

无线抄表无线传感网络中低功耗 Wave Mesh 关键技术

随着无线自组网的应用的越来越广泛，无线抄表一直是无线自组网应用的热门领域。近些年来随着智能电表的推广，已经有很多厂家能无线抄表方案。但对于燃气表、热表和水表此类低功耗的抄表来说，需要解决更多的实际问题，才能满足低功耗的需要。这里简单罗列了一下降低无线自组网功耗的几个关键技术，也是这几年做 wave mesh 协议栈的经验积累。

1、所有的设备都应该可以休眠

很多号称低功耗的无线自组网方案中都需要借助一部分不休眠的设备来达到降低另一部分设备的功耗的目的，如 ZigBee。ZigBee 网络中的路由器是不可以休眠的，只有终端设备才能休眠。其思想很简单，休眠的设备会自动醒来跟不休眠的设备询问是否缓存了属于自己的数据，如果有就进行数据传输，没有就接着休眠。然而不休眠的设备的安装和取电是现实安装中最大的问题，导致安装维护成本增加；而且由于不休眠的设备需要缓存大量的数据需要更多的资源，设备成本不菲。只有让所有设备都可以休眠，整个网络紧凭借燃气表、热表和水表自身进行组网才是实际的，而且是最经济的。Wave Mesh 网络中的所有设备都是可以休眠的。

2、全网数据集抄而不是逐点轮抄

无线抄表的应用最基本的就是获得全网所有仪表的数据。逐点轮抄是有线总线型网络如 485 等所采用的通讯方式，也就是读取一个节点的数据之后再读取下一个节点，直到把整个网络所有的点的数据读完为止。对于低功耗的无线抄表来说，很难承受逐点轮抄的功耗。对于一个 500 个点的网络，假设平均抄到一个节点的数据需要 2 秒，抄完整个网络就需要 1000 秒。逐点进行全网数据的集抄可以大大缩短抄表的时间。Wave Mesh 协议就可以做到可靠的全网集抄，500 个点的网络进行数据集抄仅需要几秒钟，相对于逐点轮抄的时间几乎缩短近百倍。在没有孤立节点和外来干扰的情况下，Wave Mesh 协议单次全网集抄的成功率几乎就是 100%。

3、安全可靠的全网快速唤醒

如果网络中所有的节点都可以休眠，那就需要一种安全可靠的快速无线唤醒机制，在需要进行数据交换时快速的唤醒休眠节点。常见的唤醒算法是利用加长前导码的方式。比如，休眠节点的休眠周期为 1s，在休眠周期结束时会自动醒来一个短暂的时隙监听前导码，如果监听到就醒来，没有就进入下一个休眠周期。按照加长前导码的方式进行唤醒，如果前导码长度大于 1s 就很可能唤醒一个休眠的节点。加长前导码的唤醒方式会带来两个致命的问题：第一不安全，前导码往往是 1 个到几个字节的重复发送很容易被有意或者无意伪造，节点被误唤醒的概率很大，就会极大的可能造成功耗的上升；第二延时大，前导码的发送长度需要大于休眠周期，这样每做一次唤醒就需要额外消耗大于休眠周期的时间，这样做会大大延长抄表的时间，增加功耗。Wave Mesh 并没有采用加长前导码的唤醒方式，而是采用私有安全、可靠、迅速地全

网无线唤醒技术，节点被误唤醒的概率几乎是 0，节点被漏唤醒的概率也几乎是 0，唤醒带来的响应延时很短并且是确定的，和网络规模、路由级数无关。

4、极短甚至为 0 的网络初始化时间

很多集中式的自组网解决方案，网络初始化时间相当长，长达几十分钟甚至几个小时甚至更长。此类方案都是以集中器为中心节点，负责网络的拓扑分析，管理全网的路由信息。其它节点按照源路由的方式，根据集中器指定的路由进行数据的转发。集中器需要很长时间进行全网的节点的信息采集，分析拓扑结构。对于低功耗的网络来说，网络初始化时间越短所消耗的电量越小，整个网络的寿命也就越长。**Wave Mesh** 是对等的分布式网络，整个网络没有中心节点，每个节点独立维护自己的路由信息，所有设备上电即能工作，节点可以随意增加和移除，整个网络完全没有初始化的过程。相对于以集中器为中心的集中式网络，分布式网络具有健壮性好、组网速度快、对网络拓扑变化敏感、网络容量大、设备价格低廉等优势。

