

水力机械及工程设计

主编 宋文武

副主编 乔杰伦 林其玉

主审 梁振华

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了水力机械(水轮机、水泵)及其相关工程的设计基本理论、设计方法及设计步骤,主要内容包括水轮机的选型设计、叶片泵的选型设计、蜗壳水力设计、导水机构运动图的绘制、混流式水轮机和轴流式水轮机转轮叶片的水力设计、水力机械典型零部件的加工工艺设计,以及水电站电气设备的选型设计、调节保证计算、水电站厂房布置设计和利用计算机进行辅助设计等内容。

本书可作为普通高等院校热能与动力工程专业(水力机械及工程、水利水电力工程等专业方向)的课程设计及毕业设计指导用书,还可作为从事水轮机、水泵设计、制造、运行管理以及水电站、水泵站选型设计等方面的工程技术人员参考用书。

摇摇图书在版编目(CIP)数据

摇摇水力机械及工程设计 宋文武主编 重庆:重庆大学出版社, 2009.10

摇摇陈星亮陈红梅陈长惠

摇摇I 水力机械—机械设计

摇摇IV 水力机械

摇摇中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第150000号

水力机械及工程设计

主 编 宋文武

副主编 乔杰伦 林其玉

主 审 梁振华

责任编辑 陈红梅 郭一之 摇板式设计 李长惠 陈红梅

责任校对 任卓惠 摇摇摇摇摇摇责任印制 秦梅梅 摇摇摇摇

*

重庆大学出版社出版发行

出版人 张鸽盛

社址 重庆市沙坪坝正街 房屋号 重庆大学(粤区)内

邮编 400018

电话:(023)23254398 23254399

传真:(023)23254398 23254399

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: zhanggs@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15.5 字数 360千字

2009年 10月第 1 版 2009年 10月第 1 次印刷

印数 1—5000

陈星亮陈红梅陈长惠 定价 40.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究。

摇

序

摇摇本人从事水轮机研究设计和新产品开发工作已有 35 年的历程,期间根据工作需要从事过清水泵、水轮泵、无轴封泵和容积泵等产品的设计工作。由于一直在科研单位工作,经常与水电设备制造厂、水电站、高等院校和水电管理部门有工作联系,因此深感水力机械教材(内容包括基础理论、资料、科研成果、现场试验数据等)对从事水力机械研究设计人员、运行操作人员的重要性;对在校学生和刚步入工作岗位的从业人员来说,能有一本全面且系统介绍最新科研成果和工程设计的教材,更是必要的。《水力机械及工程设计》一书正是从水轮机、水泵基础理论出发,系统地讲解了转轮和叶轮及其过流部分的水力计算、参数选择要点、主要公式推导等内容,对各类水轮机、水泵的典型部件结构及水力设计做了介绍,为读者对水轮机、水泵的基础知识的掌握奠定了基础;本书还对产品主要零部件加工工艺做了分析介绍,这是掌握了水力计算、产品主要结构之后应该了解的必备知识。相信这本教材的出版,将有益于阅读该书的广大读者,对我国水电设备事业的发展起到推动作用。

建国 30 年来,我国的水轮机和水电设备研究设计和制造业经历了从无到有、从小到大、从性能一般水平跨入世界先进行列的过程。

20 世纪 50 年代初,我国全面引进前苏联各型水轮机转轮系列和利用美、英、日等国家 20—30 年代的转轮资料,进行设计与制造。由于这些转轮性能偏低,适应性差,加之制造经验少,故质量较差,运行事故多,常常需要停机检修。

在 20 世纪 70 年代,随着水电事业的发展,一些水电设备制造厂结合电站特点和已制造的产品在运行中出现的问题,对不少转轮进行修型改造与完善,刚刚组建的科研设计单位和高等院校也开始了新转轮的开发工作。

1978 年由原一机部和水利电力部联合颁布了《大中型混流式和轴流式水轮机转轮参数的暂行系列型谱》,这是我国首次提出的转轮型谱,即使有这样或那样的不足,经过多个单位部门改进完善后,纷纷被采纳,对当时的水电设备制造业的发展有着巨大的促进作用。

进入 20 世纪 80 年代后期,随着改革开放的深入,兴建了大量各种水力参数的大中型水电站,单机容量也越来越大,原有的“型谱”已无法满足设计要求。在新的形势下,我国仿照国外通常做法——实行“招投标竞争选型”和“采购”的办法,先后引进国外先进水电设备,建成并投产了一批各种型号机组的水电站——高水头多泥沙鲁布革混流式机组水电站、高水头大容量轴流式机组水口电站、灯泡贯流式机组马迹塘水电站、可逆式水泵水轮机抽水蓄能机组广蓄

一期水电站等。与此同时,国内科研单位和制造厂建立了五座具有国际先进水平的水轮机实验室,试验综合精度在 $0.001\% \sim 0.002\%$ 之间,并开发出一批水轮机和水泵水轮机模型转轮,为水轮机的优化选择提供了大量资料。

