

# 管道智能检测器

2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

油气管道安全体检专家!





## 目 录

1 简介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	10
4 科研装备	13
5 资质标准	14
6 专家团队	17
7 售后服务	19



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

管道智能检测器就是具有代表性的重大创新成果之一。

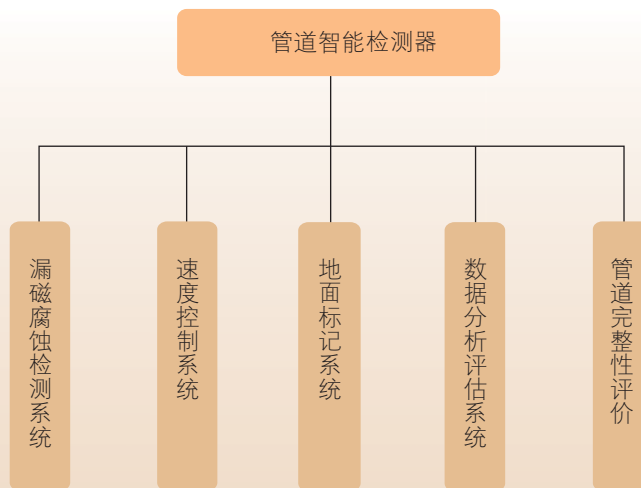
# 奉献能源 创造和谐

# 1

## 简介

中国石油天然气管道局是中国石油天然气集团公司的管道工程专业化公司。管道局秉持创造与奉献无极限的理念，奉行“挑战、精细、创新、团队、和谐”的核心价值观，致力于建设国内第一、国际一流的国际管道工程总承包商，拥有专业管道智能检测技术，能为客户提供“一揽子”解决方案和“一站式”服务。能

够提供油、气和矿浆管道漏磁腐蚀检测技术服务，能够为用户提供完善的数据分析报告。已为全国大部分输油气管道提供过相关检测技术服务，能对长输油气管道进行定期检测，并进入了苏丹、利比亚、叙利亚、哈萨克斯坦、乌斯别克斯坦、印度等海外管道检测服务领域。



# 2

## 特色技术

管道智能漏磁检测器主要用于新建管道的基线检测及在役管道的内外壁腐蚀检测。在不影响管道正常运行的情况下，可对钢制管道上存在的金属损失进行内检测，确定管道内外壁金属损失的大小、位置，以便于管道的风险评估和维护、维修。中国石油拥有 6in 至 48in 各种不同口径的管道智能漏磁检测器。

### 2.1 漏磁腐蚀检测系统

管道智能漏磁检测器适合油气管道检测，主要用于在役管道及新建管道的基线检测。管道智能漏磁检测器可以对钢质管道上存在的金属损失进行内检测，确定管道内外壁金属损失的大小、位置，为管道的安全运行和维护管理提供依据。

根据管道智能漏磁检测器探头采集信号的形式可以分为单轴高清晰度管道智能漏磁检测器和三轴高清晰度管道智能漏磁检测器。

单轴高清晰度管道智能漏磁检测器可用于 6 ~ 48in 的油气管道。



图 2-1  $\phi$  1016 管道智能检测器



图 2-2 各种不同口径的智能检测器

单轴高清晰度管道漏磁检测系统稳定，可靠，精度高。技术指标见表 2-1。

表 2-1 单轴高清晰度管道智能漏磁检测器的技术指标

类型	检测的临界值	深度精度, mm	长度精度, mm	宽度精度, mm
大面积腐蚀 (面积 $\geq 3A \times 3A$ )	8%wt	$\pm 12$	$\pm 15$	$\pm 20$
坑、点 (面积 $< 3A \times 3A$ )	10%wt	$\pm 15$	$\pm 12$	$\pm 15$
轴向定位精度	$\pm 0.1\text{m}$ (相对参考焊口位置)			
环向定位精度	$\pm 5^\circ$			
可信度	$\geq 85\%$			

注：wt (t) 为管道正常壁厚；A：当  $t < 10\text{mm}$  时  $A=10\text{mm}$ ；当  $t \geq 10\text{mm}$  时  $A=t$

