

《污泥低温干化机组》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1 任务来源

【编制依据】工业和信息化部办公厅关于印发 2020 年第三批行业标准制定和英文版项目计划的通知（工信厅科函【2020】263 号），于 2020 年 11 月 16 日批准发布，计划号为 2020-1642T-JB。

【项目概况】计划项目名称：污泥低温干化机组；计划完成时间：2022 年；计划下达时的主要起草单位：广东申菱环境系统股份有限公司。项目类别为质量提升标准专项。

2 主要工作过程

2.1 起草阶段

2020年12月，本项目立项获批后，在冷标委秘书处的组织和协助下，项目的牵头单位广东申菱环境系统股份有限公司和合肥通用机械研究院有限公司启动了标准草案的编制工作，成立了标准工作组。工作组相关人员随即展开了广泛的测试和调研，收集了相关产品工业和市政污泥用户使用的产品形式和主观效果评价信息，随后对收集到的数据进行了研究分析和整理，并参考现有相关标准，针对本标准的技术内容进行了详实周密的讨论，最后，在此基础上编制了标准草案。2021年10月19日在顺德召开了标准的第一次专家研讨会，对标准的主要内容进行了讨论。会后，标准起草工作组经过修改和完善，形成本次征求意见稿于2020年11月5日提交至冷标委秘书处。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准编制过程中遵循以下原则：

（1）原则性 本标准在结构编写和内容编排等方面严格依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》进行编制。

（2）适应性 标准充分反映当前国内生产企业的技术水平，便于生产，宜于应用；标准规定的技术要求符合用户要求，保护消费者利益；标准规定的试验方法便于实际实施，具有较强的可操作性。

（3）先进性 标准考虑最新科研成果，有利于促进相关产品的研发、生产和技术进步；有利于推进我国污泥等固体废弃物的减量控制和资源化利用事业进展，推动节能环保产品的创新、健康发展。

2 标准主要内容

本标准适用于采用电能或者余热热能的低烘干温度污泥干化机组，此类机组可对机械压滤后的城镇污水处理厂市政污泥和工业企业产生的工业污泥做深度除湿减量处理。本标准规定了污泥低温干化机组的术语和定义、型式、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本标准适用于烘干温度 95℃以下，采用热泵除湿，或余热加热结合外部冷却除湿，将机械脱水后的污泥烘干的闭式污泥干化机组。

本标准 3.1 定义的污泥干化机组范围包括热泵系统（或余热加热系统、外部冷却系统），空气循环装置，污泥成型、盛装与输送装置和干燥箱。其中不包括外部进料输送装置和出料输送装置，

原因是进料、出料输送装置的形式和规格受输送量、输送距离、输送角度等的影响而变动较大，无法用统一标准来归纳，其运行能耗也不宜计入除水能耗。

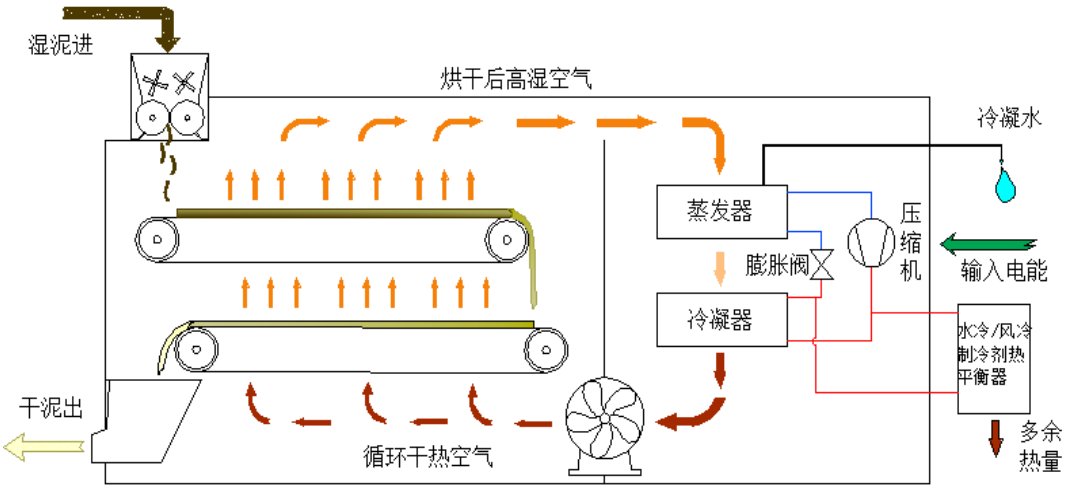
2.1 污泥低温干化机组定义

标准3.4定义了标准污泥。这种污泥是城镇污水处理厂的生活污水经二级以上处理工艺后所得浓缩剩余污泥的机械脱水产物，具有明显固体形态，且其脱水环节受到调控，含水率稳定在80%。

