

潜油电泵的原理及使用

王慧勋 编

● 石油工业出版社



121153

TE933
009

潜油电泵的原理及使用

王慧勋 编



石油0108428



石油工业出版社

(京) 新登字 082 号

内 容 提 要

本书是机械采油方面的专业书,全书共分八个部分,较详细地介绍了潜油电泵的结构、原理、型号规格、选泵方法、施工工艺、维修及检验标准。

本书适于作业工人、采油工人、潜油电泵修理工人及油田广大科技人员使用,也是培训岗位工人较为理想的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

潜油电泵的原理及使用/王慧勋 编

—北京:石油工业出版社,1994

ISBN 7-5021-1249-9

07/24/09

I. 潜...

I. 王...

Ⅱ. 潜油电气设备-深井潜油泵-概论

N. TE933

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

华北石油报社印刷厂排版

华北石油报社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 32 开 6 $\frac{1}{2}$ 印张 100 千字 印 1—3100

1994 年 7 月北京第 1 版 1994 年 7 月北京第 1 次印刷

定价: 6.30 元

序 言

近年来，潜油电泵以它特有的深抽、大排液量的经济有效的采油方式成为油田中后期增加产量的重要手段之一。

为适应石油企业的发展形势、推广先进的生产方式和提高采油工人的素质，我们结合十几年来使用潜油电泵的成功经验，并参照使用较广泛的美国雷达公司的《潜油电泵服务手册》中的基本原理，编写了这本《潜油电泵的原理及使用》。本书从实际应用的角度出发，以职工普及读物的形式编写，用简明的语言介绍了潜油电泵的工作原理及现场使用方法，同时分析了国内外部分潜油电泵厂家的产品并收入了有关的数据和资料。为了满足岗位培训的需要，使操作工人能尽快、更好地掌握潜油电泵的使用技术，本书还简要地介绍了一些有关的电工学和水力学方面的基础知识。

在本书的编写和出版过程中，张余海和丁世英同志对全文进行了审阅，吕卫东、苏士学等同志给予了大力支持和帮助，在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，本书难免有错误和不足之处，诚恳希望读者给予批评指正。

编 者

目 录

一、潜油电泵简介	(1)
1. 概述	(1)
2. 潜油泵	(1)
3. 保护器	(10)
4. 潜油电动机	(12)
5. 气体分离器	(22)
6. 变压器	(24)
7. 控制屏	(24)
8. 井下压力传感器	(25)
9. 接线箱	(25)
10. 电缆	(25)
11. 其他设备	(28)
二、潜油电泵的安装要点	(30)
1. 常规操作	(30)
2. 井场上的设备布局及施工检验	(30)
3. 单节电动机的安装程序	(33)
4. 电缆与电动机的连接程序	(34)
5. 标准型保护器注油细则	(36)
6. 预先填充型保护器注油细则	(37)
7. 串联电动机、串联泵和保护器的安装程序	(38)
8. 安装电缆	(41)
9. 安装井下部件	(42)
10. 安装井口	(42)

11. 计算地面需用电压	(43)
12. 启动设备	(44)
13. 测定电动机转向	(44)
14. 从井内提起设备	(45)
15. 检查设备	(46)
三、潜油电泵的技术数据和常用术语	(48)
1. 电学基础知识	(48)
2. 技术数据	(51)
3. 公式、名词、符号及术语	(64)
四、变压器	(81)
1. 部件与功能	(81)
2. 变压器比率	(84)
3. 变压器的线路	(86)
4. 变压器的连接	(90)
5. 变压器的极性和组别	(94)
6. 变压器的系数及选择	(95)
7. 变压器的运输、安装和维护	(98)
五、控制屏	(100)
1. 控制屏的结构及功能	(100)
2. 控制屏基础电路	(101)
3. 控制屏内低压电器的性能及使用	(103)
4. 控制屏的安装和调试	(110)
六、电缆的连接	(112)
1. 电缆的连接材料及工具	(112)
2. 电缆的连接	(114)
3. 电缆的检验程序	(118)
七、潜油电泵的选择与使用	(121)
1. 流体流动的基本知识	(121)

2. 选泵时的有关数据	(123)
3. 油井与油藏资料	(127)
4. 名词解释与举例	(128)
5. 选泵举例	(131)
八、潜油电泵的维护和修理	(140)
1. 停机检查	(140)
2. 起泵检查	(142)
3. 故障分析及处理方法	(143)
4. 分析电流图 (电流卡片)	(146)
5. 主要部件的检修标准	(164)

一、潜油电泵简介

1. 概述

一套标准的潜油电泵设备由七个基本部分组成：电动机、潜油泵、保护器、动力电缆、小扁电缆、控制屏和变压器（一台三相变压器或三台单相变压器组）。与其配套的有扁电缆护罩、单流阀、泄油阀、扶正器和井下压力传感器等。此外，还配有安装机组时用的电缆滚筒、滚筒支架和电缆滚轮等辅助设施。潜油电泵的基本组成部分见图 1—1。

