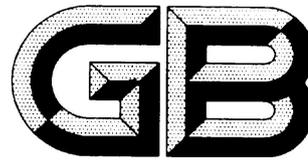


ICS 47.020.70

U 62



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 反铲挖泥船控制系统（草案）

Backhoe dredger control system

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

（本稿完成日期：）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言.....	2
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	4
4 缩略语.....	4
5 要求.....	4
6 试验方法.....	8
7 检验规则.....	10
8 标志、包装、运输和贮存.....	12
附 录 A（规范性附录） 人机界面图形颜色的约定.....	14
附 录 B（规范性附录） 功能试验方法.....	15
附 录 C（规范性附录） 性能试验方法.....	26
附 录 D（规范性附录） 交付文档和资料.....	31

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国交通建设股份有限公司提出。

本标准由全国港口标准化技术委员会疏浚装备分技术委员会（筹）归口。

本标准负责起草单位：中国交通建设股份有限公司、中交天津航道局有限公司、中交天津港航勘察设计研究院有限公司。

本标准参加起草单位：中交疏浚（集团）股份有限公司、中交上海航道局有限公司、中交广州道局有限公司、中交天航滨海环保浚航工程有限公司、中交天航港湾建设工程有限公司、中交烟台环保疏浚有限公司、天津市疏浚工程技术企业重点实验室。

本标准主要起草人：

# 反铲挖泥船控制系统（草案）

## 1 范围

本标准规定了反铲挖泥船控制系统的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本标准适用于反铲挖泥船控制系统的设计、制造、改造和验收，维修可参照使用。

## 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 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.16-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验J及导则：长霉
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.18-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）
- GB/T 2423.101-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验：倾斜和摇摆
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 15479-1995 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法
- GB/T 15511-1995 海洋船电气自动化系统一般要求
- GB/T 17626.2-2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5-2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.11-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 21671-2008 基于以太网技术的局域网系统验收评测规范
- GB/T 28965-2012 抓斗挖泥船疏浚监控系统
- GB/T 28966-2012 绞吸/斗轮挖泥船疏浚监控系统
- 中国船级社《钢质海船入级规范》
- 中国船级社《国内航行海船建造规范》
- 中国船级社《钢质内河船舶建造规范》

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 反铲挖掘机 backhoe excavator

铲斗开口朝向后方的挖掘机，通常由铲斗、小臂、大臂、操作室等装置组成。

#### 3.2 反铲挖泥船疏浚监控系统 backhoe dredger supervisory control system, BDSCS

利用传感器、测量、网络、通信、计算机、自动化等技术，对反铲挖泥船疏浚作业过程进行监测与控制的系统。

#### 3.3 疏浚轨迹 dredging tracking

疏浚监控系统显示的疏浚机具挖掘痕迹。

#### 3.4 控制网 control network

通过标准的网络协议，实现疏浚作业过程控制功能的网络。

### 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDSCS——反铲挖泥船疏浚监控系统 (Backhoe Dredger Supervisory Control System)

AMS——监测报警系统 (Alarm and Monitoring System)

DDLS——疏浚数据记录系统 (Dredge Data Logging System)

DTPM——疏浚轨迹与剖面显示系统 (Dredging Tracking and Profile Monitor)

HMI——人机交互界面 (Human Machinery Interface)

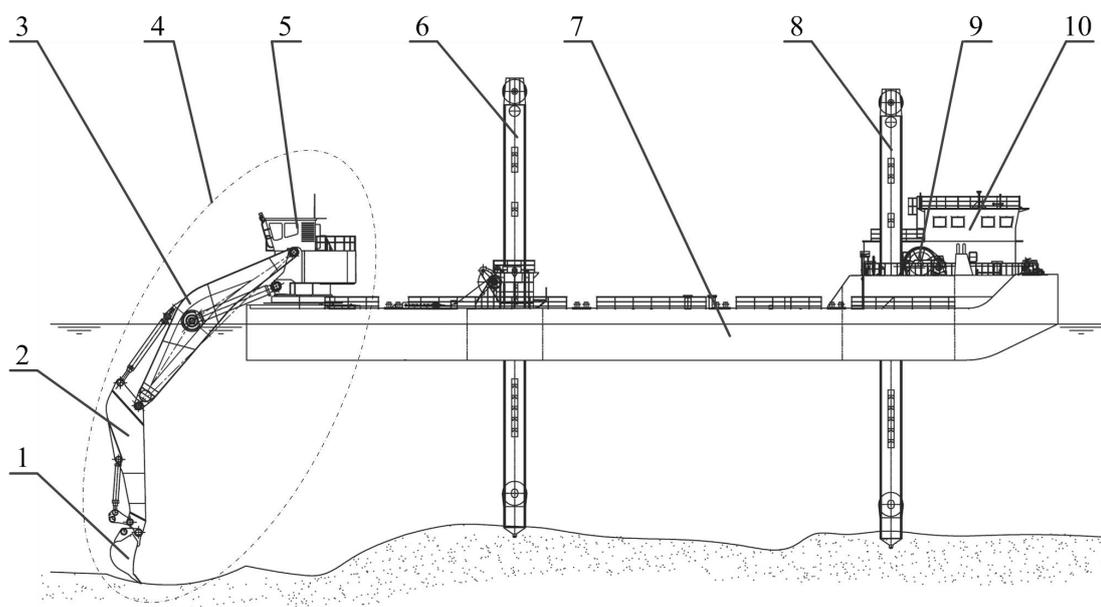
### 5 要求

#### 5.1 结构与组成

##### 5.1.1 结构

##### 5.1.1.1 控制对象

反铲挖泥船疏浚监控系统控制对象见图1:



1—铲斗；2—小臂；3—大臂；4—反铲机；5—反铲机操作室  
6—艏钢桩（左、右）；7—船体；8—艉钢桩；9—台车；10—驾驶室

图1 反铲挖泥船疏浚监控系统控制对象示意图

### 5.1.1.2 反铲挖泥船疏浚监控系统结构

BDSCS宜选用三层结构，即：现场设备层、过程监控层、信息管理层。采用无线或有线组网方式组网，网络的拓扑结构宜选用总线型、星型、环型或混合型。控制网和管理网应相互隔离。

