

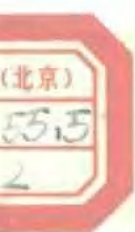


深井机械采油技术

朱六祖 等 译



石油工业出版社



TE355.5/002

071178

深井机械采油技术

朱云祖 等译



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书所选的13篇论文是从近几年SPE论文和国外有关杂志中精选出来的,内容包括游梁式有杆抽油设备、玻璃钢抽油杆、气举、水力活塞泵、电潜泵、喷射泵等深井采油技术。在这些论文中既有应用实例又有理论研究。

本书可供采油工程技术人员参考。

0.2265

深井机械采油技术

朱云祖 等译

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云华都印刷厂排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

287×1092毫米 16开本 8¹/₄印张 204千字 印 1—2,000

1992年10月北京第1版 1992年10月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0811-4/TE·757

定价: 6.55元

前 言

我国的石油勘探和开发工作，在“稳定东部、发展西部”的战略方针指导下，“七五”期间，在新疆塔里木盆地以及其他地区，取得了重大进展。

塔里木盆地中已发现的油气田，具有其独特的条件，如油气藏多储于海相的古生界地层中，地处沙漠腹地、埋藏深，气油比高，有的储层为与古岩溶有关的碳酸盐岩层等。油气藏的条件与我们所熟悉的东部地区各油田有较大的差异。

为了贯彻“经济建设必须依靠科学技术，科学技术工作必须面向经济建设”的基本方针，使科技情报工作更好地为石油勘探和生产服务，根据国外有较多的深层海相油气田勘探开发经验的情况，作好“洋为中用”的信息服务，就可以使我们少走弯路，得到好处。

为了对我国石油勘探的重点地区塔里木盆地作好信息服务，我们组织了所内外的有关科技人员，作了专题文献检索、专题译文、专题报告等方面的服务工作。考虑到这些译文和报告，对我国其他地区也有参考价值，特将译文精选，重新审校，按专题汇编成册，由石油工业出版社出版、发行，供有关同志参考。

这套文集包括：《古岩溶》、《碳酸盐岩油藏的地震勘探》、《裂缝性碳酸盐岩油藏的测试及分析》、《深井钻井技术》、《深井机械采油技术》等。

随着塔里木盆地油气勘探开发工作的进展，我们将继续编译出版有参考价值的文献，并希望广大读者给我们提出批评和建议，以便我们能把工作做得更好。

中国石油天然气总公司情报研究所

总工程师 胡文海

1991.1

目 录

人工升举方式的选择.....	(1)
游梁式有杆抽油系统用于深井采油.....	(12)
有杆泵在14500ft (4420m) 深井抽油成功	(23)
在深井中使用玻璃钢抽油杆.....	(37)
连续杆柱取代普通抽油杆.....	(46)
用计算机改进连续气举系统设计的新发展.....	(50)
高压气举开采深井含硫原油.....	(70)
气举新理论：从低压深井进行连续气举.....	(78)
深井使用水力喷射泵可获得低井底压力.....	(89)
水力喷射泵技术在近海采油装置中的应用.....	(98)
井下水力活塞泵诊断技术.....	(108)
一种优化电潜泵设计的计算机程序.....	(118)
气举-电潜泵组合系统提高适应性	(122)

人工举升方式的选择

小组讨论主持人	Buford	Neely
有杆泵抽油	Fred	Gipson
气举	Joe	Clegg
电潜泵抽油	Bill	Capps
水力泵抽油	Phil	Wilson

包文德 译
朱云祖 校

摘要 本文是根据“人工举升方式的选择”小组讨论会上几位组员的公开发言整理而成的，不是通常所指的由几位作者合作写成的论文。全文共分5部分，每一部分都由一位组员独立完成。

一、油藏和油井条件

在人工举升设计中，设计人员所面临的问题是使人工举升的能力与油井产能相匹配，以获得较高的举升效率。随着能源成本的不断提高，尽可能地提高举升效率显得更加重要了。一般来说，在人工举升设计中，举升形式已经确定，设计者要解决的问题是将人工举升系统应用于给定的油井中。因此，设计的最基本问题是怎样选择合适的人工举升方式用于给定的油井中。本文的后面将分别由一位组员讨论人工举升的4种主要方式。本引言试就在初步决定选用何种人工举升方式过程中具有影响的一些油藏和油井的条件发表一些看法。

人工举升方式的选择需要考虑环境和地理位置问题，有时这些问题也许是决定性的。例如，有杆泵抽油虽然是美国使用最为广泛的人工举升方式，但如果在一座中等人口密度的城市里或在一座甲板面积很小但拥有40口油井的平台上，我们也许会放弃选用有杆泵抽油作为一种有生命力的人工举升方式的想法。在我们作决定的过程中，环境和地理位置的影响是比较好处理的，我们还有许多其它无法预测的因素需要考虑。

