

国外清管技术及应用

肖 几 力

(石油部施工技术研究所)

清管器最初是一个皮制圆盘式活塞，可刮除运行管线管壁的结蜡。在不增加动力时可明显提高管线流量。对新建管线可清除杂物、积水、焊条头等，大大提高了管线投产的可靠性。因此清管技术及其工具受到石油化工基建和生产部门管道工程师的注意。发展至今又有如下一些更重要的用途。

1. 进行输液分离，以减少原油或不同油品互换时的接触面积。
2. 控制管内液体，如在液一气混输管

线内减少液体积存，管线分段试压的注水、排水、干燥及试压后的输油作业。

3. 对管线涂施砂浆或环氧涂层。
 4. 使用记录清管检测仪对新建或运行管线进行缺损检测。
 5. 对管线系统进行动态监测和管理。
- 本文主要介绍 1、2、4 项用途。

一、清管器

目前，清管器按功能分为封堵与检测两

首站排量、干线压力实测数据

表 9

时 间	1 : 00	2 : 00	3 : 00	4 : 00	5 : 00	6 : 00	7 : 00	8 : 00	9 : 00
排 量 (m ³ /h)	415	400	401	391	409	412	410	410	490
干线压力 (kg/cm ²)	7	8	12	14	17	17	20	20	20
时 间	10 : 00	11 : 00	12 : 00	13 : 00	14 : 00	15 : 00	16 : 00	17 : 00	18 : 00
排 量 (m ³ /h)	510	523	545	510	553	543	385	405	401
干线压力 (kg/cm ²)	19	18	18	10	9	8	9	9	11

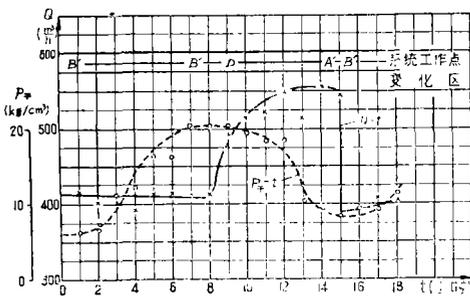


图 4 实测排量、干线压力波动曲线

使机泵在额定负荷下工作，需及时调节泵出口阀的开度。可见泵工操作频繁，任何疏忽大意都可能造成电机超负荷运行，甚至造成过负荷自动跳闸停车事故。

随着首站外输换罐操作，系统的工作点

由 A' 移至 B' ，排量将由原来的 $325 \text{ 米}^3/\text{时}$ 降为 $190 \text{ 米}^3/\text{时}$ ，减少了 $135 \text{ 米}^3/\text{时}$ 。这对于有旁接油罐的中间站来说，首站输量的大幅度下降，将不得不从旁接油罐中获得油量补充，维持泵的正常运转。东辛含硫油管线中间站旁接油罐容量为 500 米^3 ，每米高度罐容约为 59 米^3 ，正常情况下，罐内油位习惯上保持在 2 米左右。因此，对于中间站旁接油罐来说，通常只有 $0.8 \sim 1 \text{ 米}$ ，即 $50 \sim 60 \text{ 米}^3$ 的出油余地。所以在首站换罐后的 $20 \sim 30$ 分钟的时间内，稍不注意，就往往可能造成中间站旁接油罐迅速抽空，导致紧急停泵事故。输送过程中，由于排量陡降形成的负压水击波也将影响管线的平稳运行。

