

论自动驾驶技术的适应性法律调控模式之构建

吕建高

摘要:传统法律调控制度对自动驾驶技术创新、面临的风险与不确定性的反应和适应速度缓慢,出现了预防、不作为和积极干预三种常见的调控回应方式。尽管这些回应旨在克服调控制度的惰性、促进技术应用的安全性并推动安全的自动驾驶技术顺利部署,但每种回应方式都存在缺陷。这些缺陷表明,重新构建一种有计划的适应性法律调控模式势在必行。这种模式的正当理由在于,自动驾驶技术发展的不确定性要求法律的动态调控,国际自动驾驶调控的差异性要求本土化适应,中国自动驾驶地方立法的创新性要求调控模式转型。构建有计划的适应性法律调控模式以规则弹性化、责任结构化、监管协同化和伦理法律化为宏观路径,并通过初始调控设置、密集型数据采集、独立评估与提出建议、评估后调控调整四个微观步骤来实施。

关键词:自动驾驶技术;适应性调控;技术创新;步调难题

中图分类号: D901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0751(2025)06-0070-10

不管人们是否接受,人工智能时代已经来临。它不仅是一场技术革新,更是一场社会革命。一系列新兴科技正以颠覆性力量推动着当代社会的深度重塑,其对各国法律制度的冲击远超法律变革的传统节奏。科技迭代与法律演进之间的张力,迫使我们重新思考法律制度如何以更敏捷、更具创新性的方式回应技术革新,这无疑是当代社会治理面临的重大挑战。在诸多新兴技术中,自动驾驶是最具变革潜力的技术创新之一。人工智能、大数据和物联网等前沿技术的深度融合,使得自动驾驶系统正逐步取代传统人工驾驶的主导地位^[1]。这场交通方式的范式转变将重构个人出行和商业运输的底层逻辑,有望给消费者和生产者带来重大的社会、经济和环境效益。而且,随着汽车制造商和科技企业不断突破自动驾驶的技术瓶颈,这些效益正加速从理论构想转化为现实图景。

然而,自动驾驶技术的广泛应用仍面临诸多不确定性,关键的制约因素之一在于其发展运行所依

赖的法律环境。当前,自动驾驶面临的技术难题已在相当程度上取得阶段性成效,但法律制度层面的结构性困境亟待破解^[2]。尤其是,自动驾驶汽车正处于大规模商业落地的前夜,相关的法律配套迫切需要更新和完善。从治理逻辑上看,适度的法律调控固然有助于防范技术风险,但法律调控本身也存在内生性局限。就自动驾驶汽车而言,法律制度的相对稳定与自动驾驶技术的快速迭代之间形成显著张力。事实上,法律与技术之间不协调发展的“步调难题”,已经严重制约了自动驾驶技术的推广应用^[3]。因此,当前自动驾驶技术调控面临的核心挑战在于,如何构建一种更具适应性的新型法律调控模式,实现技术创新与风险防控之间的动态平衡,破解技术革新与法律调控之间的内在张力。

有鉴于此,本文将直面这一挑战,在系统梳理自动驾驶技术现有法律调控模式并深入剖析各自利弊的基础上,提出有计划的适应性法律调控模式,以期自动驾驶技术的可持续发展提供保障。

收稿日期:2025-03-29

基金项目:教育部人文社会科学规划基金项目“自动驾驶汽车立法问题研究”(20YJA820014)。

作者简介:吕建高,男,南京审计大学法学院(纪检监察学院)教授(江苏南京 211815)。

一、自动驾驶技术的现有法律调控模式

传统法律调控制度在面对自动驾驶技术创新浪潮及其伴生的风险和不确定性时,往往反应滞后且适应迟缓。这种制度性迟滞在实践中衍生出三种典型的调控模式:预防性调控、消极不作为调控和积极干预式调控。这些调控回应实质上反映了社会各界对自动驾驶技术发展过程中法律调控功能定位的认知分歧。尽管针对自动驾驶技术的调控体系仍处于建构初期,但通过考察国际公约、多边协定和各国立法实践,可以清晰地识别上述三种调控模式的典型特征。

(一) 预防性调控

对自动驾驶技术最保守的调控回应是采取预防措施延缓该技术的发展进程。这种调控模式以“技术审慎”原则为基础,其核心主张是,在自动驾驶技术被充分证明具备安全性,或者有充足理由表明需要对现行调控制度进行调整之前,最好限制或暂停该技术的大规模应用。预防性调控通过构建多层次风险防控机制,为技术发展设置必要的“制度缓冲带”,主动规避未来可能出现的社会、伦理、法律及安全风险,从而有效调控具有重大不确定性风险的技术发展节奏。它的深层价值取向在于,通过主动干预技术发展进程,确保技术创新始终沿着增进人类福祉的轨道推进,避免技术异化为难以驾驭的社会风险源。从制度效能的视角来看,适度控制新兴技术的发展速度,可以为调控者赢得更多时间窗口和信息增量,用于设计并确立科学有效的调控框架;而且,预防性调控可以显著降低技术风险外显或发展路径偏差导致调控框架频繁调整的制度性成本,从而增强调控体系的稳定性与可持续性。

作为应对科技创新不确定性的一种制度性回应,预防性调控的本质是对自动驾驶技术发展进程中不可预知风险的审慎管理。这种不确定性内生于颠覆性技术创新过程之中,尤其在技术与社会系统协同演进的早期阶段,相关主体难以对技术应用的社会影响进行精准预判和评估。实际上,从国际规范到国内立法,均呈现出通过延缓技术应用进程来回应技术革新的治理倾向。

在国际规范层面,2022年修订的《维也纳道路交通公约》第8条明确规定:“每辆行驶的车辆都要配备一名驾驶员,该驾驶员必须在身体和心理层面满足驾驶条件,并具备操控车辆所需的专业知识和

技能。”^①这一规定实质上是在技术标准层面设置了人工介入的强制性要求。美国各州的立法实践则形成更为细致的调控体系,一方面要求自动驾驶车辆必须保留方向盘、刹车踏板等传统操控装置,并确保人类驾驶员在运行过程中实时在场;另一方面通过设置商业运营禁令、限定测试用途、增设特殊牌照等方式,构建渐进式的技术应用闸门^②。

