

---

**包钢集团**  
**钢管厂精炼炉**  
**薄板厂精炼炉**  
电能质量测试报告



杭州银湖电气设备有限公司

Hangzhou Yinhu Electrical Equipment Co.,Ltd.

二零一八年 一月

---

# 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：钢管厂北精炼 35KV 侧 .....	3
2. 测试点：钢管厂南精炼 35KV 侧 .....	8
3. 测试点：薄板厂西精炼 35KV 侧 .....	13
第三篇 测试结果分析 .....	18
一、测试结果: .....	19
二、分析 .....	20
第四篇 解决方案 .....	20

# 第一篇 系统概述

## 系统概述

包钢集团钢管厂（以下简称钢管厂）设精炼炉 2 台，进线电压等级均为 35KV；包钢集团薄板厂（以下简称薄板厂）设精炼炉 2 台，进线电压等级均为 35KV；具体情况如下：

钢管厂：

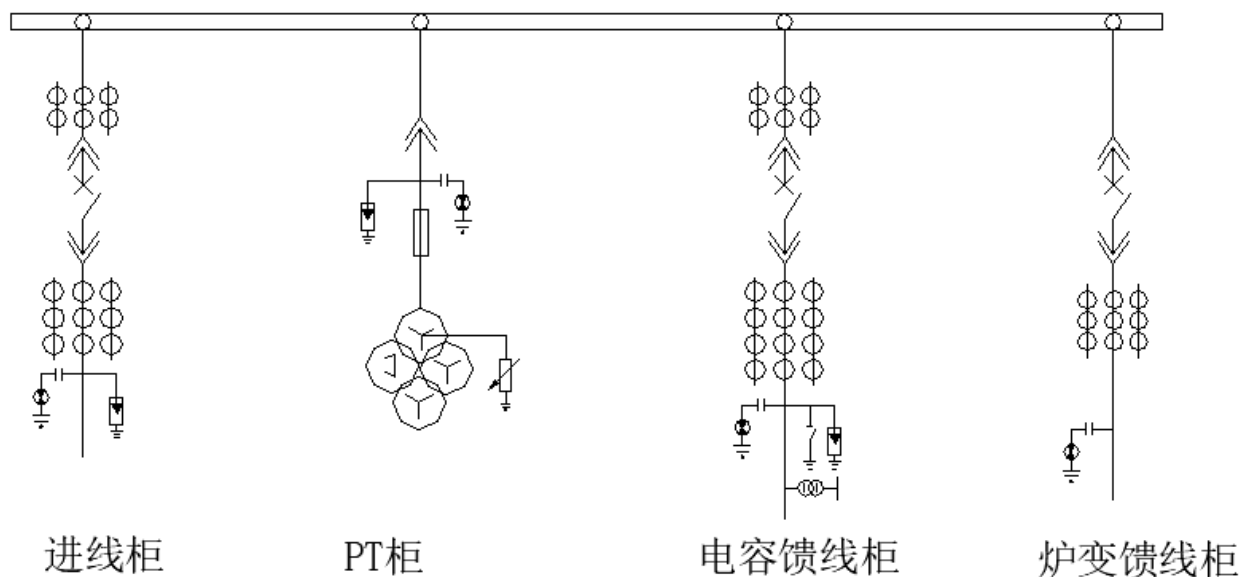
北精炼炉：炉变容量为 14000KVA，35KV 母线装设一组滤波补偿装置；

南精炼炉：炉变容量为 28000KVA，35KV 母线装设一组滤波补偿装置。

西精炼炉：炉变容量为 38000KVA，35KV 母线装设一组滤波补偿装置；

南精炼炉：炉变容量为 38000KVA，35KV 母线装设一组滤波补偿装置。

图 1. 35KV 一次系统图



---

## 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方案。

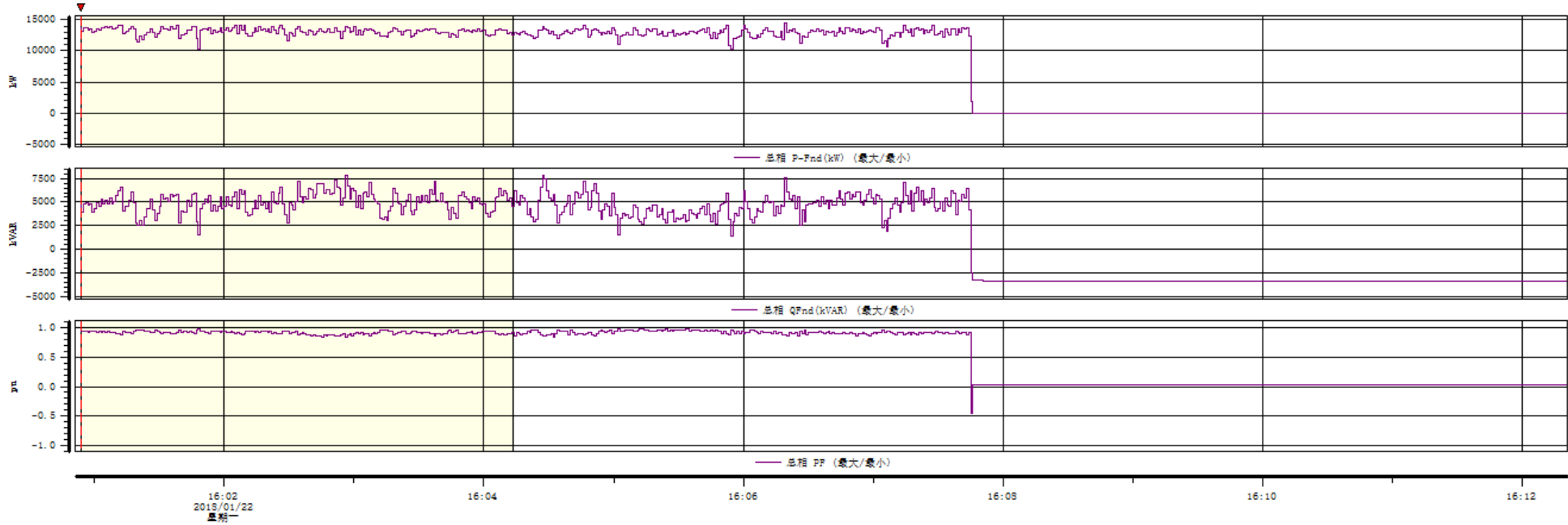
