

## 基于物联网通信技术的智能燃气表技术展望

孟兰霞<sup>1</sup> 张国振<sup>2</sup>

1 天津速越科技有限公司, 天津 301700

2 华为技术有限公司, 河北 廊坊 065000

**[摘要]**我国燃气事业的不断发展, 各大燃气公司对燃气的管理经验不断增长, 管理理念也在不断更新, 随着国家阶梯气价、智慧城市、物联网的应用等政策的落实, NB-IoT 智能燃气表应运而生。NB-IoT 物联网燃气表是一款基于 3GPP 国际标准协议技术的智能燃气表, 它是基于通信运营商物联网专网, 由基表、智能控制模块和带 NB-IoT 通信模块的无线远传模块构成。本文将对使用的不同类型的智能燃气表进行对比, 并提出了未来智能燃气表的发展趋势。

**[关键词]**物联网; 通信技术; 智能燃气表; 技术

DOI: 10.33142/sca.v6i10.10227

中图分类号: TU996

文献标识码: A

### Prospects for Intelligent Gas Meter Technology Based on Internet of Things Communication Technology

MENG Lanxia<sup>1</sup>, ZHANG Guozhen<sup>2</sup>

1 Tianjin Suyue Technology Co., Ltd., Tianjin, 301700, China

2 Huawei Technical Services Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065000, China

**Abstract:** With the continuous development of Chinese gas industry, major gas companies' experience in gas management is constantly increasing, and management concepts are also constantly updating. With the implementation of policies such as national tiered gas prices, smart cities, and the application of the Internet of Things, NB IoT smart gas meters have emerged. NB IoT IoT gas meter is an intelligent gas meter based on 3GPP international standard protocol technology. It is based on the communication operator's Internet of Things private network and consists of a base meter, an intelligent control module, and a wireless remote transmission module with NB IoT communication module. This article will compare different types of smart gas meters used and propose the development trend of future smart gas meters.

**Keywords:** Internet of Things; communication technology; intelligent gas meter; technology

#### 引言

随着物联网通信技术的进一步发展和突破, 燃气表智能计量进入一个新阶段。2017 年深圳燃气集团采用 NB-IoT 技术进行远程抄表试点工作, 首批 6000 用户开户成功, 实现了物联网远传抄表等系列功能。这一试点标志着我国 NB-IoT 智能燃气仪表走进实际应用阶段。从最初 IC 卡智能燃气表到现在的 NB-IoT 智能燃气表, 燃气仪表逐步拥有智能化, 可远程数据上传等特点, 为燃气公司智能化管理和大数据应用奠定了基础。

#### 1 智能燃气表的发展背景

随着人们生活水平和生活质量的提高, 现代化家庭所需要的智能化产品需求逐渐增强, 加上天然气阶梯气价政策的实施, 新时期燃气企业所面临的收费难、抄表人员人工成本高、偷盗气无法真正实现实时监控等问题日益突显。由于这些问题的存在, 给燃气企业增加了运营成本, 也给运营管理带来许多的麻烦。燃气表作为燃气系统的终端设备, 在燃气企业实现智能化进程中起着先行兵的作用, 也是实现数据采集很关键的一个环节。1995 年开始, 各种智能燃气表逐渐面市, 以期来解决燃气公司经营中遇到的头疼的问题, 在不

断的尝试和技术创新的努力下跨界合作应运而生, 借助物联网通讯技术, 燃气仪表在智能化的道路上越走越远。

在燃气基表上加入一些智能模块, 实现数据采集、传输、阀控制等功能的燃气表可以称为智能燃气表。最早 1983 日本推出了 Micom-Meters (微控制器表), 而我国的智能燃气仪表从 1995 年研制 IC 卡表开始起步。虽然我国晚起步目前国内外在智能燃气仪表技术上差距不大, 都已经在物联网智能燃气表阶段发力布局。从智能燃气仪表的发展来看, 仪表从最初的实现预收费发展到现在收集数据感知, 智能远程操控等功能为一体的智能仪表一共经历了三个发展阶段。

