内检测施工全流程介绍

北京派普兰管道科技有限公司 总经理 罗毅辉



基本信息

 姓
 名: 罗毅辉
 出生年月: 1965.07

 民
 族: 汉
 职
 称: 高級工程师

 电
 话: 139 1148 1578
 政治面貌: 中共党员

 邮
 箱: yihui.luo@pipelinex.cn
 毕业院校: 西安交大

 住
 址: 北京市 海淀区
 学
 历: 本科

教育背景

1984.07-1988.07

西安交通大学

风机专业 (本科、学士)

主修课程:

透平压缩机及风机专业,对轴流风机、离心风机、汽轮机、制冷压缩设备等,进行过系统的学习。

当前履历

2015-11 至 今

北京派普兰管道科技有限公司

总经理

- 全面负责北京派普兰管道科技有限公司的运营管理工作,拥有近8000公里各种管径、介质管道的内检测管理经验。组织完成国内首条159mm小管径原油管道四代漏磁检测器的运行工作,推进113mm管道检测器的应用,完成强力清管器的研发、应用、专利申请等工作,解决国内含大量污物气管道的清管问题,对管道清管、几何检测、漏磁检测、超声检测、EMAT、中心线检测、应力应变检测分析、RUNCOM数据对比、完整性管理等检测分析手段有深度的了解;
- 2017-2018 年,深港燃气香港支线海底管道检测项目,通过龙鼓滩站加装分离器并采用可吸附油污的特殊泡沫清管器和直板清管器,有效的清除所辖香港支线管道内油污并顺利的完成了管道几何和漏磁检测作业。解决了由于油污造成龙鼓滩电厂停机事件,保障了香港 1/3 用户用电;
- 2018-2019年,中石油西气东输西二线高流速管道检测项目,在检测器上加装了 VBP 可变旁通和 NGE 抗静电装置以及 "二次收球法" 的应用,成功解决了高流速、高静电以及高收球风险管道,同时,业主将 "二次收球法" 收球流程在全线作为标准收球操作方式推广;
- 2015年至今,西南管道检测项目,通过开发、应用针对性的应用模块,解决建管时间长、建设质量不理想、 地理环境复杂、管径小、介质(天然气)流速不稳、硫化氢含量高等问题;
- 上海天然气管网有限公司低压管道检测项目,通过开发、应用低压配件,减轻检测器的"包袱",最大程度的 降低了"速度偏离"的发生几率,成功完成了低压管道的检测工作(低于2兆帕);
- 中石油管道公司管道检测项目,通过应用了 Triax 三轴漏磁内检测技术,成功对管道螺旋焊缝缺陷进行了识别并配合 IMU 应变检测技术,探测由于土壤位移/沉降造成的潜在风险点。业主凭借该项目在 IPC 大会上获得了 ASEM 全球管道大奖。



取得成果

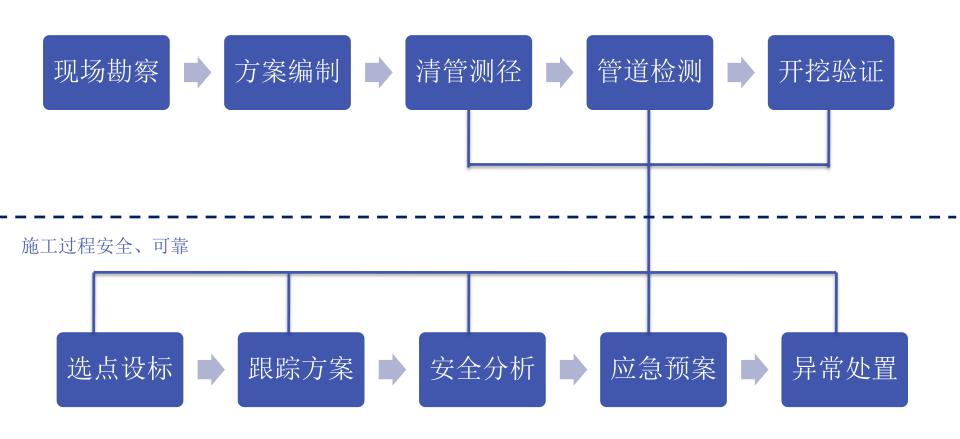
- 领导、组织并参与了软件研发,获得软著专利12项(包含几何、漏磁数据下载,诊断,分析等)见附件;
- ◇ 2016年7月获得漏磁检测器的数据分析软件 V1.0
- ◇ 2016 年 7 月获得 漏磁检测数据的原始数据处理软件 V1.0
- ◇ 2016年7月获得 超声检测器的数据读取、下载、处理和分析软件 V1.0
- ♦ 2016年7月获得 漏磁检测器的数据采集软件 V1.0
- ◇ 2016年7月获得几何检测器的数据采集软件 V1.0
- ◇ 2016年7月获得几何检测器的数据分析软件 V1.0
- ♦ 2019 年 5 月获得 漏磁检测器电子故障诊断软件 V1.0
- ♦ 2019年5月获得几何检测器采集软件 V2.1
- ◇ 2019 年 5 月获得 管道检测定标盒中控系统软件 V1.0
- ◇ 2019年5月获得管道定标盒电脑数据分析软件 V1.0
- ♦ 2019年5月获得 漏磁数据分析软件 V2.1
- ♦ 2019 年 5 月获得 管道定标盒驱动软件 V1.0
- 领导、组织并参与了清管器研发,获得实用新型专利02项(包含磁力清管器、强力清管器等)见附件;
- ◇ 2019年8月获得强力清管器
- ◇ 2019年8月获得磁力清管器及双联清管器

