

关于城市燃气管网的数字化技术应用研究

杨杰

长沙新奥燃气有限公司

摘要：近年来，随着经济和科技的发展，在现阶段我国的城市化进程越来越快，因此我国许多的城市正面临着发展的关键时期，只有在当前的社会背景之下，完成数字化城市建设的初步构型，才能够帮助我国建立起更加完善的数字化城市模型，才能够让我国城市的数字化发展得到明显的进步与提升。就目前的发展现状而言，远程办公，轻量服务，传统企业转型需求在这一年不断激增。常说的数字化转型，以数字化技术为基础，数据运维为核心，推动业务模式、运营流程、管理体系等方面数字化的战略举措。

关键词：数字化；燃气管网；运行管理；GIS技术；故障诊断；仿真分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.06.096

数字化逐渐成为技术发展与产业变革的桥梁，而燃气已走入人们的生活，如何在城市燃气管网建设中应用数字化技术成为研究课题。本文首先描述了城市燃气管网的现状与问题，其次简要介绍了GIS应用系统以及系统分层，重点探讨了如何将数字化技术应用到燃气管网的设计、故障诊断、运行管理、仿真分析等方面，为建成新型城市数字化天然气管网信息系统，从而提高燃气的使用率和利用率。

一、城市燃气管网的现状与问题

（一）施工对燃气管道的破坏

燃气管网是未来城市规划过程中非常重要的一个环节，它不仅仅能够维持城市自身的生命活力，还能够一定程度上为我国的绿色发展提供相应的帮助和启发，目前，我国城市的地下管线有着非常多的种类，其中包括水利管道，网络通信管道，以及燃气管道等。

在目前的城市管道建设中，我们当前所建设的燃气管道具有非常强的隐蔽性，与此同时，缺少较为明显的标记，导致我们当前对管线的维护缺乏足够的信息，因此在未来的发展过程中，我们应当加强对准确完整的管线资料完善工作，否则，施工单位很容易对未知管道造成破坏。

（二）信息化严重不足

当今是一个科技发展非常快的时代，各行各业数字化进程都已经有了非常大的发展，但目前我国城市燃气管网的数字化应用还存在着很大的问题，在数字化的发展进程上依旧非常落后，因此在未来的发展过程中，我们应当不断的加强对这方面信息化的发展，这样才能够适应城市日新月异的变化，才能够让我国城市化的进程更进一步，让我国的经济水平以及人民的生活水平得

到提升。

城市发展日新月异，城市管网在也不断地改建、扩建和更新，尤其是城镇化进程快速发展，城市管网的布设范围、密度不断增大，因此管网数据也要动态更新。

（三）管理维护机制效率低下

城市管网的复杂性体现在非常多的方向，首先，我们从整体的角度来看，整个城市管网就相当于一个非常庞大的网络系统，其中每一处管道都有着非常重要的作用，当其中一处发生故障时，其影响不仅限于自身的管道，它对周边的管道也有着非常大的影响。

面对此种情况，目前的工作人员不能够对各个位置的管道网络进行实时的监控和排查，在问题发生时不能及时的找到问题的发源地以及解决措施，因此目前存在着排除问题效率低下的问题，与此同时，我们对管道网络的监督力度也存在着一定的问题，一些巡检的工作人员的工作质量不能够得到充分的保障，且不能对巡检工作人员的工作质量进行有效的监督。由此可见，在未来的发展中，我们应当想办法解决相关的问题。

二、地理信息系统（GIS）技术应用

燃气管网地理信息系统基于动态和静态燃气管网电子地图，采用GIS和空间数据库技术，实现对管线、阀门、调压站、门站等燃气设施的统一管理。其目标是实现燃气设施管理的自动化和科学化，及时提供燃气企业管理所需的各类信息资源和分析决策依据，达到用户受益、企业受益的目的。

