

电泵的使用与修理

上海人民电机厂电泵研究所

上海科学技术出版社

电泵的使用与修理

上海人民电机厂电泵研究所 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

江苏省句容排印厂排版

开本 787×1092 1/32 印张 13.625 插页 2 字数 300,000

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数 1-2,400

ISBN7-5323-1939-3/TH·42

定价: 4.70元

内 容 提 要

本书是一本详细介绍有关潜水电泵、管道电泵、屏蔽电泵、长轴离心式深井泵的使用、维护与修理方面实用性很强的专业书。书中除了简单地介绍各类电泵的基本工作原理外,还详细地介绍了各类电泵的结构特点、使用方法、常见故障分析及排除方法,以及潜水电泵的修理工艺。此外,书末还附有大量的各类电泵的技术数据,供电泵维修人员查用。

本书共分九章,内容包括:绪论、小型三相潜水电泵、单相潜水电泵、工程用和设备用三相电泵、管道电泵、屏蔽电泵、井用潜水电泵、长轴离心深井泵及电动机、潜水电泵及泵用电动机修理工艺、电泵试验方法及附录。

本书可作为城乡广大电泵的用户及修理人员使用。

序 言

潜水电泵是由潜水电机与离心(混流、轴流)式水泵组合的一种新颖提水机具。它自五十年代末问世以来,由于具有泵机合一,可潜入水中运行,使用方便,价格低廉等特点,已广泛应用于农业排灌、井下提水、工业给排水等场合,深受广大工农业用户的欢迎。

潜水电泵经过近 30 年的发展,已形成小型潜水电泵和井用潜水电泵两大制造行业,均拥有几十家颇具规模的制造厂。近年来,产品的质量与使用可靠性有较大的提高,品种也有较大的发展,产量已逐年上升,小型潜水电泵年产量约 50 万台,井用潜水电泵年产量约 8 万台。在排灌机械行业占有重要地位,为实现农业机械化、电气化作出了重大贡献。

上海人民电机厂自 1958 年在国内首创泵机合一的新产品——潜水电泵以来,仅 2.2 千瓦潜水电泵已投放市场近一百万台。还发展了工程用潜水电泵、污水用潜水电泵、低噪声暖水电泵、低噪声管道电泵、溴化锂屏蔽电泵、化工用屏蔽电泵等百余种新产品。为了帮助广大用户掌握各类电泵的使用和维修知识,满足广大用户的要求而编写了《电泵的使用与维修》一书。

上海人民电机厂电泵研究所(室)创立于 1960 年,对潜水电泵的设计与制造已积累了数十年的经验,为编写本书提供了良好条件。全书共分九章,书中附有各类电泵的修理数据,是国内出版的第一本电泵方面的专业书籍。

全书阐述了电泵的基本工作原理,详细地介绍了电泵的

结构特点，还结合实际分析了故障产生原因和排除方法。特别是介绍了市场上少见的屏蔽电泵的使用与维修，可为广大用户与修理人员迅速掌握使用方法与修理技术打下良好的基础。

《电泵的使用与维修》一书的出版有利于电泵制造厂的售后服务。因为只有广大用户掌握了使用与维修的知识，才能使产品的功能得到充分的应用。本书的出版如果有助于潜水电泵行业的发展，将会使编写者感到欣慰。

全国小型潜水电泵行业组秘书长 毛文华
上海人民电机厂副总工程师

一九八九年七月

前 言

《电泵使用与修理》一书，是至今为止国内第一本有关潜水电泵、管道电泵、屏蔽电泵等(还包括长轴离心式深井泵及其电动机)产品的使用、维护与修理方面的专业书。本书提供了这些产品的数据和技术资料，希望能对读者掌握该类产品的使用和维修有所贡献。

本书由叶家祥主编，毛文华主审，参加编写的人员有：叶家祥、姚竞卫、戴健、汪方朗、承科、刘平、吴秀祥、陈武、程伯元。

在本书编写过程中，承蒙全国小型潜水电泵行业组有关厂提供资料，特约陈星荣同志撰写了长轴离心式深井泵部分，仅此致谢。

由于编写时间仓促，水平有限，难免有谬误之处，敬请能得到广大用户、修理人员和有关专家的指正。

编者

一九八九年七月

目 录

序言

第一章 绪论	1
1-1 电泵的由来	1
1-2 电泵的工作原理	4
1-3 电泵的种类和选用原则	12
1-4 影响电泵正常运行的主要因素	15
1-5 国内外电泵生产发展概况	19
第二章 小型三相潜水电泵	23
2-1 概述	23
2-2 小型三相潜水电泵的分类	24
2-3 结构特点	29
2-4 使用与维护	42
2-5 常见故障分析与排除	52
2-6 修理要点	58
第三章 单相潜水电泵	67
3-1 工作原理	67
3-2 结构特点	73
3-3 产品的选用	79
3-4 常见故障分析与排除	81
3-5 修理要点	85
第四章 工程用和设备用三相潜水电泵	95
4-1 概述	95
4-2 工程用和设备用三相潜水电泵的分类	99

