

□ 值年园地

校学习，一个普通党员能进党的最高理论学校学习，真是莫大荣幸。我是中央党校第14期干部培训班的学员，班上的同学都是来自全国各地各部门和军队的中高级干部，学习时间半年。这次学习进一步提高了自己的政治修养，坚定了政治立场，同时还结识了许多社会精英，得到他们的教诲和帮助，受益匪浅。

1998年，辛勤奔波一生，走遍五洲四海，已年届六旬的我终于退休回家，结束了漂泊。

回首一生，让我最受益最难忘怀的还是清华园六年的生活。六年中是清华的老师给了我丰富宝贵的科学知识，虽然后来不能像同窗们那样在建筑领域做出卓越的

成绩，但也足以适应新的工作要求，在不同的领域里胜任工作、完成任务。是清华给了我良好的思想道德教育，学会做人的准则，我牢记厚德载物，诚信待人、淡泊宁静、无私无欲，使我能在动乱中站稳立场，经受住各次政治运动的考验和经济利益的诱惑。清华还给了我健康的身体，让我可以四处奔波，有充沛的精力战胜困难，完成使命。

光阴如梭，转眼我们已离别清华60年。祝愿母校不断发展壮大，为国家培养出更多精英和栋梁之才，成为世界顶尖的高等学府。也祝福我最亲爱的校友们永远快乐，健康幸福，期待我们再相聚。清华人永远年轻！

走在电力科技进步的前列

○朱宝田（1977级热能）



2005年5月，朱宝田学长在京出席全国劳动模范表彰大会，在天安门城楼留影

自1982年清华大学毕业后，我就职于电力工业部西安热工研究院，这是电力行业唯一一家从事热能动力研究的国家级综合性发电技术研发机构。在清华的学习给我插上了科技知识的翅膀，而热工研究院

所面对的全国电力科研战场提供了广阔的舞台。40年来，我与团队在动力循环理论研究，电厂汽轮机性能改进、运行技术及故障分析，超超临界发电关键技术，整体煤气化联合循环发电（IGCC）关键技术等研究领域取得了令人瞩目的成绩，为电力工业的技术进步作出了突出贡献，为电力生产企业带来了数十亿元经济效益。

致力汽轮机节能改造，经济效益显著

1982年末，国家经委节能项目“国产125MW汽轮机改造”立项，我参加了这项国内率先进行的电厂汽轮机性能改进工作。当时，国内汽轮机改进工作的很多内容都是空白：改造目的、改造条件、改造范围、改造技术、实施方法、考核方法、

技术经济性等，都是需要研究解决的。得益于在清华的教育和培养，毕业生基础理论宽广深厚，专业知识功底扎实，汽轮机改造工作涉及的基础理论、专业基础和专业知识，如工程热力学、流体力学、热力叶轮机械、结构强度等，我都能得心应手，接手的研发工作能够比较快地完成。尤其是掌握的计算机知识，更是如虎添翼。当时，同事们用计算器一个公式一个公式地计算，用表格记录，工作效率低，还容易出错。恰逢单位刚刚引入计算机，会用的人不多。我应用学到的理论和专业知识，逐项编制计算机程序，计算效率高，调整参数也方便，计算机制图也代替了之前在坐标纸上手工画叶型图等绘图工作。领导和同事们发现我善于理论联系实际，有较好的解决问题的能力后，几乎把汽轮机改造项目的核心研发工作都交给了我，热力计算、叶型设计、气动计算、风洞吹风试验、强度结构设计、过载试验、协助制造厂解决试制中遇到的技术难题，等等。我也乐此不疲，不负众望，均能按时按质完成。

在研发工作中，我建立了分流叶栅的热力气动和强度设计理论和方法，在国内首次设计和应用了新型高效后加载宽一窄静叶分流叶栅的叶型和不等距分流叶栅，使125MW汽轮机高压缸效率提高5个百分点，并增加出力；节约标准煤2500吨/台·年。研究成果在六台125MW机组上成功应用，电厂直接经济效益220万元/台·年（按1985年煤价、电价）；自1985年开始应用至今，累计直接经济效益超过2亿元。

1987年，我院执行联合国开发计划署项目“国产200MW汽轮机通流部分现

代化改造”，我负责通流部分热力气动设计和末级叶片振动强度设计校核。项目实施后低压缸效率提高6个百分点，节约标准煤7000吨/台·年。研究成果已在15台200MW机组上应用，居国内领先水平。电厂直接经济效益650万元/台·年（按1992年煤价、电价）；累计直接经济效益超过12亿元。该项目被联合国开发计划署誉为发展中国家执行援助开发项目的典范。

