

离心式通风机叶轮动应力的测量与分析

电力部热工研究院 王仲博

一、引言

高速旋转机械故障诊断中采用无线电遥测技术,在国外已得到普及和发展。我院近30余年的不断研究和改进,成功地开发了微型耐高温发射机和接收系统,在电站汽轮机末1~2级长叶片振动特性进行测量,已有成熟经验。最近我们又从美国WDC公司引进当代最先进的微型发射机及高能电池,对大型空冷式汽轮机末级长叶片动应力进行遥测,为200MW国产空冷汽轮机安全运行创造了有利条件。

国产大型电站锅炉引风机,在运行中因振动疲劳叶轮前盘根部经常产生裂纹。经有关方面要求对一台按比例缩小的模型离心式通风机叶轮动应力进行了无线电遥测,求取叶片及前盘的振动特性及各种工况下动应力值,为电厂实际风机故障分析提供参考。

二、试验风机规范

型号: G4-73-12 离心式通风机

介质进口密度: 1.2 kg/m^3

进口压力: 0.1 MPa

进口温度: 20°C

相对湿度: 50%

流量: $16900 \sim 31500 \text{ m}^3/\text{h}$

电动机功率: 18.5 kW

主轴转速: 1450 r/min

三、测试方法及系统

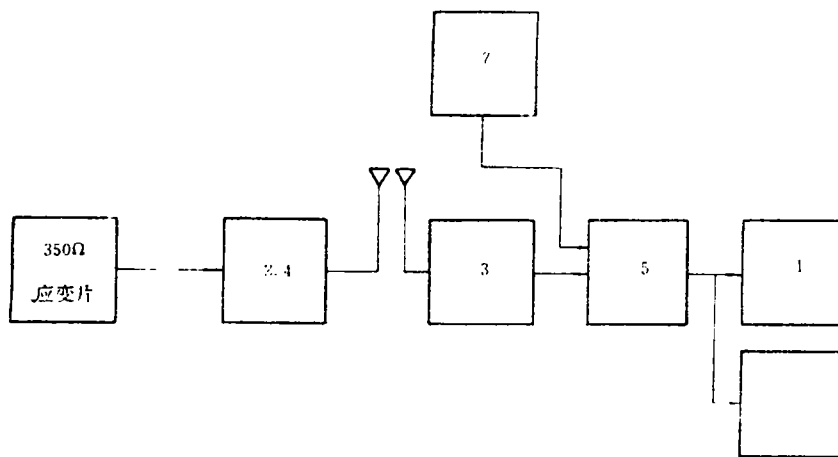
1. 静频测量采用FFT分析法(也称模态分析法)。

2. 动态测量采用无线电遥测技术。

在风机叶轮的前、后盘及叶片上共粘贴四片电阻丝应变片,通过引线固定在叶轮后盘轮毂处的发射机相连。叶片和前后盘受到气流作用产生的振动信号,通过发射机进行调制变为电磁波发射出来。接收天线环固定在风机后盘的机壳上,通过引线及机外的接收机相连,进行接收,同时进行记录和显示。测试系统如图1所示。

1995年5月15日收到 西安市 710032

--- 28 ---



1. CF-250FFT 分析仪 2. 205C 动应变发射机 3. 155W 型接收机
4. 328WA 型高能电池 5. 8 通道磁带机 6. 示波器 7. 光电式转速表

图 1

四. 试验方案

1. 应变片布置情况(见表 1)

表 1

叶片号	应变片粘贴位置	发射机号
1	叶片根部靠前盘	2
2	叶片根部靠后盘	4
7	叶片中部	1
8	叶轮前盘靠近轮毂处	3

2. 试验工况

方案 I: 同时测量两片叶片的信号, 1 号

表 2 风机转子叶片—叶轮系统振动频率

单位: Hz

振动阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 r/min	5.5	8.0	9.0	13.5	17.0	18.0	20.0	23.5	26.5	30
1450 r/min	6.0	9.5	10.25	14.25	17.5	18.5	20	23.5	26.5	32

