

长距离输气管道内窥检测技术研究

伍永坤

(中石化天津天然气管道有限公司 天津 300457)

摘要: 通过对长距离输气管线内窥检测器的研究,将清管技术和内窥检测技术相结合,验证了长输管线进行内窥检测的可行性。完成了内窥检测器清晰成像技术、图像叠加里程技术、运行距离控制技术等关键技术的初步研究,形成了内窥检测器样机并开展了模拟实验。

关键词: 长输管道;内窥检测;雨刮器;里程轮

1 序言

新建长距离输气管道投产前需开展管道内检测作业,以获取管道本体完整性相关数据^[1,2],避免冰堵等问题的发生。目前广泛采用的检测手段主要包括:1)借助清管器,通过观察末端收球桶内是否有杂质来判断管道内部有无杂质;2)借助露点检测仪,通过选取管道内某些点进行检测来判断管道内部是否干燥。这些手段都不能直观的看到管道的内部情况,判断结果易有偏差而引发管道投产时的冰堵等问题,目前国内尚无针对于长距离管线智能内窥视频检测的产品^[3]。

现阶段国内外内窥检测技术主要应用于市政管道,具有内窥检测器运行速度低(约5m/s)、运行距离短(小于300m)等特点^[4]。长距离输气管道的距离可达200公里或更高,且管道内部情况复杂,现有的内窥检测器远不能达到其要求,有必要对其进行进一步的研究。

2 内窥检测器清晰成像技术研究

对于应用于长距离输气管道的内窥检测器而言,图像的采集及清晰呈现非常重要。根据管道情况,综合考虑分辨率、帧率等性能参数,优选了工业高速摄像头用于管道的内窥检测,其关键性能参数包含:帧数为几百—一万帧/s,拍摄物体速度为300—800m/s,像素为100—200万。

2.1 风帘保护法研究

经深入调研,灰尘和水汽的存在极大地影响了图像采集的清晰度,因此采用在摄像头周围建立高速风帘的方法来阻止灰尘和水汽的进入,具体设计如图1。经试验测试,风帘的设计对防尘效果有了很大的改善,但存在气量不够时影响防尘效果的缺陷。

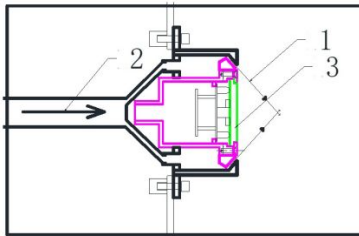


图1 风帘设计方法

注:1—风帘;2—风道;3—摄像头

2.2 雨刮器保护法研究

2.2.1 雨刮器机械结构设计

针对风帘保护法存在的缺陷,进一步开发了雨刮器保护法,通过雨刮刮刷方式去除灰尘和水汽,设计图如图2所示。

2.2.2 雨刮器电机特性研究

监控用雨刮器的电机普遍采用一般的直流电机,控制电路采用行程开关,通过行程开关来控制电机正反转,主要功能基本可以实现,但是控制的线路板子相对较大,不适用于本检测器。因此参照直流电机的型号、功率和转速,选择了同样功率的步进电机作为雨刮器的电机,电机特性参数见表1。

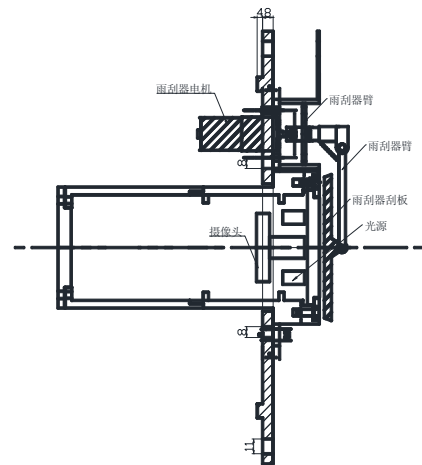


图2 雨刮器设计方法

表1 雨刮器直流电机特性参数

序号	特性参数	参数值
1	电机型号	35TKYJ24-6T 微型同步电机
2	功率	1W
3	电压	24V
4	转速	6 rpm
5	额定电流	0.4A
6	外形尺寸	24TKYJ24 (mm)
7	扭矩	0.2NM

