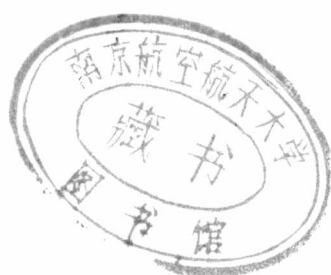


35 491

无人机



目 录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
821	张西虎	硕士	无 人 机	一种三相静止变流器设计	南昌航空工业学院学报	001404	J
822	张西虎	硕士		用于压铸机改造的变频调速系统	制造业自动化	002209	J
823	张西虎	硕士		基于旋转编码器的张力控制系统	机械与电子	000006	J
824	张西虎	硕士		三用一备变频调速系统设计	化工自动化及仪表	002705	J
825	郑礼宝	副研		二元喷管热喷流噪声特性试验研究	空气动力学学报	001802	J
序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
826	郑礼宝 张靖周	副研	无 人 机	矢量二元收扩喷管热射流复杂流场特征研究	流体力学实验与测量	001402	J
827	胡自力	助研		含表面缺口复合材料层压板的屈曲破坏	航空学报	002101	H
828	胡自力	助研		内埋电阻丝阵列检测复合材料表面裂伤初探	南京航空航天大学学报	993103	J*
829	宋海平 周传荣	副研		计算特征向量灵敏度的Neumann级数展开法	振动工程学报	001301	H
830	宋海平 周传荣	副研		结构特征向量灵敏度分析的共轭梯度迭代法	计算力学学报	001703	H
831	宋海平 周传荣	副研		特征向量灵敏度分析的快速级数展开法	东南大学学报	003003	H
832	宋海平 周传荣	副研		结构振动响应逐步逼近模糊优化设计方法	振动与冲击	001904	J
833	裴锦华 孙思诚	助研		约束复合形法在非凸可行域上的一种修正算法	南京理工大学学报	002401	J
834	陈培生 吕庆凤	助研		SiC 尺寸和含量对 MB2/SiC 复合材料超塑性的影响	南京航空航天大学学报	003205	J
835	陈培生 孙扬善	助研		MB2/SiC 复合材料高应变速率超塑性及空洞行为	东南大学学报	003002	H
836	王林江 林佳铿	副研		含有多个混合边界椭圆孔弹性板的应力场计算	河海大学学报	002806	H

一种三相静止变流器设计

张西虎

(南京航空航天大学 南京 210016)

摘 要 本文所述的三相静止变流器采用高频 PWM 技术,利用 Boost 变换器实现直流升压,然后由 120° 导通型逆变器完成逆变,并设计了交流滤波电路,使输出波形为正弦波。已应用于某型无人机。

关键词 三相静止 变流器 PWM Boost 变换器

中图分类号 TM461

前言

无人驾驶飞机和无人直升机上飞控系统所需的姿态、航向等信号,由垂直陀螺和航向陀螺等提供。垂直陀螺和航向陀螺一般采用三相交流电源驱动。传统上采用直流 28V 供电的变流机供电。随着电力电子技术的发展,采用电力电子器件的静止变流器逐步取代了变流机。静止变流器将飞机上 28 伏低压直流电转变为 400 Hz、115 V 单相交流电或 115 V/200 V 三相交流电,或 36 V 交流电。对静止变流器要求体积小,重量轻,使用维护方便,工作可靠等。本文介绍一种容量为 125 VA,频率 400 Hz,线电压 36 V 的三相静止变流器。该静止变流器采用直流升压变换器和 120° 导通型三相桥式逆变器的组合。

1 电路组成

三相静止变流器由直流升压变换器、 120° 导通型三相桥式逆变器和交流输出滤波电路构成。为了得到三相 36 V 交流电,首先将机上发电机输出的 28 V 直流电,经 Boost 电路构成直流升压变换器进行升压,然后通过桥式逆变电路得到三相阶梯波,再经交流滤波电路输出三相正弦波。图 1 是三相静止变流器原理框图。

2 直流升压变换器

直流升压变换器采用 BOOST 电路实现。由于

BOOST 电路输入电流是连续的,减轻了对电源的电磁干扰;同时开关晶体管发射极接地,使驱动电路简单。控制电路采用北京半导体器件五厂生产的 CW1524 脉宽调制控制器。

2.1 BOOST 电路构成的主电路

图 2 是 BOOST 实际电路。实际电路采用 MOSFET 作为功率开关管实现开关作用。考虑到蓄电池应急工作状态,则直流输入电压范围为 20~30 V。MOSFET 的工作频率为 20 KHz。图中 L500 是储能电感,"T503 是 MOSFET 功率开关管,C505 是滤波电容。

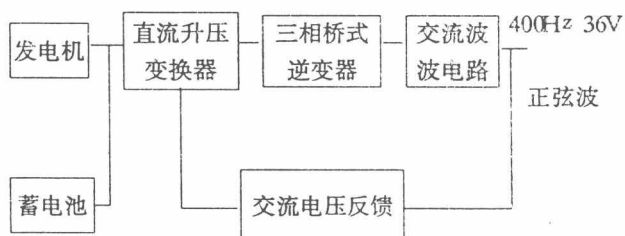


图 1 三相静止变流器原理框图

2.2 控制电路

CW1524 是北京半导体器件五厂生产的脉宽调制控制器,工作温度范围为 $-55^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ 。它包含有基准电压源 V_{ref} 、振荡器 OSC、比较器 C、误差放大器 EA、触发器 FF、限流保护电路 C_L 、输出关断电路和两只输出晶体管 T1、T2 等。它的振荡器频率 f_{osc} 也是由外接元件 R_T 和 C_T 决定的即 $f_{\text{osc}} \approx 1/R_T C_T$ 。式中 R_T 的单位为 Ω , C_T 的单位为 MF 时, f_{osc} 的单位为 MHz。输出脉冲的宽度调制是由电容

C_T 上的正向锯齿波和控制信号通过脉宽调制比较器比较后完成的。电容 C_T 上的充电电流等于 $3.6 V/R_T$ 。为了使充电电流保持在 $30 \mu A$ 到 $2 mA$ 之间,则 R_T 阻值应在 $1.8 \sim 100 K\Omega$ 之间选取。电容 C_T 容量的大小,影响振荡器输出脉冲的宽度。 C_T 的容量一般在 $0.001 \mu F$ 到 $0.1 \mu F$ 之间。

CW1524 用于控制直流升压变换器时,两输出晶体管并联应用,其输出脉冲的占空比为 $0 \sim 90\%$, CW1524 的脚 10 关端与外电路适当连接后可具有限流保护功能。

CW1524 中误差放大器增益标准值为 $80 dB$,最小值为 $72 dB$,其输出端接到内部比较器的反向输入端外,还与管脚 9 相接。管脚 9 为补偿端,此处可接上 R-C 补偿网络,给电路引入一个零点,来抵消电路输出滤波器中的极点,从而消除电路的寄生振荡。

