

行业解决方案

功率计技术专题

AN01010101 V0.00 Date: 2017/06/07

修订历史

版本	日期	原因
V0.00	2017/06/07	创建文档

目 录

1. 车位检测器低功耗测试方案.....	1
2. 灯光闪烁间谐波测量方案.....	3
3. 家电能效标签与待机功耗测试的关系.....	5
4. 手机充电器待机功耗测试方案.....	7
5. 变频空调等变频家电测试的测试方案.....	9
6. 电磁炉等大电流设备的测量解决方案.....	11

1. 车位检测器低功耗测试方案

车位检测器是智能停车系统的关键部件，其在待机状态时，电流小至 $20\mu\text{A}$ 以下，发射状态时，电流高达几 A，车位检测器多采用电池供电，对功耗要求很高，待机电流偏小及电流的宽范围跳变使功耗测试成为难点，本文主要介绍 PA310 功率计针对功耗测试难点的解决方案。

随着国内汽车的快速增长，车多位少的问题越来越突出，成为当前社会普遍的关注点。智能停车系统的出现可以实现停车位利用率的最大化，为路边停车创造有序的环境，为车主解决了车位难寻的困扰。

1. 智能停车系统原理介绍

道路智能停车系统是由地磁车位检测器，中继器、集中器，数据处理中心、城市车位诱导等组成，融合车位监控技术，信息发布技术，物联网整合技术，最大化停车位的使用率，提高市民出行便利，为城市车位监测规划提供了有效的数据保障。其系统架构图如图 1.1。

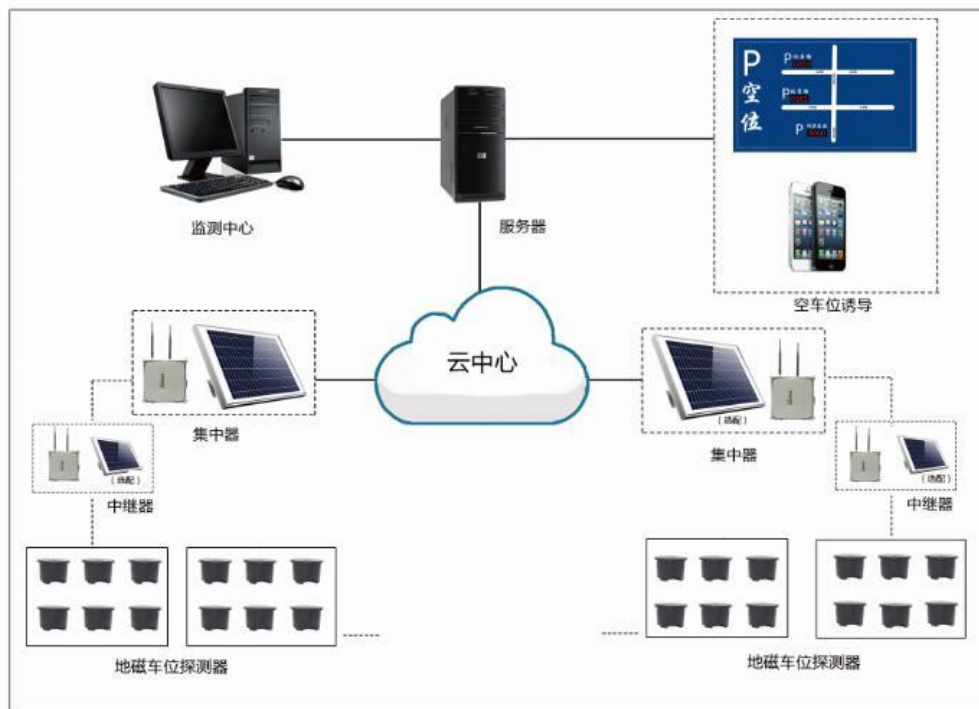


图 1.1 系统架构图

无线地磁车位检测器是利用磁敏传感器实时检测车辆对地磁的影响，以判断停车位上是否有车辆停放，并将检测数据通过无线方式传送给中继器，中继器接收多个无线地磁车辆检测器发送的信息，上传给集中器，集中器管理一个范围内的车位检测器、中继器，收集车位状况数据上传到监控中心进行集中管理。

