

激光测量控制系统在内衬层生产中的应用

周义成, 虎玉荣

(上海丰邦电子科技有限公司, 上海 201600)

摘要: 内衬层作为轮胎结构组成的关键材料之一, 其厚度的精确检测对于轮胎安全性和舒适度至关重要。本文旨在探讨轮胎半成品内衬层厚度检测装置的工作原理, 并阐述了半成品材料内衬层在生产过程中采用激光扫描系统进行测量的厚度的检测效果, 以及提出了半成品内衬层在生产中的一些质量控制方案和厚度检测的特点。

关键词: 激光扫描; 厚度检测; 计算机视觉; 采集数据

引用论文: 周义成, 虎玉荣. 激光测量控制系统在内衬层生产中的应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(6):62-66.

中图分类号: TQ330.493

文章编号: 1009-797X(2026)06-0062-05

文献标识码: B

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.06.014

0 引言

随着汽车工业的快速发展, 轮胎作为汽车的重要部件, 其性能和质量直接关系到车辆的安全性和舒适性。而轮胎半成品内衬层又作为轮胎结构的关键部分, 其形貌特征不仅关系到轮胎的气密性、耐磨性和耐久性, 还直接影响着轮胎的震动和噪音。因此, 对轮胎内衬层表面形貌进行精确测量和研究具有重要的现实意义和应用价值。

1 半成品内衬层厚度检测的方法与工作原理

1.1 目前半成品内衬层厚度检测

目前轮胎半成品内衬层厚度检测主要依赖于机械测量、超声波检测等方法。其中, 激光扫描技术以其高精度、非接触式测量的特点在轮胎行业中得到了广泛的应用。激光扫描系统通过发射激光束并接收反射信号, 能够实时测量轮胎内衬层的厚度, 并实现对厚度变化的精确控制。

1.2 在生产线上对轮胎内衬层检测

在生产线上, 激光扫描系统通常与自动化设备相结合, 实现对轮胎内衬层厚度的自动检测。通过设定合适的检测参数和阈值, 系统能够自动判断厚度是否符合要求, 并在超过范围时发出警报或进行自动调整。

1.3 系统组成

三菱 PLC 控制系统: 控制系统逻辑控制;

激光测厚仪: 扫描采集数据;

伺服运动控制装置: 控制激光测厚仪往复移动;

工业交换机: 提供工作局域网络;

上位机: 装载软件的处理机构。

编码器: 用联轴器与螺杆相连, 螺杆转动带动编码器转动, 用于给激光测厚仪数据采集信号。

1.4 系统拓扑图

系统拓扑图如图 1 所示。

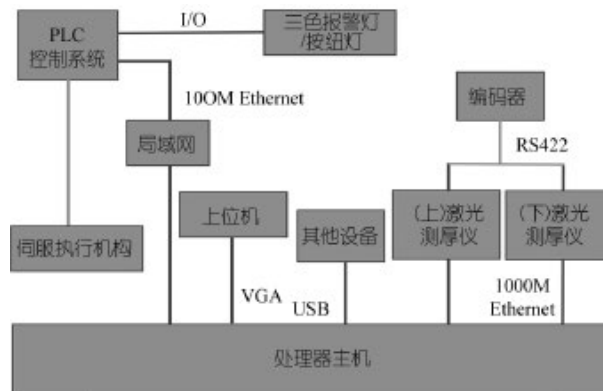


图 1 系统拓扑图

1.5 工作原理

激光扫描系统的工作原理主要基于激光束的特性进行扫描。首先, 激光器发射一束高能量的激光束。这束激光通过一个扫描系统, 如镜子或透镜, 被精确聚焦成一个很小的光斑。然后, 这个光斑以高速运动,

作者简介: 周义成 (1988—), 男, 本科, 工程师, 主要从事设备自动化控制系统的设计、调试工作。

按照预定的路线在扫描平面上进行扫描。在扫描过程中，激光束的光斑会在扫描平面上移动，从而形成一条线或一系列的点，将整个扫描区域覆盖。这个移动路径是由扫描系统控制的，当激光束照射到目标物体上时，它会被物体反射或散射。反射或散射的光信号随后被光电探测器接收，并转化为电信号。经过信号处理系统处理后，这些电信号被转化为目标物体的扫描图像或数据。这个过程中，激光扫描系统能够获取物体表面的三维点云数据，因此可以用于获取高精度

