

建筑科学研究报告

REPORT OF BUILDING RESEARCH

1984

No. 5-4

VF—140型前向多翼离心通风机试验研究

Study on Type VF-140 Forward Curved
Multiple Blade Centrifugal Fan

中国建筑科学研究院

CHINA ACADEMY OF BUILDING RESEARCH



提 要

VF-140型前向多翼离心通风机是集中了国内外同类产品的优点进行设计的。该风机具有噪声低, 风量大、体积小、重量轻、结构简单, 维护方便等优点。

该型号离心风机可适用于办公楼、工厂、旅馆、厨房和盥洗室的通风与空调装置, 亦可做为仪器仪表, 电气设备的散热通风。

其主要技术性能规格如下:

风量	150~200M ³ /h
全压	8~10mmH ₂ O
噪声级	40.5dB(A)
输入功率	30W
电机转速	960r/min
电源电压	220V
电源频率	50Hz

目 录

一、前言	(2)
二、设计参数的选用	(2)
三、试验装置及试验方法	(4)
四、试验结果分析	(6)
五、总结	(10)

参考文献

Study on Type VF-140 Forward Curved Multiple Blade Centrifugal Fan

Institute of Air-Conditioning Li Dingqing

Abstract

The Type VF-140 Forward Curved Multiple Blade Centrifugal Fan collects advantages of similar products at home and abroad, and adopts advanced design. It has advantages of lower noise, larger air flow rate, smaller space, lighter weight, simpler structure and easy maintenance.

This type of centrifugal fan may be applied to ventilation and air-conditioning installations in office building, plant, hotel, kitchen and toilet, or may be used as dissipated-heat ventilation of instrument and electric installation.

Its main performance specifications are as follows:

Air flow rate	150~200	m ³ /h
Total pressure	8~10	mm H ₂ O
Noise level	40.5	dB (A)
Input power	30	W
RPM of electric motor	960	r/min
Voltage of power	220	V
Frequency of power	50	HZ

VF—140型前向多翼离心通风机试验研究

中国建筑科学研究院

空气调节研究所

李鼎庆

一、前言

近几年来,随着我国国民经济的发展,四化建设的需要,对空调、通风配套用通风机需求量增多,为满足国内、外各种设备、仪器仪表产品通风系统的需要,急待研制具有噪声小、风量较大、体积小、重量轻、效率高的小型通风机。

一九八三年北京市通用机械工业公司、北京市机械工业局正式下达了研制VF-140型前向多翼离心通风机的任务,由北京通用机械附件厂和中国建筑科学研究院空调研究所共同承担,常州电机电器总厂微电机研究所提供了研制所需要的低噪声小型电容运转式电机。仅用半年时间就完成了研制工作。通过性能试验和现场考核,证明该风机达到了原设计指标,满足了使用要求。一九八三年六月三十日通过了技术鉴定会,现已成批量生产供应市场。

二、设计参数的选用

根据设备产品配套的需要,选用通风机风量 Q 为 $150\text{m}^3/\text{h} \sim 200\text{m}^3/\text{h}$;全压 H 在 $8 \sim 10\text{mmH}_2\text{O}$;噪声为 45dB(A) ;配用电容运转式电机,最佳工况点转速不低于 960r.p.m. 。

通风机结构参数为:

1. 叶轮:

外径 $D_2 = \phi 140\text{mm}$;

内径 $D_1 = \phi 118\text{mm}$;

内外径比 $D_1/D_2 = 0.843$;

叶片厚度 $\delta = 0.5\text{mm}$;

叶片宽度 $B = 60\text{mm}$;

入口角 $\beta_1 = 60^\circ$;

出口角 $\beta_2 = 10^\circ$;

叶片数 $Z = 42$;

叶片曲率半径 $r = 6\text{mm}$;

叶片中心角 $\alpha = 120^\circ$ 。

2. 蜗壳:

采用了六点和四点两种近似阿基米德螺旋线的蜗壳曲线, 三种蜗壳尺寸列于表1。

单位: mm

表 1

名 称	张开度 A	等边长 a	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
蜗壳 I	$0.5D_2$	17.5	131.5	114	96.5	79		
蜗壳 II	$0.46D_2$	10	134.0	124	114	104	94	
蜗壳 III	$0.47D_2$	10	136	126	116	106	96	

四点作图法:

各段圆弧半径为:

$$R_1 = \frac{D_2}{2} + \frac{7}{8}A;$$

$$R_2 = \frac{D_2}{2} + \frac{5}{8}A = R_1 - a;$$

$$R_3 = \frac{D_2}{2} + \frac{3}{8}A = R_2 - a;$$

$$R_4 = \frac{D_2}{2} + \frac{1}{8}A = R_3 - a;$$

六点作图法:

各段圆弧半径为:

$$R_1 = \frac{D_2}{2} + A;$$

$$R_2 = R_1 - a;$$

$$R_3 = R_2 - a;$$

$$R_4 = R_3 - a;$$

$$R_5 = R_4 - a;$$

进口直径 D_0 取 $\phi 116\text{mm}$ 。

出口尺寸为 $88\text{mm} \times 100\text{mm}$ 。

3. 通风机空气动力简图, 见图1。

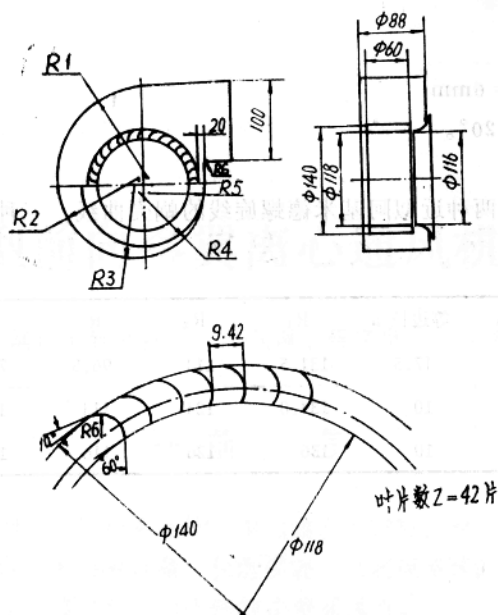


图 1 风机空气动力简图

三、试验装置及试验方法

(一)试验装置

VF—140型前向多叶离心通风机的全性能试验是根据国家标准GB1236—76《通风机性能试验方法》以及GB2888—82《风机和罗茨鼓风机噪声测量方法》进行试验，并参考了日本工业标准JIS8330标准。我们采用了进气和排气两种试验装置进行测试，测试装置如图2、图3所示。

试验装置安设在尺寸为5.02m×4m×3m(长×宽×高)的简易消声室内，简易消声室在风机运转工况下，测点至声源间的距离为1米和2米标准长度时，其A声级的差值为5dB(A)，基本符合噪声测量方法规定。排气试验在风筒末端安装了消声尖劈，消声尖劈出口安置在简易消声室外，排除试验风筒出口噪声的干扰，以免影响噪声的测量。

(二)性能试验方法

1. 进气试验，在网栅节流器上加贴不同通口面积的纸圈，来达到调节风量的目的，按风机试验国家标准，在进气口端测量风量、压力。

排气试验是通过在消声尖劈出口两侧的两块插板分成八个开度，来实现风量的调节。风量测量由皮托管与补偿式微压计直接测量动压，测定点位置分布在五个等面积圆环上，测点数为10点，用均方根法求出平均动压，计算出风量。风机静压由试验风筒静压测管用补偿式微压计直接测出。

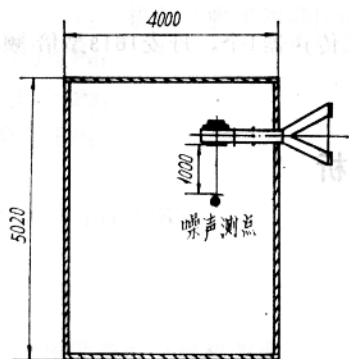
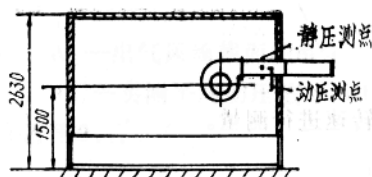


