

采油工人读本

下 册

抽 油

玉门石油管理局《抽油》编写组编

石油化学工业出版社

PDG

出版说明

在毛主席的革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，我国石油工业获得了很大的发展，广大石油职工抓革命、促生产，在油田开发和开采的实践中创造了比较丰富的经验。为了配合广大采油工人系统地学习采油技术，进一步提高油、水井管理水平，在总结实践经验的基础上，编写了《采油工人读本》上下两册，上册是自喷与注水，下册是抽油。

本书下册先是由玉门石油管理局组织老工人和技术人员编成初稿，继又由六名老工人、三名技术人员在胜利油田举办的“抽油技术训练班”上进行了试讲，最后根据各方面的意见，由玉门老君庙油矿老工人高天增、崔西庆两位同志进行了修改、充实，其中个别章节还得到老工人马兆祥、青年工人肖元盛和张祖华三同志审核，在此向他们表示感谢。

一九七五年元月

目 录

出版说明

第一章 抽油泵采油简述	1
第二章 抽油泵	4
第一节 抽油泵的工作原理	4
第二节 抽油泵的类型、结构	6
一、管式泵	6
二、杆式泵	10
三、抽油泵的分级与选择	15
第三节 抽油泵的零部件	16
一、工作筒	16
二、柱 塞	18
三、凡 尔	20
四、卡 簧	22
五、圆锥锁扣	23
第四节 抽油泵的进油设备	25
一、滤砂器	25
二、砂 锚	26
三、气 锚	27
四、气砂锚	28
第五节 抽油泵的矿场检修	29
一、修井检泵	29
二、抽油泵的检修	30
第六节 抽油泵的管理、运送与保存	38
一、抽油泵的管理	38
二、抽油泵的运送与保存	38

第三章 抽油泵的效率	40
第一节 抽油泵的理论排量及泵效	40
一、抽油泵的理论排量	40
二、泵效	51
✓ 第二节 漏失对泵效的影响	52
第三节 沉没度对泵效的影响	55
第四节 气体对泵效的影响	56
第五节 活塞移动速度的影响	59
第六节 抽油泵直径的影响	60
✓ 第七节 冲程损失的影响	61
第四章 抽油机	62
第一节 抽油机的结构、原理和部件	62
一、抽油机的结构和原理	62
二、抽油机零部件的构造和作用	63
三、抽油机的技术规范	76
第二节 抽油机的安装	77
一、抽油机安装的技术标准	77
二、抽油机的基础与安装	79
三、抽油机的安装	80
四、安装后的检查	81
第三节 抽油机的维护保养	82
一、一级保养	83
二、二级保养	83
三、抽油机的润滑	84
第四节 抽油机的故障及处理	86
第五章 抽油机实用计算	90
第一节 抽油机的选择	90
一、用算法确定抽油机的型号	90

二、用图解法选择抽油机	95
三、用计算曲线图查驴头载荷	98
第二节 抽油机的平衡	101
一、抽油机的平衡原理	101
二、抽油机的平衡方法	103
三、实用平衡计算公式	105
四、抽油机平衡的实际检验	106
第三节 减速装置计算	108
一、减速箱减速	108
二、皮带传动减速	109
三、三角皮带及皮带轮选择	110
第六章 抽油杆、油管 and 井口	116
第一节 抽油杆	116
一、抽油杆的受力情况及要求	116
二、抽油杆的性能和规范	117
三、抽油杆的选择	118
四、加重抽油杆	122
五、抽油杆脱卸器	124
第二节 油管和泄油器	127
一、油管	127
二、泄油器	127
第三节 抽油井井口	129
第七章 抽油井的试井	132
第一节 示功图的测试和分析	132
一、水力动力仪的结构	132
二、水力动力仪的工作原理	134
三、测试操作	135
四、理论示功图的绘制和解释	136
五、实测示功图的分析	140

