



基于工程机械无人化的 矿山冶金智能装卸运解决方案

- 一、行业背景及现状
- 二、中冶赛迪技术积累及合作伙伴
- 三、解决方案介绍
- 四、关键技术及应用成果



中国五矿

MCC 中冶赛迪

行业背景及现状

CISDI

- 2021年12月，八部门《“十四五”智能制造发展规划》：
 - 1) 加强关键核心技术攻关中指出：攻克智能感知、人机协作、供应链协同等共性技术，研发**人工智能**、5G、大数据、**边缘计算**等在工业领域的适用性技术；
 - 2) 加强自主供给，壮大产业体系新优势中指出：针对**感知、控制、决策、执行**等环节的短板弱项，加强用产学研联合创新
 - 3) 工业软件突破提升行动中指出聚力研发工业软件产品，研制面向细分行业的集成化工业软件如工业控制软件
 - 4) 深化推广应用，开拓转型升级新路径中指出，针对矿山等危险性较大企业推广少人**无人作业**

- 2022年08月，科技部《关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》：针对我国矿山高质量发展安全需求，运用**人工智能**、5G通信、**基础软件**等新一代自主可控信息技术，开展无人驾驶、**铲运装协同自主作业**示范应用。

人工作业：危险性高，工作强度高，**效率受限**，**人员招聘困难**

工作环境：作业环境3D (Dirty, Dangerous, Difficult) 脏、累、险



在冶金、矿山等企业的散料场景同时拥有**抓料机**、**装载机**，很多时候需要**联合协同作业**，市场现有需求迫切。



**旧废钢堆场（远处7台抓钢机）



**集团料场

国外目前工程机械远程操控软件正在普及,卡特彼勒,小松等正在尝试设备级智能化。



拉斯维加斯美国动力传动展



卡特彼勒电动挖掘机和装载机

国内目前工程机械作业等都以人工为主，开始尝试遥控作业。
少部分企业开始尝试工业无人化软件研究。

	控制	工业环境感知	集群作业决策	自主行驶
某公司	✓	✓		
某大学	✓	✓		
中冶赛迪	✓	✓	✓	✓



中国五矿

MCC 中冶赛迪

中冶赛迪技术积累

CISDI



智能热轧
钢卷库



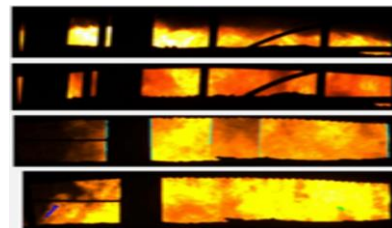
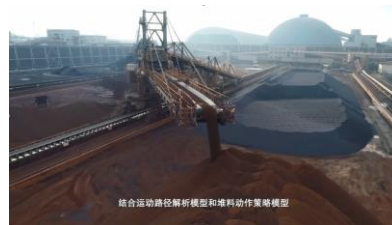
铁水智慧
运输系统



无人抓钢机



无人堆
取料机



转炉火
焰识别



智能切割
机器人

图：2022年全球工程机械50强榜单

(单位：亿美元)

排名	变化	公司	总部所在地	销售收入	市场份额
1	-	卡特彼勒	美国	320.69	13.8%
2	-	小松	日本	253.18	10.9%
3	-	★ 徐工	中国	181.01	7.8%
4	-	★ 三一重工	中国	160.48	6.9%
5	↑1	约翰迪尔	美国	113.68	4.9%
6	↑1	沃尔沃建筑设备	瑞典	107.21	4.6%
7	↓2	★ 中联重科	中国	104.03	4.5%
8	↑1	利勃海尔	德国	94.66	4.1%
9	↓1	日立建机	日本	88.76	3.8%
10	↑1	山特维克	瑞典	72.72	3.1%
11	↑2	杰西博	英国	60.00	2.6%
12	-	美卓奥图泰	芬兰	53.20	2.3%
13	↑1	安百拓	瑞典	53.17	2.3%
14	NEW	斗山山猫机械	韩国	46.15	2.0%
15	-	★ 柳工	中国	40.55	1.7%
16	↑1	特雷克斯	美国	38.86	1.7%
17	↑1	久保田	日本	35.50	1.5%
18	↓2	神钢建机	日本	33.55	1.4%
19	↓9	斗山工程机械	韩国	32.65	1.4%
20	-	捷尔杰	美国	30.94	1.3%
21	↑1	凯斯纽荷兰工业集团	意大利	30.81	1.3%
22	↓3	住友重机	日本	29.63	1.3%
23	↓2	现代重工	韩国	28.00	1.2%
24	↑1	曼尼通	法国	22.18	1.0%
25	↓1	维克诺森	德国	22.05	0.9%

