

中国古代化学：从实践中炼出的智慧

科技文明探源

◎本报记者 孙明源

“明月几时有，把酒问青天。不知丹砂炉鼎，何成鍊金玄圃。”从事化学研究的上海理工大学教授缪煜清改写了苏轼《水调歌头》中的一句词，以阐述中国古代化学的奇妙成果。

化学作为研究物质性质及其结构、性能、变化和应用的学科，是自然科学中的基础学科之一。在古代，人们尚不具备认识和分析各种物质化学本质的能力，但是古人已经在生产生活当中积累了相关经验。古人依靠化学方法加工、改造物质，同时创造了各种关于物质本质和变化规律的学说。随着科学的进步，化学学科最终在近现代诞生。

缪煜清指出，古代中国并没有现代意义的成体系的化学学科，但是并不乏化学思想和化工成果。其中化学思想根植于中国传统哲学，具备一定的前瞻性和实践指导意义。中国古代也创造了丰富的化工成果，为人类的技术进步增添了助力。

化学工艺产生了大批成果

青铜器是古代中国文明的一张名片。早在先秦时期，先民就已经会用调和不同金属比例的方式来控制合金的化学性质，达到节约用料、增加美感、提高硬度、降低熔点等目的。

根据中国社会科学院考古研究所对商代铜器的合金分析，商代青铜器成分大致以锡青铜与三元青铜为主，二者占了绝大多数，铅青铜只占少数。商晚期的殷墟青铜器中含锡量已较早商的二里岗文化有了大幅度的增加，硬度更强，当时的工匠已经基本掌握了青铜合金配比规律，青铜器在技术上臻于成熟。

“青铜是合金的一种，中国古代的金器也用合金做成。古代的各类金属器皿达到了很高的工艺水平，满足了古人对于金属性质的各种要求，其中有些合金的配方或工艺直到今天我们也无法复原，这体现了古人极高的化学实践能力。”缪煜清补充说，在《周礼·考工记》中已经有合金配方和金属性质的大量记载，当时的人们已经依据各种兵器对力学性质的不同要求来确定合金配方。

与合金类似的结果还有砖瓦、瓷器、墨汁、颜料、雄黄、火药、香料等，它们都是古代匠人化工实践的成果，它们之所以有着十分丰富的形态和应用，离不开古人对各类物质化学性质的研究和把握。中国古代四大发明中的火药和纸是化学的直接产物，指南针的应用与磁性合金相关，活字印刷使用的金属活字也和合金有关。

“化学代表了人对自然力量的利用和掌控。古人用金属制作器皿、镜子，用泥制成砖和瓦，用硫和汞开采金银……这些神奇的、实用的成果，都是中国古代化工的直接成就。”缪煜清说。



中国古代青铜器制作场景模型。视觉中国供图

古代化学思想仍有生命力

提起中国古代化学思想，缪煜清首先举的例子是《西游记》。

在《西游记》中，孙悟空是代表金元素的“金公”，猪八戒是代表木元素的“木母”。在中国传统观念中，金木水火土五行是构成世界的基本元素。

近现代化学发现原子、分子之后，物质世界不再被认为是由几种简单的元素构成的，但五行说等观念仍有重要意义。就像“燃素”和“以太”等概念也曾支配欧洲人的化学观念一样，这些理论虽然被推翻了，但它们体现了古人对物质世界的认知过程和求知方式，是今人能步入化学世界的重要前提。

缪煜清指出，方士、炼金术士、巫师等掌握了一定化学知识的群体为古代化学的进步作出了重要贡献，这一点不分国界。在中国，这些人一般被称为化人、眩人、幻人、幻师、幻士，在《列子》《后汉书》等经典中，就提及了幻人施展的一些“魔法”，这些“魔法”很可能是基于某些化学反应。

相比化工技术和实用化学知识，有关物质化学变化的观念大多是学者们在思辨中产生的，这些源于哲学观念的化学观念与化学实践处于相对分离的状态，因而很难形成现代意义上的化学体系。但是中国古代各种哲学思想从宏观上引导着古人不断探索世界、认识世界，并且在不同领域间创造关联。缪煜清认为，这一思维过程本身对中国古代化学的发展意义重大，至于结果则不必苛求。

缪煜清举例说，当清朝人徐寿翻译现代化学的众多术语时，他也把众多元素分为了金木水火土五

组，例如铁、钴、镍、铜、锌属于金，苯、萘、菲、蒽、茚、芘属于木，溴、汞属于水，炔、烷、烯、炔属于火，砷、硒、碘、碱属于土。这些译名体现了中国人对物质化学性质和变化规律的独到理解，传统化学思想并没有被抛弃，而是在与现代化学的结合当中获得了新的生命力。

