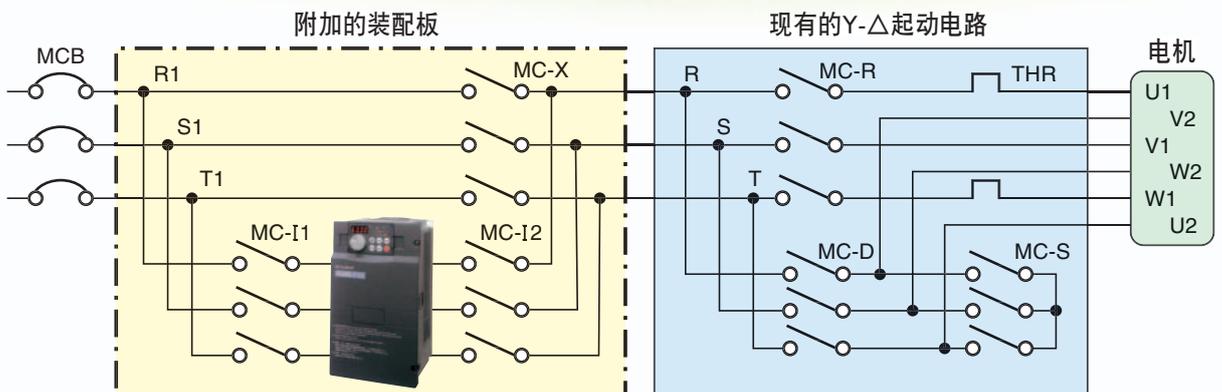
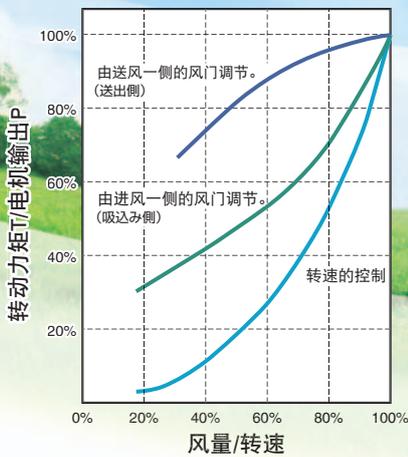


风机/水泵等设备使用变频器后的节能效果
 インバータ導入によるファン・ポンプ設備の省エネルギー

建议使用变频器节省能源

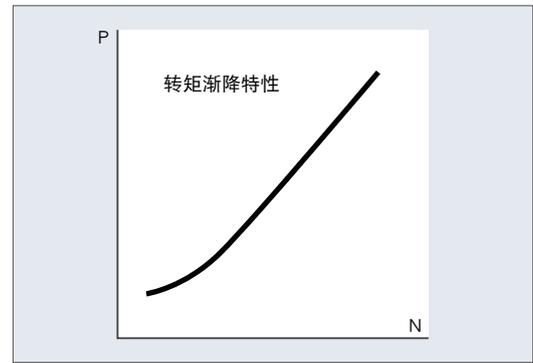
インバータによる省エネルギー提案

MITSUBISHI 变频器 FR-F/D/E 700



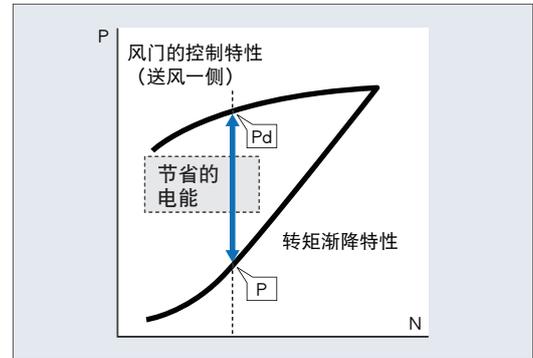
1. 风机或水泵的特性

- 空气或水的体积流量与转速（频率）成正比。
：($Q \propto N$)
- 气压 T 与水头 H
：与转速 N 的平方成正比 ($T \propto H \propto N^2$)。
- 电机输出 P ： $P = K1 \times Q \times T$ 或 H [kW]。
- 电机功率 P ：与转速 N 的立方成正比 ($P \propto N^3$)。
∴ $P = K3 \times N^3$ [kW]
- 风机或水泵的负载特性：转矩渐降负载
—— 右图