4-3 结构特点·····	103
4-4 产品的选用·····	119
4-5 使用与维护·····	132
4-6 常见故障分析与排除·····	134
第五章 管道电泵、屏蔽电泵·····	146
5-1 概述·····	146
5-2 结构特点·····	152
5-3 管道电泵和屏蔽电泵的分类·····	162
5-4 产品的选用·····	167
5-5 使用与维护·····	176
5-6 常见故障分析与排除·····	184
5-7 修理要点·····	190
第六章 井用潜水电泵·····	195
6-1 概述·····	195
6-2 井用潜水电泵的分类·····	196
6-3 结构特点·····	208
6-4 使用与维护·····	220
6-5 常见故障分析与排除·····	228
6-6 修理要点·····	231
第七章 长轴离心深井泵及电动机·····	239
7-1 概述·····	239
7-2 深井泵的工作原理及结构特点·····	243
7-3 深井泵的选用·····	262
7-4 深井泵的安装与维修·····	284
7-5 深井泵的使用、调试和保养·····	292
7-6 常见故障分析与排除·····	298
7-7 深井水泵用三相异步电动机概述·····	299

7-8 深井泵用电机的结构特点·····	299
7-9 深井泵用电机的使用与维护·····	318
7-10 常见故障分析与排除·····	324
第八章 电泵及泵用电机检修工艺·····	330
8-1 故障检查概述·····	330
8-2 电泵及泵用电机易损件检修·····	332
8-3 电泵及泵用电机绕组的故障检修·····	342
8-4 电泵绕组重绕工艺·····	348
第九章 电泵试验方法·····	367
9-1 概述·····	367
9-2 试验设备及要求·····	367
9-3 试验项目·····	379
9-4 试验前检查·····	380
9-5 试验方法·····	381
附录·····	409
附表1 常用小型三相潜水电泵规格·····	409
附表2 常用单相潜水电泵规格·····	414
附表3 工程用、设备用三相与单相潜水电泵现有产 品(上海人民电机厂)·····	415
附表4 低噪声暖水管道电泵、屏蔽电泵现有产品(上 海人民电机厂)·····	416
附表5 聚酯漆包圆铜线规格尺寸及参考重量·····	417
附表6 QYN 型(漆包铜芯聚乙烯绝缘尼龙护套)耐 水绕组线·····	420
附表7 SYN 型(绞合铜芯聚乙烯绝缘尼龙护套)耐 水绕组线·····	421
附表8 绕组修理数据·····	422

附表8-1 Q、QY 型干式、油浸式潜水电泵铁心、绕组技术数据

附表8-2 QS 型充水式潜水电泵铁心、绕组技术数据

附表8-3 QX 型工程用潜水电泵和 QD 型工程用单相潜水电泵铁心、绕组技术数据

附表8-4 YLB 系列深井水泵用三相异步电动机铁心、绕组技术数据

附表8-5 JLB₂ 系列深井水泵用三相异步电动机铁心、绕组技术数据

附表8-6 JQS、YQS₂ 系列井用潜水三相异步电动机铁心、绕组技术数据

第一章 绪 论

1-1 电 泵 的 由 来

泵是一种输送流体的机械，它与人们的生活有密切的关系。现代化工农业生产要用到它，人们的日常生活也少不了它。工业锅炉需要锅炉给水泵给予补水，化学工业中化工泵是工艺流程中驱动化工原料的心脏，而农业灌溉也是依靠泵从河中或井中提水灌田。人们日常生活少不了的自来水的生产也少不了泵。

