

蔚来汽车科研合作项目征集发布

(2022 年度第一批)

蔚来科研合作项目是蔚来汽车与全球顶尖高校及研究机构的学者间加深互动、协同创新的纽带，旨在通过在数字技术、电子科技、机械工程、材料科学等领域的创新为下一代汽车体验带来颠覆式的影响，推进汽车工业的进步。蔚来将提供包括研究资金、真实的智能电动汽车开发与验证场景等必要的支持，诚挚邀请您与我们共同探索，用科技衔接当今与未来。

面向对象

全球范围内隶属于非营利性学术/研究机构的全职学者或研究人员。

重要日期

项目申请截止日期： 2022 年 5 月 31 日（北京时间 GMT+8）。

如何申请

蔚来每年会分批公布一系列科研合作需求，面向全球高校及研究机构的学者征集优秀的研究方案。请申请人仔细阅读我们在[《附件 1-蔚来汽车科研合作项目（2022 年度第一批）申报指南》](#)中公布的研究课题，按照[《附件 2-蔚来汽车科研合作项目申请书》](#)撰写项目提案，并发送至邮箱：university@nio.com 内。蔚来科研合作项目技术评审委员将基于提案内容进行评估并及时地反馈立项结果。后续由蔚来高校合作部推进双方合作协议的签署。

常见问题

1、项目周期有何限制？

建议项目周期为 1 年。针对重大和复杂的合作项目，可根据实际情况，由双方协商约定。

2、同一名申请人，能否同时申请多个研究课题？

可以。蔚来将在技术评估的基础上，考虑申请人所属团队的规模、科研条件等因素进行综合评估。我们仍然建议申请人根据自身实际情况，在单个项目上进行足够的投入，确保产出质量。

3、项目成果如何归属？

我们将根据高校及研究机构的要求进行友好协商，保障双方共同的利益。

4、是否可以多家单位联合申请？

可以，但仅限非营利性学术/研究机构共同申请，并由其中一家作为牵头单位进行申请，并对项目的执行及经费进行管理，参研单位应共同遵循一切适用于本项目的规则。

5、如何获得更多关于项目需求的具体信息？

在提案提交过程中有任何问题，请与蔚来高校合作部联系，我们将尽快予以答复。

如果申请人在申请阶段需要与蔚来讨论项目需求的具体信息，可在签署保密承诺后安排进行。

蔚来高校合作部联系人及联系方式：夏禹，frank.xia@nio.com， 021-69083718。

其他注意事项

蔚来不容忍剽窃或其他违反学术诚信的行为，所有参考文献请标明。

请勿在提案中发送任何涉密或专有信息。包括您的申请在内的向我们发送的任何信息均将被视为非机密信息，无论其上是否有任何标记或名称。

申请人应理解并遵守所有国家/地区相关法律，法规，行政命令、出口管制等相关要求。

蔚来汽车科研合作项目申报指南

(2022 年度第一批)

数字技术、电子科技、材料科学等领域的快步发展正在对下一代汽车体验带来颠覆式的影响,传统的车辆机械、工程技术也在快速迭代,车辆的性能、成本和效率获得进一步改善。融合了智能化、电动化技术的汽车工业再一次成为汇聚多领域尖端科技的赛道。

蔚来汽车是一家坚持从长期价值思考,坚持核心技术全栈自研的中国智能电动汽车品牌。为了进一步加速公司对先进技术的探索与积累,更好地推动产业发展,培养高层次的跨界技术人才,蔚来将携手高校与科研机构共同开展智能电动汽车相关的科研合作,进行前瞻性、应用导向型的技术创新研究,并推动产学研转化。蔚来汽车现向全球发布科研合作项目申报指南(2022 年度第一批)。

本指南阐述了智能电动汽车关键领域的 20 个研究课题,内容涉及整车工程、智能座舱、数字系统、自动驾驶、电子电气工程、人工智能与网络安全、材料科学方向。蔚来汽车将综合评估项目方案的研究价值与质量后,启动若干研究任务。同时,我们也公开向全球学者开放征集在上述领域内的科研合作议题,经评估课题意义与价值后,我们也将纳入本年度合作范畴。

对于本指南内的课题,项目统一按指南二级标题(如 1.1)的研究方向进行申报,申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。每个项目设 1 名项目负责人,项目实施周期建议 1 年。

在建议的项目申请期限内,项目负责人需将项目申报材料提交至项目建议书征集通知中提供的统一邮箱: university@nio.com。

关于项目申请过程中的疑问或信息补充,可联系蔚来汽车高校合作部。联系人及联系方式:夏禹, frank.xia@nio.com, 021-69083718。

目次

1. 整车工程类	3
1.1 智能驾驶场景下非标坐姿主被动融合安全应对策略研究	3
1.2 车辆关键参数及状态估计	6
1.3 车辆多自由度模型简化算法	7
2. 数字系统类	9
2.1 SOTIF 预期功能安全	9
2.2 汽车音效数字智能化处理	10
3. 自动驾驶系统类	11
3.1 基于联邦学习的个人车主用户数据加密和应用	11
3.2 数据驱动的自动驾驶事故分析和安全评测	13
3.3 基于 3D 传感器模型仿真的虚拟数据测试集生成	14
3.4 基于对抗神经网络的边缘场景搜	15
4. 材料科学类	16
4.1 疏水镀膜涂层传感器清洗技术	16
4.2 集流体导电胶层开发	17
4.3 电驱系统用低成本高强压铸铝合金材料开发与工程化应用	19
5. 智能座舱类	21
5.1 针对车辆故障的声学事件检测研究	21
5.2 人脸识别系统的安全性检测	24
5.3 语音驱动的虚拟人脸	27
6. 电子、电气工程类	28
6.1 功率模块加速老化测试研究	28
6.2 铜烧结工艺开发研究	30
6.3 电动汽车用先进电机控制方法	31
7. 人工智能与网络安全	34
7.1 基于 AI 的轴承振动数据增强研究	34
7.2 智能网联汽车网络协议 fuzzing 研究	35

1. 整车工程类

1.1 智能驾驶场景下非标坐姿主被动融合安全应对策略研究

【研究背景/问题】

蔚来作为用户企业，急需开展面向智能驾驶场景下乘员非标坐姿主被动融合安全策略研究，确保在未来新型交通事故中为用户提供更安全的保护和安心之至的体验，并在未来 C-NCAP 主被动安全一体化评测中取得更好的成绩。面临的难题如下：

