

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06月 第2期 总第4期

国际燃气联盟迎来首位中国籍主席
期待天然气产业可持续发展

深化工程服务 聚焦安全效率 积极开拓创新

能源清洁化发展与城镇燃气安全
——中国工程院院士张来斌访谈

04



ACADEMIC JOURNAL

凝聚智慧

卷首语

敏言励新

5月26日，中国城市燃气协会执行理事长、北京燃气集团党委书记、董事长、国际燃气联盟2022-2025年任期主席李雅兰在第28届世界燃气大会（WGC2022）全体会议上发表演讲时指出，天然气是亚洲实现碳中和目标的有效解决方案，需要充分发挥天然气的优势，进一步提升天然气在亚洲的利用水平，确立天然气在电力系统改造中的关键作用。



当前，天然气已成为全球第三大能源品种，其消费量约占全球能源消费总量的25%，接近于石油的31%和煤炭的27%。

“尽管天然气也是亚洲地区的第三大能源品种，但亚洲地区天然气消费占能源消费总量的比重却与全球水平相差甚远。”李雅兰指出，亚洲地区天然气消费占比仅为12%，而煤炭占比为48%，石油占比为26%。亚洲依然是一个高度依赖煤炭的地区。

李雅兰表示，天然气是清洁能源品种，亚洲应该进一步发展天然气，助力地区实现碳中和。

为减少碳排放，当前亚洲已有不少国家制定了碳中和时间表。韩国、日本、马来西亚计划2050年实现碳中和，中国计划2060年前实现碳中和，印度尼西亚也提出2060年实现碳中和目标，印度则计划2070年实现碳中和。许多亚洲国家已经着手采取减碳行动，比如优化能源结构，提高天然气和可再生能源消费比重，以及在碳捕集、利用与封存（CCUS）方面进行尝试。

李雅兰说，中国也在积极发展天然气和可再生能源。到2030年，中国天然气消费将达到6000亿立方米，在一次能源消费中的占比将达到15%；太阳能和风能装机总容量将达12亿千瓦；届时，煤炭消费的比重将进一步下降。

为推动亚洲地区实现碳中和目标，李雅兰建议从三方面着手：

一是进一步推进亚洲地区天然气的发展。要加大天然气的勘探开发；鼓励天然气对煤炭的替代；扩大天然气在电力、交通及其他领域的应用；发展天然气和可再生能源融合项目；吸引资金对天然气行业进行投资；加强国际贸易以及天然气供应方面的全球合作。

二是发挥天然气在电力系统转型中的关键作用。实现碳中和的关键是要建立一套全新、安全、灵活的电力系统。当前可再生能源发电仍面临不稳定等问题，可再生能源电力上网仍面临一些困难，而天然气作为一种灵活的能源品种可以在电力系统转型中发挥关键作用。

三是增进亚洲地区之间的合作。亚洲各国在探索碳中和过程中都有自身的优势。比如，中国的可再生能源发展迅速，装机规模常年稳居世界第一；日本在储能方面具有优势，同时在氢能的研究和应用方面处于世界领先地位；马来西亚在碳捕集和封存（CCS）示范项目方面布局积极。因此，只要亚洲各国加强合作，取长补短，亚洲地区有望顺利实现碳中和目标。

本文来源 | 新华财经



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

主 编：高顺利

副 主 编：陈文健、韩 鹏、蒋映晖、孙剑勇
王秀桥、杨 光、张铁军

编 委 会：陈 豫、承灿赞、程海泉、迟国敬
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、王东华、王亚慧
王超群、许 勇、阳志亮、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)

执行主编：马瑞莉、熊桂平、张佳妮、邵 华
王一君、徐 彬

责任编辑：王 俊、刘兴伟、伍国飞、张婷婷
徐丹旗

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]

国家发改委与国家能源局联合印发《“十四五”现代能源体系规划》.....	05
国家能源局、科学技术部印发《“十四五”能源领域科技创新规划》.....	05
《浙江省能源发展“十四五”规划》.....	05
《成都市“十四五”能源发展规划》.....	05
《江西省“十四五”能源发展规划》.....	06
《上海城市数字化转型标准化建设实施方案》发布.....	06
国际燃气联盟迎来首位中国籍主席 期待天然气产业可持续发展.....	06

[各地新闻]

新奥完成浙江瑞安市六家管道燃气企业签约整合.....	06
豫南燃气：构建“驻气云脑” 打造“1+3+N”智慧燃气新模式.....	07
河北将构建省市县企四级联网城乡燃气行业监管信息系统.....	07
港华能源与腾讯云共建智慧能源生态平台.....	07
海宁市政府与新奥能源签署《低碳智慧能源战略合作协议》.....	07

[协会信息]

中国城市燃气协会2022年工作会成功召开.....	08
国家标准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》编制启动暨第一次工作会召开.....	08
《中国城镇智慧燃气发展报告（2022）》编制启动会暨第一次工作会顺利召开.....	08
《城镇燃气系统智能化评价规范》召开送审稿定稿会.....	09
中燃协2022年（第25届）中国国际燃气、供热技术与设备展览会.....	09
中燃协智能气网专委会开展SG“最公益”系列讲座.....	09

政策解读

浅谈《个人信息保护法》对城市燃气企业的影响.....	11
----------------------------	----

管理创新

关于城镇燃气管网安全预警系统的思考.....	15
深化工程服务 聚焦安全效率 积极开拓创新.....	17

领军人物

能源清洁化发展与城镇燃气安全——全国政协常委、中国工程院院士张来斌访谈.....	20
--	----

企业专访

腾讯.....	22
先锋电子.....	25

技术论文

涡轮流量计自诊断方法的实验研究.....	28
不同气源分配对管网安全性和运行经济性影响的讨论.....	31
智慧运营系统建设在燃气企业运营管理中的应用.....	38

热点聚焦

俄乌冲突对天然气市场的影响.....	46
--------------------	----

News

国家发改委与国家能源局 联合印发《“十四五” 现代能源体系规划》

3月22日，国家发改委与国家能源局联合印发《“十四五”现代能源体系规划》并公布。《规划》指出，我国步入构建现代能源体系的新阶段.....

5

20

能源清洁化发展与城镇燃气 安全——中国工程院院士 张来斌访谈



COSMOS X Towngas Lifestyle 名气家

智慧厨房

系统构成

JTM-CA-3Ci

家用可燃气体探测器

- 电池式
- 精度高
- 中文语音
- 安装方便

检测对象	甲烷	一氧化碳
检测原理	MEMS 热线型半导体式	电化学式
报警浓度	8%LEL	220ppm
响应时间	30 秒以内	60 秒以内
电源	专用锂电池	
传感器寿命	6 年	
电池寿命	推荐 3 年	
本体尺寸	W90×B90×H32 mm (不含安装板)	

6年
寿命



JTM-CA-3Ci

通过蓝牙无线传输



智能音箱

通过蓝牙无线传输

FKQ-01

家用燃气切断阀控制器

- 电池式
- 控制切断阀

- 可配接市面上主流切断阀
- 无需拆卸已安装的切断阀即可完成升级

外部输出	12V 脉冲输出
电源	专用锂电池
电池寿命	推荐 3 年
本体尺寸	W56×B96×H25 mm

FKQ-01



通过连接线传输



燃气切断阀



识别二维码

获取更多“IoT产品”资讯

国家发改委、国家能源局联合印发《“十四五”现代能源体系规划》

《浙江省能源发展“十四五”规划》

3月22日，国家发改委与国家能源局联合印发《“十四五”现代能源体系规划》并公布。《规划》指出，我国步入构建现代能源体系的新阶段。“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标包括：能源保障更加安全有力；到2025年，非化石能源消费比重提高到20%左右；单位GDP能耗5年累计下降13.5%；“十四五”期间能源研发经费投入年均增长7%以上，新增关键技术突破领域达到50个左右等。

《规划》还强调，加快能源领域关键核心技术和装备攻关，推动绿色低碳技术重大突破，加快能源全产业链数字化智能化升级。《规划》中特别强调了增强油气供应能力，提高发展水平，到2025年，国内原油年产量回升并稳定在2亿吨水平，天然气年产量达到 2300 亿立方米以上。

5月7日，浙江省政府办公厅印发《浙江省能源发展“十四五”规划》。《规划》提出，到2025年，现代能源体系建设取得明显进展，能源供应保障安全有力，为全省实现碳达峰奠定坚实基础，天然气消费量达到315亿立方米左右。同时，提出把握生态文明建设要求与碳达峰碳中和目标，以数字化改革引领推动能源绿色低碳变革，高水平建成国家清洁能源示范省，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。



国家能源局、科学技术部印发《“十四五”能源领域科技创新规划》

4月2日，国家能源局、科学技术部发布《“十四五”能源领域科技创新规划》。《规划》提出了2025年前能源科技创新的总体目标，确定了相关集中攻关、示范试验和应用推广任务，制定了技术路线图，部署了相关示范工程，并明确了支持技术创新、示范试验和应用推广的政策措施。其中，在能源系统数字化智能化技术方面，提出聚焦新一代信息技术和能源融合发展，开展能源领域数字化、智能化共性关键技术研究，推动煤炭、油气、电厂、电网等传统行业与数字化、智能化技术深度融合，开展各种能源厂站和区域智慧能源系统集成试点示范，引领能源产业转型升级。

《成都市“十四五”能源发展规划》

5月24日，成都市经信局发布《成都市“十四五”能源发展规划》。《规划》提出，“十四五”时期，能源高质量发展取得明显进展，为基本建成践行新发展理念的公园城市示范区提供有力支撑。其中，能源安全保障和消费结构调整目标中明确，到“十四五”末，天然气年产能达到20亿立方米，天然气消费比重在18%左右，煤炭消费比重进一步降低。新能源等其他能源占比达到2%以上（含生物质能、光伏、浅层地温能和氢能等）。



官方平台

《江西省“十四五”能源发展规划》

5月17日，江西省人民政府办公厅印发《江西省“十四五”能源发展规划》。《规划》提出，按照“统一主体、统一网络、统一调配、统一价格”的基本原则和“全省一张网”的建设模式，稳步推动省级管网以市场化方式融入国家管网，推动管网基础设施公平开放，有序放开竞争性环节价格，在符合城镇燃气特许经营权的前提下，进一步扩大直销供气规模，减少销售环节，降低用气成本。

《规划》提出，推动能源使用向设备智能、多能协调、信息对称、交易开放的方向发展，激活能源供给端和消费端潜力，实现能源智慧互联、系统优化、效能提升。到2035年，能源科技创新能力不断增强，能源产业数字化和智能化升级初具成效，智慧能源系统建设取得重要进展。

《上海城市数字化转型 标准化建设实施方案》发布

4月20日，上海市人民政府办公厅印发《上海城市数字化转型标准化建设实施方案》。《方案》围绕“经济、生活、治理”全面数字化转型要求，通过研制实施一批能用、管用、好用的数字化转型标准，构建具有系统性、协调性、开放性的城市数字化转型标准体系，为打造具有世界影响力的国际数字之都提供标准支撑。到2023年底，新增发布100项以上城市数字化转型地方标准及团体标准，主导或参与制定50项以上国际标准和国家标准，形成15项以上“上海标准”，推动50项以上城市数字化转型标准化试点，有效支撑上海城市数字化转型。



国际燃气联盟迎来首位中国籍主席 期待天然气产业可持续发展

国际燃气联盟（IGU）于2022年5月23-27日在韩国大邱举行第28届世界燃气大会。会议期间，国际燃气联盟主席将正式由中国城市燃气协会执行理事长、北京燃气集团董事长李雅兰接任。国际燃气联盟迎来首位中国籍主席，意味着中国燃气事业将与世界深度融合。国际能源专家在接受采访时表示，相信在李雅兰任期内，国际成员合作与交流将不断加深，国际燃气联盟影响力将持续提高，世界天然气行业在诸多不确定性因素下将再迎发展，推动全球清洁能源转型，助力净零排放目标实现。



新奥完成浙江瑞安市 六家管道燃气企业签约整合

2020年6月2日，新奥燃气中标取得瑞安市6区域的66%管道燃气特许经营权。6区域主要包括江南区域、江北潘岱街道、桐浦镇、陶山镇、湖岭镇以及滨海新区大部分区域、塘下北工业园区、东工业园区大部分区域、围垦区域等，原为市天然气有限公司经营区域范围。

在2022年3月11日，新奥最终完成瑞安市所有燃气公司的整合。今后，瑞安市管道燃气将在“一盘棋”的供气框架下实行统一规划、统一布局、统一监管、统一服务。管道燃气公司整合，是瑞安市实施城镇燃气扁平化、规模化改革的重大成效，也将加快瑞安市天然气管网互联互通，助力瑞安全域开启天然气时代。

豫南燃气:构建“驻气云脑” 打造“1+3+N”智慧燃气新模式

为给燃气添“智慧”，让用气服务更便捷，豫南燃气从保安全、惠民生出发，将大数据网络信息技术深度融入实体服务，建成驻马店市智慧燃气大数据服务中心——“驻气云脑”，打造“1+3+N”智慧燃气新模式，“1”就是一个中心“智慧燃气大数据中心”，“3”就是三大平台“生产运营平台、客户服务平台、智工程管理平台”，“N”就是智慧燃气各分级管理模块，实现城市燃气由传统服务向智慧化服务的转变，切实提升广驻马店市用气服务水平。

河北将构建省市县企四级 联网城乡燃气行业监管信息系统

为进一步推进城乡燃气行业监管信息系统建设，近日，河北省住房和城乡建设厅、河北省气代煤电代煤工作领导小组办公室印发《河北省城乡燃气行业监管信息系统建设方案》，2023年12月底前，河北将构建“省、市、县、企业四级联网”的城乡燃气行业监管信息系统，通过运用5G、大数据、物联网等信息技术，采集分析全省城乡燃气行业信息数据，强化燃气行业监管力度，推动城乡燃气高质量发展。

“省、市、县、企业四级联网”的建设模式，即省级监管系统、市级监管系统、县级监管系统、企业信息系统。省级监管系统构建“1+5+8”总体架构，即“1个综合性燃气行业信息资源库、5个技术支撑平台、8个应用模块”。“1个综合性燃气行业信息资源库”包括内部业务数据、部门共享数据和外部获取数据，为省级监管系统应用提供数据支撑；“5个技术支撑平台”包括信息资源共享交换平台、空间信息平台、物联网平台、工具服务平台、网站管理平台；“8个应用模块”包括全省概况、运行监测、应急处置、统计分析、考核评价、台账管理、培训宣传、投诉处置。

港华能源与腾讯云共建 智慧能源生态平台

4月22日“世界地球日”，由港华能源和腾讯云联合打造的港华智慧能源生态平台正式上线。港华智慧能源执行董事暨可再生能源营运总裁、港华能源总经理邱建杭携公司高管，腾讯公司副总裁、腾讯智慧工业和服务业总裁李强携公司高管，共同出席了本次港华智慧能源生态平台上线仪式。该平台可以实现区域碳排放一目了然、碳管理精准高效，助力园区加速迈向“零碳”目标，这是双方科技探索能源转型创新路径的开始，也是为保护地球做出的重要投资。



海宁市政府与新奥能源签署 《低碳智慧能源战略合作协议》

5月18日，浙江海宁市人民政府与新奥能源控股有限公司签署《低碳智慧能源战略合作协议》。本次合作是为深入贯彻国家“双碳”政策，加快海宁市能源结构和产业结构调整优化，大幅提升企业资源利用效率，积极推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变的重要尝试。海宁市政府科学筹划，制定了《海宁市绿色低碳发展行动计划（2021-2025）》，计划通过推进系列项目，到2025年建成“生态海宁”“光伏海宁”“绿色海宁”。

中国城市燃气协会 2022年工作会成功召开

中国城市燃气协会2022年工作会于3月30日成功召开。25个省、自治区、直辖市燃气协会秘书长，14个中燃协分支机构主任和中国城市燃气协会秘书处相关人员，共计71人参加了本次会议。会议由中燃协秘书长赵梅主持。

中燃协理事长刘贺明回顾了2021年亮点工作，分析了当前行业形势，并部署中燃协2022年的7项重点工作：一是深入贯彻《安全生产法》，提高行业本质安全水平；二是强化标准建设工作，不断提升行业发展韧性；三是深入开展专项研究，积极向政府建言献策；四是创新行业培训工作，努力提升从业人员素质；五是发挥分支机构作用，强化与省、市协会合作；六是持续办好重大活动，不断提高中燃协影响力；七是加强党建引领工作，持续提升规范管理水平。

国家标准《城镇燃气设施运行、 维护和抢修安全技术标准》 编制启动暨第一次工作会召开

3月29日，国家标准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》编制启动暨第一次工作会议以“线上+线下”的会议形式召开。标准编制工作由住建部城市建设司组织，主编单位为中国城市燃气协会。会议由中国城市燃气协会标委会李长缨秘书长主持。

会上，刘贺明理事长提出标准编制要落实习近平总书记“发展决不能以牺牲安全为代价，这是一条不可逾越的红线”的重要指示精神，防范化解重大燃气安全风险、推动燃气行业向信息化、智能化发展，有效践行实现“双碳”目标。

最后，住建部燃气标准化技术委员会阎海鹏副秘书长宣布由41家单位组成的标准编制组正式成立。本次会议确定了编制原则、标准名称和范围、编制大纲和重点课题，落实了标准编制分工、进度安排和工作计划等内容。

《中国城镇智慧燃气 发展报告(2022)》编制启动会 暨第一次工作会顺利召开



4月8日，由中国城市燃气协会指导、智能气网专委会（以下简称“智气委”）主办的《中国城镇智慧燃气发展报告（2022）》（以下简称“《发展报告（2022）》”）编制工作启动会以线上会议的方式顺利召开。会议由智气委秘书长张铁军主持。

