華億通風設備有限公司

通風系統最佳化/通風節能

2026-2版

版權所有: 華億通風（2026.3.17）

編者: 陳信昌

華億節能服務—通風系統的最佳化



本公司榮獲經濟部工業局-台灣產業服務基金會評選通過，成為節能團隊中唯一通風系統技術服專業公司

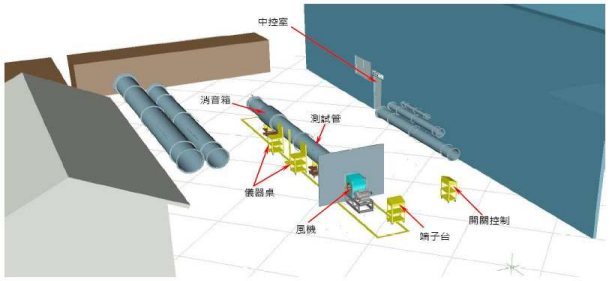
工業局拍攝的通風節能影片-華億主講



共有21段影片，每段約10-12分鐘，可在YOUTUBE 搜尋 “通風節能” 就可找到影片

本公司通過國家級
風機性能實驗室認證(CNS7778/ISO-5801)





可協助客戶申請政府風機節能補助(動力與公用設備補助專案)

申請條件，需提供符合103年版CNS7778、2007年以後版本之ISO 5801或2007年以後版本之美國送風機協會(Air Movement and Control Association，簡稱AMCA) 210之實驗室測試報告

補助產品	補助基準			
	0.75kW 至 37kW	大於 37kW 至 75kW	大於 75kW至 150kW	大於 150kW 至 200kW
風機	2,200(元/kW)	2,000(元/kW)	2,400(元/kW)	2,400(元/kW)

2. 補助上限及加成規定:
(1) 同一補助對象同一年度補助金額，以新臺幣五百萬元為補助上限，但補助對象屬年營業額新臺幣一億元以上者，以新臺幣一千五百萬元為補助上限。
(2) 補助對象屬符合中小企業認定標準規定之中小企業者，其補助金額依補助基準乘以一點二倍。

通風耗電基本常識

問題一

廠商報價乃依據客戶的排氣風量需求功能, 但選用風管管徑不同, 某一廠商採用管徑100cm, 某一廠商採用管徑90cm, 若其他條件相同. 僅此風管直徑差異 10%, 請問耗電會差異多少?

(A) 10%
(B) 20%
(C) 30%
(D) 40%
(E) 40%以上



解答: E

通風耗電基本常識

問題一

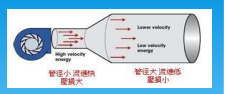
$$\text{風機消耗功(kW)} = \frac{\text{風量CMM x 風壓mmAq}}{\text{6120 x 風機效率 x 傳動效率}}$$

$Q = A \times V$

$$\frac{A1}{A2} = \frac{D1^2}{D2^2} \quad , \quad \frac{SP1}{SP2} = \frac{V1^2}{V2^2}$$

直徑的變化會和系統壓力成四次方反比

通風基本概念
案例



已知風量的某一個案件, 兩家公司的估價單, 但廠商選用風管直徑不同, 報價使用相同馬力馬達, 且選用相同廠牌風機, 效率標準相同

	A廠商	B廠商
風量	500CMM	500CMM
風管直徑	100mm	90mm
靜壓	80mmAq	117mmAq
風機效率	72%	72%
使用馬力	15HP	15HP
實際耗電	9.1HP	13.2HP

B廠商靜壓多了46%

一年電費差7.8萬

兩者價差僅為風管價格，約2萬

華億通風設備有限公司

通風耗電基本常識
問題二

廠商報價的風機, 當工程規範只指定風量靜壓值, 請問不同的廠商選用的風機, 耗電最大可能會差異多少?

(A) 10%
(B) 20%
(C) 30%
(D) 40%
(E) 40%以上



(尺寸大小不同, 設計方式不同, 都會影響效率大小)

解答: E

通風耗電基本常識

電腦選機表：後傾式選機

型號	尺寸	轉速RPM	風速M/S	全壓	全壓效率%	軸動力kw	音壓dBA
HBS	710	1398	22.52	101.23	59.5	13.91	88.8
HBS	800	1134	18.94	92.09	67.3	11.18	87
HBS	900	957	14.25	82.49	68.7	9.81	87.3
HBS	1000	817	11.11	77.6	73.5	8.62	87.8
HBS	1120	557	8.75	74.72	85.7	7.12	75.6
HBS	1250	478	6.6	72.68	86.4	6.87	74.2
HBS	1400	398	5.42	71.81	82.7	7.09	75.2
HBS	1500	367	4.4	71.19	77	7.55	75.8
HBS	1700	319	3.42	70.72	65.7	8.79	75.7
HBS	1900	286	2.74	70.46	55.4	10.4	76.7

同系列的尺寸大小，就有43%的耗電差異。

兩台風機價差約 4萬元，每年耗電差約 7.5萬元，

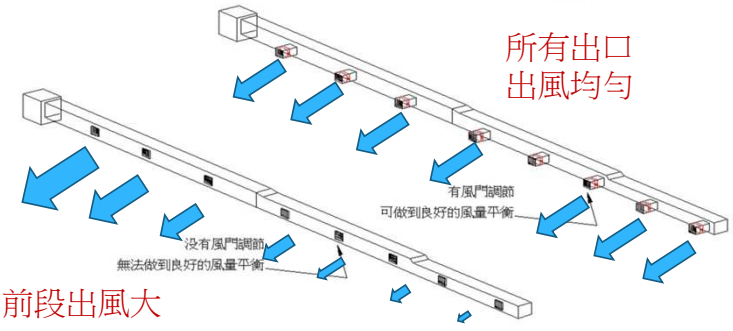
約**7個月**就可省回當初購置風機的價差。

通風耗電基本常識

問題三

在較長的風管, 多開口的抽風系統中. 若沒有良好的調節風門做到良好的風量分配. 要達到整體良好的排氣(或送風)效果時, 耗電會有多大的差別?

(A) 10%
(B) 20%
(C) 30%
(D) 40%
(E) 40%以上



因分配不勻，為了補足後段的不足， 而增加總風量15-20%

解答: E

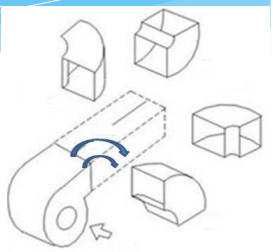
通風耗電基本常識

問題四

當風機方向選擇錯誤, 加上大出風管有太大的系統效應時, 達到相同功能, 可能會有多大的耗電差異呢?











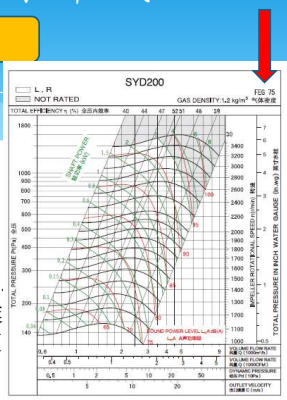
(A) 10%
(B) 20%
(C) 30%
(D) 40%
(E) 40%以上

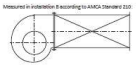
解答: E

通風耗電基本常識

問題五

FEG, FMEG, FEI 是什麼?







FEG: 是指風機效率等級 (不含馬達的效率損失)
FMEG: 是指風機和馬達的綜合效率等級
FEI: 指的是風機能效指標 (FAN EFFIENCY INDEX)

在風機市場中, 有很多廠商取得了 FEG或FMEG的認證. 意思是風機的可用操作範圍內, 有某些操作區域可以達到國際級的風機高效率標準. (例如FEG 75認證, 代表這台風機的某一操作點可以達到全壓效率75%)

但並不代表, 風機目前的使用狀況下, 一定落在高效率區域, 為了防止使用者有錯誤的認知, 以為選用了有FEG認證的風機就一定會節能省電. 後來才在AMCA協會的推動下, 有FEI的選用指引.

要將風機都找出它的高效率落點, 而選用風機, 都儘可能的落在這個區域, 才能確保有達到省電標準. (本課程後半段, 也會介紹各種風機如何設計才能落在高效率區域)

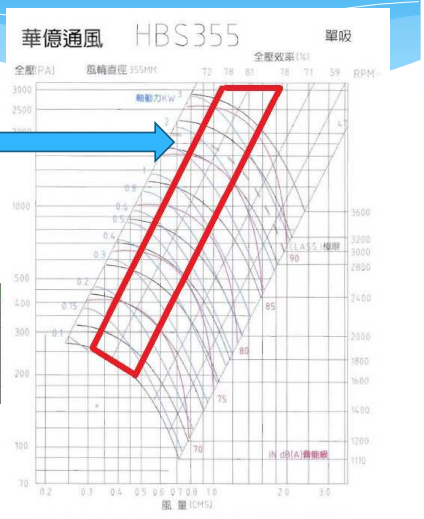
通風耗電基本常識

問題五

FEG, FMEG, FEI 是什麼?

符合高效率的機型

高效區



ISO-9000 風機性能曲線表 華億通風設備有限公司

風量: 480 CMM 靜壓: 80 MMAQ

型號	尺寸	轉速RPM	風速M/S	全壓	全壓效率%	軸動力kw	音壓dBA
HBS	710	1674	21.62	108.79	60.6	14.09	88.5
HBS	800	1362	18.18	100.35	68.7	11.45	86.8
HBS	900	1150	13.68	91.51	71.6	10.02	87.1
HBS	1000	879	10.67	87.01	79.4	8.6	84.7
HBS	1120	698	8.4	84.35	82.6	8.01	76.5
HBS	1250	605	6.33	82.47	81.8	7.91	75.3
HBS	1400	510	5.39	81.79	75.9	8.45	76.7

風機高效能的建議, FEI指標建議>=1.0, 若是有採變頻系統, 則可略低, >=0.95.
而風機廠商, 可自行計算該系列風機的FEI值, 並在選機表內指出.
FEI公式可參考下頁:

通風耗電基本常識

FEI計算公式參考

以下公式摘錄自AMCA208

$$FEI_{t,i} \text{ or } FEI_{s,i} = \frac{\text{Reference Fan Electrical Input Power}}{\text{Actual Fan Electrical Input Power}} = \frac{FEP_{ref,i}}{FEP_{act,i}}$$

$$FEP_{ref,i} = \mathrm{H_{i,ref}}\left(\frac{1}{\eta_{trans,ref}}\right)\left(\frac{1}{\eta_{mtr,ref}}\right)\left(\frac{1}{\eta_{ctrl,ref}}\right)$$

$$\mathrm{H_{i,ref}} = \frac{(Q_i+Q_0)(P_{t,i}+P_0\times\frac{\rho}{\rho_{std}})}{1000\times\eta_o} \qquad \mathrm{H_{i,ref}} = \frac{(Q_i+Q_0)(P_{s,i}+P_0\times\frac{\rho}{\rho_{std}})}{1000\times\eta_o}$$

$$\eta_{trans,ref} = 0.96\left(\frac{\mathrm{H_{i,ref}}}{\mathrm{H_{i,ref}}+1.64}\right)^{.05}$$

$$\eta_{mtr,ref} = A\cdot\left[\log_{10}(H_{t,ref})\right]^4 + B\cdot\left[\log_{10}(H_{t,ref})\right]^3 + C\cdot\left[\log_{10}(H_{t,ref})\right]^2 + D\cdot\left[\log_{10}(H_{t,ref})\right]^1 + E$$

	$H_{t,ref}$<185 kW (<250 BHP)	$H_{t,ref}$≥185 kW (≥250 BHP)
A	-0.003812	0
B	0.025834	0
C	-0.072577	0
D	0.125559	0
E	0.850274	0.962

通風耗電基本常識

問題....?

除了上述五種常見問題之外, 其實還有更多更多的問題. (後續內容會仔細探討, 我們光就上述四個問題, 在你的系統中, 若都發生了, 會造成你的耗電多達3倍.

也就是說, 最佳化的系統, 若耗電 20HP, 則不良的系統, 為了達到同樣的功能, 可能所需的耗電為 60HP, 多消耗的40HP, 若是全年運轉的系統, 會多花掉你 75萬台幣的電費.

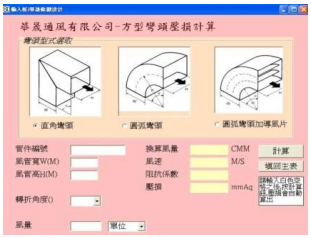
很多使用者根本不知道會有這麼大的差異, 所以就從來不在意自己的系統是否有最佳化的配置.

如果你現在知道了, 就該開始關心你的荷包過去的大失血了. 以下的課程內容, 就請你仔細的聽聽, 對你會有無比的幫助.

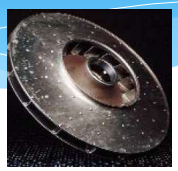


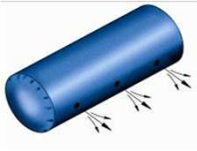
通風節能教材內容





- 通風能耗的公式計算
- 通風基本概念
- 風機種類的最佳選擇
- 製造技術及尺寸大小的影響
- 系統的overdesign(變頻使用)
- 減小風量的省電
- 減小壓力的省電
- 減小系統效應造成的損失
- 風機入/出風口的重要性
- 適當的風機分段及管路配置
- 現地勘察評估要點
- 軟體的配合(使用說明)







華億通風設備有限公司

耗電的公式計算





皮帶傳動　　直接傳動

$$\text{風機消耗功} = \frac{\text{風量CMM x 風壓mmAq}}{\text{6120 x 風機效率 x傳動效率}}$$

皮帶數量影響操作壽命與耗能

實際耗電量 = 馬達輸出功 / 馬達效率

馬達輸入功 = 馬達輸出功 /（馬達效率 x 功率因數）

馬達(三相馬達)輸出功(kW)

=1.732 x V x A x馬達效率x功率因數/1000

註：風機效率 30~85%

傳動效率：皮帶92~97%，馬達直聯 100%，聯軸器直聯98-99%

變頻器（60HZ=FULL LOAD時，94-95%）

風機定律

- 風量和轉速的一次方成正比
- 靜壓和轉速的二次方成正比
- 耗電和轉速的三次方成正比

耗電的公式計算

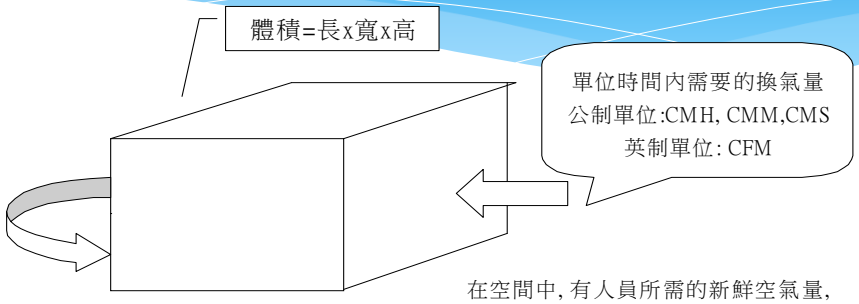
紅字部份稱為空氣動力

全壓 = 靜壓 + 動壓

可用靜壓或全壓

$$\text{風機消耗功} = \frac{\text{風量CMM x 風壓mmAq}}{\text{6120 x 風機效率 x 傳動效率}}$$

通風基本概念
什麼是風量



在空間中, 有人員所需的新鮮空氣量, 排熱量或是機器設備的散熱量需求. 需要由外界的空氣來交換, 稱換氣

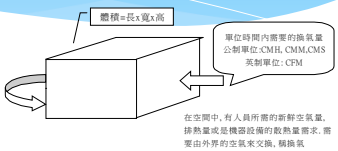
方式:
機械進風/機械排風
機械進風/自然排風
自然進風/機械排風
自然進風/自然排風

空調比通風增加了
過濾/控制濕度/制冷/加溫

通風基本概念

不同的進排氣方式會造成系統(室內)的壓力不同 :

1. 機械進風/機械排風---可調成零壓, 正壓, 負壓系統
2. 機械進風/自然排風---正壓系統
3. 自然進風/機械排風---負壓系統
4. 自然進風/自然排風--- ??????



例:
無塵室, 醫院開刀要設計成正壓系統垃圾廠, 隔離病房要設計成負壓系統
人所在的空間, 最好為零壓或微正壓(保持乾淨, 外部灰塵較不會進入室內)

乾燥機房要設計成負壓系統 (在液相和氣相的轉變, 低壓有利於體積較大的氣相, 故能使水氣揮發較快)

鍋爐燃燒, 則視壓力對燃燒效率的影響而決定(不同類鍋爐各有標準)

通風基本概念

整體換氣

通風量計算表

空間大小: 長: 25 公尺　寬: 12 公尺　高: 6 公尺　總體積:(M^3) 1800

華億通風

下表為各類型場所的標準換氣次數, 依實際需求選取換氣時間, 若是不明確, 可採用中間值來做計算標準

紅色區域請填入資料再按計算

場所	一次換氣時間(分)	場所	一次換氣時間(分)	場所	一次換氣時間(分)	場所	一次換氣時間(分)
裝配廠	3 - 10	廚房	1 - 3	庫房	2 - 10	人纖廠	3 - 10
禮堂	2 - 10	寄存室	2 - 5	會議室	2 - 10	辦公室	2 - 8
麵包店	1 - 3	機工廠	3 - 5	住宅室	2 - 5	包裝廠	2 - 5
銀行	3 - 10	造紙廠	2 - 3	藥劑室	2 - 10	生產工廠	1 - 2
鍋爐房	2 - 4	煉冶工廠	1 - 2	室內游泳池	2 - 5	飲食店	5 - 10
保齡球館	2 - 8	鑄造廠	1 - 4	酒吧	2 - 5	零售店	3 - 10
教堂	5 - 10	汽車廠	2 - 10	舞廳	2 - 10	小商店	3 - 10
乾洗店	1 - 5	發電機房	2 - 5	餐廳	3 - 8	商店(一般通風)	3 - 10
動力房	1 - 1.5	體育館	2 - 10	美容院	2 - 5	商場	2 - 5
工廠(一般通風)	5 - 10	蒸汽浴室	0.5 - 1	電鍍廠	1 - 5	戲院	3 - 8
工廠(排煙)	1 - 5	電氣渦輪室	2 - 6	圖書館	1 - 5	廁所	2 - 5

一次換氣時間: 3 分　預計使用風機: 1 台

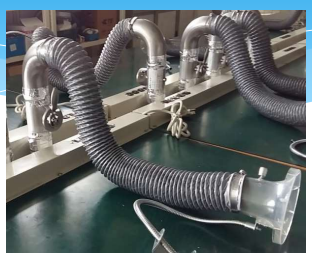
換氣量需求: 36000.00 CMH　每台風機風量: 36000.00 CMH

計算　列印　返回主頁

一次換氣3分鐘=1小時換氣20次

- 通風：**整體**換氣和**局部**排氣

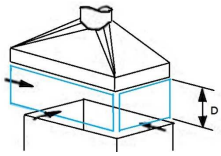
局部排氣



良好的氣罩設計, 可以減少抽風量, 也就可以減少耗電的需求.

重點:

1. 儘量接近污染源
2. 覆蓋面積正確



通風基本概念

整體換氣

職業安全衛生設施規則：第十二章第三節-通風及換氣中，對於室內作業環境之空間、坑內或儲槽內部作業等，對於相關作業場所應遵守之新鮮空氣量等進行規範

（二）其換氣標準如下：

工作場所每一勞工所佔立方公尺數	每分鐘每一勞工所需之新鮮空氣之立方公尺數
未滿 5.7	0.6 以上
5.7 以上，未滿 14.2	0.4 以上
14.2 以上，未滿 28.3	0.3 以上
28.3 以上	0.14 以上

1. 依室內人數計算:
每小時換氣量 m^3/hr = 人數 x 每個人每小時換氣量

2. 依室內容積計算:
➔ 每小時換氣量 = 室內容積 (m^3) x 每小時換氣次數 (1/hr)

場所種類		換氣次數
工廠	一般作業室	6
	塗裝室	20
	發電變電室	20
一般建築	事務室	6
	會議室	12
有害氣體塵埃發出的地方		20以上

氣態或粒狀有害物之必要換氣量

- 以新鮮空氣稀釋作業場所中的有害物濃度，使其合於法定之容許濃度標準，計算公式為
- $Q = \frac{24.45 \times W \times 10^3 \times K}{60 \times M \times C}$　或 $Q = \frac{1000 \times W}{60 \times C}$
- Q：必要換氣量（m^3/min）
- W：有害物每小時實際蒸發擴散到空氣中之量（g/hr）
- M：有害物之分子量
- C：有害物之容許濃度（ppm）或（mg/m^3）
- K：安全係數（通常取 3 至 10 左右）

排除CO_2之換氣量

- 一般換氣量：以 CO_2 濃度為指標，計算公式為
- $Q = \frac{10^6 \times \phi}{Co - Ci}$
- Q：必要換氣量（m^3/min）
- ϕ：每分鐘呼出 CO_2 之量（m^3/min）
- Co：排出空氣中 CO_2 濃度（ppm）
- Ci：吸入新鮮空氣之 CO_2 濃度（一般為300ppm）

控制作業場所之溫度基本之換氣量

$$Q\ (m^3/min) = \frac{\varphi_1}{C_s(t_i - t_o)}$$

其中

φ_1：為作業場所每分鐘之熱釋出量，Kcal/min，包括作業人員新陳代謝熱、電熱等(1kW = 860kcal/h)

Cs：為空氣之比熱0.288 kcal/m^3°C
為空氣之比熱0.240 kcal/kg °C

t_i：為作業場所內之溫度（℃）。

t_o：為作業場所外空氣之溫度（℃）

γ：空氣比重1.2 [kg/m3]

Q：通風量m^3/min

通風基本概念

整體換氣

1.地坪面積計算法

室內總坪數 × 預設換氣量/坪 = 所需總換氣量

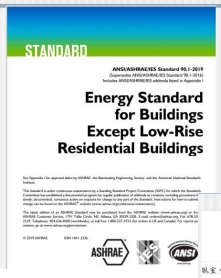
2.換氣次數計算法

室內總體積 × 預設換氣次數 = 所需總換氣量

3.各居室使用人數計算法

各居室使用人數 × 預設換氣量/人 = 所需總換氣量

ANSI/ASHRAE Standard 62.1



1.1內政部頒訂建築技術規則〔1〕

(1)建築設計施工篇第二章第八節有關通風摘要（細則自行參閱）

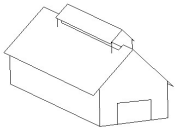
表1 建築物各類用途通風量規定

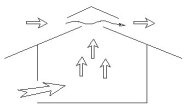
房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺／小時）	
		前條第一款及第二款通風方式	前條第三款通風方式
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者		8	8
辦公室、會客室		10	10
工友室、警衛室、收發室、詢問室		12	12
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者		15	15
展覽陳列室、理髮美容院		12	12
百貨商場、舞廳、撞球室、球戲等康樂活動室、友誼較少之工作室、印刷工場、打包工場		15	15
咖啡室、學校及其他指定人數使用之餐廳		20	20
營業用餐廳、酒吧、咖啡廳		25	25
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席		75	75
廚房	營業用	60	60
	非營業用	35	35
配膳室	營業用	25	25
	非營業用	15	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平公尺之發電或配電室		—	10
浴室		—	15
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		—	20
公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場		—	30
蓄電池間		—	35
汽車庫		—	25

通風基本概念

自然進風/自然排風--- 太子樓 or 自然排風機 (效果???)

(無動力, 不使用馬達, 不會耗電)
(但靠要如何才會有好的效果, 和有動力的風扇的效能差異)
(開口數量變多, 屋頂漏水的風險?)









有馬達的型式

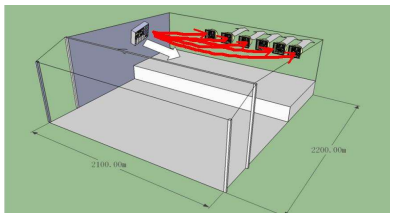


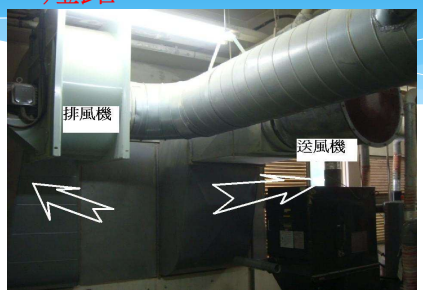


華億通風設備有限公司

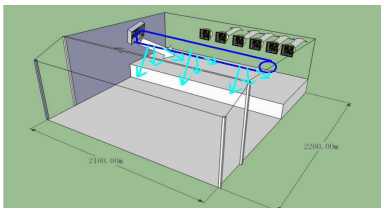
通風基本概念

短路 ???





冷卻水塔入口







華億通風設備有限公司

補充-氣流方向的重要性

氣流方向不正確會有很多不良的影響, 使通風效果不彰



目前現場已有送風管的設置, 但是因為出口吹風的方向不當, 反而把烤漆爐的熱氣及異味吹到整個廠區, 若送風方向可改由右吹向左, 可用一樣的風量得到更好的效果.

華億通風設備有限公司

補充-氣流方向的重要性

氣流方向不正確會有很多不良的影響, 使通風效果不彰



錯誤的送風管位置, 把窗邊的輻射熱氣帶到整個空間



正確的位置, 可用同樣的空調設備, 增加冷房的效果.

華億通風設備有限公司

補充-氣流方向的重要性

氣流方向不正確會把應有的集塵氣罩功能減弱了





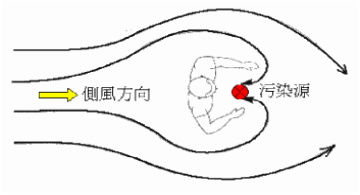
註: 在氣罩的設計中, 也要考量周遭環境的氣流狀態.

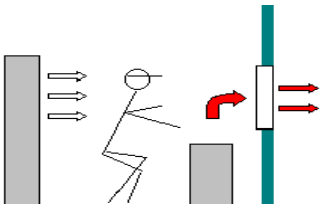
所有氣罩做的方向不良. 剛好背對外氣氣流的方向. 假設抽氣氣罩的面風速為 1.5M/S,
而外氣流入的風速大於1.5M/S, 會使抽氣效果受到極大的影響, 使熱氣被反向推送, 遠離抽氣罩.
現場看到整個系統都是如此. 所以會耗掉很大的電力, 卻無法得好良好的抽氣效果. 建議整體性的改善.

華億通風設備有限公司

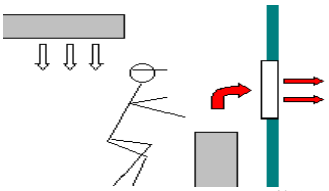
補充-氣流方向的重要性

氣流方向不正確會有很多不良的影響(下圖取自通風工程網路版教材)







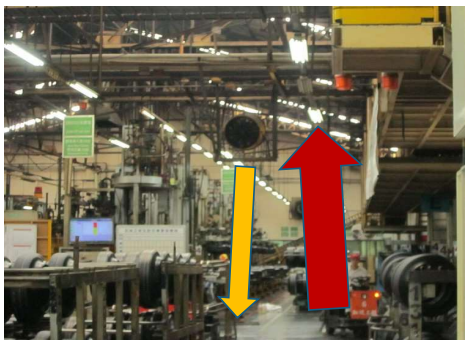


華億通風設備有限公司

補充-氣流方向的重要性

把送風扇架在高處, 往下送風, 因為熱氣上升, 反而把上層的熱風往下送. (下圖兩例)





華億通風設備有限公司

補充-日曬降溫!!!

透明窗加隔熱紙, 屋頂塗隔熱漆, 都能有效降溫(但材質很重要)





好的防水隔熱漆, 價位雖高, 但降溫效果良好

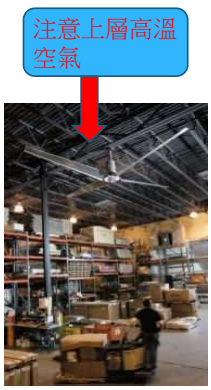
好的隔熱紙, 效果明顯, 且耐用度高. 雖然貴, 但一定可以從空調電費省回來

通風基本概念

非常大的空間, 要整體換氣降溫, 需要很大的耗能. 所以某些空調或通風設計, 會利用風速造成的體感溫差, 來減低對風量或冷凍噸數的需求. 如下列的大型吊扇, 或局部送風



大型吊扇





局部送風

大型吊扇







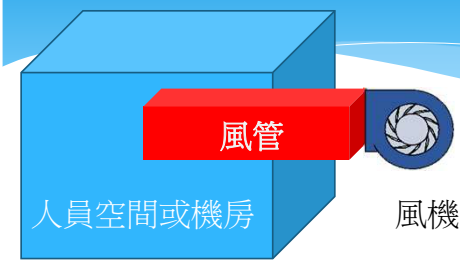


			涵蓋範圍				
涵蓋範圍	風速 M/S	體感溫差℃	直徑 2440MM	直徑 3660MM	直徑 4880MM	直徑 6100MM	直徑 7320MM
A1	2.8M/S	6 到 8 度	2.4 公尺	3.7 公尺	4.9 公尺	6.1 公尺	9.8 公尺
A2	1.3M/S	3 到 5 度	4.5 公尺	9.1 公尺	12.2 公尺	13.0 公尺	15.2 公尺
A3	0.9M/S	3 到 4 度	6.0 公尺	15 公尺	18.0 公尺	30.0 公尺	36.0 公尺
A4	0.5M/S	2 到 3 度	45 公尺	48 公尺	55.4 公尺	57.9 公尺	58.0 公尺

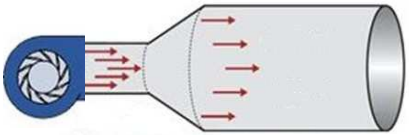
華億通風設備有限公司

通風基本概念

什麼是風壓



全壓 = 靜壓 + 動壓



管徑小 流速快 壓損大

管徑大 流速低 壓損小

1mmAq=9.8 Pa

管路的壓損

管路壓損和管內風速二次方成正比。
除搬運風速特殊需求，要加大風速。

其他狀況：降低管內風速，壓損減少，減低能耗。

較大的管路壓損來至直管及彎頭
直管壓損每公尺落在0.1mmAq以下
90度彎頭的壓損落在2.5mmAq以下

搬運風速

防止氣流夾帶物，沉積於風管內，造成阻塞的最小風速。

- 重質粉塵 (金屬切屑、噴砂灰塵等)，搬運風速約為20~23 M/S。
- 輕質乾燥粉塵 (棉紗、石粉等)，搬運風速約為10~13 M/S。

通風基本概念
管路的壓損

同為 10M/S風速下,不同管徑的每一米的壓損

HWAYI 華億通風設備有限公司--風管壓損計算表

電話: 02-8512-2229
傳真: 02-2278-1687

壓損總合: 請按下此鈕計算壓損總合 mmAq

編號	設備名稱	風量CMM	風速M/S	係數	壓損MMAQ
1	圓型風管-直徑1M-長度1M	471.24	10.00		0.10
2	圓型風管-直徑0.9M-長度1M	381.70	10.00		0.11
3	圓型風管-直徑0.8M-長度1M	301.60	10.00		0.13
4	圓型風管-直徑0.7M-長度1M	230.90	10.00		0.15
5	圓型風管-直徑0.6M-長度1M	169.65	10.00		0.19
6	圓型風管-直徑0.5M-長度1M	117.81	10.00		0.23
7	圓型風管-直徑0.4M-長度1M	75.40	10.00		0.30
8	圓型風管-直徑0.3M-長度1M	42.41	10.00		0.43
9	圓型風管-直徑0.2M-長度1M	18.85	10.00		0.71
10	圓型風管-直徑0.1M-長度1M	4.71	10.00		1.65

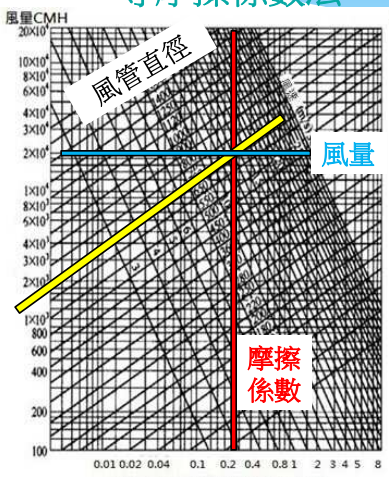
所以在設計上，一般主管（直徑較大管件）管內設計風速可在9-15M/S
中段管件（直徑約在30-60CM), 設計風速建議在7-9M/S
尾段管件（直徑約在10-25CM)，設計風速建議在3-6M/S

華億通風設備有限公司

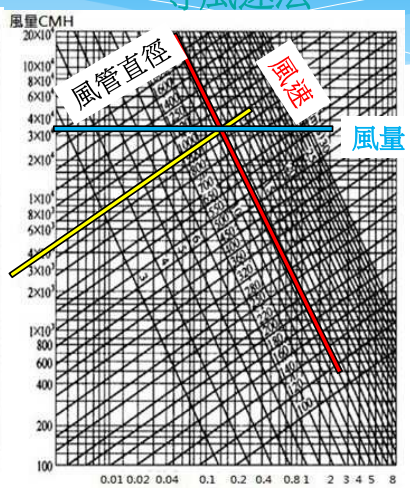
通風基本概念

風管尺寸的設計， 常使用下列兩種方法：

等摩擦係數法　　等風速法



每公尺長度風管的摩擦損失係數mmAq/M



每公尺長度風管的摩擦損失係數mmAq/M

搬運風速的補充說明

[表 4-1] *ACGIH* 建議的管道搬運風速 V_{tra} (資料來源：*ACGIH* Manual)

污染物	作業範例	搬運風速 V_{tra} (m/s)
蒸氣、氣體及煙霧	蒸氣、氣體及煙	5-10
燻煙	焊接	10-13
非常微細之輕灰塵	棉紗、木粉及石粉	13-15
乾粉塵及粉末	細橡皮塵、電木粉塵、黃蕊絨絮、棉塵、刨屑、皮革屑及肥皂粉塵等等	15-18
一般工業粉塵	研磨粉塵、輕皮屑(乾)、鋸木屑(重而濕)、木麻屑(裹溫殘渣)、咖啡豆、製鞋粉塵、花崗石粉塵、矽粉、一般物料處理、切磚屑、黏土塵、一般鑄造屑、石灰粉塵及石綿粉塵等棉	18-20
重粉塵	生灰塵(重且濕)、金屬車工、鑄造轉磨裝桶及搖出粉塵、噴砂灰塵、木塊、鍘磨料、黃銅銼屑、鑄鐵粉塵、鑽孔粉塵鉛塵等等	20-23
重或潮濕粉塵	鉛塵夾有小切塊、潮濕水泥粉塵、切管機作業時之石綿、有黏性之磨光絨以及生石灰塵等等	> 23

教課書查表

自購以下設備大約3000元



產線的粉塵物料放入, 實際用風機的風量大小來測試真實的搬運風速.

這樣的做法, 就可以精準的設計需求的搬運風速, 不必加太大安全係數而造成電力浪費

現場實測法

耗電費用計算

最適契約容量調整計算

全年電費	2,072,912	元	0
全年用電量(度)	484,080	度	(全年實際電費-元)
年平均功率因數	0.94		
全年最高尖峰需量	419	kW	
全年最高離峰需量	203	kW	
超約罰款金額	7,677	元/年	
每度電費	4.28	元/度	

預計可節省電費(元)	92,703元
最適契約容量	293kW
全年電費	1,980,209度
全年用電量(度)	484,080度
每度電費	4.09元
功因改善至100%全年節省之費用	21,382元

假設從系統中省回1馬力的電力，一年可以省多少電費：

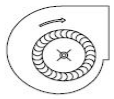
365天 x 24小時 X 0.746KW x 4.0元 = 26140元

電度

“節省1馬力電，就可以省2.6萬的電費“

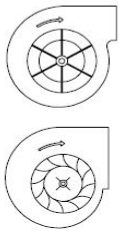
(註: 從113年起, 另有碳費的徵收)

離心風機風輪的種類











前傾式風輪



後傾式風輪



翼截式風輪



混流式



直翼式



透浦式(高壓)

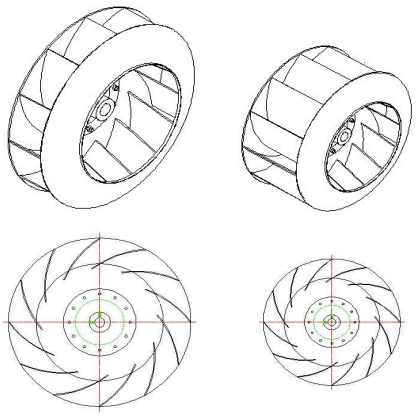
風機定律:
風量和轉速的一次方成正比
靜壓和轉速的二次方成正比
耗電和轉速的三次方成正比

華億通風設備有限公司

離心風機風輪的最佳化



壓力大



壓力小

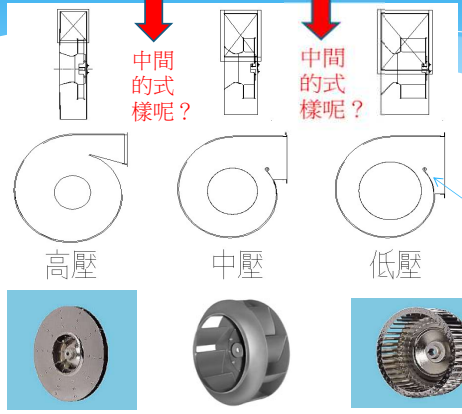
同容積
同轉速
同風量

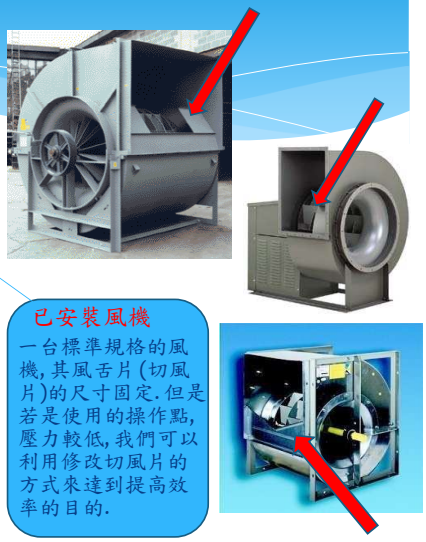
但是壓力
不一樣

如何製作出一個風輪，運轉後在固定轉速下, 不會有風量超過需求值或是風壓超過需求值，這樣就是最佳化的設計

華億通風設備有限公司

最佳化風機的選擇





已安裝風機

一台標準規格的風機，其風舌片（切風片）的尺寸固定．但是若是使用的操作點，壓力較低，我們可以利用修改切風片的方式來達到提高效率的目的．

不正確的選用風輪型式，會增加耗電．
高壓風機用於低壓時，耗電而產生系統不需要的壓力，就是浪費電力．
中壓風機，加轉速用於高壓，過多的風量也會浪費電力．

華億通風設備有限公司

實績．華夏海灣乾燥爐風機

產線風機節能更新 (更換後省電 36%)

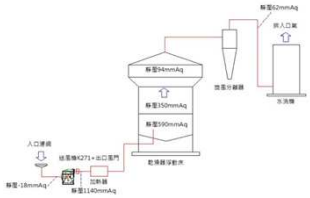
2018年完成案件



HTF-C20#49, 810CMM,
890MMAQ-215HP (送風)
靜壓效率: 81.0%, 全壓效率: 82.3



HTF-C30#40.25, 890CMM, 450MMAQ,
125HP（排風）
靜壓效率：81.5%, 全壓效率：84.1%

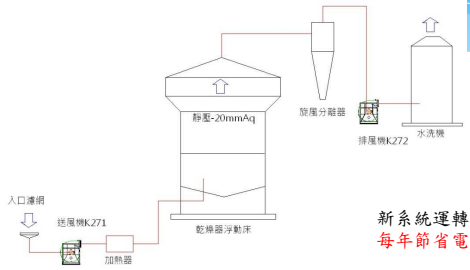


原始風機規格:
風量 950cmm,
靜壓 1200mmaq,
馬達 450hp-4極, (335kw)
風門開度35-40%左右



現場量測數據如下:
入口靜壓: 18mmAq, 出口靜壓: 1140mmAq, (系統壓力總和: 1158mmAq)
入口管徑: 1050mm, 入口截面積: 0.8659m^2
入口平均動壓: 13.2mmAq, 換算風速 14.64m/s　　換算風量: 761CMM.
實測電流: 46 A, 電壓 3300V (滿載電流推估為 69A)
換算耗功: 1.732*3300*46/1000*0.91*0.90 =215 KW

舊系統僅使用送風機, 新系統把風機拆兩台, 一台送風一台排風.