图 3 是用 CW1524 作 PWM 控制直流升压电路

图。

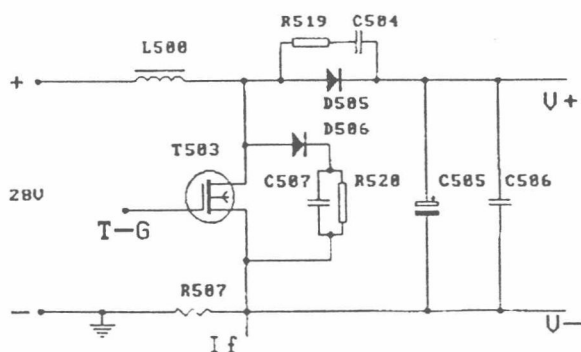


图 2 BOOST 实际电路

CW1524 反馈电压取自三相交流滤波电路的输出端,电压反馈电路如图 4 所示。反馈变压器铁芯采用 $400 Hz$ 硅钢片铁芯。

2.3 升压变换器储能电感设计

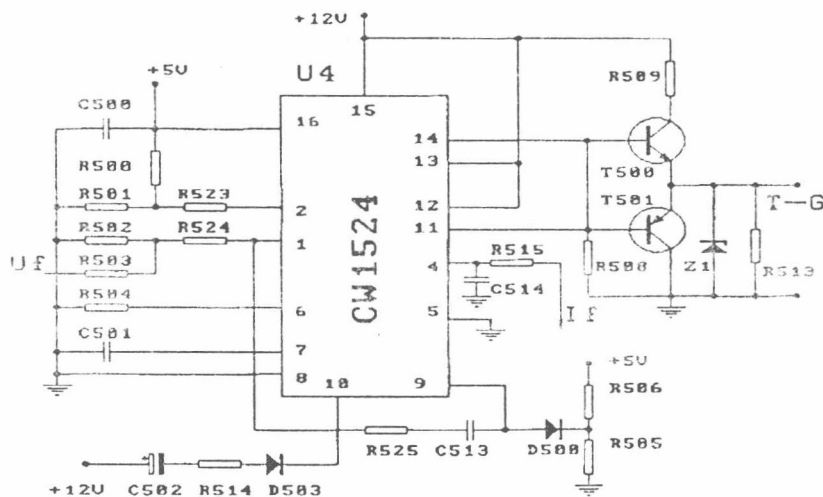


图 3 用 CW1524 作 PWM 控制直流升压电路

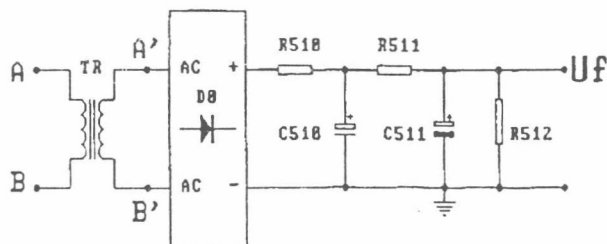


图 4 电压反馈电路

升压变换器储能电感中,流过电感线圈的电流具有较大的直流分量,并迭加一交变分量。电感线圈电流的这个直流分量在铁心中产生较大的直流磁偏量,将使铁心饱和。为使铁心不饱和,铁心必须加

气隙。铁心工作于单向磁化状态,铁心的磁化状态将沿局部磁滞回线变化。

实际上,电感铁心尺寸的大小决定于所要求电感储能的大小,功率电路内储能电感的最小电感值,一般根据在某一给定的最小输出功率时保持电流临界连续来确定的。同时,电感线圈要能流过最大的电流 I_{LMAX} (对应于额定输出功率时),即要求电感内所存储的最大磁能 W 为

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_{LMAX}^2$$

电感设计的基本要求是:满足所要求的电感 L 值;最大电感电流 I_{LMAX} 时铁心不饱和,线圈要绕得下。

3 120°导通型逆变器

为了简化控制电路,逆变控制采用功率管 120°导通方式,使逆变桥输出六阶梯波电压,经三相 L-C 滤波器输出正弦波电压,120°导通方式还消除了逆变桥上下管“直通”故障。

3.1 120°导通型逆变器主电路及驱动电路

图 5 是 120°导通型逆变器主电路及驱动电路。由于逆变桥输入直流电压较低,桥臂上管采用 PNP 晶体管可以避免上、下管驱动信号的隔离问题,简化电路结构。逆变桥上管选用 MJ11015,下管选用 MJ11016。二者都是达林顿结构晶体管,内含反并联续流二极管。 T_1 和 T_4 , T_3 和 T_6 , T_5 和 T_2 分别构成三个桥臂,桥臂中点为输出端。若每个桥臂的上下管只导通 120°,且上下管在时间上始终差 60°电角度,其导通规律如图 6 所示。则逆变器输出 U_A 、 U_B 、 U_C 相电压为 120°宽矩形波,它们间的相位差为 120°电角度。相电压的幅值等于电源电压 E 。如逆变器输出接三相对称负载,且负载为星形连接,则每相负载端电压波形为 120°矩形波。

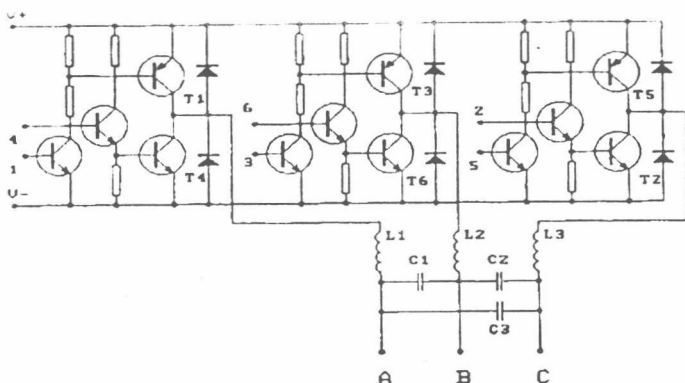


图 5 120°导通型逆变器主电路及驱动电路

T1		T3		T5		T1		T3	
T6	T2		T4		T6		T2		T4

图 6 120°导通型逆变器电路导通规律

3.2 六脉冲循环分配器电路

图 7 是 6 脉冲循环分配电路。该电路采用 9.8304 MHz 晶振经 CD4060 进行 12 分频,再经任意进制串行计数器 C186 进行 6 分频。最后由 BCD/十进制译码器 CD4028 译码输出得到逆变控制信号。