### 5.1.2 组成

BDSCS 应由下列子系统组成：

- a) 动力装置监测与控制系统；
- b) 反铲机监测与控制系统；
- c) 钢桩/台车监测与控制系统；
- d) 船舶姿态监测与控制系统；
- e) 疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）；
- f) 疏浚数据记录系统（DDL S）；
- g) 监测报警系统（AMS）；

### 5.2 操纵方式

BDSCS 应具有手动控制、自动控制、应急控制三种控制操纵方式，应急控制优先。

### 5.3 操作位置

BDSCS应能在如下处所进行操作：

- a) 设备现场；
- b) 反铲机操作室；
- c) 驾驶室；

## 5.4 功能

### 5.4.1 动力装置监测与控制系统

动力装置监测与控制系统应具有下列功能：

- a) 柴油机启车、停车、急停控制及状态监测；
- b) 发电机状态监测；
- c) 液压泵站的启/停、急停、流量控制及状态监测。

### 5.4.2 反铲机监测与控制系统

反铲机监测与控制系统应具有下列功能：

- a) 反铲机左转/右转控制及状态监测；
- b) 大臂、小臂、铲斗抬起/下放控制及状态监测。

### 5.4.3 钢桩/台车监测与控制系统

钢桩/台车监测与控制系统应具有下列功能：

- a) 钢桩起升/下降控制及状态监测；
- b) 台车前进/后退控制及状态监测。

### 5.4.4 船舶姿态监测与控制系统

船舶姿态监测与控制系统应具有下列功能：

- a) 船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测；
- b) 船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测。

### 5.4.5 疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）

DTPM 应具有下列功能：

- a) 参数设置、坐标转换和投影计算；
  - b) 设计/录入/编辑/绘制电子海图、施工区域图、水深图、计划线、挖槽剖面、船形等；
  - c) 以平面、剖面视图和数字显示方式监视挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等；
  - d) 记录与回放挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等。
- 宜具有三维土质信息显示功能。

### 5.4.6 监测报警系统（AMS）

AMS 应具有下列功能：

- a) 设备运转状态报警；
- b) 疏浚过程报警；
- c) 采集、处理、显示和记录监测报警量：满足中国船级社《钢质海船入级规范》、《国内航行海船建造规范》和《钢质内河船舶建造规范》相关要求；
- d) 报警参数值设置：通过权限密码可设置报警参数值。

### 5.4.7 疏浚数据记录系统（DDL S）

DDL S 应具有以下功能：

- a) 对 BDSCS 监测及计算生成的数据进行记录存储；
- b) 对所有疏浚过程进行回放；
- c) 对设备运转状态进行回放。

## 5.5 性能

BDSCS应满足下列要求：

- a) 网络链路传输速率：不小于 10 Mbps；
- b) 监测容量：监测点满足使用并留有不小于 20%余量；
- c) 数据显示更新时间间隔：不大于 1 s；
- d) 数据存储时间间隔：不大于 2 s；
- e) 数据存储介质容量：应能连续记录 365 d 的 BDSCS 数据；
- f) 报警响应时间(多点报警)：
  - 1) 涉及船舶安全的报警响应时间：应满足中国船级社《钢质海船入级规范》、《国内航行海船建造规范》和《钢质内河船舶建造规范》相关要求；
  - 2) 其它报警响应时间：不大于 6 s；
- g) 报警系统 I/O 点：I/O 点满足使用并留有不小于 20%余量；
- h) 控制响应时间：不大于 0.5 s；
- i) 控制系统 I/O 点：I/O 点满足使用并留有不小于 20%余量；
- j) 船舶平面位置定位中误差：±2.0 m；
- k) 船舶艏向中误差：±0.3°；
- l) 船舶调平姿态最大允许误差：±0.1°；
- m) 船舶吃水最大允许误差：±0.05 m；
- n) 大臂/小臂/铲斗姿态角度最大允许误差：±0.5°；
- o) 铲斗下放深度（D）最大允许误差：±0.20 m；
- p) 反铲机旋转角度最大允许误差：±0.5°；
- q) 台车行程最大允许误差：±0.10 m；
- r) 备用电源支持时间：主电源失电，备用电源应满足 BDSCS 正常运行 30 min。

## 5.6 人机界面（HMI）

HMI的图形颜色符合附录A的要求。

## 5.7 外观质量

BDSCS各设备的外表应无伤痕、无锈斑、无色差、无毛刺。

## 5.8 环境适应性

### 5.8.1 温度

BDSCS温度应满足GB/T 15511-1995中3.2.1的要求。

### 5.8.2 相对湿度

BDSCS相对湿度应满足GB/T 15511-1995中3.2.2的要求。

### 5.8.3 倾斜和摇摆

BDSCS倾斜和摇摆应满足GB/T 15511-1995中3.2.4的要求。

#### 5.8.4 振动

BDSCS振动应满足GB/T 15511-1995中3.2.3的要求。

#### 5.8.5 霉菌

BDSCS在黑曲霉、黄曲霉、杂色曲霉、绳状青霉、球毛壳霉的条件下经56 d,长霉等级应不大于GB/T 2423.16-2008中12.3规定的2a级。

#### 5.8.6 盐雾

BDSCS暴露的金属零件、部件及内部金属部分在盐雾条件下经48 h,表面应无金属腐蚀物。

### 5.9 电磁兼容性

BDSCS 抗扰度应满足下列要求:

- a) 静电放电:通过 GB/T 17626.2-2006 中严酷等级 3 级的静放电抗干扰;
- b) 电磁场辐射干扰:通过 GB/T 17626.3-2016 中严酷等级 3 级的射频电磁场辐射干扰;
- c) 电快速瞬变干扰:能承受 GB/T 17626.4-2008 中严酷等级 3 级的电快速瞬变脉冲群干扰;
- d) 浪涌干扰:通过 GB/T 17626.5-2008 中严酷等级 3 级的浪涌(冲击)干扰;
- e) 电压暂降、短时中断:能承受 GB/T 17626.11-2008 中严酷等级 3 类的电压暂降、严酷等级 2 类的短暂中断干扰。

### 5.10 外壳防护

BDSCS 设备应满足下列要求:

- a) 潜水设备外壳防护等级:IP68;
- b) 甲板以上设备外壳防护等级:IP56;
- c) 机泵舱设备外壳防护等级:IP44;
- d) 控制台设备外壳防护等级:IP20;
- e) 其他设备应满足 GB 4208 中有关外壳防护要求。

