

污泥处理目标与“三段法”污泥处理处置工艺

俞 锐

(杭州市城市建设科学研究所 杭州 310003)

摘 要:本文分析当前国内已建成的城市污泥处理处置技术模式和国际发达国家的技术的发展趋势,提出了适合我国国情的污泥处理处置技术的十项目标。通过研究,寻找到污泥直接焚烧处理的三项技术关键点,进而提出了污泥失活前处理降水技术、高含水率直接焚烧技术、灰渣多途径建材化利用技术构成的“三段法”污泥处理处置工艺。目前,该技术工艺着手进入示范性工程建设阶段。

关键词:污泥 处理 目标 三段法

1 前言

我国对城市污水处理厂污泥的处理处置应用技术始于 20 世纪 90 年代,在经历了填埋、制肥(高碑店)、化学处理后制砖(广州)、干化制砖、干化后焚烧(石洞口)等技术发展和模式,最近又发展到脱水污泥送到附近热电厂,在循环流化床的热电锅炉中,少量地掺和到燃煤中直接焚烧的处理模式,如常州、宁波等城市对部分污泥处理方式。可以说,我国城市污水处理厂污泥的危害性、处理的必要性紧迫性越来越被人们所认识。对处理技术的研究,国内业界纷纷各叙己见处于百家争鸣的春秋时期,但至今尚未找到一条既彻底又经济为各方认同的技术路线。

鉴于国际上发达国家从上世纪 60 年代以来走过的多元技术发展趋势(见表 1),焚烧是污泥处理减量化无害化最为彻底的处理技术,污泥焚烧后产生的无机灰渣也是建材化利用的良好材料。这较适合我国大中城市人口集中土地资源稀缺的国情。因此,研究和论争又逐步汇集到干化焚烧和直接焚烧这两条技术路线上。

表 1 全球和欧洲部份发达国家对污泥处置方式的发展趋势

处置方式	法国	英国	意大利	西班牙	德国	葡萄牙	全球
填埋	↘	→	↘	↘	↘	↘	↘
农用	↘	↘	↗	↗	↘	↗	→
焚烧	↗	↗	→	↗	↗	→	↗

注:资料来源于[法]Degremont 公司

2 适合我国国情的污泥处理处置技术的十项目标

适合我国国情的污泥处理处置技术理想目标,大概包括以下十个方面:

(1)处理过程的能量自持平衡目标。即要求提出的技术和工艺,除必须的机械能量消耗外,处理过程完全利用污泥自身的能量达到要求的目标。符合国家节能的大政方针。

(2)处理过程中烟气达标排放目标。即要求提出的技术和工艺,处理过程是完全封闭和基本封闭状态,减少不良气体的排放;处理过程达到按国家对 St1 级粉尘的标准控制;处理过程中必须排放的烟气,完全达到或低于国家对《生活垃圾焚烧排放》(GB18485—2001)标准的限值。符合国家对环保的减排大政方针。

(3)处理后污泥灰渣处置利用目标。即要求提出的技术和工艺,处理后产生的灰渣达到无害化,污泥中的有机物完全无机化,污泥减量化程度达到 95%以上,极大地降低转运量而又不发生转运途中的污染;处理后的灰渣可直接用于建材化的利用,而不产生新的污染。符合国家循环经济的原则要求。

(4)处理工程的低投资目标。即要求提出的技术和工艺,与国际上传统的污泥干化技术或焚烧技术有更低的投资;与国内已建成的同类污泥处理工程有更高的性价比。

(5)工程的低土地使用指标的目标。即要求提出的技术和工艺,与国内已建成的污泥处理工程,无论是北京的制肥工程、广州的化学处理工程、上海的干化焚烧工程或国内直接干化的污泥处理工程比较,都具有更低的土地使用指标。这一条对于我国土地资源紧缺大部分城市尤为重要。

(6)处理处置工艺的连续化工业化目标。即要求提出的技术和工艺,处理处置生产过程达到连续化工业化程度;采用在线仪器的监测;可实现计算机现场和远程的生产管理水平。

(7)系统日常的可承受运行成本目标。即要求提出的技术和工艺,对系统的日常运行成本与国内现有工程的处理处置费用具有可比性;对照国家对污水处理收费 0.80 元/m³ 标准,污泥处理处置费用控制在 10%左右,达到可承受的程度。

(8)处理处置设备制造的国产化目标。要求提出的技术和工艺,处理处置需要主要机械,达到国产化制造;系统监测仪器基本国产化;计算机控制系统的建设和管理系统的开发完全在国内完成。

(9)处理技术的自己知识产权目标。要求提出的技术和工艺,它包括所涉及的单项技术具有专利权;经扩大的生产性试验后完整的工艺、设备的制造、管理系统的开发均具有我国自己知识产权。

(10)技术工艺先进性占领国际市场目标。要求提出的技术和工艺,经规模生产运行各项技术和经济运行指标处于国内领先国际先进水平,技术工艺的先进性为占领国际市场创造条件。