第二节 井下液面的探测	146
一、探测井下液面的目的	146
二、仪器的原理和结构	146
三、仪器的操作	151
四、动液面的计算	153
第三节 抽油井的系统试井	154
第八章 电动机	158
第一节 三相异步电动机的构造	158
第二节 三相异步电动机的工作原理	160
一、旋转磁场	160
二、异步电动机的工作原理	162
第三节 三相异步电动机的技术性能和使用	164
一、性能和使用	164
二、常用电动机的技术数据	169
第四节 导线及熔丝的选择	170
一、导线的选择	170
二、熔丝的选择	172
第五节 电动机的起动设备	174
一、全压起动	174
二、降压起动	179
第六节 电动机的维护保养及故障分析	185
一、电动机运行时的监视与维护	185
二、电动机起动时的维护与检查	187
三、电动机常见故障的分析	187
四、防止电动机单相运行	190
五、电动机绕组头尾的判断	190
六、保护接地与安全用电	192
第九章 抽油井管理	194
第一节 抽油井管理的内容与要求	194

一、抽油井管理的内容	194
二、管好抽油井的要求	195
第二节 抽油井合理工作制度的确定	196
一、抽油井工作制度的基本概念	196
二、合理工作制度的确定	198
三、间歇抽油井工作制度的确定	203
第三节 出砂油井的管理	207
一、防止油层出砂	208
二、防砂进入工作筒	210
三、人工井壁	211
第四节 结蜡油井的管理	214
一、抽油井结蜡的特点	214
二、抽油井防蜡和清蜡	215
第五节 气大油井的管理	219
一、气大油井的特点	219
二、气大油井的管理	221
第六节 稠油井的管理	221
一、稠油为什么稠	222
二、对付稠油的措施	224
三、乳化降粘井的管理	228
第七节 抽油井的检查及操作	229
一、抽油井的巡回检查	229
二、抽油井各种操作要点	234
第八节 抽油井的动态分析	238
一、单井动态分析	239
二、井组动态分析	241
第九节 抽油井常见故障的判断与处理	244
一、抽油井故障的检查方法	244
二、抽油井常见故障的解除方法	247

第十章 抽油井管理经验

——介绍玉门老君庙油矿老二井采油岗位251

第一节 搞好三个管理.....252

一、井筒管理252

二、油层管理257

三、注采管理260

第二节 搞好资料工作263

附 录 常用电工名词.....273

第一章 抽油泵采油简述

在油田开采中，抽油泵采油是一种主要的机械采油方法。习惯上把抽油泵开采的油井叫做抽油井，所以又称之为抽油井采油法。

利用抽油泵采油有两种情况：一种是油田开发到一定阶段后油层压力下降，油井停止自喷，因而采用机械方法继续开采，例如我国玉门老君庙油田；另一种情况是，油田开发之始，其原始油层压力很低，就不足以使油井自喷，只有利用机械方法开采。

目前世界各产油国家都广泛应用着抽油泵采油方法。这种采油方法从出现到目前已有几十年了，它所以能为各国在油田开采中广泛应用，是因为它的设备简单，管理方便，生产稳定，适应性广，如从浅井到中深井可开采不足一吨到上百吨产量的油井。

我国最早应用抽油泵采油法的是玉门油矿，目前全国各油田也先后开始应用这种方法。在独立自主、自力更生方针指引下，我国已设计、制造出配套的抽油设备和测试仪表，通过长期的科学试验和生产实践，已掌握了整套的抽油工艺技术和管理办法，而且造就出了各方面比较齐备的技术队伍，这将进一步加强我国油田的合理开发和综合调整改造。

但是，我们应该看到抽油泵采油方法的缺点是，随着井深的增加，其设备的钢材耗量也增大（一台10型抽油机耗钢量达18吨之多），同时在超深井、方向井中应用受到限制，

特别是为适应海上油田开采的发展，研究、试验其它结构的抽油装置和工艺技术，是十分必要的。

目前广泛应用的抽油泵采油装置，是由地面的抽油机、地下的抽油泵以及连结两者的抽油杆柱所组成，习惯上把这三部分称为“三抽”设备。整个抽油装置是靠电动机（或其它动力）带动的，抽油机则通过减速箱、曲柄连杆机构和游梁机构把电动机的高速旋转运动（1450转/分）变为抽油机驴头的低速上下往复运动（7~15次/分）。这样，抽油杆柱便带动活塞作上下往复运动而将井中原油抽出地面。

