

通渠有道
FlowBridge Strategies

COOKOO AI
布谷鸟®科技



中科星驰
SHINEAUTO



世光科技
S e e k G r e a t



迈能研究院

5G远程驾驶创新应用白皮书

—— 机器的交给机器，人类的交给人类 ——

2026年7月

苏州通渠有道数字科技有限公司

Contents	Page
01、行业概述篇：定义、系统构成、业务状态、核心价值、市场格局	3
02、法规政策篇：海外规制、国内规制、标准规范、关键指标、建议	11
03、技术突破篇：技术架构、典型方案、关键指标、面临挑战、建议	21
04、产品创新篇：产品构成、成本结构、典型产品、主要问题、建议	29
05、场景应用篇：应用场景、租车/配送/港口/井下/塔机、场景建议	36
06、商业模式篇：主要模式、模式对比、Vay Technology、经纬恒润	45
07、趋势结论篇：发展阶段、市场规模、关键趋势、机遇/挑战、建议	51

01

行业概述篇

苏州通渠有道数字科技有限公司

基本定义：5G远程驾驶指依托5G通信系统，由没有坐在驾驶位但仍能操控车辆的远程驾驶员，实时执行部分/全部动态驾驶任务和/或动态驾驶任务回退的过程

远程驾驶

没有坐在车上但仍能操控车辆的远程驾驶员，实时执行部分或全部DDT（动态驾驶任务）和/或DDT回退（含制动、转向、加速和换挡）

注：①接受远程回退就绪用户在执行后备支援时成为远程驾驶员；②远程驾驶员执行或完成OEDR（目标与事件检测与响应），并有权支配用于横向和纵向车辆运动控制的ADS；③ 远程驾驶不是驾驶自动化。

《J3016™ 202104
驾驶自动化分级》

远程支持

remote assistance

提供信息、临时执行动态驾驶任务（DDT）以及对这些功能所需的远程监控，包括远程监控、远程协助以及在非常有限条件下进行的远程驾驶，以及这些功能需被激活的条件

远程驾驶系统：由远程侧和车载侧组成的系统，接收远程侧的命令并执行动态驾驶任务。

《ISO 7856: 2025 智能交通系统 低速自动驾驶系统的远程支持》

远程协助

remote assistance

对于4级自动驾驶功能，当ADS处于激活状态且遇到难以处置的情况时，ADS接收由远程方式发送的协助信息，以继续完成行程。

注：①远程协助指令如行驶轨迹引导、停车等；②策略性功能（例如，目的地选择）不属于远程协助。

《GB/T 44721 智能网联汽车 自动驾驶系统安全要求（征求意见稿）》

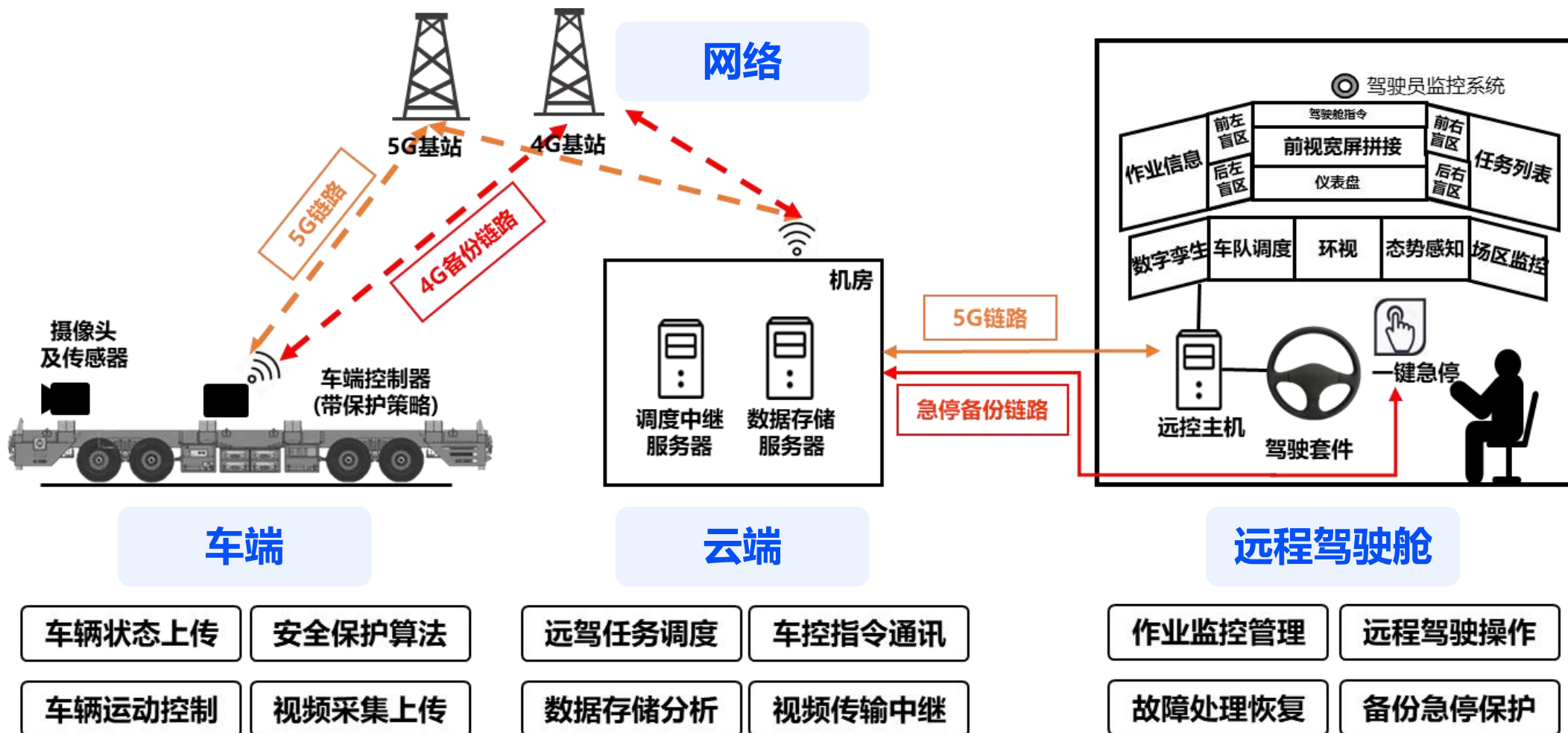
5G远程遥控驾驶

指依托5G通信系统，将车辆、路侧单元（RSU）、远程遥控云端控制平台（云控）、远程遥控驾驶舱连接起来，通过其相互间的信息交互和紧密协作，实现由人或者机器对远程车辆实施驾驶操控的活动。

《YD/T 4778-2024 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 总体技术要求》

苏州通渠有道数字科技有限公司

系统构成：车端（传感器、控制器）、云端（云服务器/通信中继设备）、舱端（驾驶台、人机交互）和网络四部分



资料来源：经纬恒润。

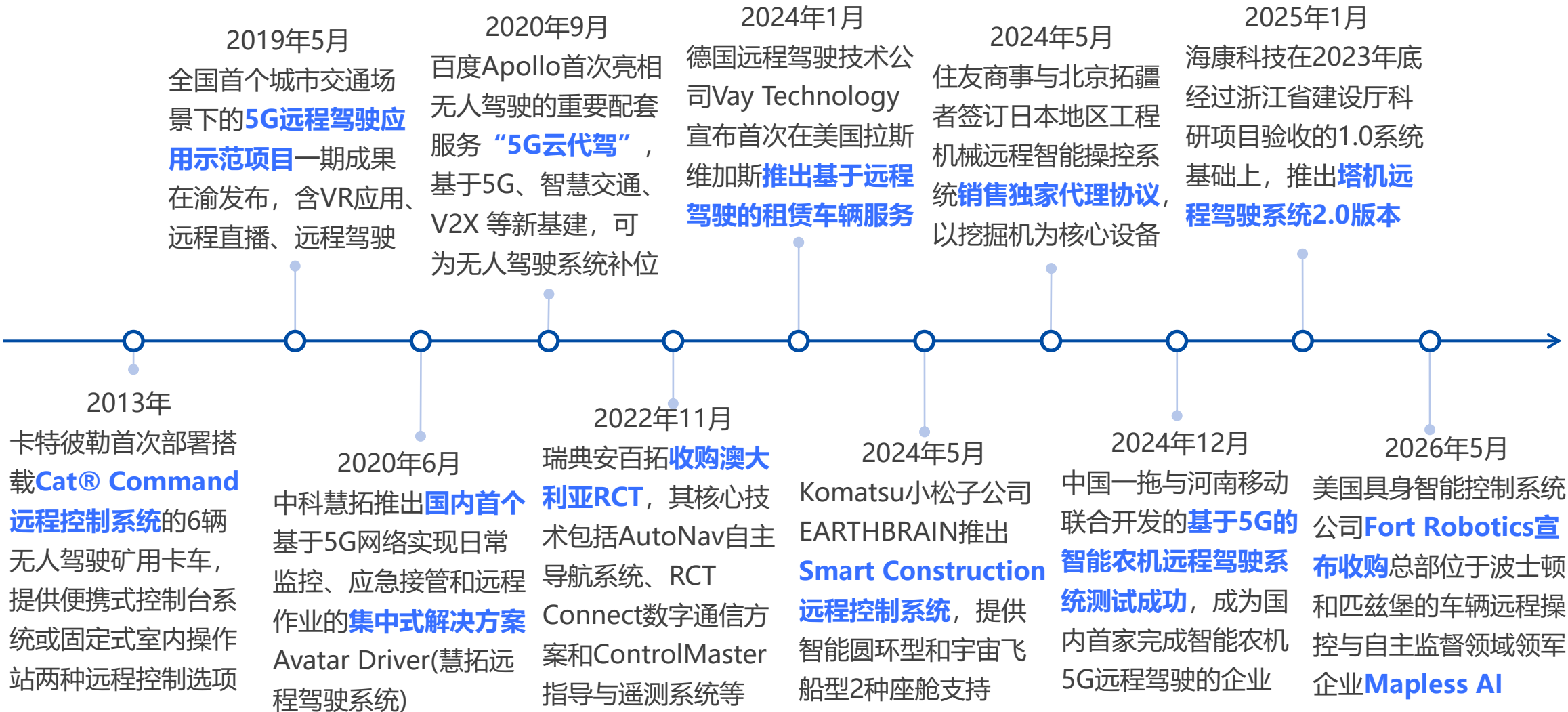
苏州通渠有道数字科技有限公司

业务状态：包括实时监控、驾驶指引、远程接管3种，主要在低速场景提供必要支持

类型	功能描述	车端要求	激活条件	适用工况	相互关系
实时监控	对驾驶过程 7x24h 实时监控	L2及以上	远程驾驶功能开启时始终有效	所有工况，全天候	驾驶指引仅在自动驾驶系统激活时启用
驾驶指引	提供地图导航、停车位推荐、轨迹优化、行驶速度优化等	L3及以上	自动驾驶系统发出信息请求（RFI）	所有工况，车端触发启动	
远程接管	异常接管	L2及以上支持线控	自动驾驶系统发出接管请求（RFD）且车辆静止，云控平台发送控制指令，车端根据指令执行驾驶任务	所有工况，异常情况启动且持续时间非常短	
	有限工况下的远程驾驶作业		常态作业，由远程驾驶舱的人类驾驶员远程操控车辆执行驾驶任务	停车场、矿山、港口等有限工况，全天候	当远程驾驶能力所需前置条件和通信连接服务质量不能满足应用要求时，应退出以保证驾驶任务安全
	全天候全工况远程驾驶作业			所有工况，全天候	

