

# 美国自动驾驶汽车道路测试法规简介

孙正良

(公安部交通管理科学研究所, 无锡214151, 中国)

**摘要:** 针对国内部分研发机构开展的自动驾驶汽车测试工作存在公共道路测试不规范、场地道路测试不充分、配套法规不健全、政府监管缺失等问题, 笔者对美国近两年自动驾驶汽车相关法规进行研究和整理, 希望能为我国正在制订的智能网联汽车道路测试规范提供参考。

**关键词:** 自动驾驶汽车; 道路测试; 交通法规; 美国

## Summary of autonomous vehicles road testing regulations in America

SUN Zhengliang

(Traffic Management Research Institute of the Ministry Public Security, Wuxi 214151, China)

**Abstract:** Aiming at the existing problems in automated vehicles road testing programs of some R&D organizations in China, such as irregular testing on public roads, insufficient testing on closed roads, incomplete lack of relative regulations and government supervision, this paper has studied and sorted out the relevant laws and regulations of automated vehicles in America, and hope to provide reference for the development of intelligent networked vehicles road testing regulations in China.

**Keywords:** Autonomous vehicle; road testing; traffic regulation; America

谷歌公司作为自动驾驶技术领域的先驱, 完成了长达6年、行程150万英里的道路测试(前5年主要在封闭道路测试), 相当于积累了75年的驾驶经验(按照美国人平均开车1.3万英里/年)。谷歌等创新企业这种积极的研发和测试工作促使美国政府在全球率先开展自动驾驶技术法规制订工作。目前, 美国联邦政府和四个州政府的机动车/驾驶员监管机构已发布了多项具有里程碑意义的政策指导性文件, 具体包括:

(1) 美国高速公路安全管理局(NHTSA)于2013年5月发布的自动驾驶汽车的初步政策声明(Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles), 首次对汽车自动化程度

进行了等级细化和明确定义, 并对各州独立制定自动驾驶技术法规提出了指导意见; NHTSA于2016年1月发布的自动驾驶汽车进一步政策声明(2016 Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles), 提出了十年内自动驾驶汽车领域40亿美金的政府投资计划;

(2) 美国加州机动车管理局(DMV)于2013年提出、2014年9月生效的自动驾驶汽车道路测试规范(The Autonomous Vehicles Testing Regulations), 以及2015年12月颁布的自动驾驶汽车试点规范草案摘要(Summary of Draft Autonomous Vehicles Deployment Regulations), 对需要进行公共道路测试的驾驶员资质、车辆安全

技术、道路环境、第三方认证等提出了明确要求。

## 1 美国 NHTSA 颁布的相关政策情况

### 1.1 关于自动驾驶汽车的定义和功能等级划分

NHTSA 对自动驾驶汽车的定义为：在执行某些安全控制功能（如转向、油门或刹车）时，无需人类驾驶员直接参与的车辆。但仅具有安全警告功能（如前方碰撞预警系统），没有车辆运动控制功能的汽车，并不被认作自动驾驶汽车。

NHTSA 认为，目前只有极少数自动驾驶汽车达到了自动化等级 3，并处于测试 / 开发的阶段，且尚未有制造商研发或准备投入大规模应用的自动化等级 4 的自动驾驶车辆。因此，NHTSA 目前聚焦于自动化等级 2 至等级 4 的新技术研究和安全性评估，重点目标是制定用于评估新技术安全性的测试标准，初步确定了人为因素、电子安全性、系统性能要求等三个主要研究领域：

(1) 人为因素。此类研究针对自动化等级 2 和等级 3 的车辆，致力于人车交互接口（drive-vehicle interface），即驾驶员能够在自动模式和手动模式间安全切换，同时确保与安全操作有关的车辆信息能有效传达给驾驶员。由于此类人车交互与

传统汽车的操作差异较大，因此需要重要评估驾驶员的培训需求。

(2) 电子安全性。虽然 NHTSA 已经对传统汽车部件的安全制订了性能指标要求，但在新技术形态下，对车辆进行集中操控的电子控制系统的安全性和可靠性尤为重要，NHTSA 需要制定相应的电子操控系统安全规范。因此，此类研究重点是制定面向错误诊断、错误预测和故障响应（故障安全）机制以及车辆网络安全等安全规范。

(3) 制定系统性能指标。此类研究包括自动化等级 2 至 4 的详细功能描述，确定适用的场景、具体的性能指标以保证最起码的安全级别。

### 1.2 关于对各州政府立法的指导意见

负责机动车安全技术国家标准制订的 NHTSA 意识到，不成熟的法规或将阻碍车辆安全技术的创新发展，立法工作需兼顾安全性和创新性。因此，NHTSA 认为自动驾驶技术和人类因素等问题还需深入研究，目前的自动驾驶汽车政策声明是暂时性的，未来会根据技术发展进行修改。NHTSA 对各州自动驾驶汽车立法提出了四点建议：