### 5.11 电压和频率

BDSCS供电电源的电压与频率应能满足GB/T 15511-1995中3.3的有关要求。

### 5.12 绝缘电阻

BDSCS绝缘电阻应满足GB/T 15479-1995中4.1的要求。

### 5.13 绝缘强度

BDSCS绝缘强度应满足GB/T 15479-1995中4.2的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 功能

BDSCS 功能试验按照附录 B 的规定进行。结果应符合 5.4 的要求。

## 6.2 性能

BDSCS性能试验按照附录C的规定进行。结果应符合5.5的要求。

## 6.3 人机界面（HMI）

目视检查 HMI 的图形颜色。结果应符合附录 A 的要求。

## 6.4 外观质量

目视检查 BDSCS 各设备的外观。结果应符合 5.7 的要求。

## 6.5 温度

BDSCS按GB/T 2423.1-2008、GB/T 2423.2-2008规定的试验方法进行温度试验。结果应符合5.8.1的要求。

## 6.6 相对湿度

BDSCS按GB/T 2423.3-2016、GB/T 2423.4-2008规定的试验方法进行相对湿度试验。结果应符合5.8.2的要求。

## 6.7 倾斜和摇摆

BDSCS按GB/T 2423.101-2008规定的试验方法进行倾斜和摇摆试验。结果应符合5.8.3的要求。

## 6.8 振动

BDSCS按GB/T 2423.10-2008规定的试验方法进行振动试验。结果应符合5.8.4的要求。

## 6.9 霉菌

BDSCS按GB/T 2423.16-2008规定的试验方法进行霉菌试验。结果应符合5.8.5的要求。

## 6.10 盐雾

设备金属零部件应按GB/T 2423.17-2008规定的试验方法进行盐雾试验，设备整机应按GB/T 2423.18-2012规定的方法进行盐雾试验。结果应符合5.8.6的要求。

## 6.11 电磁兼容

BDSCS的静电放电干扰试验、射频电磁场干扰试验、电快速瞬变脉冲群干扰试验、浪涌干扰试验、电压暂降和短暂中断干扰试验分别按GB/T 17626.2-2006、GB/T 17626.3-2016、GB/T 17626.4-2008、GB/T 17626.5-2008、GB/T 17626.11-2008规定的方法进行。结果应符合5.9的要求。

## 6.12 外壳防护

BDSCS外壳防护试验按GB 4208规定的试验方法进行。结果应符合5.10的要求。

## 6.13 电压和频率

BDSCS交流供电的设备电压和频率试验按GB/T 6587-2012规定的试验方法进行，结果应符合5.11的要求。

## 6.14 绝缘电阻

BDSCS绝缘电阻试验按GB/T 15479-1995中5.3规定的试验方法进行，结果应符合5.12的要求。

## 6.15 绝缘强度

BDSCS绝缘强度试验，按GB/T 15479-1995中5.4规定的试验方法进行，结果应符合5.13的要求。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

BDSCS检验分为型式检验和出厂检验。

#### 7.1.1 型式检验

BDSCS有下列情况之一，应进行型式检验：

- a) 新产品试制或转厂生产时；
- b) 设计、工艺、材料有较大改变，足以影响产品性能时；
- c) 国家有关质量监督检验部门提出要求。

#### 7.1.2 出厂检验

BDSCS应进行出厂检验。

### 7.2 检验项目

#### 7.2.1 型式检验项目和顺序

BDSCS型式检验的项目和顺序按表1的规定。

#### 7.2.2 出厂检验项目和顺序

BDSCS出厂检验的项目和顺序按表1的规定。

表1 BDSCS 的检验项目和顺序

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求的章条号	试验方法的章条号
1	外观质量	●	●	5.7	6.4
2	温度	●	—	5.8.1	6.5
3	相对湿度	●	—	5.8.2	6.6
4	倾斜和摇摆	●	—	5.8.3	6.7
5	振动	●	—	5.8.4	6.8
6	霉菌	●	—	5.8.5	6.9
7	盐雾	●	—	5.8.6	6.10
8	电磁兼容性	●	—	5.9	6.11
9	外壳防护	●	—	5.10	6.12
10	电压和频率	●	—	5.11	6.13

表 1 BDSCS 的检验项目和顺序（续）

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求的章条号	试验方法的章条号
11	绝缘电阻	●	●	5.12	6.14
12	绝缘强度	●	●	5.13	6.15
13	人机界面（HMI）	—	●	5.6	6.3
14	柴油机启车、停车、急停控制及状态监测	—	●	5.4.1 a)	B.1
15	发电机状态监测	—	●	5.4.1 b)	B.2
16	液压泵站启/停、急停、流量控制及状态监测	—	●	5.4.1 c)	B.3
17	反铲机左转/右转控制及状态监测	—	●	5.4.2 a)	B.4
18	大臂、小臂、铲斗抬起/下放控制及状态监测	—	●	5.4.2 b)	B.5
19	钢桩起升/下降控制及状态监测	—	●	5.4.3 a)	B.6
20	台车前进/后退控制及状态监测	—	●	5.4.3 b)	B.7
21	船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测	—	●	5.4.4 a)	B.8
22	船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测	—	●	5.4.4 b)	B.9
23	疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）	—	●	5.4.5	B.10
24	设备运转状态报警	—	●	5.4.6 a)	B.11
25	疏浚过程报警	—	●	5.4.6 b)	B.12
26	采集、处理、显示和记录监测报警量	—	●	5.4.6 c)	B.13
27	报警参数值设置	—	●	5.4.6 d)	B.14
28	对 BDSCS 监测及计算生成的数据进行记录存储	—	●	5.4.7 a)	B.15
29	对所有疏浚过程进行回放	—	●	5.4.7 b)	B.16
30	对设备运转状态进行回放	—	●	5.4.7 c)	B.17
31	网络链路传输速率	●	●	5.5 a)	C.1
32	监测容量	●	●	5.5 b)	C.2
33	数据显示更新时间间隔	●	●	5.5 c)	C.3
34	数据存储时间间隔	●	●	5.5 d)	C.4
35	数据存储介质容量	●	●	5.5 e)	C.5
36	报警响应时间	●	●	5.5 f)	C.6

