
吉林化纤集团碳谷碳纤维有限公司

低压配电系统

电能质量测试报告及解决方案



杭州银湖电气设备有限公司

Hangzhou Yinhu Electrical Equipment Co.,Ltd.

二零一七年 四月

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 第一篇 系统概述 | 2 |
| 第二篇 测试报告 | 3 |
| 一、测试目的 | 3 |
| 二、测试数据及分析 | 3 |
| 1. 测试点：碳谷公司 0.4KV 配电室 | 3 |
| 第三篇 测试结果分析 | 16 |
| 一、测试结果: | 17 |
| 二、分析 | 17 |
| 第四篇 解决方案 | 18 |
| 一、系统危害 | 18 |
| 二、解决方案 | 18 |
| 附 1：TSVC 型低压动态补偿兼滤波装置的介绍 | 21 |

第一篇 系统概述

系统概述

吉林化纤集团碳谷碳纤维有限公司（以下简称碳谷公司）低压系统概况如下：

①. 纺丝车间车间共用 2 台变压器，变压器容量均为 2000KVA，目前为一用一备的运行方式，每段均配有低压无功补偿装置。

②. 聚合车间共有 2 台变压器，变压器容量均为 1000KVA，每段均配有低压无功补偿装置。

0.4KV 侧电容补偿装置为杭州银湖电气设备有限公司的 TSC 型自动投切电容补偿装置。

从生产至今，整套 0.4KV 系统中频繁出现以下情况：

1) 电缆发热严重；

2) 变压器在负荷不到 60%时，夏季出现不正常发热现象（吉林夏季温度最高为 35℃）；

3) 大容量电机（50KW 以上）的接线盒里有熔融现象发生，且电机烧毁现象频发，主要为电机绝缘老化等问题。

4) 二次回路出现静电干扰。

针对以上问题，怀疑为系统谐波造成的影响，故本次对系统进行电能质量测试，对谐波情况进行监测，找出问题的根源。

第二篇 测试报告

一、测试目的

通过对当前系统运行时的电能质量测试分析，结合该工况，给出合理、安全、可靠、技术先进的无功补偿及谐波治理方案。

二、测试数据及分析

1. 测试点：碳谷公司 0.4KV 配电室

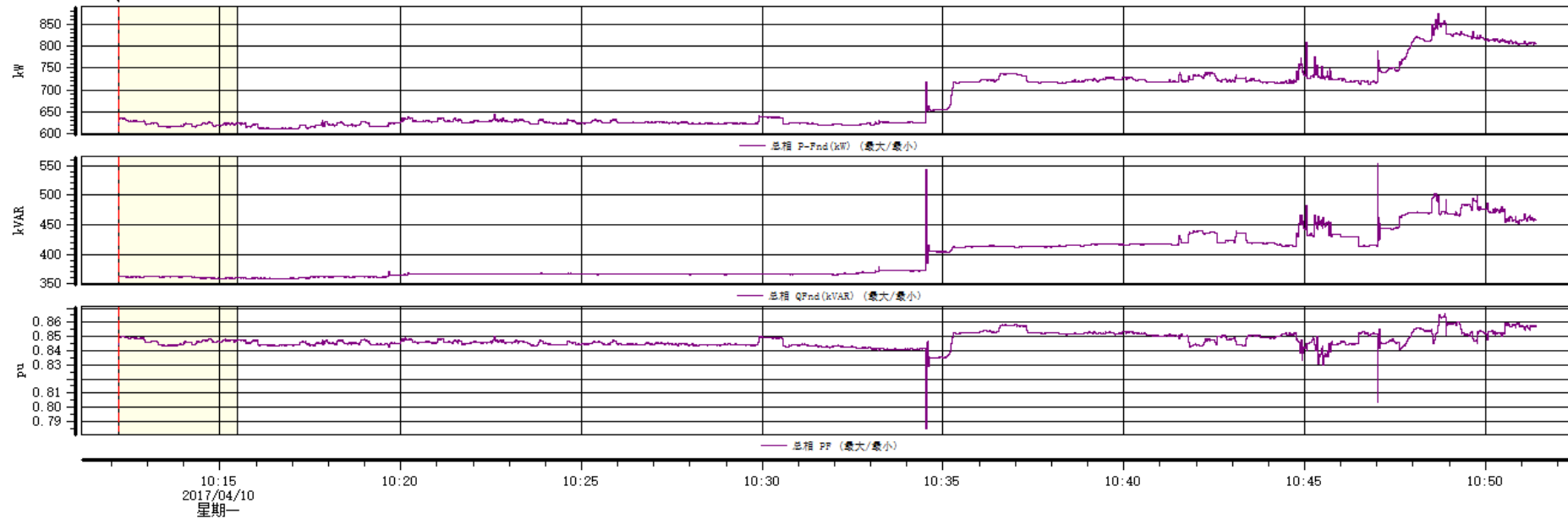
- ① 测试时间：2017年4月10日-----2017年4月10日
- ② 额定电压：0.4kV
- ③ 取样间隔：1S
- ④ 测试仪器：德国高美 MW30HA017 型电能质量测试仪
- ⑤ 工况说明：测试时，无功补偿均切除。

a、纺丝车间测试数据分析变化曲线图：

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691148255 (64CCD427h)

趋势图



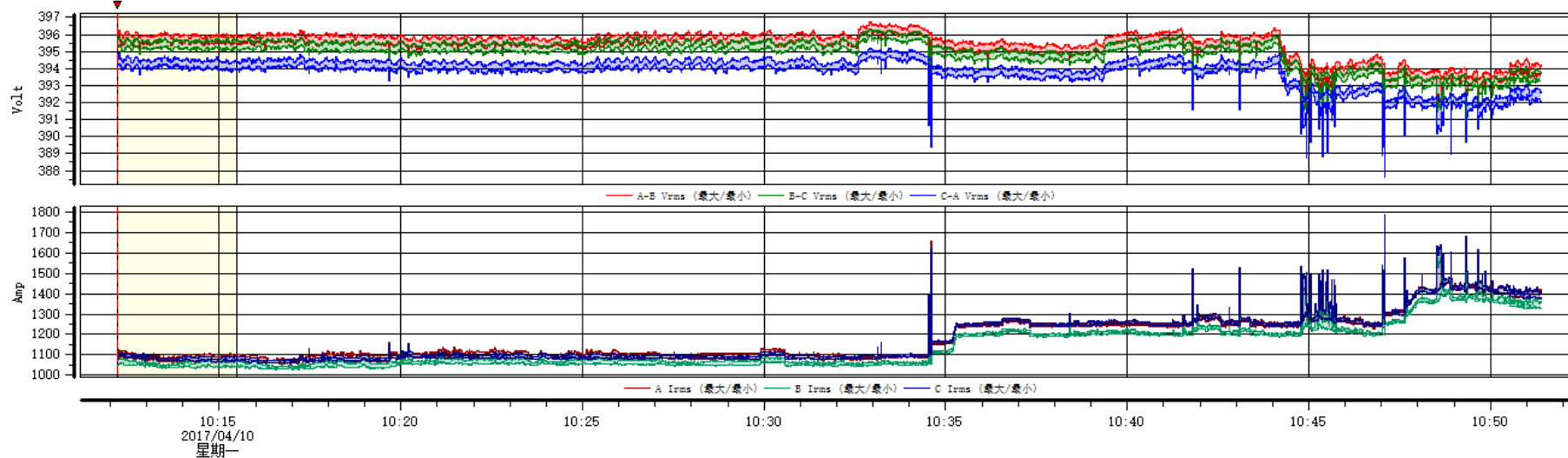
事件 #1 在 2017/04/10 10:12:11.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 611.4 | 874.7 |
| 总相QFnd (kVAR) | 358.5 | 553.6 |
| 总相PF | 0.7847 | 0.8664 |

