

大中型卧式机组泵房特点及选择探讨

许雪梅¹, 陆银军¹, 彭兆刚², 陆 雯¹

(1. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225127;

2. 扬州市临港建设发展有限公司, 江苏 扬州 225009)

摘要: 卧式泵机组的结构形式较多, 主要分为轴伸式和贯流式机组。贯流式机组又分灯泡式、竖井式和潜水贯流式(含全贯流式)三种结构形式。本文结合江苏省内已建的大中型卧式泵站, 根据卧式泵分类的不同, 分别归纳其特点和型式, 并列举其应用实例。最后, 从扬程和流量两个角度, 研究如何选择卧式泵房型式。研究成果可为类似工程设计提供参考依据。

关键词: 卧式机组泵房; 特点; 选择

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2016)05-0020-05

Discussion on characteristics and selection of large and medium sized horizontal unit pump station

XU Xuemei¹, LU Yinjun¹, PENG Zhaogang², LU Wen¹

(1. Jiangsu Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu;

2. Yangzhou Port Construction Development Co., Ltd., Yangzhou 225009, Jiangsu)

Abstract: The structure of the horizontal pump unit can mainly divided into axial extension type and cross flow type. And the cross flow type contains bulb type, vertical shaft type, and submerged flow type. In this paper, combined with the large and medium-sized pump stations built in Jiangsu Province, the characteristics and types are summarized according to the different classification of horizontal pumps. Their application examples are listed. Finally, the selection of the horizontal pump is studied from the two aspects of head and flow. The research results can provide reference for similar engineering design.

Key words: horizontal unit pump station; characteristics; selection

0 引言

常规大中型泵房包含立式机组泵房、斜式机组泵房、卧式机组泵房。卧式泵机组的结构形式较多, 主要分为轴伸式和贯流式机组。贯流式机组又分灯泡式、竖井式和潜水贯流式(含全贯流式)三种结构形式。随着南水北调东线第一期工程及江苏省内区域治理, 江苏省大中型泵站建设十分迅速, 其中卧式机组泵站有十几座, 积累了大量的设计经验。华东水利学院编著《抽水站》^[1]、《贯流泵

泵战》^[2]对泵站和贯流泵进行了系统的研究, 金燕^[3]等对灯泡体支撑件对贯流泵水力性能影响进行研究。本文结合江苏省内已建的大中型卧式泵站, 着重探讨大中型卧式泵机组特点、泵房型式及选择, 成果可为类似工程设计提供参考依据。

1 卧式机组泵房特点、型式及应用实例

纵观所建卧式机组泵房, 其具有开挖深度小, 站房高度低, 结构简单, 投资较省(挡洪高度较高除外)等特点。

收稿日期: 2016-03-17

作者简介: 许雪梅(1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事水工结构设计及研究。

1.1 轴伸式机组泵房

轴伸泵可分为水平轴伸泵和斜轴泵。水平轴伸泵按主轴布置方式可分为前轴伸和后轴伸,泵轴可向进水方向穿过进水流道(前轴伸)或向出水方向穿过出水流道(后轴伸)与电动机主轴连接。轴伸泵在秦淮新河抽水站得到应用。

应用实例:秦淮新河抽水站设计流量为 $50 \text{ m}^3/\text{s}$, 安装 1700ZWSQ10-2.5 型卧式轴流泵, 水泵叶轮直径 1.70 m, 配 Y500 - 6/630 kW 异步电机、B2SH11 齿轮箱 5 台套; 设计扬程: 灌溉 2.5 m、排涝 2.0 m; 总装机容量 3150 kW。水泵配双向卧式平面 S 型流道。详见图 1。

