

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.11.016

# 青岛市主城区污水处理厂污泥热值影响因素分析

王迪迪<sup>1,2</sup>, 王 贤<sup>1,2</sup>, 薛瑞芳<sup>1,2</sup>, 于晓莉<sup>1,2</sup>, 雷 鸣<sup>1,2</sup>,  
俞卓伟<sup>1,2</sup>

(1. 青岛市排水运营服务中心, 山东 青岛 266000; 2. 青岛市城市排水监测站, 山东  
青岛 266000)

**摘 要:** 以青岛市9座污水处理厂的脱水污泥为研究对象,通过连续采样,探讨了污泥热值特征及影响因素,分析了焚烧处置的可行性,并给出了相关建议。结果表明,青岛市脱水污泥干基高位热值高于我国南方地区平均水平,但低于欧盟地区。9座污水厂脱水污泥均不能自持焚烧,要使污泥达到自持焚烧或者助燃焚烧的条件,需要进行污泥干化以降低含水率,或是加入助燃剂以促进有机物完全燃烧。污泥热值受含水率和有机物含量影响较大,目前青岛市污泥处理处置问题的对策是完善污水收集系统,实现污水全收集和雨污分流,防止地下水渗入及河水进入排水管网,以提高污水有机物浓度。同时,强化污泥脱水处理工艺,进一步降低含水率,从而达到污泥自持燃烧或助燃焚烧的热值要求。

**关键词:** 脱水污泥; 高位热值; 低位热值; 影响因素

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2026)11-0110-06

## Influencing Factors Analysis of Sludge Heating Value from Wastewater Treatment Plants in Main Urban Area of Qingdao

WANG Didi<sup>1,2</sup>, WANG Xian<sup>1,2</sup>, XUE Ruifang<sup>1,2</sup>, YU Xiaoli<sup>1,2</sup>, LEI Ming<sup>1,2</sup>,  
YU Zhuowei<sup>1,2</sup>

(1. Qingdao Drainage Operation Service Center, Qingdao 266000, China; 2. Qingdao Urban  
Drainage Monitoring Station, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** Taking the dewatered sludge from nine wastewater treatment plants in Qingdao as the research object, this study investigated the heating value characteristics and influencing factors of the sludge through continuous sampling, evaluated the feasibility of incineration disposal, and provided relevant recommendations. The results showed that the higher heating value (HHV) of the dewatered sludge on a dry basis in Qingdao was higher than the average of southern China but lower than the European Union region. None of the dewatered sludge samples from the nine wastewater treatment plants could achieve self-sustaining incineration. To enable the sludge to meet the conditions for self-sustaining or auxiliary incineration, it was necessary to reduce the moisture content through sludge drying or to add auxiliary fuels to promote complete combustion of organic matter. The heating value of the sludge was significantly influenced by moisture content and organic matter content. The current strategies for addressing sludge treatment and disposal in Qingdao include improving the sewage collection system to

achieve complete sewage capture and separation of stormwater and wastewater, preventing groundwater infiltration and the entry of river water into the drainage network, thereby increasing the organic matter concentration in wastewater. Additionally, enhancing sludge dewatering processes to further reduce moisture content is essential to meet the heating value requirements for self-sustaining or auxiliary incineration.

**Keywords:** dewatered sludge; higher heating value; lower heating value; influencing factor

近年来,青岛市主要城区污水收集基本达到了全覆盖,随着污水处理厂规模的不断扩大,青岛基本解决了城市污水对环境造成污染的问题。污泥是城市污水处理后的副产物,伴随污水量的提升,污泥产量不断增加。目前青岛市污泥处置方式主要为堆肥,结合青岛市现状及条件,立足循环经济、节能降耗、安全环保和资源化的目标,焚烧是青岛市提升污泥消纳能力、缓解污泥出路矛盾的主要处理方案。污泥热值作为污泥是否可以焚烧处理的一个重要前提条件,只有明确了多元定性因素组合对污泥热值的影响,才能为污水处理厂提高污泥热值提供参考依据。

