

盾安集团宁夏太阳镁业有限公司

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.

二零一六年 七月

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：宁夏太阳镁业 0.4KV 配电室.....	- 3 -
第三篇 测试结果分析.....	- 28 -
一、测试结果:.....	- 29 -
二、分析.....	- 31 -
第四篇 解决方案.....	- 32 -
一、系统危害.....	- 32 -
二、解决方案.....	- 33 -
附 1：复合开关型低压动态无功补偿装置的介绍.....	- 35 -
附 2：YAPF 有源滤波装置简介.....	- 42 -

第一篇 系统概述

系统概述

盾安集团宁夏太阳镁业有限公司低压系统概况如下：

①. 还原一车间和还原二车间共用 1 台变压器，变压器容量为 2500KVA，

补偿情况：还原一补偿装置安装容量为 280kvar+320kvar，还原二补偿装置安装容量为 320kvar+320kvar；

②. 还原三车间和还原四车间共用 1 台变压器，变压器容量为 2000KVA，

补偿情况：还原三补偿装置安装容量为 280kvar+320kvar，还原四补偿装置安装容量为 280kvar+320kvar；

③. 精炼车间用 1 台变压器，变压器容量为 2000KVA，补偿情况：补偿装置安装容量为 400kvar；

④. 煤气站用 1 台变压器，变压器容量为 2500KVA，补偿情况：补偿装置安装容量为 400kvar+400kvar；

⑤. 煅烧车间用 1 台变压器，变压器容量为 2000KVA，补偿情况：补偿装置安装容量为 360kvar+360kvar；

⑥. 原料车间用 1 台变压器，变压器容量为 800KVA，补偿情况：补偿装置安装容量为 320kvar；

0.4KV 侧电容补偿装置为北京赤那思电气技术有限公司的抽屉式自动投切型电容补偿装置 投切开关为晶闸管。

现场低压无功补偿损坏严重，电容器、电抗器大量烧毁，导致补偿装置无法投入使用，功率因数低。

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：宁夏太阳镁业 0.4KV 配电室

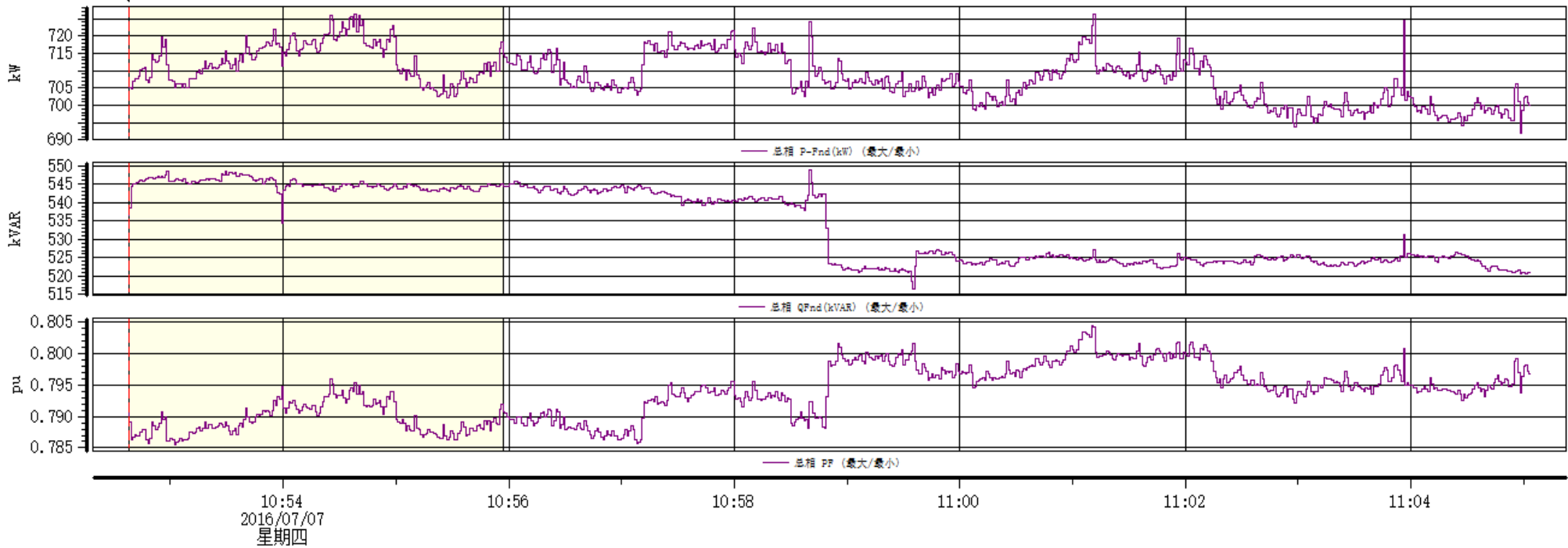
- ① 测试时间：2016年7月7日-----2016年7月7日
- ② 额定电压：0.4kV
- ③ 取样间隔：1S
- ④ 测试仪器：德国高美 MW30HA017 型电能质量测试仪
- ⑤ 工况说明：测试时，无功补偿均切除。

a、还原二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 : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



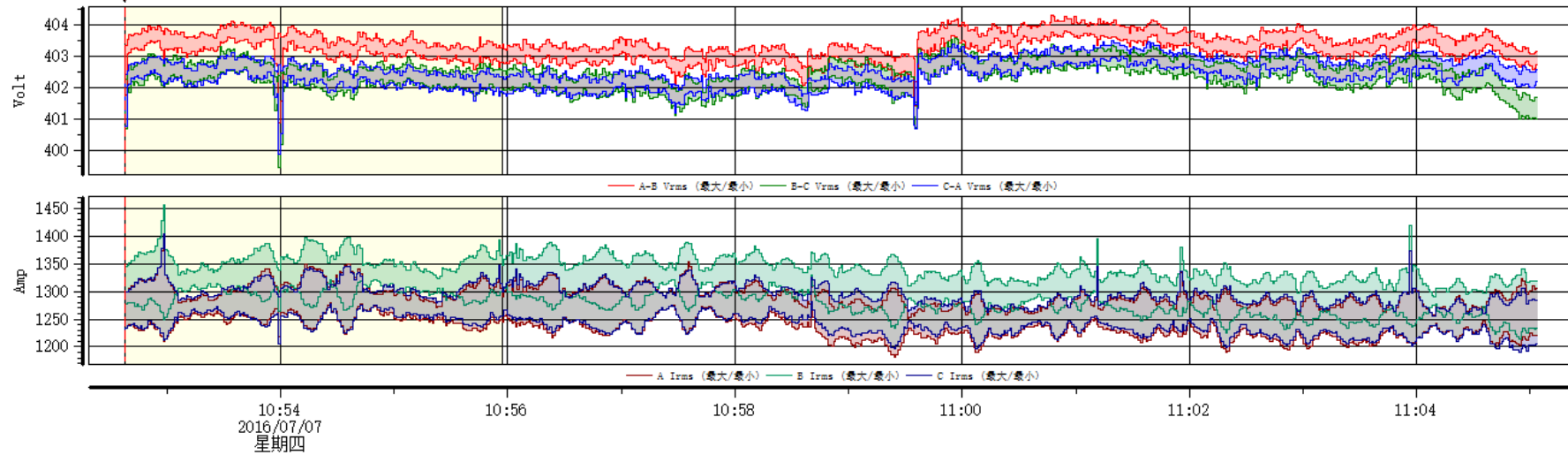
事件 #1 在 2016/07/07 10:52:38.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	691.9	726.4
总相QFnd (kVAR)	516.4	549.0
总相PF	0.7854	0.8045

三相基波电压和基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



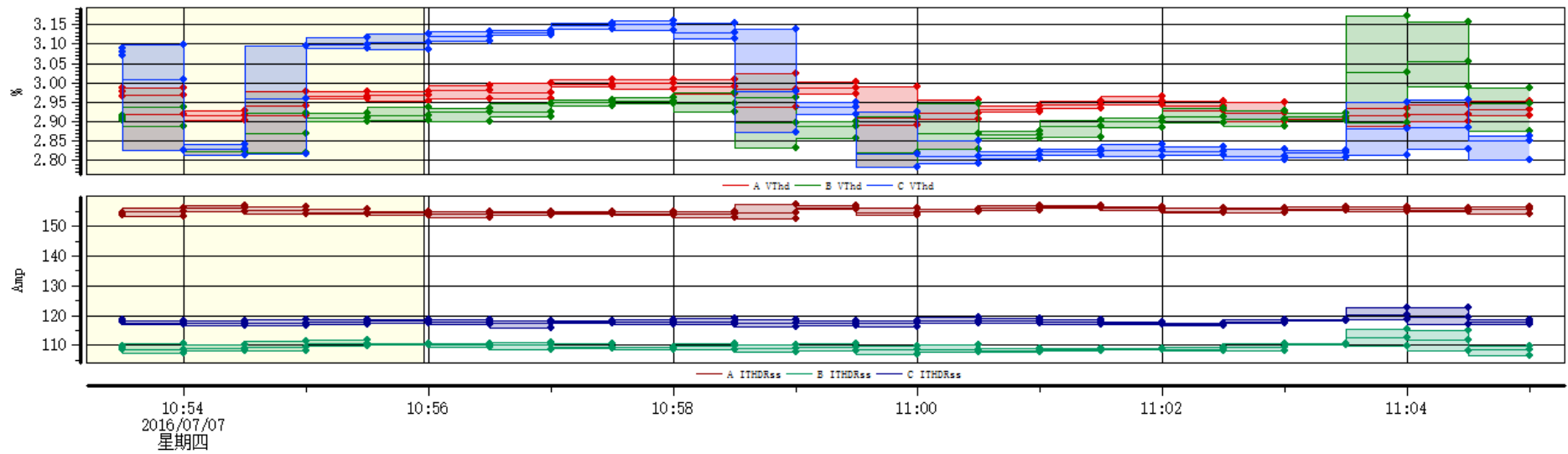
事件 #1 在 2016/07/07 10:52:38.000
趋势

	最小	最大
A-BVrms	400.9	404.3
B-CVrms	399.5	403.6
C-AVrms	399.9	403.5
AIrms	1182	1405
BIrms	1214	1455
CIrms	1189	1403

三相总谐波电流有效值及总电压畸变率

Draw-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)

