漏磁内检测技术原理和国家规范法规介绍

北京派普兰管道科技有限公司
朱杨可

个人简历

从事管道内检测技术行业12年，积累了丰富的管道漏磁内检测项目管理经验、几何检测和漏磁内检测器原理及工程技术经验，具备一定的管道完整性评价、管道适用性评价经验。

1）2008年今，中石油西南油田公司屏石检测项目、中石油西气东输一线1016管径1000公里（四道班至芙蓉站）、中石油塔里木油田公司160公里克轮线内检测项目（塔里木油田的第一次内检测项目）清管，中石化川气东送等众多管道内检测项目管理工作内容：几何检测及漏磁检测项目管理、及检测数据客户端软件培训教学。

2）2009年至2010年，受训3个月于GE PII公司英国技术中心总部，培训内容：内检测技术原理、几何和漏磁检测器工作原理和内检测项目管理。

3）2015至2018年，先后获得GE PII公司几何检测和漏磁检测二级技术工程师，和特检院颁发漏磁II级证书，获得客户和公司领导的良好赞誉。

4）2016年至今，从事管道完整性评价、管道适用性评价和环焊缝异常研究工作。

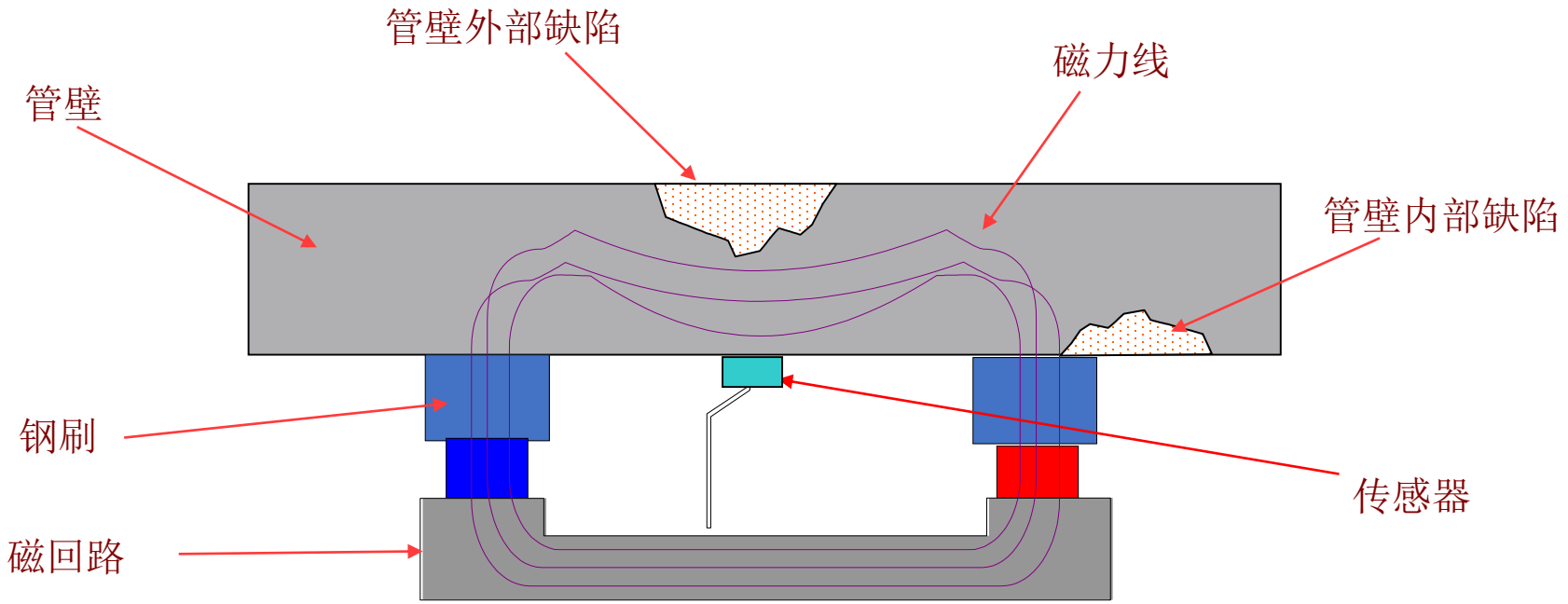
课题：

1、漏磁内检测技术原理

2、国家规范法规介绍

1、漏磁内检测技术原理

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

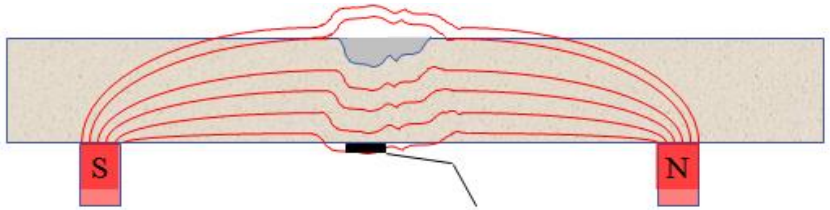
