



HLW8032 产品应用文档

REV 3.0

通讯地址：深圳市福田区八卦四路中厨大厦 6 号楼 412

邮 编：518028

公司网址：www.hiliwi.com

公司电话：0755-29650970

公司传真：0755-86968790

摘要

HLW8032 是一款单相电能计量产品，并具有免校准功能，广泛应用于计量电表、智能插座、LED 路灯和充电桩等产品领域。

本应用文档包含硬件设计资料、软件设计资料和一些常见的应用问题总结，用户可以根据需要进行选择性的查阅。

在查阅资料的过程或设计过程中，在遇到疑问的情况下，可以通过以下联系方式和我们取得联系，我们会在第一时间处理您提出的问题，同时给予详细的答复。

联系方式：

技术支持 QQ : 3389 566 280

技术支持电话: 0755-86708136

| 一级目录 | 二级目录 | 请点击链接文件/描述 |
|--------------|------------|---|
| 硬件设计 | 参考设计图 | 硬件参考设计 适用于硬件设计人员查阅，包含推荐电源和互感器资料 |
| | 器件选型 | |
| | Layout 说明 | |
| 软件设计 | 软件原理 | 软件参考设计 适用于软件设计人员查阅 |
| | 测量方法 | |
| | 软件设计流程图 | |
| | 校准原理 | |
| FAQ 附录 | 硬件 FAQ | FAQ 应用问题 在设计时，遇到疑问时，适用于硬件设计人员和软件设计人员查阅 |
| | 软件 FAQ | |
| HLW8032 性能数据 | 1000W 校准数据 | HLW8032 校准后的实测数据 |
| | 250W 校准数据 | |
| 硬件自查 | STEP1-接线 | 制作好 DEMO 板后，进行初步的功能测试，验证 DEMO 板的功能，并交付软件工程师进行测试 |
| | STEP2-测量 | 验证是否输出正确数据 |

目录

| | |
|-----------------------------|----|
| 摘要 | 2 |
| 1 硬件设计 | 4 |
| 1.1 参考设计图 | 4 |
| 1.1.1 非隔离采样应用电路 | 4 |
| 1.1.2 隔离采样应用电路 | 6 |
| 1.2 器件选型 | 6 |
| 1.2.1 采样电阻选型（非隔离方案） | 6 |
| 1.2.2 互感器选型（隔离方案） | 7 |
| 1.2.3 电源芯片选型 | 7 |
| 1.3 Layout 说明 | 9 |
| 1.3.1 单路计量方案 | 9 |
| 1.3.2 2 路或 2 路以上计量方案 | 10 |
| 2 软件设计 | 11 |
| 2.1 HLW8032 免校准设计方案 | 12 |
| 2.2 HLW8032 校准设计方案 | 12 |
| 2.3 HLW8032 uart 数据处理 | 12 |
| 2.4 软件设计流程图 | 12 |
| 2.5 参考代码文件 | 12 |
| 2.6 校准 | 12 |
| 3 HLW8032 性能数据 | 13 |
| 4 FAQ 附录 | 14 |
| 5 硬件自查 | 14 |

