

©亿欧智库-张小平 (201308)

©亿欧智库-张小平 (201308)

©亿欧智库-张小平 (201308)

# 2023智慧矿山自动驾驶投资价值及标杆企业案例研究

亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research> Copyright reserved to EO Intelligence, November 2023



## ◆ 《2023智慧矿山自动驾驶投资价值及标杆企业案例研究报告》简介

- 矿山是商用车自动驾驶核心落地场景之一，近年智慧矿山建设已成为矿业发展重点方向，智慧矿山自动驾驶随之成为引人注目的焦点。国家政策支持引导和底层技术创新发展驱动智慧矿山自动驾驶发展，而安全隐患与降本增效等需求则拉动智慧矿山自动驾驶应用，如今智慧矿山自动驾驶技术逐渐成熟，规模不断扩大，正逐步走向商业化突破阶段。
- 《2023智慧矿山自动驾驶投资价值及标杆企业案例研究报告》以智慧矿山自动驾驶为核心，从技术架构、商业落地、市场现状三个角度分析智慧矿山自动驾驶发展至今的概况，并基于技术、产品和商业能力三个标准构建企业投资价值分析模型，为智慧矿山自动驾驶市场及企业分析提供有力工具。

## ◆ 《2023智慧矿山自动驾驶投资价值及标杆企业案例研究报告》核心观点

- 智慧矿山自动驾驶系统主要由车端单车自动驾驶、网端网联架构、云端云控平台三大模块构成，目前其**核心落地场景是露天煤矿**，井工矿是未来拓展开发的重要方向，同时由于海外煤炭资源丰富且以露天开采为主，**矿山自动驾驶方案出海成为行业重点关注的方向**；
- 亿欧智库构建智慧矿山自动驾驶企业投资价值分析模型，在此模型中，均衡型企业更具投资价值，技术型企业是值得长期投资的企业，经营型企业是短期内就值得投资的企业，而各种能力都欠佳的落后型企业则不具备投资价值；
- 智慧矿山自动驾驶系统作为智慧矿山庞大系统的子系统，其长久发展必然与智慧矿山息息相关，两者需深度融合、协同发展。而在融合发展趋势之下，矿山自动驾驶系统将逐渐延伸渗透至智慧矿山系统，矿山自动驾驶企业定位也将逐层破圈，从**智慧矿山自动驾驶解决方案商**演变为**智慧矿山系统解决方案商**，在更长远的未来将会放眼整个能源行业，成为**智慧能源服务商**。

# 目录

## CONTENTS

### 01 智慧矿山自动驾驶发展背景综述

- 1.1 智慧矿山自动驾驶概念界定
- 1.2 智慧矿山自动驾驶发展概况
- 1.3 智慧矿山自动驾驶发展分析

### 02 智慧矿山自动驾驶发展现状与投资价值分析

- 2.1 智慧矿山自动驾驶产业链图谱
- 2.2 智慧矿山自动驾驶技术发展分析
- 2.3 智慧矿山自动驾驶商业落地分析
- 2.4 智慧矿山自动驾驶市场现状分析
- 2.5 智慧矿山自动驾驶投资价值分析

### 03 智慧矿山自动驾驶标杆企业案例

- 3.1 中科慧拓
- 3.2 路凯智行
- 3.3 易控智驾

### 04 智慧矿山自动驾驶未来趋势与展望

- 4.1 智慧矿山自动驾驶未来发展机遇与挑战
- 4.2 智慧矿山自动驾驶未来发展趋势洞察



# 目录

## CONTENTS

## 01 智慧矿山自动驾驶发展背景综述

- 1.1 智慧矿山自动驾驶概念界定
- 1.2 智慧矿山自动驾驶发展概况
- 1.3 智慧矿山自动驾驶发展分析

## 02 智慧矿山自动驾驶发展现状与投资价值分析

- 2.1 智慧矿山自动驾驶产业链图谱
- 2.2 智慧矿山自动驾驶技术发展分析
- 2.3 智慧矿山自动驾驶商业落地分析
- 2.4 智慧矿山自动驾驶市场现状分析
- 2.5 智慧矿山自动驾驶投资价值分析

## 03 智慧矿山自动驾驶标杆企业案例

- 3.1 中科慧拓
- 3.2 路凯智行
- 3.3 易控智驾

## 04 智慧矿山自动驾驶未来趋势与展望

- 4.1 智慧矿山自动驾驶未来发展机遇与挑战
- 4.2 智慧矿山自动驾驶未来发展趋势洞察



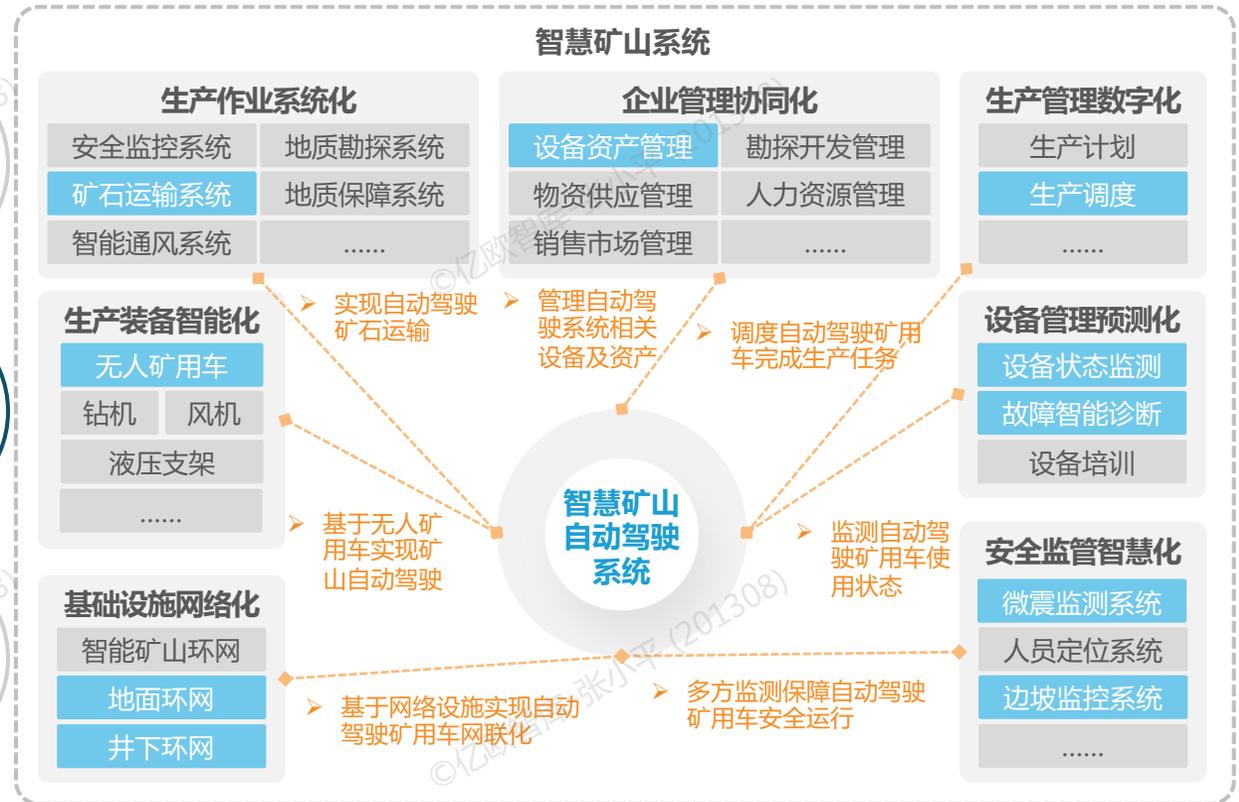
# 1.1 矿山是自动驾驶核心落地场景，矿山自动驾驶作为智慧矿山子系统发挥重要作用

- ◆ **智慧矿山：**基于现代煤矿智能化理念，将物联网、云计算、大数据、人工智能、自动控制、工业互联网、机器人化装备等与现代矿山开发技术深度融合，形成矿山全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的**完整智能系统**，实现矿井开拓、采掘、运通、分选、安全保障、生态保护、生产管理等全过程的智能化运行。
- ◆ **智慧矿山自动驾驶：**集成单车自动驾驶、网联系统、云端管控等模块的无人运输系统，矿区运输作业车辆搭载先进传感器，配合矿区环境感知系统通过网联系统上传信息至云控平台，由云控平台进行任务决策和路径规划，最后由搭载控制器、执行器的无人车辆完成具体任务。
- ◆ 矿山是商用车自动驾驶落地场景之一。智慧矿山自动驾驶作为智慧矿山系统的子系统之一，在智慧矿山智能化、无人化进程中发挥重要作用。

亿欧智库：商用车自动驾驶的6大落地场景



亿欧智库：智慧矿山系统与智慧矿山自动驾驶系统



## 1.2 智慧矿山自动驾驶技术趋向成熟、规模逐渐扩大，如今正迈向商业化突破阶段

- ◆ 21世纪10年代，中国智慧矿山仍处于数字化矿山建设阶段，同时中国智慧矿山联盟在“十二五”期间提出“智慧矿山”概念，标志着中国智慧矿山改变发展航向，逐渐从数字化矿山向智能化矿山发展。到了21世纪20年代，中国智慧矿山则正式进入智能化矿山发展建设阶段。
- ◆ 中国智慧矿山自动驾驶已度过萌芽阶段和技术研发测试运营阶段，经过前几年的技术沉淀和标杆案例经验积累，2021年至2023年，矿山自动驾驶技术日渐成熟，中科慧拓、踏歌智行、易控智驾等智慧矿山自动驾驶解决方案商已实现常态化安全员下车，矿山自动驾驶技术的安全性得到验证，解决方案商逐渐形成较为成熟的商业模式，持续扩大项目落地规模，实现商业化突破，进一步助力中国智慧矿山智能化发展。

### 亿欧智库：中国智慧矿山自动驾驶发展历程

智慧矿山

智慧矿山自动驾驶

#### 21世纪10年代：数字化矿山

##### 用数字世界重构物理世界

- 数字化矿山以矿山开采环境、对象及过程信息数字化为基础，构建数据的采集、传输、存储、处理和反馈的信息闭环，并持续应用于资源勘探、开采规划、采矿设计、开采计划、生产管理 etc 等全生命周期的新型矿山技术体系和管理模式
- 数字化矿山综合自动化、管理信息化、空间数字化三化数据融合，在多维空间矿山实体的基础上动态嵌入与矿山安全、生产、经营相关信息

#### 21世纪20年代：智能化矿山

##### 使矿山系统更聪明

- 智能化矿山是在数字化矿山基础上利用系统工程理论及网络、自动控制、人工智能等技术，以开采环境数字化和采掘装备自动化为特征，实现采矿设计、计划、生产、调度、决策等过程的智能化
- 智能化矿山在数字化矿山基础上运用AI、数据挖掘等技术编制若干可重复运行、决策指挥的决策分析系统，运用云计算、物联网等技术实现矿山的“物联化、互联化、智能化”

#### 2014~2016年：萌芽阶段

##### 矿山自动驾驶科技企业注册成立

- 2014年，中科慧拓注册成立
- 2015年，伯镭科技、盟识科技注册成立
- 2016年，踏歌智行注册成立

##### 初步开展矿山自动驾驶研发

- 2016年，中科慧拓与徐工集团合作研发徐工蓝星系列产品，包含110吨无人矿卡、15吨半自主轮式挖机、智能调度集群系统等

#### 2017~2020年：技术研发、测试运营阶段

##### 多方合作进行技术研发

- 2018年，中科慧拓发布愚公平行矿山操作系统
- 2020年，北方股份与踏歌智行合作研究无人驾驶线控系统

##### 矿山自动驾驶测试运营，打造标杆案例

- 2019年，中科慧拓在大唐国际宝利煤矿正式完成国内首个矿区无人运输系统商业化落地运营
- 2019年，北方股份与踏歌智行合作研制的国内首台110吨无人驾驶电动矿用卡车成功下线并开始试运营
- 2020年，易控智驾在新疆矿车做测试运营

#### 2021~2023年：规模化落地阶段

##### 常态化安全员下车

- 2021年，中科慧拓在宝日希勒能源项目中实现常态化安全员下车
- 2022年，踏歌智行、易控智驾实现常态化安全员下车

##### 技术趋向成熟，项目落地规模扩大

- 2022年，易控智驾在特变电工南露天煤矿实现四编组7×24小时常态化运行，是国内单矿最大编组数的无人驾驶运营项目
- 易控智驾计划于2023年年底再投放100台无人矿车，实现百台矿卡商业化批量应用

#### 未来：智能化加速发展阶段

##### 持续扩大落地规模，实现商业突破，作为重要子系统助力智慧矿山整体智能化加速发展

- 智慧矿山自动驾驶解决方案商拓展业务，从提供矿山自动驾驶技术方案向提供智慧矿山整体智能化方案演变



# 1.3.1 国家形成“双碳”顶层设计，中央与地方同步推出政策鼓励、指导智慧矿山发展

- ◆ 中国在2020年明确提出“双碳”目标，在2021年构建“双碳”“1+N”政策体系顶层设计，并在2022年统筹支持助力“双碳”目标实现的科技创新和保障措施。结合绿色可持续发展理念，智慧矿山的演进与发展正符合中国绿色发展路径。
- ◆ 从宏观国家政策来看，近几年国家矿山安全监察局、国家能源局、自然资源部、发改委等核心部门相继出台纲领性文件和政策，强调矿山自动化、机械化、智能化建设重要性。从微观地方政策来看，如山西、内蒙古、新疆、陕西等煤炭资源丰富、煤矿分布广泛的省市地区政府纷纷积极响应国家号召，推出智慧矿山相关政策以推动、加速本地智慧矿山建设与矿山自动驾驶发展。

## 亿欧智库：中国逐渐形成“双碳”顶层设计

**2022** 科技部、国家发改委、工信部等9部门印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022-2030年）》，统筹提出支持2030年前实现碳达峰目标的科技创新新的和保障措施，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发准备

**2021** 《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》出台，共同构建了中国碳达峰、碳中和“1+N”政策体系的顶层设计

**2020** 中国明确提出2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标

时间	部门	文件名称	主要内容
2023.08	国家矿山安全监察局	《矿山智能化标准体系框架》	构建覆盖智能化矿山建设各业务领域、全生命周期的标准体系框架
2022.02	国家矿山安全监察局	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》	强调“大型非煤矿山药加快推进自动化、智能化改造和井下重点岗位机器人替代”
2021.12	国家能源局	《智能化示范煤矿验收管理办法（试行）》	提到采用间断工艺的露天矿无人驾驶相关指标占20分，采用半连续工艺的露天矿无人驾驶相关指标占12分
2020.06	自然资源部	《绿色矿山建设评价指标》	建立开采及生产过程主要设备远程控制系统可加分
2020.02	发改委、能源局等八部委	《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》	提出“到2025年，大型煤矿基本实现智能化，2035年各类煤矿建成智能化体系”、“重点突破精准地质探测、精准定位于数据高效连续传输、智能快速掘进、复杂条件智能综采、连续运输辅助运输、露天开采无人化连续作业”

## 亿欧智库：地方政府响应号召推出智慧矿山相关政策



- **黑龙江省**  
2021年，《推动“数字龙江”建设加快数字经济高质量发展若干政策措施》
- **山东省**  
2020年，《山东省煤矿智能化建设实施方案》
- **山西省**  
2022年，《2022年度全省深入推进煤矿智能化建设工作方案》
- **江苏省**  
2021年，《江苏省“十四五”安全生产规划》
- **内蒙古自治区**  
2022年，《内蒙古自治区煤炭工业发展“十四五”规划》  
2021年，《关于促进制造业高端化、智能化、绿色化发展的意见》
- **新疆维吾尔自治区**  
2021年，《新疆维吾尔自治区煤矿智能化建设实施方案》
- **陕西省**  
2022年，《关于加强煤矿智能化建设的实施意见》、《陕西煤业智能矿井建设标准》、《智能矿井建设验收办法》
- **河南省**  
2021年，《河南省煤矿智能化建设三年行动方案（2021—2023年）》
- **贵州省**  
2020年，《贵州省煤矿智能化发展实施方案（2020—2025年）》
- **云南省**  
2022年2月，《5G应用“扬帆”云南行动计划（2022-2024年）》

