

江尖水利枢纽泵站静音改造的实践与思考

吴 钢, 孟慧玲, 王嘉豪

(无锡市城市防洪工程管理处, 江苏 无锡 214023)

摘要: 对无锡市城市防洪工程江尖泵站的静音改造进行了研究, 分析机组运行时产生的噪音来源, 详细介绍了采用高效铝纤维多腔双面声屏障进行静音改造的方案和效果, 通过静音改造改善了泵站运行人员的工作条件。

关键词: 泵站; 异步电机; 静音改造

中图分类号: TV675 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839(2017)04-0058-03

Practice and Reflection on the reform of Jiangjian pump station

WU Gang, MENG Huiling, WANG Jiahao

(Wuxi City Flood Control Project Management Office, Wuxi 214023, Jiangsu)

Abstract: The mute transformation of Jiangjian pump station in Wuxi City is studied. Sources of noise generated during operation are analyzed. Scheme and effect of mute transformation with high alumina fiber multi cavity double sided sound barrier is introduced in details. Working conditions of pumping station operators are improved.

Key words: pump station; asynchronous motor; mute transformation

水泵机组是一种常用机械, 在水利、市政等行业被广泛使用, 同时水泵机组也是一个噪音源, 运行时水泵、电动机等会发出强烈的噪音。如果长期在强噪音环境下工作, 日积月累将形成永久性听力疲劳, 会使内耳听觉器官发生器质性病变, 称为噪声性耳聋, 也称职业性听力损失。噪声性耳聋与噪声强度和频率有关, 噪声强度越大、频率越高, 噪声性耳聋的发病率越高。因此, 国家对噪声控制进行了明确的规定, 《泵站设计规范》(GB50265-2010) 明确规定“主泵房电动机层值班地点允许噪声标准不大于 85dB(A)”, 但实际情况中不少泵站特别是采用异步电机的泵站, 运行噪音都要大于该数值, 强噪音对泵站运行管理

人员带来了一定的伤害。为此, 无锡市近年来新建泵站在建设时就考虑静音降噪措施(如大渲河泵站), 已建成的泵站也陆续实施了静音改造(如江尖泵站、梅梁湖泵站)。本文以江尖水利枢纽泵站为例, 对已建成泵站如何实施静音改造进行探讨。

1 工程概况

江尖水利枢纽工程位于江尖大桥与黄埠墩之间的古运河上, 枢纽轴线与江尖大桥之间的距离约为 355 m。江尖水利枢纽是无锡市城市防洪工程八大枢纽之一, 是集防洪、排涝、调水等多项功能于一体的综合性水利枢纽工程。工程主要包括

收稿日期: 2016-12-02

作者简介: 吴钢(1979-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事水利工程管理工作。

一座 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ 的泵站及一座总净宽 75 m 的 3 孔节制闸。泵站为三台竖井式贯流泵, 单机流量 $20 \text{ m}^3/\text{s}$, 配 800 kW 水冷防爆异步电机, 平行轴齿轮减速箱传递, 总装机容量 2400 kW 。工程于 2004 年 9 月开工建设, 2006 年 7 月通过竣工验收, 并移交管理。

江尖水利枢纽于 2006 年 7 月建成投运至今已有近 10 年时间, 为无锡市防洪、排涝、调水改善河道水环境作出了巨大的贡献。其中, 江尖泵站运行尤为频繁, 年均调水量都在 2000 万 m^3 以上, 是无锡市城市防洪工程最主要的排涝和调水力量。2007 年 7 月 4 日和 8 日, 无锡市遭遇强降雨, 汛情一度十分紧张, 刚建成的江尖泵站立即投入运行, 最多时 3 台机组全开, 有效地遏制了内河水位的上涨, 此后枢纽配合其它城市防洪工程成功抵御了多次强降雨和台风对无锡的影响。与此同时, 从 2007 年 6 月泵站开始投入“引江治藻”城区调水运行起, 调水引流改善城区河道水环境成为工程的又一项重要任务, 多年来与城市防洪工程其它枢纽一起, 为无锡城区河道水环境的改善发挥了重要的作用。近几年江尖泵站运行情况如表 1。

表 1 2012 ~ 2015 年江尖泵站运行情况统计表

项目	年份			
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
总运行时间 (小时)	318.43	419.12	355.75	677.22
总调排水量 (万 m^3)	2292.70	3017.66	2561.40	4875.98