趋势图



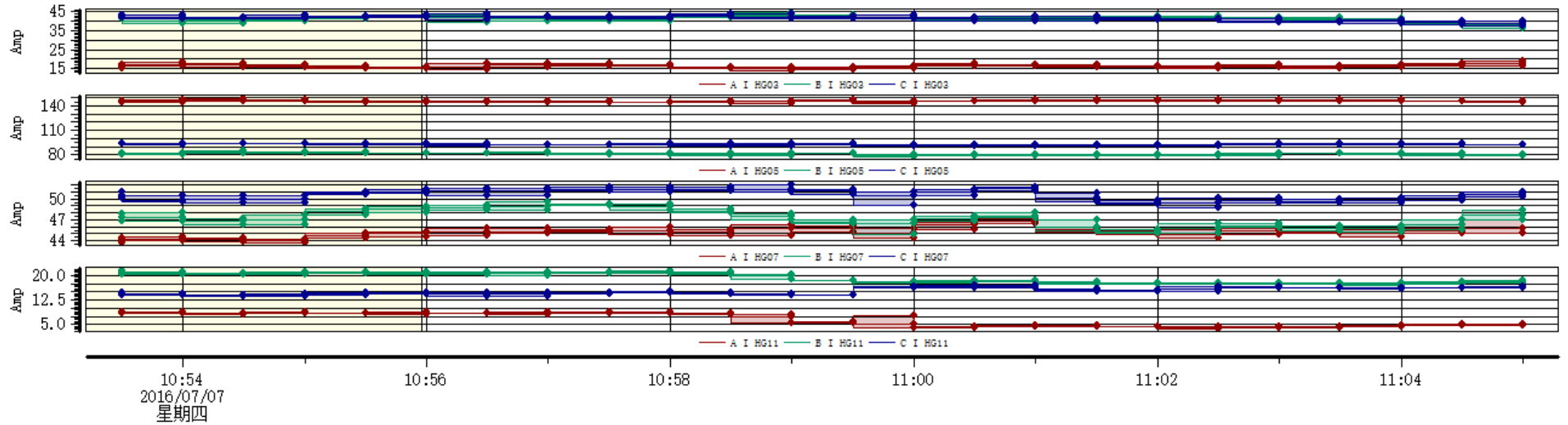
事件 #1 在 2016/07/07 10:52:38.000
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	2.889	3.025
<i>BVThd</i>	2.784	3.172
<i>CVThd</i>	2.784	3.161
<i>AITHDRss</i>	152.5	157.2
<i>BITHDRss</i>	106.7	115.3
<i>CITHDRss</i>	116.0	122.6

各次谐波电流有效值

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)



事件 #1 在 2016/07/07 10:52:38.000
趋势

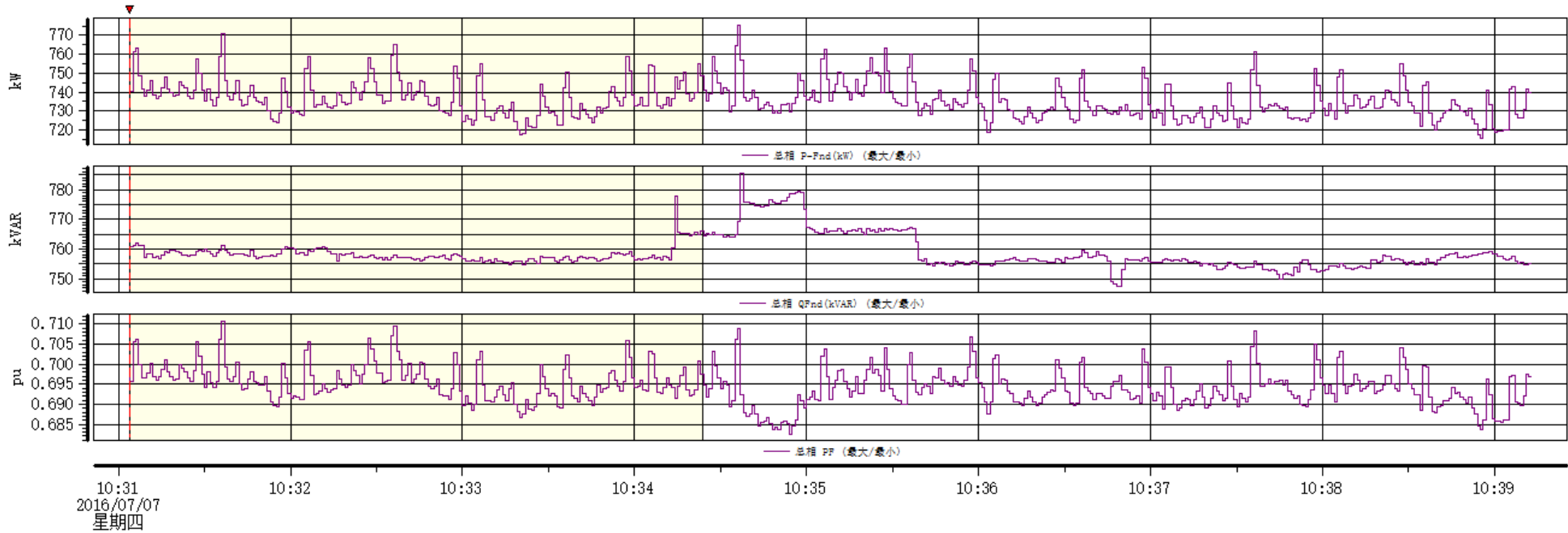
	最小	最大
AI HG03	14.02	18.63
BI HG03	35.99	44.39
CI HG03	37.83	43.89
AI HG05	143.5	148.4
BI HG05	78.05	84.23
CI HG05	90.71	94.57
AI HG07	43.75	47.18
BI HG07	44.98	49.54
CI HG07	48.67	51.95
AI HG11	3.775	8.853
BI HG11	16.74	21.35
CI HG11	13.72	17.09

b、还原三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 : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



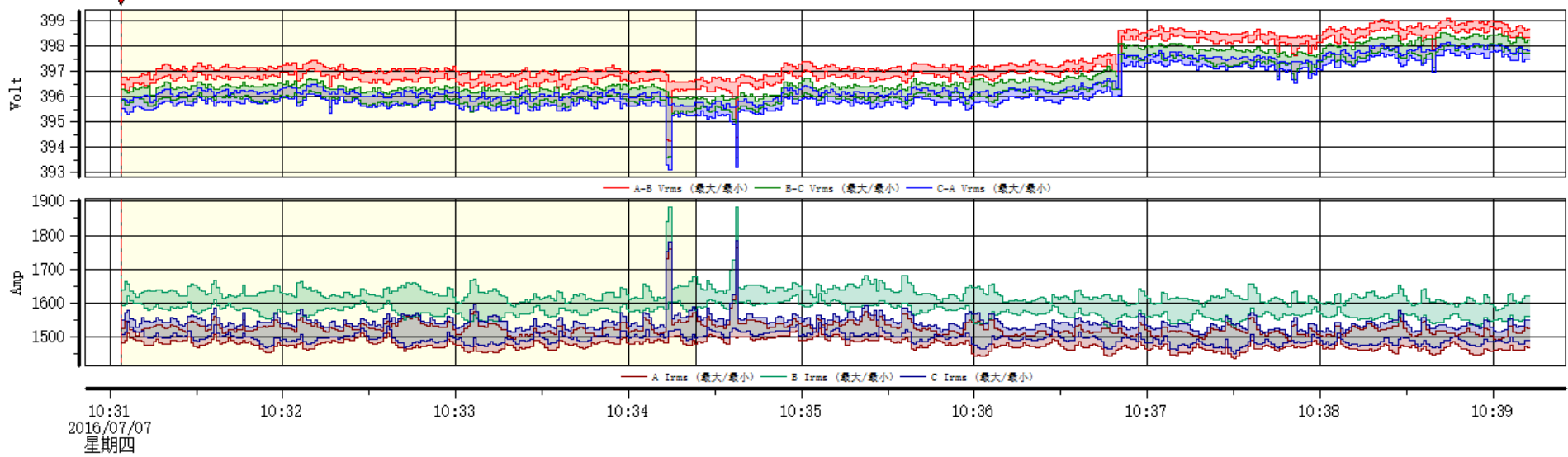
事件 #1 在 2016/07/07 10:31:04.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd(kW)	715.4	775.6
总相QFnd(kVAR)	747.3	785.6
总相PF	0.6824	0.7108

三相基波电压及基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



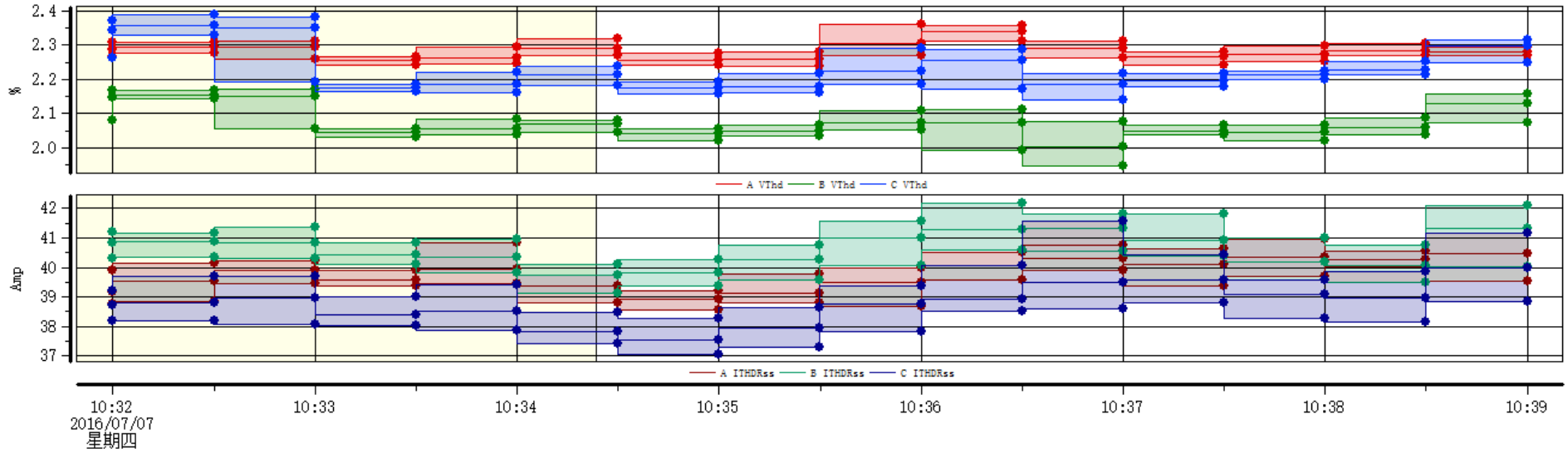
事件 #1 在 2016/07/07 10:31:04.000
趋势

	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	394.3	399.1
<i>B-CVrms</i>	393.6	398.5
<i>C-AVrms</i>	393.1	398.2
<i>AIrms</i>	1438	1764
<i>BIrms</i>	1530	1882
<i>CIrms</i>	1453	1784

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 : 1691148255 (64CCD427h)

