



**编者按:** 2018年11月13日,在2018年中国电机工程学会年会开幕式上举行了“顾毓琇电机工程奖”颁奖仪式,西安热工研究院有限公司危师让先生获此殊荣。“顾毓琇电机工程奖”由中国电机工程学会、电气电子工程师学会电力与能源分会(IEEE PES)于2010年联合设立,每年评选一位对推动电机工程领域科技进步作出重要贡献的专家学者。危师让是发电领域第一位荣获该奖项的科技专家。



危师让,1940年出生,西安热工研究院原副总工程师,曾担任西安交通大学兼职教授、博士生导师,中国电机工程学会理事、常务理事、学术委员会委员、专委会主任等职务。2011年当选中国电机工程学会首批会士。危师让长期从事大型汽轮机、燃气轮机和常规联合循环、IGCC等发电技术的研究及工程应用工作,在清洁高效发电技术,特别是高效节能技术、老机组改造技术、煤气化技术和IGCC发电流程设计和优化等方面作出了突出贡献。曾荣获1978年全国科学大会奖2项,省部级科学技术奖10项,获授权专利3项,发表论文120多篇。1993年起享受国务院政府特殊津贴,曾荣获“九五”国家重点科技攻关计划先进个人、国家电力公司系统劳动模范等荣誉称号。

## 始终与党和国家的发展同向同行

### ——记2018年顾毓琇电机工程奖获得者危师让

#### 胸怀大局,两次“西迁”无怨无悔

1940年,危师让出生于江西的一户书香门第。他在江西省樟树中学完成了初中和高中学业。受家庭环境的影响,危师让从小就喜欢读书,

而且非常热衷于阅读国外的文学作品。在学校里,危师让还特别喜欢做数学难题,回忆起当时经常演算习题的《范氏大代数》《几何习题集》等课外读物,78岁的他,脸上仍流露出兴奋的



# 顾毓琇电机工程奖

## YU-HSIU KU ELECTRICAL ENGINEERING AWARD

### 颁奖典礼

#### Awarding Ceremony

Beijing • China

November 13, 2018



神情。由于危师让读了很多课外书，并经常参加理科竞赛，所以他从小就是一名文理兼修的优等生。后来与他相处多年的同事证实，危师让的身上既有严谨务实的科研精神，又有浪漫细腻的艺术特质。

1957年，危师让考上了交通大学动力系，这也是交大“西迁”后招收的第一届本科生。危师让回忆起当年上大学时的情景，感慨地说：“当时，我对动力专业并不了解。如果我报考的是造船专业，就会在上海求学了。但我还是认为我做出了无悔的、正确的选择。”而这一最初的选择恰恰为危师让与西安的不解之缘埋下了伏笔。

来到交大后，当时的办学条件非常艰苦，全校师生大会只能在用竹竿建造的被称为“草棚大礼堂”的临时建筑里举行。虽然条件差，但师资队伍却很优秀。张鸿副校长等一些著名教授都亲自给本科生授课，他们不仅传播知识，还为学生们传授科学思维和学习方法。危师让被这里良好的学风深深鼓舞，他一心想着学习，毫不畏惧当时的艰苦条件，即使在“三年困难时期”，他也始终保持着高涨的求学热情。

1962年本科毕业后，危师让有幸考取了陈大燮教授的研究生（四年制）。当时，仅有少数几所大学可以招收研究生，而且招生人数很少。危师让这一届全校仅招收了15名研究生。他的研究方向是动力循环分析。陈教授是我国热力工程学界的先驱，毕生从事热力工程学科的教学与研究工作，对我国热力工程学科的建设发挥了重要的推动作用。陈教授不仅学识渊博，而且德高望重，曾受到周恩来总理的接见。在陈教授的指导下，危师让用手摇计算器进行计算开展了蒸汽燃气联合循环研究。在读研究生期间，他的研究成果充实了导师提出的X循环计算方法，其结果被写入陈教授的《动力循环分析》专著。

母校与导师的培养，不仅为危师让打下了坚实的专业基础，还培养了他对动力事业的热爱和严谨的科学精神。陈大燮、钟兆琳等老一辈科学家的言传身教，以及他们的高尚品德与情操也同样感染和教育了危师让，让他受益终生。