5、尽可能减少无线资源的开销

设备在无线发送时消耗的电流最大，降低设备的功耗的一个方向就是尽可能减少无线资源的开销。这需要对整个协议的系统的精简和优化，需要整体的布局。举例来说，很多集中式的自组网解决方案都采用源路由的方式，也就是在报文中携带中间节点的路由信息，这样一来就大大增加了无线资源的开销，可能为了传输一个字节的的有效数据，需要额外发送上百字节的路由信息，而且这些额外的数据被一级一级的中继节点进行转发，导致无线资源利用率很低，也增加了设备的功耗。**Wave Mesh** 协议仅在应用层的数据帧前增加了 2-4 个字节的开销，并不在数据报文中传送类似“源路由”等额外信息，最大程度的提高了无线资源的利用率。

6、现场零配置，自动优化网络

现场零配置看似与低功耗没太大的关系，但实际不然。有些解决方案需要现场进行人为的配置，如频点、网络 ID 等信息，而这些人为设置的网络并不是最优的网络，换句话说有可能网络 A 的节点到网络 B 的集中器的距离比到网络 A 的集中器更近。网络节点的交叉、覆盖范围的重叠虽然不会导致太大问题，但是会影响系统的功耗和电池使用寿命。**Wave Mesh** 协议可以允许节点自动智能选择最近的集中器并加入网络，而且不需要人工干预，使网络功耗最优化。

7、路由的计算要考虑电池的剩余电量

对于低功耗的应用来说，路由的计算要充分考虑电池的剩余电量，应该避免使用相对电量低的节点进行路由，尽可能平衡网络的负载，可以有效延长整个网络的电池使用寿命。**Wave Mesh** 的路由算法重复考虑了节点的电池的剩余电量，可以避免反复采用某些节点做路由的情况，最大程度平衡各个节点的电池的消耗。

8、避免唤醒不需要进行数据转发的节点

无线抄表的应用中，除了获得全网所有仪表的数据之外，还会有对部分节点或者单一节点的控制等其

它应用，如充值缴费、拉合闸等。对于单点和部分节点的控制，如果采用全网唤醒等方式就会对不相关的节点造成电池的白白消耗。对于此类应用，**Wave Mesh Pro** 协议仅需要唤醒到达目的节点沿途的节点，而不是全网唤醒，降低了整个系统的运行功耗。

9、待机电流要小

待机电流是指节点在没有应用层数据传输时的平均功耗。要减小待机功耗有 **2** 个途径：第一尽可能增大 **RF** 的睡醒时间比；第二尽可能减小系统的维护开销。**Wave Mesh** 协议在待机时所有设备完全静默，平时不需要进行系维护；而且节点的 **RF** 睡醒比可以灵活设置，范围 **0~2500**。

10、不应该牺牲应用层面做代价

有些公司推出的低功耗无线抄表方案中，为了精简协议，仅支持抄表这一条命令，或者说不能有效支持将来的可能的应用比如充值缴费、拉合闸等；而有些方案仅支持单向数据流，如上行。这类所谓的低功耗无线抄表方案往往实现方式简单，但是缺乏可扩展性，将来会面临系统升级等问题。**Wave Mesh** 协议可以可靠的支持双向数据流，下行数据传输方式为单播、多播和广播；上行数据传输方式为单播。包括广播在内，所有的报文都是按照 **3** 次握手的方式可靠传输，并且采用多次尝试、碰撞避免和拥塞控制机制保证所有的报文都安全可靠抵达目的节点。数据流能在多个路径、多个物理信道并行发送。支持各种可能的上层应用。

11、声明

本说明的修改权、更新权及最终解释权均属本公司所有, 其它任何公司及个人(自然人) 无权使用、更改、传播本说明中的详细内容或专属图片及本说明涉及的核心理念进行商业活动, 如本公司发现有违反或侵害本公司利益者, 本公司有权向相关司法机构提起诉讼的权利。