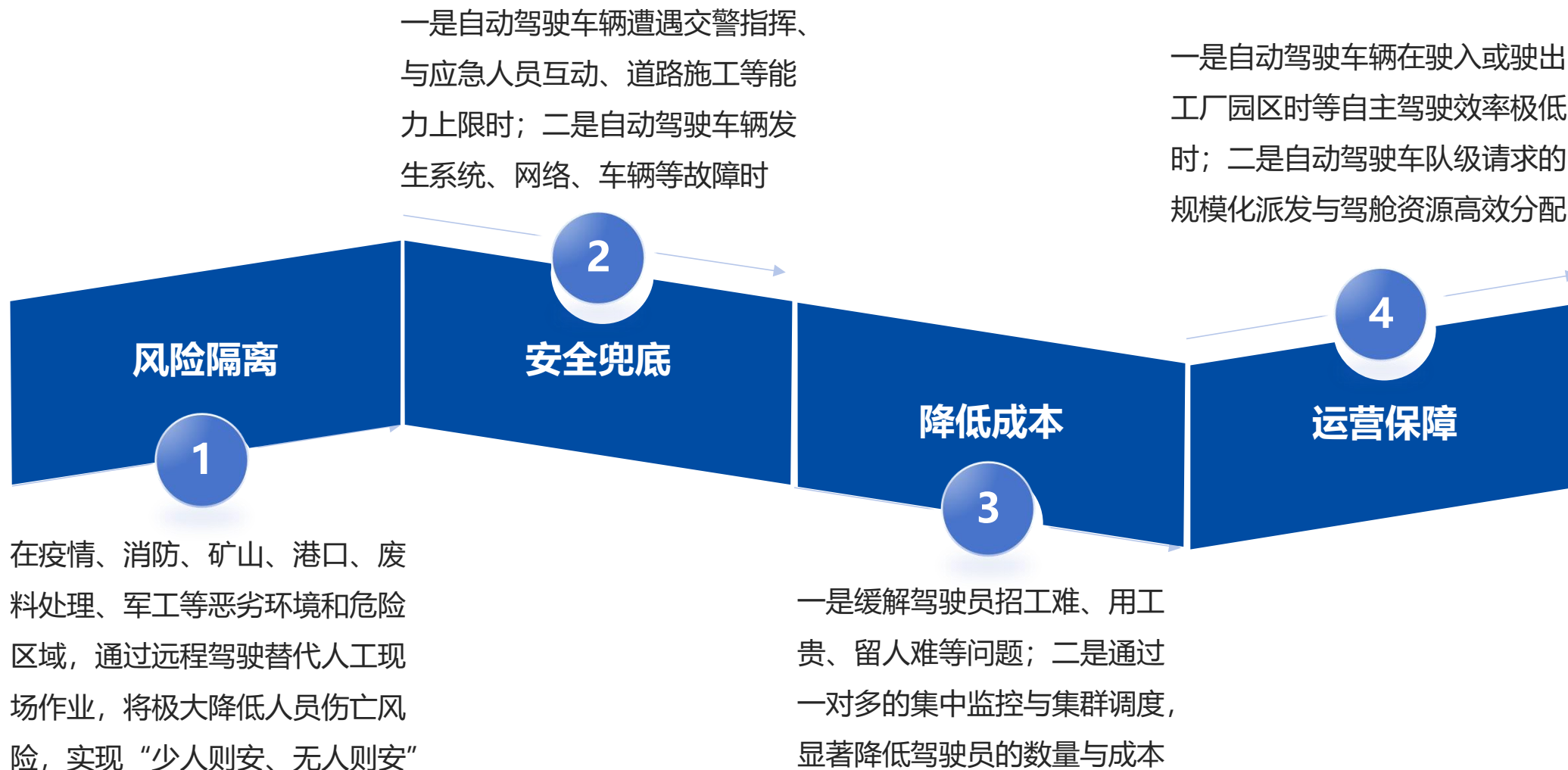
备注：根据《ISO 7856: 2025 智能交通系统 远程支持低速自动驾驶系统（RS-LSADS） 性能要求、系统要求和性能测试程序》和《YDT 4778 2024 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 总体技术要求》等整理。

发展历程：随着2019年5G商用，远程驾驶加速产品化和场景化，下游并购整合兴起



资料来源：通渠有道整理研究。

核心价值：对下游客户而言，有风险隔离、安全兜底、降低成本、运营保障4大价值



苏州通渠有道数字科技有限公司

产业链：以远程驾驶系统集成商+自动驾驶产品方案商为核心，产业链结构相对完善

零部件厂商	远程驾驶系统集成商	自动驾驶产品方案商	经销服务商	终端场景客户
网络部分 4/5G基站、控制器、C-V2X、以太网、MEC等 舱端部分 车辆行驶控制器、视频传输控制器、座舱台体、驾驶套件、显示设备、操作系统、电源/UPS等 云端部分 数据存储服务器、调度中继服务器、音视频传输技术、通信模块等 车端部分 线控底盘、控制器、摄像头、天线/线束、高速通信模块、RSU等	独立三方型 硕博科技、北京联众恒泰、赋助智能、拓疆者、布谷鸟同创、速航云、斐视科技、世光科技、Designated、DriveU.auto等 自主研发型 创远高新、卡特彼勒、Einride、Vay Technology、希迪智驾、中科慧拓、百度Apollo、经纬恒润.....等 集团孵化型 澳大利亚RCT、广联达、海康科技、EarthBrain株式会社、网易灵动、中建云控等	出行场景 Robotaxi-Waymo Robobus-文远知行 无人公交-驭势科技 无人代步-蚂蚁侠科技 无人游船-欧卡智舶 货运场景 室内外配送-Starship 末端配送-新石器 港口运输-斯年智驾 矿山运输-易控智驾 机场运输-驭势科技 干线物流-卡尔动力 作业场景 工程机械-徐工集团 无人环卫-酷哇科技 无人农机-约翰迪尔 安防巡逻-高新兴.....	产品方案商销售 自动驾驶解决方案商整合远程驾驶系统集成商的产品，形成面向不同细分场景客户解决方案 系统集成商直销 远程驾驶系统集成商直接面向终端场景客户提供系统方案和运维服务 系统集成商分销 日本住友商事 运力运营服务商 自主或第三方，如易控智驾、酷哇科技等开展的重资产运营业务	出行场景 出租/网约车公司 第三方运力平台 高校/医院物业 机场景区运营方 大型厂区业主等 货运场景 港口码头运输公司 工厂园区转运企业 矿产开采企业 废弃物处理企业 工业制造业企业等 作业场景 建筑工程需求方 环卫运营服务公司 文旅/景区运营商 农垦集团/农场主 工厂园区物业等

市场格局：3大类超48家企业，主攻教研文娱、工程机械、工程建造、道路车辆等赛道

独立三方型（≥20家）

- 硕博科技（2010年2月成立于徐州，教研）
- 北京联众恒泰（2011年3月成立，北京）
- 江苏优盾（2012年12月成立，常州）
- 中智仿真（2013年3月成立，深圳）
- 中智蓝途（2016年7月成立于北京，具身）
- 赋助智能（2018年3月成立于南通，文娱）
- 拓疆者（2018年4月成立，北京）
- 多维智联（2018年7月成立，雄安）
- 布谷鸟同创（2019年4月成立，天津）
- 速航云（2020年8月成立，北京）
- 斐视科技（2021年12月成立，长沙）
- 世光科技（2022年10月成立，厦门）
- MobileTronics（1999年成立，德国）
- Designated Driver（2018年成立，美国）
- Otopia（2018年成立，以色列）
- Teleo（2019年成立，美国加州）
- DriveU.auto（2019年成立，以色列）
- Fernride（2019年成立，德国慕尼黑）
- Guident（2020年成立，美国佛州）.....

自主研发型（≥18家）

- 中天智装（2003年7月成立于宜春，塔机）
- 腾晖科技（2005年9月成立于珠海，建造）
- 创远高新（2012年11月成立于长沙，矿山）
- 卡特彼勒（2013年部署首批远控系统矿卡）
- Einride（2016年成立于瑞典，无驾驶室L4级自动驾驶重卡+远程舱操作员）
- 希迪智驾（2017年10月成立于长沙，矿山）
- Vay Technology（2018年成立，德国柏林）
- 中科慧拓（2019年1月成立于北京，矿山）
- 百度Apollo（2020年9月推出5G云代驾）
- Ostara（2020年成立于立陶宛，军工）
- 大块头智驾（2021年10月，自研第一台）
- 经纬恒润（2023年1月，推出新一代方案）
- 智行未来、名商科技、天瞳威视
- 仙途智能、蚂蚁侠科技、苏州金龙.....

集团孵化型（≥10家）

- 澳大利亚RCT（2022年底被安百拓收购）
- 广联达（1998年8月成立，中国建设工程信息化领域首家A股上市公司）
- 安徽矿机（2000年8月，由安徽省属国企淮海实业集团成立的全资子公司）
- 丰树电子（2007年1月成立于西安，是上市企业品茗科技旗下全资子公司）
- 海康科技（2009年4月，由中国电科旗下中电海康集团成立的国有控股企业）
- 辛巴科技（2018年10月，由奇瑞雄狮科技与联通智网等于成立的合资公司）
- EarthBrain株式会社（2021年小松与NTT等成立的合资子公司）
- 要务科技（2021年7月，由三一重工成立）
- 网易灵动（2023年6月，网易孵化）
- 中建云控（2024年9月成立于苏州，由中建三局集团控股的全资子公司）.....

02

法规政策篇

海外規制：欧美诸国均确立了远程技术监督制度，远控已成为全球自动驾驶立法基石

国别	制/修法	远程驾驶相关要求
欧盟	《网络与信息安全指令2》	- 自动驾驶企业需在系统设计阶段嵌入网安要求，如防范远程接管车辆控制等 - 自动驾驶企业和运营商的高层必须对网络安全合规承担直接责任
德国	《道路交通法》+《机动车强制保险法》修订版 《道路交通远程驾驶管理条例（StVFernLV）》 《道路交通法典》修订：第2021-443号法令	2021年7月28日生效，创设远程“技术监督员”制度 2025年12月1日生效，全球首个在公共道路测试远控机动车辆的法律框架
法国	《道路交通法典》修订：第2021-873号法令 《关于安全评估机构认可程序命令》 《关于远程操作者授权命令》	2021年4月颁布，规定远程干预必须由持证人员执行，并设立安全验证程序 2021年6月颁布，规定了驾驶员及远程干预人员的职责；通过特定的安全验证程序，对车辆、远程设备及操作流程进行合规性检验。
荷兰	《实验车辆法》	2019年7月通过，要求每个实验项目必须配备远程技术监督员；所有实验车辆均须安装运行数据记录系统，以记录系统干预情况、远程操控指令等
日本	《自动驾驶汽车安全技术指南》 《道路交通法》修正法案	2018年9月发布，要求L4级自动驾驶汽车设置摄像头和声音通信设备，使运行管理中心（远程监控中心）能够监控车内状况，并设置紧急停止按钮，确保远程监控员在紧急情况下能够介入或指示远程停车 2023 年4 月正式实施，自动驾驶交通工具（如送货机器人）上路必须连接人工远程监控系统；规定了L4级汽车在运行时的限制条件，例如远程监控等
美国	加利福尼亚州：自动驾驶车辆监管新规 联邦众议院：《2026年自动驾驶法案》	2026年4月发布、7月1日正式生效，明确规定了远程操作员（Remote Operators）及辅助人员的执照资质、许可与培训标准；将远程辅助员与远程操控员纳入统一许可管理范畴，填补了此前监管的空白地带。 2026 年5月能源与商务委员会通过，强制网络安全风险评估，防范远程入侵。

海外規制：德国通过“技术监督+远控条例”建立了机动车远控的合法化系统化规则

德国《道路交通法》+《机动车强制保险法》修订版 (2021年7月28日生效)

- **技术监督员 (die Technische Aufsicht) 制度：**具有“自动驾驶功能”机动车保有人必须指定一名有专业知识的自然人担任技术监督员远程监控车辆，干预自动驾驶系统 (ADS) ；
- **技术监督员：**指在运行过程中可以停用机动车并且可以对机动车进行驾驶操作的自然人；
- **任职资格：**相关车辆的持照驾驶人；合格机械、车辆、电气或认证工程师或认证技术人员；必须完成车辆制造商提供的课程
- **监督任务：**包括 (1) 远程监控自动驾驶车辆； (2) 批准自动驾驶系统的驾驶操作建议； (3) 在紧急情况下发出关停操作指令； (4) 评估技术设备发出的车况信号，并在必要时采取安全措施； (5) 一旦车辆处于最小风险状态立即与乘客取得联系，并采取保障交通安全的必要措施； (6) **如果技术监督员操作不当则需要承担事故责任；**
- **配套要求：** (1) 每个试验项目必须配备远程技术监督员； (2) 监督员无需在车内，但必须具备随时保持通信与控制的能力； (3) 机动车保有人必须为技术监督员购买和维护责任保险。

德国《道路交通远程驾驶管理条例 (StVFernLV) 》 (2025年12月1日生效，给予五年试用期)

- **远程操控适用要求：** (1) **适用于M类和N类车辆**，如汽车共享、出租车服务、市政公共交通和物流运输； (2) 禁止运输危险品； (3) **业主必须确保有足够的合格人员**； (4) 监测和评估数据必须存储；
- **远程控制中心要求：** (1) 操作员只有在连接稳定、加密且受到全面监控的情况下才能控制车辆； (2) 必须具备紧急停止系统、多个安全互联网连接、永久摄像头监控； (3) 每次部署前均接受酒精测试；
- **远程操控人员要求：** (1) 必须年满21岁，并持有有效驾驶执照至少三年； (2) 必须完成有关传感器技术、网络安全和应急程序等方面的专门培训； (3) 在远程操控车辆时，不得驾驶任何其他车辆； (4) **必须遵守特定的驾驶和休息时间规定；**
- **车辆远控系统要求：** (1) 车辆遥控系统必须满足附件1《远程控制系统整体技术要求》，**运行必须符合ISO 26262和ISO 21448**； (2) 如果数据连接中断、发生事故或紧急停止开关启动，车辆必须具备技术能力独立过渡到低风险状态； (3) 对图像和数据传输以及紧急停止系统的要求进行了定义； (4) **“图像信号+ 控制指令” 延迟不得超过200 毫秒 (即0.2秒)**；在减速较大的情况下，车辆必须自动制动； (5) “遥控车辆+紧急电话” 字样必须显示在驾驶位旁边侧窗。

