**超圆盘式热干化与新型干法水泥窑协同处理处置污泥工艺技术研究**

何志锋、程刚、陶国建、刘外丽、范宁星

我国的城镇污水厂污泥规范化处置尚处于起步阶段，由于经济等原因，一直以来“重水轻泥”，导致污泥处置严重滞后。近年来，各级政府已充分认识了污泥带来的二次污染危害性，出台了一系列法律法规和标准。污泥的处理处置日益法治和规范，就处置方法而言，国内外基本相似，包括污泥处理后土地利用、填埋、焚烧、建材化利用等途径。

通过水泥窑协同处理处置污泥一直是业内普遍认同的重要一极，但是近几年来，我国并未得到很大程度的推广，这与长期以来的体制管理责权和利益相关，也存在着经济技术原因。本文从技术经济的角度出发，提出超圆盘污泥热干化与新型干法水泥窑协同处理处置污泥的工艺路线，为业内污泥处理处置提供一些参考和思路。

1.技术路线合理性

一般说来，从城镇污水处理厂出来的脱水污泥，其水分在80%左右，以下技术路线的设计都是针对城镇脱水污泥的。从污泥成分的上讲，污泥的组成基本与水泥生料成分相似，某典型市政污水污泥成分分析见表1。如果估算污泥在水泥窑内的热量平衡，以1 kg脱水污泥（80%含水率）为基准：Q1=1×20%×10 657.7=2 131.54 (kJ/kg )，而污泥自身脱水所需的热量Q2为：Q2=1×80%×2 380=1 904 kJ/kg)，污泥中提供的生物能基本能够满足其水分蒸发和焚烧所需要的热量，略有盈余。因此，从物料平衡和能量平衡的角度上，污泥完全可以最终进入水泥窑，达到无害化的处置要求。

表1，**某典型市政污水污泥成分分析表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 干物质成分 | 含量（占DS的百分比％） | 灰分的成分 | 含量（％） |
| 碳 | 25～31 | SiO2 | 37~44 |
| 氢 | 3～4 | Al2O3 | 12~19 |
| 硫 | 0.8～1.3 | TiO2 | 0.5～2 |
| 氯 | 0.05～0.1 | Fe2O3 | 4～11 |
| 氮 | 2.7～4 | SO3 | 1.7～2.2 |
| 氧 | 11～16 | MgO | 1.5～3 |
| 灰分 | 41～56 | CaO | 8～21 |
| 干基热值 | 11000～16000kj/kg  2630～3830kcal/kg | Na2O | 0.5～1 |
| K2O | 1.5～1 |

国外水泥窑处置污泥技术中，日本处于领先位置，日本水泥行业已成为废弃物循环再利用的功勋产业。日本环境省认为：水泥行业不仅属于向社会提供工业产品的动脉产业，同时是废弃物循环利用的静脉产业，是日本构建循环型社会的重要一环。2007年，日本吨水泥利用各类废弃物已达436公斤，利废总量达3072万吨：其中水泥行业处置污泥317万吨，比2000年增加66.6％。因水泥行业具有处置各类可用废弃物的特殊功能，日本环境省与产经省给予了充分肯定和高度评价：无二次废弃物污染的产生；废弃物得到无害化处理，在1450℃以上高温煅烧，几乎不会产生二噁英；可削减天然原料（石灰石、粘土、砂岩和氧化铁矿石）的使用；可削减（利用废弃物的热能、节约煤炭用量）温室气体排放量。

2.技术路线

污泥热干化与新型干法水泥协同处理处置污泥工艺流程见图1 。对整个工艺技术路线来讲，最关键的即是污泥热干化的可靠性及与整个水泥窑系统的衔接问题，其次在能量梯级利用上能够降低污泥处理处置的直接运行费用。目前，国内新型干法水泥在运用已经相当成熟，据不完全统计，截止09年，我国已经有1100多条新型干法生产线，且大部分的水泥窑都已配套纯低温余热发电技术，装备上大幅度调整的可能性不大，而利用窑头烟气客观上存在着大量的尾气无法除臭的缺陷，利用间接干化对系统的扰动较少，避免上述可能存在的问题。



