

SMART GAS

智慧燃气



主管单位：中国城市燃气协会

主办单位：中国城市燃气协会智能气网专委会

2022年01月 第1期 总第3期

多部门印发《推动数据中心和5G等
新型基础设施绿色高质量发展实施方案》

03

提升燃气行业的数据价值
——中国科学院外籍院士樊文飞访谈

“五碳”并举实现“双碳”目标



ACADEMIC JOURNAL

新年寄语



一元复始、万象更新。在这辞旧迎新的美好时刻，中燃协智能气网专委会向一直关心和支持专委会工作的各位领导、会员单位表示衷心感谢，祝大家虎年大吉，虎虎生威！

凡属过往，皆成序章。在新的一年里，中燃协智能气网专委会将一如既往，紧密围绕行业自律，坚持创新思维，秉承“积极构建协作平台、引领数字化理念”的宗旨理念，进一步加强服务政府、服务会员单位的能力，

我们将做到以下几方面：

一是当好政府助手，发挥桥梁作用。加强调查研究，为行业的智慧化发展做好行业法规、政策、标准的研究制定工作。协助行业主管部门对行业发展智慧燃气的现状、问题、思路提出有价值的意见和建议，为燃气安全生产、智慧运维、健康发展做好引导和支持。

二是发挥平台优势，推动技术创新。继续做好会刊编辑出版和专委会宣传工作，通过召开论坛、推介会、座谈会、交流会等多种形式，深入行业内外优秀企业，积极做好新思想、新理念、新技术、新产品的介绍推荐工作，推广先进经验与技术，不断提高燃气行业的科技含量与前瞻视野。

三是牢记服务宗旨，提高服务质量。专委会要坚持为社会服务、为企业服务、为政府服务的原则，切实履行好自己的职责，及时了解行业及企业发展难题，帮助企业解决问题、反应诉求、积极发声，以高度的责任感和饱满的工作热情，更好地为政府和会员单位提供优质服务。

凡属将来，皆可期待。2022年，专委会将直面行业燃气发展所面临的新挑战，准确把握行业发展的新机遇，与各会员单位凝心聚力、主动作为，共同为智慧能源的可持续发展注入新动能，为创造行业更加美好的未来谱写新篇章！

——中国城市燃气协会智能气网专委会主任、北京燃气集团副总经理

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.



新年伊始，值此迎春纳福之际，中燃协智能气网专委会秘书处的全体工作人员向各位领导专家、社会同仁表示衷心的感谢和感谢，祝大家万事顺意，虎年行大运！

数字化、智能化、智慧化等技术已经深刻的改变着我们每一位的生活和工作方式。燃气作为主力能源、桥梁能源，对保障国家能源安全持续发挥主导作用，但行业发展面临重大挑战，燃气使用的安全性、经济性、环保性、高效性的问题已经开始制约燃气的发展，信息化技术能不能有效解决面临的众多问题，值得我们行业的每一位从业人员去思考、实践和努力。我相信随着技术的进步、随着行业地位的提升，这些问题都会有效解决。我们对燃气行业的发展充满信心。

为会员服务是专委会一切工作的出发点和归宿。2022年，中燃协智能气网专委会将积极搭建协作平台，塑造行业形象，充分激发各会员单位的积极性，继续做好各项工作，为构建智慧能源生态圈不懈努力！

——中国城市燃气协会智能气网专委会秘书长、上海航天能源股份有限公司副总裁

SPRING
FESTIVAL

新年
快乐





主管单位：中国城市燃气协会

主办单位：中国城市燃气协会智能气网专业委员会

第一届编委会：陈文健、陈 豫、承灿赞、程海泉
迟国敬、冯少广、韩 鹏、胡桂祥
李伟锋、李长缨、林建芬、刘贺明
刘 波、马长城、闵行政、彭红平
齐研科、秦朝葵、秦旭昌、孙 齐
田 松、王秀桥、王亚慧、王超群
许 勇、杨 磊、严益剑、叶庆红
尹卫东、赵 梅、赵 勇、郑 孚
(排名不分先后,按姓氏拼音排序)

主 编：高顺利

副 主 编：蒋映晖、邵君、杨光、张铁军

执行主编：马瑞莉、邵华、王一君、徐彬、张佳妮

责任编辑：刘兴伟、王庆涛、伍国飞

美术编辑：王俊

编辑部：010-64252638

广告部：15921916512 (同微信)

欢迎广大同仁踊跃投稿、订阅!

目 录

CONTENTS

卷首语..... 01

业界资讯

[政策动态]

河北省确定“十四五”时期燃气建设目标任务.....	05
《杭州市燃气管理条例》公布.....	05
多部门印发《推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》.....	05
《北京市新增产业的禁止和限制目录》(修订征求意见稿)发布.....	05
工信部印发《2021年碳达峰碳中和专项行业标准制修订项目计划》.....	06
广东“十四五”期间拟投千亿用于城镇燃气基础设施建设.....	06

[各地新闻]

华润燃气召开智慧营运“十四五”战略规划推进会.....	06
国内首个集智慧燃气运营和数字化民生服务的综合性平台上线.....	06
5G智慧燃气白皮书&金卡智能NB-IoT智能燃气表破1500万发布.....	07
中国燃气与北燃集团订立战略合作框架协议.....	07
港华燃气正式更名港华智慧能源有限公司.....	07
合肥燃气实现量子安全智能燃气表应用.....	07
港华智慧能源、赛昉科技及威努特达成战略合作.....	08
航天能源发布《智慧气网数学模型与算法研究体系》企业标准.....	08
创新引领,智慧燃气-南京滨江LNG智慧运维管理平台项目顺利通过验收.....	08
津燃华润以青云云原生创新智慧燃气获数字化转型大奖.....	08

[协会信息]

2021年中国燃气发展论坛：聚焦双碳总目标 启航燃气新征程.....	09
中燃协各项团体标准稳步推进.....	09
2021年燃气数字化运营与服务系列培训班顺利举办.....	09
中燃协智气委年度工作会暨走进腾讯-燃气数字化转型交流会顺利召开.....	09

政策解读

“五碳”并举实现“双碳”目标.....	11
关于新版《安全生产法》和《全国城镇燃气安全排查整治工作方案》解读.....	14

管理创新

碳中和背景下 燃气行业如何智慧转型.....	18
数字化转型：理解城市燃气的“两大核心”和“一个基本点”.....	21

领军人物

提升燃气行业的数据价值——中国科学院外籍院士樊文飞访谈.....	23
----------------------------------	----

企业专访

汉威科技集团.....	26
华为公司.....	28

技术论文

面向崇明世界级生态岛的智慧燃气建设研究.....	31
智慧燃气-支付宝生态网厅研究和探析.....	37

热点聚焦

寒冬下的天然气保供.....	47
认识智能电网.....	49

News

工信部印发《2021年碳达峰碳中和专项行业标准制修订项目计划》

为发挥标准在推进工业领域碳达峰碳中和工作的引领和规范作用，工业和信息化部编制完成了《2021年碳达峰碳中和专项行业标准制修订项目计划》（下称《计划》），《计划》包含石化化工、钢铁、有色、建材、稀土、轻工、纺织、电子、通信九大行业的项目计划表.....

6

23

提升燃气行业的数据价值——中国科学院外籍院士樊文飞访谈





辽宁思凯科技股份有限公司

LiaoNing SC Technology Corp

辽宁思凯科技股份有限公司，创立于1995年，是我国最早的专注于公用事业领域物联网智能传感相关产品与解决方案提供商。

公司致力于以新一代5G物联网、智能传感、云平台技术，重塑燃气、水、热等能源的管理方式，

以提供智慧能源管理全套解决方案为核心，逐步向燃气高压干线、中压管网等领域拓展，是中国首个智能燃气表发明者与从事智慧公用事业的厂商。5G物联网超声波智能传感产品及智能云平台为公司优势产品。



公司先后获得国家高新技术企业、国家互联网与工业融合创新试点企业、省级企业技术中心、省知识产权优势企业等多项荣誉，在行业内拥有良好的企业信誉和口碑。

辽宁思凯的智能超声波燃气表是新一代全电子计量器具，采用高精度的超声波计量模块实现燃气准确计量，具有高精度、高可靠、宽量程、耐久性好、压补偿等特性，可广泛应用于居民用户、地暖用户、小商户、工服用户的燃气计量，有效解决由于量程相关不足和温度压力变化等情况导致的计量损失，提高燃气公司的精细化管理能力，目前我公司的超声波燃气表已经取得全系列表具的欧盟MID认证，在国际市场中获得广泛的客户认可。

地址：辽宁省丹东市振兴区黄海大街14号

电话：0415-6270103 6270060

网址：<http://www.chnsce.com>



河北省确定“十四五”时期 燃气建设目标任务

2021年11月，河北省公布《河北省城市市政基础设施建设“十四五”规划（供水、供热、燃气）》（下称《规划》）。规划提出，“十四五”时期，河北省将逐步形成以管道天然气为主导，压缩天然气、液化石油气为补充，液化天然气为应急备用的用气结构，持续完善城区配套管网建设，扩大燃气供应范围，提高燃气供应效率，燃气普及率达到99%以上，城市管道燃气普及率达到85%。通过在优化气源结构、完善城市天然气基础设施建设、合理发展液化石油气、加快推动生物天然气产业发展、构筑完善的安全管理体系、完善信用信息管理、提高行业服务水平七方面开展工作，构建多气源、多层次、广覆盖的燃气安全供应保障体系，促进河北省燃气事业高质量发展。



《杭州市燃气管理条例》公布

杭州市第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议通过的《杭州市燃气管理条例》（下称《条例》），于2021年11月25日，在浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议获得批准。新《条例》共七章四十四条，主要在燃气发展规划与应急保障、燃气经营服务与燃气使用、燃气设施保护与安全管理、监督管理等方面作了明确，将于2022年1月1日起施行，新《条例》是杭州市开展燃气管理工作的地方法规依据，在杭州市燃气法律法规体系中具有至关重要的作用。

多部门印发《推动数据中心 和5G等新型基础设施绿色 高质量发展实施方案》

2021年11月30日，国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合印发了《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》（下称《方案》）的通知。《方案》是为贯彻落实《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，按照《2030年前碳达峰行动方案》统一部署，有序推动以数据中心、5G为代表的新型基础设施绿色高质量发展，发挥其“一业带百业”作用，助力实现碳达峰碳中和目标而制定的。《方案》中指出，充分发挥数据中心、5G在促进传统行业数字化转型方面的重要支撑作用，推动煤炭、钢铁、水泥、有色、石化、化工等传统行业加快“上云用数赋智”步伐，优化管理流程，实现节本降耗。

《北京市新增产业的禁止和 限制目录》(修订征求意见稿) 发布

2021年12月2日-12月31日，《北京市新增产业的禁止和限制目录》（修订征求意见稿）（下称《目录》）在首都之窗网站公开，面向社会征求意见。《目录》将助力北京率先实现碳达峰、碳中和目标，引导新增产业和功能发展更加绿色低碳、生态环保，全北京市层面由原禁止新增燃煤火力发电、燃气热电联产调整为禁止新增火力发电、热电联产（保障城市应急备用、调峰和基本运行除外）。另外，支持碳排放稳中有降和可再生能源替代，全北京市层面禁止新增燃气独立供暖系统（不具备可再生能源供暖条件的除外）。

工信部印发2021年碳达峰碳中和专项行业标准制修订项目计划

为发挥标准在推进工业领域碳达峰碳中和工作的引领和规范作用，工业和信息化部编制完成了《2021年碳达峰碳中和专项行业标准制修订项目计划》（下称《计划》），《计划》包含石化化工、钢铁、有色、建材、稀土、轻工、纺织、电子、通信九大行业的项目计划表，并2021年12月2日印发相关事项通知，要求：一、标准起草单位要注重做好标准制定与技术创新、试验验证和应用推广的统筹协调；二、有关行业协会（联合会）、标准化技术组织、标准化专业机构等主管单位要尽早安排，将文件及时转发至主要起草单位，并做好标准组织起草、征求意见和技术审查等工作，把好技术审查关；三、部机关相关司局要做好行业标准制修订过程的管理工作，确保标准的质量和水平。

广东“十四五”期间拟投千亿用于城镇燃气基础设施建设

2021年12月13日，广东省住房和城乡建设厅在官网印发了关于《广东省城镇燃气发展“十四五”规划》（下称《规划》）的通知。《规划》指出，“十四五”期间，广东省计划投资1083.55亿元用于城镇燃气基础设施建设，天然气年用气总量达到200亿立方米以上，天然气用气人口增达到7590万人以上。到2025年，广东省城镇燃气利用水平要显著提升，形成“以天然气为主、液化石油气协调并进”的供应格局，基本建立公平开放、竞争有序、行为规范的市场环境，基本建成以智慧燃气平台为支撑的综合管理体系。

华润燃气召开智慧营运“十四五”战略规划推进会

2021年9月2日，中俄东线天然气管道关键控制性穿越工程——溇沱河定向钻穿越工程——施工任务全部完成，本次完成的1219毫米管径定向钻穿越长度达1757米，创造了国内大口径管道穿越长度新纪录。溇沱河定向钻穿越项目位于河北省衡水市安平县西北约5公里处，穿越深度37米，长度1757米，是国内目前1219毫米管径穿越距离最长的定向钻穿越工程。中俄东线天然气管道南段（河北永清—上海）全长1509公里，其中新建管道1243公里，线路工程已于今年1月全面开工。此次溇沱河定向钻穿越工程顺利完成，为中俄东线天然气管道2025年全线贯通创造了有利条件。



国内首个集智慧燃气运营和数字化民生服务的综合性平台上线

2021年10月20日，杭州燃气数字平台二期上线新闻发布会在杭州燃气大厦盛大举行。这是国内燃气行业首个兼具智慧燃气运营和数字赋能民生服务两大功能的综合性数字平台，也是由金卡智能助力杭燃集团探索和实践城市燃气信息化、数字化和智慧化管理的重大创新。推出的数字平台，充分发挥海量数据和丰富场景优势，促进数字技术与实体经济深度融合，赋能燃气产业转型升级，让运行更安全，让服务更便捷，为燃气行业同类平台建设提供示范性借鉴。

5G智慧燃气白皮书&金卡智能NB-IoT智能燃气表破1500万发布

2021年10月28日，由中国电信和金卡智能联合主办，以“智启时代·燃动未来”为主题的“5G智慧燃气白皮书发布会&金卡智能NB-IoT智能燃气表应用破1500万台发布会”在杭州隆重召开。本次发布的《5G智慧燃气白皮书(2021版)》，由中国电信、天翼物联产业联盟智慧燃气产业推进组、金卡智能联合各大燃气企业共同编写。白皮书全面分析了新基建背景下智慧燃气建设迎来的新发展机遇，梳理了在行业发展规模、行业政策等方面新的进展，并对行业发展趋势做出研判，提出5G智慧燃气解决方案的主要内容，展示了智慧燃气实践优秀案例，并对智慧燃气的创新服务进行了展望。



中国燃气与北燃集团订立战略合作框架协议

2021年11月24日，中国燃气控股有限公司（下称“中国燃气”）宣布，与北京市燃气集团有限责任公司（下称“北燃集团”）订立战略合作框架协议。双方本着“诚信合作、优势互补、互惠互利、共同发展”的原则，优化能源结构并推广天然气的综合利用，就天然气进口、下游天然气供应以及天津南港液化天然气应急储备项目（包括LNG接收站、储罐及外输管道等项目）的天然气利用达成战略合作框架协议。合作框架协议将充分发挥双方在各自业务领域的资产与资源优势，强强结合，实现共赢。

港华燃气正式更名 港华智慧能源有限公司

11月26日，经股东特别大会表决，港华燃气有限公司（港华燃气）宣布正式更名为“港华智慧能源有限公司”（港华智慧能源），加速向综合智慧能源投资运营商转型。港华智慧能源董事会主席李家杰博士表示，未来公司坚持综合解决方案、数字化和去碳化三大核心发展战略，做智慧能源领域的领军者。港华智慧能源将会持续加强能源技术与数字技术的研发投入，全面打造以可再生能源、先进储能技术、芯片与区块链、智慧能源生态平台为核心的“源、网、荷、储”零碳解决方案，赋能区域能源绿色发展，为国家双碳目标实现，乃至全球气候危机这一严峻课题持续贡献力量。



合肥燃气实现量子安全智能燃气表应用

2021年11月底，合肥燃气集团进行了基于量子安全技术的NB-IoT物联网燃气表试挂并投入使用，量子安全物联网表是合肥燃气集团与中国电信、国盾量子、中电信量子等多家单位合作研发，采用的安全体系融合了量子密钥分发技术、可信的量子密码管理服务安全分发和管理密钥，形成了集合量子密码技术和对称密码体系优势的、具有高适应性的物联网量子安全体系。合肥燃气集团通过量子安全物联网燃气表、燃气物联网采集平台与量子安全密管平台的有机融合，在燃气行业首次实现以量子安全技术构建云、管、端三个层面的安全防护体系。

港华智慧能源、赛昉科技及威努特达成战略合作

2021年12月6日，港华智慧能源与赛昉科技有限公司、北京威努特技术有限公司在深圳签署战略合作协议，三方宣布将联手打造基于RISC-V“中国芯”的工业互联网安全产品及零碳智慧能源解决方案。此次战略合作主要围绕两个方面进行：一、在燃气管网智能系统，基于RISC-V的工业级网络安全产品未来将推广到覆盖全国城市燃气项目，帮助港华智慧能源提升燃气管网系统的安全防护能力，夯实基础设施的数据安全，为智慧燃气的打造保驾护航；二、在零碳智慧能源方向上，深入推进基于RISC-V芯片的边缘服务器、智能管控终端、智能网关、数据采集器等一系列自主知识产权的智慧能源硬件产品的研发，形成完整的智慧能源解决方案。



