
世界燃气轮机手册

SHIJIE RANQILUNJI SHOUCHE

《世界燃气轮机手册》编委会 编

航空工业出版社

世界燃气轮机手册

《世界燃气轮机手册》编委会 编

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本手册收录了世界各国燃气轮机公司生产的工业、舰船推进燃气轮机，内容涉及 10 个国家 35 家公司的 95 个轻型、重型及微型燃气轮机型号（系列）。书中逐台简要介绍了燃气轮机用途、产量、价格、研制概况以及性能参数等。

本手册主要供燃气轮机开发管理、科研、生产和教学部门了解和分析国内外燃气轮机性能和技术特点时参考，也可供燃气轮机使用部门选择电站、泵站、压缩机站或舰船推进动力时使用。

图书在版编目 (C I P) 数据

世界燃气轮机手册/《世界燃气轮机手册》编委会
编. --北京:航空工业出版社, 2011. 7
ISBN 978 - 7 - 80243 - 755 - 5

I. ①世… II. ①世… III. ①燃气轮机—世界—手册
IV. ①TK479 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085373 号

责任编辑: 刘艳芳 封面设计: 王 楠

世界燃气轮机手册
Shijie Ranqilunji Shouce

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京印刷学院实习工厂印刷

全国各地新华书店经售

2011 年 7 月第 1 版

2011 年 7 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 27

字数: 591 千字

印数: 1—2500

定价: 120.00 元

《世界燃气轮机手册》

编委会

主 编	胡晓煜			
副主编	方昌德			
主 审	侯晓春			
责任编辑	刘艳芳			
编写人员	胡松岩	胡 军	胡 海	晏武英
	任光明	杨 阳	杨筱华	陈 黎
	侯晓春	李孝堂	李雅峰	郑定泰
	尹家录	张义农	陈 亮	欧永钢
	安 山	金 戈	马凤柯	任立新
	张 轲	张东林	赵永建	沈 虹
	李秀祥	郑天慧	李兆庆	郭 琦
	王巍巍	张东宝	李东海	常小榕
	杨光耀	陈立德	朱新国	张 征
	张梅梅	景小燕	彭建军	吴 航
	王启江	孙东文		

前 言

燃气涡轮发动机于 20 世纪 30 年代后期间世，最初在航空领域获得了迅速发展和应用。之后，逐步应用于非航空的电力、能源、交通、石化等行业，用于驱动发电机，石油、天然气管道输送，石油开采，舰船动力和车辆动力等。经过半个多世纪的发展，燃气轮机在美国、英国、日本、加拿大和俄罗斯及其他国家大量使用。

燃气轮机是典型的军民两用高科技产品，对国防建设和国民经济发展具有重要影响，目前，燃气轮机技术已成为一个国家工业基础和科技水平的重要标志之一，是提升航空动力产业和促进航空工业进步的重要原动力。

燃气轮机通常分为轻型和重型两大类。轻型燃气轮机是指在航空燃气涡轮发动机基础上，根据工业与船用动力需要发展的燃气轮机。目前已发展了三代，简单循环的效率已超过 40%，单机功率已超过 4 万千瓦，联合循环效率已超过 50%，具有轻巧灵活、起动机快、维修方便等优势，广泛用于应急/备份电源，舰船、坦克、机车和泵站的动力。但轻型燃气轮机与重型燃气轮机相比功率偏小，对燃料要求高，价格也略高。重型燃气轮机是为地面发电用途专门研制的燃气轮机，其发展充分借鉴了航空发动机的技术，目前，重型燃气轮机的单机功率已超过 22 万千瓦，简单循环效率已超过 35%，联合循环效率已超过 55%，广泛用于大型基本负荷发电。重型燃气轮机可采用劣质燃料，价格便宜，但是体积大、笨重、简单循环效率相对低。

国内从事燃气轮机教学、科研、生产、使用的单位和人员众多，非常需要一本全面介绍世界燃气轮机产品的书籍，因此，我们组织有关人员收集和研究了大量的国内外现役和在研燃气轮机产品资料，编写了《世界燃气轮机手册》。