Figure 1污泥干化与水泥窑协同处理处置污泥工艺路线

3.1工艺流程描述

湿污泥由污泥车运至湿污泥仓，湿污泥由预压螺旋送至螺杆泵，然后被螺杆泵泵送至干燥机内。一个污泥仓配备两台污泥泵，污泥泵变频调节，调控污泥处理量。利用AQC炉或SP炉或背压汽轮机做功后的乏汽，作为干化热源。调温调压后蒸汽接入分汽包，分别进入干燥机主轴和夹套，将机身外壳和圆盘同时加热，以热传导的方式对污泥进行加热。水蒸气与湿污泥换热后冷凝，冷凝水集水箱收集后，由热水循环泵回流至锅炉系统内。

湿污泥定量进入干燥机后，通过圆盘的缓慢转动使污泥翻转、搅拌，不断更新加热界面，充分与被加热的机身和圆盘接触、加热，使污泥所含的表面水分蒸发。同时，污泥随导向片推向出料口方向输送，在输送中继续搅拌，使污泥中的水分继续蒸发。最后，干污泥由出料口排出，冷却后的污泥由皮带输送机送至斗式提升机，由斗式提升机送入干料仓内，最后输送至水泥回转窑内焚烧。

污泥干化过程中成生一定量的尾气，其主要成分为水蒸汽，经过冷凝除湿后的尾气引风至水泥回转窑焚烧除臭。冷凝后的废水可通过A/O工艺处理后全部利用，污水工艺路线如下。

冷却水

返回冷却水系统

污染冷凝水调节池冷却器A/O池沉淀过滤消毒池

3.2工艺特点

该系统的设计最大程度的降低了投资费用，利用水泥窑做功后的乏汽降低了污泥处理处置的直接运行费用，冷却水循环使用，减少了清洁水源的消耗。工艺中产生的臭气被有效处理，对外没有臭气的排放。

其核心设备由TDG提供，设备特点如下:

TDG公司提供的SDK超圆盘干化机，是一种低速低温的间接干化设备。圆盘转子旋转带动推进器旋转，产生一定的推进力，使污泥在得到均匀搅拌的同时，向出泥口移动；污泥干燥是通过每个颗粒不断地与热壁的接触过程中完成的；与此同时，污泥的整体温度被保持在85-95℃之间，污泥加热均匀、温度低，从而可避免颗粒过热和粉尘的产生；

出口污泥含固率可调，通过调整运转，干燥后产品的含固率可调整（60~90％），污泥干燥一步完成，无需返混；

维护工程量小：提高了系统的安全性，保证设备一年8000小时运行工作。同时在维护过程中，设备维护周期也较短。

4.建议与小结:

污泥超圆盘热干化和新型干法水泥窑的协同处理处置技术路线，在最小扰动新干法生产线运行和产品质量的前提下，提高系统运行的稳定性和可靠性，增加污泥处理处置规模，降低直接运行成本，打通水泥窑处理处置污泥的工艺路线。

国内利用水泥窑协同处置城市污水污泥处于起步阶段，除在北京等地有项目落地之外，其他还未有较大规模的推广应用。而在欧美、日本等发达工业国家，已经广泛使用污泥等生产水泥（在水泥生产过程中，能源和物质投入、废弃物和污泥排放物都减少到最低限度，制造过程中的副产物能重新利用，产品不污染环境，并可回收利用）。这既可保护环境、节约资源，又可为污泥寻求一条理想的处置出路，符合循环经济和可持续发展战略。采用污泥作原料生产水泥，可以彻底地解决城市污泥问题，是保护生态环境，实现“零污染”最有效的途径，对促进社会可持续发展具有重要意义。

5.其他

污泥热干化与水泥窑协同处理处置污泥优点突出，但也存在一定的困难，主要源于城镇污泥中含氯量及其成分波动而引起的处理量受限。主要体现在含氯量较高会导致干法工艺中700度的地方会生成低温共熔物，造成预分解系统结皮结焦，最终可能堵塞，其次是水泥产品的质量下降，导致钢筋易腐蚀。特别是现在污泥高压脱水后氯离子浓度大幅提升，这对污泥水泥窑的协同处置又提高了难度，在实际项目中要慎重对待。