智气委主任高顺利指出：本次报告将集中于厘清城燃企业发展环境变化，开展智能化发展程度评价，总结发展成就与问题，制定发展方向。同时，在双碳背景下，报告将增加天然气与绿色能源的智能化耦合，从理论上支撑城燃企业发展相关业务，提高天然气的竞争力。

中国城市燃气协会赵梅秘书长对《发展报告（2022）》编制工作提了两点希望：一是希望智气委能够承前启后、广开言路，充分发挥桥梁纽带和行业引领作用，坚持应用牵引、系统谋划，为推进燃气行业数字化转型提供理论支撑；二是希望各行业专家积极建言献策，主动分享各企业管理运营实践经验，共同谋划、共同推进城镇智慧燃气的绿色发展路径。



《城镇燃气系统智能化评价规范》 召开送审稿定稿会

由北京市燃气集团有限责任公司担任主编单位的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》项目于2022年4月21日在北京召开送审稿定稿会。

会议由中燃协标准工作委员会秘书长李长缨主持。主编单位北京市燃气集团有限责任公司副总经理、中燃协智能气网专委会主任高顺利出席会议并讲话。主编单位详细介绍了该标准自开题会以来的工作进展、征求意见情况、标准修改的主要内容和下一步工作计划，与会专家和编制组成员对标准进行逐条讨论。编制组达成一致意见，同意标准按会议要求修改后，形成送审稿，提交中燃协标委会。

据悉，《城镇燃气系统智能化评价规范》有望在2022年第八届中国智慧燃气发展论坛上发布。

中燃协2022年(第25届) 中国国际燃气、供热技术与设备 展览会



2022年（第25届）中国国际燃气、供热技术与设备展览会计划于10月26日-28日（23日-25日布展）在深圳会展中心举行，展位预定工作已于5月16日开始。展会展示内容包括：流量计；调压设备；管材、管件；阀门；检测仪器；燃气自动化控制、报警系统；燃气存储技术、运输设备及煤气净化与回收技术；管道防腐技术及设备；燃气锅炉、燃气供热（水）设备；燃气采暖技术设备、燃气中央空调；地下管线探测、检测、泄漏监测技术设备；城市燃气领域综合信息管理系统、软件系统；其它与城市燃气有关的技术、设备等。

中燃协智能气网专委会 开展SG“最公益”系列讲座

5月13日，由中燃协智能气网专委会、腾讯云计算（北京）有限责任公司主办的“智慧燃气 物联世界”第四期SG“最公益”系列讲座顺利开展。讲座主题为“燃气‘私域流量’运营助力智慧化客户服务与业务增值”，特邀腾讯云专家结合行业发展和案例实践解读燃气行业智慧化服务之道，助力企业增强燃气安全、提高服务效率，实现用户满意度提升和企业增值创值。

5月27日，由中燃协智能气网专委会、支付宝（中国）网络技术有限公司主办的“智慧燃气 物联世界”第五期SG“最公益”系列讲座顺利开展。讲座主题为燃气“自运营”助力增值服务探索，特邀支付宝专家根据行业发展趋势及运营案例，还原增值服务中数字化应用的场景，提炼关键方法论，助力燃气企业搭建一站式燃气增值业务。

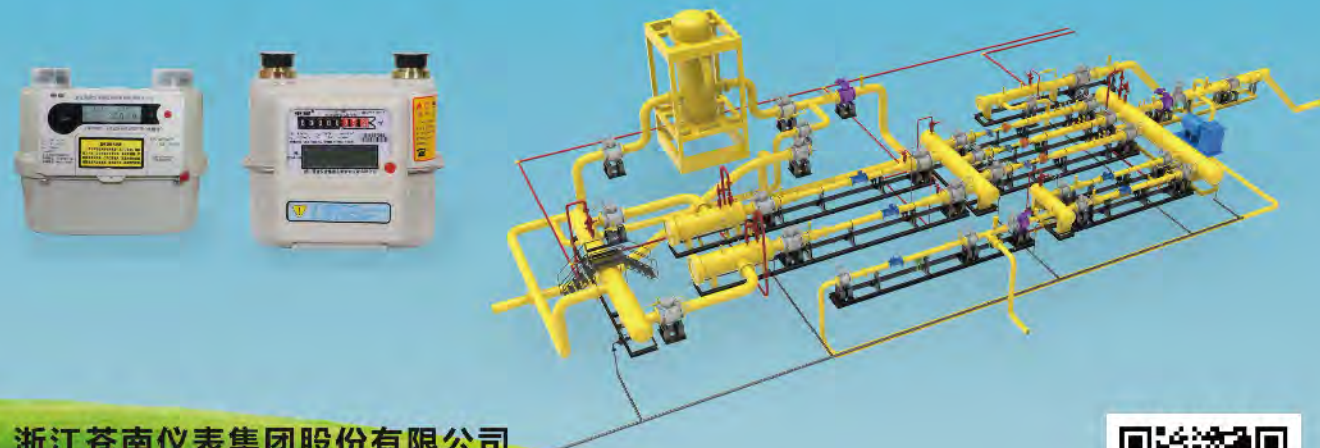


城市燃气远程通讯整体解决方案

无线远传 实时监控 远程调价
领先技术 专业品质 卓越服务



NB-IoT窄带物联、LoRa无线远传、大数据平台、人性化管理



浙江苍南仪表集团股份有限公司

ZHEJIANG CANGNAN INSTRUMENT GROUP CO., LTD.

地址：浙江省苍南县灵溪镇工业示范园区 邮编：325800

销售热线: 4001118885 0577-64839211 传真: 64839395

服务热线: 4001118882 0577-64839645 传真: 64839642

E-mail: cnybc@zicnyb.com

<http://www.zjcnbyb.com>



浅谈《个人信息保护法》对城市燃气企业的影响

■ 港华集团 潘剑强 童凌

2021年8月20日,《中华人民共和国个人信息保护法》(“《个保法》”)正式通过,并于同年11月1日起正式实施。该法明确了个人信息处理所必须遵守的原则和规则,规范个人信息处理活动,促进个人信息合理利用。城市燃气企业面向广大市民持续提供燃气服务,必须依靠海量用户个人信息处理活动来支撑。换句话说,城市燃气企业是典型的个人信息处理者,其个人信息处理活动要受《个保法》规制调整。本文旨在对《个保法》做一个普法介绍,以此帮助城市燃气企业对新法实施带来的影响有一个基本了解。

一、立法简介

随着新技术迅猛发展，个人信息成为经济社会活动的重要元素。就个人信息利用而言，当前是一个最好的时代，也是一个最坏的时代。合理利用个人信息对社会经济发展发挥重要推动作用，在此不做赘述。目前滥用个人信息也发展到超出常人想象的程度，如隐私泄露、假冒身份、大数据杀熟、网络诈骗、网络暴力、暗网黑市甚至政治操纵等乱象丛生。面对个人信息保护面临的复杂性和严峻性，全球主要国家近年在个人信息保护方面均加强立法，意图在个人信息的合法保护与合理利用之间需求建立某种平衡，以及在国际合作方面取得立法制高点。其中最著名的是欧盟《通用数据保护条例》（General Data Protection Regulation，简称GDPR，于2016年颁布，于2018年实施的）。GDPR面向所有收集、处理、储存、管理欧盟公民个人数据的企业，限制了这些企业收集与处理用户个人信息的权限，旨在将个人信息的最终控制权交还给用户本人。违反GDPR的企业则有可能面临高达全球营业额的4%或2000万欧元的行政处罚（取两者之一最高）。据境外媒体报道，欧盟于2021年依据GDPR共开出412笔罚单，罚款总金额高达10亿欧元（约

72.3亿元人民币)。

中国深受欧盟影响,《个保法》规制思路与GDPR几乎一样。如下图所示,中国个人信息保护立法呈现出零散化向系统化整合,以及刑事打击规制先行民事保护渐进补齐的特点。



附图 1 中国个人信息保护立法主要进程

注：《消费者权益保护》于2013年修正，并新增经营者保护消费者个人信息义务条款，与现行《个保法》规制思路一致。

二、重罚之下必有畏者

罚则是介绍一部法律重要程度的最好切入点。如上文所述，GDPR采取了重罚主义，我国《个保法》同样采取了重罚主义，违反《个保法》的最高处罚5000万或营业额的5%，比GDPR还多1%。因为《个保法》刚实施不久，目前尚无适用《个保法》的大额行政处罚案件出现。但如下图所示违反《个保法》除了涉及行政处罚责任外，还有可能涉及刑事责任和民事赔偿责任。

	企业	企业相关个人
刑事责任	违法记录+罚金	最高7年徒刑+罚金
行政处罚	最高50,00万或上年 营业额5%罚款、关 停、联合惩戒	最高1,00万罚款、限制出任董 监高，联合惩戒
民事责任	赔偿，道歉	无

附图 2 违反《个保法》的法律责任

首先介绍一下刑事责任。这里主要涉及「侵犯公民个人信息罪」，即指向他人非法出售或者提供公民个人信息，情节严重的行为。该罪是单位犯罪，除企业要被追究刑事责任外（主要是罚款和失信惩戒），企业的主要负责人，或直接负责的主管人员和其他直接责任人员亦将面临最高7年有期徒刑和罚金。需要注意的是，该罪的追责门槛真的是非常、非常低。刑法规定，将在履行职责或者提供服务过程中获得的公民个人信息非法出售或者提供给他人，达到下表所示数量的就要追究刑事责任。

序号	非法获取、出售或者提供信息类型	认定标准
1	行踪轨迹信息、通信内容、征信信息、财产信息	25条以上
2	住宿信息、通信记录、健康生理信息、交易信息等其他可能影响人身、财产安全的公民个人信息	250条以上
3	上述规定以外的公民个人信息	2500条以上

按上述标准，意味着许多行业在业务中稍不注意就会踩雷。网上关于房产中介“共享楼单”被追究刑事责任的报道很多，有兴趣的读者可以自行上网检索相关报道。

其次介绍一下民事相关的「公益诉讼制度」。公益诉讼制度是指个人信息处理者违反本法规定处理个人信息，侵害众多个人的权益的，检察院、消协和国家网信办确定的组织可以依法向人民法院提起诉讼。公益诉讼制度主要解决的是解决个人信息侵权案件波及范围广、个体举证难等问题。公益诉讼有社会的监督作用，可以促使个人信息处理者加强个人信息保护。因为公益诉讼发起人相较普通消费者更加专业，所以诉讼胜算较高，且很容易引发社会关注。简单来说，相较以往作为信息处理者的企业更容易被告上法庭及败诉。

三、立法前后变化

以下讲讲几点《个保法》出台前后法律规制要求变化，以方便大家更加深入理解该法带来的变化。

（一）法无禁止即可为 VS 法无授权即禁止

之前处理个人信息遵循的是“法无禁止即可为”

规则，新法出台后改为了“法无授权即禁止”。法无禁止即可为，法无授权即禁止。这是两个意思相对的法律谚语，前者通常用在私权利上，没有法律限制既可以自由行事；后者通常用在公权力上，没有法律授权不可以主动作为。改为“法无授权即禁止”后，意味个人信息处理行为如同公权力一样是受法律严格监管，没有法律授权就不应该处理他人个人信息。“法无授权即禁止”的另外一层意思是，行为人对授权负有举证责任，行为人不能举证证明其获得适当事先授权的，即意味着没有授权。

对于城市燃气企业而言，应尽快树立先授权再处理的意识，以及授权留痕证据思维。互联网企业（尤其是头部企业）与网络用户之间的业务交互实践是长期平衡业务与合规的结果，值得城市燃气企业深入学习借鉴，一味追求业务便利而忽视业务合规并非上策。

（二）不作为义务 VS 作为义务

《个保法》出台前，法律规定个人信息处理者主要承担不作为义务，即不能作出主动侵权行为导致个人信息不安全。《个保法》出台后，新法对个人信息处理者规定了一系列的作为义务，即个人信息保护合规义务。这些合规义务包括但不限于充分告知义务、信息主体权益保障义务、事前风险评估义务、合规审计义务、委托处理合规义务、跨界数据传输合规义务、以及企业作为个人信息处理者应建立健全个保合规管理体系。合规体系和合规文化是舶来品，中国传统文化是我可以保证结果，但你不要管我是通过什么过程达到这个结果的，这个在一些比较重要领域立法者是不会冒险去相信前述保证的，于是开始要求过程管控。被监管者落实了过程管控，那么结果大差不差就会符合立法者的预期。这里的过程管控就是合规。《个保法》的合规义务，与《安全生产法》的合规义务思路上的大同小异，于城市燃气企业而言，应该非常好理解。

（三）谁处理谁做主 VS 谁的信息谁做主

《个保法》出台前，对于用户个人信息的处理，一直是作为个人信息处理者的企业在做主，即“谁

处理谁做主”，这个社会大众都好理解；而在《个保法》出台后，却改为了“谁的信息谁做主”。下图是苹果公司因响应《个保法》的实施而向用户发送的电邮。苹果公司作为个人信息处理者将“保护用户隐私，让用户自己掌握个人信息”作为自身的一贯坚持的理念。



“让用户自己掌握个人信息”，除了体现在上文所述的“知情同意”规定外，还体现在《个保法》赋予个人的以下几项权利上：

- 1、知情权。个人有权让收集其个人信息的企业以显著方式、清晰易懂的语言告知个人收集和处理的个人信息的目的，会收集哪些个人信息，如何处理收集的个人信息等基本情况。
 - 2、查阅权（访问权）。个人可以向企业查阅自身个人信息的处理情况。
 - 3、限制处理权。个人可以限制企业使用我们的个人信息。
 - 4、复制权（可携带权）。个人可以通过企业提供的个人信息转移途径复制自身的个人信息，并提供给其他企业。
 - 5、更正权。个人发现收集的个人信息是不准确的，可以要求企业进行更正。
 - 6、删除权。个人可以要求企业删除我们的个人信息。
 - 7、撤回权。当个人不再愿意让企业处理我们的个人信息，有权撤回同意。
 - 8、反对自动化决策权。当企业仅通过自动化决策的方式处理个人的个人信息时个人可以提出反对自动化决策，并要求通过人工方式处理。
- “谁的信息谁做主”进一步衍生出来的问题是，

用户个人信息是企业的资产吗？这里笔者要卖个关子，先不给出答案，有兴趣的读者可以自行思索答案。

（四）处理不公开 VS 处理应公开

《个保法》出台前，个人信息处理者是没有义务向个人交代信息处理规则的。《个保法》则要求处理个人信息应当遵循公开、透明原则，公开个人信息处理规则，明示处理的目的、方式和范围。个人信息处理者在处理个人信息前，应当以显著方式、清晰易懂的语言真实、准确、完整地向个人告知法定事项；通过制定个人信息处理规则的方式告知必要事项的，处理规则应当公开，并且便于查阅和保存。个人信息处理者应当公开个人信息保护负责人的联系方式。个人信息处理者处理敏感个人信息的，除法律另有规定，还应当向个人告知处理敏感个人信息的必要性以及对个人权益的影响。在个人角度，个人有权要求个人信息处理者对其个人信息处理规则进行解释说明。个人信息处理者应当建立便捷的个人行使权利的受理和处理机制。拒绝个人行使权利的请求的，应当说明理由。通过自动化决策方式作出对个人权益有重大影响的决定，个人有权要求个人信息处理者予以说明。

作为个人信息处理的企业，落实“处理公开”要求最直接的体现是编制并公布隐私政策。这里有两个点需要大家注意，一是隐私政策的编写有国家标准，企业自由发挥的空间是有限的；二是隐私政策应对既有业务背后的个人信息处理规则、方式全面描述，这里需要法务和 / 或外部律师跟业务同事进行深入而全面的沟通，才能写好一份合格的隐私政策。

四、《个保法》对城市燃气企业的影响

公用事业行业都是面对大量居民用户且需长期反复交易的行业，城市燃气企业开展相关业务需以处理用户个人信息为前置条件，比如开户、接驳、抄表、结算、安检、维保、抢修、停复气、过户等业务不可避免的要收集处理业主姓名、身份证件及号码、联系方式、房屋权属证明、地址、户号、表号、

卡号、托收银行账户、家庭构成、抄表数据、缴费记录、欠费情况等个人信息；在与用户的业务交互场景方面，城市燃气企业从原有线下交互模式，开始逐步往线上交互模式演变，如线上客户服务、无纸化业务办理（注：电子签章与电子合同）、无线远传表等新的业务模式；在用户信息处理技术手段方面，城市燃气企业从原有线下纸质处理，早已过渡到本地化部署计算机处理，并往非本地化部署的云处理发展；城市燃气企业处理用户个人信息的目的，也从支撑与用户业务往来，逐步尝试数据融合利用发展延伸业务。在保障用户用气安全方面，部分企业和政府也开始推广联网型的户内燃气报警仪，甚至推广具有远程传输、泄漏报警和紧急切断功能的复合型燃气智能表。所有上述提及的点，在法无禁止即可的规制模式下是没有任何不便的，而在法无授权即禁止的规制模式下将一定的挑战性，需要“大智慧”。比如企业一定要向用户披露信息处理规则吗？企业可以概括性取得用户同意吗？隐私政策需要表明信息处理者身份吗？不同业务可以统一适用同一份隐私政策吗？采购客服软件本地化部署处理用户信息属于委托处理吗？城市燃气企业将用户个人信息处理委外云存储、云计算的，云服务提供商出现信息泄露事故时，城市燃气企业是否可以免责？用户信息可以传输到境外吗？境内客服系统提供接口允许境外访问是否属于跨境传输？在员工个人信息处理方面，似乎也因为《个保法》的出台而面临一些挑战，比如门禁刷脸、未予明示的监控、猎头招聘、背景调查、病假管理、跨境传输等问题在《个保法》方面是否合规还需仔细辨识。五、合规实践经验分享