2 江尖泵站运行噪音现状

2.1 泵站运行噪音情况

江尖泵站在无锡市主城区的排涝和调水运行中发挥了十分重要的作用, 但是在泵站运行过程中, 机组运行的噪音十分大, 一层平台约 $80 \sim 85 \text{ dB}$ (一台机组运行), 电机井约 $90 \sim 95 \text{ dB}$, 高分贝噪音对泵站运行管理人员的健康产生了较大的影响。与此同时, 由于泵站处于无锡市区中心区域, 周围居民也较多, 泵站运行对周边居民也产生了不良影响, 特别是夜间运行时, 影响居民休息, 甚至产生扰民等问题。因此, 无论是从保护职工健康的角度, 还是从消除对周边居民影响的角度, 对泵站进行静音改造都势在必行。

2.2 泵站运行噪音产生的原因

(1) 电机运行产生的噪音。江尖泵站所使用的电机是异步电动机, 与其他电机相比, 异步电动机的结构简单, 制造、使用、维护方便, 运行可靠性高, 重量轻, 成本低。因此, 贯流机组一般均采用异步电机, 但异步电机一般都为高速电机, 如江尖泵站采用的电机转速为 750 r/min 。在运行过程中, 高速电机产生的噪音要远大于同步电机。

(2) 齿轮箱运行产生的噪音。齿轮箱是高速电机传动于低速水泵的连接装置, 江尖泵站齿轮箱变速比为 $5:1$, 由电机的 750 r/min 减速至水泵的 150 r/min 。为减少齿轮箱运行噪音, 建设时采用了 3 台进口的德国弗兰德平行轴齿轮箱, 较国产齿轮箱运行噪音已有较大改善, 但是齿轮箱风扇等部件的噪音还是比较大。

(3) 电机井空间狭小原因。江尖泵站电机井空间相对比较狭小, 运行时, 设备声音在传播过程中碰到电机井墙面会折射回来, 与新声重合, 产生混响, 导致噪音分贝更大。

3 江尖泵站静音改造情况

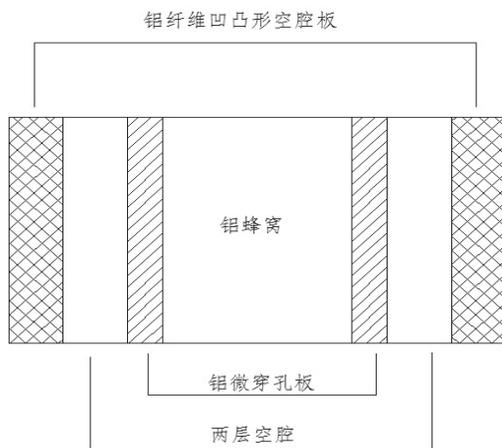
3.1 改造方案

江尖泵站静音改造经过综合研究和方案对比, 依据经费情况与实施的可行性, 以及噪音特点和成因分析, 确定采用隔声、吸声的设计方案, 对墙体吸音、隔音改造, 不涉及对设备的降噪改造。具体改造方案是对电机井、负一层平台四周等区域安装高效吸音材料 (一层平台以上区域由于是玻璃幕墙, 无法安装吸音材料)。由于电机、电气设备、线路的安全需要以及潮湿等因素, 吸音材料必须具有防火、防潮、防锈、易擦洗、易拆卸等特点。管理单位在多种材料综合比选之后, 确定采用一种新型的吸音、隔音材料——高效铝纤维多腔双面声屏障。

高效铝纤维多腔双面声屏障是一种实用新型的吸音材料, 该材料结构简单、紧凑、合理, 目前已广泛应用于道路交通、工业厂房等, 在水利工程噪音控制的使用尚属首次, 理论上其可吸收环境噪音最大可达 80% , 其特点是防火、防潮、防锈、使用寿命长、吸音效果好, 且不会产生二次污染。该材料采用“穿孔吸声板 + 前空腔 + 吸声材料 + 后空腔”结构, 铝蜂窝设置在四边铝框架中间, 在铝

蜂窝两面分别装有铝微穿孔板组合成一体,在其组合一体两面分别装有铝纤维凹凸形空腔板,在铝纤维凹凸空腔板和铝微穿孔板间形成两层空腔。由于采用高强度的铝蜂窝是由许多相互牵制的密集蜂窝构成犹如许多小工字钢梁,可分散压力,使面受力均匀,保证面压力的强度在较大面积时仍能保持很高的平整度。铝纤维凹凸空腔板和铝微穿孔板组合主要针对噪声的高频部分,铝微穿孔板和铝蜂窝组成主要针对噪声的低频部分。具体结构如图1。