其中需要考虑的最重要的问题是油藏压力和油井的产能。如果我们绘制出产量和井底生产压力的关系曲线，那么，一般来说，曲线将会显出两种关系的一种：在饱和压力上方，曲线为一条直线，而在饱和压力下方，将出现Vogel描述的那样的曲线。图1表示油井产能关系的这两种形式。有些人工举升方式与另一些人工举升方式相比，可降低生产压力。低生产压力的好处取决于油井产能关系曲线。例如：一口油藏压力为2000psi，生产压力为500psi的油井，如果其产能关系曲线是直线，那么，它将产出最大产量的75%。如果其产能关系曲线遵循Vogel曲线，那么这口井将产出最大产量的90%。油藏液体的特性也必须考虑。在有些人工举升方式中结蜡问题要比另一些人工举升方式更为严重，也更难于处理。随井液一起产出的固态杂质也需考虑。砂子对一些人工举升方式非常有害，而对另一些方式则影响不大。此外，生产气液比也是非常重要的，在所有的抽油方法中，气体是一个非常严重的问题。但另一方面，气举则是利用伴生气中所含的能量，并补充伴生气的能量来举升原油。

另一个需要考虑的因素是长期的油藏动态。过去经常采用两种处理方法，依我个人的观

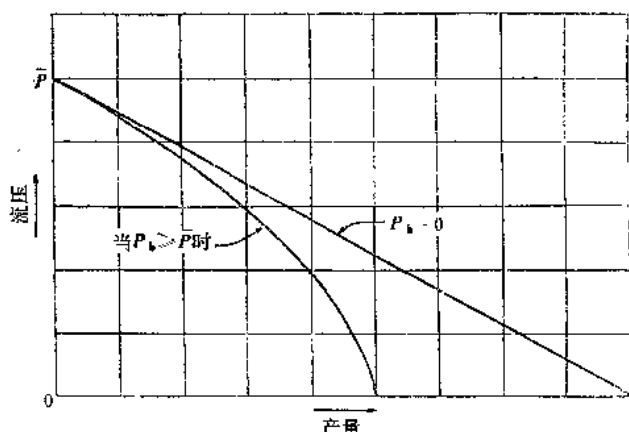


图1 油井产能关系曲线

换。在短期内，设备也许能高效率地工作，但得花大量的资金用于更换设备。因此，设计人工举升系统时，设计者必须同时考虑到长期和短期效率。我们的目标是使设备在整个寿命期内的工作效率最高。尽管不一定能预测将来举升系统的更换。

二、有杆泵抽油

有杆泵抽油系统是最古老也是应用最广的油井人工举升方式。事实上，人工举升井中有85%的井采用游梁抽油设备。大约79%的油井的产量低于10bbl/d，即属于低产井，这些低产井的绝大多数都采用有杆泵举升。在余下的21%^①的油井中，大约20%的油井也采用有杆泵抽油系统，28%是自喷井，其余52%采用气举、电潜泵和井下水力泵举升。

由于有杆泵抽油系统的机械设备简单，操作人员对此十分熟悉，能高效率地操作，因此，过去常常考虑采用这种抽油系统来开采新的低产油井。即使没有操作经验的操作人员操作有杆泵抽油系统，其效率也比操作其它人工举升系统要高。有杆泵抽油系统可有效地用于具有不同生产特性的油井，适用范围很广，并且大多数有杆泵抽油系统具有很高的再利用价值。

过去有杆泵抽油系统也常常被选用于中产浅井，或低产中深井中。如果井液不含硫化氢，或者采用特殊的抽油杆，有杆泵系统可从大约7000ft深的油井中每天举升1000桶井液，或从大约14000ft深的井中每天举升200桶井液。如果井液含有硫化氢，那么，有杆泵系统能从4000ft深的油井中每天举升1000桶井液，或者从10000ft深的油井中每天举升200桶井液。

有杆泵抽油系统大部分零件的制造都符合美国石油学会制订的现行标准。每一种零件可由许多制造厂家提供，具有互换性。

抽油杆柱、泵部件和非锚定油管会产生疲劳，因此，对有杆泵抽油系统要采取比其它任何举升系统更有效的防腐措施，以保证设备有较长的使用寿命。

有杆泵抽油系统一般不适用于弯曲井眼。

有杆泵抽油系统用于开采含砂原油的能力有限。

① 原文为26%疑有误——译注。

结蜡和结垢也影响有杆泵抽油系统的工作效率。

如果油管-套管之间的环形空间的气液分离能力太低,或者环形空间不能有效地使用,那么,泵的设计和作是不适当的,泵的工作效率低下,容易引起气锁。

游梁抽油系统的一个缺点是光杆盘根盒易出现渗漏,但如果能正确设计游梁抽油系统,并能遵守操作规则,那么,这一缺点也可降低到最小程度。

三、气 举

气举是美国墨西哥湾沿岸的主要人工举升方式,也在世界各地得到广泛应用。大多数气举井采用连续气举。因此,问题是:“为什么选用气举?”“什么地方使用连续气举?”“什么时候使用间歇气举?”