2. 风机或水泵的节能要点

- 由于风机和水泵均采用市电供电，为了使电机的转速恒定，常用的方式是调整（控制）空气或水的体积流量。
- 然而，即使该体系通过所配置的风门或阀门降低了体积流量损耗，电机的轴功率也无法获得预期的下降。
- 为了解决这种情况，可以通过使用变频器来调节电机的转速。通过控制电机的转速，可以调节体积流量。
- 由于电机的输出 P 随转速的立方而下降，假如采用此种方法，可以预期获得极大的节能效果。
- 节省的电能： $P_s = P_d - P$ [kW]



3. 节能效果示例（在日本国内使用风机的情况下）

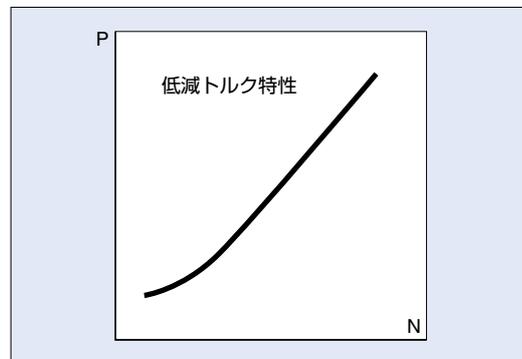
设备的额定规格	● 额定流量：1300[m ³ /min] ● 电机额定输出 P_r ：132[kW]
改造前	改造后
<ul style="list-style-type: none"> ● 用风门调节空气流量。 ：实际的空气体积流量 ：800[m³/min] ● 转速比 = 实际值 / 额定值 ：800/1300 = 0.615 ：61.5[%] ● 电机的实际功率：100[kW] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 风门全开（100[%]），导入变频器控制，空气流量通过风机电机的转速调节。 ● 输出频率与实际的空气体积流量相对应。 ：额定频率 × 转速比 = 60[Hz] × 61.5[%] = 37[Hz] ● 电机的实际输出P。 ：电机的实际功率 × (转速比)³ = ：132[kW] × (0.615)³ = 30.8[kW] ● 考虑到变频器的损耗[约为10[%]]，使用变频器控制时的输出P_i为： $P \times 1.1 = 30.8[kW] \times 1.1 = 33.8[kW]$ ● 风机节省的功率P_s为：$P_r - P_i$：100[kW] - 33.8[kW] = 66.1[kW]
改造的效果	改造投入的成本
<ul style="list-style-type: none"> ● 每年节省的电能（运行条件：12小时/天、300天/年） ：66.1[kW] × 12小时 × 300天 = 237,960[kWh] ● 每年节省的电费（电价 = 13[日元/kWh]） ：237,960[kWh] × 13[日元/kWh] = 3,093,480日元 ● 实施改造需投入的成本 ：变频单元以及变频器装配板的安装费用 = 4,080,000日元 ● 投资效益：可在1.3年内收回投资。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 变频器及选用的其他设备 ● 控制板的制造/装配 ● 现有控制板的改进 （主电路/控制电路/PLC编程） ● 电气工程：接线工程

● 确认要点

- (1) 空气/水的流量是否可控？
 - 以实际体系进行校核——假如气道/水管的阻力很大，且风门/阀门处于全开（100[%]）状态，则为不可控。
- (2) 电机的额定电流（ I_m ）与实际的负载电流（ I_r ）相比较，是否拥有一定的裕度（约为10[%]）？
 - 确认电机的额定值铭牌和测得的电流值。—— (I_r) < 0.9 × (I_m)
- (3) 变频器的额定电流（ I_{inv} ）是否大于 110[%] × 电机的额定电流（ I_m ）？
 - 确认电机的额定值铭牌和产品目录。—— (I_{inv}) > 1.1 × (I_m)
- (4) 风机/水泵是否具有与节能相适应的转矩渐降特性？
 - 确认风机/水泵的制造商。