国内立法同样体现这种预防性调控思路。2024年施行的《江苏省道路交通安全条例》创新性地建立了“动态监控—即时接管”的双重保障机制,并规定:“有条件自动驾驶汽车、高度自动驾驶汽车上道路行驶应当配备驾驶人……自动驾驶功能开启时,驾驶人应当处于汽车驾驶座位上,监控汽车运行状态和周围环境,汽车发出接管请求或者处于不适合自动驾驶的状态时,驾驶人应当立即接管汽车。”该条款通过创设人机协同的过渡性制度安排,为技术演进预留了必要的适应周期。

深入分析这些调控措施可以发现,这种治理策略的核心逻辑,是将快速发展的自动驾驶技术设定为相对固定的调控靶标,以匹配调控者有限的反应速度与适应能力。换言之,此类调控的主要功能并非单纯追求技术治理效能的优化,而是通过控制技术应用节奏,为调控体系赢得同步调整的缓冲空间,体现了传统调控框架面对颠覆性技术时的动态调适策略。

(二) 消极不作为调控

这种调控模式秉持的理念是,鉴于调控者在推翻或变更既往行为时面临诸多掣肘,在市场失灵或者掌握确凿证据证实某项技术存在风险隐患之前,调控者应保持行动克制。与预防性调控不同,消极不作为调控强调依托市场自我调节机制和现行法律框架,以期在保障安全的同时发挥新兴技术的最大潜力。尽管在特定情况下出台新的规定或进行政策调整确有必要,但该调控模式始终强调,除非某项新兴技术对公共安全或社会利益构成严重的直接威胁,否则应允许其自由发展。

就自动驾驶技术而言,调控者之所以在一段时期内未主动制定专项法律规范,也未深度干预技术研发与应用进程,主要出于如下考量:一是该技术的迭代速度远超立法进程,法律难以同步适配;二是其社会影响、伦理争议和潜在风险尚未充分显现,调控者缺乏足够的认知依据,公众亦未形成明确的调控诉求;三是汽车制造商和科技企业为了争夺市场主导权,有可能通过游说等手段促使政府放松监管。

当前,虽然明确采用消极不作为调控的国家和地区数量有限,但立法滞后、政策协同不足、试点实践与法治建设脱节等隐性不作为调控现象普遍存在。例如,美国大多数州政府不轻易采取措施限制或禁止自动驾驶汽车的发展,联邦政府则由美国国家公路交通安全管理局(后文简称NHTSA)制定审慎调控策略,并对自身调控行为加以约束^③。欧盟在数据隐私和车辆安全领域设定严格标准,但统一立法进程缓慢,成员国因政策分歧或优先级差异而执行滞后^[4]。发展中国家受制于技术普及度或资源约束,如东南亚、非洲等地尚未建立系统性调控框架,国家层面的立法和测试许可制度进展迟缓。就我国而言,虽然地方试点立法已先行探索,但国家层面的法律尚未出台,导致责任认定、数据安全等问题长期依赖地方性法规,存在上位法缺失调控的空白期^[5]。

(三) 积极干预式调控

应对新兴技术发展的第三种回应是构建具有前瞻性的法律规范体系,通过制度设计预先引导和规范技术发展方向。通过立法将自动驾驶技术的发展纳入法治轨道,进而规避相关风险,这无疑是一种必要的选择^[6]。实际上,鉴于自动驾驶汽车运行的自主性,我们必须借助立法手段将其风险控制在最小范围和最低程度^[7]。这种回应的支持者承认调控制度存在缺陷,但同时强调适度的法律调控是保障新兴技术创新的安全性可持续发展的关键因素^[8]。尽管调控制度难以对新兴技术的快速发展作出充分反应和适应,但调控者可以设计相应的框架,引导这些技术未来的发展。而且,该调控模式假定,应对新兴技术而制定的法律规范应当保持相对稳定,最大限度减少后续修订需求^[9]。

制定面向未来的法律规范或许是对“步调难题”最为自然且审慎的回应。调控者已经将这种方法广泛应用于具体的技术情境。对自动驾驶技术发展采取积极干预式调控的典型代表是德国。2015年11月,德国联邦政府发布了一项战略,阐述了修改道路交通法的必要性,以使自动驾驶汽车上路成为可能。随后,政府向联邦议会提交了一份立法草案,并据此于2017年修改了德国《道路交通安全法》,成为全球首个针对L3级自动驾驶的国家立法。2021年德国又通过《自动驾驶法》,新增L4级准入标准。经过近十年的努力,德国形成了自动驾驶汽车的阶梯式立法体系^[10]。此外,英国2024年制定的《自动驾驶汽车法》创新性地构建了“用户负责人”制

度,在责任划分方面取得突破^[11]。新加坡2017年修订《道路交通安全法》,建立了自动驾驶测试责任豁免机制^[12]。日本2019年开放L3级自动驾驶上路许可,并于2023年进一步扩展至L4级特定场景应用^[13]。

近年来,中国自动驾驶调控体系呈现“地方试点→中央统筹→专门立法”的渐进式发展特征。自2022年深圳颁布首部智能网联汽车管理条例以来,全国已有50余个城市相继出台地方性法规。尤其在2023年,《道路交通安全法》修订纳入立法规划,交通运输部发布《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》,标志着全国层面的制度构建进入实质性阶段。这种分层推进的立法策略,既为技术创新预留了试验空间,又为全国统一立法积累了实践经验,有望形成具有中国特色的自动驾驶法律治理范式。

二、自动驾驶技术现有法律调控模式的缺陷

尽管上述三种回应方式旨在克服调控制度的惰性并促进技术应用的安全性,但每种回应都存在一定缺陷。接下来,本文将系统梳理这些缺陷,以便为重新构建自动驾驶技术新型调控模式提供事实基础和学理支持。

(一) 预防性调控的缺陷

预防性调控模式旨在暂时延缓或中止新兴技术的应用,直到其安全性获得充分验证。该模式作为应对“步调难题”的一种策略,为调控者争取了制定针对性制度所需的缓冲时间和信息储备,但人为干预技术发展进程本身存在如下明显缺陷:

一是创新阻滞效应。技术发展的延缓或中断直接影响其商业化进程与技术迭代能力。自动驾驶技术的预防性调控虽不以永久禁令为目标,但初期的发展限制将剥夺关键技术(如激光雷达系统、决策算法等)通过实践检验实现优化的机会,进而削弱其对复杂交通场景(如极端天气、突发事故等)的适应能力。更深远的影响可能在于,当技术被排斥于市场之外或仅允许降级版本流通时,开发者将难以培育稳定的用户群体。尤其是,这种限制剥夺了特定群体享受技术红利的权利,如无驾驶资格的老年人、残障人士及共享汽车出行服务供应商等。

二是社会利益折损。通过法律手段延缓技术发展容易导致社会丧失本可获得的诸多益处。以美国加州自动驾驶政策为例,该州曾拟议无限期暂停自

动驾驶的商业化应用,虽最终并未实施,但此类举措折射出监管滞后的代价^[14]。无论是全面禁止销售,还是强制配备人工驾驶员,都会在客观上阻碍公众对技术效益的认知。有些损失可被明确量化,例如,全球每年90%以上由人为失误引发的交通事故将持续发生^④,交通拥堵造成的经济损失、公共安全提升机遇的错失、城市减排目标的延宕也将成为现实成本。另一些隐性损失则难以用数字衡量,包括特殊群体行动自由的限制、国际技术标准制定话语权的削弱,以及既有交通体系社会包容性的改善机遇等。

(二) 消极不作为调控的缺陷

尽管以消极不作为方式调控快速发展的新兴技术具有操作简便、成本低廉等显著优势,然而,由于新兴技术催生出新的“行为方式”和新的“活动和关系”,现行法律框架已难以延续既往的调控效能^[15]。显然,现行法律框架和技术创新之间的脱节给市场参与者带来了诸多不确定性,主要表现为:针对新兴技术可能存在的禁令风险、法律术语的解释性歧义、部分既有规则的适用性冗余等。

首先是现行法律中的禁令。现行法律可能无意中禁止某些新兴技术的研发、商业化或被应用于特定场景中。这类禁令往往具有偶然性,源于立法者在制定规则时无法预见技术演进的特定路径。虽然此类禁令并非立法本意,但法律修订的滞后性会使技术利益相关方陷入合规困境。在旧法持续生效期间,自动驾驶技术的研发机构和市场参与者将长期面临技术标准模糊和商业应用合法性存疑的双重挑战,结果导致法律适用环境的不稳定甚至相互矛盾。1949年《日内瓦道路交通公约》规定每辆车必须配备“可随时掌控车辆”的驾驶员,该规定显然与无人驾驶技术存在根本冲突。美国《联邦机动车辆安全标准》(FMVSS)同样基于人类驾驶员的预设来设计技术规范,部分州立法甚至要求驾驶员至少保持单手操控方向盘^[16]。虽然这些法律障碍可能随着技术进步和观念更新而逐步消解,但现行禁令条款的存在,仍为相关技术投资者带来额外的政策风险和合规不确定性。

其次是现行法律体系中存在诸多语义模糊的术语和概念。随着自动驾驶技术的发展,这些法律术语的原初含义往往难以适应技术创新带来的解释需求。特定词汇或概念在传统语境下或许含义明确,但技术革新催生了对其多重解释的可能性。例如,“驾驶员”这一基础法律概念的界定就面临根本挑

战。《日内瓦道路交通公约》将“驾驶员”定义为“能够随时掌控车辆的自然人”。这一表述在传统驾驶情境中清晰明确,但在适用于自动驾驶系统时却产生了疑问:控制车辆的算法或程序是否也应被视为“驾驶员”?这种概念模糊性因立法与判例法的解释分歧而进一步加剧,不同司法管辖区可能作出差异化认定,继而导致截然不同的法律后果^[17]。面对这种不确定性,投资者在决策时往往陷入困境,既难以预估潜在法律责任,也无法准确判断自动驾驶技术的合规应用边界。

最后是现行法律体系中存在部分滞后性条款对自动驾驶技术应用造成不当限制,这种情形主要源于立法时无法预见技术迭代的复杂性。以各国道路交通安全法为例,其立法目的旨在最大限度保障驾驶员与行人安全,因此普遍严禁酒后驾驶。这类规定在传统人工驾驶模式下具有充分合理性,但当车辆控制主体转变为自动驾驶系统时,若仍禁止完全自动驾驶车辆驾驶员饮酒,则其正当性基础将存在弱化的嫌疑。这种可能出现的法律适应性不足的现象,不仅人为制造了技术应用的法律壁垒,更在实质上部分削弱了自动驾驶技术提升交通效率与公共安全的双重价值,最终可能导致投资者因政策不确定性而却步,进一步阻碍技术创新红利的释放^[18]。

(三) 积极干预式调控的缺陷

通过制定法律并最大限度减少修订频次来实施积极的技术调控策略,可能产生抑制技术创新的反向效果。这种试图引导新兴技术发展的调控方式,虽然是对法律滞后性的一种应对,但其成功实施高度依赖立法者超凡的预见能力和审慎的决策智慧^[19]。若基于不完整信息或错误假设来预测技术演进路径,其后果可能极具破坏性。换言之,过度超前的法律调控可能将技术发展锁定在次优路径上,或通过刚性条款将不切实际的技术预期制度化,最终导致市场力量被行政干预扭曲,催生低效的技术解决方案。

这一风险在自动驾驶技术领域表现得尤为突出。近年来,该技术正呈现多元化发展态势,各研发主体采用差异化的技术路线,市场推广模式也存在多种可能^[20]。在这种背景下,任何调控者都难以准确预判最优发展路径。因此,行业内的利益相关者普遍反对过早进行刚性立法,他们认为自动驾驶技术仍处于快速迭代期,过早设定具体技术标准或责任框架可能迫使企业放弃更有潜力的技术探索,转而迎合现有法律要求。典型情形是立法强制要求