本手册收录了 10 个国家 35 家公司的 95 个轻型和重型燃气轮机型号（系列），也包括部分微型燃气轮机。这些燃气轮机主要是目前在役和

在产的燃气轮机，也有少量虽已停产但用量仍较多，或是在燃气轮机发展史上比较有代表性的燃气轮机。

本手册针对每种燃气轮机，首先给出产品的典型结构图或外形图。然后分4部分介绍：第一部分是一般情况，包括生产商、结构形式、功率范围、现状、产量、用途和价格；第二部分是研制概况，详细介绍其研制过程、研制中采用的先进技术、设计特点、研制费用、翻修寿命、改进改型情况、目前的装备情况以及未来的市场预测；第三部分是结构和系统，详细介绍燃气轮机各主要部件的结构特点以及所采用的工艺、材料和新技术等，适当介绍进排气系统、控制系统、传动系统、燃油/滑油系统和起动系统等；第四部分是技术数据，包括主要性能指标、循环参数、几何尺寸和重量等。本手册为读者提供了方便的查找途径，可从燃气轮机型号、英文字母顺序查找所需了解的燃气轮机产品或生产商。

本手册可供领导机关和燃气轮机发展管理、研制、生产、使用和教学人员参考，也可供其他行业的有关人员参考。本手册收集的最新数据截至2011年3月。

本手册的编写和出版，得到了中航发动机有限责任公司的大力支持，以及中航工业沈阳发动机设计研究所、中国燃气涡轮研究院、西安航空发动机（集团）有限公司、南方航空工业（集团）有限公司、沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司、成都发动机（集团）有限公司、哈尔滨东安发动机（集团）有限公司等单位的大力协助，在此表示衷心感谢。

由于水平有限，错误和不足在所难免，请读者指正。

编者

2011年3月

目 录

中国

成都发动机（集团）有限公司.....	(3)
FT8.....	(4)
哈尔滨新能源科技有限公司.....	(8)
WJ5AIG2C.....	(10)
株洲南方燃气轮机成套制造安装有限公司.....	(13)
WJ6G1.....	(14)
沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司.....	(17)
QD70A.....	(18)
QD128.....	(20)
QD185.....	(23)
西安航空发动机（集团）有限公司.....	(25)
QD280.....	(26)

法国

阿尔斯通公司.....	(31)
GT8/GT11/GT13.....	(32)
GT24/GT26.....	(38)
透博梅卡公司.....	(42)
马基拉（Makila）TI.....	(43)

德国

MAN Turbo 公司.....	(49)
THM 1200.....	(50)
THM 1300.....	(52)
西门子股份公司.....	(56)
SGT-100（Typhoon）.....	(58)
SGT-200（Tornado）.....	(61)
SGT-300（Tempest）.....	(64)
SGT-400（Cyclone）.....	(66)
SGT-500（GT35）.....	(68)
SGT-600/700.....	(71)
SGT-800.....	(74)
SGT5-2000/3000/4000.....	(77)
西门子西屋电力公司.....	(81)

SGT6-3000/5000/6000.....	(82)
意大利	
Turbec 公司	(89)
T100	(90)
日本	
大发柴油机制造株式会社.....	(95)
DT 系列	(96)
日立株式会社.....	(100)
H-25.....	(101)
川崎重工业株式会社.....	(104)
L20A	(106)
M1A/M1T 系列	(108)
M7A	(111)
S1/S2 系列	(113)
三菱重工业株式会社.....	(117)
M501/M701 系列	(118)
MF-111.....	(121)
三井工程造船株式会社.....	(124)
SB5.....	(125)
荷兰	
奥普拉燃气涡轮公司.....	(129)
OP16	(130)
俄罗斯	
彼尔姆航空发动机股份公司.....	(135)
ГТУ-2.5П	(137)
ГТУ-4П	(139)
ГТУ-12П	(141)
ГТУ-16П	(143)
ГТУ-25П	(145)
萨马拉库兹涅佐夫科技综合体股份公司.....	(147)
HK-12CT	(149)
HK-16CT/ HK-17	(151)
HK-16-18CT	(154)
HK-38CT	(156)
萨马拉机械制造设计局股份公司.....	(158)
HK-14CT.....	(159)
“土星”科研生产联合体股份公司	(163)
АЛ-31СТ	(165)