“化学的‘化’字代表分化，分化的另一面就是合成。中国的传统化学思想也能汇入现代化学的大河。”缪煜清表示。

化学与人文不可分离

缪煜清在上海理工大学开设了一门名叫《人类文明与化学》的课程。在他看来，化学和人文教学不可分离。

“有的学生不理解‘化学键’的概念，我就会告诉他们，在中文当中，键是把两个物体锁定或固定在一起的东西，比如门闩，所以化学键就是把两个原子连在一起的东西。类似的还有共轭酸碱对，‘轭’指的是把两头牛或马连在一起的装置，所以在化学中，‘共用’一个质子的对酸碱就得到了这个名字。”缪煜清举例说。

缪煜清认为，中国古代化学思想、化学实践大量寓于语文中，因此学好语文对学习现代化学也很有帮助。

“化学给人以知识，而化学史给人以智慧。”缪煜清借用化学家傅鹰的这句名言说，科技和人文原本就不应该割裂，化学关系到人们生活的方方面面，而学生需要学习的也不仅仅是化学知识，还有来自传统文化的古老智慧。

古代印刷术中蕴含的创新精神

◎田甲乐

创新是中华民族最鲜明的民族禀赋，深入挖掘中国古代科技中蕴含的创新精神，有助于加快实现高水平科技自立自强和中华优秀传统文化传承发展。

中国古代印刷术的出现和发展，免除了人们抄书之苦，减少了错别字，降低了书籍的价格，对人类的文化、经济、政治产生了巨大影响，促进了人类文明的进步；它是人类制造精神文化产品过程中的一次划时代的革命，是举世公认的一项重要发明。

在印刷术出现之前，已经有复制的思想和技术出现。在上古时代，古人已经用“二”字表示两倍，用“副”字表示复件，商代开始使用印章来表示权威和郑重，西晋开始在木版上雕刻道家符咒和佛教佛像，南北朝时期开始出现拓印技术以复制碑石上的儒家经文，这表明印刷术出现之前就存在古典复制技术。在隋唐时期，出现了雕版印刷，标志着印刷术的正式出现。

中国古代印刷术蕴含着打破常规、持续改革的创新精神。雕版印刷的主要原材料是版材、墨和纸，主要程序是在版材上反体雕刻，在雕版上涂墨，再将雕版翻印到纸张上，这些材料和技术都不是突然出现的。用反体字刻出印章的历史可以上溯到商代，用墨的历史可以追溯到汉代，印染技术的历史可以上溯到距今六七千年前的新石器时代。

唐朝随着经济文化的发展和雕版印刷技术的成熟，字典、历书等面向大众的印刷品开始出现，五代十国时期朝廷开始主持刊行士子必读的儒家经典。北宋再次统一了全国，南北经济和科学文化融汇在一起，印刷品扩展到涉及诸子百家的所有领域，以及社会经济领域，印刷术进入黄金发展时期，这时出现了印刷术史上的又一里程碑——活字印刷。活字印刷使“死”的印版变为“活”的印版，减少了刻书

需要的版木和时间，缩短了印版的生产周期，提高了印刷效率，标志着印刷术的发展和完善。

活字印刷是雕版印刷的革新，活字可以看作是只含一个字的雕版。到了北宋时期，铸造、雕刻等技术被运用到活字制造中，创造了金属活字，带来了印刷术的进一步发展。

中国古代印刷术中的创新精神，在今天仍然值得借鉴，从中可以得出以下启示：

坚持不断解放思想，推动开拓创新常态化。中国古代印刷术的出现和发展是中国古人对复制技术长期探索的结果，是不断破除已有观念和技术造成的思想束缚，立足新需要、新变化，确立新观念，改革和发明新技术的过程。中国古代科学技术领先于世界的重要原因之一，在于人们解放思想、持续创新，不断打破已有科技对社会发展的制约，使得科学技术与社会秩序之间形成了一种良好的互动。解放思想 and 开拓创新，是中国古人留给我们的优秀基因，是当代中国走向民族复兴的法宝。

坚持以人民为中心，推动创新驱动发展。中国文明几千年屹立不倒的重要原因之一，是中国科学技术和经济文化的发展始终以人民为中心。中国古人进行科技发明和学术研究的目的，不是消遣和娱乐，而是莘莘学子和有识之士促进社会发展的途径；中国人的知识理想是生产与实践相结合，推广与应用并重的知识，希望知识服务于民。继承和发扬这一优秀传统，在世界正经历百年未有之大变局、中国进入民族伟大复兴的新时代，尤为重要。中国已开启高质量发展新征程，坚持以人民为中心，推动实施创新驱动发展，是历史的经验，也是未来的要求。

