

常熟水利枢纽清污机的选型设计与研究

张少卿¹, 杨波², 张瑾²

(1. 曲阜恒威水工机械有限公司, 山东 曲阜 273100; 2. 江苏省太湖地区水利工程管理处, 江苏 苏州 215128)

摘要:常熟水利枢纽工程是望虞河连接长江的控制性水工建筑物, 常熟水利枢纽工程 2014 年因引江入太需要新增长江侧回转式清污设备 9 台套。考虑进水口尺寸较大、长江侧水源污物类型复杂且大型污物较多, 设备使用工况在设备结构选型设计中采用了一体双传动、双齿耙牵引系统清污机。本文对整个清污设备的结构设计选型方案进行了对比分析, 并对设计内容进行了详细的介绍, 以便为以后大中型泵站清污问题的解决方案提供了参考和帮助。

关键词:常熟水利枢纽; 清污机; 泵站; 联体回转式; 双传动

中图分类号: TH122 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 03-0006-04

Type selection design and research on cleaning machine of Changshu hydro project

ZHANG Shaoqing¹, YANG Bo², ZHANG Jin²

(1. Qufu Hengwei Hydraulic Machinery Co., Ltd., Qufu 273100, Shandong;

2. Taihu Lake Region Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Suzhou 215128, Jiangsu)

Abstract: Changshu hydro project is a controlling hydraulic structure, which connects Wangyu River to the Yangtze River. Thanks to the project "Water Diversion from the Yangtze River to Taihu Lake", Changshu hydro project required 9 sets of new rotary cleaning machines in 2014. Considering large water inlet size, complex dirt type in the Yangtze River side and more large scale dirt, the cleaning machine with double drive and double tooth rake traction system was chosen in Changshu hydro project. Structure design scheme selection of the entire cleaning equipment is comparative analyzed in this paper. In order to provide the reference for clear pollution problem solution in other large and medium-sized pump stations, design contents are introduced in detail.

Key words: Changshu hydro project; cleaning machine; pump station; conjoined rotary type; double drive

1 项目概况

常熟水利枢纽工程是望虞河连接长江的控制性水工建筑物, 位于常熟市海虞镇, 工程由泵站、节制闸、110 KV 专用变电所组成, 具有灌溉、排涝、挡潮、通航及改善水环境等综合功能。枢纽

闸站采用泵站居中、节制闸分布两侧的布局。装有 2500ZLBK20-1.75 型 2.5 m 开敞式轴流泵, 配 TL1000-40 型 1000 KW 同步电动机 9 台套, 泵站设计为双层双向流道, 通过上下游双层共 4 扇快速闸门的搭配使用, 实现灌溉、排涝或自流运行。

2002 年正式启动“引江济太”调水工程以来,

收稿日期: 2015-11-17

科研项目: 江苏省水利科技项目 (2015049)

作者简介: 张少卿 (1986-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利金属结构设计工作。

常熟枢纽泵站每年秋冬季节抽引长江水, 泵站年均运行 4 个月以上, 年均抽引长江水 20 亿 m³。原来长江侧未设置清污设施, 工程在“引水”运行期间, 长江污物堵塞进水侧拦污栅, 影响机组运行安全。为了减少长江侧水草、垃圾等污物对机组运行的影响, 提高机组的运行效率, 常熟枢纽进行加固改造, 于 2014 年在长江侧增建回转式清污机 9 台套, 设备经过 1 年的安全运行, 工程设备情况良好, 完全满足工程安全运行。现对长江侧清污机的设计选型进行研究与探讨。

2 设计依据

2.1 常熟枢纽长江侧清污机设备参数

HQN - 6.55 m×7.50 m (孔宽 × 孔高) 回转式清污机设备参数见表 1。

表 1 回转式清污机设备参数

设备	参数
清污机数量	9台套
栅条中心距	110 mm
栅条宽度×厚度	80 mm×10 mm
孔口净宽	6.55 m
孔口高度	11.65 m
拦污栅设计水位差	1.2 m
清污能力(每台套)	>25 t/h
清污齿耙管梁集中负重	10 kn/根
倾斜角	75°
过载保护	机械过载、电气过载双保护

2.2 技术分析

常熟水利枢纽长江侧引水清污机的引水源为长江, 长江内影响泵站运行的污物情况比较复杂。根据运行经验, 污物中如缆绳、鱼网、树枝等几种类型较难清理。针对这种情况, 在设计回转式清污设备时, 加大设备安全运行系数及清污能力是解决由此类污物引发故障的根本。

