

毛江森 甲肝克星 科改旗手

□本报记者 甘玲

“我的数学成绩是全班第一。”眼前这位头发花白、耄耋之年的老人说到这里时，骄傲之情溢于言表。正是这些求学时代的荣光，预见了他日后在科研领域卓越的成就。

从事医学病毒学研究近40年，毛江森与甲肝病毒结下不解之缘，他研制出的甲肝减毒活疫苗，是我国载入史册的一项重大科技发明成果，为人类医疗事业的发展作出了贡献。

顺应20世纪末科技体制改革的浪潮，毛江森将自己倾注十多年心血研制而成的甲肝疫苗研究成果作为技术入股，化知识为资本，成为浙江省乃至全国科技成果转化创新范本。

值此改革开放四十周年之际，记者登门拜访，与84岁的毛江森共叙往事。谈起那段峥嵘岁月，他由衷感慨，是小平同志的改革开放政策把国民经济从濒临崩溃的边缘带上了一条康庄大道。

偶然的机遇 他与病毒结下不解之缘

1934年，毛江森出生在浙江江山一个贫困的农民家庭，从呱呱坠地到幼学之年，体弱多病似乎成了这个孩子生活的常态。由于缺乏营养，毛江森的个头很小，念高中的时候还只有一米五几，用他自己的话说是“矮得不得了。”

别看他身形瘦小，学习成绩却是班里拔尖的，尽管体育不达标，校长还是让他破例升级。1949年，毛江森考入了浙江省立杭州高级中学，开始探索小山村外的广阔天地。

他回忆说，在杭高就学期间，自己读书好，老师很喜欢。看他这么矮小，老师便送给他一瓶鱼肝油，吃过之后个头竟猛长五厘米，超出了一米六。

“鱼肝油不是贵，买不到的。”毛江森觉得，这瓶鱼肝油不仅帮他解决了一个大问题，也让他真切感受到了杭高的温暖。无论是彼时懵懂的少年学生，还是如今作为著名的医学病毒学家，他都打心眼里感激杭高。

那年海军来学校招兵的时候，毛江森也随大流报了名。当晚10时多，物理老师沈廷华特意找上门，帮他进行了一番“职业规划”，鼓励他应该好好复习去考大学。

“我母亲让我念医。”毛江森说，听从老师的建议报考大学后，他踏上了漫漫学医路。

1951年，高中还未毕业的毛江森考上了国立上海医学院临床医学专业。从那以后，行医救人成为他最大的理想和目标。

“非常想念我的母亲。”提及于此，毛江森眼眶略显湿润。他深感考大学和选择学医是自己人生走得最正确的一步，老师和母亲便是这条岔路口上的明灯。

得偿所愿，喜欢做研究的毛江森毕业之后被分配到了中国医学科学院，从事病毒科研工作。起初他对病毒学并不是很了解，也没有兴趣。钻进去之后，他发现这是一门非常重要的学科，也开启了自己探索未知生命体的新征程。

这期间，聪明好学的毛江森凭借工作中严谨的科学态度和对科研的一片热忱，受到所在病毒系主任——我国医学病毒学奠基人、中科院学部委员黄祯祥教授的青睐，被提为助手，共同开展干扰素的研究。

经过两年多的努力与探索，他们发现乙型肝炎病毒——鸡胚细胞系统是良好的干扰素生成系统，并在此基础上潜心钻研，开创了我国干扰素研究的新领域，建立了一个新的病毒——细胞干扰素产生系统。至此，毛江森与病毒的“缘分”便再也解不开了。

与科研为伍 一生以消灭甲肝为己任

1978年3月，中共中央召开的全国科学大会迎来了科学春天。同年，改革开放的春风拂遍神州大地，翻开了中国历史新的篇章。也正是这一年，毛江森从西北调到浙江杭州，在浙江省医学科学院继续从事病毒研究工作。

已过不惑之年的毛江森花了半年时间，跑遍浙江杭州、宁波、绍兴，江苏苏州、常州一带，开展病毒性疾病的调查。他发现，甲肝这种传染病发病率极高，严重威胁着老百姓的健康。

江苏省吴县的一个年轻人在河里游泳，呛了一口水便得了黄疸肝炎。背靠钱塘江的杭州袁浦村前有一条小河，河头的一户人家得了甲肝后，河水流经的所有人家都被传染了。

毛江森说，一个村里42%的人生了病，最多的有一家五口全部得了黄疸肝炎，家里连做饭的人都没有。这些感染病例深深触动了毛江森，他下定决心要进行甲肝病毒的研究，想办法搞出疫苗来，把它解决掉。

