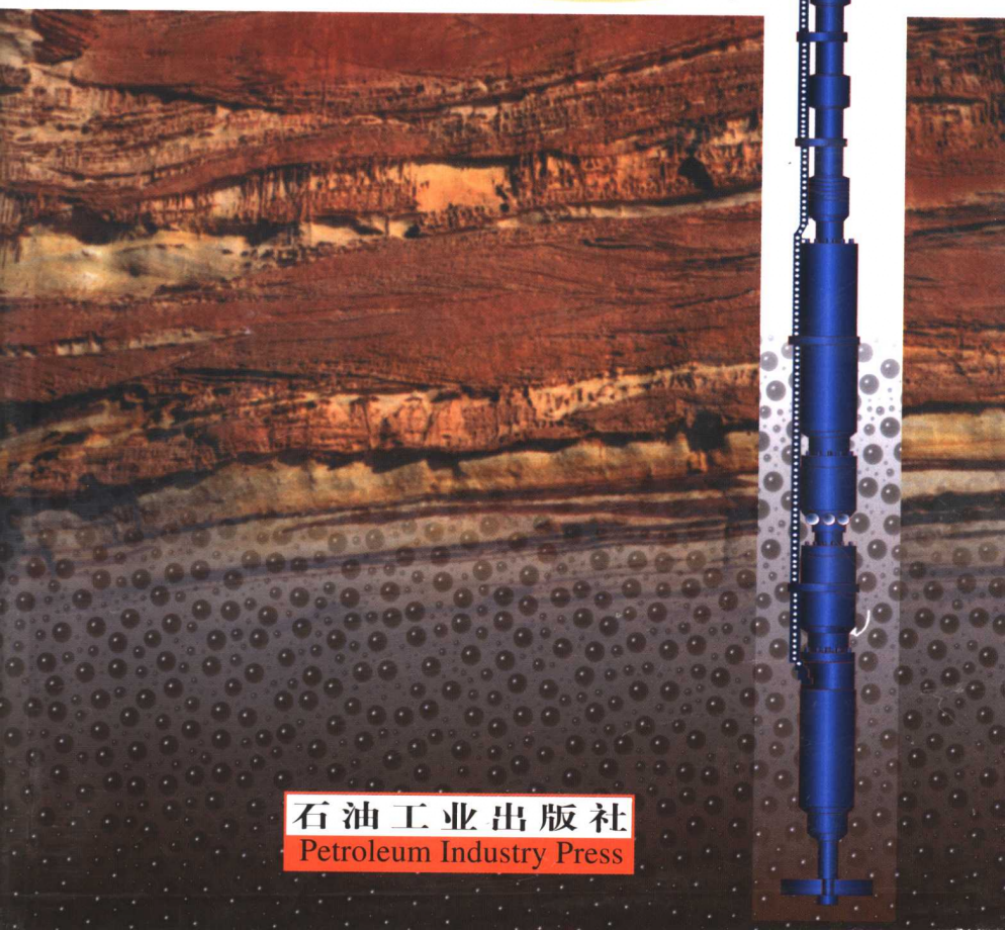
梅思杰　邵永实　刘　军　师世刚　主编

潜油电泵技术

（上册）



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

潜油电泵技术

（上　册）

梅思杰　邵永实　刘　军　师世刚　主编

石油工业出版社

内 容 提 要

潜油电泵技术是根据二十多年来我国应用潜油电泵所取得的成果和经验，结合国内外应用潜油电泵的新理论、新发展编写的，着重于基础理论和新技术发展方向。主要叙述潜油电泵的结构特点、基本参数及制造检修工艺流程等。共包括基础知识、潜油电泵机组、潜油泵、油气分离器、保护器、潜油电机、潜油电泵专用变压器、潜油电泵专用控制柜、潜油电缆和防砂、防垢、防腐蚀潜油电泵机组等十章内容。

本书主要面向油田从事潜油电泵设计制造，检修，采油工作的管理和初、中级技术人员，也可作为大专院校在校学生和职工培训的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

