

## 南水北调配套工程唐望泵站清污设施研究

王利平

河北冀水规划设计有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]通过分析水泵、多功能水泵控制阀等泵站机组设备对水中杂物粒径的要求, 结合南水北调总干渠水中杂物现状、高昌输水管道试运行期间调流阀堵塞的实际情况及总干渠运行初期的水流条件, 得出了泵站增设清污设施的必要性。通过对不同类型清污机的比选分析, 确定了适合本工程的清污设施方案, 为今后的相关工程提供借鉴。

[关键词] 泵站; 水泵; 多功能水泵控制阀; 清污机; 杂物

DOI: 10.33142/ec.v3i12.2941

中图分类号: TV675

文献标识码: A

## The Trash-Cleaning Facility Research of Tangwang Pumping Station in Supporting Project of South-to-North Water Diversion

WANG Liping

Hebei Jishui Planning and Design Co. Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

**Abstract:** By analyzing the trash particle size requirements of pump unit equipment such as pumps, mul-tifunctional check valve, together with the trash status of South-to-North water diversion, with the trial operation period actual situation of basins valve blocking in Gaochang water pipe and the initial operation period flow conditions of South-to-North water diversion, summarized the necessity of additional trash-cleaning facility for pumping station. Through the comparison and analysis of different kinds of trash-cleaning machine, determined suitable program of trash-cleaning facility for this project and provided a refer-ence for future related projects.

**Keywords:** pumping station; pump; multifunctional check valve; trash-cleaning machine; trash

### 引言

保定市南水北调配套工程唐望泵站自南水北调中线总干渠大寺城涧口门引水, 承担为唐县、望都县两个供水目标供水的任务, 设有连接箱涵、前池、进水池、主泵房、检修间、出水联络母管、配电室、管理房等。泵站处地面高程 79.30m, 前池设计水位(最低水位) 69.187m, 最高水位 69.708m, 泵站设计流量为  $0.5\text{m}^3/\text{s}$ , 出水联络母管接唐望干管, 唐望干管为单管供水, 管径为 DN800mm。选用 4 台双吸卧式离心泵, 3 用 1 备, 总装机功率 220kW, 水泵设计工作点总流量  $0.50\text{m}^3/\text{s}$ , 工作点总扬程 17.21m。

2015 年 1 月, 保定市南水北调配套工程高昌输水管道进行了试通水, 在通水过程中发现总干渠水中杂物较多, 堵塞管线调流阀, 影响管线的正常运行, 考虑到泵站设备对水中杂物要求较高, 为保障泵站正常运行, 对泵站清污设施进行方案设计研究显得极为重要。

### 1 泵站增设清污设施的必要性分析

#### 1.1 总干渠水中杂物分析

根据保定市(高昌)输水管道清污机运行情况(冬春季)及南水北调中线总干渠漕河渡槽出口拦污网运行情况(夏季), 对南水北调总干渠水中杂物现状进行了初步分析。

依据现场调查, 冬春季节, 高昌分水口门附近总干渠水体表面清澈, 见不到杂物; 分水口门检修门槽处水体表面有少量杂物, 主要有玉米秸秆、易拉罐、食品包装袋、树叶、枯草等; 高昌输水管道前池清污机前表面杂物较多, 主要为食品包装袋、枯草、树叶、秸秆、塑料水瓶等; 清污机后管道清出杂物主要有树叶、枯草、食品包装袋、包装塑料片、农用地膜、秸秆等。

夏季南水北调中线总干渠漕河渡槽出口拦污网所拦杂物以藻类为主, 其它的有树叶、枯草、食品包装袋、包装塑料片、塑料瓶等。

由于总干渠两侧有防护网, 水中杂物大多为被风吹进总干渠, 主要为树叶、枯草、秸秆、食品包装袋、农用地膜、包装塑料片、塑料瓶等质轻易被风吹动的东西, 其特点为质轻、硬度小、韧性大、易缠绕、易附着。夏季水中杂物藻



类居多,藻类在水中处于流体状,无固定形态及强度。

按其组成成分进行分类,主要分为植物类和塑料类。植物类主要有树叶、枯草、秸秆、纸、藻类等,易于腐烂降解,具有亲水性;塑料类大部分难以降解,具有憎水性<sup>[1]</sup>。

按其外形级配进行分类,主要分为条状、面状、块状及流体状。条状的主要有植物秸秆、树枝及草叶,这类杂物有固定外形,有长有短,直径较小,由于在水中浸水饱和后处于悬浮状态,较短的易于通过条状格栅;面状的主要有树叶、食品包装袋、农用地膜、包装塑料片、纸片等,其厚度较小,在水中无固定形态,易于随水流动,易缠绕,易附着,容易通过条状格栅;块状的主要有塑料瓶、泡沫板等,这类杂物有固定外形,不易通过格栅。流体状杂物为藻类,夏季含量较大,其它季节较少,栅条无法阻拦,细格网能将其过滤。夏季杂物中流体状藻类较多,其它季节杂物中面状含量较多,条状次之,块状含量较少。