ГТД-110	(168)
雷宾斯克发动机股份公司	(171)
ГТД-6/8PM	(173)
M75P/M70ΦP	(175)
乌克兰	
扎波罗什“进步”机械制造设计局	(179)
Д-336	(182)
曙光机械设计科研生产联合体	(184)
ГТД 3200	(186)
UGT3000	(187)
UGT6000	(189)
UGT8000	(190)
UGT10000	(193)
UGT15000	(195)
UGT16000	(198)
UGT25000	(200)
英国	
罗尔斯·罗伊斯公司	(205)
MT-30	(207)
RR-4500	(209)
WR-21	(209)
501-K	(212)
工业埃汶 (Avon)	(216)
工业 RB.211	(220)
工业遛达 (Trent)	(225)
工业斯贝 (Spey) SM1A, SM1C	(229)
美国	
凯普斯通涡轮公司	(235)
凯普斯通 C30	(236)
凯普斯通 C65	(239)
Dresser-Rand 公司	(242)
KG2-3	(243)
埃利奥特能源系统公司	(246)
TA-100	(247)
通用电气能源集团公司	(250)
LMS100	(252)
LM1600	(254)
LM2500/LM2500+/LM2500+G4	(258)

LM6000.....	(264)
MS6001B/C/FA (Frame 6B/6C/6FA)	(268)
MS7001EA/FA/FB/H	(274)
MS9001	(279)
通用电气能源石油与天然气公司.....	(285)
MS5001.....	(287)
MS5002.....	(290)
PGT16.....	(293)
PGT25	(296)
GE5	(299)
GE10-1	(302)
GE10-2	(305)
霍尼韦尔国际公司.....	(308)
AGT1500	(309)
英格索兰公司.....	(313)
Ingersoll – Rand 70L.....	(315)
Ingersoll – Rand 250	(318)
普拉特·惠特尼公司.....	(321)
FT8.....	(324)
ST6 系列.....	(328)
ST18/ST40	(331)
索拉涡轮公司.....	(334)
Centaur 40/50.....	(336)
Taurus 60/70	(339)
Mars 90/100	(344)
Saturn	(349)
Titan 130	(353)
Vericor 电力系统公司	(357)
ASE8.....	(358)
TF5	(362)
TF25/35/40/50.....	(364)
附录 1 名词术语	(367)
附录 2 国外燃气轮机简单循环技术数据.....	(391)
附录 3 国外燃气轮机联合循环技术数据.....	(399)
附录 4 国外燃气轮机机械驱动技术数据.....	(406)
附录 5 国外燃气轮机舰船推进技术数据.....	(410)
附录 6 燃气轮机公司字母顺序索引.....	(412)
附录 7 燃气轮机型号字母顺序索引.....	(416)

中 国

成都发动机（集团）有限公司

（ Chengdu Engine（ Group） Company Ltd. ）

概况 成都发动机（集团）有限公司（中航工业成发）是以研制、生产航空发动机为主的大型国有企业，创建于1958年，公司占地面积约66万平方米²，拥有约4700台（套）各类设备。50多年来，公司先后参与了7个型号航空发动机的研制，累计生产航空发动机13000余台，目前正承担着国家重点项目的研制工作。中航工业成发与美国通用电气公司（GE公司）、普拉特·惠特尼公司（普·惠公司），英国罗尔斯·罗伊斯公司（罗·罗公司）等世界著名航空发动机制造企业有着良好的合作关系，长期为其研制、生产具有世界先进水平的航空发动机及燃气轮机（燃机）关键零部件。

经营范围 航空发动机、燃气轮机及其衍生产品的研发、制造、装配、试车及市场应用。

组织机构 中航工业成发，下设7个分公司、5个全资子公司、2个控股子公司（其中1个为上市公司）、4个参股公司，有13个职能部门。

规模能力 在岗职工4590人，其中管理人员666人，工程技术人员837人（工程技术人员中有高级职称的78人），技能人员2573人。拥有航空发动机机匣环形件、钣金、盘轴、叶片、热表处理、装配试车等6个专业化的制造中心，喷涂技术、离子注入技术达到了国际先进水平，大型薄壁环形机匣类零件制造技术、无损检测技术、薄壁复杂钣金结构制造技术、焊接和真空热处理技术处于国内领先或先进水平，喷丸技术、蜂窝构件制造技术、超级表面完整性加工技术均已广泛应用于外贸航空产品的制造上。具备航空动力产品研制所需的理化检测、强度试验、振动试验、光弹试验、发动机综合性能测试等成套的先进试验能力。设有国防二级区域计量站，取得了国家、国防检测和校准实验室认可资格。理化检测中心通过了国家实验室资格认证。通过了ISO 9001、GJB 9001A质量体系认证和AS9100-B质量体系国际认证。热处理、焊接、无损检测、化学处理、涂层和非传统加工等特种工艺获国际宇航的NADCAP认证。