20世纪70年代后期至20世纪初期,我国水轮机和水电设备科研设计制造水平走向成熟,步入世界先进水平行列,对国内外大型电站,我国可以独立投标或与国外厂商联合投标竞争。对于混流式机组,我们已制造了单机容量为 $1000 \sim 10000$ kW等多种型号产品,其中长江三峡电站混流式机组最高水头为 175 m,转轮直径为 10.5 m,真机效率达 92% ,不久将开发出单机容量为 $700 \sim 1000$ kW的机组,成为世界上单机容量最大的机组。我国早在1956年就制造出轴流式水轮发电机组,其转轮直径为 10.5 m,单机容量为 1000 kW,是当今世界上转轮直径最大的水轮机。另外,我国正在制造单机容量为 10000 kW的贯流式机组。我国已经制造出最高水头为 1000 m的水斗式水轮机,并成功应用于广西天湖电站。单机容量为 1000 kW的抽水蓄能机组已经批量生产。

当前,我国水轮机模型转轮性能情况,最高效率低于国外 $0.001\% \sim 0.002\%$,空化性能和压力脉动与国外差距在缩小;在结构方面,吸取国外先进可靠的转轮密封、主轴密封、新型导水机构、摩擦传递扭矩、筒型阀等;在工艺材料方面,大型转轮叶片采用数控加工、堆焊抗磨层,过流部件广泛采用高强度耐磨蚀的不锈钢材料。

与大型机组配套的附属设备,借鉴了国外先进技术和计算机应用技术,已研究出高精度、高可靠性的励磁装置、调速器、进水阀、自动化元件等,对水电站实现远程监控无人值班自动运行提供了可靠的保证,远距离、大容量,并实现了超高压(500 kV)或直流输变电系统。

中小型水电工程和水电设备制造业,这些年更是飞速发展。中小型水电工程的装机容量已占整个水电装机的 $10\% \sim 15\%$,它们不仅为国家提供了廉价的电力,还为我国的水电设备技术和制造业提供了宝贵的资料、经验和可借鉴的教训。目前,我国中小型水电设备、泵类产品已经大批量出口,占我国机电设备出口的重要地位。泵类产品应用已经覆盖国民经济的各个部门,大到各类火电(核电)工程的重要供水系统、农业提灌排灌用水、城市供水设施等,小到家用电器,到处都有泵的贡献;甚至航天飞机、宇宙飞船、原子反应堆,泵都是关键设备之一,因此水力机械的发展任重而道远。水力发电是清洁、无污染、可再生、运行成本低、效益高、对生态环境影响最小的能源。我国水电资源丰富,理论蕴藏量达 2.5 亿 kW,年发电量为 2.5 亿 kW·h,技术可开发容量为 2.5 亿 kW,经济可开发容量为 1.5 亿 kW,蕴藏量和可开发容量均居世界首位。到2000年底,水电装机容量达 1.5 亿 kW,2010年为 1.8 亿 kW,2020年为 2.5 亿 kW,抽水蓄能电站装机容量在上述时间将分别达到 1.5 亿 kW、 2.5 亿 kW、 4.5 亿 kW,届时我国不但是水电资源蕴藏量大国,也是水电资源开发大国;同时,水力发电在电力系统所占比例也在逐年增加,可基本满足我国经济建设和人民生活的需要。

《水力机械及工程设计》一书凝聚着宋文武教授和参编者多年教学、科研和管理的耕耘成果,是一本实用性较强的好教材,也是步入社会从业人员工作中的一把钥匙。相信《水力机械及工程设计》一书中的丰富知识,将长久滴滴在水电建设和机电制造业的长河里,给勤奋攀登高峰的人以润物无声的芬芳。

宋文武
主编

摇

前摇言

摇摇现代电力工业中,绝大部分发电量是由叶片式流体机械承担的,所以水力机械(水轮机、水泵)在国民经济中的地位和作用是非常重要的。我国水力资源非常丰富,水能又是清洁能源,开发水能是实现可持续发展战略的重要条件。目前,我国水力机械事业的发展与世界发达国家还有一定差距,因此在开发、设计、制造、运行管理及人才培养等方面,还需加倍努力。由于水力机械设计和研究方法在不断更新,设计、制造、运行与管理部门及高等院校对该方面资料、文献的需求,正是组织编写此书的初衷。该书的出版,对我国水力机械事业的发展具有一定的推动作用。

本书根据水力机械及工程、水利水电动力工程等专业的教学要求(即在学习完“水轮机原理及水力设计”、“水力机械强度计算”、“水轮机调节及辅助设备”等课程之后,应进行专业课程设计,以加强理论联系实际,更好地掌握本专业的设计思想、设计方法及设计步骤),针对现行使用教材的特点,以指导学生更好地完成专业课程设计和毕业设计内容为目标,我们组织编写了这本教材。本书内容包括水轮机的选型设计、叶片泵的选型设计、蜗壳水力设计、导水机构运动图的绘制、混流式和轴流式转轮叶片的水力设计、典型零部件的加工工艺设计,以及水电站电气设备的选型设计、水轮机的调节保证计算、辅助设备系统设计和电站厂房布置设计等。

