

T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA XXXX—XXXX

智慧港口散料堆取料成套装备技术规范

Technical Specification for Complete Equipment for Bulk Material Stacking and
Reclaiming in Smart Ports

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

河北省质量信息协会 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 型式分类	3
5 技术要求	4
6 试验方法	7
7 检验规则	8
8 标志、包装、运输和贮存	9

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这些专利的责任。

本文件由华电曹妃甸重工装备有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：华电曹妃甸重工装备有限公司、XXX。

本文件主要起草人：XXX。

智慧港口散料堆取料成套装备技术规范

1 范围

本文件规定了智慧港口散料堆取料成套装备（以下简称“装备”）的术语和定义、型式分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于智慧港口煤炭、矿石、砂石、粮食等散料装卸场景，涵盖臂式斗轮堆取料机、圆形料场堆取料机及配套输送、环保、智能控制、安全防护成套装备。内河港口、工矿企业散料堆场同类装备可参照执行。

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 5083-2023 生产设备安全卫生设计总则

GB 16297-1996 大气污染物综合排放标准

GB/T 14695-2021 臂式斗轮堆取料机 型式和基本参数

GB/T 13561.6-2006 港口连续装卸设备安全规程 第6部分：连续装卸机械

JT/T 1472-2023 港口专用数字移动通信技术要求

DL/T 1588-2016 圆形料场堆取料机技术条件

DL/T 2073-2019 臂式斗轮堆取料机检验规程

JT/T 1390-2021 智慧港口总体技术要求

DB32/T 5113-2025 港口粉尘在线监测系统建设技术规范

JT/T 1139-2017 港口设施保安标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧港口散料堆取料成套装备 Complete equipment for stacking and reclaiming bulk materials in smart ports

集成智能感知、自动作业、环保抑、远程运维、安全防护、数据互通于一体，适配智慧港口无人化、低能耗、低排放、高可靠需求，用于散料堆存、取料、输送的成套设备，含主机、输送系统、环保系统、智能控制系统、安全防护系统。

3.2

臂式斗轮堆取料机 Arm-type bucket wheel stacker-reclaimer

在条形料场轨道上运行，通过斗轮取料、悬臂带式输送机堆料，集成智能模块，适配港口条形散料堆场的设备。

3.3

圆形料场堆取料机 Stacker-reclaimer for circular material yard

在圆形封闭料场运行，分门架式、悬臂式，堆料机可俯仰/固定、回转 360° /非 360° ，适配港口大型封闭散料堆场的设备。

3.4

智能无人作业 Intelligent unmanned operation

通过激光雷达、三维扫描、视觉识别、高精度定位，实现自动堆取、路径规划、避障、故障自诊断、无人值守的作业模式。

3.5

自适应刮板系统 Adaptive scraper system

采用十字平衡轴、伸缩缓冲单元、稳压单元，自动平衡双链条张力、吸收载荷冲击，适配重型散料刮板输送的装置。

3.6

可收缩料斗护罩 Retractable hopper cover

由弧形伸缩节套、轨道支撑、清扫装置组成，随取料机回转自适应闭合，防止物料散落、扬尘的环形防护装置。

3.7

港口级数据互通 Port-level data interoperability

装备与港口 TMS 系统、智能管控平台、环保监测平台、应急指挥系统实时数据交互，支持数据共享、远程调度、溯源分析。

4 型式分类

4.1 按主机类型分类

4.1.1 臂式斗轮堆取料机：适用于条形露天/半封闭料场，含堆料机、取料机、堆取合一机。

4.1.2 圆形料场堆取料机：适用于全封闭圆形料场。

4.2 按智能等级分类

4.2.1 基础智能型：半自动作业、本地监控、基础数据采集。

4.2.2 中级智能型：远程操控、自动堆取、故障报警、数据上传港口平台。

4.2.3 高级智能型：全无人值守、三维建模、自主避障、智能调度、数字孪生、AI 运维，能够实现智能无人作业。

4.3 按环保等级分类

4.3.1 基础环保型：常规喷淋、导料槽密闭。

4.3.2 高效环保型：干雾抑尘、负压除尘、全封闭廊道、粉尘在线监测联动。

4.4 按输送形式分类

4.4.1 悬臂带式输送：臂式设备标配，带宽 800~2200mm。

4.4.2 刮板输送：圆形料场取料机标配，含自适应刮板、镂空刮板

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 装备设计、制造、安装、调试符合 GB 5083-2023、GB/T 13561.6-2006、DL/T 1588-2016、DL/T 2073-2019、JT/T 1390-2021 规定，适配港口高盐雾、强风、潮湿环境。