航天能源发布《智慧气网数学模型与算法研究体系》企业标准

2021年12月13日，由航天能源牵头编写，同济大学、上海电力大学、中南财经政法大学、武汉工程大学等参编的企业标准《智慧气网数学模型与算法研究体系》正式发布，标准将于2022年1月1日正式实施。该标准是航天能源2021年标准编制计划项目，由绿色智慧管网综合实验室统筹编制，历经立项、起草、征集意见、送审、报批等多个编制阶段，最终顺利发布。标准由6大部分组成，包括数据管理规范、调压诊断技术研究规范、计量诊断技术研究规范、算法软件（模块）研发规范、算法验证规范、文献研究总结规范。

创新引领，智慧燃气 南京滨江LNG智慧运维管理平台项目顺利通过验收

2021年12月17日，南京智慧交通信息股份有限公司和南京绿色健康建筑研究院有限公司组织召开了南京滨江LNG储配（一期）工程智慧运维管理平台项目验收会。本次验收会邀请了5位专家，对项目进行了严格审查，最终顺利通过验收。南京滨江LNG智慧运维管理平台项目，将助推滨江LNG储配站一期正式投用，有效促进南京市民生应急保供能力提升，进一步增强城市安全韧性，为南京市燃气能源稳定安全供应备足“底气”。

津燃华润以青云云原生创新智慧燃气获数字化转型大奖

2021中国数字化转型与创新评选颁奖典礼于12月17日举行，津燃华润以青云QingCloud（qingcloud.com）私有云、Kubernetes容器平台及物联网技术进行的智慧燃气实践，荣获“数字化技术应用典范案例”。“中国数字化转型与创新评选”以“数字企业模型”为理论支撑，已连续成功举办三届，作为中国首个全面覆盖数字化产业和产业数字化发展的评选活动，获得大批企业、专家学者、媒体人士的广泛关注。津燃华润是以燃气开发利用及销售为主营业务的大型燃气企业，在天津燃气行业中发挥主导和保障作用。此次评选，云原生与IoT紧密融合创新智慧燃气的实践受到中国数字化转型与创新评选评委会高度认可，成为津燃华润与青云科技携手继续进行数字化创新的新动力。



2021年中国燃气发展论坛 成功举办

10月27日,由中国城市燃气协会主办、杭州市燃气集团有限公司协办的2021年中国燃气发展论坛在杭州开幕。政府、金融、能源等各界专家学者汇聚一堂,以“聚焦双碳总目标 启航燃气新征程”为主题,共议燃气行业新发展。2021年(第24届)中国国际燃气、供热技术与设备展览会同期举办。

国际燃气联盟(IGU)成立90周年庆典中国站也拉开帷幕。



中燃协各项团体标准稳步推进

2021年10月26日,中国城市燃气协会团体标准《城镇燃气系统智能化评价规范》在杭州召开第二次工作会。该标准由北京市燃气集团有限责任公司担任主编单位。

2021年11月3日,中国城市燃气协会团体标准《城镇燃气智能调压箱技术规范》在上海召开开题会暨第一次工作会。该标准由上海飞奥燃气设备有限公司担任主编单位。

2021年11月4日,中国城市燃气协会团体标准《超声波智能燃气表》在上海召开开题会暨第一次工作会。该标准由上海燃气有限公司担任主编单位。

2021年燃气数字化运营 与服务系列培训班顺利举办

为进一步加快城镇燃气行业的数字化转型步伐,提高各燃气企业数字客服+建设、管理与运营能力,10月28-29日,中国城市燃气协会智能气网专委会联合支付宝学园,在杭州蚂蚁Z空间举办了2021年燃气数字化运营与服务系列培训班。

培训特邀中燃协智气委智库专家和支付宝学园讲师,通过燃气数字化行业通识、燃气缴费数智化升级与运营、燃气行业数字化运营与服务实践等方面对燃气行业数字化服务与运营做了全面解读。

中燃协智气委年度工作会 暨走进腾讯-燃气数字化转型 交流会顺利召开

2021年12月28日,中国城市燃气协会智能气网专业委员会年度工作会暨走进腾讯-燃气数字化转型交流会在深圳顺利召开。会议由智能气网专委会主办,腾讯云承办,同时还得到了广东省燃气协会的大力支持。中国城市燃气协会、智能气网专委会相关领导近60名会员代表共同出席了本次会议。会上,11位专家受聘为智气委智库专家并获颁聘书。

会议特邀中国宏观经济研究院能源经济与发展战略研究中心田磊线上就“双碳”目标下天然气行业发展与政策取向”作主题分享、特邀腾讯能源和资源行业、青岛积成公司相关专家围绕“双碳和两化背景下,燃气企业如何响应”、“城市燃气安全运营实践”、“腾讯云企业安全解决方案”、“数据治理助理燃气企业安全和运营效率提升”、“燃气企业增值业务的探索”等方面做了全面分享和解读。



成都千嘉科技有限公司

助力燃气企业数字化转型

千嘉科技系国内智能远传抄表产品研发制造企业及公用事业领域信息化系统集成商，为燃气行业打造从前端输配到终端用户应用的全生命周期产品体系，服务于全国400余家燃气公司。

千嘉以科技为本，基于IoT、边缘计算、5G、AI、管网仿真、数字孪生等新技术应用，致力于产品研发，为燃气行业赋能，助力燃气实现数字化转型。

> 数字化转型服务内容6大板块 <



精准计量



全域覆盖



智能客服



透彻感知



多维展示



增值服务

> 全生命周期产品体系 <

● 智能远传抄表产品

智能远传燃气表
智能远传水表
远传抄表配套产品
综合抄表信息管理平台

● 工商业远程监控系统

● 流量计产品

● 天然气输配系统解决方案



● 信息化整体解决方案

信息化规划设计
智慧燃气云平台
千家码互联网平台
信息化系统集成
新技术应用

● 增值业务

特检业务
抄表、换表、安检、维护
燃气费代催缴
配套产品销售

- 超过200人科技团队
- 超过300项自主知识产权
- 15项国家/行业标准制定
- 国家知识产权示范企业
- 国家级博士后工作站

- 在国内核心期刊发表论文超100篇
- 全国30个省市设有服务点
- 服务超400家燃气企业
- 8大国际管理体系贯彻运行
- 国家（地方）联合实验室
- 其他多项国家及省市级创新平台



成都市双流区西南航空港空港1路1段536号

业务电话：028-85874488 售后服务电话：028-85874040 总机：028-85874188

Email: qianjia@cdqj.com

“五碳”并举实现“双碳”目标

——中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长贺克斌访谈

■ 本文来源：能源评论·首席能源观

10月24日，《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》公开发布。

下一步，应如何纠正运动式“减碳”，客观全面认识我国实现碳达峰、碳中和任务的艰巨性，并保证如期实现目标？《能源评论》杂志日前采访了中国工程院院士、清华大学碳中和研究院院长贺克斌。他表示，实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，目前面临“三高—短”的挑战，需要“五碳”并举实现“双碳”目标。



三重变化 深刻变革

问：您曾说过，碳中和将是改革开放40年后，对中国具有重大影响的下一个大事件。我国推进“双碳”目标，将带来哪些领域的变革？

答：截至2021年年底，全球已经有130多个国家提出了碳中和的目标，覆盖了全球70%以上的GDP和65%以上的二氧化碳排放。在我国，碳中和与绿色高质量发展密切相关，中央要求把“双碳”纳入生态文明建设总体布局。实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，将会带来政府行为、企业行为和个人行为的根本变化，涉及观念重塑、价值重估、产业重构及广泛的社会经济和

日常生活，意义深远。

问：有观点认为，世界经济发展将从资源依赖型向技术依赖型转变。您对此怎么评价？

答：对这一观点我非常赞同，这就是观念重塑的深刻影响。目前全球经济高度依赖化石能源，但是化石能源在全球的地域分布极度不均衡。全球煤炭、石油、天然气储量排名前五位的国家，基本上占据了全球2/3以上的储量。在资源充分利用的情况下，风能、太阳能足以支撑全球实现碳中和，基本解除了资源上限，这样一来，谁有更好的技术并尽快经济、有效地利用起来，谁就能取得成功。

从这个角度来说，“双碳”目标的切入点是气候履约，但核心是新一轮产业竞争。如今，全球都在以“双碳”为切入点布局，争夺新一轮技术高地，产业竞争信号非常明显。当年，基辛格曾说过，谁控制了石油，谁就能控制世界。将来，谁掌握了高效、稳定、充分利用非化石能源的技术，谁就能在世界经济竞争中占据主动地位。

问：您所说的价值重构包括哪些内容？

答：价值重构包括新能源成本、地域价值和产业链价值。从新能源成本来看，目前风、光发电和火力发电的成本已经相近。但是如果加上系统成本，风、光发电目前和火电来比还比较高。碳市场的建立健全和逐步完善会使碳价在全国和全世界发挥作用，使新能源技术的竞争优势逐渐提升，新能源的并网成本会大大降低，其价值和竞争力会被重新认识。

从地域价值来看，未来风、光资源集中的中西部欠发达地区，会拥有新的发展机遇，这会使发展不平衡问题得到一定解决。比如，在宁夏的沙地，可以在光伏电池板下种植枸杞，由于有电池板的遮挡，保墒的时间更长，冲洗光伏电池板的水正好可

以灌溉下面的枸杞，从而实现循环利用。这个模式把原来比较荒芜的沙地大幅度改变为能源利用地和新的经济作物生产地，为发展带来了全新的机遇。

从产业链来看，制造光伏电池的材料包括钢、碲等关键稀有元素，未来伴随装机规模的迅速扩大，这些稀缺元素的累计需求量会大幅度增加，其价值也会不断提升。现在固体废物中的这些元素被视为有毒有害物，一旦其价值增加，也会推动相关提取技术研发和循环利用水平提升。

问：在产业重构方面，您认为，能源电力系统会发生哪些变化？

答：未来，传统的加油站会变成加能站。比如，中石化在“十四五”期间计划建设1000座加氢站或油氢合建站、5000座充换电站、7000座分布式光伏发电站。以新能源为主体的新型电力系统的变化更值得期待。以化石能源为主的电力系统，供需模式是典型的以需定供，需求侧用电量小时，就得多发电来保供。将来，以新能源尤其是风、光为主体的新型电力系统，供需模式会变成以供调需。用能端的交通、建筑和工业领域，以及用户侧那些柔性可调负荷，会共同形成虚拟电厂，变成非常重要的“产消者”。

问：如此一来，传统能源产业链会做出哪些调整？

答：传统石油化工行业炼制汽柴油输送给燃油车，燃油车使用后会排放大量的二氧化碳，未来这一产业链的市场空间会被大大压缩。新能源汽车大幅推广应用后，石油化工行业未来的主要方向会将燃料变成原料、将能源变成资源，通过石油生产基础化工原料，产出橡胶、塑料、纤维这样的产品，并进一步拓展相关新材料的市场空间。这样，石油化工行业终端产品的碳排放压力会明显减少。

问：碳中和对人们日常生活会带来哪些影响？

答：在出行方面，大幅度应用新能源汽车特别是电动车，会形成比较大的消纳风电、光伏的能力，这些也是虚拟电厂的组成部分。在居住方面，

未来的“光储直柔建筑”会让建筑用电有15%~30%的调节能力，成为适应新型电力系统的重要可调负荷。在个人行为方面，鼓励简约生活、人人都为减碳做贡献也将成为主流。比如，上海已经开始实施减碳普惠行动，人们无论是垃圾分类、绿色出行，还是节约用电、“光盘”行动，都可以通过积分兑换碳币，碳币可在一定范围内用来购买商品、服务。

“五碳”并举 共同奋斗

问：实现“双碳”目标，除了您所说的上述影响，最直接的影响还是大气污染治理吧？

答：是的。推进“双碳”目标，会对能源、交通等产业结构进行大幅度调整，可以根本性地解决PM2.5、臭氧等大气污染问题，使我们长期稳定地拥有蓝天，大大促进美丽中国目标稳定实现。同时土壤、海洋、矿物和地质碳汇都会有不同程度的加速改善。

这场经济社会的系统性变革，需要政策引导、技术变革和人才培养这三个最关键的重要支柱。碳中和可能是改革开放40年后对于中国社会未来具有巨大影响的下一个重大事件，它将对自然科学、工程科学、社会科学的发展和提出巨大需求，需要多学科协同，通过科技创新和人才培养，需要几代人来传承实现目标。

问：从科学的角度，您怎么分析全球变暖与近两年多地出现的极寒天气？

答：联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）作为支撑全球气候变化应对的政府间组织，致力于为气候变化谈判提供科学依据。该机构多年来的系列报告均指出，全球平均温度上升有明显的科学证据。需要强调的是，平均温度上升是较大时空范围的平均统计，和局部出现极寒天气二者并不矛盾。这也恰恰说明，全球平均温度上升的最大威胁就是，会把气候系统和生态系统搞紊乱，以至于在一些地方出现极寒和灾害性的天气。但是整体上而言，地球确实是变暖了。

问：您认为，中国要实现“双碳”目标会面临哪些挑战？

答：“双碳”目标尤其是碳中和，绝不是轻轻松松就能实现的目标。2020年，全国二氧化碳总排放量约104亿吨，到2030年前达峰时，预计会达到110亿吨左右。我们的碳汇能力是10亿吨左右，这意味着我们要减掉二氧化碳排放量的90%，任务非常艰巨。就目前而言，我们面临着“三高一短”的挑战：

第一，高碳的能源结构。无论是化石能源消费占总能源消费的比例，还是煤炭消费占化石能源消费的比例，在主要的世界用能大国里，中国是最高的。

第二，高碳的产业结构。全世界公认的高碳且难减排的行业包括煤炭、钢铁、石化、水泥等，中国上述行业在产业结构中的占比仍然较高。

第三，中国是世界上最大的发展中国家，仍然处在工业化和城市化的中高速进程中，很多地区还要有能源消费增量。

第四，从碳达峰到碳中和，中国只有短短的三十年时间，欧洲有六七十年，美国有四五十年。

问：在此过程中，科技创新该如何发挥作用？

答：走向技术依赖型的发展模式，对科技创新的需求尤其迫切，但是现在科技的缺口还比较大。国际能源署（IEA）2021年的最新报告显示，在全球能源行业2050年实现净零排放的关键技术中，有50%目前尚未成熟，需要进一步研发提升。未来能源供给和节能减排的很多技术都需要不断提升，同时还要与信息技术（人工智能、互联网、通信技术）等紧密结合形成整体系统，来解决相关的

问题。

问：那如何才能一步步完成我们的减排任务？

答：可以通过“五碳”并举，一起发力来攻克难关，这是我们未来实现碳中和的基本路径。

一是资源增效减碳。达到同样的经济目标，将能源需求降到最低，减下来的碳就是资源增效减碳。二是能源结构降碳。大幅提升非化石能源比例的同时，仍然还会有一部分化石能源继续存在，要用其他措施来解决。三是地质空间存碳。通过碳捕集利用和封存（CCUS）技术解决一部分二氧化碳。四是生态系统固碳。通过各种生态建设的手段，巩固和增加二氧化碳的碳汇能力。五是市场机制融碳。通过碳市场机制来推动各类技术得到更合理有效的应用。

问：作为一个环境科学与工程专家，您如何展望碳中和背景下的蓝天梦？

答：现在全国300多个城市的PM2.5平均浓度是33微克/立方米，如果延续过去以末端治理为主的控制路径，未来十年我国大气污染物减排的潜力将基本耗尽，到2060年PM2.5浓度的最佳数据可能在25微克/立方米左右。

希望在于碳中和目标下的深度能源转型。在碳中和目标下，到2060年，我们可以大幅度降低PM2.5浓度，未来可以降到世界卫生组织的最低推荐值10微克/立方米以下，甚至可能达到8微克/立方米左右。当“双碳”目标逐步实现，蓝天就会从“奢侈品”变成习以为常的“日用品”。这是老百姓对未来美好生活的追求，也是我们共同的奋斗目标。

关于新版《安全生产法》和《全国城镇燃气安全排查整治工作方案》解读

7月16日，应急管理部正式公布新版《中华人民共和国安全生产法》（以下简称“新安法”）全文，9月1日生效，这是在2009年和2014年进行过两次修改基础上的第三次修改，对于预防和减少生产安全事故发挥着重要作用。近期，国务院安全生产委员会关于印发《全国城镇燃气安全排查整治工作方案》（以下简称《整治工作方案》）的通知指出，从2021年11月至2022年12月，对燃气有关企业安全准入不严格问题、燃气有关企业主体责任不落实问题等十项问题进行严厉整治，有效防范化解重大安全风险，坚决遏制燃气事故多发势头。记者专访了中国市政工程华北设计研究总院有限公司总工程师，中国土木工程学会燃气分会秘书长李颜强，对相关政策进行了解读。



问：“新安法”出台的背景是什么？

答：“新安法”的颁布，是深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产重要论述，牢固树立新发展理念，坚持人民至上、生命至上，切实增强防范化解燃气安全风险的重要体现。今年的安全事故多发频发，明显反弹，安全形势严峻复杂。应急管理部公布了近年来发生的一批燃气安全事故典型案例，尤其是湖北十堰“6·13”重大燃气爆炸事故发生后，辽宁、河北等地又连续发生多起燃气较大事故

和典型事故。充分暴露出一些地方和企业安全发展理念不牢、安全基础薄弱、安全管理缺失等突出问题，给燃气行业安全运行和用户安全用气再次敲响了警钟。

问：近年发生的燃气安全事故，有什么经验和教训吗？

答：这些事故的发生有以下几方面原因：

一是建设和使用中不遵守规章制度造成事故隐患。包括燃气设施不按建设审批程序进行建设和改造；用户不经验收审查合格擅自投入使用；燃气企业和施工单位不具备相应施工能力和相应资质，违规施工安装，存在转包、非法分包等违法违规行为；使用环境和相关产品不符合国家标准规范要求，在不具备安全条件的场所储存、使用燃气；未按照国家标准规定设置通风、燃气泄漏报警等安全设施；燃气企业和施工单位未按要求制定燃气设施保护方案，未对其施工现场进行指导和监护等等。