数据来源：公开资料，政府官网，亿欧智库

# 1.3.1 新兴科技夯实技术底座，推动矿山自动驾驶发展，加速矿山智能化进程

- ◆ 智慧矿山是非常庞大丰富的智能系统，其建设需在生产、管理各个环节上实现数字化、自动化，需要多种技术结合交互。而智慧矿山自动驾驶系统作为智慧矿山系统的子系统之一，其发展与成长同样需要多种技术赋能和支持，实现单车无人化的自动驾驶技术只是其中之一。
- ◆ 近年，虚拟仿真、数字孪生、自动驾驶、大数据、人工智能、VR/AR、网络通信、云网融合、空间信息等技术快速发展，广泛应用于矿区生产管理场景，为矿山数字化、智能化建设提供坚实的技术基础，助力智慧矿山自动驾驶系统融入智慧矿山系统，推动矿山运输自动化，让矿山自动运输更加智能、安全。

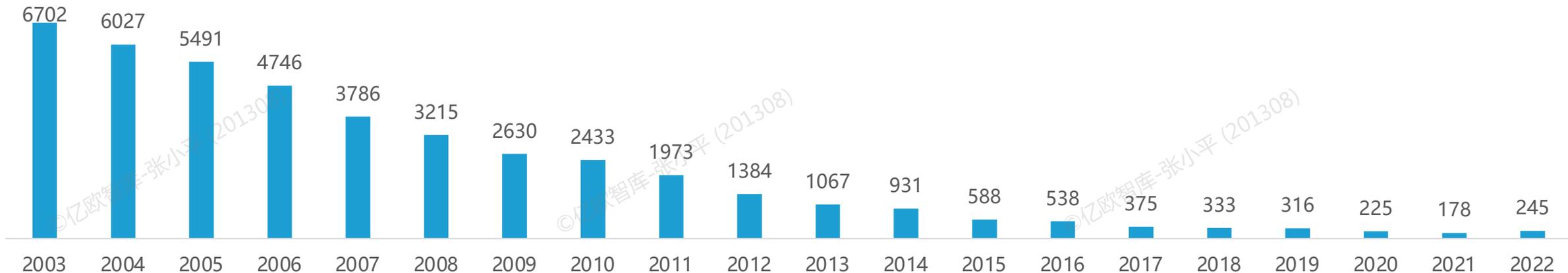
亿欧智库：智慧矿山自动驾驶系统技术支持



# 1.3.2 中国为增强矿区安全性不断优化煤矿结构、建设安全煤矿，矿山自动驾驶恰逢其时

- ◆ 中国煤炭矿坑多、开采强度大，矿区安全事故多发，安全隐患严重。2003-2022年中国煤炭事故死亡人数整体呈现不断减少趋势，矿区安全控制已见成效，然而2022年死亡人数略有回弹，可见矿区安全管理问题仍需重视。
- ◆ 在中国，小型零散煤矿是矿难事故高发地。最近10年中，国家不断优化煤矿结构，小型零散煤矿数量减少，大型煤矿数量增加。大型煤矿产量占比也大幅提升，成为中国煤炭产出的中坚力量，从而促使小型零散且危险程度高的煤矿逐渐取缔，提升煤炭行业整体安全性。与此同时，中国加强建设安全高效煤矿，鼓励自动化机械投入生产，增强矿区安全性，目前已取得初步成果。矿山自动驾驶作为矿区生产自动化的一环，必然肩负重任。

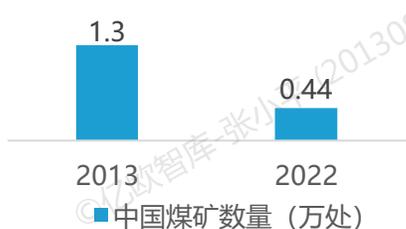
亿欧智库：2003-2022年中国煤炭事故死亡人数（人）



亿欧智库：2013-2022年中国煤矿结构逐步优化

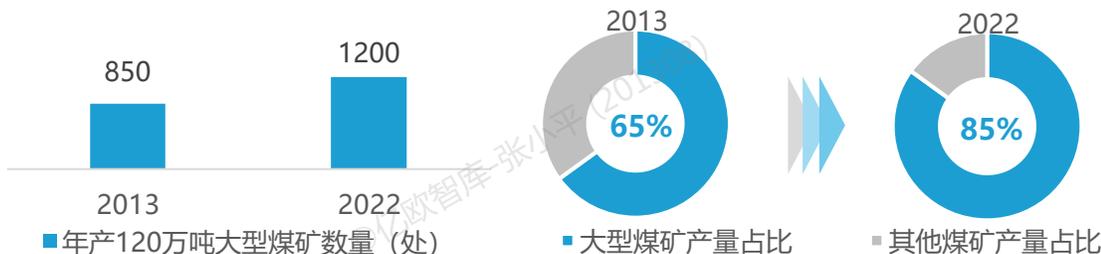
### 煤矿总数减少

- 中国煤矿数量由1.3万处减少至4400处



### 小型煤矿整合，大型煤矿增多，大型煤矿逐渐成为煤炭生产主力

- 年产120万吨以上大型煤矿数量全面增长
- 大型煤矿产量占比大幅提升



亿欧智库：2013-2022年中国积极开展安全煤矿建设

### 安全高效煤矿数量不断增多

- 2022年，中国安全高效煤矿数量由406处发展至1146处



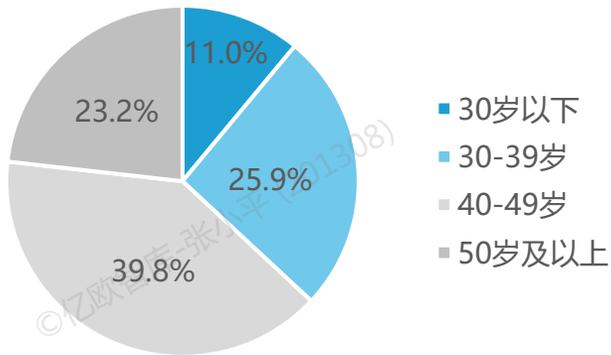
数据来源：公开资料，国家矿山安全监察局，中国煤炭工业协会《2022煤炭行业发展年度报告》，亿欧智库



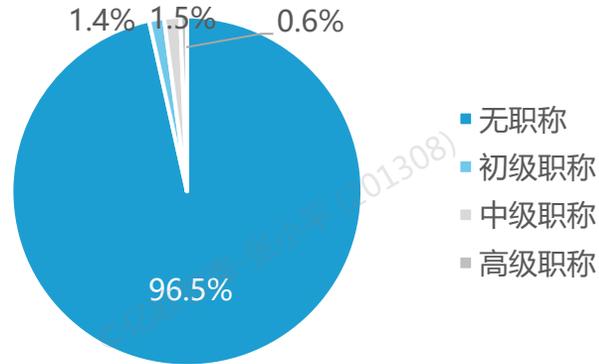
## 1.3.2 中国矿业发展普遍存在“成本高、效率低”问题，降本增效需求与日俱增

- ◆ 中国是煤炭生产及消费大国，国内煤矿产业发展迅猛但重“量”不重“质”，更不重“效”，这一点在中国煤炭生产成本迅速增长之后更加显著。
- ◆ 中国约有90%的煤炭资源分布在生态环境脆弱地区，且露天矿少而井工矿多，煤矿开采条件差，开采与生产成本低。同时，中国煤矿从业者老龄化严重，青黄不接现象愈演愈烈，人力成本不断上涨。成本增长，但生产效率却远远不及他国，于是“高成本低效率”成为亟待解决的问题。

亿欧智库：2020年中国煤矿从业人员年龄分布



亿欧智库：2020年中国煤矿从业人员职称分布



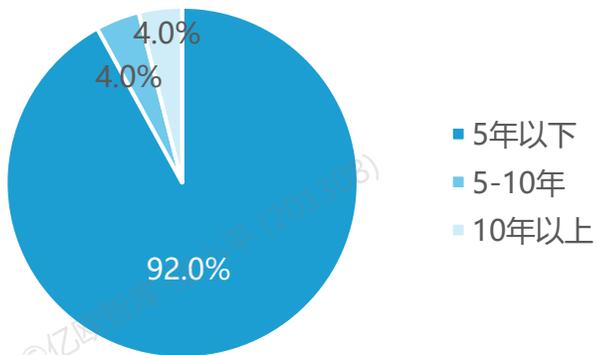
亿欧智库：2020年中美煤炭工业主要指标比较

指标	中国	美国
原煤产量 (Mt)	3902	563
煤炭出口量 (Mt)	3.19	77.95
煤炭进口量 (Mt)	303.99	4.62
煤炭消费量 (Mt)	3963	433
露天矿产量比重 (%)	17.0	65.0
矿井平均开采深度 (m)	530	90
生产煤矿数 (个)	4700	978*
煤炭工业职工数 (万人)	340	3.95
原煤生产效率 (吨/人/年)	1148	14253
煤矿职工平均工资 (美元)	10907	84080**

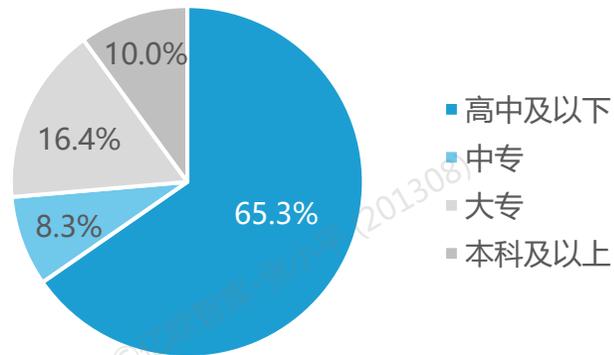
注：\*为2019年数据，\*\*为2018年数据

- 中国是煤炭生产及消费大国，旺盛的煤炭消费需求导致国内煤炭工业广开煤矿，煤矿开采与生产更在乎“量”。
- 中国煤炭资源90%分布在生态环境脆弱地区，露天矿少、井工矿多，开采条件差，且矿井平均开采深度大，生产成本低。
- 中国煤炭工业职工多，人工成本高，然而原煤生产效率却远不及美国。

亿欧智库：2020年中国煤矿从业员工龄分布



亿欧智库：2020年中国煤矿从业人员学历分布



# 目录

## CONTENTS

### 01 智慧矿山自动驾驶发展背景综述

- 1.1 智慧矿山自动驾驶概念界定
- 1.2 智慧矿山自动驾驶发展概况
- 1.3 智慧矿山自动驾驶发展分析

### 02 智慧矿山自动驾驶发展现状与投资价值分析

- 2.1 智慧矿山自动驾驶产业链图谱
- 2.2 智慧矿山自动驾驶技术发展分析
- 2.3 智慧矿山自动驾驶商业落地分析
- 2.4 智慧矿山自动驾驶市场现状分析
- 2.5 智慧矿山自动驾驶投资价值分析

### 03 智慧矿山自动驾驶标杆企业案例

- 3.1 中科慧拓
- 3.2 路凯智行
- 3.3 易控智驾

### 04 智慧矿山自动驾驶未来趋势与展望

- 4.1 智慧矿山自动驾驶未来发展机遇与挑战
- 4.2 智慧矿山自动驾驶未来发展趋势洞察



# 2.1 智慧矿山自动驾驶产业图谱

## 政府机构

 **中华人民共和国应急管理部**  
Ministry of Emergency Management of the People's Republic of China

 **国家矿山安全监察局**  
National Mine Safety Administration

 **中华人民共和国自然资源部**  
Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China

 **国家能源局**  
National Energy Administration

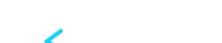
### 环境感知

### 导航定位

### 自动驾驶芯片

### 线控系统

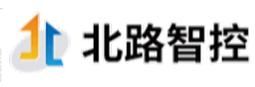
### 智慧矿山矿用车&设备

### 智慧矿山自动驾驶系统解决方案

### 云服务&云端分析决策管控

### 网络通信服务

### 矿主

金属矿


煤矿

水泥

   
CR CEMENT CHINA NATIONAL BUILDING MATERIALS

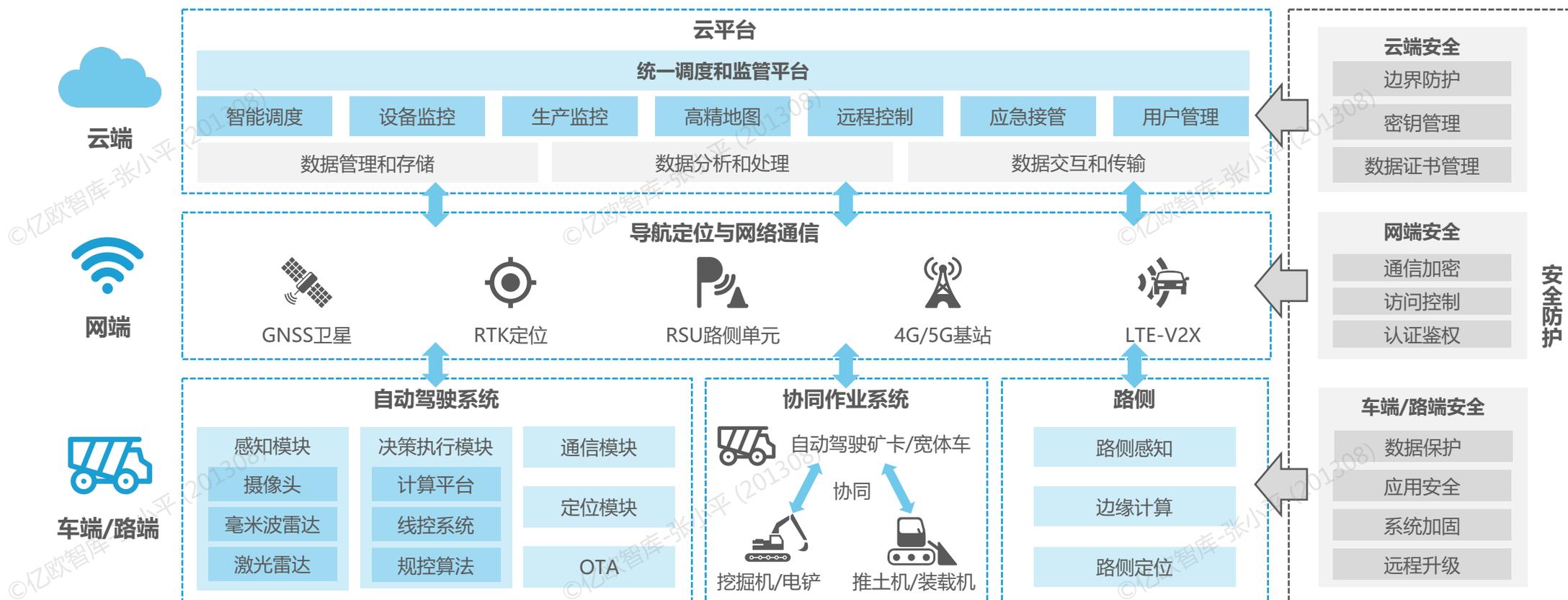
### 工程公司

## 2.2.1 矿山自动驾驶系统由云端、网端、车端/路端三大模块组成，辅以安全防护措施

- ◆ 智慧矿山自动驾驶系统架构呈现“3+1”特征，云端、网端、车端/路端三大模块构成核心系统，各模块相应安全措施则综合组成安全防护系统。
- ◆ 在云端，云平台作为统一调度和监管平台，兼具数据治理、智能调度等功能，成为系统的“大脑”来进行中央管控；在网端，系统基于GNSS卫星、RTK定位等导航定位技术，和RSU路侧单元、4G/5G基站、LTE-V2X等网络通讯技术实现云端和车端/路端的紧密联系。
- ◆ 车端/路端模块分为自动驾驶系统、协同作业系统和路侧系统。自动驾驶系统用于实现矿用车单车智能；协同作业系统将自动驾驶矿用车和挖机/电铲、推土机/装载机关联起来，从而实现不同生产装备协同作业；路侧系统则负责路侧感知、定位和边缘计算，为系统提供路侧信息。

