



自动驾驶冷思考，至终点站
的距离还有多远？



作者：盘和林 浙江大学国际联合商学院数字经济与金融创新研究中心
联席主任、研究员

这个夏天热的不只是天气，还有自动驾驶。

政策层面，国家一直持鼓励态度。8月8日，交通运输部发布《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》（征求意见稿）（以下简称《指南》），向社会公开征求意见。业内人士判断，近期的政策动作，都围绕着同一个词——商业化落地。企业层面也传出不少令人振奋的消息，有企业给出了量产时间表，各大车企及互联网巨头都在跃跃欲试。

在自动驾驶高温不退的情况下，笔者有些冷思考，自动驾驶至终点站的距离还有多远？

一、自动驾驶商用，PPT、概念车和实际落地往往有一定落差

最近 20 年各种互联网故事让我们对所有的“期票”都保持一定的怀疑。PPT、概念车和实际落地往往有一定落差，即便是已经成熟落地的商业模式，我们都有过深重的教训。例如共享单车，当浮华洗尽，剩下一座座自行车堆叠的坟茔，当年的意气风发者，如今又是个什么状态？

笔者试图从多个层面来解构自动驾驶产业的现状。经历了十年的发展，自动驾驶如今已经进入了蹒跚学步的阶段，但商业落地却需技术积淀，周期会很长。自动驾驶中的初创企业是否能够挺过经年累月的消耗？自动驾驶的用户是否能够放心使用？自动驾驶的伦理问题是否得到答案？凡此种

种，都是需要思考的。

而在自动驾驶领域，最为核心的一点，其实是达到什么样水平的车辆才可以商用。我们不该只看概念车，应该从数据中去获得答案。这几年，资本是擅长讲故事的，但资本的故事实现了多少？

二、冷思考之技术篇：依然是“薛定谔的安全”

（一）自动驾驶竞争核心焦点是 L4，技术有三种实现路径

对于不熟悉自动驾驶的读者，我还是从自动驾驶的技术基础讲起。

自动驾驶的功能效果可以分为 6 个等级，从 L0-L6。

L0 没有自动驾驶。

L1 部分辅助驾驶。举个例子就是定速巡航，高速上不用踩油门。

L2 是组合驾驶辅助。L2 往往需要多个感知系统来辅助，比如 L2 车辆沿着道路标识标线行驶，比如堵车的时候自动跟车，比如自动泊车入位，L2 不是单一的功能辅助，而是通过车辆感知系统完成一整套动作。

L3 有条件自动驾驶。L1-L2 是辅助驾驶，而 L3 是自动驾驶，例如在外部环境比较稳定的高速公路，驾驶员可以完全放开方向盘。但 L3 需要人类驾驶员在必要时候随时接管，所以依然需要人类驾驶员在驾驶室。

L4 高度自动驾驶。L4 可以认为是限定区域内的无人驾驶，在自动驾

驶感知信息来源比较充分的区域，可以没有司机，汽车可以自动运行，甚至不再需要装方向盘。

L5 完全自动驾驶。在所有路段完全无人驾驶。

综上，实际上 L1-L2 这样的辅助驾驶技术对于驾驶体验没有质的提升，所以 L1-L2 并非自动驾驶的范畴。L3 是自动驾驶，但 L3 有个大难题：L3 需要人类驾驶员在必要时随时接管，那么，什么时候是必要时候？由于现实道路路况复杂，人类司机对于 L3，存在过度信赖和完全不信赖两种两极分化的心态。完全不信赖让 L3 技术毫无意义，而过度信赖 L3 又会导致大量交通事故的发生。而 L3 当前所有交通事故，依然需要人类驾驶员自己承担。所以实际上 L3 只是一个过渡性玩具，他不能真正解放人类驾驶员。L5 是无法实现的，这几乎已经成为自动驾驶行业的共识。

所以，当前自动驾驶领域企业，竞争的核心焦点就是 L4，也就是在限定区域内实现无人驾驶技术，由此，自动驾驶未来数年的应用限定在几个领域，包括：出租车、公交车、干线物流（高速无人卡车）、末端配送（无人配送车）、园区景区（低速游览车）、矿区（无人特种车）、港口（港口无人车辆）、环卫安防（清洁车）、机场（无人引导车）等。所有的应用本质上都在限定区域。