表 1 BDSCS 的检验项目和顺序（续）

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求的章条号	试验方法的章条号
37	报警系统 I/O 点	●	●	5.5 g)	C. 7
38	控制响应时间	●	●	5.5 h)	C. 8
39	控制系统 I/O 点	●	●	5.5 i)	C. 9
40	船舶平面位置定位中误差	●	●	5.5 j)	C. 10
41	船舶艏向中误差	●	●	5.5 k)	C. 11
42	船舶调平姿态最大允许误差	●	●	5.5 l)	C. 12
43	船舶吃水最大允许误差	●	●	5.5 m)	C. 13
44	大臂/小臂/铲斗姿态角度最大允许误差	●	●	5.5 n)	C. 14
45	铲斗下放深度（ $D$ ）最大允许误差	●	●	5.5 o)	C. 15
46	反铲机旋转角度最大允许误差	●	●	5.5 p)	C. 16
47	台车行程最大允许误差	●	●	5.5 q)	C. 17
48	备用电源支持时间	●	●	5.5 r)	C. 18
注：●必检项目；—不检项目。					

### 7.3 抽样及组批

#### 7.3.1 型式检验样品和数量

BDSCS型式检验样品数量为一台。

#### 7.3.2 出厂检验样品和数量

BDSCS每台均应做出厂检验。

### 7.4 判定规则

#### 7.4.1 型式检验判定规则

BDSCS全部检验项目符合要求时，则判定型式检验合格。若其中任一项目检验不符合要求时，允许采取改进措施后复验不超过一次。若复验符合要求，仍判定BDSCS型式检验合格；若复验仍有不符合要求的项目，则判定BDSCS型式检验不合格。

#### 7.4.2 出厂检验判定规则

BDSCS全部检验项目符合要求时，则判定BDSCS出厂检验合格。若其中任一项检验不符合要求时，允许采取改进措施后进行复验不超过一次。若复验符合要求，仍判定BDSCS出厂检验合格；若复验仍有不符合要求的项目，则判定BDSCS出厂检验不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

BDSCS 应在明显位置安装中、英文铭牌，铭牌应包括下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 产品名称；
- c) 出厂年月；
- d) 产品符合的标准号；
- e) 额定电压；
- f) 额定频率。

## 8.2 包装

BDSCS 包装应符合 GB/T 13384-2008 的要求，包装标志应符合 GB/T 191-2008 的要求，BDSCS 交付文件应符合附录 D 的规定。

## 8.3 运输

BDSCS 设备的运输应满足下列要求：

- a) BDSCS 设备的运输在  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下不应出现异常情况。温度恢复正常后，设备的性能应符合 5.3 的规定；
- b) 产品应适于陆运、空运、水运(海运)，运输装卸按包装箱的标志进行操作。

## 8.4 贮存

BDSCS 设备在相对湿度不大于 85%，无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪侵害的库房内贮存。

附 录 A  
(规范性附录)  
人机界面图形颜色的约定

### A.1 报警级别

BDCSCS报警级别的种类按表A.1规定设置红、黄两种颜色，对应两级报警。

### A.2 画面颜色的约定

画面颜色采用下列约定：

- a) 人机界面图形的颜色宜采用冷色调，非操作画面的颜色可采用暖色调；
- b) 人机界面图形的配色应使流程图画面简单明确，色彩协调，前后一致，颜色数量不宜过多；
- c) 人机界面图形色彩选用应符合表 A.1 的约定；
- d) 相同功能的“软操作键”在不同画面的相对位置尽量相同。

表 A.1 色彩选用约定

颜色		通用意义	与图形符号相结合的意义	与数字数据相结合的意义
中文	英文			
红	red	危险	最高级报警	最高级报警
黄	yellow	警告	异常条件；次级报警	异常条件；次级报警
灰	grey	静态	停止；关闭；断开	无
青	cyan	特殊意义	遥控	无
兰	blue	次要	备用设备	数字标记
白	white	安全；程序激活状态	无	测量值或状态值；动态数据
绿	green	安全；程序激活状态	正常操作；运行；打开；闭合； 图形示值	无

### A.3 图形的亮度

人机界面图形的亮度应与环境的亮度相匹配，画面的亮度应是环境亮度的 2 倍~3 倍。

附 录 B  
(规范性附录)  
功能试验方法

## B.1 柴油机启车、停车、急停控制及状态监测

### B.1.1 试验条件

BDFCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.1.2 试验器具

BDFCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.1.3 试验内容

柴油机的状态监测与启车、停车、急停控制试验内容如下：

- a) 实现柴油机启/停车控制；
- b) 实现柴油机紧急停车控制；
- c) 根据外部停车信号实现柴油机停车控制；
- d) 监测柴油机运行状态和运行参数。

### B.1.4 试验步骤

柴油机的状态监测与启车、停车、急停控制试验步骤如下：

- a) BDFCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDFCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 按下BDFCS的“柴油机启车”按钮，“柴油机启车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- d) 按下BDFCS的“柴油机停车”按钮，“柴油机停车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- e) 按下BDFCS的“柴油机紧急停车”按钮，“柴油机紧急停车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- f) 通过输入/输出信号模拟装置输入外部“柴油机停车”信号，BDFCS接收信号后，“柴油机停车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- g) BDFCS监控界面正确显示柴油机启/停车、紧急停车等运行状态和运行参数。

## B.2 发电机状态监测试验

### B.2.1 试验条件

BDFCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.2.2 试验器具

BDFCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.2.3 试验内容

监测发电机运行状态和运行参数。

#### B.2.4 试验步骤

发电机状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 通过输入/输出信号模拟装置输入发电机组的运行状态和运行参数，BDSCS接收信号后，监控界面正确显示发电机运行状态和运行参数。

#### B.3 液压泵站启/停、急停、流量控制及状态监测试验

##### B.3.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

##### B.3.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

##### B.3.3 试验内容

液压泵站启/停、急停、流量控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现液压泵站启动、停止、流量控制；
- b) 实现液压泵站紧急停止控制；
- c) 根据外部停止信号实现液压泵站停止控制；
- d) 监测液压泵站运行状态及液压油温度、压力等相关参数。

