

油管内桥塞的研制

岳志强 武韶山

西安方元能源工程有限责任公司 陕西 西安 710201

摘要: 为了满足不压井(带压)作业的技术要求,研制了油管内桥塞。本文对油管内桥塞及桥塞投放工具的结构设计、技术参数、工作原理、地面评价试验、井下模拟试验等情况进行了全面介绍,并对油管内桥塞施工工艺后期的推广应用前景进行了展望。

关键词: 油管内桥塞;桥塞投放工具;封堵

引言

在油气井后期开采的过程中,其产出的气体主要有H₂S、CO₂等,液体主要有地层水、原油等腐蚀介质,由于长期开采导致井口设备及其部件受到腐蚀、老化而产生泄漏,对油气井的安全生产造成隐患。

传统工艺更换井口主控阀采用压井作业,不仅停产时间长,且需动用压井设备,在压井作业完成后,再进行抽吸排通,然后恢复生产。采用不压井(带压)作业技术^[1],是利用不压井作业设备^[2]和配套油管堵塞工具^[3]在常规作业机的配合下进行带压起下管柱的一种工艺方法。为此,研制了一种油管堵塞工具—油管内桥塞^[4],与专用不压井作业设备配合进行带压作业^[5]。采用油管内桥塞进行作业则不用压井,降低作业风险,改善作业环境,同时有效地保护了油气资源,使大批处于开采后期的油(气)井能够安全高效地继续生产。

1 油管内桥塞的研制

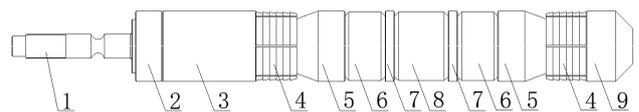
1.1 关键技术

本研究的关键技术是:实现油管内桥塞施工工艺的投送、密封、座封问题,提供一种能将油管内封堵的工

具,该工具能够准确可靠的将油管内封堵,确保完成井口换阀、更换油管等施工工艺。油管内封堵工具简称油管内桥塞。

耐温耐压要求为:120°C、45MPa

1.2 油管内桥塞结构设计(见下图)



油管内桥塞结构示意图

1—心轴;2—锁环装置;3—传动套;4—卡瓦;5—锥体;6—侧胶筒;7—隔环;8—中胶筒;9—下接头

油管内桥塞主体的结构由丢手机构、锁环机构、密封系统、卡瓦机构组成。

- ①丢手机构:由心轴组成。
- ②锁环机构:由锁环套、锁环组成。
- ③密封系统:由胶筒、隔环组成。
- ④卡瓦机构:由卡瓦、锥体、下接头组成。

1.3 油管内桥塞技术参数:(单位:mm)

套管吋	桥塞外径	胶筒外径	座封范围		丢手销拉断力	挤压套筒	座封工具吋
			最小	最大			
2 1/2	52.00	51.00	54.76	70.00	6.5t	52.00	1 1/16

1.4 油管内桥塞工作原理:

工作原理与可钻式桥塞工作原理相同,由投送工具产生的压力作用于桥塞锁环套带动锁环下压上卡瓦、沿锥体下行剪断剪切销,首先使上卡瓦打开支撑在套管内壁上起到定位的作用,投放工具下活塞上行抽动桥塞心轴、下接头上行,拉动下卡瓦沿锥体上行,锥体上行剪断剪切销后,向上挤压密封胶筒系统,使胶筒压缩膨胀至油管内壁进行密封,上、下卡瓦沿着锥体锥面扩张破裂,支撑到油管内壁上;同时,在胶筒和卡瓦扩张的过

程中,锁紧套内的锁环相对心轴随之下滑,锁环牢固地锁定在心轴的锯齿上,以防止胶筒和卡瓦回弹,从而导致桥塞的密封和锚定失效。当坐封力达额定值时,心轴拉断,桥塞与工具脱离,坐封完毕。

