



中华人民共和国国家标准

GB/T 39656—2020

自航耙吸挖泥船疏浚系统设计技术要求

Technical requirements for dredging system design of self-propelled trailing
suction hopper dredger

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设计依据 3

5 设计要求 3

 5.1 总体要求 3

 5.2 挖掘系统 3

 5.3 泥泵 4

 5.4 装舱系统 4

 5.5 卸泥系统 5

 5.6 疏浚监控系统 6

 5.7 产量计量系统 6

 5.8 吸/排泥管系 6

 5.9 高压冲水系统 6

6 技术文件 6

7 设计验证 7

附录 A（规范性附录） 耙吸挖泥船疏浚系统设计任务书主要内容 8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国交通运输部提出。

本标准由全国港口标准化技术委员会(SAC/TC 530)和全国海洋船标准化技术委员会(SAC/TC 12)共同归口。

本标准起草单位:中国交通建设股份有限公司、中交疏浚(集团)股份有限公司、中交上海航道局有限公司、中港疏浚有限公司、中交疏浚技术装备国家工程研究中心有限公司、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所、上海交通建设总承包有限公司、中交上航局航道建设有限公司、中交天津航道局有限公司、中交广州航道局有限公司、中交天津港航勘察设计院有限公司、中交广州水运工程设计研究院有限公司、中交星宇科技有限公司。

本标准主要起草人:侯晓明、田俊峰、费龙、刘若元、顾勇、朱荣、李宁、金华、杨舒、赵燕飞、侍健、洪国军、缪袁泉、郑唐文、王健、钟志生。

自航耙吸挖泥船疏浚系统设计技术要求

1 范围

本标准规定了自航耙吸挖泥船疏浚系统的设计依据、设计要求、技术文件和设计验证。
本标准适用于自航耙吸挖泥船疏浚系统的设计、制造和改造。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 17843 船舶和海上技术 挖泥船 术语

GB/T 29135 耙吸挖泥船疏浚监控系统

钢质海船入级规范,中国船级社

钢质内河船舶建造规范,中国船级社

国内航行海船建造规范,中国船级社

国内航行海船入级规则,中国船级社

国际航行海船法定检验技术规则,中华人民共和国海事局

国内航行海船法定检验技术规则,中华人民共和国海事局

内河船舶法定检验技术规则,中华人民共和国海事局

3 术语和定义

GB/T 17843 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最大作业吃水 max dredging draught

