
内蒙古中环光伏材料有限公司

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 六月

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：中环光伏二期直拉东配电室 | 3 |
| 2. 测试点：中环光伏二期坭塌配电室 913 变 | 14 |
| 第三篇 测试结果分析 | 20 |
| 一、测试结果: | 21 |
| 二、分析 | 22 |
| 第四篇 解决方案 | 22 |
| 附：913 坭塌变电容器投入后数据 | 23 |

第一篇 系统概述

内蒙古中环光伏材料有限公司（以下简称中环光伏）低压系统测试点概况如下：

①. 直拉车间车间共测试 2 台变压器，变压器容量均为 2500KVA，变压器 10/0.4kV。

现已在 2500kVA 变压器的 0.4kV 侧装设 1 套补偿装置（1 主 1 辅，共 2 台柜子，每台柜子额定容量为 250kVar，每组 50kVar，共 10 组，电容器额定电压 440V,串联电抗器电抗率 7%）。

原有的补偿柜单台尺寸为：(W*D*H) 800*1200*2200mm

0.4kV 系统中负载为国产的直拉炉，正常运行时 2 台补偿柜均未投入。

②. 坩埚车间共测试 1 台变压器，变压器容量均为 2500KVA，变压器 10/0.4kV。

现已在 2500kVA 变压器的 0.4kV 侧装设 1 套补偿兼滤波装置（1 主 3 辅，共 4 台柜子，设 3 次、5 次、7 次、11 次四个支路，每个支路安装容量为 400kvar）。

原有的补偿柜单台尺寸为：(W*D*H) 1000*1000*2200mm

0.4kV 系统中负载为国产的电弧炉，正常运行时 4 台补偿柜均投入。

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：中环光伏二期直拉东配电室

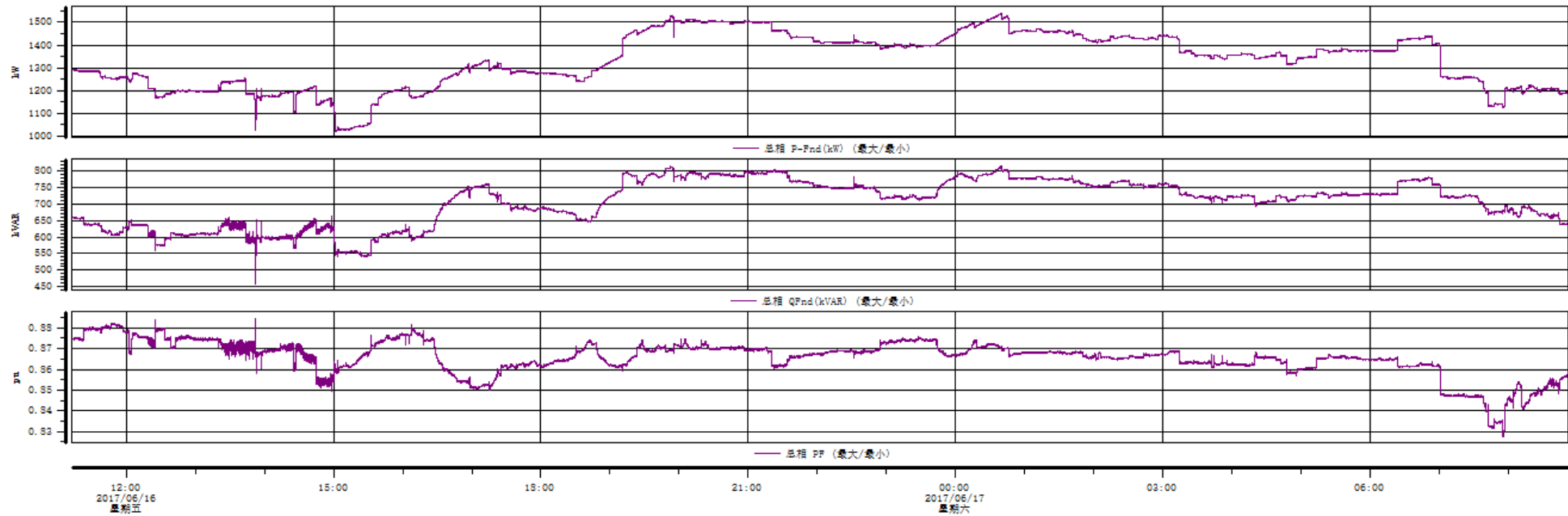
- ① 测试时间：2017年6月16日 11:13:42-----2017年6月17日 8:51:50
- ② 额定电压：0.4kV
- ③ 取样间隔：1S
- ④ 测试仪器：德国高美 MW30HA017 型电能质量测试仪
- ⑤ 工况说明：测试时，无功补偿均切除。

a、F2-LVSB-03(17)-01 测试数据分析变化曲线图:

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.02 HASP : 1691145255 (640CD427h)

趋势图



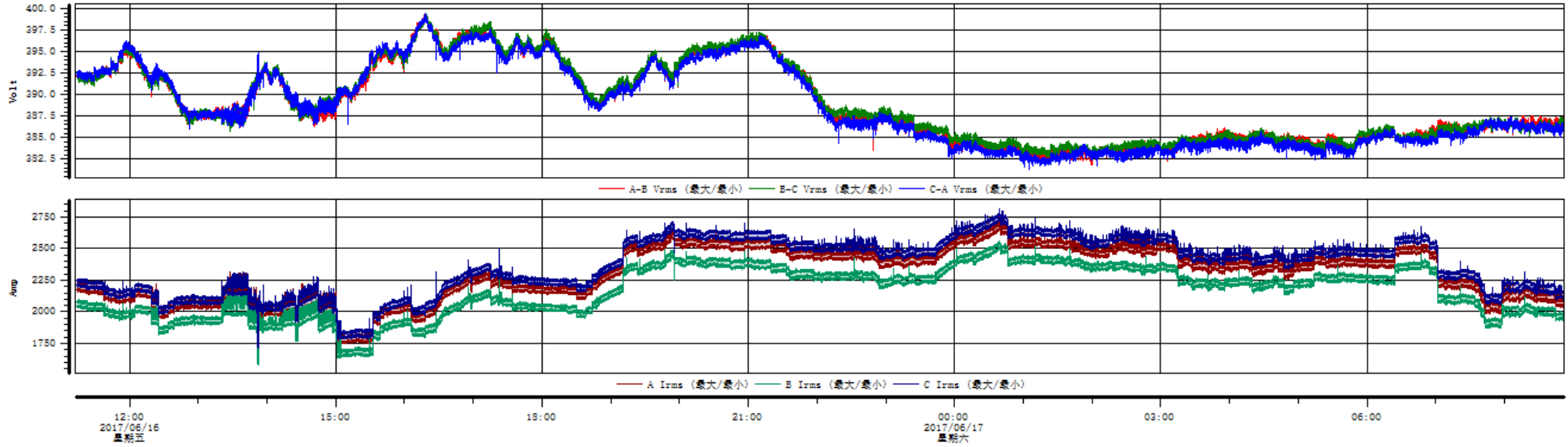
事件 #1 在 2017/06/16 10:56:54.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 1021 | 1539 |
| 总相QFnd (kVAR) | 457.1 | 815.8 |
| 总相PF | 0.8274 | 0.8845 |

三相电压和电流

趋势图

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)



事件 #1 在 2017/06/16 10:56:54.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------|-------|-------|
| A-BVrms | 381.6 | 399.5 |
| B-CVrms | 382.4 | 399.4 |
| C-AVrms | 381.2 | 399.5 |
| AIrms | 1689 | 2761 |
| BIrms | 1576 | 2563 |
| CIrms | 1711 | 2819 |

三相总谐波电流有效值及总电压畸变率

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)

趋势图



事件 #1 在 2017/06/16 10:56:54.000
趋势

| | 最小 | 最大 | 95% |
|-----------------|-------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 7.423 | 9.969 | 9.683 |
| <i>BVThd</i> | 7.817 | 10.50 | 10.10 |
| <i>CVThd</i> | 7.603 | 13.03 | 9.959 |
| <i>AITHDRss</i> | 222.3 | 394.2 | 370.3 |
| <i>BITHDRss</i> | 225.5 | 389.7 | 365.2 |
| <i>CITHDRss</i> | 221.9 | 369.3 | 346.3 |

