

中国科学院院士、西安交大教授陶文铨几十年潜心科研——

努力把传热学做成“热”科学

本报记者 张丹华

讲述·弘扬科学家精神

“传热学是一门跟人们日常生活密切相关的科学。”陶文铨用深入浅出的语言向记者介绍他的研究领域。比如，自然界中雪花融化、蒸汽凝结等都涉及热量传递；再比如，台式机和笔记本的电脑芯片，需要用风扇为其降温，也是传热学的研究范畴。

20世纪后半叶，随着计算机技术的兴起，利用数值方法研究热质传递的数值传热学被提出。长期从事传热学研究的陶文铨，将数值传热学引入国内，推动了我国数值传热学学科的形成与发展。

坚定科研报国理想，投身传热学领域研究

上世纪50年代，交通大学主体从上海迁往西安。从浙江绍兴稽山中学读完高中的陶文铨报考了动力工程系热能工程专业，成为交通大学西迁后首批到西安就读的学生。

为什么要报考交大？“一是被交大毕业的钱学森先生的报国事迹深深打动，坚定了去交大读书的决心；二是热能动力工程专业毕业后可以去发电厂工作，对当时的年轻人而言，是件很新颖、很有吸引力的事情。”陶文铨说。

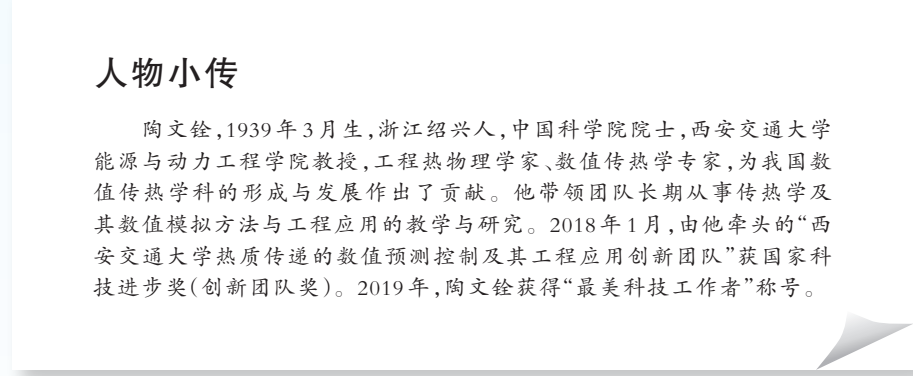
怀揣一腔热情，1962年本科毕业后的陶文铨选择继续深造，师从杨世铭教授，攻读传热学专业研究生，由于成绩优秀，毕业后留校任教。

1979年10月，杨世铭邀请在海外任教的杨光祖教授到西安交大讲学。杨光祖介绍了近10年国外传热学发展的情况，尤其是数值传热学，即通过计算机求解的传热学与数值方法相结合的交叉学科。

“这着实让人大开眼界。”陶文铨说。1980年，陶文铨赴国外进修，为期两年。“当时就想学着点新知识，回来建设祖国。我就像一块干海绵被放进了水里，努力地汲取知识。凡是关于数值计算的课程我都去听。”陶文铨回忆，“这也更加坚定了我要把科研这条路走下去的信念。”

推动数值传热学发展，将成果应用于生产实际

回国后，陶文铨一直从事传热强化与流动传热问题的数值计算两个分支领域的研究。1986年，他在西安交大热工教研室开办了我国第一个数值传热学学习班，当时来听课的都是该领域的高校教师，这在一定程度上推动了学界对传热问题数值预



人物小传

陶文铨，1939年3月生，浙江绍兴人，中国科学院院士，西安交通大学能源与动力工程学院教授，工程热物理学家、数值传热学专家，为我国数值传热学学科的形成与发展作出了贡献。他带领团队长期从事传热学及其数值模拟方法与工程应用的教学与研究。2018年1月，由他牵头的“西安交通大学热质传递的数值预测控制及其工程应用创新团队”获国家科技进步奖(创新团队奖)。2019年，陶文铨获得“最美科技工作者”称号。



陶文铨(左一)在和团队成员讨论实验进展。
西安交通大学供图

测及工程应用规模的研究。

1988年，陶文铨编著的《数值传热学》在西安交大出版社出版。后来，该书被原国家教委研究生工作办公室推荐为传热学研究生教学用书。

随着国家对数值传热学领域的支持力度越来越大，陶文铨对于组建团队信心也越来越足。自1983年初回国，陶文铨便与同事何雅玲和王秋旺等组建了研究团队，在热质传递数值预测技术及其工程应用方面努力探索，开展复杂热质传递问题数值预测基础研究及重大工程技术创新研究。

