

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL 152—2025

## 汽车制造行业工业机器视觉系统应用标准

Application Standard for Industrial Machine Vision Systems in the Automotive  
Manufacturing Industry

征求意见稿

2025 - - 发布

2025 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 ..... III

一、范围 ..... 1

二、规范性引用文件 ..... 1

三、术语和定义 ..... 2

    (一) 机器视觉系统 machine vision system ..... 2

    (二) 视觉传感器 vision sensor ..... 2

    (四) 检测精度 detection accuracy ..... 2

    (五) 识别率 recognition rate ..... 2

    (六) 视场 field of view (FOV) ..... 3

    (七) 工作距离 working distance ..... 3

    (八) 景深 depth of field (DOF) ..... 3

    (九) 像素精度 pixel accuracy ..... 3

    (十) 标定 calibration ..... 3

四、系统架构 ..... 3

    (一) 硬件架构 ..... 3

        1. 视觉传感器 ..... 3

        2. 镜头 ..... 4

        3. 图像采集卡 (如有) ..... 5

        4. 照明系统 ..... 6

        5. 视觉处理器 (计算机) ..... 6

    (二) 软件架构 ..... 6

        1. 操作系统 ..... 6

        2. 机器视觉软件 ..... 7

        3. 人机界面 (HMI) ..... 7

五、功能要求 ..... 8

    (一) 图像采集功能 ..... 8

    (二) 图像处理功能 ..... 8

    (三) 分析检测功能 ..... 8

    (四) 结果输出功能 ..... 9

    (五) 系统管理功能 ..... 9

六、性能要求 ..... 10

    (一) 检测精度 ..... 10

    (二) 识别率 ..... 10

    (三) 测量精度 ..... 11

    (四) 响应时间 ..... 11

    (五) 稳定性 ..... 11

- 七、安装与维护要求 ..... 11
  - (一) 安装要求 ..... 11
    - 1. 硬件安装 ..... 11
    - 2. 软件安装 ..... 12
  - (二) 维护要求 ..... 12
    - 1. 日常维护 ..... 12
    - 2. 定期维护 ..... 13
    - 3. 故障处理 ..... 13
- 八、通信与数据交互要求 ..... 13
  - (一) 通信协议 ..... 13
  - (二) 数据交互格式 ..... 14
  - (三) 通信性能 ..... 14
- 九、安全要求 ..... 14
  - (一) 电气安全 ..... 14
  - (二) 机械安全 ..... 15
  - (三) 功能安全 ..... 15
  - (四) 信息安全 ..... 15
  - (五) 照明系统安全 ..... 15
  - (六) 安全标识 ..... 16

## 前 言

本文件依据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。

本文件由广西机电职业技术学院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：海之晨工业装备有限公司，越南李太祖大专，越南北江工业技术大专，新加坡南洋理工学院，MOZI国际科技集团。

本文件主要起草人：林显新，苏茜，陈栋，余成武，黄越孝，Graham，王燕红。

本文件为首次发布。

# 汽车制造行业工业机器人视觉系统应用标准

## 一、范围

本标准规定了汽车制造行业工业机器人视觉系统的术语和定义、系统架构、功能要求、性能要求、安全要求、安装与维护要求以及通信与数据交互要求。

适用于汽车制造环境下，采用机器视觉技术实现产品检测、测量、识别、定位和引导等功能的系统设计、开发、集成、应用及维护的全生命周期管理。

## 二、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 19660-2020 工业自动化系统与集成 词汇

GB/T 4064-2023 电气设备安全设计导则

GB/T 39467-2020 机器视觉 图像数据 格式

GB/T 31230.1-2014 工业以太网现场总线 行规 第 1 部分：通用要求

GB/T 31230.2-2014 工业以太网现场总线 行规 第 2 部分：实时通信

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB/T 20438.1-2017 电气 / 电子 / 可编程电子安全相关系统的功能安全 第 1 部分：一般要求

GB/T 28448-2019 信息安全技术 网络安全等级保护测评要求

GB/T 28449-2018 信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南

GB/T 36344-2018 信息技术 数据质量评价指标

GB/T 40659-2021 机器视觉在线检测系统通用要求

T/GXDSL 152—2025

GB/T 38659-2020 人工智能 机器学习模型规范

GB 7247.1-2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 2893.1-2013 图形符号 安全色和安全标志 第1部分：安全标志和安全标记的设计原则

