

◎ 主 编 徐 辉
◎ 副主编 郑 源 夏 军 孙洪斌

贯流式泵站

**GUANLIUSHI
BENGZHAN**



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

前 言

我国泵站建设特别是大中型泵站建设十分迅速，为工农业生产发展和人民生活水平不断提高发挥了重要作用，为现代化建设作出了巨大的贡献。目前，在总体规模上，我国泵站工程已居世界首位，在技术上也达到了一定水平，水泵的水力性能达到先进水平。

贯流式泵站是指采用贯流式水泵、开发低水头水力资源而建设的泵站。按照常规采用的贯流式机组型式，可把贯流式泵站划分为灯泡贯流式泵站、竖井贯流式泵站、轴伸贯流式泵站和潜水贯流式泵站等四种。与中高水头的泵站、低水头的立式轴流式泵站和立式混流式泵站相比，贯流式泵站具有以下特点：

(1) 在泵的性能对比方面，贯流式水泵机组装置效率高。如灯泡贯流式水泵在低扬程（2~4m）范围内，其效率比相同比转速的轴流式水泵高出约2%~5%。扬程越低，贯流式水泵的装置效率较轴流式水泵的装置效率越高。在高效率区范围内，贯流式水泵比轴流式水泵具有较大的过水流量。适用于平原地区及低洼地区低扬程的抗旱排灌泵站。

(2) 进出水流道顺直，灯泡式贯流式泵站的进水流道和出水流道都不拐弯，形状简单，施工方便，水流进出流态好，流道水力损失小。

(3) 载荷分散，单位面积地基上的荷重小，适用于地基不良的场合。

(4) 贯流式泵站一般比立轴式的轴流式泵站建设周期短，水工建筑物简单，土建工程量小，泵站投资低，收效快，运行时间长，年运行成本低，综合性能和综合投资比较优。

目前，随着国内外大中型贯流式水轮机、贯流式水泵技术的飞速发展，其设备制造费用的大幅降低，轴系稳定性和检修维护方便性大大提高，贯流式泵站在平原地区获得了广泛应用。但是，有关贯流式泵站的科技书却很少，很多水利工程、泵站工程的科技工作者迫切需要这方面的

书，因此，我们编写了本书。

全书共分十章。第一章是概论，主要介绍贯流式泵站的型式，贯流式水泵的发展概况和贯流式机组的应用范围。第二章介绍泵站枢纽建筑物的布置特点，厂房布置设计，厂房结构设计和工程实例。第三章介绍贯流式水泵水力性能，内容包括贯流式水泵基础、功率、损失与效率、贯流泵的空蚀和贯流式泵站的双向运行。第四章介绍贯流泵停机与起动过渡过程，包括电动机特性、水泵全特性、贯流泵停机与起动的过渡过程。第五章介绍贯流式水泵结构，灯泡配置型式，贯流泵的埋设部件、传动方式、叶片调节方式、水导轴承、灯泡体电机和机组的支撑方式。第六章介绍贯流式水泵的试验研究，内容包括水泵的相似理论，模型试验系统与模型试验，综合特性曲线的绘制。第七章介绍贯流式水泵的数值模拟计算，内容包括数值计算的基本方程、湍流模型、离散方法、压力—速度耦合、近壁区处理、动静区域问题的处理、边界条件定义和网格划分，并结合工程进行计算。第八章介绍贯流式泵站的技术供水与排水设计、油系统设计及自动化。第九章介绍贯流式泵站主机和电气设备的检修维护，继电保护设备的检修项目和质量标准，辅助系统的检修和维护。第十章介绍贯流式泵站运行与管理，内容包括贯流式泵站的主要技术经济指标、运行与设备管理、水工建筑物管理、工程评级及安全组织管理。

本书第一章由徐辉编写，第二章由夏军编写，第三章由李龙编写，第四章由王永海编写，第五章由陈毓陵编写，第六章由郑源编写，第七章由周大庆编写，第八章由张德虎编写，第九章由程云山编写，第十章由孙洪斌编写。

本书能够正式出版，感谢河海大学教务处、水利水电工程学院、农业工程学院的资助。河海大学陈新方教授仔细审核、校阅了全书，并提出了许多宝贵意见，在此深表谢意。

鉴于时间和水平的限制，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2008. 1. 18

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 贯流式泵站的型式	1
第二节 贯流式水泵的发展概况	7
第三节 贯流式机组的应用范围	13
第二章 贯流式泵站厂房设计	15
第一节 泵站枢纽建筑物布置特点	15
第二节 厂房布置设计	20
第三节 厂房结构设计	34
第四节 工程实例	36
第三章 贯流式水泵水力性能	39
第一节 贯流式水泵基础	39
第二节 功率、损失与效率	48
第三节 贯流泵的空蚀	52
第四节 贯流式泵站的双向运行	60
第四章 贯流泵机组停机与起动过渡过程	68
第一节 电动机特性	68
第二节 水泵全特性	70
第三节 贯流泵机组停机过渡过程	71
第四节 贯流泵机组起动过渡过程	74
第五章 贯流式水泵结构	83
第一节 贯流式水泵结构	83
第二节 灯泡配置型式	84
第三节 埋设部件	87