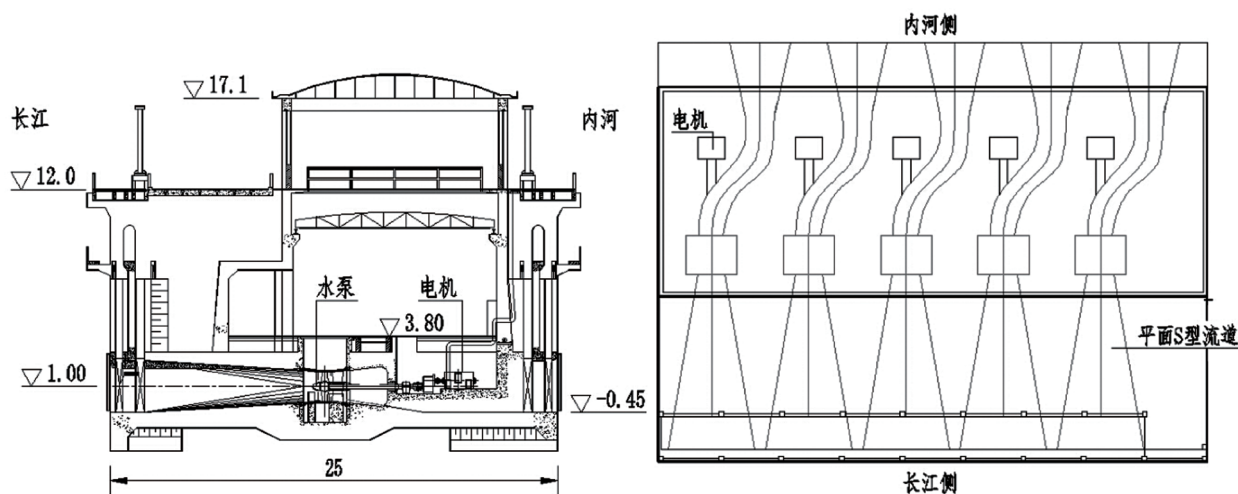


图1 秦淮新河抽水站站身剖面图和平面图

1.2 贯流式机组泵房

贯流式泵机组又分灯泡式、竖井式和潜水贯流式(含全贯流式)三种结构形式。贯流泵顾名思义,指水流在泵中直进直出。实际水流在通过灯泡体(或竖井体)时稍有弯曲,但不影响水流贯通泵装置这个总的趋势。

(1) 灯泡贯流式机组泵房

灯泡式贯流机组泵房,灯泡体好比在小灯泡外套了个大灯泡,电机、传动装置等装在小灯泡体内,小灯泡体底部设支墩固定在大灯泡体上,顶部设人孔,大灯泡体通过固定装置固定在底板、站墩上。水流从大小灯泡体之间流入,经过叶轮流,称为前置灯泡贯流泵;反之,水流先经过叶轮,再从灯泡体侧流出,称为后置灯泡贯流泵。对于单机流量较大,叶轮直径较大的低扬程泵站,常采用灯泡式贯流机组。灯泡式贯流机组的泵房:该形式的泵房主要特点是电动机及传动装置都设在水泵的灯泡体内。进出水流道顺直,流道效率较

高,工程投资较省。但因为灯泡体存在增加了泵内的流动损失。为此,缩小灯泡直径是提高水泵效率的重要途径。而灯泡体的直径又与电动机的直径有直接关系,因此选用高速小直径的电动机,并通过齿轮减速机与水泵联结的机组配套是该装置的关键技术。另因电机、传动装置等装在小灯泡体内,其安装检修、通风散热等都是难以解决的问题。灯泡体贯流式泵房在淮安第三抽水站、泗洪枢纽泵站等工程得到应用。

应用实例:泗洪枢纽泵站设计流量 $120 \text{ m}^3/\text{s}$, 安装 3200GWQ 后置灯泡贯流泵配 2000 kW 同步电机 5 台套(含备机 1 台)。水泵叶轮直径 3.20 m, 安

装高程 6.30 m, 调水扬程 3.23 m, 排涝扬程 3.14 m, 单机设计流量 $30.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。配套电机总装机容量 10000 KW, 水泵与电机采用直联传动, 采用平直管进出水流道。详见图 2。

(2) 潜水贯流式机组泵房

对于潜水贯流式机组,由于机组的电机、齿轮箱和水泵做成一整体结构埋置在水泵井里,结构紧凑,且大修时需整体送至生产厂家检修,且电机位于进水池以下,泵房高度很低,甚至可以省去主泵房的上部结构,采用汽车吊和移动式门式起重机即可解决安装和检修问题。装有潜水贯流泵的泵站具有水力性能好、装置效率高,在低扬程工况,装置效率可比轴流泵装置高出较多。在相同工况下,电机功率小,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。由于泵管直径小,可以去掉上部高大厂房,用汽车吊装取代行车,基坑开挖深度小,土建投资省,运行管理方便,容易自动控制等。国内目前虽然对不