目前泵站常用回转式清污机采用的是双链条传动, 带动齿耙对端面污物进行清理的模式。齿耙两端与牵引链条连接固定, 齿耙随牵引链条绕栅体回转, 将栅前及栅体附着的污物清理打捞至工作桥面。在整个工作过程中, 齿耙受力为简支梁。

当清污齿耙的清污宽度越大, 齿耙所需要的刚性和强度越大。回转式清污机传动原理见图 1。

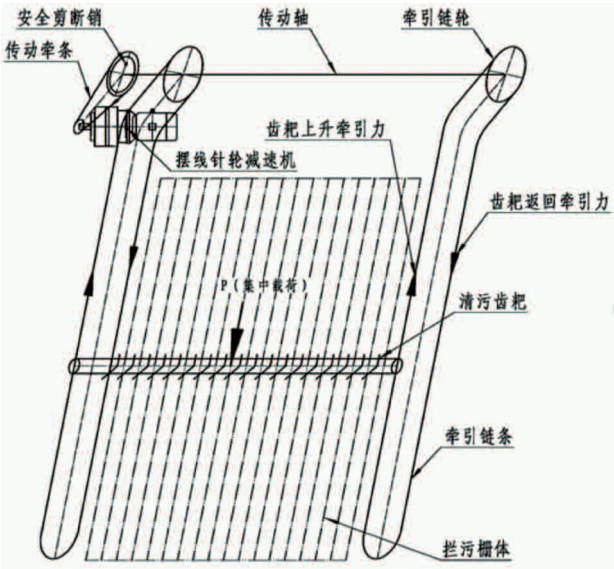


图 1 单体回转式清污机传动原理图

齿耙刚度计算公式: $\omega/l = \rho v^2 / 48EI_x$

齿耙强度计算公式: $M_{max} = \frac{(F+G)l}{4}$

式中:

- ρ — 齿耙集中载荷;
- E — 弹性模量;
- I_x — 齿耙截面惯性矩;
- l — 齿耙长度;
- F — 齿耙集中受力;
- G — 齿耙自重;
- M_{max} — 齿耙弯矩。

从计算公式中不难看出, 齿耙管承重能力与齿耙管的直径、壁厚、长度有直接的关系。所以当回转式清污机的宽度越大, 齿耙清污宽度越大, 那么齿耙管的直径和壁厚越大, 同时齿耙的单重也会按比例增加, 这是一个正比的换算。

回转式清污机的主动力为内置的减速机, 他的动力作用齿耙清污的能量换比中, 当齿耙及齿耙清污的重量大时, 减速机的输出扭矩要求越大。同时, 整个传动系统的承重能力都要有同比的增加。

综合上述说明, 清污机的清污宽度越大, 动力要求、传动系统都会同步加大, 而因过载发生故障的机率也会加大。在了解设计选型的依据后, 最终选用独立双传动联体回转式清污机。将整个清污断面分为 2 块, 将整个受力平分到两套传动系