各次谐波电流报表

标准: GB/T 14549-1993

电压标称值: 0.38kV 公共连接点最小短路容量: 10MVA

变电所名称: 中环光伏直拉东配电室

监测线路或母线名称、编号: F2-LVSB-03(17)-01

测量采样总次数: 2598

A 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 13.697 | 47.315 | 21.694 | 28.717 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 0.805 | 53.915 | 33.051 | 50.302 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 4.155 | 29.100 | 9.308 | 17.170 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 148.997 | 291.691 | 218.864 | 273.148 | 72.17 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.879 | 6.522 | 3.582 | 5.409 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 35.837 | 172.421 | 99.831 | 143.719 | 50.12 | 2504 | 3.6 | 失败 |
| H08 | 1.768 | 11.178 | 4.882 | 6.474 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H09 | 0.459 | 19.151 | 13.030 | 17.490 | 23.00 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H10 | 0.000 | 8.796 | 3.294 | 5.509 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 2.748 | 161.850 | 68.748 | 134.843 | 30.98 | 2176 | 16.2 | 失败 |
| H12 | 0.468 | 5.219 | 2.527 | 3.989 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 70.045 | 155.369 | 112.446 | 136.037 | 26.42 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.191 | 11.085 | 4.555 | 8.726 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 2.705 | 37.130 | 22.596 | 31.163 | 13.15 | 2409 | 7.3 | 失败 |
| H16 | 0.191 | 10.610 | 3.621 | 6.431 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 41.089 | 174.644 | 125.640 | 160.495 | 19.72 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H18 | 0.270 | 3.501 | 1.642 | 2.413 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 0.682 | 69.253 | 31.755 | 57.801 | 17.53 | 2122 | 18.3 | 失败 |

B 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 12.641 | 40.325 | 20.782 | 27.170 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 4.926 | 31.942 | 17.267 | 25.837 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 7.578 | 21.314 | 12.034 | 15.488 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 150.270 | 295.088 | 230.227 | 273.646 | 72.17 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.303 | 6.739 | 3.468 | 5.243 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 33.193 | 165.695 | 98.856 | 139.811 | 50.12 | 2524 | 2.8 | 失败 |
| H08 | 0.152 | 6.515 | 2.048 | 4.353 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |

| | | | | | | | | |
|-----|--------|---------|---------|---------|-------|------|-------|----|
| H09 | 1.654 | 26.397 | 17.109 | 24.377 | 23.00 | 540 | 79.2 | 失败 |
| H10 | 0.583 | 7.644 | 2.966 | 4.157 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 2.734 | 128.636 | 56.574 | 110.166 | 30.98 | 1843 | 29.1 | 失败 |
| H12 | 0.547 | 4.952 | 2.277 | 3.666 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 55.173 | 149.621 | 111.665 | 131.242 | 26.42 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.352 | 10.016 | 3.542 | 6.044 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 0.602 | 28.341 | 12.622 | 21.150 | 13.15 | 1442 | 44.5 | 失败 |
| H16 | 0.516 | 6.608 | 3.218 | 5.485 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 33.067 | 192.431 | 125.503 | 162.601 | 19.72 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H18 | 0.303 | 4.196 | 1.682 | 2.960 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 0.958 | 75.028 | 35.448 | 62.986 | 17.53 | 2284 | 12.1 | 失败 |

C 相

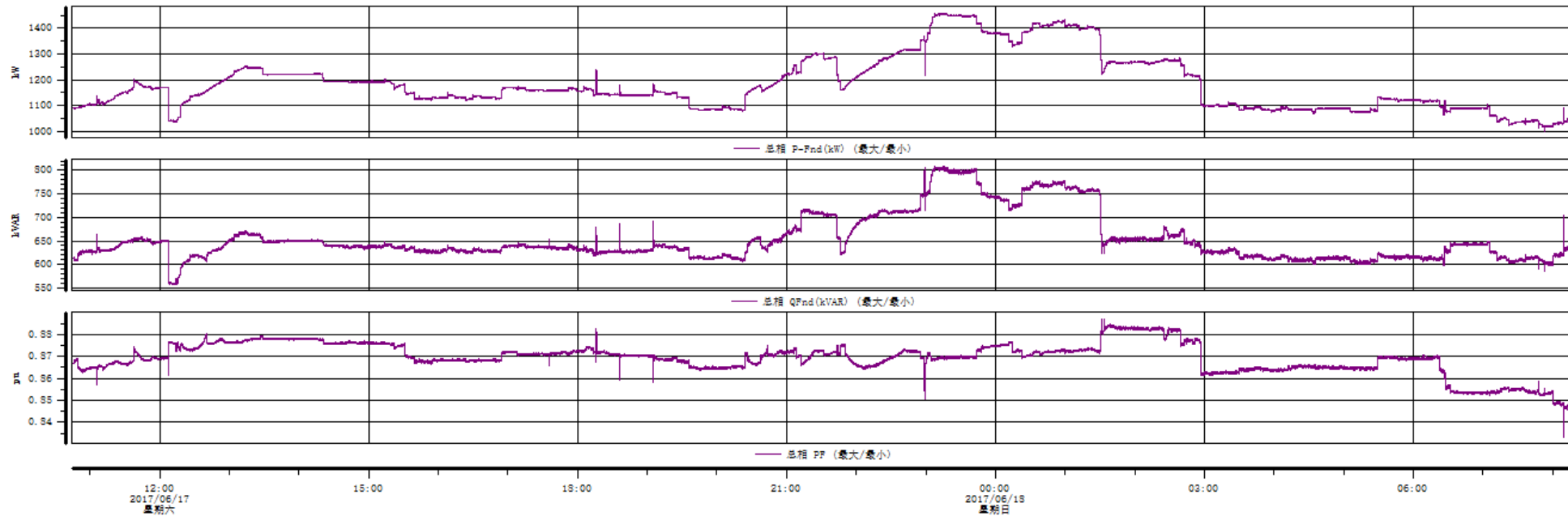
| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 13.434 | 44.383 | 23.287 | 30.544 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 0.489 | 34.395 | 17.175 | 31.993 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 8.394 | 28.040 | 14.038 | 19.036 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 137.882 | 286.869 | 221.046 | 268.540 | 72.17 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.000 | 6.044 | 1.539 | 3.664 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 42.397 | 177.014 | 116.062 | 155.023 | 50.12 | 2590 | 0.3 | 失败 |
| H08 | 0.871 | 10.686 | 5.419 | 8.238 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H09 | 0.733 | 16.780 | 7.486 | 12.347 | 23.00 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H10 | 0.000 | 9.487 | 2.884 | 6.213 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 3.013 | 120.372 | 49.920 | 99.908 | 30.98 | 1733 | 33.3 | 失败 |
| H12 | 0.136 | 4.222 | 1.653 | 2.709 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 55.970 | 188.308 | 125.590 | 160.675 | 26.42 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.359 | 10.530 | 4.365 | 8.028 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 0.678 | 31.281 | 18.501 | 25.675 | 13.15 | 2202 | 15.2 | 失败 |
| H16 | 0.303 | 13.561 | 5.161 | 9.537 | 10.63 | 65 | 97.5 | 通过 |
| H17 | 30.709 | 140.340 | 89.872 | 118.366 | 19.72 | 2598 | 0.0 | 失败 |
| H18 | 0.000 | 4.339 | 1.919 | 3.279 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 2.825 | 62.453 | 28.283 | 50.241 | 17.53 | 2076 | 20.1 | 失败 |

b、F2-LVSB-03(22)-01 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



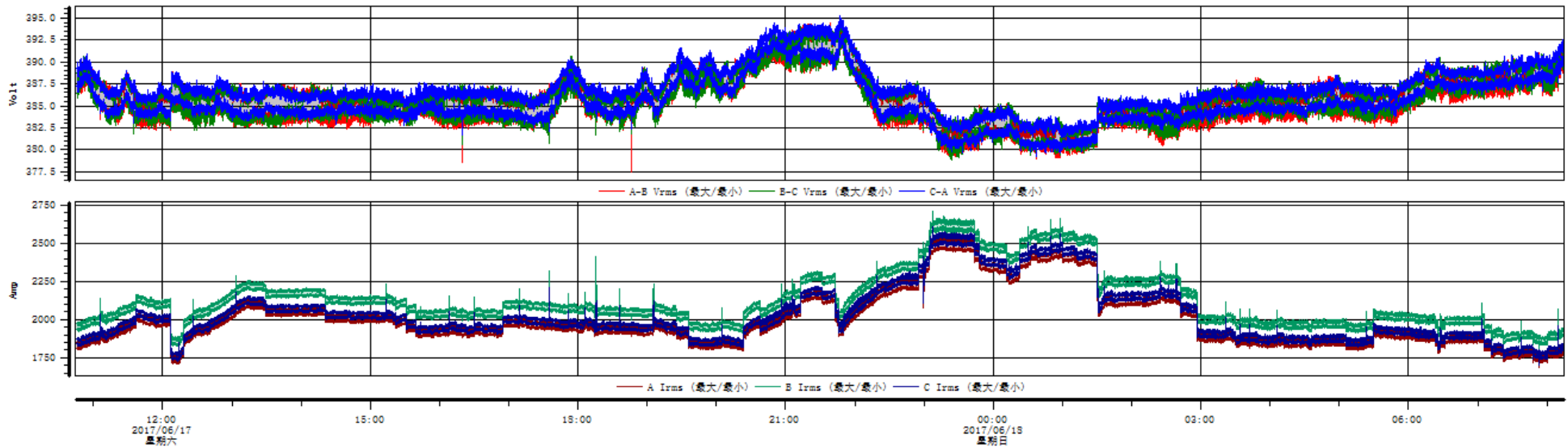
事件 #1 在 2017/06/17 10:37:23.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 999.4 | 1457 |
| 总相QFnd (kVAR) | 557.4 | 808.8 |
| 总相PF | 0.8332 | 0.8870 |

