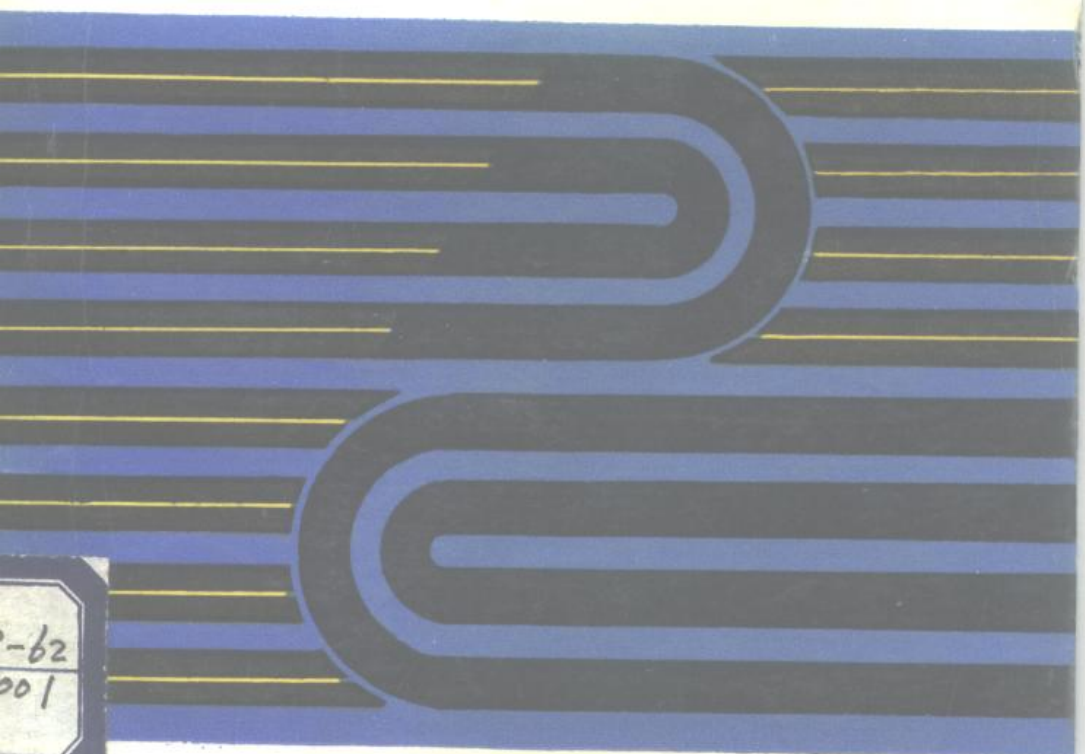




潜油泵 手册

〔美〕森垂利夫特
休斯有限公司



2-62
001

■ 石油工业出版社

35272

潜 油 电 泵 手 册

〔美〕森垂利夫特—休斯有限公司

孙学龙 王晓屏 译 王德民 审校



00013161



200458487

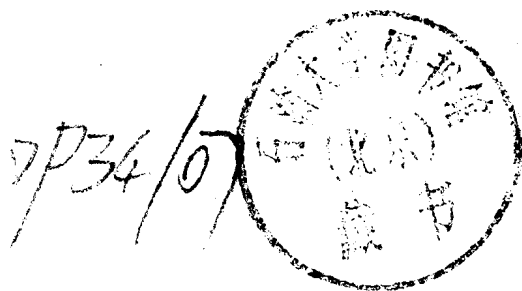


石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书详述了潜油电泵机组各组件及其用途、泵的选择、安装、起出及运转、故障诊断、工程数据并有图表及实例，并且对有关的水力学和电子学知识进行了介绍。

本书适合于现场采油工程技术人员使用，也可作为石油院校开发、采油及矿场机械专业师生的参考书。



潜 油 电 泵 手 册

〔美〕森垂利夫特—休斯有限公司

孙学龙 王晓屏 译 王德民 审校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京顺义县燕华营印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 32 开本 6 $\frac{1}{4}$ 印张 1 插页 135 千字 印 1-2,500

