



# 王仲奇

热力叶轮机专家

■ 王仲奇 Wang Zhongqi

中国工程院院士

Academician of Chinese Academy of Engineering

哈尔滨工业大学教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of Harbin Institute of Technology

☞: 据了解,您领导的课题组目前在进行吸附式压气机、气热弹耦合计算等方面的研究,请您谈谈这些前沿设计技术在国内外的研究进展。

**王仲奇:** 前沿技术还是2个方面。原来热和弹性没考虑,只是考虑了气动,计算肯定就不准,与实际工作情况差别较大,这就影响机器效率的提高。所以,后来把气、热和弹性一起考虑,对叶轮机械气流流动的认识更为真实。以后,如果考虑到气流分离,不是单相的,而是双相的。像汽轮机低压级就是不断地按实际情况来算的,原来没法考虑的现在考虑了,气热弹性是一个,双相流是一个。航空发动机也算一个,里面有些小颗粒,将来也会考虑,现在不用考虑。将来随着计算方法和计算手段的发展,这些都要考虑进去。不断地接近实际,但越接近实际越难。考虑黏性已经是好多年了,但现在考虑黏性设计出来的与实际情况差别还是很大的,不能用考虑黏性得到的数据用于设计和制造,因为现在的误差还太大。只能是对设计出的机器,考虑黏性对其进行分析。有的不考虑黏性,但考虑损失,那更难。叶轮机械或发动机,在研究上越来越接近实际了。有了好材料,温度可以提高,效率就提高上去了。但那不是设计的事情,而是涉及到材料的问题。如果冷却水平更高时,同样的材料温度可以提高,那么就是循环的问题,而不是气动的问题。

从国外来看,气热弹的研究是热门的,从冷态到热态,从强度上看,热了变形就大了,角度相差很大,所以要考虑这些,否则,流量、功率等数据就会有错误。

☞: 弯扭叶片都在哪些叶轮机械中得到应用? 目前在航空发动机设计方法中有哪些新的发展?

**王仲奇:** 中国的汽轮机行业主要有三大基地。三大汽轮机厂均掌握了弯扭叶片技术,在现有大功率机组上

都得到了应用;在航空领域,在几个型号飞机发动机的涡轮上已经有了多年的应用经验,并在其他型号的设计中开展了探索研究;在航天领域,在一些导弹发动机、火箭发动机上也应用了弯扭叶片,效果也很好;在一些舰艇上也进行了一些探索性应用研究。

弯扭叶片技术在国外航空发动机的应用比较普遍。据我所知,最早应用在RB211发动机上,如空客A320、MD90等飞机所配装的发动机V2500涡轮上都用到了弯叶片。因为弯扭叶片的概念已经比较清楚,增加了设计自由度,靠叶片弯,叶片弯的目的是叶片与气流的作用力,使流场的分布更加合理。

☞: 未来的叶轮机械设计应该着重在哪些方面进行研究和发展的?

**王仲奇:** 叶轮机械是很复杂的、高技术范畴的机械,涉及到气动、热力、强度和控制在很多方面的问题。我认为在气动方面的研究可以分为2类:第1类是对叶轮机械进行认识,气体流动客观上是三维的、有黏的、非定常的,如果是燃气轮机,有的还带冷却、传热,如果里面的气流速度很高(如跨声速)的话,跨声速的更为复杂,比亚声速复杂。气体流动是三维的、有黏的、带分离的、跨声速的、带激波的等等,形成极其复杂的流场。

现在,包括中国在内的世界各国对叶轮机械气流流动的研究,首先是认识叶轮机械(发动机)的流动规律和现象。过去,由于受技术

手段的限制,研究时把叶轮机械的流动大大简化:本来是三维的,但过去没有计算机,只有计算尺,研究时只能按一维算;本来是黏性的,在附面层里面分离,研究时看成是无黏的;本来是非定常的,每一点的速度和压力都在不断地变化,研究时认为是定常的。在客观上无法采用技

**王仲奇** 院士: 热力叶轮机械专家。毕业于哈尔滨工业大学。1960~1962年在莫斯科动力学院学习,并获苏联科学技术副博士学位。现任哈尔滨工业大学能源学院推进理论与技术研究所教授、博士生导师。1997年当选中国工程院院士,2005年起兼任哈尔滨工程大学教授。

通过大量的试验研究和数值计算创立的“边界层径向迁移理论”和“叶片弯扭联合气动成型理论”已被国内外同行公认。并且已应用于国产600MW、300MW、200MW汽轮机,航空发动机,飞航式导弹发动机和火箭发动机主涡轮泵的涡轮上,产生了巨大的经济效益和社会效益,并为国防现代化作出了重要贡献。王仲奇于1993年获国家自然科学二等奖;同年获光华科技基金特等奖;2001年获国家科技进步二等奖。在国内外学术刊物上发表学术论文300余篇,出版《透平机械原理》、《透平机械三元流动计算及数学和气动力学基础》等多部著作。培养研究生80余人,学生中有多人已成为研究所、高校和工厂的业务骨干,其中有20余人晋升为教授,10余人被评为博士生导师。



术手段描述时,只能大为简化,但越简化离实际气流流动越远。随着相关技术的进步和对叶轮机械中气流流动认识的提高,对其描述越来越客观地接近实际。对气流流动的研究计算,从一元到二元再到三元,从定常到非定常,从无黏的到有黏的,改变了脱离实际的设计体系,所以其设计效率在逐渐提高,从而使设计能力提高。(采访 七丁 责编 依然)