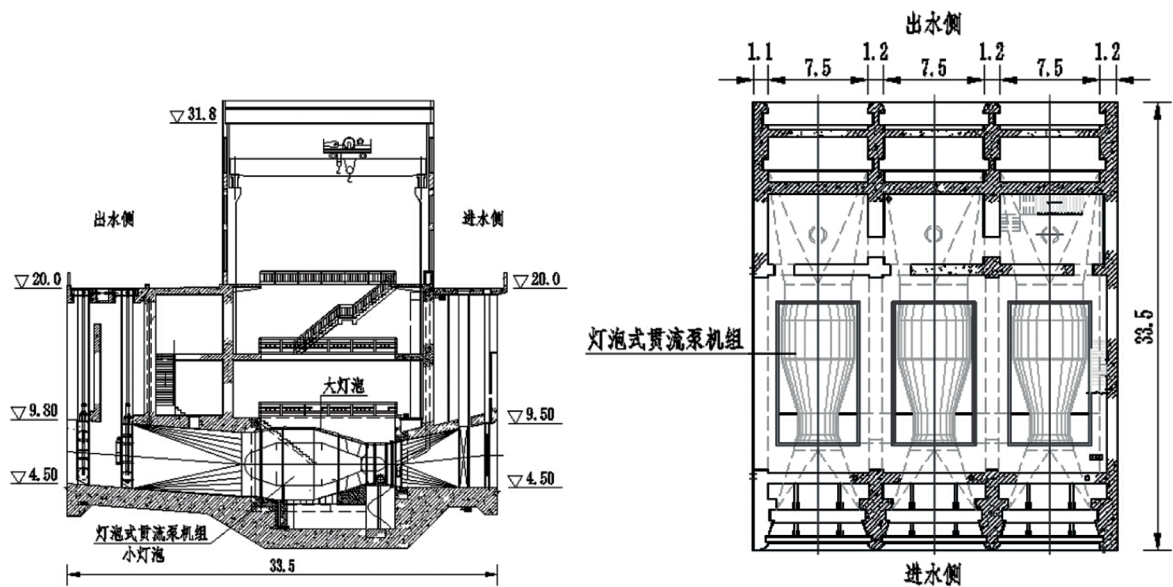


图 2 泗洪枢纽泵站站身剖面图和平面图

大于 900 mm 口径贯流泵拥有一定的生产实践经验,但对于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相对较少,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露,即使采取各种方式,若水泵长期在水下工作,也难完全保证水泵工作的可靠性。

全贯流泵是潜水贯流泵的一种。全贯流泵又称电机泵。该水泵机组是水泵和电机合二为一,即机泵同轴,电动机的转子和水泵的叶轮结合,即将电机转子线圈布置在水泵叶片的外缘,轴向尺寸最短,机组结构紧凑,构造简单,灯泡体直径小,进出水流道平直,又可双向抽水,工程造价较省。电

机的定子和转子在水中,实际上相当于大型潜水电泵。因此,要求电机绕组具有更高的绝缘等级。另外,因电机的定子和转子之间存在间隙,对水泵和电机效率都有影响,故机组效率较低。

位于连云港灌南境内的灌河北泵站和灌云境内善后河南泵站均采用潜水贯流式机组,具有效率高、结构紧凑、运行管理方便等优点。泵站上部布置采用无厂房方案,主机泵的检修采用汽车吊吊出。潜水贯流式泵房在扬中泵站等得到应用。

应用实例:灌河北泵站位于灌南县长茂镇境内,采用 5 台套潜水贯流式机组,水泵叶轮直径 2 m,设计流量 50 m³/s。泵站上部布置采用无厂房方案,主机泵的检修采用汽车吊吊出。详见图 3。