1. 连续气举

在高产、高井底静压、用泵抽油出现问题较多的油井中推荐采用连续气举。它是一种适用于近海水驱碎屑地层,或高采油指数和高气油比的注水油藏的人工举升方式。如果有不需压缩的高压天然气源或者天然气的价格较低,那么,气举是一种极有吸引力的人工举升方式。连续气举是将伴生气重新注入油井,使油井的生产压力梯度下降而更好地自喷。

很显然,应用气举必须有可靠的足够的高质量、高压举升气源。如果要使气举维持较高的效率,就必须在气举生产期间始终有气源。在许多油田,随着油井含水率的上升,伴生气将减少。因此,需要一些外部气源。如果举升气源枯竭或压力变化幅度大,那么,油井生产将是不定期的,甚至使生产停止。另外,低质量的气体也将影响油井生产,甚至导致油井停产。因此,使用气举时,气源必须能满足要求,否则,应安装其它人工举升方式。

连续气举对油藏产生较大的回压,因此,与大多数抽油方法相比,其效率^①最多也只有中等水平,并且会大幅度降低油井产量,增加投资费用和作业能耗。

连续气举有哪些优势呢?

① 气举是处理砂或其它固态物质的最好的人工举升方式。许多油井即使安装了防砂装置,也会产出一些砂子。出砂对气举凡尔几乎不会造成任何问题,而对大多数泵抽方法来说,即使极少量的砂,其危害也相当严重。

② 气举可适用于斜井和弯曲井,且出现的问题较少。这对近海平台上的定向井尤为重要。

③ 气举设备可采用钢丝绳起下,使用简单经济。这一特点为定期检修设备提供了有利条件。

④ 在常规气举设计中,油管是完全开启的。允许进行井底压力测量、砂子的探测和打捞、生产测井及除蜡等。

⑤ 对气举来说,高地层气油比有益无害,可减少气体的注入量。而对所有的泵抽方法来说,伴生气会严重降低抽吸效率。

⑥ 气举的适应性强。用基本相同的油井设备可开采不同产量和深度的油井,其适用范围很广。在某些情况下,可方便地改为环空生产,满足高产的需要。

⑦ 油田生产容易实现集中化。一个中央气举系统可为多口油井,甚至整个油田提供服

① 马力效率 = $100 \times \text{生产液水马力} / \text{输入马力}$ 。见图2、图3。

务。集中化通常可降低总成本，井控和试井也更为方便。

⑧ 气举系统占地面积小，除了注入气体的计量设备外，地面油井设备与自喷井相同。在市区内占地面积小通常是一大优点。

⑨ 井下设备比较便宜，且维修工作量小。设备取出、维修和更换方便，油井大修少。

⑩ 气举适合采用井下安全阀及其它地面设备。使用地面控制的井下安全阀及1/4 in的控制线可方便地控制油井关井。

⑪ 气举在设计上有些偏差仍能运行。因为通常在油井完井和试井之前，必须完成气举凡尔的间距设计。

连续气举的缺点：

① 连续气举较高的回压会严重地限制油井的产量。这一问题随油井深度的增加和井底静压力的下降变得更加严重。因此，用普通的连续气举系统开发一口深10000ft，井底静压力为1000psi，采油指数为1.0的油井是较困难的。所以，对这些油井应尝试采用一些特殊方案。

