

## 油井清、防蜡技术研究现状

武继辉 (胜利油田滨南采油厂)

孙军 (库尔勒塔里木油气分公司)

贺志刚 (北京安东奥尔工程技术有限责任公司)

喻西崇 (中国科学院力学所)

**摘要** 主要介绍了目前常用的机械清防蜡、热力清防蜡、表面能防蜡(内衬和涂料油管)、化学剂清防蜡、超声波清防蜡、强磁清防蜡和微生物清防蜡技术等。生产实践中,应根据油井的含水、含蜡量选用合适的清防蜡技术,才能对清防蜡达到经济、满意的效果。

### 1. 油井和管道中的清、防蜡方法

油田常用的油井清防蜡方法主要有机械清防蜡、热力清防蜡、表面能防蜡(内衬和涂料油管)、化学剂清防蜡、超声波清防蜡、强磁清防蜡和微生物清防蜡技术等。

(1) 机械清蜡技术。将清蜡工具下入井内,刮除油管壁上的蜡,并靠液流将蜡带至地面。在自喷井中采用的清蜡工具主要由刮蜡片和清蜡钻头。一般情况下采用刮蜡片,如果结蜡严重,则用清蜡钻头。

有杆抽油井是利用安装在抽油杆上的活动刮蜡器清除油管壁和抽油杆上的蜡。常用尼龙刮蜡器,在抽油杆相距一定距离(一般为冲程长度之半)两端固定限位器,在两限位器之间安装尼龙刮蜡器,它随抽油杆在油管内作上下往复运动,刮掉油管和抽油杆上的蜡,并随液流带走,达到清蜡的目的。

(2) 热力清防蜡技术。热力清防蜡技术是利用热能提高井筒流体温度达到清防蜡的一种方法。对于含蜡原油,当原油温度超过析蜡温度时,则起油井防蜡作用;当温度超过蜡的熔点时,则起到油井清蜡作用。对于高凝油及稠油,则利用其流动性对温度敏感的特性,通过井筒加热达到降粘降阻的目的。热力清防蜡技术根据其加热介质不同分为热载体循环和电加热两大类。

(3) 化学药剂清防蜡技术。用化学剂对油井进行清防蜡是目前油田应用较为广泛的一种技术,这是因为通常将药剂从油套管环形空间注入,不影响油井正常生产和其它作业,除可以收到清防蜡效果外,使用某些药剂还可以收到降凝、降粘和解堵的效果。目前,化学清防蜡剂有油溶型、水溶型和乳液型三种液体清防蜡剂,此外还有固体防蜡剂。

(4) 油管内衬和涂层防蜡。油管内衬和涂层防蜡可提高管壁的光滑度,改善表面润湿性(达到亲水憎油),使蜡不易沉积,从而达到防蜡的目的。应用较多的是玻璃衬里油管及涂料油管。玻璃衬里油管是在油管内壁衬上由  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  等氧化物烧结而成的玻璃衬里,其玻璃表面十分光滑且具有亲水憎油特性,同时也具有良好的隔热性能。

涂料油管是在油管内壁涂一层固化后表面光滑且亲水性强的物质,目前应用较多的是聚氨酯甲酸酯类的涂料。涂料油管不耐磨,不适用于有杆泵和螺杆泵抽油井,主要用于自喷井和连续气举井防蜡。

(5) 超声波—电热清防蜡技术。目前油田采油中所用的超

声波技术主要是利用超声波的声能击碎原油和石蜡的高分子链,使之变为低分子链,提高了流动性,但其利用的电能一部分转为声能而另一部分转为热能,而转为热能的部分则白白地浪费了。超声波—电热清蜡装置既利用了电能转换成的声能,又利用了电能传输过程中释放的热能,对能源进行了综合利用。其主要机理是将发射机产生的大功率电振荡传输给布设在结蜡区的换能器,将电振荡转换成强声压波,作用于结蜡区,再辅以电热元件释放的热能,使油井结蜡有序地脱落,达到解蜡目的。

(6) 超声波复合防蜡技术(超声波+固体防蜡剂)。超声波复合防蜡技术是把固体清蜡剂防蜡与超声波振荡器防蜡有机结合起来的一种防蜡新工艺。

超声波振荡器是依据超声波原理设计的。当油流通过时,振荡产生的声化作用可有效地破坏和延缓石蜡结晶,还可降低原油的表面张力,同时它还起到充分搅拌混合固体防蜡剂与原油的作用,提高了防蜡效果。

(7) 环空超声波清防蜡技术。环空超声波技术是在借鉴现有超声波清防蜡解堵技术的基础上结合偏心井口的实际情况所设计出的一种新型清蜡技术。在偏心井实际清蜡时,首先利用车载发电机组向发射机提供所需电能,然后将小直径换能器用特种电缆与车载超声波发射机连接,并将换能器通过连接电缆从偏心井口的测试闸门工作孔下入油套环空 850m,过理论结蜡点位置后开机,利用超声波和电热清除结在抽油杆、油管和套管壁上的积蜡,从而达到清蜡的目的。

(8) 强磁防蜡技术。当石蜡分子结晶时,诱导磁矩与分子间的力相互干扰并破坏了石蜡分子中瞬间极的取向,削弱了石蜡分子结晶时的色散力,抑制了石蜡结晶核的生产,阻止了石蜡晶体的生长和聚集,从而达到防蜡的目的。一旦原油在磁处理前已有石蜡析出,由于原油中的蜡晶带有电荷,当这种含有蜡晶的原油经磁场处理时,受到洛仑兹力的作用,破坏了晶体原有的定向生长速度,使结晶畸形,以细小的颗粒状悬浮在原油中。

影响磁防蜡器应用效果的主要因素有井内流体速度、磁场强度、原油及蜡的性质、油井的含水量和环境温度等。

(9) 微生物清防蜡技术。微生物清防蜡技术是近年来发展起来的一种技术,在我国已逐步推广应用,目前已在大庆、中原和冀东等油田开展了试验和现场应用。微生物种类很多,有细菌、放线菌和真菌(包括霉菌和酵母菌)几大类。用于清防蜡的微生物主要有两种:一种是食醋性微生物,一种是食胶质和沥青质微生物。

### 2. 结论

对于含水低于 50%,含蜡量低于 30%,蜡的分布为  $\text{C}_{13}$ ~ $\text{C}_{40}$  之间的油井,用化学清防蜡技术(如液体清防蜡剂或固体清防蜡剂)较为经济;对于含蜡量低于 30%,含水量超过 50%,一般采用超声波清防蜡技术和强磁清防蜡技术较好;对于含蜡量高于 30%,凝固点高于 40,无论含水量多少,采用强磁清防蜡技术不是最佳选择,而应该采用超声波清防蜡技术、化学清防蜡技术或活性水(油)热洗方法或者热化学清防蜡方法。对于西部地区的高含蜡油井,强磁防蜡技术和单纯的化学清蜡剂均无效,而应该采用超声波清防蜡技术、化学防蜡技术或玻璃(或涂料)衬里油管防蜡技术才是最经济的选择。

【编者注:本文原文较长,超过一万字,包含很多有用信息。这里发表的是精华版,更详细的内容请到本刊网站下载原文版阅读】

(栏目主持 杨 军)