##### B.3.4 试验步骤

液压泵站启/停、急停、流量控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 按下BDSCS的“液压泵站启动”按钮，“液压泵站启动”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- d) 按下BDSCS的“液压泵站停止”按钮，“液压泵站停止”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- e) 在BDSCS监控界面设置液压泵站流量百分比，输入/输出信号模拟装置相应仪表指示正确；
- f) 按下BDSCS的“液压泵站紧急停车”按钮，“液压泵站紧急停车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- g) 通过输入/输出信号模拟装置输入外部“液压泵站停车”信号，BDSCS接收信号后，“液压泵站停车”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- h) BDSCS监控界面正确显示液压泵站启动、停止、紧急停止、流量等运行状态和运行参数。

#### B.4 反铲机左转/右转控制及状态监测试验

##### B.4.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

#### B.4.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

#### B.4.3 试验内容

反铲机左转/右转控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现反铲机左转/右转控制；
- b) 监测反铲机旋转运行状态和运行参数。

#### B.4.4 试验步骤

反铲机左转/右转控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS 与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动 BDSCS 及输入/输出信号模拟装置；
- c) 推动 BDSCS 手柄，“反铲机左转”和“旋转速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- d) 推动 BDSCS 手柄，“反铲机右转”和“旋转速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- e) BDSCS 监控界面正确显示反铲机旋转运行状态和运行参数。

### B.5 大臂、小臂、铲斗抬起/下放控制及状态监测试验

#### B.5.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

#### B.5.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

#### B.5.3 试验内容

大臂、小臂、铲斗抬起/下放控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现反铲机大臂的抬起/下放控制；
- b) 实现反铲机小臂的抬起/下放控制；
- c) 实现反铲机铲斗的抬起/下放控制；
- d) 监测大臂、小臂、铲斗抬起/下放运行状态和运行参数。

#### B.5.4 试验步骤

大臂、小臂、铲斗抬起/下放控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS 与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动 BDSCS 及输入/输出信号模拟装置；
- c) 推动 BDSCS 手柄，“大臂抬起”和“大臂抬起速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- d) 推动 BDSCS 手柄，“大臂下放”和“大臂下放速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指

示灯亮，相应仪表指示正确；

- e) 推动 BDSCS 手柄，“小臂抬起”和“小臂抬起速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- f) 推动 BDSCS 手柄，“小臂下放”和“小臂下放速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- g) 推动 BDSCS 手柄，“铲斗抬起”和“铲斗抬起速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- h) 推动 BDSCS 手柄，“铲斗下放”和“铲斗下放速度”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，相应仪表指示正确；
- i) BDSCS 监控界面正确显示大臂、小臂、铲斗抬起/下放运行状态和运行参数。

## B.6 钢桩起升/下降控制及状态监测试验

### B.6.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.6.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.6.3 试验内容

钢桩起升/下降控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现钢桩起升/下降控制；
- b) 监测钢桩起升/下降运行状态和相关参数。

### B.6.4 试验步骤

钢桩起升/下降控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) BDSCS发出“钢桩上升”命令，“钢桩上升”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- d) 输入/输出信号模拟装置10S内未有“钢桩正在上升”信号反馈，钢桩上升动作失败，BDSCS报警并退出相应的控制程序；
- e) 通过输入/输出信号模拟装置10S内有“钢桩正在上升”信号反馈，钢桩上升动作成功；
- f) BDSCS监控界面输入下限位或通过输入/输出信号模拟装置输入下限位，当钢桩到达下限位时，发出报警信息，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮、蜂鸣器响，BDSCS“钢桩停止”输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“钢桩上升”命令无效；
- g) BDSCS发出“钢桩下降”命令，“钢桩下降”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- h) 输入/输出信号模拟装置10S内未有“钢桩正在下降”信号反馈，钢桩上升动作失败，BDSCS报警并退出相应的控制程序；
- i) 通过输入/输出信号模拟装置10S内有“钢桩正在下降”信号反馈，钢桩上升动作成功；

- j) BDSCS监控界面输入上限位或通过输入/输出信号模拟装置输入上限位，当钢桩到达上限位时，发出报警信息，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮、蜂鸣器响，BDSCS“钢桩停止”输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“钢桩下降”命令无效；
- k) BDSCS监控界面正确显示钢桩起升/下降运行状态和运行参数。

## B.7 台车前进/后退控制及状态监测试验

### B.7.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.7.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.7.3 试验内容

台车前进/后退控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现台车前进/后退控制；
- b) 监测台车前进/后退状态和相关参数。

### B.7.4 试验步骤

台车前进/后退控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) BDSCS发出“台车前进”命令，“台车前进”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- d) 输入/输出信号模拟装置10S内未有“台车正在前进”信号反馈，台车前进动作失败，BDSCS报警并退出相应的控制程序；
- e) 通过输入/输出信号模拟装置10S内有“台车正在前进”信号反馈，台车前进动作成功；
- f) BDSCS监控界面输入前进限位或通过输入/输出信号模拟装置输入前进限位，当台车到达前进限位时，发出报警信息，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮、蜂鸣器响，BDSCS“台车停止”输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“台车前进”命令无效；
- g) BDSCS发出“台车后退”命令，“台车后退”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- h) 输入/输出信号模拟装置10S内未有“台车正在后退”信号反馈，台车后退动作失败，BDSCS报警并退出相应的控制程序；
- i) 通过输入/输出信号模拟装置10S内有“台车正在后退”信号反馈，台车前进动作成功；
- j) BDSCS监控界面输入后退限位或通过输入/输出信号模拟装置输入后退限位，当台车到达前进限位时，发出报警信息，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮、蜂鸣器响，BDSCS“台车停止”输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“台车后退”命令无效；
- k) BDSCS监控界面正确显示台车前进/后退运行状态和相关参数。

## B.8 船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验

### B.8.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.8.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.8.3 试验内容

船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验内容如下：

- a) 实现船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制；
- b) 监测船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降状态和相关参数。