### 三、术语和定义

GB/T 12643、GB/T 39005 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### （一）机器视觉系统 machine vision system

利用光学成像设备获取物体图像信息，并通过图像处理算法对图像进行分析、理解，从而实现对物体的检测、测量、识别、定位和引导等功能的系统。

#### （二）视觉传感器 vision sensor

用于采集物体图像的设备，如相机、摄像机等，可分为二维视觉传感器和三维视觉传感器。

#### （三）图像处理算法 image processing algorithm

对视觉传感器采集到的图像进行处理和分析的数学算法，包括图像增强、滤波、分割、特征提取、模式识别等。

#### （四）检测精度 detection accuracy

机器视觉系统检测结果与实际值之间的偏差程度，通常用误差范围表示。

#### （五）识别率 recognition rate

机器视觉系统正确识别目标物体的数量占总识别物体数量的比例。

(六) 视场 field of view (FOV)

视觉系统可观察的最大区域范围。

(七) 工作距离 working distance

镜头前端到被检测物体表面的距离。

(八) 景深 depth of field (DOF)

物体在清晰成像条件下沿光轴方向可移动的距离范围。

(九) 像素精度 pixel accuracy

单个像素代表的实际物理尺寸。

(十) 标定 calibration

确定视觉系统内部参数（如镜头畸变、相机坐标系）和外部参数（相机与世界坐标系关系）的过程。

## 四、系统架构

### (一) 硬件架构

#### 1. 视觉传感器

类型选择：根据应用场景和检测要求，选择合适类型的视觉传感器，二维面阵相机适用于平面物体

的检测和识别；三维线阵相机适用于物体的轮廓测量和三维重建；智能相机集成了图像采集、处理和通信功能，适用于对空间和成本要求较高的场景。

参数要求：视觉传感器的分辨率、帧率、像元尺寸等参数应满足实际应用需求，具体如下表所示：

表 1 视觉传感器参数要求

| 参数   | 说明          | 要求                                                           |
|------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| 分辨率  | 相机图像的像素数量   | 根据检测精度需求确定，高精度检测场景建议保证相机分辨率，满足检测精度要求                         |
| 帧率   | 相机每秒采集图像的帧数 | 依据物体运动速度选择，运动速度较低的场景，帧率不宜低于 20 帧 / 秒；高速运动场景，需根据具体速度和精度要求提高帧率 |
| 像元尺寸 | 单个像素的物理尺寸   | 通常不大于 5 μm，可根据检测精度和视场需求适当调整                                  |

2. 镜头

类型选择：镜头类型需根据视觉传感器类型、检测物体特征及工作距离进行选择。例如，远心镜头适用于高精度尺寸测量，可减少因物距变化导致的测量误差；变焦镜头可灵活调整焦距，适用于检测范围变化的场景；定焦镜头具有高分辨率和稳定性，适合固定检测场景。

参数要求：

表 2 镜头参数要求

| 参数 | 说明             | 要求                                                       |
|----|----------------|----------------------------------------------------------|
| 焦距 | 镜头光学中心到成像平面的距离 | 应根据检测物体大小、工作距离及视场要求综合确定，一般在 8mm - 50mm 较为常用，但需根据实际情况灵活选择 |



|      |               |                                                            |
|------|---------------|------------------------------------------------------------|
| 光圈   | 控制镜头通光量       | 光圈大小需结合光照条件和景深需求调节。光照充足时，可适当缩小光圈以增大景深；光照不足或需要突出拍摄主体时，可增大光圈 |
| 畸变率  | 镜头成像变形程度      | 对于高精度测量场景，镜头畸变率应尽可能低，一般要求小于 1%，尽量选用远心镜头；普通检测场景可适当放宽要求      |
| 接口类型 | 镜头与视觉传感器的连接标准 | 需与视觉传感器接口匹配，常见接口类型有 C 口、CS 口等                              |

3. 图像采集卡（如有）

当视觉传感器与计算机之间需要高速数据传输时，应配备图像采集卡。图像采集卡的接口类型（如 Camera Link、USB3.0、GigE Vision 等）应与视觉传感器兼容，且数据传输速率应满足实时性要求。图像采集卡的主要性能指标如下表所示：