潜油电泵技术(上册)/梅思杰等主编．
北京：石油工业出版社，2004.7
ISBN 7-5021-4680-6

Ⅰ．潜…
Ⅱ．梅…
Ⅲ．深井潜油泵
Ⅳ．TE933

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 050619 号

书名：潜油电泵技术(上册)
作者：梅思杰　邵永实　刘　军　师世刚　主编
出版发行：石油工业出版社
（北京安定门外安华里 2 区 1 号　100011）
网　址：www.petropub.com.cn
总　机：(010)64262233　发行部：(010)64210392
经　销：全国新华书店
排　版：北京乘设伟业科技排版中心
印　刷：北京密云华都印刷厂印刷
2004 年 7 月第 1 版　2004 年 7 月第 1 次印刷
850×1168 毫米　开本：1/32　印张：24.625
字数：325 千字　印数：1-3000 册
全套定价：75.00 元
（如出现印装质量问题，我社发行部负责调换）
版权所有，翻印必究

《潜油电泵技术》编委会

主　任：杨元建

副主任：刘新合　梅思杰

成　员：李秀思　张　斌　邵永实　房永奇　刘　军
师世刚　姚德来　李　斌　李庆杰　潘蔼生
邓　辉　孟宪军　金超英

《潜油电泵技术》编写人员

主　编：梅思杰　邵永实　刘　军　师世刚

编写人员：

上　册：刘　军　邓　辉　董振刚　刘宇蕾　金超英
史忠武　唐凤锐　殷红雯　孟宪军　庞向东
李大虎　朴雪峰

下　册：师世刚　孟宪军　潘东临　李运福

制图校对：纪玉芬　赵　英　李春香

前　言

随着我国石油工业发展和油田开发的需要，应用机械采油方法提高油田采油速度和最终采收率，是整个油田开发过程中的一个重要步骤。潜油电泵作为一种重要的机械采油设备，由于它具有其他机械采油设备所没有的特点，在油田的开采上起着越来越重要的作用，其采油工艺技术得到不断完善和发展。选用潜油电泵大排量采油，是油田长期稳产的重要手段之一。

为了使油田从事潜油电泵采油的工程技术人员更好地掌握潜油电泵采油工艺技术，适应潜油电泵技术发展的需要，结合国内外潜油电泵的使用情况，编写了《潜油电泵技术》一书，系统介绍了潜油电泵的设计、制造检修，油井选择设计、现场安装、应用管理、系统分析及配套工艺技术等。

在本书的编写过程中，得到了大庆油田力神泵业有限公司（原大庆石油管理局潜油电泵技术服务公司）及大庆油田有限责任公司各采油厂有关人员的大力协作和支持，在此一并表示衷心的感谢。特别是在成书的过程中得到了原大庆油田有限责任公司开发部孙冠杰的指导和审校，在此表示衷心的感谢。

由于潜油电泵在我国应用的时间还比较短，使用经验不够丰富，限于作者的业务水平，在本书中如有不当之处和错误，敬请使用者和其他读者批评指正，以便在今后进一步充实和完善。

《潜油电泵技术》编委会

2004 年 3 月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

第一章　基础知识…… (1)
第一节　工程力学基础…… (1)
一、构件强度和刚度计算 …… (1)
二、构件的运动分析 …… (5)
三、构件的动力学分析 …… (7)
四、转动件的静平衡与动平衡 …… (7)
第二节　常用机械零件与机构…… (9)
一、平键联接及联接强度计算 …… (9)
二、花键联接及联接强度计算…… (10)
三、螺栓联接及联接强度计算…… (11)
四、轴…… (15)
五、轴承…… (16)
第三节　金属材料与处理 …… (18)
一、金属的性能…… (18)
二、钢的热处理…… (22)
第四节　密封基础 …… (27)
一、密封的分类…… (27)
二、垫片密封…… (28)
三、橡胶O形密封圈 …… (28)
四、机械密封…… (29)
第五节　电和磁的概念 …… (30)
一、电的概念…… (30)
二、磁的概念…… (32)

第六节　直流电路 …… (33)
一、直流电路基本定律 …… (34)
二、电阻连接 …… (34)
第七节　交流电路 …… (35)
一、正弦交流电 …… (35)
二、含电阻、电感、电容的交流电路 …… (38)
三、三相交流电路 …… (40)
第八节　晶体管 …… (42)
一、二极管 …… (42)
二、三极管 …… (45)
三、晶闸管 …… (46)
复习题 …… (48)
第二章　潜油电泵机组 …… (49)
第一节　潜油电泵机组的组成 …… (49)
第二节　潜油电泵机组各组成部件的作用及特点 …… (51)
一、潜油泵 …… (51)
二、分离器 …… (52)
三、保护器 …… (52)
四、潜油电机 …… (52)
五、控制柜 …… (53)
六、变压器 …… (53)
七、接线盒 …… (53)
八、井口 …… (54)
九、电缆 …… (54)
十、电缆头 …… (55)
十一、其他辅助设施 …… (55)
第三节　潜油电泵机组的工作原理及特点 …… (56)
一、潜油电泵机组的工作原理 …… (56)

