

使用手册 05/2003



micromaster 430

风机水泵负载专用变频器



SIEMENS

西门子工业风机&水泵及暖通空调专用型变频器

众所周知，电力负载中风机和泵类负载的用电量约占总用电量的 60%~70%。向这类负载供电的突出矛盾表现在：电网负荷率偏低，电力系统峰谷差很大，高峰电力往往严重不足。因此，风机和泵类的节能问题就显得尤为重要，也一直是国家关注的重点。为了提高能源的利用率，西门子公司根据不同应用环境 and 应用特点，推出专用型变频器：工业风机&泵类负载和楼宇暖通空调专用型系列具有 153 年悠久历史的德国西门子（SIEMENS）公司作为变频调速技术，尤其是矢量控制技术的发明者和领先者，开发和生产变频器已有近 30 年历史。在全世界以及中国，无论是冶金、水泥、机械等重工业，或者是在纺织化纤、食品饮料、楼宇建筑等其他行业，西门子变频调速技术都得到了广泛应用。最近几年来，西门子公司又在工业风机&泵类负载及楼宇暖通空调变频节能方面，作了许多工作，从而达到了降低电耗，改善设备运行性能，保证设备经济运行的目的。

MicroMaster430 变频器的设计具有高效率和准确控制，安装灵活等特点。它除了具有第四代变频器的特点以外，还具有应用于风机和泵类的硬件和软件特征，尤其适合用于风机和水泵负载的控制。使用此种型号的变频器可以节约能源消耗，降低运行噪声，对环境起到很好的保护作用。

西门子公司除了 MicroMaster430 系列产品外，西门子公司还可以提供高防护等级的 SED-2 系列产品，其防护等级可达到 IP54，另外 SED-2 系列变频器还可以提供 P1、N2、Lonworks 等楼宇专用通讯接口，可以方便地与楼宇控制系统集成。在需要高防护等级 IP54 及楼宇专用通讯的情况下，可以选择 SED-2 系列变频器。

西门子(中国)有限公司
自动化与驱动集团
标准传动部

2003 年 5 月

1 西门子变频器的产品介绍

1.1 工业风机和泵类专用型变频器 MicroMaster 430 的技术数据

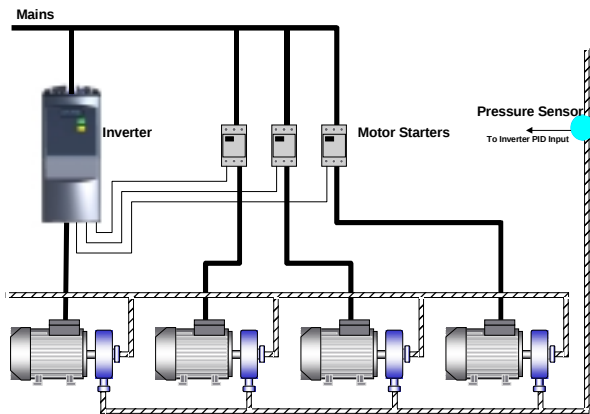
1.1.1 MicroMaster 430 的技术数据如下表所示:

功率范围	7.5kW ~ 250kW
电源电压	380V ~ 480V±10%，三相交流
输入频率	47 Hz ~ 63 Hz
输出频率	0 Hz ~ 650 Hz
功率因数	0.98
过载能力	140%，3s/ 间隔时间 300s, 110%，60s/ 间隔时间 300s
控制方式	• 线性 V/F 控制 • 平方 V/F 控制 • 多点 V/F 控制 • 磁通电流控制(FCC) • 节能控制
脉冲调制频率	2kHz ~ 16kHz, 标准设置: 4kHz
固定频率	15 个, 可编程
跳转频率	4 个, 可编程
设定值的分辨率	• 01Hz 数字输入 • 01Hz 串行通讯输入 • 10 位二进制的模拟输入
数字输入	6 个 DI, 可编程, 带电位隔离, 可 PNP/NPN 型接线
模拟输入	2 个, 可编程 • 0-10V, 0-20mA, -10V-10V(AIN1) • 0-10V, 0-20mA(AIN2) • 两个模拟输入可以作为第 7 和第 8 个数字输入
继电器输出	3 个, 可编程, 30VDC/5A(电阻性负载), 250VAC/2A(电感性负载)
模拟输出	2 个, 可编程(0/4mA-20mA)
串行接口	RS485, RS232
电动机电缆长度	不带输出电抗器 • 最大 50m(带屏蔽) • 最大 100m(不带屏蔽) 带输出电抗器 • 最大 200m(带屏蔽) • 最大 300m(不带屏蔽)
电磁兼容性	• 符合 EN55011 标准 • 符合 IEC60 801-3 标准 • 符合 EN610004-3 标准

制动方式	直流注入制动, 复合制动
防护等级	IP20
保护特征	• 欠电压 • 过电压 • 过负载 • 接地 • 短路

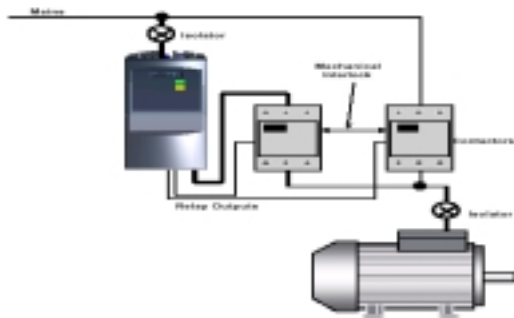
	- 防止电机失步 - 电动机闭锁 - 电动机过热 - 变频器过热 - 参数 PIN 编号保护
丰富可选件	- BOP-2 操作面板 - PROFIBUS 通讯模板 - DEVICENET 通讯模板 - PC 至变频器的连接件 - A,B 级 EMC 滤波器,变频器可以带内置 A 级滤波器 - 交流进线电抗器 - 输出电抗器 - 密封盖板 - 软件调试工具

1.1.2 MicroMaster430 从软件特点上可以满足风机和泵类的应用需求



电动机的循环起动控制

- 在 PID 控制信号作用下，最多可以控制三台辅助电动机
- 各台辅助电动机可以通过接触器或电动机起动器投入或退出运行，接触器和电动机起动器的接通和断开由变频器的继电器的输出接点进行控制
- 这一功能可广泛应用于风机和供水系统的控制



旁路:

- 允许电动机实现变频和工频运行的转换。

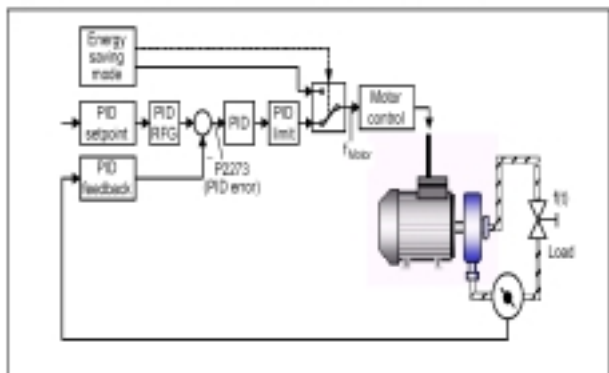
功能:

- 通过继电器输出接点控制两个机械上互相联锁的接触器。
- 旁路电路: 可以通过变频器控制电动机, 或不通过变频器而直接由电源向电动机供电, 变频器负责接触器间的切换。

运行切换方式:

- 当变频器有故障时切换
- 由数字输入信号触发切换
- 由变频器的频率信号触发切换

Energy saving mode to switch off the motor when it is in idle mode

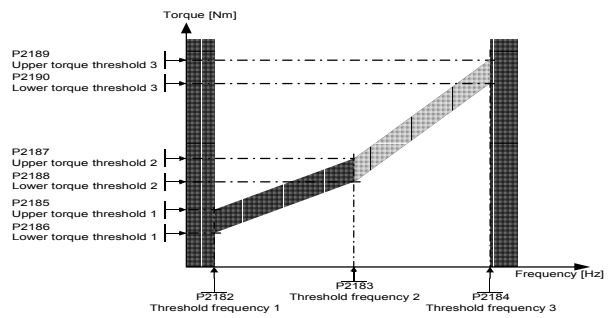


节能控制

- 在无负载的情况下, 可以断开电动机的运行

功能

- 扩展 PID 控制器的功能, 电机可以以最小频率运行, 然后断开电机如果达到重新启动频率, 电机将自动再启动



断带检测:

- 用于检测传动部分的机械故障, 例如皮带断裂, 水泵缺水运行等

功能:

- 变频器通过对输出转矩的变化范围进行监控, 可识别变频器是否处于欠负载或过负载运行

除具有风机和泵类负载应用的软件特点外，MicroMaster430 变频器还在软件方面具有下列功能，来满足不同用户的特殊需求：

- **BiCo(二进制互联连接)功能：**可以实现用户端口的自定义功能，满足用户的特殊功能需求。
- **自由功能块，**可简便地实现逻辑编程功能(加、减、乘、除、比较、与、或、取反、异或、定时器(脉冲发生器)、触发器等)。
- **与管理系统的通讯：**内置 **RS485** 接口可以方便地与上位控制系统进行通讯，以满足将来实现系统升级和自动化控制的需要，同时备有支持多种通讯协议的通讯模块

1.2 楼宇暖通空调专用变频器 SED-2 的技术数据

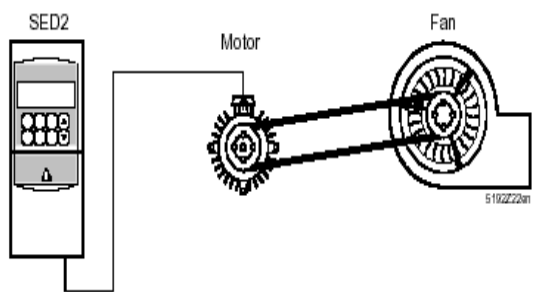
1.2.1 SED-2 变频器的技术数据如下表所示：

功率范围	0.37kW~90kW
电源电压	3AC 200V~240±10%, 3AC 380V~480V±10% 3AC 500V~600V±10%
输入频率	47 Hz ~ 63 Hz
输出频率	0 Hz ~ 650 Hz
功率因数	≥0.9
过载能力	110%，60s/ 间隔时间 300s
控制方式	• 线性 V/F 控制 • 平方 V/F 控制 • 多点 V/F 控制 • FCC 控制
脉冲调制频率	2kHz ~ 16kHz
固定频率	15 个，可编程
跳转频率	4 个，可编程
数字输入	6 个 DI，可编程,带电位隔离，可 PNP/NPN 型接线
模拟输入	2 个可编程 0-10V，2-10V，0-20mA，4-20mA，LG-Ni1000 温度传感器检测信号
继电器输出	2 个，可编程，30VDC/5A(电阻性负载)，250VAC/2A(电感性负载)
模拟输出	2 个，可编程(0/4mA-20mA)
串行接口	RS485: P1(SBT)，N2，Siemens USS
标准	EN 61800-3, UL, cUL, CE, C-Tick
CE	低压标准 73/23/EEC; EMC 标准 89/336/EEC
防护等级	IP20/IP54

保护特征	• 欠电压 • 过电压 • 过负载 • 接地 • 短路 • 防止电机失步
------	---

	• 电动机闭锁 • 电动机过热 • 变频器过热
丰富可选件	• AOP 操作面板 • LON 网络通讯模板 • B 级滤波器 • PC 至变频器的连接件 • 密封盖板 • 软件调试工具

1.2.2 SED-2 的软件特点:

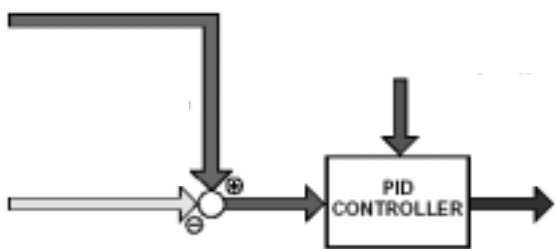


断带检测:

- 用于检测传动部分的机械故障，例如皮带断裂，水泵缺水运行等

功能:

- 变频器通过对输出转矩的变化范围进行监控，可识别变频器是否处于欠负载或过负载运行

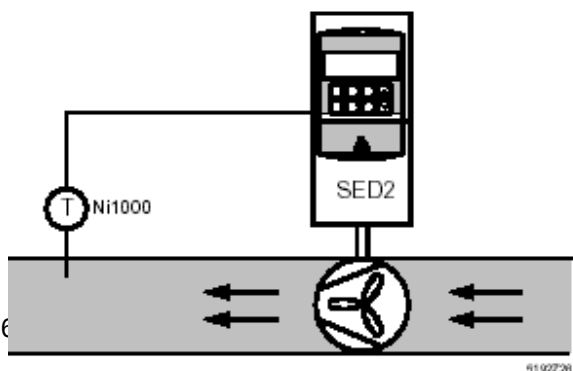


节能控制

- 在无负载的情况下，可以断开电动机的运行

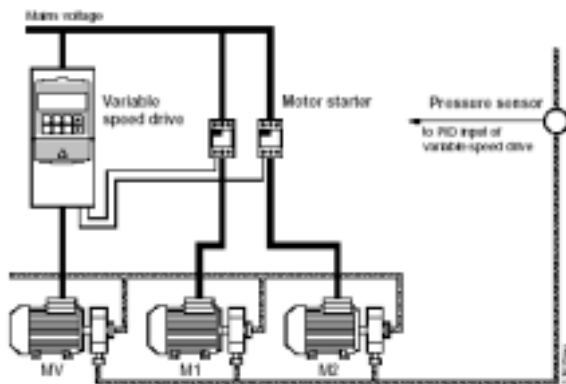
功能

- 扩展 PID 控制器的功能，电机可以以最小频率运行，然后断开电机
- 如果达到重新启动频率,电机将自动再启动



Ni 1000 传感器的温度控制

- SED-2 可以直接接收 Ni1000 传感器的信号来测量温度
- 信号可以根据实际需求进行比例调节



电动机的循环起动控制

- 在 PID 控制信号作用下，最多可以控制两台辅助电动机
- 各台辅助电动机可以通过接触器或电动机起动器投入或退出运行，接触器和电动机起动器的接通和断开由变频器的继电器的输出接点进行控制

这一功能可广泛应用于风机和供水系统的控制

2 风机和泵类负载的工作原理及节能

由于工业企业生产设备的传动电动机大部分是交流异步电动机，其耗电量约占企业全部电耗的65%左右；尤其是风机和泵类负载，其能源利用率和功率因数都比较低，严重制约着企业经济效益的提高这类设备的节电问题已变得越来越重要和迫切。这一问题的解决，必须尽快提到议事日

程上来。下面我们就从风机和泵类负载的工作原理来进行分析，说明为什么使用西门子专用变频器后能够取得显著的经济效益，给企业带来新的经济增长点。

2.1 风机的基本特性及调速节能的原理

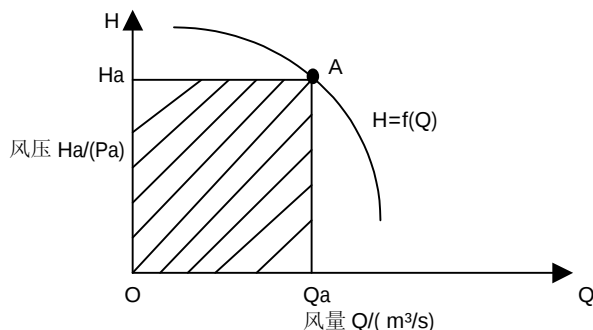
2.1.1 风机的基本参数和特性曲线

风机在工作过程中的基本参数

- 风量 Q 表示单位时间内流过风机的空气体积，其单位为 m^3/s ， m^3/min 或 m^3/h
- 风压 H 表示当空气流过风机时，风机给予空气的总压力。它是由静风压 H_s 和动风压 H_d 组成，其单位为 Pa 或 Mpa 。总压力的公式为： $H=H_s+H_d$
- 轴功率 P_s 为风机工作时有效的总功率，其单位为 kw ，计算公式： $P_s = QH/1000$ 。如果风机的风压是以有效静风压 H_s 表示时，则轴功率为： $P_s = QH_s/1000$
- 效率 η ：风机轴上的功率因有部分损失而不能全部传递给空气，它是评价风机工作优劣的主要指标之一
- 电动机功率 $P_m = QH/(1000 * \eta_c * \eta_d)$ ，其中 η_c 为传动机构的效率，直接传动时 $\eta_c = 1.0$
- 总效率 $\eta = \eta_c * \eta_d$