1988 年 8 月北京第 1 版 1988 年 8 月北京第 1 次印刷

书号: 15037·2957 定价: 1.30 元

ISBN 7-5021-0105-5/TE·104

序 言

本书是森垂利夫特—休斯有限公司 (CENTRILIFT-HUGHES, Inc) 编辑出版, 作为负责设计、选择潜油电泵设备的工程师和生产人员的工具书。书中所包括的基本原理涉及潜油电泵设备的选择和操作以及表、数据和全部资料, 希望有助于使用人员。

以前出版过许多有关潜油电泵手册的材料, 本书又重新进行了汇编, 从而为您提供方便。然而, 我们认为, 仍然有许多可考虑的材料可包括在内, 这将有助于您的选择和操作。

将来在修订时, 应包括使用本书人员所建议的资料。您的意见和建议是我们诚恳需要的。

承蒙有关人员允许重印, 不胜感激。

森垂利夫特—休斯有限公司

目 录

第一章 基础水力学	(1)
水力学.....	(1)
泵的吸入口压力.....	(3)
速头.....	(6)
流体的流动.....	(6)
气穴.....	(8)
气锁.....	(8)
仿射律.....	(8)
确定油井产能.....	(10)
第二章 电子学基本术语	(14)
交流电.....	(14)
电子学.....	(15)
功率.....	(17)
功率因数.....	(18)
变压器.....	(20)
极性.....	(22)
变比.....	(23)
电机.....	(24)
效率.....	(25)
频率.....	(26)
电缆 (概述)	(26)
电缆线的型号.....	(27)
潜油泵电缆.....	(28)
潜油泵电缆技术特性.....	(31)

载流量.....	(31)
温度.....	(33)
第三章 潜油电泵机组各组件及其用途.....	(34)
潜油电泵机组概述.....	(34)
潜油电泵机组的应用及组成.....	(34)
泵的级数.....	(35)
套管规格.....	(38)
止推范围.....	(38)
保护器.....	(40)
止推轴承.....	(42)
潜油电机.....	(44)
控制屏.....	(47)
电流记录表.....	(48)
井下压力监测装置 (PHD系统)	(48)
接线盒.....	(49)
井口.....	(49)
单流阀.....	(49)
泄油阀.....	(50)
扶正器.....	(50)
其它.....	(50)
第四章 潜油电泵的选择.....	(52)
序言.....	(52)
油井资料.....	(53)
评标.....	(53)
离心泵抽油的基本概念.....	(55)
高含水井选泵.....	(59)
选泵的十个步骤.....	(59)
选泵程序举例.....	(68)
稠油井选泵.....	(76)
高油气比井选泵.....	(84)

用公制对气体进行计算.....	(105)
结束语.....	(106)
第五章 电泵机组的安装、起出及运转	(108)
电泵的安装和起出.....	(108)
设备的各种处理措施.....	(109)
电缆的运移和打卡子的方法.....	(111)
接地与非接地系统.....	(113)
变压器.....	(113)
操作.....	(114)
起动.....	(114)
测试.....	(115)
录取资料.....	(115)
机组重新下井.....	(116)
经济效益评价.....	(119)
第六章 故障诊断	(121)
故障原因及诊断.....	(121)
故障诊断和预防措施.....	(123)
电流记录表.....	(126)
电流卡片分析.....	(128)
现场检验.....	(144)
采油公司电气技术员.....	(146)
第七章 与电泵机组配套的设备和工具	(149)
萨姆斯公司“Y”形工具.....	(149)
变速电泵机组.....	(154)
电机护套.....	(161)
封隔器.....	(162)
声波液面探测仪.....	(163)
扁电缆护罩.....	(163)
压力传感器.....	(165)
其它.....	(165)

第八章 工程数据	(163)
常用公式.....	(166)
热功当量.....	(170)
泵内井液温度上升值.....	(171)
换算系数.....	(172)
开口管中水流量的测量.....	(176)
圆周面积.....	(177)
比重与容重对照表 (压力梯度用磅/英寸 ² /英尺)	(180)
温度换算.....	(181)
长度、面积、体积和质量单位换算.....	(184)

