

轴流式压气机喘振特性的某些规律

邬扬杰 (哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

[摘要] 综合了几型压气机的试验结果,总结出喘振边界的某些规律。利用这些规律不仅可以减少试验的次数。还可以计算出喘振边界上有关的参数。

关键词 压气机 喘振特性

分类号 TK473.81

1 前言

轴流式压气机的一项重要特性是喘振边界线。绘制这条线通常的办法是联接几个转速下用试验方法测出的喘振点。用这种办法得出的喘振线由于点数有限故有一定的随意性。另外,众所周知用试验的办法频繁地使压气机处于喘振状态,对压气机的结构来说隐藏着破坏的危险。文献[1]介绍了喘振边界上气流参数间的某些规律性。在实际应用中,这个方法在有些地方还需要补充,个别假定亦并不一定确切。例如一般特性图上使用的不是静压比而是全压比,高转速下喘振点的效率虽较设计点低,但亦还是有比较高的数值并不一定保持不变,把压气机进口处的静压和静温在不同流量时认为是相同的等等,这些无疑会给计算结果带来一定的误差。文献[2]上所述的方法完全建筑在统计资料的基础上,它只对某些压气机来说是可以采用的。尽管如此,这个方法却给出了一些启示。本文的目的就是想综合上述两种方法中的某些做法使喘振边界线的绘制较为精确,有关参数的计算更为实用。

2 高速下喘振边界线的规律

$$n = (0.8 \div 1.1)n_D$$

文献[2]上指出压缩功的比和转速比之间可以综合出一条曲线 $\sqrt{L_k} = f(\bar{n})$ 。为了精确起见本文只是综合轴流式压气机在高转速范围内,亦即 $n = (0.8 \div 1.1)n_D$ 这一区间喘振线上各参数间的关系。根据六型机组的参数可以画出图1。

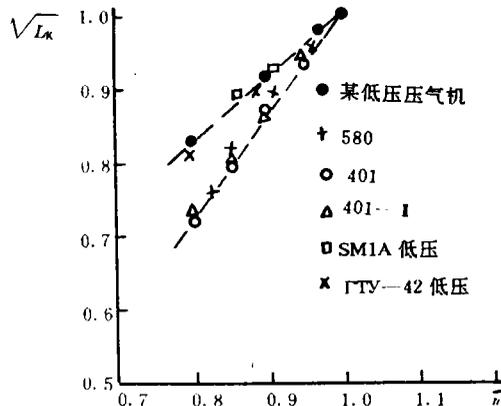


图1 喘振线上 $\sqrt{L_k}$ 及 \bar{n} 间的关系

收稿日期 1993 06 02

本文联系人 邬扬杰 男 60 高工 214151 无锡市 117 信箱

从图 1 上可以清晰地表示出喘振线上 $\sqrt{L_k}$ 和 \bar{n} 之间呈线性关系, 并且当压气机具有不同的压缩比时斜线的斜率是不同的。对一台压气机来说喘振线上的各点都落在代表它的那条斜线附近。如此, 若已知某型压气机喘振线上两点的参数, 就可以根据下式求出斜线 $\sqrt{L_k} = f(\bar{n})$ 的斜率 m , 即

$$m = (1 - \sqrt{\frac{(\pi_{k_1}^* 0.286 - 1)\eta_0}{(\pi_{k_0}^* 0.286 - 1)\eta_1}}) / (1 - \frac{n_1}{n_0})$$

式中 $n_0, n_1, \pi_{k_1}^*, \pi_{k_0}^*, \eta_0, \eta_1$ 系已知两点的转速、压比和效率。有了斜率 m 那么任意一个转速下的压比 $\pi_{k_1}^*$ 就可求出。

$$\pi_{k_1}^* = \{1 + [1 - m(1 - \frac{n_1}{n_0})]^2 \times (\pi_{k_0}^* 0.286 - 1) \frac{\eta_1}{\eta_0}\}^{3.5} \quad (1)$$

