

# 污水处理厂污泥处理处置现状及利用分析

刘芸 张仪

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

**摘要：**近年来，我国的城市化进程有了很大进展，城市污水厂建设越来越多。污水处理厂主要完成城市工业生产和生活的污水处理工作，以防止污水随意排放而出现环境污染现象。而在现代污水处理中污水中也包含有污泥以及其他杂质成分，污泥是比较难以处理的污染物，不仅会产生持续的污染，也会对污水造成严重的影响。本文首先分析污水处理厂污泥处理处置现状，其次探讨污水处理厂污泥处理处置及利用，以供参考。

**关键词：**污水处理厂；污泥处理处置；污泥利用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.110

## 引言

随着我国污水处理设施的普及、污水处理率的提高以及处理程度的不断深化污水处理厂产生的剩余污泥量也随之增长，因我国污水处理行业长期存在着“重水轻泥”的现象，故而剩余污泥大多未得到妥善处置。污泥中含有许多如重金属、致病菌和寄生虫、有机物诸如此类的有毒有害的污染物，若得不到妥善处理，则会引发严重的二次污染问题，因此如何实现污泥的无害化与减量化成了污泥处理处置行业的研究重点。

### 一、污水处理厂污泥处理处置现状

#### （一）处理能力不高

保持高污泥处理能力是保障污泥处理工作进行顺利进行的根本，也是促进污泥处理工作实现持续发展的有效途径。从目前中国各个地区的污泥处理情况来看，还需要不断完善相关建设，尤其是基础建设、技术应用方面。如果污泥处理能力不高，则会出现污泥处理量低于污泥产量的情况，这对于污泥处理工作的有序开展、实现高效的资源再利用均不利。

#### （二）运输过程要求严格

脱水后的污泥中实际仍残留接近80%的水分，流动性大，外洒和泄漏现象时有发生，要求运输污泥的车辆必须有很强的封闭性，长距离运输更应引起重视。

#### （三）安全风险较大

如果对污泥的处置不合理，容易造成污泥中的某些物质进入土壤、空气、水源或者工作人员体内，在安全方面无法得到保障。同时，随着时间的不断推移，以及污染物的堆积、反应，还可能会产生全新的污染源，其随着水流不断前移和积累，对当地的土壤、空气、水源等造成影响，产生非常严重的安全风险，直接威胁到当地居民的生命安全。

#### （四）处置成本高昂

对污泥进行脱水处理是一种难度较大的作业过程，无论是相关药剂，脱水过程还是外运都在处理总成本中权重很大，与捉襟见肘的污水处理厂财政状况严重冲突，还须政府部门投入大量补贴。

## 二、污水处理厂污泥处理处置及利用

### （一）浓缩脱水相关技术

浓缩技术主要是利用重力、机械辅助的方式，将污泥中的部分水分去除，减小污泥的体积。而脱水技术一般是在机械设备的帮助下，将存在于污泥间隙中的水分分离出来，进一步减小污泥的体积。污泥浓缩方法可以分为重力浓缩、气浮浓缩和机械浓缩三种，常用的为重力浓缩和机械浓缩。同时，脱水主要包括离心脱水、带式压滤脱水和板框压滤脱水几种方式。

### （二）低温真空脱水干化一体机工艺

浓缩的污泥由进料泵送入脱水和干燥系统，加入絮凝剂，滤液在泵的压力下通过过滤介质排出，完成液相和固相的分离。在进料的初始阶段，滤布上的滤饼层很薄，过滤阻力很低。随着过滤的进行，滤饼逐渐变厚，滤饼的孔隙率相对降低，导致过滤阻力增加，进料速度相应降低，当物料充满过滤室时，进料速度停止。在滤饼压实阶段，模板中的高压水产生压缩力，压缩滤饼，打破材料颗粒之间形成的“拱桥”，并压缩留在颗粒腔之间的滤液。滤饼中的毛细水被强压缩空气吹过的气流进一步排出，更换滤饼，使其被强压缩空气吹过的气流进一步排出，从而实现滤饼中水分的最大减少。以实现滤饼水分的最大减少。在此基础上，在低温真空脱水和干燥技术中加入了真空干燥功能。在膜压滤机之后，热水通过加热板和模板来加热腔体中的滤饼，并打开真空泵对腔体进行抽空，在里面形成真空，以降低水的沸点。然后，滤饼中的水被煮沸并蒸发，由真空泵抽取的蒸汽和水的混合物通过冷凝器，蒸汽和水被分离，液态水被定期排出，废气被净化并排出。通过入口过滤器、膜过滤器和真空热干燥的过程，滤饼中的含水量被完全去除，污泥体积明显减少，从而使污泥数量减少到最大。经过这些脱水和干燥阶段，污泥的含水量低于30%，这基本上满足了污泥减量和解毒的要求，为进一步的资源回收创造了条件。