在项目工作中，我通过总结、提炼、归纳，提出了汽轮机现代化改造的理论、方法、原则、技术措施及评价方法，成为我国电力和汽轮机制造行业的指导性方法，至今仍然在国内改造工作中应用，影响广泛而深远。由于我和课题组在电厂汽轮机性能改进中的开拓性工作，20世纪90年代以来，出现了多家以汽轮机改造为主要业务的公司和厂家，主机制造厂也开展改造业务，对我国电厂汽轮机性能的提升起了积极的作用。

2008年，国家发改委发布了国家重点节能技术推广目录，将汽轮机现代化改造列入国家重点节能技术推广适用范围，鼓励汽轮机现代化改造。在当前“双碳”目标下，节能和减排已成为燃煤发电企业发展的两个约束性指标和核心任务。在这个背景下，更彰显了我们工作的重要性。

从理论到工程，解决生产一线重大难题

为电力生产第一线研究解决紧迫问题，为提高运行经济性和安全性提供先进可靠的技术和方法，始终是我们研究开发工作的指导原则。

汽轮机叶片故障占汽轮机故障的较大比例，其中大多数原因是振动疲劳损伤。由于叶片设计方法及评价机理复杂，国内

□ 值年园地

外传统设计、评价方法实质上是对稳定（离心及汽流）应力进行修正的统计评价方法，这些方法不具备反映叶片真实动力特性的能力，不能解释叶片疲劳断裂的基本原因，有很大的局限性和近似性。因此，国内外各汽轮机制造厂家均未能杜绝叶片疲劳断裂事故的发生。

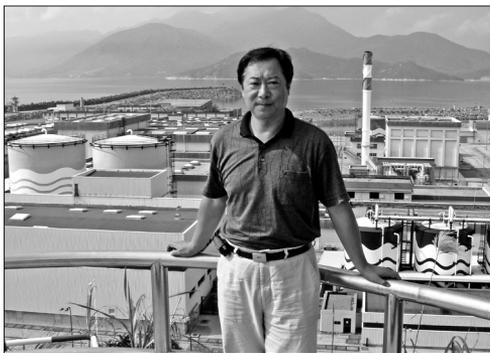
1993年，我主持的课题组，在汽轮机叶片动应力和疲劳寿命研究领域建立了完整的描述叶片弯扭耦合变形的各种类型的有限元模型；解决了直接求解强迫振动方程的难题，创建了定量求解叶片激振力、动应力的理论和方法；创建了调整静叶流道几何参数分布对激振力、动应力进行最小化的理论和方法；建立了反映交变应力、稳定应力、材料特性、运行条件、叶片表面状况、腐蚀介质等因素影响的低周和高周疲劳寿命预估理论和方法。阐明了叶片在哪个部位发生断裂，什么时候萌生疲劳裂纹，以及发生故障的原因，对确保汽轮发电机组的安全可靠运行有着显著的理论 and 工程应用价值。这是汽轮机行业和电力行业迫切需要的技术。同行专家评价这一整套理论和技术体系的学术水平高于国内外先进水平。目前已在国内电力行业和汽轮机行业各容量汽轮机数十种叶片中得到应用，提升了安全可靠性和技术含量，取得了巨大的经济效益。

华能石洞口发电二厂两台600MW机组是我国引进的首批超临界600MW机组，当时约占上海市装机总容量的11%。1994年，1号机组运行约9000小时时发生调节级叶片断裂的重大故障，严重影响了上海市的正常供电。我带领团队立即赶到现场，现场调研、计算分析，运用自主开发的汽轮机叶片动应力特性及寿命评估的

技术体系，分析和确定了故障原因是设计失误。

机组制造方是国际著名汽轮机厂商ABB公司，他们也派专家组由瑞士到达上海。他们经过现场调研，认为故障原因是运行不当。我的团队代表中方与ABB专家组进行了会谈，刚开始双方意见对立，比较僵持。我指出ABB公司汽轮机叶片强度振动设计评价方法实质上是对稳定应力进行修正的统计评价方法，这些方法不具备反映叶片真实动力特性的能力。中方的方法是直接求解强迫振动方程，得到叶片真实动力特性。并提出1号机组存在的问题在2号机组同样存在，我方已经计算预估了裂纹萌生需要的运行时数，指出2号机组调节级叶片已经萌生了裂纹，应当立即停机、检查和处理。

经过你来我往多轮交流，ABB专家组接受了我方的意见，表示把中方意见传回总部，待总部专家评估。再次会谈时，ABB专家组通报了总部传来的意见：同意中方的调查结论，同意2号机停机、检查。2号机组停机后揭缸检查，果然证实了我方的预估，调节级叶片已经萌生了裂纹。我们提供的技术依据为华能公司向国



