

自动化相控阵超声检测技术在汽车制造行业的应用案例

汽车制造是一个自动化程度很高的领域。历经 30 余年的发展，中国已成为全球最大的汽车生产和消费国，汽车的安全与可靠性亦成为人们极其关注的焦点。

目前，针对汽车制造领域，无损检测技术主要用于车辆成品的质量检测，包括车身、底盘的焊接件、锻造件、铸造件等，这一领域的应用相对广泛又比较成熟。随着现代机器人技术、自适应技术、自动控制技术、计算机技术等高端技术与无损检测技术的不断融合，汽车领域一些新的应用点也逐渐被挖掘出来。无损检测在汽车工业上的发展趋势是建立完善的质量管理体系、加强过程主动检测技术的研发及应用，加强对新材料无损检测技术的研发应用。

多浦乐公司一直专注于相控阵超声技术的扩展应用，公司的智能自动化检测设计开发能力不断提升，自动化相控阵超声检测技术的工程应用能力不断成熟。笔者重点介绍了公司在汽车领域

的典型自动化检测解决方案。

1 新能源汽车动力电池涂胶粘结质量检测系统

随着新能源汽车行业的快速发展，新能源汽车起火的安全事故时有发生，其安全性越来越受到公众的关注。作为新能源汽车最核心的组成部分，动力电池的安全和质量至关重要，据统计，新能源汽车约 80% 的故障来源于动力电池。

目前动力电池一般采用有机硅进行密封，有机硅密封胶具有优异的性能，可满足动力电池的防震、防水、阻燃、导热的需求，有效提高动力电池的安全性。受工艺控制及老化等因素影响，有些电池涂胶会出现部分脱粘问题，在汽车长期运行下会引发局部过热甚至起火的安全事故，因此对涂胶粘结质量进行检测至关重要。

针对此问题，多浦乐开发了一套动力电池涂胶粘接质量相控阵超声检测系统（见图 1），系

统采用 **ROBUST** 相控阵板卡、全自动化多轴扫描系统并配以高频、大阵元的特殊设计传感器，能够实现快速大面积二维精细化扫描，成像清晰、效果较好，可实现涂胶质量的高速可视化检测。智能化分析系统在扫描结束后会自动生成粘接率统计，省时省力，轻松完成数据分析。电池胶装结构及检测原理如图 2 所示。



图 1 动力电池涂胶粘接质量相控阵超声检测系统

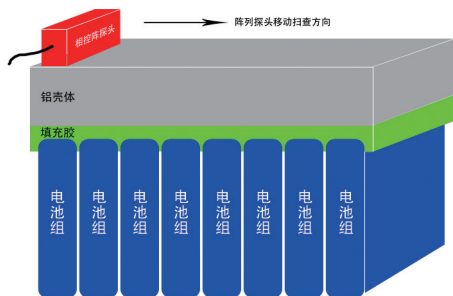


图 2 电池胶装结构及检测原理示意

电池涂胶检测界面示例如图 3 所示，**C** 扫描图中，黑色部分代表粘结质量良好的区域，黑色区域内白色方形和圆形部分为脱粘区。整个系统检测图像清晰可辨，同时能形成涂胶合格率分析，从检测到出具报告全部自动完成，大大提高了自动化检测效率。

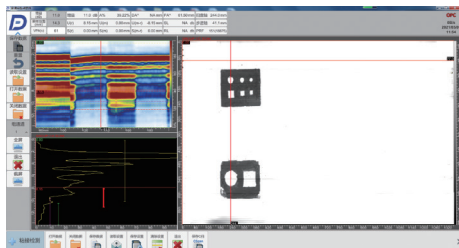


图 3 电池涂胶检测界面示例

2 车用变速箱齿轮焊缝检测系统

汽车变速箱齿轮是汽车传动过程中的关键部件，直接关系到汽车行驶安全。目前齿轮焊接中主要采用电子束焊以及激光焊接技术，受焊接工艺、焊工操作或焊机设备等因素影响，焊接中不可避免地会产生各种缺陷，如气孔、裂纹、夹渣或未焊透等。为了保证行车安全，我国相关规定要求变速箱齿轮在出厂前须经过严格的焊缝质量检测。

该齿轮焊缝相控阵超声检测系统（见图 4）由相控阵超声检测板卡、探头、工控机、检测工作台、触控操作屏、控制柜等部分组成。系统设计充分考虑了汽车零部件企业生产节奏快、日产量高以及检测人员专业化程度低等特点，选用高等级零部件以保证设备长期连续稳定的无故障运行，采用全傻瓜式操作设计，操作员只需将齿轮工件放入指定检测工位，拨动开关，仪器便开始进入全自动检测程序，**30s** 内即可自动完成一个齿轮焊缝的相控阵超声全记录成像检测、焊缝缺陷自动分析识别、不良品工件自动剔除分选等全流程操作（见图 5，6），大大简化了车用零部件企业的人力物力，严格把控了齿轮产品质量。

检测完成后，合格品将滑入合格品槽中，不合格品滑入不合格品槽中。根据后续产品质量改进及焊接工艺分析需要，可对不合格品实施手动复检，精准标出缺陷位置后进行破坏性验证，并改进与优化后续焊接技术工艺，以保障产品质量。