26	-	帕尔菲格	奥地利	21.76	0.9%
27	↓4	中国龙工	中国	21.21	0.9%
28	↑2	希尔博	芬兰	20.24	0.9%
29	↓2	多田野	日本	18.72	0.8%
30	↓2	法亚集团	法国	17.55	0.8%
31	↓2	马尼托瓦克	美国	17.20	0.7%
32	↓1	山河智能	中国	16.72	0.7%
33	↓1	山推股份	中国	14.19	0.6%
34	-	竹内工程机械	日本	12.47	0.5%
35	↓2	阿斯太克	美国	10.97	0.5%
36	NEW	铁建重工	中国	10.72	0.5%
37	↓2	安迈集团	瑞士	10.62	0.5%
38	↓2	斯凯杰科	加拿大	8.59	0.4%
39	↑1	德国宝峨	德国	8.03	0.3%
40	↑6	浙江鼎力	中国	7.64	0.3%
41	↑2	森尼伯根	德国	7.09	0.3%
42	↑4	福田雷沃	中国	6.57	0.3%
43	↓4	古河机械	6.25	6.79	0.3%
44	↑4	默罗集团	意大利	6.10	0.3%
45	↓3	欧历胜	法国	5.85	0.3%
46	↓2	贝尔设备	南非	5.42	0.2%
47	↓2	洋马	日本	5.26	0.2%
48	↓11	加藤制作所	日本	5.18	0.2%
49	↓8	日本爱知	日本	5.15	0.2%
50	↓3	印度贝姆勒	印度	4.69	0.2%