燃气地理信息系统包括燃气数据管理子系统、WEB发布应用子系统、巡查管理子系统、离线应用子系统等内容。

燃气GIS逻辑上，从上到下，依次为网络层、数据层、业务逻辑、服务层和应用层五部分。

网络层：需要建设系统所需的存储、网络、数据采集、数据服务等硬件设备，还需要建设系统软件、操作系统和数据库管理系统等软件设备。

数据层：需要建设和管理基础空间数据库包括基础地形数据、影像数据、管网及设施数据、燃气业务专题数据、元数据等。

业务逻辑层：提供底层GIS管理服务，实现对图形数据的发布、管理。内容包括GIS发布服务、数据引擎、中间件、工作流等。

服务层：分为数据服务和功能服务。数据服务主要通过WebService、GIS接口、ADO为应用层获取业务相关数据，功能服务主要是通过WebService实现功能的表现接口。

应用层：包括燃气管网Client/Server管理子系统、燃气管网Browser/Server管理子系统、离线管理、手持终端、燃气工程管理以及集成应用等内容。

三、数据采集技术

PLC-ControlWave Micro、PLC/RTU组态工具和OpenBSI实用软件包这三种工具是目前主要的数据采集工具，对我国目前的燃气管网的数字化发展有着非常大的帮助，同时，在未来的发展过程中，我们需要加强对数据采集技术的研究与发展，只有这样才能够让我国的相关技术得到更好的发展与进步。

四、数据融合技术在燃气管网故障诊断中的应用

(一) 技术背景

数据融合技术能够对正在运行的系统进行实时监控，例如该技术在高压、大口径、长距离天然气输送管道中的使用，能够对天然气管网的运行状态进行实时监测，有效的处置一些在人力和环境因素影响下难以排除的故障，从而保证天然气运行的安全、平稳、高效，因此数据融合技术具有非常重要的作用。当天然气管网发生泄漏时，各个节点的传感器能够对该节点中的天然气信息进行采集，然后将结果上传到生产控制中心进行分析和处理。

(二) 技术架构

研究人员提出了利用基于神经网络、证据理论等方法的融合处理方式，从而对一个或者是多个的传感器进行同时的监测和分析，以提高监测的精确度，减少由于天然气泄漏造成的安全事故。

传感器的功能有着非常大的差异，因此，对于数据的采集方式也是有着非常大的不同，针对不同的数据检测方式，其中对信息的传递方式也是有着非常大的不同。也正因如此，在实际的网络传感器检测过程中，会有非常多非常关键的网络节点，其中的每个节点都具有自身不可替代的功能和作用，它都能够对管道中的压力、流量、温度等相关信息进行监测，并对检测结果进行分析与阐述，通过一系列的数据分析，提取到原始信息中我们所需要的有效信息，这些信息对我们的监测来讲就有着非常重要的意义。原始信号的采集、初级处理都是由传感器的节点来完成，高级信息融合由汇聚处的节点完成，最终的判断结果则是由计算机和人工处理的，这样信息经过层层的分析和处理能够达到的提高数据处理的速度，这样可以对泄漏点的位置和形状等进行精确的判断，从而保证监测的准确度。

五、数字仿真技术应用

(一) 燃气管网仿真系统发展现状及问题分析

天然气管道仿真软件方面，我国的发展与起步较晚，相较于许多国外发达国家的发展来讲，正处于需要高度发展的阶段，但我国目前取得了非常亮眼的成绩，目前我们已开发出多款技术成熟的仿真计算软件，在全世界范围内得到广泛的应用，这一点值得我们骄傲。最早进入中国市场的是TGNET软件，该软件的一大优势在

于能够对长管道进行比较精准的模拟，通过该软件所能得到一系列长管道的数据，与现场的真实数据非常接近，因此在长管道的应用上具有非常大的价值，尤其是在计算管道的设计、运营参考数值，优化系统工艺参数，仿真结果等方面，我们能够得到与现场数据十分接近的结果，准确程度非常高，得到业内广泛认可。除此之外，TGNET能够对气体管道中的单相气体进行稳态和瞬态模拟，这种模拟也是它的软件具有的一个非常重要的特色，同时能够相对友好的进行人机交互。目前TGNET已被四川石油设计院、广东天然气公司等多家企业引进，对我国这些企业的发展有着非常重要的作用，同时，这个软件还能够辅助设计人员进行工艺设计，同时，帮助企业的操作人员进行一定程度上的管线运行管理。另外一款业内公认的油气管线仿真软件是SPS。这一款软件与上述软件就有着非常大的不同，相对于TGNET软件来讲，它具有更大的更广泛的优势，它不仅可以对实际的管道系统仿真，同时也能够在一定程度上仿真模拟管道的控制逻辑，该功能有利于管线运行调度计划的制定。SPS的模拟结果可以分别以曲线、数据和表格的形式输出，便于操作人员查看仿真结果、撰写报表。SPS与TGNET相比，在国内的应用更为广泛，认可度也较高。