2006年8月，朱宝田学长在大亚湾核电站

际著名的ABB公司成功索赔了两套高压转子，约800万美元，不仅表明自主开发的汽轮机叶片分析评估技术得到了国际著名厂商的认可，还表明我们的技术比他们更可靠、更先进。接下来，我提出的改进处理方案，缩短处理时间54天，使其多发7.5亿度，新增产值3.08亿元，新增利税5600万元。我们的工作得到华能公司和上海市的高度评价。

2004年，云南某电厂200MW汽轮机发生重大设备毁损解体事故。地方公安进驻现场，电厂领导和技术人员、运行人员压力巨大。面对一堆废钢废铁，我带队通过现场的调研、损坏部件取样、主要失效部件计算和试验研究，对故障原因和故障过程进行综合分析，论证和提出了该汽轮机重大设备毁损解体事故的时间序列，确定了故障征兆及故障发生的时刻，给出了故障重演，指出了故障起因。对电厂提出了完善运行、检修规程，严格执行规章制度的详尽建议；对制造厂提出了改进制造工艺及质检的建议；指导了该型机组的修复和安全可靠运行。通常，设备故障原因分析的结论要得到应用方和制造方同时认可是困难的，但我们的结论意见逻辑完备、实事求是，得到了主管电力公司、发电厂和制造厂的一致认可。

引领先进发电技术的自主设计

IGCC是国际上先进的洁净煤发电技术之一，在燃煤发电中具有效率高、易大型化、环保性能好、能和煤化工结合成多联产系统等突出的优点，是满足我国电力可持续发展的重要发电技术。我担任了“十五”国家科技部863项目“IGCC电站设计集成与动态特性”的首席科学家。参

加单位有清华大学、中科院工程热物理研究所、华北电力设计院、上海发电设备成套研究所等。整个研究工作千头万绪，要完成技术上的自主创新，必须攻克一个个技术难关。我带领团队在IGCC电站系统设计集成和优化技术、IGCC机组运行技术、IGCC燃气轮机和汽轮机关键技术、IGCC电站仿真机等领域的研究中完成了许多国内领先的研究成果，使我国具备独立设计、建设、运行IGCC电站的能力。项目取得的成果直接应用于我国第一台IGCC示范电站——2012年建成投产的我国华能天津IGCC示范电厂250MW机组。

推动我国电力工业可持续发展

电力科技工作者应该以长远的眼光，为国家、为行业规划明天的事。我国的能源结构决定了电力工业以煤炭为主，这在未来相当长时间内都不会改变。但是煤电对环境的影响将制约煤电的可持续发展，并且由温室气体引起的全球气候变暖是未来能源与环境问题中引人关注的难点问题。因此，中国未来电力工业可持续发展的首要任务是要解决煤电的可持续发展问题。

我们知道“斤斤计较”这个成语，然而对电力人来说却是“克克计较”。煤耗率每降低1g/kWh，一台1000MW机组每年将节约标煤5000吨，同时也相应减少了污染物和温室气体的排放。发展大容量高参数超临界和超超临界机组是节能降耗清洁煤电发展的重要趋势之一。

找准了方向和目标，要脚踏实地突破一个个难关。进入21世纪以来，我主持完成的重大课题有：国家经贸委重大装备研制项目“600MW超临界机组研制”之

□ 值年园地

课题“超超临界发电技术开发预可行性研究”“超临界汽轮机可靠性设计技术研究”，“十五”国家科技部“863”项目“超超临界燃煤发电技术”之课题“超超临界机组选型研究”“超超临界机组运行技术研究”，国家发改委重大技术装备研制项目“大型空冷火电机组成套设备研制”之课题“直接空冷机组运行技术研究”，等等。

在“超超临界燃煤发电技术”中，我负责完成了超超临界机组选用参数、容量、高温材料、技术选型与超超临界机组运行技术的研究。科技部“863”课题验收专家组认为：“研究结论既代表国际上超超临界机组发展的先进成熟的水平，又充分考虑了我国当前设计和制造企业通过与国外合作迅速实现本地化的可能性。结论和建议是科学的、合理的，将对我国超超临界燃煤发电技术的发展起到重要的指导作用”。该项研究成果自2006年起在玉环电厂等电厂140多台1000MW超超临界机组应用，这是全球最大规模的高参数大容量清洁煤电机组群。这些1000MW超超临界机组成为我国电力行业最高水平的骨干机组，各项指标均居国际领先水平。与全国平均供电煤耗比，每台1000MW机组节约标煤25万吨/台·年，140台机组每年节约标煤3500万吨。该项目荣获国家科技进步奖一等奖。