三相基波电压和基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



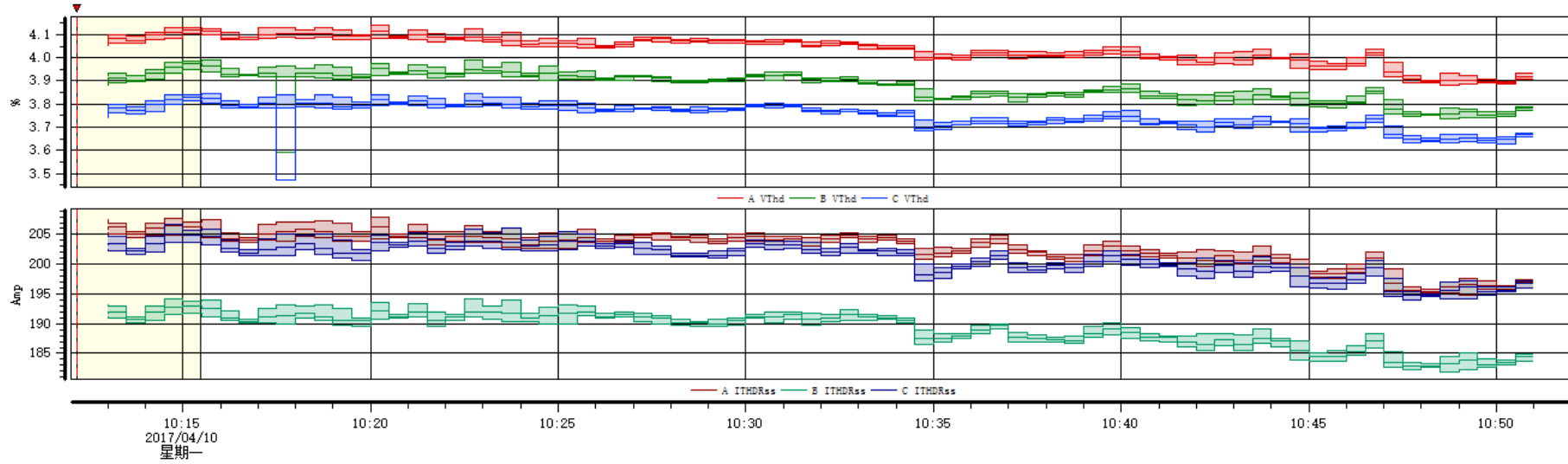
事件 #1 在 2017/04/10 10:12:11.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|----------------|-------|-------|
| <i>A-BVrms</i> | 388.5 | 396.7 |
| <i>B-CVrms</i> | 389.0 | 396.3 |
| <i>C-AVrms</i> | 387.6 | 395.2 |
| <i>AIrms</i> | 1057 | 1737 |
| <i>BIrms</i> | 1028 | 1718 |
| <i>CIrms</i> | 1059 | 1785 |

三相总谐波电流有效值及总电压畸变率

Drac-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



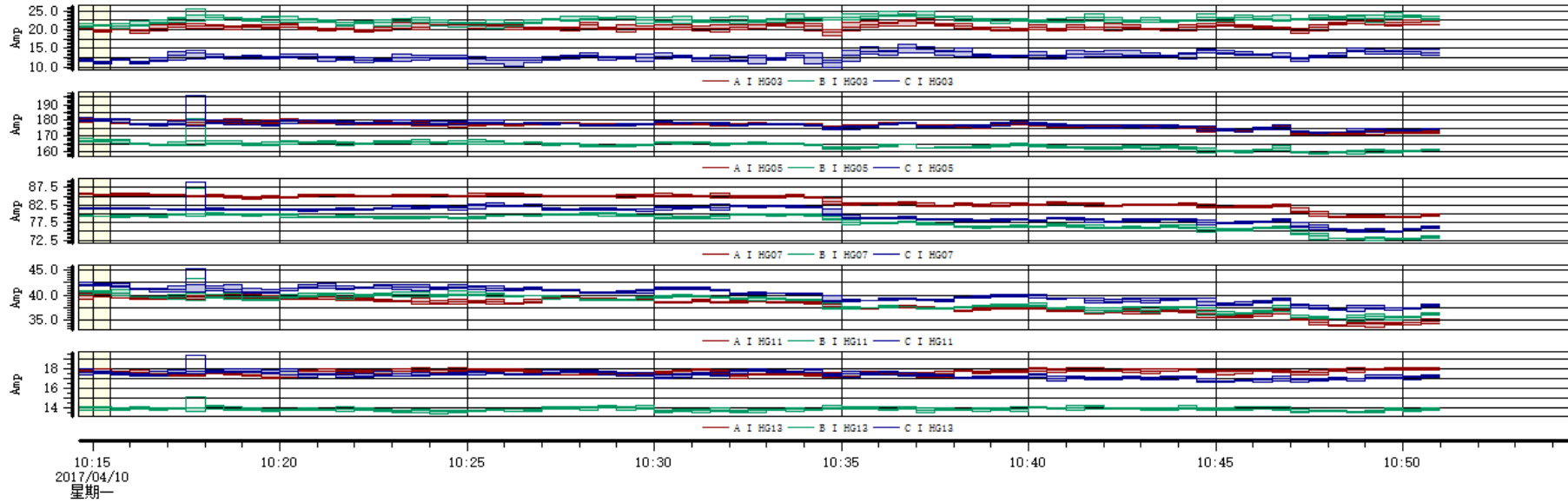
事件 #1 在 2017/04/10 10:12:11.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|-----------------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 3.879 | 4.139 |
| <i>BVThd</i> | 3.593 | 3.990 |
| <i>CVThd</i> | 3.475 | 3.846 |
| <i>AITHDRss</i> | 194.8 | 207.8 |
| <i>BITHDRss</i> | 182.0 | 194.1 |
| <i>CITHDRss</i> | 194.0 | 206.6 |

各次谐波电流有效值

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)



事件 #1 在 2017/04/10 10:12:11.000
趋势

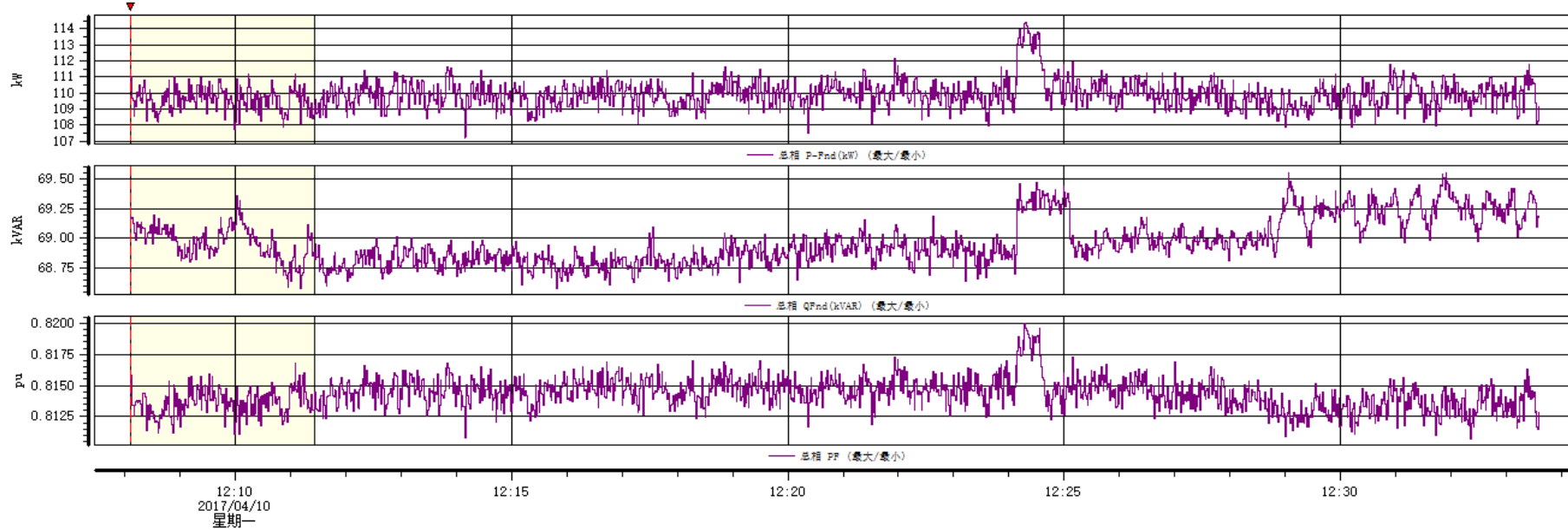
| | 最小 | 最大 |
|---------|-------|-------|
| AI HG03 | 18.31 | 22.91 |
| BI HG03 | 20.24 | 25.40 |
| CI HG03 | 9.980 | 16.12 |
| AI HG05 | 170.8 | 181.2 |
| BI HG05 | 159.1 | 181.3 |
| CI HG05 | 172.0 | 195.5 |
| AI HG07 | 78.98 | 85.97 |
| BI HG07 | 72.49 | 87.28 |
| CI HG07 | 74.67 | 88.91 |
| AI HG11 | 33.74 | 40.55 |
| BI HG11 | 34.96 | 43.32 |
| CI HG11 | 36.82 | 45.19 |
| AI HG13 | 16.99 | 18.17 |
| BI HG13 | 13.39 | 15.14 |
| CI HG13 | 16.56 | 19.35 |

