一起的。在三北防护林工程中，泡桐、杨树、油松等树种的栽植需求量很大。樊军锋的研究工作，就围绕林木育种展开。35年来，他把自己的成果一点点“种”进三北防护林里。1978年，中国最大的生态工程——三北防护



樊军锋(左三)在指导学生开展杂交实验 受访者供图

林工程启动。三北工程建设40余年来，我国防风固沙林面积增加154%，对沙化土地减少的贡献率约为15%，2000年后我国土地沙化呈现出整体遏制、重点治理区明显好转的态势。这些来之不易的成绩离不开千千万万个“樊军锋”。在三北工程建设40周年总结表彰大会上，他被授予“三北防护林体系建设工程先进个人”称号。

自幼与种子结缘

樊军锋成长在农村，小时候常帮父母种田。老一辈对作物良种的爱护，给他留下了深刻的印象。从那时起，他便与种子结缘。1984年从西北林学院林学专业毕业后，樊军锋被分配到陕西省林业科学研究所。当时单位领导

被称为“西北杨树王”

我国西北地区约占国土总面积的40%以上，生态脆弱，土地荒漠化严重，是三北防护林工程重点建设区域。杨树作为该区域最主要的造林树种，栽培数量很大。西北地区大多干旱、寒冷，立地条件差，传统杨树品种在此地大多生长慢。提高杨树生长速度是参与三北防护林工程的专家迫切需要解决的问题。自2002年起，根据以上生产现状及育种需

告诉他，林木育种工作周期长，工作条件艰苦，选育一个品种至少需要10年，对耐力是极大的考验。领导的话，并未吓退樊军锋，他又义无反顾地选择育种研究工作。这条路并不好走。上世纪80年代中期，时逢陕西省农间作高速发展时期。为选育出好的泡桐良种，从1985年至1986年，樊军锋常年住在当地农民家中，深入生产一线开展品种选育研究，一住就是近半年。他每天带点干粮、背点水，一早就去泡桐试验林，调查各种数据，直到天黑才回来。两年后，樊军锋所在课题组的主持人调离泡桐育种岗位，他勇挑重担，承担了泡桐良种选育工作。凭着一股子钻劲，他在上世纪90年代选育出了“陕桐3号”“陕桐4号”这两个著名的泡桐品种，在陕西、甘肃、河南等地进行了大量推广，产生了良好社会和经济效益。至今，这两个泡桐良种仍为陕西省的主栽品种。

引进国外油松良种

油松是我国三北防护林工程最主要的针叶造林树种，陕西省作为我国油松资源大省，天然林面积约占全国油松天然林面积的45%左右。从2000年起，樊军锋先后主持国家林业局和陕西省科技厅的4个与油松有关的科研项目。他带领团队，用了17年，在陕西、山西等省选种油松优树953株，获人工杂交种子209份，育苗50万株，营建各类种子园及子代测定林近1000亩，大大促进了陕西初级种子园升级换代及高世代育种水平的提高。这项研究成果于2018年通过了陕西省林学会组织的科技成果鉴定。此外，自上世纪90年代起，樊军锋主持开展了美国黄松、奥地利黑松等国外优良树种引种研究。他带领团队，用了近20年时间，在陕西多个多气候区累计营建引种试验林4000多亩，成功引种两个国外优良造林树种。