• 施工全流程介绍

- 项目交接
- 现场勘察
- 方案编制
- 管道清管
- 管道检测
- 开挖验证
- 答疑培训
- 项目验收



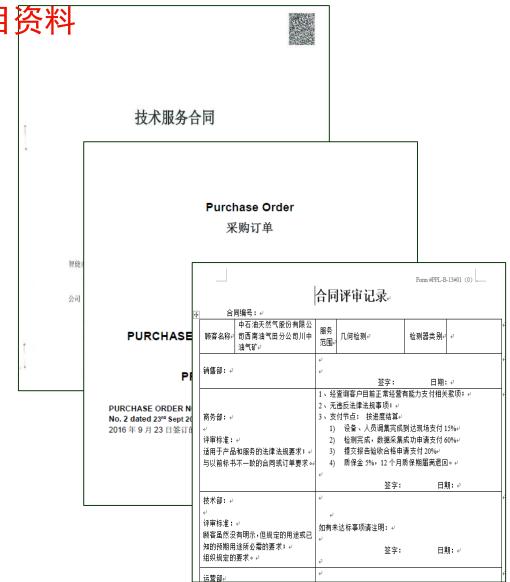
现场施工流程图



项目交接一来自商务部门项目资料

包括但不限于:

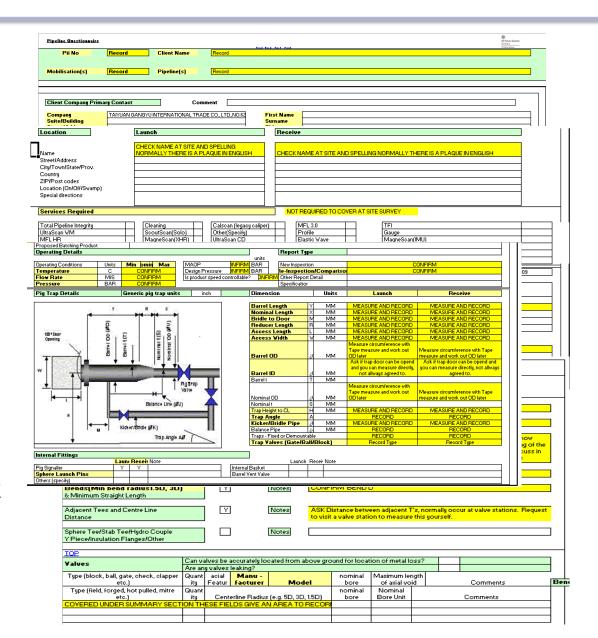
- 1、技术服务合同(和客户)
- 2、采购订单(和技术方)
- 3、合同评审记录(多部门联合签署)
- 4、干系人清单
- 5、其它文件・・・・



现场勘察--管道调查表

管道调查表包括以下信息

- 收发球站位置/客户信息
- 安全/环境/许可方面的考虑事项 和要求
- 管输产品和风险(如:硫化氢、 自燃粉尘)
- 最大运行运行压力/设计压力/管 子壁厚/管子钢级/管道长度
- 球筒尺寸
- 管件&配件/阀门/三通/支管的尺寸、位置、制造情况和时钟方位等
- 管线历史清管检测情况…