1 硬件设计

1.1 参考设计图

1.1.1 非隔离采样应用电路

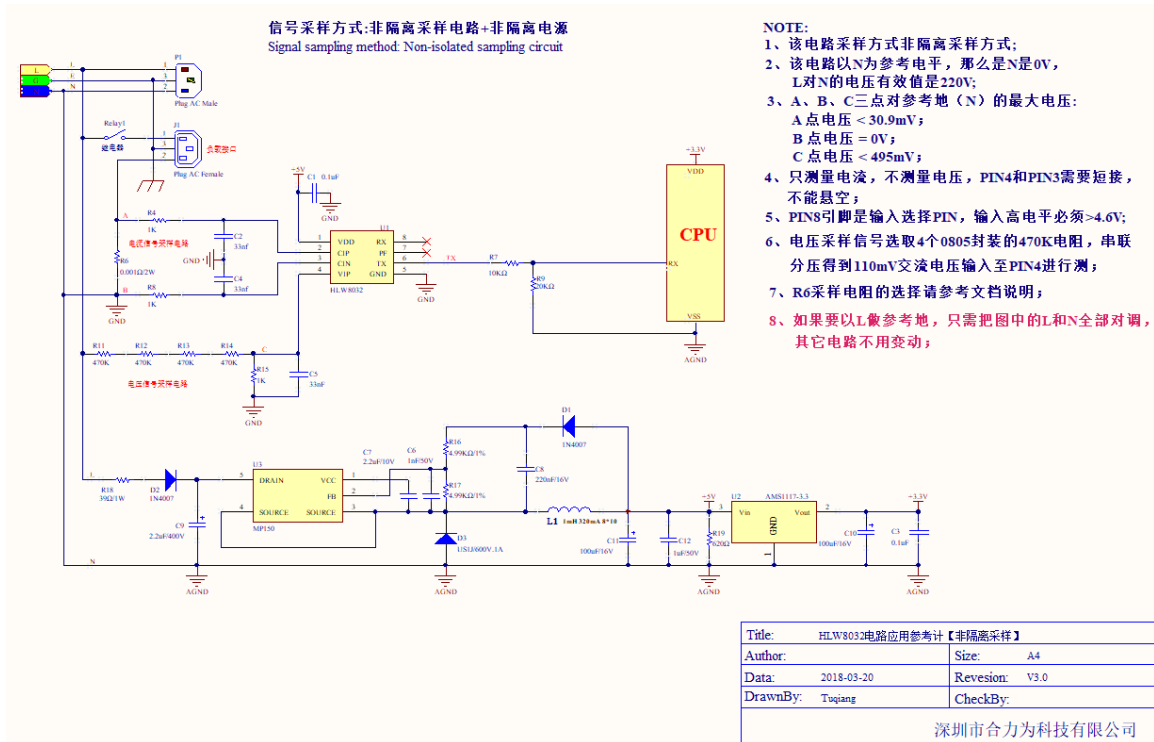


图 1 非隔离采样参考电路图

上图是采用非隔离电源设计的参考电路, 以 N 为参考地;
更多的参考电路在下表中有详细的描述, 请根据实际应用需求进行选择:

| 序号 | 名称 | 描述 | 链接文件 |
|----|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 非隔离采样方案 +非隔离电源 | 采用非隔离 AC-DC 的单电源应用方案 | 硬件参考设计\非隔离采样电路\PDF-SCH(HLW8032)-非隔离采样-【非隔离电源】-V30.pdf 优点:体积小、成本低（现有 WIFI PLUG 方案大多以此方案为主） 缺点：整板带强电，需要用外壳进行强电隔离 |
| 2 | 非隔离采样方案 +隔离电源 | 采用隔离 AC-DC 的单电源应用方案 | 硬件参考设计\非隔离采样电路\PDF-SCH(HLW8032)-非隔离采样-【隔离电源】-V30.pdf 优点：电源驱动能力比非隔离电源强 缺点：整板带强电，需要用外壳进行强电隔离 |
| 3 | 非隔离采样 +双电源+光藕隔离 | 采用非隔离 AC-DC 和隔离 AC-DC 的应用方案 | 硬件参考设计\非隔离采样电路\PDF-SCH(HLW8032)-非隔离采样-【双电源】-V30.pdf 优点：整板强电和弱电隔离，可以用做 USB 充电输出 缺点:体积大，方案成本高 |
| 4 | HLW8012/HLW8032 DEMO 板资料 | HLW8012 和 HLW8032 测试板图纸 | 硬件参考设计\DEMO 板资料 包含：DEMO 板原理图、protel 文件、BOM 表 |
| 5 | 非隔离 AC-DC 芯片 | 电源芯片和应用资料 | 硬件参考设计\非隔离电源资料 包含:MP150 和 PN8015 电源芯片资料 |

➤ 所有和原理图设计相关的文件，请点击链接文件夹：[硬件参考设计](#)