(二) 燃气管网仿真系统的应用

燃气管网仿真系统的主要功能是根据实际燃气管网中的站场位置、管径、管长、设备位置、设备属性、气体属性、管网工作能力、管网操作特点等基础情况，建立燃气管网数字化仿真模型。这项技术是对管网某处进行的一项检测技术，它能够时刻检测某一状态下储气量、各点压力等数据，这些数据对整个装置的发展来讲非常重要，有了这些数据我们就能够更好地对管网仿真系统进行操作，操作人员也能够更为明确的找出各个位置的问题与故障所在。相应的工作人员可以通过这个仿真系统实现对整体器械的控制，这样一来，就能够更为准确地对管道内部的各项数据进行检测，同时还能够将离线所产生的数据适时地打印出来，方便我们对数据进行分析，还能够对管道内的数据进行分析，这一功能对快速制定调度方案非常有用。

六、完善城市燃气管网运行安全管理的有效措施

(一) 加强安全管理机制的制定与落实工作

在以完善城市燃气管网运行安全管理措施的设计过程中，需要全面加强安全管理机制的制定及落实工作，根据完善的安全管理机制，促进全面强化燃气管网的安全管理工作效果，从而避免安全隐患问题存在。首先，相关燃气经营及管理单位需要与城管等社会执法部门相结合，构建完善的合作安全管理体系和机制，保证安全管理机制制定及落实的根本效果。在此过程中，城管管理部门需要加强责任意识，在日常工作过程中需要针对燃气管网进行同时监控管理不仅可以全面消除安全隐患问题，同时可以保证城市管燃气管网安全执行制度的落

实效果。另外，为了实现加强安全管理机制的落实工作效果，需要进一步提升相关工作人员的责任意识，使其以较强的责任感进入至燃气管网安全管理机制落实工作中。因此，以城市燃气管网运行安全管理策略为核心目标的工作模式中，需要以完善化的安全管理机制为核心强调制定工作的全面性及落实工作的有效性。有效的管理机制，是进行燃气安全管理工作的前提和基础。在制度执行中也要严把制度的落地关口。要成立专门的执行管理部门，促进对于管理制度严格的执行，要具有明确的风险控制意识，做到防患于未然。在工作中提升检查力度，对于损害燃气使用公共安全的行为要坚决制止，同时下发限期整改任务，对于拒不执行的企业和个人采取惩罚措施。为了维护实际管理制度的权威性，发挥制度的作用，在工作中必须做到严格执法，对于出现的违规用气的行为实施处罚，对于情节严重的要及时的移交司法机关。以此保障燃气公共安全，遏制不良事故的发生，维护燃气企业的安全运行。

