

泵类设备 使用与维修问答

王凤喜 涂文义 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



泵类设备使用与维修问答

主编 王凤喜 涂文义
参编 吴 晶 王苏光 徐 游
宁国平 耿 雷



机械工业出版社

本书共分七章,以问答的方式介绍国内、外泵设备的现状与发展、泵类设备使用与维修必备的基本知识;重点介绍离心泵、真空泵、往复泵、回转泵等的结构、使用与维修;最后介绍泵的安装和操作规程,以及各类泵的修理质量要求。

本书可供泵类设备使用与维修、管理与购销人员,以及设计与改造的技术人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

泵类设备使用与维修问答/王凤喜,涂文义主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-111-48870-5

I. ①泵… II. ①王…②涂… III. ①泵-使用方法-问题解答②泵-维修-问题解答 IV. ①TH3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 293355 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:沈红 责任编辑:沈红 蒋有彩 版式设计:赵颖喆

责任校对:刘怡丹 封面设计:路恩中

责任印制:李洋

北京华正印刷有限公司印刷

2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

189mm×239mm·21.25 印张·428 千字

0 001-3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-48870-5

定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

泵是伴随着工业发展而发展起来的通用机械。到 19 世纪，国外工业发达国家已有了比较完整的泵的形式和品种。泵的应用范围非常广泛，从天上的飞机，到地上的钻井、采矿、掘煤；从陆地的汽车、各种机动车、坦克，到海上的舰船；从城乡建筑、居民生活、工厂的锅炉、泵站，到农业的排灌等，到处都能见到泵在工作。为了保证泵的正常运转，必须掌握泵的结构、使用方法及维修技能。为此，我们编写了《泵类设备使用与维修问答》这本书。

本书由王凤喜、涂文义任主编，吴晶、王苏光、徐游、宁国平、耿雷参加了编写。本书是结合我们的实践经验，并参考了已出版的《泵类设备维修问答》《机修手册》，以及泵类技术标准、产品样本、水泵杂志等书刊编写而成，是一本实用性很强的图书。

本书对于从事泵类设备使用与维修、管理与购销人员，以及设计与改造的技术人员都有参考、使用价值，可作为他们的培训教材和自学读本。

作 者

2015. 1

目 录

前言

第 1 章 国内、外泵设备的现状与发展	1
1.1 泵及其在国民经济中的作用如何?	1
1.2 我国泵行业标准体系现状及发展如何?	2
1.3 多相泵的发展与应用有哪些?	6
1.4 我国泵系统节能的现状与发展前景如何?	8
1.5 泵用水润滑轴承的研发和应用如何?	9
1.6 GCB 型高速磁力泵系列开发如何?	11
1.7 工业泵的产品发展方向是什么?	13
1.8 超临界机组给水泵技术的发展现状如何?	13
第 2 章 泵类设备使用与维修必备的基本知识	21
2.1 什么是泵? 泵有哪些分类? 泵的使用范围如何?	21
2.2 什么是叶片泵?	26
2.3 什么是离心泵? 离心泵有哪些分类? 离心泵的结构由哪些部件所组成? 其工作原理是什么? 其特点是什么?	26
2.4 什么是轴流泵? 轴流泵的种类有哪些? 轴流泵的工作原理是什么? 轴流泵的特点是什么?	35
2.5 什么是混流泵? 混流泵工作原理如何? 混流泵有几种? 其结构如何?	37
2.6 什么是旋涡泵? 旋涡泵的种类有哪些? 其工作原理如何?	38
2.7 什么是往复泵、电动往复泵和蒸汽往复泵?	40
2.8 什么是试压泵?	40
2.9 什么是手摇泵?	41
2.10 什么是容积泵? 容积泵工作特点有哪些?	41
2.11 什么是计量泵?	42
2.12 什么是屏蔽泵? 其分类和用途是什么?	42
2.13 什么是轴向柱塞泵? 其用途是什么?	43
2.14 滑片泵的特点是什么? 有什么用途?	44
2.15 低温泵有什么用途? 低温泵的安装和运行要点有哪些?	44
2.16 什么是喷射泵?	45
2.17 什么是隔膜泵?	46
2.18 什么是罗茨泵?	47
2.19 离心泵的运行特点是什么?	47
2.20 轴流泵的运行特点是什么?	48
2.21 回转泵的主要性能是什么?	48