管壁中存在金属缺失；

管壁上附着其他金属物；

管壁钢材性质发生变化；

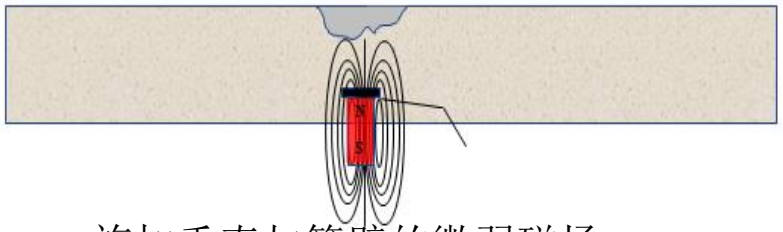
漏磁检测—基本原理

- 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

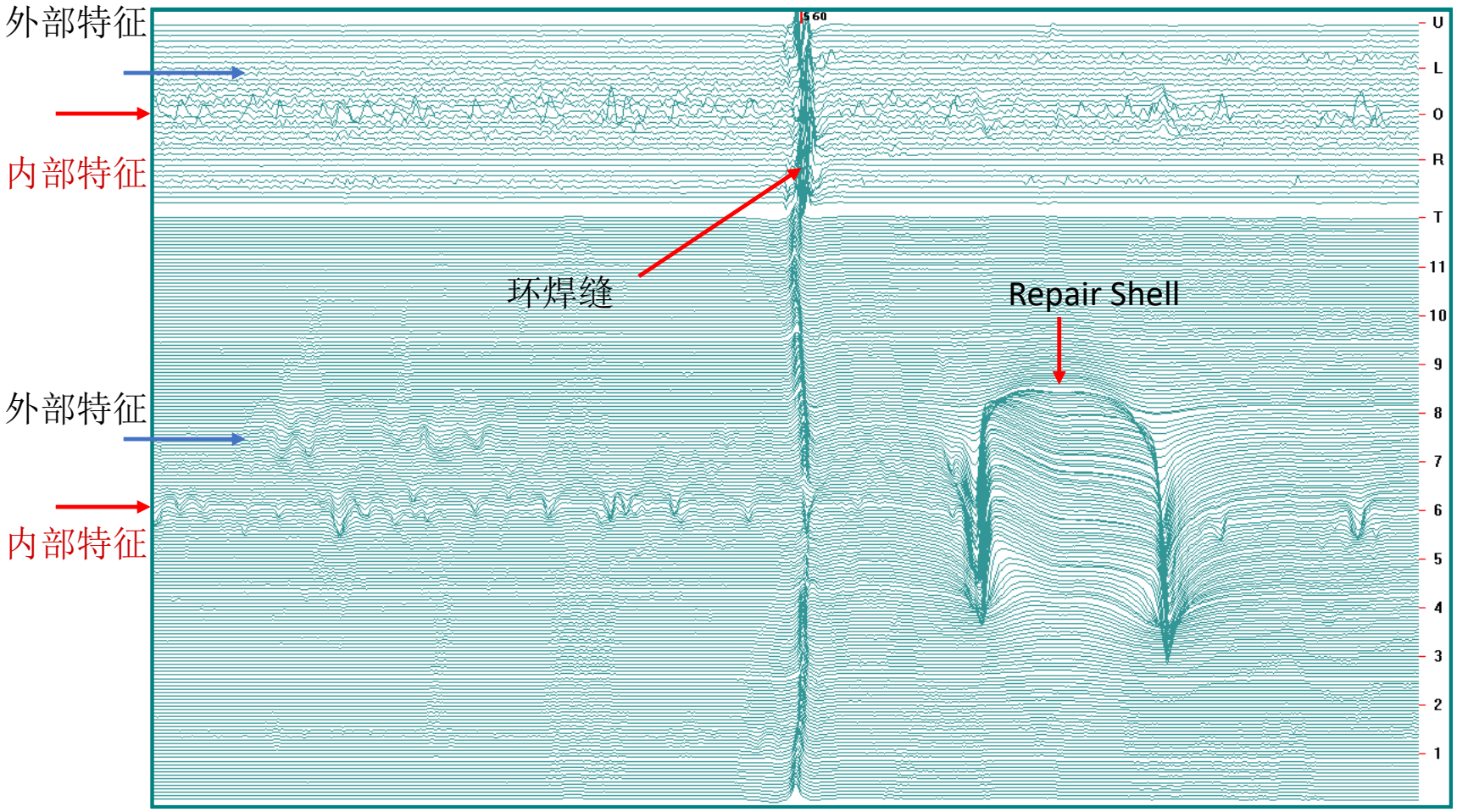
- T2次级传感器系统



- 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。

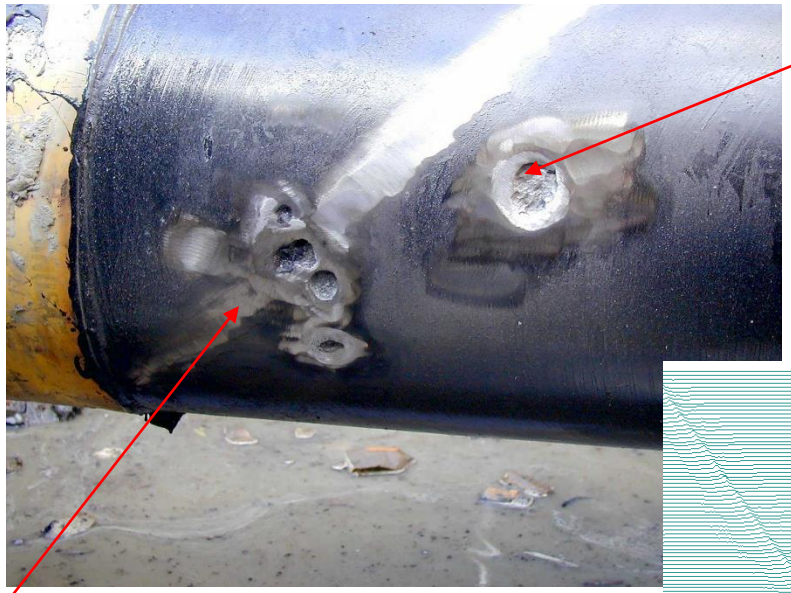