### B.8.4 试验步骤

船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 按下BDSCS的“钢桩上升”或“钢桩下降”按钮，“钢桩上升”或“钢桩下降”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，同时输入/输出信号模拟装置反馈钢桩位置信号及船舶“横倾角”和“纵倾角”信号，如此调整直至BDSCS的“横倾角”和“纵倾角”在限定值以内；
- d) 按下BDSCS的“船舶水平上升”按钮，“钢桩下降”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，并反馈给BDSCS每个钢桩的上升速度相同；
- e) 按下BDSCS的“船舶水平上升停止”按钮，“钢桩停止”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- f) 通过输入/输出信号模拟装置给出横倾角或纵倾角超过限定值，按下BDSCS的“船舶水平上升”按钮，BDSCS“钢桩停止”输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“船舶水平上升”按钮无效；
- g) 按下BDSCS的“船舶水平下降”按钮，“钢桩上升”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，并反馈给BDSCS每个钢桩的下降速度相同；
- h) 按下BDSCS的“船舶水平下降停止”按钮，“钢桩停止”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- i) 通过输入/输出信号模拟装置给出横倾角或纵倾角超过限定值，按下BDSCS的“船舶水平下降”按钮，BDSCS“钢桩停止”输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“船舶水平下降”按钮无效；
- j) BDSCS监控界面正确显示船舶姿态手动调平、水平上升、水平下降运行状态和运行参数。

## B.9 船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验

### B.9.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.9.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.9.3 试验内容

船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验内容如下：

- c) 实现船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制；
- d) 监测船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降状态和相关参数。

### B.9.4 试验步骤

船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降控制及状态监测试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 按下BDSCS的“自动调平”，“自动调平”信号输出，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，同时输入/输出信号模拟装置反馈信号使“自动调平”指示灯亮，自动调平功能有效；
- d) 在BDSCS监控界面设定船舶上升距离，按下BDSCS的“船舶水平上升”按钮，“钢桩下降”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，并反馈给BDSCS每个钢桩的上升速度相同；
- e) 当船舶上升到设定值，“钢桩停止”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- f) 通过输入/输出信号模拟装置给出横倾角或纵倾角超过限定值，按下BDSCS的“船舶水平上升”按钮，BDSCS“钢桩停止”输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“船舶水平上升”按钮无效；
- g) 在BDSCS监控界面设定船舶下降距离；按下BDSCS的“船舶水平下降”按钮，“钢桩上升”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，并反馈给BDSCS每个钢桩的下降速度相同；
- h) 当船舶下降到设定值，“钢桩停止”信号输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮；
- i) 通过输入/输出信号模拟装置给出横倾角或纵倾角超过限定值，按下BDSCS的“船舶水平下降”按钮，BDSCS“钢桩停止”输出给每个钢桩，输入/输出信号模拟装置相应指示灯亮，“钢船舶水平下降”按钮无效；
- j) BDSCS监控界面正确显示船舶姿态自动调平、水平上升、水平下降运行状态和运行参数。

## B.10 疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）试验

### B.10.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B.10.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B.10.3 试验内容

疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）试验内容如下：

- a) 实现参数设置、坐标转换和投影计算；
- b) 实现设计/录入/编辑/绘制电子海图、施工区域图、水深图、计划线、挖槽剖面、船形等；

- c) 实现以平面、剖面视图和数字显示方式监视挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等；
- d) 实现记录与回放挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等；
- e) 实现三维土质信息显示。

#### B. 10.4 试验步骤

疏浚轨迹与剖面显示系统（DTPM）试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 在软件设置界面进行参数设置，观察相关界面显示与参数设置是否一致；
- d) 在软件坐标转换界面，输入已知点坐标，选择不同投影方式分别进行坐标转换计算，观察计算结果是否正确；
- e) 在软件分别进行设计/录入/编辑/绘制电子海图、施工区域图、水深图、计划线、挖槽剖面、船形的操作，观察DTPM界面显示与操作是否一致；
- f) 通过输入/输出信号模拟装置输入挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等信号，观察DTPM平面、剖面视图和数字显示是否与输入信号一致；
- g) 通过输入/输出信号模拟装置输入挖泥船船位与艏向、铲斗位置与深度、铲斗的疏浚轨迹和钢桩位置等信号，观察DTPM软件是否生成记录文件，且能在软件中对记录文件进行回放，回放间隔可设置。
- h) 在软件中输入三维土质信息，观察DTPM界面显示是否与输入信息保持一致；
- i) 记录上述试验结果。

#### B. 11 设备运转状态报警试验

##### B. 11.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

##### B. 11.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

##### B. 11.3 试验内容

实现在计算机画面显示 AMS 报警信息。

##### B. 11.4 试验步骤

设备运转状态报警试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 输入/输出信号模拟装置输入设备运转状态报警信号，BDSCS监控界面显示相应的报警信息，报警指示灯亮，蜂鸣器响。

#### B. 12 疏浚过程报警试验

### B. 12.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 12.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 12.3 试验内容

实现在计算机画面显示AMS报警信息。

### B. 12.4 试验步骤

疏浚过程报警试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 输入/输出信号模拟装置输入疏浚过程报警信号，BDSCS监控界面显示相应的报警信息，报警指示灯亮，蜂鸣器响。

## B. 13 采集、处理、显示和记录监测报警量试验

### B. 13.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 13.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 13.3 试验内容

实现对监测报警量采集、处理、显示和记录。

### B. 13.4 试验步骤

设备运转状态报警试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 通过输入/输出信号模拟装置输入所需监测信号并进行记录，BDSCS系统进行相应运算并进行存储；
- d) BDSCS监控界面显示监测报警量并记录；
- e) 打开BDSCS数据存储界面，抽检10%生成的存储数据与模拟装置输入信号是否保持一致。

## B. 14 报警参数值设置试验

### B. 14.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 14.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 14.3 试验内容

报警参数值设置试验内容如下：

- a) 实现通过权限密码可设置报警参数值；
- b) 实现对报警量上、下限值设置；
- c) 实现对报警延迟时间设置。

### B. 14.4 试验步骤

报警参数值设置试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS，进入BDSCS监控界面中的参数设置界面设置权限密码；
- c) 进入BDSCS监控界面中的参数设置界面对报警量的上/下限值和报警延迟时间进行调整；
- d) 设置完成后保存时再次输入权限密码；
- e) 启动输入/输出信号模拟装置，通过输入/输出信号模拟装置输入并调整所需监测信号，检查报警参数与设置是否一致；

## B. 15 对BDSCS监测及计算生成的数据进行记录存储试验

### B. 15.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 15.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 15.3 试验内容