本书以设计的基本方法、基本步骤为主,介绍了水力机械及工程中的一般设计过程;书中还针对现代设计的需要,介绍了利用计算机进行辅助设计知识。本书从水力机械(水轮机、水泵)的原理出发,分别对不同的水力机械设计、零部件的加工工艺设计及电站工程的具体运用等进行了介绍,这是本书最突出的特点;同时,本书基本概念陈述准确,语言通俗易懂,内容翔实可靠。

本书可作为水力机械及工程、水利水电动力工程专业本科学生在学习完相关专业课程后,进行专业课程设计及毕业设计时的参考用书,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

本书由西华大学宋文武教授主编。全书共分 10 章,其中第 1~3 章、第 5 章由宋文武教授和四川金鼎益明建设集团董事长乔杰伦共同编写;第 4 章由西华大学林其玉编写;第 6 章由西华大学王桃编写;第 7 章、第 8 章由西华大学符杰和四川金源水轮机制造有限公司董事长喻华全共同编写。

全书由四川省机械研究设计院教授级高级工程师梁振华主审。西华大学能源与环境学院刘小兵教授也对该书进行了审阅,并提出宝贵意见。

本书得到四川省精品课程——“流体机械原理及结构”建设基金的资助。

本书在编写过程中,查阅和引用了大量的参考文献,在此对这些文献的原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会存在错误,敬请读者批评、指正。

编者
2014 年 10 月

摇

目摇录

| | |
|----------------------------|----|
| 员摇水力机械的选型设计 | 员 |
| 员摇概述 | 员 |
| 员摇水力机械产品的标准化与系列化 | 缘 |
| 员摇水力机械的系列型谱 | 远 |
| 员摇水轮机的选型设计 | 员猿 |
| 员摇叶片泵的选型设计 | 猿圆 |
| 圆摇水轮机蜗壳的水力设计 | 猿远 |
| 圆摇蜗壳类型及主要参数的选择 | 猿远 |
| 圆摇金属蜗壳的水力设计计算 | 猿苑 |
| 圆摇混凝土蜗壳的水力设计计算 | 源圆 |
| 猿摇水轮机导水机构运动图的绘制 | 源缘 |
| 猿摇径向式导水机构的几何参数选择 | 源缘 |
| 猿摇导水机构结构设计的基本要求 | 源苑 |
| 猿摇径向式导水机构运动图的绘制 | 源忽 |
| 猿摇径向式导水机构运动图的计算机绘制 | 源圆 |
| 源摇径流式水力机械转轮(叶轮)的水力设计 | 缘苑 |
| 源摇概述 | 缘苑 |
| 源摇混流式水轮机转轮基本设计参数的确定 | 缘忽 |

| | |
|--------------------------------|---|
| 源瑶混流式水轮机转轮过流通道几何参数及轴面投影图 | 缘 |
| 源瑶轴面流网及(灾越枣蕴)曲线 | 缘 |
| 源瑶轴面涡线的计算及叶片绘型 | 缘 |
| 源瑶翼型骨线的展开加厚 | 缘 |
| 源瑶混流式水轮机转轮叶片绘型的一元理论法 | 缘 |
| 源瑶转轮叶片木模图的绘制 | 缘 |
| 源瑶离心泵叶轮水力设计及木模设计 | 缘 |
| | |
| 缘瑶轴流式水力机械转轮(叶轮)的水力设计 | 缘 |
| 缘瑶轴流式水力机械的基本理论 | 缘 |
| 缘瑶轴流式水轮机转轮基本设计参数的确定 | 缘 |
| 缘瑶用升力法设计轴流式转轮叶片 | 缘 |
| 缘瑶用奇点分布法设计轴流式转轮叶片 | 缘 |
| 缘瑶轴流式转轮叶片木模图 | 缘 |
| | |
| 远瑶水力机械典型零部件的制造工艺设计 | 缘 |
| 远瑶水力机械制造工艺过程概述 | 缘 |
| 远瑶大型环形零部件的加工工艺设计 | 缘 |
| 远瑶埋入部件的加工工艺设计 | 缘 |
| 远瑶导水机构的加工工艺设计 | 缘 |
| 远瑶转动部件的加工工艺设计 | 缘 |
| | |
| 苑瑶水电站电气设备的选型设计 | 缘 |
| 苑瑶概述 | 缘 |
| 苑瑶水电站电气主接线设计 | 缘 |
| 苑瑶主要电气设备的选择和校验 | 缘 |
| 苑瑶水电站的厂用电设计 | 缘 |
| | |
| 愿瑶水轮机调节及辅助设备系统设计 | 缘 |
| 愿瑶水轮机调速器的选择设计 | 缘 |
| 愿瑶调节保证计算 | 缘 |
| 愿瑶油系统的设计 | 缘 |
| 愿瑶气系统的设计 | 缘 |
| 愿瑶水系统的设计 | 缘 |
| 愿瑶其他辅助设备的选型设计 | 缘 |
| | |
| 怨瑶水电站厂房布置设计 | 缘 |
| 怨瑶厂房布置设计的基本资料 | 缘 |

| | |
|------------------|---|
| 主厂房的平面设计 | 1 |
| 主厂房的剖面设计 | 2 |
| 主厂房辅助设备的布置 | 3 |
| 参考文献 | 4 |