二、潜油电泵机组的特点……（56）
复习题 ……（57）
第三章 潜油泵 ……（58）
第一节 泵的定义和分类 ……（58）
一、泵的定义……（58）
二、泵的分类……（58）
第二节 潜油泵的作用、工作原理及特点……（59）
一、潜油泵的作用……（59）
二、潜油泵的工作原理……（60）
三、潜油泵主要特点……（60）
第三节 潜油泵基本参数 ……（61）
一、排量……（61）
二、扬程……（62）
三、转速……（62）
四、功率……（62）
五、效率……（62）
第四节 潜油泵的使用条件 ……（63）
一、油井温度……（63）
二、含气量……（63）
三、含砂量……（64）
四、腐蚀和结垢……（64）
第五节 潜油泵的组成及结构特点 ……（65）
一、潜油泵的组成……（65）
二、潜油泵的主要零部件……（67）
三、潜油泵的结构特点……（76）
第六节 潜油泵的组装、拆检及测试……（79）
一、潜油泵的组装……（79）
二、潜油泵拆检……（85）

三、潜油电泵机组试验程序…… (90)
四、潜油泵的特性曲线…… (95)
第七节　潜油泵的特性 …… (99)
一、潜油泵的损失和效率…… (99)
二、潜油泵总的损失和效率 …… (102)
第八节　比转数…… (102)
一、比转数公式的推导 …… (102)
二、关于比转数的说明 …… (104)
第九节　叶轮水力设计参数对潜油泵性能的影响…… (106)
第十节　泵汽蚀…… (108)
一、概述 …… (108)
二、泵内发生汽蚀的现象 …… (111)
复习题…… (112)
第四章　油气分离器…… (113)
第一节　概述…… (113)
一、分离器的作用 …… (113)
二、分离器的种类 …… (114)
三、分离器的工作原理 …… (114)
第二节　沉降式分离器…… (114)
一、结构组成及特点 …… (114)
二、主要零部件及其作用 …… (115)
三、工作原理 …… (116)
四、使用条件 …… (117)
第三节　旋转式分离器…… (118)
一、结构组成及其特点 …… (118)
二、主要零部件及其作用 …… (118)
三、工作原理及使用条件 …… (119)
四、扶正体式旋转式分离器 …… (121)

五、其他几种旋转式分离器介绍 …… (121)
第四节 分离器诱导轮和导流轮的结构及性能参数…… (123)
一、诱导轮 …… (123)
二、导流轮的结构参数及导叶的设计 …… (126)
第五节 分离器的组装及检修…… (128)
一、分离器的拆检工艺 …… (128)
二、组装工艺 …… (129)
三、出厂试验 …… (130)
第六节 分离器的应用…… (132)
一、分离器的使用效果 …… (132)
二、吸入口压力的确定 …… (134)
三、有关理论计算 …… (135)
第七节 分离器新技术及发展方向…… (142)
复习题…… (143)
第五章 保护器…… (144)
第一节 保护器的作用及种类…… (145)
一、保护器的作用 …… (145)
二、保护器的种类 …… (146)
第二节 保护器的结构及原理…… (146)
一、保护器的结构及原理 …… (146)
二、沉淀式保护器 …… (147)
三、胶囊式保护器 …… (148)
四、保护器呼吸量的计算 …… (150)
第三节 保护器的机械密封和止推轴承…… (151)
一、机械密封 …… (151)
二、止推轴承 …… (162)
第四节 保护器的应用…… (165)
一、保护器的使用效果 …… (165)

