



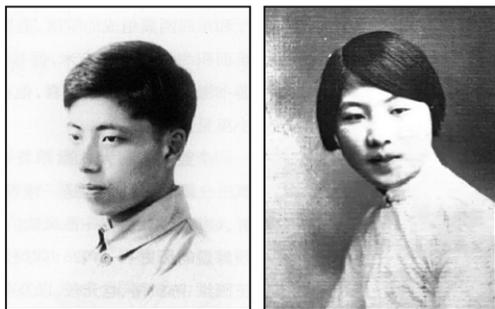
李正武、孙湘：让中国升起不落的“人造太阳”

○黄 鸣

李正武（1916—2013），浙江东阳人。1934年考入清华大学物理系，1938年西南联大毕业。1951年获美国加州理工学院博士学位。1955年偕同夫人孙湘回国。历任中国科学院原子能研究所核物理研究室副主任，第二机械工业部585研究所（现核工业西南物理研究院）研究员、副所长、所长、名誉所长，核工业部科学技术委员会委员，中国核学会核聚变与等离子体物理学会理事长，国际核聚变研究委员会中国成员，核工业西南物理研究院研究员、院长、名誉院长等职。1980年当选为中国科学院院士。

孙湘（1916—1999），江苏无锡人。1934年考入浙江大学物理系，翌年转入清华大学物理系，并于1938年在西南联大毕业。1948年留学美国，1953年获洛杉矶南加州大学物理学博士学位。历任中国科学院物理研究所研究员，二机部585所副所长、研究员，第三届全国人大代表，中国核学会核聚变与等离子体物理学会副理事长。

煤、石油、天然气、风能……目前人类社会运转需要的绝大多数能源，其实都来自太阳能，而太阳上的能量则来自内部的核聚变反应。因此，人类始终“有一个美丽的愿望”，希望通过可控核聚变反应来实现“人造太阳”，从而获取源源不绝的清洁能源。在一位科学家的带领下，1984年，中国第一代“人造太阳”装置，



年轻时的李正武、孙湘

即我国自行设计和研制、具有完全自主知识产权的中国第一个中型受控核聚变托卡马克实验装置——“中国环流器一号”诞生了。这位科学家就是核物理学家、中国科学院院士、中国核学会核聚变与等离子体物理学会理事长、国际原子能机构国际核聚变研究理事会首届中国成员——李正武。与他一起并肩战斗的还有他的清华同学、夫人孙湘。

清华同窗 志同道合

李正武，原名李整武，1916年出生于浙江省东阳县。李家是当地很有名气的书香门第，故居李家祠堂被赐“父子翰林”横匾，成为东阳无人不知的“翰林府”。李正武成长在“翰林府”中，父辈又格外注重教育，因此他自幼便养成了爱读书的好习惯。

1934年，18岁的李正武以优异的成绩同时考上了国立清华大学、上海复旦大学等四所名牌大学。在全国报考清华的3600



李正武、孙湘夫妇在美国

多名考生中，他高居榜首，成为名副其实的“高考状元”。1934年，李正武选择进入清华大学物理系就读。在清华，李正武与同窗孙湘，一位来自无锡的女子，他们志同道合，共同参加了“一二·九”爱国运动，后又一道参加共产党领导的南下宣传团、中华民族解放先锋队和支援绥远抗战前线服务团等多个进步团体，共同的爱国情怀让两人在大学三年级时萌生爱意。1938年他们双双在西南联大物理系毕业，李正武先后在贵州省建设厅气象所、江苏医学院、复旦大学、上海交通大学任职。

在那个动荡的年代，李正武不断探索科学救国的道路。1946年，30岁的他考取了留美公费生，赴美国加州理工学院物理系攻读研究生。次年，孙湘也凭借实力考入美国洛杉矶南加州大学物理系攻读博士学位，二人并肩在异国他乡求学。

留学期间，李正武以核物理为主科，生物物理为副科，师从诺贝尔奖获得者W.A.福勒、M.德尔布鲁克等导师，潜心开展“太阳热能研究”“生物物理学研究”“核物理研究”和“辐射及同位素实验室建设”等研究工作。仅用四年时间，

