

文章编号: 1671- 251X(2011)02- 0077- 04

分布式通风机性能测定系统在煤矿的应用与分析

蒋曙光^{1,2}, 金富^{1,2}, 吴征艳², 李汇明^{1,2}, 苗双涛^{1,2}

(1. 中国矿业大学煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 江苏 徐州 221008;

2. 中国矿业大学安全工程学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 采用分布式通风机性能测定系统对东滩煤矿西翼风井2台主通风机进行了性能测定, 绘制出了风量-风压曲线、风量-功率曲线和风量-效率曲线, 分析了主(备)通风机在不同工况以及不同叶片角度下的通风能力。实际应用表明, 该系统现场测定所需时间少, 且数据处理高效准确。

关键词: 矿井通风机; 风量; 负压; 性能测定; 分布式系统

中图分类号: TD635 **文献标识码:** B

Application of Distributed Measuring System of Ventilator Performance in Coal Mine and Its Analysis

JIANG Shuguang^{1,2}, JIN Fu^{1,2}, WU Zhengyan², LI Huiming^{1,2}, MIAO Shuangtao^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Coal Resource and Safety Mining of CUMT., Xuzhou 221008, China.

2. School of Safety Engineering of CUMT., Xuzhou 221116, China)

Abstract: A distributed measuring system of ventilator performance was used to measure performance of two main ventilators of west airshaft in Dongtan Coal Mine, and curves of blastvolume-air pressure, blastvolume-power and blastvolume-efficiency were drawn according to the measured data. Ventilation abilities of main (standby) ventilator in different condition and different blade angle were analyzed. The practical application showed that the system greatly reduces time needed for field testing and is effective and accurate in data processing.

Key words: mine ventilator, air volume, negative pressure, performance measurement, distributed system

0 引言

东滩煤矿采用两翼对角抽出式通风, 副井进风, 北、西风井回风。东滩煤矿西风井使用2台法国制造的HDR280-69型轴流式主通风机, 主电动机型号为100G115-80, 功率为1300 kW, 叶轮直径为2.8 m。通风机性能优越, 通过动态调整叶片角度来调整通风机性能和改变通风机的运行方式, 实现反风, 角度调整范围为-35°~+45°。同时, 东滩煤矿对通风机的电控系统进行了技术改造, 将原电控部

分继电器系统改造为PLC控制系统, 从而进一步提高了通风机安全运行的可靠性。采煤工作面采用U型通风方式。采煤工作面的配风量: 分层开采工作面为800~900 m³/min, 综放面为1000~1200 m³/min, 每个采煤工作面都具有独立反风系统。掘进工作面全部采用局部通风机正压通风, 配风量为300~450 m³/min。在当前情况下, 通风机运行效率在75%左右。当叶片在大角度下(35°以上)运行时会出现喘振, 需要对其运行性能进行测定, 以给煤矿提供具体的参考数据。本次测定采用分布式通风机性能测定系统(FCM-II型)。

1 分布式通风机性能测定系统组成

分布式通风机性能测定系统由分布式测定模块、通信模块和上位机等组成。风量及环境参数测

收稿日期: 2010-10-25

作者简介: 蒋曙光(1963-), 男, 四川蓬溪人, 教授, 中国矿业大学安全监测监控研究所所长, 长期从事矿井通风防灭火、瓦斯防治、安全测控技术及自动化仪表方面的科研与教学工作。E-mail: jinfu1234@126.com

定模块由 1 台 PLC 主机、9 个 PH100SX 型风速传感器(测量范围为 0~45 m/s)、RL-P-Q 型大气压力变送器(测量范围为 0~110 kPa)、WZPB-106 型环境温度传感器(测量范围为 -50~100 °C)等组成,主要用于测量断面的风量和大气密度。相对静压、转速、轴温测定模块由 PLC 主机、Model268 型微差压变送器、TL-Q5MC1 型接近传感器和 WZPB-106 型轴温传感器组成,用于测定通风机静压、轴温和电动机转速等参数。电气参数测定模块由 EDA9033A 和 3 个环形互感器组成,用于电气参数的测定^[1]。系统硬件组成如图 1 所示。

