

混合螺旋输送设备技术改造研究

汪敏 苟虎诚 李民 邹亚 徐航

(成都市兴蓉污泥处置有限责任公司 四川 成都 610093)

摘要: 混合螺旋输送设备是污泥输送关键设备, 如果出现问题将会对后续各项工作的开展产生恶劣影响。为了能够确保混合螺旋输送设备的正常工作, 本文对混合螺旋输送设备常见故障进行了分析, 并根据分析结果进行了技术改造, 希望为确保混合螺旋输送设备正常工作提供借鉴。

关键词: 混合螺旋输送设备; 耐磨轴套; 机械密封; 改造

1 设备简介

成都市第一城市污水污泥处理厂一期项目采用半干化+焚烧方式进行生活市政污泥处置, 规模为200t/天(20%DS)×2条线。该项目于2013年建成投用, 实现污泥处置减量化、无害化、资源化、稳定化。混合料斗是污泥输送关键设备, 用于干化机给料泵前缓冲计量和搅拌均匀, 实现污泥稳定进入干化机。混合料斗配置4台混合螺旋输送设备, 用于污泥的混合和输送, 主要结构有电机减速机、链条、螺旋、轴承及密封机构。

2 存在问题

混合螺旋输送设备自2013年投运后, 随着运行时间不断延长, 设备磨损、老化等问题日益突出, 设备安全可靠性能出现下降, 人工维修时间和人工清理时间显著增加, 造成生产环境不友好, 主要问题有: (1) 螺旋大量漏泥, 每天必须清理; (2) 主轴严重磨损; (3) 轴承进泥损坏, 更换频繁; (4) 减速机链条粘泥后磨损严重; (5) 减速机异响频繁; (6) 链轮磨损严重。

3 改造必要性

混合螺旋输送设备故障率提升, 已逐步影响到生产的正常运行, 每年影响正常生产已达到1天以上, 经济损失较重; 采用日常维修加年度大修相结合的方式仍旧不能有效降低设备故障率, 显著增加了维修工作量; 环境卫生显著下降, 恶臭气体增加, 辅助工每天必须例行清扫地上堆积污泥, 工作量繁重; 因减速机是进口设备, 维修费用显著增加。综上所述, 该设备已具备技术改造特征要求。该设备在技术改造中随设备故障的变化呈阶段性实施, 从局部到整体。2013—2015年故障主要以盘根磨损漏泥及轴承损坏等损耗件为主, 所以着重点在解决轴磨损问题上; 2016—2018年故障在原有的基础上新增减速机损坏、链条断裂、链轮磨损等, 磨损件和结构件双重叠加, 所以着重点在彻底解决整体结构问题。下面就具体介绍一下技术

改造的思路及方案。

4 耐磨轴套改造

4.1 改造前情况

该混合螺旋输送设备采用盘根密封, 国内生产制造, 2013年投入使用, 2014年大修系统更换盘根和轴承, 2015年逐渐出现漏泥, 每3个月更换一次仍旧无法阻止漏泥情况。2015年大修拆卸后发现螺旋主轴发生大量凹槽, 磨损严重。拆卸后发现轴和螺旋采用分体式, 销柱连接。

4.2 故障原因分析

盘根密封原理主要在于轴承效应和密封效应。起轴承效应是指在盘根填料和轴之间, 会因为张力的作用形成一层液膜, 使盘根填料和轴形成类似于欢动轴承的关系, 这样盘根填料和轴就不会出现过度摩擦; 起迷宫效应则指轴的表面平整度无法达到围观水平, 盘根和轴只能部分贴合而做不到完全贴合, 在盘根和轴承之间形成极为微小的间隙, 这些间隙就形成迷宫带, 介质在其中被多次节流, 达到密封的作用。

结合盘根原理, 进一步分析该厂接纳的生活市政污泥(20%DS), 其中有10%的无机份组成。利用荧光光谱分析仪测试分析无机份元素及其所对应的氧化物含量, 百分含量超过2%的氧化物有7种, 超过5%的有5种, 分别为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 P_2O_5 和 Fe_2O_3 。 SiO_2 占比最多, 为40.06%, 此外, P_2O_5 含量也较高, 为17.516%。

