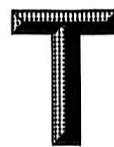


ICS 83.160.10  
CCS G 41



团 体 标 准

T/CRIA 11012—2025

# 轮胎表面激光蚀刻技术规范

Technical specification of laser etching for tire surfaces

2025-04-25 发布

2025-08-01 实施



中国橡胶工业协会 发布  
中国标准出版社 出版



CS 扫描全能王  
3亿人都在用的扫描App

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 蚀刻方法与步骤 .....	2
4.1 确定坐标系 .....	2
4.2 激光蚀刻步骤 .....	3
5 通用技术要求 .....	3
6 专项技术要求 .....	4
6.1 蚀刻内容 .....	4
6.2 蚀刻区域 .....	4
6.3 生产编号及年周编号 .....	5
6.4 二维码 .....	6
6.5 定制标识 .....	7
7 安全及环保要求 .....	7
7.1 安全要求 .....	7
7.2 环保要求 .....	7
8 生产工艺流程 .....	7
9 质量检验 .....	8
9.1 检验器具 .....	8
9.2 检验方法 .....	8
附录 A (资料性) 自动化生产制造工艺流程图 .....	9



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国橡胶工业协会提出并归口。

本文件起草单位：中策橡胶集团股份有限公司、上海崑德智能科技有限公司、双钱轮胎集团有限公司、赛轮集团股份有限公司、佳通轮胎(中国)投资有限公司、浦林成山(山东)轮胎有限公司、华盛橡胶集团有限公司、米其林(中国)投资有限公司、大陆马牌轮胎(中国)有限公司、倍耐力轮胎有限公司、湖北奥莱斯轮胎股份有限公司、江苏国源激光智能装备制造有限公司、中国橡胶工业协会。

本文件主要起草人：胡建光、何海杨、刘海波、钱瑞瑾、黄宗茂、李菲菲、张建礼、许延红、周翎、马忠、鲁明诚、华瑶、刘波、张秀燕、贺杰军、陈正、丁树民、朱红、董文敏、史一锋、苏博。



# 轮胎表面激光蚀刻技术规范

## 1 范围

本文件规定了轮胎表面激光蚀刻方法及步骤、通用技术要求、专项技术要求、安全及环保要求、生产工艺流程、质量检验。

本文件适用于轿车轮胎和载重汽车轮胎表面激光蚀刻。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6326	轮胎术语
GB/T 7247.1	激光产品安全 第1部分:设备分类和要求
GB/T 17320	激光设备和设施的电气安全
GB/T 12905	条码术语
GB/T 14258	信息技术 自动识别与数据采集技术 条码符号印制质量的检验
GB/T 15313	激光术语
GB/T 18284	快速响应矩阵码
GB/T 18490.1	机械安全 激光加工机 第1部分:通用安全要求
GB/T 33093	商品二维码
GB/T 45001	职业健康安全管理体系 要求及使用指南
GJB 895	激光辐射警告标志
HG/T 2177	轮胎外观质量
SJ/T 11364	电器电子产品有害物质限制使用标识要求

## 3 术语和定义

GB/T 6326、GB/T 15313 和 GB/T 12905 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 极坐标 polar coordinates

在平面内取一个定点  $O$ ,称为极点,引一条射线  $OX$ ,称为极轴,再选定一个长度单位和角度的正方向(通常取逆时针方向)。平面上任一点  $M$  的坐标记为  $M(\rho, \theta)$ ;  $\rho$  为  $OM$  的长度,称为  $M$  点的极径;  $\theta$  为  $OM$  和  $OX$  的夹角,称为  $M$  点的极角;以极点  $O$  为圆心、极径  $\rho$  为半径的圆称为极圆。形成的表现距离和方向的二维坐标系。见图 1。

### 3.2

#### 圆柱坐标 cylindrical coordinates

在极坐标基础上和竖坐标  $Z$  联合而成建立的三维坐标系,取坐标系任一点  $M$  的坐标记为  $M(\rho, \theta, z)$ ,  $z$  是  $M$  离极坐标平面法向方向的垂直高度,  $\rho, \theta$  等同于  $M$  在极坐标上垂直投影点的极径和极角。



