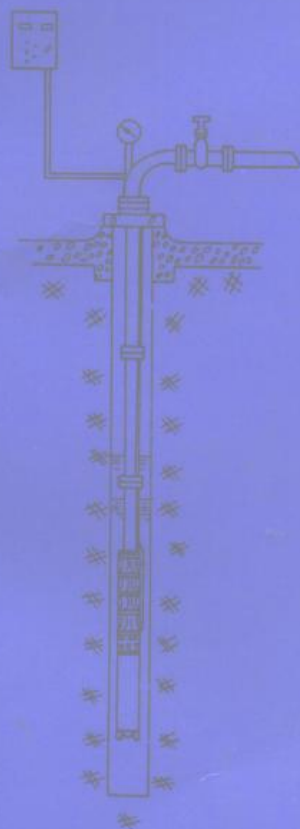


全国“星火计划”丛书

潜水电泵的使用与维修

李世煌 袁秀文 等编著



机械工业出版社

全国“星火计划”丛书

潜水电泵的使用与维修

李世煌 袁秀文 等 编著



机械工业出版社

本书共分七章：第一章为潜水电泵的基础知识；第二章为潜水电泵的选择与配套；第三章为潜水电泵的安装、运行与维护；第四章为潜水电泵的拆装与修理；第五章为潜水电泵故障及处理措施；第六章为潜水电泵的试验；第七章为潜水电泵的现场测试和监视。

本书对我国现有的各种潜水电泵的结构、原理、选用、安装、运行、试验和使用中的常见故障及排除方法，作了系统叙述，同时介绍了我国各类潜水电泵的技术参数。本书适于各类潜水电泵操作人员阅读，也可供中、小型潜水电泵生产技术人员和工人学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

潜水电泵的使用与维修/李世煌，袁秀文等编著. —北京：机械工业出版社，1995. 12

ISBN 7-111-04698-6

I. 潜… I. ①李… ②袁… II. 潜水泵-维修 N. TH38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 03026 号

出版人：马九荣（北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037）

责任编辑：肖省吾 版式设计：王 颖 责任校对：刘志文

封面设计：姚 毅 责任印制：卢子祥

北京交通印务实业公司·新华书店北京发行所发行

1995 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{32}$ ·8.125 印张·177 千字

0 001—3 000 册

定价：9.00 元

前 言

潜水电泵是将电动机和水泵直接联在一起，同时潜入水中，形成一种操作简便，结构紧凑的独特泵类。由于其优点很多，在近 20 年来发展很快，在我国已广泛应用于国民经济各部门。机械工业部已就我国制造和应用的潜水电泵，进行分类，系列化，制订了相应的性能标准和技术条件，并组织国内的专业技术骨干对有些系列的产品进行整顿，研制了一些优秀水力模型，统一结构，统一发放生产许可证，使潜水电泵的产品质量和可靠性有了飞跃的提高。目前我国生产各类潜水电泵的生产厂家达 200 余家，每年产量近 100 万台。因此，生产符合质量要求的潜水电泵和正确使用潜水电泵，已成为促进我国工农业生产、节约能源和防止环境污染的因素之一。本书将对我国现有的各种潜水电泵的结构、工作原理、正确选择和安装，使用中可能出现的故障和排除方法，以及确保安全可靠运行的维护和试验予以系统介绍。同时按照我国新颁布的有关标准介绍了各类潜水电泵的技术参数。全书紧密结合生产实际，文字通俗易懂，适于各级潜水电泵操作人员阅读，也可供中、小型潜水电泵生产厂的技术人员和工人学习参考。