1.5 油管内桥塞工艺技术特点

- ①结构简单、操作方便,时效高、占井时间短;
- ②能可靠地座封在2 1/2"油管上;
- ③适用于温度120°C、压力45MPa的工况;
- ④三节不同硬度的胶筒组成可靠的密封系统;

⑤巧妙的锁环装置可确保桥塞密封可靠、锚定稳固；

⑥可用电缆座封工具。

1.6 油管内桥塞关键部件技术参数

①密封胶筒：

材质：氟胶 耐温：200℃ 耐压：45Mpa

②心轴拉断力

心轴拉断力的设计需要结合胶筒压缩力及卡瓦破裂力的大小。拉断力过小，油管内桥塞胶筒存在密封不可靠、锚定不牢固的风险；拉断力过大，丢手困难且易损伤投放工具。因此，必须进行胶筒压缩力及卡瓦破裂力的测试，心轴拉断力的设计在满足胶筒压缩力及卡瓦破裂力的同时，必须符合投放工具的最大坐封力要求。后期在生产过程中，保证每批心轴拉断力的抽样检测在设计要求的偏差之内。

2 油管内桥塞投放工具研制

2.1 投放工具结构设计

投放工具主要由动力源机构、缓冲机构、活塞机构、丢手机构组成。

①动力源机构：主要由转换接头、点火杆、绝缘环1、绝缘环2、引火接头、火药筒、动力转换接头组成，作用是引火接头内点火器将火药筒内药柱引燃产生高温高压气体，为投放工具提供动力。

②缓冲机构：主要由油缸盖、剪切销、上缸体、尼龙塞、上活塞杆组成，作用是缓冲由高温高压气体产生的机械力，对工具进行有效保护。

③活塞机构：主要由缸体接头、中缸体、下缸体、下活塞杆组成，作用是将高温高压气体转换为活塞杆与缸体之间相对推、拉的机械力。

④丢手机构：主要由连接螺母、下接头、挤压套筒、防松螺母组成，作用是通过工具下接口连接油管内桥塞，为桥塞提供充足的坐封力，完成桥塞的丢手工作。

2.2 技术性能参数

①最大外径：Φ43mm；

②总长度：2380mm；

③最大投送力：120KN；

④缸套耐压：100Mpa；

⑤活塞杆最大行程：265mm；

2.3 工作原理

由地面仪器提供220V交流电点火，点火器引燃火药柱，火药柱燃烧产生高压气体通过活塞杆内的Φ4.6mm孔，分别进入上活塞杆和上缸套形成的压力腔和中活塞杆和中缸套形成的压力腔，随着火药柱不断燃烧，压力腔的内压不断增大，当活塞力达到13KN时，铜剪钉被剪断。连接一体的上、中、下缸套和上、中、下活塞杆系产生相对运动，活塞杆系上提油管内桥塞的心轴，挤压套筒下压桥塞的锁紧套，完成桥塞的锚定、密封、丢手程序。

3 油管内桥塞试验

3.1 丢手机构拉断力试验

在理化实验室，对油管内桥塞丢手机构试样3件做了拉断力检测试验，数据表明符合试验要求。检测数据见表1：

表1 桥塞坐封力检测试验数据表

序号	坐封力设计值 (KN)	心轴弱点处外径 (mm)	检测值 (KN)
1	65 ± 5	8.5	65
2	65 ± 5	8.3	67
3	65 ± 5	8.6	67

3.2 地面坐封和耐压试验

在2½"外加厚油管内进行了两次油管内桥塞地面坐封

试验，并在试压房内，对桥塞进行正向耐压试验。试验数据见表2：

表2 地面坐封和耐压试验数据表

序号	桥塞外径 (mm)	油管规格	座封情况	耐压检测值 (Mpa)	试验结果
1	Φ52	2½"	成功	45.4	合格
2	Φ52	2½"	成功	45.62	合格

