

石港泵站回转式清污机优化及其应用

高 亮, 龙 俊, 马士磊, 陈江云

(江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

摘要: 常规回转式清污机可实现连续清污、全过水断面清污, 对泵站设备安全起着重要的作用, 但同时也存在栅体水头损失大、过流率低、清污有死角等问题。本文针对石港泵站的回转式清污机, 在常规结构设计上对栅条、轨道、耙齿以及前置栅等六个方面进行了优化改进, 经过投入运行, 达到预期效果。

关键词: 泵站; 清污机; 优化; 轨道; 栅条

中图分类号: TH132.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 07-0036-04

Optimization and application of rotary cleaning machine in Shigang Pump Station

GAO Liang, LONG Jun, MA Shilei, CHEN Jiangyun

(Hongze Lake Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province,
Huai'an 223100, Jiangsu)

Abstract: The conventional rotary cleaning machine could realize the continuous and whole cross-section cleaning, which played an important role in the safety of pump stations. Meanwhile, problems such as large head loss in trash rack, low flow rate and dead angle with cleaning were still existed. The rotary cleaning machine in Shigang Pump Station were optimized in the conventional structural design of six aspects as the trash grid bar, track, rake teeth and front trash rack. The expected effect was attained after putting into operation.

Key words: pump station; cleaning machine; optimization; track; grid bar

0 引言

回转式清污机自动化程度高、动力消耗小、耐腐蚀性能好, 在无人看管的情况下可保证连续稳定工作。多用于过栅流速较低 (2 m 以下) 取水口的泵站或水电站, 可保持栅前栅后水位差最小, 正常工作时可达到 ≤ 0.2 m, 代替了过去的人工清污, 清污效率较高, 现已被广泛采用。但常规回转式清污机在应用中, 依旧存在栅体水头损失大、过流率低、清污有死角等问题, 从而造成垃圾堵塞进

水口, 降低了水泵的运行效率, 无法确保水泵的运行安全。因此, 通过技术改进寻求一种更为可靠的机械清污装置势在必行^[1]。

1 工程概况

江苏省石港泵站位于江苏省金湖县金北镇, 淮河入江水道左岸, 老站建成于 1974 年, 是抗旱建设的临时站, 安装 20HB-40 型卧式混流泵配 55 kW 异步电动机 240 台套, 总装机容量 13200 kW, 设

收稿日期: 2017-03-22

作者简介: 高亮 (1989-), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事水利工程管理工作。

计流量 120 m³/s, 为宝应湖地区的主要外排泵站。经过多年运行, 泵站机组老化严重, 电气设备陈旧, 存在较多安全隐患, 且机组效率低、耗能高, 运行可靠性差, 经安全鉴定综合评定为四类站, 列入水利部淮河入江水道整治工程进行更新改造。

更新改造后的泵站设计流量 90 m³/s, 泵站设计净扬程 5.00 m, 最低净扬程 0.44 m, 最高净扬程 5.83 m。泵站拟安装 4 台套叶轮直径 2.6 m、转速 150 r/min、单机流量 22.5 m³/s 的立式轴流泵, 配套电机功率 1800 kW, 同步电机, 水泵叶轮中心安装高程 3.25 m, 不设备用机组。泵站采用肘型流道进水, 虹吸式流道出水, 真空破坏阀断流。清污机桥位于泵站下游 85 m 处, 共 14 孔, 中间 8 孔进水, 配 8 台套 HQN-4.25×5.50 型回转式清污机, 两侧各 3 孔安装固定式拦污栅, 拦污栅设计水位差 1.5 m, 清污机安装倾斜角 75°^[2-3]。

2 清污机结构及参数

石港泵站更新改造工程清污设备包括 4.25 m × 5.5 m 回转式清污机 8 台、42 m 水平皮带输送机 1 台, 水平投影 9 m 长倾斜段皮带输送机 1 台。