国家规制：将远控要求融入到对主体、车辆的安全保障能力要求中，碎片化且不清晰

时间	规制	远程驾驶相关要求
2021.07	《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》	- 道路测试主体、示范应用主体：具备对车辆进行实时远程监控的能力；具备对车辆及远程监控平台的网络安全保障能力；应提供安全性自我声明.....对具有网联功能的车辆或远程控制功能的监控平台，应提供网络安全风险评估结果及采取的风险应对措施证明； - 道路测试车辆、示范应用车辆：具备车辆状态记录、存储及在线监控功能，能实时回传下列第1至4项信息，, 车辆接收的远程控制指令（如有）；
2023.07	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》	智能网联汽车标准建设重点方向：智能网联汽车 远程驾驶控制系统技术规范
2023.11	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》 《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》	- 试点使用主体应当监测车辆运行状态，加强车辆运行安全保障 - 使用主体运行安全保障能力，（要点见后文）；上路通行安全监管要求.....（要点见后文） - 从事出租汽车客运的完全自动驾驶汽车，在指定区域运营时远程安全员人车比不得低于 1:3 - 自动驾驶汽车运行状态信息包括车辆接收的远程控制指令（如有）等10项内容：
2024.01	《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知》	- 建设边缘云、区域云两级云控基础平台，具备向车辆提供融合感知、协同决策规划与控制的能力.....建设或复用城市智能网联汽车安全监测平台，对试点车辆运行安全状态实时监测..... - 健全安全员、平台安全监控人员等运行安全保障人员培训、考核及管理制度，具备车辆运行安全以及智能交通设施相关风险防控、隐患排查、应急处置等..... - 应用试点推荐功能：协同驾驶辅助功能.....、协同自动驾驶功能.....
2025.07	《驾驶自动化技术研发伦理指引》	- 先进驾驶辅助：驾驶员含传统驾驶员（conventional driver）和远程驾驶员（remote driver） - 有限制自动驾驶：自动驾驶系统需具备识别动态驾驶任务后援用户的接管能力.....
2025.09	《关于“人工智能+交通运输”的实施意见》	加快智能驾驶系统、远程驾驶座舱等产品研发。

国家规制：准入和上路试点主要涉及实时监测，车路云试点涉及驾驶指引和远程接管

关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知 (附件1：智能网联汽车准入和上路通行试点实施指南)

- **生产企业：**①应按照监测要求将车辆接入工业和信息化部试点管理系统；②安全保障能力要求包括功能安全、预期功能安全、网络安全、数据安全、软件升级管理、风险与突发事件管理。
- **汽车产品：**①对于需要安全员执行接管的自动驾驶系统，……，能够检测安全员是否执行接管操作……；②应具备安全员接管能力监测功能，应对安全员是否具备执行动态驾驶任务接管的能力进行识别，并在安全员能力不满足要求时，发出警告信号；
- **使用主体：**①试点使用主体应当具备智能网联汽车运行安全监测平台，对车辆运行安全状态进行实时监测；②按规定配备安全员、平台安全监控人员等运行安全保障人员，并建立培训、考核及管理制度；③平台安全监控人员在监测过程中发现有规定情形的，及时发出预警、提示接管并采取相应处置措施。
- **上路通行：**①试点使用主体应当安排安全监控人员对车辆安全运行状态进行实时监测；②发生道路交通事故时，安全员现场未报警的，使用主体运行平台安全监控人员应当立即报警，远程协助并按照预案采取措施。

关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知

- **1、开展规模化示范应用：**鼓励在限定区域内开展智慧公交、智慧乘用车、自动泊车、城市物流、自动配送等多场景（任选一种或几种）应用试点；
- **2、提升安全保障能力：**健全安全员、平台安全监控人员等运行安全保障人员培训、考核及管理制度
- **3、应用试点推荐功能：**
 - **(1) 协同驾驶辅助功能：**符合一定性能要求（通信时延、消息可靠性、感知精度等）和安全要求（信息安全、功能安全等）的网联信息进入智驾域，支撑车辆驾驶辅助功能更好地实现。典型功能：协同自动紧急制动、协同自动转向、协同自适应巡航控制、协同交叉口通行、车道级可变限速控制、协同领航驾驶辅助（NOA）等；
 - **(2) 协同自动驾驶功能：**符合较高性能要求（通信时延、消息可靠性、感知精度等）和安全要求（信息安全、功能安全等）的网联信息进入智驾域，支撑车辆自动驾驶功能更好地实现。典型功能：协同自主代客泊车、协同有条件自动驾驶、车辆编队行驶、协同高度自动驾驶等。

地方规制：原则上人车比要求1：1，可申请1控3或1控多，未限时接管需承担责任

《青岛市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则（试行）》-202406

- 1台无人测试或无人示范车辆**原则上需有1名远程安全员监控**，无人测试或无人示范里程超过**5000公里**且期间未发生无人测试、无人示范主体承担主要及以上责任的交通事故的，无人测试、无人示范主体可向联席工作小组办公室申请**1名远程安全员监控多台**无人测试或无人示范车辆

《佛山市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则（试行）》-202504

- 每台远程道路测试或远程示范应用车辆应当有1名远程驾驶人监控；远程测试或远程示范里程超**50000公里**，无交通违法行为且未发生车辆方承担责任的交通事故，可开展**1名远程驾驶人监控3台**远程测试或远程示范车辆；可逐步放宽人车监控比例
- 明确远程测试和示范驾驶人的**培训时长**

《杭州市智能网联车辆创新应用管理实施办法》-202506

- **1台车辆应配备1名远程安全员监控**，超过**10万公里**道路测试或创新应用里程，其间未发生严重交通违法行为、且未发生承担主要以上责任或因车辆原因造成的安全事故，可申请**1名远程安全员监控多台车辆**
- 紧急接管人员通过远程监控平台触发安全策略的次数**不高于1次/百公里**

厦门关于印发塔式起重机智能操作系统建设指引（试行）的通知-202511

- **一套系统对应操控一台塔机**；多套智控系统分时共用一套远程操控端的，当智控系统运行于辅助智控模式，或由司机依托远程操控端手动操控时，**一套远程操控端同一时段应仅能操控一台塔机；一台塔机同一时间只能由一套远程操控端控制**；远程操控端配置数量应满足现场吊装工作需要

《深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则》-202605

- 路测、示范主体应具备对车辆进行**实时远程监控**的能力，具备对测试、示范车辆及远程监控平台的**网络安全保障能力**
- 无人测试与示范安全员负责**实时监控**测试车辆行驶状态，并在遇到紧急情况时，及时对车辆进行接管……。每辆申请车辆至少**配备1名无人测试与示范安全员**

漳州市智能网联汽车、低速功能型无人车路测与示范管理细则（试行）-202606

- L4级车辆单名远程安全员同时监控**不得超过3台**；远程驾驶车辆必须实行**双岗值守制**，主岗负责监控操控，副岗负责应急处置。
- 通讯信号覆盖低于95%的路段不得开展远程驾驶。**高峰时段**单人监控**不得超过3台**
- 远程安全员需在**5秒内**完成接管或发停车指令；远程安全员未按时接管车辆导致事故，追究远程安全员及申请主体**双重责任**

标准规范：通信行标全面引领，相关国标即将发布，覆盖汽车、农机、工程、建造等

类型	标准号/归口	标准名称	进度	适用范围
国际	J3016™ 202104	道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义（驾驶自动化分级）	2021.04 正式发布	明确 远程协助和远程驾驶、远程助手和远程驾驶员的定义
	ISO 7856: 2025	智能交通系统 远程支持低速自动驾驶系统（RS-LSADS）	2025.06 正式发布	适用于在预定路线上提供运输或物流车辆中的RS-LSADS
	GB/T 44721-202X	智能网联汽车 自动驾驶系统安全要求（代替：原ADS通用技术要求）	2026.06 征求意见	明确“ 远程协助 ”的一般要求、通信要求、信息交互要求
	GB/T 45163.1-2024	起重机械 智能化系统 第1部分：术语和分级	2025.07 正式实施	将起重机械的智能化系统分为0级~5级
	GB/T 47720-2026	起重机械 远程控制系统 通用技术规范	2026.12 正式实施	适用于起重机械所配置的远程控制系统的的设计和制造
国标	GB（强制性）	智能网联汽车安全事件数据交互与管理系统技术规范（制定周期22个月）	2026.04 立项公示	适用于L2级及以上汽车、企业与国家平台之间的数据交互
	GB/T	智能网联汽车运行安全监管平台通用技术要求（征求意见稿）	2026.06 征求意见	适用于L3级以上汽车的安全监管平台设计、开发、建设
	GB/T	自动驾驶营运车辆安全员技能要求与培训考核规范 第2部分：远程安全员	2024.07 计划下达	交通运输部公路科学研究所起草，预计2026年7月完成
	GB/T	自动驾驶汽车运营服务规范（制定周期24个月）	2024.07 计划下达	交通运输部公路科学研究所等牵头，预计2026年7月完成
	GB/T	道路交通安全 自动驾驶车辆安全价值导则（制定周期12个月）	2026.01 计划下达	适用于L3级及以上系统，涵盖人机交互安全指标等
行标	YD/T 4778-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 总体技术要求	2024.10 正式实施	适用于基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统的设计与研发
	YD/T 4779-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 城市运营车紧急接管技术要求		适用于支持远程遥控驾驶的5G无线通信系统和业务系统
	YD/T 4780-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 自动驾驶出租车云端控制技术要求		适用于自动驾驶出租车云端控制系统的设计与研发
	YD/T 4781-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 高速公路车队远程遥控技术要求		适用于高速公路远程遥控车队场景中的5G远程遥控驾驶
	YD/T 4782-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 物流车遥控驾驶技术要求		适用于支持远程遥控驾驶的5G无线通信系统和业务系统
	YD/T 4785-2024	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 音视频传输技术要求	2025.08 正式实施	适用于5G远程遥控驾驶中车辆到遥控驾驶舱的音视频传输
	YD/T 6350-2025	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 矿山遥控作业技术要求		适用于5G远程遥控露天矿作业信息交互系统的设计与开发
	YD/T 6703-2026	基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 港口遥控作业技术要求		适用于港机设备和无人集卡的远程接管系统的设计与开发
	DB31-LGXPQ/Z 002-2024	智能网联汽车安全员培训和管理规范（上海临港新片区）	2024.03 正式实施	适用于智能网联汽车安全员一般能力的培训和管理
	DB41/T 2999-2025	农机作业远程监管系统技术规范（河南）	2026.01 正式实施	适用于农机化组织和农机厂商建设的农机信息化平台
地标	DB61/T	塔式起重机智能远程驾驶安全技术规程（陕西）	2026.01 正式立项	中建云控（苏州）智能技术有限公司主导
	DB50/T 1921-2025	城市道路自动驾驶环卫作业智能化设施技术指南（重庆）	2026.03 正式实施	明确云端控制系统的远程监控、远程接管、作业调度要求
	DB15/T 4382-2026	农业机械工作状态远程监测技术规范（内蒙古）	2026.05 正式实施	适用于耕、种、管、收等农业机械田间作业的远程监测
	DB43/T	湖南省塔式起重机远程智能控制系统检验标准（制定周期12个月）	2026.05 计划下达	湖南省新型建筑工业化促进会、广联达科技股份承担
	T/MMAC 013-2023	冶金露天矿山采掘设备5G智能化远程操控技术规范（冶金矿山企业协会）	2023.09 正式实施	适用于冶金露天矿山采掘设备5G智能化远程操控
团标	T/MMAC 014-2023	冶金露天矿山穿孔设备5G智能化远程操控技术规范（冶金矿山企业协会）	2023.09 正式实施	适用于冶金露天矿山穿孔设备5G智能化远程操控
	T/CIVEE 003-2024	智能网联汽车（自动驾驶）远程功能技术规范（广州市ICV发展促进会）	2024.08 正式实施	适用于开展远程测试的智能网联汽车，其他车辆/装备参照
	T/CASME 1733-2024	拆除机械智能远程操控系统技术规范（中国中小商业企业协会）	2024.12 正式实施	适用于拆除机械智能远程操控系统的设计、制造
	T/CTS 15-2025	智能网联汽车运行安全保障人员能力要求与培训考核规范	2025.09 正式实施	适用于安全保障人员的培训和考核，功能型无人车可参照
	T/SSITS 2007-2026	低速无人驾驶设备远程驾驶安全规范（深圳市机器人标准检测技术学会）	2026.06 正式实施	适用于最高时速≤50km/h的L3级及以上无人驾驶设备
	T/CCMA	塔式起重机远程操控系统安全技术规范（中国工程机械工业协会）	2026.03 审查通过	适用于塔式起重机的远程智控系统.....
	T/CECS 2340-2026	塔式起重机远程智能控制系统技术规程（中国工程建设标准化协会）	2026.11 正式实施	适用于该系统的设计、安装、调试、验收及运行维护

