

国内智能化油气储运管网的发展与应用

张艺钟（贵州铁路投资集团有限责任公司，贵州 贵阳 550001）

摘要：石油化工是一种重要的工业，它肩负着为国民经济发展和各个行业的发展服务，在能源需求不断增加的今天，如何改善石油化工的储运方式是当务之急。当前，我国石油化工储运行业的发展前景较好，但也面临着一些问题，比如：自动化程度低，技术瓶颈还没有得到有效地解决等。因此，要实现可持续发展，必须与时俱进，将先进的技术手段结合起来，建立起一个系统性的石油化工储运体系，从而进一步提高我国石油化工储运水平。

关键词：智能化；油气储运；管网；应用措施

当前，降低能耗和资源浪费，是今后石化工业发展的一个关键问题。数据显示，我国的油气运输费用在2015~2021年间迅速增加，同比增加7.6%，我国成品油的实际消耗量为13258万t，较上年同期减少12.2%。石油化工的销售受多种因素制约，石油化工行业的竞争日趋加剧，必须强化技术革新，重点发展新产品。当前，搞好石油化工的储运工作，是保证我国石化工业快速发展的重要前提。为此，必须重视石油化工的技术与装备革新，强化石油的贮运和输送，以切实解决石油化工生产中不能适应的问题。

1 石油化工企业油品储运的特性

①易燃易爆。一般原油制品的可燃点和闪点都能判定其可燃性，而轻油的油品重量轻，闪点较低，易起火。重油是一种高闪点、高着火点的油品，同时又是一种易燃易爆的油品；②易挥发扩散。石油公司的大部分油品为液态，其挥发性很强，并且，其挥发性与其质量、种类、温度等因素有关；③毒害性。大部分的石油制品都是有机的，特别是在高浓度的情况下，会影响到人的中枢神经，让人昏迷、瘫痪，而石油不完全燃烧的话，很容易产生有毒的CO；④受热膨胀性。当原油制品受热时，由于其自身的温度升高而使其体积膨胀，从而在储运过程中造成管道破裂或破损。反之，当气温降低时，则会发生收缩，使室内产生负压，从而使储运设备发生变形、破损。

2 我国石油化工产业的储运现状

2.1 石油化工储运分析

第一，石油和天然气的储存方式。在我国石化工业发展的早期，采用的是地面压力容器。后来，随着社会和石化工业的发展，有了地下岩洞储存等各种不同的储存方法。近几年，随着海洋石油资源的不断开发和发展，海上油库的储存方法也随之产生。从整体

上看，油气储存模式并没有得到很大的发展，大部分国家都采用了上述的方法。第二，石油和天然气的运输方式。石油的运输与天然气的运输方式不同，包括公路、铁路、水路、航空、管道等。其中，陆运量少，运费高，所以，陆运较适宜于短距离的运输，陆运既可以实现大容量的运输，又具有较高的经济效益和较高的安全性能。水运具有体积大、可靠性高、运行缓慢、运行效率高等优点。在上述多种交通方式中，空运费用是最高的，所以在没有特别的条件下，大部分国家都不会使用。管道运输是当前最经济、最普遍的运输方式。

总之，石油和天然气的运输与贮存具有多样性，因此，各石化企业应按自身的生产能力和需求，合理地选用不同的贮藏和运输方式。

2.2 石油化工油气储运现状分析

根据统计，在过去的半个多世纪里，石油和天然气管道是全球发展速度最快的一种输送途径。高效的交通方式推动了全球油气储量的快速增长，目前，西方国家的原油储量基本保持在90天或更长的水平。当前，全球大部分的化工企业均已形成一套适应于自身生产发展的油气储存和运输体系。我国的石油、天然气储运发展与国际上的发展趋势基本一致，但由于我国由原油输出国向原油进口国的转型，其储运能力面临着严峻的考验。第一，由于石油的大量消费和进口，使我国的石油储备和运输能力已不能满足国内的需要，从而制约了我国的经济发展。第二，管道运输能力不强。目前，国内主要通过水路、铁路和公路进行石油的运输。石油运输能力较差，而且由于管道运输所带来的损失较大，导致了资源的浪费，对社会经济发展产生了不利的影响。尽管目前国内的石油和天然气储运状况不容乐观，但我们也应当看到，石化工

