改善泵站前池运行工况的措施

徐韶华[1]，张凤琴[2]，华丽琴[3]

（1. 聊城市水利局金彭陶管理处，山东 聊城 252061；2. 聊城市水利勘测设计院，山东 聊城 252061；
3. 聊城市水利勘测设计院，山东 聊城 252061）

摘　要：针对泵站运行中前池存在水流紊乱以及泥沙淤积等主要工程问题，提出：根据水源水位变幅大小，合理选取扩散角和底坡是前池设计中的关键环节。介绍了聊城市泵站建设及改造中对不同情况采用的改善前池工作条件的工程措施。实践证明：在扩散型前池中建成倒坡池底；泵站若是侧向引水或部分机组运行，设置纵向导流墙；如果引水渠渠底与进水池池底高程相差较大且前池又较短，在池底斜坡上修建横坎，都是改善池中水流扩散和减少泥沙淤积的有效办法。

关键词：泵站前池；工况；措施

中图分类号：S277.1　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1005-6254(2006)01-0011-03

1　泵站前池存在的主要工程问题

泵站前池是引水渠与进水池的联接段，作用是使引水渠中的水流均匀平顺地扩散到进水池，保证向泵站每台机组的进水孔口均匀地直接供水。工程调查表明，前池存在的主要工程问题有两个：一是水流紊乱不稳定，主要原因是水流从引水渠进入前池后，由于断面的扩大，流速的减小，导致沿程压力增大，从而使水流在惯性力的作用下产生绕流、偏流和脱流，不仅增大了能量消耗而且恶化了水流条件，严重的会在进水池内形成漩涡和漏斗，使水泵进口流速和压力分布不均匀，诱发水泵汽蚀，引起机组和泵房振动。使泵站的装置效率降低，甚至无法工作。二是在水中含有大量泥沙的情况下，由于在前池的主流两侧存在侧面漩涡区，造成泥沙沉积在前池的边坡和部分池底，而前池的清淤通常是不太有效的，因为清淤后很快又形成新的淤积。

2　泵站前池设计中的关键环节

为了解决前池水流紊乱和泥沙淤积问题，必须设法改善前池的工作条件。前池扩散角和池底纵坡是控制前池水流状况的重要因素，因此，合理选取扩散角和底坡是前池设计的关键环节。

当水源水位变幅较小，水泵的淹没深度容易满足时，进水池的底高程可取与引水渠的底高程相同，这样前池的底坡 $i=0$，在平底前池中，水流仅在水平面上扩散，因此，扩散角 α 可以取得大一些，一般 α 取为 35° ~ 40°。

当水源水位变幅较大，为了满足在最低水位下水泵正常工作要求的淹没深度，需要将进水池的池底建得低于引水渠的渠底，因此，前池池底要有一段做成向进水池方向逐渐降低的斜坡。试验表明：随着前池底坡 i 的增大，进水池中水泵吸入口阻力系数也将增大；底坡 i 在小于0.2范围内取值时，阻力系数变化不明显。因此，一般取 $i \leqslant 0.2$。在正坡前池中，水流在水平面和铅垂面两个方向上扩散，扩散角宜取得小一些，一般 α 取 20° ~ 35°。

3　改善前池工作条件的工程措施

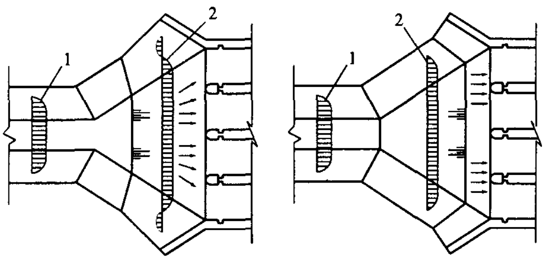
3.1 设置倒坡

在扩散型前池中建成倒坡池底，是改善池中水流扩散和减少泥沙淤积的有效办法。从水力学的角度看，倒坡池底减弱了水流在扩散型前池中因断面扩大造成流速减小、沿流程压力增大的趋势。水工模型试验表明，在前池深度逐渐减小的情况下，池中水流扩散得较好。正坡和倒坡前池中水流特性对比见图 1。

聊城市阳谷县韩庄泵站位于位山引黄灌区的输沙渠上，设计流量 8 m^3/s、扬程 5.8 m、4 台轴流泵，装机容量 780 kW，干室型泵房。在泵站

作者简介：徐韶华（1968- ），男，山东莘县人，高级工程师，副处长，从事水利工程设计及管理工作。

设计中，考虑到输沙渠中水流含沙率较高，为减少前池泥沙淤积，采用了倒坡池底，见图2。泵站运行中，水流在前池扩散流态平稳，无漩涡产生，停水后前池和进水池中泥沙淤积也较少。