(3) 竖井贯流式机组泵房

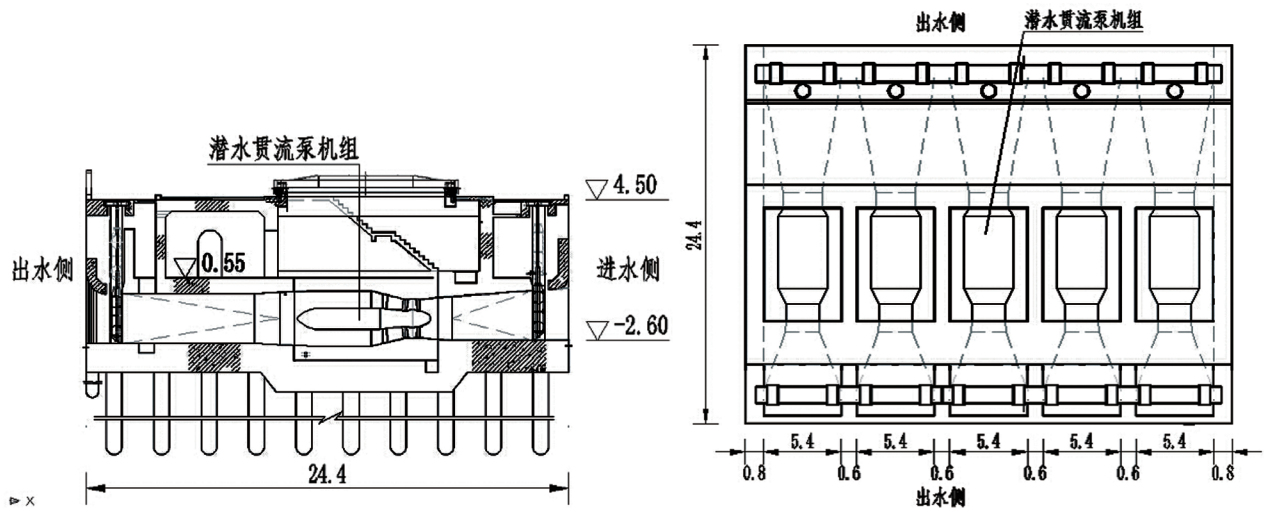


图 3 灌河北泵站站身剖面图和平面图

竖井贯流泵是介于灯泡贯流泵和轴伸贯流泵之间的一种新型的低扬程泵站的结构型式, 将电机、减速器和泵体等分别置于平面近似纺锤形的钢筋混凝土竖井内和水泵井内, 水流从竖井两侧流过, 水力损失小, 厂房低。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体机组接近, 机组结构相对灯泡贯流泵结构略简单, 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、防潮条件较好, 竖井的大小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。对于竖井贯流泵机组, 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。

减少机组流道水力损失主要可通过三种途径实现: 采用流道水力损失较小的泵装置形式; 适

井贯流泵, 配 Y355L - 6 型卧式异步电动机 5 台套, 全站总装机容量为 1500 kW。泵站采用平直管进出水流道。详见图 4。

2 卧式机组泵房选择

(1) 根据上述各类泵机组的特点及相关的研究成果^[4]: ①扬程大于 4 m 的泵站不选用贯流泵机组, 扬程低于 3 m 时优先选用贯流泵机组; ②扬程虽低于 3 m 的泵站, 但有高水头挡洪要求的, 经综合比较, 也可以不选用贯流泵机组; ③扬程介于 3 ~ 4 m 的泵站选用立式还是贯流机组, 应作详细的技术和经济比较。综上所述, 扬程较低挡洪水头要求较低, 优先选择贯流泵机组。

(2) 江苏省已建部分各类卧式泵机组情况见表 1。

根据表 1 的资料及结合省外泵站经验, 单机流量一般 10 m³/s 左右及以下时, 常选用潜水贯流泵房或轴伸式泵房; 单机流量一般 10 m³/s 以上时, 均可选用竖井贯流泵房; 单机流量一般 30 m³/s 左