为夯实业务处理个人信息的合法性基础，助力港华集团（“集团”）既有业务稳健开展和未来数据融合利用，港华集团法务（“我们”）于2021年10月启动了个保合规试点工作。我们聘请具有丰富个保合规经验的外部律师团队（植德律所王艺律师团队）与内部法务共同组建了工作小组，并选取了一家业务规模较大、运营成熟的和具有一定合规管理基础的城市燃气企业展开了试点。工作小组深入企业业务一线展开了实地走访调研，就每个具体业务

涉及个人信息类型、处理目的和规则、数据流向、与用户的交互方式、供应商管理、去标识化/匿名化技术处理与运用、保密技术与权限管理等方面展开了逐项梳理。外部律师出具了详细尽职调查报告，逐一比较业务实践与新法合规义务之间的差异，并就前述差异讨论并提出有针对性的改进建议，帮助企业寻找业务便利与合规的平衡点及建立健全长效个保合规体系。我们亦在不断归纳总结个保合规工作经验，希望能尽快将该等经验复制推广向集团旗下的其他城市燃气企业。

六、小结

可以预计不久将来，随着《个保法》的执法和监管深入，以及个人对个人信息的权利意识增强，个人信息合规将是一项所有行业所有企业都要面对刚性要求。个保合规对城市燃气企业而言既是挑战也是机遇，从静态的角度看，落实新法新规，无论在管理模式和信息技术方面，还是在思想观念和经营理念都将面临不小的挑战性，城市燃气企业需要高度重视。从动态的角度看，用户信息安全将如同产品安全一样，必将逐步成为供应服务的核心内涵，个保合规建设不是对业务开展的阻碍，反而是自身品牌建设的一部分。城市燃气企业应持续关注个保立法、执法、司法动向，逐步建立健全个保合规体系，迎接一个全面融入数字化的智慧燃气时代。

【作者简介】

潘剑强先生，现任港华燃气集团高级副总裁—企业投资及事务职务，负责集团企业投资及事务部的管理，统筹集团项目及董事会事务、法律事务的工作开展。潘先生在集团财务运营、董事会管理体系、公司管治、合资企业依法合规治理等方面拥有丰富管理经验。

童凌先生，现任港华燃气集团助理副总裁—法律事务职务，有十余年城市燃气行业法律事务工作经验，涉足公司并购，诉讼管理、反垄断合规、数据合规等多个领域。

关于城镇燃气管网安全预警系统的思考

■ 上海航天能源股份有限公司 王超群 陈小辉 胡殿涛

近年来，城镇燃气管网安全形式越来越严峻，据统计，城镇燃气安全事故已成为我国继交通事故、工伤事故之后的第三大杀手。图3-1和图3-2给出了近期发生的两起严重的国内燃气爆炸事件，2021年6月13日十堰燃气爆炸和10月21日沈阳燃气爆炸。



图 3-1 十堰燃气爆炸现场——26 人死亡、138 人受伤



图 3-2 沈阳燃气爆炸现场——5 人死亡、52 人受伤

城镇燃气管网安全严峻形势主要有安全生产特点的严峻和安全生产面临风险的严峻。

安全生产的特点包括：

- 1) 管网开放性，遍布城市大街小巷；
 - 2) 隐患隐蔽性，管网埋在地下，难以掌握；
 - 3) 设施长期性，管道一般要运行20—30年；
 - 4) 用户公共性，面向整个社会各行各业用户。
- 安全生产面临的风险包括：

- 1) 介质的风险，无色无味，泄漏不易发现，易燃易爆；
- 2) 设备设施的风险，不完整或损坏，可能引发燃气泄漏失控风险；
- 3) 人员带来的风险，人员素质、能力不足和

行为错误，都可能带来风险；

4) 运营管理缺失引发的风险，责任不落实、管理不到位均可能引发风险；

5) 环境引发的风险，环境变化可能影响到设备设施及人员，从而带来风险。

任何风险都可能造成天然气泄漏，甚至火灾、爆炸事故，不但会造成城市大面积停气，而且严重威胁着人们生命财产安全。公共安全和应急管理是国家重大议题，党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视生产安全，把安全生产作为民生大事。国务院相关机构先后印发《城市安全风险综合监测预警平台建设指南（试行）》、《“十四五”国家应急体系规划》等文件指导城市安全体系建设，加大城市安全风险防控投入，落实部门责任，切实提升城市安全风险综合监测预警能力。



图 3-3 国务院印发指导城市安全和应急的文件

百分之一的遗漏，千分之一的侥幸，万分之一的偶然，都有可能引起百分之百的事故。故建设安全监测预警系统，实施主动风险管理至关重要。

航天能源深耕燃气行业多年，结合自身业务、技术经验，针对城镇燃气安全监测预警系统，有如下思考：

思考一：“擦亮双眼”，实现燃气安全从看不见向看得见的根本转变

近年来城镇燃气基础设施“站-箱-井-线-表”

迎来了爆发式增长，急速增长的管道规模带来了更多的安全隐患，如何让管理者“擦亮双眼”，实现燃气安全从看不见向看得见的根本转变，是当前行业面临的主要问题。从技术角度来讲，物联网、通信等技术的快速发展可实现燃气基础设施的数字化、智能化，打造全面感知、全面接入、全面监控的燃气安全保障体系，但从政府监管、企业运营角度来讲，海量设备设施的安全可见需要的是海量投资，安全与投资如何匹配，这也是摆在行业面前的“拦路虎”。

思考二：“改变思路”，实现燃气安全从事后处置调查向事前事中预警

安全监测主要解决了燃气安全从看不见到的问题，但对安全事故的事前事中预警作用有限，这时候就需要“改变思路”，结合安全监测的动态数据、设备设施的基础数据、运行维护等数据，充分利用大数据、AI智能算法等技术，进行事前事中的预警，可通过如下几方面进行：

1) 设备设施健康评价

针对调压站/箱/管道等设备设施进行健康评价,通过采集到的设备设施的动态数据,结合对应的基础数据,对设备设施进行健康评价,通过打分方式告知客户设备设施的健康状态,给出客户科学运维依据,将安全风险消灭在萌芽状态。

2) 智能诊断

通过采集管网、调压站/箱、用户的实时数据,结合基础数据、维护数据等内容,利用工业机理与人工智能算法,进行管网工况运行诊断、设备智能诊断、物联网数据诊断,在管网阈值报警之前及时诊断出异常现象,避免事故发生。

3) 管网仿真

可通过数字孪生技术对燃气管网进行仿真模拟,获取燃气管网GIS系统拓扑信息与运行监测数据搭建仿真模型,及时发现燃气管网的运行薄弱点,例如欠压、过流、超速等安全隐患点,在条件完备的情况下,进行管道的泄漏定位,同时进行各种应急工况模拟、运维方案仿真、设备设施建设规划模拟等内容,通过模拟仿真,全面掌握管网运行

的各类风险因数,指导安全预警管理。

思考三：“标准先行”，应加快燃气安全预警管理制度和标准的建设

目前燃气管网安全预警管理在数据采集、安全监测、分析预警、联动响应等各个方面还没有形成体系化的制度和相关的标准，建议政府与行业主导，燃气企业、设计院、科研单位、设备/系统供应商等共同参与相关制度和标准的建设，如燃气管网基础设施数字化/智能化标准、预警信息分级/发布标准等内容；同时，通过示范项目的建设，推动标准深化落地。

思考四：航天能源关于城镇燃气安全监测预警系统建设架构的思考



图 3-4 燃气安全监测预警系统建设架构示意图

图3-4为燃气安全监测预警系统建设架构示意图,主要分为两部分,第一部分是底层燃气设施安全智慧化建设部分,主要围绕燃气设施“站-箱-井-线-表”及相关应急抢修、应急供能设备,利用物联网、信息化等技术手段,对其改造或建设,大幅度提升燃气安全风险的识别与预警水平。

第二部分是上层安全监测预警系统软件部分，开发集燃气安全风险数据库建设、监测报警、智能调控、健康评价、智能诊断、管网仿真、风险预警、预案管理、应急处置等功能为一体的计算机信息网络系统—燃气安全风险监测预警系统，提升燃气安全风险发现、防范、化解、管控的智能化水平。

深化工程服务 聚焦安全效率 积极开拓创新

■ 港华集团 陈文健

工程质量与安全是城市燃气企业可持续发展的前提。为了从源头把好关，港华集团历来重视工程品质，从“人、机、物、法、环”入手，在规划、设计、建设以及运维等多方面夯实工程质量、提升安全管理水平；同时，为了适应信息化技术和大数据应用的发展趋势，港华集团正加快推动创新技术应用和数字化、智慧化运营。

1. 强化工程项目全生命周期的管理

作为城市能源结构和城市基础设施的重要组成部分，燃气设施的可靠运行事关千家万户生命财产安全与社会和谐稳定。港华集团基于多年积累的工程建设及运维经验，逐步实现了对工程项目全生命周期的有效管理，通过梳理管理中的痛点、难点和薄弱点，制定适配工程项目各环节的管理手段，从而形成一整套专业、高效的工程建设及运维管理体系，并一以贯之、不断完善、狠抓落实。

1) 科学规划引领工程建设。在工程项目的全生命周期管理中,项目前期的可行性评价、规划方案的科学制定对确保项目可靠运行、获得预期收益起着至关重要的作用。港华集团在新项目开发中,有专业团队开展工程质量尽职调查、资产评估以及工程方案策划等工作,审慎把握投资风险;在具体工程项目实施前,结合集团发展策略及企业的经营状况和发展目标,立足当前市场形势及业务需求,兼顾当地规划、气源及能源形势等变化,提出针对性的工程建设及优化方案,促进工程投资及运行效率的不断提升。

2) 标准体系保障工程品质。港华集团多年来持续开展标准化建设工作,目前已发布 90 部工程技术类指引及 40 部工程管理类指引,形成了自身工程标准体系。此外,港华集团受邀先后参与编制国家、行业及团体标准 40 余部,包括行业唯一强制性国家规范——GB55009《燃气工程项目规范》。随着港华标准化的推行应用,各类工程均有相应的

规范和指导，切实保障并提升企业的工程品质，并通过实践应用为行业发展与进步提供借鉴经验。

3) 动态管控促进工程质量。为加强对工程建设承包商的管控,港华集团施行厂站及高压 / 次高压管道工程合作商入围管理制度,先后建立了设计、施工、站控系统 & 监理单位的入围名单,并实施项目负责人备案制。同时,各区域管理机构推行中低压管道工程和水平定向钻施工单位联合招标及入围管理办法,并建立了区域统一计价清单。加之通过建设审核、线上自动评价和监理费浮动酬金等多项举措的推进,全面形成了对合作商的动态管控机制。

4) 信息技术提升管理效率。港华集团现有客户数量达到 4200 万户，供气管网长度逾 13 万公里，为加强对燃气工程质量及运行风险管控，港华集团统一部署了 TMS- 工程成本模块和 TMS- 工程移动，覆盖工程成本、进度、质量管理过程，确保港华技术标准和管理要求的高效落实，并同步搭建了 TMS-SOM 模块，实现对资产设备的实物信息、运行及巡检维修信息的管理，构建工程全生命周期管理数据库。基于数据应用，通过工程建设大数据分析平台强化质量评估，增强工程过程追溯性，促进工程管理效率的提升。



图 3-5 强化工程项目全生命周期的管理

2. 顺应国家政策, 创新开展储气能力建设

为保障能源安全稳定供应，我国加快推进天然气产供储销体系和储气基础设施建设，2018 年国家发改委发布《关于加快储气设施建设和完善储气调

峰辅助服务市场机制的意见》，要求城燃企业到2020年形成不低于年用气量5%的储气能力。在供气规模快速增长的同时，确保供气的稳定可靠性刻不容缓。很多企业面对突如其来的储气要求措手不及，同时也面临储气项目选址难、建设运营成本高、无法实现规模效益等不利局面，在此背景下，港华金坛储气库的出现引起了国家及行业内的瞩目。

1) 未雨绸缪，把握储气建设新阶段。2009年，在国内城市燃气快速野蛮生长之时，港华集团已在审慎思考供气的安全与稳定性，提出了利用常州金坛盐穴资源建设地下储气库的战略部署。港华金坛储气库作为国内首座由城燃企业建设运营的储气库项目，克服建设过程中的重重困难，于2018年底投产获得了“十年磨一剑”的潜心砥砺前行，彰显了港华集团在民生保供上的责任担当。

港华金坛储气库项目一期工程建设10口储气井，工作气量3.1亿立方米，项目对于缓解江苏省内的燃气企业的气源供应及调峰储气需求具有重要作用；随着城燃企业储气需求的不断扩大，港华集团已启动金坛储气二期项目建设，将新增15口储气井，一、二期总储量合计将超过7亿立方米。

2) 科技创新，开创储气建设新理念。港华金坛储气库在建设实现了“从式井”布局的技术创新，推出了储气库生命周期完整性管理模式，均为国内首创。2022年港华金坛储气库荣膺第十九届中国土木工程詹天佑奖，成为国内唯一的燃气工程获奖项目。詹天佑奖代表国内土木工程建设领域科技创新的最高奖项，该奖项重点突出科技创新性，不仅是工程质量，更是代表了新阶段科技发展的方向，代表了国家发展战略的要求，代表了行业转型升级的需要。

3) 互联互通，构建储气应用新格局。随着国家油气体制改革深入，将逐步形成上游气源供应多主体多渠道、中间“一张网”高效集输、下游市场化良性竞争的“X+1+X”市场体系，天然气管网互联互通将为储气资源的利用提供有力支撑。港华集团在24个省、直辖市、自治区拥有300多个城市燃气公司，通过不同地区及企业间管网互联互通可以补充国家管网的空白地带，实现储气资源的有

效调度利用。同时，互联互通管网的构建，也在拓展新区域市场、平抑气源成本，确保气源供应稳定可靠方面发挥着重要的作用。

港华集团积极开展相关策略研究，针对不同区域的经营形势及储气调峰需求，提出了灵活适用的互联互通规划策略，下一阶段，港华集团将充分发挥港华金坛储气库的资源优势，打造以金坛为枢纽的储气中心和转输中心，同时借助唐山曹妃甸LNG接收站、四川威远页岩气液化储存基地等项目整体布局港华储气及互联互通网络。



图 3-6 构建互联互通供气网络

3. 提升工程品质、完善工程服务体系

为加强工程品质管控、深化工程服务示范作用、带动集团整体工程建设及管理水平的提升，港华集团先后注册成立了卓裕（广东）工程建设有限公司，收购了江苏金卓建设工程有限公司。这两家公司作为港华旗下的工程建设实施单位，始终坚持规范化、标准化的经营理念，服务于港华集团内外部燃气企业，逐渐做大做强，成为覆盖咨询、施工、检测及运维抢修等工程项目全生命周期管理的服务平台。

1) 协力打造优质工程。卓裕工程主要从事工程施工、管道检测、定位测量、设备销售及运维服务，已陆续开展陀螺仪管道测绘、“车犬联动”检漏等业务，覆盖港华集团各大区域的燃气企业及水务环境项目；江苏金卓具有市政总承包一级、建筑工程施工总承包二级、GA1 乙级特种设备（压力管道）安装改造维修许可等工程资质，以城镇燃气管道、厂站、水务、热力、房建、装修等工程施工为主营业务，同时为适应国内能源形势的发展变革需求，业务范围进一步拓展至光伏等新能源项目。

2) 积极推进企业环境、社会及管治（ESG）。港华集团致力于改善环境，为客户提供专业、高效、安全、清洁的能源。在保障工程质量的同时，港华集团对企业环境、社会及管治（ESG）提出了更高的要求，工程承建商、材料供应商等合作伙伴应遵循港华集团《健康、安全及环保（HSE）政策》和HSE责任，符合港华集团ESG理念、策略及相关承诺。

4. 推动创新技术应用和数字化、智慧化运营

港华集团始终致力于运用先进信息技术推动工程管理及设备设施运行管理水平，形成了多样且高效的信息化管理成果，在已实现了TMS-工程成本、TMS-工程移动、TMS-SOM等功能模块应用的基础上，目前已在全面推进燃气生命线数控平台（TOP）建设。TOP平台将实现城市燃气管网和设施智慧监测和综合管理，指导管网设施改造更新、运维养护、应急抢险等，从而提升城镇燃气智能化水平和安全运营，同时配合地方政府城市管理要求，构建“数据+数字化模型+共享”的城市燃气生命线安全工程。

1) 深化数字应用，打造生命线数控平台。港华TOP平台将以准确完备的管网、设备设施数据库为基础，依托地理空间信息（GIS）和物联网、视联平台（IoT）为能力底座，构建GIS、设备物联、设施管理、视频聚合的一体化业务平台，并通过运维业务的移动化、图形图标可视化、数字化，实现数据融合、风险评估分析、隐患管理、综合研判决策、预警应急响应与高效联动处置等功能，提供较为强大的数据、模型分析展现能力，为数据深度挖掘及指导决策提供智慧运维及安全管理长效机制。

2) 人工智能开发，引领管网检测新技术。港华集团通过平台数据收集和AI人工智能训练建立了PE管道焊接AI图像识别，利用AI人工智能算法对PE管电熔连接过程合格性进行自动检测判断，确保电子化底片信息的完整与准确，提高焊缝质量核查效率。另外，针对钢管焊接质量的AI自动评估工作也在大力推进中。

3) 依法合规，全面开展管网检测及定位。为保障厂网运行安全可靠，港华集团通过SCADA系统、

GIS系统、巡检系统等实现厂站、管网及附属设备设施运行状态数字化采集、分析。2018年研发推出Mini-GIS系统，不仅满足了中小型企业管网基础数据信息化需求，更大大降低了企业成本。2021年，港华集团全面开展“明沟实测”工作，并引入北斗卫星定位技术对管网信息进行准确定位，实现其位置信息数字化管理。2022年，港华集团进一步与中国特种设备检测研究院（简称“中特检”）开展合作，依托中特检在管道检测专业领域的技术研究和提供服务能力，为企业提供管道定期检验服务，通过提供规范化服务，提升港华集团整体定期检验质量及维护效能。