图 2 排气试验装置

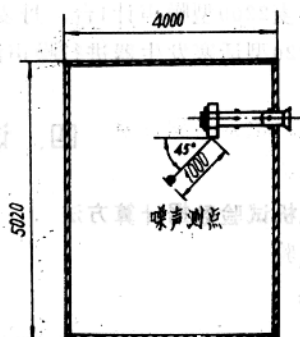
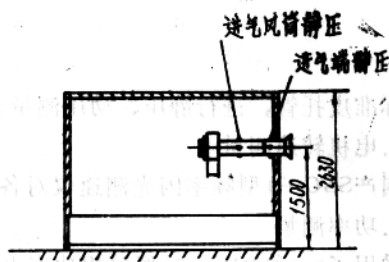


图 3 进气试验装置

2. 噪声试验

按照GB2888—82《风机和罗茨鼓风机噪声测量方法》，通风机进行排气试验时，在通风机进口中心，正前方距离1m处，测量各工况点的A声级和63、125、250、500、1K、2K、4K、8KHZ八个倍频带声压级的噪声。同样，在通风机进行进气试验时，将试验风筒进气口置于简易消声室外，通风机及测量仪器位于简易消声室内，在通风机正前方45°角，距出口中心1m处，测量通风机的A声级和63、125、250、500、1K、2K、4K、8KHZ八个倍频带声压级噪声值。

3. 功率测量

采用电测法，直接用电功率表测量出各工况点的输入功率，然后根据试验电机的效率曲线，换算出风机所需的轴功率。

(三) 试验内容及使用仪器

1. 大气压力的测量

用国产DYB型I气压计测量大气压力。

2. 温度测量

用0~50°C水银温度计，测量试验风筒进气口处的温度。根据测得大气压力及温度数值，计算出空气重度 γ_a 。

3. 压力测量

采用了国产DJM9型、西德WS—MINIMETER型补偿式微压计各1台，配用上海同济

大学标准皮托管, 进行静压、动压测量。

4. 电机转速测量

国产SSC—1型频率闪光测速仪对各工况点电机转速进行测量。

5. 功率测量

采用了0.5级DW—26型单相功率表, 测量各工况点电机的功率。

6. 噪声测量

采用了丹麦2209型噪声计1台、丹麦4145型电容式传声器1个、丹麦1613型倍频程滤波器、丹麦4220型活塞发生器进行噪声测量。

四、试验结果分析

(一) 通风机试验数据计算方法

1. 进气试验

① 风量Q:

$$Q = 4.429 A_1 \varphi \sqrt{\gamma_a |P_{s,1}| / \gamma_1}$$

当 $|P_{s,1}| < 100 \text{ mmH}_2\text{O}$ 时 $\gamma_1 \approx \gamma_a$ 空气重度 kg/m^3 。

式中: A_1 —进气风筒截面积, $A = \frac{\pi d^2}{4} = 0.001131 \text{ m}^2$;

φ —集流器系数, 圆弧形进口 $\varphi = 0.98$;

$|P_{s,1}|$ —进气风筒进口处静压绝对值。

② 静压 $P_{s,1}$:

$$P_{s,1} = |P_{s,1}| - P_{d,1} + \Delta_1$$

式中: $|P_{s,1}|$ —进气风筒静压绝对值 mmH_2O ;