漏磁检测——采集信号



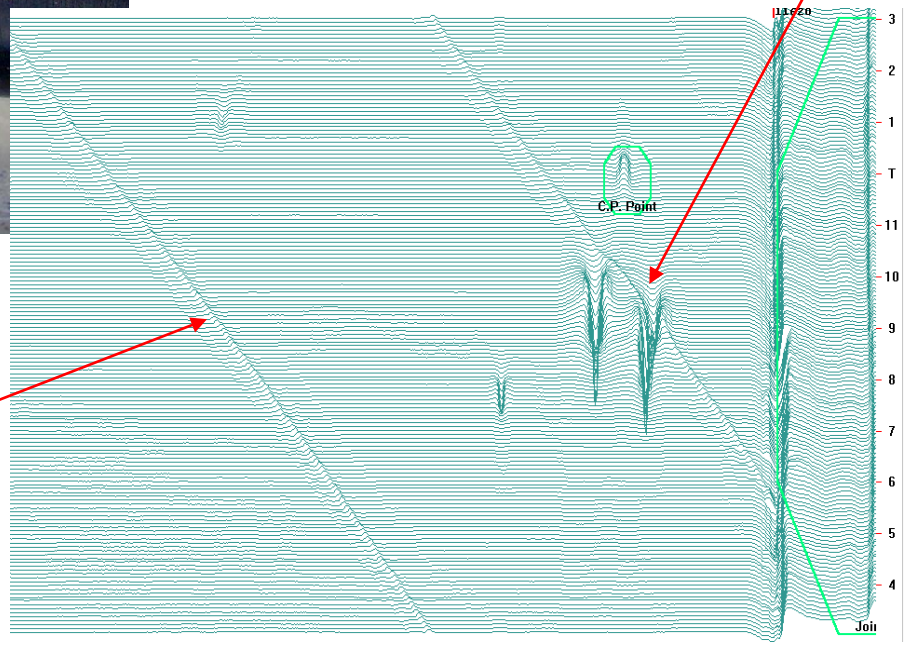
漏磁检测—特征示例

外部腐蚀

外部腐蚀



螺旋焊缝



螺旋焊缝

漏磁检测

检测能力优势：

✓体积型和开口型特征：

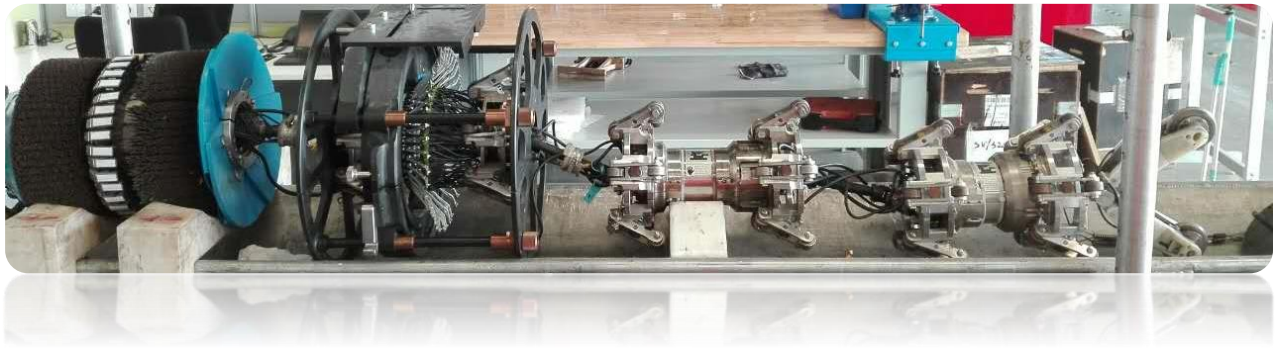
✓内腐蚀

✓外腐蚀

✓制造缺陷

✓标称壁厚变化

✓环缝焊异常



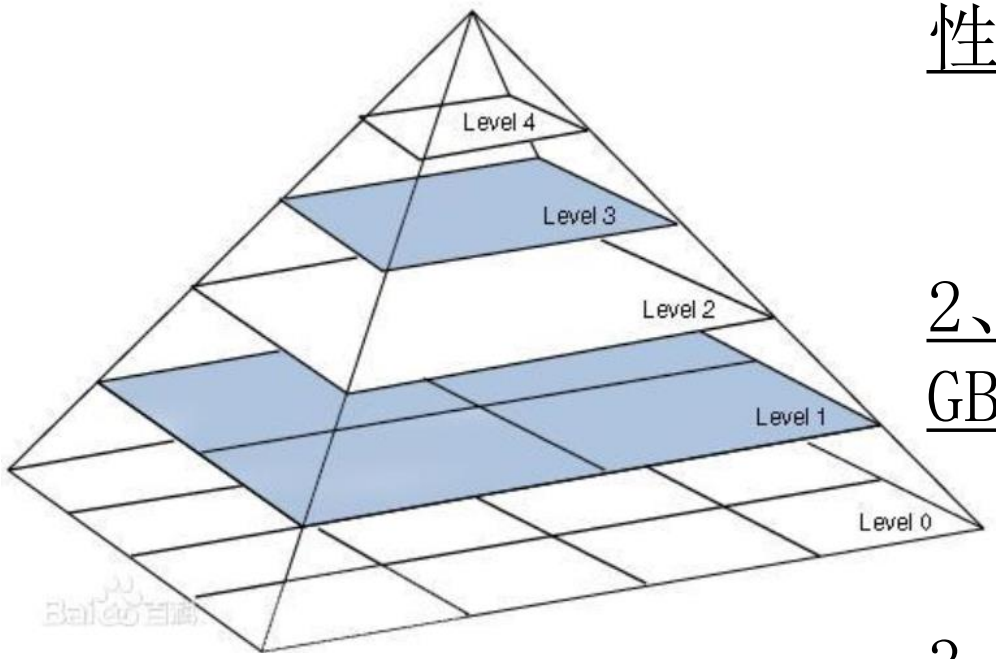
通过能力：3D/1.5D弯头,管径变化15%以内（几何检测器测量结果确认）

检测能力的不足：

➢ 对裂纹识别不敏感

2、国家规范法规介绍

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/T21447	钢质管道外腐蚀控制规范
GB/T16805	液体石油管道压力试验
GB/T36701	埋地钢质管道管体缺陷修复指南
GB/T 27512	埋地钢质管道风险评估方法
GB/T 27699	钢制管道内检测技术规范
SY/T6151	钢质管道管体腐蚀损伤评价方法
SY/T6477	含缺陷油气管道剩余强度评价方法
SYT 6597	油气管道内检测技术规范
SYT 6825	管道内检测系统的鉴定
SYT 6996	钢质油气管道凹陷评价方法
TSG D7003	压力管道定期检验规则---长输油气管道