保留人工接管功能,这一规定实质上限制了L4、L5级全自动驾驶的研发空间。

三、重新构建自动驾驶技术的适应性法律调控模式

综上所述,本文不仅系统阐释了应对“步调难题”的三种代表性回应,剖析了这些回应方式在自动驾驶技术调控实践中的具体体现,更着重探讨了各种调控模式对加速自动驾驶技术应用存在的潜在缺陷和制度性障碍。可以说,调控者正面临一个深刻的治理悖论:若减少或扩大调控覆盖面,都将导致法律调控与政策目标严重脱节,同时削弱调控对象和消费者的政策预期;反之,若致力于提升调控确定性和市场信心,又难免陷入调控滞后、解释歧义或抑制技术创新的困境。这种两难处境凸显了一个根本矛盾,即过早或过度调控都可能阻碍技术红利释放,而过于审慎的调控态度又会迟滞技术价值的实现。如何破解这种“科林格里奇”困境,有学者提出技术与制度协同演化的治理路径^[21],有学者基于技术作为一种社会存在的哲学本体论维度找寻解决问题的办法^[22],还有学者以预知性技术伦理为视角,探索治理人工智能科林格里奇困境的有效路径^[23]。本文提出“有计划的适应性调控”这一颇具前景的法律治理模式。该模式将调控视为一种动态迭代过程,将初期调控措施定位为持续优化的起点而非终点,通过预设的反馈机制和学习周期,将技术进展与社会价值纳入系统性调适过程,从而推动自动驾驶调控模式从“静态最优”的传统思路向“动态适应”的进化治理转型。

(一)有计划的适应性调控的概念阐释

在自动驾驶技术快速变革的转型时期,风险调控面临前所未有的挑战。虽然调控者依赖对未来发展趋势的预测,但必须认识到实际发展轨迹可能与预期存在偏差,并需要根据新知识的涌现持续调整调控策略。可见,调控决策绝不能是一成不变的最终方案。解决这一“步调难题”的关键在于构建有计划的适应性调控机制。通过周期性评估与修订,这种机制不仅能促进创新,还能有效规避技术锁定和制度障碍。

在自动驾驶技术突飞猛进和商业模式持续创新的背景下,传统调控模式的局限性日益凸显。相比之下,适应性调控提供了一种灵活响应、动态调整的治理范式。从本质上看,有计划的适应性调控不仅

能够建立制度化的政策更新机制,确保调控措施始终基于最新技术数据,而且通过预先设计的评估程序,实现从被动应对到主动规划的转变。这样,既可以提升调控时效性,还可以通过持续的数据采集和分析,有效平衡调控不足与调控过度的风险^[24]。

目前,虽然学界对有计划适应性调控的定义尚未完全统一,但对其核心要义已形成初步共识:一是将定期评估与修订机制嵌入初始决策框架;二是建立系统化的信息监测与整合体系。这种设计将有计划适应与被动调整明确区分开来。前者通过制度化的审查程序实现前瞻性调控,后者往往是对突发事件的应急反应。实施有计划的适应性调控需要健全的数据基础设施、持续的利益相关方参与机制,以及允许政策渐进调整的制度框架^[25]。这些要素共同构成适应性调控模式的支柱,为技术创新提供了既灵活又可靠的制度环境。

(二)有计划的适应性调控的证立

正如前述,重新构建有计划的适应性调控模式势在必行。接下来将从自动驾驶技术发展的不确定性、自动驾驶法律调控的域外经验和中国自动驾驶法律调控的本土化创新三个维度,系统论证为何有计划的适应性法律调控是当前更为可行的法律治理路径。

1.事实基础:自动驾驶技术发展的不确定性要求法律的动态调控

自动驾驶技术的快速演进正在深刻改变传统交通生态,在责任认定、安全保障、技术标准、数据治理等多个领域引发的法律适应性问题日益凸显,亟须构建与之相适应的法律调控体系^[26]。

首先是责任认定的模糊性。在传统交通事故中,责任认定主要围绕驾驶员的过错行为展开,而自动驾驶环境下,责任主体可能涉及车辆所有者、算法开发者、传感器制造商、数据服务提供商乃至道路基础设施管理者等。当有条件自动驾驶的L3级车辆在自动驾驶模式下发生事故时,系统与人类驾驶员之间的控制权交接过程尤为复杂,导致责任划分困难^[27]。2023年湖北襄阳的一起案件中,驾驶员李某醉酒后启用车辆的“自动驾驶”功能,最终被法院以危险驾驶罪判处拘役五个月,这一案例凸显了现行法律在界定人机混合控制模式下责任主体的困境^[28]。更高级别的自动驾驶(L4、L5)虽然减少了人类干预,但算法决策的“黑箱”特性使得事故原因难以追溯,证明系统缺陷或设计瑕疵则更加困难。

其次是安全保障标准的动态性。自动驾驶技术

的迭代速度远超传统法律修订周期,导致静态的安全标准难以匹配快速演进的技术现实。当前,各国对自动驾驶汽车的安全评估主要基于模拟测试、封闭场地测试和有限的道路测试,但这些方法难以覆盖现实世界中无限复杂的交通场景。因此,如何建立既能确保基本安全又不阻碍技术创新的弹性标准体系,仍是全球调控者面临的共同课题^[29]。

再次是技术路线与基础设施的多样性。当前自动驾驶技术发展呈现多元路径,例如,以特斯拉为代表的“单车智能”路线依赖车辆自身的感知与决策系统,而百度 Apollo 等则倡导“车路协同”模式,强调智能基础设施与车辆的交互^[30]。不同技术路线对法律调控的需求各异,如高精度地图的测绘与使用、车路通信频段的分配、路侧设备责任归属等,均需法律作出精细安排。

最后是数据治理的复杂性。自动驾驶汽车在运行过程中产生海量数据,涉及车辆状态、环境感知、乘客个人信息乃至周边行人的生物特征等。这些数据既关乎个人隐私,又具有重要的公共安全价值与商业价值^[31]。尽管有关立法要求自动驾驶汽车相关企业按照规定向平台上传车辆运行数据,但如何在数据利用与隐私保护、商业机密与公共安全之间取得平衡,构建兼顾各方利益的数据治理框架,是适应性法律调控必须解决的难题。