2.1.2 风机的工作特性

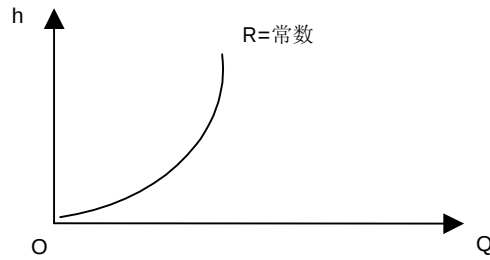
风机的工作特性可以由 H - Q 曲线来表述， H - Q 曲线是表示转速恒定时，风压 H 与风量 Q 之间的特性关系，如图所示：



图中，A 点为风机的运行工作点。 H_a 和 Q_a 分别为在 A 点运行时的风压和风量。

2.1.3 管网的风阻特性

管网的风阻特性表示，当管网的阻力 R 保持不变时，管网的通风阻力 h 与风量 Q 之间的关系特性，可如图所示，其特性由 $h = RQ^2$ 来决定



2.1.4 风机的节能方法及节能原理

风机在工作过程中的功耗

风机在工作过程中的功耗有:

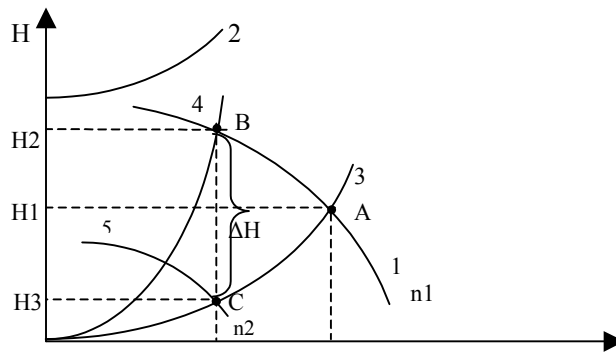
- 电动机的轴功率
- 线路的损耗
- 控制装置的损耗
- 机械损耗

风机的基本节能方法

- 减少运行时间
- 采用高效率的风机和设备
- 满足同样风量的情况下减少通风管网的空气阻力

风机调速节能的原理

与传统的采用调节风门的方式调节风量相比，调节转速来控制风量的方法有着明显的节能效果，其原理可由下图来说明。



图中，曲线 1 为风机在恒速 n_1 下的风压-风量($H-Q$)特性曲线；曲线 2 为恒速 n_2 下的功率-风量($Ps-Q$)特性曲线；曲线 3 为管网的风阻特性(风门全开)。

假设风机在设计时工作在 A 点，效率最高，此时输出风量 Q 为 100%，轴功率为 Ps_1 ，与 Q_1 和 H_1 的乘积成正比，即 Ps_1 与 $A-H_1-O-Q_1-A$ 所包围的面积成正比。

当需要调节风量时，例如所需风量从 100%减小到额定风量的 50%，即从 Q_1 减少到 Q_2 时，如果采用调节风门的方法来调节风量，使管网的风阻曲线由曲线 3 变为曲线 4。

即减少风门开度增加了管网阻力，此时系统的工作点由原来的 A 点移至 B 点，可以看出，风量虽然降低了，但风压增加了，轴功率 Ps_2 与 $B-H_2-O-Q_2-B$ 成正比，它与 Ps_1 相比，减少不多。

如果采用调节转速来调节风量的方法，风机转速由原来的 n_1 降到 n_2 。根据风机参数的比例定律，可以画出在恒速 n_2 下的风压-风量(H-Q)特性曲线 5，风机工作在 C 点。

由图可见，在满足同样风量 Q_2 的情况下，风压将大幅度降低到 H_3 ，轴功率 Ps_2 也明显降低。所节约的功率与面积 $A-H_1-O-Q_1-A$ 和 $C-H_3-O-Q_2-C$ 之差成正比。由此可见，用调速的方法来减少风量的经济效益是十分显著的。

由流体力学可知，风量 Q 与转速 n 的一次方成正比，风压 H 与转速 n 的平方成正比，轴功率 Ps 与转速 n 的立方成正比，即：

$$Q \propto n$$

$$H \propto n^2$$

$$Ps \propto n^3$$

当所需要的风量减少，风机转速降低时，其轴功率按转速的三次方下降。如所需风量为额定风量的 80%，则转速也下降为额定转速的 80%，那么，风机的轴功率将下降为额定功率的 51.2%；当所需要风量为额定风量的 50%时，风机的轴功率将下降为其额定功率的 12.5%。当然，转速降低时，效率也会有所降低，同时还应考虑控制装置的附加损耗等影响。

2.2 水泵的基本特性及调速节能原理

2.2.1 泵水系统的工作特性

泵水管路的阻力特性

装置的扬程 H_c 与管路的流量 Q 的关系 $H_c = f(Q)$ ，称为管路的阻力特性。其表达式为：

$$H_c = H_z + (P_1 - P_2) / k + kQ^2$$

式中：

H_c 为装置的扬程，

H_z 为泵水的水位高度

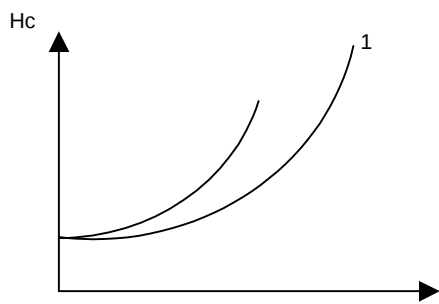
P_1 为水泵的吸入压力，

P_2 为水泵的泵出压力

为阻力系数

k 为常数

由管路的阻力特性公式，可得出下列曲线：

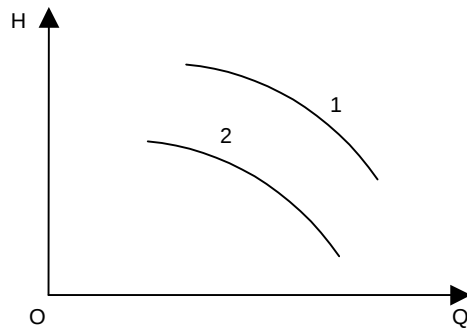


如果关小管路内的阀门，增大了管路的阻力，则管路阻力特性曲线将由 1 变为 2。

泵的扬程特性

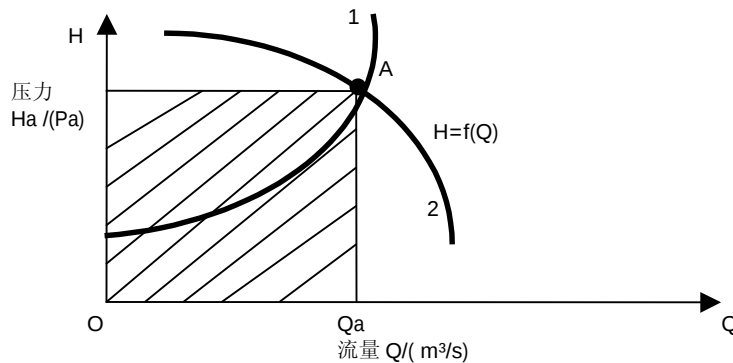
在泵的轴功率一定的前提下，扬程 H_c 与流量 Q 之间的关系 $H_c = f(Q)$ ，称为扬程特性。

如图中曲线 1 所示，如果降低泵的转速，则扬程特性将变为曲线 2。



供水系统的工作点与功率

供水系统的工作过程是水泵克服管网阻力而向用户供水的过程。如图所示：



曲线 1 是管路的阻力特性，曲线 2 是泵的扬程特性，两者的交点 A 就是供水系统的工作点。泵的轴功率 P 可由下式求得：

$$P = 10^{-3} \cdot \frac{QH}{\eta} \quad (\text{kW})$$

式中： ρ 为液体的密度(kg/m^3)

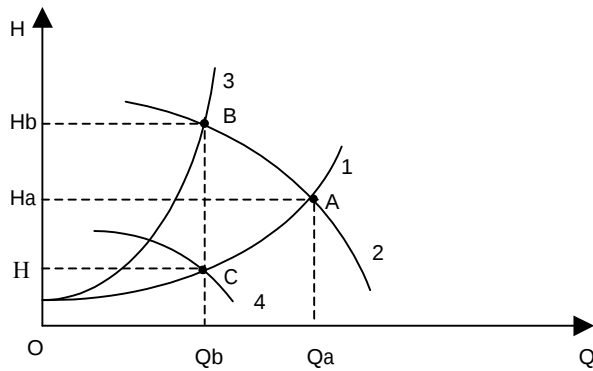
Q 为流量(m^3/s)

