



中国移动  
China Mobile



# 轮胎视觉质检解决方案

1

市场需求

2

产品能力

3

项目案例

- 轮胎行业属于传统劳动密集型行业，目前轮胎行业在质检环节上应用数字化、信息化手段来替代人工质检是现在绝大部分轮胎企业的核心诉求。随着企业自动化流水线的完善，未来轮胎行业智能化检测是一个必然趋势。

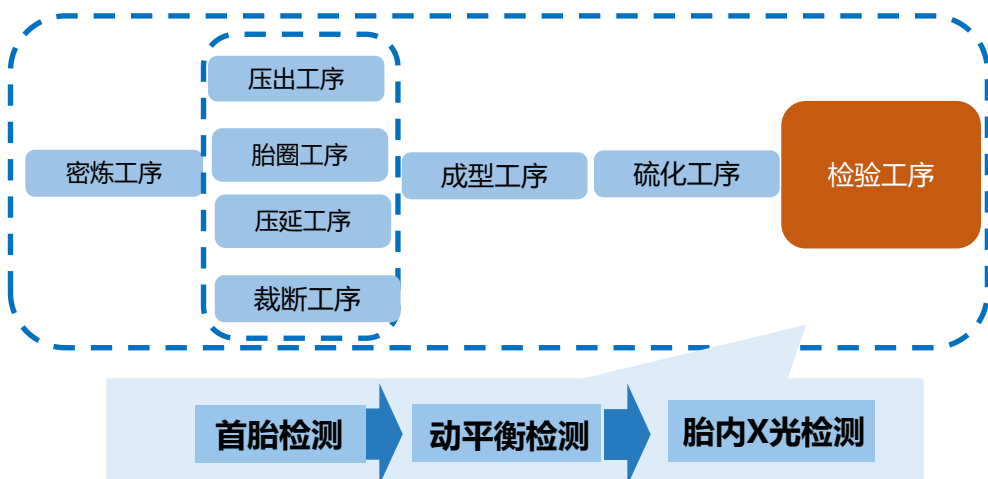
## 市场需求大



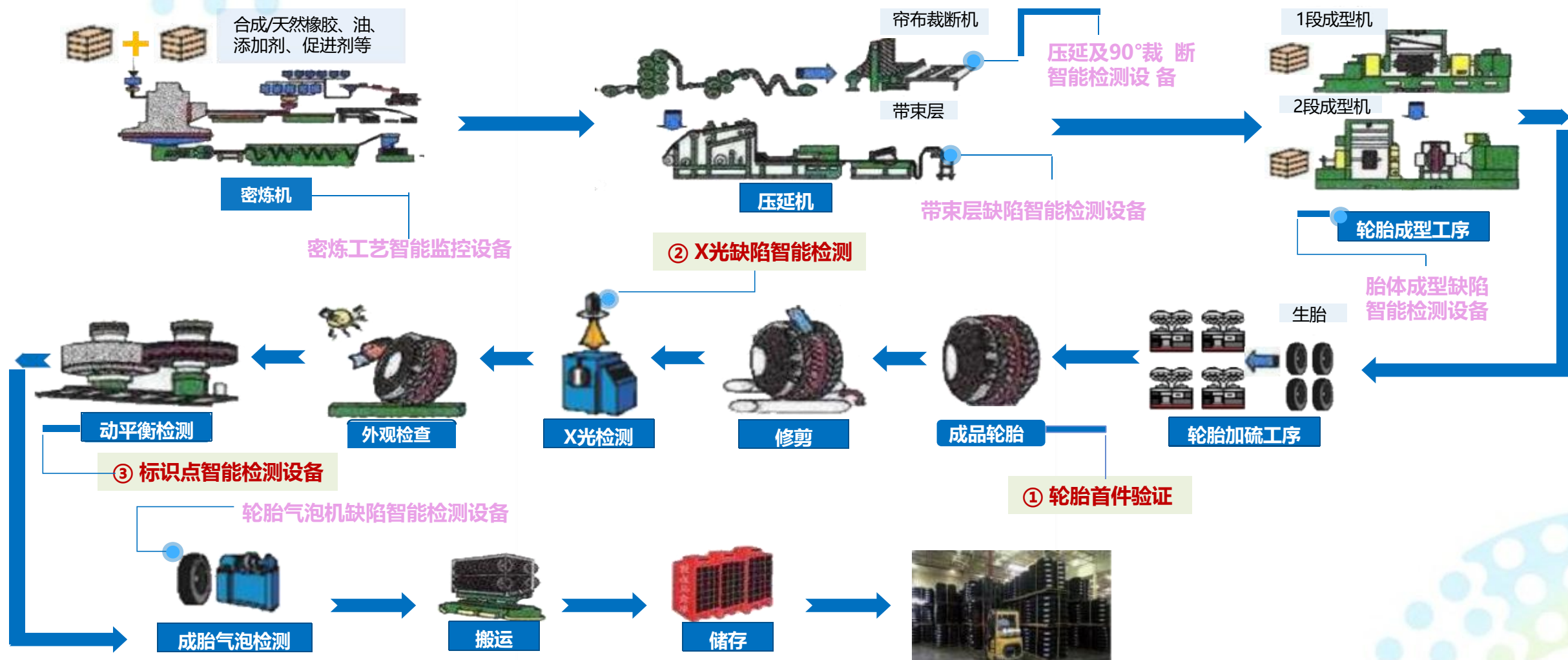
轮胎制造属于劳动密集型行业。有规模大、利润低等特点。

- 市场对轮胎质量要求高；
- 劳动密集，用工难问题突出；
- 注重降本增效；