难题 1：目前国内外法规及 NCAP 测试场景将无法覆盖真实交通事故中的非标准坐姿，特别是在智能驾驶功能作用下非标坐姿场景。



NCAP 测试乘员标准坐姿



智能驾驶下乘员非标准坐姿

难题 2：C-NCAP 未来将加入主被动安全一体化测评，目前蔚来没有形成有效的技术应对措施。

乘员保护--路线图 (2022-2028)

CNTRAC 中汽中心 | 汽车测评

评价项目		2021年版 (2022年实施)	2025年版 (2024年发布, 2025年实施)	2028年版 (2027年发布, 2028年实施)
虚拟测评	Far side 虚拟测试		新增项目： ■ 滑台 Far side 虚拟测评, 对不同碰撞角度、座椅位置 and 乘员性别因素的远端保护效果进行考核。 ■ 整车 Far side 虚拟测评, 对远端保护装置的对称性覆盖区域、头部击穿进行考核, 作为实车试验的补充。	研究项目： ■ 生物力学人体模型应用研究 (滑台 Far side 数字假人技术要求变更, 不同体征生物人体模型研究)
	主被动安全一体化		新增项目： ■ 在 AEB 介入导致的乘员离位碰撞 (主被动融合) 工况中, 考核乘员离位状态下发生正面碰撞的损伤情况。(拟加分项)	■ 智能驾驶新工况乘员保护 (主被动融合乘员新坐姿碰撞工况)

C-NCAP 2025~2028 新主被动安全一体化测评要求

难题 3：现有约束系统在实际非标准坐姿场景下无法发挥出预期保护性能，严重影响乘员在事故中的生存机率。如在座椅靠背大角度后倾等场景下，碰撞发生时，乘员将出现严重

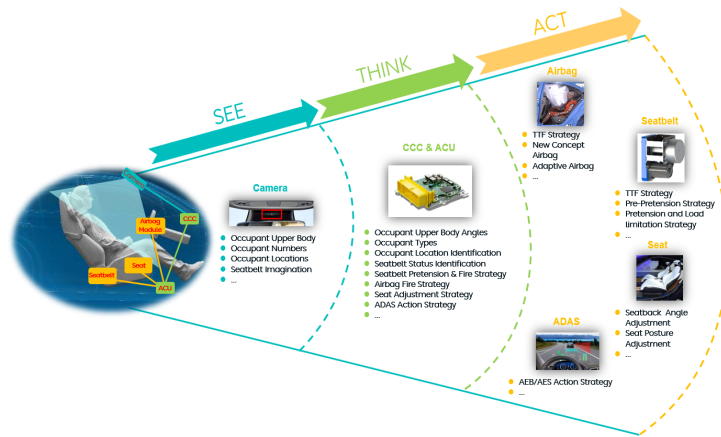
的下潜，造成乘员更严重的颈部、胸部及腹部伤害。

【研究目标】

- a. 针对上述“难题 1”，建立面向智能驾驶场景下电动车交通事故数字化场景库、非标坐姿库、高精度坐姿识别方案。
- b. 针对上述“难题 2”，C-NCAP 2025 版加入在 AEB 介入下导致的乘员离位碰撞工况，2028 版加入智能驾驶场景新乘员坐姿碰撞工况，面对新的评测要求开展应对措施研究。
- c. 针对上述“难题 3”，开展主被动融合安全应对措施研究，包括新约束系统、座椅及智能驾驶开发策略。

【项目产出】

- a. 数字化电动车交通事故场景库；
- b. 智能驾驶场景下乘员非标坐姿库及高精度坐姿识别技术解决方案；
- c. 智能驾驶场景下乘员非标坐姿主被动融合安全技术解决方案。



基于乘员监测系统的主被动融合安全解决方案示意

【考核指标】

- 数字化交通事故场景库应用于蔚来新车型智能驾驶功能开发；

- 智能驾驶场景下乘员非标坐姿库及高精度坐姿识别技术解决方案应用于蔚来新车型智能座舱开发；
- 智能驾驶场景下乘员非标准坐姿主被动融合安全技术解决方案应用于蔚来新车型安全性能开发，并确保在 C-NCAP 2025 中取得 5 星及以上评价。

1.2 车辆关键参数及状态估计

【研究背景/问题】

本项目拟开发车辆状态估计算法以支撑面向域控制器的线控转向系统开发。

项目将结合线控转向执行器的高精度控制需求，基于《车辆多自由度模型简化算法》项目所建立的蔚来汽车某车型的操纵稳定性模型，针对控制系统开发中所需关键参数及状态，形成自研的可靠估计算法。

具体研发内容将包含平整路面上的车-路参数估计（路面附着系数），整车状态估计（纵向车速、质心侧偏角），以及执行器状态估计（齿条力）。

【研究目标】

该项目拟结合高校在执行器理论建模与状态观测算法方面的经验与蔚来汽车某车型的实际开发需求，基于前期已建立的整车模型，系统评估各类车辆关键参数及状态的在线估计方法，开发适用于蔚来汽车底盘传感器及执行器配置的估计方案，面向域控架构的集成需求，支撑自研控制算法的开发。

【项目产出】

项目预期产出为高可靠的车辆纵、横向车速估计算法，路面附着系数估计算法、以及齿条力估计算法。

【考核指标】

- 交付针对蔚来汽车某车型的整车与线控转向执行器的关键参数及状态估计算法；
- 提供 Matlab/Simulink 下的算法代码及仿真实验验证报告，在阶跃，正弦前轮转角等场景情况下，各参数及主要状态指标与实车差异小于 5%；
- 双方共同发表高水平论文并申请专利 2-3 项。

1.3 车辆多自由度模型简化算法

【研究背景/问题】

本项目拟开发算法工具以支撑研发流程中精确多体模型的有效使用。

当前底盘研发流程在设计分析阶段大多使用精确的多体动力学模型，使用微分代数方程 (DAE) 建立悬架及转向系统的结构模型，通过正向设计获得特性参数，精确模拟并优化其纵-侧-垂向的动力学行为。而在控制算法开发流程中，多采用简化的微分方程模型 (ODE)，比如面向舒适性研究的垂向多自由度模型及面向操稳性研究的两自由度模型，其模型参数多针对特定工况基于辨识方法拟合获得。

本项目拟研究从精确的多体动力学模型向简化的整车侧向控制模型 (基于前后线控转向) 的快速转化方法，统一数字孪生模型在内部研发中的高效应用，加速研发迭代。同时，基于正向缩减获得的简化模型能够在多工况下更好的模拟车辆行为，提高控制精度。项目具体实现分为两个阶段，包括从实车多体动力学模型向多自由度模型的转化，以及多自由度模型到二自由度模型简化。

