

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.13.008

污泥浓缩深脱一体机在供水污泥脱水中的应用

梁远¹, 王琪¹, 王侨¹, 丁强², 杨震³, 颜莹莹¹, 臧星华¹

(1. 北京首创污泥处置技术有限公司, 北京 100044; 2. 北京首创股份有限公司, 北京 100044; 3. 徐州首创水务有限责任公司, 江苏 徐州 221003)

摘要: 针对不同泥质的供水污泥, 开发了污泥浓缩脱水一体化工艺及其成套中试设备(浓缩深脱一体机), 并优化了设计和运行参数。对于脱水性较好的供水污泥, 仅需投加聚丙烯酰胺(PAM), 该设备在进泥量较小的条件下即可使出泥含水率低于70%; 对于脱水性较差的污泥, 分别考察了联合投加PAM和污泥改性剂, 以及联合投加PAM和石灰乳两种调理方案对污泥脱水效能的影响, 并对不同调理方案进行了技术和经济指标分析。结果表明, 在达到目标含水率前提下, 当单独投加PAM、联合投加PAM和改性剂、联合投加PAM和石灰乳调理污泥时, 设备处理量分别为130、200和330 kgDS/h, 处理成本分别为171.24、262.44和150.60元/tDS。因此, 联合投加PAM和石灰乳进行供水污泥调理可提高产能、降低处理成本, 推荐在实际生产中使用。

关键词: 污泥浓缩深脱一体机; 供水污泥; 污泥调理

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)13-0047-07

Application of Integrated Sludge-thickening and Deep-dewatering Machine in Waterworks Sludge Dewatering

LIANG Yuan¹, WANG Qi¹, WANG Qiao¹, DING Qiang², YANG Zhen³,
YAN Ying-ying¹, ZANG Xing-hua¹

(1. Beijing Capital Sludge Disposal Co. Ltd., Beijing 100044, China; 2. Beijing Capital Co. Ltd., Beijing 100044, China; 3. Xuzhou Capital Water Co. Ltd., Xuzhou 221003, China)

Abstract: An integrated sludge thickening and dewatering process and a complete set of pilot device (integrated sludge-thickening and deep-dewatering machine) were designed and developed to treat different kinds of waterworks sludge, and the design and operational parameters were optimized. For waterworks sludge with good dewaterability, the sludge water content could be reduced to lower than 70% after treated by the device fed with a small amount of sludge when only PAM was added. For waterworks sludge with bad dewaterability, effects of two sludge modifier addition modes (combined addition of PAM and sludge modifier and combined addition of PAM and lime milk) on dewatering efficiency were investigated, and technical and economic indices of different conditioning methods were analyzed. On premise of reaching the target water content, the operational capacities of the device after adding PAM alone, PAM and modifier and PAM and lime milk were 130 kgDS/h, 200 kgDS/h and 330 kgDS/h, and the treatment costs were 171.24 yuan/tDS, 262.44 yuan/tDS and 150.60 yuan/tDS, respectively. Therefore, the combined addition of PAM and lime milk for waterworks sludge conditioning can increase

the productivity and reduce the treatment cost, so it is recommended to be applied in practical production.

Key words: integrated sludge-thickening and deep-dewatering machine; waterworks sludge; sludge conditioning

随着我国社会经济和城市化的快速发展,自来水厂(或供水厂)的数量和供水能力与日俱增。根据国家统计局公布的数据显示,截至2019年底,全国水生产和供应企业数量达2 098家,年供水总量达 $6\,021.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均日供水能力达 $16.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均用水量为 $430.8 \text{ m}^3/\text{人}$ 。供水厂数量大幅增长也使得供水厂的排泥量不断增大。供水厂排放的污泥(简称供水污泥)主要来源于滤池的冲洗废水以及沉淀池的排泥水,约占供水厂总净水量的4%~7%^[1-2],其成分包括原水中的悬浮物质和部分溶解物质,以及在净水过程中投加的药剂。我国供水厂年排泥水规模为 $(18.17 \sim 31.80) \times 10^8 \text{ t}$,如果未经处理而直接排放,会造成水资源的极大浪费和环境危害。