表 3 图像采集卡性能指标

| 性能指标 | 说明            | 要求                                                                                                                                                 |
|------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 接口类型 | 与视觉传感器连接的接口标准 | Camera Link（适用于高速、大数据量传输，数据传输速率 $\geq 1.25\text{GB/s}$ ）、USB3.0（通用、便捷，数据传输速率 $\geq 5\text{Gbps}$ ）、GigE Vision（支持网络传输，数据传输速率 $\geq 1\text{Gbps}$ ） |
| 传输速率 | 数据传输的最大速度     | 不低于视觉传感器输出数据速率的 1.2 倍，确保传输流畅无丢帧                                                                                                                    |
| 缓存容量 | 用于临时存储图像数据    | 根据实际应用需求确定，一般不小于 128MB（高                                                                                                                           |

|  |       |               |
|--|-------|---------------|
|  | 的内存大小 | 速 / 多相机场景需增大) |
|--|-------|---------------|

4. 照明系统

照明系统用于为视觉传感器提供合适的光照条件，以提高图像质量和检测效果。照明系统使用的光源（如环形光源、背光源、条形光源等）应根据物体的形状、表面特性和检测要求进行选择。照明系统的主要性能指标如下：

- 亮度均匀性：照明区域内亮度的均匀程度，一般要求不低于 90%。
- 色温：光源的颜色温度，一般要求在 5000K - 6500K 之间，以保证图像色彩还原准确。
- 寿命：LED 光源额定寿命≥30,000 小时。
- 稳定性：光源亮度在一定时间内的波动范围，一般要求不超过 ±3%。

5. 视觉处理器（计算机）

视觉处理器用于运行机器视觉系统的软件，进行图像处理、分析和结果输出。视觉处理器的硬件配置应满足软件运行和数据处理的要求，至少具备以下配置：

- 处理器：不低于 Intel Core i5 - 10700 ，多核处理器优先，以提高数据处理速度。
- 内存：不小于 16GB，确保能够快速处理和存储大量图像数据。
- 硬盘：建议使用固态硬盘（SSD），容量不小于 512GB，以提高数据读写速度和系统响应速度。
- 显卡：对于需要进行复杂图像处理和的系统，应配备独立显卡，显存不小于 4GB，深度学习场景：显卡计算能力≥7.0（CUDA 架构），显存≥8GB。

（二）软件架构

1. 操作系统

机器视觉系统应支持主流的操作系统，如 Windows 10 专业版（64 位）、Windows 11 专业版（64 位）等。操作系统的版本应是稳定且受支持的，以确保系统的安全性和兼容性。同时，操作系统应具备良好的实时性能，能够满足机器视觉系统对实时性的要求。

## 2. 机器视觉软件

功能模块：机器视觉软件应至少包含图像采集、图像处理、分析检测、结果输出等功能模块。各功能模块的具体功能如下：

图像采集模块：负责与视觉传感器进行通信，实现图像的实时采集和传输，并对采集参数进行设置和调整。支持多相机同时采集，同步误差不宜超过  $50\ \mu\text{s}$ 。

图像处理模块：对采集到的图像进行预处理（如滤波、增强、去噪等）、分割、特征提取等操作，为后续的分析决策提供基础数据。

分析检测模块：根据图像处理模块提取的特征信息，运用相应的算法和模型进行分析和判断，实现对物体的检测、测量、识别、定位和引导等功能。

结果输出模块：将分析检测模块得到的结果以合适的方式输出，如显示在人机界面上、存储到数据库中、发送给外部设备等。支持 CSV、XML、JSON 等数据格式输出。

算法库：机器视觉软件应具备丰富的图像处理算法库和机器学习模型库，以满足不同应用场景的需求。算法库应包括但不限于边缘检测算法、阈值分割算法、形态学处理算法、模板匹配算法、深度学习算法（如卷积神经网络、循环神经网络等）。同时，算法库应具有可扩展性，便于用户根据实际需求进行算法的定制和优化。

## 3. 人机界面（HMI）

人机界面用于实现用户与机器视觉系统之间的交互，应具备友好、直观的操作界面，方便用户进行系统参数设置、图像显示与分析、结果查看与管理等操作。人机界面至少应具备以下功能：