为了“揪”出坏病毒，毛江森带着研究组人员每日挨家挨户收集甲肝患者的粪便。因为病毒就潜藏在粪便里，只有将它从中分离出来，才能开展研究。

这样一小包一小包收集的足以装满两大冰箱的粪便，成为日后研制出甲肝疫苗的有力依据。

上世纪70年代末，毛江森的研究团队分离出了甲型肝炎病毒(HAV)。他们发现红面猴和恒河猴对HAV有感染与免疫反应，由此建立动物模型，证明甲肝有隐性感染，并且还发现了HAV在组织培养细胞内质网中的增殖现象。

1988年春，上海甲肝大流行，仅一个月就有30多万人集体发病。同年，毛江森和研究组人员经过长达10年的钻研与摸索后，成功培育出甲肝减毒活疫苗毒种(H2减毒株)，给“劫后”惶惶不安的人们带来了希望。

又经过4年的工艺研究，甲肝减毒活疫苗临床使用安全有效，终于获卫生部批准开始大规模生产和推广。疫苗的问世大大降低了我国甲肝的发病率，毛江森也因此成为名副其实的“甲肝克星”。

1991年11月，中国科学院增选了210名院士(学部委员)，毛江森名列其中。在他心里，成为院士并不是个人荣誉，而是国家为科学家们创造了前所未有的服务于人民的一个机会。

此后数年，他组织研发技术人员对甲肝减毒活疫苗的生产工艺进行了一系列创新和改革，用细胞工厂代替传统转瓶培养细胞，取得不含明胶的新型冻干保护剂，增强疫苗病毒的抗氧化能力和热稳定性，进一步提高了疫苗的生产效益和质量。

“甲肝给中国老百姓带来了严重威胁和痛苦，疫苗是病毒学里非常有效的武器，只要用得好，选得好是可以消灭病毒病的。”毛江森说，自己的任务就是为消灭甲肝打下基础，现在可以说做到了。

科改浪潮中 他是领头沐浴春风的人

改革开放40年，也是浙江科技体制不断焕发活力的40年，毛江森正是这场变革的见证者和亲历者。科技政策和科研环境的发展不仅让他找到了正确的科研方向，也为广大科研人员吹响了冲破“经济藩篱”的号角。

1998年，浙江在全国率先颁布了《浙江省鼓励技术要素参与收益分配的若干规定》，允许高校、院所科技人员办企业，转化职务成果，积极推行技术入股。

2000年，在浙江省委、省政府的大力支持和帮助下，浙江省医学科学院普康生物技术公司顺利改制成股份制公司。时任医学科学院院长的毛江森以甲肝疫苗研究成果作为技术入股，获得了普康公司2000万

严建华 消灭危废之“危”



“医废是头号危险废弃物，怎么能进行开放式燃烧？那弥漫在空气中的缕缕青烟不知又产生了多少致癌二噁英啊！”2002年，我国非典爆发，短期产生的大量医疗废物只能被一些简易设计的小型焚烧装置应急焚烧掉。浙江大学能源工程學院热能工程研究所严建华教授看在眼里，急在心里，他带领项目团队与以医疗废物为代表的危险废物开始了白热化对决。

其实早在1988年，这位工程热物理学领域的科学家就因发生在上海市的一场突发公共卫生事件而与危废进行了一场持续十多年的硬战。严建华回忆道：“当年有近30万上海市民因生食被医废污染的毛蚶而患上了甲型肝炎，那场轰动一时的传染病给了我很大触动。”

2000年，当两名本科生敲开他的办公室房门，请他作为校挑战杯竞赛的指导老师时，严建华为他们选择了“危险废弃物无害化处理”的研究选题。也是从那时起，他作为第一完成人的“危险废物回转式多段热解焚烧及污染物协同控制关键技术”创新研究项目正式起航。

瞄准核心 解决“用什么烧”大难题

焚烧处置危废具有减容减量明显、适应性广等优点。回转窑是危废焚烧处置中应用最为广泛的炉型，但在实际运行过程中存在着三大难题：结渣严重启停频繁、排放超标污染严重、组分复杂适应性差。

想打胜仗，需要进行前瞻性考虑和全局性分析。严建华带领团队瞄准这三个核心难题，经过十多年基础研究和产学研联合攻关，提出了多段热解焚烧、过程协同优化、物料特性表征三大创新方法，在熔融自清渣高效稳定燃烧、低污染排放、多组分配伍给料等方面取得重大技术突破。

