



NB-IoT 智慧燃气表白皮书（2018版）

Directory

目录

序言	2
1 燃气行业发展现状	3
1.1 燃气行业分析	3
1.2 产业政策动态	4
1.2.1 节能环保推动能源结构转型	4
1.2.2 煤改气刺激天然气供给增长	4
1.2.3 阶梯气价、到期更换推动表计智能化	4
1.2.4 相关政策指引智能燃气表技术发展路线	5
1.3 燃气行业信息化建设进程	5
1.4 智慧燃气发展趋势	6
1.4.1 燃气管网运行智能化	6
1.4.2 “互联网+”助力燃气决策	7
1.4.3 技术演进护航智慧燃气	7
2 智慧燃气行业痛点	8
2.1 行业问题&挑战	8
2.1.1 抄表成功率低	8
2.1.2 设备故障定位难	8
2.1.3 产销差及安全管理难	8
2.1.4 上线速度慢、业务拓展难	8
2.2 现有抄表技术问题	9
3 NB-IoT智慧燃气表解决方案	10
3.1 NB-IoT智慧燃气表解决方案整体框架	10
3.1.1 终端层 — 透彻，精确的数据感知	10

3.1.2 网络层 —可靠、稳定、可视的数据传输	11
3.1.3 平台层 —多业务汇聚管理的统一锚点	11
3.1.4 应用层 —高效的业务支撑	13
3.2 NB-IoT智慧燃气表解决方案网络安全设计	15
3.2.1 NB-IoT智慧燃气表网络安全威胁分析	15
3.2.2 NB-IoT智慧燃气表网络安全设计	17
3.2.3 NB-IoT智慧燃气表网络安全标准及认证	19
3.3 NB-IoT智慧燃气表解决方案价值	20
3.3.1 燃气企业数字化的助推剂	20
3.3.2 为城市保驾护航	20
3.3.3 为燃气服务增添智慧	21
3.3.4 助燃气企业降本增效	21
3.3.5 使区域能源供需平衡	21
3.4 NB-IoT智慧燃气表项目实践	22
3.4.1 案例1：广州燃气项目	22
3.4.2 案例2：武钢华润项目	23
3.4.3 案例3：南京港华项目	24
4 NB-IoT智慧燃气表技术建议	26
4.1 NB-IoT智慧燃气表业务模型	26
4.2 NB-IoT智慧燃气表技术建议	27
4.2.1 智慧燃气表通讯规范	27
4.2.1.1 使用环境	27
4.2.1.2 性能指标	29
4.2.2 智慧燃气表基本能力	30
4.2.3 终端可维护性能力要求	32
4.2.4 终端升级	32
5 智慧燃气创新服务展望	34



智慧燃气表



reface
序言

作为物联网领域的新技术以及未来的发展方向，NB-IoT凭借其广覆盖、大连接、低功耗、高安全等技术特点，为智慧燃气建设带来了更优的技术解决方案以及更加丰富的应用场景。自NB-IoT标准冻结以来，中国电信、华为公司联合产业用户、合作伙伴率先在智慧城市公共服务物联网应用方面开展了诸多实践，为客户提供基于NB-IoT的智慧燃气物联网端到端解决方案，在全国打造了广州燃气、武汉天然气、南京港华燃气、新奥燃气、绍兴燃气、武钢华润燃气、深圳燃气等多个行业标杆案例。

基于全国多个NB-IoT智慧燃气落地项目实践积累，中国电信、华为公司、天翼物联产业联盟智慧燃气产业推进组联合广州燃气、武汉天然气、南京港华燃气、新奥设备、金卡智能、先锋电子共同编写了《NB-IoT智慧燃气表白皮书（2018版）》，全面分析了智慧燃气发展趋势以及在智慧燃气建设过程中燃气企业普遍存在的痛点，从端、管、云协同发展的方面总结NB-IoT智慧燃气表解决方案的主要内容，从端网协同发挥NB-IoT网络优势的角度提出NB-IoT燃气表技术建议，并对智慧燃气的创新服务进行了展望。

随着物联网技术的持续演进，万物互联时代已经到来，物联网技术与燃气业务紧密结合，通过将燃气管网、抄表等数据与其他业务数据整合分析，提升燃气企业的运营管理效率与客户服务水平，燃气管网运行的全面智能化已成为发展趋势。

1 燃气行业发展现状

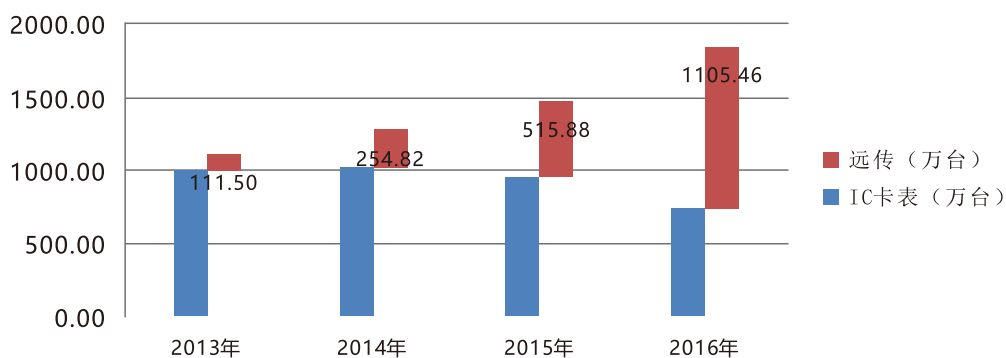
1.1 燃气行业分析

天然气因其低碳、环保的特征被发达国家作为清洁能源的主要替代品，其已成为世界上发展潜力最大的能源。《中国天然气发展报告(2018)》白皮书显示，全球天然气消费约占一次能源消费的23.4%，而中国天然气的占比为7.3%，未来中国天然气消费的需求量会有较大提升空间。

中国城镇化、天然气发电、工业燃料、交通运输行业等领域的深化推进，促使天然气市场规模不断增长。《中国天然气发展报告(2016)》指出，截止2016年我国城镇化率达到57%，预计2020年达到60%，2030年达到70%，未来城镇燃气发展包括民用气、天然气采暖、重点地区以气代煤等方向，天然气市场发展潜力巨大。

天然气主要通过管道运输至各个家庭、商场、加气站等场所，这一过程由燃气运营商来完成，燃气表则是燃气使用量计量和收费的依据。国内的燃气运营商市场主要由中国燃气、昆仑燃气、华润燃气、港华燃气、新奥燃气五家全国性质的企业以及深圳燃气、北京燃气、重庆燃气等地方燃气企业组成。国内销售规模较大的燃气表公司有金卡智能集团、威星智能仪表、先锋电子、思凯电子、航天动力、新天科技、新奥设备等。

中国民用智能燃气表销量



随着天然气市场的扩大和燃气运营商能力的提升，智能燃气表比例持续攀升。目前我国正处于传统膜式燃气表向智能燃气表的转换阶段，国内待替换的传统机械燃气表6000万台，IC卡燃气表4000万台，存量改造市场仍然很大。2016年智能燃气表的渗透量为5000万台，新增用户数量约占燃气表新增用户数量的60%。

1.2 产业政策动态

1.2.1 节能环保推动能源结构转型

2013年9月，为协调工业化城镇化社会需求和环境保护之间的统筹发展，国务院发布《大气污染防治行动计划》，计划提出调整能源结构，降低煤炭的消费比重，增加天然气供应量。

2014年4月，《关于建立保障天然气稳定供应长效机制的若干意见》制定了多种保障措施，形成了天然气稳定长效供应的机制，争取2020年天然气供应量达到4200亿立方米。2016年12月，《天然气发展十三五规划》从供应目标、基础设施、监管体系、市场利用等多角度推动天然气健康发展，计划到2020年，天然气的产量年均增长8.9%，管道建设年均增长10.2%。

2016年12月，《中国天然气发展报告(2016)》白皮书明确，天然气消费市场已经遍及内地31个省市自治区，预计2020年天然气占中国一次能源消费比重需达到10%以上，2030年达到15%左右；2020年城镇居民气化率最高可达55%，这将给燃气表行业带来巨大的利润空间。

十九大报告第一次提出智慧社会、智慧小区的概念，并强调完善安全生产责任制；报告提出大数据挖掘、云计算技术有利于打造绿色生态、智慧管理的新型社会治理模式。

1.2.2 煤改气刺激天然气供给增长

2017年12月，10部委共同发布《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》，统筹规划了清洁能源的供需策略和市场机制，规划中还专门配套了详细的实施办法《北方地区冬季清洁取暖“煤改气”气源保障总体方案》。方案表明截止2016年底，北方天然气取暖占总取暖面积的11%，天然气取暖率普遍较低。方案提出以“2+26”重点城市为抓手，统筹多种供气方式，完善管道基础设施，保障气源；力争5年内有条件地区基本实现天然气取暖替代散烧煤。

1.2.3 阶梯气价、到期更换推动表计智能化

2017年6月，13部委联合印发《加快推进天然气利用的意见》，意见指示快速提高城镇居民燃气供应水平，完善天然气价格体系，强化基础设施及财政政策的支持；其核心目标是逐步将天然气培育成为国内清洁能源体系中的主体能源之一。2014年3月份，为解决天然气供不应求、居民用气低价的问题，国家发改委发布《关于建立健全居民生活用气阶梯价格制度的指导意见》，意见中明确了3档计价方

