风机知识

亚洲 AMCA 网络研讨会

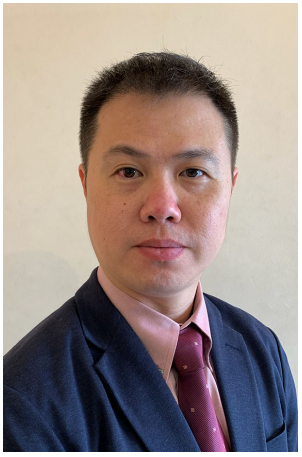
1

amca INTERNATIONAL

许文忠, Preston Koh

Asia AMCA 市场经理
网络研讨会主持人

- 2013 年加入 Asia AMCA
- 负责亚洲区 AMCA 会员与营销活动



2

amca INTERNATIONAL

参与准则

- 网络研讨会期间，观众将被静音。
- 可以随时通过 GoToWebinar 平台提交问题，并将在演讲结束后进行解答。
- 提醒： 此网络研讨会被录制！
- 网络研讨会后的评估表将在一天之内通过电子邮件发送给所有人，请您在评估后发回给 AMCA。

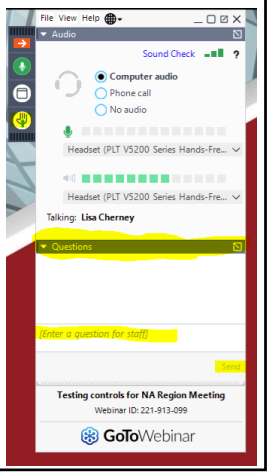
3

amca INTERNATIONAL

问题和解答

提交问题步骤：

- 从屏幕侧面的与会者面板中，选择“问题”下拉选项。
- 在框中输入您的问题。
- 点击“发送”。



4

amca INTERNATIONAL

版权

此教育活动受美国和国际版权法的保护。 未经演讲者的书面许可，禁止复制，分发，展示和使用教育活动的材料。

©AMCA International 2021

5

amca INTERNATIONAL

陈跃

亚洲AMCA中国区域的代表

- 2018 年加入Asia AMCA, 协助负责AMCA在中国区域的推广工作。
- 26 年的通风行业经验，历任销售经理、销售总监直至2016年退休

6

7

前言

amca INTERNATIONAL

为什么…?

为什么我们在审核设备供应商提供的技术资料时，是符合设计要求的，但是，往往在安装到实际送排风管道系统上后，它的性能却常达不到额定指标。

8

需要注意什么

amca INTERNATIONAL

如果要使一个风机能适当及准确地发挥其性能，我们必须知道

1) 风机的基础知识

2) 风机是如何测试及标定

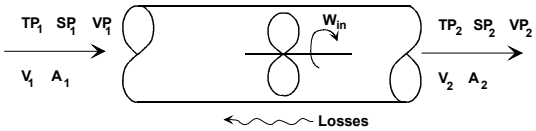
3) 何种因素会影响到系统，以及它的连接方式是否会涉及到风机的性能。

9

气流参数

amca INTERNATIONAL

风机用于向空气传递能量，将空气从一处输送到另一处。



- TP = Total Pressure 全压
- SP = Static Pressure 静压
- VP = Velocity Pressure 动压
- V = Velocity 风速
- A = Area 面积

10

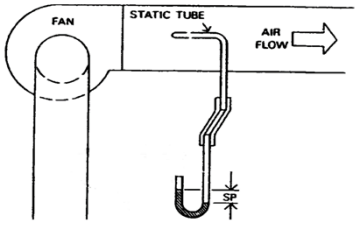
10

静压

amca INTERNATIONAL

是充满气体的某空间的某点的绝对压力与大气压力之差；是克服管路阻力的一种能量，它作用于各个方向，与气流的速度无关。

•Static Pressure (SP) 静压（SP）
- 空气静止作用于表面的压力
- 通常用于规定风机性能
- SP = total pressure 全压 (TP) - velocity pressure 动压(VP)



11

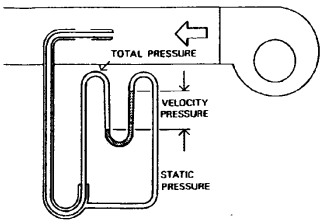
11

动压

amca INTERNATIONAL

将气体从零加速到某一速度所需的压力；它只作用在气流方向，永远为正值。

•Fan Velocity Pressure (VP) 风机动压
- 对应于风机出口风速的压力
- 单位容积流动空气的动能
- VP = total pressure全压 (TP) - static pressure静压 (SP)



$VP = 0.5\rho V^2$

ρ = Air Density 空气密度 in kg/m^3

V = Velocity风速 in m/s

if standard air 对于标准空气:

Q = Airflow (m^3/s) = V * Area (m^2)

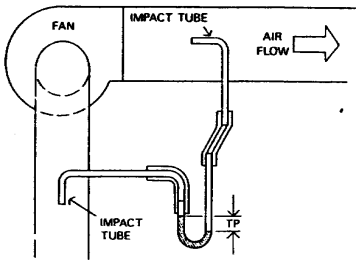
12

12

全压

amca INTERNATIONAL

- 全压= 静压+ 动压
- Fan Total Pressure 风机全压 (FTP)
  - 风机施加到空气中的全部机械能
  - FTP = 出口TP - 进口TP