#### 2 智能燃气仪表的开端——卡式燃气表

(1) 卡式燃气表的功能主要表现在实现预收费和用气控制。实现过程是以购气卡为媒介, 完成用户与燃气公司的交易, 在燃气表中的读卡装置来对购气卡数据进行读取, 实现控制燃气阀门的关闭与打开。根据购气卡类型的差异, 卡式燃气表可以分为 IC 卡燃气表、CPU 卡燃气表、射频卡燃气表三种。IC 卡燃气表具有自动收费功能, 还能记录燃气表的运行情况, 在管理机下将用户的各种用气信息进行管理。另外还可以有效防止欠费, 提高管理效率,

节约人力成本,无须上门抄表。当表内可燃气体泄漏时,带漏气报警功能的 IC 卡燃气表可燃气体探测器会发出声光报警,同时液晶屏也会显示报警信息并自动关闭气阀,以达到保障人民财产和生命安全的效果。

我国最常用的是 IC 卡燃气表,其中 IC 卡膜式燃气表由基表、控制阀门、控制器组成,燃气表内控制器监控和记录燃气表的使用过程,根据燃气表内的气量以及用户操作的合法性自动控制燃气表阀门的开或关。

(2) IC 卡表实行一户一表一卡制度,用户带着 IC 卡去燃气销售部门购买需要的气量,销售人员将购买量写入 IC 中,用户将 IC 卡再插入燃气表中,便可获得燃气量的使用权限。在用气的过程中,卡表中的微处理器自动核减剩余气量,所购气量用尽后便会自动执行关阀动作,从而实现了“先购后用”的预付费功能。CPU 卡在常规 IC 卡基础上添加 CPU 智能卡以及嵌入式安全模块 ESAM 作为数据信息存储和传递的介质,具有信息反写功能并提升了卡表的储存能力,加密强度极高,强化了仪表的安全性。射频卡在基表基础上加装集成芯片和射频卡操作系统,以射频卡为媒介,实现了更多功能,比如:报警提醒功能、阀门异常计量功能、防磁干扰功能等。

(2) 卡式燃气表尽管实现了预收费和阀控等功能,但卡表普遍存在着抗干扰能力弱的问题,特别是环境恶劣的地方,另有耗电问题等缺陷;卡式表无法实现数据实时上传,如果实施新的阶梯气价政策,卡式表需要人工调整其计费方式,人力成本大幅提高,工作难度大,几乎很难实现。

### 3 燃气表与通讯技术初次结合—远传燃气表

(1) 远传燃气表顾名思义是具有远传功能的燃气表,其基表利用无线或有线通讯方式将表内传感器采集的数据进行远传,实现基表读取数据与燃气公司收费管理系统的信息传输,进一步实现在收费管理系统中完成费用的结算。远传燃气表主要包含有线远传智能燃气表和无线远传智能燃气表,有线抄表系统主要由燃气表、采集器和手持机组成,是在膜式燃气表的基础上,增加了有线直读模块,燃气表通过通信总线与采集器相连,采集器定期采集燃气表数据并存储于芯片中。工作人员通过手持机将采集到的数据上传到燃气企业后台管理系统。有线远传表不需电源比较安全节能,数据传输稳定,解决了抄表难、检测难的问题,但施工布线复杂,施工、安装、维护成本较高,依然需要配备人员去各采集器中下载数据。

(2) 无线远传燃气表解决了长期困扰燃气公司的“入户抄表难”“气费收缴难”等问题。这类仪表主要由数据库系统、抄表系统、收费系统、手持抄表器、无线远传燃气表等组成。它是利用短距离无线网络将燃气表的计量数据传输到电子数据采集器,无线网络通信方式可以选择 GPRS、CDMA、3G 或短信的通信方式。短距离无线通讯一般采用调制解调通信技术,而智能燃气表远程无线技术中最为常见的有 GFSK 高频移键控技术和 LoRa 扩频技术。GFSK 高频移键控技

术是在调制之前通过一个高斯低通滤波器来限制信号的频谱宽度,再进行 FSK(频移键控调制)调制的数字调制方式。它具有恒幅包络、功率谱集中、频谱较窄等无线通信系统所希望的特性。LoRa 扩频技术是一种专用于无线电调制解调的技术,它的特点是可以最大效率地提高灵敏度,以至于接近香农定理的极限。尤其是在低速率通信系统中,打破了传统的 FSK 窄带系统的实施极限,无需中继器,功耗降低,抗干扰性和安全性也得以提高。