参数设置：用户可通过人机界面设置视觉传感器的采集参数（如曝光时间、增益、帧率等）、图像处理算法的参数（如阈值、滤波参数等）、检测数据上下限参数设置。

图像显示：实时显示视觉传感器采集到的原始图像和经过处理后的图像，便于用户观察和分析图像质量和处理效果。支持图像放大、缩小、旋转等操作。

结果展示：以直观的方式展示机器视觉系统的检测、测量、识别、定位和引导等结果，如通过图表、报表、图形标注等形式。

操作记录与日志管理：记录用户在人机界面上的操作历史，生成系统运行日志，便于用户查询和追

溯系统的运行情况，也有助于系统的维护和故障诊断。日志保存时间不少于 60 天。

## 五、功能要求

### （一）图像采集功能

多相机同步采集：对于需要多个视觉传感器协同工作的应用场景，机器视觉系统应支持多相机同步采集功能，确保采集到的图像具有时间一致性。相机之间的同步误差应不宜超过  $50\ \mu\text{s}$ 。

图像采集参数动态调整：在系统运行过程中，应能够根据实际需求动态调整视觉传感器的图像采集参数，如曝光时间、增益、帧率等，以适应不同的光照条件和检测任务，参数调整应在 200ms 内生效（高速产线场景）或 500ms 内生效（通用场景）。

图像采集触发方式：机器视觉系统应支持多种图像采集触发方式，如软件触发、硬件触发、定时触发等，以满足不同应用场景的需求。触发响应时间应不超过 20ms。

### （二）图像处理功能

图像预处理：机器视觉系统应具备图像预处理功能，能够对采集到的原始图像进行滤波、增强、去噪、灰度变换等操作，以提高图像质量，为后续的图像处理和分析提供更好的基础。图像预处理算法应在 100ms 内完成一幅分辨率不低于  $1920\times 1080$  图像的处理，处理后的图像应能够清晰地显示物体的特征和细节。

图像分割：能够根据物体的特征和背景信息，采用合适的图像分割算法（如阈值分割、边缘检测、区域生长等）将物体从背景中分离出来，获取物体的轮廓和区域信息。图像分割的精度应满足实际检测要求。

特征提取：从分割后的物体图像中提取出用于检测、测量、识别、定位和引导等功能的特征信息，如几何特征（长度、面积、周长等）、纹理特征（灰度共生矩阵、局部二值模式等）、颜色特征等。特征提取算法应具有稳定性和可靠性，在光照变化  $\pm 20\%$ 、存在高斯噪声（均值为 0，方差为 0.01）的情况下，测试样本需覆盖几何/纹理/颜色特征类型，每种特征样本量  $\geq 100$ ；特征提取的准确率不低于 98%。

### （三）分析检测功能

检测功能：能够根据提取的特征信息，对物体的表面缺陷（如划痕、裂纹、孔洞等）、尺寸偏差、形状偏差、装配质量等进行检测，并判被检测工件是否合格。

测量功能：对物体的尺寸、位置、角度等参数进行精确测量，测量精度应满足实际应用需求。测量结果应具有良好的重复性和稳定性，在相同条件下多次测量同一物体，测量结果偏差在允许误差范围内的比例不低于 98%。

识别功能：识别物体的类型、型号、字符、条码、二维码等信息，对于字符识别，支持常见的印刷体、手写体、气动打标、激光打标等字符；对于条码、二维码识别，支持 EAN - 13、QR Code 等常见编码格式。

定位功能：确定物体在空间中的位置和姿态，定位精度应满足实际应用需求。定位结果应能够实时反馈给外部设备（如机器人、运动控制系统等），反馈延迟不超过 50ms，实现对物体的精确操作和控制。

#### （四）结果输出功能

数据输出：将机器视觉系统的分析检测结果以数据的形式输出，如检测结果（合格 / 不合格）、测量数据、识别信息、定位坐标等。数据输出格式应符合相关行业标准或用户需求，数据输出频率应满足系统实时性要求，延迟 $\leq 100\text{ms}$ 。

图像输出：能够输出经过处理和分析后的图像，图像上应标注有检测、测量、识别、定位等结果信息，以便用户直观地查看和分析。图像输出格式应支持常见的图像文件格式，如 JPEG、PNG、BMP 等，图像分辨率不低于原始采集图像分辨率。