趋势图



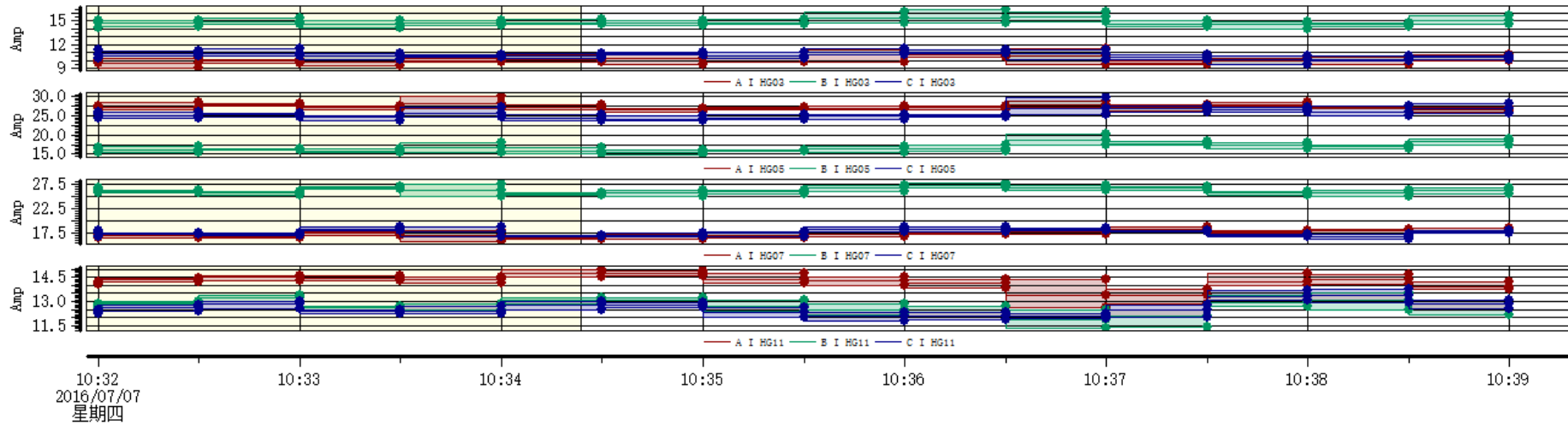
事件 #1 在 2016/07/07 10:31:04.000 趋势

	最小	最大
AVThd	2.239	2.360
BVThd	1.948	2.173
CVThd	2.141	2.388
AITHDRss	38.55	40.96
BITHDRss	39.15	42.17
CITHDRss	37.06	41.56

各次谐波电流有效值

趋势图

Draw-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)



事件 #1 在 2016/07/07 10:31:04.000 趋势

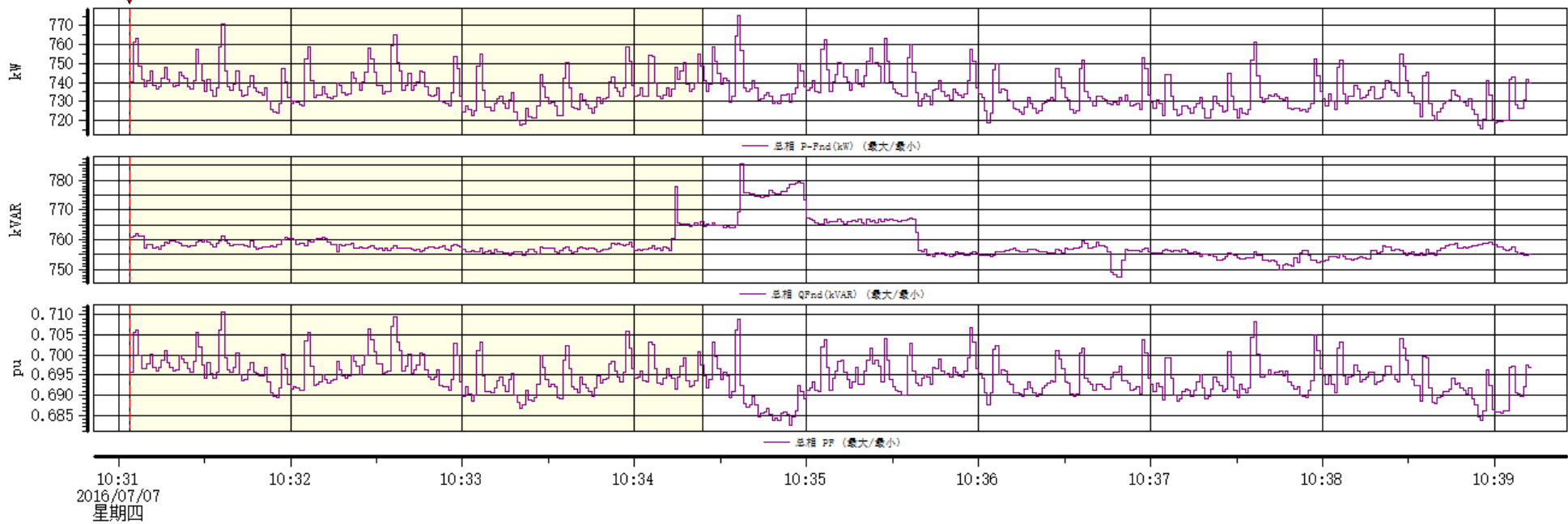
	最小	最大
AI HG03	9.061	11.50
BI HG03	13.88	16.37
CI HG03	9.509	11.45
AI HG05	25.83	29.98
BI HG05	14.94	20.18
CI HG05	23.66	29.63
AI HG07	15.87	18.79
BI HG07	24.97	27.70
CI HG07	16.27	18.87
AI HG11	12.60	14.96
BI HG11	11.35	13.50
CI HG11	11.76	13.73

c、煅烧车间测试数据分析变化曲线图：

三相有功、无功、功率因数

Drac-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



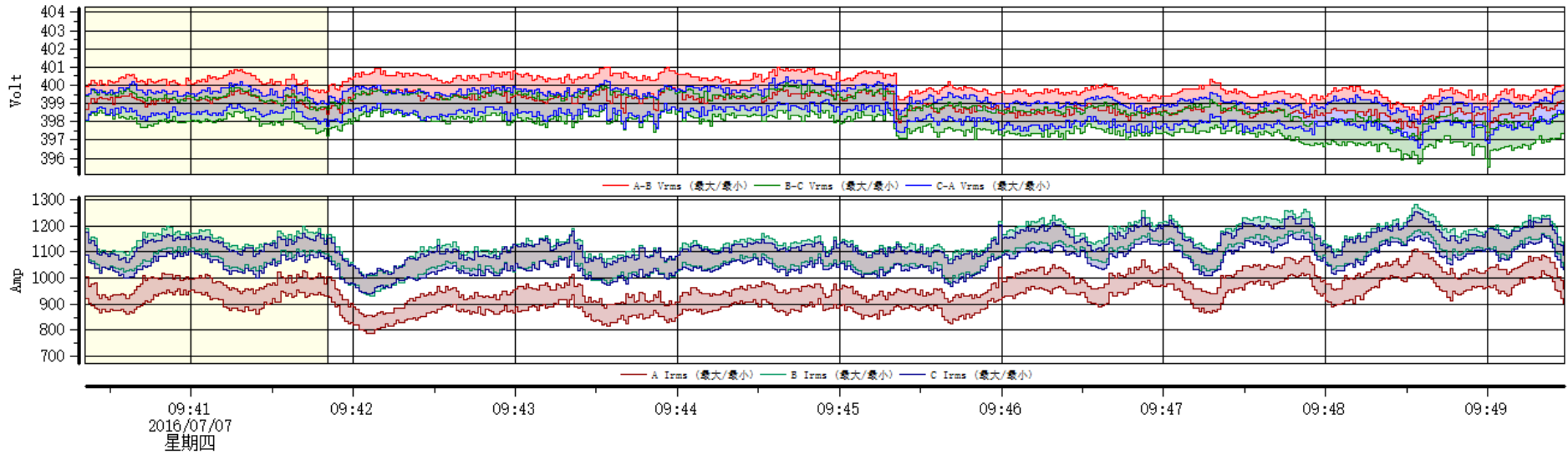
事件 #1 在 2016/07/07 10:31:04.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	715.4	775.6
总相QFnd (kVAR)	747.3	785.6
总相PF	0.6824	0.7108

三相基波电压及基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



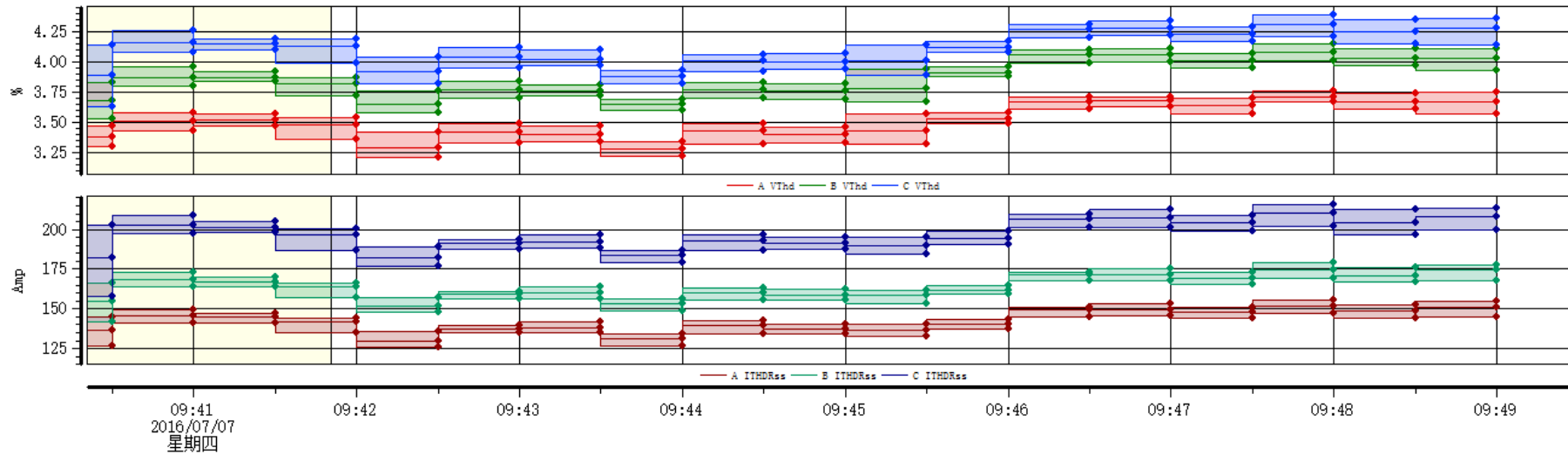
事件 #1 在 2016/07/07 09:38:31.000
趋势

	最小	最大
A-BVrms	397.1	401.0
B-CVrms	395.5	400.1
C-AVrms	396.6	400.4
AIrms	787.9	1109
BIrms	929.3	1280
CIrms	938.4	1255

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



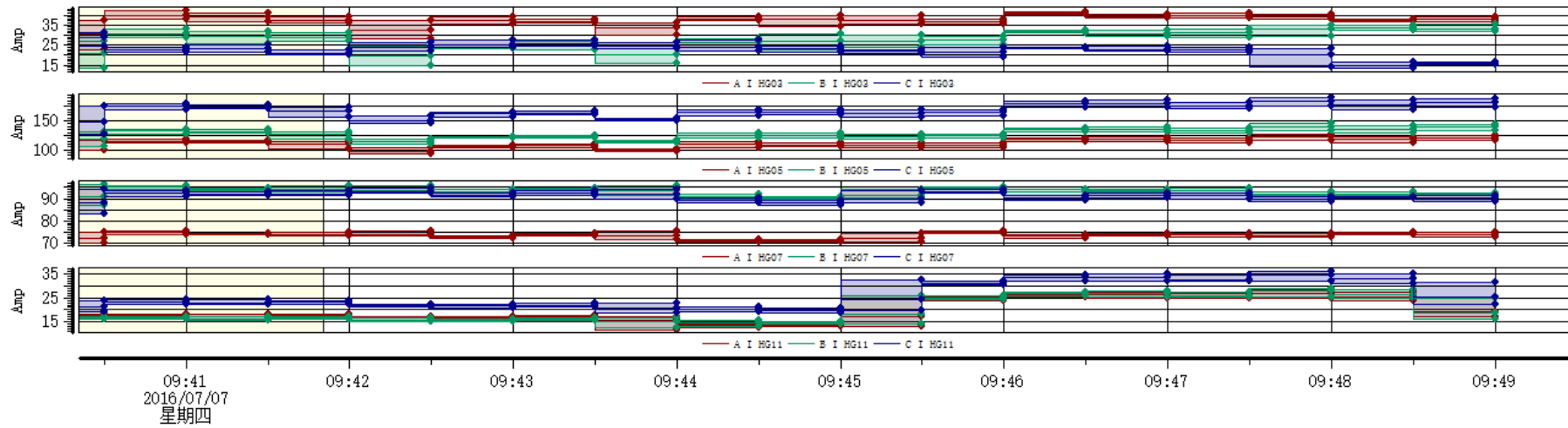
事件 #1 在 2016/07/07 09:38:31.000
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	3.203	3.757
<i>BVThd</i>	3.525	4.150
<i>CVThd</i>	3.622	4.387
<i>AITHDRss</i>	125.5	155.9
<i>BITHDRss</i>	141.5	179.0
<i>CITHDRss</i>	158.1	215.6