② 气举的效率较低。这常常导致投资大、能耗高。压缩机的费用很高，且是一项长期

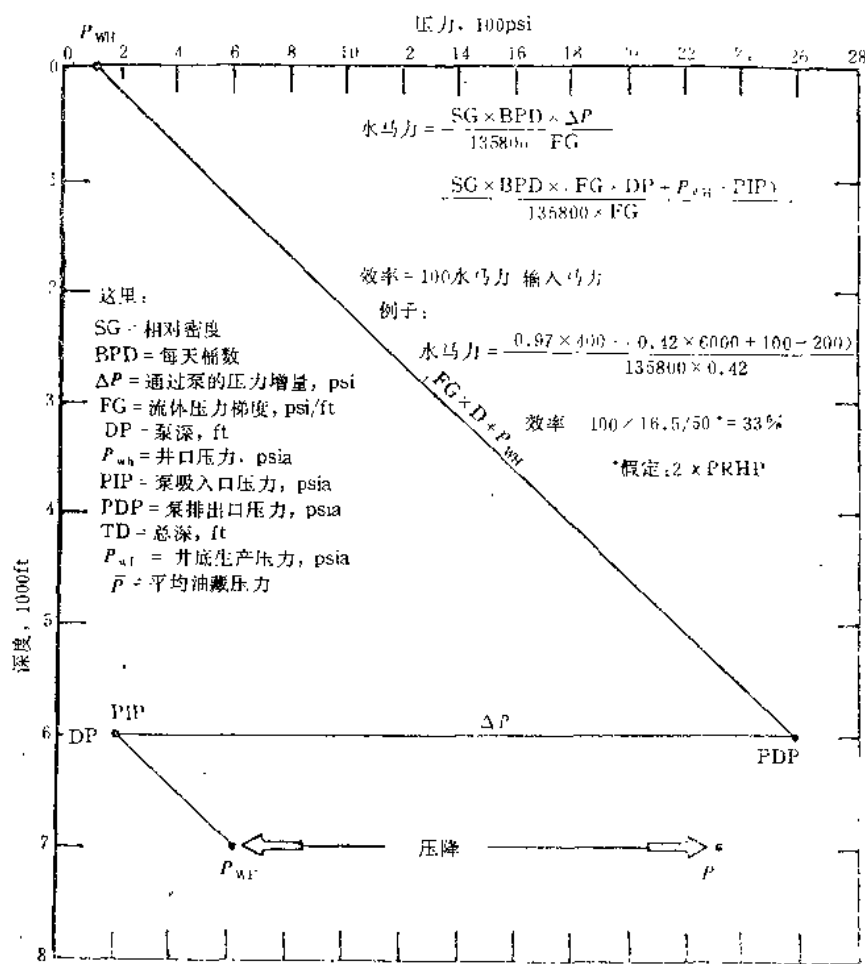


图2 泵抽油实例

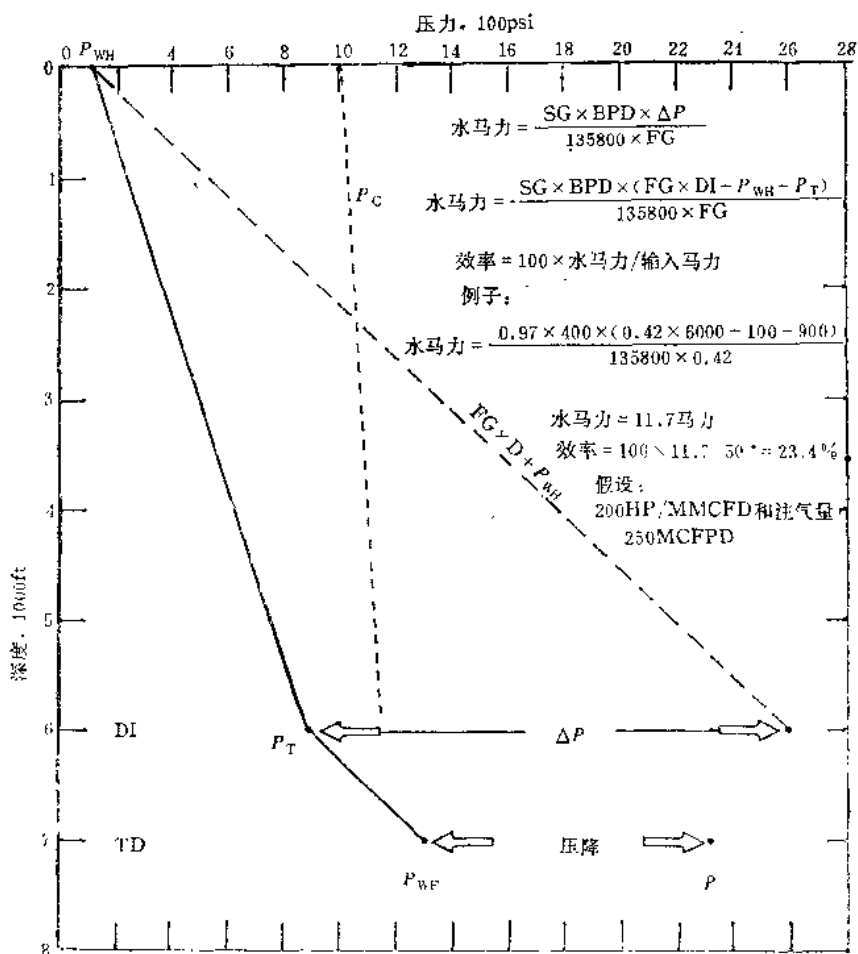


图3 气举设计

的投入。1981年,一般的陆上压缩机每马力费用为500~600美元,近海的压缩机每马力费用为100~1400美元。在近海平台上使用压缩机,其体积和重量也是个问题。此外,陆上配气系统的投资也会很高。气体用量的增加也需要较大的出油管线和分离器。