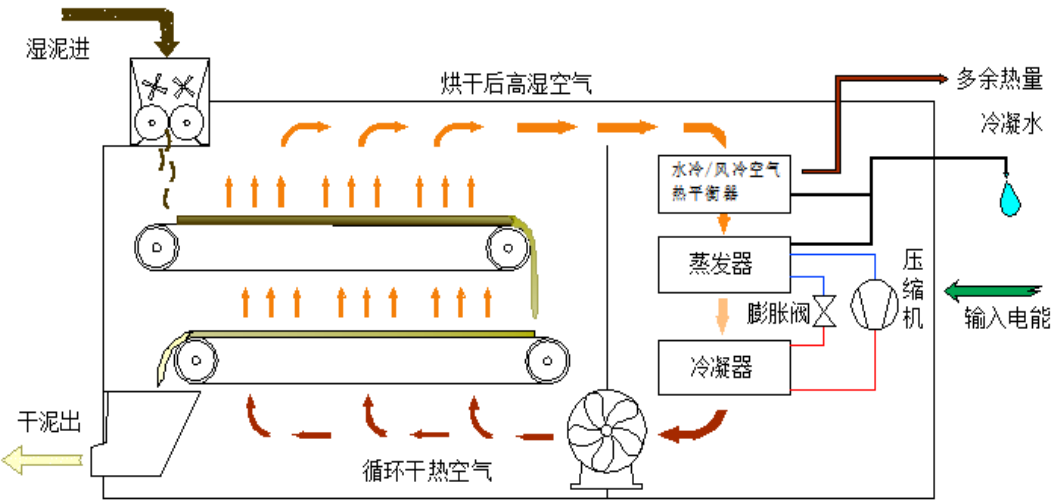
来源于生活污水的市政污泥是所有需要处理的污泥中总量最大的一种，且在较大的地域范围内这种污泥的组分相似，干燥特性也相似，具有普遍性和代表性，适宜作为标准污泥的来源。定义的标准污泥可以被当成统一的处理对象，用来衡量、对比污泥干燥机的性能。

2.2 污泥低温干化机组的型式

本标准4.1规定了机组的型式。机组按热源形式分为机械压缩热泵式和余热式；按平衡热量的冷却方式分为制冷剂热平衡换热型和空气热平衡换热型，两种均有水冷式和风冷式。按物料承载运行方式可分为带式 and 箱式。这是综合考虑市场上不同机型后所得结论，适用范围较广。污泥低温干化机组的工作流程图如图A.1~A.3所示。