二、常见故障及处理方法 …… (166)
第五节 保护器的组装、检修及试验 …… (167)
一、保护器的组装 …… (167)
二、保护器的拆检 …… (167)
三、保护器试验 …… (168)
第六节 保护器的新技术发展 …… (168)
复习题 …… (169)
第六章 潜油电机 …… (170)
第一节 潜油电机的结构 …… (170)
一、潜油电机的基本结构 …… (170)
二、潜油电机的结构特点 …… (173)
第二节 潜油电机的基本原理 …… (175)
一、潜油电机的工作原理 …… (175)
二、潜油电机空载运行时的物理状况 …… (176)
三、潜油电机负载运行时的物理状况 …… (177)
四、潜油电机的功率和转矩方程式 …… (177)
第三节 潜油电机的运行特性 …… (179)
一、潜油电机的工作特性 …… (179)
二、转矩—转差率关系 …… (182)
三、用直接负载法求取工作特性 …… (183)
四、潜油电机参数的测定 …… (184)
第四节 潜油电机的检修与定子制造工艺 …… (185)
一、潜油电机的组装 …… (185)
二、潜油电机定子制造 …… (189)
三、潜油电机的拆检 …… (194)
四、潜油电机试验 …… (198)
五、潜油电机定子的大修 …… (199)
第五节 潜油电机设计概述及其发展 …… (202)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

一、潜油电机设计概述 …… (202)
二、潜油电机绕组设计概述 …… (205)
三、潜油电机的发展概况 …… (207)
复习题 …… (208)
第七章 潜油电泵专用变压器 …… (209)
第一节 变压器的基本工作原理和结构 …… (209)
一、变压器的基本工作原理 …… (209)
二、变压器结构的主要部件 …… (210)
三、变压器的发热与冷却 …… (211)
四、变压器的额定值 …… (213)
第二节 变压器的运行和特性 …… (213)
一、变压器的空载运行 …… (213)
二、变压器的负载运行 …… (216)
三、变压器的运行特性 …… (219)
第三节 三相变压器 …… (222)
一、三相变压器的磁路系统 …… (222)
二、三相变压器的电路系统——线圈的连接法 …… (223)
三、自耦变压器 …… (224)
第四节 变压器的瞬变过程 …… (226)
一、变压器空载合闸时的瞬变过程 …… (226)
二、副边突然短路时的瞬变过程 …… (227)
第五节 潜油电泵专用变压器的检测及验收方法 …… (230)
一、变压器的检测 …… (230)
二、变压器验收方法 …… (232)
三、变压器的故障分析与处理 …… (235)
复习题 …… (237)
第八章 潜油电泵专用控制柜 …… (238)
第一节 潜油电泵专用控制柜简介 …… (238)

一、潜油电泵专用控制柜简介 …… (238)
二、控制柜结构及技术特性 …… (238)
三、控制柜原理 …… (241)
四、变频控制柜 …… (242)
第二节　控制柜主要组件 …… (247)
一、电流互感器 …… (247)
二、自动空气开关 …… (248)
三、熔断器 …… (250)
四、交流接触器和真空接触器 …… (251)
五、控制变压器 …… (254)
第三节　电流记录仪 …… (255)
一、XWG—100 型记录仪 …… (255)
二、ACJ 型交流电流记录仪 …… (257)
三、ACJ—Ⅳ型交流电压电流双笔记录仪 …… (260)
第四节　中心控制器 …… (262)
一、中心控制器 …… (262)
二、中心控制器的调试 …… (270)
第五节　控制柜调试、操作及故障处理 …… (271)
一、调试仪器及设备 …… (271)
二、调试方法及步骤 …… (272)
三、常见故障及处理方法 …… (276)
第六节　潜油电泵压力和温度测试装置 …… (278)
一、PHD 测试仪表原理与使用 …… (278)
二、PSI 测试仪表原理与使用 …… (279)
第七节　潜油电泵变频驱动系统 …… (283)
一、采用潜油电泵变频驱动的目的 …… (283)
二、变频器的基本原理及结构 …… (284)
三、潜油电泵变频系统的外围设备 …… (286)

复习题…… (287)
第九章　潜油电缆…… (288)
第一节　潜油电缆的结构特点和潜油电缆材料…… (288)
一、潜油电缆的结构特点 …… (288)
二、潜油电缆的材料 …… (290)
第二节　潜油电缆的技术参数及测试…… (294)
一、潜油电缆的技术参数 …… (294)
二、潜油电缆技术参数的测试 …… (298)
第三节　潜油电缆的连接…… (309)
一、潜油电缆的连接材料 …… (309)
二、潜油电缆的连接方法 …… (311)
第四节　潜油电缆头的结构…… (313)
一、插入式电缆头 …… (313)
二、缠绕式电缆头 …… (314)
三、电缆头的规格型号及机组配套 …… (316)
第五节　潜油电缆头的性能指标及测试…… (316)
一、潜油电缆头的电气性能指标 …… (316)
二、潜油电缆头的各项性能指标测试 …… (317)
第六节　潜油电缆的选择…… (318)
一、电缆耐温等级和电缆载流量的选择 …… (318)
二、电缆压降、损失功率和经济性的选择…… (319)
第七节　潜油电缆的故障及检测…… (320)
一、潜油电缆的故障原因 …… (321)
二、潜油电缆的故障检测 …… (322)
复习题…… (326)
第十章　防砂、防垢、防腐蚀潜油电泵机组…… (327)
第一节　潜油电泵机组的防砂…… (327)