③ 在工程寿命期内,必须有足够的气源,如果油田气源用完,或者气源价格太贵,也许就要改用其它升举方式。

④ 压缩机的操作和维护费用高,需要由熟练的操作员和压缩机技工来完成正确可靠的操作。

⑤ 开采低密度(低于15°API)原油时,由于摩擦作用增大,难度增加。气体膨胀的冷却作用使这一问题更加严重。同时,冷却作用还会引起结蜡问题。

⑥ 在低产高含水率(采用外径为 $2\frac{3}{8}$ -in油管,产液量少于200bbl/d)的油井中,升举效率下降,并经常出现严重的液面上升现象。

⑦ 要设计出好的气举系统需要准确全面的数据,而这些数据有可能不是现成的,因此,设计出满足油井产能要求的高效率气举系统是很困难的。

在选择气举时，要考虑的主要因素列在表1中。另外还有一些潜在的问题必须解决：

- ① 气体的结冻和结霜问题；
- ② 腐蚀性注入气体；
- ③ 严重的结蜡问题；
- ④ 吸入和排出压力的波动；
- ⑤ 钢丝绳问题；
- ⑥ 双管人工升举常常导致升举效率下降；
- ⑦ 油井条件的变化，特别是井底压力和采油指数的下降；
- ⑧ 深井、高产油井的升举；
- ⑨ 凡尔干扰——多点注入问题。

表1 气举需要考虑的因素

1. 投资	}	总寿命期内PVP(AT)最大
2. 运行成本		
3. 运行收益		
主要因素		
气源		
油井生产指标		
产量：日产油（桶数）+日产水（桶数）+日产气（千方英尺）		
井底流动压力		
油藏驱动类型		
补充开采规划		
液体特性（压力、体积、温度）		
油井数据（深度、生产层段、生产期）		
预期生产变量（井底压力、采油指数、气油比、含水率）		
砂，结垢，腐蚀，蜡		
能源及成本		
油田规模		
位置		
政府法规和规章		
环境和安全		

2. 间歇气举

间歇气举方法通常用于低产油井，建议采用间歇气举的油井一般具有下列特点：①高采油指数，低井底压力，或②低采油指数，高井底压力。如果某一地区用泵抽不妥，或者该地区已经安装了连续气举设备，或者有廉价的高压气体，则可采用间歇气举。

因此，如果有足够的廉价高质量气源，计划开发的是高气油比、低采油指数或低井底压力，并且带有严重狗腿而出砂的油井，那么，间歇气举是一个极好的选用方案。间歇气举有许多与连续气举相同的优点和缺点，要考虑的主要因素也同连续气举相似（见表1）。以下仅着重讨论一下两者的区别：

间歇气举的优点：

- ① 间歇气举需要的井底生产压力比连续气举低得多。
- ② 间歇气举可用于低井底生产压力的低产油井。

缺点:

① 间歇气举仅适用于低产油井。例如,一口下2in油管的深8000ft的油井,在平均生产压力大大低于250psig时,其产量很少能超过200bbl/d。如果采用更小的油管,那么其最大产量则更低。

② 与有杆泵抽油相比,普通间歇气举的平均生产压力仍是比较高的,但采用气室气举则可降低井底生产压力。气室气举特别适用于高采油指数、低井底压力的油井。

③ 功率利用率低。与连续气举相比,生产每桶液体需要注入更多的气体,而且随着井深和含水率的上升,漏失量将增加,其效率更低。但采用柱塞可减少漏失量。

④ 产量和井底压力的变化会对油井防砂产生不利影响。出砂可能会堵塞油管和固定凡尔,各种地面不稳定因素也将引起气体和液体处理问题。

⑤ 间歇气举需要不断地调节。现场操作者必须经常改变注气量和注入周期,以提高产量,保持较少的耗气量。

3. 结论

气举具有许多优点。在许多油田,气举是最佳的人工升举方式。但是,它也有一些缺点和一些需要解决的潜在问题。我们可以选用连续气举来开采高产油井,也可选用间歇气举开采低产油井,而且两者之间的转换几乎没有什么困难。另外,气举还可用于斜井、气井排水,或气体回注。气举作为一种人工升举方式是值得认真考虑。

四、电 潜 泵

Thums Long Beach 公司成立于1965年4月,成立该公司的目的是开发加利福尼亚州长滩(Long Beach)威尔明顿油田(Wilmington Field)的6479英亩的长滩区块。