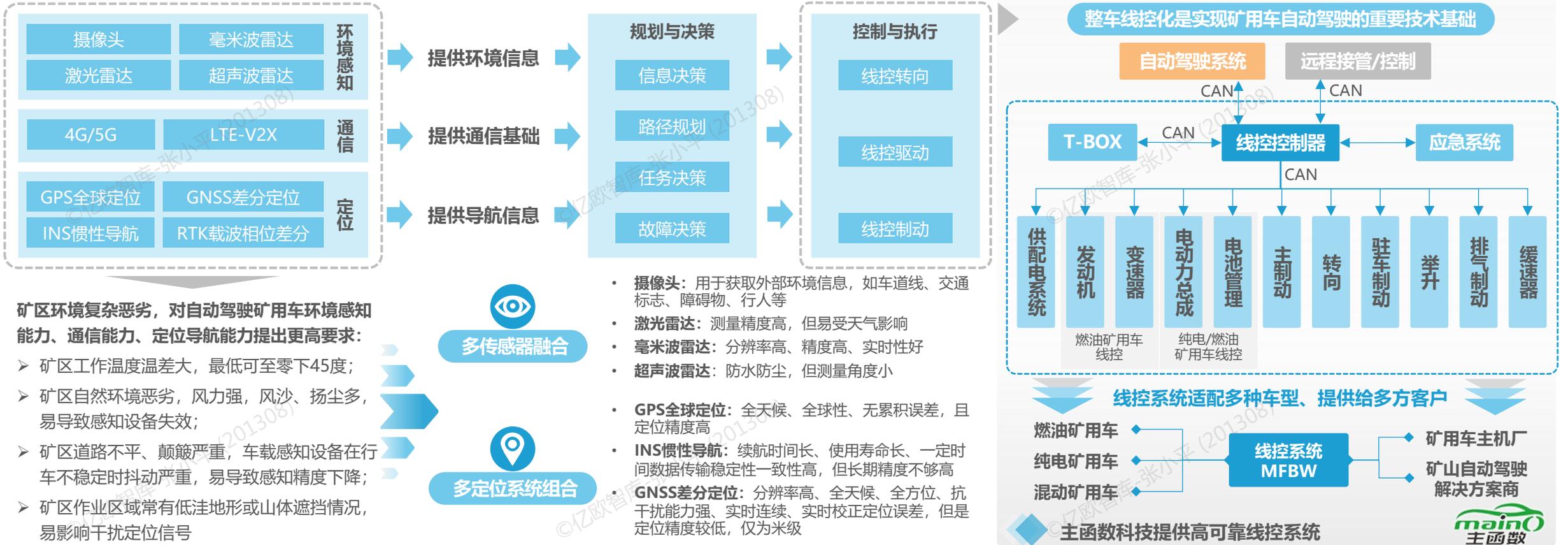
亿欧智库：智慧矿山自动驾驶系统框架



## 2.2.2 自动驾驶矿用车是智慧矿山自动驾驶系统的手足，是系统构建的基础单元

- ◆ 自动驾驶矿用车是智慧矿山自动驾驶系统的基础单元，其单车自动驾驶核心技术主要包括用于感知的感知、定位及通信技术、用于规划决策的算法模型、用于控制执行的线控技术。由于云控平台起到统一调度作用，单车智能需求比乘用车自动驾驶低，所以感知技术和线控技术更加关键。
- ◆ 矿区环境复杂恶劣，为保证环境感知的精度和持久度，**多传感器融合技术**兼并各种传感器的显著优势，受到广泛应用。同理，在定位导航模块，融合多种定位技术优势的**多定位系统组合技术**也更受青睐。**整车线控系统**是实现矿用车自动驾驶的关键技术和重要基础，需能适配多种矿用车，并满足多方客户的需求。如主函数科技深耕宽体车整车线控技术，提供能够匹配多种车型的高可靠性整车线控系统；主机厂司凯奇聚焦矿用车执行层技术，掌握电驱化技术、整车控制技术和智能化线控底盘技术，实现更安全可靠的矿用车电动化改造。

亿欧智库：自动驾驶矿用车核心技术



矿区环境复杂恶劣，对自动驾驶矿用车环境感知能力、通信能力、定位导航能力提出更高要求：

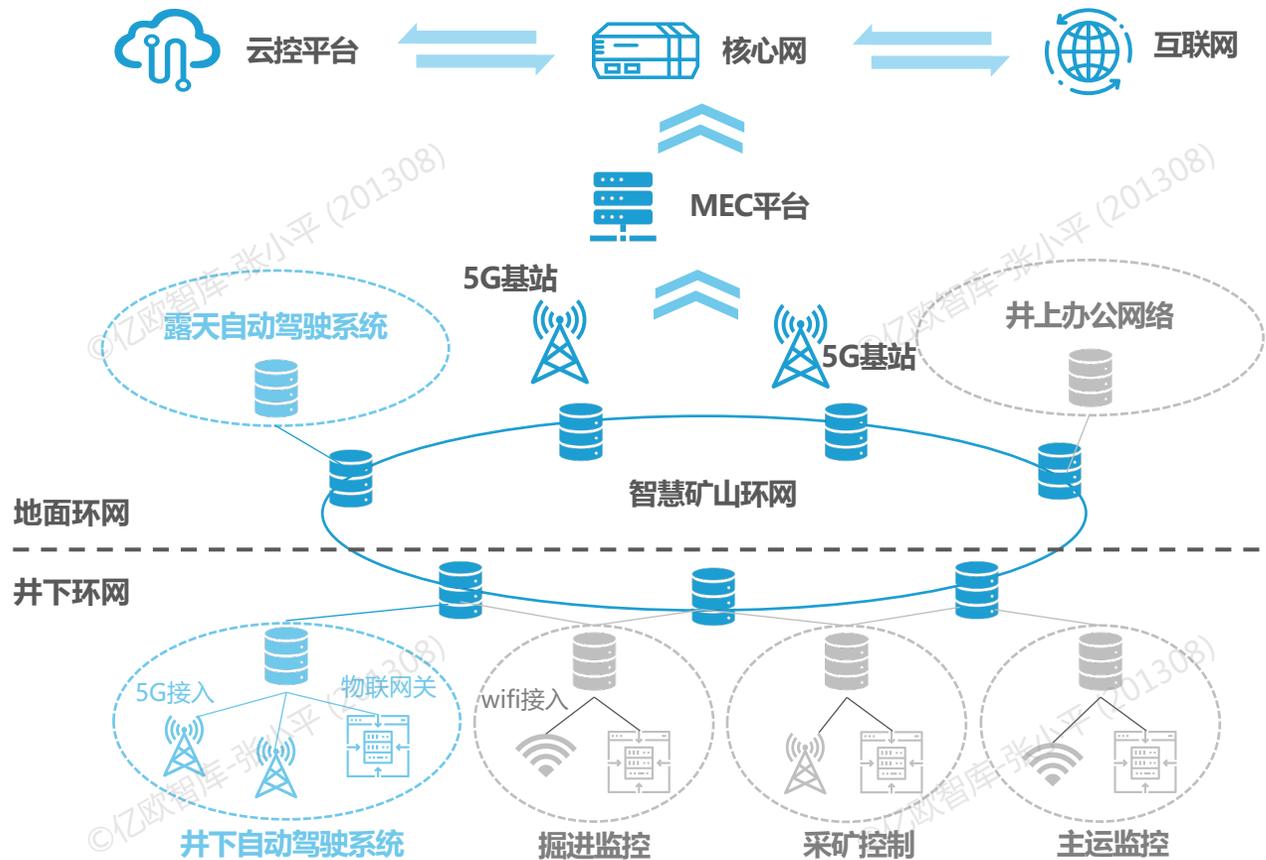
- 矿区工作温度温差大，最低可至零下45度；
- 矿区自然环境恶劣，风力强，风沙、扬尘多，易导致感知设备失效；
- 矿区道路不平、颠簸严重，车载感知设备在行车不稳定时抖动严重，易导致感知精度下降；
- 矿区作业区域常有低洼地形或山体遮挡情况，易影响干扰定位信号

数据来源：公开资料，IMT-2020（5G）推进组《智慧矿山5G自动驾驶技术白皮书》，低速无人驾驶产业联盟，主函数科技，亿欧智库

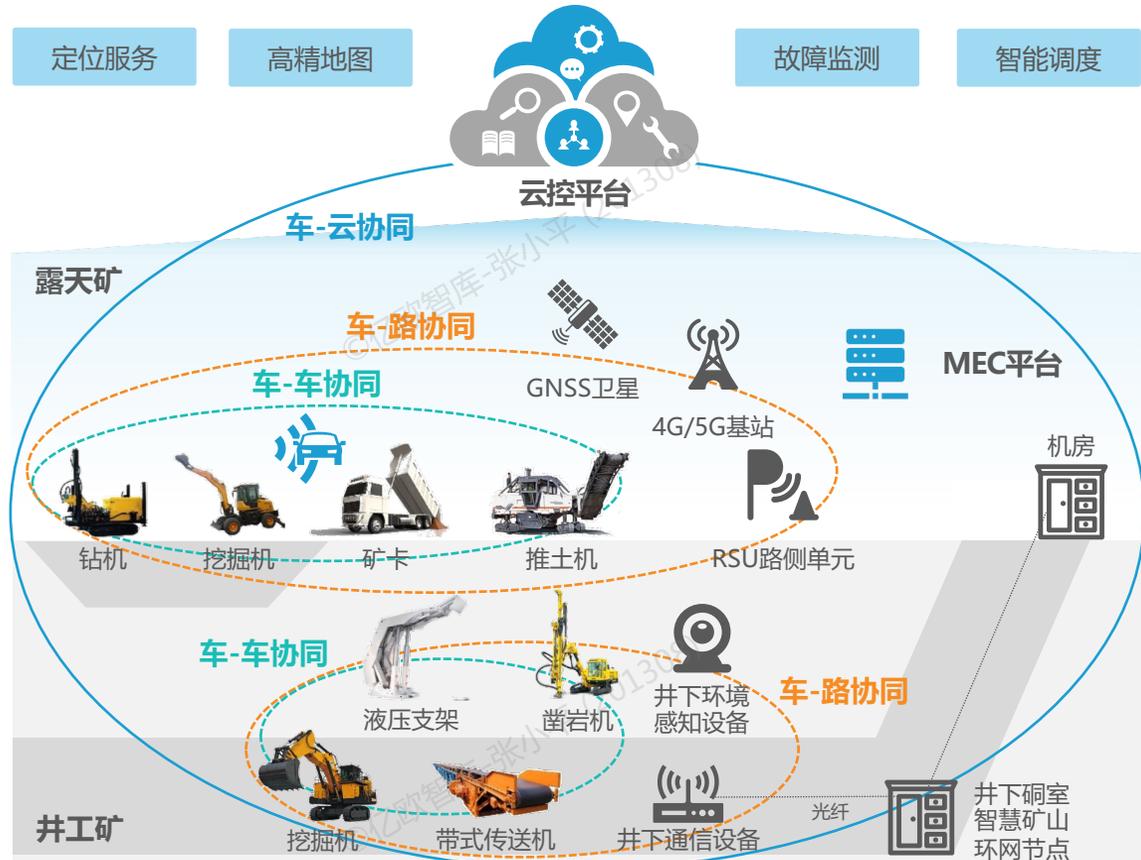
## 2.2.2 车联网是智慧矿山自动驾驶系统的经脉，是实现车辆统一调度和实时监测的工具

- ◆ 网联化是智慧矿山系统实现统筹管理的重要基础。智慧矿山网联架构庞大复杂，4G/5G移动蜂窝网络等通信技术连接云控平台和底层感知执行设备。
- ◆ **智慧矿山自动驾驶基于网联架构同步实现车车协同、车路协同及车云协同。**基于V2X等通信技术，矿卡与其他生产设备实现车车互联，逐步实现无人化协同作业；通过与RSU路侧感知单元等环境感知设备互联，矿卡与行驶路面实现车路协同，路径规划更加合理、车辆碰撞预警更加灵敏健全、设备监测更加实时；基于车车协同和车路协同，云端将更全面地掌控矿区生产、环境情况，以更科学、安全的方式统筹管理、调度生产设备，以车云协同形式实现矿山自动驾驶的高度智能化。

亿欧智库：智慧矿山网联架构



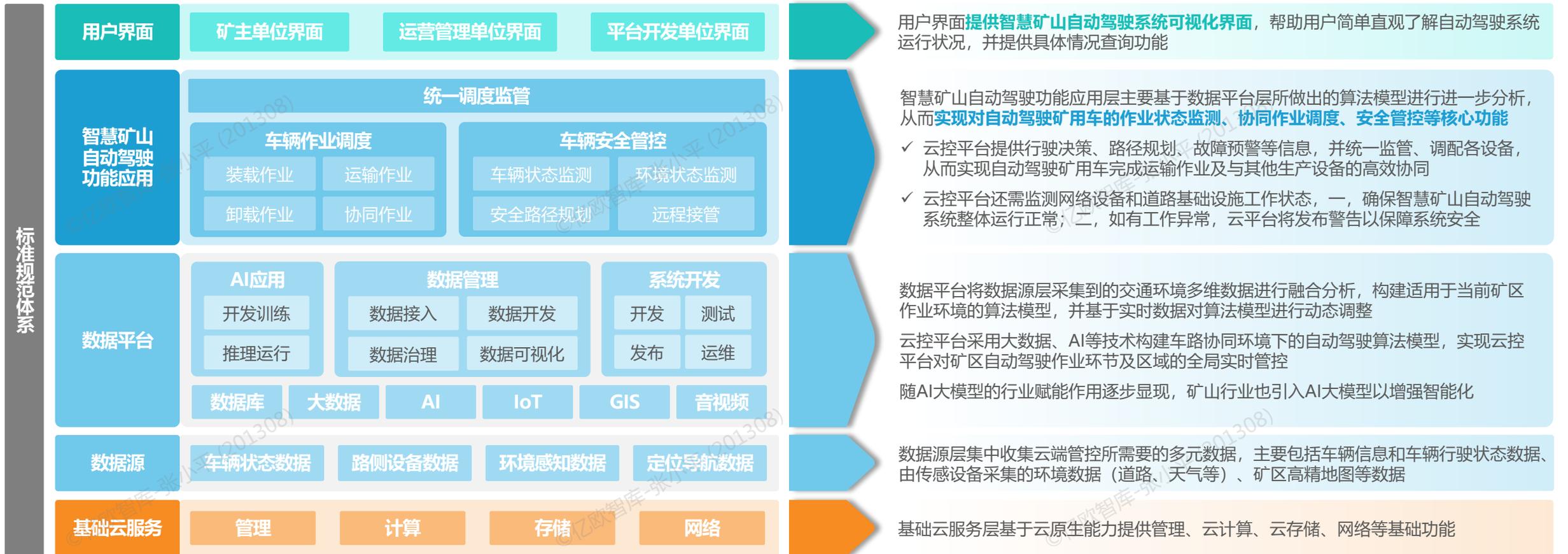
亿欧智库：智慧矿山自动驾驶网联架构下的车车协同、车路协同、车云协同



## 2.2.2 云控平台是智慧矿山自动驾驶系统的大脑，发挥高效调度和安全管控两大功能

- ◆ 智慧矿山自动驾驶云控平台由基础云服务层、数据源层、数据平台层、智慧矿山自动驾驶功能应用层、用户界面层及标准规范体系组成。
- ◆ 效率和安全是智慧矿山自动驾驶系统的核心目标。在智慧矿山自动驾驶系统中，云控平台基于车端路端等多种感知执行设备采集的多维数据进行融合分析，并构建可动态更新的算法模型，凭借此模型，云控平台能够充分发挥分析决策能力，为自动驾驶矿用车辆提供最优路径规划、安全行驶决策，同时连接其他生产设备实现高效协同作业；云控平台将统筹接收矿区内所有网络设备和基础设施的信息，于是能够实时监测自动驾驶矿用车辆及其他设备工作状态，及时反馈故障警报，进一步提升矿区管控安全性。