各次谐波电流有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2016/07/07 09:38:31.000 趋势

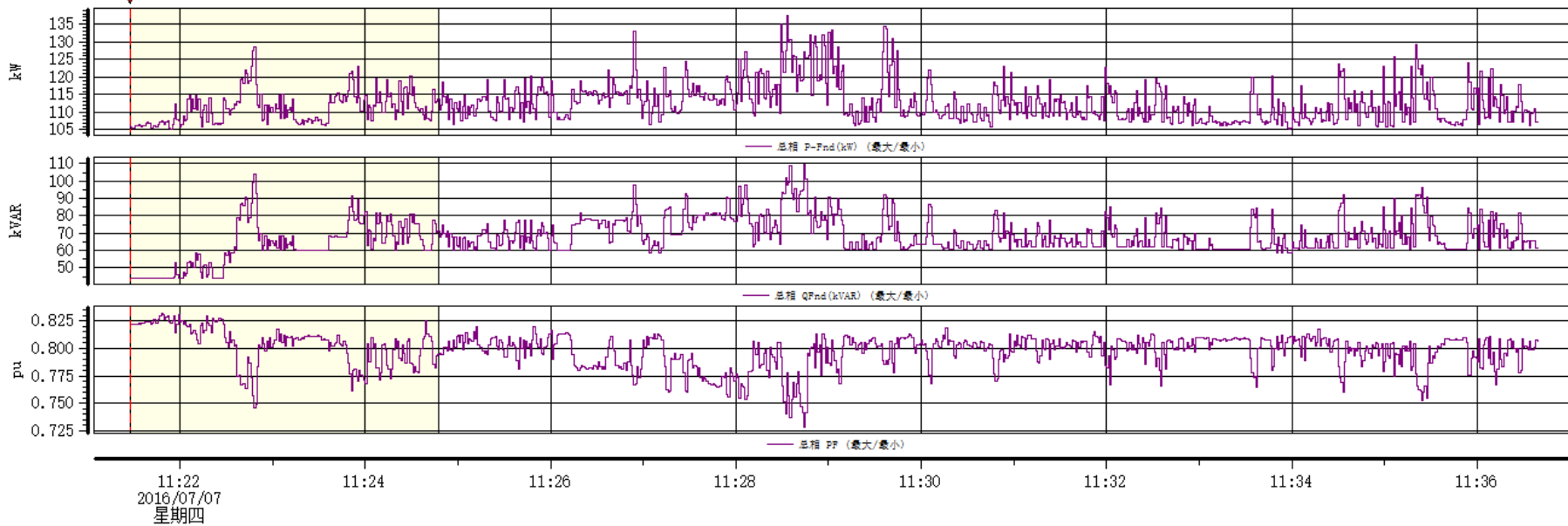
	最小	最大
AI HG03	22.46	41.95
BI HG03	13.52	35.18
CI HG03	13.66	31.41
AI HG05	93.76	126.5
BI HG05	106.8	145.0
CI HG05	126.5	189.7
AI HG07	70.23	75.37
BI HG07	86.96	96.13
CI HG07	83.11	94.42
AI HG11	11.68	28.26
BI HG11	12.64	28.70
CI HG11	18.50	35.94

d、精炼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 : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



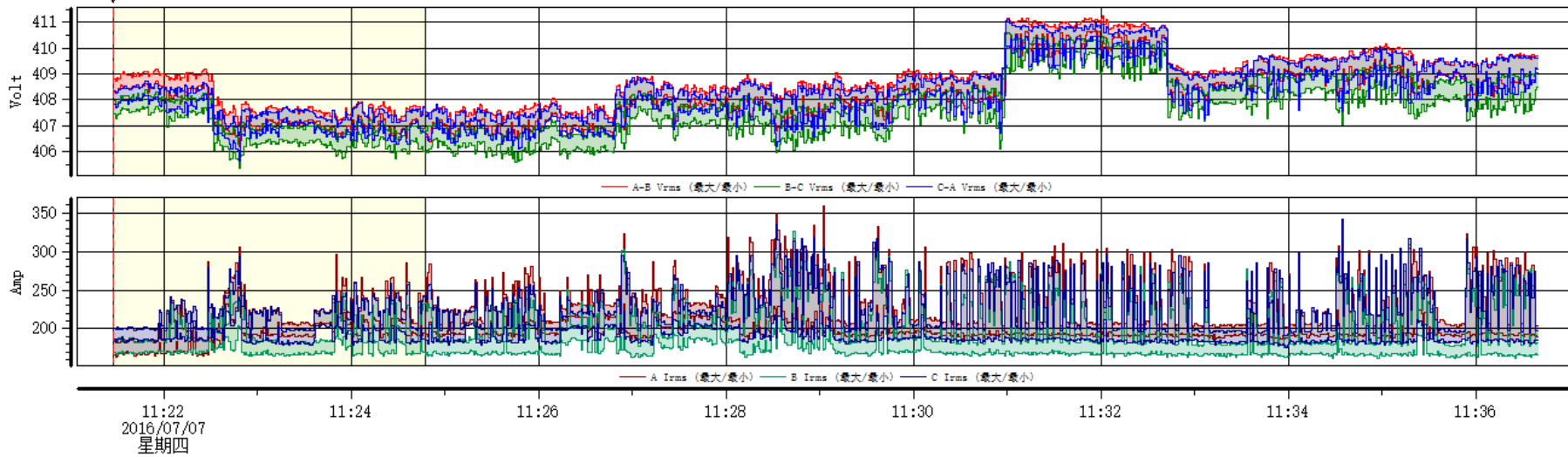
事件 #1 在 2016/07/07 11:21:28.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	105.1	137.6
总相QFnd (kVAR)	43.79	109.8
总相PF	0.7277	0.8324

三相基波电压及基波电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



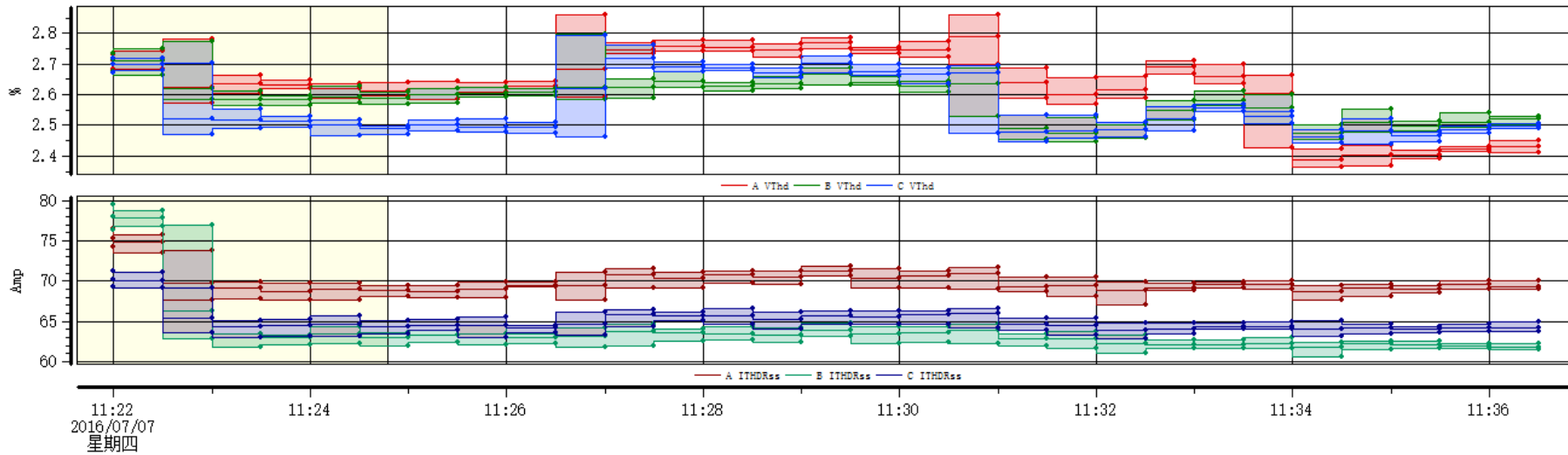
事件 #1 在 2016/07/07 11:21:28.000
趋势

	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	406.2	411.2
<i>B-CVrms</i>	405.4	410.6
<i>C-AVrms</i>	405.6	411.1
<i>AIrms</i>	163.5	358.6
<i>BIrms</i>	161.9	325.5
<i>CIrms</i>	176.3	342.0

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



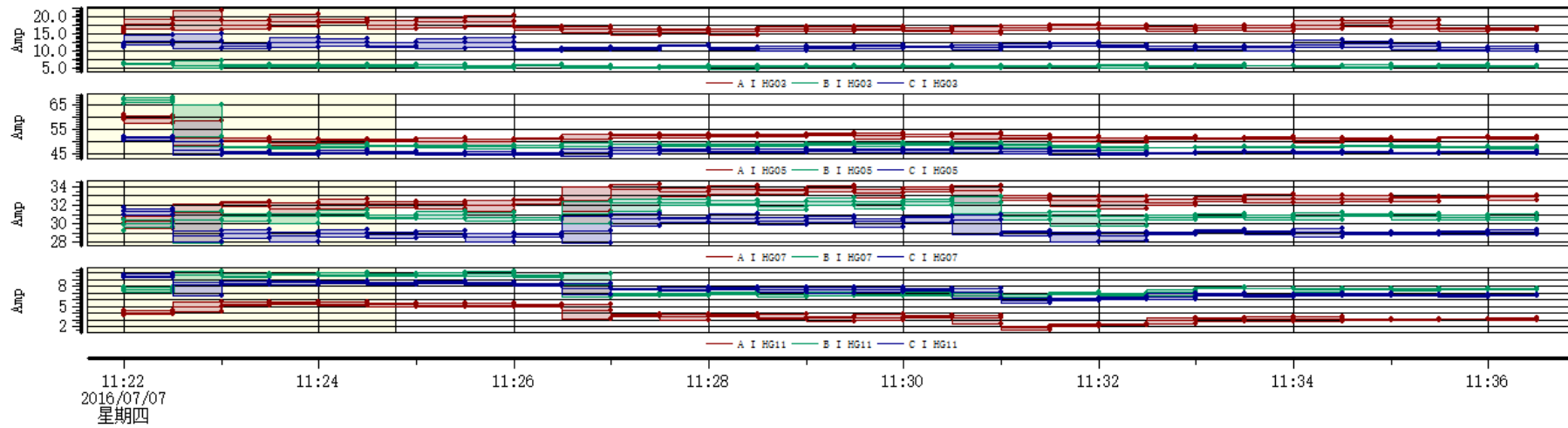
事件 #1 在 2016/07/07 11:21:28.000
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	2.365	2.859
<i>BVThd</i>	2.448	2.797
<i>CVThd</i>	2.438	2.793
<i>AITHDRss</i>	67.04	76.43
<i>BITHDRss</i>	60.63	79.45
<i>CITHDRss</i>	62.85	71.30