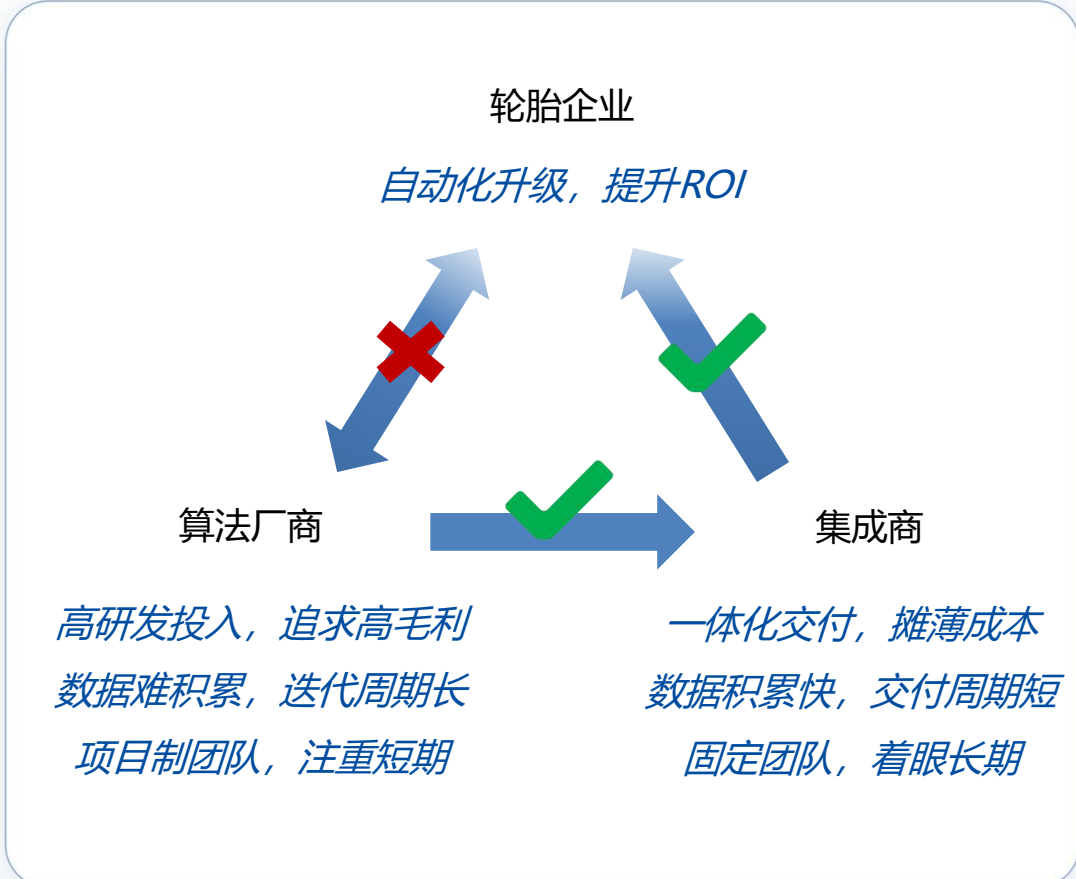
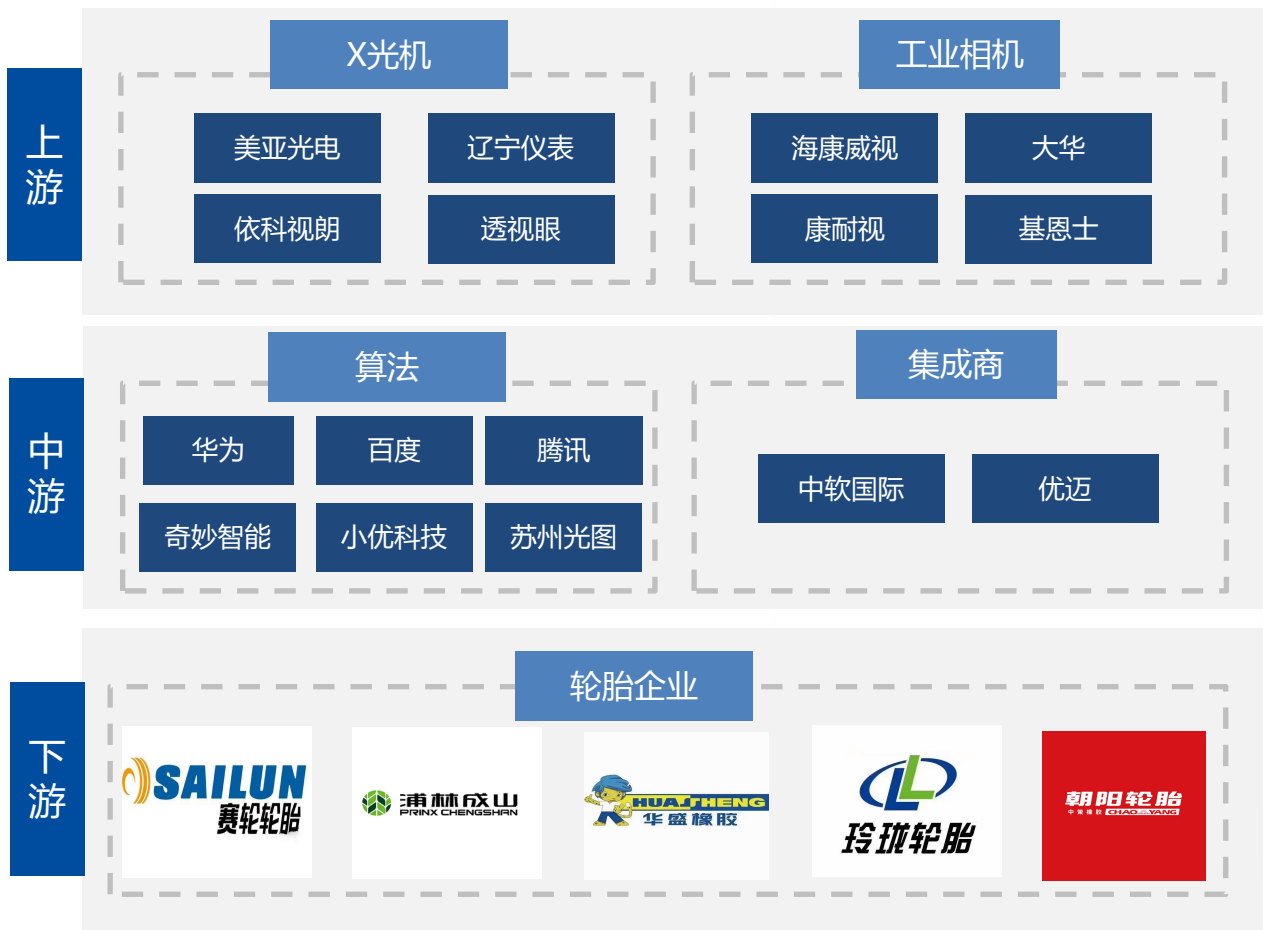
## 质检痛点突出



- 轮胎制造各个环节都会配备质检工序，按照检测目标的不同可以分为原材料检测和成品检测。目前轮胎视觉质检解决方案主要是针对**成品检测**中的**胎内X光质检、静平衡标识点检测、轮胎表面缺陷、首胎检测**四大场景。

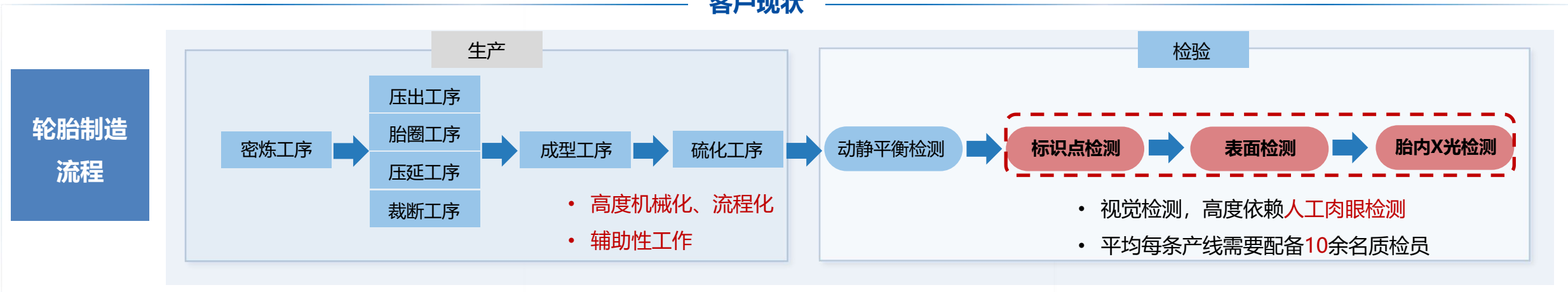


- 轮胎视觉质检的主要参与者包括上游设备厂商、中游算法厂商、下游轮胎企业。目前业界仍处在探索阶段，尚未规模化发展。
- 上游设备商与下游轮胎企业均未积累高质量的检测数据，因此视觉质检算法厂商难以低成本展开产品研发。



