

## 一、IPC-MD 变频回馈一体机概述

加能公司主要致力于加拿大 IPC 部分产品在中国市场上的二次开发和推广应用。

加拿大 IPC 公司位于北美最大的港口城市 Vancouver，主要产品包括：电能变换、油田驱动、港口起重设备、电梯驱动、超大规模不间断供电、燃料电池、电动汽车电池。开发中心基于美国，产品商品化工程在加拿大，产品批量化生产分布世界各地。

IPC 产品的特点是专业化，所有 IPC 产品贯穿四个宗旨：高效能、自动化、专业化、绿色环保。因此，IPC 系列产品均采用世界一流的新技术，融合大量的人工智能，使用最为复杂的运算，高度结合专业应用对象的需求，始终遵循人类必然和谐的规律，不污染电网，简化使用程序，把提高产品质量可靠性视为重点，把降低用户使用成本视为目标。

## 1.1 节能增效的意义

随着中国最为严峻的缺电局面的降临，国家提出了如何提高能源效率，降低能源系统成本，并制定了“开发与节约并重，近期把节约放在优先地位”的能源方针。

资料显示，中国电力消耗量仅次于美国，位居世界第二位，节能节电意识的淡薄造成了很大的资源浪费和财产损失。而中国吨油成本是国外吨油成本的好几倍。尽可能的节能增效，同国际水平接轨，这是中国石油工业的必然趋势。

在吨油成本中，电费支出约占生产成本的三分之一，而且随着油田的进一步开采，在稳产的基础上，节能、增效、增产、降耗，显得更为重要。抽油机作为油田最基本的设备，其节能降耗显得更有意义。

## 1.2 抽油机变频改造的基本原理

◎ 提高油井的产量和泵效。根据油井的实际供液能力，动态调整抽取速度，既节约电能，又增加原油产量。例如对于稠油井可以降低冲次，提高泵效，减少泵的空行程。对大多数的油井，可以提高泵效 15~30%。

◎ 功率因数补偿。电费成本较高，且无功损耗带来的费用也计量到我们的用电成本里。使用变频器改造后，电动机功率因数可由 0.25~0.50 提高到 0.90 以上，从而减轻了电网和变压器的负担，降低了线损，节省了无功损耗的电费。

◎ 对电网和设备无冲击。当电机在工频状态下启动时，启动电流相当于 3~7 倍额定电流，因此通常在电机带载启动时，会对设备和供电电网造成很大的冲击，导致对电网容量要求过高，且在启动瞬间产生大电流和震动，对设备极为不利，严重时还会发生抽油机

断托等现象。在变频改造后就可以实现电机真正意义上的柔性启动，将会使启动电流大大降低，既节能又减少了对电网的冲击。避免了电动机、变速箱、抽油机等过大机械冲击，大大延长了泵及相关设备的使用寿命。

◎ 冲次任意调节。不需停产调节速度。解决了因调速造成的停产，从而提高了生产效率。可以不用更换皮带轮来调节合适冲次，以达到满足泵效的情况下用最少的电。

◎ 分段转速控制。通过变频对抽油机转速的调节，根据抽油机的特殊工况，把转速控制细划为上冲程转速控制和下冲程转速控制，通过分别对上下冲程转速的适当调节，从而减少漏失，提高泵效。

### 1.3 “变频+回馈”最佳节能

◎ 注意再生电能 抽油机属位能性负载，尤其当配重不平衡时，电动机由于位能或惯性，在整个冲次的某个阶段，负载拖动电动机的转速比变频器输出频率所对应的转速还要高，电动机处于再生发电状态，产生的再生电能传输到直流侧滤波电容上，产生泵升电压。过高的泵升电压有可能损坏开关器件、电解电容，甚至会破坏电机的绝缘，从而威胁到系统安全工作。因此，这部分再生能量必须处理。一般处理再生能量的方法有能量消耗和能量回馈。

◎ 能量消耗 是在变频器直流侧加放电阻单元组件，将再生电能通过专门的能耗制动电路消耗在功率电阻上，转化为热能，因此称为电阻制动。为保证系统安全运行，这部分电能不得被变成热能白白消耗在电阻上。

◎ 能量回馈 是通过加装回馈装置，使变频器电网侧变流器成为可逆的，将再生电能就地回收到电网，弥补了单纯使用变频器这部

分（约 15~25%）电能丢失的缺憾。由于使用了先进的控制电路设计和适当的滤波装置，保证了回收的电能符合国家电网标准。

◎ “变频+回馈”完美的节能增效方式。它包容了变频器能够节约的电能和再生电能回收的电能，较理想、较彻底的一次性实现了抽油机节能增效项目的改造。加能公司通过长期的市场调研和总结，引进美国德州油田和阿拉斯加油田大量使用的一流成熟型产品技术，生产出满足中国油田的驱动设备：

① IPC-PF-1S 回馈制动单元；

② “变频+回馈”双 PWM 抽油机专用 IPC-MD 抽油机专用一体机。

这两个产品已经成为近年中国抽油机节能改造性价比最好的产品之一。

◎ IPC-MD 一体机 特别为现场采油工而制作。操作极为简单，一改商用变频器只有专家才能使用的复杂产品概念。设两段速调节冲次，无需复杂设定，无需使用手册，程序充分简化，不会因操作而出现错误。对自动化公司而言，是难得的使用成本最低的产品。

#### 1.4 IPC-MD 性能特点

◎ IPC-MD 是根据油田抽油机特殊工况，由加拿大 Albert 油田设计院设计，美国 Smart Chip 公司生产应用。自 1995 年起已在德州油田和阿拉斯加油田大量使用。

◎ CPU：采用军品 32bit DSP， $-40^{\circ}\text{C}\sim+90^{\circ}\text{C}$  气温条件下能正常工作。可靠性较商用变频器大大提高。