第四节	传动方式	87
第五节	叶片调节方式	89
第六节	水导轴承	91
第七节	灯泡体电机	91
第八节	机组的支撑方式	93
第六章	贯流式水泵的试验研究	95
第一节	概述	95
第二节	水泵的相似理论	95
第三节	贯流式水泵的模型试验系统	100
第四节	贯流式水泵的模型试验	105
第五节	综合特性曲线的绘制	106
第七章	贯流式水泵的数值模拟	108
第一节	概述	108
第二节	基本方程	110
第三节	湍流模型	111
第四节	离散方法	112
第五节	压力—速度耦合	116
第六节	近壁区处理	118
第七节	动静区域问题的处理	121
第八节	边界条件定义	123
第九节	网格划分	124
第十节	工程算例	127
第八章	贯流式泵站的辅助设备及自动化	131
第一节	技术供水与排水设计	131
第二节	油系统设计	139
第三节	贯流式泵站自动化	143
第九章	机组检修	150
第一节	概述	150
第二节	贯流式泵站主机的检修	153
第三节	贯流式泵站电气设备的检修维护	160
第四节	贯流式泵站继电保护设备的检修项目和质量标准	163

第五节	贯流式泵站辅助系统的检修和维护	169
第十章	贯流式泵站的运行与管理	171
第一节	贯流式泵站的主要技术经济指标	171
第二节	贯流式泵站的运行管理	174
第三节	泵站设备管理	183
第四节	贯流式泵站的水工建筑物管理	195
第五节	贯流式泵站工程评级	197
第六节	安全管理	199
第七节	人员组织管理	206
参考文献	213

第一章 概 论

我国泵站建设，特别是大、中型泵站建设十分迅速，为工农业生产发展和人民生活水平不断提高发挥了重要作用，为现代化建设作出了巨大的贡献。目前，在总体规模上，我国泵站工程已居世界首位，在技术上也达到一定水平，水泵的水力性能已达到先进水平。

贯流式泵站是低水头抽水的一种较好的方式。南水北调东线一期工程需新建泵站 21 座，其中江苏境内有 14 座，选用灯泡式贯流泵的有 7 座，选用立式轴流泵的有 5 座，选用立式混流泵的有 2 座。贯流式泵站与中高水头的泵站、低水头的立式轴流式泵站和立式混流式泵站相比，具有以下特点：

(1) 在泵的性能对比方面，贯流泵机组装置效率高。如灯泡贯流式水泵在低扬程 (2~4m) 范围内，其效率比相同比转速的轴流式水泵高出约 2%~5%。扬程越低，贯流式水泵的装置效率较轴流式水泵的装置效率就越高。在高效率区范围内，贯流式水泵比轴流式水泵具有较大的过水流量。适用于平原地区及低洼地区的低扬程的抗旱排灌泵站。

(2) 进出水流道顺直，灯泡式贯流式泵站的进水流道和出水流道都不拐弯，形状简单，施工方便，水流进出流态好，流道水力损失小。

(3) 载荷分散，单位面积地基上的荷重小，适用于地基不良的场地。

(4) 贯流式泵站一般比立轴式的轴流式泵站建设周期短，水工建筑物简单，土建工程量小，泵站投资低，收效快，运行时间长，年运行成本低，综合性能和综合投资比较好。

另外，国内外大、中型贯流式水轮机、贯流式水泵技术的迅速发展，其设备制造投资降低，轴系稳定性和检修维护方便性大大提高。在国内大型灯泡贯流式水轮机技术已相当完善，灯泡贯流式水轮机成功运用于国内多处低水头水电站，国外大型灯泡贯流式水泵机组也有成功运用的范例。

第一节 贯流式泵站的型式

贯流式泵站 (Tubular Pump) 是指采用贯流式水泵、开发低水头水力资源而建

设的泵站。贯流式泵站的规划和一般泵站的规划一样，应在流域或地区水利规划的基础上，根据全面规划、综合治理、合理布局、经济可行的原则，正确处理好近期与远期、整体与局部的关系，协调好与其他用水部门的关系，使水泵站工程发挥最大效益。

贯流式泵站的型式布置就是综合考虑各种条件和要求，确定建筑物种类并合理布置其相对位置和处理相互关系。枢纽布置主要是根据泵站所承担的任务来确定，其主体工程，即泵房、进出水流道、进出水建筑物等的布置应有所不同。相应的涵闸、节制闸等附属建筑物应与主体工程相适应。此外，考虑综合利用要求，如果在站区内有公路、航运、过鱼等要求时，应考虑公路桥、船闸、鱼道等的布置与主体工程的关系。

在工程布置时，还应根据地形、地貌、水系及原有的水利工程等条件，先进行主体工程布置，然后再考虑各种建筑物的布置，与当地地区经济发展规划相结合，如水产、环境保护、旅游资源的综合利用，以发展水力资源的开发深度，增加贯流式泵站的经济效益。再在进行多方面的技术经济比较的基础上，选择布局合理、效益显著、工程安全、投资节约、运行管理方便的较优方案。