3 直接焚烧污泥处理技术的关键点

充分利用污泥中已有的潜在热能,无论干化焚烧还是直接焚烧,其技术建立在此基点上。干化焚烧是将污泥间接“焚烧”(脱水)后焚烧,而直接焚烧是将污泥直接干化后焚烧,从理论上说,在热效率相同的情况下,由此消耗的能量是相同的。问题是城市污泥中存在的潜在热能不足,从利用能量的角度考虑,那我们要寻求的是热效率利用率相对更高的技术路线。干化焚烧

是间接利用热能,显然在效率上不如直接利用热能的直接焚烧技术来得更高。

通过研究,我们认为,直接焚烧污泥的技术关键点主要有三点:

(1)降槛。即从提高焚烧效率着手最大限度地降低进入焚烧炉污泥含水率要求的门槛。资料表明,西方发达国家正在努力研究低成本降低污泥含水率的技术,如日本月岛公司研究的焚烧炉已达到了含水率 55% 直接焚烧的技术水平等,但尚未有污泥含水率在 60% 以上而直接焚烧的报道。国内有以载能双螺杆式干化器作为干化预处理达到进炉污泥 65% 左右的含水率要求^[1]。

一种新型的循环流化床湿污泥干化—焚烧一体化技术,研制的循环流化床污泥焚烧技术是集污泥烘干成型、燃烧爆裂、缩核燃尽于一体,正是该炉子独特的循环、流化、一体化特点,使得污泥焚烧的热效率提高到 85% 以上,大大高于引进国外干化炉综合热效率水平。研究已获得的测试成果,可达到进炉污泥 75% 的含水率水准,这为污泥在不添加辅助燃料的前提下直接焚烧,实现能量自持平衡成为可能。

(2)失稳。即从污泥高含水形成机理着手采用常规手段获得最大脱水效果。通过研究,发现采用同样手段处理一沉污泥或二沉污泥,其脱水效果是不同的,究其根本原因,在于二沉污泥中的有机物与水的结合更具稳定性,一方面二沉污泥具有更多的结合水,另一方面污泥的有机物活性又阻碍了自由态水的脱离。要提高脱水效果,采取措施消除自由态水脱离污泥的障碍,由此引入了污泥“失稳”的最新概念。研究表明:通过采用优化絮凝剂,改善脱水机械性能,利用焚烧局部能量对污泥作热“失活”,外加超声波破胶“失稳”等手段,获得的脱水污泥已能与上述焚烧技术所要求的进入“门槛”接轨。

(3)避粘。即创造避免污泥塑性阶段出现的条件最大限度降低热蒸发能耗。有研究表明,由于污泥具有的高有机生物、细模数和大比表面积等物理化学特性,当污泥的含水率在 60% 以下进入塑性阶段时,存在的上述特性引起污泥降水能耗的逐步呈指数上升,最高甚至达到了基础能耗的 250%;随着污泥含水率的进一步降低,能耗曲线开始下降,当下降到含水率在 35% 时,能耗重新回到线性消耗。污泥含水率变化的能耗曲线见图 1。^[2]

若高含水率(如 75%)污泥形成均匀的薄层,在高温环境下直接焚烧(焚烧温度保持在 850℃),污泥中的水在瞬间蒸发,直接避开了 60%~35% 含水率的污泥易粘段,创造避免污泥塑性阶段出现的条件,从而最大限度降低热蒸发能耗。