- 面向轮胎质检蓝海领域，通过AI赋能打造胎内X光缺陷质检创新应用，联合行业合作伙伴为轮胎制造企业提供一体化服务。

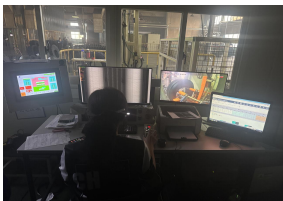
## 客户现状



## 质检痛点

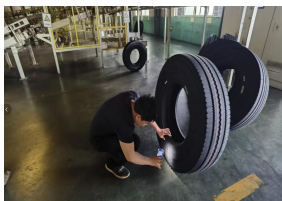
### ◆ 技术要求高

缺陷种类多：X光瑕疵36类，外观瑕疵200多类  
缺陷复杂性：纹理、颜色、位置影响检测  
实时性要求：与生产线同步，短时间完成



### ◆ 企业用工难

能力水平有高低、责任心有差异  
质检员上岗需一个月以上培训，耗时长  
人员流失大，年轻人不愿意从事该行业



### ◆ 工作条件差

工作区域高温、嘈杂、有硫化气体  
室内布线复杂、易老化，影响生产节拍  
存在X光散射



1

市场需求

2

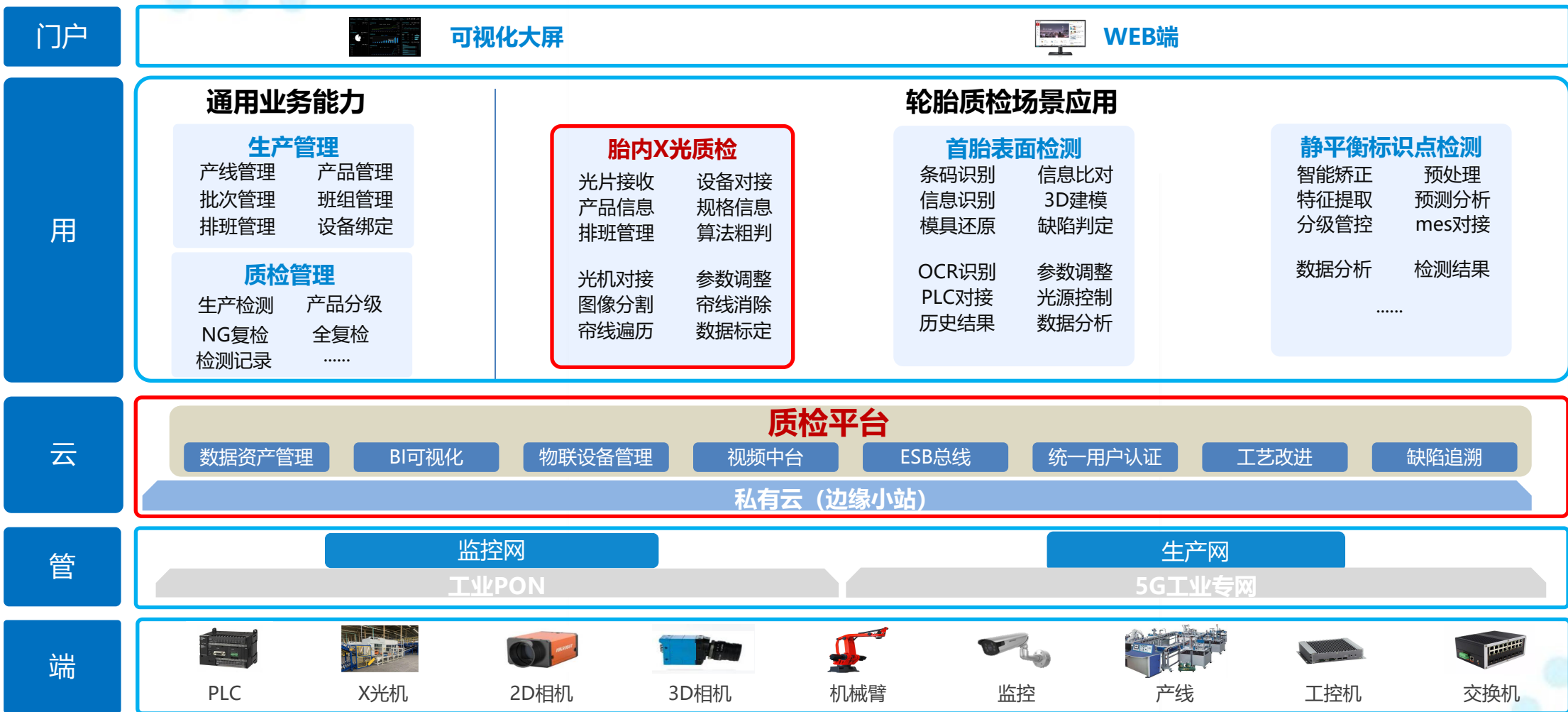
方案概述

3

项目案例

# 痛点分析

- 以质检平台为核心，前端对接图像采集设备及外围系统，后端对接细分场景算法；输出“端+管+云+用+门户”的整套方案。以轮胎行业为切入点，通过质检平台统一接入标准，实现算法和各类终端设备的编排以满足不同质检场景。