亿欧智库：智慧矿山自动驾驶云控平台架构



## 2.3.1 当前露天煤矿自动驾驶成为主流落地方案，井工矿场景需求迫切亟待开发

- ◆ 中国矿产资源丰富，煤炭资源最为富裕。根据开采方式，煤炭开采可分为露天采矿和地下采矿，目前中国煤炭多以露天开采为主。露天矿作业空间更宽阔开放，基础设施建设难度相对较低，作业流程中的“采-运-排”对无人化需求较高，所以**露天煤矿成为当前矿区自动驾驶的核心落地场景**。
- ◆ 中国露天矿数量占比不足20%，井工矿是更常见的场景，并且地下采矿安全隐患更加严重，对无人化的需求更加迫切。但由于地下环境更复杂，技术难度更高，井工矿自动驾驶方案落地情况并不佳。未来随技术发展进步，井工矿自动驾驶将是更具潜力、更加广阔的市场。
- ◆ 目前中科慧拓已成功推出井工矿自动驾驶解决方案，自研井下环境感知、高精定位系统和防爆设备，打造安全、智能的井工矿自动驾驶运输体系。

亿欧智库：中国矿产资源分类



亿欧智库：露天矿与井工矿两种开采方式对比

开采方式	露天采矿（露天矿）	地下采矿（井工矿）
概念定义	露天采矿是一个剥离岩石，移走矿体上的覆盖物，得到所需矿物的过程。作业主要包括穿孔、爆破、采装、运输和排土	地下采矿是从地下矿床的矿块里采出矿石的过程，主要通过矿床开拓、矿块采准、切割和回采四个步骤实现
开采特征	露天开采作业空间开放、基础设施建设成本相对较低，更易实现高带宽通讯传输和高精地图技术	井下环境更复杂，需要与水、火、瓦斯、粉尘、冲击地压、高温等自然威胁抗争，安全隐患更严重
数量分布	中国煤炭露天矿数量不足20%	中国煤炭井工矿数量超过80%
自动驾驶落地情况	矿山自动驾驶主要应用在露天矿“采-运-排”场景	无人驾驶需求度更高，但技术实现难度更高，落地情况不佳

亿欧智库：2022年中国主要矿产储量 亿欧智库：2017-2021年中国主要矿产产量（亿吨）



数据来源：公开资料，中国自然资源部，亿欧智库

### 1 中科慧拓构建井工矿解决方案

#### L1井下智能辅助驾驶系统

- 主动安全：**识别行驶方向的人、车、障碍物并主动报警、减速、制动
- 驾驶员监护：**识别驾驶员疲劳、驾驶员看手机等危险驾驶行为并自动报警提示驾驶员
- 360度全景（夜视）盲区检测：**消除驾驶中的视觉盲区，辅助驾驶员及时发现车辆周围障碍物
- 智能限速：**依据路段限速信息，能够讲车速速度保持在限制车速内

### 煤安/矿安认证产品

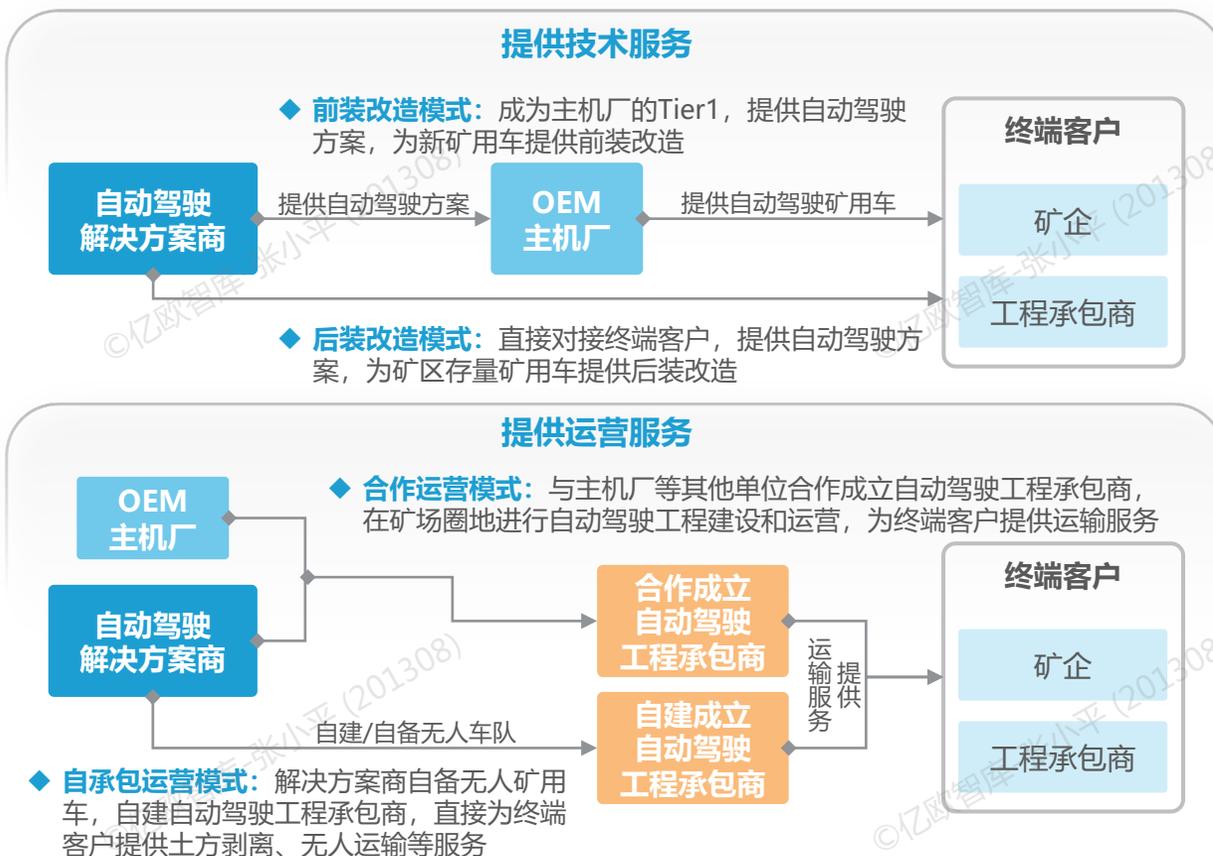
隔爆型摄像机	360摄像机
隔爆型红外摄像机	平板电脑
本安型激光雷达	隔爆箱体
本安型超声波雷达	矿用隔爆型信号处理箱
本安型毫米波雷达	矿用隔爆兼本安型控制箱

共计**16**款，其中**8**款为井安设备，**8**款为本安设备，为井下无人驾驶保驾护航

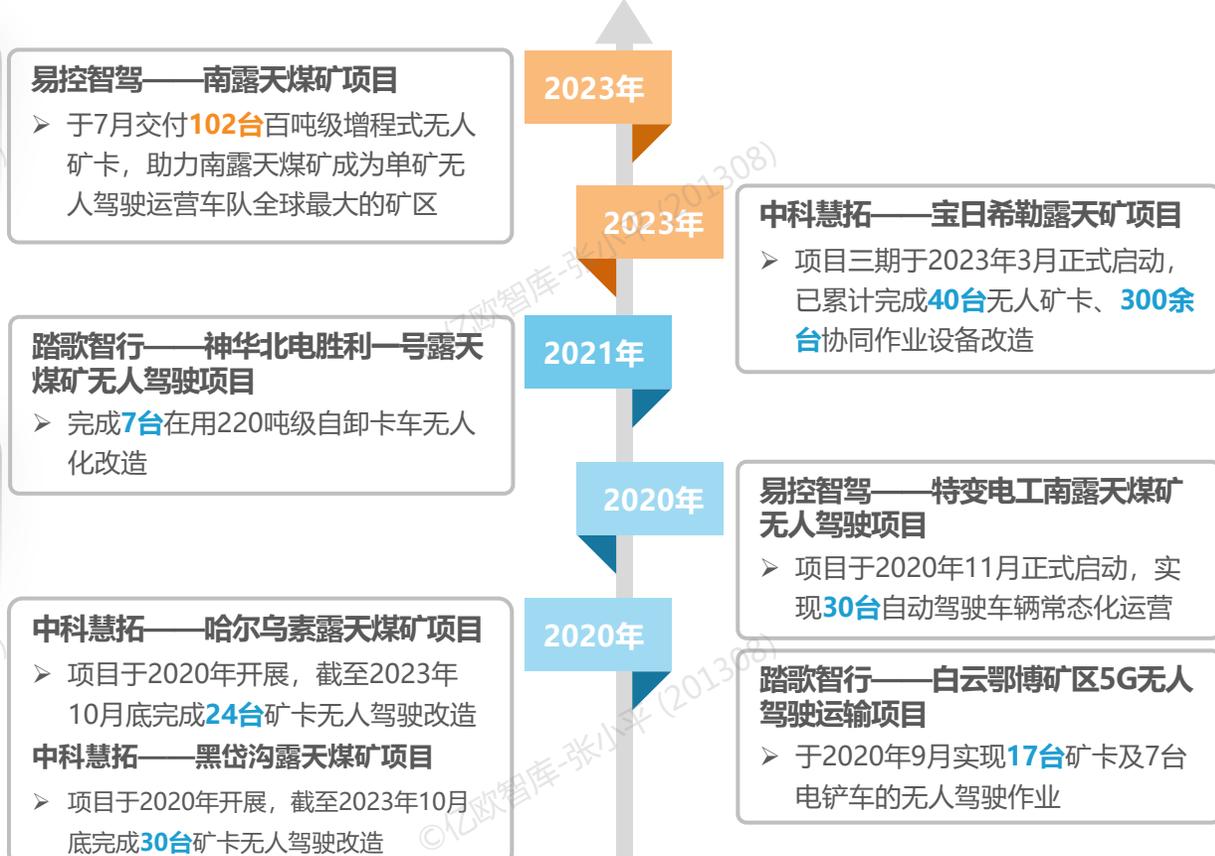
## 2.3.2 技术服务与运营服务两种商业模式“双轮”驱动，矿山自动驾驶落地规模逐年扩大

- ◆ 智慧矿山自动驾驶商业模式可分为提供技术方案和提供运营服务两大类。由于终端矿主对矿山自动驾驶技术的疑虑，以及智慧矿山智能化建设未形成规模化效应，解决方案商逐渐变换角色，不但提供技术服务，也提供运营服务，逐渐形成双轮驱动的业务模式。
- ◆ 中国矿山自动驾驶解决方案商合作项目越来越多，自动驾驶矿用车落地规模也随技术发展和客户认可度提升而逐年扩大。早些年只是十几辆或几十辆级的小规模，而2023年易控智驾率先实现百辆级自动驾驶矿用车规模的商业落地，为中国矿山自动驾驶大规模落地吹起响亮的号角。

亿欧智库：中国智慧矿山自动驾驶主要商业模式



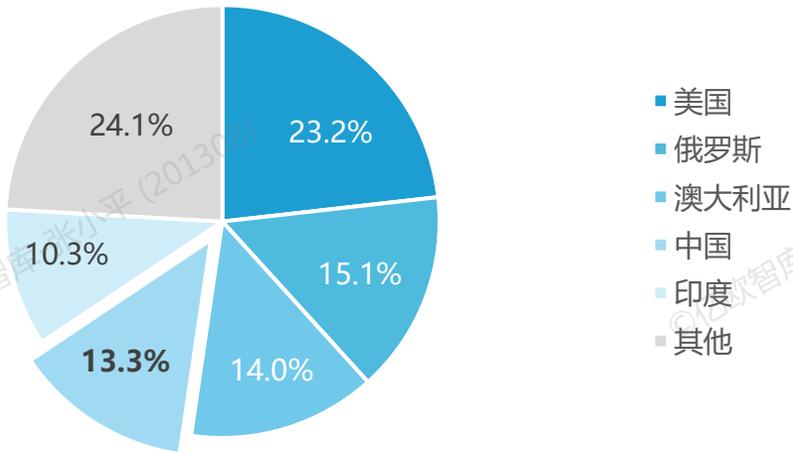
亿欧智库：智慧矿山自动驾驶落地规模不断扩大



## 2.3.3 海外露天矿市场广阔，中国矿山自动驾驶方案商联合多元生态伙伴协力出海

- ◆ 以煤炭资源为例，从矿产资源分布角度看，中国煤炭储量占全球总储量的13.3%，海外煤炭储量更为丰富，市场前景广阔。从矿山自动驾驶方案成熟度角度看，目前中国矿山自动驾驶方案大多基于露天矿场景，井工矿自动驾驶技术方案还未成熟，同时中国煤炭露天矿占比不足20%，而海外煤矿多以露天开采方式为主。可见，**海外露天矿是中国矿山自动驾驶出海的最佳市场。**
- ◆ 矿山自动驾驶走出国门、打破海外企业垄断并非易事。中国智慧矿山自动驾驶产业链参与者甚多，产业持续发展需要各方协同共同奋斗，解决方案整体出海则亦需各家各施所长通力协作。

亿欧智库：全球煤炭储量分布占比 (%)



亿欧智库：海外露天矿市场更广阔、更适合中国露天矿自动驾驶方案出海

### 中国露天矿自动驾驶技术成熟度更高

- 露天矿自动驾驶技术难度较井工矿更低、实现难度更低
- 中国矿山自动驾驶方案以露天矿自动驾驶方案为主

### 海外露天矿市场更加广阔

- 中国煤炭露天矿占比不足**20%**，市场空间较小
- 海外如美国、澳大利亚煤炭资源丰富且以露天开采为主

亿欧智库：中国智慧矿山自动驾驶出海举措

### 1 中科慧拓打造矿山自动驾驶出海项目



2022年12月，中科慧拓与华为、宇通、泰国暹罗水泥集团（SCG）、泰国公共有限责任公司（AIS）四家中泰企业联手将SCG沙拉武里府矿区建设成绿色、智能、高效、安全的新型智能化矿山，打造成泰国首个5G+自动驾驶智慧绿色矿山项目，同时也是**中国矿山自动驾驶首个出海项目。**



2023年1月，中科慧拓与中国科学院曼谷创新合作中心签订战略合作协议，中科慧拓能够借助中泰东盟创新港等平台进一步提升中国科技创新影响力，促进中泰及其他东盟国家广泛合作，并加速基于一带一路的科技创新生态链构建。