### （三）污水除磷及其脱氮工艺

污水除磷一般依据反硝化基本原理，综合进行除磷与脱氮，结果可使碳能源有所节省，且能够改变污水中的有机物。目前，可采用非常稳定的生物除磷新工艺改善整个处置效果，创造优良的实际运转场景。污水脱氮

处置能够合理使用自养脱氮技术，实施短程硝化，高效减少排出CO<sub>2</sub>的整体数量，并且能科学地控制体系运转，整体上减少处置费用。

### （四）石灰稳定相关技术

该技术主要是在污泥中投入一定比例的生石灰，并且将其搅拌均匀，通过生石灰与污泥中水分的反应，减少污泥中的水分，同时还能够起到一定的灭菌、抑制腐化、污泥改性以及颗粒化污泥的作用。

### （五）深度脱水+低温污泥除湿干化机

该工艺组合也是采用“浓缩+深度机械脱水+热干化”处理工艺，深度机械脱水和热干燥过程是独立的工具，浓缩和深度机械脱水过程与常规深度脱水过程相似。热泵除湿干燥使用制冷系统对干燥室中的潮湿空气进行冷却和除湿，同时利用热泵原理中的冷凝潜热对空气进行加热，以便对材料进行干燥。除湿热泵是除湿（干燥）和热泵（能量回收）的结合，能量可以被回收到干燥过程中。在除湿干燥中，水蒸气的潜热和废气的显热被回收，除湿干燥过程不产生废热。在热干燥后，污泥含水率可降至30%左右。该工艺组合也是采用“浓缩+深度机械脱水+热干化”处理工艺，深度机械脱水与热干化工艺为独立设备，浓缩与深度机械脱水工艺与常规深度脱水工艺类似。热干化工艺说明：在间接加热干化工艺中使用的传热介质可以是热油、蒸汽、热空气（烟气）、热水等，传热介质不会和污泥直接接触，传热介质不会受到污泥的污染，热传导介质通过加热干化设备内表面，热量从温度高的金属表面传递到温度低的物料颗粒上，颗粒之间也发生热量的传递，从而达到加热湿污泥的目的。应用该原理的热干燥设备类型较多，有模块式间接热油干化技术、间接圆盘转盘式干燥机、间接倾斜桨叶式污泥干化技术等。

## 三、提升污泥处理处置及利用有效性的措施

### （一）减少污水处置不同步骤的能耗

污水处置进程损耗重点是对电能的损耗。当下污水处置技术中电能损耗比较多的步骤为：预处置早期污水含量提高、生化处置的曝气等进程、污泥浓缩与脱水进程及污泥与混合液的回流过程。在诸多步骤中，生化处置进程与污泥脱水浓缩进程的耗电量占整个工艺耗电量的60%~90%上下。基于此，完成污水处置低碳运转需要改进不同的技术，才可减少污水处置的能源消耗，实现节能降排成效。此外，在污水处置程序中，不同步骤通常依据预先制定的数据运转。然而，在实际处置过程中，污水的流量与水质在不断改变，造成了污水处置过程中，经常出现能量过度消耗，且出水水质不符合要求的情况。对此，技术人员要及时监督进水水质和水量，并以此为标准调整污水处置设备的运转数据，使设备运转形态完全符合进水标准。因此，应用在线检测技术和数字创模技术，将产生良好的应用效果。

### （二）科学合理地规划布局

从整体上进行统筹和规划，合理地规划污泥处理和利用整体程序、标准，为获得更好的处理和利用效果提供支持。a) 需要遵循因地制宜、统筹城乡、分级管理的原则，尽快制定能够与当地城市总体规划、污水处理规划相适应的污泥处理规划。b) 在实际的规划中要注意，必须结合当地的经济社会发展情况，将地区人口增长、污水处理厂建设规划、处理水平等考虑到其中，并且要合理地对该地区未来几年的污泥产量制定更加完善、合适的处理规划。同时，要根据产业结构调整要求和目标，从安全性、经济性的角度分析污泥利用的可行性，为污泥的持续利用提供一定的支持。