式，这将促使传统燃气表的计量方式进行变革；燃气表的存量替换、新增需求，预示着燃气表行业进入快速增长时期。

根据《膜式燃气表》(JJG577-2012)中有关规定，对于以天然气为介质的最大流量 $Q_{max} \leq 10m^3/h$ 的膜式燃气表使用期限不得超过10年，到期需强制报废并进行更换，燃气表存量改造市场空间巨大。

2017年3月，上海市发布《上海市能源发展“十三五”规划》，规划突出了大力推进能源结构的调整。预计到2020年，全市污染物排放量大幅下降，天然气占一次能源消费比重达到12%，天然气产销差率下降至4.7%。

1.2.4 政策指引智能燃气表技术发展路线

2017年6月工信部正式发布《关于全面推进移动物联网(NB-IoT)建设发展的通知》，要求在2017年年底实现NB-IoT基站规模达到40万个。中国电信率先建成全球首个全域覆盖的NB-IoT商用网络，完成30万个NB-IoT基站的全网覆盖。

工信部无线电管理局《微功率短距离无线电发射设备技术要求(征求意见稿)》，要求对470 - 510MHz频段的使用范围做出了限制，这一规划对于包括燃气表在内的物联网设备技术有良好的指导作用。

通信运营商投入资源通过各种产业链补贴政策持续推动NB-IoT模组成本的降低，降低行业客户应用NB-IoT的成本，推进智慧燃气应用的深度与广度。中国电信智慧燃气业务已在全国27省78地市取得突破，这些标杆性的燃气项目促进NB-IoT智能燃气表蓬勃发展。

1.3 燃气行业信息化建设进程

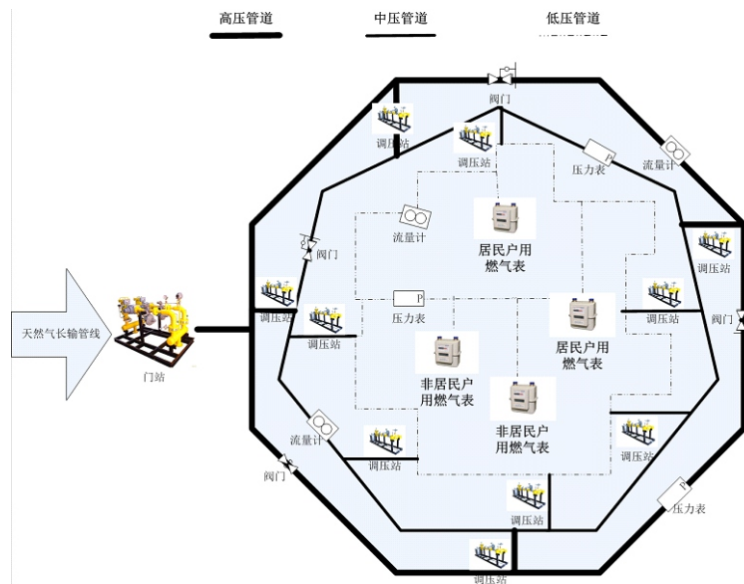
随着物联网、云计算、大数据等新技术的不断涌现，燃气企业纷纷借力新技术推动企业持续发展，通过信息化来提升企业工作效率并优化业务运作模式，为客户提供更高质量的服务。中大型燃气公司，基本建立了主要的业务系统，包括管网SCADA、燃气管网GIS、生产设备管理、呼叫中心、移动安检、移动维修、人力资源、工程项目管理、营收系统、客户服务等信息化子系统。但各信息化系统在不同时期建设，相对独立，数据不能共享，更无法实现数据分析、综合管理、应急调度，因此国内很多燃气公司也在考虑如何建立统一的管理平台，解决燃气企业信息化建设中各异构系统普遍存在信息孤岛、数据“沉睡”的问题，使异构系统在统一平台基础上实现数据共享与挖掘，帮助企业实现统一的调度管理与业务创新。中小

型燃气公司在信息化的投入相对薄弱，在构建核心业务系统的同时，也正在探索采用SaaS服务模式快速构建业务应用系统。

在燃气表领域，燃气企业经历了机械表、IC卡表、有线远传表、微功率无线表、GPRS表、LoRa表等多种技术的更新迭代，市场上多种抄表方式共存。2016年6月NB-IoT技术核心标准冻结以后，凭借其更深度的覆盖、更低的功耗、更大的接入容量以及更高的安全性等特征成为燃气智能抄表行业的热点。2016年11月16日，深圳燃气、中国电信、华为和金卡公司共同签署了智慧燃气战略合作协议，开启了国内首个NB-IoT智慧燃气抄表试点项目。项目试点验证了NB-IoT燃气表的各项技术优势，随后基于NB-IoT技术的智慧燃气项目如雨后春笋般出现。

1.4 智慧燃气发展趋势

1.4.1 燃气管网运行智能化



物联网技术除了应用于燃气抄表，还可以应用在整个天然气管网输配的管理环节，提高管网管理效率、降低漏损及运营成本。通过物联网技术可实时监控管网流量、管网压力以及各类管网设备的运行状态等关键指标，对管网运行中出现的异常情况进行实时报警；调度管理人员可实时进行远程调压、管网阀控等操作，并第一时间处理现场问题，以提高管网运营效率、降低天然气漏损率。此外，还可以对管网的巡检维修进行物联网化，建立数字化工作场景，提高巡检效率、问题定位准确率、维修及时性。

1.4.2 “互联网+”助力燃气决策

打破组织边界、打通信息孤岛，将燃气管网、抄表等数据与其他业务系统信息、子公司系统数据进行融合分析，引用大数据、云计算等“互联网+”技术，建立数据决策分析系统。系统根据分析结果可以动态调整人力、物力、财力之间的配置，实现用气移峰填谷、智能维护运营，方便燃气行业决策层从漏损率控制、产销差管理、安全性预防等方面对整个企业的运行进行动态调控。

燃气系统可以与其他能源互联网进行互联互通。通过展示海量最前沿的能源状态、经济指标，决策层可以随时掌握宏观生产状况、经济趋势及市场波动之间的关联因素，为气源调度、费用投入、业务人员指标的制定提供决策依据。此外，智慧燃气与城市运营中心对接，实现其他城市产业与能源系统之间的联动运行，从而创造一个更舒适、高效、安全的城市空间。

燃气行业应用开发厂商基于已有的行业经验积累，利用大数据、人工智能等相关技术开发云平台，通过SaaS服务的方式向燃气企业提供信息化服务，减少企业的一次性信息化投入成本，包括云客服、云抄表、云巡检维修、云配送、云支付、云采购等功能。

1.4.3 技术演进护航智慧燃气

新技术的落地与发展必然会碰到一些问题，整个产业通过不断的技术优化与升级，去解决碰到的各类问题，不断提升应用效果。

为了更好的满足各种不同应用场景的需求，NB-IoT技术持续演进并将成为5G技术的一部分，3GPP在R14中对NB-IoT进行了一系列增强技术，包括网络覆盖能力额外增加3dB使得终端业务成功率更高，接入终端的容量提升2倍，最大发射功率下降一半等，不但降低了终端功耗，而且降低了终端信号之间的干扰。同时，芯片、模组技术不断升级带来更多的功能，通信运营商持续的网络优化能力为智慧燃气业务的开展保驾护航。

物联网平台技术通过不断升级迭代，为燃气企业提供针对不同厂商、不同类型终端的智能管理，实现终端的快速集成以及应用的快速开发，支持终端端到端的故障定位诊断、终端远程升级、网络拥塞控制等功能，通过各种安全控制策略保障智慧燃气业务的安全运行。

2 智慧燃气行业痛点

2.1 行业问题&挑战

2.1.1 抄表成功率低

燃气公司通过管网将天然气输送给用户，燃气表作为计量和结算的器具，能否及时准确地上传数据，在很大程度上影响了燃气公司的营收利润。燃气公司处于人工抄表、半智能IC卡表、短距离无线燃气表技术、无线远传技术共存的状态，短距离无线燃气表技术及无线远传技术很好地降低了人工抄表的人力成本；但是目前的很多抄表技术存在信号覆盖不够、功耗高、运行维护成本高等问题，上传的数据经常丢失，导致抄表成功率低，这给用户带来不好的使用体验。

2.1.2 设备故障定位难

燃气公司中，表具种类繁多，包含居民户用燃气表，工商业燃气表/流量计，管网压力计等设备，并且同一设备由于不同表具厂家提供，其品牌、型号、协议等特征不同。如果在一个界面上统一管理这些孤立的设备，将给燃气公司带来很大的开发成本。

此外，终端硬件射频不达标、网络信号差、终端集中触发冲击、业务流程操作不合规等事件都会导致燃气业务失败，如果不能为客户呈现一个可查询、可管理的故障定位界面，将阻碍智慧燃气进程的规模发展。

2.1.3 产销差及安全管理难

燃气产销差直接影响燃气公司的经济效益，是反映燃气公司整体素质及其经营管理水平的重要标志之一。如何降低由管网跑冒滴漏偷及表具选型不适等带来的产销差问题将是燃气客户长期面临的工作难题，管网及表具的智能监控和管理系统则成为了首先要建立的基础。

管网老化、人为破坏等因素会造成天然气泄漏，这是燃气行业常见的问题，漏损问题上报不及时会给燃气用户带来一定的安全隐患。

2.1.4 上线速度慢、业务拓展难

一方面，智慧燃气的规模增长导致数据存储规模量级增长；另一方面，新业务的发展需要及时上线运行并迭代，这些都给企业的IT建设带来了很大的挑战。一些燃气企业在信息化建设过程中往往会面临机房建设周期长、维护成本高等问题，导致机房建设跟不上业务增长速度，无法满足快速上线和灵活扩展的业务需求。

