

脱硫石灰石制粉系统高压离心风机节能改造实践

王玉龙，张剑茹

(太仓港协鑫发电有限公司，江苏 太仓 215433)

摘 要：本文针对太仓港协鑫发电有限公司脱硫石灰石制粉系统高压离心风机效率低、风道系统布置阻力大，同时通过运行方式调整，风机余量大问题，通过分析论证、现场测试进行改造风机改造，改造后降低了系统阻力，提高风机效率，降低了风机能耗15%。

关键词：高压离心风机；前弯式；后弯式

0 引言

太仓港协鑫发电有限公司脱硫石灰石制粉系统高压离心风机由江苏金通灵流体机械科技股份有限公司生产，型号为 9-26-11№14D。该风机采用前弯式设计风机效率低，同时系统布置不合理挡板风道阻力大；脱硫石灰石制粉系统经过整治并优化设备及运行方式后，系统风量较设计值小，风机富裕量过大，正常运行中风机入口风门开度通常在 30~35%，挡板节流损失较大，电耗较高。风机挡板节流产生涡流引起风机振动，风机振动引起基础振动并使得建筑物产生裂缝威胁建筑物安全。因此对我司脱硫石灰石制粉系统高压离心风机进行改造无论从经济性、还是安全性都有重要意义。

1 改造方案的选择

(1) 叶轮直径切削：风机存在富裕量对于离心式风机来说常采取叶轮直径切削的方式。对于我司脱硫石灰石制粉系统高压离心风机采用的是前弯式叶轮，叶轮直径太短，不易进行切割，而且切削后的叶轮会改变介质离开叶轮时的方向，增加风机蜗壳损失，降低风机效率。

(2) 风机换型：现场整个系统的风量及系统阻力进行重新测定，选择适合实际参数的风机，由于前弯式离心风机风机效率低，改为效率更高的后弯式离心风机，并对风道进行重新布置取消翻板式调节挡板改为全周进气调节挡板降低挡板阻力。

(3) 电机功率匹配：风机进行降功率改造后，同步降低电机功率，更换电机。

经综合考虑最后确定进行系统测试，仅更换风机，及风机调节挡板，对风道进行重新布置。

2 系统测试

公司委托原风机厂家子公司江苏金通灵合同能源管理有限公司对系统进行测试；测试采用国际标准 ISO3966-1977 推荐的切贝切夫法测试风机的风量、风压。同时测试风机温度、阻力、功率，系统设备压差，系统管道阻力。见表 1。

通过测试发现风机实际效率仅 50.9%可提升空间较大，节能改造具有潜力。见表 2。

3 改造方案设计

根据测试情况确定改造后风机的参数见表 3。

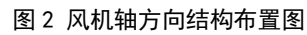
风机结构布置图如图 1、2。

改后的风机性能曲线如图 3。

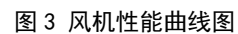
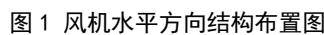
表 1 测试数据

序号	测试项目	符号	单位	备注	测量工况
1	大气压	压力	P _{amb}	Pa	100890
2		温度	t _{amb}	℃	25
3	风机进口	静压	P _{st1}	Pa	-7500
4		温度	t ₁	℃	35
5	风机出口	静压	P _{st2}	Pa	-1130
6		温度	t ₂	℃	47
7	流量测量面	动压	P _{d3}	Pa	228.250
8		静压	P _{s3}	Pa	-44
9		温度	t ₃	℃	45
10	电动机	转速	n	r/min	1480
11		电流	I	A	33
12		电压	U	kV	6
13		功率	P _E	kW	COSφ76， η0.94 245.001