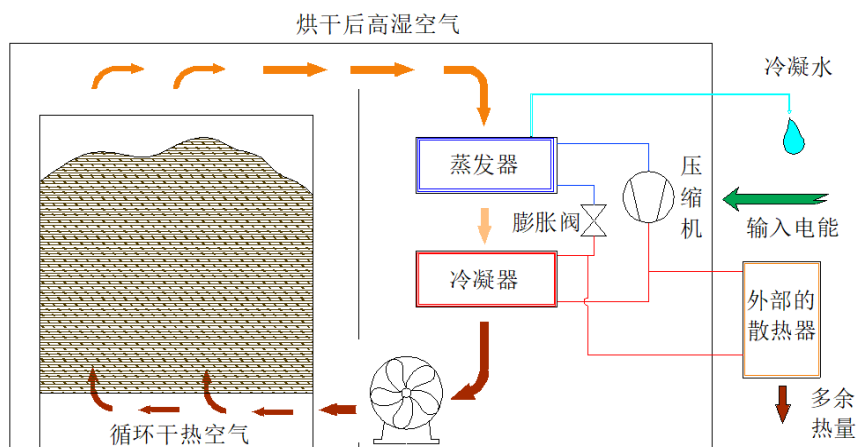


a) 水冷/风冷制冷剂热平衡器污泥低温干化机组（带式）



b) 水冷/风冷空气热平衡器型污泥低温干化机组

图A.1 热泵除湿污泥低温干化机组工作流程图（带式）



图A.2 热泵除湿污泥低温干化机组工作流程图（箱式）

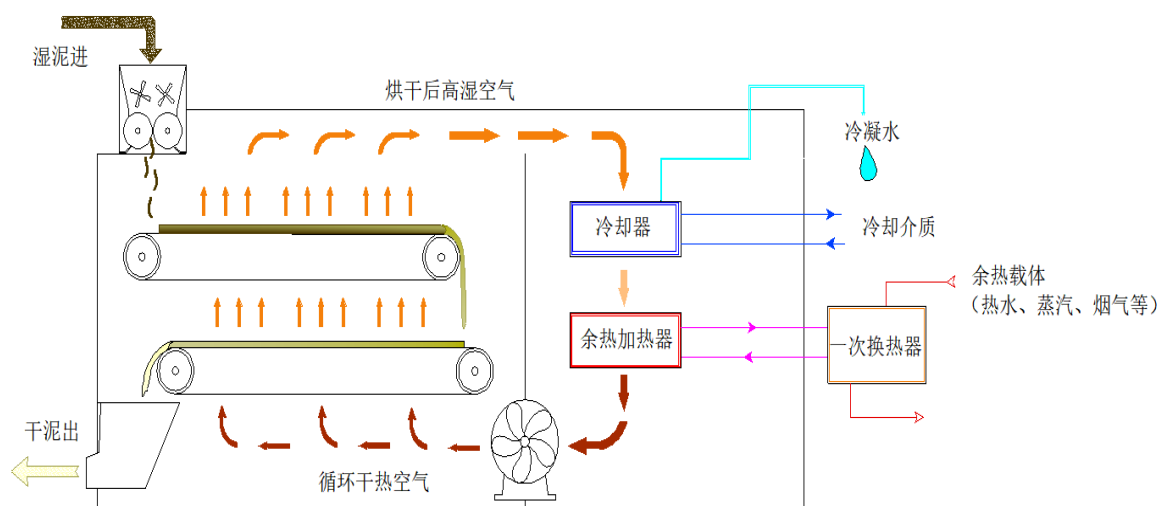


图 A.3 余热加热结合外部冷却除湿的污泥低温干化机组（带式）

2.3 安全要求

本标准 5.2 规定了安全性能要求。最高温度运行下，干燥箱外表面温度应不大于 45℃，这一点既是防止人员触碰烫伤的要求，也是对干燥箱保温隔热的性能要求。在正常使用状态，人员有可能触及的运动部件，应设置防护罩、防护网或类似的防护部件。机组应设有符合 GB 25130 规定的安全防护装置。考虑机组使用寿命，电机及电源线的绝缘等级应达到 GB/T 755 规定的 F 级以上，电源线应使用满足要求的耐温线。

2.4 试验条件

本标准第 6 章规定了低温污泥干化机组的试验条件。首先是在额定电压、额定电流下的工作。定义机组的正常工作条件如下：

- 室外环境温度范围-15℃~45℃；
- 采用水冷换热器的机组，冷却水进水温度 7℃~34℃。

处理的污泥是定义的标准污泥，污泥出料含水率要求为 40%。试验工况对应风冷式、水冷式，

以标准工况为基准，由环境条件和热负荷的上下变动范围定义最大运行负荷和低温运行负荷。最大运行负荷表示高温运行负荷。

表 1 试验工况

项目	烘干温度℃	室外侧状态				泥料状态	
		风冷式 (入口空气状态)		水冷式 (进、出水温度状态)		污泥状态	出料含水率
		干球温度℃	湿球温度℃	进水温度℃	出水温度℃		
名义工况	70	35	24 ^a	30	35	标准污泥， ≥7℃	40%
最大负荷运行	80	43	26 ^a	34	— ^b		
低温运行	40	-15	—	7	— ^b		
注1：“—”为不作要求的参数。							
^a 适用于湿球温度影响室外侧换热的装置。							
^b 采用名义工况条件确定的水流量出水温度。							