【研究目标】

项目拟结合学校在理论建模及整车域控制器设计方面的经验与蔚来汽车某车型的实际开发需求，基于 VI Grade 模型对标搭建简化的多自由度及二自由度车辆模型。

【项目产出】

项目预期产出为适用于不同速度范围及研发目标需求的简化车辆模型，以及基于多体动力学模型的正向简化算法流程，实现研发工具链中不同精度模型的有效关联及相互推导。

【考核指标】

- 交付从精确多体模型中辨识多自由度及二自由度车辆模型参数的方法；
- 提供 Matlab/Simulink 下的算法代码及仿真实验验证报告，在阶跃，正弦前轮转角

等场景情况下，各参数指标与实车差异小于 5%；

- 双方共同发表高水平论文并申请专利 2-3 项。

2. 数字系统类

2.1 SOTIF 预期功能安全

【研究背景/问题】

SOTIF (Safety Of The Intended Functionality) 强调的是避免因预期的功能表现局限而导致不合理的风险,是对 ISO 26262 功能安全一个重要补充,2018 年启动标准制定,预计在 2022 年正式发布。随着 AD 系统越发复杂,引入了各种复杂的传感系统(如 Radar、Lidar) 和算法(如 machine learning) 等,目前市场上量产的智驾车型发生的事故绝大多数都不是由于电控系统电气失效导致的故障引起,而是由于系统功能局限,驾驶员误用等系统性失效造成的。开展 SOTIF 项目研究是辅助驾驶跨入自动驾驶所面临的关键问题,因此开展 SOTIF 项目是当前必须要考虑的课题。

【研究目标】

通过与 SOTIF 顶尖科研团队的合做,为蔚来建立 SOTIF 研发流程体系并提供解决方案与技术支持。

【项目产出】

预期功能安全研发体系及导航辅助驾驶系统 NAD 方案优化。

【考核指标】

- 预期功能安全研发体系建立: 基于标准帮助建立整套 SOTIF 开发流程及模板;
- 导航辅助驾驶系统 NAD 方案优化: 进行场景分析, SOTIF 安全分析, SOTIF 测试环境搭建及测试, 优化方案评估报告。

2.2 汽车音效数字智能化处理

【研究背景/问题】

汽车音响受内饰造型和周边布置的限制，往往达不到标准理想位置，也无法获得理想的音效，所以每个车型的单独调音是必须的。欧美对车载音频方面的需求研究的比较早，所以催生了许多国际知名音响品牌，但音响系统供应商往往都需要整套系统采购，由此带来的巨大的品牌溢价和整车成本。音响公司固定的调音方式和调音风格不能满足不同车型的差异化定位且会收取较高的开发费和单车 license 费用。

【研究目标】

开发一个智能化调音设备，可自动分析频响曲线，可实现 EQ 调节，多声道的延时、Limiter、增益，混音逻辑等调音软件开发，经调音后可将配置参数生成软件写入到 DSP 中，可针对不同整车环境和不同的扬声器数量和参数调出比较理想的音效，进而得到更好的性价比和节省整车费用。

【项目产出】

智能调音设备一套。

【考核指标】

- 智能调音设备包含：采音设备，调音工具 APP（PC 端）。
- 设备操作说明及使用说明。
- 智能调音设备使用培训和实车调音培训。

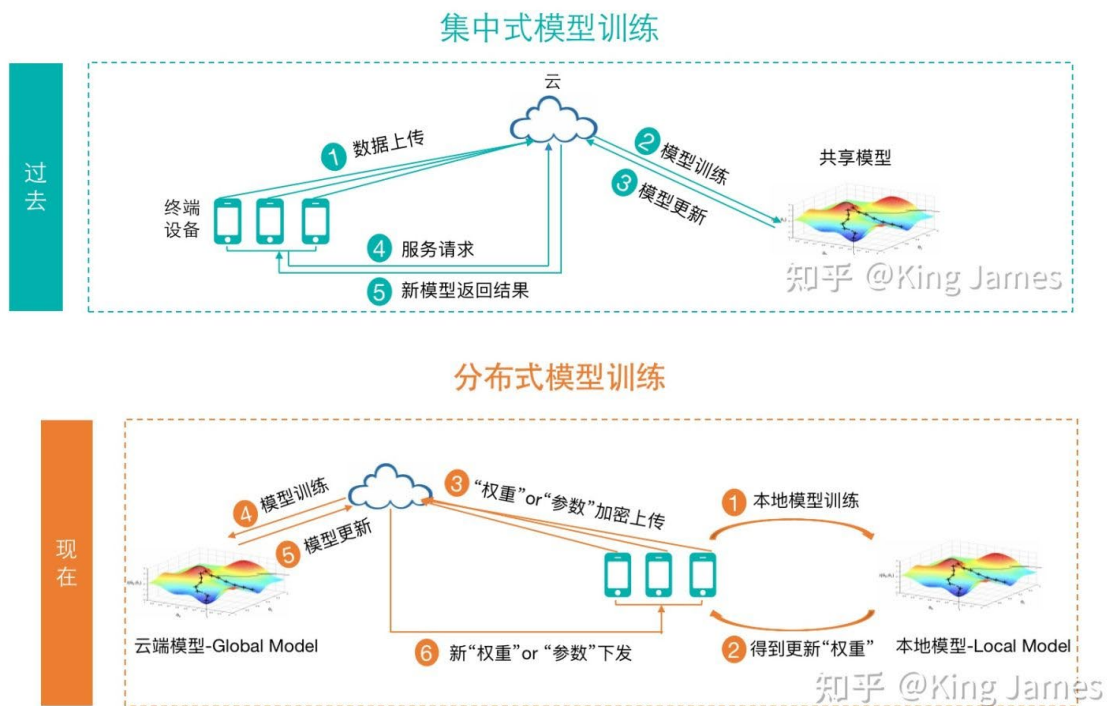
3. 自动驾驶系统类

3.1 基于联邦学习的个人车主用户数据加密和应用

【研究背景/问题】

数据驱动的自动驾驶算法，在使用数据时需要考虑隐私和加密要求，而联邦学习可以很好地解决数据上传时加密和云端训练的需求。

联邦学习的基本思想如下*：



*通俗易懂讲解联邦学习：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/382177421>

【研究目标】

该领域在自动驾驶中的应用相对较新，还未形成较为成熟的方案可以选择和集成，技术上有诸多未知领域，法规上有很多灰色地带，距产品化、工程化还需要一定工作。而在金融、互联网等领域，联邦学习已经具有一些成熟应用，高校和研究机构也有一定的积累。蔚来将通过与高校和研究机构的合作，借助现有领域的成熟经验，对 3.1 基于联邦学习的个人车主用户数据加密和应用进行探索。