目前,国内外学者针对污水污泥热值影响因素的研究很多。郭劲松等<sup>[1]</sup>通过对挥发分含量与高位热值关系的分析,发现污水污泥热值和挥发分之间有着较好的相关性;项璐等<sup>[2]</sup>通过研究江苏省20家典型污水处理厂脱水污泥的干基热值特征,得出絮凝剂种类与脱水污泥热值显著相关;Lü等<sup>[3]</sup>发现,酸处理通过分离无机元素可在一定程度上提高污泥热值,研究结果可为污泥高效焚烧提供参考和依据。

本研究参照《城镇污泥标准检验方法》(CJ/T 221—2023),利用氧弹量热法和元素分析法对青岛市主城区9座污水处理厂的脱水污泥进行热值测定和碳、氢、氧、氮及硫元素分析,以期在实际情况下,与有机物含量及含水率等指标相结合,估算污泥热值,为污泥焚烧项目设计提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验仪器主要包括量热仪、鼓风干燥箱、分析天平、元素分析仪等。实验试剂主要包括苯甲酸国家标准物质和氧气(99.9%)等。

### 1.2 样品制备

称取用于测定发热量和干基热值的样品(200±

20) g,放入100 mL蒸发皿中,在温度为103~105℃的鼓风干燥箱中烘干至恒质量,用研磨机将烘干的样品研磨成细粉,并过100目标准筛,混匀,用四分法分取适量于密封塑料袋中备用。

## 2 结果与讨论

### 2.1 脱水污泥热值特征

为了更好地研究青岛市污泥处理处置现状,将其与欧盟地区和我国南方地区的污泥处理处置情况进行对比。测定结果表明,青岛市主城区9座污水处理厂脱水污泥干基高位热值为3 363~19 576 kJ/kg,平均值为1 1480 kJ/kg。据报道<sup>[4-5]</sup>,欧盟地区污泥干基高位热值一般为16 000~20 000 kJ/kg,我国南方地区污泥干基高位热值平均为9 220 kJ/kg。可见,青岛市污泥干基高位热值高于我国南方地区平均水平,但低于欧盟地区。欧盟地区高位热值高,一是其受人口增长、自然条件和经济发展等因素的影响,欧盟淡水资源匮乏,当地居民节水习惯良好,所以排水中有机物浓度较高;二是欧盟国家排水管网的建设较为完善,污水收集率较高,雨污分流比较充分,不会出现雨水、地下水流入排水系统稀释污水的情况。青岛市污泥高位热值高于我国南方地区的原因是,青岛地区在常年缺少淡水的情况下居民养成了良好的节水习惯,导致污水厂进水水质指标整体较全国其他地区更高<sup>[6]</sup>。

污泥低位热值是决定污泥焚烧方式和设计工艺参数的重要因素,结合文献调研和青岛市各区域污泥热值情况发现,污泥热值可能会受到污水类型、污水处理工艺、污泥处理工艺和污泥是否消化处理等多种因素的影响<sup>[7-8]</sup>。脱水方式会影响污泥的含水率,进而影响污泥热值,污泥消化处理也会降低有机物含量,从而影响污泥热值。青岛市各污水厂的污泥低位热值测定结果见表1。可知,同一污水厂污泥处理工艺不同,污泥热值排序为板框压滤<离心脱水。经调研,A污水厂用板框压滤处理污

泥时会加入氧化钙等无机物,导致其低位热值略低于经离心脱水的污泥;污水类型仅为生活污水的污水处理厂且污泥处理工艺相同时,未经消化的污泥热值>中温厌氧消化后的污泥热值,D和H两座污

水厂的污泥未经过消化,其低位热值均大于A、B和C三座污水厂;污水类型不同,污泥热值也不同,经实地调研和污泥测定发现,仅为生活污水的污水厂污泥热值>混有工业废水的污水厂污泥热值。