高分辨率的数字地形模型或其他目标的三维形状。

2 半成品内衬层厚度检测在轮胎生产中的应用效果

2.1 提高了产品质量的稳定性

(1) 当前生产规格 FY5555，5 个位置的标准值与实际测量值对比如图 2 所示。

(2) 当前生产规格 FY24456，5 个位置的标准值与实际测量值对比如图 3 所示。

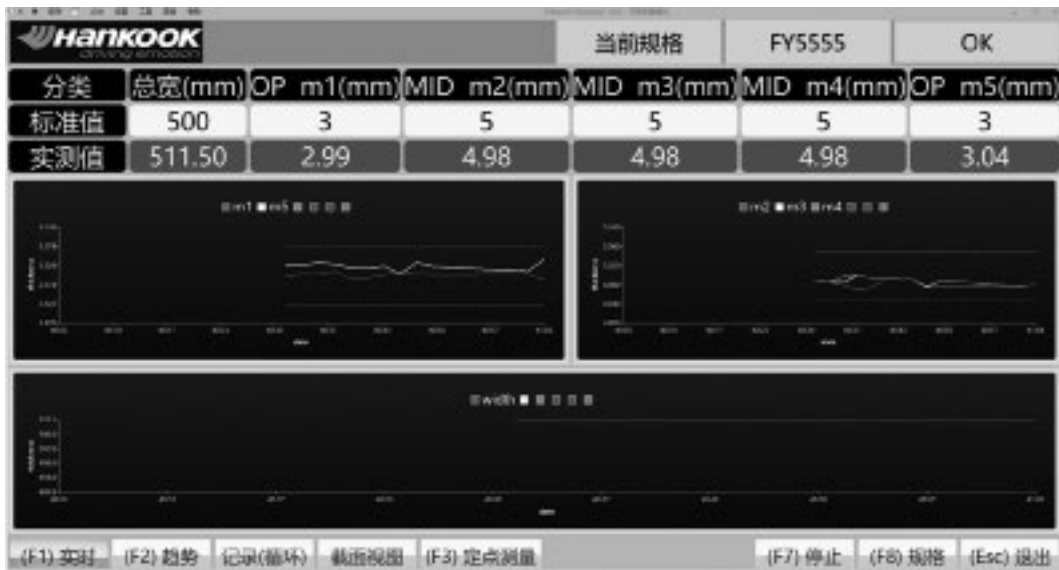


图 2 规格 FY5555 对比图

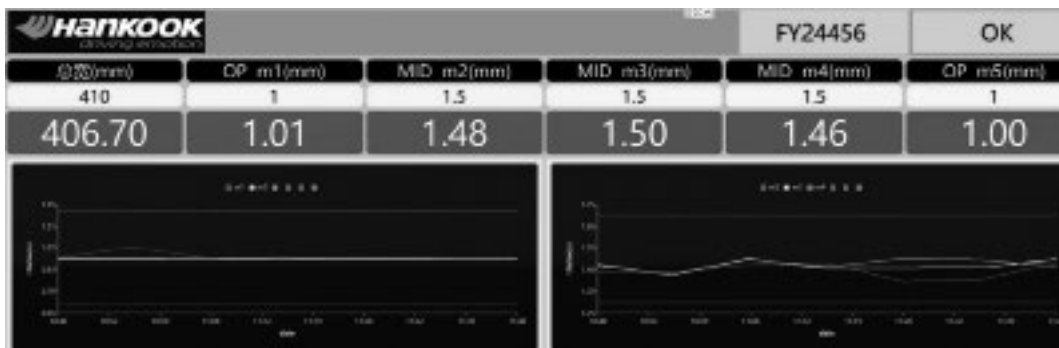


图 3 规格 FY24456 对比图

2.2 生产过程起到了优化作用

通过实时获取轮胎内衬层厚度数据，生产人员及时发现生产过程中的异常情况，如材料不均匀、设备故障、压延辊不圆度、生产线速度不匹配等问题，从而及时调整生产参数，确保生产过程的顺利进行。

2.3 可以用于生产过程的统计和分析

通过对大量数据的收集和處理，可以分析出生产

过程中的规律和问题，进而进行优化和改进，帮助我们发现问题的关键点，有助于我们识别和优化工作流程，提高工作效率。如数据收集图 4 所示，证明这段材料是异常的，操作人员能及时发现问题，及时补救，为企业降低成本。

