

絮凝调理对河道疏浚底泥的脱水性能研究

段云平¹, 石泽敏² (1. 上海市青浦区华新水务管理所, 上海 201708; 2. 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要 [目的]研究絮凝调理对河道疏浚底泥的脱水性能影响。[方法]采用不同类型的絮凝剂(无机类絮凝剂 PAC 和有机类絮凝剂 PAM)对疏浚底泥进行脱水试验研究,分析它们对疏浚底泥的脱水性能。[结果]BM3 型有机类絮凝剂(PAM)具有较好的调理性能,最佳配制浓度为 0.1%, 最佳投加量为 180 mg/L。采用无机类絮凝剂(PAC)和有机类絮凝剂(PAM)复配投加的方法,絮凝沉淀所形成的矾花密实,其最佳投加量分别为 800、150 mg/L。[结论]该研究为疏浚底泥的脱水干化提供了可行的参考。

关键词 疏浚底泥;絮凝剂;脱水性能

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)22-07577-02

Research on Dewatering Performance of Flocculant in Sediment from Watercourse Dredging

DUAN Yun-ping et al (Huaxin Water Management, Qingpu, Shanghai 201708)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effects of flocculant on dewatering performance of sediment from watercourse dredging. [Method] Experiments were carried out employing different flocculants (inorganic flocculants PAC and polymer flocculants PAM) which the dewatering performance of dredged sludge, the dewatering performance of dredged sediment were studied. [Result] The organic polymer flocculant (BM3-PAM) had a good conditioning performance, the best configure concentration was 0.1% and the optimal dosage was 180 mg/L. Using the method of adding compound flocculant with PAC and PAM, the alum of flocculating precipitation was very dense, the optimal dosage were 800 and 150 mg/L. [Conclusion] The study provides the feasible reference for the dewatering and drying of dredged sludge.

Key words Dredged sediment; Flocculant; Dewatering performance

环保疏浚技术湖泊河流水污染治理的重要举措之一,也是国际上研究最早并被广泛应用的技术,其目的是与其他湖泊河流治理措施一起对污染水体进行综合治理,有效清除河流、湖泊水体污染底泥中累积的各种污染物,并对疏浚的污泥进行脱水干化。现阶段,针对环保疏浚泥浆常用的脱水干化方法有加药促沉法、土工管带法和机械脱水法,而这些方法均需要在脱水干化处理前对疏浚底泥进行调理调制,以便提高后续处理的效果。

河道疏浚底泥含有大量无机和有机胶体,且颗粒(其中含耗氧性有机物和植物营养盐等)具有较高质量分数,相互间作用明显,其所形成的沉降阻力较大。有研究表明,需要通过投加絮凝剂,使泥浆中难以自然沉淀的胶体物质以及细小的悬浮物聚集成较大的颗粒,提高脱水性能^[1-2]。絮凝沉降是指利用高分子聚合物将悬浮于水中的细颗粒泥沙通过分子力作用凝聚成絮团状集合体的过程,主要通过压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥、沉淀物的卷扫(网捕)等机理作用,使泥浆中悬浮粒子和胶体粒子脱稳、聚集、絮凝、混凝、沉淀。目前比较常用的絮凝剂主要有 PAC-无机高分子型和 PAM-有机高分子型^[3]。其中 PAC 是聚合氯化铝,主要是通过电中和及网捕作用,从而使颗粒间的电荷互斥作用降低,互相靠近而团聚;PAM 是聚丙烯酰胺,主要是通过高分子聚合作用,依靠范德华力将分子粘合在一起。因此笔者主要采用这 2 种试剂进行疏浚底泥的脱水性能研究。

1 材料与方法

1.1 试验泥浆 采用国内某河道疏浚底泥,其比表面积和孔隙率较高,呈胶状液体,中值粒径 D_{50} 为 12.70 μm ,质量浓度为 11.8%,密度为 1.12 g/cm^3 ,有机质含量为 14.5%,pH

为 6~7。

1.2 絮凝剂选择 PAM 为有机高分子絮凝剂,其较长的分子链与分散于泥浆中的胶体颗粒和悬浮粒子形成吸附架桥,有较强的絮凝作用。根据对疏浚底泥的物理化学分析及带电性质,采用阳离子型 PAM,所选用的不同指标参数及型号如表 1 所示。

表 1 PAM 絮凝剂指标参数

序号	聚合度(分子量)	聚合度//%	型号
1	1 000 万	20	BM1
2	1 000 万	30	BM2
3	1 000 万	40	BM3

1.3 单因子试验 向每个平行的试验泥浆中加入不同类型相同浓度的 PAM 絮凝剂,观察絮凝效果,选出最佳的絮凝剂类型。向每个平行的试验泥浆中加入相同类型不同浓度的 PAM 絮凝剂,观察絮凝效果,选出最适的配置浓度和投加量。

