

团 体 标 准

T/CIN 012—2023

自动化桥式抓斗卸船机技术要求

Technical Requirements of Automatic Bridge Grab Ship Unloader

2023-02-24 发布

2023-03-24 实施

中国航海学会 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 自动控制技术要求	3
6 自动化系统要求	4
附录 A（资料性）自动化系统框架	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：山东港口渤海湾港集团有限公司、山东港口烟台港集团有限公司、交通运输部水运科学研究院、上海冉青信息技术有限公司、中国交通信息科技集团有限公司。

本文件主要起草人：吴宇震、袁航、栾纪弢、刘峰、李海波、孙玉健、徐琳、李雯、郝健、刘金旭、任川、董怡、李洋、岳华勇。

自动化桥式抓斗卸船机技术要求

1 范围

本文件规定了自动化桥式抓斗卸船机的基本要求、自动控制技术要求、自动化系统要求等。

本文件适用于装卸煤炭或矿石的自动化桥式抓斗卸船机，其他散料类的自动化桥式抓斗卸船机也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 755—2019	旋转电机 定额和性能
GB/T 4205	人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则
GB/T 6974.1	起重机 术语 第1部分：通用术语
GB/T 10183.1	起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第1部分：总则
GB/T 18224	桥式抓斗卸船机安全规程
GB/T 22239	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 26475—2021	桥式抓斗卸船机
GB/T 37934	信息安全技术 工业控制网络安全隔离与信息交换系统安全技术要求
GB 50168	电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
GB 50217	电力工程电缆设计标准
JT/T 904	交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南

3 术语和定义

GB/T 6974.1和GB/T 26475界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动化桥式抓斗卸船机 automatic bridge grab ship unloader

能够实现全自动控制作业，并提供远程方式进行人工介入操控的桥式抓斗卸船机。

3.2

自动控制系统 automatic control system

根据操作指令、管理信息系统数据以及现场反馈信息等，能够按照预定的程序执行一系列动作的系统。

3.3

远程操控 remote control

应用视频监控、轮廓扫描、图像识别、定位及网络通信等技术，通过对人-机作业环境信息的实时检测控制，实现操作人员异地操控设备运行。

4 基本要求

4.1 环境要求

4.1.1 自动化桥式抓斗卸船机（以下简称自动卸船机）的电源及供电方式应符合 GB/T 26475—2021 中 5.1.1 的规定。

4.1.2 自动卸船机整机及控制设备正常作业的气候环境条件应符合 GB/T 26475—2021 中 5.1.4 的规定。

4.1.3 场地轨道敷设要求应符合 GB/T 10183.1 的规定。

4.2 运行要求

4.2.1 自动卸船机的性能参数应符合 GB/T 26475 的规定。

4.2.2 自动卸船机自动控制指令响应时间不应大于 0.5s。

4.3 安全与防护

4.3.1 自动卸船机的安全与防护应符合 GB/T 18224 和 GB/T 26475 的规定。

4.3.2 自动卸船机宜采用自动锚定装置。

4.3.3 防护门应装有互锁开关，当门被打开时，运行模式自动切换到远程操控作业模式。

4.3.4 自动卸船机大车、小车、起升/开闭等机构的定位系统应采用冗余设计，在实际自动化运行过程中应相互进行实时校验，若两套定位系统检测结果偏差±50mm时，应立即停止自动运行，查明原因经确认无误后，方可再次进入自动运行模式。

4.3.5 自动卸船机运行参数应设置密码保护，并对参数修改进行授权管理。

4.3.6 当系统发生故障时应分级处理，必要时所有机构应立即停止运行，运行模式自动切换到远程操控作业模式；当按下急停按钮时，所有机构及指令立即停止运行并进入锁定状态。故障排除后，执行指令需重新确认后方可运行。

4.3.7 自动卸船机应可靠接地，并符合 GB/T 26475 的规定。

4.3.8 电动机的运行条件及性能应符合 GB/T 755—2019 中第 7 章、第 8 章和第 9 章的相关规定。

4.3.9 自动卸船机机构间联锁保护应符合 GB/T 18224 和 GB/T 26475 的规定。

4.3.10 室外控制柜、接线装置、接线箱、电缆密封件等应按多尘和全天候场所选用，防护等级不应低于 IP55。室内电气设备的防护等级不应低于 IP21。

4.3.11 电气房、机房及司机室火灾检测及预警功能信号应接入可编程控制器（PLC），具备信号的远程传输和报警功能。

4.3.12 自动卸船机上采用的控制设备及其他部件应安装牢固、可靠。

4.3.13 线缆的铺设应规范、整齐，连接正确、牢固、无安全隐患，并应符合 GB 50168 和 GB 50217 的规定。

5 自动控制技术要求

5.1 定位及防撞系统

5.1.1 定位系统

5.1.1.1 自动卸船机的定位系统应包括大车运行机构、小车运行机构、起升/开闭机构和抓斗的定位。

5.1.1.2 大车运行机构定位功能模块应设置两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置，可采用绝对值编码器、差分全球定位系统（GPS）、差分北斗卫星导航系统（BDS）等。定位偏差不应超出±50mm。