图 3-7 人犬联动泄漏检测

4) 运维创新，为燃气安全保驾护航。港华集团一直积极探索厂网运行维护的创新方式。2018年首创“联合维保”，由集团和区域管理机构协作，共同制定了统一的维保内容、工具、流程及服务商；2019年再创“车犬联动”检漏，由激光燃气泄漏检测车组合燃气嗅探犬对管网进行泄漏检测，能快速精准确定泄漏点，提高检测效率。2021年“车犬联动”检漏完成逾4000公里管线，助力风险隐患的发现与及时整改。

随着国家“30·60”双碳目标战略的提出，国家和行业在安全生产、能源结构转型、信息安全等方面提出了新的要求，燃气行业迎来创新变革的新时代，港华集团正在由传统的燃气供应向综合能源利用、延伸业务拓展等方向发展。为迎接多元化的业务发展带来的挑战，港华集团将继续深化工程服务，从规划-设计-建设-运维等全过程夯实工程质量安全根基，在智慧创新的道路上砥砺前行。

能源清洁化发展与城镇燃气安全

——全国政协常委、中国工程院院士张来斌访谈



张来斌，男，全国政协常委、中国工程院院士、应急管理部油气生产安全与应急技术重点实验室主任、国务院第八届安全科学与工程学科评议组召集人、中国石油大学（北京）教授，曾任中国石油大学（北京）校长。

长期从事油气生产系统及装备安全科学与工程理论、方法和技术研究工作，创建了石油高校首个安全科学与工程学科。在油井管损伤检测、油气生产大型动力机组故障诊断及油气生产系统风险评估和早期预警方面做出了创新性成绩，推动了我国在该领域的技术进步。主持完成多项国家、省部级及企业委托的重大项目，获国家科技成果二等奖4项，其中以第一完成人获国家技术发明二等奖2项，省部级科技进步特等奖1项和一等奖多项，出版专著及教材多部，授权发明专利50余件，发表学术论文200余篇，获国家教学成果二等奖，孙越崎能源大奖，国际石油工程师协会（SPE）杰出会员。

《智慧燃气》：张院士您好，您在今年两会之际提到能源转型，包括预防能源转型中的不确定性风险等。清洁能源是今后的发展方向，在“双碳”目标的引领下，城镇燃气行业也在积极参与能源清洁化发展，请问城镇燃气在发展清洁能源的过程中，应该怎样发挥作用？

张来斌：“双碳”目标下的能源行业发展促使我国要在今后40年内打破以化石能源为主体的既有能源消费模式，转向以可再生能源为主导的能源消费体系。近年来，城镇燃气依托天然气的清洁能源属性，在天然气发电等领域持续支撑我国能源转型过渡；同时也在氢能等非化石能源领域积极布局，探索新的可再生能源技术，以适应未来能源变局的需要。

因此，城镇燃气行业作为能源行业的一个重要组成部分，可在以下两个方面为我国向可再生能源消费体系平稳过渡做出重要贡献：

一是继续发挥燃气在能源发展的压舱石作用。支持天然气等绿色能源的利用，包括平衡好管道气进口稳定性和LNG进口灵活性之间的关系，发挥LNG接收站的调峰应急作用，提升和保持天然气的自我供应能力。发挥好天然气期货市场的套期保值作用，谋求更多元化的进口结构，提升在全球范围内配置资源的能力，建立完善能源监测预警机制，有效应对全球化、多元化带来的能源价格波动风险。

二是积极稳妥地推进能源绿色低碳转型。支持氢能等新型清洁能源在城镇燃气中的发展和应用，增强可再生能源消纳能力，实现能源增量替代，为其他可再生能源消纳腾出空间。

《智慧燃气》：谢谢张院士的建议，刚才您提到“城镇燃气作为传统能源，需要发挥压舱石作用”，请问要发挥好城镇燃气行业压舱石作用，城镇燃气企业需要注意哪些问题？

张来斌：一方面是刚才我们已经提到过的，燃气企业可以立足自身发展，在提升能源转型期的供应能力方面不断开拓，满足我国城市能源供应需求，稳定能源供应价格体系。

另一方面，则是需要更加关注城镇燃气的安全问题，保证压舱石作用的顺利发挥。

今年我在全国政协十三届五次会议上提交了一个“关于加快我国城镇燃气行业安全监管体制改革的提案”，就是针对近年来城镇燃气行业事故逐渐高企的问题。我们一直都说，城镇燃气管道是城市的重要“生命线”，与广大人民群众生产生活、社会的公共安全息息相关，城镇燃气同时又是城市运行的重要能源组成，在能源转型的过渡期发挥着不可或缺的作用。但是连续几年国内外发生的燃气管道事故都造成了严重的生命财产损失，“生命线”成了“危险线”。特别是去年发生在湖北省十堰市的“6·13”城镇燃气爆炸重大事故，造成的后果十分不幸，有26人遇难，138人受伤，其中重伤37人，直接经济损失高达5395万元，损失惨痛、人员伤亡严重。习近平总书记为此做出重要批示：要举一反三、压实责任，增强政治敏锐性，全面排查各类安全隐患，防范重大突发事件发生，切实保障人民群众生命和财产安全，维护社会大局稳定。由此可见，城镇燃气企业加强安全治理体系和治理能力建设，保障城镇燃气安全、可持续的发展，这对于促进我国城市公共安全，防范城市能源转型过程中的风险也是有着重要意义的。

《智慧燃气》：我们杂志也关注过您的这个提案，提案中您非常关心城镇燃气安全问题，对城镇燃气安全管理方面的问题也从法律法规、政府监管职能、特许经营制度角度提出了三点建议，您能谈谈从燃气企业角度应该如何加强安全管理吗？

张来斌：我之前提到城镇燃气安全管理方面的问题中，有两个问题是跟燃气企业息息相关的：

一是城镇燃气的风险防控方式仍然落后。由于缺少长期和总体规划，管道交叉、占压、管线位置信息缺失情况严重；管网设施新旧建设标准不一，

数字化、信息化手段只是在少数大型燃气企业中得到应用，完整性管理等先进的管理理念还需进一步推广；燃气用户报警、截断等基础安全设施建设不完全，安全用气监管难度大，终端用户风险防控手段落后；

二是燃气安全事故应急处置预案不完善，智能化程度低，表现为反应慢、应急处置效果差。部分燃气企业的事故应急预案仍采用纸质文档管理，在应急情景下无法调阅，处置预案难以有效实施；燃气事故发生后，燃气企业难以快速定位危险源、对事故影响范围及严重程度也缺乏快速判断的方法。

这两个问题的解决正好可以借助“智慧燃气”的力量，加快科技发展与智能化应用，改进风险防控方式，提升应急处置能力：

其一，从施工建设期到稳定运行期全面推进燃气管道的完整性管理，维护燃气基础设施的本质安全，预防事故的发生；

其二，加速落实燃气用户泄漏报警装置的安装和应用，借助物联网与智慧管理平台，提升终端用户风险防控能力；

其三，运用信息化、数字化等新一代技术手段提升城镇燃气管管理的科技水平，引入智能化的应急处置技术，完善应急处置预案，增加应急反应速度，提升应急处置能力。

《智慧燃气》：最后，您对《智慧燃气》的读者以及能源行业发展有没有什么建议？

张来斌：面对百年未有之大变局和错综复杂的国际环境，无论是城镇燃气安全或是能源供应安全，都需要我们能源行业的主管部门、企业单位、从业人员、终端用户，共同努力、共同创造一个安全、韧性、和谐、高效、稳定发展的能源体系，更好地服务于国家与人民。同时也希望《智慧燃气》的读者都能很好的参与到这个进程中，运用智慧化的手段为应对我国能源行业发展中的风险做出贡献。

腾讯

腾讯是一家世界领先的互联网科技公司，用创新的产品和服务提升全球各地人们的生活品质。

腾讯成立于1998年，总部位于中国深圳，于2004年在香港联合交易所上市。公司一直秉承“科技向善”的宗旨，通信和社交服务连接全球逾10亿人，帮助他们与亲友联系，畅享便捷的出行、支付和娱乐生活。腾讯还提供云计算、广告、金融科技等一系列企业服务，支持合作伙伴实现数字化转型，促进业务发展。其中，腾讯云智慧能源，依托腾讯科技力量和连接能力，打造“能源连接器EnerLink”“能源数字孪生EnerTwin”两大数字化底座产品，融合腾讯强大的生态能力，面向燃气等能源和资源行业，提供综合能源服务、碳资产管理、数字化运营、智慧营销等解决方案，构建开放共赢的云端生态，助力客户数字化转型及低碳发展。

《智慧燃气》：腾讯是如何理解智慧燃气的？

新技术的应用及管理理念的改变，正在带动燃气行业业务运行模式的转变，随着技术的发展，燃气行业会朝着智慧化方向不断进步，将以更加有效、方便、智能的方式为客户提供服务。智慧燃气也会由狭义的智慧燃气向广义的智慧燃气进行转变，广义的智慧燃气是深度应用能源互联网技术，是以燃

气为核心能源，覆盖智慧能源、智慧城市等的综合生态和业务。

《智慧燃气》：腾讯在智慧燃气方面有哪些方案和布局？

腾讯基于感知层、边缘层、平台层、应用层四个层次对燃气行业智慧化转型进行探索。



第一层是感知层，包括燃气表、采集终端、检测终端、手持终端、智能热量表、智能温控器、智能控制阀、摄像头等。

第二层是边缘层，随着 5G 等网络技术的发展，面对着感知层产生越来越多的数据，业务会对网络的时延、网络可靠性提出更高的要求，边缘层(边缘计算)的建设会更加重要和必要。将高带宽、低时延、本地化的业务下沉到网络边缘，解决时延过长、汇聚流量过大等问题，边缘计算就近提供边缘智能服务，满足燃气行业智能化在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。比如：基于边缘层构建无人化场站，通过感知层的传感器、摄像头，结合 SCADA 系统，实现场站异常报警及远程自动控制，与应急调度系统集成，实现快速响应，降低安全风险。在技术上，我们认为边缘层不是孤立存在的，边缘层和中心云甚至是公有云应该是一体化的方案，中心云的产品和服务能够延伸到边缘机房和边缘设备，让云无处不在、触手可及。



第三层是平台层，平台层包括云计算基础设施、物联平台、时空信息平台、业务中台、大数据平台等。在平台层，无论是哪种技术或者方案，都是为了消除数据孤岛、业务孤岛，让数据产生价值、让业务开发更简单。

第四层是应用层，应用层包括了智慧服务、智慧运营、智慧管网、智能能源和智慧城市。在应用层腾讯发挥自己在连接、综合能源服务、新零售营销、人工智能等方面的优势，助力燃气行业智慧化转型。

《智慧燃气》：在燃气智慧化应用方面，腾讯有哪些应用场景？

腾讯在燃气智慧化应用方面场景丰富，例如：

(1) 用人工智能的方式来实现燃气负荷预测

城市燃气面临向上游企业采购天然气的多价格梯度和罚则，也面临着用户侧保障要求高，腾讯基于人工智能技术，结合城市燃气业务场景，打造“AI+ 燃气预测”的体系框架，构建“购储销”一体的燃气负荷预测系统，提升运营经济效益。

(2) 采用人工智能和知识库实现全渠道无缝覆盖

采用语音识别、自然语言处理等人工智能技术和知识库实现全渠道无缝覆盖，实现线下到线上线下一体化，和用户产生更多的互动，提升客户满足度，降低人力成本。比如：燃气用户可以在小程序上通过语音或者文字快速查询本月燃气费多少、积分多少。

(3) 采用综能服务方式助力燃气企业向智慧能源转型

在双碳的背景下，腾讯推出了综能工场产品，综能工场是集综合能源产品生态和数据汇接于一体的平台，腾讯期望通过综能工场助力城市燃气企业向智慧能源转型。

(4) 采用企业微信和微信的互通实现燃气公司的私域流量运营

燃气企业员工用企业微信可以添加燃气客户的微信，在单聊、群聊、小程序、朋友圈、视频号、支付向客户提供持续的服务，并且所有数据留存在企业内部，员工离职，客户不流失。借助腾讯客服中心、呼叫中心、客服机器人、视频客服、微信客服、工单、产品营销、私域流量运营等功能，助力燃气公司建立私域流量池，实现燃气行业智慧化服务，持续增强燃气安全、提高服务效率、提升“以客户为中心”营收增长，挖掘用户终身价值。

《智慧燃气》：腾讯在智慧燃气方面有哪些优势？

腾讯在 2018 年提出“扎根消费互联网，拥抱

产业互联网”战略升级，C2B 是产业互联网的重要抓手，也是腾讯的独特优势，这个优势体现在三个方面：

第一个是技术优势。腾讯经过二十多年的技术锤炼，除了持续的自研技术创新，还积极地参与全球开源技术社区，不断地提升产品的开放性和兼容性，与合作伙伴共同推进技术的发展。

第二个是连接优势。凭借 20 多年服务十亿级 C 端用户的经验，腾讯云达成从广角到微观的连接能力，通过公众号、小程序、支付、企业微信等连接器，帮助燃气企业更好地服务用户。

第三个是生态优势。我们与合作伙伴互联互通，互助互利，共建数字生态共同体。通过生态共建，产业共创，发挥各自的优势，腾讯与合作伙伴实现了跨产业、跨科技边界的融合创新，为燃气行业的数字化升级发挥助力。

《智慧燃气》：腾讯在燃气行业有哪些好的实践，可以分享一下？

随着能源行业的发展，新型生产和用能方式的出现，用能企业对于更低成本更安全的用能需求逐渐增加，综合能源服务也逐渐普遍。然而无论是用能企业、还是能源管理类产品提供商，还是综合能源服务商，提供和选择综合能源服务都不是一件简

单的事情。在这个背景下，腾讯推出了综能工场产品，综能工场是集综合能源产品生态和数据汇接于一体的平台，综合能源领域的用户、产品供应商和服务商在腾讯云综能工场能够一站式构建自己的综合能源服务平台。基于综能工场，今年 4 月 22 日“世界地球日”当天，腾讯云和港华能源投资有限公司联合打造的港华智慧能源生态平台正式上线。该平台可以实现区域碳排放一目了然、碳管理精准高效，在工业园区落地后，预计每年可减少数十万吨碳排放，助力园区加速迈向“双碳”目标。

2020 年 4 月 28 日，深圳燃气与腾讯云达成战略合作，助力深圳燃气加速智慧能源建设和智慧管网的业务创新，推进深圳燃气的数字化转型升级。腾讯助力深圳燃气建设智慧协同办公平台，该平台作为员工移动应用的统一入口，连接了深圳燃气 7500 多名员工，接入了行政办公、人事业务、信息业务等 105 个工作流程，集成了会议系统、门户系统、集团邮箱、深燃学堂、报账报销等 17 个移动端应用，为员工提供“任何时间、任何地点、任何终端”的工作协同、业务处理和信息共享。

未来，我们也希望携手更多企业，共同创造更多智慧燃气优秀实践案例，实现共赢，也推动行业创新发展。



先锋电子

杭州先锋电子技术股份有限公司成立于1991年，至今已有31年，是智能燃气表领域的行业先行者、科技创新主力军，也是杭州市重点引进的国家级高新技术企业。先锋电子坐落于杭州高新技术开发区（滨江），占地35亩，拥有建筑面积5.4万平方米。

先锋电子秉持“致力于提供智慧、安全、高效的公用事业解决方案与服务”的企业愿景，是国内最早从事智能燃气表及管理系统研发与生产的上市公司（股票名称：先锋电子，股票代码：002767）。园区集10,000平方米的总部运营基地、3,000平方米的总部研发中心、1,300平方米的智慧燃气大数据中心和客户体验中心、1,600平方米的CNAS实验室和25,000平方米的智能制造平台于一体，同时吸引相关高新技术型企业入驻，形成了一个高效的科技孵化、产学研融合、总部平台和先进制造的综合型基地。



《智慧燃气》：作为燃气计量仪表行业的领军企业，先锋电子如何看待燃气安全？有哪些安全产品布局？

先锋电子：随着城镇气化率的提升，燃气作为清洁能源被广泛应用，“安全”成为燃气行业运营中，重中之重关注点。近年来发生的一些燃气爆炸事故，不由让人痛心，引人深思。将燃气事故扼杀在摇篮里，安全是前提。一直以来，先锋电子专注于对安全智能终端产品和安全产品的专项研发，不断探索和实践，投资近 5000 万元，拥有先进的专业生产线，新增生产检测设备 100 余台 / 套，产品涵盖自有终端包括 G1.6-G25 膜式燃气表，

DN25-DN200 罗茨、涡轮流量计、G1.6-G40 商用超声波燃气表、DN25-DN200 超声流量计及基于 NB-IoT、4G、蓝牙的物联网整体解决方案，整体研发技术能力处于行业领先水平。

目前，先锋电子推出“安全”解决方案，分为三部分呈现：管网安全、用气安全和数据安全。

① 管网安全

管网安全解决方案，在智能终端、安检系统、GIS、SCADA、智能巡检等基础上，配合先锋自有智慧燃气 IoT-Cloud 采集云平台，通过物联网智能终端实时、定时功能，将上传的管网数据及计量数据、压力温度数据等海量数据推送到后台业务管理系统，实时监测门站调压站、管网等设施的运行状态，快速定位并及时上报异常情况。同时，为政府、燃气公司和社会公众提供数据共享与交换、管控和决策支持服务，让管网安全管理更智慧、更透明。