标准规范：根据通信行标，不同业务和不同场景对5G通信系统有差异化的适配要求

业务状态	性能要求					应用场景信息模型			
	定位精度	可靠性	用户体验数据速率(bps)	单基站最大通信覆盖距离(m)	应用层数据传输时延(ms)	最高车速(km/h)	消息发送频率(Hz)	车辆密度(个/km)	典型应用示例
实时监控	亚米级	上行≥99.99%	上行≥10M	≥500	下行≤50 上行≤200	开放城市道路30~40 停车场10~20	N/A	停车场500 其他 20~50	城市运营车紧急接管 远程泊车等
远程引导/决策	亚米级	下行≥99.999% 上行≥99.99%	上行≥10M 下行≥1M	≥500	下行≤50 上行≤200	开放城市道路30~40 停车场10~20	路线引导信息≥20	停车场100 其他 20~50	自动驾驶出租车云端控制 物流车远程遥控 远程泊车
远程接管	厘米级	下行≥99.999% 上行≥99.99%	上行≥20M 下行≥1M	开放道路≥500 封闭区域≥200	下行≤20 上行≤100 (开放道路) 上行≤50 (封闭区域)	开放城市道路30~40 封闭区域10~20 高速公路60~120	车辆控制信息≥30	20~50	自动驾驶出租车云端控制 城市运营车紧急接管 物流车远程遥控 远程泊车 港口远控 矿山远控 高速公路车队远程遥控

备注：不同场景的远程驾驶系统总处理时延要求（ms）不同，即 ①**矿山**：上行100、下行80；②**港口**：上行280、下行150；③**开放环境**：上行150~200、下行100

资料来源：《YD/T 4778-2024 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 总体技术要求》。

存在问题：缺乏专门远控规制、政策刚性约束不够、地方政策不一、术语概念混杂

> 缺乏专门规制，要求碎片化明显

远程驾驶已成为全球自动驾驶立法基石，但国内没有专门的制度规范，对远程驾驶的使用范围、车载系统要求、远程控制中心要求、远程驾驶操作员资质、数据与网络安全等规定分散于在不同政策、不同标准中

> 定性要求多，刚性约束不够

工信部、交通部、公安部等有关政策，对远程驾驶的路测主体、示范主体、生产企业、汽车产品、使用主体、上路通行、远程监控平台等要求，多以定性要求为主，只能解决有没有的问题，难以进行效果评价

> 地方政策不一，市场分割严重

原则上1辆车配1名远程安全员，满足一定条件后可申请1控3或1控多，对该条件：有些地方为超过5千公里、有些地方为超5万公里、有些地方为超10万公里、有些地方为在国内开展远程路测与示范 2年 时间

> 术语概念混杂，功能界定不清

驾驶人、安全员、随车/随行安全员、调度员、运行安全保障人员、平台安全监控人员等，以及远程监控平台、数据监管平台、云控基础平台、安全监测平台、运行安全监管平台等术语混杂，本质是功能界定不清

政策建议：制定远控管理条例、加快远控标准制定、规范准入/出管理、加强市场监管

04 加强市场监管管理

一是定期开展对生产企业、路测主体、示范主体、使用主体等的**远控安全运营管理抽检工作**；二是对实际应用中出现监测不到位、接管不及时、出现人员伤亡、重大交通事故等的**车辆和企业进行重点监控**，不达标不上路

03 规范准入准出管理

一是按不同车型加快**远程驾驶安全员**的资质、培训、证照、考核、管理、退出等制度管理，确保其身份合法性和能力可靠性；二是按不同场景规范各类主体远程驾驶控制中心的**人车配比要求**，明确下线要求和1控多条件

02 加快远控标准制定

一是制定远程驾驶**通用技术标准**，含功能、预期功能、网络、信息安全；二是制定远程驾驶**安全员国家标准**，预计2026下半年将发布；三是制定远程驾驶**系统运营管理规范**；四是制定远程驾驶系统**检验检测认证标准**等

01 制定远控管理条例

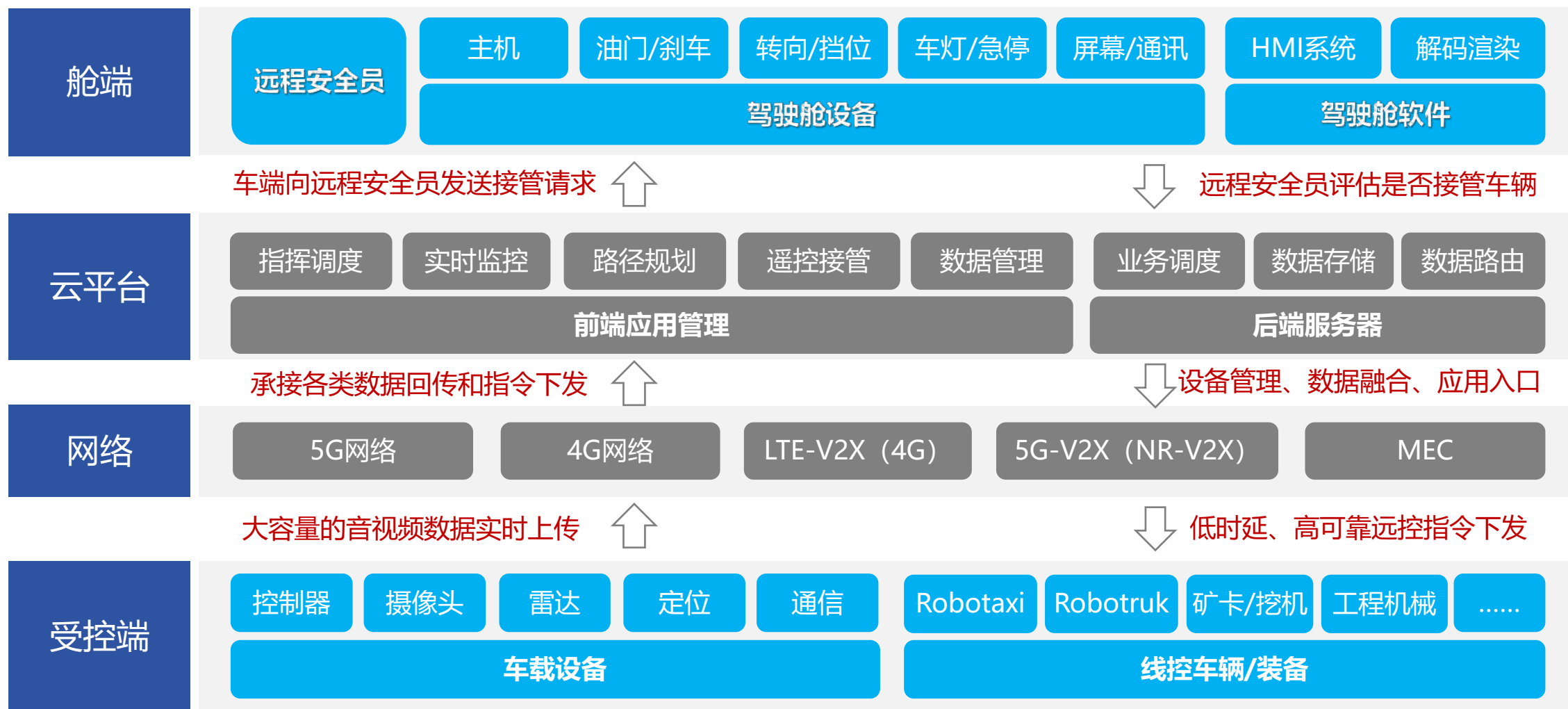
远程驾驶是自动驾驶汽车安全运行与规模部署的关键支撑，建议参照海外规制制定全国统一的《**道路交通远程驾驶管理条例**》，明确术语、适用范围、不同业务要求（监控、指引、接管）、不同阶段要求（路测、示范、商业化）、不同端侧要求（车端、云端、舱端）、不同场景要求（封闭场景、开放场景）、不同领域要求（责任归属、网络安全、数据安全）等

苏州通渠有道数字科技有限公司

03

技术突破篇

技术架构：由受控端、网络、云平台、舱端四个部分组成，其中5G网络是基础底座



苏州通渠有道数字科技有限公司

参考资料：《中国联通：5G 远程智能驾驶白皮书》 《IMT-2020(5G)推进组：5G远程遥控自动驾驶应用场景研究报告》等

更多免费行业报告 并购家 www.ipopo.net

典型方案：分为基础型、增强型和运营型，目前大多数自动驾驶场景采用增强型方案

	基础型 (研发测试级)	增强型 (项目试点级)	运营型 (规模运营级)
硬件配置	● 驾驶舱简易台架与罗技 G29 游戏套件 ● 单显示器/简易显示方案	● 一体化集成远程驾驶舱（多联大屏、人体工学座舱）；可选自由度运动仿真平台；实车级操控件（非游戏 G29，采用线控转向、油门、刹车、档把）	● 定制一体化远程驾驶中心（多工位集中调度大厅） ● 全系实车 / 工程专用级操控总成 ● 可选 6 自由度高精度运动平台 ● 配套人员身份核验、应急急停联动系统
软件架构	● 远程驾驶云端软件部署在驾驶舱主机，无独立云端服务器	● 独立云端服务软件，不再依赖本地主机 ● 支持 5G 公网低延时传输、多路视频并行解码、车端状态实时回传	● 独立云端核心平台 + 配套车队调度管理子系统 ● 完整人车分配、排班、工单、告警统计、运营报表、合规录像归档、安全策略分层 ● 双链路 5G 冗余通信、故障自动靠边保护
管控能力	● 一舱对一车，无多车切换、任务排队	● 一舱对多车（单人远程安全员可切换接管多台车辆），支持座舱一键切车、车辆故障弹窗告警	● 多舱对多车，多操作员工位并发在线，系统自动智能分配待接管车辆 ● 支持负载均衡、人员排班、超时预警、违规记录、月度运营数据导出
应用需求	● 科研院所教学实训 ● 车企内部仿真台架 ● 小规模算法调试 ● 短期功能验证	● 封闭园区、港口、矿区小规模试点 ● 自动驾驶车辆远程应急接管 ● 中小批量示范项目	● 规模化车队级场景，如Robotaxi、矿卡车队等 ● 常态化24小时运营，如机场摆渡车、工厂转运等

关键指标：可用视频时延等6大指标衡量音视频传输性能，不同场景应用时延要求不同

性能指标	典型应用	网络RTT时延 (典型值)	相机采集时延 (典型值)	视频端到端画面时延 (建议值)	视频传输时延 (建议值)
视频分辨率	车载音视频系统支持的最大视频分辨率应不低于1280x720，宜支持1920x1080，可支持最大帧率应不低于30fps，宜支持60fps				
视频编解码	车载音视频系统与遥控驾驶舱的视频编码均应支持ITU-T H.264、ITU-T H.265、AV1等视频格式中的一种或多种				
视频时延	远程遥控泊车	● ≤100ms	● 70-100ms	● 250-300ms	● 200-250ms
	城市运营	● ≤50ms	● 70-100ms	● 150-200ms	● 50-100ms
	高速公路车队	● ≤50ms	● 70-100ms	● ≤150ms	● 50-100ms
	矿山遥控车	● ≤20ms	● 70-100ms	● ≤150ms	● ≤50ms
	物流车远程遥控	● ≤50ms	● 70-100ms	● 150-200ms	● 50-100ms
	港机远控	● ≤50ms	● 70-100ms	● ≤200ms	● ≤100ms
	无人集卡远程接	● ≤20ms	● 70-100ms	● ≤150ms	● ≤50ms
丢包率	当网络丢包率不超过20%时，视频应可保持正常播放状态，卡顿率不超过1%				
抗网络抖动	当网络时延抖动不超过50ms时，视频应可保持正常播放状态，卡顿率不超过1%				
低带宽传输	280x720分辨率视频，应能在网络带宽不超过2Mbps时正常传输，卡顿率不超过1% 1920x1080分辨率视频，应能在网络带宽不超过3Mbps时正常传输，卡顿率不超过1%				