2.22	工业泵完好标准有哪些要求?	49
2.23	真空泵完好标准有哪些要求?	49
2.24	燃料油泵站完好标准有哪些要求?	49
2.25	工业泵的二级保养有哪些要求? 工业泵的大修有哪些要求?	50
2.26	工业泵日常修理和大修工时定额是多少? 工业泵的修理停歇时间定额是多少?	50
2.27	泵常用的管径有哪些?	51
2.28	泵行业常用的标准有哪些?	52
2.29	泵常用的电动机标准有哪些?	57
2.30	泵用电动机如何选择及选择顺序是什么?	59
2.31	泵常用材料的国内外牌号对照有哪些?	60
2.32	表面粗糙度新旧标准与国外标准对照有哪些不同?	66
2.33	各种加工方法能达到的表面粗糙度如何?	67
2.34	什么是联轴器? 联轴器如何分类?	67
2.35	套筒联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	68
2.36	凸缘联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	70
2.37	夹壳联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	73
2.38	爪型弹性联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	75
2.39	弹性套柱销联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	76
2.40	小型万向联轴器结构、用途及技术规格有哪些?	78
第3章	离心泵的结构、使用与维修	80
3.1	IS 型单级单吸离心泵的结构如何? 其用途及技术规格有哪些?	80
3.2	B 型单级单吸悬臂式离心泵的结构如何? 其用途及技术规格有哪些?	88
3.3	Sh 型单级双吸离心泵的结构及特点如何? 其用途和技术规格有哪些?	92
3.4	S 型单级双吸离心泵的结构如何? 其用途和技术规格有哪些?	99
3.5	DA 型单吸多级分段式离心泵的结构及原理如何? 其用途和技术规格有哪些?	115
3.6	D 型单吸多级分段式离心泵的结构如何? 其用途是什么?	122
3.7	XBD 型消防泵有哪几种? 其用途是什么?	124
3.8	XBD 型消防泵技术规格有哪些?	136
3.9	YG 型立式管道油泵的结构及特点如何? 其用途和技术规格有哪些?	147
3.10	YG 型立式管道油泵的安装、起动、停止及维护有哪些要求? 其故障原因和排除方法有哪些?	151
3.11	离心式油泵的结构及特点有哪些?	153
3.12	Y 型离心油泵的结构及机件作用如何? 其用途是什么? 其技术规格有哪些?	154
3.13	旋涡泵的结构如何? 其用途和技术规格有哪些?	159
3.14	JNZ 型渣浆泵产品结构如何? 其用途和技术规格有哪些?	165
3.15	Sh 型离心泵大修有哪些步骤 (以型号 48Sh-22 离心泵为例)?	171
3.16	离心泵的修理工作有哪些内容和要求?	175
3.17	离心泵如何拆卸?	175
3.18	离心泵的零件如何清洗?	177

3.19 离心泵零件如何检查与修理?	177
3.20 离心泵如何装配?	186
3.21 离心泵的试车与验收有哪些要求?	187
3.22 一般泵的常见故障原因与消除方法有哪些?	188
3.23 潜水电泵由哪些部分组成?如何分类?我国潜水电泵常见的产品有哪些?	190
3.24 潜水电泵的故障及其处理方法有哪些?	193
3.25 QJ 系列潜水电泵的结构、特点及技术规格有哪些?	200
3.26 QJ 系列潜水电泵安装、使用注意事项有哪些?其使用条件是什么?	200
3.27 QJ 系列潜水电泵运行中产生故障原因及排除方法有哪些?	214
第4章 真空泵的结构、使用与维修	216
4.1 什么叫真空和真空度?	216
4.2 真空泵的主要性能指标是什么?	216
4.3 什么叫真空泵?其型号含义是什么?如何分类?其工作范围是什么?	217
4.4 W 型往复真空泵的结构如何?有什么用途?其主要性能参数是什么?	218
4.5 SZ 系列水环式真空泵的结构如何?有什么用途?其主要性能参数是什么?	224
4.6 2X 型旋片式真空泵有什么用途?型号含义是什么?主要性能参数是什么? 结构特点是什么?	231
4.7 2X 系列旋片泵外形及安装尺寸有哪些?	233
4.8 W 型往复真空泵使用、维护、检查修理有哪些要求?常见故障与排除方法 有哪些?	236
4.9 SZ 型水环式真空泵使用、维护及修理有哪些要求?常见故障与排除方法 有哪些?	237
4.10 2X 型旋片式真空泵使用、维护及修理有哪些要求?常见故障与排除方法 有哪些?	239
4.11 真空泵油如何分类?其主要性能有哪些?	247
4.12 国外机械真空泵油实测分析数据有哪些?	249
第5章 往复泵的结构、使用与维修	252
5.1 往复泵的特点及主要用途是什么?	252
5.2 往复泵的技术要求是什么?	254
5.3 电动往复泵的结构及性能如何?	258
5.4 电动往复泵如何操作使用?	260
5.5 电动往复泵如何维护?	261
5.6 常用电动往复泵的用途、技术规格有哪些?	261
5.7 蒸汽往复泵的结构如何?	263
5.8 常用蒸汽往复泵的用途、技术规格有哪些?	264
5.9 蒸汽往复泵如何操作使用?	267
5.10 蒸汽往复泵如何维护?	267
5.11 蒸汽往复泵检修内容有哪些?	267
5.12 蒸汽往复泵检修的质量要求有哪些?	268