### 二、测试数据及分析

#### 1. 测试点：钢管厂北精炼 35KV 侧

- ① 测试时间：2018 年 1 月 22 日 16 : 00-----2018 年 1 月 22 日 16 : 26
- ② 额定电压：35kV
- 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，测试时无功补偿装置已投入。

# 三相有功、无功、功率因数

## 趋势图

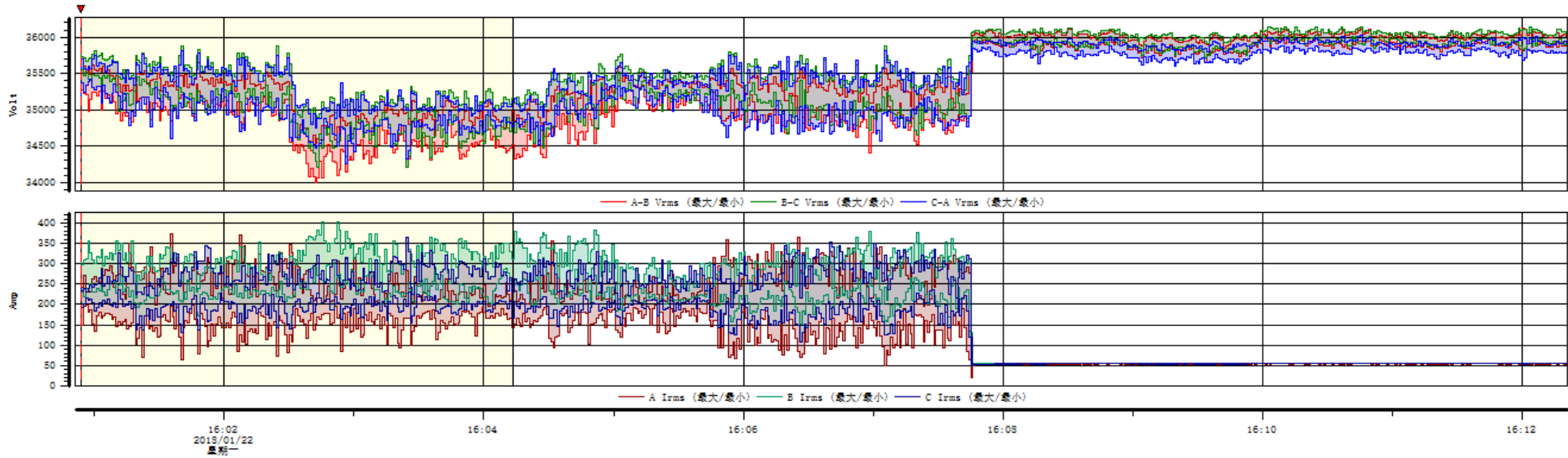


事件 #1 在 2018/01/22 16:00:54.000  
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	-82.46	14499
总相QFnd (kVAR)	-3389	7837
总相PF	-0.4463	0.9846

## 三相基波电压值和基波电流值

趋势图

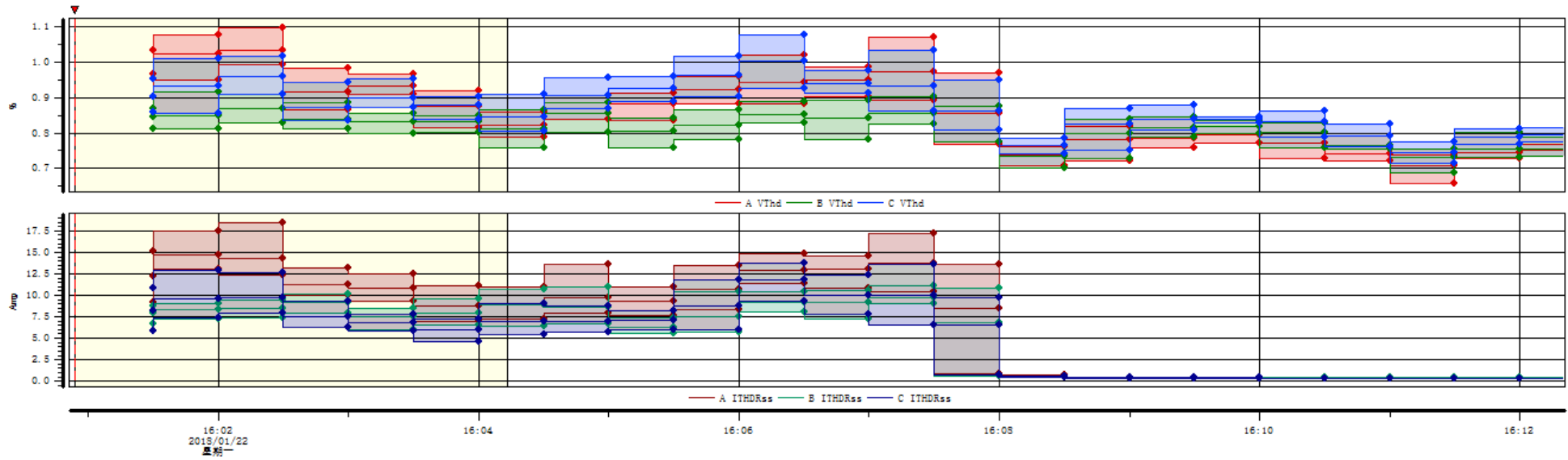


事件 #1 在 2018/01/22 16:00:54.000  
趋势

	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	33990	36117
<i>B-CVrms</i>	34206	36148
<i>C-AVrms</i>	34258	36027
<i>AIrms</i>	19.02	373.7
<i>BIrms</i>	48.17	404.1
<i>CIrms</i>	50.72	363.8