（本文为河南兴文工程文化研究专项项目“四大发明”所蕴含的科学基因和创新精神研究”研究成果。作者系河南师范大学科技与社会研究所研究员）

科学家手稿

◎钟卫宏

春种夏管，秋收冬藏。夏天，在东北这片肥沃的土地上，农作物长势喜人。待到秋日，这里又会换上另一幅田园图景。金黄的稻谷铺满大地，一排排水稻收割机穿梭在稻田里，脱粒、收割、粉碎稻秆等工序一气呵成，谷粒、稻秆有序分离，确保颗粒归仓。

如今东北水稻收割的高度机械化，离不开一位在“北大荒”的黑土地上不辍耕耘的科学家。他历经33年，攻克了国际公认的难题，发明了国际首创的“水稻割前脱粒收获机器系统”。他就是中国科学院院士、我国农业机械化专家蒋亦元。

20世纪60年代，蒋亦元在香兰农场工作时发现，虽然有联合收割机，但在收水稻时，农民更愿意先人工把稻子割下来，再用机器脱粒。究其原因，是由于使用机器收割，水稻落粒损失严重。一粒米，十滴汗。看着落在土地里的粮食，蒋亦元和辛勤劳作的庄稼人一样痛在心里。切身的经历和黑龙江农垦局的重托，让蒋亦元下定决心开始向“割前脱粒”这一世界农机界公认的难题发起冲锋。

“割前脱粒”是将传统的“先割后脱”颠倒过来的一种新工艺。这种收获方式可以追溯到上千年前，欧洲高尔人对此就有过探索。19世纪中叶以来，澳大利亚、日本、美国等多个国家也曾进行过相关研究，国内多个单位也试图在这方面取得突破，但始终没有结果。

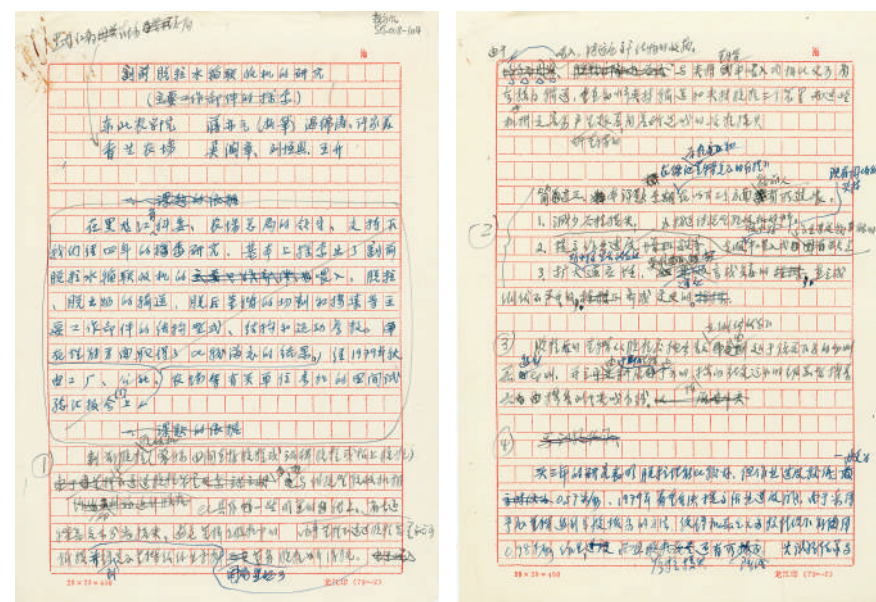
蒋亦元工作地点远离都市，信息闭塞，缺少资料和设备，只有几位志同道合的同事和大片的稻田。正是在这种极端简陋的条件下，他开始了“割前脱粒”的研究。面对重重困难，他带着一股不服输的劲头，努力寻找着打开这一禁区的钥匙。

为从根源上发现问题，蒋亦元常常趴在稻田中，仔细观察机器作业情况，思考怎样设计机器，总是带着一身泥巴、两手油污，与同事一起讨论样机方案，确定机器总体布局及各零部件结构和工艺，反复计算每一配置的尺寸……

蒋亦元在日记中曾这样记录了研发试制的情况：“76年4月底讨论方案；5-7月底计划完成设计；到8月3日，距水稻收获仅50天，机器图纸尚未完成，能设计绘图的人员实在太少。”从这寥寥数字中不难看出任务之重、难度之大。紧要关头，他迎难而上，不舍昼夜地分析计算，亲手绘制整机配置图，和同事们夜以继日地奋战，终于赶在1976年9月下旬水稻开镰收割之际，完成了第一代样机的试制，并立即进行田间试验。

样机开进水稻田，水稻穗头在仿形拨禾轮的扶持下进入脱粒带间隙，迅速被脱光籽粒，穗轴与茎秆依序从中抽出，并立即被割刀切割成条，铺放在田间。成功了！试验证明，样机的作业性能可以满足自动化割前脱粒的需求。