信号输出：根据分析检测结果，输出相应的控制信号（如开关量信号、模拟量信号等），用于控制外部设备的动作，如报警信号、启动 / 停止信号、调整设备参数的信号等。信号输出的接口类型和电气特性（NPN、PNP 等）应与外部设备兼容，信号响应时间不超过 30ms。

#### （五）系统管理功能

用户管理：具备用户管理功能，能够添加、删除、修改用户信息，设置不同用户的权限，如管理员权限、操作员权限、普通用户权限等。管理员可进行所有系统操作和配置；操作员可进行图像采集、处

理、分析和结果查看等操作，但不能修改系统核心参数；普通用户仅可查看系统运行状态和结果。不同权限的用户具有不同的操作和访问权限，以确保系统的安全性和数据的保密性。

系统配置管理：可以对机器视觉系统的硬件设备（如视觉传感器、图像采集卡、照明系统等）和软件参数（如图像处理算法、分析检测、结果输出等）进行配置和管理。系统配置信息应能够保存和恢复，方便用户在不同应用场景下快速切换系统配置。配置信息保存时间不少于 1 年。

数据存储与管理：能够对采集到的原始图像、处理后的图像、分析检测结果、操作记录和日志等数据进行存储和管理。数据存储应采用可靠的存储设备和存储方式，确保数据的安全性和完整性。同时，应具备数据查询、检索、备份和恢复等功能，方便用户对历史数据进行分析 and 追溯。数据备份频率以实际需求为准，备份数据保存时间一般不少于 3 个月。

系统自检与故障诊断：定期对机器视觉系统的硬件设备和软件运行状态进行自检，自检周期为每小时一次，及时发现系统故障和潜在问题。当系统出现故障时，能够进行故障诊断，定位故障原因，并在 10 分钟内给出相应的故障提示和解决方案。系统自检和故障诊断功能应具有实时性和准确性，能够有效地提高系统的可靠性和维护效率。

## 六、性能要求

### （一）检测精度

机器视觉系统的检测精度应根据不同的检测任务和应用场景确定。

尺寸检测：在 0-100mm 范围内，最大允许误差  $\pm 0.05\text{mm}$ ；

缺陷检测：可检出最小尺寸 0.2mm 的缺陷（划痕深 0.1mm/长 1mm；孔洞直径 0.2mm）。

测试方法：使用 0 级标准量块及缺陷样品，重复测试  $\geq 15$  次，计算误差平均值与标准差。

### （二）识别率

识别率应满足实际应用需求，在光照强度 500-1500Lux、物体姿态偏差  $\pm 15^\circ$ 、图像分辨率  $\geq 1280 \times 720$  条件下，正确识别率应不低于 99.5%。识别率的测试方法应采用样本库容量  $\geq 1000$  个（覆盖各类目标），测试环境照度波动  $\leq \pm 10\%$ ，统计机器视觉系统正确识别的样本数量，识别率 = （正确识别样本数 / 总样本数） $\times 100\%$ ，结果需不低于实际检测任务识别率要求。

### （三）测量精度

对物体的尺寸、位置、角度等参数进行精确测量，测量精度应满足实际应用需求，测量结果应具有良好的重复性和稳定性，测量结果重复性：在相同条件下多次测量同一物体，结果偏差在允许误差范围内的比例应不低于 98%。测量精度的测试方法应采用高精度标准量具（如高精度卡尺、三坐标、角度规等）对已知尺寸、角度和位置的标准件进行测量，在相同条件下测量不低于 10 次，计算测量结果与标准值的误差，误差需满足实际要求。

### （四）响应时间

从图像采集触发到系统输出检测、测量、识别等结果的时间，即系统响应时间，应不超过 200ms，以满足智能制造生产线实时性要求。测试时系统负载 $\geq 80\%$ ，内存占用 $\geq 85\%$ ；使用高精度计时器记录触发时刻与结果输出时刻，连续测量不低于 20 次取平均值。

### （五）稳定性

机器视觉系统在连续运行 24 小时内，应能稳定工作，无死机、数据丢失、错误报警等故障发生，且各项性能指标波动范围不超过  $\pm 5\%$ 。测试方法为让系统持续运行 24 小时，期间定时记录系统状态和性能数据，检查是否出现故障及性能波动是否符合要求。