三轴高清晰度管道智能漏磁检测器(图 2-3、图 2-4)能够检测到管道缺陷处沿管道轴向、周向、径向三个方向上的漏磁场。利用周向和径向磁场分量能够更加准确地量化缺陷的尺寸，提高缺陷的量化精度。在识别轴向狭长缺陷、焊缝缺陷和凹陷缺陷上具备明显的优势，实现高清晰度检测，在缺陷识别和量化方面具备不可替代的优势。



图 2-3  $\phi 1219$  三轴管道智能检测器



图 2-4  $\phi 711$  三轴管道智能检测器

三轴高清晰度管道智能漏磁检测器可用于 6 ~ 48in 的油气管道，技术指标见表 2-2。

表 2-2 三轴高清晰度管道智能漏磁检测器的技术指标

	大面积缺陷 (4A × 4A)	坑状缺陷 (2A × 2A)	轴向凹槽 (4A × 2A)	周向凹槽 (2A × 4A)
检测阈值 (90% 检测概率)	5%wt	10%wt	15%wt	10%wt
深度精度 (80% 置信度)	± 8%wt	± 10%wt	± 15%wt	± 10%wt
长度精度 (80% 置信度)	± 10mm	± 10mm	± 15mm	± 12mm
宽度精度 (80% 置信度)	± 10mm	± 10mm	± 12mm	± 15mm

## 2.2 速度控制系统

速度控制系统由速度控制单元和备用安全装置构成，可搭载在智能检测器上（图 2-5、图 2-6）。针对大排量、高流速的输气管线，速度控制单元通过调整泄流通道，在不影响管道正常输量的条件下，将设备运行速度控制在一个预定范围内，保证管道检测的安全性和有效性。

中国石油研发的速度控制系统填补了国内空白，技术性能指标达到了国际先进水平。



图 2-5 搭载速度控制系统  $\phi 1016$  三轴漏磁腐蚀检测器





图 2-6 速度控制系统泄流装置打开

### 2.3 地面标记系统

地面标记系统是整个管道智能检测器的管外定位部分，通过记录检测器经过标记点时的信息是消除检测器里程累积误差、精确定位管壁缺陷的关键设备。

MAGM 强磁地面标记系统是埋在管道上方对漏磁内检测器的行进过程进行时间标记的定位仪器，是管道智能检测过程中重要组成部分。



图 2-7 MAGM 地面标记器



图 2-8 MAGM 地面标记器组成

## 2.4 数据分析评估系统

数据分析评估系统能够对管道智能检测器检测得到的管线信号进行分析，获取管线上的缺陷信息并对缺陷进行量化识别，最终得到完整、准确的检测报告。

数据分析报告可提供以下内容：

1. 提供管道上腐蚀、机械损伤、管材缺陷、焊缝缺陷等金属损失缺陷的精确位置和尺寸。
2. 提供管道上凹陷、椭圆度等几何变形缺陷的精确位置及尺寸。
3. 提供管道上所有阀门、三通、弯头、法兰、锚固墩等管道附属装置的具体位置。
4. 提供管道壁厚变化、管节长度、焊缝及交点位置等管线信息。
5. 提供打孔盗油等管道第三方破坏的具体位置。
6. 提供管道上所有缺陷、附属物、焊缝等管道特征的 GPS 坐标。

