

# 字符验证系统在轮胎行业中的应用

周义成

(上海丰邦电子科技有限公司, 上海 201600)

**摘要:** 随着轮胎制造企业纷纷由智能化工厂打破了传统轮胎企业的生产方式, 均采用先进的信息通讯、数字控制和智能装备等技术, 逐步实现人、物料、设备、位置信息的匹配。字符验证系统是轮胎生产制造过程中的一种检测装备, 主要提升轮胎表面信息处理效率和准确性, 对其具有重要意义。本文通过对轮胎中字符的定义、分类、编码以及应用等多个方面, 提出字符验证系统的装置的概念、组成和工作原理, 同时描述了在轮胎生产过程中的实际应用优势和效果进行了分析。通过该系统有效提升了管理及生产的效率, 大大减少了人为错误。同时该系统在使用的过程中也存在着诸多的问题, 需要进一步的优化完善, 使其更加智能化。

**关键词:** 字符验证; 3D 相机; 机器人运动; 机器视觉

**引用论文:** 周义成. 字符验证系统在轮胎行业中的应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(5):19-22.

**中图分类号:** TQ330.493

**文章编号:** 1009-797X(2026)05-0019-04

**文献标识码:** B

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2026.05.005

## 1 轮胎行业的发展现状及字符验证系统的研究意义

### 1.1 背景介绍

目前轮胎产能稳步增长, 已进入供过于求的阶段, 但整个轮胎市场需求也在稳步增长, 这得益于全球汽车保有量的不断增加。新能源车胎的市场需求尤为突出, 需要具备更高的性能, 如更低的滚动阻力、更好的耐久性和更高的安全性等。轮胎行业正经历着技术创新和产业升级的过程。新材料、新工艺的应用, 以及智能、绿色制造等先进制造技术的推广, 都在提高轮胎的性能和质量, 降低生产成本, 推动行业的可持续发展。

### 1.2 研究的意义

字符验证系统在轮胎行业中的应用主要体现在轮胎字符识别上。轮胎字符包含轮胎规格、轮胎类型代号、厂商信息、生产编号、负荷指数等重要信息。在汽车出厂前, 对装配好的轮胎字符进行识别, 能防止错装或四轮不一致, 确保汽车的安全性和合规性。传统的轮胎字符识别方法主要依赖人工目检, 但这种方法耗时长、效率低, 且人工无法长时间保持高准确性的工作, 难以保证质量控制的高可靠性。因此, 字符验证系统的引入显得尤为重要。

## 2 字符论证系统的概述

### 2.1 字符验证系统使用环境介绍

在硫化轮胎时, 使用的活络模以及活络块存在人为使用错误或者磨损等情况。如果不进行首个轮胎的字符检测, 会导致整个批次轮胎都存在同样错误。因此, 首胎字符检测系统就是针对这一问题, 替代人工检测, 降低人为漏检测。

### 2.2 系统组成

- 三菱 PLC 控制系统: 控制系统逻辑控制;
- 3D 检测装置: 扫描采集 3D 数据, 包括 3D 相机和激光器;
- 机器人运动装置: 控制 3D 检测装置移动旋转;
- 伺服电机运动装置: 控制转盘旋转;
- 步进电机运动装置: 控制固定辊开合;
- 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;
- 主显示器: 用于显示上位机程序, 带有多点触摸功能;
- 微型显示器: 用于显示控制程序状态和进行点位运动, 带触摸功能;
- 编码器: 安装在转盘传动齿轮上, 用于给 3D 相机数据采集信号。

### 2.3 系统拓扑图

**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。

系统拓扑图，如图 1 所示。

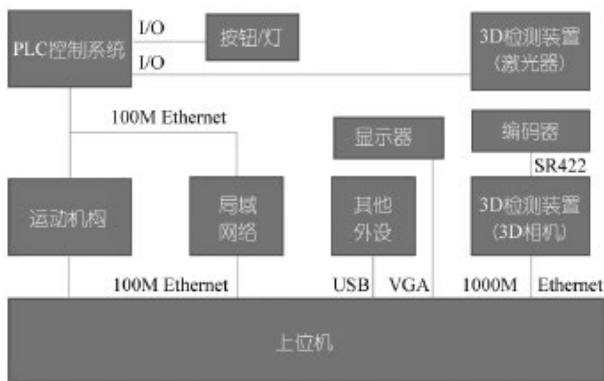


图 1 系统拓扑图

## 2.4 工作原理

### 2.4.1 设备整体图

设备整体图，如图 2 所示。

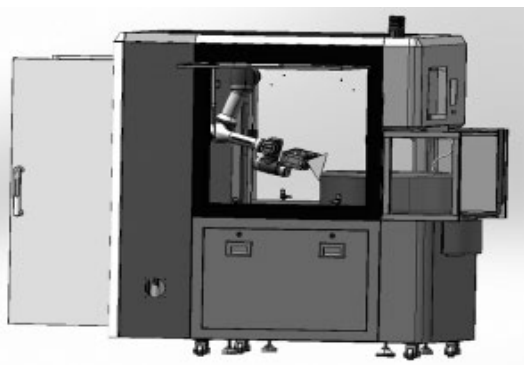


图 2 设备整体图

### 2.4.2 操作区

人员操作系统的区域，包括硬件按钮和软件交互，左侧为主操作屏，负责显示检测软件，右侧为辅监控屏，辅助进行状态显示和点位控制；运动扫描区：用于放置待检测轮胎，工作时机器人带动 3D 相机传感器移动到指定位置，然后转盘进行旋转，传感器接收到编码器信号进行动作扫描，操作工作台如图 3。