通信地址：四川省成都市新都区蜀龙大道（邮编：610503）

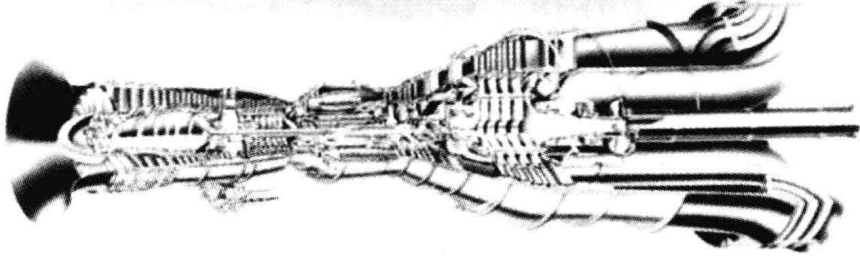
电 话：（+028）89358555

传 真：（+028）89358585

网 址：<http://www.cf-group.com>

（陈立德）

FT8



FT8 型燃气轮机结构剖视图

- 主制造商** 美国联合技术公司（UTC），普·惠电力系统公司。
- 合作制造商** 成都发动机（集团）有限公司。
- 成套商** 美国联合技术公司，普·惠电力系统公司；
日本 Ebara 公司；
普·惠加拿大公司；
德国 MAN 公司；
成都发动机（集团）有限公司。
- 结构形式** 轴流式、三轴、后输出轴。
- 功率** 发电型 24800kW；
舰船推进型 22982kW；
机械驱动型（3000r/min）26129kW；
（5000r/min）25727kW。
- 现状** 批量生产。
- 产量** 截至 2007 年，已销售 350 台。
- 价格** 850 万美元（2006 年）。
- 用途** 发电、舰船推进、机械驱动。

研制概况

FT8 燃气轮机是以美国联合技术公司下属普·惠公司的 JT8D-219 航空涡扇发动机为基础改型而成。它充分利用了 FT4 燃气轮机的发展经验，引进了普·惠公司 PW2037 和 PW4000 发动机的先进技术。在设计上突出机组的高效率、高寿命和高可靠性。JT8D 系列发动机是一种成熟的航空发动机，已生产 13000 多台，装在 3000 多架民航机上，如波音 727、波音 737、DC-9，MD-82 等。

1986年,普·惠电力系统公司和成都发动机(集团)有限公司开始联合设计 FT8 燃气轮机,将 JT8D 的风扇改成 2 级新的压气机,并对第 3 级压气机叶型作了修改。低压压气机仍保留后 5 级不变,进口导流叶片与前 2 级静子叶片可调。7 级高压压气机保留不变。重新设计了燃烧室和燃料系统,采用双燃料系统。高、低压涡轮叶片加强了冷却,并设计了涡轮间隙主动控制结构。采用 4 级动力涡轮,涡轮效率达到 93.6%,整个燃气轮机的效率达到 38.7%,是当代同等功率燃气轮机中效率最高的。

1990年,由普·惠电力系统公司和成都发动机(集团)有限公司合作研制的首台发电型 FT8 机组研制成功。

德国 MAN 公司发展了 FT8-55 (FT8A) 的高速动力涡轮,转速可达 5000~5775r/min,用以驱动泵、压缩机,功率 26000kW,热耗率 9188kJ/(kW·h),热效率 39%。

船用型 FT8 提高了涡轮进口温度和功率,除箱体、系统和输出轴改变外,其他部分均与发电型相同。日本在 FT8 燃气发生器基础上,配上新设计的 3 级动力涡轮发展的燃气轮机已装在高速运输船 TSL-A 和 TSL-F 上。

发电型 FT8 既可用单机也可用双联,既可是简单循环也可是联合循环。双联机组是 2 台 FT8 与 1 台 50MW 发电机的两端相连。它的排气可通过补燃的锅炉驱动 1 台 16~17MW 的汽轮机发电机,形成双联联合循环。此时,电厂输出功率可达 66.9MW,热耗率 7137kJ/(kW·h)。

