

功耗不能忽略，如何正确测量无线通讯模块功耗？

低功耗，是万物互联中极为重要的一个概念，绝大多数的物联网节点都需要使用电池供电，而只有正确测量无线模块的功耗，才能准确估算到底 5 年续航需要使用多大的电池，本文将为您讲解详细的测量方法。

在物联网的很多应用中，终端设备通常是电池供电，可用的电量有限。由于电池存在自放电，最差情况下实际使用电量只有标称电量的 70%左右，如常用的 CR2032 纽扣电池，一节电池标称容量为 200mAh,实际可能只有 140mAh 可以使用。

既然电池的电量如此有限，那么降低产品功耗就显得很重要了！下面就先了解下常用的测量功耗的手段，只有清楚了这些测量功耗的方法，才能进行产品功耗优化。

一、功耗测量

无线模块的功耗测试主要在测量电流，这里又分为静态电流与动态电流两种不同的测试。在模块处于休眠或者待机状态时，由于电流不变化，保持一个静止的数值，我们称之为静态电流。这时候我们可以采用传统的万用表来进行测量，只需要在电源引脚串联一个万用表就可以得到所需要测量的数值，如图 1 所示。



图 1 万用表测试

在测量模块正常工作模式的发射电流时，由于信号发射所需要的时间很短，整个电流是处于变化状态，我们称之为动态电流。万用表响应时间比较慢，很难捕捉到变化的电流，所以不能使用万用表测量，对于变化电流，需要使用示波器和电流探头进行测量，测量结果如下图 2。



图 2 电流探头测量结果图

二、电池使用时长计算

无线模块常有两种工作模式，工作模式和休眠模式，如下图 3 所示。

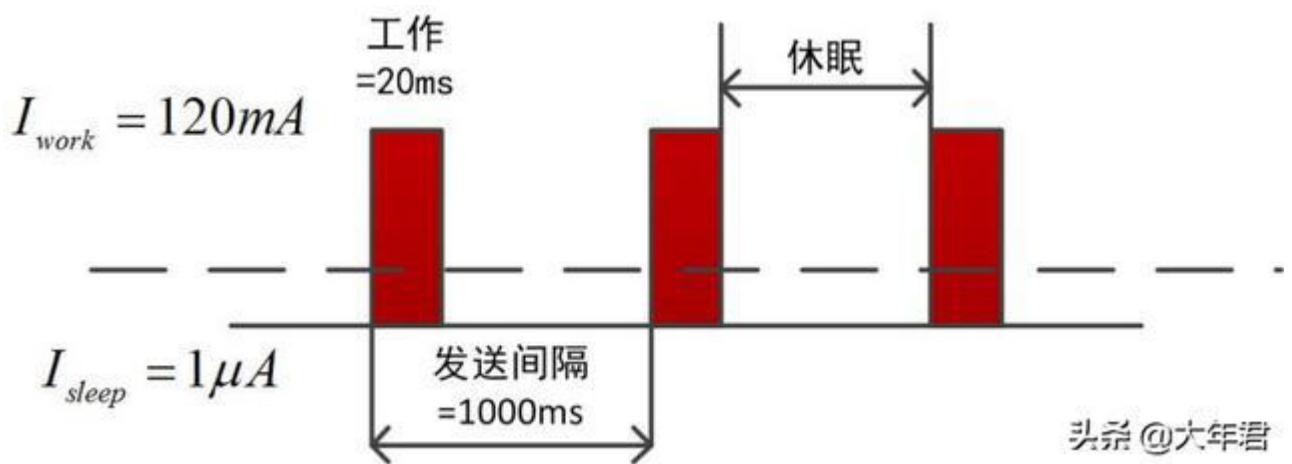


图 3 平均电流

上文数据来源于我司 LM400TU 产品，按照上图所示，两个发送包之间的发送间隔为 1000ms，计算平均电流：

也就是说，1 秒内平均电流大约为 2.4mA，如果使用一节 CR2032 供电，理想情况下可以大约使用 83 个小时，约 3.5 天。如果我们将工作时长延长为 1 个小时呢？类似的，可以通过上面的公式算出，1 小时的平均电流仅为 1.67uA。同样一节 CR2032 电池可以支持设备工作 119760 小时，约 13 年！从上述这两个例子比较看出，增加发送包之间的时间间隔，延长休眠时间，可以降低整机的功耗，使得设备能够更长久的的工作。这也是为什么无线抄表行业的产品普遍使用年限很长，因为它们每天只发送一次数据。

三、常见功耗问题与原因

为了保证产品的低功耗，除了增加包间隔时间，还有就是降低产品本身的电流消耗，也就是上面提及到的 I_{work} 和 I_{sleep} 。正常情况下，这两个数值应该跟芯片数据手册一致，但如果用户使用不当，有可能出现问题。我们在测试模块的发射电流时，发现是否安装天线对测试结果有很大影响。在带天线测量的时候，某产品电流为 120mA，但是如果拧掉天线，测试电流飙升到近 150mA。这种情况下的功耗异常主要是由模块射频端失配，引起内部 PA 工作异常导致的。因此，我们建议客户在评估无线模块的时候，务必带载测试。

在前面的计算中，当发送间隔越来越长，工作电流占空比降越来越小，这时影响整机功耗的最大的因素就是 I_{work} 和 I_{sleep} 越小，产品续航时间也就越长了。这个数值一般都是与芯片数据手册接近，但是我们经常遇到客户反馈测试的休眠电流偏大，那是为什么呢？

这个问题往往是由 MCU 的配置引起的，一般的 MCU 单个 IO 口功耗就能达到 mA 级别。换句话说，如果不小心漏掉或者错配一个 IO 口的状态，很有可能就将破坏前期的低功耗设计。下面以某产品为例进行一个小实验，看看这个问题影响有多大。

$$\bar{I} = I_{work} \times 2\% + I_{sleep} \times 98\% = 2.4mA$$

头条 @ 六年磨

图 4 产品 A 的低功耗 IO 配置测试结果



图 5 产品 A 的 IO 配置不当测试结果

在图 4 和图 5 的测试过程中，测试对象是同一个产品，同样配置为模块休眠模式，可以很明显看到测试结果的不同。在图 4 中，所有 IO 都配置为输入下拉或者上拉，测试出来的电流仅为 4.9uA，而图 5 中，仅仅把其中两个 IO 配置为浮空输入，测试结果为 86.1uA。

如果保持图 3 的工作电流和时长不变，发送间隔为 1 个小时，带入不同的休眠电流计算。按照图 4 的结果计算，一个小时的平均电流为 5.57uA，而按照图 5 则为 86.77uA，相差约 16 倍。同样使用一节 200mAh 的 CR2032 电池供电，

产品按照图 4 的配置，可以正常工作时间约为 4 年，而按照图 5 配置，这个结果仅为 3 个月左右！

从上文实例可以看出，要尽可能延长无线模块的使用时长需遵循以下设计原则：

- 1、在满足客户应用需求的条件下，尽可能的延长发送包间隔，降低工作周期内的工作电流；**
- 2、一定要正确的配置 MCU 的 IO 状态，不同厂家的 MCU 可能有不同配置，详细参考官方的资料。**