5.13 蒸汽往复泵的安装要求是什么?	271
5.14 往复泵的试车及验收有哪些要求?	272
5.15 电动往复泵常见故障与排除方法有哪些?	272
5.16 蒸汽往复泵常见故障与排除方法有哪些?	273
第6章 回转泵的结构、使用与维修	275
6.1 什么是回转泵?其分类和特点有哪些?	275
6.2 什么是齿轮泵?齿轮泵有什么用途和特点?	276
6.3 KCB型齿轮泵的结构及性能特点是什么?	279
6.4 齿轮泵的操作使用有哪些要求?	282
6.5 齿轮泵在使用中常见的故障与排除方法有哪些?	282
6.6 KCB型带阀人字齿轮泵常见故障如何排除?	283
6.7 CB型齿轮泵常见故障如何排除?	284
6.8 什么是螺杆泵?其分类和特点是什么?	284
6.9 3G型螺杆泵的结构如何?其性能特点是什么?	286
6.10 3U型螺杆泵的结构如何?其性能特点有哪些?	294
6.11 螺杆泵的操作使用有哪些要求?	298
6.12 螺杆泵的常见故障与排除方法有哪些?	299
第7章 泵的安装和操作规程及修理质量要求	300
7.1 泵的安装一般规定有哪些?	300
7.2 离心泵的安装有哪些要求?	301
7.3 井用泵的安装有哪些要求?	304
7.4 立式轴流泵和导叶式混流泵的安装有哪些要求?	306
7.5 机动往复泵的安装有哪些要求?	309
7.6 蒸汽往复泵的安装有哪些要求?	311
7.7 计量泵的安装有哪些要求?	311
7.8 螺杆泵的安装有哪些要求?	312
7.9 水环式真空泵的安装有哪些要求?	313
7.10 泵的吸入和排出管路的配置要求是什么?	313
7.11 泵类设备操作规程是什么?	316
7.12 深井潜水泵操作规程有哪些要求?	316
7.13 深井潜水泵巡回检查内容是什么?	317
7.14 深井泵操作规程有哪些要求?	317
7.15 深井泵巡回检查内容是什么?	318
7.16 蒸汽往复泵操作规程有哪些要求?	318
7.17 蒸汽往复泵巡回检查内容是什么?	319
7.18 泵房设备操作规程有哪些要求?	319
7.19 泵房设备巡回检查内容是什么?	320
7.20 离心泵操作规程有哪些要求?	320
7.21 油库常用泵操作使用的优缺点及适用范围比较有哪些?	321
7.22 工业泵修理质量要求有哪些?	323
参考文献	330

第1章

国内、外泵设备的现状与发展

1.1 泵及其在国民经济中的作用如何？

答：泵是伴随着工业发展而发展起来的。到 19 世纪，国外已有比较完整的泵的形式和品种，并得到了广泛的应用。在 19 世纪末，一般用途的离心泵产量占整个泵产量的 90% 以上，而动力装置用泵、化工用泵、矿山用泵等特殊用途的泵，仅占整个泵产量的 10% 左右。到 20 世纪 60 年代，一般用途的泵只占 45% 左右，而特殊用途的泵已占 55% 左右。

在 20 世纪初，潜水电泵由美国首先研制成功，并用它来代替深井泵。随后，西欧各国也相继进行研制，并且不断加以改进及逐步完善。如德国的莱茵褐煤矿，使用各种潜水电泵 2500 多台，容量最大的达 1600kW、扬程 410m。我国的潜水电泵是 20 世纪 60 年代发展起来的，其中潜水电泵在南方用于农田的灌溉，且中、小容量的潜水电泵已形成系列，并批量投入了生产。大容量高压的潜水电泵、潜水电动机也相继面世，500 ~ 1200kW 的大型潜水电泵均已在矿山投入运行。例如，鞍山钢铁公司眼前山露天铁矿用 500kW 的潜水电泵排水，雨季效果显著。

通常把用来抽吸液体、输送液体和使液体增加压力的机器统称为泵。从能量观点来说，泵是一种转换能量的机器，它把原动机的机械能转化为被输送液体的能量，使液体的流速和压力增加。泵一般是用来将液体从地势较低的地方抽吸上来，沿管路输送到地势较高的地方去。例如，我们日常见到，用泵把河流、池塘中的水抽上来往农田里灌溉；把地下深井里的水抽吸上来，并送到水塔上去等。由于液体经过泵后压力可以提高，所以泵的作用也可以用来将液体从压力较低的容器中抽吸出来，并克服沿途的阻力，输送到压力较高的容器中或其他需要的地方。例如，锅炉给水泵从低压水箱中抽吸水，往压力较高的锅炉汽包内给水。

泵的性能范围很广，大型的泵流量可大达几十万 m^3/h 以上；而微型的泵流量则在每小时几十毫升以下。其压力可从常压一直高达 1000MPa 以上。泵输送液体的温度最低可到 -200°C 以下，最高可达 800°C 以上。泵输送液体的种类很多，可以输送水（清水、污水等）、油液、酸碱液、乳化液、悬浮液及液态金属等。由于人们日常见到的泵大多是用来输送水的，因此在习惯上称它为水泵。但是，这个名词如作为泵的通称，那显然是不全面的。