自航耙吸挖泥船疏浚作业时的满载吃水。

3.2

挖泥航速 dredging speed

自航耙吸挖泥船在挖泥作业时相对地面的航速。

注：单位为节(knot)。

3.3

主动耙头 active draghead

耙头活动罩相对于固定体的角度可实时调节的耙头。

3.4

原状土 undisturbed soil

保持天然结构和含水率的土。

3.5

封水 gland water

用于防止泥沙对泥泵吸入端、轴端磨损的压力水。

3.6

高压冲水 jet water

用于疏松挖掘土和稀释泥浆的压力水。

3.7

冲洗水 flushing water

用于清洁和去除闸阀腔室内积存物的清洁水。

3.8

泥门 bottom door

安装在耙吸挖泥船泥舱底部,可启闭的卸泥装置。

3.8.1

预卸泥门 pre-dumping door

用于预先卸除泥舱内部分泥浆,以满足浅水区抛泥作业要求的装置。

3.8.2

锥形泥门 conical bottom door

本体形状为锥形的泥门。

3.8.3

方形泥门 box bottom door

本体形状为箱型的泥门。

3.9

抽舱通道 self-emptying channel

抽取泥舱泥浆的专用通道。

3.10

抽舱门 self-emptying door

用于启闭抽舱通道的装置。

3.11

装载消能箱 loading box

对进入泥舱的泥浆进行消能和导流的一种装置。

3.12

溢流筒 overflow duct

调节泥舱液面高度的一种装置。

3.13

泥舱泥浆密度 hopper content density

泥舱内泥浆质量与体积的比值。

注:单位为吨每立方米(t/m^3)。

3.14

疏浚控制台 dredging console

用于对疏浚设备进行集中监视和控制的操作台。

3.15

艏吹装置 bow connection

安装在自航耙吸挖泥船艏部,用于将泥舱内泥浆输送至指定区域的过渡装置。

3.16

艏吹 bow pumping ashore

通过泥泵、艏吹装置和排泥管线将泥舱内泥浆输送至指定区域的一种作业方式。

3.17

艏喷 rainbowing

通过艏吹装置将泥舱内泥浆喷射至指定区域的一种作业方式。

4 设计依据

4.1 自航耙吸挖泥船疏浚系统应符合设计任务书的要求。设计任务书主要内容见附录 A。

4.2 自航耙吸挖泥船疏浚系统应满足《钢质海船入级规范》、《钢质内河船舶建造规范》、《国内航行海船建造规范》、《国内航行海船入级规则》、《国际航行海船法定检验技术规则》、《国内航行海船法定检验技术规则》、《内河船舶法定检验技术规则》适用条款的要求。

5 设计要求**5.1 总体要求**

5.1.1 疏浚系统结构件强度应满足设计作业工况下作业安全的要求。

5.1.2 疏浚系统性能满足船舶生产能力的要求。

5.1.3 耙吸挖泥船挖泥航速宜为 2 knot~4 knot。

5.2 挖掘系统**5.2.1 耙头**

5.2.1.1 耙吸挖泥船应配置适应不同典型土质的耙头。

5.2.1.2 耙吸挖泥船应使用主动耙头。

5.2.1.3 主动耙头液压系统采用独立液压单元。

5.2.1.4 耙头通流面积与耙管通径相匹配。

5.2.1.5 耙头挖掘能力与泥泵性能、船舶推进性能相匹配。

5.2.1.6 耙头靠船舷侧设置防撞装置。

5.2.1.7 高压冲水喷嘴的规格、数量应与高压冲水泵额定工况下的流量、扬程相匹配。

5.2.1.8 设置保险链。

5.2.1.9 宜设置浮标箱。

5.2.1.10 引水窗最大通流面积宜为耙臂通流面积的 30%~90%。

5.2.1.11 主动耙头宜在固定体或活动罩内设置吸口格栅,格栅尺寸与泥泵通过能力匹配。

5.2.2 耙臂

5.2.2.1 耙臂通径与泥泵性能相匹配。

5.2.2.2 滑块与船体结合部位设有密封装置,密封装置应满足:

- a) 负压工况滑块与船体接口对接处间隙不大于 1 mm;
- b) 正压工况采用充气密封。

5.2.2.3 耙臂弯管在滑块内可自由旋转。

5.2.2.4 最大挖深时,耙臂与船舶基线夹角不大于 60°。

5.2.2.5 高压冲水管在船体接口处设置密封装置。

5.2.2.6 耙头与耙臂连接处结构强度为耙臂强度的最低值。

5.2.2.7 耙臂吊点处在结构上应采取局部加强措施。



- 5.2.2.8 水平铰、十字铰直管内宜设置衬管。
- 5.2.2.9 耙臂可曲折,水平折角宜不小于 30° 、垂直折角宜不小于 15° 。
- 5.2.2.10 耙臂上设置旋转接头,旋转接头旋转角度宜为 $\pm 15^{\circ}$ 。
- 5.2.2.11 耙臂上应设置耙臂姿态相关传感器。

5.2.3 耙臂吊放装置

- 5.2.3.1 在船舶横倾 7° 的情况下可将耙臂收回至舷内预定位置。
- 5.2.3.2 绞车最大拉力应按耙臂内充满水的工况确定。
- 5.2.3.3 吊架额定起重能力不小于绞车最大拉力的 1.1 倍。
- 5.2.3.4 耙头吊放机构应配有带液压锁定功能的波浪补偿装置。
- 5.2.3.5 具有耙头快速提升和应急离地控制功能。
- 5.2.3.6 可使耙臂到达工作范围内的任意位置并保持设定的姿态。
- 5.2.3.7 可无线遥控和现场手动操控,并可手动切换。
- 5.2.3.8 根据耙臂长度设置 2 个~4 个耙臂吊放装置,可实现单独操作和联动操作。
- 5.2.3.9 应设置搁墩位置限位传感器。
- 5.2.3.10 应设置舷内、外极限位置传感器。
- 5.2.3.11 吊架应设置机械锁定装置。

