

泵站应用技术

BENGZHAN YINGYONG JISHU 朱永庚 王立林 董树本 王树春 等/编著



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

泵站应用技术

朱永庚 王立林 董树本 王树春 等/编著

内容提要

本书是了解和掌握泵站运行维护及管理必备的专业教材。本书理论联系实际,紧密结合引滦入津工程尔王庄泵站群运行管理的实际情况,重在实际操作。全书共有九章,包括绪论、泵站设备、供配电系统、计算机监控系统、辅机设施、流量计量、水工设施、泵站运行管理和安全用电,对读者学习、掌握泵站运行管理和机电设备安全运行及维修维护方法等方面都有所帮助。

本书可作为大中专和职业院校学生的参考教材,也可作为各类泵站运行维护人员的业务技能培训、普及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

泵站应用技术 / 朱永庚等编著. —天津: 天津大学出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 5618 - 3611 - 8

I. ①泵… II. ①朱… III. ①泵站—运行 IV. ①TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 148560 号

出版发行	天津大学出版社
出版人	杨欢
地址	天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)
电话	发行部: 022 - 27403647 邮购部: 022 - 27402742
网址	www. tjup. com
印刷	昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经销	全国各地新华书店
开本	185mm × 260mm
印张	17. 25
字数	398 千
版次	2010 年 8 月第 1 版
印次	2010 年 8 月第 1 次
定价	36. 00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向我社发行部联系调换
版权所有 侵权必究

本书编委会

主	编	朱永庚	王立林			
副	主	编	董树本	王树春		
编	写	人	员	于文恒	杨德龙	邢占岭
参与编写人员		王永胜	闫洪兴	路明利	李秀凯	卢少同
		谷守刚	闫凤剑	王永早	李海峰	岳向宽
		李国强	张立晖	王永广	邢洪泉	周金达
		郝福连	李志华	王国庆	绍凯	王德辉
		周国				

前 言

泵站在排灌、引供水等水利工程中起着不可替代的作用。随着我国社会经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,工农业生产和人民生活用水量迅速增长,水利基本建设如火如荼,大型跨流域调水工程相继规划实施,防洪减灾、抗旱增收等基础设施建设的投入不断增加。这些需求拉动了我国泵站建设和泵站升级改造突飞猛进的发展,装机容量和经济效益、社会效益迅猛增长。为了管好、用好各类泵站,编写一套适合现代泵站运行管理维护的教材是非常必要的。

引滦入津工程是我国第一个跨流域引供水工程,而尔王庄管理处(简称我处)则因管理着尔王庄引供水枢纽,在引滦入津工程中的地位尤为突出,其管理的8座泵站,形成了我国北方城市供水工程最大的泵站群。20多年来,我处向全国水利同行学习求教,在泵站运行管理科学化、规范化、精细化、现代化方面不断摸索,积累了一些经验。在此基础上,根据实际需要,我处组织常年从事泵站运行管理的专业技术人员,编写了本书。本书最大的特点是,其内容为多年泵站实践经验的总结,科学实用,具有较强的针对性。全书共分九章,涉及泵站设备、供配电系统、计算机监控系统、辅机设施、流量计量、水工设施、泵站运行管理和安全用电等内容,详尽地阐述了泵站运行管理中需要的基础知识,并对日常运行、维护所遇到的经常性进行了实例说明。为了提高读者的学习效果,在每章后面都列有针对性较强的习题,供读者思考。

本书适合大中专、职业院校学生学习使用,也可作为大中小型泵站维修、运行人员培训的专业教材。我们希望通过本书为广大读者提供内容丰富、学以致用、学以致用的教学资料,培养读者的实际操作技能和自主学习能力,为教师灵活、高效地组织教学活动提供便利,同时希望本书能够对泵站培训和泵站管理人员业务水平的提高起到推动作用。

本书在编写过程中,得到了天津市水务局于子明、刘尚为等多位专家的指导,并进行了反复修改,使结构更加严谨,理论更加简明,内容更加系统,知识更加广泛。在此,我们对在本书编写过程中给予大力支持的科研院所、专家学者表示诚挚的感谢!对我们所参考的文献资料的作者表示真诚谢意!