b、聚合车间 I 段测试数据分析变化曲线图：

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



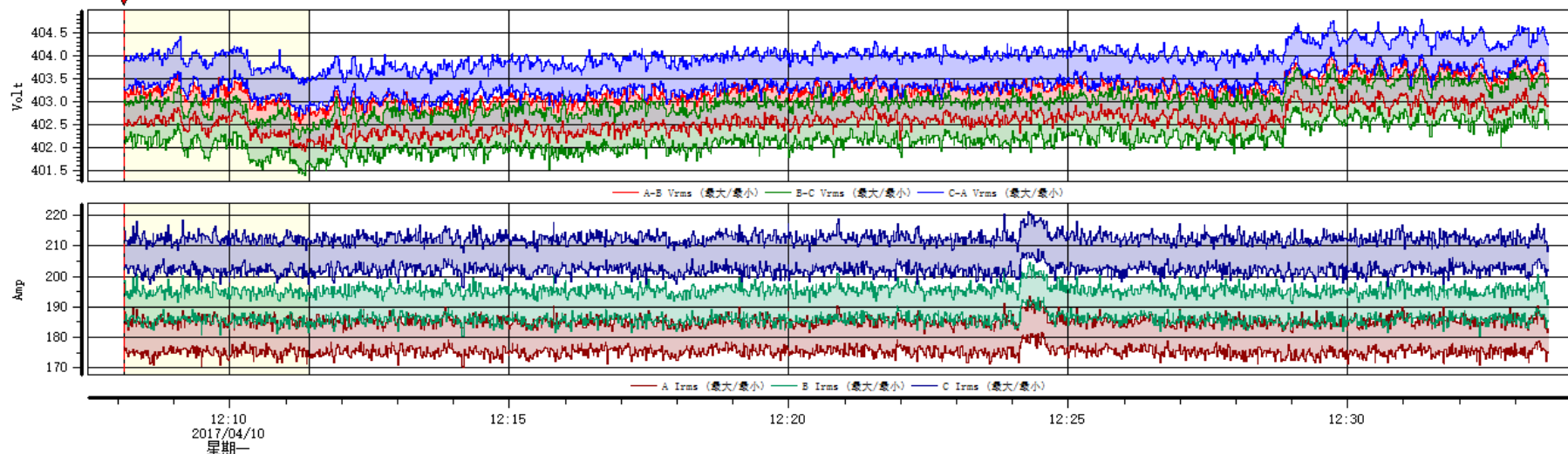
事件 #1 在 2017/04/10 12:08:07.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 107.2 | 114.4 |
| 总相QFnd (kVAR) | 68.58 | 69.55 |
| 总相PF | 0.8107 | 0.8200 |

三相基波电压及基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



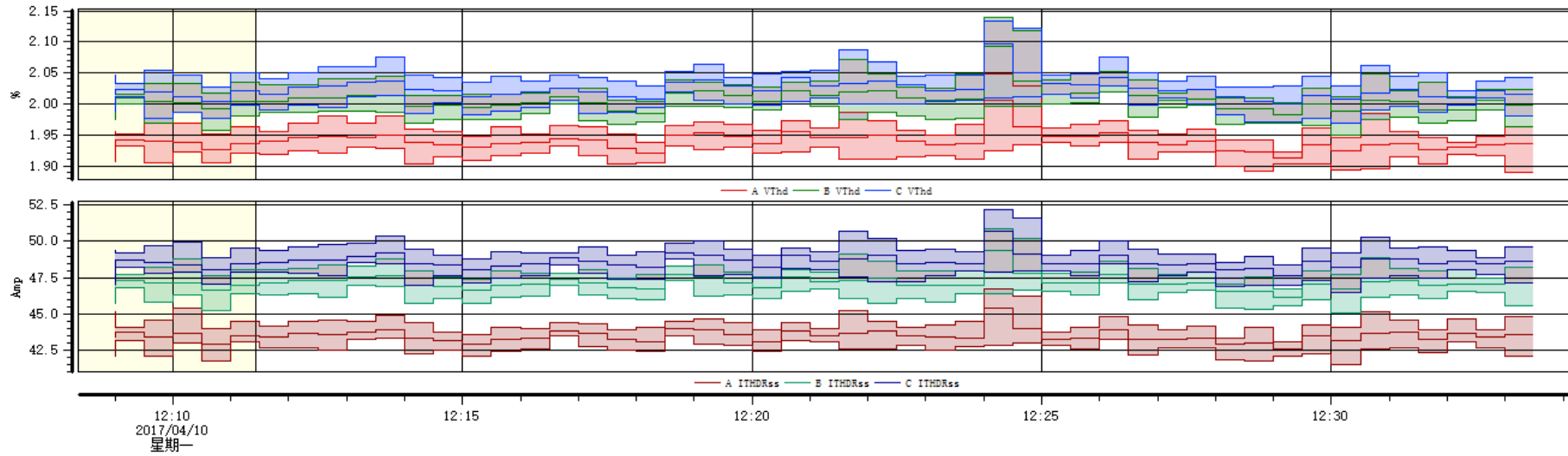
事件 #1 在 2017/04/10 12:08:07.000
结束

| | 最小 | 最大 |
|----------------|-------|-------|
| <i>A-BVrms</i> | 401.9 | 404.0 |
| <i>B-CVrms</i> | 401.4 | 403.8 |
| <i>C-AVrms</i> | 402.7 | 404.8 |
| <i>AIrms</i> | 170.3 | 193.6 |
| <i>BIrms</i> | 180.4 | 204.8 |
| <i>CIrms</i> | 196.4 | 221.1 |

三相谐波电流总有效值及谐波电压总畸变率

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



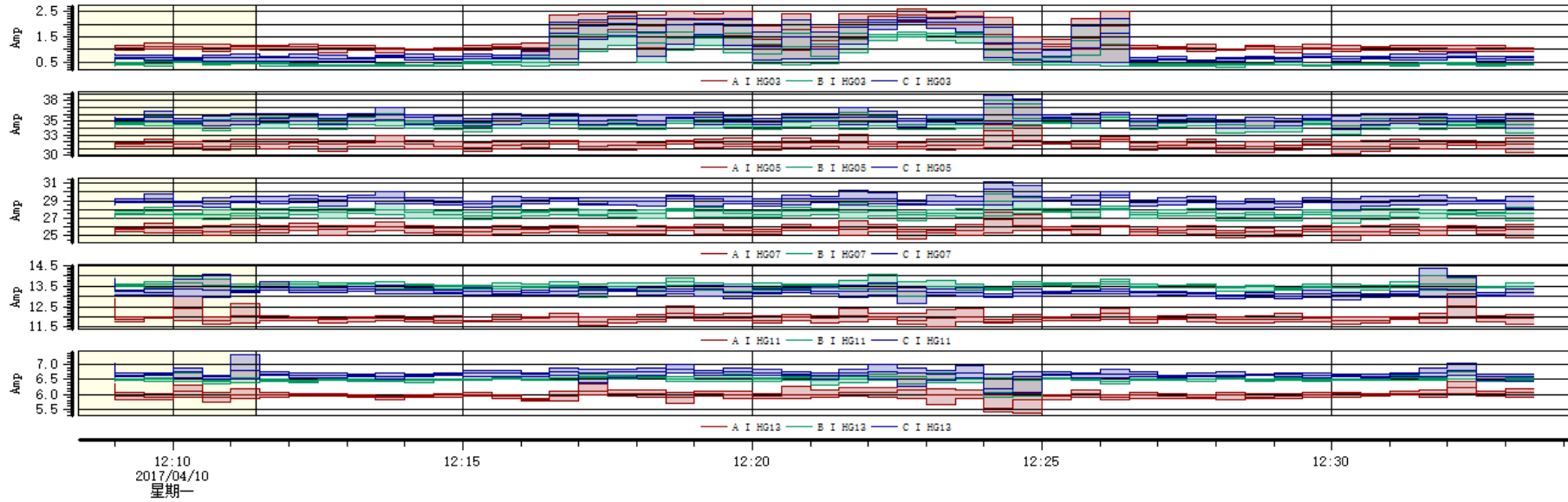
事件 #1 在 2017/04/10 12:08:07.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|-----------------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 1.890 | 2.049 |
| <i>BVThd</i> | 1.950 | 2.139 |
| <i>CVThd</i> | 1.969 | 2.134 |
| <i>AITHDRss</i> | 41.55 | 46.75 |
| <i>BITHDRss</i> | 45.07 | 50.85 |
| <i>CITHDRss</i> | 46.52 | 52.15 |

