

新型污水真空收集转运设备的研发

张辉 杨皖滇 文成行

(扬州力齐机械有限公司 江苏 扬州 225008)

摘要: 研发一种污水真空收集转运设备,属于环保技术领域。新型污水真空收集转运设备无需土建施工,节约空间,维护方便;模块化设计,安装迅速;污水管道直径可以比普通管道小50%以上,更容易布置管道;采用压力排水,彻底解决了污水泵的堵塞。

关键词: 污水;真空;收集转运设备

0 引言

目前市场上的污水收集转运大多是靠污水池收集后,通过污水泵将污水打到污水处理厂。存在的问题是污水池土建施工麻烦,容易满溢,且无法做到密封臭气,污染环境。同时,由于污水泵的长期工作,经常会出现污水泵堵塞等情况,影响生产工作。

针对上述问题,要解决的技术问题是研发一种污水真空收集转运设备。

1 污水真空收集转运设备的结构

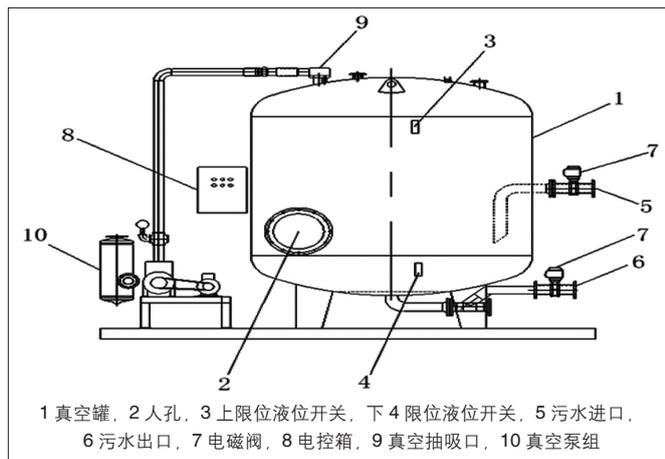


图 污水真空收集转运设备结构示意图

2 基本实施原理和特点

2.1 相关理论分析

本真空污水收集转运设备利用空气为传输介质进行污水的转运。由于污水中通常含有一定量的固态杂质,因此该设备在运行时,其管道内也必然存在着气液固三相物质。由于三相物质之间的质量、动量和能量的相互作用颇为复杂,考虑到固态杂质大多会在冲击下转变为较小的颗粒,因此在本次设备研发过程中,将三相流体运动简化成气液两相流体的运动。当污水和空气在压差作用下被高速吸入管道,引起管内空气浓度急剧增加,空气浓度梯度引起的净力作用在管内的介质(即空气和污水)上,在空气和污水中产生动力波,动力波在短时间内高速地传递到较远处静止的低压气体,使管道内气体沿管道以高速向前运动,并在提升段低洼处静止的污水表面上引起滚动波,以携带污水向前运动。这样,

从一段连续时间来看,各提升段低洼处的污水连续地在空气作用下而不断地被激励,后续的污水和气体推着前方的污水,经过多次提升,逐步、间歇地进入污水收集罐。

一套室外真空排污系统中的污水真空收集阀井(服务终端)至少数十个,甚至成百上千。真空界面阀开启的时刻可认为是随机的,即使在高峰时刻,并不是所有的真空界面阀同时打开。在污水真空收集阀井距离渐远处,由于流体内部、管壁的剪切力及流体所提升的高度等原因,经常会引起较为明显的能量损失,为降低这种损失,通常需要在降低管道压损方面进行研究。

一般来说,提高气液比能够降低管道的压损,原因在于提高气液比能够显著提高管道中气体的体积分数,而当气体体积分数提高后,又能够通过系统整体的重力和摩擦力等途径来降低管道的压力损失。对于管道的压力损失而言,其主要包含静态损失和动态损失两种:对于静态损失,其主要考虑的是界面阀关闭且管道中的流体处于静止时,管道内的液柱在提升段两侧造成的压力差,这个压力差也称作“静提升损失”。在实际运行系统中的“静提升损失”一般并不是确定值,而是经常取统计平均值,这个数值的大小与管道布置、气液比和系统真空情况有关,在本设备的研发过程中,为了确保系统安全,充分考虑了所有提升段均充满污水的极端情况,因此计算分析环节考虑的是静提升损失的最大值。经过分析计算后,本设备在原有的基础上,适当提高了气液比,减小了管道提升段存留液柱的高度,进而降低了静提升损失。动态损失考虑的是当界面阀开启后,管道中的流体处于流动状态,流体本身也会因摩擦和动态提升等原因而出现损失,为避免动态提升或摩擦力等因素造成的损失,仍采用提高气液比的方法来降低损失。

2.2 技术原理

在传统真空收集技术的基础上,结合虹吸原理,通过对室外真空收集系统的污水收集单元型式、管道单元布置、负压站配置及参数、控制方式等进行优化和创新,提出室外负压收集技术。在此技术的基础上构建此设备。

2.3 技术特点

该设备主要具有以下几方面的技术特点:一是收集管道较小,且埋深较浅,不需要保持严格的管道坡降;二是采用水封措施,不需要真空界面阀,无机械和控制部件和设备;