实现对BDSCS监测及计算生成的数据记录存储。

### B. 15.4 试验步骤

对BDSCS监测及计算生成的数据进行记录存储试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 通过输入/输出信号模拟装置向BDSCS输入模拟疏浚信号，BDSCS系统进行相应运算；
- d) 打开BDSCS数据存储界面，抽检10%生成的存储数据与输入模拟信号进行比对。

## B. 16 对所有疏浚过程进行回放试验

### B. 16.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 16.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 16.3 试验内容

实现对所有疏浚过程回放。

### B. 16.4 试验步骤

对所有疏浚过程进行回放试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 通过输入/输出信号模拟装置输入所需监测信号并进行记录，BDSCS系统进行相应运算并进行存储；
- d) 在BDSCS监控界面进行生产回放并记录回放数据，即以反铲机姿态为主的回放，包括反铲机水上姿态、反铲机水下姿态两组画面。回放间隔可设置
- e) 在BDSCS监控界面进行设备回放并记录回放数据，即对设备状态画面的回放，包括冷却系统、发电机组、液压系统、挖掘机、柴油机、钢桩系统、油脂系统等。回放间隔可设置。
- f) 在BDSCS监控界面进行历史曲线回放并记录回放数据，即通过选择时间节点和需要参数进行历史曲线生成。回放间隔可设置。
- g) 在BDSCS监控界面进行轨迹回放并记录回放数据，即船舶施工轨迹进行回放。回放间隔可设置。
- h) 在BDSCS监控界面进行数据回放并记录回放数据，即船舶所有模拟量输入点和数字量输入点进行历史回放。回放间隔可设置；
- i) 打开BDSCS数据存储界面，抽检10%生成的存储数据与模拟装置输入信号、回放数据是否保持一致。

## B. 17 对设备运转状态进行回放试验

### B. 17.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后，在工厂进行模拟试验。

### B. 17.2 试验器具

BDSCS一套、输入/输出信号模拟装置一套。

### B. 17.3 试验内容

实现对设备运转状态回放。

### B. 17.4 试验步骤

对设备运转状态进行回放试验步骤如下：

- a) BDSCS与输入/输出信号模拟装置电气连接正确；
- b) 启动BDSCS及输入/输出信号模拟装置；
- c) 通过输入/输出信号模拟装置输入所需监测信号并进行记录，BDSCS系统进行相应运算并进行存储；
- d) 在BDSCS监控界面进行对冷却系统、发电机组、液压系统、挖掘机、柴油机、钢桩系统、油脂系统等设备状态画面进行回放并记录回放数据；
- e) 打开BDSCS数据存储界面，抽检10%生成的存储数据与模拟装置输入信号、回放数据是否保持一致。

**附 录 C**  
**(规范性附录)**  
**性能试验方法**

**C.1 网络链路传输速率试验**

BDFCS网络链路传输速率试验按照GB/T 21671-2008中7.1.2规定的方法进行。

**C.2 监测容量试验**

BDFCS监测容量试验按照GB/T 28965-2012 附录B.2中规定的试验条件及试验方法进行。

**C.3 数据显示更新时间间隔试验**

BDFCS数据显示更新时间间隔试验按照GB/T 28965-2012 附录B.3中规定的试验条件、试验器具及试验方法进行。

**C.4 数据存储时间间隔试验**

BDFCS数据存储时间间隔试验按照GB/T 28965-2012 附录B.4中规定的试验条件及试验方法进行。

**C.5 数据存储介质容量试验**

BDFCS数据存储介质容量试验按照GB/T 28965-2012 附录B.5中规定的试验条件及试验方法进行。

**C.6 报警响应时间试验**

BDFCS报警响应时间试验按照GB/T 28965-2012 附录B.6中规定的试验条件、试验器具及试验方法进行。

**C.7 报警系统I/O点试验**

BDFCS报警系统I/O点试验按照GB/T 28965-2012 附录B.7中规定的试验条件及试验方法进行。

**C.8 控制响应时间试验**

BDFCS控制响应时间试验按照GB/T 28965-2012 附录B.8中规定的试验条件、试验器具及试验方法进行。

**C.9 控制系统I/O点试验**

BDFCS控制系统I/O点试验按照GB/T 28965-2012 附录B.9中规定的试验条件及试验方法进行。

### C.10 船舶平面位置定位中误差试验

BDSCS 船舶平面位置定位中误差试验按照 GB/T 28965-2012 附录 B.10 中规定的试验环境、试验器具及试验方法进行。

### C.11 船舶艏向中误差试验

BDSCS 船舶艏向中误差试验按照 GB/T 28965-2012 附录 B.11 中规定的试验条件、试验器具及试验方法进行。

### C.12 船舶吃水最大允许误差试验

#### C.12.1 试验条件

风力小于4级且平潮，系稳船舶，船舶正浮姿态下在船上进行试验。

#### C.12.2 试验器具

船舶吃水最大误差试验器具为水铈一个，具有2级计量合格证书的30 m钢卷尺一个。

#### C.12.3 试验方法

船舶吃水最大误差试验按下列方法进行：

- 根据吃水传感器的安装位置在左右船舷上标记两个测量点，两个测量点与传感器安装点组成的平面与船甲板垂直；
- 用水铈和钢卷尺测量左右舷测量点至水面的距离不少于五次，同步记录吃水示值，并根据左右舷距离水面的高度按公式 (C.1) 计算吃水传感器安装点的吃水深度；

$$Dr_{si} = \left( H - \frac{Af_{ai} + Bf_{bi}}{A + B} \right) \cos \left( \arctan \left( \frac{f_{bi} - f_{ai}}{A + B} \right) \right) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$Dr_{si}$  ——第  $i$  组吃水传感器安装点的吃水深度计算值，单位为米 (m)；

$H$  ——船体高度，单位为米 (m)；

$A$  ——吃水传感器安装位置距左船舷水平距离，单位为米 (m)；

$B$  ——吃水传感器安装位置距右船舷水平距离，单位为米 (m)；

$f_{ai}$  ——第  $i$  组测量的左舷测量点至水面的距离，单位为米 (m)；

$f_{bi}$  ——第  $i$  组测量的右舷测量点至水面的距离，单位为米 (m)；

- 船舶吃水测量误差按公式 (C.2) 计算；

$$\Delta Dr_i = Dr_{si} - Dr_{Xi} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$\Delta Dr_i$ ——第  $i$  组 船舶吃水误差，单位为米（m）；