1966年6月，危师让研究生毕业后接到分配工作的通知，让他到电力科学研究院报到。通知就是号令，那个年代有一句耳熟能详的口



号：“党让我们去哪里，我们背上行囊就去哪里！”他立即收拾行李北上。到北京后，人事处的同志告诉危师让，他被分配到电科院系统的热工研究所，而热工研究所支援三线建设，1965年刚刚搬迁到西安。其实，从西安交大到西安热工研究所，沿着兴庆路，步行只需要半个小时，而危师让的这次报到却兜了一个大圈子，花了近7天的时间，行程2000多公里，从西安出发又回到了西安。每当讲起这段往事，危师让总是笑称，他求学时交大“西迁”，他工作时热工所“西迁”，西安是他的“福地”，是他电力“科技报国梦”开始的地方，也是他圆梦的地方。在长期的工作中，危师让将推动电力行业技术进步，实现“科技报国梦”作为他永不懈怠的追求。

半个世纪以来，他始终坚定“与党和国家同呼吸共命运”的崇高信念，牢记“服从国家安排，以集体利益为重”的责任担当，投身扎根祖国西北，传承和弘扬“胸怀大局、无私奉献、弘扬传统、艰苦创业”的“西迁精神”，为电力科技进步和西部建设奉献智慧和力量。

### 同向同行，服务国家发展战略

来到西安热工所后，他瞄准前沿技术，潜心钻研，凭借学生时代养成的系统思维和大局观，紧跟国家发展战略，确定课题和研究方向，一干就是50多年，见证和参与了我国电力工业的发展历程。在50多年的工作中，危师让发表论文120多篇，累计获得2项全国科学大会奖和10项省部级科技奖，其中大多是首创性和填补国内空白的重要成果。

危师让到西安热工所承担的第一个项目是蒸汽燃气联合循环试验电站研究，他负责将燃气轮机由燃油改造为燃用天然气。由于他在读研究生期间学习和研究过联合循环，所以很快就能独立承担项目的研究工作，提出了改造设计方案，并在成都热电厂进行了改造后的燃烧室试验研究。试验证明，他所做的改造设计非常成功。他还参加了联合循环装置的变工况计算。这项计算需要借助计算机来完成，而当时国内拥有计算机的单位还很少，西安热工所当时也没有计算机，他和同事们就去电

力建设科学技术研究所一边学习如何使用计算机，一边进行计算。由于危师让对整个联合循环系统比较熟悉，他提出了一种迭代计算的方法。在大家的共同努力下，圆满完成了变工况计算和分析任务，于1968年3月提出了技术报告，所得到的研究结果对改进系统设计和运行具有一定的参考价值。

当年热工所的老同事一提起危师让，都赞叹他是“计算机脑袋”，反应快、记性好，思维超前。作为初出茅庐的“学生娃”，他能吃苦、肯吃苦，多次乘坐绿皮火车辗转在成都和西安之间，有时工作任务紧急时只能买到站票，他就一站到底。付出汗水总会有收获，危师让作为主要工作人员参加的蒸汽燃气联合循环试验电站项目，获得了1978年全国科学大会奖。

当时，危师让每年要到现场出差一二百天。回忆起过去忙碌的日子，在他的言谈中总流露出对爱人的感激之情和对家人的愧疚。抱着“到现场就一定要解决问题”的坚定信念，克服了各种困难，危师让突破了一系列科研难题。

1972~1974年，危师让参与原北京五零七电厂（现北京京丰热电有限责任公司）4号和5号燃气轮机的调试。这两台由英国JBE公司生产的机组在投产运行2000多小时后第一级动叶片发生了明显损坏，运行4000多小时后则发生严重损坏。在分析事故原因时，各方意见分歧很大，有人认为是机械损伤，有人认为是高温烧损等造成的损坏。危师让翻阅了大量国外资料，并根据叶片损坏特征、叶片材料和运行参数，以及燃料和空气品质等，对第一级动叶片损坏原因进行了细致分析，判断出高温腐蚀是造成事故的原因。后来，中科院沈阳金属所对事故叶片进行了检测和分析，证实了他提出的诊断。对此，危师让还提出了防止高温腐蚀的措施，并指出国外制造商在材料使用方面的错误。这是国内第一次发现燃气轮机叶片的高温腐蚀。

20世纪70年代后期，危师让主持承担了“胶球清洗装置”的研发及推广，显著提高了汽轮机冷端性能，取得了良好的经济和社会效益。由于当时国内相关资料

有限，他就利用项目合作的便利条件，一头扎进西安交大图书馆查阅大量国内外资料，白天查资料、晚上做设计，废寝忘食，这种痴迷专注的劲头让人敬佩。

功夫不负有心人。通过分析设备和流程，研究关键技术，危师让设计出一整套胶球清洗装置，在吴泾热电厂冒着风险进行了大量现场试验。他和团队一起进行了小型试验以观察设备内的水流情况，还在 125MW 机组上安装了有机玻璃收球网进行试验。他利用停机的机会，不顾闷热和难闻的气味，钻进设备内部观察胶球的沉积、堵塞或杂物的清洗和沉积情况，最终掌握了关键技术和设计方法。

