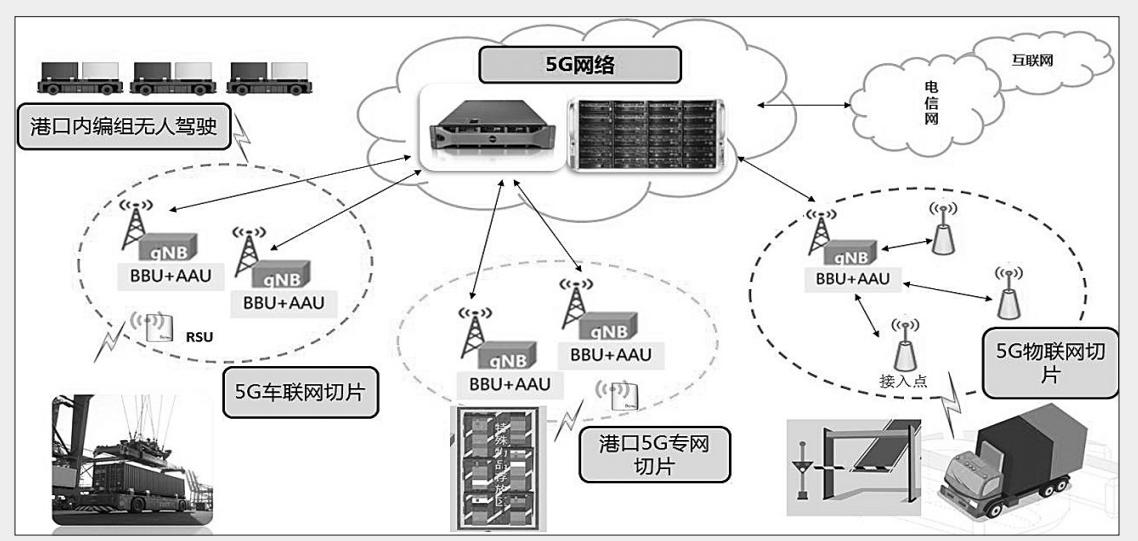


# 工业领域成自动驾驶热门赛道

本报记者 张依依

近日，矿用车自动驾驶公司“易控智驾”宣布获得数千万元人民币的Pre-A轮融资。本轮融资将主要用于加快露天矿自动驾驶系统的产品化进程，以满足矿区安全高效的无人化作业诉求。除后来者“易控智驾”于近期完成千万元级融资外，率先进入露天矿细分赛道并多次打破行业纪录的踏歌智行也将于近期完成单笔最大融资。

现阶段，我国矿区、港区、厂区等不对公众开放的工业区域普遍面临生产率较低、成本较高和劳动力短缺等问题，对智能化应用的需求迫在眉睫。由于工业领域具备环境可控性较高和应用场景相对简单等优势，自动驾驶技术有望在该领域实现大规模应用落地，迎来“春天”。



基于5G切片技术的场景化应用示意图

**矿区自动驾驶赛道的投资逻辑**  
主要基于商业落地和大规模工程化能力。

投资机构为何近日来连连加码矿区自动驾驶赛道？当下，资本更为审慎保守，投资人将目光从公共道路转向能率先落地、实现“真·无人”的矿区、港口等封闭场景。北京踏歌智行科技有限公司创始人兼首席科学家余贵珍在接受《中国电子报》记者采访时表示，工业领域自动驾驶赛道的投资逻辑主要基于商业落地和大规模工程化能力。

这些场景下实施自动驾驶，运输环境相对简单、确定性强，有利于技术迅速迭代成熟。工业设备自身的生产资料属性也决定了其对设备成本代价的敏感性较之民用产品低，有利于推进规模化部署。

“然而，由于矿区等场景通常作业流程复杂，设备之间有严格缜密的交互逻辑，要打通完整的作业流程并持续运行，要求无人运输技术方案提供方对生产工艺有深刻的理解，具备车端、路面、云端全系统开