二是隐患排查整改监管不到位。燃气企业未对燃气设施定期开展安全检查，管道安全隐患多年未消除，甚至从未巡查；政府相关部门安全生产监督管理职责未履行到位，监督检查流于形式；瓶装液化石油气安全管理不到位，部分地区仍然存在违法违规经营、储存、充装、运输、使用问题等等。

三是应急处置措施不当。应急管理责任不落实，应急预案脱离实际，流于形式；应急响应迟缓，处置混乱，未及时阻断气源，未进行燃气浓度检测，未有效组织人员及时疏散；应急人员缺乏培训和提高；应急联动机制不完善，基层应急处置能力不足、经验不够；未严格按照抢修施工方案有效辨识现场安全风险并做好安全防护措施等等。分析查找事故原因，仍然是一些常见因素，即从业人员心存侥幸，安全意识不强，安全制度执行不严格，各层级安全检查存在形式主义、官僚主义。

事故发生看似偶然，实则必然，有很多经验和

教训值得总结。

一是燃气事故应急决策方法和程序需进一步研究，应急处置预案和演练需进一步加强，政企之间、部门之间应急协同机制需进一步完善。从应急演练和应急预案看，有些事故应急决策程序层级多，处置需逐级上报，灵活权限不够，对于紧急情况处理迟缓；应急预案制定不合理，不结合实际情况，操作性不强。协同机制不清晰，分工不明确，信息化手段尚需进一步加强。

二是运营单位存在安全设施和装备投入不足，技术更新不快，安全手段较为落后等现象。运营单位管线巡检仍然过分依靠人工巡查，先进智能化装备不足，对管线情况靠记忆、靠经验进行维护和判断的情况依然存在，不能及时有效发现事故隐患。

三是安全技术法规和强制性工程建设规范执行力度不够。规划设计前瞻性不强，建设时序和城市发展缺乏统筹考虑，存在不协调现象，给燃气设施安全运行带来不利影响。燃气行业存在重视运营阶段安全管理，轻视规划设计安全管理现象。注重排查运营安全隐患，而对规划设计中存在的安全隐患重视不够，没有做到从源头预防事故。

四是城镇燃气领域科技投入不能适应燃气行业发展的需要。科技项目分散，关键技术成果少，不成体系，推广缓慢，影响行业整体技术进步。在燃气这样一个需要高度重视安全的领域，应该在国家和地方科技计划设置研究专项，加大安全应用科技投入和成果转化力度，更多的用技防而不是单纯靠人防解决安全问题。

五是燃气领域专业技术人才缺乏，人才培养机制不完善，不能有效应对行业快速发展和安全事故频发的形势。燃气学科领军人物和学术带头人缺乏，行业话语权不足。高等院校燃气专业日渐萎缩，课程缩减，招生人数减少，直接影响行业科学技术健康发展。

问：“新安法”出台，对于燃气安全管理的意义是什么？

答：“新安法”明确提出安全生产工作应当以人为本，将坚持安全发展写入了总则；将安全生产

工作方针完善为“安全第一、预防为主、综合治理”，进一步明确了安全生产的重要地位、主体任务和实现安全生产的根本途径；提出要建立生产经营单位负责、职工参与、政府监管、行业自律、社会监督的工作机制，进一步明确了各方安全职责。

贯彻落实“新安法”对于燃气行业坚守红线意识，进一步加强安全生产工作，实现行业安全生产形势根本性好转具有重要的现实意义和指导意义。

一是县级以上地方人民政府应当建立健全安全生产工作协调机制，及时协调、解决安全生产监督管理中的重大问题。按照安全生产“管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全”的要求，明确各级政府安全生产监督管理部门实施综合监督管理，有关部门在各自职责范围内对有关行业、领域的安全生产工作实施监督管理。明确各级安全生产监督管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门作为行政执法部门，依法开展安全生产行政执法工作，对生产经营单位执行法律、法规、国家标准或者行业标准的情况进行监督检查。

二是强化乡镇人民政府以及街道办事处、开发区管理机构安全生产职责。针对各地经济技术开发区、工业园区的安全监管体制不顺、监管人员配备不足、事故隐患集中、事故多发等突出问题，明确乡镇人民政府以及街道办事处、开发区管理机构等地方人民政府的派出机关，应当按照职责加强对本行政区域内生产经营单位安全生产状况的监督检查，协助上级人民政府有关部门依法履行安全生产监督管理职责。

三是明确生产经营单位安全生产管理机构、人员设置、配备标准和工作职责。建筑施工、道路运输单位和危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。其职责包括拟定本单位安全生产规章制度、操作规程、应急救援预案，组织宣传贯彻安全生产法律、法规，组织安全生产教育和培训，制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为，督促落实本单位安全生产整改措施等。生产经营单位作出涉及安全生产的经营决策，应当听取安

全生产管理机构以及安全生产管理人员的意见。

四是建立事故隐患排查治理制度。生产经营单位必须采取技术、管理措施消除事故隐患。政府有关部门要建立健全重大事故隐患治理督办制度。对未建立隐患排查治理制度、未采取有效措施消除事故隐患的行为，制定严格的行政处罚标准。强调推进安全生产标准化建设，提高本质安全生产水平。

“新安法”上述要求，无疑对燃气行业违规建设和使用造成事故隐患、隐患排查整改监管不到位、应急处置措施不当等事故原因，开出了一剂良方。

问：此次《整治工作方案》实行，主要内容是什么？

答：重点任务以事故为导向，聚焦6个方面的问题。

一是全面排查整治经营安全风险和重大隐患。重点对燃气企业的安全生产条件，资质证照等进行排查整治，对不符合条件的依法取缔，或者吊销资质证照，加快淘汰一批基础差安全管理水平低的燃气企业。

二是全面排查整治餐饮等公共场所燃气安全风险和重大隐患。重点排查整治燃气管道被违规占压、穿越立体空间、气瓶间不符合要求、使用不合格的瓶子和管阀、不安装燃气泄漏报警器等隐患。

三是全面排查整治老旧小区燃气安全风险和重大隐患。重点排查整治小区内违规设置非法储存的充装点、居民用户擅自安装改装拆除户内燃气设施、室内管道严重锈蚀等隐患。

四是全面排查整治燃气工程安全风险和重大隐患。重点排查整治未按规定将燃气工程纳入工程质量安全监管，未依法进行特种设备施工前告知和安装监督检验的问题，对无资质或者超越资质等级进行城镇燃气工程施工的，坚决给予处罚并清退。

五是全面排查整治燃气管道设施安全风险和重大隐患。重点排查整治老旧管道带病运行，高中压管道非占压燃气场站设施安全间距不符合要求等突出问题隐患。

六是全面排查整治燃气具等燃气源头安全风险

和重大隐患。严禁生产和销售不符合安全标准的燃气具、燃气泄漏报警器。

问：对燃气行业从业者有何建议？

答：一是牢固树立安全发展理念。认真贯彻落实“新安法”，健全燃气行业安全督查长效机制，完善和落实安全生产责任制，完善安全管理各项制度，总结推广成功经验，进一步强化全员安全意识，提升全行业安全管理能力。

二是加强应急决策程序方法研究。构建统一指挥、反应灵敏、协调有序、运转高效的应急管理机制。根据实际情况制定和完善燃气运营单位应急预案，明确不同类型事故防范措施和处置程序。加强应急管理机构建设和应急救援队伍建设。采用信息化手段建设突发燃气事故预警预报信息系统，做好各类相关预案的衔接工作，促进政企之间、部门之间的协调配合和职责落实。

三是科学编制燃气工程建设规划。注重规划的前瞻性、统筹协调性和规划实施的严肃性。加强对燃气工程建设阶段的安全管理，落实工程设计质量终身责任制，设计单位应严格按照工程建设强制性标准进行设计。对违反有关法律法规或工程建设强制性标准的不良行为，依法依规处理。

四是推进燃气行业法制建设。建议国家在《城镇燃气管理条例》基础上，尽快研究制定《燃气安全法》《燃气设施安全保护条例》，通过建立和完善《燃气工程项目规范》等强制性技术标准和其他推荐性国家标准及团体标准，形成完整的燃气安全法律法规保障体系和技术标准保障体系。

五是加大燃气行业安全领域科技投入。建议在国家重点研发计划和住建领域科技项目中设立研究专项，针对燃气行业安全技术的薄弱环节，开展理论研究、技术研发、装备研制，积极开展成果示范，提高燃气行业安全运行水平，推动行业健康发展。高等院校可独立设置燃气专业，加强燃气专业师资队伍建设，大力培养燃气专业技术人才。加强燃气学科机构建设，大力开展燃气行业学术交流活动，充分发挥相关学术团体引领发展、凝聚人才和智库参谋作用。加强燃气学科领军人物包括院士、

大师的培养，以引领行业技术进步，提升行业科技水平。

六是重点整治突出问题，发挥良好示范警示作用。结合全国安全生产专项整治三年行动的总体安排，全面部署燃气安全排查整改工作。要统筹部署、齐心协力，层层落实压实“燃气主管部门主

管、行业监管、其他部门共管”的机制，要依法严惩一批非法违法的行为、排查治理一批重大安全隐患、关闭取缔一批违法违规和不符合安全生产条件的企业、联合惩戒一批严重失信的市场主体。持续完善监督考核机制、增强常态化安全文化观念，总结形成一套可复制、常态化的工作机制。

碳中和背景下燃气行业如何智慧化转型

■ Accenture 埃森哲

当前，全球能源消费正加速向清洁化、低碳化、电气化与分布式方向转型，绿色低碳的趋势对燃气行业来说既是机遇，也是挑战。在双碳目标之下，中国燃气企业如何智慧转型，利用技术创新实现低碳转型与业务可持续增长？

天然气相较于煤炭、石油等传统化石能源，每单位能源转化中所产生的碳排（碳排放系数）相对更少。然而，其在转化过程中依然会产生二氧化碳排放。基于中国目前的能源结构，短期内天然气的需求会继续处于增长阶段（进一步替代煤炭与石油），长期则会逐步减少，最终实现碳中和。

对于处于产业链下游的燃气行业来说，燃气企业自身生产运营的直接和间接碳排，即下图范围 1 和 2 的碳排是有限的，更多的碳排来源于终端用户使用燃气过程中产生的碳排，属于范围 3 的范畴。

作为低碳转型的重要推动力，数字化、智能化技术带来的效率和成本优势日益凸显。埃森哲认为，中国城市燃气企业应将低碳化的数字智能解决方案嵌入企业的核心业务及全产业链，充分释放减碳价值，实现可持续发展。



数字驱动，助力燃气企业低碳转型

由此出发，埃森哲建议，燃气企业的低碳智慧转型可以重点关注以下六条路径。

数字化驱动，助力智慧化转型升级

数字化转型是燃气行业实现绿色低碳发展的关键，燃气企业可充分利用数字化技术创建综合能源服务平台，以数字化、智能化深度融合为手段，加快打造数字化产品和业务，从智慧燃气到智慧能源，

逐步探索能源科技创新赛道。

未来，燃气企业的数字化技术可以进一步服务于城市零碳转型，结合数字技术与智慧城市，参与智慧出行、智慧医疗、智慧楼宇等项目，联合生态伙伴构建城市综合物联网底座和“云脑”平台，提供零碳能源（光、风、氢能等）及零碳可持续转型服务（碳捕捉、节能分析解决方案等）；将智慧建设、智慧运营、智慧服务应用到城市燃气业务中，打造高效智能的城市能源系统，助推智慧城市建设。

埃森哲通过推进“聚焦战略、整合战略、平台战略”，帮助一家长期合作的燃气企业客户打通天然气产业链，推进清洁能源综合运营，构建了一套集客户服务、管网输配、运营管理于一体的智慧管理体系。通过数字化转型赋能，该企业成功通过了国家高新技术企业认定，推动了向智慧化的转型升级。

打造智慧燃气管网，减少传统作业量

城市燃气企业在建设期和运维期，可以通过物联网传感器在内的多种技术手段采集、整合管道数据，构建智慧燃气管网体系，从而提升运营效率，降低运营碳排。

智慧燃气管网所形成的管网数据体系，可以使巡检员在巡检过程中，基于GIS+北斗精准定位技术实现路线自动优化、管道高风险点精准定位与巡检，同时通过智能终端巡查系统实现巡检人员的全过程管控。

此外，通过无人机进行管线巡检，获取影像进行隐患分析、变化监测，比传统人工巡检缩短时间成本和通勤所产生的碳排，从而实现管网资产巡检运维的碳排节降。

智慧燃气管网在事故应急处置时，可以基于大数据、机器学习等技术科学高效地对抢险全过程进行智能化分析，帮助指挥中心与现场救援人员快速

协同、应急响应，实现整个抢险维修工作的智慧化管理。

智慧管网能够通过传感器的数据分析，精准定位事故泄漏点，高效调配抢维修资源，弥补了传统方式需要人员在不同地方用探针对泄漏点反复测量的不足，大大减少作业量，从而减少运维过程中的总碳排。

技术创新升级，促进清洁能源开采与运输

当前，许多城市燃气公司纷纷参与到上游气田的开发或参股投资中，天然气生产过程中的甲烷排放问题，同样需要引起足够重视。

根据国际能源署2020年发布的最新报告，全球油气行业排放约7000多万吨甲烷，天然气生产过程中的甲烷泄露约占其中的60%。这既会造成资源浪费，又降低了天然气的清洁低碳效果。要控制全球升温的幅度，全球甲烷排放量应在2025年降至5000万吨以下，到2030年降至2500万吨以下。

燃气行业技术创新升级、制造工艺优化对于控制温室气体排放起着重要作用。埃森哲建议，燃气企业应完善并创新甲烷排放监测技术，支撑行业甲烷排放核算方法体系建立，并采取以下措施，控制甲烷排放：

（1）增加先进卫星技术的利用，以在生产和运营过程中检查和测量甲烷排放；

（2）研发甲烷排放监控技术，部署推广LDAR系统，建立甲烷排放在线定量检测和区域在线监控系统，实现甲烷排放有效监控；

（3）统筹设计甲烷等温室气体与大气污染物协同管控方案，形成甲烷与挥发性有机化合物（VOCs）气体协同控制技术，建立低成本成套控制技术体系，实现甲烷深度减排；

（4）对新技术进行投资，例如开发和引进CCUS相关技术，对二氧化碳进行捕获并利用或封存，积极探索和推动天然气等化石能源“集中利用+CCUS”的近零排放商业模式。

开展碳中和 LNG 业务，提供清洁绿色能源

碳中和 LNG 是指在天然气的上游开采、处理、

液化、运输、再气化，以及最终使用过程中产生的碳排放被其他形式的减碳行为完全抵消，进而实现全生命周期的净零排放。它不仅能促进燃气行业的绿色效益，还能帮助企业应对气候变化，并提高企业在环境、社会和治理（ESG）方面的评级。

虽然碳中和LNG交易在国内已有实例，但实践数量仍然较少，且配套的监管和激励机制仍不完善。埃森哲建议，政府应重视并健全相关的监测、报告和核查制度，制定相配套的监管和激励机制，通过鼓励线上竞拍、碳积分、碳普惠等多种商业模式创新来吸引更多方参与碳中和LNG交易，为碳中和LNG业务可持续发展提供良好的政策和交易环境，推动这一清洁能源的应用。

燃气行业则应当增强碳排放意识，通过开展碳中和LNG交易，进一步挖掘LNG的环保价值，提供更加独特的清洁能源方案。

加大综合能源业务布局，实现业务低碳智慧转型

由于管道天然气普及率的提升和可再生能源大规模发展，传统城市燃气项目发展空间较为有限，传统业务与新能源的融合发展为燃气行业带来了巨大机遇。未来，通过加大分布式能源和可再生能源业务布局的力度，能有效地帮助燃气企业实现天然气与可再生能源的协同互补、能源供给智慧化。

埃森哲建议，燃气企业应顺应新能源发展的趋势，转变传统单一的能源服务模式，开展优质的综合能源服务项目，进一步推进企业由“燃气”向“能源”转型。

燃气行业的多元化能源方案，是以园区、楼宇、数据中心等典型客户为中心，因地制宜，拓展集中式热电、分布式能源、储能、微网、氢能、综合能源项目等同心多元的能源综合服务。

例如，燃气企业可以利用包括光伏、生物质和地热在内的低碳能源进行综合能源系统建设，在采暖区域加快发展分布式清洁供暖，还可以为用户提供最优多能耦合解决方案，帮助客户最大程度减少化石能源的消耗，提升社会环境效益。

拓展多元增值服务，推动社会节能减碳

燃气企业应充分发挥用户资源优势，关注终端需求，进而开发增值业务，为用户提供一站式节能减碳的解决方案，推动全社会的节能减碳进程。

以向用户提供燃气相关的产品和服务为例，燃气企业可围绕家庭居民，以智能表计为数据入口，提供家居能源管理、智能物联等超越计量以外的服务，并通过用户用能数据分析，更紧密地关注和配合用户的低碳节能改造需求。

燃气企业也可通过“社区管家”的形式切入用户生活场景，以新零售的思维拓展延伸产品和服务，例如提供燃气保险、家财险等金融业务，发布绿色债券等相关金融产品。通过拓展多元化的增值服务，燃气行业也可在全社会的低碳节能进程中发挥积极作用。

案例分享：多样数字化技术为能源转型注入新动能

作为注册在欧洲爱尔兰的全球 500 强企业里最具规模的综合性咨询和技术服务公司，埃森哲长期致力为包括燃气企业在内的中国各行业企业把握数字化方向，凭借端到端的零碳数字化转型解决方案，助力企业实现数字化转型和可持续发展。埃森哲在最新发布的《中国能源企业低碳转型白皮书》中指出，目前，人工智能、大数据分析、云计算等数字化技术已在燃气等能源行业广泛应用。其中，特别值得关注的是数字孪生、数据分析和平台赋能。