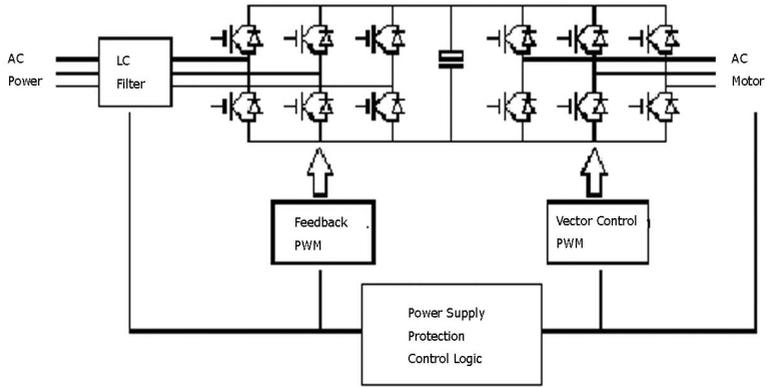
◎ 抽油机专用应用程序。设计简化，适于普通采油工直接调试，无需手册及操作手册，不会出现普通商用变频器由于参数多，不适用普通工人调试的顾虑。

◎ 将上下冲程设定全部集中到两个电位器上，只需配合现场工图，通过电位器调定最佳曲线。或通过中文数字式操作器直接设置。

- ◎ 冲次可调，30% ~120%。
- ◎ 内置输入滤波装置，全程噪声过滤，对电网的干扰是普通商用变频器的1/4。
- ◎ 内置回馈制动单元，可把再生电能回馈电网。因已配置电抗器和噪声滤波器，可直接与380V/660V电网驳接使用。能量回馈电网的效率达97%。
- ◎ 系统无功损耗小，功率因数 $\text{COS } \phi > 0.96$ ，同一供电线路可适当加载，节省增容费。
- ◎ 柔性启动，降低电网载荷冲击，对电机和设备无冲击。
- ◎ 电能回收部分，比普通商用变频器多节能15~25%。热损耗为电阻制动的3%以下。
- ◎ 全电压自动跟踪，自动计算最佳制动力矩，用户不必自己设定任何参数。简化应用环节的操作。
- ◎ 遵照免维护的设计思想，变频与回馈制动为一体，不需外部设备即可独立运行。故障率远远低于普通商用变频器与回馈制动单元的组合使用。
- ◎ 野外无人值守，全自动设计，不必更换机械设备即可任意控制抽油速度。适用于不同地域、结构的油井。适用于不同气候、环境条件的场合。

### 1.5 IPC—MD 工作原理

- ◎ 双PWM，两套逆变系统。分别执行变压变频、调速任务和回收再生电能的任务。最大特点是将原分离的回馈系统设计于整体电路中，连贯完成抽油机的调速任务。
- ◎ 回馈单元的工作原理是把变频器直流环节的电能，变换成一个和电网电源同步同相位的交流正弦波，把电能反馈回电网再生利用。
- ◎ 变频器的原理与普通变频器一样，只是应用程序是按照油田应用设计，CPU采用耐高温军用品（32位DSP）。



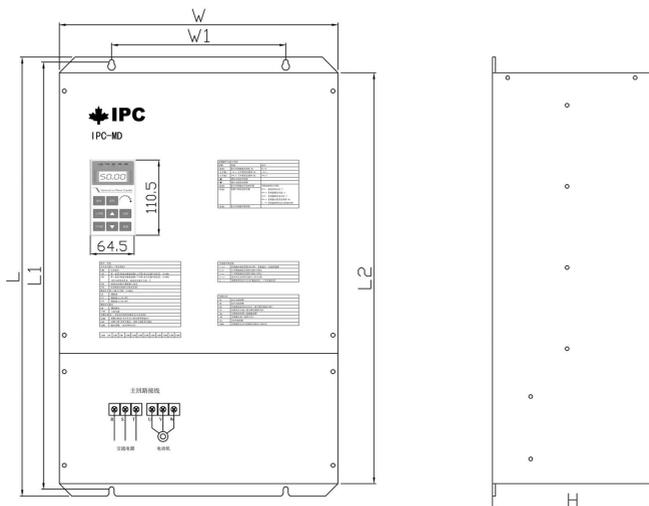
## 二、IPC—MD 标准规范

电源条件	380V, $\pm 15\%$ ; 660V, $\pm 15\%$
	45~60Hz, 三相
	功率因数: 0.9~0.96
变频部分	转矩: 自动提升
	最大转矩: 200%
	输出频率: 20~60Hz 上下冲程单独可调
	抽油机专用程序
	CPU: 32 位军品, DSP ( $-40^{\circ}\text{C}\sim+90^{\circ}\text{C}$ )
	加减速步长: 0.004Hz (精度万分之一)
	有自动电压波纹补偿功能 (300Hz~360Hz 补偿)
	载波: 6.25kHz
	死区: 动态补偿
	给定滤波: 24 位动态滤波
	内部时钟锁相环
	面向 Internet 的内部参数
	控制方法: 基于抽油机特性的矢量控制方式
	风扇控制方式: 温度自动控制方式
回馈部分	控制方式: 双向同步 PWM 方式
	运算: 平均电压方式
	响应时间: 1ms
	载波: 20kHz
	回馈方式: 正弦波 PWM
	电流畸变: $<5\%$ (符合国家标准)
	回馈功率因数: 0.98
已经内置输出滤波电抗器及电容滤波器	
保护功能	过电流, 过电压, 过载, 短路, 接地故障, 过热, 电网异常。
	自动故障再启动时间: 15 秒
使用	不可以淋雨和直接日晒; 不可以结露。
	$-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$

## 三、IPC—M D 系列规格一览表

产品规格	功率	额定电流	额定容量	O. L.	O. C. 1	O. C. 2	
3 8 0 V 电 压	MD-11-4	11 (kW)	25 (A)	21 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-15-4	15 (kW)	32 (A)	26 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-18-4	18 (kW)	38 (A)	31 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-22-4	22 (kW)	45 (A)	37 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-30-4	30 (kW)	60 (A)	50 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-37-4	37 (kW)	75 (A)	61 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-45-4	45 (kW)	90 (A)	73 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-55-4	55 (kW)	110 (A)	98 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-75-4	75 (kW)	150 (A)	130 (kVA)	150%	200%	250%
产品规格	功率	额定电流	额定容量	O. L.	O. C. 1	O. C. 2	
6 6 0 V 电 压	MD-11-6	11 (kW)	18 (A)	21 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-15-6	15 (kW)	24 (A)	26 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-18-6	18 (kW)	25 (A)	31 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-22-6	22 (kW)	28 (A)	37 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-30-6	30 (kW)	35 (A)	50 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-37-6	37 (kW)	45 (A)	61 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-45-6	45 (kW)	52 (A)	73 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-55-6	55 (kW)	63 (A)	98 (kVA)	150%	200%	250%
	MD-75-6	75 (kW)	86 (A)	130 (kVA)	150%	200%	250%