3 半成品内衬层厚度质量控制的方案

设备	测点	测点名称	测点类型	测点位置	测点单位	测点精度	测点量程	测点分辨率	测点校准日期	测点校准人	测点校准证书号	测点校准有效期
1001	1001-01	1001-01-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-01-01	2024
1001	1001-02	1001-02-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-02-01	2024
1001	1001-03	1001-03-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-03-01	2024
1001	1001-04	1001-04-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-04-01	2024
1001	1001-05	1001-05-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-05-01	2024
1001	1001-06	1001-06-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-06-01	2024
1001	1001-07	1001-07-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-07-01	2024
1001	1001-08	1001-08-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-08-01	2024
1001	1001-09	1001-09-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-09-01	2024
1001	1001-10	1001-10-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-10-01	2024
1001	1001-11	1001-11-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-11-01	2024
1001	1001-12	1001-12-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-12-01	2024
1001	1001-13	1001-13-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-13-01	2024
1001	1001-14	1001-14-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-14-01	2024
1001	1001-15	1001-15-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-15-01	2024
1001	1001-16	1001-16-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-16-01	2024
1001	1001-17	1001-17-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-17-01	2024
1001	1001-18	1001-18-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-18-01	2024
1001	1001-19	1001-19-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-19-01	2024
1001	1001-20	1001-20-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-20-01	2024
1001	1001-21	1001-21-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-21-01	2024
1001	1001-22	1001-22-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-22-01	2024
1001	1001-23	1001-23-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-23-01	2024
1001	1001-24	1001-24-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-24-01	2024
1001	1001-25	1001-25-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-25-01	2024
1001	1001-26	1001-26-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-26-01	2024
1001	1001-27	1001-27-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-27-01	2024
1001	1001-28	1001-28-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-28-01	2024
1001	1001-29	1001-29-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-29-01	2024
1001	1001-30	1001-30-01	PP	0	0	0	0.01	0.01	2023	张三	1001-30-01	2024

图 4 数据收集

轮胎半成品内衬层厚度的精确检测在安全监测中发挥着重要作用。对于已经生产出来的成品轮胎，定期进行检查也可以及时发现潜在的安全隐患，如内衬层磨损、胎面中心线偏移、胎侧有气泡等问题，从而采取相应的维修或更换措施，保障后续的行车安全。

通过优化内衬层的厚度分布和结构，可以减少轮胎在行驶过程中的磨损和损坏，延长轮胎的使用寿命，降低用户的维修和更换成本。此外，在特殊应用场景下，如高速行驶、重载运输等，对厚度的安全监测要求更为严格。在这些情况下，采用先进的检测技术，可以确保轮胎在极端的条件下仍能保持良好的性能和安全性。

为了确保轮胎内衬层厚度的准确性和一致性，提出以下质量控制方案：

3.1 制定严格的厚度标准

根据轮胎的使用场景和性能要求，制定合理的内衬层厚度标准，作为生产和检测的依据。

3.2 采用先进的检测技术

利用激光扫描、超声波测量等先进技术，对轮胎内衬层厚度进行精确测量，确保数据的准确性和可靠性。

3.3 建立完善的检测流程

制定详细的检测流程，包括检测前的准备工作、检测过程中的操作规范以及检测后的数据处理和分析，确保每一步都符合质量控制要求。

3.4 加强员工培训与管理

对检测人员进行专业培训，增强其操作技能和质量管理意识；同时，建立完善的管理制度，对检测过程进

行监督和考核，确保质量控制的有效实施。

4 半成品内衬层厚度检测系统的特点

4.1 数据趋势图

趋势界面主要是观看物料测量点在时间段的数据趋势，作为一种数据可视化工具，在多个方面展现出显著的优势，如图 5。

(1) 直观性

曲线图通过连续的线条展示数据随时间或其他变量的变化趋势，使得数据的动态变化一目了然。这种直观性有助于用户快速理解数据的整体走向和局部变化。

(2) 连续性

曲线图能够展示数据点之间的连续性，从而更准确地反映数据的变化趋势。相较于散点图等其他图形，曲线图能够填补数据点之间的空白，使得数据变化趋势更加平滑。

(3) 强调趋势

曲线图特别适合用于展示数据的长期趋势或周期性变化。通过曲线的上升、下降或波动，用户可以清晰地识别出数据的趋势特点，这对于预测未来趋势或分析周期性现象非常有帮助。

(4) 易于比较

在一张曲线图中，可以绘制多条曲线来展示不同数据集或变量之间的比较关系。这使得用户可以轻松地对比不同数据集的变化趋势，找出它们之间的差异和联系。

(5) 空间效率

相较于表格或文字描述，曲线图能够在有限的空间内展示大量的数据。这使得曲线图在报告、演示或分析中成为节省空间、提高信息密度的有效工具。

(6) 易于解读

对于熟悉曲线图的用户来说，解读曲线图通常比解读复杂的表格或文字描述更加容易。这是因为曲线图通过视觉元素（如颜色、线条粗细等）来区分不同的数据集或变量，使得信息呈现更加清晰明了。