陶文铨团队的研究成果在航天、能源和化工等领域得到了广泛应用，他们研发的强化传热技术缩小了我国气体换热器产品与世界先进水平的差距。2007年，陶文铨发起并举办了亚洲计算传热学会议。

如今，85岁的陶文铨，做科研的劲头依然很足：每天早晨9点钟开始工作，晚饭后休息一会儿，再工作到凌晨3点。这是他多年养成的工作习惯。“这个时段没人打扰，

没有电话，最安静、最适合工作。”陶文铨笑着说。

从“一片叶”到一树桃李，培养本科生、研究生超2万人

陶文铨在兴庆校区大教室上课的场

记者手记

保护好难得的创新意识

采访中，陶文铨的一段话给记者留下了深刻印象：“创新可以体现在不同层面。从0到1的创新很难，但从1到1.1，再到1.2，也是一种创新。形成了创新思维，就有了信心，才会取得更大的突破。我们要为年轻学者营造良好的创新环境。”

回顾自己的科研之路，陶文铨认为，创新意识应该从小培养，从基础教育抓起。比如，小朋友画了一个蓝色的苹果，父母应

景，是许多西安交大学子共同的校园记忆。作为学校的特大型教室，该教室能容纳367人，但每年选修以及旁听“数值传热学”的学生经常超过400人。

教室的座位不够坐，陶文铨便特意购置了20多个小马扎，每次上课前让学生摆好。坐着小马扎认真听讲的学生，便成为陶文铨课堂上独特的风景。

“搞好科研和教学工作，首先要热爱所做的事情，热爱自己的学生，这是做好研究、做好教师最重要的要求。”陶文铨说。

自留校任教至今，陶文铨始终坚守在教学一线，虽然数值传热学、计算传热学等课程，陶文铨已经讲过无数遍，但他经常完善授课内容，不断补充新的知识和体会。“讲一遍有一遍的体会，讲一遍有一遍的收获。”陶文铨说。

陶文铨喜欢跟学生们在一起。他讲授数值传热学课程时，每周一次在晚上7点半到9点半召集十几名学生开展讨论。学生们会提问，他也会出题考问，师生之间的交流探讨，专业又轻松。

陶文铨常说：“交大西迁，扎根黄土，枝繁叶茂，我便是这棵西迁大树上的一片小叶。”

从“一片叶”到一树桃李，从教58年，陶文铨教过的本科生、研究生已经超过2万人。这些学生毕业后，大部分在国内相关高等院校与企事业单位工作，许多已成为学术带头人。其中包括1名中国科学院院士、2名长江学者、5名国家杰青基金获得者，陶文铨也因此获得“党和人民满意的好老师”称号和“国家杰出教学奖”。

如今的陶文铨依然在发光发热。一方面在编写新版教材，另一方面也在推动相关技术的产业化落地。“希望通过自己的努力，带动更多学子投身传热学研究。”陶文铨说。

加以鼓励和引导，而不是急于纠正，这样才能很好地保护好难得的创新意识“萌芽”。

从重视传承到强调创新，教育观念的变化更有助于人才的培养。教育是一辈子的事情，创新意识更需终身培养。对于自己带过的学生，陶文铨希望他们拥有更多活跃的想法、不拘泥于陈规的创意和拥抱未来的勇气，从而迸发出更强的创新活力。

守望

在山西省大同市左云县，一辆绿色的邮递面包车长年行驶在乡间的小路上。开车送件的人，便是左云县邮政分公司乡邮投递员皇甫永军（见下图，左云县融媒体中心供图）。

皇甫永军今年47岁，做了29年投递员。29年里，他的交通工具从自行车到摩托车，再到面包车，投递总里程超100万公里。在这些地方，留下了许多他为乡亲们贴心服务的故事。

“有需要，就随时打我电话”

弯腰钻进面包车，把最后一大包货物装好，皇甫永军拍了拍手上的土，拉上车门，准备出发。“今天有7袋货物，得抓紧时间送。”皇甫永军说。

皇甫永军服务的投递区域在左云县小京庄乡，这里有24个行政村和6座大型煤矿，是当地各投递区里人口最多、里程最长的，总服务人口达1.9万余人。

“大娘，化肥到了！”邮递车停在徐官屯村一户人家门前，皇甫永军下车敲敲门，一位80多岁的老人拄着拐杖，走出了院子，“就盼着你来呢！”随后，皇甫永军将化肥搬到老人家的库房里。