标准规范体系  
运维管理体系  
安全保障体系



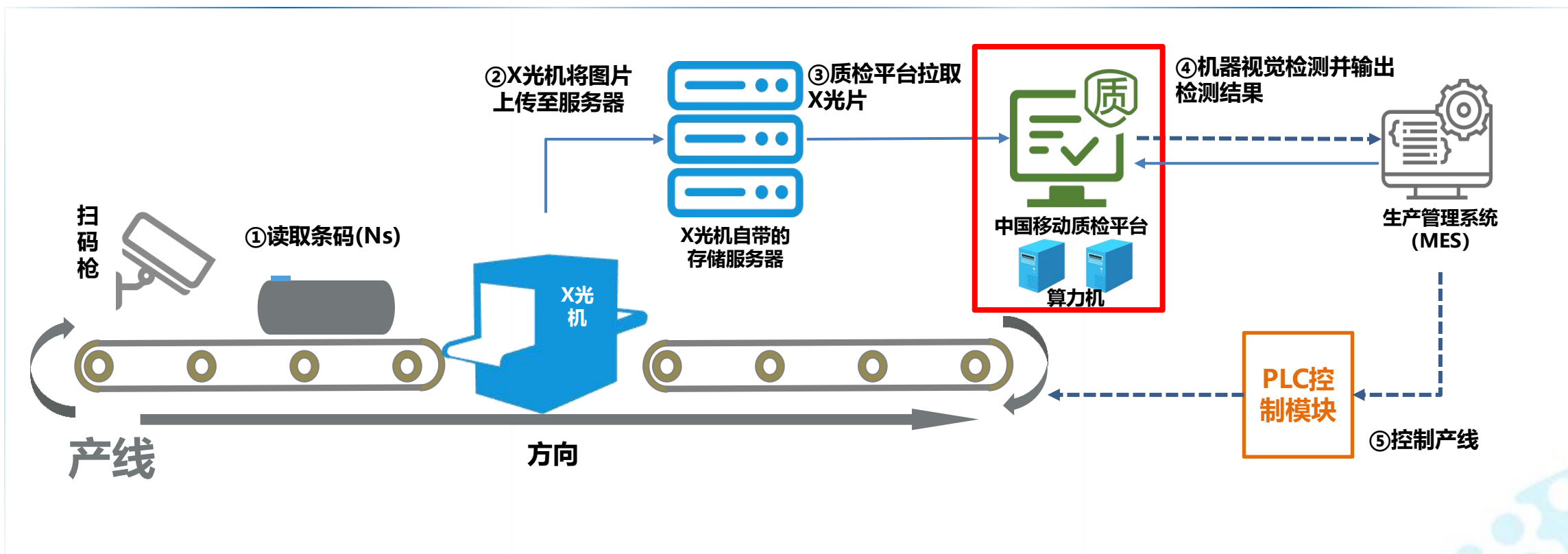
# 平台能力



中国移动  
China Mobile

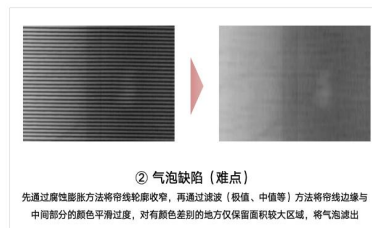
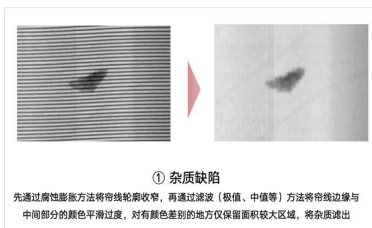
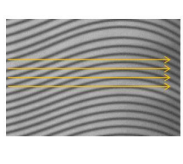
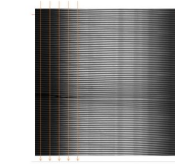
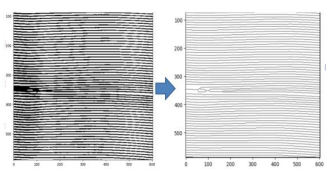
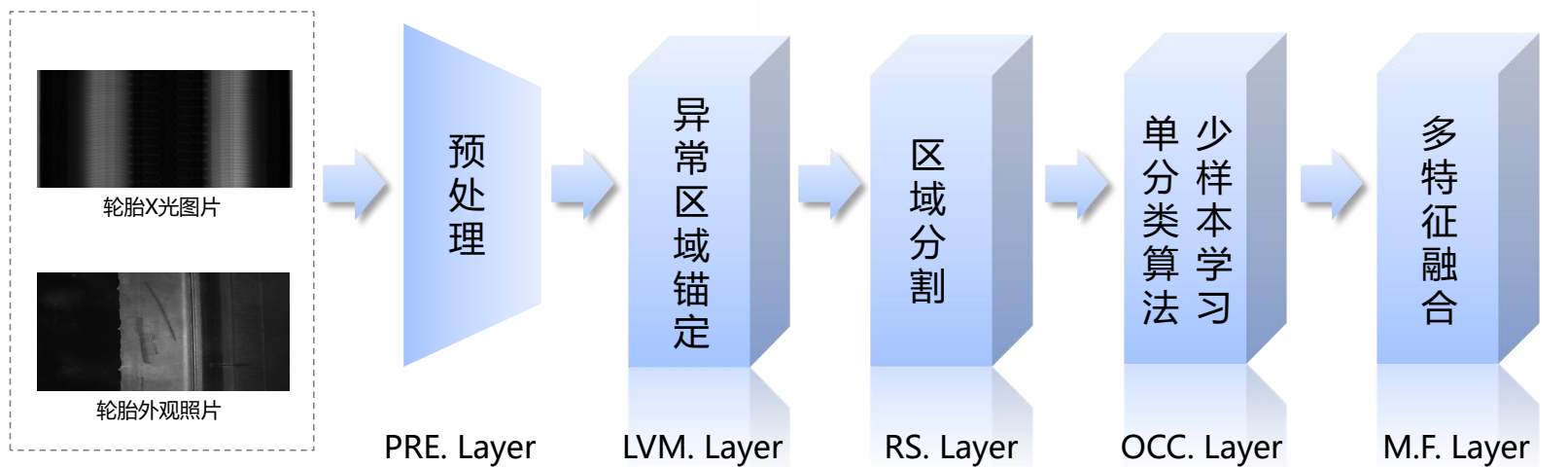


- ① 内网部署：部署一套AI质检模型、AI质检平台客户内网，全模块私有化部署，实现生产数据不出场
- ② 模型能力：准确率高于95%，漏检率低于2.5%，误报率低于35%，持续优化模型能力
- ③ 数据打通：AI质检平台实时获取X光机生产数据，打通MES系统，对比AI与人工的检测结果



- 轮胎规格和缺陷类型多样，单一算法很难满足实际检测场景；平台通过引入LVM视觉大模型异常锚定、单类别分类（OCC）算法、基于Yolo的RNN区域分割算法、多特征融合等重构了算法架构，提高检测精度的前提下保障了算法的泛化能力。