要掌握抽油开采工艺技术，首先应了解抽油开采阶段的特点。

我们知道，油田开采的总目的，是获得较高的采收率，高速度、高水平地为祖国生产更多的原油。这个总目的不论是自喷开采阶段还是抽油开采阶段，都是一样的。但是在不同开采阶段，由于各种条件的不同，各有其特点，而为达到这个总目标所采取的方法、措施也不相同。

抽油开采阶段的特点，归结起来有以下几点。

1. 油田转入抽油阶段（包括一开始就不能自喷的油田），其油层压力一般都低，有的接近或低于油层饱和压力，这就促使原油所含的蜡、胶质、沥青以及溶解气等更易于析出，给抽油开采造成不利因素。

2. 油井经过长期自喷后其井况一般都差，特别是结构疏松的油层，更易出砂。

3. 抽油开采的主要手段是抽油设备，它易受砂、蜡、气、水的影响，以及对设备使用不当等都会造成生产上的不利因素。

根据以上特点及抽油泵开采的过程，本书将从三方面介

绍抽油井开采的工艺技术。

首先介绍抽油装置（三抽设备及附件）的类型、结构、工作原理及性能规范等，目的是了解抽油的手段，便于应用；其次介绍抽油设备的应用，目的是能根据具体油层、油井条件选用合适的设备；最后介绍抽油井的管理，这部分内容是整个抽油工艺技术的关键部分，也是本书的重点。这是因为：（1）在抽油开采过程中，油层、油井是不断变化的，因而要不断调整抽油设备与油层情况的配合关系；（2）由于砂、蜡、水、气、稠的影响及设备本身机械方面的原因经常造成生产故障，需要判断排除；（3）为了高产、稳产，需要不断地对油层改造。所有这些，都必须通过对油层、油井以及抽油设备的综合分析管理，才能使抽油装置与油层经常相适应、相协调，从而最大限度地发挥抽油设备的作用，最充分地利用油层的能力。

实践证明，只要具备一定的文化水平，学懂这门抽油工艺技术并不难，重要的在于运用，而运用的好坏，关键在精心管理油、水井上。由于采油岗位工作的特点是面大、分散，单独执行任务，重点工作又是管地下。因此，要求我们采油工人要发扬一不怕苦、二不怕死的革命精神，象大庆人那样，具有“三老四严”、“四个一样”的工作作风。只有这样，才能对地面上的工作一丝不苟，对油、水井的地下情况了解得清清楚楚。我们必须把高度的革命精神和严格的科学态度结合起来，为多快好省地开发祖国的油田做出新贡献。

第二章 抽 油 泵

抽油泵是抽油装置中的一个重要组成部分，它是通过油管 and 抽油杆下到井中并沉没在液面以下一定深度处，靠抽汲作用将油排出地面。由于井中油流含有砂、蜡、气、水及腐蚀物质，泵的工作环境复杂，条件恶劣，而泵工作得好坏又直接影响着油井产量，因此，抽油泵一般应满足下列要求：

- (1) 结构简单，强度高，质量好，连接部分密封可靠；
- (2) 制造材料耐磨，抗腐蚀，使用寿命长；
- (3) 规格、类型能满足油井排液量的需要，适应性强；
- (4) 起下方便，修井快；
- (5) 带有进油设备，能防砂、防气。

第一节 抽油泵的工作原理

抽油泵主要由工作筒、衬套、柱塞（空心的）和装在柱塞上的游动凡尔及装在工作筒下端的固定凡尔组成，其工作原理如图 2-1 所示。

当活塞上行时（图 2-1a）游动凡尔受油管内液柱压力作用而关闭并排出活塞冲程的一段液体。与此同时，活塞下面泵筒空间里压力降低，在环形空间的液柱压力作用下，井中液体即顶开固定凡尔，进入泵内活塞所让出的空间。

