

## 舰船燃气轮机的现状与发展趋势

□ 金介荣 金 琰

自英国皇家海军于1947年在MGB2009高速炮艇上试装Gatyolik燃气轮机以来，至今已有近50年的历史，由于燃气轮机与其它动力装置相比，具有功率大、尺寸小、重量轻、机动性强，采用箱装体结构可快速更换等优点，因此很快风靡各国海军，历经60年代至80年代的高速大发展时期，至今已有约40余个国家和地区的海军选用燃气轮机，最具代表的为英、美、俄等国。英国率先于1967年宣布水面舰艇采取全燃化动力政策。据考察，前苏联也在这期间迅速走上了燃气轮机化的道路。美国则以LM2500装于大批量DDG 963导弹驱逐舰为契机，一跃而成为世界船用燃气轮机的装机大户之一。时至今日，船用燃气轮机的应用范围日趋广泛，大到轻型航空母舰、巡洋舰，小到快艇、气垫船；从水面战斗舰艇到军辅船，进而到民用船舶，船用燃气轮机都成为令人青睐的动力。在大中型水面舰艇上，船用燃气轮机当属一支独秀。据统计，在1981~1990年十年内，世界各国建成的大中型水面舰艇共计约350艘，其中采用全燃主动力的有157艘，占总数的45%，采用柴燃联合动力装置有110艘，占总数的31%。这样，燃气轮机在大中型水面舰艇主动力的覆盖率已高达76%，远远不是其它类型动力可以比拟的。看来，燃气轮机已成为水面舰艇的首选方向，装用燃气轮机已成为水面舰艇主动力装置现代化的极为重要的标志。下面介绍舰用燃气轮机应用特点及发展趋势。

### 1. 建立、巩固基础机型，发展一机多用、军民共用技术

由于燃气轮机技术复杂，因此各国都非常注意技术、结构的继承性，采取多试少制的方针，极为注意基础机型的建立与发展，如70年代问世的LM2500机组至今仍称霸世界船用燃气轮机市场。据不完全统计，至1991年底，美国海军累计装船119艘，装机总功率达5313MW(723万马力)，各国海军订购LM2500达到782台，已装舰使用705台，用于24国海军的305艘水面舰艇上，其专利已转让日本、德国、意大利等国，LM2500机组继续向船用工业一体化推进，并及时采用STIG等高新技术进行完善和改造，从而极大地拓宽其应用领域并延长其市场寿命。

### 2. 各国技术经济实力制约着燃气轮机动力装置的选型

水面舰艇燃气轮机动力装置的选型，不仅要满足战术技术要求，而且受到本国技术经济实力的制约，从而形成各自的风格。如美国、俄罗斯、英国的舰用燃气轮机实力很强，美国以LM2500为基本机型，以COGAG方式用于“提康德罗加”级导弹巡洋舰、“伯克”级导弹驱逐舰、“斯普鲁恩斯”级导弹驱逐舰和FFG7~61护卫舰上，而英国由于有较高性能的太因RMIC巡航燃气轮机，因此多采用COGOG方式，以2×奥林普斯TM3B(或SpeySMIC)作为加速机组，而德、法、意、日等国，由于本国柴油机基础雄厚，则多采用CODOG方式。服役机组型号少，则维修、保养、更换所带来的好处是自不待言的。

### 3. 多试少制、注重技术的发展和突破

各工业发达国家以雄厚的资金为后盾，按照多试少制的原则，设计并研制出许多新一代的高性能燃气轮机，如LM1600、LM6000、FT8等机组，其中LM6000成为世界上迄今为止第一台简单循环燃气轮机热效率超过40%的机组。

### 4. 前苏联独特的技术风格与技术途径，引起人们的注意和深思

(1)COGAG运行方式及独特的交叉传动装置。利用独特设计的交叉传动装置和COGAG运行方式，功率分配在两个螺旋桨上，既可使舰艇在全速时整个装置投入工作，也可仅一台发动机工作，提高了动力装置的可靠性和生命力，同时满足了动力装置在巡航或低负荷下经济性指标的要求。