2. 功耗测试分析

车位检测器做为数据采集的前端，利用磁敏传感器实时检测车辆对地磁的影响，当有车辆停靠时，磁力线扭曲情况不同来判断，反映在电信号是，当无车辆通过时，车位检测器工作在待机状态下，待机电流为 $20\mu\text{A}$ 以下，当检测到车辆时，需要把检测数据上传给集中器，此时车位检测器工作在发射状态，电流高达几 A，如图 1.2 所示。

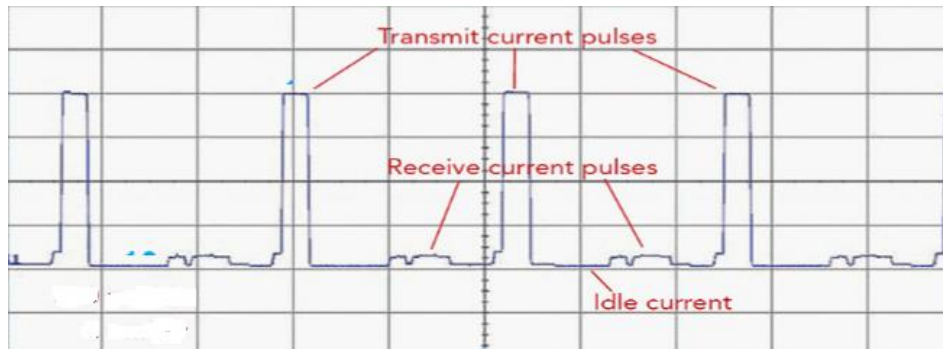


图 1.2 车位检测器发射状态电流

这种情况下，车位检测器的功耗测试是一大难点，首先，待机电流偏小，以广州致远的 PA310 功率计为例，PA310 的最小量程为 5mA，最小可测精准电流为量程的 1%，即 $5\text{mA} \times 0.01 = 50\mu\text{A}$ ，直接使用 PA310 无法测试到待机电流，同时，待机电流与发射电流的差值较大，功率计在自动量程模式下，从小电流升到大电流，是逐步遍历中间量程，浪费较多时间，影响电压电流积分的精度。但车位检测器使用电池供电，在出厂时对功耗指标及电池供电时间有严格要求，这样功耗的精确测试是非常重要的。

3. 功耗测试方案

对于车位检测器工作在待机状态时，待机电流小至 $20\mu\text{A}$ 左右，直接使用 PA310 功率计，设置最小档位 5mA，可测试到的最小精准电流为 $50\mu\text{A}$ ，无法准确测试到待机电流，本文采用引入外置的恒流源，如图 1.3 所示。

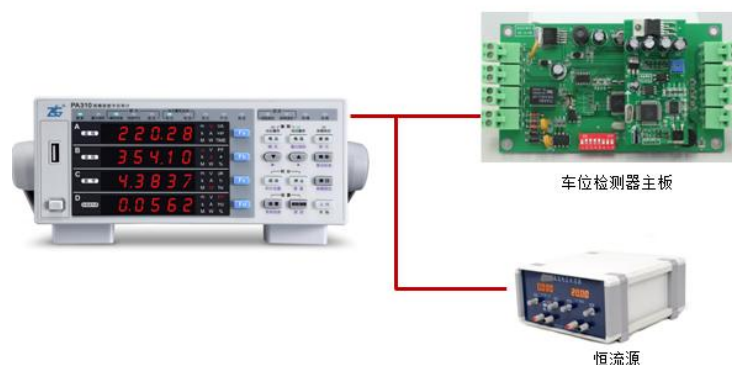


图 1.3 采用外置恒流源

设置恒流源输出恒定的电流值（如 $50\mu\text{A}$ ），将电流值与车位检测器的电流进行叠加，然后输入 PA310 功率计测量，通过设置积分模式，测试一段时间内的电压、电流积分值，减去恒流源的功耗，进而计算出车位检测器一定时间的功耗。同时，由于待机电流和发射电流相差较大，在测量的过程中，开启量程跳越功能，可令当前量程直接跳越到指定量程，可减少在逐个切换量程时测量数据丢失的情况。提升功耗测量精度。（注：由于 PA310 功率计的内阻为 $\text{m}\Omega$ 级，可外置电源 + $\text{M}\Omega$ 级精密电阻的方式引入电流，代替恒流源）。