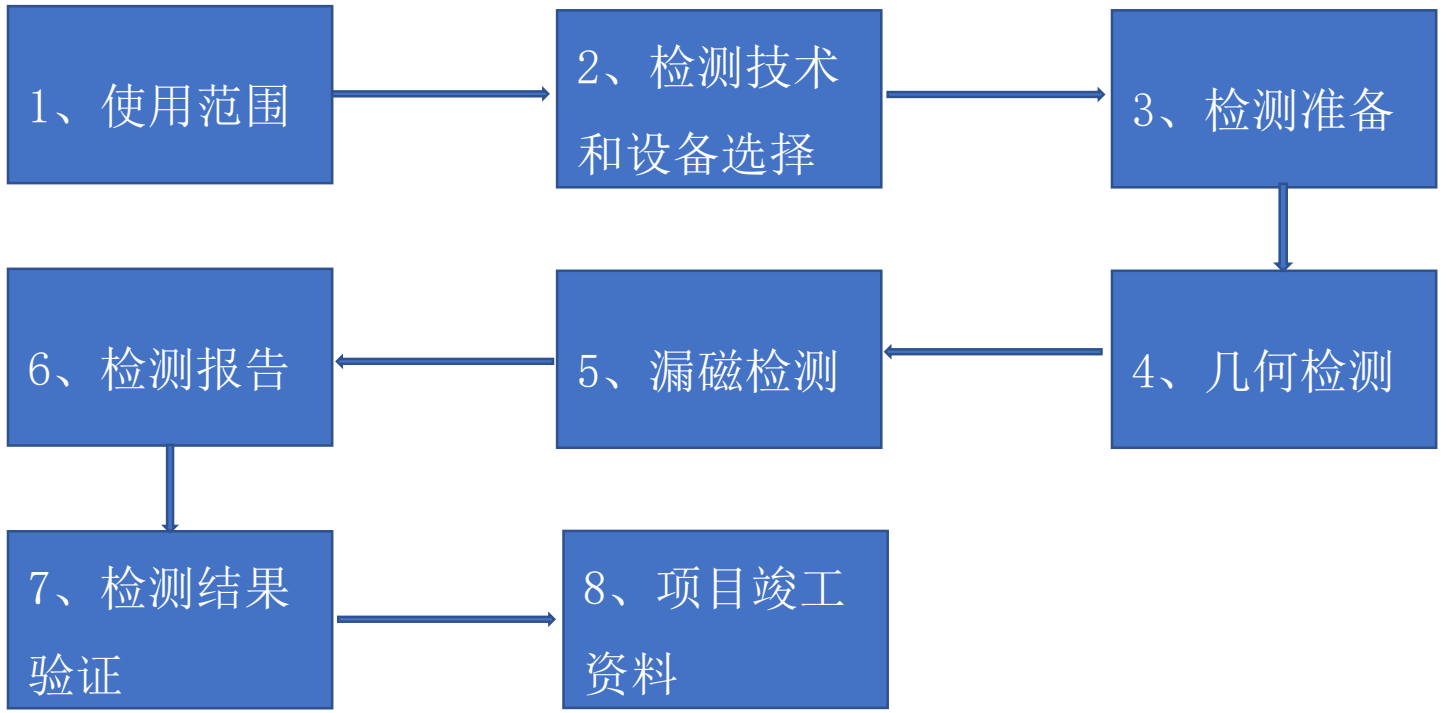
1、GB32167 油气输送管道完整性管理规范

2、 GB/T 27699、GB/T21477、GB/T 16805、SY/T6597

3、SY/T6825、SY/T 6151、SY/T6477、SY/T6996、TSG D7003

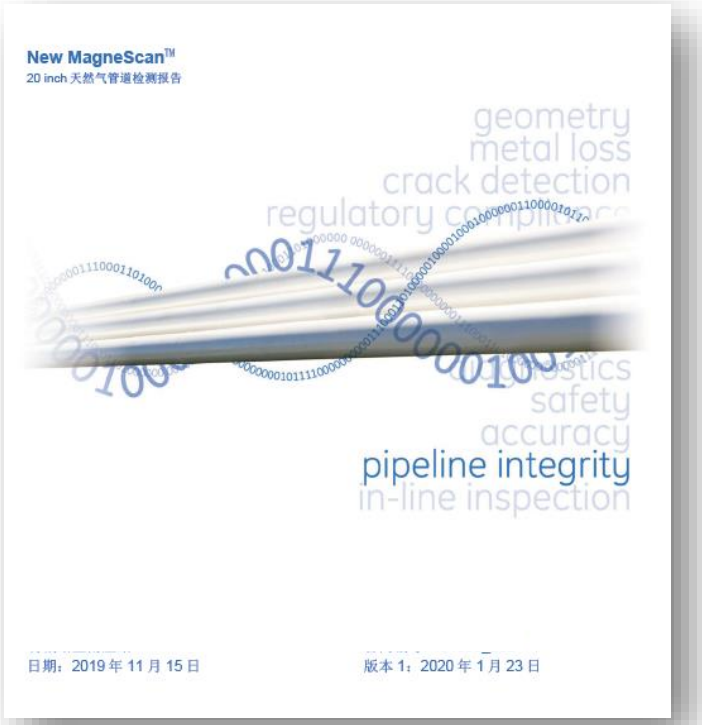
1	数据采集和整合
2	高后果区识别
3	风险评价
4	完整性评价
5	风险消减与维修维护
6	效能评价