第一章 基础水力学

水 力 学

本节不准备讨论水力学教程，只是对电泵应用中遇到的一些有关术语和基本公式做一回顾。

水力学是研究流体静止和运动状态的一门科学。我们能够帮助解决流体及现代电泵所抽吸的任何流体，即粘稠流体、三相流体所需要的资料和数据感兴趣。

流体在静止状态下，某点的压力等于这点以上流体的重量，加上以绝对压力表示的地面回压（大气压力），用“磅/英寸²”表示。这个力在各方面都是相等的，并且与液体的任何接触面都垂直。液体的压力可以看做是液柱重量引起的。这个液柱叫静压头，通常用“英尺”表示。

压力和压头是表示相等值的不同方式。在潜油电泵的应用和石油工业中，使用“压力”这个名词时，单位为“磅/英寸²”；使用“压头”这个名词时，单位为“英尺”。

单位为英尺的压头公式为：

$$\text{压头 (英尺)} = \frac{\text{磅/英寸}^2 \times 2.31}{\text{比重}}$$

截面积为1平方英寸，高1英尺的水柱，其重量为0.433磅。每升高1磅/英寸²的压力，需要增加2.31英尺高水柱，见表1-1。

压力和压头通常都用压力表来测量。压力表所测量的压力高于大气压压力。因此，绝对压力〔磅/英寸²（绝）〕等

表1-1 压头与压力换算表

压 头 (英尺)	压力 (磅/英寸 ²)	压 头 (英尺)	压力 (磅/英寸 ²)	压 头 (英尺)	压力 (磅/英寸 ²)
1	0.43	60	25.99	200	86.63
2	0.87	70	30.32	225	97.45
3	1.30	80	34.65	250	108.27
4	1.73	90	38.98	275	119.10
5	2.17	100	43.31	300	129.93
6	2.60	110	47.64	325	140.75
7	3.03	120	51.97	350	151.58
8	3.40	130	56.30	400	173.24
9	3.90	140	60.63	500	216.55
10	4.33	150	64.96	600	259.85
20	8.66	160	69.29	700	303.16
30	12.99	170	73.63	800	346.47
40	17.32	180	77.96	900	389.78
50	21.65	190	83.29	1000	433.09

压力与压头换算表

压 力 (磅/英寸 ²)	压头 (英尺)	压 力 (磅/英寸 ²)	压头 (英尺)	压 力 (磅/英寸 ²)	压头 (英尺)
1	2.31	40	92.36	170	392.52
2	4.62	50	115.45	180	415.61
3	6.93	60	138.54	190	438.90
4	9.24	70	161.63	200	461.78
5	11.54	80	184.72	225	519.51
6	13.85	90	207.81	250	577.24
7	16.16	100	230.90	275	643.03
8	18.47	110	253.98	300	692.69
9	20.78	120	277.07	325	750.41
10	23.09	125	288.62	350	808.13
15	34.63	130	300.16	375	865.89
20	46.18	140	323.25	400	922.58
25	57.72	150	346.34	500	1154.48
30	69.27	160	369.43	1000	2308

于表压〔磅/英寸² (表)〕加上大气压 (海平面为 14.7 磅/英寸²)。

由于在电泵的操作过程中,很多情况都要用到压差这个值,因此,压力表的读数不需换算成绝对压力,就可直接应用。如果换算成绝对压力,那么,在压力值之后应加一个“绝”字。

如前所述,在电泵工业中,“压力”的单位通常为磅/英寸²;“压头”的单位通常为英尺或液柱的高度。应用下面简单公式,可以把压头与压力进行换算。

$$\text{压头 (英尺)} = \frac{\text{磅/英寸}^2 \times 2.31}{\text{比重}}$$

泵的吸入口压力

泵在运转时,我们感兴趣的是泵上方的液柱高度和泵的吸入口压力。知道了套管环形空间液柱的单位重量之后,便可确定出泵的吸入口压力。因此知道液体的比重或套管环形空间的液体梯度是非常重要的。物质的比重是其密度与标准物质密度之比。对流体而言,这种物质为 60°F 的水。大部分泵的特性是以比重为 1.0 的清水为基础确定的。