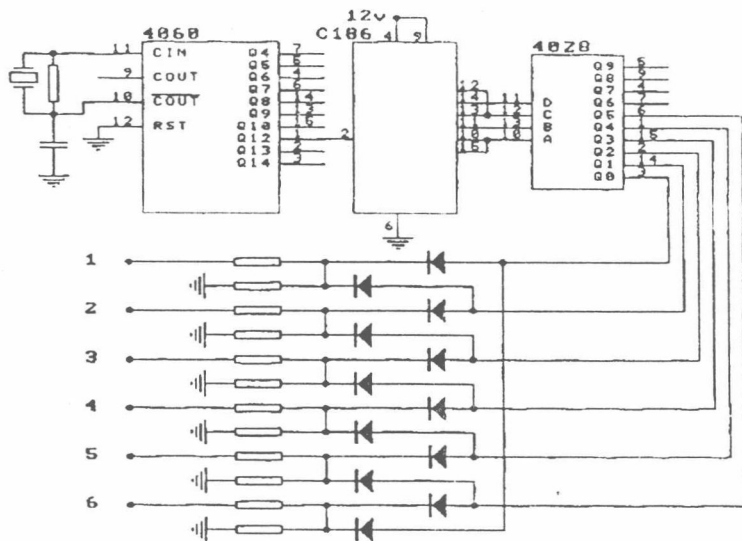


图 7 6 脉冲循环分配电路

4 输出交流滤波电路

逆变器输出波形中除基波外还含有谐波分量。为了将逆变器输出的三相方波,变换成正弦波,一般采用交流滤波电路滤波,通常采用一阶或二阶滤波电路构成。采用 LC 低通滤波器,能够有效改善正弦输出波形,满足负载的需要。特别是当负载恒定

时,容易通过滤波器设计使变流器输出的波形失真度满足技术指标要求规定的值。交流滤波电路如图 5 示。LC 低通滤波电路,由一个滤波电感 L 和一个滤波电容 C 组成。在一个特定的角频率 ω 下,输出电压 U_O 与输入电压 U_I 之比为:

$$\frac{U_O}{U_I} = \frac{1}{\left[1 - \omega^2 LC + \frac{j\omega L}{Z_C}\right]} \quad (1)$$

进一步对于 N 次谐波,有

$$\frac{U_O}{U_I} = \frac{1}{\left[1 - N^2 K^2 + \frac{JNK}{Z_C \sqrt{\frac{L}{C}}}\right]} \approx \frac{1}{1 - N^2 K^2} \tag{2}$$
$$K^2 = \omega^2 LC$$

从式(2)可以看出,为了进行有效的滤波,基波比值应大于 $\sqrt{2}$],从而使其得到加强。考虑到 120° 导通阶梯波不含 3 次谐波,相对基波而言,5 次谐波较大,取滤波器的谐振频率为 5 倍基波频率。

输出交流滤波电路,会使变换器的电流容量加大。如果变换器空载时,不接滤波器,则流过晶体管的电流为零,支路的输出电流就等于零,而接入滤波器后,支路的输出电流就等于电容电流,而且滤波电路中的电容容量越大,支路电流就越大。同时在负载不平衡时,滤波电感能造成输出电压的不平衡。当变换器短路时,滤波电感是抑制瞬态短路电流的主要因素。

5 三相静止变换主要技术指标

输入电压:20~30 VDC
输出线电压 $36 \pm 5\%$ VAC
输出频率 $400 \pm 1\%$ Hz
波形失真度 $< 10\%$
额定输出容量 125 VA

6 结构与维修性

为了便于装配和提高维修性,三相静止变流器样机采用母板式结构,母板上安装高频电感、交流滤波电容和滤波电感、电压反馈变压器以及两只 PCB 插座等,控制电路、逆变器电路集成在二块插卡上,二块插卡通过两只 PCB 插座安装在母板上。

7 ESS 和环境实验

7.1 环境应力的筛选

为了剔除电子元器件的早期失效和工艺缺陷,对三相静止变流器进行环境应力筛选。三相静止变流器用两根铝压杀固定在 D-300-2 型电动式振动台上进行试验;放置在 Y7805-2 型综合环境气

候箱内进行温度循环。

试验项目

- (1)在不通电情况下,随机振动 5 分钟;
- (2)缺陷剔除试验:温度循环 10 次,通电测试;
- (3)无故障试验:温度循环 10 次,通电测试。

7.2 环境试验

通过温度贮存试验、使用环境温度试验、振动试验、湿热试验、低气压试验,来评价三相静止变流器的设计和性能指标适应自然和诱导环境的能力,以鉴定三相静止变流器耐环境设计是否符合要求。

试验项:见表 1。

表 1 三相静止变流器环境试验项目实施表

试验项目	低温	高温	振动	湿热	低气压
顺序	1	2	3	4	5

8 可靠性设计与可靠性预计

三相静止变流器的可靠性是通过两个方面的工作保证的,首先是可靠性设计,在部件设计过程中贯彻可靠性设计准则,其次是在产品生产过程中,通过精选元器件,提高工艺水平和完善测试手段,以及产品质量的检查。

在三相静止变流器设计过程中,主要考虑以下提高可靠性措施:

- (1)在满足性能指标的前提下,力求减少元器件数和简化控制系统;
- (2)在设计时考试备份元件和备份系统;
- (3)采用经过长期考验的成件;
- (4)采用最成熟的、尽可能简单的电路;
- (5)供电线路的多余度。

可靠性预计采用“元器件计数可靠性预计法”,计算失效率的数学表达式为

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i (\lambda_{Gi} \cdot \pi_{Qi})_i$$

式中 λ ——总失效率;

λ_{Gi} ——第 i 种元器件的通用失效率;

π_{Qi} ——第 i 种元器件通用失效率质量系数;

N_i ——第 i 种元器件的数量;

n ——所有元器件的种类数目。

平均无故障时间 MTBF:

$$MTBF = \lambda^{-1}$$

(下转第 23 页)

生漏气现象。航模发动机是靠增压来减小低头抬头的工作差距,如果漏气,增压将不起作用,容易使发动机产生贫油、富油甚至停车。

油箱油位不仅会影响发动机的吸油性能,到动力后期油位变低时,发动机还会因吸不上油导致提前停车。因此,油箱应选择短而细的外形,以减小飞机在各种姿态下油位的过大变化。

另外对油料要注意过滤,否则脏物微尘容易堵塞汽化器油孔,造成发动机工作不正常,甚至停车。有关燃料配方详见表2。

表2 电热式发动机燃料的几种常用配方

成份 用途	甲醇	蓖麻油	硝基甲烷
磨合使用	70%	30%	
标准燃料	75%	25%	
需加大马力	72%	23%	5%
需要最大马力	57%	23%	20%

4 结束语

遥控模型飞机的动力系统主要包括发动机和螺旋桨以及一些必需的辅助器件。发动机是动力系统的核心,将发动机调试到最佳状态,是模型飞机获得理想动力的基础。螺旋桨与发动机是一对密不可分的“搭档”,只有螺旋桨与发动机匹配,动力系统才能提供雄厚的动力,模型飞机也才能充分展现出飞行性能,圆满完成所执行的任务。

参考文献

- [1]廖家璞,毛明久,航空概论,北京:航空工业出版社,1999,3;
- [2]谭楚雄,模型飞机飞行调整原理,北京:中国青年出版社,1990,4。

The Dynamics System Dispensation in Radio Telecontrolling Model Plane

Lei Rongxin

(Nanchang Institute of Aeronautical Technology, Nanchang, P. R. China 330034)

Abstract: In this article, the way of dynamics system dispensation in Radio Telecontrolling Model Plan is illustrated, and a comparative analysis is given to the adjustment of the engine's compression rate as well as the performance of different-sized propellers, likewise, any other factors which affect the performance of the dynamics system capacity are also analyzed and discussed.