各次谐波电流有效值

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)



事件 #1 在 2017/04/10 12:08:07.000
趋势

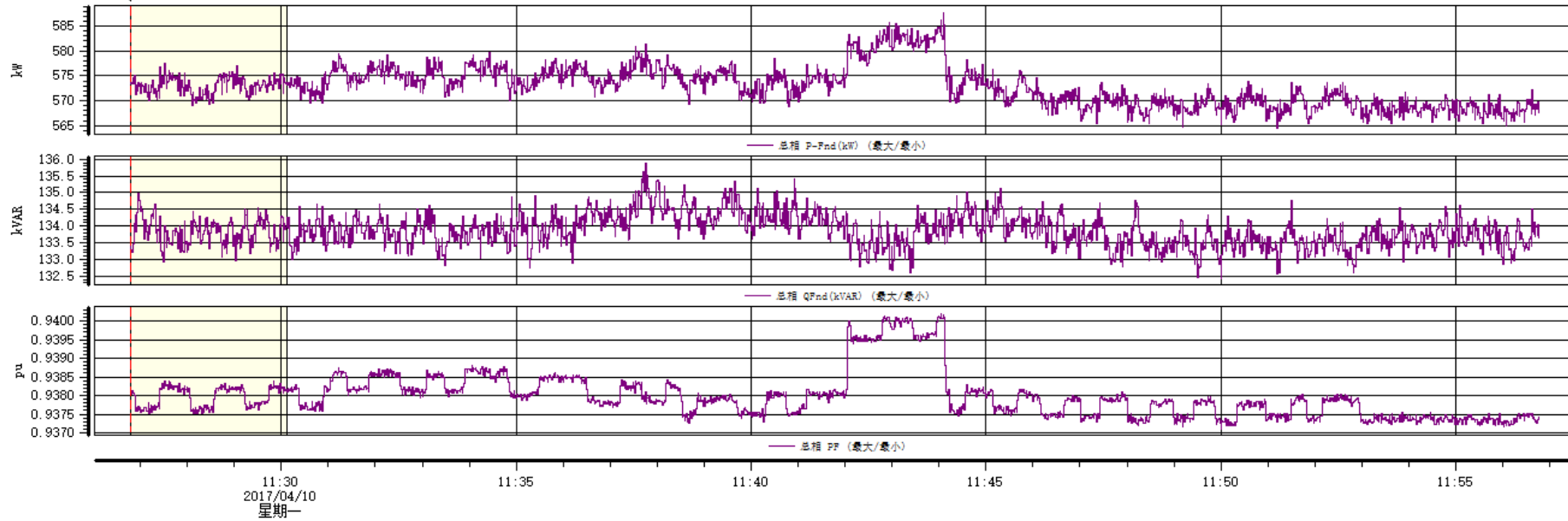
| | 最小 | 最大 |
|---------|--------|-------|
| AI HG03 | 0.8520 | 2.589 |
| BI HG03 | 0.3147 | 1.711 |
| CI HG03 | 0.4722 | 2.312 |
| AI HG05 | 30.31 | 34.59 |
| BI HG05 | 33.03 | 38.09 |
| CI HG05 | 33.77 | 38.71 |
| AI HG07 | 24.54 | 27.62 |
| BI HG07 | 26.44 | 29.72 |
| CI HG07 | 27.93 | 31.11 |
| AI HG11 | 11.54 | 13.14 |
| BI HG11 | 12.98 | 14.09 |
| CI HG11 | 12.67 | 14.37 |
| AI HG13 | 5.385 | 6.420 |
| BI HG13 | 5.890 | 6.811 |
| CI HG13 | 6.034 | 7.324 |

c、聚合车间 II 段测试数据分析变化曲线图：

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



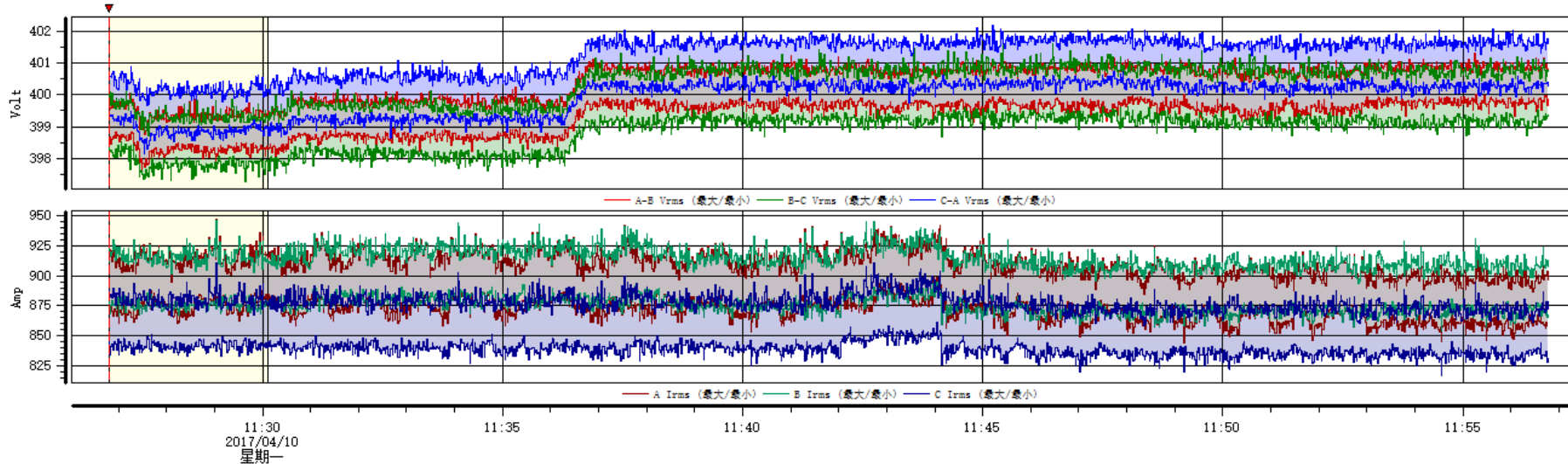
事件 #1 在 2017/04/10 11:26:48.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 564.4 | 587.7 |
| 总相QFnd (kVAR) | 132.4 | 135.9 |
| 总相PF | 0.9371 | 0.9402 |