贯流式泵站，尤其是它的厂房结构与布置，受贯流式机组型式的影响很大，并且机组型式对泵站工程建设的投资、运行费用、安全可靠、管理维修等具有决定性的影响。按照常规采用的贯流式机组型式，可把贯流式泵站划分为灯泡贯流式泵站、竖井贯流式泵站、轴伸贯流式泵站和潜水贯流式泵站等四种，其流道水力损失灯泡贯流式最小，其次为轴伸贯流式，目前初选的大部分是灯泡贯流式。现按机组型式分述如下。

1. 灯泡贯流式结构

灯泡贯流式 (Bulb tubular) 结构型式是将电动机和齿轮箱安装在进水侧 (前置) 或出水侧 (后置) 的一个灯泡形金属壳体中，将机组轴系的支撑结构、推力轴承和导轴承均布置在灯泡体内，其特点是结构紧凑。如图 1-1 所示，是灯泡贯流式水泵的结构图。

灯泡贯流式机组的水流基本上轴向通过流道，并轴对称流过水泵的叶片，最符合水泵叶轮设计的基本假设条件，理论上这种结构型式水力性能较好，装置效率最高，在同一水头下，因电动机和齿轮箱尺寸小，灯泡体内有一定的安装空间，机组安装检修方便，开挖深度小，平面尺寸小，便于实现双向抽水。因灯泡体直径小，流道水流条件较好，电机效率、泵站装置效率较高，年运行费较低。但增加齿轮箱后相对增加了一个故障环节，因此对齿轮箱的可靠性要求较高。但与竖井贯流式机组和机组轴伸贯流式机组相比，灯泡贯流式机组结构相对复杂，技术要求也较高，管理、维护相对复杂一些。如图 1-2 所示，是淮安四站灯泡贯流泵站方案站身剖面图。

