

# 电解铝烟气余热低温干化处理市政污泥工程应用

丁立杰

内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司 内蒙古 通辽 029200

**【摘要】**与传统的污泥热干化技术相比,污泥低温干化具有节能、可有效避免有机物大量挥发、恶臭气体释放少、干燥过程安全、无爆炸风险等优点。近年来,由于某垃圾填埋场进入封场阶段,故难以采用填埋方式处置污泥,迫切需要寻找新的处理处置途径。利用铝业电解铝车间烟气充足的余热低温干化处理市政污泥,是非常有意义的探索。

**【关键词】**电解铝;烟气余热;低温干化;市政污泥

## 1.工程概况

该工程设计总规模 300t/d(污泥含水率为 80%),土建一次建成,设备分期实施,一期、二期工程处理污泥量均为 150t/d。

## 2.工艺流程

该工程由污泥干化系统、烟气余热换热系统、冷却系统、生物除臭系统、冷凝污水处理系统组成,进厂污泥卸料进入湿污泥料仓进行短暂储存,继而通过螺杆泵送入污泥低温干化主机,经干化后的污泥含水率达到 30%以下,并由斗式提升机输入高位干料仓进行储存,随后外运处置。烟气余热换热系统为污泥低温干化提供热源,采用水作热传导介质,配套软化补水装置补充软化水。冷却系统提供冷却水,对污泥干化过程中产生的高温高湿气体进行冷却,形成的冷凝污水由一体化污水处理设备处理后排入厂区污水管。采用生物除臭系统对污泥干化过程中产生的恶臭气体进行处理。

## 3.工艺系统设计

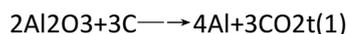
### 3.1.污泥干化系统

污泥干化系统包括中转湿料仓、湿料仓、污泥干化机、冷却换热机组、干料仓及物料输送设备等,均布置在干化厂房内。干化厂房建筑面积 3649.70m<sup>2</sup>,采用门式刚架轻型钢结构。中转湿料仓为地下式,一期 1 台,容积 30m<sup>3</sup>,二期预留 1 台。湿料仓一期 2 台,总容积 200m<sup>3</sup>;二期 1 台。带式污泥干化主机尺寸 23.0m×4.4m×4.75m,每台均配套冷却换热机组;一期 3 台,单台处理能力 50t/d;二期 2 台,单台处理能力 75t/d。污泥经成型机后均匀平铺在干化机上层网带上;70℃的干燥热空气通过网带与湿污泥接触后变成湿热空气,带走污泥中的水分;湿热空气经冷却换热降温至 40℃成为饱和冷空气,过程中湿热空气中的水分冷凝成液态以冷凝污水形式排出。在换热器机组将饱和冷空气升温至约 70℃成为干燥热空气,再经循环风机输送至干化机网带下方进

行循环除湿干燥;湿污泥经过多层网带干燥至含水率 30%以下。干料仓设 1 台,容积为 60m<sup>3</sup>。

### 3.2.烟气余热换热系统

电解铝工业生产采用冰晶石-氧化铝融盐电解法。氧化铝作为溶质,以碳素体作为阳极,铝液作为阴极,通入强大的直流电后,约 960℃,在电解槽内的两极上进行电化学反应,其反应式为:



随着电解反应的发生,在阳极上产生大量烟气。烟气以 CO<sub>2</sub> 和 CO 为主,还含有一定量的 HF 有害气体及固体粉尘,须净化处理后达标排放。电解烟气温度一般为 100~140℃,可回收其显热生产热水,作为生活热水及冬季采暖水。

本工程热交换系统由余热换热器、热水循环泵、软水补水装置、热水循环管道及其附属配件等组成。烟气余热换热器单台设计烟气流量 7.5×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/h,共 6 台,安装在电解铝车间旁的烟气净化烟道上,不影响电解铝生产。余热换热器采用软化水作为热传导介质,通过气-水换热产生 92℃热水接至污泥干化机为污泥干化提供热源,污泥干化机产生的 70℃回水经热水循环泵加压输送至余热换热器,如此循环往复。

### 3.3.循环冷却水系统

循环冷却水系统主要为湿热空气冷却提供冷源。每台污泥干化机均配套 1 台无填料闭式冷却塔,冷却换热器高温回水进入冷却塔降温后,经循环水泵再次进入干化机冷却换热器,对湿热空气进行冷却。冷却塔设计循环水量 400m<sup>3</sup>/h,供水温度 33℃,回水温度 41℃,湿球温度 26.7℃。

### 3.4.除臭系统

对污泥干化过程中产生的臭气,采取高、低浓度分别收集、分别处理的方式。干化厂房建筑内部低浓度臭气采用 1 套 80000m<sup>3</sup>/h 的生物除臭装置处理,1h 换气

不低于 8 次, 维持厂房内呈负压状态。干、湿料仓及污泥干化机等设备产生高浓度臭气, 采用 1 套 30000m<sup>3</sup>/h 的生物除臭装置处理, 1h 换气不低于 10 次, 可有效防止高浓度臭气外逸, 改善室内工作环境。两套除臭设备生物滤池空塔停留时间均为 37s, 臭气经处理后共用 1 个排气筒集中排放, 执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554—1993)表 1 的二级标准。

### 3.5. 冷凝污水处理系统

冷凝污水处理系统按总规模一次建成;设计冷凝污水量 214. 3m<sup>3</sup>/d, 加上除臭系统排水和车间冲洗废水, 设计处理规模 300m<sup>3</sup>/d。主体工艺采用格栅调节池+MBBR 一体化设备, 调节容积为 70m<sup>3</sup>。污水经处理后送至启明星厂区污水处理站进一步处理。

### 4. 运行效果

该工程建成后, 污泥干化系统及配套设施已稳定运行 1 年, 出泥含水率稳定达到 30%以下。①社会和环境效益。该项目回收利用企业烟气余热, 对污泥进行烘干处置, 整个系统全封闭运行, 具备良好的节能减排环保效果。干化后的污泥含有较高的有机质和热值, 运往周边工厂掺烧利用, 实现了污泥的减量化、资源化、无害

化处置。②经济效益。污泥直接运行成本按一期规模 150t/d 测算。用电量 24. 46×104kW·h/月, 电价按 0. 5 元/(kW·h)计, 电费 12. 23 万元/月;运行管理人员共 9 人, 工资按 1 万元/(人·月)计, 人工费 9 万元/月;水费、药剂费以及其他杂费 2 万元/月;直接运行成本共计 23. 23 万元/月;折合单位污泥直接运行成本 51. 62 元/t。当地污泥处置费用约 300 元/t, 本项目实施具有明显的经济效益。③示范作用。该项目在国内首次采用电解铝烟气余热干化污泥, 具有一定示范意义。

### 5. 结论

采用电解铝烟气余热低温干化处理含水率 80%的市政污泥, 技术可行, 出泥含水率稳定达到 30%以下。污泥干化后作为能源进行掺烧利用, 实现了污泥的减量化、资源化和无害化处置, 工程综合效益明显。

### 【参考文献】

- [1]戴晓虎. 城镇污水处理厂污泥稳定化处理的必要性和迫切性的思考[J]. 给水排水, 2017, 43(12):1.
- [2]谢照亮, 张海龙. 铝电解烟气余热利用技术的应用[J]. 轻金属, 2019(7):70—73.