实际上泵的应用范围非常广泛，从上天的飞机、火箭，到地下的钻井、采矿；

从陆地上的火车、坦克，到海上的舰船等；不论是重工业还是轻工业，不论是尖端的科学技术还是日常的生活，到处都需要用泵及看到有泵在运行。泵在国民经济各部门都有应用。泵一旦出现故障将直接影响生产，严重时造成停产。如在化工和石油部门生产中，原料、半成品和成品大多是液体，泵就起到输送液体和提供化学反应的压力及流量的作用，在很多装置中还用来调节温度。如果泵一旦出现故障，往往会使整个系统停止工作。因此，有人把泵的作用比喻为化工生产工艺流程中的“心脏”。同时，泵的好坏也直接影响到生产的正常进行，所以泵是化工、石油部门的关键设备之一。另外，在化工、石油部门生产中的液体比较特殊，有的液体易挥发、易燃、易爆或有毒；有的为强腐蚀或高黏性的；有的要求在高温、高压或低温、低压下进行输送等。因此，这些液体就相应地需要一些特殊泵来满足要求，而且要求的数量也很大。

在矿业和冶金工业中，泵也是不可缺少的设备之一。在矿井排水时，如果泵发生故障，矿井就有被淹没的危险。另外，在矿井生产过程中，泵消耗电量很大，它是整个矿山中耗电量最多的设备，一般占到全矿耗电量的 20% ~ 40%，个别矿井高达 50%。特别是我国近年煤矿事故多，泵的工作强度更大。在选矿、冶炼和轧制过程中，泵也是不可缺少的设备。如钢铁厂中用泵供水，且不能间断，否则会损坏生产设备和造成重大事故。

在电力生产部门中，泵也起着很重要的作用。如在热电厂就需要大量的泵，像锅炉给水泵、冷凝水泵，循环水泵和灰渣泵等。其中，锅炉给水泵是电厂中耗电最多的设备。

在农业生产中，泵的作用更为显著。它可用来进行农田排灌，且遇旱能灌，遇涝能排。

在船舶工业中，每艘远洋轮上所用的泵一般有上百台左右，其型式也是各式各样。如船用离心泵，旋涡泵；船用电动齿轮泵、高压齿轮泵；船用螺杆泵、电动单螺杆泵、电动双螺杆泵、电动三螺杆泵；船舶喷水推进混流泵、轴流泵等。

在国防建设中也离不开泵，军舰和坦克炮塔的转动，潜艇的沉浮等都需要用泵。在原子能发电站、核反应堆和火箭导弹基地，不但需要泵，而且对泵有很多的特殊要求。例如能输送高温、高压和有放射性的液体，有的还要求不允许有一点泄漏等。

另外，在城市的给排水及水处理工程中，纺织工业中的输送漂液和染料，造纸工业中输送纸浆，以及食品工业中输送牛奶和糖类等，都需要大量的泵。

由此可见，泵在国民经济各部门中不仅被广泛地应用，而且有其重要的地位和作用。泵是发展各行各业必不可少的机械设备之一，因此，泵类设备维修非常重要。

1.2 我国泵行业标准体系现状及发展如何？

答：自新中国诞生以来，我国泵行业标准体系（以下简称“标准体系”）由零

开始, 发展到现在已经基本完善。从不同年代制定的标准内容、技术水平和数量来看, 我国标准体系的发展基本经历了起步、快速发展和转型等三个阶段。

1. 标准体系现状

(1) 构成 到 2011 年底, 标准体系主体框架共分三层: 第一层是基础通用类标准, 这类标准适用于所有泵; 第二层由“回转式动力泵”“往复式容积泵”“回转式容积泵”和“特殊泵”等四个子体系构成; 第三层是具体产品标准。标准体系框架如图 1-1 所示。

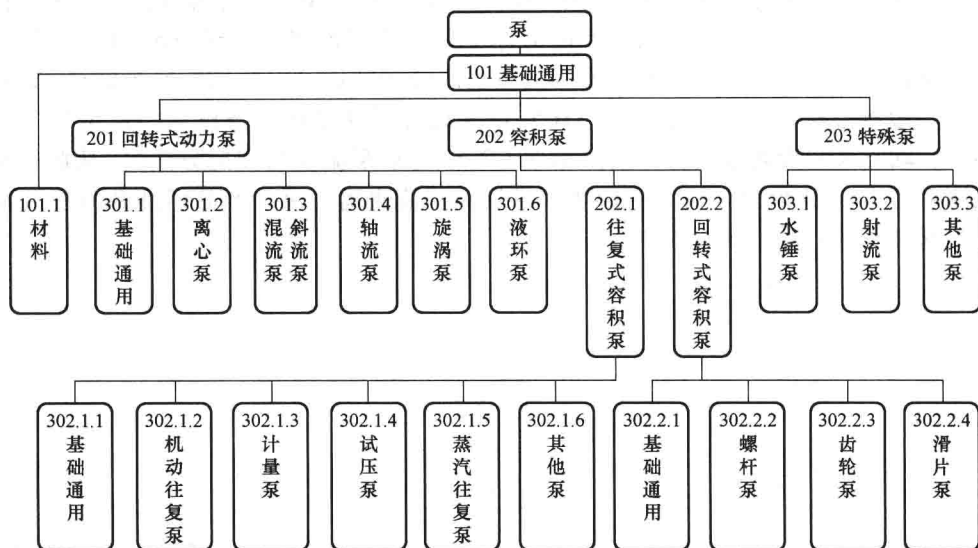


图 1-1 标准体系框架

(2) 位置 标准体系位置如图 1-2 所示。按照 GB/T 4754—2002《国民经济行业分类》，标准体系作为一个基本单元，位于国民经济标准总体“泵、阀门、压缩机及类似机械制造”的子体系中，体系类目代码为“202-23-04”。

