

四象限变频器技术



一、前言

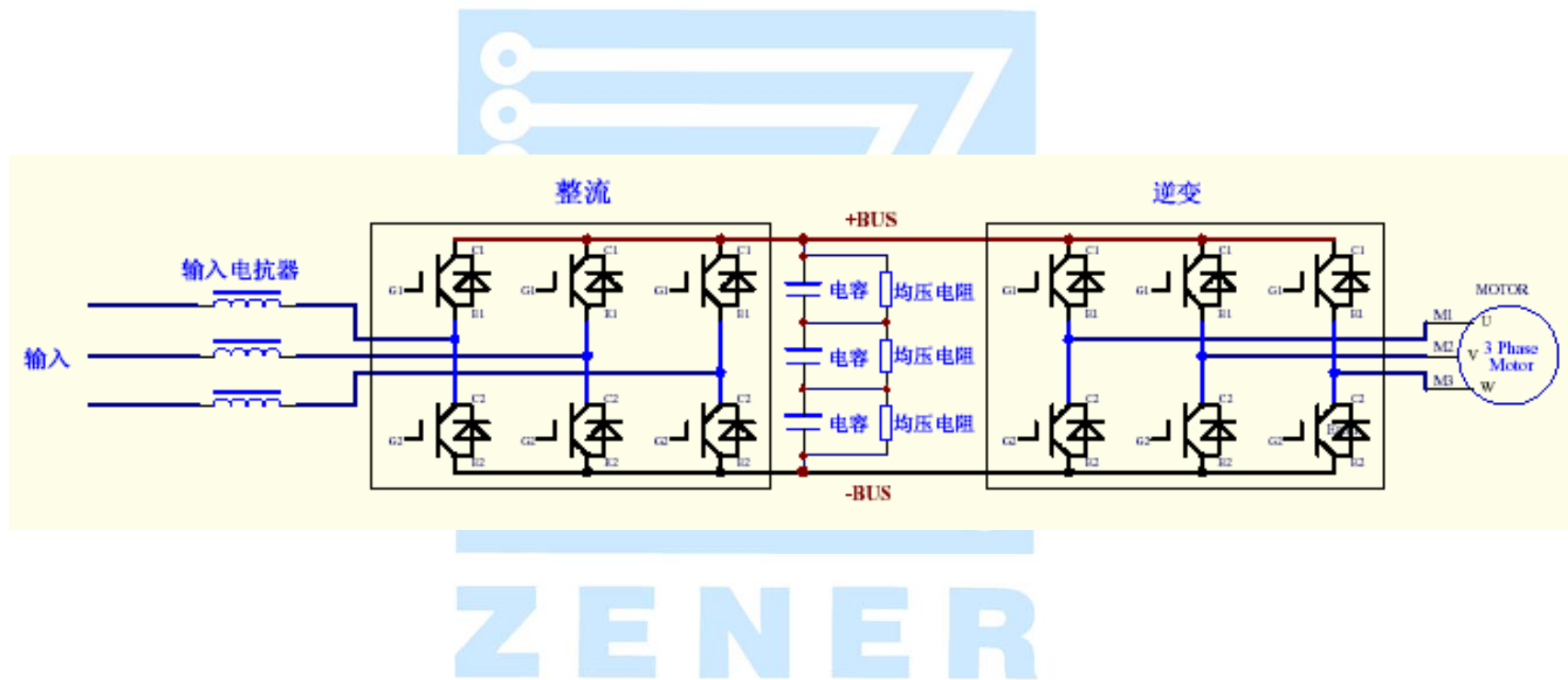
在上个世纪八十年代末，交流变频调速逐渐登上了工业传动调速方式的历史舞台。变频调速在调速范围、调速精度、控制灵活、工作效率、使用方便等方面都有很大的优点，这使变频调速成为最有发展前途的一种交流调速方式。