H 为全扬程
 η_p 为泵的效率
 η_c 为传动装置的效率

由此可见，轴功率与扬程 H 和流量 Q 的乘积成正比，因此其大小与阴影部分的面积成正比。

2.2.2 两种调节流量的方法及其比较

调节流量的方法



图中曲线 1 是阀门全部打开时，供水系统的阻力特性；曲线 2 是额定转速时泵的扬程特性。此时，供水系统的工作点为 A，流量为 Q_a ，扬程为 H_a ；电动机的轴功率与面积 $O-Q_a-A-H_a-O$ 成正比。如果要使流量减少为 Q_b ，主要的调节方法有两种：

- 传统的方法是电动机(和水泵)的转速保持不变，将阀门关小，这时，阻力特性如曲线 3 所示，工作点移至 B 点：流量为 Q_b ，扬程为 H_b ，电动机的轴功率与面积 $O-Q_b-B-H_b-O$ 成正比。
- 阀门的开度不变，降低电动机(和水泵)的转速，这时扬程特性曲线如曲线 4 所示，工作点移至 C 点，流量仍为 Q_b ，但扬程为 H_c ，电动机的轴功率与面积 $O-Q_b-C-H_c-O$ 成正比。

两种调节流量方法的比较

水泵在改变转速时，其内部几何尺寸并没有改变，根据水泵的相似原理可知：当速度变化时，流量与转速成正比，扬程与转速的平方成正比，轴功率与转速的立方成正比。从这一比例定律关系可见：同一台泵在转速变化时，泵的主要性能参数将按上述比例定律变化，并且在变化过程中保持效率基本不变。由此可见，采用调节转速的方法来调节流量，电动机所取用的功率将大为减少，因而是一种能够显著节约能源的好方法。

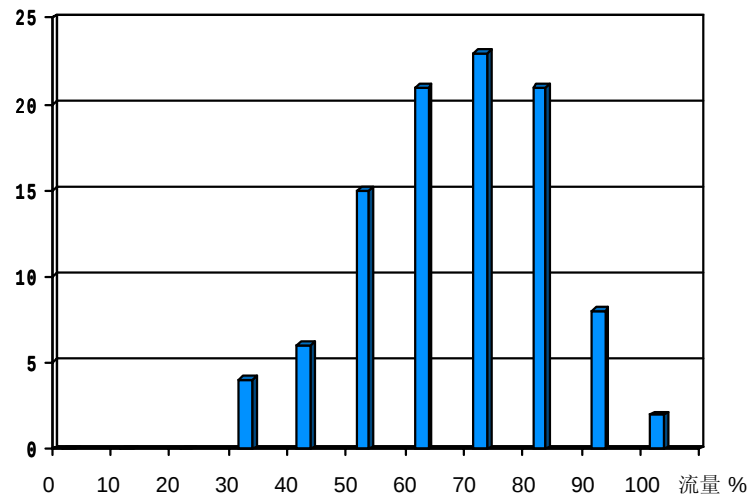
2.3 风机和水泵的节能

据统计，全国工业总用电量的三分之一用于风机，水泵和压缩机之类的电气传动装置。这类机械的传统控制方法是采用恒速交流电动机驱动，同时用闸阀、挡板、放空、回流等办法实现流量的调节。这样的系统存在许多问题，例如：

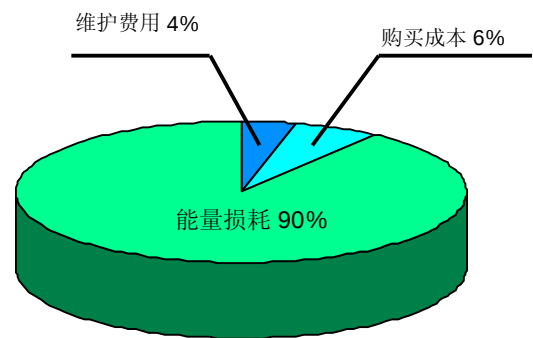
- 设备易于老化，使用寿命短
- 为了留有裕量，通常都采用过容设计，使装备在低负荷下运转，设备的利用率低
- 大多数应用场合都使用挡板和闸流阀调整流量，运行效率低
- 维护工作量大
- 管理不方便，难于实现系统的集成和自动化

由于上述问题的存在造成电能损耗大等诸多问题。这是因为风机和泵类负载在满负荷情况下运行的时间较少，大部分时间运行在总负荷的 60%~80%之间(如下图所示)。因此，采用电动机全速运行，同时调节阀门和挡板的方式来调节流量，就会造成很大的能源浪费。而采用改变电动机转速的方法来实现流量的调节，可以收到十分明显的节电效果。

运行时间 %



在风机和泵类负载中存在着潜在的系统运行经济增长点。因为它们的传动系统在使用寿命期限内的总费用是由下图中的三个部分组成：即购买和安装设备的投资，维护费用和系统运行中的能量消耗费用。而在工程初期用来购买和安装控制系统的费用仅占系统总费用的 6%，系统运行中的能量消耗和维护费用才是用户费用开消的真正重点。



当采用变频器进行调速控制时会给用户带来以下好处：

- 平滑起动，带来更大的生产力并改进最后的产品质量
- 实实在在地节能，投资回报快
- 可以免去机械设备(例如阀门，挡板等)的投资，补偿安装调速系统所需的投资
- 运行中的高可靠性，延长系统使用寿命，维护工作量和维护费用少
- 高设备利用率，降低能耗，增加工厂盈利
- 在工厂布局和操作上有更多灵活性，便于实现过程控制以及系统的集成和自动化
- 系统低噪声运行，没有环境噪声污染问题
- 宽广的调速范围，适用于多种应用场合

大量实际应用的例子证明，在采用这种高效率的系统以后，基本上免维修，节约能耗的效果显著，企业运行费用大大降低，对变速传动系统的投资可以在不长的时间内得到回收，企业的经济效益得到很大提高。

3 西门子变频器在恒压供水系统上的应用

3.1 恒压供水的基本概述:

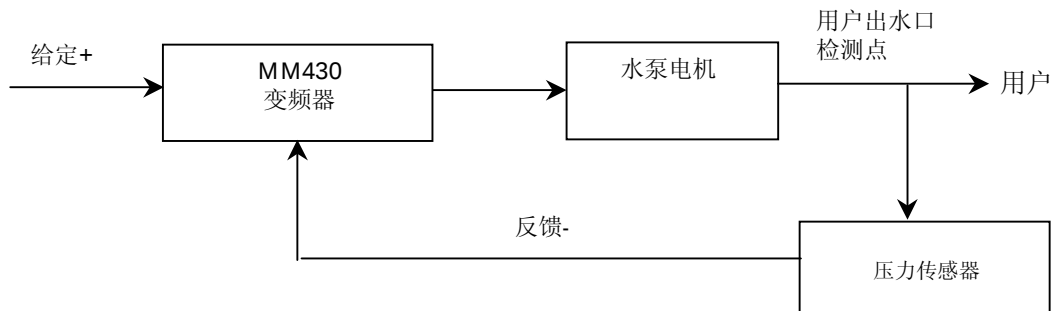
恒压供水是指在供水网系中用水量发生变化时，出口压力保持不变的供水方式。这样既可以满足各个部位的用户对水的需求，又不使电机空转，造成能量浪费。为了实现上述目标，需要变频器根据给定压力信号和反馈压力信号，调节水泵转速，从而达到控制管网中水压恒定的目的。传统的恒压供水方式是采用水塔，高位水箱，气压罐等设施实现，但随着变频调速技术的日益成熟，为实现恒压供水提供了可靠的技术。

变频调速恒压供水控制系统的主要特点：

- 高效节能，占地面积小，投入少，效率高
- 配置灵活，自动化程度高，功能齐全，灵活可靠，操作简便，省时省力
- 运行合理，由于一天内的平均转速下降，轴上的平均扭矩和磨损减小，水泵的寿命大为提高
- 对于水泵实现软起动和软停车，可以消除水锤效应