见图 2。

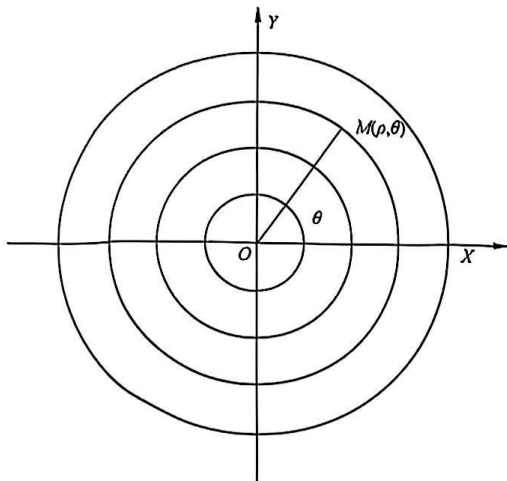


图 1 极坐标

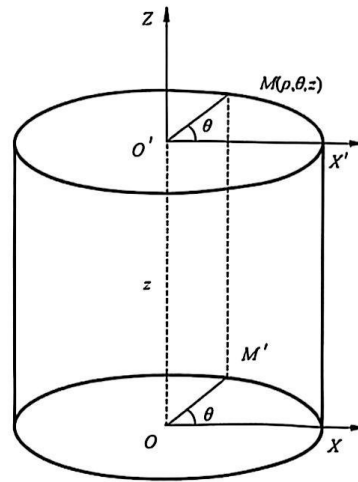


图 2 圆柱坐标

### 3.3

#### 径向误差 radial error

极径实际值  $\rho_1$  和设定值  $\rho$  的差值。

### 3.4

#### 周向误差 circumferential error

周向弧长实际值  $L_1 (= \rho_1 \times \theta_1)$  和设定值  $L (= \rho \times \theta)$  的差值。

### 3.5

#### 旋转误差 rotation error

蚀刻标识长度方向两端到  $\rho$  为半径极圆的垂直距离的差值,在圆里的距离记为负,在圆外的距离记为正。

### 3.6

#### 身份标识 identity

代表轮胎身份相关信息的标识。

注: 如工厂代码、轮胎编码、年周编号、生产编号、二维码等。

### 3.7

#### 定制标识 customized identification

轮胎制造商根据轮胎的功能特性或客户需求定制的标识。

注: 客户定制标识包含客户品牌图案、名称等;轮胎功能性标识包含低滚阻、静音、节油、防刺扎等其他轮胎标志。

## 4 蚀刻方法及步骤

### 4.1 确定坐标系

#### 4.1.1 建立设计平面坐标系

根据轮胎模具设计的俯视图,以轮胎中心为极点,以极点到轮胎参考标志位置的连接射线为极轴,逆时针方向为正建立极坐标系;计算出激光蚀刻标识中心到参考点相对位置的极角差和极径差。



#### 4.1.2 建立轮胎三维圆柱坐标系

基于轮胎输送底面,以轮胎中心为极点,以轮胎输送方向垂直射线为极轴,逆时针方向为正建立轮胎极坐标系;以极坐标系平面垂直的射线为 Z 轴,建立三维圆柱坐标系。依据该坐标系对设备运行的原点和相关轨迹等进行校正。

#### 4.2 激光蚀刻步骤

轮胎进入到激光蚀刻工位后,进行对中;依据轮胎的三维圆柱坐标系,设备通过视觉传感器扫描轮胎后,识别出轮胎参考标识位置,根据 4.1.1 计算蚀刻标识的相对位置和蚀刻标识中心的坐标位置;设备驱使激光器镜头运行到蚀刻标识中心正上方、激光镜头焦深范围位置,通过激光振镜聚焦蚀刻。蚀刻完成后通过视觉传感器对蚀刻的结果进行检查并上传至上位机系统。

### 5 通用技术要求

#### 5.1 基本参数

依据轮胎产品工艺质量要求和生产安全要求,宜采用二氧化碳激光光源类型(波长 10.6  $\mu\text{m}$ )。蚀刻最小线宽和蚀刻深度范围要求按照表 1 执行。