1.4 絮凝剂复配试验 根据已有的研究表明,单独使用 PAC 的效果不佳,澄清界面不明显,颗粒和胶体沉淀速度较慢,需配合 PAM 使用^[4],因此,笔者采用絮凝剂复配投加的试验方案,将 2 种絮凝剂配合使用,根据絮凝效果优选出 2 种絮凝剂和最佳的浓度配比。

2 结果与分析

2.1 单因子效果试验结果 根据已有的研究表明, PAM 的溶解度 <0.5%, 通常当浓度 <0.1% 时,浓度太低,不利于聚团,效果不明显,而高于 0.2% 时,黏度过高,流动性较差,因此试验浓度主要为 0.1%~0.2%^[5]。将不同类型的 PAM 进行试验分析,从表 2 可以看出,通过试验 1、2、3 以及 4 和 5 比较, BM3 型的絮凝效果最好, BM1 相对于其他 2 种药剂用药量大,效果较差;通过试验 3 和 5 比较可以看出,絮凝剂的配制浓度由 0.2% 降至 0.1% 时,所需的药剂量减少明

作者简介 段云平(1986-),女,江西吉安人,助理工程师,硕士,从事河道疏浚技术研究。

收稿日期 2014-06-25

显。分析原因可能是由于PAM为高分子絮凝剂,其较高的配置浓度使得絮凝剂的粘度过高,聚丙烯酰胺分子链“不宜舒展”,难以与泥浆中的胶体颗粒充分接触。通过试验5和6对比分析,继续增加絮凝剂的投加量,其絮凝效果不仅没有改善反而变差,形成的矾花较小且分散。分析原因可能是由于絮凝剂用量增加到一定浓度时,胶体已处于稳定状态,再次继续投加,会使已相对稳定的胶体颗粒吸附过多的排斥力,使泥浆再次达到“稳定”,其絮凝效果反而变差。通过试验7和8对比,增加泥浆的质量浓度,絮凝剂投加量也相应增加,但无法形成较好的絮凝沉淀效果。分析原因主要由于

泥浆质量浓度上升,体积浓度相应变大,泥浆中颗粒和胶体更加密实,沉降阻力变大。同时,由于选用的絮凝剂为有机高分子型,具有较高分子链,在增加颗粒沉速时需要一定的空间,能够与颗粒和胶体充分接触反映。而当泥浆的质量浓度提高时,由于泥浆中自由水显著减少,有机高分子絮凝剂难以与颗粒和胶体接触反应。因此,针对质量浓度为11.8%的疏浚泥浆,建议采用质量浓度为0.1%的BM3型PAM絮凝剂,最适投加浓度为180 mg/L。若疏浚泥浆的质量浓度较高时,应稀释后再进行调理。

表2 PAM的选型试验结果

编号	泥浆质量	絮凝剂	絮凝剂配置	投加量	效果描述
	浓度//%		浓度//%		
1	11.8	BM1	0.2	200	矾花较小;上清液浑浊
2	11.8	BM2	0.2	200	矾花较小;上清液较清
3	11.8	BM3	0.2	200	矾花较大;上清液较清
4	11.8	BM3	0.1	150	矾花较大;上清液浑浊
5	11.8	BM3	0.1	180	矾花较大;上清液澄清
6	11.8	BM3	0.1	250	矾花较小且松散;上清液浑浊
7	15.3	BM3	0.1	250	矾花较小;上清液浑浊
8	15.3	BM3	0.1	300	矾花较小且松散;上清液浑浊

2.2 复合絮凝剂效果试验结果 胶体物质及细小颗粒其所形成的沉降阻力难以由单一混凝剂的架桥絮凝作用克服,因此沉速增加十分有限。这就要求不仅克服颗粒间相互斥力,同时提高颗粒的沉降速度,因此通过无机类混凝剂(聚合高分子型)提供的电性中和及网捕作用,利用吸附和架桥,有效地絮凝较细小的颗粒,降低澄清层的浊度。同时,通过有机类絮凝剂(高分子阳离子型),使絮凝体(矾花)变大密实,增加颗粒沉降速度^[6]。因此,采用无机类混凝剂和有机类絮凝剂复配投加的方法,找出各自复配比例。

根据已有的研究表明,PAC的最佳配置浓度为5%^[7];根据单因子的结果分析PAM最佳配置浓度为0.1%,通过添加不同量的PAC和PAM,观察试验效果。从表3可以看出,相对于直接用PAM,PAC和PAM的复配效果更好;试验组1的效果较差,不易聚团,这主要可能由于PAC添加过量,使得本来因为带负电荷互相排斥的泥浆颗粒中和后由

