

污水处理厂污泥处置及利用途径研究

陈寅

陕西宇阳石油科技工程有限公司 陕西 西安 710018

摘要：城市化进程的加快让城市资源消耗量与日俱增，而在资源消耗的同时，污泥排出量也在持续增多，大量的污泥将会给污水处理厂带来非常严峻的考验，只有进一步加强污泥处置并拓宽利用途径，才能将污泥带来的影响降至最低。本文对污泥特性与危害进行分析，并对污水处理厂中的污泥处置以及污泥的回收再利用途径提出个人看法，希望为关注污水处理厂污泥处置以及利用途径的人群带来参考。

关键词：污水处理厂；污泥处置；污泥利用途径

引言：近些年各地城市化建设进程持续提速，城市生活生产中的污水排放量也日渐增多，生成了大量污泥。污水集中化处理是现代城市建设的一个必然趋势，为了全面提升水污染防治及水环境整治效果，很多地区新建和改建了大批量的污水处理厂项目。资料记载，到2020年底，国内共计建成了2 618座污水处理厂，日污水处理量达到了19 267万 m^3 ，干污泥产量约1 162.77万t。面对如此多的污水污泥，如不能及时进行有效处置，对生态环境与人类健康都会构成很大威胁。我国关于污泥处理处置的研究工作起步较晚，早期污水处理厂普遍存在着“重水轻泥”的问题，污泥整体处理效果欠佳。现今，国家大力提倡实现资源回收利用，污泥内含有的部分物质成分，在很大程度上能减轻资源短缺问题，所以完善污泥处置技术及实现资源化利用，具有很大的现实意义^[1]。

1 污泥的特征与危害性分析

1.1 污泥的特征分析

由于中国经济社会的高速发展以及城市化水平的日益提高，污废的生成量增加。为了处理水污染生态环境问题，中国的污水处理规模也在日益扩张。2016年全国国民经济和社会发展情况报告显示：2015年末，全国城市污水处理厂日处理能力已实现了13 784万 m^3/d ，较2014年末提高了5.3%；全国城市污水处理率已达到了91%，同比增加了0.8。由此报告可看出，我国产生的污泥量增幅显著，以污泥含水率80%推算（污泥量按处理水体积的0.5‰~1‰计），我国2015年城市污水处理厂产生的污泥量已达到3 560万t/a。体量如此巨大且持续提高的增长速度，这对于整个环境的保护将会是一个巨大的挑战。污水处理厂产生的污泥按来源和处理工艺不同，可分为初沉污泥、剩余污泥和硝化污泥。初沉污泥一般来源于初沉池和沉砂池，含有的无机物较多，

脱水相对容易，但含有的各类悬浮物质（树叶、毛发、油脂、果皮、蔬菜、纸类残渣）较多，容易腐化变质。硝化污泥是污泥经过厌氧硝化后产生的，有机质基本稳定化，易脱水，处理处置相对容易。剩余污泥主要由大量微生物细胞构成，细胞与细胞之间由大量胞外聚合物（EPS）、丝状菌等黏附而形成絮体结构，有机质含量高，由于特殊的絮体胶状结构，高亲水性特征，造成污泥脱水性差，极容易腐化变质，给后续的贮存、运输和处置带来极大的困难。另外污泥中的杂质极其丰富，也存在着许多有毒有害物质，这些物质一旦处理不当，也会给环境造成巨大的隐患。所以，剩余污泥的处理处置是一个亟待解决的难题。从二沉池中排出的剩余污泥含水率均在99.0%以上，经过重力和机械浓缩后，剩余污泥的含水率也只能降到97%~95%左右，再经过化学调理和机械脱水，一般情况下，污泥的含水率也只能降到80%左右。由于含水率仍较高，污泥容易腐化变质，产生恶臭，对后续处理处置场所产生严重影响。所以进一步降低污泥含水率成为重中之重。污泥中水分的存在形态主要分为四种，即间隙水、毛细结合水、表面吸附水和内部（结合）水。其中间隙水又称自由水，它与污泥颗粒处于很明显的分离状态，游离于其他杂质之间，约占污泥总水分的70%，无明显粘黏能力，能够相对容易实现自然分离。毛细结合水的粘黏能力明显高于间隙水，主要依附于污泥的固体颗粒，主要去除方法有离心力（离心机）、负压（真空过滤机）、电渗力或热渗力等，这部分水约占总水分20%。表面吸附水是游离于固体杂质之外的粘黏能力最强的水，它的强吸附能力作用对象到细小的分子级，处理起来难度大，传统的污泥脱水技术不太能够处理表面吸附水，这部分水含量在7%左右^[2]。内部（结合）水主要是指采用一般技术无法去除，只能应用破坏细胞结构等方法才能脱去的水，这部分水主要