13

13

风机效率

amca INTERNATIONAL

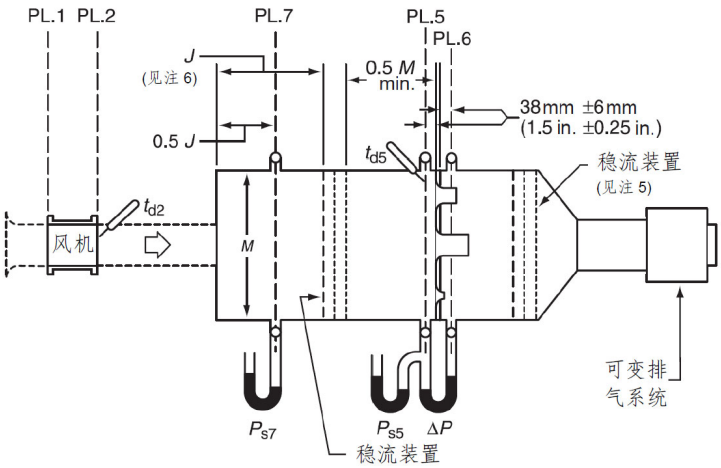
- **Static Efficiency 静压效率 (SE)**
  - 风机输出功率与输入功率之比
  - 采用静压SP，不包含动能
  - SE = AHP_{SP} / BHP
  - SE = (Q x SP)/(H)
- **Mechanical Efficiency机械效率 (ME) or 或全压效率Total Efficiency, (TE)**
  - 风机总输出功率与输入功率之比
  - 采用全压TP，包含动能
  - TE = AHP_{TP} / BHP
  - TE = (Q x TP)/(H)