流体的比重通常用比重计测量。API (美国石油学会) 度在石油工业中应用得比较广泛。

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{比重}, 60^{\circ}/60^{\circ}\text{F}} - 131.5$$

表 1-2 是基于上式计算得到的。

准确的泵吸入口压力等于泵吸入口上方环形空间液柱高度 (英尺) 加上套压, 即

泵吸入口压力 (PIP) = 沉没度 (英尺) + 套压 (英尺)
把套压换算成压头 (英尺) 时需要知道井液的比重。

表1-2

°API	比重	°API	比重	°API	比重
10	1.000	40	0.8251	70	0.7022
11	0.9930	41	0.8203	71	0.6988
12	0.9861	42	0.8155	72	0.6952
13	0.9792	43	0.8109	73	0.6919
14	0.9725	44	0.8063	74	0.6886
15	0.9659	45	0.8017	75	0.6852
16	0.9593	46	0.7972	76	0.6819
17	0.9529	47	0.7927	77	0.6787
18	0.9465	48	0.7883	78	0.6754
19	0.9402	49	0.7839	79	0.6722
20	0.9340	50	0.7796	80	0.6690
21	0.9279	51	0.7753	81	0.6659
22	0.9218	52	0.7711	82	0.6628
23	0.9159	53	0.7669	83	0.6597
24	0.9100	54	0.7628	84	0.6566
25	0.9042	55	0.7587	85	0.6536
26	0.8984	56	0.7547	86	0.6506
27	0.8927	57	0.7507	87	0.6476
28	0.8871	58	0.7467	88	0.6446
29	0.8816	59	0.7428	89	0.6417
30	0.8762	60	0.7389	90	0.6388
31	0.8708	61	0.7351	91	0.6360
32	0.8654	62	0.7313	92	0.6331
33	0.8602	63	0.7275	93	0.6303
34	0.8550	64	0.7238	94	0.6275
35	0.8498	65	0.7201	95	0.6247
36	0.8448	66	0.7165	96	0.6220
37	0.8398	67	0.7128	97	0.6193
38	0.8348	68	0.7093	98	0.6166
39	0.8299	69	0.7057	99	0.6139
				100	0.6112

图1-1为套管井安装电泵的示意图。泵吸入口在离地面5000英尺处。通过回声仪测定，动液面在3000英尺处。环形空间井液的平均比重为0.950，套压为零。求泵吸入口压力。

解： 5000英尺（取资料点）-3000英尺（动液面）
=2000英尺（沉没度）因此，泵吸入口压力为：

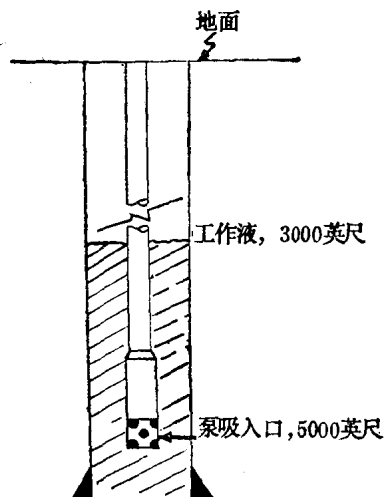


图1-1

$$\frac{\text{英尺} \times \text{比重}}{2.31} = \frac{2000 \times 0.950}{2.31} = 823 \text{磅/英寸}^2$$