资料来源：YD/T 4783-2024《基于 5G 的远程遥控驾驶信息交互系统 音视频传输技术要求》。

面临挑战：通信时延、产品合规、执行可靠性、交互安全性、经济性和规模运营挑战

通信确定性

- 复杂网络环境、恶劣天气对信号的影响，5G链路的低时延、低抖动、高可靠传输仍难完全保障，是远程驾驶的基础瓶颈。

01

安全合规

- 车规功能安全、数据安全、远程接管权限等法规认证体系尚未完善，合规落地难度大

02

端侧执行可靠性

- 线控底盘与边缘平台的指令执行一致性、故障降级机制，仍需大量车规级场景验证

03

人机交互

- 远程多屏视野与实车临场感知差异，对非机动车、突发障碍物的预判处理难
- 信息繁杂，驾驶员视觉疲劳、反应变慢，易出现误操作与漏判。

04

成本较高

- 车规级5G模组、冗余通信与远程驾驶舱部署成本高，规模化推广受限
- 专职安全员运维、网络流量、平台运维、备件维保费用高。

05

规模运营要求高

- 大规模集群车辆调度、链路资源管理与应急处置流程需高效协同
- 车辆故障、网络断连、突发路况标准化应急流程尚待健全

06

关键趋势：低时延通信、多模态感知、AI 辅助、集群调度、安全机制、标准化

01

低时延通信：构建确定性传输链路

通过 5G 专网实现端到端毫秒级传输，结合网络切片隔离流量，保障控制指令与高清视频流的高可靠、低时延交互。

02

多模态感知融合：还原沉浸式远程环境

集成摄像头、同步获取自动驾驶激光雷达、毫米波雷达等多传感器数据，完成信息融合与 SLAM 建图，为远程驾驶员提供实时、完整的路况还原。

03

AI 决策辅助：打造智能兜底驾驶模式

利用深度学习模型实时分析交通场景，提供避障路径推荐与风险预警，形成“算法理解场景 + 人类把控全局”的人机协同模式。

04

云端调度运营：集群远控运营模式

云端 AI 调度，实现一人多车动态配比，建立标准化应急处置流程，车 - 云 - 舱协同运营体系日趋完善。

05

人机共驾安全机制：建立多层冗余防护

构建硬件、软件、人员、流程四层安全体系，实现控制权无缝切换、驾驶员状态监测与操作审计，守住远程驾驶的安全底线。

06

方案标准化：规模化与降本增效运营

硬件模块化、通用化降本，行业形成标准化软硬件方案，运力服务模式成熟，加速多场景规模化落地。

苏州通渠有道数字科技有限公司

技术建议：围绕六大技术难点，构建在复杂真实环境中持续稳定运行的系统能力

构建通信链路的确定性

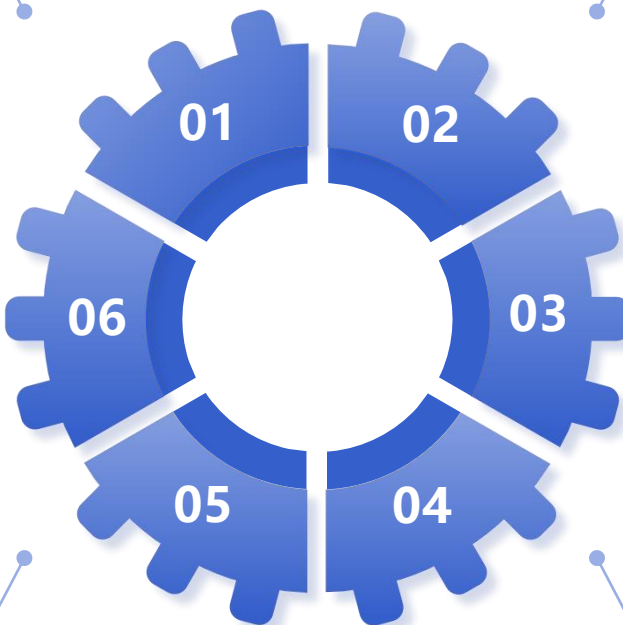
优先部署5G专网技术，结合AI抗弱网算法，保障毫秒级切换与控制指令优先传输，解决网络波动与时延问题

建立故障识别与风险分级机制

依据车辆风险等级分级执行限速降档、安全驻车或紧急制动；车辆完成安全停靠后自动上报异常并申请远程接管，形成险情处置与运营恢复的完整闭环

“一人多车”智能调度

搭载AI任务智能分配算法，构建一人多车智能调度体系，自动识别接管需求与远程驾驶舱实时负载，动态派发接管任务，实现人车资源最优匹配



建立纵深安全防御体系

实施端到端加密与零信任架构，遵循ISO功能安全标准认证，建立数据黑匣子记录全量日志，构建纵深防御体系，确保系统合规与安全

增强操控的安全性和真实感

舱端集成DMS系统，实时监测、分析、预警远程安全员的驾驶状态；同时尽可能导入行车环境声音、舱端操作的车端反馈等，增强安全员操作的真实感

数字孪生技术应用

搭建全局数字孪生平台，复刻车辆、道路、场站、人员、设备实时状态，实现全域视角实时监控，同步展示车辆及道路状态

04

产品创新篇

苏州通渠有道数字科技有限公司

产品构成：远程驾驶产品由受控设备、云服务器、远程控制台、通信网络四部分组成



远程受控设备（受控端）

负责图像采集，接受舱端指令并下发给底盘

受控设备
无人驾驶装备
自动驾驶汽车
机械装备、机器人

定位设备
Pbox

控制器
远程驾驶控制器

通讯设备
Tbox、CPE

传感器
摄像头、雷达

辅助设备
麦克喇叭、触摸屏

软件
控制软件、音视频
SDK、安全软件

云服务器（云端）

受控设备注册、驾驶舱注册，
同时接收受控设备与远程驾驶
舱数据，进行数据整合与转发

服务器设备
云服务器
私有服务器

软件
服务器软件
平台管理软件

远程驾驶舱（舱端）

接受并处理视频流，下发控制指令，车辆监管

显示器
多屏方案
1x49寸显示器

舱体形态
简易、一体化、可拼
接驾驶舱

模拟驾驶套件
实车级套件
罗技套件

座椅
普通座椅、汽车座椅
人体工程座椅

辅助设备
DMS、触摸屏
语音交互

平台
三轴平台
六轴平台

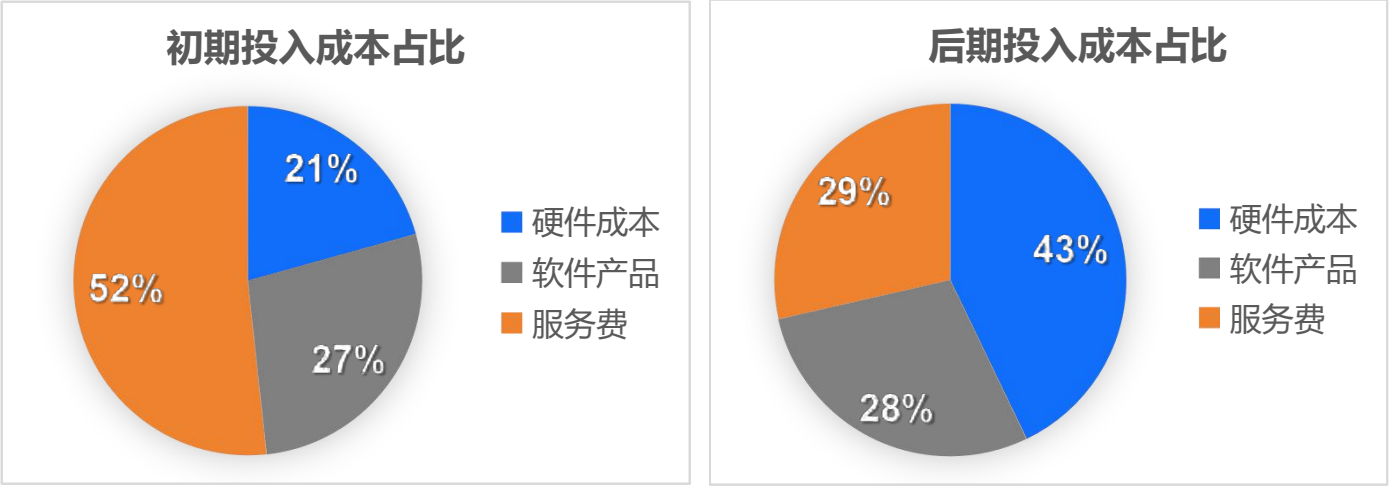
软件
人机交互软件
音视频SDK
安全软件

驾驶员
远程驾驶员

5G链路
←-----→
←-----→
4G备份链路

5G链路
←-----→
←-----→
4G备份链路

成本结构：初期服务费占比超50%，后期硬件成本占比超40%，提高人车比成为关键



分类	初期成本	后期成本
硬件	涵盖车载计算平台、传感器套件及5G模块，远程驾驶舱等是系统性能的基础	涵盖车载计算平台、传感器套件及5G模块，远程驾驶舱等必要产品
软件	含整端基础软件、云服务器软件、驾驶舱软件产品	含整端基础软件、驾驶舱软件产品（复用初期云服务软件，如规模扩大需考虑扩展费用）
服务	含数据流量、云服务等可变支出，远程驾驶开发适配费用（未包含驾驶员培训、薪资，运维服务）	含数据流量、少量适配费用（未包含驾驶员培训、薪资，运维服务）

人车比	业务模式	远程驾驶系统总成本	远程安全员成本	人力成本占比
1:1	人工全程接管，无自动化辅助，适配特定场景	极高：含全套车载硬件、5G通信模块、远程驾驶舱建设、网络专线及中心机房运维成本	极高：等同于传统司机成本，需全职配备	约70-90%
1:10	L4自驾为主，远程仅处理部分复杂路况和其他行车交互	中等：L4系统承担大部分驾驶任务，远程驾驶舱和人力投入相对减少	中等：人力成本被摊薄至传统司机的10%-15%左右	约30-40%
1:30	L4自驾高度成熟，远程仅作极端兜底及调度	较低：随着规模化部署和硬件成本下降，系统总成本进一步优化	较低：人力成本大幅下降，单车分摊成本极低	约10%以下

Apollo: 推出 2 款产品，5G云代驾已成为萝卜快跑实现规模化部署运营的关键配套



- 产品系列: 专业版
- 宽*长*高: 2430*5100* 2770mm
- 整备质量: 800KG
- 电源功率: 1300W
- 最大承重: 200KG
- 车辆限速: <30KM/h
- 最高支持限速: 80KM/h
- 支持操作: 方向盘 / 动力踏板 / 制动踏板 / 挡位 / 鸣笛 / 转向灯等



目前，5G云代驾产品已支持北京、广州、武汉、长沙、沧州、重庆等地区的自动驾驶测试运营；



- 产品系列: 企业版
- 宽*长*高: 1990*1230*1310mm
- 整备质量: 200KG
- 电源功率: 500W
- 最大承重: 200KG
- 车辆限速: <30KM/h
- 最高支持限速: 80KM/h
- 支持操作: 方向盘 / 动力踏板 / 制动踏板 / 挡位 / 鸣笛 / 转向灯等



在萝卜快跑出行服务中，5G云代驾作为关键配套设施实现规模化部署，1对多高效监管车辆，为无人驾驶保驾护航；

布谷鸟科技：2021年首次推出，凭借自研远程驾驶控制器形成软硬一体的全栈方案



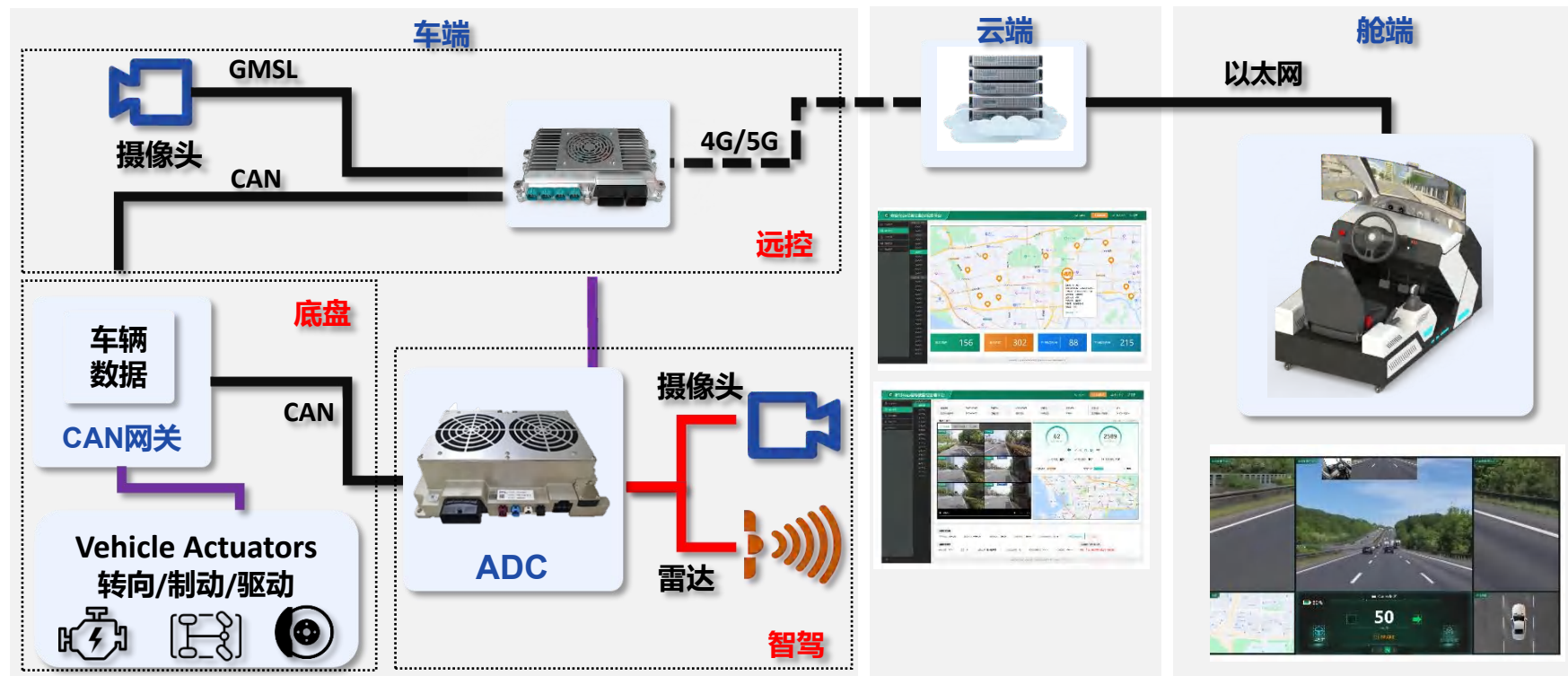
- 型号: A01
- 尺寸: 不含显示器 1.5*0.8*1.1m
- 特点: 实车方向盘, 油门踏板, 自动档位; 一体化驾驶舱, 急停、启动实体按钮, 49/27多屏幕