原系統馬達450hp
新系統兩台風機, 馬力
215hp + 125hp = 340hp

新系統運轉後省電 36%, 省電 77.3kw
每年節省電費　77.3*24*365*2.3 = 1,557,440元.

LC-9 數據(一次側): 51.7HZ, 457V, 137A, 耗功: 97.42KW



(K271)　(2018/11/8 量測)

送風機實測耗電

LC-9 數據(一次側): 49.8HZ, 456V, 60A, 耗功: 40.89KW



(K272)　(2018/11/8 量測)

排風機實測耗電

高壓風機(壓力大於1000MMAQ), 與中壓風機(300-1000)的選機效率差異

靜壓效率

Fan Size	Speed [RPM]	Power Required [kW]	SE [%]	OV [M/S]
4412	3081	378.6	47.5	65.75
4900	2424	312.4	57.4	54.23
5414	1993	268.2	66.8	44.24
6000	1582	245	73.1	36.17
6600	1314	236.3	75.8	29.89
6912	1231	236.3	75.8	26.96
7300	1161	239	75	24.43
7678	1094	243.6	73.6	22.03
8034	1038	249.5	71.9	19.97

原規格
靜壓
1200MMAQ
單台操作

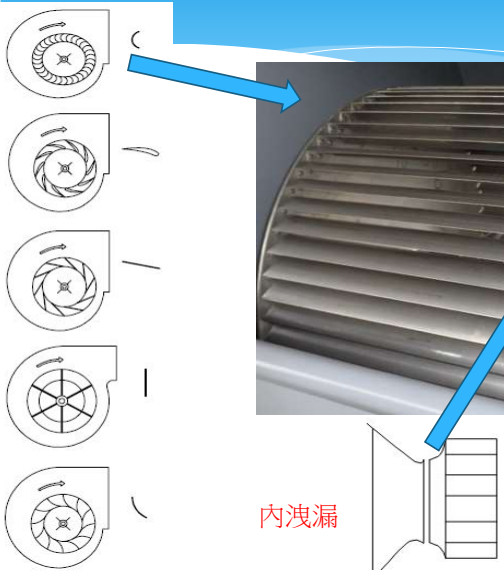
Fan Size	Speed [RPM]	Power Required [kW]	SE [%]	OV [M/S]
4014	2872	199.1	60.7	40.2
4412	2277	169.8	71.1	32.89
4900	1878	154.7	78	27.12
5414	1583	147	82.1	22.13
6000	1378	143.9	83.9	18.09
6300	1302	144.8	83.4	16.41

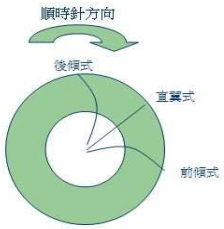
拆成兩台
靜壓
800MMAQ

Fan Size	Speed [RPM]	Power Required [kW]	SE [%]	OV [M/S]
3000	3439	113.3	54	35.65
3300	2931	96	63.7	29.46
3612	2327	84.1	72.7	24.08
4014	1916	77.9	78.5	19.8
4412	1384	75.2	81.3	16.2
4900	1195	75.2	81.3	13.36
5414	1054	78	78.4	10.9
6000	940	83.5	73.3	8.91

靜壓
400MMAQ
串聯操作

多翼式風輪-內洩漏造成效率變差





內洩漏

67頁處有
補充說明

華億通風設備有限公司

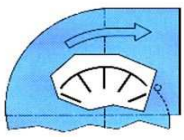
直翼式效率的問題

radial blade及radial tip blade都使用在污染較重的空氣品質.

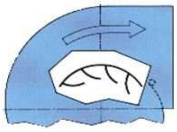
效率約為後傾式的0.6-0.7倍.

效率約為後傾式的0.85-0.9倍.

RADIAL



RADIAL TIP





華億通風設備有限公司

實績:可寧衛高雄大發廠引風機

焚化爐 id fan 79012CMH, 560MMAQ, 250HP-6POLE (140℃)

2021年完成案件





新風機於華億工廠接管實測

新風機靜壓效率: 72.4%, 風輪直徑 1740MM, 舊風機為直翼式(350hp), 效率低, 僅55.2%, 更換後, 省電23.8%, 每年節省電費120萬元. (原案規劃)



安裝的新風機



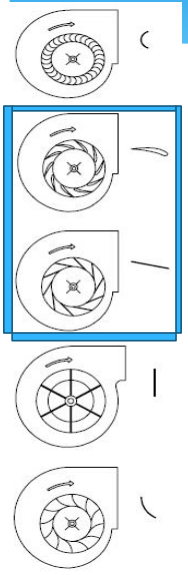




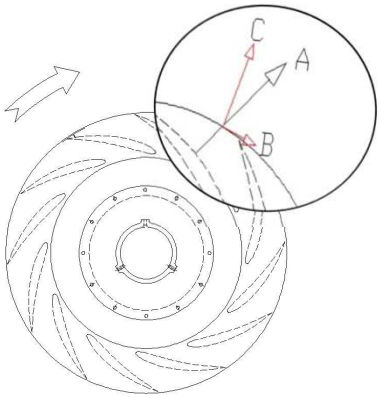
原風機直翼式風輪

翼截式可提高風機效率

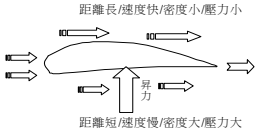
將單片的後傾式葉片,改成機翼的造型,氣流通過而產生的昇力.其分力可變成轉動力量的一部份





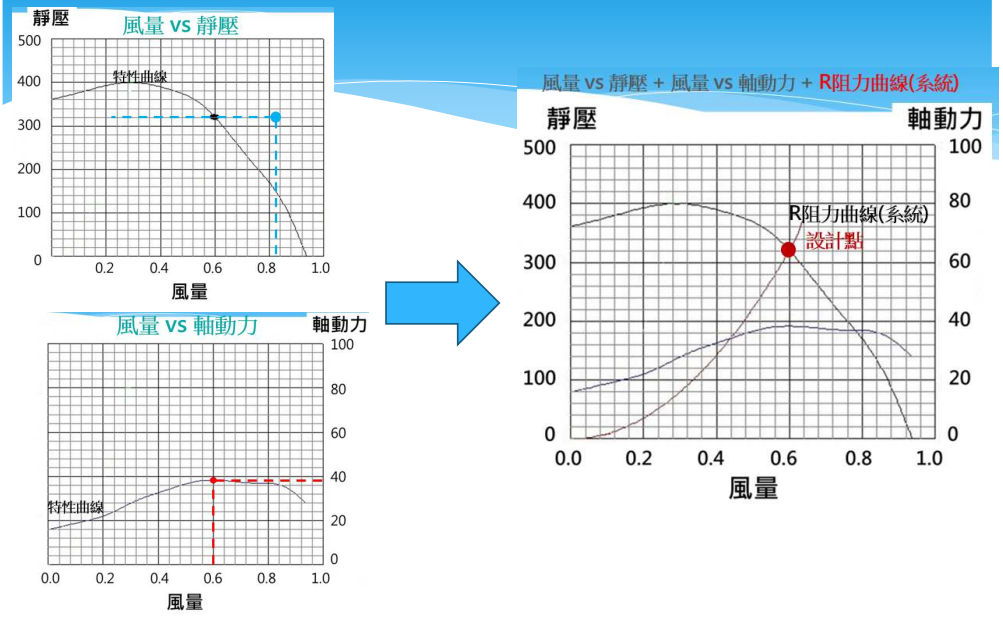


翼截式離心風輪



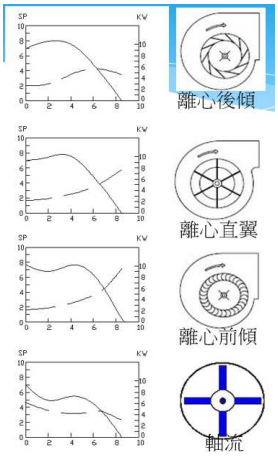
華億通風設備有限公司

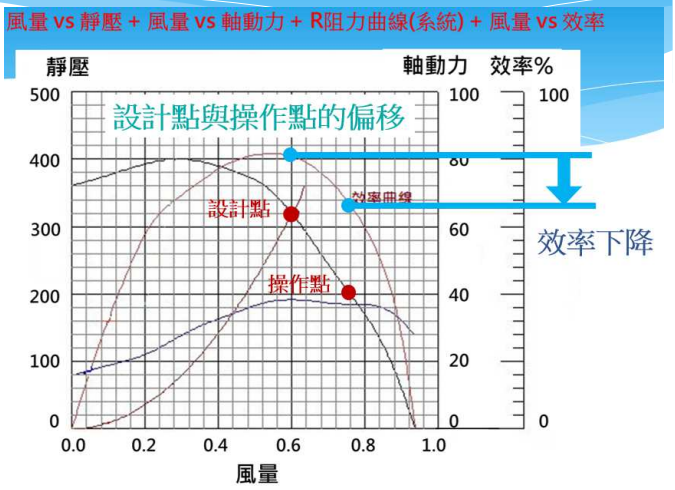
性能曲線表的補充



性能曲線表的補充

不同型式風機的代表曲線



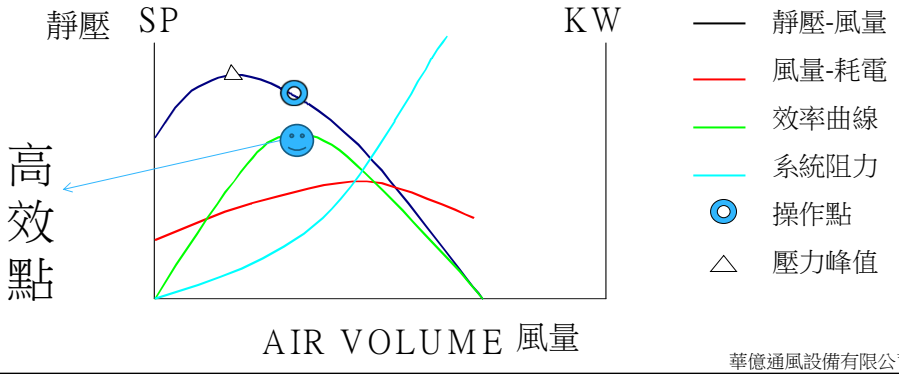


離心風機的種類-標準型

標準風機(規格品)-標準尺寸規格產品. (價格較低)

有固定的特性曲線, 使用者依需求選擇, 但不一定能落在高效率區

客製化的風輪設計，儘量把操作點往高效區靠近



補充



很多人都常問我一個問題.

我都已經用了變頻器了, 過大的風量, 過大的壓力, 都已經用變頻調下來了. 風機還需要改嗎????????

答: 完全兩碼子事 .

降頻是省掉設計過量的部份，會省很多電，但60hz時效率是 50%, 降到40hz，效率還是50%.....(30hz....相同)

換風機或風輪提高效率，是另一回事

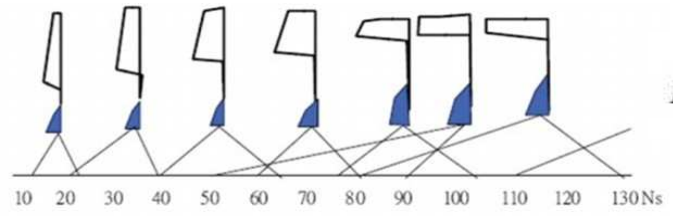


註: 上方變頻器圖片由台達電子提供

最佳化風機/風輪的設計

由於影響風機氣流動力性能相關的物理參數有很多，為了讓分析能更簡 化，使用無因次參數是一相當方便的方法。例如：葉輪外徑為 Ds 之送風機在風 量 1 m3 /s 與壓力頭 1 m 時，葉輪外緣之旋轉速度，稱為比速度(Ns)，即為一 無因次參數。比速度的表示式如右下方公式：

其中， N 為送風機轉速[rpm]，Q 為風量[cmm]， H 則是壓力頭[m]。 比速度對於送風機的特性、型式以及動葉輪的選擇非常重要，是設計或選 用送風機時最重要的無因次參數之一。一般而言，送風機的效率在某一特定的 比速度區間具有最高值，其效率與比速度的關係如圖 5 所示。因此，為了避免 不必要的損耗，必須謹慎選用適當比速度的送風機。



$$N_s = \frac{NQ^{1/2}}{H^{3/4}}$$

高壓　　中壓　　低壓

華億通風設備有限公司

實績. 遠東棉紡打包風機

因為要節能省電, 所以將風機加裝變頻器, 可將原設計值OVER DESIGN而多出來的風量及壓力減低.
在裝了變頻器後投入生產, 以實際需求的風量, 22500CMH, 將原風機降頻到45hz, 即可達到足夠的風量22500CMH, 但因為在降頻後, 風機壓力能力和轉速的二次方成正比.
所以在降風量後, 壓力明顯不足, 造成入口端的吸力不足. 所以只能運轉在約55hz左右.

所以業主提出, 要利用原機殼不變, 改風輪來符合這樣的需求. 我們可以利用公式去推算如何修改葉輪.

業主的需求是要有原機在45HZ時的風量, 而此時, 要能達到在50HZ運轉的壓力.
依風機定律計算, 則風量需求為 22500CMH, 靜壓為 2493PA.

經上述算, 若要達到業主的要求. 風輪直徑過大, 和風機出口舌片的距離太短, 所以推算後, 以原機殼能放下的風輪直徑大約 1043mm, 則風機最後必須在47hz時, 達到上述的風量及靜壓.

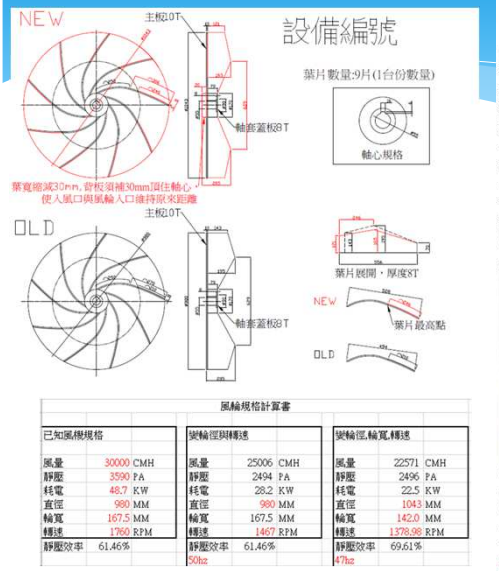
本案的風輪很特殊, 是無側蓋的後傾風輪型式. 如下照片.
對於此種風輪, 會不做側蓋, 通常會使用於纖維生產系統, 怕被抽入風機後, 在風輪內纏繞.





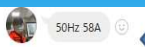
實績. 遠東棉紡打包風機

經過計算, 例用現有機殼能做的葉輪修改如下:



風輪規格計算書

已知風機規格		變輪徑與轉速		變輪徑,輪寬,轉速	
風量	30000 CMH	風量	25006 CMH	風量	22571 CMH
靜壓	3590 PA	靜壓	2494 PA	靜壓	2496 PA
耗電	48.7 KW	耗電	28.2 KW	耗電	22.5 KW
直徑	980 MM	直徑	980 MM	直徑	1043 MM
輪寬	167.5 MM	輪寬	167.5 MM	輪寬	142.0 MM
轉速	1760 RPM	轉速	1467 RPM	轉速	1378.98 RPM
靜壓效率	61.46%	靜壓效率	61.46%	靜壓效率	69.61%
		50hz		47hz	



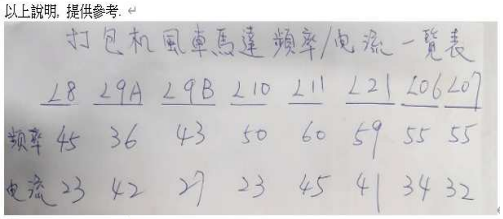
原本未改風輪前的操作電流: (現場操作人員提供)

在實地測試後, 可以從原來的 50hz, 電流值 58A-367V (滿載電流 75A/440V) 耗電量為: 1.732*58*367/1000*0.82(功率因數) = 31.3kw, 在更換風輪後, 僅需運轉於 36hz, 即可達到生產需求的風機性能, 而運轉電流為: 42A-264V, 耗電量約為: 1.732*42*264/1000*0.82(功率因數) =15.7kw

省電量 31.3kw – 15.7kw = 15.6kw 省電率: 15.6/31.3 = 49.8%

每年可省電的費用: 15.6 * 8000*4 = 499200 元. (每年以 8000 小時工作時間, 每度電 4 元計算)

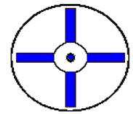
以上說明, 提供參考.



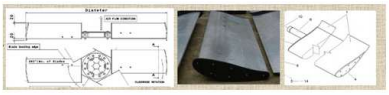
(註: 以上的電流值為變頻器上的電流顯示, 由於變頻後電壓會隨頻率下降, 所以上述耗功中用的電壓值為二次側電壓)

軸流風機葉片的特性

$$Q=AxV$$

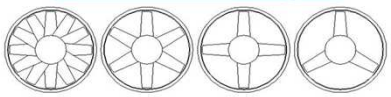


葉寬的差異
(增壓)





葉形的差異



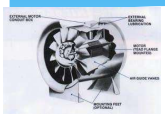
葉片數的多寡
(增壓能力)



導翼的有無

華億通風設備有限公司

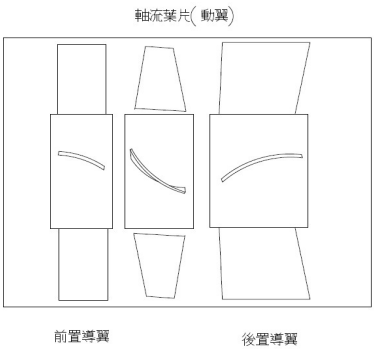
補充

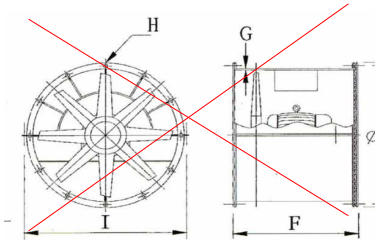


導翼的有無

導風翼有分為前置型及後置型, 原理有些不同, 但得到的效果相似. 以下為實際的做法(很多廠商都是為符合規範而做, 並且是不懂原理的亂做, 不但沒有增壓效果, 也常出現反效果)



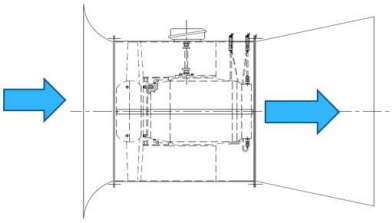




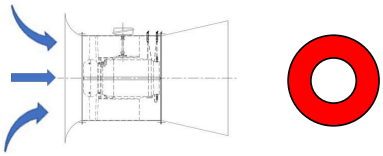
補充

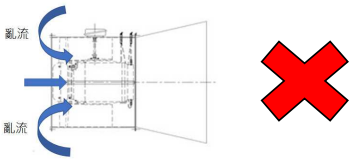
鐘形入風口的重要性

當風機入口端在使用時, 沒有連接風管, 則鐘形入風口的有無, 會對風機性能有很大的影響. 很多國外型錄在性能表中, 也有特別註明其測試的數據是有加裝鐘形入風後的數值. 特別是在低靜壓, 大風速的案例, 有時差異會達20%以上 (反之, 可在出口裝設錐形出風擴口)



鐘形入風口 錐形出風擴口





你知道嗎. 若是軸流風機的入口沒有接風管時, 又沒有加裝鐘形入口, 性能效率會減損5-10%. 這也都會反應到電價喔!!

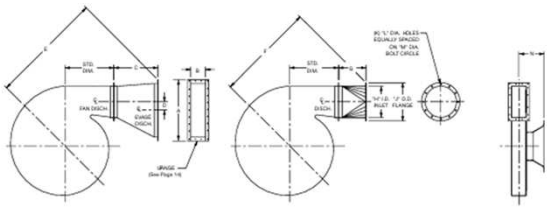
補充

高壓離心風機也有同樣的問題

高壓離心風機, 提供矩形或圓形兩種排氣管。排氣管通常由客戶製作，作為風管的一部分。風扇出口必須擴大至與目錄所示的排氣面積相等，才能獲得額定的性能。結構規格與工廠購買的風扇外殼相同。

Inlet Bell
For installations with an open inlet, an inlet bell (venturi) is required to achieve the catalog performance. The inlet bell is provided with a screen.

Evasé (Rectangular or Round)
Available in either rectangular or round discharge. The evasé is usually fabricated by the customer as a part of the ductwork. The fan outlet must be expanded to equal the evasé area shown in the catalog to obtain the rated performance. Construction is the same gauge as the fan housing when purchased from the factory.



Optional Rectangular Evasé　　Optional Round Evasé　　Optional Inlet Bell

Evasé Dimensions

FAN SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	EVASE WT. RECT.	EVASE WT. ROUND
270	23.50	7.25	14.38	2.69	43.75	43.44	15.00	13.13	16.13	12	0.44	14.63	10.75	57	50
300	25.63	8.00	15.50	2.91	48.13	48.06	16.25	14.50	17.50	12	0.44	16.00	11.44	67	60
330	28.75	8.75	17.69	3.22	53.50	53.25	18.25	15.88	19.88	12	0.44	17.88	12.13	85	76
365	31.38	9.75	19.19	3.56	58.75	58.56	20.00	17.63	21.63	12	0.44	19.63	12.94	101	90
402	35.25	10.69	21.88	3.97	65.44	64.88	22.25	19.50	24.50	16	0.56	22.00	13.94	129	114
445	38.25	11.75	23.50	4.34	71.56	71.31	24.50	21.50	26.50	16	0.56	24.00	15.75	151	137
490	41.50	12.88	25.31	4.72	78.25	78.19	26.75	23.63	28.63	16	0.56	26.13	16.75	176	162
542	45.38	14.19	27.50	5.28	85.94	86.13	29.50	26.25	31.25	16	0.56	28.75	18.06	209	197
600	49.63	15.63	29.88	5.84	94.44	94.94	32.50	29.00	34.00	16	0.56	31.50	20.13	248	234
660	54.25	17.25	32.50	6.41	103.44	103.88	35.25	32.00	37.00	24	0.56	34.50	21.69	353	279
730	59.38	19.00	35.44	7.13	113.81	114.50	38.75	35.25	40.25	24	0.56	37.75	23.06	422	334

Dimensions are in inches except where noted.　　Dimensions are not to be used for construction.　　BC16127C

補充

高壓離心風機也有同樣的問題



Venturi Inlet



高壓離心風機, 往往在選機對應出的機型, 出口風速高達25m/s以上. (有些甚至要到30-45m/s才能有對應機型), 但這樣的出風口有極高的風速, 會有很大的出口損失. 有良好的出口擴散器, 是壓力再得的良好設計.

入口若一樣有高速的問題, 也可加流線型大面積的入口來解決類似問題.

補充

高壓離心風機也有同樣的問題

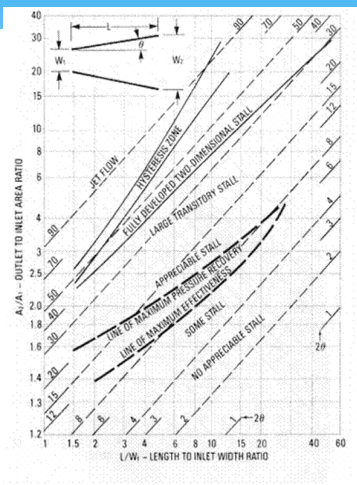


Figure 1
Flow Regimes in Plane Diffusers

Diffuser and Outlet Evasé Performance

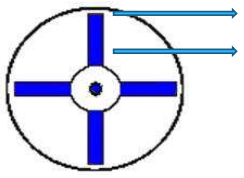
The performance of fans can be improved by considering the inlet and outlet conditions to ensure smooth and undisturbed airflow into and out of the fan. One of the most useful methods of attaining improved performance is by including an Evasé on the discharge of the fan. An Evasé is a flow diffuser that converts kinetic energy into pressure energy. If an Evasé is designed correctly the pressure loss at the fan outlet can be significantly reduced.

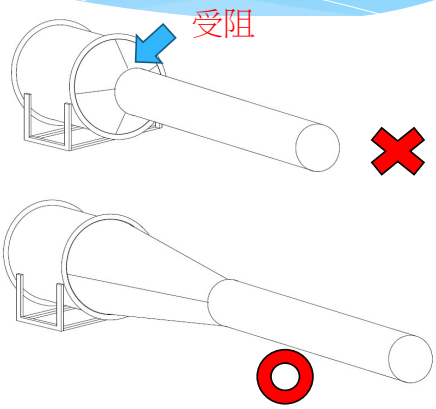
As a general rule the included angle of the Evasé should be no greater than 30° between opposing walls. In the figure below the angle for maximum effectiveness is shown to be 7°. This is the optimum angle where there is some stall but it cannot fully develop and so doesn't appreciably affect the regain characteristics.

From this figure it can be seen that the included angle of the Evasé is determined from the length and the inlet and outlet areas. If the outlet area required is large then the length should be increased where possible to achieve the 7° angle.

補充

軸流風機出入口的連接管





我們再來觀察, 因為葉片末端所創造的風量佔了一台軸流風機很大的比例. 若是現場安裝時, 縮小管徑, 卻沒有做好縮管角度, 造成性能最佳的外圍部份全數被擋掉, 形成非常大的阻力及亂流.

我們以右圖上下兩個安裝的方法, 風量差了將近40%.

軸流風機葉片的數量

利用不同的葉片寬度、葉片數，來推出效率及耗電率，當作選機參考值。

HWAYI　　*風機性能曲線表*　　*華億通風設備有限公司*

風量: 400 CMM　靜壓: 35 MMAQ

型號	直徑	葉片數	翼角	轉速RPM	風速M/S	全壓	全壓效率%	靜壓效率%	軸動力kw	音壓dBA
HAD4	800	3Z10	23.4	1740	13.26	46.05	63.8	47.7	4.62	89.1
HAD4	800	3Z7	25.4	1740	13.26	46.05	66.6	49.9	4.43	85.5
HAD4	900	3Z7	16.6	1740	10.48	41.9	69.8	58.3	3.84	87.2
HAD4	1000	3Z7	10.9	1740	8.49	39.53	65.5	57.5	3.87	90
HAD4	800	3Z14	21.6	1740	13.26	46.05	57.9	44.3	5.09	91.5
HAD4	900	3Z14	14.8	1740	10.48	41.9	56.3	46.2	4.77	92.5
HAD4	1000	3Z14	10.1	1740	8.49	39.53	49.5	43.4	5.12	93.9
HAD4	800	4Z6	18.6	1740	13.26	46.05	73.4	55.2	4.02	85.5
HAD4	900	4Z6	10.9	1740	10.48	41.9	71.1	58.3	3.78	87.2
HAD4	1000	4Z6	6.4	1740	8.49	39.53	56.2	49.2	4.51	90
HAD4	800	4Z12	14	1740	13.26	46.05	68.3	51.7	4.32	91.5
HAD4	900	4Z12	8.8	1740	10.48	41.9	56.5	47.9	4.75	92.5
HAD4	1000	4Z12	5.4	1740	8.49	39.53	44.5	38.7	5.69	93.9
HAD4	900	5Z6	11.1	1740	10.48	41.9	61	50.4	4.4	87.2
HAD4	1000	5Z6	6.4	1740	8.49	39.53	48.5	42.5	5.22	90
HAD4	900	5Z12	8.8	1740	10.48	41.9	48.2	39.6	5.57	93.5
HAD4	1000	5Z12	5.1	1740	8.49	39.53	37.7	33.3	6.71	94.9

華億通風設備有限公司

訂製型(客製化產品)

訂製型風機(客製化)-可以依操作點的參數, 做最佳的設計, 利用不同的輪徑, 輪寬, 葉片數, 葉片型式, 葉片角度…等設計準則, 將風機的操作點設計到最好的效率點, 以求風機能表現出最低的能耗.

好的設計者, 能將風機效率(靜壓效率), 提升至75~84%.

但個別設計及製作, 相對成本會提高. 初期投資費用會增加, 但通常這種差額, 會在運轉後的電力節省回來.

一般統計, 都可以在半年至一年內, 回收初期投資的差額,



訂製型風機(客製化):

直徑對風量及靜壓的變化關係

輪寬對風量及靜壓的變化關係

轉速對風量及靜壓的變化關係

葉片角度對風量及靜壓的變化關係

葉片數目對風量 及靜壓的變化關係

如何取得最佳的設計值應用於已知的操作點, 可獲得最大的效益

(不要浪費無謂的電力去得到不要的風量或靜壓)

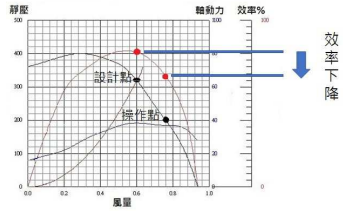


華億通風設備有限公司

FEG：風機效率，FMEG風機及馬達的綜合效率

工業排風扇類別	認證型式	節能標章基準
軸流式風機	單一產品	FMEG≥55
	系列產品	FEG≥71及FMEG≥55
後傾式離心風機	單一產品	FMEG≥67
	系列產品	FEG≥80及FMEG≥67
前傾式離心風機	單一產品	FMEG≥52
	系列產品	FEG≥ 71及FMEG≥52

資料來源：能源局節能標章全球資訊網(https://www.energylabel.org.tw/)



購買節能標章的風機，並不一定使用在最佳效率點。(所以在選機時, 一定要特別注意操作點的效率)

補充-酸鹼氣體排放風機



許多電子廠的屋頂,放滿了VOC廢氣排放的風機. 馬力都不小, 從50HP~150HP為多.
在金屬材質的抗酸鹼性不佳時, 加上FRP或PP風機的廠家越來越多, 價格下降之後, 塑料風機的使用量大增.
但因為模具的費用問題, 所以可變化性就少.
因此要將操作設計點選到很高的效率, 便難上加難.

一般在VOC排放的風機都在中壓範圍. 客製化選擇都能做到75%~80%的效率, 但如果是塑料的標準製品, 一般大約都在 50-65%之間.

客製化可省的電很驚人. 比如一台100HP風機, 效率差15%. 一年可省電費 28萬. 大概就是一台風機的價格.





但要如何克服金屬材料抗酸鹼的問題.

現在有很多耐酸鹼漆的廠商, 提供這方面的需求.
另外還有frp包覆及包膠處理, 也都能提供耐酸鹼的功能.

而這樣的做法, 風輪底材為鋼板, 能用最佳的性能來設計(客製化, 提高效率)

補充-酸鹼氣體排放風機



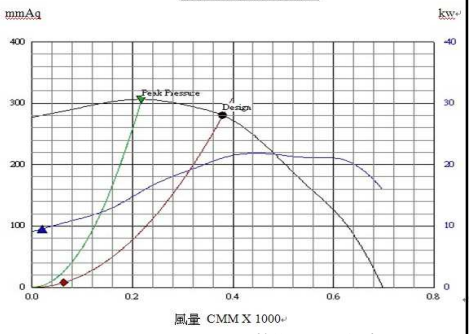


高雄某電子廠案例. 原風機實際耗電 37.2kw (量測風量為 380cmm, 靜壓 280mmaq),
改用客製化風輪重置, 耗電變為 21.1kw 省電 16.1kw 年省電費 35萬
更換費用 8個月可回本

風機性能曲表

案名: VOC 廢氣排放風機
風機型號: HTF-C30- 3 3 (輪徑 880MM)
風輪型式: **單吸透浦離心**
風量: 380 CMM (45℃)
靜壓: 280 MMAQ (45℃)
空氣密度: 01.11 KG/M^3
風機軸動力: 21.1 KW
靜壓效率: 81.4%
出口風速: 11.8M/S
風機轉速: 1551 RPM
驅動方式: 皮帶傳動

風量-靜壓-軸動力曲線表



華億通風設備有限公司

風機耐酸鹼處理
耐強酸強鹼塗料表面噴塗

漆分類比較表

	陶瓷無機樹脂	環氧樹脂系	氯化橡膠系	聚氨乙烯樹脂系	醇酸樹脂類/硅酸脂
性質區分	水性	水/油性	油性	油性	水/油性
使用溶劑	水	有機溶劑	有機溶劑	有機溶劑	有機溶劑
化性區分	無機	有機	有機	有機	有機
VOC 含量	趨近0	高於400g/L	高於400g/L	高於400g/L	高於400g/L
專性	無	高	高	高	高
工作性能	高	中	中	中	高
乾燥時間	10分鐘內	2小時以上	30分鐘	6小時以上	1小時以上
硬　度	高	高	中	中	中
附著力	高	高	高	中	中
安定性	高	中	低	低	中
耐酸性	超過 10年	約 3-5年	約 2-3年	約 2年	約 3 年
耐熱度	超過 900℃	約 350℃	約 100℃	約 100℃	約 100~350℃
耐酸性	高	高	中	中	中

Shal Lop

	無機陶瓷防鏽漆	市售產品
耐熱表現	最高可承受 1100 ℃	最高約 400 ℃
耐酸表現	可承受 30 度濃鹽酸	無法承受濃鹽酸
低溫表現	通過 -60℃低溫測試，使用期限長	不知
防鏽表現	瓷化結晶表面，防鏽防溜防膠豐，無毒。	紅丹防鏽，含有毒重金屬。
耐磨表現	耐刮耐磨耐久性佳	一般，耐久性差
防蝕表現	通過鹽霧測驗 6000 小時，約等於 36 年(100 μm)	不知

環保無機陶瓷漆符合CNS K2088 國際標準，並通過以下測試。

試驗項目	試驗方法	試驗結果
耐熱性(2小時) 1100度C	CNS 10757(1995)	無膨脹、剝落、龜裂、起泡現象
耐酸性 (3%H2SO4，23度C，168小時)	CNS 10757(1995)	酸浸漬試驗無異常
鹽水噴霧(6000小時)	ASTM B117-09	無膨脹、剝落、紅鏽現象

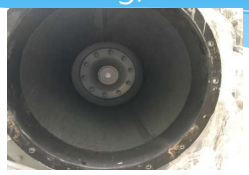
Ph<1

華億通風設備有限公司

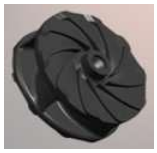
風機耐酸鹹處理

橡膠包覆(rubber lining)





在過去台灣做塑料風機廠商不多的年代, 一般風機製造廠會採用鐵製風機, 去做**FRP**的包覆. 但基於過去的經驗, 使用約**5-8**年會有表面脫離的狀況發生, 並需重新整修.
而更早期有使用橡膠包覆的技術, 應用於桶槽, 管件, 水泵. 但因為需要專業加工技術, 而不是一般風機廠商能夠自行處理的.
所以較少有人用這樣的方式來施工.
而橡膠包覆已是歷史悠久的工藝, 且耐用性高, 使用壽命長. 也是非常適合用來做風機內襯耐蝕的方式.
若以這種處理方式, 就可以客製化風機風輪, 提升風機效率, 降低能耗.





FRP包覆(鋼材成型後包覆FRP)





風機製造廠會採用鐵製風機, 去做**FRP**的包覆.
因為有鋼材做為底材, 所以其鋼性比全**FRP**製的風機更佳.



此外, 底材為鋼材, 可以客製化做出最佳的風輪型式, 不像坊間一般廠商, 因為模具的關係, 只能做出標準尺寸製品, 效率無法隨應用的風量靜壓而變化, 所以風機效率, 還是以客製化的鋼材包覆型會有最好的效率.



華億通風設備有限公司

最佳化風機的選擇



有太多實例, 為了不浪費而使用不適用的舊風機, 但實際上, 卻更浪費電力.

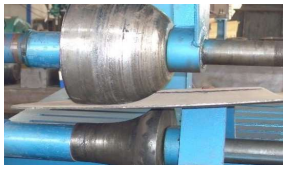
左方照片實例,
同一個系統, 配置兩台風機, 一台備用.
左邊的風機是依實際風量壓力需求而配置的風機. (低風量高壓力)
效率高達 78%, 實際耗電 5.2kw
而右邊風機是拿倉庫不用的風機來當備機. 因為是中風量, 低壓力, 利用轉速增高來達到需求.
運轉效率只有 52% 實際耗電 7.8kw

兩台耗電差異 2.6kw, 若兩台是交替使用, 則耗電大的一台, 一年中有半年的運轉時間, 會多耗: 3.3萬元電費
風機的價格, 不含馬達約3.8萬元.
也就是一年多一點的時間, 就會省回一台風機

華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

客製化風機的風輪側蓋及入風口無法開模製造 因為尺寸隨時會變動—旋壓機的開發給風機製造廠提供了最方便有效的製作方式, 可以做出各種需要的尺寸









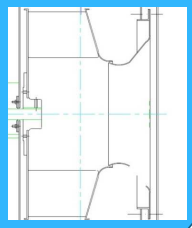
下圖為最好的入風口型式,

一. 流線順暢,

二. 延伸量足(一般至少要有單側輪寬的一倍),

三. 末端外翻設計(和風輪達到最佳的進風效應).





客製化風機, 以旋壓機加強入口端的流線型

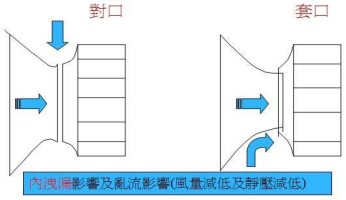
風機製造技術的影響

離心風機入風口的重要性

入風口製作較好的流線型, 可減少很多進風亂流, 減小風阻, 增加效率. 最好的是延長量足夠的流線, 如右上圖. 其次是右中圖, 較短的流線型, 最不好的是沒有流線形的錐型入風口(右下圖). ---在中低壓系統影響很大, 中高壓風機的作法-有最佳化的計算方式



入風口和風輪側蓋之間的間隙, 要儘量的小,特別是壓力需求大時.理想的做法, 應是套口型式, 但時常見到對口的型式, (真圓度不佳, 製造商品質問題, 或是維修後安裝失當都會變成如此), 而製作的好壞, 其效率差異可達5% 以上.



風機使用一段時間之後, 有可能因為入風口(喇叭口)前緣材質銹蝕, 使得原本的套口特性消失, 所以內洩漏影響加大, 風機性能降低. 使用者若不知問題所在, 以為是風機老舊性能自然會變差. 其實只要更換入風口, 或做適當的修補, 就能恢復風機原有功能, 不需整機換新



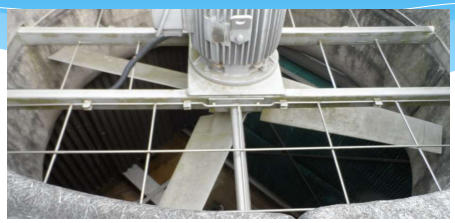




風機製造技術的影響

補充-冷卻水塔葉片的改良





傳統的冷卻水塔葉片,有寬幅薄片式(上左),還有小幅鋁鑄機翼型(上右),廠商在選用葉片型式時,還是把成本納入最終的考量,而並非以省電效能為主.

國外在十多年前,已經以省電為目的,
開發出多種高效能葉片,以鋁擠型,
厚且寬的葉片翼型來提高效率.
本公司目前也已投入生產此高效型葉片,以提供客戶節能省電及減噪音的需求.