数据来源：KHL

■ 占全球**20.9%**工程机械销售市场份额

■ 赛迪TAURUS无人化接口协议





中国五矿

MCC 中冶赛迪

解决方案

CISDI

改变矿冶行业原料及半成品的生产模式



综合解决方案

- 基于无人工程机械的智能散料场、无人化废钢加工产线、成品库无人化集群作业系统等综合解决方案



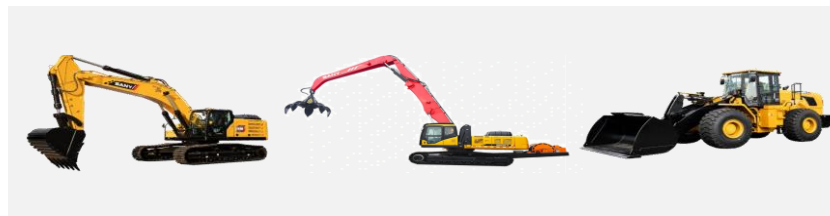
工程机械
无人化产品

- 包括感知控制器、辅助驾驶系统、作业控制器等等产品，供货给工程机械厂商及自动化解决方案集成商



服务及运维

- 正在建设工程机械场景作业数据中心，为客户提供产品升级优化与相应运维和作业优化服务





减人



提效



增益



安全



人文



首突破

首突破

新名片

首突破

首创领先

首创领先

矿冶全流程工程机械无人化

基于冶金及矿山重型工程装备，融合最新的人工智能技术，建立Taurus无人化集群协作系统，形成智能化的场内作业系统。

制约重型
工程装备
智能化的
关键问题



■ 重型工程机械液压闭环控制滞后大
不准确且效率低下

■ 废钢、矿石等矿冶原料堆场感知环境恶劣复杂

■ 工程机械路径规划及姿态控制难

■ 多设备集群高效协同难度较大



中国五矿

MCC 中冶赛迪

关键技术及应用

CISDI

面向矿山冶金智能装卸运解决方案：

自主作业（重型工程机械控制、多维工业环境感知、多机集群决策）+ **自主行驶**



控制

工程机械无人化
作业控制技术

多维感知

废钢、矿石等作业环境
智能识别与感知技术

集群决策

多机智能网联协同作业
与规划调度技术

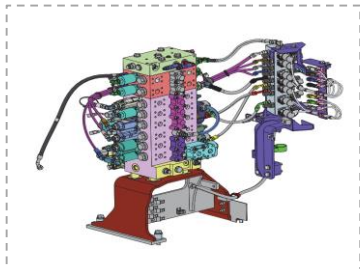
自主行驶

非铺装路面特定场景的
重载装备自动行驶技术

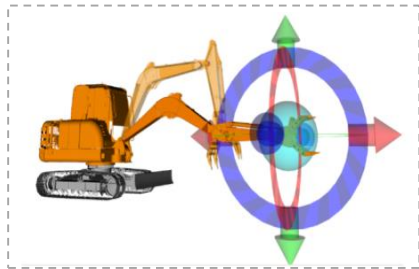
关键技术一：工程装备无人化作业控制技术

研究冶金矿山重型工程机械设备强不确定性、多约束、高速高精度、非线性复合的控制技术，开发研究工程机械无人化系统，实现工程机械设备的闭环控制，满足无人驾驶下对作业设备的精确控制。

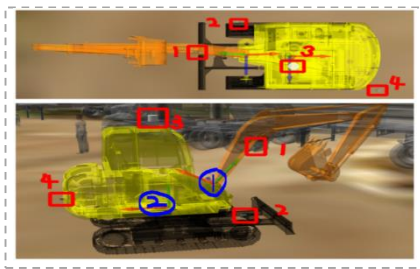
◆ 重型工程装备运控控制模型研究



◆ 重型工程装备控制模型仿真



◆ 重型工程装备改装及通信接口研究



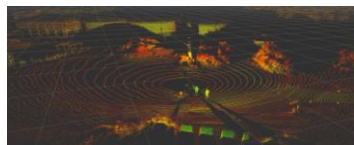
◆ 重型工程装备无人化控制系统开发与设计



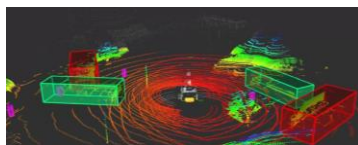
关键技术二：废钢、矿石原材料智能识别与感知技术

识别抓钢机作业区域内的**废钢料形**和**自卸车辆**的位置、方位，并识别作业区域内除废钢、自卸车以外的其它人、车等**障碍物**，从而为抓钢机决策提供数据支撑。

