



蔡睿贤

(1934年2月5日—2014年10月4日)

杰出的能源动力科学家、
中国科学院院士

序:

2019年春,正值蔡睿贤院士诞辰85周年纪念,中国科学院分布式供能与可再生能源实验室的同志们编撰了纪念蔡睿贤先生八十五华诞纪念册,从不同时期和层面反映蔡老师人生经历、科技贡献和人格魅力,展现了蔡老师质朴光辉的一生和睿智执着的高大形象。蔡睿贤院士为我国能源动力事业和工程热物理学科发展倾尽毕生心血,他潜心科研,躬耕教育,为人谦和,正直风趣,为后辈科研人员留下了一份厚重的精神遗产和学术遗产。本文精选纪念册中部分内容,因篇幅所限,仅是浮光掠影,忆海拾贝,旨在追忆前辈风范,勤勉后学奋进。

心系能源情牵燃机 名实相符睿而贤

——纪念蔡睿贤院士诞辰85周年

张 娜,金红光,林汝谋

(中国科学院工程热物理研究所,北京 100190)

蔡睿贤院士简历

1934年2月5日生于广东汕头。1956年毕业于交通大学动力机械系,1956—1972年在清华大学动力机械系燃气轮机教研组任助教、讲师,1972—1978年任长春机车厂设计科工程师,1978—1979年任中国科学院力学研究所副研究员,1980年开始在中国科学院工程热物理研究所工作,历任研究员、室主任、副所长、所长,1991年当选为中国科学院学部委员(院士)。1994—2002年兼任国家自然科学基金委员会工程与材料科学学部主任。曾任全国政协常务委员及教科文卫体委员会副主任、中国民主促进会中央委员会副主席,还任中国工程热物理学会理事长及《工程热物理学报》主编,中国动力工程学会常务理事,全国能源基础与管理标准化委员会主任委员以及国际吸气式发动机学会(ISABE)执行委员会委员、国际燃气轮机学会(IGTI)叶轮机械委员会委员、国际工程热力学与能源利用系列会议(ECOS)学术委员会委员、国际《Energy》等学术期刊

编委。蔡睿贤院士长期从事工程热物理学科基础理论和动力机械研究,主持完成了一系列国家重要科技项目,在工程热物理学应用基础研究与燃气轮机自主研发、以及国家能源领域规划与战略研究等方面做出了重大贡献。蔡睿贤院士热心教育、辛勤耕耘,在清华和中国科学院工作期间培养出大批我国能源与动力领域的优秀科技骨干。

蔡睿贤院士1987年5月加入中国民主促进会,长期担任民进中央的领导工作。多年来,他认真履行职责,积极参与议政,积极参加全国政协组织的提案办理专题调研活动,为坚持和完善中国共产党领导的多党合作和政治协商制度,巩固和扩大最广泛的爱国统一战线,做出了积极贡献。

蔡睿贤院士睿智严谨、勤奋执着,以国家需要为己任,将毕生精力倾注于我国能源动力事业。党和国家以及国内外科技界同行对他的辛勤工作和所作贡献给予充分肯定和高度评价,荣获国家和省部级科学技术奖以及何梁何利科学与技术进步奖等。

1 教书生涯,创建清华燃气轮机教研组

1956年蔡睿贤先生从上海交大毕业,正值清华大学组建燃气轮机教研室,急需动力领域的人才。当时交大就从约30名涡轮机毕业生中分配了5名,他们是潘甦民、巢以明、郭达进、蒋式琰和蔡睿贤。这5位连同清华毕业的焦树建、睦杭生等共9位助教,再加上一位国际知名教授吴仲华先生,就是全部燃气轮机专业的班底。1956年秋专业和教研组面临紧急的教学任务,然而9人之中没有一人是正规学过燃气轮机的。形势所迫,一方面尽量向外单位借聘一些有能力的资深老师来指导,来临时顶替教学工作。这其中就有交大的沈炳正先生和北大的孙天凤先生来给头两届的学生上课并指导专业建设。与此同时另一方面加紧培训9位助教,每位都分配了专攻的课程,目标是一两年后就能独挡一面。就这样焦树建老师分工燃烧,蔡老师分工透平。