5.1.1.3 小车运行机构定位功能模块应设置两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置，可采用绝对值编码器和脉冲编码器等，定位偏差不应超出±30mm。

5.1.1.4 起升/开闭机构定位功能模块应设置两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置，可采用绝对值编码器和脉冲编码器等，定位偏差不应超出±30mm。

5.1.1.5 抓斗定位功能模块应设置两套独立并具有相互校验功能的位置检测与反馈装置，可采用激光扫描或视觉识别等，定位偏差不应超出±200mm。

5.1.2 防撞系统

5.1.2.1 自动卸船机应配置大车防撞保护装置，宜加装激光或雷达传感器，应能检测识别到大车行驶方向轨道上不小于 200mm×200mm 的异物和行人。大车运行机构在防撞系统的保护下应具备减速和停止功能，防撞系统误报率不应大于 2%。

5.1.2.2 自动卸船机应配置大梁防撞保护装置，宜加装激光或雷达传感器，应能检测识别到大车行驶方向货船上的设施和异物。大车运行机构在大梁防撞系统的保护下应具备减速和停止功能，防撞系统误报率不应大于 2%。

5.1.2.3 自动卸船机应配置舱口防撞保护装置，宜利用激光定位系统实时定位舱口的作业区域，并设置安全作业区域，确保抓斗在作业过程中与舱口围板保持安全距离，防撞系统误报率不应大于 2%。

5.1.2.4 自动卸船机应配置清舱设备防撞保护装置，可在清舱设备上安装定位装置，将坐标信息实时传输给自动化系统，当发生清舱设备进入危险作业区，或离开安全作业区时，系统立即停机并产生报警信息。清舱设备定位装置的定位偏差不应超出±500mm。

5.1.2.5 巡检人员、甲板调度人员、清舱设备操作人员等现场作业人员均应配备定位装置，将人员的坐标位置实时传输给自动化系统，当现场作业人员进入危险作业区，或离开安全作业区，系统立即停机并产生报警信息。人员定位偏差不应超出±500mm。

5.1.2.6 自动卸船机应具有视频监控系统，视频监控延时应小于 250ms，监控摄像头的分辨率宜在 1080P 及以上。

5.2 轮廓扫描系统

5.2.1 自动卸船机应配置船型扫描系统，宜采用激光扫描仪扫描记录轮廓信息。

5.2.2 自动卸船机宜采用激光扫描仪对船舱口和舱内物料进行扫描，并进行仿真处理，形成三维图像及舱口、料堆信息数据库。通过获取舱内物料的点云数据，在中控可视化系统中可实现实时展示，料堆成像精度偏差不应超出 $\pm 300\text{mm}$ ，可视化料堆模型渲染刷新时间间隔不应大于 60s。

5.2.3 自动卸船机宜采用激光扫描系统对当前作业舱口料堆及相邻舱内料堆进行实时检测，获取当前舱内物料的最高点、最低点、作业当前排物料的最高抓取点。料堆实时数据刷新频率不应大于 40s，料堆定位偏差不应超出 $\pm 200\text{mm}$ 。卸料作业过程，每执行一次抓取循环动作应执行一次扫描更新。

5.2.4 自动控制系统应可结合激光扫描系统采集的实时船舱定位数据和系统实时反馈的船体倾斜角度数据自动选取最佳取料点。船体倾斜角度测算精度偏差不应超出 $\pm 0.2^\circ$ ，数据刷新频率不应大于 40s。

5.3 自动防摇系统

5.3.1 抓斗应配备电气或其他防摇装置。

5.3.2 当抓斗在任一方向晃动时，防摇装置将启动工作，在小车运行方向的晃动范围应控制在 $\pm 200\text{mm}$ 以内。当晃动幅度超过 $\pm 200\text{mm}$ 时，起升机构应停止运行。

6 自动化系统要求

6.1 自动化系统的组成

自动化系统组成包括生产管理层、设备调度管理层和单机设备控制执行层。生产管理层为码头生产管理系统，设备调度管理层即自动卸船机管理系统，单机设备控制执行层即自动卸船机单机自动控制系统，自动化系统组成框架见附录 A。

6.2 自动化系统的功能要求

6.2.1 自动卸船机管理系统

6.2.1.1 自动卸船机管理系统接收到码头生产管理系统下发的作业指令，根据自动卸船机设备状态及船舶作业信息，生成作业工单，显示作业参数，下达给自动卸船机单机自动控制系统。

6.2.1.2 自动卸船机管理系统应能够采集卸船机的运行数据、生产数据、定位数据、轮廓扫描数据，进行分析处理，可显示各单机实时情况，并实现船舱及物料三维成像。

6.2.1.3 自动卸船机管理系统应至少包括如下功能：

- a) 与码头生产管理系统进行数据交换，接收作业指令、环境信息、安全信息等；
- b) 进行作业指令队列管理和作业分配；
- c) 进行作业规划，向相应自动卸船机发送作业指令；
- d) 定位及防撞系统数据获取；
- e) 轮廓扫描数据获取；
- f) 与闭路电视监控系统及远程监控中心的联锁与通信。