三相电压及电流

Dran-View 6.15.02 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



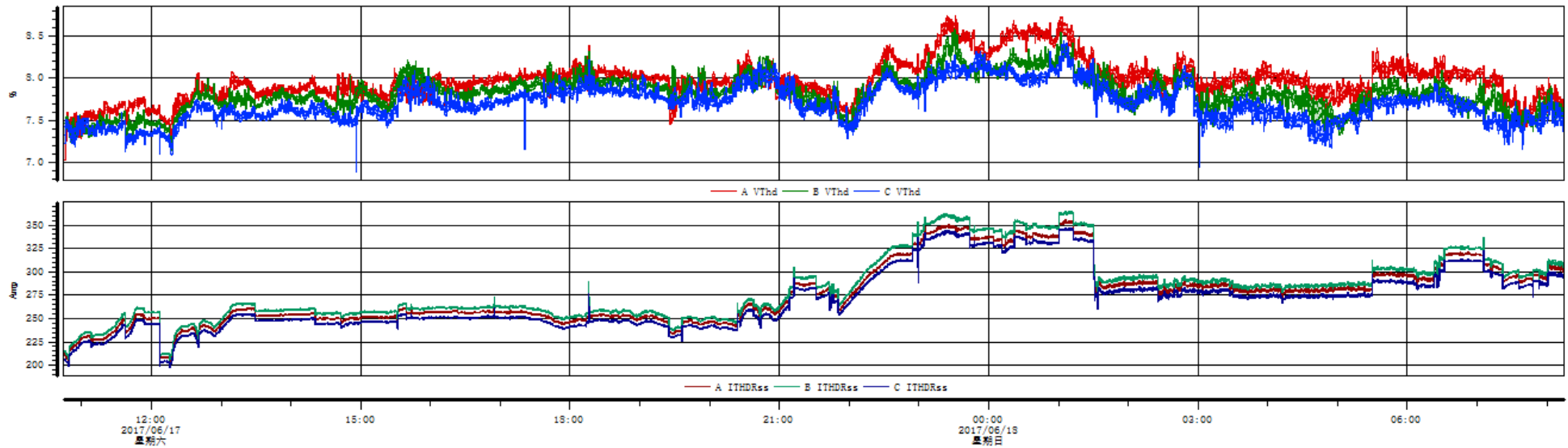
事件 #1 在 2017/06/17 10:37:23.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|----------------|-------|-------|
| <i>A-BVrms</i> | 377.4 | 394.5 |
| <i>B-CVrms</i> | 378.9 | 394.3 |
| <i>C-AVrms</i> | 379.3 | 395.3 |
| <i>AIrms</i> | 1682 | 2567 |
| <i>BIrms</i> | 1797 | 2713 |
| <i>CIrms</i> | 1702 | 2606 |

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 2017/06/17 10:37:23.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|-----------------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 7.033 | 8.748 |
| <i>BVThd</i> | 7.149 | 8.587 |
| <i>CVThd</i> | 6.883 | 8.444 |
| <i>AITHDRss</i> | 201.9 | 355.2 |
| <i>BITHDRss</i> | 205.5 | 365.2 |
| <i>CITHDRss</i> | 197.2 | 347.1 |

各次谐波电流报表

测量开始 2017/06/17 09:42:32.0 至 2017/06/18 08:34:10.0

标准: GB/T 14549-1993

电压标称值: 0.38kV 公共连接点最小短路容量: 10MVA

测量采样总次数: 2612

A 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 3.134 | 14.446 | 5.493 | 7.535 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 7.045 | 15.582 | 10.149 | 12.172 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 0.358 | 3.562 | 1.134 | 1.809 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 165.729 | 335.091 | 241.408 | 318.490 | 72.17 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.666 | 3.255 | 1.461 | 1.848 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 66.420 | 126.880 | 101.718 | 125.072 | 50.12 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H08 | 0.351 | 1.814 | 0.833 | 1.188 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H09 | 0.351 | 4.148 | 1.942 | 2.982 | 23.00 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H10 | 0.270 | 1.884 | 0.700 | 1.073 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 1.505 | 67.466 | 35.703 | 54.029 | 30.98 | 1648 | 36.9 | 失败 |
| H12 | 0.357 | 2.350 | 0.824 | 1.135 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 25.794 | 74.315 | 51.916 | 66.817 | 26.42 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.338 | 1.489 | 0.727 | 0.989 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 0.370 | 3.763 | 1.872 | 2.772 | 13.15 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H16 | 0.270 | 1.726 | 0.578 | 0.828 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 11.484 | 56.990 | 35.611 | 52.333 | 19.72 | 2483 | 4.9 | 失败 |
| H18 | 0.310 | 2.315 | 0.720 | 0.990 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 13.397 | 38.396 | 24.720 | 34.074 | 17.53 | 2501 | 4.2 | 失败 |

B 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 1.813 | 16.125 | 2.755 | 3.434 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 8.805 | 16.861 | 11.990 | 15.170 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 0.746 | 3.720 | 1.668 | 2.189 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 167.913 | 343.326 | 245.645 | 326.813 | 72.17 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.288 | 3.467 | 0.968 | 1.539 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 68.897 | 129.694 | 104.298 | 127.599 | 50.12 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H08 | 0.000 | 2.660 | 0.530 | 0.937 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |

| | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|----|
| H09 | 0.244 | 2.994 | 1.105 | 1.999 | 23.00 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H10 | 0.000 | 1.809 | 0.711 | 1.045 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 3.087 | 70.001 | 36.184 | 56.352 | 30.98 | 1648 | 36.9 | 失败 |
| H12 | 0.214 | 1.834 | 0.677 | 0.981 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 28.534 | 79.025 | 55.497 | 70.682 | 26.42 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.000 | 1.059 | 0.475 | 0.631 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 0.203 | 2.383 | 0.981 | 1.705 | 13.15 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H16 | 0.000 | 1.422 | 0.458 | 0.658 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 10.717 | 58.061 | 35.648 | 52.926 | 19.72 | 2472 | 5.4 | 失败 |
| H18 | 0.000 | 1.428 | 0.516 | 0.795 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 14.418 | 41.948 | 26.781 | 36.730 | 17.53 | 2566 | 1.8 | 失败 |

C 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 0.563 | 13.445 | 1.461 | 2.371 | 85.44 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H03 | 2.934 | 8.241 | 5.129 | 7.016 | 73.18 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H04 | 1.352 | 3.932 | 2.054 | 2.459 | 42.72 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H05 | 161.508 | 326.979 | 235.403 | 311.337 | 72.17 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.192 | 3.074 | 0.911 | 1.331 | 28.48 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H07 | 64.679 | 125.477 | 100.212 | 123.007 | 50.12 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H08 | 0.000 | 2.337 | 0.758 | 0.994 | 20.81 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H09 | 0.752 | 4.737 | 2.400 | 3.402 | 23.00 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H10 | 0.000 | 2.236 | 0.704 | 1.039 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H11 | 1.388 | 67.372 | 35.236 | 53.906 | 30.98 | 1623 | 37.9 | 失败 |
| H12 | 0.000 | 1.849 | 0.644 | 1.047 | 14.24 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H13 | 27.060 | 77.365 | 53.870 | 69.021 | 26.42 | 2612 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 0.000 | 1.286 | 0.603 | 0.823 | 12.05 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H15 | 0.332 | 2.939 | 1.296 | 1.971 | 13.15 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H16 | 0.000 | 1.228 | 0.550 | 0.723 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 10.079 | 54.077 | 33.776 | 50.012 | 19.72 | 2449 | 6.2 | 失败 |
| H18 | 0.000 | 1.491 | 0.598 | 0.861 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 13.491 | 39.263 | 25.325 | 34.733 | 17.53 | 2515 | 3.7 | 失败 |

