

管道综合外检测智能系统研发与应用

杨 冬

中国石化销售股份有限公司华中分公司 湖北 武汉 430000

摘 要: 针对现有埋地管道外检测设备的不足, 研发了新型管道综合外检测智能系统, 该系统同时具有PCM、ACVG、CIPS、DCVG四种功能, 可单人一次检测完成所有检测工作, 现场对比检测证明, 相比进口设备, 该系统测量数据准确, 检测效率高。

关键词: 管道; 外检测; 综合; 系统

引言: 管道外检测工作是管道日常管理^[1-2]的主要工作之一。管道外腐蚀检测评价应按照SY/T 0087.1《钢制管道及储罐腐蚀评价标准 埋地钢质管道外腐蚀直接评价》标准及其他相关标准进行检验检测。由标准可知, CIPS(密间距电位测量法)^[3]、DCVG(直流电位梯度法)、PCM(交流电流衰减法)、ACVG(交流电位梯度法), 这四种方法可以满足大多数管段ECDA检测的要求, 也是当前普遍采用的测试方法, 但存在的几个主要问题。

PCM/ACVG和CIPS/DCVG^[4-5]无法同时使用, 导致对同一条管道的检测工作必须进行2遍, 成本高, 效率低。检测设备智能化水平较低, 对检测人员技术水平要求较高。PCM/ACVG和CIPS/DCVG设备及附属配件多, 需要2组人员操作, 人员数量多。在特殊地段检测数据准确性