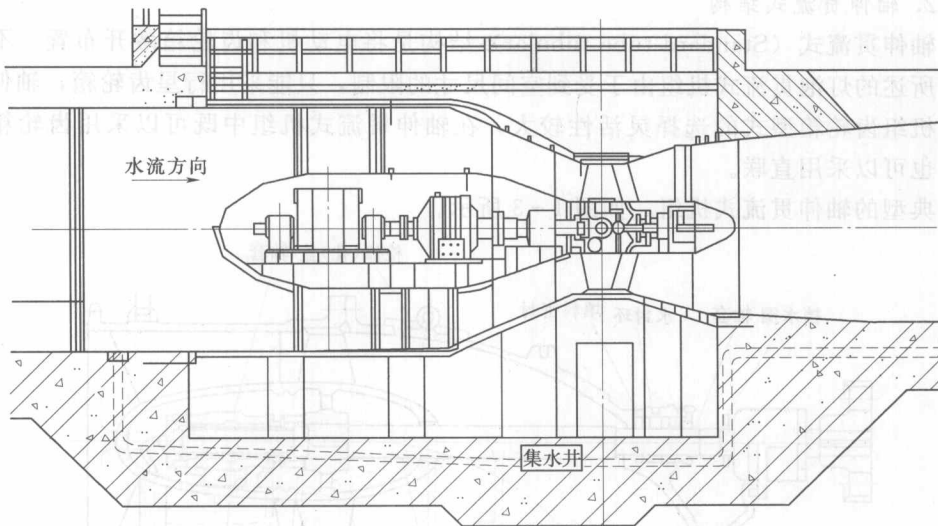


图 1-1 灯泡贯流式水泵结构图

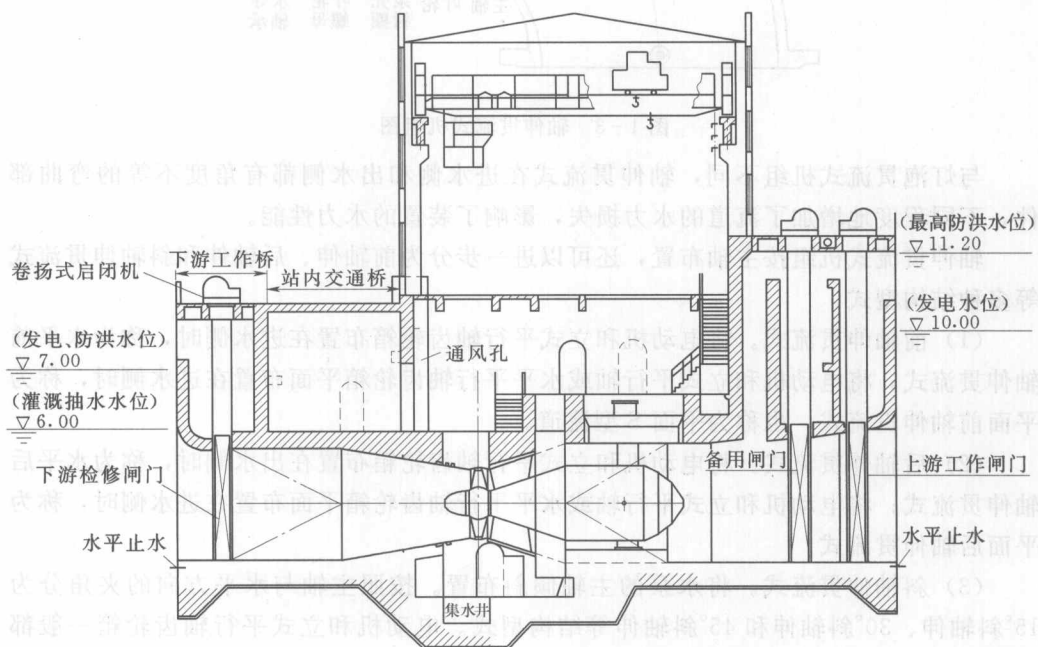


图 1-2 淮安四站灯泡贯流泵站方案站身剖面图 (单位: m)

2. 轴伸贯流式结构

轴伸贯流式 (Standard tube tubular) 结构是将电动机和齿轮箱敞开布置, 不像前面所述的灯泡贯流式机组由于受到空间尺寸的限制, 只能采用行星齿轮箱, 轴伸贯流式机组齿轮箱型式的选择灵活性较大, 在轴伸贯流式机组中既可以采用齿轮箱传动, 也可以采用直联。

典型的轴伸贯流式机组, 如图 1-3 所示。

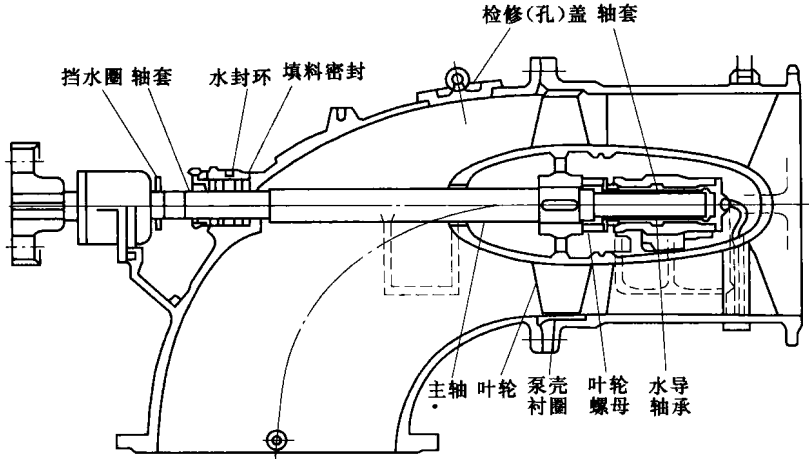


图 1-3 轴伸贯流式机组图

与灯泡贯流式机组不同, 轴伸贯流式在进水侧和出水侧都有角度不等的弯曲部件, 不同程度地增加了流道的水力损失, 影响了装置的水力性能。

轴伸贯流式机组按主轴布置, 还可以进一步分为前轴伸、后轴伸和斜轴伸贯流式等多种结构型式。

(1) 前轴伸贯流式。将电动机和立式平行轴齿轮箱布置在进水侧时, 称为水平前轴伸贯流式; 将电动机和立式平行轴或水平平行轴齿轮箱平面布置在进水侧时, 称为平面前轴伸贯流式, 也称为平面 S 型流道。

(2) 后轴伸贯流式。将电动机和立式平行轴齿轮箱布置在出水侧时, 称为水平后轴伸贯流式; 将电动机和立式平行轴或水平平行轴齿轮箱平面布置在进水侧时, 称为平面后轴伸贯流式。

(3) 斜轴伸贯流式。将水泵的主轴倾斜布置。按照主轴与水平方向的夹角分为 15° 斜轴伸、 30° 斜轴伸和 45° 斜轴伸等结构型式。电动机和立式平行轴齿轮箱一般都布置在出水侧。典型的斜轴伸贯流式机组, 如图 1-4 所示。

轴伸贯流式机组的主水泵主要部件经常处于水面以上, 对密封的要求较低, 检

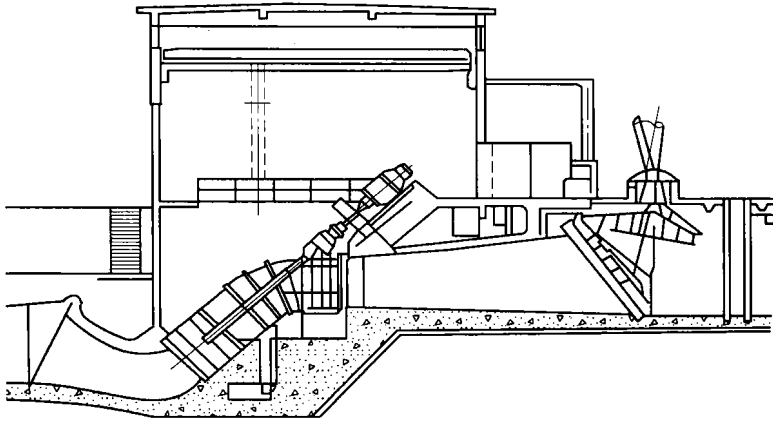


图 1-4 斜轴伸贯流式机组图

查、维修和保养也较方便，拆卸时不必像立式泵那样需要拆除电动机；单位面积上的荷载小，尤其适合于软土地基的泵站；起重机的起吊荷载小，提升高度小，泵房结构相对简单。但轴伸贯流式直径不宜过大，否则会造成机组主轴太长，而且中间没有任何支撑，会导致机组的运行不稳定。所以，一般用于单机容量较小的机组。