三相基波电压及基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



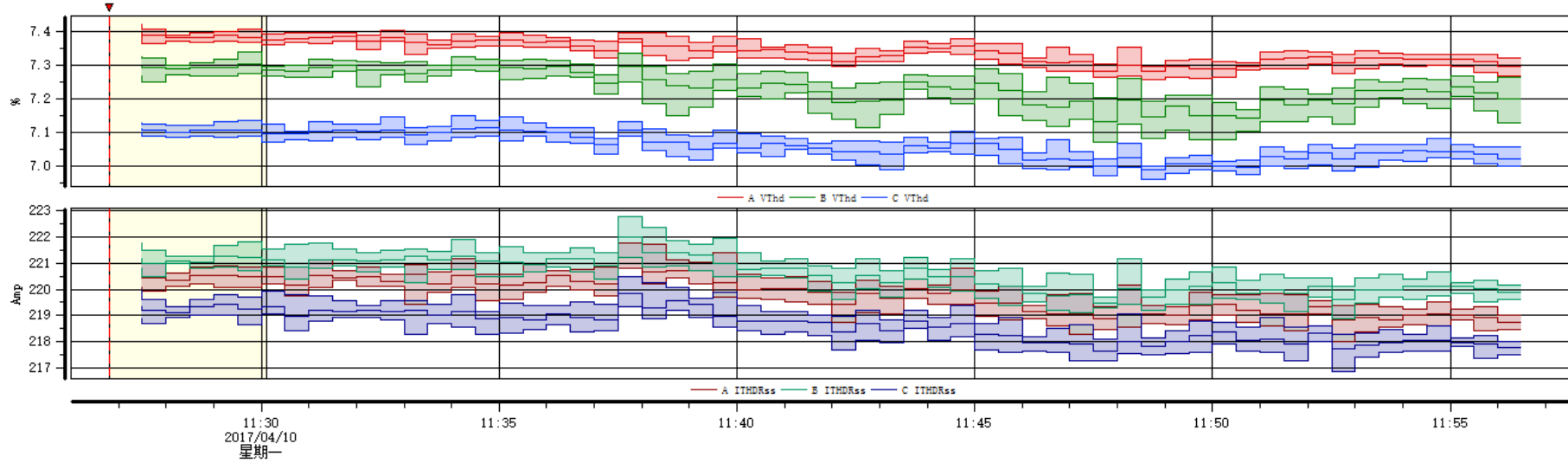
事件 #1 在 2017/04/10 11:26:48.000
结束

| | 最小 | 最大 |
|----------------|-------|-------|
| <i>A-BVrms</i> | 397.6 | 401.3 |
| <i>B-CVrms</i> | 397.3 | 401.6 |
| <i>C-AVrms</i> | 398.2 | 402.2 |
| <i>AIrms</i> | 843.9 | 947.0 |
| <i>BIrms</i> | 854.3 | 946.0 |
| <i>CIrms</i> | 817.1 | 910.9 |

三相谐波电流总有效值及谐波电压总畸变率

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



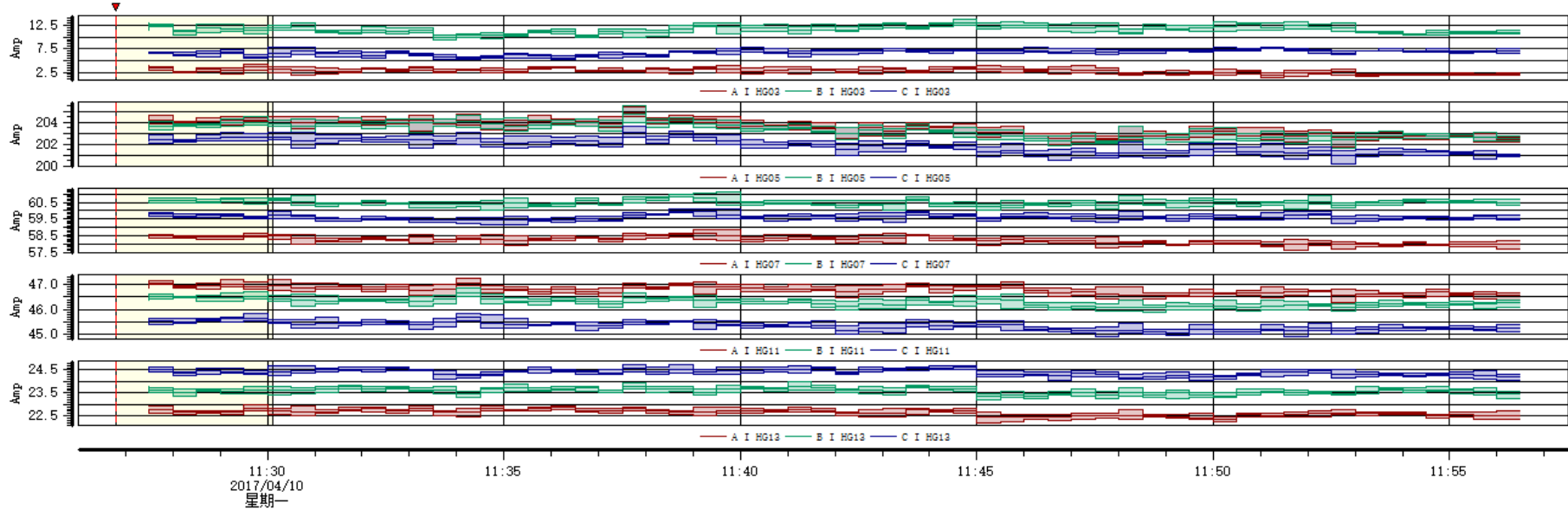
事件 #1 在 2017/04/10 11:26:48.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|-----------------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 7.257 | 7.421 |
| <i>BVThd</i> | 7.072 | 7.338 |
| <i>CVThd</i> | 6.961 | 7.150 |
| <i>AITHDRss</i> | 218.0 | 221.8 |
| <i>BITHDRss</i> | 218.9 | 222.8 |
| <i>CITHDRss</i> | 216.9 | 220.5 |

各次谐波电流有效值

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)



事件 #1 在 2017/04/10 11:26:48.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------|-------|-------|
| AI HG03 | 1.438 | 4.111 |
| BI HG03 | 9.467 | 13.69 |
| CI HG03 | 5.109 | 7.889 |
| AI HG05 | 201.8 | 205.4 |
| BI HG05 | 201.7 | 205.5 |
| CI HG05 | 200.3 | 203.7 |
| AI HG07 | 57.64 | 58.84 |
| BI HG07 | 60.02 | 61.10 |
| CI HG07 | 59.16 | 60.13 |
| AI HG11 | 46.29 | 47.24 |
| BI HG11 | 45.86 | 46.88 |
| CI HG11 | 44.93 | 45.86 |
| AI HG13 | 22.21 | 22.97 |
| BI HG13 | 23.21 | 24.00 |
| CI HG13 | 24.05 | 24.72 |

第三篇 测试结果分析

通过“第二篇”的分析数据，根据以下电网谐波国家标准，我们对三段测试结果进行分析：

1) 各电压等级谐波电压限值标准如表 1 所示：

表 1 公用电网谐波电压（相电压）限值

| 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 |

2) 注入公共连接点的谐波电流允许值如表 2 所示：

表 2 注入公共连接点的谐波电流允许值

| 标准电压 (kV) | 基准短路容量 (MVA) | 谐波次数及谐波电流允许值 (A) | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0.38 | 10 | 78 | 62 | 39 | 62 | 26 | 44 | 19 | 21 | 16 | 28 | 13 | 24 |
| 6 | 100 | 43 | 34 | 21 | 34 | 14 | 24 | 11 | 11 | 8.5 | 16 | 7.1 | 13 |
| 10 | 100 | 26 | 20 | 13 | 20 | 8.5 | 15 | 6.4 | 6.8 | 5.1 | 9.3 | 4.3 | 7.9 |
| 35 | 250 | 15 | 12 | 7.7 | 12 | 5.1 | 8.8 | 3.8 | 4.1 | 3.1 | 5.6 | 2.6 | 4.7 |
| 66 | 500 | 16 | 13 | 8.1 | 13 | 5.4 | 9.3 | 4.1 | 4.3 | 3.3 | 5.9 | 2.7 | 5.0 |
| 110 | 750 | 12 | 9.6 | 6.0 | 9.6 | 4.0 | 6.8 | 3.0 | 3.2 | 2.4 | 4.3 | 2.0 | 3.7 |
| 标准电压 (kV) | 基准短路容量 (MVA) | 谐波次数及谐波电流允许值 (A) | | | | | | | | | | | |
| | | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 0.38 | 10 | 11 | 12 | 9.7 | 18 | 8.6 | 16 | 7.8 | 8.9 | 7.1 | 14 | 6.5 | 12 |
| 6 | 100 | 6.1 | 6.8 | 5.3 | 10 | 4.7 | 9.0 | 4.3 | 4.9 | 3.9 | 7.4 | 3.6 | 6.8 |
| 10 | 100 | 3.7 | 4.1 | 3.2 | 6.0 | 2.8 | 5.4 | 2.6 | 2.9 | 2.3 | 4.5 | 2.1 | 4.1 |
| 35 | 250 | 2.2 | 2.5 | 1.9 | 3.6 | 1.7 | 3.2 | 1.5 | 1.8 | 1.4 | 2.7 | 1.3 | 2.5 |
| 66 | 500 | 2.3 | 2.6 | 2.0 | 3.8 | 1.8 | 3.4 | 1.6 | 1.9 | 1.5 | 2.8 | 1.4 | 2.6 |
| 110 | 750 | 1.7 | 1.9 | 1.5 | 2.8 | 1.3 | 2.5 | 1.2 | 1.4 | 1.1 | 2.1 | 1.0 | 1.9 |