规范：GB/T 27699和SY/T6597



使用范围	1、几何变形检测、金属损失检测、裂纹检测
	2、埋地钢制管道、推荐海底管道
检测技术和设备选择	3、选择应考虑的因素
	4、技术指标眼球
	5、检测条件评估
检测准备	6、检测方案编制
	7、清管
几何检测	8、几何检测（确认漏磁检测通过性）
漏磁检测	9、检测器调试
	10、检测器发球
	11、检测器跟踪
	12、检测器接受
	13、检测器数据下载
检测报告	14、初步报告
	15、最终报告
检测结果验证	16、开挖验证（定点、缺陷验证等）
项目竣工资料	17、收集整理项目资料，存档

漏磁检测报告的内容



目录

1. 引言 1
1.1. 检测规格 1
1.1.1. 漏磁检测规格 1
1.1.2. IMU 规格 2
1.2. 运行信息 3
1.2.1. 管道运行数据 3
1.2.2. 项目参与人员详情 3
1.2.3. 检测工具运行信息 4
1.2.4. 检测工具速度信息 5
1.2.5. 管道温度 7
1.2.6. 数据质量 9
1.2.7. 检测设备规格 11
2. 管道汇总报告 1
2.1. 汇总报告 1
2.2. 全部金属损失特征汇总 2
2.3. 外部金属损失特征汇总 13
2.4. 内部金属损失特征汇总 22
2.5. 制造缺陷特征汇总 30
2.6. 管道异常汇总 36
2.6.1. 凹陷汇总 36
2.6.2. 环焊缝异常汇总 40
2.6.3. 外部金属物汇总 40
2.6.4. 偏心套管汇总 40
2.6.5. 修补汇总 40
3. 金属损失特征严重性 1
3.1. 压力判定图 1
3.2. 严重程度表 4
4. 金属损失特征报告 1
4.1. 汇总表 1
4.1.1. 按照距离排序开挖单汇总 2
4.1.2. 按照特征选择规则排序开挖单汇总 3
4.2. 开挖单 4
4.2.1. 开挖单结构 4
4.2.2. 统计清单 4
4.2.3. 图形表示 5
4.2.4. 开挖单 1 至 15 5
5. 管道信息列表 1
5.1. 凹陷列表 2
5.2. 环焊缝异常列表 3
5.3. 外部金属物列表 4
5.4. 偏心套筒列表 5
5.5. 修复列表 6
5.6. 定位参考点列表 7
5.7. 标称壁厚列表 8
6. 金属损失列表 1
7. 管道列表 1

下表汇总了检测中识别的金属损失特征。对于存在相同（最深）峰值深度的群集特征，只在第一个特征表述该深度值。

特征类型	数量	最深特征	
		深度 (%壁厚)	环焊缝编号
外金属损失	8	23	29890
内部金属损失	747	21	15140
外部制造缺陷	455	38	8210
内部制造缺陷	495	26	11880
金属损失总计	755	23	29890
制造缺陷总计	950	38	8210
特征总计	1705	38	8210

下表汇总了检测中识别的管道异常。

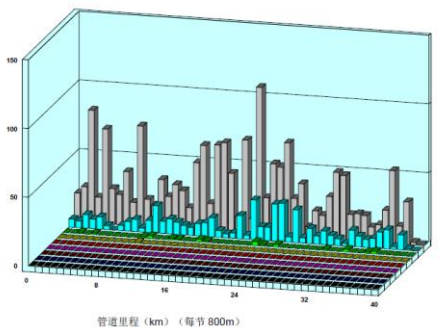
特征类型	数量	说明
凹陷（总数）	3	
普通凹陷	1	
与焊缝或金属损失相关的凹陷	2	
环焊缝异常	1	
外部金属物	3	接触管道 0
偏心套管	0	接触管道 0
修补壳层	1	
补丁修复	0	

按照深度

深度为 0%~10%壁厚的金属损失特征数量	1141
深度为 10%~20%壁厚的金属损失特征数量	535
深度为 20%~30%壁厚的金属损失特征数量	28
深度为 30%~40%壁厚的金属损失特征数量	1
深度为 40%~50%壁厚的金属损失特征数量	0
深度为 50%~60%壁厚的金属损失特征数量	0
深度为 60%~70%壁厚的金属损失特征数量	0
深度为 70%~80%壁厚的金属损失特征数量	0
深度为 80%~90%壁厚的金属损失特征数量	0
深度为 90%~100%壁厚的金属损失特征数量	0