Δ_1 —进气试验损失, $\Delta_1 = 0.15 P_{d,1}$ 。

③ 动压 $P_{d,1}$:

$$P_{d,1} = 0.051 \gamma_a \left(\frac{Q}{A} \right)^2$$

式中: Q —通风机计算风量, 单位: m^3/s 。

A —通风机出口面积 m^2 。

④ 全压P:

$$P = P_{s,1} + P_{d,1}$$

2. 排气试验

① 风量Q:

$$Q = 4.429 A_2 \sqrt{\frac{P_{d2}}{\gamma_a}}$$

式中: A_2 —出气风筒截面积 m^2 ;
 P_{d2} —实测平均动压值 mmH_2O 。

②静压 P_{st} :

$$P_{st} = P_{st2} + \Delta_2$$

式中: Δ_2 —排气试验损失, $\Delta_2 = 0.15 P_{d2}$;
 P_{st2} —排气试验实测静压 mmH_2O 。

③动压 P_d :

$$P_d = P_{d2}$$

④全压 P_t :

$$P = P_{st} + P_d$$

⑤全压有效功率 N_Y :

$$N_Y = \frac{P \cdot Q}{102}$$

⑥全压效率 η : (风机效率)

$$\eta = \frac{N_Y}{N_Z}$$

式中: N_Z —轴功率, $N_Z = \eta_{电} \cdot N_{输入}$;
 $\eta_{电}$ —电机效率;
 $N_{输入}$ —电机输入功率, 瓦。

3. 无因次曲线

通风机性能曲线可用无因次特性曲线来表示, 无因次曲线与风机的性能参数即风量、风压、轴功率、风机的几何尺寸等无关, 只与风机型式有关, 便于比较和选用风机。

①流量系数 Q

$$Q = \frac{\pi}{4} D_2^2 \cdot U_2$$

式中: D_2 —通风机叶轮外径 m ;
 U_2 —风机叶轮出口圆周速度 m/s ;

$$U_2 = \frac{\pi D_2 n}{60}$$

n —电机的速度 $r \cdot P \cdot m$,

②压力系数 P

$$P = \frac{P_{全}}{\rho U_2^2}$$

式中: ρ —空气密度 $\text{kg}\cdot\text{S}^2/\text{m}^4$ 。

$$\rho = \frac{\gamma_a}{g}$$

γ_a —空气重度 kg/m^3 ;

g —重力加速度 m/S^2 。

③功率系数 N

$$N = \frac{102N}{\frac{\pi D_2^2}{4} \rho U_2^3}$$

(二)蜗壳的选型试验

小型多翼离心通风机螺旋形蜗壳是一个很重要的部件,由于气流从叶轮喷射到蜗壳,气流急速的扩散,在各个位置都不相同,非常复杂。所以,要设计与气流流线相适应的蜗壳是极其困难的。我们设计的三种蜗壳所获的螺旋形曲线,接近阿基米德对数螺旋线,其外形尺寸见设计参数的选用蜗壳部分。

把三种不同的蜗壳配用相同的进口和电机,在进气试验台上作对比试验,试验曲线见图4,从曲线上可以看出,Ⅲ号蜗壳达到较好的效果,Ⅱ号和Ⅲ号蜗壳只是出口的面积有所不同,Ⅲ号蜗壳出口面积小于进口面积,接近相等,Ⅱ号蜗壳出口面积为进口面积的1.2倍。从试验看出,出口面积小于或等于进口面积,风机性能较好。

