

协作机器人在汽车质量检测中的应用

张付德，王振勋

奇瑞汽车股份有限公司 安徽芜湖 241000

摘要：在传统的汽车质量检测过程中采用的检测方式所需作业人员多、检测效率较低等，造成汽车生产的成本较高。随着人工智能技术的快速发展，协作机器人的出现为汽车质量检测提供了便捷的检测方式。通过介绍协作机器人在总装车间整车外观检测与ADAS系统中HUD检测的应用研究，分析了协作机器人在汽车行业的机遇与挑战，并对未来协作机器人在总装车间的应用进行展望，以利于汽车总装车间的智能制造程度更进一步。

关键词：汽车质量；协作机器人；智能制造

汽车的质量检测是汽车制造过程中的重要一环，现如今的汽车制造厂更加重视汽车产品的质量。在传统的检测方式中多依靠人工检测完成，存在主观性大、作业强度高、检测效率低等问题，难以满足现阶段社会对整车消费的需求。同时，随着人工智能技术的快速发展，特别是深度学习技术在实际工业生产中的应用，搭载视觉检测技术的协作机器人设备的应用逐步成为当前汽车厂家质量检测的有利助手，其应用技术也成为当前研究领域的热点之一^[1]。例如在汽车的零部件装配、运输与检测中的应用等，极大地提升了汽车制造商的生产效率。

汽车产品质量的传统检测方式

汽车质量检测作为整车出厂的关键环节，它的存在对于汽车产品的安全性能、使用性能及可靠性等具有重要意义。在传统的汽车质量检测中因存在技术发展瓶颈，检测结果准确度不高，检测效率较低。一般

认为传统的检测技术方式存在如下问题：

- 1) 人工检测的工序中对于检测人员的依赖度较高，同时作业强度高。当工作强度过大时，易造成检测人员疲乏，造成检测结果的准确性不高。
- 2) 当外观检测中的检测点较多时，传统的机器视觉系统因算法等软件技术及硬件设备的应用存在一定的限制，难以全部检测出产品组成中零部件、材料、外观等检测点的质量缺陷。
- 3) 传统检测的设备维护与使用成本较高，检测耗时也久，对于现阶段汽车生产的效率要求难以适应。

因此，提高汽车产品质量检测效率，优化检测设备与人员作业方式，并降低企业生产成本成为众多汽车制造厂工艺规划研究的关键点之一。

协作机器人的研究发展史

随着人工智能领域相关技术的不断发展与突破，协作机器人的发展历经多个阶段，在各行各业中得到

了广泛应用^[2, 3]，人机交互的能力在不断扩展，其感知、决策、控制等性能都得到了很大程度上的提升^[4]。

从早期的航空军事到现如今的医疗、物流、家庭等，协作机器人的作业方式在不断优化，同时在制造业中也被广泛应用于装配、零件搬运等，其作业领域在不断扩展。它们与工人协同作业，提升了企业生产效率和产品质量，对于企业的降本增效起到了推进作用。同时在人类的多样化的需求及技术的推进下，协作机器人的作业领域还在进一步的扩展。

协作机器人在整车厂中的应用状况

协作机器人有众多类型，按照人员协助程度可分为直接协作机器人、间接协作机器人等。对于不同的作业对象与作业程度，协作机器人的应用程度也不相同。在汽车产业的装配线中，协作机器人可以应用于零部件的运输、组装以及加入视觉系统的检测等任务，极大地减轻了工人作业负担。对一些重复性高、行动路线单一的作业任务可进行直接替代，并结合人工的高智能性进行协作作业补充，提升了生产线的作业效率，促进了企业产品生产。

1. 整车外观检测中的协作机器人

整车外观检测是汽车生产制造过程中的关键工序，用以确保整车外观质量。协作机器人因本身的轻捷、便利及可持续性等特点在整车外观检测中的应用在逐步增多，为该领域的检测方式带来了变革式发展。图1所示为某汽车制造厂所采用的整车外观检测方式。

图1中的协作机器人通过搭载视觉检测系统进行作业，实现了整车外观质量自动检查功能。通过使用协作机器人装载工业相机进行实时图像采集，并利用



图1 板链上的整车外观检测

相关智能算法进行自动检测与识别，在很大程度上提高了外观检测的准确性和作业效率。传统的外观检测在很大程度上依赖人工作业，检测结果很容易受到人主观因素的影响，存在一定的误判率并且作业效率不高。协作机器人能够快速而准确地捕捉和分析大量的图像数据，减少了人工错误和漏检的风险。