传统的泵如图1-1如示。泵有一个独立轴，由两个轴承支撑着。泵由原动机(如电动机)靠联轴节连接传动，为了防止泵内液体的泄漏，泵的出轴处都要用填料密封或机械密封加

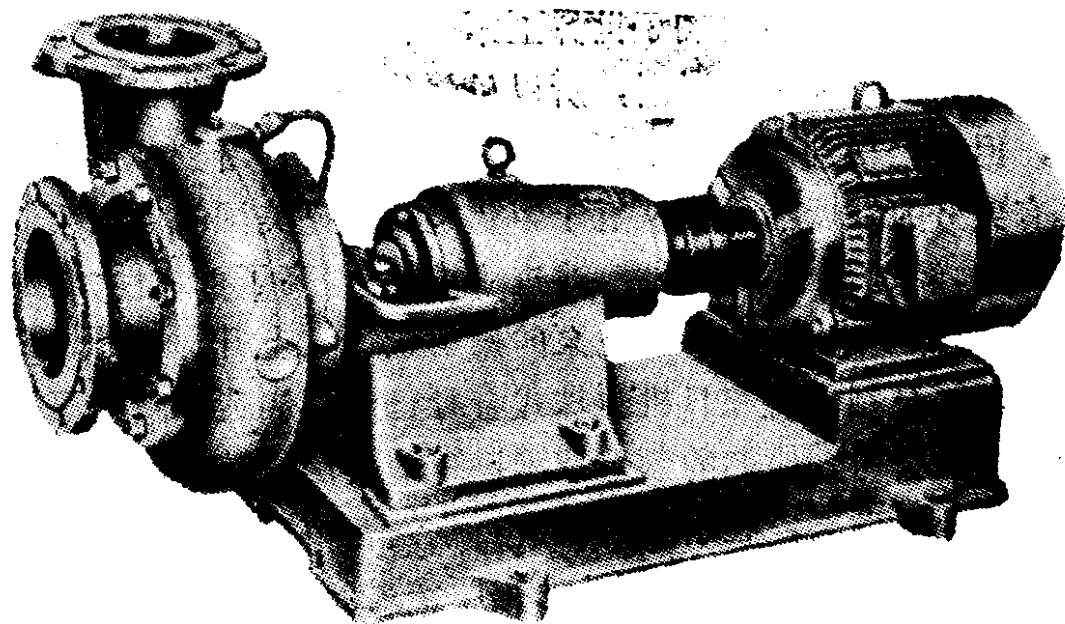


图 1-1 一般水泵

以密封。如目前普遍应用的 IS 泵、IB 泵等都是这一类型。

另外有种泵设计得结构很紧凑，泵的叶轮直接安装在电动机的出轴端上，泵体也直接与电动机机座或进水节等直接连接，使电动机与泵成为一体，称为电泵。如本书以后介绍的潜水电泵，工程用潜水电泵，单相潜水电泵，化工用屏蔽电泵，管道电泵等等都属于电泵。

电泵是二十世纪的产物。1904 年，美国拜伦·杰克逊公司第一个成功设计制造了卧式连接的潜水泵和潜水电机，可以称为现在潜水电泵的“祖先”了。1928 年该公司又发明了直接连接的立式潜水电泵。

到了本世纪三十年代潜水电泵开始应用于市政工程，如地下铁道系统和排水，也开始用于给水工业和灌溉。以后许多国家也相继研究制造，如德国的普洛格公司，KSB 公司，里茨公司，英国的海沃德·泰勒公司，瑞典的飞力公司，美国的 B·J 公司，以及日本的日立公司等。

在二次世界大战以后，屏蔽电泵也开始出现和发展。1952 年美国化工泵公司研制了世界上第一台屏蔽电泵，由于这种电泵可以做到完全无泄漏，所以虽然价格比一般化工泵贵几倍，但还是得到广泛应用和飞速的发展。日本看到了这类泵具有美好的发展前景，从五十年代起就引进美国的屏蔽泵制造技术，经过几十年的研究，改进了结构，提高了可靠性，增加生产，降低了成本，使屏蔽电泵的销售量大大上升。目前，日本的帝国泵制作所和日机装株式会社已成为制造屏蔽电泵的有名的大公司，他们的制造技术已返输美国。随着我国石油化工工业的发展，在引进的成套石化设备中也广泛应用了屏蔽电泵，在化工工业中已充分发挥了作用。