【项目产出】

研究报告、Demo 及源代码、专利。

【考核指标】

- 研究报告 1 份；
- Demo 支持 100 个车主数据的联邦学习方法；
- 双方共同发表高水平论文并申请专利 2-3 项。

3.2 数据驱动的自动驾驶事故分析和安全评测

【研究背景/问题】

近些年随着自动驾驶的推广各类自动驾驶相关的事故屡见不鲜,降低事故率成为推动行业发展,保证公众安全及提升企业形象的首要问题。本课题旨在基于自动驾驶数据,实现自动驾驶事故的自动化分析及归因,得出自动驾驶系统事故的潜在风险因子,从而在发生事故前有效识别潜在风险,及时采取措施,将风险降至最低。同时基于自动驾驶数据,探索并建立高等级自动驾驶安全评测体系。

【研究目标】

自动驾驶事故并非蔚来独自面临的问题,更是整个行业的挑战,蔚来期望通过合作研究,吸纳行业整体事故数据,探索行业解决方案,同时将有限的精力集中于事故识别后的措施建立及功能优化。

【项目产出】

得到自动驾驶的事故场景,识别自动驾驶潜在事故风险的模型,驾驶员安全驾驶评分体系及自动驾驶安全评价体系。

【考核指标】

以下交付应基于不少于 100 万公里的自动驾驶数据进行分析,其中高速路段的自动驾驶数据不少于 80 万公里:

- 识别自动驾驶的事故场景,进行标签分类
- 识别自动驾驶潜在事故风险的模型,给出相关的风险因子
- 建立驾驶员安全驾驶评分体系,提供模型及参数
- 建立自动驾驶安全评价体系,给出相关的评价参数及指标。

3.3 基于 3D 传感器模型仿真的虚拟数据测试集生成

【研究背景/问题】

目前 NT3 的传感器选型主要基于简单的传感器物理模型和历史场景的数据总结的经验，没有接入感知算法本身。目前的传感器选型验证方法无法通过感知算法的结果来认证传感器的配置、数量、位置是否满足感知算法的需求。因此需要 3D 传感器仿真模型模拟感知算法需要的图像和激光雷达点云，从而进一步通过感知算法输出的结果验证传感器选型是否满足自动驾驶系统的需求。在具备 3D 传感器模型仿真后，需要生成一定量的 3D 测试场景对该配置下的传感器组合进行验证。

该技术路线可以在无需传感器硬件的条件下对之后的自动驾驶平台传感器硬件进行评估和测试，大幅度缩短传感器选型的困难度和周期。

【研究目标】

对基于 3D 传感器模型仿真的虚拟数据测试集生成进行预研，为今后 L4 自动驾驶系统中传感器的选型和评估提供支撑。

【项目产出】

实现激光雷达和摄像头的 3D 传感器模型模拟，可以提供所需传感器参数的配置，并且提供一些典型的 3D 仿真场景，通过传感器模型输出感知算法所需的图像和激光雷达点云。

【考核指标】

- 3D 传感器模型源码；
- 3D 仿真场景文件。

3.4 基于对抗神经网络的边缘场景搜

【研究背景/问题】

自动驾驶开发最终目标是对在真实世界能遇到的所有情况都能正确的处理,但是除了一部分发生频繁的正常场景之外,还有无穷多的长尾场景。这些场景在真实世界发生的概率小,但是危险程度高,所以是无人驾驶开发关注的重点。怎么样能发现这些边缘场景并加入到仿真测试场景库中就是一个自动驾驶公司的核心能力。

一般我们通过正向(根据设计需求构建)和反向(根据路上采集的真实数据构建)两种方式构建场景库,但是还有更多的场景是我们不一定能想到或者测试车遇到的,所以需要一种新的方法来构建场景库。

【研究目标】

基于对抗神经网络自助训练来生成上述场景,极大地拓展仿真测试场景的边界。

【项目产出】

基于大量的基础研究和实验,构建一个合成场景的评估体系,并以此产出一系列对抗神经网络模型,以快速生成大量罕见但合理的危险仿真场景,用于对无人驾驶仿真进行测试。

【考核指标】

- 交付基于 GAN 生成的仿真测试场景 X 个,我们会对这些场景的合理性,罕见性,致命性以及覆盖度等几个指标进行评价。以越全面的覆盖,越合理,致命性越高为优。

4. 材料科学类

4.1 疏水镀膜涂层传感器清洗技术

【研究背景/问题】

自动驾驶感知的关键前提条件之一，是车外布置的感知传感器获取环境传感信号的通路是否受到雨雪，灰尘，树叶、蚊虫等意外遮挡物的干扰。要想保证自动驾驶系统足够安全，一方面要增加冗余方案的考虑，另外一方面也要保证传感器能正常获取环境信息。

目前绝大多数自动驾驶和传感器公司采取的清洗技术是用喷嘴和清洗液进行清洗，但水洗后传感器表面仍会残留水滴水渍，仍会对感知性能有影响。为解决这一问题，有些方案会增加气喷嘴吹干水渍，或者使传感器绕轴旋转，利用离心力甩干水渍，但这些方法都不能完全解决这一问题。

超疏水性固体表面是指表面对水的接触角在 150° 以上，前进接触角和后退接触角的差 10° 的固体表面。超疏水纳米涂层原理是降低固体的表面自由能，能够提高固体表面的疏水性。超疏水表面的自清洁原理是基于“荷叶效应”。使用超疏水材料在玻璃和传感器镜头表面，原理上可以替代水洗和风干。

【研究目标】

超疏水材料应用到汽车玻璃和传感器镜头相关领域还面临基本原理、可靠性、成本、工艺等方面的挑战和问题，蔚来将在研究中完成技术路线的梳理，找出风险和约束项，制定开发策略，为将来的产品开发和车型应用落地提供支撑。

【项目产出】

研究报告，测试报告，样品。

【考核指标】

- 待定。

4.2 集流体导电胶层开发

【研究背景/问题】

自支撑膜与集流体的复合是干法工艺中的一个关键步骤。光箔与自支撑膜的粘结力通常很小，需要在集流体上进行预处理才能获得更高的粘附力。常规的处理方式有静电喷涂，电晕或等离子处理，表面涂敷等。其中最容易工业化的方式为表面涂敷。目前市场上能购买的涂炭箔材并非专门为干法复合工艺而开发的产品，因此粘附力并不理想；广州纳诺有开发干法复合箔材，其效果也有待评估。

本科研合作将紧密结合干法项目，在有明确的需求和充分的内部测试反馈下，针对性地开发出一种适合自身干法复合工艺的集流体导电涂覆层。一方面能拥有自主知识产权而产生效益，二是利于复合工艺质量控制，三是利于降低 BOM 成本。