14

14

AMCA210-图12　试验装置多喷嘴风室

amca INTERNATIONAL

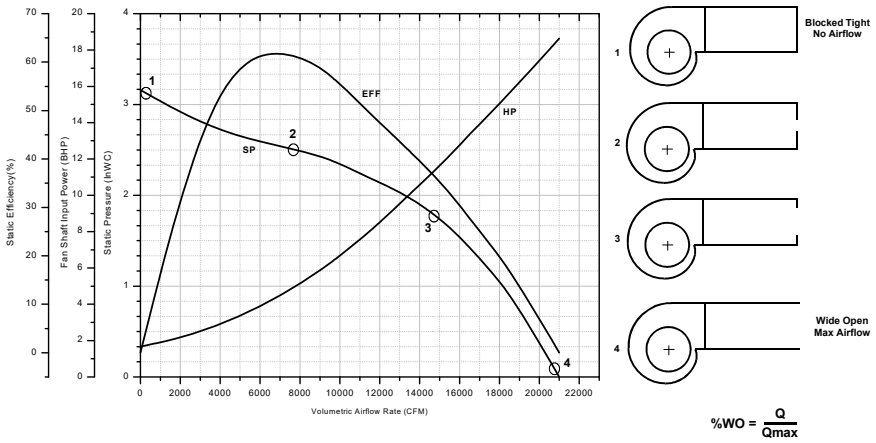


15

15

风机性能曲线

amca INTERNATIONAL

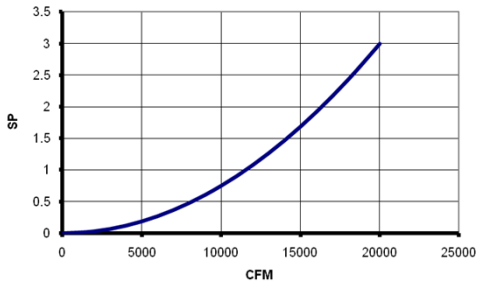


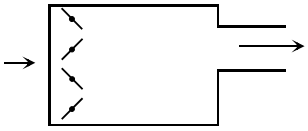
16

16

系统曲线

amca INTERNATIONAL





Pressure Loss 压力损失 = ff (V^X) where x = 2 for turbulent flow

其中，对于紊流，x=2

Pressure Loss 压力损失 ~ SP ~ V^2 ~ Q^2

$SP_{Loss} = kQ^2$ System curve 系统曲线

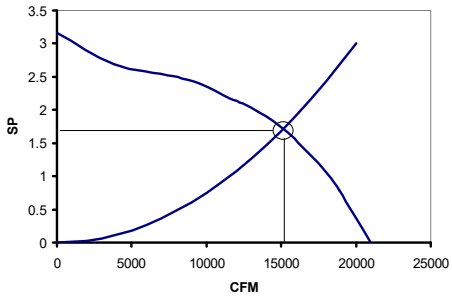
17

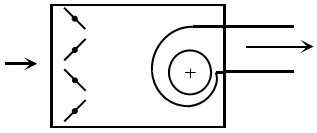
17

通风机运行点

amca INTERNATIONAL

风机性能曲线与系统曲线的交点就是风机运行点





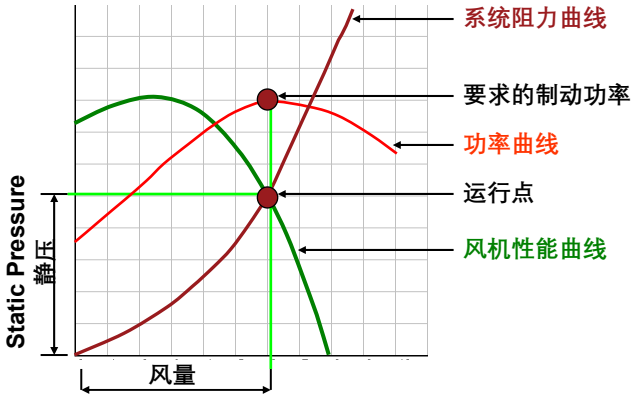
18

18

风机与系统—运行点

amca INTERNATIONAL

- 风机会在系统曲线与性能曲线相交的工况点运行



19

19

风机定律

amca INTERNATIONAL

$$Q_2 = Q_1 x \left(\frac{N_2}{N_1}\right) x \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

$$P_2 = P_1 x \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 x \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 x \left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

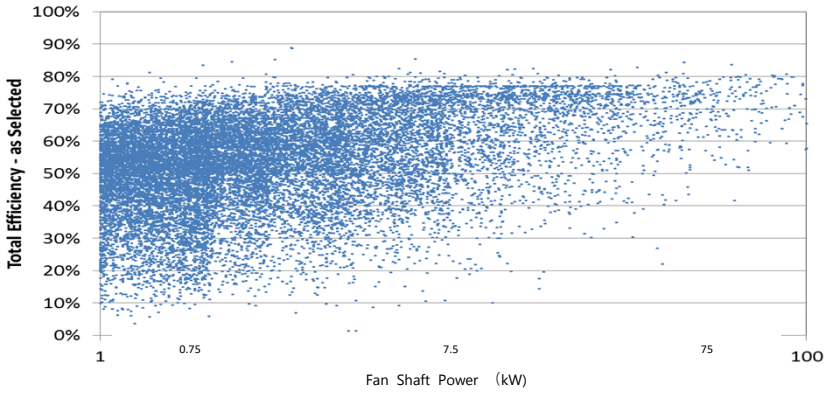
$$W_2 = W_1 x \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 x \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5 x \left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

式中: Q = 流速, CMH
P = 压力(TP, SP or VP), Pa
d = 气体密度, kg/m³
N = 风机转速, rpm
D = 叶轮直径, mm
W = 叶轮功率, kW