表1 各定性因素下污泥干基低位热值统计

Tab.1 Statistics of lower heating value on dry basis of sludge under various qualitative factors

| 污水厂 | 污水处理工艺               | 污泥处理工艺 | 是否消化 | 污水类型   | 干基低位热值/(kJ/kg) | 含水率/% | 有机物含量/% |
|-----|----------------------|--------|------|--------|----------------|-------|---------|
| A1  | MBBR                 | 板框压滤   | 是    | 仅生活污水  | 10 728         | 57.9  | 53.9    |
| A2  | MBBR                 | 离心脱水   | 是    | 仅生活污水  | 11 484         | 75.1  | 57.0    |
| B   | AAO+MBBR             | 离心脱水   | 是    | 仅生活污水  | 13 054         | 73.9  | 61.5    |
| C   | MSBR                 | 离心脱水   | 是    | 仅生活污水  | 11 243         | 76.9  | 52.1    |
| D   | 曝气生物滤池<br>反硝化+硝化生物滤池 | 离心脱水   | 否    | 仅生活污水  | 17 381         | 74.3  | 73.8    |
| E   | AAO                  | 离心脱水   | 否    | 混有工业废水 | 5 947          | 64.0  | 30.4    |
| F   | MBR                  | 离心脱水   | 否    | 混有工业废水 | 9 235          | 73.7  | 48.9    |
| G   | MBR                  | 离心脱水   | 否    | 混有工业废水 | 10 443         | 77.6  | 67.0    |
| H   | AAO                  | 离心脱水   | 否    | 仅生活污水  | 13 326         | 72.6  | 56.0    |
| I1  | 两级AO+MBR+DTRO        | 离心脱水   | 否    | 垃圾渗沥液  | 12 050         | 83.4  | 63.9    |
| I2  | 两级AO+MBR+DTRO        | 离心脱水   | 否    | 垃圾渗沥液  | 11 284         | 83.0  | 63.6    |

目前,污泥焚烧最常用的方式为单独焚烧。《城镇污水处理厂污泥处置 单独焚烧用泥质》(GB/T 24602—2009)对污泥焚烧方式和理化指标及限值进行了规定,见表2。可以看出,9座污水厂的低位热值均大于5 000 kJ/kg,含水率在57.9%~83.4%之间,有机物含量除E厂和F厂外,均大于50%。所以9座污水厂脱水污泥均不能自持焚烧,除E厂、F厂、I1厂和I2厂外,其余6座污水厂脱水污泥均能助燃焚烧和干化焚烧。

表2 理化指标及限值

Tab.2 Physical and chemical indicators and limits

| 类别   | 控制项目及限制 |              |         |
|------|---------|--------------|---------|
|      | 含水率/%   | 低位热值/(kJ/kg) | 有机物含量/% |
| 自持焚烧 | <50     | >5 000       | >50     |
| 助燃焚烧 | <80     | >3 500       | >50     |
| 干化焚烧 | <80     | >3 500       | >50     |

注:干化焚烧含水率是指污泥进入干化系统的含水率。

## 2.2 影响因素分析

### 2.2.1 含水率对污泥热值的影响

目前,青岛市脱水污泥的含水率在52.0%~85.2%之间,由于污泥样品的含水率较大,不能直接用于热值测定,需要对污泥样品进行干化处理,因此,污泥的含水率是影响污泥发热量的重要因

素。现以9座污水厂的11种脱水污泥为研究对象,分析含水率与污泥热值的关系,结果见表3。可以看出,污泥热值随含水率的降低而逐渐增大,污泥热值与含水率呈负相关,相关系数 $\rho_{xy}$ 在-0.998 3~-0.923 9之间。在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,样本数量 $n$ 为8或7时,查相关系数检验表得临界值 $\rho_{0.05}$ 为0.706 7或0.754 5,  $|\rho_{xy}|>\rho_{0.05}$ ,污泥热值与含水率显著线性相关。