## 1.2 保定市(高昌)输水管道试运行情况

2015年1月底,保定市(高昌)输水管道进行了试通水,在通水一段时间后,发现总干渠水中杂物较多,堵塞了调流阀(调流阀开孔宽40mm),导致工程停水检修,清除了调流阀中的杂物,详见图1。

为防止再次堵塞调流阀,保证给保定市供水,2015年5月,在保定市(高昌)输水管道取水口即总干渠高昌分水口门检修门槽中,应急增设了临时拦污栅,继续为保定市供水,临时拦污栅设横向栅条,过水栅孔为净距45mm方孔,但由于该拦污栅无法清污,杂物堵塞方孔,栅体前后形成1m左右水头差,严重影响管线引水流量。

## 1.3 南水北调中线总干渠运行初期的水流条件

南水北调中线总干渠运行初期流量、流速、水位等指标均达不到设计运行状态,总干渠水流速较小,而泵站取水口流速较大,由于取水口引水流速大于总干渠水流速,干渠水中杂物极易进入泵站取水口,影响泵站正常运行。

## 1.4 泵站设备对水中杂物的要求

泵站设备中水泵和多功能水泵控制阀对于水中杂物要求较高,此外泵站内管路复杂且直径较小,若有杂物很难清理。

水泵选用的是清水单级双吸离心泵,水泵叶轮直径270mm,流道有效宽度53mm。泵站拦污栅栅条净距,国内未见规范明确规定,不少设计单位参照水电站拦污栅净距要求选用。前苏联1959年《灌溉系统设计技术规范及标准》抽水站部分第361条,对栅条净距的规定和水电站拦污栅栅条净距相同,即轴流泵取0.05倍水泵叶轮直径,混流泵和离心泵取0.03倍水泵叶轮直径<sup>[2]</sup>,按上述原则计算得栅条净距8.1mm。

泵站选用的多功能水泵控制阀型号为JD745X-10Q,规格为DN300。该阀由主阀、调节阀、导管、过滤器等组成,其中导管、过滤器及调节阀直径很小,过滤器需定期检查清洗,对水质要求较高,要求水中杂物粒径小于10mm,若水中有较大粒径杂物,极易堵塞导管,使多功能水泵控制阀失效,危及泵站机组的安全。

综上所述,南水北调中线总干渠水中杂物含量较大,且运行初期各项设计指标均未达到设计运行状态,干渠水中杂物极易随水流带入泵站,影响泵站正常运行。水泵、多功能水泵控制阀及泵站管路对水中杂物要求较高,结合保定市(高昌)输水管道试运行期调流阀堵塞的实际情况,为保护水泵叶轮及减轻后续工序的处理负荷<sup>[3]</sup>,需设泵站清污装置。



图1 高昌输水管道调流阀堵塞情况(孔宽40mm)



## 2 泵站清污设施方案设计

### 2.1 泵站清污方式确定

唐望干管泵站自南水北调中线总干渠唐县大寺城洞口门引水, 承担为唐县、望都县两个县城的供水任务, 供水保证率较高, 总干渠水中污物较多, 清污频繁, 水泵机组对水中污物要求较高, 参考相关工程实例, 采用 2 道清污装置, 第一道采用粗格栅, 净距 20mm, 将水中较大污物清除, 第二道采用细格栅, 净距 7mm, 将水中较小污物清除, 进而保护水泵机组安全稳定运行。为便于运行管理, 提高供水保证率, 两道清污装置均采用自动清污装置。

### 2.2 粗格栅(一道栅)比选

南水北调原水中枯草、农作物秸秆、树枝等污物尺寸较大, 由于细格栅净距较小, 无法打捞较大污物, 故需在细格栅前增加一道粗格栅, 结合南水北调总干渠污物情况, 粗格栅栅条净距确定为 20mm, 符合栅条净距要求的常用清污机型式主要有回转式链条传动格栅除污机、钢丝绳牵引式格栅除污机及移动式(液压抓斗式)格栅除污机, 其具体参数见表 1。

表 1 常用粗格栅清污机型式比选<sup>[4][5][6]</sup>

项目	回转式链条传动格栅除污机	钢丝绳牵引式格栅除污机	移动式(液压抓斗式)格栅除污机
宽度(mm)	300~3000	500~4000	500~1500(抓斗宽)
安装角度(°)	60~85	60~85	60~85
运行速度(m/min)	1.5~3.5	1.0~3.5	≤4.5
栅条间距(mm)	20~100	20~100	20~100
优点	自动化控制、清污效率高、清污彻底、动作连续、寿命长	适用范围广, 深度可达 30m; 无水下运转部件	1 台抓斗可清理多组拦污栅, 投资小, 部件在水上
缺点	底部易通过污物, 须设强制清污装置及输送机	清污动作不连续、清污能力差, 清污不彻底, 须设输送机	清污动作不连续、清污能力差, 清污不彻底, 寿命短, 电控系统复杂

