

# 燃气轮机余热锅炉市场趋向

闻雪友 (哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕 通过对国外资料的整理、分析,向读者展示了世界燃气轮机余热锅炉市场的近况概况,同时也反映了燃气轮机余热锅炉的技术趋向。

关键词 燃气轮机 余热锅炉

## 前 言

世界燃气轮机市场情况乐观。到1990年底,预计燃气轮机年订货量可达14000兆瓦,仅燃气轮机的销售额就将超过40亿美元。大部分的订单是发电机组,包括简单循环和联合循环,作基本负荷或调峰机组使用。

由于销售的燃气轮机大部分用于热电联供或联合循环发电,因此与其配套的设备(如蒸汽轮机、余热锅炉、透平压缩机)大约还有约30亿美元的销售额,其中的余热锅炉绝大多数是用于新的联合循环或工业热电联供装置。

本文所作的统计分析主要是根据1988年1月到1989年6月间订货及安装的226台余热锅炉资料。

## 趋 势

过去,对于从燃气轮机排气中回收能量一直是采取一种最少耗费的方式,最重要的准则是使初投资最低。然而,随着燃料价格增高,重点已转移到最大程度地回收能量上,这导致热回收技术的改进和发展,系统

的研究变得更复杂,单压锅炉被更能有效地回收热量的多压设计所取代。由此,合乎逻辑的结果是:余热锅炉更加成为整个总系统设计的一个有机组成部分,而不是像以往那样,往往把余热锅炉作为一种被选择的“尾端设备”来处理。

现在,余热锅炉甚至会影响到对燃气轮机的选择。例如,为使整个系统在部分负荷时保持高效率,要求燃气轮机的压气机采用进口可调导叶,以使部分负荷时余热锅炉进口的烟气温度基本保持不变。

与燃气轮机工业在世界舞台上仅有为数不多的主角不同,锅炉制造商则是大量的,且没有很明显的世界市场领导。

过去二十年间,世界公用电力事业锅炉市场已有了重要变化,除了煤和核燃料锅炉外,转向现今的联合循环和流化床锅炉。常规蒸汽轮机电站用的大容量锅炉,现在已被联合循环的多压余热回收锅炉挤占了部分市

## 燃气轮机与余热锅炉的配套

表1列出了226套设备中订货量在6台套以上的燃气轮机型号。应该指出,即使是同

一型号的燃气轮机，根据用途的不同，与其相配的余热锅炉也可能不同。此外，该数据也不代表该型燃气轮机在该期间的总销售数，因为它仅指带余热锅炉的特定应用场合。

表 1 燃气轮机与余热锅炉配套情况

燃气轮机型号	ISO额定功率 (千瓦)	配套台份
MS 6001	38 340	30
LM 2500	21 790	19
V 94	150 200	15
TYPE11N	81 600	14
CENTAURH	3 880	13
TORNADO	6 249	13
MARS	8 840	10
MS 5001	26 830	10
MS 9001 E	116 900	10
LM 5000	33 762	10
W 501 D 5	104 400	8
SB 5	1 140	7
CX 350-KB 5	3 731	6
CW 251	42 500	6
MS 7001	83 500	6

### 自然循环与强制循环

燃气轮机的余热锅炉究竟采用自然循环方式或强制循环方式，各客户和制造商有不同的选择和其理由。一般来说，美国的制造商大部分选择水平布置的自然循环设计，而欧洲的供应商喜欢采用垂直布置的强制循环。对这种传统的一种解释是：历史地看，美国的公用电力事业在现场选择方面一直比他们的欧洲、日本竞争对手有更多的自由，更大的现场空间促使锅炉的户外设计采用水平布置和自然循环。欧洲和日本的公用电力事业则面对一个较严峻的现场条件，因而采用更紧凑的垂直布置，并且把大型燃煤蒸汽轮机电站所用的传统的强制循环移到余热锅炉中来。

图1表示了226套装置中水平布置自然循

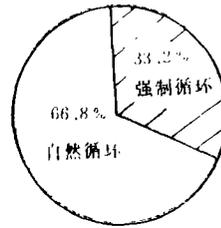


图 1 余热锅炉循环方式的统计

环与垂直布置强制循环锅炉各自所占的百分比。

### 单压与多压余热锅炉

采用多压余热锅炉设计技术可更有效地回收燃气轮机的排气能量，当然也意味着投资成本增加。

能量平衡分析表明，对燃气轮机排气温度在530—580℃范围内时，用双压系统来取代单压系统，可使传热能量损失大致从15%的排气可用能率降为8%，相应于热力学第一定律的锅炉效率约提高三个百分点。采用叁压来进一步回收是可能的，但其增益量减小。在上述排气温度范围内，相对于一个已最佳化的双压系统而言，采用叁压系统后，其第一定律的效率增益约为一个百分点。