由于编者水平有限,又缺乏教材编纂经验,不足之处在所难免,恳请广大读者原谅,并请不吝赐教,批评指正,以利修正完善。

本书编委会

2010年4月

目 录

第一章 绪 论

第一节 泵站工程概况	1
第二节 泵站结构组成	3

第二章 泵站设备

第一节 水泵	6
第二节 电动机	24
第三节 励磁装置	41
第四节 电力变压器	61
第五节 开关柜	72
第六节 电容器	78
第七节 电力电缆	84
第八节 阀门	93

第三章 供配电系统

第一节 35 kV 供电系统	100
第二节 6 kV 供电系统	102
第三节 0.4 kV 配电系统	103
第四节 直流供电系统	105
第五节 供配电系统保护	107
第六节 供配电系统计量	145
第七节 变电站倒闸操作	147

第四章 计算机监控系统

第一节 计算机监控系统的总体结构和功能	159
第二节 计算机监控系统的使用	167
第三节 计算机监控系统常见问题的处理	168

第五章 辅机设施

第一节 站内排水系统	169
第二节 技术供水系统	172
第三节 真空系统	174
第四节 清污设施	181
第五节 其他辅机控制保护	187

第六章 流量计量

第一节	概述	197
第二节	电磁流量计和超声波流量计的特点	197
第三节	电磁流量计和超声波流量计的基本原理	198
第四节	流量计的具体应用	203
第五节	维护	206

第七章 水工设施

第一节	进水建筑物	208
第二节	泵房	209
第三节	出水建筑物	211

第八章 泵站运行管理

第一节	日常管理	213
第二节	人工开机操作	226
第三节	人工停机操作	233
第四节	微机控制开停机操作	235
第五节	异步离心机组开停机操作	241

第九章 安全用电

第一节	电气试验与移动设备使用	246
第二节	常用电工仪表	254
第三节	防雷与接地	258

参考文献	267
------------	-----

第一章

绪 论

第一节 泵站工程概况

一、发展历程

泵站工程是将电（热）能转化为水的势能，从而进行农业灌溉、城市供水、渍涝排水及跨流域调水的一项综合性水利工程。新中国成立 60 多年来，随着科学技术的进步、国民经济的发展以及现代化农业对排灌、节水要求的日益提高，我国泵站工程技术有了突飞猛进的发展，取得了举世瞩目的辉煌成就。

我国古代就有用风力、水力、畜力、人力为动力的提水机具进行灌溉排水的悠久历史。早在仰韶文化时期，就发明了尖底带耳陶罐，用系绳从井或河流中提水；商代就制造出了戽斗；公元前 770—前 476 年春秋时代制造了符合杠杆原理的桔槔，随后又发明了符合绞盘原理的辘轳；东汉时发明了水车，东汉末年又制造出了汲水量较大的龙骨车；公元 800 年唐代由于轮毂机械发展和水排的运转经验，发明了筒车，使连续提水有了可能，将水力资源转化为动力；公元 1276—1368 年元代开始用畜力带动翻车，筒车也有了高转式；到了明末，还创制了构造比较复杂的斗子水车——八卦水车。

在 20 世纪初我国才开始运用机械进行提水，首先在杭（州）嘉（兴）湖（州）地区以及太湖附近采用了小型的抽水机和小型煤气机拖带龙骨车进行提水灌溉。1924 年江苏和天津开始使用电动机驱动水泵。新中国成立初期，机电提水动力仅有 9.42×10^4 kW，提灌面积 22.5×10^4 km²，约占当时灌溉总面积 2480×10^4 km² 的 0.9%。机电提水动力不仅数量少，而且在质量上也很落后。

新中国成立 60 多年来，我国泵站工程建设取得了举世瞩目的成就，泵站工程规模与效益不断扩大，与之相关的科学研究与工程技术水平日益提高，其发展大体上可分为四个阶段。

1. 起步阶段（1949—1957）

根据当时中国农业生产发展要求以及机械设备和能源供应的可能，这一阶段的特点是以小型为主，集体办为主，动力以内外燃机为主，有条件的地区少量发展一些电动机。

2. 全面推广与发展阶段（1958—1965）

这一时期的特点是随着中国电力、石油工业的发展，农田灌排动力发展逐步转向机（柴油机）电并举，并淘汰了煤气机、锅驼机。在全国广大农村普遍兴建了一大批中小型

机电灌排泵站，并在长江中下游和山西、陕西等省陆续兴建了一些大型灌排泵站，为提高中国机电灌排泵站建设和管理技术水平积累了宝贵经验。

3. 稳步发展阶段（1966—1978）

这一时期的发展主要集中在北方平原地区的机井建设、南方低洼易涝地区大型排水泵站和西北旱塬高扬程灌溉泵站的建设，我国大型泵站的发展进入了一个新的阶段。这个阶段的发展特点是全国各地泵站建设热情空前高涨，有力地促进了农村机电化的进程，加速了我国农村电力、交通、水利的飞跃发展。