几乎每到一村，总能遇到热情地与皇甫永军打招呼的乡亲们。在降家村的路边，遇到了一名叫白建娜的村民。几年前，因为送快递，皇甫永军认识了身患疾病、出行不便的白建娜。皇甫永军了解到白建娜的困难后，便经常帮她买一些生活用品和药品。“每次看到皇甫永军，心里都很踏实。”白建娜说。“有需要，就随时打我电话！”皇甫永军招招手，向着下一个村庄出发。

“看到孩子们高兴的笑容，就觉得一切辛苦都值得”

在一座煤矿门前等候取货时，忽然刮起了大风。皇甫永军拉了拉衣领，钻进车里，继续打配送电话。

以前，遇到天气不好，皇甫永军就犯愁：“那时候，只有一辆旧自行车。刮风下雨下雪，路难走，有时还得把车子扛在肩上走回来。”1995年，刚参加工作时，皇甫永军本可以留在县里的邮政公司工作。但马道头乡邮政所因投递需求大，急需邮递员。皇甫永军便自告奋勇，来到马道头乡，“我要把服务送到更偏远的地方。”这一干就是十几年。

当时，皇甫永军配送最远的村是羊圈头村，从最近的寄送点到那里，需要翻越两个山头。“因为路程远，经常送完件回来时，天上的星星都出来了。”皇甫永军说。尽管条件艰苦，但他从未出现缺报少刊和丢失邮件的情形。“每年夏天送录取通知书时，看到孩子们高兴的笑容，就觉得一切辛苦都值得。”

2012年，根据工作需要，皇甫永军被调到小京庄乡邮政所，他的交通工具，也变成了面包车。“现在，土路、石路已经很少见了，村里大多都是平整的柏油路。”皇甫永军说，看到乡村快速发展，工作的心劲儿也越来越高。

“技术更新迭代，我们也得不断钻研提升服务能力”

近年来，随着快递量成倍增长，配送量也大幅提升。皇甫永军连周末都很少休息，经常前一天晚上很晚到家，第二天一早就起来继续出去工作。

前几年，左云县邮政分公司的分拣点安装了输送带，不再需要人力搬运，节省了分拣时间。“技术更新迭代，我们也得不断钻研提升服务能力。”为此，皇甫永军利用闲暇时间，和同事一起学习电商知识。在配送时，皇甫永军了解到，一些村民种的土豆、玉米品质很好，但销路不畅。皇甫永军便利用邮政公司建设的助农网络销售平台，帮村民们在网上卖农特产品。

那时，皇甫永军每天提前1小时到公司，研究电商卖货技巧。“注册登录、拍照展示、分选包装，都是细致活。比方说，针对不同客户，采取不同规格的包装能够更有针对性地进行销售。”不少村民采纳了他的建议，网上销量越来越好……

转眼，已经到了下午6点多。皇甫永军送完最后一件快递时，手上沾着一层黑色的煤灰。这一天，皇甫永军共去了16个村庄和6座煤矿。



北京部署60项重点任务持续优化营商环境

本报北京5月7日电（记者王昊男）近日，《2024年北京市全面优化营商环境工作要点》正式印发，共包括7大部分、60项任务。其中明确提出，今年北京市将聚焦创新协同、产业协作，围绕商事制度、监管执法、政务服务等重点领域，全面推进京津冀营商环境优化提升。

据介绍，该工作要点共包括优化区域产业发展环境，推进京津冀协同发展；强市场促公平，打造高效规范、平等竞争的市场环境；强公开稳预期，打造善善之区的法治环境；强开放提质量，打造自由便利的投资贸易环境；强服务增便利，打造暖心高效的政务服务环境；强支撑增效能，打造智慧便捷的数字社会环境；强创新树标杆，打造开放包容的人文环境等7大部分，计划年底前全部完成。

本版责编：张彦春 刘涓溪 吴凯
本版制图：沈亦铃

（上接第一版）

空气净化器、电饭煲、微波炉、净水机……8种品类首次进入上海绿色智能家电消费补贴名录。针对十六大类一级能效家电产品，消费者按照成交价格的10%享受一次性立减补贴。

推动汽车换“能”、家电换“智”，家装厨卫“焕新”。国务院印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，各地区各部门积极行动、落实政策。一季度，消费品制造业增加值同比增长4.2%，扭转了2022年4月份以来的低位运行态势。

有利因素增多，政策红利释放，工业企业预期稳步增强。国家统计局工业统计司司长杨巍表示，对10万余家规模以上工业企业的问卷调查结果显示，一季度企业综合经营状况预期指数环比、同比分别上升4.4个、0.3个百分点，预计二季度经营状况乐观的企业占比环比上升5.9个百分点。