变频恒压供水控制系统主要应用在高层建筑，城乡居民小区，企事业单位，中央空调系统，自来水厂增压系统，农田灌溉，污水处理等。

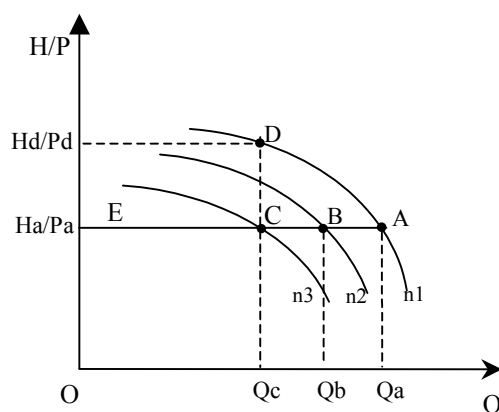
3.2 恒压供水变频调速控制系统的结构和原理



此图中，水泵电机是输出环节，转速由变频器控制，实现变流量恒压控制。

MicroMaster430 接收给定和反馈信号后经过 PID 调节，输出运转频率指令。压力传感器检测管网出水压力，并将其转变为变频器可接收的模拟信号，进行调节。

控制系统的工作原理：变频调速恒压供水控制最终是通过调节水泵的转速来实现的，水泵是供水的执行单元，通过调速能实现水压恒定是由水泵特性来决定的。



图中横坐标为水泵流量 Q ，纵坐标为水泵扬程 H 。泵的扬程和出水压力是线性关系，因此可以近似表示为出水压力 P 。EA 是恒压线， $n_1, n_2, n_3, \dots$ 是不同转速下的流量/压力特性。可见，在 n_1 转速下，如果通过控制阀门的开度使流量从 Q_a 减少到 Q_c 时，压力将沿 n_1 曲线升高到 D 点。所以，在流量减少的同时，提高了压力。如果从转速 n_1 降低到 n_3 则流量沿着恒压力线从 Q_a 减少到 Q_c 时，而压力没变。可见，在一定范围内，可以在保持出水压力恒定的前提下，通过改变转速来调节流量，并且没有压力升高带来的损失。这种特性表明，调节水泵转速，改变出水流量，使压力稳定在恒压线上，就能够完成流体的恒压供水。

3.3 西门子 MicroMaster430 变频器在恒压供水应用的特点

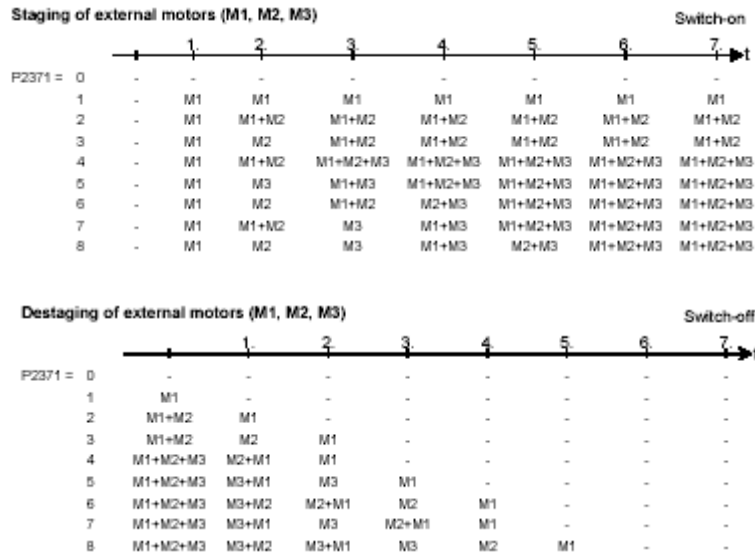
MicroMter430 拥有内置 PID 调节器可以提高供水系统压力的控制精度，改善控制系统的动态响应。PID 调节器设定一个目标值，目标值与用户要求的压力对应的值进行比较，通过调节 PID 参数来调节变频器的输出频率，从而调整水泵转速，改变水泵流量，使压力保持恒定。MicroMaster430 还扩展 PID 控制器的功能可以进行节能方式控制，为用户节约大量能源。

为了防止水池缺水时水泵因空转而受到损坏，MicroMaster430 变频器提供缺水和断带检测功能，变频器无需传感器可以通过设定转矩变化范围来对转矩进行监控，可以识别水泵是否因缺水空转和传动部分的机械故障，从而对水泵进行全面保护。

电动机的分级控制(多泵循环控制):

在流量的需求变化较大的情况下，可以并联安装多台泵。当流量变化时，各台辅助泵可以根据实际的需求分级地接入或退出工作，以维持所需要的流量。但对于多台并联运行的水泵来说，如果其中一台在调速运行时转速的调节范围过大，从而使该台水泵的特性曲线与其它水泵的特性曲线差别过大，且合并的管网阻力又较大时，该台水泵有可能泵不出水来，甚至会吸水，使该台水泵损坏。所以负载变动过大时，不应把需要调节的负载过分地集中在一台泵上运行，必须要考虑到系统中各台泵运行负载的平衡。MicroMaster430 变频器可以方便完成这一功能，无需 PLC 进行编程来实现，可以为用户节约投资成本，简化系统结构和系统维护量。

西门子变频器提供了八种分级控制(多泵循环)方式，用户可依据实际需要来进行组合此表为分级控制时辅助电动机投入工作的顺序。



为保证供水系统的连续性，MicroMaster430 还提供旁路切换功能。允许电机实现变频和工频的切换。切换方式可以由用户进行选择。

在供水系统中，除了上述的主要特点外 MicroMaster430 还具有其它的预置功能：

- 转矩补偿功能：起始提升，加速提升，连续提升
- 运转开始频率的预设：因为水泵在低频运行的意义并不大，有的水泵并不能从 0Hz 开始启动。所以，应该设定运转起始频率，在运行起始频率下处于待机状态，以便于更好的节能，可以设定下限频率 P1080。
- 由于采用较高的脉冲开关频率，减小电机运行的噪声
- 完善的保护功能，快速的电流限制功能避免运行中的不应有的跳闸

由此可见，MicroMaster430 变频器完全可以满足供水控制系统的需求，其卓越的产品性能可以为企业带来巨大的经济效益。

4 西门子变频器在中央空调控制上的应用

现代化的大型场馆和楼宇中都具有中央空调系统。空调系统的作用是对室内空气进行处理，使空气的温度，流动速度及新鲜度， CO_2 等指标符合环境舒适的需求。

在大型场馆和写字楼的电耗中，中央空调系统占据了很大的比例。如何将电耗降下来，提高经济效益，已经越来越为企业的负责人所重视。作为中央空调系统的重要组成部分——风机和冷冻，冷却水泵，其传统的控制方法是设备长期在恒速下运行，同时利用闸阀、挡板、放空、回流等方法进行控制和调节，白白消耗了大量电能。

4.1 中央空调系统的构成

中央空调系统主要由以下几个部分构成：冷冻机组、冷却水塔、外部热交换系统和冷却风机。

- 冷冻机组是中央空调的致冷源，通往场馆和楼宇各个房间的循环水由冷冻机组进行内部热交换，降温为冷冻水。
- 冷却水塔用于为冷冻机组提供冷却水，带走冷冻泵在制冷过程中产生的热量。
- 外部热交换系统由两个循环水系统组成，即冷冻水和冷却水循环系统。
- 冷却风机包括室内风机和冷却塔风机。

中央空调系统的这几部分不断地进行热交换过程，冷冻水循环系统和冷却水循环系统，冷却塔风机系统是能量的主要传递者。

4.2 中央空调系统的控制依据

中央空调系统的外部热交换由两个循环水系统来完成。循环水系统的回水与进(出)水温度之差，反映了需要进行热交换带走的热量。因此根据回水与进(出)水温度之差来控制循环水的流动速度，从而控制了进行热交换的速度，是比较合理的控制方法。由于冷冻水的出水温度是冷冻机组冷冻的结果，常常是比较稳定的。因此，单是回水温度高低就足以反映房间内的温度高低。所以，如果冷冻泵采用具有现代先进技术水平的变频调速系统，就可以简单地根据回水温度进行如下控制：回水温度高，说明房间温度高，应提高冷冻泵的转速，加快水冷冻的速度；反之，回水温度低，说明房间温度低，可降低冷冻泵的转速，在保证房间温度恒定的同时可以节约能量。由于冷却塔的水温是随环境温度而变化的，其单侧水温不能准确地反映冷冻机组内产生热量的多少。所以对于冷却泵，应以进水和回水的温度差作为控制的依据，实现进水和回水间恒定温差的控制是比较合理的。因此中央空调变频控制系统的主要组成部分包括：