正坡　　　　倒坡

图1 正、倒坡前池中水流特性对比

1.引水渠中的流速分布；2.前池中的流速分布

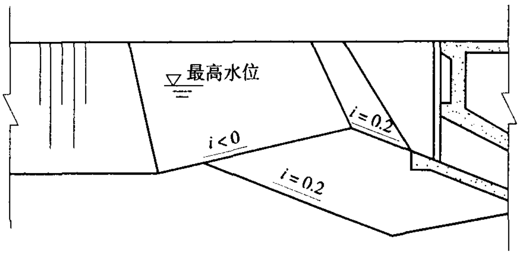


图2 设置倒坡的前池

3.2 设置导流墙

在泵站侧向引水或部分机组运行的情况下，由于前池中水流的偏斜，引起不对称的扩散，在主流的两侧形成回流区，主流与回流交界处紊动交换剧烈。回流区内水流速较小，水深较大，因而在同一横断面上，水位较主流高，在这个水头差作用下，回流区的水流不断地挤入主流，使主流过水断面减小，流量更为集中，流速加大，如果主流两侧回流不对称，两侧挤压主流的作用点位置有偏差或挤压力不相等，就会使主流摆动或在力偶作用下产生漩涡，从而恶化前池的流态。在前池内设置纵向导流墙，可以避免水流在横向相互影响，有效地改善因主流偏斜而造成的水流紊乱现象。

聊城市冠县骆驼山泵站位于位山引黄灌区三干渠的左岸，设计流量12 m³/s，设计扬程6 m，装机容量1 040 kW，布置4台轴流泵，干室型泵房。2003年在泵站设计中，考虑到该泵站为侧向引水，水流自三干渠进入前池，转角为90度，无引水渠调整流态，为改善前池中的水流条件，在前池中设置了两道导流墙，见图3。泵站运行中，前池水流基本稳定，无脱流、绕流、回流现象，两个边孔水泵也运转正常，无汽蚀现象。

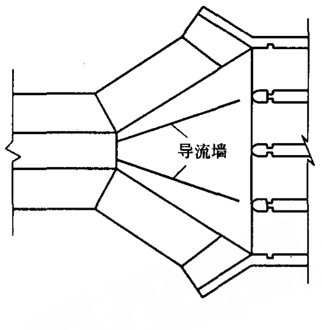


图3 设置纵向导流墙的扩散型前池

3.3 设置横坎

在引水渠渠底与进水池池底高程相差较大，而前池又较短的情况下，水流经前池斜坡流入进水池中易产生水跃，导致流态紊乱。可在池底斜坡上修建一道或两道横坎，见图4。横坎置于水跃前，起到消能的作用。从水力学的观点看，横坎改善了水流在平面上的扩散条件。需要指出的是：在有横坎的前池中比在池底为倒坡的前池中水流扩散得慢，因为倒坡的影响是从前池的始端就开始起作用；另外，横坎前可能沉积泥沙。因此，这种措施仅在对旧建筑物改造时才被采用。

聊城市冠县岳胡庄泵站和临清市尚店泵站均位于位山引黄灌区三干渠左岸，设计流量分别为10 m³/s、6 m³/s；扬程分别为5.8 m、6.5 m，始建于20世纪80年代初。进入90年代，由于引水渠渠底逐年淤高，水流经前池斜坡流入进水池，在前池末端形成水跃，导致前池和进水池水流紊乱，水泵汽蚀严重，泵房中噪声震耳，影响正常工作。2002年决定对泵站进行改造，在前池中部设置了一道高0.6 m，宽0.4 m的钢筋混凝土横坎，见图4。改造后水流条件明显好转，水泵汽蚀现象明显减轻，改造前1~2年水泵叶轮因汽蚀破坏就需要更换，改造后泵站已正常运行3年多时间，水泵仍状况良好。