- 型号: B01
- 尺寸: 不含显示器 1.5*0.8*1.1m
- 特点: 实车方向盘, 油门踏板, 自动档位; 一体化驾驶舱, 急停、启动实体按钮, 49/27多屏幕



- 型号: C01
- 尺寸: 不含显示器 2.01*1.1*1.43m,
- 特点: 实车方向盘, 油门踏板, 自动档位; 一体化驾驶舱, 急停、启动实体按钮, 国产操作系统



- **系统构成:** 车端系统 (RK3588/Orin控制器+GMSL摄像头) + 舱端系统 (AutoCabin套件) + 云端系统 (Web前端+后台)
- **核心功能:** 远程驾驶控制、远程作业控制 (环卫/物流/矿卡), 3/4/6多种相机配置环视无缝拼接, 驾驶舱端DMS, 全栈自研音视频低时延算法, 可提供SDK二次开发支持, 完备安全策略兜底
- **核心指标:** 端到端视频时延<150ms; 支持1人1舱、1舱多车; 车载控制器RK3588/Orin; 支持4G/5G/WiFi6多模通信
- **适用场景:** 无人环卫车、智慧物流车、矿山/港口重型机械、特种工程车辆 (吊车/挖掘机) 等高危复杂工况作业

苏州通渠有道数字科技有限公司

中建云控：自研塔机智能集控系统，业内率先实现“远程控制+集中管控”深度融合

分体式操作台



- 型号：CT-1
- 占地：2.5x1.5m
- 特点：操作台与座椅独立，现场安装、配置灵活高效

一体式操作台

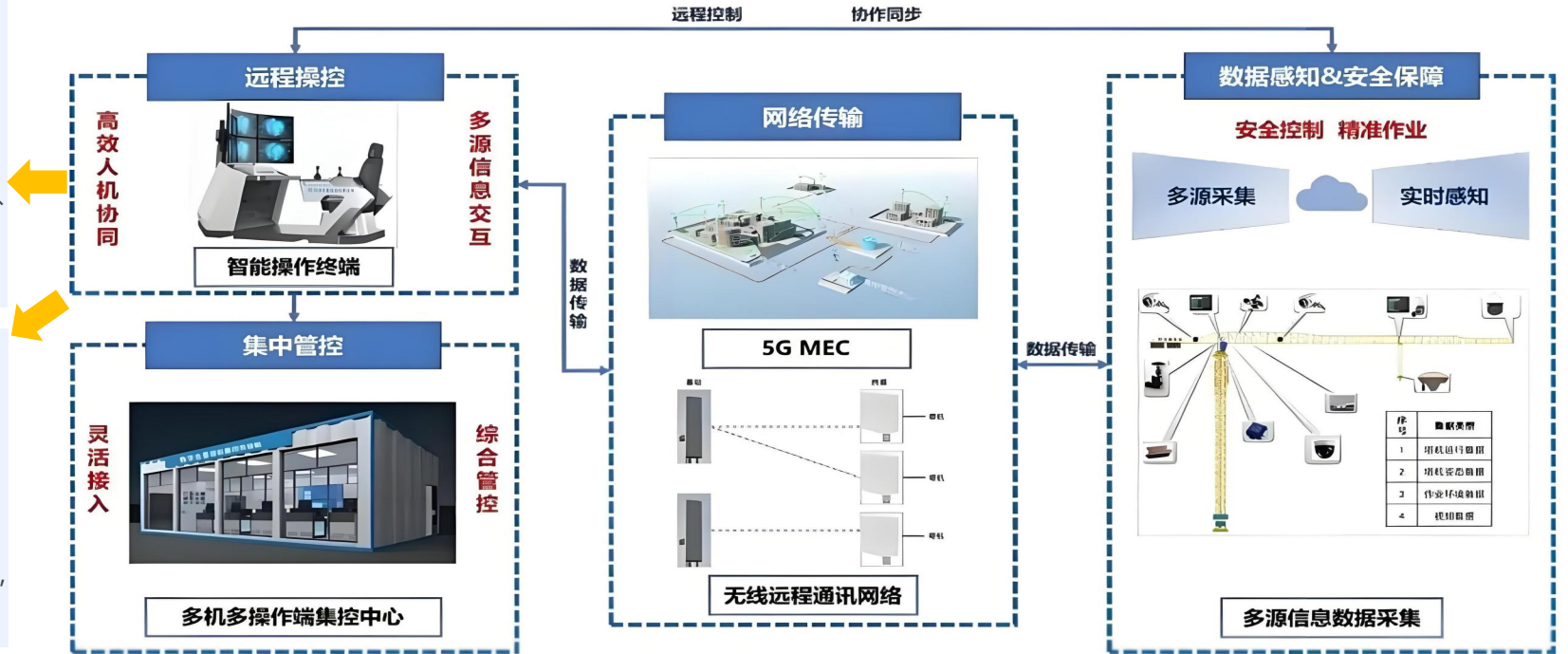


- 型号：CT-2
- 占地：2.4x1.3m
- 特点：操作台与座椅合二为一，形成更加符合人体工程学的一体式太空舱，大幅提升舒适度

体感操作台



- 型号：CT-3
- 占地：1.3x1.5m
- 特点：真实还原高空驾驶舱前俯后仰、左倾右倾、360度旋转场景，模拟司机高空作业体验



- 系统构成：数据感知、网络传输、远程控制（塔机侧控制系统+地面端控制系统）、集中管控、安全保障
- 核心功能：远程驾驶、集中管控（支持多塔机、多操作端灵活接入，一人分时操控多机）、数据云平台
- 核心指标：平均时延 $\leq 100ms$ 、丢包率 $< 1\%$ 、一人分时操控多机、静态环境数字模型分辨率和精度优于0.1m、槽钢等10余种常用建筑材料综合识别准确率达80%以上、防碰撞检测精度优于1米、扫码启动自动吊装流程
- 智创中心：2025年7月，在苏州吴中经开区正式投运，集研发、总装、集控、展示一体，年产能1000台/年
- 适配场景：产品成功适配12个主流塔机品牌，覆盖房建公建、基础设施、科教文卫、会展场馆等工程吊装作业

主要问题：受控端硬件可靠性不足，云端带宽和资源瓶颈、舱端真实感与交互问题

类型	关键点	问题描述
受控端	硬件产品	- 部分工控机级设备上车，抗震、宽温、EMC不达标且缺乏冗余设计 - 摄像头本身延时高，在夜视、逆光、隧道出入口等恶劣工况下图像质量下降明显，缺乏自清洁装置； 感知无多源冗余，不同车型接口难统一
	软件产品	座舱端软件、车载端固件、云端转发版本强绑定
云端	硬件产品	中心算力与网络带宽难以支撑大规模车队并发请求 - 机房缺乏异地多活架构，单点故障极易引发区域性服务全面中断
	软件产品	资源弹性调度能力不足，闲置浪费与高峰拥堵并存
舱端	硬件产品	- 考虑到成本问题，多数产品缺少自由度运动平台，无法感知加减速、颠簸、侧倾 - 不同厂家驾驶舱踏板/阻尼/视野各异，跨车型操作需重新适应 - 不同厂家的远程驾驶套件差异大，远控指令下发与车端响应执行存在较大的一致性问题 - 部分产品缺少DMS远程驾驶员疲劳、分心、视线偏离的有效监测与强提示 - 核心控制单元无双机备份冗余机制，单点硬件故障直接中断驾驶任务
	软件产品	- 操作指令发出后，缺乏明确的系统 ACK 反馈（UI 未显示指令已下发/被执行），易诱发重复操作或过度修正 - HMI设计针对不同车型不统一，无标准化产品设计

产品建议：提高受控端感知和可靠性、云端降时延与增弹性、舱端增强车感和交互安全

类型	关键点	主要建议
受控端	硬件可靠性与感知	• 车规级硬件准入：强制要求核心计算单元（如域控）满足车规标准，确保抗震、宽温、EMC达标 • 视觉感知增强：引入具备调优能力的车规级摄像头模组，针对夜视、逆光、隧道等极端工况做专项 ISP • 物理防护设计：标配摄像头自动加热/清洗装置，解决雨雪雾遮挡问题 • 多传感器冗余：部署主备双摄或异构传感器（如毫米波雷达辅助），满足功能安全（FuSa）基本要求
	软件解耦与适配	• 采用微服务或容器化架构，实现跨车型、跨版本的灵活适配，打破座舱、车载、云端的版本强绑定
云端	高可用与容灾	• 异地多活架构：建设同城双活 + 异地灾备的机房架构，消除单点故障，确保极端情况下服务不中断 • 边缘节点下沉：在矿区、港口园区部署边缘计算节点，就近处理音视频流，降低骨干网带宽依赖与延迟
	资源弹性调度	• 云原生容器化：实现容器化部署，支持计算节点、媒体节点的快速弹性扩缩容 • 动态资源池：引入分时复用机制，闲时释放资源，高峰时自动扩容，解决闲置浪费与拥堵并存的问题
舱端	体感增强与标准化	• 驾驶感增强：中高端版本标配六自由度运动平台，真实还原加减速、颠簸、侧倾，弥补视觉缺失的晕动症 • 人机工程固化：统一踏板行程、方向盘阻尼曲线、座椅视野角等关键参数，降低操作员跨车型的学习成本 • 核心单元冗余：主控单元采用双机热备机制（Active-Standby），确保单点硬件故障不中断驾驶任务
	软件交互与安全	• DMS 强提示：内嵌驾驶员状态监测系统，对疲劳、分心、视线偏离进行实时告警，严重时锁定接管权限 • 指令ACK闭环：建立明确的系统反馈机制（UI 显隐 + 声音提示），杜绝重复操作或过度修正 • HMI标准化：制定统一的UI设计规范，针对不同车型仅替换底层数据源，保持界面、色彩、图标的一致性

05

场景应用篇

苏州通渠有道数字科技有限公司

应用场景：远程驾驶已实现三大场景全覆盖，其中安全要求越高、人车比要求越严格

	出行场景	货运场景	作业场景
图 示	 百度Apollo 5G云代驾现场	 经纬恒润交付某车队运营中心的远程驾驶系统	 中建云控塔机智能集控系统
典型应用	Robotaxi、Robobus、无人接驳/漫游车、无人驾驶公交车、无人观光船等	港口无人转运、矿山无人运输、园区无人运输、机场无人牵引、外卖配送机器人、末端无人配送、城配/干线自动驾驶	装载机、铲运机、救援机器人、安防机器人、环卫机器人、无人清洁船、农业机器人、无人叉车、无人筑路设备等
场景特点	单程5~30km、路线固定、对安全要求极高、自动驾驶为主，远程驾驶为辅	单程3~800km、运输频次高、运营车辆规模大、少量异常场景需要人工介入	限定区域、环境危险、重复性作业、实时控制要求高、对视频和网络时延敏感
业务流程	运营中心↔远程驾驶员↔车辆↔乘客	调度中心↔远程运营平台↔车辆↔仓库	远程操控中心↔操作员↔设备↔现场
人 车 比	1:1~1:10	1:3~1:50，未来有望达到1:100+	逐渐从1:1向1:N协同作业发展
当前阶段	示范应用，已在全球多地示范运营	规模探索，正从“1控3”走向“1控多”	快速成长，从单项目远控走向区域集控

网约车：Vay Technology基于远控的C端租车和B端卡车出入库，车队增至175辆



场景痛点

- 增加远程驾驶所需的硬件和软件成本仅为几千美元，并可通过后装完成，成本远低于自动驾驶；
- 再成熟的自动驾驶系统也需要人的辅助，例如交警手势指令、施工路段等，且面临法律复杂性。

业务模式

- **公司概况**：2018年9月在柏林成立，核心业务是**提供基于远程驾驶技术的网约车服务**，在柏林和美国波特兰设有办事处，截至2025年年底拥有约**209名员工**，并已**筹集超 2 亿美元**资金；
- **租车模式**：用户App预约车辆，由远程操作员将车辆驾驶至用户指定地点；用户接管车辆自驾至目的地；行程结束后，远程操作员负责车辆驶离或停泊，**其服务价格约为网约车的一半**；
- **远程驾驶系统**：**按照汽车行业标准开发**，包含安装在车辆上的传感器、摄像头和通信设备与远程驾驶站。认证远程驾驶员通过配备5G链接的远程驾驶站操控车辆，**最高车速26英里/小时**；
- **远程驾驶员**：干净的美国驾照、至少2年驾驶经验、培训（理论课程+受控场地+公共道路）。

应用情况

- 2024年1月，**首次**在美国拉斯维加斯**推出**远程驾驶租车服务，并获得约800平方米的生产设施；
- 2025年6月，与自动驾驶技术公司 **Kodiak Robotics** 达成合作，Vay 的远程驾驶系统将被集成进 Kodiak 的辅助自动驾驶系统（该系统允许Kodiak的远程驾驶员驶入/驶出客户场地、与应急人员互动时远程操控卡车），**但仅在行程开始和结束时各使用约3分钟**，不涉及高速路段；
- 2025年11月，获得东南亚网约车科技巨头Grab的**6000万美元战略投资**（根据协议，Vay若在第一年内达成共同里程碑，后续可能追加 3.5 亿美元投资，总投资额有望达到4.1亿美元）；
- 2026年4月，在拉斯维加斯车队扩大到**175辆**，出行次数超6万次，平均等待时间 < 10分钟。