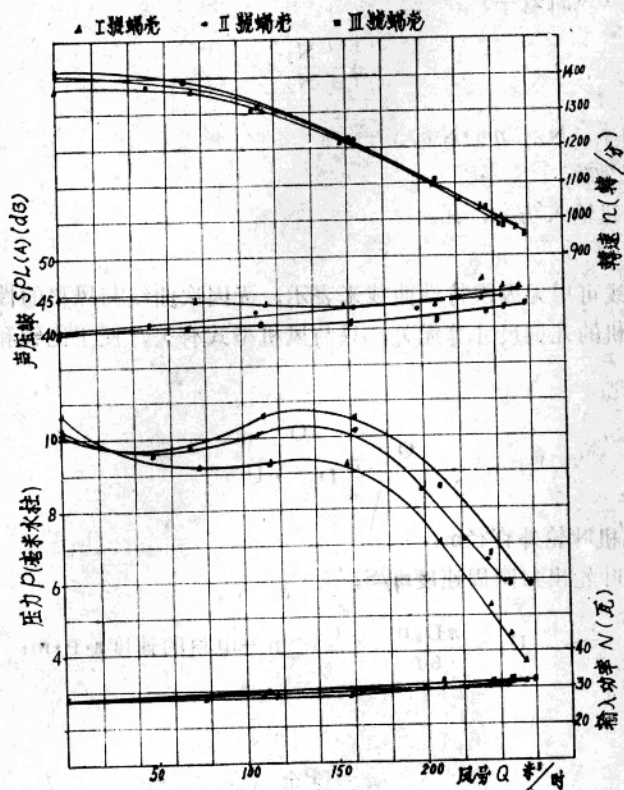


图4 三种蜗壳风机性能曲线

(三) 蜗壳风舌间隙试验

蜗壳Ⅲ号安装在进气口试验台上,对风舌与叶轮间隙进行五种位置尺寸的试验,找出风舌与叶轮外径的间隙最佳值,试验结果见图5。从图中可看出风舌与叶轮间隙从7% D_2 ~20% D_2 逐步加大,风机噪声下降,而空气动力性能有所提高,但风舌间隙超过20% D_2 ,噪声不再下降,而空气动力性能有下降的趋势。从实验找到了此种风机的最佳间隙值为20% D_2 。

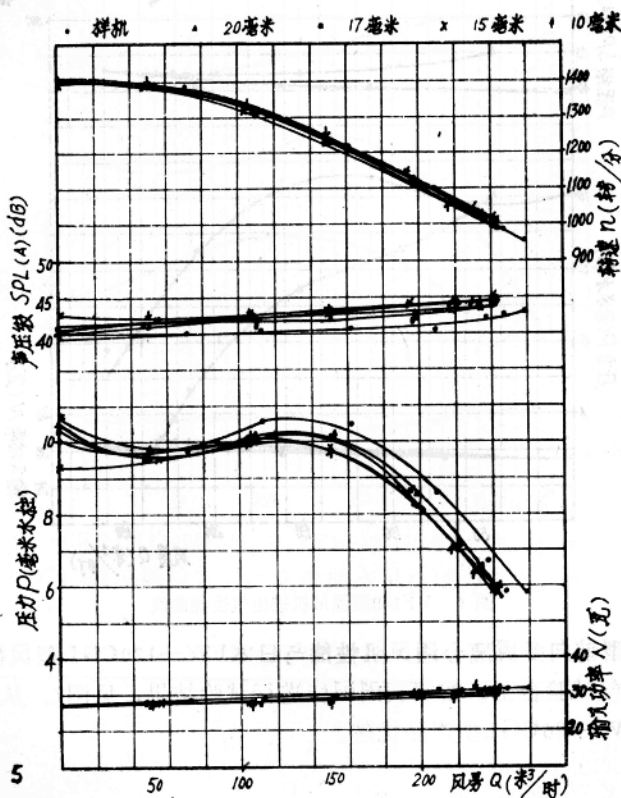


图5 风舌间隙试验性能曲线

(四) 进气试验与排气试验的对比

按照《GB1236—76通风机性能试验方法》对几种样机分别进行了进气、排气试验,我们选用其中二组数据,见图6。

从试验曲线可以看出:在小风量范围试验,结果相差较大,大风量范围相差较小。说明试验风筒截面积较小,排气试验用皮托管测量动压,在小风量时,误差较大,而且测量时,稳定时间较长,试验操作困难。因此建议小型通风机用进气试验标定性能曲线,噪声测定按GB2888—82规定在出气口中心45°1m处测定。噪声测定结果,进、排气试验基本相符。