在35年的合同期间,必须为4个人工岛和1个陆上地区的近1100口水平井选择最佳的人工升举方式。选用电潜泵为最经济的升举方法。其理由如下:

① 适用于大斜度井,倾斜度可达80°;

② 适用于大密度的地面井口及所要求的间距为6ft的地下井口;

③ 井下控制和有关开发设备的空间最小;

④ 电潜泵抽油噪音小、安全,对环境的污染小,是一种近海及环境保护地区可以接受的人工升举方法;

⑤ 通常大排量泵,可用于由于采取压力保持和二次采油措施而引起产量和含水率升高的场合;

⑥ 在油井钻成并完井后,可马上投入生产;

⑦ 附近地区在钻井或修井时,油井也可继续生产。

电潜泵系统的缺点如下:

① 能承受的含固态物质(砂)量小;

② 处理井下故障的提升作业费用高;

③ 当井下发生故障时,如果附近地区的钻井作业涉及此井,将导致该井产量下降;

④ 特别不适用于低产井——产量少于150bbl/d的油井。

Thums Long Beach公司在16年间对电潜泵系统进行了许多改进,使设备的故障率从1969年10月(425口井)的平均每月71次减少到1981年(564口井)的平均每月29次。这些改

进措施如下:

- ① 采用心轴和软电缆系统供电;
- ② 采用固态控制装置;
- ③ 采用绝缘变压器;
- ④ 采用模制马达电缆终端套管和模制电缆接头;
- ⑤ 制订刚性电缆制造和试验规范;
- ⑥ 在工厂里将电缆加工成合适的长度, 并进行严格的试验, 然后才能在现场安装;
- ⑦ 对所有应用成功的电潜泵的现场安装方法进行整理, 于1980年5月出版了用于安装电潜泵的API规范47R。

最近一次调查表明, Ranger层位(深4000ft)的油井(占564口安装电潜泵井的93%)的工作寿命为767天。

这项调查及其提供的数据进一步证实电潜泵是Thums Long Beach 公司用来举升目前475000bbl/d总产量的最佳选择。

五、水 力 泵

目前, 市场上有两种类型的水力泵, 即正排量泵和喷射泵。正排量泵由往复式水力引擎直接与泵活塞或柱塞连接而成。如图4所示, 动力液(水或油)沿大直径油管向下传送, 驱动引擎, 活塞或柱塞通过固定凡尔从井眼抽吸液体。废动力液和生产液沿小直径油管往上回流。

喷射泵见图5, 高压动力液沿油管而下, 到达喷嘴, 喷嘴将动力液的压能转化为速度压

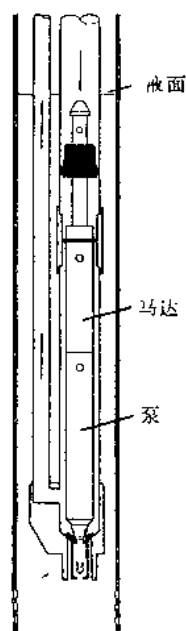


图4 正排量泵

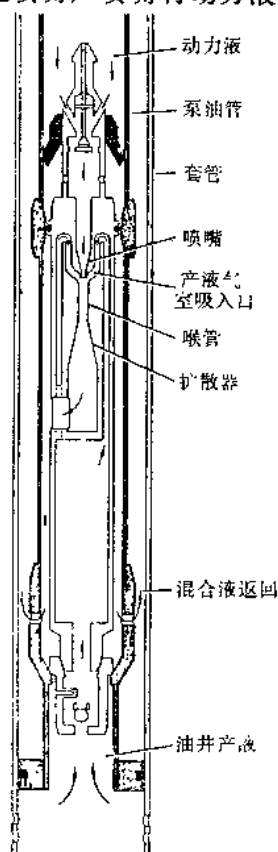


图5 喷射泵

头。高速低压动力液将喉道中的井液带出。到扩散段后，动力液的速度下降，压力升高，使得混合液体返回到地面。

图4和图5所示的油管布置称开式动力液系统。图4进一步分类为平行式布置，气体通过套管环形空间排到地面。图5称为套管式安装，需要由泵来排放气体。这两种油管布置方式都可用于正排量泵和喷射泵。事实上，正排量泵和喷射泵的大部分井下设备具有互换性。

图6是采用闭式动力液系统正排量泵，其动力液与生产液分开返送到地面。由于喷射泵必须将动力液与生产液混合，因此，它不能采用闭式动力液系统。

水力泵是一种自由式井下泵（Free Pump），如图7所示。左图是油管底部的固定凡尔（通过钢丝绳安装）和充满液体的油管。第二个图为泵被放入油管中，并通过动力液的循环下放到井底。第三个图说明泵在井底的工作情况。当泵需要维修时，泵可如图7中的右图所示那样，通过动力液的循环，返回到地面。图4至图6都是自由式井下泵。