埃森哲X-Carbon零碳转型的数字化解决方案，

通过监测与测量能源企业产业链各个环节的碳排数据，追溯碳足迹来源，并将碳排记录和相关报告与企业未来投资计划和财务指标相结合，帮助企业设立合理碳排目标，把握企业在全产业链各环节所有范围内的减排机会。同时将低碳化转型提升到企业的战略高度，优化企业运营与决策过程，并促进企业进一步开展碳交易等差异化产品和服务，提升企业整体竞争力，助力企业长期可持续发展。

埃森哲依托X-Carbon平台协助某大型油气公司下属燃气厂优化运营流程、提升能源效率，促进其实现低碳转型。通过能效管理数据大屏，X-Carbon可实现工厂碳排放量、能源效率及相关指标的实时监控与追踪，并对能源数据展开分析，确定燃气厂整体碳排放量及碳排放强度，进一步通过调试设备最优参数减少工厂整体碳排放量，提升能源效率，每年节降约90万美元的能耗支出和20万美元的碳税支出，成功帮助该燃气厂实现低碳转型。

埃森哲认为，当前飞速进步的数字技术带来了构建可持续未来的契机。可持续将成为新的“数字化”。燃气行业的低碳转型势在必行，各燃气企业应当针对自身所处的不同阶段，适当匹配不同的路径和措施。其中，低碳转型的核心是数字化转型，数字化转型可以助力企业创造并实现新的价值，大力推动行业乃至社会的绿色低碳转型。

数字化转型： 理解城市燃气的“两大核心”和“一个基本点”

■ 齐研科

重庆燃气集团股份有限公司副总工程师
重庆合众慧燃科技股份有限公司董事长、总经理

未来，城市燃气将不再是仅仅由我们现在看到的传统物理世界构成，而是由物理世界和数字世界共同组成。物理世界具有了感知能力、生成实时在线的全本数据，驱动数据智能的产生，将催生出我们无法预知的价值。这就是数字孪生的数字燃气的价值。

数字化的过程投入是巨大的，过程也是漫长的，但方向是明晰的，只要能抓住“两大核心”和“一个基本点”持续的推进，城市燃气向数字燃气转型一定能实现的。

理解城市燃气数字化的两大核心一个基本点

两大核心是指城市燃气的两大核心资源，一个是管网资源，另一个是客户资源；一个基本点就是智能计量。

智慧燃气的必经之路就是对燃气核心资源或者说核心业务——管网输配运营和客户服务的数字化全息重建，即全链条的数字化、在线化、智能化的过程。

从管网资源来讲，“表、箱、柜、站、阀、管线”构成物理世界的城市燃气，对其进行数字化，使它们具有自适应、改变、选择环境的各种行为能力，能感知、分析、处理、执行，形成闭环的赋能，让主体“连”起来，“活”起来，成为智能设备，形成数据资产和智能资源。

从客户资源来讲，对客户服务的各个环节在线化、适时互动，产生活数据，让离线的客户在线化，形成新的商业洞察，为客户提供随时随地随需的多种个性化服务。

这两大资源都离不开一个重要的切入点，就是

计量，它贯穿输配运营的起点到终点，更是连接客户的关键点。智能计量是智慧燃气的重要组成部分，也是工业互联网平台的基础，更是满足客户需求的重要手段。

智能计量是城市燃气数字化转型的重中之重

计量是城市燃气企业贸易结算的唯一依据，直接关系到企业的经营收入。



随着国家油气体制改革的持续深入，天然气单位计量价值发生了根本性变化。在单一气价年代，天然气单位计量的价值相对不变，何时获取计量数据对单位计量价值无影响。而在当今的价格机制市场化年代，天然气单位计量价值会随用户的用量、采集时间的变化而发生变化，计量数据获取时间及准确性都将直接影响天然气单位计量价值的大小。城市燃气企业无法获取高频度计量数据，造成数据质量不高、价值不大，无法进行有效数据分析和挖掘，难以支撑优质的用户关怀和企业的管理决策，无法适应即将到来的天然气期货交易。

在传统的计量收费模式中，抄表收费多采用单月抄表、双月抄表、按旬抄表的方式获取一个周期内的用量，而这些方式主要采用人工作业，所以需要的周期长，数据颗粒度非常大。

目前的很多智能表已经能够记录每天、每小时、每分钟甚至每秒的气量，就是这样一点小小的变化，可以带来非常重要的变化。

首先，我们可以对用户的用气行为有比较详细的了解，进而知道其消费能源的习惯以及用能设备的情况。

再者，从安全的角度看，什么时段用气流量是否正常，正常流量和异常流量的区别，有无可能产生安全问题，违规操作等，可以随时跟踪、及时服务。

未来，可以将智能燃气表与油烟机、灶具、热水器等设备进行联动，结合安全用气算法模型，产生更多的智能方案，进而构建本质安全的智慧厨房。



提升燃气行业的数据价值

——中国科学院外籍院士樊文飞访谈



樊文飞，英国爱丁堡大学信息学院主任教授、深圳计算科学研究院首席科学家，中国科学院外籍院士、英国皇家学会院士、欧洲科学院院士、英国爱丁堡皇家学会院士、ACM Fellow，2020 CCF 海外杰出贡献奖获得者。

主要研究方向：数据库理论与系统，包括大数据、数据质量、分布式计算、查询语言、推荐系统和社会网络精准营销。樊文飞教授一直积极参与中国的科研与教育事业，推动了中国计算机学科的发展。他致力于培养国内青年人才，促进国际交流合作，提高了中国在数据库领域的国际影响力。

《智慧燃气》：公用事业行业尤其是燃气行业，如何从数据中寻找红利？

樊文飞：燃气行业是一个系统性的行业，包含

上游的燃气勘探与开发、中游的燃气输送以及下游面向终端用户的燃气销售，每一个领域都有大量的数据产生，对下游的城市燃气企业而言，基础的数据涵盖生产管理、客户服务、企业运营管理等各个环节。其实十年前城市燃气企业就开始了信息化建设，构建了多种业务类型的业务管理系统，包含基于客户开发、抄核收、客户服务、计量管理及现场作业管理等全流程的营销系统，基于设备监控、输气调度管理、巡检管理、安全预警等生产运营系统。随着数字化转型的推进，数据作为基础性战略资源的地位日益凸显，但仍有一些问题亟待解决，例如多个系统的数据分散、共享率低；缺乏对数据生产的重视和对数据资产的利用；不具备预测能力和前瞻性的洞见等等。

大数据、云计算等技术正在颠覆传统燃气行业，为行业提供了更精准的分析、更具竞争力的优势，燃气企业务必要抓住这个机遇，无论是提高投资回报率还是实现燃气安全管理，数据都有举重若轻的作用。我认为燃气企业可以从三个层面来激发数据要素价值：首先，在当前的 5G 时代，要注重物联网在采集数据方面的巨大潜力，实现智能化全方位的数据收集；其次是打通各类数据之间的壁垒，将各个系统的业务数据整合起来，有效降低企业的运营成本；最后数据分析能力是数据价值化能力最为重要的环节，通过分析生产和经营数据，在应急抢修、事故预防、管道完整性管理、优化维检修策略、物资采购与调度等方面，有效提高企业的生产运营与安全管理能力；通过对大量基于用户的信息挖掘与分析，指导创新燃气销售和客户服务工作，甚至将客户变成用户，开拓新的数字业务。

《智慧燃气》：国内燃气行业的数据库及相关价值挖掘情况如何？

樊文飞：美英公用事业的产业发展起步早，20

世纪 70 年代开始,美英等发达国家率先开始了电力、供水等领域的市场化改革。国外 IT 产业也随之进入公用事业领域,通过三十多年的实践形成了整套方案,尤其以 Oracle 和 SAP 等为代表的现代软件厂商迅速占领市场。《福布斯》全球企业 2000 强中,91% 的公用事业企业都在使用 SAP 解决方案。

我国公用事业信息化发展晚于英美,所以如今信息化随同行业务参考了大量英美经验,同样以 Oracle、SAP 厂商的定制化方案为信息化系统的基本方案。深圳燃气在信息化建设方面一直走在同行的前列,早在十年前,深燃全套采用 Oracle 的解决方案,包含 Oracle Customer Care and Billing、Oracle E-Businesss 系列企业资产管理解决方案。

此外,各生产运营环境所产生的数据在深度挖掘层面高度依赖人工专家,仍处于人工制定规则并编程实现的阶段,人工数据挖掘方式有几个较为明显的问题:一是成本极高,耗时耗力,无法对新增的业务需求和深层关联作出快速反应;二是精准度低,专家主观选择和随意性很大,无法正确指导业务决策。而单纯机器学习的关联推荐结果,由于其结果的不可解释性和准确率不稳定,也无法在产业界广泛应用。

可以看到,当前燃气行业基本停留在初级信息化层面,离真正的数字化还有一定的差距,数字化不仅是企业流程的简化和效率的提升,更重要的是要发挥数据的价值推动业务创新和转型,在思维方式、商业模式、增长动能、运营模式等方面对企业现有运作模式进行彻底重构,推动企业向数字化、智慧化转型。

《智慧燃气》:国产数据库目前在燃气行业有相关应用吗?

樊文飞:近期,在与深圳燃气的合作中,我们以自研 CIS 系统作为试点,实测 YashanDB 与 Oracle 事务吞吐能力相当,超过百万 TPmC 水平;业务查询响应时延全面优于 MySQL 和 Oracle,最高提升 80 倍。这仅仅是国产化替代之路的一个开始,

未来我们将支撑深圳燃气建立新一代智慧燃气核心平台,成为数字化转型和智慧化升级坚实的基础软件底座。

国产数据库市场已迎来最好的时代,我们的数据库也初步具备产品技术的能力,但不可否认的是,要做到所有行业核心系统的全面替代还有很长的路要走。场景是数据库技术发展的主要驱动,对数据库产品而言,还需要在业务场景中不断打磨,把性能和稳定性都做到极致,才具备完全替换的实力。同时还要加强国与行业软件的深度合作,为燃气行业提供整套的解决方案,全面提升我国公用事业行业的发展水平。

《智慧燃气》:如何帮助燃气行业有效挖掘数据价值?

樊文飞:传统人工数据分析方法已经无法满足新形势下大数据分析的需求,燃气行业需要更加智能化的数据分析挖掘系统辅助其充分利用数据的价值。钓鱼城是深圳计算科学研究院 IoD 研究室自主研发的、具有里程碑意义的新一代大数据分析挖掘系统。它是基于图数据关联关系规则自动发现、机器学习和规则模型融合、并行增量算法、跨模计算等领域理论上落地的研究成果,是支持自动发现、自动校验、可增量、可解释的图谱因果分析引擎。

1. 全自研的图计算系统,基于部分计算和增量计算的不动点模型上支持并行图计算,实现有正确性保证的单机算法的自动并行化,赋予图计算引擎在有限资源下大规模图数据分析的能力。相比已有各种数据分析系统,精准度、运算速度等各方面性能都有巨大提升。

2. 可自动挖掘规则,更全面的关联规则体系,解决了传统专家人工制定规则的高成本、准确性和一致性问题

3. 机器学习和逻辑规则融合,解决了人工智能输出无法解释结果的可应用性问题。能够帮助决策者理解事物背后隐藏的可能原因,能根据不同场景选择合适的机器学习模型,并且结果属于可解释范畴。

《智慧燃气》：在提升大数据数据价值方面，我们该如何更好的为燃气行业进行业务创新呢？

樊文飞：在燃气领域，可以基于数据价值的挖掘提供更多个性化服务和辅助企业进行科学决策，提高业务创新能力。

在日常运营中，基于对异常数据的识别可以有效避免公司巨大的经济损失，例如通过商户燃气缴费的数据可以评估企业经营健康状况，当出现异常数据时，如有个别商家平时经营的生意红红火火，但燃气缴费却明显低于平均业内水平，而有的商家由于经营不善甚至恶意逃费跑路。面对这种情况，

针对非居用户，以钓鱼城系统为基础研发数据监控一体机进行数据挖掘，可实时对重点非居用户的经营、用气、缴费等进行数据分析进行风险监测，预测其在用气过程中是否会存在跑路逃费等行为，进而采取诸如缩短缴费周期等合适的措施防范风险。

对于居民用户，可以通过对用户用气规律分析，发现居家的异常用气情况，预警、防范燃气事故；也可以通过用气特征的异常实施家庭安全看护，例如实时发现独居老人的用气异常、预测居民的人身安全等。

汉威科技集团

汉威科技集团股份有限公司（股票代码：300007），是国内知名的气体传感器及仪表制造商、物联网解决方案提供商。汉威智慧燃气依托领先的传感器技术优势、精锐的国内外研发团队和强大的物联网应用平台，围绕物联网产业，将感知传感器、智能终端、通讯技术、地理信息和云计算、大数据等紧密结合，打造汉威云，建立完整的物联网产业链，以客户价值为导向，提供全方面智慧燃气信息化解决方案，实现城市燃气建设和管理的规范化、精准化、智能化，提升城市公共服务水平，构建完整的智慧城市生态圈。

《智慧燃气》：作为国内传感器领军企业，经历20多年的技术积累和沉淀，汉威科技集团在燃气智慧化领域有哪些优势，又布局了哪些应用呢？

汉威科技：目前公司依托全球领先的传感器技术优势，已形成“以传感器为核心，涵盖智能仪器仪表、云端技术、软件”的完整物联网产业链，以客户价值为导向，提供平安厨房、智慧运营、智能巡检、GIS 地理信息系统、SCADA 数据采集与监控系统等全方面智慧燃气信息化解决方案，并且在全国多地已有成功案例，用物联网技术实现生产运营风险的可知、可预、可控，帮助相关管理部门提高突发事件和应急抢险的速度和能力，助力管理者实现智慧化管理，全面护卫城市燃气安全。

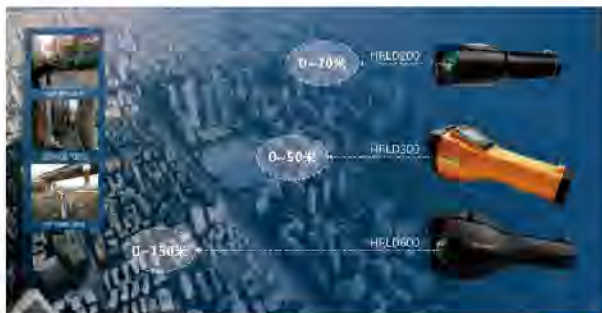
汉威经历 20 多年的技术积累和沉淀，在燃气智慧化领域，已累计服务全球超 2000 万用户，与大燃气集团及地方燃气公司已建立长期合作关系，遍布全国的网格化客户服务网络，为我们及时向客户提供技术领先、满足个性化需求的产品解决方案奠定了良好的基础。每年以超百万的用户量继续增长，引领行业健康可持续发展。

《智慧燃气》：随着“新安法”的颁布实施，汉威科技集团会有怎样的机遇与挑战呢？

汉威科技：新《安全生产法》已于 2021 年 9 月 1 日正式实施，其中规定：“餐饮等行业的生产经营单位使用燃气的，应当安装可燃气体报警装置，并保证其正常使用。”这也意味着燃气报警器将大

批量强势“飞入”寻常百姓的生活。再回溯今年燃气爆炸事件，灾难场景历历在目，频发不断的燃气爆炸事故，让人不得不重新审视安装燃气报警器的必要性，同时刺激加快燃气安全监测相关产业的数字化、智慧化转型，从而推动传感器、物联网纵深发展，释放出更大的市场空间，汉威科技集团通过二十多年的技术研发和资源积累，依托在燃气监测传感器市场的龙头地位，其传感器、燃气相关的智能仪表以及数据分析系统等产品、技术以及物联网相关业务都会得到更加广泛地应用。

机遇与挑战并存，变局与新局相随。市场空间巨大，也就说明汉威科技集团的相关产品将会面临越来越多的市场检验，市场会不断滋生出新的需求，比如我司自主研发的手持激光遥测仪，经过近十年的潜心研发，四次产品迭代，其精致的外形、优异的产品性能等都会更加贴合市场需求。23 年来汉威科技集团能给客户提供的不仅仅是贴心的服务体验，更少不了硬核的产品武器，用 8 个字概括那便是“人无我有、人有我优”。





《智慧燃气》：面向未来城市燃气安全新形势，汉威科技集团有哪些技术创新思考与展望？

汉威科技：在数字经济飞速发展的今天，智慧燃气的发展前景无疑是一片光明的，智慧燃气系统涉及了软件、硬件、平台、应用和服务，横贯了技术创新、商业模式创新、应用模式创新、建设模式创新，将会成为推动数字经济发展的的重要推动力。

公司一直在不断的探索和实践，加快燃气行业与大数据、云计算、物联网、人工智能、5G 技术的融合发展，聚焦智慧燃气数字化转型，推动燃气等市政基础设施、地下管线数字化升级改造和智能化管理，建立和完善综合管理信息体系，实现智慧管理、智能调度。

未来，公司将继续发挥行业引领作用，以创新驱动高质量发展，通过新一代信息技术为其他行业赋能，促进智慧燃气行业转型升级，借助自身千亿级智能传感器产业基地，为智慧燃气做出更大贡献。



华为公司

华为创立于1987年，是全球领先的ICT（信息与通信）基础设施和智能终端提供商，我们致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织，构建万物互联的智能世界。

华为在油气行业提出“向数据要石油、向智能要发展”，携手行业伙伴为油气行业上、中、下游，提供油气物联网、数字管道、HPC&经营管理及智能配送等ICT解决方案，将数字生产与安全管控有机结合，提升油气生产效率。截至目前，华为油气解决方案在全球45个国家和地区应用，服务全球TOP20国际油气公司中17家客户。