表3 污泥热值与含水率的线性关系

Tab.3 Linear relationship between heating value of sludge and moisture content

| 污水厂 | 污泥热值与含水率的关系式         | 相关系数     |
|-----|----------------------|----------|
| A1  | $y=-148.06x+13\ 356$ | -0.986 7 |
| A2  | $y=-172.77x+15\ 695$ | -0.988 5 |
| B   | $y=-93.36x+10\ 346$  | -0.923 9 |
| C   | $y=-120.67x+11\ 776$ | -0.998 3 |
| D   | $y=-198.74x+17\ 740$ | -0.981 3 |
| E   | $y=-87.04x+7\ 854$   | -0.950 4 |
| F   | $y=-111.45x+9\ 966$  | -0.989 0 |
| G   | $y=-128.31x+13\ 480$ | -0.981 7 |
| H   | $y=-149.29x+13\ 978$ | -0.989 9 |
| I1  | $y=-123.98x+11\ 971$ | -0.994 3 |
| I2  | $y=-134.98x+12\ 852$ | -0.995 0 |

### 2.2.2 污泥中有机物含量对高位热值的影响

有机物中含有的物质大多由C、H、O、N和S构

成,这5种元素又是影响污泥燃烧的主要元素,所以有机物含量可以从一定程度上反映污泥的热值。污泥高位热值与有机物含量之间的关系见表4。可知,除G厂外,其余8座污水厂脱水污泥高位热值均随有机物含量的增加而逐渐增大。相关系数 $\rho_{xy}$ 在0.755 2~0.955 8之间。在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,样本数量 $n=6$ 时,查相关系数检验表得临界值 $\rho_{0.05}=0.754\ 5$ , $\rho_{xy}>\rho_{0.05}$ ,因此,污泥高位热值与有机物含量均呈正相关,且线性相关显著。

表4 污泥高位热值与有机物含量的线性关系  
Tab.4 Linear relationship between higher heating value and organic matter content of sludge

| 污水厂 | 高位热值与有机物含量的关系式          | 相关系数    |
|-----|-------------------------|---------|
| A1  | $y=141.33x+4\ 665$      | 0.807 2 |
| A2  | $y=318.35x-5\ 659$      | 0.821 6 |
| B   | $y=255.83x-2\ 677$      | 0.755 2 |
| C   | $y=346.73x-8\ 007$      | 0.874 5 |
| D   | $y=429.09x-14\ 298$     | 0.759 6 |
| E   | $y=196.67x-27$          | 0.955 8 |
| F   | $y=144.87x+2\ 721$      | 0.791 7 |
| G   | $y=-1\ 596.90x+14\ 423$ | 0.817 8 |
| H   | $y=396.43x-13\ 698$     | 0.805 6 |
| I1  | $y=340.46x-9\ 731$      | 0.910 4 |
| I2  | $y=330.67x-9\ 986$      | 0.811 7 |

2.2.3 污泥中含砂量对高位热值的影响

城市污水处理厂污水中往往夹带一定量的砂粒,这些砂粒大部分最终会进入污泥中,污泥中较高的含砂量会对污泥热值产生显著影响<sup>[9-10]</sup>。高位热值与含砂量之间的线性关系见表5。

表5 污泥高位热值与含砂量的线性关系  
Tab.5 Linear relationship between higher heating value and sand content of sludge

| 污水厂 | 高位热值与含砂量的关系式         | 相关系数     |
|-----|----------------------|----------|
| A1  | $y=-229.83x+17\ 984$ | -0.763 1 |
| A2  | $y=-454.17x+22\ 823$ | -0.827 5 |
| B   | $y=-427.12x+19\ 387$ | -0.757 7 |
| C   | $y=-546.92x+20\ 627$ | -0.917 7 |
| D   | $y=-488.43x+21\ 152$ | -0.766 1 |
| E   | $y=-158.38x+14\ 496$ | -0.943 0 |
| F   | $y=-151.31x+13\ 590$ | -0.758 2 |
| G   | $y=-191.13x+15\ 661$ | -0.924 6 |
| H   | $y=-393.99x+17\ 385$ | -0.928 5 |
| I1  | $y=-6\ 397x+13\ 384$ | -0.757 4 |
| I2  | $y=2\ 195x+10\ 123$  | -0.803 1 |