由于是一道栅, 污物量相对较大, 泵站机组对水质及过栅水头损失要求严格, 需要清污机清污效率高、清污彻底。本工程为县城供水工程, 设计保证率要求高, 不允许停水。综合考虑投资、可靠性、使用寿命、清污性能及运行管理难易程度, 粗格栅(一道栅)采用回转式链条传动格栅除污机。

### 2.3 细格栅(二道栅)比选

根据泵站水泵、止回阀等机组设备要求, 确定格栅净距 7mm, 符合栅条净距要求的清污机型式主要有回转式齿耙链条格栅除污机、阶梯式格栅除污机、转鼓式格栅除污机及回转滤网式格栅除污机, 本工程结合以往工程经验, 主要对满足本工程要求的回转式齿耙链条格栅除污机和回转滤网式格栅除污机进行比选, 详见表 2。

回转齿耙链条格栅清污机投资最小, 设备结构简单, 水中杂物去除率高, 水损小, 保证率高, 能耗小(2.5kW), 但无法去除水中绿藻。

正向进水旋转滤网投资最大, 设备结构复杂, 冬天易结冰冻胀, 能耗大(25kW), 但能去除水中藻类。

侧向进水旋转滤网投资居中, 能去除水中藻类, 但设备结构复杂, 水损大, 冬天易结冰冻胀, 能耗大(20.5kW)<sup>[7]</sup>。

考虑到水中流体状绿藻对水泵及其它设备影响较小, 本工程为县城供水工程, 供水保证率高, 须全年供水, 项目区冬天气温低, 水泵运行对清污机水头损失要求较高。综合考虑投资、清污能力、能耗及后期运行管理难易程度采用回转式齿耙链条格栅除污机。

表 2 细格栅清污机比选

项目	回转齿耙链条格栅清污机	旋转滤网正向进水	旋转滤网侧向进水
单台投资	24.65 万元(宽×高 2.8×7)	55 万元(宽×高 2.8×7)	40 万元(宽×高 1.5×7)
优点	1. 有自清能力; 2. 除污动作连续可靠 3. 水中杂物去除率高 4. 造价低, 能耗低(2.5kW); 5. 水流流向不变, 水损小	1. 水流条件好, 流速均匀 2. 便于人工清洗污物, 占地小; 3. 安装深度可达 30m, 适应性良好; 4. 水流流向不变, 水损小	1. 滤网面积利用率高; 2. 截留在网上的污物不会进入吸水室; 3. 安装深度可达 30m, 适应性良好; 4. 下部间隙处易于密封
缺点	1. 个别清理不当的杂物进入吸水室; 2. 无法去除水中流体状绿藻;	1. 结构复杂, 含冲洗系统 2. 水中杂物去除率较低; 3. 网上污物未冲走时, 易进入吸水室; 4. 冬天易结冰冻胀; 5. 造价高, 能耗大(25kW)	1. 结构复杂含, 冲洗系统 2. 水中杂物去除率较低 3. 水流条件差, 水损大 4. 冬天易结冰冻胀 5. 造价高, 能耗大(20.5kW)



### 3 结语

本论文通过分析水泵、多功能水泵控制阀等泵站机组设备对水中杂物粒径的要求,结合南水北调总干渠水中杂物现状、保定市(高昌)输水管道试运行期调流阀堵塞的实际情况及总干渠运行初期的水流条件,得出了泵站增设清污设施的必要性。通过对不同类型清污机的比选分析,确定了适合本工程清污设施方案,为今后的相关工程提供借鉴。

#### [参考文献]

- [1]李亚杰,方坤河.建筑材料[M].第6版,北京:中国水利水电出版社,2009.
  - [2]中华人民共和国水利部.泵站设计规范:GB50265-2010[S].北京:中国计划出版社,2010:1-146.
  - [3]上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.给排水设计手册第9册专用机械[M].第3版,北京,中国建筑工业出版社,2012.
  - [4]张步新,秘军海,杜刚民,袁关堂,江宁,孟庆伟.水利水电工程清污机型式基本参数技术条件:SL382-2007[S].北京:中国水利水电出版社.2007:1-18.
  - [5]天津水工业工程设备有限公司.给水排水用格栅除污机通用技术条件:CJ/T443-2014[S].北京:中华人民共和国住房和城乡建设.2014:1-20.
  - [6]中国环境保护产业协会.环境保护产品技术要求格栅除污机:HJ/T262-2006[S].北京:中国环境出版社,2006:1-9.
  - [7]吴扬法,刘欣文,王桂娟.板框式旋转滤网:DL/T458-1999[S].北京:中华人民共和国国家经济贸易委员会.1999:1-11.
- 作者简介:王利平(1989-)男,(汉族),甘肃积石山人,工程师,主要从事水利工程规划设计工作,河北冀水规划设计有限公司,河北省保定市向阳北大街。