

SIEMENS内 蒙古省兴安盟西门子变频器、驱动、PLC（授权）一级代理商——西门子华北总代理

产品名称	SIEMENS内 蒙古省兴安盟西门子变频器、驱动、PLC（授权）一级代理商——西门子华北总代理
公司名称	广东湘恒智能科技有限公司
价格	.00/件
规格参数	西门子总代理:PLC 西门子一级代:驱动 西门子代理商:伺服电机
公司地址	惠州大亚湾澳头石化大道中480号太东天地花园2栋二单元9层01号房
联系电话	15915421161 15903418770

产品详情

1 负荷分配概述在多机共同驱动同一个负载的系统中，由于机械连接的材料及方式，实际负载的不均匀分布等原因，将会造成各电机驱动系统的实际转速出现瞬时偏差的情况。1.1 常见的场景齿轮箱啮合连接图1 齿啮合连接由于加工、安装、老化磨损等导致齿隙，进而从动齿与主动齿的速度不一致，即： $V_{driven} \neq V_{driving}$ 其中， V_{driven} ：从动齿轮线速度； $V_{driving}$ ：主动齿轮线速度；长轴机械耦合连接图2 长轴机械耦合连接由刚体及阻尼体构成，在电磁转矩与负载转矩的作用下，整个机械系统出现了“扭转”的过渡过程，将造成两套驱动系统输出的转速出现瞬时偏差，即：弹性耦合连接图3 弹性耦合连接负载(包括摩擦，机械负载等)与电磁转矩的偏差造成多机传动之间的耦合连接出现相对位移，进而造成各个驱动系统之间的瞬时速度不一致，即： $\omega_1 \neq \omega_2$ 其中， ω_1 ：驱动系统1的角速度； ω_2 ：驱动系统2的角速度；1.2 负荷分配控制方案

负荷分配要求变频器运行于矢量控制模式，带电机编码器或不带编码器均可。负荷分配的控制方案主要包括：主从控制Droop控制不同的控制方案各有优缺点，适用场景也不尽相同。下面就为大家带来详细的介绍。2 主从控制主从控制包括下述多种方案：速度控制加转矩控制速度环饱和加转矩限幅从机直接采用转矩控制可能出现动态过程振荡、连接断开时飞车等情况，下面主要介绍一种改进的转矩控制方案。2.1 过程分析首先，从电机运动方程来分析： $T_e = T_L + GD^2 \frac{dn}{dt}$ (2-1) 其中： T_e ：电机电磁转矩； T_L ：电机轴端负载转矩，包括机械负载、摩擦、风阻等； GD^2 ：机械转动惯量，包括电机及机械设备； n ：电机实际转速； $\frac{dn}{dt}$ ：电机转速变化率；从这个方程来看，在机械系统一定的情况下，电机转速的变化决定于电机输出的电磁转矩及其轴端的负载转矩。接下来，分析上述应用场景下的动态和稳态过程：动态过程上述动态过程由于多种因素首先造成电机实际转速不一致，而这将进一步造成电机轴端负载分配不均匀。若采用的主从控制方式：主机速度控制+从机力矩控制方式，即从机力矩取自主机，而主机轴端与从机轴端负载不一致，根据公式(2-1)在从机的电磁转矩与负载转矩产生偏差，直接影响到从机的实际转速，而主从实际转速的不同，由于机械之间的耦合，将会影响到主机轴端的负载情况，由于主机采用速度闭环控制，其输出转矩将发生变化，传递到从机，循环往复，此时将很容易导致系统振荡，无法进入到稳态过程，严重的情况甚至会损坏设备，无法正常工作。稳态过程进入到稳态，此时主从设备之间的相对运动趋于0，转速基本一致，进而负荷分配也趋于一致。通过上述分析，

即使给定值系统已固定的情况下系统依然无法快速进入稳定状态，而出现系统振荡的情况。2.2 方案配置根据2.1节的动态与稳态的过程分析，主从控制的目标依然是速度及转矩的一致性，但是需要保证动态的过渡过程是收敛的，快速进入到稳定状态。据此提出如下的主从控制方案：主机速度调节器为PI控制+从机速度调节器为P控制，且将主机速度调节器的积分控制分量传递给从机做转矩补偿。图4 主从方案配置速度调节器PI的控制特点：比例控制P输出控制量的大小决定于偏差量，即 $K_p n(TN)$ ，或者说P控制是一类有差控制；积分控制I输出控制量是偏差量的累积， $K_I (i=1,N)n(T_i)$ ，对于一阶激励来讲是实现无差控制。对于主机来讲采用速度调节器为PI控制，实现工艺（一般都是一阶激励）转速的转速无差控制，在动态过程中由于从机的速度调节器采用P控制，从而使从机的实际转速与通过机械耦合的主机转速形成速度偏差，这样与由上述描述的应用场景所造成的偏差趋势是一致的，进而实现了从机与主机的“解耦合”，减小主从之间动态过程所产生偏差的强耦合影响，减小系统振荡的程度。稳态时，由于 $n=0$ ，那么完全决定于积分控制量。由于主从采用一致的积分控制，从而实现转速一致性与负荷均匀分配的实现。优点：有效解决主从驱动系统的强耦合所带来的动态过程的系统振荡；实现转速一致与负荷均匀分配的控制目标；由于都采用速度闭环控制，原则上不会出现转矩控制模式的飞车情况；缺点：主从控制结构的不同，需要额外控制逻辑管理主从关系等。2.3 使用条件对于低速大转矩应用，控制精度要求较高的情况，推荐采用带编码器的矢量控制。原因在于矢量控制的模型切换，较低转速运行时，若无编码器运行时系统相当于开环控制，速度调节器输出为0，显然是无法实现图4的主从控制方案。图5