3. 竖井贯流式结构

竖井贯流式（Pit tubular）机组是介于灯泡贯流式和轴伸贯流式之间的一种新型的低扬程泵站结构型式，竖井贯流泵将电机、减速器、泵体等置于平面近似呈纺锤形的钢筋混凝土竖井内，水流从竖井两侧流过，水力损失较小，厂房低。典型的竖井贯流式机组，如图 1-5 所示。

水泵进出水流道顺直，水流从竖井的两侧引入水泵（前置）或排向出水侧（后置），泵站装置效率高，总体上水力性能与灯泡式机组接近，机组结构相对于灯泡贯流式结构略简单，并且开挖深度小，平面尺寸小，工程投资省，便于管理、维护和实现双向抽水。站身高度小，可不设厂房，在城区或风景区建设有利于达到美化环境的目的。

竖井贯流式结构由于竖井是开敞的，因而通风、防潮条件良好，竖井的大小和形状通常是由齿轮箱和电动机的大小、人行通道、静力和水力的要求及基础的需要而决定的。对于竖井贯流式机组，竖井本身尺寸笨重、刚度大，受力及变形分析比较简单，传力路径明确，不像灯泡贯流式机组那样需要进行结构应力与变形的模拟分析和模型试验。江苏省裴家圩泵站工程建于 21 世纪初，采用竖井式机组，闸站结合的布置型式，其中泵站为双向泵站以抽引为主，反向兼顾城市排涝，裴家圩泵站竖井式贯流泵装置，如图 1-6 所示。

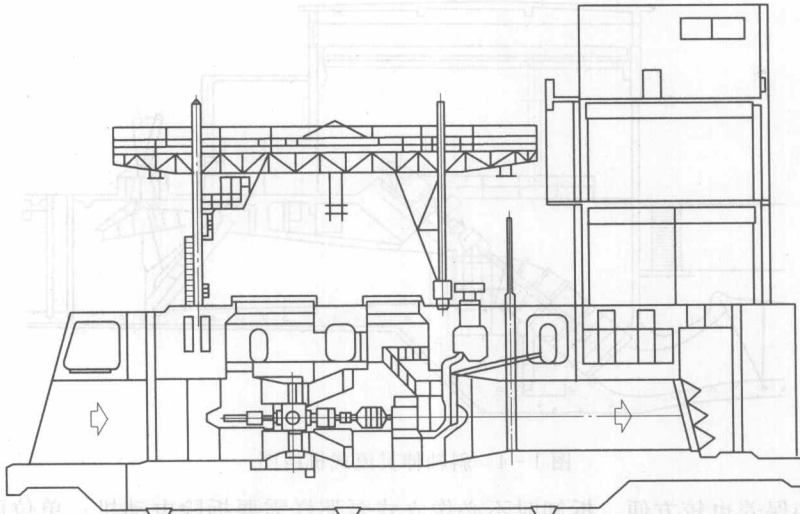


图 1-5 竖井贯流式结构图

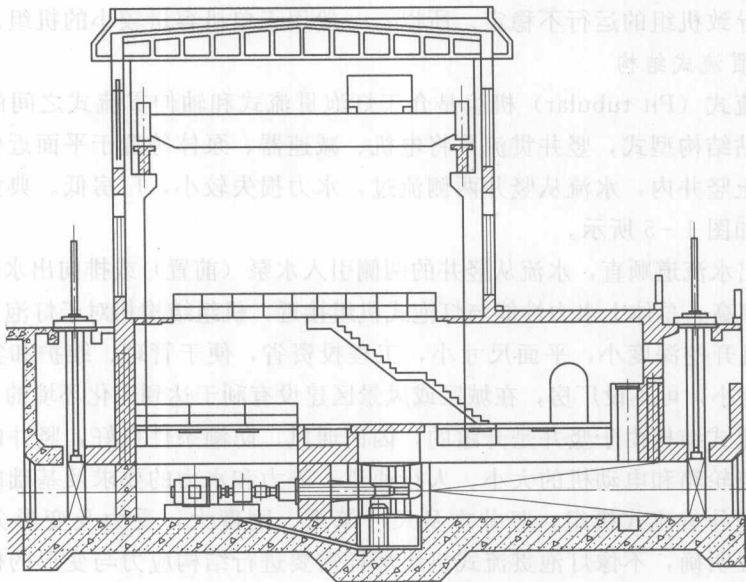


图 1-6 裴家圩泵站竖井式贯流泵装置图

4. 潜水贯流式结构

潜水贯流式 (Submerged tubular) 是将潜水电机技术与贯流泵技术结合而产生

的新型机电一体化产品，如图 1-7 所示，既保持了贯流泵本身的优点，又利用潜水电机技术，克服了传统贯流泵机电冷却、散热、密封等难题。潜水贯流泵作为高比转数泵，是一种适用于低扬程、大流量的灌溉或排涝泵站的泵型，也是我国目前推广使用的一种新型水泵。这种水泵有时零扬程或者要求双向抽水。山东省聊城谭庄水库供水工程出库泵站采用的就是潜水贯流泵机组。