生活市政污泥中 SiO_2 、 Al_2O_3 等细小物质随着轴的转动进入盘根密封间隙, 轴带动污泥中的细小物质转动, 进入盘根间隙后加剧盘根与轴的磨损, 进而加大盘根与轴之间的间隙, 无法形成迷宫密封, 从而导致大量漏泥。轴承处采用唇形密封, 盘根处漏出的泥不停旋转挤压进入轴承, 导致轴承损坏。

4.3 改造实施方案

故障发现时间是在年度大修停机拆卸时发现, 仅有10天时间实施改造及安装恢复工作, 否则会引起长时间停产。所以, 在改造思路着眼于轴本体凹坑的解决方案,

仍采用原材质 45 钢, 主要方案有以下三种。

(1) 换轴: 重新测绘轴加工, 时间大约 10 天左右, 成本约 2000 元/根。

(2) 焊接修复: 表面焊接后重新加工, 时间约 8 天左右, 成本约 1500 元/根。

(3) 轴套加工: 重新测绘设计轴套与轴尺寸, 时间约 5 天, 成本约 500 元/根。

以上方案对比发现, 轴套加工相对于换轴、焊接修复具备时间短, 成本低特性。同时在后期维修时仅更换轴套, 不像换轴、焊接修复需要整体拆卸螺旋, 长时间停产才能处理。于是, 本次改造的方案是将原有的轴与盘根直接接触的配合方式, 改为盘根与轴套配合。当轴套磨损后, 可以在不停产的情况下对轴套进行更换。方案为: 轴套与轴间的安装为间隙配合, 配合间隙 0.1mm。其间采用乐泰 680 圆周固持胶胶接, 抗扭矩可达 20Nm; 轴套在更换时, 将轴套加热至 180℃便可轻松取出。

该方案实施后, 大约 6 个月后出现漏泥问题, 而后更换了轴套及盘根, 但是其维修工作量大, 持续了 15 天。鉴于该种情况, 进一步思考更换轴套材质, 增加耐磨性, 使其能延长到 1 年。

轴套类零件一般常用的材料有 35#、45#、50# 等优质钢, 40Cr 合金钢、轴承钢 GCr15 和弹簧钢 65Mn, 还有 20CrMoTi、20Mn2B、20Cr 等。45# 碳素钢已使用, 不再考虑; 合金钢常用于高温高速, 重载及结构紧凑轴, 较高的力学性能, 但价格较贵。通过对比后, SiC 材质的耐磨性是普通碳钢的 4 倍以上, 能够延长设备的维护周期。

2016 年大修更换为 SiC 材质轴套后, 漏泥情况得到很大的改善, 初步达到技改预期, 日常维修频次明显降低。

5 整体结构改造

5.1 改造前情况

进入 2017 年、2018 年后, 减速机损坏、链条断裂、链轮磨损等结构件故障频次显著增加。原 SiC 材质轴套局部出现断裂, 漏泥情况逐渐增多, 漏出污泥进入轴承引起多次设备故障, 掉落污泥引起链条链轮严重磨损等情况。特别是减速机为意大利进口产品, 单个成本高达 3 万/个, 2018 年就损坏 3 个, 比例较高。综合故障率高、维修时间长、成本压力大等因素, 提出整体结构改造思路。

5.2 改造思路分析

在整体结构改造中提出彻底解决漏泥问题、降低设备备件费用、明显降低设备故障率、解决轴承频繁损坏、提高检修效率等多重问题。面对多重结合的问题逐一进行分析, 查文献资料, 借鉴厂内厂外成熟的方案。当时技术方案工作思路介绍如下。

在解决漏泥问题上, 系统研究填料密封和机械密封的结构, 对比了优劣。相较于填料密封, 机械密封具有密封性好、使用寿命长、接触面积小、轴与轴套几乎不磨损、

缓冲性好、抗震性好等优点。综合厂内污泥输送泵采用机械密封的方式, 柱塞泵采用唇形密封的方式均对污泥有很好的密封效果。受此启发, 改造采用以机械密封为主的复合型密封结构, 并增加润滑系统。

