

横流风机与离心风机串联时风机气流特性试验

李华杰^a,刘师多^b,师清翔^b,周学建^b

(河南科技大学 a. 艺术与设计学院; b. 车辆与动力工程学院, 河南 洛阳 471003)

摘要:把风机串联运行时的动压-静压差曲线与理论叠加曲线进行比较,发现两风机串联时不一定符合串联叠加原理;不同种类风机串联时,风机前后位置不同,所得到的系统性能也不相同;离心风机作为前级风机时,系统静压变化较为缓慢,流量增加迅速;横流风机作为前级风机时,系统静压变化迅速,相对动压变化较小。

关键词:横流风机;离心风机;串联;理论叠加;气流特性

中图分类号:TH432

文献标识码:A

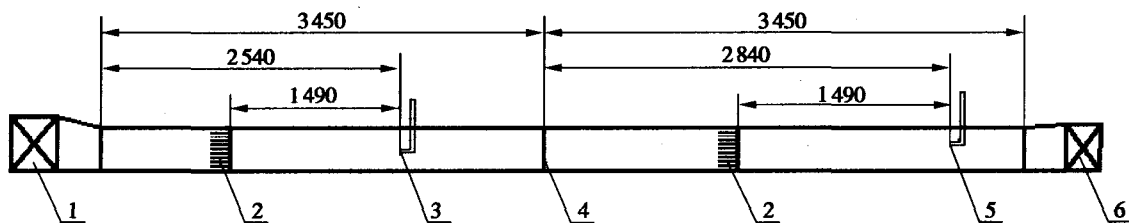
0 前言

风机是许多部门必不可少的机械设备,应用十分广泛。在某些场合,当单风机不能满足压力和流量要求时^[1],常采用多台风机串联工作。目前,人们对风机串联时吸气和排气性能做了大量研究^[2-7],而对风机串联工作时风机之间的气流特性研究较少。本文利用自制的风机串联气流特性试验台,进行风机串联试验,通过对所得的大量试验数据分析总结,研究探讨了风机串联时风机之间气流特性的一般规律。在比较了串联实测的压力曲线与理论叠加曲线的差异之后,找到了提高串联运行效果的途径,为解决工程上单风机无法满足使用要求时如何进行风机串联提供了一定的理论建议。

1 试验台与试验方法

1.1 试验台

试验台根据《工业通风机用标准化风道进行性能试验标准》设计^[8-10],其结构如图1所示。I级风机为排气风机,II级风机为吸气风机。所使用的离心风机型号为4-72No4A,横流风机叶轮直径 $\phi 280$ mm,宽度为300 mm。风管采用300 mm \times 300 mm方形截面管道。节流器处于系统中部,采用7块不同通流面积的阻力档板来模拟不同工况。为了完全弄清气流在管道中的特性,分别在节流器两侧设置两个测位,测量节流器前后的气体压力。为了保证测位气流的稳定,分别在两测位前增设一个整流栅。



1. I级风机; 2. 整流栅; 3. I测位; 4. 节流器; 5. II测位; 6. II级风机

图1 风机串联时两风机之间气流特性试验台示意图

1.2 试验方法

系统使用变频器调速,NPL型毕托管和数字微压计测量风压。试验数据采集方面,为了减少误差,在管道的测量截面上均布9个测点,数据处理时,动压采用均方根计算,提高准确度。主要数据处理公式如下:

$$\text{动压 } P_d = 9.8((P_{d1}^2 + P_{d2}^2 + \dots + P_{d9}^2)/9)^{0.5} \text{ Pa}; \quad \text{全压 } P = P_d + P_s \text{ Pa};$$

基金项目:河南省自然科学基金项目(0311050700)

作者简介:李华杰(1979-),男,河南洛阳人,助教。

收稿日期:2009-10-18

$$\text{静压 } P_s = 9.8 (P_{s1} + P_{s2} + \dots + P_{s9}) / 9 \text{ Pa};$$

$$\text{流量 } Q = FV \sqrt{3} \text{ 600 m}^3/\text{h};$$

$$\text{风速 } V = 4.04 \sqrt{\frac{P_d}{9.8}} \text{ m/s};$$

$$\text{效率 } \eta = \frac{P \times F \times V}{1\,000N} 100\%。$$

式中： F 为风管截面积，本文中 $F=9 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ； $P_{d1}, P_{d2}, \dots, P_{d9}$ 为风管同一截面不同测点位置的动压，Pa； $P_{s1}, P_{s2}, \dots, P_{s9}$ 为风管同一截面不同测点位置的静压，Pa； N 为风机轴功率，kW； η 为风机效率。

