

# 交交变频器的环流控制方法

湘潭大学(411105) 张林亭

TM344.6

**摘要** 对交交变频器在运行时所产生的环流的形成及其抑制方法作了阐述和探讨。在讨论无环流方式和自然环流方式的基础上,介绍了小环流的运行方式。文中给出了小环流控制方式的实际线路。

**关键词:** 交流 变频器 环流 控制

变频器, 电机, 变频器

## 一、概 述

与交直交变频器相比,交交变频器具有较高的效率,特别适应于大功率低速交流传动系统,如矿井提升机、轧钢机、球磨机、破碎机、回转窑、辊道等。使用晶闸管的此类设备,功率可达数兆瓦,并且它与低频电动机可组成无机械减速器的直接传动系统,大大提高传动效率,因此有着很好的应用前景。但其工作原理决定了在它的回路中存在着环流,一种不流经负载的无用电流,必须对它加以抑制或消除。环流的控制又牵涉到主回路功率组件、控制方法和控制器的设计,是一个十分重要的问题。本文就此问题作一些探讨。

交交变频器的输出电压波形是由输入电源电压波形的不同区段连接而成的参差不齐的波形(见图1)。这是由交交变频器的工作原理决定的。因为它的触发角不能连续地变化,从前一个晶闸管的触发角到紧接着的下一个晶闸管的触发角之间有一个相位数值差。

图1所示为一零式电路的交交变频器,运行在1/3工频时正负桥的输出电压波形以及由于瞬时波形的差异形成的环流电压波形。

此外,产生环流的原因还有:

(1)触发角控制的不准确性,使触发相位产生误差;

(2)外部干扰使触发角相位偏移,各输入电压幅值和频率的变化,控制回路的共模干

扰和串模干扰等;

(3)非线性输入输出电压转换关系。

对于环流必须采取措施,限制其幅值,或者从根本上予以消除。

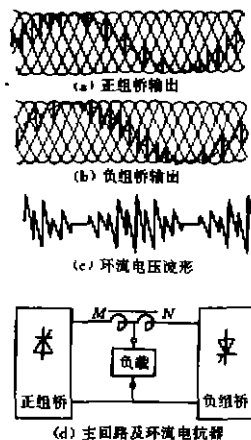


图1 零式电路的自然环流波形

## 二、无环流工作方式

无环流即从根本上消除环流,是最简单的环流控制方法。有两种无环流控制方式:

### 1. 逻辑无环流

当正组桥工作,输出电压的正半周时,封锁负组桥的触发脉冲,使其处于阻断状态。反之亦然,这样,环流自然就没有了。

这种运行方式控制起来并不容易,桥组的切换需要准确可靠的零电流检测和延时回路,以保证在负载电流为零的情况下经过适当延时再切换桥组。

## 2. 错位无环流

错位无环流方式是将待阻断桥组的触发脉冲错位,使该桥组的晶闸管处于反向偏置而无法导通,从而实现了无环流。此法不需零电流检测与复杂的逻辑控制电路,桥组切换时也不必延时有,但是随着输出电压的降低,死时增加,影响系统的动态性能。

上述两种无环流控制方式,在负载电流连续的情况下运行较理想。当负载电流断续时将出现多个零电流点,输出电压幅值增大,波形畸变。纯电容负载时出现一连串的电电压毛刺,在桥组切换处出现电压波形的突变,输出电压波形畸变更严重。

## 三、自然环流工作方式

为了抑制环流,在桥组之间设置环流电抗器(参见图1d),构成自然环流工作方式。环流的大小取决于环流电压的大小和电抗器的阻抗值。当电感量足够大时,即使在轻载,也能维持电流连续,只产生一个零电流信号,易于检测,同时消除了电流断续造成的波形畸变,不需换组延时,提高了系统的动态性能。

设置环流电抗器增加了设备重量和能量损耗,降低了功率因数,加大了设备容量。

一般认为自然环流方式只适合于负载轻、容许环流较大的场合。

## 四、小环流运行方式

有一种运行方式,能结合上述两种运行方式的优点而克服它们的缺点,那就是在负载电流断续时按自然环流方式运行,而当负载电流连续时又按无环流方式运行的小环流运行方式。由于负载电流断续电流很小,环流电流加上负载电流并不大,此时可以将电抗器设计在线性工作区。当负载增加,电流连续时,采用无环流工作方式,则电抗器将工作在饱和区。这样,不仅电抗器可以做得很小,而且还降低了无功电流和损耗。

图2所示为用于产品上的小环流工作方

式控制回路。该产品为一交交变频器构成的低频电源,输出频率为 $16.7 \sim 5.56\text{Hz}$ ,主回路采用三相零式电路,用双8098单片机作控制器,其触发脉冲通过由三态门74LS125组成的触发脉冲封锁门送至每个晶闸管的控制极。封锁门的选通端则由电压比较器控制。通过电流互感器检测器检测出的电流信号转变成电压信号后进入电压比较器,与基准电压进行比较。当正半周信号大于 $e_v$ 时,比较器输出“1”信号,切断负组桥的封锁门,进入无环流工作状态。当信号小于 $e_v$ 时,比较器输出“0”信号,开通负组桥的封锁门,进入自然环流工作状态。负半周信号大于 $-e_v$ 时,则用来控制正组桥的封锁门,与上类似。