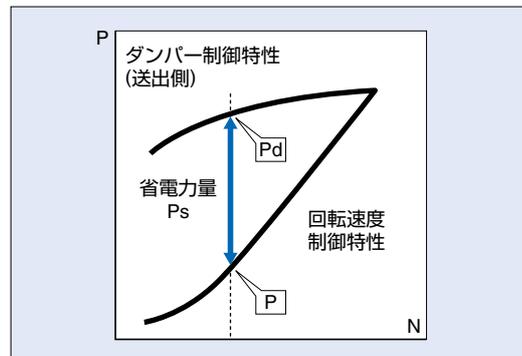
1. ファン・ポンプの特性

- 気体や液体の流量は回転速度(周波数)に比例 ($Q \propto N$)
- 気体の風圧 T や液体の揚力 H ：回転速度 N の2乗に比例 ($T \propto H \propto N^2$)
- モータ出力 P ： $P = K1 \times Q \times T$ or H [kW]
- モータ軸動力 P ：回転速度 N の3乗に比例 ($P \propto N^3$)
 $\therefore P = K3 \times N^3$ [kW]
- ファン・ポンプの負荷特性：低減トルク負荷 ————— 右図



2. ファン・ポンプの省エネルギーのポイント

- ファン・ポンプの商用電源の運転においては、モータを一定の速度で運転するため、気体や液体の流量をダンパーやバルブで調節(制御)する方式を一般的に採用しています。
- しかしながら、この方式は、流量を下げてもダンパーやバルブでの損失が発生し、モータ軸動力 P_d の低減が余り期待できません。
- 一方、モータをインバータで駆動して回転速度を変化させて、流量を調節する回転速度制御方式があります。
- この方法を採用すれば、モータ出力 P は回転速度の3乗に従って低減するので、大幅な省エネルギーを図ることができます。
- 省電力量 $P_s = P_d - P$ [kW]



3. 省エネルギーの効果の実例 (ファンの場合、日本における事例)

設備の定格仕様		● 定格風量：1300 [m³/min] ● モータ定格出力 P_r ：132 [kW]
対策前	対策後	
<ul style="list-style-type: none"> ● ダンパーで風量を調節した。 ：実際の風量 ：800 [m³/min] ● 回転数比 = 実際の風量 / 定格風量 ：800 / 1300 = 0.615 ：61.5 [%] ● モータ実出力：100 [kW] 	<ul style="list-style-type: none"> ● ダンパーを全開(100 [%])にして、インバータ制御を導入し、風量の調節をファンの回転数で行った。 ● 実際の風量に対応した出力周波数 ：定格周波数 × 回転数比 = 60 [Hz] × 61.5 [%] = 37 [Hz] ● モータの実出力P ：定格出力 × (回転数比)³ = ：132 [kW] × (0.615)³ = 30.8 [kW] ● インバータの損失を約10 [%]と考えると、インバータ制御時の出力P_iは、 ：$P \times 1.1 = 30.8$ [kW] × 1.1 = 33.8 [kW] ● 改善したファンの電力P_s：$P_r - P_i$：100 [kW] - 33.8 [kW] = 66.1 [kW] 	
改善効果	対策投資費用	
<ul style="list-style-type: none"> ● 年間の削減電力量 (運転条件: 1日12 時間、年間300日稼働する) ：66.1 [kW] × 12時間 × 300日 = 237,960 [kWh] ● 年間の削減電気料金 (単位電気料金 = 13 [円/kWh]とすると) ：237,960 [kWh] × 13 [円/kWh] = ¥3,093,480 - ● 対策投資：インバータ盤費用 + 電気工事費 = ¥4,080,000 - ● 投資効果：1.3年で回収可能 	<ul style="list-style-type: none"> ● インバータ及びオプション機器 ● 制御盤の製作 / 据付 ● 既存制御盤の改造 (主回路 / 制御回路 / PLCプログラミング) ● 電気工事：配線工事 	

● 確認事項

- (1) 流量は制御されているか。
 - 実機で確認する。—— エアードクト/配管の抵抗が大きく、ダンパ/バルブ開度が100 [%]の場合は制御できない。
- (2) 実負荷電流(I_r)に比べモータ定格電流(I_m)は余裕(約10 [%])を有しているか。
 - モータ定格名板と実測電流値を確認する。—— ($I_r < 0.9 \times I_m$)
- (3) インバータの定格電流(I_{inv}) > = モータの定格電流(I_m)の110 [%]以上?
 - モータ定格名板 / カタログで確認する。—— ($I_{inv} > 1.1 \times I_m$)
- (4) ファン/ポンプは省エネルギーに適した低減トルク特性を有しているか?
 - ファン/ポンプのメーカーに確認する。