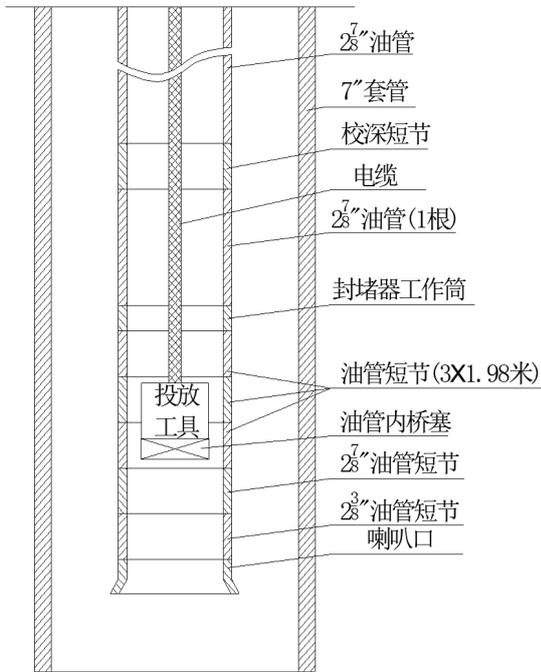
3.3 模拟井下作业的实例

油管内桥塞与投放工具、Φ38磁性定位仪、Φ38射孔马龙头、电缆组成下井仪器串（见右图）。

投放工具上端的转换接头与Φ38磁性定位仪连接，工具下端下接头与桥塞心轴连接后，随电缆一起经过电缆

防喷器下入油管内，到达目的层后，在确认桥塞坐封位置后，进行通电点火，由点火器引燃火药筒内药柱，药柱燃烧产生大量高温高压气体，高温高压气体穿过活塞杆中心进入缸体内，与缸体接头之间形成封闭空间，随着气压不断增大，推动工具上活塞杆和中活塞杆相对

缸体上行，通过工具下接头和挤压套筒对桥塞主体实施推、拉作用，致使桥塞胶筒压缩扩张密封油管，卡瓦破裂扩张锚定油管，完成坐封，实现封堵油管的目的。



4 推广应用前景展望

采用油管内桥塞施工工艺更换井口、油管及进行不压井连续作业成本低，耗时少，无污染，提高了油（气）井的生产时效，避免了开采后期的油（气）井被“压死”，使大批处于开采后期的油（气）井能够安全地继续生产，同时部分存在安全隐患的井也能够及时得到整改，对石油工业的稳产增产和避免环境污染起到了不可替代的作用。全国有采油（气）井口数十万，其中

存在安全隐患需要进行整改的井口为数不少，随着生产时间的推移，每年需要进行整改的井口将不断增加，如能在全国范围内推广应用油管内桥塞施工工艺，产生的经济效益和社会效益将非常可观，市场前景广阔。

结束语

随着油管内桥塞的成功研制与试验，我们为石油开采行业的安全、高效生产提供了一项革命性的技术，该技术不仅优化了传统修井作业流程，降低了作业风险，还大幅提升了油田采出程度和安全生产效率。未来，随着油气管网的不断扩展和老化井口的增多，油管内桥塞的推广应用将具有广阔的市场前景和深远的社会影响。我们相信，这一技术的进一步完善和推广，将为石油工业的可持续发展注入新的动力，助力我国能源事业的蓬勃发展，造福社会，造福人民。

参考文献

- [1]钟元,白海龙,赵庆磊,等.浅谈长庆气田不压井作业技术应用[J].中国石油和化工标准与质量,2013,(32):180-181.
- [2]黄杰,徐小建,郭瑞华,等.气井带压作业技术在苏里格气田的应用与进展[J].石油机械,2014,42(9):105-108.
- [3]张阳阳.注水井油管堵塞器结构优化[D].西安石油大学.DOI:CNKI:CDMD:2.1014.165975.
- [4]李俊厚.带压作业油管内堵塞方式探析[J].化学工程与装备,2019(04):46-47.
- [5]杨令瑞,谢正凯,韩列祥,等.气井带压作业技术装备升级换代之路—现场试验进展[J].石油科技论坛,2015,(1):18-21.