注：220kV 基准短路容量取 2000MVA

一、测试结果:

1. 测试结果

| 测试项目(最大值) | 纺丝车间 | 国标 | 备注 | 聚合车间 I 段 | 国标 | 备注 |
|-----------|-----------|-----|------|----------|-----|----|
| 基波电流 | 1400A | / | / | 204A | / | / |
| 功率因数 | 0.86 | 0.9 | 超标 | 0.82 | 0.9 | 超标 |
| 电压总畸变率 | 4% | 5% | 合格 | 2.1% | 5% | 合格 |
| 谐波电流总有效值 | 207A | / | / | 52A | / | / |
| 3 次谐波 | 25A | 62A | 较大 | 2.6A | 62A | 合格 |
| 5 次谐波 | 195A | 62A | 严重超标 | 38A | 62A | 较大 |
| 7 次谐波 | 87A | 44A | 超标 | 31A | 44A | 较大 |
| 11 次谐波 | 43A | 28A | 超标 | 14A | 28A | 合格 |
| 13 次谐波 | 18A | 24A | 较大 | 7A | 24A | 合格 |
| 测试项目(最大值) | 聚合车间 II 段 | 国标 | 备注 | | | |
| 基波电流 | 940A | / | / | | | |
| 功率因数 | 0.94 | 0.9 | 合格 | | | |
| 电压总畸变率 | 7.4% | 5% | 超标 | | | |
| 谐波电流总有效值 | 222A | / | / | | | |
| 3 次谐波 | 13A | 62A | 较大 | | | |
| 5 次谐波 | 205A | 62A | 严重超标 | | | |
| 7 次谐波 | 61A | 44A | 超标 | | | |
| 11 次谐波 | 47A | 28A | 超标 | | | |
| 13 次谐波 | 24A | 24A | 较大 | | | |

二、分析

本次测试了碳谷公司具有代表性的负荷，纺丝车间和聚合车间谐波含量

较为严重。从谐波源的情况来看，这两个车间含有大功率的整流设备和大量的变频器装置，这些设备均属于非线性负载，会在其运行时产生大量的谐波。严重污染电网，导致系统的电能质量。

纺丝车间和聚合车间大量的谐波的产生影响电气设备的安全运行，尤其高次谐波的产生导致元器件发热严重，影响电气设备的寿命，是变压器、电缆、电动机等出现发热、故障的主要原因。

第四篇 解决方案

一、系统危害

根据测试数据分析，现 0.4kV 系统谐波含量严重超标。

谐波的危害主要表现在以下几个方面：

- 1). 谐波使公网元件产生附加损耗，降低了发，输，用电设备的效率。
- 2). 由于肌肤效应谐波会使电气元件过热，加速绝缘老化。
- 3). 谐波会产生局部的串，并联谐振，危害电力设备的安全，特别是电力电容器的安全。
- 4). 大量的谐波电流会使中线电流过大，甚至烧毁中线，引发火灾。
- 5). 谐波会使继电保护装置误动作，使电气仪表计量不准确
- 6). 谐波会干扰附近的通讯信号。

二、解决方案

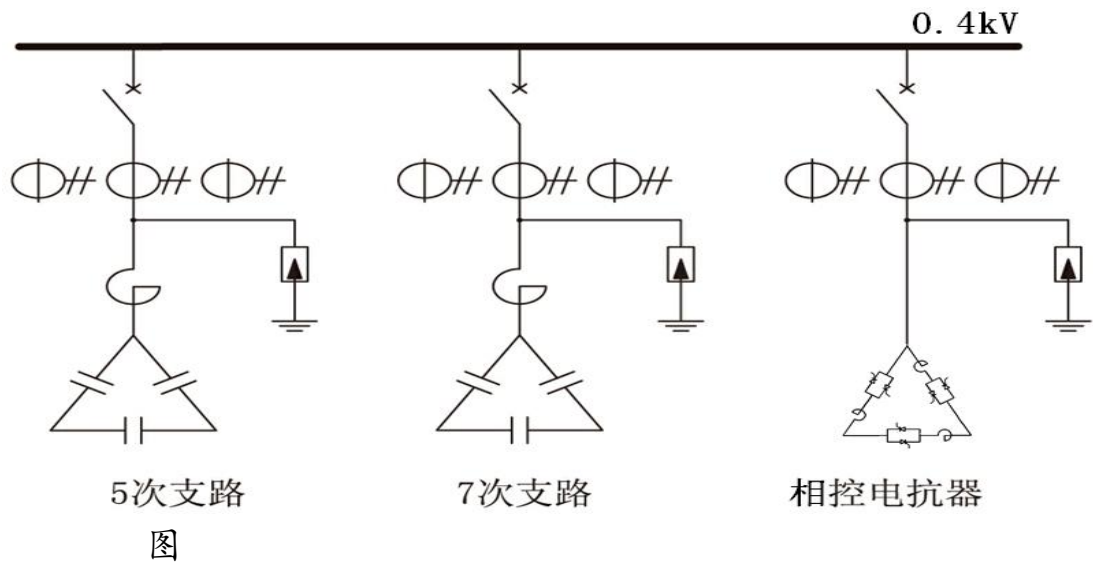
1、方案设计

根据系统测试数据，新的方案需同时兼顾无功补偿和谐波治理。我

方的方案为：TSVC 无功补偿兼滤波装置。

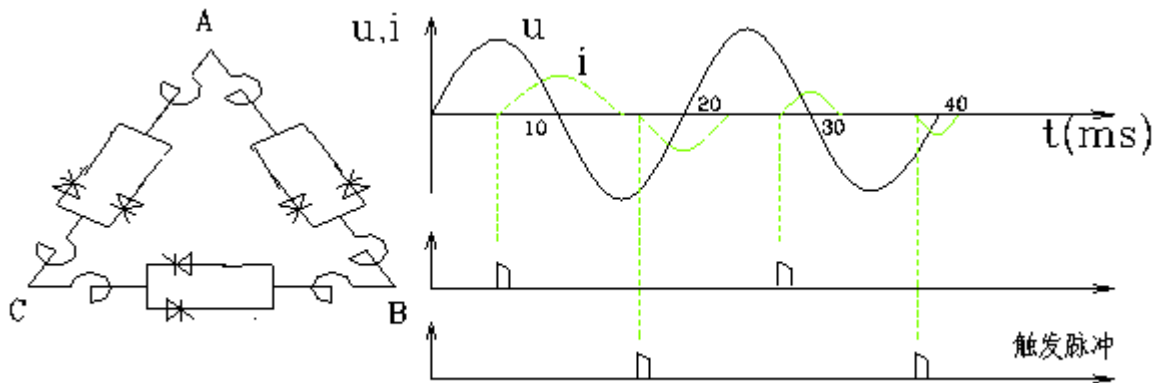
技术原理：

低压 TSVC 装置由补偿（滤波）支路和 TCR 支路并联组成，其中补偿（滤波）支路经断路器固定接于母线，通过调节 TCR 的输出容量（感性无功），实现无功功率的连续动态可调。滤波电容器支路无需投切，有效的保证了滤波效果。



