

特种设备智能化技术建设指南
第 1 部分：油气长输管道

Technical guidelines for construction of intelligent technology of special equipment
—Part 1: Oil and gas long-distance transmission pipeline

2024 - 12 - 30 发布

2025 - 01 - 30 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

5 基础信息管理 2

 5.1 基础信息平台建设 2

 5.2 建设期数据管理 2

 5.3 检验检测数据管理 2

6 系统与技术搭建 3

 6.1 数据采集与监视控制系统 3

 6.2 光纤安全预警系统 3

 6.3 泄漏检测和定位技术 3

 6.4 油品界面跟踪系统 3

 6.5 智能巡线系统 3

 6.6 视频监控技术 4

 6.7 管道阴极保护系统 4

 6.8 防腐层检测技术 4

 6.9 内检测技术 4

 6.10 油品混输模拟系统 4

 6.11 无人机巡检技术 4

 6.12 地质灾害监测预警系统 4

7 技术联动 4

 7.1 视频应用管理 5

 7.2 实时风险管理 5

 7.3 智能场站管理 5

 7.4 突发事件管理 5

8 持续更新 5

 8.1 自我评估 5

 8.2 持续改进 5

附录 A（资料性） 建设期数据采集要素 6

参考文献 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为DB37/T 4802《特种设备智能化技术建设指南》的第1部分。DB37/T 4802已经发布了以下部分：

——第1部分：油气长输管道；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。本

文件由山东省市场监督管理局、山东省能源局提出并组织实施。

本文件由山东特种设备标准化技术委员会归口。

引 言

为推动特种设备管理质量提升、技术升级，筑牢本质安全举措，不断提升特种设备安全节能环保水平，有效预防和减少事故，借鉴、总结国内外先进管理技术，通过制定特种设备智能化建设系列标准，增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。DB37/T 4802《特种设备智能化技术建设指南》拟由以下三个部分组成。

——第 1 部分：油气长输管道。目的在于提出科学有效的油气长输管道智能化建设技术和管理方案。

——第 2 部分：燃油燃气锅炉。目的在于提出科学有效的燃油燃气锅炉智能化建设技术和管理方案。

——第3部分：电梯。目的在于提出科学有效的电梯智能化建设技术和管理方案。

本文件依据油气管道相关法律法规、部门规章、安全技术规范及山东省《关于加快石油天然气管道智能化发展的意见》的要求，充分借鉴和吸收先进管理经验，融合油气管道智能化建设要求，结合山东省油气管道使用管理现状编制而成。对新建和改迁建管道要完善管道数据采集标准与方案，做到管道建设期和运营期数据融合统一，将包括施工图设计、采购、工程施工、工程监理、检测管理、试运投产、竣工验收等数字化数据进行采集归档，并对已建成的非数字化交付管道开展基础数据数字化逆恢复，为开展油气管道智能化提供数据支撑。旨在提出科学有效的油气管道智能化建设技术和管理方案，进一步规范油气管道智能化管理体系，推动省内油气管道智能化实施，形成标准制定、修订、宣贯、应用、咨询服务和执行监督的闭环管理体系。

特种设备智能化技术建设指南

第 1 部分：油气长输管道

1 范围

本文件提供了油气长输管道智能化建设的指导建议，给出了基础信息管理、系统与技术搭建、技术联动和持续更新阶段的建议和信息。

本文件适用于油气长输管道智能化技术建设实施。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19285 埋地钢质管道腐蚀防护工程检验
GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范
GB/T 27699 钢质管道内检测技术规范
GB 32167 油气输送管道完整性管理规范
GB 50251 输气管道工程设计规范
GB 50253 输油管道工程设计规范
GB 50348 安全防范工程技术标准
GA 1551.6 石油石化系统治安反恐防范要求 第6部分：石油天然气管道企业
TSG 08 特种设备使用管理规则

3 术语和定义

GB/T 21448、GB 32167、GB 50253、GB 50251、GB 50348、TSG 08界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

油品混输 mixed transportation of oil

两种及以上油品在管道输送过程中，按照一定比例调和后进行输送。

4 总则

4.1 目标性原则：通过标准化、数字化及信息化数据支撑平台的建设，达到油气管道智能化管理建设的目标。

4.2 实用性原则：统筹规划，分步实施，在建设油气管道智能化支撑平台及应用系统的同时，兼顾原有信息化资源的利用。

4.3 适用性原则：以需求为导向，并且适应社会发展需求，保证建设内容的适用性。

4.4 创新性原则：保持创新，持续优化油气管道智能化水平的提升。

5 基础信息管理

5.1 基础信息平台建设

5.1.1 管道运维单位宜搭建可视化数据综合管理平台，集成数据采集与监视控制系统、管道完整性管理系统、管道资源计划系统、管道工程建设管理系统、地理信息系统、管道仿真模拟系统等管道核心业务领域的的数据信息见图 1。

