

浅谈污水处理厂原水提升管路改造更换的问题及对策

张少轩 尹雯悦

北京亦庄环境科技集团有限公司, 北京 100176

[摘要] 城镇污水处理厂的污水提升泵是污水处理中最重要的一个环节, 往往通过提升泵将来水提升至污水厂内最高点, 通过高低程压差自流至其他处理单元。由于污水中含有大量的腐蚀性物质, 在提升泵管道支架焊接处会出现不同程度的腐蚀。尤其运行年头较长的污水处理厂, 在全年满产不具备减产、停产的情况下如何更换腐蚀严重的提升泵管道是一个困扰污水处理厂运行的难题。此文提供了一种可做到在无减产、零有限空间作业的前提下完成提升泵管道更换方法, 具有水量波动小, 能源消耗低, 更高的安全性等优势。

[关键词] 污水处理厂; 提升泵; 高效改造; 无停产; 安全

DOI: 10.33142/sca.v7i7.12782

中图分类号: TQ086;X52

文献标识码: A

Brief Discussion on Problems and Countermeasures of the Renovation and Replacement of the Raw Water Lifting Pipeline in Sewage Treatment Plants

ZHANG Shaoxuan, YIN Wenyue

Beijing Yizhuang Environmental Technology Group Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: The sewage lifting pump in urban sewage treatment plants is the most important link in sewage treatment, often lifting the incoming water to the highest point in the sewage plant through the lifting pump, and flowing to other treatment units through the high and low pressure difference. Due to the presence of a large amount of corrosive substances in sewage, varying degrees of corrosion will occur at the welding points of the pump pipeline support. Especially for sewage treatment plants that have been in operation for a long time, it is a difficult problem to replace severely corroded lifting pump pipelines when they are not able to reduce or shut down production at full capacity throughout the year. This article provides a method for replacing pump pipelines without reducing production or operating in limited space, which has the advantages of small water volume fluctuations, low energy consumption, and higher safety.

Keywords: sewage treatment plant; lift pump; efficient transformation; no production stoppage; security

引言

为节省动力成本, 城镇污水厂在设置工艺链的过程中, 往往将粗格栅设置在厂区与市政管网接驳的最低点, 污水经粗格栅过滤后流至提升泵池, 通过提升泵将来水提升至厂内最高点, 并通过高低程压差自流至后续处理单元。以某 5 万吨/天的污水处理厂为例, 提升泵管道多为 DN900 碳钢材质, 一般由 4~6 组提升泵组成。提升泵管道长期浸泡在含有大量腐蚀物的污水中, 并根据前端液位的高低与空气有不同程度的接触, 尤其会在支架焊接处发生腐蚀。长时间运行的污水处理厂, 尤其运行 20 年左右的, 如何在全年满产, 不具备减产、停产的情况下如何更换腐蚀严重的提升泵管道是一个困扰污水处理厂运行的难题。

1 泵站运行中存在的问题

污水提升泵的运行环境很复杂, 提升物质中有大量的泥沙、垃圾等杂质, 并且在污水中共存着大量的可溶性污染物质, 也有腐蚀性的物质, 汇水过程也会产生有毒有害气体, 这对污水提升泵站的设备稳定性要求较高, 出现故障时的维修较困难, 成本较高。

1.1 格栅除污能力有限

格栅是污水泵站中最主要的辅助设备, 格栅主要有回

旋式, 高链式, 弧形及型阶梯机械式等^[1], 回旋式格栅使用较为广泛, 具有可持续运行的特点, 但故障率较高, 链条出现问题需要整体吊起维修, 难度较大; 高链式格栅除脏效率较高, 链条出现故障时往往需要维修人员下到井底处理, 属有限空间作业, 危险性较大。弧形格栅其结构紧凑, 动作简单规范, 但是对栅渣的提升高度有限, 不适用于在较深的格栅井中使用。一般情况下, 格栅除污机每日运行时间 20~24h, 高频率的运作不仅影响电机的寿命, 还不能避免浸水烧毁的情况, 导致故障率较高。

根据不同的水质情况, 污水处理厂会采用不同栅距的格栅, 因此格栅的拦截能力有限, 只能拦截比本身栅距大的颗粒物质, 而较小的物质一部分会通过格栅到达提升泵站, 一部分长时间的堆积造成格栅拦截能力下降, 因此, 格栅除污能力有限的缺陷随着时间推移, 会间接地造成提升泵站内垃圾的堆积, 提高提升泵堵塞的频次。

1.2 管道的腐蚀破损

提升泵管道的腐蚀破损往往从一个焊点开始, 随着腐蚀的加剧及污水的带压冲击会在短时间内扩大, 严重时可能会导致提升泵管道断裂。如果漏点位置与提升泵电缆相近, 则很可能对电缆造成冲击, 进而带来电缆受力破损的

风险, 电缆受损轻则造成电路短路提升泵跳闸, 重则引发安全事故。

提升泵管道的腐蚀会在短时间内形成较大缺口, 在提升原水时, 会从缺口处泄压, 从而大大降低提升泵的提升效率。提升水量无法到达指定水量时, 为保障污水处理厂的后续水量处理, 会采取长时间开泵或多开一台备用泵的处理方式, 此方式势必会带来用电量的增加, 最终会带来污水处理厂运行成本的增长。