(2)COGAS循环实船应用获得成功。COGAS技术成功地完成了实船应用，其经验令人深思，如在“光荣”级导弹巡洋舰中，成功地采用2×ГТД1600级(ДЖ59)+ГТД8000COGAS作为主动力，满足最大航速及巡航经济性的要求。

(3)独特的倒车技术。采用倒车涡轮技术和定距桨，定距桨控制简单，机动性好，成本低，且推进效率高于变距桨，机组结构尺寸有所增加，功率损失为5%~7%。

(4)一直保持着专门船用燃气轮机设计的技术途径，兼顾高性能航空发动机的改装，并大力向工业领域推进，达到长寿命和很高的可靠性。

### 5. 高新技术的复杂循环成为当今燃气轮机领域的研究热点

尽管过去的10余年里，世界主要工业发达国家仍在继续从气动、材料、冷却技术、结构设计及制造技术等多方面入手，致力于研究发展新一代高性能燃气轮机，并取得了显著的成绩，速度虽然比预期的要慢一些，但是随着对节能、环保的要求越来越高，使人们再一次注意复杂循环的研究，以期较大幅度提高燃气轮机装置的性能。

(1)舰船用ICR燃气轮机研究方兴未艾。ICR在热力学上的优点早被人们所知，在船用燃气轮机发展初期，英国罗—罗公司便进行过RM60ICR实船试验。ICR技术再次成为热点始于80年代中叶，美国海军于1985年10月与罗—罗公司及通用电气公司签订合同，研究SMIC—ICR和LM1600—ICR，1992年罗—罗公司和美、德等国公司成功地进行了WR21投标，美国海军拟选择它作为新一代推进系统，作为驱逐舰的备选动力。WR—21功率19.7MW(26400马力)，其耗油率为200kg/kW·h，该循环变工况性能甚佳，其50%负荷下油耗指标仅增加4.15%，由于热交换器和间冷器技术的突破，箱装体尺寸指标仅为8.08×2.64×4.83米。

(2)美、英、日、德、俄等国竞相研究STIG技术。自美籍华人程大犹先生于1976~1981年提出双工质平行

复合循环热机一系列专利以来，短短十几年，STIG技术已走完基础研究、先期技术开发和工业实际应用阶段，现已达到全面商业化阶段。我国亦在进行船用STIG技术的探索。

(3)其它复杂循环(HAT等)被提到研究日程。从最近几届国际燃气轮机学术会议上可以看出，除ICR和STIG外，其它复杂循环也被提到研究日程上来，在工业领域，蒸燃联合循环有很大的发展。据不完全统计，到1990年底，已投入运行的烧天然气联合循环机组的总功率为14019MW，而1991~1996年投运的新机组容量总和则可达27400MW，若将烧油的机组加进去，数量更为可观。尽管IGCC等实用进展比预期的慢一些，但是集洁净煤技术和高效总能系统相结合的燃煤联合循环技术仍是能源界关注的热点，卡里那循环正在处于工业示范阶段，HAT循环、ABC循环都被提到研究台面上来。

#### 6. 船用燃气轮机调控技术迅速发展

传统的机械液压式调控系统虽然仍在采用，但作为技术发展阶段已结束。调控技术的发展主要表现为两个方面，其一是电子——液压控制系统，它既保留了机械液压的成熟技术，又加入了先进的电子监控保护部分，使用效果很好，如LM2500即采用此种控制。另一是数字电子控制，即全权限数字控制技术，近年来发展迅速，已进入使用阶段，具有极大的发展前景，船用FT 8亦采用此种技术。它使用Netcon5000为主机、MOE专用语言和光纤通讯技术，功能包括动力涡轮控制、高低压转速调节、可转导叶和放气阀控制、间隙自动控制、加减速控制等。

[选择本期文章题目](#)



**MSEO**