Key Words: Model plane, Compression rate; Synthetic speed; Geometrical pitch; Positive rigging angle of incidence.

(上接第14页)

9 结论

采用上述技术制成的三相静止变流器,在通过环境应力筛选和环境实验后,经装机使用和外场试

飞表明,性能稳定,工作可靠。可以用于替代传统三相变流机。

参考文献

- [1]严仰光,航空航天器供电系统,北京:航空工业出版社,1995;
- [2]丁道宏,电力电子技术,北京:航空工业出版社,1995。

Design of The Three-Phase Static Converter

Zhang Xihu

(Nanjing University of Aeronautic & Astronautics, P. R. China 210016)

Abstract: This paper introduces a three-phase static converter with frequency PWM technique, it realizes DC/DC whit Boost converter, and invert is fulfilled by 120 degree on-time inverter. AC filter circuit is also designed. The output waveform is sine wave. The converter is adopted in unmanned aircraft.

Key Words: Three-phase static converter, Pulsewidth modulation, Boost converter.

用于压铸机改造的变频调速系统

张西虎

(南京航空航天大学, 南京 210016)

【摘要】本文介绍了压铸机变频调速系统,着重分析了压铸机采用变频器调速后存在的问题及应采取的措施。给出了压铸机变频调速系统选型方案。

【关键词】变频调速;变频器;冲击负载;压铸机

【中图分类号】TG233.1 【文献标识码】B

【文章编号】1009-0134(2000)09-0056-03

Abstract: This paper introduces a VVVF system scheme for a press machine, the probably problem existent is emphatically analyzed and the measures are given. The choice of system scheme is presented.

Key words: VVVF; inverter; impulsive load; press machine



张西虎

1 问题的提出

随着交流传动技术的发展,交流变频器的使用越来越广泛,越来越多的设备采用交流变频调速替代液力耦合器或电磁耦合器调速。某磁性材料公司用于生产显像管偏转磁芯的压铸机,系70年代初英国生产,采用调速型液力耦合器完成生产工艺对速度的调整。由于生产任务重,加上调速型液力耦合器已多次损坏,且维修周期长,使正常生产受到影响,对压铸机电气传动部分进行改造,摒弃液力耦合器,代之以变频器加电机构成的电子无级调速已迫在眉睫。采用交流变频调速后,生产工艺速度的调整变得很方便,适时改变变频器输出频率即可实现。

2 压铸机原传动系统方案分析

压铸机传动部分主动机为德国西门子制造的交流电动机,额定功率30kW,额定频率50~60Hz,额定转速1450~1750r/min。传动结构上采用电机经皮带拖动调速型液力耦合器,调速型液力耦合器的输出再经皮带带动飞轮和压铸设备。原传动系统框图见图1。

液力耦合器是利用工作油来传递动力的装置。其特点是:(1)输入轴转速不变,输出轴可以无级地

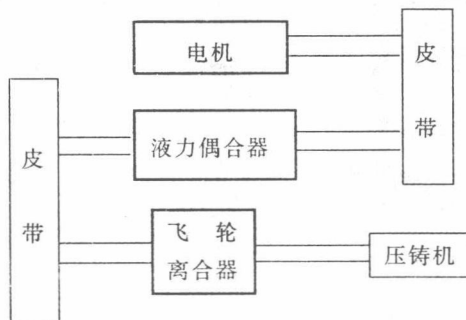


图1 采用液力耦合器调速系统框图

变速;(2)可以空载起动,升速和传递转矩平稳。对大惯量的负载起动而言,可以选用容量较小的电动机,减少设备的投资;(3)隔离振动和冲击,使运转平稳;(4)缺点是维修困难,效率与速度成比例变化,总效率低。

由于该压铸机系70年代初生产,当时电力电子技术刚刚起步,器件水平很低,无法提供长寿命、高性能的电气调速产品。为了满足生产工艺的需要,选择了调速型液力耦合器,几十年的使用证明液力耦合器很成功地完成了使命。目前,随着电力电子技术的迅猛发展,特别是集成电路、微处理器等微电子技术的发展,变频调速正成为电气传动的主流,正在越来越多地取代液力耦合器和电磁耦合器调速。压铸机传动部分采用的调速型液力耦合器已使用20多

[收稿日期]2000-03-20

[作者简介]张西虎(1967—),男,南京航空航天大学助理研究员,硕士,主要从事传动技术及航空电气工程研究工作。

年,机械部件磨损,整体可靠性降低。一旦发生故障维修周期长,造成停机事故将带来巨大的损失。

压铸机每分钟大约生产 8 只显像管偏转磁芯。压铸机在每次进行挤压过程中,存在周期性的冲击力矩。相对电机而言,是一个周期性的冲击性负载。原系统中设有飞轮,其目的在于减轻直接加在电机上的冲击负载,增设 GD^2 大的飞轮可使冲击负载的大部由飞轮减速产生的转矩提供。原系统采用液力偶合器较好地解决了起动、调速、冲击等问题。

采用交流变频传动来代替调速型液力偶合器是可行的,但需从技术上详细论证,必须充分考虑起动、冲击、速度波动带来的新问题,了解国内外同类设备的系统方案,减小改造风险。

3 采用变频调速方案的考虑及措施

压铸机采用变频器进行技术改造,其传动系统由机械调速改为电子调速。采用变频器加电机组成新的传动系统,框图如图 2 所示。压铸机采用变频调速方案,应特别注意到冲击负载带来的问题,以及变频器自身特点带来的问题,主要有高次谐波干扰,电机冷却问题,电机容量及变频器容量选择等。必须对上述问题充分重视,认真论证分析,确保改造工作成功。

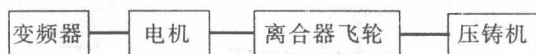


图 2 采用变频调速方案系统框图

3.1 冲击负载带来的问题

压铸机在压制偏转磁芯过程中,产生一个冲击性负载,反映到电机侧表现为电枢电流的波动(过电流)。当电机采用工频电网供电时,只要电机保护开关、热继电器选择合理,不会造成跳闸;而当采用变频器传动时则不同,用没有快速限流功能的变频器传动鼠笼电机,如果给它加上超过允许过载转矩的冲击负载,则转差急剧增加而产生过电流,会引起变频器过流保护而停机。用 V/F 控制的变频器传动鼠笼电机,冲击负载还会带来转速波动。其转速的波动与电机的转差特性有关。

3.2 变频器产生的干扰

变频器利用高频脉冲宽度调制原理实现频率变换。在变频器输入侧采用不控整流桥,流过整流二极管的不是正弦波电流,存在较大的谐波;在变频器的输出侧采用 3 相桥式逆变电路,输出电压中含有较多的高次谐波。变频器产生的高次谐波干扰对周围