5.2.4 耙臂随动架

- 5.2.4.1 耙吸挖泥船应设置耙臂随动架。
- 5.2.4.2 承载物布置宜不多于 2 层。
- 5.2.4.3 所有承载物工作弯曲半径不应小于其最小弯曲半径的 1.25 倍。

5.3 泥泵

- 5.3.1 用于挖泥装舱时,泥泵流量和扬程应按挖泥设计作业工况下的额定产量确定。
- 5.3.2 用于排岸时,泥泵流量和扬程应按吹泥设计作业工况下的额定产量确定。
- 5.3.3 舱内泥泵额定工况汽蚀余量不大于 4 m。
- 5.3.4 用于挖泥作业的舱内泥泵吸口应布置在轻载水线以下。
- 5.3.5 舱内泥泵宜采用双壳泵。
- 5.3.6 挖深大于 45 m 时宜配置水下泥泵。
- 5.3.7 泥泵应配置封水系统,封水系统流量和压力应与泥泵相匹配。
- 5.3.8 泥泵由柴油机直接驱动时,柴油机应具有恒扭矩输出特性。
- 5.3.9 泥泵由变频电动机直接变频驱动时,电动机在 100% 额定转速范围内应具有恒扭矩输出特性,在 100%~120% 额定转速范围内应具有恒功率输出特性。
- 5.3.10 应配置盘车机构。

5.4 装舱系统

5.4.1 装载消能箱

- 5.4.1.1 耙吸挖泥船应设置装载消能箱。
- 5.4.1.2 位置及出口布置应保证装舱效果均匀、高效。
- 5.4.1.3 与装舱总管宜采用法兰连接方式。
- 5.4.1.4 箱体通流面积应不小于其进口通流面积。

- 5.4.1.5 单耙臂耙吸挖泥船装载消能箱的进口通流面积宜为泥泵排出口通流面积的 0.5 倍~1.0 倍,双耙臂耙吸挖泥船装载消能箱的进口通流面积宜为泥泵排出口通流面积的 0.8 倍~1.25 倍。
- 5.4.1.6 装载消能箱开口宜为矩形并配置格栅,开口数量应与泥舱容积匹配,总开口面积宜为箱体通流面积的 6 倍~10 倍。
- 5.4.1.7 装载消能箱主体长度宜为泥舱宽度的 0.85 倍~0.95 倍。

5.4.2 低浓度排放装置

- 5.4.2.1 耙吸挖泥船应设置低浓度排放装置。
- 5.4.2.2 低浓度排放装置出口应设置在轻载水线以下。

5.4.3 溢流筒

- 5.4.3.1 溢流筒的数量、通流面积和位置根据泥泵排量、泥舱尺度、装载消能箱位置确定。
- 5.4.3.2 升降筒体可连续遥控调节,行程根据设计最大舱容和装载最大密度泥浆时的泥面高度确定。
- 5.4.3.3 液压缸应设置防磨损装置。

5.5 卸泥系统

5.5.1 泥门

- 5.5.1.1 泥门的形式、数量和开口面积根据设计抛泥作业要求确定。
- 5.5.1.2 泥门应设有开度显示功能。
- 5.5.1.3 泥门启闭装置应设有机锁紧功能。
- 5.5.1.4 泥门面板应采用耐磨材料。
- 5.5.1.5 需满足浅水区域抛泥作业要求时,宜配置预卸泥门。
- 5.5.1.6 泥门关闭状态时,泥门本体底面应不凸出船底。
- 5.5.1.7 泥门橡胶密封件宜整体成型。
- 5.5.1.8 泥门液压缸最大工作压力下的拉力按公式(1)计算:

$$p \geq k_1 \cdot k_2 \cdot (p_1 + p_2 - p_3) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- p ——液压缸最大工作压力下拉力值,单位为千牛(kN);
- k_1 ——安全系数,取值范围为 1.2~1.3;
- k_2 ——泥门形状系数,锥形泥门取值为 1,方形泥门取值为 0.5;
- p_1 ——满载时装载物对泥门的向下压力值,单位为千牛(kN);
- p_2 ——泥门活动部件重力值,单位为千牛(kN);
- p_3 ——海水对泥门下平面的向上压力值,单位为千牛(kN)。

- 5.5.1.9 泥门结构件强度应满足液压缸最大工作压力下的拉力要求。
- 5.5.1.10 泥门应设置导向和防脱落装置。

5.5.2 抽舱通道

- 5.5.2.1 抽舱通道上的抽舱泥门和抽舱闸阀应设置开度检测传感器。
- 5.5.2.2 抽舱泥门的形式、数量和开口面积根据泥泵排岸流量和泥舱形式确定。

5.5.3 艏吹装置

- 5.5.3.1 艏吹装置整体强度应按照船舶最大抗风浪等级及艏吹绞车最大拉力进行设计。



5.5.3.2 艏喷喷嘴仰角宜为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

5.6 疏浚监控系统

耙吸挖泥船应配置疏浚监控系统,并满足 GB/T 29135 的要求。

5.7 产量计量系统

5.7.1 耙吸挖泥船应配置泥泵产量和吃水装载产量计量系统。

5.7.2 泥泵产量计量应满足:

- a) 设置施工区域水和原状土密度等数据;
- b) 设置流量计、密度计的信号平滑时间;
- c) 泥浆流量最大允许误差为 $\pm 3.0\%$;
- d) 泥浆密度平均最大允许误差为 $\pm 3.0\%$;
- e) 泥泵真空、压力最大允许误差为 $\pm 1.0\%$ 。

5.7.3 吃水装载产量计量应:

- a) 设置船舶排水量表、泥舱舱容表、压载舱舱容表、空船重量、传感器参数等数据;
- b) 具备开泥门、关泥门两种状态下进行空船重量校准功能;
- c) 测量和显示船舶吃水、排水量、装载量、空船重量、船舶纵倾、船舶横倾、泥舱液位高度、原状土方量、舱内泥浆密度等数据;
- d) 存储和输出吃水、排水量、装载量、泥舱液位高度、原状土方量等数据;
- e) 对船舶吃水超限、传感器故障情况进行报警;
- f) 船舶吃水最大允许误差为 $\pm 0.10\text{ m}$;
- g) 泥舱液位最大允许误差为 $\pm 0.05\text{ m}$ 。