活塞下行时（图 2-1b），泵筒内液体受压缩，压力增高，当此压力等于环形空间液柱压力时，固定凡尔靠自重而关闭，在活塞继续下行中，泵内压力继续升高，当泵内压

力超过油管内液柱压力时，泵内液体即顶开游动凡尔并进入油管内。

这样，在活塞不断地上下运动中，固定凡尔及游动凡尔也不断地交替关闭和打开，结果油管内液面不断上升，一直到井口排入出油管线。

综上所述，泵的工作原理可概括为：活塞上行时吸液入泵，排液出井；活塞下行时泵内液体转入油管，不排液出井。

在理想情况下，当泵充满很好时，是上下冲程都出油。当不考虑液体运动的滞后现象，从井口观察排油时，应当是光杆上行时排油忽大，光杆下行时排油忽小，这一忽大忽小是周期性的变化。

实际上，由于原油中混有天然气，有压缩性，使液体运动滞后于活塞运动，同时泵受多种因素影响，所以井口实际排油时呈复杂状况。

井口排油很大，或油、气间歇排出，都与光杆上下运动不相符合，这是油井有喷势，连抽带喷，井内气也大。

井口排油一大一小，与光杆上行时大，下行时小，或上行时较大，下行时很小，这是正常生产。

井口油气全无，抽油机平衡也有变化，则可能抽油杆断脱。

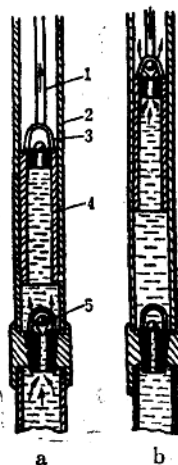


图 2-1 抽油泵工作原理图

a—活塞上行；b—活塞下行

1—拉杆；2—工作筒；

3—游动凡尔；4—柱塞；

5—固定凡尔

井口排气较小，无油，或上行排气或下行吸气等，都与凡尔失灵或液面低等故障有关。所以也常从井口排油情况检查泵的工作状况。

第二节 抽油泵的类型、结构

由于油井的深度、产油能力、原油性质（粘度、含蜡、水及腐蚀物质等）不同，所以需要不同结构类型的抽油泵。

油矿上使用的抽油泵类型很多，但根据它的装配和在井中安装的原理，可以分为管式泵和杆式泵两大类。

一、管式泵

管式泵结构的特点是泵筒连接在油管下端，为油管的延续部分，固定凡尔接在工作筒的下部。按凡尔的数量分，有双凡尔管式泵和三凡尔管式泵，但其主要结构是相同的。

图 2-2 所示为三凡尔管式泵结构示意图。工作筒 1 是泵的主体，它的内部装有数节衬套 2，上部接箍 5 与油管连接并与下部接箍 3 一起将衬套 4 挤紧，接箍 3 下端连接固定凡尔。泵中装有柱塞 6，它是由无缝钢管制成的，其上下端各装有一个游动凡尔 7 组成活塞。活塞上端有拉杆 8 与抽油杆相连接。这两种泵因有一个固定凡尔和两个游动凡尔，故称三凡

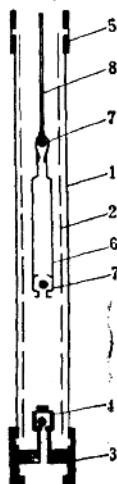


图 2-2 三凡尔
管式泵结构示意图

- 1—工作筒；2—衬套；
3—下部接箍；4—固定
凡尔；5—上部接箍；6
—柱塞；7—上、下游
动凡尔；8—拉杆

尔管式泵。当只有一个游动凡尔，一个固定凡尔时，称为双凡尔管式泵。双凡尔泵由于防气性能差，已很少应用。三凡尔泵由于活塞走到下冲程末时，减少了余隙体积，提高了防气作用，故下端的游动凡尔又称为气体凡尔。

下面以玉门油矿制造的三凡尔管式泵为例，介绍管式泵的结构（见图2-3）。

玉门油矿的管式泵是在吸收其它抽油泵优点的基础上，经过现场实践不断改进定型的。一般抽油泵都有一个固定凡尔打捞装置。玉门管式泵考虑到油井结蜡严重后，在检泵时必须起出油管，清除结蜡，没有采用固定凡尔打捞装置，而是另配有专门的泄油器与泵配套使用。这种泵的固定凡尔有双球和单球两种。双球凡尔，一