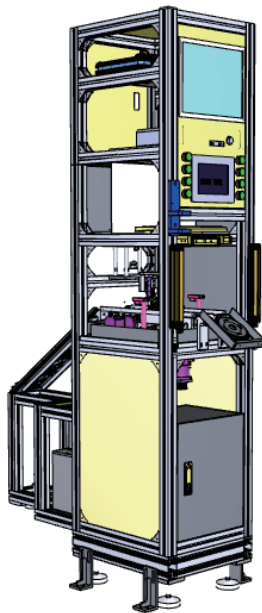


图 4 齿轮焊缝检测系统 3D 结构示意图

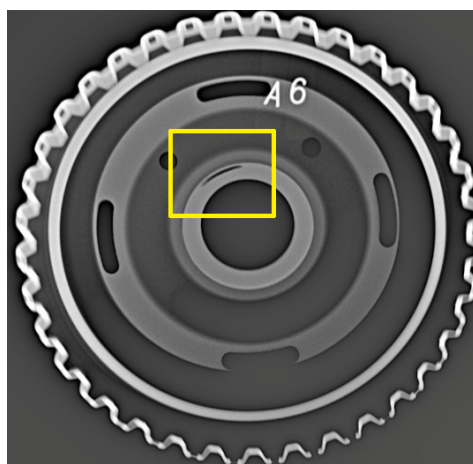
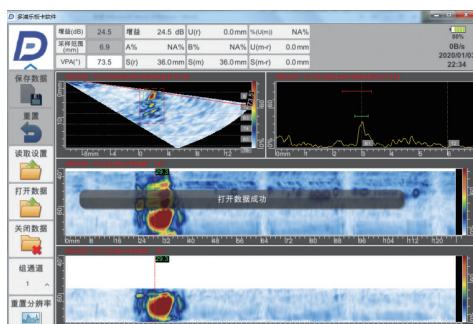
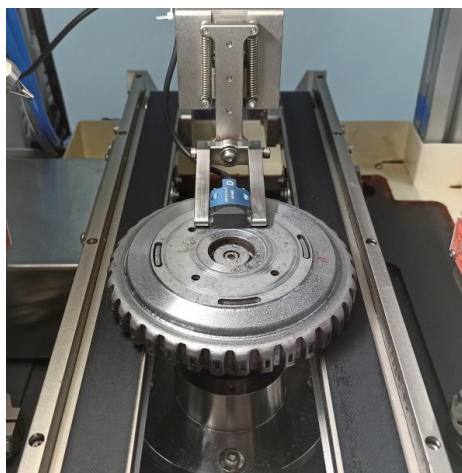


图 6 不良品工件检测数据图谱

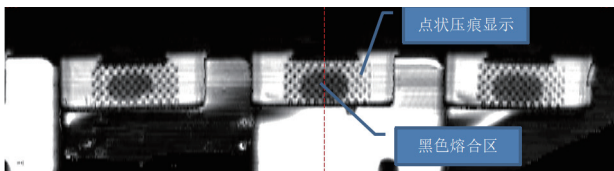
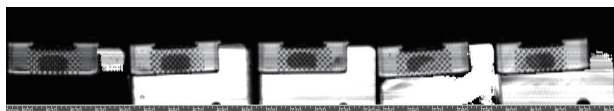
3 车用零部件快速检测系统

车用零部件种类繁多、形状各异，难以用统一的检测方式进行检测。公司设计制造了一套水浸多轴机械手检测系统（见图7），系统往复运行精度高，适用于平板、棒材、管材等工件，可检测涵盖气孔、夹渣、裂纹、粘接不良、分层等类型的缺陷。配以公司自主研发的**ROBUST**相控阵板卡，可实现数据的快速实时上传，满足汽车

零部件批量快速检测需求，同时系统配备智能自动识别功能，能够自动识别出缺陷并计算合格率。



电池部件中一些关键压紧装置的零部件采用了点状压接的形式，压接不牢会引起电池松动或者局部过热等问题，因此需要对此类零部件的压接质量进行全面检测。运用上述水浸多轴检测系统，采用高频检测手段，能够在系统 **C** 扫描图中清晰地看到压接情况，如图 8 所示。图 9 所示为电池零部件检测图像分析示例。



除上述的几个汽车自动化检测案例外，公司在压铸电控箱、安全气囊以及车桥检测等领域也开展了自动化研究，成果较为显著。当今汽车制造领域的超声无损检测已迈上了一个新的台阶，借助汽车行业高度自动化生产的优势，可将无损检测技术嵌入到生产环节，通过简单的改装或过程管理，在生产工序中加入质量检测环节，达到加强过程质量监管和控制的目的。未来，随着智能无损检测技术的不断进步，先进的检测技术与汽车智能技术相互融合，建立健全整车智能质量管理体系、加强过程主动检测技术的研发及应用将是汽车检测的发展趋势。

广州多浦乐电子科技股份有限公司

尹璐，陈秀明 供稿

2021 年 4 月