## 七、安装与维护要求

### （一）安装要求

#### 1. 硬件安装

视觉传感器安装：安装位置应根据检测对象的尺寸、运动轨迹和视场要求确定，确保被检测物体完全处于视觉传感器的有效视场内。安装应牢固可靠，避免因振动、晃动影响检测精度，可采用减震支架

和固定螺栓进行安装。同时，要保证视觉传感器的镜头清洁，安装过程中避免触碰镜头，若镜头有灰尘，需使用专用的镜头清洁工具进行清洁。

**照明系统安装：**根据物体的表面特性和检测需求，合理调整照明系统的安装位置、角度和亮度。确保照明均匀覆盖被检测区域，避免出现阴影和反光现象影响图像质量。对于反光较强的物体，可调整光源角度来减少反光。

**视觉处理器及其他设备安装：**视觉处理器应放置在通风良好、温度适宜（5℃ - 35℃）、湿度适中（20% - 80% RH，无冷凝）的环境中，避免灰尘、腐蚀性气体和强电磁干扰（电磁环境符合 GB/T 5226.1-2019，周边 10m 内无 >10A 的变频设备）。图像采集卡、通信设备等应正确插入视觉处理器对应接口，并安装相应的驱动程序。各设备之间的连接线缆应整齐排布，避免缠绕和拉扯，确保连接牢固，接口处做好防护措施。

## 2. 软件安装

机器视觉系统软件应安装在满足硬件配置要求的视觉处理器（计算机）上，安装前需关闭计算机的杀毒软件和防火墙（安装完成后重新开启，并将软件添加到信任列表），避免安装过程中出现误报或阻止安装的情况。按照软件安装向导的提示，依次完成操作系统适配检查、软件组件安装、授权激活等步骤。安装完成后，需对软件进行初始化设置，包括系统语言、时间格式、数据存储路径等。

安装相关的驱动程序，如视觉传感器驱动、图像采集卡驱动、通信设备驱动等，确保硬件设备能够与软件正常通信。驱动程序应从设备厂商官方网站下载最新版本，安装过程中按照提示进行操作，安装完成后需重启计算机使驱动生效。

## （二）维护要求

### 1. 日常维护

**硬件检查：**每日检查视觉传感器、照明系统、视觉处理器等硬件设备的运行状态，查看设备指示灯是否正常亮起，有无异常报警声音。清洁设备表面的灰尘，特别是视觉传感器镜头和照明光源表面，保持设备良好的散热和工作环境。检查各设备之间的连接线缆是否松动、破损，确保连接正常。

**软件检查：**每日查看机器视觉系统软件的运行日志，检查是否有错误记录和异常报警信息。定期清



理软件产生的临时文件和缓存数据，释放磁盘空间，保证软件运行的流畅性。检查软件的各项功能是否正常，如图像采集、处理、分析和结果输出等功能。

## 2. 定期维护

**硬件维护：**每季度对视觉传感器进行校准，使用标准校准工具和方法，调整传感器的焦距、光圈、白平衡（黑白相机忽略）等参数，确保图像采集的准确性。检查照明系统的亮度和均匀性，如有衰减或不均匀情况，及时更换老化的光源或调整光源位置和角度。对视觉处理器进行硬件性能检测，包括处理器性能、内存使用情况、硬盘读写速度等，若发现性能下降，及时进行优化或更换硬件设备。

**软件维护：**应定期评估软件版本，在安全漏洞修复或功能必需时进行升级，及时获取新功能和性能优化，同时修复已知的漏洞和问题。备份系统配置信息和重要数据，防止软件升级过程中出现数据丢失或配置错误。对软件中的图像处理算法和分析检测模块进行评估和优化，根据实际应用场景和检测需求，调整算法参数，提高系统的检测精度和效率。

## 3. 故障处理

当机器视觉系统出现故障时，首先查看系统的故障提示信息 and 运行日志，初步判断故障原因。对于硬件故障，如视觉传感器无图像输出、照明系统不亮等，检查设备的电源、连接线缆、接口等是否正常，若无法确定故障点，可使用替换法，更换相同型号的正常设备进行测试，定位故障设备并进行维修或更换。对于软件故障，如软件闪退、图像处理异常等，尝试重启软件、重新安装软件或恢复系统默认配置。若故障仍无法解决，及时联系设备供应商或专业技术人员进行维修，并详细记录故障现象和处理过程，以便后续参考处理类似故障。