1.1.2 隔离采样应用电路

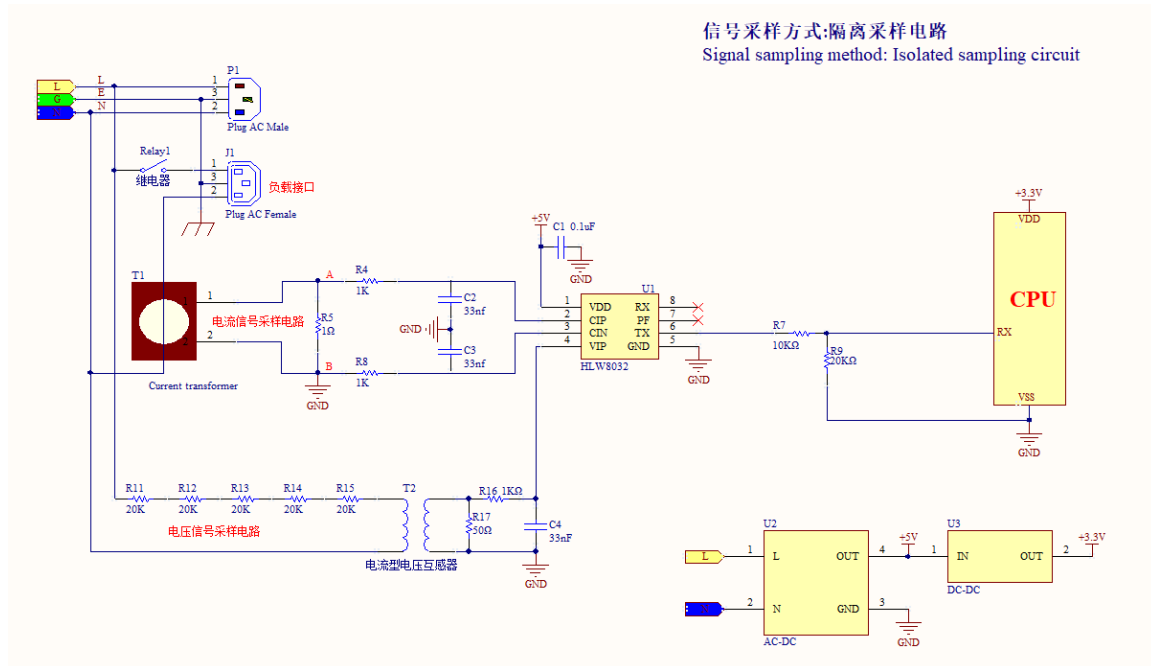


图 2 隔离采样参考电路

上图是采用互感器采样的参考电路，详细的资料请点击下面的链接：

| 序号 | 名称 | 说明 | 链接文件 |
|----|--------|-------|--|
| 1 | 隔离采样 | 互感器方案 | 硬件参考设计\隔离采样电路\PDF-SCH (HLW8032)-隔离采样-V30.pdf |
| 2 | 外围器件资料 | 互感器资料 | 硬件参考设计\互感器资料 |

➤ 原理图设计相关的文件，请点击链接文件夹：[硬件参考设计\隔离采样电路](#)

1.2 器件选型

1.2.1 采样电阻选型（非隔离方案）

HLW8032 的最大采样电流和采样电阻的大小相关，HLW8032 的最大电流采样电压（即 PIN2 和 PIN3 之间的电压差）是 30.9mV，

HLW8032 产品应用文档

所以，最大采样电流 = $30.9\text{mV}/\text{采样电阻阻值}$ ，以图 1 为例，采样电阻阻值为 $1\text{m}\Omega$ ，则最大采样电流 = $30.9\text{mV}/1\text{m}\Omega = 30.9\text{A}$ 。

采样电阻分为锰铜电阻、镍铜电阻、合金电阻和精密贴片电阻，一般设计 WIFI PLUG 产品以精密贴片电阻和镍铜电阻比较多；

➤ 有关于详细的电阻的介绍，请参见 PDF 文档：[FAQ 应用问题\【硬件设计之 3】采样电阻有哪几种类型.pdf](#)

1.2.2 互感器选型（隔离方案）

电流互感器

以图 2 为例，电流采样电阻 $R = 1\Omega$ ，假设电流互感器 T1 的变比是 $1000:1$ ，互感器的最大测量电流是 50A ，那么将此互感器接入采样电路，最大的测量电流和电阻有以下关系：