華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

補充-冷卻水塔葉片的改良

水塔噸數	風車直徑 mm	風量 CMM	葉片數	馬達 HP	靜壓	它牌軸馬力 HP	轉速 RPM	華億軸馬力 HP	葉片數	軸馬力差 HP	一年省電費用 NT$
125	1500	840	4	5	8	4.10	410	2.75	4	1.35	25234
150	1500	995	4	5	8	5.60	410	3.68	4	1.92	35888
175	1700	1135	4	7.5	10.5	6.64	380	4.40	4	2.24	41870
200	1800	1340	4	7.5	10.5	7.17	380	5.32	4	1.85	34580
225	2000	1540	4	7.5	11	7.50	350	5.92	4	1.58	29533
250	2000	1690	4	10	11	9.31	350	6.78	4	2.53	47290
300	3000	1850	4	10	11	8.37	292	6.71	4	1.66	31028
350	3000	2200	4	10	11	9.01	292	7.90	4	1.11	20748
400	3400	2600	4	15	11	12.03	235	9.41	4	2.62	48972
450	3400	2600	4	15	11	12.03	235	9.41	4	2.62	48972
500	3400	2800	4	15	11	13.21	235	10.12	4	3.09	57757
600	3600	3500	4	20	11	16.97	292	12.65	4	4.32	80748
700	3600	4000	4	20	11	20.34	292	14.60	4	5.74	107290
800	4300	4800	6	30	12	24.71	235	18.62	5	6.09	113833
900	4300	5200	6	40	12	27.43	235	20.14	5	7.29	136263
1000	4300	5500	6	40	12	29.54	235	21.39	5	8.15	152338
冷卻水塔改用華億高效率機翼葉片節電費用比較表電費 2.9 元/度,24時/天 360天/年											

華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

補充-冷卻水塔葉片的改良





規格: H-1000. 規格為 250-C4, 風機風量 1690CMM, 葉片直徑 2000mm, 馬達為 10HP-4P

更換前:
出口一米噪音 86分貝
出口風速 10.52m/s
運轉電流 12.1A

更換後
出口一米噪音 73分貝
出口風速 10.77m/s
運轉電流 10.2A





更換前　　更換後

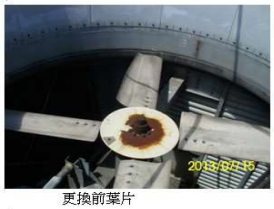


技嘉大樓管委會水塔安裝實例
(減噪音案件, 但也能省電)

華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

補充-冷卻水塔葉片的改良



更換前葉片



更換後葉片

規格: 直徑3030mm, 風機風量 250000 CMH, 馬達為25HP-4P皮帶傳動. (共18組風扇)

更換前:
出口一米噪音 92分貝
出口風速 7.6m/s
運轉電流 21A

更換後
出口一米噪音 76分貝
出口風速 8.8m/s
運轉電流 19A





安碁資訊水塔安裝實例
減噪音案件, 但也省電

葉片降噪原理說明

華億通風設備有限公司

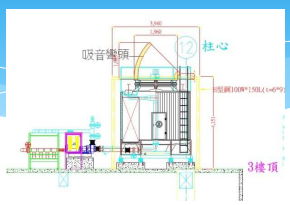
風機製造技術的影響

冷卻水塔減噪的新做法

傳統方式, 是將軸流扇筒身上方加裝消音器的做法. 一般可消減音量約在10-20分貝. 但因為葉片噪音不是只有上方傳出. 也會透過下方的進風口傳出. 雖然下方有散熱片的阻隔, 但阻隔量約在 5 - 7 分貝左右。也就是說，上方不管消去多少噪音。下方傳出的量都是固定的。除非下方再裝設隔音牆阻絕。

此外, 採用消音器, 會有一定的阻力, 都會影響實際散熱風量. (要使風阻減低, 就需增加消音器截面積, 成本相對提高)





上圖為消音彎頭, 改變噪音方向, 對中高頻約可減4-5分倍, 中低頻1-2分貝(後頁另有說明)







以上這些做法的效果有限, 價格又高, 更重要是影響散熱功能及維修的方便性.

改成降轉速減噪, 再加上利用高效率葉片. 補足因降轉而損失的壓力能力及靜壓能力.

一般可減噪約 9-14分貝.
(已有超過50組以上的實際案例可查詢)

風機製造技術的影響

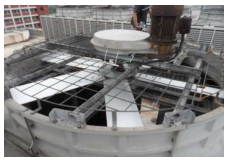
補充-冷卻水塔葉片的改良

家樂福重新店試裝後測試報告





原葉片



新葉片

水塔機型為LRC-350x4
試裝最右邊#4風扇, 然後和隔壁的#3風扇做比對測試





華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

補充-冷卻水塔葉片的改良



更換前



更換後





規格: 直徑1390mm, 風機風量 63000 CMH, 馬達為7.5HP-4P皮帶傳動.

更換前:
出口一米噪音 93分貝
出口風速 13.6m/s
運轉電流 12.1A

更換後
出口一米噪音 79分貝
出口風速 14.6m/s
運轉電流 9.4A

本案共換18組水塔

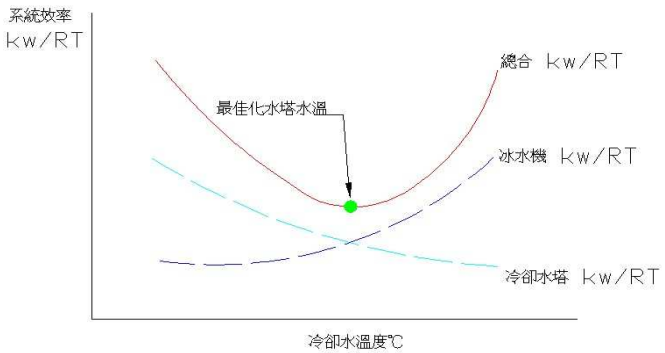
本案業主原本已換了來自印度的FRP節能葉片，又因噪音問題請本公司再去換葉片

統一楊梅水塔安裝實例減噪音案件, 但也省電

風機製造技術的影響

補充-水塔的使用效率問題

冷卻水塔和冰水主機最佳化操作組合



水塔的水溫下降有利於冰機的效能, 但中間需取平衡點.

也就是要在冰機的耗能和水塔的耗能總合中找出最佳化的操作水溫.

所以一味的加大冷卻風扇風量, 以求降溫, 不見得會得到最好的效率.

風機製造技術的影響

補充-水塔的使用效率問題
（加變頻的作用）



因為把三台的風量分散到四台去操作, 壓損值降低了. (如同,相同風量, 風管放大的意思)

圖中是家樂福重新店的350RT冷卻水塔的操作模式來看.
共有四台並聯水塔, 以溫度大小來控制使用水塔的量.
單台使用馬達10HP, 實際運轉耗電9HP.

以一整年的使用平均量, 八成的時間都使用到三台水塔運行. 則總耗電量為 9HP x 3 = 27HP

若我們改成四台全開, 且使用變頻器降頻操作到風量為原本的3/4 (等同於三台全速運轉的風量), 由風機定律的計算, 單台實際耗功為風量比例的三次方比也就是 0.75^3= 0.43
所以單台耗功 3.87HP, 加上變頻器效率損失及馬達低負載的效能降低, 單台實際耗功為 4.5HP.

所以三台總和為 4.5HP x 4 = 18HP

耗能僅有原來的0.75而已. (怎麼會這樣呢?)

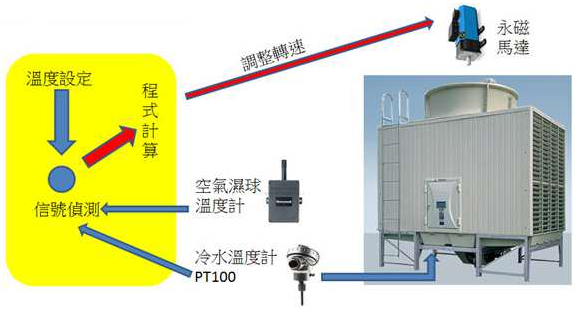
再加上更改高效葉片, 還能再省25%以上

華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

調速機構的省電說明:

一般冷卻水塔的出水溫度以控制在32℃為主, 而降溫的效果主要來自較低溫的濕球溫度以及充足的散熱風量.
而當主機 (冰水機或鍋爐熱源) 的負荷變小時, 利用程式內的設定, 改變冷卻水塔風扇的轉速以減低能耗, 以實驗的數據來估算, 熱負荷負低25%, 約可以減低風量的耗電約70%左右.
再來看外氣的濕球溫度若有降低, 特別是非夏季時間, 每當濕球溫度降低1℃時, 風扇調速後, 約可減少風扇耗電約5%左右.





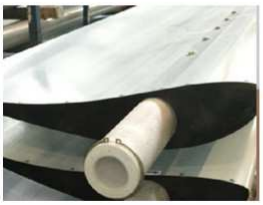
風機製造技術的影響

另外 一種成本較高但效率更好的冷卻水塔節能葉片

一體成型真空灌注FRP高鋼性節能葉片

一體成型的 FRP 省電型軸流風扇的製造，依不同的流量及壓力需求，設計出最佳化的機翼型式及葉片數，將冷卻水塔的風扇效率由傳統的 70%左右的全壓效率，提高到 85-90%的全壓效率，整體耗電量，可以有降低 20-25%的能力．而一體成型的葉片，減少了葉片和軸心在組合中結合的螺孔所造成斷裂風險．雖然製造成本提高，但是運轉的風險卻降低了．
尺寸由直徑最小的 0.6M 到最大的 15.8M，都能給客戶最有效率及結構強度的保證．





分離式軸心及葉片採用螺栓固定



一體成型的葉片和軸心

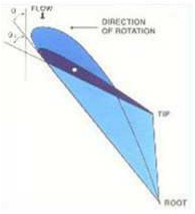


中龍鋼案例直徑28英呎, 風量30000CMM, 省電16%

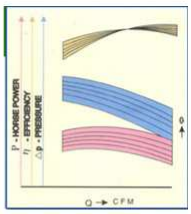
風機製造技術的影響

另外 一種成本較高但效率更好的冷卻水塔節能葉片

客製化的專業設計葉片翼型



不同的周速，氣流攻角在一定的範圍內會有最高的效率，而在葉片頭尾不同的周速，設計出不同的葉片扭曲度 TWIST 使葉片從頭到尾的氣流都能有最好的流場，減低氣流分離度及亂流．就能創造出最高的運轉效率．



本公司的產品，皆依據實際風量壓力的需求，設計出最佳化的翼型，葉端漸縮量，翼角扭曲度及攻角．最佳的 Cl/Cd 比例．並遵循 NACA 23012 翼形的特性，儘可能將每台風機的全壓效率都提高到 90%．







模具(葉型)有40種以上可供不同性能的最佳選擇

華億通風設備有限公司

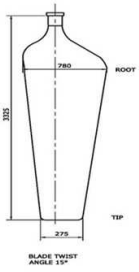
風機製造技術的影響

另外 一種成本較高但效率更好的冷卻水塔節能葉片

更高效率的翼形設計:

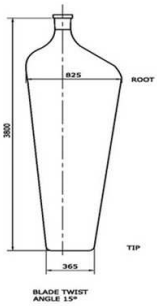
和其他同級產品比較下，本公司產品有較大的葉寬，增力切風面積，所以能以較小的角度得到較多的風量，角度變小，就能減低能耗，較大的葉寬也能提升葉片壓力能力，得到更大的吸風負壓．本產品也有比其他廠商更大的扭曲角，可以使整個葉片剖面的流速更均勻，亂流減小，提升效率，並減低噪音．而葉片長度也比其他廠商同級品更長，較長的葉片，可減小葉盤的面積，增加氣流面積，提升風量．

C牌同級品



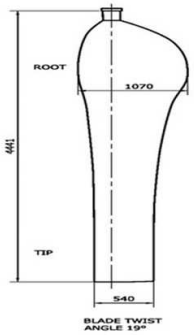
扭曲角15度

E牌同級品



扭曲角15度

華億代理產品



扭曲角19度



中龍鋼鐵安裝實例

華億通風設備有限公司

風機製造技術的影響

風扇效率差異說明



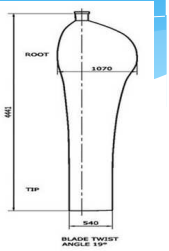
(葉片頭段到尾段都是同一角度)
(葉片從頭到尾寬度相同)



(IMPACT 集團PARAG葉片 客制化型式



從頭到尾寬度相同



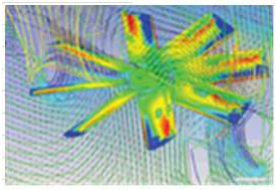
有漸縮的寬度

(葉片由頭段到尾段角度扭轉)
(葉片由頭段到尾段寬度漸縮)

重點說明:

1．葉片翼角適當的扭曲，可符合不同直徑下不同周速的氣流攻角最佳化
但因製作成本較高，所以某些廠家有分不同的價格範圍，製作不同的葉片型式．
目前華億提供的產品，每個個案都經過流體模擬，設計出最佳的葉型流線及扭曲角．
所以能比一般沒有良好扭曲角的產品有更好的效率及省電的功能

2．不同的葉片寬度比例
相同於第一項的說明，葉片在不同直徑的位置，有不同的周速，要得到最佳的流體效率（減少亂流及增力性能）就需要有不同的葉片寬度．
華億提供的產品，經流體模擬計算出每個區段配合不同周速應有的最佳葉寬，所以能做出最佳的葉型（包含寬度及扭曲角度）所以效率都能有更好的表現

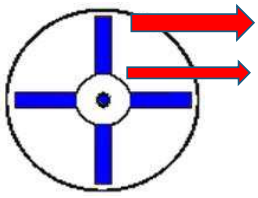


（熱流軟體模擬最佳化設計）

華億通風設備有限公司

軸流風機風量分佈說明

假設葉片型狀由根部到尾部形狀及翼角皆相同時



直徑大, 周速快, 切過的氣流流速快

直徑小, 周速低, 切過的氣流流速低



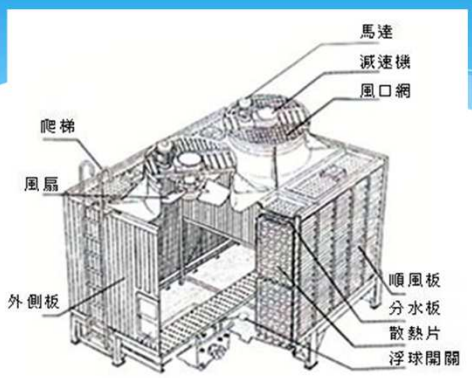
由上圖的說明, 若葉片形狀, 及翼角從頭到尾都相同時, 葉片末端所創造的風量佔了一台軸流風機很大的比例.

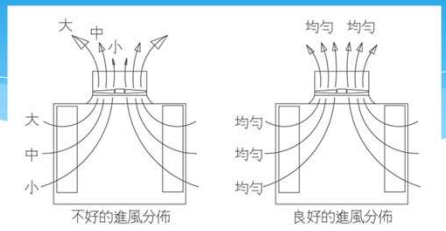
雖然設計正確時, 都可以得到相同的風量及靜壓, 但若主要風量都偏在外圍, 風速快, 周速快, 亂流多, 會犧牲效率, 增加亂流壓損及增加一些噪音.

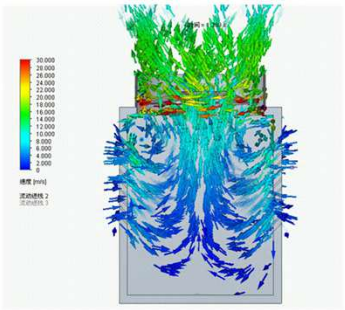
而這樣的製造, 主要是因為製造成本可降低. 但卻忽略了能耗問題

華億通風設備有限公司

大型冷卻水塔進風的分佈(直交流型)



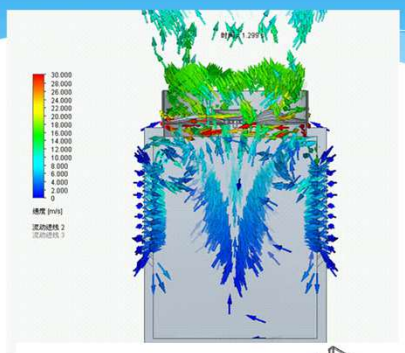


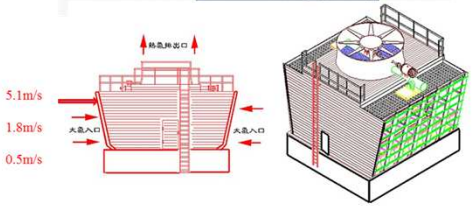


在大型水塔(直交流型)的進風通道很高時(超過4m以上者), 整個進風氣流路徑會如同右上方圖示.
若是採用的葉片設計良好, 葉寬前後有變化, 翼角前後有不同(良好的扭曲角度), 才能使整個風扇進風面, 上, 中, 下層的風速均勻, 而均勻的氣流流速. 也會使進風道有良好的分佈. 使整個進風速度控制在1.5~2.5m/s, 則有最佳的熱交換效果. (如右圖的cfd模擬)

華億通風設備有限公司

大型冷卻水塔進風的分佈(直交流型)





若是採用不好的葉片設計型式, 如前後沒有扭曲角(或是不足量的扭曲角度), 再加上前後葉片設計的寬度尺寸沒有良好的變化(依不同位置的轉速及壓力能力的變化), 則風量集中在葉片末端時,

本公司曾協助大型水塔評估散熱不良問題中發現, 原本總風量在進風道應用平均值約2m/s的流速

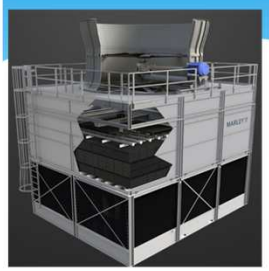
結果, 實測值, 上層平均風速約為 5.1 m/s, 中層約 1.8m/s, 下層約 0.5m/s.

在上層的5.1m/s流速太大, 大於3.5m/s的數值, 並不會因風速大而增加應有的散熱效果, 因為交換時間太短, 不足以帶走更多的熱量.

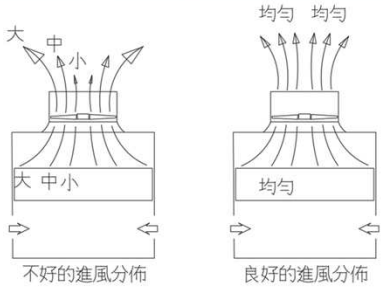
當初實測風機葉片末端流速約 14m/s, 葉片中段約 4-5m/s, 葉片根部僅 1-2m/s

華億通風設備有限公司

大型冷卻水塔進風的分佈(逆流型)







另外, 在逆流式的大型水塔, 進風口都正下方, 若是葉片的氣流不佳, 也一樣會造成散熱不均, 有的區域風速過快的, 浪費風量而無法達到好的散熱效果, 有的區域風速過低, 又得不到應有的散熱效果. 若能讓風量均勻的分佈在葉片, 整下方的散熱區, 也能得到均勻的效果, 散熱效果會更好.
請參照右邊圖示.

華億通風設備有限公司

氣冷式熱交換器的進風分布

不好的分布



良好的分布



沒有扭曲角且葉片寬幅前後相同的葉片型式, 運轉時通常在內圈和外圈風速會差到三倍左右. 以平均風速6.9M來說, 外圈約為 11M/S, 內圈約為 3.5-4M/S, 甚至更低.
一般管排高溫排熱(有較高溫差的條件), 較有效率的熱交換風速約在 5-7M/S. 太大或太小的風速, 都不會有好的散熱表現 (註: 溫差較小的冷盤管或水塔散熱的適當風速為 1.5~2.5M/S, 在此範圍熱交換效果較好, 這和溫差大的條件不相同)

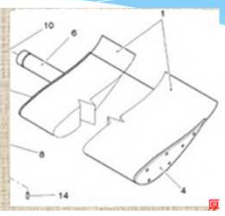
若可以改成流體力學更好的葉型, 前後有正確的扭曲角, 有不等寬的葉幅, 使整個轉動下的葉片, 在葉片前後端都能有較接近的風速. 不會有外大內小的狀況. 在置入空冷器之後的運行, 可以讓整體風扇表面風速均勻, 對於整體的散熱效果也會有更好的表現.
當散熱風速能更均勻, 散熱效果提升, 可縮短風扇運行的時間, 也是另一種省電的效果.

所以改用流體力學更好的葉片, (註: 原規格已經使用高效率葉片了, 但還能再精進)
有兩大好省電優勢:
1. 風扇本身的運轉, 還能節能10-20%,
2. 在相同的風量下, 還能使散熱效果提升, 縮短運轉時間, 節省能耗.

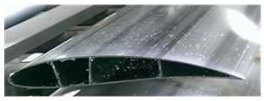
華億通風設備有限公司

沒有扭曲角及寬度變化的葉型









雖然有良好的厚機翼空心設計(鋁合金或frp材質), 能有好的性能效率, 且成本較低, 但適用在直徑4.0m的水塔以下, 因為通常這樣的水塔的進風高度會低於4m以下, 較小的水塔高度, 進氣均勻度的影響會較小一些. (但還是會有差異)
但若能摒除成本考量, 採用最好的流體力學設計, 當然能有最好的風扇能耗降低及散熱效果增加的功能. (請看下頁說明)

華億通風設備有限公司

實績. 遠東新冷卻水塔更換高效葉片

2022年完成案件

工絲二課冷卻水塔風扇節能改善(共兩台)



上圖更換前原葉片



下圖更換後華億 FRP 葉片

A 台驗收條件(角度 10 度):

1. 更換後風量不得低於更換前---------- 合格 +1.5%
2. 電流省電需達保證值 23%以上---------- 合格 省電 30%
3. 震動值低於 6MM/S---------- 合格
4. 風筒間隙 20-50MM---------- 合格

註: 省電達 30%，應可增加風量，但加大風量造成振動過大，有安全疑慮，因此保守維持角度 10 度風量。

HI-G603-B	更換前原葉片	更換後華億 FRP 葉片		
馬力 HP	60HP(皆 60HZ 測試)			
角度	NA	12 度	14 度	16
風量 CMM	6477	7914	9227	8836
靜壓 MMAQ	10	10	10	10
電流 A	49.77	36.42	46.6	52
耗功 KW	1.732*453*49.77 /1000*0.94*0.82= 30.1	1.732*453*36.42 /1000*0.94*0.77= 20.7	1.732*453*46.6 /1000*0.94*0.8= 27.5	1.732*459*52 /1000*0.94*0.83= 31.8
靜壓效率%	35	62	55	45
總震動 MM/S	5.28	5.83	3.5	4.6
主倍頻 MM/S	1.1	2.33	0.7	1.1
風筒間隙 MM	40MM	40MM	40MM	40MM

註: 2023年遠東已下訂,將新埔及觀音兩廠水塔扇葉全改為高效能葉片, 共44組, 並於2024年七月完成, 全部44組, 平均省電值為32%, 詳見下頁說明

實績. 遠東新冷卻水塔更換高效葉片

2024年完成案件

遠東新埔廠+觀音廠冷卻水塔風扇節能改善(共44台)

本公司對合約內容提出的保証省電值20%, 相對於其他廠商來說, 是最高的, 所以其所有廠區內, 未更換的44組冷卻水塔葉片的訂單, 就交到本公司手上, 經過半年的更換工程, 及兩個月的調整測試, 最後每一組葉片都能超過合約保証的省電20%, 且整體平均省電值達32%(詳見左方表格). 除了本公司的葉型是以完全符合流體力學的最適化設計, 加上葉片選用, 都是現場實際量測的數據去做推算, 選型, 加上使用年限長(水塔使用時間都超過20年以上), 原本設備中的風道阻力就已升高, 舊型葉片的抗壓力能力不足, 都使舊款葉片的效率落在葉片效率範圍的最低點, 因此能有完工後這種高節能度的表現. 而整個案件, 佔了業主很大的電力負荷, 此次的改善專案, 也對未來業主的能耗降低有極大的幫助.





實績. 永豐餘新屋廠冷卻水塔更換高效葉片

2024年完成案件

直徑7925mm. 冷卻水塔FRP一體成型葉片, 共更換三組; 此案也是目前在國內此型式安裝案例的最大的直徑. (註: 原廠最大的產品規格為直徑15.7M). 在本案, 原本舊的葉片也為進口知名品牌, H....., 此款是該廠商較為經濟型的產品, 所以葉型及葉片前後端的扭曲角都較不符合流體力學的設計, 因此在本公司更換之後, 除了把原規格應有的風量19000CMM, 補回來了, 而且在增加風量之後, 還能比原舊的葉片的較低風量的狀況下, 省電18%, 讓客戶非常滿意本次更換的成效. 本公司能以較低的利潤, 相對較低的銷售價格, 提供給客戶最高效率的葉片型式, 讓節能省電的幅度加大, 回收的年限減低. 這就是本公司一貫的宗旨.





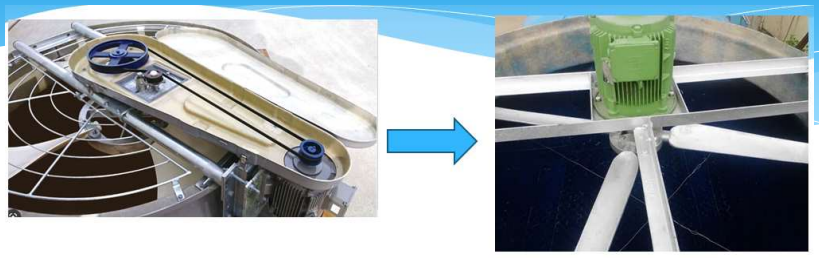
更換後葉片　　更換前葉片.



(註: 可看出兩個葉片設計的不同, 新換葉片, 有良好的葉片前後端扭曲角, 出風風速更均勻, 再則, 新葉片流線造型及葉片在不同半徑位置不同的寬幅, 可有最佳的流體特性)

直驅永磁馬達的替換

皮帶式或減速齒輪箱的傳動結構改良



將原本的皮帶傳動方式改成直結傳動, 可以減少皮帶護蓋帶來的風阻及亂流, 還有皮帶傳動的損失. 而達成物理性質的省電 (約可省4-6%), (此外還可減少維修的費用), 但因為需要降低轉速才能使用馬達直結, 而若使用變頻馬達及變頻的調速, 在低轉速下, 又會有額外的較大損失, 因為三相感應馬達的變頻低轉速時的損失較大. 而若採用永磁馬達加調速器, 則會比使用傳統變頻馬達又多省3-4%的電力.

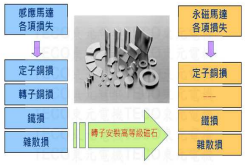
所以以水塔的案例來說, 想要更換葉片來省電, 也可以順道一次性馬達也更換, 會有更好的省電效益.

而這種採用調速永磁馬達的設計

永磁馬達與感應馬達比較

	永磁馬達	感應馬達
效率	◎	○
低速特性	◎	○
體積與重量	◎	○
TN曲線	◎	○
響應速度	◎	○
速度穩定性	◎	○
啟動電流	◎	○
抗溫度影響	○	◎
市電啟動	X	◎
回授元件使用	○	◎

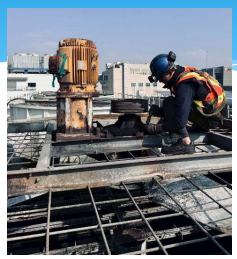
永磁馬達特點：高效率



直驅永磁馬達的替換

環球晶圓案例

未更換



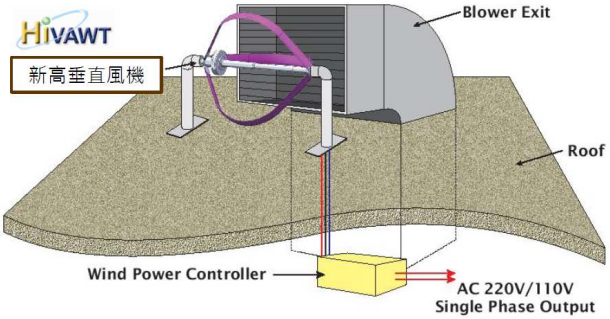
己更換





本公司於2024年協助業主完成冷卻水塔的高效率軸流葉片的更換(FRP一體成型), 得到很好的節能效益, 原水塔是採用皮帶傳動的結構, 但業主要對此系統再做進一步的節能, 另外購置永磁直驅馬達來更換, 除了減少傳動的損失之外, 馬達也達到 IE4的高效等級. 整體還有接近8%的省電成果.

補充: 風機出口風速的再利用



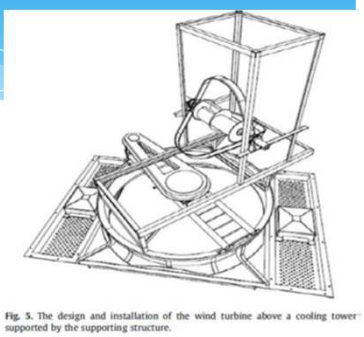
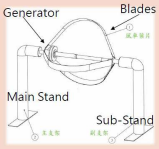
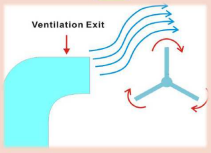
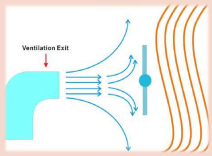


Fig. 5. The design and installation of the wind turbine above a cooling tower supported by the supporting structure.

一般工廠或建築的排風口, 或是冷卻水塔的出風端, 利用吹出的殘餘風速來吹動垂直風機, 帶動發電機運轉, 把吹出的空氣動能轉換為電能.

因為它沒有改變風機的系統, 是在開放口之外設置, 所以不會改變原有風機的能耗, 而另外產生的再生能源.

補充: 風機出口風速的再利用

技術內容說明	新 VAWT	傳統HAWT	新 VAWT	傳統HAWT
				
葉片設計結合處強度	抓住葉片兩端	中心1個點連接葉片	破壞風牆，降低出風口風壓，降低鼓風機耗電	形成風牆，增加出風口風壓與鼓風機耗電
轉軸設計	轉軸兩端有避震器設計並有連結支架固定，機械結構強度強且可克服振動問題。	轉軸無支撐點，柱子只固定單邊，強度弱，會有嚴重振動問題。	垂直風機的設計和其特性可有效地將風牆(Air Wall)破壞，使氣流排出更順暢，進而有效降低鼓風機的用電。	傳統水平風機因其葉片設計使得排風口的風牆壓力增加，反而會讓鼓風機須要用更大的力量才能將廢氣排出。

24小時持續排風,一般出風口風速皆可達到風機的額定功率(12m/s)。

一年若運轉300天,可產出綠電約4,032度。





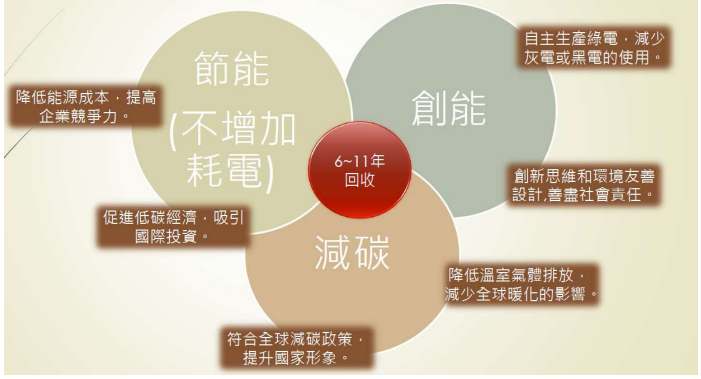
Fig. 6. Wind turbine rotational speed measurement during field test.

補充: 風機出口風速的再利用





ESG的優先新選擇
(低投資+高發電效率+資源回收再利用+綠能形象)



風機尺寸大小的影響

以雙吸翼截離心式風機舉例，風量30000CMH，靜壓800PA，馬達15HP(11kW)。

尺寸	效率%
#24.5	57.6
#27	65.4
#30	72.6



效率差異：

#27 VS. #24.5 = 65.4 / 57.6 = 1.13（優了13%）

#30 VS. #24.5 = 72.6 / 57.6 = 1.26（優了26%）

風機尺寸每大一號，價差約10%-15%，可在1到4個月內由電價差補回。

華億通風設備有限公司

通風系統的over design

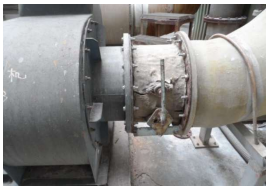
很多設計者為了能保證達到使用者的需求,加了一定量的安全係數,而錯誤的經驗傳承,常造成非成大的over design.

在標準的設計中,需求風量加大10-15%為合理數值,但也有些設計者加大到30-50% (沒有把握的設計)

採用上述已加大的風量值來計算管路壓損,算出的壓力需求值,一般都會加20-25%安全係數.(若有因為不懂系統效應的原理,而有失敗經驗者,往往會加更多的安全係數,加到40-50%例子,屢見不鮮)最後使用上述的風量,風壓來計算需求動力,又加了20-30%的安全係數來選取馬達.而風機製造者,出貨配置也多把這些多餘電力耗光.(這些在使用者接手後,都需要再重新測量調整,才能去除這些無謂的浪費---但有多少人曾做過呢?)



開40%!!



開50%!!



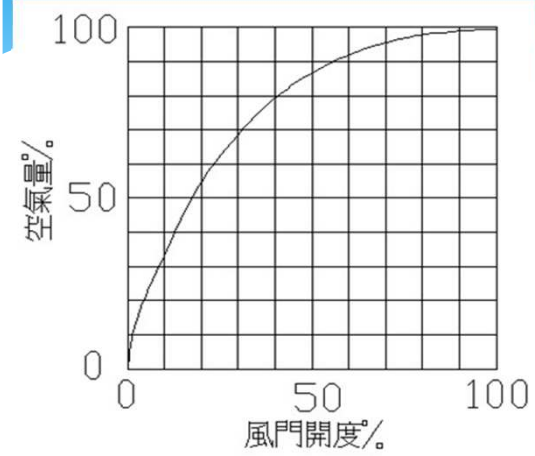
開50%!!



這個只開10%!!!

華億通風設備有限公司

風門的開度對風量的變化









風門開度比例和風量比例, 並不成正比, 如左邊的曲線表.
(但不同的風門, 也會有些差異性)

例如, 風門開度50%, 風量約縮減成原風量的 80-85%.

系統診斷：重新測量

正確測量，才有正確數據

	標準安全係數	錯誤經驗傳承
需求風量	10~15%	30-50%
需求靜壓	20-25%	40-50%
選取馬達	20-30%	

使用者接手後，需要**重新測量調整**，
才能去除無謂的浪費。



但有多少人曾做過呢？

改善前的自我診斷

你可以自己檢測！

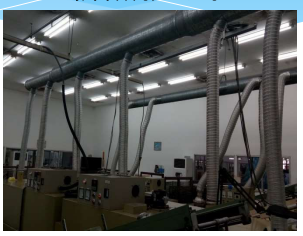
集塵



廢氣(異味)



排熱(控溫)





掃地

感官/
VOC儀器





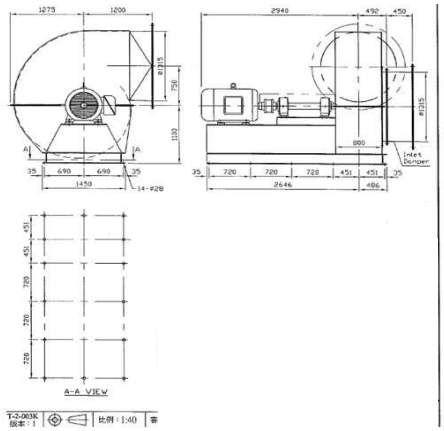
溫度計

華億通風設備有限公司

通風系統的over design

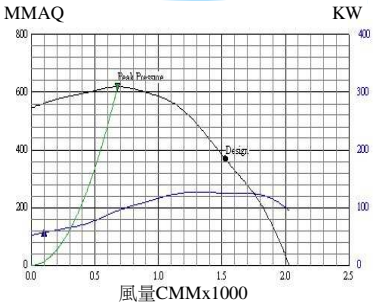
省電實例計算-某石化苗栗廠

風機號碼 23PB11300046-2,
風量 1530CMM, 靜壓 366MMAQ (110°C), 馬達270HP 轉速 1750RPM









風量CMMx1000

上述為風機的性能曲線

耗功: 124.7KW
靜壓效率: 72.3%

華億通風設備有限公司

通風系統的over design

省電實例計算-某石化苗栗廠

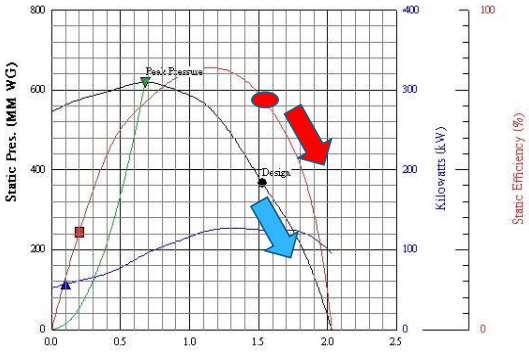
風量 1530CMM, 靜壓 366MMAQ (110°C), 馬達270HP 轉速 1750RPM. 大豐風機製作

而通風節能的重點做法, 並不是依據風機名牌上的數據來推算. 而應以實際運轉的操作值來評估.

一般風機在設計值, 會有很多安全係統, 例如風量安全係數10-15%, 靜壓安全係數 20-25%,
設計中加了這些安全係數後, 使風機性能加大. 所以也會配置風門, 來調節實際需求大小.