面对这些不确定性,全球立法实践呈现出从“命令—控制”型调控向“适应性”调控转变的趋势。适应性法律调控模式强调法律框架的弹性、调控手段的灵活性和多方主体的协同性,旨在建立能够与技术发展同步演进的法律体系^[32]。这种模式不仅需要立法者前瞻性地预见技术发展方向,还需要建立常态化的法律评估与修订机制,使法律能够与时俱进地回应技术创新带来的新问题、新需求。

2. 域外经验:国际自动驾驶调控实践的差异性要求本土化适应

全球范围内,自动驾驶技术的法律调控呈现多元化探索态势,各国根据自身技术发展阶段、法律传统和产业政策,构建了各具特色的调控框架。这些国际经验为中国完善自动驾驶法律体系提供了宝贵的参考与借鉴,特别是德国、美国、日本等先行国家的立法实践,展现了不同法系背景下应对技术创新的法律智慧。

德国的分级立法模式代表了大陆法系国家对自动驾驶技术的系统性回应^[33]。2017年,德国率先颁布《道路交通安全法》,成为全球首个为L3级自动驾

驶提供法律依据的国家。该法明确规定在自动驾驶系统激活期间,驾驶员可以转移注意力,但必须保持随时接管的能力。2021年,德国又通过《自动驾驶法》,首次对L4级别的自动驾驶汽车进行规制,允许特定区域内的完全自动驾驶运营,无需人类驾驶员在场。值得注意的是,德国立法采用了“技术中立”原则,不限定具体实现路径,而是聚焦功能安全要求,为不同技术路线的发展留出空间。

美国的联邦—州分权模式体现了普通法系应对技术创新的灵活性。美国没有统一的联邦自动驾驶法律,而是通过联邦政府的指导性文件和州级立法共同构建调控框架。2016—2021年,美国交通部先后五次发布《自动驾驶汽车政策指南》,确立了“安全优先、技术中立、支持创新”的基本理念。与此同时,各州根据自身情况制定差异化的自动驾驶法规,如加州允许无安全员的完全自动驾驶测试,而部分保守州则限制严格^[34]。尽管NHTSA于2024年12月发布的《自动驾驶车辆安全与测试评估计划》(AVSTEP)试图通过分级监管应对这一挑战,将“车内没有司机”的车辆与其他辅助驾驶车辆区分管理,并要求企业定期报告系统性能数据,但其带来高昂成本与合规负担可能给中小企业构成巨大压力。

欧盟的伦理先行策略凸显了对自动驾驶社会影响的全面考量。欧盟在推进技术立法的同时,特别注重伦理准则的制定^[35]。2017年,德国在全球率先发布《自动驾驶伦理指南》,提出“人类生命优先于动物或财产”的伦理原则。2023年,欧盟委员会发布《人工智能责任指令》,将自动驾驶系统纳入高风险AI范畴,要求企业提供算法决策的合理解释并承担更严格的举证责任。这种“伦理引导法律”的模式,强调了技术发展必须符合社会价值观,为自动驾驶的“负责任创新”提供了框架。

日本的渐进式立法路径展现了东亚国家在技术创新与安全保障间的谨慎平衡^[36]。日本2019年修订的《道路交通安全法》允许L3级自动驾驶车辆上路,成为亚洲首个为有条件自动驾驶立法的国家。2022年,日本通过《道路交通安全法》修正案,施行L4级自动驾驶许可制度,允许特定区域内的完全自动驾驶服务。日本的立法高度重视安全验证,要求企业在限定区域内进行充分测试后才能扩大运营范围,同时建立了详细的数据记录与事故报告制度。这种“测试—评估—放开”的渐进模式,既为技术创新提供了空间,又通过严格的安全门槛保障公共安全,对人口密集的东亚城市具有特殊参考价值。

国际经验表明,有效的自动驾驶法律调控需要平衡多重目标。德国展示了如何通过系统性立法为高技术风险的自动驾驶应用提供法律确定性,美国则体现了分权体制下通过差异化政策鼓励地方创新的优势,日本的渐进式路径对风险厌恶型社会具有吸引力,欧盟的伦理先行策略则确保了技术发展不偏离社会价值轨道。这些多元模式共同指向一个核心认识:自动驾驶法律调控必须具有适应性,能够根据不同技术成熟度、应用场景和社会接受度进行动态调整。

3. 实践伟力:中国自动驾驶地方立法的创新性要求调控模式转型

中国自动驾驶法律调控呈现“中央政策引导、地方立法先行”的鲜明特色,通过地方试点积累经验,为全国性立法创造条件^[37]。近年来,北京、深圳、上海、武汉等地相继出台自动驾驶相关条例,形成了各具特色又相互借鉴的地方立法图谱,为构建中国特色的自动驾驶法律调控模式提供了丰富实践基础。

北京的全链条立法模式代表了首都对高级别自动驾驶的前瞻性布局。2025年4月1日起施行的《北京市自动驾驶汽车条例》全面回应了制约北京市自动驾驶汽车技术创新和产业突出的问题,尤其新增“个人乘用车出行”作为合法应用场景,并支持自动驾驶在公交、物流、园区接驳等多个领域的应用,为自动驾驶商业化开辟了广阔空间。该条例的实施标志着我国在自动驾驶法规与技术融合方面迈出了重要一步,其通过法治创新、技术赋能和生态构建,不仅为北京自动驾驶产业提供了制度保障,也为全国其他地区的立法探索提供了重要参考。

深圳的综合性立法尝试开创了中国自动驾驶立法的先河。2022年8月1日正式施行的《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》作为全国首部智能网联汽车管理法规,其创新性在于,明确了有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶的法律定义,确立了分级调控的基本模式,同时细化了责任认定规则,区分有驾驶人和无驾驶人情形下的违法处理机制。该条例试图构建从生产、销售到上路行驶的完整管理链条,但其后“产品目录”进展缓慢的实践表明,地方立法在涉及国家事权的车辆准入方面面临权限约束。

上海的无驾驶人创新规定聚焦自动驾驶最前沿法律问题。2023年2月,《上海市浦东新区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用规定》施行,其最大