1 低压 TSVC 型动态无功补偿滤波装置系统图

因与传统低压补偿或滤波支路的主要区别在于增加了低压相控电抗器 (TCR)，故 TCR 为整套装置的核心器件。



低压相控电抗器 (TCR) 根据系统无功要求，通过调节晶闸管阀组的

导通角度 α ，从而改变电抗器的感性电流，也就是改变电抗器所输出的感性无功； α 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间变化，电抗器电流是动态可调的，当 α 从 0° 到 90° 变化时，电抗器输出的感性无功从零变化到最大。

优点有以下几点：

可靠性

1) 其控制系统从进线系统进行数据采集，通过控制晶闸管阀组的导通角，调节输出容量，可实现连续可调，并且从最小容量到最大容量的过渡时间很短，可以真正实现柔性补偿；

2) 补偿或滤波支路不需要投切，无投切涌流，不会对设备或系统造成冲击；

3) 不涉及晶闸管的串联问题，克服了 TCR 型 SVC 在中高压系统因涉及到晶闸管的串联问题导致的可靠性低、维护量大的缺点。

经济性

1) 无功连续动态可调，补偿效果好，有效降低电能损耗；

2) 电容器无需投切，使用寿命长；

3) 可以兼顾补偿、滤波，改善电能质量；

4) 运行维护成本低。

2、容量计算

根据测试数据计算所需的无功和滤波参数，合理配置滤波支路和容量。也同时为二期工程的设计参考提供可靠的依据。

附 1：TSVC 型低压动态补偿兼滤波装置的介绍

1.企业概述

杭州银湖电气设备有限公司位于浙江省杭州市东洲工业功能区，为浙江省高新技术企业；连续三年被评为浙江省成长型中小企业；2010 年中国科技创新型中小企业 100 强；国家火炬计划项目、科技部科技型中小企业技术创新基金项目承担单位。现有厂房面积 25000 平方米，员工约 300 人。公司在浙江大学设立了研发中心，凭借高等院校的电能质量控制技术实力，不断实现产品升级。

公司主导产品为低压 TSVC 型动态补偿装置、MSVC 型动态补偿装置、YAPF 型有源电能质量控制装置、WDBP 型低压自动补偿装置、GWK-Z 型高压无功电压综合调节成套装置、磁控式软起动装置等。产品广泛应用于钢铁、煤炭、化工、纺织、电气化铁路、港口、造纸、风力发电等各个行业，深受用户好评，取得了良好的经济效益和社会效益。

公司坚持质量至上的方针，坚决按 ISO9001：2008 质量管理体系运行，严格品质管理，保证出厂合格率达 100%，具有及时有效的技术服务系统。

2.低压 TSVC 装置

2.1、目前，在低压无功补偿方面主要是电容器、电抗器和少量的动态无功补偿装置。开关投切电容器组的调节方式是离散的，不能取得理想的补偿效果；开关投切电容所造成的涌流和过电压对系统和设备本身都十分有害。TCR 型 SVC 在高压系统中存在可靠性差、占地面积大、维护量大等

各种弊端，但在低压系统中由于 TCR 型 SVC 不涉及晶闸管的串联问题，既克服了由晶闸管的串联问题导致的可靠性差、维护量大的缺点，又充分利用了 TCR 型 SVC 的响应时间快的优势，是低压系统中理想的动态无功补偿和电压调节设备。

低压 TSVC 装置由补偿（滤波）支路和 TCR 支路并联组成，其中补偿（滤波）支路经断路器固定接于母线，通过调节 TCR 的输出容量（感性无功），实现无功功率的连续动态可调。

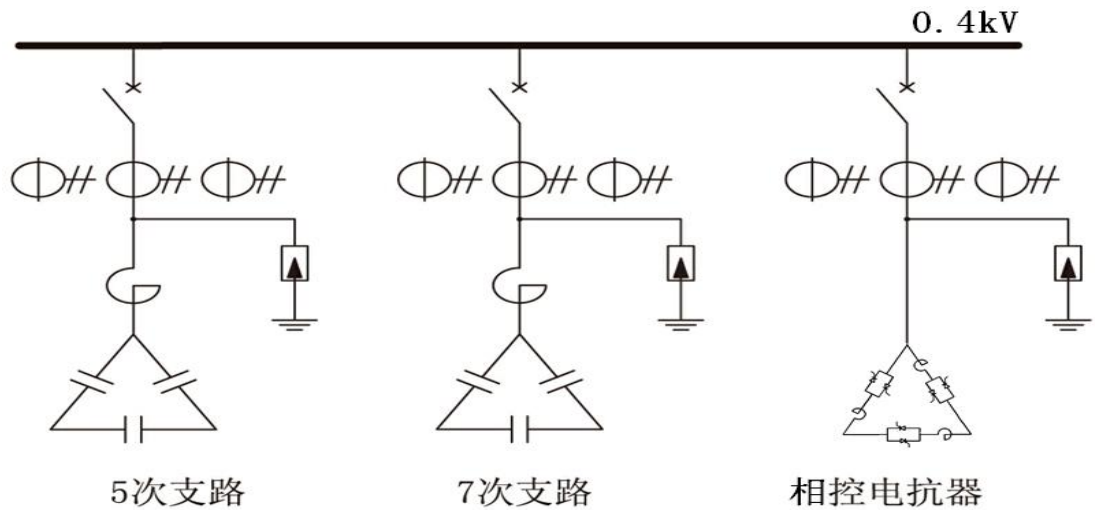


图 1 低压 TSVC 型动态无功补偿滤波装置系统图

2.2 总体工作原理

- 调节器自动跟踪具有严重冲击无功功率的负荷的工作状态，发出与冲击负荷所对应的 TCR 晶闸管阀六相触发脉冲；
- 调节器的六相触发脉冲通过晶闸管阀电子单元去触发六相晶闸管阀；
- 不同的触发角，改变了流过 TCR 回路中主电抗器的电流量，从而改变了 TCR 回路的感性无功功率量；
- 通过 TCR 回路感性无功功率的跟随作用，使电网上的无功功率趋近于零，或趋于一定值。下式是无功功率补偿的计算式：

$$\Sigma Q = Q_{FC} + Q_{\text{负载}} + Q_{\text{TCR}} \approx 0 \quad (\text{或某一常数})$$

其中： Q_{FC} 为固定电容器兼滤波器的容性无功功率值（固定量）

$Q_{\text{负载}}$ 为冲击负荷的感性无功功率值（可变量）

Q_{TCR} 为 TCR 回路的感性无功功率值（可变量）

e) 由于晶闸管阀及电子设备的动态响应很快，即实现了动态补偿的功能。

因与传统低压补偿或滤波支路的主要区别在于增加了低压相控电抗器（TCR），故下面集中对低压相控电抗器（TCR）作简介。

3. 低压相控电抗器（TCR）工作原理

低压相控电抗器（TCR）根据系统无功要求，通过调节晶闸管阀组的导通角度 α ，从而改变电抗器的感性电流，也就是改变电抗器所输出的感性无功； α 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间变化，电抗器电流是动态可调的，当 α 从 0° 到 90° 变化时，电抗器输出的感性无功从零变化到最大。