(3) 涵盖的标准 到 2011 年底, 标准体系涵盖现行标准总计 82 项, 其中国家标准 31 项, 行业标准 51 项, 标准分类情况见表 1-1。

表 1-1 标准分类情况

基础通用标准	产品标准	方法标准	零部件标准	合计
7	48	20	7	82

(4) 特征 自 2005 年以来, 标准体系显示出自主创新、节能、采用国际标准的三个特征。如《高剪切均浆泵、乳化泵》《液环压缩机》《自吸式回转动力泵型式与基本参数》《高压锅炉给水泵 技术条件》《凝结水和乏汽闭式回收水泵装置》《清水离心泵能效限定值及节能评价》《石油、重化学和天然气工业用离心

泵》等。

2. 标准体系发展过程

(1) 起步阶段 新中国诞生前,我国没有泵制造业,只有属于修配性质的少数零星辅助工种。新中国诞生后,开始了国民经济恢复和建设时期,这段时间是在1949年末到1960年(基本属于第一和第二个五年计划)。为了满足当时农业、电力、矿山资源开发的需要,这期间主要以生产通用的清水离心泵为主,也开始少量生产或仿制合金铸铁(如高硅铸铁)和铬不锈钢等铸造的化工用耐酸泵、使用铸钢件的锅炉给水泵等。由于泵产品品种的增加,开始归纳产品零部件制造技术条件和制定通用标准件,这时我国泵产品的标准化工作开始起步。到1959年,我国第一批泵标准由原第一机械工业部第一机械工业管理局颁布。这批标准分别是TH 4-59《一般离心清水泵技术条件》、TH 5-59《离心深井泵技术条件》、TH 6-59《离心泵、轴流泵和旋涡泵试验方法》和TH 7-59《水泵流量的测定方法》。从此,标准体系诞生(图1-3)。这时的标准体系只涵盖清水离心泵,产品标准和方法(离心泵基础通用)标准各占50%。

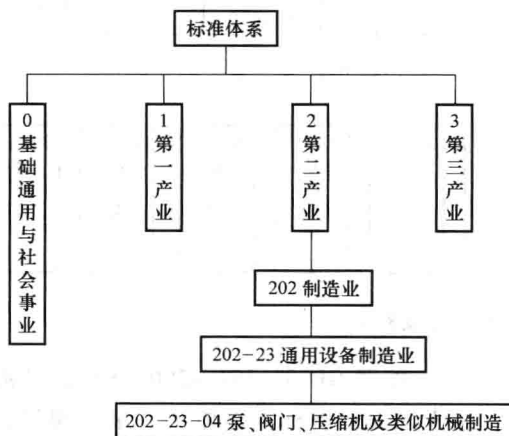


图 1-2 标准体系位置

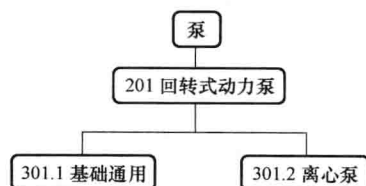


图 1-3 起步阶段的标准体系框架

(2) 第一个快速发展阶段 标准体系的第一个快速发展阶段是在20世纪60年代。这个时期开始进行全国泵行业联合设计。相继设计和整理出BA和B型单级单吸清水离心泵; S、SH和SA型单级双吸清水离心泵; Y型离心油泵; F型耐腐蚀离心泵; D和DA型多级清水离心泵; DG型中压锅炉给水泵; YG型管道式离心油泵; FY型液下泵; W型旋涡泵; JQ型深井潜水泵; R型热水循环泵; SZ型水环式真空泵和压缩机等16个系列产品图样。与此同时,除修订了3项标准以外,还制定了7项标准。标准总数达到11项,标准体系首次涵盖了容积泵(图1-4),使标准体系进一步完善。

(3) 第二个快速发展阶段 标准体系的第二个快速发展阶段是在20世纪80

年代,标准数量快速增加,与此同时标准开始向市场化转型。这期间标准总数已达到76项,其中有国家标准20项,行业标准或“局批企标”56项。这时的标准体系已接近完整,技术水平与国际通用水平相当,已能够满足火电、石油、化工、冶金、城市给排水及部分舰船等领域应用泵的需要。第二个快速发展阶段的标准体系如图1-5所示。图1-6为泵振动检测数据图。它是2011年修订《泵的振动测量与评价方法》时,抽检泵振动性能的统计图。