节能评估报告（风机/水泵）
省エネルギー予測検討書（ファン/ポンプ設備）

■ 以Excel形式提供该报告。

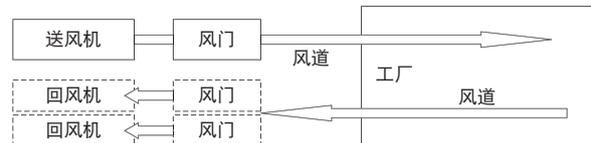
ファン・ポンプの省エネルギー計算書
风机/水泵的降低能耗计算报告

数值入力部：数据输入部分
計画値 / 設計値：计划值与设计值
実測値 / 見積値：实测值与估算值

設備名 设备名称：

実施手順 計算程序	項目 項目	計算式 计算公式	計算事例：計算示例 用途：風量の制御		計算書：計算結果 Use 1:	
			送风机			
1.設備定格の把握 了解设备的 额定值	定格風量：额定体积风量	$Q_r(\text{m}^3/\text{h})$	1300.0			
	同上 台数：同上 台数	n	1.0			
	同上 合計：同上 合計	$Q_t(\text{m}^3/\text{h}) = Q_r \times n$	1300.0			
	モータ定格出力：电机的额定输出	$P(\text{kW})$	132.0			
	同上 台数：同上 台数	m	1.0			
	同上 合計：同上 合計	$P_t(\text{kW}) = P \times m$	132.0			
	定格電圧：额定电压	$V(\text{V})$	400.0			
	定格電流：额定电流	$I(\text{A}) = P \times 1000 / (\text{Root}3 \times V \times \text{COS}\phi)$	228.0			
	周波数：频率	$f(\text{Hz})$	50.0			
	極数：极数	Pole	4.0			
	定格回転数：额定转速	$N_s(\text{rpm}) = 120 f / \text{Pole}$	1500.0			
力率：功率因数	$\text{COS}\phi(\%) = P / (\text{Root}3 \times V \times I)$	83.7				
2.設備の実値把握 了解设备的 实测值	実風量：实际体积风量 <測定値> 測定値	$Q(\text{m}^3/\text{h})$	800.0			
	実風量比：实际体积风量比 <測定値> 測定値	$W(\%) = (Q / Q_t) \times 100$	61.5			
	実電圧：实际电压 <測定値> 測定値	$V_r(\text{V})$	400.0			
	実電流：实际电流 <測定値> 測定値	$I_r(\text{A})$	172.7			
	実回転数：实际转速 <測定値> 測定値	$N_r(\text{rpm})$	1450.0			
	モータ実出力：电机的实时输出	$P_r(\text{kW}) = \text{Root}3 \times V_r \times I_r \times \text{COS}\phi / 1000$	100.0			
	同上 合計出力：同上 总输出	$P_{rt}(\text{kW}) = P_r \times m$	100.0			
	低減周波数：下降后的频率	$f_a(\text{Hz}) = f \times W / 100$	36.9			
	INV 制御時出力：受控输出	$P_{ic}(\text{kW}) = P_t \times (W / 100)$ 3rd power	30.8			
	INV 損失考慮時の出力：实际受控输出	$P_i(\text{kW}) = P_{ic} \times (1.1)$	33.8			
同上 合計出力：同上 总输出	$P_{it}(\text{kW}) = P_i \times m$	33.8				
省電力：节省的电能	$P_s(\text{kW}) = P_{rt} - P_{it}$	66.1				
3.省エネルギー予測 预期节能效果	1日の稼働時間：运行的小时数 / 天	Hour / (a day)	12.0			
	年間の稼働日数：运行的天数 / 年	Days	300.0			
	年間省電力量：节省的电能 / 年	$P_y(\text{kWh}) = P_s \times \text{Hour} \times \text{Days}$	238125.8			
	合計省電力量：合计节省的电能	$P_y(\text{kWh})$			238125.8	
	電力料金単価：单位电价	$P_u(\text{¥}/\text{kWh})$			13.0	
	年間省電力費用：节省的电费 / 年	$M_S(\text{¥}) = P_y \times P_u$			3095636.0	
	4.投資効果の把握 了解投资效益	インバータ盤費用：变频器装配板的成本	$C_1(\text{¥})$	3708000.0		
電気工事 / 現地調整費用： 电气工程 / 现场调整的费用	$C_2(\text{¥})$	300000.0				
設備投資額：投资总额	$M(\text{¥}) = C_1 + C_2$	4008000.0				
回収期間：收回投资的期限	$Y = M / M_s$	1.3				

