赵中伟（左二）在实验室和团队交流。（资料照片） 通讯员 摄

勇攀世界『钨』脊

——记新晋院士、中南大学冶金与环境学院教授赵中伟

赵中伟。 通讯员 摄

【名片】

赵中伟，男，1966年9月生于河北省邯郸市，中南大学冶金与环境学院教授，百千万人才工程国家级人选，先后获全国创新争先奖状、全国优秀科技工作者、全国杰出专业技术人才、全国五一劳动奖章等荣誉。2023年当选中国工程院院士。

赵中伟长期从事有色金属冶金人才培养和科学研究工作，是我国稀有金属提取冶金领域的学术带头人。他发明了难冶钨资源深度开发应用关键技术、低品位白钨矿硫磷混酸协同浸出技术、选择性沉淀法钨钼分离技术、钼焙砂强碱分解—离子交换转型除杂技术，电化学脱嵌法盐湖卤水提锂技术。获国家科技进步奖一等奖1项、国家技术发明奖二等奖2项、中国专利金奖1项、中国有色金属工业科学技术奖一等奖3项、何梁何利科学与技术进步奖1项。

湖南日报全媒体记者 余蓉

登顶“钨”脊，提“锂”先锋

钨被誉为“工业的牙齿”和“战争金属”，一直被列入国家战略储备物资。

20世纪90年代，虽然我国钨储量居世界第一，但钨储量中难处理的白钨约占78%，钨的提纯技术是一个巨大的难题。

当时国外学者通过理论分析，普遍认为氢氧化钠（碱）分解白钨矿的热力学驱动力太小而不能进行。中南大学研究团队通过深入研究，经过反复实验，突破了这一理论禁锢，建立了白钨矿碱浸出的新理论。在此基础上，将“热球磨”技术进一步发展为“碱压煮技术”，实现了用常规的高压釜分解白钨矿，浸出率高达98.5%。

白钨矿能分解了，但白钨杂质极高，特别是钼，因其与钨元素性质极为相似，往往相互伴生，简直就像“孪生兄弟”。要想分离，谈何容易！

“一定要攻克这个世界难题。”那段时间，赵中伟每天都泡在图书馆里、实验室里。有一天，他从一份无机化学中关于簇合物形成的研究快报中得到灵感：既然不同钨矿在成矿过程中就有钼，那么再模拟地球化学成矿的过程重新“成矿”，不就可以将钼分离吗？

在中南大学冶金馆的实验室里，他和团队花了一年多的时间，进行了大量的探索实验，成功研发“高效选择性分离钨钼技术”，可使占我国钨资源40%以上的钨钼共生复杂矿得到有效利用。该成果迅速在国内广泛推广应用，于2001年获国家技术发明奖二等奖。

此后，研究团队还发明了“钨酸盐溶液中杂质锡、钒的深度去除”等新工艺，并且通过这些新技术，生产出高质量的钨粉和碳化钨粉，用于制造新型的硬质合金制品。针对传统钨离子交换过程产生的废水问题，团队开发出高浓度离子交换转型技术，使废水排放量减少了80%—85%。

这些技术构成的难冶钨资源碱法冶炼技术体系，成为当前钨冶炼的主流技术，显著提升了中国钨业技术水平和国际竞争力。以该套技术为核心的“难冶钨资源深度开发应用关键技术”获2011年国家科技进步奖一等奖。

传统钨冶金的离子交换工艺是用烧碱处理低浓度钨溶液，在吸附前必须冲入大量纯水稀释，导致废水排放量极大。不仅如此，生产过程还会排出含氯气的废气，以及含多种有害物的危险废弃物废渣。

“钨冶金除了用碱还可以用酸，如果用硫酸提取钨，废渣不仅不是危险废弃物，还是制备水泥的原料。”赵中伟又带领团队攻坚克难。

他们从基础理论方面入手，通过冶金与地球化学学科间的交叉，创造性地引入了在过去钨矿分解过程中被认为是杂质的磷，发明了新一代的硫磷混酸协同常压清洁处理低品位共伴生钨矿新技术，实现了钨钼磷的综合利用、废水近零排放和浸出渣资源化利用。