作用力并非吸附能力，它自身就存在于细胞结构之中，含量在3%左右。

1.2 污泥的危害性分析

污泥是水处理后的残留物质，污泥具有非常复杂的成分，虽然污泥中的氮、磷、钾等营养物质能够增强土壤肥力，优化土壤成分质量，但是盐分等物质则会强化土壤传导性，并影响到植物本身的养分平衡，降低植物的营养吸收能力，严重时甚至还会对植物的根茎造成损伤。与此同时，当污泥内的有机物质分解速率高于植物吸收养分速率时，在具有较高降雨量的地区如果撒布大量带有氮、磷物质的污泥，还会因为营养物质的渗透而污染地下水，水体富营养化将会打破原有的生态平衡。而且因为污泥中还带有重金属成分，一旦污泥中的重金属成分超出了限定值，则污泥便不能正常用作肥料。

2 污水处理厂污泥处理处置现状分析

2.1 处理能力有待提升

不断提升污泥处置能力水平是污泥处理工作顺利推进的重要条件，污水处理厂运营过程中发挥了保障性作用。纵观当前国内很多地区的污泥处置现状，部分建设项目还有很大的改进与完善空间，特别是基建、工艺技术应用等。如污水处理能力偏低，则容易滋生出污泥实际处理量远远低于其产量的状况，势必会对污泥处置工作顺利推进造成一定阻碍，资源再利用效率也可能会持续走低。

2.2 安全风险相对较高

如不能合理、规范化处置污泥，则很容易导致污泥内的部分物质进到土壤、空气、水源或部分工作人员的身体中。伴随时间的持续推移及各类物质的蓄积、生化反应等，还可能会滋生出新的污染源，它们可能会伴随水流持续移走和聚集，对本地的土壤、空气、水源等产生不同程度的危害及影响，安全风险系数较高，对居民生命安全构成极大危害。

3 污水处理厂污泥处置主要方式方法

3.1 对污泥进行浓缩

通过对污泥进行浓缩的方式，主要是最大限度地减少污泥中的水含量，压缩污泥的体积，从而更为方便后续工作的有效展开。在对污泥进行浓缩的过程中，可以使用到的方式方法相对较多，例如，可选择使用气浮法、沉降法，也可以采用离心法等。在使用沉降法时，技术人员将污泥中固体颗粒和液体之间存在的密度差异作为主要分离手段，让两者实现分离，在具体操作时，技术人员可以将污泥水全部放置到间歇式污泥浓缩池中，在该池中，推动污泥实现全面沉降。若选择使用气浮法，可以

使用气泡具有的黏附作用，在气泡上浮的过程中，污泥也随之上升，从而实现浓缩分离效果。对于使用离心浓缩的方法，主要还是利用的是密度差，在高速旋转的离心机中，根据两者离心率的差异，推动固体、液体实现有效分离，从而达到对污泥有效浓缩的目标^[3]。

3.2 对污泥进行厌氧消化

厌氧消化即在密闭式环境内，微生物菌种作用在污泥内可被生物分解的有机物质上，诱导发生化学反应，生成沼气、二氧化碳等诸多产物。依照厌氧反应过程中的温差可以将厌氧消化分成中温、高温厌氧，对应的温度分别约为35℃、55℃，当前中温厌氧消化在国内污泥处理领域内的应用相对较广。厌氧反应处理污泥能取得较好的稳定化、无害化效果，工艺运行投资较少，且通过生成沼气的形式实现资源再利用，故厌氧消化逐渐成为国际上处理处置污泥的一项主流方法。1984年，厌氧消化处理工艺在中国天津获得首次应用，后续的20多年，中国内陆续建造了60余个污泥的厌氧消化项目。但是客观地讲，厌氧消化在国内污泥处理领域表现出“水土不服”的劣势，国内建成的污泥厌氧消化项目内，能够实现长期稳定运营的简直是屈指可数。这种情况的原因，主要是由于我国污水污泥的特性决定了其自身可生化性偏差，有机物含量整体较低，尤其是在没有处理好雨污分流工序时，造成污泥内砂含量过高。除此之外，相关部门长期没有推行和沼气资源利用相关的激励机制，相关设备的引进建设成本较高，系统运行流程繁琐复杂不易被掌握控制。

3.3 污泥预处理技术

预处理技术是污泥脱水处理的前置技术，预处理可以采用的方式有很多，化学、物理等预处理技术所带来的效果往往各不相同。例如通过超声预处理技术，就可以借助声波传递的方式在污泥中生产微小气泡，气泡在破裂时会通过气穴现象生成很多活性自由基以及能够破坏微生物细胞壁的振动剪切力。超声预处理能够改变污泥原有的结构，进而让污泥脱水性能得到显著增强。超声预处理属于物理预处理方式，氧化法则是化学预处理方式的常见技术，通过在污泥中加入比例适当的氧化剂，可以打破污泥絮体结构并对大分子有机物进行降解。而且污泥絮体内原有的部分难以降解的有机物，还将会在氧化中变成具有溶解性的有机物，因此污泥在氧化法的作用下还可以发挥减量的作用。除此之外，污泥热水解技术作为一种新兴的污泥预处理技术也具有很高的开发及应用价值，污泥热水解是指将污泥置于密闭的容器中加热，使污泥絮体在一定的温度和压力下发生一