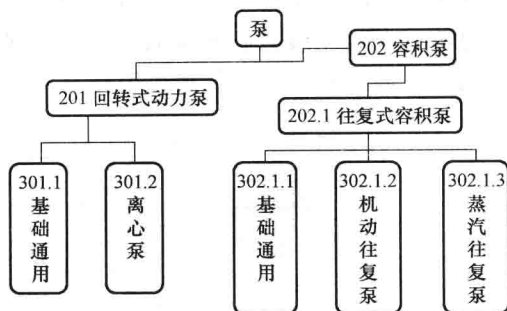


图 1-4 第一个快速发展阶段的标准体系框架

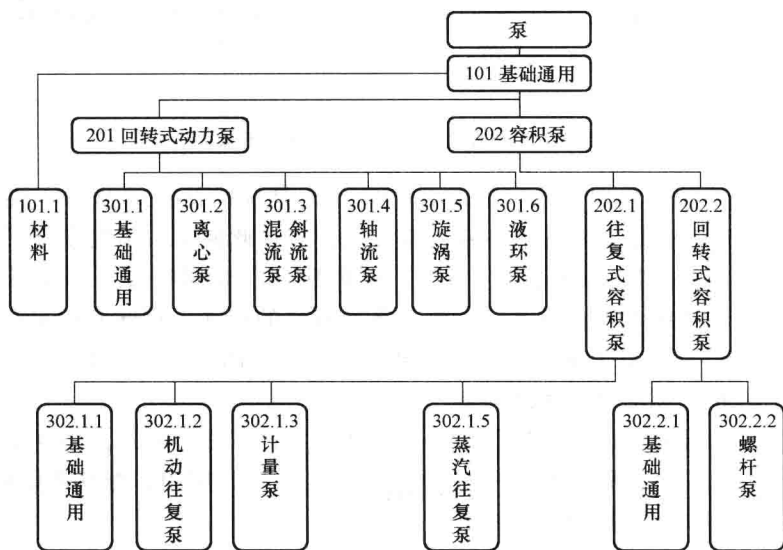


图 1-5 第二个快速发展阶段的标准体系框架

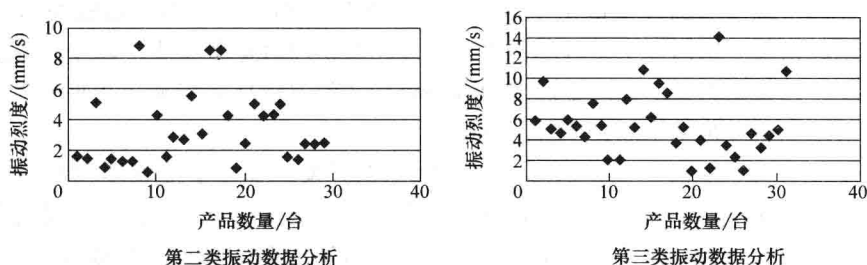


图 1-6 泵振动检测数据图

图 1-7 示出比转速 120 ~ 210 单级离心水泵效率。这是 2010 年搜集的离心泵效率实测值，在《单级离心水泵效率》设计点效率曲线上的散点图。指标经实践验证表明，该项标准至今仍然适用。

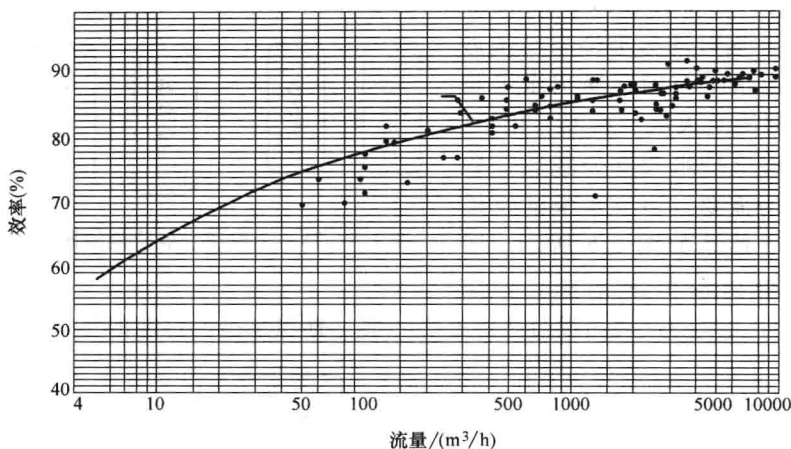


图 1-7 比转速 120 ~ 210 单级离心水泵效率

(4) 第三个快速发展阶段 1990—2000 年，是标准体系的第三个快速发展阶段。如图 1-1 所示，这期间标准体系已基本完善。在此期间，不仅修订了大量的标准，还根据市场需求情况补充了计量泵、单螺杆泵和双螺杆泵、滑片泵等产品标准。此外，诸如高压水冲洗设备、射流泵等特殊泵的标准也相继发布实施。

2000 年，这些产品质量分等标准全部废止，标准体系完成转型。

3. “十二五”标准体系发展动向

标准体系的补充和调整取决于市场的需求。“十一五”期间，经复审，淘汰了 9 项既无市场需求、又无行业性的产品标准。“十二五”期间，继续调整标准体系。“十二五”标准体系框架如图 1-8 所示。

