

# 油田电网的谐波治理

刘保迎

(大庆油田技术监督中心, 黑龙江 大庆 163453)

**摘要:** 在油田生产中, 主要生产工艺由各种机泵完成, 用电量占油田总用电量的 80% 以上。为降低能耗, 目前油田各类机泵广泛应用调速变频器。但在降低能耗的同时产生了大量谐波, 造成电网二次污染, 常导致继电保护误动作、电气设备绝缘击穿、电力计量仪表误差增大等问题。通过谐波治理可以清洁电网, 提高电能质量, 降低无功损耗, 具有较好的经济效益。

**关键词:** 变频器; 谐波; 污染; 滤波器

中图分类号: TM711

文献标识码: A

文章编号: 0258-7998(2012)05-0068-03

## Oilfield power grid harmonic control

Liu Baoying

(Daqing Oilfields Technical Supervision Center, Daqing 163453, China)

**Abstract:** In oilfield production, the main production processes are used in all kinds of machine pump to complete, electricity accounts for the total consumption of more than 80%. In order to reduce the energy consumption, currently, speed control inverter is wildly used as various types of pumps in oilfields. In the meantime, reducing energy consumption causes a large number of harmonics and power grid two pollution, often leads protective relaying misoperation, electrical equipment insulation breakdown, power meter error increases. Harmonic control can clean power grid, improve power quality, reduce reactive loss, and has good economic benefit.

**Key words:** transducer; harmonic; pollution; filter

油田生产设备中存在大量冲击性和波动性负荷, 它们在运行中产生高次谐波, 常会使电压波动、闪变, 甚至导致三相不平衡。随着电力电子技术的广泛应用与发展, 调速变频器在各种机泵运行中得到了广泛应用, 在降低能耗的同时导致了电压波形畸变, 产生了大量谐波, 造成电网二次污染。在削弱和干扰电网经济运行的同时, 常发生设备非正常启停, 使设备自身安全性降低, 电力计量仪表的误差增大。通过谐波治理, 可以保证电力设备安全经济运行。

### 1 油田配电网谐波污染现状

通过对 80 座变电所母线(6 kV)进行谐波测试了解到油田配电网谐波污染的现状如下:

(1) 有 78 座谐波电流及电压均在国标限值之内, 主导谐波为 5 次、7 次, 超标率为 2.5%。这与高压侧变压器短路容量大, 而且变电所距离谐波源距离比较远, 与谐波的衰减有关。

(2) 共测试 218 条馈出线, 有 13 条馈出线谐波电流超国标限值, 超标率 6%。这些馈出线谐波电流超标的主

要原因在于这些馈出线所带低压负荷安装了换流设备(变频器为主)。

(3) 安装了低压变频装置测试点的谐波电流或电压超标问题比较突出。

所测试的 36 台变频器中有 27 台谐波数据超标, 超标率达到 75%。杏北二十四变电所周边地区测试的 7 座注入站, 谐波数据全部超标, 其中 1# 注入站 4 次谐波电流超标 55%(国标限值 39 A, 测试值 60.34 A), 2# 注入站电压总谐波畸变率超标 56%(国标限值 5%, 测试值 7.8%)。

### 2 谐波治理技术

油田目前的谐波抑制措施主要包括主动治理及被动治理, 此处研究的谐波治理配套方案属于被动治理范围。通过对系统中已经存在的谐波进行治理, 使电网受到的影响减到最小。

#### 2.1 无源滤波

##### 2.1.1 无源滤波原理

无源滤波器利用电路的谐振原理。当发生对某次谐

波的谐振时,对该次谐波形成低阻通路,对相应频率谐波电流进行分流,达到滤波的目的。结构上利用电感、电容和电阻的组合设计构成滤波电路,可滤除某一次或多次谐波。最普通且易于采用的无源滤波器结构是将电感与电容串联<sup>[1]</sup>。

无源滤波器的设计主要考虑其谐振频率及电容器耐压、电抗器耐流。首先根据系统所需补偿容量确定电容器容量,这样可以得知电容器阻抗,再根据系统谐波情况确定谐振频率,如为5次谐波,一般谐振频率在240~248之间,由谐振频率可得知电抗器的感抗值。电容器耐压应考虑基波电压、电抗器的压升、谐波电压;电抗器耐流需考虑基波电流、谐波电流。