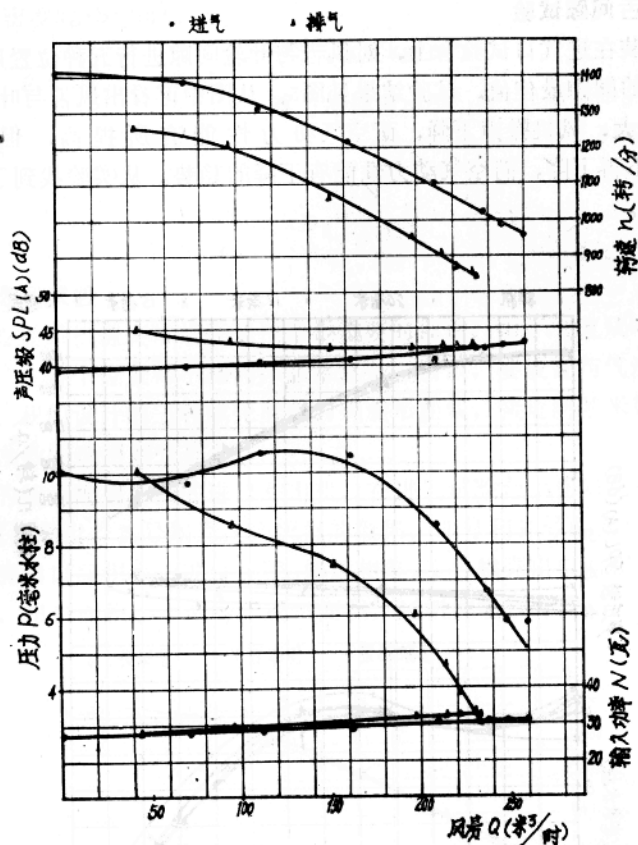


图 6 VF140型通风机进出气性能曲线

(五)VF—140型前向多翼离心通风机性能与日本FW—120CGL型风机产品对比试验
两种风机在进气试验台上,按照我国国标进行试验结果,见图7。从图中可以看出,样机性能比日本FW—120CGL型产品优越。

五、总 结

1. VF—140型前向多翼离心通风机样机,通过性能试验达到了原设计要求,主要性能如表2、图8、图9、图10。

2. VF—140型前向多翼离心通风机样机与日本FW—120CGL型前向多翼离心通风机产品对比试验表明:在空气动力性能、噪声等方面,优于日本FW—120CGL型风机产品,达到了较好的水平。

3. 通过样机蜗壳及风舌间隙位置的选型试验得到了VF—140型最佳几何尺寸的蜗壳,扩散度 $A = 0.47D_2$,六点近似作图法较好,风舌间隙以 $0.2D_2$ 为最佳。