### 2 踏歌智行联合多个伙伴规划布局海外业务



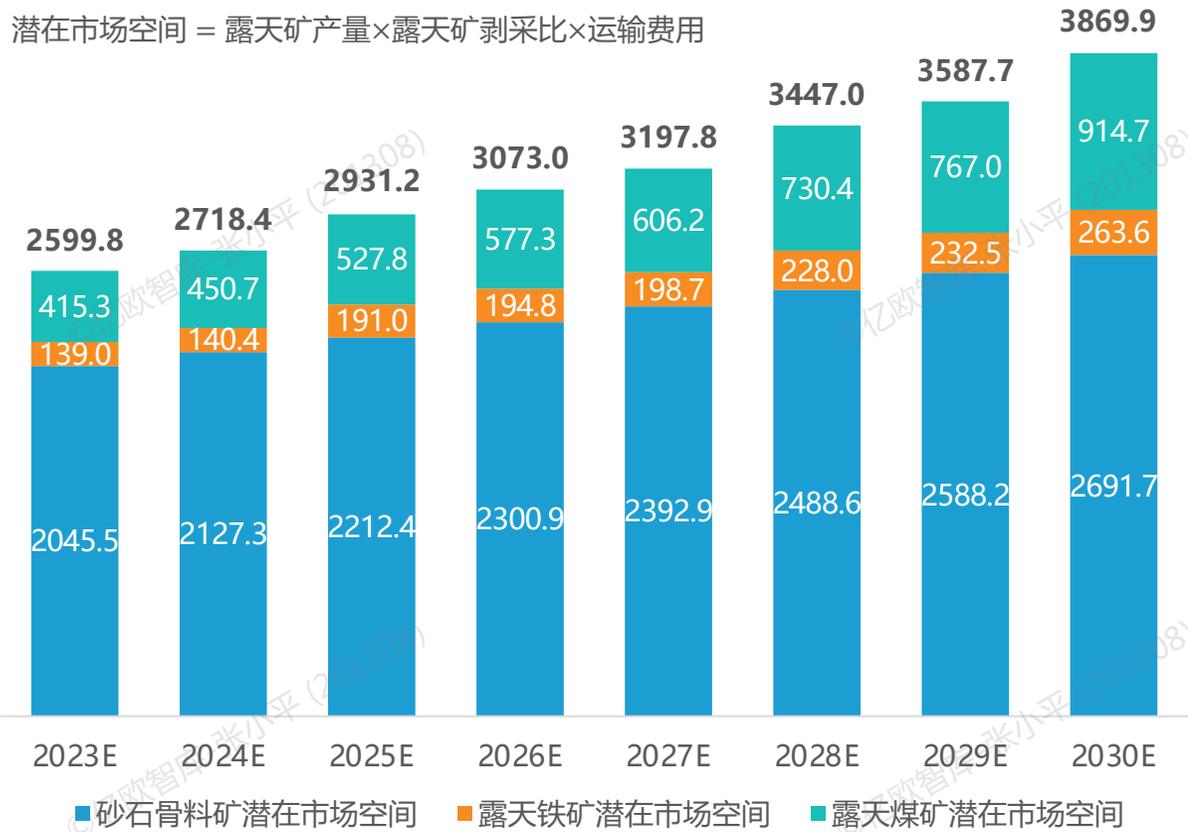
2021年，踏歌智行联合北方股份、宝通科技开始规划布局海外业务；2023年，踏歌智行协同宝通科技一行造访力拓、中信澳矿、兖矿澳洲等澳大利亚多家中资及外资龙头矿企，共同探讨未来矿山自动驾驶技术合作及生态建设；踏歌智行当前推进的境外矿区无人驾驶项目已覆盖澳大利亚、非洲、南美洲等地区。

## 2.4 中国智慧矿山自动驾驶潜在市场空间广阔，矿山自动驾驶企业正加速成长

- ◆ 矿山自动驾驶目前在矿山内主要应用于运输作业中，且运营服务已是智慧矿山自动驾驶企业主要商业模式之一。根据智慧矿山自动驾驶方案核心落地落地场景（露天矿），主要应用矿种（煤矿、铁矿、砂石骨料矿），以及不同种矿场剥采比等数据，亿欧智库通过估算智慧矿山自动驾驶运输服务市场空间来反映其潜在市场空间。**据亿欧智库测算，2030年年中国智慧矿山自动驾驶潜在市场空间将有3869.9亿元，发展前景十分广阔。**
- ◆ 中国智慧矿山自动驾驶发展正逐渐由规模化落地阶段向商业化突破阶段过渡，多家企业获得新一轮融资，企业正加速成长，而行业也成为投资热点。同时具有发展前景的行业也在吸引新企业加入矿山自动驾驶赛道，如于2021年成立的友道智途，利用自研智驾技术提供自动驾驶解决方案和智慧运力服务，落地矿山实现商业化运营，成为矿山自动驾驶蓬勃发展的又一生动表现。

亿欧智库：2023-2030年中国智慧矿山自动驾驶潜在市场空间（亿元）

潜在市场空间 = 露天矿产量 × 露天矿剥采比 × 运输费用



亿欧智库：中国智慧矿山自动驾驶企业最新一轮融资事件（部分）

企业	成立时间	最新融资时间	最新融资阶段	最新融资金额
易控智驾	2018-05-11	2023-11-17	C	4.5亿
主函数科技	2018-10	2023-09-20	战略投资	未披露
踏歌智行	2016-10-12	2023-09-01	C+	4.0亿
路凯智行	2020-05-19	2023-08-01	A+	数千万
西井科技	2015-05-25	2023-07-21	E	6.0亿
清杉科技	2018-06-04	2023-03-09	Pre-A	数千万
盟识科技	2018-05-29	2022-08-17	A	数千万
中科慧拓	2014-11-07	2022-08-03	战略投资	未披露
北路智控	2007-08-13	2022-08-01	上市	15.6亿
友道智途	2021-11-08	2021-11	天使轮	未披露
伯镛科技	2015-07-13	2021-08-18	战略投资	2.0亿
希迪智驾	2017-10-01	2021-04-08	B+	3.0亿
科达自控	2000-11-20	2015-01-27	上市	未披露

## 2.5.1 智慧矿山终端客户需要安全、环保、能实现降本增效的矿山自动驾驶解决方案

- ◆ 矿山自动驾驶是智慧矿山建设过程中不可或缺的重要一环，而矿主作为智慧矿山自动驾驶产业链下游终端客户，针对智慧矿山智能化建设对矿山自动驾驶提出高安全、重环保、低成本、高效率四个核心需求。
- ◆ 安全是智慧矿山建设的第一要义，针对安全事故频发且后果严重的运输环节，矿山自动驾驶需要严格保障矿区的作业流程安全及整体系统的信息安全；零碳矿山是智慧矿山的重要目标，矿山自动驾驶作为直接作用于生产作业流程的系统应积极践行节能减排宗旨；降本增效是每个终端客户最为关心的痛点，矿区自动驾驶的本质是取代人工驾驶，通过更智能的调度和管理实现人力、运维等成本的降低和生产及管理效率的提升。

### 亿欧智库：智慧矿山对智慧矿山自动驾驶四大核心需求



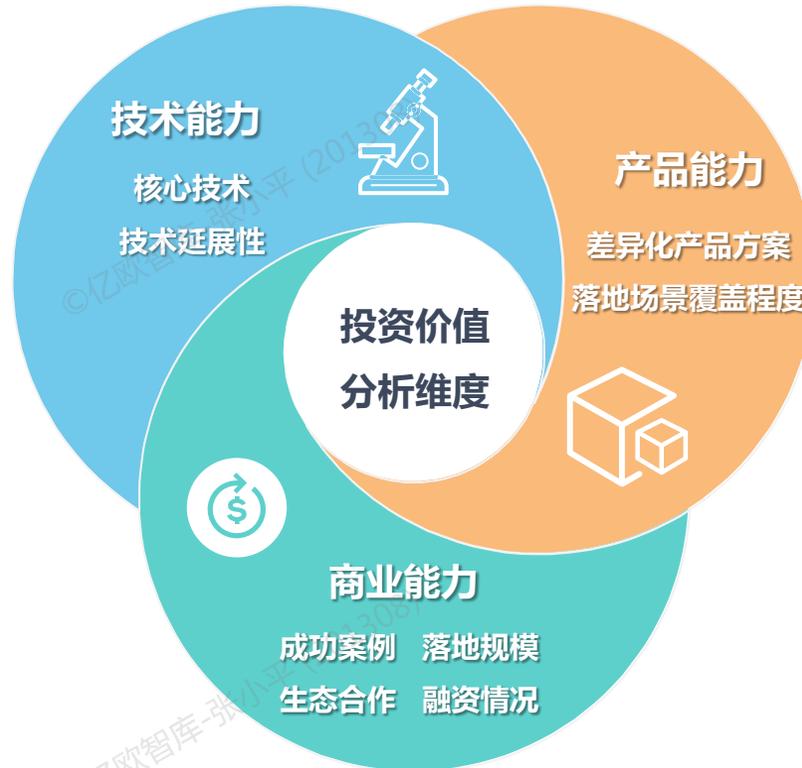
## 2.5.2 智慧矿山自动驾驶企业投资价值从技术、产品、商业三个维度进行分析

- ◆ 亿欧智库将从**技术能力**、**产品能力**和**商业能力**三个维度来分析**智慧矿山自动驾驶企业**的投资价值。
- ◆ 技术能力维度将聚焦企业的核心技术和技术延展性，产品能力维度将聚焦企业的差异化产品方案和方案落地场景覆盖程度，商业能力维度将聚焦企业的成功案例、落地规模、生态合作和融资情况。

亿欧智库：智慧矿山自动驾驶解决方案企业投资价值分析维度

- **核心技术**：企业是否掌握车端自动驾驶技术、环境感知技术、线控系统技术、车联网技术、远程控制技术等矿山自动驾驶系统框架内的核心技术
- **核心技术延展性**：企业核心技术是否能与智慧矿山系统紧密联系，是否具备延展性和前瞻性，未来能够在智慧矿山建设中发挥作用

- **成功案例**：企业自成立之后成功落地的矿山自动驾驶项目和案例，主要评估成功案例数量、项目落地的行业影响和意义等
- **落地规模**：企业合作项目中落地矿山自动驾驶车队规模，主要评估落地车队数量、落地自动驾驶车辆吨级等指标



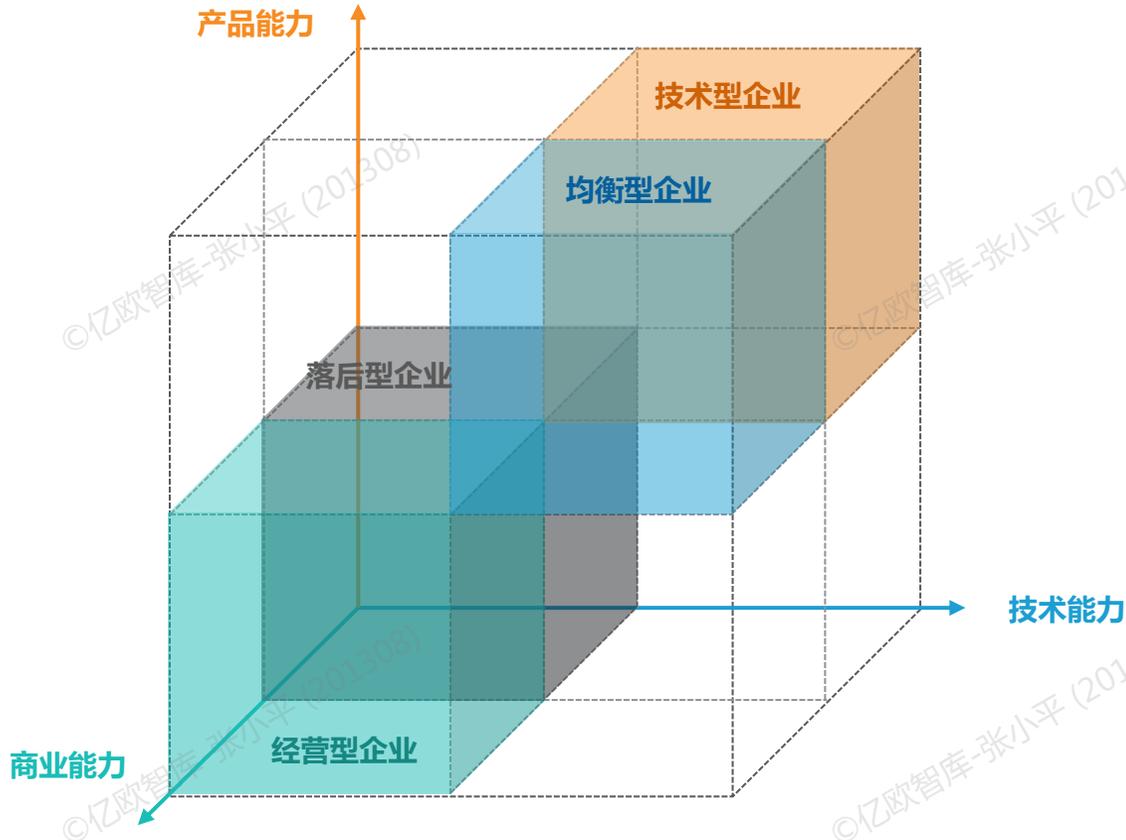
- **差异化产品方案**：企业基于“车-地/路-云”矿山自动驾驶系统框架，能否构建起有效且具有差异化竞争力的产品和解决方案
- **落地场景覆盖程度**：企业当前成功落地的解决方案所能覆盖的场景数量及种类，如是否能覆盖露天矿和井工矿场景，所能落地的矿区能覆盖多少矿种

- **生态合作**：企业与产业链上下游的企业建立合作，主要评估合作企业的数量、体量、行业影响力、对企业业务经营的意义等
- **融资情况**：企业自成立以来的融资情况，主要评估企业融资轮次、融资金额等指标

## 2.5.3 智慧矿山自动驾驶企业投资价值分析模型

- ◆ 中国智慧矿山自动驾驶行业仍处于初步发展阶段，企业整体呈现出“技术、产品能力优越，商业能力稍有欠缺”特征，企业普遍对基础核心技术掌握程度较好，技术延展性和差异化产品方案、商业落地能力和过往成功案例是衡量企业投资价值的重要方向。
- ◆ 亿欧智库根据技术能力、产品能力、商业能力三大指标构建企业投资价值分析模型。在此模型中，企业据其三种能力水平可归为四类：均衡型、技术型、经营型、落后型。**均衡型企业**三项能力均衡发展，未有明显短板，所以更具投资价值；**技术型企业**因技术产品能力扎实而具备潜力，是值得长期投资的企业；**经营型企业**已能实现正常运营，是短期内即可投资的企业；而**落后型企业**则属于将被淘汰的企业，不具备投资价值。

亿欧智库：智慧矿山自动驾驶企业投资价值分析模型



	<b>更具投资价值</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 三项能力均衡发展，没有明显短板，是最具备投资价值的企业</li> </ul>
	<b>均衡型</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技术、产品、商业能力发展情况都良好，核心技术未来应用前景广阔，产品方案成熟且具备差异化优势，已有多个成功商业化项目</li> </ul>
	<b>值得长期投资</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 技术能力和产品能力较强，具有潜力，实现商业落地是企业急需解决的问题</li> </ul>
	<b>技术型</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技术、产品能力水平更高，拥有坚实技术基础和差异化产品方案，但成功项目较少，商业能力水平稍低</li> </ul>
	<b>短期内即可投资</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 已能实现正常经营，商业价值显著，需要注意企业未来技术发展和方案迭代</li> </ul>
	<b>经营型</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>企业已有多个商业化项目和成功案例，技术产品能力支撑其构建成熟方案，但在技术延展性和差异化产品方面有所不足</li> </ul>
	<b>不具备投资价值</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 三项能力发展情况均不佳，属于易被淘汰的企业</li> </ul>
	<b>落后型</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技术、产品、商业能力都比较欠缺</li> </ul>



# 目录

## CONTENTS

## 01 智慧矿山自动驾驶发展背景综述

- 1.1 智慧矿山自动驾驶概念界定
- 1.2 智慧矿山自动驾驶发展概况
- 1.3 智慧矿山自动驾驶发展分析

## 02 智慧矿山自动驾驶发展现状与投资价值分析

- 2.1 智慧矿山自动驾驶产业链图谱
- 2.2 智慧矿山自动驾驶技术发展分析
- 2.3 智慧矿山自动驾驶商业落地分析
- 2.4 智慧矿山自动驾驶市场现状分析
- 2.5 智慧矿山自动驾驶投资价值分析

## 03 智慧矿山自动驾驶标杆企业案例

- 3.1 中科慧拓
- 3.2 路凯智行
- 3.3 易控智驾

## 04 智慧矿山自动驾驶未来趋势与展望

- 4.1 智慧矿山自动驾驶未来发展机遇与挑战
- 4.2 智慧矿山自动驾驶未来发展趋势洞察



### 3.1.1 中科慧拓掌握核心技术，自研愚公操作系统应用广泛，构建丰富产品体系

- ◆ 中科慧拓是中科院自动化研究所孵化的智慧矿山科技企业，提供矿山自动驾驶方案，现已发展成为以人工智能为底座的能源服务商和新能源制造商。
- ◆ 中科慧拓以“平行理论”为支撑，研发了自主可控的平行矿山操作系统——“愚公YUGONG”。“愚公YUGONG”满足露天矿和井工矿作业要求，适配国内外各型矿车，目前已落地全国40余座矿山，有效助力煤炭、有色金属、冶金、水泥四大行业的智慧矿山建设。
- ◆ 中科慧拓以“愚公YUGONG”操作系统及其六大子系统为核心，基于多端硬件设备，结合多种技术形成可落地应用系统，从而形成完整丰富的产品体系，为矿区提供更高性能、更易调度、更加安全的智慧矿山自动驾驶系统解决方案。