## 四、IPC-MD 安装尺寸



型号	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	W (mm)	W1 (mm)	H (mm)
MD-11-4	580	555	530	380	210	253
MD-15-4						
MD-18-4						
MD-22-4						
MD-30-4	705	681	655	448	280	258
MD-37-4						
MD-45-4						
MD-55-4						
MD-75-4						
MD-11-6	705	681	655	448	280	258
MD-15-6						
MD-18-6						
MD-22-6						
MD-30-6						
MD-37-6						
MD-45-6						
MD-55-6						
MD-75-6						

注：控制键盘安装尺寸为 110.5 × 64.5mm。

## 五、数字式操作器使用说明

### 5.1 数字式操作器介绍

数字式操作器外观及按键如下图所示：



图 5-1 数字式操作器外观图

本数字式操作器底面有一插座，有专门配置的连接电缆，把操作器与变频器主控制电路相连，连接电缆最大长度小于 2.5 米，可以把数字式操作器脱离变频器本体安装，方便工业现场应用。

数字式操作器有两大类操作模式：运行监控模式与参数修改模式。下面具体说明这两种操作模式。

### 5.2 运行监控模式

本数字式操作器上并无按键操作能迫使变频器进入运行状态，变频器的运行必须通过控制端子 1ST、2ST、EXT 其中之一与 COM 短接才能实现，所以变频器的运行监控模式定义为变频器上电初始化

完毕以后，而且 1ST、2ST、EXT 其中之一与 COM 短接，变频器所处的正常状态。

在运行监控模式，数字式操作器有两个功能：

功能 1：修改上冲程与下冲程的设定频率。

功能 2：观察变频器运行变量如输出频率、输出线电流、直流母线电压等。

作为显示的发光半导体二极管（LED）排列如图 5-2 所示：

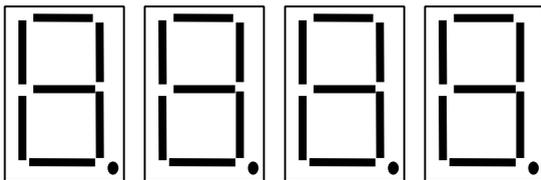
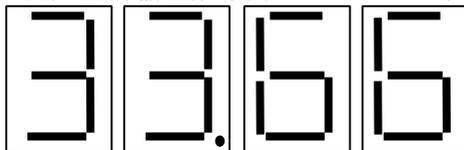


图 5-2：发光半导体二极管（LED）排列图

### 5.2.1 运行监控模式下的按键操作

当变频器初次进入运行监控模式，数字式操作器显示变频器实际输出频率。例如当前输出频率为 33.66Hz，显示如下：



注意：变频器记忆上次断电前所设定的频率，以该值作为本次上电后的设定频率，除非在本次变频器进入运行监控模式前，使用者修改了设定频率（即变频器上电初始化完毕后，在控制端子 1ST、2ST、EXT 之一与 COM 短路前，先修改了设定频率）。

运行监控模式下，各有效按键功能如下表 5-1 所示。

表 5-1：运行监控模式按键功能一览表

运行监控模式下有效的按键	
按键	功能
频率	显示变频器实际输出频率，单位 Hz。

	<p>举例：32.00，即变频器实际输出频率为 32 赫兹。</p>
上冲程	<p>显示变频器上冲程设定频率，单位 Hz。          举例：_33.3，即由键盘或电位器确定的上冲程设定频率为 33.3 赫兹。          此时，按“▲”与“▼”键能修改该设定值。</p>
下冲程	<p>显示变频器下冲程设定频率，单位 Hz。          举例：=28.0，即由键盘或电位器确定的下冲程设定频率为 28.0 赫兹。          此时，按“▲”与“▼”键能修改该设定值。</p>
监控	<p>显示变频器监控变量，监控变量的显示以字母开头，标识不同监控变量。          正常运行时按本键，则显示直流母线电压 (U***)，此时，按“切换”按键就能循环显示其它监控变量。          当发生故障使变频器旁路，显示“PASS”时，按本键则显示导致旁路具体故障，如“UU1”等。</p>
切换	<p>仅当按了“监控”键后，该键操作才有效，每按一次本键，则更换一个监控变量。具体监控变量如下</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 变频器直流母线电压，单位 V。          举例：U537，即变频器内部直流母线的电压为 537 伏特。</li> <li>2) 变频器输出电流，单位 A。          举例：C10.6，即实际测量到的输出相电流为 10.6 安培。</li> <li>3) 变频器输出线电压，单位 V。          举例：L336，即变频器实际输出线电压为 336 伏特。</li> <li>4) 变频器当前设定频率，单位 Hz。          举例：F32.6，即变频器当前设定频率为 32.6 赫兹。</li> <li>5) 变频器标称电压与标称功率，单位百伏与千瓦。          举例：3. 30，第一个数字 3 表示变频器标称电压为 380 伏特，最后两个数字表示变频器标称功率为 30 千瓦。</li> </ol>

### 5.2.2 显示灯含义

数字式操作器的上方有五个发光二极管显示灯，指示不同运行状态与按键操作。具体如表 5-2 所示。

表 5-2：显示灯功能一览表

显示灯	指示含义
上冲程	指示 1ST 与 COM 短接，表示变频器进入运行状态。
下冲程	指示 2ST 与 COM 短接，表示变频器进入运行状态。
监控	指示按下了“监控”按键，能观察变频器相关运行变量。
参数	进入了能修改变频器内部常数的状态。
报警	变频器异常，存在运行故障。

有故障时，变频器则停止输出，此时按键操作无效，数码管显示当前故障。当故障消失后，变频器自动回到正常显示状态。从故障发生到变频器重新自动运行之间的等待时间间隔为 15 秒，当故障消失后的时间处在此 15 秒等待时间内，按键操作仍无效，必须过了该等待时间运行监控按键操作才有效。