统中,可增加设备的整个运行安全系数。双传动系统和双齿耙牵引系统原理见图 2,清污机结构设计

计性能比较见表 2,清污机主要构件设计比较见表 3。

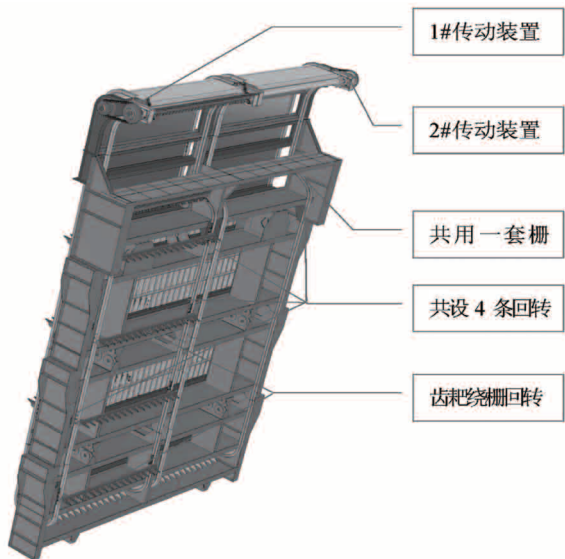


图 2 双传动系统和双齿耙牵引系统原理图

表 2 清污机结构设计性能比较

项目	双传动系统和双齿耙牵引系统	普通单传动和单齿耙牵引系统
1 栅体结构	根据进水口实际宽度和现实条件,回转式清污机栅体宽度,应满足6.55 m和6.4 m净宽度,再加上边梁支撑宽度。为运输方便,栅体在长度方向,分段制造,各栅节之间通过节间联接螺栓固定。	
2 底固定栅	底部设计成固定拦污栅与清污机栅体联成一体。	
3 单双传动区别	双传动系统是在一个栅体上,安装2套传动系统、2套动力系统、2套清污机耙系统和2套牵引链条系统。	单传动系统是在一个栅体上,安装1套传动系统、1套动力系统、1套清污机耙系统和1套牵引链条系统。
4 传动强度	设计成双传动系统后,等于1台清污机,变为2台清污机,可单独工作,互不干涉,其传动系统轻巧,工作可靠性提高。	单传动系统,由于孔口宽度较大且深,为满足整个过水断面清污机需要,其传动系统强度要大,且工作可靠性会降低。
5 清污齿耙	双套清污耙系统,单齿耙长度约3 m,选材可适当小,承载能力强。	单个清污耙系统,单齿耙长度约6.2 m,同样承载力,选材必须大。
6 清污机对进水条件影响	双传动系统,等于将9台清污机,变为18台可单独工作的清污机,其中若有小部分清污机因过载失效,对整个进水影响小,可暂时不预处理,等以后处理。	单传动系统,9台清污机,若因过载或设备自身故障,对整个进水影响大,有时不得不停机,排除故障。但是,往往是不允许停机。
7 传动功率	双传动系统功率,根据以往清污机使用经验,3 m×11.5 m清污机,考虑过载等因素,单台功率选4 kw较为合理。	单传动系统功率,根据以往清污机使用经验,6.5 m×11.5 m清污机,考虑过载等因素,单台功率选7.5 kw较为合理。
8 经济性比较	双传动系统总造价和单传动系统设备总价基本一样。	
9 性价比	双传动系统更高,设备故障率低,运行平稳性高。	单传动系统低,设备部件大,同步性差,运行可靠度低。
10 单双传动临界选择	回转式清污机由于其结构原因,一般适用于孔口宽度不大于5.5~6 m之间,且深度大,选单一传动系统安全系数较低。	

表 3 清污机主要构件设计比较

项目		双传动系统和双齿耙牵引系统	普通单传动和单齿耙牵引系统
1	泵站运行过栅流速	该泵站9孔进水口，对应9台泵，单机流量约20 m ³ ，孔口宽度6.55 m和6.4 m，正常水深8 m，栅条中心距110 mm，清污机对过水断面减小系数按0.3，则过栅流速约为0.55 m/s和0.56 m/s。过栅流速比较小。	
2	动力装置	2台4 KW，摆线减速机	1台7.5 KW，摆线减速机
3	栅体主梁和边梁	按1.5 m水位差设计，栅体主横梁选用36b型工字钢和36a型槽钢，边梁选用工字钢。	
4	栅条	栅条选用不锈钢，成型扁钢，截面10 mm×80 mm，迎水面倒圆。	
5	清污齿耙管选择和齿耙间距	选用ø89 mm×8 mm无缝钢管，材质为不锈钢，长度约3 m，齿耙间距可适当放大，到3 m，齿耙数量约7道。	选用ø121 mm×10 mm无缝钢管，材质为不锈钢，长度约6.3 m，齿耙间距2.8 m，齿耙数量约8道。
6	牵引链条	选用全不锈钢套筒滚子链，节距125 mm，链板厚度5 mm，滚子直径60 mm。	选用全不锈钢套筒滚子链，节距140 mm，链板厚度8 mm，滚子直径70 mm。
7	清污机重量	17.1 t	17.7 t
8	设计执行标准	SL382-2007《水利水电工程清污机形式、基本参数、技术条件》	

3 结束语

通过对回转式清污机设计对比,在常熟水利枢纽长江侧引水清污机主体结构选型上,采用双传动系统和双齿耙牵引系统的联体回转式清污机,是符合设备实际使用工况的,有效的解决了

进水口宽度设计、引水流量、清污设备安装三者之间的矛盾。在经过了1年多的运行,联体回转式清污机运行安全,达到了设备的安装目的,并适应现场的污物类型及工况环境,各项性能达到了设计要求。

(责任编辑:王宏伟)