表3 PAC与PAM的复配絮凝试验结果

编号	絮凝剂类型	絮凝剂	投加量	效果描述
		配置浓度//%		
1	PAC	5.0	1 000	矾花较小;上清液浑浊
	BM3型AM	0.1	150	
2	PAC	5.0	600	矾花较大但松散;上清液较好
	BM3型AM	0.1	150	
3	PAC	5.0	800	矾花密实;上清液澄清
	BM3型AM	0.1	150	

带正电荷依然互相排斥的缘故;通过试验组2和3比较可以看出,5.0%PAC与0.1%PAM投加量分别为800、150 mg/L的絮凝沉降效果最好,其形成的矾花较大且密实,上清液较

为澄清。分析原因,此次试验所选用的疏浚底泥有机质含量较高,且颗粒较细,先采用PAC进行调理,降低胶体电位,减少颗粒间的斥力,使悬浮颗粒发生脱稳,然后在PAM的作用下,利用架桥作用,颗粒有效聚集成团,形成“胶粒-高分子-胶粒”的絮状体,并在重力作用下,通过网捕和卷扫的作用,形成密实的矾花,进而完成胶体颗粒的沉淀。

3 结论

(1)絮凝沉淀效果随着添加剂的用量的增加而变化;不同类型的絮凝剂对比试验结果表明,采用单一絮凝剂,BM3型PAM絮凝剂效果最好,其最佳配置浓度为0.1%,最适投加浓度为180 mg/L。絮凝剂用量继续增加后,其絮凝效果并没有提高,反而降低。

(2)相对于直接使用PAM型,PAC和PAM的复配效果更好,且投加量较低,较为经济;随着泥浆浓度的增加,所需的对应配比的絮凝剂的浓度也相应增大,其最适投加量5.0%PAC为800 mg/L,0.1%的BM3型PAM为150 mg/L。

(3)在使用絮凝剂对疏浚泥浆调理时,絮凝剂PAM的配置存放时间不易过长,否则容易使高分子长链解体,失去絮凝效果,通常以不超过24 h为宜。当使用无机混凝剂(PAC)和有机高分子絮凝剂(PAM)复配时,其PAC的添加量不易过高,当5.0%的PAC添加量超过800 mg/L,效果反而不好,不易形成密实的矾花。若疏浚泥浆的质量浓度较高,应稀释后再进行调理调制。

参考文献

- [1] 吕斌,杨开,洪汉清. 东湖底泥的脱水性能试验研究[J]. 中国给水排水,2003,19(5):56-58.
- [2] 霍守亮,席北斗,荆一凤. 环保疏浚底泥干化技术研究[J]. 环境工程,2007,25(5):72-75.

河上游的太巴列湖湖水输送到内盖夫沙漠地区。为了更加有效利用水资源,以色列早在20世纪50年代末期,研制、开发和生产出成套的多规格、多品种、系列节水器材和设备,发展了滴灌等一系列微量灌溉技术,促进了滴灌系统工业兴起,形成了一个完整的节水灌溉设备行业,极大地提高了水资源的利用率。如今,单位土地面积和单方水最大的经济效益是节水农业研究和管理的主要目标。

以色列的果园、大田、公园、街道的绿化区全部设有喷灌或滴灌系统,灌溉系统的最末级管道裸露于地面。采用管道输水和喷滴灌,使水资源的利用率达到90%以上。

3.2 美国的自然条件与节水现状 美国位于北美洲中部^[2],总面积937万km²,地域上湖泊、平原、山脉、丘陵、沙漠、沼泽等各种地貌类型均有分布,境内地势东、西两侧高、中间低、东西以南北走向的落基山脉为界,是太平洋水系和大西洋水系的分水岭,两边自然和气候条件相差较大。河流大部分为南北走向,主要水系有:太平洋水系,包括科罗拉多河、哥伦比亚河,萨克拉门托河等;墨西哥湾水系,由密西西比河及格兰德河等河流构成,流域面积占美国本土面积的2/3;大西洋水系包括波托马克河以及哈得逊河等;北冰洋水系,包括阿拉斯加州注入北冰洋的河流;白令海水系,由阿拉斯加州的育空河及其他诸河构成。

美国全国平均降水量760mm。按自然降水量分布划分,降水是西部少、东部多。东部区域年降水量800~1000mm,是湿润和半湿润地区,而西部内陆区只有250mm,科罗拉多河下游地区甚至不足90mm,为全国最干旱、水资源最紧缺地区。