表 1 基本参数要求

序号	项目	参数
1	蚀刻最小线宽/mm	0.15,允差为±2%
2	蚀刻深度范围/mm	0.25~1.02

#### 5.2 字符

字符要求按照表 2 执行。

表 2 字符要求

序号	项目	参数
1	字符最小高度/mm	4.00
2	字符最小间距/mm	1.00
3	字符最小线宽/mm	0.40

#### 5.3 定位精度

定位精度按照表 3 执行。



表3 定位精度要求

序号	项目	参数
1	标识位置周向误差/mm	±2.00
2	标识位置径向误差/mm	±2.00
3	标识位置旋转误差/mm	±3.00
4	重复性偏差/mm	±2.00

#### 5.4 蚀刻平面尺寸精度

蚀刻平面尺寸精度要求按照表4执行。

表4 蚀刻平面尺寸精度要求

序号	项目	参数
1	标识高度误差/mm	±2.00
2	标识宽度误差/mm	±3.00
3	重复性偏差/mm	±2.00

#### 5.5 深度及线宽精度

深度及线宽精度要求按照表5执行。

表5 深度及线宽精度要求

序号	项目	参数
1	标识深度误差/mm	±0.15
2	标识线宽误差/mm	
3	重复性偏差/mm	

### 6 专项技术要求

#### 6.1 蚀刻内容

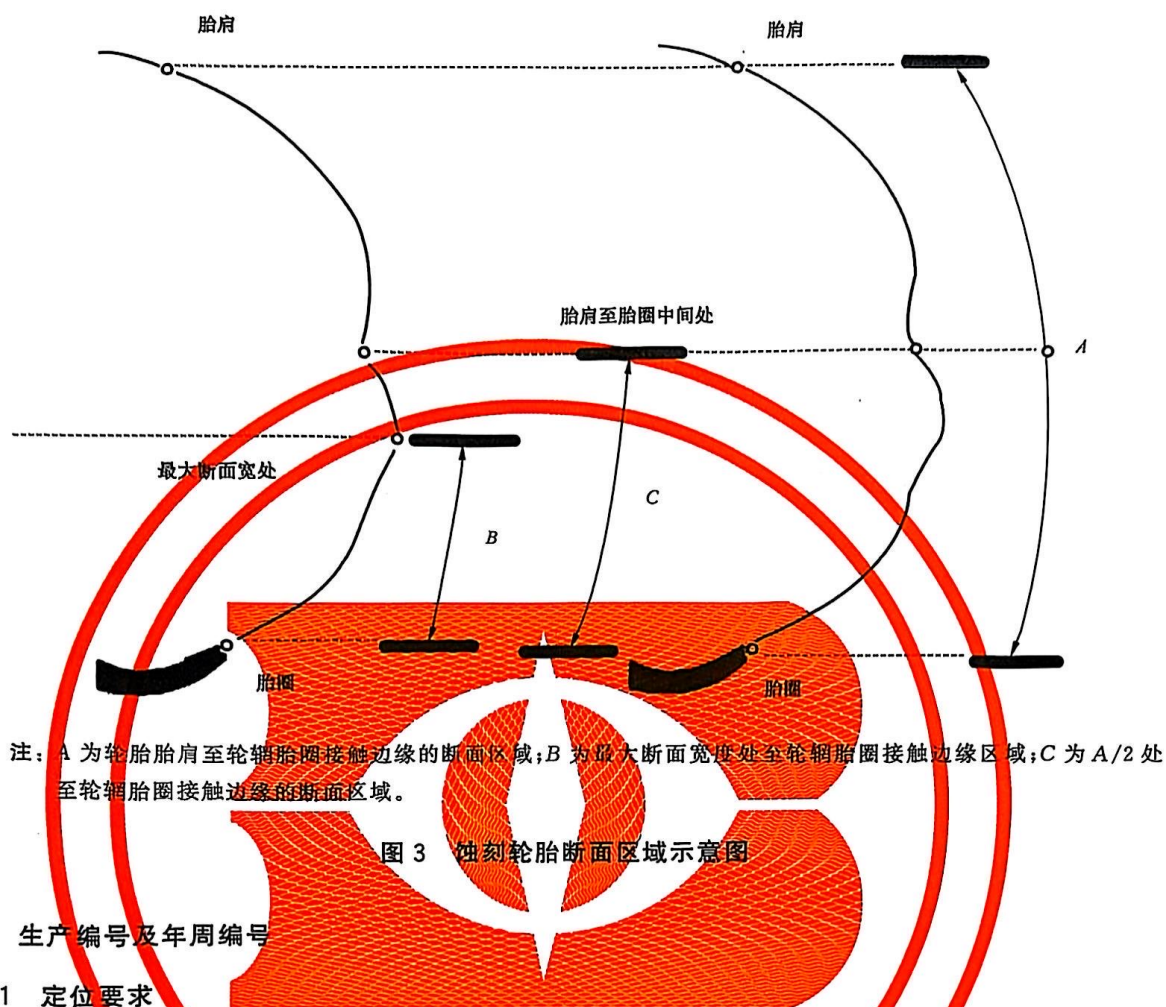
蚀刻内容可以实现但不限于轮胎身份标识(生产编号及年周编号、二维码)和定制标识等。