1.3 多相泵的发展与应用有哪些？

答：海上油气田的开发催生了这一门颇有难度的新技术。多相混输技术的核心是多相流混输泵。国内外十多种不同类型的多相泵，经过竞争淘汰，如今主流泵型只剩下两种：回转动力式的螺旋轴流多相泵和容积式的双螺杆多相泵。这两种多相泵虽然形式与基本原理截然不同，但各有优势和利弊。

海上（近海、深海）油田的石油天然气勘探开发，催生了油气多相混输技术的诞生和发展。这是由于油气分开各自单独铺设管线，投资耗费过于巨大。采用多相混输技术后，油气输送可以共用一条管线，从而大幅减少管线和设备的建设投资费用，还可以减少投运后的管线运行和监控费用。由于涉及远距离输送，所以这项多相混输

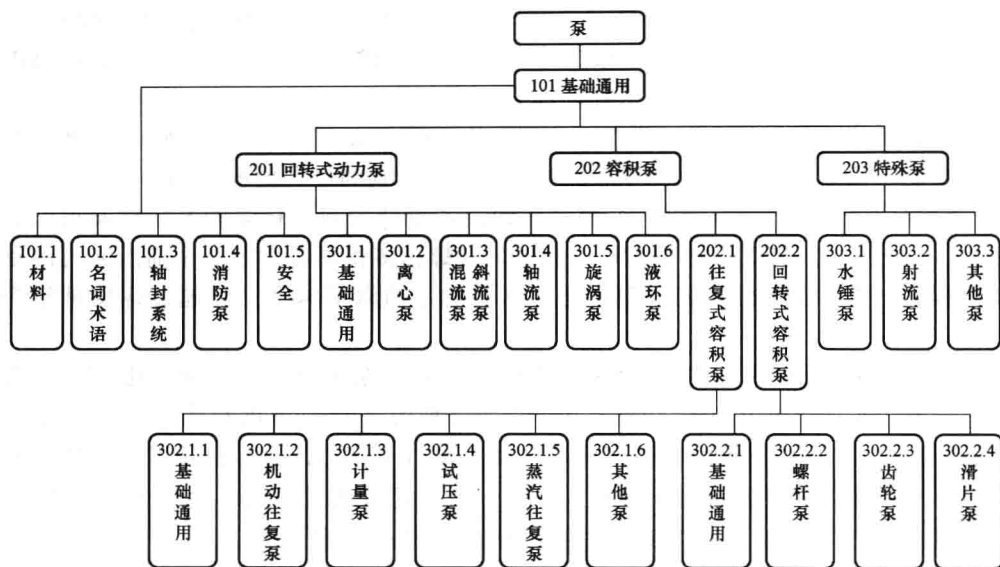


图 1-8 “十二五”标准体系框架

技术的开发经济意义重大。

多相泵是输送油气多相流的关键设备。现在可以成功地投入工业生产的主流泵型只剩下两种：一种是属于回转动力式泵的螺旋轴流式多相泵，另一种是属于容积式泵的双螺杆多相泵。这两种基本类型截然不同的多相泵，各有优势和弊端，应用时需要审时度势具体分析。

螺旋轴流多相泵的排出流量，比双螺杆多相泵大得多，结构紧凑；能够在高含沙量下运行，对所含固体沙粒不敏感，多相流中含固体沙粒量（即含沙率）可以超过 5%；含气率范围可达 10% ~ 90%，不及双螺杆多相泵大（可达 97%）；介质的黏度范围不如双螺杆多相泵宽，介质黏度太大会使泵效率急剧下降，甚至无法运转。目前世界上排量最大的螺旋轴流多相泵流量可达 $3300\text{m}^3/\text{h}$ ，单机功率最高达 6000kW 。

双螺杆多相泵因双螺杆泵的固有特点，使其具有一些无可比拟的独特优势：①具有强制输出气液的特性，无论含气率如何变化，都可以强制排出，介质含气率可达 97%；②能够输送黏度很大的油气混合流，介质的动力黏度范围可以从 $2 \sim 2000\text{cP}$ ；③由于主、从螺杆不是依靠互相啮合来驱动，而是各自依靠外置的同步齿轮来驱动，主、从螺杆之间，螺杆与定子之间互不接触，所以能够耐“干转”，即短时间输送 100% 的气体；④双螺杆多相泵具有较高的容积效率。

双螺杆多相泵的缺点是：①介质含沙率不如螺旋轴流多相泵大，不能超过 5%；②目前见到的双螺杆多相泵的最大流量，远不如螺旋轴流多相泵大，据美国富斯公司实测到的双螺杆多相泵的最大流量只有 $600\text{m}^3/\text{h}$ （90000 桶/日）。

2008年,由英国壳牌石油公司、法国道达尔公司、英国石油公司(BP)、巴西石油公司联合研制的一台螺旋轴流多相泵样机试验中,达到15000kPa(150bar),相当于清水1500m水柱。在进口含气率为50%时,这个扬程值是一个突破,表示该泵如采用2台在海下泵站中通过串联后就可以在海下2000~3000m水深处采油。这是现在见到全世界螺旋轴流多相泵达到的最大扬程(压差)。