泵吸入口压力可以定义为存在于泵吸入口的压力，也就是产生一定的压头，使流体进入泵的第一级叶轮的压力的压力。泵吸入口压力，有两个值要考虑。

需要的泵吸入口压力

这个压力是使泵正常工作并防止出现气穴和气锁的泵吸入口压力。它随井液状况变化。这种变化在选泵一章中加以讨论。

工作时泵吸入口压力

这个压力是泵工作系统的函数。工作时泵吸入口压力取决于每台单独安装的电泵在工作时的沉没度特性。任何一口井的吸入口压力都可以参照上面的例子，进行计算得出。

注：图1-1中“工作液”应改为“动液面”。——编注

速 头

低扬程泵装置中，考虑总压头中的速头。但是，在电泵的实际应用中，速头往往是总压头中很小的一部分，可以忽略不计。

流体的流动

大多数流体都是不可压缩的。因此，管子中流体的体积与流速之间存在着如下关系：

$$Q=AV \quad \text{或} \quad V=Q/A$$

$$\text{或} \quad V = \frac{0.4085 \text{加仑/分}}{D^2} = \frac{0.2859 \text{磅/} \oplus \text{小时}}{D^2}$$

式中 Q ——体积，英尺³/秒；
 A ——管子面积，英尺²；
 V ——流速，英尺/秒；
 D ——管子直径，英寸；
 $\oplus$ ——42加仑/桶。

图1-2为不同规格套管，在不同排量下，井液流经电机时流速（英尺/秒）的参考图表。

电机运转时，电机产生的热量被流经电机外面的井液带走。经验表明，为了使电机适当散热，井液通过电机的流速应不低于1英尺/秒。

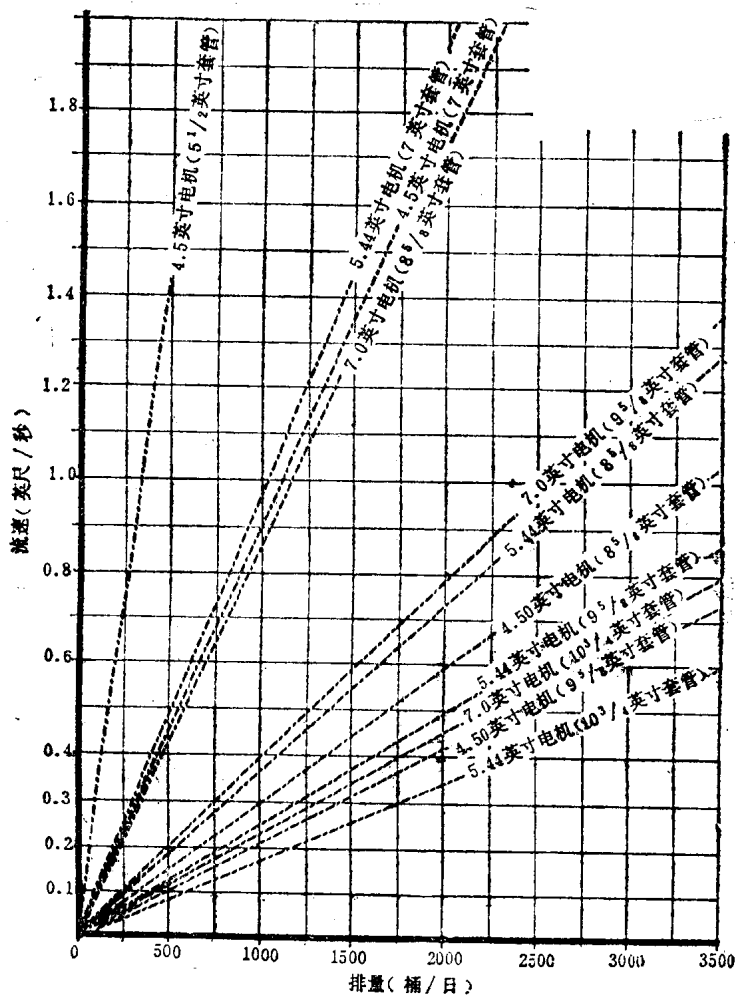


图1-2 不同排量下，井液流经电机时的流速 (英尺/秒)

气 穴

井液进入泵的叶轮时，流速增加，压力下降。当压力降到泡点压力以下时，液体就会气化。这样，泵中就会出现气体段塞。流体继续通过叶轮向上流动，当进入比较高的压力区时，气体段塞便压碎。