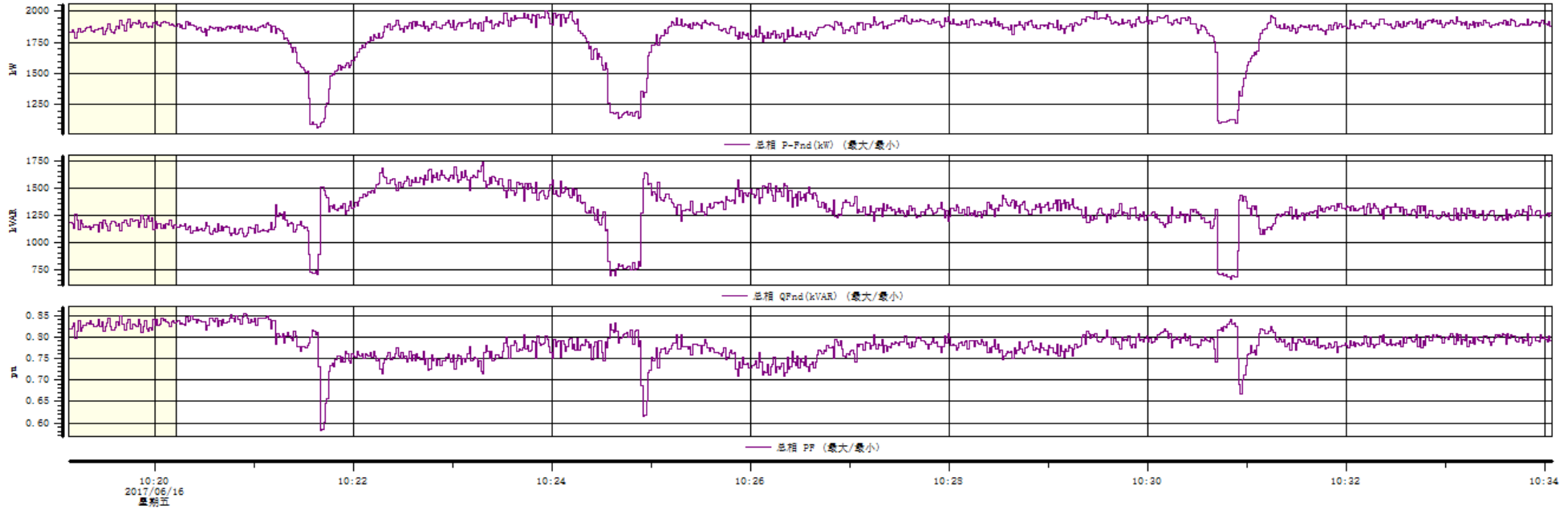
2. 测试点：中环光伏二期坭埗配电室 913 变

- ① 测试时间：2017 年 6 月 16 日 10:19:08-----2017 年 6 月 16 日 10:34:04
- 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。

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691148255 (64CCD427h)

趋势图



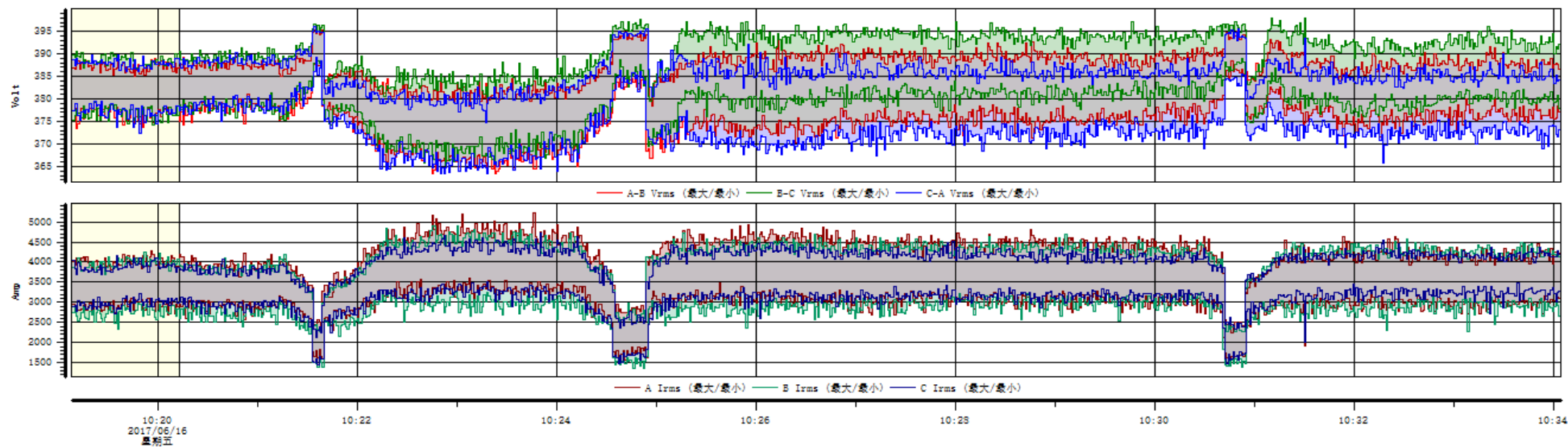
事件 #1 在 2017/06/16 10:16:54.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|--------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 1063 | 2005 |
| 总相QFnd (kVAR) | 657.4 | 1736 |
| 总相PF | 0.5821 | 0.8548 |

三相电压及电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



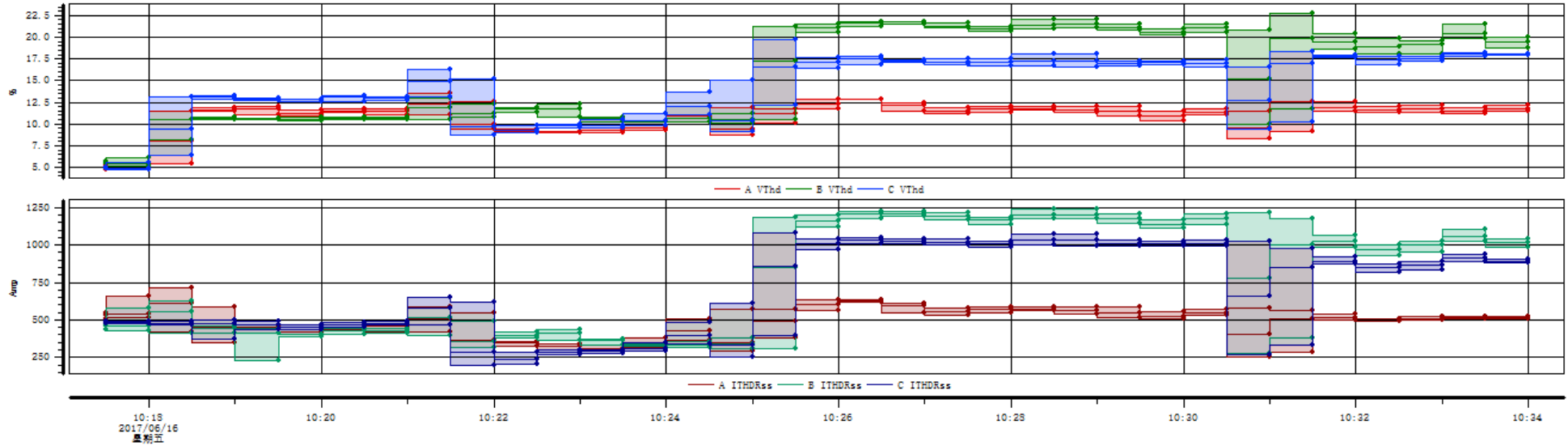
事件 #1 在 2017/06/16 10:16:54.000 趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------|-------|-------|
| A-BVrms | 363.3 | 395.3 |
| B-CVrms | 365.1 | 398.0 |
| C-AVrms | 363.4 | 396.0 |
| AIrms | 1566 | 5237 |
| BIrms | 1346 | 4911 |
| CIrms | 1457 | 4737 |

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 2017/06/16 10:16:54.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|-----------------|-------|-------|
| <i>AVThd</i> | 4.681 | 13.52 |
| <i>BVThd</i> | 5.183 | 22.80 |
| <i>CVThd</i> | 4.739 | 19.72 |
| <i>AITHDRss</i> | 253.8 | 717.5 |
| <i>BITHDRss</i> | 231.7 | 1243 |
| <i>CITHDRss</i> | 193.6 | 1083 |

各次谐波电流报表

标准：GB/T 14549-1993

电压标称值：0.38kV 公共连接点最小短路容量：10MVA

变电所名称：中环光伏坭坭车间 监测线路或母线名称、编号：913 坭坭变压器

测量采样总次数：31

A 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 54.692 | 152.012 | 105.195 | 129.374 | 85.44 | 27 | 12.9 | 失败 |
| H03 | 41.198 | 144.342 | 73.977 | 83.240 | 73.18 | 28 | 9.7 | 失败 |
| H04 | 31.974 | 100.728 | 64.646 | 83.600 | 42.72 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H05 | 25.958 | 218.083 | 115.810 | 208.406 | 72.17 | 20 | 35.5 | 失败 |
| H06 | 15.064 | 159.462 | 70.516 | 126.828 | 28.48 | 30 | 3.2 | 失败 |
| H07 | 69.087 | 565.439 | 367.628 | 529.702 | 50.12 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H08 | 17.842 | 248.578 | 76.189 | 175.173 | 20.81 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H09 | 16.185 | 114.697 | 49.487 | 72.032 | 23.00 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H10 | 6.342 | 61.464 | 26.860 | 51.184 | 17.53 | 22 | 29.0 | 失败 |
| H11 | 87.076 | 292.582 | 127.998 | 262.745 | 30.98 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H12 | 4.693 | 70.143 | 25.828 | 49.291 | 14.24 | 30 | 3.2 | 失败 |
| H13 | 41.799 | 91.430 | 61.506 | 83.224 | 26.42 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 3.030 | 19.420 | 9.589 | 15.604 | 12.05 | 10 | 67.7 | 失败 |
| H15 | 3.659 | 18.449 | 9.136 | 13.938 | 13.15 | 3 | 90.3 | 失败 |
| H16 | 2.427 | 11.744 | 6.430 | 8.908 | 10.63 | 3 | 90.3 | 通过 |
| H17 | 18.991 | 28.403 | 23.542 | 26.763 | 19.72 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H18 | 2.515 | 13.045 | 6.110 | 10.815 | 9.42 | 7 | 77.4 | 失败 |
| H19 | 2.251 | 9.219 | 4.385 | 6.696 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |

B 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 55.491 | 166.606 | 108.423 | 143.498 | 85.44 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H03 | 39.046 | 154.985 | 106.926 | 141.087 | 73.18 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H04 | 25.028 | 98.311 | 62.470 | 83.866 | 42.72 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H05 | 20.697 | 200.479 | 112.242 | 186.101 | 72.17 | 19 | 38.7 | 失败 |
| H06 | 10.972 | 167.733 | 57.522 | 126.627 | 28.48 | 28 | 9.7 | 失败 |
| H07 | 48.169 | 1198.163 | 670.165 | 1166.320 | 50.12 | 31 | 0.0 | 失败 |

| | | | | | | | | |
|-----|--------|---------|---------|---------|-------|----|-------|----|
| H08 | 12.881 | 253.336 | 91.355 | 197.469 | 20.81 | 30 | 3.2 | 失败 |
| H09 | 16.417 | 165.253 | 66.350 | 137.542 | 23.00 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H10 | 11.724 | 72.090 | 34.637 | 62.208 | 17.53 | 28 | 9.7 | 失败 |
| H11 | 62.618 | 344.455 | 141.571 | 313.689 | 30.98 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H12 | 9.470 | 71.048 | 28.159 | 55.459 | 14.24 | 29 | 6.5 | 失败 |
| H13 | 38.617 | 173.619 | 73.350 | 129.217 | 26.42 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 5.511 | 17.965 | 9.713 | 15.204 | 12.05 | 9 | 71.0 | 失败 |
| H15 | 6.401 | 27.269 | 16.428 | 22.688 | 13.15 | 29 | 6.5 | 失败 |
| H16 | 2.943 | 11.341 | 6.054 | 8.661 | 10.63 | 2 | 93.5 | 通过 |
| H17 | 12.807 | 30.037 | 21.509 | 26.745 | 19.72 | 21 | 32.3 | 失败 |
| H18 | 2.538 | 21.325 | 9.401 | 18.230 | 9.42 | 16 | 48.4 | 失败 |
| H19 | 3.068 | 9.223 | 5.384 | 6.613 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |

C 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 42.857 | 168.518 | 112.923 | 131.503 | 85.44 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H03 | 40.507 | 182.055 | 73.208 | 88.756 | 73.18 | 22 | 29.0 | 失败 |
| H04 | 28.436 | 67.276 | 49.452 | 59.535 | 42.72 | 26 | 16.1 | 失败 |
| H05 | 22.525 | 235.961 | 126.469 | 223.815 | 72.17 | 19 | 38.7 | 失败 |
| H06 | 12.508 | 187.359 | 69.110 | 139.162 | 28.48 | 27 | 12.9 | 失败 |
| H07 | 47.881 | 1026.005 | 625.113 | 976.847 | 50.12 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H08 | 15.745 | 142.799 | 66.170 | 118.589 | 20.81 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H09 | 14.969 | 117.245 | 63.822 | 106.016 | 23.00 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H10 | 16.513 | 54.449 | 33.020 | 45.033 | 17.53 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H11 | 31.195 | 188.660 | 96.045 | 170.716 | 30.98 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H12 | 5.820 | 33.121 | 15.120 | 25.903 | 14.24 | 21 | 32.3 | 失败 |
| H13 | 35.301 | 159.426 | 60.914 | 117.934 | 26.42 | 31 | 0.0 | 失败 |
| H14 | 3.870 | 20.064 | 11.366 | 16.575 | 12.05 | 19 | 38.7 | 失败 |
| H15 | 2.613 | 29.682 | 14.783 | 26.294 | 13.15 | 19 | 38.7 | 失败 |
| H16 | 2.148 | 9.580 | 5.216 | 7.942 | 10.63 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H17 | 4.281 | 24.381 | 15.704 | 21.727 | 19.72 | 16 | 48.4 | 失败 |
| H18 | 1.481 | 9.026 | 4.940 | 7.195 | 9.42 | 0 | 100.0 | 通过 |
| H19 | 2.092 | 7.667 | 4.754 | 6.542 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |

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) | 963-1-K | 国标 | 备注 | | 984-3-Y | 国标 | 备注 | |
|-----------|----------|-----|------|--|---------|-----|------|--|
| 基波电流 | 2761A | / | / | | 2713A | / | / | |
| 自然功率因数 | 0.88 | 0.9 | 超标 | | 0.88 | 0.9 | 超标 | |
| 电压总畸变率 | 10% | 5% | 超标 | | 8.7% | 5% | 超标 | |
| 谐波电流总有效值 | 370A | / | / | | 355A | / | / | |
| 3次谐波 | 50A | 62A | 较大 | | 12A | 62A | 合格 | |
| 5次谐波 | 273A | 62A | 严重超标 | | 326A | 62A | 严重超标 | |
| 7次谐波 | 155A | 44A | 严重超标 | | 125A | 44A | 严重超标 | |
| 11次谐波 | 134A | 28A | 严重超标 | | 56A | 28A | 超标 | |
| 13次谐波 | 131A | 24A | 严重超标 | | 70A | 24A | 超标 | |
| 测试项目(最大值) | 坍塌 913 变 | 国标 | 备注 | | | | | |
| 基波电流 | 4911A | / | / | | | | | |
| 自然功率因数 | 0.85 | 0.9 | 超标 | | | | | |
| 电压总畸变率 | 22% | 5% | 严重超标 | | | | | |
| 谐波电流总有效值 | 811A | / | / | | | | | |
| 3次谐波 | 88A | 62A | 超标 | | | | | |
| 5次谐波 | 223A | 62A | 严重超标 | | | | | |
| 7次谐波 | 629A | 44A | 严重超标 | | | | | |
| 11次谐波 | 313A | 28A | 严重超标 | | | | | |
| 13次谐波 | 129A | 24A | 严重超标 | | | | | |

二、分析

本次测试了中环光伏的具有代表性的负荷，直拉车间和坩埚车间谐波含量非常严重。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电弧炉装置，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。

直拉车间和坩埚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 系统谐波含量较大，功率因数不高。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缆过热，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。

功率因数较低导致了设备利用率不高，电压波动大，供电部门会收取惩罚性电费等缺点。

二、解决方案

1、谐波治理：

从测试结果来看，谐波超标严重，谐波复杂，3~13 次谐波均超标或较大。则使用普通的 LC 无源滤波装置无法消除这么庞大的谐波分量，只能使用 YAPF 型有源滤波装置。

在 0.4KV 母线侧安装一套 APF 型有源滤波装置，可有效的滤除 2~50 次谐波分量，安装容量按 30%的裕度考虑，测试的谐波电流总有效值为：

963-1-K：370A 左右，故 APF 的安装容量按 450A 考虑。

984-3-Y：355A 左右，故 APF 的安装容量按 450A 考虑。

坨塌 913 变：811A 左右，故 APF 的安装容量按 1000A 考虑。

工作原理：

YAPF 是一个三相输出灵活的受控电流源，通过控制装置交流侧输出的电流，向电网中注入一个与系统谐波电流大小相等、方向相反的补偿电流，就可以达到消除谐波电流，使电网侧电流成为正弦的目的。

2、无功补偿装置：

(1) 963-1-K：

如第二篇的测试数据，功率因数最大值为 0.88，功率因数很低，严重影响变压器的供电电压。建议在炉变低压侧安装无功补偿装置，进行功率因数的改善。目标功率因数按 0.93 考虑。

在补偿数据中选取一点 22:30:00 作为计算参数，此时的有功功率为 1411KW，无功功率为 746kvar，实时功率因数约为 0.87。

补偿容量：

$$Q_C = P \times k = 1411 \times 0.172 \approx 243k \text{ var}$$

P.....选取点的有功功率；

k.....从自然功率因数 0.87 达到目标功率因数 0.93 的补偿系数，查表的为 0.172；

将此值带入验算，在测试的时间段内，均能使功率因数达到 0.90 以上。

设计电容器的额定电压为 0.48KV，串联 7%的电抗器，则，安装容量为：

$$Q_{\text{安}} = Q_c \times \frac{U_c^2}{U_n^2} \times (1 - 7\%) = 243 \times \frac{0.48^2}{0.4^2} \times 0.93 \approx 325k \text{ var}$$

(2) 984-3-Y：

在补偿数据中选取一点 23:30:00 作为计算参数，此时的有功功率为 1450KW，无功功率为 794kvar，实时功率因数约为 0.87。

补偿容量：

$$Q_C = P \times k = 1450 \times 0.172 \approx 250k \text{ var}$$

P.....选取点的有功功率；

k.....从自然功率因数 0.87 达到目标功率因数 0.93 的补偿系数，查表的为 0.172；

将此值带入验算，在测试的时间段内，均能使功率因数达到 0.90 以上。

设计电容器的额定电压为 0.48KV，串联 7%的电抗器，则，安装容量为：

$$Q_{\text{安}} = Q_c \times \frac{U_c^2}{U_n^2} \times (1 - 7\%) = 250 \times \frac{0.48^2}{0.4^2} \times 0.93 \approx 335 \text{ k var}$$