设备的影响有:对计算机和测控装置等电子设备产生感应干扰,对通信设备和无线电等有辐射干扰产生。

3.3 低频区运行时电机出现的问题

对于 V/F 控制方式,在低频范围内由于电机定子电阻的压降,气隙磁通减少,因而产生电机低频转矩下降:由于变频器传动高次谐波引起的电机内部损耗增大,加上低速运转时电机轴端风机转速低,造成冷却效果降低可能导致电机过热。

针对以上 3 个方面,可能存在的问题,在系统设计时进行了充分考虑并采取了相应措施。

3.4 对冲击负载采取的措施

(1) 使用大容量变频器,或选用有快速电流限幅功能的变频器,以耐受冲击过电流,并减小转速波动。

(2) 增设飞轮,压铸机已有飞轮装置,但因无详细技术数据,难以对过流容量进行计算。飞轮 GD^2 大小与变频器过流有一定关系,应进行统筹设计,飞轮 GD^2 已定,必须考虑飞轮减速产生转矩以外的转矩由变频器提供。

$$GD^2 = 375(\Delta t / \Delta N) \times \Delta T_L \quad (\text{kg} \cdot \text{m})$$

$$\Delta N = [(A_{ol} - A_B) / 100] (S_n / 100) N_n \quad (\text{r/min})$$

其中 Δt ——冲击负载的继续时间 (S); ΔN ——冲击负载时的容许速度降 (r/min); ΔT_L ——冲击负载转矩 ($\text{kg} \cdot \text{m}$); A_{ol} ——由变频器限制的电机过载率 (%); A_B ——冲击负载前电机的负载率; S_n ——电机的额定转差率 (%); N_n ——电机的额定转速 (r/min)。

根据上式,若能得到其它数据,便可推算出 A_{ol} ,进一步确定变频器的容量。

V/F 控制时,当所要求的过大转矩超过变频器能力,因而转速下降时,作为防止对策只有增加变频器容量。另一种对策是采用能实现转速闭环控制的变频调速系统。

3.5 解决变频器产生干扰的措施

对电子设备的干扰,电子设备(如 PLC)的电源系统采用与变频器不同的电源或用隔离变压器、滤波器等来防止从电源线来的干扰,配线途径也要分离。电子设备(PLC)的输入输出电缆要充分离开变频器主回路电缆,而且以尽量短的路径铺设,电子设备接地专用。变频器采用进线电抗器,无线电滤波器来减少谐波污染。

3.6 解决低频区运行电机问题

采用矢量控制方式和变频电机以解决低频转矩下降问题:强迫风冷电机克服低速运行的冷却问题。

4 变频调速系统选型方案

变频器采用西门子全数字控制矢量型变频器—SIMOVERT VC(矢量控制)。变频器选用装机/装柜型产品: 6SE7031-OEE60 45kW, 变频器主回路图见图3。

电机选用内置增量编码器的 30kW 变频电机

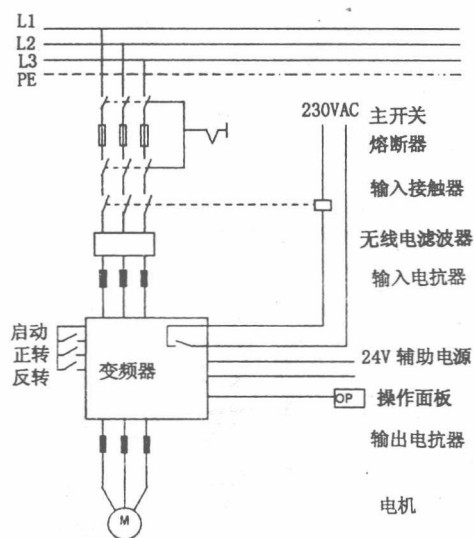


图3 压铸机变频调速系统主回路图

IPA66264-4HB, 与矢量型变频器 SIMOVERT VC 联合运行实现速度闭环控制。该电动机为强迫风冷电机。

主回路中设置电源主开关, 无线电滤波器, 进线电抗器, 交流接触器, 输出电抗器等。无线电滤波器能减少变频器产生的射频干扰电压对电网的污染。进线电抗器能抑制变频器产生的输出电流谐波, 限制由于电网电压扰动产生的电流尖峰。输出电抗器用来补偿长导线情况下的电容充电电流, 减小对电机的冲击。设置 OP1 操作面板, 用于修改参数和显示电机电流、给定频率、输出频率等。根据工艺要求可在 OP1 操作面板上修改变频器给定频率。

5 结论

采用西门子全数字控制矢量型变频器与变频电机联合运行, 解决了压铸机起动和压铸所带来的冲击问题。整个系统运行可靠, 电流波动小。可以推广到国产压铸机变频改造中。

【参考文献】

- [1] 许振茂, 等. 变频调速器使用手册[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1992.
- [2] 西门子 SIMOVERT MASTER DRIVES 变频器手册[Z]. 1998.

(上接第22页)



图7 特征线框与分割数据

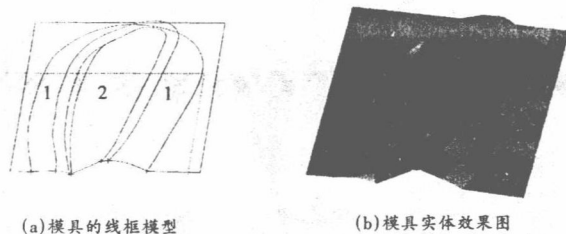


图8 高尔夫球拍模具的CAD模型

的精度;

(2) 采用直线段逼近平面曲线和基于 Hermite 插值的曲线段逐段融合过程, 减小了测量数据噪声对角点特征提取的影响, 提高了角点特征的定位精度;

(3) 构造的特征线框, 能够很好的反映被测物

体具有的拓扑结构, 有利于被测物体正确的建模;

(4) 通过对分割数据重新采样、插值处理, 构成矩形拓扑结构网格数据, 实现了测量数据与 CAD 建模软件 I-DEAS 的集成。

【参考文献】

- [1] VARADY T, MARTIN R, COX J. Reverse engineering of geometric models - an introduction[J]. Computer Aided Design, 1997, 29(4): 255 - 268.
- [2] SARKAR B, MENQ C H. Smooth surface approximation and reverse engineering[J]. Computer Aided Design, 1991, 23(9): 623 - 628.
- [3] CHEN Y H, LIU C Y. Quadric surface extraction using genetic algorithms[J]. Computer Aided Design, 1999, 31(2): 101 - 110.
- [4] FIZGIBBON A W, EGGERT D W, FISHER R. High-level CAD model acquisition from range images[J]. Computer Aided Design, 1997, 29(4): 321 - 330.
- [5] 刘志刚, 陈康宁, 等. 逆向工程中基于线结构视觉传感器的光学坐标测量系统研究[J]. 制造业自动化, 1999, 21(10): 36 - 39.