式中的 η 根据几型压气机试验结果的综合, 发现在上述转速范围内变化不大。为了方便起见, 可以认为喘振线上的效率值与转速

间接线性变化, 见图 2。

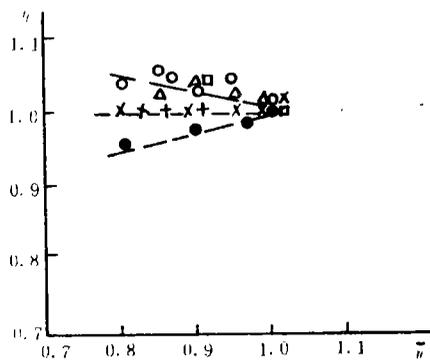


图 2 喘振线上效率与转速间的关系

除了压比 π_k^* 以外还要求出流量 G 才能够确定该转速下喘振点的位置。文献[1]中指出对某一台压气机来说压缩功的比值 $\sqrt{L_k}$ 和流量比 \bar{G} 在喘振线上的各点亦是呈线性关系, 如图 3 所示。

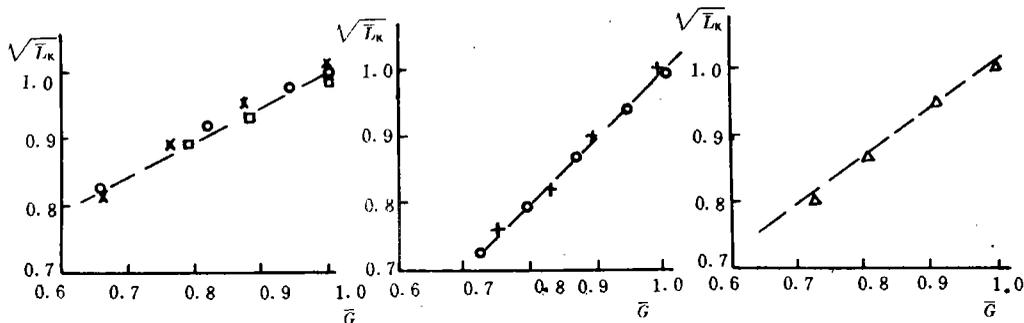


图 3 喘振线上 $\sqrt{L_k}$ 和 \bar{G} 间的关系

根据上面的推导和求压比 π_k^* 一样, 若已知喘振线上两点的参数, 那么按式(2)就可求出不同转速下对应於压比 $\pi_{k_1}^*$ 的流量值 G

$$G = \{1 - [1 - \sqrt{\frac{(\pi_{k_1}^* 0.286 - 1)\eta_0}{(\pi_{k_0}^* 0.286 - 1)\eta_1}}]\} \frac{1}{q} G_0 \quad (2)$$

式中的斜率 q 按下式求取

$$q = (1 - \sqrt{\frac{(\pi_{k_1}^* 0.286 - 1)\eta_0}{(\pi_{k_0}^* 0.286 - 1)\eta_1}}) / (1 - \frac{G_1}{G_0})$$

式中 G_0, G_1 系已知两点的流量。

2 试验结果与计算值的比较

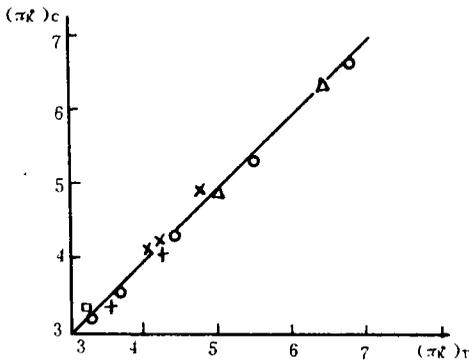


图4 压比计算值和试验值的比较
下标: C—计算值 T—试验值

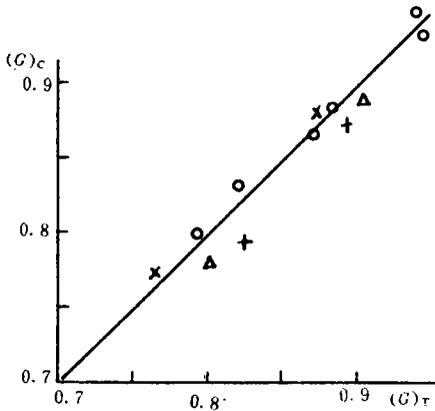


图5 流量计算值和试验值的比较

按照上面的计算公式整理了六型压气机的试验结果。它们是 ITY-42 高压压气机、580 压气机、401 压气机、401-II 压气机、某型低压压气机、斯贝 SM1A 低压压气机等。整理的结果见图 4,5。