$Dr_{xi}$ ——第  $i$  组 吃水传感器安装点的吃水示值，单位为米（m）；

d) 从计算结果中找出船舶吃水最大误差。

### C.13 船舶调平姿态最大允许误差试验

#### C.13.1 试验条件

风力小于4级且平潮，系稳船舶，船舶距离码头10m-30m，在码头上进行试验。

#### C.13.2 试验器具

S2级水准仪1套

#### C.13.3 试验方法

船舶调平姿态最大允许误差试验按下列方法进行：

- 调整船舶位置，使船舶的右（左）侧船舷与码头近似平行状态；
- 在主甲板上靠近码头一侧的船艏和船艉位置选取测量点并分别标记为 A 点、B 点，并在主甲板左（右）侧接近船中的位置选取测量点并标记为 C 点；
- 在码头上选取位置点并标记为 D，使 D 点位于 A 点和 B 点连线的垂直平分线附近；
- 在 A、B、C 三点分别放置测量塔尺，在 D 点放置水准仪并调平，并分别观测塔尺；
- 调整钢桩，直至三个塔尺的水准仪读数一致；
- 记录横纵倾传感器的显示值，该值即为最大误差。

### C.14 铲臂、铲斗姿态角度最大允许误差试验

#### C.14.1 试验条件

风力小于4级且平潮，系稳船舶，在船舶正浮姿态下在船上进行试验。

#### C.14.2 试验器具

激光仪1套，垂直角度尺。

#### C.14.3 试验方法

铲臂、铲斗姿态角度最大允许误差试验按下列方法进行：

- 在甲板合适位置分别选取大臂、小臂、铲斗的 3 个测量点，并根据到反铲机旋转中心的距离进行刻度标记；
- 由于大臂、小臂、铲斗的尺寸已知，因此，可根据刻度数据（即到旋转中心的距离）计算姿态角度，并根据公式计算得到对应关系表，以大臂为例计算公式如（C.3）；

$$\alpha'_i = \arccos \frac{l_i}{L} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

$\alpha'_i$  ——第  $i$  组大臂姿态角度计算值，单位为度（°）；

$l_i$  ——第  $i$  组大臂刻度数据即到旋转中心的距离，单位为米（m）；

$L$  ——大臂有效长度即大臂两端转轴的中心距，单位为米（m）；

- c) 调整铲臂、铲斗的姿态，使大臂、小臂、铲斗的转轴中心在刻度标记的测量范围内；
- d) 通过垂直角度尺和激光仪找到转轴中心在刻度标记上的投影点，读取并记录刻度数据；
- e) 根据对应关系表查询得到姿态角计算值，同时记录 BDSCS 中铲臂、铲斗姿态角的显示值；
- f) 误差根据式（C.4）计算，以大臂姿态角度为例，小臂、铲斗姿态角的计算类似；

$$\Delta\alpha_i = \alpha'_i - \alpha_i \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

$\Delta\alpha_i$  ——第  $i$  组大臂姿态角度误差，单位为度（°）；

$\alpha_i$  ——第  $i$  组大臂姿态角度传感器示值，单位为度（°）；

- g) 从计算结果中找出铲臂、铲斗姿态角度的最大误差。

## C.15 铲斗下放深度（ $D$ ）最大允许误差试验

### C.15.1 试验条件

风力小于4级且平潮，系稳船舶，在船舶正浮姿态下在船上进行试验。

### C.15.2 试验器具

试验设备精度为0.1%并具有有效的计量检定合格证书的投入式压力传感器一套；试验设备精度为0.1%并具有有效的计量检定合格证书的数字显示表一套；试验标准设备总不确定度应小于BDSCS铲斗下放深度最大允许误差1/3。

### C.15.3 试验方法

铲斗下放深度最大误差试验按下列方法进行：

- a) 将投入式压力传感器固定铲斗挖深试验点；
- b) 在铲斗下放深度全量程范围内，由浅至深下放铲斗，均匀整米选取不少于5个测试点测量下放深度，同步记录试验仪器深度值（ $D_{si}$ ）与 BDSCS 铲斗下放深度显示值（ $D_{Xi}$ ）；
- c) 回程由深至浅起升铲斗，重复 b) 项试验；
- d) 铲斗下放深度测量误差（ $\Delta D_i$ ）按公式（C.5）计算。

$$\Delta D_i = D_{si} - D_{Xi} \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

$\Delta D_i$  ——计算的第  $i$  次测量误差的数值，单位为米（m）；

$D_{si}$  ——试验器具第  $i$  次测量的铲斗下放深度的数值，单位为米（m）；

$D_{Xi}$  ——BDSCS 第  $i$  次测量的铲斗下放深度的数值，单位为米（m）。

- e) 从计算结果中找出铲斗下放深度最大误差。

### C.16 反铲机旋转角度最大允许误差试验方法

BDSCS反铲机旋转角度最大允许误差试验方法按照GB/T 28965-2012 附录B.13中规定的试验环境、试验器具及试验方法进行。

### C.17 台车行程最大允许误差

BDSCS台车行程最大允许误差试验方法按照GB/T 28966-2012 附录B.14中规定的试验环境、试验器具及试验方法进行。

### C.18 备用电源支持时间

#### C.18.1 试验条件

BDSCS全部程序完成调试后在工厂进行模拟试验。

#### C.18.2 试验器具

备用电源支持时间试验器具为电子秒表。

#### C.18.3 试验方法

备用电源支持时间试验按下列方法进行：

- a) 在BDSCS正常工作且主、备电源皆通电的情况下，关掉主电源同时按下电子秒表，此时应自动切换到备用电源供电且不影响BDSCS正常工作；
- b) 在备用电源供电的情况下，用电子秒表记录BDSCS正常工作至关闭的时间。

附 录 D  
(规范性附录)  
交付文档和资料

交付文档和资料如下：

- a) 产品检验合格证；
  - b) 产品质保证；
  - c) 要求提交的船级社证书；
  - d) BDSCS 使用说明书；
  - e) 完工系统图、原理图、接线图、硬件安装位置平面布置图、操作台、机柜平面布置图、I/O 地址分配表；
  - f) BDSCS 配置的硬件设备说明书、合格证书、质保证书；
  - g) 型式检验、出厂检验、软件测试报告、硬件测试报告；
  - h) 备份的 BDSCS 系统软件。
-