2. 潜油泵

潜油泵是一种多级离心泵，每一级都由一个转动的叶轮和固定的导轮组成。叶轮转动带动流体质点运动，经叶轮吸入口，从出口流出。当流体流经叶轮时，流体质点运动速度加快，动能增加。叶轮和导轮中的部分动能要转变成势能（压力或压头）。叶轮的型号决定泵的排量，级数决定泵的扬程和电动机所需要的功率。电泵公司为用户制造了不同型号不同排量的潜油泵，几乎可以满足所有井况的需要，潜油泵示意图见图 1—2。

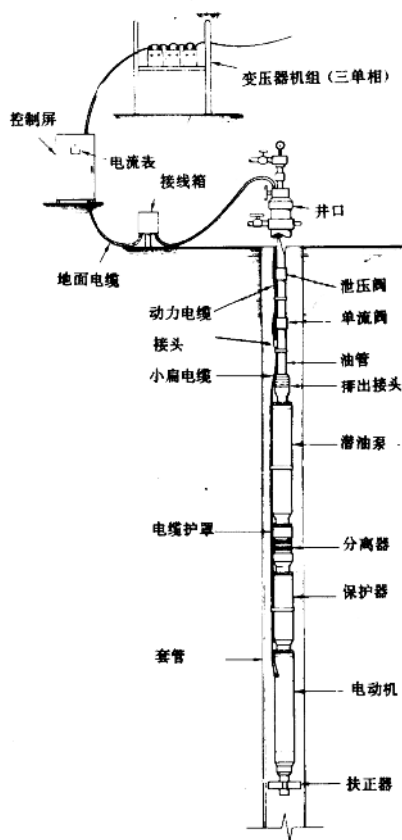


图 1—1 潜油泵的基本组成部分

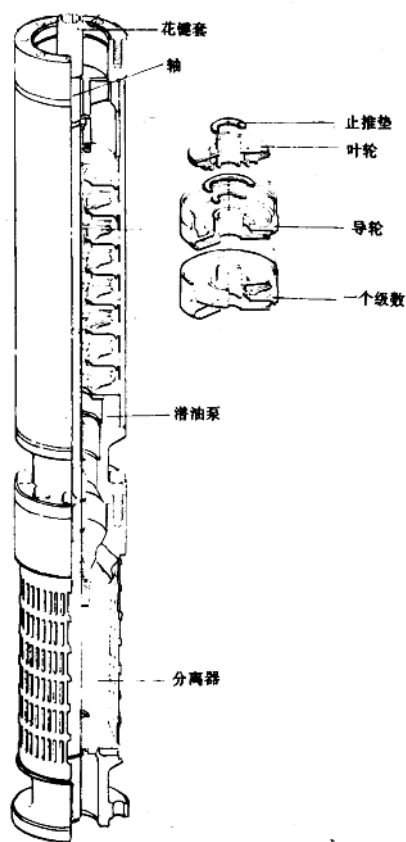


图 1—2 带分离器的潜油泵

叶轮转动时，通过叶轮的液体也跟着旋转，从而使叶轮周围的液体压力与能量进行转换。叶轮旋转时产生一个沿叶轮外径的切线运动，这个运动产生一个使流体径向运动的离心力。结果是通过叶轮的流体沿切线和径向方向运动。这两个分速的合速就是流体运动的实际方向。

当导轮引导流体从一级叶轮进入另一级叶轮的孔道时，高速能将转变成相对的低速能。在深井泵中，叶轮应是浮动式或平衡式的。在大排量的潜油电泵中，应使用固定式叶轮。潜油泵中的浮动式叶轮可以轴向窜动。在工作状态下，根据其排量大小，这种叶轮可以靠在上止推垫或下止推垫上，使每一级叶轮所产生的轴向推力由每一级叶轮和导轮上的止推垫承受。作用在轴端的由整节泵压差所产生的轴向推力被保护器中的止推轴承承受。潜油泵中的固定式叶轮固定在泵轴上，既不能轴向窜动，也不能靠在导轮的止推垫上。叶轮以及压差所产生的全部推力，由装在保护器内的止推轴承承受。在混合式叶轮的泵中，有一定比例的叶轮为浮动式，一定比例的叶轮为固定式。此种泵通过一定的装配方式，可使各级叶轮分担叶轮所产生的液压推力，因压差在轴端所产生的轴向力被固定叶轮承受。综上所述，每一种叶轮都有其优缺点及局限性。因此，对每一种特殊的应用都应根据其情况进行具体分析。

叶轮所产生的轴向推力的大小取决于叶轮的液压和机械设计以及泵的工作点。如果潜油泵在推荐排量范围之上工作，将会产生过多的上止推力；反之，如果潜油泵在推荐排量范围之下工作，则产生过多的下止推力。下止推时，保护器中的止推轴承和下止推垫将显示出过份的磨损。由于上述原因，

