腾讯科技《触电玩家》系列主要聚焦造车新势力，解读上下游产业链和行业趋势，带您全面了解智能汽车时代。本期为第八期，由腾讯科技和光锥智能联合出品。

【划重点】

作者｜周文斌

船舶靠岸，数百个集装箱被岸桥式起重机一一吊起，转头放在一旁等候已久的集装箱卡车上。集卡驶向堆场，停在龙门吊下方，等待集装箱卸货后，驶向下一次往返循环。

在无人集卡之前，这样的场景需要数百位司机日夜倒班，驾驶着集卡在港口中来回往返。但如今，随着自动驾驶开始逐步代替传统AGV登上舞台，无人化成为港口的一种新特征。

在中国，从东北到西南，有32600KM海岸线，分布着87个港口。而港口自动驾驶从2018年开始探索以来，从广州到青岛，从厦门到天津，已在十多个港口落地。这个速度，还要远超过从上世纪90年代就开始布局的港口AGV。

10月底，中国港口自动驾驶公司飞步科技和宁波舟山港梅东公司完成签约，继续扩大L4级无人集卡在港口的应用，将原来超40台规模的无人集卡扩大至62台。

11月15日，同样作为港口自动驾驶头部玩家的斯年智驾完成超亿元A+轮融资，这是其成立两年以来的第四次融资。同时，斯年智驾还在今年完成了六大港口、百辆车队的第一链布局。

可以看到，在外界频繁谈及自动驾驶寒冬的今天，港口自动驾驶仍然在快速落地。

“如今，自动驾驶行业面临的问题像一个堰塞湖，所有的企业都堵在L2和L2+的关口”，劲邦资本汽车行业项目负责人贡玺向光锥智能表示，破局的关键是整个产业的有序突破，而从产业端的实际落地难易程度来讲，港口和矿山是目前确定性比较高的场景。

那么，作为最有望率先破局的场景，如今的港口自动驾驶又走到哪一步了呢？

01 搬运集装箱的“蚁群”

细心观察过蚂蚁的人会发现它们一些有趣的特点，比如拿笔在蚂蚁前进的方向画上一道，它就会迅速地掉头绕开；不论食物在何处，它们总能寻到最短的路径将其搬回家。

而如果找到一个高处鸟瞰港口，我们会发现港口中那些在一堆堆集装箱中间往来穿梭的无人驾驶集卡，某种程度上和蚂蚁并无分别。

1992年，因为观察蚁群，比利时科学家Marco Dorigo开创了著名的“蚁群算法”，这是一种用来寻找最优路径的概率型算法，如今被广泛应用在自动驾驶的路径规划和平台调度等方面。

这种算法恰到好处地描绘了港口自动驾驶的精髓。

图：蚁群算法的路径

在与光锥智能的交流中，斯年智驾CEO何贝就提到，斯年智驾的战略就是既重平台智能，也重单车智能。飞步科技CTO杨政也认为，如今港口注重效率和安全，只注重平台智能，或只注重单车智能都是行不通的，必须两者结合才能打磨好产品。

所以，区别于其他自动驾驶场景，港口自动驾驶不仅仅是单车智能的单打独斗，同时也是单车智能与平台智能的精妙结合。

曾经，提到港口、矿区等特定场景下的L4自动驾驶时，大家的第一反应都是“简单”，因为封闭或半封闭场景没有开放道路复杂，应该更容易落地。

“我在2019年初第一次进港口的时候觉得这个场景非常简单，因为它很固定，Corner Case会更好收集，同时速度更低，决策时间会更长。但随着一点点深入，我们会发现它的交互频率更高，对于车的控制要求更高。”杨政对港口自动驾驶认知的转变，也体现了这个场景的许多潜在的复杂性。

“在港口会有许多特定的问题，比如无人集卡停车定位的误差要达到正负5cm的精度，比如在满是金属集装箱的港口，卫星定位会不精准，甚至在车辆间交互，姿态控制，转弯等方面都会面临挑战。”杨政向光锥智能称。