具体故障显示内容的解释见表 5-3。

表 5-3：故障显示内容一览表

故障显示，此时按键操作无效	
显示代码	故障含义
OL	电动机过负载
OC	电动机过电流
OE	变频器过电压（高于标准值 140%）
LE	电源电压太低（低于标准值 75%）
UU1	输入接触器故障
OH	变频器过热（通风不良）
Err	变频器 CPU 内部故障
PASS	变频器发生多次故障，电机已切换至旁路电源运转

引发故障的可能原因与解决对策见第八章。

## 5.3 参数修改模式

### 5.3.1 参数修改模式进入方法

当变频器上电初始化完毕后，若 1ST、2ST、EXT 都不与 COM 短接，此时按“参数”按键，则变频器进入参数修改模式，此时能修改影响变频器运行性能的参数。

注意：“参数”按键必须持续按 3 秒以上，才能进入参数修改模式。（这主要是防止误操作进入参数修改模式）。

进入参数修改模式后，按“切换”按键，能循环显示可修改的常数。具体可修改参数见表 5-4。

表 5-4：可修改常数表

按“切换”按键，选择欲修改的参数项，按“▼”“▲”键增加或减小相应的参数值。	
显示项	参数含义
1-*.*	变频器启动加速度时间常数，单位是 Hz/秒。 举例：“1-2.5”，即启动加速度是 2.5Hz/秒。 该参数变化范围是 0.5—9.9 Hz/秒。 一般而言，变频器功率越大，该参数设置越小。 变频器出厂时，变频器容量小于 30 千瓦，本参数缺省设为 5.0，即从 0Hz 加速到 50Hz 的时间为 10 秒；变频器容量大于 30 千瓦（包括 30 千瓦），本参数缺省设为 2.5，即从 0Hz 加速到 50Hz 的时间为 20 秒；
2-*.*	上冲程最高允许输出频率，单位是 Hz 举例：“2-60”，即上冲程最高允许输出频率是 60Hz。 该参数变化范围是 60—83Hz。 变频器出厂时，本参数缺省设为 60。
3-*.*	下冲程最高允许输出频率，单位是 Hz 举例：“3-68”，即下冲程最高允许输出频率是 68Hz。 该参数变化范围是 60—83Hz。 变频器出厂时，本参数缺省设为 60。
4-*.*	起动转矩补偿设定，单位是%。 举例：“3-3.2”，即起动转矩补偿值是 3.2%。 该参数变化范围是 1.2—9.9%

	变频器出厂时，本参数缺省设为 3.2。 一般而言，电动机的起动负荷越大，该值可以设大些，以保证电机能正常起动。
5- *	变频器设定频率的输入方式。 设定频率由数字式操作器输入； 设定频率由变频器主板上的两个电位器输入。 变频器出厂时，本参数缺省设为 0，即只能用数字式操作器改变频率设定值。
6- *	最近一次导致变频器切换至工频旁路的故障代码。 1: OC, 2: OL, 3: OE, 4: LU, 5: UU1, 6: OH 变频器出厂时，本参数缺省为 0。 按“▼”或“▲”键，则清除该故障记录。
7- *	自动上下冲程识别。 不允许上下冲程识别。 允许上下冲程自动识别。在该控制方式下，变频器根据直流母线电压判断抽油机处于上冲程，则自动以上冲程频率为设定频率；判断抽油机处于下冲程，则自动以下冲程频率为设定频率。此时 1ST 或 2ST 必须有一个与 CM 短路，作为启动运行命令，但是 1ST 与 2ST 没有选择上冲程或下冲程功能。 变频器出厂时，本参数缺省设为 0，即自动识别无效。
8-*. *	标准冲次，即 50Hz 工频运行抽油机每分钟的循环次数。 变频器出厂时，本参数缺省设为 3.6。
9- *	常规频率运行模式与冲次运行模式选择。 0—频率运行模式； 1—冲次运行模式。 变频器出厂时，本参数缺省设为 0，即频率运行模式。
A- d*	上下行程触点状态软件自锁 “A-d0”表示软件自锁无效。 “A-d1”表示软件自锁有效 变频器出厂时，本参数缺省设为 d0，即没有上下行程触点软件自锁功能。
b-**	上下冲程自动识别门坎电压相对值。 该参数变化范围是 05—13， 变频器出厂时，本参数缺省设为 12，

	即门坎电压=额定直流母线电压*112%。 只有允许上下冲程自动识别时本参数才有效。
c- *	暂无效。
d ***	输出电压调制百分比，单位是%。 该参数变化范围是 67—102。 变频器出厂时，本参数缺省设为 102。 调小本参数，则同样三相输入电压幅值、变频器输出给电机的三相交流电压幅值变小。
E *, *	变频器运行加速度常数，单位是 Hz/秒。 举例：“E-5.0”，即正常运行时加速度常数是 5.0Hz/秒。 该参数变化范围是 0.5—9.9 Hz/秒。 变频器出厂时，本参数缺省设为 5.0，即从 30Hz 加速到 50Hz 的时间为 4 秒。
进入参数修改模式后，按“频率”按键或“监控”按键就能退出本参数修改模式，返回运行监控模式。	

### 5.3.2 上冲程设定频率与下冲程设定频率

由于本变频器是专门针对油田抽油机的四象限变频器，所以用上冲程设定频率与下冲程设定频率表示通用变频器中的多段速度设定值。

控制端子 1ST 对应上冲程设定频率有效，控制端子 2ST 对应下冲程设定频率有效。

### 5.3.3 外部模拟量决定设定频率

如果 EXT 与 COM 短接，则变频器设定频率由外部模拟量输入 AI1 决定，此时，数字式操作器或频率设定电位器 V1S 与 V2S 都失效。利用变频器的这种特性，用户可以自行开发专用的闭环控制器，把闭环控制器的输出接至 AI1，控制变频器输出频率。

### 5.3.4 起动转矩补偿

由于油井的工况是不断变化的，如果起动转矩补偿值太小，而电动机起动负荷过大，则可能出现起动电流太大，变频器出现过电流故障（OC），导致无法正常起动抽油机。此时，应适当增大起动转矩补偿值，保证正常起动。

