

自动驾驶地图有关政策的思考和建议

刘经南¹, 董杨², 詹骄¹, 高柯夫¹

(1. 武汉大学卫星导航定位技术研究中心, 武汉 430079; 2. 中国汽车工业协会, 北京 100055)

摘要: 自动驾驶地图作为实现汽车自动驾驶的关键基础设施, 对于推动我国自动驾驶领域的商业化开发至关重要。现阶段, 我国受地图测绘、应用和监管等相关法律法规的制度掣肘, 在自动驾驶地图的产业化进程方面相对滞后。为此, 本文着重分析了我国在自动驾驶地图开发、应用和管理中面临的主要政策法规问题: 自动驾驶地图是否需加密的问题、自动驾驶地图部分地理信息表达受限的问题、自动驾驶地图地理信息采集资质和审图流程的问题、自动驾驶地图事故责任和保险问题、自动驾驶地图相关测试规范和测试场景问题。同时结合国内外自动驾驶领域的发展趋势, 给出加快我国自动驾驶汽车开发和商业化进程的四点建议: 制定自动驾驶地图管理模式、允许自动驾驶地图应用试点及有序开放、适当放开企业权限及优化审核流程、建立国家级自动驾驶地图平台。

关键词: 自动驾驶地图; 自动驾驶法规; 自动驾驶政策

中图分类号: P205 **文献标识码:** A

Thoughts and Suggestions on Autonomous Driving Map Policy

Liu Jingnan¹, Dong Yang², Zhan Jiao¹, Gao Kefu¹

(1. Global Navigation Satellite Systems Research Center, Wuhan University, Wuhan 430079, China;

2. China Association of Automobile Manufactures, Beijing 100055, China)

Abstract: As a key infrastructure to realize autonomous driving, autonomous driving map is crucial to the commercial development of the autonomous driving field in China. Currently, constrained by laws and regulations related to ground mapping, map application, and supervision, the commercialization of autonomous driving maps in China is lagging behind. This paper focuses on the main policy and regulatory issues faced in the development, application, and management of autonomous driving maps in China, i.e., encryption of autonomous driving maps, limitations on geographic information expression, qualifications for geographic information collection and the process for map review, accident liability and insurance issues, as well as autonomous driving map related test specifications and test scenario issues. Meanwhile, combining the development trends of domestic and international autonomous driving fields, this paper proposes four suggestions for accelerating the development and commercialization of autonomous driving vehicles in China: formulating an autonomous driving map management mode, allowing pilot application and orderly opening of autonomous driving maps, appropriately opening up corporate authorization and optimizing the review process, as well as establishing a national-level autonomous driving map platform.

Keywords: autonomous driving map; autonomous driving regulation; autonomous driving policy

收稿日期: 2019-05-06; 修回日期: 2019-05-14

通讯作者: 高柯夫, 武汉大学卫星导航定位技术研究中心讲师, 主要研究方向为智能计算、位置服务和智能交通; E-mail: gao@whu.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“‘互联网+智能交通’发展战略研究”(2018-ZD-02-07); 武汉市应用基础研究计划(2017010201010112)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

以汽车电动化、智能化、网联化、共享化（汽车“四化”）为重要特征的交通变革正在全球兴起，其核心愿景是减少传统能源消耗，实现零排放、零堵塞，提高道路交通效率，加强交通安全，实现零伤亡。基于电动化平台的自动驾驶汽车（指L3级及以上，下同）开发和商业化应用，成为这一轮国际竞争的焦点。作为人工智能、网络通信、自动化控制等多种先进技术集成的产物，自动驾驶汽车工业对促进国家经济、社会、科技、安全发展，带动制造业转型升级及产业发展具有重要的意义[1]。

美国、德国、日本等汽车工业大国都在积极推动自动驾驶的发展，各跨国汽车企业均发布了自动驾驶车辆商业化时间表。我国在本轮交通变革的政策扶持力度之大、产业投入程度之深和创新应用规模之广正步入国际前列，引领全球。我国自动驾驶汽车的发展已迈入实现汽车工业“换道超车”的重要窗口期。