有待提高。目前使用的PCM和DCVG主要依赖进口, 设备价格高昂, 维修不便。

国内现有管道数量众多, 每年管道外检测工作量很大, 需要大量的检测设备及检测工程师, 这给管道ECDA检测工作带来了压力。

1 管道综合外检测智能系统开发

1.1 管道综合外检测智能系统概述

新型管道综合外检测智能系统设计目标是在一套设备上实现PCM、ACVG、CIPS、DCVG四种功能, 实现单人一次检测完成上述所有检测工作, 提高检测工作的效率。

管道综合外检测智能系统构成如图1所示, 包括综合同步接收机1台、PCM同步发射机1台、恒电位仪同步通断器多台、复合A字架1个、复合背架1套、辅助探杖1只等。

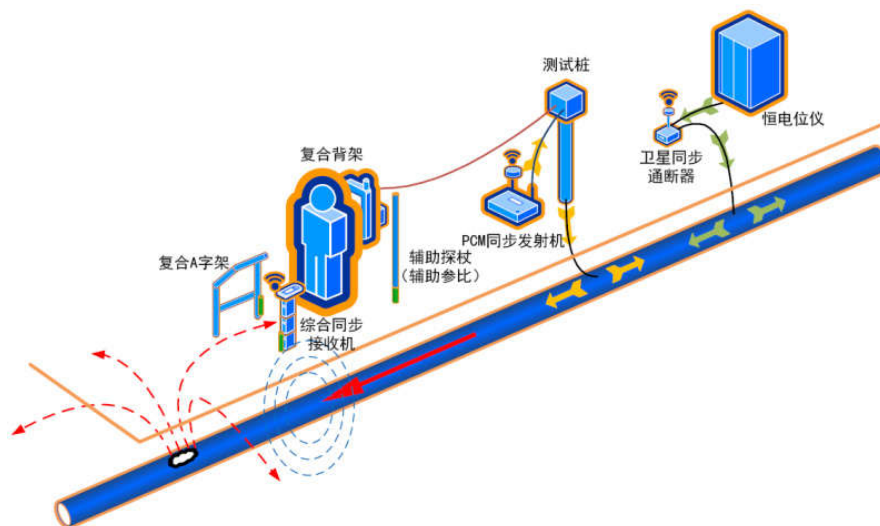


图1 管道综合外检测智能系统

为消除不同检测方法之间的相互干扰, 要求PCM同步发射机交流信号和恒电位仪同步通断信号相位均以卫星时钟作为基准同步输出, 综合同步接收机同样以卫星

时钟作为基准, 以准确获取有效原始数据。

1.2 综合同步接收机

综合同步接收机是埋地管道外检测智能系统的核心

检测设备，主要完成管道内混频交流电流产生的磁场信号及地表交流电位梯度信号、管地直流电位及地表直流电位梯度信号的采集处理，以及存储、通信、卫星时钟

同步、卫星定位、液晶屏显示、键盘操作等。接收机总体架构如图2所示。

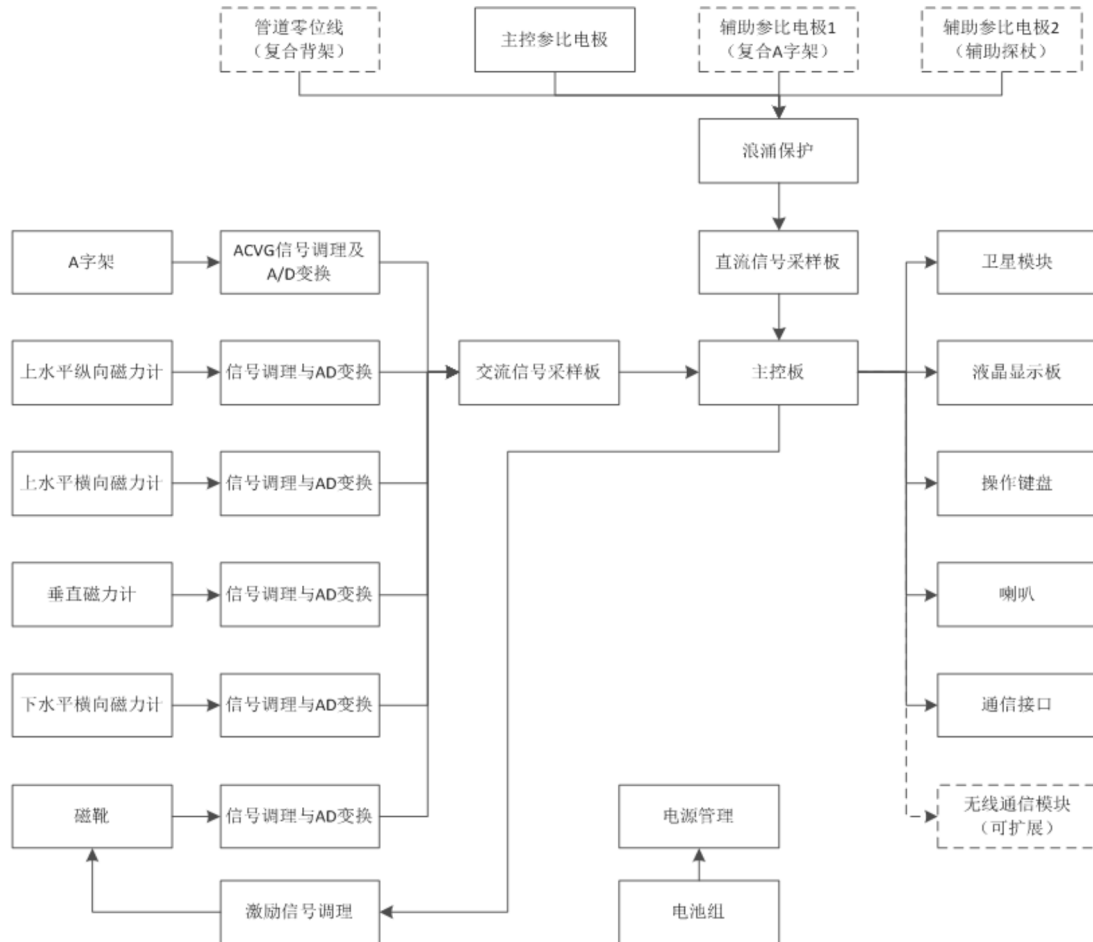


图2 接收机总体架构

1.2.1 主控板

主控板核心主要处理交流信号采样板和直流信号采样板采集的数据，并对数据进行进一步处理。处理后的数据，通过存储器进行存储，并通过液晶显示屏显示。

主控板接收卫星模块的卫星时钟和秒脉冲信号，对交流信号采样板和直流信号采样板进行校时，接收的卫星定位信息，将作为采样记录的坐标信息，用于标明采样位置。主控板监测按键状态，根据按键对应指令，调整设备工作模式和工作参数。