上位机测定程序由 VB 语言编写,结构清晰,数据明了,操作简单易懂,通过通信线缆实现与各模块的

对各个测定模块传输的参数进行采集、自动保存、计算整理、实时显示、曲线绘制、报表打印等工作。系统上位机主程序界面如图 2 所示。

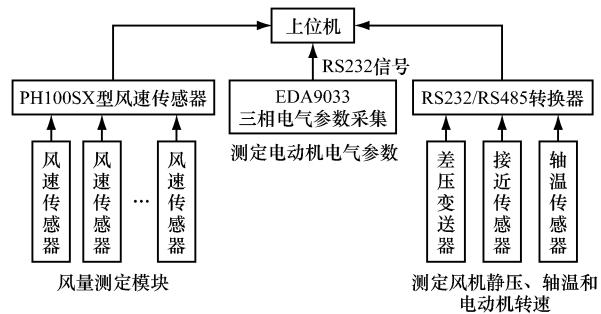


图 1 分布式通风机性能测定系统硬件组成

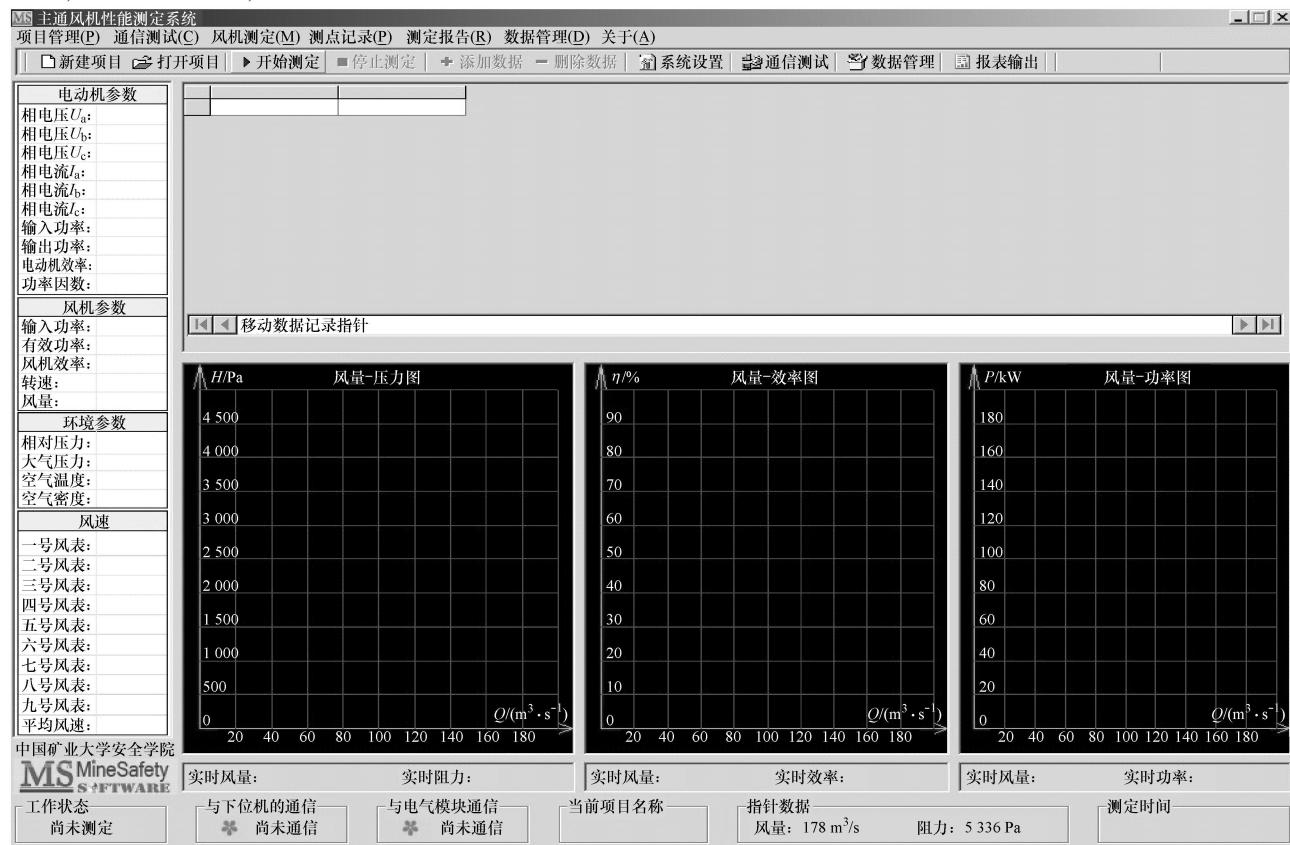


图 2 分布式通风机性能测定系统上位机主程序界面

2 测定方案与步骤

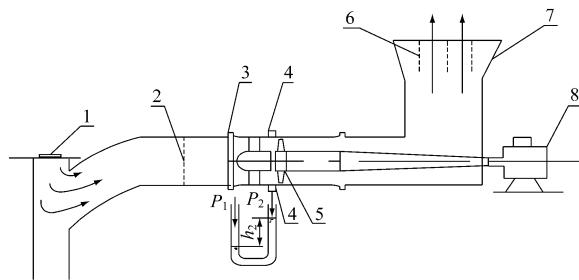
测定目标为东滩煤矿西风井 1 号、2 号通风机在 20°、25°、30°、32°、35°、37° 六种叶片角度下工作的性能曲线,具体测定方案如下:

(1) 风量测定方案: 风量是矿井通风最重要的参数,也是现场条件下最难测准的参数。为确保测试过程中人员和设备的安全,同时也尽可能提高测试精度,决定在通风机的进风风道里采用 9 个风表

测定平均风速。平均风速乘以该断面的面积就可得到风量。如图 3 所示。

(2) 静压测定方案: 通风静压在通风机进口处测取。具体方法是利用通风机进口处风筒上对称布置的 2 个静压测孔,将它们并联后接到压差变送器上测出静压参数。为保证数据的可靠,测试前须仔细检查和密封所有胶管和接头。

(3) 电气参数测定方案: EDA9033A 模块是智能型电气参数数据采集模块,可测量三相三线制或



1- 调风挡板(防爆盖); 2- 风表安装断面; 3- 通风机闸门;
4- 静压测孔; 5- 叶片轮; 6- 消声器; 7- 扩散塔; 8- 电动机;