### 2.1.2 无源滤波优缺点

由于无源滤波器结构简单,成本较低,运行费用低,吸收高次谐波效果明显,在油田生产中得到广泛应用。根据谐波治理有关要求,每台变频器自身须有谐波处理装置,生产厂家为降低成本,大都使用LC单调谐滤波器。

无源滤波器在油田中使用的谐波治理效果并不好,经常处于关停状态。其主要原因在于:

(1)抑制低次谐波的单调谐滤波器只对调谐点的谐波治理效果明显,对偏离调谐点的谐波无效果;

(2)当油田根据生产调整运行负荷,新增或减少运行设备时,系统阻抗和频率产生波动,无源滤波器可能与系统发生并联谐振,使装置无法正常运行;

(3)当系统运行负荷增大时,系统谐波电流随之增大,无源滤波器可能过载,导致损坏。

由于无源滤波器原理上带来的不足无法彻底克服,因此有必要尝试采用其他方式抑制谐波。

## 2.2 有源滤波

### 2.2.1 有源滤波原理

有源滤波器实际上是一个谐波发生器,它通过实时检测电网上的负载产生的谐波电流,由IGBT逆变器生成一个与负载谐波电流大小相等、方向相反的补偿电流,注入到电网,从而抵消负载谐波,防止谐波电流流入配电系统造成污染,进而保证流向系统的电流是一个理想的交流正弦波形<sup>[2]</sup>。

有源电力滤波器系统由两大部分组成,即指令电流运算电路和补偿电流发生电路。其中,指令电流运算电路检测出补偿对象电流中的谐波电流分量。补偿电流发生电路根据指令电流运算电路得出补偿电流的指令信号,产生实际的补偿电流。补偿电流与负载电流中的谐波及无功电流进行抵消,最终得到期望的正弦电网电流。

### 2.2.2 有源电力滤波器的控制

由有源电力滤波器的基本原理可知,实现有源电力滤波器功能的关键首先在于实时准确地检测出负载中的谐波电流,其次是补偿电流的产生和跟踪。所以有源

电力滤波器控制的核心是谐波检测和电流跟踪。

谐波和无功电流的检测主要采用瞬时无功功率理论检测方法,此方法能够更有效地协调好谐波电流检测的实时性和检测精度之间的矛盾,是目前应用较为广泛的方法。

产生补偿电流的控制方法以滞环比较控制法为主,它兼有响应速度快、开关频率不高以及控制简单的特点,从而被广泛应用。

### 2.2.3 有源滤波优缺点

实际应用中,有源滤波器谐波治理效果明显,能有效抑制系统各次谐波。当系统阻抗和频率发生波动时,不会产生谐振现象而影响补偿效果。不存在过载问题,当系统谐波电流增大时,装置仍可运行。其主要问题是结构复杂、成本高,但由于需要额外电源,运行损耗大。

## 2.3 磁性滤波器

磁性滤波技术是根据软磁材料的特性,在三相品字形磁路对称结构中,通过绕组和移相连接形成特定的磁路,根据电磁转换原理将谐波电能转换为磁能的利用磁场滤波的新技术。当谐波电流经过磁性滤波器时,谐波电流产生的磁场在磁性滤波器特殊品字型磁路结构中被分解为方向相反的磁通,相互抵消,达到消除谐波的目的。

### 2.3.1 磁性滤波优点

磁性滤波器是无源类产品,本身耗能极低,不存在电容器补偿,不涉及过补问题,可把谐波消除在没有做功之前,属于预防式谐波治理方法。在改善电压、电流波形的同时提高功率因数、抑制浪涌和改善三相不平衡。

### 2.3.2 磁性滤波器应用

对萨北油田16-1注入站3#注入泵进行进行磁性滤波器应用试验,磁性滤波器串联在变频器入线处,变频器运行频率为39Hz,试验数据如表1所示。

表1 试验数据

测试参数	投运前			平均	投运后			平均
	A相	B相	C相		A相	B相	C相	
电压总谐波畸变率/%	6.0	5.7	5.7	5.80	1.7	1.8	1.7	1.73
电流/A	63.2	59.4	56.6	59.73	44.9	45.4	43.7	44.67
电流畸变率/%	99.7	101.9	100.6	100.73	23.2	22.6	22.9	22.90
5次谐波电流/A	34.2	32.9	30.0	32.37	9.4	9.3	9.1	9.27
7次谐波电流/A	26.1	23.7	24.2	24.67	3.1	3.1	3.0	3.07
功率因数PF	0.69	0.68	0.68	0.68	0.90	0.91	0.91	0.91