$$I/1000 = 30.9\text{mV}/R,$$

$$I = (30.9\text{mV}/1\Omega) * 1000 = 30.9\text{A}$$

如果需要测量更大量程的电流，则在选定互感器后，然后调整采样电阻 R ，使得 $I * R < 30.9\text{mV}$ 即可；

电压互感器

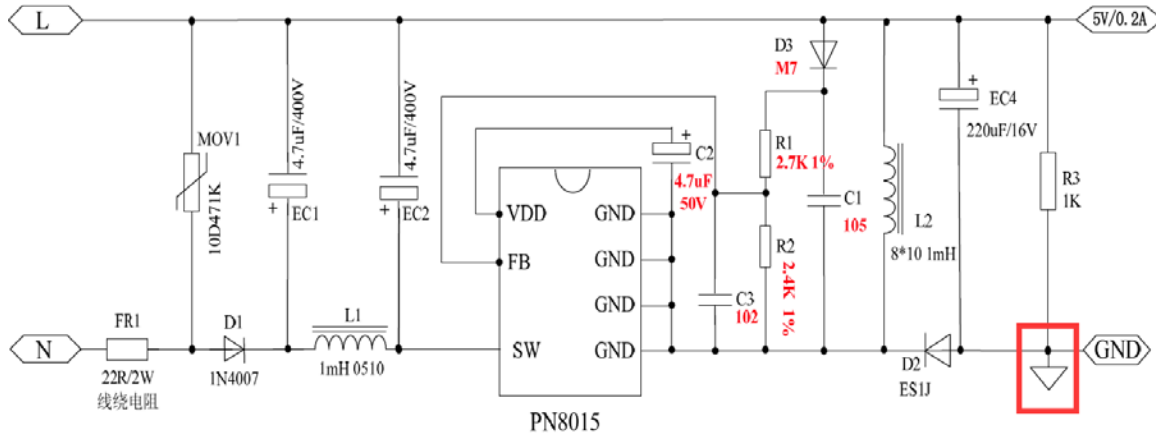
以图 2 为例，电压互感器 T2 的变比是 $1000:1000$ ，初级通过 5 个 20K 的电阻串接，初级电流 = $220\text{V}/(5 * 20\text{K}) = 2.2\text{mA}$ ；T2 的次级关联 50Ω 的电阻，那么经过电压互感器 T2 转化成的电压 = $2.2\text{mA} * 50\Omega = 110\text{mV}$ ；芯片 V2P 的输入电压信号是 110mV ；一般建议 V2P 的输入信号在 100mV 至 300mV 之间，如果信号输入接近满幅值有效值时（ 490mV ），噪声会变大，精度会下降。

1.2.3 电源芯片选型

HLW8032 的供电电源是 5V ，工作电流是 4mA ，工作电流非常小，所以一般电源都可以满足要求。设计图纸都是以 MPS 的 MP150 为例，还有许多非隔离芯片同样可以满足要求，比如芯朋的 PN8015 和 PN8016，夕力杰的 SY50281 和 SY50282，还有昂宝的 OB2222 等。

下面以使非隔离电源 AP8015 为例为例，列举错误应用和正确应用。

错误的非隔离电源电路(GND 和 N 不是同一参考)：

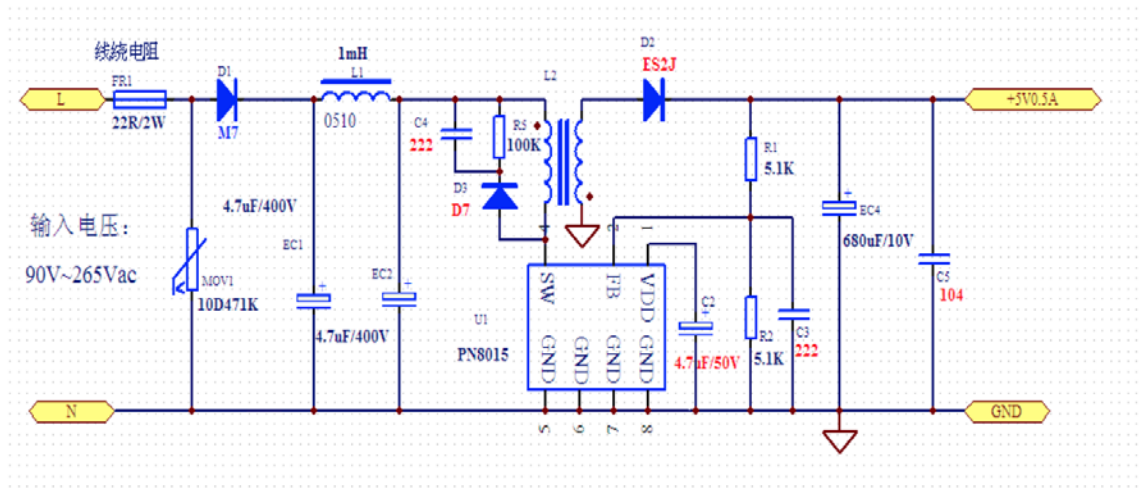


为什么需要 GND 和 N 选择同一参考？

因为 HLW8032 的信号采样采的是 L 和 N 的信号，信号线是以 N 为参考点，HLW8032 的内部采样电路是以 N 为参考点；另外，HLW8032 的供电电源是 5V 和 GND，是以 GND 为参考点，同一系统需要保证参考点一致，才能进行信号采样，所以必须 GND 和 N 是同一参考点。