4. 综合发展阶段（1979 至今）

这一时期机电灌排工作贯彻“加强经营管理，讲究经济效益”的水利方针，重点开展以节能节水为中心的技术改造，以充分发挥泵站工程的经济效益和社会效益，是我国大型泵站发展最快的时期。大批大型泵站及跨流域调水工程如引滦入津工程、东深供水工程、陕西东雷抽黄工程、山东引黄济青工程、宁夏固海扬水工程等相继建成并投入使用，南水北调工程也已开工建设，部分工程已投入使用。泵站工程从工程规划、设计、施工、安装到运行管理，整体水平上了一个新台阶。

二、地位与作用

水利是国民经济的重要基础设施，而泵站工程是水利工程的重要组成部分，在解决洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化这当今三大水资源问题中起着不可替代的作用，特别是大型泵站，它承担着区域性的防洪、除涝、灌溉、调水和供水重任，在我国国民经济可持续发展和全面服务于小康社会的建设中，占有非常重要的地位，主要体现在以下几个方面。

1. 灌溉方面

提灌泵站灌溉效益主要表现在农业干旱的减灾方面，最具代表性的是我国西北地区一些干旱和半干旱地区。自 20 世纪六七十年代开始，在甘肃、山西、陕西、宁夏等省（区）陆续兴建了一批高扬程提灌工程，开发利用两岸的水土资源，发展工农业生产，使这些地区的农业生产获得了迅猛发展。

2. 排涝方面

泵站工程的排涝效益以平原湖区最为显著。例如，湖北的江汉平原、广东的珠江三角洲、东北的三江平原及浙江的杭嘉湖平原均为洪涝灾害严重地区，由于泵站工程的建设实现了百业兴旺。随着我国城镇化发展速度的加快，这些地方的人口和资产密度不断增大，泵站的减灾效益也越来越明显。

3. 生态环境方面

泵站对受益区生态环境的改善起到了重要作用，实现了人与自然的和谐相处。西北地区高扬程泵站的建成，改变了严酷的荒漠条件，有效地阻止了沙漠南移，给旱川带来了生机。在风沙滚滚的荒漠区，镶嵌了数十万亩的块块绿洲。数十万亩草地、林地的退耕还林、还草工程，正在西部大开发政策的带动下逐年实施。

4. 调水供水方面

泵站工程随着时代的进步,它的发展方向已不仅仅为农业服务,特别是近些年,它在城市供水、工业供水、跨流域调水方面所发挥的作用越来越大。在我国经济高速发展的今天,泵站工程的地位越来越重要。例如,已经建成投产的引滦入津调水工程是采用三级提水将滦河水逐级提升后流入天津,全线共兴建大型泵站4座,装有大型轴流泵27台,总装机容量 2×10^4 kW。它为彻底改变天津地区城市缺水状况、促进城市综合发展做出了重大贡献,为跨流域调水工程中的大型电力泵站建设积累了宝贵经验。

第二节 泵站结构组成

泵站结构组成大体可分为机电设备和建筑设施。机电设备分主机设备和辅助设施,主机设备主要为泵和动力机(通常为电动机和柴油机);辅助设施包括充水、供水、排水、通风、压缩空气、供油、起重、照明和防火等设备。建筑设施包括进水建筑物、泵房、出水建筑物、变电站和管理用房等。

一、主机设备

(一) 泵

泵是泵站工程中的核心部分,它是一种用于转换能量的通用机械,它把动力机的机械能或其他能源形式的能量传递给所抽送流体,使流体能量增加,从而把流体从低处抽提到高处,或从一处输送到另一处。