## 算法架构



## 架构亮点

### ✓ LVM大模型

LVM通过强大的视觉理解和迁移学习能力，能快速适应新的缺陷类型，可充分利用大量正常样本数据，从而提高检测准确率。

### ✓ 少样本学习

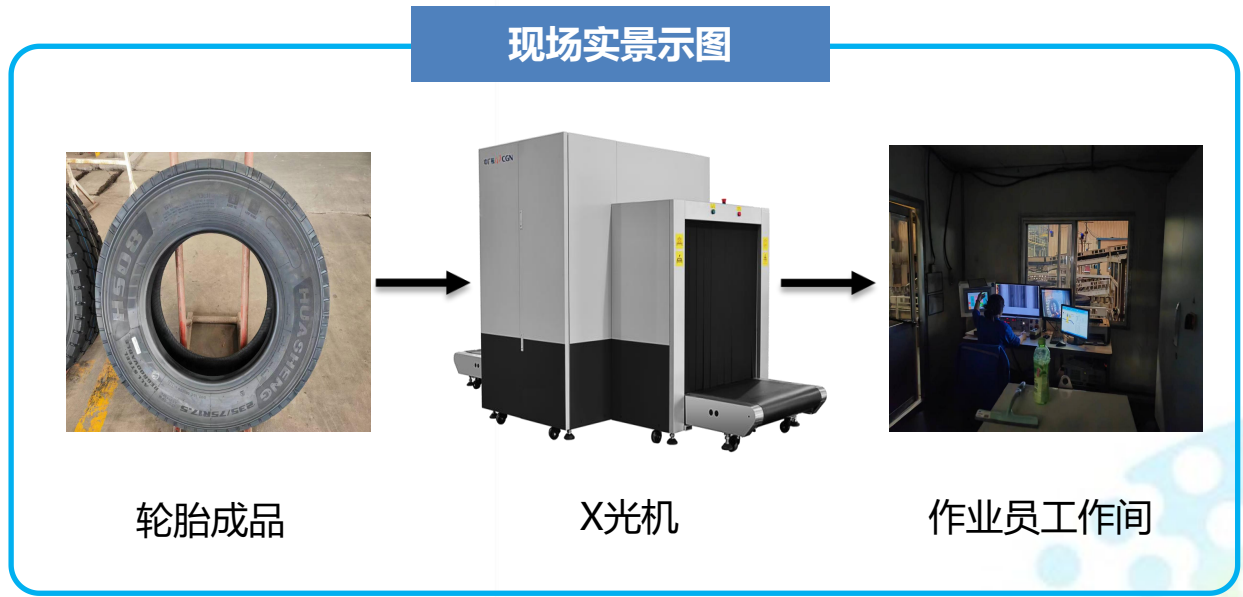
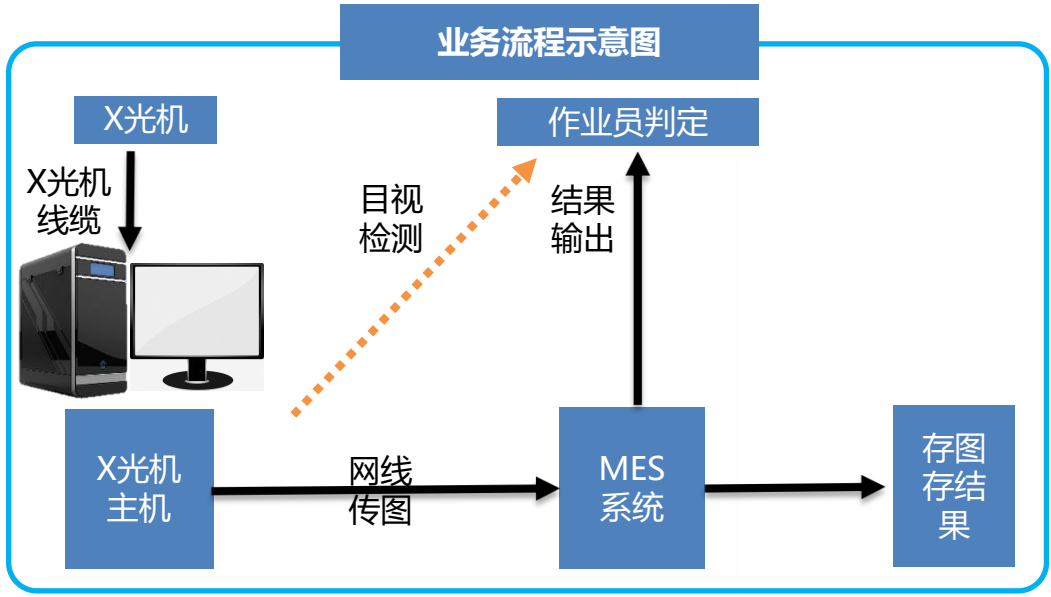
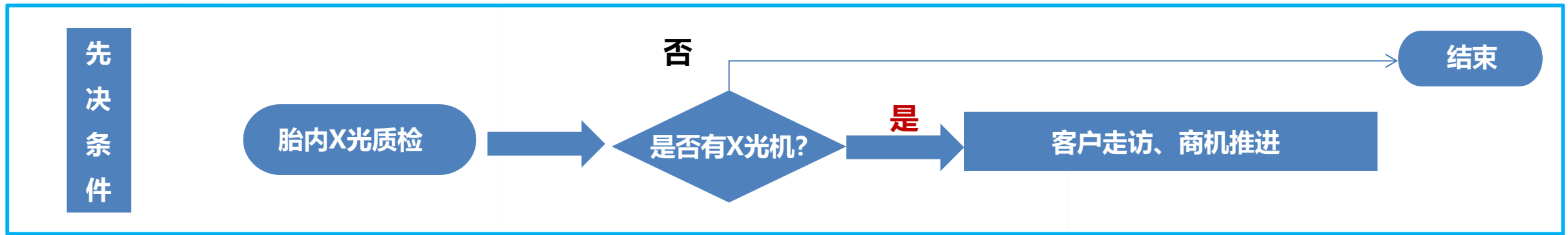
正常样本构建产品特征的基准模型，赋以少量缺陷样本，通过OCC算法提高异常检测的准确性。

### ✓ 多特征融合

针对帘线类缺陷、杂质类缺陷、气泡类缺陷采用不同的算法策略，每一类算法可扩展到纺织、板材等缺陷形态相近的工业品上。

# 胎内X光质检【1/6】 | 胎内X光质检现状

- 胎内X光质检场景应用需要结合客户现场情况，判断客户是否已安装使用X光机，胎内X光质检主要聚焦于已安装X光机且有意向进行X光机质检流程优化的客户群体，帮助客户进行质检工作业务流程梳理和优化提升。



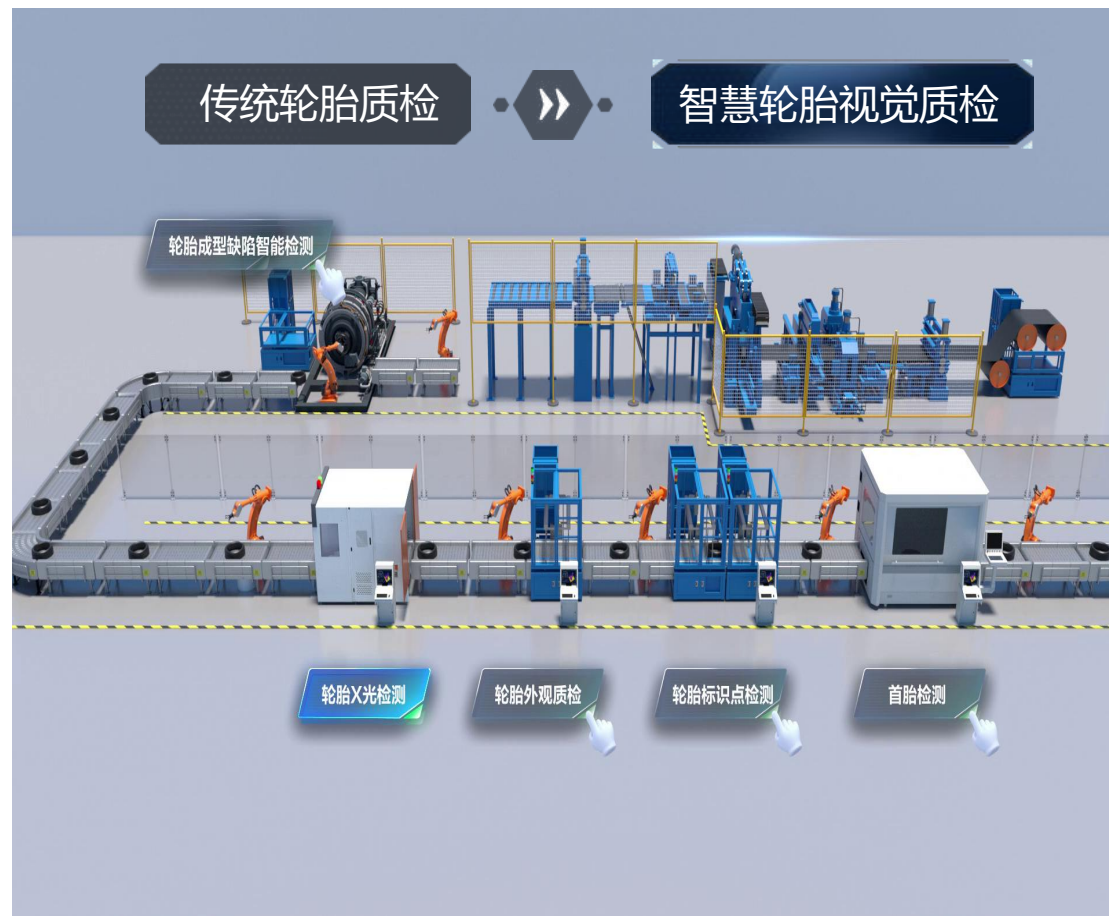
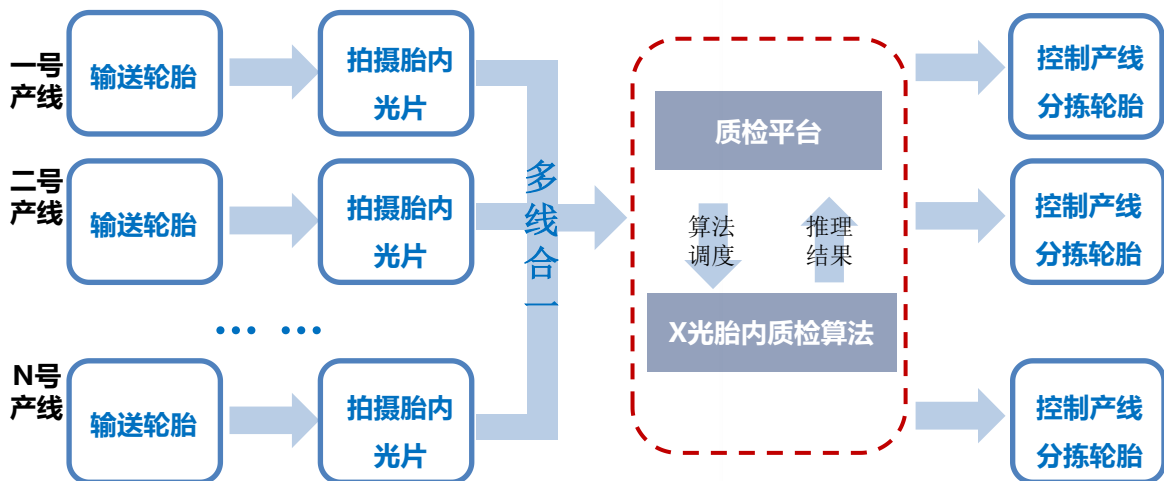
- 轮胎X光图像智能检测是基于人工智能视觉技术对X光图像进行智能检测、缺陷判定。能够帮助企业用户大幅度降低用人成本，减少人工质检的主观因素影响，提高企业的产品交付合格率。

