

## 无线集中抄表系统探究

郑州安然测控设备有限公司(450006) 张志强 张文阁

**摘要** 根据用户需求,无线集中抄表系统使用先进的微功率无线通信技术,各个表具(通信节点)具有自动中继、集中功能,实现了户用燃气表具的数据汇总,并可通过公网上传到账务中心。

**关键词** 无线远传抄表系统 中继 集中

### Research on the Wireless Advanced Meter Reading (AMR) System

Zhengzhou Anran I&C Equip Co. Ltd(450006) Zhang Zhiqiang, Zhang Wenge

**Abstract** According to the user needs, the wireless AMR (advanced meter reading) system is based on the technology of micro-power wireless communication, and all the meters are of (communications nodes) automatic relay, and concentrate. The system concentrates all the data of household gas meters, uploads them to the Accounts center through public network.

**Keywords** the wireless AMR relay concentrate

集中抄表实现方式多种多样,如专线(RS485、MBUS)、电力载波等方式。随着短距离微功率无线通信技术的发展,使得无线集中抄表成为一种比较好的选择,而且短距离微功率的无线网络通信技术日新月异,网络通信中的路由算法各具特色,结合无线应用的具体要求可以依据不同的路由算法并进行改进,并满足无线集中抄表的需求。无线集中抄表以其安装维护方便(不需要穿墙打洞),通信终端节点相对独立(单个节点故障不会影响系统性能),安装维护成本低廉等优势(不需要专门的安装施工人员),以及系统性能价格比高的优点,成为住宅抄表的优选方案。但是,无线集中抄表作为一个系统性的抄表方案,必须从整体考虑,下面我们从用户需求分析以及整体方案等方面做一些分析,并提出具体对策。

#### 1 良好的需求分析是系统设计方案的基础

设计输入是确定所设计产品的市场、用户、功能、性能、时间等目标,开展产品设计的依据,也是以后验证产品设计是否能达到规定的要求,评定设计质量优劣程度的依据。用户需求一般如下:

(1)抄表实时性要好,抄取的数据最好是当时的数据(或者比较接近当时的数据),使得统计分析具有比较强的价值;抄表速度快,例如点对点操作,通信响应时间应小于3s,如果通信响应大于10s,对于使用者来说,可能难以忍受;抄取集中时间(即读取集中器)也不能大于10s;对于抄表的整体效果来说,抄表速度明显高于人工抄表方式,人工抄表每天约200户左右/人,采用无线集中抄表后,人均抄表应大于800户左右/人。

(2)系统安装、维护方便快捷经济;施工维护的方便性可能会决定系统的成败,所有设备硬件组成、软件功能、整体性能应完全相同,做到安装、设置、维护、更换方便容易。例如,表具安装往往由专门的施工人员集中安装,无线表具应具有完全的互换性。系统调试工程方便快捷,对系统调试人员的要求务必

尽量低,最好能由燃气运营公司普通人员负责系统调试;维护应方便快捷、简单,任何设备都有可能失效,其更换过程应尽量简单,最好一次即可完成。如果需要安装集中器,其安装必须方便,或者最好由表具担当集中器,还需考虑一些人为损坏等因素,局部的损坏不能影响系统的功能。

(3)产品绿色环保:低能耗,整个使用周期内不再增加百姓负担,对于燃气行业来说,最好是用锂电池,整个使用期内不用更换电池,无线方式要符合信息产业部《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》。

(4)安全:由于无线集中抄表智能燃气表用于燃气用户,安全性自然非常重要,必须符合《GB3836.1-2000 爆炸性气体环境用电器设备 第1部分:通用要求》;《GB3836.4-2000 爆炸性气体环境用电器设备 第4部分:本质安全型“i”》要求,并取得防爆证书。

(5)系统具有良好的可扩展性、兼容性。早期安装用户比较少,可以点抄;中期整个楼基本上装全,可以集抄;后期整个小区全部安装结束后,集抄数据可以公网汇总到帐务中心。其次建设部为规范集中抄表的行业发展,制定了相关的推荐性标准 JG/T162-2004《住宅远传抄表系统》,CJ/T188-2004《户用计量仪表数据传输技术条件》,系统设计应符合标准要求。

## 2 无线集中抄表系统关键性能的相互关系的确定依据

作为无线集中抄表整体方案,应当确定影响全局的关键性能,如功耗、通信距离、通信速率、点对点抄表速度、网络抄表速度等相关性能指标,而这些性能指标往往相互矛盾,因为这些指标的选择对于无线集中抄表整体性能影响巨大,下面简单叙述几个关键性能指标的相互关系,以供参考。

(1)电流消耗:对于燃气行业,大部分无线智能表具使用锂电池(也可能使用碱性干电池),为了表具降低电流消耗,通常情况下表具终端处于休眠状态,同时由较少的时间处于接收状态,其接收时间相对于休眠时间的占空比决定了表具的能量消耗水平。通信距离即通信终端的接收机灵敏度与通信速率成反比,通信速率越高,接收机灵敏度越低;通信速率决定了单个字节传输所需要的时间长度,速率越快,传输时间越快,意味着传输同样的数据需要较短的时间,对于同样的通信响应时间,其工作于接收状态与休眠状态的占空比可以更小,也就是功耗越低。如何在功耗、通信速率、通信距离、抄表速度之间权衡,就依赖于系统方案的确定。表1列出了电流消耗与通信性能之间的关系(假设通信响应时间2s,唤醒字长12个字节(4byte 引导码+2Byte 同步字+