“以前，企业需要用的烧碱价格贵的时候高达6000元每吨，处理废渣废水废气还需要付出高额成本，而新技术用的硫酸磷酸成本低廉，还省了处理废渣废水废气的钱。”赵中伟给记者算了一笔账，企业不仅降低了三分之一的生产成本，还提高了约15个百分点的选冶综合回收率。

团队开发的系列技术，在创造出巨大经济效益和经济价值的同时，也让中国的钨冶炼技术始终领先全球。

登上“钨”脊后，赵中伟又瞄准提“锂”技术发起冲锋。

全球大部分的锂资源存在于盐湖卤水中，我国也是如此。但是锂在湖水中的实际含量较低，且水中还含有较多的镁、钠等杂质，这给提取锂带来很大困难。

“能用冶金法制备锂电池正极材料，那反过来，以锂电池正极材料当‘工具’，就应该能提取锂。”原理很简单，但开发技术很难。10多年的攻关，团队最终提出了电化学脱嵌法，并研发了相关装备和工艺，可从高“镁锂比”盐湖卤水中实现锂的高效选择性提取和富集，为占我国锂资源80%的盐湖锂的开发提供了重要支撑。

既有“牛”劲，又有巧思

同事眼中，赵中伟是一位疯狂的科研工作者。

“这么多年来，他一般早上7点多来办公室或实验室，晚上11点多才回去，可能就大年三十和初一休息一下。”中南大学冶金与环境学院副院长陈爱良教授说，有时候大年初一都能看到他在实验室里的身影。

赵中伟刚开始科研事业，就参与了一种机械活化（热球磨）碱分解白钨矿及黑白钨混合矿技术研发，特意从郴州柿竹园矿山背回来一麻袋钨中矿做实验。

每天将重达40公斤的热球磨反应器搬上搬下，加矿加碱，升温分解，过滤洗涤……为了操作方便，赵中伟甚至不戴手套，双手直接在几十个烧杯中搅拌含氟的溶液。

机器搅拌的噪声、矿浆的臭味……辛辛苦苦忙活一整天，测出的数据还不一定令人满意。但赵中伟并没有放弃，反而如牛一样较上了劲，常常忙到后半夜才从实验室出来。就这样，他一年搅拌了两麻袋原矿。

注重实践，有好的设想就到企业去反复演练，“好的思路都是在现场出来的”，这是赵中伟的另一个科研准则。

多年来，他和团队深入国内钨企业，许多寒暑假或双休日，都是在企业度过的。2004年底，赵中伟带领课题组在广东韶关一家企业做“高浓度离子交换”的产业化，“赵院士每天提着几十斤重的溶液爬梯子，在复杂的管道上来来回回拧阀门，累得一回宿舍倒头就睡。”中南大学冶环院陈星宇教授回忆说，就连小年夜都是在忙碌中不知不觉度过。

“多读书，善巧思。”这是赵中伟屡次突破科研困境的途径。

赵中伟从小爱读书，在父亲到书店工作后更是如鱼得水，《十万个为什么》《欢乐的海》《原子、细菌、化学武器的防护》《水浒传》……无论是科普书还是小说，他都看得津津有味。

读大学后，赵中伟读书的数量和范围更是大得惊人，除了本专业的，化学、物理、地质、选矿等方面的书籍他都有涉猎。“有些当时可能没用，但不知什么时候就能发挥作用了。”他说，钨钼分离、从白钨矿中除锡，很多时候遇到难解的瓶颈，他都是在读书中受到启发，一步步走出迷雾。

人生路口，正确选择

回望学术生涯，赵中伟觉得自己在几个人生路口做出了“正确的选择”。

1982年，成绩优异的赵中伟有读中专和读高中两种选择。“当时家里条件挺艰苦，不少人劝我读中专，早点参加工作端上‘铁饭碗’。”赵中伟说，但自己有一种强烈的念头，想读大学走上科研道路，于是坚定地报考了高中。

1985年高考，他选择了中南工业大学（今中南大学）冶金系，来到离河北老家1000多公里的湖南长沙。当时，冶金系有陈新民、赵天从、黄培云、刘业翔等好几位在国内矿冶界赫赫有名、在国际上亦有重要影响的知名教授，赵中伟暗下决心，一定要努力做出一些成绩。