各次谐波电流有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2016/07/07 11:21:28.000
趋势

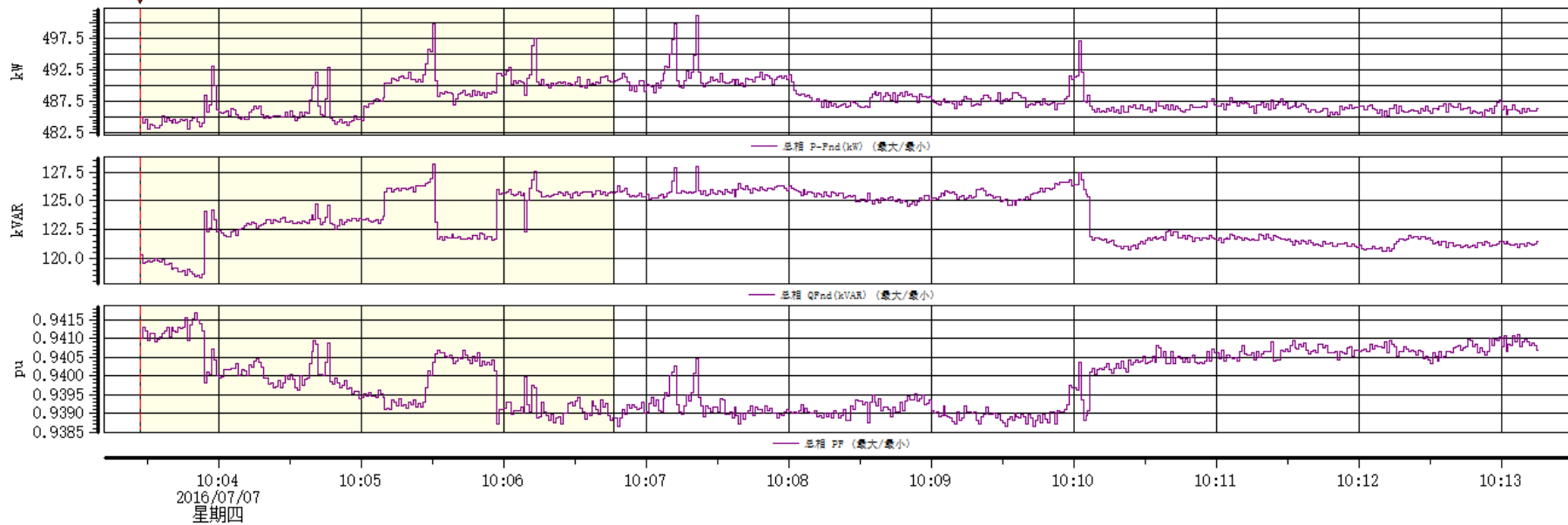
	最小	最大
AI HG03	14.74	21.79
BI HG03	4.778	7.161
CI HG03	9.957	14.92
AI HG05	48.12	61.15
BI HG05	46.31	67.95
CI HG05	43.99	52.06
AI HG07	28.64	34.21
BI HG07	27.93	32.89
CI HG07	27.93	31.79
AI HG11	1.552	5.645
BI HG11	5.952	10.21
CI HG11	5.493	9.888

e、煤气站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



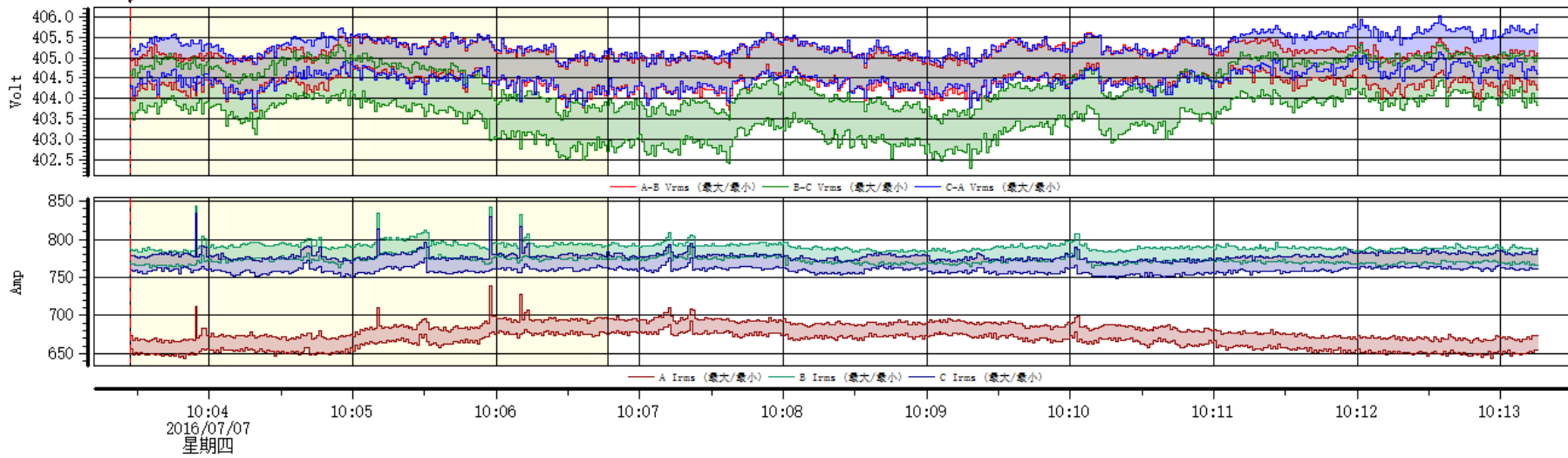
事件 #1 在 2016/07/07 10:03:27.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	483.0	501.3
总相QFnd (kVAR)	118.3	128.2
总相PF	0.9386	0.9417

三相基波电压及基波电流

Draw-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



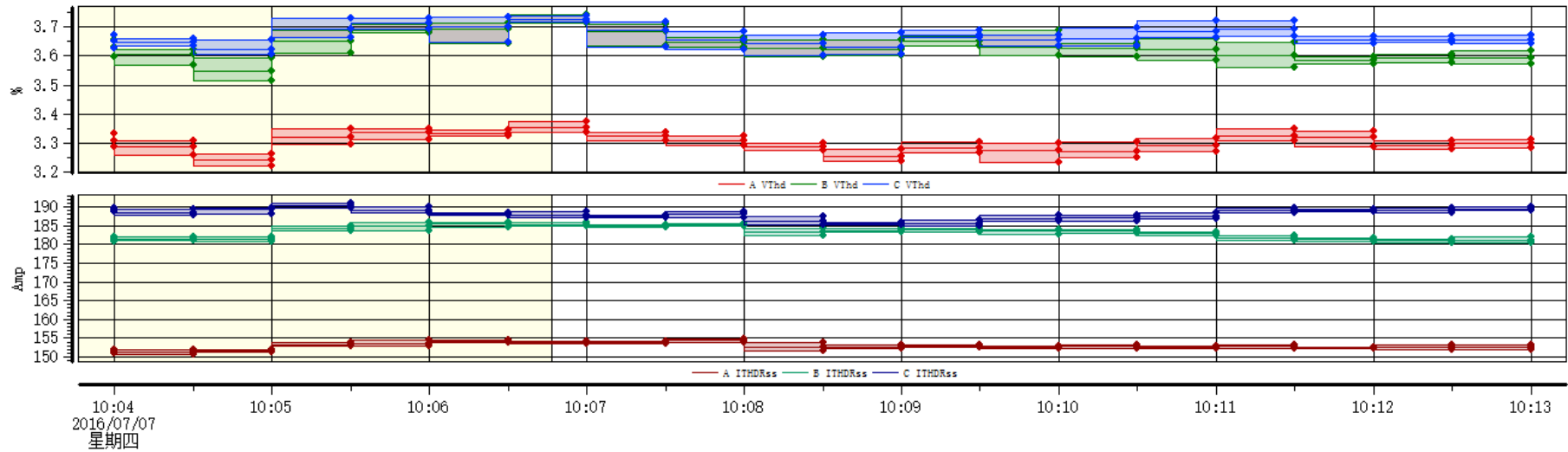
事件 #1 在 2016/07/07 10:03:27.000
趋势

	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	403.7	405.6
<i>B-CVrms</i>	402.3	405.3
<i>C-AVrms</i>	403.8	406.0
<i>AIrms</i>	643.8	739.1
<i>BIrms</i>	762.7	843.5
<i>CIrms</i>	749.2	835.1

三相谐波电流总有效值及谐波电压总畸变率

Dran-View 6.15.03 MASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



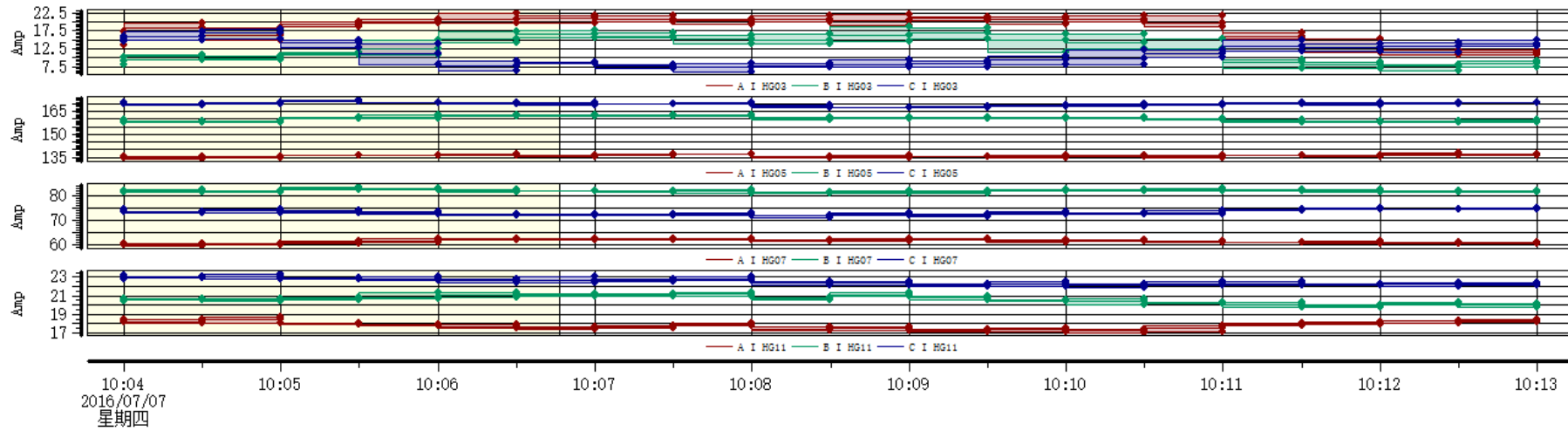
事件 #1 在 2016/07/07 10:03:27.000 趋势

	最小	最大
AVThd	3.222	3.374
BVThd	3.513	3.741
CVThd	3.603	3.738
AITHDRss	150.7	154.7
BITHDRss	180.6	186.1
CITHDRss	184.9	190.9