现场勘察一确认管道检测通球能力,和整改方案

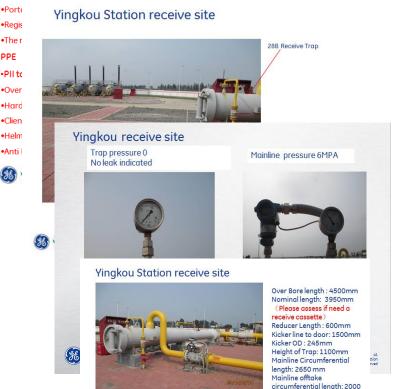
SAFETY / WORKING (Receive site)

EHS and Tool box talk required prior to commencement of operations. This requirement was discussed and agreed at site survey, with the site Manager.

The site is about 1 hours away from Yingkou City.

PPE

A normal vehicle is enough for field crew from Shenyang to site.



现场勘测

- 与客户会晤重新检查/确认管道调查表中的 信息
- 讨论会谈关于管道工况
- 核实现场特定的安全要求
- 核实吊车停放位置/进场路线以及到需达到 的位置的距离
- 查看照明情况及可能的作业时间
- 查看是否需要金属支撑物或金属板铺路
- 评估球筒操作空间
- 查看球筒实际尺寸及接地情况
- 查看压力表,确定是否存在泄漏情况
- 确定水源、电源位置和路径

mm (Barred, not full bore)

方案编制(全面性、针对性、可实施性)

管线内检测实施方案。 港清原线 永清-大港段↓

港清复线 永清-大港段↓ 永京线 永清-通州南段↓

1执行技	大规范及标准	1
	道信息	
3 管道条	件评估	9
4工作内	客	14
5 投入该	·项目的检测设备	16
	28 " 1. 5D 四代超高清漏磁检测器(MFL4)工具数据表 f 管器类型	
6 检测方	ī案	18
7人力资	源	25
8 甲乙双	又方工作职责	28
	1方职责	
8.2 Z	5克职责	29
9 HSE (健康、安全与环境)	30
	l.险评估表	
	(他风险评估标准	
9.3 危	8险检查清单	
附件一	E-710-70-77-12-10-70-777	
附件二	应急预案	63
附件三	运行前确认表	66
附件四	乙方(北京派普兰管道科技有限公司)现场人员名单及联系方式	67
附件五	清管/检测器运行报告	68

管道清管--清管器的类型



皮碗清管器



直板清管器



多单元清管器



测径清管器



特殊清管器



钢刷清管器

6"-56" 清管技术服务

管道清管-为什么要清管?





- 新建管道施工后的清洁----清除施工残余物、测内 径、打压试验、管道干燥
- 维护和保持输送效率----管道清洁已成为一项定期 的经营活动
- 我们需要维持管道内径----管壁沉积物是逐渐堆积 形成的
- 提高流速----增加产量
- 降低压缩机要求----节约开支
- 保证缓蚀剂全覆盖----提高防腐效率
- 管线检测要求----必不可少的检测前清管,确保内 检测成功
- 结蜡会损坏内检测设备部件,使传感器偏离管壁引 起数据丢失
- 沙砾会引起探头的过度磨损,并导致运行失败(重运行耗时且费用昂贵)
- 固体杂质也可以引起传感器偏离管壁,而导致数据 丢失
- 大量污垢的存在可能影响设备通过

管道清管-常用清管器发送顺序

> 泡沫清管器

目的:初步探测管道内径变化情况,是否存在较严重变形;

特点:压缩性强,可以通过绝大多数管道特征。

> 皮碗清管器

目的:初步判断管道通过能力,判断直板清管器能否安全通过

特点: 体积小, 通过能力强;

> 测径清管器

目的:有效清除管道内悬浮污物并测径,初步判断管道中是否由影响漏磁检测器安全通过管道的限制

特点:可双向运行;

> 磁铁清管器

目的:清除管道内的铁磁性污物;

特点: 通过性和直板清管器相当, 可吸附铁磁性杂质:

> 钢刷清管器

目的:清除附着在管壁内壁上的较硬的污物和管道内的铁磁性污物;