(3) 无线智能燃气表抄表解决方案也分成了三种形式:

其一,无线手持机抄表方案:无线燃气表通过自身携带的无线通信模块与采集器实现对接,将数据信息发给采集器并存储,然后工作人员通过手持机与采集器通信,再将采集器中的数据下载到手持机中,这种通信方式均为短距离通讯网络。仅将原有有线抄表技术更换成无线通讯,但依然需要工作人员定期将数据下载到手持机中,需要大量的人力成本,相对比较落后。

其二,GFSK 远程集中抄表方案:GPRS 远程抄表方案由抄表中心、通信网络、现场抄表设备、现场计量测量及控制设备几个部分组成。而抄表中心由中心服务器、上位机抄表软件等组成。集中远程抄表系统实现了后台自动和手动拉合闸操作,短信、APP 信息推送等人性化管理提醒通知用户缴费,使得预付费管理灵活可靠。同时后台自动生成账单,并进行用气分析,大大提高了用气的智能化管理。GFSK 远程集中抄表用集中器代替手持机,虽然进一步减少了人工成本,改善了无线手持机抄表;但集中器的投入以及通信流量费用的产生,造成成本较高的缺点。

其三,LoRa 远程集中抄表方案:LoRa(Long Range Radio)是 semtech 公司开发的一种低功耗局域网无线标准,其最大特点相同功耗条件下实现了低功耗和远距离的统一,它比传统的无线射频通信距离扩大 3-5 倍。由于 LoRa 技术融合了多项先进技术,无需中继器,功耗降低,抗干扰性和安全性也得以提高,主要适用于低速率通信,广泛应用于燃气的智能仪表方案中。

虽然 LoRa 技术比 GFSK 技术要性能更优,但 LoRa 射频芯片的成本比传统调制技术的芯片高许多,提高了智能燃气表的成本,而且存在传输速率和传输的实时性上较差,通信信息量少等问题,技术上还需要进一步地发展。

尽管远传式的燃气表实现了计量收费与数据传输的功能,远传燃气表仍存在以下共性问题:

(1) 网络稳定性问题,如果网络不稳定,就可能出现数据丢失的现象。

(2) 耗电问题没有得到解决,仍需要电池供电。

(3) 远程抄表燃气表需要基于先进的通信技术实现,这也意味着需要投入大量的技术和资金成本进行研发和购买,成本较高。

(4) 采用远程抄表燃气表需要燃气管网有相应的网络覆盖,并且用户的表计也需要支持远程抄表功能。如果覆盖

不全就会出现漏抄等问题,这不但增加了抄表的运营维护成本,而且数据格式多样也给燃气公司带来了诸多的不便。

#### 4 燃气表的智能化跨越——物联网表

(1)物联网表抄表方案是基于运营商的物联网专网,摒弃了短距离、低速率无线网络,而采用移动通信网络。运用更加成熟的通信网络平台,在有人居住的区域几乎不存在通信盲区,通讯可靠、稳定和安全得到保证,并且费用也比较低。根据通讯技术的不同,将物联网表分为两大类:GPRS 物联网表和 NB-IoT 物联网表。

(2)GPRS 物联网燃气表是以膜式燃气表为基表,加装 GPRS SIM 卡通信模块,借助通讯网络直接与数据中心直接通信,具有双向实时监测、实时通讯等功能的新型燃气计量仪器。GPRS (General Packet Radio Service) 是以数据包(Packet)的方式来传输的,使用者所负担的费用是与其传输的数据流量计算的,因此理论上成本较低。

物联网表远程抄表系统所采用的 GPRS 通信技术分为两种:GPRS 短信方式通信和 GPRS 流量方式通信。

①采用 GPRS 短信通信的物联网表远程抄表系统。GPRS 短信通信的物联网表通过运营商网络与燃气企业后台管理系统直接交换数据,通信稳定性高、通信成本低、施工时间短,可以实现远程抄读数据,可以控制燃气表的运行及进行远程监测。但同时也存在实时性不高、维护升级成本高及电源供电等问题。

②采用 GPRS 流量通信的物联网表远程抄表系统。相对于 GPRS 短信通信,实时性更高、传输速度更快;但是也存在着数据量传输过大,功耗较大,电池更换的问题,同时存在电气安全隐患且会产生通信费用。