特点是专门针对“不配备驾驶人和测试驾驶人的智能网联汽车”,即L4级及以上自动驾驶。该规定创设了“安全性自我声明”确认制度,企业需提交材料证明其车辆具备在申请区域安全运行的能力。上海的规定体现了对完全自动驾驶这一颠覆性场景的前瞻性思考,但其区域限定性也反映了对高风险应用的谨慎态度。

武汉的“车路云一体化”立法突出了智能基础设施的重要地位。2025年3月1日起施行的《武汉市智能网联汽车发展促进条例》的显著特色在于,采用“车路云一体化”模式^[38]、全方位安全保障体系及多领域融合路径,为全国提供了可复制的“武汉方案”,尤其在商业化运营和安全责任认定方面具有突破性意义。其车路云一体化建设思路和跨行业协同机制,有望推动武汉成为全国智能网联汽车发展的重要示范区。不过,未来仍需关注其执行效果,特别是在数据安全、事故责任认定等关键环节的落地情况。

纵观中国各地的立法实践,可以识别出三个明显共性:一是立法重心从测试转向应用,近期出台的条例更加关注商业化落地而不仅是技术验证;二是调控对象从车辆扩展到生态,基础设施、数据平台、高精地图等配套要素在法律中的地位日益突出;三是安全考量从物理安全扩展到网络安全,随着《数据安全法》《个人信息保护法》的实施,自动驾驶立法中的数据合规要求更加严格。尽管中国自动驾驶法律调控的独特路径具有明显优势,但也面临诸多挑战与困境,在车辆准入、交通执法等中央事权领域难以有实质性突破;同时,标准不一的地方法规可能增加企业跨区域运营的合规成本,而且审批流程和安全评估要求也存在差异。此外,责任界定这一核心问题在各地立法中过于原则化,缺乏具体可操作的裁判规则。可以说,随着地方经验的积累和技术的逐步成熟,中国自动驾驶法律调控正处在从地方分散探索向全国统一框架过渡的关键期。这一过渡如何平衡鼓励创新与规范发展、地方特色与全国统一、技术先进性与制度稳定性,是对立法者智慧的严峻考验。

(三) 有计划的适应性调控的宏观路径

基于国际经验与中国实践,构建适应性法律调控模式的宏观路径需要从立法理念、制度设计、实施机制等多个维度进行系统性创新。

1. 规则弹性化:从刚性规范到动态标准

构建自动驾驶技术的适应性法律调控需要从静

态规则体系迈向弹性规则体系,具体可通过以下路径实现:首先,制定“自动驾驶法”作为自动驾驶领域的基本法,确立安全优先、风险预防等基本原则,明确主体资格和数据权属。其次,在实施层面授权行政机关联合行业协会制定动态技术标准,并建立两年期评估更新机制;同时辅以案例法补充,通过指导性案例明确责任划分标准。最后,建立“沙盒调控”机制,在特定区域设置测试沙盒,允许企业在风险可控前提下突破现行法规限制,通过定期风险评估报告和调控数据反馈实现规则动态调整^[39],这一模式已为英国2017年《自动驾驶汽车法案》所验证。这样,通过立法分层与调控创新相结合,实现法律规范与技术发展的动态适配。

2. 责任结构化:从单一主体到风险共担网络

构建自动驾驶技术的适应性法律调控需要重构责任分配机制,实现从传统的单一主体责任迈向多方参与的风险共担网络。一方面,要建立健全“产品—服务—用户”的三元责任体系:汽车制造商对硬件缺陷(如传感器故障)承担无过错责任,软件开发商则对算法漏洞适用过错推定责任;数据运营商对地图数据错误或通信中断导致的损害承担违约责任,并纳入《网络安全法》调控框架;根据自动化等级区分,L2级以下用户负有合理监管义务,而L3级以上用户仅在干预失败时承担次要责任。另一方面,应配套新型保险制度,包括强制车企投保自动驾驶系统责任险,覆盖事故伤亡、财产损失及数据泄露风险^[40];同时设立行业互助基金池,按车辆保有量提取资金,用于无名氏救助、跨境事故等兜底赔偿。对此,可借鉴德国《产品责任法》的基金模式。这一框架通过明晰各方责任边界与风险分担机制,实现技术创新与权益保障的平衡。

3. 监管协同化:从部门分割到生态治理

自动驾驶技术的法律调控需要构建适应性的监管协同机制,实现从部门分割向生态治理的转型。第一,应建立跨部门协同治理平台,可考虑由国务院牵头成立“自动驾驶监管委员会”,整合交通、工信、网信、公安及市场监管等部门的监管职能,统一负责政策制定、标准协调和事故调查等工作。第二,需推进车路协同专项立法:一方面要在《公路法》修订中明确路侧智能设备(如智能信号灯、路感传感器)的建设责任主体,界定地方政府与交通集团的建设权责;另一方面要强制推行中国C-V2X通信协议标准,通过立法规范车路数据交互标准,禁止车企设置封闭数据接口,切实保障公共数据获取权益^[41]。

这种协同法律框架的构建,将有效促进自动驾驶技术与交通基础设施的融合发展。

4. 伦理法律化:从技术黑箱到透明治理

构建自动驾驶技术的适应性法律调控需要实现从技术伦理到法律制度的系统转化,其核心在于建立“透明治理”框架,以破解“技术黑箱”难题。算法可解释性义务的构建和紧急避险法律制度的完善是推动实现这一进程的关键。具体言之,其一,算法可解释性义务的构建应当遵循“原则公开、技术保密”的平衡原则^[42]。立法应强制要求车企披露自动驾驶决策的抽象伦理规则,同时允许其保留具体算法代码的商业秘密。为确保有效实施,需建立由国家级技术机构主导的第三方审计制度,通过定期合规性审查与伦理影响评估,形成“披露—验证—认证”的闭环监管链条。其二,紧急避险法律制度的完善需要突破传统法教义学的局限^[43]。可考虑在《刑法》相关司法解释中确立“技术性紧急避险”特别条款:当自动驾驶系统在不可避免的碰撞事故中基于预设伦理算法选择“最小伤亡路径”时,应当视为符合《民法典》第182条规定的紧急避险要件。上述两个维度共同构成“伦理法律化”的双轨制实施路径,前者通过透明度建设解决算法问责难题,后者通过法律制度完善解决责任归属困境,最终形成技术发展与法律规制动态平衡的治理范式。