本书第一、二章由李世煌编写，第三、四、五、七章由袁秀文编写，第六章由肖崇仁编写。全书由李世煌统稿。

目 录

前言

第一章 潜水电泵的基础知识	1
第一节 潜水电泵的分类	1
第二节 潜水电机的基础知识	6
第三节 潜水泵的基础知识	17
第四节 潜水电泵的结构、型号和性能	36
第二章 潜水电泵的选择与配套	47
第一节 井用潜水电泵的选型	47
第二节 电气设备的选型与配套	57
第三章 潜水电泵的安装、运行与维护	75
第一节 安装前的准备工作	75
第二节 潜水电泵的安装	84
第三节 潜水电泵的运行	88
第四节 潜水电泵的定期检查	91
第四章 潜水电泵的拆装与修理	96
第一节 潜水电泵的拆装步骤和注意事项	96
第二节 潜水电泵易损零件的更换和修理	113
第五章 潜水电泵的故障及处理措施	130
第一节 井用潜水电泵常见故障及分析处理方法	130
第二节 其它潜水电泵运转中常见的故障及其排除措施	135
第三节 潜水电机的故障及排除	140
第六章 潜水电泵的试验	151
第一节 潜水电泵型式试验	152

第二节	潜水电泵的试验方法及步骤	166
第三节	潜水电泵试验结果的整理及评价	176
第四节	微型计算机自动测试系统在潜水电泵 试验中的应用	194
第七章	潜水电泵的现场测试和监视	209
第一节	潜水电泵现场测试的方法	209
第二节	潜水电泵性能参数的现场测量	210
第三节	潜水电泵现场测试资料分析及运行状况的评价	229
附录		233
附录 A	井用潜水电泵的基本参数	233
附录 B	小型潜水电泵的型式和基本参数	245
附录 C	小型潜水电泵流量与效率的关系	249
附录 D	比转速对小型潜水电泵的效率的 修正 (n_s 值不在 120~210 范围)	249
附录 E	小型潜水电泵流量与效率的关系	250
附录 F	污水污物潜水电泵的基本参数	250

第一章 潜水电泵的基础知识

第一节 潜水电泵的分类

一、潜水电泵的特点

潜水电泵可应用在各种场合，能适应不同环境，其唯一条件是需要有驱动电动机的稳定电源。它与通常的水泵比较，具有一系列优点。

(一) 潜水电泵的优点

(1) 潜水电泵采用水泵与电动机直接相联，小型潜水电泵甚至将水泵的叶轮直接安装在电机轴上，俗称“连身泵”。这样省掉很多联接零件，其整体轴向尺寸缩短，金属消耗少，重量减轻。

(2) 安装简单，不必建泵房，土建面积小，减少了基建投资。而且潜水电泵直接潜入水中，只需要电气控制设备的地面建筑，使用维护方便。

(3) 潜水电泵在水下运行噪声小，很适合对于工作环境要求安静的场所，如学校、医院、宾馆等的供水排水。

(4) 水泵在水下运行，不受气候和周围工作环境的影响。

(5) 水泵在水下运行，便于隐蔽，适于战备和战略需要。若以井用潜水电泵，比较深井水泵，更具有很多优点。

(二) 井用潜水电泵的优点

(1) 由于井用潜水电泵没有深井泵的长传动轴，减少了传动的长轴引起的故障，从而提高了设备的可靠性。

(2) 潜水电泵安装方便，拆装时较深井泵节省一半以上的工时。

(3) 省去深井泵传动的长轴和中间轴承，减少了机械摩擦损失和水力损失，提高了机组效率。

(4) 若潜水电泵的出水管采用软管，将降低对井管垂直度的要求。

(5) 采用潜水电泵以后，提水深度可加深，适应的井管直径可更小。

但是，潜水电泵只能在电网地区应用，使其应用受到限制。

二、潜水电泵的分类

潜水电泵的分类取决于主要组成部分的结构和用途。其分类方法有：根据潜水电机的结构特点分；根据水泵部分的性能和结构分；根据用途分。

(一) 根据潜水电机的结构特点分类

潜水电泵根据潜水电机的结构特点分为干式潜水电泵、半干式潜水电泵、充油式潜水电泵和湿式潜水电机。

1. 干式潜水电泵 干式潜水电泵是采用在电动机内充入压缩空气或在电动机的轴伸端用机械密封或油密封等方法，阻止水或潮湿气体进入电动机内腔，以确保电动机长期潜入水中的定子绕组可靠绝缘，保证电机安全可靠运行。图 1-1 为干式潜水电泵的产品。干式潜水电泵结构简单，由于转子在空气中转动，摩擦损失小，电动机效率较高。