发能力，并具备很高的工程化水平和工程实施能力。这是实现项目交付和大规模商业化落地的重要决定因素。”余贵珍强调。

当前我国自动驾驶技术在矿区、机场和港口场景下的应用效果都比较好。在这之中，矿区无人驾驶运输应用效果更好。

余贵珍表示，原因有三。首先在于需求的刚性。矿区因其自身地理、环境、工艺、人员等因素，对无人化变革有强烈需求，矿方对无人化项目落地有着远高于其他行业的积极性。

其次是技术的可行性。矿区环境封闭、道路相对固定、环境相对确定、车辆速度低、设备间协同作业的接驳精度要求相对港口等

场景略低，使得现阶段的自动驾驶技术可以满足矿区的大多数作业场景需求。

最后是政策支持。在“新基建”“工业互联网”“重大技术装备制造”“加快推进5G发展”等国家政策的推动下，矿区自动驾驶运输已经进入发展的快车道，产业生态迅速凝聚，也更多地获得了资本的青睐。

据了解，踏歌智行重视5G技术在矿区自动驾驶系统的应用，已经与中国移动、清华大学、中国矿业大学、阳煤集团、中煤科工、华为公司成立5G智慧矿山联盟，启动“5G+智慧矿山燎原计划”并挂牌“5G+智慧矿山示范基地”，同时成立“5G+无人矿卡联合实验室”，汇聚产业链上下游力量，形成行业新生态。

**工业场景下的自动驾驶技术趋于成熟，传感器、软硬件平台、高精度地图技术可以满足项目要求。**

于相对封闭、车辆速度低、作业流程相对固定、不受交通法规约束，因此具备技术落地的可行性。

一些车企和科技公司已对工业领域的自动驾驶技术展开了研发，交出了令人较为满意的“答卷”。广汽研究院智能驾驶技术部部长郭继舜向记者表示，目前东风和解放是商用车品牌的代表，而在国内港区，图森未来已经宣布进入了港内集装箱卡车自动驾驶运输市场。此外，余贵珍告诉记者，踏歌智行、西井科技和驭势科技三家公司已分

别将自动驾驶技术应用于内蒙古白云鄂博矿区、深圳盐田港和香港国际机场。

现阶段，自动驾驶的货运车辆等已经在工业领域的特定场景落地，典型的应用场景包括园区通勤、码头、矿山和仓储等的自动驾驶改造。刘津晶表示，目前自动驾驶车辆可在部分厂区内部实现零件的配送，在码头实现集装箱的周转。与此同时，清扫车可实现“无人清扫”，电力等各类无人驾驶巡检车辆也已得到应用。

**工业化自动驾驶车辆跨多个领域的技术集成正挑战着相关厂商的资源、人才和战略布局。**

工业领域“用工荒”的现象使特定场景对自动驾驶的应用需求与日俱增。

除了“内需”的拉动，工业领域自动驾驶技术及其落地条件的逐渐成熟也是推动该技术得到应用和落地的重要因素。

据了解，当前工业领域特定场景下的自动驾驶技术趋于成熟，现有传感器、软硬件平台、高精度地图技术积累可以较好地满足项目要求。

余贵珍表示，矿区、港口、机场和园区物流等工业化应用场景由

满足工业领域的核心诉求。刘津晶表示，工业领域的核心诉求是加快物流周转的速度。为了更好地满足这个核心诉求，在实现特定场景“无人”的同时，还需要满足“提速”和“协同”的要求。针对此类要求，他指出，“5G+边缘计算”是当前最好的解决方案，但各个独立单元之间的信息协同和信息时效还需要进一步提升。

再次，相关车辆还面临环境适应性挑战。余贵珍表示，工业应用场景对车载设备和传感器的环境适应性和可靠性提出了相当高的要

求。高温高湿、极低温、强震动、强磁场等环境，使普通计算平台和传感器难以胜任，这对厂商的选型能力、硬件开发验证能力和工程化能力都提出了很高的要求。

对此，踏歌智行推出了应用于矿用卡车的车规级硬件计算平台，在矿区的真实作业环境下，持续验证和优化系统的环境适应性和可靠性能力。

最后，工业化自动驾驶车辆跨多个领域的技术集成正挑战着相关厂商的资源、人才和战略布局。余贵珍表示，工业化自动驾驶解决方案

**“工厂”定义的改变会加速自动驾驶技术的应用和推广，并带来新一轮的“工业革命”。**

随着科技的进步，“工厂”定义的改变会加速自动驾驶技术的应用和推广，并带来新一轮的“工业革命”。

未来工业领域的自动驾驶技术主要会从两个维度进行扩展。余贵珍表示，第一，自动驾驶技术会从刚性需求场景向普通需求场景扩展。在矿区这类刚需场景，自动驾驶技术规模化的突破可以迅速提高