#### 6.2 蚀刻区域

蚀刻断面区域示意图见图3,具体要求如下:

- a) 当  $B \geq 1/4A$ , 蚀刻位置宜位于 B;
- b) 当  $B < 1/4A$ , 蚀刻位置宜位于 C;
- c) 定制标识蚀刻位置不受上述条件所限制,宜位于 A。





### 6.3 生产编号及年周编号

#### 6.3.1 定位要求

载重轮胎可以蚀刻生产编号及年周编号，轿车轮胎可以蚀刻年周编号，工艺定位范围宜按照以下要求，见图 4 和图 5。

- 年周编号应蚀刻在轮胎编码后方，首字符起点距轮胎编码末端周向距离范围 6 mm~19 mm，到轮胎中心的极径与轮胎编码一致；
- 硫化生产编号宜蚀刻在工厂代码上方范围内，首字符起点与工厂代码第一个字符对齐，首、尾字符与工厂代码等距，与工厂代码径向边距范围 4 mm~20 mm；或宜蚀刻在年周编号右方，到轮胎中心的极径和年周编号一致，距离年周编号周向边距范围 6 mm~19 mm。

#### 6.3.2 字体和排版要求

字体和排版要求如下：

- 硫化生产编号字体可为“方正兰亭超细黑简体”；
- 硫化生产编号及年周编号文字方向与轮胎编码保持一致。

#### 6.3.3 生成时间节点及信息化要求

年周编号和轮胎生产编号由工厂生产制造信息化系统采集轮胎硫化时间节点自动生成，并与轮胎相关生产质量信息保持一致，宜在轮胎硫化后 48 h 内完成激光蚀刻。



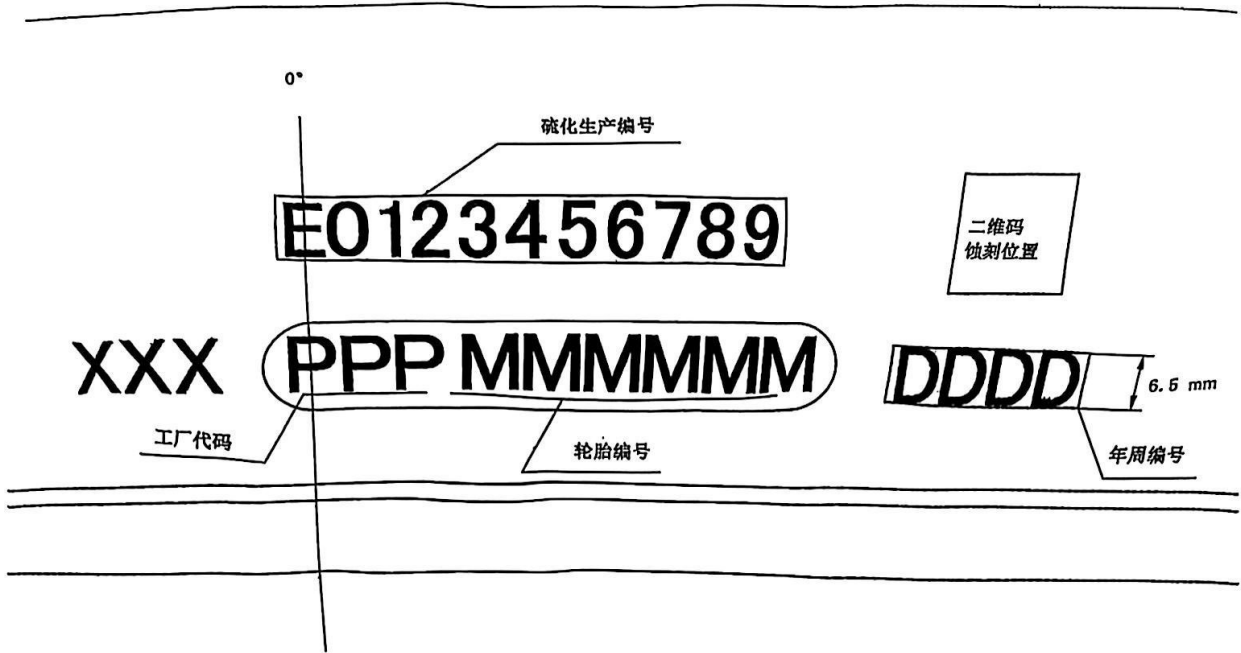


图 4 载重汽车轮胎身份标识蚀刻位置示例

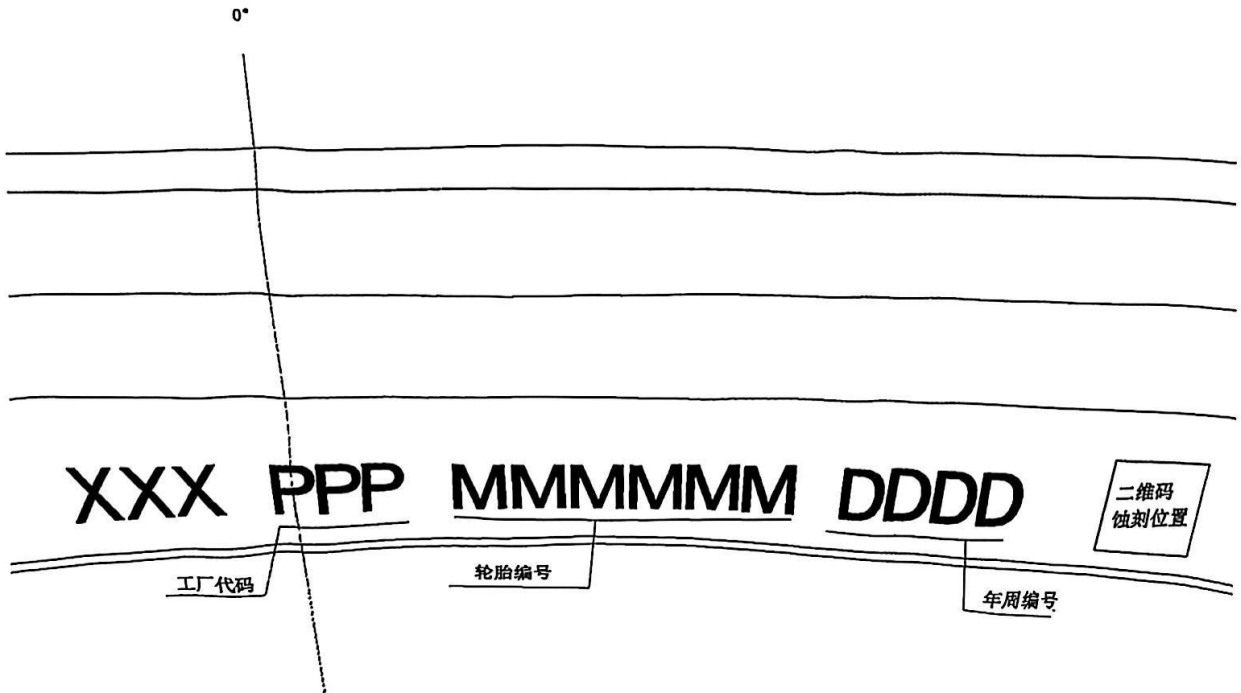


图 5 轿车轮胎身份标识蚀刻位置示例

## 6.4 二维码

### 6.4.1 码制

二维码码制按照 GB/T 18284 的规定执行。



## 6.4.2 信息内容

二维码的数据结构和信息服务内容按照 GB/T 33993 的规定执行。

## 6.4.3 质量要求

按照 GB/T 14258 的规定执行,判定等级要求如下:

- a) 设计纠错等级:M级及以上;
- b) 检测结果等级:C级及以上。

## 6.4.4 定位要求

二维码宜蚀刻于年周编号的上方或右方的相近位置,边距范围 4 mm~20 mm,见图 4 及图 5。

## 6.5 定制标识

### 6.5.1 定制标识模板的建立

定制标识模板的建立应根据定制标识建立设计模板,还应根据轮胎极坐标确定标识模板位置及尺寸参数。

### 6.5.2 定制标识的其他要求

定制标识的其他要求如下:

- a) 轮胎在设计时宜在 4.1.1 规定的轮胎极坐标系极轴±45°范围留出定制图案的空白位置;
- b) 轮胎功能性标识蚀刻宜在轮胎硫化后 48 h 内完成,客户定制标识蚀刻宜在轮胎制造商出库前完成以保证轮胎生产的时效性。

## 7 安全及环保要求

### 7.1 安全要求

安全要求如下:

- a) 应满足 GB/T 7247.1 中 4 类激光产品的辐射安全及非光学危害要求;
- b) 机械安全应满足 GB/T 18490.1 的要求;
- c) 电气安全应满足 GB/T 10320 的要求,防护等级应达到二级以上;
- d) 电子电气产品标识应满足 SJ/T 11364 的要求;
- e) 激光辐射警告标识应满足 GJB 895 的要求;
- f) 应满足 GB/T 45001 要求的职业健康安全管理体系。

### 7.2 环保要求

环保要求应对激光蚀刻逸出的气体进行回收处理,并增设激光除尘装置,对空气中的粉尘等颗粒型污染物进行去除,需满足工厂环保规范要求。

## 8 生产工艺流程

轮胎生产工艺流程按照以下流程执行:

- a) 根据生产需求确定蚀刻内容,按轮胎品种进行参数配方维护,按客户需要进行定制标识模板



维护；

- b) 启动激光蚀刻生产订单任务；
  - c) 进行首模轮胎试刻，调节参数直至蚀刻质量合格；
  - d) 正式生产制造轮胎激光蚀刻，并过程管控激光蚀刻质量。
- 自动化生产制造工艺流程见附录 A。

## 9 质量检验

### 9.1 检验器具

应正确使用检验器具和设备，包括但不限于：

- a) 激光测量仪：测量蚀刻平面尺寸和基本参数（精度 0.01 mm）；
- b) 数显游标卡尺：测量蚀刻平面尺寸和基本参数（精度 0.01 mm）；
- c) 深度计：测量蚀刻的深度（精度 0.01 mm）；
- d) 高精度钢板尺：测量蚀刻的定位尺寸、字符参数（精度 0.5 mm）；
- e) 二维码等级测量仪：测量二维码的结果质量等级（A, B, C, D, E）。

### 9.2 检验方法

9.2.1 蚀刻标识宜符合 5.1.2~5.1.5、6.3.1 和 6.4.5 的工艺参数及定位要求并据此进行检验。

9.2.2 应用相应检验器具对蚀刻标识精度进行 5×5 重复性测量，选择 5 条相同规格品种轮胎进行测量，每条轮胎的每个蚀刻参数检测 5 次，计算出偏差值、误差值和标准偏差。按照公式(1)计算每条轮胎的各参数的标准偏差，并按照公式(2)计算出的 M 条轮胎的平均标准偏差。计算出的刻蚀精度应满足 5.1.2~5.1.5 的要求，标准偏差应不超过重复性偏差要求的 1/2。