2. 半干式潜水电泵 半干式潜水电泵是将电机的定子密封，而转子在水中旋转，一般用很薄的非磁性不锈钢或无磁性耐腐蚀薄金属做成圆筒将定子封闭。这种潜水电机可作成全贯流式水泵。

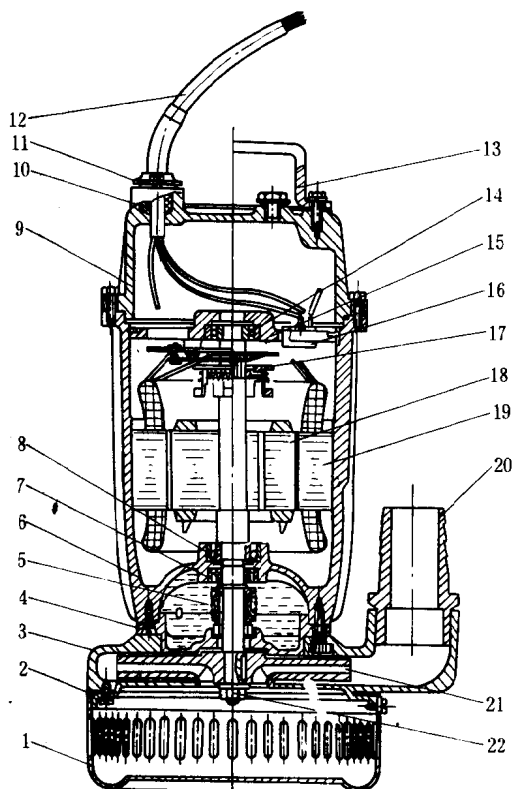


图 1-1 干式潜水电泵的结构

- 1—进水座 2—底盘 3—涡壳 4—密封盖 5—机械密封 6—机壳 7—密封圈 8—轴承 9—上盖 10—电缆套 11—电缆密封压盖 12—电缆
13—提手 14—轴承 15—轴承盖 16—热自动断流器 17—离心开关
18—转子 19—定子 20—出水口 21—叶轮 22—螺母

3. 充油式潜水电泵 充油式潜水电泵是将绝缘油（变压器油或定子油）充满在电动机内，防止水或潮湿气体进入电动机绕组，油不仅可绝缘，还可起冷却和润滑作用。电动机

内的绝缘油可以是有压的，也可以是无压的。为了防止油泄漏出来，也防止水浸入，轴端采用严格的密封措施。由于电动机内充油，粘性大，转子旋转时机械摩擦损耗增加，因此这种电动机效率较干式电动机低3%~5%左右。图1-2为充油式潜水电泵。

4. 湿式潜水电动机

又称充水式潜水电动机。它是在定子内腔充入一般纯净的清水或蒸馏水，转子在清水中转动；定子绕组采用耐水绝缘导线或合成树脂浇注，将定子包裹封闭起来。由于它不需要象干式或充油式那样严密防水，所以结构大大简化。关键是需防止内部零件锈蚀和泥砂浸入，且需采用高强度耐水绝缘导线。图1-3为湿式潜水电机。