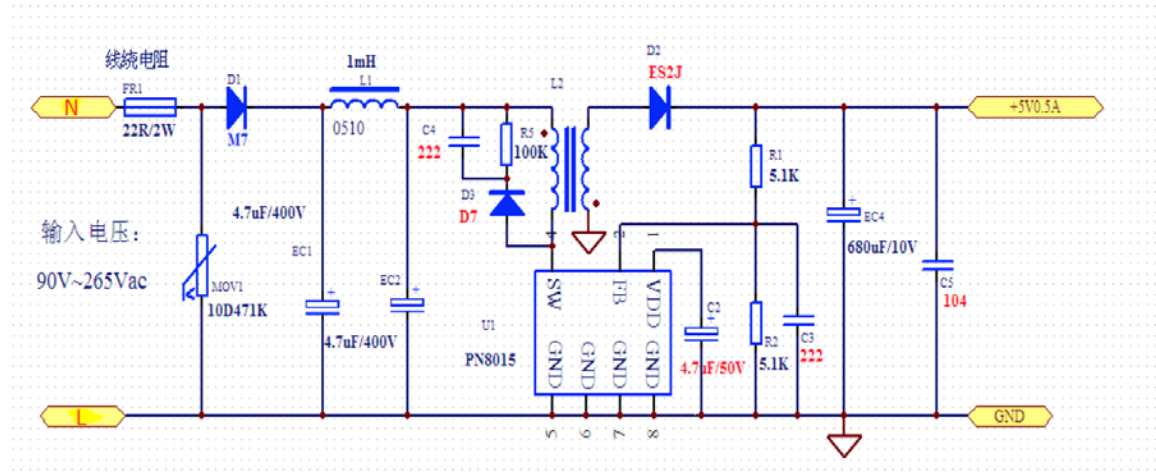
风险提示：如果不进行短接，那么信号端到 8012 的 PIN2 和 PIN 的电压大小是浮压，会有炸机的危险。

正确的非隔离电源电路（GND 和 N 是同一参考）：



上图是以 N 为参考地，那么是否可以使用 L 做为参考地？

可以的，如果以 L 为参考地，那么只需将 L 和 N 对调，其它不变，下图也是正确的。



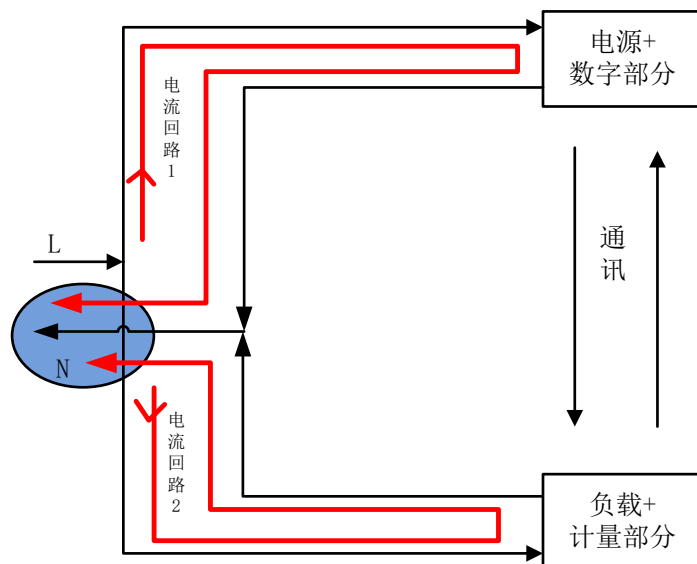
- 关于 PN8015 的详细设计资料或 MP150 的电源资料，可以从这里获取：[硬件参考设计\非隔离电源资料](#)

1.3 Layout 说明

1.3.1 单路计量方案

由于电流采样端最大输入信号是 30.9mV，以测量 10A 为例，如需分辨 1mA，则相当于 30.9mV 需要等分 10000 份，也就是芯片需要分辨 3.09uV 的信号，这个信号非常微弱，所以在设计 PCB 时，需对 GND 需要小心处理，将 GND 噪声干扰降至最低。

一般会对 GND 分两路进行处理，使两个回路不会重合，不会相互影响，当两路回路不重合时，电源部分和数字部分的地噪声就不会影响到计量信号，如下图，电路回路 1 和电路回路的走线相互不重合，只在入口处 N 汇集于一点，这样数字信号就不会干扰到计量部分。

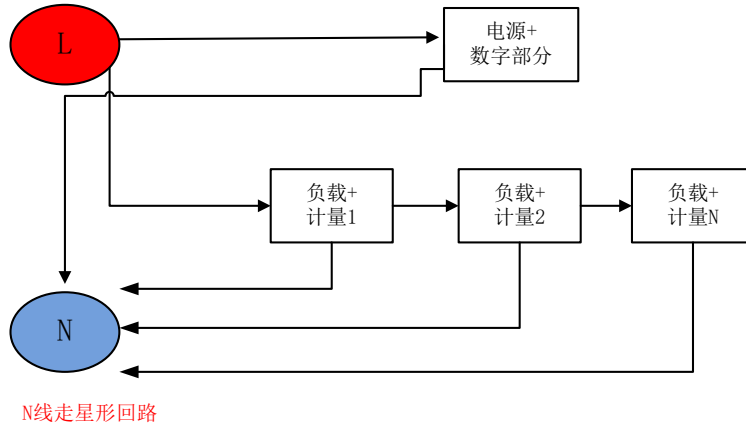


- 详细的 Layout 设计参考，请参考文档：[Layout 必看](#)