### 三相谐波电压总畸变率及三相总谐波电流有效值

趋势图

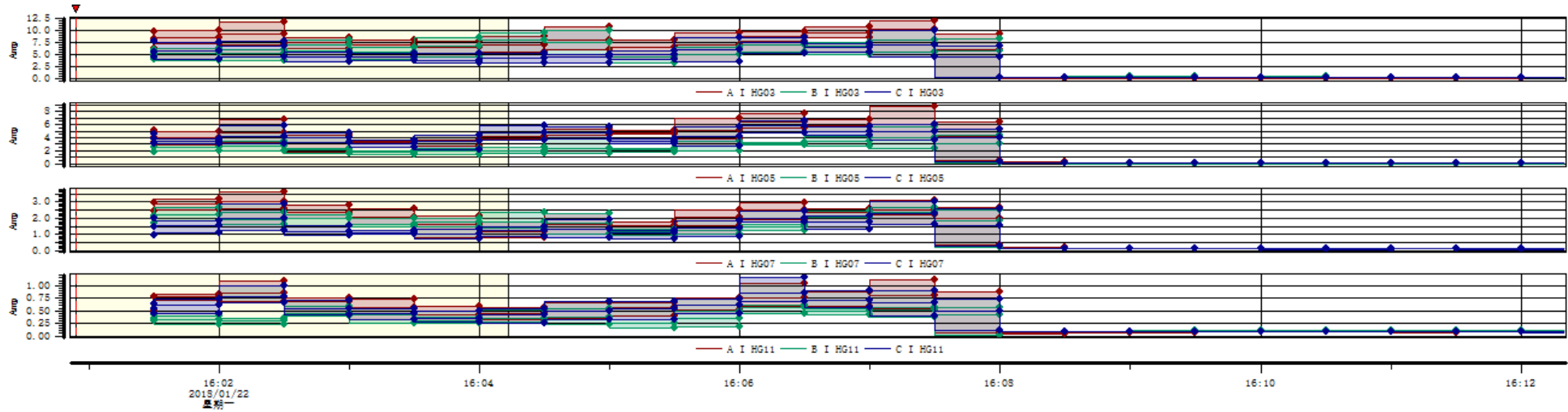


事件 #1 在 2018/01/22 16:00:54.000  
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	0.6565	1.098
<i>BVThd</i>	0.6888	0.9154
<i>CVThd</i>	0.7138	1.077
<i>AITHDRss</i>	0.2472	18.51
<i>BITHDRss</i>	0.3736	11.15
<i>CITHDRss</i>	0.2692	13.80

## 各主要谐波电流有效值

### 趋势图



事件 #1 在 2018/01/22 16:00:54.000  
趋势

	最小	最大
AI HG03	0.1259	11.99
BI HG03	0.2158	10.01
CI HG03	0.2095	10.16
AI HG05	0.1170	8.675
BI HG05	0.05843	5.559
CI HG05	0.08511	6.490
AI HG07	0.09068	3.607
BI HG07	0.07947	2.657
CI HG07	0.06858	3.052
AI HG11	0.03301	1.104
BI HG11	0.02117	0.6109
CI HG11	0.07189	1.151



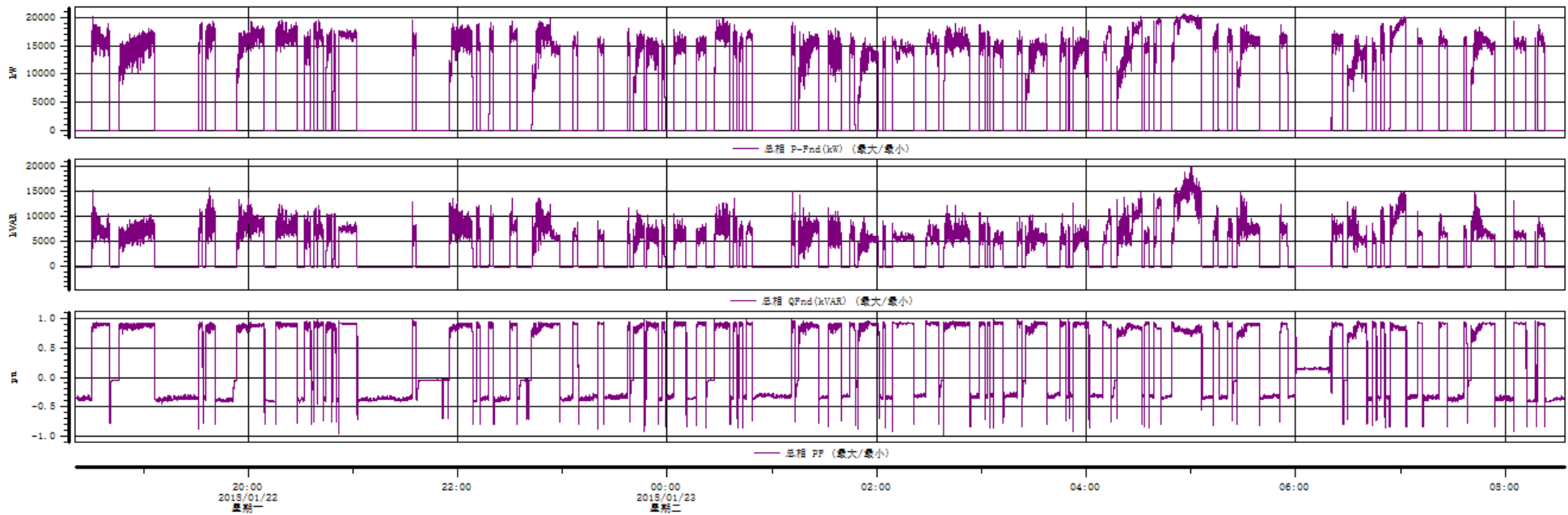
---

## 2. 测试点：钢管厂南精炼 35KV 侧

- ① 测试时间：2018 年 1 月 22 日 17 : 17-----2018 年 1 月 23 日 09 : 21
- ② 额定电压：35kV
- 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，补偿装置未投入。