2.2 现有抄表技术问题

燃气表安装环境相对复杂，主要安装在楼道内、室内、地下甚至窑洞里，因此燃气抄表技术需要克服许多困难。当前燃气抄表技术中，使用较多的是IC卡、短距离无线燃气表技术、GPRS技术、LoRa技术。为呼应国家“物联网+”的布局，未来传统人工点抄机械表和IC卡表将逐步被替换为无线远传表。已有燃气抄表技术初步满足了早期的业务需求，但是由于技术的限制仍然存在很多的问题，综合使用效果较差。

1、数据安全&稳定性差

燃气表的计量数据作为企业的收费依据，不能被篡改甚至丢失，故数据安全性是燃气抄表技术中需要重点考虑的因素之一。然而许多燃气公司使用非授权频段自己组建网络，没有专业的网络管理能力，导致网络系统的抗干扰能力较弱，稳定性很差，业务数据很容易受到攻击。

2、功耗大

功耗是抄表技术需要关注的重点，很多燃气表安装到用户家里，如果智能燃气表功耗太大，将给燃气行业带来巨大的电池更换成本、管理成本。

3、网络覆盖范围小

燃气表安装地势复杂，如果网络覆盖能力弱，则基站信号到达终端时衰减严重，几乎无法实现抄表业务；这会给终端运营商、网络运营商带来巨大的时间人力成本，同时使得燃气终端上报成功率低。

4、维护成本高

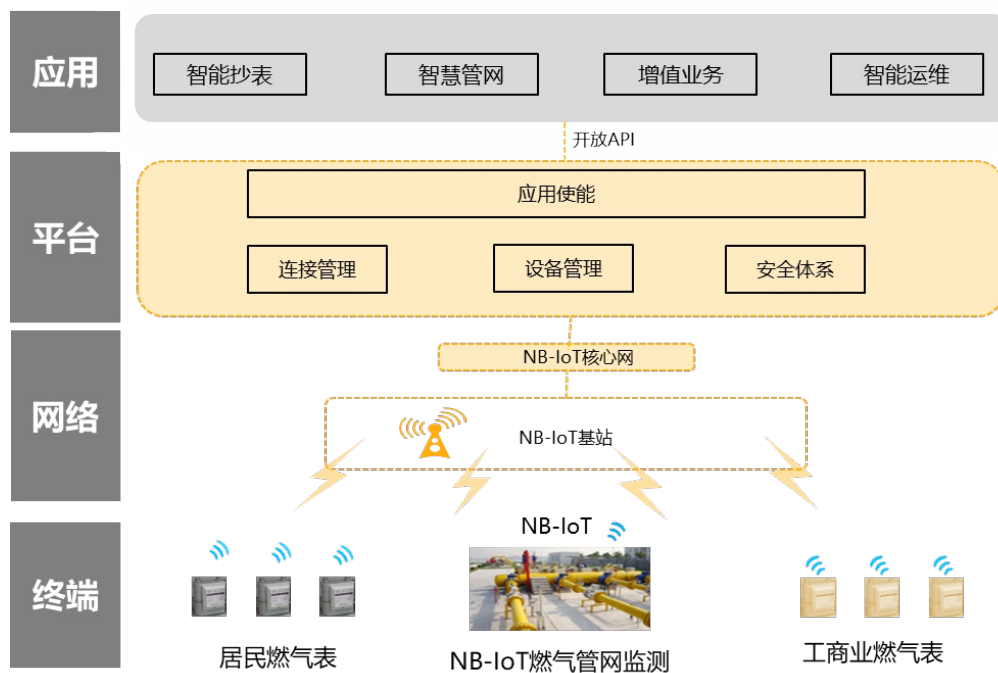
一些抄表业务通过小无线技术进行通信，此项技术需要自组织网络形成网络系统，并自建集中器进行数据上传，这使得前期投入成本很高，而且后期运维成本不可估量。

已有技术特征与抄表业务需求匹配度不高，未来发展路径风险大。构建于蜂窝网络的NB-IoT技术由于其通信模式的变革，特别适合小数据量、低频次的业务场景，其低功耗、广覆盖、高安全、大连接的技术特征完全满足抄表业务的需求。

3 NB-IoT智慧燃气表解决方案

3.1 NB-IoT智慧燃气表解决方案整体框架

智慧燃气解决方案是以智能计量、智能管网建设为基础，基于物联网、大数据存储和分析、云计算、移动互联网，结合燃气行业特征，突破传统服务模式，拓展全新服务渠道，提供系统化综合用能方案，创造面向未来的智慧燃气系统框架，提供最优服务，创造更多的利润空间。



智慧燃气解决方案按照云、管、端的系统架构来建设，以满足ICT未来演进的需求，方案包括终端层、网络层、云平台 and 燃气应用层等几个层面，通过物联网、云计算、大数据等技术将各个层面整合统一为有机的整体，匹配燃气行业诉求，解决燃气行业痛点，支撑智慧燃气应用的构建和快速上线。

3.1.1 终端层 — 透彻，精确的数据感知

数据是企业数字化进程中的关键资产，而终端是数据产生的基础载体。燃气行业的终端包括民用燃气表，工商业燃气表/流量计，管网RTU，DTU等多种类型的设备，随着物联网的发展，终端由原有的哑终端逐步向智能终端演进，通过增加各种

传感器、通讯模块使得终端可控、可管、可互通。终端设备通过集成NB-IoT标准模组，与NB-IoT基站连接来实现通讯能力，智能终端通过NB-IoT基站将信息上传给平台。

随着NB-IoT等物联网技术的普遍应用，燃气终端在数据高效，实时，安全，省电等方面会持续发力，而技术标准和入网规范也有望形成行业共识。

3.1.2 网络层 一可靠、稳定、可视的数据传输

网络是整个物联网的通讯基础，不同的物联网场景和设备使用不同的网络接入技术和连接方式。

中国电信在2017年6月基于LTE800M网络升级率先实现全国覆盖，也是全球首个连续覆盖的NB-IoT网络。中国电信的800M频段在信号穿透力和覆盖深度的优势，能够充分保障智慧燃气业务在复杂应用环境下的数据传输稳定性与可靠性。近一年来，中国电信继续精耕NB-IoT网络，不断进行无线射频优化、参数优化、干扰优化，网络的基础能力得到进一步提升，在覆盖范围和覆盖深度方面持续领先；在新技术应用方面，通过SFN以及异频组网、多载波、参数优化，在降低了NB-IoT网络干扰的同时提升了业务容量，更加匹配燃气行业的业务诉求。

与其他的LPWA技术相比，NB-IoT具有建网成本低，部署速度快，覆盖范围广，覆盖深度更深，连接数量大，更先进的省电技术等优势。众所周知，目前5G的研究和商用进程也全面提速，中国三大运营商都相继公布了5G部署计划。是不是5G商用后会马上替代NB-IoT？

GSMA在今年4月份发布报告《5G未来中的移动物联网》，报告指出以NB-IoT/eMTC为代表的移动物联网是未来5G物联网战略的组成部分，并澄清了现在已开始商用的NB-IoT/eMTC和未来5G的关系，接下来几年中基于蜂窝网络的低功耗大连接仍然主要依赖NB-IoT和eMTC。同时3GPP也明确了在R16协议中，5G NR mMTC的应用场景不会涉及LPWA，eMTC/NB-IoT仍然将是LPWA的主要应用技术。在R15协议支持NR与eMTC/NB-IoT的in-band部署的基础上，以保障终端前向兼容性为前提，R16协议将继续研究NR与eMTC/NB-IoT共存的性能增强方案，NB-IoT将会是未来5G mMTC场景的一部分。

后续NB-IoT技术将会持续发展以满足燃气行业的各种诉求：通过双HARQ以及TBS扩展可以明显提升NB-IoT速率；双载波可以得到双倍的业务容量；借助接收机技术增强以及CoMP特性可以进一步提升5dB的覆盖增益。

3.1.3 平台层 一多业务汇聚管理的统一锚点

对于燃气企业，用户数越来越庞大且多地域分布，为应对海量计量设备与各类型传感设备的并发连接和数据的采集，需要付出大量成本建设IT基础设施。中国电信和华为双方合作的物联网开放平台基于微服务架构，部署在天翼云上，以PaaS云服务的形式向燃气行业提供连接管理、设备管理、数据分析、API开放等基础功能，同时燃气生产经营系统、客户管理系统也可以迁移到云上，企业将更专注于自身的核心业务。

物联网开放平台提供连接感知、连接诊断、连接控制等连接状态查询及管理功能；通过统一的协议与接口实现不同终端的接入，上层的燃气应用无需关心终端设备具体物理连接和数据传输，实现终端对象化管理；平台提供灵活高效的数据管理，包括数据采集、分类、结构化存储，数据调用、使用量分析，提供分析性的业务定制报表。业务模块化设计，业务逻辑可实现灵活编排，满足燃气应用的快速开发需求。

物联网开放平台是燃气设备和燃气应用之间的纽带，也是数据能够可靠，准确，安全上报的核心锚点。针对燃气行业的特定场景，华为和产业伙伴联合制定燃气标准化设备模型（燃气标准报文Profile），物联网开放平台提供插件管理功能，实现南向对接服务，方便各类智能表具厂商根据标准、多协议快速接入和设备管理功能，同时支撑与后台燃气CIS系统集成，实现计费、客服、业务操作和远程设备采集控制无缝对接，省去了燃气公司复杂的多设备和多系统集成工作。

