

# 酒东油田电网谐波检测分析与治理

侯 凡<sup>1</sup> 肖 璐<sup>2</sup> 郑焯华<sup>2</sup>

1. 西安石油大学地球科学与工程学院 陕西西安 710065

2. 玉门油田公共事务中心 甘肃酒泉 735000

**【摘要】**随着油田变频设备使用的增多，电网谐波的含量随之逐年升高，并成为影响设备正常运行、减少设备使用寿命的关键因素。检测发现酒东油田电网谐波主要为3次和7次并且超标严重，通过采用一套有源滤波装置，谐波治理效果明显，各项电参达到较高水准。

**【关键词】**油田电网；变频设备；谐波消除

## 1 油田谐波的来源和危害

目前，油田配电系统中大量的整流设备、变频设备、电焊机等非线性负载都会在电网中产生无功和不同频率与幅值的高次谐波，检测分析研究均证明，谐波会对大量的用电设备和系统设备产生严重危害。近年来各家油田已发生多起因谐波污染造成的电网事故，如胜利油田2008年至2011年发生多起明确因谐波造成的保护跳闸、电机烧毁、电容击穿、系统振荡事故，直接经济损失高达几百万元，影响了油田生产的供电可靠性，但因隐匿性较强，需专业，多数因谐波造成的电力系统事故都未被发现。酒东油田近年发生多起机采井无原因自停、联合站机泵震动严重等可能为谐波超标导致的电力事件。

## 2 酒东油田电网及设备使用情况

### 2.1 酒东油田供电现状

酒东油田由国电肃州供电公司狼窝泉变电所引出35KV一条至酒东变电站，站内有3150KVA（35/10）主变一台，引出10KV线路4条（1#线、2#线、联合站、技术服务中心），10千伏电网呈树枝状引致各单井变压器，所有电气设备装机容量5000KW左右，油田年用电量700万千瓦·时左右。

### 2.2 变频器使用情况

所有油、水井变压器后均配备容量为55KVA的变频器一台，油水井在用变频器50台，总容量约2750KVA，变频用电站总电耗的98%；联合站有10KV进线一条，在用800KVA变压器一台，站内在用各类变频装置38台，变频容量883KW，用于机泵调频运行，联合站用电量94%为变频用电。

### 2.3 国家标准对谐波的限定

谐波限定值的相关规定：根据GB/T14549《电能质量 公用电网谐波》中规定了我国每个用户注入电网谐波电流的

允许值。其中380V电网谐波电压畸变率在5%以内，谐波电流从2次到13次为78A-13A，10KV电网谐波电压畸变率为4%以内，谐波电流从2次到13次26A-4.9A。

表1 公共电网谐波电压（相电压）

电网标称电压kV	电压总谐波畸变率%	各次谐波电压含有率 %	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2
66			
110	2.0	1.6	0.8

## 3 谐波检测情况

检测涵盖了10KV出线、联合站、在用水井变压器出线共计33个检测点，油田主要负载检测率达100%。

### 3.1 变电所谐波情况

酒东变电站10KV出线谐波畸变电流和畸变电压均在标准要求的范围之内，分别是1.2%和0.9%，功率因数为0.95和0.8。10KV两条出线供电质量相对较好。

### 3.2 联合站谐波情况

联合站主要带负载水泵、油泵和变频器和压缩机，测试时三台外输泵未运行。测试工况下现场实际最大电流为290A，单项电压为230V；无功缺量大约为40kvar，谐波电流总畸变率为42%左右，已经严重超标，电容器补偿运行实际功率因数0.9左右。（见图1）