由表5可以看出,除I厂二期外,其余8座污水厂脱水污泥高位热值均随含砂量的增大而逐渐降低。相关系数 $\rho_{xy}$ 在-0.943 0~-0.757 4之间。在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,样本数量 $n=6$ 时,查相关系数检验表得临界值 $\rho_{0.05}=0.754\ 5$ , $|\rho_{xy}|>\rho_{0.05}$ ,因此,污泥高位热值与含砂量呈负相关,且线性相关显著。

2.2.4 污泥中元素与干基高位热值的相关性分析

采用元素分析仪对青岛污水处理厂11个污泥样品的C、N、S、O和H元素进行分析,结果如图1所示。可知,C含量为21.6%~46.0%,N含量为6.2%~10.4%,S含量为2.2%~10.5%,O含量为26.4%~46.8%,H含量在0.9%~5.0%,N、S和O元素在污泥中的含量变化不大。

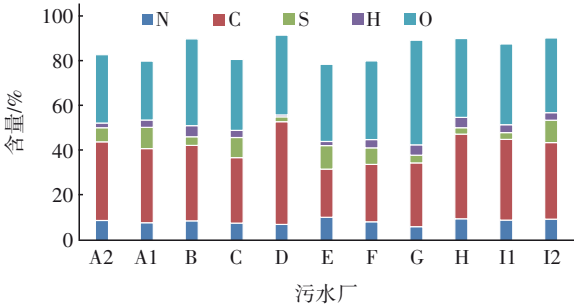


图1 污泥样品不同元素的含量

Fig.1 Content of different elements in sludge sample

为进一步探究污泥单一组分的干基高位热值与C、H、S和O含量的关系,分别以所有样品中C、H、S和O含量为自变量,干基高位热值为因变量建立函数关系,如图2所示。从图2(a)、(b)可以看出,所有样品的干基高位热值与C、H含量呈正相关,C、H是污泥中主要的可燃元素,污泥中C、H含量与干基高位热值具有较强的线性相关性。干基高位热值与C、H的相关系数 $\rho_{xy}$ 分别为0.560 0和0.575 5,在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,样本数量 $n=48$ 时,查相关系数检验表得临界值 $\rho_{0.05}=0.285\ 0$ , $\rho_{xy}>\rho_{0.05}$ 。因此,污泥干基高位热值与C、H元素呈正相关,并且线性相关显著。污泥干基高位热值与H含量的线性方程系数大于与C含量的线性方程系数,说明H含量的变化对污泥干基高位热值的影响更大。从图2(c)、(d)可以看出,所有样品的干基高位热值与O、S含量均呈负相关。污泥中O、S含量与干基高位热值有较强的线性相关性。污泥干基高位热值与O、S含量的相关系数 $|\rho_{xy}|$ 分别为0.713 9和0.510 4,在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,样本数量 $n=48$ 时,查相

关系数检验表得临界值 $\rho_{0.05}=0.285\ 0$ ,  $|\rho_{xy}|>\rho_{0.05}$ , 因此, 污泥干基高位热值与O、S含量呈负相关, 并且线性相关显著。