## 胎内X光视觉质检流程说明

X光胎内质检是所有汽车轮胎生产企业的标配生产设备，每台X光机一般需要2-3名质检员轮班进行24小时的肉眼不间断质检工作，采用机器视觉技术替代人工质检，提高生产效率降低人工成本。



## 改造后



- 胎内X光质检通过数据标定、图像预处理、帘线技术等特色功能，可精准识别**36种**常规胎内缺陷。
- 数据标定采用弹力松紧魔术贴捆绑带及塑料挂扣在保证与轮胎紧贴的同时又不影响X光对轮胎的穿透力，标定块按照棋盘格的形式进行排列在轮胎一周，通过X光机进行扫描，系统自动识别标定块并根据区域自动匹配像素与实际尺寸的关系。

## 产品特色功能

- 算法领先：**精准识别36种常规胎内缺陷，准确率超过95%，识别时长小于10秒，远低于人工30秒判别时间。

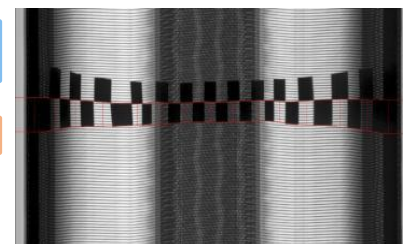
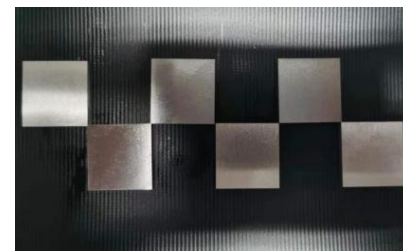
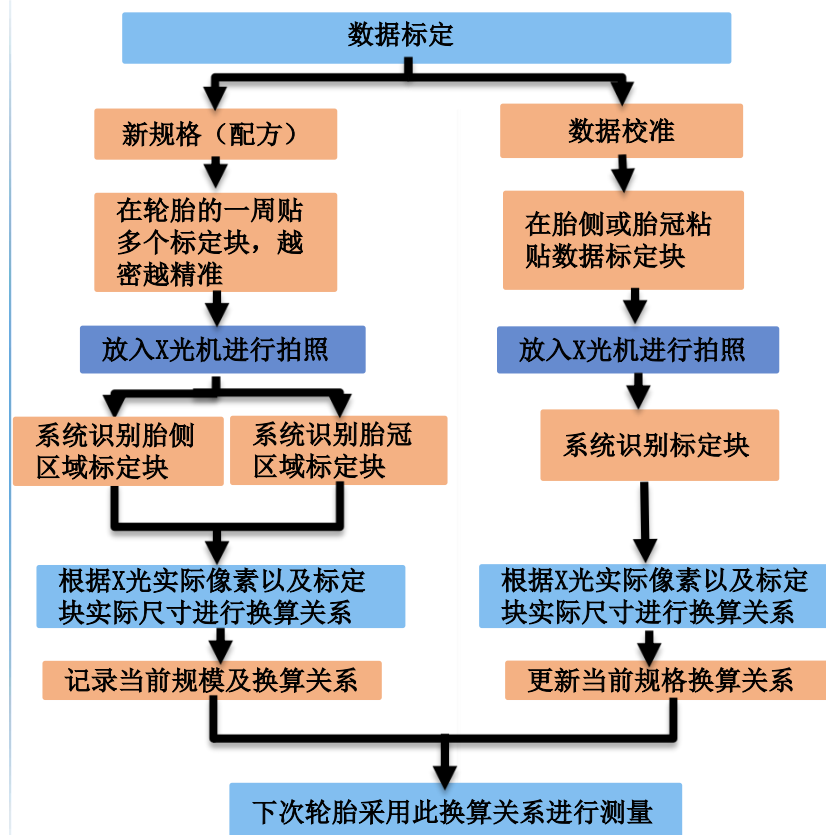
胎侧缺陷	带束层缺陷	钢丝圈缺陷
胎体帘线交叉/重叠	带束层帘线交叉/重叠	包布裂
胎体帘线裂	带束层帘线裂	反包裂
胎体帘线排列不均	带束层端边开叉或重叠	反包及包布端边重叠
胎体帘线稀	带束层打折	包布打折
胎侧区帘线断	0度带束层打折	反包打折
胎体上杂物	带束层或胎面上杂物	包布上杂物
胎体帘线整体弯曲	0度和第二带束层间差级不正	缺少包布
胎体帘线局部双向弯曲	脱层（肩泡）	0度带束层接头重叠过大或过小
胎侧气泡	带束层同向或缺失	0度带束层接头数量不对

- 部署方案领先：**依托5G专网实现柔性质检线部署，基于工业质检平台实现多线合一的改造效果，大幅度缩减质检员数量，释放生产力。

$$\left( \begin{matrix} \text{厂区内X光机} \\ \text{数量} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{单台X光机质} \\ \text{检员数量} \end{matrix} - 3 \right) \times \begin{matrix} \text{质检员} \\ \text{年人工成本} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{年节省人} \\ \text{力成本} \end{matrix}$$