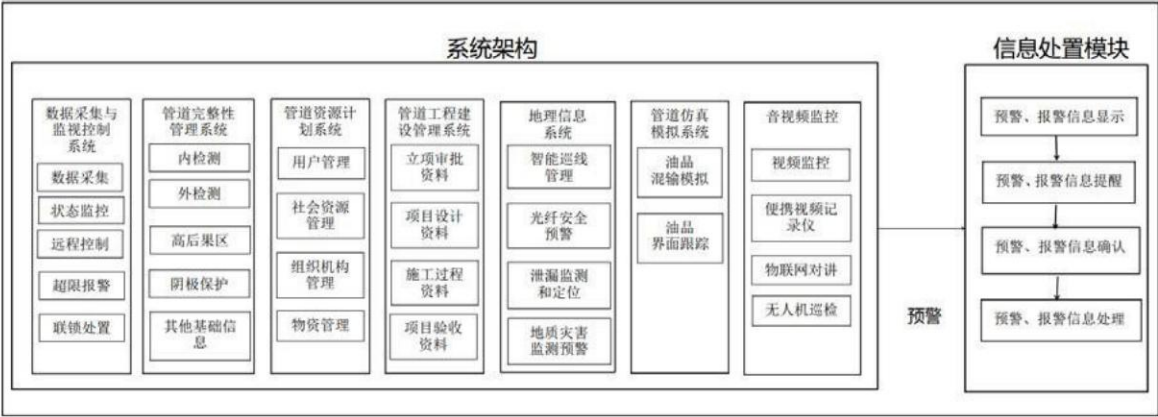


图 1 可视化数据综合管理平台总体构成图

- 5.1.2 可视化数据综合管理平台宜对不断变化的因素，通过监测、检测、检验等各种方式，获取管道相关数据信息，实现管道智能感知、智能预判、智能管控、智能决策，保障管道健康运行。
- 5.1.3 可视化数据综合管理平台宜通过获取智能视频监控装置、阴极保护监测装置、地表形变监测装置、管道本体应变监测装置、温度传感器、声波传感器、应力传感器、振动传感器、压力流量传感器、雷达、内检测器等设备信息为数据源。
- 5.1.4 可视化数据综合管理平台宜实现管道属性及附属设施、管道周边环境、社会资源、工程建设档案、管道双重预防、高后果区、第三方风险、管道中心线、应急管理等资料和信息录入及属性信息查询、检索、分析功能。
- 5.1.5 可视化数据综合管理平台宜具备各项预警、报警信息集中显示、确认、处理功能。

5.2 建设期数据管理

- 5.2.1 建设期数据宜包括立项审批资料、设计资料、施工过程资料等资料。
- 5.2.2 立项审批资料宜包括政府支持性意见、环境影响评价、涉路工程建设许可、安全评价、防洪评价、消防验收等。
- 5.2.3 设计资料宜包括图纸、技术规格书、设计说明等。
- 5.2.4 建设施工过程资料宜包括设备设施采购、焊接过程资料、变更资料、穿跨越、竣工资料等。
- 5.2.5 建设项目验收资料、投产方案、管道中心线、监督检验及其他建设期数据。
- 5.2.6 建设期数据采集要素见附录 A。

5.3 检验检测数据管理

- 5.3.1 油气管道应监督检验、定期检验，合于使用评价报告录入可视化数据综合管理平台，内检测数据数字化应用宜符合 GB/T 27699 的规定，获得管道中心线数据坐标，实现管道数据对齐。
- 5.3.2 管道完整性管理系统宜收录缺陷电子台账，对检验问题进行动态信息管理和统计分析，并完成自查、检查、上报、治理、核查和督办的闭环管理。

5.3.3 管道完整性管理系统宜录入仪表、安全阀等强检器具定期检验电子记录，并具备预警功能。

6 系统与技术搭建

6.1 数据采集与监视控制系统

6.1.1 可视化数据综合管理平台宜包含数据采集与监视控制系统，并具备以下功能：

- a) 紧急停运功能；
- b) 超压保护功能；
- c) 火灾及可燃气体报警系统联锁保护功能；
- d) 管道全线场站、阀室的生产工艺数据及设备状况集中监控、远程操作、超限报警、联锁处置功能；
- e) 实时数据和历史数据的查询与统计功能。

6.1.2 输油管道依托数据采集与监视控制系统的数据采集功能，各场站宜安装水击超前保护专用控制系统，采集设备实时数据，提前预判管道水击发生风险，根据预设的联锁功能实现自动停泵、关阀等水击超前保护措施。

6.1.3 输气管道数据采集与监视控制系统宜实现一键启停输、过滤器切换、计量管路切换、调压管路切换、分输用户启动或停止、自动分输控制、输气中断报警、压力和流量控制等功能。