对于北向应用而言，物联网开放平台与NB-IoT无线网络协同，提供实时感知设备状态、离线命令缓存管理、周期性数据安全上报、批量设备远程升级、上下行拥塞控制、设备免心跳保活、低功耗安全传输等功能，相对传统解决方案降低功耗50%，延长设备使用寿命；同时支持经济、高效的按次计费、助力精细化运维。

1.上下行消息离散控制

燃气表上报数据到应用层前，物联网开放平台获取燃气表所在通信小区的历史负载情况，根据历史负载确定燃气表数据自动上报时间，并将数据自动上报时间发送给应用层，应用层通过物联网开放平台及NB-IoT网络将数据自动上报时间发送给燃气表，实现燃气表上行消息离散。当应用层下发下行消息到燃气表时，物联网开放平台根据小区实际载荷进行系统级消息流控。

2.终端即插即用

智能燃气设备生产过程中的配置以及与物联网开放平台的对接是影响设备厂商开发、调试和生产效率的重要因素。NB-IoT终端出厂时，不需要立即指定物联网开

放平台地址；发货到现场后，终端能够自动进行配置，联接到正确的物联网开放平台上。由于可以不预置平台地址，终端的MCU软件能够归一，批量备货成本降低，生产效率提升。

3.数据安全传输

物联网开放平台支持 DTLS+安全协议，在保证数据安全传输的同时，优化燃气设备的功耗，延长电池寿命。

4.规则引擎

企业可以制定单个设备或一个群组设备的报警方式如短信通知、邮件通知等，也可制定规则的有效时间段，在条件满足所设定的规则后，物联网开放平台会触发预定义的告警相关动作。

5.固件/软件OTA升级

智能燃气设备往往拥有较长的生命周期，比如燃气表生命周期可达10年。在生命周期中，物联网技术与设备智能化技术一般都会有一定的进步和发展，设备能力提升不可避免的需要升级设备甚至更换设备，平台提供的远程升级能力改变了传统近端升级的操作模式，节省大量人工成本。

物联网开放平台支持对软件和固件升级的相关策略管理，燃气企业可以根据实际需要创建对应的升级任务。物联网开放平台支持批量设备的固件升级，无需逐个设备进行操作，可以大大减少升级的工作量和难度。

6.24小时免心跳保活能力

物联网开放平台存储近24小时内终端的私有IP地址，直接通过私有IP地址下发消息给设备，从而避免应用和终端通信时的心跳信息，既降低了设备功耗，又减少了无线资源的消耗。

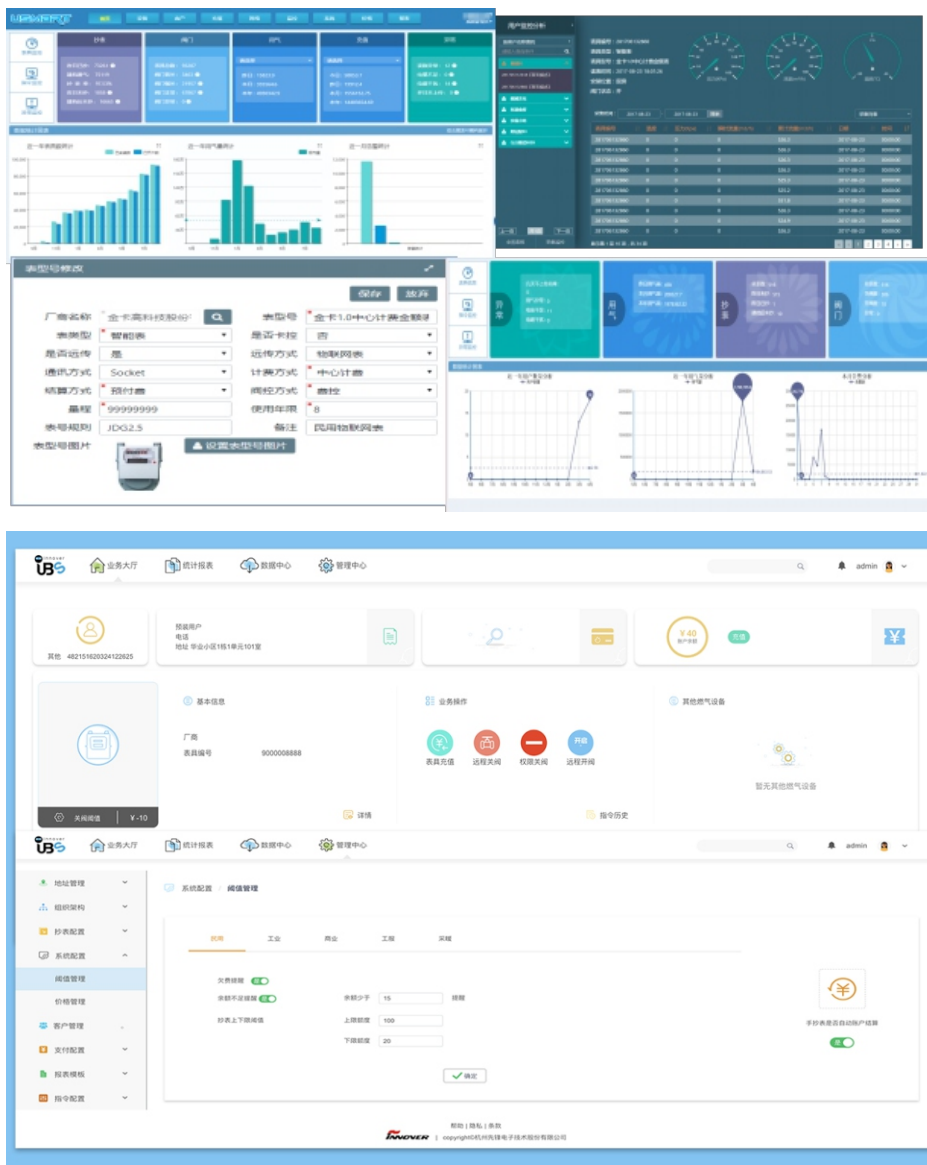
7.设备访问授权能力

物联网开放平台支持将设备的管理权限授权给其他应用，这样便于同一个用户管理多个应用的设备，或者是不同用户之间的设备协同管理。

3.1.4 应用层 — 高效的业务支撑

1.运营层 — 精细化、多系统联动

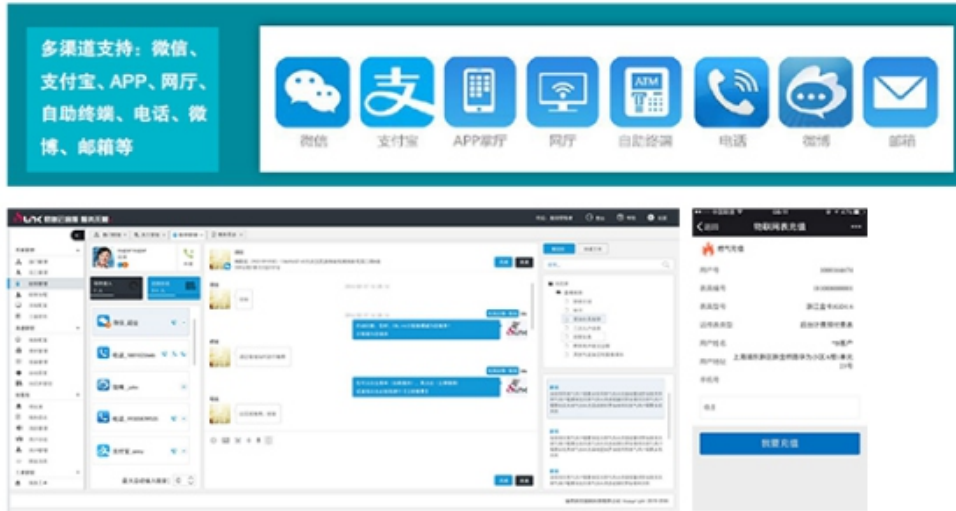
IoT应用是物联网业务的上层控制核心，燃气行业在物联网开放平台的基础上，可聚焦自身的应用开发，使物联网得到更好的体现。智慧燃气应用系统通过物联网开放平台获取来自终端层的数据，帮助燃气企业实现从客户管理、表具计量、计费客服等燃气需求侧的管理，以及管网建设、生产运营、设备运维的供给侧的精细化管理。



燃气运营与客户管理

2.服务层 — 更智能、更便捷

在物联网时代下，用户生活变得更智能、更便捷、更高效，IoT技术结合智慧燃气改变了用户感知燃气的方式。通过物联网开放平台，结合微信、支付宝、掌厅、网厅、ATM机等主流服务渠道，用户可获取燃气用量、账单、安检情况等相关信息，同时通过主流渠道快速实现缴费、查询等业务办理，与燃气企业进行实时互动。



燃气公司支持多渠道缴费支付



终端用户自助业务办理

3.2 NB-IoT智慧燃气表解决方案网络安全设计

3.2.1 NB-IoT智慧燃气表网络安全威胁分析

物联网直接连接着物理世界，无论是信息的泄露、系统被破坏或者被外部控制，都会导致严重的损失。可以说，没有物联网安全，就没有物联网。而物联网安全又与物联网业务场景密切相关，不同的业务场景，需要构筑与之相匹配的安全能力和解决方案，并从端到端进行系统防御，构筑纵深防御体系。