首先是定位。在港口，无人集卡需要和大型设备配合作业，港口的集装箱需要吊桥从船舶上吊起放在卡车上，然后由无人集卡将其运送到堆场，再由龙门吊吊起放在堆场上。

图：正在工作的龙门吊

卡车停放与龙门吊的相对位置需要非常准确，停不准，龙门吊就很难将集装箱从车上拿起，或者放下。更重要的是，龙门吊的位置是会移动的，这又对车的精准定位提出了更高的要求。

其次是港口的道路问题，港口通常是填海造陆而成，寸土寸金，需要最大限度地利用空间。这导致港口的道路很多时候非常狭窄。“集卡的宽度通常2.7m、2.8m，但港口许多地方路可能只有2.9m，所以港口对车的操作和决策要求更极限，对技术也有更高要求。”杨政说。

另外，区别于乘用车，无人集卡在港口作业基本每次都必然会遇到大角度的转弯、掉头。而无人集卡车体更大，更长，所以在转弯、掉头的时间也会更长，意味着其与后车的交互的时间也会更长。

但在港口，无人集卡其实没有太多时间用来掉头，因为通常车队作业，后面的车源源不断地驶来，如果掉头一次没有成功，后面的车队可能就会堵上，影响整个港口的运行效率。

目前，绝大多数港口都处于无人集卡和人工作业混行的状态，再加上还有港口外的卡车、场地作业的工人等等，港口的环境仍然复杂，这些情况都对无人集卡的单车智能提出了更高的要求。

“如果单车智能不够强大，那对港口来说就像是一个定时炸弹，一旦某辆车遇到特殊情况停了下来，后面的车都会停下，不及时人为干预甚至可能导致整个港口陷入瘫痪。”何贝说道。

所以港口自动驾驶企业都有做相应的安全冗余，比如斯年和飞步配备有远程驾驶的技术，司机可以在控制中心远程监控车辆状态，一旦某一辆车出现问题，就可以通过远程驾驶立即干预。

而提到自动驾驶，其对劳动力的补充又是一个必要的话题。比如在港口，集卡司机用工成本高，招工难，长时间驾驶对司机健康损害大等等。

但实际上从上世纪90年代就开始，港口就通过AGV等方式开始了无人化的探索。所以除了降低用工成本，自动驾驶对于港口更大的意义还在于效率和安全。

要提高效率，单靠强大的单车智能其实并不容易。就像蚂蚁搬运粮食一样，当群体协作成为工作的主要方式时，在个体的能力之外，合理的组织和调度就变得尤为重要。

在这方面，港口自动驾驶企业普遍采用的是“车”“云”协同的方式来实现港口整体效率的最大化。比如飞步科技提出的“车路云协同一体化”和斯年智驾的“车端-云端一体化”。

引入云端的概念，在于“云”能够对港口整体的情况进行判断，比如从A点到B点，通常来讲直线距离最近，但直接过去可能会堵车，而经过C点绕过去，路程或许更远，但道路通畅却可能更快。

杨政解释道，通过传感器和接通港口数据，云端能够知道哪里需要更多的车，哪里车辆有冗余，以此来更合理的分配运力。“我们帮助港口设计打造智能化操作系统，不仅聚焦水平运输本身，同时也致力于全局的降本增效。”

在许多港口自动驾驶公司的共同努力下，如今港口已经开始进入了无人化阶段，无人集卡，IGV（Intelligent Guided Vehicle 智能导引车）等车辆在港口的占比逐渐提升。

比如在年集装箱吞吐量超千万级的宁波舟山港梅东码头，飞步科技的无人集卡数量占比已经超20%，作业效率已十分接近传统驾驶员。而在宁波港大榭码头、江苏宿迁港等地，斯年智驾完成了百辆车队的第一链布局，其运营的无人集卡效率相对于AGV和IGV提高了1.5~2倍左右。

整体来看，港口像是一个蚁群的工作场地。个体的调度与集体的配合，障碍物避让与路径规划。很多时候，大自然的神奇之处就在于此，人类苦心追求最优解，往往在许多微小的地方早已写下了答案。

02 以租代买还是联合开发？商业化的深水区

以新事物、新技术发展曲线来验证，作为新兴技术的自动驾驶仍处于早期，没有成熟的案例模式来参考借鉴。行业中深耕港口一线场景的自动驾驶企业，会依据客户意愿的差别与企业自身的基因性格来定义不同的商业化路线。