20

风机效率分布的情况，那种风机较适合选型？

amca INTERNATIONAL

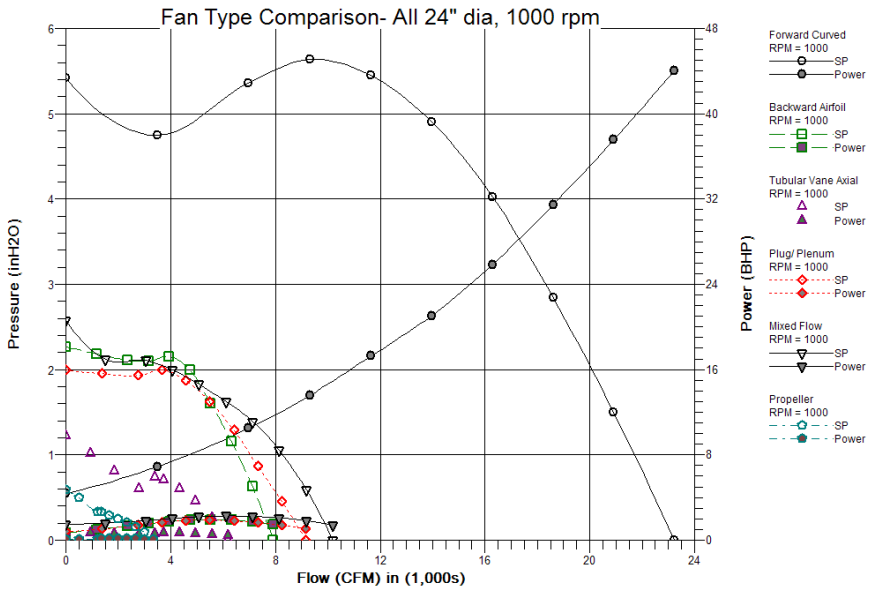


共45,000 台风机；总轴功率160,000 kW

21

同个转速，同一尺寸各类型风机性能曲线

amca INTERNATIONAL

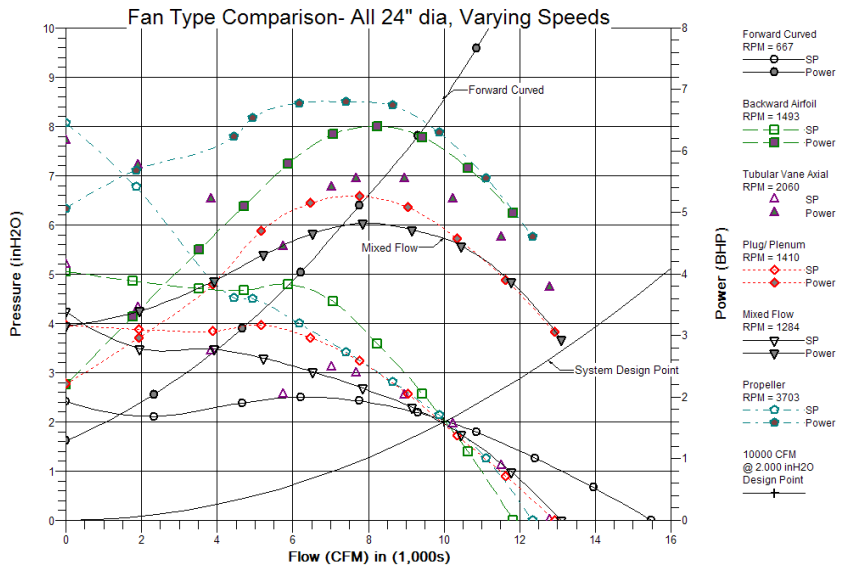


22

22

同个尺寸，不同转速下各类型风机性能曲线

amca INTERNATIONAL



23

23

amca INTERNATIONAL

对于风量为17000 cmh、静压（SP）500pa，所有风机按照最高SE（静压效率）选型

	Type类型	Dia (mm) 直径	Spd (rpm) 转速	kW 制动功率	SE % (Static Efficiency) （静压效率）	LwiA (Inlet Sound Power 'A') （进口A声功率级）
1	Forward Curved- SW (Centrifugal) 前弯单宽（离心）	762	476	3.8	61.7	89
2	Backward Airfoil – SW (Centrifugal) 后向机翼型单宽（离心）	927	650	2.85	80.0	77
3	Plenum 无蜗壳	838	800	3.17	74.0	80
4	Tubular Mixed Flow混流	686	1074	3.34	70.2	81
5	Tubular Vane Axial导叶式轴流	711	1438	3.56	65.9	86
6	Propeller (Axial)螺旋桨式（轴流）	762	1998	3.67	54.4	103

24

24

风机的比转数

amca INTERNATIONAL

- 通风机的比转数都是指单级单吸入时的比转数
- 求值于最高效率点
- 在设计参数给定后，可计算出比转数。根据比转数的大小即可决定采用哪种类型的风机。

比转数	风机类型
$n_s < 10$	罗茨风机
$n_s = 15 \sim 65$	前弯离心通风机
$n_s = 20 \sim 90$	后倾离心通风机
$n_s = 40 \sim 95$	混流风机
$n_s = 50 \sim 150$	带后导叶轴流风机
$n_s = 70 \sim 250$	轴流风机
$n_s = 100 \sim 400$	螺桨式风机

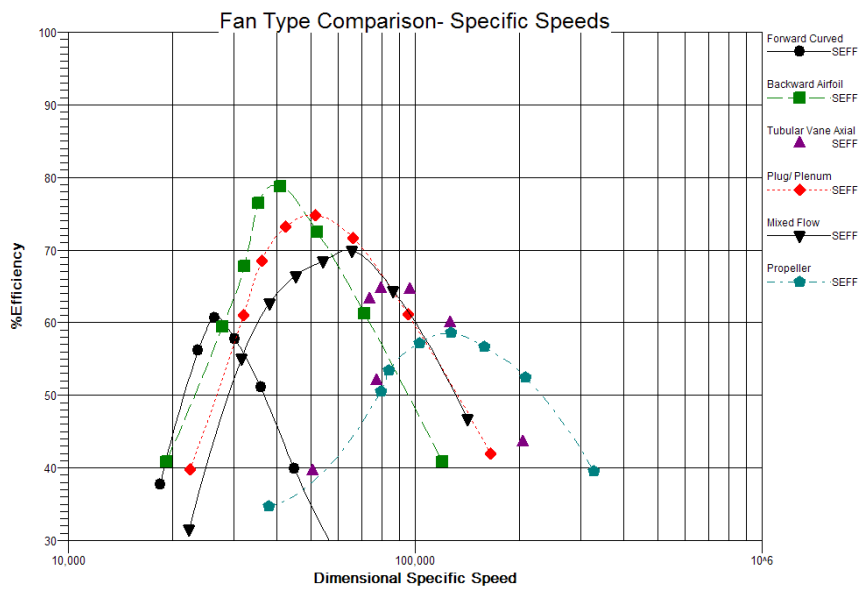
$$N_s = \frac{2877 \times N \times (Q)^{0.5}}{(P)^{0.75}}$$

Ns = Specific Speed
N = Fan Speed, RPM
Q = Flow Rate, CMS
P = Static Pressure, Pa