# 有功、无功、功率因数

## 趋势图

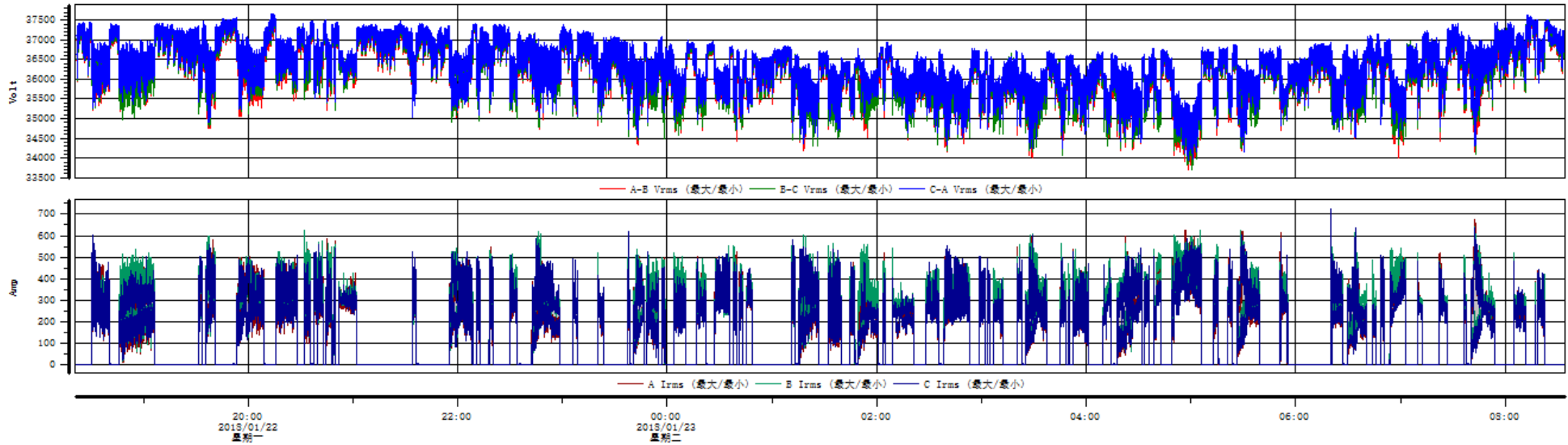


事件 #1 在 2018/01/22 17:17:41.000  
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd (kW)	1.289	20623
总相QFnd (kVAR)	-59.23	19953
总相PF	-0.9843	0.9914

# 基波电压及基波电流

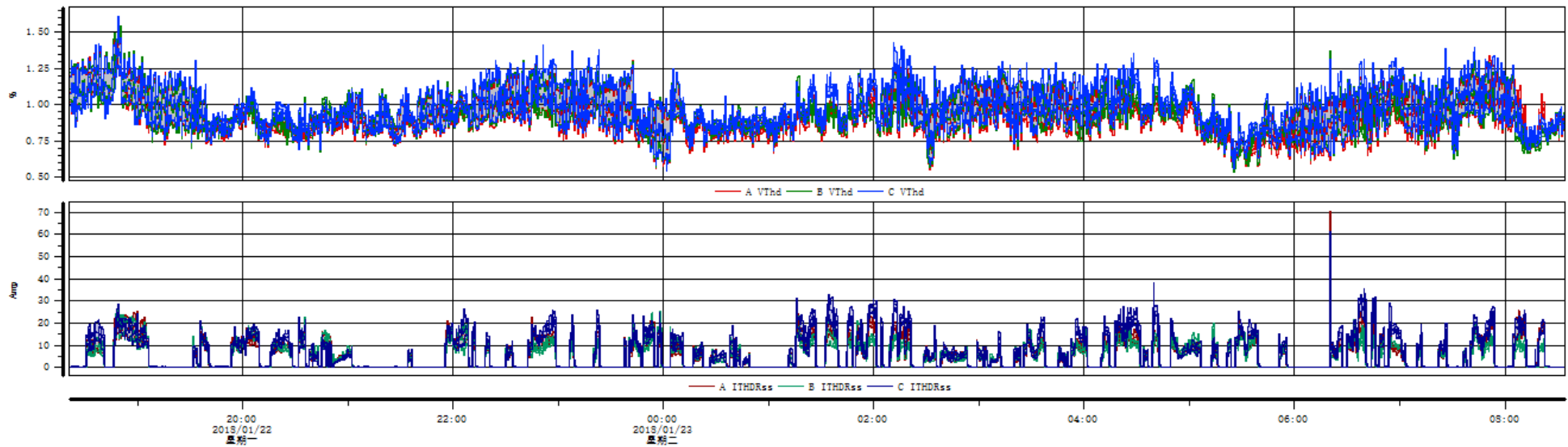
## 趋势图



事件 #1 在 2018/01/22 17:17:41.000  
趋势

	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	33704	37531
<i>B-CVrms</i>	33692	37610
<i>C-AVrms</i>	33957	37670
<i>AIrms</i>	0.1278	675.9
<i>BIrms</i>	0.1092	722.2
<i>CIrms</i>	0.1086	726.2