序号	项目名称	符号	单位	计算公式	计算结果
1	流量测量面密度	ρ_3	kg/m^3		1.103
2	流量测量面动压	P_{d3}	Pa	测量均值	228.250
3	流量测量面风速	V_3	m/s		14.546
4	流量测量面面积	A_3	m^2	设计值	1.13
5	流量测量面流量	Q_{V3}	m^3/s		16.437
6	流量质量流量	q_m	kg/s		18.130
7	风机进口静压	P_{s1}	Pa	测量平均值	-7500.000
8	风机进口温度	t_1	$^{\circ}\text{C}$		35.0
9	风机进口介质密度	ρ_1	kg/m^3		1.055
10	风机进口面积	A_1	m^2	设计值	0.51
11	风机进口动压	P_{d1}	Pa		599
12	风机进口全压	P_{t1}	Pa		-6901
13	风机出口静压	P_{s2}	Pa	测量平均值	-1130
14	风机出口温度	t_2	$^{\circ}\text{C}$		47.0
15	风机出口介质密度	ρ_2	kg/m^3		1.084
16	风机出口面积	A_2	m^2	设计值	0.32
17	风机出口动压	P_{d2}	Pa		1462
18	风机出口全压	P_{t2}	Pa		332
19	风机全压	P_{TF}	Pa		7233
20	风机进口流量	Q_v	m^3/s		17.191
			m^3/h	$3600Q_v$	61888
21	风机有效功率	P_e	kW		122.13
22	风机轴功率	P_E	kW	传动效率取 0.98	240.10
23	风机效率	%			50.9



名 称	单位	TB
1	流 量/(m ³ /h)	68000
2	压 力/kPa	8200
3	温 度/℃	35℃



5

RJ35-SW1550D, RJ35 型高压风机是由金通灵公司与西安热工院联合研制出的高效弧板形后向风机, 具有效率高、效率变化平坦、结构强度高、运转平稳等优点。为了保证风机进出口气流更加顺畅, 减少系统阻力。去除入口管道中的阀门, 增加风机入口调节门, 考虑到风机的进出口尺寸与以前不同, 进出口变径管需到现场制作。

4 改造后节能效果分析

节能量计算:

由性能曲线可以看出, 改造后的风机在设计点 ($Q=68000\text{m}^3/\text{h}$, $P=8200\text{Pa}$) 的效率为 82.75%, 工况点 ($Q=61846\text{m}^3/\text{h}$, $P=7497\text{Pa}$) 的运行效率为 70.43%。

风机轴功率:

$$\begin{aligned} P_{\text{轴}} &= \frac{Q \times P}{3600 \times 1000 \times 0.98 \times \eta_{\text{风机}}} \\ &= \frac{61846 \times 7497}{3600 \times 1000 \times 0.98 \times 0.7043} \\ &= 186.6\text{kW}。 \end{aligned}$$

电机的电流: 改造后, 电机的功率因素降到 0.76, 效率降到 0.9。

由 $P=\sqrt{3}UI \cos \varphi \eta$ 则:

$$186.6=1.732 \times 6 \times I \times 0.76 \times 0.9$$

$$I=26.3\text{A}$$

高压离心风机改造前后工况对比见表 4。

表 4 高压离心风机改造前后工况对比

参数	单位	改造前	改造后	差值
电流	A	32.64	26.62	6.02
挡板开度	%	39.64	64.7	-25.06
石子给料量	t	30.37	35.76	-5.39

5 结论

通过改造在石子制粉出力提高的情况下, 挡板开度增加 25%, 降低电流 6A, 6kV 转机降低 1A 降低功率约 9kWh, 降低功率约 54kWh, 按照风机全年运行 4000h 计算, 可以减少耗电 21.6 万 kWh, 每度电按 0.45 元/kWh 可以减少成本 9.72 万元/年。通过改造风机振动值由最大 377um 下降至 88um, 高压离心风机振动大引起石灰石制粉楼楼板、墙体开裂情况得到了有效治理, 确保了设备、厂房安全。

作者简介:

王玉龙 (1980-), 2003 年毕业于华北电力大学热能与动力工程专业, 工程师, 从事锅炉运行(含脱硫、脱硝) 专业的技术管理;

张剑茹 (1981-), 2003 年毕业于山西大学热能与动力工程专业, 工程师, 从事锅炉运行(含脱硫、脱硝) 专业的技术管理。