摇员

水力机械的选型设计

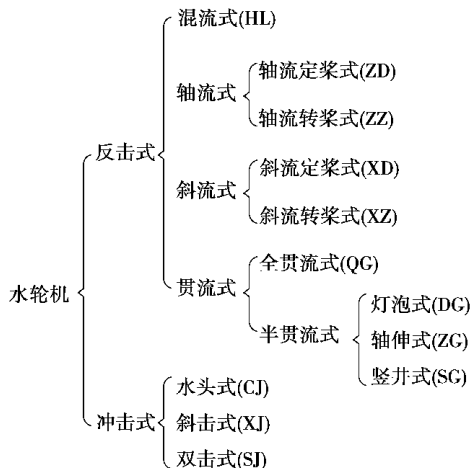
摇摇

员员概员述

水力机械是指以液体物质为工作介质的机器,如以水为工作介质的水轮机、水泵、水力推进器(螺旋桨)等;以油为工作介质的油泵、液力耦合器以及液力变矩器等。

液体通过水力机械其能量得到增加的水力机械称为水力工作机,如工业、农业排灌中大量使用的各种类型泵、船用螺旋桨推进器等;液体通过水力机械其能量反而减少的水力机械称为水力原动机,如各种类型的水轮机;液体通过水力机械其能量既无增加又无减少的水力机械称为液力传动机,如液力耦合器以及液力变矩器,液力传动机的工作介质只是在机械中完成从一种形式的机械能转换成另一种形式的机械能,起能量的传递作用。

水轮机是一种把水流的能量转变为旋转机械能的动力机械。根据水轮机在能量转换过程中利用水流能量形式的不同,可分为反击式和冲击式两大类:反击式水轮机主要利用水流的压能和动能(水流的位能在进入转轮前就已转化为压能和动能的形式);冲击式水轮机则是利用水流的动能做功。前者水轮机转轮内的流动为有压流动,转轮的工作过程不能在大气中,而必须在密闭的流道之中进行;后者在转轮前后水流的势能并没有发生变化,转轮的工作



图员员员水轮机的主要类型

过程是在大气中进行的。根据水流在转轮中的流动方式,配合转轮构造特征或水流作用于转轮上的方向等条件,水轮机主要类型的细分情况如图 1-1 所示。

各种水轮机类型可按比转速和水头关系来确定,也可直观按水头和出力的关系来确定。各种类型水轮机的使用范围如图 1-2 所示。我国 1957 年制定了《中小型轴流式、混流式水轮机转轮系列型谱》(GB 3091-1957)和《中小型轴流式、混流式水轮机产品系列型谱》(GB 3092-1957)的部颁标准。水轮机的型号由 1-2 部分组成,各部分之间用“—”连接,各部分的组成及含义如下:

1-2-3

第 1 部分由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成,表示水轮机型式和该水轮机的特征比转速;第 2 部分由 2 个汉语拼音字母组成,分别表示水轮机主轴布置形式和引水室特征代号;第 3 部分表示水轮机转轮的公称直径,单位为 m。对于水斗式和斜击式水轮机型号的第 3 部分表示为:转轮公称直径(单位为 m)转作用在每个转轮上的喷嘴数(单位为个)射流直径(单位为 m)。