各次谐波电流有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2016/07/07 10:03:27.000
趋势

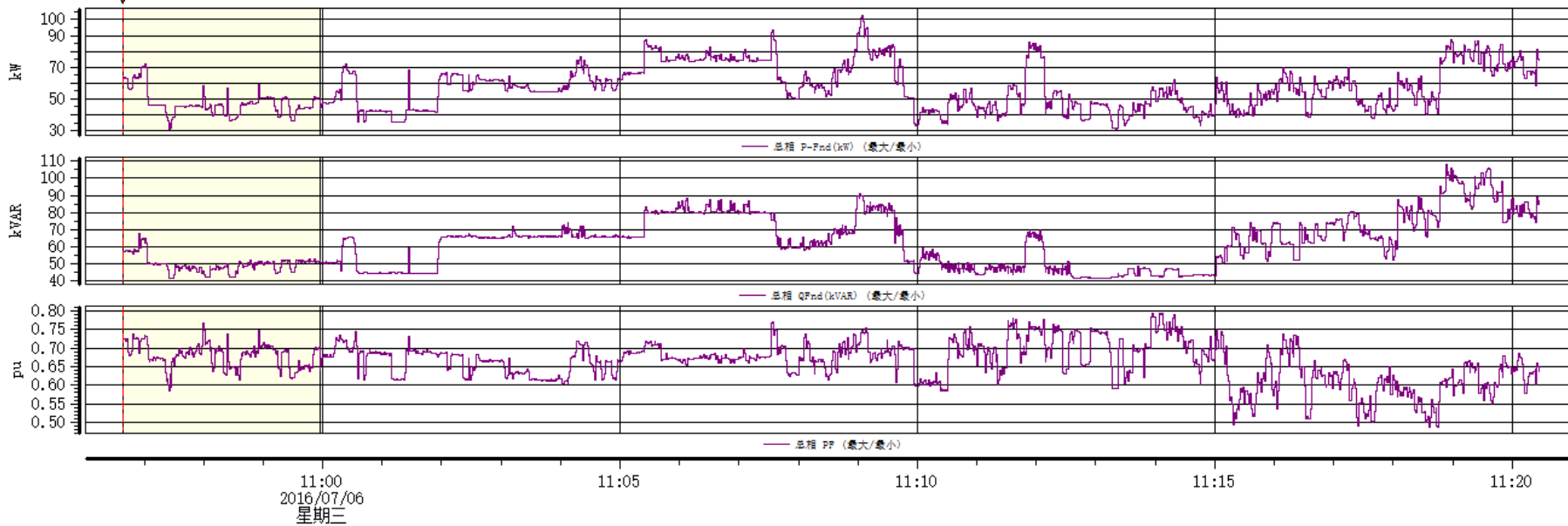
	最小	最大
AI HG03	10.85	22.28
BI HG03	6.391	18.78
CI HG03	6.112	18.07
AI HG05	134.3	137.6
BI HG05	157.6	162.8
CI HG05	167.1	171.9
AI HG07	59.69	62.68
BI HG07	80.97	83.25
CI HG07	71.12	75.10
AI HG11	17.04	18.73
BI HG11	19.70	21.38
CI HG11	21.91	23.26

f、原料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 : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



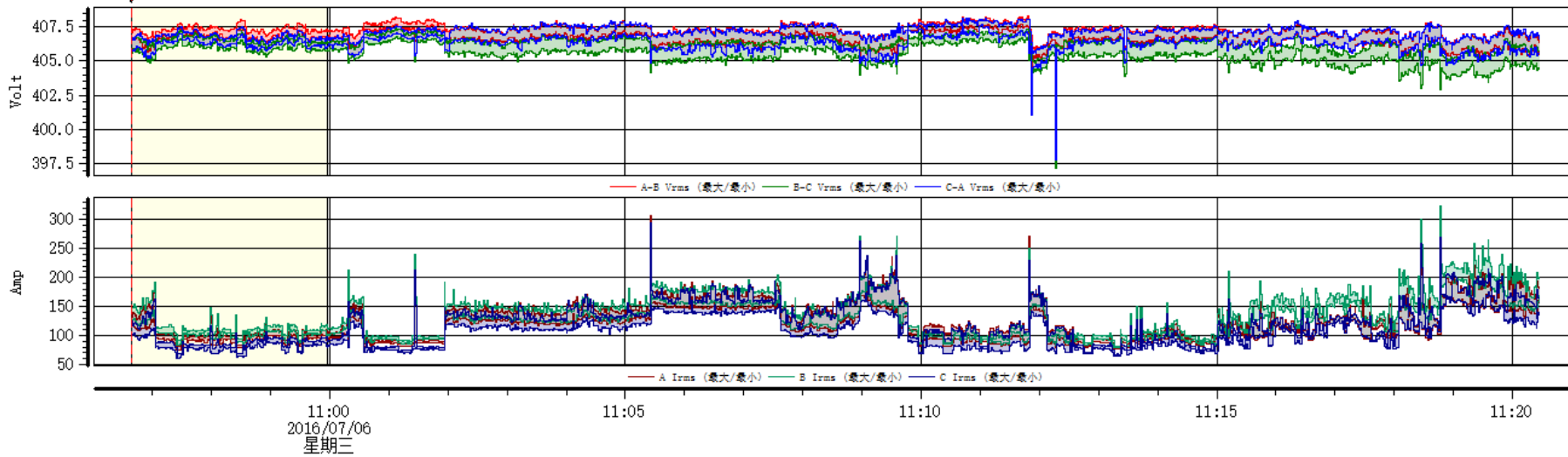
事件 #1 在 2016/07/06 10:56:39.000
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	30.64	102.8
总相QFnd (kVAR)	41.25	108.3
总相PF	0.4860	0.7943

三相基波电压及基波电流

Draw-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



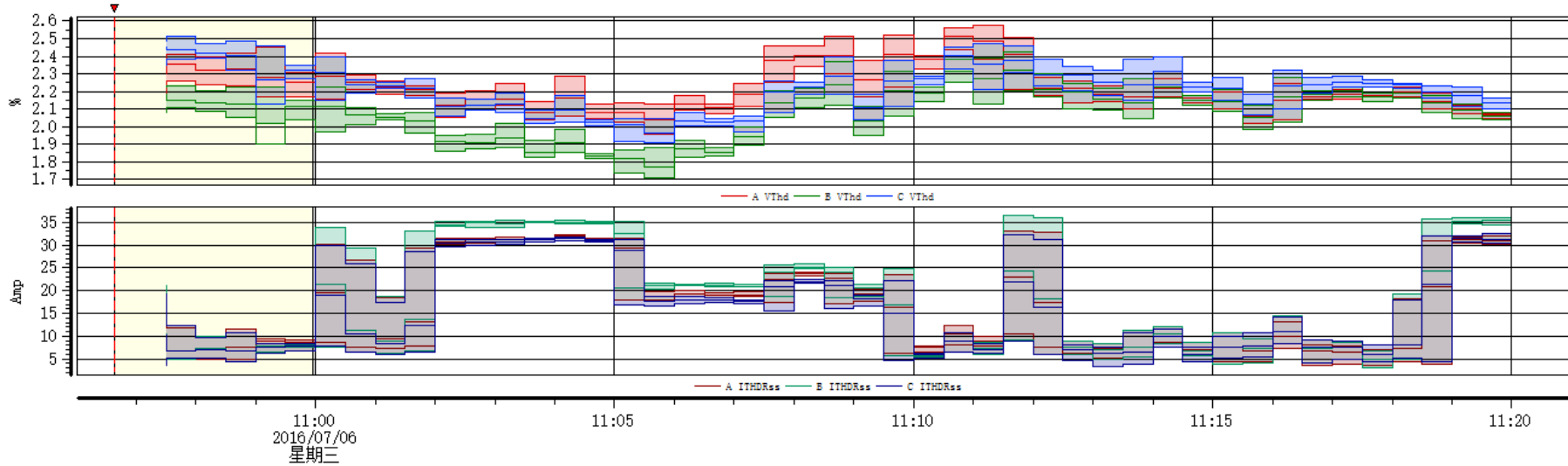
事件 #1 在 2016/07/06 10:56:39.000
趋势

	最小	最大
A-B Vrms	398.0	408.3
B-C Vrms	397.2	407.4
C-A Vrms	397.8	408.2
A Irms	74.52	307.6
B Irms	79.91	323.3
C Irms	61.02	293.7

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



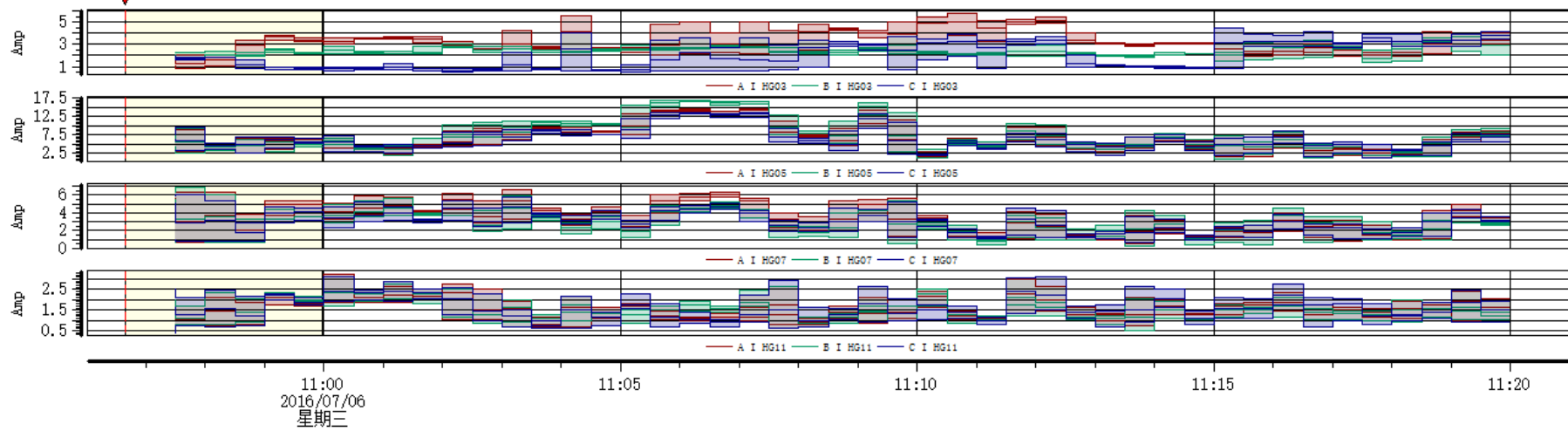
事件 #1 在 2016/07/06 10:56:39.000
趋势

	最小	最大
AVThd	1.954	2.574
BVThd	1.710	2.426
CVThd	1.908	2.517
AITHDRss	3.521	33.20
BITHDRss	3.093	36.51
CITHDRss	3.326	32.53

各次谐波电流有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2016/07/06 10:56:39.000
趋势

	最小	最大
AI HG03	0.8670	5.754
BI HG03	1.402	3.709
CI HG03	0.5503	4.453
AI HG05	1.405	14.61
BI HG05	1.017	16.79
CI HG05	1.315	13.63
AI HG07	0.5630	6.564
BI HG07	0.3106	6.843
CI HG07	0.6175	6.046
AI HG11	0.6176	3.218
BI HG11	0.4952	3.124
CI HG11	0.3996	3.119