他们首先解决了“用什么烧”这个问题，并原创性地开发出适应复杂组分危险废物的回转式多段热解自熔融焚烧新技术。

在一定的燃烧条件下，将不同热值和灰熔点的危废混合焚烧，极易造成回转窑结渣缩圈，设备的持续运行时间很少超过两个月，高温燃烧可以减少结渣生成，但能耗高、损失大。怎么化解这个困扰行业多年的矛盾？项目团队设想：能不能通过燃烧优化控制，在观测到缩圈情况时仅提高回转窑尾部区域燃烧温度，使黏附在该处的固体残渣熔化流出？在此基础上，团队开发出回转窑内自熔融燃烧和结渣自清除新技术，突破了行业瓶颈，将回转窑连续稳定运行时间提高到6个月以上，并成功开发出处理量为10~100吨/日系列化装备。



创新战术 开创“清洁燃烧”新技术

要想取得战争胜利，不仅要有好的装备，还需要好的战术。在回答“怎么清洁燃烧”这个问题时，团队创新性提出了复杂工况下危险废物热解焚烧自适应优化控制方法及污染物联合净化策略。

针对传统焚烧过程中采用点测量和开环控制的不足，项目团队建立了基于辐射能反投影的窑内温度场测量方法，通过两个传感器实时获取回转窑内的温度场分布特征，并开发出一套基于窑内温度场分布、特征污染物浓度和运行参数等实时数据，适用于复杂工况下危废热解焚烧过程的自适应优化闭环控制新方法。给料速度、辅助燃料量、回转窑速度、风量、活性炭给料量……这些原本用手工调节的参数通过该方法实现了自动控制，不仅有效提高了焚烧系统运行的稳定性，也大大降低了污染物排放量。

危险废物因其具有高氯、重金属含量高特征，不完全燃烧物极易发生低温异相反应，进而可能生成毒性严重的致癌物质二噁英。烟气中二噁英排放浓度一般为纳克级，仅使用常规的末端控制方法，二噁英达标率低。

怎么解决关键污染物二噁英超标排放这个难题？项目团队多面出击，研发出阻滯效率达90%以上的高效一体化复合阻滯剂，更搭建起全过程、多途径污染物协同控制体系——焚烧前进行科学配伍，焚烧中进行过程自适应优化处理，焚烧后通过硫氮基阻滯、半干法脱酸、改性活性炭喷射、高效布袋除尘、湿法脱酸五个方法联合净化。“这样一来，从烟囱排出的气体就非常干净了，二噁英排放指标优于国家标准一个数量级，也显著优于欧盟标准。”严建华介绍采用所开发的技术能够实现污染物超低排放这一优势时充满了自豪。

斗志昂扬 实现“科学燃烧”新目标

“拉来就烧”一度是最为普遍的危废处置办法。深知其严重危害性的严建华不禁自问，怎么可以实现“更科学地燃烧”？“骨头怎么烧，PVC怎么烧，化纤怎么烧？我们能不能尽可能多地把危废样品收集起来，搞清楚他们的特性，并建立一个数据库来指导入炉物料配伍？”有了这个想法后，他带领项目团队深入研究典型危废样品的指纹特性，理化特性和热力学特性参数，率先建立了全面覆盖20大类900多个可燃危废样品的焚烧特性数据库。

依托该数据库，他们建立起指导物料配伍，包含物料物理性指标、污染控制指标、系统运行指标的多级指标控制体系；制定了危废配伍技术导则和进料菜单，提出了散装固态废物、桶装废物、液态废物和气态废物的优化配伍新方法；实现了多形态危废的连续可控和精确进料。为提高系统适应性、实现清洁高效稳定焚烧提供科学指导。

“这是一个系统工程，三个方面的研究相互制约，需要同步展开。”顶层设计之后，严建华带领项目团队在十余个寒来暑往中不断完善技术工艺，终于实现了回转窑连续稳定运行时间、焚烧底渣热灼减率、二噁英排放等核心技术指标均优于国内外同类技术，并建立起行业内最完整的危废焚烧特性数据库。