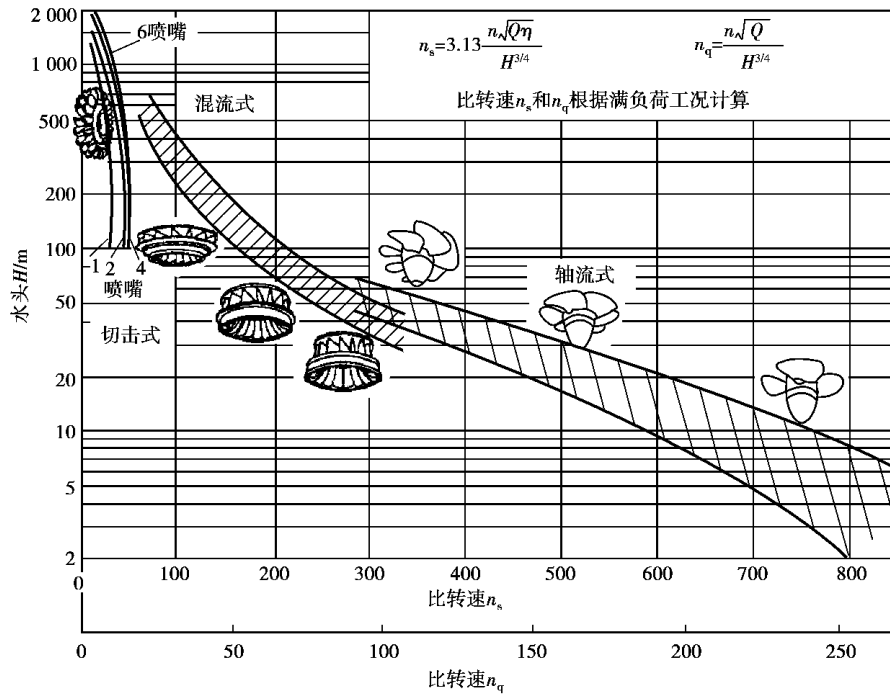


图 1-2 各种水轮机的使用范围

1-2-3 反击式水轮机

1-2-3 反击式水轮机的主要类型及特征

按照转轮区域内水流流动的方向特征,反击式水轮机可分为混流式、轴流式、斜流式及贯流式等不同类型。

(1) 混流式水轮机常用 $1-2-3$ 表示。其特点是水流径向流入转轮,大致轴向流出,亦称之为径向轴流式水轮机,国外也称为 $1-2-3$ 式水轮机。转轮由叶片、上冠和下环组成,叶片数目较多,强度高,应用水头为 $1-2-3$ ~ $1-2-3$ m,是目前应用最为广泛的一种水轮机。

(圆)轴流式水轮机常用 在在,在阅表示。在在型为轴流转桨式,即叶片可绕其轮毂转动,以配合导叶水流流动,并获得良好的绕流条件,提高水轮机的高效率范围;在阅型为轴流定桨式,即叶片与轮毂之间是固定的。它们只是在转轮内部结构及性能上有所不同,在在型显然要比 在阅型复杂得多。

轴流式水轮机的特点:水流轴向流入转轮又轴向流出,从引水室来的水流在导叶与转轮之间的空间内已由径向转为轴向。这种类型的水轮机转轮叶片数较少,一般为猿~愿片,叶片悬臂固定在转轮体上,其强度限制了它的应用水头范围,所以它应用在水头为猿~愿皂的水电站。

(猿)斜流式水轮机也称为对角式水轮机,常用 载蕴表示。其特点是水流斜向进入转轮并斜向流出,转轮叶片的轴线与主轴中心线成一夹角。这种类型的水轮机也分为转桨式(载在)与定桨式(载阅)圆种,由于其叶片是倾斜布置,增大了转轮体内部的空间,较轴流式水轮机则允许布置更多的转轮叶片,通常为愿~员圆片。因此,它的强度比轴流式的要高,使用水头范围要比轴流式的高,可以达 源~ 员圆皂。

(源)贯流式水轮机常用 员蕴表示。它是一种开发低水头水力资源的机型,其特点是水流直线地通过水轮机,水流几乎没有转弯,水力损失小,效率高。一般用于水头为 员皂以下的低水头电站。贯流式水轮机可分为全贯流式及半贯流式,半贯流式通常包括灯泡式、轴伸式、竖井式和虹吸式等。

圆)反击式水轮机的主要部件

按照水流流经水轮机的途径,将反击式水轮机分为 源大部件。其结构型式及作用分述于下:

(员)引水部件 引水部件的作用是保证导水叶片进口圆周处均匀进水,使水流呈轴对称状态,并使水流在进入导水叶片之前形成一定的速度环量。它包括引水室、若干固定导水叶片和若干活动导水叶片组成的双列环列叶栅,其活动导水叶片部分习惯上归属为导水部件,所以引水部件通常就是指引水室及固定导叶部分。由于反击式水轮机水头范围广,不同水头及不同大小的机组,可以有不同类型的引水室结构,通常包括明槽式、罐式及蜗壳式 猿种。

①明槽式引水室。其主要特点是有和大气接触的自由水面,结构简单,多用砖、石、混凝土等构成;同时,在引水室平面尺寸足够大的条件下,能保证水轮机转轮进水的轴对称性,从而提高水轮机的效率。

②罐式引水室。它是一种闭式引水室,水流为有压流动,适用于横轴小型水轮机。这种引水方式使得水流在进入转轮前突然转弯,形成转轮进水沿叶片高度的不均匀分布,也难保证整个圆周方向上的均匀进水,因此罐式引水室水轮机的效率都较低。

③蜗壳式引水室。它是一种广泛采用的引水方式,由于其形状从平面上看类似于蜗牛形,故而得名。根据应用水头的高低,有金属蜗壳及混凝土蜗壳 圆种结构型式。混凝土蜗壳多用钢筋混凝土浇注,断面形状有 丁型或 栽型;金属蜗壳多用钢板卷制而成,断面形状为圆形,为了结构上的连续,在蜗壳尾端部分断面做成椭圆形。与前两者相比,它有很多的优点:

④蜗壳断面从进口到尾部逐渐缩小,因此能保证沿着整个圆周均匀供水,同时使水流在导水机构前形成一定的环量。

它是闭式引水,能适用于反击式水轮机的各种水头。

结构尺寸最小,布置紧凑。

水轮机主要的零部件均在蜗壳外面,便于维护和检修。

蜗壳结构型式强度较高。

(圆)导水部件摇其主要作用是形成和改变进入转轮的水流速度环量,根据外界电力系统负荷的变化,调节水轮机的流量和功率,并防止机组用负荷时发生飞逸和使机组停止运行。它是由均匀轴对称地布置在转轮外圈的多个导叶所组成,一般导叶数目为 $4\sim 10$ 个,导叶由传动机构带动可同时转动,以达到上述目的。按照水流在导水部件中流动的方向,可将导水部件分为猿种基本类型:

①径向式导水部件。水流相对于水轮机轴心以径向沿导叶流动,导叶旋转轴心线均布在与水轮机轴同心的圆柱面上,导叶传动机构可在同一平面上运动,导叶关闭时容易密合,不易漏水,主要应用于混流式、轴流式水轮机中。

②斜向式导水部件。水流在以水轮机轴心线为中心的圆锥面上沿导叶流动,导叶轴心线与水轮机轴心线成一夹角,导叶转动机构在斜锥面上,导叶形状呈空间扭曲状,关闭时不易密合,结构复杂,多用于斜流式、灯泡贯流式水轮机中。

③轴向式导水部件。水流在与水轮机轴心线的同心圆面上沿导叶流动,导叶轴线处于半径方向上,导叶传动机构布置在圆环面上,导叶形状呈空间扭曲状,关闭时也不易密合。

(猿)转动部件摇它是指水轮机的转轮,即水轮机中最重要的过流部件,是转换水流能量为旋转机械能的部件,其性能的好坏将直接影响到整个水轮机的好坏。

①混流式转轮。其外形随比转速不同而略有差异,但结构均由上冠、叶片、下环、泄水锥、减压装置和止漏装置等组成。其上部为水轮机顶盖,顶盖里面装有导轴承,导轴承里面是与转轮上部用螺栓等连接的主轴,转轮的外围是活动导水叶,转轮的下部是尾水管,一般转轮叶片数目为 $8\sim 10$ 片,应用水头越高,叶片数就越多。

②轴流式转轮。叶片呈桨叶形,悬臂固定在转轮体上,上面是顶盖或支持盖,下面是尾水管,它是由转轮体、叶片、泄水锥等组成的,一般叶片数目为 $4\sim 8$ 片。

(源)排水部件摇也称吸出管或尾水管,其主要作用是收集从转轮流出的水流并将其引导至下游,回收转轮出口的部分能量,即它可以使转轮出口的水流动能以及高出下游水面的那一段位能得到回收利用。尾水管的基本类型有直锥形、弯锥形、钟形、弯肘形及喇叭形等。最常用的是直锥形和弯肘形圆种,前者水流均匀,水力损失小,便于制造;后者虽比前者水力性能稍差,但可减少电站开挖,降低电站造价。

猿 冲击式水轮机结构特点及用途

冲击式水轮机是利用水流动能做功的机器,来自压力钢管的高压水流通过喷管端部的喷嘴变为具有高速的自由射流,射流水体压力为大气压力,在整个工作过程中都不发生变化。当射流冲击水轮机转轮时,从进入到离开转轮的过程中,其速度的大小和方向发生了变化,出口的流速和动能大为减小,射流将其动能付给了转轮,使转轮旋转。

按射流冲击转轮的方式不同,可分为水斗式、斜击式及双击式猿种类型。不论哪种类型,其主要的结构均包括转轮、喷嘴、主轴等。其装置方式有立轴和卧轴圆种,前者布置

比较紧凑,节省土建投资,但厂房高度较大;后者厂房高度较小,但占地面积较大。一般大中型的冲击式水轮机常采用立轴布置形式,而小型的冲击式水轮机多采用卧式布置形式。

员瑶水力机械产品的标准化与系列化

由水力机械原理可知,同一系列的水轮机或水泵在相似工况下其比转速相等。在我国,还规定了以限制工况下的比转速作为同一系列水轮机的系列代号。比转速的表达式为:

水轮机:

$$n_{11} = \frac{n \sqrt{P}}{Q^{1/4} H^{5/4} \eta} \quad (\text{员瑶})$$

摇摇水泵:

$$n_{11} = \frac{n \sqrt{P}}{Q^{1/4} H^{5/4} \eta} \quad (\text{员瑶})$$

式中: n ——转速,转/分;

Q ——体积流量(以下简称流量), m^3/s ;

H ——水头,皂;

η ——效率。

对高水头(扬程)、小流量的水轮机或水泵,其比转速较小;而低水头(扬程)、大流量的水轮机或水泵,其比转速大。由于受空蚀等条件的限制,比转速一定的水轮机或水泵只能应用于一定的水头(扬程)范围。也就是说,受能量特性、空蚀特性以及强度条件的限制,同一系列的水轮机或水泵的应用范围是有限制的。

从水电站运行情况来看,最理想的是不同水头和流量的电站就有与之对应的系列水轮机;同时,同一系列的水轮机还应有不同的尺寸和结构型式,才能适应自然界水力资源的各种状况。这样,水轮机系列的数目以及每一系列的水轮机的品种就非常多,结构型式也各不相同,造成水轮机制造和研究任务繁重,提高了制造成本。因此,必须控制每一个系列水轮机的品种数目和结构型式,降低系列产品的数目,以有利于生产和降低成本,同时也应使每一个电站都能按照自己的水力条件选择最合适的水轮机,以便最有效地利用水力资源。