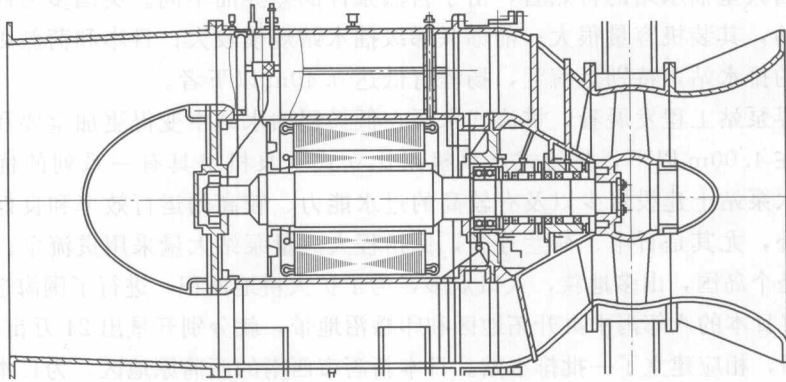


图 1-7 潜水贯流式结构图

装有潜水贯流泵的泵站具有水力特性好、装置效率高，在低扬程工况，装置效率可比轴流泵高出一倍以上。在相同工况下，电机功率配置小，机泵一体，用齿轮箱减速转动，实现了电机的高速化、小型化、运行费用低的特点。由于泵管直径小，适宜取消上部高大厂房，用汽车吊装取代固定行车，水泵基础开挖深度小，土建投资省，运行管理方便，容易自动控制等。国外潜水贯流泵机组具有至少双重组合密封和防泄漏、防超温、防过电流等多种自动保护装置，运行中可采用全自动的实时监控来保证机组的安全运行。国内目前虽然对不大于 900mm 口径贯流泵拥有一定的生产实践经验，但对大口径贯流泵尚未经有效的长时间实际考验，潜水贯流泵的工程实践目前还很少，对大功率潜水电机的使用、水下高压电机的绝缘和漏电保护尚缺乏成熟的工程经验。尤其是电机的密封问题，因为任何机械密封在饱和前很难做到零泄漏，即使采取各种方式，若水泵长期在水下工作，也难以完全保证水泵工作的可靠性。

第二节 贯流式水泵的发展概况

1. 国外贯流式水泵的发展概况

近二十几年来世界各国大型水泵站的建设相当迅速，主要原因是农业生产的发展，

促进了大型灌、排抽水站的兴建，加上科学技术的发展，也使工业上能够提供大型化的机组。在一些工业发达的国家，水资源的利用率较高，跨流域的调水输水工程逐步发展，其枢纽工程的主体就是大型抽水站。至于抽水蓄能泵站，不仅历史悠久，而且规模很大。中、小型排灌抽水站建设更加普遍，已成为一个国家农业生产技术水平及抗御旱涝灾害能力的重要标志之一。

从各国大型抽水站的特点看，由于自然条件的差异而不同。美国多为高扬程大流量的灌电站，其装机容量很大；前苏联梯级抽水站规模较大；日本和荷兰则多为低扬程大流量的排水站，特别是荷兰，扬程有低达 0.40m 以下者。

从世界泵站工程发展看，贯流式水泵在低扬程抽水站中变得更加重要和具有竞争力。扬程在 4.00m 以下，贯流式水泵机组比立式水泵机组具有一系列的优点，尤其是贯流式水泵站土建投资少以及有较高的过水能力、较高的运行效率和良好的运行性能。在国外，尤其是日本、荷兰等国，低扬程大流量泵站大量采用贯流泵。

日本是个岛国，山多地狭，人口众多，为了扩大耕地面积，进行了围海造田，开垦沼泽地。仅日本的八郎泻中央开拓地区和印幡沼地带，就分别开垦出 24 万亩和 30 万亩以上的农田，相应建立了一批排水站。日本新潟市西南的西蒲原地区，为日本粮食主要产地。日本自 20 世纪 60 年代末至 90 年代初建成的 50 多座泵站中，有近百台贯流泵在运行，其中最大单台流量达 $11.5\text{m}^3/\text{s}$ ，最高扬程达到 12.80m，扬程在 4.00m 以上的泵站共有 28 座。在该国众多的大型泵站中，新川河口是较有代表性的。1971~1973 年建成了新川河口排水站，排水能力为 $240\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 2.60m，安装 6 台口径为 4200mm、流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$ 的贯流式泵站，总装机容量为 7800kW，排水受益面积 30 万亩。该泵从开机到停机过程全部自动化，通过中央控制室可以自动调节水泵叶片角度，自动选择运行台数，根据内外水位差和排水流量自动控制辅助设备和自动清污装置。