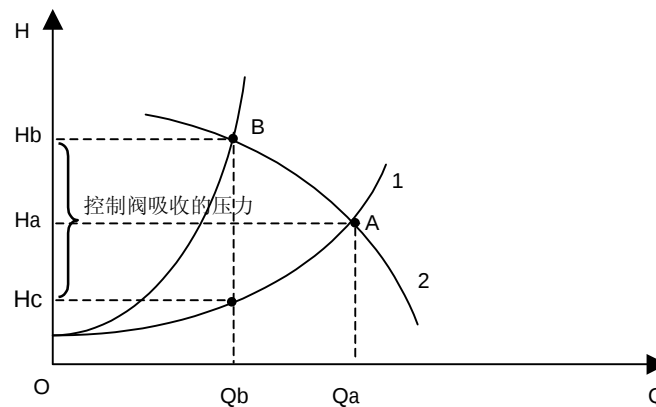
- 冷冻泵的变频控制
- 冷却泵的变频控制
- 冷却塔风机的变频控制

下面我们具体地分析一下各个部分的变频调速控制情况：

对中央空调系统中冷冻泵传动系统的控制

在传统的设计中，冷冻水泵是按照冷冻水的最大流量不间断地进行循环来设计的。为了克服系统的阻力冷冻泵必须按照系统的特性曲线产生足够的出口压力。当限定区域内的冷却需求减少时，控制阀趋向关闭的位置，系统阻力增加。组合在一起的水泵和系统只能工作在水泵特性曲线和系统控制特性曲线的交点处。

如图所示：



当水泵恒速运行并用控制阀控制流量，使之由 Q_a 变到 Q_b 时，这也就是说当流量减少时，水泵的出口压力将由 H_a 增加到 H_b ，而系统则要求出口的压力不致太高。因为过高的压力将由控制阀来吸收，所吸收的压力是随流量的不同而有所变化的，这一压力可能会大于按照运行需要控制阀能够承受的压力设计值，使得控制阀会被迫打开，就会造成冷热不均的现象发生。结果，不仅浪费能源，还加速了阀的磨损，减少阀的使用寿命。系统的性能不能得到满足，还增加维护费用。

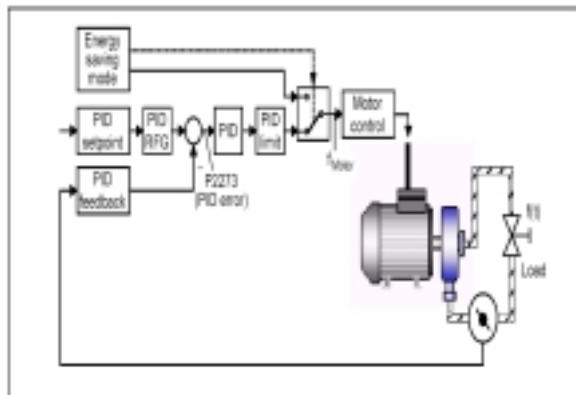
采用变频器控制冷冻泵：

把冷冻泵的恒速运行改为调速运行，就可以发掘节能和控制的潜力。在泵的原理介绍中已经说明，在采用变频器进行水泵运行速度控制的情况下，水泵是根据系统的需要来改变其速度，而不是单纯的依据泵本身的特性曲线来运行。依据系统的特性曲线，水泵是按照系统的实际需求来进行速度调节，因而也消除了控制阀过压的问题。随着速度的降低，水泵和电动机的轴承寿命也得以延长。除节能外，采用变频器的成本还可以通过安装和维护方面费用的节省来获得补偿。传统的系统不仅需要控制阀，还需要软起动器，补偿功率因数的电容器和额外的电动机电缆。采用变频器调速可以免去阀门，软起动器，补偿功率因数的电容器和大范围的电缆网络。只要利用流量计或温度传感器的反馈信号以及变频器的内置 PID 调节器就可以控制电动机和泵的速度，满足生产过程的实际需要。

西门子专用变频器的标准特性可以提高冷冻水泵的性能:

- 内置 PID 控制器:

Energy saving mode to switch off the motor when it is in idle mode



变频器内置
配自动化
温度传感
持定数字
PID 运算

- 电动机的分级控制(多泵循环控制):

在流量的需求变化较大的情况下,可以并联安装多台泵。当流量变化时,各台辅助泵可以根据实际的需求分级地接入或退出工作,以维持所需要的流量。但对于多台并联运行的水泵来说,如果其中一台在调速运行时转速的调节范围过大,从而使该台水泵的特性曲线与其它水泵的特性曲线差别过大,且合并的管网阻力又较大时,该台水泵有可能泵不出水来,甚至会吸水,使该台水泵损坏。所以负载变动过大时,不应把需要调节的负载过分地集中在一台泵上运行,必须要考虑到系统中各台泵运行负载的平衡。

当变频器运行在最大(小)频率,而且 PID 反馈信号表明系统要求达到更高(低)的速度时,变频器通过其继电器的输出接点接通(断开)一台辅助电动机,使之进入(退出)分级控制。变频器的输出频率沿斜坡函数曲线从最大频率变化到最小频率(或由最小频率变化到最大频率),保持被控制的流量尽可能恒定不变。西门子变频器提供了多种分级控制(多泵循环)方式,用户可依据实际需要来进行组合。

- 泵的缺水检测功能:

变频器对其输出转矩的变化范围进行监控,由此可以识别变频器是否处于欠载或过载的状态,对水泵起到很好的保护作用。

- 高低反馈信号报警:

闭环运行时,西门子变频器可以设定 PID 控制器的最高和最低反馈值。当反馈值高于或低于设定值时变频器将因故障而跳闸。

- 直流电压控制和捕捉再起:

直流电压控制器对直流回路的电压进行动态控制,避免大惯量负载系统制动时因过电压而跳闸。如果电源电压在断开后再重新接通时,为确保不致于错误地自动再起,在电动机仍然转动的情况下,变频器可以快速捕捉到电动机的转速,输出与电动机同步的频率,从而不会引起系统跳闸。

对中央空调系统中冷却水泵传动系统的控制

冷却水在冷却塔中进行蒸发，从而得到冷却。在传统的设计中，冷却水泵是按照系统的最大流量不间断地进行循环来设计的。并通过冷却塔风机的风量或回流阀来控制冷却水的温度。在冷却泵的设计中，进入冷却泵的回水温度越低，能耗也越低。

选择冷却泵的容量时通常预留的裕量很大，以便给整个系统的控制留有足够的调节空间；同时也是为了弥补管道系统和冷却管投入运行后因结垢而形成的阻力增加。同时通过阀门的调节来保持系统的平衡，避免水流量过大，因为过大的水流量会使管道受腐蚀的程度增加，降低系统效率，增加维护成本。

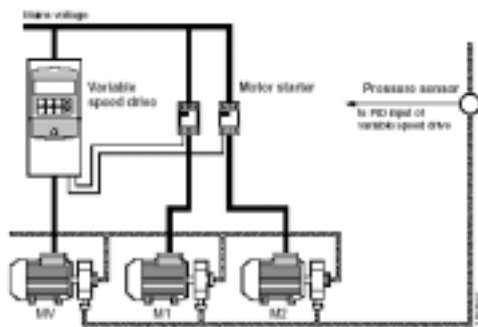
采用变频器控制冷却水泵：

采用变频器来控制冷却泵，既可以消除控制阀所吸收的能量，使系统的能耗大大降低，又可以节省购买控制阀所需要的投资和对它的维护工作。

变频器可以简单地通过控制水泵的速度来控制流量的大小。变频器将自动弥补管网或冷却管道的结垢。随着结垢的增加，水泵输出的压力也随着增加。根据温度反馈信号而调节水泵速度的闭环系统可以大幅度地节能。这样，通过冷却水泵的速度变化和流量变化可以使流量降低至设计流量以下，系统负载低于设计负载，不单可以降低阀的能耗，还可以使泵的效率达到最佳状态，与系统实际需要相匹配。

采用适当的变频器进行调速所具有的节能效果是很明显的。但是必须注意，传感器的安装位置对系统的节能效果也起到非常重要的作用。在采用冷却水泵控制水温的情况下，需要将传感器安装在冷却塔或回水管中。如果采用流量计，流量计应该安装在出水或进水口处。通过传感器的反馈，来调节致冷压力。

- 对于冷却水循环系统，通过西门子变频器内置的 PID 控制器进行回水温度的调节，来实现回水的温度恒定。
- 在冷却系统中一般由多台泵构成，并由一台变频器进行控制，各个辅助泵之间可以进行切换。这种控制方式可以节约设备的投资。