污泥处理处置是对污泥进行减量化、稳定化、无害化、资源化的过程,其中减量化是通过物化、生物等手段尽量减少污泥的质量和体积。机械脱水是一种较为经济的污泥减量化方式^[3]。然而,污泥脱水到含水率为80%一般难以满足后续处理或处置要求,目前普遍要求采用污泥深度脱水的方式,将污泥含水率降低至70%或更低后再进行处理处置[《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)规定,板框压滤机出泥含固率不低于30%]。可见,开发高效的供水污泥处理设备,对促进我国供水污泥处理处置的发展具有重要意义。

笔者以不同泥质的供水污泥为研究对象,以脱水效率更高的高压带式压滤机和浓缩、脱水一体机为基础模型,通过“关键设备研发—生产性研究—工程化应用”路线,开发出能够将污泥含水率降至70%以下、减量效果显著、占地面积小、处理成本低、可连续运行的供水污泥浓缩脱水一体化工艺及其成套中试设备(浓缩深脱一体机)。同时,优化了供水污泥浓缩深脱一体机的设计和运行参数,并分析了供水污泥药剂调理技术对污泥脱水效能的影响。

1 项目概况

供水污泥取自江苏省徐州市某供水厂。该供水厂供水能力为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,向该市主城区及周边

区域供水;采用常规工艺和臭氧—活性炭深度处理工艺,并配套污泥浓缩无害化处理工艺。现有3台离心脱水机,污泥处理量约为 $700 \text{ m}^3/\text{d}$,脱水后污泥含水率约为75%~77%,难以达到出泥含水率要求(70%)。

该供水厂水源水为地表湖泊水,排放污泥受水源水水质的影响,具有季节性变化。中试于2020年5月中旬启动,11月中旬截止,历时6个月。8月初由于气温高,藻类含量较高,有机质含量高达35%;9月—11月中旬,供水污泥中有机质含量降低,基本维持正常状态,约为25%~26%。供水污泥泥质如下:颜色为褐色至黑褐色,无臭味,絮凝状态好,有机质含量为25%~30%(中试初期在35%左右),含水率为98.5%~99.0%,现有离心机出泥含水率为75%~77%(进料量为 $10 \text{ m}^3/\text{h}$)。

2 中试过程

2.1 工艺流程

供水污泥脱水一体化工艺包含污泥浓缩深脱一体机、混合器、聚丙烯酰胺(PAM)制备装置、PAM投加螺杆泵、污泥螺杆泵、冲洗水泵、空压机、改性剂投加装置,以及配套电柜、电缆和管道。工艺中采用的污泥调理剂包括阳离子型PAM、改性剂和骨架剂,其中改性剂为自主研发的药剂(CSDA-1);骨架剂为生石灰,以石灰乳形式投加。图1为供水污泥脱水一体化工艺流程。

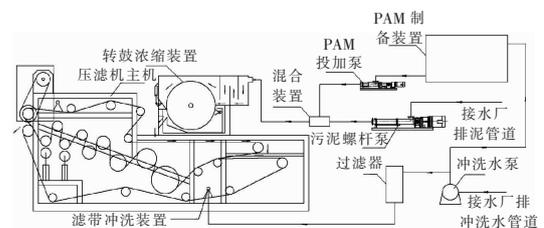


图1 供水污泥脱水一体化工艺流程示意

Fig. 1 Schematic diagram of the integrated waterworks sludge dewatering process

污泥经螺杆泵送入供水污泥浓缩深脱一体机,污泥先与阳离子型PAM(浓度为0.2%)在混合器

中快速混合,再经转鼓浓缩后进入压滤机重力浓缩段。然后,污泥分别经低压、中压和高压区压滤后,成型滤饼经设备出口刮刀剥落。处理后的污泥外运至填埋场进行填埋处置。另外,一体机压滤产生的滤液和滤带冲洗水排入调节池,与供水厂排泥水混合,经加药絮凝沉淀后进入平衡池,由于水量相对较小,并未使排泥水水质产生较大波动。