业的发展前景和发展空间还很大。

3 智能化油气储运管网的发展与应用措施分析

3.1 大数据分析的研究

大数据分析将可视化分析、数据挖掘计算、预测性分析能力、语义引擎、数据质量和数据管理等模块相结合。多量化、多样化、快速化与价值密度低是大数据分析显著特征。在智能管网的运营中大数据主要有两个方面应用：第一是管道整个生命周期建立数据库，包括管道初步规划、有效性研究、管道设计、实际施工、系统测试、整体验收、维护管理、变更和报废；第二是管道数据的分析和挖掘，生成数据库包含了建设、地理、设备、腐蚀、检查、操作等数据。

3.2 物联网技术的研究

大数据的储存也需要物联网应用的支持，从而推进管网管理的科学化、规范化、智能化。对管道的风险监控、对物联网关联的大数据进行故障诊断、全因素排查风险、精准定位风险原因及位置，从而完成管网风险识别、预测、评估、处理、监控、管理整个过程。基于物联网平台对智慧管网进行部署开发，可以对管网运行情况进行全方位精准的感知。感应层、网格层和运用层是物联网基础层次。感应层是应用射频识别（RFID）、激光扫描仪、红外传感器、GPS等传感器获取不同信息类型的识别数据；依据约定的协议，网格层在不同的传输媒介与信息技术上实时同步传达数据；运用层对数据收集与辨析，达到辨别、固定位置、实时同步、监控、管理的智能化。

3.3 无人机技术的研究

无人机巡检系统由硬件平台、地面控制站、飞行控制系统、传感器、无线通信系统组成。在油气管线巡护方面，无人机种类繁多，有无人直升机、无人驾驶飞艇、固定翼无人机、多旋翼无人机等。多旋翼与无人直升机起降灵活，可随意盘旋上空具有位置控制优点，固定翼无人机安全方便，续航时间长，适合长途管道巡航。

当前，国内在油气管道的长距离建设运输中已经对无人机有了较为广泛的应用。国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司对无人机的智能化巡护开展了研究，无人机为长输管道控制管理中心提供现场图像，地理情况，植被覆盖情况，周边建设以及其他情况数据，将获取的数据输入大数据库中。如此，可以及时对比原始数据，对滑坡、沟渠、危害性建筑等危险因素情况做到提前预知。无人机比较人力勘探有极

高的工作效率，安全性高，数据收集程度高，高效率，受外界影响小等优点。

3.4 智能化缺陷检测

金属管道的焊接缺陷会明显降低结构的承载能力，在管道焊缝焊接完成后，必须对焊缝进行质量检测。对于长期服役的管道，由于历史、技术及管理等多方面原因，管体焊缝不可避免地存在腐蚀坑、撞击坑、机械损伤等多种缺陷，因此必须对管道焊缝特别是隐患多发区域进行无损探伤，查找隐蔽缺陷，并对其采取预防性措施，实现管道安全、平稳运行。目前，在超声检测领域，超声相控阵、衍射时差（TOFD）是全新的前沿检测技术。其中，3D超声技术可详细检测管道关键缺陷部位，并将缺陷部位直接成像，通过缺陷造成的反射波异常波场，可反推缺陷的实际尺寸，从而得到被检测区域的真实图像。

3.5 石油化工储运智能化

随着对能源需求的不断增长，我国的能源开发也随之增加。我国的能源储备水平还不够高，因此，加强石油化工的储运能力，优化石油化工储运工艺，提高能源储备，是至关重要的。因此，根据今后的发展趋势，必须从整体上进行全面的分析，要加强新技术的投入，扩大我国石油化工产业的发展。

3.5.1 地面储存

通过对我国近几年运输业的变迁进行调查与分析，发现在陆地上，越来越多的地面储存设备正在被应用，技术的发展使得大规模储运设备的储存能力得到了极大提升。同时，将计算机技术和石油化工储运技术有机地融合在一起，将有利于改进储运设施的运行，使其达到智能化、自动化的目的。

3.5.2 地下储存发展

以石油化工的储运来说，目前的地下储存方式还存在着一些局限性，大型的储运设备一般都很大，占地面积也很大，因此，地下储存模式尤其重要。通过对西部地区石油资源的调查，发现东部和西部地区是石油资源的主要分布区域，要想提高油气资源的利用率，必须不断加大东部和西部地区的交通建设，以解决东部沿海地区的石油资源短缺问题。

同时，将继续深化石油天然气管道运输项目的建设，提高输送能力，灵活运用大数据、云计算、信息技术，传感器技术等新技术，建立一个智慧的管理系统，实现对石油输送的实时监测，从而提升管道的运输效率和质量，实现节能降耗。同时，该系统还能有