图1 高效铝纤维多腔双面声屏障结构图



填充的吸声材料采用欧文斯科宁吸声棉板,有防火、防止寄生虫滋生的功能,耐火等级为F30,为A级不燃且无有毒烟气的环保型材料。声屏障的结构形式也能满足表面定期清洁、清洗的要求,防止水的渗透对吸声材料吸声效果的影响。改造后,综合环境因素,预计降噪效果为5~10dB。

3.2 改造实施过程

静音改造首先对电机井进行了测量,确定合适的吸音材料厚度,避免对运行管理人员巡查及设备维修养护时产生影响。其次是确定吸音材

料的固定方式,经过现场查看,确定电机井吸音材料采用焊接方式固定,防止掉落,其余部位采用卡口式固定,便于拆装。安装过程中,注意对垂直度和平整度进行检测,确保安装符合规范,对边角等部位采用非标板,以期符合美观要求。注意安装技术流程,由于吸音材料结构比较复杂,安装过程中必须严格控制安装工序,尤其在铝纤维材料、吸音棉安装环节及洞口部位的处理等加强检查。

3.3 改造后的效果

静音改造结束后,对江尖泵站主副厂房多个部位进行了运行噪音检测,分别检测开启一台机组及两台机组同时运行时的噪音,检测结果与静音改造前相同部位实测的数据进行比较,分析改造效果,具体噪音检测数据详见表2。

由现场实测数据可见,静音改造的减噪效果十分显著,各个检测位置降噪效果均大于10dB。

4 对泵站静音改造的几点思考

(1) 贯流泵站一般采用异步电机,运行噪音相对较大,建议新建贯流泵站时,在设计过程中就充分考虑静音降噪技术应用,这样可以充分考虑设施的安装空间,避免对设备安装、运行、人员巡查等产生不良影响。采用设备也应选择运行噪音小的,制造安装时也可以采取一些减震降噪措施。在设计时考虑静音降噪措施,可以更加科学合理,效果更佳。

(2) 已建成泵站有条件的建议可以进行静音改造,改善运行环境,保障运行管理人员职业健康。

(3) 已建成的贯流泵站静音改造时应首要考虑运行安全,材料选择时应选用阻燃、防潮材料,以满足电气设备安全要求,不建议采用隔音罩等影响运行观察的静音设施。吸音材料安装应牢固,

表2 江尖泵站静音改造前后噪音检测数值对比

序号	检测点	单台机组运行		两台机组运行	
		改造前噪音 (dB)	改造后噪音 (dB)	改造前噪音 (dB)	改造后噪音 (dB)
1	负一层平台	82 ~ 84	64 ~ 65	88 ~ 90	70 ~ 72
2	一层平台	82 ~ 83	63 ~ 66	87 ~ 89	67 ~ 70
3	一层平台办公区	68 ~ 70	54 ~ 56	73 ~ 74	57 ~ 59
4	二层中控室	60 ~ 61	42 ~ 44	66 ~ 67	44 ~ 45

(下转第64页)

（上接第 60 页）

特别是电机井, 由于一般电机井均内覆钢板, 固定有一定困难, 但若安装不牢一旦掉落碰到机组转动机构, 将严重影响机组运行安全。

(4) 加大对泵站静音降噪的技术创新, 进一步降低设备运行噪音和提高降噪技术水平, 推动新技术、新材料、新产品在水利行业的应用。可以探索在其它行业使用成功的新技术、新材料、新产品应用到水利行业, 更多应用到泵站静音降噪中, 有效地改善静音效果。

5 结语

降低泵站运行噪音, 改善运行管理条件, 是泵站管理的需要, 也是水利现代化的需要。江尖泵站静音改造工程表明, 泵站运行噪音可以通过

采用新产品、新技术等措施进行改善。通过降低运行噪音改善一线运行职工的工作环境, 真正体现“以人为本”的水利工程管理理念。

参考文献:

- [1] 周新祥. 噪声控制及应用实例 [M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
- [2] 于孝民, 吕梁, 胡德义, 黄迪山. 大型泵站噪声与治理 [J]. 排灌机械工程学报, 2014 (4).
- [3] 吴钢, 徐春雷. 无锡城市防洪及引水工程中贯流泵站运行特点浅析 [J]. 中国农村水利水电, 2012 (11).
- [4] 贺启环. 环境噪声控制工程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.

(责任编辑: 徐丽娜)