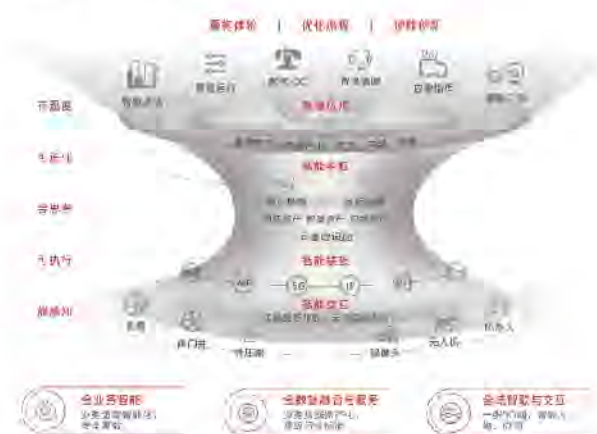
《智慧燃气》：请介绍下华为对智慧燃气的理解？

华为：受城镇化发展速度减缓以及政府监管趋严等形势的影响，燃气行业向延长业务、挖掘存量、精准服务、提质增效四个方面转变。同时，以智慧能源为代表的“新基建”正推动科技势能向产业动能转化，带动我国能源行业的技术创新、产业革新和商业模式变革。

面对行业的发展及变革，智慧燃气迎来了前所未有的发展机遇。新基建驱动多种新兴技术广泛融合应用于智慧燃气建设中，5G、物联网等通信设施，AI、云计算、区块链等技术基础设施，数据中心等算力基础设施，均为智慧燃气建设的重要组成部分；智慧燃气的建设和运营以数据要素为核心、平台底座为支撑，顺应高效和集约发展的要求，推动智能化程度提升。当前，国内的智慧燃气已经基本形成了由管网 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组成的信息技术应用体系。未来，智慧燃气建设围绕三个重点方向开展：一是重视数据采集设施建设，包括 5G、物联网，以及各类传感终端；二是重视统一的数据平台建设，实现对各类数据汇总；三是加强数据开放，以推动数据全方位应用。

《智慧燃气》：根据华为的实践，谈谈智慧燃气的建设及其收益？

气的建设及其收益？



华为：面向城市燃气的智能升级，华为与伙伴共同打造了燃气智能体，它是业界共享的、开放的技术参考架构，通过 5G、云、AI、计算等 ICT 技术与燃气行业应用深度融合，实现全业务智能、全数据融合与服务、全域智联交互，构筑安全高效的城市燃气公司。

燃气智能体架构下的智慧燃气，使得燃气供应设备的智能化程度逐步提高，通过统一的运行管理平台、智能化地下管网、智能仪表和各种智慧应用，可以实时、可视化地进行管网泄露监测、远程自助报警、智能诊断、远程阀控、智能应急决策等，从而确保燃气供应的安全。

此外，参考燃气智能体架构所构筑的智慧燃气，

可助力企业开展更多的增值服务。燃气的基础服务、增值服务和社区服务将进行有机的结合，全方位提升用户体验和互动交流，使得燃气供应更方便、更有针对性、更智能化。

《智慧燃气》：请具体介绍下华为在智慧燃气的解决方案？

华为：面向燃气行业的高危场景，华为与伙伴深入洞察燃气的业务痛点，布局智慧场站、智慧输配、智慧调控三大应用场景，以领先的云-管-边-端技术赋能燃气行业，助力燃气企业数字化转型。



智慧场站：

智慧场站，通过机器人自动巡检，利用 5G 低时延实现远程操控，替代人工作业，实现自动表计识别与阀门、管道等关键部位的检漏，并与 SACDA 系统实时交互对比，保证运行数据准确无误，提升工作效率、保障场站安全；同时，构建场站智能安防体系，利用 5G 高清 AI 视频对场站内各类行为的规范性进行智能感知和实时提醒，实现安全运营无盲区。

智慧输配：

智慧输配，利用 5G 无人机可对复杂地形和关键管网实时巡检、违规行为和异常状况智能识别，结合管网巡检系统、区域 SCADA 系统、WebGIS 系统进行协同，使得管网巡检效率大幅提升。通过 5G/NB-IOT 阀门井智能监测模块，实时监测温度、湿度、气体浓度、阀门开关状态等关键指标，实现管网运行可视化，风险实时感知。

智慧调控：

智慧调控，作为城市燃气安全运行的智能座舱，联通各管辖区域，全链条可视、可管、可控，会思考，能进化。在突发应急事件时，充分实现统一接报、统一调度、分级响应的完整、高效的闭环作业流程，并基于数据智能分析和决策，为业务保驾护航，打造安全高效的燃气公司。

华为数字平台作为孕育以上业务应用的底座，总体定位以云为基础，通过优化整合新 ICT 技术和融合数据，使能燃气企业实现业务协同与敏捷创新。

《智慧燃气》：行业数字化转型离不开数字平台的支撑，请问华为这方面有什么能力？是如何应用的？

华为：通过数字平台助力打造智慧燃气底座，燃气企业将在数据汇聚、数据智能、更加融合的 ICT 基础设施和业务协同等方面获益，向上支持应用快速开发、灵活部署，使能各行业业务敏捷创新；向下通过无处不在的联接达成云-管-边-端的协同优化，实现物理世界与数字世界打通。具体来看，华为数字平台助力智慧燃气实现以下三大目标：

云化ICT基础设施，兼容原有IT系统，平滑演进

按照集约建设的原则，统一规划建设多云混合的云平台，在兼容燃气企业原有 IT 系统的基础上，引入新技术，实现企业 IT 升级和平滑演进，促进企业 IT 系统架构的开放性，扩展和丰富企业 IT 系统能力。在技术上支持与第三方云平台对接，实现资源整合、管运分离、数据融合、业务贯通，改变以往部门系统分割、“烟囱林立”、业务隔离、资源分散的局面。

联接企业的所有应用、数据，统筹New ICT（视频、IoT、大数据、融合通信等），产生新能力

华为数字平台通过云、网络、应用、终端和边缘的一体化协同，联接燃气企业所有应用、数据；通过融合新技术，如 AI，为智慧燃气创建新 ICT 能力；通过提供端到端解决方案，为企业构建数据联



接和价值挖掘能力，帮助消除数据孤岛，形成全量数据、实现数据分享和价值挖掘，为燃气业务和决策提供智能支撑。

基于数字平台运营，持续解决客户问题，创造新业务价值

华为数字平台为燃气企业提供全域监控、平台运营、全域安全等运维和安全管控能力。一方面为企业提供一体化的数据服务，另一方面也是为各类智慧应用提供支撑，因此，所有的应用和服务都将基于该平台衍生。

同时，华为坚持平台 + 生态的战略，与合作伙伴一起为燃气客户提供无处不在的连接，无所不及的智能，并通过数字平台协同融合各种新 ICT 技术，支撑客户数字化转型成功。

《智慧燃气》：未来，华为在助推燃气智慧化发展方面还有哪些规划？

华为：我们致力于构建一个多样的、繁荣的

ICT 生态圈，从而加速行业客户的数字化转型进程。在此过程当中，华为秉承开放合作、共建共享的原则，与客户、伙伴一起实现产业价值最大化。一方面，华为聚焦 5G、云、人工智能等产业方向，依托中国城市燃气协会等行业平台，积极与产业链上下游伙伴合作，共同引领产业方向，进行联合创新，推进产业发展。另一方面，华为依托遍布全球的 OpenLab，完成 800+ 合作伙伴认证和 900+ 解决方案认证，推动客户、伙伴与华为的联合创新，共享数字化转型成果。

在推动标准和开源方面，华为积极参与 600 多个行业组织、担任超过 400 个重要职位，每年贡献提案超过 6000 篇，加快产业协作创新能力；主动将 OpenHarmony、OpenEuler、OpenGauss、MindSpore 等开源，促进移动、计算等领域开放创新、产业升级和生态繁荣共赢。围绕燃气行业数字化转型需求，华为公司希望携手协会持续为行业数字化健康生态做贡献。

面向崇明世界级生态岛的智慧燃气建设研究

陈杰¹, 徐汶波¹, 陈炆¹ (上海燃气崇明有限公司)

摘要: 结合崇明燃气的现状, 按照“管网安全可控、调度高效及时、服务满足需求”的总体要求, 通过智慧崇明燃气GIS平台与北斗高精度定位的扩展应用的建设, 建立健全燃气管网的三维空间数据, 形成燃气管网的三维展示与数据融合平台; 结合手持巡检设备和对甲烷高度敏感植物的选择, 加强管网压力监测报警, 进行管网压力监测与爆管分析模型研究, 建立基于微信企业号的崇明应急处置系统, 保障燃气管网运行安全; 完善居民与非居民智能表远程精细化管理, 提高抄表效率, 加强实时开账、实时扣款等功能建设; 以大数据处理为重点, 依托信息技术和云理念打造基础设施和各类应用平台, 落实“智能管网、智能调度、智能服务”的建设目标, 构建崇明“生态+”智慧燃气。

关键词: 燃气 安全 物网管理 信息平台

1. 项目背景与研究内容

现有燃气管网信息化系统多采用二维管线走向图, 无法体现高度差别, 对管路精准走向、重要区域交叉管线的位置关系无法识别, 且定位精度较差; 随着管网信息建设的加强, 燃气系统的管理、销售、预警系统、巡检等都已或多或少有相应的数据远传信息, 传统天然气管网信息管理系统中仅包含部分流量、压力数据, 无法满足现有多数据下平台统一显示、管理及协调问题。

本项目拟通过智慧崇明燃气 GIS 平台与北斗高精度定位的扩展应用的建设, 建立健全燃气管网的三维空间数据, 形成燃气管网的三维展示与数据融合平台, 并开展多维燃气展示平台建设; 开发手持巡检设备, 进行管网压力监测与爆管分析模型研究, 选择对甲烷高度敏感的植物, 建立基于微信企业号的崇明应急处置系统, 保障燃气管网运行安全; 完善居民与非居民智能表远程精细化管理, 提高抄表效率, 加强实时开账、实时扣款等功能建设; 依托智能监测信息技术, 结合云理念和大数据处理, 建立燃气实际用气量历史数据库, 实时分析崇明地区燃气用气量规律变化, 指导燃气负荷预测及用气量

实时调度, 落实“智能管网、智能调度、智能服务”的建设目标, 构建崇明“生态+”智慧燃气。

2. 智慧崇明燃气GIS平台建设

引进计算机及其它相关辅助设备, 利用 GIS 技术建立天然气设施管理系统实现天然气管网设施资料管理的电子化和信息化, 为天然气的输配调度、图档管理、管网规划、管网抢修决策、日常运行管理、施工管理以及燃气辅助决策等提供现代化处理手段。

2.1 管网物理信息数字化建立

开发设计了崇明天然气数字化工具, 实现各类管网资源的数字化入库工作, 包括图形绘制、属性录入、数据关联、数据检查、数据导库、审核入库功能, 形成全面、完善的崇明天然气 WEBGIS 系统管网数据资源。

提供完整的数字化编辑工具, 可进行管网设施的添加和修改图形数据和属性数据的录入编辑工作, 并可进行图形与属性的匹配检查和导库工具, 将编辑的管网设施数据通过转换直接应用于系统, 成为系统管网资源数据。此外, 该工具通过开发

CAD 嵌入式编辑工具，完成数据的编辑、检查和数据转换审核入库。

在数字化过程中，对有异议的数据也进行实地对照图纸进行校验及排查。系统建立过程中，先后对崇明燃气的中压设施 9130 个（包含调压器 6 个，调压箱 199 个，阀门 1368 个），低压设施 64603 个，全部管网进行了信息化建设。



图2.1 崇明燃气管网二维展示平台管网GIS图

2.2 基于图形与图像相结合的三维虚拟现实技术

基于现有崇明燃气 GIS 信息管理系统，完成了崇明全区三岛范围内，燃气管道及附属配套设施、场站等基础空间数据的数字化处理。选择陈家镇部分小区管网为示范区，分别对基础地形、重要建筑物及其楼层内部结构、燃气管线及设施设备进行建模，分析不同类型、不同等级、不同程度的城市燃气管线管理工作需求，构建三维实体对象之间的拓扑关系，与现有 GIS 数据库系统相关联，建立 3D GIS 系统。



图2.2 燃气管网交叉点管位附件三维效果图

2.3 一体化崇明燃气管网GIS系统平台

分析燃气智能监测各系统数据格式及需求，在

前述建立三维平台基础上加载各类智能应用，形成崇明全流程数据统一的智慧燃气 GIS 平台，集成了管网空间位置物理信息、管网压力 / 流量数据及报警、居民 / 非居民用户的气量使用数据、管网应急处置系统等。整合平台框架数据层、支撑层、应用层和用户层各层次，分析各层次连接接口和函数形式，保证系统的模块化结构和功能构件划分。提供具体业务信息的沉淀和数据仓库，研究大数据应用管理，结合后台应用功能，提供决策辅助和研判分析服务，为实际的业务工作提供参考和依据。

3. 燃气管网泄漏智能监测系统建设

3.1 天然气管道沿线植被研究

指示植物与被指示对象之间在全部分布区内保持联系的称为普遍指示植物；只在分布区的一定地区内保持联系的则称为地方指示植物。利用敏感绿化植物指示天然气泄漏以其简便易行的技术优势，减少仪器使用等专业活动，适于开展群众性的监测活动。

3.2 崇明天然气管网压力流量智能监测系统

利用现有 GIS 系统，分步建设崇明岛燃气管线的压力测点，建立监测、预警系统的数据服务，形成覆盖崇明各级压力管网的压力监测系统，结合互联网与大数据分析技术展开研究，建设城市燃气管网供气平衡及智能调度模型，从而辅助燃气规划和输配运行，协调管网运行压力动态平衡，建立切合实际的燃气管网模型，同时结合人工智能的先进算法，发展城市智慧燃气，根据实测压力结合理论计算，优化管网，调节压力平衡，促进燃气的智慧化管理和智能调度。

3.3 基于微信企业号的崇明应急处置系统研究

根据国家的法律规范、燃气规范和崇明燃气公司运维的程序管理，规范了崇明燃气公司地下管线抢修和信息报送流程，建立事故报告的一体化管理，统一燃气应急事故信息统计（现场报告、事故地点导航、设备信息、图片采集等），研究 PC 端、移动端、智能设备端的数据实时交互协议，建立燃气应急处

置的专家知识库，强化处置平台信息安全管理，对 PC 端和移动端的应用系统进行数字认证、SVS 签名认证等管理方式，保证用户使用系统的安全，同时对数据审计、数据安全进行严格的管理。崇明公司应急处置流程图如下：

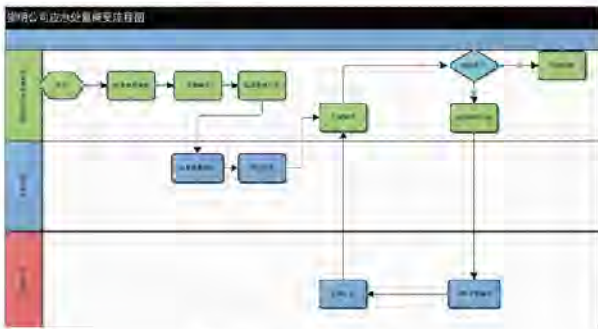


图3.3 应急处置流程图

3.4 崇明燃气终端用户智能管理系统

崇明燃气终端用户智能管理系统主要在居民 / 非居民用户智能表组网管理的基础上，增加燃气表与立管，立管与调压器绑定关系，并对接上海燃气集团客服系统，实现崇明燃气用户的实时开账、燃气预付费等管理模式；整合智能表开关阀功能，实现燃气表、立管、调压器组网管理，加强用户末端泄漏及异常流量监测，保障用户安全。

燃气表通过 2G/4G/NB 等通讯技术，将燃气表的采集数据上传到中间通讯服务器，中间通讯服务器解析采集数据后，传送给 DMZ 区（隔离区）中的中间数据服务器。再将数据同步到正式的数据库中；便于自动开账，数据分析等用途。



图3.4 燃气表数据传递示意图

4. 崇明天然气管网压力流量智能监测系统

充分利用现有 GIS 系统，分步建设崇明岛燃气管线的压力测点，建立监测、预警系统的数据服务，形成覆盖崇明各级压力管网的压力监测系统，结合互联网与大数据分析技术展开研究，建设城市燃气管网供气平衡及智能调度模型，从而辅助燃气规划和输配运行，管理把握全局，协调管网运行压力动态平衡，建立切合实际的燃气管网模型，同时结合人工智能的先进算法，发展城市智慧燃气，根据实测压力结合理论计算，优化管网，调节压力平衡，促进燃气的智慧化管理和智能调度。

4.1 智能流量压力监测系统功能

(1) 基于 web 页面的管网实时压力显示系统

整合管网地理信息数据，以及管网运行的压力、流量等状态数据。将管网压力以等高线的形式在系统 GIS 平台予以显示，实现历史数据和实时数据的色差展示、时段查询，通过压力和流量的关系来描述管道网络及燃气流向。

(2) 管网压力 - 流量模型研究

分别研究单个调压器与燃气管网的压力 - 流量变化特性，采用模糊逻辑、线性回归和遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 分析管网压力与流量变化对应关系，建立管网实际流量变化计算模型，经现场实际测试数据验证模型正确性，形成由局部燃气压力数据分析整个管网流量变化的方法，以模拟管网流量分布及燃气流向变化。

(3) 管网流量实时显示及模拟预测研究

根据前述模型由管网压力监测数据计算管网实时流量，借助 GIS 平台，将时间序列的流量数据以时间空间的三维形式进行显示。模拟管道流量变化时管网压力变化，分析管网水力工况特性，对燃气气源调度、输配压力调控提供指导，优化布局，指导管材、管径及配套设施的布设和选型。