2.2 分析项目及检测方法

污泥在 103 ~ 105 °C 烘干,采用重量法测定含水率;污泥微观形貌通过干燥、喷金后采用扫描电镜进行成像;颜色、臭味、絮凝状态采用感官判断。

3 生产调试

3.1 污泥浓缩深脱一体机设计参数优化

供水污泥浓缩深脱一体机包括浓缩段和压滤段(分为低压区、中压区和高压区)。

针对浓缩段,开发了新型转鼓浓缩设备——强化重力作用的外压式转鼓浓缩机:①不同于传统转鼓浓缩机(污泥置于转鼓内侧)的运行方式,本装置将污泥置于转鼓外侧,同时采用两次强化重力作用提升浓缩效率和效果;②转鼓采用不锈钢格栅转鼓,经初步小型实验确定网孔缝隙范围为 0.8 ~ 1.2 mm,本实验选取 0.8 mm;③通过在转鼓进口端设置水槽,使絮凝后污泥在此处积存,使污泥在强化重力作用下进行固液分离,从而提高浓缩效率;④通过重力初滤后的污泥流动性减弱后再随转鼓行进;⑤在转鼓出口端亦设置水槽,出口设有活动挡板,使污泥在槽内积存,实现污泥在二次强化重力作用下进行固液分离,提升浓缩效果。

针对压滤段,开发了新型高压带式压滤机——采用强对压的高压带式压滤机:①包括低压区、中压区和高压区,相比传统带式压滤机,除初始低压区外,整体压滤机构对污泥施加的压力提升 2 倍以上,同时在高压区设置最大压强达 1.0 MPa 的对压强压机构,以显著提升污泥脱水效果;②在低压区,两条滤带逐渐并拢,开始施压力于污泥并缓慢升高,从而形成良好的污泥挤压通道;再通过一系列辊径递减的大直径辊筒将泥饼夹在滤带中间并以较大的接触角缠绕在辊轴上,使压力缓慢提升,低压过程施加在泥饼上的压强低于 0.03 MPa;③在中压区,通过一系列小辊径压滤区中多个辊筒将泥饼夹在滤带中间以施加更大的压力,中压过程施加在泥饼上的压强为 0.03 ~ 0.05 MPa;④在高压区,主压辊筒外缘另

外施加对压辊,提升对污泥施加的压力,高压过程施加在泥饼上的压强为 0.08 ~ 1.0 MPa,其中对压装置的设计最大压强可达 1.0 MPa,预计该强压机构的压力在实际运行中需根据对象污泥耐压性能进行调整。低压区和中压区采用 S 型压滤分布实现压力逐级递增,高压区采用对压方式实现超高压压滤。

3.2 污泥浓缩深脱一体机对供水污泥的脱水效能

在单独投加 PAM 调理、滤带张紧气缸压强为 0.5 MPa、1#对压驱动气缸压强为 0.15 MPa、2#对压驱动气缸压强为 0.2 MPa、不同进泥流量条件下,供水污泥浓缩深脱一体机内不同工段的污泥含水率见表 1。

表 1 一体机内不同工段的污泥含水率

Tab.1 Water contents of sludge from different sections in the integrated sludge-thickening and deep-dewatering machine

进泥量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	处理泥量/ ($\text{kgDS} \cdot \text{h}^{-1}$)	污泥含水率/%		
		转鼓落泥点	浓缩后	出泥
10	130	94.43	89.82	69.94
		95.62	90.68	69.86
14	185	96.54	91.88	75.24
		95.85	90.07	75.38
20	260	97.30	93.54	76.03
		96.92	92.85	76.82

由表 1 可知,污泥经转鼓浓缩以后污泥含水率为 94.43% ~ 97.30%,经重力浓缩以后污泥含水率为 89.82% ~ 93.54%,出泥含水率为 69.86% ~ 76.82%;当进泥量低时,一体机在不添加其他调理剂的情况下能基本满足出泥含水率要求,但浓缩和脱水效果均随着进泥量增大而变差。

3.3 调理剂对供水污泥脱水效能的影响

3.3.1 单独投加 PAM 的脱水效能

针对脱水效能较好的污泥(有机质含量相对较低),在单独投加 PAM 调理、不同进泥量和压力条件下,供水污泥浓缩深脱一体机的脱水效能见表 2。可以看出,在仅投加 PAM 进行调理条件下,当进泥量 $\leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,阳离子型 PAM 通过电中和以及吸附架桥、网捕等作用,可将污泥含水率降低至 70% 以下;随着进泥量的增加,出泥含水率上升;滤带张紧力对脱水效果影响较小;高压区的对压压力对污泥含水率影响较大,但因仅采用 PAM 进行调理,形成的絮体松散,污泥耐压性较差^[4],对压功能未能充分发挥作用。