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：

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	26	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:

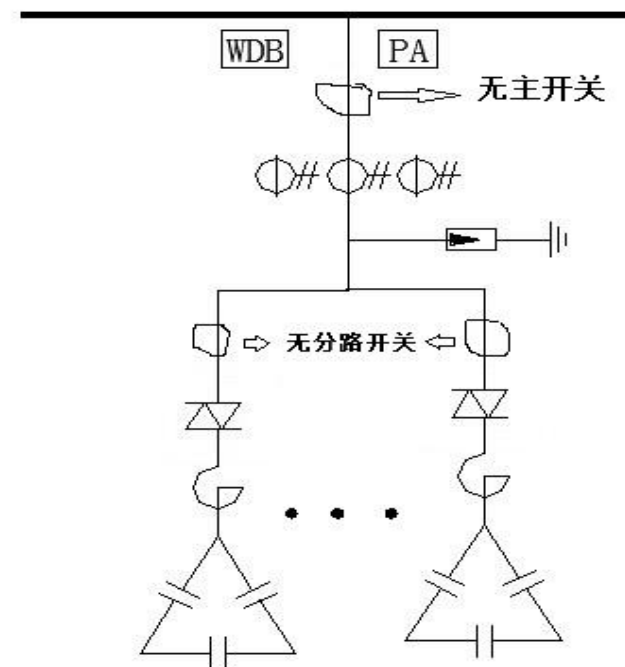
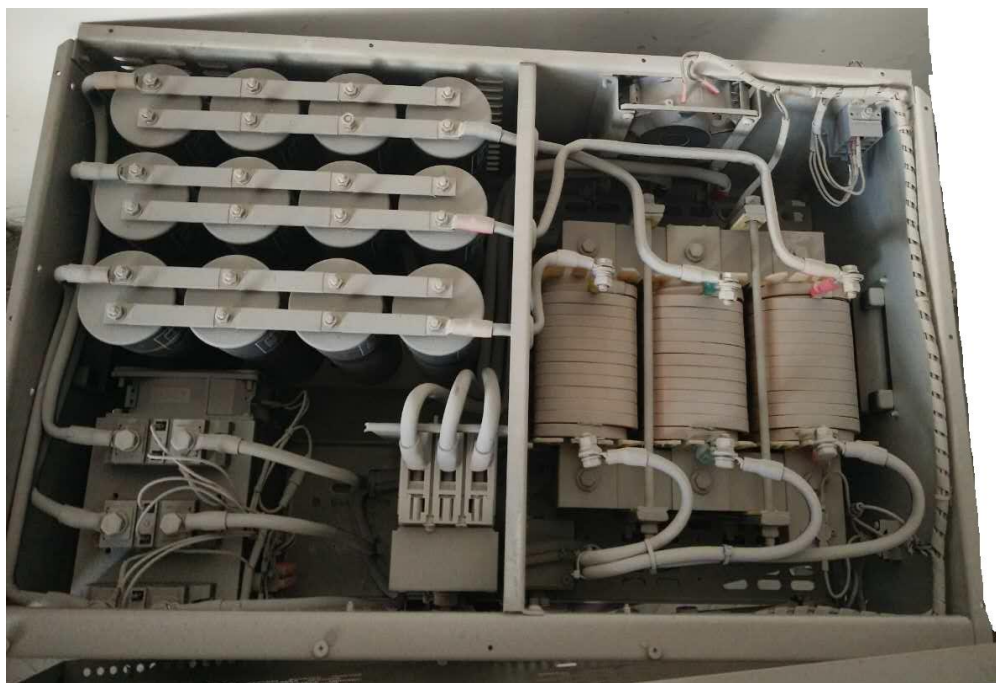
1. 测试结果

测试项目	还原二车间	国标	备注	还原三车间	国标	备注	煅烧车间	国标	备注
功率因数	0.79	0.9	超标	0.7	0.9	超标	0.79	0.9	超标
电压总畸变率	3%	5%	合格	2.4%	5%	合格	4.4%	5%	合格
谐波电流总有效值	157A	/	/	42A	/	/	215A	/	/
3次谐波	44A	62A	较大	16A	62A	合格	42A	62A	较大
5次谐波	148A	62A	严重超标	29A	62A	合格	190A	62A	严重超标
7次谐波	51A	44A	超标	27A	44A	合格	96A	44A	严重超标
11次谐波	21A	28A	较大	15A	28A	合格	36A	28A	超标
测试项目	精炼车间	国标	备注	煤气站	国标	备注	原料车间	国标	备注
功率因数	0.8	0.9	超标	0.94	0.9	合格	0.65	0.9	超标
电压总畸变率	2.8%	5%	合格	3.7%	5%	合格	2.5%	5%	合格
谐波电流总有效值	79A	/	/	190A	/	/	36A	/	/
3次谐波	21A	62A	较大	22A	62A	合格	5.7A	62A	合格
5次谐波	67A	62A	超标	172A	62A	严重超标	17A	62A	合格
7次谐波	34A	44A	合格	83A	44A	超标	6.8A	44A	合格
11次谐波	10A	28A	合格	23A	28A	合格	3A	28A	合格

二、分析

本次测试了太阳镁业具有代表性的负荷，还原 2 车间、煅烧车间、煤气站谐波含量较为严重。

查看了现场电容器集中补偿装置，电容器柜内电容器损坏严重，串联电抗器也有损坏现象。



从电容器柜内的配置来看（如上图），电容柜为抽屉式，整套补偿柜无主断路器，各抽屉无分路开关，导致了

每个抽屉柜带负荷插拔，操作相当危险，容易发生拉弧等危险情况。抽屉式补偿柜多次插拔后，触头松动、变形，容易出现接触不良、拉弧等情况，严重时可能烧毁整个支路。

从现场情况来看，现场多粉尘，温度也较高。而抽屉式电容柜内排布密集，每个抽屉间隔均为密闭式，无法形成良好的风循环，且柜内散热器件较少，严重影响了整台柜体的散热，导致了柜内主要元器件发热严重。

还原 2 车间、煅烧车间、煤气站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。也是电容器柜故障的原因之一。

第四篇 解决方案

一、系统危害

根据测试数据结果分析，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。

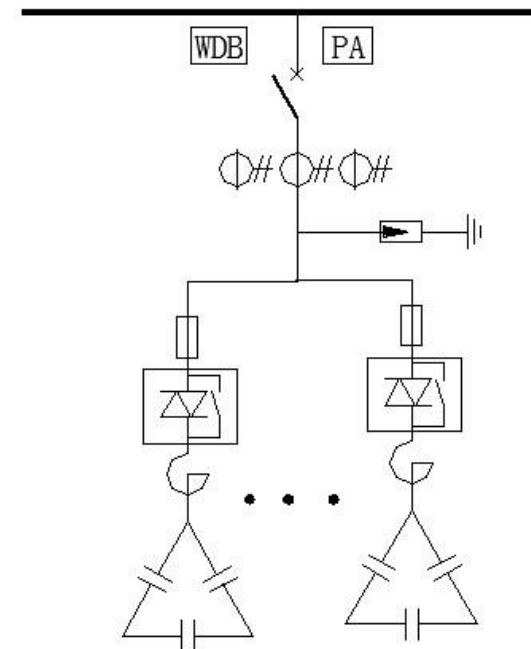
- 4). 大量的谐波电流会使中线电流过大，甚至烧毁中线，引发火灾。
- 5). 谐波会使继电保护装置误动作，使电气仪表计量不准确
- 6). 谐波会干扰附近的通讯信号。

二、解决方案

1、无功补偿：

现场工作人员介绍，现在负荷还不是满负荷运行，建议我们无功补偿装置还是按原容量进行配置。我方的改造方案为：

电容柜采用常规的布置方式（如右图），电容器采用三相电容器，投切开关采用复合开关进行投切，根据测试情况，主要谐波含量为 5 次和 7 次，柜内的电抗器采用电抗率为 7% 的串联电抗器，可有效的避开谐振点，保护电容器的安全。



优点有以下几点：

①、常规的布置方式从柜底到柜顶有多条散热通道，有利于柜内元器件散热；

②、选用三相电容器有利于减少电容器的数量，减少发热元器件的数量，降低柜内温度；

③、柜内装有主开关，每个支路装有分路保护用熔断器，主开关有利于电容柜的检修，分路保护用断路器保护电容器支路，不回使事故扩大到柜内其他支路。

④、采用复合开关作为投切开关，秉承了可控硅投切开关过零投切的优点，并在投入后迅速切入接触器回路，让交流接触器来保持电容器的投入状态。避免了电力电子元器件（可控硅）在低电压、大电流下，发热严重，故障率高的缺点。

2、谐波治理

建议对还原 2 车间、煅烧车间、煤气站等谐波含量较大的车间进行谐波治理，采用 APF 有源滤波装置进行治理，还原二车间安装容量为 200A，煅烧车间、煤气站各安装 250A 的 APF 有源滤波装置。可有效的滤除系统中超标谐波，消除谐波对电容器等电气设备的危害，保证电气设备的正常、稳定运行。

附 1：复合开关型低压动态无功补偿装置的介绍

1.概述

产品适用范围

低压无功自动补偿装置主要用于低压配电室，与配电屏并列安装，用于集中补偿系统无功功率、提高功率因数、减少系统的无功损耗、改善电能质量，该装置可自动根据系统无功功率的变化而自动改变补偿容量，从而达到最佳的补偿效果。可广泛应用于冶金、矿山、建材、机械制造、轻工、化工、港口等行业，尤其适用于负荷变化较大的工况。

2.复合开关投切的优点

复合开关是一种新型电容器投切装置，它将可控硅和继电器的优点融合在一起，利用可控硅的易控、无触点特性，使可控硅工作在电容器投切瞬间的暂态过程中，起到抑制涌流、过压和拉弧作用，并能实现快速投切，利用继电器在装置可靠闭合时，其主触点接触电阻小、导通容量小、压降小、功耗小、工作安全可靠等特性，使其工作在电容器投入后和切除前的稳态工作中，起到电容器向电网提供无功能量的主通道作

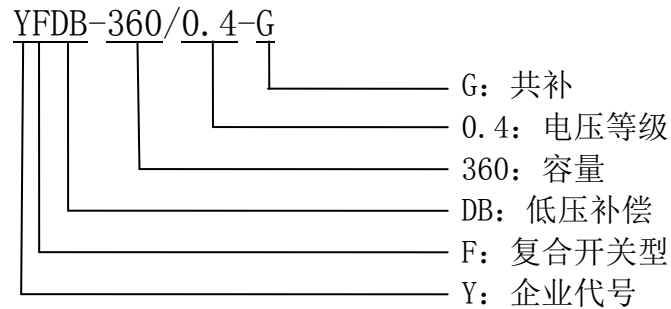


用，保证频繁投切场合无功补偿装置运行的可靠性和安全性。

3.结构特点

传统的低压无功补偿装置大多为固定式结构、分散安装，即设计成型后内部元器件的位置便已固定，空间利用率低，由此而导致扩大用电规模后增容困难，其改变容量的灵活性较差，而且增加了投入成本、浪费了资源。我公司设计的复合开关型低压动态无功补偿装置采用模块式设计（如图所示），每层为一个模块单元，结构紧凑、美观，可在不改变柜体结构的前提下实现补偿容量的调整，组装与拆卸灵活，维修维护方便，大大增加了整柜容量配置的灵活性。