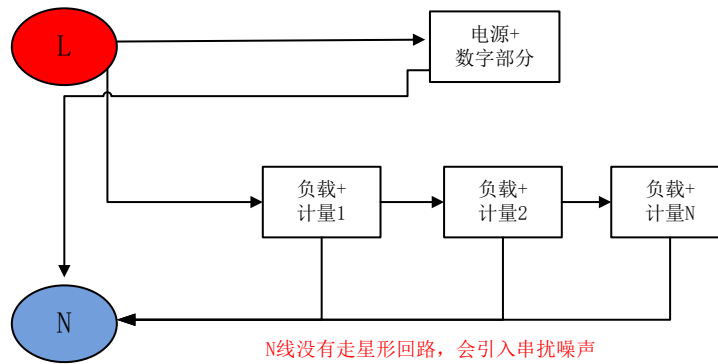
1.3.22 路或 2 路以上计量方案

在使用多路计量电路的设计中，同样需要注意 GND 的处理，如果布局不合理，每一路计量电路就会相互产生干扰。为避免每一路计量电路之间的相互干扰，地线需要采用**星形地线**的布局方式，参考布局方法如下：

正确的连接方式：



错误的联接方式:



2 软件设计

HLW8032 是具有带免校准功能的计量芯片，出厂精度在 2%以内，所以只要控制好外围采样电路的精度在 2%以内，产品不做校准时，产品线的性精度在 2%-4%以内是可以做到的，前提是要控制好外围电路精度;

下面是基于 HLW8032 的两种应用设计方案的详细说明:

- 1、免校准设计方案;
- 2、校准设计方案。

2.1 HLW8032 免校准设计方案

- HLW8032 免校准参考设计方案，请参考文档：[软件参考设计\HLW8032 参考应用一【免校准参考设计】.pdf](#)

2.2 HLW8032 校准设计方案

- HLW8032 校准参考设计方案，请参考文档：[软件参考设计\HLW8032 参考应用二【校准参考设计】.pdf](#)

2.3 HLW8032 uart 数据处理

为方便用户对 HLW8032 输出串口数据的处理，我们制作了一个 Excel 文件，用户只需要把读到的串口数据填入到表格中，就会自动计算出当前功率、电压、电流值；

- Uart 数据处理表：[软件参考设计\HLW8032-UART 数据处理表.xlsx](#)

2.4 软件设计流程图

建议在写软件前，先阅读软件流程图。

- 详细的软件设计流程图请参考文档：[软件参考设计\HLW8032 软件算法流程图.pdf](#)

2.5 参考代码文件

- 详细的参考代码请点击文件链接：[软件参考设计\参考代码](#)

2.6 校准

如果产品精度要求比较高，就需要通过校准的方式来提高精度。

- 详细说明请参考校准文档：[软件参考设计\校准文件](#)