因此,单独采用 PAM 调理时,适宜运行工况如

下:PAM 投加量(绝干,以下相同)为 0.4%、处理泥量 < 130 kgDS/h,可使出泥含水率低于 70%。

表 2 单独投加 PAM 调理条件下的脱水效能

Tab. 2 Dewatering efficiency with PAM conditioning alone

进泥量/ (m ³ · h ⁻¹)	处理泥量/ (kgDS · h ⁻¹)	滤带张紧气 缸压强/MPa	滤带走速/ (m · min ⁻¹)	1 [#] 对压气缸 压强/MPa	2 [#] 对压气缸 压强/MPa	PAM 投加量 (绝干)/%	出泥平均 含水率/%
10	130	0.4	1	0	0	0.4	73.70
		0.5		0.15	0.2		69.94
				0.20			69.86
14	185	0.4	1	0.20	0.2		75.24
		0.5		0.15			75.37
22	290	0.25	3	0	0		76.03
25	330	0.4				76.66	
27	360	0.3				77.15	

3.3.2 投加 PAM 和 CSDA - 1 改性剂的脱水效能

针对脱水效能较差的污泥(有机质含量相对较高),在联合投加 PAM 和 CSDA - 1 改性剂调理、不同进泥量和压力条件下,供水污泥浓缩深脱一体机的脱水效能见表 3。

从表 3 可以看出,高压区的对压压力对污泥含水率的影响较大,在联合投加 PAM 和 CSDA - 1 改

性剂调理以后,由于改性剂可以改善污泥的混凝效果,形成的絮体密实、不易解体,因此污泥的耐压性能有所提升,相比于单独投加 PAM 进行调理,本实验中最高对压压力提升了约 100%;在本实验条件下,滤带走速对出泥含水率有较大影响,而滤带张紧力对出泥含水率的影响较小;随着进泥量上升,出泥含水率升高。

表 3 联合投加 PAM 和 CSDA - 1 调理条件下的脱水效能

Tab. 3 Dewatering efficiency with PAM and CSDA-1 conditioning

进泥量/ (m ³ · h ⁻¹)	处理泥量/ (kgDS · h ⁻¹)	滤带张紧气 缸压强/MPa	滤带走速/ (m · min ⁻¹)	1 [#] 对压气 缸压强/MPa	2 [#] 对压气 缸压强/MPa	PAM 投加量 (绝干)/%	CSDA - 1 投加 量(绝干)/%	出泥平均 含水率/%
10	130	0.5	1	0.15	0.2	0.4	5	73.70
		0.6	1					69.94
14	185	0.4	1.8	0.20	0.3		7.2	69.84
15	200	0.5	1					75.24
20	260	0.4	2	0	0		5	75.38
25	330	0.3	3					76.03

综上所述,在联合投加 PAM 和 CSDA - 1 改性剂调理的条件下,适宜的运行工况如下:PAM 投加量(绝干)为 0.4%、改性剂投加量在 5% ~ 7% 之间、处理的泥量 < 200 kgDS/h,能够使出泥含水率低于 70%。

3.3.3 联合投加 PAM 和石灰乳的脱水效能

针对脱水效能较差的污泥(有机质含量相对较高),在联合投加 PAM 和石灰乳调理、不同进泥量和压力条件下,供水污泥浓缩深脱一体机的脱水效能见表 4。

表 4 联合投加 PAM 和石灰乳调理条件下的脱水效能

Tab. 4 Dewatering efficiency with PAM and lime milk conditioning

进泥量/ (m ³ · h ⁻¹)	处理泥量/ (kgDS · h ⁻¹)	滤带张紧气 缸压强/MPa	滤带走速/ (m · min ⁻¹)	1 [#] 对压气 缸压强/MPa	2 [#] 对压气 缸压强/MPa	PAM 投加 量(绝干)/%	石灰乳投加量 (绝干,以生石 灰计)/%	出泥平均 含水率/%			
15	200	0.5	1	0.3	0.4	0.4	4.80	69.24			
				0.4	0.5			67.14			
20	260						0.4	0.5	0.4	7.17	67.16
				67.92							
25	330			0.4	1		0.4	0.5	0.4	6.14	69.98
											70.58