但是，如果起动转矩补偿值设置太大，而电动机起动负荷很小，同样可能导致起动电流过大，此时反而要适当减小起动转矩补偿值。

## 六、变频器外部控制信号接线端子说明

### 6.1 IPC-MD 基本配线图

IPC-MD 四象限变频器的配线包括电源回路与控制回路接线。图 6-1 是 IPC-MD 基本配线图。

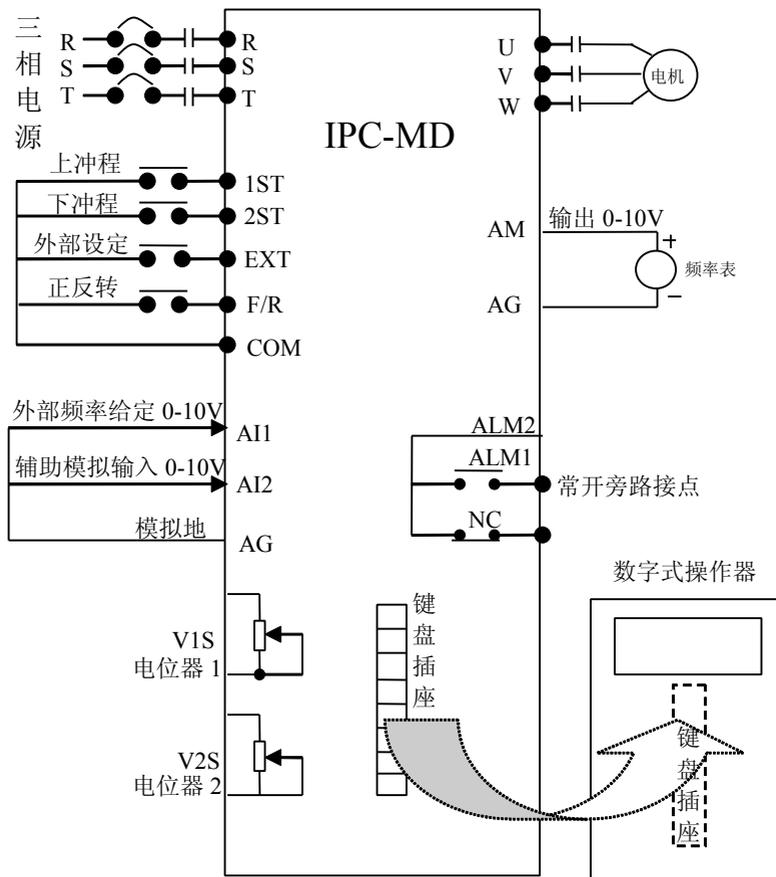


图 6-1 IPC-MD 基本配线图

## 6.2 控制信号接线端子功能说明

表 6-2 为端子一览表。主要有开关信号输入，模拟量输入，模拟量输出，开关量输出四类。

表 6-2 端子一览表

开关信号输入（闭合有效，即相应端子与公共端子 COM 短接）	
COM	公共端子
1ST	第一段速度（对应转速由键盘按键〈上冲程〉或电位器 V1S 设定），0-60Hz
2ST	第二段速度（对应转速由键盘按键〈下冲程〉或电位器 V2S 设定），0-60Hz 如果 1ST 与 2ST 同时闭合，变频器设定频率取 V1S, V2S 中大的一个。
EXT	转速由外部 AI1 模拟输入设定，0-60Hz 如果 1ST, 2ST, EXT 同时闭合，则变频器设定频率由 AI1 模拟输入设定，即 EXT 级别高于 1ST 和 2ST。 如果 1ST, 2ST, EXT 同时断开，则变频器设定频率为 0，即变频器无输出。
F/R	电动机转向选择（正转或反转），该信号断开，对应正转；该信号闭合，对应反转。
模拟信号输入（最大 10V 直流电压输入，对应为 0-60Hz）	
AG	模拟地
AI1	外部模拟输入 1（0-10V） 若 EXT 与 COM 短接，该信号决定变频器设定频率（0V-10V 对应 0Hz-60Hz）
AI2	外部模拟输入 2（0-10V）
模拟信号输出（最大 10V 直流电压输出）	
AM	模拟输出（0V-10V 对应变频器实际输出频率 0-60Hz）
+10V	+10V 稳压电源（最大输出电流 50mA）
报警旁路接点输出（见旁路条件说明）	
ALM1	报警点输出（可以作为工频电源旁路接点）

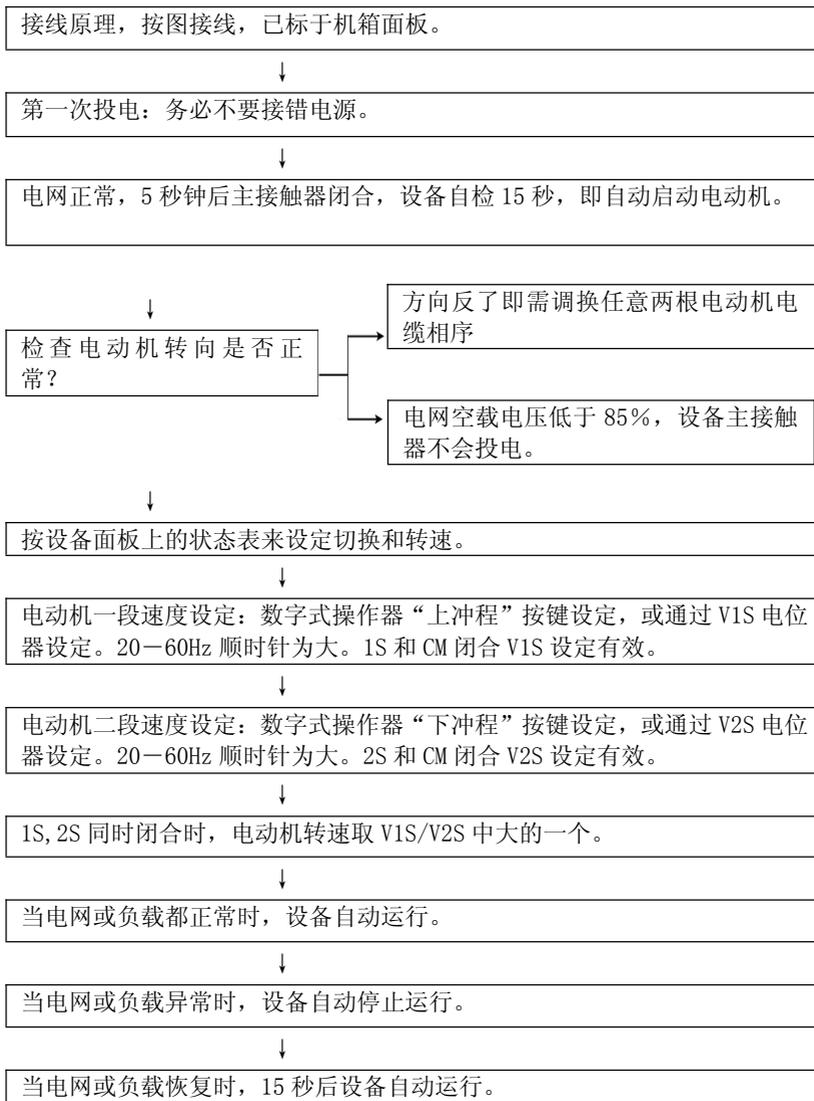
ALM2	ALM1—ALM2 是常开触点， ALM2—NC 是常闭触点。 接点容量最大 400V 交流/2 安培。
NC	