4.型号说明



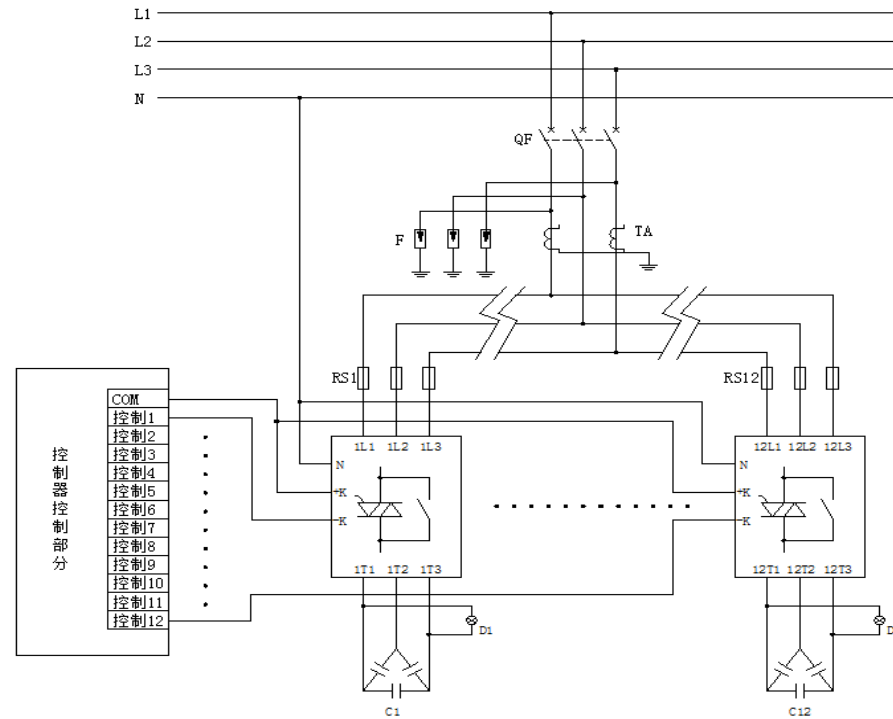
备注：1.若该项目采用平衡+分补，型号（YFDB1-360/0.4-G）

2.若该项目采用分补，型号（YFDB2-360/0.4-G）

5.工作原理

复合开关是将可控硅开关和继电器并联，合闸时，可控硅过零导通后，磁保持继电器才吸合导通；分闸时，磁保持继电器先断开，可控硅电流过零自然断开；通过复合开关的切合实现无功补偿容量的自动调节。

下图为一次系统接线图：



(增加串联电抗器)

6. 引用标准

GB/T15576 低压无功功率动态补偿装置总技术条件

GB1497 低压电器基本标准

GB3797	电控设备 第一部分：装有电子器件的电控设备
GB4208	外壳防护等级（IP 代码）
DL535	电力负荷控制系统数据传输规约
GB12747	自愈式低电压并联电容器
GB/T10229	电抗器
JB/T 9663	低压无功功率自动补偿控制器

7.技术参数

- 工作条件：海拔高度 $\leq 2000\text{m}$ ；环境气温： $\sim 25^{\circ}\text{C}\sim +45^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度 $\leq 95\% \text{RH}$
- 额定电压：400V、525V、660V、720V、960V
- 补偿容量(Kvar):120、240、360、480、540、720 等
- 补偿级数：0~18
- 响应时间：20ms
- 电容投切间隔：0~99s
- 取样物理量：无功功率
- 导通方式：过零投切

- 补偿方式：共补、分补、共补+分补
- 投切方式：循环/编码
- 运行方式：自动/手动
- 显示内容：实时电压、电流、无功功率、功率因数
- 保护：过压、闭锁、欠压、过流、短路、过热

8.技术特点

- ◇ 装置采用多回路循环或编码投切运行方式，有效地避免个别电容投切过于频繁；
- ◇ 自动快速跟踪无功功率的变化，响应时间小于 20ms；
- ◇ 系统可采用多种补偿形式：三相共补、三相分补、共补+分补三种形式；
- ◇ 垂直母线系统带低压熔断保护，安全性高；
- ◇ 内置冷却风扇，自动控制风扇启动；
- ◇ 母线安装无需打孔配套母线夹安装；
- ◇ 具有数据采集功能和标准的通信接口，可实现远程实时监控和计算机联网管理；
- ◇ 用户系统存在谐波时可根据谐波含量选择带电抗器的无功补偿模块，保护电容，防止谐振，减少谐波污染；

◇ 装置保护功能齐全，有过压、欠压、过流、避免谐振、过热、缺相等保护。

8.投切开关性能比较

序号	性能特点	接触器投切	晶闸管投切	复合开关投切
1	动作速度	800ms	20ms	20ms
2	动作触点	有，投切有明火	无	无
3	涌流	10 倍以上	过零投切，无涌流	过零投切，无涌流
4	功耗	小	大，要加散热风机	小

9.设备选型说明

用户可以根据柜体尺寸与容量配置表选择此类补偿装置（见附表），亦可可根据用户要求单独设计，订货时须说明。

在选型中考虑现场无功容量需求，单台柜子不能满足要求时，可通过并柜的方式解决，辅柜所配容量与主柜相同。在设计带电抗器的补偿装置及晶闸管开关式补偿装置时，要考虑散热要求，可配相应的散热系统；在谐波较严重的系统补偿精度不宜过高，以免发生谐振。

如果谐波源产生的谐波电流、电压畸变率不超过国家标准中的允许值，可根据系统谐波含量多少选择带电抗器或不带电抗器的补偿装置，容量配置相同、型号不同。如果谐波源发生的谐波电流及电压畸变率超过电源点的有关国家规范允许值，则需选用专用滤波装置。

带电抗器的无功补偿装置需要根据谐波含量选择电抗率，选用原则如下：

- 选择电抗率为 1% 的电抗器

仅为了限制合闸涌流对电容器的冲击，选择电抗率为 1% 电抗器。

➤ 选择电抗率为 4.5%~7% 的电抗器

对于六脉冲整流设备，如变频器、直流电弧炉、直流轧机及中频炉等非线性负荷通常产生的特征谐波为 5 次、7 次谐波，为了抑制电容器对谐波的放大作用，选择串联电抗器的电抗率为 4.5%~7%。

➤ 选择电抗率为 12%~14% 的电抗率

对于电焊机、交流电弧炉、铁合金炉、电石炉等负荷通常产生的特征谐波含有 3 次谐波，应选择电抗率为 12%~14% 的串联电抗器。

附 2：YAPF 有源滤波装置简介

概述：

当正弦波电压施加在非线性负载上时，电流就变成非正弦波，非正弦波电流在电网阻抗上产生压降，会使电压波形也变为非正弦波。非正弦波中含有的频率与工频相同的分量称为基波，频率大于基波的分量称为谐波。

随着电力电子技术的广泛应用，如今各种负载大部分是非线性负载，如在化工、冶金、钢铁、煤矿和交通等部门大量使用各种整流设备、变频器、电弧炉等，以及照明电器、娱乐设施，UPS、电脑、电梯、空调、复印机等等，这些非线性负载会产生大量的谐波电流并注入到电网中，使电网电压产生畸变，这种“谐波污染”会对电网和用户带来越来越多的影响和危害。

谐波的危害表现在：

加大线路损失，使电缆过热，绝缘老化，降低变压器额定容量；

使电容器过载发热，加速电容器老化甚至击穿；

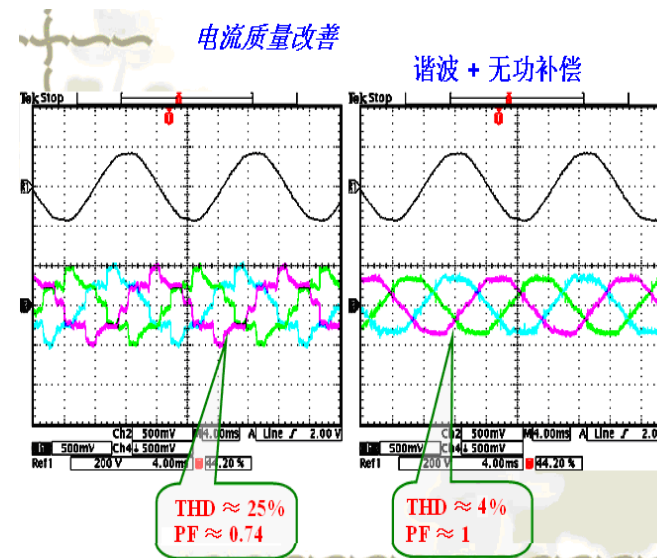
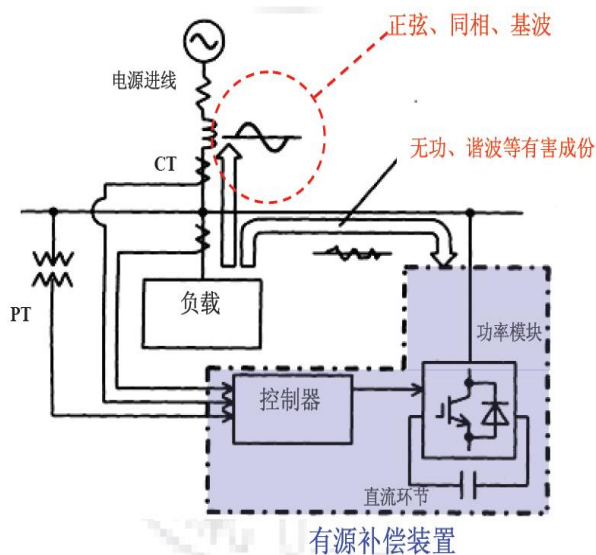
造成保护装置或断路器误动，导致区域性停电事故；

影响电动机效率和正常运行，产生震动以及噪音，缩短电动机寿命。

电气原理：

YAPF 是一个三相输出灵活的受控电流源，整个装置包括采样电路、控制系统、功率模块、直流环节、开关纹波滤除支路、人机界面等；控制系统采用了 DSP 为 CPU 单元，采样信号经过信号调理电路，计算出装置输出值；

如果用于治理谐波时向电网中注入一个与谐波电流大小相等、方向相反的补偿电流，就可以而达到消除谐波电流，使电网侧电流成为正弦的目的；如果注入的电流是一个无功电流，则可提供全部或指定的负载无功电流，改变向系统吸收的无功功率。



YAPF-3L 系列功能特点:

进口优质 IGBT 器件

开关频率 20kHz，可同时滤除 2—50 次的谐波电流

输出电流响应时间小于 10ms

自动限流于额定电流

可以同时滤波和补偿基波无功

滤波效果受电力系统阻抗的影响小，滤波性能好

电力系统阻抗和滤波器之间不会产生串联或并联谐振

设计选型简单，可以多机（不大于 10 台）并联运行，便于扩展容量

汉字液晶显示界面，操作简单

可实现远程监控

应用范围：

适用于三相三线工业负载的 3L 型 APF 装置，可适用于整流器、变频器、大型 UPS、中频炉、电弧炉等工业非线性负载，是工业谐波负载的有效治理设备。

杭州银湖电气设备有限公司