在消费电子和无线移动设备中，要求电池供电更加绿色和能量高效，越来越需要进行高灵敏度，低电流测量以确保这些设备的电流消耗在可接受的限度内。为了最大限度地延长电池寿命，工程师需要最大限度地减少产品使用寿命期间的功耗，上述提供的针对车位检测器的低功耗测试方案，通过外置电流源和设置量程跳越等方法，满足了对具有宽动态范围的小电流测量的需求。

2. 灯光闪烁间谐波测量方案

很多电影片段中会出现在夜深人静的晚上，女主人公走在静悄悄的楼道中，此时楼道的灯突然闪烁起来，难道真的有异象即将出现，其实不然，在我们日常生活中，也会遇到照明灯闪烁，有时可能会是你想象不到的间谐波惹的祸。

在电力学中，不光存在基波、谐波、次谐波、高次谐波，同时也存在间谐波，如图 2.1 所示。按照 IEC 6100-4-7 的定义，通常所说的谐波是工频整数倍的频谱分量，间谐波是指非整数倍基波频率的谐波，而低于工频的间谐波称为次谐波，频率在 2kHz~9kHz 范围内定义为高次谐波，如其中间谐波产生于非线性的波动负荷（如电弧炉、电焊机、变频调速装置、感应电动机等）。

由于各次间谐波周期与基波不同步，如果电压中包含间谐波，会使电压幅值发生波动，实际上就是电压闪变的一种形式。如果波动的幅度足够大，波动的频率在人类视觉敏感范围内，也就是我们日常生活中遇到的照明灯闪烁。所以以后再遇到楼道或房间的灯突然亮了一下，不要在怀疑是自己眼花了或联想起某些片段而自个吓自己了。

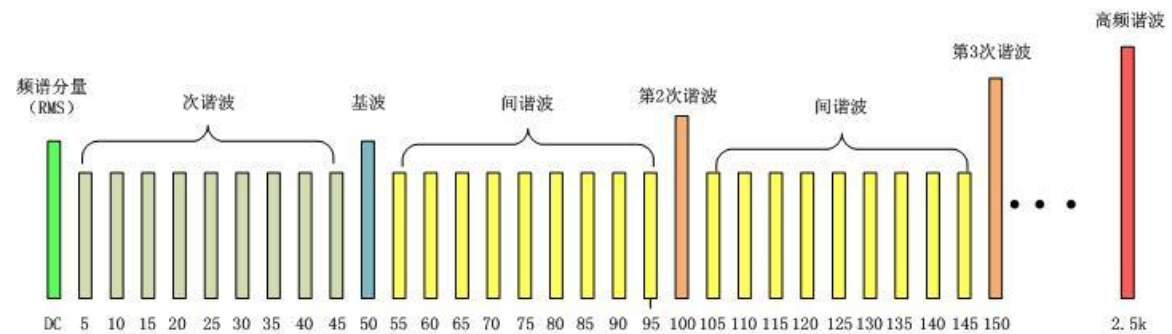


图 2.1 基波、谐波、次谐波、高次谐波、间谐波定义及频段划分举例（50Hz 基波）

针对以上电压波动，可从波形上判断信号中是否含有间谐波：

- 基波信号上叠加上谐波合成的波形，因与基波同步，波形以基波频率周期变化，峰值固定，不会出现电压波动现象，如图 2.2；
- 基波信号上叠加谐波、间谐波合成的波形，在仪器的测量间隔内，波形可能不再具有周期性，波形可能会出现无规则的波动与变化，如图 2.3。