协作机器人的视觉检测通过采集和分析检测过程中产生的数据与质量标准进行对比，用以准确判断汽车是否存在外观缺陷，如装饰标志、划痕、凹陷及颜色不一致等。同时还能够识别潜在的故障，提供故障诊断和解决方案，帮助企业快速解决生产线上的质量问题。

图2所示为整车外观质量检测的一般流程，其检测流程规范，实际效果符合企业生产节拍，减少了工人的人为操作，只需检测人员在检测报警时简单记录查看，在很大程度上提升了企业的生产效率。

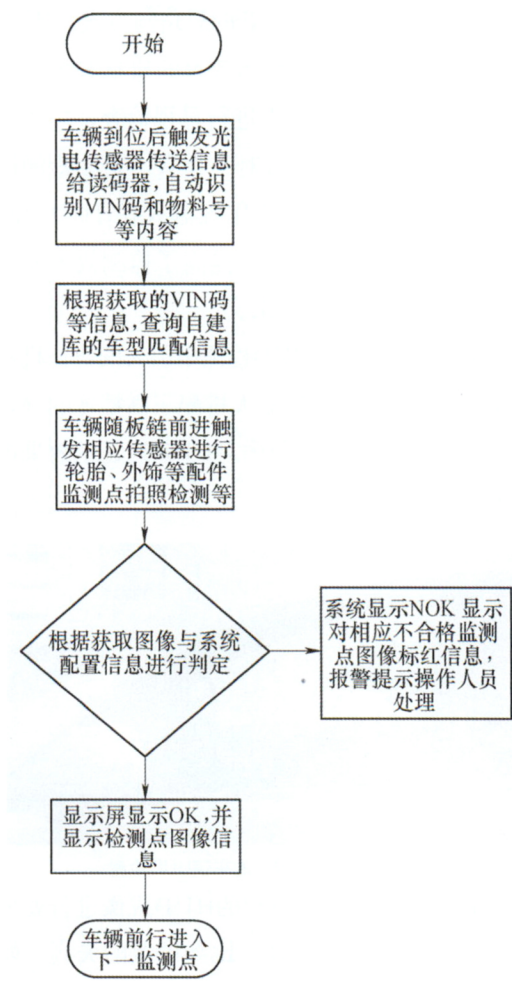


图2 整车外观检测流程

协作机器人在整车外观检测中的应用为汽车制造

行业带来无限可能。它们在自动化、准确性和效率方面具有明显的优势，能够有效地减少人工成本、提高企业生产效率，减少质量事故和产品召回的风险。

2.ADAS中的HUD检测中协作机器人

在汽车驾驶系统中的高级驾驶辅助系统（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）应用在不断增多，这其中的抬头显示（Head-Up Display, HUD）作为一项重要的驾驶辅助技术，为驾驶员提供实时的驾驶信息，HUD技术的应用带来更好的驾驶体验，深受用户喜爱，因而保证HUD技术成像的可靠性十分重要。然而在传统的检测方式中，对于HUD成像检测多依赖于人工检测，效率较低的同时检测结果也因人而异，对企业的生产效率及产品质量带来不好的影响，急需新的检测作业方式用以保证HUD技术的可靠性。

随着人工智能技术的发展，协作机器人的出现及应用为HUD技术检测提供了新的思路与方式。HUD检测的目的是为了确保车载显示效果的质量和可靠性，传统的HUD检测依靠人工来进行目视检查，需要花费大量的时间和劳动力，同时对工人有一定的检测技术要求，生产成本较高。而协作机器人在HUD检测中的应用大大减轻了人工负担，提高了检测效率和准确性，符合企业降本增效的要求。

图3所示是某车企在HUD检测中引入的协作机器人作业场景。图3中的协作机器人搭配了高精度的视觉检测系统，能够在较短的时间内对HUD的显示效果进行自动、实时的检测和评估。



图3 应用协作机器人的车辆HUD检测

协作机器人通过对检测到的HUD成像进行处理与分析，检测其中存在的问题，比如图像的失真、颜色偏差等，通过与标准参考图进行对比，快速判断是否存在问题，并产生相应的指示动作。