(3) 坨塌 913 变：

在补偿数据中选取一点 10:26:00 作为计算参数，此时的有功功率为 1773KW，无功功率为 1456kvar，实时功率因数约为 0.73。

补偿容量：

$$Q_c = P \times k = 1773 \times 0.541 \approx 960 \text{ k var}$$

P.....选取点的有功功率；

k.....从自然功率因数 0.87 达到目标功率因数 0.93 的补偿系数，查表的为 0.541；

将此值带入验算，在测试的时间段内，均能使功率因数达到 0.90 以上。

设计电容器的额定电压为 0.48KV，串联 7%的电抗器，则，安装容量为：

$$Q_{\text{安}} = Q_c \times \frac{U_c^2}{U_n^2} \times (1 - 7\%) = 960 \times \frac{0.48^2}{0.4^2} \times 0.93 \approx 1200 \text{ k var}$$

综上所述，各段的无功补偿装置安装容量如下：

963-1-K：325kvar，取整，安装容量按 360kvar 考虑。

984-3-Y：335kvar，取整，安装容量按 360kvar 考虑。

坨塌 913 变：1200kvar，安装容量按 1200kvar 考虑。

本次无功补偿装置采用晶闸管投切型无功补偿装置，优点有以下几点：

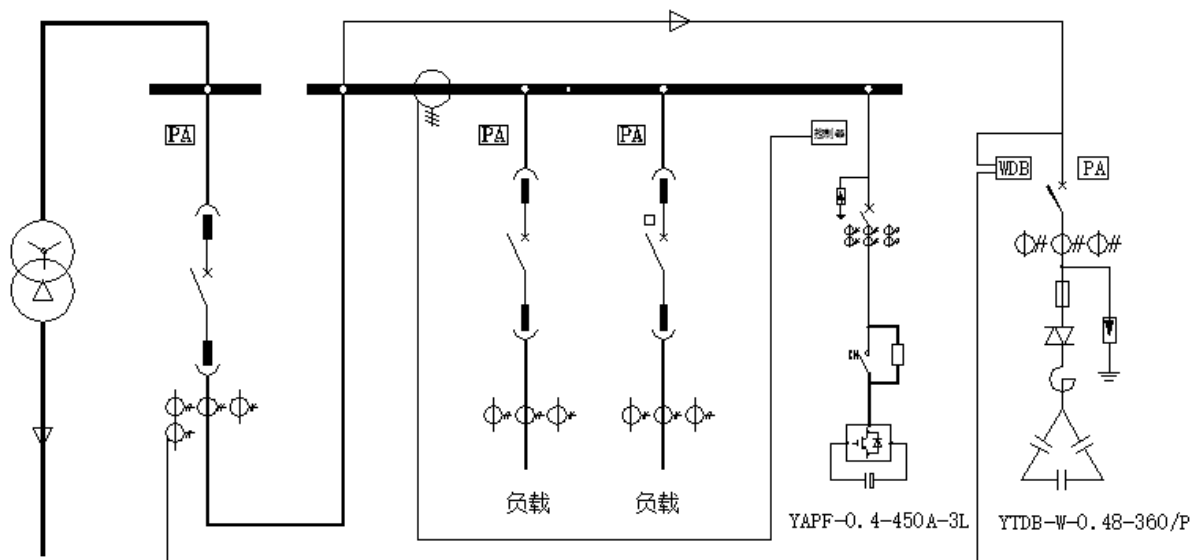
1、等电位过零技术，实现电压过零时导通、电流为零时切除，确保投入无冲击涌流、切除无过电压。

