

# 变频设备在化工生产中的应用

黄毅龙 陈伟昆

福建湄洲湾氯碱工业有限公司 福建泉州 362801

**摘要:**变频器是将电网电压提供的恒压恒频转换成电压和频率都可以通过控制改变的转换器,使电动机可以在变频电压的驱动下发挥更好的工作性能。目前变频调速已被公认为是最理想、最有发展前途的调速方式之一,化工生产中采用通用变频器构成变频调速传动系统的主要目的是满足工作调整需要及节能增效。作者所在岗位技改过程中多处使用变频设备,均取得较理想的成果。技改后既满足生产工艺、提高设备自动化程度的要求,又节约能源、降低生产成本,同时也大幅度的降低了设备的维护成本。本文通过变频设备在我司生产车间使用中的案例,以期说明正确使用变频设备在工业生产中的优点。

**关键词:**变频;技改;优点

## 一、变频器的原理

变频器是把工频电源(50Hz或60Hz)变换成各种频率的交流电源,以实现电机的变速运行的设备,其中控制电路完成对主电路的控制,整流电路将交流电变换成直流电,直流中间电路对整流电路的输出进行平滑滤波,逆变电路将直流电再逆成交流电。用于电机控制的变频器,既可以改变电压,又可以改变频率。交流电动机的同步转速表达式如下:

$$n=60f/p(1-s)$$

式中

n: 异步电动机的转速;

f: 异步电动机的频率;

s: 电动机转差率;

p: 电动机极对数。

其中, S与P为定值,转速n与频率f成正比,由式表达式可知,只要改变频率f即可改变电动机的转速。变频器就是通过改变电动机电源频率实现速度调节的,是一种理想的高效率、高性能的调速手段。

## 二、变频器的优缺点

变频器在化工中的应用主要考虑以下几点:

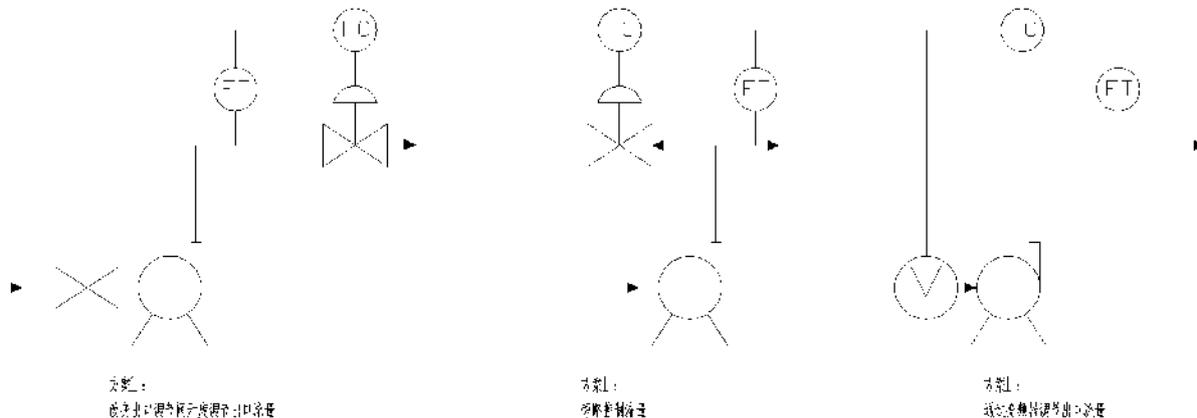
### 1.减少能耗

变频器节能主要表现在风机、水泵的应用上。为了保证生产的可靠性,各类化工设备在设计配用动力时,都会保留有一定的富余量。这样的设计思路容易导致电机不能在满负荷下运行时,除达到动力驱动要求外,多余的力矩增加了有功功率的消耗,造成电能的浪费。以离心泵为例,在化工流体输送中离心泵流量的控制主要有下图中三种方案:

方案1: 改变出口调节阀开度调节出口流量,改变出口调节阀开度即改变管路阻力特性。

方案2: 旁路控制流量,这种方案通过改变旁路调节阀开度变化来改变离心泵排出流量,使其稳定。通常旁路流量比排出量要小,所以采取该方案时调节阀尺寸比较小。但旁路流量重新返回泵入口,泵的总机械效率特性较差。