协作机器人在HUD检测中的应用提高了汽车产品

质量检测的效率和检测结果的准确性，增强了驾驶人的安全感和驾驶体验。通过自动化与智能化的方式减少了人工错检和漏检的可能性，从而提高了检测系统的可靠性和一致性。

协作机器人在整车制造中应用的未来趋势

协作机器人在整车制造中的应用已经取得了良好的成果，结合其自身特性与汽车制造相关要求未来还将会有更多的应用潜力和发展空间：

1) 未来，协作机器人将更加注重灵活性与适应性，使用先进的传感器技术，如高分辨率相机、激光雷达和红外传感器等，提高协作机器人的感知能力，使其能更准确地识别和检测到汽车零部件的质量问题。与此同时，研究人员还可以探索更多的智能算法，提升协作机器人的决策能力，对检测结果做出更准确的判断与响应，用以适应不同的生产需求。

2) 随着技术的进步和生产成本的降低，协作机器人将可以在整车制造过程中的各个环节，如焊接、涂装、装配等领域得到更加广泛的应用，以实现整体的自动化生产。通过与工人的协同作业，提供更高效、准确的整车制造解决方案。

3) 通过更加智能、自然的交互界面与工人进行协同工作，协作机器人将会具备更好的语音、姿态识别能力，能够与作业人员实现更加直观、高效的沟通和合作，提高整车制造中的协同作业效率和工作效果。

4) 在数据的收集和分析过程中，协作机器人将实现生产过程的优化和预测性维护。通过传感器和智能算法对生产过程中的数据进行实时监测和分析，识别潜在的问题和故障，提供预测性维护和优化建议，确保更加高效的整车制造。

未来，协作机器人在整车制造中的应用将更加倾向于灵活性、智能等。实现智能交互和协同工作，以及实现数据间的优化和预测性维护，这些都将会在未来推动整车制造工艺中的技术创新和制造优化，提高生产效率、产品质量，促进汽车行业整体的工业制造升级和进步，推向中国智能制造更快发展。

结语

协作机器人的应用提供了整车质量检测更加便捷

先进激光加工技术在焊接行业的应用

魏丽华¹, 暴宋杰¹, 张维官²

1. 中国机械工程学会/北京中机天达科技发展有限公司 北京·埃森焊接与切割展览会组委会 北京 100036

2. 机械工业信息研究院金属加工杂志社 北京 100037

摘要：2023年6月27-30日，作为全球两大专业焊接展览会之一，第26届北京·埃森焊接与切割展览会在深圳国际会展中心隆重召开，为焊接新工艺和新技术的发展与应用搭建了良好的交流平台。介绍了激光加工技术中涉及到的激光器、激光焊接工艺、手持激光焊接设备等最新的工艺和产品的特点和应用情况。通过展会的信息表明，激光加工技术将越来越快地在焊接行业中应用，促进企业的高质量焊接。

关键词：焊接；激光焊；激光器；手持激光焊；焊接工艺

光学技术的快速发展，快速推动了激光加工技术的进步与应用，特别是超快激光器、飞秒激光器、蓝光激光器等产品的面世，对于激光加工在焊接领域的高效焊接起到了巨大的作用。

由于激光加工具有光点小、能量集中、热影响区小、不接触工件及对工件无污染等特点，因此，涌现出激光切割、激光焊接^[1]、激光复合焊^[2]、激光增材^[3]等各种形式的新工艺新技术，在汽车制造、轨道

的途径，提高了企业生产率。通过介绍协作机器人在汽车外观检测与HUD检测中的应用状况，对协作机器人在整车制造中的优势与未来应用提出发展方向，有助于汽车行业及各类制造业在未来更加快速地向智能制造，实现国家对制造业智能化、自动化等的相关要求。

参考文献：

[1] ZANCHETTIN A M, ROCCO P, CHIAPPA S, et al. Towards an optimal avoidance strategy for collaborative robots[J].Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2019 (59) : 47-55.

[2] 吴其林, 赵韩, 陈晓飞, 等.多臂协作机器人技术与应用现状及发展趋势[J/OL].机械工程学报, 2023 (15) : 1-16.

[3] 闵小翠, 李鹏.基于D-H法的农业采摘机器人运动协作控制系统设计[J/OL].计算机测量与控制: 1-8.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4762.TP.20230816.1240.034.html>.

[4] 贾计东, 张明路.人机安全交互技术研究进展及发展趋势[J].机械工程学报, 2020, 56 (3) : 16-30. **AUTO1950**