6.2 光纤安全预警系统

6.2.1 可视化数据综合管理平台宜采用光纤振动监测技术，建设管道、阀室和场站光纤安全预警系统，并具备报警功能，实时监测振动源。

6.2.2 光纤安全预警系统宜自动推送报警信息（包括报警位置、报警时间、报警类型等信息）至电脑客户端或手机 APP 终端软件，宜根据报警位置实现导航定位功能。

6.3 泄漏检测和定位技术

6.3.1 输油管道可视化数据综合管理平台宜采用数据模型对比、负压波检测等技术，建设泄漏检测和定位系统，实时检测管道沿线压力和流量变化，依据运行参数变化检测泄漏情况，通过对比分析实现泄漏点定位。

6.3.2 输气管道可视化数据综合管理平台宜采用激光甲烷检测仪等天然气检测设备，定期对管道、输气场站、阀室等部位进行泄漏检测。

6.4 油品界面跟踪系统

6.4.1 输油管道可视化数据综合管理平台宜采用管道输送模型，建立油品界面跟踪系统，导入相应油品性质参数，同步跟踪油品混输作业情况下油头位置，直观显示混油界面。

6.4.2 输油管道顺序输送不同油品时，宜具备状态预测、混油段计算、批次计划、工艺运行优化、管道容量计算、模拟培训等功能。

6.5 智能巡线系统

6.5.1 输油管道可视化数据综合管理平台宜采用卫星定位技术，建立智能巡线系统，标定巡检异常点地理坐标，报送异常点信息。

6.5.2 通过可视化和坐标定位技术，实现现场实时监护、信息同步上传，将油气管道巡线坐标纳入数据库，在智能巡线系统上设置“巡检点”，确保巡护质量。

6.5.3 系统宜具备将巡检点周边拍摄的影像、视频类信息实时上传的功能，同时具备现场与调控中心

或站控室双向音视频对讲功能。

6.6 视频监控技术

6.6.1 运维单位宜在管道场站、阀室及管道沿线安装视频摄像装置，接入可视化数据综合管理平台，实现重点生产区域视频全覆盖，重点识别烟雾、火焰及非授权区域的非法入侵。

6.6.2 管道高后果区安装视频监控设备，接入可视化数据综合管理平台，录像存储时长应符合 GA 1551.6 的规定，并能够接入管道监管部门监管平台。

6.6.3 光纤容量在满足实际工程需求外宜考虑管道工程将来业务发展的需要，预留适当容量。

6.7 管道阴极保护系统

6.7.1 可视化数据综合管理平台宜采用防腐层联合阴极保护控制腐蚀技术，通过建设强制电流阴保站及智能阴极保护监测系统、智能排流监控系统，对管道等被保护体实现阴极保护数据的在线监测、智能调控。

6.7.2 宜按照 GB/T 21448 的要求定期对管道阴极保护系统进行评价，通过加设牺牲阳极提高管道阴保电位、加装排流设备排除杂散电流干扰。

6.8 防腐层检测技术

运维单位宜符合GB/T 19285的规定配备防腐层检测仪器，对埋地管道的防腐层破损点和防腐层整体状况进行检测。

6.9 内检测技术

运维单位宜根据GB/T 27699的规定，选择合适的内检测技术和设备，对管道进行路由、埋深、几何变形、管道中心线、金属损失、轴向应变等检测。

6.10 油品混输模拟系统

可视化数据综合管理平台宜采用油品混输模型，建立油品混输模拟系统，导入相应油品性质参数，明确混输油品是否具备输送条件。

6.11 无人机巡检技术

6.11.1 运维单位宜使用具备红外成像功能的无人机，对打孔盗油易发区、自然灾害风险点、山区以及高后果区等难以人工巡护的管段进行巡护。

6.11.2 无人机宜具备图像识别、预警功能，监测影像实时传给调控中心。

6.11.3 无人机的巡检轨迹宜实现追溯与查询功能。

6.12 地质灾害监测预警系统

6.12.1 可视化数据综合管理平台宜采用地质灾害监测预警技术，建立地质灾害监测预警系统，将管道空间数据、巡查管理数据、灾害成果数据进行标准化，综合地质灾害管理、预警信息发布与反馈、气象信息查询等功能，建立地质灾害监测体系。

6.12.2 在管道穿越地下水抽吸区、岩溶塌陷区、采空区等易发生弯曲变形、裸露、悬空、断裂、横向位移的高风险区域，宜安装具有预警功能的地表形变监测和管道本体应变监测装置，并实时采集地下水位、地表形变与管道应力应变等参数。