1957年吴仲华先生主讲热7班燃气轮机概论课,让蔡老师当辅导,有幸成为世界知名科学家吴仲华国内首次授课的助教;1959年他开始主讲叶轮机机械原理等主课。这样,他在清华固守了三尺教台十六年,培养出一大批我国燃气轮机科技骨干。

在清华,蔡睿贤遇到影响自己一生最大的老师——世界知名科学家吴仲华教授,并任他首次授课的辅导助教。吴仲华院士是世界著名工程热物理学家,叶轮机机械三元流动通用理论的创始人,工程热物理学科创立者。约半个世纪岁月,蔡老师始终是这位科学大师的助手。在清华,吴先生是名教授、教研部主任,而蔡老师是他的助教、教研组秘书;1978年以后在中科院,蔡老师还一直是吴先生在科研和所务上的左膀右臂。长期频繁相处共事,与吴先生结下了深厚的不解之缘。他在清华工作期间及以后在完善和发展吴仲华教授的体系中发挥了重要作用。包括前面已提及的组织校对吴先生的名著“燃气热力性质表”,另外还在叶轮机机械气动热力学方面全面发展了吴仲华创立的中心流线法等。

1980年,吴先生在中央书记处举办科学技术讲座的讲课《中国的能源问题及其依靠科学技术解决的途径》中,提出解决我国能源问题的战略构思,对

相关决策一直产生重大影响。而在这段期间,蔡老师都在帮助组织准备材料,讲课时还亲自操作为吴先生放投影片。另外,蔡老师多次陪同吴先生到国内外参观访问。还经常陪同吴先生到油田、制造厂等生产一线搞调研、提建议和讲课等,从科学高度热情宣讲,积极推动我国燃气轮机发展应用。

2 工程实践,研发燃气轮机机车

上世纪七十年代初,在我国长春和南京汇集了大批燃气轮机科技精兵强将进行两大地面燃气轮机自主研发会战。南边是由原机械部组织的1000 kW燃气轮机南京大会战;北边则是由原铁道部与机械部联合组织的4000马力机车燃气轮机长春大会战。这两个会战都成为我国地面燃气轮机发展史上的里程碑。1972年底,蔡老师从清华调到长春机车工厂,机车厂要蔡老师去就是为了搞燃气轮机机车的,厂内原来没有学燃气轮机出身的工程技术人员,而他在大学毕业后就参加了我国大学第一个燃气轮机专业的筹建,算是这一行正宗专业人员。

燃气轮机的技术工作复杂、且分工很细,而蔡老师比较熟悉的是其中叶轮机机械气动力学部分,其它也没太多接触。但他凭借扎实的理论基础边干边学,对总体循环核算、自动调节、结构设计和加工安装等都有些建树。由于工厂专业人员缺乏,蔡老师默默承担了大量常规技术工作,并认真核对相关设计计算。

从1975年12月第一次点火成功到76年12月加到满负荷,经过了艰苦卓绝的努力,长春的机车燃气轮机先后做了82次正式试验,10次揭缸,重做了一个转子,测量了10万个以上的各种数据,解决了压气机提前喘振等科技关键问题,相当完满地测定了机组的外特性曲线和压气机的特性曲线,并完成正式热力性能试验与48小时连续运行试验。到1977年底燃气轮机车就行驶在铁路干线上,承担货运和客运的牵引任务。蔡老师作为主任工程师参与组织燃气轮机研制,组织重大科技问题的攻关,脚踏实地做了大量科技工作,为成功研制燃气轮机机车做出重要贡献。

新型燃气轮机研发过程常常需要破解许多重大科技难题。例如,在机组造好进行调试不久,就立刻

发现该机组的压气机气动性能有很大恶化,极易喘振(机组调试过程压气机曾发生过30多次喘振),令参加设计的人员都困惑不已。尽快破解这个问题,就成为机车研制的关键。蔡老师本来就是气动热力学的专家,自然也成为该重点攻关任务的科技骨干。这些地面燃气轮机精英们夜以继日工作着,排除一个又一个故障的嫌疑点,经过不懈努力,终于发现了实用燃气轮机机组中压气机内围带环对压气机流动不稳定性与喘振的影响(此现象到本世纪在国际上仍未有完满的解释),即首创发现了多级轴流压气机的内环气动效应,从而破解了压气机喘振的难题,保证机车顺利研制成功,并对国内后来多种型号燃气轮机装置的调试也起了重要作用。

