



节能

# “无中生有” 的免费能源

凌力尔特公司 Tony Armstrong

我相信，大多数人都记得英国摇滚乐队“Dire Straight”的单曲“Money for Nothing(金钱无用)”，不过有多少人曾经想到过，有一天“金钱无用”也能适用于能量收集!免费能源如同“无中生有”，所以在能量收集领域，“金钱无用”了。确实，有些人也许会认为，这么说有点儿夸张，不过事实仍然是，能量收集就是重新使用某种能源，而这种能源是另一种活动的副产品，就是用这种能源给自主工作的无线传感器节点(WSN)供电。对于不熟悉无线传感器节点的人来说，可以这样理解，无线传感器节点本质上是一种自含式系统，其中包括某种换能器，以将环境能源转换成电信号，换能器后面通常跟随的是DC/DC转换器和管理器，以利用合适的电压和电流给下游电子组件供电。下游电子组件由微控制器、传感器和收发器组成。

如果要采用一个或多个无线传感器节点，那么有一个问题需要好好考虑就是“要让这个或这些无线传感器节点工作，需要多少功率?”从概念上看，这个问题似乎相当简单，不过现实情况是，有几个因素导致这个问题有点儿难以回答。例如，多长时间需要获取一次

读数?或者，更重要的是，数据包多大?需要发送多远?问这些问题的原因是，就获取一次传感器读数而言，收发器消耗的能量大约占整个系统的50%。有几种因素会影响无线传感器节点能量收集系统的功耗特性，这些因素如表1所述。

表1 影响无线传感器节点功耗的因素

	影响功耗的因素
电源 (或电池)	放电速率
	电池大小
	电源电压
	所用电极材料的类型
	DC/DC效率
传感器	物理信号至电信号的转换
	支持性组件的复杂性
	信号采样
	信号调理
ADC	采样速率
	混叠
	高频抖动
微处理器	内核工作频率
	工作电压
	与处理和计算负载成正比的功率
	环境温度
	应用代码
	外围设备利用率
射频	调制方案
	数据速率
	发送距离
	运行占空比

当然，由能量收集源所提供的能量取决于它处于运作状态的时间长度。因此，比较环境采集能量源的主要度量标准是功率密度，而不是能量密度。能量收集通常遇到的是低、易变和不可预

知的可用功率等级，因而采用了一种与能量收集器和一个辅助电能储存器相连的混合结构。能量收集器因其不受限制的能量供应和功率方面的欠缺而成为系统的能量源。辅助电能储存器（一个电池或一个电容器）可产生较高的功率，但储存的能量较少，它在需要的时候供电，而在除此之外的其他情况下则定期从收集器接收电荷。因此，在没有环境能量可供采集的情况下，就必须采用辅助电能储存器来给 WSN 供电。当然，从系统设计人员的角度来看，这将使设计的复杂程度进一步增加，原因是他们现在不得不考虑这样一个问题，即“为了补偿环境能量源的缺失，辅助电能储存器中必须存储多少能量呢?”他们需要存储多少能量，取决于几个因素，这包括：

- (1) 环境能源不存在的时间长度
- (2) 无线传感器节点的占空比(即必须进行数据读取和发送的频度)
- (3) 辅助电能储存器(电容器、超级电容器或电池)的尺寸和类型
- (4) 环境能量是否充足?既可充当主能源，又有充足的剩余能量给辅助电能储存器充电，以在某些没有环境能源可用的特定时段供电



最新和现成有售的能量收集产品(例如: 振动能量收集和室内光伏产品)在典型工作条件下能产生毫瓦量级的功率。尽管这一量级的功率看似用途有限, 但多年来能量收集组件的运行意味着, 在能量提供和每能量单位的成本上, 能量收集产品的技术与长寿命的主电池大致上是可相比。此外, 采用能量收集技术的系统一般在电量耗尽后能再充电, 而主电池供电的系统是无法做到这一点。

环境能源包括光、热差、振动波束、发送的RF信号, 或者其他任何能通过换能器产生电荷的能源。表2说明

表2 能源及其能产生的能量大小

能源	所产生的典型能量	典型应用
小型太阳能电池板	几百 mW/cm <sup>2</sup> (直射太阳光)	手持式电子设备
小型太阳能电池板	几百 μW/cm <sup>2</sup> (间接照射的太阳光)	手持式电子设备
席贝克器件(将热能转换成电能)	几十 μW/cm <sup>2</sup> (本身的热量)	远程无线传感器
席贝克器件	几十 mW/cm <sup>2</sup> (熔炉排气管烟囱)	远程无线启动器
压电器件 (靠挤压器件或器件挠曲产生能量)	几百 μW/cm <sup>2</sup>	手持式电子设备或远程无线启动器
来自天线的RF能量	几百 pW/cm <sup>2</sup>	远程无线传感器

了不同能源可产生的能量大小。要成功地设计一个完整的自含式无线传感器系统, 要求可方便地买到的节能微控制器和换能器, 这些微控制器和换能器要靠环境提供的很低能量工作, 因此要最大限度地降低所消耗的电能。幸运的是, 低成本、低功耗的传感器和微控制器已经上市几年了, 不过, 直到最近, 商用超低功率收发器才普及起来。

由于模拟开关模式电源设计专长在全球都短缺, 设计一个有效的能量收集系统一直很难。主要问题存在于与远程

无线检测有关的电源管理方面。不过, 幸运的是, 凌力尔特等公司已经推出了种类繁多的能量收集IC, 这些IC为无线传感器节点的电源转换及系统管理的设计提供了方便。这些器件可以从几乎任何光源、热源或机械振动源抽取能量。此外, 这些器件提供全面的功能且在设计中易于使用, 所以极大地简化了在能量收集链中难以应对的电源转换设计环节。这些器件的推出对无线传感器节点设计师来说是个好消息, 因为这些器件具有高集成度, 包括了电源管理控制功能, 并使用现成有售的外部组件, 从而成为最小、最简单和最易于使用的解决方案。

最后, 尽管可以从无数的环境能源免费获得功率, 但是系统设计师和系统规划师必须从一开始就优先考虑其电源管理系统的具体需求, 以确保高效地完成设计 并成功地进行长期部署