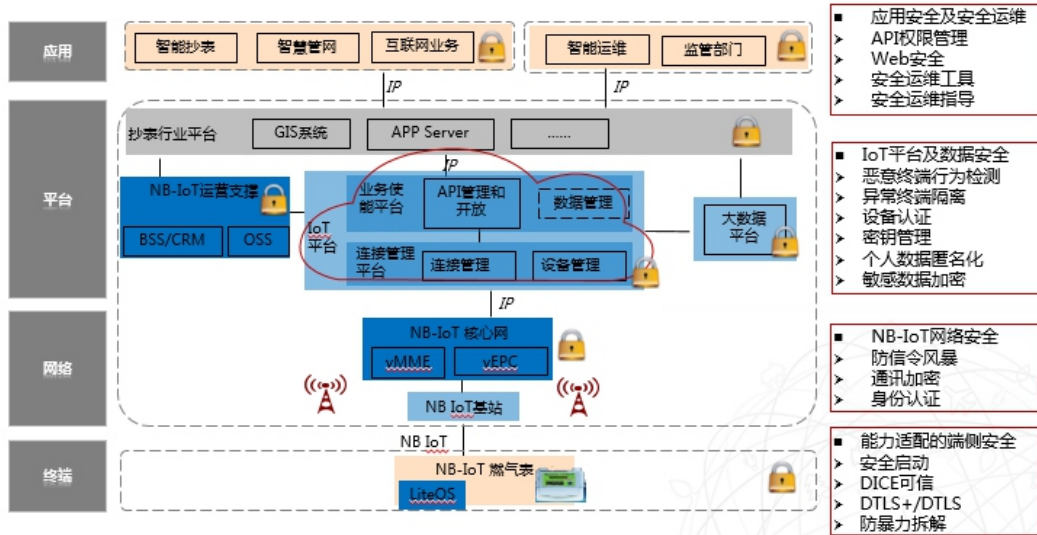
安全防御的基础源自对威胁和风险的分析和预判，智慧燃气属于典型的NB-IoT弱终端应用场景，其安全威胁主要来自气表终端攻击（如抄表系统的入侵、暴力拆解等）和应用系统（如消费数据篡改、仿冒平台下发控制命令、用户隐私数据窃取等），其威胁和风险分析如下表所示：

NB-IoT智慧燃气网络安全威胁与风险分析

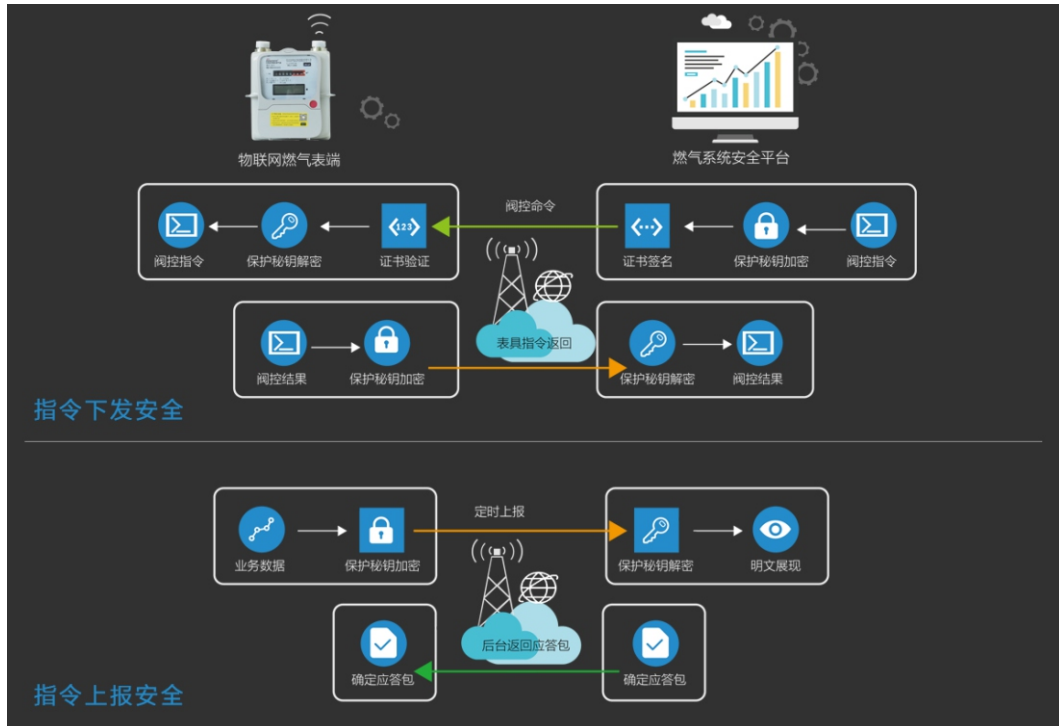
对象	安全威胁	发生概率或造成影响	安全风险
气表设备	物理拆解, Firmware、业务数据、日志被篡改	低	高
	入侵抄表设备系统, 造成冒充或篡改数据, 可能导致“无记录消费”	高	高
	窃听上报数据, 造成隐私泄露	中	中
	仿冒物联网开放平台下发消息, 频繁通信, 消耗电池, 造成设备不可用	中	中
NB-IoT网络	通过大量终端设备同时发起DDoS攻击, 可能造成NB-IoT网络瘫痪	中	中
物联网开放平台	对终端没有进行认证, 造成恶意终端任意接入	中	高
	对平台进行攻击, 造成物联网开放平台不可用	中	中
	下发恶意软件/固件更新, 免费使用, 将抄表设备变为DDoS肉鸡, 消耗电池	中	中
	窃取抄表数据, 造成个人隐私泄露	中	中
抄表业务应用平台	对应用平台进行攻击, 窃取用户数据, 篡改用户数据	中	中
	造成业务平台不可用	中	中

3.2.2 NB-IoT智慧燃气表网络安全设计

基于对NB-IoT智慧燃气威胁和风险分析，构建端到端的智慧燃气解决方案安全架构，保障从端侧、网络、云/平台到应用的安全，如图所示。



NB-IoT智慧燃气端到端解决方案安全设计



NB-IoT智慧燃气端与数据平台安全性加密保护

相比传统ICT网络，IoT网络在安全环境、攻击场景和攻击影响方面存在差异，比如大部分终端设备存在资源受限问题，但在攻击手段和防御方法方面基本上是一致的，比如仿冒、窃听等。这就使得IoT网络安全既需要继承和延续传统ICT网络安全设计，同时又需要根据IoT网络特点，进行针对性和差异化的安全设计。

对于智慧燃气端到端物联网解决方案安全架构而言，NB-IoT作为3GPP定义的窄带物联网技术标准，天然继承了LTE网络的安全框架和技术，例如：采用AKA双向认证机制，并可实现定向IP传输、APN定制等功能，相比其他非授权频谱技术，具备运营商级的安全优势。默认APN支持终端对业务平台的定向访问，保障数据安全。定制APN可以根据需求选择一次认证和二次认证，在认证过程中对终端进行绑定，开通VPDN的APN还支持VPDN隧道数据保护功能。同时，物联网开放平台作为PaaS云平台的类型，可集成IaaS、PaaS等云原生基础安全能力，例如WAF、防火墙、HIDS、大数据安全等。

NB-IoT解决方案安全设计需要重点构筑与IoT场景和特点密切结合且与传统ICT安全有所区别的关键安全能力，主要包含以下四方面：

1) 构建与燃气表能力匹配且端云协同的端侧安全

物联网安全的关键在于对终端安全防护能力的构建，从物联网终端能力角度分类，可将物联网终端分为弱终端和强终端两大类，包括能力和资源（内存，存储，CPU等）受限，成本和功耗敏感的弱终端，比如抄表、停车、消防等，以及类似工业控制终端、车联网设备等计算能力较强，且角色关键的强终端。智慧燃气行业属于典型的物联网弱终端场景，这就使得在燃气表安全能力构建中，需要考虑到安全与计算能力、功耗等资源之间的矛盾。因此需要重点构筑防暴力拆解、基本双向认证、DTLS+、DICE可信、安全启动、加密传输、远程升级等的基础安全能力。同时，燃气表与物联网开放平台之间需在云端对于终端的安全状态进行感知、监测和升级，同时采取相对应的安全防护措施，协助终端构建端云协同的安全防御体系。

2) 构建基于智慧燃气恶意终端检测与隔离的网络及物联网开放平台安全

在海量的燃气表终端接入中，NB-IoT网络和物联网开放平台侧需具备恶意终端行为检测与隔离技术。首先，NB-IoT网络管道侧应具备防海量燃气表浪涌式信令风暴和防DoS攻击的能力；其次，通过NB-IoT网络和云平台协同，特别是在物联网开放平台侧，通过规则匹配、大数据分析、深度机器学习等算法（比如气表行为轨迹、流量异常、报文分析等），对气表终端恶意行为（比如DoS攻击、仿冒等）进行快速检测分析，识别出恶意气表终端；最后，物联网开放平台和NB-IoT网络能基

于气表终端行为检测结果，对终端行为进行快速判断和响应，比如预警、观察、隔离、强制下线等。

3) 构建智慧燃气平台和数据保护的云端和应用侧安全

智慧燃气业务场景下，来自云端或应用侧的攻击威胁不可忽略，特别是对于消费数据的篡改、非法开关阀控制、用户隐私数据的窃取（比如家庭住址、身份信息、联系方式等）。因此对于智慧燃气云端平台、数据、隐私合规等防护提出了更高的要求，比如用户的方位信息、消费数据等，需在物联网开放平台和云端构建敏感数据加密、用户隐私数据匿名化、密钥管理、API安全授权、租户隔离等防护能力，并满足相关国家的安全法律法规（比如中国国家网络安全法、欧盟GDPR等）。