低速下无编码器矢量控制的输出特性2.4 参数设置 实现从机速度调节器P控制，引入主机的积分控制量作为附件转矩给定的参数设置方案。1) 设置速度调节器P模式+附加转矩给定，参数设置如下：2) 设置速度调节器P模式+积分控制器强置模式，参数设置如下：2.5 案例分析转炉倾动系统是典型大比例减速比齿轮啮合的多机传动系统。如图6所示是一类典型倾动系统的结构示意图。图6 转炉倾动系统驱动示意图图中展示了4套驱动系统通过齿轮啮合，共同驱动倾动机械及负载（炉内钢水）。其控制目标是4台电机转速一致，负荷均匀分布。但是，由于齿轮啮合方式带来的问题是齿隙，如图7所示。图7 齿轮啮合带来的齿隙这将导致4台电机的转速在瞬态会出现转速不一致的情况。进而负荷分配不均容易出现打齿，一方面造成系统振荡，另一方面损耗齿轮箱。按图4给出的主从配置方案能够有效解决上述问题，实现倾动系统的稳定可靠运行。设备运行过程中4台电机的输出转矩曲线如图8所示。图8 4台倾动电机的转矩曲线3

Droop控制3.1 方案配置Droop控制方案即利用变频器的Droop（软化/下垂）功能实现负荷分配的方案。Droop方案包括不分主从的各自Droop方案和Droop加补偿的主从控制方案等。下面详细介绍不分主从的各自Droop方案。该方案不分主设备和从设备，每台变频器各自激活Droop功能。Droop输入信号源采用自身的转矩设定值。按照预先设置好的Droop系数得到一条Droop曲线，当输出转矩增大时，输出转速随之减小。Droop曲线如下图所示：图9 Droop特性曲线实际运行时，如果某台变频器运行速度比另一台变频器高，那么它会拖动另一台变频器驱动电机，此时其输出转矩会增大，受到Droop功能的作用，转矩增大会导致其转速减小，与另一台变频器趋于同步。而转速低的变频器其输出转矩小甚至输出符号为负的制动转矩，那么受到Droop功能的作用，转矩减小会导致其转速增大，与另一台变频器趋于同步。多台变频器各自激活Droop功能时就能时刻通过调整自己的输出转速而达到动态的平衡。优点：该方案不区分主设备和从设备，故障时无需切换主从设备，参数设置较简单。对于柔性连接效果较好。缺点：实际运行速度无法精确控制，根据负载工况的变化速度会在一定范围内变化。3.2

参数设置西门子变频器Droop功能原理图如下：图10 西门子变频器Droop功能原理图各台变频器各自采用Droop的方式，各自转矩设定值作为Droop输入信号源，相关参数设置如下：3.3 案例分析常见的软连接负荷分配应用案例包括带式输送机。如下图所示的带式输送机，采用3个驱动轮和一个张紧轮，其中头部有两个驱动轮，尾部有一个驱动轮。每个驱动轮各有一台电机驱动，分别通过一台变频器实现输送机的启停和调速。图11 带式输送机案例该输送机的输送距离长达数千米。每个驱动轮的电机均为280kW/75rpm的永磁同步电机。变频器均采用400V/400kW的G130模块：6SL3310-1GE37-5AA3。3个驱动轮由于在输送机中所处的位置不同，同时由于皮带柔性材料具备一定的延展性，在设备运行的不同阶段3个驱动轮承担的负载转矩并非完全一致，所以不适合用其中一台电机的转矩设定值作为其他两台电机转矩设定值的主从控制方式。在这个案例中，我们采用每台变频器各自激活Droop的方式实现符合分配，采用相同的Droop系数，当自身输出转矩较大时，自动降低输出转速，从而减小输出转矩，由此达到动态平衡。实际测试效果能够很好的满足工艺要求，启动过程中皮带平稳建立张力，然后进入稳定的匀速运行。设备运行过程中3台电机的输出转矩曲线如下图所示：图12 3个驱动轮的转矩曲线4

负荷分配方案比较最后是方案的简单对比。