2.1 结构形式

清污机为固定栅体, 回转式清污, 由布置在站前的栅体拦住河道内的漂流物。动力系统带动栅顶部中间轴旋转, 通过中间轴上的从动链轮带动传动链, 传动链在固定轨道内回转运动, 将附在链条上的耙齿在栅体前的漂流物捞起。当耙齿旋转到顶部转过来时, 漂流物在重力作用下落到皮带输送机中, 缠附在耙齿上的杂物在经过刮齿装置后落下^[4-5]。清污设备包括牵引链轮结构、齿耙形式、栅条结构以及底部前置栅结构, 见图 1。

2.2 主要技术参数特性

石港泵站回转式清污机主要技术参数如表 1 所示。

2.3 主要零部件及设备选型

2.3.1 动力部分

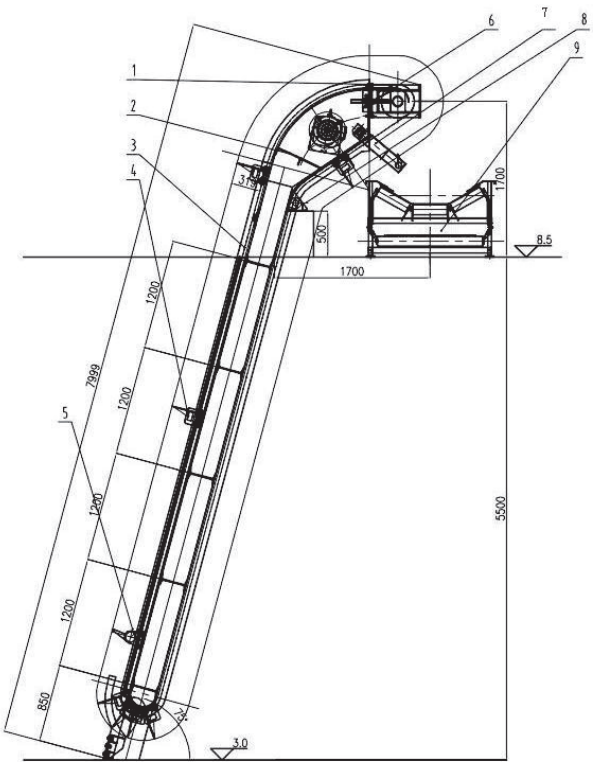
减速器速比 180.57, 输出转速 7.8 r/min, 主、从动链轮速比 0.715, 则中间轴转速 5.58 r/min。牵引链轮直径 365.48 mm, 则链条线速度约为 6 m/min。

效率: 单根耙齿容积 0.59 m³, 每小时过工作耙齿 157 根, 理论最大清污量 76.4 t/h, 考虑污物的不均匀系数, 通常取 0.5 ~ 0.8, 实际清污量最

小为 38.2 t/h。

表 1 回转式清污机主要技术参数

形式	回转式清污机
台套数量	8
栅条间距 (mm)	100
栅条宽度 × 厚度 (mm)	80 × 10
孔口净宽 (m)	4.25
垂直高度 (m)	5.5
拦污栅设计水头 (m)	1.5
每台套清污能力 (t/h)	> 30
回转线速度 (m/min)	6
倾斜角 (°)	75
过载保护装置	机械过载保护



1- 驱动机构; 2- 栅体; 3- 链条; 4- 齿耙; 5、6- 调节机构; 7- 刮污装置; 8- 连接铰座; 9- 皮带机

图 1 回转式清污机结构

功率: 清污机单面最多 4 根工作耙齿会有负载, 按 4 根计算最大总负载 23.4 kN, 计算带动耙齿的功率为 2.93 kW, 加上链条及齿耙等其他因素, 选取 5.5 kW。