图 3 操作工作台

## 3 字符验证系统在轮胎中的配方数据的建立

第一代字符检测系统每次检测时，存在两种情况。如果系统数据库中没有该规格的模板，需要先建立该规格模板，建立过程需使用 100% 没有缺陷的轮胎进行 3D 扫描建立检测参数。如果已经存在该规格模板，直接选择该模板即可直接测试。

### 3.1 界面的控制了解

通过手动界面控制设备的各项动作：左侧控件为机器人的控制按钮，可以进行定点移动、不同方向的运动，运动速度更改，机器人状态复位。右侧是其他辅助动作控制，包含激光器控制、相机触发控制，固定辊控制，转盘定速定量转动，运行界面如图 4。



图 4 运行界面

### 3.2 字符验证的第一条轮胎信息存储的流程

#### 3.2.1 建立 / 修改配方

在配方页面左下角，点击添加配方按钮，默认会添加以当期日期为名称的配方，注意一个产品配方包含正反两面，添加时默认进入正面配方构建，可以手动选择反面。

#### 3.2.2 对位

在第一步对位中，点击自动对位，机构会自动根据产品尺寸进行对位。自动对位是为了保证，不管产品的大小 / 位置发生变动，3D 相机依然能保证对焦清晰且在扫描的区域范围内。自动对位后，每个矩形框表示传感器将对准该区域扫描一遍，有多个矩形时软件会将扫描图像进行拼接。自动对位结束后，点击“第二步：扫描”，进入扫描阶段。

#### 3.2.3 扫描

在第二步扫描中，点击开始扫描。机器人将控制传感器移动到设定位置，打开激光，转盘进行旋转开始扫描图像。扫描结束后，会有进度条显示处理过程，稍等片刻完成扫描，软件界面显示采集的 3D 数据，

采集图如图 5 所示。

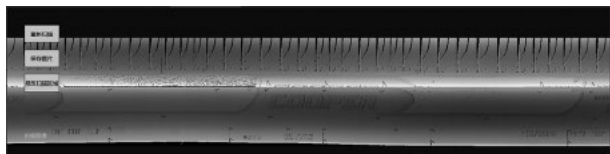


图 5 采集图

当扫描图像满足信息完整，相对清晰的要求后，可以进入“第三步：识别”。

### 3.2.4 识别

在第三步识别中，目标是要把胎侧上的文字和图案提取出来并且构建成模板。

### 3.2.5 记录界面

记录界面包含保存的“生成报告”列表，记录的内容包括：日期、型号（模板名称）、正面检测结果、正面检测报告、反面检测结果、反面检测报告，以及备注信息。点击文件图标可以打开该文件进行查看。双击记录的备注列，可以修改该条记录的备注信息。

### 3.2.6 配方界面

显示当前系统储存的配方，单击则显示对应的处理图像，需要检测时，则双击配方，系统将加载配方，并自动切换到检测主页；也可通过扫码枪扫描条获得规格号。

## 4 字符验证系统在轮胎行业中的应用优势和效果分析

字符验证系统基于机器视觉技术，通过 3D 相机对轮胎表面的字符信息进行采集，然后利用字符识别算法对采集到的图像进行处理和分析，从而实现对轮胎字符的自动识别和验证。这种方法不仅能大幅提高轮胎字符识别的效率和准确率，还能节省大量的人力和物力。具体来说，字符验证系统可以在轮胎生产过程中实时对字符进行识别和验证，确保每个轮胎的字符信息都符合标准和要求。同时，该系统还可以与生产线上的其他设备进行联动，实现自动化生产和质量控制。

### 4.1 生产效率提升

首先，字符验证系统利用先进的机器视觉技术和 OCR 字符检测技术，能够实现对轮胎字符的精准、快速识别。相比传统的人工目检，该系统大大缩短了检测时间，并减少了人为因素导致的误差。通过自动化识别，轮胎生产线上的工人可以更加专注于其他关键任务，从而提高整体生产效率。其次，字符验证系统

能够实现收集并分析生产过程中的数据，可以与企业的其他信息系统进行集成，实现数据的共享和互通。这使得企业可以更加全面地了解生产情况，制定更加科学的生产计划，从而进一步提高生产效率。