方案3: 通过变频器改变泵转速调节出口流量



方案1、方案2是泵类设备传统的调速方式,通过调节出口的阀门开度来调节给水量,其输入功率大,且大量的能源消耗在挡板、阀门的截流过程中。方案3中使用电机变频调速,如果流量要求减小,通过降低泵的转速即可满足要求,方案3中由于泵出口未安装调节阀,所以出口管路阻力损失,相比于方案1及方案2能量损失明显降低。

由离心泵功率与其转速的经验公式也可以说明:

$$N_2/N_1 = (n_2/n_1)^3$$

N: 离心泵功率

n: 离心泵转速

从公式中可以看出,当转速下降时,离心泵轴功率变小。

### 2.减少设备损耗

增加变频器的电机软启动相比于工频启动的设备,减少了电机硬启动时对电网造成严重的冲击,另外启动时产生的大电流和震动对阀门的损害极大,对设备、管路的使用寿命极为不利。而使用变频节能装置后,利用变频器的软启动功能将使启动电流从零开始,最大值也不超过额定电流,减轻了对电网的冲击和对供电容量的要求,延长了设备和节流阀门的使用寿命,节省了设备的维护费用。

### 3.前期的一次性投入成本较高

变频器是一种价格较昂贵、技术复杂的设备,一般变频器的价格要高于电动机本体价格,因此选择变频调速时必须考虑经济性,根据负载特性及启动特性选择合适的变频器。

## 三、典型案例

笔者多年来从业于氯碱行业,变频器陆续的在配料

控制、催化剂计量控制,反应釜的搅拌速度、循环水系统改造等各种环节中都有涉及,下文以作者亲身参与的几个成功技改案例为例,以更直接说明变频器在工业生产中的优点。

案例1:车间使用的是石灰乳及电石渣作为生产原料生产环氧丙烷,该介质的特点是沙石杂质多,容易引起设备或者管道磨损,原管道工艺是在机泵出口设置气动调节阀,通过调节阀门开度控制物料进反应塔流量,存在以下问题:

由于输送介质沙石等杂质多,对起节流作业的阀门及阀后管道的造成明显冲刷,需要频繁更换调节阀及阀后短接。

由于颗粒杂质多,偶尔出现较大颗粒卡在阀瓣上使气动阀无法动作的问题。造成生产流量的大幅度波动或断流,对生产稳定性造成较大影响。

进料泵运行时大部分处于低流量状态,憋泵造成密封泄漏,叶轮磨损等设备问题。

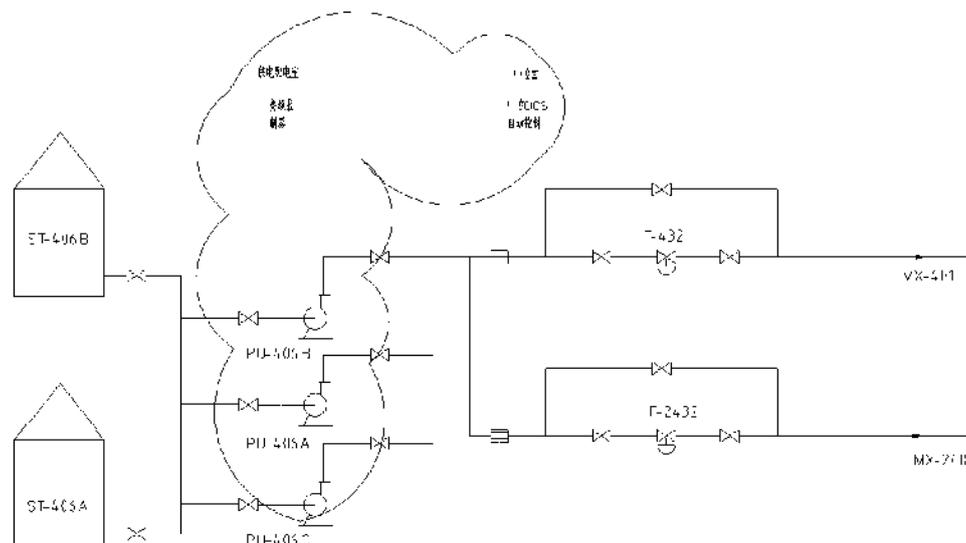
车间年度技改中在输送泵PU406上增加变频器(见附图),通过所需流量来控制机泵供电频率,经过一段时间使用效果良好,详见以下数据。