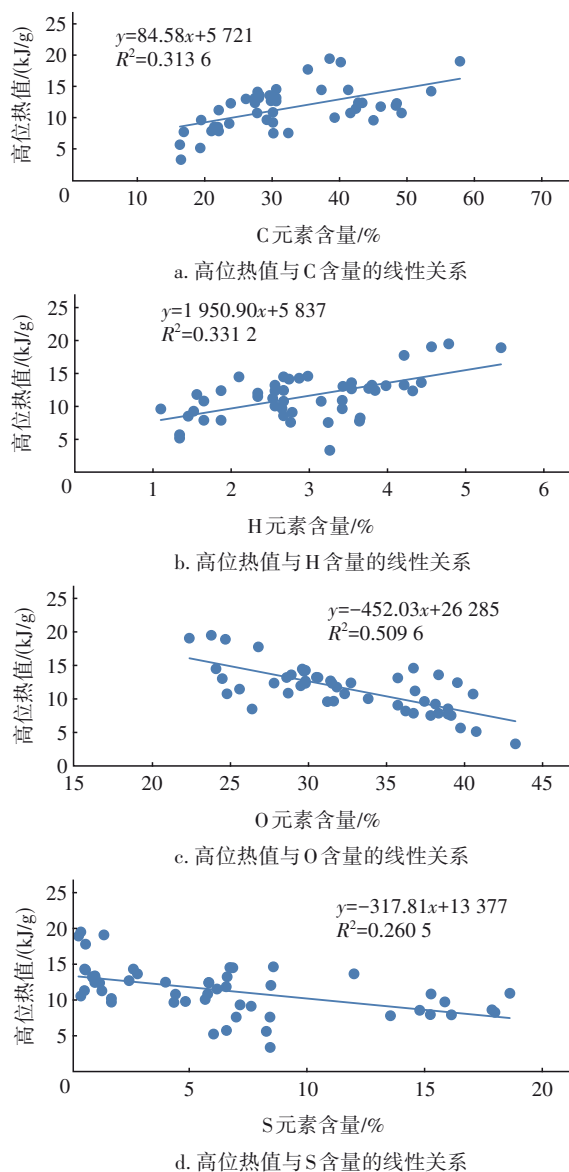


图2 污泥高位热值与C、H、O和S含量的线性关系

Fig.2 Linear relationship between higher heating value and C, H, O, and S contents of sludge

污泥中的主要元素有C、N、S、O和H。其中,O和N元素是不可燃成分。C是主要的可燃元素之一,它分为两部分,一部分是有机碳,可燃烧放热,完全燃烧时生成 $\text{CO}_2$ ;另一部分是无机碳,不能燃烧。污泥干基高位热值与C元素相关系数较小,这可能与污泥中含有大量的无机碳有关。污泥干基高位热值与O元素呈显著负相关,这与O含量过高则会降低污泥热值的研究相符<sup>[11]</sup>。S也分为两部

分,一部分是含在硫酸盐中的无机硫,不能燃烧;另一部分是有机硫,可燃烧放热<sup>[1]</sup>。污泥干基高位热值与S元素呈负相关,因为S在污泥中的含量较低,它对燃烧热的影响不大。虽然单位质量H元素提供的燃烧热最多,但污泥中可燃H含量并不高,约为0.9%~5.0%,因此,污泥中提供燃烧热最多的仍是C元素。

### 3 结论

① 青岛市污泥干基高位热值高于我国南方地区平均水平,但低于欧盟地区。这可能是居民良好的节水习惯使污水厂进水有机物浓度偏高,且欧盟国家污水收集率较高、雨污分流比较充分。

② 9座污水厂的脱水污泥干基低位热值均大于5 000 kJ/kg,干化焚烧含水率均在50%~80%之间,除个别污水厂外,有机物含量均大于50%。所以9座污水厂的脱水污泥均不能自持焚烧,要使污泥达到自持焚烧或者助燃焚烧的条件,需要进行污泥干化以降低含水率或加入助燃剂以促进有机物完全燃烧。

③ 污泥热值受含水率和有机物含量影响较大,目前青岛市污泥处理处置措施是大力加强污水管网的建设,完善污水收集系统,实现污水全收集和雨污分流,防止地下水渗入和河水进入排水管网,以提高污水处理厂进水有机物浓度。同时,提升污泥脱水处理工艺,降低含水率,为污泥自持焚烧或者助燃焚烧提供条件。