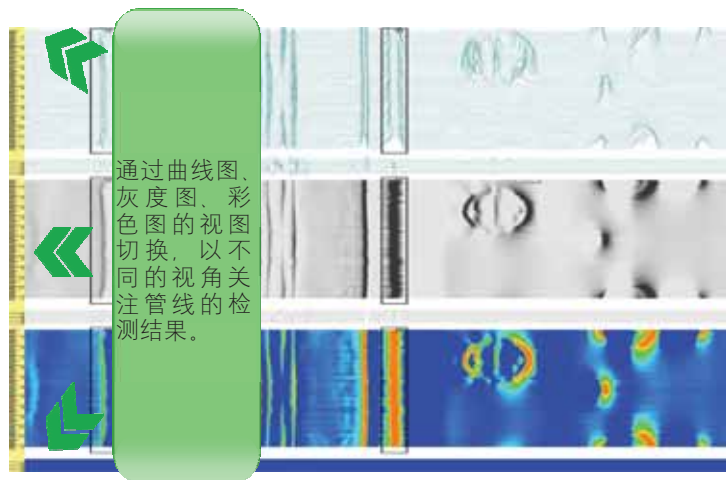


图 2-9 管道检测数据显示图

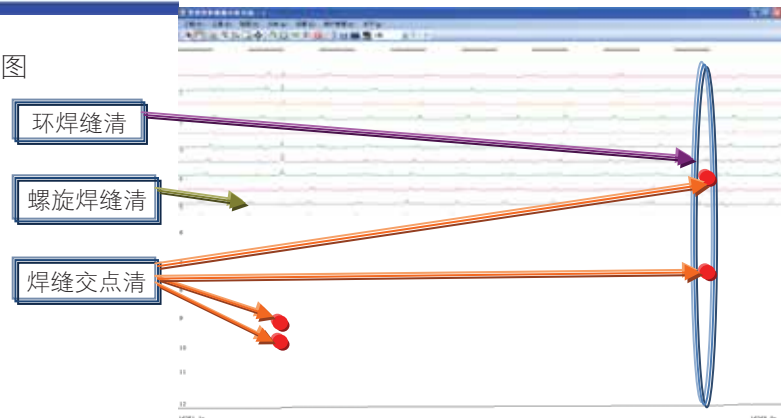


图 2-10 管道检测数据曲线图

## 2.5 管道完整性评价

管道完整性评价是利用检测数据对含缺陷管道进行剩余强度评价和剩余寿命预测，对存在隐患缺陷提前预警并提供维修建议，降低管道维护成本，保障管道的安全、平稳、高效运行（图 2-11）。

含缺陷管道完整性评价的主要包括：

1. 对单个缺陷点进行剩余强度评价。
2. 评价结果能够以报告形式输出。
3. 软件有详细的数据查询功能。
4. 能够使用标准或检索资料提供的实例数据，来验证程序编写的准确性。
5. 针对评价结果，对含缺陷管道提供维护维修建议。
6. 用户管理模块。