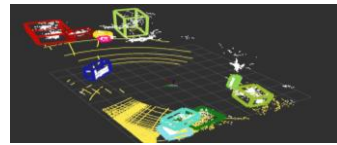
避障
检测



堆场扫描

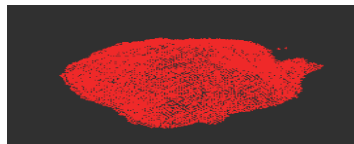


3D目标检测

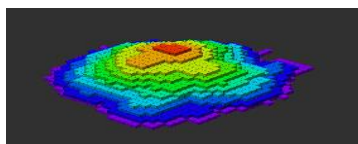


障碍物检测

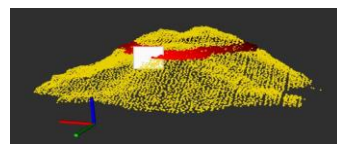
料堆
识别



料堆检测

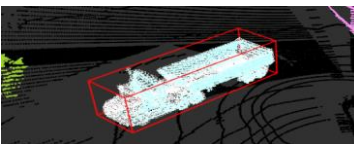


料堆重建

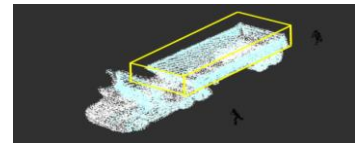


抓取点规划

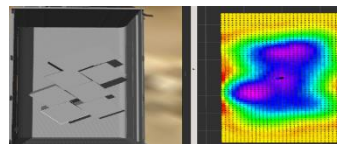
车辆
检测



货车位姿精确估计



拖斗感知

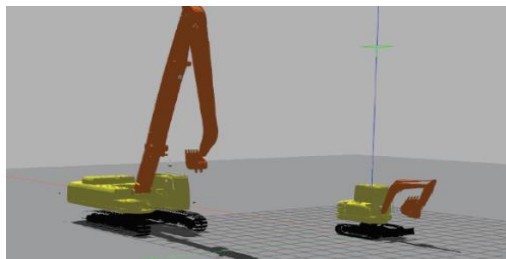


拖斗容量分析

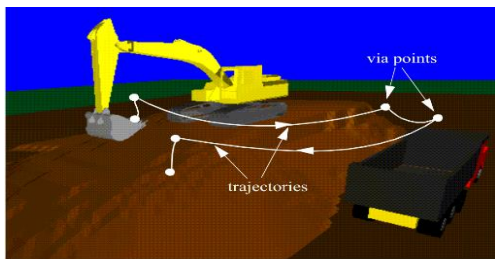
关键技术三：非铺装路面特定场景的重载车辆自动驾驶技术

研究矿山冶金重型工程装备自动驾驶控制策略模型，实现在矿冶复杂环境下的重型工程装备自动无人化驾驶，满足重型工程装备自主决策，自主规划，自动驾驶的需求。

◆ 重型工程装备任务模型



◆ 重型工程装备路径规划模型



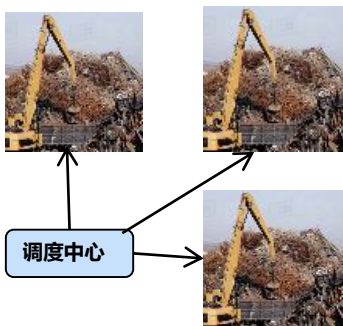
◆ 重型工程装备装载协同控制模型



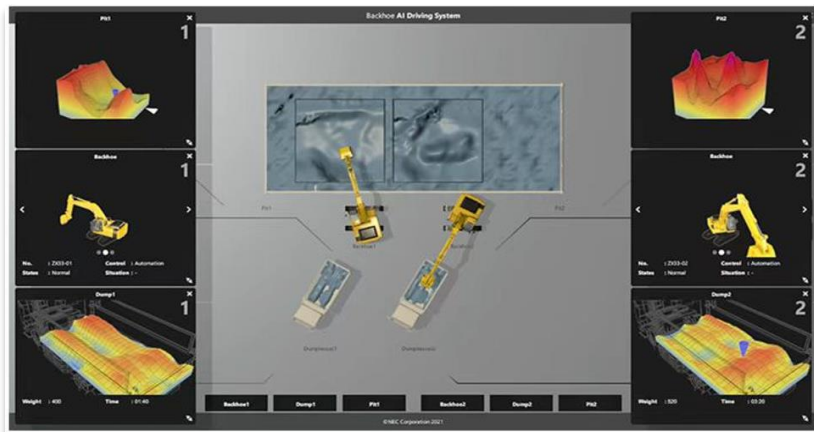
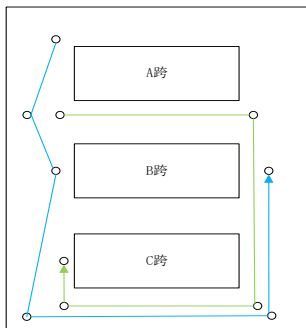
关键技术四：多机多车智能网联协同作业与规划调度技术

研究多机多车智能网联协同作业与规划调度技术，实现在矿山冶金各复杂环境下多机多车任务调度及路径规划、以及异常情况下单机交互/自主作业，提高系统健壮性。

多机多车任务调度



多机多车路径规划



解决方案案例—矿冶无人抓料机

以工程机械无人化为核心，融合环境感知、非线性控制、智能决策等人工智能最新技术，实现废钢堆场内作业、识别的无人化与少人化。



废钢



矿石

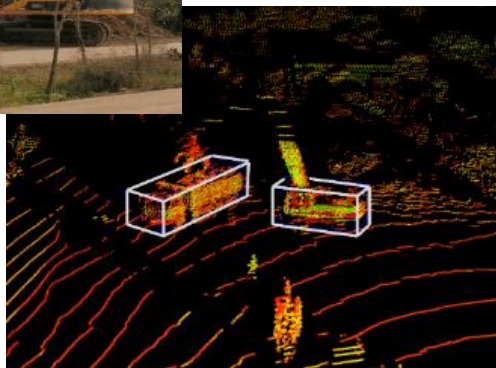


煤

.....