德国鲍诺曼(Bornemann)泵公司一台最新设计的双螺杆多相泵,试验得到的扬程(压差)达17200kPa(172bar)。这是双螺杆多相泵研发中一个前所未有的重要里程碑,表示双螺杆多相泵现在能够达到的采油海下深度已经超过螺旋轴流多相泵。

装在海下多相泵站内的一台多相泵机组(包括泵本身、海下高压电动机、高压电气操控系统等)的重量约达20t,可见这种海下技术难度很大。在海下这种“双用途泵站”内,多相泵既可以串联(抽3000m海深),也可以并联。如果多相泵(指螺旋轴流多相泵)的排量很大,则一台泵可以通过并联,为几个油井服务。现在见到的最多可达一台多相泵,供四个油井抽送油气混合流。

1.4 我国泵系统节能的现状与发展前景如何?

答:泵是一种高耗能通用机械。在发展我国节能减排的绿色经济中,泵系统节能所占地位可谓举足轻重。

1. 泵系统节能

泵系统节能是从系统的角度全面地衡量和评价节能效果。它不仅要求泵和电动机(或其他原动机)具有较高效率,而且要求包括管路、阀门、传动装置、变频器等在内的系统装置,以及控制元件有较小的能耗,同时要求泵与系统装置能很好地匹配,使泵工作在最优工作区。一个泵系统可以由以下要素构成:泵、电动机、阀门、管路(含直管、弯管、变径管、管接头等)、变频器(包含在控制柜中)。

泵的寿命周期成本LCC(Life Cycle Cost),是考核泵系统节能的一项重要指标。泵的系统优化设计,是泵系统节能的关键和前提。研究泵系统节能之前,首先要研究泵的寿命周期成本。

泵系统可分为新建泵系统和已建泵系统。

2. 国外泵系统节能状况

纵览全球,在节能方面做得比较成功的国家有德国、日本、英国、美国等。特别是日本和德国,在第二次世界大战之后,在工业节能方面成就令世人瞩目。

美国在泵系统节能方面走在了世界的前列,不但设立了相关的行业管理与协调机构,实施了详细的泵系统节能教育计划(PSM),而且建立了合理的泵系统模型,以及泵系统节能的能效评估体系。

3. 我国泵系统节能的现状

(1) 政策、法规及相关标准 目前关于泵系统节能,国内仅有几个边缘的政

策法规及标准,例如 GB/T 26921—2011《电机系统(风机、泵、空气压缩机)优化设计指南》、GB/T 16666—1996《泵类及液体输送系统节能监测方法》《合同能源管理项目财政奖励资金管理暂行办法》、GB 19762—2007《清水离心泵能效限定值及节能评价》、GB 18613—2006《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》等。

(2) 泵系统节能技术培训 国家发改委、中国终端能效项目办公室、中国节能协会节电与绿色电能委员会,在 2008 年举办了电机系统节能培训和泵系统节能培训。

4. 我国泵系统节能的前景

(1) 我国的泵系统节能市场 根据全国第三次工业普查公布的统计数字,我国水泵的(运行)总装机容量约为 1000 万 kW(目前这个数据估计为 1500 万~2000 万 kW),在国民经济中占的比例很大,节能潜力很大。

据资料显示,我国泵的用电量约占全国用电量的 20.9%。和国外相比,我国没有改造的泵类产品的效率,平均比国外低 3%~5%,而整个系统的效率同比低 20%左右,所以存在非常大的节能潜力。国内大量研究和成功的案例表明,应用系统方法,在对系统进行全面测试分析的基础上,应用最合适的手段对泵系统进行优化,可以达到 30%~50%的节能效果。

由此可见,我国的泵系统节能市场空间巨大,有很大的开发潜力。

(2) 泵系统节能行业的发展机会 随着我国泵系统节能市场的不断发展,将会催生出一大批泵节能服务公司。节能行业市场会出现急速发展的态势,同时会出现一些信誉良好的节能评估和认证的第三方机构,节能技术也会得到进一步的发展。

总之,我国泵系统节能刚刚起步,节能行业和技术亟待规范。“十二五”期间,国家将会进一步深化能源及节能政策,泵系统节能行业任重道远,前景看好。

1.5 泵用水润滑轴承的研发和应用如何?

答:近几十年来,在许多泵类产品中,采用以自身输送的液体作为冷却润滑液的水润滑滑动轴承,已经成为产品设计的一种发展方向,对船用离心泵、混流泵和轴流泵更是如此。水润滑轴承在离心泵、轴流泵、混流泵和立式结构泵,以及某些大负荷、高转速、大流量和多级泵中采用。它在下列几个方面具有明显的优点:

1) 采用泵本身输送的水液润滑,从而免除了输送的水液被采用油润滑轴承时的润滑油所污染。

2) 由于采用水润滑,可以省去油润滑的油路系统及冷却系统,从而大大简化泵结构。

3) 采用水润滑轴承可以使泵在高转速下运转,且大大缩小泵的尺寸。