与世界上先进国家相比，我国的电泵工业发展较迟。1958

年上海江宁电机厂(上海人民电机厂的前身)设计制造了我国第一台潜水电泵,功率 7kW,扬程仅 10m。经农村试用,由于其结构为下泵式,过滤网在下端部,易被河泥堵住,重量又太重,不便于农村灌溉流动使用,结果只有小批量生产。以后从 1960~1963 年,该厂批量生产了 JN 型潜水电泵,吸取了第一台潜水泵的教训, JN 型功率仅 2.2kW 上泵结构。投入农村市场后就初露头角,四年共生产了 5 千多台,是国内农用潜水电泵的第一代产品。由于该电泵的电动机绕组用环氧树脂封固,但因农村电网条件差,用户用电常识缺乏,常常因为电网电压过低,或人为缺相或过载运行等等原因引起绕组冷热交变频繁,引起环氧树脂开裂,水浸入绕组而导致绕组烧毁。为此,在 1964 年起又开发了 JQB 型第二代 2.2kW 潜水电泵,定子结构有所改进,不用环氧树脂封固而改用玻璃钢屏蔽套封闭定子绕组,并成功地研制应用了整体式机械密封,其可靠性高于 JN 型。投放市场后在农村市场站住了脚跟,人称“水老鼠”。产量也逐年上升,从 1964~1969 年 6 年间投放市场 5 万 6 千多台,其中 1969 年就生产了 1 万 8 千多台并有少量出口。但在农村电网质量差的条件下,电泵容易烧毁的问题还未根本解决,因此该厂在充分调查研究市场的基础上开发了第三代潜水电泵产品——QY 型油浸式潜水电泵。该电泵电机内充油,取消屏蔽套,大大改善了电动机内部的散热条件。转子槽内又独创地放上“磁棒”,使电动机在两相制动的恶劣条件下也不易烧毁。从而在农村电网条件差及缺相机会多的条件下,也获得较好的可靠性和使用寿命。特别是在七十年代采用了氮化硅材料作机械密封磨块,经试验该机械密封寿命已达 8000 小时,这大大提高了潜水电泵的声誉,市场销售量直线上升,1970 年还不到 2 万台,1975 年就超过了 3 万台,1979

年达到 4 万台,1981 年就超过 5 万台,1982 年又超过 6 万台。从 1970~1987 年,该厂的 QY 型潜水电泵累计产量已超过 75 万台。与此同时,各地潜水电泵生产厂如雨后春笋般地出现。在上海人民电机厂潜水电泵生产技术的基础上开发各种潜水电泵。如 QS 型、QX 型、QD 型等潜水电泵大批投放市场。生产潜水电泵的厂也从上海人民电机厂独家生产到有徐州第二水泵厂、安庆潜水电泵厂等几十家工厂,竞相生产。

国内的深井潜水电泵也是在六十年代开始研制开发的。上海人民电机厂在六十年代就开发了 6 吋井纯用的深井潜水电泵,七十年代又开发了 8 吋、10 吋的潜水深井电动机,在唐山地震、开滦煤矿的修复中发挥了重大作用。

上海人民电机厂在六十年代开始就为军工系统生产急需的屏蔽电机和屏蔽电泵,有用于核工业的,也有用于水下推进器的。七十年代,又根据国家重点工程的需要研制了低噪声管道电泵,用于输送热水供暖,样机的噪声低于 30dB。在此基础又逐渐发展了 G 100-30NY、G 50-20 NY、NB 系列等多种不同规格的低噪声管道电泵和暖水电泵,广泛用于集中供热系统,受到用户的欢迎。

但是与当今世界先进国家相比,我国的电泵工业仍处于初级阶段,品种少,应用领域也还不够广阔,还需要继续努力的。

1-2 电泵的工作原理

电泵有各种不同类型,在以后各章中将逐一详细介绍。在本节中只概括说明一些各类电泵的基本共同点和分类。所谓电泵就是由电动机和泵直接联接的泵机合一的统的产品。

也可说,它是机电一体化的产品。

其中电动机虽有单相与三相之分,但一般都是鼠笼式异步电动机。三相异步电动机的工作原理是比较简单的,它由定子与转子组成,定子是一套三相分布绕组,三相绕组沿圆周成 120° 电角度均匀分布。由于三相绕组所通的三相交流电在时间上也相差 120° ,由此定子绕组通电后产生了一个合成的旋转磁场。电机有个鼠笼转子,转子冲片在压铸机或离心铸机中被压紧并铸铝成型,转子冲片上的槽中所铸铝导条与铝端圈就形成了一个“鼠笼”。定子绕组通以三相电流后产生的旋转磁场切割导条,在导条内感应了电动势,由于转子回路是闭合的,该感应电势在转子导条中产生了感应电流,载流导条在磁场中受到电磁力的作用而形成一個力矩使转子旋转。定子产生的旋转磁场是以同步转速 n_1 旋转的,而电动机的转速 n 总是低于这同步转速的,因为如果 $n=n_1$,这旋转磁场就不再切割转子导条,转子中也不会有感应电势,也不会有感应电流,也就没有电磁转矩,电动机势必降速,所以在稳定运行时的转速下,电磁转矩总是与电动机所带动的机械转矩和摩擦转矩相平衡的。由于转子实际转速与定子产生的旋转磁场的同步转速不同,所以称异步电动机。又由于定子旋转磁场在转子中感应电流,又称感应电动机。同步转速与电动机的极对数 p 、频率 f 的关系,以及同步转速 n_1 与电动机稳定转速 n (r/min) 及转差率 s 的关系如下式所示:

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

电泵实质上是一种能量转换的机械,输入的是电能。通

过水泵中的电动机(包括机械密封)电能被转换成机械能,又通过泵将机械能转换成输出液体的能量。

电动机是一种将电能转换成机械能的能量转换器,它的能量转换效率还是比较高的,但也总有损耗,它的能量关系树可由图1-2表示,其中:

输入电功率(W):

$$P_1 = \sqrt{3} U_1 I \cos \varphi$$

式中 U_1 ——线电压, V;
 I ——线电流, A;
 $\cos \varphi$ ——功率因数。

定子铜耗(W): $P_{Cu1} = 3I^2 r$

式中 I ——相电流, A;
 r ——相电阻, Ω 。

定子铁耗(W): P_{Fe} (包括铁心中因交变磁场引起的涡流损耗磁滞损耗)。

电磁功率(W):

$$P_M = P_1 - P_{Cu1} - P_{Fe}$$

转子铝耗(W): $P_{Al} = s P_M$

式中 s ——转差率。

机械损耗(W): P_{fw} (包括轴承损耗和摩擦损耗)。

杂散损耗(W): P_s (由谐波引起的附加损耗)。

输出机械功率(W):

$$P_2 = P_1 - \Sigma P = P_1 - (P_{Cu1} + P_{Fe} + P_{Al} + P_{fw} + P_s)$$

电动机的效率:

$$\eta_M = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

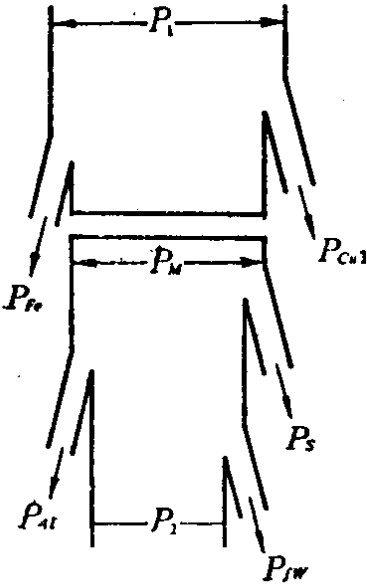


图 1-2 电机损耗分析图

电动机的效率是电动机的固有特性，它主要由设计决定的，当然也与材料性能和制造工艺水平有关。电动机的效率与输出功率的相关曲线是电动机的特性曲线之一。一般电动机在输出功率为额定功率的 75~100% 时的效率曲线比较平坦，都在高效区，而运行点功率过低或超功率运行时电动机的效率都会降低。

对于电动机的运行原理还有一点需要了解的是电动机的机械特性，即感应电动机输出转矩与转速的关系以及泵的转矩与转速的关系及两者的相互关系。

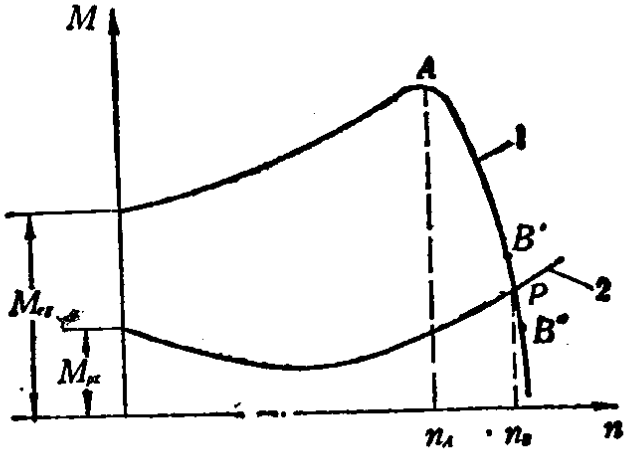


图 1-3 电机与泵的转矩和转速

图 1-3 中：曲线 1 是电动机的机械特性；当转速为零时转矩为堵转转矩 M_{∞} ，此时电动机转子处于堵转状态。A 点转矩为最大转矩 $M_{\max}$ 。图 1-3 中的曲线 2 为泵的机械特性，也即泵的阻力转矩特性。它由随转速增加而降低的静摩擦阻力转矩和与转速成二次抛物线关系的水力阻力转矩合成，所以呈马鞍形。两条曲线相交于 B 点，该点为电泵的工作点。工作点应在转速大于 n_A 的曲线段。因为此时如因某种原因负载转矩增加而至转速下降到 B' 点，此时电动机转矩大于负载阻