其系统性能，降低其系统成本，这使自动驾驶技术逐步向其它对系统成本更为敏感的场景渗透。

第二，自动驾驶技术会从封闭场景向半封闭和开放场景扩展。随着自动驾驶技术可靠性的提高和现场管理方式的优化，自动驾驶技术会从完全封闭的矿内运输，向矿区到洗煤厂、转运点等半封闭区域扩展。未来，自动驾驶技术有望扩展至铁路枢纽、转运码头等开放区域，进而实现完整工业流程的全场景应用。

近日，由华中科技大学学者联合国内电信运营商向国际电信联盟(ITU-T)提交的国际标准提案“面向物联网和智慧城市/社区的联邦机器学习需求及参考架构”，获得批准正式立项。

近两年，联邦学习概念火爆，在今年的各个人工智能大会上被多次提及。腾讯牵头设立的互联网银行微众银行在联邦学习上颇有研究，近期释放出拟上市信号的京东数科也是研究者之一。

联邦学习究竟有怎样的“魅力”，让学术界、产业界都争相开展研究？

## 为海量数据“筑高墙” 联邦学习引各界关注

本报记者 张一迪

为解决

AI隐私问题而生

在人工智能向前发展的道路上，模型、算力、芯片性能等技术层面上的问题一直是学术界持续研究的重点，人工智能技术因此能够不断演进。

不过若要机器真正做到靠近人类思维的水平，就需使用来源于人类世界的海量真实数据对机器进行训练。

随之而来的是，数据安全、个人信息隐私等风险问题势必会成为影响人工智能赢得用户信任，从而实现大规模落地的重要因素。

在这样的大环境下，“联邦学习”就应运而生了。

联邦学习(Federated Learning)是一种机器学习技术，可以在不交换数据样本的情况下，在多个分散的边缘设备或服务器上训练算法。

这种方法与传统的集中式机器学习技术(所有的本地数据集都上传到一台服务器上)和更经典的分布式方法(假设本地数据样本是相同分布的)形成了对比。

2017年，谷歌AI在《联合学习：协作机器学习没有集中训练数据》的博客文章中首次引入“联邦学习”的概念。2016年10月，谷歌发表的一篇开创性研究论文为“联邦学习”奠定了基础，其中深入讨论了名为联邦优化的新方法——“联邦优化：用于设备智能的分布式机器学习”。

2019年，谷歌实现了首个产品级的联邦学习系统。据了解，这个系统主要侧重在移动手机上运行的联邦平均算法，可以进行联邦分析，应用于监控大规模集群设备的统计数据，而无需将原始设备数据记录到云中。

简单来说，谷歌的这套联邦学习系统是针对C端的，应用在手机端，可以将用户使用搜索功能过程中潜在的隐私信息保留在设备上，用以解决传统方式，即数据上传到服务器进行分析所存在的信息泄露隐患。

联邦学习

获产业界关注

联邦学习可以允许多个参与者在不共享数据的情况下构建一个通用强大的机器学习模型，从而允许解决关键问题，如数据隐私、数据安全、数据访问权限和对异构数据的访问。可以说，联邦学习是伴随着不断扩大的数据量而生的，数据无处不在，联邦学习的优势因此获得了政府、企业等各界的关注。

2019年6月，在工业和信息化部、北京市人民政府主办的第二十三届中国国际软件博览会——人工智能开源软件论坛上，中国人工智能开源软件发展联盟(AIOS)发布了包括《信息技术服务联邦学习参考架构》在内的四项团体标准及《中国人工智能开源软件应用案例集》，这是我国颁布的第一个关于联邦学习的团体规范标准。

联邦学习作为人工智能界的“新生代”，成为了产业界关注的焦点。

据悉，这次标准由微众银行牵头制定。微众银行是国内联邦学习研究的领军企业。“使用AI有越来越多的限制和要求，实际上是给我们提供了机会，鼓励学者和学生多多关注人类与计算机的合作，引