② 用气安全

预防燃气泄漏爆炸事故发生的有效方法之一是安装燃气泄漏报警器，进行实时燃气泄漏监控。先锋电子结合 CJT449-2019 行业标准设计研发的切断型燃气表和用气场景下的智能终端均为安全型防爆产品，可配装先锋有线或无线燃气（民用或商业）泄漏报警器，具有微小流量泄漏报警、超流量报警、温度和压力超限报警、燃气泄漏关阀、防恶意攻击等安全防护功能，内置 NB-IoT、4G 或 5G 远传，实时监测运行数据，进行用气规律分析、故障预警、远程阀控等用气安全管理，提早发现设备异常，提早预防、减少安全隐患。当报警器检测到有可燃气体泄漏时，立即发出声光报警信号，联动智能燃气表进行关阀操作，同时上报报警信息至后台系统，并通过 APP 信息推送、短信等方式通知燃气用户。先锋燃气报警器具有即插即用、语音播报、远程自检、故障自动检测、自动上报、报警推送、多重警告、后台监控、报警设备定位、传感器故障上报等功能，可帮助燃气公司减少入户年检次数、降低管理成本。通过物联网平台完成设备 - 系统 - 人的无缝联动，报警器可与燃气表、灶具等联动成智慧厨房，守护家庭安全。



③ 数据安全

伴随着燃气产品进入物联网时代，数据安全就变得异常重要，先锋电子从产品设计时就侧重于数据安全：硬件端，先锋电子对物联网智能终端产品植入金融级的安全防护；数据传输层，在依托网络安全的基础上对数据通讯协议使用国密算法加密及校验；在系统间，使用 https 控制访问和 Token 鉴

权验证两种方式进行安全控制。三层防护，有效保证数据安全。



《智慧燃气》：2021年11月，先锋电子荣获浙江省市场监督管理局正式批准发放的《专项计量授权证书》，先锋电子为此作了哪些准备工作？有何感想？

先锋电子：因为供水供气制度改革和强制检定收费停征，民用水表、燃气表计量监管出现的市场主体责任落实不到位、检定效能低下等一些情况成为了需要迫切解决的问题。

为了深入贯彻落实党中央、国务院关于深化“放管服”改革的决策部署，加快政府职能转变，深化公共服务“最多跑一次”，2019年12月，浙江省市场监督管理局印发实施了《浙江省民用水表、燃气表强制检定改革试点方案》。

先锋电子立刻积极响应“二检合一”改革试点工作，严格按照《中华人民共和国计量法实施细则》等有关规定，在计量标准、管理体系、设施环境、设备配置、场地改造和人员培训等各方面严格按照授权考核的要求不断完善。不仅对每台民用燃气表按国家计量检定规程实施计量检定，而且建立了信息化监管制度，与浙江省的监管平台系统做了无缝对接，将每台民用表出厂计量检定数据上传至平台，向市场监管部门、承担监督抽查检定任务的计量检定机构、供气经营单位开放，消费者可通过政府相关网站查询民用燃气表检定结果。

获得《专项计量授权证书》，意味着先锋电子获得市场监管部门的计量授权，在产品出厂检验的过程中一并实施计量器具的首次强制检定，省去中

间的重复检定环节，提高了检定效率。先锋电子有信心、有能力能够独立承担强制检定“二检合一”计量授权的相关职责。

《智慧燃气》：对于国家发改委与国家能源局在2022年3月22日联合印发的《“十四五”现代能源体系规划》，先锋电子进行了哪些战略调整？

先锋电子：先锋电子以“十四五”现代能源体系规划为指导，在能源领域关键的核心技术和装备攻关方面制定了明确的战略部署，为加速产业链数字化智能化升级打好了扎实的基础。在全面提升企业数字化生产的同时，先锋电子严格执行产品品质监控，实行全生命周期管理，加快质量改进步伐，用“高标准、严要求”总体思路做好每一处细节管控，取得了高质量管理效果。



涡轮流量计自诊断方法的实验研究

赵然1, 申思2, 张涛3

(1. 北京市燃气集团有限责任公司; 2. 北京北燃环能科技发展有限公司; 3. 北京市公用事业科学研究所)

摘 要: 介绍涡轮流量计自诊断实验的步骤。根据实验数据, 拟合得出涡轮流量计无故障情况下的压力损失与工况流量之间的函数表达式。针对涡轮流量计常见的轴承损坏引起过气不计量、叶轮磨损两个故障进行了实验研究。通过对比压力损失计算值(将工况流量代入函数表达式得到)与压力损失实测值(利用压差计测量得出)之间的相对误差对涡轮流量计进行自诊断。

关键词: 涡轮流量计 自诊断 轴承损坏 叶轮磨损

1. 概述

目前涡轮流量计的自诊断停留在人工诊断阶段, 人工诊断是人为主动发起的, 采取现场或远程诊断方法。现场诊断优点是准确率高, 缺点是诊断间隔周期长、往往需要专业诊断工具; 远程诊断优点是数字化显示、图表分析便捷、诊断间隔周期短, 缺点是干扰因素多、诊断准确率低。现阶段智慧燃气平台融入了大数据、物联网、云计算、位置服务、智能控制、数据挖掘等 IT 技术^[1]。在智慧燃气平台技术要求下, 诊断间隔周期短、显示界面友好、准确率高的涡轮流量计自诊断功能开展研究并投入使用。

2. 涡轮流量计自诊断实验

2.1 实验基本情况

涡轮流量计自诊断原理: 研究无故障情况下压力损失和流量之间的函数关系, 通过压力损失的计算值和实测值相对误差来实现涡轮流量计自诊断。实验目的: 验证涡轮流量计自诊断的方法。实验气体: 用空气作为气源, 选择微正压, 空气绝对压力为 105kPa, 温度为 28℃。实验数据: 涡轮流量计的压力损失和流量。实验流量计型号:

SM-RI-XG2500, 公称直径为 250mm。实验流量计检定等级: 1 级。实验流量点: 200m³/h、800m³/h、1600m³/h、4000m³/h。实验环境压力: 100.2kPa。实验设计的故障: 轴承损坏引起的过气不计量故障、叶轮磨损故障。

2.2 实验步骤

第 1 步: 确定涡轮流量计在无故障情况下其压力损失和流量之间的函数表达式; 第 2 步: 将涡轮流量计实测流量代入函数表达式, 计算出压力损失值(称为压力损失计算值); 第 3 步: 使用压差计测量出涡轮流量计实际的压力损失(称为压力损失实测值); 第 4 步: 对比压力损失计算值与压力损失实测值之间的相对误差, 通过分析相对误差来诊断涡轮流量计的故障。

2.3 实验数据和分析

本文所有流量均为进口气体绝对压力为 105 kPa、温度为 28℃情况下的空气工况流量。

① 无故障情况

涡轮流量计在无故障情况下的实验数据见表 1。200 m³/h 流量点对应的 3Pa 压力损失实测值为坏值, 予以剔除。

流量点/ (m³·h⁻¹)	压力损失实测值 /Pa	流量实测值 /(m³·h⁻¹)
4000	2973	3975.67
	2969	3974.11
	2965	3989.29
1600	416	1576.95
	417	1589.18
	418	1589.37
800	115	804.59
	110	798.51
	109	800.36
200	3	201.09
	6	200.07
	7	201.34
0	0	0.00
	0	0.00
	0	0.00

表 1 涡轮流量计在无故障情况下的实验数据

根据表 1, 拟合得出涡轮流量计无故障情况下的压力损失与流量之间的函数表达式(相关系数 R² 等于 0.999):

当流量实测值大于等于 1600m³/h, 并且小于等于量程上限 4000 m³/h 时, 拟合得公式:

$$p=0.0002 q_v^2-0.0566q_v \quad (1)$$

当流量实测值大于等于 0m³/h, 并且小于 1600 m³/h 时, 拟合出公式:

$$p=0.0002 q_v^2-0.0035 q_v \quad (2)$$

式中 p ——涡轮流量计的压力损失计算值, Pa
 q_v ——涡轮流量计的流量实测值, m³/h

② 轴承损坏引起的过气不计量故障情况

涡轮流量计在轴承损坏引起的过气不计量故障情况下的实验数据见表 2。

流量点 /(m³·h⁻¹)	压力损失实测值 /Pa	流量实测值 /(m³·h⁻¹)
4 000	956	17.19
	974	17.14
	972	17.18
1 600	143	7.62
	127	7.75
	127	7.86
800	25	0.00
	24	0.00
	23	0.00
200	—	—
	—	—
	—	—

注: 因流量点为 800 m³/h 时涡轮流量计流量实测值为 0, 故舍弃了针对 200 m³/h 流量点的测试。

表2 涡轮流量计在轴承损坏引起的过气不计量故障情况下的实验数据

注: 因流量点为 800 m³/h 时涡轮流量计流量实测值为 0, 故舍弃了针对 200 m³/h 流量点的测试。

③ 叶轮磨损故障情况

涡轮流量计叶轮磨损后, 经过叶轮的燃气流动状态会发生改变, 进入叶轮后的角度也发生变化, 最终引起作用在叶轮上的力产生变化。当产生的推动力大于阻力时, 流量变大; 相反则流量变小。涡轮流量计在叶轮磨损故障情况下的实验数据见表 3。

流量点/ (m³·h⁻¹)	压力损失实测值 /Pa	流量实测值 /(m³·h⁻¹)
4000	3604	4151.05
	3599	4150.92
	3593	4151.01
1600	806	1631.52
	761	1632.21
	762	1632.09
800	398	809.48
	392	809.45
	390	809.85
200	299	208.21
	301	208.39
	301	208.28

表3 涡轮流量计在叶轮磨损故障情况下的实验数据

④ 2 种情况下的相对误差

由表 2 可知: 针对型号为 SM-RI-XG2500、公称直径为 250mm 的涡轮流量计, 压力损失大于 7 Pa, 流量实测值小于 200m³/h 时, 涡轮流量计存在轴承损坏引起的过气不计量故障。

将表 1 和表 3 中的涡轮流量计流量实测值代入公式 (1)、(2), 计算得到涡轮流量计的压力损失计算值, 进而得到压力损失计算值与压力损失实测值之间的相对误差, 见表 4。

流量点/ (m³·h⁻¹)	无故障下的相对误差 /%	叶轮磨损故障下的相对误差/%
4000	-1.24	-10.90
	-1.19	-10.78
	-0.27	-10.63
1600	-1.90	-45.41
	-0.44	-42.12
	-0.65	-42.21
800	10.14	-67.78
	13.39	-67.29
	14.97	-67.09
200	—	-97.34
	21.75	-97.36
	5.75	-97.36

表4 压力损失计算值与压力损失实测值之间的相对误差

由表 4 可知:

① 从趋势上看,无故障情况下的相对误差绝对值随着流量的增大而减小。

② 叶轮磨损故障下的相对误差均为负值,相对误差的绝对值随着流量的增大而减小。

3. 结论

① 针对型号为 SM -RI-XG2500、公称直径为 250 mm 的涡轮流量计,压力损失大于 7 Pa,流量实测值小于 200m3/h 时,涡轮流量计存在轴承损坏引起的过气不计量故障。

② 当涡轮流量计的流量在计量范围内,计算压力损失实测值与计算值之间的相对误差,与相同流量点下无故障的相对误差范围进行对比,如果在无故障的相对误差范围内即为正常运行;如果不在

无故障的相对误差范围内,则与相同流量点下叶轮磨损故障下的相对误差范围对比。如果在叶轮磨损故障下的相对误差范围内,则为叶轮磨损故障;如果既不是轴承损坏引起的过气不计量故障,相对误差又不在无故障、叶轮磨损故障的相对误差范围内,则为其他故障。这需要建立更多的故障模型,进一步完善涡轮流量计故障诊断功能。

参考文献

[1] 高顺利,吴荣,吴波,等.智慧燃气研究现状及发展方向[J].煤气与热力,2019(2):B23 -B28.

不同气源分配对管网安全性和运行经济性影响的讨论

孔玉祥¹,高炜波¹,孙能¹,王海²(1.苏州港华燃气有限公司;2.同济大学)

摘要:随着我国综合国力的提升,对于能源的需求日益上升。天然气作为清洁能源,在我国能源占比也逐步提升,天然气行业发展迅速。随着城镇天然气管网不断扩建,管网规模也越来越复杂,这对城镇燃气公司的运行管理也提出了更多的挑战。随着管网系统的气源增加,逐渐形成环网,燃气管网的运行工况也变得难以计算,利用高精度水力计算软件进行模拟已经是目前精细化管理的手段。本文,在不同气源配比下对管网工况会造成不同的影响进行分析。特别对不同配比下的气源采用“网络元”法及其仿真软件进行精细模拟。分别从气源结果分析、用户压力分析、管段超压分析和管网经济性分析四方面对管网安全性和经济性上进行讨论。对日常调度运行模式具有重要的参考意义。

关键词:管网 水力计算 网络元法 气源分配 燃气

1 绪论

随着我国城镇燃气行业的快速发展,城镇燃气管道也在不断的新建、改建和扩建。纷繁复杂的天然气管道系统使得管网整体难以把控^[1]。随着管网规模越来越大,多气源、多环网也逐渐成为了城镇燃气管道系统的特点^[2-4]。这样的特点保障了用户的用气需求,减少了停气的可能性,但同时也增加管网系统的复杂性,管理单位对于管网系统运行工况难以把握。

城镇燃气公司对管网压力调控方式以设置区域调压站为主,一方面保证压力足够,满足用户用气需求^[5];另一方面也需要尽可能考虑经济性,减少浪费。不同的调压方式得到的调节效果不同。常规的做法仅能凭借管理人员的经验对区域压力进行调整,无法预测调压后对于整体管网系统的影响,调控方式不具备完全的可靠性和科学性^{[6][7]}。

通过基于高精度模型与高智能算法建设的智慧燃气管网仿真系统可对整体管网系统进行典型工况的分析,本文对两种不同气源的调度方式利用水力

计算软件进行模拟计算,并将计算结果进行对比,分析不同气源调度情况下管网的压力、流速分布。通过分析结果的区别来分析不同调度模式对管网产生的影响,为以后优化调度提供案例^[8]。

2管网水力计算模型

2.1管网水力计算意义

目前,我国形成了多气源供应的用气格局,城镇燃气管网系统的气源主要由多条长输干线从多种气源供应,便于相互调节。但是,由于各个气源天然气气质组分不同,进去管网后混合送给各个用户,导致不同用户处的天然气组分也不同。我国目前管网系统均设计成环状,以往枝状管网也逐步连成环状,因为环状管网可以互相调节流量。但是,环状管网的工况难以计算,需要专业的软件进行模拟计算。

目前,燃气管网水力计算用处比较广泛。一方面,可以用于气源分析,实时动态监测不同的气源在管网内的分布及流向,随时掌控管网内各气源分

布情况, 密切关注混气区的变化以及其压力、气质状况。由于管网中的“压力零点”(压力低点)往往发生在两个气源的交界面附近, 通过气源追踪可实时关注压力零点的“漂移”情况, 确保“压力零点”的运行风险处于可控状态。气质组分追踪通过从气源点色谱仪获取的组分信息, 实时动态跟踪和分析管网中某些敏感或重要站点的组分、气质变化, 了解某些组分在一定条件下可能会造成天然气析出或冻堵现象, 提前预判并做好防范措施。另一方面, 可以分析管网是否存在超压欠压状况, 分析各个节点的压力情况, 通过对管网中超压或欠压的管线进行彩色化定位, 实现对管网中压力异常区域的全天候监控, 时刻提醒管理人员管网的运行状态, 确保各类运行风险在可控范围内。

管网水力计算模型对于调度运行有着指导性的作用。目前, 发达国家的燃气公司大部分已经具备较为完备的用于天然气管网规划和运行的水力计算软件, 基本上实现了天然气管网规划和运行的实时仿真优化, 如日本东京燃气公司和德国 R W E 公司。日本负责东京燃气公司规划和设计的是其下属公司东京燃气管道有限公司, 主要支撑软件为 Bentley 公司的 Microstation 和 Gregg Engineering 公司的 Pipeline Simulation 和 WinFlow, 在综合应用参数化进气 / 分输分析、管存及压力分析、能耗分析、管道输量趋势分析的基础上实现规划方案的自动优选。德国 R W E 公司与东京燃气公司管网规划和设计有专门的下属公司不同, 德国 R W E 公司的管网规划和设计由各子公司在统一的平台上自行完成, 平台提供管网用气核算和方案比选功能。可见, 此方面研究是有着很长远的意义的且有长足的发展过程。

2.2 水力计算模型原理

本文采用管网水力计算算法是基于“网络元”的算法, 已有较多文献证明模型的准确性 [9-13]。该算法针对管网多源多环多变的新特点设计, 适用性强, 近年来得到较大的推广。该算法可以实现管网实时计算运行模拟, 用于日常供气计划制定、应急

计划制定等。原理主要是如公式 2.1。

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x}(\rho w) + \frac{\partial}{\partial t}(\rho) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} \rho w + \frac{\partial}{\partial x} \rho w^2 + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\lambda}{2D} \rho w^2 + \rho g \sin \theta = 0 \\ q = \frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \left(u + \frac{w^2}{2} + gz \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\rho w \left(h + \frac{w^2}{2} + gz \right) \right) \end{cases} \quad (2.1)$$

式中,

ρ ——燃气的密度, kg/m³;

w ——燃气的流速, m/s ;

x ——沿管长变量, m ;

t ——时间变量, s ;

p ——压力, Pa ;

λ ——水力摩阻系数;

D ——管道内径, m。

g ——重力加速度, m/s²;

3 实际案例计算

本文研究主要是针对不同气源流量分配下的管网工况进行比较和分析, 用来说明不同调度方式对管网造成的不同影响。本文按照实际燃气模型计算两个场景下的管网工况并进行比较。两种工况的设置气源的流量分配不同来比较。本文采用了实际管网的拓扑结构作为水力计算的模型来对本课题的研究内容进行计算分析, 管网结构如图 1。在管网模型中共有 4 个气源点, 分别是。共有管道 14992 条, 用户共有 1440 户。