不同型号的泵规定了不同的排量范围。潜油泵应该在推荐的排量范围内工作。在缺少泵的特性曲线，不知道泵的推荐排量范围的情况下，可以把泵的最佳效率点的75%~125%作为第一次最佳估计值。

单节泵的长度限制在6~7.5m之内，以利组装和运移。多个单节泵可以根据扬程的需要串联起来使用。在无游离气存在的情况下，每级叶轮泵送液体的体积相同并产生一定的扬程。叶轮的扬程是叠加的。比如，如果一级叶轮产生6m的扬程，那么100级叶轮就将产生600m的扬程。级数增加，不会增加液体的排量。

叶轮和导轮是用有较强的抗腐蚀性和抗磨损性的材料制成的，泵轴是用K—蒙乃尔合金制成的，因此它具有最佳工作特性。泵头和分离器可以用螺栓连接到泵上，在现场可以根据油井的情况，选配合适的潜油泵节数，串联使用。表1—1列出不同系列的潜油泵供现场使用。

表 1—1 雷达潜油泵系列表 (60Hz、3500r/min)

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
338	85.85	A400	70	45~80
		AN550	70	68~111
		AN900	70	105~175
		A1200	70	139~250
		A1500	93	175~302
		DN280	33	16~72

续表

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
450	117.35	D400	70	45~87
		DN450	70	51~91
		D550	70	60~103
		DN750	70	87~151
		D950	93	95~183
		DN1000	93	121~199
		DN1300	93	155~262
		D135	93	151~286
		DN1750	93	191~326
		D2000	93	223~390
		DN3000	190	334~588
		DN4000	190	540~795
		EN1250	120	151~254
		E1450	120	167~286
		EN3600	120	445~715
		G2000	190	236~387
		GN2500	190	318~493
		G2700	190	334~541
		G3100	190	350~588
540	130.30	GN4000	280	

续表

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
		GN5200	280	668~1049
		G5600	280	715~1153
		GN700	280	874~1351
		GN10000	475	1272~1908
562	142.75	HN13000	280	1463~2607
650	168.15	IN7500	475	954~1510
		IN10000	475	1272~1948
675	171.45	JN16000	475	2035~3100
		JN21000	475	2544~3795
862	218.95	M520	475	1908~3816
		M675	475	3021~5167
950	241.3	N1050	750	3816~7552
1000	254	N1500	750	5564~9380
1125	285.75	P2000	750	8521~1540

表 1-2 雷达潜油泵系列表 (50Hz · 2915r/min)

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
338	85.85	A400	58	36~66
		AN550	58	56~92
		AN900	58	87~145
		A1200	58	115~208
		A1500	78	145~250
400	101.60	DN280	28	13~60
		D400	58	38~72
		DN450	58	42~76
		D550	58	49~86
		DN750	58	87~151
		D950	78	80~152
		DN1000	78	100~165
		DN1300	78	129~218
		D1350	78	125~240
		DN1750	78	158~270
		D2000	78	190~325
		DN3000	160	280~490
		DN4000	160	450~630
		EN1250	100	125~211
450	117.35	E1450	100	139~238

续表

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
540	130.30	EN3600	160	370~595
		G2000	160	198~331
		GN2500	160	265~410
		G2700	160	278~450
		G3100	160	200~488
		GN4000	235	397~635
		GN5200	235	556~874
		G5600	235	595~960
		GN7000	235	728~1125
		GN10000	395	1060~1590
562	112.70	HN1300	235	1218~2171
650	168.15	IN7500	395	792~1254
		IN10000	395	1056~1617
675	171.45	JN16000	395	1665~2582
		JN21000	395	2118~3310
862	218.95	M520	395	1854~3178
		M675	395	2500~4304

续表

系列	外径 mm	型 号	泵轴最大额定功率 kW	最大理论排量 m ³ /d
950	241.30	N1050	620	3200~5290
1000	254.00	N1500	620	4600~7813
1125	285.75	P2000	620	7100~12700

3. 保护器

保护器的主要功能是密封电动机，防止井液侵入。保护器的结构能使电动机内部压力和入口压力平衡，同时对电动机发热引起的油液膨胀或收缩有补偿作用。两个机械密封提供了双重保护，再度防止井液沿轴流入电动机。保护器的规格应与电动机和泵的规格相匹配。电动机轴和泵轴用两个花键套将其连接在保护器轴上，壳体用螺栓连接。保护器的下端与电动机轴相连接并允许电动机轴由于升温而伸长。泵轴与保护器轴顶端相接，以使泵轴的重量、液压负载以及叶轮的轴向负载通过保护器轴传递到保护器内的止推轴承上。

综上所述，保护器具有以下四项功能：

- (1) 连接电动机驱动轴和泵轴，使电动机和泵连成一体。
- (2) 保护器的止推轴承能承受泵的轴向负载。
- (3) 密封电动机的动力端，防止井液侵入电动机。
- (4) 当电动机启动时，为电动机提供热膨胀空间。

图 1—3 是保护器结构示意图。