【研究目标】

结合蔚来干法项目计划，与大学课题组合作，利用专业人员，成熟的实验室设备，加速开发进度，确保涂敷集流体配方在 2022 年内完成测试应用，并吸纳参与项目的学生在项目结束后加入蔚来继续为项目工作。

【项目产出】

适合内部涂敷与复合工艺的至少一种集流体导电涂层——形成专利，可应用于产业化生产；针对该涂层的实验室表征测试手段和质量控制方案。

【考核指标】

主要交付物为导电涂层配方（权重 70%），满足以下要求：

项目	指标	备注
粘度	50-500cP	配合涂敷设备再最终确定
导电率	$\geq 0.5S/cm$ @r.t.	第一阶段配方: $\geq 0.2S/cm$ 第二阶段配方: $\geq 0.5S/cm$

粘附力	$\geq 5\text{N/m}$	第一阶段配方: $\geq 2\text{N/m}$ 第二阶段配方: $\geq 5\text{N/m}$ 测试方法为 180° 剥离
电解液溶胀率	rt.: $\leq 3\text{wt}\%$; 45°C: $\leq 30\text{wt}\%$; 80°C: 不溶解	测试用电解液为: EC/DMC/EMC=1/1/1 浸泡时间 48h
电化学窗口	$\geq 4.5\text{V}$	
涂敷厚度	$< 1\mu\text{m}$	
PTC 特性验证	PTC 温度 $\sim 100^\circ\text{C}$	具体指标需根据实际应用体系再确定

其他交付物为材料测试表针数据与报告、电化学数据、技术报告、文献调研、专利等（权重 30%）。

4.3 电驱系统用低成本高强压铸铝合金材料开发与工程化应用

【研究背景/问题】

铝合金材料已在汽车零部件中，特别是新能源汽车中大量使用。其中，以 A380/ADC12 为代表的传统铝合金材料应用最为广泛。该类合金成本低廉，可大规模使用再生料生产，资源循环利用性高。但由于再生铝中含有较高 Fe 等杂质元素，导致合金性能低下，无法满足部分汽车零部件使用要求。而 AlSi10MnMg/AlMg5Si2 等高性能铝合金材料，通过严格控制合金中 Fe、Cu、Zn 等杂质元素含量，使合金获得了优异的机械性能，从而极大的拓展了铝合金材料在汽车结构件的应用。但此类合金需要高纯的新料来制备、成本高，且无法应对未来汽车报废拆解下来的大量回收铝合金的利用问题。因此，铝合金材料在新能源汽车零部件应用面临的困境是：一方面急需提高合金性能与另一方面急需降低合金材料成本的矛盾。要想解决这一矛盾，必须通过系统的科技创新进行高性能再生铝合金材料研究从而解决铝合金材料在新能源汽车零部件应用的关键发展瓶颈，并进一步构建蔚来汽车绿色环保，细化应用场景的铝合金材料应用体系。

【研究目标】

以蔚来汽车指定的压铸铝合金零部件材料需求为导向，开展汽车零部件用低成本、高强度再生铝合金材料的开发，获得具有本体取样屈服强度 $>180\text{MPa}$ ，抗拉强度 $>280\text{MPa}$ ，延伸率 $\sim 3\%$ 的再生压铸铝合金材料，并进行实际工业化应用验证。形成蔚来汽车高强度再生铝合金材料开发的技术能力，提高再生铝合金材料在蔚来汽车关键零部件的应用比例，从基础材料开发角度为汽车“减碳”、产品升级贡献力量。

【项目产出】

- 获得一种适用于蔚来汽车指定类型零部件用的低成本高强度再生压铸铝合金材料；
- 以新材料物理特性，力学特性等相关参数为指导，进行零件的结构优化设计、零部件

试制及性能评估，完成关键核心技术的科技创新积累。

【考核指标】

- 提供项目的详细研制报告 1 份，包含材料开发试验，材料性能表征等详细内容；
- 提供新型合金材料的使用工艺规范和指定零部件压铸工艺规范各 1 份；

提供性能合格的标准试棒、试片不少于 100 件，协助提供性能合格的压铸零件不少于 40 件，并达到以下要求：

- 1) 高压压铸件指定部位本体取样力学性能达到：抗拉强度 $\geq 280\text{Mpa}$, 屈服强度 $\geq 180\text{Mpa}$, 延伸率 1.5~4%；
 - 2) 高压压铸件本体硬度测试 $\geq 80\text{HBW}$ ；
- 共同申请材料优化,零件设计等相关方面专利；
 - 在蔚来需要量产时，完成产品技术的转移、人员技术培训以及现场技术指导。

5. 智能座舱类

5.1 针对车辆故障的声学事件检测研究

【研究背景/问题】

汽车在使用一段时间后，一些元件（如传动系的齿轮、联轴节、悬架中的橡胶衬套、制动器中的制动盘等）的磨损将对整车的特性产生重要影响，它们的强度、可靠性和灵敏度分析是研究整车特性的重要工作，这也就是所谓高行驶里程下汽车特性的研究。

当元件出现磨损时，磨损点与其他结构摩擦，产生具有特征频率的脉冲信号。不同类型的原件由于其物理结构的不同，产生摩擦信号的特征频率也不同。对这些信号进行分析，则可以实现对故障类型的识别。当前主流的诊断方法是对设备工作时的振动信号进行采集，通过信号处理、机器学习等方法分析，实现故障位置识别。

常用的损伤信号采集设备包括声发射传感器、压电传感器、智能涂层传感器、比较真空监测传感器、应力应变传感器等，但这些设备存在布置方案复杂、造价高的问题，因此较难在车辆设备场景应用。

考虑到车辆故障往往伴随特定声音事件，因此通过声音相关传感器（包括但不限于麦克风阵列等），并对相应声音采集信号进行分析，确定声音事件故障类型（含无故障），声音事件空间位置等信息是一个非常值得研究，并具备非常重大实用价值的研究方向。

声音事件检测在近些年来的语音处理方向上，已经成为了一个非常热门的研究方向。吸引了大量的研究学者加入这个领域。

项目需要解决的问题：

本项目意在实现车辆在检测现场和行驶过程中的故障报警功能，解决车辆故障人工检修耗时，难定位的问题。另外，车辆结构复杂，零部件多样，如果每处都装有故障传感器势必增加成本。

针对这一需求，需进一步细化拟解决的三个核心问题如下，

拟解决的问题一：特殊声音事件检测

对于一些实际业务的特殊事件检测，通常存在两个困难点：1) 很难收集到针对该业务的各种不同场景的音频数据,比如,各种不同的直播场景与内容；2) 特殊事件的精细标注需要消耗大量的人力资源。因此如何通过只收集少量的音频（小样本）来进行模型的快速学习，就可以应用在该新场景中进行特殊事件检测就是一个非常重要的问题。