首先, 一般客製化風機, 我們的選擇已儘量將原設計點拉到風機的高效點.
(右表無法拉到最高效區, 主要是因為風機是直接傳動, 轉速已被固定住, 不能利用最佳轉速來設計)

而若是我們的實際操作點, 因為壓力在設計實加了太多的安全係數, 當系統操作壓力沒那麼大時, 效率會往曲線右邊利動, 效率都會下滑.
所以若可以得到實際的操作點. 我們可以利用風機設計的原理. 重新製作一個風輪 (僅更換風輪價格很低). 讓風輪不要多做虛功 (不要多浪費電做出多餘的風量及靜壓)
詳下頁說明



風量CMMx1000

通風系統的over design

省電實例計算-某石化苗栗廠

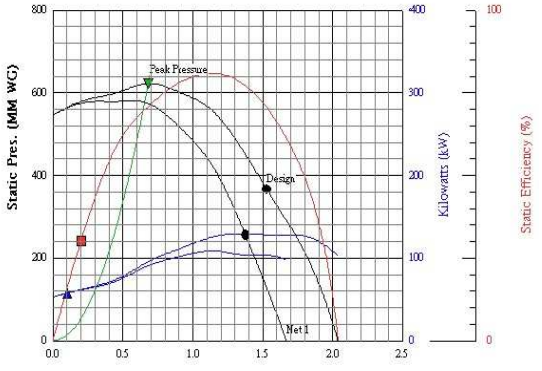
風量 1530CMM, 靜壓 366MMAQ (110°C), 馬達270HP 轉速 1750RPM. 大豐風機製作

目前現場採用
入口風門調節



目前實際操作的風量是原來的90%, (1377CMM) , 靜壓是原來的70%. (256MMAQ)

若是使用目前的入口風門來調節, 如右圖的性能曲線表, 則耗電會由原本的124.7KW降到103.5KW (效率由72.3%降到54.9%) 如下表. (NET1為實際關風門後的性能曲線)



風量CMMx1000

華億通風設備有限公司

通風系統的over design

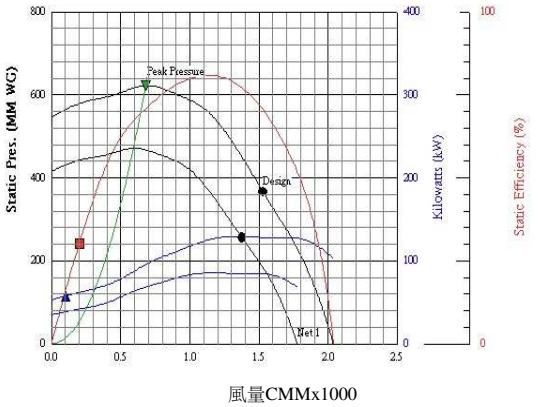
省電實例計算-某石化苗栗廠

風量 1530CMM, 靜壓 366MMAQ (110°C), 馬達270HP 轉速 1750RPM. 大豐風機製作

也可採用變頻調節



若是我們採用變頻器, 降轉速. 則轉速由1765RPM降到1540RPM, 可達到新操作點. 而耗電會由原本的124.7KW降到84.7KW (效率由72.3%降到67.3%) 如下表. (NET1為實際降轉速後的性能曲線), (註：變頻器會多損耗4%左右的電力, 所以實際耗電為84.7*1.04 = 88.1KW)



通風系統的over design

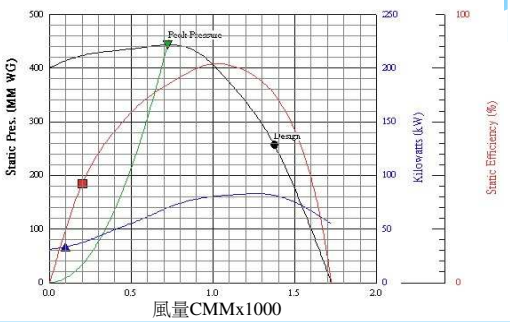
省電實例計算-某石化苗栗廠

風量 1530CMM, 靜壓 366MMAQ (110°C), 馬達270HP 轉速 1750RPM. 大豐風機製作

也可採用重製風輪



若是我們利用現有的舊機殼, 重製一個新風輪. 可達到新操作點. 而耗電會由原本的124.7KW降到81.3KW (效率由72.3%降到70.5%) 如下表. (NET1為實際換風輪後的性能曲線)



總整理

我們把它整理出一個表格

風量由 1530CMM 降到 1377CMM, 靜壓由 366MMAQ 降到 256MMAQ

	耗電量	效率	每年節省電費(元)
原風機不調整	124.7KW	72.3%	0
使用風門調整	103.5KW	54.9%	538,564
使用變頻器調整	88.1KW	67.3%	929,786
使用新風輪	81.3KW	70.5%	1,102,533

華億通風設備有限公司

補充說明

交流馬達+變頻器，系统的效率是下降的還是升高的？

變頻器的效率低下由三方面的因素構成：
1）變流損耗，主要是功率管的壓降損耗；
2）電路諧波損耗；
3）變頻器冷却設備, 例如空调的損耗；
4）輸出的PWM高頻載波能量，感應馬達的利用率低， 造成馬達發熱損耗；
5）感應馬達偏離額定頻率自身效率的下降，熱損耗增大，造成的損耗；

使用時機的採討

變頻器於馬達系統節能應用時機-4
~ 與永磁式調速器比較

項目	變頻器	永磁式調速器
效率	全載時約92%，轉速愈低時，效率略降，就低載運轉而言效率最高	全載時約98%，但轉速愈低時，效率愈差。不適合長期在低轉速運轉
優點	1.低載效率較高。 2.風車現場不須增加空間。	1.對心誤差容許度高。 2.無諧波干擾。 3.無需額外電力，不受電壓影響。
缺點	1. 電氣盤體須較大空間安裝，盤體須空調環境。 2. 諧波影響確認及防制。	1.若運轉中冷卻不足磁力會因溫度升高超限而降低，溫度超過200℃時失磁。 2.低轉速時效率較差。 3.介於電機與負載間, 需考量現場安裝,馬達移位等空間配合 4.國內實績少。




ABB

本資料節錄自ABB教材

補充說明

交流馬達+變頻器，系统的效率是下降的還是升高的？

很多變頻器廠商只在型錄規格上標出全載時的效率, 約在 94-96% (依廠商的不同而異)
但若使用在低頻時的效率呢???????

使用到較低頻率值時, 效率變差時, 耗電變大時, 到底時變頻器變差, 還是馬達變差.
由廠商方面聽來的訊息, 也是 ????????

如何找到最佳的配合呢 ??????



華億通風設備有限公司

馬達的選擇

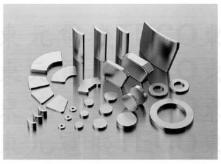
除了IE3馬達, 近來廠商也陸續推出永磁馬達來再提升馬達的效率

永磁馬達與感應馬達比較

	永磁馬達	感應馬達
效率	◎	○
低速特性	◎	○
體積與重量	◎	○
TN曲線	◎	○
響應速度	◎	○
速度穩定性	◎	○
啟動電流	◎	○
抗溫度影響	○	◎
市電啟動	X	◎
回授元件使用	○	◎

永磁馬達特點：高效率

感應馬達各項損失 → 定子銅損、轉子銅損、鐵損、雜散損



轉子安裝高等級磁石

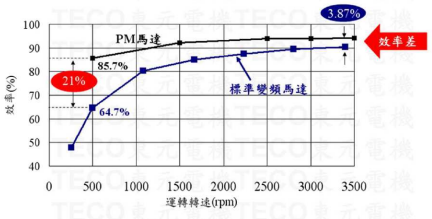
永磁馬達各項損失 → 定子銅損、鐵損、雜散損

華億通風設備有限公司

馬達的選擇

永磁馬達特點：低速特性佳

- 變頻控制之效率差異
  - 轉速越低，效率差異越大

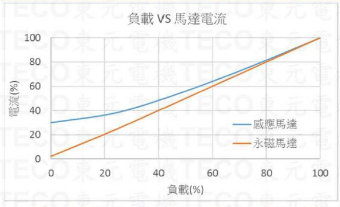


15 kW，250~3500 rpm效率比較圖

TECO

永磁馬達特點：低速特性加

	感應馬達	永磁馬達
轉子磁場來源	定子**通電**產生磁場後，轉子的鼠籠結構感應定子磁場後產生	轉子上的磁鐵



感應馬達運轉所需的基本電流遠大於永磁馬達!!

TECO

華億通風設備有限公司

減小風量的省電







有四種狀況我們可以減小風量.

一. 原有的系統的洩漏風量太大, 我們可以透過系統管路的查核, 找出漏風處, 加以改善. 若改善了漏風量, 我們可以降低原有風機的風量,, 可以明顯的減低電力負荷. (在減少風量也可同時減小壓力需求, 整體耗電有減低三次方比的效果)

二. 在不同時間, 可能需求的風量值不同, 如尖峰時段與一般時段, 一年四季的氣候不同, 白天及夜晚的不同...., 可以透過實際的了解, 而加裝定時控制及變頻控制來省電.

三. 設計初期, 已經有過量的設計值-
一般設計師在設計系統需求值, 會加一定量的安全係數, 以避免因為安裝不當(漏風), 或系統變更(管路改變而造成的壓損), 而產生風量或風壓不足的現象. 使用者在實際操作時, 可以依操作狀況, 重新量測, 再把多餘的量, 重新調整(減少), 就可以把不必要的電力節省回來.
其他例子: 排熱風量, 管內搬運風速,等

風機定律:
風量和轉速的一次方成正比
靜壓和轉速的二次方成正比
耗電和轉速的三次方成正比

現有系統
每減少10%風量
可省電力33%

減小風量的省電

管內搬運風速

當現場產生管路堵塞的問題, 使用者很少去察明實際原因, 大多數都以加大風量風壓來處理, 更換馬達是最常見的方法. 而等到下個生產線在佈置時, 又以這個經驗值去選用風機,

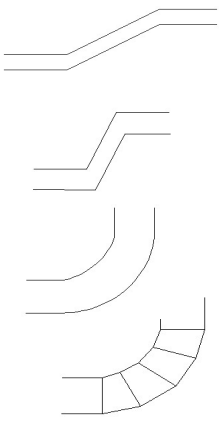
而很多問題都是來自於施工不當, 如爬升角度, 管內平滑度.....等. 這些都是可以克服的.

曾看過某一個廠, 因為二十年前的一個不良系統的錯誤經驗值, 將可用10馬力的系統, 改成 20hp, 而之後新生產線也是以這個錯誤經驗複製. 到目前已有將近15條系統都採用一樣的馬力.

工業通風依污染物之特性分類而建議之搬運風速

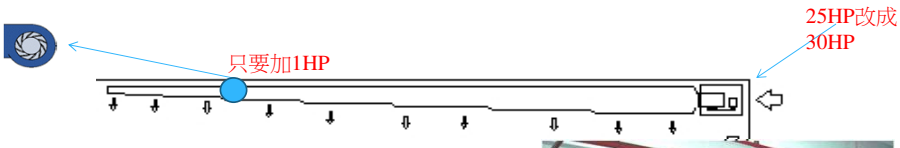
污染物	符合左列污染物之物質	建議搬運風速 m/s(fpm)
氣體、蒸氣、霧滴	各種氣體、蒸氣、霧滴	5~6 (1000~1200)
煙煙、極輕之乾燥粉塵	氧化鋅、氧化鋁、氧化鐵等煙煙、木材、橡膠、塑膠、棉等之微細粉塵	7~10 (1400~2000)
輕質乾燥、灰塵、粉塵	棉紗、木粉、石粉	10~13 (2000~2500)
	細橡皮塵(橡膠粉)、電木塑粉塵(塑膠粉)、黃麻絲(麻屑)、棉塵、刮下屑(輕的)、肥皂粉塵、皮革刮下屑、穀(殼)粉、大鋸屑等。	13~20 (2500~3500)
一般工業粉塵	鋸木屑(重而濕的)、刨屑、毛黃麻塵(搔動器的廢渣)、咖啡豆、製鞋灰塵、花崗石塵、矽粉、一般物料處理、切磚、黏土塵、鑄造(一般的)、石灰石塵、紡織工廠中石綿的打包與秤重時放出的塵粉、耐火磚粉塵等。	18~20 (3500~4000)
重質粉塵	金屬切屑、鑄造、噴砂灰塵、木塊、鑄廠料等處理粉塵、黃銅鍍車。鑄鐵擠孔塵、鉛塵、鋁床等作業產生之粉塵。	20~23 (4000~4500)
重質濕潤粉塵	鉛塵夾有小切塊、潮濕黏合粉塵、切管機切管時之石綿或塑膠塵、磨光絲(有黏性的)、生石灰塵、鑄造作業產生之溫粉塵、鐵粉、窯業材料等。	23以上 (4500)

最小風管風速 (Minimum duct Velocity) 指風管內需要有一能防止氣流內挾帶物沉積和阻塞的最小風速，因此，於局部排氣系統設計中，最小風管風速設計與選定是非常重要的。在選定風管最小風速食，大多選擇高於理論及實驗值，其原因分析如下:



減小風量的省電

四. 風量分配不均. 使用者並未想到去修正管路設計, 或是重新調整風量分配. 只一味的加大風機風量而造成的浪費.



若能對空氣的分佈能有更好的設計. 則省下的電力將非常可觀. 如國外的纖維風管系統就是一個好例子



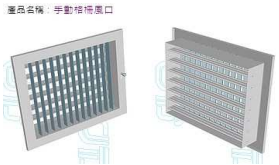




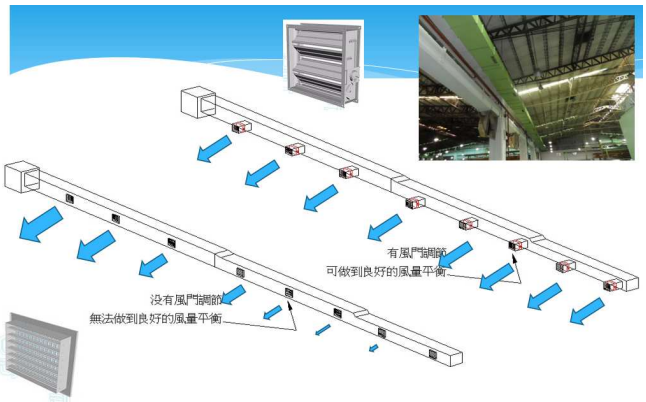
華億通風設備有限公司

補充說明

出風口採用格柵來調整風量分配，是非常不容易達成目標的，一般格柵全部關閉時，開口率也會有15-20%　若要能有好的調節能力，需採用風門（可關到全閉）



但一般案件會因為增加成本而未使用風門



華億通風設備有限公司

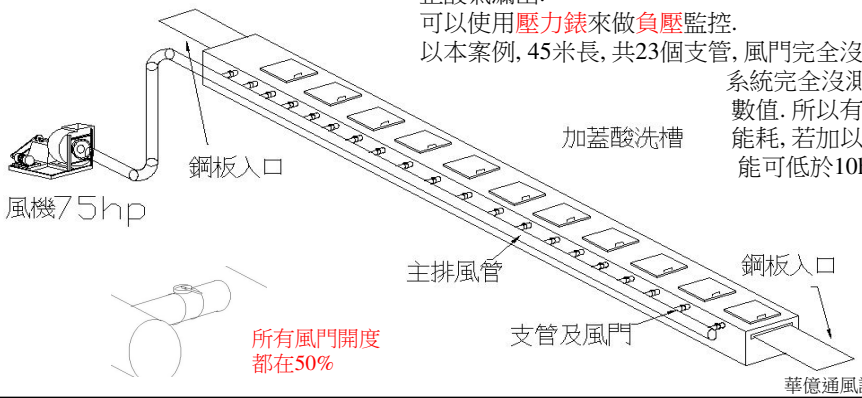
補充說明

一個鍍鋅鋼廠的案例
(分配不當及設計錯誤而產生能耗)

鋼板要進入鍍鋅程序前的酸洗處理. 整個酸洗槽是密封型式. 以防止酸氣逸散, 最大的兩個漏氣口是鋼板入口及鋼板出口. 其它的部份, 因為有檢修門, 會有可能漏氣. 處理的重點應是使整個密封槽內產生微量負壓, 就能防止酸氣漏出.

可以使用壓力錶來做負壓監控.

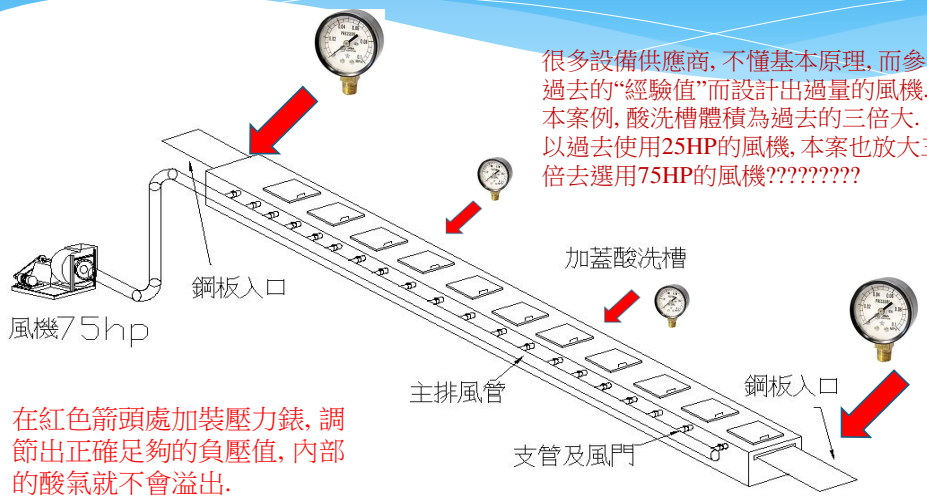
以本案例, 45米長, 共23個支管, 風門完全沒調整, 系統完全沒測試壓力數值. 所以有過度的能耗, 若加以改善耗能可低於10hp



補充說明

一個鍍鋅鋼廠的案例
(分配不當及設計錯誤而產生能耗)

很多設備供應商, 不懂基本原理, 而參考過去的"經驗值"而設計出過量的風機. 本案例, 酸洗槽體積為過去的三倍大. 所以過去使用25HP的風機, 本案也放大三倍去選用75HP的風機?????????

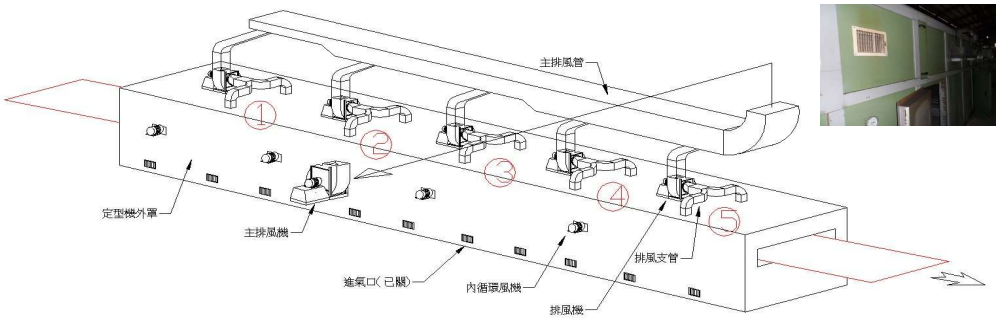


在紅色箭頭處加裝壓力錶, 調節出正確足夠的負壓值, 內部的酸氣就不會溢出.

華億通風設備有限公司

補充說明

一個紡織廠的案例(不知如何分配而產生能耗)



在生產過程中, 產品由上圖的左側送入烘爐內, 經內部的加熱處理, 會使產品中的油氣, 水汽, 或藥劑揮發釋出. 在爐內部充滿 (voc)(內含水汽, 油氣及其他化學葯劑), 持續產生的氣體會使內部廢氣濃度變高. 當濃度變高時, 產品中的溶劑會更難揮發, 所以需要用排風機在定型機上部, 持續排出. 而下方的格柵型入風口, 會補入新鮮空氣降低定型機內部廢氣濃度. 而這個排風量, 進風量….的大小, 會影響到的結果, 如下頁分析.



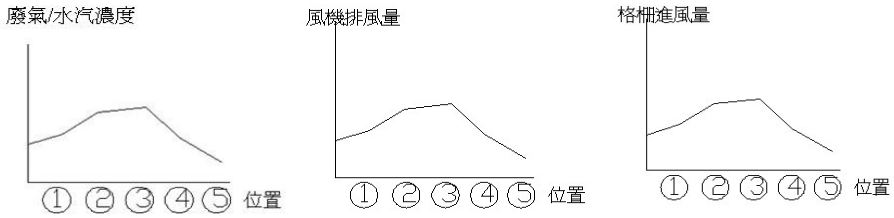


華億通風設備有限公司

補充說明

一個紡織廠的案例(不知如何分配而產生能耗)

1. 為了減低爐內部廢氣(油氣, 水汽, 藥劑)濃度. 而加大風機排風量, 會帶走太多的熱空氣, 並由下方進氣格柵口補入冷空氣. 則會使定型機內部溫度下降, 為維持操作溫度, 則加熱系統的能耗會增
2. 若僅把送風格柵口關閉, 防止冷空氣流入, 但產品進出口仍有較大開口, 仍會流入冷空氣. 但冷空氣的分佈, 會在較靠近機台頭尾處. 這樣的方式, 並不會真的減低加熱器的能耗, 反而使空氣濃度不均勻. (目前現場是把所有的進風格柵全關閉)
3. 一般在烘乾爐的入口, 因靠近外氣, 溫度較低, 所以揮發量不大, 越到中間, 溫度越高, 反應時間也足夠, 所以揮發出來的廢氣/水汽濃度也最高, 然後越往末端, 因為本身的溶劑殘留量也變少, 所以揮發出來的廢氣/水汽也會相同減低. 下圖是在第1台到第5台的廢氣/水汽理論濃度曲線表.
4. 若以此理論, 我們在調節排風機的排氣量及下方格柵口的送風量, 依此需求來調整, 可以用最小的量來維持系統所需控制的廢氣, 水汽濃度. 如下圖示



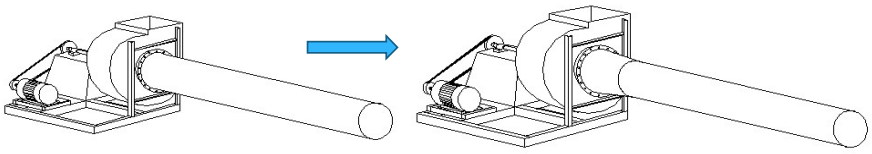
華億通風設備有限公司

補充說明

有很多案例, 客戶一直覺得風量不夠, 而要求廠商重新裝設新風機, 依原規格加大風量 20%或30%.....?????
如果沒有弄清楚你到底要什麼, 而隨便買個新風機, 只會做白功.

有很多時侯都是因為風機的壓力能力不足. 而無法達到使用端的需求.

假設系統管路都不變, 要加大20%的風量, 則系統壓損會多出 1.44倍.
若原風機只加大風量20%, 靜壓能力沒有提升. 買一台這樣的新風機, 是達不到需求的.
(實際做法應是先量測目前的系統壓損, 再看風機的壓力能力, 最後再判斷實際問題的解決方式)



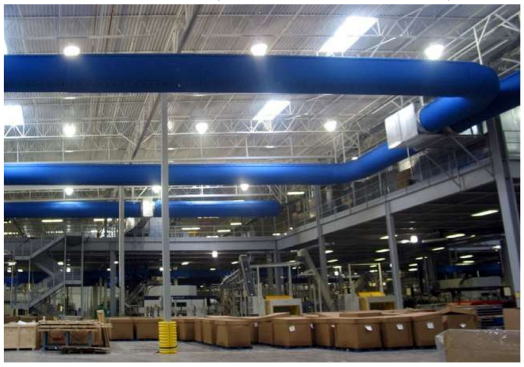
只加大風量, 加大風機, 但確沒有加大風管, 也沒有加大風機的靜壓能力. 是無法得到預期的效果

減小風量的省電

為了有更好的送風均勻分布
近年來由歐美開發纖維布風管系統

布風管送風系統: 低壓損, 均勻分佈 (超過30年的實例)





設計系統壓力都在12-20mmAq之間, 依射程距離而定

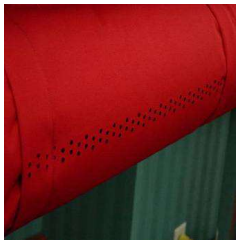
纖維布風管的優點說明













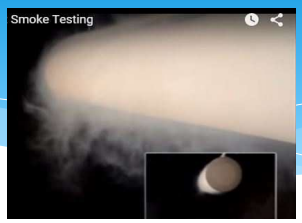
* 重量輕, 省運費
* 安裝及拆除都容易
* 不冷凝結露
* 不必塗裝
* 不會銹蝕
* 不會刮傷或撞凹
* 更乾淨衛生, 部份產品具抗菌成份
* 有吸音效果,並防止風切噪音
* 減少風流 摩擦阻力
* 更高效率的通風品質所以省電; 較好的空氣分佈能簡化設計,所以省錢.
* 不僅提供更優良的通風品質, 布質風管美觀,容易與現場設備互相配色,更達美學標準

纖維布風管的優點說明

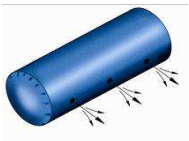
三種出風方式

低速(表面透氣不開孔)





高速(遠射程-最高可達48公尺)(0.25m/s)





舒適(微孔, 最多可開12排出氣孔, 吹向任何方向, 均勻, 最前方和最後方可保證差異小於10%)

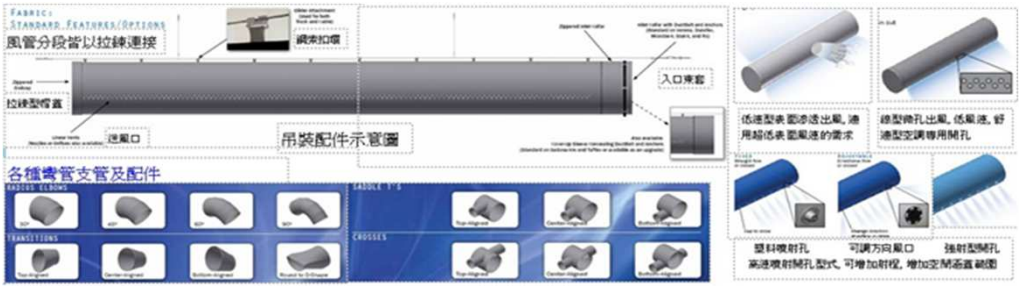




纖維布風管的優點說明

有各式各樣的配件

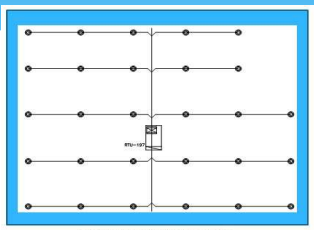




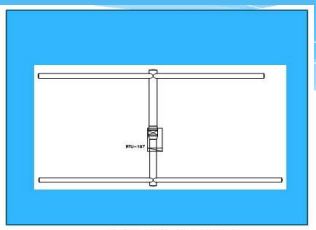
華億通風設備有限公司

纖維布風管的優點說明

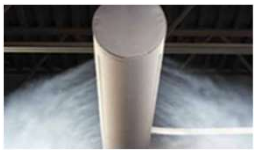
當空調的送風均勻度做的好時, 回風管是可以省略的

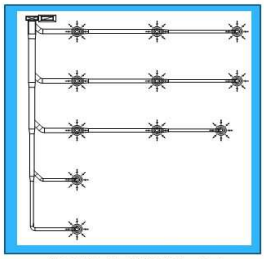


傳統鐵皮風管設計平面

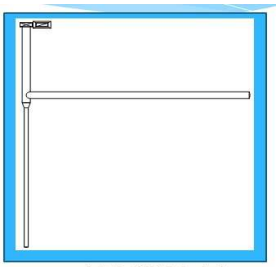


布料風管設計平面





傳統鐵皮風管設計平面



布料風管設計平面

華億通風設備有限公司

纖維布風管的優點說明

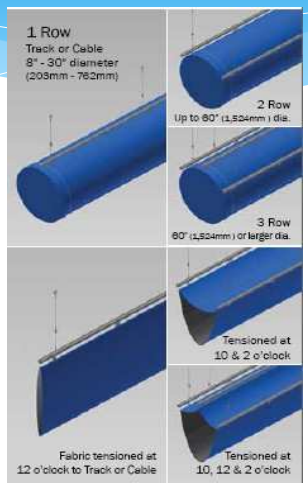
單排吊掛如下圖，另有雙排吊



出風時



不出風時



華億通風設備有限公司

纖維布風管的優點說明

拉近風管與地面的距離, 可加大流速, 產生體感溫差, 且不需浪費過大的風量去吹較高層的區域











金屬風管受限較多, 重量大, 移動不方便, 吊裝不易. 所以不容易有布管這種效果.

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

世大運選手村餐廳











華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

台南養雞廠-均勻出風需求











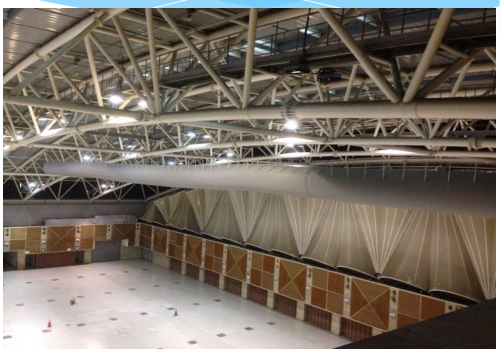
小雞對溫度相當敏感, 空間大, 若冷氣(暖氣)的分配不均勻, 前後會有很大溫差, 雞隻易死亡

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

五股工商展館-大場地, 輕量化吊掛在中間區域





展場空間80公尺X80公尺, 僅有兩側牆有風管加高速溫口送風, 中間區域永遠都吹不到, 溫度很高. 想改善, 但中間的屋頂支架無法承受金屬風管的重量, 最後增加布管改善, 效果明顯.

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

大潤發-低速出風-以不破壞冷凍櫃的空氣門為主







華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

某奶粉製造廠-以可清洗為主







原有不銹鋼風管, 需每個月爬進內部以酒精擦試. 否則風管內的奶粉粉末會發黴, 會吹入空調的空間中. 造成污染, 目前改布管, 可隨時拆洗.

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

新竹某紡織廠

棉廠/製瓶廠-以可清洗及省電為主

棉五廠





棉二廠





棉七廠



製瓶廠

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

某百貨公司停車場 以均勻通風, 省電為主









目前流行的地下停車場通風設計, 皆是以導流(誘導)風機. 來取代風管. 用小風機高流速來型成整 個氣場流向.

使用布管不但減少總成本, 節省電力成本, 且效果更好

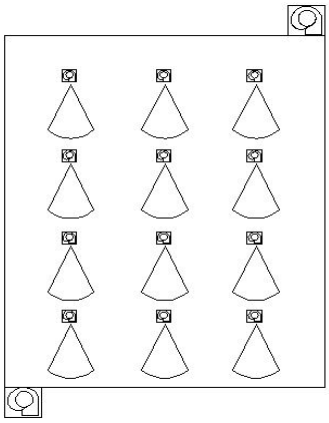
下頁有說明

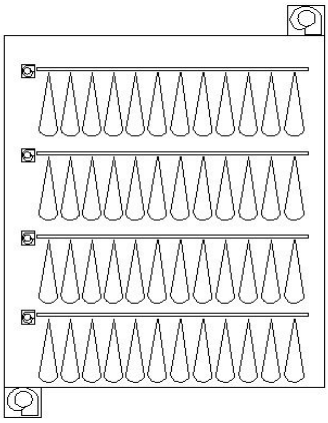
華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

取代停車場的誘導系統

誘導系統





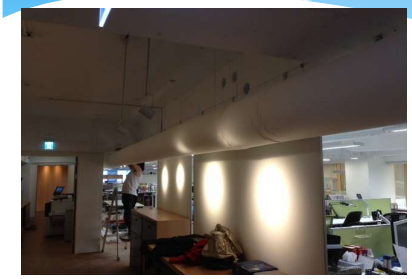
布管誘導系統

風機數量僅使用原有的1/3, 可節省成本及耗電.
但效果更好

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

建築師事務所
以均勻送冷氣, 省電為主





交大生科所
以集中送冷氣, 省電為主





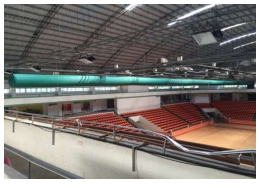
桌面培養昆蟲需控溫18度以下

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

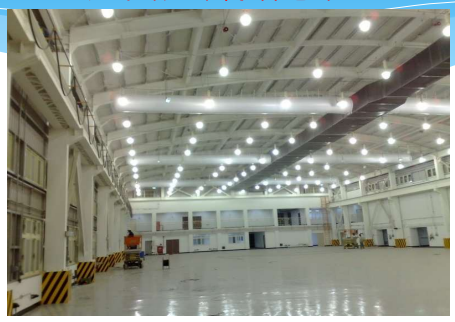
板橋體育館
以均勻送冷氣, 省電為主





未採用布管前, 空調出風僅由左右兩側觀眾席上方鍍鋅風管出風. 因空間大, 僅有觀眾席的冷氣夠冷, 中間球場溫度高, 無法有效的供應冷氣到球場區

高雄軍方某基地空調廠房
以均勻送冷氣, 省電為主





華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

科技蔬菜廠-以均勻送冷氣, 省電為主





空調溫度不均, 層架共八層, 最上層和最下層經實測有9度的溫差.
採用布管後, 溫差不超過1.5度.

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

華億通風辦公室







最開頭及最末端的風口直徑相同的情況下.
風速都為 4m/s左右.
均勻度100%

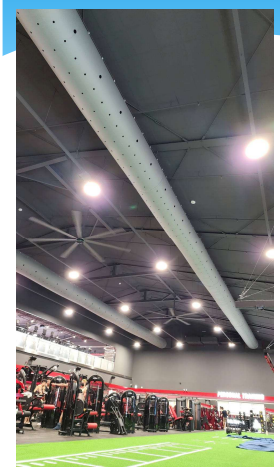




華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

高雄WORLD GYM世界健身中心







配合世界潮流-WORLD GYM也開始在新設計的場館, 使用本公司代理的產品. 高雄案為第一件案例, 再配合大型吊扇, 完整超舒適的空調

華億通風設備有限公司

纖維布風管的 實例

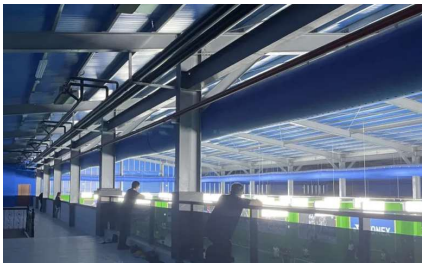
富暘羽球館



此球館為目前國內最大型的專業羽球館
全場以超低風速的方式建立的空調系統.

2.3.5 空調系統設計準則

A. 適當的通風與空調設計，避免對羽球之飛行產生干擾。
B. 羽球場地正上方不應設置空調出風口，球場周遭空調出風口方向亦應朝下設計。
C. 週遭通風窗口設有可阻擋住外來氣流的通風設備。




減少風量的省電

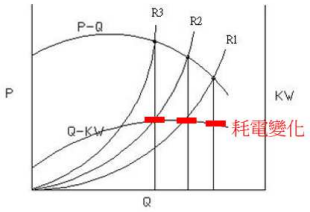
皮帶傳動的風機,在進行減小風量的省電時,可利用皮帶輪的轉速比下降來達到減風量並省電的效益



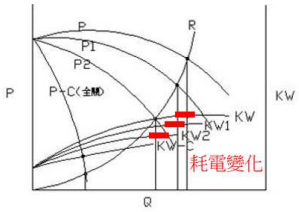


若我們使用的是直結傳動的風機，又沒有採用變頻控制，完全無法改變現有的轉速，我們只能採用風門來調節風量．(或修改風輪輪徑,補充說明)

- 在設計風門(擋板)時,有一些因素若是考量得宜,是可以有較大比例的動力節省,
- 一般在風機入口和出口使用的風門,就系統阻力及耗電量來說,就有很明顯的不同,
- 請看下方的曲線表所示



出口風門的性能說明圖



入口風門的性能說明圖

出口風門，省電較少



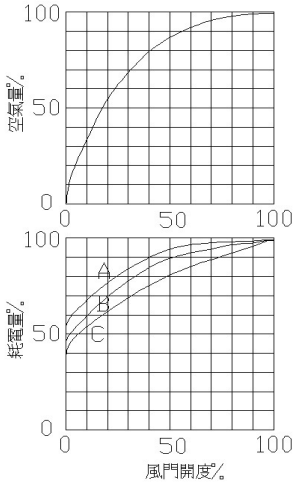
華億通風設備有限公司

減少風量的省電

入口風門比較



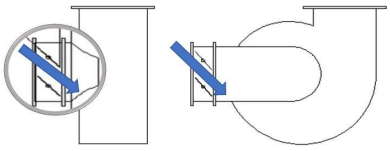




A型: 入口多葉片式風門

B型:入口風箱前端的多葉片型風門

C型: 入口輻射風門





A型: 入口多葉片式風門(進風不均,下方多上方少產生更多亂流及運轉不順暢)

B型: 入口風箱前端的多葉片型風門

C型: 入口輻射風門(產生預旋的效果減少進風輪的切風亂流)

能省電最多的就是C型,入口輻射風門
(在50%的開度, 至少可省電20%, 在25%的開度, 至少可省40%)

減少風量的省電

可變風量的入口輻射風門

這種配置是用以產生一個強制的入口旋渦, 而與風機的葉輪以相同方向轉動。

入口導風翼有兩種不同的型式:

1)錐形型式, 附在風機的入口中。

2)管狀型式, 外加於入風前。

有方向性





內置型

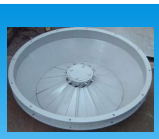
外置型



華億通風設備有限公司

減少風量的省電

入口輻射風門的優勢說明

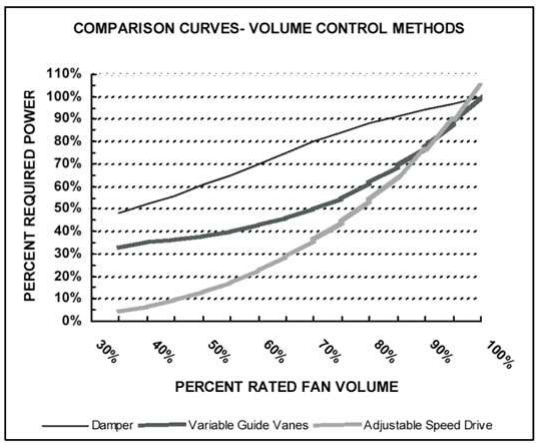


關鍵績效趨勢

(參考右圖)

效率範圍： IGV 在流量適度降低時（通常可從 100% 降至 80% ）具有很高的能源效率。低於 80% 時，其效率通常會比變速驅動器大幅下降。

阻力與預旋：阻力係數與預旋係數皆隨葉片角度增加而增加。當葉片角度超過50°時，阻力的增加速度開始超過預旋。



華億通風設備有限公司

減少風量的省電

正確的氣罩設計(局部排氣)

良好的氣罩設計, 可以減少抽風量, 也就可以減少耗電的需求.

重點:
1. 儘量接近污染源
2. 覆蓋面積正確

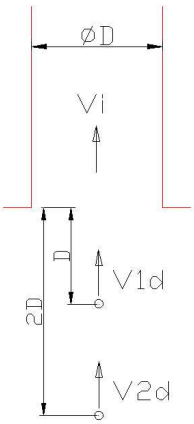


氣罩風量計算書

氣罩型式	說　明	展弦比，W/L	風　量
	槽縫	0.2 或較小	Q = 3.7 LVX
	凸緣槽縫	0.2 或較小	Q = 2.8 LVX
A = WL (ft²)	簡單開口	0.2 或較大及圓形	Q = V (10x² + A)
	凸緣開口	0.2 或較大及圓形	Q = 0.75 V(10x² + A)
	亭式	使適應工作	Q = VA = VWH
	傘頂式	使適應工作	Q = 1.4 PDV P = 工作的周線 D = 工作上方高度

華億通風設備有限公司

捕集速度的衰減



在凸緣氣罩口的風速, 會因為距離加長而有明顯的衰減.

每加長直徑的一倍距離, 速度變為原來的1/10

所以 V1d = 0.1 x Vi
　　V2d = 0.01 x Vi

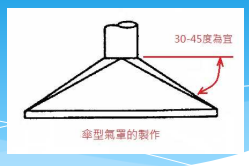
一般來說, 有效的捕集距離為直徑的1.5倍. 而此位置的速度要 >= 0.25M/S

所以在氣罩設計, 要注意兩個速度:
1. 氣罩外的捕集速度
2. 管路內的搬運風速

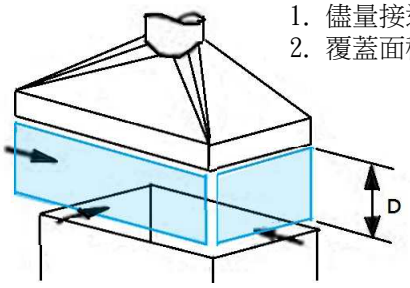
華億通風設備有限公司

減少風量的省電

正確的氣罩設計(局部排氣)



重點:
1. 儘量接近污染源
2. 覆蓋面積正確



氣罩的設計風量計算

風量 Q = 1.4 x P x D x V
其中: P為氣罩的周長
D為氣罩離污染源的高度
V為捕集(捉)風速

若擋住兩個面，或高度降到原來一半，則只要一半的風量就可達到原來的效果，耗電是原來的0.5^3=0.125
如果原風機是20HP，會降成2.5HP，節省17.5HP，一年可省電費33萬。

氣罩尺寸的設計: 標準設計, 氣罩截面積需有污染源氣流截面積的1.25倍為宜.
過大的截面積, 也會造成風量加大, 耗電力大的問題

華億通風設備有限公司

減少風量的省電

楊梅某汽車烤爐氣罩

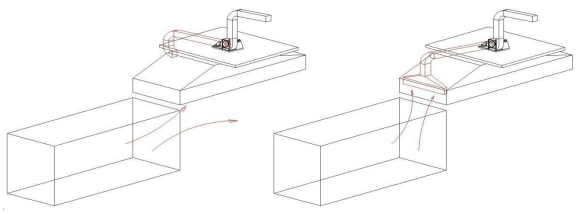
氣罩面積大, 且下方開口面大, 抽風效果不佳, 大量熱氣及異味溢出.