3 HLW8032 性能数据

下表是 DEMO 测试板实际测试的参数值，可以做为参考依据：
采用 1000W 负载进行校正后的测试数据

| 1000W校正 | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|--------|
| 标准信号 | | | | | 测量值 | | | | | | | | |
| 设置功率 | 仪器输出功率(MAX) | 仪器输出功率(MIN) | 电压 | 电流 | 功率(MAX) | 功率(MIN) | 误差 | 电压(MAX) | 电压(MIN) | 误差 | 电流(MAX) | 电流(MIN) | 误差 |
| 0 | 0 | 0.00 | 220.1 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.2 | 0.17 | 0.17 | 220.1 | 0.0008 | 0.2 | 0.1 | -11.76% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.3 | 0.33 | 0.33 | 220.1 | 0.0015 | 0.3 | 0.3 | -9.09% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.5 | 0.44 | 0.44 | 220.1 | 0.0020 | 0.4 | 0.4 | -9.09% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 1 | 1.10 | 1.10 | 220.1 | 0.0050 | 1.1 | 1.0 | -4.55% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 2 | 1.99 | 1.99 | 220.08 | 0.0090 | 2.0 | 1.9 | -2.01% | 221.1 | 220.0 | 0.21% | 0.016 | 0.016 | |
| 5 | 5.06 | 5.06 | 220.1 | 0.0230 | 5.0 | 5.0 | -1.19% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.024 | 0.024 | 4.35% |
| 10 | 9.99 | 9.89 | 219.95 | 0.0450 | 9.9 | 9.8 | -0.91% | 221.1 | 220.0 | 0.27% | 0.046 | 0.046 | 2.22% |
| 50 | 49.96 | 49.92 | 219.96 | 0.2270 | 49.9 | 49.8 | -0.18% | 221.1 | 220.0 | 0.27% | 0.226 | 0.226 | -0.44% |
| 100 | 100.15 | 100.09 | 220.1 | 0.4548 | 100.0 | 99.9 | -0.17% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.454 | 0.453 | -0.29% |
| 250 | 250.17 | 250.03 | 220.2 | 1.1361 | 250.1 | 249.8 | -0.06% | 221.1 | 220.0 | 0.16% | 1.136 | 1.134 | -0.10% |
| 500 | 500.36 | 500.02 | 220.1 | 2.2717 | 500.0 | 500.0 | -0.04% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 2.271 | 2.270 | -0.05% |
| 1000 | 1000.24 | 999.88 | 220.04 | 4.5434 | 1000.0 | 998.9 | -0.06% | 221.1 | 220.0 | 0.23% | 4.545 | 4.545 | 0.04% |
| 2000 | 2001.68 | 2000.00 | 220.2 | 9.0916 | 2002.0 | 1999.5 | 0.00% | 221.1 | 220.0 | 0.16% | 9.100 | 9.090 | 0.04% |
| 3000 | 3002.18 | 2999.60 | 219.98 | 13.6416 | 3004.4 | 3002.5 | 0.09% | 221.1 | 220.0 | 0.26% | 13.658 | 13.658 | 0.12% |
| 3600 | 3601.60 | 3599.40 | 220.1 | 16.3572 | 3608.9 | 3603.4 | 0.16% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 16.384 | 16.384 | 0.16% |

采用 250W 负载进行校正后的测试数据

| 250W校正 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|--------|
| 标准信号 | | | | | 测量值 | | | | | | | | |
| 设置功率 | 仪器输出功率(MAX) | 仪器输出功率(MIN) | 电压 | 电流 | 功率(MAX) | 功率(MIN) | 误差 | 电压(MAX) | 电压(MIN) | 误差 | 电流(MAX) | 电流(MIN) | 误差 |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 220.1 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.2 | 0.17 | 0.17 | 220.1 | 0.0008 | 0.2 | 0.1 | -11.76% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.3 | 0.33 | 0.33 | 220.1 | 0.0015 | 0.3 | 0.3 | -9.09% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 0.5 | 0.54 | 0.50 | 220.1 | 0.0025 | 0.4 | 0.4 | -23.08% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 1 | 1.10 | 1.09 | 220.1 | 0.0050 | 1.1 | 1.0 | -4.11% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.016 | 0.016 | |
| 2 | 1.99 | 1.99 | 220.08 | 0.0090 | 2.0 | 1.9 | -2.01% | 221.1 | 220.0 | 0.21% | 0.016 | 0.016 | |
| 5 | 5.07 | 5.06 | 220.1 | 0.0230 | 5.0 | 5.0 | -1.28% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.024 | 0.024 | 4.35% |
| 10 | 9.90 | 9.89 | 219.95 | 0.0450 | 9.9 | 9.8 | -0.45% | 221.1 | 220.0 | 0.27% | 0.046 | 0.046 | 2.22% |
| 50 | 49.98 | 49.95 | 220.08 | 0.2270 | 49.9 | 49.8 | -0.23% | 221.1 | 220.0 | 0.21% | 0.226 | 0.226 | -0.44% |
| 100 | 100.10 | 100.04 | 220.1 | 0.4548 | 100.0 | 99.9 | -0.12% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 0.454 | 0.453 | -0.29% |
| 250 | 250.24 | 250.07 | 220.2 | 1.1361 | 250.1 | 249.8 | -0.08% | 221.1 | 220.0 | 0.16% | 1.136 | 1.134 | -0.10% |
| 500 | 500.16 | 499.81 | 220.1 | 2.2722 | 500.0 | 500.0 | 0.00% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 2.271 | 2.270 | -0.07% |
| 1000 | 1000.41 | 999.73 | 220.04 | 4.5430 | 1000.0 | 998.9 | -0.06% | 221.1 | 220.0 | 0.23% | 4.545 | 4.545 | 0.04% |
| 2000 | 2001.34 | 2000.74 | 220.11 | 9.0880 | 2002.0 | 1999.5 | -0.01% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 9.100 | 9.090 | 0.08% |
| 3000 | 3000.26 | 3000.24 | 219.98 | 13.6416 | 3004.4 | 3002.5 | 0.11% | 221.1 | 220.0 | 0.26% | 13.658 | 13.658 | 0.12% |
| 3600 | 3601.68 | 3599.14 | 220.1 | 16.3692 | 3608.9 | 3603.4 | 0.16% | 221.1 | 220.0 | 0.20% | 16.384 | 16.384 | 0.09% |