李正武便完成毕业论文《用质子磁谱研究核反应》并获物理学博士学位。

1952年，李正武被导师邀请担任凯洛格辐射实验室研究员，成为该实验室的主要负责人之一。李正武在轻原子核反应方面完成多项实验研究，对轻原子核及热核聚变反应做了多项精密实验和计算分析，独立发现用阿尔法粒子轰击原子核的库仑激发现象。这一系列研究工作，为后来的热核聚变研究打下了良好基础。1953年，孙湘也顺利获得博士学位，并留任南加州大学研究员，同时兼任普蒙那大学物理讲师。

随着新中国成立的喜讯传来，以及国内对科技人才迫切需求的召唤，他们决定响应国家的召唤，放弃海外的优渥条件，携出生仅两个月的幼子毅然回国。1955年9月17日，一声汽笛长鸣，“克利夫兰总统号”邮轮缓缓驶出美国洛杉矶港口，驶向大洋彼岸的新中国。李正武、孙湘夫妇以及钱学森夫妇等一批科学家，经过中国政府的多方努力和周恩来总理等领导人的外交斡旋，突破重重封锁，踏上了归国航程。

归国后的李正武被任命为中国科学院原子能研究所一部一室副主任。他率先倡议在我国开展受控核聚变与等离子体物理方面的研究，这一倡议被列入1956年制定的《全国十二年科学技术发展规划》，这与国际社会关注核聚变研究几乎同步。1957年，李正武参与研制的中国首台加速器——质子静电加速器在北京研制成功，他提出带电粒子活化分析法并发表于《科学通报》与《物理学报》，为中国高能物理设备的进一步发展奠定了坚实基础。1958年起，李正武开始负责高能加速器的

筹建工作，提出了我国高能加速器的早期方案。

模拟太阳产生能量的原理，在地球上建造可控并持续反应的核聚变装置——“人造太阳”，这是人类的能源梦想。自1960年底起，李正武转入受控磁约束核变研究领域，领导了绝热压缩小型磁镜装置的研究工作及小型仿星器装置的后期筹建工作；在东北503所，他倡议建造稳态“多用磁笼”装置，为后来开展“303装置工程”（稳态磁镜装置）打下良好基础。1964年5月，李正武参加了二机部组织的第三个五年计划的编制，主持了受控核聚变研究五年计划的编制。

回国后，孙湘被安排在中国科学院物理研究所光谱研究室工作，她不仅领导建立了我国第一台2米真空紫外光栅摄谱仪，为国防科研事业作出了重要贡献，还从1958年起，率先在物理所开展了以实现可控核聚变为目标的高温等离子体研究。1962年，正当孙湘和她的团队准备在可控核聚变研究领域取得更大突破时，国家的一声令下，将他们的研究方向转向了另一个紧急而重要的任务——国防试验研制项目的攻关。面对这一突如其来的任务，孙湘没有丝毫犹豫，立即组织团队，投入到紧张的研发工作中。为了完成任务，孙湘带领团队前往位于西北某地的秘密试验基地（马兰基地）。那里条件艰苦，风沙肆虐，但他们没有退缩。在模拟现场试验中，面对风沙的袭击，一遍遍地测试、调整、优化。经过无数个日夜的奋战，终于在1964年她们按时完成了核爆

炸光学观察急需的三种测试专用仪器的设计制造工作，并在我国第一次核爆炸试验中被采用，取得了准确可靠的数据，受到国防科工委的表扬。此后，又如期圆满地完成了“地下核试验高温测量”这一技术难度很高的任务。

开辟道路，播种“太阳”

1969年12月6日，年过半百的李正武夫妇带着小儿子，和同事们来到了四川乐山一座山坳中的二机部585所，该研究所是20世纪60年代中期在钱三强主持下规划、建设的国内最大的可控热核聚变反应研究基地。当时的585所尚处于建设初期，条件艰苦，山坡连绵，土路泥泞。李正武一家三口住在仅十多个平方米的土坯房里，自己和泥巴搭炉灶，自己做煤球，公用的水龙头和厕所都离得很远。一到下雨天，泥深路滑，打水和上厕所非常困难。更困难的是要走5公里山路去县城买油盐柴米，自己再用背篓背回家。然而，正是在这样的环境下，李正武夫妇与全所