特点:通过性相对直板清管器较差。

管道清管-运行的状态展示

• 泡沫清管器

- 机械清管器
- 钢刷清管器

• 验证清管器









管道检测—管道威胁



管道威胁-腐蚀

裂纹



焊缝腐蚀



夹层腐蚀



点蚀



一般腐蚀



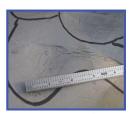
侵蚀



划痕



疲劳



凹坑和裂纹



镕结缺陷



HIC



月牙裂纹



缩皱裂纹

腐蚀 ... 当今管道运行最关心的问题 裂纹 ... 一旦出现,增长迅速

几何检测:

作用和收益:

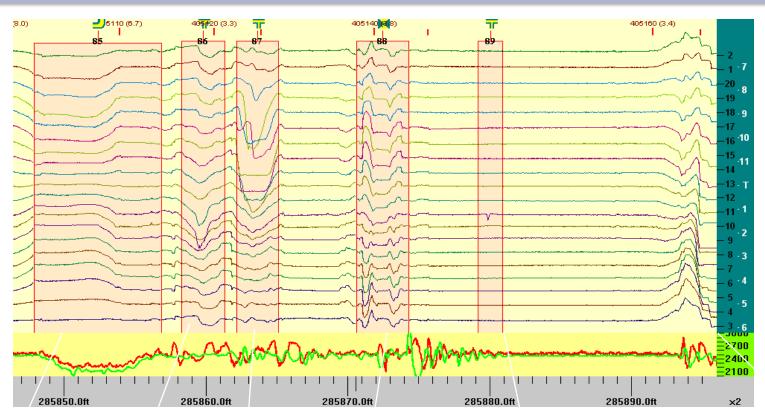
- ✓对管线进行几何检测;
- ✓确定管线确认施工或第三方损伤;
- ✓管体椭圆变径;
- ✓弯曲、折皱和其他内径变化;
- ✓管线弯头弯曲半径和角度;
- ✓确认环焊缝位置;
- ✓确认可否进行漏磁检测。

——通过能力: 3D/1.5D弯头, 管径变化 25%以内

(前期测径板通球确认)







收球筒附近典型几何检测结果



漏磁检测

检测能力:

- ✓管线配件
- ✓内腐蚀
- ✓外腐蚀
- ✓制造及工艺缺陷
- ✓标称壁厚变化
- ✓环缝焊异常
- ✓.....



✓通过能力: 3D/1.5D弯头,管径变化15%以内(几何检测器测量结果确认)

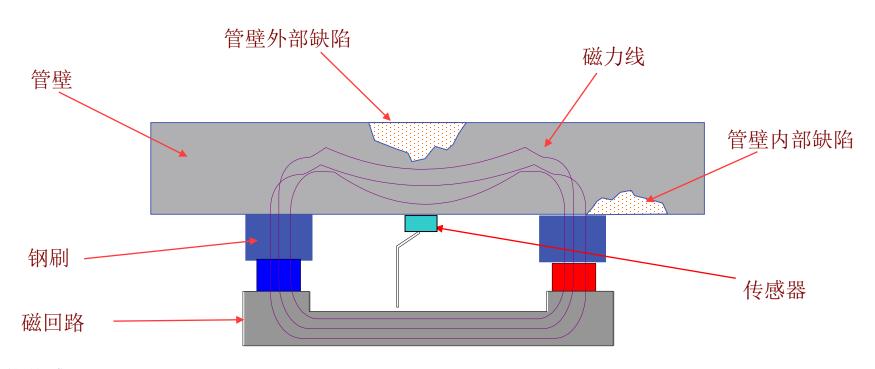
检测并定位出管道本身的各种问题以及可能破坏管道的外接物,为管道的后续维修和安全运营提供有力参考和科学依据。

漏磁检测





漏磁检测-基本原理



主体传感器

- •磁铁钢刷管壁构成的磁回路使管壁沿轴向磁饱和;
- •漏磁信号变化引起传感器中信号变化;
- •进行缺陷的识别和检测;

管壁缺陷将引起磁力线变形

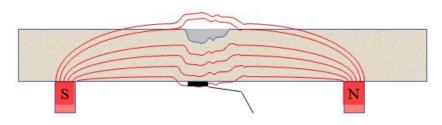
管壁中存在金属缺失;

管壁上附着其他金属物;

管壁钢材性质发生变化;