基于旋转编码器的张力控制系统

张西虎

摘要:介绍一种同步运行的纺丝曳引机和切断机张力控制系统,阐述了张力控制的基本原理,给出采用旋转编码器作为张力辊位移检测器的电路。在2台变频器主回路中采用直流母线并联运行,解决了曳引机发电能量,给出了同步运行控制系统的具体电路环节。

关键词:张力控制;同步运行;变频器;旋转编码器

Abstract: This paper introduces a tension control system for spinning machine, explains basic theory of tension control system, gives detect circuit of tension roll displacement with rotary encoder. Connecting inverter DC links in parallel, solves regenerative power, gives detailed circuit of synchronizing run control system.

Key words: tension control; synchronizing run; inverter; rotary encoder

中图分类号:TS103.19*2;TP332

文献标识码:B

文章编号:1001-2257(2000)06-0009-0003

0 引言

纺织工业中曳引机和切断机的联合运行要求张力恒定,一般采用张力辊来实现张力控制。其传动装置以前采用直流电动机。随着大功率电子器件的进步,直流传动越来越多地采用交流传动替代。本文介绍的张力控制系统采用变频交流传动系统。

1 同步张力控制原理

曳引机和切断机的同步运行是通过速度自动调节的。由于曳引机和切断机之间的速度关系必须严格保持不变,因此必须采用无差调节系统。而要实现无差调节,则调节系统中必须有一积分环节。在

曳引机和切断机紧式加工同步传动中这个积分的功能是由松紧架——张力辊来完成的,它的位移是前后两单元速差的积分,即,

$$\Delta s = \int (v_2 - v_1) dt$$

只要有速差存在,张力辊将继续移动,直到速差消除为止。张力辊的位移变成电信号,通过叠加到曳引机给定信号来自动调节曳引机的转速实现同步。

张力辊在同步运行中具有以下几种功能:

- a. 速差检测元件;
- b. 积分元件——作为无差调节的必要条件;
- c. 动态过程中起缓冲作用;
- d. 张力的设定——调节重锤。

图1是带张力控制的曳引机和切断机同步运行示意图。

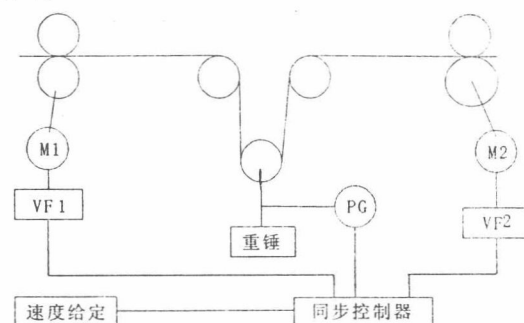


图1 曳引机和切断机同步运行示意图

VF1——曳引机电机、变频器 M2——切断机电机、变频器
PG——旋转编码器

丝的张力是通过重锤在垂直方向上的重力获得的,不管其位置是否变动始终使丝保持一定的张力。采用张力辊时,张力与变频器的控制没有直接关系,其大小为重锤重量的一半。但张力辊所具有的张力控制功能只限于在其容许行程以内。在张力辊控制方式中,变频器传动电机的作用就是使张力辊在容许行程以内。

旋转编码器装在张力辊的传动链轮机构中,将张力辊位移信号变换成光电脉冲信号输出。再通过转换卡F/V电路得到电压信号,作为补偿信号加到

收稿日期:2000-06-08

《机械与电子》2000(6)

2 采用旋转编码器实现的张力辊位移检测电路

采用日本光洋电子公司生产的 TRD - J240 增量型编码器。该光学式旋转编码器,其旋转槽圆盘采用金属制成。其特点如下:

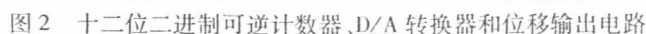
- 旋转编码器每转输出脉冲数的选择,必须考虑到旋转编码器的最大转动角度和采用的可逆计数器,以及选用的十位 D/A 转换器。

2.2 电路原理

旋转编码器装在曳引机一侧,与同步控制器相距较远,信号传递采用屏蔽线传输。并在信号输入电路中设置光耦隔离电路,以防止线路干扰,同时设置脉冲整形电路。

采用 4013 构成鉴向判别电路。当张力辊向上移动时,旋转编码器输出脉冲信号 A 超前于 B, A 加在 4013 的时钟端, B 作为数据信号 D。当 A 信号升沿到来时, B 为“0”电平, 触发器 Q 为“0”电平, Q 为“1”电平, 经 4093 处理后, 得到 $U=1$, 下降信号 D 为脉冲信号; 此时可逆计数器作加法计数。D/A 转换器输出电压上升, 加到曳引机的频率给定信号增大, 曳引变频器输出频率上升, 电机转速增加, 张力辊向下位移, 最后达到平衡状态。

系统是采用 3 片双时钟四位二进制加减计数器 CD40193 级联构成十二位二进制可逆计数器,如图 2 所示。可逆计数器根据鉴向判别电路的输出,自动完成加/减法计数。系统设计使得可逆计数器的预置数为零,且当张力辊处于下限位置时,下限位行程开关 S0 被闭合,可逆计数器的清零端为高,则



可逆计数器清零,符合工艺要求。

2.2.4 D/A 转换器的选择

张力辊从下限位到上限位最大移动行程对应旋转编码器最大转动角度为 900° 。旋转编码器输出脉冲数 900 个(按选用 240 线旋转编码器计算)。据此,选用十位 D/A 转换 AD7520 可以满足要求。

2.2.5 位移输出电路

电路如图 2 所示。该电路包含了张力辊位置设定,通过调节 P1 能改变张力辊位置。

3 同步控制电路

图 3 所示是同步控制电路,该电路由高速、中速、低速设定电路、给定积分器和两路变频器给定信号环节组成。

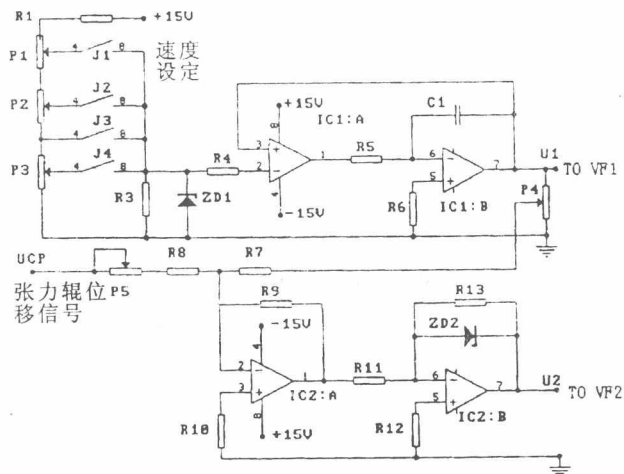


图 3 同步控制电路

4 变频器的主电路联接和容量选择

由于生产工艺要求系统运行速度有高、中、低 3 挡,并由 PLC 控制自动转换。曳引电机和切断电机

运行状态时常在电动状态和能量回馈状态之间转换。能量回馈状态传动系统的动能转化为电能贮存在变频器直流滤波电容中,引起直流母线电压过高,导致过压故障。经过对工艺状态进行分析,发现曳引机经常处于发电状态。为此将 2 台变频器直流母线并联,使系统直流母线滤波电容容量提高 1 倍,同时充分利用能量回馈产生的电能,为处于电动运行状态的电机供电。由于紧急停车时,曳引和切断机同时停车,同时回馈能量,在系统直流母线上设置 1 台制动单元,作为系统能量消耗回路。

由于 2 台变频器的输入整流器并联工作,存在电流均衡问题。选用英国 CT 公司 CD750 变频器,考虑到通用性,曳引变频器和切断变频器容量相同。同时考虑到当电流不均衡时,1 台变频器的输入整流器应能流过全部负载电流,因此采用 2 台 7.5kW 变频器。

5 结束语

本文介绍的张力控制系统:采用变频器直流母线并联运行既节约电能,又节省了 1 只制动单元;基于旋转编码器的张力辊位移检测电路实现的张力控制系统,性能优良,启动平稳,系统运行可靠;可以推广到其它张力控制系统。

参考文献:

- [1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京:机械工业出版社, 1981.