图2表示了226台余热锅炉中单压和多压系统各自所占的百分比，两者几乎是平分秋色。

图3表示了多压余热锅炉中双压与叁压各自所占的百分比，可见双压采用得更为广泛，但是叁压也已不是稀客了。

表2列出了62台用于燃-蒸联合循环的余热锅炉设计情况，采用单压设计的几乎为零。

表 2 联合循环中余热锅炉型式统计

余热锅炉型式	单 压	双 压	叁 压
数 量	1	49	12

图4表示了226台余热锅炉中无补燃的和带补燃余热锅炉各自所占的百分数。根据热电联供的准则,以及独立的电力和工艺流程设备的要求,当余热回收系统仅靠燃气轮机排气已不能产生所需的蒸汽时,可采用补燃方式来满足。

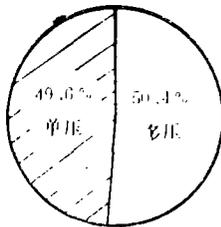


图2 余热锅炉单、多压系统的统计

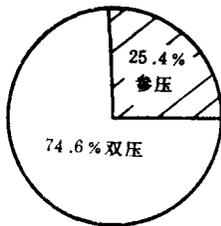


图3 多压余热锅炉系统中双压、参压的统计

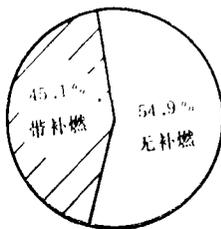


图4 无补燃、带补燃余热锅炉的统计

## 分 布

统计的226台装置的安装现场地区分布如图5所示。很显然,在天然气资源丰富的地区,燃气轮机热电联供或联合循环得到了广泛的应用。图6则表示了应用的分类情况,工业热电联供最为普遍。

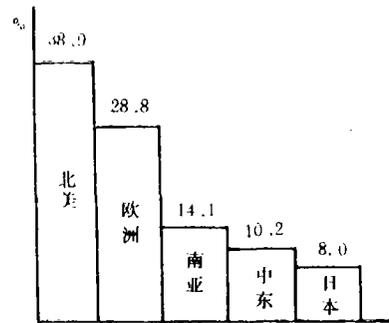


图5 装置地区分布

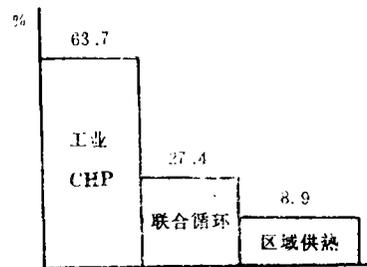


图6 应用类别

## 结 束 语

用户根据自己的需要作工程选择时,常常希望了解这些类似装置的工程实际应用情况。对于燃气轮机的余热锅炉,讨论的问题经常包括自然循环或强制循环;用单压或多压系统;是否采用补燃等。本文的统计分析以一种直截了当的方式提供了这方面的参考。

统计资料虽不完全,但是它们已明显地反映了燃气轮机余热锅炉的技术趋向。

## 参 考 文 献

- (1) GAS TURBINE WORLD 1988-89 HANDBOOK
- (2) GAS TURBINE WORLD THE 1990 HANDBOOK
- (3) W W CHIN, M A EI-MASRI. ENERGY ANALYSIS OF COMBINED CYCLES, ASME-86-JPGC
- (4) 蒸燃动力参考资料汇编(第四辑),联合循环、热电联产、余热回收专辑,七〇三研究所情报室,1987.12.

(渠源沥 编辑)

# Market Trends of Waste Heat Boilers for Use with Gas Turbines

Wen Xueyou

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

## Abstract

On the basis of a survey and analysis of comprehensive data and information now available in current literature the author has presented a general picture of the waste-heat boiler marketing potentiality and also the technical development trends of such boilers intended for use with gas turbines.

**Key words:** gas turbines, waste-heat boilers

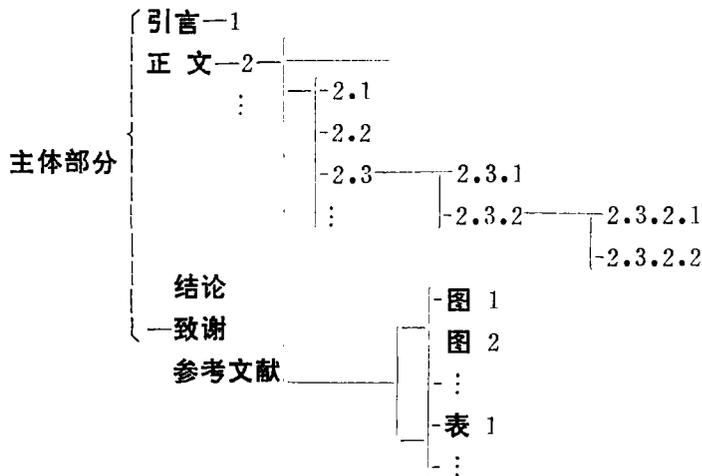
## 启 事

—告 作 者—

为了利于学术交流，便于将计算机技术引入编辑工作和方便情报检索等需要，公开发行的期刊的编排格式必须规范化、标准化。

本刊从1991年始，全面贯彻国家标准。整本期刊将执行GB3179—90（报批稿），论文编写格式执行GB7713—87。请作者来稿按GB7713—87科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式的要求编写。请作者协作，谢谢！

### 论文主体部分的构成是



详细内容请参阅GB7713—87国家标准。