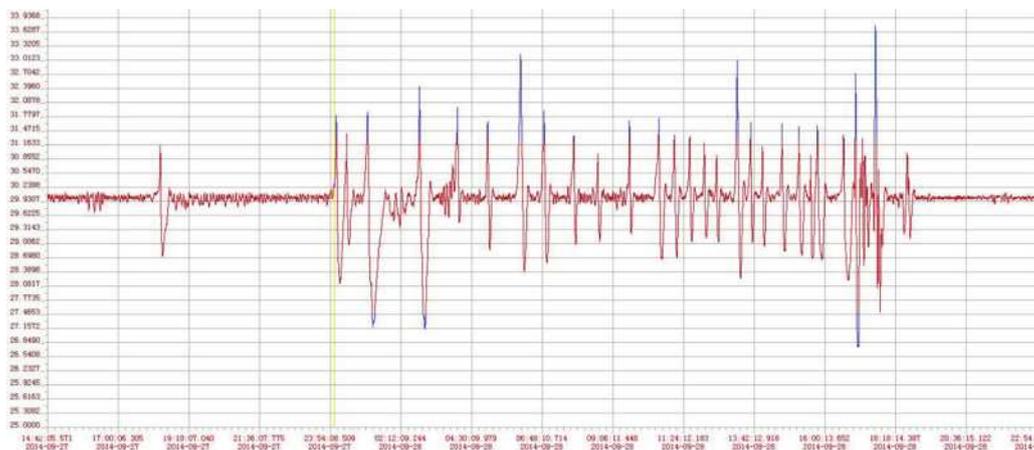
#### 1.降低了节流阀的故障率

技改前,调节阀平均每三个月更换一次阀座,阀后短接一年更换5次,从2012年技改后,泵出口阀门及管道均无故障记录,节流阀门的故障率显著降低。

#### 2.工艺曲线更加平衡

通过切换阀门控制及变频器控制得到的如下流量曲线(见附图),曲线上流量上下大幅波动的是气动阀门控制期,可看出通过变频器控制机泵流量后流量曲线比气动阀控制流量显得更平稳,只在小误差内波动,有利于





反应的平衡进行。

### 3.降低设备的维修率

电机在工频（50Hz）电源供电时起动和加速冲击很大，对设备的损伤大，增加变频器后，电机在低电压低转速下起动，并在低速下运转，极大的降低了机泵的维修率，根据长时间的数据显示，变频前，供料泵的维修频率一年在6次（包括由于介质冲刷叶轮、泵体泵盖等原因），增加变频器后的三年时间内没有机泵维修和管道阀门更换的记录，极大的减少了检维修支出。

同样的案例使用在相同介质的PU3752，技改取得的效果数据上与此案例高度吻合。

案例2：化灰机增加变频器，工艺介绍：公司生产原料石灰乳来自于生石灰与水在化灰机中发生熟化反应制得，生石灰熟化反应中放出的大量热，提高了反应的温度，使反应朝正向推进，加快了反应进程，形成良性循环。

岗位使用天利时公司生产的TXH-1800型号石灰消化机，底部不能反应的杂质经过筒体的回转运动带动推料板，排出筒体。出厂设备在工频电源供电时滚筒的转速为5RPM，生石灰从进口到出口口排出的时候为5分钟左右，活性低的生石灰来不及完全反应即被排出设备，在设备外继续放热熟化，存大很大的浪费。为解决以上问题，车间从化灰机减速机上着手增加变频器，经过多次调整电源频率优化，最终使设备在10HZ电源频率下运行，此时化灰机转速降低为1RPM，经实验，物料从进口口进入至出口口排出，在滚筒内停留时间延长至18分钟，保证物料在设备内的反应时间，熟化热量在滚筒内充分释放使反应温度升高，从时间和反应温度上使反应更为彻底。