系列物理化学变化的污泥预处理过程。污泥热水解过程中, 污泥的微生物絮体解散, 微生物细胞体破裂, 胞内水被释放出来, 提高了污泥的沉降性能和脱水性能。同时, 大分子有机物释放并水解成小分子物质, 提高了污泥的生物降解性能。综上所述在进行污泥预处理时, 可以适当通过组合预处理的方式来进一步提高预处理效果, 进而让脱水工作的开展变得更加顺利。

3.4 污泥干燥和焚化处理

对污泥进行干燥处理, 主要是将污泥中包含的内部水、吸附水等全部有效去除, 从而污泥焚烧处理过程更为容易开展。在对污泥进行干燥与焚烧处理的过程中, 需要选择使用专业的技术装备。对于干燥处理, 应当选择使用急骤干燥器和转筒式干燥器。若选择使用转筒式干燥器, 可将污泥含水率控制在 15% 之下, 一般情况下, 干燥的时间应当控制在 30 min 之内, 这种干燥的方法, 尾气含灰量相对较小, 臭味也相对较轻, 但是整体的占地面积相对较大。对于具体干燥方法的选择, 污泥处理过程中需要从污水处理厂的实际情况出发, 综合考虑经济、处理效果等方面的因素。在对污泥进行焚化处理时, 可选择使用的装备相对较多, 其中流化床焚化炉是使用最多的设备, 这种结构的焚化炉整体结构较为简单, 尾气也没有污染, 维护次数也相对较少, 在国内取得了较好的使用效果。

4 污水处理厂污泥的综合利用分析

4.1 燃料化利用

既往国内外均有研究证实, 污泥焚烧处理后剩余灰分比和煤炭不相上下, 约为 20.0%, 这预示着污泥焚烧过程中, 一定比例会被挥发出去, 燃烧残渣量相应减少; 污泥自身的发热量处于较高的水平, 其内蛋白质、多碳等有机物含量相对较高; 污泥的挥发成分占比较大, 这是其发热量偏高的主要原因之一, 可以推测适用于燃料化处置。污水处理厂与供热发电单位之间应加大合作力度, 把脱水处置后所得的污泥作为燃料, 利用其将部分燃煤取而代之, 通常能取得较好的效果。焚烧工艺实施后也能实现对污泥的无公害处理, 可以将焚烧时产生的热能提供给发电厂, 有助于减少发电厂的制热成本, 这

样污水处理厂和供热发电厂就能实现互利双赢。在以上燃料化进程中, 主要是基于垃圾衍生燃料法, 把污泥制成衍生燃料, 具体的工艺流程为: 脱水处理污泥→半干化→充分混合(加入适量添加剂)→成型→自然风干→制成燃料(RDF)。

4.2 沼气利用

为了实现污泥的资源化利用, 可以运用厌氧消化工艺基础, 把污泥转化成沼气用在发电方面。实现污泥资源化利用目标, 主要依托于如下两种技术: 一是厌氧消化, 通常是在中温(33~35℃)或高温(53~55℃)条件下进行的, 采用预处理工序增加污泥水解率后, 能够使 40.0%~45.0% 的有机质实现有效降解, 随后达到污泥的减量化处理及产生大量沼气。二是沼气发电技术, 从本质上讲沼气发电自身是一个能量转换的过程, 于发动机汽缸内点燃沼气在, 基于燃烧放热推动活塞, 驱动发电机自转, 使压力能逐渐转变成动能, 通过发电机转动驱动发电过程, 最后把动能转变成电能。在以上过程中, 热能会传送给缸套水, 部分则会传导进循环水, 其它热能将会消散到外界。

结束语: 综上所述, 从当前城市污水处理过程中污泥处置的方式方法来看, 其中的主要指标较为明确, 虽然整体的处理效果相对于先前已经有了明显的提升, 但是在具体操作的过程中, 还有着较多的问题和不足。因此, 这就需要城市污水处理厂在进行污泥处置的过程中, 精准把握主要处理指标, 从当前污泥处置的实际情况出发, 切实采取针对性的措施, 全面提升污泥处置的运用效果和质量。

参考文献

- [1]刘鹏鹏.城镇污水处理厂污泥资源化利用技术研究[J].科技与创新, 2022(22): 36-38+42.
- [2]翟国光, 周晓, 千里里, 等.地下污水处理厂污泥处理工艺层次分析与决策研究[J].环境科学与管理, 2022, 47(11): 71-75+125.
- [3]张晶.城镇污水处理厂污泥处理处置环境监测[J].品牌与标准化, 2022(6): 80-82.