水力泵所需的地面设备有动力液清洁设备和泵，最常用的清洁设备是安装在油罐区的沉降罐。有时除了沉降罐外，也采用旋流除砂器。近年来，井场发电站已经非常普遍，可在井场安装分离器和旋流除砂器清除动力液中的固态杂物。

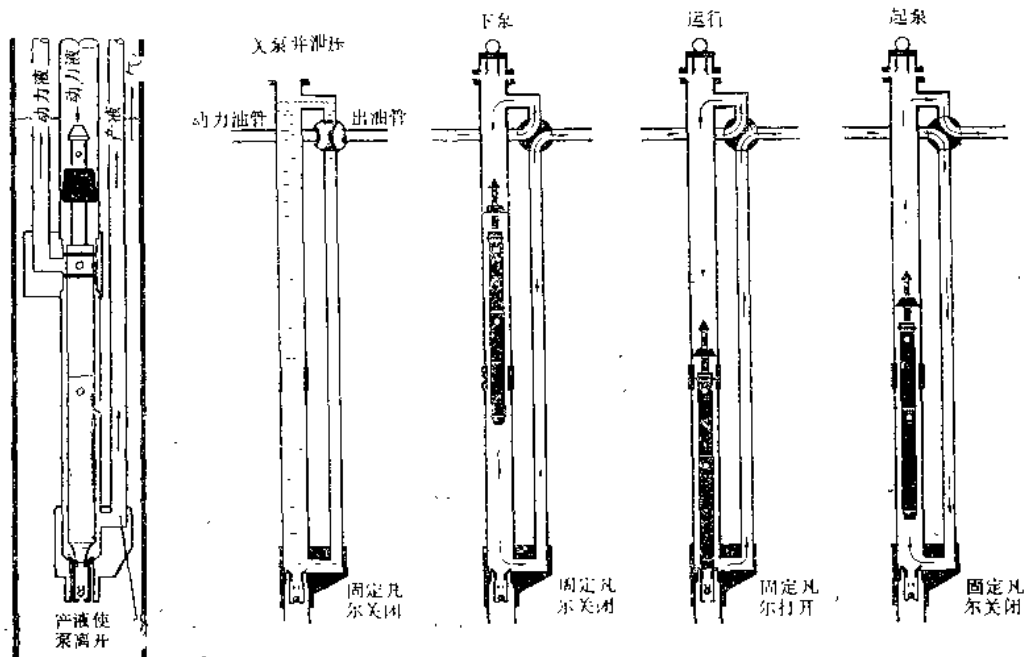


图6 闭式动力液系统

图7 自由式泵工作原理

最常用的地面泵是三柱塞泵。另外还有五柱塞泵、多级离心泵、“蜗壳”电潜泵。要求的地面工作压力通常在1500~3500psi之间。

正排量泵的最大排量和举升能力如表2所示。

有时在同一个油管柱上可安装两个泵，用井下设备总成上的密封接头将两泵并联起来，这样，表2中最大排量值可以翻一番。

由于喷射泵的最大排量和举升能力具有很大的可变性，且两者的关系十分复杂，因此，讨论两者之间的关系没有什么实用价值。但为了保持喷射泵的进出口速度低于50ft/s，最大

表2 正排量泵最大排量和举升能力

油管尺寸, in	工作液面深度, ft	最大排量, bbl/d
$2\frac{3}{8}$	6000~17000	1311~381
$2\frac{7}{8}$	6000~17000	2500~744
$3\frac{1}{2}$	6000~15000	4015~1357

产量与油管尺寸之间大致应保持表3所示的关系。

表3 油管尺寸与最大排量的关系

油管尺寸, in	最大排量, bbl/d
$2\frac{3}{8}$	3000
$2\frac{7}{8}$	6000
$3\frac{1}{2}$	10000

目前已能制造排量为17000bbl/d的固定式喷射泵（这种泵太大，无法安装在油管内），更大的泵也能制造。如果动力液地面压力小于3500psi，喷射泵的最大举升深度为8000~10000ft。表3中最大排量只有下泵深度在5000~6000ft时才能获得。由于油井条件和井液性质对最大排量具有很大的影响，因此，上述这些数据只能起参考作用。还必须说明的是上述列出的最大排量适用于高排量喷射泵，这种高排量喷射泵的井下设备总成不能用于活塞泵。