中间轴两侧的轴承座为可调节式,可根据链条的张紧程度调节轴的位置,轴承座下带有载荷限制器,可灵敏的反映清污载荷的变化情况,过载时可自动停机并发出信号。

在从动链轮内设置 2 根安全销,以起到机械安全保护的作用。当整机超负荷时,安全销被剪断,传动部分与后面的中间轴、从动链轮、链条脱开,清污机工作装置停机。

2.3.2 栅体

栅体整体为焊接结构,主梁为工字钢 28 b,边梁为槽钢 28 a,整体在 1.5 m 水头作用下主梁的挠度为 4.87 mm。栅条为特制钻石型栅条,采用框架组装式。与栅体固定采用螺栓连接的方式,主体材质为 304 不锈钢。

3 清污机技术优化

3.1 栅条优化

常规清污机的栅条为矩形,由扁钢焊制而成。技术优化后,将栅条做成箭头型(钻石型),见图 2。

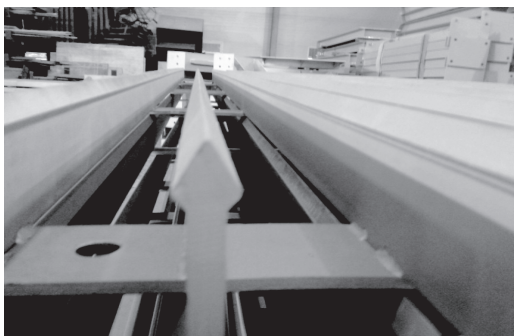


图 2 箭头型(钻石型)栅条

通过外观对比,箭头型栅条更顺直,强度更大,不易变形。对两种格栅断面在水流中进行测试,参数对照表 2 所示。经分析发现,箭头型栅条平均速度更快,可以有效地提高流速,使过流阻力明显减小。如此便极大地提高了泵站前池的过流

效率,降低了栅体的水头损失。

3.2 耙齿优化

常规清污机耙齿为圆管上焊接齿条。技术优化后,采用板式齿条与矩形管组焊结构,见图 3。这样改进后有 3 个优点:①是单耙捞污接触面积增大,清污效率提高;②是齿耙管强度增加,提高了单耙捞污的负载能力,耙管不易弯曲;③是后齿板与箭型栅条更加吻合接触,能将挂在栅条上的污物同步彻底清除,提高了栅条间的过流能力。



图 3 矩形管板式耙齿

3.3 链轨优化

常规清污机链条无轨道,仅靠齿耙管连接定位。技术优化后,采用在轨道座槽内焊接上下轨道条,链条置于轨道条之间,见图 4(a);链条的滚柱采用左右凸缘结构,分别卡在轨道条的两侧,见图 4(b)。此种结构形式的链轨,上下左右均有约束,运行平稳,链条不会脱轨。当齿耙捞取污物偏于一侧使齿耙管荷载集中一端时,也不会因两侧链条受力不匀而出现扭链和脱轨问题。

3.4 前置栅优化

常规清污机前置栅为直立栅。技术优化后,将前置栅改为弧形栅,见图 5,其弧度与齿耙的旋转半径吻合。前置栅既可固定于底板上,也可固定于主栅体上。弧形前置栅与主栅体间因耙齿能贴合通过,附着于前置栅上的水底沉积污物也能被耙

表 2 不同格栅断面测试参数对照

通常格栅断面		钻石型格栅断面
平均速度 (m/min)	0.58	0.63
前端最大压力 (Pa)	146.3	115.3
清污效果	污物易堵塞,水草、编织袋等杂物易缠绕在耙齿上,无法去除	污物不易堵塞,前部尖角配合耙齿可对藤条、水草、编织袋等杂物拖拽切断,减少缠绕
结构组装	整体结构,更换麻烦	组装式结构,更换方便