普通的变频器大都采用二极管整流桥将交流电转化成直流，然后采用**IGBT**逆变技术将直流转化成电压频率皆可调整的交流电控制交流电动机。这种变频器只能工作在电动状态，所以称之为两象限变频器。由于两象限变频器采用二极管整流桥，无法实现能量的双向流动，所以没有办法将电机回馈系统的能量送回电网。在一些电动机要回馈能量的应用中，比如电梯、提升、离心机系统，只能在两象限变频器上增加电阻制动单元。将电动机回馈的能量消耗掉。另外，在一些大功率的应用中，二极管整流桥对电网产生严重的谐波污染。

IGBT功率模块可以实现能量的双向流动，如果采用**IGBT**做整流桥，用高速度、高运算能力的**DSP**产生**PWM**控制脉冲。一方面可以调整输入的功率因数，消除对电网的谐波污染，让变频器真正成为“**绿色产品**”。另一方面可以将电动机回馈产生的能量反送到电网，达到彻底的节能效果。

本公司自**2001**年开始进行四象限变频器开发和研制工作。到目前已经形成**380V**、**660V**两个系列各种功率等级的成熟的产品和技术，并广泛应用于煤矿和油田领域。

二、四象限变频器的电路框图：

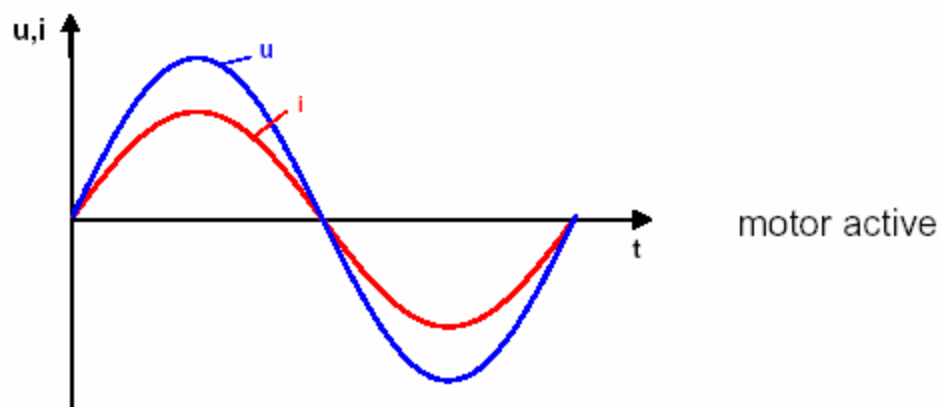


四象限变频器的电路框图

三、四象限变频器的的工作原理：

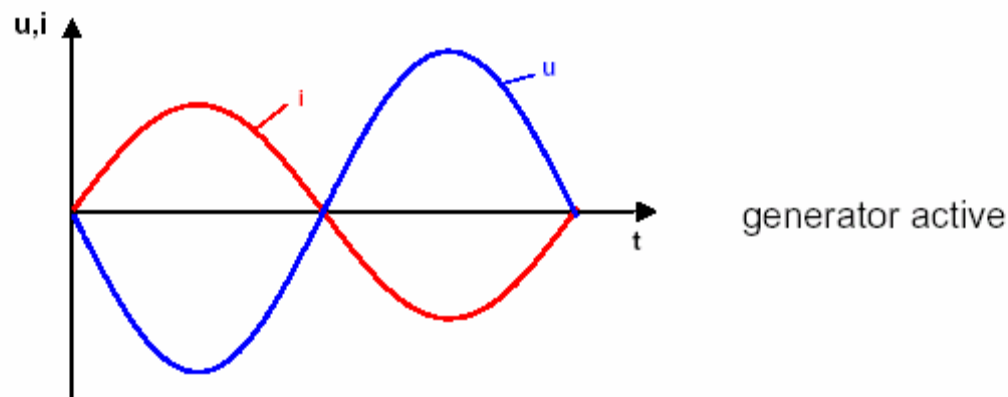
当电机工作在电动状态的时候，整流控制单元的**DSP**产生**6**路高频的**PWM**脉冲控制整流测的**6**个**IGBT**的开通和关断。**IGBT**的开通和关断与输入电抗器共同作用产生了与输入电压相位一致的正弦电流波形，这样就消除了二极管整流桥产生的 **$6K \pm 1$** 谐波。功率因数高达**99%**，消除了对电网的谐波污染。