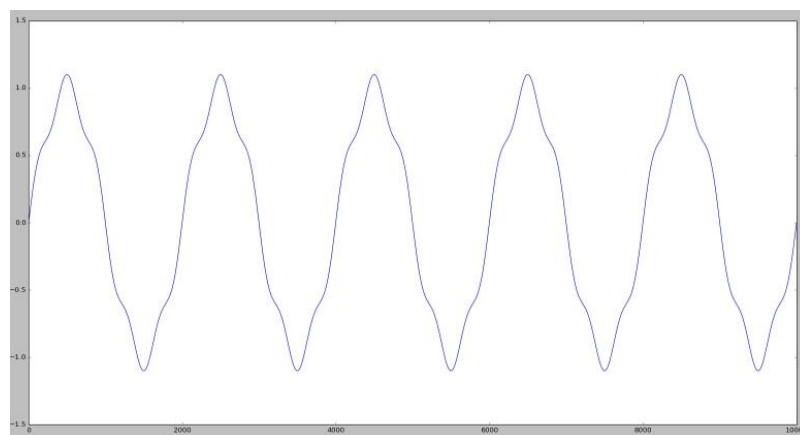


图 2.2 基波谐波合成波

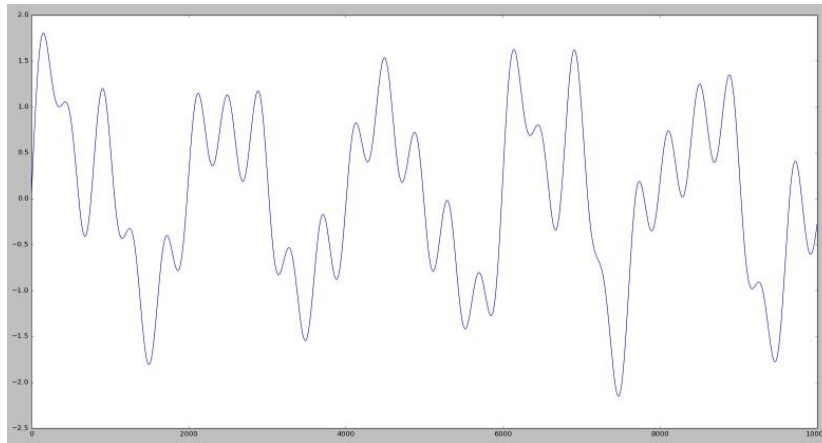


图 2.3 基波谐波间谐波合成波

虽然电压波动会引起部分电气设备不能正常工作，但由于实际运行中出现的电压波动值往往小于电气设备对电压敏感度的阈值，所以因电压波动引发设备出现运行故障并致损坏的情况并不多见。

在照明系统中，白炽灯的光功率与电源电压的平方成正比，所以受电压波动影响较大。间谐波的主要效应就是电压闪变，进而引起灯的光闪烁。

3. 家电能效标签与待机功耗测试的关系

毫无疑问，在大家的日常生活中各式各样的家用电器为我们的生活带来了许多方便，近年来，大家在购买家电的时候，对产品的耗电量也越发的关注，然而面对各类花式能效标签，我们选择哪一款家电才能更加节能环保？

那么哪些家电具有中国能效标识呢？早在 2005 年，有关部门就着手进行能效标识的研究和推广工作。也就是说，最早的中国能效标识从 2005 年 3 月 1 日开始执行，在当时所涉及的产品只有冰箱和空调。后来，陆续加入了洗衣机、电热水器、电磁炉、电饭锅、平板电脑和微波炉等产品。而有的产品的能效标识如冰箱等等，历经几代的变革，能效等级的要求也在不断提高，从而形式了目前成为大家看到的能效标识。那么，而能效标识中，有的为 3 级能效，有的为 5 级能效，究竟这些数字代表着什么意义，用户又该如何选购呢？

1. 能效标签是什么？从能效标签选家电靠谱吗

能效标签也就是能源效率标识，是耗能产品的附件，表示产品能源效率等级等性能指标的一种信息标签，如图 3.1 所示，目的是为用户和消费者的购买决策提供必要的信息，能够引导和帮助消费者选择高效节能产品。



图 3.1 中国能效标识

从图 3.1 不难发现，中国能效标识分为 5 个等级，那么这个等级是如何区分的呢？

- 等级 1 表示产品达到国际先进水平，最节电，即耗能最低，能效比 3.40 以上；
- 等级 2 表示比较节电，能效比 3.20~3.39；
- 等级 3 表示产品的能源效率为我国市场的平均水平，能效比 3.00~3.19；
- 等级 4 表示产品能源效率低于市场平均水平，能效比 2.80~2.99；等级 5 是市场准入指标，低于该等级要求的产品不允许生产和销售，能效比 2.50~2.79。