拟解决的问题二：复杂场景的声音事件检测与分析

实际业务场景的情况往往比较复杂,这对当前的声音事件检测与分析带来很大的挑战,比如,声音事件比较复杂，经常存在多种声音混杂不易检测的情况；声音事件时间长短不一导致很难准确地确定声音事件的时间边界。而时间边界在我们实际问题中也是一个非常重要的问题。

拟解决的问题三：面向实时要求的声音事件检测与分析

声音事件检测与分析的时延主要有音频数据采集时延、模型推理时延以及后处理决策时延。如何在每个部分采取有效的策略降低整体的时延也是我们要考虑的。

【研究目标】

通过声音相关传感器(包括但不限于麦克风阵列等),并对相应声音采集信号进行分析,确定声音事件故障类型(含无故障),声音事件空间位置。从而实现对车辆故障的定位和检测。在整个解决方案中,特别需要考虑上述三个重点问题。

【项目产出】

形成基于麦克风阵列作为音频采集单元的音频事件检测技术框架。

【考核指标】

- 设计一个适用于车辆的麦克风阵列，并可以安装在车辆上。

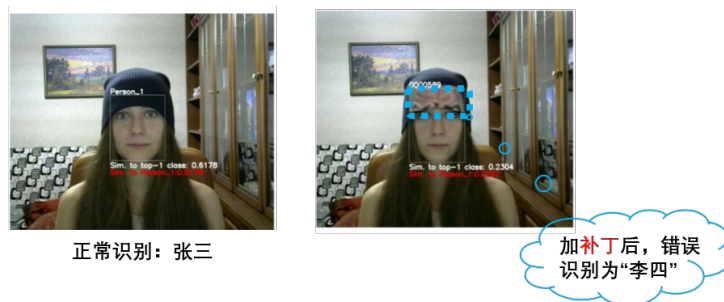
- 建立一套针对车辆故障检测识别的系统。
- 建立一套有关车辆故障的声音库。
- 双方共同发表高水平论文并申请发明专利不少于 2 项。

5.2 人脸识别系统的安全性检测

【研究背景/问题】

近些年，随着深度学习技术的突破，视觉 AI 系统的性能有了巨幅提升，开始在诸多应用场景商业化。例如，人脸识别错误率已降到 10^{-6} 水平，并已广泛在各商业场景使用（如刷脸支付、安检、门禁）；再例如，Tesla 已经放弃高成本的激光雷达，开始采用基于纯视觉技术的无人驾驶。

然而，不同于以往的机器学习技术，深度学习技术天生存在鲁棒性/安全性问题：只需对图像做特定而轻微的扰动，就能愚弄目前最先进的图像识别系统（让其不能正常工作、输出错误结果）。特别地，该扰动非常轻微，人眼无法辨别，这就更加严重地危害到现有图像识别系统的安全性。如图 1 所示，对人脸照片进行轻微的像素修改，就能愚弄人脸识别系统将张三识别为李四。经过学术界广泛研究，人们发现 AI 系统的安全性问题是一个广泛存在的问题。只要用到深度学习的地方就存在鲁棒性问题、就存在安全隐患。因此，如何判断一个图像识别系统是否安全成为一个亟待解决的问题，特别是对那些安全敏感的应用场景，如金融、自动驾驶等。



现有人脸识别系统存在安全性隐患

上图中,通过在帽子上贴一个特殊的纸条可以让人脸识别系统将张三错误地识别为李四。

下图中,通过在眼镜框上贴一个纸条可以解锁 19 部手机的人脸解锁系统。

本项目关注于**智能座舱中人脸识别系统的安全性**。具体地,智能座舱系统中都配有人脸识别系统,或用于身份验证,或用于系统激活。就如上所述,现在最先进的人脸识别系统是基于深度神经网络模型的,所以也存在安全性问题,即通过轻微的扰动可以误导人脸识别系统的识别效果。本项目的目标就是**检测一个从第三方采购的人脸识别系统是否鲁棒**。这对智能座舱系统有着重要的意义,如果人脸识别系统存在鲁棒性问题,那么别有用心的人就可以通过一些手段(例如打印一个小纸条贴在帽子上、或者贴在眼镜框上)来误导人脸识别系统,让系统将其错误识别为另一个人,这种**身份伪装**会给我们的系统带来很大风险。具体地,我们通过攻击一个人脸识别系统来检测其鲁棒性,如果该人脸识别系统能够抵御多种类型的攻击我们就认为该系统是鲁棒安全的。特别的,我们采用**黑盒攻击模式**进行测试,这样不需要了解该人脸识别系统的内部信息(如模型结构、参数等),并且检测过程是一种非侵入方式,不会破坏影响原系统的工作。

【研究目标】

视觉识别系统的鲁棒性问题是一个较新的问题,相关技术正处于快速发展阶段。虽然人们已经提出了很多攻击算法(如何通过轻微扰动来误导视觉识别系统)和防御算法(如何抵御前面的进攻算法),但它们都还有提升空间,会有更多更好的新算法会被提出来。对于进攻算法,我们或者能够进一步提升攻击的成功率、或者能够提升进攻的隐蔽性。对于防御算法,我们或者能够提升防御的效果、或者能够降低防御的成本。

因此,很有必要和在该领域有技术积累的高校或研究所进行合作,以最快的速度了解该领域的基本情况,掌握最先进的技术,为将来自主研发做技术储备。

蔚来希望通过该合作全面掌握到目前为止最有效的攻击人脸识别系统的方法,全面掌握

到目前为止最佳的评估人脸识别系统鲁棒性的方法，基本掌握该领域的技术走向和有潜力的研发方向。

【项目产出】

掌握最先进的攻击人脸识别系统的方法，掌握最佳的评估人脸识别系统鲁棒性的方法，包括原型系统、相关代码、技术文档。此外，也希望通过合作在该技术方向上进行技术创新，发表学术论文，获得技术专利。。

【考核指标】

- 提交一套“人脸识别系统安全评估”原型系统，该系统包含至少三个目前最先进的黑盒人脸识别攻击算法，并用这些算法攻击一个给定的人脸识别系统，进而评估该人脸识别系统的鲁棒性于安全性，最终给出评估报告。
- 交付该原型系统的 code 和技术文档。
- 进行在领域进行技术创新，双方共同发表高水平论文 1 篇，并提交国家发明专利 1 项。