荷兰从 13 世纪就开始围海造地，迄今已增加土地 900 多万亩，全国约 45% 的面积在海水位以下，因此，农田排水是一个突出的问题，最先采用的排水设备是风车带动的桨轮，到 19 世纪时采用蒸汽机。自 21 世纪以来，由于排水设备的迅速发展，使荷兰的土地垦殖得到了迅速的扩大，荷兰也成为世界上水泵技术先进的国家之一。荷兰目前已建成的大型泵站有 600 多座，安装口径 1.2m 以上的大型水泵机组 2400 多台（荷兰泵的转速高，其口径 1.2m 相当于我国口径 1.8m 以上的大泵），其泵站的数量和大泵的台数都是我国泵站数量的 3 倍以上。荷兰是对贯流式泵站研究和开发较早的国家之一。1973 年建成的荷兰泽顿水泵站，流量 $37.5\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 1.20m，水泵口径为 3600mm，水泵转速 73r/min，经齿轮变速传动，配套功率 924kW。采用水平后轴伸式轴伸贯流式泵站。1975 年在阿姆斯特丹附近的北海运河入海口建造的爱莫顿水泵站，装有 4 台单机流量为 $37.5\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程为 2.30m，水泵口径为 3940mm 的大

型贯流式泵站，是荷兰最大的泵站之一，抽水重量 $150\text{m}^3/\text{s}$ ，总功率达 3900kW 。另外，荷兰的水泵生产和泵站管理非常先进，两者在业务上的关系非常密切，水泵厂的设计人员对泵站的运行管理非常熟悉，他们与泵站管理单位在设计、生产、制造、试验、安装、调试、运行和检修等各个环节上配合默契，协调一致。

表 1-1 是国外部分贯流式泵站的特征参数。

表 1-1 国外部分贯流式泵站的特征参数

泵站类型	站名	结构型式	水泵直径 (mm)	流量 (m^3/s)	扬程 (m)	投运时间 (年)
灯泡贯流式泵站	荷兰 Umuiden	后置灯泡 (直联)	3940	37.5	1.20	1975
轴伸贯流式泵站	美国新奥尔良	水平前轴伸	3350	31.1	3.60	1984
	美国新奥尔良	水平前轴伸	3350	34.0	2.40	1993
	伊拉克	水平前轴伸	2250	19.4	5.30	1986
	荷兰泽顿	水平后轴伸	3600	37.5	1.20	1973
竖井贯流式泵站	日本新川河口	后置竖井行星轴齿轮箱	4200	40.4	2.60	1973

2. 国内贯流式水泵的发展概况

在水电行业，国内从 20 世纪 60 年代开始对贯流式水轮机进行研究和开发，主要是以灯泡式贯流式机组为主。40 多年来通过自行研制、技术引进、与国外厂商合作生产制造和整机引进等途径，我国灯泡式贯流式水轮机的研究、设计、制造、安装与运行管理技术已趋于成熟。近年来灯泡式贯流式水轮机得到了较大的发展，涵盖了低水头水电站的大、中、小容量范围。在此背景下，贯流式水泵机组在我国开始了研制和开发的应用。贯流式水泵机组在我国有 20 多年的历史（主要是中、小型泵），但对其开发研究起步则很晚，尤其是装置性能方面的研究相对较少。造成贯流式水泵机组发展缓慢的主要原因，一方面是因为传统上人们已习惯于立式轴流式水泵机组；另一方面是因为贯流式水泵机组的一些关键技术，例如，贯流式泵站（含可逆式）进、出流道优化设计、转轮开发等，未能较好掌握。经过多年的努力，我国在低扬程泵装置方面的研究取得了一定的进步，无论是装置能量性能还是装置气蚀性能都达到了新的水平，并得到了一定的推广和应用。

目前，国内已建成的贯流泵站最大流量为江苏太浦河泵站，单机流量为 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，共 6 台，斜轴伸式二级平行齿轮减速箱，电机功率 1600kW ，齿轮箱功率 2400kW 。最大功率的贯流泵站为淮安三站，电机功率 2500kW 。在南水北调工程中大量采用贯流式机组。

南水北调工程是解决我国北方地区水资源严重短缺问题的重大战略举措，从 20

世纪 50 年代至今, 经过半个多世纪的研究, 规划确定分别从长江下、中、上游向北方调水的南水北调东、中、西三条调水线路, 与长江、淮河、黄河和海河形成相互连通的“四横三纵”总体格局。东线工程从江苏省扬州市附近的长江下游干流取水, 基本沿京杭运河向北送水, 给黄淮海平原东部和山东半岛补充水源。第一期工程首先调水到山东半岛和鲁北地区, 供水目标是补充沿线城市的生活、工业和环境用水, 并适当兼顾农业和其他用水。南水北调东线第一期工程输水线路以黄河为脊背, 分别向南、北倾斜, 从长江至东平湖输水主干线长约 617km。由于穿黄河处水位高于长江水位约 40.00m, 为此在东平湖以南的输水线路上共设 34 座泵站, 分 13 个梯级抽调江水向北输送入东平湖。其中利用江苏省江水北调工程现有 6 处 13 座泵站 (原有泵站工程装机情况见表 1-2), 新建 21 座泵站 (新建泵站工程装机情况见表 1-3), 在新建的 21 座泵站中, 有 9 座泵站共 40 台采用贯流式水泵机组, 其中江苏境内 7 座。出东平湖后分两路输水, 一路向北穿黄河后经小运河接七一、六五河自流到德州市大屯水库; 另一路向东开挖胶东输水干线西段河道, 输水至引黄济青干渠, 再经山东省规划建设的胶东地区引黄调水工程送水至威海市米山水库, 工程分三期实施。据统计, 东线第一期规划新建的 21 座泵站贯流泵 20 台; 东线第二期规划新建的 13 座泵站, 贯流泵 14 台; 东线第三期规划新建 17 座泵站, 贯流泵 14 台。