在先进的节水灌溉技术的推广应用方面,美国是走在前面的。全国注重输水过程的管道化,即使是沟灌和畦灌,大部分也采用管道输水,水通过管道直送沟、畦。美国50%的面积采用喷灌,43%的为地面灌溉,6%为滴灌,1%为其他。采取滴灌入渗量少,用水效率提高,地下水位不会提高。地面灌溉效率虽然较低,但地下水可得到补充,并且可以提高水位。如果土壤为盐碱地^[3],浅层地下水矿化度高,则地面灌溉后下渗的地下水不能再利用。因此,这种情况下采取滴灌是真正节水的。在盐碱地地区,渗入地下的水能带走部分盐分,改良土壤洗盐所需用水是保证作物生长所必要的,所以不能全算是无效用水。他们认为,只要管理得当,条件适宜,地面灌溉同样可以达到80%~85%的灌溉效率。因此,美国灌区中采用地面灌溉还是比较普遍。

4 新疆节水灌溉合理化建议

以色列发展农业有非常不利的自然条件,所以其有限的

水资源主要用于生产经济效益较高的经济作物,谷物的生产逐渐集中到西北部地中海沿岸的旱作农业区,而高耗水的饲料等主要依赖于进口。美国应用先进的节水灌溉技术较早,然而地面灌溉目前仍然保留相当一定比例。在学习国外先进的节水技术时,应充分考虑到我国的基本国情,因地制宜,走一条适合中国国情的道路。

在以地面灌溉为主的新疆,农业生产水平较低,粮食生产任务很重;微灌作为有效的节水灌溉方法,主要用于提高作物质量,增强产品的竞争力。

人类活动的干预,随着高效节水工程的迅猛发展,势必打破绿洲内部固有的水循环规律。据统计分析,在地下水补给中,大约85%是由地表水体补给给地下水,地表水是地下水总补给量的主体,而在地表水体补给量中,各级渠系及田间入渗补给量占地表水体补给量的50%左右。大面积实施高效节水灌溉势必对绿洲水循环造成影响。

针对新疆有些灌区,上游区域的一些农田深层入渗,有可能补给同一灌区下游的地下水而抬高下游区域的地下水位,高地下水位可能有相当数量的地下水被下游区域农作物所利用^[4]。当出现这种情况时,虽然灌区上游的田间灌溉有效利用率不高,但如果这种损失在同一个灌区内不断循环,那么这个灌区的有效利用率会比田间的有效利用率高。因为一个灌区的径流或深层入渗常常被下一个灌区所利用而使得本流域的整个灌溉效益通常较高。这样不但可以减小人为因素的干扰,使灌区内部形成有利的水循环,而且可以减少田间节水设施投入。

高效节水灌溉条件下,灌区高效节水面积与传统灌溉模式综合配置及规划。以流域或大中型灌区为研究对象,根据生态准则、经济准则、效率和效益准则,确定区域内不同节水模式的合理配置,高效节水模式与传统灌溉模式二者并重,有机结合,以解决灌区节水与生态环境建设的矛盾,合理制定高效节水技术发展规模。

新疆地域辽阔,自然地理、气候条件差异很大,应结合高效节水技术的适应条件,制定出科学的节水区划,在此基础上再根据各地的经济发展水平和需求,制定出节水规划,用于宏观上指导节水灌溉的发展。

参考文献

- [1] 李杰,曹玉华.以色列节水农业对我国的启示[J].现代农业科技,2011(7):274,275.
- [2] 美国的节水农业及其启示[J].河南水利与南水北调,2013(6):59-60.
- [3] 刘斌.美国节水灌溉思路、措施和管理[J].规划设计,2000(1):21-23.
- [4] 张志新.新疆节水灌溉发展态势和滴灌的生态效益[J].节水灌溉,2008(11):52-53.

(上接第7578页)

- [3] 毕涛,西伟力,王旭东.絮凝剂在河湖污泥脱水中的应用研究[J].环境科学与管理,2012,37(1):113-114,119.
- [4] 邹鹏,宋碧玉,舒丽芬.高分子絮凝剂对污泥脱水性能的影响[J].化工环保,2004,24(S1):114-116.
- [5] 张跃军,黄娟凤,周莉.不同离子性质絮凝剂在淤泥脱水中的脱水作用

特征[J].精细化工,2007,24(9):903-909.

- [6] 何静,吕志刚,彭嘉培.絮凝沉降法在河湖底泥处理中对水质的影响[J].环境科技,2009,22(2):46-47,50.
- [7] 吕斌,杨开,杨小俊,王弘宇.武汉某湖泊底泥的机械脱水性能研究[J].中国给水排水,2008,24(3):68-71.