### 4.2 生产成本降低

首先，字符验证系统已经大大提高了生产效率，能够在短时间内完成大量轮胎的字符识别和验证工作，从而减少了生产线上的人工操作需求。这不仅降低了劳动力成本，还避免了人为因素导致的误差和延误，使生产过程更加高效和稳定。其次，该系统通过精确识别轮胎上的字符，有效防止了错装或四轮不一致等问题的发生。这减少了因产品缺陷而导致的退货、维修等额外成本，提高了产品质量和客户满意度。同时，还可以实时监测生产过程中的异常情况，及时发现并解决问题，避免了潜在的生产风险。

### 4.3 提高市场竞争力

高质量的轮胎产品往往能赢得消费者的信任和青睐。字符验证系统的应用，使得轮胎产品在质量和信息准确性方面更具竞争力。同时，通过减少生产过程中的错误和返工，降低生产成本，企业可以更具竞争力地定价，进一步提高市场占有率，为企业在激烈的市场竞争中脱颖而出。

## 5 问题与挑战

### 5.1 字符验证系统在轮胎应用中可能遇到的技术难题

字符验证系统在轮胎应用中可能遇到的技术难题主要包括尺寸大小、难以定位以及对对比度低等问题。这些难题可能导致字符识别不准确、效率低下甚至系统失效。针对这些问题，以下是相应的解决方案。

#### 5.1.1 技术难题一：尺寸小

##### 5.1.1.1 问题

轮胎直径为 500~800 mm 不等，而压印字符的尺寸相对较小，甚至达到毫米级别，这使得普通面阵相机难以清晰成像。

##### 5.1.1.2 解决方案

(1) 使用高分辨率相机：选择具有高像素和高解析度的相机，以捕捉更精细的字符细节。

(2) 光学放大技术

通过特殊的光学设计，如使用微距镜头或变焦镜头，对字符区域进行放大，以获得更清晰的图像。

#### 5.1.2 技术难题二：难以定位

### 5.1.2.1 问题

压印字符在轮胎侧面的占比较小，且相机需要高速运动，字符难以捕捉清晰，实现局部拍摄较为困难。

### 5.1.2.2 解决方案

(1) 全轮胎成像技术：通过高角度环光或 3D 扫描技术，实现对整个轮胎表面的成像，然后通过软件算法定位字符位置。

(2) 动态追踪系统：对于转动部分，可采用机器人高精度定位，以及采用高像素相机和图像处理技术，实时追踪字符位置，确保准确捕捉。

### 5.1.3 技术难题三：对比度低

#### 5.1.3.1 问题

轮胎表面呈黑色，且刚硫化出来，表面没有灰尘，较为整洁，导致各个部位对比度极低，常规相机很难区分字符的有无。

#### 5.1.3.2 解决方案

(1) 高角度环光照明：通过特定的光源设计，提高字符与背景之间的对比度，使字符更加突出。

(2) 图像处理增强技术：在图像采集后，通过软件算法对图像进行增强处理，如对比度拉伸、边缘锐化等，提高字符的识别率。

## 5.2 字符验证系统在轮胎行业的市场接受度及推广

### 5.2.1 逐渐接受市场的关注认可，其市场接受度正逐步上升

这主要得益于该系统在提升轮胎信息的准确性、提高生产效率、降低错误率等方面的显著优势。然而，由于该系统涉及的技术较新，部分轮胎企业可能对其性能和稳定性持谨慎态度，因此市场接受度还需进一步提高。

### 5.2.2 优化售后服务和技术支持

建立完善的售后服务体系和技术团队，及时响应企业的需求和问题。通过提供优质的售后服务和技术支持，增强企业的信任感和忠诚度，促进系统的广泛应用。

## 6 结论与展望

随着人工智能和机器视觉技术的不断进步，字符验证系统的识别精度和速度将得到进一步提升。同时，系统将更加智能化，能够自动适应不同规格的字符特征，降低误识别率。在轮胎的仓储和物流环节中，该系统可以自动识别轮胎信息，实现快速、准确的入库、出库和库存管理。这有助于提高仓储和物流的效率，降低运营成本。该系统在轮胎追溯防伪、智能仓储物流、客户服务售后等领域具有广阔的潜在应用前景。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，该系统将为轮胎行业带来更加高效、智能的生产和服务体验。

## Application of character verification system in the tire industry

Zhou Yicheng

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

**Abstract:** With tire manufacturing enterprises leveraging smart factories, they have broken through the traditional production mode of tire companies, adopting advanced technologies such as information communication, digital control, and intelligent equipment to gradually achieve the matching of people, materials, equipment, and location information. The character verification system is a kind of detection equipment in the tire production process, primarily used to improve the efficiency and accuracy of tire surface information processing, which is of great significance. This article proposes the concept, composition, and working principle of the character verification system device from multiple aspects such as the definition, classification, coding, and application of characters in tires. At the same time, it analyzes the practical application advantages and effects of this system in the tire production process. Through this system, the efficiency of management and production has been effectively improved, and human errors have been significantly reduced. However, there are also many problems in the use of this system that need further optimization and improvement to make it more intelligent.

**Key words:** character verification; 3D camera; robot movement; machine vision

(R-03)