由表 4 可知,采用联合投加 PAM 和石灰乳调理后,污泥的脱水性能和耐压性能大幅提升,这是因为石灰的骨架剂作用可以提高污泥耐压性,相比于单独投加 PAM 进行调理,可将对压压力进一步提升约 150%,能够充分发挥设备性能;在相同进泥量条件下,增大石灰乳投加量可使出泥含水率进一步降低;当进泥量增加时,只需略微增加石灰乳的投加量,即可达到出泥含水率降低至 70% 的目标;另外,运行过程中发现滤带走速对出泥含水率影响较小。

投加石灰乳对污泥微观形貌的影响见图 2。

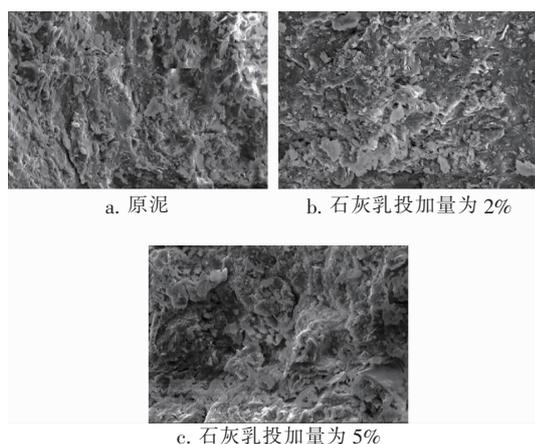


图 2 污泥样品扫描电镜结果

Fig. 2 Scanning electron microscope images of sludge

从图 2 可以看出,原始污泥样品经干燥以后能够观察到明显的片状颗粒团聚现象,结构较为致密;投加石灰乳的污泥样品具有一定的孔隙结构,且随

着石灰乳投加量的增大,结构更为疏松。通过向供水污泥中投加石灰,可在污泥中形成多孔网格状骨架,有利于水分排出并提高污泥的耐压性,从而改善污泥的脱水效能^[5-6]。此外,通过投加石灰乳,还可对污泥 pH 值进行适当的调节,同时不影响后续填埋处置。

因此,在联合投加 PAM 和石灰乳进行调理的条件下,适宜运行工况如下:PAM 投加量(绝干)为 0.4%、石灰乳投加量(绝干,以生石灰计)在 5% ~ 7% 范围内、处理泥量 < 330 kgDS/h,可使出泥含水率低于 70%。

4 不同污泥调理方案技术和经济指标分析

不同污泥调理方案的技术和经济性分析见表 5 和表 6。在污泥中只投加 0.4% 的 PAM 进行调理后压滤,在达到目标含水率(70%)前提下,设备可处理绝干泥 130 kg/h,处理成本为 171.24 元/tDS。在污泥中联合投加 0.4% 的 PAM 和 5% 的 CSDA-1 改性剂调理后压滤,在达到目标含水率前提下,设备可处理绝干泥 200 kg/h,处理成本为 262.44 元/tDS,1 t 污泥的处理成本较仅投加 PAM 工况上升 53.26%,产能提高了 1.54 倍。在污泥中联合投加 0.4% 的 PAM 和 5% 的石灰乳(以生石灰计)进行调理后压滤,在达到目标含水率前提下,设备可处理绝干泥 330 kg/h,处理成本为 150.60 元/tDS,1 t 污泥的处理成本较仅投加 PAM 工况下降约 12.05%,产能提高了 2.54 倍。