种。在结构型式上有皮碗式、球式和泡沫式三种。皮碗式是一种基本形式，比较普遍，泡沫式比较灵活，球式比较容易自动控制。

这种刮、刷结合的皮碗式清管器主要用于清洁和封堵管段，一般是几个串接使用以

增强效果。清管器的长度要视管线沿途情况而定。若止回阀较多，应长些；支管多，可短些；如果两者都较多，可设计成中间铰接式以利通行。

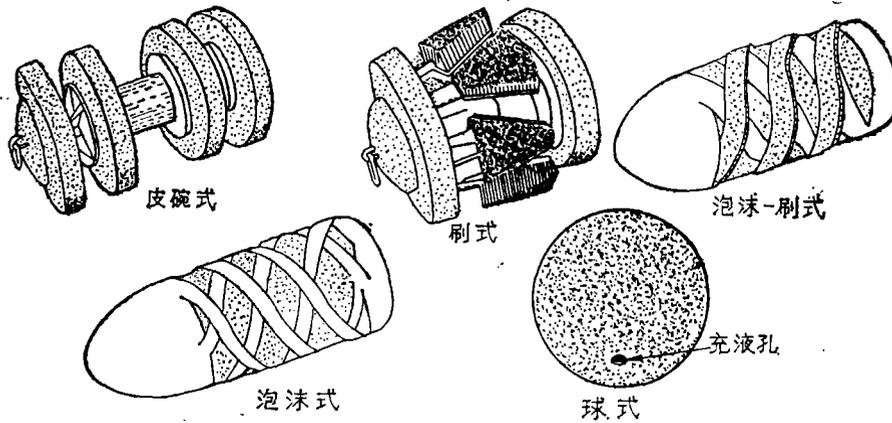


图1 各种清管器型式

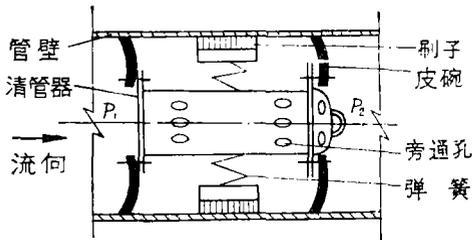


图2 皮碗式清管器功能原理示意图

$P_1 - P_2 = \Delta P$ 压差; $\Delta P \cdot \text{管壁面积} = \text{力(磅)}$

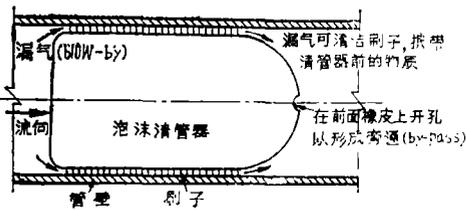


图3 泡沫清管器示意图

泡沫清管器由带硬橡胶或塑料包封的开孔型泡沫制成，呈刷式。长度一般为管径的两倍，依靠挤压泡沫接触管壁实现密封。

清管球为内充液体的橡胶球或塑料球。它主要用于液—气混输管道的隔离和对液体的控制。

各种清管器本体，在前进方向的一边有小孔使气体或液体贯通清管器形成旁通，目

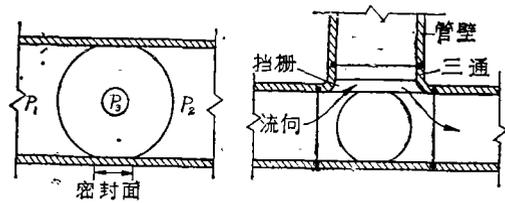


图4 清管球原理及使用示意图

的是防止清管器前面堆积物质堵塞管道。

皮碗清管器的直径，一般较管内径大 $1/16 \sim 1/8$ 英寸 (1.6~3.2毫米)。清管球的膨胀量一般为管道内径的 2%。泡沫清管器的过盈量见表 1。

表 1

公称管径 (英寸)	1~6	8~16	18~24	26~48
过盈量 (英寸)	0.25	0.375~0.5	0.75~1.0	1.0~2.0

以上推荐值，可保证清管器封堵效果最佳，磨损最小，在设计压差下移速正常。

清管器在管内行走的速度与管内流体速度大致相同。在液体管线里会平稳些，在气管线里则会时走时停。清管器会在管壁环焊缝处卡住，为使其重新移动而增压要十分谨慎，因为曾发生过在管线急弯处清管器从管

壁薄的一侧飞出的先例。

大于管径50%的支管应配置挡栅，防止清管器停住或进入支管。

输气管线清管可显著提高流量和防止发生意外事故。压气站下行管段的周期清管可清除压缩机组的润滑油，不然它们会在下垂处聚集，久之形成水化物妨碍流通甚至堵塞管道。

对有内涂层的管道，清管前应先注水，然后用空气推动清管器使水高速流出并携走杂物，防止清管器皮碗或刷子因有石块、焊条头等损坏涂层。此时一般不用带金属刷的清管器，清管球充液也不要太满。

丘陵地带中的下行管段，清管器会发生失去控制的跑离现象。为此应在其前面维持一反压。特别是在产生气塞(Air-Block)现象时更应注意。对由气塞而隔开的一段一段的管内液体应设置搜集器(Slug catcher)，对海洋平台上的提升器管道更属必要。

在对管线进行酸洗作业时应先把前导清管器放入管内，然后注入酸，再跟推动清管器。后一个清管器一般用空气推动。

二、记录检测清管器

带有无损检验设备的、自行于管内的清管器可对管线或整个运行系统进行缺陷和动态数据的检测和搜集，使清管技术发展到一个更深入的阶段——全面地周期地程序监测阶段。

自1977年始，英国气体公司(BGC)在高压输气管线上首次正式使用称之为“智能小车”的检测仪。它的作用有5个：

1. 不影响管线的正常使用，
2. 检测出全部有价值的缺陷，
3. 能剔除假的缺陷指示，
4. 指出缺陷的程度，
5. 指出缺陷位置。

检测的缺陷计有三类：

1. 几何形状：压痕、皱折、椭圆度，

2. 金属损失：擦伤、敲击、一般腐蚀，

3. 破裂：叠层、应力腐蚀、疲劳裂缝。

BGC目前研究的“智能”检测清管小车是采用磁通原理来检测1、2类缺陷。至于第3类缺陷，AERE(英国原子能研究中心)的哈威尔(Harwell)应用弹性波原理检测，预计80年7月份可正式投入实用。自78年4月，该项检测技术与仪器已在BGC内自成一格，独立承揽服务承包。至今已有600多条管线用该检测技术进行全面检查。到1983年，磁通检测小车可用于1050毫米的管线，记录结果采用电子计算机评价技术。

美国燃烧工程公司威特可检测服务部(C-E Vetco Inspection)也是基于磁场中磁通漏失的异常的原理研制出如图5所示的记录清管检测仪。它由电池盒、传感器和记录仪三部份组成，其间用万向接头连接。独特的传感器可消除因速度变化而带来的不利影响，对管壁持续进行360度全周检测。其转换器滑履安装在悬置的环内，折叠系数高，可通过管径较小的管段。使用该检测仪时两端应用约3米长的发送接收器，在使用以前，应先发送一没有仪器的模拟清管器，待测管线应配置磁标志器以使原本记录与管线发生联系。然后再投入威特可记录清管检测仪。在接收器取出磁带，通过录返装置，把磁带信号转换成原本记录。

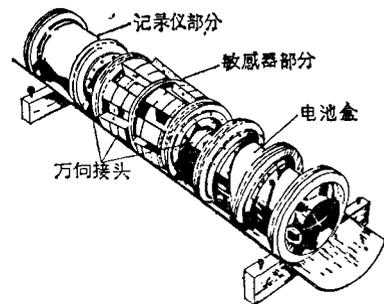


图 5

(参考文献从略)