2、预判断功能，优化投切。

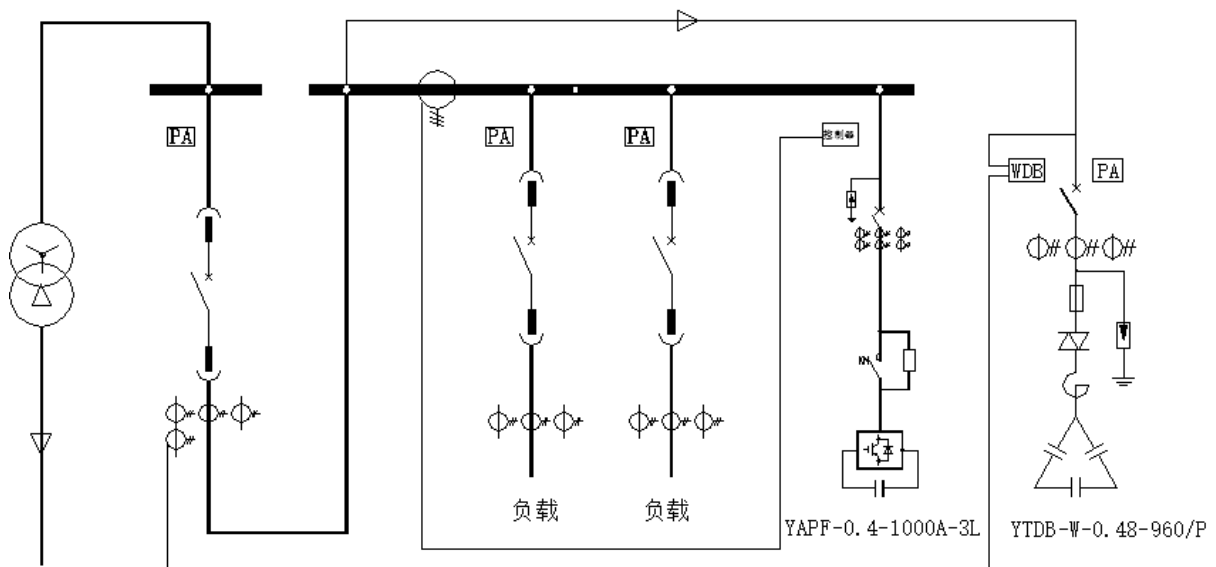
3、使用寿命达 10 万小时以上，免维护，投切时间小于 20ms。

4、元件布局合理、结构设计紧凑；接线、安装方便，调试简单。

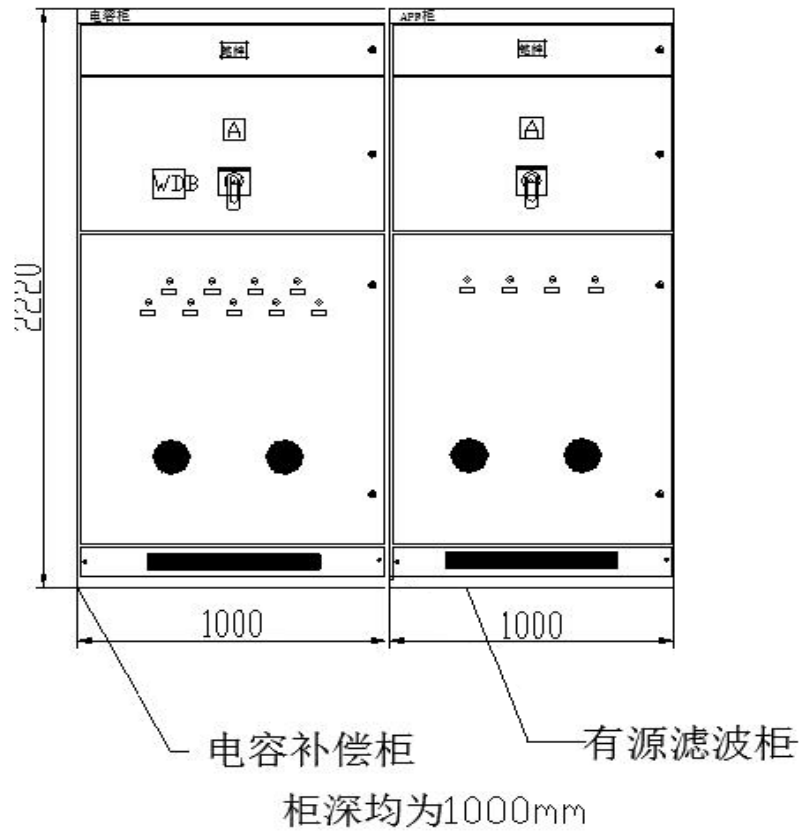
963-1-K , 984-3-Y 变补偿兼滤波一次系统图



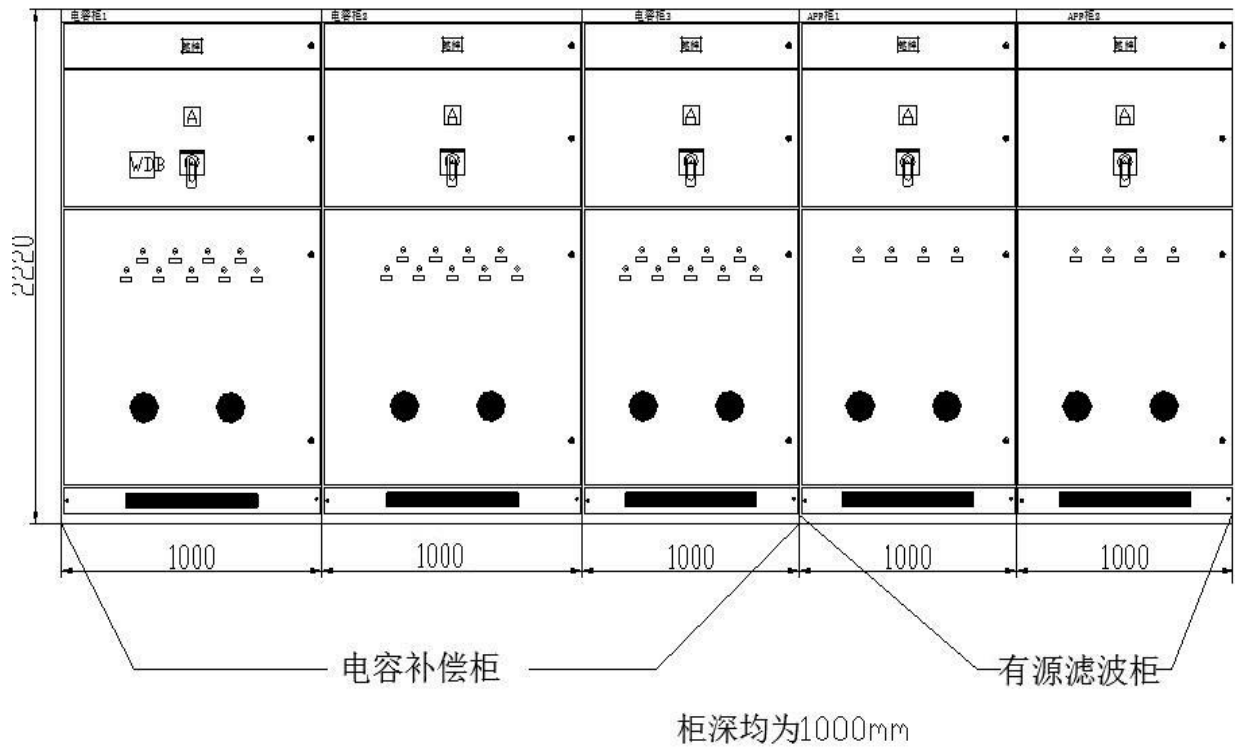
坨塌 913 变补偿兼滤波一次系统图



963-1-K , 984-3-Y 变补偿兼滤波柜体图



坨坊 913 变补偿兼滤波柜体图

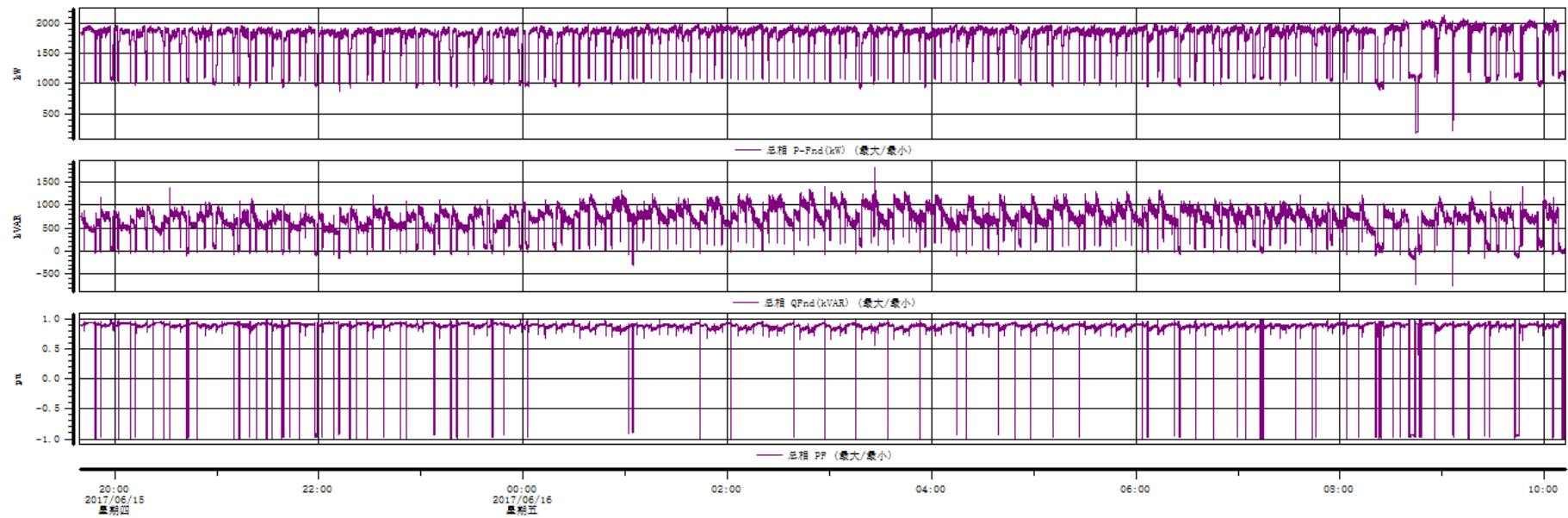


附：913 坭埗变电容器投入后数据：

三相有功、无功、功率因数

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (640CD427h)

趋势图



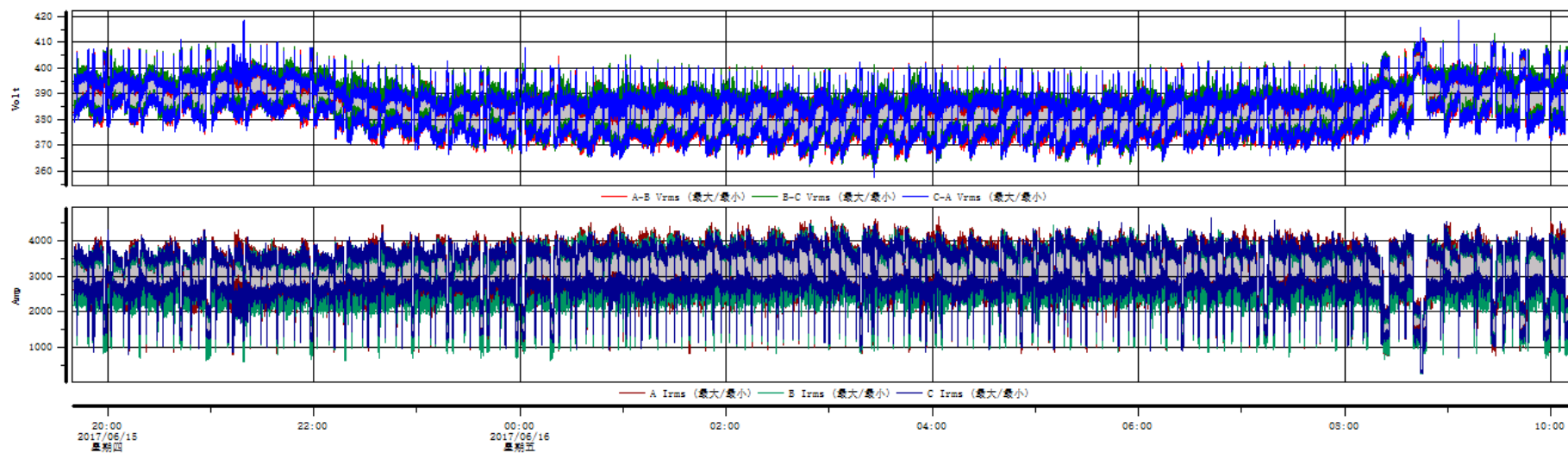
事件 #1 在 2017/06/15 19:00:44.000
趋势

| | 最小 | 最大 |
|---------------|---------|--------|
| 总相P-Fnd (kW) | 170.1 | 2147 |
| 总相QFnd (kVAR) | -754.4 | 1815 |
| 总相PF | -0.9878 | 0.9846 |

三相电压、电流

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691148255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2017/06/15 19:00:44.000