三是在收集的过程中,空气不会进入负压管道,系统中的负压环境也就得以长期保持而不受破坏;四是该设备中的真空泵和水泵均可提供运行的负压,由此则不再需要使用真空监测系统;五是在运行过程中不需要人参与控制,管理较为简单,同时可降低收集井的容量,并多户共用同一个收集井,系统灵活,适应性较强。

整体来看,该设备的技术相较于传统的收集系统技术相比,其优势较为明显。与传统室外真空收集装置相比,该设备突破传统的真空界面阀的使用,简化传统的繁琐仪表和自控系统,收集井不再需要使用任何机械设备,对设备要求大大降低,同时提高系统运行的稳定性,降低设备的造价;与重力收集相比:具有低材料消耗(管道管径小)、低环境影响(管道埋深浅、开挖量小、系统密闭、污水不会泄漏和下渗)、低运行维护(管道不堵塞)、低建设费用(示范工程管道敷设费用约传统重力的二分之一)以及高适应性等优点。

2.4 适应范围

该设备适用于道路狭窄、地下水位高或地形复杂的城镇区域的污水收集处理工作。

2.5 主要创新点

在设备研发过程中,基于气液两相流体分相模型和Lockhart-Martinelli半经验公式建立了真空排污管路摩擦压力损失计算模型,并在此模型的基础上,建立了对该设备的真空排污管网的优化设计计算方法,对真空排污管网中各管段的设计流量、管径、压力损失和节点真空度进行优化设计计算,根据计算结果来进行设备的设计,使得该设备既能满足系统设计可靠性要求,又可取得较好的经济效益。

2.6 应用时的注意事项

本设备采用定期开启的运行模式,对污水抽吸效果较好,运行管理也较为简单。但在污水容量较多的情况时,需要及时调整该设备的工作时间,防止真空罐内的污水溢出。

3 具体实施技术

新型污水真空收集转运设备,包含真空罐、人孔、上限位液位开关、下限位液位开关、污水进口、污水出口、电磁阀、电控箱、真空抽吸口和真空泵组,真空罐上设置有人孔,且真空罐内部设置有上限位液位开关和下限位液位开关,真空罐左侧安装有电控箱,真空罐右侧中部设置有污水进口,污水进口贯穿真空罐的罐体且向罐体下方延伸,真空罐的底部设置有污水出口,污水进口和污水出口上均设置有电磁阀,真空罐的顶部设置有真空抽吸口,且真空抽吸口通过管道与真空泵组连接。

上限位液位开关、下限位液位开关与电控箱电连接。电

控箱与电磁阀和真空泵组控制连接。真空泵组上设有换向阀。

如图所示,具体实施方式采用以下技术方案:它包含真空罐1、人孔2、上限位液位开关3、下限位液位开关4、污水进口5、污水出口6、电磁阀7、电控箱8、真空抽吸口9和真空泵组10,所述的真空罐1上设置有人孔2,且真空罐1内部设置有上限位液位开关3和下限位液位开关4,所述的真空罐1左侧安装有电控箱8,所述的真空罐1右侧中部设置有污水进口5,所述的污水进口5贯穿真空罐1的罐体且向罐体下方延伸,所述的真空罐1的底部设置有污水出口6,所述的污水进口5和污水出口6上均设置有电磁阀7,所述的真空罐1的顶部设置有真空抽吸口9,且真空抽吸口9通过管道与真空泵组10连接,所述的上限位液位开关3、下限位液位开关4与电控箱8电连接,上限位液位开关3和下限位液位开关4用于感应真空罐1内污水液位情况,并将信号传送至电控箱8,所述的控制箱8与电磁阀7和真空泵组10控制连接,电控箱8根据液位信号控制污水进口5和污水出口6上的电磁阀7开闭切换,以及真空泵组10的开启关闭工作,所述的真空泵组10上设有换向阀,通过切换换向阀,调节真空泵组10对真空罐1的工作状态,便于污水的收集及排放工作。

具体实施方式的工作原理为:污水出口6上的电磁阀7关闭,真空泵组10将真空罐1抽真空,然后打开污水进口5上的电磁阀7,将污水快速抽进真空罐1,当上限液位开关3检测到水位满时,电控箱8关闭污水进口5上的电磁阀7,然后将真空泵组10通过换向阀切换成正压状态,往真空罐1罐体内加正压,然后打开污水出口6上的电磁阀7,将污水压送到污水厂的管道,并送到污水处理厂,待下限位液位开关4检测到无水时,真空泵组10停止工作,并关闭污水出口6上的电磁阀7。往复循环,实现污水的收集和转运。

4 结语

新型污水真空收集转运设备的有益效果:结构简单,设计合理,采用真空罐代替污水池,做到完全密封防臭气外泄;无需土建施工,节约空间,维护方便;模块化设计,安装迅速;污水管道直径可以比普通管道小50%以上,更容易布置管道;采用压力排水,彻底解决了污水泵的堵塞。

参考文献:

- [1] 王艳,真空排水系统典型泵站的特征分析[J],给水排水,2010(12) 73-76.
- [2] 李旻,周敬宣,温兴.谈真空排水系统中的气液比及其与能耗的关系[J],给水排水,2010(12) 69-72.
- [3] 周敬宣,王方明,李艳萍.粪便真空输送管网与真空站参数的研究与设计[J],给水排水,2002(5) 67-70.