(1) 关于从事自动驾驶汽车测试工作的驾驶员资质要求。为确保自动驾驶汽车的驾驶员具备相

表 1 自动驾驶汽车的功能等级划分

等级 0: 无自动化	此等级车辆的主要控制功能（如制动、方向、减速、加速）均由驾驶员完成。观察道路和车辆安全操控也由驾驶员负责。
等级 1: 特定功能的自动化	此等级车辆的一项或多项相互独立的控制功能实现自动化。驾驶员具体负责车辆总控制权，但可以选择交出部分控制功能，交由车辆自动运行。比如自动巡航控制、自动刹车、车道保持等。
等级 2: 多项功能协同的自动化	在等级 1 的基础上，实现多项自动控制功能协调工作（如同时具有车道保持及自动巡航功能）。驾驶员在特定驾驶环境中让出主要控制权，但仍负责观察路况并对安全操控负责，能随时即刻接管车辆控制权。
等级 3: 有限的自动化	在特定路况环境状况下，能够接管所有控制功能，并承担绝大部分路况观察任务。但在某些环境因素导致自动驾驶功能无法继续时（如前方有临时施工区域），此类车辆及时向人类驾驶员发出接管提示信号，并可可将控制权安全交还驾驶员。
等级 4: 完全自动化	行驶过程中，能自主完成所有驾驶控制功能，并负责监测路况信息。此类车辆需要人类驾驶员提供目的地或导航信息，但在行驶过程中无需驾驶员参与操纵。此定义与车辆是否载人无关。

应的安全操作知识,建议各州制订驾驶许可计划,向驾驶员核发驾驶资质证明(或单独驾照)。获得驾驶资质证明(或单独驾照)的前提条件是:1)驾驶员通过操作自动驾驶汽车的考核;2)自动驾驶汽车制造商(或制造商指定的代理)出具的培训证明文件,证明驾驶员已经操作自动驾驶汽车达到规定的培训时间;3)对应的驾驶员培训课程应由州政府负责驾照管理的机构进行备案,课程应包含自动驾驶汽车基本操作和现有功能知识(特别是在自动驾驶功能失效时如何接管车辆)。

(2)关于道路测试车辆的安全技术要求。NHTSA认为自动驾驶汽车需要解决的技术问题和人类能力问题还很多,因此,目前不建议各州政府对尚处于初级阶段的自动驾驶汽车制定详细的安全技术标准,但建议各州对申请测试的车辆应遵守以下基本原则:1)已经对车辆在自动驾驶模式下进行了相当长距离的测试且没有发生意外交通事故;2)车辆从自动驾驶模式到手动驾驶模式的切换过程应当安全、简单和及时;3)行驶过程中车辆能够自检并记录自动驾驶系统故障或异常情况,并给驾驶员发出接管报警;4)应当记录车辆发生事故或失控时的传感器数据,或使用行车记录仪记录相关的事件数据;5)安装和运行的自动驾驶装置/系统不得影响联邦政府强制规定的机动车安全性能和安全系统,更不能中止政府强制规定的机动车安全装置/系统的使用。

(3)关于自动驾驶汽车路试法规的要求。为确保公共道路上其它行驶车辆的安全,各州应建立公共道路测试申请许可、明确测试条件和测试区域、测试数据报告等制度。制造商向各州机动车管理局DMV提交公共道路测试的申请材料包括:1)车辆在自动驾驶模式下已经测试了相当长的距离且没有发生意外交通事故的证明材料及前期测试数据;2)详细的测试计划和实施方案(包括测试驾驶员培训计划、车辆故障安全保护措施、测试期间确保其他道路使用者安全的措施等);3)在测试计划中明确测试对道路、交通和环境等基本条件,并限定在测试车辆达到的能力范围内(如要求车流量较少或

车速低的道路环境、出入受控的高速公路路段等);4)建立测试期间的自动驾驶实验数据报告制度(向政府及时报告测试过程发生的任何事故信息、故障信息及记录的传感器数据和行车记录仪数据、预警驾驶员接管的所有场景等)。

(4)关于非测试目的自动驾驶的建议。NHTSA认为自动驾驶技术安全性能目前尚不成熟,不应提供给公众驾驶出行,因此不建议各州允许自动驾驶汽车开展道路测试以外的其他用途。若某个州允许自动驾驶汽车用于非测试用途的上路行驶,那么该州至少要求有资质的驾驶员坐在驾驶座位上,并可在自动驾驶模式失控时随时接管车辆。NHTSA计划在2016年下半年提出更具体的自动驾驶测试意见和下步商用指导意见。

## 2 美国加州自动驾驶汽车道路测试规范

谷歌、特斯拉、奔驰、宝马、法乐第未来等企业将自动驾驶技术研发中心设在加州,因此,加州自动驾驶汽车法规制订进程备受世界关注。根据加州机动车法规SBI298法案,加州机动车管理局(DMV)制订了自动驾驶汽车测试者计划(autonomous vehicle tester program),并将测试工作分为测试阶段和试用阶段。