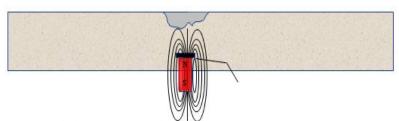
漏磁检测一基本原理

• T1主传感器系统



- 施加平行于管壁的高强度的磁场
- 磁力线在以下情况将会发生偏转
 - 管壁内有金属损失
 - 管壁附近有铁磁性物质
 - 如果管道钢性质发生变化
- T1主传感器系统探测所有的磁力线泄漏

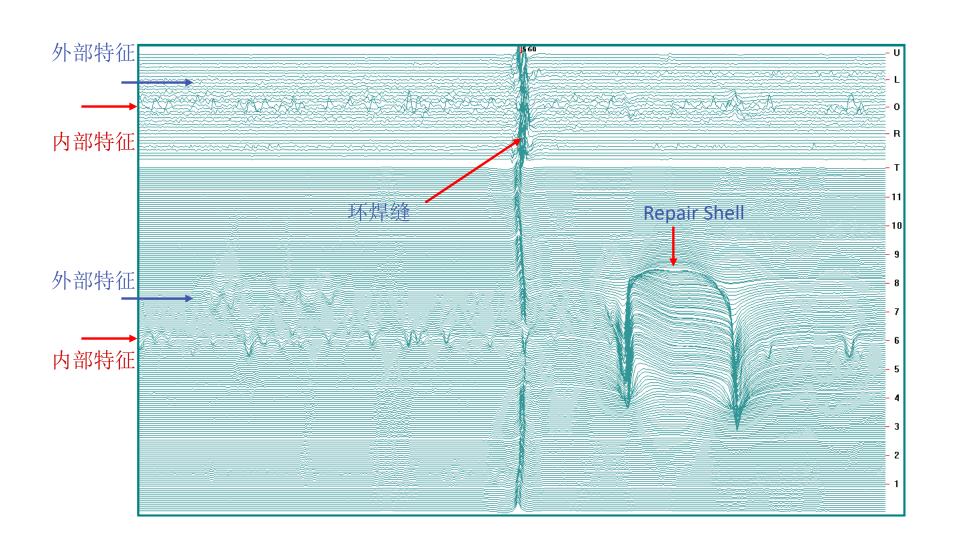
• T2次级传感器系统



- 施加垂直与管壁的微弱磁场
- 管壁内表面存在金属损失时磁力线将会 偏转
- 次级传感器系统仅探测内部磁力线偏转

被T1和T2传感器同时探测到的是内部缺陷,只被T1传感器探测到的是外部缺陷。

漏磁检测——采集信号

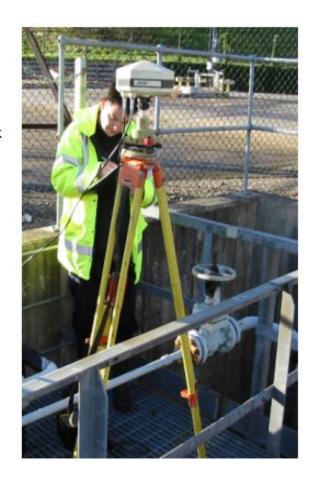


漏磁检测一特征示例 外部腐蚀 外部腐蚀 螺旋焊缝 螺旋焊缝

IMU检测-中心线定位

步骤1: 国内有测绘资质的单位完成地面GPS测量

- 运行加载了IMU装置的检测器前,客户应沿管 道中心线每1-2公里在标记处的已知位置设点, 摆放定标盒,并测量这些点的GPS坐标位置,精 确到小数点后8位。
- 运行加载IMU装置的内检测器,定标盒记录工 具通过这些点的时间。
- 为确保报告达到较高精度且在合理的时间提交报告,上述测量必须绝对精确并严格执行工作指南要求(GE-PII W007工作指南)。



IMU检测—中心线定位

步骤 2: 使用IMU进行管道X, Y, Z检测

- 收集到的IMU数据结合内检测里程轮测量到的数据生成一个"虚拟路图"。
- 由于IMU陀螺仪的"漂移"特性,IMU仅能生成与管道相同的形状, 而不是准确的轮廓。该等IMU原始数据就被称为"虚拟路径"。
- 此时发球站的位置也是未知,因此管线的虚拟路径图仅是一个管线的 大概轮廓,不含任何GPS坐标。