在解决明显降低设备故障率问题上, 系统研究了链传动和直联传动结构形式及优缺点。相较于链传动, 直联传动具有结构紧凑、结构稳定可靠、传动功率大效率高。结合 2015 年改造的焚烧炉进泥螺旋减速机案例, 将摆线针轮减速机改造为 SEW 斜齿减速, 采用直联传动, 运行 4 年均未出问题。故将原链条传动方式改造为直联传动, 将意大利减速机改造为 SEW 减速机, 每更换一台可以节约 2 万元的成本。

在解决轴承频繁损坏的问题上, 充分吸取灰渣输送系统中卸料器改造案例, 将内置式轴承改为外置式轴承。故将轴承与密封独立分开, 即使密封出现漏泥也不会影响轴承正常运转。

在解决提高检修效率的问题上, 着重考虑拆卸方便性, 规避以前整体拆卸螺旋更换等工作量大的问题。将密封结构、轴承拆卸、电机拆卸同时考虑, 采用分体拆卸重新设计结构布置。

5.3 改造实施方案

通过近半年的研究, 几经论证, 最终形成工作方案, 并于 2019 年 12 月完成整体结构改造工作。具体工作方案如下。

5.3.1 密封系统改进

采用迷宫密封 + 成型填料密封 + 机械密封, 并增加润滑系统。

混合螺旋改造的目的就是保证密封的可靠使用, 原结构采用的软填料密封结构型式, 该形式的密封不能满足当前使用工况, 加剧对轴套和填料的磨损, 密封失效快。

此次改进型的密封采用迷宫密封 + 成型填料密封 + 机械密封, 该密封有如下特点:

(1) 迷宫密封可以有效阻挡大部分污泥进入主密封腔体, 减少成型填料密封的磨损;

(2) 成型填料密封, 此密封的特点是压力越大密封性能越好, 另外, 在其背部加注润滑油(脂), 较少磨损。根据实际运行情况看, 此处能完全密封介质;

(3) 机械密封的作用是为密封油(脂)做密封, 当成型填料密封完全磨损后, 阻断润滑油管线, 机械密封起主密封, 能完全代替, 设备能继续运行, 直到检修;

(4) 机械密封密封面采用合金材料配对, 抗磨型增强, 延长使用寿命;

(5) 该密封是集装式密封, 安装、拆卸操作简单。

5.3.2 传动系统改进

改造图如图所示, 可靠的密封系统必须安全的传动系统来支撑, 该结构最大的特点是能单一启停, 都可以单独检修, 互不干涉, 包括能更换螺旋。传动部分的改造如下:

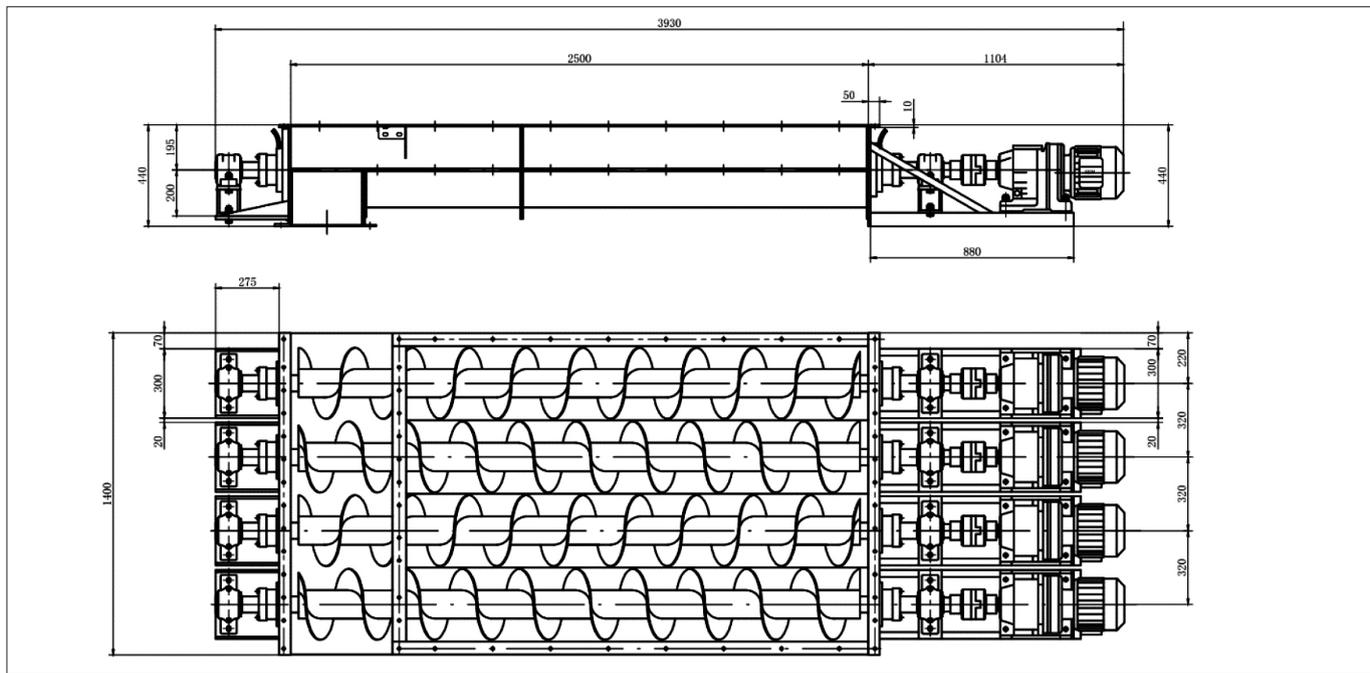


图 混合螺旋输送设备传动部分改造图

(1) 驱动端、非驱动端与混合螺旋连接方式不变,原螺旋可以继续使用,且工作长度相对固定;

(2) 选用 SEW 电机及减速机,有效满足现在所使用参数;

(3) 联轴器选用十字架联轴器,运行可靠,拆卸方便;

(4) 轴承座选用 SN 系列轴承座,运行可靠,拆卸方便;

(5) 所有传动轴材质均选用优质碳素钢制造,各项机械性能能满足使用工况。

5.3.3 支撑结构

由于结构的特殊性,整个设备的支撑采用悬浮式(上部支撑),不允许在设备的地面做支撑,影响参数。故改造的支撑全加装在设备本身支架上。为保证设备的正常运行,将驱动端与非驱动端的主密封板更换加厚,电机减速机和轴承座支架均焊接在密封板上,最终左右两端支架连接一起固定。

5.3.4 非驱动端改造

将之前的一体盖板改造成有由四块法兰拼接成的盖板,由螺栓紧固在基板上,这样一来便可以实现单独检修每台螺旋,不需要将整个盖板拆开。

经过本次整体结构技术改造后,设备稳定性显著增加,取得非常好的运行效果。

6 技术改造小结

混合螺旋技术改造是从 2014 年开始,直到 2019 年整体结构改造最终完成,跨度较长,是一个根据设备故障发展不断恶化不断更新改造深度的过程。通过此次技术改造工作,系统解决了混合螺旋输送设备日常故障,不会造成生产运行中停机情况。

6.1 设备故障显著降低

通过对 2013 到 2021 年报修记录统计,该统计为轴承、减速机、链条等日常报修,不包含日常密封漏泥及年度大修例行更换盘根、轴承等工作。

2019 年对密封结构、传动结构等整体改造后,没有在日常报修故障,彻底解决了混合螺旋输送设备故障率高问题,达到了技术改造目的。

6.2 取得经济效益明显

通过对 2017 年至 2019 年 3 年内因混合螺旋故障导致减产情况统计,可减少 1 天左右的停产,可直接增加收入约 30 万元左右。设备备件费用显著降低,约 5 万元左右。

6.3 生产作业环境明显改善

整个厂区环境得到较大的改善,有效减少车间臭气的外溢,满足环保要求,也改善了现场作业环境,保障员工身体健康。

7 结语

综上所述,在分析故障原因的基础上,对混合螺旋输送设备进行了技术改造,改造后彻底解决了混合螺旋输送设备故障率高的问题,并且取得了良好的经济效益,还使得整个厂区环境得到改善。因此,该改造方案值得进行推广。

参考文献:

[1] 赵卉,李德义,王晟磊.螺旋输送机的密封改造[J].中国石油和化工标准与质量,2011,31(08):226-227.

作者简介:汪敏(1984.11-),男,汉族,四川盐亭人,本科,工程师,研究方向:污泥焚烧技术。