赵中伟博士毕业那一年，适逢中国有色金属工业总公司前来挑人。“去应聘被录取的可能性极大，这样离家就近了，但是离科研梦想就远了。”他踌躇了两个月，最终还是选择留在了中南大学。

1998年，赵中伟被派往日本名古屋大学做博士后，研究方向是“生物陶瓷膜”。他将冶金的思路和方法借鉴到材料制备上，提出了致密化膜制备的新技术路线。

“当时，日方挽留了我，他们的科研条件确实比国内优越很多。但离开我的祖国来做科研，我又觉得心里空落落的。”没有过多犹豫，赵中伟选择学成回国。

回国后有人建议：“继续你的生物陶瓷膜研究。”“搞新型材料效益更好”……“但我想来想去，还是选择了钨。”赵中伟说，国家有需要，这里也有他许多未解开的谜。

这些年来，赵中伟和他的科研团队取得的科技成果获得国际社会广泛关注，美国、哈萨克斯坦等国企业的代表多次找到赵中伟寻求技术合作。面对巨额的技术转让费用，赵中伟不为所动。

他不缺钱吗？显然不是的。赵中伟位于中南大学冶金馆的实验室，地面整体垫高1米才能勉强照得进阳光；由于年久失修，实验室墙面到处受潮泛黄，地板砖也因为开裂而坎坷不平。有了更多的资金，就意味着能翻新实验室，购置更多的仪器设备，研究人员的工作和生活水平也能相应提高。

“钨是国家战略储备物资，岂能为了自己和团队一点利益而让国家利益受损。”赵中伟婉拒技术输出，只转让给国内企业，以保持中国的钨冶炼技术对国外的控制性优势。

湖南郴州、江西赣州、福建龙岩、云南麻栗坡、四川成都……如今，赵中伟团队技术已在全国多地实现成果转化，对我国稀有金属产业的发展提供了重要支撑。

热爱讲台，用心育才

科研教学“两手抓”，赵中伟在讲台一站就是31年，至今仍坚持本科、硕士、博士教学。

凡是听过赵中伟冶金课的学生，几乎都对他讲授的《冶金原理》印象深刻。“一本纯理论性质的课程，大量枯燥的冶金知识，却被赵老师讲得妙趣横生！”中南大学冶环院刘旭恒教授曾是赵中伟的学生，受其影响对冶金产生浓厚的兴趣，如今他已是赵中伟团队的骨干力量。

不仅仅是中南大学的学子，曾戏称自己为“学渣”的北京科技大学冶金学院本科生马铖佑，作为交换生在中南大学学习时，一上赵中伟的课就被深深吸引。“赵教授讲课重点突出，有时一节课只讲一两页，有时一节课却可以讲十几页，讲解生动有趣，深入浅出，让我对冶金产生了极大的兴趣。”马铖佑回忆说，这种兴趣让他发奋学习，成绩突飞猛进，最终以专业第一的成绩被推荐读研究生，完成了从“学渣”到“学霸”的逆袭。

“大道至简”是赵中伟的授课秘诀。“用高的姿态、高深的语言与学生交流，就落了下乘，学生也听不懂。”他讲课追求浅显，根据学生的反馈，不断调整授课内容的深浅度，力求把一个复杂的模型，以最简单、最直观的方式呈现在学生眼前。

赵中伟爱国画、书法，还自学篆刻和漫画，可谓多才多艺。在上课的时候，同学们特别爱看赵中伟老师的板书：仅用一根小小的粉笔头写写画画，就能把一个复杂的模型以最简单、最直观的方式呈现在学生眼前。上《冶金课程强化》课时，赵中伟还设计制作了可以互动操作的三维相图模型工具软件，方便学生理解。

堪比“相声专场”，经常座无虚席的课堂表现，让赵中伟多次获得中南大学“我最喜爱的老师之最佳教学创新奖”“我最喜爱的老师之最佳教学手段老师”，以及“湖南省优秀教师”等荣誉……

赵中伟还鼓励学生博览群书。他推荐学生读韦恩·W·戴尔的《你的误区》，教导学生“科研要注重‘灵活的大脑’，要解放思想，自己找到解决问题的途径”；推荐伽莫夫的《从一到无穷大》，教给学生“脑筋柔软术”，鼓励学生从枯燥的研究、日复一日的实验中，找到创意迸发的乐趣。