泵的分类方法有很多,按工作体的工作原理可分为以下三种。

1. 叶片式泵

它是通过泵工作体(叶轮的叶片)和液体相互作用来传递能量,使液体能量增加,如离心泵、轴流泵和混流泵。

2. 容积式泵

它是通过工作体容积的周期性变化对液体产生挤压,使液体能量增加,如活塞泵、柱塞泵、齿轮泵和螺杆泵等。

3. 其他类型泵

除上述工作体为液体以外的其他泵。它是通过流体的相互紊动混合来传递能量,使液体的能量增加,如射流泵、空气抽水机和水锤泵等。

除按工作原理分类外,泵还可按其他方法分类和命名:按驱动方法可分为电动泵和水轮泵等;按结构可分为单级泵和多级泵;按用途可分为锅炉给水泵和计量泵等;按输送液体的性质可分为水泵、油泵和泥浆泵等。

(二) 动力机

动力机给泵提供动力支持。配套水泵的动力机,常用的有柴油机和电动机。电动机

比柴油机安全,备用系数略高。通常柴油机用于农田灌溉、小型排涝和移动式泵站的选型动力,而电动机多为泵站动力机的选型动力。中小型泵站经常选用鼠笼型、绕线型异步电动机,对于大型泵站,我国几乎都采用了低速大型同步电动机与水泵直联配套。低速大型同步电动机具有效率高、功率因数超前的特点。在同步电动机运行时,可通过调节转子上的直流励磁电流来改变功率因数,使电动机功率因数能保持在较高水平。以后章节将会对电动机开关柜、励磁装置及其他配电装置进行着重阐述。

二、辅助设施

辅助设施主要包括油系统、水系统、管路及阀门、真空装置、调角机构、天车等装置。

(一) 油系统

泵站的机电设备在运行中,由于设备的特性、要求和工作条件的不同,需要使用不同的油品,对机组转动部件进行润滑、散热和能量传递。

油系统由一套设备组成,如管道、控制元件等。油系统的作用是完成用油设备的给油、排油、补充油及油的净化处理等。油的种类很多,大体可分为润滑油和绝缘油两大类。

(二) 水系统

水系统分为供水系统和排水系统两大类。供水包括技术供水(也称生产供水)、消防用水和生活用水。排水主要是排除机组运行、检修期间的各种废水,机械封水部分漏水,水工建筑物渗水以及调相运行时进水流道,泵室内积水等。

(三) 管路及阀门

管路包括供排水管路、油管路、气管路;阀门包括主输水管路逆止阀、蝶阀和辅助设施管路上的截止阀、逆止阀等。

(四) 真空装置

真空装置主要用于离心泵机组启动前使机组进水管路及泵室内形成真空,只有在真空的条件下这些系统才能启动输水。

(五) 调角机构

调角机构用于全调节水泵浆叶工作角度的调节,使机组在合适的工作环境下以最优的工况运行。

(六) 天车

天车主要用于泵站大型机电设备安装、检修时,设备的吊装。

三、建筑设施

(一) 进水建筑物

进水建筑物包括引水渠道、前池、进水池等。其主要作用是衔接水源地与泵房，改善流态，减少水力损失，为主泵创造良好的引水条件。

(二) 泵房

泵房即为安装主机组和辅助设备的建筑物，是泵站的主体工程，其主要作用是为主机组和运行人员提供良好的工作条件，它是泵站的主要建筑物。

(三) 出水建筑物

出水建筑物有出水池和压力水箱两种主要形式。

(四) 变电站

变电站的主要设备是开关和变压器，主要作用是為泵站机组及设备提供可适用的电源。

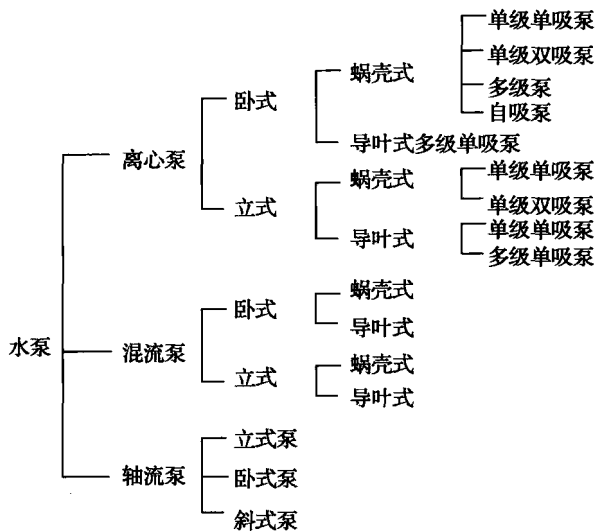
第二章

泵站设备

第一节 水泵

在我国，水泵设备广泛应用于农业灌溉、防洪抗旱、城市供排水和一般的工业、企业及跨流域引供水泵站中。水泵的类型很多，其用途也各不相同，主要可分为有转子泵和无转子泵。有转子泵是靠高速旋转或往复运动的转子，把动力机的机械能量转变为提升或压送液体的能量，如叶片泵、容积泵；无转子泵是靠工作流体把工作能量转换为提升或压送液体的能量，如水锤泵、射流泵等。但在实际城市供水、排水等方面用得最多的还是叶片泵。水泵的主要类型如表 2.1 所示。