先分别进行横流风机和离心风机在5种不同转速下的单机特性试验，并绘制各自的单风机性能曲线。然后根据所得结果，选出相匹配的风机转速。所得单风机特性如表1所示。本试验前、后级风机均选有3种不同转速，保证

表1 试验风机的不同转速对应的最大流量

风机型号	不同转速下对应的不同流量					
	转速 $n/(r/min)$	811	764	724	672	620
离心风机	流量 $Q/(m^3/h)$	2239	2121	1962	1854	1708
	转速 $n/(r/min)$	684	620	594	564	522
横流风机	流量 $Q/(m^3/h)$	2178	2023	1953	1884	1659

前级风机和后级风机相匹配时有强排弱吸、弱排强吸和吸排能力相当三种情况，用来找出不同流量匹配时对风机串联性能的影响。试验中采用调节变频器频率的方式来获得不同转速。同一种转速下，用7种不同阻力挡板来模拟7种工况，并分别测出各工况下两测位各测点的全压和动压，然后计算出流量以及静压。

2 串联特性试验分析

2.1 离心-横流串联

“离心-横流”表示离心风机为串联I级风机，横流风机为串联II级风机。图2、3、4分别为离心-横流串联弱排强吸、强排弱吸、吸排能力相当组合的动压-静压差对比曲线^[11]。

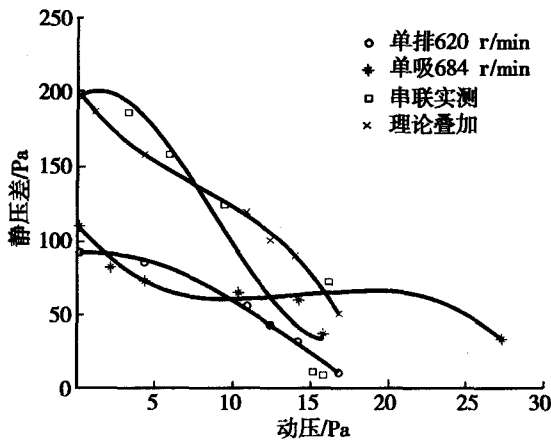


图2 离心620-横流684串联

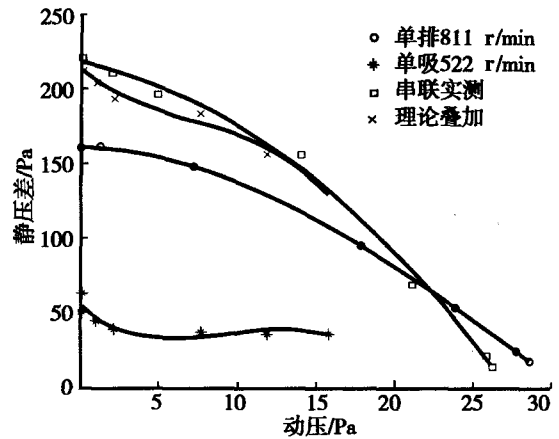


图3 离心811-横流522串联

从图2、3、4中可以看出：动压-静压差曲线不完全符合理论叠加原理，当管网阻力较大、动压较小时，实测曲线高于理论叠加曲线，而当管网阻力较小、动压较大时实测曲线下降迅速，并与理论叠加曲线交于一点后低于理论叠加曲线。串联后的动压增加是风机串联与单机相比较显著的变化，这种能使动压显著增加的串联方式，可以用于某些需要增加流量的场合。