外部控制信号端子接线图如图 6-2 所示。

ALM1	ALM2	NC	COM	EXT	F/R	1ST	2ST	+10V	AM	AG	AI1	AI2
------	------	----	-----	-----	-----	-----	-----	------	----	----	-----	-----

图 6-2：控制信号端子排列顺序图

## 七、使用步骤与说明



## 八、故障判断与变频器旁路条件说明

一旦发生表 8-1 中所列的故障，则变频器立即终止输出，键盘所有按键无效，且键盘上故障指示灯亮。

表 8-1：故障显示与故障可能原因一览表

故障显示，此时按键无效		
代码	故障描述	原因分析
OL	电动机过负载	电机电流一段时间内持续偏大。
OC	电动机过电流	电机电流超过额定值的 100%
OE	变频器直流母线过电压（高于标准值 140%）	电机回馈能量过大
LE	电源电压太低（低于标准值 75%）	电网电压跌落过大
UU1	电源缺相或输入接触器故障	接触器异常
OH	变频器过热（通风不良）	风扇损坏或环境温度过高
Err	变频器 CPU 内部故障	
PASS	变频器发生多次故障，电机已切换至旁路工频电源运转	

如果发生故障但没导致旁路，当故障消失并等待时间 15 秒后，变频器自动恢复运行。

### 8.1 常见故障的解决

变频器运行过程中如果检测到异常，会自动停止工作并显示相应的故障信息，用户可按如下说明处理：

### 8.1.1 电动机过载 (OL)

过载指电机的电流超过额定电流并持续一段时间以上，其判断依据是如下“反时限曲线”：

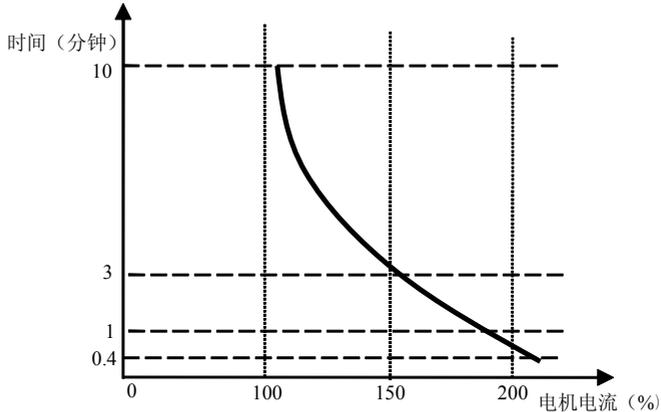


图 8-1：过载判断曲线

若超出额定电流 200%，变频器立即终止输出；若持续超出额定电流 150%，且持续时间为一分钟时，变频器也会立即终止输出；若持续超出额定电流 110%，且持续时间为十八分钟时，变频器同样会立即终止输出。

导致 OL 故障的可能原因与解决对策：

- a) 若电动机稳态运行，输出电流超过额定值，说明电机负载过重，可能引发 OL 故障。解决对策是采用更大容量的变频器。
- b) 若电动机加速过程，输出电流超过额定值太多，加速时间过短，可能引发 OL 故障。解决对策是延长加速时间，适当调整 V/F 比值。
- b) 若电动机处于停止状态，出现 OL 故障，请与变频器的销售商联系。

### 8.1.2 电动机过电流 (OC)

若超出额定电流 200%以上，则为过电流，立即终止变频器输出。  
导致 OC 故障的可能原因与解决对策：

- a) 电动机是交流永磁同步电机，启动电流远大于一般同等容量的交流异步电机。解决对策是采用专门针对同步电机的变频器。
- b) 加速度时间常数设置太大，或起动转矩补偿设置不当。解决对策是减小加速度时间常数，调整起动转矩补偿设置值。

#### 8. 1. 3 变频器过电压 (OE)

当变频器内的直流母线电压高于标准值的 140%，则为过电压，立即终止变频器输出。

导致 OE 故障的可能原因与解决对策：

- a) 交流电机回馈能量过大，解决对策是测量实际回馈电流值，确认是否回馈电流值超出所用变频器的设计允许值，若是，则可以调小变频器的设定频率，或者给变频器并联单独的回馈单元以增大回馈量。
- b) 直流母线电解电容失效，直流母线上谐波很大。解决对策是更换电解电容。

#### 8. 1. 4 电源电压太低 (LU)

当变频器内的直流母线电压低于标准值的 75%，则为电源电压太低，立即终止变频器输出。

导致 LE 故障的可能原因与解决对策：

电网电压过低，解决对策是稳定电源电压。

#### 8. 1. 5 输入接触器故障 (UU1)

当输入接触器未能闭合，或运行时跳脱，则为输入接触器故障，立即终止变频器输出。

导致 UU1 故障的可能原因与解决对策：

- a) 变频器内部接触器故障，解决对策是更换接触器。
- b) 电源缺相，解决对策是检查电源电路。

#### 8. 1. 6 变频器过热 (OH)

当变频器过热，可能由通风不良或风扇损坏造成，在变频器内部有相应的温度检测装置，若检测到变频器内部温度达到 75℃，立

即终止变频器输出。

若是电气柜通风不良，解决对策是改进电气柜通风设计。

#### 8.1.7 变频器 CPU 内部故障 (Err)

该故障由变频器内部硬件电路判断。

### 8.2 变频器在持续发生故障时的处理

当以上故障在一定时间内反复发生时，变频器会停止工作并不再重新起动，给出旁路触点开关信号，与变频器外部的接触器逻辑控制电路配合，使电机脱离变频器控制，改由外部工频电源供电。具体旁路条件为以下所列的情况之一：