4) 构建端到端的智慧燃气安全运维与管控机制

现实表明，网络系统被攻破大部分来自内部运维人员的违规操作和意识不足，因此构建端到端的智慧燃气安全运维和管理机制十分重要。物联网安全运维的核心在于运维人员的操作能力和运维系统工具的构建。一方面，从智慧燃气端、管、云分层运维管理角度协同处理，提供端到端的全网可视化安全态势感知、日常安全评估及运维安全报告、智能化安全巡检等运维系统工具；另一方面，为智慧燃气物联网运维管理人员提供安全运维指导，在运维操作层面提供安全防御的标准操作流程，并对其登录身份认证、权限管理等，从而使能运维人员和决策者的业务管理，提高整个IoT安全体系事前预防预警、事中检测分析和事后处理的能力。

3.2.3 NB-IoT智慧燃气表网络安全标准及认证

由于燃气行业厂家众多，安全能力参差不齐，厂家安全意识各不相同，因此必须从智慧燃气产业健康发展的角度出发，制定好行业的物联网系统安全标准，并建立相应的测试用例和安全认证体系，从而促使智慧燃气行业上下游厂家重视并遵守相关燃气物联网安全标准规范。重点需要构建燃气表终端和燃气应用软件系统安全标准，这包括NB-IoT智慧燃气表终端安全技术规范、NB-IoT智慧燃气应用软件安全技术规范，以及相对应测试用例、集成验证实验室、标准认证机构和流程等。

3.3 NB-IoT智慧燃气表解决方案价值

3.3.1 燃气企业数字化的助推剂

智慧燃气表解决方案为燃气企业构建了统一的云化IT基础设施，搭建了连接管理、设备管理以及应用使能的全栈物联网平台能力，围绕着数据的可靠接入、分析和上传，帮助企业消除传统的业务孤岛，改变了烟囱式的应用开发模式，为企业提供综合的应用支撑和管理服务。近一年来，以燃气企业的智能表改造为契机，大量的NB-IoT智慧抄表项目已经付诸实践，我们欣喜的看到，抄表业务作为智慧燃气的一个有效切入点，已经确确实实在帮助燃气企业增收提效。

- 1) 数据准确率100%，上报成功率相比LoRa扩频和GPRS燃气表有明显提升，缓解了企业人工抄表的压力，提升了人效指标。
- 2) 避免了频繁入户，提升用户体验。
- 3) 依托准确的气表消费数据，燃气后台系统可监控用量、表止码、信号强度、电池电量、阀门开关等表具运行参数，通过数据分析，为用户均量测算、偷盗气稽查、供销差管控提供了可靠的依据。

智慧燃气表方案在抄表领域的应用只是燃气企业数字化进程中的一个范畴，同样，智慧燃气表方案给燃气企业带来的收益也是全方位的，包括经济效益，社会效益和管理效益。

3.3.2 为城市保驾护航

燃气管网是燃气企业的核心基础设施，是向用户安全、可靠供气的血脉。在这个管网中存在数量庞大的燃气基础设备，如燃气管线、燃气调压站、燃气调压箱、燃气闸井等等。

随着用户量的迅猛增长，燃气管线越发复杂，一般情况下，燃气管道内压力越大越容易导致管网异常、泄漏，从而形成安全隐患，加之偷盗气现象屡见不鲜，燃气爆炸事件频频发生。保障燃气输配管网的安全运行一直是燃气公司的重点工作。燃气设备通常安装在野外，一般无人值守，人力监督实时性差、准确性也有偏差，且由于人力不足检查周期过长。基于NB-IoT的智慧管网解决方案可以很好的解决这一问题，依托分布在燃气管网的各种类型RTU监测端点采集原始数据，统一的物联网平台屏蔽了监测端点的差异性，高并发能力保障数据可靠接入并上报到企业的管网监测系统：

- 1) 可以按照预定义的规则设置告警条件，比如：压力，温度，流量等参数发生

异常时，平台会触发告警，及时准确的响应管网异常事件，相关部门人员可迅速前往现场处理，为城市安全保驾护航，降低社会管理成本，提高社会稳定性。

2)可以监测各主、支线管网以及工商大客户的实时用气量，为燃气的用户行为分析和更科学的区域调度提供决策依据；

3.3.3 为燃气服务增添智慧

NB-LoT智慧燃气表解决方案结合云计算、大数据和移动互联网，打造智慧燃气在线服务。通过远程抄表，燃气企业可将燃气数据精准高效多维度地反馈给百姓，百姓随时随地查询账单信息，并完成空中充值，打破了传统的统一出账单、统一外出缴费的模式，完美解决用户缴费难问题，提高用户满意度和幸福感，为民谋福祉，打造绿色、环保、智慧化生活。

3.3.4 助燃气企业降本增效

与燃气企业现有的管理模式和运营模式相比，NB-LoT智慧燃气表解决方案使燃气企业对所有表具运行了如指掌，使偷漏气带来的供销差问题得到改善；互联互通，统一标准，提高了表具的维护和管理；改变了上门抄表的方式，确保人力的可拓展性；提高了客户管理、外勤管理、工程管理、调度分析管理等能力，降低营业厅、呼叫中心的运维压力。助力燃气企业降本增效，提高资金回笼率，提升与用户的粘性。

此外，燃气企业还可以通过增值服务与大数据挖掘带来新的盈利点，提升企业收益。

3.3.5 使区域能源供需平衡

NB-LoT智慧燃气表解决方案互联互通的特点，及其对大数据的精准分析能力，可以帮助客户了解不同区域的能源用量情况，通过智能调度优化，改善能源分布结构，提高集中供能能力，提升清洁低碳能源使用占比，高效用能，协同互补，推动社会可持续发展。

3.4 NB-IoT智慧燃气表项目实践

3.4.1 案例1：广州燃气项目

1、客户诉求

传统的人工抄表存在以下问题：

1) 准确性及效率低：传统人工抄表面临入户难、强度大、周期长、手工结算方式效率低下、容易出现差错等问题，并且多数不支持阶梯计价、无法获取表端数据；

2) 运营成本居高不下：传统的人工抄表方式面临人工成本逐年递增的问题，能源供给企业无法有效控制运营成本；

3) 存在产销差：上下游计量存在的误差、计量表具精度、供给环境（温度、压力等）、管网的泄露及管线置换以及抄表精确性等方面都会造成产销差；

4) 取电困难：内置电池供电针对频发数据交互也面临频发更换电池等问题；

5) 网络覆盖：智能表具通常安装在封闭环境中，例如楼道、室内、地下等，不仅安装环境复杂，而且网络信号往往难以得到保障。如果使用网络信号放大的方案，又会带来信号干扰等新问题；

6) 海量接入：目前传统蜂窝网络单个基站连接数量有限，难以满足大量的智能仪表连接需求。此外，目前常见的小无线、专网等方式也面临频谱管理困难、信号干扰及带宽连接能力不足等问题；

7) 安全性差：目前市场普遍使用的智能抄表设备仍面临诸多安全挑战，如IC卡的盗用和复制、公共网络传输的通信安全（数据盗用、网络攻击、数据篡改等）、能源企业私有传输协议的通用适配性及安全防护等级低等问题。

2、价值匹配

NB-IoT 燃气表可帮助燃气表企业降低抄表成本、实时数据分析、科学表务管理、及时故障排查，降低运营成本，提升运营效率：

1) 数据的安全性可靠性：NB-IoT 抗干扰能力、数据安全性、技术服务等方面均有高安全保障，易于推广；

2) 低功耗：NB-IoT 拥有低功耗的特点，解决传统智能表具功耗高、频繁更换电池的问题；

3) 网络覆盖：NB-IoT 具备广覆盖深覆盖的特点，解决表具安装环境复杂问题；

4) 大容量: NB-IoT 有超大容量, 可满足海量设备同时接入。

3、项目成绩和阶段性进展

2017年开始民用物联网表推广应用, 目前已上线超过40万台。2018年开始工商业物联网表推广应用。目前民用NB-IoT物联网表累计挂表超过万台, 平均抄表成功率99.26%, 后续开展在广州全市NB-IoT物联网表的应用。

3.4.2 案例2: 武钢华润项目

1、客户诉求

1) 管理痛点: 行业发展与政策调整对城市燃气企业运营管理要求提升。人海战术满足不了实际需求, 同时人的不安全因素易引发企业安全风险。地下管网面广量大, 看不到摸不着, 导致管理风险, 对应急管控提出了新的挑战;

2) 安全环保监管日趋严格: 十九大报告第一次提出智慧社会的概念, 并强调健全公共安全体系, 完善安全生产责任制; 党中央、国务院《意见》提出安全发展的红线要求; 十三五规划摘要提出能源全领域智慧化发展;

3) 用户需求多元化和高标准: 用户消费行为发生了明显变化, 希望缴费便捷、保护隐私, 需要稳定的供给, 更注重安全使用;

4) 人工成本占比不断提高和股东回报的矛盾: 当前主要以人工抄表为主, 服务效率不高, 缴费及其他业务办理渠道单一。人力成本占比提高加大企业运营压力, 增加成本风险, 同时减少了股东投资回报;

5) 核心竞争力的构建需要智慧燃气的广泛应用: 中燃、新奥、港华和北燃等纷纷建设、升级、融合智慧燃气系统, 提高运营管理水平, 降低安全、成本、政策风险, 提高企业竞争力。

2、价值匹配

基于 NB-IoT 实现的大数据回传, 不仅可以分析出整个燃气管网的运行状况, 及时发现燃气在主管路传输、调压站、管网末端等方面的各种问题, 从而更为针对性、科学性的动态管理, 提升城市燃气管理效率和服务水平, 还可以进一步分析出不同用户的用气习惯, 从而更加科学、合理的指导燃气管网建设和改造。