(四) 有计划的适应性调控的微观步骤

就自动驾驶技术而言,有计划的适应性调控通常包含四个关键步骤:初始调控设置、密集型数据采集、独立评估与建议形成、评估后调控调整。

第一,初始调控设置。该阶段旨在构建一个以最低安全标准为基准的宽松法律框架。鉴于适应性调控的本质依赖系统反馈与动态调整,过早对自动驾驶技术研发和运营施加严格限制可能会阻碍技术发展路径的探索和数据积累,进而引发与传统预防性调控类似的问题。尽管如此,考虑到调控在保障技术安全性和向消费者传递市场信心方面的重要作用,调控部门仍需要要求自动驾驶汽车制造商提供充分证据,证明其设计方案和应用场景至少具备与传统驾驶技术相当的安全水平。

第二,密集型数据采集。该阶段要求开发商系统收集并定期提交车辆测试、市场运营及性能表现等全维度数据。同时,调控者负责采集消费者使用体验以及技术应用产生的经济社会影响数据。这种全方位的数据采集体系构成适应性调控的核心基础,因为任何调控决策的保留、修订或调整都必须基

于量化的成本收益分析和风险评估。需要强调的是,由于不同调控对象的数据需求存在差异,且数据类型会随技术演进动态变化,调控者应建立配套的监督研究机制,确保数据采集始终服务于技术评估和调控优化的最终目标。

第三,独立评估与建议形成。作为最具决定性的环节,每个评估周期开始时,调控者需协同行业专家和公众代表共同确立评估准则和目标体系。在自动驾驶领域,单纯的行政评估远远不够,必须引入由行业利益相关方组成的独立评估机构。鉴于适应性调控具有资源密集特性,需要持续投入监测、实验和评估成本,所以,积极引导行业参与者加入决策过程显得尤为重要。这种协同治理模式不仅能增强调控预期的确定性,更能有效整合行业专业知识,缓解调控部门与技术开发者之间的信息不对称问题。

第四,评估后调控调整。该阶段要求调控者基于独立评估结果进行审慎决策。虽然外部建议仅具咨询性质,但所有调整方案都必须严格遵循既定调控原则和目标体系。将评估职能与决策权责相分离,是适应性调控体系的典型特征,这种制度设计通过专业分工提升了社会效益最大化的可能性。

结 语

自动驾驶技术的蓬勃发展无疑会产生显著的社会效益和经济价值,然而,其快速迭代的特性也为国家调控体系带来前所未有的挑战,尤其是,自动驾驶技术的指数级进步正持续冲击现有法律体系的响应与适应能力。这种制度张力本质上源于传统调控模式的固有缺陷,即僵化的制度设计难以匹配新兴技术的演进速度。尽管调控者尝试通过不作为、预防和积极干预等策略应对“步调难题”,但这些应对措施的局限往往比原有制度缺陷更为突出。

为破解这一困局并充分释放自动驾驶技术的潜在价值,我们提出有计划的适应性法律调控模式予以应对。尽管这种范式转变需要突破传统静态调控的思维定式,并可能增加调控双方的实施成本,但其制度优势远胜于当前的既有模式。更重要的是,有计划的适应性调控通过制度创新直击问题本质,而非依赖事前的“最优预测”来缓解“步调难题”的表面症状。当然,有计划的适应性调控模式的实施也面临显著的制度壁垒和法律障碍。这不仅涉及调控规则制定与修订程序的机制改革,更需要重塑调控者、利益相关方及司法系统对调控过程的认知范式。

然而,必须明确的是,虽然从传统调控向适应性调控的范式转型不会自发实现,但完全具备可行性。而且,将调控重点从静态规则制定转向动态适应过程,可以实质性改善对调控迟滞问题的应对效能。总而言之,在自动驾驶技术快速演进的时代背景下,有计划的适应性调控模式为决策者提供了更优框架,以协同实现安全保障、公众信任与技术红利的多维目标。

注释

①参见 Vienna Convention on Road Traffic (2022).②参见 US National Highway Traffic Safety Administration, Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles (2013).③参见 Daisuke Wakabayashi, Self-Driving Uber Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam, The New York Times, March 19th, 2018.④参见 KPMG, The Chaotic Middle: The Autonomous Vehicle and Disruption in Automobile Insurance 3 (2017).

参考文献

- [1] 彭文华. 自动驾驶汽车犯罪的归责与归因[J]. 东方法学, 2024(1): 108-117.
- [2] 胡元聪, 李明康. 自动驾驶汽车对《道路交通安全法》的挑战及应对[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2019(1): 44-53.
- [3] 李艳. 新兴技术与国家安全: 发展规律、治理逻辑与实践路径[J]. 国家安全研究, 2022(4): 67-83.
- [4] PUNEV A. Autonomous vehicles: The need for a separate European legal framework [J]. European View, 2020(1): 95-102.
- [5] 刘园园. 立法先行 推动自动驾驶技术落地[N]. 科技日报, 2024-03-12(4).
- [6] 李烁. 自动驾驶汽车立法问题研究[J]. 行政法学研究, 2019(2): 104-113.
- [7] 侯郭垒. 自动驾驶汽车风险的立法规制研究[J]. 法学论坛, 2018(5): 153-160.
- [8] CHAGAL-FEFERKORN K. The reasonable algorithm [J]. University of Illinois Journal of Law, Technology & Policy, 2018(1): 111-147.
- [9] GEIST M A. Is there a there there? Toward greater certainty for internet jurisdiction[J]. Berkeley Technology Law Journal, 2001(16): 1345-1406.
- [10] ALEXANDER K, RAPHAEL M, CHRISTOPH L. The German act on autonomous driving: Why ethics still matters[J]. Philosophy & Technology, 2022(35): 1-13.
- [11] HANS S, IARIA A C, MARIA C G, et al. Autonomous vehicles and civil liability in a global perspective [M]. Berlin: Springer, 2024: 459-546.
- [12] TAN S. Y, ARAZ T. Adaptive governance of autonomous vehicles: Accelerating the adoption of disruptive technologies in Singapore [J]. Government Information Quarterly, 2021(38): 1-15.
- [13] TAKEYOSHI I. Evolution in Japan's legal system for ensuring traffic safety[J]. IATSS Research, 2024(48): 456-463.
- [14] HENRY I M, GREGORY C. Precaution without principle[J]. Na-