结构和系统

- 进气装置** 喇叭形进气口,轴向进气。内有整流锥和 18 个整流支板。
- 低压压气机** 8 级轴流式。进口导流叶片和前 2 级静子叶片可调。转子叶片材料为 Ti-6Al-4V 钛合金。轮盘材料为钢和钛。静子叶片用钢和铝制造。钢零件有铝或扩散铝涂层。设计转速 7131r/min。
- 高压压气机** 7 级轴流式。钢和钛叶片。前 3 级轮盘材料为 17-22 A 钢,后 4 级材料为 In718 合金。钢零件有铝或扩散铝涂层。设计转速 11679r/min,总增压比约 20,空气流量 81.4~85.3kg/s。
- 燃烧室** 环管形。9 个火焰筒,9 个燃料喷嘴。采用 HastelloyX 材料和 PWA 261 涂层。油、气双燃料系统。
- 高压涡轮** 单级轴流式。涡轮叶片和导向器叶片为气冷。涡轮叶片材料为 MAR-M247,导向器叶片材料为 MAR-M509,轮盘材料为 In718,叶片涂层材料为 NiCoCrAl。
- 低压涡轮** 2 级轴流式。第 1 级冷却。所有叶片材料皆为 MAR-M247,轮盘材料为 Waspaloy。除第 2 级导向器叶片涂层材料为 PtAl 外,其余叶片涂层材料为 NiCoCrAl。

动力涡轮 发电型为 4 级轴流式。有两种输出转速供发电用：50Hz 用 3000r/min，60Hz 用 3600r/min。叶片材料除第 3 和第 4 级导向器叶片为 In718 外，其他都为 In738，轮盘为 In901。第 1 和第 2 级涡轮叶片及导向器叶片涂层材料为 PWA73 铝硅，轴采用 PWA 110 铝涂层。机械驱动型为 3 级轴流式。

排气装置 材料为 409 不锈钢。结构形式为 5 个环状圆弧形导流片形成的扩压腔，将气流由轴向转至径向，然后由排气蜗壳收集排出。

轴 承 燃气发生器共有 7 个滚动轴承。动力涡轮的 2 个支点共用 3 个滚动轴承。

控制系统 伍德沃德调节器公司的 Netcon 5000 数控系统。

起动系统 空气膨胀涡轮，也可选用液压起动机。

性能数据

发电用途

ISO 条件 ^① ，不计进、排气 损失	发电基本负荷		发电尖峰负荷	
	馏分油	天然气	馏分油	天然气
输出功率/kW	24800	26130	27510	28120
热耗率/(kJ/(kW·h))	9295	9189	9266	9110
热效率/%	38.7	39.2	38.8	39.5
涡轮进口温度/℃	1160	1160	—	—
空气流量/(kg/s)	81.4	85.3	—	—
增压比	20	—	—	—
排气温度/℃	450	443	—	—
输出轴转速/(r/min)	3000/3600			

机械驱动

ISO 条件	机械驱动型		舰船推进型	
	3000r/min	5000r/min	27℃，计入进、排气损失	
	连续状态	连续状态	最大状态	连续状态
输出功率/kW	26129	25727	25246	22982
热耗率/(kJ/(kW·h))	9189	9246	9328	9499
耗油率/(kg/(kW·h))	—	—	0.218	0.222
热效率/%	39.2	38.9	38.6	37.9

① ISO 条件：进气压力 101.325kPa，温度 15℃。

续表

ISO 条件	机械驱动型		舰船推进型	
	3000r/min	5000r/min	27℃, 计入进、排气损失	
	连续状态	连续状态	最大状态	连续状态
空气流量/(kg/s)	85.3	84.4	—	79.4
增压比	20.3	20.1	—	18.7
涡轮进口温度/℃	1160	1160	—	—
排气温度/℃	443	443	—	443
输出轴转速/(r/min)	3000	5000	—	3000

尺寸和重量

发电型

长度/mm	24384
宽度/mm	12192
高度/mm	9144
重量 ^① /kg	204120

舰船推进型

长度/mm	5791
宽度/mm	1829
高度/mm	1829
重量/kg	7711

机械驱动型

长度/mm	14630	
宽度/mm	8534	
高度/mm	3353	
重量/kg	3000r/min	33975
	5000r/min	33385

(陈立德 朱新国)

① 本书中“重量”均指“质量”，单位为千克(kg)、吨(t)等。