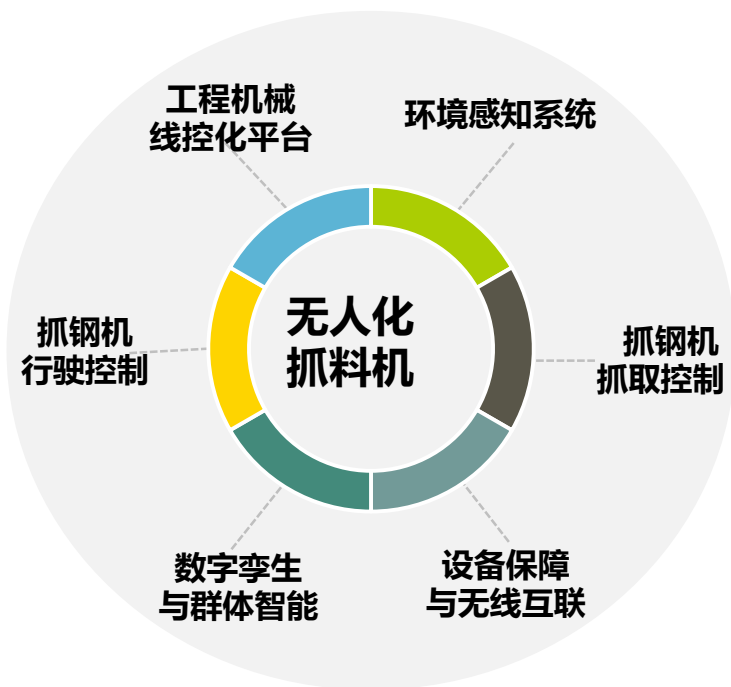


实时环境感知

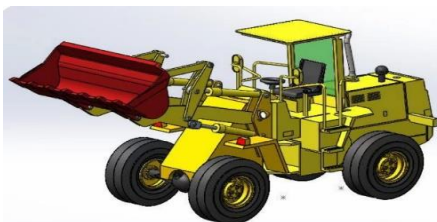
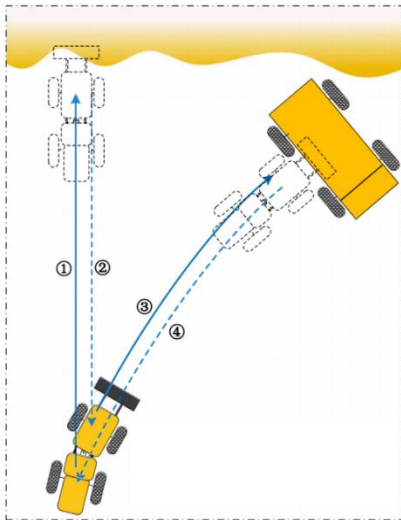


无人化控制

减少作业人员 降低作业强度 减少设备维护



以装载车无人化为核心，融合环境感知、非线性控制、智能决策等人工智能最新技术，实现与车辆、抓钢机等装备的协同作业。



减少作业人员
减少设备维护

降低作业强度
标准化作业流程

装载车线控化平台

环境感知系统

装载车行驶控制

无人化
装载车

装载车铲斗控制

数字孪生与群体智能

设备保障与无线互联



三大场景



钢铁有色企业堆场、
码头、加工车间



矿业公司



散料堆场、散料物流
中心



应用效果

- ➔ 源头避免人员安全
- ➔ 大幅提高整体作业效率
- ➔ 减少人力资源投入80%
- ➔ 节约装备综合使用成本

**钢铁废钢无人堆场

- 省人26人 效率提升15% 库容量提升23%
- 年经济效益630万

**集团成品末端库无人车间

- 减人106人 效率提升72%
- 年经济效益1080万



感谢聆听

何立

冶金智能装备重庆市重点实验室主任
教授级高级工程师

中冶赛迪技术研究中心有限公司

地址：中国·重庆市北部新区汇金路 11 号 邮编：401122

电话：+86 23 65934879

传真：+86 23 63547777-002498

手机：+86 13618306013

邮箱：Li.He@cisdi.com.cn

网址：<http://www.cisdi.com.cn>

CISDI



荒山岭重庆

重庆两江新区