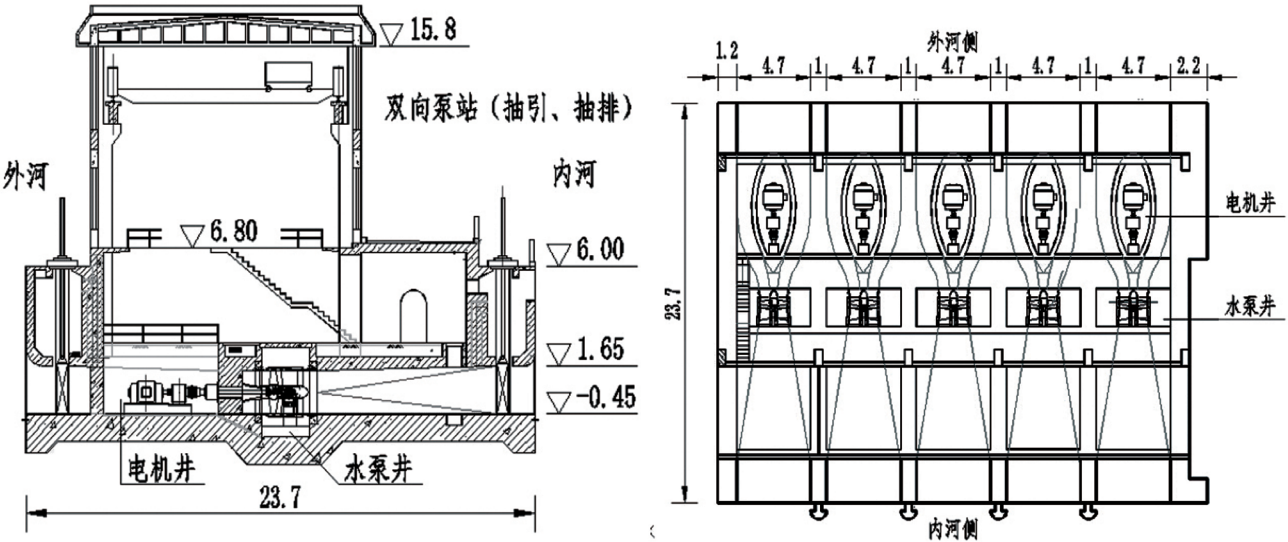


图 4 裴家圩泵站站身剖面图和平面图

当增加叶轮直径, 降低流道内流速; 对流道型线进行充分的优化水力设计, 最大限度改善流道内的水流流态。

竖井贯流式泵机组在裴家圩泵站、无锡梅梁湖泵站、邳州站工程等工程得到应用。

应用实例: 裴家圩泵站为双向泵站, 以抽引望虞河的水为主, 反向兼顾城市排涝, 正反向规模均为 40 m³/s。安装 1900SSGQ8 - 1.5 型双向竖

右及以上时, 可选用灯泡体贯流泵房或竖井贯流泵房; 至于最终选定, 需经过多方案比选确定。

3 结论

大中型卧式机组泵房的选择是根据江苏省内泵站及省外泵站经验归纳提出, 反映了客观规律。实践证明, 研究成果可为类似工程设计提供参考依据。

表 1 江苏省已建部分卧式机组泵房的特征参数表

序号	泵站类型	站名	结构型式	水泵直径（mm）	单机流量 （m ³ /s）	扬程（m）
1	轴伸式泵	秦淮新河抽水站	平面后伸式	1700	10.0	抽排3.0
						抽引4.0
2	灯泡贯流泵	淮安第三抽水站	后置灯泡	3200	30.0	3.70
3	灯泡贯流泵	泗洪枢纽泵站	后置灯泡	3200	30.0	调水3.23
						排涝3.14
4	灯泡贯流泵	金湖站	后置灯泡	3300	37.5	调水2.45m
						排涝4.70m
5	灯泡贯流泵	淮阴三站	后置灯泡	3140	33.4	供水4.78
6	潜水贯流泵	灌河北泵站	S型叶片双向潜水 贯流泵	2000	10.0	1.50
7	潜水贯流泵	扬中泵站				排涝2.8
						引水1.5
8	竖井贯流泵	裴家圩泵站	前置竖井	1900	8.0	抽引0.4
						抽排1.5
9	竖井贯流泵	梅梁胡泵站	前置竖井	2000	10.0	1.82
10	竖井贯流泵	邳州站	前置竖井	3200	33.4	调水3.1

参考文献：

[1] 华东水利学院 . 抽水站 [M]. 上海科学技术出版社, 1987 年 .

[2] 徐辉, 郑源, 夏军, 等 . 贯流式泵站 [M]. 中国水利水电出版社, 2008 年 .

[3] 金燕, 刘超, 汤方平, 等 . 灯泡体支撑件对贯流泵水力性能影响 [J]. 农业机械学报, 2009, 40(11): 78-82.(in Chinese) .

[4] 刘军, 黄海田, 刘丽君 . 江苏省南水北调一期工程泵站选用贯流泵机组的探讨 [J]. 泵站工程, 2012, 127-129.(in Chinese) .

(责任编辑: 王宏伟)