## 谐波电流总有效值及谐波电压总畸变率 趋势图

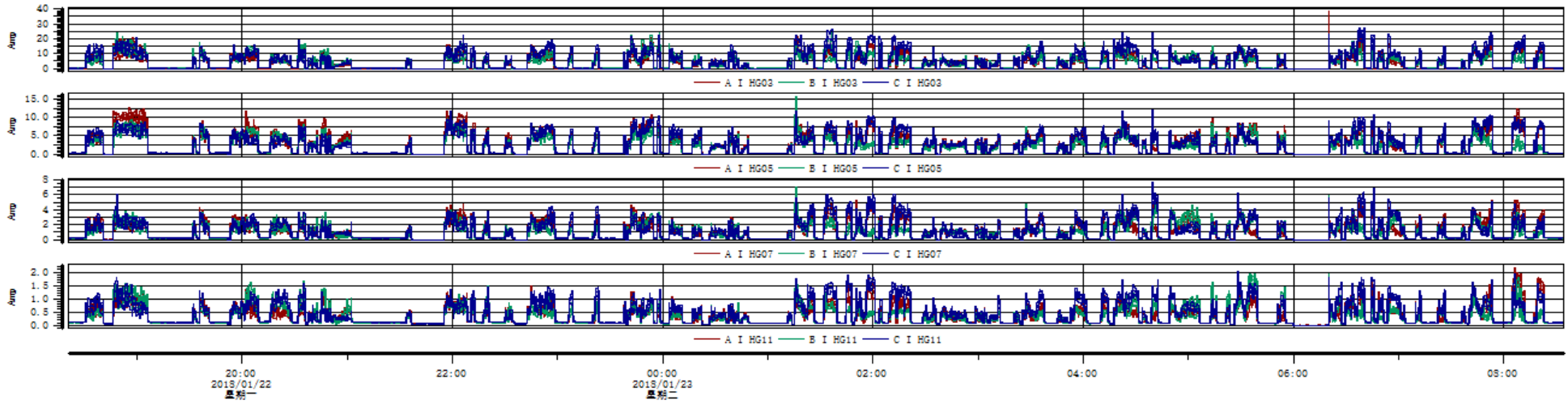


事件 #1 在 2018/01/22 17:17:41.000  
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	0.5369	1.513
<i>BVThd</i>	0.5294	1.541
<i>CVThd</i>	0.5421	1.613
<i>AITHDRss</i>	0.05823	70.64
<i>BITHDRss</i>	0.03762	50.04
<i>CITHDRss</i>	0.04176	61.18

# 各主要谐波电流有效值

## 趋势图



事件 #1 在 2018/01/22 17:17:41.000  
趋势

	最小	最大
AI HG03	0.007852	38.31
BI HG03	0.004843	24.29
CI HG03	0.005160	27.36
AI HG05	0.006783	12.64
BI HG05	0.005079	15.50
CI HG05	0.005474	12.10
AI HG07	0.007565	5.735
BI HG07	0.005453	6.985
CI HG07	0.005525	7.603
AI HG11	0.006786	2.145
BI HG11	0.004979	1.943
CI HG11	0.005069	2.039

---

### 3. 测试点：薄板厂西精炼 35KV 侧

① 测试时间：2018 年 1 月 22 日 10：59-----2018 年 1 月 22 日 13：45

② 额定电压：35kV

③ 取样间隔：1S

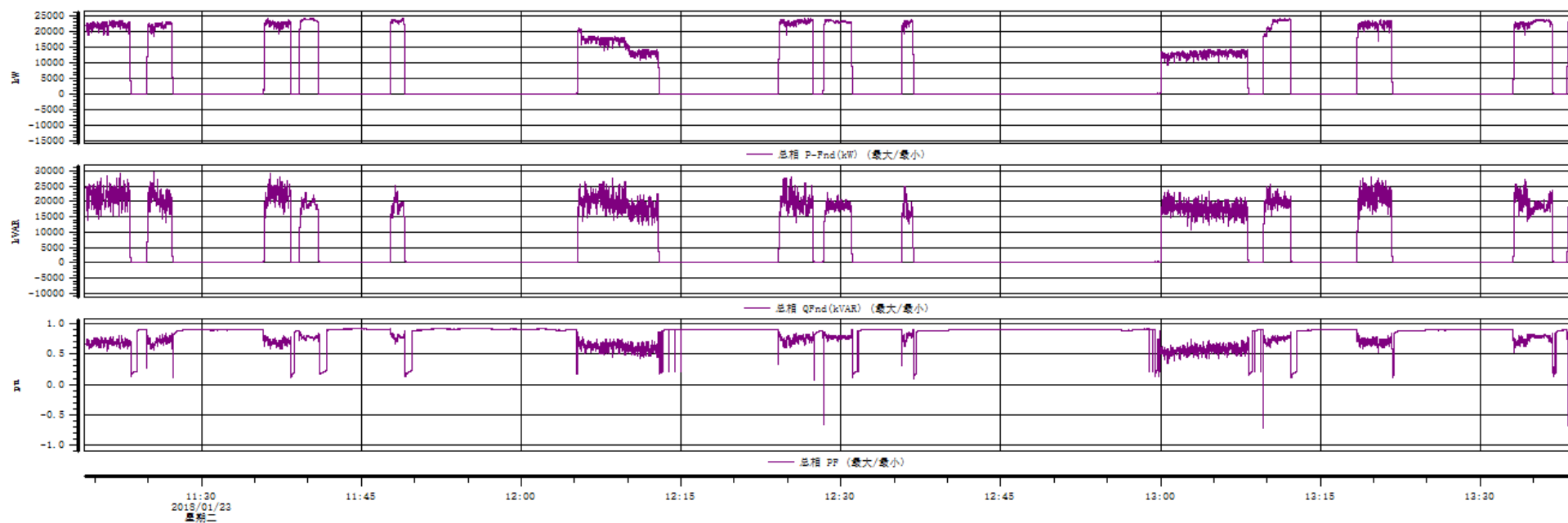
④ 测试仪器：德国高美 MW30HA017 型电能质量测试仪

⑤ 工况说明：测试时，补偿装置未投入。

## 有功、无功、功率因数

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)