亿欧智库：中科慧拓“愚公YUGONG”平行矿山操作系统

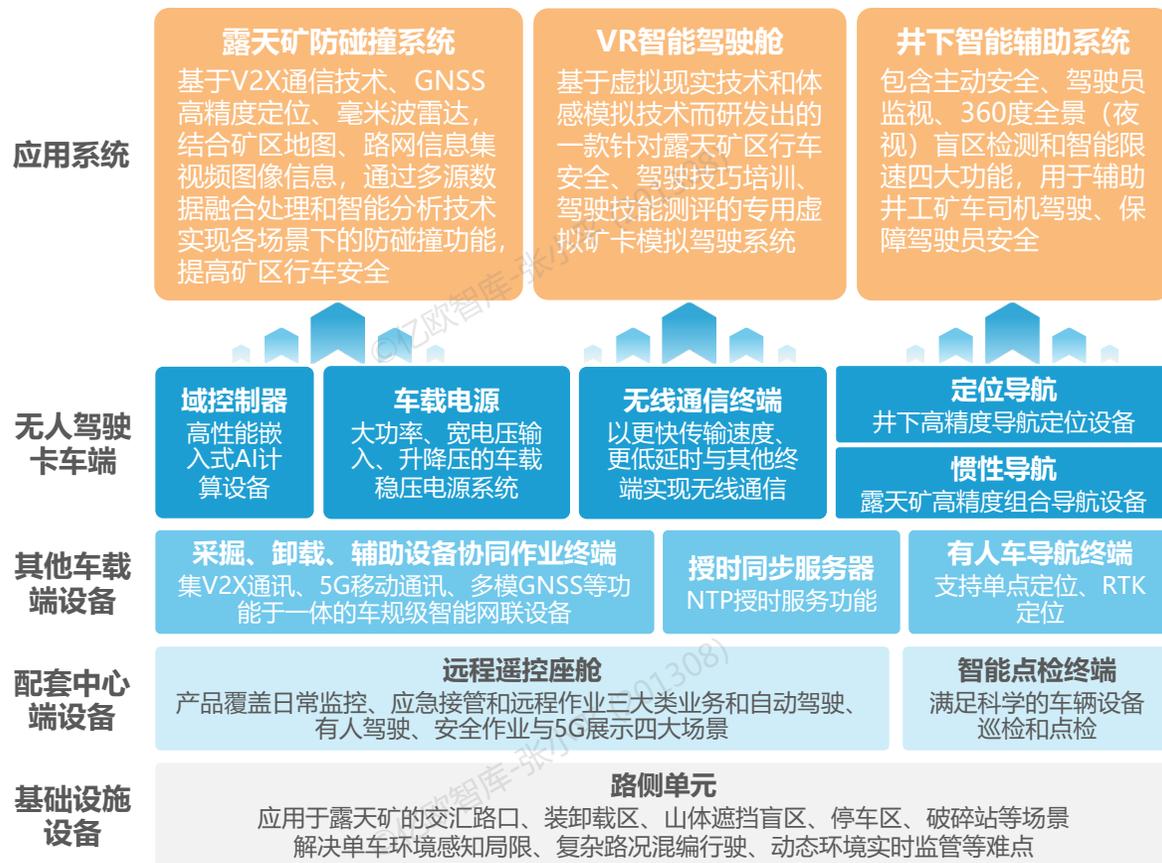


愚公系统能覆盖露天矿、井工矿两种场景，应用于煤炭、有色、冶金、水泥四大行业



数据来源：公开资料，中科慧拓官网，专家访谈，亿欧智库

亿欧智库：中科慧拓产品体系



# 3.1.2 中科慧拓发布矿山机器人载山CarMo，全力打造“OS+P+V”智慧矿山闭环架构

- ◆ 2023年5月，中科慧拓发布矿山新能源智能运载机器人“载山CarMo”，其搭载愚公平行矿山操作系统，可用于露天金属矿、非金属矿等多场景的重载物料运输。载山CarMo完成了矿山自动驾驶从“常态化安全员下车”到“平行智能安全员上车”的转变，助力打造安全绿色高效智慧矿山。
- ◆ 在智慧矿山智能化发展进程中，数据治理是亘古不变的核心，再考虑到自动驾驶“数据驱动”的特性，构建智慧矿山数据闭环势在必行。中科慧拓基于愚公操作系统，联合经年实践的成熟算法和矿山大模型构建智慧矿山工业物联网平台；而载山CarMo作为深入智慧矿山场景的智能终端，采集海量多元数据，两者协同发展，实现数据闭环。由此，中科慧拓“OS+P+V”闭环架构成形落地，正加速迈向Mining5.0时代。

## 亿欧智库：中科慧拓矿山新能源智能运载机器人“载山CarMo”



<b>全方位融合感知</b> 360度全方位障碍物感知识别	<b>多场景控制模式</b>	<b>高精度组合定位</b>
<b>平台化数字管理</b> 搭载数字平行车系统，实时监测车辆各系统状态数据，保障车辆安全运行管理		<b>高性能底盘支持</b> 实现便利换挡、强劲动力、精准控制

- 更安全**
- 更经济**
- 更高效**
- 更智能**

• 电池电量 (kwh) : 525	• 外廓尺寸 (mm) : 8980×3550×3420
• 最大爬坡能力: 35%	• 额定载质量 (kg) : 60000
• 额定功率 (kw) : 450	• 转向形式: 电液转向
• 最高车速 (kw/h) : 40	• 充电方式: 双枪快充



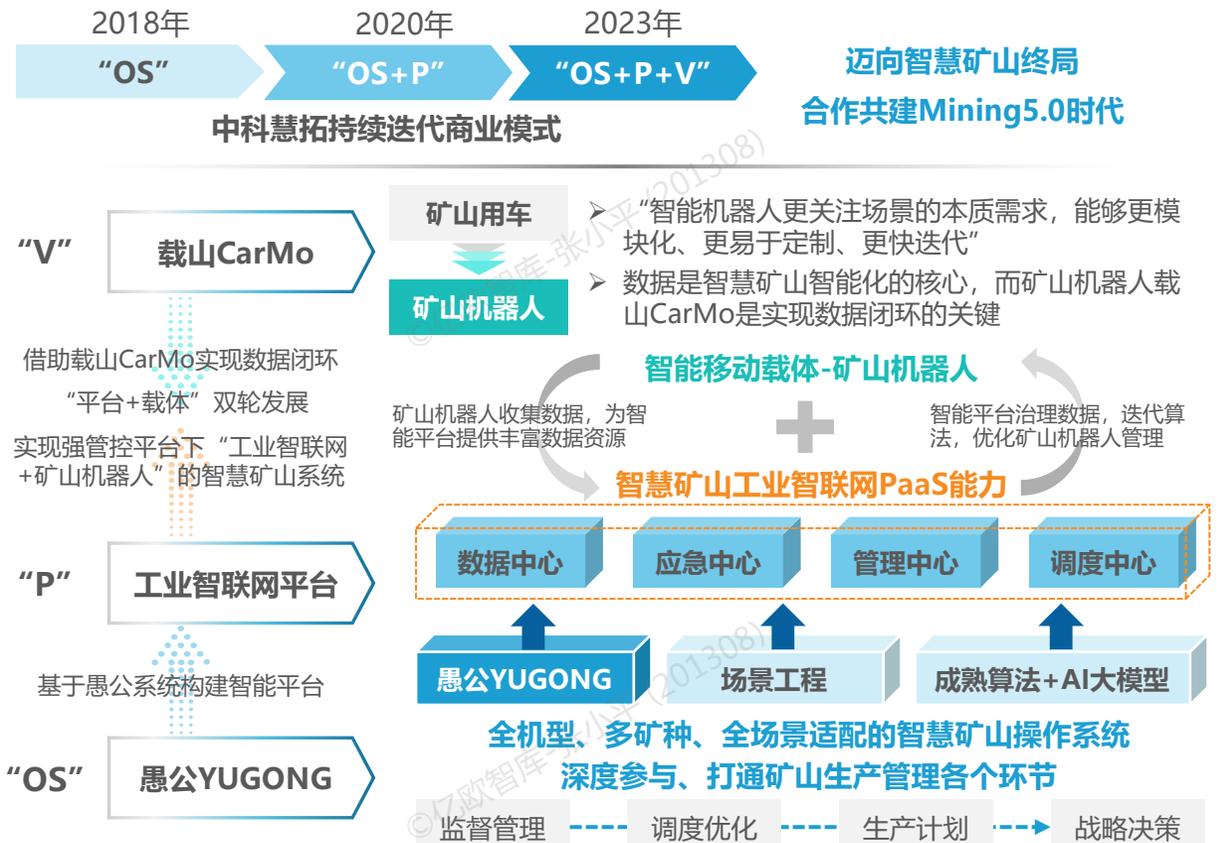
中科慧拓  
联合创始人兼CEO  
**陈龙**

“智慧矿山是国家战略资源安全保障体系的重要组成部分，是资源可持续发展的重要基石，是化解高危行业风险的根本途径。为了达到数字化、智能化的制高点，数据是核心中的核心，能源服务和新能源制造将是打破最后一道壁垒实现数据安全闭环的抓手。

当前我们正在向Mining5.0时代迈进，形成以矿山大模型、场景工程、矿山操作系统为底座，构建强管控平台下“矿山机器人+工业物联网”的实现场景，从而实现矿山从工业自动化到知识自动化的推进，进而迈向智慧矿山的终局。”

数据来源：公开资料，中科慧拓官网，专家访谈，亿欧智库

## 亿欧智库：中科慧拓打造“OS+P+V”闭环架构



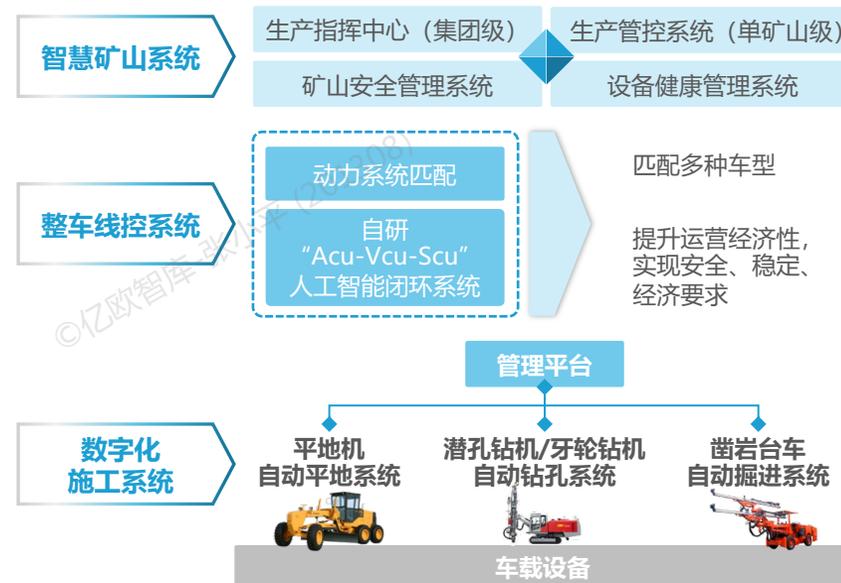
## 3.2.1 路凯智行围绕数字化、智能化、无人化强化技术能力、构建自动驾驶解决方案

- ◆ 路凯智行成立于2020年，是一家聚焦于智慧矿山领域的特种车辆自动驾驶解决方案商。路凯智行前身聚焦北斗高精度定位业务，在智慧港口、智慧农业领域积累了多年特种车辆自动驾驶经验。
- ◆ 路凯智行基于导航定位、自动驾驶安全、DASM、端边云计算、数字孪生和仿真五大核心技术构建矿山自动驾驶系统解决方案，依托“懂矿、懂车、懂算法”的团队，围绕无人驾驶、车辆线控化改造和智慧矿山三个领域开展研发工作，重点布局智慧矿山系统、整车线控系统、数字化施工系统三大板块，为终端客户提供高质量产品和标准化无人智慧矿山运营服务体系。

亿欧智库：路凯智行智慧矿山自动驾驶系统



亿欧智库：路凯智行产品方案重点布局方向



### 五大核心技术



路凯智行  
创始人兼董事长



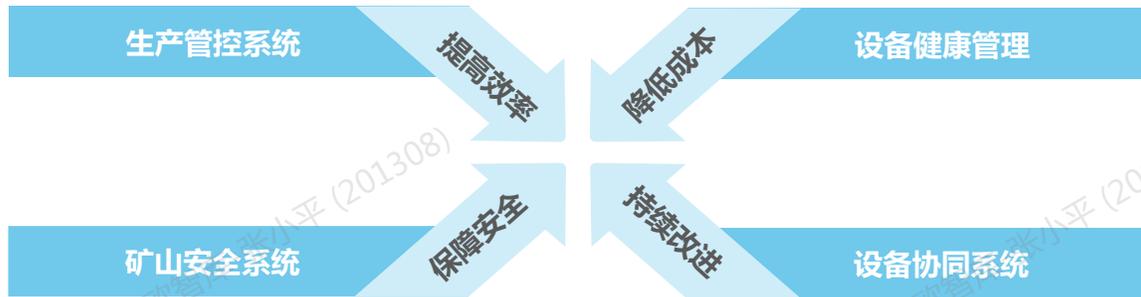
谢意

“ 矿山系统数字化、矿用机械智能化、矿用车辆无人化是我们真正实现无人驾驶或者无人矿山运营必须要经历的阶段。为此，我们必须具备研发智能矿山系统产品、矿用机械智能化产品和提供矿车无人运维服务的能力。 ”

## 3.2.2 路凯智行贴合客户需求落地方案，顺应自动驾驶商业落地阶段打造独特商业模式

- ◆ “降本增效，绿色安全”是智慧矿山建设目标，也是终端客户对矿山自动驾驶解决方案的核心需求。路凯智行以客户需求为价值导向，提供标准化产品和服务，并发挥强大的工程落地能力实现解决方案的商业化落地。自成立以来，路凯智行已成功合作多个矿山无人驾驶项目，并取得傲人成就。
- ◆ 随着智慧矿山和矿山自动驾驶的发展，不同阶段中解决方案商将会需要选择不同商业落地模式。路凯智行针对智慧矿山不同发展阶段设计出“TaaS-SaaS-ApaaS”商业模式规划，从前期的打造标杆案例，到后期的扩大无人运营规模，再到远期的提供泛智慧矿山解决方案，矿山自动驾驶解决方案商不断深入智慧矿山系统，持续助力矿山智能化建设。