表1 电流消耗与通信性能

通信速率	100K	38.4K	1.2K
接收灵敏度(dbm)	-98	-100	-110
唤醒指令发出时长(ms)	$12 \times 8 \div 100 = 0.96$	$12 \times 8 \div 38.4 = 2.5$	$12 \times 8 \div 1.2 = 80$
SPI 等执行时间(ms)	0.2	0.2	0.2
唤醒指令总时长(ms)	1.16	2.7	80.2
响应时间内收到两条唤醒指令所需时间(ms)	2.32	5.4	160.2
接收休眠占空比	$2.32 / 2000$	$5.4 / 2000$	$160.2 / 2000$
等效电流消耗(uA)	$(15000 \times 2.32 + 8 \times 2000) \div 2000 = 25.4$	$(15000 \times 5.4 + 8 \times 2000) \div 2000 = 35$	$(15000 \times 160.2 + 8 \times 2000) \div 2000 = 1209$

1byte 字长+3byte 唤醒+2CRC),假设接收电流 15mA 休眠电流 8uA)。

(2)通信指标:如果集中抄表系统设计中集中器与表具终端之间完全是点对点通信,必须将接收机灵敏度(即通信距离)作为重要的设计指标,那么,通信速率、功耗都应以保证通信的接收灵敏度为主要考核指标,电流消耗必须满足通信性能;如果集中抄表系统设计中集中器与表具终端之间是通过中继来转发数据,接收机灵敏度的重要性就可以不作为首要的设计指标。

(3)通信网络结构:在无线集中抄表应用中的网络结构有星型、环形、网状等多种形式。使用星型结构,表具终端简单可靠,系统升级方便,但是需要安装较多的通信网络集中器(通信汇聚节点),这些设备在现场施工中较为困难,有时甚至不可能。通常情况下使用微功率无线通信技术实现无线集中抄表需要使用环形或网状网络中继方式实现数据汇总,原因有:符合信息产业部《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》的设备功率低(通常使用 ISM 频段的 433MHz 无线信道,最大输出功率 10dBm,接收灵敏度优于-100dBm),无线频段损耗较大(见表 2),