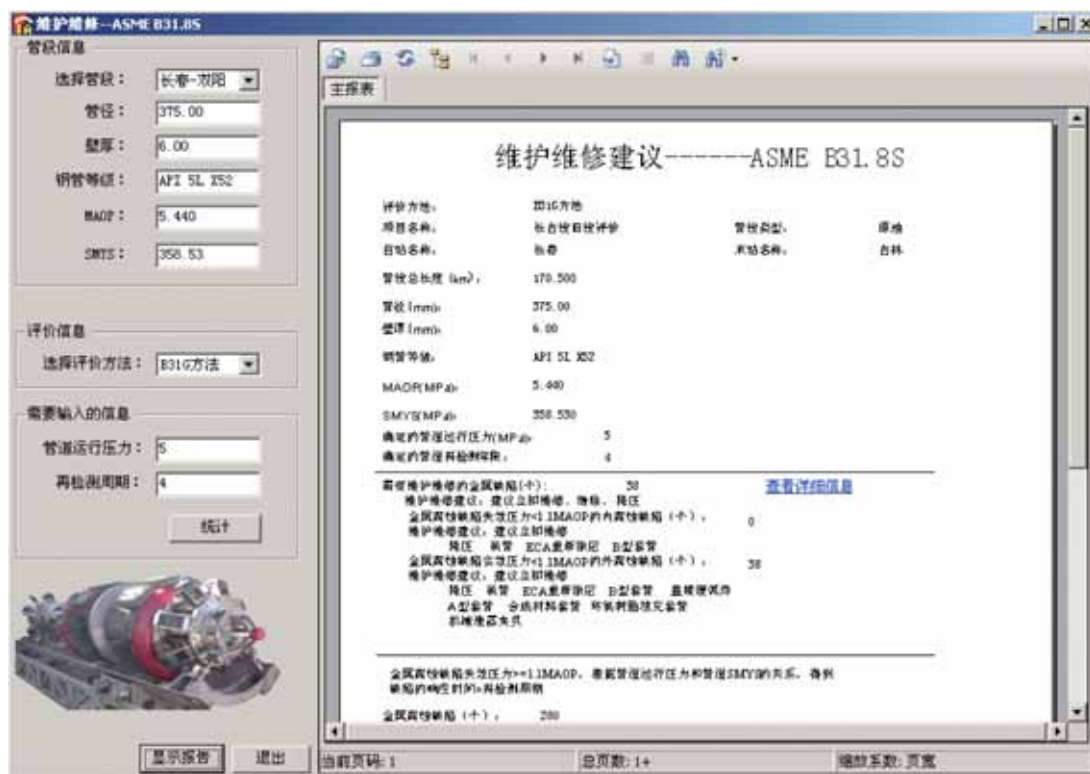


图 2-11 对评价数据进行分析并提供维修建议

# 3

典型案例

## 3.1 苏丹 1、2、4 区下游单段距离长 (320km)、高温、高含蜡原油管线内检测工程

苏丹 1、2、4 区下游管线隶属于苏丹大尼罗河石油公司，是苏丹南部油田原油外输的主动脉。中国石油利用管道智能检测器分别在 2001 年、2007 年先后两次对外径  $\phi 711$  和  $\phi 813$  的管线进行了内检测，检测长度 1505km。克服了温度高 ( $75^{\circ}\text{C}$ )、高含蜡、单段距离长 (320km) 等难点，顺利完成了全线的清管、检测和现场开挖验证工作。保证了管道的安全运行，赢得了业主的高度赞誉。



图 3-1  $\phi 711$  管道智能检测器



图 3-2  $\phi 711$  管道智能检测发球

### 3.2 西气东输一线大排量、高压、三轴管道智能检测项目

2013 年 9 月，针对西气东输一线排量、压力高、流速快等特点，中石油应用搭载速度控制系统的三轴管道智能漏磁检测器实施了管道智能内检测，检测里程达 1300 多公里，检测后数据良好，开挖结果与数据分析报告相一致，赢得业主高度肯定和赞誉。



图 3-3  $\phi 1016$  三轴管道智能检测器



图 3-4  $\phi 1016$  三轴管道智能检测器

在中石油系统内承担管道检测工程，除了进入中石化、中海油、中化集团、Shell(中国)等检测市场，还成功进入了苏丹、叙利亚、阿联酋、印度、中亚等国际市场。

部分项目列表
西气东输管道(轮南-孔雀河)内检测技术服务项目
上海石油天然气公司海底天然气管线检测
涩格输气管线K106-末端管道内检测工程
花格输油管道检测工程
新疆“鄯-乌”线输油管线内检测服务项目
涩宁兰输气管线检测项目

部分项目列表
湛茂石化管线内检测
西部管道王化支线智能检测项目
轮库输气管道内检测项目
庆-哈石油管线检测项目
南京港华天然气“门站-铁心桥”管线检测
中航油管道内检测工程
苏州城市天然气高压管线检测工程
深圳燃气管道检测工程
壳牌长北天然气处理厂北干线检测
马广输油管线检测

# 4 科研装备

中国石油建立了油气管道国家实验室（管道工程试验基地），设有管道监测 / 检测专业实验室，拥有亚洲最大的管道智能检测器测试中心，及各种管道检测技术研究的试验设备，成功开发研制了一系列具有国际先进水平的智能检测器。

国家工程实验室可以进行各种不同速度下的检测器牵拉试验，对检测设备的机械动态性能和漏磁检测技术性能进行标定试验。通过试验管段上各种不同的标准缺陷模型，建立缺陷试验数据库。管道检测实验室为管道检测器能够安全可靠地投入工业现场应用奠定了基础。