不同类型的潜水电机可以用在不同场合，不同用途和不同水力参数（流量、扬程）的水泵与潜水电机配合，形成不同种类的潜水电泵。

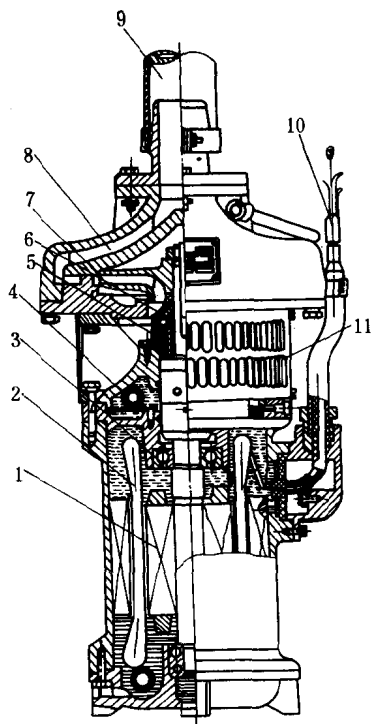


图1-2 充油式潜水电泵的结构

1—电机转子 2—定子及绕组

3—轴承 4—呼吸器 5—密封

6—口环 7—叶轮 8—出口导叶

9—出水管 10—电缆

11—吸水滤网

(二) 按用途分类

潜水电泵按用途分为井用潜水电泵、作业面潜水电泵（污水、杂质型潜水泵）。

1. 井用潜水电泵

井用潜水电泵主要用于从井中提取地下水，供城镇、工矿企业或农田灌溉用。

井用潜水电泵由水泵、潜水电动机和扬水管及电缆和控制电器组成。水泵和潜水电动机直接联接在一起置于井水位以下工作。地面的电源通过附在扬水管上的防水电缆输给浸在水中的电动机。经泵输送的水由扬水管送至地面。

井用潜水电泵的潜水电动机多采用湿式和充油式的。若为供水用泵，为防止井水污染，多采用湿式潜水电机。矿井排水多采用

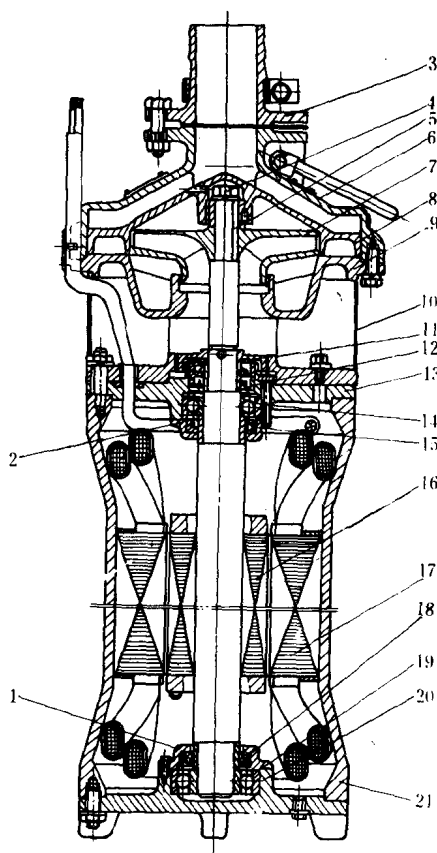


图 1-3 湿式潜水电泵的结构

- 1、2—轴承压盖 3—管接头 4—螺母及垫圈 5—键 6—泵壳 7—叶轮 8—导叶
9—进水节 10—滤水网 11—甩砂环
12、15、18—油封 13—上端盖 14—向心滚珠轴承 16—转子 17—定子 19—向心推力滚珠轴承 20—底座 21—机壳

充油式潜水电动机。井用潜水电泵的潜水电动机大多装置在水泵的下端，吸水口在电动机与水泵之间，通常称为上吸式潜水电泵。其最大外径因受井径限制，常采用细长的电动机和多级导叶式（空间导叶或径向导叶）的水泵。井用潜水电泵的型号和深井泵一样常以适用的最小井径来划分。我国生产的井用潜水电泵适用井径为 75~500mm，流量为 2~1200m³/h，扬程为 14~330m。

2. 作业面潜水电泵 作业面潜水电泵多用于坑塘及集水池的排水，或从江河湖泊及开阔水面的取水，因此在建筑、环保、城市供水、矿山排水中广泛采用。若集水池中水质较好，含泥、砂或固体杂质较少，则采用一般的清水泵，其效率较高，使用方便。若集水池中水质为污水或含固体杂质较多，则采用杂质泵、泥浆泵或污水泵。作业面潜水电泵根据使用场合的不同，又有矿山排水潜水电泵、污水潜水电泵和泥浆潜水电泵等专用泵。

