

# 污泥处理工程暖通系统设计

北京中机一院工程设计有限公司 苏振宇

**摘要:** 本文主要探讨在污泥处理工程设计中暖通系统的一些设计要点和需要关注的一些问题，供类似工程参考。

**关键词:** 污泥 除臭 除湿 鼓风 负压 空调 通风 采暖 工艺

随着我国经济和城镇化建设的发展，城市污水的数量在不断地增长，污水处理伴生的脱水污泥对于环境的威胁和问题逐步显现，甚至发展为二次污染。污泥处理和利用已经成为我国急需解决的大问题，建设污泥无害化处理设施迫在眉睫。污泥主要成份为有机物，污泥处理即利用自身有益菌代谢作用，消耗掉不稳定的有机成分并释放出热量，从而实现杀灭病毒和有害细菌、减低含水率，达到无害化、稳定化、减量化的目的。反应后的物质可以根据情况进行资源综合利用，社会效益与环境效益明显。住建部和环保部门也陆续发布了有关污泥处置的标准、规范和政策性文件。

污泥无害化处理工程项目总体设计应使工程建设规模与城市污水处理厂的发展相协调，建设地址宜靠近污水处理厂，减少运输量；寒冷及严寒地区项目附近宜有废热可以利用。一般包括生产车间、成品库、综合楼（含食堂浴室）、变配电室、维修间等子项。综合楼、变配电室、维修间按照一般同类型建筑进行设计，寒冷、严寒地区设计采暖系统。严寒地区的生产车间转仓区为防止冬季地面结冰，影响转仓机运行轨道和翻堆机的运行、检修，冬季也需采暖。生产车间中控室需要设计采暖和冷暖分体空调系统。考虑一般污泥处理项目远离

市区，无市政热力管网，同时厂区内室外场地较大的特点，如果资金条件较好，建议采暖空调采用地源热泵空调系统，冬季提供 40~45℃ 热水作为空调系统热源，夏季提供 7~12℃ 冷水作为空调系统冷源。地源热泵空调系统主机设置在设备用房内，室外埋地换热器采用垂直换热井布置方式，埋管换热系统勘察包括岩土层结构、岩土体热物性、岩土体温度、地下水水位、水温和水质、冻土层厚度等。空调系统末端采用风机盘管和暖风机组形式。生产车间辅房原料接收间下部的污泥受料地坑（螺杆泵设备间）由于设置在地下，为保证人员维护环境要求，需增加危险气体监测报警装置和送排风设备，通风换气量按照 12 次/时设计。

目前污泥处理方法包括填埋、焚烧、生物干化等。污泥填埋法占用土地，病原体和重金属会污染地下水体。污泥焚烧需要建设专门处置污泥的焚烧炉，热能不足时需在焚烧炉中添加燃煤或其它燃料补充。焚烧将污泥矿物化并释放出一定的能量，使污泥达到最大程度的减容；焚烧需要对尾气进行处理，以便达到规定的排放标准。污泥焚烧的优点是处理时间短、占地面积小，能达到了完全灭菌的目的，减量化效果最为明显；缺点是工艺复杂，一次性投资大，操作管理复杂；由于污泥的热值偏低，应与热值较高的燃料煤同时焚烧，能耗高，运行管理费亦高；焚烧过程存在“二噁英”污染的潜在危险等。堆肥生物干化主要采用污泥高温好氧堆肥技术，即利用生物能将污泥彻底熟化降解的高效生化反应过程；主要技术特点是充分利用资源，节约能耗，化害为利，无二次污染。污泥中有机物在氧化作用下与好氧菌充分反应，放出热量，使堆肥物料自然产生并保持 60℃ 以上的高温。生物能使小分子有机物分解，大分子有机物降解稳定化。好氧发酵过

程由于持续高温，杀死病原体，彻底使污泥无害化；同时可采用特殊添加物使污泥中重金属在碱性介质作用下稳定化、无害化；高温发酵生物过程可以生产出高品质的有机肥料，由于污泥中富含 N、P、K 等营养物质，在好氧菌作用下稳定熟化，易于深加工和作物吸收，可加工成菌肥，也可与营养素混合制成复混肥及各种土壤改良剂，故目前大多工程采用动态仓式污泥堆肥生物干化形式，其核心技术包括翻堆技术和曝气技术。污泥处理工艺流程：即将含水率 80% 的污泥与干料（如麦秸秆、稻壳等）及部分熟料混合成含水率 55-60% 的混合物料由混料机出口经过上料螺旋输送机，落到布料皮带输送机上；在指定仓位上方的卸料器落下，混合物料随之落入指定仓位，完成自动进仓过程。翻堆机由仓尾（出料端）向仓首（进料端）行走，物料向出料端移动，最靠近仓尾的熟料落入到位于仓尾边上的出料皮带输送机上，完成自动出仓过程。出料皮带输送机最远端搭接回流皮带输送机，将熟料输送到熟料料仓内，在熟料料仓满仓后，熟料通过设置在回流皮带上的卸料装置落到等待在皮带下方的载重车内，运送至成品库。一般出厂熟料含水率不大于 40%。熟料可以根据品质作为肥料基质、土壤改良剂、生物燃料、建材辅料或者垃圾填埋场覆盖土外运综合利用。整套工艺要求采用可靠的控制系统并考虑一定的事故调节能力。堆肥仓实现全无人化操作，闭路电视监控；翻堆机维护维修均设在相对独立的维修空间，曝气风机维护维修必须在非工作时间，所有车间均设置有害气体传感器，尤其严格控制臭气污染影响。