作者简介:

张西虎 (1967-),男,南京航空航天大学硕士,助研。主要从事传动技术和航空电气工程研究。(南京 210016)

2001年新奉献

赠版增容不增价
电子电脑皆精华

一览天下好文章 省时省力又省钱

电子文摘报

电子版

综合信息、新技术新器件、实验与制作、国外电路荟萃、视听技术、电视维修、家电维修、通信机世界

电脑版

电脑信息·评测·新品、软件天地、软件学用、现代办公用品、IT屋、技巧与方法、网络与商务、电脑玩家

·国内唯一的文摘类实用电子电脑技术报纸·

邮发代号:61-87 全年53期订价:21.24元 每期赠送8个电脑版

2001年大惊喜 降价了!精彩了!实用了!

家电知识顾问

电脑学用参谋

家庭电子

主要栏目:消费天地、家庭电脑、网络与通信、生活与家电、视听世界、家庭资料库、入门向导

·现代家庭实用电子电脑生活月刊·

邮发代号:62-189 每期订价降为3.50元 全年订价42.00元 大16开64页部分彩印

三用一备变频调速系统设计

张西虎

(南京航空航天大学, 南京 210016)

摘要: 介绍纺丝前纺三用一备变频调速系统设计,给出了系统组成和工作原理。详细介绍了西门子 6SE70 系列变频器的标准功能和端子参数化功能,还介绍了切换控制柜的设计思想。

关键词: 变频器;可编程控制器;切换控制

中图分类号: TP271+.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-3932(2000)05-0043-04

1 引言

纺丝前纺变频调速系统为计量泵(GP)、牵引辊(FR)、喂入轮(SR)电机供电,要求变频器输出频率精度高、可靠性好,能够在瞬时停电后不重新启动系统。同时当任一台变频器出现故障时,备台能手动切换至故障变频器。系统设计选用了西门子 SIMOVERT MASTER DRIVES 6SE70 系列矢量控制变频器、OMRON C200H 可编程控制器和梅兰日兰 UPS。

2 系统组成和工作原理

前纺变频系统由四个变频器柜和一个切换控制柜组成。四台变频器容量均为 55 kW,构成如图 1 所示的三用一备变频系统。其中一台驱动计量泵、一台驱动牵引辊、一台驱动喂入轮,另一台为备用变频器 BP。备用变频器可以通过切换控制柜切换至常用三台的任一台。

计量泵有 8 台电机,牵引辊有 10 台电机,喂入轮有一台电机,全部为永磁同步电机。同步电机其转速与电机输入频率严格对应。又由于正常运行过程中电机的负载力矩基本保持不变,故采用速度开环方式运行,能够满足工艺要求。选用西门子 SIMOVERT MASTER DRIVES 6SE70 系列矢量控制变频器,频率开环方式运行,选择纺织用高分辨率(0.001 Hz)V/F 控制特性。

根据纺丝工艺要求,计量泵电机只有一种工作转速,变频器实际上为一台变频供电电源。为了减少电机启动冲击电流,在变频器输出工作频率状态下,8 台电机分别投入运行。

牵引辊和喂入轮变频器有低速和高速工作状

态,低速为电机投入频率,固定为 22 Hz,高速频率由工艺要求而定。在变频器低速运行状态下,10 台牵引辊电机和 1 台喂入轮电机分别投入运行,然后同步升高至高速运行。停车时也保持同步降至低速运行,在切除所有电机后再停止变频器。

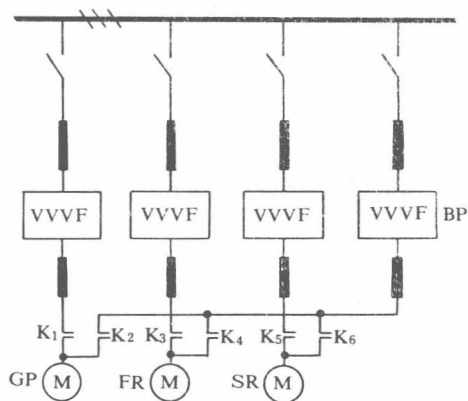


图 1 三用一备变频系统

变频器的启动、停止在各自盘面上操作。高、低速选择由现场操作盘上“高速”、“低速”按钮控制。变频器的运行状态和输出分别送现场操作盘指示灯和频率表显示。其中牵引辊变频器的输出频率还作为后纺横动系统的记数脉冲送出。

由于西门子 6SE70 系列矢量控制变频器只有模拟频率信号输出,系统中增加三个 V/F 变换器用于将 0~10 V 的模拟信号转换成频率信号输出,以供现场操作盘面频率表显示。图 2 给出频

收稿日期:2000-01-16

率系统外部控制框图。

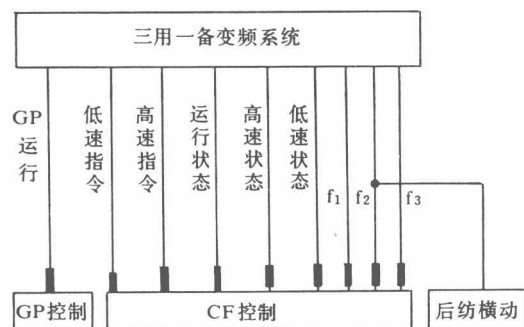


图 2 变频系统外部控制框图

变频器的备台切换采用手动控制方式，切换柜盘面设置常用/常备选择开关和相应的指示灯。切换时，通过 PLC 和信号切换控制继电器完成指令信号、状态反馈信号、频率反馈信号、主回路的相应切换。变频器的系统参数和控制参数不需要重新设置。在切换时，接受 PLC 指令，自动选择备台变频器的设定值数据组（共有 4 个可切换的数据组）。根据备台变频器的替换对象选择相应的设定数据组，这样能够在变频器出现故障时，迅速投入备台，减少系统停机时间。为了防止瞬时停电造成系统重新启动，逻辑控制部分配置了 1 kVA 梅兰日兰在线式正弦波 UPS。