发新的研究课题，比如联邦学习。”微众银行首席人工智能官杨强公开表示。

杨强在接受《中国电子报》记者采访时指出，联邦学习能够有效解决数据孤岛和数据隐私保护的两大问题。这将会为未来人工智能协作，从而实现跨越式发展奠定良好基础，在多行业、多领域都有广泛的应用前景。

此前释放出科创板上市消息的京东数科，也在今年6月首度公开了公司的联邦学习战略全布局。

京东数字科技集团AI实验室首席科学家薄列峰分享了京东数科两项业界首创的技术突破——“基于核的非线性联邦学习算法”和“分布式的快速同志加密技术”。据悉，这两项技术创新成果都形成了论文，并已经被顶级学术会议KDD 2020接受。

据了解，联邦学习目前已在国防、电信、物联网、制药、金融等多个领域展开应用。

## 联邦学习+区块链 强化数据隐私保护

同样是为保护隐私而生的区块链技术很可能与联邦学习融合发展，共同为海量数据筑起隐私保护的“堡垒”。

区块链凭借透明化、分布式、不可篡改等优势获得了各领域从业者的关注。在新基建浪潮下，区块链“蓄势待发”。

新兴技术结合发展是数字经济时代的特征性表现，作为新基建之首的5G，与区块链融合发展已经提上日程，未来有望成为数字经济的重要基石。而联邦学习与区块链有异曲同工之妙，将来融合发展也是水到渠成的事情。

谈及联邦学习与区块链结合的可能性，薄列峰认为，区块链的分布式、去中心化特点，和联邦学习也有一些关联。实际上，联邦学习在大型的多方参与项目中都有类似机制，也可以考虑采用去中心化。随着越来越多数据走向区块链，联邦学习算法可以建立在区块链之上，区块链的不可篡改性与联邦学习的隐私加密性将共同协同发展。

杨强也认为，联邦学习+区块链将共同为数据隐私性“保驾护航”。

他指出，联邦学习的应用不可能完全拒绝两个机构来共同协作，参与者间要有一定交流。一开始用加密模型参数，外行人不清楚是参数还是数据，会产生数据泄露的疑虑，这时可以引入一个中心机构，每一个参与者在这个中间机构上传递信息。区块链就很适合扮演这个中心机构的角色，在运作过程中，首先借助其透明、不可篡改的机制，再通过联邦学习模型，将参数加密安全地传递出去。

不过目前联邦学习的实际应用仍处在探索阶段，未来在技术升级及商业落地上有很长的路要走。

杨强指出，当下实现联邦学习的难点主要集中在落地应用过程，包括如何教育市场、如何提升联邦学习效率和性能、如何设置公平有效的激励机制等。

创新工场南京人工智能研究院执行院长冯霏认为，联邦学习未来的研究方向主要包括五个方面。一是模型安全对抗攻防，如数据下毒。二是数据隐私保护机制，如同态加密、多方安全计算。三是非独立同分布算法，如联邦集成学习。四是新型网络拓扑架构，如去中心化的联邦学习架构。五是联邦的经济学机制。

## 矿区自动驾驶赛道受多方关注

矿区自动驾驶赛道的投资逻辑主要基于商业落地和大规模工程化能力。

**矿区自动驾驶赛道的投资逻辑**  
主要基于商业落地和大规模工程化能力。

矿区、港口、机场和园区物流等工业化应用场景。个别场景(如矿区)环境艰苦，人员从业意愿低，人力成本高企，企业面临招工困境，司机希望脱离艰苦环境，劳方和资方均对无人运输有着强烈期盼。

当前我国自动驾驶技术在矿区、机场和港口场景下的应用效果都比较好。在这之中，矿区无人驾驶运输已经进入发展的快车道，产业生态迅速凝聚，也更多地获得了资本的青睐。

据了解，矿区等场景通常作业流程复杂，设备之间有严格缜密的交互逻辑，要打通完整的作业流程并持续运行，要求无人运输技术方案提供方对生产工艺有深刻的理解，具备车端、路面、云端全系统开