生产车间在堆肥生产过程中不仅要保持好氧环境，同时会产生蒸汽和一些有害臭气，需要及时排放出去。一方面工艺布置把堆肥设备放置在封闭厂房内，另一方面在堆肥槽的前后端垂直悬挂塑料帘使堆肥区与前后空间隔离，同时在车间中部混料及输送通道外墙或外窗上设计轴流送风机向厂房内送补风，使新鲜空气从外面补充进来，保持有人工作区空气清新；厂房内各封闭堆肥仓的臭气和湿气由上部排风系统收集送到厂房外生物除臭系统处理，处理合格后排至室外排气筒高空排放。总设计排风量应满足仓内负压臭气不外溢、冬季除湿干燥物料和夏季降温等三项要求的最大计算风量为准，初设时可按照堆肥、转仓及进料三区8次/时换气的通风量考虑。鉴于污泥处理舱内空气湿度较大（100%，呈水雾状），在寒冷和严寒地区冬季舱内无采暖，大量负压排风会造成引入较多室外冷空气，在风管内部有很多冷凝水产生，需要及时排除，故水平排风总管需要设置一定坡度并在排风系统风管最低处设置水封及时排除冷凝水。同时为防止冬季室外温度较低时风管内凝结水结冰增加风管荷载，损坏风管并阻塞通风，寒冷和严寒地区室外风管需保温。对于寒冷严寒项目，如果有废热可以利用，建议充分利用废热对进补风进行预热，提高冬季舱内温度，增大其内空气含湿量，提高排风效率。除臭装置性能指标应满足《恶臭污染物排放标准(GB14554-93)》相关规定。除臭采用生物除臭法即通过微生物的生理代谢将具有臭味的物质加以转化，从天然植物提取液配制成工作液来消除空气中的异味，改善空气质量尤其是由有机物散发的恶臭，达到除臭的目的。植物提取液经过专用雾化控制系统

以微米级雾化在空气当中，与空气中的各种异味分子迅速分解，且分解后的产物都是无害的物质水和无机盐。植物液除臭系统不需要耗用大量的电能、安全使用简单，仅需要定期补充工作液，维护和营运费用低廉。除臭装置阻力一般在 1500Pa 左右，排风系统风机采用防腐玻璃钢离心风机，管道一般采用不锈钢或玻璃钢以适应高湿的工作环境，风管厚度按照高压系统设计。

污泥堆肥好氧发酵所需空气量根据物料量来决定，一方面保证好氧菌充分生化反应所需氧气，同时降温维持物料温度以免过高杀死好氧菌类，再者翻堆时将料中湿气排除。所需送风鼓风机压力由物料阻力损失和管路系统损失两部分组成，一般物料阻力损失约为 300-600Pa；污泥发酵曝气系统主要阻力集中在输布气管路系统，占到总阻力的 80% 以上，因此对于污泥发酵曝气系统来讲，管路阻力分布的均匀性将直接影响曝气的均匀性。管路系统由于局部堵塞造成微小的阻力变化将直接影响到系统内其他管路的曝气量。固体发酵运行情况比较复杂，条件也比较恶劣，发生曝气管堵塞的机率较大。一般鼓风机供气的仓数越多，相互影响就越大，发酵仓之间出现相对短流或断流的几率就大，如果不加以修复，将直接影响到发酵仓的正常运转，而修复过程必须清仓取出曝气管道，清理后重新安装，工作量大，工作条件恶劣，影响产量。供气超量将造成堆温下降，物料无法正常腐熟，出料仍存在大量细菌和待分解物质，达不到稳定化要求，无法利用。供气不足将造成局部厌氧，好氧菌数量减少，发酵效率降低，出料含水率无法达到设计指标。因此将此类问题发生机率降到最低的

风机设置方案为每台风机对应一个发酵仓。一台或多台风机对应一个发酵仓曝气，物料在一个发酵仓中移动，风机供气通过管路进入所对应的发酵仓，无论是否存在堵塞现象，物料均可以接触到空气完成好氧发酵过程。另外基于风机选型问题，分散供气是固体好氧发酵最稳定可靠经济实惠的技术方案。一般鼓风机可设置为每仓 1 台或多台离心通风机，相互之间设置连接管道，互为备用，实现事故时临时应急供气。一般离心鼓风机风压设为 3500Pa 左右。

污泥生物干化处理工艺近年来逐渐被市场认可并被广泛采用，生产车间的通风系统关系到工艺环境所需要的温度、湿度控制，除臭装置的运行效果关系到臭气对周围环境的影响，效果的好坏直接影响到生产能否正常进行，通风除臭系统是污泥处理工程诸多系统中的关键。

参考文献：（略）