资料来源：Vay Technology官网、电子工程专辑、NVIDIA等，编制组整理提炼。

无人配送：中科星驰-人机协同策略，常规运输交给自动驾驶、例外情况交给远程驾驶

中科星驰
末端无人配送车及
远程运营中心



无人配送车队



远程运营中心

场景痛点

- **长尾场景频繁**：物流配送环境复杂，这些场景难以通过规则或模型完全覆盖，影响运营效率；
- **脱困能力不足**：当车辆遇到窄道、交通流密集、道路施工等场景，车辆往往采取安全停车策略；
- **出入库依赖人工**：物流园区出入库、泊车和充电等环节仍需人工干预，导致车辆利用率低。

运营模式

- **自动驾驶+远程驾驶协同**：自动驾驶系统负责常规运输，远程驾驶系统负责异常处理
- **人机协同模式**：当前1人对1- 5辆车，未来1人对10-100辆车，远程驾驶员向远程运营员转变；
- **云控平台统一调度模式**：远程运营中心通过云控平台实现车辆监控、任务管理、远程驾驶，形成无人车辆+云控平台+远程驾驶中心的运营体系

面临挑战

- **网络可靠性**：远程驾驶高度依赖5G网络，一旦发生网络抖动、丢包，可能影响远程驾驶安全；
- **法规体系不完善**：目前接管责任、事故责任、远程驾驶资质等方面仍缺少统一规范；
- **标准体系不统一**：行业存在视频协议不同、控制协议不同、接管机制不同，系统兼容性不足。

发展方向

- **从远程接管走向远程运营**：远程驾驶系统将从单纯的车辆接管工具，逐步发展为覆盖订单管理、车辆调度、异常处理和运营分析的综合运营平台，成为无人配送体系的运营中枢；
- **从单车智能走向车网云协同**：远程驾驶系统将与客户下单平台、订单管理系统、路线规划系统、云控平台和运营中心全面打通，形成“用户—平台—车辆—运营”一体化闭环。

港内转运：斐视科技以远程驾驶解决港口集卡人力投入大、全天轮班和安全兜底问题

斐视科技
远程驾驶舱
远控港口
无人集卡



远程驾驶目标车辆



办公室内远程驾驶舱

场景痛点

- **作业环境风险高**：港口、海上后勤基地属于典型高危作业场景，人员现场值守存在安全隐患；
- **成本高、效率低**：驾驶员需抵达现场，往返耗时、人力投入大，且难以支撑全时段轮班需求；
- **自动驾驶安全兜底**：自动驾驶技术虽逐步落地，但仍无法覆盖所有长尾突发场景，必须保留人工接管能力，避免单车智能失效引发生产安全事故。

运营模式

- **生态协作模式**：斐视科技作为远程驾驶技术供应商，嵌入某企业的港口自动驾驶整体方案，为后者提供接管兜底能力，共同服务港口运营方；
- **中心化远程管控**：驾驶员集中在办公室端的远程驾驶舱作业，一人可覆盖多台远端车辆，实现“人车分离、集中调度”。

面临挑战

- **网络可靠性要求极高**：远程驾驶对5G网络时延、稳定性敏感度极高，若专网出现波动，可能导致控车指令延迟、视频卡顿，直接影响作业安全
- **复杂环境感知适配难**：港口夜间作业、海上高湿高盐雾环境，对车载摄像头成像效果、硬件设备耐候性都提出了更高要求。

发展方向

- **技术能力升级**：进一步优化低时延传输、弱网降级策略，提升复杂环境下的视频感知效果，强化系统与不同自动驾驶框架的兼容性；
- **服务标准化**：沉淀标杆项目经验，形成可快速复用的模块化产品方案，降低定制成本，提升规模化交付效率。

资料来源：斐视科技FISONTech，编制组整理提炼。

苏州通渠有道数字科技有限公司

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.net

井下作业：远程驾驶+无人驾驶一体化设计，全程采用远程操控，事故风险大幅降低

湖南创远高新 - 山西紫金5G+智慧矿山项目



山西紫金无人铲运机出矿作业



山西紫金智能铲运机改造

场景痛点

- **安全层面**：井下环境封闭，车辆侧翻等安全事故直接威胁驾驶员生命安全，安全管理压力大；
- **成本层面**：人工驾驶需配套后勤保障、井下通风等成本，劳动强度大且行业劳动力短缺；
- **效率层面**：人工驾驶受人员状态、操作水平差异影响，运输效率不稳定，管理精细化程度低。

项目方案

- **融合驾驶**：项目采用无人驾驶和远程操控一体化设计，整个系统包括远程控制系统、智能感知系统、自动驾驶决策系统、车辆控制系统、交换系统（工业以太交换和CAN交换）5个部分；
- **融合组网**：山西紫金建设了模块化数据中心，并在井下择优选择F5G+WiFi6融合组网，实现传输速度1000Mbps，时延稳定在10ms，在满足系统通信需求的同时，成本较5G网络节约25%。

实施效果

- 目前，山西紫金井下铲运机、天井钻机、潜孔钻机、中深孔台车、溜井口固定式破碎机以及盲胶带斜井机器人等智能化设备，**均配备了远程驾驶座舱**，操作人员在地表即可完成生产作业；
- 通过**铲运机远程无人化改造**，无人驾驶最高时速12km/h，作业效率达到人工效率的80%；天井钻机实现**远程全自动单班无人作业**，效率达传统施工的90%~95%，天井施工实现无人化。

发展方向

- **技术迭代优化**：完善井下多模态融合定位、恶劣环境传感器补偿、复杂场景决策规划等核心技术，逐步实现全场景无人驾驶；
- **全流程无人化**：从单一电铲试点扩展到井下采掘、运输、装卸全流程无人化，打造可复制的“无人化矿山样板”，形成智慧矿山细分赛道生态，推动井下无人化装备规模化落地。

塔机集控：中建云控从工地集装箱驾驶舱升级为区域集控中心，累计应用突破320台

中建云控
全球首创
塔机远程
集控模式



场景痛点

- 塔式起重机（塔吊）自十九世纪出现以来，其主流产品的基本形态与典型作业模式延续至今；
- 吊装作业始终面临着塔司操作环境较差、安全风险高、劳动强度大、人机工效低等共性难题。

应用情况

- **区域集控**：2026年7月，苏州吴中、鄂州葛店两地同步建成塔机区域集控中心，标志着塔机远程集控模式**正式从单点技术验证跨入跨区域规模化复制阶段**；区域集控中心组织方式从工地集装箱驾驶舱升级为城市级集控中心，即**一处操作中心统管N个项目塔机**，覆盖多元施工场景
- **商业模式**：从传统“租设备”向“卖服务”转型创新推出**“智能装备+云控平台+运营服务”**一体化解决方案，通过云控平台建立持续数据连接，从一次性合作升级为长期价值共创；
- **效率跃升**：司机集中作业，统一管理调度，**一人可分时操控多台塔机**，打破“一人一机”局限。实测数据显示，吊装效率提升15%-30%、人员投入减少30%、人工成本降低30%；
- **售后服务**：**产品享1年质保期**（设计使用寿命3年）；故障响应24小时覆盖、处置效率超95%；核心维保件48小时内区域供应；基于安拆规程、运维手册、司机培训与认证等，提供标准运维；
- **应用规模**：截至2026年6月初，该系统已在全国22个省份50余个城市投入使用，累计服务超180个项目，**应用台数突破320台**，服务总建筑面积超2000万平方米。

发展方向

- **市占率**：持续推动塔机智能集控系统的产品迭代与市场推广，保持市场占有率超70%
- **拓品类**：塔机安拆升降监控系统、无人机自主巡检系统、AI数字人讲解平台等自主研发的衍生产品均已进入中试阶段，进一步丰富产品矩阵，完善智能建造全场景布局。

资料来源：中建云控，编制组整理提炼。

苏州通渠有道数字科技有限公司

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.net

存在问题：网络可靠性、远控成本、降级处置、规模集控、产品标准化、规则供给

5G网络可靠性不足 01

- 5G网络覆盖存在盲区，跨运营商、跨区域切换时可能出现网络波动，视频卡顿、控制延迟、数据丢包等问题仍然存在
- 远程驾驶链路涉及车端、网络端、云端、驾驶舱多个环节，故障点较多，多运营商、多链路融合能力不足

成本与效率不平衡 02

- 当前大部分项目仍采用“一人一车”模式，驾驶员长期待命导致资源利用率低，异常场景需要频繁人工介入，大量简单操作仍依赖人工完成
- 远程驾驶员利用率低、运营中心人力成本高、车辆规模扩大后运营成本同步增长，商业模式难以闭环

安全降级处置不规范 03

- 网络中断后的安全降级策略尚不统一，车端自动驾驶与远程驾驶切换逻辑复杂，驾驶员接管时机缺乏统一标准，多系统故障耦合情况下缺少成熟处置机制
- 网络失联后车辆行为不确定，接管边界不清晰，紧急场景响应流程复杂，事故责任界定困难

并发响应能力欠缺 04

- 远程驾驶平台主要面向单车控制设计，缺少车队级并发请求协同管理能力，调度、运营、接管、告警体系尚未形成闭环，缺少统一运营管理标准
- 多车同时异常时无法快速处置，驾驶员工作负荷难以评估，运营中心扩容成本高，车队规模增长后效率下降

产品标准化程度不高 05

- 不同厂商远程驾驶系统接口不统一，视频编码、通信协议、接管流程缺乏统一标准，远程驾驶舱设计标准尚未形成，网络运营商能力开放程度有限
- 系统间互联互通困难，项目复制成本高，不同区域建设模式差异较大，产业链协同效率低

法规与监管不完善 06

- 远程驾驶法律责任主体尚不明确，跨区域运营审批机制不统一，远程驾驶员资质认证体系缺失，网络安全与数据安全要求持续提升
- 地方政策差异较大，项目落地依赖试点许可，商业化推广周期长，跨城市复制困难

场景建议：高价值场景、网络质量、合理人车比、安全员认证、操作规范、区域集控

聚焦高价值场景

符合“安全要求严、危险系数高、司机短缺严重、人力成本高”特征的应场景，
比如井下矿、消防救援、Robotaxi等

确保网络供给质量

根据场景需要，合理选择5G专网、公网切片或混合组网，确保通信的可靠性与低时延，如时延 $\leq 50\text{ms}$ 、丢包率 $\leq 20\%$

合理确定人车比

人车比不是越高越好，制造商和运营方应以能否保证车辆的上路通行安全稳定为准则，平衡安全与成本关系，原则上要求1:1，适度1控多



加强安全员认证管理

远程安全员是远程驾驶系统发挥作用的核心中枢，需严格实施资格准入、多维培训、持证上岗、责任划分、退出管理等全流程认证

制定远程操作流程规范

车辆使用方必须制定严格的《远程驾驶系统运营操控规范》，确保配套设施、安全员状态、操作方式、接管流程等符合安全兜底要求

推行区域集控模式

加快推进“单项目所在地远程驾驶舱”向“一处远控中心统管N个项目车辆”模式转变，实现管控规模与效益的平衡

苏州通渠有道数字科技有限公司

06

商业模式篇

主要模式：共四种，以后装改造+技术服务为主，开始向前装供货+远控即服务发展



前装供货

- 远程驾驶系统集成商→自动驾驶产品方案商
- 为产品方案商提供远程驾驶前装硬件和软件系统，收取硬件销售费或授权费



后装改造

- 远程驾驶系统集成商→存量装备/车辆资产持有方
- 为存量车辆提供远程驾驶改造方案，联合进行无人化改造，收取改造服务费



技术服务

- 远程驾驶系统集成商→自动驾驶产品集成商/运营商
- 提供硬件、软件和服务等，实现与客户子模块的协同，收取项目定制费或设备费



远控即服务 (RDaaS)

- 远程驾驶服务商→自动驾驶产品集成商/车队运营商
- 建设远程驾驶监控与调度云平台，向客户按月订阅收费或按设备连接数收费

苏州通渠有道数字科技有限公司

模式对比：不同的模式适用不同的产品和需求，长远来看四种商业模式将长期并存

	前装供货	后装改造	技术服务	远控即服务
适用	- 对行车安全要求极高场景 - 大批量、标准化产品	- 多为小批量或试点示范项目 - 小批量、非标准化产品	- 自研部分软硬件的车企 - 高定制化客户项目	- 规模化运营L4级车队 - 集团孵化型远程驾驶企业
好处	- 软硬件系统整车集成度高 - 故障率低，功能可靠性高 - 成本随产能提升显著下降	- 快速适配大多数存量车型 - 部署速度较快，配置灵活	- 灵活满足定制化需求 - 更好满足产品集成要求	- 轻资产、专业化远控服务 - 从单次合作升级为长期服务 - 远控数据资产的沉淀和挖掘
不足	- 研发周期长，部署速度慢 - 需要一定的出货数量支撑	- 单车改装成本相对较高 - 每台车辆非标准化程度高	- 远控企业被替代性风险高 - 单个项目收费低、成长性差	- 对双方战略互信要求高 - 安全事故责任难以划分
场景	- Robotaxi、Robotruck等 - 无人配送车等	- 无人集卡、无人矿卡等 - 装载机、挖掘机、农业机械等	- 独立三方型→自主研发型 - 独立三方型→集团孵化型	Robotaxi、塔式起重机等
阶段	起步阶段	相对成熟	比较成熟	探索阶段