2.2 横流-离心串联

“横流-离心”表示横流风机为串联I级风机离心风机，为串联II级风机。图5、6、7分别为横流-离心串联吸排能力相当、强排弱吸、弱排强吸组合的动压-静压差对比曲线。从图5、6、7中可以看出：动压-静压差曲线也不完全符合理论叠加原理。同样，当管网阻力较大，动压较小时，串联实测曲线高于理论叠加曲线，随着动压的增高，串联实测曲线减小趋势大于理论叠加曲线，最终串联实测曲线与理论叠加曲线交于一点，之后串联实测曲线急剧减小，并在最终低于单机压力。

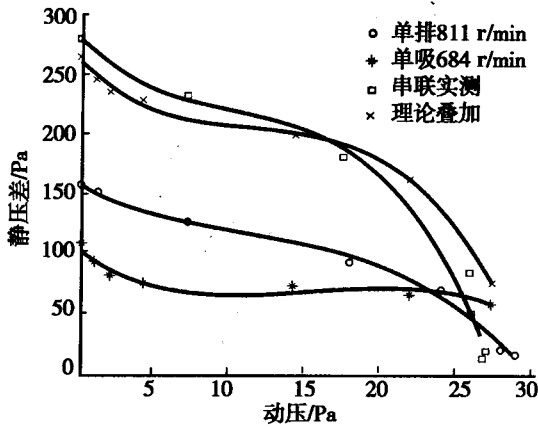


图 4 离心 811 - 横流 684 串联

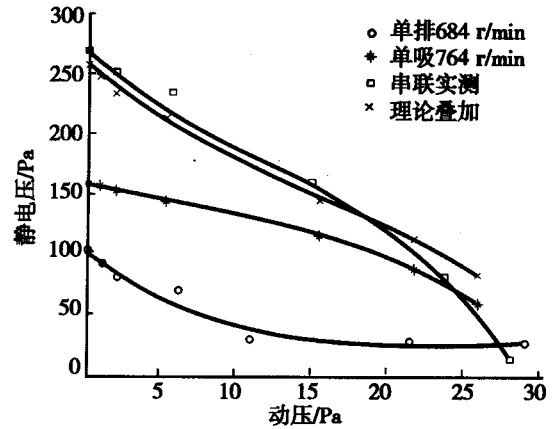


图 5 横流 684 - 离心 764 串联

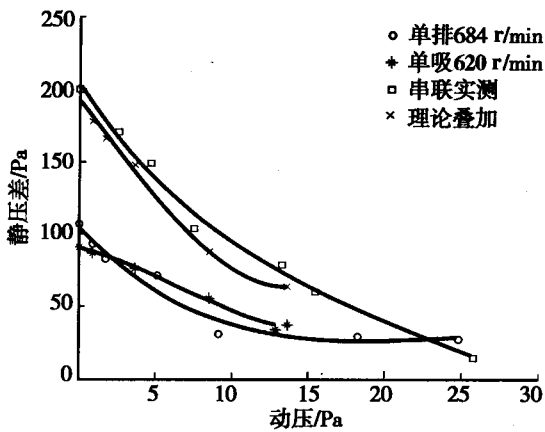


图 6 横流 684 - 离心 620 串联

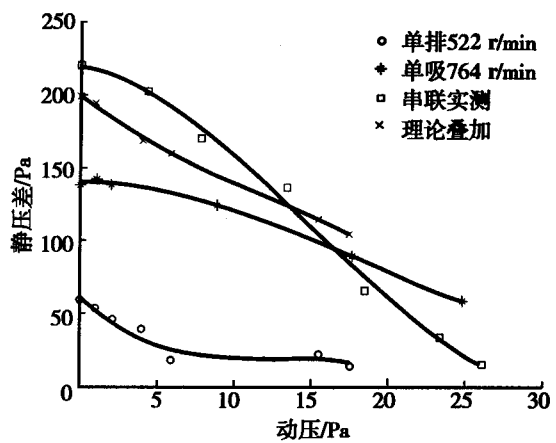


图 7 横流 522 - 离心 764 串联

2.3 两风机串联前后位置不同的比较

比较“离心 - 横流”与“横流 - 离心”的性能曲线可以看出:离心风机与横流风机串联时所处位置不同,其性能曲线也有很大不同。其中当离心风机为 I 级风机时,在小流量区,随着动压变化静压差变化较为缓慢,系统拥有一个较大的平稳压力区间。而当横流风机为 I 级风机时,静压差随着动压的变化较为迅速。因此,这两种组合串联可以分别用于不同性能要求场合,如,当排气风机为离心风机,吸气风机为横流风机时,系统静压变化较为缓慢,流量增加迅速,此时可选择使用于水平输送重物料;而排气风机为横流风机,吸气风机为离心风机时,系统静压变化迅速,相对动压变化较小,此时可选择使用于低流量垂直输送轻物料。