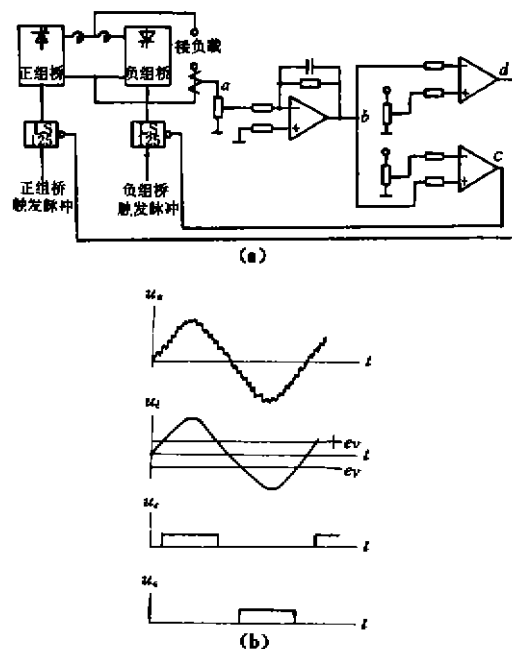


图2 小环流工作方式下的控制电路及其波形

在某轧钢厂的轧机辊道低频传动系统中,采用了上述小环流的工作方式。该装置容量 $300\text{kVA}$ ,额定输出频率 $16.7\text{Hz}$ ,拖动48台JZ12-6型电动机。在研制过程中发现,因为输出频率较高,采用逻辑无环流方式工作时,电动机的振动明显增加,后改用小环流运行方式。其环流控制的原理如前所述。实际线路考虑了过流和直通短路保护而增设了相应的部分。

## 气动升降装置在喷漆线上的应用

山东电机股份有限公司(255032) 张新亮

在电机行业中, 悬挂链传动喷漆线的应用已经十分普及。它一改过去的单台定点式喷漆, 而为连续操作。这不仅大大提高了效率, 而且极大地提高了电机表面喷漆质量、节约了场地、减少了污染, 并且改善了操作工人的工作环境。

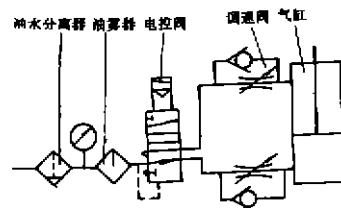
悬挂链传动喷漆线一般都由滚道、电机上下线用的升降装置、悬挂输送链、喷漆装置等部分组成。各厂的喷漆线虽然各不相同, 但都大同小异。

目前, 各厂的电机喷漆线的升降装置大多都是液压的。液压装置有许多优点, 但缺点也比效明显。主要缺点是油液易泄露、污染场地、故障不易排除, 并且价格较高。鉴于以上缺点, 我们在设计这条喷漆线的升降装置时, 改变了大多数厂的设计思路, 将液压装置改为气动装置。

气动装置应用比较多, 技术比较成熟。它的优点是价格低、操作简单方便, 便于维修并且不污染场地。

我们设计的该气动升降装置的结构如下

图。主要由气缸、油雾器、油水分离器、调速阀等执行元件和控制元件组成。结构简单、安装方便。它的动力源, 就是喷漆也同时需要的压缩空气, 在结构上它比液压装置减少了一套油箱、油泵等能源元件和辅助元件。因而成本也可大大降低。



图

一般工厂的压缩空气的压力大多在 0.6 ~ 0.8 MPa 左右。这种压力完全可适应气缸的工作要求, 无需单独空压机。

该套气动升降装置在我厂已使用 5 年多, 从未出过故障, 一直使用良好, 这是液压装置所不及的。随着科学技术的不断提高, 气动装置的应用将会越来越多。

收稿日期: 1996-08-12

$e_o$  数值的确定关系到小环流工作方式的效果, 以及环流电抗器的设计。用  $e_o$  与负载额定电流下的反馈值  $e_d$  的比值  $K (K = \frac{e_o}{e_d})$  作为环流工作的切换点。K 值取值较大, 电抗器的电抗值也大, 向自然环流工作方式靠近, 反之则向无环流工作方式靠近。经过反复试验和分析, 选定了  $K=0.27$  比较合适。此时环流电抗器的电感量由自然环流的 30mH 降低到 8.7mH, 体积减小了 80%, 电抗器上的损耗也只有自然环流方式下的 18% 左右, 输出电压有了明显的增加。不仅如此, 小环流

工作方式的优越性还在于解决了轻负载时电流断续情况下的波形畸变问题和控制上的困难。由于不再需要换组延时, 其动态性能明显改善, 尤其是在输出频率较高, 换组延时时间相对较大的情况下更是如此。

### 参考文献

- [美] 佩莱著, 可控硅相控变流器及变频器, 冶金工业出版社, 1981.
- 马小亮著, 大功率交-交变频交流调速及矢量控制, 机械工业出版社, 1992.

收稿日期: 1997-09-11