1.2.2 交流信号处理单元

PCM/ACVG交流信号处理单元负责管道内混频交流电流产生的磁场信号及地表交流电位梯度信号的采集和预处理。磁场信号通过低频磁力计（磁靴）、下水平横向磁力计、垂直磁力计、上水平横向磁力计、上水平纵

向磁力计获取，交流电位梯度信号通过复合A字架获取。处理后的数据，通过接口传输给主控单元。

1.2.3 直流信号处理单元

CIPS/DCVG直流信号处理单元负责管地直流电位、直流地电位梯度信号的采集和处理。管道直流电位通过复合背架上的零位线和接收机上参比电极获取，直流电位梯度信号通过接收机上参比电极和复合A字架（或辅助探杖）上的参比电极获取。处理后的数据，通过接口传输给主控单元。电位测量范围为 $\pm 15V$ （进口设备为 $\pm 4V$ ），输入阻抗 $> 500M\Omega$ 。

1.3 PCM同步发射机

PCM同步发射机是PCM/ACVG测量的交流信号源，输出的是4Hz、8Hz、128Hz等混合频率正弦波交流电，可设定不同输出频率组合，各频率交流信号输出相位均

采用卫星时钟同步控制。发射机总体架如图3所示。

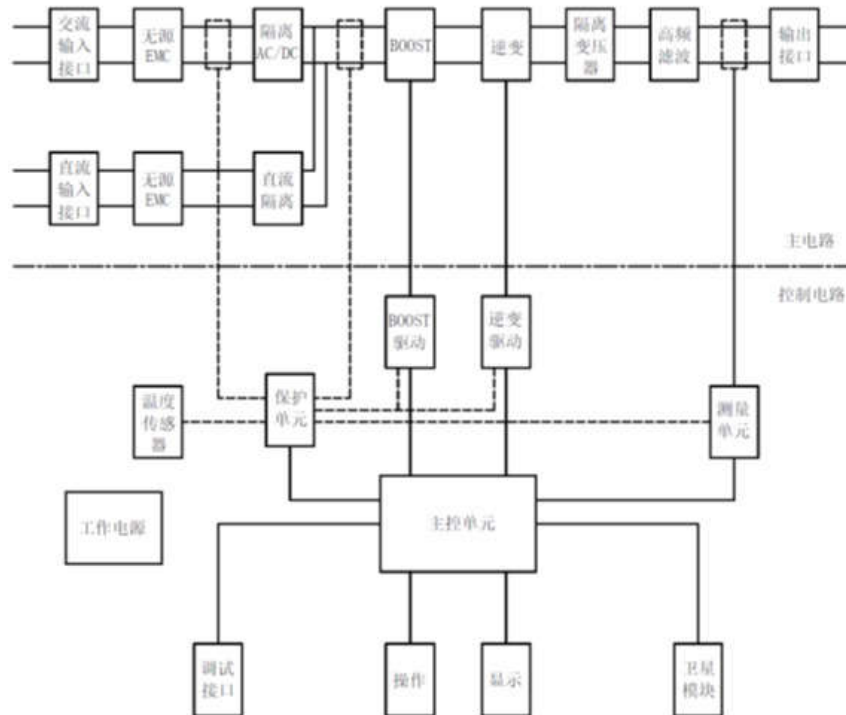


图3 PCM同步发射机总体架构

主控单元，主控单元是PCM同步发射机控制中心，该单元通过测量输出参数，对比操作单元设定的工作参数，结合卫星时钟单元的时钟信号，实时调整功率变换单元的驱动控制信号，使发射机的输出幅值与设定值保持一致，同时保持输出相位与卫星时钟同步。