（三）按水泵的性能和结构分类

潜水电泵按水泵的性能和结构分为离心式潜水电泵、混流式潜水电泵和轴流式潜水电泵。详细内容将在本章第三节中阐述。

第二节 潜水电机的基础知识

一、潜水电机的构造

通常，一台水泵装置完成抽水工作应该包括电动机、水泵、出水管道、进水管、电动机电缆等。潜水电泵是将上述各部分组合在一起的简单抽水装置，其主要部分是潜水电机和水泵。或者说其工作原理是电动机驱动水泵抽水。

（一）潜水电泵装置的组成

潜水电泵由于用途不同,有不同的潜水电动机和水泵,也就有不同的构造。但是其基本部件为潜水电动机、潜水泵、动力电缆和扬水管。

1. 井用潜水电泵 图 1-4 为一套完整的井用潜水电泵。它包括潜水电动机、潜水泵(包括止回阀)、扬水管、电缆、泵座、出水头与电力控制柜(或开关板)。

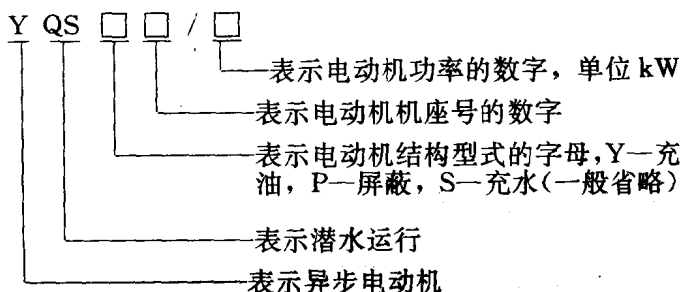
2. 作业面用潜水电泵 这种潜水电泵应用广泛,产量也最大,一般为小型潜水电泵。它包括潜水电动机、潜水泵、扬水管、电缆与电源控制板(开关板)。图 1-1 为作业面排水用潜水泵。

3. 污水潜水电泵 这类潜水电泵都采用干式下泵型,一般也为小型潜水泵,见图 1-5。它的组成更简单,包括潜水电动机、潜水污水泵、输水管、电缆与开关板。一般采用电动机与水泵同轴。