注：按照年产值2000万的中等规模轮胎企业测算，一般每个厂区8台X光机，质检员人均用人成本为10万，**每年可为企业节省210万人工成本。**

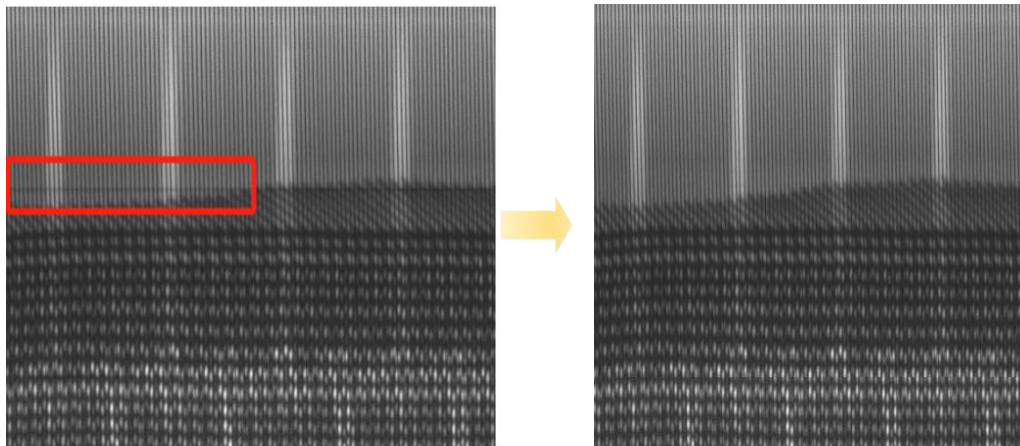
## 数据标定



- 为了使算法的图像质量清晰可靠，减少因图像本身问题导致的算法误报情况。轮胎X光无损质检主要采取消除设备导致的图像异常和消除冗余图像两大功能。

## 消除设备导致的图像异常

保障在系统处理中异常导致的误报缺陷产生，有效排除干扰因素，使缺陷信息有效判定识别，减少因设备自身问题带来缺陷误判的干扰。



异常消除前

异常消除后

## 消除冗余图像

在算法进行中，实际并非一整张完整的图像进行处理，是分割出多张小块并发处理，每一小张图像都多出来了一部分和下一张重复的图像，保障缺陷的完整性，在系统的最终缺陷整合中会进行缺陷合并操作。



轮胎旋转360度  
成像部分

多旋转约80度  
冗余成像部分

沿中心线开窗口

选取模板图像

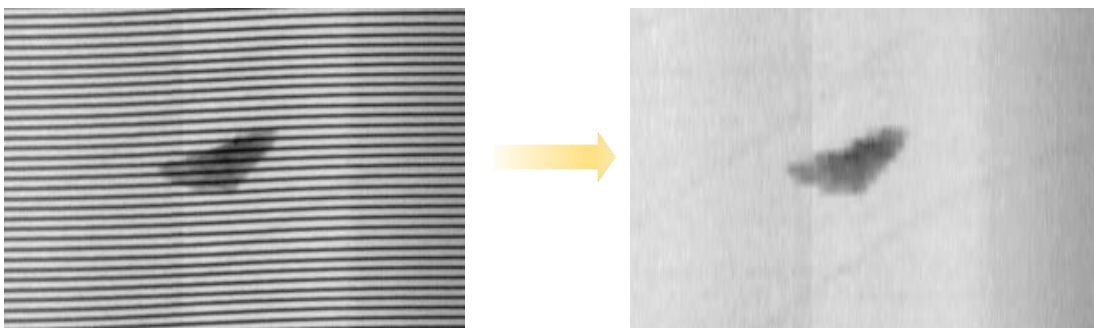
沿中线遍历窗口计算与模板图  
像的相关性

确定冗余边界，分割冗余图像

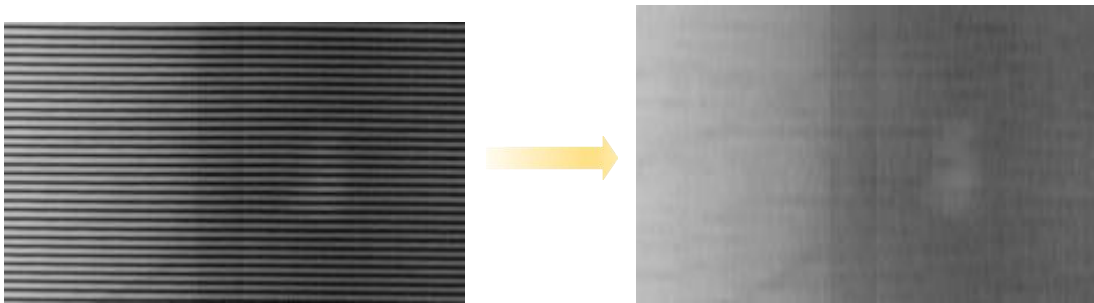
## 帘线消除技术

帘线消除技术根据轮胎帘布层特性研发的基于极值滤波和数学形态学的帘线消除技术，能在保留**特定缺陷特征**的同时有效**消除帘线对检测的干扰**，用以检测气泡、杂物缺陷。

杂物缺陷检测

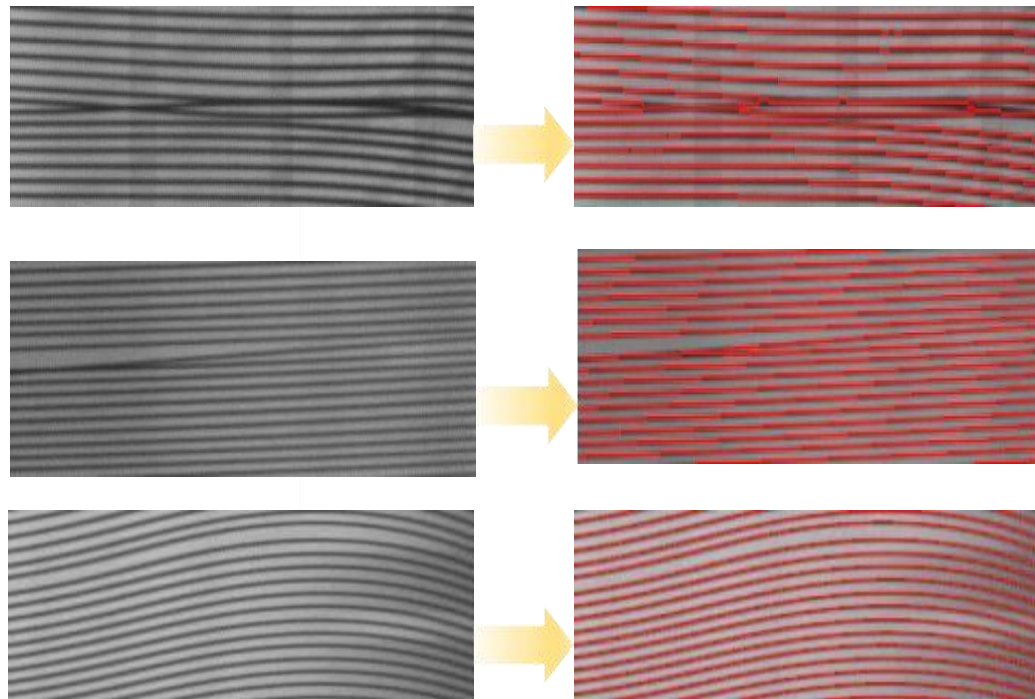


气泡检测



## 帘线遍历技术

结合**骨架提取算法**与**广度优先搜索算法**，自主研发帘线遍历技术，能够精准地找到并遍历每一根帘线，检测帘线相关缺陷。



- 针对胎内X光质检场景应用需要重点了解客户的现场情况，**不影响正常生产、不涉及产线改造，只需增加工控机和显示屏幕，一般需对接客户MES或ERP系统。**

胎内X光质检场景应用重点问题调研表

序号	调研内容明细	
1	X光机是否具备	设备数量
		品牌（主流品牌如美亚光电、辽宁仪表、依科视朗等已对接）
2	业务流程	型号和技术参数
		简述主要业务流程
3	作业班组	人员规模，三班/两班
		人员工资水平
4	质检标准	企业X光质检标准要求
5	系统对接	有无MES系统
		是否还需对接其他系统、设备
6	网络基础	现场是否已有机房，5G网络或WiFi，稳定性如何？
7	实施周期	客户对实施周期的要求如何？
8	客户预算	客户有无项目预算？