3 结论

1 当已知两个邻近的喘振点参数 πk^* 、 G 、 η , 所有喘振边界上的特性参数在规定的转速范围内可以用计算的方法得到。

2 文中所介绍的方法适用于 $n = (0.8 \div 1.1)n_0$ 这一范围内, 并是建筑在综合少量试验结果的基础上, 由于试验数据有限, 这个方法是否具有普遍意义尚有待进一步证实。

参 考 文 献

- 1 Батерман А. З. Некоторые закономерности помпажных характеристик осевых компрессоров. Энергомашиностроение, 1982. 11
- 2 Стечкин Б. С. Теория реактивных двигателей. 1956

【援外工程】

援巴建核电

据“Modern Power Systems”1993年2月号和“China Daily”1994年3月20—26日“Business Weekly”报道, 根据1991年签订的协议, 中国将援助巴基斯坦建造 Chashima 核电站。中国将为该项目建造单机电功率为 300 MW 的核电机组, 这是中国对第三世界国家援助的最大项目之一。日本、德国和法国也将为该核电站提供设备。预计该核电站将用 87 个月时间建成。业务周刊还报道, 中国正在谈判为伊朗建设一座安装二台单机电功率为 300 MW 核电机组的核电站。

(学牛 供稿)

CONTENTS

- (130) **Cogeneration Technology in England and Europe-- the Second in a Series of Reports Concerning Cogeneration**Qiang Guofang(*Harbin Marine Boiler and Turbine Research Institute*)

Through a brief, comprehensive and systematic description of the current status, state-of-the-art, cost effectiveness, development prospects and management formats of CHP (combined heat and power) engineering in England this paper attempts to arouse the keen interest in cogeneration technology of the broad ranks of power engineering workers as well as other related organizations and departments and thereby induce them to apply ever greater efforts in striving for the further advancement of this power generation cycle. **Key words:** *combined heat and power, district heating, independent energy producers*

- (137) **A New Outlook on the Study of Power Plant Cycles and Their Development Trends** Yang Yushen, Zhou Fuqiu, Yu Qing(*Harbin Institute of Technology*)

This paper briefly describes the basic outward features of and recent advances in the research of high capacity power plant cycles. A concise presentation is also given of the future development trends of such cycles. **Key words:** *combined cycle, steam injected gas turbine cycle, coal fired PFBC combines cycle, gasification combined cycle, HAT cycle*

- (143) **Some Research Findings Concerning the Surge Characteristics of Axial Compressors** Wu Yangjie(*Wuxi Division of Harbin Marine Boiler and Turbine Research Institute*)

The author has summed up the experimental test results of several types of compressors, presenting some research findings concerning surge boundaries. The use of these findings can not only be conducive to reducing the number of times of tests but also serves a useful purpose during the calculation of the related parameters on surge boundaries. **Key words:** *compressor, surge characteristics*

- (146) **An Analysis of the Regeneration Restriction of STIG Cycle Heat Recovery Boilers** Zhou Fuqiu, Wang Keguang, Yan Jialu (*Harbin Institute of Technology*)

To make an analysis of the regeneration restriction of heat recovery boilers for steam injected gas turbine cycles, a simulation calculation has been performed of a STIG cycle in the temperature range of 1000~3000 C and pressure ratio range of 8~42. The results of the said calculation show that the type of regeneration restriction which took place on the heat recovery boiler will first of all depend on the given specific conditions and is subject to the influence of injected steam temperature. In addition, the regeneration restriction has also been found to be related to the selected value of the minimally allowable pinch-point temperature difference. **Key words:**