

# 交流变频调速与液压流量间的特性分析

刘俊 甘秋萍 谢诗 莫仁俊

(柳州欧维姆机械股份有限公司 广西柳州 545005)

**摘要:**采用变频技术对异步电机的调速已普遍应用在电机调速方面,另一方面,多媒体信息交互设备,PLC工业控制及传感器技术、通讯技术在液压系统上已广泛应用,本课题在此基础上,针对交流变频调速应用于液压流量控制中的工作原理、特性进行分析探究,得出的一些结论表明,变频调速技术在液压系统方面有广阔的应用前景。

**关键词:**变频调速 流量

电机使用变频器的作用就是为了调速,并降低启动电流。为了产生可变的电压和频率,首先要把电源的交流电变换为直流电,通过逆变器把直流电源(DC)逆变为一种在一定范围内频率可调整的特定交流电源(AC)。由于频率的可调性,且拖动的电机结构简单,易于购买及检修,因此变频调速技术将会成为发展的主流技术之一。随着PLC控制技术的涉入,多媒体信息设备的引用,使得系统的操控方式更为多样化、精密化。通常在传统的液压系统中,通过电机的额定转速拖动变量泵,通过阀控伺服机构对变量泵的输出流量控制。若实现此功能,务必对阀控装置要求较高,其系统结构更为复杂。而采用交流变频器,通过控制异步电机的转速而达到预期所需的输出流量,这样,既能避免电机的长期高速运转,减小了噪音,提高了电机的寿命,同时又能有效的节能降耗,此为本课题的研究方向。

## 1 系统的基本原理

图1是PLC+触摸屏的控制系统原理图,此系统可以远程启动电机并实时更改变频器的频率参数,通过传感器技术,通讯技术实时监控液压设备的当前运行状态,且可以在触摸屏上实现液压设备的动作功能。

电机直接拖动泵实现变频调速,泵输出流量通过阀块机构,进入液压设备内,通过改变电机的电源输入频率与测量液压设备动作所需流量的对应比较,可以得出是否有特性关系。

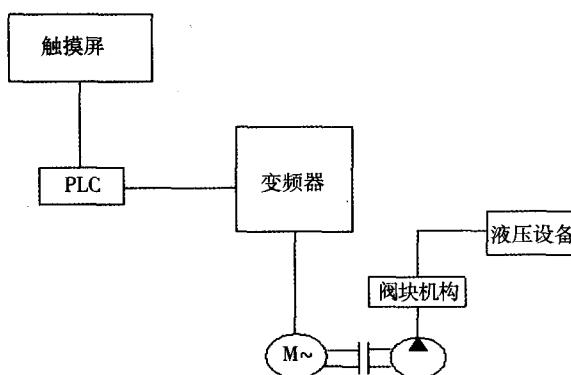


图1 控制系统原理图

## 2 变频调速在液压系统中的性能分析与比较

### 2.1 转速与频率间的特性分析

由于泵是被变频调速电机直接拖动的,频率是可以任意调节的。根据电机转速与频率的公式:

$$n=60f/p \quad (1)$$

$n$ —电机转速(转/分)

60—每分钟(秒)

$f$ —电源频率(赫兹)

$p$ —电机旋转磁场的磁对数

在变频调速系统中,所选的电机是标定值,故磁对数是恒定的,改变电源输入频率 $f$ 可改变转速,降低频率 $f$ ,转速就变小,反之,提高频率 $f$ ,转速就加大,电机转速与频率成一定的线性关系。

我国规定的标准电源频率为 $f=50\text{Hz}$ ,因此变频范围也在 $50\text{Hz}$ 以内。实际上,由于转差率的存在,电机实际转速略低于旋转磁场的转速,如图2为理论数值。

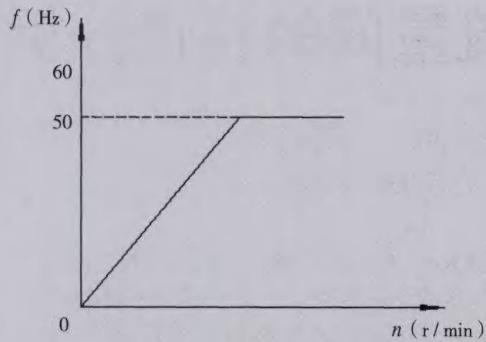


图2 频率与转速特性

## 2.2 频率与流量间的特性分析

### 2.2.1 实验装置介绍及参数

- a) 采用适应于22KW电机的变频器，工作电压为380V，调频范围为0~60HZ；
- b) 泵源装置：两台独立的22kw电机分别驱动两台柱塞泵；
- c) 液压设备采用两台350T千斤顶，参数如下表1：