泵是通用机械,且使用面广,需求量也很大。如果每个使用部门均设计一个系列的泵,必将使产品品种增多,生产时间长,而且不利于产品质量的提高以及进一步改善泵的水力性能。因此,也需要限制泵的系列的数目。

综上所述,必须进行水轮机和水泵的标准化与系列化工作。根据总的技术经济分析,对水力机械产品的系列、品种、规格以及结构型式的数量做出统一的规定,形成水力机械的系列型谱,它是水力机械系列化、通用化和标准化的基础。

水力机械系列型谱的内容包括:

①规定水轮机或水泵的型式(如混流式、离心式、轴流式、斜流式等)以及每一型式中

的优秀转轮型号。

②规定每个系列水轮机或水泵的品种数。

③规定合理的结构型式。

水力机械的系列型谱还应包括型号、转轮参数、主要结构型式以及相应的特性曲线等。

员猿猿水力机械的系列型谱

按照《中小型轴流式混流式水轮机转轮系列型谱》(分册)以及近几年来我国科研单位、各大水电设备制造厂家所研制开发的一批性能先进,并在电站实际应用的水轮机转轮的情况,下面列出其中的部分内容,仅供选型时参考。

员猿猿水轮机系列型谱

常用水轮机转轮模型主要参数,见表 员猿

表 员猿 常用水轮机转轮模型主要参数

| 序号 | 推荐使用水头 转 | 转轮型号 | 模型转轮直径 阅 | 导叶相对高度 遭 | 最优工况 | | | 限制工况 | | | 备注 |
|----|-------------|----------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----|
| | | | | | 单位转速 灶 转则皂(转/分) | 单位流量 四 转皂·泽(皂) | 效率 η 转 | 单位流量 四 转皂·泽(皂) | 效率 η 转 | 空化系数 $\sigma_{皂}$ | |
| 员 | ~ 员源 | 员在员源 | 源园 | 摇 | 员园 | 员源缘 | 忽源 | 园园 | 愿苑 | 员源猿 | |
| 圆 | ~ 员源 | 员在员源 越五毅 | 源园 | 摇 | 员园 | 员源缘 | 忽园 | 员源缘 | 愿缘 | 园怨 | |
| 猿 | ~ 员源 | 员在员源 越五毅 | 源园 | 摇 | 员缘 | 员源缘 | 愿缘 | 员愿 | 愿怨 | 员源缘 | |
| 源 | ~ 员源 | 员在员源 越五毅 | 源园 | 摇 | 员园 | 员源 | 愿怨 | 园源缘 | 愿缘 | 员源缘 | |
| 缘 | ~ 员源 | 员在员源 | 猿园 | 摇 | 员源 | 员源 | 忽园 | 园愿 | 愿园 | 员源源 | |
| 远 | ~ 员缘 | 阅员(猿 贵) | 园园 | 园 | 员园 | 员苑 | 忽园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 苑 | ~ 员园 | 阅员(肆) | 猿园 | 摇 | 员园 | 员源源 | 忽园 | 员源源 | 愿缘 | 摇 | |
| 愿 | ~ 员园 | 角源 | 摇 | 园源 | 员源 | 员源 | 忽园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 怨 | ~ 员缘 | 员在员缘 | 源园 | 摇 | 员源 | 员源 | 忽园 | 员怨 | 愿怨 | 园怨 | |
| 员园 | ~ 员缘 | 员在员缘 越五毅 | 源园 | 摇 | 员园 | 员缘 | 忽园 | 员源缘 | 愿怨 | 员源猿 | |
| 员员 | ~ 员缘 | 员在员缘 越五毅 | 源园 | 摇 | 员园 | 员源缘 | 愿缘 | 园猿 | 愿缘 | 员源 | |
| 员圆 | ~ 员源 | 在源园 | 员缘 | 园 | 员源 | 员源缘 | 愿缘 | 员源缘 | 苑源 | 园源缘 | |
| 员猿 | ~ 猿园 | 角源 | 摇 | 园源 | 员源 | 员源 | 忽园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 员源 | ~ 猿园 | 角源 | 摇 | 园源 | 员源 | 员源 | 忽园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 员缘 | ~ 猿园 | 角源 | 摇 | 园源 | 员源 | 员源 | 忽园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 员远 | ~ 猿园 | 在源园 | 源园 | 园源 | 员怨 | 园源 | 愿怨 | 员怨 | 愿源 | 园源缘 | |
| 员苑 | ~ 猿园 | 角源 | 摇 | 园源 | 员源 | 员源缘 | 忽源 | 摇 | 摇 | 摇 | |