### 参考文献:

- [1] 郭劲松,范莹,高旭,等. 城市污水厂污水及污泥挥发分对其热值的影响[J]. 重庆大学学报, 2010, 33(11): 134-138.  
 GUO J S, FAN Y, GAO X, et al. The effect of volatile component on the heat value of wastewater and sludge samples from WWTP [J]. Journal of Chongqing University, 2010, 33(11): 134-138(in Chinese).
- [2] 项璐,李贺,瞿林燕,等. 江苏省典型污水处理厂脱水污泥热值及其影响因素分析[J]. 中国环境监测, 2024, 40(3): 228-234.  
 XIANG L, LI H, QU L Y, et al. Analysis of heating value and influencing factors of dewatered sludge from typical sewage plant in Jiangsu Province [J]. Environmental Monitoring in China, 2024, 40(3): 228-234(in Chinese).

- [3] LÜ L Y, YANG M Q, LIU W. Effects of organic matter and dewaterability changes on sludge calorific value during acid treatment [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2024, 31(2): 2104–2116.
- [4] 高旭,马蜀,郭劲松,等. 城市污水厂污泥的热值测定分析方法研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(11): 1938–1942.
- GAO X, MA S, GUO J S, et al. Determination of the calorific value of wastewater and sludge from a municipal wastewater treatment plant [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2009, 3(11): 1938–1942 (in Chinese).
- [5] 王淦,彭永臻,侯红勋,等. 中国南方城市污水厂污泥特性研究及处置对策[J]. 工业用水与废水, 2013, 44(2): 1–7.
- WANG G, PENG Y Z, HOU H X, et al. Characteristics and disposal measures of sludge from municipal sewage treatment plants in southern China [J]. Industrial Water & Wastewater, 2013, 44(2): 1–7 (in Chinese).
- [6] 牛越,高焱,王迪迪,等. 青岛市团岛排水系统污水水质水量波动特征解析[J]. 环境工程, 2021, 39(12): 18–24.
- NIU Y, GAO Y, WANG D D, et al. Wasterwater quantity and quality fluctuation characteristics of drainage system in Tuandao, Qingdao [J]. Environmental Engineering, 2021, 39(12): 18–24 (in Chinese).
- [7] 侯海攀. 有机复合调理剂对生活污泥脱水性能的影响研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2012.
- HOU H P. Study on Effect of Complex Organic Conditioners on Sewage Sludge Dewatering [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2012 (in Chinese).
- [8] 王鑫. 调理剂对生活污泥脱水性能影响的研究[D]. 长沙:中南大学, 2012.
- WANG X. Research on the Influence of Conditioner on Sewage Sludge Dewaterability [D]. Changsha: Central South University, 2012 (in Chinese).
- [9] 许劲,范准,吕秋颖,等. 山地城市污泥水热炭化产物特性研究[J]. 中国给水排水, 2020, 36(21): 21–27, 34.
- XU J, FAN Z, LÜ Q Y, et al. Characteristics of hydrothermal carbonization products of municipal sludge in mountainous cities [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(21): 21–27, 34 (in Chinese).
- [10] 王建伟. 青岛城市污水厂污泥含砂量调查及水力旋流除砂试验研究[D]. 青岛:青岛理工大学, 2012.
- WANG J W. The Survey on the Sand Content in Sludge from Municipal Wastewater Treatment Plants in Qingdao and the Experimental Study on Hydrocyclone Desanding [D]. Qingdao: Qingdao University of Technology, 2012 (in Chinese).
- [11] 陈萌,韩大伟,吉芳英,等. 城市污水处理厂污泥热值及影响因素分析[J]. 给水排水, 2008, 34(4): 37–40.
- CHEN M, HAN D W, JI F Y, et al. On sludge heat value examination and its influencing factors of municipal wastewater treatment plants [J]. Water & Wastewater Engineering, 2008, 34(4): 37–40 (in Chinese).
- 
- 作者简介:**王迪迪(1982—),女,山东青岛人,硕士,高级工程师,主要研究方向为城镇水环境监测。
- E-mail:** wangdi1982214@163.com
- 收稿日期:** 2025-11-01
- 修回日期:** 2026-02-21

(编辑:任莹莹)