表1 千斤顶技术参数

额定油压 MPa	活塞面积 m <sup>2</sup>	额定拉力 kN	回程油压 MPa	行程 mm	回程面积 m <sup>2</sup>
25	0.141	3500	<20	250	0.0883

- d) 主顶系统由两路独立的回路分别为前顶及后顶提供动力，通过电磁换向阀的换向控制前顶、后顶的伸缩缸运动。
- e) 控制系统：由触摸屏，CPU单元，Controller Link单元，I/O扩展单元，CJ单元适配器，I/O连接电缆，RS232选件板，及各电气器件组成的网络式远程计算机控制系统。
- f) 实验装置系统设计如图3。

### 2.2.2 实验过程及数据统计

本次实验在室温14℃下进行，现场实况如图4。

变频器调频设定范围为38~50Hz，每增加2Hz设定一个档，记录一次数据。记录前后主顶在不同频率下的一个伸缸过程中行走所需的时间，共计三次。

流量的表达式为：

$$Q=60 \cdot LS/t \quad (2)$$

60—每分钟

L—活塞行程 (dm)

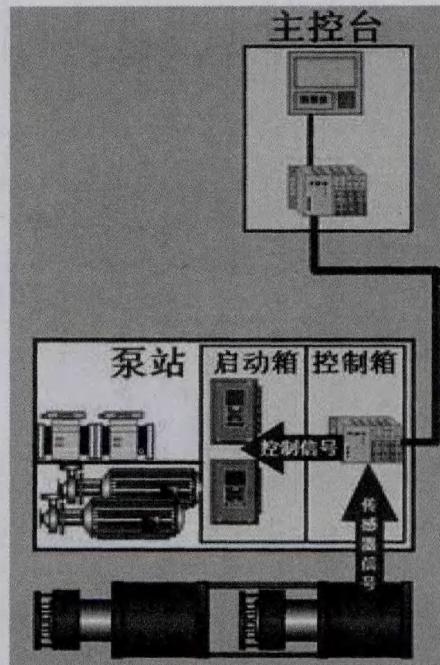


图3 系统设计框图

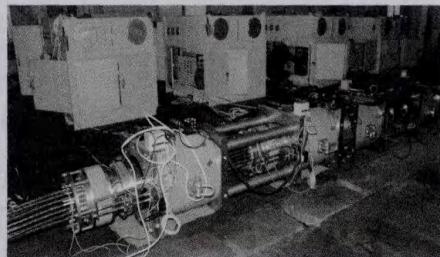


图4 实验现场

$t$ —活塞一次伸缸过程行走所需时间 (s)

$S$ —活塞面积 (dm<sup>2</sup>)

$Q$ —流量 (L/min)

式(2)为空载下泵的流量方程，若实际带有负载，不能避免泵有泄漏情况。

实验数据如表2~5：

表2 1#泵站前顶各实验数据

频率 (Hz)	前顶伸缸距离 (mm)、时间 (s)								流量 L/min
	第一次		第二次		第三次		平均值		
	距离	时间	距离	时间	距离	时间	距离	时间	
38	243	69.2	243	68.9	243	71.5	243	69.9	29.4
40	243	65.7	243	65.7	243	67.0	243	66.1	31.1
42	243	62.7	243	62.6	243	62.7	243	62.7	32.8
44	243	59.9	243	58.8	243	58.7	243	59.1	34.8
46	243	56.1	243	57.4	243	57.3	243	56.9	36.1
48	243	54.1	243	54.8	243	55.0	243	54.7	37.6
50	243	53.6	243	52.9	243	53.1	243	53.2	38.6

表3 1#泵站后顶实验数据

频率 (Hz)	后顶伸缸距离 (mm)、时间 (s)								流量 L/min
	第一次		第二次		第三次		平均值		
	距离	时间	距离	时间	距离	时间	距离	时间	
38	244	67.8	244	67.9	244	68.0	244	67.9	30.4
40	244	64.5	244	64.6	244	64.5	244	64.5	31.9
42	244	63.3	244	62.1	244	61.5	244	62.3	33.1
44	244	58.9	244	59.1	244	59.4	244	59.2	34.8
46	244	56.4	244	56.4	244	56.4	244	56.4	36.6
48	244	54.3	244	54.1	244	54.2	244	54.2	38.1
50	244	50.6	244	52.3	244	52.2	244	51.7	39.9