而实现这些 L4 应用，从技术上看有以下三种路径：

其一、无人、封闭区域运行。园区景区低速游览车、工业物流园区、

矿区、港口、机场等等，这方面的 L4 实现较为简单，自动驾驶可以在轨道车和传送带的基础上优化实现，当前物流领域无人仓储已经非常成熟。

其二、单车智能。视觉神经网络下的弱智能+包含激光雷达的强感知+高精地图。同样单车智能，特斯拉想要打造强智能的视觉神经网络，不肯用激光雷达和高精地图，实践证明特斯拉的自动驾驶停留在 L3 阶段，最乐观的看法，也需要 10 年才能碰到 L4 的门槛。但特斯拉并非盲目，训练一个和人眼同样强大的 AI 视觉，成功了确实是跨越式发展，哪怕失败了，以新能源汽车起家的特斯拉也耗得起。但单车智能当前通行的做法还是 AI 弱智能+激光雷达强感知+高精地图的解决方案。

本轮自动驾驶的热潮本就起于谷歌。2012 年谷歌开始试验无人驾驶车辆，积累数据，谷歌也是深度学习神经网络的早期推动者。其开发无人驾驶的初衷实际上是想将深度学习应用在自动驾驶上，但其后发现，开放道路的环境实在太过复杂。视觉 AI 即便能够准确识别 99% 的物体，但只要 1% 的未识别、识别错误存在，其安全性就无法保障。深度学习本身是一个技术黑箱，设定算法，输入数据进行训练，如果导出结果是正确的，则调参激励，如果导出结果是错误的，则调参惩罚。这也导致很多 AI 视觉神经网络无法识别的情况没办法找到原因。所以谷歌在自动驾驶上增加了激光雷达和高精地图，同时配合输入环境参数，限制自动驾驶在固定区域内运行。这就有了谷歌旗下 waymo 在美国几个城市开展的 Robotaxi 业务。限定区域、输入环境参数、AI 神经网络、激光雷达、高精地图，单车智能

几乎用上了所有可用的工具，但也只是勉强实现了 L4。而同样的套自动驾驶系统，在更换运行区域的时候，需要重新设定环境参数，要重新积累数据。

其三、车路协同辅助下的自动驾驶。单车智能整套系统很昂贵，但也仅仅是扫描周边环境，并不能了解 100 米外的情况，于是就有了车路协同系统，通过通信基站，在一些道路布置专网通信，车与人、车与车、车与路通信。车路协同下的自动驾驶将车辆内部昂贵的感知系统放到了道路两侧，让车辆可以更加充分的接受环境信息。的确使得自动驾驶实现的难度降低。但这多少类似于“没有轨道的轨道交通”。个人认为，未来车路协同可能是城市智慧交通升级的一部分，是基建，但对于自动驾驶其作用主要还是辅助。因为单车智能未来价值更高。当前单车智能的确是蹒跚学步阶段，但如 AI 视觉神经网络，哪怕 10 年-20 年成熟，其技术本身就极具意义。而车路协同下，自动驾驶如果只有车路协同，那么很可能只是能用，不能让技术产生额外的价值。

综上，可以看到，实际上当前自动驾驶主要的技术方向：单车智能为主，车路协同为辅。2020 年 10 月，谷歌 waymo 开始在凤凰城推进无安全员的 Robotaxi 业务，2022 年 3 月，谷歌 waymo 在旧金山的一些区域推出无安全员的 Robotaxi 业务。说明当前单车智能是可以实现 L4 无人驾驶的。随着各地政策的放开，小马智行在广州南沙和北京亦庄，百度萝卜快跑在多个城市开展有安全员的道路测试，并有可能在近期将安全员安置

到后排。

（二）自动驾驶“加速开来”？技术上仍充斥着各类风险

一切看似顺利，但实际上在技术层面充斥着各类风险，总结这些风险，结合中国现状，大约存在以下几个层面的问题：

其一、自动驾驶依然是“薛定谔的安全”。美国加州有一个自动驾驶路测，路测中有一个每 10 万公里安全员干预次数，至今，依然没有 0 次干预的自动驾驶技术，安全员干预的问题包括：高精地图问题、视觉感知障碍、软件稳定性问题、感知系统问题导致紧急刹车、运动轨迹需要优化、未正确识别红绿灯、车道错误、误识别等。自动驾驶技术似乎到达了一个瓶颈。2018 年，Uber 的自动驾驶导致了一起重大交通事故，最终判定 AI 识别出了路人，但汽车机械部分没有执行，也就是即便智能驾驶技术是安全的，决策层和执行层的衔接也有可能導致严重事故。用户对自动驾驶安全性的包容度更低。坐飞机其实是很安全的，但有人恐惧坐飞机，却并不恐惧坐汽车。人的确是存在非理性认知偏差的，但你没办法要求人群保持理性。用户对自动驾驶的安全要求普遍很高，10 万公里中哪怕是发生 1 次

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_45560