6.2.1.4 应采用多机协同算法，控制多台自动卸船机自动运行至作业船舱最佳作业工位，自动规划最优作业路径，协同作业控制应避免作业等待。

6.2.2 自动卸船机单机自动控制系统

6.2.2.1 自动卸船机单机自动控制系统应根据自动卸船机管理系统的指令，自动执行设备的规划路线，控制设备完成作业，同时应将相关作业任务的状态及结果反馈给自动卸船机管理系统。

6.2.2.2 自动卸船机单机自动控制系统应具有定位防撞、轮廓扫描、抓斗防摇、路径规划、远程操控等子系统，至少包括如下功能：

- a) 扫描作业区域，核对自动卸船机管理系统给出的信息；
- b) 自动处理并反馈自动卸船机管理系统的指令；
- c) 各工作机构的状态监测和启停控制；
- d) 实现抓斗、大车、小车方向上的自动移动及定位；
- e) 单机安全保护、单机之间安全避让保护和单机对其他目标的安全避让保护；
- f) 轮廓扫描数据处理；
- g) 路径规划；
- h) 与散货输送机械自动控制系统的连锁等。

6.2.2.3 路径规划最优化通过分类、排序及动态规划等算法来实现，将船舱有效物料分布区域建立矩阵数据模型，给出取料策略，按扫描物料高度，进行分层作业。

6.2.2.4 在自动作业过程中，远程操控人员发现作业异常情况时，操控人员应能够对单机自动控制系统进行操控处理。

6.3 自动化系统的接口及界面要求

6.3.1 自动化系统的接口应与码头生产管理系统等相关系统使用的数据交换标准相适应。

6.3.2 自动化系统的接口应能满足多台自动卸船机同时发送作业指令时不会造成接口通信堵塞。

6.3.3 自动化系统的接口应具有可扩展性，考虑设备增加，具备一定的性能冗余。

6.3.4 在远程操控台和人机界面设计中，应设计三个不同级别的权限：操作员、技术员、工程师。操作员具有启停设备更换程序权限，技术员具有根据规格更改参数权限和操作员权限，工程师应具有更改设定规格，增加相应参数权限和操作员、技术员权限。

6.3.5 远程操控台的人机界面配置应符合 GB/T 4205 的相关规定。

6.3.6 自动化系统显示界面应图形化显示大车、小车、起升/开闭、抓斗等机构信息；显示从 PLC 中获取的开闭斗、抓斗速度、大车/小车速度等工作状态信息；显示温度、湿度、风速等气象信息，以及安全信息、报警信息等。

6.4 自动化系统信息安全要求

6.4.1 自动化系统的通信网络应为热备冗余网络。

6.4.2 自动化系统应具有防误操作和自行诊断、自我保护以及异常故障清除后系统恢复的功能，并应配置不间断电源（UPS）。

6.4.3 自动化系统应具备符合 GB/T 22239、GB/T 37934 和 JT/T 904 规定的信息保护措施，按第三级安全保护能力的要求执行。

6.4.4 自动化系统中关键数据应加密存储，系统间关键数据的交换应采用加密传输的方式。

6.4.5 自动化系统应配备完善可靠的备份装置，具备实时备份和快速恢复数据和文件的功能，备份周期宜为 24h，数据保存期限宜为 1 年。

附 录 A

附 录 B（资料性）

附 录 C 自动化系统框架

C.1 自动化系统组成框架见图 A.1。

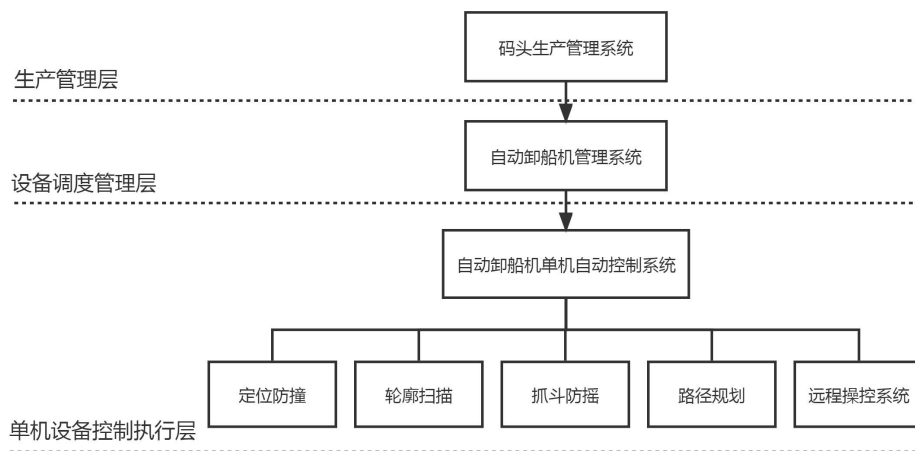


图 A.1 自动化系统框架图