项目引领了我国危废焚烧处置技术进步，促进了区域环境保护和社会可持续发展，显著增强了危废处置产业的科技竞争力。完成单位建设的杭州危废处置项目，日处置量达82吨，是我国第一个投运的国家级示范工程，还获得我国第一张危险废物经营许可证。完成单位推广的危废焚烧项目近三年新增销售额18.4亿元，新增利润3.5亿元，创造了显著的经济效益和环保效益。“这项研究工作是不能停的，我们要进一步完善并在全国各地推广运用这项技术，还要把数据库做得更大更完整。”道阻且长，但项目团队在这场危废处置战中从未却步，且始终斗志昂扬……

通讯员 马宇丹 本报记者 姚俊英

从1980年16岁进入国营单位杭州瓷厂工作开始，金国荣就与制瓷结下了不解之缘。30多年的历练，让一个青年工人成为了一名“杭州工匠”，30多年的不懈追求，也让他成为了令人瞩目的非物质文化遗产——杭州南宋官窑瓷烧制技艺代表性传承人。



多年历练 练就深厚制瓷功力

谈到制瓷，金国荣深有感触：“陶艺的学成不可能一蹴而就，需要十年甚至几十年的努力才能取得一些成就。”他之所以会有这样的感触，与他几十年如一日专心致志钻研南宋官窑瓷技艺的心得密切相关。

金国荣进厂工作的前几年，先是做学徒，跟着师傅们庄“艺术组”学习古瓷仿制。那个年代，仿制古瓷出口可以赚回外汇，而国内也开始有了仿古瓷的旅游品市场。让金国荣十分难忘的是，“当年，我们甚至可以从北京故宫博物院借出来宋瓷的原件，进行1:1仿制和复制，现在是不可想象的。”而那时仿制最多的，还是南宋官窑瓷的陈设品。多年的仿制工作让金国荣对南宋官窑瓷有了很深的了解，慢慢地喜欢上了它独特的艺术魅力。

南宋时期的杭州作为“南迁宋都”，不但经济繁荣，文化艺术同样处于“鼎盛”时期。南宋官窑继承北宋官窑的烧制技艺，形成了“紫口铁足、薄胎厚釉、色光内蕴”的独特风格，宋代宋五大名窑“官、哥、汝、定、钧”之首。如今，在世界各地的大博物馆中，宋代官窑瓷都作为“稀世珍宝”被珍藏。

金国荣进厂一段时间后，杭州瓷厂在“艺术组”的基础上又专门成立了杭州南宋官窑研究所，专门研究南宋官窑瓷的烧制技艺，金国荣进了研究所，对宋官窑瓷炼制技艺开始了自己的探索。

赴日交流 开拓制瓷更广视野

2001-2003年，金国荣第一次有了公派出国去日本文化进行交流创作的机会，作为一个已经具有很深功力的中国制瓷人，他十分珍惜和重视这次“留洋”的机会。在日本，他第一次系统地学习了日本制瓷艺人的制瓷理念和制瓷技艺。给他留下深刻印象的是，日本的制瓷艺人，对待手艺都十分重视“精致”，他们不会因为经济的原因而去搞“多快好省”的东西，再一个就是每一位制瓷艺人都不会去单纯搞“仿制”，因为单纯的模仿是会被人“看不起”的，也就是说，每一个艺人都要在创作中体现“自己的风格”，即自己在继承中“创新”的东西。这种传承中有“创新”的体会，对后来金国荣的创作产生了非常大的影响。

2005年，金国荣再次应邀赴日本陶艺研究所进行交流，这一次两年的交流，更加开拓了他的视野，2007年，在他回国之前，他在日本举办了自己的个人作品展览，展示了他创作的南宋官窑瓷作品，得到了日本同行和观众的好评。

潜心创作 制瓷技艺炉火纯青

2007年，金国荣在日本的交流要结

股的股份。

这一创新之举在浙江省乃至全国引起巨大反响，毛江森成为科改浪潮中的弄潮儿和擎旗手。作为技术入股的先例，甲肝减毒活疫苗的研制和产业化成为我国科技成果转化的重大典型。

资料显示，自1992年甲肝疫苗投放市场以来，普康公司共生产疫苗约1.8亿人份，受益人群覆盖全国，经国家“九五”攻关研究证明，甲肝疫苗的保护效果达95%以上。

目前，公司生产的甲肝疫苗已出口印度、危地马拉、乌兹别克斯坦、菲律宾、泰国等国家，在国际市场得到进一步推广和应用，造福大众的同时也创造了良好的经济效益。

科技成果转化一直是科技体制改革的重中之重，毛江森的成功案例无疑给众多在科研领域彷徨的专家学者们树立了标杆。无数科研人员紧随其后，将科研成果与市场接轨，实现产业化。