- a) 15 分钟内连续过载或过电流五次
- b) 接触器持续断开三分钟
- c) 15 分钟内连续发生变频器过热故障五次

一旦变频器处于旁路状态，则必须人工关断变频器的供电电源，重新给变频器送电，使变频器断电复位，变频器才能恢复到正常运行状态。

**注意：**当变频器显示“PASS”处于旁路状态时，按“监控”键则能显示导致旁路的具体故障原因，如显示“UU1”，说明是接触器故障导致旁路。

## 九、应用举例

### 9.1 单设定频率抽油机变频控制系统

这是最简单系统，不区分上下冲程，抽油机以设定上冲程频率运行。图 9-1 为最简单抽油机变频控制系统回路示意图。

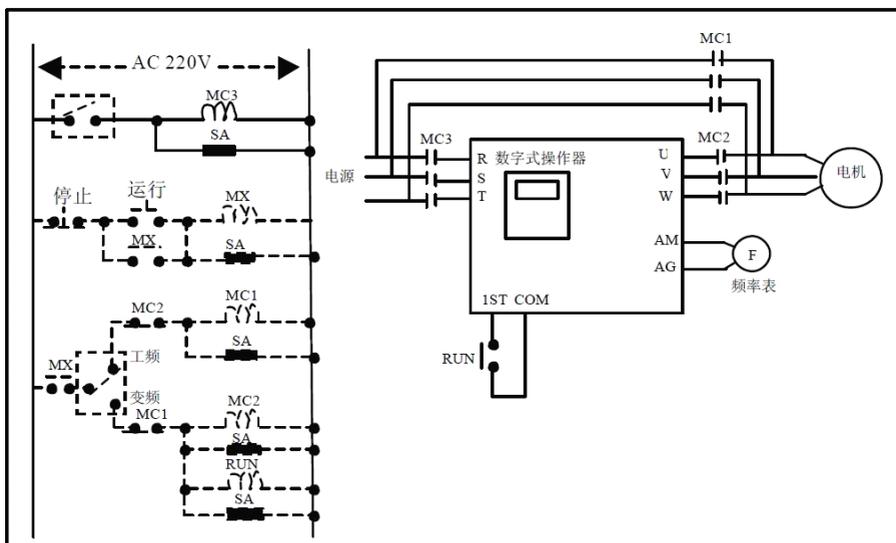


图 9-1 最简单抽油机变频控制系统回路示意图。

上系统中，必须通过人工操作决定电机是工频电源工作还是变频工作。上冲程与下冲程速度一样，通过数字式操作器或电位器 V1S 调整电机运行速度。

## 9.2 不同上下冲程频率与故障自动旁路的抽油机变频控制系统

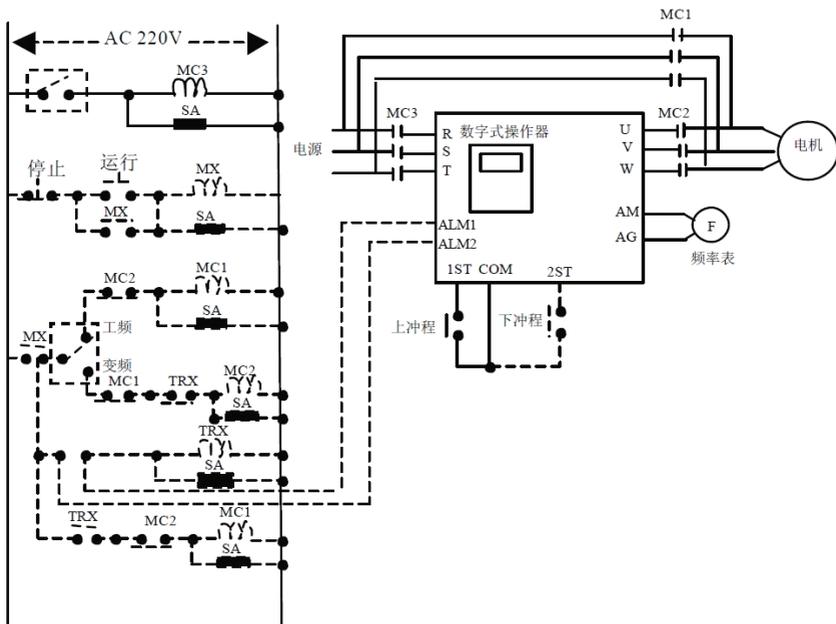


图 9-2 不同上下冲程频率与故障自动旁路的抽油机控制系统回路示意图

上系统中，把变频器故障旁路继电器的输出用来自动控制工频与变频切换，当变频器进入“PASS”状态，即切换至工频工作，即使故障现象消失系统也不会切换回变频工作。只有关断变频器电源并重新上电初始化变频器，才能回到正常变频工作状态。