表 2.1 叶片泵分类



轴流泵的工作原理是叶轮桨叶与水作用产生升力，将水推向泵的出水口；离心泵的工作原理是通过高速旋转叶轮的离心力将水推向泵的出水口；混流泵介于轴流泵和离心泵之间，叶轮工作时既产生升力也产生离心力。下面主要介绍轴流泵和离心泵。

一、轴流泵

(一) 轴流机组典型装置介绍

下面以天津市引滦入津工程尔王庄管理处暗渠泵站为例，简要介绍典型轴流泵机组。

1. 产品型号、名称

水泵型号：1400ZLQ6—7。其中，“7”表示扬程为7 m；“6”表示最大流量为6 m³/s；“Q”表示为全调节；“ZL”表示立式轴流泵；“1400”表示泵弯管出水口直径为1 400 mm。

2. 性能参数

设计流量为5.5 m³/s；设计扬程为7 m；配用功率为630 kW；转速为375 r/min；泵效率为88.2%；叶片数为4片；扬程范围在5.06~9.0 m；叶片调节范围为-6°~+6°。

(二) 轴流泵的结构

该泵站轴流泵由进水喇叭、叶轮、导叶体、出水弯管、泵轴、轴承、密封装置、叶片调节机构等部分组成。下面简要介绍轴流泵的主要部件。

1. 转子部件

叶轮是轴流泵的主要工作部件，通常由叶片、轮毂体和导水锥组成。该泵为全调节式，叶片的调节是通过调节器来完成的。叶片为4片，叶片调节范围为-6°~+6°。它是轴流泵机组的心脏。它由转子件和转叶机构等组成，转子件材质为铸钢，叶片为不锈钢，如图2.1、图2.2所示。

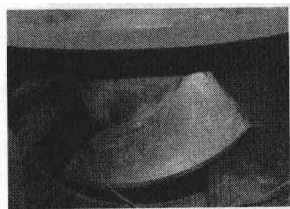


图 2.1 转浆叶轮

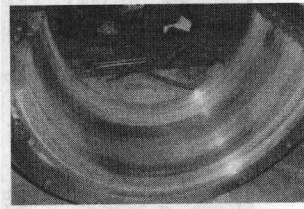


图 2.2 叶轮室外壳

转叶机构安装在转子件腔内，由拐臂、连杆、操作架、拉杆等零件组成。转动叶片角度时，拉杆上的作用力通过四连杆机构传递到叶片转轴，迫使叶片转动，拉杆上的作用力达 $\pm 9.31 \times 10^4$ N，行程为 ± 18.3 mm。叶片根部和转子体采用耐油胶料封闭。

主轴为空心轴，上端通过法兰与电机法兰相连，下端通过法兰与转子体相连（上端也可以叫电端，下端也可以叫水端），主轴材料为35号钢锻件。在泵轴承和填料密封部位，轴上采用包焊不锈钢。主轴中间装有拉杆，电机拉杆通过套筒螺母与主轴拉杆连接，并在主轴与电机轴连接处设有拉杆轴承，轴承固定在轴上，起导向作用。轴承采用青铜，涂上黄油作润滑剂。泵拉杆与操作架连接，并通过转子体内滑动轴承起导向作用。泵轴为泵最长件，长为4 840 mm。

2. 导叶体

导叶体由导叶、导叶毂和叶轮外壳共同组成。导叶体的作用是把从叶轮中流出的水流旋转运动转变为轴向运动，在圆锥形导叶体中能使流速逐渐减小。这样一方面可以减少水头损失，另一方面可以把一部分水流的动能转变为压力能。

3. 泵轴

泵轴是用优质碳素钢锻造，用以传递扭矩。该轴流泵泵轴为空心结构，一是减轻重量；二是装设调角拉杆，调节叶片角度。在泵轴与水导轴承接触的地方，包有一层不锈钢，以提高光洁度及耐磨性和耐腐蚀性，如图2.3、图2.4所示。