水力泵的优点：

① 自由式井下泵。能通过循环动力液来起下井下泵是水力泵最明显也是最有意义的特
点。在近海平台、边远地区、人口密集地区及农业区，这种泵具有特别的吸引力。

② 深井。正排量泵可泵抽深度达17000ft以上的油井。喷射泵的工作液面深度达到9000ft。

③ 速度控制。通过控制动力液流量，油井产量可在泵能力的10%~100%之间变化，最佳速度范围为额定速度的20%~80%。

④ 斜井。一般来说，自由式水力泵用于斜井没有任何问题。喷射泵甚至可作为出油管
用泵。

⑤ 出砂。喷射泵由于没有运动部件，可很好地对付砂及其它固态物质。

⑥ 稠油。正排量泵能很好地用来开采稠油，可通过加热动力液或将动力液作为稀释剂
来帮助将原油举升到地面。

⑦ 腐蚀。可在动力液中加入防腐剂来控制腐蚀。

缺点：

① 动力液的清洁。对正排量泵来说，清除动力液中的固态物质是非常重要的。另外动
力液中的固态物质也会影响地面柱塞泵的维护。另一方面，喷射泵则对动力液的质量要求

不高。

② 泵寿命。正排量泵的两次维修之间的平均周期比喷射泵、有杆泵、电潜泵都短。其平均周期很大程度上与动力液的质量有关，也与其平均泵抽深度有关。相反，喷射泵有非常长的检泵周期。

③ 井底压力。正排量泵几乎可将井底压力降到零，而喷射泵则不能。喷射泵下泵深度为10000ft时，需要大约1000psi的井底压力，当下泵深度为5000ft时，需要大约500psi井底压力。

④ 熟练的操作人员。正排量泵比喷射泵及其它人工升举方法需要更为熟练的操作人员（或者也许是更认真一些的操作人员）。这有两个原因，第一，需要每天监控泵速，不允许超速运行。第二，动力液清洁系统需要经常检查，需要采取措施，使它们保持最佳的工作效率。

如果有人要问“什么情况下使用喷射泵和何种情况下采用正排量泵？”我的回答是：如果井底流动（泵抽）压力足够（见缺点3）就使用喷射泵。

译自SPE10337

游梁式有杆抽油系统用于深井采油

J.P.Byrd

方代煊 译

赵宗仁 校

摘要 通过使用先进的预测方法、高强度抽油杆以及优化的抽油方式和抽油机几何结构,可以大大增加游梁有杆抽油系统的有效举升深度。本文对有关因素进行讨论。

一、引言

世界80%以上的机械采油井都采用有杆抽油系统。持续使用这种传统抽油方法的原因有:(1)简单;(2)可靠;(3)有效;(4)适应性强;(5)经济;(6)维修方便和(7)转卖价值高。此外,其零部件的设计和制造技术有较大的提高也是继续使用有杆抽油系统的原因。

许多年来,这种传统抽油装置只用于浅井和中深井,当井比较深、产量较高时,这种传统有杆抽油系统则不能很好地发挥作用,因为这时可靠性下降、效率降低。

过去有杆抽油系统不能用于深井大排量抽油的原因主要有以下几点:(1)系统元件不能持续有效地把动力传给井下泵,元件经常失效;(2)对抽油杆系统的复杂工作特点和有关的油藏特性、流体特性及流体流入井筒的动态性能缺乏了解;(3)总想在现在应用系统的约束下,设计新的游梁有杆抽油系统。

由于有杆抽油系统可靠性高,并且经济(在能源短缺的当今世界更显得重要),于是只要在技术上进一步提高,更好地了解油藏特性和有杆抽油系统的工作特点,则有杆抽油系统适用的井深可以越来越深,产量也更高。对游梁有杆抽油系统进行适当地设计和操作,可用于下列情况:

井深(ft)	10000	9000	8000	7000	6000	5000
产量(bbl/d)	1000	1050	1150	1250	1500	1850

虽然并非在油田实际生产中都必须使其产液量达到相应的最大产液量,但是现代技术使得在某一井深获得其对应的最大产液量是实际可行的。

影响有杆抽油系统有效的用于深井的原因可以分为主要因素和次要因素:

(1)主要因素包括:原动机;地面设备的结构;抽油杆;油管;井下泵;抽油方式(即冲程、冲次、井下泵柱塞直径和抽油杆的组合);过流面积和惯性。

(2)次要因素包括:泵的沉没深度;油藏流体的性质和成分;流体流入的动态性能;井下气体分离;收缩率;漏失和液面撞击等。

必须深刻了解这两组因素(主要因素和次要因素)的内在联系,才能确定这些因素对抽油系统产生什么样的影响。尽管次要因素对游梁有杆抽油系统本身几乎不起什么作用,但它们对生产具有较大的影响。

二、次要因素

·尽管对于油藏动态、井下流体特性和成分、流入动态特性、气体分离等进行详细分析超