从表1看出:

(1)原变频器配电回路电压总畸变率在5.8%,超出了国家标准规范。治理后,变频器配电回路电压总畸变率降到1.73%;

(2)变频器配电回路5次谐波滤除率为71.27%,7次谐波滤除率为87.56%;

(3)变频器配电回路的功率因数由 0.68 提到 0.91;

(4)变频器配电回路总有效电流值降低了 25.21%。

随着油田电网谐波危害的日益加大,采取正确技术与措施对电力谐波进行治理越来越重要。磁性滤波器治理谐波效果显著,在消除谐波、改善电压和电流波形的同时净化了配电系统的电能质量,提高了线路功率因数;在提高电能质量同时降低能耗,在治理电力谐波问题上具有很好的发展前景。

### 参考文献

[1] 罗安.电网谐波治理和无功补偿技术及装备[M].北京:

(上接第 67 页)

[4] SMITH G A, ONIONS P A, INFIELD D G. Predicting islanding of grid connected PV inverters[J]. IEE Proc. Electr. Power Appl. 2000,147(1):1-6.

[5] 陈建章.无差拍控制逆变器负载性质识别及参数估算方法[J].电力电子技术,1997,31(3):61-63.

[6] 郭卫农,段善旭.电压型逆变器的无差拍控制技术研究

中国电力出版社,2006.

[2] 李华.电力有源滤波器发展现状及应用[J].自动化与仪器仪表,2004(5):1-5.

[3] 国家技术监督局. GB/14549-93 电能质量公用电网谐波[S].北京:中国标准出版社,1994.

(收稿日期:2011-12-02)

### 作者简介:

刘保迎,男,1973年生,工程师,主要研究方向:耗能设备监测工作。

[J].华中理工大学学报,2000,25(6):30-33.

(收稿日期:2011-11-25)

### 作者简介:

张晓莉,女,1978年生,博士,主要研究方向:光伏并网技术及智能检测与传感技术。



行业聚焦

Focus on Industry

## 第 23 届中国国际测量控制与仪器仪表展览 (MICONEX2012) 展商快讯

第 23 届中国国际测量控制与仪器仪表展览于 2012 年 8 月 21 日至 8 月 24 日在上海·世博主题馆举行。

### 杭州中创电子有限公司

杭州中创电子有限公司是一家集“中创”系列热工检验仪表的研发、生产、销售于一体的专业生产厂家。公司先后开发了便携式信号校验仪、台式信号发生器、便携式压力校验仪等产品,主要用于电力、石油、化工、冶金、计量、铁路、纺织、环保等行业。

### 诺冠公司

诺冠是世界著名的气动与流体控制产品的制造和供应商,为全球客户提供气动和流体控制解决方案。诺冠在全球拥有生产制造和技术支持能力,能够应对要求最严苛的国际项目。

诺冠中国于 1996 年在上海正式成立,是英国 IMI 集团在中国大陆投资的第一家公司。诺冠于 2006 年在上海设立了亚洲技术中心,并于 2009 年在上海建立了大型的制造基地。

右图为诺冠天然气高压电磁阀,用于压缩天然气(CNG)、先导式电磁驱动、活塞阀,内螺纹 G1/4~G1/2,工作压力 10~350 bar,另可提供 3 阀、4 阀、6 阀、最多 11 阀的阀组。

### ARI 公司

ARI 公司可以为您的蒸汽系统提供一站式的产品服务,产品主要分为四大系列:关断-安全-控制-疏水,全方位的满足客户的各种需求。

关断阀系列:产品包括波纹管截止阀、石磨密封截止阀、过滤器、止回阀、切换阀以及用于及热水系统的碟阀、闸阀与平衡阀等。



ETX-2025

多功能过程校验仪



ETX-2010

温度校验仪



ETX-2015

电流电压校验仪

中创公司产品



诺冠公司天然气高压电磁阀



BR046

波纹管密封截止阀

(大陆恒科贸供稿)