续表 6

| 序号 | 推荐使用水头 转 | 转轮型号 | 模型转 轮直径 阅 | 导叶相 对高度 遭 | 最优工况 | | | 限制工况 | | | 备注 |
|----|-------------|------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----|
| | | | | | 单位转速 灶 转则皂蛋(脚) | 单位流量 四乙 转皂(洋脚) | 效率 η 轱 | 单位流量 四乙 转皂(洋脚) | 效率 η 轱 | 空化 系数 $\sigma_{皂}$ | |
| 员愿 | ~猿缘 | 角缘缘 | 摇 | 园缘缘 | 员园 | 员园园 | 忽园愿 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 员怨 | ~猿缘 | 角源缘 | 摇 | 园源 | 员愿缘 | 员源缘 | 忽园园 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 园园 | ~猿缘 | 角源源 | 摇 | 园源 | 员园缘 | 员缘 | 忽园源 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 园员 | ~猿缘 | 在源园 | 源园 | 园缘园 | 员缘 | 园愿 | 愿园 | 员源 | 愿缘 | 园缘缘 | |
| 园圆 | ~源园 | 阅园园 | 猿园 | 园源 | 员缘 | 员源缘 | 忽园愿 | 员源源 | 愿缘 | 园缘园 | |
| 园猿 | ~源园 | 阅园月 | 园园 | 园缘缘 | 员苑 | 园缘缘 | 愿园苑 | 员源缘 | 愿缘 | 摇 | |
| 园源 | ~源园 | 角源缘 | 摇 | 园缘缘 | 员源园 | 员源源 | 忽园缘 | 摇 | 摇 | 摇 | |
| 园缘 | ~源缘 | 匀源园 | 源园 | 园缘缘 | 苑园 | 员源 | 忽园 | 员源源 | 忽园源 | 园园 | |
| 园远 | ~源缘 | 阅源园 | 猿园 | 园缘缘 | 愿园 | 员源缘 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 园苑 | ~源缘 | 阅源园 | 猿园 | 园缘缘 | 愿园 | 员源缘 | 忽园缘 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 园愿 | ~源缘 | 阅源愿 | 猿园 | 园缘缘 | 愿园 | 员源园 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 园怨 | ~源缘 | 阅源缘 | 猿园 | 园缘缘 | 苑缘缘 | 员源园 | 忽园 | 员源愿 | 愿缘 | 摇 | |
| 猿园 | ~源园 | 匀源园 | 猿园 | 园缘缘 | 愿园 | 员源愿 | 忽园苑 | 员源缘 | 愿缘 | 园缘缘 | |
| 猿员 | ~源园 | 阅源园 | 猿园 | 园源愿 | 愿园愿 | 员源缘 | 忽园苑 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 猿圆 | ~源园 | 阅源园 | 猿园 | 园源愿 | 苑园愿 | 员源源 | 忽园缘 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 猿猿 | ~源园 | 粤源缘 | 猿园 | 园缘源 | 苑缘缘 | 员源愿 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 园源源 | |
| 猿源 | ~源缘 | 阅源缘 | 猿园 | 园缘园 | 苑愿 | 员源源 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 园源园 | |
| 猿缘 | ~源缘 | 阅源 | 猿园 | 园缘缘 | 员园 | 员源缘 | 忽园 | 员源缘 | 愿缘 | 摇 | |
| 猿远 | ~源缘 | 粤源园 | 猿园 | 园缘园 | 愿园 | 员源 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 园缘缘 | |
| 猿苑 | ~源园 | 匀源园 | 猿园 | 园源愿 | 苑园 | 员源愿 | 忽园苑 | 员源园 | 愿缘 | 园源缘 | |
| 猿愿 | ~源园 | 阅源园 | 猿园 | 园源缘 | 苑园缘 | 员源缘 | 忽园缘 | 员源源 | 愿园 | 摇 | |
| 猿怨 | ~源园 | 阅源园 | 猿园 | 园源缘 | 苑园 | 员源 | 忽园 | 员源 | 愿缘 | 摇 | |
| 源园 | ~源缘 | 阅源园 | 猿园 | 园源缘 | 苑缘 | 员源园 | 忽园 | 员源 | 愿缘 | 摇 | |
| 源员 | ~源缘 | 阅源缘 | 猿园 | 园源缘 | 苑园 | 员源缘 | 忽园 | 员源源 | 愿缘 | 摇 | |
| 源圆 | ~源缘 | 阅源源 | 猿园 | 园源缘 | 苑园 | 员源园 | 忽园 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 源猿 | ~源缘 | 阅源缘 | 猿园 | 园源缘 | 苑源 | 员源园 | 忽园缘 | 员源缘 | 愿缘 | 摇 | |
| 源源 | ~源缘 | 阅源园 | 猿园 | 园源缘 | 苑缘 | 员源源 | 忽园缘 | 员源缘 | 愿缘 | 园源缘 | |
| 源缘 | ~源缘 | 阅源园 | 猿园 | 园缘 | 苑园愿 | 员源源 | 忽园缘 | 员源园 | 愿缘 | 摇 | |
| 源园 | ~源愿 | 阅源园 | 猿园 | 园缘缘 | 苑园缘 | 园源 | 忽园缘 | 员源园 | 忽园源 | 园源缘 | |
| 源员 | ~源园 | 阅源 | 猿园 | 园缘缘 | 忽愿 | 员源愿 | 忽园苑 | 员源 | 愿缘 | 摇 | |