③GPRS 物联网燃气表的局限性。GPRS 物联网燃气表利用公用网络,可以实现用气量及燃气安全的实时监控。但 GPRS 通信技术应用于智能燃气表上仍存在 SIM 卡升级困难、网络覆盖范围存在死角、电气安全性差等局限性,最重要的是 GPRS 通信在电气安全方面无法满足燃气表通信相关标准的要求,安全风险较高。

(3)NB-IoT 是指构建于蜂窝网络的窄带物联网(Narrow Band Internet of Things),是万物互联网络的一个重要分支,NB-IoT 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接,只消耗大约 180KHz 的带宽,可直接部署于现有的 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络,以降低成本并实现平滑升级。NB-IoT 聚焦于低功耗广覆盖(LPWA)物联网市场,使用 1GHz 以下的授权频段,可与现有网络共存的一种新兴技术。

NB-IoT 克服了诸多限制,为企业提供一个系列新的长期和短期优势,将在以公共事业(包括城市燃气)为重点的智慧城市领域发挥重要作用,其优势主要表现在:

一是广、深覆盖,NB-IoT 比 GPRS/LTE 等室内覆盖增强 20dB+,覆盖面积扩大 100 倍,不仅能满足偏远地区的需求,像地下车库、地下井等均可正常使用。

二是具备支撑海量连接的能力,在同一基站的情况下,

NB-IoT 可以比现有无线技术提供 50-100 倍的接入数。一个扇区能够支持 10 万个连接。比如 NB-IoT 足以轻松满足未来智慧家庭中大量设备联网需求,可以轻松解决各家庭中往往有多部手机、笔记本、平板电脑,要想实现全屋智能、上百种传感设备棘手的难题。

三是更低功耗,低功耗特性是物联网应用一项重要指标,尤其是对于一些不方便更换电池的设备和场合,安置在荒山野岭及偏远地区中的各类传感监测设备,它们不可能像家用电器一天一充电,长达几年的电池使用寿命是最本质的需求。NB-IoT 聚焦小数据量、小速率应用终端模块的待机时间可长达 10 年,仅需配备电池。

四是更低的模块成本,NB-IoT 将信令处理简单化大幅度降低了芯片价格,一款常用基于华为提供的 Single RAN 解决方案,支持在现有的设备商进行网络升级改造,从而降低维护的成本和建设费用,而且 NB-IoT 的芯片都是专门为了物联网而设计的,只针对低速率、窄带的物联网需求,实现低成本运营。

#### 5 总结与展望

虽然智能仪表越来越智能高效,市场对智能表的需求潜力巨大,但大范围更换燃气表需要大量资金投入,燃气表全面升级依然任重道远。

未来的智能燃气仪表将具有以下特征:首先,智能燃气表将会更加智能化。未来仪表将会集成更多的智能化技术,例如人工智能等,能够更加智能地进行数据分析和处理。其次,智能燃气表将会更加安全可靠,具备更加可靠的数据传输和存储技术,能够更好地保障用户数据的安全和隐私,同时未来智能气表将会采用更加先进的安全技术,能够更好地保障用户的用气安全。比如防爆、防水、防盗等。再次就是更加节能,随着智能网络的连接电池会只起到辅助的作用。最后,智能燃气表将会更加普及。用户使用燃气更加便捷、实用、经济,能够满足更多用户多样性的需求。同时,政府和企业也将会加大对智能燃气表的推广和应用力度,促进智能燃气表的普及和发展。智能燃气表行业将会在现有的庞大市场基础上,在发展中进一步完善,进而实现新技术的腾飞,充分发挥其作为智能化、高效便捷等特点所带来的社会价值。

#### [参考文献]

[1] 甄金环. 家用燃气表的发展趋势[J]. 城市燃气, 1994(2): 64-64.  
 [2] 吴细纲. 《NB-IOT 从原理到实践》[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.  
 [3] 吴文森. 关于城镇燃气行业发展的相关研究[J]. 科技经济市场, 2016(3): 209.  
 [4] 王雅斌. 浅谈燃气计量仪表的选型[J]. 科技信息, 2021(1): 3.  
 作者简介: 孟兰霞, (1983. 1—), 学历: 本科, 目前职务: 电子硬件工程师。