5.1.2 适用环境：温度-30℃~+45℃，相对湿度≤95%（无凝露），海拔≤2000m，抗风能力：工作风速≤15m/s，非工作风速≤50m/s。

5.1.3 适用物料：煤炭、矿石、砂石、粮食，粒度≤350mm，堆积密度 0.8~3.0t/m³。

5.1.4 设计使用寿命≥30 年，关键部件（钢结构、回转支承、驱动装置）≥80000h，整机无故障工作时间（MTBF）≥800h。

5.1.5 能耗：较传统装备降低≥20%，符合港口节能标准，单位能耗≤0.8kWh/t。

5.1.6 防腐：港口高盐雾环境，钢结构采用重防腐体系，底漆+中漆+面漆+封闭漆，总厚度≥250μm，附着力≥3.0MPa，生锈等级≤Ri2。

5.2 性能参数

5.2.1 额定生产率

- 臂式堆料机：800~25000t/h
- 臂式取料机：600~18000t/h
- 圆形料场堆取料机：堆料 1000~3000t/h，取 500~4000t/h

5.2.2 关键精度

- 回转半径偏差： $\leq +0.5\%$
- 行走/回转/俯仰速度偏差： $\leq \pm 5\%$
- 定位精度：高级智能型 $\leq \pm 30\text{mm}$ ，中级 $\leq \pm 50\text{mm}$
- 轨道安装精度：10m 范围内水平偏差 $\leq 2.5\text{mm}$

5.2.3 噪声与粉尘

- 司机室噪声： $\leq 65\text{dB (A)}$ （港口低噪要求）
- 作业点粉尘浓度： $\leq 8\text{mg/m}^3$ ，排放浓度 $\leq 5\text{mg/m}^3$
- 环保联动：粉尘超标时，自动启动干雾/除尘系统，联动降速/停机

5.3 钢结构

5.3.1 主体钢结构（臂架、门架、中心柱、回转平台）焊缝无裂纹、未焊合、气孔，重要焊缝采用超声检测 BII级/磁粉检测，符合 GB/T 11345、GB/T 26951、DL/T 1588-2016 要求。

5.3.2 主要受力构件减薄量 \leq 设计厚度 8%，符合 DL/T 2073-2019 要求。

5.3.3 臂架前端变形：悬臂长 1/350~1/400；门架变形： \leq 跨度 1/1000，符合 DL/T 1588-2016 要求。

5.3.4 圆形料场中心柱同轴度 $\leq 2\text{mm}$ ，回转支承平面平行度 $\leq 1\text{mm}$ ，符合 DL/T 1588-2016 要求。

5.3.5 钢结构连接件（高强度螺栓）扭矩符合设计，防松可靠，盐雾环境采用防腐螺栓。

5.4 输送系统

5.4.1 带式输送机

- 带宽 800~2200mm，带速 2.0~5.0m/s，配备跑偏、打滑、撕裂、堵料、速度保护。
- 导料槽全封闭，配耐磨密封胶条，使用寿命 ≥ 1.5 年；可配自动旋转分料装置，实现多出口分流。

5.4.2 刮板输送机

- 采用自适应刮板系统，双链条张力差 $\leq 5\%$ ，缓冲降噪，节能 $\geq 10\%$ 。
- 刮板为镂空耐磨结构，链条节距误差 $\leq 0.3\text{mm}$ ，破断载荷 \geq 额定 6 倍。

- 配可收缩料斗护罩，随回转自适应闭合，缝隙 $\leq 0.5\text{mm}$ ，防物料散落、扬尘。

5.5 环保系统

5.5.1 密闭防护：悬臂皮带、导料槽、落料口全封闭；圆形料场配环形密闭廊道、可收缩料斗护罩，密封率 $\geq 98\%$ 。

5.5.2 抑尘系统：高效环保型配备高压干雾+喷淋双系统，压力 $\geq 0.4\text{MPa}$ ，覆盖所有扬尘点，抑尘效率 $\geq 98\%$ ；基础型配喷淋系统。