3 结论

- (1) “离心 - 横流”和“横流 - 离心”均适合于管网阻力比较大的场合。
- (2) “离心 - 横流”和“横流 - 离心”的动压 - 静压差曲线均不完全符合理论叠加原理。
- (3) 两种串联形式在管网阻力较小、动压较大时,静压差均较低,不仅低于理论叠加值,甚至低于单风机压力。
- (4) 横流风机与离心风机在串联中的前后位置不同,其串联后的性能有很大区别:“离心 - 横流”串联时,系统静压变化较为缓慢,流量增加迅速;“横流 - 离心”串联时,系统静压变化迅速,相对动压变化较小。

参考文献:

[1] 庞 靖,周学建,刘师多. 通风机串联性能[J]. 河南科技大学学报:自然科学版,2005,26(6):28-30.

- [2] 刘师多,丁慧玲,师清翔.横流风机与离心风机串联特性的试验[J].农业机械学报,2006,27(7):75-77.
- [3] 关炎芳,周学建,师清翔.横流与轴流通风机串联吸气临界点试验研究[J].风机技术,2007(3):10-13.
- [4] 王荣先,师清翔,刘师多.离心风机串联吸气临界点的试验[J].河南科技大学学报:自然科学版,2006,27(4):18-21.
- [5] 侯风云,周学建,师清翔.轴流风机与离心风机串联吸气特性的试验[J].河南科技大学学报:自然科学版,2006,27(5):11-13.
- [6] 庞靖.轴流与横流风机串联排气特性研究[D].洛阳:河南科技大学,2005:21-28.
- [7] 丁慧玲.离心风机与横流风机串联排气特性研究[D].洛阳:河南科技大学,2005:24-25.
- [8] 国家质量技术监督局.GB/T3235—1999 通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线[S].北京:中国标准出版社,1999:1-8.
- [9] 国家质量技术监督局.GB/T15913—1995 风机机组与管网系统节能监测方法[S].北京:中国标准出版社,1995:1-8.
- [10] 国家质量技术监督局.GB/T1236—2000 工业通风机用标准化风道进行性能试验标准[S].北京:中国标准出版社,2000:109-125.
- [11] 龙绛珠,张水平,唐敏康.利用 MATLAB 语言对风机性能实测数据进行处理[J].矿业工程,2003(1):51-52.

(上接第 38 页)

参考文献:

- [1] 刘杨华,李欣然,林舜江,等.基于不同负荷模型的湖南电网暂态稳定仿真计算[J].河南科技大学学报:自然科学版,2005,26(6):92-95.
- [2] 许康.基于信息融合的变压器故障诊断系统设计[J].四川电力技术,2008,31(6):46-49.
- [3] 赵熙临,周建中,付波,等.基于信息融合技术的电网故障诊断方法[J].华中科技大学学报:自然科学版,2009,37(3):98-101.
- [4] 郭文宾,闰立峰,苏涛.浅谈变电站设备状态监测管理系统[J].中国电力教育:管理论丛与技术研究专刊,2009:218-220.
- [5] 罗安,方璐,徐先勇,等.变电站综合自动化监控系统数据展现软件的研制[J].湖南大学学报:自然科学版,2007,34(11):42-46.
- [6] 孙司正,王晋,盛本云,等.数字化变电站自动化系统设计方案[J].继电器,2007,30(22):72-74.
- [7] 倪益民,丁杰,赵金荣,等.电网继电保护及故障信息管理系统的设计与实现[J].电力系统自动化,2003,27(17):86-88.
- [8] 张劲,章坚民,朱炳铨,等.220kV 继电保护故障信息处理系统的设计[J].电力系统自动化,2003,27(11):61-64.
- [9] 柴钰,刘晓荣. WatchDog 的安全性可靠性分析[J].工矿自动化,2007(3):24-26.