Vay Technology: 将远控用于车辆交付和回收, 并从C端租车拓展至B端Robotruck



资料来源: Vay Technology官网等, 编制组整理提炼。

苏州通渠有道数字科技有限公司

更多免费行业报告

并购家

www.ipopo.net

经纬恒润：可全套系统交付、也可提供子模块，形成面向四种典型场景的交付模式

可全系统或分项提供的远程驾驶产品

	车端	云端	舱端
硬件	- 车规摄像头 - 车规控制器 - 车规T-Box上网设备	高性能云服务器集群	一体化远程操作台
软件	- 多路视频并行传输 - 车控安全保护策略	- 多台对多车任务调度 - 数据安全加密传输 - 其他信令交互	- 客户端 - 视频显示 - 仪表及作业信息
服务	- 摄像头安装、标定 - 控制器布置、连接 - 车辆执行器标定	- 容器分配与权限配置 - 多径配置与多端接入 - 定制化记录与存储	- 操作台安装、调试 - 远程操作员培训

典型应用场景的交付模式

运营车队全系统交付

针对L4运营车队或有人驾驶运营车队，提供包括传感器、控制器、云服务器、远程驾驶操作台在内的全套硬件设备及相应软件，以“交钥匙服务”提供全系统服务，实现远程驾驶功能。

代客泊车/云代驾

针对已量产的L2+以上车型，利用原车传感器、控制器，基于原车架构提供接口，搭配经纬恒润车端软件及云端服务器/操作台软硬件，实现对原车无侵入无破坏的远程驾驶功能添加

前装产品供应

提供包含软件的车端控制器、传感器产品在新车上进行前装，终端用户可自行根据搭配远程驾驶操作台及云服务器，根据经纬恒润提供的控制接口进行视频获取及底盘操作（每个远程驾驶操作台需向经纬恒润购买唯一license）

视频/信令传输服务

针对远程操作、远程监控等场景，可在客户传感器、控制器、操作台基础上，仅针对视频/信令传输软件服务进行提供，由经纬恒润将指定视频及信令进行远距离、高清晰、低延时传输

资料来源：经纬恒润，编制组整理提炼。

07

趋势结论篇

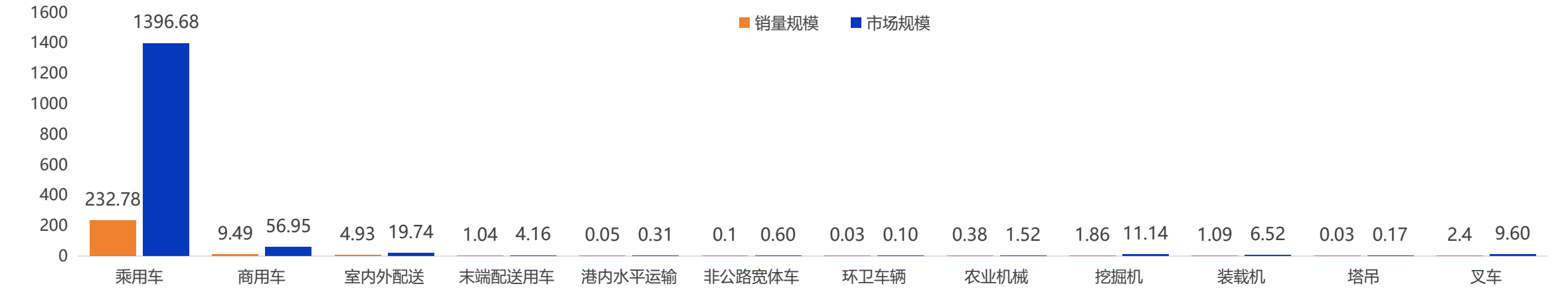
苏州通渠有道数字科技有限公司

发展阶段：当前5G远程驾驶已进入多场景商业验证期，预计2030年后成为ADS标配



市场规模： 预计2030年全国远程驾驶系统销量约259万套、 远程驾驶市场规模1536亿

2030年中国末端无人配送车市场规模预测（单位：万套、亿元）



类目	乘用车	商用车	室内外配送	末端配送用车	港内水平运输	非公路宽体车	环卫车辆	农业机械	挖掘机	装载机	塔吊	叉车	合计
2025年全国销量/人员（万辆、人数）	3010.3	429.6	1942.9	220.13	1.18	1.90	6.6	363.07	23.53	12.81	0.52	145.18	6157.72
2030年全国销量/人员（万辆、人数）	3325.4	474.6	4111.5	260.00	1.30	2.50	8.5	380.00	26.50	15.50	0.40	160.00	8766.20
2030年自动驾驶渗透率（%）	35%	15%	6%	40%	40%	40%	25%	10%	35%	35%	35%	15%	-
2030年自动驾驶销量（万辆）	1163.9	71.19	246.7	52（104）	0.52	1	2.13	3.8	9.28	5.43	0.14	24	1580.09
2030年人车配比（平均）	1： 5	1： 5	1： 50	1： 50	1： 10	1： 10	1： 50	1： 10	1： 5	1： 5	1： 5	1： 10	-
2030年远程驾驶系统销量规模（万套）	232.78	14.24	4.93	1.04	0.05	0.10	0.04	0.38	1.86	1.09	0.03	2.40	258.94
2030年远程驾驶系统平均单价（万元）	6	6	4	4	6	6	4	4	6	6	6	4	-
2030年远程驾驶系统市场规模（亿元）	1396.68	85.43	19.74	4.16	0.31	0.60	0.17	1.52	11.14	6.52	0.17	9.60	1536.03

数据说明：远程驾驶系统包含车-云-舱端；乘用车、商用车销量为中汽协数据；室内外配送数据来源于《2026年室内外配送机器人行业发展白皮书》；末端配送用车仅指货运三轮，1辆无人配送车至少抵2台货运三轮，因此2030年对应自动驾驶销量由104万辆折算为52万辆；港口水平运输销量为按国内港口集装箱吞吐量/单车年3万标准箱倒推的保有量；非公路宽体车销量为网络数据，自动驾驶渗透率以新能源销量为基础测算；环卫车辆数据来源于中、塔吊、叉车等数据源于中国工程机械工业协会。

关键趋势：全场景覆盖、自动驾驶必选项、进化至远程运营、区域集控、卖服务转型

1、从特定场景走向全场景

一是由封闭、有限的简单工况环境逐步向公开、人车混行的复杂工况环境拓展；二是从港口、矿山等个别场景走向工程、农业、物流、国防、应急等全场景

2、从可选项走向必选项

一是远程驾驶已成为自动驾驶车辆异常脱困、应急接管、调度运营的关键安全冗余；二是“自驾+远控”双轮驱动：自动驾驶能解决的，交给自动驾驶系统；自动驾驶能不能解决的，交给远程驾驶



3、从实时监控走向远程运营

自动驾驶的远程支持/协助，正从最初的简单监控逐步发展成为集态势监控、故障诊断、远程操作于一体的多功能操作节点，成为推动行业数字化与智能化转型的核心基础设施

5、从卖设备走向卖服务

从传统卖/租设备向卖服务转型，提供“远控产品+云控平台+运营服务”解决方案，通过云控平台建立持续数据连接，从一次性买卖升级为长期价值共创

4、从单点控制走向区域集控

一是从项目所在地的集装箱驾驶舱升级为城市级区域集控中心，即一处操作中心统管N个项目的装备/车辆；二是面向区域无人运力服务商，提供面向不同客户、不同装备/车辆的远程运营服务

市场机遇：安全政策、人机协同、规模管控、区域集控、特定与海外、走向卖服务

1、安全管理要求加严

一是自动驾驶车辆小批量上路后问题逐步暴露，倒逼制造商与运营商加快集成部署远程驾驶系统；二是国家远程驾驶相关法规、政策、标准出台，覆盖灰色地带和要求加严

2、人机协同模式确立

一是中短期内L5级自动驾驶不可能实现，这意味着远程驾驶是自动驾驶安全上路的标配项；二是自动驾驶与远程驾驶双轮驱动，将大幅降低车辆长尾问题和保障行车安全

3、规模管控技术突破

一是自动驾驶汽车开始小批量上路，高效响应限定区域内车队级并发请求已是现实需求；二是远程驾驶系统提供商需要提供：满足车端请求规模化派发，驾舱高效分配的方案

4、区域集控模式兴起

一是远程驾驶落地方式正从工地集装箱驾驶舱升级为区域集控中心，即一处集控中心统管N个项目车辆；二是区域集控将实现安全员集中作业、统一调度管理、规范集约利用

5、国内外特定细分场景

国内外矿山、机场、工程、建造、筑路、农机、消防、工业危废、军工等恶劣环境和危险区域，自主研发型企业 and 集团型无暇兼顾，是独立三方型远程驾驶公司的机会市场

5、从卖设备走向卖服务

从传统的“卖设备”向“卖服务”转型，构建“远控装备+云控平台+运营服务+安全员”整体方案，通过云控平台建立持续数据连接，从一次性合作升级为长期价值共创

关键挑战：规则供给、通信瓶颈、产品经济性、安全风险、规模失控、垂直整合风险

法规政策滞后

01

一是缺乏全国统一的专门的系统的远程驾驶管理规制；二是远控系统、远控中心、操作员、接管规范、责任划分、事故处理、检验认证等规制空白

网络质量欠佳

02

5G网络的可靠性与稳定性不足，始终是远程驾驶的核心瓶颈，表现在视频卡顿、控制延迟、数据丢包、覆盖盲区、网络切换波动、行车环境遮蔽等

经济性待提高

03

一是1：1或1：3的人车配比下，远程驾驶人力成本偏高，制约车队规模扩大；二是车规级5G模组、冗余通信、远程驾驶舱等远控中心扩容成本高

多重安全风险

04

一是信号中断、网络波动、网络入侵等风险；二是个人隐私数据、数据传输泄露、恶意利用等风险；三是远程安全员不合格、疲劳、误操、漏判等

规模失控风险

05

一是自驾与远控切换逻辑不清，人机共驾时责任划分难；二是远控系统主要面向单车设计，规模管理能力欠缺；三是多车同时异常时无法快速处置

垂直整合风险

06

Waymo、百度Apollo等大型公司倾向于集成自研的远控技术，拥有装备/车辆、客户资源的集团型企业倾向自主孵化，挤压独立远控企业空间

行业建议：规则供给、网络质量、人车配比底线、集控能力、人机协同、产品经济性

加快规则供给

- 出台全国统一的《远控管理条例》
- 加快制定远控、控制中心、操作员、接管流程、责任划分、认证等规则

提升网络质量

- 围绕上路通行区域和项目所在地，提升区域网络覆盖率
- 主管部门协调，提升跨运营商/区域网络切换的稳定性

明确人车配比

- 明确和统一不同场景下的人车配比底线要求和放宽条件
- 严格远控操作员的准入、认证和退出，明确接管流程规范

增强集控能力

- 加快规模远控能力突破，实现1控多
- 推行区域集控模式，实现一处远控中心统管N个项目，覆盖多元应用场景

人机协同互补

- 自驾与远控双轮驱动：重复性、规律性的场景，交给自动驾驶；复杂、突发、非标准化的场景，交给远控系统

提升经济性

- 统一远程驾驶系统产品接口、视频编码、通信协议等
- 模块化、标准化设计降本，并提升可靠性降低运维成本



苏州通渠有道数字科技有限公司

编制说明

参编成员

- 李和伦 苏州通渠有道数字科技有限公司，创始人&CEO
- 晋建峰 布谷鸟同创科技（天津）有限公司，总经理
- 王泽静 布谷鸟同创科技（天津）有限公司，产品及解决方案负责人
- 余 结 安徽中科星驰自动驾驶技术有限公司，自动驾驶技术负责人
- 叶 勇 安徽中科星驰自动驾驶技术有限公司，远程驾驶技术负责人
- 邹洁嘉 世光科技（苏州）有限公司，创始人&CEO
- 苏兆林 世光科技（苏州）有限公司，CTO
- 周 龙 延安迈能先进矿用装备研究院，创始人&理事长

版权声明

本白皮书仅为一般性建议参考，版权或著作权归通渠有道所有。读者不应在缺乏专业建议情况下，依据白皮书内容采取行动。通渠有道不对任何因采用本皮书内容而导致的损失负责。白皮书中部分图片源自公开信息渠道等，版权均归原作者、原出处所有。任何转载、引用，请注明出处。

关于通渠

通渠有道成立于2024年6月，定位业内首家聚焦运输&作业垂直场景、买卖商用汽车机器人产成品的在线交易平台，提供“洞察引领+交易撮合”两大生产性服务，让90%以上的中小企业群体借助平台高度分工、深度协同做大“产业级木桶”，到2030年成为汽车机器人时代的新基建。

见森林而非草木、系统化而非碎片化、鉴过往而知未来



官方微信公众号



合作电话 15050447102



入群交流微信 pandhi163

© 2026 通渠有道版权所有.