效地控制运输费用，突出了高效、经济的特点。

3.6 加快石油战略储备制度及相关法律法规健全与完善

要保证我国经济发展所需要的能源保障与可持续供给，就需要迅速对现行的石油战略储备制度进行优化，以推进油气体制的相关变革。为确保能源价格的平稳，促进非常规能源的发展。因地域差异，其油气资源的开发方式也不尽一致。因此，要按照“因地制宜”的基本方针，构建符合能源采购、市场营销、管理等需求的储存管理体系，为石油资源的可持续、健康发展奠定基础。

3.7 加强管道运输能力

油气管道输送项目施工中也会产生一些环境隐患，如管道输送管理不规范、施工质量不达标等问题，由于受自然环境及其他客观环境的制约，石油天然气管道受到了重大损坏，从而造成石油、天然气等事故的发生，使管道的安全性能下降。为此，要加强石油化工企业的储存运输能力，就应重视管道的施工，尤其要重视对环境、地质路径等方面的影响。针对不同区域的天气状况，严密监控管道上的岩层，以降低管道渗漏。在此基础上，要加大对管道的利用，以实现管道的实时监控，实现对管道运输过程中可能出现的各种危险进行实时监控，要尽早进行管道维修，使管道在运输高质量石油的同时，发挥其应有的功能。

3.8 突破石油化工储运关键技术瓶颈

随着石油化工储运设备建设规模的不断扩大，石油化工的储运能力必须运用智能材料和高性能复合材料的新功能，从而提升石油化工的技术水平。因此，应加大对先进产业的吸引和培育，加大对炼油、输送等关键技术的扶持力度，提升石油化工企业的规模储存和输送能力。在实施可持续发展战略的同时，还在继续完善现有的石油生产工艺，以确保我国石油天然气的安全和稳定。另外，要大力发展石油化工的自动化储运技术，推动石油化工行业的信息化、智能化生产等，从根本上保证石油化工的安全、稳定。

3.9 加强材料的选择

油气的储存和运输都离不开输送管道，所以在石化企业进行工程设计时，首先要考虑的就是选材。在选用管材时，应遵循下列原则：一是选用合适的材料，以保证输送的安全、稳定；二是企业要在安全的前提下，在资本许可的情况下，进行市场调研和公司预算的优化；三是企业要合理选用性能优良的原料，以防

止石油、天然气等外溢事故，提高储运的效率与安全，并可有效地保护资源与环境；四是在进行管道安装时，应加强对管道的密封性，采用高质量的焊接工艺，可以为油气的储运创造有利条件。

3.10 制定明确的工业检测标准

在石油、天然气行业中，由于缺少一个统一、清晰的质量检验标准，导致了许多安全隐患。为了确保石油和天然气储运的安全与高效，必须建立一个明确的行业检验标准，建立一个专业的质量监测团队，对项目的风险和质量进行评估，并对项目的后续工作进行监控，实现在最短的时间内做出应急预案，并提出相应的改进措施。

3.11 智能化工地与管线数字化

天然气管道升级整合压缩机组辅助系统控制功能，并与场站的控制系统进行了融合，实现只需一个指令无需人为操作和干预，压缩机组和辅助系统按照预设的控制逻辑顺序自动完成压缩机组启停机、压气站启停站的所有过程。采用焊口信息认证系统，通过现场生成二维码与每个焊口一一对应，实现焊口的质量可追溯，焊接机配有 GPS 定位模块且通过建立机组与作业点视频监控系统，可实现管理人员自主到任意焊接施工现场和对焊接、防腐等重点工序的实时管理与跟踪。同时通过对历史工况的数据库进行开发，对工程进度、监理巡查、机组状态及施工参数等的远程监督与管理智能化操作，最大程度上减少了人为干预对数据的影响，做到了决策有支撑、问题可溯源、追责有依据，从而有效提升项目管理的专业化、规范化、科学化、高效化水平。

综上所述，建立基于物联网技术、大数据分析、无人机巡线、DR 检测等应用技术的智能化油气管网体系，可对油气管网各环节进行全面感知并对数据进行实时传输，实现现场对象与管理者之间的互联互通；实现管道风险预测、故障智能诊断、设备远程控制等功能。为智能化油气管网综合系统规划分析、优化运行和决策评价提供数据支撑和决策支持，有助于打造安全、稳定、高效的智能化油气管网运行体系。

参考文献：

- [1] 钱建华, 牛初, 杜威. 管道智能化管理的发展趋势及展望 [J]. 油气储运, 2021, 40(2): 10.
- [2] 王乐乐, 李莉, 张斌, 等. 中国油气储运技术现状及发展趋势 [J]. 油气储运, 2021, 40(9): 12.