- ture Biotechnology, 2001(19):302-303.
- [15] LYRIA B M. Agents of change: How the law copes with technological change[J]. Griffith Law Review, 2011(20):763-794.
- [16] 陈锦波. 规制层次与管控理念: 自动驾驶汽车的监管进路[J]. 苏州大学学报(法学版), 2019(1):18-25.
- [17] 郭轩臣. 自动驾驶汽车法律规制中“驾驶人”概念的重塑[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2025(1):165-173.
- [18] CARP J A. Autonomous vehicles: Problems and principles for future regulation[J]. University of Pennsylvania Journal of Law and Public Affairs, 2018(4):81-148.
- [19] SUNSTEIN C R. Problems with rules[J]. California Law Review, 1995(83):953-1026.
- [20] EVA F, SVEN B, BARBARA L. Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility[J]. European Journal of Futures Research, 2015(3):1-11.
- [21] 张光君, 彭池. 颠覆性技术的科林格里奇困境与合规治理出路[J]. 科技管理研究, 2024(20):1-8.
- [22] 贾向桐, 胡杨. 从技术控制的工具论到存在论视域的转变: 析科林格里奇困境及其解答路径问题[J]. 科学与社会, 2021(3):26-39.
- [23] 文成伟, 汪姿君. 预知性技术伦理消解 AI 科林格里奇困境的路径分析[J]. 自然辩证法通讯, 2021(4):9-15.
- [24] RUHL J B. Regulation by adaptive management: Is it possible? [J]. Minnesota Journal of Law Science & Technology, 2005(7):21-57.
- [25] ROBIN C, RUHL J B. Designing administrative law for adaptive management[J]. Vanderbilt Law Review, 2014(67):1-87.
- [26] 季卫东, 赵泽睿. 法律如何实现动态治理: 人工智能不确定性的立法应对[J]. 学术月刊, 2025(3):98-109.
- [27] 刘艳红. 自动驾驶的风险类型与法律规制[J]. 国家检察官学院学报, 2024(1):114-130.
- [28] 赵晨熙. 全国人大代表与专家建议加快推进自动驾驶领域立法[N]. 法治日报, 2025-01-14(5).
- [29] 谭九生, 胡健雄. 自动驾驶的安全风险及其治理[J]. 学术交流, 2023(8):131-147.
- [30] 李东红, 陈昱蓉, 周平录. 破解颠覆性技术创新的跨界网络治理路径: 基于百度 Apollo 自动驾驶开放平台的案例研究[J]. 管理世界, 2021(4):130-159.
- [31] 郑戈. 数据法治与未来交通: 自动驾驶汽车数据治理刍议[J]. 中国法律评论, 2022(1):202-214.
- [32] 蔡琳. 从“控制”到“面向不确定性”的法理学: 以自动驾驶汽车中“电车难题”为切入点[J]. 浙江学刊, 2025(1):88-97.
- [33] 叶强. 德国自动驾驶立法评析[J]. 国外社会科学, 2022(2):73-86.
- [34] 赵世佳, 徐楠, 陈全思. 加州自动驾驶汽车道路测试管理的特点及启示[J]. 科技管理研究, 2020(4):220-225.
- [35] 李凯莉. 《人工智能法案》对欧盟数字主权构建的回应及成效[J]. 政法论丛, 2025(2):156-169.
- [36] 张韬略. 自动驾驶汽车道路测试安全制度分析: 中日立法的比较[J]. 科技与法律, 2019(4):73-82.
- [37] 郑琳. 反思与突破: 自动驾驶地方先行立法的试验型进路[J]. 中国海商法研究, 2025(1):91-102.
- [38] 潘泽均. 生命冲突、车路云一体化与自动驾驶的刑法规制[J]. 安徽大学学报(哲社版), 2024(4):130-141.
- [39] 丁芝华. 自动驾驶监管沙盒的应用探索与法律建构[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2025(1):122-133.
- [40] 沈小军. 论高级别自动驾驶汽车责任保险制度的构建[J]. 东方法学, 2024(6):84-97.
- [41] YU X, CHEN X D, WANG Z, et al. Resource allocation algorithm for internet of vehicles based on LTE-V2X [J]. Computer Engineering, 2021(47):188-193.
- [42] 曹建峰. 论自动驾驶汽车的算法安全规制[J]. 华东政法大学学报, 2023(2):22-33.
- [43] 黎宏, 丁文焯. 紧急避险和自动驾驶汽车的刑事责任[J]. 贵州社会科学, 2024(7):44-51.

On the Construction of Adaptive Legal Regulation Mode for Autonomous Driving Technology

Lyu Jiangao

Abstract: Traditional legal regulatory regimes have been slow to react and adapt to the innovation, risks and uncertainties faced by autonomous driving technologies, with three common regulatory responses emerging: prevention, inaction and active intervention. While these responses aim to overcome the inertia of regulatory systems, promote the safety of technology application, and facilitate the smooth deployment of safe autonomous driving technology, each response has flaws. These flaws suggest that it is imperative to rebuild a planned model of adaptive legal regulation. This model is justified by the fact that the uncertainty of the development of autonomous driving technology demands dynamic legal regulation, the differences in international autonomous driving regulation require localized adaptation, and the innovativeness of local legislation on autonomous driving in China demands a transformation of the regulation model. The building of a planned adaptive legal regulation model takes the macro paths of the flexibility of rules, the structuring of responsibilities, the coordination of supervision, and the legalization of ethics. They are realized through the following micro steps, which include initial regulation setting, intensive data collection, independent assessment and suggestion making, and regulation adjustment after assessment.

Key words: autonomous driving technology; planned adaptive regulation; technological innovation; pacing problem

责任编辑: 卫 彪