5.5.3 除尘系统：高效环保型配备负压布袋除尘，处理风量 $\geq 15000\text{m}^3/\text{h}$ ，过滤风速 $\leq 1.2\text{m}/\text{min}$ ，排放 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.5.4 粉尘监测：按照 DB32/T 5113-2025 项目要求，配备在线监测终端，实时采集粉尘浓度、风速、温湿度，数据上传港口环保平台，超标自动报警联动。

5.5.5 废水：喷淋废水收集处理，循环利用率 $\geq 90\%$ ，不外排。

5.6 智能控制系统

5.6.1 感知层

- 激光雷达+三维扫描仪：料场三维建模，精度 $\leq 2\text{cm}$ ，实时更新料堆轮廓。
- 视觉识别：物料种类、异物识别、人员入侵检测，响应 $\leq 200\text{ms}$ 。
- 高精度定位：北斗+GPS 双模，定位精度 $\leq 30\text{mm}$ （高级智能型）。
- 传感器：粉尘、温湿度、风速、振动、温度、电流、电压、能耗，全覆盖监测。

5.6.2 控制层

- 核心控制器：PLC+工业服务器，支持边缘计算，响应 $\leq 100\text{ms}$ 。
- 作业模式：手动、半自动、全自动、无人值守，一键切换。
- 自动堆取：路径自主规划、分层取料、均匀堆料、自动换层、避障（人员/设备）。
- 智能调度：对接港口 TMS 系统，自动接收作业计划，优先级调度。
- AI 运维：故障自诊断、预警、溯源、远程维护建议，故障识别率 $\geq 95\%$ 。

5.6.3 数据层

- 通信：5G+工业以太网双冗余，按照 JT/T 1472-2023 项目要求，传输延迟 $\leq 50\text{ms}$ ，支持断网续传。

- 数据互通：与港口 TMS、智能管控、环保、应急平台双向交互，实现港口级数据互通，数据格式符合港口标准。

- 数据安全：符合 GB/T 35273-2020，数据加密、备份、防篡改，存储 ≥ 3 年。
- 数字孪生：实时映射设备状态、作业场景，支持远程可视化、仿真优化。

5.6.4 安全连锁

- 防碰撞：设备间、设备与人员、设备与建构筑物，多级防护，响应 $\leq 100\text{ms}$ 。
- 限位/急停：全行程限位、紧急停止（本地+远程）、防台风锚定。
- 过载/漏电：电流过载、漏电、接地保护，动作可靠。
- 视频监控：全区域高清摄像头，实时回传，支持回放。

5.7 电气与液压系统

5.7.1 电气系统：按照 DL/T 2073-2019 项目要求，主回路/控制回路绝缘电阻 $\geq 2\text{M}\Omega$ （潮湿 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ ），接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，防雷 $\leq 10\Omega$ 。

5.7.2 电气防护：户外部件 IP65，控制柜 IP54，高盐雾环境防腐涂层。

5.7.3 液压系统：按照 DL/T 2073-2019 项目要求，无泄漏，油温 $\leq 75^\circ\text{C}$ ，清洁度 $\geq 18/15$ 级；俯仰系统配双制动+液压锁/防破断阀，安全可靠。

5.7.4 供电：6kV/10kV/380V，电压波动 $\pm 10\%$ ，适配港口电网。

5.8 安全防护

5.8.1 结构安全：栏杆、梯子、平台牢固，防滑、防坠落，符合 GB/T 13561.6-2006 要求。

5.8.2 防风防台风：配夹轨器、锚定装置、防风缆，非工作风速 $\leq 50\text{m/s}$ ，符合 JT/T 1139-2017 要求。

5.8.3 消防：设备关键部位配干粉灭火器、消防水炮，圆形料场配消防联动系统。

5.8.4 警示：声光报警、安全标识、防碰撞警示灯，清晰醒目。

6 试验方法

6.1 一般规定

6.1.1 试验前：设备调试合格，仪器校验有效，环境温度 $5^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ ，风速 $\leq 8.3\text{m/s}$ ，无雨雪、雷暴、浓雾，符合 DL/T 2073-2019 要求。