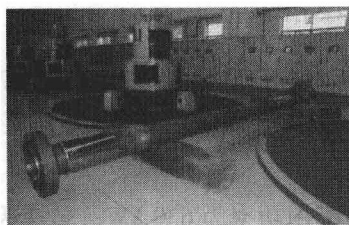


图 2.3 水泵主轴



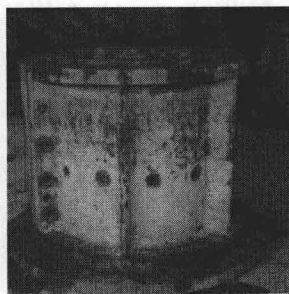
图 2.4 不锈钢轴衬

4. 轴承

轴承采用分块式水润滑橡胶轴承，橡胶浇注于铸钢的轴瓦衬上，轴瓦衬用螺钉固定在分半的铸铁轴承体上，轴承体用螺钉（或螺栓）固定在导叶体内。润滑水由专门的供水设备提供过滤清水，需水量为 $0.4 \sim 0.5 \text{ L/s}$ ，水压力为 0.15 MPa ，轴瓦内孔开有轴向槽。轴承上部设有一个水箱，上部水箱与供水系统由管道相通，保证向轴承内提供润滑冷却水。泵上部轴承润滑水通过填料函上的管接头注入轴承内。轴承内腔单边间隙为 $0.43 \sim 0.52 \text{ mm}$ （现由于橡胶材质更换，将间隙改为单边 $0.18 \sim 0.24 \text{ mm}$ ），聚氨酯改为丁腈橡胶，如图 2.5 所示。



(a) 水导瓦俯视图

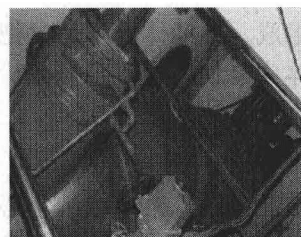


(b) 水导瓦平视图

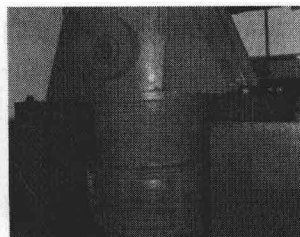
图 2.5 水导瓦

5. 泵体部分

泵体部分主要包括进口伸缩套管、叶轮外壳、泵叶体、导水锥、底板、中间接管、 60° 弯管等主要部件。其结合面采用法兰连接，平面间用 O 形密封圈密封，用螺栓紧固。底板和中间接管是泵的支撑基础，其中底板为预埋件，在安装中需与先埋入的钢筋混凝土连接， 60° 弯管是泵的最重件，质量为 $1\,950 \text{ kg}$ 。中间接管上开有进入孔，供安装和检修用，叶轮外壳是叶轮的工作室，也叫叶轮室，导叶体起导流和转换能量的功能，伸缩套管是泵体与流道连接件。 60° 弯管还是上轴承和填料盒的支座，除叶轮外壳为不锈钢体外，其余均为灰铁铸件，如图 2.6 所示。



(a) 泵体叶轮室段



(b) 泵体弯管段

图 2.6 泵体

6. 水箱密封结构

水箱部分由密封转环、橡胶板及水箱等主要零件组成，密封转环和水箱部分是分半组成的铸铁件，如图 2.7 所示。水箱固定在轴承体上，而密封转环则固定在泵轴上，橡胶板固定在水箱上部，密封转环与橡胶板平面间隙应保持在 $1.5 \sim 2 \text{ mm}$ 。

水箱上有润滑水管与外部供水系统相通，整个水箱部分的功能是借助外部供水系统源源不断地、定量地向下轴承提供压力清水，保证轴承有良好的润滑条件。

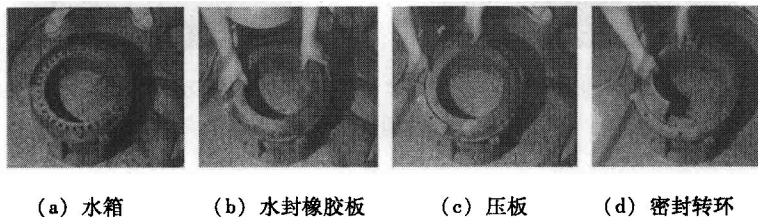


图 2.7 水箱、密封零件装配示意图

7. 填料密封部分

填料密封部分由填料盒、填料、填料环、填料压盖等零件组成，填料盒、填料环、填料压盖均为铸铁件，填料为 $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 的油浸石棉盘根，为改善密封和上轴承的润滑性能，设有压力水封系统，压力水由外部专门供水装置供给，需水量为 $0.1 \sim 0.2 \text{ L/s}$ ，水压为 0.15 MPa ，如图 2.8 所示。