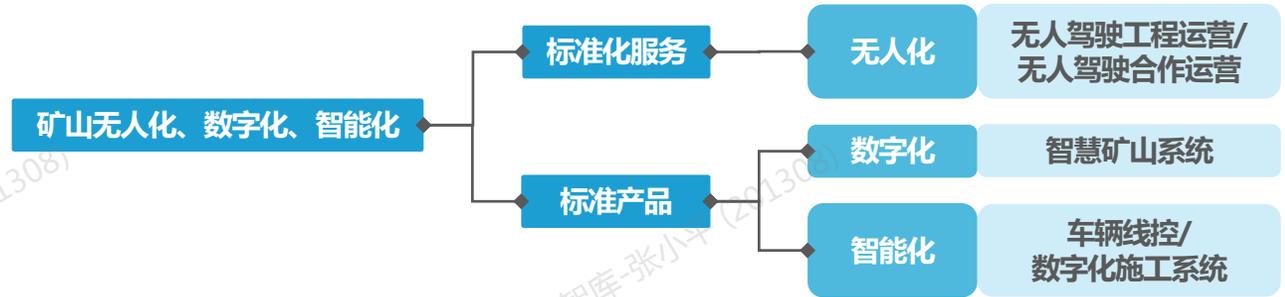
亿欧智库：路凯智行以客户需求为导向，构建方案实现落地



路凯智行已成功合作多个项目，实现方案商业化落地

- 1 国家能源集团新疆无人驾驶项目**
  - ◆ 在此项目中，路凯智行实现远程遥控控机+无人驾驶卡车运营，实现24小时常态化安全员下车运行，无人驾驶效率可达人工驾驶的80%；
  - ◆ 路凯智行实现多个核心成果：遥控驾驶、斗齿监测、以人员车辆定位为核心的防碰撞系统
- 2 神东天隆集团内蒙无人驾驶项目**
  - ◆ 此为内蒙地区第1批无人驾驶验收项目，路凯智行参与其全矿智能化建设，并于2022年实现稳定运营多编组混编无人驾驶落地
- 3 河南能源新疆某智慧矿山项目**
  - ◆ 在此项目中，路凯智行建立数字化孪生矿山，实现采剥生产、园区管理、选煤加工(三区协同)等关键场景的三维直观展示，构建智慧化矿区事务管理策略，提高各个专业及生产模块间的协同效率，实现数字化、信息化、智能化、无人化目标。最终建成“安全、高效、绿色、低碳”新型三区协同的现代化智慧矿山

亿欧智库：路凯智行当前商业模式



亿欧智库：路凯智行TaaS-SaaS-ApaaS商业模式规划

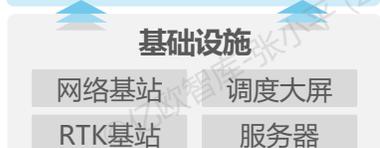


### 3.3 易控智驾升级发布“著山”露天矿无人驾驶解决方案，切入场景实现规模化运营

- ◆ 易控智驾成立于2018年5月，是中国早期迈入矿山自动驾驶行业的企业之一。易控智驾将融合了“车、能、路、云”的无人驾驶技术与现场运营能力相结合，致力于为矿区提供无人驾驶技术与运输运营服务。2023年10月，易控智驾升级发布了“著山”露天矿无人驾驶运输解决方案，和“御石”新能源无人驾驶线控平台，标志其矿山自动驾驶技术再次迎来重大突破。
- ◆ 2019年以来，易控智驾已落地多个露天矿无人驾驶运营项目，逐渐沉淀出规模化落地能力，已在南露天煤矿项目中实现两百余台百吨级新能源无人驾驶矿车运营，成就全球最大无人驾驶车队。截至2023年11月，易控智驾已成功投放运行车辆389台，无人驾驶累计运行里程达420万公里，连续安全运行达5年，在矿山自动驾驶方案落地、项目合作和安全运营方面取得亮眼成果。

#### 亿欧智库：“著山”露天矿无人驾驶运输解决方案与“御石”无人驾驶新能源线控平台

#### 亿欧智库：易控智驾成功案例



#### “御石”无人驾驶新能源线控平台

矿山无人驾驶矿卡智能化及电动化增量部件集成系统

##### 智能化组件

智能驾驶设备箱、无人驾驶传感器标准化组件



##### 新能源动力系统

增程式混动构型，搭载高效整车能量管理系统



##### 线控系统

底盘域控实现冗余线控制动、冗余线控转向、线控驱车、车灯等附件线控功能



##### 安全诊断系统

基于大数据，搭建车辆多级故障诊断与预测模型，提高车辆安全性

##### 整车智能配电管理

支持远程上下电、电气集中智能控制

#### “御石”无人驾驶新能源线控平台6大优势

**高节油：**适配矿山全工况增程电控策略，节油效果最高可达30%

**高安全：**多级冗余线控配合智能故障诊断系统，保障行驶安全

**可进化：**智能设备分体模块化设计，有人无人模式快速切换

**组件化：**标准化智能套件安装便捷快速，故障率降低

**集成化：**底盘域集中控制架构，新功能高效迭代

**通用化：**平台化架构可适配多厂家、多车型

##### 内蒙古霍林河南露天煤矿

2023年11月项目正式运行，已投放**10台**无人驾驶矿卡；  
用时**10天**实现从无人驾驶矿卡进场到实现无安全员运营。

##### 新疆天池能源将军戈壁二号露天煤矿

2023年8月25日部署第一批车辆进行场景适用性验证；9月12日实现常态化无安全员，现有**39台**无人驾驶矿卡；  
用时**17天**实现项目交付。



##### 山东宏河百利邹城鳊山矿

2023年2月项目正式运行，2023年4月开始常态化下人，现有**20台**无人驾驶车辆。用时**60天**实现常态化无安全员混编运行。



##### 新疆天池能源南露天煤矿

2020年11月项目正式运行，2022年12月开始常态化下人，现有**203台**无人驾驶车辆。已实现常态化7\*24小时连续无人化生产作业；  
全球最大无人驾驶车队：已投放两百余台百吨级新能源无人驾驶矿卡。



##### 国能新疆准东露天煤矿

2020年7月项目正式运行，2022年6月开始常态化下人，现有**22台**无人驾驶车辆，已常态化下人运行**17个月**。



已投放运行车辆

**389台**

无人驾驶  
累计运行里程

**420  
万公里**

安全运行

**5年**

# 目录

## CONTENTS

### 01 智慧矿山自动驾驶发展背景综述

- 1.1 智慧矿山自动驾驶概念界定
- 1.2 智慧矿山自动驾驶发展概况
- 1.3 智慧矿山自动驾驶发展分析

### 02 智慧矿山自动驾驶发展现状与投资价值分析

- 2.1 智慧矿山自动驾驶产业链图谱
- 2.2 智慧矿山自动驾驶技术发展分析
- 2.3 智慧矿山自动驾驶商业落地分析
- 2.4 智慧矿山自动驾驶市场现状分析
- 2.5 智慧矿山自动驾驶投资价值分析

### 03 智慧矿山自动驾驶标杆企业案例

- 3.1 中科慧拓
- 3.2 路凯智行
- 3.3 易控智驾

### 04 智慧矿山自动驾驶未来趋势与展望

- 4.1 智慧矿山自动驾驶未来发展机遇与挑战
- 4.2 智慧矿山自动驾驶未来发展趋势洞察

## 4.1.1 矿山自动驾驶发展面临技术突破、方案构建、商业落地、融合发展等多重挑战

- ◆ 智慧矿山自动驾驶行业仍处在发展初期阶段，未来发展面临技术、产品、落地等多种问题和挑战。对于矿山自动驾驶这类技术密集型行业来说，核心技术发展是关键影响因素，解决方案商如何利用技术提升系统环境适应能力和稳定性是首要问题。不同矿区场景特性不同，如何构建标准化产品来提升方案通用性是企业优化产品方案的重要挑战，同时在数字化智能化建设中，如何建立数据驱动模式实现方案优化迭代也是需要解决的问题。
- ◆ 矿山自动驾驶行业正逐步迈入规模化落地阶段，自动驾驶系统正逐渐深入智慧矿山系统，然而矿区内生产管理系统十分繁杂，如何实现矿山自动驾驶与矿区作业运营接洽融合仍是将长久面临的问题，而这同时也将影响到解决方案商扩大运营规模的计划。

### 亿欧智库：智慧矿山自动驾驶发展面临多重挑战

#### 技术发展挑战

- **提高系统适应性：**矿区环境复杂多变，当前矿山自动驾驶系统应用仍局限于理想化环境，需要在环境感知、规划决策、控制执行等多个核心技术环节上实现技术突破，以实现系统方案整体对实际环境的适应能力；
- **提升系统稳定性：**矿山自动驾驶系统的可靠性和稳定性直接影响解决方案应用效果，而提升稳定性需要综合全面保障并提升矿用设备、车端软硬件、矿区网络、云控平台等系统核心模块的可靠性，并进行严格验证测试

#### 融合发展挑战

- **加强矿区作业协同配合：**当前矿山自动驾驶主要应用于“采-运-排”作业流程中解决运输问题，在矿区作业流程无改动情况下，矿山自动驾驶需要与现有设备、工艺、人员等实现有效协同，需要加强技术、管理等方面配合，以实现自动驾驶系统和矿区运营的深度融合；
- **提升矿区自动驾驶与智慧矿山融合度：**未来矿山自动驾驶需与矿区整体运营深度融合，需要智慧矿山数字化、无人化基础设施建设与矿山自动驾驶系统发展同步

#### 产品方案挑战

- **加强产品方案标准化：**需要通过模块化和通用化设计来提高矿山自动驾驶系统的适用范围，实现标准化和规模化应用；
- **建立数据驱动的迭代机制：**矿山自动驾驶系统中路径规划和安全决策都需要云控平台相关算法模型基于海量数据分析得出，这就需要构建数据驱动模式以实时持续优化算法模型，从而实现矿山自动驾驶系统产品方案快速更新迭代

#### 商业落地挑战

- **扩大落地规模，实现全矿无人运营：**当前矿山自动驾驶系统落地多为在矿区局部区域实现无人运营，还未能大型露天煤矿实现全矿无人驾驶，所以现在很多矿仍是有人驾驶。扩大矿山自动驾驶落地规模，除了需要解决最基本的大量运输用矿用设备自动驾驶改造问题，还需要解决全矿其他生产设备协同管理问题。而在大型煤矿中，企业难以独自运营，必然需要与其他企业联合运营，如何与其他企业分工合作，技术系统如何协同写作也是巨大挑战



## 4.1.2 政策引导与科技赋能持续助力，市场扩大与海外拓展开辟未来

- ◆ 在中国“双碳”顶层设计政策体系之下，建设绿色智慧矿山将会是一个长久目标，在中央和地方政府的引导与扶持之下，智慧矿山和矿山自动驾驶将进一步发展。同时，赋能矿山自动驾驶系统的人工智能、云计算等核心技术正飞速发展更新迭代，未来将为矿山自动驾驶提供更强助力。
- ◆ 近几年矿山自动驾驶标杆项目取得显著成果，更多终端客户和主机厂选择参与矿山自动驾驶行业，与解决方案商开展合作。同时产业链上其他多元企业也拓展业务布局矿山自动驾驶系统，行业生态逐渐丰满丰富，市场规模正不断扩大。
- ◆ 中国露天矿自动驾驶存在隐性天花板，而海外露天矿市场更广阔，同时中国方案逐渐成熟且具备多重优势，出海将是中国矿山自动驾驶的新增长点。

### 亿欧智库：智慧矿山自动驾驶发展充满助力与机遇

#### 政策扶持与引导持续加强

- **中央政策：**继续在“双碳”顶层设计政策体系的引导下鼓励绿色智慧矿山建设；
- **地方政府：**响应中央号召，继续出台助力智慧矿山智能化、零碳化建设的政策

#### 赋能科技飞速发展

- **人工智能：**AI大模型应用将逐步拓展至矿山领域，为实现矿山自动驾驶乃至智慧矿山数据闭环、数据驱动智能化迭代提供重要技术基础；
- **数字孪生：**数字孪生和仿真技术发展有利于增强云端分析决策能力；
- **5G通信：**车联网是矿山自动驾驶系统网端的重要技术，5G通信技术的发展和應用將助力打造更高效率、更低时延的通信网络

#### 市场不断扩大

- 因近年无人驾驶标杆项目增多，更多企业参与矿山自动驾驶行业，市场规模不断扩大；
- 产业链多方企业开始拓展矿山自动驾驶业务：如上游线控系统供应商（主函数科技）、主机厂和装备商（三一集团、司凯奇）、信息科技企业（华为、百度）

#### 海外露天矿市场广阔

- **海外市场更加广阔：**国内露天矿少井工矿多，露天矿自动驾驶市场存在隐性天花板，而海外露天煤矿数量更加庞大，市场前景更加广阔；
- **中国方案具备优势：**中国露天煤矿自动驾驶解决方案渐趋成熟，具备车型兼容性强、场景适应性强、性价比高、合作方式灵活等优势，获得海外矿主认可

## 4.2 产业趋势：从矿山中来到矿山中去，矿山自动驾驶将与智慧矿山深度融合共同发展

- ◆ 为增强智慧矿山自动驾驶方案可靠性和稳定性，矿山自动驾驶企业正不断拓展方案边界，深入甚至改造智慧矿山系统，为矿山自动驾驶构建更加适宜其落地发展的数字化、智能化环境。
- ◆ 在未来发展中，除了加强自动驾驶方案的可靠性，应进一步强化智慧矿山系统的智能化建设，只有当作为统筹整片矿区的矿山系统实现了更高层次的数字化、无人化、智能化，作为子系统的矿山自动驾驶系统才能充分发挥作用，仅凭矿山自动驾驶系统推动智慧矿山系统智能化发展无法长远，唯有两者深度融合协同进步，才能实现整体与部分的共同发展。

### 亿欧智库：智慧矿山自动驾驶与智慧矿山深度融合协同发展

#### 矿山自动驾驶系统发展

- 通过成功运营案例深入智慧矿山系统，扩大矿山自动驾驶系统“数字化系统、网络化设施、无人化设备”的影响范围



#### 矿山自动驾驶撬动智慧矿山智能化发展



#### 智慧矿山智能化建设

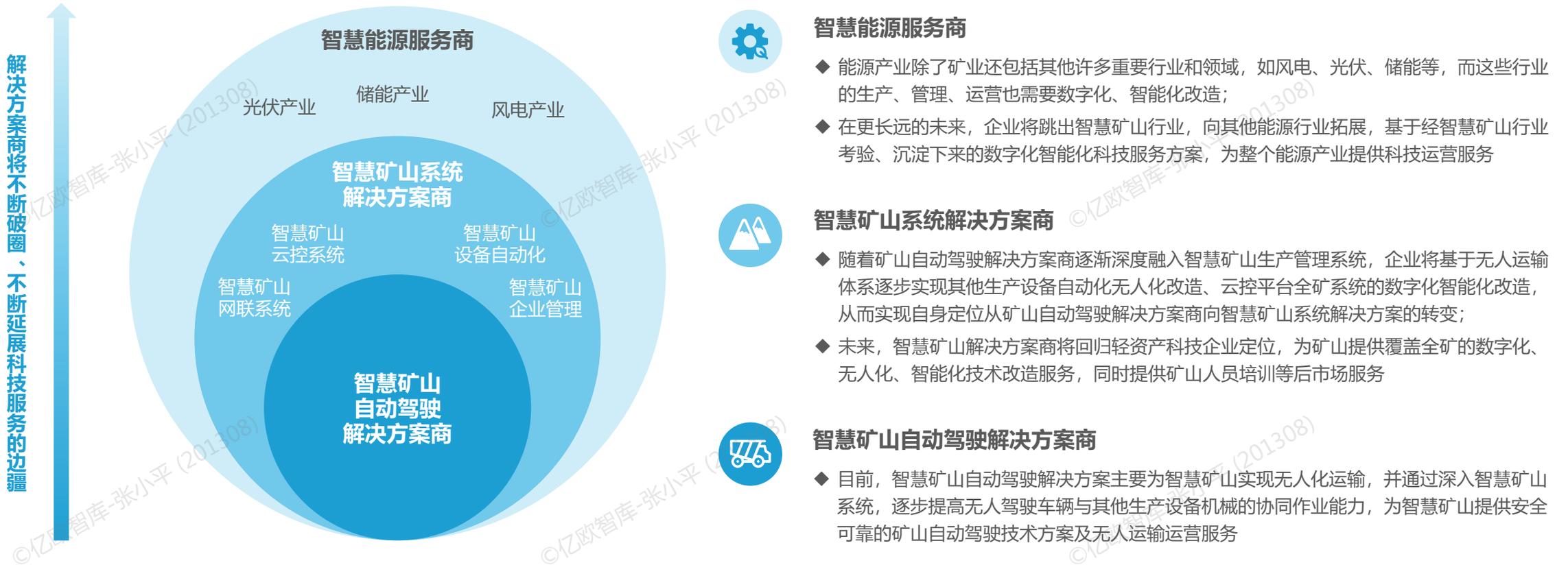
- 通过提升智慧矿山整体的智能化建设水平，从底层基础设施、矿区作业流程到顶层系统为智慧矿山自动驾驶创造出更容易、快速落地经营的环境