胶球清洗装置成为他在行业中的“成名之作”，也成为西安热工院（西安热工所 1994 年因部委改制更名）探索产业化的成功试点。热工院从前期技术研发、中期现场试验到后期的市场推广，逐步建立了一条完整的产业结构链，胶球清洗装置在全国范围内累计推广超过 800 台（套），还有产品出口国外，每年节约标准煤超过百万吨，取得了巨大的经济效益。由于胶球清洗技术的研发推广非常成功，更新升级一直持续了十几年。在收获成果的重要时刻，危师让又开始了新的技术攻关。他先后完成两项老机组改造项目，又开始对整体煤气化联合循环（IGCC）发电技术进行研究。

1994 年，危师让负责一项国家“八五”科技攻关计划专题——IGCC 示范项目可行性研究。当年 9 月，我国发布《中国 21 世纪议程》白皮书，开始实施可持续发展战略。他敏锐地认识到这一战略的重大意义，立即采用可持续发展战略为指导思想，撰写专题总报告，比较充分地论述了发展 IGCC 技术的可行性。此后，他把自己研究工作的重点转向包括 IGCC 在内的洁净煤炭发电技术，以更好地为国家发展战略服务。后来，他又积极推进天然气发电技术的研究和应用，优化能源结构，减少 CO<sub>2</sub> 的排放。

危师让是个闲不住的人，每当他攻克一项技术问题，就马上把目标转移到另外一项更新的技术上去。据熟悉他的老同事介绍，危师让经常说：“知识分子没有闲下

来的时候，无论是工作还是休息，思维都是活跃的，始终在钻研思考专业问题，这样的习惯我一直保持到现在。”他是这么说的，也是这么做的。他前进的脚步一直没有停歇，至今还密切关注着绿色高效清洁能源的研究。

## 耐得寂寞，攻坚克难乐于奉献

在改革开放初期，危师让一举考取到美国加利福尼亚大学戴维斯分校访问进修的名额。“外面的世界很精彩”，他看到和学到了新的科学技术成果，开阔了思路和视野。他和 W.H.Warren 教授进行了两年的合作研究，采用数值计算和实验研究方法，研究 GTA 焊接过程中的传热问题。其研究成果在国际国内学术会议以及学术期刊上发表。

针对国内火电机组汽轮机由于进水、进冷蒸汽造成弯轴、动静碰磨等事故，积极开展汽轮机防进水研究。作为主要技术负责人，他汲取国外先进技术经验，对美国国家标准《防止水对发电用汽轮机造成损坏的导则》进行了深入研究，并结合国内机组特点，组织提出了主体的设计思路，以山东辛店电厂作为试点，把汽轮机疏水管道系统的合理布置作为关键，在现场开展了大量试验研究，组织提出了有针对性的解决方案，改造工程非常成功，提高了汽轮机运行的安全性。在此基础上，制定了国内第一部《火力发电厂汽轮机防进水和冷蒸汽的导则》，该导则一直沿用至今，对国内新机组建设和老机组改造发挥了极大的作用，大大提高了火电机组的可靠性。

20 世纪 80 年代，由于国内燃煤电站汽轮机设计年代早、技术落后，普遍存在经济性差、煤耗高、消耗能源多等问题。对此，联合国开发计划署立项，无偿提供资金进行“中国 20 万 kW 火力发电机组现代化改造”。最初，项目确定的技术路线是由国际先进的汽轮机制造商承担改造，国内由西安热工院和制造厂参加，学习先进的汽轮机改造技术，示范机组成功后再推广应用。但在项目执行初期，由于国际招标不成功，项目执行陷入困境。作为项目承担部门的负责人，危师让积极与上级和国际组织沟通，代表热工院大胆地提出了新的技术路



线，由国内汽轮机制造厂和热工院承担改造工作，国外先进制造商和电力研究机构提供技术咨询。西安热工研究院会同东方汽轮机厂采用光滑子午通道、三元流等技术对三排汽20万kW等级汽轮机低压缸进行技术改造，圆满完成了改造项目，得到了联合国开发计划署的高度认可，并荣获1996年电力部科学技术奖。

危师让常说：“要耐得住寂寞，有一些研究需要几代人攻关，哪怕是基础性工作也要做好，为以后发展奠定很好的基础。”值得欣慰的是，危师让在这种信念的支持下，每一项工作都取得了新成果。