# 八、通信与数据交互要求

## （一）通信协议

机器视觉系统与外部设备（如机器人、PLC、上位机等）之间的通信应采用标准的工业通信协议，如 TCP/IP、Profinet、EtherNet/IP、OPC UA 等，确保通信的兼容性和稳定性。通信协议的选择应根

据实际应用场景和外部设备的支持情况确定，在系统设计阶段明确通信协议的版本和参数配置。

视觉传感器与图像采集卡(或视觉处理器)之间的通信应遵循相应的接口标准协议,如 GigE Vision、Camera Link 协议等，保证图像数据的高速、稳定传输。在设备选型和系统集成过程中，确保各设备的通信协议相互兼容，避免出现通信故障。

## （二）数据交互格式

机器视觉系统输出的数据应采用统一的数据格式，便于外部设备接收和处理。数据格式应包含必要的信息，如检测结果（合格 / 不合格）、测量数据、识别信息、定位坐标等。在数据交互前，双方应协商确定数据格式的具体内容和字段定义，确保数据的准确性和一致性。

图像数据的传输和存储应遵循相关的图像数据格式标准，如 JPEG、PNG、BMP、TIFF 等。对于需要进行远程监控和分析的图像数据，可采用压缩格式（如 JPEG）进行传输，以减少数据传输量，但要保证图像质量不影响检测和分析结果。在存储图像数据时，应建立合理的文件命名和存储目录结构，便于数据的管理和检索。

## （三）通信性能

数据传输速率应满足系统实时性要求，确保图像数据、检测结果等信息能够及时传输到外部设备。对于高速生产线应用场景，数据传输速率应不低于视觉传感器输出数据速率的 1.2 倍，避免数据堵塞和丢失。在通信过程中，可采用数据缓存、流量控制等技术，优化数据传输性能。

通信的稳定性要求在系统运行过程中，通信链路的中断时间累计每小时不超过 10 秒，且中断后应在 5 秒内自动恢复连接。为提高通信稳定性，可采用冗余通信链路设计，如双网络接口、备用通信线缆等，同时对通信设备进行定期维护和检测，确保通信设备正常运行。

# 九、安全要求

## （一）电气安全

机器视觉系统电气安全设计应符合以下要求：

接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；

电源输入端应设置过流保护装置，过流保护装置额定电流 $\leq$ 设备标称值 120%；

足线缆绝缘耐压 $\geq 1500V$  AC/1min。

## （二）机械安全

系统机械安全防护应满足：

运动部件防护等级 $\geq IP54$ （符合 GB/T 4208-2017），防护罩开启时自动切断动力源；

急停装置响应时间 $\leq 0.5s$ ，按钮采用红色蘑菇头式（直径 $\geq 30mm$ ）；

设备尖锐部位倒圆角处理（R 角 $\geq 2.5mm$ ），防止人员划伤。

## （三）功能安全

安全相关系统需满足：

安全控制信号（如急停、安全门）应符合 GB/T 20438.1-2017 SIL2 等级要求；

安全回路与非安全回路物理隔离，最小间距 $\geq 50mm$ ；

故障状态下系统应进入安全模式（默认输出“停止”信号）。

## （四）信息安全

系统信息安全保障措施包括：

访问控制：

用户密码长度 $\geq 8$  位，含数字+大小写字母组合；

密码 90 天强制更新，连续 5 次失败锁定账户 30min。

审计追踪：

完整记录用户登录、参数修改、数据导出操作；

审计日志保存 $\geq 180$  天，防篡改设计。

## （五）照明系统安全

特殊照明装置附加要求：

激光光源需符合 GB 7247.1-2012 Class 1 安全等级；

频闪照明器需标注安全等级（RG0/RG1）；

紫外光源需设置自动遮光装置（人员进入检测区时关闭）。

## （六）安全标识

设备外部应设置永久性安全标识：

警告标识：高压、激光辐射、运动部件等（尺寸 $\geq 15 \times 15 \text{mm}$ ）；

安全操作流程铭牌（安装于控制柜门内侧）；

设备唯一身份标签（含制造商、型号、安全认证编号）。

---