自动驾驶地图作为实现汽车自动驾驶的关键基础设施，是交通资源全时空实时感知的载体和交通工具全过程运行管控的基础。相比于传统导航电子地图，自动驾驶地图具有更高的精度（通常达厘米级）和丰富的道路静态、动态环境信息，辅助车辆感知、定位与规划控制[2,3]。地图通过与传感器的信息交互，弥补传感器检测范围不足、终端性能限制以及先验信息缺失的劣势，实现车辆对周边环境的精准感知与实时建模，保证驾驶安全[4]。

现阶段，我国受地图测绘、应用和监管等相关法律法规的制度掣肘，自动驾驶汽车的商业化开发和产业化进程相对滞后，如不尽快改变此局面，不但核心愿景难以达成，而且将削弱我国在新一轮交通变革中的比较优势。

二、主要问题

依据我国目前相关法规，在自动驾驶地图开发、应用和管理中面临以下五大问题。

（一）自动驾驶地图是否需加密的问题

按照国家《关于加强自动驾驶地图生产测试与

应用管理的通知》规定，我国自动驾驶地图参照导航电子地图法规进行管理。而依据《导航电子地图安全处理技术基本要求》[5]，导航电子地图必须进行加密处理，才能通过审批上市。过去十几年间，对传统导航电子地图的加密处理，既确保了国家的地理信息安全，也促进了导航电子地图相关产业的良好发展。但自动驾驶的发展对地图的新需求，使加密问题面临新的挑战。

从导航精度角度，自动驾驶汽车需要厘米级导航精度以保证驾驶的安全性与精准性[6~8]，而地图加密偏转产生的随机抖动无法保证不同区域自动驾驶的相对位置精度在容许范围内的一致性，可能导致发生误判，增加事故风险。

从时效性角度，自动驾驶汽车的实时位置传感器数据需经加密插件偏转，才能与导航地图进行匹配，该过程会延长自动驾驶“决策环节”的计算时间，进而导致自动驾驶汽车操作控制的滞后，增加安全风险。

从保密性角度，最需保密的是地图属性信息，其与安全行驶无关。考虑到L3级以上自动驾驶地图内容都由机器解读，这部分信息可以在属性甄别的基础上，从地图内容中略去。

从系统开发角度，作为自动驾驶车辆安全相关组件，加密插件应符合《道路车辆功能安全》[9]中有关功能安全、软件过程改进的能力和测试及数据安全的要求。未来自动驾驶系统会将功能安全等级要求作为自动驾驶系统量产的必要条件。目前在导航电子地图中采用的加密插件能否达到相关要求尚无定论，即使改进加密插件，能在何种程度上达到相关要求也须论证检验。

综上，自动驾驶地图的加密问题应进行专项研究，不能仅按导航电子地图的规范来认定。

（二）自动驾驶地图部分地理信息表达受限的问题

按照国家《测绘管理工作国家秘密范围规定》《关于导航电子地图管理有关规定的通知》《公开地图内容表示补充规定（试行）》《基础地理信息公开表示内容的规定（试行）》等标准要求，公开地图数据产品中，不允许表达道路的最大纵坡、最小曲率半径、高程，重要桥梁的坡度，重要隧道的高度和宽度等属性信息。自动驾驶地图中缺少以上地理信息要素，将会影响到自动驾驶系统的安全运行。

缺少曲率半径会导致自动驾驶系统转弯速度或方向失控；缺少高程会导致车辆在多层立交道路行驶时无法实时判断自身的实际位置。

（三）自动驾驶地图地理信息采集资质和审图流程的问题

按照《中华人民共和国测绘法》规定，基础地图生产与地图更新等涉及的测绘行为需要具备测绘资质，没有测绘资质的企业无法采集最基本的地理位置信息和道路标志标牌等。按照《关于加强自动驾驶地图生产测试与应用管理的通知》规定，自动驾驶地图的绘制需由具有导航电子地图制作测绘资质的单位承担。而一台自动驾驶汽车本身即是一台高性能移动测绘仪器，能够在行驶过程中通过各类传感器记录轨迹、拍摄照片、获取点云数据等，并通过与自动驾驶地图的数据交互更新地图内容。同时，自动驾驶地图对地理位置的精度（厘米级）和路况变化表达的时效性（秒级）要求很高。因此，如何实现高实时道路数据采集与更新是目前自动驾驶地图面临的关键问题，仅依靠有资质的专业机构无法满足要求。