2. 方案 I 两片叶片在几种工况下动应力测量结果见表 3。

3. 方案 II: 一片叶片和前盘的动应力测量结果见表 4。

及 7 号叶片。控制进口调节门开度, 限制进风量, 测出额定转速下叶片的振动应力。

方案 I: 测量叶轮前盘及 7 号叶片的信号。调节门开度为 15%, 30%, 50%, 70%, 100%。

改变进风量, 工况分别为 1, 2, 3, 4, 共测 17 种工况。

五、测量结果及分析

1. 叶轮系统振动静、动态频率试验结果见表 2。

表 3 叶片动应力

单位: MPa

调节门开度%	7 号叶片	1 号叶片
0	很小	很小
微开	很小	很小
50	0.7	0.93
50(小风量)	0.02	0.37
100	0.008	0.05

表4 叶片和前盘的动应力

单位:MPa

调节门开度 %	工况 1		工况 2		工况 3		工况 4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
15	0.05	0.42	0.3	0.44	0.72	0.30		
30		0.39		0.66		0.22		
50		0.34		0.88	0.79	0.51		1.08
70	0.56	0.15		0.38	0.71	0.23	0.38	0.26
100		0.38	0.72	0.49	0.27	0.40		

表中:1为7号叶片动应力;2为前盘的动应力

在各种工况下风机叶片的动应力很小,最大为0.79MPa。风机前盘的动应力在通风机进口风量由小到大变化时,动应力值最大发生在调节门开度50%时工况4,动应力最大为1.08MPa。

调节门开度在100%时,在各种工况下控制进风量,动应力变化平稳。

由表3可见,叶片与前盘应力峰值交替出现。在小流量工况下前盘的应力峰值对应的振动频率是32Hz(高频),而在大流量工况下应力峰值对应的振动频率是6.0Hz(低频)。工况不同(即进风量不同)振型不同,应力的幅度也不同。

六、结论

(上接第27页)抗冲蚀的特点。因此,选择这种合金粉开并加入一定的WC硬粒子相,在适合的工艺参数下使硬粒子均匀弥散地分布于合金涂层中将会明显地改善材料的抗冲蚀磨损性能。

四、结论

1. 激光熔覆FZNWC-35合金涂层可明显提高材料的抗冲蚀性能,其抗冲蚀率约为母材的2.8倍。

2. FZNWC-35合金覆层兼备有脆性材料和韧性材料的抗冲蚀优点,即在低角度冲蚀下具有脆性材料抗冲蚀特点,而在高角度冲蚀下又呈现韧性材料抗冲蚀特点。

— 30 —

1. 风机叶片振动的频谱与前盘振动的频谱完全相同,所测的振动系风机转子叶片—叶轮的系系统振动。

2. 各种风量下振型不同,所以动应力峰值交替出现在叶片或前盘上。总之最大应力幅值出现在叶轮的前盘靠近轮毂处,这与电厂实际风机开裂部位相同。

3. 本次试验是在试验室条件下小型风机上进行的。总的动应力水平较低,最大应力部位在前盘,仅为1.08MPa。试验结果表明风机应避免在小流量下长期运行。

试验结果可供电厂实际风机故障诊断时参考。在电厂有条件的情况下,可开展实际风机的动应力遥测。

3. 激光工艺参数的选取对其合金层的耐冲蚀性具有明显的影响,这主要是由于硬粒子相WC的烧损、沉底及与基材的冶金结合情况有关。

参 考 文 献

- 1 T. S. Eyre, Some Metall. Features of Wear Proceedings of Conference on Lubrication of Eng. Australia 1980, 42~49.
- 2 A. V. Levy, T. Fdey, The Erosion of Heat Treated Steels, Wear 70(3), 1981, 269~282.
- 3 I. M. Hutchings, Proc. Conf. Corrosion/Erosion of Coal Conversion System Materials 1979, 383~393.
- 4 S. S. Aptaker and J. H. Kasel, Wear of Materials, vol. 12, 1985, 677.
- 5 A. V. Levy, Wear, 108, 1986, 1~21.
- 6 陶增毅, 陈新, 冯树强, 低合金钢表面激光熔敷层耐磨性的研究, 中国激光, 1989.
- 7 赵文珍, 热喷涂合金—陶瓷涂层的冲蚀特性, 西安交通大学学报, 1989(4).