上系统中，必须安装行程检测装置，实时测量抽油机是处于上冲程还是下冲程，分别设置上下冲程的速度以达到最佳运行效果。

### 9.3 外部 PID 闭环控制的抽油机变频控制系统

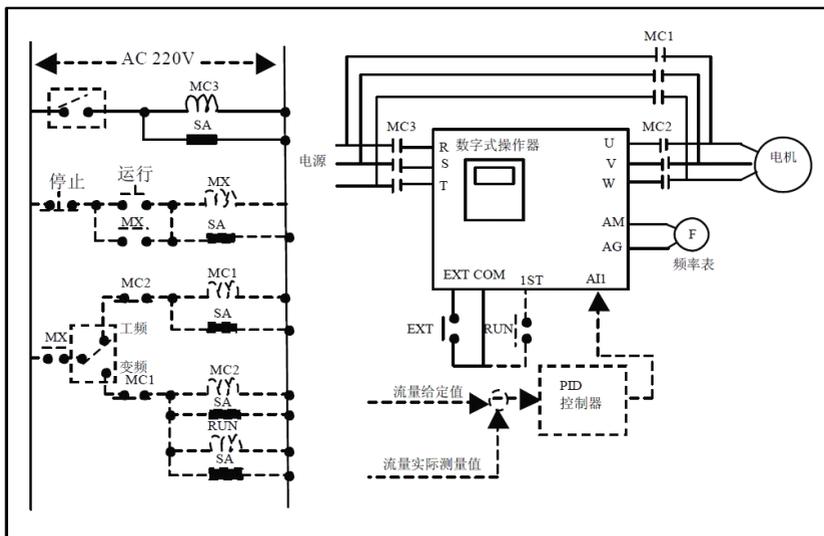


图 9.3 外部 PID 闭环控制的抽油机控制系统回路示意图

上系统中,若 EXT 与 COM 短接,则变频器的设定频率取决于 PID 控制器的输出,如果能实际测量油井的出油流量,就能构成一个流量闭环控制系统。

## 十、上下行程触点状态软件自锁

为了判断抽油机上冲程与下冲程状态，需要在抽油机上安装行程开关，这类开关一般是触点式，不会自动保持行程状态。为了解决状态保持问题，有两种方法：

方法 1：硬件方式，通过另外搭建硬件电路保持行程状态，如采用继电器互锁以保持行程状态。

方法 2：软件方式，通过变频器软件捕获触点信息，由软件自动保持行程状态。这种方式需要设置变频器参数，而且接线方式与常规不同。

### 10.1 上下行程触点状态软件自锁的参数设置

进入变频器参数修改状态（在端子 EXT、1ST、2ST 不与 COM 短接的条件下，持续按“参数”键三秒以上），多次按“切换”键以选择第 10 项“A-d0”，按“▲”或“▼”键，修改设置。

“A-d0”表示软件自锁无效。

“A-d1”表示软件自锁有效

### 10.2 上下行程触点状态软件自锁时的特殊接线

这种状态下，变频器控制接线与常规方式不同，具体如下：

上行程触点信号接入 1ST 端子，下行程触点信号接入 2ST 端子，变频器运行控制信号接入 EXT 端子。

变频器的运行由 EXT 是否与 COM 短接决定。

这种方式下外部模拟量频率给定方式无效，即 AI1 端子输入无效。

具体接线见图 10-1。

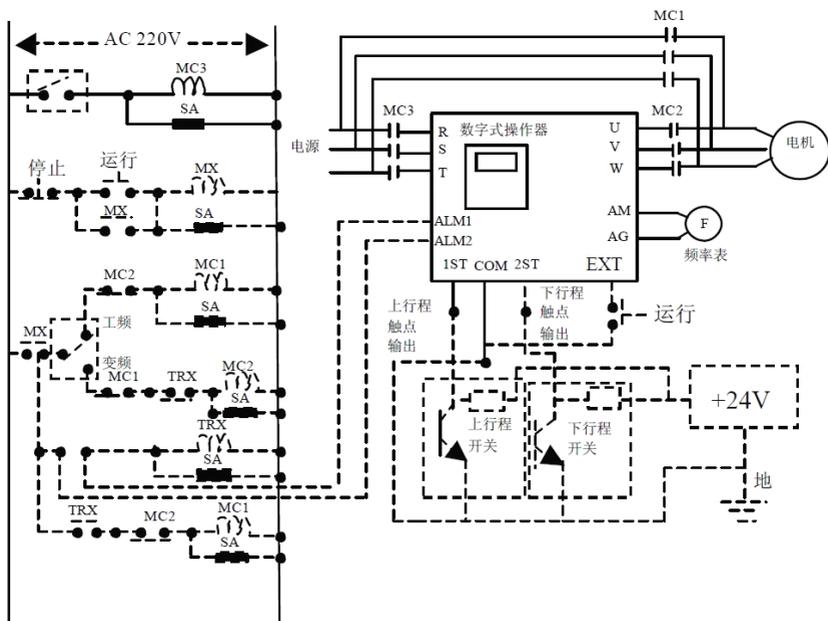


图 10-1 上下行程触点状态软件自锁的特殊接线示意图

## 十一、基于抽油机冲次的变频器运行方式

抽油机运行快慢用冲次（次/分钟）衡量，为了便于操作工按冲次直接调整变频器运行快慢，特设立冲次运行模式。

### 11.1 进入与退出冲次运行模式

进入变频器参数修改状态（在端子 EXT、1ST、2ST 不与 COM 短接的条件下，持续按“参数”键三秒以上），多次按“切换”键以选择第 9 项“9- 0”，按“▲”或“▼”键，修改设置。

“9- 0”表示常规频率运行方式。

“9- 1”表示冲次运行方式。

## 11. 2 修改工频下的标准冲次

由于冲次是相对概念，即与变频器输出频率不是绝对关系，所以按照工频 50Hz 下的抽油机实际运行冲次作为具体抽油机的标准冲次，以此为参照作为调节冲次大小的基准。

变频器实际运行前必须设置好该标准值。具体操作如下：

进入变频器参数修改状态（在端子 EXT、1ST、2ST 不与 COM 短接的条件下，持续按“参数”键三秒以上），多次按“切换”键以选择第 8 项“8- 3.6”，按“▲”或“▼”键，修改设置。

“8- 3.6”表示标准冲次为 3.6 次/分钟。

## 11. 3 上下冲程快慢比例的概念

由于冲次是指抽油机一个工作循环，所以改变冲次意味着同时改变上下冲程快慢。为了区分上冲程与下冲程快慢，专门设立“上下比例”按键。

按“比例”按键（频率方式下定义为下冲程按键），该键若显示“b50.0”，表示上冲程速度等于下冲程速度。按“▲”或“▼”键，可修改该值。

如“b60.0”表示上冲程比平衡值快  $60/50=120\%$ ，下冲程比平衡值慢  $40/50=80\%$ 。平衡值指“b50.0”，上冲程速度等于下冲程速度时的输出频率值。

## 11. 4 运行中调整冲次大小

当变频器设为冲次运行模式运行时，按“冲次”键（频率方式下定义为上冲程按键）则显示“A2.89”，表示冲次为 2.89 次/分。

按“▲”或“▼”键，可修改冲次值，改变实际输出频率。