•比风量评估方法：最佳风机选择应该在性能曲线的最高点及右侧，避免进入左侧不稳定区；

25

amca INTERNATIONAL

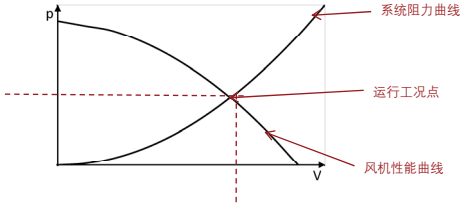


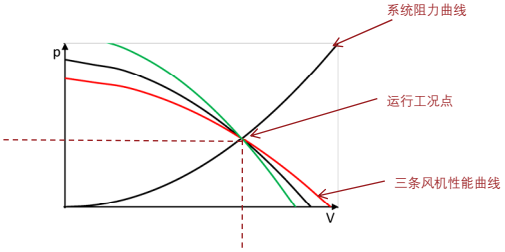
26

风机选择-A

amca INTERNATIONAL

- 风机性能曲线及系统阻力曲线





27

风机选择-B

amca INTERNATIONAL

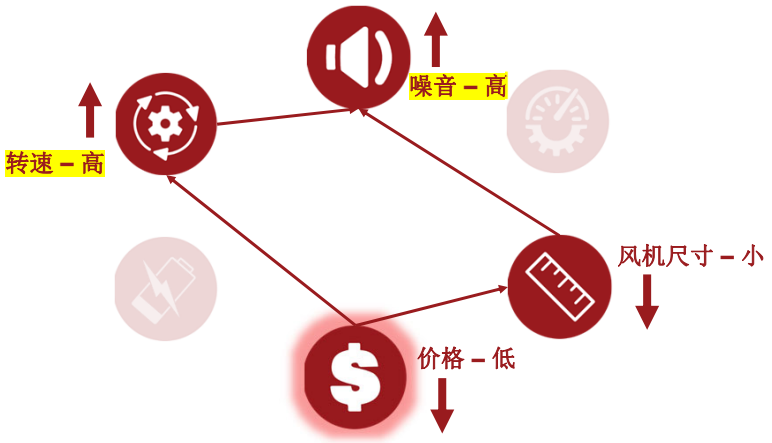
- 客户期望是:

28

风机选择-C

amca INTERNATIONAL

• 风机选择经常需要权衡：

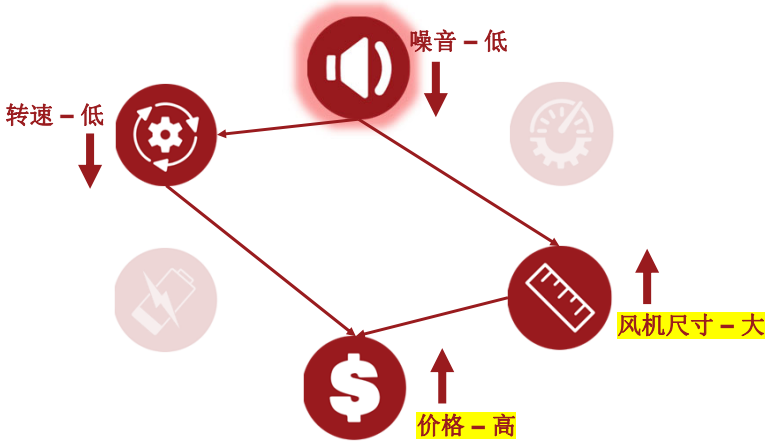


29

风机选择-D

amca INTERNATIONAL

• 风机选择经常需要权衡：

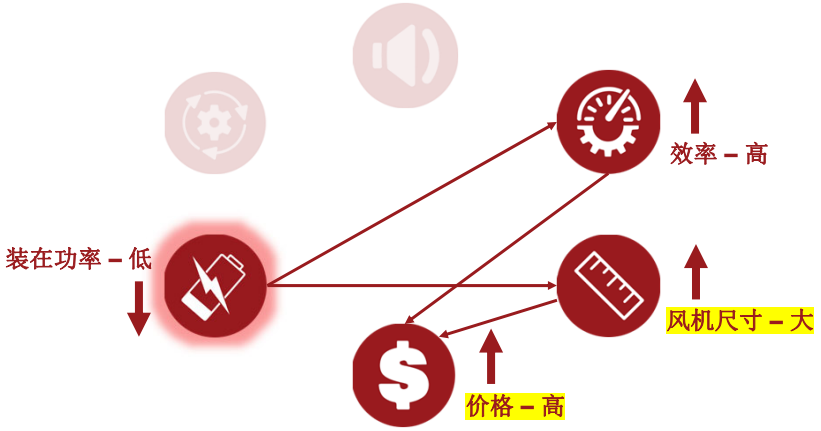


30

风机选择–E

amca INTERNATIONAL

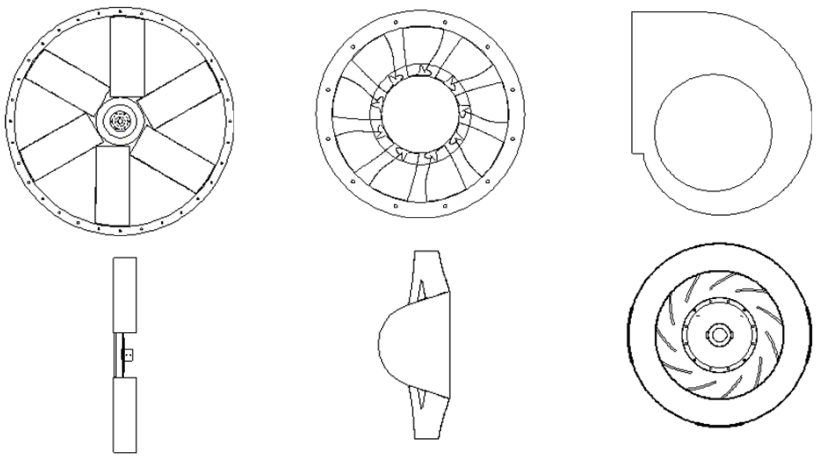
• 风机选择经常需要权衡：



31

风机的基本类型

amca INTERNATIONAL



轴流风机　　混流风机　　离心式风机

32

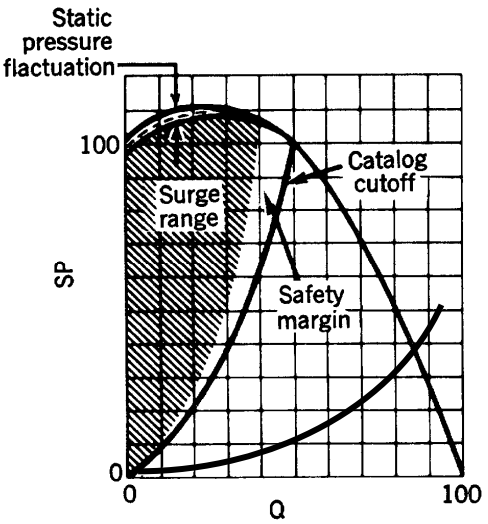
后弯(机翼型)风机的应用范围

amca INTERNATIONAL

Fan Surge
风机喘振
(Backward Curve Fan)

一旦产生喘振, 静压波动要达10%, 将产生很大破坏力.

- 工作区间
- 40~85%



33

风机喘振 - Audio Clip

amca INTERNATIONAL

正常声音 点击收听

34

34

风机喘振 – Audio Clip

amca INTERNATIONAL

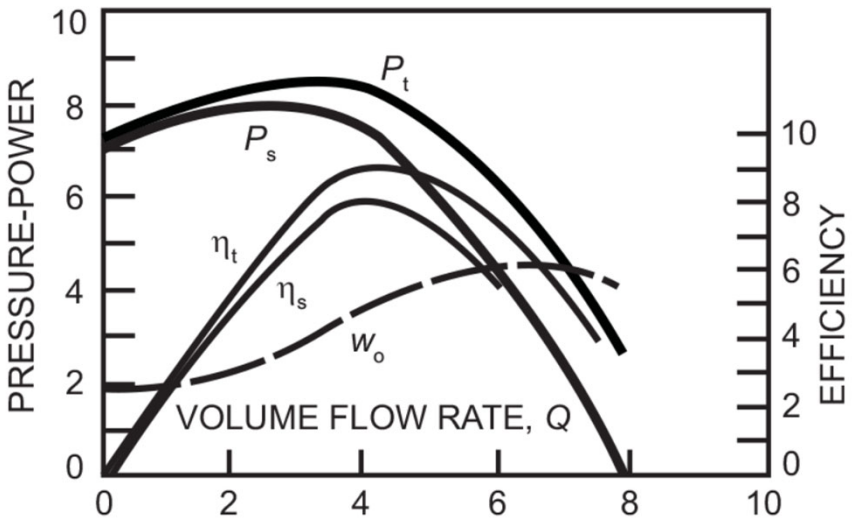
喘振声音 点击收听

35

35

后弯(机翼型)风机的应用范围

amca INTERNATIONAL



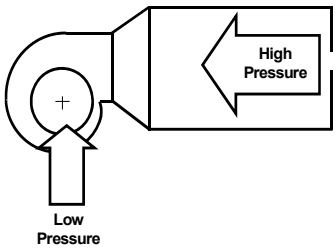
36

前弯风机的应用范围

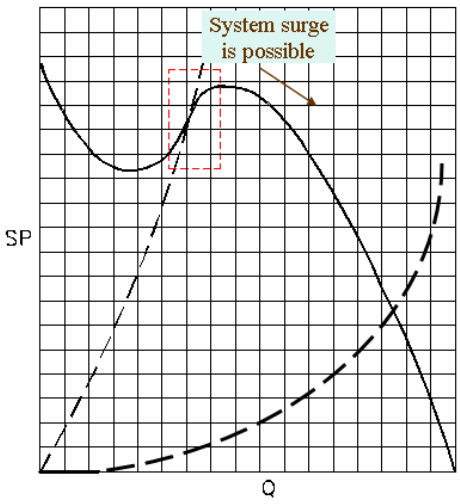
amca INTERNATIONAL

System Surge
系统喘振
(forward curve Fan)