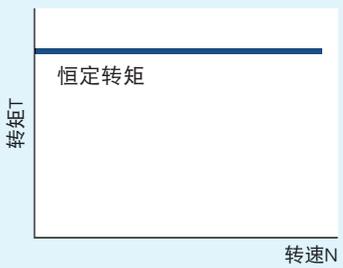
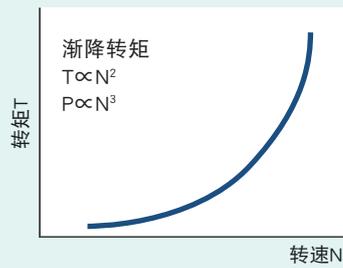
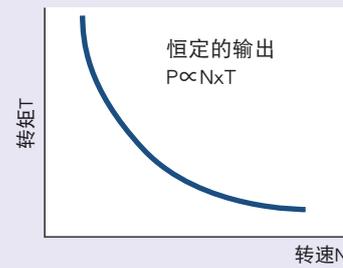
(1)計算事例説明：计算示例的说明
(a)システム構成：系统的配置



■ 在必要的情况下，本公司可以对贵公司编制的报告进行评估。
作成はお客様にてできるようにしておりますが、必要に応じ弊社にてチェック致します。

■ 本公司亦可提供现场调研与报告编制等服务。
また、弊社においても現地調査 / シート作成を協力できます。

负载特性与三菱电机的变频器 <FR-A/F/D/E700>

负载特性	① 恒定转矩 定トルク	② 渐降转矩 低減トルク	③ 恒定输出 定出力
用途	起重机/电动葫芦/升降装置 电梯/转动平台 传送装置/电动车/设备的电动工具	风机/水泵	绞车/绕线机 展卷机 (POR) /卷取机
特征	与速度无关, 转矩始终保持恒定。	负载转矩T与转速N的平方成正比。	转矩T和转速N呈反比例相关, 从而使产品的输出值恒定不变。
	在载荷涉及垂直运动或存在摩擦阻力的情况下, 转矩T始终保持恒定, 与速度V无关。 ● $V \propto N$ ● 电机输出 $P \propto N \times T$	风机的气压H或水泵的功率H与转速N的平方成正比。 ● $T \propto H \propto V^2 \propto N^2$ ● 电机输出 $P \propto N \times T \propto N^3$	在缠绕机、卷取机的情况下, 当在张力S恒定不变的条件下以速度V运行时, 卷轴的输出 $V \times S$ 也恒定不变。 ● $V \propto N$ 、 $S \propto T$ ● 电机输出 $P \propto V \times S \propto N \times T$
转速/ 转矩的特性曲线			
可供选用的装置	● FR-A700 (0.4-500[kW]) ● FR-D700 (0.1-15[kW]) ● FR-E700 (0.1-15[kW])	● FR-F700 (0.75-560[kW]) ● FR-D700 (0.1-15[kW]) ● FR-E700 (0.1-15[kW])	● FR-A700 (0.4-500[kW]) (矢量变频器)
	● 亦可用于渐降转矩负载的控制。	● 亦可用于恒定转矩负载的控制。	● 需要配备用于矢量控制的电机。
导入使用的目的	较高的效率 轻型负载时的节能	风机/水泵设备的节能	高度先进/精准的控制
● 三菱电机FA设备主页: 参见MELFANS网站。 http://wwwf2.mitsubishielectric.co.jp/melfansweb/			

联系方式

公司名称	地址	TEL / FAX
上海总公司	上海市长宁区广顺路33号3幢1层南间101室	TEL +86-21-3133-1700 FAX +86-21-3133-1701
苏州分公司	江苏省苏州市工业园翠园路181号商旅大厦6栋1612室	TEL +86-512-6279-2501 FAX +86-512-6279-2509
深圳分公司	深圳市深南中路1019号万德大厦1502室	TEL +86-755-8980-0020 FAX +86-755-2591-1153

SEI 摄阳自动化贸易(上海)有限公司

1-29, MINAMIMORIMACHI 2-CHOME E KITA-KU, OSAKA 530-0054 JAPAN
TEL +81-6-6130-0152 / FAX +81-6-6130-0157

负责单位

2009年9月作成