



李德毅，军事科学院研究员，中国工程院院士，国际欧亚科学院院士，中国人工智能学会名誉理事长，长期从事计算机工程、不确定性人工智能、大数据和智能驾驶领域研究。最早提出“控制流—数据流”图对理论，提出云模型、云变换、数据场等认知形式化理论，提出基于路权构建驾驶态势认知图，研发机器驾驶脑，领导了中国最大的智能车联合团队。

## 未来交通：自动驾驶与智能网联

李德毅

未来交通离不开自动驾驶与智能网联，自动驾驶与智能网联将重新创造未来交通的出行格局。

自动驾驶的商业应用有四个重要因素：技术、市场、生态和成本，对于百姓而言，成本更为重要；对于无人驾驶而言，社会的接受很重要，市场的创新则更重要。可以说无人驾驶已经走过了科研探索期，当前正处于产品的孵化期，也可以称作社会的接受期或者市场的创新期，过了这一阶段，就可以进入规模化发展期。在孵化的过程当中，有4个独角兽的应用场景可以考虑，分别是自主泊车、定点接送、快速公交和有限资源的无人驾驶出租车。

现在很多人都在讨论自动驾驶的自动化等级L0~L5，从老百姓的角度看需要的倒不一定是全自动，更需要的是安全。要想推动自动驾驶落地，我们不仅要关心自动化程度，更要关心安全程度。各地方政府乃至中国政府应该推出自动驾驶安全等级的中国标准。试想一下，无人车在市区达到万分之一的出错率是否可接受？是否可以把这种安全能力的无人车定义为L4，把出错率在千分之一的无人车定义为L3，以此类推。建议各个地区可以给无人车颁发准入的安全许可证。有了特定地区自动驾驶可靠性为导向的安全管理等级的划分和度量方法之后，就会发现自动驾驶聚焦自动化程度的L4、安全程度的L4已成定局。

无人驾驶的解决方案从技术方面看大概有四种方法：结构化的道路、人车路的协同、确定性的窗口和软件定义的机器，因此人们把目标聚焦在自动驾驶和智能网联上。但当把一个技术成果应用到市场的时候，就会发现魔鬼都在细节，驾驶事故是一个长尾的分布，零事故并不现实，即使是无人驾驶车，也仍然会侧翻、会追尾，因此事故窗口无法重组，让同一辆车应对所有的窗口并不明智，所以要找特定的应用场景。

汽车的自动化已经做到了极致，但自动化不等于人工智能。驾驶员开车的时候，有很多人的智能水平是自动化无法达到的。比如有一条交通规则叫“礼让斑马线”，那自动驾驶车如何实现“礼让斑马线”呢？自动驾驶也要遵从常识，但常识该怎样让车知道呢？这就是难点，用自动驾驶来解决无人驾驶问题恐怕还不全面。

要把无人驾驶车量产到千家万户，还需要产业链的完善。我认为无人驾驶落地的过程中有三个重要的环节，第一是自动驾驶地图；第二是驾驶员的智能代理，我们称之为机器驾驶脑；第三是数字化的汽车底盘，线控着方向盘、刹车和油门。我们要共同努力为这三个产业链形成一种可信的合作伙伴关系，才能使无人驾驶真正落地。

中国当前有一个好牌——5G走在了世界前列，5G可以改变道路的信息化程度，可以让智能的车、聪明的路更加智慧，发挥5G的超高带宽、超低延迟和超大连接能力，实现道路的数字化和交通要素的联网，通过智能网联提高道路的信息化程度，构成中国无人驾驶发展的独特优势。

智能网联还可以进一步深入车内部件的数字化联网，将车内的发动机、方向盘、耗油量等联网，这样车辆所有系统都变成物联网，进入了整个交通流的管理状态。未来交通可以依据车辆在道路行驶时使用的路权、路权价格、口岸和地段、时间管理等实现对车辆所消耗道路资源的精准计费，以及交通精准预测，智能网联还有很大的想象空间。

我认为政府应给出优先发展商用车的自动驾驶政策，就好像电动车优先政策一样，建议先发展商用车，再发展乘用车。要开放测试区自动驾驶的地图服务。各测试区应至少有一个明确的商业化落地的应用场景，各测试场的测试结果要相互认可。同时，在全国城际公路和高速公路开放特定时间、特定路段、特定车道，连通各地区的测试场，允许自动驾驶车辆进入并与人工驾驶混合运行。人工驾驶和无人驾驶混合运营大概需要半个世纪才能全部过渡完成，中国无疑将会成为全球自动驾驶的最大试验场，我们每个人亦参与其中。

中国已经创造了一个奇迹——高铁，无人驾驶可望成为我国高铁之后又一张新的名片。