1.3 维修更换难度大

城镇污水处理厂在城市规划时, 一般先行建设。随着住宅区、工业区的不断完善及人员的入住, 排污量往往会达到污水处理厂设计处理能力。尤其运行 20 年以上的污水处理厂, 设备设施出现不同程度的损耗, 但又因汇水范围内水量较大, 无法长时间停产为大规模检修创造机会。所以常常会出现污水处理厂设备设施需进行检修——前端管网液位高不具备减产、停产条件——需加大处理量降低前端管网液位——污水处理厂设备设施损耗加快需进行检修的恶性循环。

2 工程概况

城镇污水处理厂提升泵池一般建设于地势低点, 且大多为 10m 以上深度。以北京某 5 万吨/日处理能力的城镇污水处理厂为例, 提升泵池深 14m, 原水液位一般保持在 6~9m。提升泵管道在建设时作为永久工程铺设, 如在原位置进行更换, 需将进水闸门关闭, 清空提升泵池。但提升泵池受常年污水侵蚀、浸泡, 即使前端装有粗格栅, 池内也会含有大量的垃圾, 提升泵池清除就需要大量的时间。另外, 池内常年被污水浸泡, 池底会含有大量的硫化氢、一氧化碳等有毒有害气体, 在池内操作属于有限空间作业, 安全隐患较大, 容易发生有限空间作业安全事故。无论是从施工作业上还是监管上, 都带来了较大的工作压力。

按照常规的管道更换方法, 需要保障污水处理厂基本的处理能力, 在施工前需要将临时提升管线架设到提升泵池后处理单元, 将总进水闸门关闭后, 利用泵车在粗格栅前抽取原水至污水处理厂内, 从而保障污水处理厂的正常运行。由于城镇污水处理厂需全年 24 小时连续运行, 很少有关闭厂前总进水闸门的情况, 在运行长达 20 年的污水处理厂中, 总进水闸门能否正常关闭, 能否完全关闭截断水流都有待商榷。

如按常规的管道更换方法施工难度大、工期长, 需要进行减产、停产操作, 且具有一定的安全风险, 其中任一环节出现问题, 造成的影响不可计量。

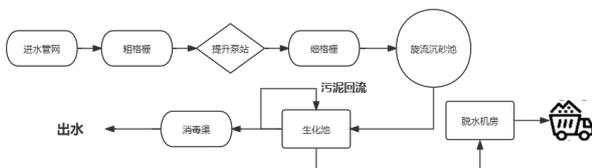


图 1 以 C-TECH 生化处理为主的污水处理厂工艺流程图

以简单的生化处理 C-TECH 工艺为例, 具体工艺流程图如下, 首先由厂区外的主污水管道而来的污水进入格间, 提升泵站建设在粗格栅之后, 该处为全厂区标高的最低处, 进水泵房底部放置 6 台潜水泵, 主要用于将污水提升到高处, 以使污水只靠重力作用流经其余的处理阶段。管网的污水通过提升泵房的大功率提升泵将污水输入到生化池内, 进行一系列的生化反应, 进而达到净水的效果。提升泵站会根据池体进水量需求提供相应的水量, 24h 内提升泵基本上处于常开 2~3 台的状态, 这种控制方式存在的问题是泵启动频繁、泵的磨损情况不一样, 造成泵更换周期短、维护量大^[2], 通高频率的启停和使用, 使得提升泵的故障率增加, 提升管路也因进水的冲刷腐蚀不断地消耗, 给原位检修及更换提高了难度。

3 一种不减产、停产的管道更换方法

3.1 解决措施与效果

为最大程度避免上述问题难点, 在不减产、停产, 安全隐患较低的情况下完成提升泵管道更换工作, 现提出一种新型管道更换方法。我们摒弃了之前的必须把原来的提升泵管道拆除后再进行安装的固化思维, 决定根据污水处理厂内现场地形及空间重新铺设提升泵管道。

以北京某城镇污水处理厂为例, 该厂设有提升泵池, 提升泵管道为永久安装, 通过地埋铺设到细格栅分水井。该厂提升泵池表面积较大, 在原有提升泵后方还有较大的空间位置可进行新管道铺设。但提升泵出口井空洞较小, 提升泵管道能正常下方。



图 2 不减产、不停产更换提升管路施工现场

但不能正常下放提升泵及耦合器。在研究提升泵池顶部为钢筋混凝土后, 及计算提升泵池顶盖载荷后, 决定扩大原有提升泵出口井洞口, 以满足提升泵能正常下放的要求。扩张后的出口井洞口能满足管道、提升泵、耦合器、管道支架等的下放条件, 且同时不改变原有池顶的称重载荷。

在确定能正常下放管道、提升泵及相关附属配件后, 采取地面预制的方式进行加工。因为要做到不停产安装, 不能放空池子, 所以新制提升泵管道无法进行池底人工固定, 以及无法进行常规耦合器安装。经过计算, 提升泵及管道自身重量足以抵消提升泵在运行时产生的震动及偏