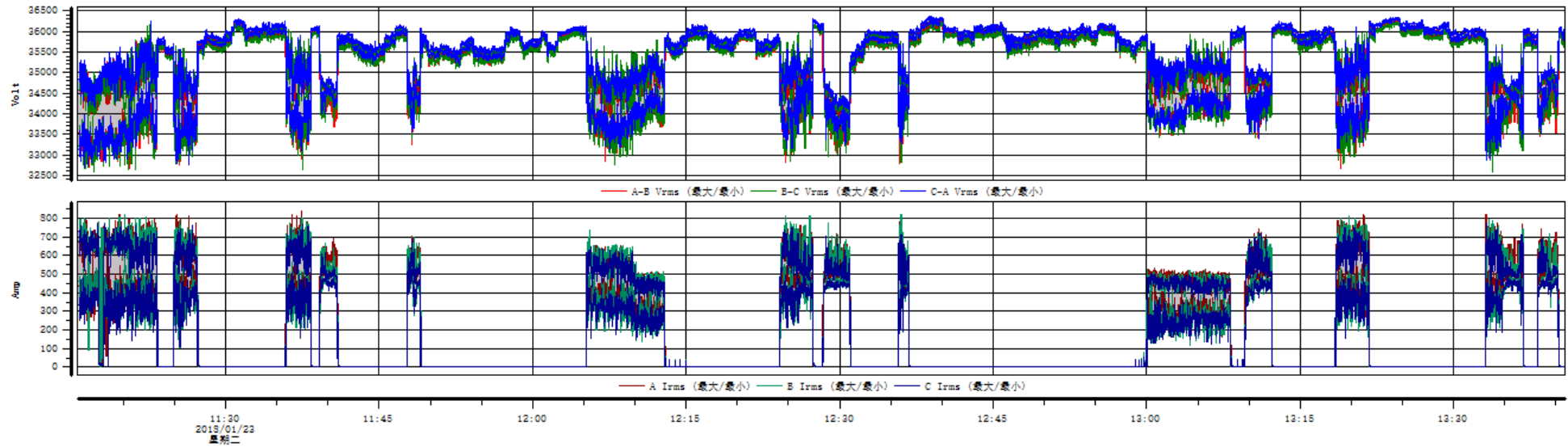
事件 #1 在 2018/01/23 10:59:40.000  
趋势

	最小	最大
总相P-Fnd(kW)	43.07	24155
总相QFnd(kVAR)	145.8	29529
总相PF	-0.7272	0.9284

## 基波电压及基波电流

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)



事件 #1 在 2018/01/23 10:59:40.000  
趋势

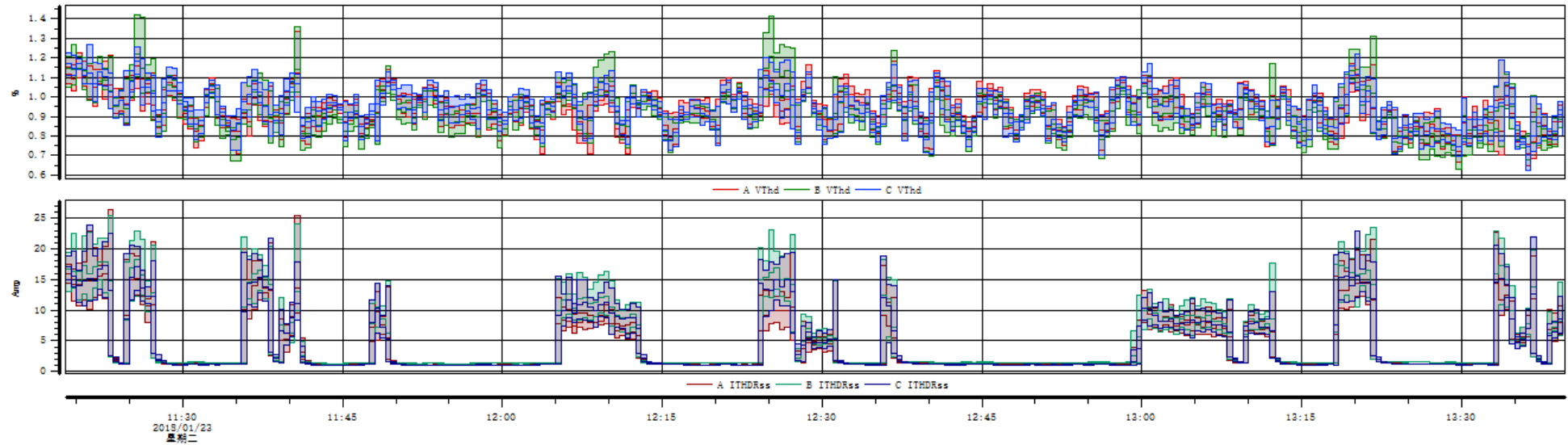
	最小	最大
<i>A-BVrms</i>	32669	36304
<i>B-CVrms</i>	32570	36270
<i>C-AVrms</i>	32688	36371
<i>AIrms</i>	3.126	841.7
<i>BIrms</i>	0.9007	822.7
<i>CIrms</i>	2.034	774.6



## 谐波电流总有效值及谐波电压总畸变率

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)