电泵在使用过程中，很少出现气穴现象。如果电泵设计合理，选择得当，气穴是不会成为问题的。

气 锁

井液中含有大量游离气体时，气锁便是一个更为普遍存在的问题。既然有游离气存在，可以把气锁看作为气穴的一种形式。游离气含量大的油井，必须用一定的吸入口压力来限制游离气体的体积，防止气锁。

仿 射 律

图1-3为潜油电泵典型的特性曲线。

电机和泵直接用花键套连接。电机以恒速驱动泵（3475转/分）。由于转速恒定，唯一的变量就是叶轮设计形状和叶轮的数目（级数）。电泵在使用时，转数可以随频率改变。可以用电子—机械、机械或半导体系统改变频率，叶轮直径保持不变。

标准的地面离心泵特性曲线，在转速恒定时，随叶轮的直径改变；直径不变时，随转速改变。它们之间有着下面的数学关系：

只改变叶轮直径时：

$$Q_2 = Q_1 \frac{D_2}{D_1} \quad H_2 = H_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

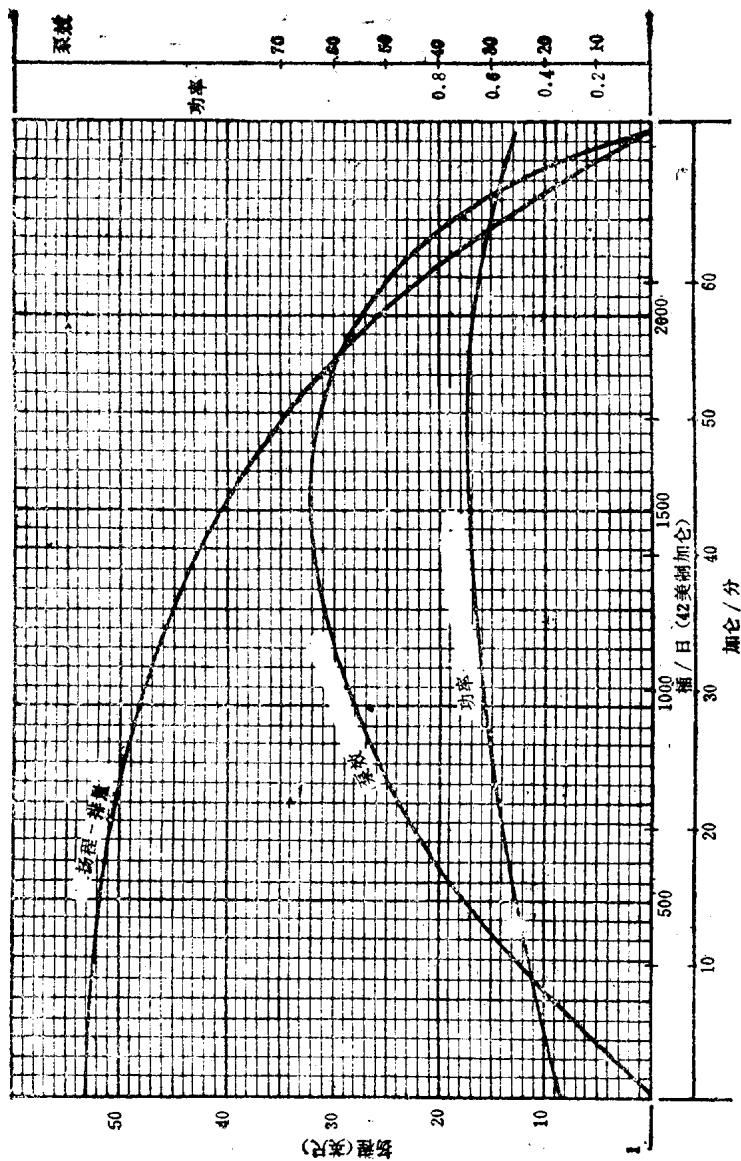


图1-3 潜油电泵典型的特性曲线