电动机的循环起动控制

- 在 PID 控制信号的作用下，可以控制多台辅助电动机
- 各台辅助电动机可以通过接触器或电动机起动器投入运行，接触器和电动机起动器的接通和断开由变频器的继电器输出接点进行控制

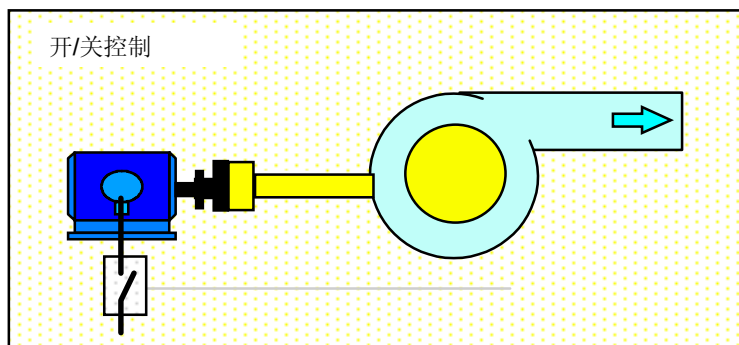
- 拥有节能功能,在此方式下，电动机可以以最小频率运行，运行时间的长短用户可以自行设定，以达到最佳的节能效果。
- 变频器的斜坡上升 / 下降时间的调整范围为 0~650s，完全可以满足冷冻泵起动和停车的需要。

- 变频器具有转矩提升功能，可以实现高起动转矩，即使长时间运行后，变频器仍可以确保泵类负载的稳定运行。加速时可提供附加起动转矩。
- 采用软起动和软停车功能，避免水锤现象，并延长了电动机和冷冻泵的使用寿命。
- 通过变频器调速可以使流量达到最佳状态，不仅可以提高节能效果，还会使楼宇房间内的温度变化比较平稳；同时也减小水泵的机械磨损，从而避免造成维修费用的增加。
- 采用变频器调速不仅可以省去节流的阀门和电动机起动器的投资，同时还可以提高系统运行的功率因数，避免对电网的冲击。
- 最低频率：变频器可以使电动机运行在与其最低速度相对应的最低频率极限为了保证冷却装置不会在较高的制冷压力下跳闸，同时避免冷却装置的冷却区中产生层水流，电动机应在最低速度下运行。

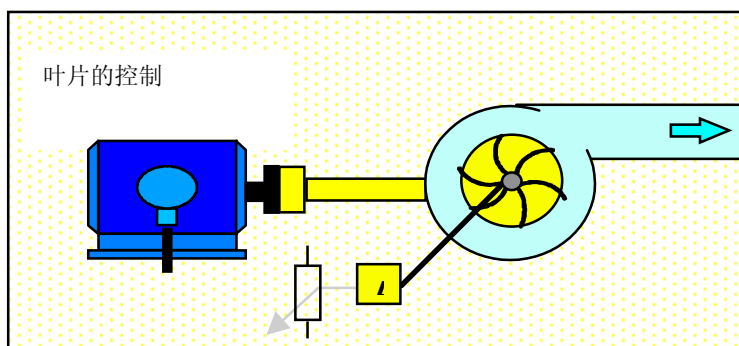
对中央空调系统中冷却塔风机传动系统的控制

冷却塔风机用于降低冷却塔中的水温。由冷却泵输出的回水被喷洒在冷却塔的填料区上来增加其散热表面，冷却塔风机产生流动的空气，空气吹过填料区的水中，增强水的蒸发，加速将回水带回的热量散发到大气中去，与大气进行热交换，使冷却水快速降温，然后将降温的冷却水送回冷冻机组，供循环使用。冷却塔对于去除冷却水的热量是最佳的效果，与空气冷却器相比，它的有效程度高出 15%~20%。

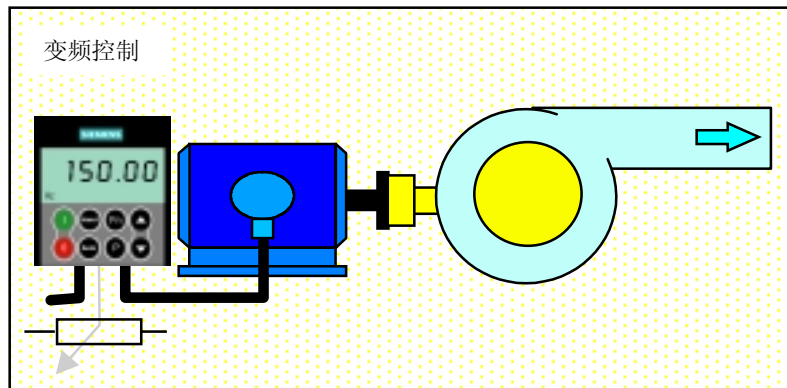
- 在常用的调节风门的控制系统中，为了限制风机循环开关的次数，需要设置较宽的温度回线宽度，从而限制了系统的反应速度并增加了复杂性。



- 虽然系统可以采用调节叶片间距的方式能够实现准确的空调温度控制，然而调节叶片的机械操作十分复杂而且维护量也很大。



采用变频器进行控制，如下图：

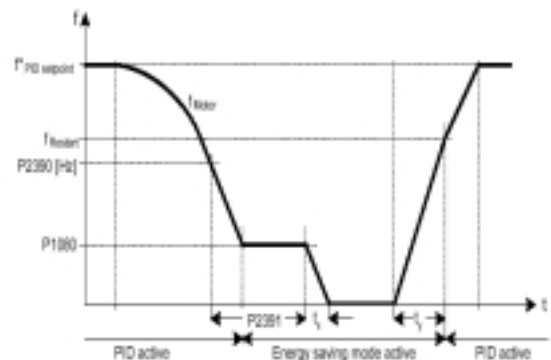


采用变频器控制冷却塔风机，可以直接控制冷却水的温度。变频器按要求的风量来控制风机的转速，从而使冷却塔风机的能耗随着转速的变化而变化，达到节省能源的目的。因为当风机的转速低于额定转速的 40%~50% 时，风机的效率将明显下降，所以风机的速度变化范围不宜过大。通常情况下转速不应低于额定转速的 50%。冷却塔风机的内在噪声很大，长期以来都是生产中难于解决的一大问题；而由变频器控制的冷却塔风机在相当长的时间段内都低于满载运行，因此冷却塔在运行中将大大减少其噪声所带来的环境问题。

冷却塔通常是楼宇的面积全部被租用所需的冷却能力来选择的。由于楼宇建成后还需要很长一段时间才能被全部租用；而且大楼内的人员经常变动；因此，冷却塔的冷却能力通常都低于其最大的冷却能力。变频器的调速运行是降低冷却塔能耗的最佳方法。变频器具有内置 PID 控制器，多路数字和模拟输出，还提供内置 RS485 通讯接口可以直接与 LON 网络及其它 LONMARK 设备进行通讯，为整个大楼实现自动化智能管理以及将来的系统升级都提供了接口的条件。变频器的功能特性可以提高冷却塔风机的运行性能并降低风机的运行费用。

• 节能功能：

变频器具有节能功能。其特点是当需求量降低时，电动机可以以最小频率运行一段时间后断开电动机。当系统需求量增加时，如果达到了重新起动的频率，电动机将自动再起动，达到节能的目的。



- 跳转频率：为了避免引起冷却塔风机的机械共振，减少噪声，变频器提供了 4 个跳转频率可供用户选用。
- 最低频率：变频器具有最低频率设定功能，用来保证冷却塔风机以最低转速运行。
- 变频器拥有可编程的斜坡上升和下降时间功能，从而延长电动机和风机的使用寿命。
- 变频器还具有完整的保护功能：对过压、过流、缺相、变频器过热、电动机过热、接地故障、电机堵转、变频器内部故障等加以保护，避免变频器和电动机在运行中受到伤害。

当人们进出大楼，楼内人数变化以及环境温度变化时都会引起大楼内温度的变化。在传统的不调速的系统中，由于温度调节的回线宽度很宽，温度调节很不灵敏，房间内的温度波动较大，很难给人以舒适感。采用西门子公司变频器来进行中央空调的调节，其产品的硬件和软件功能完全可以满足中央空调系统的温度调节控制的需要，使温度调节系统反应灵敏，给人以舒适的感觉。

5 西门子变频器部分客户名录(在暖通空调、风机水泵方面的应用)