 P_1 - 大气压力; P_2 - 静压测孔处的压力; h_2 - 静压测孔的相对压力

图 3 东滩煤矿通风机工作示意图

三相四线制电路中的三相电流、电压的真有效值、功率、功率因数和电度数, 其输入为三相电压(0~500 V)、三相电流(0~20 A), 输出为 RS485 或 RS232 数字信号。EDA9033A 可采用多种供电方式, 既可以采用直流+5 V、10~30 V 供电, 也可采用交流 60~265 V 供电, 还可直接由电压测量线供电, 满足现场应用情况^[2]。用 1 台 EDA9033A 和 3 个环形互感器测定电动机的输入相电流、相电压、有功功率、无功功率和功率因数。

(4) 大气参数测定方案: 用 WZPB-106 型温度传感器测量环境温度, 用 RL-P-Q 型大气压力变送器测大气压力。

(5) 工况调节: 为保证安全准确地获得通风机的实际运行曲线, 工况调节地点选在西翼总回风道中。为了节省人力和便于协调, 西翼东总回风道全部封闭并加固, 作为 1 个工况点的调节, 主要调节地点在西翼西总回风道。

测定通风机各角度的通风机特性曲线时, 为节省时间, 一个工况下连续测定 20°、25°、30°、32°、35°、37° 六个角度。

工况调节顺序: 由全开到全闭, 为保证连续完整的特性曲线, 设 6 个工况。

(6) 噪声测定方案: 利用噪声仪在通风机出口测定扩散器出口噪声, 叶顶机壳旁边测定通风机的机壳辐射噪声。

(7) 转速测定: 利用欧姆龙接近传感器接入 PLC 的高速输入口, 来准确测量记录电动机转速。

(8) 组织分工: 本次测定设 4 个测定小组, 包括指挥、工况调节小组, 风量、静压、电气参数等数据采集小组, 大气参数测量小组和噪声测量小组。

具体测试步骤如下:

(1) 正确连接风表、压差变送器、环境参数传感器、静压传感器与温度传感器, 按照电气参数测量方

法正确连接电路。

(2) 检查仪器连接, 确定无误后开启测试主机, 并输入初始参数和静态参数。

(3) 打开防爆盖, 启动通风机开始测定, 短路通风待数据稳定后, 记下一个工况, 在井下西总回风道工况调节木板封堵位置按照原设计要求搭设木板, 待风量和负压有明显变化时记录一个工况点(软件可以随时取工况点), 直到 3~5 工况点测定完毕。测量第六个工况时, 风筒布盖上后, 一旦通风机出现喘振情况立即停机, 最终在 5 种角度下分别利用 6 个工况点绘制出完整的通风机性能曲线。

(4) 对西风井 1 号、2 号通风机 20°、25°、30°、32°、35°、37° 六种常用叶片角度下的工作性能曲线进行测定。

3 数据处理与结论

通风机性能测试主要测量通风机在不同工况下的风量、风压和输出功率, 并绘制风压-风量、轴功率-风量、效率-风量这 3 条曲线。通风机性能测定中有大量的数据要测量和计算处理, 通风机参数的现场准确测定是基础, 后期技术资料的整理尤其是其特性曲线的快速、准确绘制是关键^[3]

东滩煤矿 1 号通风机 1 号工况点 6 组测定数据如表 1、表 2 所示。

表 1、表 2 分别为待测通风机和电动机在工况点 1, 叶片在不同角度运行时的测定数据。从表 1 可以看出, 大气压力、温度、密度基本保持不变, 风量随着叶片角度的增大而增加, 当角度过大时通风机效率反而开始下降, 与实际应用中基本吻合。

对数据的处理方法与说明^[4]:

(1) 通风机风量 q_v

$$q_v \text{ (m}^3\text{·s}^{-1}\text{)} = S v_p$$

式中: S 为测风断面的面积, m^2 ; v_p 为在测风断面测得的平均风速, m/s 。

(2) 通风机有效静压 p_s

$$p_s \text{ (Pa)} = p'_s - p'_d$$

式中: p'_s 为通风机入口测压断面的相对静压, Pa ; p'_d 为通风机入风段测压断面的平均速压, Pa , $p'_d = \rho (q_v / S')^2 / 2$, S' 为测压断面的面积, m^2 。

(3) 通风机轴功率 P_a

$$P_a \text{ (kW)} = \sqrt{3} U I \eta_m \eta_r \cos \phi / 1000$$

式中: U 为实测电压值, V ; I 为实测电流值, A ; η_m 为电动机功率; η_r 为传动效率; $\cos \phi$ 为电动机功率因数。

表 1 1号通风机 1号工况点性能参数测定结果

项目	测点编号					
	1	2	3	4	5	6
大气压力/ Pa	102.2	102.2	102.2	102.2	102.2	102.2
温度/ °C	27.38	27.36	26.91	26.47	26.52	27.45
密度/ (kg·m ⁻³)	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
风量/ (m ³ ·s ⁻¹)	130.1	141.5	153	162.8	172.3	206.7
有效静压/ Pa	2 800	2 727	2 685	92 434	2 282	2 423.5
通风机功率/ kW	364.3	385.8	411	396.2	393.2	87.5
输入功率/ kW	636.4	613.2	558.3	517.7	527.6	330.2
装置效率/ %	57.2	62.9	71.1	76.5	74.5	26.5
一号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	12.50	13.40	13.20	14.00	14.30	14.3
二号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	11.62	11.14	11.93	12.66	12.65	13.72
三号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	7.90	9.30	9.60	10.50	10.30	12.5
四号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	7.10	9.70	10.30	10.0	9.40	12
五号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	12.5	13.3	14.4	14.9	14.90	16.1
六号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	9.60	8.5	11.3	11.8	11.20	10.4
七号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	6.40	7.30	7.20	8.60	9.50	9.2
八号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	9.8	11.5	13	13.9	14.6	14.4
九号风表/ (m ³ ·s ⁻¹)	0	0	0	0	0	0