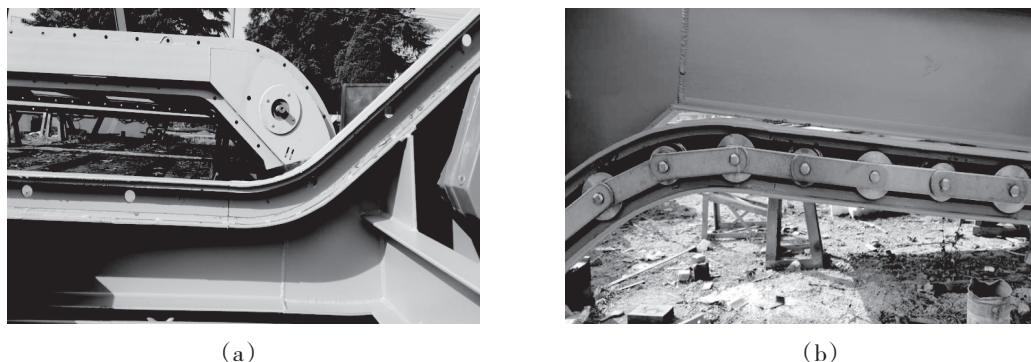


图4 焊有轨道条的链条座槽

齿捞出来,清污范围更接近底板,清污无死角更彻底。



图5 弧形前置栅

3.5 整体结构优化

技术优化后将栅条做成分片式,便于运输、安装和日后维修保养;将栅条轨道固定于栅体边梁上,耙齿几乎与栅体同宽,既增加过流断面,也增加了拦污和清污面积。

3.6 添加侧挡板

清污机两侧增加侧挡板,见图6,有效消除清污机的边梁与孔口侧墩之间的清污死角,提高清污机侧边污物的收集能力,扩大了清污机的清污能力。挡污板从底板直到主栅体的最上端,且按一定的倾斜角度将该污物收集板一边搭焊在链轮运行导轨上方,而另一边成自然状态搭在孔口侧墩上,当有污物随水流接近污物收集板时,污物会顺着污物收集板的倾斜角度移至主栅上,并被回转齿耙清理掉。

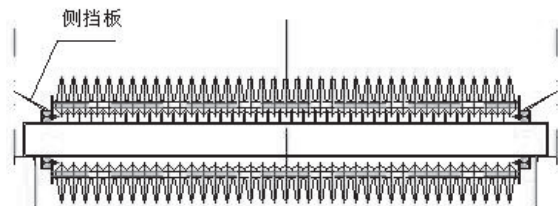


图6 侧挡板

4 清污机运行情况

2015年7月,石港泵站更新改造主体工程圆满完成机组启动试运行工作,四台机组均一次启动成功,机组运行平稳,各项指标满足设计要求。石港泵站自建成以来,截至2016年10月,累计运行1114台时,抽水0.9亿 m^3 (其中抽排涝水0.7亿 m^3 、抗旱补水0.2亿 m^3),累计打捞水草约1000 t^[6]。水草得到有效清除,保证了引河水流畅通,机组运行安全平稳。

5 结束语

此次应用于石港泵站的清污机巧妙地优化了传统回转式清污机结构上的不足,细微地改进了栅条、轨道、耙齿、前置栅等部位,增加了侧挡板。达到了预期的效果,改善了机组外观面貌,加强了设备的结构强度和运行安全,大大提高了清污能力,创造了经济效益,为泵站机组的稳定运行和安全生产带来强有力地保证。

参考文献:

- [1] 易宗杰,吴武,柳祚甫.回转式清污机在四方寨电站的应用[J].广西电业,2013(12):116-118.
- [2] 周伟,陆银军.石港泵站装置优化设计与模型试验研究[J].人民长江,2013(11):86-88.
- [3] 龙俊,王豹,高亮,等.石港泵站立式轴流泵装置模型试验与研究[J].江苏水利,2017(2):12-16.
- [4] 丁军,丁兆辉.望虞河泵站长江侧清污设施的研发和技术分析[J].中国农村水利水电,2015(7):71-76.
- [5] 李友松,温业雄.回转式清污机在昭平电厂的应用[J].广西水利水电,2007(03):56-59.
- [6] 马士磊,龙俊,陆美凝.石港泵站新型循环冷却水装置应用分析[J].中国农村水利水电,2009(04):65-68.

(责任编辑:王宏伟)