能效比主要是指是在额定工况和规定条件下，空调进行制冷运行时实际制冷量与实际输

入功率之比。即制冷能效比 EER 和制热能效比 COP。

制冷量：空调主机实际制冷量。

输入功率：空调主机实际输入功率（耗电量）。

制冷量=C×M×Δ T=4.2×103 J/kg℃×M×（T 回-T 供）

M=Q×h=D×1h=1000Ckg

Δ T=（T 回-T 供）=(B-A)℃

该数值的大小反映出不同空调器产品的节能情况。能效比数值越大，表明该产品使用时所需要消耗的电功率就越小，则在单位时间内，该空调器产品的耗电量也就相对越少，如图 3.2 所示。

能效等级含义说明(5级等效标准)		
能效等级	耗电量情况	是否推荐购买 (笔者建议)
1级能效	耗电量最低	推荐购买
2级能效	较为节电	推荐购买
3级能效	平均水平	推荐购买
4级能效	低于平均水平	慎重考虑
5级能效	耗电高	不建议购买

图 3.2 能效等级说明

在能效比计算的过程中，空调实际输入功率的测试尤其重要，目前大部分厂家在家电行业功率测量的首选还是功率计，既能够完成对电压、电流、功率、能耗等基本功能的测试，又可以对输入端电压、电流进行谐波等初步分析和检测。

在家电的检测认证机构，高精度功率计成为不可缺少的检测利器。致远电子的 PA310 功率计，基本功率精度可以达到 0.1%，三通道可完成对三相交流电的测试，且最高 500KS/s 采样率，300KHz 带宽，标配同步测量谐波（高达 50 次）与总谐波失真(THD)，符合 IEC61000-4-7 谐波测量标准，能够解决目前变频家电行业因谐波引发的测试不精准的情况；配合本身对功耗和波形的测试功能，利用可达 100ms 的快速数据更新周期能够完美实现对目前家电输入端的功率测试。



4. 手机充电器待机功耗测试方案

相信大部分读者家里面的插排上都挂满了大大小小的充电器，大家也都知道这些会慢慢的耗电，然而并不以为然，“能耗多少电呢？最多 10 天一度吧！”。充电器不用的时候，我们还是建议把它拔下来，为什么？因为下面这些数据你可能还真不知道。

随着智能机的发展，手机耗电量越来越大，这也导致了目前的智能机几乎是一天一充，甚至一天几充了。于是，为了使用方便，很多人将充电器一直留在插座上，殊不知这耗电量是十分恐怖的。如果全国 10 亿的手机用户里有八分之一的使用者平时都将充电器留在插座上，那么它所消耗的电量足以同时让 6000 台家用空调运转。这个时候我们不禁疑惑，充电器为什么会耗电？会耗多少电？其他家电会不会耗电？



1. 充电器会耗多少电

大多数手机充电器都是属于开关电源，先把 220V 整流成直流电，然后通过高频变换，经过脉冲变压器耦合，单向整流输出低压直流。即使没有输出电流，高频变换部分仍然是在工作的，需要消耗部分电能。例如充电器中的控制电路，主要是感应手机是否连接到充电器上，在充电器没有连接到手机上时，控制电路也在工作。再例如负载元件（个别充电器的指示灯），在插在电源上时也是在工作，也会消耗部分电能。总之呢，充电器一类的设备在插在电源上必然会消耗电能。

其实单个充电器空载耗电量并不大。中华人民共和国通信行业标准 yd-t1591-2009《移动通信终端电源适配器及充电/数据接口技术要求和测试方法》中写明，电源适配器的额定输出电流应在 500 毫安至 1500 毫安的范围内，由制造商确定。在电源适配器无负载能量消耗下，功率消耗小于 150 毫瓦。我们使用的正规的充电器都会符合国家的相关标准。但是正如上文提到的，如果大部分用户的充电器都处在留在电源上的状态下，日积月累的耗电量还是让人十分震撼的。



我们家中常用的充电器莫过于手机、电脑或者其他电子设备的适配器，这些在空载是都会有不同程度的耗电。而我们家中的其他设备，例如电视机、冰箱、空调等等，在待机的状态下也是耗电的。在家电厂家将产品出厂之前都会经过相应的待机功耗测试，一般这个时候就会有功率计这类测量设备设置在产线上。通过测量结果判断是否符合国家的标准，能否出厂。