1978年，时任国防科委领导钱学森等视察585所合影，前排左4为钱学森、右2为李正武、左1为孙湘

□ 人物剪影

科研人员和家属并肩作战，开启了中国第一代“人造太阳”装置——中国环流器一号装置（代号“451工程”）的研究和设计工作。他们在最简陋的条件下从事着最前沿的研究，当时仅有的核聚变装置参考资料，就是一张示意图和几个公式，连一台计算机也没有。

李正武不畏艰难，勇挑重担，在1972年被正式任命为“451工程”总体组组长后，他更是夜以继日攻关。白天，他和各课题小组的同志讨论各种理论、技术问题，晚上回到家就忙着查阅资料，还经常接待深夜登门拜访的科研人员。随着585所“451工程”的启动，孙湘受命组建实验与诊断研究室。她全身心投入到这项开创性的工作中，以队伍建设和人才培养为核心，经过近十年的不懈努力，成功组建了专业配套的实验诊断队伍，汇聚了当时所内最顶尖的物理实验科研人才。

经历了反复攻坚，1972年，李正武提出了中国环流器一号装置最初的实验方案。1974年，李正武在中国首先提出“聚变-裂变共生堆”概念，以期提前实现聚变能应用的设想，聚变-裂变混合堆后来被国家“863”计划列为能源领域先进核反应堆的专题项目。他先后撰写的《中国受控核聚变的里程碑》《中国环流器一号初步实验报告》等论文和实验报告，在国内外产生了较大影响。

“夸父‘造’日”，终生逐“日”

研制“中国环流器一号”的关键部分是主机。为了使主机的工程设计和各部件的加工研制达到质量标准，李正武几乎对每个重大技术问题都亲自过问，和同志们一起逐个讨论，反复推敲，以选出最佳方



李正武（左1）、孙湘（右2）同科技人员一起研究中国环流器一号装置受控热核聚变实验安排（1979年）

案和实施方法。

在进行总体工程设计的讨论时，针对技术人员提出外国同类装置的变压器的铁芯与主机线圈的连接方式可能造成毁坏铁芯等不堪设想的后果，李正武多次召开会议，专题讨论解决方案，并决定将护筒改为护环。

就在这时，美国公布了“ATC”装置，其线圈和铁芯的连接方式使用的是“桥拱”方式。一部分同志便主张也采用“桥拱”方式。针对这一问题，李正武又多次组织会议集中讨论，把各个方案的利弊优劣一一作了对比，最后决定：“结合我们的实际，我们还是走自己的路——采用护环连接方式。”综合考虑了多种因素，他们保证了线圈研制安装的质量，使得环流器的总体工程得以顺利启动，并在启动后依旧保持良好的性能。

1979年2月，孙湘被任命为585所副所长。面对托卡马克大装置上整体性、综合型等离子体物理实验的挑战，585所当时缺乏实践经验，许多工作都需从零开始。孙湘亲自深入各项力所能及的工作环节，与团队成员进行细致讨论。她无论早晚都

坚持阅读相关文献资料，了解国内外最新动态，并撰写了大量笔记，不断提出建设性意见。孙湘在1981年及时提出了研究451装置物理调试问题的重要性。这一研究成果最终凝结为1983年8月核工业部第二次聚变讨论会上的报告：《HL-1（中国环流器一号）装置的物理调试和放电特性实验研究方案》，为中国环流器一号的物理调试和前期物理实验提供了重要指导。

1979年，李正武乘着改革开放的春风西赴欧美，东渡日本，积极参与学术交流。了解到国际社会受控核聚变研究的动态后，他立即建议：一、用计算机系统控制物理实验并采集处理诊断数据；二、加强开展波加热的研究。

他的建议被很快采纳，计算机数据采集处理系统在小型托卡马克装置上率先应用并取得良好的经验与效果。1987年，中国环流器一号装置实验数据采集处理系统建成，使我国此领域摆脱了传统的分析示波图时代，达到了现代化的计算机水平。此外，在后来的中国环流器装置物理实验中，波加热技术在提高等离子体电子温度、实现高约束模式放电（即H模）的重大进展中起了重要的作用。

1984年9月21日，我国自主设计和建造的托卡马克受控核聚变实验装置——中国环流器一号（HL-1）装置，按照李正武决策的总装调试方案提前启动，标志着我国核聚变能源开发事业又向前迈进了一大步。