4.2 效率高，节省时间与成本

传统的厚度测量方法往往需要人工进行逐一检测，耗时且效率低下。而检测设备能够实现自动化、批量化的检测，大大提高了检测效率。同时，设备操作简单，故障时会报警，减少了对操作人员的技能要求，进一步降低了企业的运营成本。

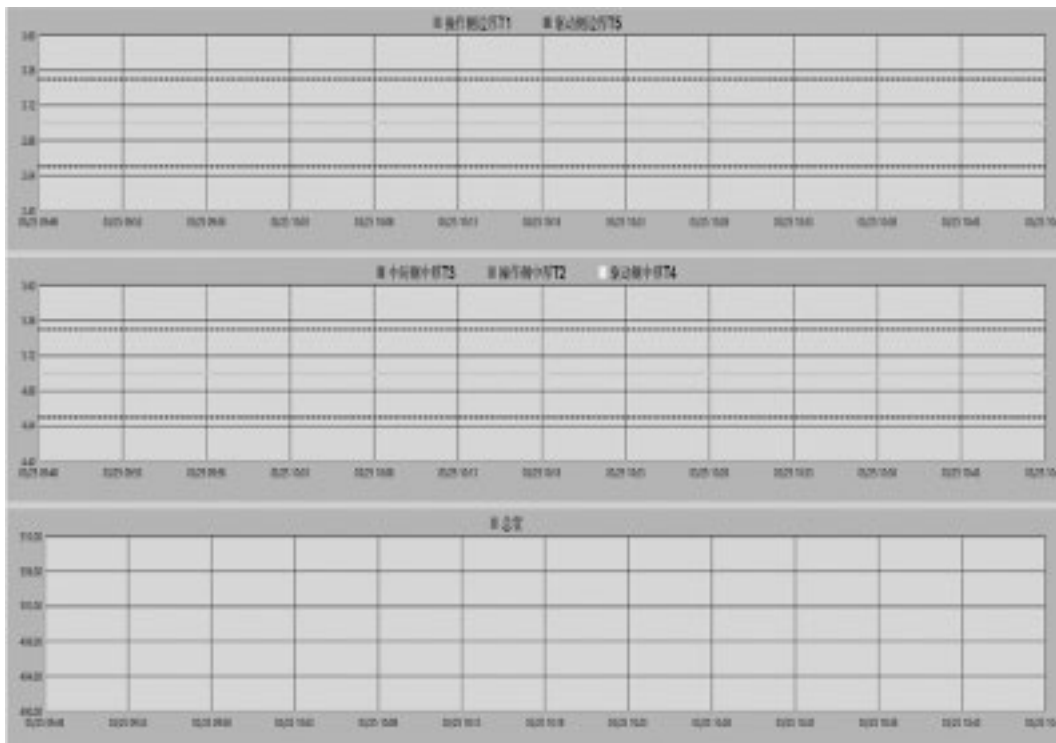


图5 数据趋势图

4.3 适用范围广，适应性强

(1) 该厚度检测系统可以应用于多个行业，包括但不限于制造业、汽车业、航天航空、建筑业以及电子业等。在这些行业中，无论是金属板材、塑料薄膜、橡胶制品还是涂层材料，厚度检测系统都能够提供精确的测量数据。

(2) 该厚度检测系统可以根据不同的需求，调整测量范围，从微米级到厘米级都能够准确测量。这种灵活性使得系统能够适应不同厚度要求的材料和产品。

(3) 无论是生产线上的在线检测，还是实验室的离线测量，该厚度检测系统能适应不同的测量环境。它可以在高温、低温、高湿等恶劣环境下稳定运行，确保测量结果的准确性和可靠性。

(4) 该厚度检测系统具有自动校准和自适应功能，系统能够根据配方参数的变化自动调整测量参数以适应材料的变化，系统可以自动调整测量范围和精度，确保测量结果的准确性。

4.4 数据分析功能强大，有助于工艺改进

轮胎内衬层厚度检测设备通常配备强大的数据分析功能，能够对测量结果进行处理和分析。通过对数据的统计、分析和比较，制造商可以深入了解内衬层厚度的分布情况、变化趋势以及潜在的问题，从而有针对性地进行工艺改进和优化，有助于提升轮胎的整