以科技创新引领产业创新，制造业高端化、智能化、绿色化水平取得新成效

科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素。当前，新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展，大国竞争和博弈日益加剧，逆全球化思潮抬头，全球产业链供应链深度调整。

习近平总书记指出：“要在以科技创新引领产业创新方面下更大功夫”“推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”。

今年以来，各地区各部门积极培育和发展新质生产力，持续推动产业结构优化升级，不断提升制造业的“含金量”“含新量”“含绿量”。

向高端化升级，发展优势更加巩固。河钢集团邯钢公司邯宝热轧厂，生产热火朝天。烧得通红的钢坯轧制后，经过淬火火炉和回火炉完成热处理工序，变成一块块高端耐磨钢。“这款产品强度达1500兆帕，是一般建筑用钢的5倍，可以使高端液压打包机

的生产成本降低一半以上。1月份上市以来，订单月均增长超过40%。”邯钢技术中心耐磨钢技术营销团队负责人刘红艳说。

废旧服装、塑料瓶回收后变废为“丝”，8个废旧塑料瓶抽出的涤纶丝就可以织成一件POLO衫；新型420兆帕级超高强钢厚板，让亚洲第一深水导管架“海基二号”挺立深海……巩固传统优势产业领先地位，接续创造新的竞争优势，制造业加快迈向价值链中高端。

向智能化进军，生产效率稳步提高。走进中建海龙珠海基地装配式建筑4.0工厂，智能中控室内，大屏幕不停闪动，生产量、交付量、库存量等数据实时显示。“从设计端到生产端，工作人员查阅不同构件的生产进度和产能，及时查缺补漏。”中建海龙科技有限公司总经理赵宝军介绍，模块结构可实现24小时不间断生产，据测算可节省建设时间60%以上。

当前，我国已培育421家国家级智能制造示范工厂，万余家省级数字化车间和智能工厂，人工智能、数字孪生等技术在90%以上的示范工厂得到应用。

向绿色化转型，产品能效显著提升。江苏苏州，江苏新安电器股份有限公司正组织技术团队为产线选购设备。“借助供电大数据智能分析，我们发现通风机和空气压缩机能耗较大，决定更换设备。”企业智能化推进部经理秦岭说。今年初，当地供电公司为企业配备了一套碳排放监测系统，在厂区、产线、重点设备等关键碳排放环节，安装近180个用电采集终端，通过绘制用能曲线，对生产能耗进行实时量化评价。

目前，我国已在国家层面累计培育绿色工厂5095家、绿色工业园区371家、绿色供应链管理企业605家，培育绿色制造专业化服务机构500余家。

稳增长、转方式、增动能、化风险，不断巩固工业经济回升向好态势

一季度工业经济开局良好，景气水平和

企业预期向好。但也要看到，有效需求不足、企业盈利压力较大等制约工业经济恢复向好的因素依然存在。

只有顺应全球产业发展和变革大趋势，统筹谋划、综合施策，充分调动各方面力量，着力补短板、强弱项、扬优势，提升在全球产业分工中的地位和影响力，才能有效应对各种困难挑战，实现从制造大国向制造强国的跃升。

“下一步，将加强科技创新与产业创新深度融合，培育发展新质生产力，扎实推进稳增长、转方式、增动能、化风险，巩固增强工业经济回升向好态势。”工业和信息化部副部长单忠德说。

夯基固本，提升产业链供应链韧性和安全水平。

碳-14同位素供应全面国产化！日前，完成辐照的碳-14靶件从秦山核电重水堆机组中成功抽出，这是我国首次利用核电商用堆批量生产碳-14同位素，可广泛应用于农业、化学、医学、生物学等领域。

我国自主研发的一体式水下井口系统海试应用成功，可使水下钻井时的表层建井阶段提速超40%；我国首艘深远海多功能科学考察及文物考古船出坞，在冰区深海科考装备和船舶设计自主可控方面取得重要进展……自主可控、安全可靠的产业链、供应链有力打造，把发展主导权牢牢掌握在自己手中。

单忠德表示，接下来，将系统布局重点领域关键核心技术攻关，加快重大项目实施，发挥新型举国体制优势，一体化推进技术攻关、迭代应用、生态培育，推进重大战略性新兴产业和产品攻关突破。

系统布局，全面提升产业科技创新能力。

中试，产品从研发到生产的必经之路，科技成果产业化的“最后一公里”。

辽宁盘锦锦细化工中试基地车间内，一个“微缩版”化工厂呈现在眼前。“化工中试阶段，基础设施资金投入高，还受到环保、安全等方面限制。但市场瞬息万变，对于初创企业来说，等不起。”盘锦一家化工企业负责