图 4-1 牵拉测试试验中心



图 4-2 牵拉试验



图 4-3 国家工程实验室直线实验台



图 4-4 国家工程实验室旋转试验台

# 5 资质标准

中国石油在油气管道检测领域拥有行业及专业领域国内外资质，拥有油气管道检测专利 40 多项。







专利列表：

序号	国别	专利类型	专利号 / 申请号	专利名称
1	中国	发明	ZL200710119096.3	管道漏磁检测器电路板结构
2	中国	发明	ZL200710118862.4	管道漏磁检测器机械系统
3	中国	发明	ZL200710100234.3	埋地钢质管道腐蚀检测器探头浮动圈
4	中国	发明	ZL200710100232.4	管道腐蚀检测器探头弹簧
5	中国	发明	ZL200710100233.9	埋地钢质管道腐蚀检测器探头的封装结构及其封装工艺方法
6	中国	发明	ZL200710117985.6	管道漏磁检测器探头电缆连接电路
7	中国	实用新型	ZL200620158737.7	管道腐蚀检测器探头铰链
8	中国	实用新型	ZL200620158739.6	管道腐蚀检测器探头滑片
9	中国	实用新型	ZL200620158735.8	管道漏磁检测器浮动皮碗机构
10	中国	实用新型	ZL200620173569.3	管道腐蚀检测器探头电缆接头封装结构
11	中国	实用新型	ZL200620158743.2	管道漏磁检测器钢刷
12	中国	实用新型	ZL200620158736.2	管道漏磁腐蚀检测器支承轮
13	中国	实用新型	ZL200720149475.2	管道检测器发送装置
14	中国	实用新型	ZL200720149474.8	管道检测器回收装置
15	中国	实用新型	ZL200720149476.7	皮碗打翻测试装置
16	中国	实用新型	ZL200820109870.2	一种管道测径清管器
17	中国	实用新型	ZL200820122972.8	一种聚氨酯弹性探头臂
18	中国	实用新型	ZL200920105973.6	一种管道变形检测器探头机构
19	中国	实用新型	ZL201020597198.3	一种管道漏磁检测器磁路结构
20	中国	实用新型	ZL201120119976.2	管道压控泄流双向清管器
21	中国	实用新型	ZL201120054104.2	金属管道腐蚀缺陷全数字化三维漏磁信号采集系统
22	中国	实用新型	ZL201220386773.4	基于磁致伸缩效应的管壁轴向裂纹缺陷内检测装置
23	中国	实用新型	ZL201220379813.2	油气管道裂纹检测器的探头机构

# 6 专家团队

中国石油拥有以 30 多名教授级高级工程师为核心的一流的检测专家团队，能够为用户提供完善的技术服务和咨询方案。



**曹崇珍**

管道检测专家，高级工程师。多年从事管道检测、管道封堵、维抢修等技术服务业务，承担多项检测、封堵设备的研发，组织多项国内外管道技术服务施工项目，具有丰富的理论知识和实践经验。专利 10 余项，发表论文 10 余篇。

电话：0316-2074677

Email：caochongzhen@cnpc.com.cn



**李久春**

管道检测专家，教授级高级工程师，曾担任高清晰度漏磁检测设备研制项目负责人，组织苏丹、叙利亚等国外管道工程的检测项目以及国内管道工程检测项目，专利 20 余项，发表论文 10 余篇。

电话：0316-2171663

Email：liujiuchun@cnpc.com.cn

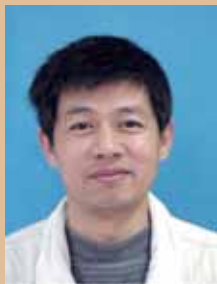


**白世武**

管道检测专家，教授级高级工程师。组织完成多项国家和省部级无损检测领域的研究项目，获国家专利 10 项，出版物 5 部，发表论文 30 余篇。

电话：0316-2072557

Email：baishiwu@cnpc.com.cn



**常连庚**

管道检测专家，高级工程师，多年从事管道检测服务，组织完成多项国家级及集团公司研究项目，在检测领域具有丰富的经验。获得专利 10 余项，发表相关论文 10 余篇。

电话：0316-2174491

Email：jc\_changlg@cnpc.com.cn



**陈崇祺**

管道检测专家，高级工程师，国家级科研项目技术带头人，并参与完成多项管道检测科研任务，获得专利 10 余项，发表相关论文 10 余篇。

电话：0316-2174122

Email：jc\_chencq@cnpc.com.cn

# 7

## 售后服务

中国石油拥有全面的技术服务优势。能独立完成管道检测、管道开挖验证一系列的技术服务，而且这些技术服务均为我公司专业技术人员亲自完成，避免一些国外企业仅提供1至2名专业国外技术人员。而其它工作如深度清洁清管、检测发送、跟踪、接收及开挖校验等工作由业主方或外雇人员完成，从而避免了给业主方带来一系列的麻烦或因外雇非专业人员而产生的设备卡堵、操作失误等一系列的问题。

建立完善的售后服务，检测最重要的价值体现在于数据报告。我公司不仅对业主方提供数据报告的培训服务，而且业主方根据数据报告进行管道维护、维修时我公司可以提供现场的指导服务，全力解决业主方的后顾之忧。

拥有快速的反应能力，能按照业主要求的时间及时到达现场进行技术服务。



联系人：刁顺 先生  
电 话：86-10-5998-6059  
Email: sdiao@cnpccom.cn

Contact: Mr. Diao Shun  
Tel: 86-10-5998-6059  
Email: sdiao@cnpccom.cn