图 2.8 填料密封部分

8. 调节器部件

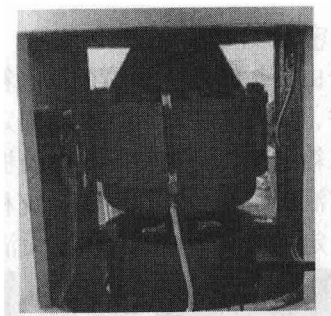
调节器部件安装在电动机的顶部，连接处用胶木绝缘材料隔离（胶木绝缘材料既起到绝缘作用，又起到与主轴调整同心度的作用）。

调节器主要由摆线针轮减速机、螺旋调节机构、数据显示装置等部件构成。摆线针轮减速机，功率为 3 kW ，电机转速为 1450 r/min ，速比为 $1/289$ ，减速器输出减速约为每分钟 5 转左右，螺旋机构以 T 形螺纹转动，螺距为 6 mm 。

减速器输出轴带动调节杆，调节杆的正反向旋转迫使轴承机构及电机拉杆做上下移动，牵动转轮体内的连杆机构，使叶片转动，达到调节叶片的目的。轴承体（又称分离器）的作用是把两端的运动相互分离，使其互不干涉，轴承体内采用一组推力滚珠轴承。轴承体上固定一导向键防止其随拉杆轴转动，轴承选用 20# 机械润滑油。为了便于安装调节器上座与下座分离，两者通过止口刚性连接，上座内装有一对圆锥滚子轴承，支撑全部叶片的调节力。位移传感器把拉杆的直线位移量经过变送传到主控室，因此在现场、控制室均能察看叶片角度等情况，调节器内装有限位开关，避免超出调角范围，达到安全目的，如图 2.9 所示。



(a) 外形图



(b) 调角机构转动与固定部分分离器

图 2.9 叶片角度调解执行机构

(三) 轴流泵工作原理

轴流泵是利用叶轮在水中旋转时所产生的推力将水推挤上升。轴流泵叶轮在水中旋转，水流相对叶片就产生急速扰流，因叶片表面距离上小下大，水流速度就上小下大；压力则上大下小，这样在叶片上就产生一个下推力；同时也作用于水流一个上推力，不断把水往上推挤，水流获得叶片的推力增加了能量，通过导叶体和出水弯管被送到高处。

(四) 轴流泵解体大修

1. 轴流泵检修程序

(1) 安装前准备：制订安装计划；检查、清点检修所需设备、工具、材料；施工组织安排。

(2) 机组解体：测量原始数据；零部件检修、加工。

(3) 固定部件垂直同心度的测量调整：测量定子安装高程；调整定子与水泵泵体的垂直同心度。

(4) 转动部件的吊装：水泵竖轴吊入；连接叶轮就位；转子竖轴吊入；吊装上架；推力轴承组装推力头；上导轴承安装。

(5) 转动轴线摆度的测量调整：主轴连接盘车，初调轴线垂直度；整组盘车轴线摆度，处理绝缘垫和铲削泵轴法兰；主轴法兰铰孔装精制螺栓。

(6) 轴线垂直度的测量调整：盘车调整轴线垂直度；检查磁场中心。

(7) 定机组中心线：装上导瓦；装下导瓦；盘车定机组中心线。

(8) 各部间隙的测量调整：测量空气间隙；测量、调整上下导轴瓦间隙；装上导轴瓦，测量间隙；装动外圈，测量叶轮间隙。

(9) 其他设备安装：上下油槽清理；油冷却器测量测温装置试验；滑环、碳刷安装；上填料盒安装；进水伸缩节安装；绝缘电阻测量。

(10) 试车：检查；清理；干燥试验；试运行。

2. 部分零件加工维修

水泵、电机零部件的检查维修主要包括导瓦刮研、镜板研磨、下滑转子研磨、主轴轴颈加工等。