图1 管网拓扑图

3.1 案例工况设置

气源一共有四个, 其中, 气源 1 有两个压力不同的出口, 分别为 0.07Mpa 和 0.2Mpa 出口, 这里显示气源 1 (1) 和气源 1 (2)。余下气源 2、3 和 4 均为一个出口。

采用不同的气源配比进行调度, 工况一下各气源分配如图 2 左图所示, 气源 1~4 的大致比例分配按照 2:2:3:3 进行设置。工况二下各气源分配如图 4.2 右图所示, 气源 1~4 的大致比例分配按照 1:1:4:4 进行设置。分别按照两种条件下的气源分配进行模拟, 具体数值设置如表 1。

表中第一列为气源名称, 其中气源 1 (1) 指气源 1 的 1 号出口, 此处为 0.07Mpa 出口, 而气源 1 (2) 指气源 1 的 2 号出口, 此处为 0.2Mpa 出口。表中第二列为气源的控制类型, 分为压力源和流量源两种。其中, 压力源为该气源的压力为定值, 流量源为该气源的流量为定值。工况一下有三个压力源和两个流量源。压力源分别为气源 1 的(1)号出口、

气源 2 和气源 3, 将初始压力设置为定值, 计算过程中保持不变。这样是因为气源门站内设有调压站以保证燃气的安全供应, 燃气的调度部门对其出口压力进行控制从而实现对管网的控制, 此处压力源便是对压力进行控制的方式。而流量源是指流量是被控制的定值, 计算过程中保持不变, 因为有些位置的进入流量一定, 所以设置为流量源。表的第三四列为初始设置, 对于压力源, 压力是定值, 在之后的计算过程和结果中保持不变, 而对于流量源, 流量是定值, 在之后的计算过程和结果中保持不变。

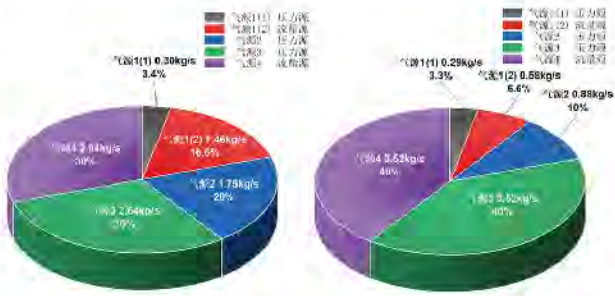


图2 气源分配比例

工况一初始设置			工况二初始设置		
气源名称	控制类型	设定参数	气源名称	控制类型	设定参数
气源 1 (1)	压力源	压力 (Pa) 168135	气源 1 (1)	压力源	压力 (Pa) 168135
气源 1 (2)	流量源	流量 (kg/s) 0.5847	气源 1 (2)	流量源	流量 (kg/s) 1.4582
气源 2	流量源	流量 (kg/s) 0.8800	气源 2	流量源	流量 (kg/s) 1.7598
气源 3	流量源	流量 (kg/s) 3.5200	气源 3	流量源	流量 (kg/s) 2.6396
气源 4	流量源	流量 (kg/s) 3.5200	气源 4	流量源	流量 (kg/s) 2.6396

表1 工况设置表

3.2 案例结果分析

本案例的数据过多, 选取典型的几方面进行分析。第一, 对比用户压力分布, 考虑到用户过多, 选取两种工况差异大的前 200 项进行对比。第二, 对比管道超速的情况, 分析超速的程度。第三, 对经济性进行分析, 由于我国采取体积计量, 两种不同工况下在质量流量相同下体积流量有所差异, 导

致计量的结果有差异, 经济上也有区别。

3.2.1 用户压力分析

由于管网是实际某市管道结构图和运行初始数据进行模拟, 用户非常多, 如果全部来对比起来不够显著。另一方面, 大型管网系统小型用户和大用户流量差较大, 全对比意义不大。故选取压力差异

最大的用户进行比较。

首先，根据两种工况下压力差进行计算，并排序，做出变化图用来选取比较的对象，如图 3 为压力差图。图 3 为同一用户分别在两种工况下运行的结果压力的差异比率，公式如公式 1，由图可见，编号在前 200 的用户计算压力结果差异较大，之后呈现突减的状态，差异不明显。故本文对差异较大的前 200 位用户进行分析。

$$\delta = \frac{\text{工况一用户压力}-\text{工况二用户压力}}{\text{工况一用户压力}} \times 100\% \quad (1)$$

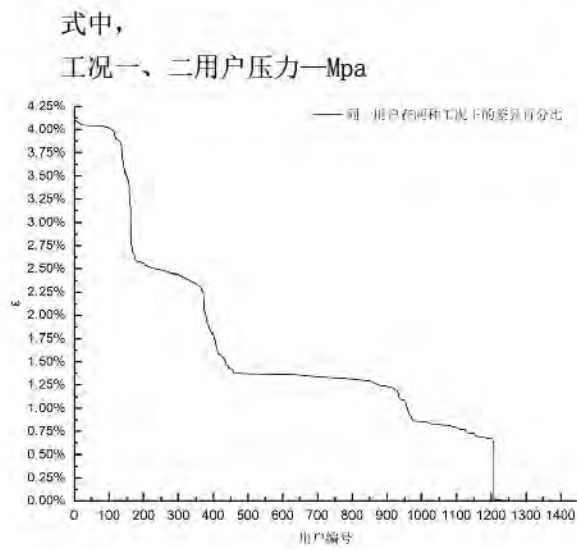


图3用户差异比率

图 4 为差异前 200 位用户在工况一和二的压力对比图，如图所示，工况一的压力整体低于工况二。根据图 4.6 可知，大致分为三部分，第一部分是高压阶段，第二部分是过渡阶段，第三部分是低压阶段。总体上看，两种工况变化趋势相同，但是工况一的用户压力总体低于工况二的用户压力。

选取压力最高和最低的 10 个用户进行分析如表 2、3。

表中的第一列为用户在管网中的编号，此编号对于管网中每个元件有且只有一个，第二列为管网中用户所计算得到的压力，第三列为工况一下用户的流量值，第四列为工况一流量值下通过模拟得到的压力计算结果。同理第五列为工况二下用户的压力值，第六列为工况二流量值通过模拟得到的计算

结果。对比可知，两种工况均不存在超压欠压情况，压力均在正常范围内，工况二的压力高于工况一，体积流量低于工况一。

本节首先比较压力差别大的前 200 个用户的位置，来找到不同气源配比对本管网影响的位置敏感性，然后分析压力最高的用户和压力最低的用户，主要是从运行方面考虑，有无超压的用户或欠压的用户。经过分析在压力最低和最高的位置，均不存在欠压状况。

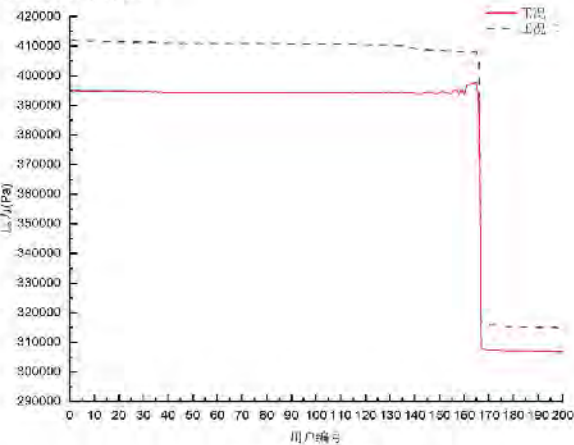


图4用户压力对比图

编号	工况一			工况二		
	压力 (Pa)	质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)	压力 (Pa)	质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)
15699	166721	0.0006	0.0005	166724	0.0006	0.0005
16444	167314	0.0011	0.0009	167335	0.0011	0.0009
15552	167395	0.0658	0.0548	167395	0.0658	0.0548
16445	167467	0.0008	0.0007	167488	0.0008	0.0007
16389	167653	0.0239	0.0199	167660	0.0239	0.0199
16385	167672	0.0022	0.0018	167711	0.0022	0.0018
15479	167681	0.0022	0.0018	167697	0.0022	0.0018
16699	167687	0.0011	0.0009	167693	0.0011	0.0009
16653	167687	0.0022	0.0018	167707	0.0022	0.0018

表2用户表一

编号	工况一			工况二		
	压力 (Pa)	质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)	压力 (Pa)	质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)
15473	404245	0.0022	0.0007	407684	0.0022	0.0007
15537	404245	0.0000	0.0000	407685	0.0000	0.0000
15488	404245	0.0022	0.0007	407679	0.0022	0.0007
15945	404246	0.0022	0.0007	407684	0.0022	0.0007
15501	404246	0.0022	0.0007	407684	0.0022	0.0007
15885	404247	0.0022	0.0007	407682	0.0022	0.0007
16253	404247	0.0022	0.0007	407685	0.0022	0.0007
15485	404247	0.0022	0.0007	407681	0.0022	0.0007
16270	404249	0.0179	0.0061	407685	0.0179	0.0060

表3用户表二

3.2.2管道超速分析

管网安全性很重要的一部分是控制管道的流速，流速过高过低都不利于运行控制，管网系统中管道的超速情况是能够一定程度反映管网运行情况的好坏和比较调度模式的优劣，故本节针对管道超速问题进行分析。

管道需要控制其中气体流速在合理范围内，流速过低不能满足用户对压力的需求，流速过高，阻力损失大损坏管道，更是不安全。

表 4 为管网压力分级，不同压力级制管网流速有不同限制，一般规定如下：

名称	压力	名称	压力 (MPa)
高压燃气 管道	A 2.5<P≤4.0	中压燃气 管道	A 0.2<P≤0.4
	B 1.6<P≤2.5		B 0.01<P≤0.20
次高压燃气 管道	A 0.8<P≤1.6	低压燃气管道	P<0.01
	B 0.4<P≤0.8		

表4压力分级

1. 钢管经济流速：
- 1)DN100 以下，低压管选 4-6m/s：中压管选 6~10m
- 2)DN≥150，低压管选 6-8m(：中压管选 10~15m/s
- 3)户内低压管，流速选 1~2m/3

2. 钢管限制流速：
- 低压管道不大于 3 米 / 秒，中压燃气管道不大于 20 米 / 秒，次高压以上不大于 30 米 / 秒。

3. 流速参考资料：
- 低压管道流速是来自邓渊所编的《燃气规划设计手册》，次高压以上是参照美国的设计标准，流速不超过 100 英尺 / 秒。

表 5 和 6 为管网中的选取的部分管段表，第一列为序号，第二列为管段在管网中的编号，有且只有一个，第三列为管道自身的长度，第四列为管道自身的半径第五列为管道进口的压力，第六列为管道进口流速，第七列为管道出口压力，第八列为管道出口流量，现对两种工况下管道工况进行比较和分析。

表 5 是工况一下所有管段中流速超过 10m/s 的

管道，共有 21 条流速超过 10m/s，其中，11 条流速在 15m/s~20m/s，3 条超过 20m/s。表 6 是工况二下所有流速超过 10m/s 的管道，共计 16 条，全部在 15m/s 以上，其中有 3 条超过 25m/s。对比两种工况，工况一超过 10m/s 的管段多于工况二，工况一管网系统中最高流速为 35.34m/s，工况二则是 34.06m/s。另外，工况一中超过 15m/s 的管道更多。故工况一超速情况比工况二多。

序号	长度 (m)	内径 (mm)	编号	进口压力 (Pa)	进口流速 (m/s)	出口压力 (Pa)	出口流速 (m/s)
1	8.908	0.11	14081	393600	35.34	390752	35.61
2	224.018	0.2	1.77 (1)	305622	25.44	291449	26.70
3	157.167	0.2	1.77 (2)	281077	27.70	291449	26.70
4	45.131	0.2	1.77 (3)	405040	19.10	407133	19.00
5	35.952	0.2	1.77 (4)	408792	18.92	407133	19.00
6	35.587	0.219	1299	284298	15.67	283590	15.71
7	154.279	0.219	14114	284299	15.67	287349	15.50
8	17.648	0.219	12134	287349	15.50	287696	15.48
9	12.366	0.219	8529	291518	15.33	291760	15.32
10	195.283	0.219	12136	287696	15.51	291519	15.31
11	174.104	0.219	13803	291761	15.35	295149	15.17
12	24.433	0.219	2576	295497	15.17	295970	15.15
13	18.209	0.219	13817	295149	15.17	295501	15.15
14	92.693	0.219	10451	295973	15.18	297768	15.08
15	77.381	0.219	7766	297767	15.08	299257	15.01
16	63.504	0.219	10830	299258	15.01	300475	14.95
17	47.513	0.219	10824	300475	14.95	301383	14.90
18	33.073	0.219	10831	301383	14.90	302013	14.87
19	12.229	0.1	886	280107	10.77	280410	10.76
20	223.269	0.2	14119	308819	10.47	306362	10.55
21	2.820	0.2	14120	308850	10.50	308819	10.50

表5工况一管道表

序号	长度 (m)	内径 (mm)	编号	进口压力 (Pa)	进口流速 (m/s)	出口压力 (Pa)	出口流速 (m/s)
1	8.91	0.11	14081	408265	34.06	405521	34.29
2	224.02	0.2	1.77 (1)	312853	26.78	296754	28.26
3	157.17	0.2	1.77 (2)	284914	29.45	296754	28.26
4	35.59	0.219	1299	288694	16.59	287891	16.63
5	154.28	0.219	14114	288694	16.59	292153	16.39
6	17.65	0.219	12134	292153	16.39	292546	16.37
7	12.37	0.219	8529	296873	16.18	297146	16.16
8	195.28	0.219	12136	292546	16.39	296873	16.15
9	174.10	0.219	13803	297146	16.19	300972	15.98
10	18.21	0.219	13817	300972	15.98	301370	15.96
11	24.43	0.219	2576	301370	15.98	301904	15.96
12	92.69	0.219	10451	301904	15.98	303928	15.87
13	77.38	0.219	7766	303928	15.87	305607	15.78
14	63.50	0.219	10830	305607	15.78	306978	15.71
15	47.51	0.219	10824	306978	15.71	308000	15.66
16	33.07	0.219	10831	308000	15.66	308710	15.62

表6工况二管道表

3.2. 3管网经济分析

当前我国燃气公司均是采用燃气计量表计量用户的天然气使用的体积来计价收费，这种方式导致计价变化差异大，会随着运行调节方式有很大的不同。首先，由于本身我国天然气供应已形成多气源供应的形式，来自不同产区或进口区域的天然气的气质（组分、密度、发热量）有所不同，而进入管道后会混合在一起输送给用户，造成各用户处热值不同，在使用同样热值下使用的体积自然有所差异。其次，管道中的压力和温度随用户使用情况实时变化，因为气体具有可压缩性，其密度会随之不断变化。由此，用户在使用同样能量的情况下，体积流量差异较大。会随着不同调节方式实时变化。故分析经济性和每种调节方式下对计价产生的影响也具有一定意义，本节对以上工况下计价进行分析比较，探讨其经济性。

分别计算两种工况，不考虑阶梯价格和用户负荷变化时间影响因素，按照燃气平均价格 3 元 /m3 来算，比较两种调节模式下价格差异如表 7。

每种工况的第一列均为质量流量，单位为 kg/s，第二列为体积流量 m3/s，第三列为按照 3 元 /m3 算得的 24h 价格，最后对两种工况价格差进行对比。

首先，质量流量相同，是因为设置的条件是总体流量不变。

其次，体积流量不同，体积流量是和管网的实际运行息息相关，压力大的位置相同的质量流量条件下，体积流量小，反之则大。

价格是按照 24h 均是次流量，忽略用户负荷变化影响，仅控制变量为工况时计算得到。

价格差额对比可知，第一种工况经济性好，按照用户使用流量情况，由于管网用户会互相影响，

导致用户处压力在正常范围内波动，会引起体积计量差异，不考虑大用户校正计算得到下表，可以盈利多于第二种工况约 2 万元 / 天。

工况一			工况二			价格 差额 (元)
质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)	24h 价格 (元)	质量流量 (kg/s)	体积流量 (m³/s)	24h 价格 (元)	
8.7988	3.9200	1016058	8.7988	3.8435	996239	19819

表7两种工况计价表

3.3案例结果总结

在用户压力方面，按照工况二分配的调度模式下用户总体压力高于工况一模式的用户压力；在管段流速方面，工况一的总体流速高于工况二，工况一超速的管段更多且超速程度更高；在运行经济性方面，对于公司，体积流量计量下的工况一经济性高于工况二。综上所述，在安全性上，两个工况均可以满足压力要求，但是工况一超速管道较多；在经济性上，工况一计价总计高于工况二，更加经济。

4 总结

随着我国的经济社会的不断发展，天然气作为清洁能源需求量不断攀升，燃气管网的规模也越来越复杂。日常供气方案和应急方案制定困难，管网仿真技术可用于辅助决策。本文通过管网仿真得出典型工况下不同气源分配方案下的管网运行情况，并从用户压力、管道流速和运行经济性三方面进行对比分析，结果表明两个工况都可以满足用户压力需求，但是工况一更加经济。本文的案例研究说明了气源调度模式对管网运行的影响，也展示了管网仿真系统在燃气公司运行调度方面的应用价值，在确保安全和用户需求的基础上可进一步实现最佳经济效益，最终实现燃气智慧化运行和精细化管理[14][15]。

参考文献

[1] 李晓赞. 燃气管网仿真系统发展现状及其应用研究[J]. 石化技术, 2019, 26(3):300, 299. DOI:10.3969/j.issn.1006-0235.2019.03.244.
[2] 张明光. 城市燃气管网在线仿真技术及应用的研究[D]. 山东:山东建筑大学, 2011. DOI:10.7666/d.y1870726.
[3] 王磊. 多气源高压燃气管网动态仿真与壅塞分析[D]. 山东:山东建筑大学, 2010. DOI:10.7666/d.y1705494.
[4] 丁国玉. 变边界条件下高压燃气管网动态仿真[D]. 山东:山东建筑大学, 2009. DOI:10.7666/d.y1521412.
[5] 赖建波. 燃气管网仿真技术及其泄漏危险性研究[D]. 天津:天津大学, 2008. DOI:10.7666/d.y1532086.
[6] 张甫仁. 燃气管网系统安全性及仿真的理论分析与应用研究[D]. 天津:天津大学, 2005. DOI:10.7666/d.y850435.
[7] 周伟国, 刘晓婧, 王海. 燃气管网仿真技术的发展状况[J]. 世界科技研究与发展, 2013, 35(1):99-100, 130. DOI:10.3969/j.issn.1006-6055.2013.01.027.
[8] 胡裕楠. 管网仿真应用于城市燃气输配调度中的分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2013(3).