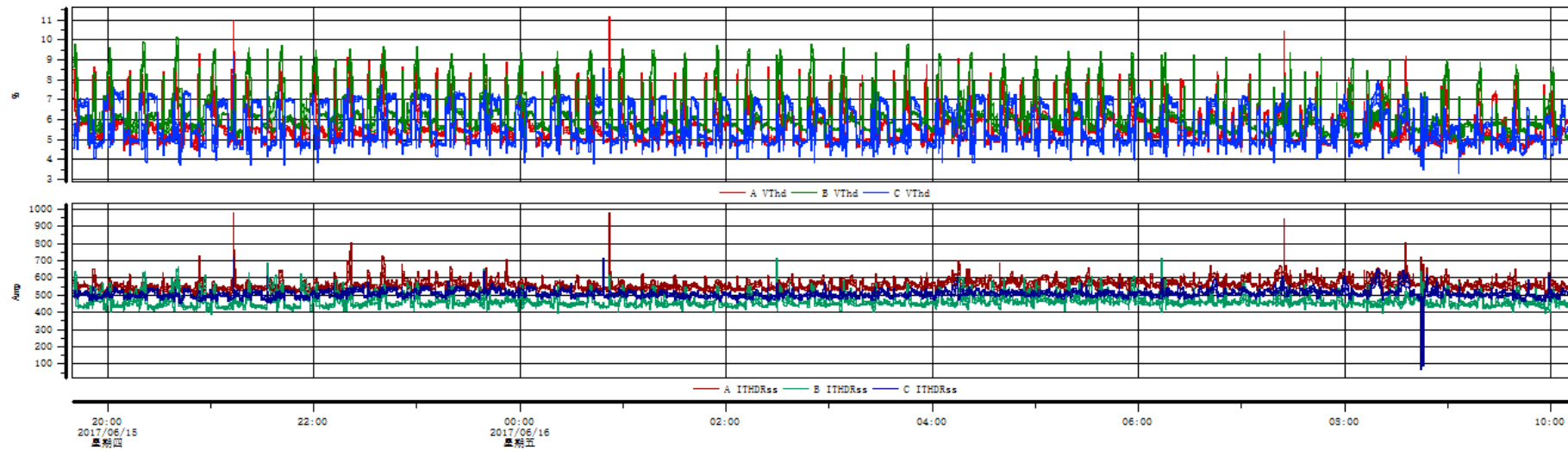
趋势

| | 最小 | 最大 |
|----------------|-------|-------|
| <i>A-BVrms</i> | 360.8 | 417.8 |
| <i>B-CVrms</i> | 360.2 | 418.4 |
| <i>C-AVrms</i> | 357.5 | 418.7 |
| <i>AIrms</i> | 296.4 | 4689 |
| <i>BIrms</i> | 248.3 | 4486 |
| <i>CIrms</i> | 278.8 | 4648 |

三相谐波电压总畸变率、谐波电流总有效值

Dran-View 6.15.03 HASP : 1691145255 (64CCD427h)

趋势图



事件 #1 在 2017/06/15 19:00:44.000
趋势

| | 最小 | 最大 | 95% |
|----------|-------|-------|-------|
| AVThd | 3.602 | 11.18 | 7.860 |
| BVThd | 3.642 | 10.14 | 8.648 |
| CVThd | 3.267 | 9.162 | 7.112 |
| AITHDRss | 70.53 | 980.8 | 603.8 |
| BITHDRss | 64.61 | 715.2 | 524.2 |
| CITHDRss | 66.91 | 723.7 | 536.3 |



谐波电流统计报表

A 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 0.612 | 263.728 | 94.439 | 116.935 | 85.44 | 1619 | 10.6 | 失败 |
| H03 | 2.339 | 437.099 | 115.076 | 163.086 | 73.18 | 1796 | 0.8 | 失败 |
| H04 | 0.642 | 601.501 | 143.233 | 239.434 | 42.72 | 1808 | 0.1 | 失败 |
| H05 | 61.658 | 530.682 | 465.838 | 506.523 | 72.17 | 1810 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.298 | 90.919 | 26.912 | 47.806 | 28.48 | 1251 | 30.9 | 失败 |
| H07 | 23.836 | 177.371 | 78.783 | 146.298 | 50.12 | 1382 | 23.6 | 失败 |
| H08 | 0.377 | 102.644 | 22.737 | 41.377 | 20.81 | 1235 | 31.8 | 失败 |
| H09 | 0.417 | 95.972 | 26.588 | 44.702 | 23.00 | 1318 | 27.2 | 失败 |
| H10 | 0.299 | 62.824 | 17.902 | 32.504 | 17.53 | 1134 | 37.3 | 失败 |
| H11 | 5.708 | 353.924 | 156.965 | 278.873 | 30.98 | 1807 | 0.2 | 失败 |
| H12 | 0.280 | 78.959 | 15.679 | 34.635 | 14.24 | 1211 | 33.1 | 失败 |
| H13 | 5.618 | 143.747 | 68.645 | 87.791 | 26.42 | 1807 | 0.2 | 失败 |
| H14 | 0.278 | 26.850 | 5.158 | 9.965 | 12.05 | 126 | 93.0 | 通过 |
| H15 | 0.675 | 23.138 | 4.722 | 7.504 | 13.15 | 27 | 98.5 | 通过 |
| H16 | 0.260 | 16.524 | 4.772 | 9.063 | 10.63 | 109 | 94.0 | 通过 |
| H17 | 1.967 | 94.713 | 28.360 | 31.766 | 19.72 | 1806 | 0.2 | 失败 |
| H18 | 0.273 | 17.438 | 4.131 | 7.445 | 9.42 | 108 | 94.0 | 通过 |
| H19 | 1.193 | 12.431 | 6.782 | 9.042 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |

B 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 0.543 | 196.993 | 94.369 | 115.479 | 85.44 | 1597 | 11.8 | 失败 |
| H03 | 4.130 | 359.377 | 114.424 | 175.410 | 73.18 | 1784 | 1.4 | 失败 |
| H04 | 0.385 | 471.545 | 125.174 | 229.141 | 42.72 | 1808 | 0.1 | 失败 |
| H05 | 58.041 | 404.477 | 351.293 | 384.080 | 72.17 | 1810 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.186 | 110.065 | 42.086 | 64.715 | 28.48 | 1775 | 1.9 | 失败 |
| H07 | 14.472 | 123.433 | 62.696 | 98.080 | 50.12 | 1154 | 36.2 | 失败 |
| H08 | 0.382 | 107.110 | 25.264 | 56.059 | 20.81 | 1056 | 41.7 | 失败 |
| H09 | 1.037 | 102.460 | 31.052 | 58.658 | 23.00 | 1468 | 18.9 | 失败 |
| H10 | 0.194 | 90.155 | 24.420 | 52.735 | 17.53 | 1493 | 17.5 | 失败 |
| H11 | 8.120 | 377.582 | 154.155 | 265.972 | 30.98 | 1805 | 0.3 | 失败 |
| H12 | 0.170 | 94.348 | 19.804 | 37.759 | 14.24 | 1580 | 12.7 | 失败 |
| H13 | 4.997 | 216.857 | 92.729 | 150.659 | 26.42 | 1808 | 0.1 | 失败 |
| H14 | 0.185 | 53.919 | 7.656 | 22.879 | 12.05 | 337 | 81.4 | 失败 |
| H15 | 1.089 | 31.180 | 7.734 | 13.794 | 13.15 | 221 | 87.8 | 失败 |
| H16 | 0.231 | 22.408 | 4.985 | 12.970 | 10.63 | 258 | 85.7 | 失败 |
| H17 | 2.003 | 87.753 | 31.269 | 39.198 | 19.72 | 1808 | 0.1 | 失败 |
| H18 | 0.173 | 21.521 | 5.726 | 11.575 | 9.42 | 424 | 76.6 | 失败 |
| H19 | 1.359 | 17.464 | 6.442 | 8.941 | 17.53 | 0 | 100.0 | 通过 |

C 相

| 谐波次数 | 最小值 (A) | 最大值 (A) | 平均值 (A) | 95%概率值 (A) | 标准限值 (A) | 越限次数 | 合格率 (%) | 是否合格 |
|------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------|------------|------|
| H02 | 0.375 | 336.410 | 110.368 | 144.166 | 85.44 | 1749 | 3.4 | 失败 |
| H03 | 3.548 | 325.923 | 127.713 | 176.064 | 73.18 | 1805 | 0.3 | 失败 |
| H04 | 0.359 | 498.729 | 92.951 | 154.818 | 42.72 | 1807 | 0.2 | 失败 |
| H05 | 60.176 | 469.649 | 422.830 | 455.084 | 72.17 | 1810 | 0.0 | 失败 |
| H06 | 0.257 | 104.728 | 29.950 | 55.766 | 28.48 | 1393 | 23.0 | 失败 |
| H07 | 13.677 | 224.200 | 80.646 | 177.913 | 50.12 | 1332 | 26.4 | 失败 |
| H08 | 0.451 | 143.424 | 30.262 | 67.351 | 20.81 | 1334 | 26.3 | 失败 |
| H09 | 1.083 | 109.697 | 25.705 | 49.024 | 23.00 | 1159 | 36.0 | 失败 |
| H10 | 0.253 | 59.990 | 16.337 | 28.834 | 17.53 | 996 | 45.0 | 失败 |
| H11 | 7.393 | 240.419 | 113.953 | 172.134 | 30.98 | 1807 | 0.2 | 失败 |
| H12 | 0.241 | 58.910 | 15.292 | 27.810 | 14.24 | 1332 | 26.4 | 失败 |
| H13 | 4.730 | 222.291 | 78.532 | 168.543 | 26.42 | 1808 | 0.1 | 失败 |
| H14 | 0.236 | 46.176 | 6.924 | 18.429 | 12.05 | 365 | 79.8 | 失败 |
| H15 | 0.960 | 20.881 | 4.788 | 9.386 | 13.15 | 56 | 96.9 | 通过 |
| H16 | 0.251 | 16.368 | 3.855 | 7.534 | 10.63 | 70 | 96.1 | 通过 |
| H17 | 3.083 | 50.729 | 26.932 | 31.045 | 19.72 | 1806 | 0.2 | 失败 |
| H18 | 0.215 | 16.290 | 4.206 | 8.104 | 9.42 | 147 | 91.9 | 通过 |
| H19 | 1.917 | 24.821 | 7.070 | 9.853 | 17.53 | 2 | 99.9 | 通过 |

杭州银湖电气设备有限公司

2017.6