一、电泵机组的砂蚀 …… (327)
二、油井出砂的原因及砂的类型 …… (328)
三、井液含砂对泵和分离器的影响 …… (329)
四、防砂技术设计 …… (332)
五、与潜油泵配套使用的井下防砂技术 …… (333)
六、应用情况 …… (334)
第二节 防垢潜油电泵机组…… (338)
一、结垢原理 …… (338)
二、结垢对电泵机组的影响 …… (338)
三、潜油电泵机组防垢措施 …… (339)
第三节 防腐蚀潜油电泵机组…… (340)
一、腐蚀性介质对潜油电泵机组的影响 …… (340)
二、H_2S 的腐蚀原理 …… (341)
三、二氧化碳腐蚀原理 …… (345)
四、海水及盐类的腐蚀原理 …… (349)
五、潜油电泵机组的防腐措施 …… (351)
复习题…… (352)
参考文献…… (353)
复习题答案…… (355)

第一章　基础知识

第一节　工程力学基础

一、构件强度和刚度计算

为保证机械或工程结构的安全，每一构件都应有足够的能力担负起所承受的载荷。这种载荷的能力主要由以下三方面来衡量：

(1)构件应有足够的强度；

(2)构件应有足够的刚度；

(3)构件应有足够的稳定性。

工程力学的任务就是在满足强度、刚度和稳定性的要求下，为构件确定合理的形状和尺寸，选择合适的材料，为构件设计提供必要的理论基础和计算方法。

各种构件一般均由固体材料制成。研究构件的强度、刚度和稳定性时，常根据与问题有关的一些主要因素，省略一些关系不大的次要因素，对固体做某些假设，把它们抽象成理想模型。对变形固体所采取的假设有：

(1)连续性假设。认为组成固体的物质毫无空隙地充满了固体的几何空间；

(2)均匀性假设。认为在固体的体积内，各处的机械性质完全相同；

(3)各向同性假设。认为固体在各方向上的机械性质完全相同。

(4)小变形条件。限于固体因外力作用而引起的变形大小远小于构件的原始尺寸。

根据构件的结构和受力状态的不同,构件受力的基本变形有以下几种:拉伸、压缩、剪切、扭转和弯曲。

1.构件受拉压时的强度计算

当杆件受到外力作用后,在其内部各质点间产生了附加作用力,用于反抗杆件的变形,这种附加的作用力叫内力。在材料力学中研究内力的方法是截面法,根据平面假设,变形前原为平面的横截面,变形后仍保持为平面;横截面上每一点内力的大小是用单位面积上的内力值来衡量的,它代表了内力的密集程度,此密集程度称为截面上一点的应力。

在外力作用下,当杆件内部的应力达到某一数值后,就会使杆件断裂或发生不允许的塑性变形而丧失正常的工作能力,由于塑性材料在应力达到屈服极限时就出现很大的塑性变形,使杆件丧失正常的工作能力,故将塑性材料的屈服极限作为极限应力;对于脆性材料,由于它没有明显的屈服极限,而在应力达到强度极限时发生断裂,因而脆性材料以强度极限作为极限应力。

设在拉(压)杆的横截面 A 上,与轴向力 N 对应的应力是正应力 σ,得静力关系:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leqslant [\sigma] \tag{1—1}$$

式中 $[\sigma]$——许用应力。

2.剪切与挤压的强度计算

杆件受剪切作用时,只是在受力区发生变形,受力作用的平面在变形后仍为平面,只是在截面间发生了错动,这个假设叫剪切平面截面假设。假设应力在剪切平面内是均匀分布的,若 A 为剪切面面积,Q 为剪力,则剪应力为:

$$\tau = \frac{Q}{A} \leqslant [\tau] \tag{1—2}$$

式中 $[\tau]$——许用剪应力。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com