5.8 吸/排泥管系

5.8.1 吸/排泥管的管径根据泥泵排量和设计流速确定。

5.8.2 弯管弯曲半径宜不小于管路通径的 1.25 倍。

5.8.3 舱内吸/排泥管线宜采用耐磨材料。

5.8.4 通海闸阀应设置应急关闭装置。

5.8.5 排泥管系应设置透气阀,透气阀的额定工作压力和透气量分别按管路最高工作压力和泥泵额定排量确定。

5.8.6 排泥管系应设置低浓度排放管系,低浓度排出口应设置在轻载水线以下。

5.8.7 泥泵吸入口应配置带人孔的吸口短管。

5.8.8 舱内泥泵吸/排管线宜配置膨胀管。

5.9 高压冲水系统

5.9.1 可根据设计作业工况分别向耙头和泥舱供应高压冲水。

5.9.2 高压冲水额定排量与泥泵排量相匹配,宜为泥泵排量的 0.25 倍~0.5 倍。

5.9.3 高压冲水系统最大管内流速宜不大于 7 m/s 。

5.9.4 泥舱内高压冲水喷嘴布置应无冲洗死角。

6 技术文件

耙吸挖泥船疏浚系统设计应形成的技术文件见表 1。

表 1 耙吸挖泥船疏浚系统设计技术文件清单

序号	名称	序号	名称
1	泥舱容积表	18	泥泵技术规格书及性能曲线
2	装载手册	19	高压冲水泵及驱动安装布置图
3	液舱容积表	20	耙管总成图
4	舱容图	21	耙臂吊放装置布置图
5	挖泥试验大纲	22	耙头吊架布置及安装图
6	泵舱布置图	23	耙中吊架布置及安装图
7	泥泵及驱动系统安装布置图	24	弯头吊架布置及安装图
8	泥门布置及安装图	25	闸阀冲洗水系统原理图
9	抽舱泥门布置及安装图	26	装载消能箱安装布置图
10	溢流筒布置及安装图	27	高压冲水管系原理图
11	舷侧吸口结构图	28	高压冲水管系布置图
12	吸/排管系原理图	29	艏吹艏喷装置布置图
13	泵舱管系布置图	30	疏浚控制台电气系统图
14	装舱管系布置图	31	泥泵控制系统图
15	艏吹管系布置图	32	挖泥设备系统图
16	抽舱管系布置图	33	疏浚集成控制及监测报警系统图
17	泥泵封水系统原理图		

7 设计验证

- 7.1 疏浚系统设计技术文件应由用户确认。
- 7.2 疏浚系统功能、性能通过系泊试验与挖泥试验进行验证。

附 录 A

(规范性附录)

耙吸挖泥船疏浚系统设计任务书主要内容

A.1 基本要求

设计任务书应对耙吸挖泥船疏浚系统的功能、结构、设备及工属具等提出基本要求,设计任务书未作要求的部分参照疏浚船舶设计惯例并符合相关规范要求。

设计任务书可按下列设计要素进行编制:

- a) 作业区域;
- b) 航行区域;
- c) 作业环境;
- d) 船舶性能;
- e) 疏浚性能及配置;
- f) 船体结构;
- g) 甲板设备;
- h) 动力装置及设备;
- i) 电气设备;
- j) 疏浚监控系统和仪器仪表。

A.2 设计要素

A.2.1 作业环境

应明确下列耙吸挖泥船作业环境参数:

- a) 最高室外温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- b) 最低室外温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- c) 机舱设计最高温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- d) 最高海水温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- e) 最低海水温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- f) 相对湿度, %;
- g) 最大流速,单位为节(knot);
- h) 最大风速,单位为米每秒(m/s);
- i) 有义波高,单位为米(m);
- j) 波浪周期,单位为秒(s)。



A.2.2 疏浚性能参数

应明确下列与疏浚性能相关的参数:

- a) 舱容,单位为立方米(m^3);
- b) 自持力,单位为天(d);
- c) 最大作业吃水,单位为米(m);

- d) 最小吃水,单位为米(m);
- e) 挖泥耙臂直径,单位为毫米(mm);
- f) 艏吹接头管径,单位为毫米(mm);
- g) 挖深,单位为米(m);
- h) 设计泥舱泥浆密度,单位为吨每立方米(t/m^3);
- i) 主要挖掘土质;
- j) 装舱时间,单位为分(min);
- k) 抛泥时间,单位为分(min);
- l) 排距,单位为米(m);
- m) 排岸时间,单位为分(min)。



A.2.3 疏浚设备配置

应明确下列主要疏浚设备的配置:

- a) 耙头;
- b) 舱内泵;
- c) 水下泵(如有);
- d) 高压冲水泵;
- e) 泥门;
- f) 溢流装置;
- g) 艏吹装置。

A.2.4 船体结构

对涉及疏浚系统设备的船体材料、局部加强和防腐措施提出特别要求。

A.2.5 甲板设备

对超规范配置设备提出要求。

A.2.6 动力装置及设备

对疏浚系统主要设备的动力配置提出要求。

A.2.7 疏浚监控系统

对疏浚监控系统的功能、性能和主要仪器仪表配置提出要求。