### （三）污泥燃料化

污泥燃料化的主要途径是消化制沼气，此过程在无氧环境下完成，污泥、污水中的厌氧菌能够将污泥中的有机物液化、气化并且分解成稳定的物质。并且将污泥中的病菌、寄生虫等杀死，实现污泥的无害化处理。沼气主要就是利用有机物在厌氧的环境下利用厌氧菌分解而产生的甲烷形成的。污泥中含有大量较高发热量的有机物，基于此污泥可在加热的环境下生成合成燃料。相关研究表明，消化污泥做合成燃料使用时，其发热率明显提高。近年来，随着学界及国家对污泥处理处置的重视程度的提高。污泥资源化利用的途径除上述途径外，还有着污泥养殖蚯蚓提炼维生素B12、制作污泥活性炭、污泥炼油、提取重金属等新方法。

### （四）降低外加剂的应用

污水处置过程不仅消耗大量电力，且在完善污水化学组成过程中，还会增添外加剂，从而间接地损耗资源。所以为了减少污水处置过程的能量消耗，就要降低电力的损耗和外加剂的应用。从实践中不难发现，与减少污水处置过程中的电能损耗相比，降低外加剂的应用比较简单可行。一般情况下，城区生活污水与养殖废水中含有的有机物浓度偏高，但工业污水中有机物的含量则较低，如果将这两种污水参照相应比值进行融合，则可降低或减少碳源。另外，不同工业废水的pH值也有所不同，如果把两类或不同种类pH值的污水通过科学配比进行融合，也会节约调整污水pH值的外加剂。在污水脱氮除磷处置过程中，应选择生物方式，而不是化学方法，这样不仅能够减少费用投入，同时也可以全面提升污水脱氮除磷成效。

### （五）完善中间环节管理

在实际的污泥处理处置及利用中，在应用新技术、新方法之前，需要经历一个过渡期，只有顺利地度过这个过渡期，才能够促进污泥处理的可持续发展。a) 需要为过渡阶段制定完善的污泥处理计划，确保能够在无害化处理工作真正落实之前，以及相关设备和设施建设完成之前，实现对污泥的高效、安全处理。b) 需要加

强过渡期污泥保存地点管理, 不仅需要在选址、地质勘查、操作流程、污染控制等方面予以重视, 还需要对现有的技术提出严格要求, 保证能够按照技术要求和标准开展相关工作。同时, 针对已经出现二次污染的场地, 要制定专项治理措施和计划, 采用综合有效的手段对其实施处理, 避免造成更严重的环境污染问题。

#### (六) 改进污泥处置步骤

剩余污泥的处置为污水处置进程中消耗极大的时段。一般污水处理厂针对污泥实施脱水浓缩之后, 会添加药物进行加固, 或直接进行高温处置, 然而, 一系列操作后不仅浪费了剩余污泥此种潜, 同时还提高了污水处置厂的运转费用。因此, 污泥资源化成为处置剩余污泥问题的关键, 因为剩余污泥为污水生化处置的副产物, 被公认为潜在的绿色资源, 然而, 实际操作过程中, 只需要解决剩余污泥中的二次污染难题, 即可变废为宝, 将大量剩余污泥转化成优良的资源, 最终确保处置设备能够继续良好地运转。