深水区已至，除了技术上的创新，也更需要在商业化上有突破式的探索。

“讲技术、讲产品已经是几年前的事情，现在的关键是如何变现。”斯年智驾CEO何贝坦言。

而从投资人的视角看，业务落地同样是如今的重点。贡玺向光锥智能提到，投资人除了看（技术能否代替）安全员等综合技术体现之外，还要看自动驾驶公司是否能够快速地跑马圈地，扩展市场。

“现在企业就是要尽快去进可以进的港口，这个市场和矿山一样，一旦你进去之后，跟它的绑定就会很深，不太容易轻易换你。”贡玺提到。

关于商业化，何贝将其分成了三步，“有没有人买”是第一步，“有没有一群人买和有没有回头客”是第二步，“能不能批量化复制”是第三步。

“目前我们处在第二步，关键是毛利率和无人驾驶技术的落地，而现在到明年的重点是第三步，将项目产品化，完成大规模的复制。”何贝提到。

但就整个商业化而言，最难的却是第一步，找到“第一个吃螃蟹”的客户。

一方面，传统的港口、码头对新事物的接受程度较慢；同时，购买自动驾驶集卡也确实是一笔不菲的投资。目前一辆无人集卡价格大约在200万左右，如果配上30辆就要6000万，在还没有太多成熟案例的前两年，这个价格无疑让港口感到迟疑。

“斯年的策略是‘以租代买’，即自己花钱买车、改装，然后作为一个‘运输公司’在港口拉活儿。”何贝向光锥智能介绍他们最早进入港口的方法。

图：工作中的无人集卡

通过代运营的方式，一方面可以提前获得一部分收入，同时能够更好地收集行驶数据来改进算法。另一方面，当港口方实际看到自动驾驶的效果，它们自然愿意为此付费。

在获得港口认可之后，斯年也会有“软硬件一体”的产品销售模式，就是将装配好的设备一次性打包卖给港口，为其提供技术服务和后续的运营支持。这样，斯年就像一个无人驾驶技术软件供应商，按照运营里程收取技术订阅费。

贡玺认为，现在港口自动驾驶公司大致可以分为两类，一类是轻资产运营，即自己不持有资产，只提供整体的解决方案，做后端的改装；另外一类则是重资产运营，自己买车，自己改装，然后给港口提供运力。

“根据企业发展的不同阶段，轻资产和重资产都是必要的，前期需要通过重资产获客，中后期需要通过轻资产减轻运营压力。”贡玺说。

图：天津港的无人集卡在作业

从重资产走向轻资产，这是斯年切入市场的方式。而飞步科技进入港口的方式，则是一开始就和港口共同研发。

“在未来真正运营智能水平运输的主体，一定是港口自己。”杨政表示，“无人集卡与IGV等新事物，演化到终局，本质上是与场桥、岸桥一样的机械化生产工具。港口应该，也必须实现自主可控。”

“所以，我们从进入港口的第一天开始就以‘产品化’为目标，尽量把除了系统设计和系统集成之外的操作部分和港口一起打磨，然后逐步让渡给他们。”杨政说。

他认为，产品化有两个比较重要的点，一个是可交付性，就是这套产品一定要操作简便、稳定，交付给客户之后即使没有技术人员也能够使用。二是产品要有核心价值，具体表现为性价比，安全和效率。

“宁波舟山港货物运输种类最为齐全，吞吐量全球最大，梅东码头又是超千万级的传统混线码头。因此，这里是全球智慧港口建设改造实实在在的珠峰。”杨政透露，飞步与宁波舟山港梅东码头在三年内完成四期合作，交付的无人集卡数量达到62台。通过车端智能与远控系统的组合，无人集卡车队开展多路编组实船作业超1000天，现阶段基本实现了与人工作业效率的持平。

“BD很重要，技术也很重要，企业要两条腿一起走路。”贡玺提到：“回顾汽车产业的发展，我们会发现最终成功的企业，无非是抓住了两点，即极具技术壁垒的产品力，或是极强的商务关系，这是汽车这个大to B行业本身基因决定的。”