（二）强调燃气管网安全施工管理模式的运用

燃气管网安全管理措施制定过程中，需要加强燃气管网安全施工管理模式的运用，从根本环节提升燃气管网质量，全面改善及避免燃气管网漏气问题出现。对此相关燃气管网企业单位，需要严格遵守国家相关施工建设的基础要求，严格遵守既定的施工方案和施工图纸，以全面化的施工审批流程和项目实施措施，完成燃气管网安全施工工作。与此同时，要以完善的燃气官网施工流程作为核心，强调基础施工准备环节及具体施工环节与监理检测环节的运用，从而为之后燃气管网安全运用效果起到较强的辅助性作用。因此，以燃气管网安全管理为核心发展目标的施工过程中，需要加强燃气管网安全施工管理模式的运用，进一步强化及实现城市天然气地下管网安全管理模式的发展目标。在具体施工中，必须结合科学的施工技术手段，促进施工的顺利进行。现阶段燃气建设中面临着诸多的实际问题，比如地下管网的遗留问题，实际地质的支撑水平问题等等。因此必须在工程进行之前采取严格的勘探技术，设计好精确的施工图纸，在施工中严格按照图纸的规划，避免随意的改动。如果遇到临时的突发状况必须进行图纸改良时，必须经设计部门的同意，经过专家的论证后实施调整计划。在施工中也要进行严格的管理措施，随时观测工程的进展情况，落实严格的施工技术标准，对于出现违规施工的状况必须严格禁止，同时对于出现实际问题的作业地段要及时补救，甚至返工。因此，在施工阶段必须做好质量的检测工作，排除一切的安全隐患，一定要采取严格的管理流程，促进燃气建设施工的科学化和合理化，保障燃气运行的安全性能。

（三）设计责任制燃气管网安全运行管理方案

针对城市燃气管网运行的安全管理策略进行全面分析的过程中，需要设计责任制燃气管网安全运行管理方案，将具体工作进行责任划分，使相关工作人员全面承

担燃气管网安全运行管理的责任，从而促进强化安全管理工作效果。对此，相关单位可以将燃气管网进行区域性划分，根据实际情况结合区域划分情况，实行责任制燃气管网安全运行管理模式。这种责任制燃气管网安全运行管理方案的运用，可以全面改善以往燃气管网管理工作中出现了一定问题和不足因素，从而促进实现科学化燃气管网安全运行管理模式的发展。在设计管理方案的过程中，主要关注两点实际问题。首先就是要保障安全管理方案的科学性。管理方案不仅仅要关注到燃气安全管理本身，还要系统的关系到实施管理工作的各个环节中去，确保安全管理工作的有效落实。现阶段燃气安全管理部门还存在一些责权利不够明确的弊端，因此必须要进行严格的管理细节落实，才能保障各司其职，实施有效的管理手段。其次就要结合燃气的实际分布，做好具体经营单位责任的划分，建立起燃气运行状态的整体检测，对于存在实际隐患的设备和管道进行及时的维护，保证做到防患于未然，避免大型事故的发生。同时也要注意岗位责任制的落实，燃气运营单位必须做好分级防控，做到领导负责制，以及具体的安全管理工作落实到人。对于工作的实际状况建立管理台账，在排除隐患以后也要及时记录，要把控住维护和养护的关键节点，促进燃气的安全得到实际保障。还要对燃气安全管理人员实现绩效考评制度，对于工作麻痹大意导致严重事故发生的情况，要进行严肃追责，提升燃气安全工作人员的安全责任意识，促进安全管理工作的稳步推进。安全管理方案始终要贯穿于燃气管理工作，在工作中必须做到方案的严格落实，要结合企业内部的管理制度，促进岗位人员严肃对待此项工作，发挥安全管理职能，保障工作的稳定运行。

七、结语

综上所述，燃气管网设计及运维是一个庞大而复杂的系统工程，而数字化技术的不断发展为其提供了重要的技术支持。目前这项系统工程能够通过数字化的数据为基础，能够让我们实现对整个城市管道网络进行实时的监测和调整，这样一来，我们就能够为我国城市的数字化建设提供相应的发展基础，还能够让我国的城市经济水平得到更多的进步与发展，让我国更快地实现对资源节约型以及环境友好型的社会发展模式，最终实现城市管网系统全面数字化。

参考文献

- [1] 胡京津. 浅析GIS系统在燃气工程档案数字化管理中的应用[J]. 档案天地, 2021(01): 50-51+54.
- [2] 刘巍. GIS系统在燃气管网中的应用[J]. 科技风, 2017(16): 86.
- [3] 王建欢. 城市燃气管网中智能化技术的应用问题及策略探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021(12): 181-182.
- [4] 王海华. 浅析城镇燃气管网智能化的应用[J]. 上海煤气, 2018(04): 29-31.