对于高层建筑来说,楼层水平方向的无线通信的损耗不可预测,使得点对点的星型网络实时较为困难,因此实现集中器与表具终端之间点对点通信的可行性较差。

表 2 常见的环境对无线信号的损耗 433MHz/866MHz

环境	典型损耗 (dbm)
墙体 (室内)	10-15
墙体 (室外)	2-38
楼板	12-27
窗户	2-39

### 3 无限集中抄表系统的具体案例及功能与其性能指标

图 1 所示的无线集中抄表系统是通过 ISM 频段的无线信道(433MHz),采用改进型环形网络,使

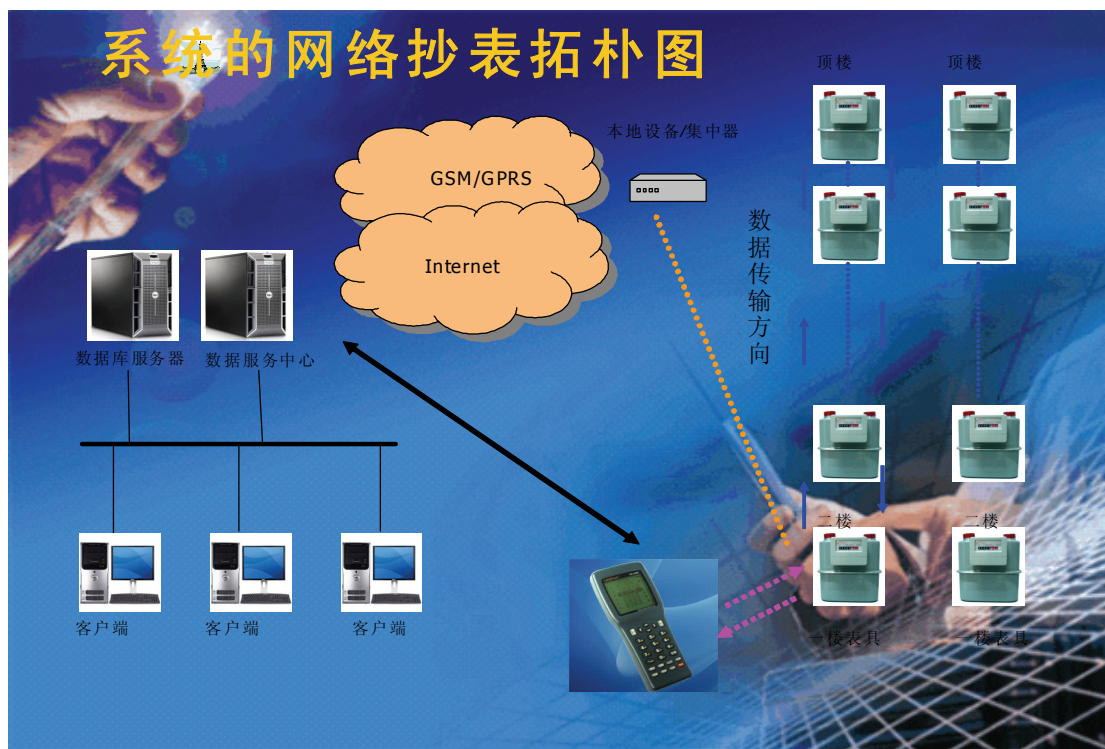


图 1

所有表具具有自动中继路由功能, 最终将燃气表读数汇总在某一特定表具内, 通过手持机 (或公网系统) 将用户使用信息上传至收费系统, 收费系统处理数据后向用户收费。该系统具有较强的实时性, 抄表准确、迅速, 便于燃气公司进行数据分析处理, 还可

以依据用户缴费情况对表具进行控制, 特别适用于高层居民用, 数据汇总到集中器后还可以通过公网传递到账务中心。

从 2005 年开始, 某燃气公司分别在天然气置换区域和新用户区域安装了无线远传表, 应用数据如

表3 无线通信性能测试

项目	指标	项目	指标
静态电流 (Sleep, uA)	≤8	点抄平均时间 (s)	<3
接收静态电流 (uA)	≤45	点抄最长时间 (s)	<4
发射载波频率 (MHz)	430.08±20ppm	网络抄平均时间 (s)/户	<1.5
带宽 kHz	<400	网络抄最长时间 (s)/户	<4
发射功率 dBm	<10	集中抄表时间 (s)/单元	<8
接收灵敏度优于 dBm	-98	单抄成功率	99.1%
整机发射电流 mA	≤35	集抄成功率	>99%
发射功率 mW	<10	数据正确率:	100%。

表 3、表 4。

我们可以看出如果排除未设置及需换表等原因集中抄表抄到率超过 99.5%, 符合我们设计方案的预期。

综上所述, 无线集中抄表系统设计必须考虑系统方案的整体性, 不能片面追求某一指标, 各种无线集中抄表的网络结构各有优缺点, 用户应根据具体的应用选用合适的系统方案。我们认为上述无线集中抄表系统是比较完善的, 因其安装维护方便、低廉, 通信表具节点相对独立, 且表具全部具有自动中继、集中等特性, 是适合目前用户需要的集中抄表系统方案之一。

#### 参考文献

1 Advanced Metering Technologies, Strategies, Justification

Technologies, Strategies, Justification and Implementation Howard A. Scott, Ph.D. November 2007 AMR China 2007 首届中国水、电、气·超越 AMR 国际研讨会

2 “European AMR System Standard Introduction” A. Sanz CEO of Advanced Digital Design S.A. November 2007 AMR China 2007 首届中国水、电、气·超越 AMR 国际研讨会

3 《无线传感器网络协议与体系结构》(Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks Holger Karl, Andreas Willig) 邱天爽, 唐洪, 李婷, 杨华, 蒋一译 2007 年 1 月

4 微功率 (短距离) 无线电设备的技术要求 信部无[2005] 423 号

5 JG/T 162-2004 《住宅远传抄表系统》数据专线传输

6 JG/T 162-2007 《住宅远传抄表系统》

(本文表 4 见下页)

表 4 根据某个办事处某批机器 (5 254 部) 安装使用情况的实际抄表数据

账本名	应抄	已抄	抄到率 (%)	备注
W512901	193	188	97.91	需换表:1 块;需入户核对 3 块
W512904	223	216	99.08	漏抄:2 块
W512905	309	300	98.36	需换表:2 块;漏抄:3 块
W512906	265	258	99.23	需入户核对 2 块
W512907	262	259	99.61	需入户核对 1 块
W512908	231	230	100.00	
W512909	313	309	99.67	需入户核对 1 块
W512910	259	249	97.64	需换表:1 块;未入库:4 块; 需入户核对 1 块
W512911	273	263	97.40	未抄:2 个单元, 时间不对
W512912	235	228	99.56	需入户核对 1 块
W512913	173	161	98.77	未入库:1 块
W512914	242	236	99.57	需入户核对 1 块
W512916	207	199	98.02	需换表:1 块;需入户核对 3 块
W512917	163	161	99.38	需换表:1 块
W512918	149	143	98.62	需换表:1 块;需入户核对 3 块
W512919	210	205	100.00	
W512920	195	189	99.47	需入户核对 1 块
W512921	162	156	100.00	
W514601	190	187	100.00	
W514602	269	268	100.00	
W514603	210	204	99.02	需入户核对 2 块
W514604	211	150	100.00	有 56 块安然表未入数据库
W514605	310	297	99.33	未入库:2 块
总计	5 254	5 056	99.14	