2. 手机充电器待机功耗测试方案

在家电待机功耗的测试时，致远电子的功率计 PA300 系列已经成了多数厂家的最佳选择。PA300 系列数字功率计采用全新的设计架构，在低功耗测量方面进行多项优化。其最小测量电流低至 $50\mu\text{A}$ ，能够测量低至 0.01W 的功耗，符合国际标准（IEC62301、能源之星、SPECpower）的测试。

另外，PA300 系列数字功率计高至 500KS/s 的采样率和 300KHz 的带宽，能够测量频率较高的信号，满足变频家电、开关电源等新技术产品的功耗测量。



5. 变频空调等变频家电测试的测试方案

越来越多的家电产品都采用了变频技术，那变频家电测试的难点到底在哪里呢？

全球气候变暖逐渐变成人们茶余饭后谈论的话题，不仅引起了大众的关注，工业界也行动起来，大力推进节能和使用替代能源。如由节能法、能源之星等组成的功耗削减举措对家电产品的运行模式就提出了要求。

这里我们以空调为例，来跟大家分享下变频家电的测试的难点到底在哪里呢？

越来越多的家电产品都采用了变频技术，在节约能耗的同时亦令产品的波形信号发生了畸变。而且由于变频的应用导致在家电运行过程中，频繁地改变工作状态，导致工作电流发生大范围变化，电流可从几十安降到几毫安。那么，到底什么样的仪器才能满足对空调等变频家电的测试测量要求呢？

1. 测试难点

变频家电在节约能耗的同时亦令产品的波形信号容易发生畸变。这些畸变的波形都是非正弦信号，如脉冲波、三角波、矩形波、梯形波和脉冲波等，含有丰富的高频谐波分量。普通的功率计由于采样率与带宽限制，无法对高频成分进行准确测量，因此其测量值与真实值存在巨大差距。

一般的功率测量仪器在积分模式下只允许同一量程下进行功率测量，无法满足对变频家电功率的正确测量。



2. 解决方案

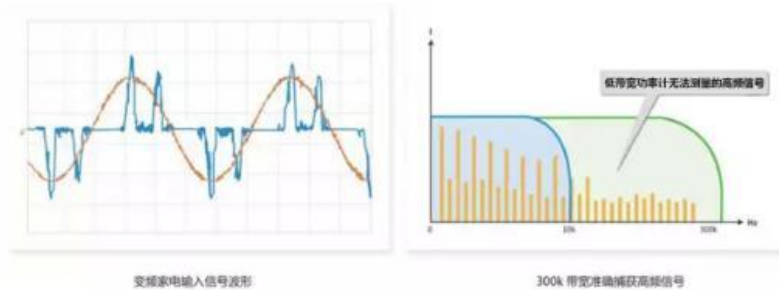
那应该如何解决这些测量难点呢？致远电子 PA300 系列功率计具有以下特性：

- 最高 500KS/s 采样率，300KHz 带宽；
- 标配同步测量谐波（高达 50 次）与总谐波失真(THD)，符合 IEC61000-4-7 谐波测量标准；
- 在积分模式下能够自动切换量程，支持宽电流: 50 μ A~20A 范围测量；
- 功率测量精度高达 0.1%；
- 标配丰富的通信接口，USB Host、USB Device、GPIB、RS-232 及以太网。

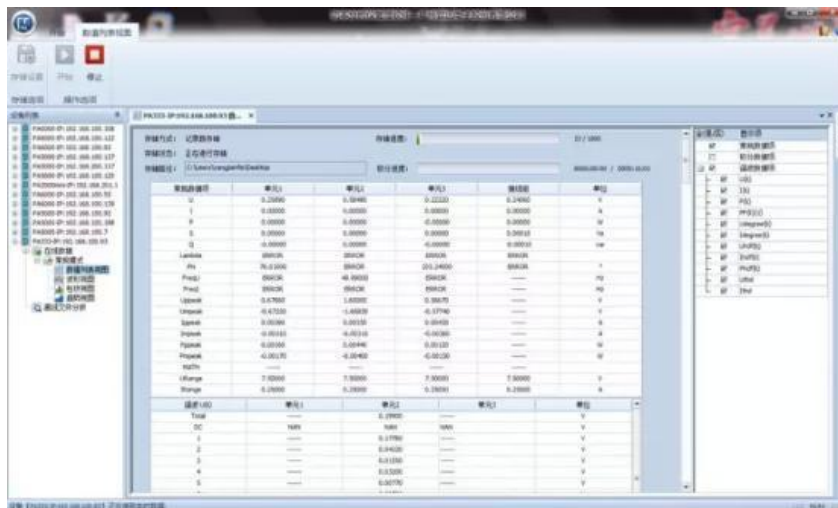
500KS/s 采样率：根据奈奎斯特采样定律，仪器采样率要高于输入信号最高频率的两倍。致远电子功率计具有 500KS/s 的采样率，能够测量畸变的波形中丰富的高次谐波。