現有風機抽風管拉到側面的氣罩頂部. 離熱源太遠, 熱源為上方照片, 汽車出來之開口處.
若可以下圖的方式, 將原有抽風管轉向, 往前方開口的正上方抽氣. 效果會比現在好4-5倍.
若再加上圍簾效果會更好, 所以都可降低風量來省電





減少風量的省電

錯誤的做法







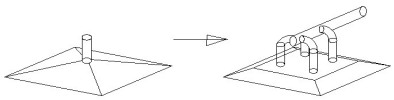


(某紡織廠)

華億通風設備有限公司

減少風量的省電





左邊相片中的氣罩,開口很大,但擴散角度不佳,所以在邊緣完全沒有風,這樣的設計,外圍40-50%的面積是沒有風速的,所以做那麼大就沒有意義,浪費成本.

若要有良好的效果,可將風管分成四支,分佈均勻,如下頁圖示.

*

華億通風設備有限公司

減少風量的省電

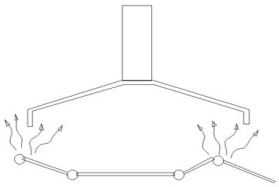
一個南部紡織廠的例子



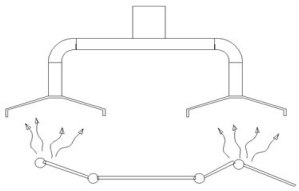


左邊照片的氣罩, 都無法將蒸汽有效吸入氣罩內. 使蒸汽向外溢散, 造成現場濕熱. 氣罩的問題點

1. 氣罩很大, 但並非完全罩住發熱區,
2. 現場觀察, 並非風機抽氣量不夠, 而是氣罩位置及大小不對
3. 氣罩的作用, 是使整個開口產生負壓, 將空氣吸進後排出. 若是位置不對, 則吸入太多冷空氣, 減低效果. 而面積太大, 使抽風量增加, 浪費電力. 請看下圖說明



現場原狀況



建議氣罩修改

減小氣罩面積, 並對準實際大量蒸汽的位置, 即可有效改善氣罩效果, 也可節省電力 (面積減小比例, 就是風量減比例, 而電力可減省三次方比, 例如:
面積縮小為原來的 80%, 則風量只需原來的 80%, 耗電只需原來的. 51%, 若原來使用 15hp馬力, 則可節省 7.5hp, 每年至少可以
省下電費 7.5 X 1.9萬 = 14.25萬元.

華億通風設備有限公司

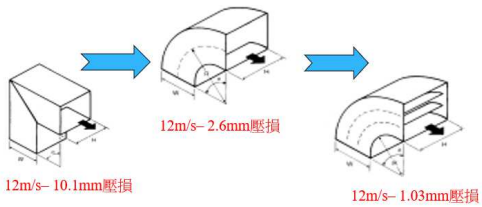
減小壓力的省電

常常有些風管系統, 因為設計不良或是現場監工不良,及操作保養不當. 而使風管系統有很多不該有的壓力損失. 可詳見本公司的空調通風節能簡報中有很多例子說明.
而最常見的有:

1.不良的彎頭設計:(我們可以透過改良彎頭轉彎半徑, 及增加彎頭內導風片來減小壓力.)
2.不良的出風及入風位置.
3.過小尺寸的風管系統, 包含管徑, 開口尺寸等.(節省風管成本, 或是搬運風速設計過大)
4. 管件的保養不確實, 如濾網的更換, 盤管鰭片的堵塞……

風速每增加10% (1.1倍), 靜壓增加量為風速的平方倍 (1.1)^2 = 1.22, 耗能也會增加1.22倍

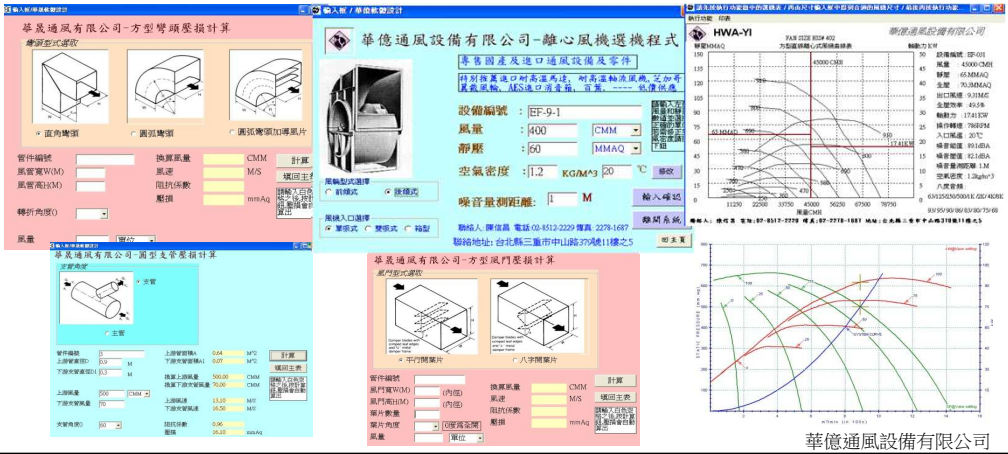
風管的壓損改善, 也可以直接反應到耗電量, 每減少10%的壓損, 也可減少10%的電力需求.



華億通風設備有限公司

使用簡易軟體配合

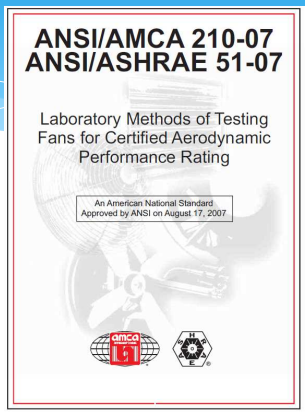
本公司開發簡易風管計算軟體及風機選機軟體，加上系統的診斷及重新設計，以最佳化為目標，通常能配合使用達到二至三成以上的節能電費節省



華億通風設備有限公司

系統效應的補充-AMCA201風機與系統手冊

為什麼一台風機在通過標準的實驗室, AMCA210的方法測試認証之後, 安裝在系統之後有時仍會達不到其應有的性能呢?
工程師曾經很多次的問過這個問題, 而如同有各種不同的空氣系統一般, 它也有很多種不同的答案。



一個系統設計工程師, 在預測其安裝風機的合理精確度時, 他必需要知道:

1) 風機要如何測試和其額定標準
2) 在系統連接時, 什麼會對風機性能有影響。

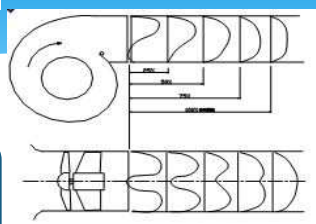
此手冊的目的

這一份由美國AMCA協會所以供的風機應用手冊包含一般的實驗室風機的測試資料及它們額定性能是如何被計算出來的。它也同時談到了許多實際安裝在系統之中會發生風機性能損失的很重要理由。

通常我稱它為”系統影響因數”(SEFs), 我們也把它列在這個手冊當中。SEFs在系統設計時，若實際風機／系統的效率要能達到，工程師一定要將它考慮進去。

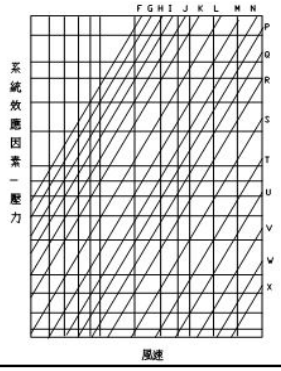
系統效應的補充說明

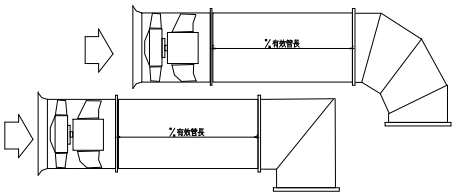
形成均一速度剖面線所需的風管長度稱為有效長度.



有效長度的60%以下, 影響就開始變大

定義100%的”有效風管長度”, 當風速低於 12.5m/s 時, 最小要為2.5倍的等效風管直徑。當風速大於12.5m/s時每增加5m/s時, 要增加一個風管直徑。





AMCA201 風車與系統

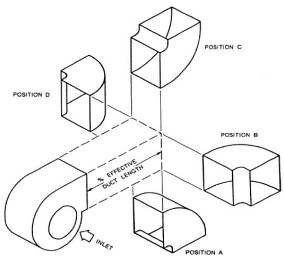
	90度彎頭個數	無風管	12%有效管長	25%有效管長	50%有效管長	100%有效管長
導翼軸流風機	2個	U	U-V	V	W	--
導翼軸流風機	4個	W	--	--	--	--

風機入風口及出風口的配管的重要性

不只是系統效應而已喔!!!

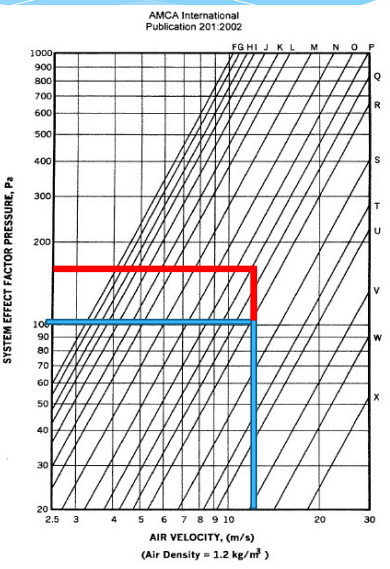
下列三項常發生於風機安裝的問題, 除了增加壓損, 還會明顯減低風機的運轉效率.

1.風機入口不順
2.風機出口不順
3.風機入口產生渦旋

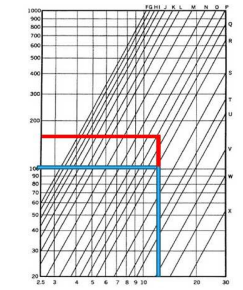


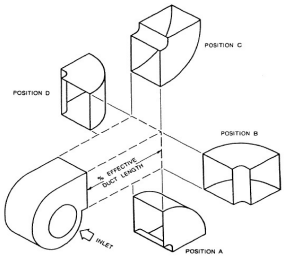
Blast Area Outlet Area	Outlet Elbow Position	No Outlet Duct	12% Effective Duct	25% Effective Duct	50% Effective Duct	100% Effective Duct
0.4	A B C D	N M-N L-M L-M	O N M M	P-Q O-P N N	S R-S Q Q	NO SYSTEM EFFECT FACTOR
0.5	A B C D	O-P N-O M-N M-N	P-Q O-P N N	R Q O-P O-P	T S-T R-S R-S	
0.6	A B C D	O P N-O N-O	O-R O O O	S R Q Q	U T S S	
0.7	A B C D	R-S O-R P P	S R-S O O	T S-T R-S R-S	V U-V T T	
0.8	A B C D	S R-S O-R O-R	S-T S R R	T-U T S S	W V U-V U-V	
0.9	A B C D	T S R R	T-U S-T S S	U-V T-U S-T S-T	W W V V	
1.0	A B C D	T S-T R-S R-S	T-U T S S	U-V U T T	W W V V	

SYSTEM EFFECT CURVES FOR SWSI FANS



風機入風口及出風口的配管的重要性





ISO-9000 風機性能曲線表 華億通風設備有限公司

設備編號：
風　　量：500 CMM
靜　　壓：350 PA
全　　壓：424.5PA
出口風速：11.11M/S
全壓效率：62.03%
軸 動 力：5.71KW
操作轉速：428RPM
入口風溫：20 ℃
噪音能值：83.9dBA
噪音壓值：75.9dBA
噪音量測距離：1.M
空氣密度：1.2kg/m^3

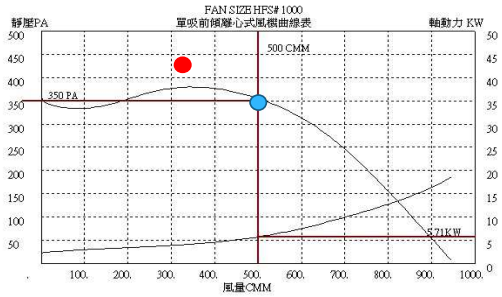
風機型號：HFS 1000

本公司風機性能皆依CNS 7778/7779測試所得

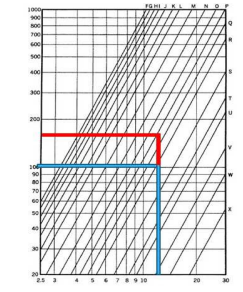
風輪耐轉速等級:
CLASS 1上限轉速: 無分等級
CLASS 2上限轉速:
CLASS 3上限轉速:

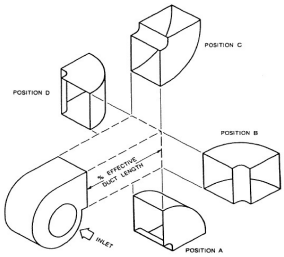
八度音頻(音能值/ dB-未經 A加權修正)

63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
91	86	83	82	79	76	70	62



風機入風口及出風口的配管的重要性





ISO-9000 風機性能曲線表 華億通風設備有限公司

設備編號：
風　　量：500 CMM
靜　　壓：500 PA
全　　壓：574.5PA
出口風速：11.11M/S
全壓效率：65.44%
軸 動 力：7.32KW
操作轉速：774RPM
入口風溫：20 ℃
噪音能值：94.4dBA
噪音壓值：86.4dBA
噪音量測距離：1.M
空氣密度：1.2kg/m^3

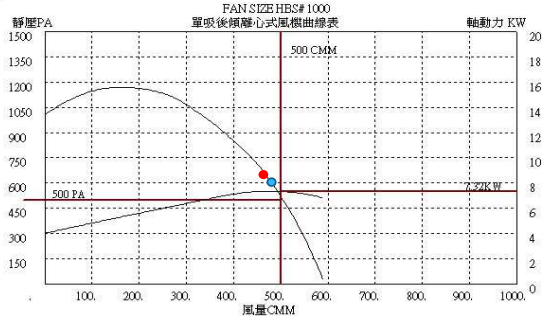
風機型號：HBS 1000

本公司風機性能皆依CNS 7778/7779測試所得

風輪耐轉速等級:
CLASS 1上限轉速: 800
CLASS 2上限轉速: 1120
CLASS 3上限轉速: 1400

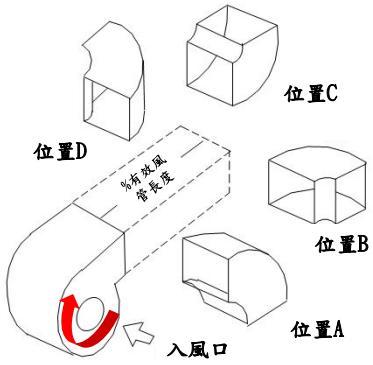
八度音頻(音能值/ dB-未經 A加權修正)

63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
98	100	95	92	89	86	80	74



風機出口不良的配置

出口不順

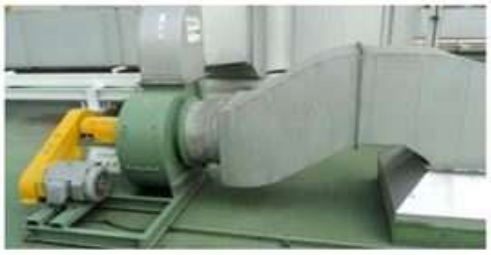


單吸離心風機上的出口彎頭效應





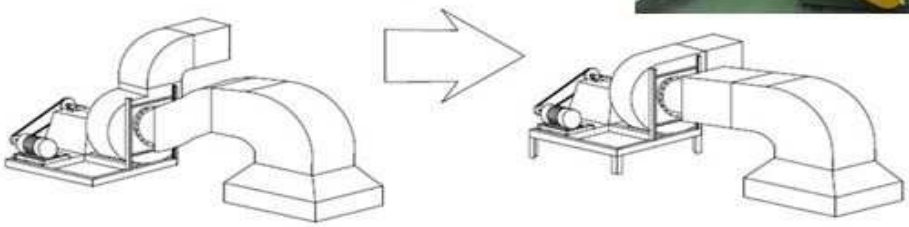
風機入出口不良/風機方向的重要性



風機的入口管，因爲要配合樓地板開孔及轉彎，所以做了連續彎的管路，壓損較大，
若可以提高風機高度，則可以避免此現象，另外出口也可利用風機購買時，正確的方向來改善，如下圖

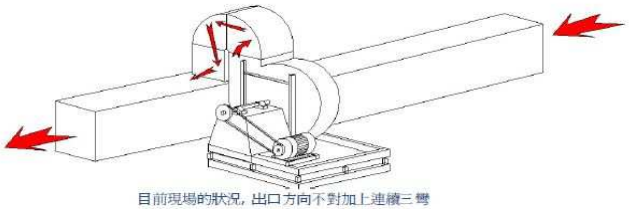


風機架高且方向正確



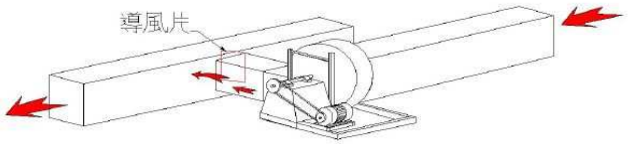
風機出口不良的配置





目前現場的狀況，出口方向不對加上連續三彎





依上圖的方式改善，只剩一個彎頭，且方向正確.

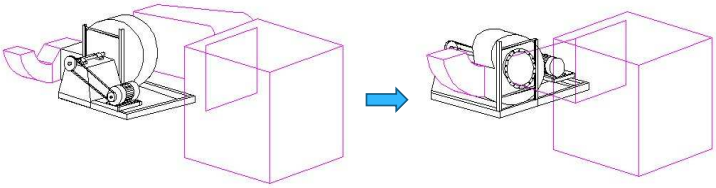
風機入出口不良的配置/方向決定錯誤











風機出口不良的配置/應修改風管位置



風機出口的風量分配/注意有舌片位置

定型機出口冷卻風扇：

風機的出口直接分成兩個支管，太靠近出口，而會產生系統效
應。 就算照片

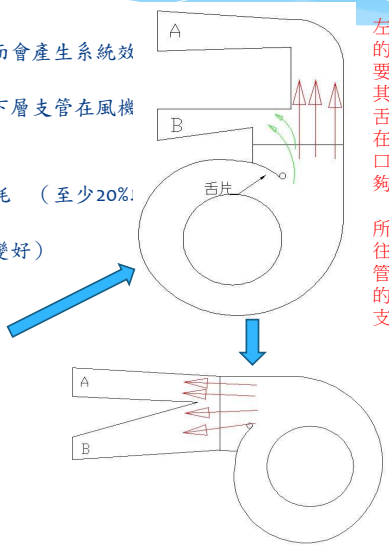
中上層支管有加風門可調節風量分配。但因為下層支管在風機
出口無風段，所

以風機整體的出風是受到抑制的，

若能有良好的改善，則在相同的風量可降低能耗 （至少20%
上），或是在相

同的能耗上，可有更大的出風量（散熱效果會變好）





左圖是說明目前不良的風管配置.
要往B支管的部份,
其一是因為風機出口舌片的遮蔽. 其二是在太近的亂流區(出口)轉折, 氣流沒有足夠的力量導入B支管.

所以大部份的風都會往A支管跑, 就算A支管用風門關小, 變小的風量也不會都往B支管去.

風機出口不良配置



為了要把排出的廢熱導向上方.
直接在風機出口加彎頭



機房空間很大, 又沒有其他設備
若將風機往前移, 出風方向改左側,
可以讓風直接上吹, 可少3個彎頭







風機出口不良配置





軸流風機出口不良, 很容易造成性能大幅下降



為了閃消防水管, 風機偏移.
但開孔位置不能變. 所以出口有連續
三彎, 且都逆向.



壁扇出口加裝不良的防雨彎頭, 風量剩1/3

風管的連續彎頭(阻力大增)



爲了配合工作梯, 風管多了ㄇ字型彎頭, 壓力損失很大.
以此構造, 若風管打直, 僅需將樓梯加高20公分.

建議, 在底部綠色位置加水泥墩, 再把風管改掉

濾網箱入／出口(擴管的角度)





此濾網箱的面積比管路面積大了約5倍. 而擴管角度太大. 造成氣流都集中在中間的一半面積運行. 如此通過濾網的風速大了一倍. 系統阻力會多出 2^2 = 4 倍.

因爲現場的空間沒有問題, 以後有類似的設備, 請用較小的擴管角度.



此濾網箱的面積比管路面積大了約5倍. 而擴管角度太大. 造成氣流都集中在中間的一半面積運行. 如此通過濾網的風速大了一倍. 系統阻力會多出 2^2 = 4 倍.

因爲現場的空間沒有問題, 以後有類似的設備, 請用較小的擴管角度.

廢氣排放處理系統.

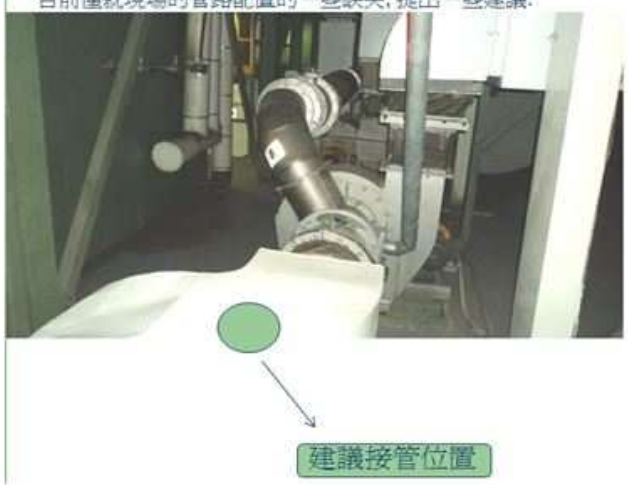




左邊那箱為濾網箱, 右邊為活性碳箱
這兩個都是壓損非常大的設備, 所以需要降低氣流流速. 一般濾網面風速不要超過 2.5m/s, 活性碳不要超過 2.0m/s (碳匣表面透出風速 0.1~0.5M/S)

風機入口過多支管造成亂流

目前僅就現場的管路配置的一些缺失, 提出一些建議.



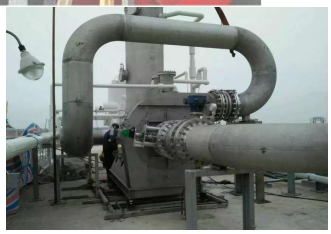
一台風機的入風口是很重要的, 若是在入口處有過大的亂流, 不但會增加系統阻力, 也會使風機效率降低.

左圖中的配管, 有兩個支管直接插入入口主管, 且位在風機入口處.
這是很不好的做方, 特別是垂直向的衝擊產生的亂流極大.

若風管能向後再延伸一點, 在綠色圓圈位置有一個風機, 且距離入口有2.5倍直徑以上的距離, 則影響會消除.

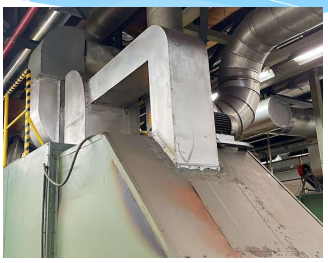
不良設計的風機入口管/出口管

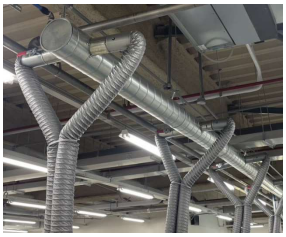



不良設計的風機入口管/出口管








不良的管路設計



在紅色標示的位置, 原設計轉了三個連續彎. 所以阻力非常大.

若能改為紅色的管路, 僅有一個彎頭

風機入口管不順

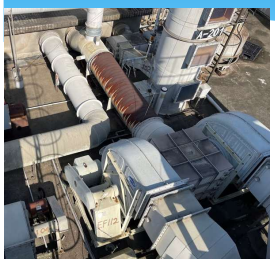
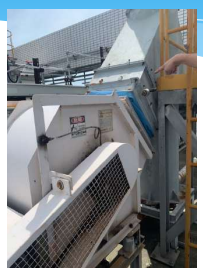




急彎進風機入口

兩台風機系統相同,但左邊風機風量僅有右邊風機的 70%

備用風機1+1 採用逆止風門的電力浪費



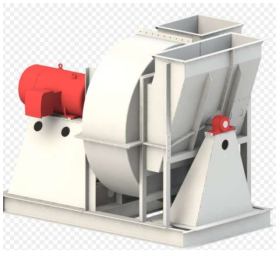
早期, 不重視電力浪費的情況下, 風機出口為了防止氣流倒灌, 會加裝逆止風門. 在風機不運轉時, 它會自動關閉. 但是為了風門能靈活開關, 所以縫隙較大, 無法有好的氣密性, 所以若是碰到一台使用, 一台備機的狀況, 往往會由這個口洩漏, 原本應該抽系統內的廢氣. 但反而由備用風機抽到外氣. 而產生能源浪費.

此外, 一般板厚較重的逆止風門, 或非垂直安裝, 為了能有效關閉風門, 都會加上配重錘. 而這個配重, 會讓風機吹開時, 多了一個阻力. 且通常風機未全速運轉時, 風門大都是半開或30度角度開啟而已. 直接在風機出口造成了很大的阻力.

若能改成氣密性較好的電動風門, 和風機運轉連動, 風機開風門也開, 風機關風門也關. 這樣可以去除掉洩漏及風阻的問題. 過去改善的經驗, 都能有10%以上的省電效益.

減小壓力的省電

工業單吸風機常被設計有入口風箱(用途???)



入口的壓損, 會比右圖的入口彎管(有良好轉彎弧度的) 還要高出許多, 但主要會如此做, 是有現場的維修考量.



單吸



雙吸

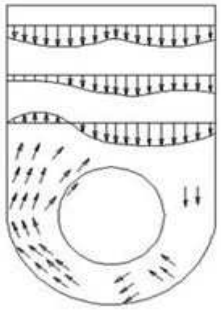
華億通風設備有限公司

風機入口旋渦使側向進風口受阻

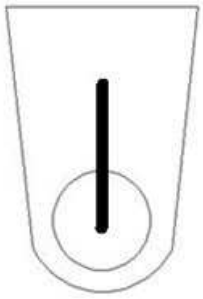


但太扁的入口風箱，卻會對於風機入口的氣流產生不良的影響，造成風機進風效率變差，風機性能會受到很大的影響。所以如何做好入口風機的設計就成敵商性能的重點。以下以入風風箱進氣的氣流分佈做一說明。

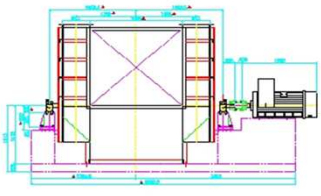
若是如下頁的圖說，加做氣流分隔板或導風片結構來破壞其不良氣流，則能很明顯的增加風機效率。

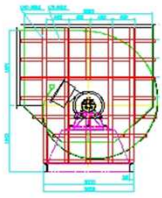


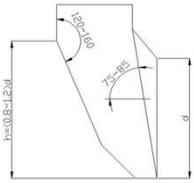
進風受旋轉氣流的影響



加擋板破壞旋渦建立



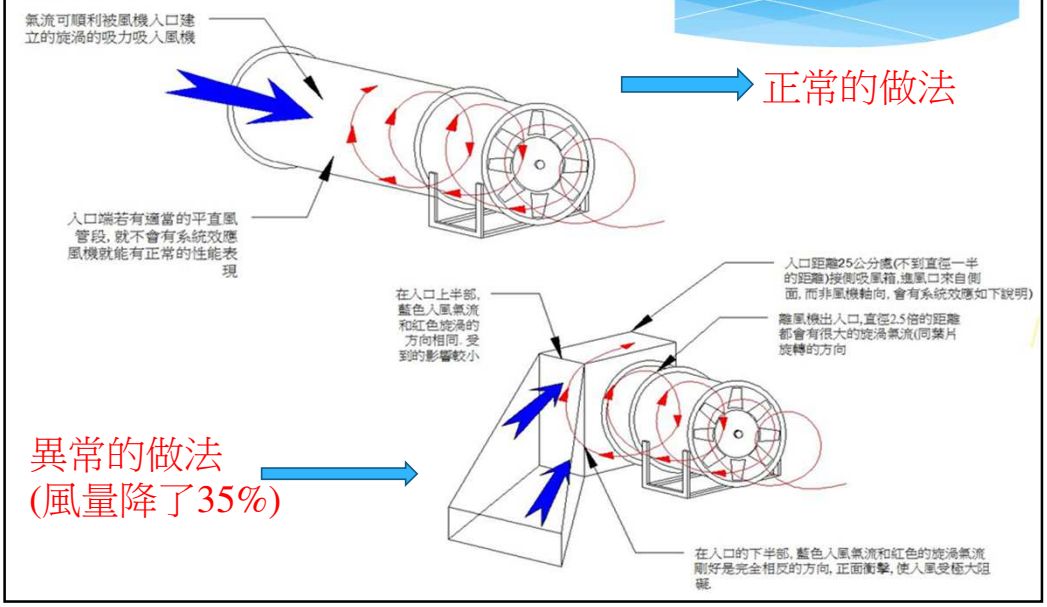






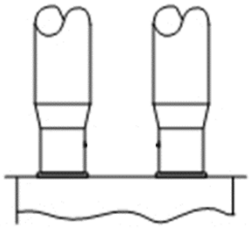
有良好的風箱內導流板的製作

風機入口旋渦使側向進風口受阻



並聯風機需要一定的間距





平行安裝的軸流風機

至少要有一倍風機直徑的
間距才不會互相干擾

入口干擾，互相搶風，實測值僅有85%的風量。
於中間加遮板改善，提升至90%風量。

並聯風機配置不良





A風機　　B風機　　活性碳濾網箱

原本只有B 風機, 後來因為風量不足, 又增加A風機, 想要提高風量.

因為A風機的入口直接由B風機的入口插管引風. 在此位置. AB風機的負壓會互相拉扯抵消, 且活性碳箱也沒有加大, 阻力增高, 所以由活性碳箱所抽的風量, 實測數據, 開兩台風機和一台風機的風量都一樣. 此外, 在出風處, A風機插入B風機的出口管的角度太大. 所以直衝的氣流, 變成B風機的阻力, 橫隔在氣流中段. 也都是造成風量低的原因.

不良的入口帆布管

下圖, 尺寸太長, 在吸入口端, 被吸入, 造成入口面積縮小太多, 而使入口壓損增大, 並使入口不順, 影響風量.

原入口尺寸560MM, 風速爲15.2M/S, 但帆在口徑被吸入縮小成380MM, 風速變爲 33M/S

建議修改合適尺寸, 或是改用BELLOW型式









風機入出口管不順

出口方向不順, 隨後接上方轉圓又縮小面積, 後經本公司建議, 風機支架提高, 直接接入圓管, 整個風量提高約15%, 原本耗電13KW, 修改完成之後, 耗電降爲8.2KW, 年省電91000元.



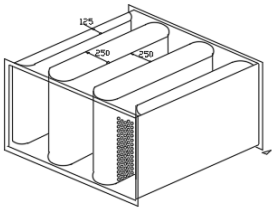
原系統



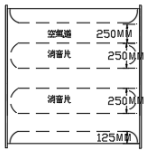
修改後

風機出入口消音箱的壓損



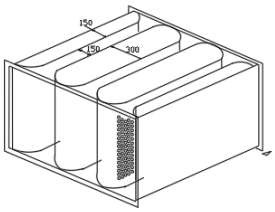


立體示意圖

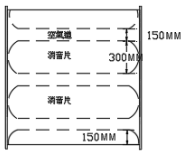


上視圖





立體示意圖



上視圖

為了控制噪音, 加了消音箱來減低噪音, 而消音箱的減音量大小, 和其內部開口率及長度有關, 內部開口率小, 減音量大, 但是壓損也大, 內部開口率大, 減音小, 而壓損也小.
為了達到同樣的減音量, 我們可以選擇, 加大消音箱的開口面積, 以降低風速, 因為消音箱壓損計算公式為 k*V^2, 表面風速越低, 壓損越小. 另一個方法, 是選用風道開口率較大的, 然後再加長它的長度增加消音量.

風機出入口消音箱的壓損

噪音插入損失 (dB)

250mm消音板		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
風道寬 75mm	600	4	9	19	28	34	32	26	19
	900	6	11	24	32	39	37	30	22
	1200	9	15	34	41	49	45	38	30
	1500	10	18	41	45	50	48	40	33
	1800	11	20	49	49	50	49	46	38
	2100	14	26	50	50	50	50	49	42
	2400	16	31	50	50	50	50	50	46
	2700	18	36	50	50	50	50	50	49
	3000	19	40	50	50	50	50	50	50
風道寬 125mm	600	3	5	12	20	26	24	17	12
	900	5	8	15	23	29	27	19	14
	1200	6	11	22	30	36	32	23	18
	1500	7	13	27	35	41	37	26	20
	1800	8	14	32	41	47	42	30	23
	2100	10	18	34	42	48	44	31	25
	2400	11	21	38	46	49	48	35	27
	2700	12	24	40	49	50	49	38	28
	3000	13	28	46	50	50	50	40	31
風道寬 150mm	600	2	4	10	17	23	19	14	10
	900	4	7	13	20	25	22	16	12
	1200	5	10	18	27	31	28	19	15
	1500	6	12	22	32	36	32	21	16
	1800	7	14	26	36	41	36	24	19
	2100	9	16	29	37	42	38	27	20
	2400	9	18	31	38	43	40	28	21
	2700	10	20	34	42	47	44	31	24
	3000	11	22	38	46	49	48	35	26
風道寬 250mm	600	1	4	6	10	12	10	8	7
	900	3	6	12	13	16	13	9	8
	1200	4	7	14	21	24	18	12	9
	1500	5	10	16	24	28	20	13	10
	1800	6	11	19	29	33	24	15	12
	2100	8	12	23	33	38	24	15	12
	2400	8	13	24	36	41	25	16	13
	2700	9	15	28	41	47	27	17	14
	3000	10	17	31	48	49	28	18	14

噪音插入損失 (dB)

300mm消音板		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
風道寬 190mm	600	6	11	21	26	31	28	20	14
	900	9	14	27	30	35	32	24	16
	1200	11	19	38	38	39	39	30	22
	1500	12	21	45	42	42	42	32	25
	1800	14	24	49	45	44	43	37	29
	2100	17	31	50	49	47	45	39	32
	2400	19	37	50	50	49	46	41	35
	2700	22	43	50	50	50	48	43	38
	3000	23	47	50	50	50	49	44	40
風道寬 150mm	600	5	6	13	19	24	21	13	9
	900	7	12	17	22	27	24	15	11
	1200	8	15	24	28	34	28	18	14
	1500	10	17	30	33	38	31	21	16
	1800	11	20	35	38	42	35	23	18
	2100	13	23	37	42	45	39	25	19
	2400	14	26	41	46	45	43	28	22
	2700	16	29	45	48	47	44	31	23
	3000	17	34	49	49	49	47	32	25
風道寬 200mm	600	3	5	11	16	21	16	10	7
	900	6	10	14	18	23	19	12	9
	1200	7	13	20	25	28	24	15	11
	1500	8	15	24	30	32	28	16	12
	1800	9	17	29	33	37	32	19	14
	2100	10	20	32	34	38	33	21	15
	2400	11	22	34	35	39	35	22	16
	2700	12	24	37	39	41	38	24	18
	3000	13	27	42	42	43	41	27	19
風道寬 300mm	600	2	5	7	9	10	8	6	5
	900	4	10	10	12	14	11	7	5
	1200	5	13	16	19	21	15	9	6
	1500	5	15	18	22	25	17	10	7
	1800	7	17	21	26	29	21	11	9
	2100	9	20	24	30	33	21	12	9
	2400	9	22	26	33	36	22	13	10
	2700	10	24	31	38	41	24	13	11
	3000	11	27	34	41	43	25	14	11

HDS消音箱壓力降計算表

消音板 W mm		風道 W mm 75	100	125	150	200	250	300
	200	3.94	3.31	2.50		1.04		
	250	4.26		3.31	2.50		1.04	
	300		4.10		3.31	2.02		1.04

消音箱壓力降
K為上表之係數，V為表面風速(M/S)　　壓力降 = K x V²(Pa)

風機出入口消音箱的壓損

噪音插入損失 (dB)

300mm消音板		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
風道寬 100mm	600	6	11	21	26	31	28	20	14
	900	9	14	27	30	35	32	24	16
	1200	11	19	38	38	39	39	30	22
	1500	12	21	45	42	42	42	33	25
	1800	14	24	49	45	44	43	37	29
	2100	17	31	50	49	47	45	39	32
	2400	19	37	50	50	49	46	41	35
	2700	22	43	50	50	50	48	43	38
	3000	23	47	50	50	50	49	44	40
風道寬 150mm	600	5	6	13	19	24	21	13	9
	900	7	12	17	22	27	24	15	11
	1200	8	15	24	28	34	28	18	14
	1500	10	17	30	33	38	31	21	16
	1800	11	20	35	38	42	35	23	18
	2100	13	23	37	42	45	39	25	19
	2400	14	26	41	46	45	43	28	22
	2700	16	29	45	48	47	44	31	23
	3000	17	34	49	49	49	47	32	25

HDS消音箱壓力降計算表

消音板 W mm	風道 W mm	75	100	125	150	200	250	300
	200	3.94	3.31	2.50		1.04		
	250	4.26		3.31	2.50		1.04	
	300		4.10		3.31	2.02		1.04

消音箱壓力降
K值上表之係數，V為表面風速(M/S)　　壓力降 = K x V^2(Pa)

設備編號：
風　　量：40000 CMH
靜　　壓：60.MMAQ
全　　壓：68.4MMAQ
出口風速：11.67M/S
靜壓效率：65.1%
全壓效率：74.19%
軸 動 力：10.04KW
操作轉速：734RPM
入口風溫：20 ℃
噪音能值：85.9dBA
噪音壓值：77.9dBA (@ 1.M)
空氣密度：1.2kg/m^3

風機型號：HBS 1120
風機型式：單吸後傾離心式風機

本公司風機性能皆依CNS7778(ISO-5801)測試所得
本公司風機性能測試實驗室通過TAF認證.編號3428
風輪附轉速等級:
CLASS 1上限轉速：710
CLASS 2上限轉速：1000
CLASS 3上限轉速：1250

八度音頻(音能值/dB-未經 A加權修正)

HZ	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
dB	90	92	87	83	80	77	71	65

以一個例子來說明, 假設安裝的空間受限, 面寬只能做1.2mX1.2m, 無法加大表面積,
原本要選用左邊上方的規格, 消音板寬300mm, 空氣道100mm的消音箱, 長度1200mm, 可以減去過大的噪音.
風機風量為40000CMH. 管道壓損為35mmaq, (不含消音箱)

若以此選項: 消音箱壓損為: 4.1 *V^2 = 4.1*7.7^2 = 243pa = 24.8mmaq
則風機的總壓損為: 35+24.8 = 59.8mmaq

因為現場的長度容許加長消音箱長度(但成本會貴11000元)
若消音箱長度由原來的1200mm加長度到2100mm. 可以有相同的消音效果. 但壓損變成: 2.5 * 7.7^2 = 148pa = 15.1mmaq, 則風機的總壓損為 = 35+15.1 = 50.1 mmaq
整體壓損下降 16%左右.