由上述检测结果发现联合站低压配电室供电质量存在以下两点问题：一是谐波电流超标严重，谐波电流畸变率为42%，主要是5次和7次谐波，基波电流为290A，折合谐波电

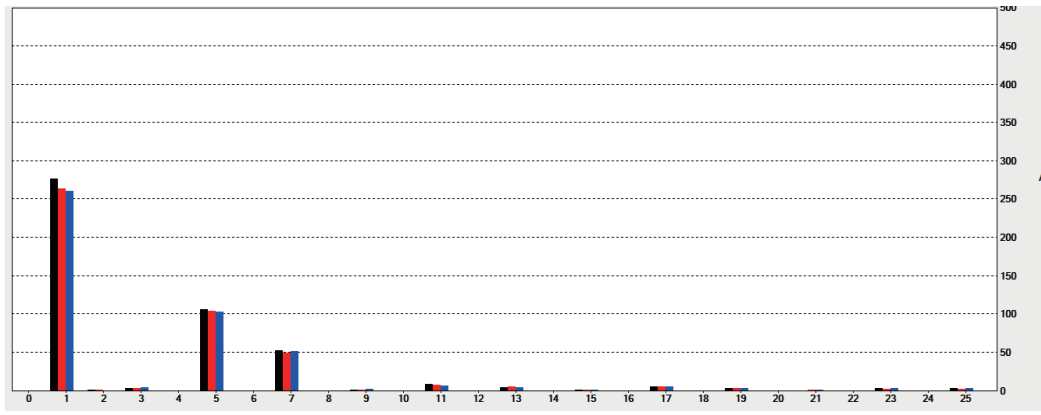


图1 联合站低压配电室2-25次谐波电压畸变率

流为121A，超过标准值62A近两倍；二是功率因数不高，在电容补偿投用的情况下功率因数为0.9。

### 3.3 油水井谐波情况

油水井一共检测23个点位，全厂单井谐波电流畸变率普遍较高，平均值为84%，但因单井用电电流基波值较小，谐波电流均未超过国家标准要求的五次62A以下，7次44A以下；谐波电压方面，检测中有3口井谐波电压超过标准限值5%，油水井谐波电压平均值为3.1%。（见表2）

综上得以下结论：

①水井变频运行节能效果明显，同一口井先后检测，变频运行时电流均在20A以下，功率因数为0.7左右，工频运行时电流为70A以上，功率因数0.2-0.6左右。

②变频运行导致谐波情况增加，变频运行谐波电流和谐波电压均高于工频运行井，多口井先后变频和工频测试，工频情况谐波电流畸变从1%增至70%不等，谐波电压从1%左右增至3%-6%。

### 3.3 谐波产生的因素确认

酒东油田设备变频运行比例高，变频用电量占总用电量的96%，同时谐波主要是5次和7次，符合变频谐波特性，同时，测试过程发现同一口井如长1-2、长3-5、长101、长2-1井等，变频运行总谐波电流畸变率从60%-110%，而工频运行谐波电流畸变率仅为2%左右。所以酒东电网谐波主要产生原因为变频器的使用，并且各单井和联合站均有不同程度谐波污染。

表2 单井谐波检测情况统计汇总

序号	测试点	运行状态	变压器容量	谐波电压畸变率	是否超标	基波电流	谐波电流畸变率	谐波电流	是否超标
1	长2-23井	变频	80	2%	否	13	62%	8.06	否
2	长2-18	变频	80	1.60%	否	7.7	110%	8.47	否
3	长204、长2-16、2-27	变频	160	1.50%	否	76	23%	17.48	否
4	长2-29	变频	80	2.40%	否	28	119%	33.32	否
5	长2-9	变频	80	12.10%	是	18	118%	21.24	否
6	长2-1	工频	80	0.70%	否	75	1.30%	0.975	否
7	长102	变频	80	4.70%	否	25	84%	21	否
8	长2-21	变频	80	2.40%	否	21	95%	19.95	否
9	长101	变频	80	6%	否	19	58%	11.02	否
10	长101	工频	80	1%	否		1.50%	0	否
11	长302	变频	80	6.20%	是	34	73%	24.82	否
12	长3-4	变频	160	1.70%	否	25	106%	26.5	否
13	长3-6	变频	80	3%	否	19	94%	17.86	否
14	长3-9	变频	80	3.90%	否	33	90%	29.7	否
15	长3-5	工频	80	1.80%	否	63	2%	1.26	否
16	长8	变频	80	1.50%	否	20	80%	16	否
17	长2-14	变频	80	1.60%	否	26	79%	20.54	否
18	长2-11	变频	80	2.10%	否	15	120%	18	否