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left[ x_j - \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \right) \right]^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $x_j$  —— 测量值；
  - $n$  —— 测量次数 = 5；
  - $\sigma_i$  —— 单个轮胎的标准偏差。
- 重复性平均标准偏差( $\bar{\sigma}$ )定义为：

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^M \sigma_i}{M} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $M$  —— 轮胎数量 = 5；
- $\bar{\sigma}$  —— 5 条轮胎的平均标准偏差。

9.2.3 按照 HG/T 2177 的规定，对蚀刻标志内容的清晰度及完整性进行目测检查。

9.2.4 按照 GB/T 14258 的规定，采用蚀刻二维码等级测量仪对轮胎蚀刻的二维码进行结果等级检查。

附录 A  
(资料性)  
自动化生产制造工艺流程图

轮胎表面激光蚀刻自动化生产制造工艺流程见图 A.1。

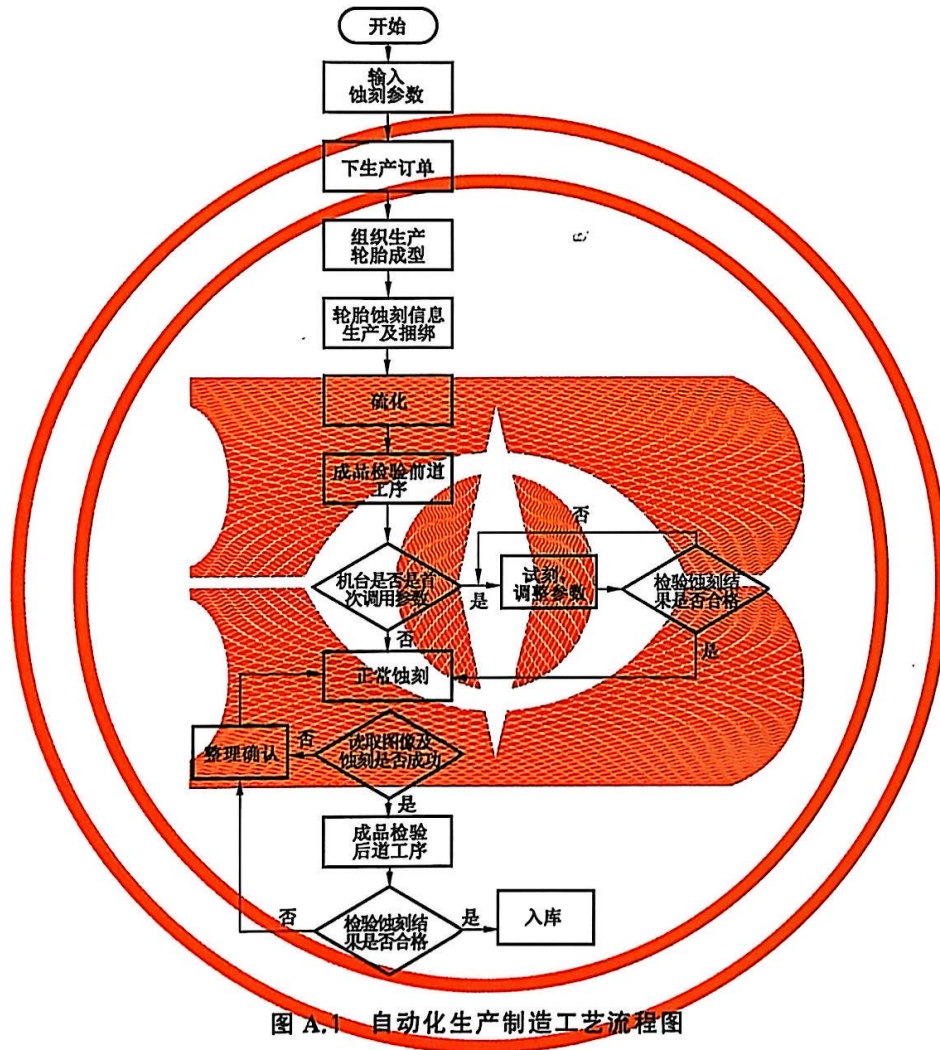


图 A.1 自动化生产制造工艺流程图