[9] 赵丹铭, 周伟国, 黄薇. 面向对象法燃气管网水力计算[J]. 煤气与热力, 2020, 40(12):17-22, 31.
[10] 王海, 王海鹰, 朱彤, 等. 基于面向对象方法的多源环状管网水力计算[J]. 计算物理, 2012, 29(5):713-720. DOI:10.3969/j.issn.1001-246X.2012.05.012.
[11] 周伟国, 王海. 基于面向对象的燃气管网水力计算[C]. //中国石油学会%北京石油学会. 第七届石油天然气管道安全国际会议暨第七届天然气管道技术研讨会论文集. 2014:83-88.
[12] 赵灿, 赵鸣, 王海, 等. 基于面向对象方法的燃气管网水力计算[C]. //中国燃气运营与安全研讨会(第九届)暨中国土木工程学会燃气分会2018年学术年会. 2018:187-191.
[13] 周伟国, 王海. 基于面向对象的燃气管网水力计算[C]. //第七届石油天然气管道安全国际会议暨第七届天然气管道技术研讨会. 2014:83-88.
[14] 王海, 姚晟宇, 朱彤, 等. 宽量程组合燃气计量方法及计量特性实验研究[C]. //上海市制冷学会2013年学术年会. 2013:27-32.
[15] 刘晓婧, 周伟国, 王海. 有限容积法燃气管道稳态模拟及分析[J]. 煤气与热力, 2011, 31(8):39-42. DOI:10.3969/j.issn.1000-4416.2011.08.012.

智慧运营系统建设在燃气企业运营管理中的应用

张萌（邹平新奥燃气有限公司）

摘要：随着现代企业信息化程度的不断提高，天然气企业在日常的运营和维护中，能够实现管网与设备的动态管理，运营管理数据的综合分析以及人员的定位与应急调度都显得十分重要。智慧运营系统是以GIS系统为依托，运用北斗定位技术等多种技术的综合系统，是企业对外服务、对内管理，统一高效的数字化管理平台。旨在通过智慧运营系统的应用，实现管网运行工作规范、高效、智能；实现设备完整性管理及全生命周期管理的信息展示；实现从隐患识别到应急启动到应急处置的闭环管理，将运营管理相关所有资源进行统一显示及调度，提高响应速度，巩固安全防线、优化服务质量。

关键词：GIS系统 智慧运营系统架构功能模块 周期管理 可视化 在线模拟仿真

1. 智慧运营系统理念概述

智慧运营系统的建设初衷是要打造“一张网”的可视化管理，包括巡检可视化、设备维护可视化、隐患管理可视化、施工监护可视化、危险作业管控可视化、模拟仿真等等，改变过去一线的业务中纸质报表的不及时不准确、现场操作的不规范、设备管理的不可控等，把现场操作的业务转化成可视化数据集成到系统平台中，实现数据提取的时效性和准确性，业务操作的规范性，设备管理的全生命周期。以及模拟介质在管网中的运行状态，达到仿真效果，用数据的形式真实展现当前的管网的输配状态。

2. 智慧运营系统的组建

2.1 GIS系统搭建

地理信息系统（Geographic Information System，简称GIS系统）的搭建有赖于国产北斗卫星导航定位系统的发展。20世纪后期，中国开始探索适合国情的卫星导航系统发展道路，逐步形成了

三步走发展战略：2000年年底，建成北斗一号系统，向中国提供服务；2012年年底，建成北斗二号系统，向亚太地区提供服务；2020年，建成北斗三号系统，向全球提供服务。

邹平新奥燃气GIS系统建设起于2013年，前期使用MAPGIS软件和山东省CORS中心基站亚米级差分服务进行燃气管网信息系统建设。2016年公司与北斗方面合作搭建覆盖邹平30公里范围内的基站，为GIS系统建设提供厘米级差分服务。公司技术人员利用RTK设备通过实地对邹平新奥经营辖区内所有燃气管网进行位置信息采集，并且使用新奥自主开发的在线编辑工具，实现了管网信息与地图的完美结合。内容涵盖了地图、燃气管网及附属设施坐标、管材管径、压力级别、埋设深度等一系列重要的属性信息，重点解决采集点连成片状后的拓扑关系，实现系统内所有燃气管线设备设施的连通。

2.2智慧运营系统软件模块

智慧运营系统PC端包含了管网运行、设备管理、工商户管理、隐患管理、第三方施工、危险作业、

统计分析等多个功能，覆盖场站、管网、用户等多个场景，适用于巡线、维护计划的编制、隐患分派、危险作业报批、数据统计分析等业务流程；手机APP端基于PC端下达的计划，将一线作业过程通过轨迹定位、照片反馈、问题上报等方式，与PC端建立互联互通的数据交互通道，完成从计划下达到任务完成，从隐患上报到整改反馈，从工单建立、流转到集中整合的数据闭环流程。

2.3智慧运营系统产品资源保障

云端出口带宽建议：GIS平台独立带宽上下行各42M；单个成员企业带宽建议：3M~5.2M；企业端资源保障：操作系统建议Windows 7及以上版本，浏览器IE9及以上，建议Chrome V47及以上版本；电脑建议CPU 4C/RAM 8G以上，500G硬盘配置；平板电脑建议安卓系统4.0以上，屏幕10寸及以上配置；CAD软件采用AutoCAD 2010及以上版本。APP端需要搭载智能手机，Android 5.0以上操作系统（暂不支持IOS操作系统），运行内存3G以上，另需要预留手机存储空间约4G左右。

3. 智慧运营系统的架构

3.1业务架构

通过前期现状调研和对运营业务信息化现状分析的基础上，归纳识别业务需求，梳理出生产运营具备的业务能力，并根据业务子能力间的耦合关系和业务信息化支撑度分析设计应用架构。梳理出多个业务场景，并基于管理重构调整，对业务上较为关心的危险作业、应急等流程进行了重点梳理。

3.2应用架构

在业务能力基础上，抽象出共性应用功能。应用架构划分为管网运行、场站运行、输配管理、设备管理、应急管理及安全作业核心功能。在应用功能设计上，结合管理重构，充分体现“自驱”、“数据驱动”等管理思想。并且应用的设计模式满足不同层面的视角，以领导通过PC端进行调度监管，企业成员在APP端执行反馈为设计主线。

3.3数据架构

按照五大业务域映射，划分出以下五大数据主题域：管网、设备、场站、输配、应急。通过数据访问策略定义完成数据权限的安全监管。

3.4技术架构

严格遵循新奥标准化建设成果（包括管网运行管理相关标准、场站运行管理相关标准、运营调度管理相关标准、运营专业系统管理相关标准等）的基础上，分别完成管网运行、设备管理、场站运行、输配管理、应急管理、安全作业、移动终端、后台管理、综合监管及系统集成，支持各成员企业通过单点登录的方式有序访问被授权范围内的软件系统和专业数据，支持所有信息化资源的统一管理、统一分配。

4. 智慧运营系统的应用

4.1基础配置

4.1.1 OMS配置。运维管理平台（OMS）是配套于智慧运营系统的后台管理平台，主要对运营系统用户、角色和功能权限进行管理；OMS包含了六大系统设置的模块，分别是：机构管理、角色管理、角色配置、菜单设置，数据权限设置和功能权限设置等模块。



图1 OMS角色权限配置示意图

4.1.2 手机APP配置。除了通过OMS管理平台完成的基础配置，能实现对应角色的对应权限之外，还需在手机增加地图配置文件和管网、底图离线包，最终实现手机端与PC端数据的互联互通。

4.2 管网巡视模块

管网巡视模块是指，将燃气管线及附属设施的巡视采用可量化的模式，通过现场的作业，系统后台通过各种算法将作业成果以数据图文的形式展示出来。

在应用中发现，对邹平新奥全域 790 余公里的燃气管线及附属设施生成巡视计划，不能简单的对公里数平均分配，需要参考一线人员匹配以及工作量饱和情况进行划分。在生成的六个巡视责任区中，按照“管线长短和设备数量此消彼长”的原则。每个责任区又根据压力级别以及巡视周期要求划分了两个任务计划，即高中压巡视周期 1 天，低压巡视周期 5 天。

PC 端任务生成后，手机 APP 端接收任务，系统利用手机定位功能自动记录巡检人员的轨迹与时间节点。根据手机巡检轨迹与智慧运营 APP 端手机管网图，将沿途 100 米(可根据管线分布情况自定义)范围内管线囊括到轨迹覆盖范围内，并计算有效里程、未覆盖管长，巡视到位率，以及颜色区分未巡视区域。



图2某区域当日巡视轨迹反馈展示

根据图 2 中反馈的数据得知 2021 年 4 月 1 日某区行驶里程 42.87 公里、有效里程 32.29 (责任区域)，已覆盖管线 30.18 公里(绿线表示)，未覆盖区域 6.89 公里(红线表示)。每天六个区域的巡视数据均会通过图、表形式在 PC 端和 APP 端展示，极大的方便了运营管理人员对于当天管线巡视状况的掌握。

时间节点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2019年	—	—	—	—	—	—	—	66.12%	80.04%	71.91%	75.61%	76.34%
2020年	52.61%	29.31%	88%	77.94%	90.06%	94.73%	92.36%	82.23%	95.56%	95.56%	84.07%	85.94%
2021年	93.52%	83.61%	92.02%	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表1 2019年8月至2021年3月高中压月均巡视到位率



图3 2019年8月至2019年3月高中压月均巡视到位率

表 1 和图 3 上所示为 2019 年 8 月至 2021 年 3 月间，邹平新奥高中压管线月平均巡视到位率情况，系统上线应用时间较短，所提取的数据有限，依然能够看到期间规律，2 月春节期间巡视到位率普遍较前后两月偏低，8 月份为当地雨水较多月份，巡视到位率明显较低。随着智慧运营系统巡视模块应用程度越来越高，未来反馈回来的大量数据必然能够形成更多规律，让运营管理者对燃气管线及附属设施巡视工作有更好的掌控和安排。

4.3 设备维护模块

智慧运营系统设备维护模块主要针对燃气管线附属设施，包括调压设备(调压箱、调压柜、调压撬)和阀门(特指井内阀门)，系统内进行计划下达，现场反馈，将远在现场的设备设施状况通过照片的方式上传到系统平台。

在应用中遵循“劳烦一次，受益终身”的原则，即在初次做计划时便将邹平公司 1500 个调压设备，670 个阀门分配到 12 个月中。按照规则，系统会在设备维护到期前，自动生成新的任务。

自运行以来系统共完成调压箱维保记录 1793 条，调压柜维保记录 264 条，阀门维保记录 787 条。时间节点、现场照片、耗材使用等维保场景均能记录在册，为设备的全生命周期管理，提供了数据支撑。

4.4 隐患管理模块

隐患管理模块是指对一线作业过程中(包含厂站运行、管线巡检、设备维护)发现的各类隐患通过 APP 上报、处理、反馈，在系统后台形成永久电子台账的功能模块。该功能在应用中逐渐形成了两种模式，一种是一般的隐患处理，智慧运营系统对隐患的管理采用上报-派单-处理反馈-关单的闭环管理模式，在工单处理过程中可以根据实际情况实现转办和退单等灵活处理方式，工单在流转过程中均会生成时间节点以及处理人，对于隐患的现状有直观的了解。

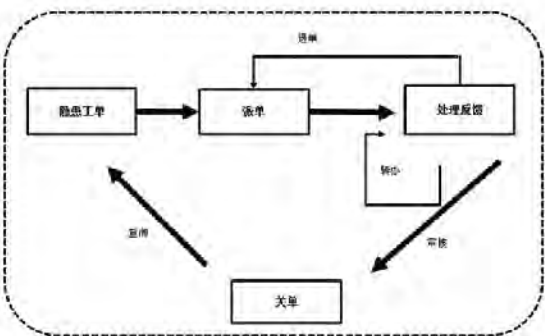


图4隐患管理流程模式

另外一种为燃气附属设备的隐患处理，并且延伸出了设备全生命周期管理概念(见图 4)。智慧运营系统通过 GIS 系统提取到管线附属设施数据，主要包括调压设备和阀门的型号、投用时间等基础信息，在上报此类设施隐患时，需要注意在系统内对该设备进行关联选择，等同于给该设备在系统内丰富了一条十分重要的隐患故障和维修保养记录。设备可以生成二维码，打印张贴到设备外壳，通过手机 APP 端扫码能够集中查询到该设备基本的参数信息，以及位置、巡检记录、维护记录、维修记录等的工作记录。(见图 5、图 6)

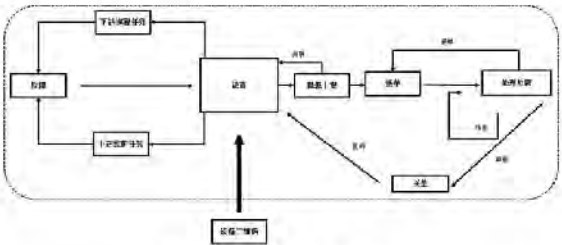


图5隐患管理流程模式 延伸版



图6二维码应用及工单反馈详情

该模块自应用以来共上报处理 1966 条隐患，涵盖场站、管网设备、工商户户内等场景，每条隐患信息都详细记录时间节点、流程责任人、整改反馈情况等，对企业隐患管理提升到新的高度，也为风险分级管控和隐患排查治理的双体系建设提供了工具支持。

4.5 施工监护模块

燃气公司在遇到第三方交叉施工时，一是需要现场交底，了解施工方的施工意图，确保交叉处保持安全间距，二是与施工方签订管线交叉施工保护协议，进而驻场施工监护，直至对方施工与燃气管线再无接触。

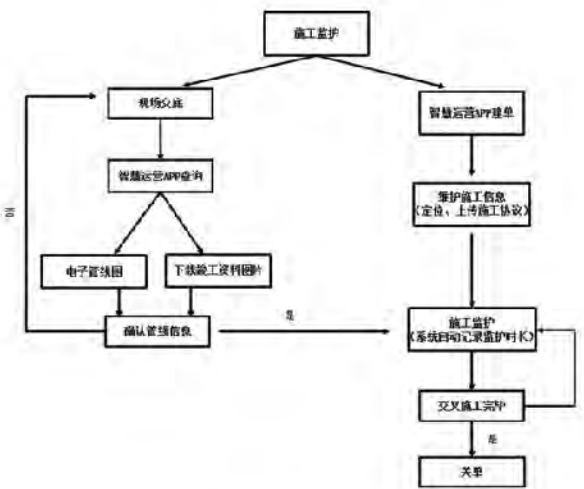


图7施工监护流程

在现场交底过程中，燃气公司方面需要根据竣

工图纸对燃气管线进行定位，智慧运营系统 APP 端能显示当前设备所处位置处的管线信息，包含管材管径、埋深等重要数据。此外通过多媒体功能，实现 png、jpg 等格式图片的上传与下载，省去从现场到公司翻阅资料的时间。只有在确认完管线信息之后才能进入施工监护环节，在进入施工监护阶段，通过新建监护工单，记录施工详情，位置定位，维护监护时长，如果当天施工交叉点已顺利通过，则可以直接提交关单操作；如果当天施工未完成第二天继续施工的话则需要维护次日施工动向，第二日继续到定位点进行施工监护（系统默认定位点 10 米范围内可以顺利打开工单，否则工单显示当前位置不在施工监护区域），通过智慧运营系统施工监护模块的一系列操作，可以有效的管控当前管网交叉施工动向以及人员在施工现场的工作状态。

智慧运营系统施工监护模块自应用以来，一共新建施工监护单 293 处，累计施工监护时长 112436 分钟，有效的保障了燃气管线在第三方施工过程中的安全运行。（详见图 8）

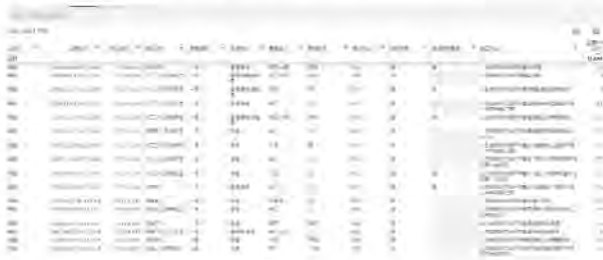


图8 施工监护工单数据统计

4. 6 应急抢险模块

智慧运营系统在应急抢险模块的主要功能体现在抢险人员的快速调动和燃气管线上下游关阀搜索功能。搭载在手机端的智慧运营系统 APP 上线就能同步定位功能，PC 端和手机端都可以实时展示 APP 手机所处位置以及在线人员姓名和联系方式，燃气公司接到管损险情位置后，可以第一时间确定并调度距离事发地位置最近的工作人员。（见图 9）

抢险人员到达现场，一是疏散人员，设置警戒。二是迅速对管损管线的上下游阀门进行有效关断。

利用智慧运营手机 APP 爆管分析功能，现场人员需定位到受损管线位置，选中需关停的位置，借助于 GIS 系统中管线完整的拓扑关系，智慧运营系统会自动计算出要关断的阀门位置，以及影响到的停气区域。（见图 10、图 11）