通过该技改取得了如下成果：

延长了生石灰在化灰设备内的反应时间，使反应更

为充分。排出的废料中有效钙含量由原先的42.3%降低至14.2%，极大提高了物料的使用率，车间年度生石灰耗从1.71降低到1.52，降耗成效显著。

降低了生产设备的危险性及维修频率。减速机转速减慢后，减少了生产中对夹的风险，且设备从投用至今，8年多时间，除正常维保，无其他维修记录。

案例3：皮带输送机增加变频器，石灰消化机出料后通过皮带机输送到废料堆场，皮带机的皮带通过皮带扣头尾连接成环，生产中由于皮带偏移，如未能及时发现调整，会出现皮带扣与护辊摩擦损坏，届时只能对整条皮带进行更换，未进行技改前平均每两个月更换皮带一次。经讨论，在电机供电端增加变频器，在保证废料能正常外输情况下，尽量减慢皮带的转动速度，可以有减少设备各机件的机械摩擦，因此在皮带机处增加变频器，使之在20HZ电源频率下运转，转速只有原来的2/5，通过一段时间的试运行，目前皮带的维修频率可控制在每半年一次，设备维修频次明显降低。

案例结论：根据我厂现使用的变频器案例，归纳有以下几点优点：

#### 1.改善生产工艺

例1中PU3752设计选型失误，选择的机泵大于工艺所需，导致机泵、管道穿孔，节流阀门磨损，在增加变频器后，通过所需流量自动控制机泵电流，五年时间无管道及设备的检修记录。

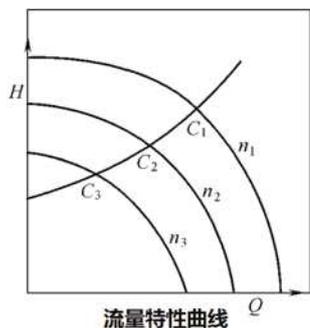
#### 2.减少设备安全隐患

例1中PU3752使用的四极电机额定转速1450转/分，技改后设备启动后加速平缓，达最高转速转速明显降低，可以有效减少现场作业人员的作业风险。

#### 3.减少日常设备损耗

下图中离心泵的流量特性曲线，可以知道变频后流量减少的同时，离心泵的扬程同步降低，流速减少。增

加变频设备后,设备在额定电流下启动,平缓加速,减少了设备工频启动时对设备的冲击,同时也减少了启动电流对电机、电网的冲击,可以有效延长设备寿命,在对颗粒介质输送中,相对节流阀门控制流量有明显优点。案例中技改的原始动力就是为了减少日常的检维修频次。



#### 4. 有效降低能耗

据有关资料查询可达到20%~60%,当用户需要的平均流量较小时,机泵的转速较低,其节能效果也是十分可观的。而传统节流阀门进行流量调节时,机泵的输出功率变化不大,它们的节能就具有非常重要的意义。

#### 四、结束语

笔者通过自身的经历,比较技改前后的体验认为,变频器虽然会造成前期投入的增加,但仅其卓越的调速

功能果,使得化工生产工艺的稳定性及设备系统的安全可靠性得到大幅度提高,使其成为化工中一个更为经济的解决方案。另外其显著的节能效期,可以使成本回收周期整体变短。变频器的应用提高了化工机械的调速性能及其在化工生产线中稳定性,已逐步成为化工企业调整控制设备的理想选择,随着科学技术的不断发展,变频器也随之日益完善,并将成为化工企业调整控制设备不可缺少的一部分。

#### 参考文献:

- [1]李伯成.变频器原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [2]曾毅.调速控制系统的设计与维护[M].济南:山东科学技术出版社,2002.
- [3]张选正,张金远.变频器应用经验[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [4]吴忠智,吴加林.变频器应用手册[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [5]何超.交流变频调速技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [6]张锦平.变频器应用中的容量选择和噪声抑制[J].电气时代,2011(10).