企业质检标准及X光机质检图示例

发 生 部 位	不良描述	产品级别			
		A	B	C	
	以胎冠为中心的带束层偏歪，偏离幅度	≤4mm	A	A	A
		5-6mm	B	B	D
		>6mm	C	C	B
	第1, 2层差级超出标准幅	≤5mm	B	B	D
		>5mm	C	C	B
	第2带束层和0度带束层无差级：	长度≤200mm	B	B	A
长度>200mm		C	C	B	
不 良 样 像		注：可通过带束层两边到胎圈的距离判断			



1

市场需求

2

产品能力

3

项目案例

# 案例：某轮胎企业X光视觉质检项目



中国移动  
China Mobile



全国首创轮胎X光质检，为客户提供“5G + AI智能检测算法+OneCyber智能检测平台”融合技术方案，实时采集产品高清图片，通过AI算法解析处理、实现轮胎X光图片缺陷的智能化识别，助力工业企业数智化转型，提高智能制造水平。



企业轮胎X光质检平台



浦林成山轮胎X光质检方案

36类

覆盖缺陷种类

97%

准确率

2.5%

漏检率

30000+

样本集

## 特色算法

胎内X光质检通过数据标定、图像预处理、帘线技术等特色功能，可精准识别36种常规胎内缺陷

## 多产线整合

针对一条产线日产3000条轮胎，加入AI智能检测辅助，支持质检站多合一，相同数量的质检员可覆盖3-5倍产线数

## 提质升级

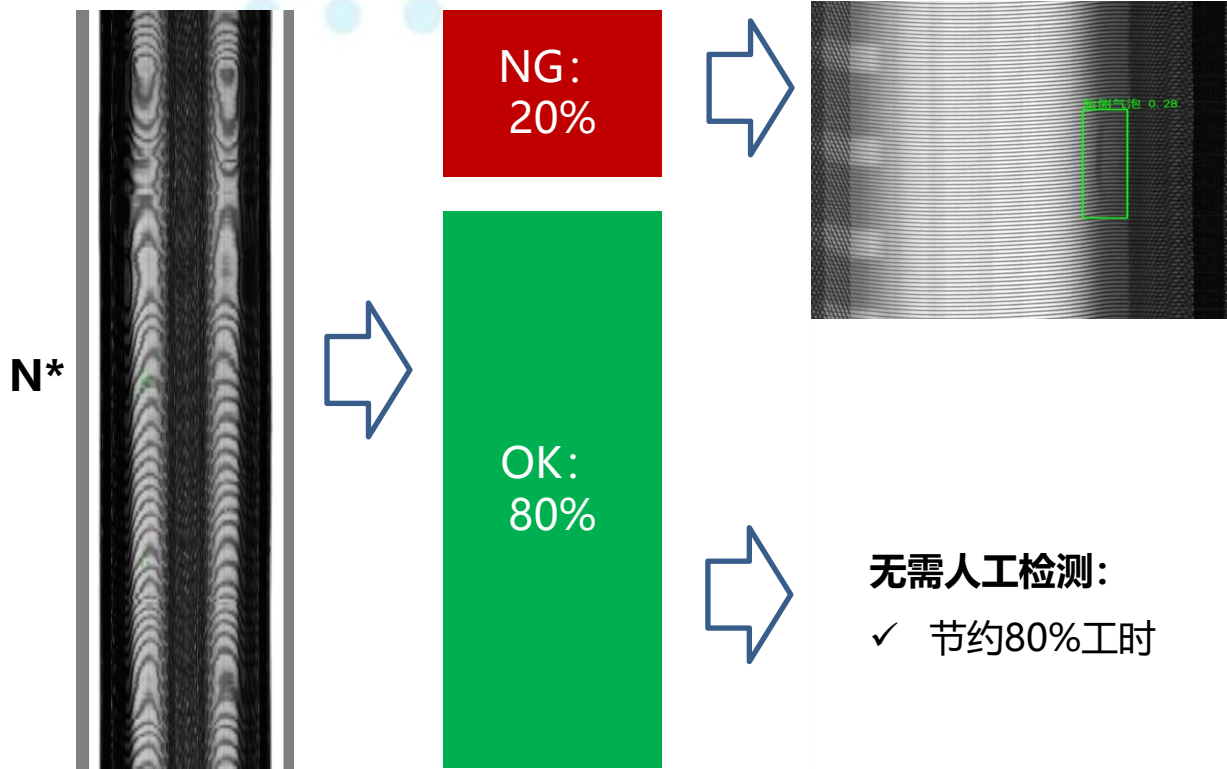
智能检测平台可与企业生产系统无缝对接，实现轮胎生命周期数据化与可视化，提高企业数智化水平，驱动工艺改进，品质升级

## 方案价值

全国首创轮胎X光AI质检项目，方案借助5G+AI机器视觉技术，实现全量缺陷精准识别，覆盖36类缺陷，准确率超97%，漏检率2.5%，节约人力成本67%。大幅提升质检效率和品质稳定性，降低漏检率与成本。

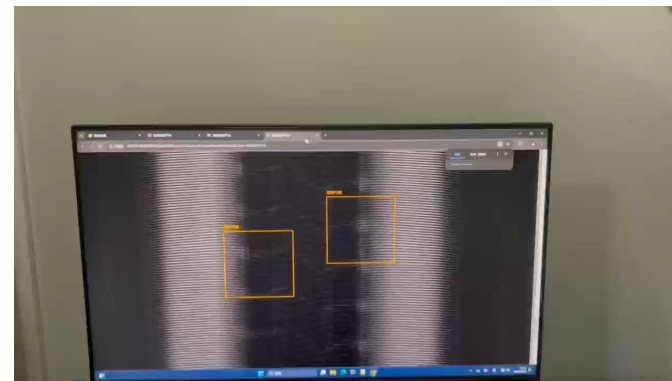


- 经过产线实测，OneCyber智能检测可缓解人员疲劳，精准识别缺陷，降低单件工时，实现效率倍增超300%



在AI标注框的辅助下，进行人工复检：

- ✓ 更加聚焦缺陷部位的识别、判断，缓解视觉疲劳
- ✓ 辅助补盲，同时定位主要缺陷和细微缺陷
- ✓ 降低平均检测时长



浦林成山产线实测

模式	单个轮胎的生产节拍（秒）	质检员数	倒班数	覆盖产线数	AI检测轮胎数	人工实际检测轮胎数	完整检测轮胎数
人工检测	NG: 37=5 (X光机上下料) +22 (人工检测) +10 (人工录入缺陷)	3-5	3	1	/	3000	3000
AI辅助检测+人工复检	NG: 27=5 (X光机上下料) +12 (AI检测+AI标记) +10 (人工复检)	3-5	3	5	15000	3000	15000