在地图审图方面，目前地图仍按照传统导航电子地图模式进行人工审核，导致审图周期偏长，无法满足自动驾驶地图更新的时效性需求。

（四）自动驾驶地图的事故责任和保险问题

自动驾驶汽车的发展将会带来事故责任的转移。驾驶主体由人类驾驶员转变为自动驾驶系统的同时，也使责任主体从人类驾驶员向汽车企业、传感器制造商、算法提供商、自动驾驶地图服务商等主体转变 [10]。交通事故出现后，责任主体的确定与责任分配需要明确的法律法规进行界定。目前我国在相关法律法规方面，难以解决未来交通事故发生后责任的判定问题，如《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》明确指出道路交通安全法及其实施条例是以人为核心的，并未涉及自动驾驶的概念；《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》明确规定，在测试期间发生的交通违法事件，责任人在驾驶员，但并未涉及驾驶员无过失行为以及车内无驾驶员时的情景；《中华人民共和国产品质量法》主要适用于产品设计因不符合相关标准而被认定为存在产品缺陷，进而造成损害的情形。但自动驾驶

汽车高度的自主智能性使得智能决策算法的可预测性较为模糊，难以界定算法与事故之间是否存在必然联系，导致责任认定上的困境 [11]。

自动驾驶汽车高度的智能性将会大幅降低交通事故率，从而冲击传统车险市场。基于驾驶员驾驶行为分析 [12] 等的传统保险体系将不再完全适用，面向未来自动驾驶汽车的风险评级将与车辆安全系统的技术水平、自动驾驶地图的地图质量等有关。

此外，自动驾驶地图更新的时效性需求也会对保险覆盖范围带来很大影响。现有《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》明确了在测试期间的责任认定、保险和赔偿金要求，但适用范围有限，无法覆盖更多的实际应用场景。

（五）自动驾驶地图相关测试规范和测试场景问题

《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》中提及的应用场景十分有限，相对于复杂的现实环境而言，规范的指导作用较弱。而且按照《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》规定，机动车在高速公路上不得有试车或学习驾驶机动车的行为。高速公路作为自动驾驶未来率先商业化应用的场景之一，也将是自动驾驶地图率先生产与应用的重要场景。限制车辆在高速公路上的测试显然不利于未来自动驾驶相关产业的发展。

同时，国家《智能网联汽车自动驾驶功能测试规程（试行）》确立了道路测试的顶层框架，但企业在不同城市进行测试需按各城市要求重新申请，且测试申请评审时间较长，封闭测试场地数量有限，难以满足自动驾驶汽车与自动驾驶地图的测试需求。

三、对策建议

我国现行相关法律法规与自动驾驶地图发展需求之间的矛盾，将增加我国自动驾驶汽车研发和应用难度。相比而言，德国、日本和美国等汽车工业强国的测绘、制图政策限制较少，在自动驾驶地图的创新、创业方面已经走在了前列。针对此种局面，我国正在积极探索自动驾驶相关领域的立法规则，如《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》指出要制定促进人工智能发展的法律法规与理

论规范；国家发展和改革委员会《智能汽车创新发展战略（征求意见稿）》也明确要消除影响智能汽车发展的法律障碍，加强对相关法律责任界定等问题的研究。

为加快我国自动驾驶汽车开发和商业化进程，本文提出以下四点建议。

（一）制定自动驾驶地图管理模式

自动驾驶地图作为一种全新的地图形式，与传统导航电子地图相比，在技术指标、应用需求等方面有其鲜明特点。自动驾驶地图标准作为地图生产的指导性规范，目前国际上以欧洲为主导，如欧洲电信标准化协会（ETSI）和国际导航数据标准协会（NDS）的一些标准。相比之下，虽然国内也有相关机构开始进行标准制定工作，但进度相对滞后，尚未形成统一的国家标准与行业标准，行业内基本参照国外的需求与标准进行生产。