表 1-2 原有泵站工程装机情况

序号	梯级	泵站名称	设计规模 (m^3/s)	水泵型式	设计扬程 (m)	单机流量 (m^3/s)	配套功率 (kW)	装机 台数	建成 (年)
1	1	江都一站	80	立式轴流泵	7.80	10.0	1000	8	1963
2		江都二站	80	立式轴流泵	7.80	10.0	1000	8	1965
3		江都三站	137	立式轴流泵	7.80	13.7	1600	10	1969
4		江都四站	231	立式轴流泵	7.80	33.0	3550	7	1977
5	2	淮安一站	64	立式轴流泵	3.88	8.0	1000	8	1974
6		淮安二站	120	立式轴流泵	3.50	60.0	5000	2	1979
7		淮安三站	66	贯流泵	4.07	33.0	3400	2	1996
8	3	淮阴一站	120	立式轴流泵	4.70	30.0	2000	4	1984
9		淮阴二站	102	立式轴流泵	4.40	34.0	2800	3	2002
10	4	泗阳二站	66	立式轴流泵	5.60	33.0	2800	2	1996
11	5	刘老涧一站	152	立式轴流泵	3.00	38.0	2200	4	1996
12		睢宁一站	5	立式混流泵	9.00	10.0	1600	5	1993
13	6	皂河一站	200	立式混流泵	4.65	100.0	7000	2	1985

表 1-3

新建泵站工程装机情况

序号	梯级	泵站名称	设计规模 (m^3/s)	水泵型式	设计扬程 (m)	单机流量 (m^3/s)	配套功率 (kW)	装机 台数
1	1	宝应站	100	立式混流泵	7.60	33.4	3400	4
2	2	淮安四站	100	灯泡贯流泵	4.15	33.4	2240	4
3		金湖站	150	灯泡贯流泵	2.35	37.5	2240	5
4	3	淮阴三站	100	灯泡贯流泵	4.28	34.0	2240	4
5		洪泽站	150	立式轴流泵	6.00	30.0	3000	6
6	4	泗阳站	164	立式轴流泵	6.30	33.0	3000	6
7		泗洪站	120	灯泡贯流泵	3.70	30.0	3000	5
8	5	刘老涧二站	80	灯泡贯流泵	3.70	31.5	2000	4
9		睢宁二站	60	立式轴流泵	9.20	30.0	4200	3
10	6	皂河二站	75	立式轴流泵	4.65	37.5	2800	2
11		邳州站	100	灯泡贯流泵	3.20	34.0	2500	4
12	7	刘山泵站	125	立式轴流泵	5.73	31.5	2800	5
13		台儿庄站	125	立式轴流泵	4.53	25.0	2000	6
14	8	解台站	125	立式轴流泵	5.84	31.5	2800	5
15		万年闸站	125	立式轴流泵	5.49	31.5	2650	5
16	9	蔺家坝站	75	灯泡贯流泵	2.40	25.0	1250	4
17		韩庄站	125	灯泡贯流泵	4.15	31.5	2000	5
18	10	二级坝站	125	灯泡贯流泵	3.21	31.5	1850	5
19	11	长沟站	100	立式轴流泵	4.06	33.5	2240	4
20	12	邓楼站	100	立式轴流泵	3.97	33.5	2240	4
21	13	八里湾站	100	立式轴流泵	5.40	25.0	2240	5

由表 1-2 和表 1-3 可以看出, 在原有的泵站型式中有淮安三站采用贯流式泵站, 在新建的 21 座泵站中有 9 座泵站采用贯流式泵站, 贯流式泵站得到很大的推广。

南水北调工程的贯流式水泵大部分采用灯泡式贯流机组。蔺家坝泵站工程是南水北调东线工程的第九级泵站, 位于江苏省徐州市铜山县境内。根据南水北调东线工程总体规划, 蔺家坝泵站分两期实施, 第一期工程新建蔺家坝一站, 设计流量 $75\text{m}^3/\text{s}$ 。其主要任务是抽调前级解台站来水入南四湖下级湖, 以满足南水北调向北调水, 同时适当结合地方排涝。该泵站采用型号为 2800ZGQ25—2.5 的后置灯泡贯流泵, 叶轮直径 2850mm, 设计扬程 2.80m, 单机容量 1250kW, 总装机容量 5000kW, 采用单