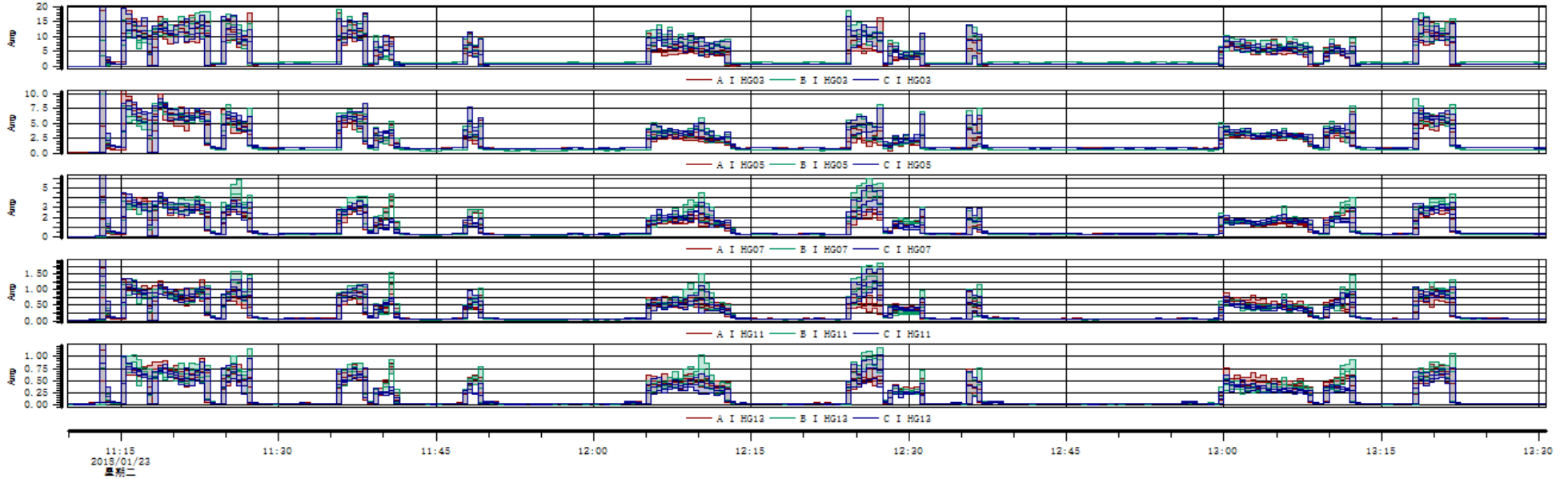
事件 #1 在 2018/01/23 10:59:40.000  
趋势

	最小	最大
<i>AVThd</i>	0.6442	1.335
<i>BVThd</i>	0.6259	1.424
<i>CVThd</i>	0.6201	1.269
<i>AITHDRss</i>	0.9741	26.47
<i>BITHDRss</i>	1.226	25.36
<i>CITHDRss</i>	0.9184	23.96

# 各主要谐波电流有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2018/01/23 10:59:40.000  
趋势

	最小	最大
AI HG03	0.02244	45.02
BI HG03	0.01282	18.89
CI HG03	0.01371	36.16
AI HG05	0.02368	11.26
BI HG05	0.01316	24.40
CI HG05	0.01807	24.73
AI HG07	0.02663	4.388
BI HG07	0.01297	8.262
CI HG07	0.01802	8.560
AI HG11	0.02135	1.688
BI HG11	0.01292	2.676
CI HG11	0.01478	3.237
AI HG13	0.02182	1.128
BI HG13	0.01130	1.801
CI HG13	0.01506	1.981

## 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. 钢管厂

测试项目(最大值)	北精炼	国标	备注	南精炼	国标	备注
电压总畸变率	1.1%	3%	合格	1.6%	3%	合格
谐波电流总有效值	18A	/	/	70.6A	/	/
3次谐波电流有效值(A)	11	12	较大	37	12	超标
5次谐波电流有效值(A)	6.5	12	合格	15	12	超标
7次谐波电流有效值(A)	3.0	8.8	合格	7.6	8.8	合格
11次谐波电流有效值(A)	1.1	5.6	合格	2.1	5.6	合格
无功功率	-3389	/	倒送	19953	/	/
功率因数	最低-0.45	0.9	较低	平均 0.63	0.9	较低

## 2. 薄板厂

测试项目(最大值)	西精炼	国标	备注
电压总畸变率	1.4%	3%	合格
谐波电流总有效值	26.5A	/	/
3次谐波电流有效值(A)	36	12	超标
5次谐波电流有效值(A)	24	12	超标
7次谐波电流有效值(A)	8	8.8	合格
11次谐波电流有效值(A)	2.6	5.6	合格
13次谐波电流有效值(A)	1.8	/	合格
无功功率	29529	0.9	/
功率因数	0.65	0.9	较低

---

## 二、分析

本次分别测试了钢管厂的北精炼炉、南精炼炉和薄板厂的西精炼炉，从测试的数据来看，精炼炉本身产生的谐波 3 次、5 次较大，尤其 3 次谐波超标严重。

钢管厂：

北精炼炉由于投入了补偿兼滤波装置，谐波治理情况较好，无谐波超标情况，但由于补偿兼滤波装置为固定装置，补偿容量无法跟随负荷的变化而进行调节，故当精炼炉停弧时负荷最小，所需的无功也最小，故补偿装置产生严重的过补情况。

南精炼炉本身容量较大且无补偿兼滤波装置，故 3 次、5 次谐波均超标，且功率因数较低。

薄板厂：

薄板厂的西精炼情况和钢管厂南精炼情况基本一致。

## 第四篇 解决方案

### 1、谐波治理

根据系统测试数据和整个系统的配置情况，目前精炼炉所配置的滤波补偿装置对于谐波治理有一定的效果，但是还无法达到国标范围内，建议对滤波装置进行改造。

由于在现场测试时，滤波装置始终处于投入运行状态，无法查看相关数据，故具体的改造方案建议贵方提供滤波装置的具体参数后通过计算进行改造。

## 2、无功补偿

通过对钢管厂北精炼炉测试后，在断弧期间，系统无功为 0 的情况下，无功补偿装置还持续输出额定容量的无功，导致返送无功较多，约 3400kvar。故，建议在北精炼炉变 35KV 侧安装 1 套容量为 3500kvar 的磁控电抗器，和原来的滤波补偿装置组成一套 MSVC 滤波兼无功补偿装置（如图 2），整套无功补偿装置可实现 0~3400kvar 连续可调。其它炉变的方案同北精炼炉，只需滤波补偿装置的容量和磁控电抗器（MCR）按相同容量配置即可。