(二) 井用潜水电动机的构造

井用潜水电动机结构最复杂,按照其绝缘方式不同,有湿式、充油式和干式三种,我国采用湿式最多,因此本书以它为重点介绍其构造。

1. 井用潜水电动机的型号表示方法



2. 井用 YQS 充水式湿式潜水电动机的构造 YQS 充水

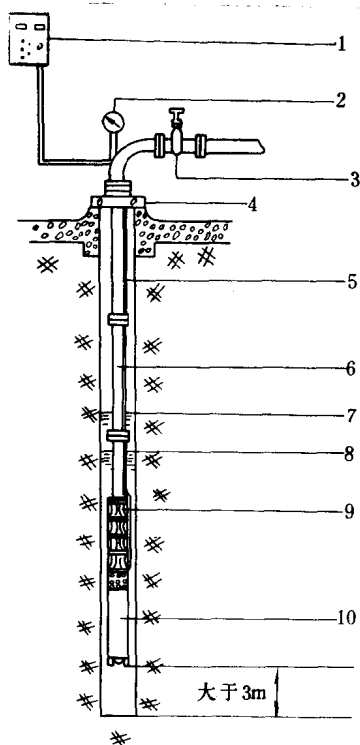


图 1-4 井用潜水电泵装置图

1—控制开关 2—压力表 3—
闸阀 4—夹板 5—电缆 6—
扬水管 7—静水位 8—动水位
9—潜水泵 10—潜水电机

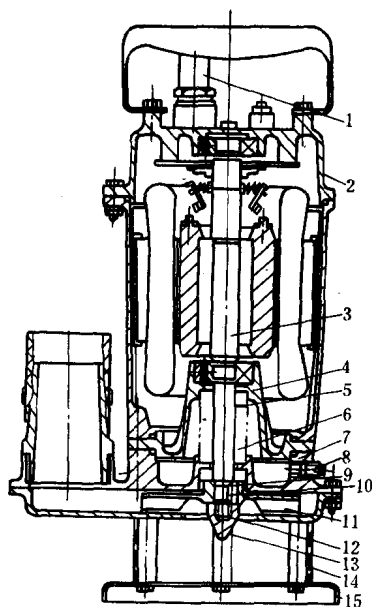


图 1-5 污水潜水电泵结构图

1—电缆护套 2—泵盖 3—转轴总
成 4—泵体下盖 5—密封传动销
6—机械密封 7—叶轮上盖 8—
充油螺塞 9—调节垫片 10—平
键 11—叶轮 12—叶轮螺母 13
—涡壳 14—滤网 15—下座

式潜水电机在我国应用最广泛。它的主要部件有机壳、定子、转子、上下导轴承和止推轴承等，基本结构如图1-6所示。

(1) 机壳：由于井用潜水电机的外径受井管直径的限制，机壳为细而长的圆筒，一般采用无缝钢管制成。在机壳内

孔的上下各有一条沟槽，槽内装有弹性挡圈，用以固定定子，是电动机的关键零件之一。机壳内孔的表面粗糙度和几何精度要求都很高。为了防止锈蚀，目前采用的防腐措施是在其内外表面涂防锈涂料，如聚胺脂漆或环氧树脂漆等。

(2) 定子：定子铁心用矽钢片冲制叠压而成，装入机壳内。定子冲片上有闭口槽，绕组嵌入槽内。由于湿式潜水电动机的定子绕组是浸在水中的，为了保证绕组的绝缘可靠，绕组应尽量减少接头，采用一相连绕。由于绕组线很长，在穿线过程中应特别

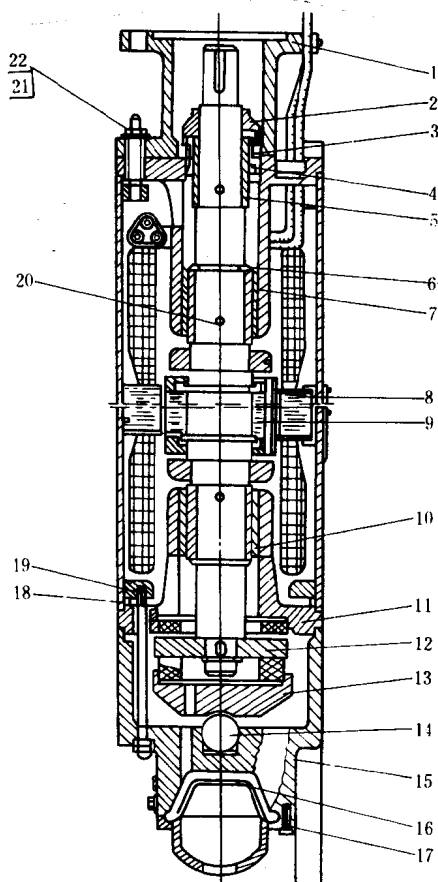


图1-6 井用充水式电动机结构图

- 1—法兰盘 2、3—迷宫帽 4—油封 5、10—轴套 6—轴用弹簧、垫圈 7—上导轴承 8—定子 9—转子 11—下导轴承 12—滑板 13—止推轴承 14—钢球及垫片 15—底座 16—调节套 17—压盖 18—孔用弹簧垫圈 19—连接板 20—滚球 21、22—双头螺栓、螺母