4.2 研究依据

(1) 输气管道基本流量公式

基本流量公式：根据管段两端的压力计算流量

的公式，适用于稳态工况。本项目研究各条件均采用理想状态，即水平管道和稳态工况，满足以下公式：

$$Q = 0.03848 \left[\frac{(p_0^2 - p_2^2) d^5}{\lambda Z \Delta_* TL} \right]^{0.5} \quad (\text{式 4-2})$$

式中：

Q：管段的标况体积流量，Nm³/s（石油行业）；

p₀：管段起点压力，Pa；

p₂：管段终点压力，Pa；

d：管段内直径，m；

L：管段长度，m；

T：管段中气体的平均温度，K；

Z：管段中气体的平均压缩因子，无量纲；

Δ*：管段中气体在标准状态下的相对密度，无量纲；

λ：管段中水力摩擦系数，与雷诺数和管壁粗糙度有关，无量纲。

(2) 长短记忆神经网络 (LSTM)

LSTM 是一种特殊的神经网络数学计算模型，可以通过对历史数据的分析，寻找数据之间的相关性，从而对未来数据进行预测。最擅长处理的，是和时间相关的序列数据，其结构主要是由一些具有计算能力的神经单元以及神经元之间的相互连接构成，由于我们的压力数据都是长时间序列数据，因此我们采用 LSTM 长短记忆神经网络来进行预测评估。使用时，可以使用多个门站的压力数据作为输入，调整中间 LSTM 的层数和每层的神经元数目，利用已有压力数据对神经网络进行训练，得到未来一周管网压力的预测数据，为整体管网的规划提供参考依据。

(3) 遗传算法

遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 起源于对生物系统所进行的计算机模拟研究。它是模仿自然界生物进化机制发展起来的随机全局搜索和优化方法，借鉴了达尔文的进化论和孟德尔的遗传学说。其本质是一种高效、并行、全局搜索的方法，能在搜索过程中自动获取和积累有关搜索空间的知识，并自适应地控制搜索过程以求得最佳解。

为了求得满足理想状况下各管网节点压力与管网流量的关系的合理解，引入遗传算法这种寻找全局最优的解的算法，通过随机种群之间的交叉，变异，并构造满足部分已知条件下的评价函数，进行选择，进化，不断迭代，最终寻找到满足实际情况的最优解，从而构建整个管网的压力 - 流量模型。并根据该模型来预测管网中添加管道和流量调整后，整个管网的压力流量变化情况，为管网规划提供参考依据。



图4.2 遗传算法原理图

5. 基于公众号的崇明燃气应急处置系统

根据国家的法律规范、燃气规范和崇明燃气公司运维的程序管理，规范了崇明燃气公司地下管线抢修和信息报送流程，建立事故报告的一体化管理，统一燃气应急事故信息统计（现场报告、事故地点导航、设备信息、图片采集等），研究 PC 端、移动端、智能设备端的数据实时交互协议，建立燃气应急处置的专家知识库，强化处置平台信息安全管理，对 PC 端和移动端的应用系统进行数字认证、SVS 签名认证等管理方式，保证用户使用系统的安全，同时对数据审计、数据安全进行严格的管理。崇明公司应急处置流程图如下：

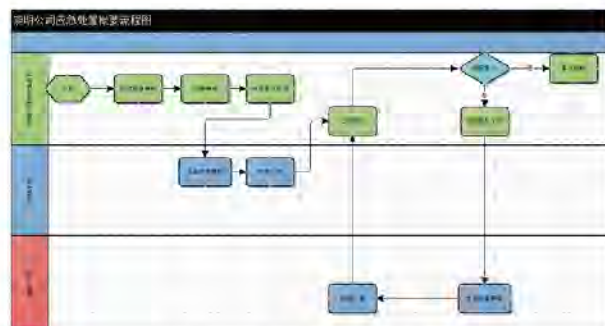


图5.1 崇明公司应急完整的业务流程

根据图 5.1 可以看出,使用应急处置管理系统,可以更加完善应急处置流程的规范,对流程的闭环管理进行更加详细化的管理,加强了现场转交后,营业所、输配、工程的流程管理,做到流程全覆盖。参与应急处置的部门更加的完整,从应急中心的调度人员,施工人员逐渐扩大到输配部门和客服部门人员的共同参与应急的处置,应急的管理更加完善。

(1) 输配部门

根据现场的急修爆管分析结果,应急处置管理系统将事故情况及关阀调压方案通知输配部门的阀门组和调压器组的人员,输配人员根据指令关掉对应的阀门和调压器,缩短抢修时间。

(2) 客服部门

根据爆管分析的影响的居民用户、非居用户或工业用户的范围和时间,特殊用户紧急供气的代替方案。通过与客服系统的接口,客服部门及时发送影响相应范围内用户的通知信息,以使用户做好相应的准备,提高燃气的服务水平质量。

建立一个以移动终端、可穿戴设备为前端工具的燃气应急处置一体化管理平台,使得前方现场工作人员与后方管理者可以实时进行信息、图片、视频交流和远程协助,保证燃气应急处置工作的安全和高效。同时,对于燃气应急处置过程中的泄漏点检测,可以通过周围测点的压力、流量等数据进行分析,提供可参考的泄漏点位置信息。

6. 燃气终端用户智能管理系统概述

随着智能表技术的不断发展,越来越多的智能表技术可以运用到客服系统及其应用中,为燃气公司有效管理表具提供更大的便利。本项目对于燃气终端用户智能管理主要分居民、非居民、燃气表立管调压器组网管理三部分进行建设,在这三部分的基础上,为了更好的实现燃气表抄表,达到智慧燃气的目标,又增加了无人机抄表功能。

崇明燃气终端用户智能管理系统主要在居民/非居民用户智能表组网管理的基础上,增加燃气表与立管,立管与调压器绑定关系,并对接上海燃气集团客服系统,实现崇明燃气用户的实时开账、燃

气预付费等管理模式。通过对比分析现行燃气表具的智能化通讯协议(短距无线、2G/4G、NB 物联网技术),建立了统一的燃气智能表管理系统。同时系统建立燃气表与立管,立管与调压器绑定关系,整合智能表开关阀功能,实现燃气表、立管、调压器组网管理,加强用户末端泄漏及异常流量监测,保障用户安全。



图6.1 非居民智能表具实时流量采集



图6.2 非居智能表开关阀指令下发

为响应崇明燃气提出的“助推上海燃气成为具有互联网+智慧燃气气质的国际一流清洁能源供应商”的要求,提升崇明燃气民用智能燃气表的抄表效率,特研发了无人机抄表系统。在无人机航线飞行时,自动采集到辖区内无线燃气表读表数据,实现自动化采集燃气表读表数据的业务目标。该系统率先将无人机技术运用于燃气行业抄表业务;机载数据可自动采集及网络分发设备,提高抄表工作智能程度;抄表点位支持地图三维选点及现场飞行器定点,点位选取方法更灵活;高精度 RTK 定位系统,提升定位精度及抄表效率;冗余 GNSS 定位系统,保障设备安全;抄表数据格式定制,可与其他系统对接,提升燃气服务水平。



图6.3 无人机抄表系统实时反馈的界面

7. 总结

本课题基于现有崇明燃气 GIS 信息管理系统, 完成了崇明全区三岛范围内, 燃气管道及附属配套设施、场站等基础空间数据的数字化处理。选择陈家镇部分小区管网为示范区, 分别对基础地形、重要建筑物及其楼层内部结构、燃气管线及设施设备

进行建模, 分析不同类型、不同等级、不同程度的城市燃气管线管理工作需求, 构建三维实体对象之间的拓扑关系, 与现有 GIS 数据库系统相关联, 建立了 3D GIS 系统。

本课题还结合 ArcGIS 的强大的 API 功能, 将实时和预测的压力流量数据以等高线的形式展示, 使管理者对整个管网或局部区域燃气的压力分布有个直观宏观的管控, 促进整个燃气系统的智慧化管理、智能调度的发展。研制了开发一体化燃气应急处置管理平台, 实现应急处置过程的闭环式管理, 实现多类型, 多数量的远程终端连接控制和数据交互, 以云架构组织建设应用及数据的运行和存储, 实现 4G 通信环境下的信息汇报、图片采集、视频采集及远程协助功能。并通过崇明居民智能燃气表系统和崇明非居民用户数据智能采集系统的建设, 提升燃气公司整体智能程度。

参考文献

- [1] 王寿喜, 曾自强. 天然气管网静态仿真[J]. 天然气工业, 1995(02): 59-63+111-112.
- [2] 李长俊, 汪玉春, 王元春. 输气管道系统仿真技术发展状况[J]. 管道技术与设备, 1999(05): 32-35.
- [3] 李彤民, 吴长春, 梁江. 动态模拟在输气管道工艺设计中的应用[J]. 油气储运, 1999(04): 1-5+60-3.
- [4] 左丽丽, 吴长春, 田劲松. 天然气管网稳态和瞬态仿真的边界条件[J]. 天然气工业, 2008(10): 95-97+146-147.
- [5] 杨义, 郑宏伟. 中石油主干输气管网稳态优化运行研究[J]. 上海煤气, 2008(02): 10-14.
- [6] 唐建峰, 李玉星, 张建, 刘建武, 杜培恩. 川气东送管道模拟仿真软件研发[J]. 天然气工业, 2008(03): 114-116+149-150.
- [7] 郑建国, 宋飞, 陈国群, 艾慕阳, 赵佳丽, 柳建军. 大型天然气管道仿真软件RealPipe-Gas研发[J]. 油气储运, 2011, 30(09): 659-662+634.
- [8] 童丽围, 杨浩. 基于北斗的智慧燃气管网监测系统研究[J]. 科技资讯, 2017, 15(08): 1-2.
- [9] 赵岩, 金永浩, 赵宁, 王俏, 曹北斗,

- 宫园园. 基于 Synergi Gas 系统的中压燃气管网模拟仿真[J]. 煤气与热力, 2015, 35(12): 10-15.
- [10] 张明光. 城市燃气管网在线仿真技术及应用的研究[D]. 山东建筑大学, 2011.
- [11] 马江平. 城市燃气管网动态模拟技术的研究[D]. 华中科技大学, 2006.
- [12] 赵龙. 燃气管网泄漏分析及稳态泄漏模拟[D]. 昆明理工大学, 2009.
- [13] 刘莹. 基于瞬变反问题分析的燃气管道漏失检测研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2017.
- [14] 单以强. 基于一体化管理的上海燃气应急处置管理系统[J]. 上海煤气, 2017(03): 38-41.
- [15] 周旭东, 吴明冠, 李宏伟. GIS在处置地下管线突发事件中的应用研究——以苏州市地下综合管网应急处置系统为例[J]. 测绘科学, 2008, 33(S1): 214-216.
- [16] 刘超. 燃气输配应急管理模拟系统研究[D]. 北京建筑大学, 2014.
- [17] 牛伟伟. 城市燃气管道事故应急救援系统研究[D]. 首都经济贸易大学, 2012.
- [18] 何婵. 基于GIS燃气管网爆管分析功能的设计与实现[D]. 西南石油大学, 2014.

智慧燃气-支付宝生态网厅研究和探析

卞秋君（南京港华燃气有限公司）

摘要：燃气企业作为传统企业，依靠用户大规模增长实现高速发展的时代正逐渐过去，如何在社会转型期的大背景下，充分适应“智慧+”行业环境形态，适时对天然气行业进行创新服务改革，成为燃气行业发展面临的新课题。随着“智慧+”发展延伸到各个领域，若想持续保持企业经济可持续增长，就需要挖掘现有用户的深层价值，依托创新服务手段，持续提升客户体验和黏性，结合互联网渠道资源优势，打造燃气企业生产运营、客户服务、创新管理等方面的智慧化“新常态”。

关键词：燃气行业 智慧+ 客户服务 支付宝

1 引言

在“智慧+”的时代背景下，能源领域正面临着结构调整、方式转型的重要时期，“智慧+能源”已成为能源领域改革的重要途径。在大数据的背景下，传统燃气企业单一的商业模式已不能满足日新月异的商业环境，燃气行业和燃气企业应积极加速创新，通过利用大数据、云计算等新兴互联网技术，将数据转化为“价值”并实现数字化管控。通过充分挖掘客户需求，实现燃气企业向“以用户为中心”的模式转变，让广大客户能够通过线上互联网渠道获取和享受燃气企业提供的优质服务，创造燃气行业和燃气企业“智慧+能源服务”的全新运营模式。

2 燃气行业发展现状与发展趋势

随着燃气能源在总能源领域的占比越来越高，行业地位也日益凸显。作为一种高效清洁能源，燃气服务已成为居民生活中不可或缺的公共服务。当前，电力、水务与互联网的融合发展已逐步深入，但燃气行业与互联网结合的进展依旧缓慢，究其原因，是由企业内部外部等综合因素导致。

从内部来看，作为传统公共服务行业，燃气企业长期存在“重安全、轻服务，重供应、轻价值”的固有观念，形成了传统的“坐商”服务方式，客户日常的抄表收费、安全检查、咨询报修等传统燃

气业务，在这个追求快捷、便利、个性化的社会消费模式下逐渐显露弊端，难以满足燃气客户日益增长的服务需求。从外部来看，在互联网、大数据飞速发展的今天，企业纷纷加强用户管理、数据分析、智能管控等高科技手段，燃气企业缺乏全面的客户信息管理平台，同时当前不完善的客户服务流程、不便捷的客户服务体验都已成为了制约燃气企业成长的因素，急需全面改革升级。

在当前“智慧+”的形势下，燃气企业既要为客户提供安全的燃气供应，还要为客户提供优质、高效、个性化的客户服务。通过对现有客户服务的优化升级，深度挖掘客户服务需求及客户痛点，优化客户服务体验，拓展客户的增值服务渠道，提升客户体验和服务水平是发展的必然趋势。可以预见的是，未来燃气企业发展必将逐步实现将客户服务管理等各种大数据接入、实时交互等线上服务，基于客户家庭燃气能耗等大量数据沉淀，建立用户家庭专属耗能档案，通过智能分析提升和提出节能建议，提高燃气生产和消费的效率，真正实现燃气行业“智慧+”精准营销和智慧运营。

3 燃气行业生态网厅建设分析和研究

当前，实体营业厅已无法满足日益差异化、精细化的用户需求，随着智能物联网表的发展普及，通过建立如网上营业厅、支付宝生态网厅、微信网

厅、APP 等线上服务渠道，可以为用户提供 24 小时全天候的服务以及线上业务办理，实现对客户的优质服务。

3.1 网上营业厅与传统营业厅对比分析

传统线下燃气服务中心，分布在各地市主城区，为相应辖区客户提供服务，然而，目前传统线下燃气服务中心网点因为工作时间限制，无法提供 24 小时随时随地的全天候服务，这就与客户的需求发生了冲突。

而网上营业厅的建设大大提高了客户服务效率，释放营业厅压力，是智慧燃气的一项重要便民措施。用户只需登录网上营业厅，就可实现多项燃气业务的线上办理。网上营业厅功能丰富，可涵盖客户服务中心的多种燃气业务，用户足不出户，即可不受时间、交通限制完成燃气各类业务，免除排队、等待等一系列麻烦。网上营业厅的成功启用，是推进“一次办好”改革、方便用户的重要惠民利民举措，可实现提升客户办理燃气业务的便利度、快捷度、满意度。聚焦客户需求，通过充分利用信息技术推进线上线下深度融合，不断简化服务流程、缩减审批材料、提高监督力度、创新服务模式。

3.2 支付宝生态网厅与PC网厅对比分析

随着移动互联网、智能手机的持续发展和广泛应用，用户流量已经逐渐从 PC 端转移到移动端。与之对应，广大居民也越来越习惯移动互联的生活方式。燃气、电力和水务等公共服务企业、机构，紧跟移动互联时代的步伐，纷纷启动建设移动营业厅，致力于为用户及时提供快捷方便的服务。其中，支付宝生态网厅就是一种典型移动营业厅，与 PC 网厅相比，主要有 4 个不同点。

首先，是应用场景不同。支付宝生态网厅可以不受时间和地点的限制，随时随地为用户提供及时的服务，方便用户利用碎片化时间；PC 端网厅的主要应用场景是在办公室或居家等固定场所，但是当用户需要外出时，就无法持续提供服务。

第二，是入口不同。支付宝生态网厅的入口是

智能手机设备，PC 网厅的入口是电脑；当前，智能手机设备的普及率早已超过 PC，而且还在持续快速增长。

第三，是浏览体验不同。PC 网厅在电脑屏幕显示，页面大小没有太大要求，可以放更多的图片和动态展示效果，浏览体验较好；支付宝生态网厅在手机屏幕显示，与电脑屏幕相比，清晰度和分辨率等方面一般相对较低，浏览体验相对逊色。

第四，是发展潜力不同。支付宝生态网厅的业务功能建设已经陆续与拍照、扫码、二维码、移动支付等智能手机能力相融合；例如：燃气领域中的 OCR 自助抄表业务、隐患上传业务等；借助智能手机的软硬件能力，支付宝生态网厅能够提供比 PC 网厅更丰富的服务场景和商业模式。

3.3 支付宝生态网厅与微信网厅对比分析

从现有的移动客户服务端产品上看，大部分公共服务行业选择融入互联网平台主要都会优先从支付宝生态网厅和微信网厅入手。下面，针对两种平台的差异点进行分析：

首先，支付宝网厅和微信网厅都具有免安装、普及率高，开发、维护成本低的优点，相比于手机 APP 产品，减少了开发及维护成本，且互动性强，在用户支付、聊天、社交等高频使用场景下，及时提供各种燃气业务的办理，通过多元化、个性化的服务，拉近与客户的距离，整体上提升客户服务水平。

相比较而言，支付宝的核心优势在于用户实名认证比例高。支付宝围绕全方位的用户生活场景，积极与政府和公共机构合力协作，通过城市服务的集成，已成为我国体量最大的移动便民服务平台。目前支付宝已搭建交通出行、生活缴费、医疗等多个完整的生活服务模块，结合用户生活场景使用需求，给人们的生活带来极大便利。在生活缴费模块，已实现水电气等业务的一键缴费和办理，与生活场景关联性高，用户接受实名认证的意愿也非常高。此外，支付宝在账单及支付功能上占明显优势，用户通过支付宝余额、绑定银行卡、花呗等渠道均可