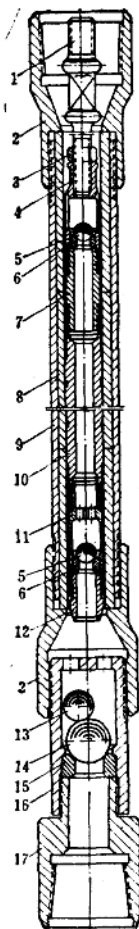


图2-3 管式泵

- 1—活塞杆；2—外筒接箍；3—调节螺母；4—上游动凡尔罩接头；5—凡尔球；6—游动凡尔座；7—游动凡尔座接头；8—衬套；9—外工作筒；10—活塞；11—下凡尔罩接头；12—下游动凡尔座接头；13—辅助凡尔球；14—固定凡尔球；15—固定凡尔座；16—固定凡尔罩接头；17—固定凡尔座接头

大一。大球跳起时由于小球的作用，迫使大球旋转，因而可使大球磨损均匀，凡尔罩不易结蜡，减少凡尔蜡卡、砂卡故障。

玉门管式泵与其他泵比较有以下特点：

1. 去掉了固定凡尔打捞装置，活塞可接近固定凡尔，因而余隙体积比较小，在油井管理上可以“碰泵”，解除凡尔上落物。

2. 活塞表面都有环状方形防砂槽，其间距由100毫米减到60~65毫米，改善了泵的润滑条件，提高了防砂能力和耐磨性。

3. 工作筒两头接箍统一了扣型，两头接箍可以互换（ $\phi 28 \sim \phi 56$ 毫米泵的固定凡尔规范完全一样）。

4. 由于无固定凡尔打捞杆，故在活塞下面增加了一个游动凡尔（叫做气体凡尔），缩小了余隙体积，提高了防气能力。

5. 固定凡尔由活动式（可从井口投入或活塞带入）改为固定式，密封性能比较好，而且凡尔球和固定凡尔进油口比一般同类泵较大，油流阻力小，充满系数高。

6. 凡尔座由台阶式改为圆柱式的，结构简单，便于制造。

7. 衬套由300毫米缩短为150毫米，提高了精度，便于制造。

玉门油矿制造的管式泵公称尺寸有 $\phi 22$ 、28、32、38、44、56、70毫米七种规范。

除以上介绍的玉门管式泵外，还有其它类型的管式泵，它们与玉门泵的主要区别是在固定凡尔罩上有一个打捞杆，供修井检泵或进行其它井下作业将固定凡尔拔出地面之用。

图2-4所示为丝扣式固定凡尔打捞杆。这种打捞装置

因处在井下，打捞时不易对准丝扣。

图 2-5 所示为卡扣式固定凡尔打捞杆，其结构同卡口

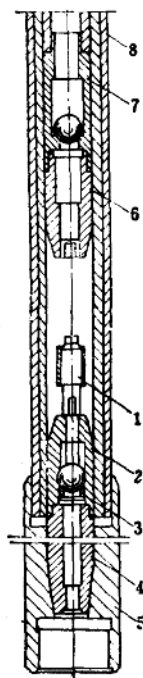


图 2-4 丝扣式
固定凡尔打捞杆

1—丝扣式凡尔打捞杆；2—开口凡尔罩；
3—凡尔座；4—圆锥座；5—锥座接箍；6—
丝扣打捞器；7—开口
凡尔罩；8—泵筒

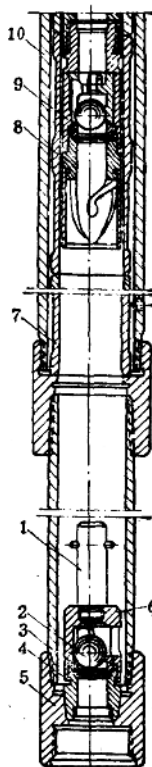


图 2-5 卡扣式固定凡尔打捞杆

1—卡扣打捞杆；2—凡尔球；3—凡尔座；4—
圆锥座；5—鞍座；6—开口凡尔罩；7—芯
管；8—卡扣打捞器；9—游动凡尔；10—泵筒