7 技术联动

7.1 视频应用管理

7.1.1 可视化数据综合管理平台宜结合视频监控技术实现光纤安全预警信息联动复核。

7.1.2 运维单位宜为施工监护人员配备视频记录仪。

7.1.3 阀室、场站的摄像头查看功能宜实现与安防和火灾报警信号的联动响应。

7.2 实时风险管理

结合无人机巡检技术，动态展现和预警管道沿线、高后果区、重点装置、重点设备和重点场所的异常风险信息。宜在场站或阀室区域安装无人机机库，实现无人机的自动放飞、回收及充电。

7.3 智能场站管理

宜通过生产自动控制系统、泄漏检测系统、视频监控系统、智能巡检系统提升场站智能管理。

7.4 突发事件管理

应急人员的移动终端宜实现管道资源计划系统的实时查看和应用功能，满足资源调配和应急响应需求。

8 持续更新

R.1 自我评估

油气管道使用单位宜定期进行管道智能化标准实施运行情况自评，验证各项智能化技术的适宜性、充分性和有效性，检查油气管道智能化目标、指标的完成情况。

R.2 持续改进

油气管道使用单位宜建立管道智能化建设制度和 workflows，客观分析企业油气管道智能化标准化管理体系的运行质量，及时调整完善制度文件和过程管控。

附 录 A
(资料性)
建设期数据采集要素

本附录只举例说明，各管道企业宜结合实际制定有针对性地记录。建设期数据采集要素见表A.1。

表A.1 建设期数据采集要素

序号	工作项	分项		说明
1	管道完整性数据采集工程	勘查数据采集及入库	包括地理要素数据、地质数据、航拍影像数据、地震灾害危险性评估报告等数据的采集、整理与入库	勘查、设计、采办、施工、检测、监理数据都是从各单位文控处采集已汇总的数据，其中施工数据则有部分为现场施工数据需每天找到机组进行数据采集，当天就得将数据整理入库，以保证数据的及时性
		设计数据采集及入库	包括设计文档、设计图纸等数据的采集、整理与入库	
		施工过程记录数据采集及入库	文控级数据采集，包括施工文档和各种施工记录的采集、整理与入库	
		检测数据采集及入库	包括射线、超声波、渗透检测报告等数据的采集、整理与入库	
		监理数据采集及入库	包括监理管理文件、监理日报、周报等数据的采集、整理与入库	
		数据校验、整改与质量把控	—	对各类数据进行质量把控，对于内容、格式不正确的数据进行整改，并比对施工数据与监理数据中每天施工焊口的数量
2	施工过程可视化数据采集	管道本体	焊口	对焊口、管道组成件进行拍照，并记录空间位置或关联对象存储到统一平台数据库中，可在建设过程中或后续运维过程中进行可视化的查询
			三通	
			弯管	
		重点部位	穿跨越	对穿跨越、套管、地下障碍物、水工保护等进行拍照，并记录空间位置或关联对象存储到统一平台数据库中，可在建设过程中或后续运维过程中进行可视化的查询
			套管	
			地下障碍物	
			水工保护	
		重要工序	回填	对重要的工序进行拍照和录像，并记录空间位置或关联对象存储到统一平台数据库中，可在建设过程中或后续运维过程中进行可视化的查询
		无人机航测	10cm 分辨率正射影像图	带宽 500m
3	管道竣工测量	测量	管道本体及附属设施	包括管道中线、焊缝、弯管等管道本体对象位置的测量
				包括三桩一牌、穿跨越、水工保护等管道附属设施对象位置的测量

参 考 文 献

- [1] GB/T 21447 钢质管道外腐蚀控制规范 [2]
GB/T 34350 输油管道内腐蚀外检测方法
[3] GB/T 38710 油气输送管道地理信息系统建设指南[4]
GB 50369 油气长输管道工程施工及验收规范[5] GB/T
50539 油气输送管道工程测量规范
[6] GB/T 50823 油气田及管道工程计算机控制系统设计规范[7]
GA 1166 石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求
[8] SY/T 4121 基于光纤传感的管道安全预警系统设计及施工规范[9]
SY/T 6069 油气管道仪表及自动化系统运行技术规范
[10] SY/T 6597 油气管道内检测技术规范
[11] SY/T 6827 油气管道安全预警系统技术规范 [12]
SY/T 6828 油气管道地质灾害风险管理技术规范
[13] SY/T 6966 输油气管道工程安全仪表系统设计规范
[14] SY/T 7037 油气输送管道监控与数据采集（SCADA）系统安全防护规范[15]
TSG 08 特种设备使用管理规则
[16] TSG D7003 压力管道定期检验规则—长输管道[17]
TSG D7006 压力管道监督检验规则
[18] 《中华人民共和国特种设备安全法》
[19] 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》[20]
《山东省石油天然气管道保护条例》
[21] 《山东省石油天然气管道保护备案制度》[22]
《山东省石油天然气管道保护审批制度》[23] 《山东
省石油天然气管道保护行政执法制度》
-