还有,转子是燃气轮机的关键核心部件,其强度结构设计对机组的安全运行至关重要。蔡老师发现了原所用的转子强度计算方法之不宜,还论证了原来转子强度计算办法不当引起的转子变形,提出了新的办法与新的设计,保证机组运行安全。

总之,蔡老师参与集体首创发现了多级轴流压气机的内环气动效应,从而破解了压气机喘振的难题。另外,他还提出了转子强度计算新的办法与新的设计等。经过参加研发人员和单位的七年共同努力,长征2型燃气轮机车研制成功,并于1978年3月召开的全国科技会议上,获中华人民共和国科技成果奖。

3 潜心科研,心系燃气轮机

蔡睿贤院士长期从事工程热物理学基础理论和动力机械研究,主持完成了一系列国家重要科技项目,包括国家攀登B计划、973和863计划、自然科学基金重大项目及国际合作项目等大量国家科技项目,在能源转换利用和总能系统理论等研究领域有重大进展和创新成果,在工程热物理学学科发展与燃气轮机自主研发、以及国家能源领域规划与战略研究等方面做出了重大贡献。他全面而深刻地理解当今世界能源动力领域研究前沿热点和关键问题,作为领军科学家多次参与国家能源动力领域科研项目的顶层设计和战略研究,主持《国家基础研究“十五”计划和2015年远景规划》能源科学调研和S-863计划能源领域软科学以及中美两国四院

能源领域等战略研究等等。

上世纪五十年代初,作为叶轮机械三元流动理论创始人吴仲华先生的助手,他全面发展了吴创造的中心流线法(是当时国际上唯一能高效计算可压缩流透平叶栅的方法,曾获五十年代的国家自然科学二等奖),使其计算速度与准确度均有数量级的提高,并且论证此法还可以扩展用于压气机叶栅、轴对称流道及低跨声速叶栅中去。此发展后来在“文革”期间也被西方所引用。他还指出原叶轮机械三元流动理论还应补上一个环壁约束条件,并且推导出其简明公式。在原中心流线法工作基础上进一步发展的二元、三元级数解等相关成果还荣获1986年中科院科技成果一等奖(蔡为第一获奖人)。另外,在上世纪九十年代初他给出了当时最完整的对转涡轮成套基本分析。

蔡老师率领自己研究团队依托国家重要科研任务,持续几十年对能源动力系统和热力循环进行研究,获得重大进展。在总能系统新概念和热能的梯级利用原理、系统理论建模、热力学分析新方法和评价准则以及系统集成与设计优化新体系等方面都有创新性成果。在评价热力系统研究方面,他特别重视评价准则问题,提出不同形式能量的不等价性理论和价值比值概念,这是评价准则研究中一个核心科学问题,具有普适性意义,还相应提出了一系列崭新的合理准则,从而创建了基于能质理念的评价准则与热力学分析学说体系。

燃气轮机系大国之重器,国家科技综合水平的标志,与国家经济发展、国家安全以及环境保护等密切相关。蔡老师为我国燃气轮机事业殚精竭虑了近半个世纪,作为领军科学家多次参与燃气轮机有关的项目顶层设计和战略研究。鉴于燃气轮机为多种高科技系统集成、科研投资大、研制周期长等固有特性,非专业人员常常很难理解发展燃气轮机的复杂性和艰巨性。蔡老师珍惜每一次机遇,全力以赴去阐明与说服,积极争取把燃气轮机项目列入相关国家计划。

1981年他和吴仲华及徐建中院士等参与国家机械委、科委、国务院国防工办领导成立的燃气轮机应用研究小组工作,在对国内外燃气轮机发展情况进行全面调研与研究的基础上,提出我国发展地面