同时，自动驾驶技术的发展也需重构与调整现有以人为核心的交通事故责任体系以及保险理赔体系，避免事故发生后出现责任难定、无险可保的局面。英国、日本等已有相应法案，英国《自动化与电动汽车法案》针对事故责任和保险问题做出明确规定，事故发生后可根据投保情况由保险公司与车主承担赔偿责任，并明确保险公司承担理赔的条件以及车主免责条件等 [13]；日本《自动驾驶相关制度整備大纲》也对责任问题加以明确。我国在此领域还是一片空白，亟需相关法律法规的支持。

综上，建议采用不同于传统导航电子地图管理的新型模式进行管理，以此来解决现有制度和标准的限制问题，对自动驾驶地图的产品技术标准、责任分配、理赔标准等进行规定。

1. 建立自动驾驶地图技术标准体系

由自然资源部牵头尽快推动有关自动驾驶地图中保障行驶安全和地理信息安全等技术标准的研制工作，包括研究基础、通用规范、产品与技术应用和相关标准，形成行业的统一标准，具体指导自动驾驶地图相关产业的发展与应用。同时，加强与国外标准组织合作，确保与国外相关进展保持一致，并保证国家标准与国外相关标准的兼容。

2. 制定自动驾驶地图的配套法规

自动驾驶地图与传统导航电子地图从包含内

容、表现形式到运维手段都有本质区别，将从人识图向机器识图转变。建议由自然资源部牵头重新制定自动驾驶地图相关法律法规，使其满足自动驾驶地图发展的客观需求（如精度需求、部分敏感地理信息需求），明确事故责任界定，规范和保障中国自动驾驶汽车产业有序、高质量发展。

3. 创新适宜的保险理赔制度体系

自动驾驶的风险评级将与车辆安全系统、自动驾驶地图等有关。事故责任主体的转移需要创新责任保险模式，建议采取强制性保险制度，保险公司在强制保险责任限额内赔偿，系统开发商、地图提供商、车主等责任主体依据各自过失承担相应责任 [14]。

（二）允许自动驾驶地图应用试点及有序开放

自动驾驶应用场景的增加与复杂性的提高，对自动驾驶车辆的实时感知提出了更高的要求，也对自动驾驶地图的精确性、实时性与智能性提出了更高的要求。在接近真实场景的测试区内测试自动驾驶地图的适用能力，对于检验自动驾驶地图质量、探索自动驾驶地图有效应用场景等具有重要意义。建议有序推进自动驾驶地图测试，先从小区域进行试点试验，检验自动驾驶地图的实用性和存在的问题，探索自动驾驶地图实现规模化与商业化的可行性方案，再逐步实现自动驾驶地图大范围的覆盖。

1. 在特定区域允许自动驾驶地图应用试点

由交通运输部牵头，联合公安部、工业和信息化部，以国家地理信息安全为前提，在各省市区明确的智能网联测试示范区进行试点，在试点区域允许自动驾驶车辆/企业对位置信息、实时路况以及道路信息等进行采集，以满足自动驾驶地图发展需求。同时加快测试区建设，覆盖更多应用场景；缩短测试申请评审时间，提高测试效率；从国家层面形成统一测试要求，避免跨地区测试的重复申请与评估。

2. 有序开放自动驾驶地图生产应用所涉道路，最终覆盖全国公共道路

由自然资源部牵头，联合交通运输部，制定自动驾驶地图生产应用的实施路线图。先完成智能网联测试示范区内自动驾驶地图生产应用，覆盖自动驾驶地图从数据采集、数据处理、地图制

作、地图发布到地图更新的整个流程，结合测试中的各种问题与挑战，探索自动驾驶地图实现商业化的可行性方案。再逐步实现相对封闭管理区域的道路、高速公路和其他公共道路的自动驾驶地图生产和应用。