试验中用到的各类测量仪见表4。

表 4 测量仪表的型式和准确度

类 别	型 式	准 确 度
温度测量仪表	水银玻璃温度计、电阻温度计、热电偶	空气温度 ±0.1 °C 水温 ±0.1 °C 制冷剂温度 ±1.0 °C
流量测试仪表	记录式、指示式、积算式	测量流量的±1.0%
制冷剂压力测试仪表	压力表、变送器	测量压力的±2.0%
空气压力测量仪表	气压表、气压变送器	静压差 ±2.45 Pa
电量测量仪表	指示式	0.5 级精度
	积算式	1.0 级精度
质量测试仪表	台秤、磅秤	测定质量的±1.0%
转速仪表	机械式、电子式	测定转速的±1.0%
气压测量仪表（大气压力）	气压表、气压变送器	大气压读数的±1.0%
时间测量仪表	秒表	测定经过时间的±0.2%
噪音测试仪表 ^a	声级计	
粉尘浓度测试仪表	粉尘浓度测试仪	测量值的±5%
水份测量仪表	电子水份测定仪	测量值的±1%
体积测量容器	量筒	测量值的±1%
^a 噪声测量应使用I型或I型以上的声级计		

2.5 性能试验方法

衡量低温污泥干化机组的性能的关键是除水量和能耗，当然也需要检验产品制造水平和可靠性。本标准 6.2.5 规定了除水量测试方法。低温污泥干化机组运行时，并不是一开启就有冷凝水流出，而是干燥箱内湿泥充足，且在标准运行工况附近的出水才能反映干化机的正常性能。一般而言，机组稳定运行 30min 后，干燥箱内湿份已较为充足，此时冷凝水出水口已有流量较为稳衡的流出。工况稳定后记录数据。采用一定规格量筒每隔一段时间记录一次，直到连续 7 次的记录数据的允差在表

5 规定的范围内。将收集的凝结水体积，体积记为 V_s ，首次称重，测量体积，计算凝结水密度，其余测量周期内均只测量凝结水体积，无需多次去除量具毛重。这是一种较为准确的时均测量方法。

计算公式：

a) 体积流量 $v_s = V / t$ (1)

式中：

v_s —体积流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

V —冷凝水体积，单位为立方米（m³）；

t —间隔时间，单位为小时（h）；

b) 除水量 $G = 24 \times \rho_s \times v_s$ (2)

式中：

G —除水量，单位为千克每24小时（kg/24h）；

ρ_s —冷凝水密度，单位为千克每立方米（kg/m³）。

除水量试验的试验允差见表5。

表 5 试验允差

项目	单位	试验运行允差 (观察范围)	试验工况允差 (平均值与规定工况的波动值)
烘干温度	℃	±3	±2
电压	V	±2.0%	—
电流	A		
输入功率	kW		
时间	s	±0.2%	
质量	g	±3%	
体积	ml	±5	

机组的输入功率在名义除水量试验的同时进行测定，此功率不包括进料、出料输送设备的功率。耗电量也同时计量，同样也不包括进料、出料输送设备的耗电量。SMER由除水量与耗电量之比计算。

机组的除水量也可以通过泥侧重量减少测算，即通过单位时间进泥量减去出泥量算得。但该方法测量进泥量、出泥量时实际操作不便。湿污泥进泥量一般不是很稳定，且干燥箱内总会滞留一些残泥，测值准确性欠佳。另外，用计量进料、出料含水率的办法推测除水量的方法面临取样量少且无法反映时均状况的窘境。所以本标准没有采用泥侧测试机组除水量的方案。

本标准规定了机械压缩热泵式机组的单位耗电量除水量不应小于3.20 kg/kW·h；余热式机组的单位耗电量除水量不应小于10 kg/kW·h。

本标准还关注干化机组的最大负荷运行和低温运行时的性能和状况表现。

制冷系统密封性、余热系统耐压强度及气密性试验、凝结水排除试验体现了本标准对产品制造水平和可靠性的关注。

漏风量参考GB/T 19413的测试方法。由于机组的循环风量无法测定，这里漏风率定义为漏风量与除水量的比值。因为干化机在正常运行时，送风湿度、回风湿度基本恒定且不同机型差别不大，除水量与循环风量呈线性关系，漏风量与循环风量的比可以转换成漏风量与除水量的比，以此衡量泄露气流的相对多寡。