原本風機耗電: (如左下方選機表), 軸動力X皮帶損失/馬達效率: 10.04*1.07/0.92 = 11.7kw.

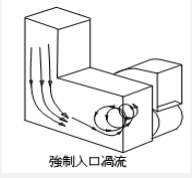
故更換壓損較低的消音箱, 可減 少耗電約 11.7 *16% = 1.87kw.

若以一年運轉8000小時, 每度電4元來計算, 一年可省電費59840元. 而上述的消音箱成本只多了11000元, 是可以在兩個半月就用電費省回消音箱成本
(若已經做好的系統, 可以在原消音箱後方加裝增長的900mm即可, 不必重做消音箱)

減小系統效應的損失

在風機的教育訓練課程中, 有一專題為系統效應, 很多設計者在配置風管管路時, 並未注意到這些影響, 所以會造成後續很多的電力浪費, 我們在此舉一些課程內容中的狀況來做說明.

一. 入口渦旋



強制入口渦流

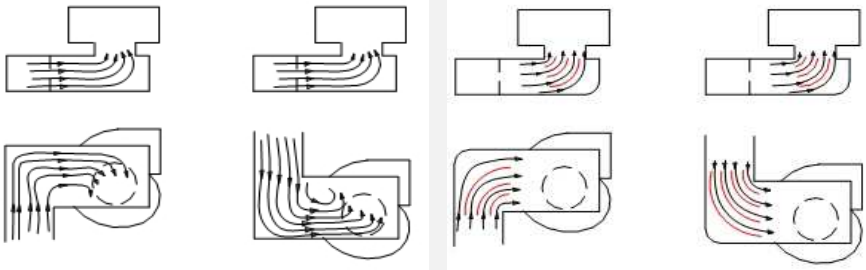
風機入風口若是進風不順, 則直接影響風機的效率, 其影響之大, 有可能從15% ~ 60%
所以不得不注意風管的配置.
若能有足夠的距離, 而使氣流能平順的進入風機入口, 則風機即可發揮最佳的效率.

最怕遇到和風機旋轉方向反向的旋渦

華億通風設備有限公司

減小系統效應的損失

入口渦旋

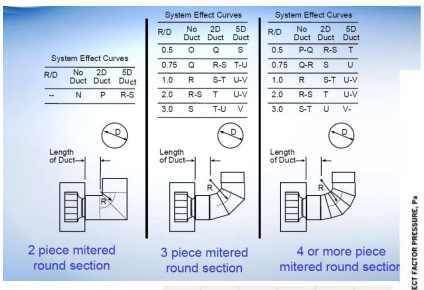


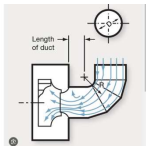
入口風管的連接造成入口扭轉　　入口扭轉的修正

華億通風設備有限公司

減小系統效應的損失

依據AMCA 201風機與系統的內文, 在入口彎管的說明. 也有明文解說, 會有如同關風門的效應, 造成風機性能下降. 如下圖.





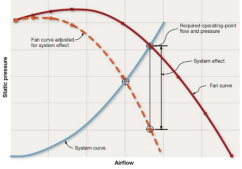
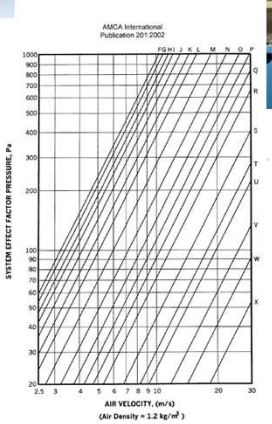


FIGURE 1: Impact of system effect on system performance. Source: AMCA "System Effect" online educational module



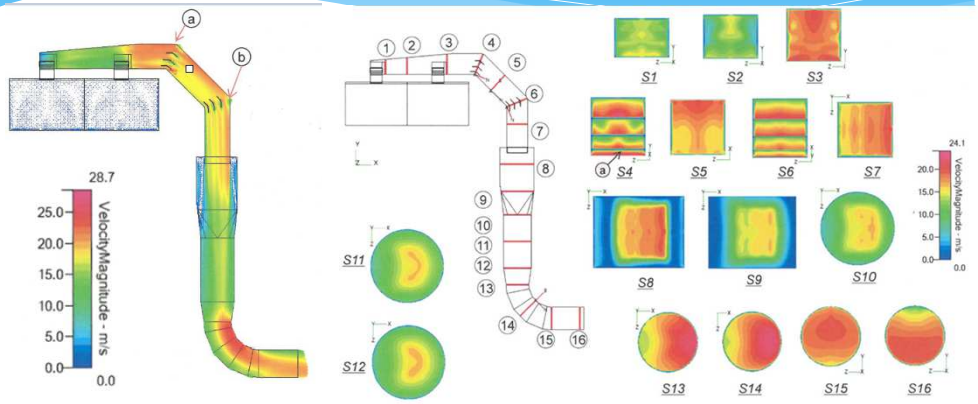




華億通風設備有限公司

減小系統效應的損失

我們也可由CFD 模擬看到彎頭的氣流流速分佈的狀況



在末端進風機之前有彎頭時,氣流偏下方.進入風輪氣流不均勻. 風機性能會下降

華億通風設備有限公司

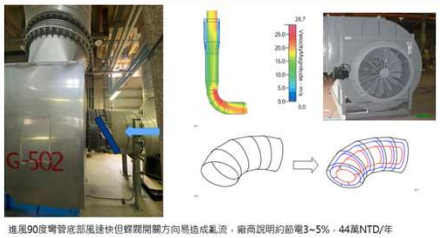
實績. 遠東觀音廠產線排熱風機

排風系統風管修改參考案例 -2024

風機規格: 操作流量 57700KG/HR, 靜壓840MMAQ, 馬達450HP (實際耗電98%, 356.68KW)

主要問題為風管系統:
問題一: 風機出口方向及配管有很大的問題, 因轉向和風管轉彎是逆向連續彎.
問題二: 入口彎管離風機入口很近, 進風無法均勻送入風機入口,也會影響風機性能, 還有彎頭後和風機入口 間夾著單片式風門. 而在進入風機前產生更大的亂流及阻力.

節能提案-風車入口管路修改



進風90度彎管底部風速快但輕開開關方向易造成亂流，廠商說明約節電3~5%，44萬NTD/年

入口風門將單片改為輻射風門, 入口管內加裝導風圈, 以使氣流在出彎後增加面風速均勻度.

問題二的修改



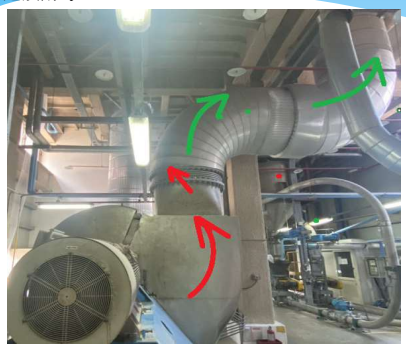
入口彎管內做導風圈，以使氣流經彎頭後風量可均勻進入風輪



原有單片式風門，改成輻射風門

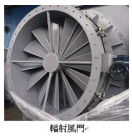
減小系統效應的損失

這個案例, 風機入口不順, 且又設置單片式風門, 半開狀況, 加上出口方向設置錯誤, 有反向彎頭直接加在出口, 又有連續兩彎.

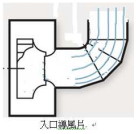




建議改成輻射風門,並在入口彎頭加導風片.

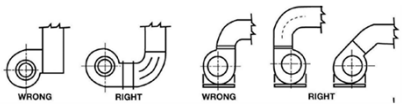


輻射風門



入口導風片

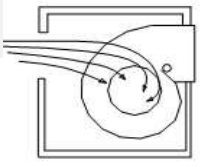
風機馬達450KW, 風門開度65%操作, 目前耗電 335KW, 若能正確的配置所有的入出口. 在相同的操作條件下, 電流預估可下降到 260KW.
以一度電4元來計算, 一年可節省電費 262萬元. (是個很可觀的數值)

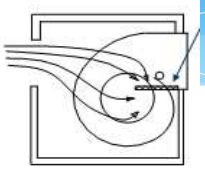


華億通風設備有限公司

減小系統效應的損失

入口渦漩-其他可能性





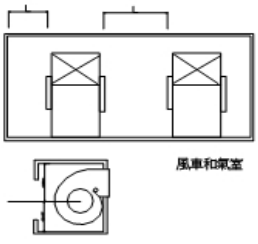
入口干擾

平行安裝風機之距離影響



平行安裝的軸流風機

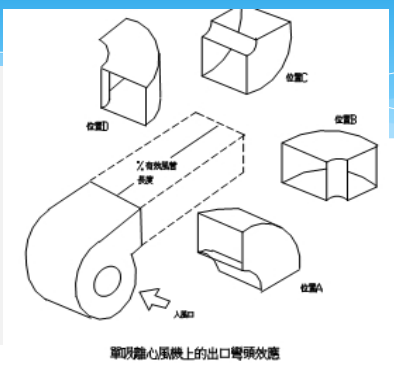
至少要有一倍的風機直徑的間距才不會互相干擾



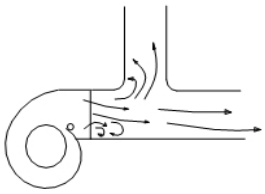
華億通風設備有限公司

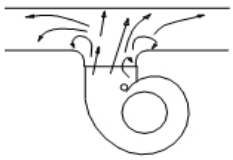
減小系統效應的損失

出風口的
系統效應

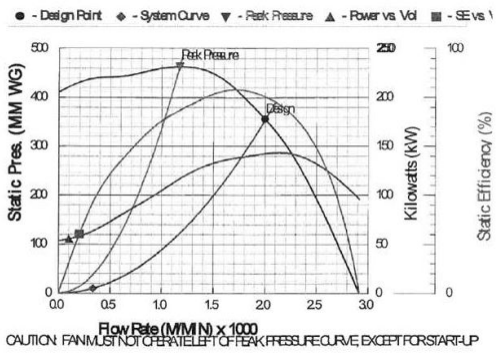


離心風機上的出口彎頭效應





補充-系統效應與風機定律
某案例



設計點風量2000CMM (120000CMH), 靜壓 350MMAQ. 目前運轉頻率是47HZ, 風量量測值為 65000CMH. 若頻率提升到60HZ, 會依風機定律, 風量和轉速 (頻率) 一次方成正比. 所以風量會變為 65000 x 60/47 = 83000 CMH (1383CMM)

再由上面的曲線圖來看. 這是60HZ全速運轉的曲線, 當風量在1383CMM時, 系統靜壓應是 460MMAQ.

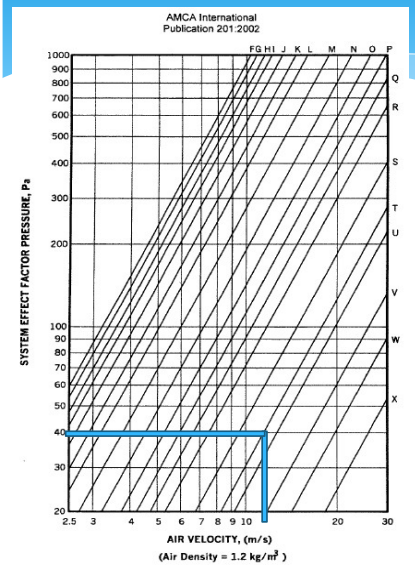
此案例由系統量測到在全速時的壓力為450MMAQ左右. 代表當初設計的壓力不足 (設計值只有350MMAQ)

但反覆推算, 計算方式並沒有錯.

最主要原因就是沒有考量到系統效應.

有些時後, 在低頻運轉, 又能符合風機定律的變化, 但頻率持續拉高到某一個HZ以上之後, 就無法再符合風機定律的公式. 這是為什麼呢?

補充-系統效應與風機定律



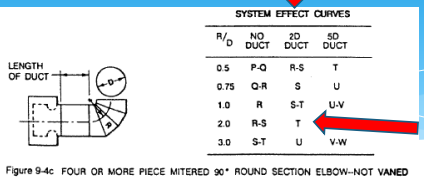


Figure 9-4c FOUR OR MORE PIECE MITERED 90° ROUND SECTION ELBOW--NOT VANED

在AMCA 201風機與系統一書中提到上述的風機入口彎頭, 假設我們做的型式是箭頭所示型式 , 則會產生的系統效應要查左側表格的曲線 "T" .
當管內風速為12M/S時, 會多出40PA的系統效應(壓損)
若是風速在 8M/S以下, 是完全沒有系統效應.

也就是說, 若是8M/S, 是風機運作在 40HZ的狀況, 則40HZ以下的風機性能都能符合風機定律

在40HZ 以上, 越大頻率, 就偏離風機定律越遠.

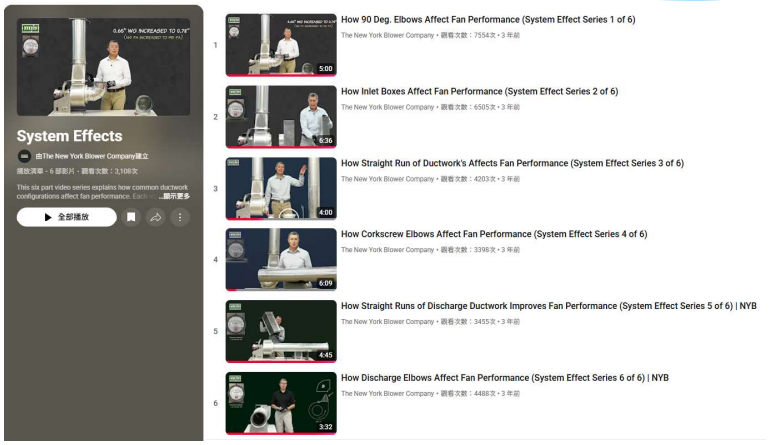
風機定律:
風機風量和轉速一次方成正比
風機壓力能力和轉速二次方成正比.

若管路系統不變, 當風量增加, 系統阻力和風量(風速)二次方成正比.
而在此時, 若風機因風機定律, 也會增加二次方比的壓力能力, 剛好可以克服系統阻力. 整體來看就能符合風機定律的特性.

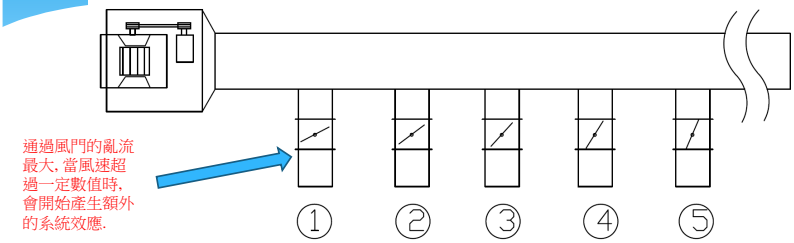
系統效應的補充

在YOUTUBE上有一個美國風機大廠NYB所提供的影片
https://www.youtube.com/playlist?list=PLDySpuloyPJBWOU9DoUS6VURA9_XjGWYD

影片中, 把風機入口及出口受到系統效應影響, 風機性能變差的狀況, 透過實際測試比較, 讓大家清楚看到實際的差異性. 是一個很值得推荐的影片



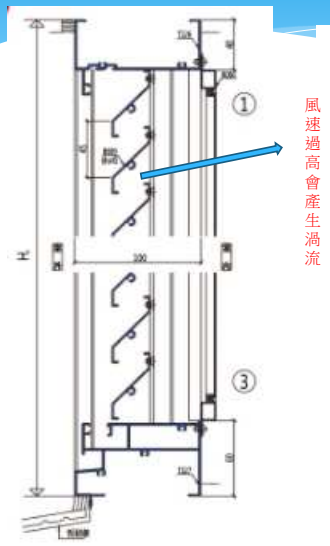
補充-系統效應與風機定律



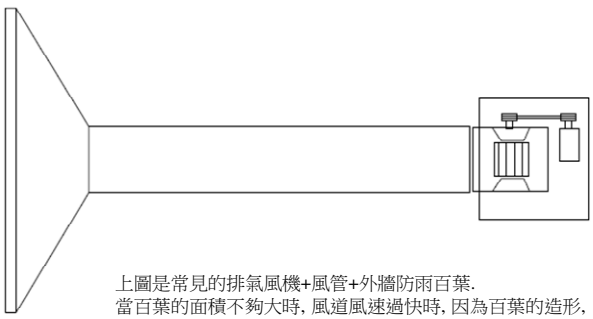
排氣系統為例子, 一支主管可能有25-30支支管, 在施工時, 會在每個支管做風門來調整風量分配 (AIR BALANCE), 也就是說, 在風管尾端的風門開最大, 風管前段的風門要關小, 這樣才能做到每個支管的風量一致. 若沒有做好這個, 會是前段抽風量太大, 後段抽不到風. 講到這, 我們來看, 前段風有, 有可能開度只有10度-15度. 而導致氣流會因為風門葉片阻擋而造成很大亂流, 這個亂流在超過一定的風速以上時, 會形成漩渦, 漩渦有可能產生反向氣流, 和正向氣流產生正面沖突. 讓風量大幅降低. 也就是抽不到風. 整體風機風量也會大幅下降.

而當前段產生系統效應, 而後段沒有產生, 在量測風速時, 反而會看到後段風速比前段風速要大的奇怪現象. 這都是因為系統效應而產生.

補充-系統效應與風機定律



風速過高會產生渦流

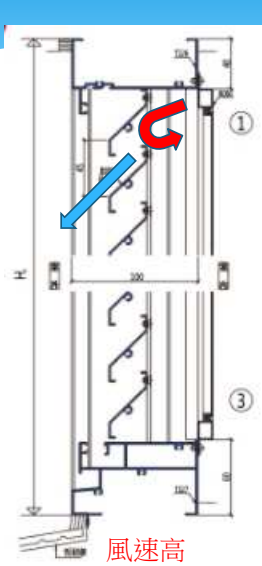


上圖是常見的排氣風機+風管+外牆防雨百葉.
當百葉的面積不夠大時, 風道風速過快時, 因為百葉的造形, 而產生漩渦, 空氣逆流, 和正向氣流對沖.

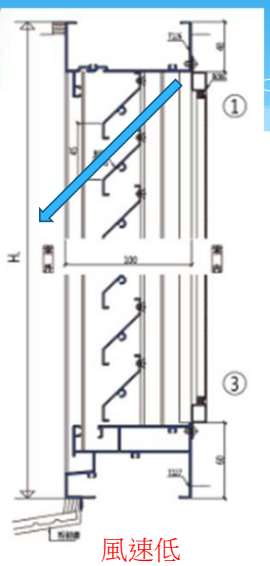
這也使用風速到一個極限, 除非風機再增加更多的壓力. 不然風量無法有效的增加.

在百葉的使用風速範圍內, 壓損是可以和風速有二次方比的關係, 但是超過使用風速以上, 就無法掌握狀況了.

補充-系統效應與風機定律



風速高



風速低

華億通風設備有限公司

多台風機和滙整成一台風機

有時,在設計上,為了配合機房的需求,或是使用單位希望不要有太多台風機,會造成維修人力的增加.所以把多台風機集合成一台.
我們用一個簡單例子來說明,在同一個空間,用不同的方法設計,最後有不同的耗電



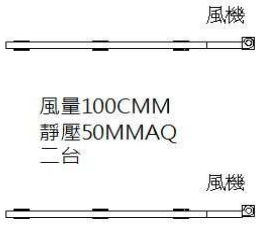
耗電200x100/6120/0.7KW

20000：



(200x50+100x50)/6120/0.7KW

15000：



(100x50x2)/6120/0.7KW

10000

(2:1.5:1)

實際耗電詳見下頁計算

華億通風設備有限公司

適當的風機配置及管路配置

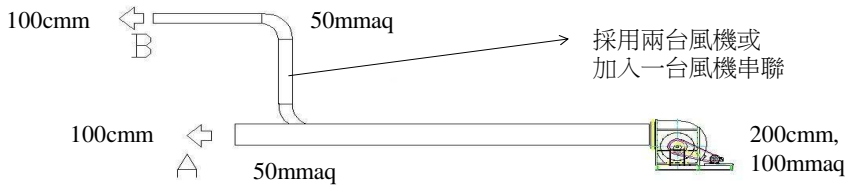
風機耗電=風量x靜壓/6120/風機效率/傳動效率

我們再來看下圖這個系統. 假設風量為200CMM, 而分為兩個出口, A, B, 風口出風皆為100CMM, 當管路到達A所需的靜壓為50MM, 而由分叉點到達B所需的靜壓值50MMAQ.

若我們使用一台風機(上頁左圖). 則需求風量為200CMM, 靜壓為 100MMAQ, 耗電為:
200x100/6120/0.7 = 4.7KW

若在管路B段落另增一台接力風機(上頁中圖), 則總耗電為: 200x50/6120/0.7
+100x50/6120/0.6=2.33+1.36 = 3.7 KW

若分成兩台風機兩組管路(上頁右圖): 總耗電為: 100x50x2/6120/0.7 = 2.35KW



華億通風設備有限公司

適當的風機配置及管路配置

註: 當有風機系統要合併, 要注意高低壓分流的設計方式

當使用一台風機對應多系統, 會造成相當大的浪費. 但過去設計者, 並沒有在此做很大的探討. 常以方便性當成主要設計原則. (多台風機需要更多的維修保養的人力及物力)

也有些系統是因為進風口或排風口只能集中一處, 所以設計上採用單風機對多系統. 但如果設計好的話, 也可以減低電力的浪費.

以下, 我們用同一個例子，分兩個方案來採討節能的設計

華億通風設備有限公司

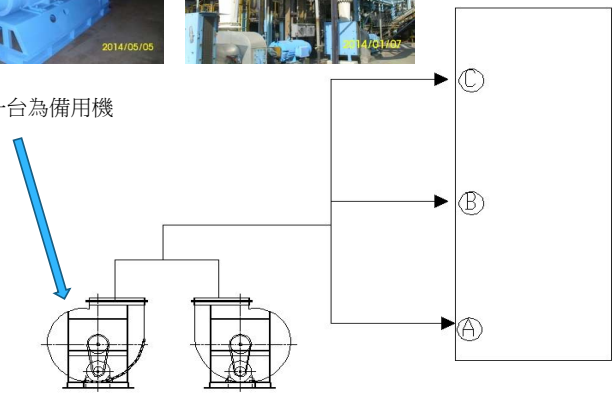
適當的風機分段及管路配置

以一個頭份石化廠的實際案例. 來說明單風機對應多系統的問題:





一台為備用機



風機規格風量500cmm, 靜壓1250mmAq, 200hp
現場配置 一台運轉, 一台備用.

輸送外氣到鍋爐系統的三個點

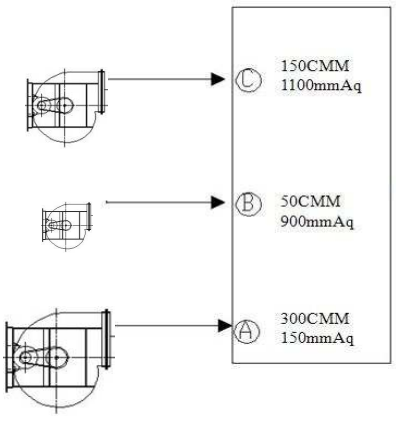
A點: 送外氣. 風量 300CMM, 靜壓 150MMAQ
B點: 氣密用途, 風量 50CMM, 靜壓 900MMAQ
C點: 燃燒機補氣, 風量150CMM 靜壓 1100MMAQ

原單台風機耗電130KW(174HP)
(靜壓效率 78%)

華億通風設備有限公司

適當的風機分段及管路配置

因為現場空間可以配在入口側. 不需要統合成一台而放置於地面層.



若可以分成三台風機個別送氣進系統. 三台風機也都以相同的效率78%來設計, 則馬力消耗如下：

A: 9.5KW
B: 9.5KW
C: 34.6 KW

A+B+C = 53.6 KW

和現有的電力 130KW相比，可節省76.4KW
一年可省電費　194萬

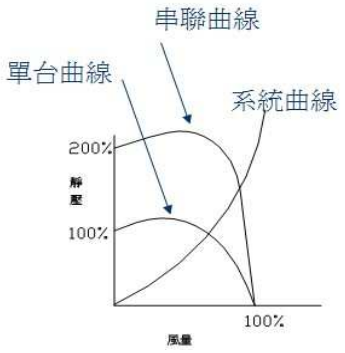
華億通風設備有限公司

補充說明

某些系統的風壓太高, 風量又小, 這種狀況的高壓風機, 有時無法設計出高效率.
(被轉速限制)
則會改用二段式設計, 可以有效提高風機效率, 以下也對兩段式風機做一簡單說明

當單一台離心鼓風機無法達到實際需求的操作壓力時, 便會有採用兩台或多台離心風機以串連的方式來運轉， 而達到實際需求的壓力值.

串連性能曲線的繪製方法如右圖.



華億通風設備有限公司

補充說明
離心風機串連的應用

本文皆以兩段式的風機來討論串連的效率影響:

當兩台風機, 以第一台出口, 經過一段風管, 讓出口的亂流變平順之後導入第二台風機, 就不會有損失, 則可以達到上頁的串連性能曲線特性. 安裝如下圖

這種方式零損失, 效率最高, 但是空間佔據較大.



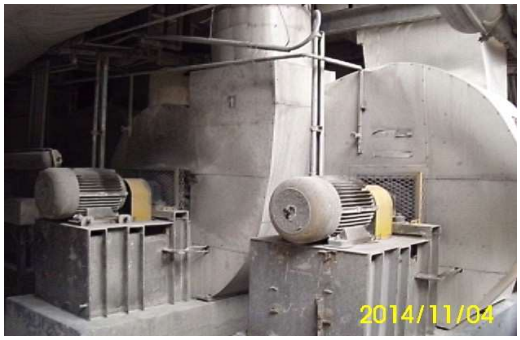
此照片為本公司在長春石化廠所設計的串連風機方式



華億通風設備有限公司

補充說明
離心風機串連的應用

第二種, 空間佔據較小一些的串連方式, 是第一台出風口側向接入第二台入風口, 但會有些入口旋渦的影響, 效率約減小1-1.5%. 請看以下照片



此照片為遠東新埔廠汽電廠鼓風機的配置方式
(日本進口風機)

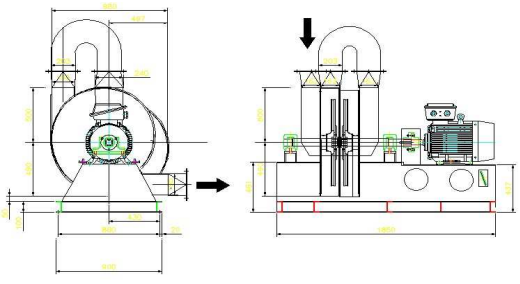


華億通風設備有限公司

補充說明
離心風機串連的應用

第三種方式,將兩台併成一台處理,機殼相連,軸心共用. 並在第一台出風口加裝導風管, 導入風二台入口, 這種方式, 空間佔據更低一些, 但多出了中間的導風管. 效率的折損, 約2.5-5%

此為德國風機廠最常用的型式



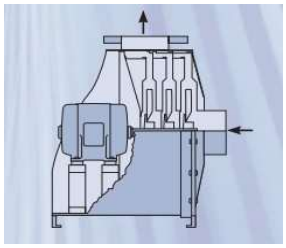


億通風設備有限公司

補充說明
離心風機串連的應用

第四種, 也是最後一種, 最省空間的做法. 只有一組入出風口, 將所有的風輪放在同一機殼內. 而因為由第一段進入第二段, 其殼內亂流及壓損較高, 且進入第二段入口, 因為氣流不順, 會直接影響到第二段風機的效率, 綜合上述兩種損失, 所以整體效率就會減低很多, 一般比單段風機要減低15-20%的效率.





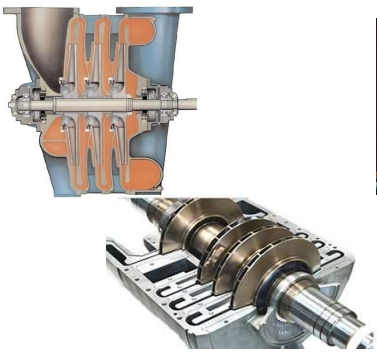
此為鋼板製, 精密度較低.
下頁有鑄造型式, 可改善效率.

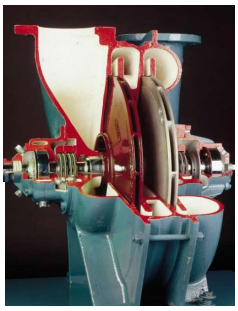


補充說明
離心風機串連的應用

以鑄造方式, 增加精密度, 並增加殼內導風環, 使第一段出口導入第二段能更順暢, 減小壓力損失. (但因為空間小,風速極快. 所以壓損的增加還是比外部風管連接大一些), 所以一般來說, 整體效率比鋼板製要高, 比單段風機效率減低約10%以內.







補充說明
離心風機串連的應用

但以鑄造方式所製造的風輪, 因為模具的訂型化, 都以標準品製作. 所以不一定能達到最高效率點.

若以客製化的方式來製作風輪, 以實際需求的風量壓力來訂製風輪的直徑, 寬度, 葉片長度, 葉片角度. 才能辦法接近高效率操作點. 但這種方式, 又因前述的問題.

結論是, 要達到最高效率, 是可能的, 但會浪費掉現場空間.

所以若是現場空間許可, 建議採用第一種型式或第三種型式.

方可達到最大的節能省電.



鑄造風輪

無法客製化
不一定能落在操作高效點

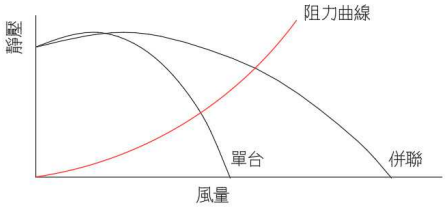


燒焊風輪

可以客製化
可落在操作高效點

華億通風設備有限公司

風機併聯使用在何時會有較高效率





最常見到的voc 廢氣排放系統, 因為排氣量大, 並考慮到備機的需求, 常會有多台併聯的風機風管系統出現.
例如某廠, 使用四台風機, 其中三台運轉, 一台備用. 並使用變頻控制.

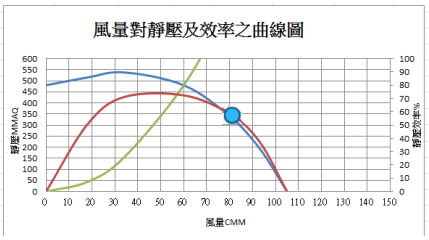
實際運轉時, 兩台全速運轉就能達到全量的需求. 但是為了要找到最省電的操作方式, 有可能兩台運轉, 或三台運轉或四台運轉 .

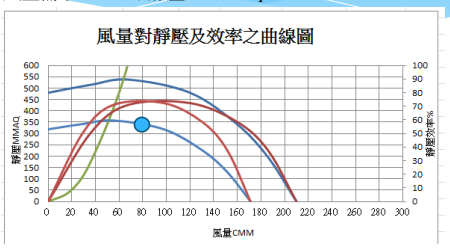
我們可以用原有的性能曲線來判斷.
但因為實際運轉值並非原設計值. 我們可利用現場實際量測的數據. 重新比對原性能的運轉點, 再做出多台併聯的曲線來查出效率最好的運轉方式.
如下頁說明. (以簡單的1+1系統來說明)

華億通風設備有限公司

風機併聯使用在何時會有較高效率

先以一個簡單案例, 單台運轉和併聯兩台運轉的比較. 當風量需求 80cmm, 靜壓 340mmaq





單台運轉 風機效率 59%左右
耗電7.6kw

省電率約22%

兩台併聯運轉, 併降頻到82%左右,
風機效率 72%左右
耗電6.3kw

華億通風設備有限公司

ebm-papst EC fan節能風扇



直徑由 250到1000mm, 有有矩陣排列模組的應用, 可配合所有AHU/MAU的使用.

高效率性能規格：整個風扇的性能數據通過以下組件達成高效率：高性能葉輪，GreenTech EC直流電動機和轉速控制系統。

多種標準尺寸搭配：標準RadiCal/RadiPac風機尺寸及矩陣模組，滿足您所有的通風需求。

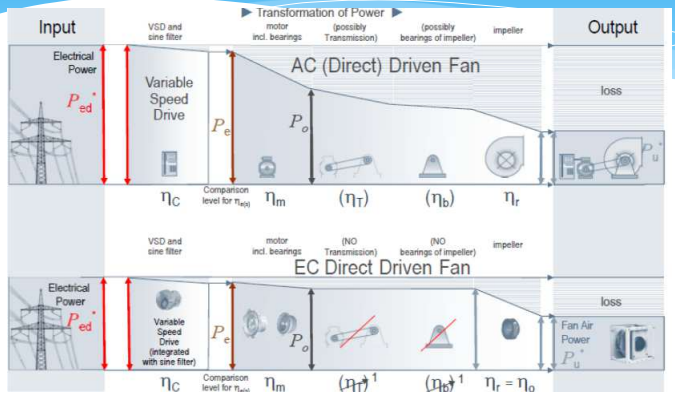
調試簡單：操作所需的所有功能均已安裝並相互適配。

FanGrid：RadiCal/RadiPac可以輕鬆組裝到FanGrid兼容的應用程序中。



效率的進化

風扇高效率 “不等於” 系統高效率





Belt-driven fan



EC fan

高性能葉輪

靜壓效率高
-- 空氣動力學優化的葉片風道
-- 集成旋轉擴散器
-- 流線型入口風與葉輪的最佳配適

低噪音排放
-- 弧型擴散的葉輪主板邊緣可優化氣流及減低噪音
-- 集成旋轉擴散器
-- 流線型入口風與葉輪的最佳配適

低振動
-- 葉輪轉子有極佳的動態平衡可減少結構噪音的產生並降低軸承負荷

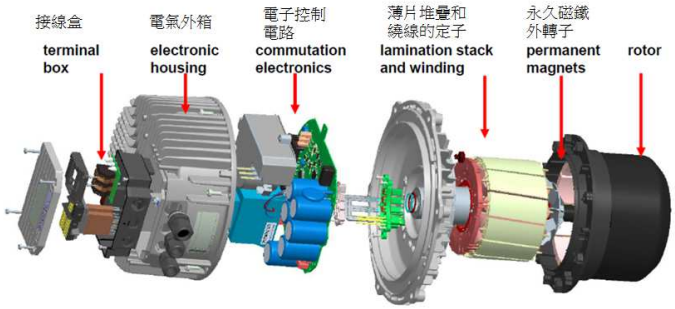
堅固的設計
-- 適用於長期高轉速
-- 耐腐蝕的鋁合金材質
-- 完全由機器臂焊接的葉片及葉輪結構



GreenTech EC馬達

極小化的體積 -- 葉輪直接安裝在外轉子電機轉子上
高效率 -- 銅和鐵損失低, 同步運行，無打滑損失, 由於使用了永磁體，轉子中沒有磁滯損耗
經濟運行 -- 優化的變頻設計, 允許高達1:10的部分負載運行並保持高效率
低噪音排放 – 變相和定子設計可實現磁場系統的低噪聲磁化, 使聽覺察覺不到的脈衝頻率
使用壽命長 -- 免維護軸承, 無刷變相
安全操作 -- 絕緣軸承系統，避免軸承電流

GreenTech EC 直流電動機



如何為您量身訂作最佳的FanGrid系統

Build your own FanGrid

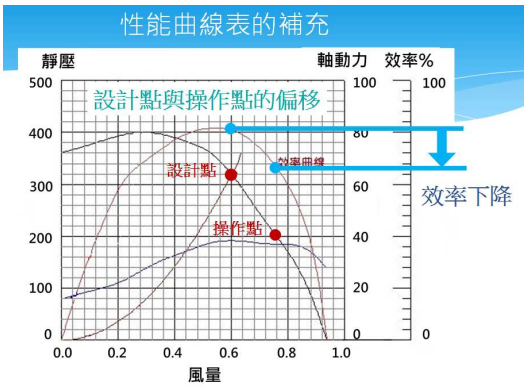


ebm 獨家技術
- ✓ TUV認證 ebm FanScout風牆選機軟體
- ✓ 可設定風牆截面積
- ✓ 可餘裕選擇（N+1）
- ✓ 多款風牆矩陣選擇（依性能、噪音、預算）

智能監控管理系統
- ✓ 智能 EC風機可靠度監控系統
- ✓ 智能 IoT能源管理系統
- ✓ 智能模組化性能可視圖控軟體

風牆省電的基本概念

傳統空調箱內部採用一台雙吸離心風機做為送風的主力. 雖然風機已能選到非常高的效率值, 但使用的操作點, 往往和設計點不相同. 而使原本選機時的高效率, 並無法發揮在操作點上. 我們看下圖說明.



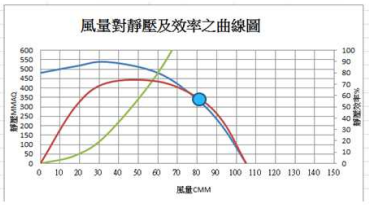
因為在設計風量, 會有加安全係數, 在設計壓力, 會加更多, 因為除了安裝差異, 還有濾網的乾淨或變髒的差異.
通常壓力差異較大時, 效率的落差就會變大, 而一般我們在過去的量測經驗, 空調箱的風機效率, 都會落在50-60%之間.
而以一般風機的好的效率點都可達75%以上, 所以還有15-20%以上的風扇省電空間.
而為了要改變這種狀況, 使用風牆式的EC FAN, 本身採EC馬達, 已有IE4等級的高效率, 而風扇的3D葉片, 又能產生極高效率.
最重要的是, 把一台風機拆成多台. 加上原廠有很好的控制程式, 利用現場的實際操作點的數值去找出, 應該運轉多少台風機, 會得到最好的效率

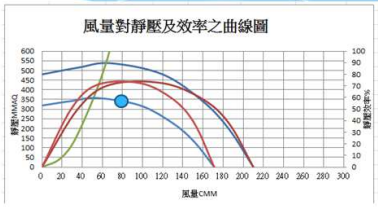
這是一種多台併聯的概念.
當需要壓力值高時, 開啟比較少台數,
當需要壓力值較低時, 開啟比較多台.

(註: 多台併聯, 轉速降低. 則壓力能力就可降低, 會在較低壓力下得到較好的效率)
利用這種概念做成的風牆.
在不同的操作點之下, 永遠都能找到最好效率的運轉模式.
所以整體風扇省電空間, 在過去的實例, 都有高達 15-35%的省電效益.

併聯風機省電原理

先以一個簡單案例, 單台運轉和併聯兩台運轉的比較. 當風量需求 80cmm, 靜壓 340mmaq





單台運轉 風機效率 59%左右
耗電7.6kw

兩台併聯運轉, 併降頻到82%左右,
風機效率 72%左右
耗電6.3kw

省電率約22%

在空調箱的使用中, 對於不同規格的濾網的更替時造成的壓差不同.
而若可以維持在等風量的運轉, 要針對不同的系統壓力, 永遠都保持最佳的風機效率. 我們利用風牆可以開啟不同的風機數目. 利如一開始設置風機, 可以六台的風牆型式的選機, 一台備用, 也就是五台風機可以達到原設計的最大風量風壓值.
而一般實際運轉, 不必達最大風量時, 可以開啟3台, 4台, 5台或6台風機.

當濾網阻力低時, 則開啟5或6台效率最好, 因為不需要高壓力時, 多台風機分擔風量, 可以用較低轉速, 低轉速則對應低壓力.
若濾網阻力漸漸變大, 則適合開啟4台或5台風機, 當壓力達到最大值時, 則適合開啟3或4台風機, 如此用較少台風機運轉, 轉速需拉高, 較高轉速則對應較大壓力.