1994年，他负责完成了国家“八五”重点科技攻关计划专题，制定了IGCC示范电站初步技术方案。后来，他又负责国家“九五”重点科技攻关计划项目——“IGCC关键技术”研究，设置了5个课题，17个专题，几乎涉及IGCC各主要方面的技术内容，包括西安热工院、清华大学、西安交大、中科院工程热物理研究所等17个单位参加了这一攻关项目。通过这一项目和上述“八五”专题研究将我国IGCC技术提升到一个新的水平，并为我国IGCC电站提供了技术支撑。后来，他又负责或作为主要工作人员完成了有关IGCC的国家973和863

课题以及华能集团公司研究课题等。他指导的3名博士生也都致力于IGCC的研究。他在IGCC电站初步技术方案和工艺选择、IGCC热力系统模拟分析和优化、煤气化和煤气高温净化、机组运行技术、不同燃煤联合循环的分析与比较等方面都取得重要成果，还合作发明了两段式干煤粉加压气化技术。其中，部分成果已应用于天津IGCC电站。

1998年，为了保证高质量完成国家科研项目，在西安热工院领导的支持下，该院组建了一个新的研究部门——联合循环研究中心，专门从事IGCC等新技术的研究，危师让任第一任主任。过去，西安热工研究院在IGCC研究方面基础非常薄弱，但是经过国家科技攻关项目等科技项目的研究，不仅研究出了成果，还培养了人才，现已成为我国研究IGCC等先进技术的重要力量。他作为研究团队第一代领头人和开拓者，耐得住寂寞，带领团队扎扎实实进行基础研究和工程研究，为以后的发展打下了坚实的基础。经过团队两代人的研究和攻关，终于建成了具有自主知识产权、高水平的华能天津IGCC电站。目前世界上只有少数几个发达国家才有能力和水平建设大容量的IGCC电站。

在承担一系列科研任务的同时，危师让曾任中国电机工程学会常务理事、理事、学术委员会委员、专业委员会主任等职务，为学会管理、学术交流、科学普及等做了大量工作。2011年，危师让当选中国电机工程学会首批会士。

本着对专业工作的执著与热爱，除了做研究、做导师，写报告、写论文，危师让还凭借深厚的学术积淀，积极承担多种著名学术期刊、学术专著的编审和行业标准的编制等工作。

2007~2011年间，已退休7年的他毅然担任起在电机工程领域首屈一指的《中国电机工程学报》副主编、常务副主编一职。他对每

期刊物的审定都非常细致认真，连每一个标点符号都仔细推敲。有一篇文章，他发现问题很多，但研究成果很好，于是花费大半年的时间与作者多次沟通，几经修改，几乎相当于重写，最终以刊发。危师让还利用做科研项目时认识的院士、专家，积极为《学报》组稿、审稿。由于每期《学报》要刊发约 20 篇文章，他都坚持逐字逐句地修改，工作量相当大，5 年下来，当时已经 71 岁的危师让感觉自己的眼睛吃不消了，但他对此没有丝毫怨言，而是满足地认为：“这样做下来，对自己也有好处，专业面扩大很多。”除此之外，他还先后担任中文、科技双核心期刊《热力发电》的副主编、主编长达 10 年之久；担任《中国电力百科全书》（第二、三版）火力发电卷的“洁净煤炭发电技术”分支主编，补充了更多关于 CO<sub>2</sub> 捕集利用和封存的内容，把采用先进污染物控制技术的超临界参数发电技术也列入其中。他还和全组成员一起完成《动力与电气工程学科发展报告》中“清洁高效燃煤发电技术及先进环保技术”的专题报告编写以及多部专著的编审工作，还倡导和推动技术的标准化，主持了多项行业标准的制修订工作。

2003 年，他开始担任国家燃气轮机电站建设和技术转让项目专家组成员。经过 8 年多的工作，招标确定和建设了 2500 多万 kW 容量的燃气轮机和联合循环机组，显著增加了天然气发电的比例，不仅增加了容量，而且减少了 CO<sub>2</sub> 的排放。他在确定投标方和技术转让方资格，促进设备本地化和完成招标工作等方面作出了重要贡献。

50 多年来，以危师让为代表的老一辈科技工作者，见证和创造了新中国电力行业发展的无数个第一次，从 10 万 kW、20 万 kW、30 万 kW、60 万 kW 到百万 kW，从国产到进口的第一台机组，他们都曾经参与其中。作为背后的“无名英雄”，他们攻克了一个又一个技术难关，制定了一项又一项技术标准，从小到大，从低到高，从简单到复杂，所取得的成绩记录了我国电力技术进步的轨迹。