表 5 不同污泥调理方案的直接运行费用

Tab. 5 Operation costs of different sludge conditioning methods

项 目		计算说明	数值
单独投加 PAM 调理	单位污泥耗电量/(kW·h)	1 t 绝干污泥耗电量为 113.2 kW·h	113.2
	电费单价/(元·kW ⁻¹ ·h ⁻¹)	按照 0.7 元/(kW·h) 计	0.7
	PAM 消耗量/(kg·t ⁻¹ DS)	按照污泥绝干量 0.4% 质量比计算	4
	PAM 单价/(元·kg ⁻¹)	阳离子型	23
	药剂费/(元·t ⁻¹ DS)	PAM 单价×PAM 消耗量	92
	动力费/(元·t ⁻¹ DS)	单位污泥耗电量×电费单价	79.24
	绝干污泥处理费用/(元·t ⁻¹ DS)		
联合投加 PAM 和 CSDA-1 改性剂调理	单位污泥耗电量/(kW·h)	1 t 绝干污泥耗电量为 79.2 kW·h	79.2
	电费单价/(元·kW ⁻¹ ·h ⁻¹)	按照 0.7 元/(kW·h) 计	0.7
	改性剂消耗量/(kg·t ⁻¹ DS)	按照污泥绝干量 5% 质量比计算	50
	改性剂单价/(元·kg ⁻¹)	—	2.3
	PAM 消耗量/(kg·t ⁻¹ DS)	按照污泥绝干量 0.4% 质量比计算	4
	PAM 单价/(元·kg ⁻¹)	阳离子型	23
	药剂费/(元·t ⁻¹ DS)	PAM 单价×PAM 消耗量+改性剂单价×改性剂消耗量	207
	动力费/(元·t ⁻¹ DS)	单位污泥耗电量×电费单价	55.44
绝干污泥处理费用/(元·t ⁻¹ DS)			262.44

续表5 (Continued)

项 目	计算说明	数值	
联合投加 PAM 和石 灰乳调理	单位污泥耗电量/(kW·h)	1 t 绝干污泥耗电量为 48 kW·h	48
	电费单价/(元·kW ⁻¹ ·h ⁻¹)	按照 0.7 元/(kW·h) 计	0.7
	生石灰消耗量/(kg·t ⁻¹ DS)	按照污泥绝干量 5% 质量比计算	50
	生石灰单价/(元·kg ⁻¹)	—	0.5
	PAM 消耗量/(kg·t ⁻¹ DS)	按照污泥绝干量 0.4% 质量比计算	4
	PAM 单价/(元·kg ⁻¹)	阳离子型	23
	药剂费/(元·t ⁻¹ DS)	PAM 单价×PAM 消耗量+生石灰单价×生石灰消耗量	117
	动力费/(元·t ⁻¹ DS)	单位污泥耗电量×电费单价	33.6
	绝干污泥处理费用/(元·t ⁻¹ DS)		150.60

表6 不同污泥调理方案的技术和经济性分析

Tab.6 Technical and economic analysis of different sludge conditioning methods

项 目	适宜运行工况	处理泥量/ (kgDS·h ⁻¹)	出泥含水 率/%	直接处理成本 (电费+药剂费)/ (元·t ⁻¹ DS)
单独投加 PAM 调理	进泥量 < 10 m ³ /h, PAM 投加量为 0.4%, 滤带张紧气 缸压强为 0.5 MPa, 1 [#] 对气缸压强为 0.1 MPa, 2 [#] 对 气缸压强为 0.2 MPa, 滤带走速为 1 m/min	130	69 ~ 71	171.24
联合投加 PAM 和 CSDA-1 改性剂调理	进泥量 < 15 m ³ /h, PAM 投加量为 0.4%, CSDA-1 改 性剂投加量为 5%, 滤带张紧气缸压强为 0.5 MPa, 1 [#] 对气缸压强为 0.2 MPa, 2 [#] 对气缸压强为 0.3 MPa, 滤带走速为 1 m/min	200	69 ~ 71	262.44
联合投加 PAM 和石灰乳调理	进泥量 < 25 m ³ /h, PAM 投加量为 0.4%, 石灰乳投加 量为 5% (以生石灰计), 滤带张紧气缸压强为 0.5 MPa, 1 [#] 对气缸压强为 0.4 MPa, 2 [#] 对气缸压强为 0.5 MPa, 滤带走速为 1 m/min	330	69 ~ 71	150.60

因此,联合投加 PAM(0.4%) 和石灰乳(5%, 以生石灰计)进行调理,可充分发挥设备性能,降低投资和运营成本。

5 结论

① 因供水污泥性质差异较大,针对脱水性能好的供水污泥(通常含沙量较高),仅需常规投加 PAM,再通过本供水污泥浓缩深脱一体机压滤即可达到目标效果;而针对脱水性能相对较差的供水污泥(一般有机质含量偏高),需联合投加 PAM 与污泥改性剂或骨架剂进行调理,可改善污泥脱水性能、提高污泥抗压强度,然后再通过本供水污泥浓缩深脱一体机压滤可达到目标效果。