完成扣款，操作交互体验好，扣款成功率高。因此，支付宝生态网厅具有用户身份信息真实性高、功能聚合、支付便捷等优势。

3.4 支付宝生态网厅价值总结

综上，支付宝生态网厅既能够像 PC 网厅那样，借助通信、网络、数据库等信息化技术，将账单查询、燃气交费、打印发票、燃气报装等业务线上化，从而提升客户办理燃气业务的便捷度；又能够借助移动互联网的特性，为用户提供不受地域和时间限制的即时便捷服务，进而提升客户办理燃气业务的舒适度；还能够借助支付宝用户身份信息实名认证积累和实名认证授权能力，有效确保用户身份真实性；同时借助智能手机的软硬件能力，为用户提供更加丰富的服务场景和商业模式。

4 燃气行业生态网厅建设必要性

当前在能源互联网方面，大数据、云计算、人工智能分析等崭新的互联网技术为实现能源互联网，打造智慧燃气提供了重要的技术支撑。对于燃气行业来说，加速与线上的融合发展，是燃气行业优化用户体验、提升管理效率、减少运营成本的必然选择。

从用户角度分析，随着 80 后、90 后甚至 00 后的成长，使得现在的消费者具有个性化的消费习惯，用户忠诚度较低，只有高效便捷的服务才能实现用户持续的吸引和留存。在整个客户链条上，如果传统服务模式不能最大化地实现客户价值，最大化地满足个性需求，那么在问询、购买、支付、服务等任何一个环节都可能造成客户的流失。因此，为用户提供“成本低、质量高、服务好、响应快”的产品和服务，才是企业未来的发展之道。

从行业发展角度看，客户服务模式早已不再局限于实体营业厅，多渠道的互联网模式为用户提供了更便捷的服务，在如通讯、水电、石油等传统行业发展中，都已实现了各种线上服务渠道，用户可远程操作，不必在营业厅排队办理业务，极大的便捷了生活需要，也培养了用户的互联网线上消费习

惯。

综上，燃气行业客户服务与线上的充分融合，既能改善用户体验，也将助力燃气企业降低人力资源成本和资产投入、杜绝偷盗气等行为给企业带来的各种损失，实现降本增效的发展目标。通过利用先进的物联网技术，基于手机 APP、支付宝等软件，将用户高效引导和迁移到互联网，实现对燃气的随买随用，通过线上服务实现客户流量增值变现，并将其快速有效转化为增值服务产品的目标客户，已经成为燃气企业战略升级和转型发展的重要方向和必然选择。

5 “智慧燃气”支付宝生态网厅建设思路

支付宝是国内领先的第三方支付和公共事业服务的平台，客户拥有实名认证、高活跃度的海量用户流量；支付宝利用其个人征信、客户群体等优势，将资金能力、支付能力、会员能力、营销能力、数据能力和安全能力等生态能力进行封装，面向广大公共事业服务企业 / 机构提供支付宝小程序、支付宝生活号和电子会员卡等产品服务，为各公共事业服务企业在支付宝生态内打造品牌化互联网生态网厅提供全面的支撑服务。



图5 支付宝生态能力地图

支付宝小程序无需下载和安装，用户可以随时随地的打开使用，使用体验优秀。因此，支付宝小程序产品服务非常适合用来构建企业支付宝生态网厅的业务能力，为用户提供功能聚合、入口统一、加载操作流畅、速度快的业务体验，为拓展增值服务产品奠定基础。

支付宝生活号是支付宝为企业在支付宝提供的服务平台，以用户交互和业务需求为亮点，吸引用户关注，并通过消息能力有效触达，帮助企业有效的提升用户黏性，带来单个用户的多次转化 / 交易。因此，支付宝生活号非常适合用来构建企业支付宝生态网厅的运营能力，通过内容运营吸引、沉淀粉丝用户，精准消息推送促进粉丝用户活跃，盘活企业支付宝生态网厅的用户流量，为用户流量经营奠定基础。

支付宝电子会员卡可以帮助企业建立会员体系，增加用户黏性，开拓精准营销。企业可根据业务需求进行个性化功能定制，实现相应功能。因此，支付宝电子会员卡非常适合用来构建企业支付宝生态网厅的会员体系，通过会员权益、积分兑换福利和会员升级来增加用户黏性，为开展精准营销和推广增值业务奠定基础。

综上，为快速高效开拓“智慧燃气”服务，基于支付宝平台的小程序、生活号和电子会员卡产品服务构建支付宝生态网厅已成为燃气服务机构的首选方案。

6 “智慧燃气”支付宝生态网厅建设方案

6.1 燃气企业支付宝生态网厅总体规划及架构设计

“智慧燃气”支付宝生态网厅总体规划是以用户体验为中心，以支付宝生态能力和燃气企业业务系统能力作为底层支撑体系，构建燃气企业小程序、燃气企业生活号和居民燃气电子卡三位一体的支付宝生态网厅框架；基于燃气企业小程序建设户号绑定、OCR 自助抄表、账单查询、燃气交费、电子发票等基础燃气业务功能和充值预存、燃具电商、平安厨房、智能家居等增值业务功能，并预留新增其他增值业务功能扩展能力；基于燃气企业生活号建设出账提醒、余额不足提醒等消息触达服务和停气通知、安检通知、资讯发布等信息发布服务以及智能客服、人工客服等用户直连服务；基于居民燃气电子卡建设燃气企业会员体系，推广会员权益和运营活动，为燃气企业小程序持续引流。通过燃气企业小程序、燃气企业生活号和居民燃气电子卡协同运营，打造权益引导、流量融通、服务聚合的多维立体运营阵地，支撑创新探索燃气费预存、燃气具电商等用户流量变现新业务。

燃气企业支付宝生态网厅总体规划如下图所示：

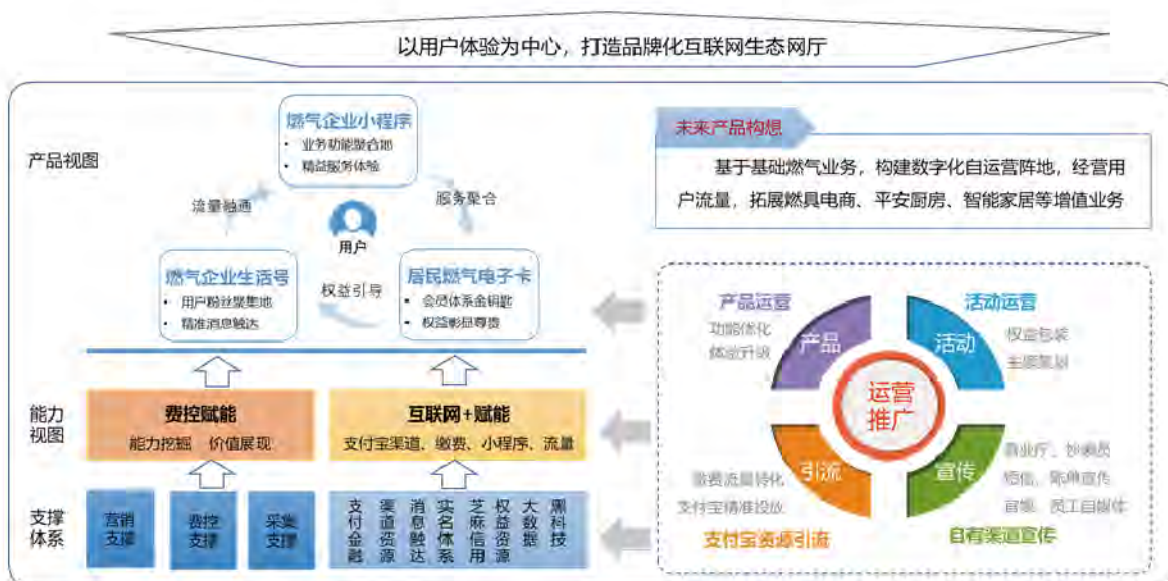


图6.1 燃气企业支付宝生态网厅总体规划

6.1.1 燃气企业支付宝生态网厅业务架构

燃气企业小程序、燃气企业生活号、居民燃气电子卡主要是依托支付宝开放平台搭建，通过后端对接燃气企业客户管理系统 CRM，构建“智慧+”燃气服务，充分考虑系统建设的前瞻性和可扩展性。燃气企业支付宝生态网厅业务架构如下图所示：



图6.1.1 燃气企业支付宝生态网厅业务架构

6.1.2 燃气企业支付宝生态网厅应用架构

根据业务功能需求分析，应用架构设计在考虑整体性与扩展性的基础上按照前后台分离的设计原则分为三部分，包括支付宝前端提供客户服务界面；燃气企业小程序、燃气企业生活号和支付宝卡包（居民燃气电子卡）提供燃气业务应用，燃气企业客户管理系统 CRM 提供燃气业务后端支撑。

燃气企业支付宝生态网厅应用架构如下图所示：



图6.1.2 燃气企业支付宝生态网厅应用架构

6.1.3 燃气企业支付宝生态网厅技术架构

燃气企业小程序和燃气企业生活号技术架构上采用多层架构设计，与应用服务端的数据传输是整个系统的关键点，数据传输采用主流成熟的

HTTPS+RESTFUL 接口方式，通过网关平台实现授权认证、动态权重、安全模块、服务监控以及接口请求的统一管理。水平分层的依赖关系都是从上往下，上层的服务依赖下层，下层的服务不会依赖上层，构建简单直接的依赖关系，这是架构灵活性的关键所在。

燃气企业支付宝生态网厅技术架构如下图所示：



图6.1.3 燃气企业支付宝生态网厅技术架构

6.1.4 燃气企业支付宝生态网厅物理架构

利用阿里云平台轻量化、建设快、易维护的部署优势，建设燃气企业小程序和燃气企业生活号前端发布、云端应用部署与后台接口支撑，实现内外网交互服务和应用。

内网侧，与燃气企业 CRM 系统进行对接，设置相关接口的前置平台与数据库，实现燃气企业小程序、燃气企业生活号应用与燃气企业业务后台的接口数据互通。

外网侧，部署在阿里云，实现轻量安全的应用部署。燃气企业小程序和燃气企业生活号接口通过专线访问内网应用接口服务；同时将燃气企业小程序发布到支付宝开放的小程序平台，提供互联网用户访问；内外网通过专线及安全设备连接。

燃气企业支付宝生态网厅物理架构如下图所示：



图6.1.4 燃气企业支付宝生态网厅物理架构

6.2 燃气企业小程序建设

基于燃气企业小程序建设包括：户号绑定、OCR 自助抄表、账单查询、燃气交费、电子发票等基础燃气业务功能和充值预存、燃具电商、平安厨房、智能家居等增值业务功能，并预留新增其他增值业务功能扩展能力。

小程序首页示意图如下：



图6.2 小程序首页

6.2.1 户号绑定功能

新增用户首次通过小程序查缴燃气费，提醒用户进行户号绑定，用户输入户号，小程序将存储户号和绑定关系（存量用户，户号绑定信息提前导入，无须重新绑定），以后查缴燃气费将自动带入，无需重复录入户号信息，绑定页面如下图所示，用户确认绑定协议将到下一步进行查缴服务。

另外，小程序将对接支付宝生活缴费户号绑定服务接口，实现支付宝生活缴费入口中的用户绑定信息能够同步到小程序进行存储管理。主要是保障通过支付宝生活缴费入口进入小程序的用户，其在支付宝中的户号绑定关系能够同步到小程序户号绑定模块当中，保障用户以后二次进入小程序时的良好体验。

户号绑定示意图如下：



图6.2.1 户号绑定

6.2.2 账单查询功能

已绑定用户在小程序中，可实时查询用户账单信息，除当期账单外还可查询历史账单列表。小程序将通过对接燃气企业客户关系管理系统（CRM）接口，实时查询用户的账单数据，展示给用户，用户姓名和地址等私密信息在系统中进行脱敏处理；当用户欠费时，用户可进行下一步立即缴费；

账单查询页面下图所示：



图6.2.2 账单

6.2.3 缴费记录查询功能

用户可在小程序首页查询历史缴费记录，默认显示近一年内缴费记录，用户可点击查看缴费记录详情。小程序将存储每次用户缴费的数据，在查询缴费记录模块中显示给用户。

交互页面如下图所示：



图6.2.3 缴费记录查询

6.2.4 充值预存功能

在小程序中，对燃气缴费能力进行升级，提供充值预存燃气费功能。在保留现有缴费页面风格的

基础上，增加充值功能，满足燃气企业用户群进行充值预交燃气费，用户可以自主选择充值缴费、欠费缴清或任意额度缴费。

充值预存燃气费功能示意图如下：



图6.2.4 充值预存-居民户和工商户

6.2.5 OCR自助抄表功能

燃气和居民生活息息相关，燃气服务是计量收费，燃气公司传统的抄收方式为抄表人员人工上门抄表计费，这种模式存在效率低、成本高、入户难等问题。

小程序自助抄表功能在现有手动上报燃气表表示数的基础上，增加客户自助拍照抄表功能，并实现燃气表示数自动识别功能。

自抄表应用流程示例如下：

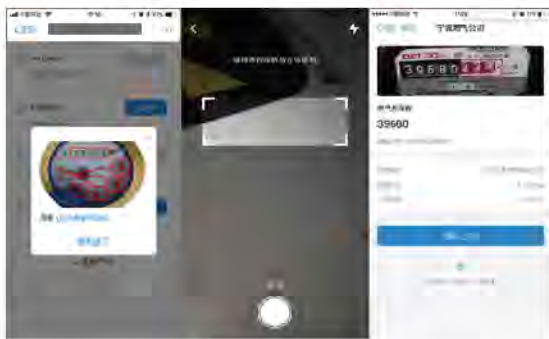


图6.2.5 OCR自助抄表

6.2.6 电子发票功能

在小程序建设电子发票功能，对接营销系统电子发票接口，实现用户依据支付宝渠道充值缴费记

录，调用营销开票接口进行在线开票，开票功能具体包括开票抬头填报、申请开票、发票预览、发票下载以及发送到邮箱功能。同时，对接支付宝生活缴费中缴费记录，由缴费记录关联电子发票，行成从充值缴费到开票的闭环服务。

电子发票示意图如下：



图6.2.6 电子发票

6.2.7 线上报装功能

实现报装业务的网上办理，包括：民建、工商、民现、零星；

申请（电子材料上传）、审批网上办理，提高响应速度。进度及结果多渠道（包括短信、微信号、生活号）通知客户。费用网上缴纳，方便客户。实现报装业务的申请受理及收费功能。

6.2.8 民用户安检预约功能

用户完整在线填写安检预约申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.9 民用户隐患上传

居民用户如发现燃气安全隐患，通过拍照，文字描述，上传隐患信息照片。

6.2.10 民用户新用户开通

用户在线填写开通申请单，上传相关照片。审核人员审核用户提交的资料，审核结果用户可以在网上查阅。

6.2.11 民用新客户表后管安装

用户在线填写表后管安装申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.12 民用户表后设施验收

用户在线填写开通申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.13 民用户户内设施移改业务

用户在线填写设施移改申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.14 民用户过户

用户在线填写过户申请单，上传户口本、身份证、房产证等相关照片。审核人员审核用户提交的资料，审核结果用户可以在网上或微信上查阅。

6.2.15 民用户燃气表增容

用户在线填写增容申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.16 民用户校表申办

用户在线填写校表申请单，后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。此功能目前的网上营业厅已具备，但无法查询申请的状态。

6.2.17 民用户延伸服务

延伸服务（保险销售、燃气具销售、厨房家电销售、家用报警器）。

6.2.18 工商户过户

工商户用户在线填写过户申请单，上传证件和材料照片。后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.19 工商户添移改拆

工商户用户在线填写添移改拆申请单，上传证件和材料照片。后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.20 工商户校表申办

工商户用户在线填写校表申请单。后台生成工单，提交相关业务部门处理。用户可以查看申请的处理状态。

6.2.21 工商户合同变更

实现工商户用户在线办理供气合同变更。

6.2.22 工商户安检服务

实现当年度客户安全检查结果查询及安检通知书自助打印、隐患整改通知书自助打印。

6.3 燃气企业生活号建设

基于燃气企业生活号建设出账提醒、余额不足提醒等消息触达服务和停气通知、安检通知、资讯发布等信息发布服务以及智能客服、人工客服等用户直连服务。

燃气企业生活号首页示意图如下：



图6.3 生活号首页

6.3.1 消息触达

燃气费出账后，通过配置生活号模板消息，以支付宝 push、支付宝 card 等方式主动推出账通知，告知用户当期费用账单以及欠费金额或当前余额。用户点击出账通知可进入充值缴费功能页面，进行账单缴清和预充值。

对于欠费、NB-IoT 燃气表关阀的消息推送采用短信方式。

设定余额预警值，当余额不足时发送余额提醒通知。通过配置生活号模板消息，以支付宝 push、支付宝 card 等方式主动推送余额不足消息。用户点击预警通知可进入当期余额页面，进行账单缴清和预充值。