#### (七) 污泥低碳化处置应对措施

国内不同区域发展的差异化较为明显, 不相同区域针对污泥处置只是为了符合卫生无害诉求直至服务于低碳城市建设发展, 且差异非常大。所以, 低碳化不只是为顺延减排化与无害化、资源化等污泥处置的创新构成, 其与其他技术、社会、经济共同决定了需要务必处置的应对策略。参照针对污泥处置技术的评判结论及中国社会发展情况与污泥处置的状况, 如何完成污泥低碳化处置, 首先要考量污泥生物质可利用的可行性, 比如: 污泥数量庞大, 则需要创建厌氧消化设备, 进而实施生产沼液发电, 同时低碳化水平达到了90%, 与厌氧填埋进行沼气回收相比, 厌氧消化沼气的产值平稳, 收集率较高, 纯度好, 更有利于净化效果。假设不建立厌氧消化设施, 则需要利用区域水泥窑或燃煤电厂, 混烧经过余热干化之后的污泥, 进一步降低污泥处置设备的成本投入, 且实现了降低碳排放的目的, 主动购买节约燃煤且合理缴纳污泥处置花费, 全面推动了企业健康发展。假设污泥处置数量较少, 可采取直接混烧湿污泥的方法, 以节约干化设备建造的费用及运转成本。在无法满足上述条件的情况下, 则要考虑建设独立的污泥焚烧炉, 以便干化之后实施焚烧发电。针对经济相对落后的区域, 需要利用好氧堆肥, 该方法一般适用于矿山土地恢复、园林绿化、填埋土等。假设没有更好的办法, 则要考虑把污泥和生活垃圾进行融合, 实施好氧预处理, 然后进行填埋, 预处理只需要单纯的发酵过程, 保持污泥的平稳化, 降低含水率, 这样才能够降低填埋过程的碳排放数量, 完善填埋作业效果。通过以上分析并参照国内城市普遍发展状况, 仍有部分技术没有涉及, 比如: 用污泥制造建材, 此技术能够完成污泥资源化应用, 但在国内污泥处置中应用得比较少。另外, 污泥的

含水量较大、体积巨大, 减量化对降低之后持续处置的负担及其处置过程中的碳排放产生了深远影响。针对特定的大城市来讲, 单一的处置技术已经无法顺应目前的处置整体诉求, 所以要依据实际状况合理组合处置技术。总之, 污水污泥低碳化处置应对措施的准则, 可按照以下几方面执行: 第一, 通过加强脱水、消化与应用余热干化实现污泥含量的下降; 第二, 通过厌氧消化生产沼气、回收生物质能; 第三, 成余热干化完后, 将其应用于电厂、水泥窑混烧; 第四, 余热干化完成后进行焚烧发电; 第五, 好氧堆肥; 第六, 通过平稳化预处理技术, 降低填埋过程中甲烷的释放量; 第七, 降低处置过程的能耗。

#### (八) 加大后方保障力度

需要从各个角度分析, 加大后方保障力度, 充分发挥各个组织的作用, 为更好地处理污泥以及促进污泥处理工作可持续进行提供支持。a) 需要积极吸引外部力量参与到污泥处理和利用中, 并且争取政府的大力支持, 制定对应的政策, 对参与污泥处理和利用的企业、组织、个人给予一定的优惠, 进而更好地集中社会力量, 为更好地开展污泥处理和利用工作提供支持。b) 需要加大科技创新力度, 在融入各种新技术、新设备的同时重视科技创新与研究, 例如及时将新技术引入到地区开展试点工作。通过引进全新的技术和工艺, 不断提升污泥处理和资源利用整体技术水平。

#### 结语

当前我国的污水处理厂污泥减量处理与处置情况较差, 需要污水处理厂和安全环保等部门加强对污泥处理的重视, 认真执行标准, 完成规范体系, 如污泥的焚烧标准和堆肥要求。要积极推动高效可行的新兴技术方案, 同时努力开发新的技术方案, 解决好适用性和经济性之间的矛盾, 在有利环境的基础上提高产值。为了保证污水处理厂中污泥的处理和利用工作能够有效开展, 需要采取制定明确的目标、科学合理地进行规划布局、完善中间环节管理、加大后方保障力度等措施, 为更好地落实污泥处理、利用工作提供支持。只有这样, 才能够真正实现污泥的无害化处理, 符合污水处理的初衷, 为更好地落实环境保护、资源再利用工作奠定良好的基础。

#### 参考文献

- [1] 刘凌霜. 城市污水处理厂污泥资源化利用途径[J]. 节能与环保, 2021(1): 30-31.
- [2] 刘媛媛. 污水处理厂污泥处置及利用途径研究[J]. 甘肃农业, 2021(6): 58-60.
- [3] 伍雪芹. 污水处理厂污泥处置及利用途径研究[J]. 风景名胜, 2021(2): 310.
- [4] 陈晨咏. 污水处理厂污泥处置技术及再利用研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(19): 107-108.
- [5] 王孺凯. 污水处理厂污泥处置及利用途径研究[J]. 化工设计通讯, 2021, 47(10): 184-185.