表 2 1号通风机 1号工况点电气参数测定结果

项目	测点编号					
	1	2	3	4	5	6
U_{al} 电压/ V	3 492	3 492	3 492	3 492	3 492	3 480
U_{bl} 电压/ V	3 504	3 492	3 492	3 480	3 480	3 468
U_{cl} 电压/ V	3 474	3 450	3 450	3 444	3 444	3 432
I_{al} 电流/ A	62.2	60.0	55.8	51.3	52.7	33.2
I_{bl} 电流/ A	61.3	59.5	55.3	51.1	52.7	33.2
I_{cl} 电流/ A	59.8	58.1	52.8	49.2	50.6	31.6
功率/ kW	636.4	613.2	558.3	517.7	527.6	330.2
功率因数/ %	99.31	99.28	98.35	98.22	97.40	97.26

(4) 通风机输出功率 P_s

$$P_s |_{kW} = p_s q_v / 1000$$

(5) 通风机静压效率 η

$$\eta = P_s / P_a$$

分布式通风机性能测定系统将各测定模块采集的信息实时存储到数据库中, 通过系统后台依据数据处理方法编制的 VB 应用程序将数据整理计算, 得出的性能曲线(以 1 号工况点为例)如图 4 所示。

从图 4 可看出:

(1) 通风机及其附属设施配备齐全、操作灵活

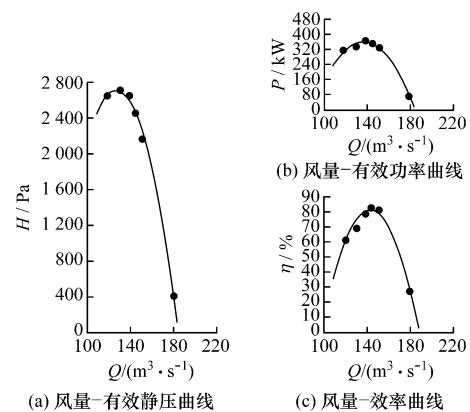


图 4 通风机性能曲线

可靠。

(2) 通风机当前运行工况点为 1 号点, 运行工况点的静压效率为 81.4%、风量为 150.6 m³/s, 静压为 2 171 Pa, 各参数与煤矿通风机房实际经验数据基本相符。

(3) 通风机启动、停止正常。各工况点在测试中都能保持良好运转状态, 没有发现异常现象。

4 结语

分布式通风机性能测定系统有以下特点:

(1) 组成系统的 3 个子系统独立工作、互不干扰, 上位机通过 COM 口与 3 个子系统进行串行通信, 存储从机传送过来的数据, 并动态拟合出风量-风压曲线、风量- 功率曲线和风量- 效率曲线。

(2) 整个系统具有电路实现简单、成本低、抗干扰能力强、通信距离相对较远等优点^[5]。

(3) 现场测定过程充分证明了本系统测定所需时间大大减少, 且对数据处理高效准确, 所测各项性能参数与通风机实际运行情况吻合。

参考文献:

- [1] 吴征艳, 蒋曙光, 何新建, 等. 矿井主要通风机性能分布式测定系统的开发 [J]. 煤矿安全, 2006(10): 34-35.
- [2] 王勇, 宋爱山, 蒋曙光, 等. ED A9033 在通风机性能在线监测系统中的应用 [J]. 工矿自动化, 2004(1): 26-27.
- [3] 王柏华. 矿用通风机性能测试特性曲线的自动绘制 [J]. 计算机应用, 2009(6): 52-53.
- [4] 王杰. 通风机性能的 PLC 分布式测定系统 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010.
- [5] 何新建, 蒋曙光, 吴征艳, 等. 矿井主要通风机性能分布式测定系统的研究 [J]. 煤矿安全, 2008(1): 15-16.