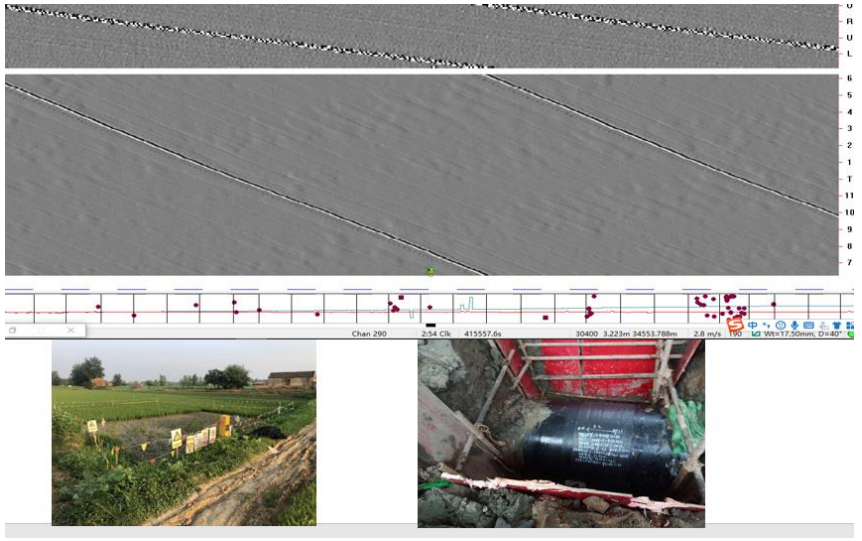
按照预测 ERF 值

估计维修值（ERF）处于 0.600 ≤ ERF < 0.800 的金属损失特征数量	755
估计维修值（ERF）处于 0.800 ≤ ERF < 0.900 的金属损失特征数量	0
估计维修值（ERF）处于 0.900 ≤ ERF < 1.000 的金属损失特征数量	0
估计维修值（ERF）处于 ERF ≥1.000 的金属损失特征数量	0
估计维修值（ERF）处于 ERF ≥1.100 的金属损失特征数量	0
估计维修值（ERF）处于 ERF ≥1.200 的金属损失特征数量	0



SY/T 6825管道内检测系统的鉴定

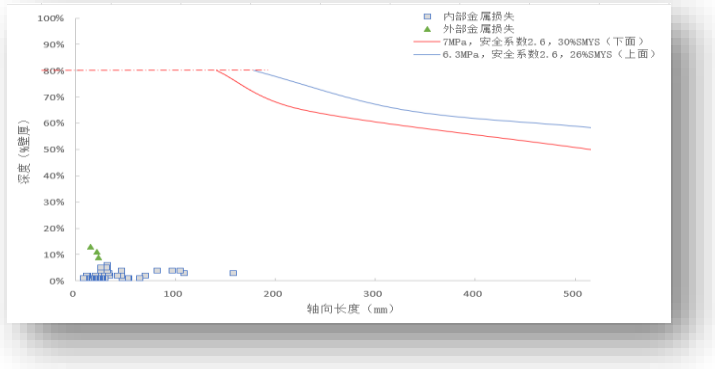
绝对里程	上游环焊缝距离(m)	下游环焊缝距离(m)		长度(mm)	宽度(mm)	峰值深度(%wt)	时钟位置	缺陷类型
34554.0	3.444	8.256	检测数据	12	11	35. 06	06:28	内部制造缺陷
			现场测量	15	10	29	06:30	内部制造缺陷
验证结果	此处验证点，缺陷类型、缺陷几何尺寸、时钟位置与内检测数据基本吻合。							



SY/T 6477、SY/T6151和SY/T6996

1、金属损失剩余强度评价

2、凹陷评价和环焊缝异常评价



GB/T36701和SY/T6649

1、各类缺陷修复的方式

效能评价

非常感谢！