FanScout 選機軟體



軟體功能：

1. 操作特徵輸入
   - ❖ 風機操作點
   - ❖ 餘裕設計需求
   - ❖ 安裝尺寸要求與限制
2. 過濾參數
   - ❖ 風機形式
   - ❖ 風牆風機數量
3. 檢索推薦風機
4. 風機性能曲線
5. 操作點的特性列表
6. 能耗及風機整機效率
7. 成本效益分析

除了在一開始的選機, 就要注意到設計值和實際操作值中間的差異性, 再利用風牆的多台併聯的方式, 找出最佳配比模式, 讓空調箱所有可能的操作狀態下, 都可以得到風機的高效率運轉點.
則可以在長時間下得到最省電的運轉成效.

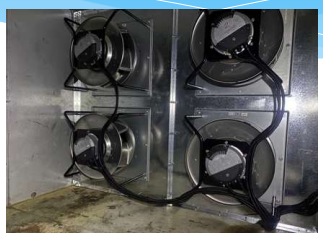
而系統再加上壓力及風量感測器的回饋訊號, 可對應回原選機中的最高效使用模式.

實績. 恩智浦空調箱更換EC風機

EC FAN 更換參考案例 -2024

空調箱共17組. 將原設的雙吸後傾離心風機, 更換為EBM EC FAN, 陣列式安裝.
平均省電: 30-45%







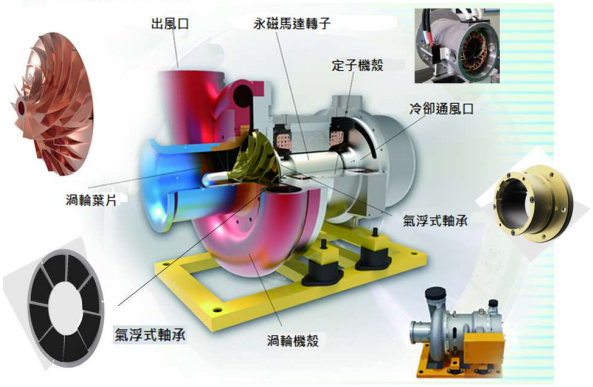




渦輪鼓風機
取代魯式鼓風機的產品

渦輪鼓風機的效率比魯式鼓風機高出25-35%, 在近十年來, 陸續被使用者用來取代魯式鼓風機.

Hi-Core HC系列的基本構造



華億通風設備有限公司

渦輪鼓風機

核心技術II

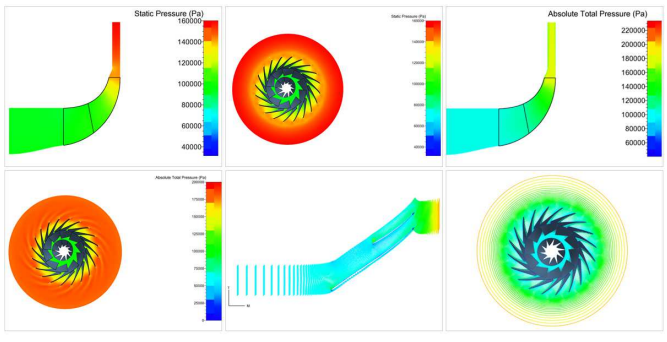
- 高效率渦輪葉輪應用

. 採用五軸加工機械，始終保持加工精度公差為0.001毫米的統一品質

. 採用電腦輔助最佳空氣動力學設計的葉輪及擴散器來保證極高的運轉效率

. 採用高強度鋁合金(A7075-T6)和超硬陽極塗層來保證耐腐蝕性和優良的耐化學性能

. 可以依客戶的需求換成鈦合金或不銹鋼材質

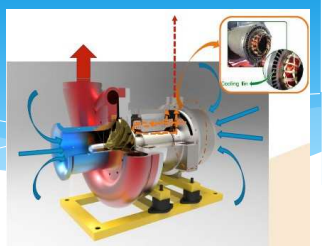






核心技術III

渦輪鼓風機



- 高速永磁電動機(Permanent Magnet Synchronous Motor)
  - . 實現95%以上的高效率值
  - . 葉輪和電動機直接連接，從而將機械磨損降到最低
  - . 通過優化散熱設計，提高了耐用性和可靠性
- 最新的變頻器
  - . 使用變頻器專業廠商的最新產品來維持設備的安定性
  - . 透過控制電動機的轉速，來調整操作端所需要的實際壓力和流量，從而將能量的損失最小化
  - . 實現45%~100% 的電機驅動範圍
  - . 透用最佳應用運算來達成電機的高速旋轉

	低速感應電動機	高速感應電動機	高速永磁電動機
功率因數	0.8 (低)	0.65 (很低)	0.9 (高)
轉子溫度	中等	高	低
电機效率	86%~97% (高)	88%~94% (中等)	95%~98% (很高)
冷卻損失	2%~3%	15%~20%	1%~3%
整體效率	88%~95%	75%~85% (中等)	95%~97% (很高)

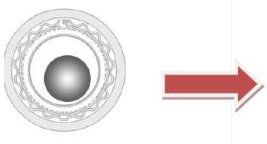


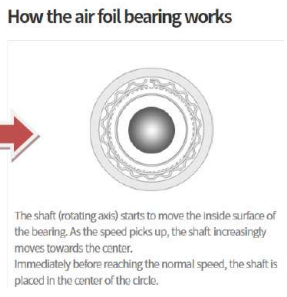
核心技術IV

渦輪鼓風機

- 氣浮式軸承
  - . 軸承在高速旋轉時形成空氣壓，產生和潤滑油膜一般的潤滑作用，是環保的軸承型式(無油)。
  - . 非接觸型式的軸承, 有低磨擦損耗及低振動的特性, 特別適合於高速旋轉的操作.
  - . 採用非接觸型式的耐熱合金材質, 從而達到半永久性的使用可能 (On/Off 保證最少50,000 次以上迴轉)
  - . 用最新的的3G保險杠型氣膜来强化承重能力和耐用性





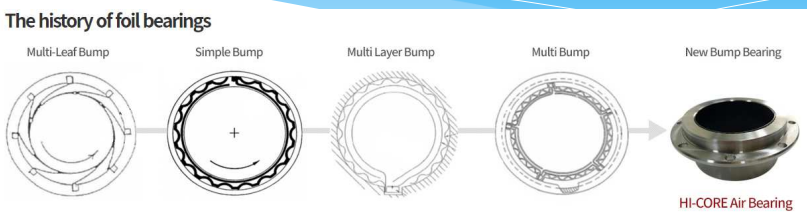


核心技術IV

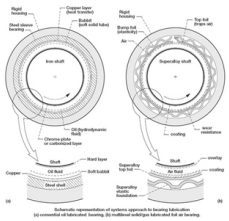
渦輪鼓風機

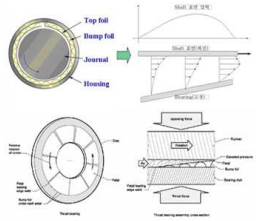
- 氣浮式軸承

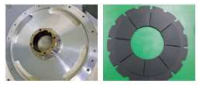
在更大型機組, 因為轉子重量加重, 為了能有更佳的耐用性, 在新型的氣浮式軸承, 內部的緩衝層, 也都經過了技術優化, 以下的進化過層請使用者參考 (註: 而在南韓製品的研發改良歷程, 皆為本公司創辦人實際著手參與改良計劃)



它的進化, 從20年前多葉式, 到15年前簡易緩衝, 到10年前多層式緩衝, 再到7年前的複合式緩衝, 再到4年前最新型的複合式耐久型緩衝. 這個變化, 使運轉壽命加往上增加了40%左右. 運轉原理請參考下方圖示.









核心技術VI

渦輪鼓風機

- 控制系統

. PLC或者為微電腦方式（可以選擇）

. 考慮到使用者的方便，使用顯示界面和觸控螢幕

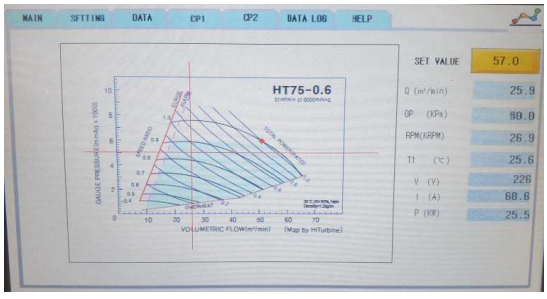
. 支持易於控制和持續運行狀態的監控設備

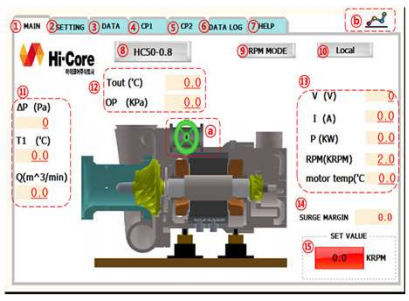
. 有各種不同的操作模式（流量控制 / 壓力控制 / 耗功控制 / 轉速控制）

. 支持用於遠端操控的各種通信協議

(MODBUS, TCP/IP, PROFIBUS-DP, ETHERNET)







渦輪鼓風機

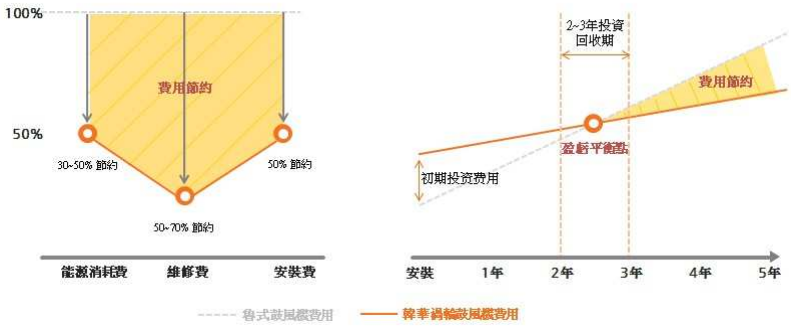
不同類型的鼓風機比較

	魯式鼓風機	機械式齒輪增速鼓風機	磁浮軸承鼓風機	空氣軸承鼓風機
外觀				
構成	低速感應電動機 魯式轉子 V-Belt	離心葉輪 齒輪變速箱 液壓軸承感應電動機	渦輪葉輪 磁浮軸承 高速感應電動機 變頻器	渦輪葉輪 空氣軸承 高速永磁電動機 變頻器
型式	容積式	渦輪式	渦輪式	渦輪式
容量	5 - 380HP	100 - 2,000HP	100 - 380HP	30 - 400HP
初期投資費用	低	高	高	中等
效率	40 ~ 47%	58 ~ 65%	58 ~ 67%	70 ~ 75%
流量調整	50% ~ 100%	60% ~ 100%	45% ~ 100%	45% ~ 100%
啟動電流	額定負載的200~300%	額定負載的200~300%	低於額定負載的100%	低於額定負載的3%
潤滑方式	油潤滑 *排放空氣污染,且需要排除廢油	油潤滑 *排放空气污染,且需要排除廢油	磁浮系統 *停電時設備會損壞	空氣
維修保養	過濾器 / 軸承 / 油封 / 潤滑油	過濾器 / 軸承 / 增速齒輪 / 油封 / 潤滑油	空氣過濾器	空氣過濾器
噪音	95 ~ 110dB	85 ~ 90dB	80 ~ 85dB	75 ~ 85dB

渦輪鼓風機

渦輪鼓風機壽命周期相關費用 (Life Cycle Cost) 比較

- 和原使用之鼓風機相比，最多可以節省70%的能源
- 使用無油且為半永久性的零部件將節省非常多的維護費用
- 安裝設置的面積很小，且以套裝的型式提供安裝設置從而節省費用



渦輪鼓風機



HB安裝參考案例(台灣) -2021

安裝地點: 民雄工業區 (紙廠)
用途: 廢水池曝氣
安裝機種: HB200 x 2 台 + HB50







替換舊有魯氏鼓風機,
省電效益30％以上.

實績. 長春石化苗栗廠渦輪鼓風機

HC安裝參考案例(台灣) -2024

替換舊有魯氏鼓風機, 省電效益平均28%以上.

用途: 廢水池曝氣
安裝機種: HC200 x 2 台 + HC150 x 1台



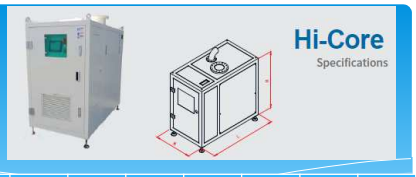




業主先前已使用過其他A.....廠牌產品, 但使用不到一年期間, 設備發生故障, 但因為該產品台灣分公司的人員也無法做維修處理, 使得故障的設備需拆下運回原廠, 經過半年時間等待, 才又返還工廠內. 當初主要是因為希望在台灣有分公司能立即處理任何故障問題, 所以雖然A廠的價位很高, 但業主仍指定使用. 目前在本公司的後勤保修的能力足以讓業主安心的狀況下, 加上本公司產品價位合理, 性能效率也都符合合約要求. 所以本公司代理的HICORE品牌, 已被業主認可.

Hi-Core

尺寸及規格



HC系列風機容量規格表 (5~400HP)

型號		HC05	HC10	HC20	HC30	HC50	HC75	HC100	HC125	HC150	HC200	HC250	HC200	HC250	HC300	HC400
型式		單葉輪型式											雙葉輪型式			
標準條件		流量 CMM (M^3/MIN): 1 ATM, 20℃, 65%RH, 氣體密度 1.2 KG/M^3, 精確度 +/- 5%														
出口壓力 mmAq	4000	5	9	17		47	75	100	-	130	-	-	200	-	266	400
	6000	4	7	13	20	34	51	69	82	105	140	160	-	160	210	272
	8000	-	5	11	17	28	42	55	70	84	109	135	-	138	164	216
	10000	-	-	-	13	22	34	45	-	65	87	104	-	108	133	172
軸動力	KW	3.7	7.5	15	22	37	55	75	90	110	160	187	160	200	220	300
出口管徑 (A)	4000	-	-	-	-	200	200	300	-	300	-	-	400	500	500	-
	6000	75	75	125	125	150	200	200	250	300	300	300	-	400	400	500
	8000	75	100	125	125	150	200	200	200	250	300	300	-	400	400	500
	10000	-	-	-	-	-	150	200	-	250	250	300	-	300	400	400
尺寸 mm	W	850	850	850	850	850	950	950	980	980	980	980	1300	1300	1300	1750
	L	700	700	700	700	700	1450	1450	1700	1700	1700	1700	2100	2100	2100	2100
	H	1420	1420	1420	1420	1420	1450	1450	1700	1700	1700	1700	2100	2100	2100	2100
重量 KG		300	300	400	450	500	600	650	810	830	920	920	1950	1910	1550	2100

現地勘察評估要點

去現場評估的重點:

我們去查看現場,最重要的是要能找出可以改善的空間,若是一個系統不能有很大的改善效果,是沒有甲方會願意做這樣的投資.

所以有些系統相對的是較不重要的:

1. 使用時間很短的系統.
2. 已經使用很高效率的設備
3. 使用電力很小的系統.
4. 系統風管很短,壓力很小.(相對耗電量低)

備妥檢驗表,一步一步查驗數據:

1.量測同一風機系統實際的進風量及出風量.若差異值大,則表示系統漏風太多,可以有改善的空間.

2.查看風管系統,是否有不良的彎頭而造成太大的壓損.

3.查看所使用的風機,若是使用本地產,入風口短且流線形不佳,製造水平低者,有很大的改善空間.

4.依前述的檢查,及之前的效率比較說明.若是可以有50%以上的效率改善空間,都值得處理.

再依現場所量測的數據. 做一份效率改善報告,
以改善後的效率差值來計算耗電量及電費節省. 依實際的操作時間來推算所節省的費用.
若是投入的金額, 可以於1-2年回收者, 都是值得投資.
下頁將舉實例的數據來做說明:

華億通風設備有限公司

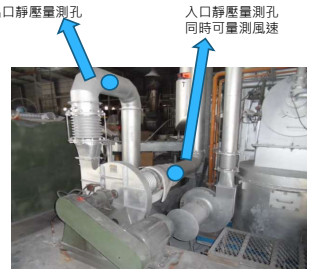
現地勘察評估要點
測試開孔位置

當現場需要量測風機的性能時, 需以下列方法

1. 量測風機靜壓: 需在風機出口及入口, 人可達到的位置開孔, 量測後, 出口壓力減入口壓力即為風機操作靜壓. (註, 出口為正壓, 入口為負壓)
2. 風量量測位置, 可在氣量較少亂流的位置量測. 儘量避開彎頭或變徑管. 找直管段為佳. 通常若能避開亂流, 距離有管徑的2.5倍以上, 就是較好的位置.
3. 一般以12-15MM的鑽頭在風管上鑽孔, 再加上右上方的測量孔蓋 (以制攻螺栓鎖上即可.

測試時, 如右下方照片, 以皮氏管或風速計伸入量測

風管開孔建議位置如下頁:



此風機出口彎管多, 不易量風速, 所以由入口位置量風速(換算風量用)

量靜壓的開孔位置, 到風機之間若有彎頭或變徑...
等會產生壓損的元件, 可以在量測後, 利用查表計算該元件的壓損再加回去.





華億通風設備有限公司

實例說明1-風機選擇的省電

假設要選定一台風機, 風量75000CMH, 150 MMAQ, 以一般廠商報價, 考慮成本的關係, 選擇較小的後傾離心風機. 番號為#8, 靜壓效率為 64 %, 軸動力為48KW. 風機成本為: 110000元.

若可以選擇效率較高的機翼型風機, #8, 靜壓效率為 80.6%, 軸動力為38KW, 風機成本為125000元.

兩台風機差價15000元. 而耗電差為10KW

假設每天使用風機10小時, 則使用電度為 10KW*10HR = 100度.

每度電單價3元, 則使用較高效率的的風機每天節省300元. 每個月假設運轉25天, 則每月節省7500元. 一年12個月, 可節省90000元.

之前購買風機的價差15000元, 可以在兩個月就省回來.

而若是這台風機跑十年, 每年多浪費90000元, 十年則多耗90萬的成本.

說來也很驚人, 這僅是一台風機而已, 若是整廠的風機都是這樣選擇, 就可省下一筆龐大的數字, 不但省錢, 更加環保.

華億通風設備有限公司

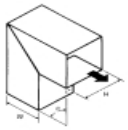
實例說明2-壓力的減低

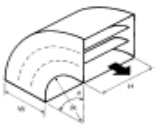
假設完全相同的管路設計,在配風管使,使用低壓損型式的彎頭及較高損失的直角彎頭,其耗電的差異性,我們做一個比較.

假設直管段完全一樣,管路總共有四個彎頭,尺寸為1000x600,管內風速為13M/S (風量468CMM-大約一個200坪空間的換氣量)

使用直角彎頭　　使用圓弧彎頭加導風翼

單個壓損12.5MMAQ　　單個壓損為1.2MMAQ





四個差異就45MMAQ左右,假設購買風機效率為70%,則兩者的耗電差可用公式 QxSP/6120/EFF% = 468x45/6120/0.7 = 4.9KW

實例說明2-壓力的減低

假設此風機每天運轉10小時,則每天多耗電49度(147元)

每月使用25天,則每月多耗電 147x25 = 3675元.

一年12個月,多花的金錢為 3675 x 12 = 44100元.

這個金額已經高於當初購買風機的錢了.

我們再討論一下,當初為了省錢,做直角風管彎頭,若把這四個彎頭都改成較好的圓弧彎頭加導風片,一個差價約2500元,四個差價約10000元.

而這個錢,我們在三個月的電費中就可省回來了.

以這樣來看,就知道什麼才重要了吧.

華億通風設備有限公司

實例說明3-風量的減少

假設原始設計的風量就過量,我們可以用風機定律來修改轉速.

風機定律:

風量和轉速的一次方成正比，

靜壓和轉速的二次方成正比，

耗電和轉速的三次方成正比，

假設我們的風機是可以調整轉速的，（皮帶傳動者，修改皮帶輪尺寸，若是直結傳動者，可利用變頻器來修改轉速）

若我們以第一例的規格來做說明，原風機的風量為75000CMH, 耗電38KW.
若目前風量超過15%(風量65000CMH就足夠現場條件）

我們把風量利用轉速降下來15%.最後耗電會變成 38/(1.15)^3

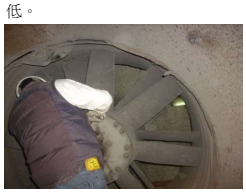
= 25KW.

計算後可知每天省750元，每年省750*25*12 = 22萬5千元，

實例說明4-更換葉片

新竹某棉廠空調送風軸流風機

改善項目說明:
本案件中所使用的風機，因為採用舊式設計（工業型高壓軸流的規格），過去舊式的軸流葉片，款式不多，但為了能使用較大壓力的範圍，所以葉片做的較寬。
此種葉片，在中高壓力時可以得到很好的風機效率，但使用在低壓系統時，因葉片太厚太重，所以反而耗電過大，效率降低。



（舊葉片－厚重）



（新葉片輕薄）

另外在葉片的使用中，葉片數也會和風壓有關，選擇正確的葉片數才會省電。若不需要高靜壓，而使用了較多的葉片數，相對的浪費電。（所以了解現場實際的使用狀況再選擇最適當的葉片直徑，葉片角度，葉片數目及運轉轉數。就能得到最佳的效率值。

電腦選機表



HWAYI 風機性能曲線表 華億通風設備有限公司

風量: 93000 CMH 靜壓: 20 MMAQ

型號	直徑	葉片數	翼角	轉速RPM	馬達MG	主架	主架效率%	靜壓效率%	軸動力kw	音壓dBA
HAD8	1600	526	12.2	720	12.85	30.37	71.8	46.8	10.5	79.9
HAD8	1400	5212	39.5	720	16.78	37.69	56.2	29.7	16.64	83.4
HAD8	1600	5212	24.6	720	12.85	30.37	59.3	39.8	12.71	81.4
HAD8	1800	624	16	720	8.31	24.34	66.1	54.8	9.14	89.8
HAD8	2000	624	12	720	8.22	24.25	71.2	58.5	8.46	91.8
HAD8	2200	624	9.5	720	6.8	22.91	69.9	60	8.26	89.8
HAD8	2400	624	7.5	720	5.71	22.05	72.3	66.1	7.57	87.8
HAD8	1800	628	15.3	720	8.31	24.34	59.8	49.4	10.1	87.4
HAD8	2000	628	11.3	720	8.22	24.25	66.1	53.9	9.11	92.2
HAD8	2200	628	8.7	720	6.8	22.91	66	57.5	8.62	90.2
HAD8	2400	628	6.8	720	5.71	22.05	69.4	63.5	7.89	88.2
HAD8	1800	6216	15	720	8.31	24.34	59.5	49.1	10.15	88.4
HAD8	2000	6216	11.1	720	8.22	24.25	65.7	53.8	9.16	93.2
HAD8	2200	6216	8.7	720	6.8	22.91	64	55.4	8.86	91.2
HAD8	2400	6216	6.8	720	5.71	22.05	67.7	62	8.09	90.2

實例說明4-更換葉片

新竹某棉廠空調送風軸流風機

另外現場在風機末端，加了增壓管，因為本系統使用的壓力值都非常低所以拆除增壓管會再多省一些電力。



因為原使用的馬達50hp,為老舊馬達, 非現在新型高效率馬達. 且使用在約半載的負荷而已，若是改用較小馬力的馬達（30 OR 40馬力），則還有10-15%以上的省電空間

改善前:	風量 ：	99401	CMH		
	電流值：	50	A		
	電壓值：	440	V		
	每度電費：	2	元		
	耗電度數：	1.732*V*A/1000 =		38.1	kw
	每日操作時數	24	hour		
	每年操作日數	360	天		
	每年使用電度	329219	度		
	每年使用電費	658437	元		
	原規格風量爲130000CMH．實測僅使用76.5%左右.				

改善後:	風量 ：	93492	CMH		
	電流值：	36.5	A		
	電壓值：	440	V		
	每度電費：	2	元		
	耗電度數：	1.732*V*A/1000 =		27.8	kw
	每日操作時數	24	hour		
	每年操作日數	360	天		
	每年使用電度	240330	度		
	每年使用電費	480659	元		
	原規格風量爲130000CMH，目前風量爲規格值 72%.-接近改善前				
	但電流值仍可節省約27%				

每年預估節省電費	177778	元
本案件總投資金額：	150000	元
預估回本時間：	0.8	年

華億通風設備有限公司

實例說明5-更換風輪

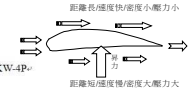
新竹某棉廠空調送排風離心風機

為達到節能省電, 採用高效翼截式離心風機, 為節省成本, 利用舊有風機, 修改風輪, 以達節電功能.



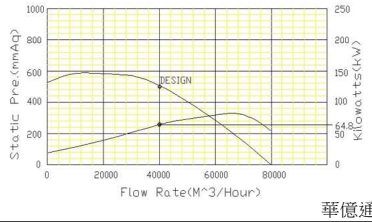
案名: 遠東紡織棉三廠系統改造. 送風機 (SP-13, SP-14)
風機型號: HTF-A03-4014
風輪型式: 工業翼截離心單吸皮帶式風機
風量: 40000CMH
靜壓: 500MMAQ
風機軸動力: 64.8KW　　建議馬達　90KW-4P
靜壓效率: 82.5%
出口風速: 13.9 M/S
風機轉速: 1638 RPM (3/440/60HZ)
驅動方式: 皮帶傳動方式
噪音值: 96 dBA (入風口處 1 米處量測)

音頻 Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	96	103	106	102	95	91	88	86





風量-靜壓-軸動力曲線表



效率提升6%, 每台風機省電 4.1KW
每年每台風機省電 8.8萬元

(僅修改風輪, 成本低)

華億通風設備有限公司

實例說明5-更換風輪

新竹某棉廠空調送排風離心風機

現場測試報告

華 億 通 風 設 備 有 限 公 司

風 機 性 能 測 試 報 告 （現場）

客　戶：	遠東新世紀				測試地點：	新埔廠
工程名稱：	新埔棉三廠15,16線送排風機				報表編號：	100297
日期：	100/8/18					
	通風機設計值				電動機數據	
風機型式：	單吸翼式車	風機編號：	16線送風機		廠　牌：	東元
風機型號：	HTF-A03-4014	風　量：	40000	CMH	型　式：	TEFC
使用溫度：	20℃	靜　壓：	500	MMAQ	馬　力：	125 HP
		風機轉速：	1887	RPM	極　數：	4 P
					電　源：	3/440/60
測試風管：	1.1	M(直　徑　)			額定電流：	150.00 AMP
截 面 積：	0.9503	M2			馬達轉速：	1780 RPM
	試　　驗		記　　錄			
出口靜壓值	356	MMAQ	負載電流：		113.50 A	
入口靜壓值	14	MMAQ	測試電壓：		440 V	
其他管損：	18	MMAQ				
總靜壓值：	388.30	MMAQ				
動 壓 值：	13.4	MMAQ				
風　速：	14.75	M/S	振動值：	V	2.5	MM/S
風　量：	50470	CMH		H	1.0	MM/S
入口風溫：	31.5	℃		A	0.8	MM/S





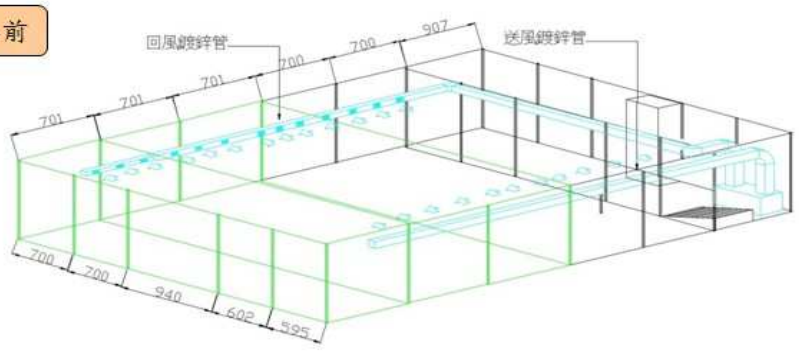
華億通風設備有限公司

實例說明5-布風管系統

某製瓶廠空調送回風系統

【改善方案：將鍍鋅送回風管改成纖維布風管系統】

改善前



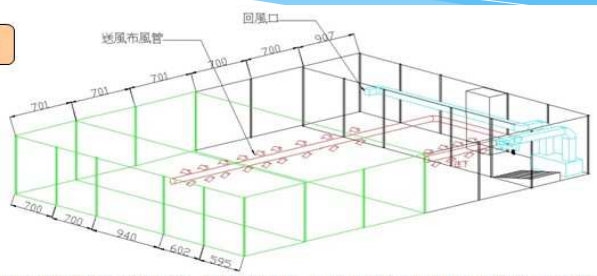
原設計系統使用鍍鋅風管，送回風. 因出風不均勻，現場空調效果不佳，且原設計因風管壓損較大(全靜壓約100MMAQ-機外靜壓約 55MMAQ)，風機採用40HP，，實際耗電約 33HP 但仍然是效果不佳

華億通風設備有限公司

實例說明5-布風管系統

某製瓶廠空調送回風系統

改善後





改採用纖維風管送風系統, 因爲壓損低, 且出風均勻, 所以回風管也可省略, 整體壓損下降, 機外靜壓減爲25MMAQ, 風機改用25HP, 實際耗電 21HP.



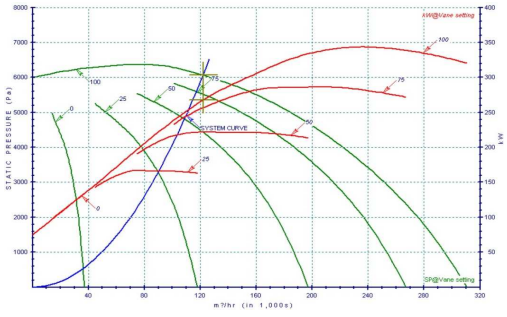
改善績效

- 投資成本：約60萬
- 經濟價值：節省電力約12HP(9KW)
  節省用電成本22萬
- 回收年限：3年(若一開始設計就採用布風管,
  除初期成本可省約15萬之外
  每年還可省電費22萬)

華億通風設備有限公司

某塑膠廠案例

ID FAN
馬達 315KW/3300V/1180RPM/額定電流 69.9A
設計風量: 122000CMH 靜壓 6060PA
目前實際的運轉狀況. 風門開度約30-40%,
運轉電流 35-45A.
因為業主未提供原始風機性能曲線表, 所以使用本公司軟體, 依相關數值模擬



由上述曲線, 在入口IVC100%開度時, 風量 122000CMH, 靜壓6060PA,軸動力 268KW
假設IVC為 40%時, 風量約為 102000CMH, 靜壓4150PA, 軸動力 192KW
以這個軸動力來推算電流約為
192x1000/3300/1.732/0.9/0.85= 44A
很接近目前現場的運轉電流值.
此案件有三種做法
•馬達改成低壓440V, 並加裝變頻器, 而上述的風機, 在風門全開時, 將頻率調成 50HZ. 而耗電量會變為 157KW左右.
省電: 192 – 157KW = 35KW
一年可省下的電費為: 35x24x365x2.5 = 766500 元 (每度電2.5元計算)
•把風機改成皮帶驅動, 則不需裝變頻器, 也不需換馬達, 直接將轉速降成 985RPM
軸動力雖然是157KW, 但皮帶驅動約有5%的傳動損耗, 實際吃電約 165KW
省電: 192 – 165KW = 27KW
一年可省下的電費為: 27x24x365x2.5 = 591300 元
•修改風輪 (機殼不改). 也不需加裝變頻器. 省電和第二項差不多.

華億通風設備有限公司

遠東汽電廠發電課二次風機省電案

本案件, 因為舊有鍋爐的二次風機, 性能與實際操作狀況有很大的差異, 風機因為系統阻力並非像原有設計的數值那麼大, 所以實際操作, 風量過大, 因為採用入口擋板來調節風量. 而產生浪費電力的問題, 經現場實際量測舊風機系統後, 重新製作新風機. 以下為整個過程內容.

原設備設計風量21.5CMS (1290CMM), 靜壓35.8mbar (351MMAQ), 軸動力122KW, 而實際操作的風量需求為 17.5CMS. 重新製作一台高效率的風機, 風量以現場的需求值17.5CMS, 加一些安全係數, 取18.5CMS (1110CMM),

我們以此風量推估原有系統的壓損值. (18.5/21.5)^2 * 351MMAQ = 260MMAQ, 以此做為風機的製作基準.

電腦選機後, 儘量使用尺寸接近目前大小的風機, 而風輪改用高效率的翼截式風機. 採用直結傳動, 八極轉速 890RPM. 風機靜壓效率為 76.7%, 軸動力: 60.8KW, 建議採用100HP (75KW) – 8POLE馬達.

原本的108KW (用風門調節時)，現改成新風機, 耗電為 60.8KW
約可節省電力: 108-60.8 = 47.2KW

每年可以節省的電度：47.2KW / 0.9馬達效率/0.85功率因數X 24小時 X 360天 ＝533082度
以每度電平均2.2元計算，每年可節省電費 533082 度 x 2.2 元／度 ＝ 1,172,780 元

以風機的製作及安裝的價格 (不含配電), 應可以在10個月內回收.

華億通風設備有限公司

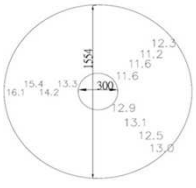
遠東汽電廠發電課二次風機省電案





實作完工後狀況
在10/8日, 入口風門全開的情形下, 量測入口風速如下圖. 入風口直徑1554MM, 但中心有風門連桿固定座直徑300MM, 所以實際開口面積扣除此部份後的面積為 1.827 M^2
量測12點的平均風速為: 13.1M/S

計算風量= 1.827x13.1= 23.93CMS
= 1436 CMM
= 86161 CMH

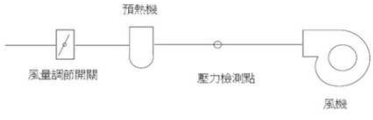




風機出口量測靜壓為 : 220MMAQ.

耗電量約為115A. (滿載電流為148A)

因為系統中的預熱機中的堵塞物清除了, 所以系統的壓力需求降低了. 由原本的300降至220MM, 所以風量比額值19.4CMS 多了23%左右. 符合風機原本的性能曲線. (如右圖)



華億通風設備有限公司

遠東汽電廠發電課二次風機省電案











舊風機　　新風機

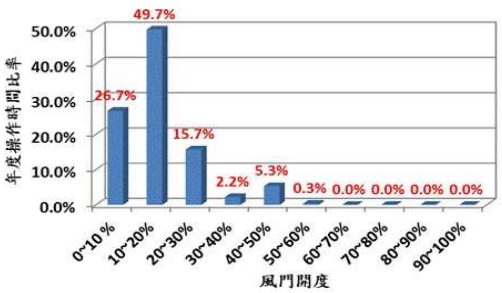
華億通風設備有限公司

中鋼案例

業主僅能查到的風機規格. Westinghouse 型號 2357 (2300系列, 風輪輪徑57"), 雙吸後傾式, 入口附輻射型調節風門, 風量靜壓規格不詳. 馬達規格 800hp, 電壓3300v, 滿載電流118A, 目前開度20%時, 電流44A, 四極, 轉速 1775rpm.



該台鼓風機，我統計全年風門開度如下：



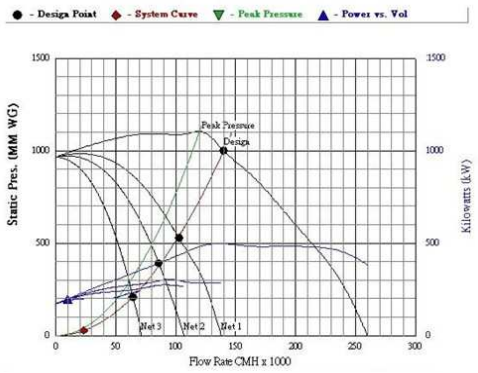
中鋼的統計表一整年風門開度在50%以上的時間僅有0.3%. (也只落在50-60%)之間. 這樣用風門調節實在浪費電. 但大電壓, 使用變頻器也不划算

華億通風設備有限公司

中鋼案例

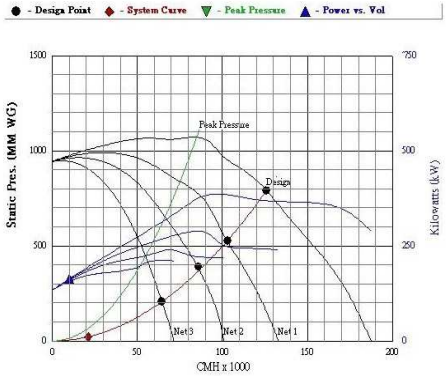
方案一

	Design	Net #1	Net #2	Net #3
Volume Flow Rate (MD/HR)	140000	103000	86000	64500
Static Pressure (MM WG)	1000.000	525	390	205
Density (KG/MD)	1.19	1.19	1.19	1.19
Temperature (DC)	25	25	25	25
Altitude (M)	0	0	0	0
Speed (RPM)	1775	1775	1775	1775
Power Required (kW)	497.4	297.6	272.5	232.3
Static Efficiency (%)	74.2	47.9	32.4	15
Outlet Velocity (M/S)	16.5	12.2	10.2	7.61
Damper Opening (%)	100	30	20	10
Control Type	Inlet Volume Control			
Outlet Area (MD)	2.35			



舊風機的推估性能曲線

	Design	Net #1	Net #2	Net #3
Volume Flow Rate (MD/HR)	126000	103000	86000	64500
Static Pressure (MM WG)	790	525	390	205
Density (KG/MD)	1.19	1.19	1.19	1.19
Temperature (DC)	25	25	25	25
Altitude (M)	0	0	0	0
Speed (RPM)	1775	1775	1775	1775
Power Required (kW)	368.6	247.6	221.2	213
Static Efficiency (%)	71.7	57.9	40	16.4
Outlet Velocity (M/S)	16.2	13.2	11	8.28
Damper Opening (%)	100	47	31	17
Control Type	Inlet Volume Control			
Outlet Area (MD)	2.16			



本公司更換新風輪之後的推估性能曲線

華億通風設備有限公司

中鋼案例

	風量 126000	風量 103000	風量 86000	風量 64500
原大風機採用風門	375.4KW	297.6KW	272.5KW	232.3KW
新風輪採用風門	368.6KW	247.6KW	221.2KW	213KW
節省電量	6.8 KW	50 KW	51.3 KW	19.3KW

因為大電壓變頻器價格高, 所以此案例不討論變頻器的省電方案

但我們仍需分析一下, 兩者整年的耗電量差異.
我們假設第一種條件, 佔總時間的7%, 第二種佔16%, 第三種佔50%. 第四種佔27%
原風機一年總耗電: 375.4x0.07 + 297.6x0.16+272.5x0.5+232.3x27% =
26.27+47.62+136.25+62.72 = 272.86KW

一年電費: 272.86KW x 24HR x 365DAYS x 2.5 元/度 = 5,975,634 元

新風輪採用輻射風門
一年總耗電: 368.6x0.07 + 247.6x0.16+221.2x0.5+213x27% = 25.8+39.62+110.6+57.51
=233.53

一年電費: 233.53KW x 24HR x 365DAYS x 2.5 元/度 = 5,114,307 元
更新風輪後, 每年可省電費86萬左右,
所需處理的費用為風輪,軸心, 入風口更換(含輻射風門), 總支出費用可在一年內回數

華億通風設備有限公司

中鋼案例

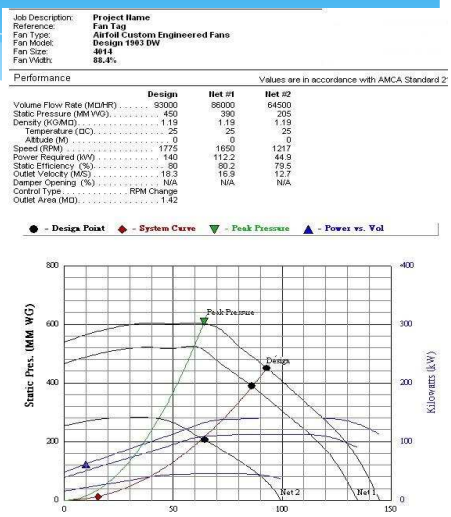
方案二

採用新風機, 馬達馬力不超過 200HP. 使用變頻器調節風量.
推估可能操作的風量風壓約落於25%開度左右.
右方是原風機的25%開度以下的性能.