② 供水污泥采用阳离子型 PAM,在 0.4% 投加量(绝干泥)下可以达到较好的絮凝效果。絮凝后污泥经转鼓浓缩、带式浓缩后含水率可以降至 89%~93%,能很好地满足后续加药调理和压滤要求,转鼓浓缩+带式浓缩结构适合于供水污泥浓缩要求。

③ 在达到目标含水率前提下,污泥中仅投加

0.4% 的 PAM 进行调理后压滤,设备可处理绝干泥 130 kg/h,处理成本为 171.24 元/tDS。在污泥中联合投加 0.4% 的 PAM 和 5% 的 CSDA-1 改性剂进行调理后压滤,设备可处理绝干泥 200 kg/h,处理成本为 262.44 元/tDS,1 t 污泥的处理成本较仅投加 PAM 工况上升 53.26%,产能提高 1.54 倍。在污泥中联合投加 0.4% 的 PAM 和 5% 的石灰乳(以生石灰计)改性后压滤,设备可处理绝干泥 330 kg/h,处理成本为 150.60 元/tDS,1 t 污泥的处理成本较仅投加 PAM 工况下降约 12.05%,产能提高 2.54 倍。

④ 联合投加 PAM 与石灰乳调理的污泥,其结构强度高、耐压性好,在正常产量下可以达到出泥含水率 70% 的处理目标,能够充分发挥设备性能,有效降低投资和运营成本,推荐在实际生产中使用该工艺。

参考文献:

- [1] 郭宇莹. 磨盘山净水厂污泥脱水特性、制备陶粒及效能研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2015.

- GUO Yuying. Research of Mopanshan Water Treatment Plant Sludge's Dewatering Characteristics, the Preparation and Efficiency of Ceramsite [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2015 (in Chinese).
- [2] 刘辉,许建华. 自来水厂排泥水处理的国内外发展概况[J]. 中国给水排水, 2001, 17(8): 26-28.
- LIU Hui, XU Jianhua. Survey on the development of sludge water treatment in waterworks at home and abroad [J]. China Water & Wastewater, 2001, 17(8): 26-28 (in Chinese).
- [3] 李建,阮燕霞,陈良才,等. 粉煤灰改性—高压带式连续脱水设备用于污泥减量[J]. 中国给水排水, 2019, 35(14): 105-109.
- LI Jian, RUAN Yanxia, CHEN Liangcai, *et al.* Application of high pressure belt filter dewatering equipment modified by fly ash in municipal sludge reduction [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(14): 105-109 (in Chinese).
- [4] 穆丹琳,徐慧,肖峰,等. 给水污泥特性及混凝剂调理对其的影响研究[J]. 中国给水排水, 2015, 31(13): 31-36.
- MU Danlin, XU Hui, XIAO Feng, *et al.* Study on properties of waterworks sludge and effect of coagulants conditioning on dewatering performance [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(13): 31-36 (in Chinese).
- [5] 丁绍兰,曹凯,董凌霄. 石灰调理对污泥脱水性能的影响[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2015, 33(4): 23-27, 36.
- DING Shaolan, CAO Kai, DONG Lingxiao. The influence of lime regulate on the dewaterability of sewage sludge [J]. Journal of Shaanxi University of Science & Technology (Natural Science Edition), 2015, 33(4): 23-27, 36 (in Chinese).
- [6] 于文华,濮文虹,时亚飞,等. 阳离子型表面活性剂与石灰联合调理对污泥脱水性能的影响[J]. 环境化学, 2013, 32(9): 1785-1791.
- YU Wenhua, PU Wenhong, SHI Yafei, *et al.* Effect of cationic surfactants and lime joint action on the dewaterability of sewage sludge [J]. Environmental Chemistry, 2013, 32(9): 1785-1791 (in Chinese).

作者简介:梁远(1981-),男,河北唐山人,硕士,高级工程师,主要研究方向为污泥处理技术。

E-mail: liangyuan@capitalwater.cn

收稿日期:2021-02-27

修回日期:2021-04-08

(编辑:任莹莹)

节约每一滴水,

回收每一滴水,

让每一滴水多循环一次