4. VF—140型前向多翼离心通风机,叶轮采用了单圆弧形叶片,叶片曲率半径为6

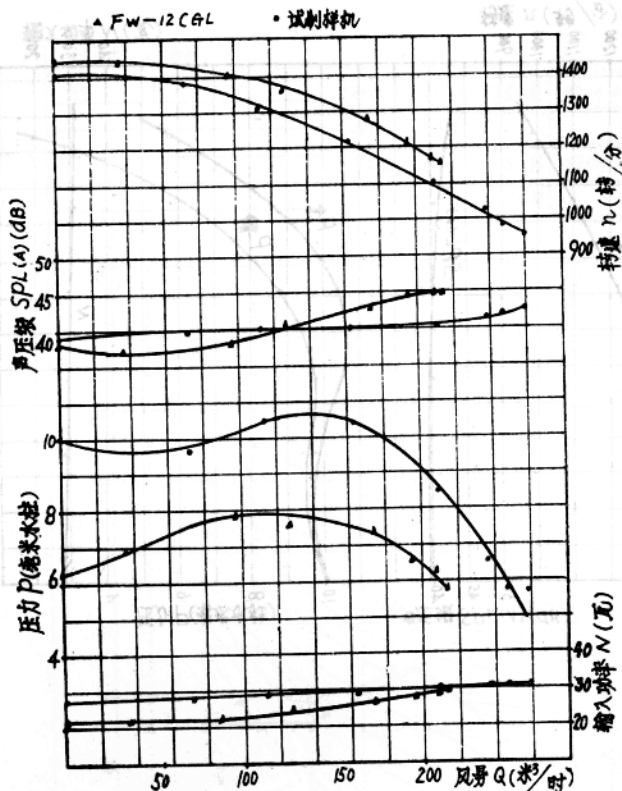


图 7 VF140型样机与日本FW-12CGL型风机产品对比曲线

毫米，中心角为 120° ，通过试验表明，它对提高风机压力系数，风机效率是有益的，噪声值有下降的趋势。

风机性能曲线

表 2

名 称		单 位	阀 门 位 置							
			1	2	3	4	5	6	7	8
流量	Q	米 ³ /时	0	71	112	162	209	237	247.4	259
全压	P	毫米水柱	10.1	9.74	10.5	10.49	8.52	6.69	5.83	5.81
静压	P _{st}	毫米水柱	10.1	9.43	9.76	8.89	5.86	3.26	2.1	1.71
输入功率	N	瓦	28	28	29	29	31	31	31	31
噪声	SPL(A)	分 贝	39.5	40	40.5	40.5	40.5	42	42.5	43
流量系数	Q	无 因 次	0	0.13	0.21	0.33	0.46	0.57	0.62	0.67
压力系数	P	无 因 次	0.77	0.77	0.93	1.08	1.05	0.97	0.91	0.97
功率系数	N	无 因 次	0.29	0.30	0.37	0.46	0.66	0.84	0.94	1.04
比噪声	SPLs(A)	分 贝	19.4	19.5	17.3	15.8	16.5	19.5	21	21.4
风机效率	η	%	0	30.5	50	72.7	70.9	63.2	57.7	60