驱动单元，驱动单元的主要功能是将接收的控制信号，通过隔离放大，转换为BOOST和逆变单元的驱动控制信号，控制功率器件的开关。

逆变单元，逆变单元通过开关管，实现直流到交流的逆变。逆变单元是发射机的核心功率单元，负责根据驱动控制信号，将直流变换为所需的混频交流电流。

隔离输出单元，隔离输出单元主要是隔离变压器。通过变压器，实现电压变换，同时实现输入输出的电气隔离。

保护单元，检测主电路工作参数，如果超出设定的阈值，将限定或关断输出，防止电源、负载或电路在出现异常情况时引起设备损坏。

1.4 配件

1.4.1 复合A字架

A字架主体采用铝合金管焊接而成，A字架底部有2个不锈钢接地探针，用于测量交流电位梯度；在一个接地探针一侧，固定有可拆卸的伸缩式参比电极，用于与

接收机上参比电极配合测量直流电位梯度。

1.4.2 复合背架

复合背架主体框架和线轴架采用铝合金，背架下部有可拆卸的手压喷水壶。

2 埋地管道外检测智能系统现场对比检测

埋地管道综合外检测智能系统开发完成后，先后在成品油管道、某热电管道进行了现场检测。所有检测均采用与进口设备对比测试，其中PCM/ACVG采用英国雷迪公司PCM plus，CIPS/DCVG采用加拿大Cath-Tech公司CIPS，同时采用具有卫星同步通断功能的IHF数控高频开关恒电位仪替代卫星同步通断器。

现场对比检测数据如表1所示。

表1 防腐层破损点及dB值检测数据对比表

破损点编号	破损点位置	dB值		坐标	
		综合外检测系统	雷迪PCM plus	经度E/°	纬度N/°
1	780#-354	C/C	C/C	113.91867	31.04100
2	780#-415	C/C	C/C	113.91897	31.04064

现场测试时，新型管道综合外检测智能系统工作正常，而Cath-Tech公司CIPS经常无法正常工作。通过分析发现，是被测管道上的1~7V缓慢变化的交流干扰，导致了CIPS工作异常。CIPS测量电位峰值范围为±4V，超过

范围后,测量数据将失真,例如,当通电电位为-1.2V时,而此时若交流干扰电压超过2.0V(rms),叠加电位最负峰值将超过-4V,从而导致CIPS测量数据失真。而新型管道综合外检测智能系统测量电位峰值范围为 $\pm 15V$,同等条件下,只要交流干扰不超过9.7V(rms)均可准确测量。

通过对比检测可知:

2.1 新型管道综合外检测智能系统同时具备了PCM、ACVG、CIPS、DCVG功能,相比进口设备在检测中需要更换设备、多次架设不同配套装置、功能之间存在相互干扰等问题,新检测系统一次测量即可完成4种检测,检测效率提高约30%;

2.2 与进口设备相比,新检测系统在管道埋深、管中电流、漏点db、通断电电位等数据的偏差平均小于2%,最大不超过5%,管道及漏点定位相同,测量精度满足管道外检测要求;

2.3 当现场存在较强的交流干扰时,进口CIPS/DCVG设备测量误差较大,新检测系统抗交流干扰电压可达9V(进口设备 $\leq 2V$),适用范围更广;

2.4 在单独进行PCM/ACVG测量时,新检测系统的综合同步接收机和PCM同步发射机与雷迪PCM plus的接收机和发射机可通用,扩大了新设备应用范围;

2.5 在单独进行CIPS/DCVG测量时,新检测系统和进口设备均可与具有卫星同步通断功能的IHF恒电位仪配合

使用,与传统安装卫星同步通断器相比,操作更为方便。

3 结论

国内现有主干管道超过10万公里,管道保有量和服役年限逐渐增加,管道外检测工作任务逐年增多。新型埋地管道外检测智能系统在一套设备上实现PCM、ACVG、CIPS、DCVG四种功能,实现了单人一次检测完成上述所有检测工作,测量数据准确,在检测效率、所需人员、设备成本及维护等方面,相比进口检测设备具有显著优势,可更好的满足国内管道检测的需要。

参考文献

- [1]解晓飞.埋地管道腐蚀与防护检测评价系统的研究[D].天津大学.2019(009):210-212.
- [2]程浩.长输天然气管道外检测综合技术研究及工程应用[D].合肥工业大学.2003,000(001):38-39.
- [3]滕延平,张丰,赵晋云,等.杂散电流干扰下管道密间隔电位检测数据处理方法[J].管道技术与设备,2009(04):33-35.
- [4]顾宝珊,李渡,汪兵,等.地下管道防护层缺陷检测新技术研究—密间隔电位/直流电压梯度联合检测技术[J].石油化工腐蚀与防护,2006,21(2):10-12.
- [5]李健,陈世利,靳世久.埋地管道防腐层的DCVG与CIPS技术组合检测[J].管道技术与设备,2003,000(001):38-39.