6.3.2 信息发布

基于生活号内容运营能力，在生活号首页设计信息发布窗口，建设以下 5 类信息发布模块：

1) 停气通知，即时发布为用户提供近期停气、供气信息，让用户方便快捷的获取周边燃气供、停的精准信息，提前做好准备。

2) 安检通知，即时发布安检计划、安检区域及安检相关安排，确保用户安全用气，安心用气。

3) 安检隐患通知，安检后及时将安检隐患告知客户，确保用户安全用气。

4) 服务公开，即时发布供气气质标准、抄表、收费、维修、服务制度和投诉监督渠道等信息，确保客户服务质量。

5) 交通指引，即时发布燃气企业客服中心、服务网点所在位置及交通建议，确保用户便捷选择邻近网点办理业务。对于停气通知、检隐患的消息推送优先考虑采用短信方式。

6.3.3 优惠活动

优惠活动模块用于会员权益推广和运营活动，拟通过新建“预存有礼”、“答题有奖”等会员权益活动来促进居民用户拉新和促活。

6.3.4 功能专区

功能专区模块用于燃气企业小程序高频功能引流，拟通过挂载“自助抄表”、“开通代扣”、“智能客服”等高频业务功能来促进燃气企业小程序拉新和促活。

6.4 居民燃气电子卡建设

居民燃气电子卡基于支付宝开放平台卡包能力，调用支付宝卡包 (Alipass) 接口创建和设计居民燃气电子卡，并通过支付宝提供的开放接口，把居民燃气电子卡添加到支付宝卡包，客户可以通过支付宝钱包客户端，在卡包功能中查看并使用。居民燃气电子卡重点建设“优惠活动”和“功能专区”两个模块。

居民燃气电子卡示意图如下：



图 6.4 居民燃气电子卡

6.4.1 优惠活动

优惠活动模块用于会员权益推广和运营活动，拟通过新建“预存有礼”、“答题有奖”等会员权益活动来促进居民燃气电子卡拉新和促活。

6.4.2 功能专区

功能专区模块用于燃气企业小程序高频功能引流，拟通过挂载“自助抄表”、“开通代扣”、“智能客服”等高频业务功能来促进燃气企业小程序拉新和促活。

7 结论

未来，城市燃气服务必将更加关注用户需求和
服务体验。在“智慧+”时代，燃气行业应积极主
动融入“智慧+”，利用先进的技术提升服务体验，
升级客户服务模式和拓展创新增值业务，在高效便
捷的服务客户同时，实现创造企业经济效益，同时
履行企业社会责任。本文以“智慧+”时代为背景，
基于支付宝公共事业服务平台，提出了“智慧燃气”
支付宝生态网厅建设思路及方案，设计并实现了账
单查询、燃气缴费、业务办理等基础燃气业务和电

子充值预存等增值创新业务，形成了拓展企业业务
渠道，降低企业经营成本，满足企业开源节流和降
本增效需求的系统性解决方案。由于研究时间有限，
本文中的“支付宝生态网厅”建设方案只是燃气企
业融入“智慧+”的一块敲门砖，随着互联网技术
与燃气行业的进一步深化融合，燃气行业必将持续
孕育出与时俱进的经营模式和业务模式，推动城市
燃气服务水平和经济效益持续提升，实现燃气事业
长远发展。

寒冬下的天然气保供

■ 中国石油部署今冬明春天然气保供，供应量破千亿方

中国石油今冬明春天然气资源供应量将突破千亿立方米，同比增加 8.4%，创历史新高。国产气量、进口气量、储气库采气量等均实现较大幅度增长，增幅分别达 3.3%、17%、16.3%，为今冬明春天然气保供做好资源准备。中国石油旗下长庆、西南、塔里木三大气区发挥主力军作用，供气量占国产气冬季总商品量的 86.6%。长庆油田坚持计划、销售、价格、数据“四统一”管理，打通产储运销全产业链条，建立常态化沟通机制；塔里木油田优选 63 口井建立应急调峰备选库，将产量落实到单井；西南油气田按照“有保有压”原则，千方百计保民生、保重点。

■ 储气库火力全开，产气再创新高，“两桶油”全力推进天然气保供

随着气温的不断降低，国内天然气需求不断攀升，中国石油、中国石化的天然气供应量不断提升，国家管网集团的日供应量也刷新历史新高。

中国石油储气库火力全开，多次刷新历史最高值。12 月 28 日，中国石油储气库今冬全口径采气已经达到 1.54 亿立方米，单日采气量创下历史新高，较去冬今春的最高日采气量增加 2000 万方，为今冬明春的天然气保供发挥重要的“调节阀”作用。

今年冬季，中国石化的天然气产量和供应量迅速增长。11 月 26 日，中国石化日产天然气首次突破 1 亿方大关，创下历史新高。

12 月 25 日，中国石化单日向市场供应天然气 2.41 亿立方米，创下历史新高。自 11 月供暖季以来，中国石化累计向市场供应天然气达到 53.2 亿立方米，同比增长 5.7%；其中，向北方 7 省市供气 19.2 亿立方米，同比增长 3.4%。

12 月 25 日，国家管网集团 4.82 万公里天然气管道的日输气量突破 8 亿立方米，约占全国总输

气量的 60%，刷新中国主干天然气管网供气的新纪录。

据国家管网集团介绍，到 12 月 25 日，中俄东线天然气管道单日供应俄罗斯天然气接近 4000 万立方米，下月预计还将继续增加；深圳、粤东两座 LNG 接收站，合计日气化外输量突破 4400 万立方米，较上月实现翻倍增长。

到 12 月 28 日，年内西气东输管道天然气运输量已经正式突破 1000 亿立方米，自投产以来累计输送天然气超过 7000 亿立方米。

■ 超32亿立方米！国家管网西气东输全面筑牢湖南天然气保供屏障

截至 12 月 3 日，国家管网西气东输 2021 年已向湖南省输送天然气超 32 亿立方米，为保障湖南地区今冬明春天然气平稳供应，国家管网西气东输长沙输气分公司多措并举，为平稳供气树起“安全屏障”。接下来，西气东输长沙输气分公司将继续秉承“服务国家战略，服务人民需要，服务行业发展”企业宗旨，扎实做好安全生产和客户服务工作，源源不断输送清洁能源，全力以赴保障今冬明春湖南省天然气供应。

■ 北京：今冬供暖有“底气” 1.8亿方应急保供天然气储备到位

随着采暖季正式到来，北京燃气集团冬季天然气保供工作全面启动。北京市政府在唐山曹妃甸投资建设的天然气应急储备设施已建成投产，可在今冬采暖季提供约 1.8 亿立方米天然气作为应急储备资源，在冬季采暖气源保障方面更有“底气”。

采暖季到来前，北京燃气集团已与上游企业签订了《2021-2022 年度天然气购销合同》。今年 9 至 10 月，北京燃气集团采购的两船进口 LNG 资源在唐山 LNG 接收站码头顺利停靠并接卸成功，可在今冬采暖季提供应急保供天然气。今冬，北京市采暖季



天然气资源供需总体平衡。

为保障农村地区“煤改气”用户平安过冬，北京燃气集团已与各村委会建立对接机制，设立燃气专员，合理设置农村地区值守站点，以村为单位制定应急及保障预案，做到“一村一预案”。在加强

农村地区燃气设施巡视的同时，配备足够的设备及车辆，确保农村地区安全稳定供应。同时，北京燃气集团已完成对 LNG 应急储备站的调试保养，采取网格化巡视机制，逐村对接联络，确保及时响应、解决用户需求。

认识智能电网

■ 定义：以传统电网为基础

2015年，国家发展改革委、国家能源局联合印发的《关于促进智能电网发展的指导意见》（发改运行〔2015〕1518号）中明确指出“智能电网是在传统电力系统基础上，通过集成新能源、新材料、新设备和先进传感技术、信息技术、控制技术、储能技术等新技术，形成的新一代电力系统，具有高度信息化、自动化、互动化等特征，可以更好地实现电网安全、可靠、经济、高效运行。

智能电网的概念涵盖了提高电网科技含量，提高能源综合利用效率，提高电网供电可靠性，促进节能减排，促进新能源利用，促进资源优化配置等内容，是一项社会联动的系统工程，最终实现电网效益和社会效益的最大化，代表着未来发展方向。智能电网以包括发电、输电、配电、储能和用电的电力系统为对象，应用数字信息技术和自动控制技术，实现从发电到用电所有环节信息的双向交流，系统地优化电力的生产、输送和使用。总体来看，未来的智能电网应该是一个自愈、安全、经济、清洁的并且能够提供适应数字时代的优质电力网络。



图1 智能电网结构图

■ 产业链

智能电网产业链共涉及发电、变电、输电、配电以及用电五个大环节。其中，发电环节主要包括了可再生能源发电（水力发电）与不可再生能源发

电（火力发电）；而中游则为智能电网的各个环节，主要有智能变电、智能输电和智能配电；下游则是电能的终端用户的用电环节，主要分为工业用电、居民用电以及各种类型的商业用电。

我国电网体系经过多次变革，演变成了目前的“5+2+N”体系，即电网发、输、变、配、用五大环节中，发电、输电、变电与配电环节均掌握在五大电厂与双网手中，而私营企业可以参与的部分仅为用电环节与相关设备的制造。



图2 智能电网产业链

■ 产业发展方向

中国的智能电网被定义为“坚强的智能化电网”（Strong & Smart Grid）。在“2009 特高压输电技术国际会议”上，国家电网公司首次提出了中国的智能电网发展规划，并确立了总体发展目标，即加快建设以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网为基础，利用先进的通信、信息和控制技术，构建以信息化、数字化、自动化、互动化为特征的自主创新、国际领先的坚强智能电网。

2009年，中国正式启动智能电网计划，自此我国智能电网建设拉开了序幕。根据规划，2009-2010年是我国智能电网的规划试点阶段；2011-2015年是我国智能电网的全面建设阶段；2016-2020年，是我国智能电网的引领提升阶段。

2020年末，我国已基本全面建成统一的坚强智能电网，技术和装备达到国际先进水平。根据我

国发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中的内容，我国下一步电力能源的发展方向将转向新能源方向。



图3 国家规划智能电网发展阶段

截至 2020 年，我国智能电网发展的引领提升阶段已经基本完成，基本全面建成统一的坚强智能电网，技术和装备也达到国际先进水平。

根据《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》等指导文件，我国十四五期间将会大力发展战略性新兴产业、统筹推进基础设施建设，在未来五年的时间里，新能源将成为地方经济发展的一大着力点。根据国家《关于促进智能电网发展的指导意见》、《关于推进“互联网 +”智慧能源发展的指导意见》等指导文件，为实现“安全、可靠、绿色、高效”的总体目标，围绕智能电网发输配用全环节，未来发展趋势包括五大重点领域，分别为清洁友好的发电、安全可靠的输变电、灵活可靠的配电、多样互动的用电、智慧能源与能源互联网。



图4 智能电网发展目标及重点方向

■ 智能电网主要特点

我国智能电网的主要特点有：

(1) 坚强可靠——拥有坚强的网架、强大的电力输送能力和安全可靠的电力供应，从而实现资源的优化调配，减小大范围停电事故的发生概率。在故障发生时，能够快速检测、定位和隔离故障，并指导作业人员快速确定停电原因恢复供电，缩短停电时间。坚强可靠是中国坚强智能电网发展的物理基础。

(2) 经济高效——提高电网运行和输送效率，降低运营成本，促进能源资源的高效利用。这是对中国坚强智能电网发展的基本要求。

(3) 清洁环保——促进可再生能源发展与利用，提高清洁电能在终端能源消费中的比重，降低能源消耗和污染物排放。这是对中国坚强智能电网的基本诉求。

(4) 透明开放——为电力市场化建设提供透明、开放的实施平台，提供高品质的附加增值服务。这是中国坚强智能电网的基本理念。

(5) 友好互动——灵活调整电网运行方式，友好兼容各类电源和用户的接入与退出，激励电源和用户主动参与电网调节。这是中国坚强智能电网的主要运行特性。

■ 城市电网智能化关键技术

NO.1 更友好的新型配用电设备

传统城市电网智能化工作的开展重点关注低损耗、可靠性高、免维护的新型变压器、开关等设备的应用和升级，对国内近二十年的城市电网建设改造和可靠性提升起到了非常重要的支撑作用。

首先，世界范围内日益严峻的能源环境问题要求城市电网更加低碳，催生了现代城市电网中大量新元素的出现。例如，分布式光伏发电、小型风机、微燃机、储能、电动汽车等。其次，为适应和管理上述设备的并网连接与可靠协调运行，城市电网中电力电子装置开始大量出现，城市电网呈现出电力电子化的发展趋势。此外，计算机、电子、通信技术的快速发展也促使传统城市电网设备的全面升级

换代和大量新技术新设备的应用，如智能变电站、配网潮流管理器、SOP 软开关等。

为支撑对各类分布式能源和灵活负荷的广泛接入，未来的城市电网设备将沿着标准化即插即用接口、高度电力电子化、物理信息控制高度融合的方向发展。

NO. 2 更灵活的电力网架结构

网架结构是支撑整个城市电网智能化发展的关键和基础。传统的城市电网在网络拓扑上一般采取“闭环设计、开环运行”的建设运行模式，以辐射状交流供电为主。由于地理条件、地方政策、电网历史沿革、负荷构成、用户要求等不同，世界范围内的城市电网表现出不同的网架结构形态。未来城市电网中的结构形式将更多向环网结构和双侧电源结构发展，实现城市电网网络架构的灵活性和可靠性。

受分布式能源接入、ICT 技术、电力电子技术等技术的推动，现代城市电网在结构形态上呈现出了多样化的趋势。以城市配电网为例，目前学术上讨论的配电网形态包括传统配电网（被动配电网）、有源配电网（主动配电网）、智能配电网、微电网和能源互联网；按照电能的传输方式，包括直流配电网、交流配电网和交直流混合配电网的形式。其中最受关注的主要是微电网和有源（主动）配电网的概念。微电网和主动配电网均被认为是未来智能配电网的重要组成部分，均存在交流、直流和交直流混联 3 种传输模式。

NO. 3 更综合的城市电网规划设计

规划元素多样化和与运行深度耦合的特性给城市电网综合规划提出了新的挑战和需求，未来城市电网规划需要采取“主动规划”的理念。需要对区域内的分布式可再生能源资源的可利用能力进行主动评估，主动规划设计分布式可再生能源发电的接入点，主动评估城市电网对分布式电源的接纳能力和最大负荷供应能力，前瞻性的给出网络解和非网络解相结合的综合规划解决方案。

同时，为增强方案的可操作性和可实施性，规划中还需要考虑规划、建设和运行的完整性、统一性，在规划设计阶段就充分考虑配电自动化、通信和配电管理系统对改善城市电网运行性能所发挥的重大作用，协调统一地规划建设坚强可靠的一次电网网架、深度协同的二次自动化系统与功能强大的智能决策支持系统，实现三位一体式的协同规划。

NO. 4 更精细化的城市电网分析评估

现代城市电网中由于多样化分布式电源及多元化负荷的加入，其规划运行的不确定性大大增加，传统基于单一静态断面的潮流分析和单项静态指标的分析评估模式已无法满足现代城市电网规划所需的细粒度详尽分析的需要；传统基于高比例不健全量测数据的状态估计和参数辨识也无法支撑现代城市电网精细化运行的需要。要求提供从单个设备、单条线路至区域电网整体，多场景的，单断面静态至时序多断面动态的多维度精细化分析评估，也就是说现代城市电网的分析评估需要更加精细化。城市电网的精细化分析评估主要体现在多时间尺度和多维度的精细化评估方面。

NO. 5 高度协调的城市电网运行控制

大量分布式电源和灵活负荷的接入以及电力市场化的逐步深入，使得现代城市电网调的运行控制不得不面临着更多新的问题：

①控制手段丰富，需要具备更全面的信息监测和感知能力；②控制目标复杂，需要具备全局协调优化控制能力；③多能源系统协调，需要具备与其他能源网络更高的互联优化运行能力。

NO. 6 更高效与人性化的维护管理

现代城市电网设备数量庞大、设备的种类及其相互的关联关系也日趋复杂，传统的人工检测、维护和检修方式效率较低且由于人为因素而产生的不确定性较大，已经不能满足社会对城市电网安全高效可靠供电服务的要求。此外，海量设备的监测和日常电网运行的维护检修也常常超过人类的工作负

荷，有些高危工作还会给工作人员带来危险。因此，现代城市电网维护管理旨在：

(1) 围绕提高供电可靠性和供电服务质量，应用智能化计算机技术，减少人工干预因素，建立标准化运维管理体系，提高运维管理率；

(2) 建立更加人性化的维护管理系统，减轻人工负荷和危险系数，提高电网管理系统的经济效益。

为更加高效智能地管理维护城市电网的设备及其运行，全面提升城市电网供电可靠性和供电服务水平，围绕“设备状态监测 - 设备状态评价 - 设备标准化维护管理”的许多新技术和新方法正不断涌现。

NO.7 更广泛的信息技术支持

信息通信技术（Information and Communication Technology, ICT）是通信服务、信息服务及相关应用的有机结合，基于灵活可靠的数据交互传输和

高效智能的数据分析共享，ICT 技术正使城市电网向数字化、信息化和智能化的方向不断发展。ICT 技术对城市电网智能化的支撑主要体现在：①提升城市电网的可观性；②支撑城市电网高级配用电业务的开展。

随着信息技术的发展和城市电网智能化的深入，现代城市电网的物理系统与信息系统呈现出更加深度融合的趋势，开展对城市电网 CPS 系统的模型建模、耦合特性分析、联合运行仿真和协调优化规划等将成为未来城市电网 ICT 技术层面的研究重点。

城市电网的智能化是数学物理理论、材料技术、计算机技术、通信技术、电力电子技术等各个科技领域发展的综合体现。智能化的城市电网通过应用各种先进的信息技术，实现电网的数字化、信息化、自动化和智能化，并最终实现城市电网与用户间的互动，以满足未来各种关键的技术需求。



专注燃气计量 40 年

NB-IoT 物联网燃气表
安全切断型智能燃气表

超声波燃气表 | 流量计
气务云综合管理平台

机械式温度修正燃气表
民用 | 工商业膜式燃气表



重庆前卫表业有限公司
Qianwei Meters (Chongqing) Co., Ltd.

📍 重庆市 渝北区黄山大道中段69号

☎ 023-67602580

🌐 www.qwcsc.com



QW CSSC QW CSSC QW CSSC QW CSSC

智慧燃气
Academic