（三）适当放开企业权限及优化审核流程

仅依靠有资质的专业机构无法满足自动驾驶地图的实时更新需求，而众包作为一种新型的分布式任务分配与执行机制能充分利用群体智能实现实时更新的低成本化与可量化，是业内公认的自动驾驶地图未来发展形态。但众包行为按照《中华人民共和国测绘法》的规定也属于测绘行为，需要资质，且众包数据用于地图制作与更新，还需符合我国地图生产相关政策。这些问题对众包数据的采集和利用均有很大限制。

同时，自动驾驶地图的众包更新方式决定了自动驾驶汽车未来将是大规模网联联控的，每一台车辆都将是智能交通系统的信息节点，通过与外界的数据交互，实现实时地图更新。生成的海量数据不仅包含车辆位置、速度等基本信息，更包含行车轨迹、下车地点、驾驶行为等隐私数据 [15]。这些数据的存储、使用、隐私安全等一系列问题必须予以重视。

因此，为鼓励自动驾驶地图在采集、处理、更新等全过程的创新和创业发展，在保证国家地理信息安全的前提下，建议由自然资源部牵头采取以下措施。

（1）向涉及自动驾驶的中国企业（如地图服务商、汽车企业等）有序开放自动驾驶地图的测绘和制作资质。推动道路信息资源向社会的有序开放，让更多企业进入，形成竞争充分的良性产业生态。

（2）推动众包相关技术规程建设。从技术上建立统一的融合理论框架与有效的数据融合算法，进行众包数据的有效性判别与过滤、数据交互优先级及其延时规则判定、数据更新频率等级划分。从产业上明确众包模式的具体执行机制及未来发展模式。由数据委托公司牵头，在国家的监管下进行众包数据处理，解决众包数据归属不明、安全性不足等问题，保障数据隐私与安全。

（3）加快开展自动驾驶地图自动化、智能化行政审批技术研究。以网联化、智能化的自动审图流

程代替传统人工审图流程，缩短审图和信息公开周期，以满足自动驾驶地图的时效性需求。

（四）建立国家级自动驾驶地图平台

自动驾驶地图的理想状态是各方通过互换与共享资源实现对交通资源全时空实时覆盖。然而目前地图所需各类数据散布于地图服务商、汽车企业等各个主体，各方对于共享数据都有所忌惮，这一方面造成资源浪费，另一方面也限制了地图覆盖范围的扩大。这需要一个强有力的第三方来协调各方关系，打通自动驾驶地图所需的各类数据接口。国外已有相应的产业联盟，如日本于 2016 年由政府牵头，多家汽车企业与测绘公司联合投资建立了“动态地图公司”，旨在开发与维护覆盖全日本所有道路的自动驾驶地图数据。相比于国外，我国自上而下的监管程序能够极大简化其它联邦体系中复杂的监管规则与程序。因此，结合体制优势，依托顶层设计，我国在国家级自动驾驶地图平台建设方面可以形成国际竞争力。具体建议如下。

（1）建立自动驾驶地图发展和监管的国家框架，有效协调交通运输部、公安部、自然资源部等相关部门，制定清晰的监管政策，引导自动驾驶地图市场良性发展与竞争。

（2）从国家层面推动建设自动驾驶地图基础数据公共服务云平台，整合各方资源，以集中的方式形成一个覆盖全国的自动驾驶地图基础网。同步建立地图快速更新机制，采用众包方式进行数据更新维护，构建良好的众包更新生态圈，以保证数据更新的持续性与有效性，加速自动驾驶地图商业化。

四、结语

自动驾驶作为新一轮国际竞争的焦点，对于我国 2030 年占据人工智能高峰举足轻重，它将带动制造业转型升级与产业发展。自动驾驶地图作为实现自动驾驶的重要一环，目前受到相关法律法规的掣肘，使得自动驾驶地图的产业化进程相对滞后。由国家牵头修订相关法律法规，制定专门的管理模式，从国家政策上支持自动驾驶地图的发展与应用，对于促进我国自动驾驶技术发展有着重要意义。