移,提升泵管道不会因提升泵运转产生的震动等因素产生位移。所以,如何将耦合器固定及后期起吊提升泵检修是更换提升泵管道的难点之一。

为此,该厂设计了一种提升泵管道框架,即在提升泵管道上提前焊制管道支架,该支架与管道呈三角形结构,确保管道在使用过程中不会出现倾倒。在支架上提前焊制提升泵滑轨,在框架底部提前焊制好耦合器底座,如此操作,即可满足地面加工,也会在管道下放至池底后确保提升泵能顺利按照滑轨下滑并与耦合器耦合。

经过现场运行试验,该方法能确保提升泵稳定运行,在安装调试过程中,未涉及减产、停产,该方法可用于老旧且不具备减产、停产污水处理厂的管道更换。

3.2 改造前后水量变化

图3污水处理厂提升泵改造前后90天的水量波动变化曲线图,从图中可以看出,标红处为提升泵改造期间水量变化,在此期间,并未停产,因此工段异常进水较为频繁,有少量的水量降低,从整体上看,通过管路改造以及架设新的提升泵下行管路,结合耦合器的耦合作用,将提升泵及新的管路加装下放,在新的提升泵及提升管路投入生产之前,并不会破坏原有提升泵管路,因此,在生产运行方面并不会出现因改造提升管路而减产的问题。

提升泵改造前后污水处理厂90天水量波动情况



图3 污水处理厂提升泵改造前后90天的水量波动变化

3.3 能源消耗分析

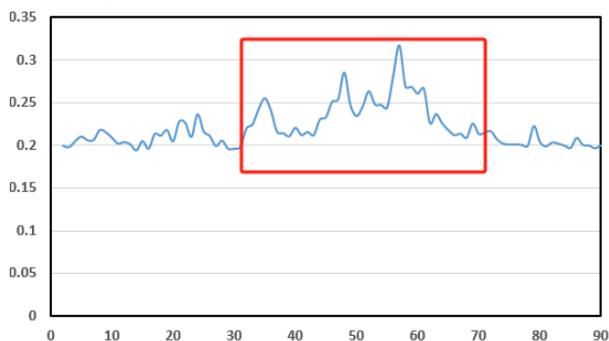


图4 污水处理厂提升泵改造前后90天的吨水耗电情况

据统计,4月份平均电量12617kwh,五月11839kwh,同比四月,五月份电量减少6%,图4为污水处理厂提升泵改造前后90天的吨水耗电情况图,从图4可以看出,在五月中期更换提升泵管路的时期,吨水耗电有所增加,除去最高点的一天,五月平均吨水耗电为0.2418kwh/t,波动范围在0.033kwh/t内,因此,采用外接提升泵管路框架,利用耦合器落泵耦合的方法改造原有的提升管路在能源消耗上波动并不明显,吨水耗电有一定的提升,也与焊接管路耗能有关。

3.4 安全性分析

污水处理厂运行中,安全生产受多方面影响,例如,厂区内的建构筑物设施维修、生产设施维护、生产人员运营巡检、重大设备及设施检修维护、电气设备的维护、有限空间作业等^[3],对于在支架上提前焊制提升泵滑轨,在框架底部提前焊制好耦合器底座,将提升泵沿着划过下滑与耦合器耦合的方法,不仅避免了有限空间作业带来的风险,还使后续提升泵的维修变得便捷。在安全层面讲,大大的减少了在提升泵原管路更换过程中与污水中的有毒有害气体的接触,降低了施工的难度,提高了安全性能。

4 结语

综上所述,污水提升泵站是城市污水处理的关键环节,承载着解决城市居民生活污水,降低生产废水污染水平的重要任务。建设完善的污水收集系统,将工业园区内的生活污水和生产废水全部收集后送往污水处理厂进行处理,符合国家以及地方环保政策、符合区域减排政策、符合循环经济的政策,具有多重效益,包括环境效益、社会效益,并具有一定的经济效益。在不减产、不停产的情况下改造提升泵站已有成功的案例,增设新的管道支架,利用耦合器的耦合作用,将提升管路高架,提升泵下放即可实现新的提升泵站的正常运行,这种方法水量波动小,能源消耗低,具有更高的安全性,也适用于年头较久的污水处理厂,为目前很多复杂的污水厂提供一种原水提升管路改造更换对策。

【参考文献】

- [1]孙守智,怀其银,陈亮.污水提升泵站提质增效运行存在问题及对策[J].山东水利,2023(8):60-61.
 - [2]马西庚,戴永寿,李林.污水处理中泵站的优化控制[J].自动化与仪表,2007(6):85-88.
 - [3]段锦章.污水处理厂安全生产风险及安全对策探讨[J].工程建设与设计,2022(23):248-250.
- 作者简介:张少轩(1993.3—),男,机械设计制造及其自动化专业,助理工程师,籍贯:河北石家庄;尹雯悦(1996.11—),女,环境工程专业,助理工程师,籍贯:四川省长寿县。