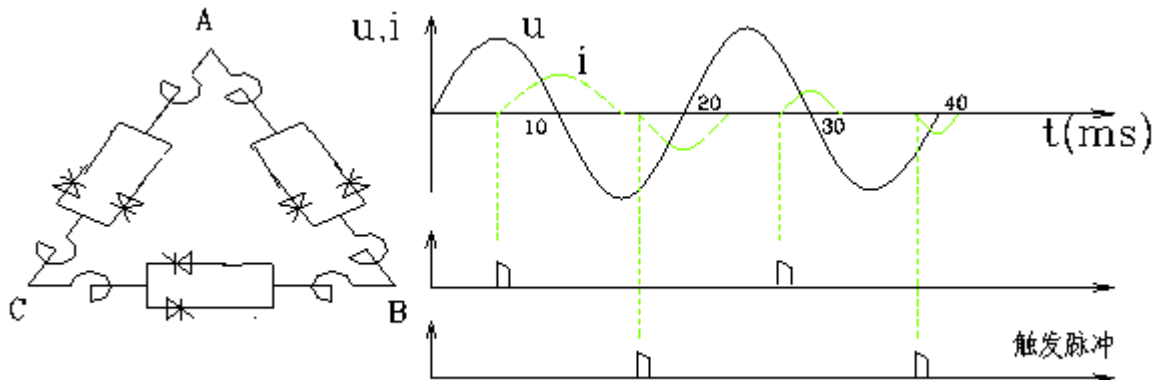


图 2 TCR 回路接线图及电流、电压、触发脉冲波形

4、主要技术参数：

额定电压：0.4—0.69KV；

额定容量：90KVar—1000KVar，超出此范围可定做；

噪音：小于 65db；

损耗：小于 0.8%。

响应时间：小于 20ms；

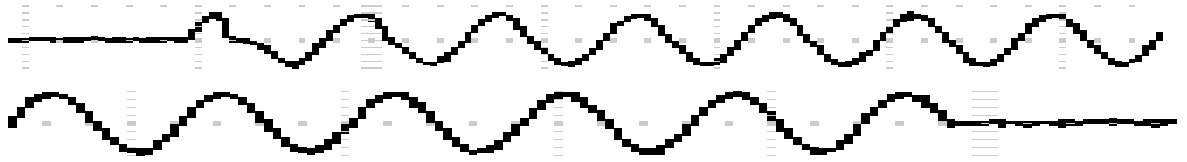
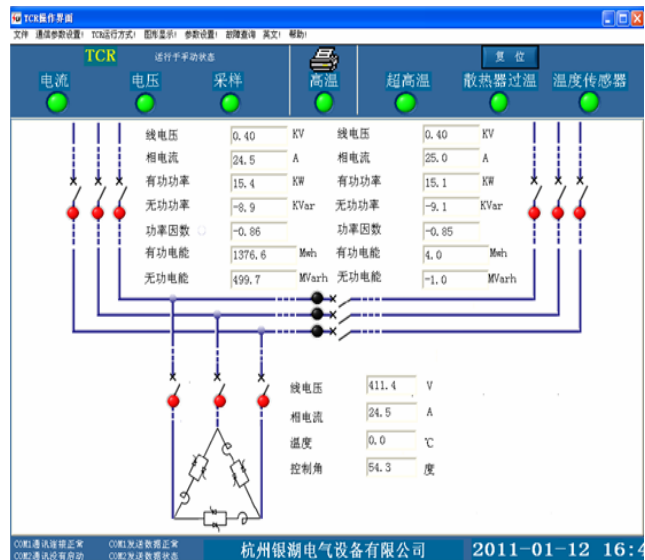


图3 TCR调节过渡过程波形

5.主要工艺特点:

- 5.1、相控电抗器采用铁芯结构，体积小，可柜内安装；
(如果空间允许，也可采用空心电抗器)
- 5.2、成套装置采用柜式结构，可与配电屏直接拼柜；
- 5.3、控制系统一体化安装。



6.TCR 规格参考尺寸

| 型号 | 长度(mm) | 宽度(mm) | 高度(mm) | 重量(kg) |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| BKSG-100/0.4 | 880 | 450 | 1040 | 550kg |
| BKSG-200/0.4 | 1180 | 450 | 1280 | 840kg |
| BKSG-300/0.4 | 1265 | 500 | 1410 | 1200kg |
| BKSG-400/0.4 | 1390 | 500 | 1410 | 1460kg |

| | | | | |
|------------------------------|------|-----|------|--------|
| BKSG-500/0.4 | 1420 | 500 | 1520 | 1640kg |
| BKSG-600/0.4 | 1510 | 550 | 1600 | 2130kg |
| 注：上述规格指铁抗的参考尺寸；用空抗时，尺寸按实际确定。 | | | | |

7.控制系统功能特点

1)、全数字设计，人机界面采用大屏幕 LCD 液晶显示器（触摸屏可选，尺寸可选），中英文双语显示；

2)、秉承以人为本的设计理念，模块化组装，外表流线设计；

3)、以电压优先为设计原则：过压/欠压切除，保护输出；在过压和上限工作电压之间，报警输出，相控电抗器缓慢投上；上限工作电压和下限工作电压之间，正常输出，每次改变输出之前先判断电压会否超限，以免频繁动作；在下限工作电压和欠压之间，报警输出，相控电抗器缓慢切除；

4)、可实时显示系统位置开关开合情况，母线的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因素、有功电能、无功电能、电压的 0~25 次的谐波成分、电流的 0~25 次谐波成分，相控电抗器的电压、电流、控制角、温度、故障信息等；

5)、具有过压/欠压保护，过流保护，采样电压掉线保护，外部接入故障保护、相控电抗器本体故障保护、电压越上下限报警、相控电抗器三相电流不平衡报警等保护；

6)、可查询一年内历史数据和故障记录（包括故障类别、故障时间、故障值等）；

7)、具有手动输出/自动输出两种工作方式；工作时可实现手动/自动平

稳转换，并可随时查询运行工作方式和输出角度；

8)、后台通讯可选，具有 RS-232 或 RS-485 通信接口和成熟的接口程序，可全面可靠地实现遥信、遥控等。

8.技术优势

8.1 可靠性

1)、其控制系统从进线系统进行数据采集，通过控制晶闸管阀组的导通角，调节输出容量，可实现连续可调，并且从最小容量到最大容量的过渡时间很短，可以真正实现柔性补偿；

2)、补偿或滤波支路不需要投切，无投切涌流，不会对设备或系统造成冲击；

3)、不涉及晶闸管的串联问题，克服了 TCR 型 SVC 在中高压系统因涉及到晶闸管的串联问题导致的可靠性低、维护量大的缺点。

8.2 经济性

1)、无功连续动态可调，补偿效果好，有效降低电能损耗；

2)、电容器无需投切，使用寿命长；

3)、可以兼顾补偿、滤波，改善电能质量；

4)、运行维护成本低。

9.低压补偿技术比较

低压典型技术比较表

| 比较项目 | TCR 型 SVC | 开关投切 | TSC |
|------|-----------|------|-----|
|------|-----------|------|-----|

| 运行方式 | 无级调节 (连续) | 分级投切 (离散) | 分级投切 (离散) |
|------|----------------|--------------|--------------|
| 可靠性 | 免维护 | 维护量很大 | 维护量大 |
| 滤波效果 | 滤波器无需投切, 滤波效果好 | 控制复杂, 滤波效果差 | 控制复杂, 滤波效果差 |
| 投切涌流 | 无 | 8倍以上 | 无 |
| 有功损耗 | 小 | 很小 | 小 |
| 占地面积 | 小 | 小 | 小 |
| 调节时间 | 20ms | 0.8S | 20ms |

10.应用实例

1. 低压 TSVC 用于轻工行业

轻工行业如：造纸、纺织等，主要负荷为变频器，自身功率因数高，谐波含量大，传统的无源滤波大多采用分组投切技术，控制复杂、故障率高，使用效果不理想；低压 TSVC 装置避免了滤波支路投切，有效滤除了谐波，提高了无功补偿精度，改善了补偿效果。

2. 低压 TSVC 用于轧钢机补偿

轧钢机负荷由大功率直流电动机、异步电动机、同步电动机及各种直流整流器、交流变频调速器等大功率电力电子设备组成，冲击大、无功损耗大、谐波电流大、功率因素低，造成母线电压反复波动，大量谐波电流流入电网，使配网损耗变大，同时造成谐波尖峰电压，损害电缆绝缘。这些特征造成电网不能满足国家电能质量标准的要求，不利于电网经济运行，对用户电气设备也造成恶劣影响。采用低压 TSVC 对轧钢机负荷进行补偿，可以提高系统实时功率因素，稳定系统母线电压，大大降低系统无功损耗。

3. 其他行业

其他应用于中频炉、电弧炉、电力系统等低压配电系统的综合电能质量治理。

杭州银湖电气设备有限公司

2017.4