>> 图为危师让与夫人在美国 IEEE PES 年度颁奖典礼上与顾毓琇的孙女顾宜音（中）合影

## 培养人才，细微之处言传身教

危师让非常重视知识传播和人才培养。早在 20 世纪 80 年代，他就率先提出要在西安热工研究院建立博士群体，并推荐了多位年轻人去攻读博士学位。他发扬“传帮带”的优良传统，把自己毕生所学毫无保留地传授给年轻人。他还担任西安交通大学兼职教授、博士生导师，培养的 3 名博士生如今都已成为所在研究院所或公司的中高层领导或技术骨干。他是学生和徒弟们的良师益友，也是发现人才苗子和培养科技人才的伯乐。

时任电力部部长史大桢曾给予西安热工研究院“有口皆碑”的赞誉。而危师让正是爱岗敬业、敢为人先、迎难而上工作风表的表率。他说：“热工院人始终有一种为电力工业服务的精神，有些东西不需要讲大道理，而是通过每一个细节和言传身教，自然而然就传承下来，就像人的基因一样。”

2008 年起，从国外进口的某型号重型燃气轮机，陆续发生多起压气机叶片断裂，并导致燃气轮机损坏的重



大故障。危师让从一开始就十分关注，随时了解项目进展并给予必要的指导。

2011年4月，当完成第五起故障分析时，危师让焦急地找到项目负责人，也是他的学生肖俊峰，对他说：“小肖，这几起燃机的故障，维修费用少则六七千万，多则上亿，每起故障都给电厂和国家造成了很大的经济损失，你们得想想办法啊！”他告诫地表示，不能孤立地完成一个一个电厂委托的故障原因分析就了事，应该对各起故障之间的相似性和规律性，进行认真的研究和总结，提出应对的技术措施和策略，有必要也有义务及时将研究成果向行业内通报，让装有同样机型的电厂能及时采取防范措施，最大限度避免同类故障的发生，并对国外的燃气轮机制造商造成压力，促使他们早日解决设备的设计问题，弥补或减少发电企业的损失。这不仅是热工院的义务，更是责任和使命。

一个月后，在危师让的坚持和支持下，中国电机工程学会火电分会组织召开了研讨会，向全国13个装有该型号燃气轮机的发电企业通报了分析结果，并提出了故障防范技术措施和故障处理应对策略。危师让全程参与了这项工作并协助精心修改审核会议材料。这项工作对天然气发电企业加强设备日常监督，尽早发现设备部件缺陷，避免造成更大故障损坏，起到了极为有效的作用，并形成了相当大的压力，迫使国外燃气轮机制造商大幅

度降低设备发生故障后的维修费用。

2012年1月底，国家有关部委为了加快推动能源领域重大装备技术的发展，向各能源企业发出征集关于重型燃气轮机重大科技专项建议的通知。作为华能集团下属科研单位，西安热工院承担了华能集团相关建议汇报材料的起草工作。一天早上刚上班，危师让就带着严肃凝重的神情找到他的学生肖俊峰，“小肖，我想跟你讨论一下这份汇报材料。”他拿出写着密密麻麻修改意见和批注的材料，逐条讨论具体的修改意见。其中，材料提到：“在燃气轮机某项技术研发方面已取得突破性的进展”。当讨论到这里时，危师让的手指着这句话，神情严肃地问道：“咱们的确在这方面取得了突破性进展吗？具体取得了什么样的突破，能不能详细跟我讲讲？”这时他的学生才恍然大悟，为什么一向和蔼可亲的老先生今天会这么严肃，神情这么凝重，原来他是对这句话的严谨性和准确性存在疑问，需要核实确认。

最终，通过详细解释，并把最新的研究结果进行了现场演示，危师让的神色才略微放松下来，但他仍认真地说：“任何技术上的浮夸都要不得。我们要实事求是，讲真话，这份材料事关重大，决不能因为我们不恰当、不准确的提法，影响甚至误导相关部委对具体问题的安排和决策。”

肖俊峰坦言，通过这次事件之后，导师的话深深地烙在了他的心底。此后，每一份汇报材料，每一份技术报告，肖俊峰都把它当作一种无声的“传声筒”，一项技术的“试金石”，像医生开处方一样更加严谨慎重。

“不忘初心是一种坚守和执著；弘扬传统是一种传承和责任；耐得住寂寞是一种境界和修养；百舸争先是一种勇气和担当。”这是危师让多年来的工作感受。随着时光的沉淀，“责任”和“担当”，映照在危师让身上，更折射出老一辈科技工作者的风骨。■

（本文由西安热工研究院提供材料，并对危师让进行采访后综合编撰而成。）