NB-IoT 技术较传统网络制式, 具有覆盖广、成本低、连接可靠等优势, 中国电信在 2017 年 6 月即实现了全国的 NB-IoT 网络覆盖, 是全球首个提供 NB-IoT 网络规模覆盖与服务支撑的运营商。

NB-IoT 网络所具备的广覆盖、大连接、低功耗、低成本四大特点使其成为智能燃气抄表的首选通信方式。

3、项目成绩和阶段性进展

武钢华润目前在用居民用户27万户，其中普表用户6.8万户（占比25.19%）、IC卡表用户16万户、LoRa扩频表用户2万户、2G物联网表用户0.6万户，NB-IoT物联网表0.8万户，其他远传表用户1万户。2017年，武钢华润联合中国电信、先锋电子、金卡智能等厂商完成首批试用8000只NB-IoT智能燃气表，现阶段平均抄表成功率99.9%。

武钢华润NB-IoT智慧燃气项目的实施为客户带来了三大效益：

1) 提升人效指标：抄收成功率较LoRa扩频和GPRS物联有明显提升，缓解公司人工抄表的压力，提升人效指标；

2) 降低经营风险：通过对超期普表的更换，由后付费变为预付费，有效地控制逾期欠款，降低了公司的经营风险；

3) 提升用户体验：避免了频繁入户抄表，提升用户体验。

3.4.3 案例3：南京港华项目

1、客户诉求

1) 客户体验：建立家庭能源管理系统，具备更准确及时的计费，能够选择个性化消费模式，缴费方便，改善故障恢复，能够获取到准确的燃气消费数据，实时监控用气安全，获得增值服务；

2) 客户服务：燃气公司希望能够降低抄表人员成本，缩短抄表服务周期，不再使用手持式抄表设备，减少呼叫中心接报量，减少停复气周期，减少后台续费的客户数量，防止客户盗气，提高抄见率，减少估计账单和账单错误以及员工安全事故；

3) 优化输配：燃气公司希望能够优化调峰储气设施，输配系统设计，供气质量，收集负荷数据，降低研究成本，预测市场与负荷；

4) 社会效益：希望能够减少监管投诉，提高环境效益，实现节能，并能够适应市场化改革。

2、价值匹配

南京港华的试运行测试工作主要关注NB-IoT表的功能，测试工作主要聚焦于下面几项功能：

1) 报警功能：电量不足报警功能、防拆、泄漏、过流报警功能等；

2) 远程控阀功能：可设置开关阀；

3) 远程阀控功能：可远程控制阀门开关，客户和燃气公司两级阀门权限控制，

阀门异常报警；

4) 远程抄表功能：内容包括每天上传一次数据，每次上传包含数据有每天一次抄表信息、各类报警信息、燃气表开关阀信息、时间校对信息等。

NB-IoT 技术较传统网络制式，具有覆盖广、成本低、连接可靠等优势，中国电信在 2017 年 5 月即实现了全国的 NB-IoT 网络覆盖，是全球首个提供 NB-IoT 网络规模覆盖与服务支撑的运营商。

NB-IoT 网络所具备的广覆盖、大连接、低功耗、低成本四大特点使其成为智能燃气抄表的首选通信方式。

3、项目成绩和阶段性进展

南京港华、浙江金卡智能、相关网络运营商（电信、移动）合作于2017年底启动了NB-IoT技术智能远传燃气表的试运行工作，效果良好。

4 NB-IoT智慧燃气表技术建议

4.1 NB-IoT智慧燃气表业务模型

1、上报周期&频次

燃气表根据不同的应用场景，一般分为居民燃气表和工商业燃气表两类，两类燃气表的上报频次需要单独设计。

民用户表：在指定的抄表时间内（一般为0点~6点），气表每日进行数据读取，抄表频度一般每日一次，部分燃气公司要求按周或按月自动抄表。人工充值时会增加手动通讯。告警上报依据级别而定，严重告警实时上报，一般告警随周期性抄表上送。

工业大表：气表每5分钟读取一次，2小时远程上报一次（建议的典型值，周期可调）

2、数据包大小

与智能水务不同的是，智能燃气更关心安全问题，NB-IoT通过2种方式支持安全性的提高。首先是默认开通的定向传输，终端和主站一一对应访问，不能与互联网上其它IP地址进行互访。其次NB-IoT接入网关支持燃气表的加密传输。

1)未加密燃气表传输包大小

目前NB-IoT上行数据是通过上层NAS信令包携带数据进行传输，信道容量有限。为了增加网络业务传输并发数，在符合业务需求条件下，不建议数据打包上传，应尽量采用小数据包（ $N < 200$ 字节）传输。

2)加密燃气表数据包大小

有些燃气表上行数据需要加密，由于加密数据长度未公开，可能会超过200字节，建议燃气表的加密数据包（ $N < 300$ 字节）。

3、重传

为提高抄表成功率，燃气表宜支持重传功能。考虑功耗，燃气表业务重传次数不建议超过3次。

例如：某燃气项目气表当日只重传1次，单次业务做3分钟，单次业务内最多有1次重传机会（如果业务包未收到响应，90秒后可重发，整体控制在3分钟内即可）。单次3分钟业务如果失败，15分钟后再次启动一次3分钟业务，如果仍未完成，则当日抄表任务结束。

4、时延

燃气表抄表对时延不敏感。

5、上行离散（错峰）

单小区单位时间上报并发燃气表数据，取决于上报数据大小、表端NB-IoT模组工作模式、错峰配置参数。气表按照设置的时间周期性上报数据，一般设定的基准时间为0点（需计算错峰延时），燃气表每天上报数据时，会与燃气应用侧进行时钟校对。

错峰计算方法：

基础时间 + (表号后2位*错峰系数 + x)

其中基础时间一般为0点，后台可配。表号后2位决定了同一时刻可能接入的表具数据，错峰系数为分钟级，可通过后台远程调整，当前深圳外场设置为2。X为微调数值，秒级。

举例：表号为181702000027的表，错峰系数为2，微调系数为20，则主动上送时间为：

+ (27 * 2分 + 20秒) = 0点54分20秒

错峰方式1：

调整错峰系数，调节上报间隔密集或系数进行错峰。

错峰方式2：

以小区（用户住宅小区）为级别，对不同小区调整不同的基础时间进行错峰。

4.2 NB-IoT智慧燃气表技术建议

4.2.1 智慧燃气表通讯规范

4.2.1.1 使用环境

根据单表的实验室和现网测试，统计结果显示，考虑气表功耗和接入成功率，气表安装点合适的RSRP > -117.4dBm，SINR > -3dB。

但是工程上更多采用的是前评估方法，进行固定点CQT（固定位置拨打一致性测试）测量方法，获得居民区或安装区的路测信号数据RSRP(CQT)。

由于气表安装点与安装小区之间有遮挡、屏蔽等因素存在，有一定的信号衰弱。因此应满足：RSRP(CQT)穿透衰减量 > -117.4dBm，可定义为良好信号。穿透衰减量可以参考下一节的统计数据表。

气表各场景：

建筑的密集程度和无线信号损耗正相关，据此可分为都市密集城区和县镇郊区两大场景。

同时根据不同的居民区形式对信号的接收有较大的区别，可分为高层（15层以上）、多层、别墅三大类。

特殊场景：根据以往无线网络的覆盖难点还有临水高层、以及市政动拆迁区域的居民楼。

考虑气表的典型场景主要是居民楼，覆盖范围受高层楼房遮挡，容易产生信号衰减。

建筑密集区信号覆盖范围表：

CQT 测试点	高层 (米)	中层(米)	底层 (米)
信号覆盖	信号良好	信号良好	距离基站 1 公里内信号良好
良好信号最远点	距离基站最远点 1350	距离基站最远点 1350	1000 外信号变差

以上CQT测试均为基站的200度扇区下进行，NB-IoT有速率的信号覆盖最大距离为2000米。

结合气表的安装点场景，对室内“穿透2堵墙”等主要场景下的RSRP进行仿真：结果显示中国电信NB-IoT整体覆盖较好，可以满足大多区域的气表抄表数据上报业务。

各典型场景信号衰减量表：

	衰减场景 (dB)	损耗值 (dB)
1	两堵砖墙	损耗在 16dB 到 20dB
2	铁皮箱	损耗在 5dB 到 8dB
3	地下负一层	损耗在 32dB

4.2.1.2性能指标

除了覆盖指标外，燃气表上线取决于无线干扰情况，这与具体安装环境有关。中国电信通过异频调优和室分调优，极大改善了SINR值，上报成功率提升到99%。下列以中部地区一家燃气公司挂表前对NB-LoT网络和GPRS网络表的测试结果作为举例：

NB-LoT表：

月份	开通户数	抄回户数	抄收率	准确率
201801	1216	1208	99.3%	100%
201802	1216	1210	100%	100%
201803	1216	1201	98.8%	100%
201804	1216	1216	100%	100%
201805	1216	1215	99.9%	100%
201806	1216	1216	100%	100%

GPRS表：

月份	开通户数	抄回户数	抄收率	准确率
201801	4215	4175	99.1%	100%
201802	4225	4127	97.7%	100%
201803	4241	4122	97.2%	100%
201804	4325	4194	97%	100%
201805	4384	4192	95.6%	100%
201806	4385	4231	96.5%	100%