燃气轮机的规划设想和实施建议。

1994年,他被选为国家科委等六个部委领导下中国IGCC科研组成员。蔡老师作为学术带头人,参加了许多IGCC重要科研项目,如“八五”IGCC攻关专题“整体煤气化联合循环发电示范项目技术可行性研究”,“九五”国家重点科技(攻关)计划整体煤气化联合循环(IGCC)关键技术项目以及863计划“IGCC电站系统优化集成技术”课题等。1996年在国家科学技术委员会、中国科学院和美国能源部等支持与主办下,他参与了“整体煤气化联合循环技术(IGCC)”中美专家报告的论述研究,执笔“IGCC是中国发展高效率、低污染、少用水燃煤电站的一项高新技术”论述报告。这些在国内外都产生了积极影响。

1996年科技部组织全国有关专家紧急成立S863计划软课题组(能源领域),任命蔡睿贤院士为组长,开展S-863计划软科学研究能源技术领域发展战略研究,旨在为制定21世纪国家高技术研究发展规划决策做准备。经过大量分析研究与专家论证,1999年完成了“能源技术领域发展战略研究”。报告确定S-863计划能源领域4个主题与12个专题,而其中燃气轮机、联合循环系统集成与示范、燃料电池发电系统、高温气冷堆高温工艺热应用技术以及中低温余热利用技术等专题都与燃气轮机直接或间接有关。

1999年按照《国家基础研究“十五”计划和2015年远景规划》工作的部署,国家自然科学基金委员会成立《国家基础研究“十五”计划和2015年远景规划》能源科学学科调研组,蔡老师为组长。以他为首专家组的调研报告,后来列入国家科学技术部和国家自然科学基金委员会组织出版的中国基础学科发展报告(能源科学部分),这是一个“十五”期间国家发展基础学科(与燃气轮机有关的)的指导性文件。

另外,他还怀着炽热的爱国心大声疾呼要特别重视“燃气轮机本土化”。在“十五”计划中,重大装备本土化备受国家和相关政府部门的重视,其中燃气轮机本土化作为重点实施项目之一,被提升到一个前所未有的高度。他在感到欣慰的同时,也表示

了对国产燃气轮机产业振兴的一些忧虑。他说,我国燃气轮机的发展在20多年前曾经只落后于先进国家10-15年。然而由于历史的原因,近年来这一差距不仅没缩小,反而在加大。虽然现在国家开始重视了,但仍然存在投入少、人才少的尴尬局面。作为一种大型的动力装备,燃气轮机是各种动力领域必不可少的重要设备。在西电东送和西气东输两大工程中,燃气轮机的作用举足轻重。蔡老师说,这两大工程为燃气轮机产业的发展带来了历史机遇,必须在国家的支持下,集中产、学、研等各方面的力量,掌握先进燃气轮机开发与制造技术,从根本上建立我国燃气轮机产业,实现本土化的目标。

4 荣誉与缅怀

长期以来,蔡老师及其科研团队为我国能源动力科学技术发展做出了重大贡献,在国内外学术刊物和国际会议上发表学术论文近千篇。党和国家及国内外科技界同行对他的辛勤工作和所作贡献给予充分肯定和高度评价,多次荣获国家和省部级科学技术奖,包括国家级与省部级奖励数十项(含国家自然科学奖),并获得何梁何利科学与技术进步奖等,还多次受到国家领导人的亲切接见。

几十年的风雨历程,早已使他养成了荣辱不惊的处世之风。他是平凡的,他觉得只是做了一个有良知的科学家应该做的事;他又不平凡的,几十年的坎坷人生和在科学领域的不懈追求历程,以及意趣横溢、喜爱自嘲的风度,足以写出一本厚厚的传记。蔡睿贤院士热爱祖国、热爱人民、崇尚科学,以国家需要为己任,将毕生精力倾注于我国能源动力事业,做出了卓越贡献,在工程热物理应用基础研究、燃气轮机自主研发、人才培养以及国家能源领域规划和战略研究等方面都有重大贡献与学术成就。党和国家以及国内外科技界同行对他的辛勤工作和所作贡献给予充分肯定和高度评价。他的杰出成就,永远是我国能源动力科教事业的宝贵财富。他的高尚品格永远值得我们学习和怀念!他的思想、精神和品德,将激励我们在科研和人生道路上不断开拓、奋进。