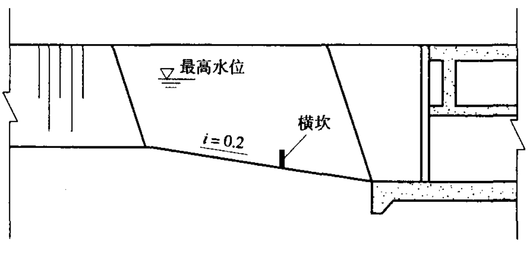


图4 设置横坎的扩散型前池

3.4 设置曲线型进水池

顺着水流扩散的方向布置正向曲线型进水池，保证水流直接均匀地进入各个进水室，没有漩涡和漏斗形成，可以较好地改善两个边孔水泵的进水条件，使之接近于中间孔水泵。

聊城市阳谷县南徐泵站位于陶城铺引黄灌区南干渠上，设计流量 16 m^3/s，设计扬程 5.6 m，装机容量 1 200 kW，布置 4 台机组，干室型泵房。在设计中为改善两个边孔水泵的进水条件，采用了正向曲线型进水池，见图 5。

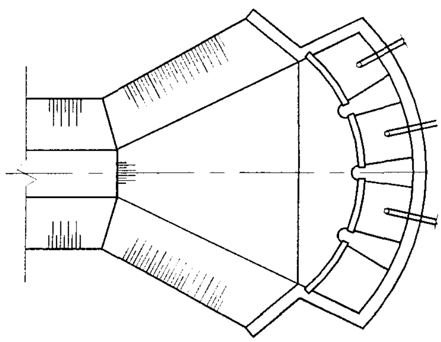


图 5 曲线型进水池

4 结语

聊城市在近几年的泵站建设和改造中，为改善前池中普遍存在的水流紊乱和泥沙淤泥问题，采取了多种工程措施。在位山引黄灌区韩庄泵站、骆驼山泵站设计中采用了倒坡前池，在陶城铺引黄灌区南徐泵站、骆驼巷泵站设计中采用了曲线型进水池，并在前池中设置了导流墙，工程运行后，前池和进水池水流稳定，水泵运转正常，噪音小。2002 年在对聊城市冠县岳胡庄泵站和临清市尚店泵站改造中采用了在前池中部设置横坎的工程措施，改造后水流条件明显好转，水泵汽蚀现象明显减轻，改造前 1~2 年水泵叶轮因汽蚀破坏就需要更换，改造后泵站现已正常运行 3 年多时间，水泵仍状况良好。

水工模型试验和工程实践证明：当水源水位变幅较小，水泵的淹没深度容易满足时，宜设置平底前池，扩散角宜取 35° ~ 40°；当水源水位变幅较大时，宜设置正坡前池，底坡不宜大于 0.2，在正坡前池中，扩散角宜取 20° ~ 35°。在扩散型前池中建成倒坡池底，是改善池中水流扩散和减少泥沙淤积的有效办法；在泵站侧向引水或部分机组运行的情况下，设置纵向导流墙，避免水流在横向相互影响，可有效地改善因主流偏斜而造成的水流紊乱现象；在对旧泵站改造时，如果引水渠渠底与进水池池底高程相差较大而前池又较短，在池底斜坡上修建一道或两道横坎，横坎置于水跃前，可起到消能的作用。

参考文献：

[1] 关醒凡.现代泵技术手册[M].北京：宇航出版社，1997.

[2] 陆林广，等. 开敞式进水池优化水力计算结果[J]. 排灌机械，1997(4).

[3] 陆林广，等. 开敞式进水池三维紊流流动模拟及水力优化计算目标函数[J]. 排灌机械. 1996(4).

[4] 黄明明，张蕴华. 给水排水标准规范实施手册[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1993.10.

[5] 何希杰，等. 渣浆泵扬程降 HR 公式计算精度分析[J]. 流体机械 1996(5).

Counter Messures of Improving Conditons of the Pump Station Front Pond

XU Shao-hua[1], *ZHANG Feng-qin*[2], *HUA Li-qin*[3]

(1.Liaocheng Water Resources Bureau of Shandong Province Liaocheng, Shandong 252061, China; 2.Water Resources Investigation and Design Academy of Liaocheng City in Shandong Province Liaocheng, Shandong 252061, China; 3. Water Resources Investigation and Design Academy of Liaocheng City in Shandong Province Liaocheng, Shandong 252061, China)

Abstract: The reasonable spread angle and slope based on the amplitude of source water level variation are critical for the front pond design to solve the problem of disorderly streams and muddy filling in the pond during pump station operation. The various methods applied during the construction or retrofit of pump stations in Liaocheng city are presented. Project practice proves: a horrent slope for the spread type pond, a torrent-leading wall for pump station of side torrent-leading and part unit working, and ridges built on the slope for short pond that has a rather big difference in bottom elevation with the feeder canal are all effective methods to improve the spreading torrent and reduce muddy filling.

Key words: Pump station front pond; Project condition; Measure