“评上院士，并不是说我将来的科研工作就一定能比别人做得好。相反，我得更脚踏实地，为我国有色金属产业技术发展，为湖南实现‘三高四新’美好蓝图作出更大贡献。”赵中伟说，我国要从有色金属大国走向有色金属强国，依然有很长的路要走，自己将继续秉承着中南大学老一辈科学家的精神，为学科发展作出应有的贡献。

◀◀（上接1版）

做好妇女“娘家人”，帮她帮到家

“我跟丈夫有很多矛盾，如果提出离婚应该怎么启动法律流程？”

“孩子最近沉迷于玩手机，还出现厌学倾向，我该做些什么？”

……

在长沙市妇联维权服务中心，每个工作日都会接到来自长沙各地妇女的求助。

来电、登记、受理、直接受理（转送或转交）、跟进、答复、归档，这一系列行之有效的信访工作流程，已在长沙市妇联实践多年。

2021年，长沙在全国率先提出建设“女性友好型城市”，一系列“女性友好”创新措施在长沙市开展，“12338”热线便是其中之一。

今年7月31日，长沙市妇联联合株洲、湘潭市妇联组织，共同启动“12338帮她帮到家”长株潭12338妇女维权公益服务热线宣传周，发布“0731倾听你的声音”倡议书，以“娘家人”的热诚，为三市女性加码生活幸福感。

一座城市的性别友好程度，是衡量城市现代化的重要尺度。两年多来，长沙市妇联在全市建设婚调、反家暴、心理服务示范点近千个。市级“4+N”妇女儿童维权服务中心，实施信访维权、心理咨询、婚姻调适、普法宣传4大公益项目，接处信访4932件，法律援助104起，心理咨询辅导2227人次，婚姻调适调解553件。“我与娘家人一起学法答题”活动吸引35万人次参加学习，发放普法资料22万份。

呵护新希望，培养城市“生力军”

启动长沙市2023年世界儿童日主题活动，分享长沙市儿童友好城市建设十大案例……11月20日，世界儿童日，长沙市妇联举行一系列活动，最为亮眼的要数长沙市女童保护关爱中心揭牌成立。

女童保护是一项长久事业和系统工程。长沙市妇联联动市中院、市检察院以及教育、公安、民政、司法、卫健等多个部门共同参与，引入专业力量和社会组织，协同妇联组织、社会工作者、法律工作者、心理咨询师、巾帼志愿者多方力量，精准配置女童保护服务资源，探索建立多部门、多层级的女童保护联动机制，形成党委领导、部门协同、上下联动、专业高效的女童保护工作新格局。

为建设儿童友好城市，长沙市妇联坚持“1米的高度看城市”，推动实施儿童友好型城市“十大”行动计划，让儿童成为城市治理体系的重要参与者。近5年开展假期儿童关爱服务活动5万余次，志愿服务15万人，“防溺水专项行动”宣传2万余次，公益培训、讲座等活动惠及73万人。

长沙“她”力量，递出新名片

今年秋天，长沙迎来一批特别的客人。长沙市妇联邀请巴西、俄罗斯、意大利、英国等9国女性科技工作者，组成国际观察团，深入企业、园区、项目一线考察，为长沙全球研发中心城市建设出谋划策。此举引发海内外媒体关注，网络点击量1.3亿次。

这并非世界首次看到长沙“她”力量。近年来，长沙市妇联围绕推进“一带一路”建设、构建人类命运共同体倡议，多领域多渠道多层次开展妇女对外交流。

“全市工作重心在哪里，妇女工作就跟进到哪里，作用就发挥到哪里。”长沙市妇联党组书记、主席彭娟表示。

在全局中谋划、在大局下行动，长沙市妇联坚持为妇女发展“保驾护航”，女性在脱贫攻坚、乡村振兴、创新创业、科技创新等多领域尽显“她”风采。

近5年，长沙累计培训新型职业女农民骨干2000余人，创建巾帼现代农业科技示范基地130余个，打造“妇字号”基地（农庄）77个，女性专场招聘会达成就业意向近16万人，创业就业培训10万人次，为3.5万名女性科技人才搭建发挥作用的平台。

“她”力量持续点亮星城大地，逐渐成为长沙向世界递出的一张新名片。