表3 谐波治理技术对比表

对比项目	调谐滤波技术	无源滤波技术	有源滤波技术
滤波效果	受系统结构及负荷变化影响	较好, 较多量特定次数谐波, 受系统结构及负荷变化影响	好, 任意阶次谐波
可靠性	较高	谐振频率点发生转移时可能烧毁	较高
技术难度	简单	较复杂, 对电容及电抗的制造技术及匹配要求严格	复杂
适用场合	以无功补偿为主, 含少量谐波的情况	谐波含量高, 谐波分量、幅值相对稳定, 系统、负荷相对稳定的场合	谐波分量多, 谐波幅值动态变化, 系统及负荷变化的场合

#### 4 谐波的治理

##### 4.1 谐波治理技术

目前谐波治理的主要手段有调谐滤波技术、无源滤波技术、有源滤波技术三种技术, 其中源滤波工艺优势明显, 为有效治理联合站谐波污染, 油田给联合站低压配电室安装容量为600A的一套有源滤波器, 来消除谐波。(见表3)

##### 4.2 有源滤波设备安装

联合站低压配电室采购安装一台有源滤波装置一套, 设备容量为600A, 安装位置为联合站低压配电室进线, 安装方法为直接连接在三相母线上。

#### 5 结论

联合站有源滤波装置投用后联合站电网供电质量提升效果明显, 其中两项关键指标大幅提升, 功率因数从0.9提升至0.98, 电网谐波电流畸变率从42% (超国标195%) 下降至4%, 即从121A降至11A, 达到国家标准要求范围之内, 并将其控制在较低水平。

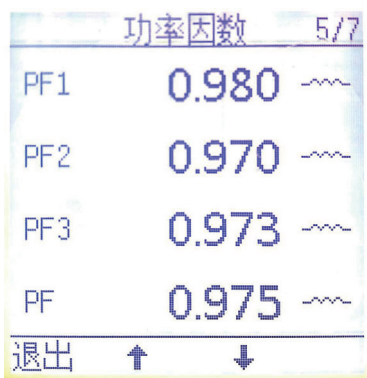


图2 联合站功率因数实测

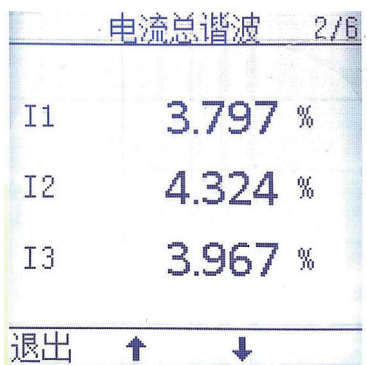


图3谐波电流实测

#### 效益评估:

①、节能效果: 2017联合站年耗电量200万千瓦·时, APF投用后功率因数从0.89增长至0.98, 无功功率减少9%, 年节电量为18万千瓦时, 折合22.2吨标准煤, 减少能耗支出15万元/年。

②、减少设备损耗, 延长设备寿命, 谐波电流从210A降至11A将有效减少运行电机的发热、震动情况, 保护电机长寿命全周期正常运转。

③、避免线路过载导致的供电线路烧毁或短路, 促使联合站电容补偿柜正常投用。

④、避免开关等控制设备的误动作, 更加避免谐振的发生。

#### 参考文献:

[1] 王艳松, 李强, 李习武. 油田配电网的谐波分析与集中治理[J] 中国石油大学学报(自然科学版), 2008, 32(4), 148-152.

[2] 刘巍. 油田电网谐波的危害与[J]抑制资源节约与环保, 2012, 5: 49-54.

[3] 白文玉, 齐绍新, 才松林, 于生. 谐波对油田电网的影响[J]石油石化节能. 2012, 2: 35-37.

[4] 勾松波, 郑春生, 王东, 高厚磊. 胜利油田电网谐波分布规律及抑制对策[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2008, 32(3), 161-168.

#### 作者简介:

侯凡, (1990年9月), 男, 汉, 陕西镇安 研究生。