6.1.2 试验分类：出厂试验、型式试验、现场验收试验、在役定期试验。

6.2 性能试验

6.2.1 生产率试验 额定工况连续运行 2h，实测生产率偏差 $0\sim +8\%$ ，记录能耗、稳定性，符合 DL/T 1588-2016 要求。

6.2.2 精度试验 测速表、激光测距仪检测行走/回转/俯仰速度、回转半径、定位精度，连续测 3 次取

均值，符合 DL/T 2073-2019 要求。

6.2.3 噪声试验 关闭司机室门窗，声级计在耳高处检测， $\leq 65\text{dB (A)}$ ，符合 DL/T 1588-2016 要求。

6.2.4 粉尘试验 粉尘采样仪、在线监测终端检测作业点/排放口浓度， $\leq 8\text{mg/m}^3 / \leq 5\text{mg/m}^3$ ，同步测试联动功能，符合 DB32/T 5113-2025 要求。

6.2.5 能耗试验 额定工况连续运行 4h，记录总能耗，计算单位能耗 $\leq 0.8\text{kWh/t}$ 。

6.3 钢结构试验

6.3.1 无损检测：重要焊缝超声/磁粉检测，符合 GB/T 11345、GB/T 26951 要求。

6.3.2 涂层试验：附着力检测符合 GB/T 5210 要求、厚度、盐雾试验(5000h 无锈蚀)符合 DL/T 2073-2019 要求。

6.3.3 变形检测：激光仪测臂架、门架变形，符合 5.3.3 要求。

6.4 智能系统试验

6.4.1 感知测试：激光建模精度、视觉识别响应、定位精度，连续测试 24h。

6.4.2 自动作业：连续 8h 无人值守，路径规划、避障、堆取均匀，故障识别率 $\geq 95\%$ 。

6.4.3 数据互通：对接港口平台，数据传输延迟 $\leq 50\text{ms}$ ，格式合规、加密有效。

6.4.4 安全联锁：逐项测试防碰撞、限位、急停、报警，动作可靠。

6.5 负载试验

50%额定负荷运行 1h；

80%额定负荷运行 2h；

100%额定负荷运行 4h，

机构平稳、轴承温升 $\leq 40^\circ\text{C}$ 、最高 $\leq 80^\circ\text{C}$ 、无泄漏、钢结构无异常符合 DL/T 2073-2019 要求。

6.6 环保试验

6.6.1 抑尘：开启干雾/喷淋，目测无扬尘，浓度达标。

6.6.2 除尘：检测排放浓度 $\leq 5\text{mg/m}^3$ ，滤芯无堵塞。

6.6.3 密闭：可收缩护罩缝隙 $\leq 0.5\text{mm}$ ，廊道密封率 $\geq 98\%$ 。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每台设备逐台检验，项目：外观、尺寸、焊缝、涂层、空载、绝缘、接地、环保部件、智能功能、安全装置，全项合格方可出厂。

7.2 型式试验

按照 DL/T 1588-2016 项目要求，新产品试制、结构/工艺重大变更、停产 3 年复产、国家/行业抽检、智能/环保升级时，全项试验。

7.3 现场验收试验

安装调试后，按本标准 6.2~6.6 全项检验，港口、制造、施工三方联合验收，合格投运。

7.4 在役定期试验

按照 DL/T 2073-2019 项目要求，正常使用：每 2 年 1 次常规检验；每 5 年 1 次全面检验；使用 15 年、大修、事故后，全项复检。

7.5 判定规则

所有检验项目单项合格、综合合格，方可判定设备合格；关键项（钢结构、智能、环保、安全）不合格，直接判定不合格，严禁投运。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

按照 GB/T 14695-2021 项目要求，设备显著位置固定金属铭牌，标注：名称、型号、额定参数、制造单位、日期、编号、标准号、智能等级、环保等级；安全警示、操作标识、防台风标识齐全清晰。

8.2 包装

零部件防锈防潮、分类包装；

大型钢结构裸装+防腐涂层+防雨布；

精密部件（传感器、控制器）密封防震；

随机文件（合格证、说明书、图纸、试验报告、备件清单、智能系统手册）齐全密封。

8.3 运输

符合港口/公路/铁路运输规范，设备固定牢固、防碰撞、防变形、防盐雾；

超限件办理手续，做好防护标识；

智能部件防震、防潮、防电磁干扰。

8.4 贮存

长期贮存：干燥通风、防潮防盐雾、防暴晒、防台风；

钢结构定期防锈，电气/智能部件防潮密封；

关键备件单独存放，定期检测。