03 港口之外，港间和干线

当然，港口自动驾驶的竞争也不局限在港口这一个场景下。

一方面，港口自动驾驶市场的天花板是肉眼可见的。按照中国港口协会的数据，中国港口内每年集装箱的运输约60亿元，干散货约240亿元，整体下来大概每年300亿元的市场。而目前自动驾驶落地的港口仅有1%左右，即使算上今后的成长空间，这个市场的想象力仍然不够性感。

所以，港口自动驾驶企业自然也将目光放向了规模更大的港口间运输、干线物流，甚至城市运输等场景。但要实现这个跨越其实并不容易，不要说港口自动驾驶这样的“跨界者”，就是像图森未来这种深耕干线的企业，在这方面的进度也并不理想。

“飞步从成立第二年就开始做相应的探索，虽然港口和干线场景不同，但技术上没有太大的鸿沟。”杨政认为，在干线物流，大家今天遇到的问题更多是技术之外的。

图：干线物流自动驾驶重卡

比如对待开放路口的自动驾驶，大家要求达到绝对的安全，但这种绝对本身并不存在。“意外总会发生，而我们如何去对待这种偶然的，极小概率的安全事件，全社会都没有做好准备。”

何贝的观点则更加谨慎，在他看来，除了技术之外，港口和干线之间其实还存在三座大山。

首先是法律问题。相比于港口，干线的重卡更加危险，一旦出现事故波及的范围也更大，因此法律落地上也会更加谨慎。

其次是商业模式和商业逻辑的问题。何贝提到，中国的物流市场司机非常内卷，物流公司分散，无论是在人工替代还是在付费主体上都不够聚焦。因此怎么整合资源、怎么合理合法地替代司机都是问题。“在干线物流的自动驾驶上，目前的商业模式，商业逻辑等方面都没有很好的梳理清楚。”

最后是传感器等硬件的能力上，“专心做算法研究的基础，一定是传感器等硬件的成熟，如果硬件不够成熟，只能通过算法去弥补传感器的差距，并以此来完成一个稳定的无人驾驶。”何贝说道。

除此之外，从港口到干线物流，就像其他场景进入港口一样，同样会面临许多行业Know-How的问题，比如对于干线，甚至城市道路的行车数据和corner case的解决，比如干线会有更多的车型，干线重卡的载重更大，速度更快，所以刹车和车辆控制也都更加困难等等。

“干线物流，从现在来看花很大时间和力气去做有些过早了。”何贝认为，对于港口自动驾驶来说，现在跳出港口的机会更多应该在港口间的自动驾驶上。

港口间的自动驾驶是指从港口到工厂、港口间的短途接驳、厂区内等场景。区别于干线受制约的条件较多，港口间的优势在于它只是短途运营，相关管理法规当地的区政府和市政府就能拍板，对于自动驾驶来说更容易拿到路权。

除此之外，现在港口间的无人驾驶也不用去安全员，甚至从港口到港间，两个场景使用的车型一致，整体的环境和工况一致，速度也不会很快，企业需要的只是增加一些数据集和场景就可以完成技术的迭代和更新。

完成从港口到港间的转换，港口自动驾驶企业能够将市场空间从原来的每年300亿元左右提升到1500亿元左右。

贡玺认为，自动驾驶不同场景之间的“边界感”正在逐渐被打破，做港口的想去做干线，做干线的想去做港口，但对企业来讲，更关键的是想清楚自己能做什么？

事实上，从港口到港间，再从港间到干线，我们确实需要看到一些港口自动驾驶的优势。

即与其他做干线、做L4自动驾驶的企业来做港口的路线不同，港口自动驾驶企业选择从相对简单、容易落地的场景出发，能够更快地获得收入。而如今困扰高级别自动驾驶企业，或者图森未来这样的干线物流自动驾驶公司最大的问题，就是收入很难起来。

整体而言，港口是整个陆上物流的起点和终点，全国各地的中国制造通过港口运向世界，同时世界各地的商品又通过船舶输入中国，在港口分流，然后凭借如毛细血管一样的高速公路，运送到全国各地。

所以对于港口自动驾驶公司而言，完成了港口内的运输，然后向港口外扩张，从港口到干线，也更像是一件顺理成章的事情。