致谢

本文得到了钟志华、李德仁、李德毅、李骏、刘先林、孙逢春、谭述森、王家耀、魏子卿、杨元喜等院士的帮助，在此一并致谢。

参考文献

- [1] 李克强, 戴一凡, 李升波, 等. 智能网联汽车 (ICV) 技术的发展现状及趋势 [J]. 汽车安全与节能学报, 2017, 8(1): 1-14.
Li K Q, Dai Y F, Li S B, et al. State-of-the-art and technical trends of intelligent and connected vehicles [J]. Journal of Automotive Safety and Energy, 2017, 8(1): 1-14.
- [2] Guo C, Guo W F, Cao G Y, et al. A lane-level LBS system for vehicle network with high-precision BDS/GPS positioning [J]. Computational Intelligence and Neuroscience, 2015: 1-13.
- [3] 刘经南, 吴杭彬, 郭迟, 等. 高精度道路导航地图的进展与思考 [J]. 中国工程科学, 2018, 20(2): 99-105.
Liu J N, Wu H B, Guo C, et al. Progress and consideration of high precision road navigation map [J]. Strategic Study of CAE, 2018, 20(2): 99-105.
- [4] 《中国公路学报》编辑部. 中国汽车工程学术研究综述·2017 [J]. 中国公路学报, 2017, 30(6): 1-197.
Editorial Department of China Journal of Highway and Transport. Review on China's automotive engineering research progress: 2017 [J]. China Journal of Highway and Transport, 2017, 30(6): 1-197.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 20263—2006, 导航电子地图安全处理技术基本要求 [S]. 2006.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the PRC. GB 20263—2006, Navigable electronic map—Basic requirements of security processing technology [S]. 2006.
- [6] Bauer S, Alkhorshid Y, Wanielik G. Using high-definition maps for precise urban vehicle localization [C]. Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE, 2016.
- [7] Seif H G, Hu X L. Autonomous driving in the iCity—HD maps as a key challenge of the automotive industry [J]. Engineering, 2016, 2(2): 159-162.
- [8] Zang A, Li Z, Doria D, et al. Accurate vehicle self-localization in high definition map dataset [C]. Proceedings of the 1st ACM SIGSPATIAL Workshop on High-Precision Maps and Intelligent Applications for Autonomous Vehicles. Redondo Beach, California: ACM, 2017.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 34590.2—2017, 道路车辆功能安全 第2部分: 功能安全管理 [S]. 2017.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the PRC. GB/T 34590.2—2017, Road vehicles—Functional safety—Part 2: Management of functional safety [S]. 2017.
- [10] Yueh-Hsuan W, Hillenbr D. The intelligentization of automobiles Smart-Cars, RoboCars and their safety governance [J]. Journal of Science, Technology and Law, 2014 (4): 5.
- [11] 江溯. 自动驾驶汽车对法律的挑战 [J]. 中国法律评论, 2018 (2): 180-189.
Jiang S. The challenges of self-driving cars to the law [J]. China Law Review, 2018 (2): 180-189.
- [12] Händel P, Ohlsson J, Ohlsson M, et al. Smartphone-based measurement systems for road vehicle traffic monitoring and usage-based insurance [J]. IEEE Systems Journal, 2014, 8(4): 1238-1248.
- [13] 曹建峰, 张嫣红. 《英国自动与电动汽车法案》评述: 自动驾驶汽车保险和责任规则的革新 [J]. 信息安全与通信保密, 2018 (10): 66-73.
Cao J F, Zhang Y H. Review on UK AEV Act: Innovation in insurance and liability rules for autonomous vehicles [J]. Information Security and Communications Privacy, 2018 (10): 66-73.
- [14] 冯洁语. 人工智能技术与责任法的变迁——以自动驾驶技术为考察 [J]. 比较法研究, 2018 (2): 143-155.
Feng J Y. Artificial intelligence technology and change of liability law: Autopilot as an object of investigation [J]. Journal of Comparative Law, 2018 (2): 143-155.
- [15] Greenblatt N A. Self-driving cars and the law [J]. IEEE Spectrum, 2016, 53(2): 46-51.