1986年11月，李正武率团参加在日本京都召开的国际原子能机构第11届等离子体物理与受控核聚变研究大会。大会结束时发表了3万多字的会议总结报告，在第

一段对“中国环流器一号装置”实验结果给予了很高的评价：“我们高兴地看到，一个来自中国的中型托卡马克已经开始全面运行，中国的同行们做到了具有全部通常特征的、全欧姆式的托卡马克，并为今后的研究提供了一个有用的等离子体，应当祝贺。”总结全文登载于4个月后出版的国际原子能机构权威期刊《核聚变》上。李正武在该大会之前于日本名古屋召开的TCM小托卡马克国际会议上报告了“中国环流器一号（HL-1）”建造和实验结果，引起与会者极大的兴趣。

李正武始终相信“中国环流器一号”存在进步空间，他反复考量可优化的方向，并提出了具有堆芯特征等离子体意义的下一代“中国环流器”的设想蓝图。

在科研工作之外，李正武也非常重视科研人才的培养。他严谨的态度给年轻的科技工作者树立了良好的榜样，为国家培养了大批科研人员，其中多数成为国家受控热核聚变和等离子体物理研究的骨干力量。年过古稀时的他，仍关注着中国的受控核聚变研究，不时提出指导性意见。

“中国环流器一号”装置的成功启动运行，是我国受控核聚变研究领域的里程碑，被评为1985年中国十大科技成就之一，得到国内外媒体的广泛关注，李正武却谢绝记者的宣传采访：“‘中国环流器一号’的成功，是集体奋斗的结晶……如果要宣传某些个人的话，那就宣传以后在这项研究中作出卓越贡献的中青年科技人员吧！”同时，他也拒绝在同事和学生发表的论文或上报成果中署名，回国后所做的绝大多数工作都以所指导的年轻人名义发表。甚至连他长期负责的“中国环流器一号”项目获得国家科学技术进步奖一等

□ 人物剪影

奖时，他的名字也没有出现在获奖人员名单中。

1999年1月，孙湘逝世；2013年7月，李正武逝世。他们在中国人矢志不渝地追寻“人造太阳”这一宏伟目标的征途中，如同发光发热的太阳一样，倾注了自己毕

生的心血与智慧，照亮了前行的道路。

“奠基磁约束聚变造福后世，献身核科学技术光耀千秋”，李正武、孙湘夫妇高瞻远瞩、进取创新、无私奉献，为中国核能与核聚变事业作出了卓越的贡献。

（摘编自《学习时报》等）

我的父亲黄熊教授

○黄培

父亲黄熊（1922—1981）离开我们已经很多年了，但是他的音容笑貌至今还清晰地刻印在我的脑海中。他对事业孜孜不倦的追求一直激励我们奋发进取，他独特的人格魅力成为培养我们道德情操的范式。父亲是我童年时期的偶像，少年时期的榜样，青年时期的师友。

考入西南联大

父亲1922年出生在香港，祖籍广东南海。祖父黄仕强年轻时在日本帝国大学攻读经济科时加入了中国同盟会，毕业后在孙中山直接领导的同盟会会计科工作。辛亥革命胜利后在广州的国民政府任职，参加过北伐战争。1944年因向共产党领导的抗日武装东江纵队提供情报，被日本宪兵队抓去拷打至死，曝尸街头。为了让我们记住这段家仇国恨，从小时候起，父亲就对我们进行爱国主义教育。

父亲在教会创办的香港培正学校完成了小学和中学教育。1941年高中毕业时，面对支离破碎的祖国山河，父亲与本校四位男生决心回到内地昆明，报考国立西南联合大学，以实现自己科学救国的抱负。他们5人从香港到昆明，一路翻山越岭，

艰难前行，不幸遭遇土匪抢劫，财物被劫掠一空，只好集体返回香港。1942年父亲再次长途跋涉去昆明赶考，最终被西南联大工学院录取。

战时大学是西南联大的根本属性，学生的学业与国家的命运是连在一起的。父亲就读于工学院机械工程学系，工学院为使学生毕业出去能够为抗战作具体而实际的工作，开设了多门适合战争需要的临时课程，诸如“飞机场设计”“军用桥梁设计”“堡垒工程”等。父亲非常喜欢这些课程，而这些课在土木工程学系设为必修



1981年春节，黄熊（前排右）、郑晏（前排左）夫妇与孩子们在西44楼新居合影，后排左2为作者黄培