3 变频器系统设计及参数设置

3.1 变频器概述

西门子 SIMOVERT MASTER DRIVES 6SE70 系列矢量变频器采用 IGBT 作为功率器件，是全数字控制的电压源变频器。它提供 6 种开、闭环控制方式：V/F 特性曲线；用于纺织，具有最高分辨率的 V/F 特性曲线；V/F 特性曲线，带编码器反馈；闭环速度控制；闭环转矩控制。其中，用于纺织，具有最高分辨率的 V/F 特性曲线，开环频率控制，频率分辨率为 0.001 Hz。适用于同步电机单独传动和成组传动，用于转速精度和转速分辨率高的场合。

SIMOVERT MASTER DRIVES 6SE70 系列矢量控制变频器具有的标准功能，适用于各种工业应用场合。这些功能包括：

- 基本/备用设定，用以实现两个操作源。如端子控制或键盘控制模式，适用于实际应用中的手动/自动切换模式。参数 P590 通过所控制端子端口决定是基本模式或备用模式；

- 给定数据组 (SDS) 切换。给定数据通道，通过参数化的端子选择不同的数据组。如固定频率，给定积分器参数，跳频频率，固定转矩等。满足不同的工艺要求；

- 电机数据组 (MDS) 切换。可以同时设定 4 套电机参数 (MDS)，通过参数化端子具备切到不同电机对其进行控制的能力。如电机数据，控制模式，V/F 曲线，提升模式等参数；

- 电机识别功能，能自动测量和识别电机参数；

- 参数优化功能；

- Vdmax，当直流母线电压太高时，调节器改变频率。如当整定的下降时间太短时，传动装置不至于产生故障而仅需延长下降时间；

- KIP 只要传动系统有足够大的动能，这个动能便能跨越电网断开或电源扰动的故障；

- 直流制动。它可以实现无脉冲电阻或发电回馈的制动，直流制动的激活点可沿斜坡进行参数设定。

3.2 端子功能参数化

SIMOVERT MASTER DRIVES 6SE70 系列矢量控制变频器具有参数化端子功能。即开关量输入输出和模拟量输入输出，采用参数定义的办法赋予不同的功能。变频器每个控制端子对应不同的参数值。这个参数值是不可更改的，如表 1 所示。

表 1 变频器每个控制端子所对应不同的参数值

Cu. BE1.	- X101;16	= 1001
Cu. BE1.	- X101;17	= 1002
Cu. BE1.	- X101;18	= 1003
Cu. BE1.	- X101;19	= 1004
Cu. BE1.	- X101;20	= 1005
Cu. BE1.	- X101;21	= 1006
Cu. BE1.	- X101;22	= 1007

变频器的每种控制功能对应不同的控制字位（参数），这种功能与参数之间关系不可更改。如表 2 所示。

端子控制功能的实现，即将代表某种功能的参数与控制端子的参数值彼此联系起来。如要使 - X101 端子具有下列功能，应设置：

P554 = 1001；即端子 - X101;16 为启/停控制

P565 = 1002: 即端子 - X101: 17 为故障确认 (复位)

P576 = 1003: 即端子 - X101: 18 为 SDS 选择 1

P577 = 1004: 即端子 - X101: 19 为 SDS 选择 2

P580 = 1005: 即端子 - X101: 20 为固定频率选择 1

P581 = 1006: 即端子 - X101: 21 为固定频率选择 2

必须指出的是不能将一个参数值同时赋予两个参数。即不能使一个控制端子具有两种控制功能。变频器端子控制功能的参数化很重要,对于正确使用变频器必不可少,它使控制端子功能灵活可变。目前越来越多的变频器采用了端子参数化设计。

表 2 不同功能的变频器所对应不同控制参数

功 能	参 数
OFF1(STOP)	P554
OFF2	P555
故障确认	P565
设定数据组选择 1	P576
设定数据组选择 2	P577
电机设定数据组选择 1	P578
电机设定数据组选择 2	P579
固定频率选择 1	P580
固定频率选择 2	P581

3.3 变频器控制系统设计

为了减少变频器对电网的谐波干扰,限制电机的冲击电流,4 台变频器均配置了输入电抗和输出电抗器。变频器控制系统框图如图 3 所示。输入开关量为:启/停(16)、低速(18)、高速(19)、设定选择 1(20)、设定选择 2(21)、复位(17)。输出开关量为:运行、故障、高速到。输出模拟量为:输出频率。

由于计量泵、牵引辊、喂入轮电机都工作在固定转速,故可以选择变频器固定频率设置方式。即用参数设置输出频率,不用外部给定信号。计量泵变频器只有一种工作频率,牵引辊、喂入轮有低速和高速两种工作状态,低速状态依次投入电机,然后升高速。

变频器可通过参数(P580、P581)定义两个开关量输入口,来选择分别由参数(P421、P422、

P423、P424)设定的 4 种工作频率,如表 3 所示。

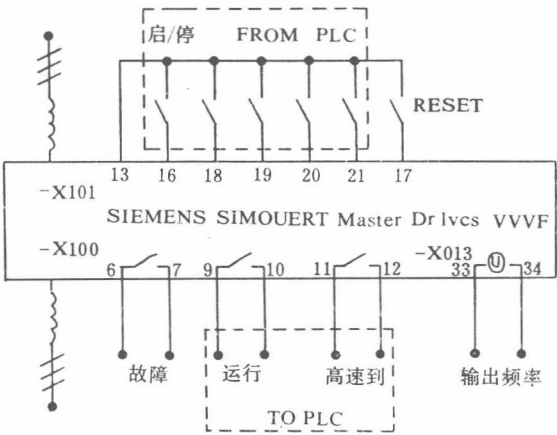


图 3 变频器控制系统框图

如图 3 所示,当端子 18 和 19 电平改变时选中不同的固定频率(端子 18 和 19 接 + 24 V 时,表示对应的输入口状态为 1)。

表 3

	P580	P581
P421	0	0
P422	0	1
P423	1	0
P424	1	1

3.4 升、降速时间参数的设置

根据工艺要求,牵引辊和喂入轮变频器必须保持同步升、降速。由于二者运行频率不同,因此我们的升、降速时间设定也应不同。变频器升、降速时间的定义:电机从静止加速到系统额定频率所需时间。而本系统中变频器同步运行的起始频率为低速 22 Hz,因此实际升、降速时间与参数设定值有一定的比例关系。设系统额定频率为 f_0 ,同步上升或下降的时间为 t_0 ;牵引辊变频器运行频率为 f_1 ,上升或下降的时间设定值为 t_1 ;喂入轮变频器运行频率为 f_2 ,上升或下降的时间设定值为 t_2 ,则:

$$t_1 = f_0 \cdot t_0 / (f - 22) \quad t_2 = f_0 \cdot t_0 / (f_2 - 22)$$

4 切换控制系统设计

4.1 切换控制柜硬件选型

切换控制柜由一台 MORON C200H 可编程控制器、6 只接触器、3 只信号继电器、3 只 V/F 变换器、梅兰日兰 UPS 组成。柜内 PLC 实现切换控制