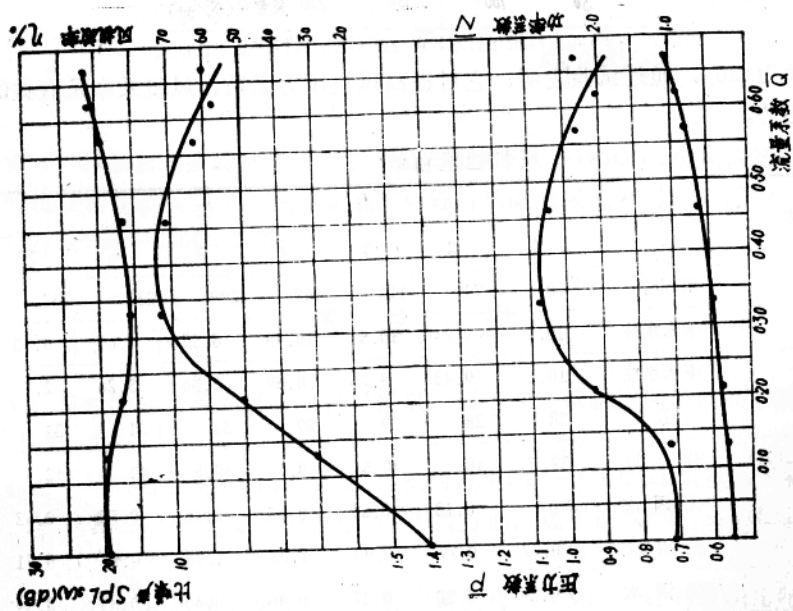


图 9 VF140型风机性能无因次曲线

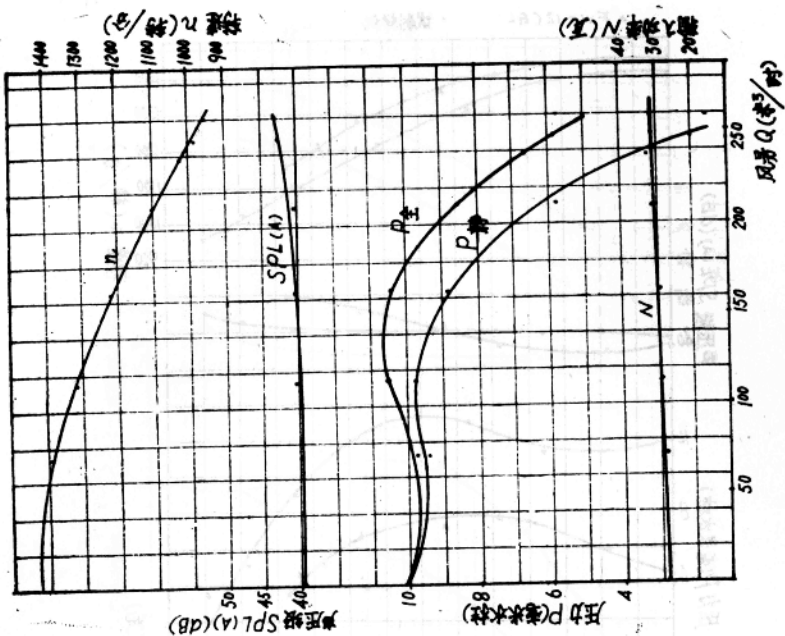


图 8 140VF型风机性能曲线

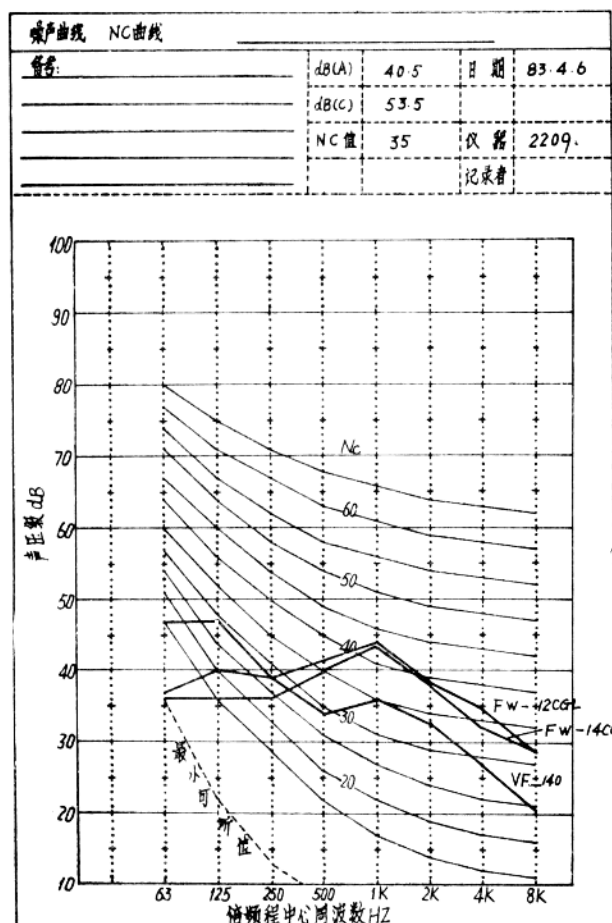


图 10 VF140型风机样机噪声特性与日本产品比较

参 考 资 料

- 1.《泵与风机》 高等学校交流讲义 西安交通大学流体力学教研组 华中工学院水力机械教研组 合编
- 2.《通风机与泵》 [苏联] 斯特鲁维等著
- 3.《小型多翼前向离心通风机研制报告》 原国防科委十四院设计室 中国科学院109厂 蚌埠绝缘材料厂 建研院空调所
- 4.《低噪声前向多翼离心通风机试验研究》 中国建筑科学研究院空调所
- 5.GB1236-76 通风机性能试验方法
- 6.GB2888-82 风机与罗茨鼓风机噪声测量方法
- 7.《送风机试验及检查方法》 日本工业规格JISB8330

建筑科学研究报告

编辑出版：中国建筑科学研究院科技处
印 刷：水电总局服务公司印刷厂
发 行：中国建筑科学研究院劳动服务公司
北京市安外小黄庄路9号

0.30元