此时能量从电网经由整流回路，逆变回路，流向电机，变频器工作在第一、第三象限。输入电压和输入电流的波形如下图所示。



当电动机工作在发电状态的时候，电机产生的能量通过逆变侧的二极管回馈到直流母线，当直流母线电压超过一定的值，整流侧能量回馈控制部分启动，将直流逆变成交流，通过控制逆变电压相位和幅值将能量回馈到电网，起到节能的效果。

此时能量由电机通过逆变侧、整流侧流向电网。变频器工作在二、四象限。输入电抗器的主要功能是电流滤波。回馈电流和电网电压波形如下：



四、四象限变频器的系统构成：

主回路的构成：预充电电路，输入电抗、智能功率模块，电解电容和输出电抗。各部分的功能列举如下：

（一）**预充电电路**：由交流接触器、功率电阻组成及相应的控制回路。主要功能是系统上电时，完成对直流母线电容的预充电。避免上电时强大的冲击电流烧坏功率模块。

（二）**输入电抗器**：电动状态下起储能作用，形成正弦电流波形。回馈状态下，起滤波作用，滤掉电流波形的高频成分。

（三）**智能功率模块（SKiP）**：整流侧和逆变侧IGBT、隔离驱动、电流检测以及各种保护监测功能。

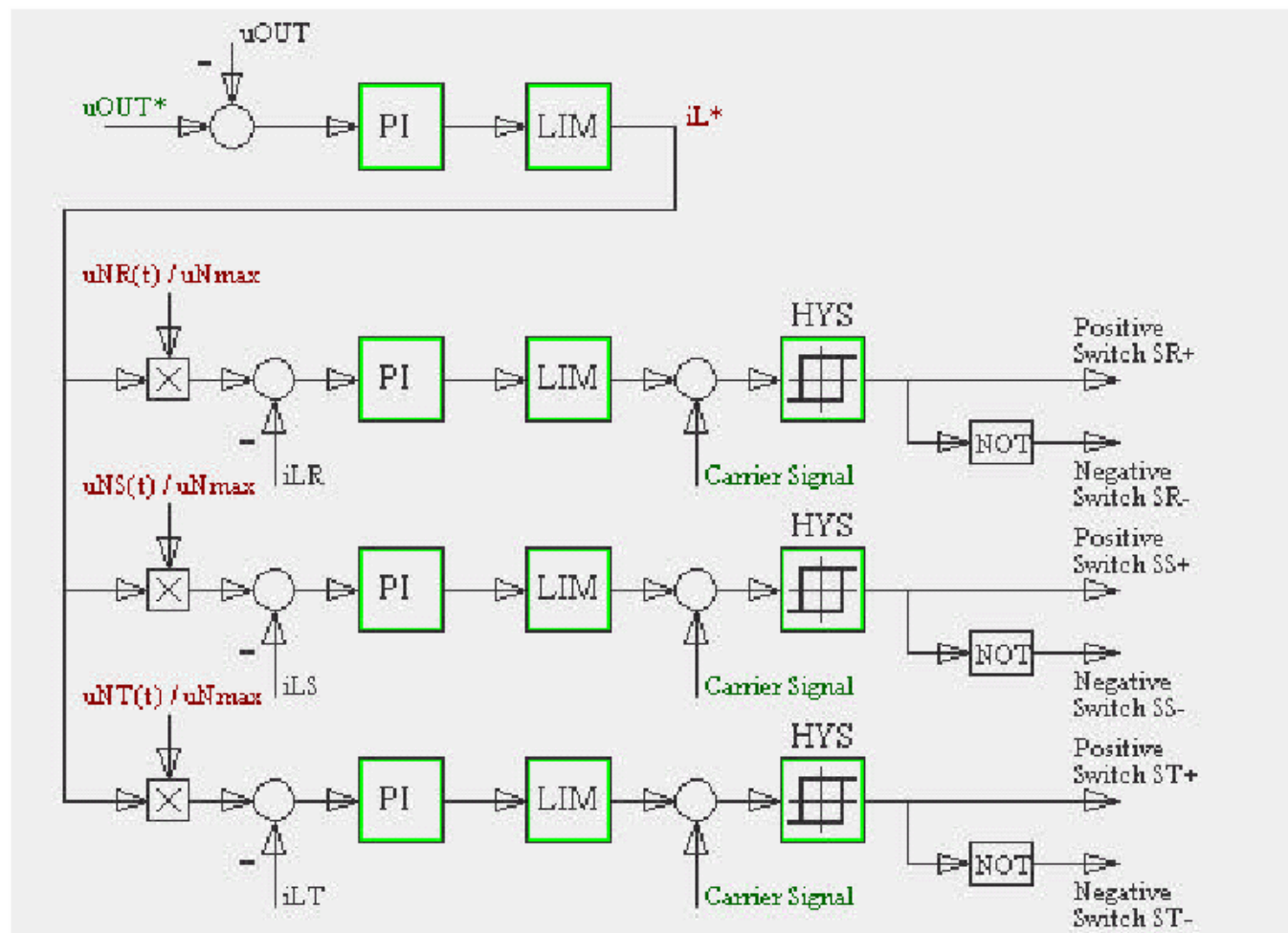
(四) 电解电容：储能，滤波。

(五) 输出电抗：降低输出 dv/dt ，对电机起到一定的保护作用。

(六) 控制部分组成：系统辅助电源模块，预充电控制，功率接口板，**DSP**控制板及人机接口板。

1. 系统辅助电源产生系统控制所需的**5V**、**15V**和**24V**电源；
2. 预充电控制控制预充电交流接触器的动作；