发能力，并具备很高的工程化水平和工程实施能力。这是实现项目交付和大规模商业化落地的重要决定因素。”余贵珍强调。

当前我国自动驾驶技术在矿区、机场和港口场景下的应用效果都比较好。在这之中，矿区无人驾驶运输已经进入发展的快车道，产业生态迅速凝聚，也更多地获得了资本的青睐。

余贵珍表示，原因有三。首先在于需求的刚性。矿区因其自身地理、环境、工艺、人员等因素，对无人化变革有强烈需求，矿方对无人化项目落地有着远高于其他行业的积极性。

其次是技术的可行性。矿区环境封闭、道路相对固定、环境相对确定、车辆速度低、设备间协同作业的接驳精度要求相对港口等

场景略低，使得现阶段的自动驾驶技术可以满足矿区的大多数作业场景需求。

最后是政策支持。在“新基建”“工业互联网”“重大技术装备制造”“加快推进5G发展”等国家政策的推动下，矿区自动驾驶运输已经进入发展的快车道，产业生态迅速凝聚，也更多地获得了资本的青睐。

据了解，踏歌智行重视5G技术在矿区自动驾驶系统的应用，已经与中国移动、清华大学、中国矿业大学、阳煤集团、中煤科工、华为公司成立5G智慧矿山联盟，启动“5G+智慧矿山燎原计划”并挂牌“5G+智慧矿山示范基地”，同时成立“5G+无人矿卡联合实验室”，汇聚产业链上下游力量，形成行业新生态。

**工业场景下的自动驾驶技术趋于成熟，传感器、软硬件平台、高精度地图技术可以满足项目要求。**

于相对封闭、车辆速度低、作业流程相对固定、不受交通法规约束，因此具备技术落地的可行性。

一些车企和科技公司已对工业领域的自动驾驶技术展开了研发，交出了令人较为满意的“答卷”。广汽研究院智能驾驶技术部部长郭继舜向记者表示，目前东风和解放是商用车品牌的代表，而在国内港区，图森未来已经宣布进入了港内集装箱卡车自动驾驶运输市场。此外，余贵珍告诉记者，踏歌智行、西井科技和驭势科技三家公司已分

别将自动驾驶技术应用于内蒙古白云鄂博矿区、深圳盐田港和香港国际机场。

现阶段，自动驾驶的货运车辆等已经在工业领域的特定场景落地，典型的应用场景包括园区通勤、码头、矿山和仓储等的自动驾驶改造。刘津晶表示，目前自动驾驶车辆可在部分厂区内部实现零件的配送，在码头实现集装箱的周转。与此同时，清扫车可实现“无人清扫”，电力等各类无人驾驶巡检车辆也已得到应用。

**工业化自动驾驶车辆跨多个领域的技术集成正挑战着相关厂商的资源、人才和战略布局。**

## 自动驾驶技术带来工业新变革

5G在高速宽带连接可靠性和低时延指标上的质的改进，对工业领域下的自动驾驶行业有着深刻的影响。

余贵珍指出，5G为工业领域的自动驾驶带来了更多的可能性。5G提供更低时延的高清视频流，使远程驾驶和遥控变得更容易操控。5G网络切片可以让控制流和普通数据相分离，以此确保控制信号的高可靠性。边缘计算加上低时延传输，可以逐步让路侧感知设备替代一部分车载传感器，并让

满足工业领域的核心诉求。刘津晶表示，工业领域的核心诉求是加快物流周转的速度。为了更好地满足这个核心诉求，在实现特定场景“无人”的同时，还需要满足“提速”和“协同”的要求。针对此类要求，他指出，“5G+边缘计算”是当前最好的解决方案，但各个独立单元之间的信息协同和信息时效还需要进一步提升。

再次，相关车辆还面临环境适应性挑战。余贵珍表示，工业应用场景对车载设备和传感器的环境适应性和可靠性提出了相当高的要

求。高温高湿、极低温、强震动、强磁场等环境，使普通计算平台和传感器难以胜任，这对厂商的选型能力、硬件开发验证能力和工程化能力都提出了很高的要求。

对此，踏歌智行推出了应用于矿用卡车的车规级硬件计算平台，在矿区的真实作业环境下，持续验证和优化系统的环境适应性和可靠性能力。

最后，工业化自动驾驶车辆跨多个领域的技术集成正挑战着相关厂商的资源、人才和战略布局。余贵珍表示，工业化自动驾驶解决方案

于相对封闭、车辆速度低、作业流程相对固定、不受交通法规约束，因此具备技术落地的可行性。

一些车企和科技公司已对工业领域的自动驾驶技术展开了研发，交出了令人较为满意的“答卷”。广汽研究院智能驾驶技术