由表2, 表3绘出1#泵站变频器频率与液压流量间的关系图(图5):

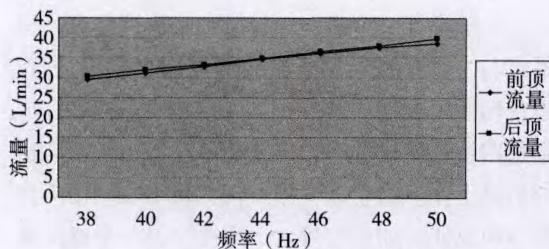


图5 1#泵站变频器频率与液压流量的关系图

表4 2#泵站前顶实验数据

频率 (Hz)	前顶伸缸距离 (mm)、时间 (s)								流量 L/min
	第一次		第二次		第三次		平均值		
	距离	时间	距离	时间	距离	时间	距离	时间	
38	239	71.3	239	71.3	239	71.1	239	71.2	28.4
40	239	67.7	239	68.4	239	67.5	239	67.8	29.8
42	239	64.6	239	64.7	239	64.3	239	64.5	31.3
44	239	61.6	239	61.2	239	62.0	239	61.6	32.8
46	239	59.4	239	58.9	239	59.1	239	59.1	34.2
48	239	56.7	239	56.5	239	57.0	239	56.7	35.6
50	239	54.4	239	54.5	239	54.6	239	54.5	37.1

表5 2#泵站后顶实验数据

频率 (Hz)	后顶伸缸距离 (mm)、时间 (s)								流量 L/min
	第一次		第二次		第三次		平均值		
	距离	时间	距离	时间	距离	时间	距离	时间	
38	241	69.6	241	69.2	241	68.5	241	69.1	29.5
40	241	66.1	241	65.8	241	66.5	241	66.1	30.8
42	241	62.6	241	62.7	241	62.9	241	62.7	32.5
44	241	59.8	241	60.1	241	60.6	241	60.2	33.9
46	241	57.7	241	57.6	241	57.6	241	57.6	35.4
48	241	55.2	241	55.8	241	54.8	241	55.3	36.8
50	241	53.2	241	53.5	241	53.4	241	53.4	38.2

由表4, 表5绘出2#泵站变频器频率与液压流量间的关系图(图6):

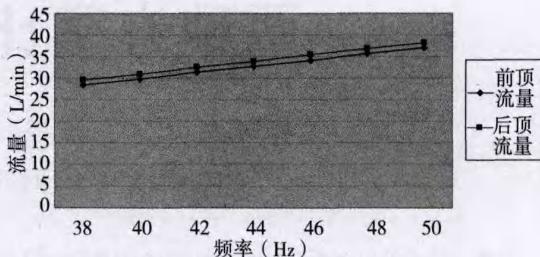


图6 2#泵站变频器频率与液压流量的关系图

### 2.2.3 实验数据分析及概论

实验数据表明, 由交流变频器驱动电机, 电机直接拖动泵实现变频调速, 在一定条件下, 泵的输出流量随着电机的电源输入频率的改变而改变, 通过液压设备的动作状况来反映其变化量。由图5、图6可知, 电机的电源输入频率与泵的输出流量成特定的线性关系。在实验过程中, 电机只在工作点按设定频率运转, 通常是以低速运转状态来等待下个动作指令的执行, 这样既降低了机件的磨损度, 避免了电机长期高速运转, 又减小了噪音, 提高了液压泵的使用寿命, 能有效的节能降耗。

### 3 结论

综上所述, 采用可编程控制器PLC控制液压系统中电磁阀的动作, 通过传感器技术、通讯技术实现多媒体信息交互设备的远程操控, 且能在其面板上直观的显示出当前液压设备的运行状况及实时数据, 根据变频调速与液压流量间所具有的线性关系, 在不同工况下选择对应的频率参数值, 从而调整泵的输出流量, 给液压设备的动作提供所需流量, 满足工程需要。同时, 在实现同等功能的选材上, 变频器相比传统的阀件机构具有可靠性强, 可控性高, 性价比优等特点。因此, 此套系统在实际应用中是可行的, 且具有可持续发展性, 故变频调速技术将会广泛的应用在液压系统中。

#### 参考文献

- [1] 李社云. 液压元件及系统(第3版). 机械工业出版社, 2011.
- [2] 张承慧, 崔纳新, 李珂. 交流电机变频调速及其应用. 机械工业出版社, 2008.
- [3] 高万林. 电气控制技术与欧姆龙PLC. 中国电力出版社, 2010.