序号	北部地区	序号	中部、东部地区
1	北京东方广场	31	上海 Central Plaza
2	北京经济技术开发区万商大厦	32	江苏宿迁自来水公司
3	北京石景山发电厂供热中心	33	南京江蒲自来水公司
4	中国银行总行大厦（北京）	34	安徽白湖农场
5	北京世纪城	35	杭州凯悦酒店空调系统
6	库尔勒热电站	36	浙江义乌中心医院
7	哈密热电厂供热系统	37	济南山东歌剧院
8	长春亚态热电厂药厂恒湿车间	38	安徽雁北药业有限公司
9	大连经济技术开发区供热中心	39	长沙国际会展中心
10	北京 IBM 工厂	40	扬子江药业有限公司
11	郑州市高新技术产业开发区	41	长沙远大空调
12	郑州车辆段空气压缩机	42	邵阳第二纺织机械厂
13	重型机械制造厂	43	华升数控车床有限公司
14	石油管理局给水工程	44	上海造纸机械电控技术研究所
15	山东双轮集团	45	申宝金属制品机械厂
16	长征达奥控制工程系统集团公司	46	第二人民机械厂
17	天津自来水有限公司	47	上海一冷开利空调设备有限公司
18	威海印刷机械有限公司	序号	南部地区
19	腾达水暖空调设备有限公司	48	广州时代广场
20	新疆毛纺织厂	49	广东省高级人民法院
21	新疆天纶化学纤维厂	50	广州地税大厦
22	化工部第二胶片厂	51	羊城印务中心
23	鹤壁重型机械器厂	52	广州经济技术开发区永和区加压站
24	西安恒通拉丝机厂	53	东莞城市中心加压泵站
25	太行印刷机械有限责任公司	54	东莞城市花园
26	北人集团公司模切机制造厂	55	深圳人民大厦
27	石河子热力	56	深圳五洲宾馆空调系统
28	昌集热力	57	深圳平湖第一人民医院
29	合肥海毅精密塑胶有限公司	58	珠海 PTA 控制大楼
30	山东烟台车身有限公司	59	祈福新村白山泵站
		60	阳西县新水厂
		61	深圳梅林水厂

序号	南部地区	序号	中部、东部地区
62	大步纸业有限公司	91	广东省公安厅刑侦局警犬训练基地
63	南航花园	92	广州番禺建泉自来水公司
64	阳西县自来水厂	93	深圳梅林村林海山庄
65	祈福新村	94	广州军区司令部机关安居工程
66	南国嘉居	95	广铁集团中山一路 100 号住宅
67	东莞御景湾大酒店	96	广铁集团淘金坑住宅小区
68	深圳百事可乐新厂	97	广州广电物业管理有限公司生活小区
69	南国花园	98	广州康建房地产开发有限公司
70	佛山电力局调度大楼	99	广州坚贞花园
71	荔港南湾	100	东圃广场
72	芳村新世界	101	深圳市华农田给排水喷灌有限公司
73	广东省乐昌坪石自来水厂	102	三水商业学院
74	第一军医大学	103	湛江港务局住宅区
75	广东民政学校	104	漾晴局
76	珠岛花园	105	新世界东逸花园
77	广州市伟伦体育学校	106	广州美晨制药有限公司
78	广州市司法局	107	深圳中港城
79	东莞常平常阳花园	108	城西花园
80	白云高尔夫花园	109	深圳绿洲花园
81	广州中医药大学教工住宅	110	广州市 89 中学
82	珠海涛景湾花园	111	广州军区医疗科技交流展览馆
83	东莞盈彩美池	112	广州市电力局住宅
84	广东省电力设计院	113	金利来大厦
85	广州润德大厦	114	侨力大厦
86	广氮小区	序号	其它地区
87	华标广场	115	香港中国银行大厦
88	汕头市华新城住宅小区	116	越南河内机场
89	广州铁路机械学校		
90	广州信和集团		

西门子(中国)有限公司

北京

北京市朝阳区望京中环南路7号
邮政信箱:8543
邮编: 100102
电话: 010-64721888
传真: 010-64721469

上海

上海市浦东新区浦东大道1号
中国船舶大厦7-11楼
邮编: 200120
电话: 021-58882000
传真: 021-58790143

广州

广州市先烈中路69号
东山广场16-17层
邮编: 510095
电话: 020-87320088
传真: 020-87320121

沈阳

沈阳市和平区南京北街206号
城市广场写字楼第二座14-15层
邮编: 110001
电话: 024-23341110
传真: 024-23341125

大连

大连市西岗区中山路147号
大连森茂大厦8楼
邮编: 116011
电话: 0411-3699760
传真: 0411-3609468

武汉

武汉市汉口江汉区建设大道709号
建银大厦18楼
邮编: 430015
电话: 027-85486688
传真: 027-85486668

成都

成都市人民南路二段18号
川信大厦18/17楼
邮编: 610016
电话: 028-86199499
传真: 028-86199355

重庆

重庆市渝中区邹容路68号
大都会商厦18层08A-11
邮编: 400010
电话: 023-63828919
传真: 023-63702886

昆明

昆明市青年路395号
邦克大厦26楼
邮编: 650011
电话: 0871-3158080
传真: 0871-3158093

深圳

深圳市深南大道6008号
深圳特区报业大厦28层南A,B区
邮编: 518009
电话: 0755-83516188
传真: 0755-83516527

福州

福州市东街96号
东方大厦15楼
邮编: 350001
电话: 0591-7500888
传真: 0591-7500333

济南

山东省济南市舜耕路28号
舜华园商务会所5楼
邮编: 250014
电话: 0531-2666088
传真: 0531-2660836

西安

中国西安长乐西路8号
香格里拉金花饭店310/312室
邮编: 710032
电话: 029-3245666
传真: 029-3248000

长春

吉林省长春市西安大路9号
长春香格里拉大饭店809室
邮编: 130061
电话: 0431-8981100
传真: 0431-8981087

长沙

湖南省长沙市五一一路160号
银华大厦2218室
邮编: 410011
电话: 0731-4411115
传真: 0731-4414722

南京

南京中山东路90号
华泰证券大厦20层
邮编: 210002
电话: 025-4560550
传真: 025-4511612

杭州

杭州市延安路511号
元通大厦518室
邮编: 310006
电话: 0571-85100416
传真: 0571-85067942

天津

天津市河西区南京路20号
金皇大厦3320室
邮编: 300202
电话: 022-23322525
传真: 022-23328833

青岛

青岛市香港中路76号
青岛颐中假日酒店写字楼707室
邮编: 266071
电话: 0532-5735888/5718888
传真: 0532-5769963

哈尔滨

哈尔滨市香坊区中山路93号
保利科技大厦511室
邮编: 150036
电话: 0451-2393129
传真: 0451-2282828

无锡

无锡市中山路218号
无锡锦江大酒店25楼
邮编: 214002
电话: 0510-2736868
传真: 0510-2768481

乌鲁木齐

乌鲁木齐市西北路39号
邮编: 830000
电话: 0991-4581660
传真: 0991-4581661

南宁

南宁市七星路137号
广西外经贸大厦27层北
邮编: 530022
电话: 0771-2109056
传真: 0771-2109051

JVS

售后维修服务中心
西门子工厂自动化工程有限公司
北京市朝阳区东直门外京顺路7号
邮编: 100028
电话: 010-64610005
传真: 010-64632976

SIAS

上海西门子工业自动化有限公司
上海市延安西路1599号
怡翔大楼5层
邮编: 200050
电话: 021-32200899
传真: 021-62135538

技术培训

北 京: 010-64392860
上 海: 021-32200899-306
广 州: 020-87320088-2279
武 汉: 027-85486688-6601
哈尔滨: 0451-2393129
重 庆: 023-63828919-3002

技术资料

北京: 010-64721888-3726

中文资料下载中心:

www.ad.siemens.com.cn/download/

技术支持与服务热线

北 京: 电话: 010-64719990
传真: 010-64719991
E-mail: adscs.china@siemens.com
Web: www.ad.siemens.com.cn/service
上 海: 021-58795255
广 州: 020-87323967
成 都: 028-86200939
大 连: 0411-3699760-40

用户咨询热线

电话: 010-64731919
传真: 010-64719991
Email: ad.calldesk@siemens.com

亚太技术支持 (英文服务)

及软件授权维修热线
电话: 010-64757575
传真: 010-64747474
Email: adsupport.Asia@siemens.com

西门子(中国)有限公司 自动化与驱动集团

西门子公司版权所有
如有变动,恕不事先通知

www.ad.siemens.com.cn

订货号: E20001-H6040-C100-X-5D00
135-J903441-05035