小心，防止绕组绝缘层被铁心擦伤。一般绕组嵌入时，在绕组槽内放置一层薄的耐水材料作机械保护。

(3) 定子绕组：目前定子绕组是采用聚氯乙烯或聚乙烯作绝缘包裹材料，这两种材料有良好的绝缘性能，耐水性也很强，但耐热度都较低，其使用温度一般不得超过 65°C 。在电压一定的情况下，绝缘层的厚度和绝缘强度成正比。但是绕组槽的面积限制了绕组断面，因此不允许绝缘层太厚。对于380V电压等级的潜水电动机绝缘单边厚度在 $0.4\sim 0.6\text{mm}$ 。为了保证绝缘的可靠性常在聚乙烯外加一层尼龙套，其厚度为 $0.1\sim 0.15\text{mm}$ 。绕组的绝缘结构见图1-7。从图中看到在绝缘层与金属导线之间加有一层漆涂屏蔽层，以防止导线金属（特别是铜）离子的扩散，铜离子对聚乙烯和聚氯乙烯都有活性氧化催化作用。新型绕组导线在聚乙烯中混入抗铜剂，可省去屏蔽涂漆层，使导线工艺性能提高。

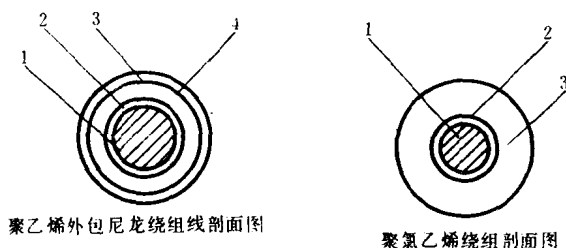


图1-7 绕组导线绝缘的结构图

1—线芯 2—漆层 3—绕组层 4—尼龙层

(4) 转子：转子为笼型，有铸铝和嵌铸铜条两种。一种小容量的电动机多用铸铝转子，然后热装固定在轴上。较大容量的电动机多采用嵌铸铜条的转子。转子槽形也多设计成闭口槽

以提高抗锈蚀和减少流体摩擦。湿式电动机转子要长期浸泡在水中工作,表面需进行防腐处理,通常是涂2~3层耐水漆。

(5) 轴: 潜水电动机有两种类型的轴, 一种带轴套, 轴套用4Cr13不锈钢加工并经热处理后热装在轴上, 轴用45钢制造, 这种轴在使用中可更新磨损的轴套。另一种是无轴套, 整个轴都用4Cr13不锈钢或其它耐腐蚀金属制造, 在轴颈部位进行高频淬火, 以提高表面硬度。

(6) 导轴承: 潜水电动机绝大部分是立式运转的, 径向负荷不大, 特别是采用导叶式水泵时, 习惯上将这种承受较小径向负荷的轴承叫导轴承。导轴承固定在导轴承座内, 湿式电动机都采用水润滑滑动轴承结构。我国湿式电动机导轴承多采用铅青铜, 或P₂₃酚醛塑料制成。为了改善润滑冷却条件, 导轴承内孔加工有螺旋型或直槽型水槽。

(7) 推力盘: 其功用是把潜水电泵转子部件的重量和水泵产生的轴向推力传递给下面的止推轴承。它装在转子的下端用键和轴联接, 并用弹性挡圈或螺母固定。一般采用4Cr13不锈钢制造。经淬火处理以提高耐磨性。为了减少摩擦损失, 其表面粗糙度值要求小于 $R_a 0.2 \mu\text{m}$ 。

(8) 止推轴承: 止推轴承承受由推力盘传递下来的轴向推力。它固定在铸铁止推轴承座内。止推轴承座通过凹形槽与电动机底座联接。电动机转子转动时, 止推轴承和轴承座固定不动。推力盘表面与止推轴承表面之间相对滑动。止推轴承表面加工有6~12道放射形水槽, 引入润滑水冷却和润滑接触面。止推轴承采用石墨浸巴氏合金, 或P₂₃酚醛塑料, 或氟塑料制造, 这些材料表面光滑, 自润滑性能好, 耐磨性强。

(9) 排气螺塞、注水螺塞和放水螺塞: 电动机在安装使用前, 需先打开上面的注水螺塞, 向电动机内注满清水, 以