干化机组安全性能测试和噪声试验皆参考现行国标中规定的方法来进行；由于机组长度较长，噪声采用多点测试加权平均。

标准规定机组排放的冷凝水水质按 GB 18918 的规定的要求进行检测，检测结果作为机组使用方采取相应处理措施的依据。

污泥成型装置连续运行试验要求电机频率为 8Hz 时连续运行 1 小时。8Hz 并非最低频率，以此频率运行电机，一是检验动力系统选型是否合理，是否有足够动力输出，二是结合 1 小时的运行时长，检验电机是否发热严重，动力系统是否耐用。

2.6 可靠性及对环境的影响要求

本标准规定了防腐要求，由于污泥种类很多，部分污泥的腐蚀性较强。本标准的 5.4.2 节对与污泥、循环空气直接接触的结构件、换热器等规定了防腐方面的要求。

本标准规定了粉尘浓度的要求，污泥低温干化机组在实际运行过程中，会产生不少粉尘。粉尘在机组内部会附着在空气过滤器上而影响循环风量，进入换热器会影响换热效果。这些会使机组本身的主要性能（除水量、SMER）等受到折损。粉尘外溢会对周边的工作环境造成不利影响。

3 解决的主要问题

本标准为首次制定。

当前，全国各地正在大力推进污泥减量化相关工作，污泥低温干化机组作为一种绿色、清洁、高效、可靠的深度处理设备越来越多的关注和应用。然而，国内却尚无此类设备的产品标准。因此本次标准制定，充分纳入和反映了当今新产品、新技术的先进技术成果，为此类设备的性能、可靠性、耐用性等提供建设性的评判方法和指标，为生产厂商优化机组结构、提升除湿能效指明了发展方向，以满足更广泛地区的应用需求。本标准对低温污泥干化机组的型式、型号和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等进行了规定，为产品的设计、制造提供了统一的标准，以确保相关产品在实际使用中的安全性、可靠性和有效性，为产品的大规模推广应用提供了有力的技术支撑。

三、主要试验（或验证）情况

低温污泥干化是一种绿色节能干燥技术，近年来越来越多地应用于污水处理厂剩余机械脱水污泥的深度减量处理。在闭式循环中，干燥-除湿过程同步进行，除湿过程可回收干燥箱排湿回热空气中的低品位热能，相对于其他传统干燥技术，在除湿能效上具有显著优势，且仅使用电能或低品位余热资源，不受能源输送的限制。低温烘干环境中（45℃~95℃），污泥有害污染物挥发量大为减少，且密闭不外泄。污泥中部分有机成分得到保留，资源化利用价值较好。国内许多厂家在其设计、制造、安装和使用方面已积累了丰富的经验，多种型号规格的低温污泥干化机组均已经过生产实践验证，使用效果和固废处理的经济性均反馈良好。

本标准在制定过程中，起草单位通过对产品进行型式检验和现场测试，对污泥干化机组的主要性能指标进行了验证。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准制定项目。通过本标准制定，此类产品的先进技术成果被充分纳入和反映，本标准以满足全国不同地区固体废弃物治理需求为目标，以提高机组除水能效、优化机组结构、增强机组可

靠性和耐用性、满足更广泛地区应用为重点。本标准对低温污泥干化机组的型式、型号和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等进行了规定，以确保相关产品在实际使用中的安全性、可靠性和有效性。

本标准是加快发展“污泥低温干化机组”技术产业化和鼓励研发“环境污染治理与清洁生产”环保技术装备的标准，符合《“十三五”节能减排工作方案》要求。

本标准对低温污泥干化机组产品的设计、制造提供了统一的标准，填补了国内外此类设备的产品标准空白。同时，引导和规范有资质的企业进军环保治理处理关键技术研发与装备提供，带动国内制冷与环保领域相关产业链的发展，对相关产品的大规模推广应用起到关键性的支撑作用。

六、与国际、国外对比情况

本标准制定过程中未查询到同类国际和国外标准，本标准没有采标。也未测试过国外的样品、样机。

本标准制定完成后达到国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准在空调设备技术标准体系中属于“特种与专用设备”类。

本标准与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

由于我国政府提倡固废污染物清洁治理，大量“城镇污水处理厂提标改造”和“工业企业固废减量处理”工程招投标急需使用本标准，且本标准为首首次制定，无过渡性时期需求，故建议本标准批准发布后立即实施。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为首首次制定。

十二、其他应予以说明的事项

无。

标准起草工作组

2021. 10. 31