### 2.1 加州DMV公布的测试阶段法规要求

2014年9月生效的测试阶段法规要求,计划在加州公共道路开展自动驾驶测试的所有制造商应当向DMV提交申请,获得DMV核发的公共道路驾驶许可。截止2015年底,获得加州境内道路测试资质的企业有美国大众、奔驰、谷歌、德尔福、特斯拉、博世、日产、Cruise Automation、宝马、本田、福特、Zoox、Drive.ai等13家企业。该阶段的法规要求是:

(1)测试驾驶员资质要求。必须是制造商(或指定代理)指定的雇员操控,并持有相应类别的驾驶执照;驾驶员(操作员)应坐在驾驶位,监督车辆安全行驶,当自动驾驶模式失效或发生紧急事件时能迅速接管进行手动操控。

(2)道路测试车辆安全技术要求。制造商应

向 DMV 先期提交申请材料: 1) 已按测试标准证明自动驾驶技术性能满足安全要求(如操作员能轻松开启和关闭自动驾驶模式; 具备自动驾驶模式是否开启的车内提示装置; 自动驾驶系统失灵时应向驾驶员发出安全警报, 要求驾驶员接管车辆; 驾驶员可以采用踩刹车、油门或把住方向盘等多种形式接管车辆, 系统应提示车辆已脱离自动驾驶模式); 2) 汽车应当符合美国联邦和州政府现行机动车安全技术标准和性能要求; 3) 汽车应有独立的记录系统, 能够至少捕捉和存储交通事故发生前 30 秒的传感器数据, 该数据为只读数据, 要求保留 3 年。

(3) 自动驾驶汽车路试安全要求。制造商应遵循: 1) DMV 和加州高速公路巡警共同制订的旨在保证自动驾驶汽车在公共道路安全的要求(如自动驾驶汽车上路数量限制、登记注册要求、驾驶许可特殊要求, 以及撤销许可、或禁用驾驶许可的要求); 2) 发生交通事故时, 制造商应在十个工作日内向 DMV 上报事故报告(Accident Reports), 事故报告将在 DMV 网站公示; 3) 制造商每年向 DMV 提交年度报告(disengagement report), 详细说明测试期间因自动驾驶模式失灵导致驾驶员接管的次数、从自动驾驶模式失灵报警到驾驶员接管的时间, 以及测试条件、路况/地点描述等信息。

(4) 其它要求。车辆上路测试前, 制造商应当购买 500 万美元的保险, 并向 DMV 支付路试申请发生的评估费用。对于车内无驾驶员(或操作员)的自动驾驶上路申请, DMV 还将通过公众听证会等方式进行评估, 在 180 天决定是否许可。为保证交通安全, DMV 仍可以强制要求车内必须有驾驶员; 而对核准车内无驾驶员的上路测试申请后, DMV 将同时通知当地司法部门。另外, DMV 建议率先开展乘用车的自动驾驶测试, 目前不赞同开展商用车的自动驾驶测试。

## 2.2 加州 DMV 公布的试用阶段法规要求

2015 年 12 月公布的试用阶段规范草案, 加州允许制造商从测试阶段进入试用阶段。为促进自动驾驶技术的持续发展, DMV 要求制造商通过第三方机构的安全测试认证、申请三年临时试用许可, 并

允许向消费者租赁自动驾驶汽车。该草案提出以下意见:

(1) 制造商安全认证与第三方测试机构测试。制造商自身必须先对汽车安全性和性能进行认证(包括功能安全和行为能力的要求), 然后由第三方测试机构对自动驾驶汽车的关键驾驶技能给予独立认证, 确认自动驾驶汽车是否具备应对实际道路驾驶场景的能力。

(2) 自动驾驶汽车的驾驶员资质要求。操纵自动驾驶汽车的驾驶员(或操作员)必须持有相应的驾驶执照, 经过制造商提供的专业技能培训, 具备任何时刻观察道路情况、在自动驾驶模式失灵或紧急情况下接管控制的能力。同时, 驾驶员对自动驾驶过程中可能发生的任何违反交通规则的行为承担责任。草案不允许真正的“无人驾驶”(驾驶座没有驾驶员)。DMV 认为, 要真正实现全自动驾驶(无人驾驶), 制造商未来还需要通过大量的公共道路测试积累更多的经验。

(3) 为期三年的临时试用许可。DMV 将向符合资质的制造商发放一个为期三年的临时试用许可, 但自动驾驶汽车只能由制造商操作或以租赁方式提供给消费者(即消费者按月向制造商支付租金)。制造商应当按月提交自动驾驶汽车使用情况报告和事故报告。DMV 认为, 该许可将是加州境内全面推广自动驾驶技术的第一步, 而采集的数据将便于 DMV 正确评估自动驾驶技术发展和下一步相关法规的制订。

(4) 隐私性与网络安全要求。制造商应当明确告知驾驶员并获得驾驶员同意, 系统将自动采集驾驶员在驾驶过程中所有行为信息。自动驾驶汽车应具备自我诊断功能, 实现对网络攻击和非法入侵的检测和警示, 确保车载电脑的安全。当车载计算机受到病毒攻击时, 人类驾驶员应当具备接管汽车操控的能力。<sup>④</sup>