这台样机的诞生前后耗时三年多，



蒋亦元关于“割前脱粒”技术的研究手稿。

“老科学家学术成长资料采集工程”供图

誓让稻米颗粒归仓

——忆中国工程院院士、农业机械化专家蒋亦元

像一支箭矢划破了“水稻割前脱粒”研究领域凝固已久的沉闷空气。这一成果在国内外引起强烈反响。美国著名农机教授亨特博士甚至专门写信说：“我确信它将是水稻种植者造福的一项重大发明。”

在一片赞扬声中，蒋亦元没有止步。1986年，面对第二代样机研制的滑铁卢，蒋亦元没有气馁。1988年秋，第三代样机诞生了。实验结果令人惊叹：脱粒损失远低于国家标准，谷粒不破裂、不破碎，可做种子用。1999年，第四代样机“4ZTL-1800型割前摘脱稻（麦）联收机”问世。它作业速度快，收获正常生长状态下的水稻，谷粒损失少，清洁率高。其鉴定结果为“国际首创、国际先进水平”。2007年，在解决了潮湿、青绿稻秸在切割器上堆积的问题，运输管道物料堵塞的问题以及垃圾箱内排料不畅等问题后，“4ZTL-1800型割前摘脱稻（麦）联收机”向商品化迈出了一大步。

经过20余年的技术优化和创新，千余张图纸的重新构思、设计，数千个零件的从头研制、组合，蒋亦元终于迎来了丰硕的成果。但蒋亦元并没有过多沉浸在鲜花和掌声中，他换上农田鞋，又一次走向田间。他亦希望能有更多的后来者，为颗粒归仓贡献力量。

（作者单位：中国科协创新战略研究院）

翰墨书香

毫厘有感

◎张彦仲

毫厘之年何所求，
史册当为众人修。
航空强国百年梦，
航显猴牛胜老牛。

（作者系中国工程院院士、航空系统工程及信号处理专家）

元旦高铁行

◎任辉启

燕山晨雾薄似纱，
洛水斜阳淡如霞。
元旦高铁多游子，
邻座笑问哪是家？
儿时筑墙新盖瓦，
双亲呵护你我他。
初心不改追日月，
愚车之岁走天涯。

（作者系中国工程院院士、武器效应与工程防护专家）

铸牢中华民族共同体意识文物古籍开展

科技日报讯（记者孙瑜）8月1日，由国家民委主办的“铸牢中华民族共同体意识文物古籍展”在北京民族文化宫正式对外展出，展览展出文物古籍1500余件。

展览分为“大一统”“大交融”“大团结”三个单元。“大一统”单元从思想理念、制度实践、价值追求三个维度展现中华民族和中华文明延续不断的历史基因；“大交融”单元从文化上的兼收并蓄、经济上的相互依存、情感上的

相互亲近三个方面，展现了中华民族在交往交流交融中发展壮大脉络和凝聚不散的历史密码；“大团结”单元展现了中国共产党从成立至今一脉相

承的中华民族大团结的深邃思想与丰富实践。

据了解，展览围绕铸牢中华民族共同体意识主线，深刻把握中华文明的突出特性，深入挖掘各民族交往交流交融的史实，力求生动呈现中华民族共同体形成发展历史，引导各族群众牢固树立正确的中华民族历史观，自觉增强休戚与共、荣辱与共、生死与共、命运与共的中华民族共同体理念。

通过参观展览，观众可以深入了解波澜壮阔的中华民族形成发展历史，体验博大精深中华优秀传统文化。据悉，展览将面向社会公众长期开放。



铸牢中华民族共同体意识文物古籍展展品。国家民委供图

国家版本馆迎来首批版本捐赠

新华社讯（记者王鹏 史竟男）中国国家版本馆首批版本捐赠入藏仪式8月2日在京举行，来自全国各有关公藏单位和民间藏家捐赠的12万余册/件实物版本和42TB数字版本正式入藏国家版本馆。

据介绍，国家版本馆开馆一年以来接受社会各界捐赠的版本包括古籍原件、原大仿真影印本、精品出版物、非遗作品、摄影作品、书法作品、碑刻拓片、手稿手迹、邮票邮资封等实物版本和各类文

献数据库等数字版本，呈现捐赠单位多、名家多、数量多的特点，同时具有很高的历史文化传承价值。

据悉，受捐的历史典籍中善本比例接近80%。《使琉球录》《棠湖诗稿》《西楼苏帖》等100余种古籍善本入选《国家珍贵古籍名录》。此外，“全球汉籍合璧工程数据库”“抗日战争与近代中日关系文献数据库”“辞海云平台数据库”等，均为各有关公藏单位精心制作的数字版本。