5.3 语音驱动的虚拟人脸

【研究背景/问题】

在人工智能、虚拟现实等技术的推动下，虚拟人技术也实现了快速发展并应用于多个领域，包括娱乐、金融、医疗、教育等等。蔚来作为一个全球化的智能电动汽车公司，也需要引入虚拟人科技，来提升产品的智能化水平。本项目拟研究语音驱动的虚拟人脸，以实现唇形与语音高度匹配，人脸表情真实自然。该项技术可以服务于人车交互场景，可以代表人与车交互，大大减少人力成本；同时亦可以辅助车与人进行交互，提升用户的交互体验。

【研究目标】

当前，学术界对于虚拟人的研究已经有了一定的发展，具有技术先进性和专业性，主要面向通用的应用场景。而蔚来的研发侧重于智能汽车领域，对于虚拟人的研究略显滞后。蔚来具有丰富的行业经验和数据，通过对外合作的方式，可以实现高新技术和行业领域的紧密结合，以提升蔚来在与智能汽车相关的虚拟人研究的技术储备。。

【项目产出】

论文、专利、研究报告。

【考核指标】

- 论文：发表 1-2 篇高质量学术论文，争取发表在视觉或机器学习领域的顶级期刊或会议论文，如 CVPR, ICCV, NIPS, ICML, TIP 等。
- 专利和成果推广：申请 1 个相关专利，并争取能在蔚来的相关应用上进行测试、推广和使用。
- 总结报告：按时完成各阶段的进展报告，并在项目终期形成一个完整的技术总结报告。

6. 电子、电气工程类

6.1 功率模块加速老化测试研究

【研究背景/问题】

常规的器件可靠性测试方法：

a. 功率循环 (PC)

常规功率循环 (Power Cycling), 实验是将模块安装在具有水冷或风冷的散热器上, 对模块施加周期性的电流载荷, 使模块产生周期性的温度波动, 达到加速老化的目的, 此时的环境温度即是功率循环实验场所的环境温度, 可以认为在 常规的 功率循环过程中, 环境温度是保持不变的湿度也保持不变, 而且由于器件一直处于导通状态, 在功率循环过程中也不承受高电压, 与器件的实际运行工况存在偏差, 所以常规的 PC 并不能模拟器件实际的运行工况。

b. 高温栅偏 (HTGB)

通过高温环境下在器件栅极施加电压, 以考核芯片长期栅极可靠性。

c. 高温高湿高压反偏 (HV H3TRB)

高温高湿环境下在阻断的器件两端施加高电压, 以考核湿度环境下芯片的长期压可靠性。

以上的可靠性测试都是对独立的器件分开进行考核, 也是单个器件只进行单一的可靠性测试, 并未考虑多因素综合作用的影响。同时 器件只进行单一的一项可靠性测试还增加了测试的金钱成本、时间成本 。因此, 本项目旨在探究多种可靠性耦合试验的方法。

【研究目标】

研究加速考核功率模块的方法, 更加贴近实际地对于功率模块加严考核。

【项目产出】

PC+HV-H3TRB; PC+HTGB 加速考核实验方法。

【考核指标】

- 电气特性测试
- 热阻测试
- 功率循环测试 (PC; PC+HV-H3TRB; PC+HTGB)
- 功率循环数据处理
- 基本失效模式分析

6.2 铜烧结工艺开发研究

【研究背景/问题】

目前国近年来，出现了不少关于纳米颗粒烧结型焊膏的文献、专利报道与工业化产品，但大部分关注点都集中在纳米银烧结的研究上，因为纳米银可在空气中烧结而不会被氧化，且烧结温度更低，理论上更容易推向实际应用。然而，相较于金属银材料，铜的资源更丰富，成本更低，其作为互连材料拥有更优异的抗电迁移特性，应用前景广泛。研究开发铜烧结工艺，相比于银烧结工艺。在保持性能大幅提升的前提下，成本优势巨大。随着第三代半导体的快速发展，产生了面向学术界与产业界对纳米铜烧结键合的强烈技术需求。

因此，低温纳米铜烧结互连技术也成为了近年来的研究热点。

【研究目标】

铜烧结工艺开发：基于铜烧结工艺比银烧结工艺，材料成本更便宜、材料熔点更高、可靠性更好的因素，在模块到散热器的工艺上优势巨大，先期进行芯片到衬板级别的烧结验证。

【项目产出】

铜烧结工艺及材料研究，烧结可靠性研究。

【考核指标】

- 以芯片贴片完成初步材料验证，解决铜颗粒易氧化问题；
- 完成芯片级别的工艺开发，在 5*5mm 的尺寸基础上，剪切强度不小于 40MPa；
- 开发芯片级别的烧结工艺，优化烧结温度、压力、气氛、时长等关键参数，完成芯片到衬板的烧结技术开发；
- 针对芯片级别烧结，提出工艺检测方法，通过 TC/TS 可靠性测试。

6.3 电动汽车用先进电机控制方法

【研究背景/问题】

先进的控制策略有利于提高电控软件的产品竞争力,通过减少传感器个数来降低电驱成本。高效控制有利于降低能耗,提高续航里程。高精度、超快速响应的扭矩控制有利于提高电驱动态响应,抑制转矩脉动,改善 NVH 特性。温度估算和无位置传感器控制有利于降低电驱系统成本,提高可靠性。实现驱动系统的故障容错控制可以提高系统的可靠性。

项目需要解决的问题:

(1) 温度传感器虚拟化

温度传感器虚拟化技术,指的是在不使用任何温度传感器的情况下,实时估算包括电机定、转子各部分温度,和功率模块器件结温的一种估算策略。

(2) 位置传感器虚拟化

针对零速和低速运行区域,传统的无位置传感器控制策略通常是基于永磁同步电机的凸极性来实现的。然而在某些工况,这种极性会消失(甚至反向),导致无位置传感器策略控制环路发散。这一问题严重影响了电机零、低速区域的转矩输出能力,限制了低速无位置传感器策略的应用。并且,高频注入会带来噪声和额外的损耗,影响电机 NVH 和运行效率。另外,在磁场深度饱和时,磁链的交叉耦合,空间谐波等影响会变得更加严重;电机参数的不准确性,逆变器非线性压降等都增大转子位置预估误差。这些都会影响无位置传感器方法的鲁棒性、稳定性和动态响应。因此,本项目拟: a). 解决低速无位置传感器控制下电机无法满载输出问题,实现全速域无位置传感器控制,并且扭矩输出能力达到 100%峰值扭矩。 b). 解决由于磁场饱和、空间谐波、电机参数不准确、逆变器非线性压降等因素引起的转子位置估算精度差的问题,降低谐波扭矩,提高策略的鲁棒性、稳定性和动态响应。 c). 改善高频注入引起的 NVH 问题;