2.2.3 雨刮器控制器研究

因为采用了步进电机,所以需要驱动器和控制电路。本控制电路采用单片机来控制步进电机的工作时间,步进电机的转转角度,通过调整软件来改变步进电机的工作时间和转转角度。

2.2.4 雨刮刮板脏物的自行清理研究

刮板多次刮刷后,脏物会逐渐增多,放大刮板的角度,在摄像头旁边设计4条缝隙,当刮板挂到缝隙时刮板处的脏物就被刮除,如图3所示。

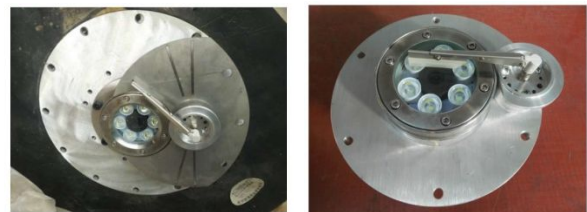


图3 雨刮刮板设计方法

3 内窥检测器图像叠加里程技术研究

3.1 里程轮研究

采用里程轮和传感器相组合的机械结构方式方法,分别对轴承和旋转编码器、无油轴承增量型霍尔编码器两种方案开展了试验研究,设计图如图4所示,实物图见图5。通过比较增量型霍尔传感器相对比较准确,防水、防潮、防油,比较适用于管道内的米数计量。

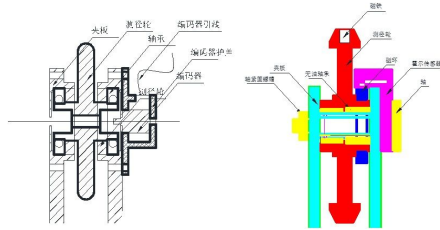


图 4 里程轮设计图（左-轴承和编码器；右-无油轴承增量型霍尔编码器）



图 5 里程轮实物图（左-轴承和编码器；右-无油轴承增量型霍尔编码器）

3.2 视频叠加软件开发

开发了配套的视频叠加软件，操作人员可简单直观的输入里程轮直径、长度单位、管道信息等关键参数，软件界面如图 6 所示。



图 6 软件界面图

4 内窥检测器整体设计与研究

需要选择质量比较好的皮碗用于检测器，且用钢丝刷作为支撑，来减少摩擦力。或者在皮碗的摩擦面加超耐磨钢制螺栓，如图 7 所示：



图 7 皮碗保护方法

采用高性能的锂电池组作为电源，长距离可以通过万向节牵引

一节装有电池组的球体，如图 8 所示：



图 8 电池组现场图

检测器经历了两次设计的修改完善，完成了 3 次模拟实验，外形逐渐合理，功能日趋完善，检测器样机图如图 9 所示。

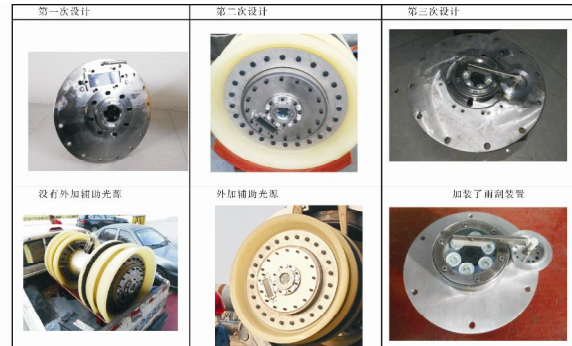


图 9 内窥检测器样机图

5 结论

通过对长距离输气管线内窥检测器的研究，将清管技术和内窥检测技术相结合，完成了内窥检测器样机的试制，验证了长输管线进行内窥检测的可行性。通过此种方法的使用，能够更加有效的检测管道情况，确保管道安全运行。

参考文献

- [1] 刘金和. 陕京输气管道完整性管理研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2007.
- [2] 张鹏. 油气管道完整性管理体系研究进展[J]. 化工管理. 2017 (15):9;11.
- [3] 吴英茂. 天然气长输管道内检测技术在靖西线中的应用[J]. 科技创新与应用. 2013 (35):25-26.
- [4] 王威, 张松艳. 市政管道内窥检测技术介绍[J]. 路桥市政与火电工程. 2019 (02):97-101.