与系统的相互作用
通风机运行点非常不稳定
气流在进气端和排气端来回震荡



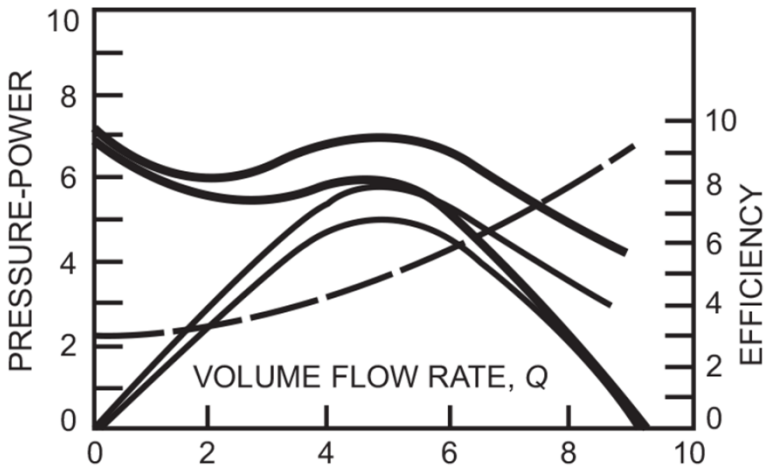
工作区间 30~80%



37

前弯风机的应用范围

amca INTERNATIONAL



38

轴流和混流风机的应用范围

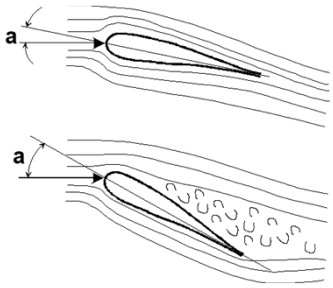
amca INTERNATIONAL

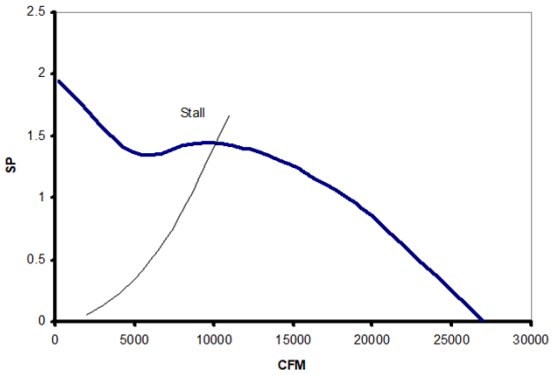
Stalling
失速
(Axial or Mixed Flow Fan)

气动现象

通风机不稳定运行

严重程度低于喘振



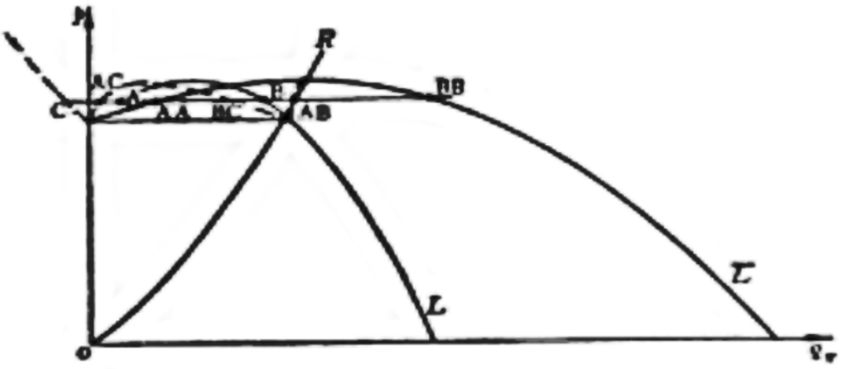


- 工作区间
- 65~90%
- (仅轴流及混流风机存在)

39

风机的并联

amca INTERNATIONAL



$SP_2 = SP_1$ $CFM_2 = 2\ CFM_1$ $BHP_2 = 2\ BHP_1$

40

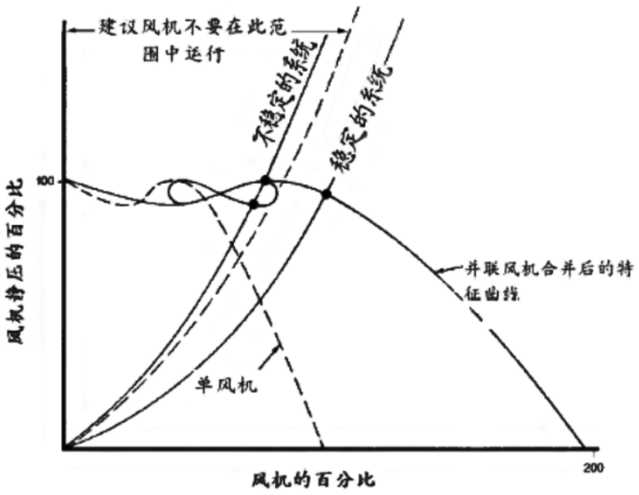
40

并联运行中不稳定状态

amca INTERNATIONAL

若运行点落在8字形区间，将产生多个工况点，从而这些不平衡气流会造成风机间隙性有负载及无负载，这种”跳动”会产生振动及噪音，进而损坏风机及电机甚至管道.

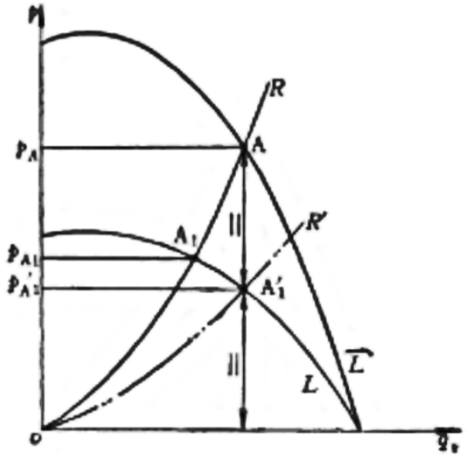
轴流风机的并联，常会产生噪音，一般的降噪措施很难奏效.