(3) 电流、电压传感器虚拟化

高精度的电流、电压传感器体积大，且价格昂贵。相电流和母线电压的重构技术有利于减少传感器数量，降低系统成本并提高可靠性。现有的相电流重构技术可能会增大电流谐波，从而增大电机转矩脉动，且重构出的相电流可能存在幅值和相位误差，影响控制性能。母线电压传感器故障会直接系统崩溃，然而目前关于母线电压传感器虚拟化的研究较少。本项目拟在满足功能安全要求的情况下，进一步减少电驱系统中电流传感器和电压传感器的数量。

(4) 故障诊断和容错控制

目前的三相和多相电机故障诊断策略通常是针对但类故障单独设计的，并未考虑其他故障产生的耦合影响，容易引发误诊并执行错误的容错控制策略，影响电驱系统性能。本项目拟：a). 研究不同类型常见故障特征之间的耦合关系，降低误诊率，设计全面、综合的诊断及容错控制策略；b). 在不改变硬件电路的前提下，研究逆变器开关管开路故障、缺相故障下的高性能容错控制策略，最大程度地提高故障下电机的转矩输出，并减小转矩脉动和损耗；c). 研究电机绕组匝间短路故障发生初期的诊断技术和应对策略。

【研究目标】

针对三相和六相永磁同步电机和异步电机，研究电机温度传感器、位置传感器、相电流和母线电压传感器虚拟化技术。针对三相和六相电机，研究常见电气故障综合诊断及容错控制技术。

【项目产出】

- (1) 三相和六相电机的定、转子温度传感器虚拟化方案各 1 套
- (2) 三相和六相电机全速域位置传感器虚拟化方案各 1 套
- (3) 三相和六相电机相电流、母线电压传感器虚拟化方案各 1 套
- (4) 三相和六相电机故障诊断和容错控制方案各 1 套。

【考核指标】

- 电机定、转子温度估算动态误差小于 ± 3 摄氏度，估算响应时间小于 100ms；
- 全速域无位置传感器控制下的扭矩输出能力达到 100%峰值扭矩，位置估算误差小于 2 个电角度，改善高频注入噪声品质；
- 高精度相电流、母线电压重构策略，重构误差小于 5%；
- 多特征匹配的综合诊断和容错控制策略；逆变器开关管开路故障、缺相故障下电机扭矩输出能力达到 30%峰值扭矩，且乘坐体验无顿挫感；针对初期阶段的匝间短路故障预测方法和应对措施，准确率不低于 99%；
- 双方共同发表高质量学术论文 2 篇并申请(授权)发明专利 4 项；
- 测试报告 4 件。

7. 人工智能与网络安全

7.1 基于 AI 的轴承振动数据增强研究

【研究背景/问题】

电驱系统作为电动车的重要组成部分，其可靠性对整车有着重要的影响。基于 AI 和大数据的系统诊断是提高电驱系统可靠性的一个有效手段。其诊断算法的有效应严重依赖于算法训练时所使用数据的数量和质量。大数量和高质量的数据采集需要大量的人力物力，使其成为诊断系统研发中的最严重的瓶颈。

【研究目标】

使用机器学习的方式，从有限的可用样本中，通过数据增强的方式，来重构大量的数据，最终用于诊断算法的开发。轴承作为系统中的易失效件，其失效理论相对成熟。因此本项目从轴承振动信号出发，来研究基于 AI 算法重构失效信号的可能性。

【项目产出】

基于 AI 的数据增强算法理论解释和代码（白盒交付）。其具有普遍性，即不仅限于轴承故障，也具有扩展性，即蔚来可以基于交付的算法进行二次开发。

【考核指标】

- 学术报告（提供：研究方向上的现状，问题的称述，潜在方案的比较，选择方法的科学解释，结果分析，改进意见）；
- 以 Matlab 或者 Python 实现的 AI 增强算法代码，并帮助蔚来在本地实现部署；
- 算法在蔚来给定的实验环境中到达蔚来定义的验收条件。

7.2 智能网联汽车网络协议 fuzzing 研究

【研究背景/问题】

智能网联汽车系统，具有多种与外界互联互通的接口，大量接口主要以网络协议的形式存在。各种远程非接触式通信接口：GPRS,3G,4G,5G 等；近场非接触式通信接口：Wifi, Bluetooth, Bluetooth Low Energie (BLE) 等。这些协议接口是智能汽车对外暴露的远程攻击面，容易遭受黑客的攻击。为了保护智能网络汽车的安全性，保护客户和司乘人员的安全，通过科研合作，引入网络协议 fuzzing 的先进技术，对智能网络汽车暴露在外的协议进行 fuzzing 漏洞挖掘，将汽车的安全问题在车辆发布之前解决掉，可以更好的保护客户人身安全。本次合作希望开发一个易于部署，可扩展，同时能够高效、稳定的发现智能网联汽车协议安全漏洞的 fuzzing 工具。网络协议 fuzzing 存在很多挑战，一直是安全工业界和安全学术界研究的重点，对网络协议 fuzzing 的技术研究可以提高我们在协议 fuzzing 上的能力；研究成果可以用来保护智能网联汽车系统，提高产品安全性，保护客户安全。

【研究目标】

蔚来智能网联汽车上存在各种各样的协议，包含 Wifi, Bluetooth, Bluetooth Low Energie (BLE) , GPRS, 5G 等。这些暴露在外的协议是黑客攻击的入口点，保护好智能网联汽车对外暴露的协议安全对提高产品安全性，保护客户，司乘人员的安全有重要的意义。现有的网络协议 fuzzing 测试工具，无论是商用的还是开源的，都不能很好的解决协议 fuzzing 上的各种问题。通过进行科研合作，可以提高网络协议 fuzzing 的能力，更好的保护智能网联汽车的协议安全。

【项目产出】

开发一套有状态协议的 fuzzing 测试工具，该工具包含如下特性：

1. 基于代码覆盖率反馈引导;

2. 协议测试套自动生成;
3. 崩溃能稳定重现,样本能容易的复原;
4. 进程崩溃后能第一时间捕获 (类似于 Address Sanitizer) ;
5. 支持智能网联汽车上常见的协议测试, 如: Wifi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE) , GPRS, 5G 等;
6. 在真实的车机系统上进行部署测试;
7. 工具应易于部署使用, 同时能够高效、稳定的发现智能网联汽车协议中存在的安全问题。

【考核指标】

- 代码覆盖率引导;
- 协议套自动生成;
- 真实环境测试;
- 性能优于现有的 fuzzing 工具。