IMU检测—中心线测绘

步骤3: 调整中国区域内虚拟路径的偏离

利用定标盒次测量的坐标和运行得出的相关定标 盒激活信息,将虚拟路径修正为固定路径,用固 定路径准确反映管道轮廓,精度规格为+/-1.5m。

然后,接下来计算固定路径上的环焊缝&特征的坐标位置。

固定路径上的环焊缝&特征的坐标会在最终的内检测报告中提供。

客户可以将报告中的这些坐标用于测绘和修复。



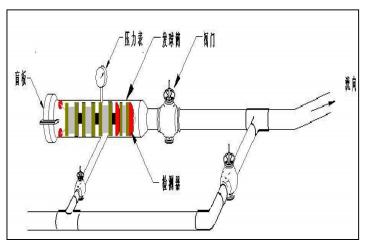
固用示径管径应位且色点齐定绿。仅道,管置已的位。路色该反的不道,与测置。则是

内检测器收发球



标准的收发球流程、专业的收发球工具、规范的设备管理

内检测器收发球



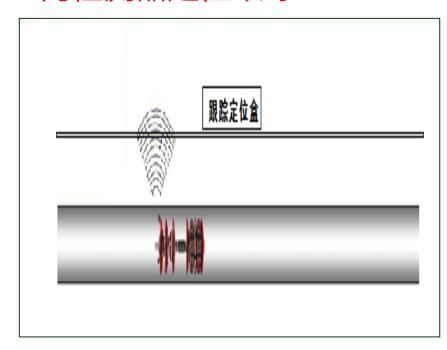






标准的收发球流程、专业的收发球工具、规范的现场管理

内检测器定位跟踪



高精度的定位工具,可在极 短范围内精准定位检测器位 置



典型项目执行—某天然气管道70吨黑色粉尘







现场清出污物图片

典型项目执行--西气东输











普光气田高含硫管线检测作业







典型项目执行--北京天然气宝香线清管器收球







开挖验证--详细的缺陷信息 完备的定位工具

Inspection Sheet Number 4

110639_21B Issue 1

Feature Description Type: External Metal Loss 03:00 (o'clock) Orientation Axial length: 299 mm Circumferential width: 429 mm Depth - Peak: 48% WT Pressure Ratio (ERF): 1.229 Feature Selection Rule: Nominal Pipe wall thickness for spool: 7.00 mm Absolute Distance from Launch: 1622.0 metres Comments This metal loss feature has the appearance of corrosion. There are other metal loss features within this spool. More information on these features is given in the Pipeline Listing

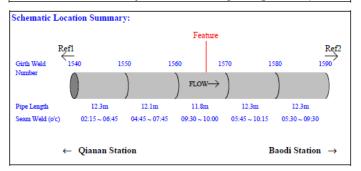
Feature Location

Primary Reference/s:

1. K116
(Gurth Weld 1480 + 11.6 m)
2. K117
(Girth Weld 2400 + 9.6 m)

Reference Girth Weld:
The reference girth weld at the Qianan Station (upstream) end of the feature spool is number 1560.
The location of this weld is 82.1 metres downstream from reference 1 and 897.3 metres upstream from reference 2.

Feature:
The feature is located 7.4 metres downstream from the reference girth weld.
The feature is located 4.5 metres upstream from the reference girth weld (girth weld 1570).



特征尺寸和描述

特征参考点和定位信息

管节示意 图和纵/螺 旋焊缝方 位

- 涂层剥离用具(钢刷
 - 、化学溶剂等)
- 米尺或激光测距仪
- 深度尺
- 超声波测厚仪
- 记号笔
- 白纸和拓印笔
- 测量记录表格

开挖验证--较高的置信度和准确的验证结果

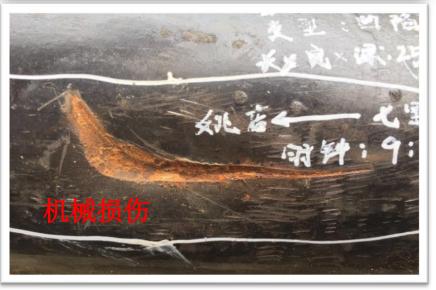
Parameter	General Metal Loss		Pitting		Axial Grooving		Circumf. Grooving	
深度 @ 探測概率 = 90% nwt	5% @4A		8% @2A		8% @4A*2A		5% @2A*4A	
置信度	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%
深度尺寸测量 精度 nwt (+/-)	8%	10%	8%	10%	-13%/ +8%	-15%/ +10%	-8%/ +13%	-10%/ +15%
茂度 尺寸測量 精度 num (+/-)	12	15	12	15	12	15	12	15
佐皮尺寸測量 mm (+/-)	7	10	4	5	7	10	7	10