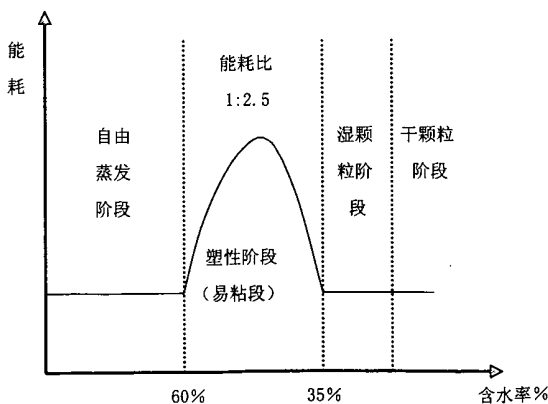


图 1 污泥含水率变化的能耗曲线

4 “三段法”污泥处理处置工艺的提出

“三段法”污泥处理处置工艺由前处理、直接焚烧和建材化利用等三段组成,工艺框图见图2。“三段法”污泥处理处置工艺的“四化”程度见表2。

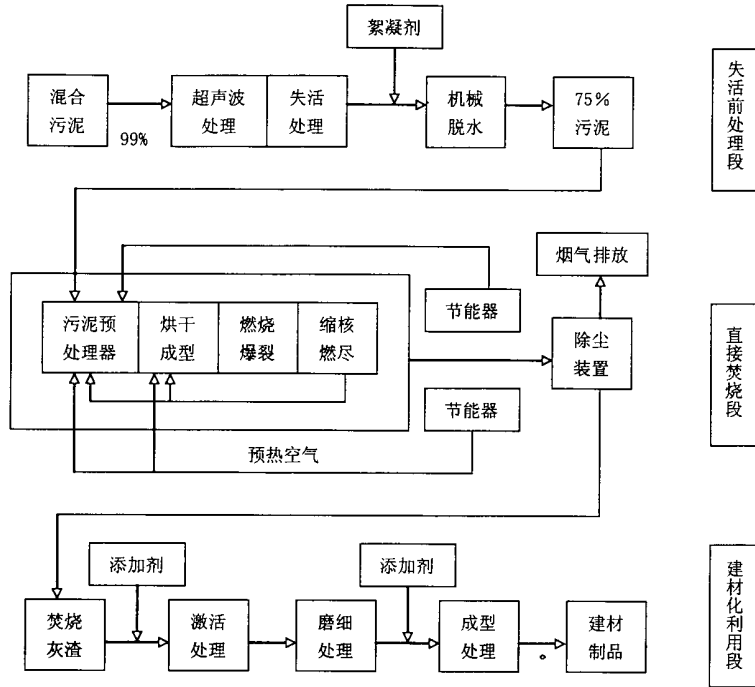


图2 “三段法”污泥处理处置工艺框图

设计的前处理段,通过超声波破胶和失活预处理,在常规机械脱水的环境下,使得污泥含水率降到75%。

设计的焚烧段,采用循环流化床一体化污泥直接焚烧技术,在进泥湿污泥含水率75%的环境下,使得污泥直接焚烧。焚烧烟气完全达到或低于国家对《生活垃圾焚烧排放》(GB18485—2001)标准的限值。污泥焚烧灰渣进入建材化利用段。

设计的建材化利用段,是污泥焚烧后灰渣的资源化处置阶段。试验和研究,表明通过循环流化焚烧后的污泥灰渣具有良好建材化物性,制成的水泥制品具有合格的强度和稳定的安定性,是用途宽广、无污染的建材化材料。通过研究,它们主要有以下途径:(1)不作任何加工,污泥灰可直接运往水泥厂用作水泥的混合材料。(2)通过适当的加工和激活处理,污泥灰可用作混凝土掺和料。(3)通过适当的加工和成型,污泥灰可替代部分水泥生产如路缘砖等水泥制品。(4)当有害物质如重金属超标不太大时,经过试验和论证,污泥灰仍有可能用作水泥混合材料和混凝土掺和料。资料显示,城市污泥重金属含量不会超过建材的标准。

表2 “三段法”污泥处理处置工艺的“四化”程度

序号	项目	处理处置程度
1	污泥稳定化	污泥处置在高温和封闭式环境下运行,处理过程不发生污泥中有机物朝活跃方向发展环境和趋势,整个处理是朝污泥完全稳定化的方向行进。
2	污泥减量化	污泥中含有的有机物去除率100%,处理剩余物质为少量焚烧后无机灰渣,处理达到最大减量化程度
3	污泥无害化	污泥通过850℃高温焚烧后彻底杀灭污泥中有害病原菌,污泥灰渣中的少量重金属通过建材化利用予以固化,处理达到无害化
4	污泥资源化	污泥焚烧灰渣通过外运水泥厂直接利用、就地激活磨细作混凝土添加剂或低标号混凝土部分取代水泥等多个途径处置

5 结语

该课题研究是在多方合作的基础上,涉及国家与地方科研力量的合作。现已完成了各自实验室阶段的研究性试验和分析,并对部分工艺开展了小型试验台的排放特性测试和直接焚烧试验,取得了第一手的科研数据,为生产性试验创造了必要的条件。在通过课题评审的基础上,得到有关工程建设单位和设计单位的大力支持,正着手开展100吨/日污泥处理示范性工程建设。

The target of sludge handle and “three section of law” technology of sludge handle and manage

Yu Rui

(city construction science research institute of Hang Zhou city,
Hang Zhou,310003)

Abstract: This paper analyze the technology pattern of city sludge handle and manage already having established currently in the homeland and the technology developing trend in the international developed country, suggest ten targets of sludge handle and manage technology which is suitable to our nation condition. Pass research, Seek three technology strategic points of directly burning the sludge, then suggest “three section of law” technology of sludge handle and manage. The technology include the technology of losing sludge activity and water, the technology of directly burning with high water ratio and the technology of ash is made use of building material in much approach. At present, the technology is coming to set an example project.

Keywords: Sludge, Handle, Target, “Three section of law”

参考文献

[1] 张辰主编. 污泥处理处置技术与工程实例. 北京: 化学工业出版社, 2006年7月

- [2] 《2005年城市水业战略研讨与技术交流会》论文集,2005年3月
- [3] 俞锐,叶青. 杭州市城市污泥综合利用可行性试验研究报告,2004年7月
- [4] 俞锐,周水根,左明,等. 七格污水处理厂污泥处置可行性分析与实施研究总报告,2006年12月
- [5] 张光明等编. 超声波水处理器. 北京:中国建筑工业出版社,2006年9月