原理：MCR 型 SVC—基于磁控电抗器(MCR)技术的静止型动态无功补偿装置。由补偿（滤波）支路和磁控电抗器（简称 MCR）并联支路组成。装置利用直流励磁原理，采用小截面磁饱和技术，通过调节磁控电抗器的磁饱和度，改变其输出的感性无功功率，中和电容器组的容性无功功率，实现无功功率的连续可调（补偿效果如图 1）。

图 1 磁控式动态无功补偿装置效果图

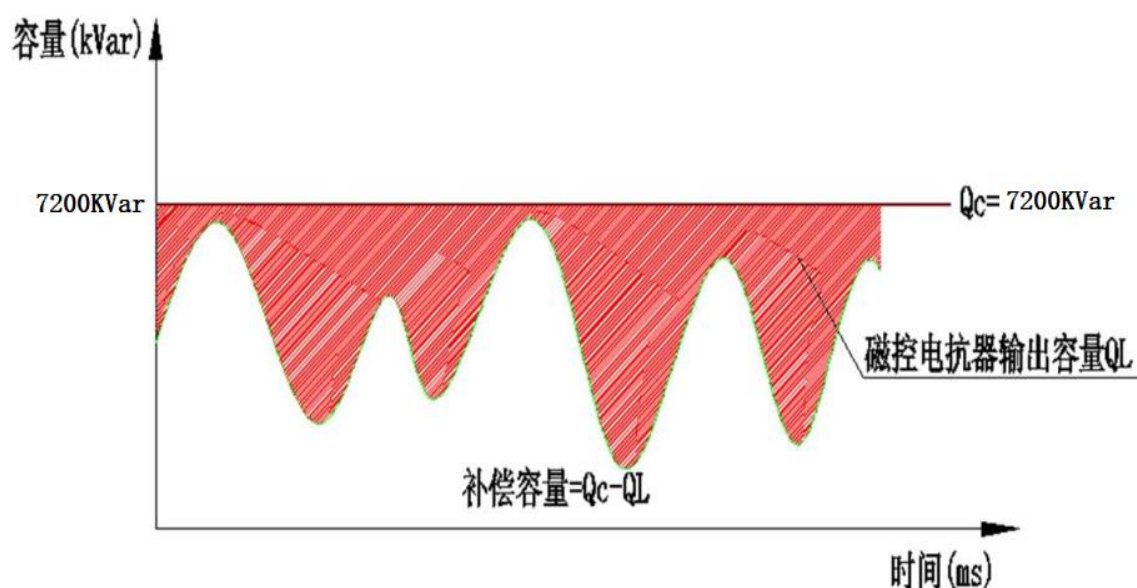
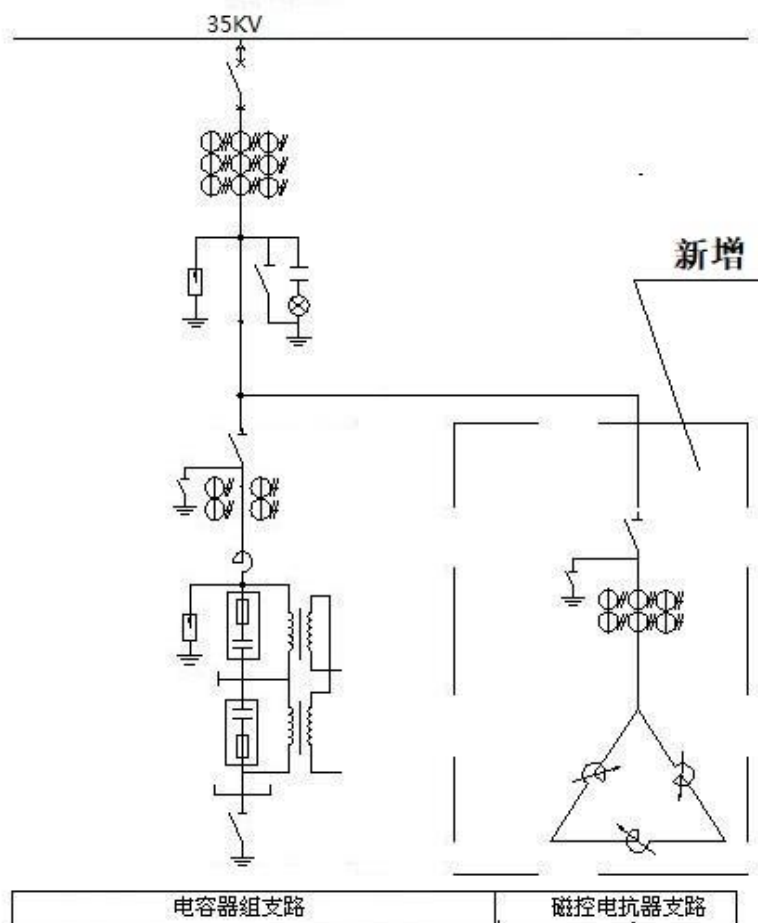


图2 磁控式动态无功补偿装置改造一次图



综上所述，炉变通过滤波补偿装置的改造，即有效的解决了系统谐波超标的问题，又能实现无功实时补偿，不出现无功倒送的问题，有利于系统安全稳定的运行。

杭州银湖电气设备有限公司

2018.1