我主持承担和完成的重大研发项目还有：1200MW等级高效超超临界发电机组技术论证和专题研究，1000MW超超临界二次再热机组论证，参加单位包括国内主机厂、电力设计院、发电集团公司等。这些项目成果直接支撑和促进了我国首台参数最高、容量最大的1260MW超超临界机

组，我国首批效率最高的1000MW二次再热超超临界机组和660MW二次再热超超临界机组的研发、建设和运行，引领了我国大容量、高参数、高效率超超临界清洁煤电技术的发展。

行胜于言 追求卓越

在电力可持续发展领域，2004年我提出并建立了洁净发电的环境价值和环境成本评价理论和方法，阐明各种发电技术的环境价值和环境成本，首次提出绿色电能的概念，建议在我国电力市场中引入清洁发展机制，形成激励洁净发电技术发展，受到同行专家的高度评价和认可，对电力可持续发展有指导意义。

我们的研究紧密结合电力工业生产实际，哪里有发电厂，哪里有技术上的需求，哪里就有我们的心血、汗水和智慧。我的团队还为电力工业研究开发了多项前瞻性的新理论、新方法和新技术。1982年至2021年，40年间我出差500多次，累计3100多天，年均有80天。全国各地的发电企业都留下了我忙碌的脚步和身影。

我培养的多名博士、硕士研究生在毕业后很快成为业务骨干。我曾受邀进行专题讲座和培训授课数十场。邀请的部门和单位有国家人事部、中国电力企业联合会、中国华能、大唐集团、华电集团等能源集团公司，各地电力局、电力研究院、发电厂、汽轮机制造厂、大专院校，等等。我结合科研工作和成果编制了数十部反映国内国际先进技术、内容新颖翔实的PPT演示文稿，讲座和培训授课图文并茂，不仅介绍电力工业前瞻性的新理论、新方法和新技术，还紧密结合电力工业生产实际，介绍了电力生产第一线急需的关

键技术，深受各方欢迎。

我负责组织、指导和参加完成国家重点技术开发项目、“863”项目的论证和编写：大型超临界火电机组关键技术、大型空冷机组关键技术、燃气轮机国产化、火电大机组安全经济稳定运行、中长期电力发展规划等。这些具有前瞻性、指导性的技术文件已列入国家发改委、国家科技部发布的《国家重点技术开发指南》《国家中长期电力发展规划》等。

40年来，我们的研究工作取得的许多成果具有突破性、开创性、奠基性和重大科技价值，多项成果得到大规模应用，大大提高了我国发电机组的经济性和安全

性，取得显著的经济效益和社会效益，为国家节能减排战略、为电力工业的科技进步做出了贡献。国家也给了我很高的荣誉：国务院政府特殊津贴的专家，全国劳动模范，中国电机工程学会会士，庆祝中华人民共和国成立70周年纪念章。

从20世纪80年代我国电力短缺、停电限电的状态，到2010年我国发电装机容量和发电量超越美国成为世界第一，再到我国建成了全球规模最大的清洁煤电系统，居国际一流水平。这里有包括我在内全体电力人的奉献和汗水，每想到这里，都感到无比的骄傲和自豪。我想，这也是一个清华人应有的追求。

2022年4月

清华——刻骨铭心的力量

○ 齐建会（1987级建筑）



齐建会校友

现在有个常听到的说法：出道即是巅峰。这基本上是调侃的味道，不过，这个词用在我身上似乎也不过分。1987年我刚迈进清华园，就听到大喇叭里在说：今年全国理科状元考进清华建筑系。迎新的大会小会都在说这件事，我受到了从未有过的关注，成了大家眼中的“巅峰”。不过随后的经历，确实再没有那样的高光时

刻，而且，很快就跌到谷底。

因为从小患慢性肾炎，这种病没啥好的治疗方法，就是控制不要走到肾衰的地步。那时候根本不知道问题的严重性，几乎和大家一样熬夜，又长期坚持长跑，到了四年级上半学期，终于走到了肾衰竭的地步。那半年多，天天没有胃口，上楼梯觉得很累，稍微过劳，就浑身疼痛，甚至会出现呕血不止去看急诊。最严重时，根本吃不下饭，吃了就吐，整天昏沉沉的，鼻子流血止不住。实在熬不住了，去校医院检查，医生当即下了特级护理的通知，躺在病床上不能下地，护士每隔半小时来看看我的气息，是不是还活着。那时候校医院还很简陋，很多检查做不了，他们连夜把我转到北医三院，马上确诊CRF（终末期肾功能衰竭），但没有床位，只好先