在日常的工作中，爆管分析功能主要应用于新旧管线的碰接前的方案编制。明确碰接作业过程前需要关闭的阀门位置、型号，影响到的调压设备个数，停气波及的用户范围和小区明细，为张贴停气通知、提升服务质量提供帮助。邹平新奥燃气公司自 2017 年到 2020 年每年的碰接作业依次为 147 次、188 次、200 次、238 次，爆管分析准确率达 100%。

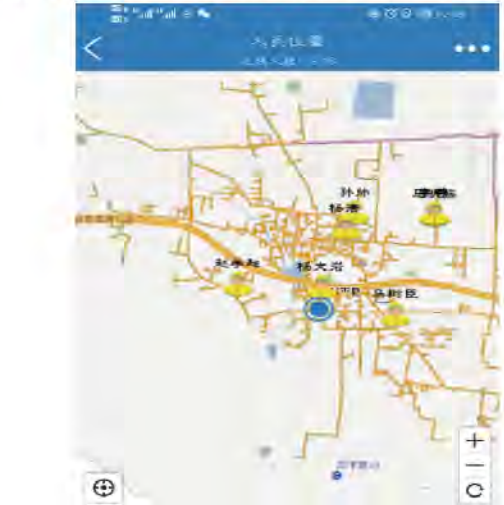


图9 APP端人员实时定位功能



图10 APP端爆管分析功能

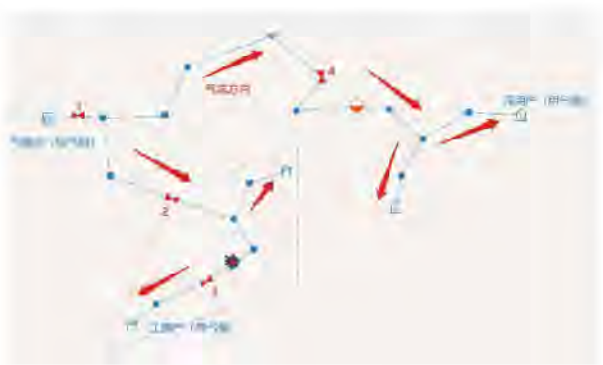


图11爆管分析原理

4. 7 危险作业管理模块

国家安监总局第 64 号总局令，公布了《化工（危险化学品）企业保障生产安全十条规定》（以下简称《十条规定》），该规定由五个必须和五个严禁组成，规范了化工（危险化学品）企业安全生产过程中集中多发的安全问题，并首次从部门规章层面明确了化工企业八大危险作业的强制审批制度。《十条规定》第八条原文：严禁未经审批进行动火、进入受限空间、高处、吊装、临时用电、动土、检维修、盲板抽堵等作业。安监总局对该条的释义中明确阐述：“化工企业动火、进入受限空间、高处、吊装、临时用电、动土、检维修、盲板抽堵等作业均具有很大的风险。严格八大作业的安全管理，就是要审查作业过程中风险是否分析全面，确认作业条件是否具备、安全措施是否足够并落实，相关人员是否按要求现场确认、签字。同时，必须加强作业过程监督，作业过程中必须有监护人进行现场监护。

邹平新奥燃气对于危险作业的实施，一贯秉承“先方案、再审批、后作业”的管理原则。系统应用之前通过纸质审批、方案反馈归档的方式完成危险作业的管理，各个环节缺乏有效管控，尤其是一线作业场景。利用智慧运营系统危险作业管理模块，把方案报批、人员审核、现场反馈、记录归档等流程形成一连串的标准模式。通过审批记录、现场照片反馈，将“物的不安全状态、人的不安全行为、环境和管理缺陷”等影响安全的三大要素牢牢把控在可视化、可管控的范围之内。（见图 12、图 13、图 14）



图12危险作业审批内容详情



图13系统内某带气作业现场反馈照片1



图14系统内某带气作业现场反馈照片2

4. 8 在管网输配方面的探索

燃气行业智能化方案及产品集成供应商 >>

武汉蓝焰自动化应用技术有限责任公司，成立于1998年。22年来，秉持以促进我国燃气事业现代化发展为宗旨，以高新技术为手段，致力于为燃气经营企业提供全方位，多屏面的高品质产品，是燃气行业智能化方案及产品集成供应商。

大股东实力支持

武汉蓝焰自动化应用技术有限责任公司，由武汉市天然气有限公司、武汉市燃气热力集团、港华投资有限公司、湖北震新机电设备技术开发有限公司共同投资组建，极具实力的股东在资金、技术、市场等诸多方面为公司提供强有力的支撑和保障。



行销全国获广泛信赖

产品行销天津、河北、河南、湖南、湖北、广东等省市，是国内唯一一家在单一城市使用时间最长用户最多的智能表生产企业。

一张图的可视化管理，如果缺少管网内介质压力温度等参数的参与，显然是不完整的，这也成为智慧化道路上的一个高阶命题——如何实现管网在线模拟仿真。

管网模拟仿真是贯穿于城镇燃气业务的智慧化管理工具，应用于气源调度、管网规划、应急保障、市场开发、输配能力分析等各个方面。

基于 GIS 系统，借助管网上分布的压力监测终端，实现在线模拟仿真功能，对城市输配管网运行状态进行分析，为燃气管网规划建设、生产调度、制定气源保障方案提供技术支持。

目前公司正在对 GIS 数据持续进行检查和修正，管网数据的准确性在 95% 以上，拓扑关系的完整性在 99% 以上，基本符合模拟仿真的要求；压力监测终端设备的部署正处在设备采买阶段，计划本年度完成 200 台压力监测设备的安装；基于控股研发的在线模拟仿真系统正在试运行阶段，有望于 2022 年度实现技术的推广和普及。

5. 结论

科技与创新是一个企业发展的动能。邹平新奥燃气有限公司下设邹平、沾化、东营 3 家燃气企业，工商用户共计 466 户，其中邹平用户 433 户；民用户共计 88607 户，其中邹平用户 77197 户；运营管网里程 1000 余公里。为了满足企业“一张网”管理的需求，截止目前，已经完成了 994 公里，涵盖邹平、沾化、东营 3 家公司的燃气 GIS 系统建设。智慧运营系统涵盖巡检维护、隐患管理、第三方施

工、危险作业管理、工商户安检、表具检定、场站设备检定等多个业务场景。智慧运营系统的推广与应用不仅为企业运营提供了科技化的管理工具，为经营决策提供数据支撑，为安全管理提供数据示险。而且打造了一支能提供燃气运营解决方案的专业化人才梯队。后期随着 SCADA 系统、压力监测系统、视频监控系统、表具物联网系统不断接入。关联上游场站、中游管网及下游用户的智慧化运营体系将惠及燃气企业安全、调度、运行、服务各个层面。

随着越来越多的燃气企业意识到智慧化的重要性，加入到智慧化的行列中，数据通讯、云计算、可视化等一系列技术将对整个城市燃气行业带来一次业务领域内的大提升。未来，燃气企业不再单纯只是燃气的加工、储运与销售，搭载互联网的风口，将会在智慧化的道路上越走越远，越飞越高。

参考文献

- [1] 国家安全生产监督管理总局 第 64 号《化工（危险化学品）企业保障生产安全十条规定》2013
- [2] 新奥能源控股有限公司企业标准《地理信息数据标准》Q/ENN XB 003-2021
- [3] 新奥能源控股有限公司智慧运营系统建设思路汇总
- [4] 北斗卫星导航系统官网介绍

俄乌冲突对天然气市场的影响

近期，俄乌冲突不断发酵，局势日趋紧张，因对俄能源出口中断风险的悲观预期上升，全球油气价格大幅上涨。自俄乌冲突爆发以来，美国亨利中心（HenryHub）天然气价格最高达 7.82 美元 / 百万英热，是俄乌冲突开始前的 1.7 倍；被视为欧洲天然气价格风向标的荷兰 TTF 基准天然气价格三月初最高达 227.201 欧元 / 兆瓦时（约合 73.79 美元 / 百万英热），较冲突前上涨 175%，是同期美国天然气价格的 14 倍。从图 1 可以看出，俄罗斯发起特别军事行动对欧洲天然气价格上涨有显著的刺激作用，这可能与事件突发、参与市场主体对俄气断供的预期有关。随后，虽然 TTF 天然气价下降到 100 欧元 / 兆瓦时（约合 32.48 美元 / 百万英热）左右，但与往年相比，一直处于高价格水平，说明俄乌局势紧张对欧洲天然气市场的影响始终存在。对于美国，因为美欧之间价差套利空间的存在，美国对欧洲出口天然气大幅增长，使美国国内资源逐渐紧张，气价持续上升，直至无套利空间。

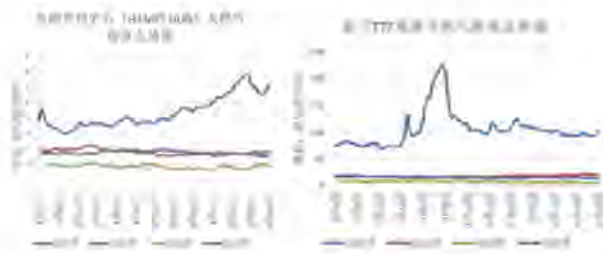


图1：美国HH与荷兰TTF价格走势图

我国作为天然气进口第一大国，受国际高气价影响较大，在当前地缘政治因素引发能源价格暴涨的形势下，我国亟需考虑能源安全问题，做好长远战略规划，以应对复杂局面。

一、俄乌冲突对欧洲天然气市场的影响

俄罗斯天然气已探明蕴藏量占世界探明储量的 25%，居世界第一位，俄罗斯的能源对整个欧洲而言，短期内无法被替代。2021 年，欧盟从俄罗斯进口天然气 1550 亿立方米，占欧盟进口量的 45%，占欧盟

使用量的 40%，其中德国有 55% 的天然气需要从俄罗斯进口，受影响最大。目前德国最大的天然气储气库雷登储气库的库存只剩下 0.5%，全国天然气存储率已下降到 25%，仅够维持两个月使用。

欧洲主要国家对俄罗斯天然气的依赖度（2022年）



图2：欧洲主要国家对俄罗斯天然气的依赖度

俄欧之间拥有 7 条天然气管道，其中途径乌克兰中转的“兄弟”“联盟”管道处于冲突交战区，这两条管道（年输送能力为 520 亿方）受到战火影响。另外，计划在 2021 年 10 月建成的“北溪 2 号”管道受到西方制裁，直接导致年输送量 550 亿方的管道无法投用。

俄乌冲突对欧洲天然气市场的影响不仅仅体现在运输途径上，还包括天然气交易资金结算环节。2 月 26 日起，部分俄罗斯银行被排除在环球银行金融电信协会（SWIFT）支付系统之外。为采取反制措施，3 月 23 日，俄罗斯总统普京宣布，俄方向欧盟成员国等“不友好”国家和地区供应天然气时将改用卢布结算。两方对垒，制裁与反制不断加码，使俄欧之间天然气贸易蒙上一层乌云，终将加速俄欧能源脱钩的进程。

二、俄乌冲突对中国天然气市场影响

俄乌冲突对国内天然气市场的直接影响是有限的，更多的是间接影响。2021 年我国进口天然气资

源 1691 亿方，对外依存度达 44%，其中 LNG 进口 1100 亿方，占比 65%。天然气进口端与国际市场接轨，市场化程度高，进口 LNG 价格以及气化后的管道气价格均高于国内市场销售价格水平，进口企业难以实现完全顺价，影响进口积极性。2022 年一季度我国 LNG 进口量同比下降 11%，致使资源总体偏紧。



图3：西部区域LNG工厂原料气成交价走势图

图 3 为我国西部区域 LNG 工厂原料气竞拍成交价走势图。可以看出，受俄乌局势持续升温且国际市场天然气价格上涨的影响，2 月中旬以后，我国西部 LNG 工厂原料气价格快速上涨。3 月开始，气价有所回落并逐渐平稳，但较冲突开始前仍处高位。说明我国宏观调控及时，保供措施到位，市场供需关系较为平衡。国内 LNG 原料气价格走势与欧洲类似，均为冲高回落，但不同的是回落有限，仍处于高位，原因可能一方面是国内气源紧缺，另一方面是亚欧之间也存在套利空间，运往亚洲的 LNG 船大量转向欧洲卸货，导致国内进口 LNG 数量减少，带动国内气价上涨。如若东北亚市场价格与欧洲市场套利空间长期存在，将可能打破现有的供需平稳状态，出现供需失衡。

由于欧洲对俄罗斯能源的高度依赖在此次危机中暴露出了明显短板，势必加速俄欧之间能源脱钩的进程。长期来看，俄罗斯急需寻找本国天然气的新买家。对我国而言，最显著的有利影响就是中俄中线项目推进的加速。中俄中线年输送能力 500 亿立方米，连接西西伯利亚气田，该气田所产天然气以往都是输向欧洲，明显俄方有意扩大或替换终端用户群。能购买到价格具有竞争力的俄气，对我国能源进口安全具有重大意义。

三、我国应如何应对

1. 加快构建天然气进口多元化新格局

2021 年，我国天然气表观消费量 3726 亿立方米，同比增长 12.7%；2022 年，全国天然气消费增长率预测在 5% 到 7% 之间，涨幅有所收窄，但仍处于中高速增长区间。为应对天然气消费量的持续增长，迫切需要加快构建天然气进口多元化格局。应以重点合作伙伴为优先方向，加强统筹谋划，坚持互利共赢，不断巩固和深化与“一带一路”国家能源合作；顺势推动中俄中线建设，以及中俄东线扩容谈判；持续巩固同阿联酋、沙特阿拉伯及拉美地区油气资源大国的能源合作。

2. 提升能源金融结算体系安全性

鉴于此次俄乌冲突中，因俄罗斯被踢出 SWIFT 结算系统，很大程度上影响了俄欧之间天然气贸易畅通。我国应吸取经验，积极推进人民币国际化，扩大人民币结算范围，扩大以贸易双方本币为能源结算货币的范围，从而免受或减轻因地缘政治紧张、国际局势变化导致能源结算受阻的不利影响。

3. 加快天然气储气基础设施建设

能源储备在一国的能源安全中占据重要地位。因天然气自身难储存的物理特性，如何大规模储备天然气一直都是难题。长期以来，我国储气库建设规模以及储气库管理体系落后于西方发达国家，这也是我国保障天然气市场安全的短板。加快天然气储气基础设施建设，提升天然气能源储备能力，合理设计储气管理体系，不仅可以用作天然气市场日常调节，稳定市场，平抑市场波动，还能有效应对国际局势的外部冲击，保障天然气能源供应安全。

近年来，我国储气管理体系发展迅速，在规范化、市场化、充分开放、公平竞争的原则下不断探索。在国家发展改革委、国家能源局等有关部门的指导下，重庆石油天然气交易中心相继研发了储气服务两部制交易、储气库调峰气交易等创新交易产品，努力推动储气服务、注采气服务及调峰气资源通过市场化交易发现价格，推动储气调峰市场建设。储

气服务产品的推广与创新，使我国储气管理体系不断完善，应对天然气市场风险能力持续提升。

4. 稳步推进能源转型

我国能源需求日益增长，对外依赖程度高。如何降低能源对外依存度，把能源安全的饭碗牢牢端在自己手里，需要统筹好能源转型和资源禀赋关系。加强需求侧管理，重点强化对“煤改气”用户的监督指导，确保安全合理适度使用天然气，避免用气需求的集中爆发。针对城镇燃气应急调峰、中西部燃气下乡过程中点供需求以及 LNG 重卡运输发展等市场新形势新变化，适时调整 LNG 工厂用气定位，将其由可中断调峰用户调整为大民生用户，保障市场基本需求。引导调节天然气使用，避免需求过于集中而对天然气系统运行造成压力。在不断提升天然气市场运行效率的前提下，应做好长期规划，调整能源消费结构，降低对不可再生化石能源的依赖，

为我国未来能源安全提供重要保障。

5. 发挥交易中心作用

发挥好交易中心平台在市场监测预警及调控中的作用。推动市场化交易持续常态化开展，依托重庆能源大数据中心及时对交易中心交易、结算数据进行监测分析，结合国内外能源领域大数据的采集整理、对比分析，随时反映国内外市场情况及当前国内市场供需与价格波动情况。对交易形成的异常数据进行预警提醒，可为政府宏观调控提供及时的基础依据。除了对当期市场波动进行监测预警，还应用好管道天然气仓单交易产品，深入挖掘信息。通过管道气仓单交易，可以提前了解上下游对合同内气量转让需求，提前发现未来几个月市场波动趋势，及时预警，帮助上下游企业实现价格风险共担、利益共享，同时也可为中远期宏观调控政策提供数据支撑。

■ 本文转载自重庆石油天然气交易中心《南滨观察》栏目



航天能源



低功耗数字调压站控制器 (SG-TCU)

城镇燃气中低压管网安全管理专家！
成功应用于国内外50多家知名燃气企业！



- | | | | | |
|--|--|--|--|---|
| <p>①</p> <p>航天品质</p> <p>自主研发
拥有26+专利
20+软件著作权</p> | <p>②</p> <p>质量保障</p> <p>拥有18道严苛质量控制点，完备质量测试装备</p> | <p>③</p> <p>产品特点</p> <p>低功耗、长寿命
高防护性能
高度集成化
可连续监测压力、温度、差压、设备状态等参数</p> | <p>④</p> <p>管理平台</p> <p>同时支持PC端管理模块 (SG-Pas) 和移动端管理模块 (SG-MPas)</p> | <p>⑤</p> <p>应用场合</p> <p>区域调压站 (箱)
专用站
楼栋调压箱
管网不利点等</p> |
|--|--|--|--|---|

航天能源SG-TCU智能控制器正在招募行业代理商/区域代理商！
详情请致电：袁艳丽 13801818654