虽然该测试仅仅是一个在户用小口径户表的案例，但是基本上可以反应出基于NB-IoT网络的上报成功率指标远优于GPRS，反映出NB-IoT网络的深覆盖能力特性。

4.2.2 智慧燃气表基本能力

1、周期性上报

气表按照设置的时间周期性上报数据。一般设定的基准时间为0点（需计算错峰延时），燃气表每天上报数据时，会与燃气应用侧进行时钟校对。

2、点抄

燃气表本地可以存储一年内的抄表数据，后台应用侧可以指定某一月份进行该月的每日抄表数据查询。同时，也可以通过APP进行一些其他数据的远程抄度，如信号强度、IMEI、气表固件版本、电量信息等。

3、告警上报

燃气表在本地监测到异常事件，如燃气泄漏、恶意拆卸、异常复位等，需要上报到后台应用。燃气告警划分等级，等级高的告警实时上报，等级低的告警随每日的周期性抄表上报。

4、配置下发

燃气后台应用可以对燃气表端的参数（如上报时间、错峰系数、过流系数、APN、物联网开放平台地址和端口等）进行修改。当前的远程修改配置命令可通过两种方式下发：

1).在后台下发命令完成后，手工长按气表侧机械按钮6s，触发一次数据上报，配置随即下发生效。

2).等待下一次气表自动上报数据时，配置随上行数据上报下发。

5、小区重选&切换

当前NB-IoT组网存在同频组网和异频组网两种组网方式。在异频组网的情况下，需要终端厂商进行相应的适配，否则会出现接入失败等问题，终端设计建议请参考下表（以海思芯片为例）：

序号	设计建议参数	说明
1	开机入网保护时间不小于5分钟	由于网络变化时或在深度覆盖下终端入网时间较长，因此要求MCU在开机入网保护时间不小于5min。
2	使能小区重选功能	为了感知网络变化，选择信号更好小区，需要芯片启动小区重选功能； 海思芯片举例： AT+NCONFIG=CELL_RESELECTION,TRUE 命令使能小区重选。
3	若终端断电，模组需先执行AT+CFUN=0	在断电前终端需向模组发送AT+CFUN=0的命令，保存频点等信息。
4	上报数据发生：“+CME ERROR:513”时的处理方式	MCU收到ERROR 513后需要延时后再进行重传。建议可以再尝试3次，每次的超时间隔依次是1min/3min/10min，若都失败则执行异常处理流程。
5	异常处理流程	先执行AT+NRB复位模组；再执行AT+CFUN=0保持模组关机；再执行AT+NCSEARFCN清除先验频点；然后断电或执行AT+NRB复位模组。

此外，对于终端首次入网或异常情况批量重新附着入网（如断电），终端需要对上行接入进行离散操作，以此提高接入成功率。

1、节电规范

智能燃气表一般由电池供电，对功耗有严格的要求。因此需要终端支持节电模式，来提高终端电池使用寿命：

支持休眠模式：

PSM (Power Saving Mode)：PSM类似于关机，终端关闭接入层功能进行省电，不再接收任何下行消息，包括系统消息和寻呼消息，因此终端在PSM无法接收任何下行数据，但终端在网络中仍保持在附着状态，终端从PSM模式醒来后，不需要重新执行附着流程。

连接快速释放：

正常情况下，智能燃气表上报完数据后，需要等UE不活动定时器超时（默认20秒），才会从连接态进入IDLE态（功耗大）。如果智能燃气表确认已经是最后一次业务交互，可提前释放与基站侧的连接，进入IDLE态和PSM态，降低终端功耗。

以下是实验室测试的终端电流参考数据：

连接态平均电流参考：50mA

IDLE态平均电流参考：1mA

PSM态平均电流参考：5uA

计算使用RA单次业务流程可以节省的能耗：270uAH（实验室测试数据，供参考）。

库存阶段节电设计：

物联网终端生产结束到安装一般需要一段时间，最长有可能达到一年的库存周期，在库房中通常为弱覆盖，如果无信号，则还有保持一定频率的搜网，以海思芯片为例：芯片上电第一次搜网失败后以10分钟，20分钟，40分钟，每次增长一倍时间的方式搜网，最长24小时间隔重试搜网。建议终端增加软件关机的功能，正常启动业务的时候再重新激活启动电源。

4.2.3 终端可维护性能力要求

基于NB-IoT的智能抄表业务上报成功率等体验与燃气表所处的无线环境及业务模型息息相关。当终端出现丢包/时延大，上报成功率低等问题，需要终端燃气表能够提供有效的定位信息，因此正式商用的终端设备，可维护性方面至少应该具体以下能力：

- 终端日志至少保存30天内的通讯和操作
- 终端日志包含燃气表内各模块的日志，能够在燃气表内部进行定界
- 终端日志能直接上传到应用，并提供下载功能，方便远程分析问题
- 应用端保存一年与其他平台(包括物联网开放平台)的通讯日志，保存一年数据处理日志
- 近端维护功能：通过使用相应的工具应能够读取燃气表的信息，如表号、表内配置等，也可以通过近端维护工具对燃气表进行近端升级操作。需要考虑近端维护时的安全性，设置密码等方式验证近端维护合法性
- 通讯参数设置和查询功能：NB-IoT智能燃气表应能够查询当前所处网络状态，可对模组参数进行测试及读取模组信息
- 网络质量上报：燃气表终端需要支撑网络质量数据上报，支持网络覆盖问题定位。上报内容包括：PCI、RSRP、SINR、ECL和频点

4.2.4 终端升级

在R14协议中，3GPP定义了NB-IoT性能增强特性：

第一，七倍用户速率：上行峰值速率达157kbps，下行单用户峰值速率达

102kbps, 在单用户速率上具备全面替代GPRS应用的能力;

第二, 两倍小区容量: 单小区最大用户数可到8万以上, 接近R13协议小区容量的2倍, 为连接万物提供容量的有力支撑;

第三, 两倍小区覆盖: 华为独有的上行信道估计增强技术, 增强小区的深度覆盖能力, 降低运营商投资建网的成本;

第四, 不依赖GPS的位置定位: 终端无需集成GPS模块, 定位精度可低至50米, 耗电量和定位时延仅为GPS方案的一半, 能更好的服务于资产跟踪、物流运输、宠物跟踪等应用场景。

此外, NB-IoT已被定位是5G标准下的低速接入标准, 因此随着协议的不断完善, NB-IoT芯片功能在新版本中不断增强和优化, 芯片FOTA升级成为终端升级芯片版本的有效途径。因此, 为保证后续能够使用NB-IoT新特性及保证维护的便利性, 终端需要支持以下三种方式的升级:

- 近端升级: 在极端场景下, 如果远程FOTA/SOTA不可用, 终端需要支持通过近端进行升级操作

- FOTA远程升级: 芯片功能增强或优化, 且原有固件不能满足业务需求时, 可通过FOTA对芯片固件进行远程升级, 详细功能介绍和开发指导请参见《NB-IoT FOTA功能技术规范 and 开发指导v1.5》

- *SOTA远程升级: 当终端MCU固件需要升级时, 可通过SOTA升级方式进行终端软件升级, 详细功能介绍和开发指导请参见《NB-IoT SOTA开发指导书》

- *SOTA: LWM2M协议未定义标准的FOTA升级流程, SOTA升级流程为非标方案, 需要终端适配平台升级方案。

5 智慧燃气创新服务展望

通过在管网部署大量的流量、压力、温度等采集设备，智慧燃气平台侧汇聚了海量的管网运行数据、用户用气数据，这些数据为管网的智慧运行、智能调度、产销差管理提供决策依据，同时也为燃气企业的服务创新打下基础，帮助燃气企业从统一标准的服务模式向个性化、定制化服务模式转型。

•用户用能信息档案

通过部署智能燃气表，采集了海量的居民用户、工商业用户用气信息，燃气公司可以在这些海量用户用气信息的基础上为每个用户建立用户用能信息档案，除了总的用气信息、账单、安检情况等相关信息外，还可以为用户的每个用气设备建立档案，包括设备类型、使用年限，甚至为每个用气设备安装流量、压力、温度等采集设备，实现用能信息的精细化管理，借助微信、支付宝、网上营业厅等各种互联网+服务渠道，让用户准确了解自己的用能情况，方便客户查询。

•用户用能安全预警

一旦燃气表监测到出现长时间小流量等用气异常情况燃气表自动执行关阀操作，并通知平台，平台第一时间通知用户进行预警，杜绝危险事故发生，同时结合用户用气设备的使用年限等，预先通知用户，方便用户及时更换用气设备。

•用户侧设备预测性维护

对于安装部署在用户侧的设备，通过采集设备运行关键指标与数据，对可能出现的问题提前预警，以防发生故障影响客户使用，对于需要用户配合可提前告知用户。比如对于用户家里的燃气表，在电池电量电压低的时候提前通知用户更换电池，防止电池电量耗尽带来的不必要的麻烦。

•工商业用户能效管理

工商业用户用气信息大，对能源使用效率关注度高，燃气公司可以基于用户的用能信息档案，结合用气历史数据与在线监测数据提供设备用能健康情况评估监测，为工商业用户提供能效管理服务。

•用户个性化服务

基于用户的用气行为以及用能信息档案，为客户提供个性化、差异化的服务，比如燃气用具销售、保险销售等增值服务。如根据用户的居住条件（如别墅等高档社区）、用气设备（如地暖、壁挂炉等用气设备）等，甄别用户的支付能力和服务需求，针对这部分用户推出个性化的收费服务，提供综合家庭燃气服务解决方案，包括滚动式安检、设备维护保养、专人预约上门等。通过提供这些个性化服务，燃气企业可以向生活综合服务提供商转型，提升用户服务的同时为燃气企业带来增值收入。