3. 功率接口板反馈系统控制所需的电流信号，电压信号及温度信号，并且传递**PWM**控制波形到驱动板。接口板要对信号进行滤波处理；
4. **DSP**控制板完成整流，逆变**PWM**控制算法，系统的大脑。
5. 人机接口板显示变频器运行的各种状况以及用户参数输入。

五、整流部分系统控制方框图：



整流部分系统控制方框图

如图所示，系统的给定是直流母线电压指令，这个指令与直流母线电压反馈的误差送到电压环的**PI**调节器。电压环的**PI**调节与三相输入正弦波的乘积成为三相电流的指令，三相电流指令与各自电流反馈作比较，误差送到电流环的**PI**调节器。电流环**PI**调节器的输出可以通过载波调制产生各相**IGBT**的**PWM**控制信号，也可以通过空间向量的方式产生**PWM**信号控制**IGBT**。上述的运算都是通过**DSP**完成的。

六、典型应用：

四象限变频器的典型应用是具有位势负载特性的场合，例如提升机、机车牵引、油田磕头机、离心机等。在一些大功率的应用中，也需要四象限变频器以减小对电网的谐波污染。

以提升机的应用为例，当提升重物时，四象限变频器拖动电机克服重力做工，电动机处于电动状态。当下放重物时，逆变侧产生励磁电流，重力牵引电机发电，电动机处于发电状态。势能转化为电能通过整流侧回馈的电网。

如需更多详细资料，欢迎与我们联络。

青 岛 吉 纳 电 机 有 限 公 司

Tel:+86-532-8870 1773

Fax:+86-532-8870 1478

<http://www.zener.com.cn>

email: sales@zener.com.cn