体质量，提高效率，降低成本。

4.5 安全性高，保障人员安全

(1) 预防潜在风险：厚度检测系统能够精确测量各种材料的厚度，从而帮助企业 and 操作人员及时发现可能存在的安全隐患。例如，在制造业中，通过检测金属板材的厚度，可以确保其在承受压力或外力时不会发生断裂或变形，从而避免事故的发生。同样，在建筑领域，准确测量混凝土、墙体等结构的厚度，有助于评估其承载能力和稳定性，预防因结构问题导致的安全事故。

(2) 降低操作风险：厚度检测系统通常配备先进的自动化和智能化功能，减少了操作人员与潜在危险源的接触。通过远程监控和自动控制，操作人员可以在安全距离内完成测量任务，避免了因直接接触可能带来的伤害风险。此外，一些高级系统还具备预警功能，当检测到异常情况时，能够及时向操作人员发出警报，以便及时采取措施，防止事故的发生。

(3) 提高工作环境安全性：厚度检测系统还可以应用于检测工作环境中的有害物质或污染物的厚度，如检测涂层厚度以评估其防腐性能，或检测废气排放管道中沉积物的厚度以预防堵塞和泄漏。这些应用有助于创造一个更安全、更健康的工作环境，保护操作人员的身体健康。

5 结论与展望

综上所述，轮胎内衬层厚度测量系统具有较高的测量精度和可靠性，并通过实际数据验证了其在实际应用中的有效性。厚度测量技术为轮胎内衬层的精确测量和质量检测提供了有力工具，有助于优化轮胎生

产工艺，提高轮胎质量和性能。未来，我们可以进一步研究测量技术在轮胎其他部件测量中的应用，拓展其在轮胎制造领域的应用范围。同时，随着激光扫描技术和计算机视觉技术的不断发展，相信激光扫描测量技术将在轮胎制造领域发挥更加重要的作用。

Application of laser measurement and control system in the production of inner lining

Zhou Yicheng, Hu Yurong

(Shanghai Fengbang Electronic Technology Co. LTD., Shanghai 201600, China)

Abstract: The inner liner is one of the key materials constituting the tire structure, and its precise thickness measurement is crucial for tire safety and comfort. This article aims to explore the working principle of the device for measuring the thickness of tire semi-finished products' inner liners, elaborate on the effectiveness of using a laser scanning system for thickness measurement during the production process of semi-finished inner liners, and propose a quality control scheme and characteristics of thickness measurement in the production of semi-finished inner liners.

Key words: laser scanning; thickness detection; computer vision; collect data

(R-03)

三角巨型工程轮胎刷新矿山运行纪录

Triangle Tyre's giant engineering tire sets a new record for mine operations

近日，内蒙古某特大型矿区，一场关于高端巨型工程轮胎的性能“大考”交出了优异答卷，三角 40.00R57 TB599A PRO 巨胎，在严苛工况下连续运行超过 10 000 h，行驶里程突破 12 万 km，一举刷新了同型号轮胎在硬质矿区的运行纪录，标志着国产巨胎在高端矿山运输领域的竞争力迈上新台阶。

据悉，创下纪录的该款巨胎于 2023 年 12 月装配于矿区主力的小松 830E 矿用卡车。在长达两年多的时间里，它经受住了矿山复杂路况的持续严苛考验。矿区道路崎岖，多碎石与陡坡，对轮胎的耐磨性、抗冲击性和承载能力都是极限挑战。2026 年 3 月，这款轮胎在下车时，累计行驶时间达到 10 298 h，总里程高达 123 000 km，用实实在在的数据证明了其杰出的性能和可靠性。

这一纪录的诞生并非偶然。一直以来，三角轮胎聚焦工程巨胎领域技术攻坚，打破国外技术垄断，先后攻克巨型工程子午胎研发、制造、应用等多项核心技术难题，形成覆盖多规格、全场景的工程巨胎产品体系，广泛应用于各类矿山、基建工程等重载作业场景。

在矿区，为实现产品在极端环境下的稳定表现，三角轮胎与合作伙伴组建了专业驻矿服务团队。团队提供 7×24 h 全天候技术支持，通过定期巡检、建立“一胎一档”、实时追踪运行状态等方式，实现了从被动维修到主动预防性管理的转变，为轮胎的长寿命运行提供了坚实保障。

此次三角巨胎行驶里程再创新高，印证了产品性能，也彰显了国产工程巨胎在高端矿山装备配套中的实力。未来，三角将继续深耕矿山等特种作业场景，以客户需求为核心，深化技术创新与服务升级，为全球矿山及基建行业提供更高效、耐用的工程轮胎解决方案，以国产智造助力行业高质量发展。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)