40年来，浙江不断强化成果转化激励机制建设，出台了《浙江省促进科技成果转化条例》《浙江省科技成果转化奖励办法》等一系列有利于科技成果转化的利好政策，引入市场机制，鼓励科技人员主动服务、转化成果，极大地激发了科技人员的科研热情。

2016年，浙江大学机械工程学院杨灿军团队的海底观测组网接驳系统技术实现成果转化，12项专利成果作价3000万元入股，团队成员分享了成果转化股权70%的奖励。省科技厅相关人员表示，这得益于浙大“科技成果作价投资净收益按学校30%、成果完成人70%进行分配”的举措。

去年10月，修订版《浙江省促进科技成果转化条例》正式施行，首次明确职务科技成果权属奖励制度，规定政府设立的研究开发机构、高等学校可以在科技成果转化过程中，奖励给职务科技成果完成人一定比例的科技成果权属份额。对重要贡献人员的成果转化奖励比例不低于70%的政策也随之惠及浙江全省科研人员。

“科技成果转化是大势所趋，不能像过去那样，国家不投资，科技成果就转化不了。”毛江森说，无论是科技成果转化还是科研奖励的增加，都在一定程度上给予了科学家极大的鼓励，对国家、对百姓、对个人都是好事。

也正是有毛江森这样一批学识厚、眼界宽、魄力深的科研先锋，从科技体制改革的春风里款款而来，为浙江创新强省建设和经济高质量发展添薪加火，注入了源源不断的活力。

束了，日本的陶艺研究所希望他留在日本工作，并提出可以安排他夫人工作和小孩上学等优厚条件。金国荣经过慎重考虑后，放弃了留在日本专心创作的机会，回到了国内。

是什么促使他放弃优厚条件回国？金国荣对记者说，他那时就打算好好在南宋官窑瓷传承上做一番文章，而这一目标，一定要在国内才能实现。回国后，他辞去了南宋官窑研究所的工作，设立了自己的南宋官窑工作室，专心致志开始南宋官窑瓷的创作。凭借多年的制瓷经验积累，金国荣回国创作的首批作品得到了好评。他的官窑作品“波纹碗”荣获西博会中国工艺美术大师作品暨工艺美术精品博览会“2007年百花杯中国工艺美术精品奖”金奖。2008年，金国荣受邀随浙江省代表团赴阿曼参加第九届马斯喀特艺术节的发展，又随中国工艺美术大师郭琳山和嵇锡贵赴澳门展示作品并表演技艺。2009年，金国荣被授予“第二届杭州市工艺美术大师”荣誉称号，他的官窑作品“莲花盘”获首届中国浙江工艺美术精品博览会金奖。2011年，他注册设立了“金国荣青瓷艺术馆”，并被杭州市文广新局授予第三批非物质文化遗产——“南宋官窑瓷烧制技艺”代表性传承人及杭州市萧山区首批非物质文化遗产传承人。2015年，金国荣被省政府授予“浙江省工艺美术大师”荣誉称号。2016年，金国荣成为首届“浙江省陶瓷艺术大师”。

传承创新 打造南宋官窑“金名片”

“能让更多人了解南宋官窑，喜欢上南宋官窑，将这门技艺在中国传承下去”，是金国荣痴迷南宋官窑的动力。传统技艺，既要传承又要创新，是金国荣对南宋官窑瓷在今天这个时代发展的深刻认识。

作为南宋官窑瓷的非遗传承人，金国荣在创作中始终遵循“刻苦钻研，锲而不舍”的原则，严谨地把南宋官窑所具有的特色保持和传承下来，同时，融入更多的现代设计元素，让南宋官窑瓷不仅在老的器型上传承，还让它有了更多新的活力和艺术魅力。他创作的官窑作品“轮花碗”“莲花盘”“韵律”“涌潮”“玉玲珑”等拿到了很多金奖，就是对他创作作品的最好评价。

2016年，G20峰会在杭州召开，在峰会召开之前的“国礼”评选中，金国荣创作的官窑作品“牡丹盘”以总分第一的成绩选为“国礼”礼品，而评分第一这件事，金国荣还是在峰会成功召开的一年后才知道的。

今年上半年，金国荣被杭州市政府授予“杭州工匠”荣誉称号，金国荣表示，他会继续发扬“工匠精神”，为做好南宋官窑瓷的传承尽自己一份最大的力。

金国荣

传承南宋官窑技艺的「杭州工匠」

□本报记者 锡小平