41

风机的串联

amca INTERNATIONAL



$SP_2 = 2\ SP_1$ $CFM_2 = CFM_1$ $BHP_2 = 2\ BHP_1$

42

42

双速风机的选择

amca INTERNATIONAL

我们经常会遇到设计中双速风机的选择，通常我们采用：

1）若风量不大，建议采用电机直驱形式的双速管道风机；

2）风量较大时，我们可以考虑采用配三相双速电机形式的风机，来满足设计要求，这里要求关注国内双速电机的转速比，避免发生设计的技术参数与实际匹配风量不一致，同时建议设计师在选变风量风机时要与厂家技术人员保持沟通，确保设计的圆满。

3) 采用变频电机来满足变风量要求，若要求更高的，可能还需采用电动风阀配合使用。这样的组合，对技术要求比较高。

43

43

风机选型的基本参数、要求

amca INTERNATIONAL

- 实际选型的基本要求：

1）Q：风机风量；

2）SP：风机静压；

3）使用场合：a）普通送排风； b）耐高温防排烟及正压送风

4）环境要求（高温、防火花、防腐蚀、潮湿环境、室内或室外场合等）

5）考虑到系统效应对设备产生的不利影响，所以必须严格控制风机的出口风速（风速>12.5m/s时，风速每增加5m/s,增加一个当量长度。

a）明确风机尺寸；（标定风轮直径）

b）出口风速的匹配；

44

风机选型注意事项

amca INTERNATIONAL

- 对于一个给定的应用场合，风机选型并不是一件无足轻重的事情
- 示例展示的是一个设计工况点，对其它工况点则选型又会有变化
- 不存在神奇的风机，会在大范围的工况点都满足成本最低、效率最高、低噪声的要求
- 应预先充分理解折衷方案的必要性
- 机械设计要求，如：平衡与振动等级、防火花与耐高温、防腐、结构布置、轴承、驱动装置等，会给选型过程带来进一步的挑战

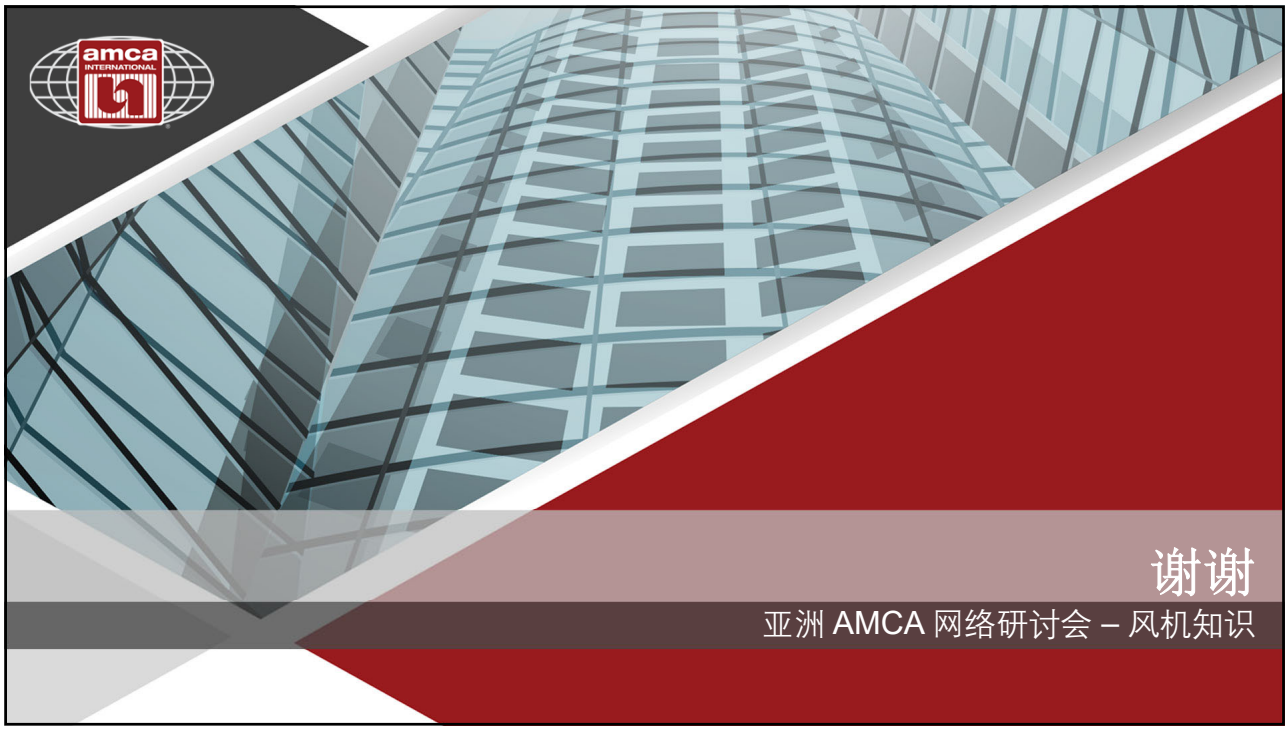
45

45

问题和解答

amca INTERNATIONAL

46



47