300KHz 带宽：低带宽的功率计，信号中的高频成分被模拟前端电路滤除，从而造成能量丢失。致远电子功率计 300KHz 的带宽完全满足变频家电等新技术产品的功耗测量。

对于电网中波动的电压电流，该如何测量可再现的谐波测量结果？根据 IEC61000-4-7 标准的严格规定，谐波测量的频谱分析时间窗为 10 个周期，因此测量仪器必须能防止谐波分析时出现的频率混叠现象。同时，其采样频率需同步跟踪输入信号的基本频率，从根源上杜绝频谱泄露现象的产生。PA300 系列功率计采用了纯硬件模拟滤波器与锁相环技术，避免了频率混叠与频谱泄露的发生。保证了谐波测量的可再现性。



PA300 系列功率计采用全新的设计架构，在低功耗测量方面进行多项优化，具有更高的功率因数精度，非常适合于待机的功耗测量。而且高达 50 次的谐波分析功能为您更准确分析波形质量。同时，该系列功率计在积分模式下可以自动切换量程的功能为变频家电功率的准确测量提供了保障。



PA300 系列功率计具有最高 500KS/s 采样率，300KHz 带宽，针对变频家电采取的积分模式下可以自动切换量程的功能，并且支持宽电流的输入等特性对工作功耗的测试提供了可靠的功率测量解决方案。

6. 电磁炉等大电流设备的测量解决方案

随着市场需求的增长, IH(感应加热)电磁炉以其更加安全的性能逐步取代了燃气灶具。IH 电磁炉利用大电流产生强大的热电能并转化成热能。这样的大电流设备的测试测量又对测量仪器提出了怎样的要求呢?

“全电气化”在不知不觉中已经融入进了我们的生活, 像厨房用具、热水器及其他家用设备均通过电力来驱动。随着市场需求的增长, IH(感应加热)电磁炉以其更加安全的性能逐步取代了燃气灶具。IH 电磁炉利用大电流产生强大的热电能并转化成热能。

这样的大电流设备的测试测量又对测量仪器提出了怎样的要求呢?

1. 测试要求

A、是否支持宽电流范围直接输入的功能?

B、测量项的精度是否可靠? 可否实现监测和记录所有测试项目的数据, 以便了解设备的工作状态?

随着家用设备的逐步改善, 测量仪器的研制也是紧跟其后, 广州致远电子的 PA310 功率计的设计完全考虑到了现代家电的变化趋势, 可以为您在测量 IH 电磁炉这样的大电流设备时提供合适的解决方案。

2. 解决方案

流经 IH 电磁炉的大电流可以直接输入到 PA310, 无需电流传感器或其他设备即可测量电压、电流、功率、谐波失真(THD)以及其他参数。

● 直接输入大电流: 20Arms;

单分流器设计的功率计往往精度低, 并且温漂非常大。PA310 功率计采用了双分流器技术, 电流可以直接输入量程从 5mA-20A, 无需电流传感器便可直接连接 IH 电磁炉与功率计。

● 高精度功耗测量: 0.1%;

功率计的功率测量精度可达 0.1%, 由于双分流器技术的应用, 可以保持分流电阻的温度稳态变化, 降低温漂, 可以实现从小电流到大电流测量时都能保证 0.1%的功率测量精度。

最多可同时显示 4 个测量项, 并且支持同步测量谐波(最高可达 50 次)和总谐波失真。且标配有专门的 PAM 上位机分析软件, 监测和记录所有测试项目的数据。

PA310 功率计独特的设计, 不仅可以进行大电流设备直接测量, 而且在大电流测量时仍能保证高达 0.1%的基