## 4.2 企业趋势：以矿山自动驾驶切入，未来将深入矿山演变为智慧矿山解决方案商

- ◆ 智慧矿山自动驾驶解决方案商以矿山自动驾驶系统方案切入，未来将顺应矿山自动驾驶与智慧矿山融合发展趋势，不断破圈、不断延展数字化、无人化、智能化科技服务的边界，演变为智慧矿山系统解决方案商。而在更遥远的未来，企业将跳出矿山，成为服务整个能源产业的智慧能源服务商。
- ◆ 目前中国矿山自动驾驶解决方案商基本以“提供技术服务+提供运营服务”双轮驱动的业务模式为主，未来随着智慧矿山系统本身的智能化程度提升，矿山自动驾驶运营不再高度需要解决方案商主运营，解决方案商将会专注提供技术服务，并延长技术服务价值链，将价值点拓展至矿区人员培训、自动驾驶平台服务等。

亿欧智库：智慧矿山自动驾驶解决方案商定位演变



## 4.2 出海趋势：中国企业多方考虑整合优势，未来落地边界将逐步拓展至非洲、南美

- ◆ 中国矿山自动驾驶出海需要考虑多方因素，矿藏丰富、矿业减碳需求大、市场进入门槛低且法规健全的国家地区非常适合中国矿山自动驾驶解决方案商出海。除此之外，出海成功还需考虑国家层面的外交关系，以及企业层面的合作关系，友好的外交关系更有利于企业建立沟通、落地方案。
- ◆ 目前，中国矿山自动驾驶解决方案商凭借5G网络技术、多元企业联合出海、商业合作模式灵活等优势已实现初步触达甚至方案落地，如易控智驾商业布局已延伸至澳大利亚，而中科慧拓已实现方案出海泰国。未来，矿产资源更加丰富的非洲和南美洲将是中国自动驾驶解决方案商出海重点，国际著名矿企驻扎提供了更广阔的合作前景，且智利、秘鲁及巴西等国以“引进来”为主要经济政策，适合中国企业以合资共营形式进入市场。

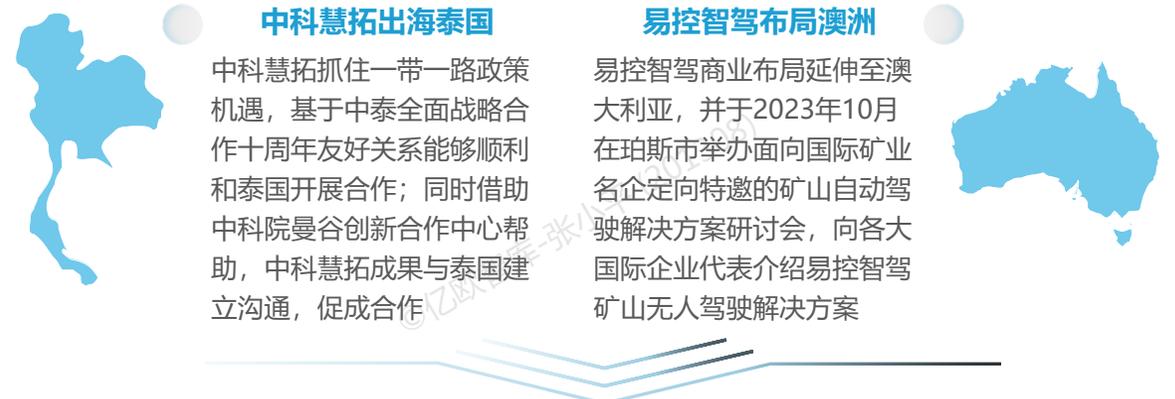
### 亿欧智库：中国矿山自动驾驶企业出海影响因素



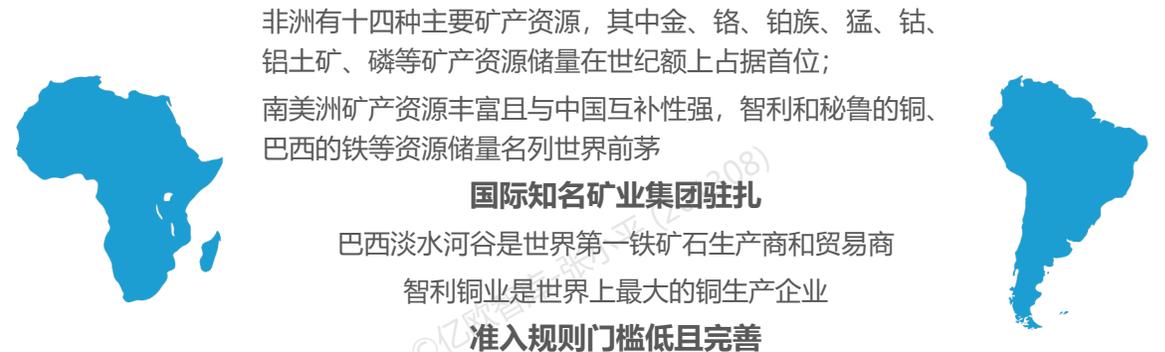
### 亿欧智库：中国矿山自动驾驶出海具备优势



### 亿欧智库：中国矿山自动驾驶解决方案出海



### 非洲、南美洲矿藏丰富



- ◆ 智慧矿山自动驾驶行业整体仍处于初步发展阶段，而近几年如常态化安全员下车、大规模车队落地运营等里程碑事件标志着智慧矿山自动驾驶行业正飞速成长、蓬勃发展。智慧矿山自动驾驶系统框架大同小异，行业内企业普遍呈现出“技术实力优越，商业能力稍逊”特征，逐步迈入规模化落地阶段便意味着大家对于突破商业化挑战都怀着更加急迫强烈的期望。而实现大规模商业化落地并非一日之功，过往成功案例和当下生态合作都将成为考量企业的重要标准，都是企业需要沉淀实力的方向。建立在坚实技术产品能力之上的商业化落地能力，将成为企业最突出的投资价值点。
- ◆ 智慧矿山建设是中国能源产业响应“双碳”政策号召、引导矿业走向绿色高效的具体措施，智慧矿山自动驾驶即是自动驾驶技术在矿山场景的应用发展，又是智慧矿山数字化、自动化、智能化的具体支撑。两者密不可分、息息相关，融合发展乃大势所趋，两者将相互渗透、相互成就。而在此趋势之中，矿山自动驾驶企业将不再拘泥于自动驾驶技术，将针对全矿区成为智慧矿山系统解决方案商。而在更遥远的未来，企业甚至将不再局限于智慧矿山场景，而是放眼于更庞大的能源产业，利用数字化、智能化技术提供智慧能源服务。
- ◆ 由于时间与精力所限，本报告对于智慧矿山自动驾驶的研究与讨论难免存在疏漏与偏差，敬请谅解。在此特别感谢**中科慧拓、路凯智行、盟识科技、主函数科技、司凯奇、易控智驾、友道智途**等企业对本报告给予的支持，为报告撰写输出了宝贵的专业观点与建议。
- ◆ 未来，亿欧智库将持续密切关注智慧矿山自动驾驶产业发展，通过对行业的深度洞察，持续输出更多有价值的研究成果。欢迎读者与我们交流联系，共同助力中国智慧矿山自动驾驶产业的持续发展。

## ■ 亿欧智库已发布商用车自动驾驶相关报告



持续关注  
敬请期待

## 科技出行产业核心业务：汽车产业研究及创新咨询 | 汽车科技内容平台 | 汽车产业会议及企业创新服务

提供  
**高效流通的  
信息内容服务**  
及  
**极具价值创新的  
研究咨询解决方案**



- ✓ **使命愿景**：致力于为汽车出行产业的持续发展与创新，提供高效流通的信息内容及多维度价值服务
- ✓ **关注方向**：聚焦新科技、新政策、新资本、新理念“四新商业变量”，对汽车出行产业的影响与推动
- ✓ **关注领域**：涵盖智能电动汽车、自动驾驶、出行科技、新能源、汽车服务及流通数字化等产业上下游



### 智能电动汽车

- 智能驾驶
- 智能座舱
- 智能网联
- 智能车云
- 车载基础软件及部件



### 自动驾驶

- 自动驾驶场景解决方案
- 自动驾驶核心部件
- 自动驾驶关键技术服务



### 出行科技

- 车路协同
- 新型出行服务
- 飞行汽车/eVTOL



### 新能源

- 动力电池
- 氢燃料电池
- 储能系统



### 汽车服务及流通

- 汽车流通及数字化
- 新型汽车服务
- 充电补能服务
- 汽车后市场

持续寻找  
关注并服务最具  
价值与潜力的企业



国内外领先主机厂

新兴汽车科技公司

产业投融资机构



国内外优秀供应商

科技互联网公司

政府/示范区/协会



面向智能电动汽车  
产业生态伙伴  
与客户群体

## 解决企业内部战略决策问题

基于专业方法论，依托对汽车出行产业创新升级的持续研究洞察与分析，帮助企业解决内部战略决策问题：

- ◆ 了解产业环境、市场竞争格局
- ◆ 理解竞企产品/技术/规划/实施路径
- ◆ 探索细分市场进入/现状/趋势，分析赛道价值，制定企业规划、执行方案等

	Step1 认知输入	Step2 解读定性	Step3 战略方案
<b>宏观： 产业维度</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 产业扫描</li> <li>✓ 行业洞察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 产研分析</li> <li>✓ 投研分析</li> </ul>	
<b>中观： 市场维度</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 市场调研</li> <li>✓ 竞争格局分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 细分市场研究</li> <li>✓ 用户调研</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 可行性分析</li> <li>✓ 战略规划构建</li> </ul>
<b>微观： 企业维度</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 对标研究</li> <li>✓ 内部咨询</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 竞争策略制定</li> <li>✓ 业务能力提升</li> </ul>

战略  
决策



企业  
传播

## 解决企业外部认知与品牌传播问题

通过兼具研究与媒体视角的汽车科技内容平台，以及汽车产业会议及企业创新服务，帮助企业解决外部认知与品牌宣传问题：

- ◆ 品牌定位，品牌强化及推广
- ◆ 企业价值解读、企业核心优势提炼及呈现、企业传播影响力提升
- ◆ 内容传播策划及会议资源对接等

	Step1 看到与发现	Step2 读懂与传播	Step3 对接与服务
<b>面向 B端客户</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 产业图谱绘制</li> <li>✓ 产业峰会参与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 产研分析及企业案例植入</li> <li>✓ 投研分析及企业价值解读</li> <li>✓ 白/蓝皮书编制及联合发布</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 榜单评选及发布</li> <li>✓ 会议资源共享及盘活</li> </ul>
<b>面向 C端用户</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 专题内容融入</li> <li>✓ 热点事件资讯</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 话题文章植入</li> <li>✓ 深度文章解读</li> <li>✓ 企业人物专访</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 企业专项会议策划</li> <li>✓ 企业创新发展赋能</li> </ul>

## ◆ 团队介绍:

亿欧智库 (EO Intelligence) 是亿欧旗下的研究与咨询机构。为全球企业和政府决策者提供行业研究、投资分析和创新咨询服务。亿欧智库对前沿领域保持着敏锐的洞察, 具有独创的方法论和模型, 服务能力和质量获得客户的广泛认可。

亿欧智库长期深耕新科技、消费、大健康、汽车出行、产业/工业、金融、碳中和等领域, 旗下近100名分析师均毕业于名校, 绝大多数具有丰富的从业经验; 亿欧智库是中国极少数能同时生产中英文深度分析和专业报告的机构, 分析师的研究成果和洞察经常被全球顶级媒体采访和引用。

以专业为本, 借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势, 亿欧智库的研究成果在影响力上往往数倍于同行。同时, 亿欧内部拥有一个由数万名科技和产业高端专家构成的资源库, 使亿欧智库的研究和咨询有强大支撑, 更具洞察性和落地性。

## ◆ 报告作者:



黄时雨

亿欧 分析师

Email: huangshiyu@iyiou.com

## ◆ 报告审核:



武东

亿欧 研究总监

Email: wudong@iyiou.com



杨永平

亿欧 执行总经理、亿欧汽车总裁

Email: yangyongping@iyiou.com



## ◆ 版权声明:

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映亿欧智库于发布本报告当日之前的判断，在不同时期，亿欧智库可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。亿欧智库不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，亿欧智库对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应的更新或修改。

本报告版权归属于亿欧智库，欢迎因研究需要引用本报告内容，引用时需注明出处为“亿欧智库”。对于未注明来源的引用、盗用、篡改以及其他侵犯亿欧智库著作权的商业行为，亿欧智库将保留追究其法律责任的权利。

## ◆ 关于我们:

亿欧是一家专注科技+产业+投资的信息平台和智库；成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、南京、纽约设有分公司。亿欧立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。

亿欧旗下的产品和服务包括：信息平台亿欧网 (iyiou.com)、亿欧国际站 (EqualOcean.com)、研究和咨询服务亿欧智库 (EO Intelligence)，产业和投融资数据产品亿欧数据 (EO Data)；行业垂直子公司亿欧大健康 (EO Healthcare) 和亿欧汽车 (EO Auto) 等。



◆ 基于自身的研究和咨询能力，同时借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势；亿欧为创业公司、大型企业、政府机构、机构投资者等客户类型提供有针对性的服务。

## ◆ 创业公司

亿欧旗下的亿欧网和亿欧国际站是创业创新领域的知名信息平台，是各类VC机构、产业基金、创业者和政府产业部门重点关注的平台。创业公司被亿欧网和亿欧国际站报道后，能获得巨大的品牌曝光，有利于降低融资过程中的解释成本；同时，对于吸引上下游合作伙伴及招募人才有积极作用。对于优质的创业公司，还可以作为案例纳入亿欧智库的相关报告，树立权威的行业地位。

## ◆ 大型企业

凭借对科技+产业+投资的深刻理解，亿欧除了为一些大型企业提供品牌服务外，更多地基于自身的研究能力和第三方视角，为大型企业提供行业研究、用户研究、投资分析和创新咨询等服务。同时，亿欧有实时更新的产业数据库和广泛的链接能力，能为大型企业进行产品落地和布局生态提供支持。



## ◆ 政府机构

针对政府类客户，亿欧提供四类服务：一是针对政府重点关注的领域提供产业情报，梳理特定产业在国内外的动态和前沿趋势，为相关政府领导提供智库外脑。二是根据政府的要求，组织相关产业的代表性企业和政府机构沟通交流，探讨合作机会；三是针对政府机构和旗下的产业园区，提供有针对性的产业培训，提升行业认知、提高招商和服务域内企业的水平；四是辅助政府机构做产业规划。

## ◆ 机构投资者

亿欧除了有强大的分析师团队外，另外有一个超过15000名专家的资源库；能为机构投资者提供专家咨询、和标的调研服务，减少投资过程中的信息不对称，做出正确的投资决策。

## ◆ 欢迎合作需求方联系我们，一起携手进步；电话 010-53321289，邮箱 hezuo@iyiou.com



©亿欧智库-张小平 (201308)

©亿欧智库-张小平 (201308)

©亿欧智库-张小平 (201308)



扫码关注亿欧智库  
查看更多研究报告



扫码添加小助手  
加入行业交流群

亿欧智库

网址: <https://www.iyiou.com/research>

邮箱: [hezuo@iyiou.com](mailto:hezuo@iyiou.com)

电话: 010-53321289

北京: 北京市朝阳区关庄路2号院中关村科技服务大厦C座4层 | 上海: 上海市闵行区申昆路1999号4幢806

深圳: 广东省深圳市南山区华润置地大厦 C 座 6 层 | 纽约: 4 World Trade Center, 29th Floor-Office 67, 150 Greenwich St, New York, NY 10006