當開度在25%以上, 仍使用原來的大風機, 開度25%以下開始使用小風機.

	風量 93000	風量 86000	風量 64500
原大風機採用風門	280.4KW	272.5KW	232.3KW
新風機加變頻	140KW	112.2KW	44.9KW
節省電量	140.4 KW	160.3 KW	187.4

我們假設第一種條件, 佔總時間的8%, 第二種佔50%, 第三種佔26%
原風機一年總耗電: 280.4x0.08 + 272.5x0.5+232.3x0.26 = 22.43+136.25+60.4 = 219.08KW
一年電費: 219.08KW x 24HR x 365DAYS x 2.5 元/度 = 4,797,852 元
新風機加變頻器
一年總耗電: 140x0.08 + 112.2x0.5+44.9x0.26 = 11.2+56.1+11.68 = 78.98 KW
一年電費: 78.98KW x 24HR x 365DAYS x 2.5 元/度 = 1,729,662 元
更新風機後, 每年可省電費306萬左右,
所需處理的費用為新風機, 200HP低壓馬達, 變頻器, 及現場風管修改. (包含舊機移除)
預做可在九個月以內回收成本.



華億通風設備有限公司

華夏海灣案例

風機原始設計規格, 操作溫度60度C. 風量 25000NCMH, 入口壓-400MMAQ, 出口壓100MMAQ, 風機需求靜壓值 500MMAQ.



因為設計提供風量是NORMAL 在零度C時的風量, 所以必須換算成60度時的風量. 25000 *(273+60)/273 =30495CMH = 508 CMM.

故我們採用508CMM風量, 500MMAQ壓力, 空氣密度 1.06kg/m^3 來選擇風機

因為現場的風機不希望使用皮帶傳動, 而以直結風機來選擇, 原有現場風機採用二極馬達, 轉速3500rpm, 因為轉速高而選用較小尺寸的風機, 效率較差.
目前現場實測數據, 在入口風門開度50%



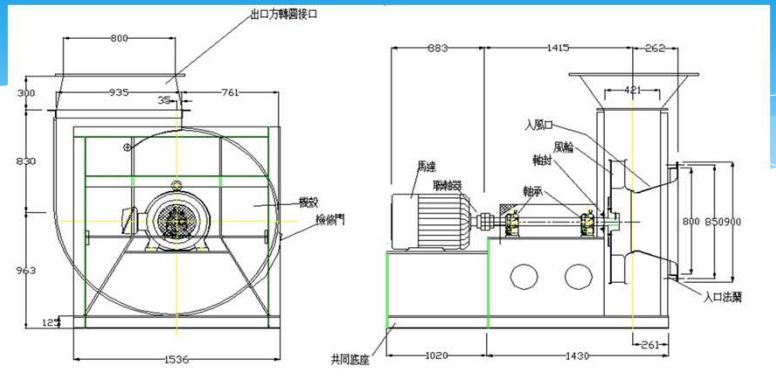
入口靜壓: -130mmAq, 出口靜壓: 188mmAq,
系統總壓力值為 318mmAq入口平均動壓: 16.6mmAq, 換算風機 16.42m/s,
管徑800mm, 求得風量 495CMM.

實測電流值: 123A, 電壓 440V
換算耗功: 1.732x123x440/1000x0.82x0.8 = 61.5KW

原風機使用兩極高轉速馬達直結式, 風機尺寸較小, 效率本來就不好, 加上風門開度僅在50% 左右, 又是很大的損失.

華億通風設備有限公司

華夏海灣案例



建議採用變頻控制系統， 所增加的費用可在一年內以電費省回

本案實作完成,並有申請政府示範專案省電補助.妥由綠基會現場實測結果如下

華億通風設備有限公司

華夏海灣案例

通過經濟部專案補助
審核通過

華夏海灣塑膠股份有限公司

冷卻水泵及排風機汰換節能績效保證專案

華夏實際運用 54Hz 版

改善後量測驗證報告書

（量測期間：2017/1/29）

幅降低耗能量。乾燥系統之負壓控制風機 K202，原馬達為 150HP，現為定頻使用風門調節風量，改善後為變頻機並取消風門，在靜壓不變的狀況下，新馬達額定馬力僅需 100HP 即可達成原本的需求使用量。本專案約定節能率為 22.5%；經改善後系統運轉量測得此專案節能率為 33.1%。

依綠基會 ESCO 之『水泵改善之節能效益量測驗證方法』方法進行檢驗，約定耗電法。並以連續量測 30 分鐘量測且每 1 分鐘紀錄 1 筆資料之數據，計算出改善前後之耗能量及節能量。

	改善前 (10/30)	改善後 (11/29)	節能量 (kW)	節能率(%)
冷卻水泵耗功(kW)	79.9	60.6	19.3	
排氣風機耗功(kW)	90.2	40.5	49.7	40.5
年耗電量(kWh)	1,449,252.0	861,372.0	587,880.0	

冷卻水泵改善前基準線量測期間為：
106 年 10 月 30 日 15:00~15:30，取樣時間為 30 分鐘。

排氣風機改善前基準線量測期間為：
106 年 10 月 30 日 16:30~17:00，取樣時間為 30 分鐘。

華億通風設備有限公司

華夏海灣案例

原風機417CMM 500MMAQ 靜壓效率僅29.7% 耗電90.2KW
本案增加21%風量=508CMM 500MMAQ
靜壓效率78% 實測耗電40.5KW
單台風機經第三單位驗證節省49.7KW
49.7KW*2.32元/度*8750時/年=1008910元/年

年省100萬台幣



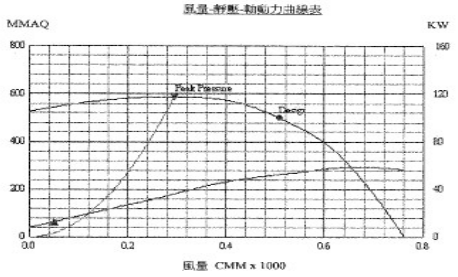
完工照片

華 億 通 風 設 備 有 限 公 司 TEL: 02-8512-2229
HWA-YI VENTILATION CO., LTD FAX: 02-2278-1784

風機性能曲表

案名: 華夏海灣, K202
風機型號: HTF-C20-40.25 (有效輪徑 1045MM)
風輪型式: 單吸雙滑離心風機
風量: 508CMM (60℃) (25000NCMH)
靜壓: 500 MMAQ (60℃)
風機軸動力: 52.2 KW 建議馬達規格: 75KW-4P
靜壓效率: 78.0%
出口風速: 21.5 M/S IP55 臥外型
風機轉速: 1765 RPM
驅動方式: 聯軸器直接傳動
噪音值: 92 dBA (入風口處 1.0 米處量測) (接管後風機側 1.0 米, 77dBA)

音頻 Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	96	97	96	96	94	93	91	88



華億通風設備有限公司

台化化纖二部空調室風機案例

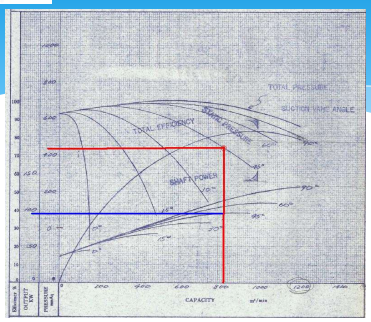




原風機規格 1000CMM, 590MMAQ, 150KW-4P (軸動力為 120KW, 靜壓效率約為 80%)
但目前現場採用輻射風門 IGV 調節風量, 現場需求靜壓值為 430MMAQ, 風門目前開度 50% (等於曲線上, 風門角度 45%)
我們由原廠風門曲線來推斷可能的風量為 830CMM (紅線部份)-詳下頁
實際現場提供的數據, 靜壓 355MMAQ, 電流值為 19.2A/3300V, 推算風機軸功率為:1.732*V*A*馬達功因*馬達效率/1000 = 1.732*3300*19.2*0.9*0.88/1000 = 86.9 KW
由這個靜壓值來推估, 風門角度約為 38度, 靜壓 360MMAQ時, 風量約為 740CMM.

華億通風設備有限公司

台化化纖二部空調室風機案例



原風機性能曲線

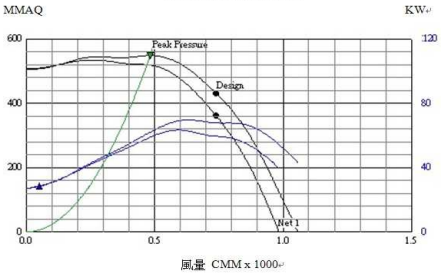
節省電費: 23.8KW x 24
小時 x 365天 x 2.5元/度
電 = 521220 元
每年省下52萬元電費.



案名: 台化彰化廠
風機型號: HTF-C30-44.5　　空氣密度: 1.2KG/M^3
風輪型式: 單吸透捕離心　　建議馬達規格: 90KW-4P

	入口風門開度 100%	開度 81%(下圖 NET1 曲線)
風量:	740CMM	740CMM
靜壓:	430MMAQ(設計)	360MMAQ(實際)
風機軸動力:	67.7KW	59.5
靜壓效率	75.6%	72.3%
出口風速:	14.1M/S	14.1M/S
風機轉速:	1760RPM	1760RPM
驅動方式:	直結傳動 (不採用變頻器, 利用原有入口輻射風門調節)	

風量-靜壓-軸動力曲線表



本案僅更換風輪及入風口, 費用低, 回收率快.
以省電率來計算, 約四個月可回本.

現場完成安裝測試後, 達到原設計之節電率.
業主滿意實測效果, 即刻驗收簽核.

鴻海冷卻水塔更換葉片



更換前



更換後





LRC-H-250-C7

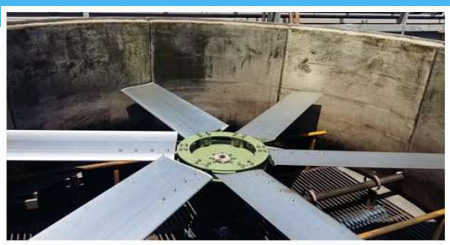


	60HZ 風量 CMM 前	後		60HZ 電流 A 前	後	
CT-1	2614	3473	32.9%	12.7	8.5	-33.1%
CT-2	2560	3416	33.4%	14.8	9.9	-33.1%
CT-3	2635	3473	31.8%	15	9.9	-34.0%
CT-4	2578	3511	36.2%	12.9	8.5	-34.1%
CT-5	2605	3482	33.7%	14	9.2	-34.3%

平均風量增加: 33.6%　平均耗電節省: -33.7%

華億通風設備有限公司

冷卻水塔更換節能葉片



高雄鹽酸鍋爐葉片
更新105/06/30

風量昇37%
省電20%



南部化纖廠水塔葉片
更新105/02/17

省電40%

華億通風設備有限公司

總結

對於廠房的設計初期，很多設計師除非有預算不足或空間不足的問題，不然一般都會把設計風量或壓力數據加大許多安全係數，以免實際操作的不足。
另外，廠商為了驗收能夠順利，不論風量超過多少，只要馬達不超載的範圍內，都儘量將風機的風量加大，以方便驗收程序。
實際上，這都產生無謂的浪費。
前面說了很多改善的方式，都可以提供參考，例如，利用轉速來變化風量而減少耗電，本公司的工廠內，有測試風管，以及風機，可以實際量測相關數據，給客戶了解風機定律的省電效果。

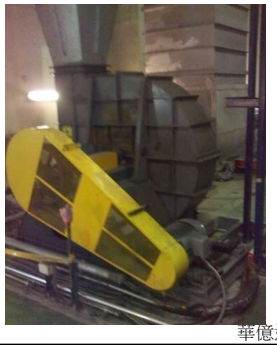


華億通風設備有限公司

新竹焚化爐案例

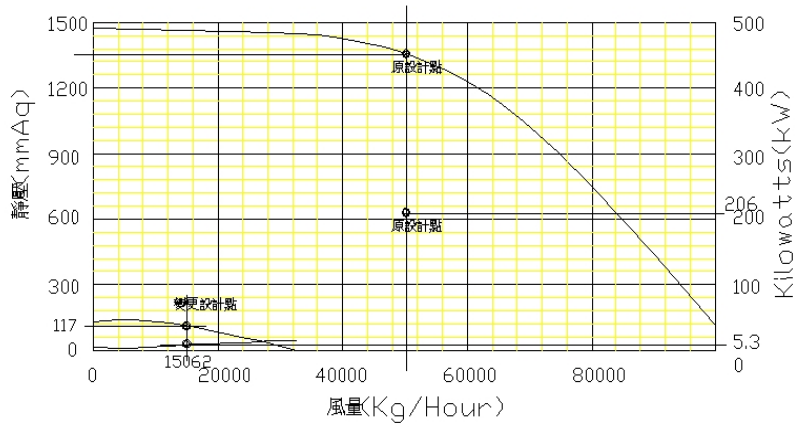
本案件因為風機為直結傳動，又沒有配置變頻器可以調速，
現場風機是利用出口風門直接調節風量，並沒法省下耗電，
可以做的方式有，
1.重新購買變頻馬達及變頻器　– 但成本最高
2. 加入口風門做風量調節, 但省電最多僅能達35-45%
3.將風機改成皮帶傳動, 使用皮帶輪的配置將耗電降低.





華億通風設備有限公司

新竹焚化爐案例



由風機的原始規格表中, 風機的軸動力消耗205.6KW

華億通風設備有限公司

新竹焚化爐案例

目前的修改目標值是15000kg/hour的風量, 我們預計利用皮帶輪修改轉速, 從原有的1185RPM降至350RPM
則風量會變成: 50998 KG/HOUR x 350/1185 = 15062 KG/HOUR
壓力值為由原來的1350MMAQ變成: 1350x(350/1185)^2 = 117.8MMAQ
耗電量會由原來的205.6KW變成: 205.6 x (350/1185)^3 = 5.3KW
因為原本使用的馬達為350hp, 其最低的空轉電流為35% X 滿載電流.
若不更換馬達會有很大的能量損耗.

實際安裝後, 我們更換了50hp的馬達, 也預留了安全量 17000ncmh的風量.
所以實際耗電預估值為約在20KW左右・
實際耗電量20KW和之前運轉的耗電量132KW來比較, (節省112KW)

我們換成用節省電費的金額來算. 假設每天運轉8小時, 每月運轉25天.
則每年可省下的費用: 112KW x 24Hr x 1.5元 x 30天 x 12月 = 1451520元
而此次修改的費用含馬達更換及配電更換, 總計約45萬左右・
僅4個月就可省回投資費用. 預估往後十年可以節省超過1000萬元以上.

補充說明

當節能的效益有明顯的改善後. 會有兩個可能結果

1. 風量/壓力減少: 當風量減少到相當多的量時, 建議更改整台風機, 因為風機不是越大越好, 當大到一定的數值以上之後, 過重的風輪及軸心, 反而會加大運轉的負荷.
   若減小有限量時, 我們也可以利用原有機殼, 重新設計風輪, 來達到最高效率點.
   這種做法, 所花費較少.

2. 電力減少: 馬達有一定的效率值, 當負載降低, 效率及功因都會相對減少. 所以耗能也會相對的增加:

   馬達效率 = 輸出功/輸入功

   三相電源時, 輸入功 (實功+虛) = 1.732 x V x A
   輸出功(馬達軸功) = 1.732 x V x A x 馬達效率 x 功率因數
   計價電功(實功) = 1.732 x V x A x 功率因數

補充說明

馬達效率及功因的特性曲線.

8.2 – EFFICIENCY AND ITS IMPORTANCE – High efficiency is very important for distinctive reasons.

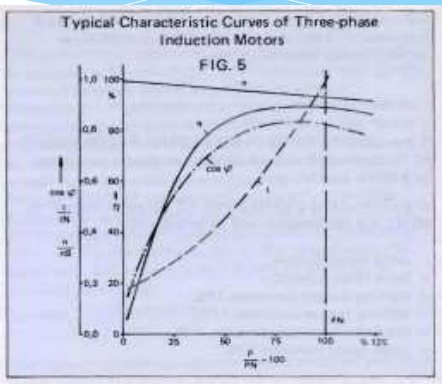
1) Higher efficiency means lower losses, hence a lower temperature rise of the motor;

2) The higher the efficiency, the lower the energy absorbed from the supply, and subsequently a lower cost of consumption. Efficiency varies according to the motor load. Table 7 shows typical values of these variations. These are also shown graphically in Fig. 5.

I	=	current
IN	=	rated current
P	=	power
PN	=	rated output
n	=	speed
nS	=	synchronous speed
η	=	efficiency
cosφ	=	power factor

Typical Characteristic Curves of Three-phase Induction Motors

FIG. 5



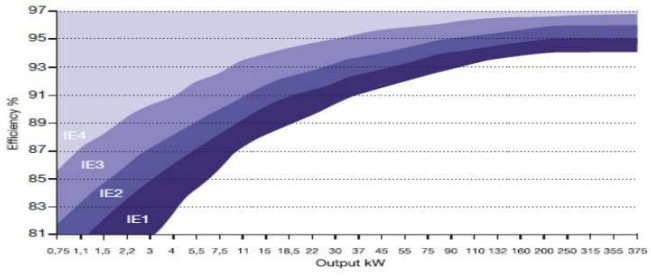
華億通風設備有限公司

補充說明

IE1, IE2, IE3, IE4 的差異

- 經濟部能源局公布台灣能源效率草案
  - IE1(+): Current
  - IE2: 104.1.1
  - IE3: 105.7.1

IEC	NEMA
IE1	Standard efficiency
IE2	High efficiency
IE3	Premium efficiency
IE4	Super Premium efficiency



華億通風設備有限公司

補充說明

	輸出		滿載轉速	極數	效率			功率因數		
	HP	KW	RPM	POLE	滿載%	3/4負載%	1/2負載%	滿載%	3/4負載%	1/2負載%
標準型	0.5	0.37	1680	4P	70.0	66.5	60.5	75.0	57.5	46.5
IE1			1685		72.0	71.5	67.5	72.0	62.5	49.5
IE2										
IE3										
標準型	1	0.75	1710	4P	76.0	74.5	70.0	76.5	67.5	54.5
IE1			1705		81.5	82.0	79.0	79.0	72.0	59.0
IE2			1725		82.5	83.0	80.0	73.5	65.0	51.5
IE3			1730		85.5	84.5	82.5	72.0	62.0	48.0
標準型	5	3.7	1745	4P	85.0	85.5	83.0	85.0	80.0	70.0
IE1			1730		86.5	87.0	86.5	84.0	81.0	73.0
IE2			1740		87.5	88.5	87.5	86.5	83.0	74.0
IE3			1750		89.5	90.0	89.5	82.0	77.0	67.0
標準型	10	7.5	1750	4P	88.5	89.0	87.5	88.0	85.5	76.0
IE1			1740		88.5	89.5	89.5	87.0	84.0	76.0
IE2			1755		89.5	90.0	89.0	86.5	82.0	72.0
IE3			1765		91.7	92.0	91.5	85.5	81.0	72.0
標準型	20	15	1760	4P	90.5	90.5	90.5	86.0	84.0	76.5
IE1			1755		90.5	90.3	90	87.5	85.5	77.5
IE2			1760		91.7	92.5	92.0	87.5	84.5	76.0
IE3			1765		93.0	93.0	92.5	86.0	83.0	75.0
標準型	40	30	1760	4P	92.0	93.0	92.5	88.0	84.5	78.0
IE1			1750		92.5	92.3	92.0	88.0	87.0	82.5
IE2			1765		93.6	94.0	94.0	96.0	92.5	74.5
IE3			1775		94.1	94.5	94.0	85.5	83.5	77.0
標準型	60	45	1765	4P	92.0	93.0	92.5	89.0	87.0	84.0
IE1			1775		93.0	93.5	93.0	84.5	82.0	74.0
IE2			1775		94.1	94.5	94.0	86.0	84.0	77.0
IE3			1775		95.5	95.5	95.5	85.5	83.0	75.0
標準型	100	75	1775	4P	93.5	92.5	91.0	89.0	87.0	83.0
IE1			1780		94.1	93.5	93.5	88.5	86.5	81.0
IE2			1780		94.5	94.5	94.0	90.0	89.0	84.0
IE3			1780		95.4	95.0	93.5	86.0	84.5	78.0
標準型	215	160	1775	4P	94.2	93.7	92.1	90.0	88.0	81.0
IE1			1780		94.5	94.0	93.1	88.0	86.0	81.0
IE2			1780		95.1	95.2	94.2	88.0	86.0	81.0
IE3										

IE1, IE2, IE3, IE4 的差異

請注意看 ¾到1/2負載的功因及效率.

華億通風設備有限公司

補充說明

馬達的空轉電流
一般低馬力: 1HP以下, 空轉電流約 滿載的 45%, 較大馬力者約為滿載的 1/3
當使用皮帶輪降轉速 (用變頻除外), 例如原本使用40HP, 3/380V的馬達,
滿載電流為 55A, 空載電流為 18A.

風機原本運轉電流為 35A, 目前因為風量太大, 要降低三成風量. 則耗電量應為 (0.7)^3 = 0.343.
依比例, 應可將電流從 35A降成 12A.
但是降轉速後, 現場電流為 18A.
原因是, 馬達有最低的空轉電流.

類似此案, 若沒有連馬達一同更換, 則不能達到最有效的省電.

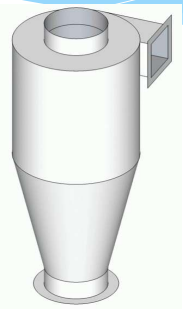


華億通風設備有限公司

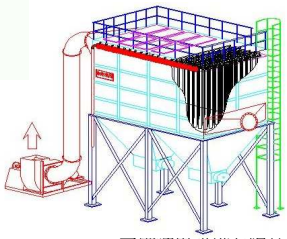
集塵系統省電重點

一般廠區最常見的集塵系統, 乃是採用旋風集塵器或袋式集塵器 (其他類型不在此處討論)

旋風集塵器一般以分離較大粒徑的粉塵為主, 效率約在 60-90%



袋式集塵器一般以分離中小粒徑的粉塵為主, 效率約在 95-99%



下頁分別說明其應用的耗電原因

華億通風設備有限公司

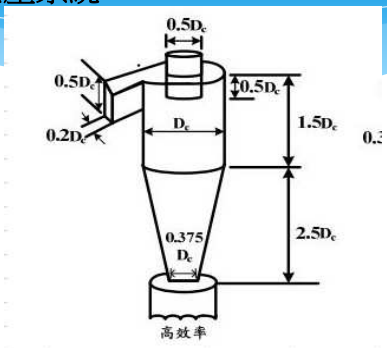
減小壓力的案例-集塵系統

設計上的問題:

旋風筒的設計不良，造成很高的壓損。依據目前現場的旋風集塵筒的尺寸規格來回推。發現設計風速過高，造成太大的壓損。右邊為計算資料以目前尺寸來回推,

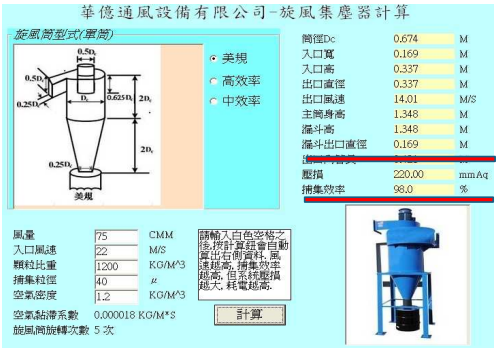
本設備的風量在75cmm, 入口風速為 22m/s

再看下一頁的攔截效率及壓力損失計算表.

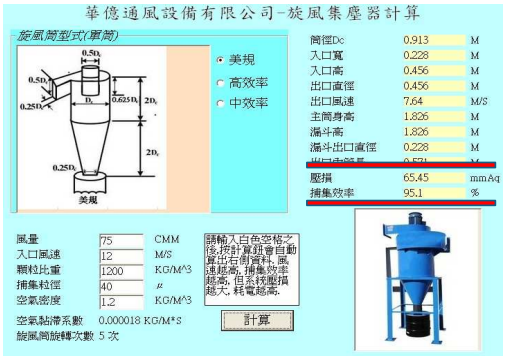


(請輸入紅色數值)			
風量值	75	cmm	
入口風速:	22	m/s	(建議值12-23m/s)
筒徑Dc:	0.8	M	
入口寬:	0.151	M	
入口高:	0.38	M	
出口直徑	0.38	M	
出口風速	11.20	M/S	
筒身高	1.13	M	
漏斗高	1.88	M	
漏斗出口	0.28	M	
出口管長	0.37689	M	(不含外部)

減小壓力的案例-集塵系統



左邊的設計風速為22m/s 捕集效率為 98.0%, 壓損為 220mmaq,
右邊的設計風速為12m/s 捕集效率為 95.1%, 壓損為 65mmaq
因為本設計, 後端有袋式集塵, 所以前端旋風筒的捕集效率在98%或95%, 實際運作上的差異很小,
但明顯的壓損變高了. 而風量就不足夠了.



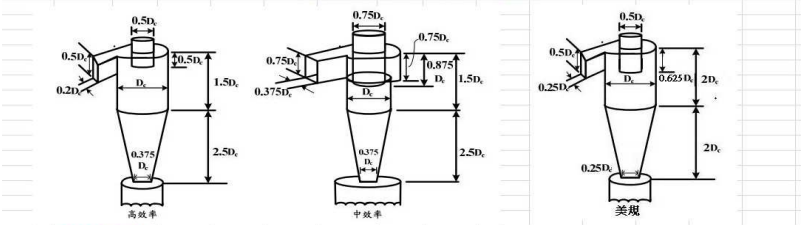
有很多廠商, 沒有實際計算操作效率, 只是以經驗值, 20-22mm/s的風速來設計, 這麼大的風速, 可以縮小設計尺寸降低成本, 又可有很高的效率. 在商務上的操作, 這是個好的選擇, 但就是苦了使用者的荷包. 以本案例而言, 需要多出10hp的耗電. 一年多耗費電費約15萬.

集塵系統省電重點

不同風速的節能比較

旋風集塵器: 常見的規格如下三種尺寸, 集塵效率會因粒徑, 入口風速而改變, 粒徑大, 效率高, 風速快, 效率高, 但風速快會增加壓損, 造成耗電

華億旋風分離器尺寸計算



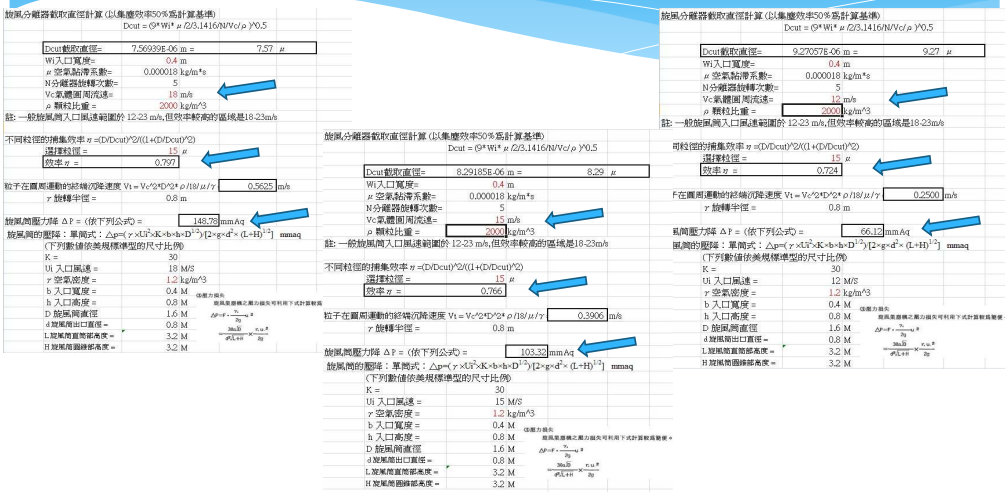
(請輸入紅色數值)

	高效率		中效率		美規	
風量值	90	cmm	90	cmm	90	cmm
入口風速:	15	m/s (建議值12-23m/s)	15	m/s (建議值12-23m/s)	15	m/s (建議值12-23m/s)
筒徑Dc:	1.0	M	0.60	M	0.9	M
入口寬:	0.200	M	0.448	M	0.224	M
入口高:	0.50	M	0.22	M	0.45	M
出口直徑	0.50	M	0.45	M	0.45	M
出口風速	7.64	M/S	9.51	M/S	9.55	M/S
筒身高	1.50	M	0.90	M	1.34	M
漏斗高	2.50	M	1.49	M	2.24	M
漏斗出口	0.38	M	0.22	M	0.22	M
中間長	0.5	M	0.523	M	0.559	M

華億通風設備有限公司

集塵系統省電重點

旋風集塵器:下列三個表以不同風口風速來看捕集效率及壓損



華億通風設備有限公司

集塵系統省電重點

旋風集塵器:下列表中以前頁三種不同入口風速來看捕集效率及壓損

我們假設集塵器之外的管路壓損為100MMAQ, 此設備風量為350CMM, 當不同的風速, 不同的效率, 會有以下的風機耗電 (風機效率以70% 計算)

風速	捕集效率	旋風筒壓降mmaq	管路壓降	總壓降mmaq	風機耗電kw	一年電費(元)	耗電比
18m/s	79.7%	148	100	248	20.3	51.6萬	100%
15m/s	76.6%	103	100	203	16.6	42.2萬	81.8%
12m/s	72.4%	66	100	166	13.6	34.6萬	67.0%

註: 電費計算以一年365天, 每天24小時, 每度電2.9元計價

在台灣市場中, 有很多供應商, 並未依據實際需求做精確的計算, 只是以加大風速來得到較安全的捕集率, 最後的結果, 都是浪費電費. 比如說, 捕集粒徑可以明確分析, 捕集效率的需求代入公式, 再以最低的風速來達到需求, 所換回來的是長期的省電.

華億通風設備有限公司

集塵系統省電重點

袋式集塵器:氣布比的大小, 也會影響整體壓損

華億通風設備有限公司-脈衝式袋式集塵機計算

一般濾袋的表面風速建議公式爲 V=A x An x B x C x D x E x F x G x H

其中
- A: 由粉塵種類所定之基準值
- B: 用途校正值
- D: 含塵濃度校正值
- F: 容比重校正值
- H: 氣侯校正值
- An: 設備型式之係數
- C: 粒徑校正值
- E: 溫度校正值
- G: 氣流狀況校正值



A 各種粉塵之過濾速度基準值 (M/MIN)

粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值
活性碳	2.5-2.5	磷酸二氫銨	3.0-3.5	灰（飛灰）	2.7-3.0	血粉	2.7-3.0
鹼性纖維素	3.0-3.5	硫酸銨	3.0-3.5	電木粉	3.6-4.0	鋼礦渣	1.8-2.3
杏仁	2.8-3.9	醋酐	2.0-2.5	硫酸鋁	1.5-2.1	骨粉	1.8-2.3
明礬	1.8-2.0	動物粉	1.8-2.4	大麥粉	2.3-3.0	硼砂	1.3-1.7
膨土	2.7-3.0	無煙煤	2.5-3.5	礦渣	1.8-2.3	石灰石泥灰岩	2.5-3.1
鋁	3.0-3.5	陶土	2.5-3.1	鋁礦砂	2.3-2.5	水泥熟料粉塵	2.0-2.4
氧化鋁	1.8-2.2	石棉	2.3-3.1	鼓風爐渣	1.8-2.3	水泥原料粉塵	3.0-3.4
陶瓷磨碎劑	1.5-2.1	粉筆	2.5-2.8	巧克力粉	3.3-3.6	水泥原料粉	2.5-3.0
陶瓷色素	2.2-2.9	粉筆灰	2.0-2.4	碳砂	1.4-1.7	水泥原／無研磨	2.0-2.4
靛實的板殼	3.6-3.8	智利硝石	1.3-1.8	黏土	2.3-2.8	水泥原／研磨	1.7-2.0
某窑粉入口槽	2.2-3.0	煤	2.3-2.8	黏土粉	1.8-3.2	水泥粉	2.4-3.0

以下計算爲本公司標準製品, 若有特殊規格要求, 請聯絡本公司另行計算

請輸入白色空格之後,按計算鈕,壓損會自動算出

過濾速度A	2 M/MIN	粉塵視比重F	0.8 g/M^3	計算	回主頁 列印
設備型式An	多支濾布	布管直徑	5 吋		
用途B	除塵集塵	布管長度	2.5 M	上升流速G	2.62 M/S
粒徑C	100 μ	氣侯校正H	熱帶氣侯	氣布比V	2.36 M/MIN
含塵濃度D	5 g/M^3	布管支數	16	處理風量	37.7 CMM
溫度E	40 ℃	逆洗間隔時間	10 秒	壓損	108.6 至 128.6 MMAQ

華億通風設備有限公司

集塵系統省電重點

袋式集塵器:氣布比的大小, 也會影響整體壓損

華億通風設備有限公司-脈衝式袋式集塵機計算

一般濾袋的表面風速建議公式爲 V=A x An x B x C x D x E x F x G x H

其中
- A: 由粉塵種類所定之基準值
- B: 用途校正值
- D: 含塵濃度校正值
- F: 容比重校正值
- H: 氣侯校正值
- An: 設備型式之係數
- C: 粒徑校正值
- E: 溫度校正值
- G: 氣流狀況校正值



A 各種粉塵之過濾速度基準值 (M/MIN)

粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值	粉塵種類	基準值
活性碳	2.5-2.5	磷酸二氫銨	3.0-3.5	灰（飛灰）	2.7-3.0	血粉	2.7-3.0
鹼性纖維素	3.0-3.5	硫酸銨	3.0-3.5	電木粉	3.6-4.0	鋼礦渣	1.8-2.3
杏仁	2.8-3.9	醋酐	2.0-2.5	硫酸鋁	1.5-2.1	骨粉	1.8-2.3
明礬	1.8-2.0	動物粉	1.8-2.4	大麥粉	2.3-3.0	硼砂	1.3-1.7
膨土	2.7-3.0	無煙煤	2.5-3.5	礦渣	1.8-2.3	石灰石泥灰岩	2.5-3.1
鋁	3.0-3.5	陶土	2.5-3.1	鋁礦砂	2.3-2.5	水泥熟料粉塵	2.0-2.4
氧化鋁	1.8-2.2	石棉	2.3-3.1	鼓風爐渣	1.8-2.3	水泥原料粉塵	3.0-3.4
陶瓷磨碎劑	1.5-2.1	粉筆	2.5-2.8	巧克力粉	3.3-3.6	水泥原料粉	2.5-3.0
陶瓷色素	2.2-2.9	粉筆灰	2.0-2.4	碳砂	1.4-1.7	水泥原／無研磨	2.0-2.4
靛實的板殼	3.6-3.8	智利硝石	1.3-1.8	黏土	2.3-2.8	水泥原／研磨	1.7-2.0
某窑粉入口槽	2.2-3.0	煤	2.3-2.8	黏土粉	1.8-3.2	水泥粉	2.4-3.0

以下計算爲本公司標準製品, 若有特殊規格要求, 請聯絡本公司另行計算

請輸入白色空格之後,按計算鈕,壓損會自動算出

過濾速度A	1 M/MIN	粉塵視比重F	0.8 g/M^3	計算	回主頁 列印
設備型式An	多支濾布	布管直徑	5 吋		
用途B	除塵集塵	布管長度	2.5 M	上升流速G	1.31 M/S
粒徑C	100 μ	氣侯校正H	熱帶氣侯	氣布比V	1.48 M/MIN
含塵濃度D	5 g/M^3	布管支數	25	處理風量	36.8 CMM
溫度E	40 ℃	逆洗間隔時間	60 秒	壓損	69.8 至 89.8 MMAQ

和前一頁的氣布比2.0來比較, 本頁使用氣布比1.0壓損可由108MMAQ降到70MMAQ. 差了35%

一般若以上頁方式, 含管損50MMAQ, 約需要 1.32KW

若以本頁來計算耗電約 1.0KW

省電率約32%

但本頁的設備成本略高. 可是長期使用, 價差都可在12-18個月回收

華億通風設備有限公司

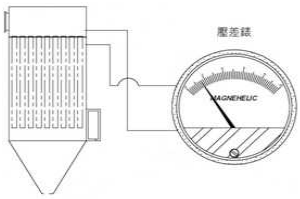
集塵系統省電重點

袋式集塵器:操作的壓損由下列因素所產生

1. 捕集風速 (壓降和風速的二次方成正比)
2. 濾袋的表面積塵量: 使用效果較好的高壓脈衝, 會使積塵量降低, 減低壓降.
3. 內部濕度的控制 : 有時因為頂部漏水, 或是高壓脈衝空氣管中的高壓空氣除濕效果不良, 造成, 濾袋表面潮濕, 使粉塵黏度變大, 壓降變高.
4. 使用濾袋長度較長時, 高壓脈衝對較低層的除塵效果不佳, 也會使整體壓降升高.

因爲每種處理粉塵所需的氣布比不同. 所以產生的壓降也會不同. 一般在新更換濾袋之後. 設備壓降約在 15-40mmAq 之間. (註: 若壓差錶設置在出入風口者. 壓降約在 40-65 mmAq 之間. 使用者應在初次使用時. 先測量此數據. (本公司有選配設備壓差錶. 可供客戶利用).

在使用中. 因爲有脈衝清洗. 設備的壓降不會升高太快. 若使用中. 壓力比初始安裝增加 75-80mmAq 時. 建議更換濾帶.



一般利用壓差計觀察使用狀態的壓降, 並做出正確的判斷, 即可達到良好的集塵效果, 又可避免電力的浪費.

其他的省電, 還要配合良好的管路設計及良好的捕集氣罩, 下頁有一些不良的現場狀況說明

華億通風設備有限公司

不良設計的活性碳顆粒吸附裝置

經常為了減少初期投資, 而使用面積不足的活性碳顆粒吸附裝置, 而產生過大的壓損, 增加電力成本

我們在設計活性碳填充塔時, 以面風速控制在0.1 ~ 0.5M/S為主, 以降低壓損. 而活性碳的通過厚度, 也有多為 10CM ~ 35CM為主. 厚度太厚, 壓損會過高.

而目前市售的設計, 很多業者為了降低成本, 把箱體做小, 面風速都在1.5 ~ 2.0m/s, 而產生3-4倍的壓損.

以一個良好設計, 壓損可控制在100-120mmaq之間, 而變成風速較大的設計, 壓損在300mmaq以上, 整個風機的耗電, 會在三倍左右, (若原本15kw可以做到的性能, 卻要使用到45kw. 這多餘的電力成本, 一年 30kw X 8000hr X 4 元 = 960000 元, 是一個很驚人的數字.

而加大箱體尺寸, 加大面積, 也加大了活性碳顆的容積量, 初期購入會增加成本, 例如我們加大一倍面積, 增加一倍的活性碳量. 但以空污而言. 一開始設置, 使用兩倍的活性碳容量, 則更換時間可以增加兩倍, 對一整年的使用量是沒有改變的, 只有在初期購置箱體的費用會增加. 但這個增加箱體的費用. 在未來風機耗電的減少量而言, 是可以在半年就回本的.

所以要設置正確的活性碳吸附箱, 就要能有效的減低壓力損失. 我們可以使用較體來精算, 以達到應有的吸附效果, 更換時間及估算壓力損失.

下頁是使用的應用軟體(華億自行開發)

華億通風設備有限公司

活性碳顆粒吸附裝置計算軟件



利用軟體試算的功能, 配置不同的活性碳使用量, 尺寸…等變數, 來達到業主希望的使用時間長度, 空污減低量及最低壓損, 以減少風機能耗.

華億通風設備有限公司