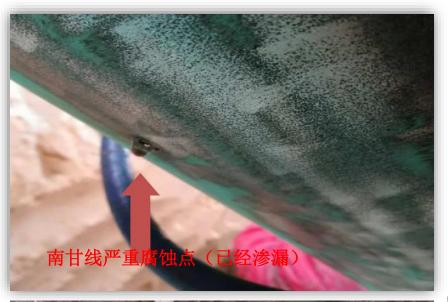


80%置信度

较高的5/8原则的缺陷深度阈值



开挖验证--较高的置信度和准确的验证结果









开挖验证-标准的缺陷验证

外部金属 损失



测量外部金属损失深度的 最有效方法是采用支架和 深度千分尺。

计算特征深度时,必须采用特征附近的壁厚测值。

内部金属 损失

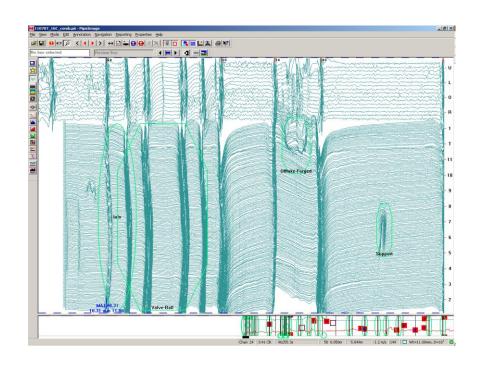


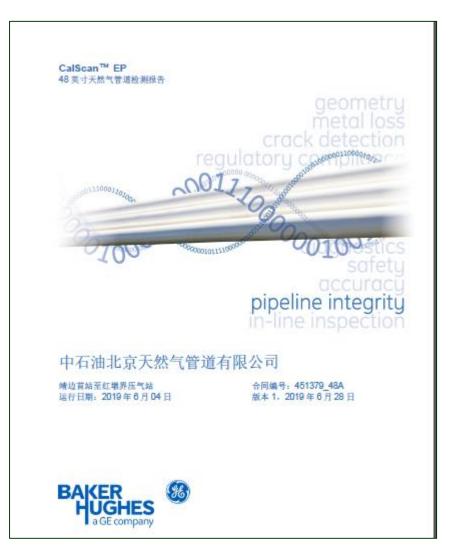
这种工具测量的是管道 剩余壁厚—结合附近的 (正常)壁厚值可计算 出特征深度

答疑培训-报告解读、软件培训使用

解读检测报告、缺陷的分类、严重 程度、未来的修复计划、管道的完 整性管理

Pipelmage用户化软件的使用、软件 信息调集等





答疑培训—报告解读、软件培训使用



项目验收-项目完结,成果提交客户

业内的多名专家对内检测实施过程中:

方案的合理性 清管的有效性 项目执行效率 检测的成功率 报告的全面性 开挖的准确性 用户的体验度



2019年12月19日,管道处召开了管道内检测作业验 收会,参加会议的专家和相关单位见附件1《会议签到表》。 检测公司、开挖验证单位分别就内检测项目完成情况、开挖 验证情况进行了汇报。经过验收组讨论、质询,形成验收意 派普兰(西二线干线黄陂至武穴段、淮武联络线潢川至 武汉西段)的项目执行情况符合合同要求,检测报告内容完 整,开挖验证证明数据可信,同意通过验收。 建议如下: 1. 按照管道处格式要求补充提供数据列表; 2 详细说明黄陂-武穴段2014年检出的外部金属损失缺 陷在 2019 年检测结果中归类为制造缺陷的依据: 3. 说明最后一次清管产物 15kg 对漏磁检测结果的影 响。 最终验收得分(平均值) 西二线干线黄陂至武穴段:210.0/240.0 淮武联络线潢川至武汉西段:198.7/240.0 具体管段评分见附件2《内检测项目验收打分表》。

等多方面进行评审,形成专家意见,通过验收。

感谢您的关注!