- HLW8032 的最小测试电流为 40mA；
- 功率误差在千分之三以内，因为只显示 1 位小数，小功率数据的显示精度不够，所以计算误差较大，显示位数提高到小数点后两位，则计算误差会在千分之三以内。
- DEMO 板的测量是使用精度高的校表台进行测试的，用户实测的数据还取决于参考负载的精度。

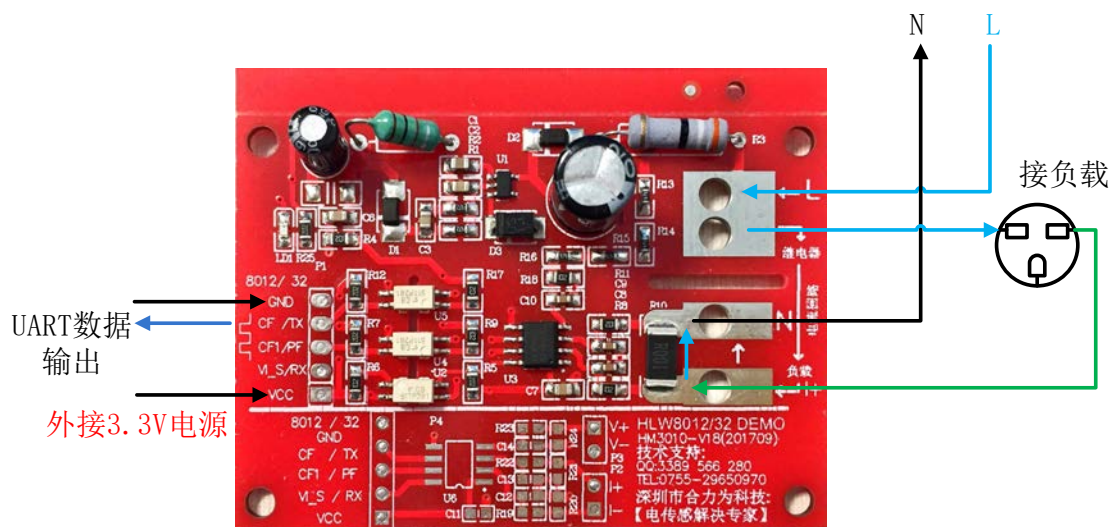
4 FAQ 附录

以下是设计中经常遇到的一些问题，在设计中作为辅助参考：

| | 问题描述 | 链接文件 |
|--------|---------------|--|
| 硬件 FAQ | 隔离采样与非隔离采样的区别 | FAQ 应用问题\【硬件设计之 1】隔离采样与非隔离采样的区别.pdf |
| | 参考地与 N 线的关系 | FAQ 应用问题\【硬件设计之 2】HLW8012 的参考地与 N 线的关系.pdf |
| | 采样电阻的类型 | FAQ 应用问题\【硬件设计之 3】采样电阻有哪几种类型.pdf |
| 软件 FAQ | 软件设计流程图 | 软件参考设计\HLW8032 软件算法流程图.pdf |

5 硬件自查

一般我们收到样板后，会先对硬件进行检测，以判断硬件的功能是否正常。下面以 DEMO 板为例，我们可以按照以下顺序进行自检：



STEP1-接线

按图示接入负载和 3.3V 电源，上电;负载可以选择 2-3 个已知功率的用电器，比如灯泡等;

STEP2-测量

用串口工具将 TX 口连接到 PC，可以从 PC 的串口软件端口读出 UART 数据;

HLW8032 产品应用文档

波特率设置:

波特率: 4800bps

起始位(Start)+数据位(8bit)+偶校验位(even)+停止位(Stop)

HLW8032 的 TX 口每 50ms 发出一组数据, 每组数据为 24 字节, 以 0x55 或 0xfx (x 为 0-f 的任意数) 为包头, 第 2 字节固定输出为 0x55。

➤ UART 数据处理请参考文档: [软件参考设计\HLW8032-UART 数据处理表.xlsx](#)