

视觉技术在柴油机缸盖毛坯缺陷检测中的应用

□ 一汽解放发动机事业部/周强 丁胜明 章高峰

随着智能制造技术的快速发展，在汽车制造领域，视觉识别检测技术正广泛应用于零部件识别和缺陷检测。在柴油机缸盖生产过程中，毛坯缺陷漏检会对后道工序造成刀具损坏等严重影响。传统的人工目视检查模式存在漏检和误判的情况，难以保证检测结果100%准确。通过采用视觉检测技术建立缸盖毛坯模板，对毛坯缸盖的特定位置进行检查，可精准识别缺陷，准确剔除不合格毛坯。

采用机器视觉可以解决机加生产线人工上毛坯时目视检查存在的漏检和误判问题，从而避免对后道工序造成不良影响，保证生产线有序生产。本文对前期生产过程中出现的问题进行统计，评估梳理出毛坯型号识别、预铸孔识别、黄锈识别和孔径识别这四个必须保证检测准确率达到100%的项目。

型号判断

模板匹配是通过计算模板图像和待搜索图像的相似度，从而在待搜索图像中找到模板图像的过程。模板匹配的过程大致可以表述为：首先按像素计算模板图像与待搜索

图像的相似度，然后找到最大或最小的相似度区域作为匹配位置。模板匹配大致可以分为三类：基于灰度值的匹配算法、基于形状的匹配算法和基于组件的匹配算法。

缸盖毛坯型号一共有三种，适合采用多模板匹配，故选择基于形状的模板匹配方式进行匹配。三种型号对比如图1所示。

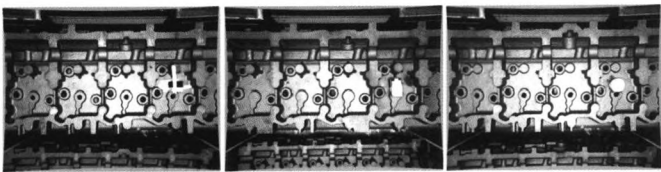


图1 毛坯三种型号对比

采集图像后，首先对图像进行相机标定，然后将三种型号的毛坯分别制作模板，采用多模板匹配的方式进行匹配，找到匹配分数最高的一项，即与被测毛坯型号最接近的模板。由于三种毛坯的差异性比较小，考虑到现场受光照、噪声等影响，为了提高匹配结果的稳定性和准确性，采用二次匹配校验的方法提高稳定性，即通过多模板匹配得到被测毛坯的型号

后，再用该型号的模板与被测毛坯匹配，如果匹配结果大于某一设定阈值，则认为该被测毛坯的型号检测正确，否则认为不正确。具体流程如图2所示。

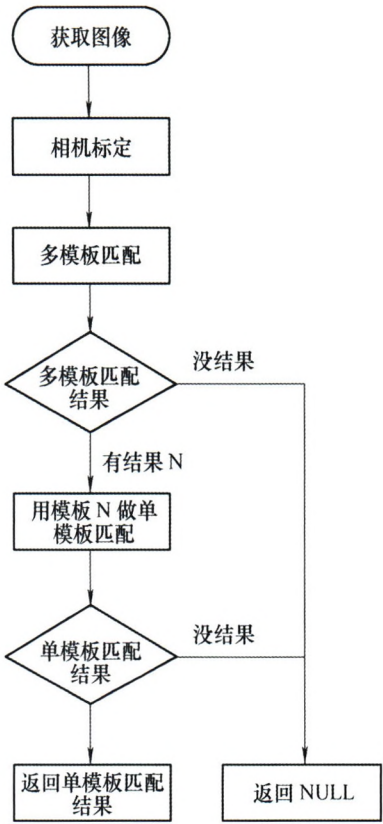


图2 型号判断流程

预铸孔有无判断

毛坯缸盖每个面都要检测有无预铸孔，相较于型号判断，检测预铸孔的难点在于每个面有很多个预铸孔，要确保每个预铸孔准确检测，需要限制搜索区域。本方案采用的方法是首先进行图像预处理，即灰度直方图均值化，如图3所示。

图像预处理后进行匹配定位，找到毛坯上的某一特征点，然后基于该特征点，限制每一个预铸孔的区域作为搜索区域。

本方案采用两种方法检测预铸

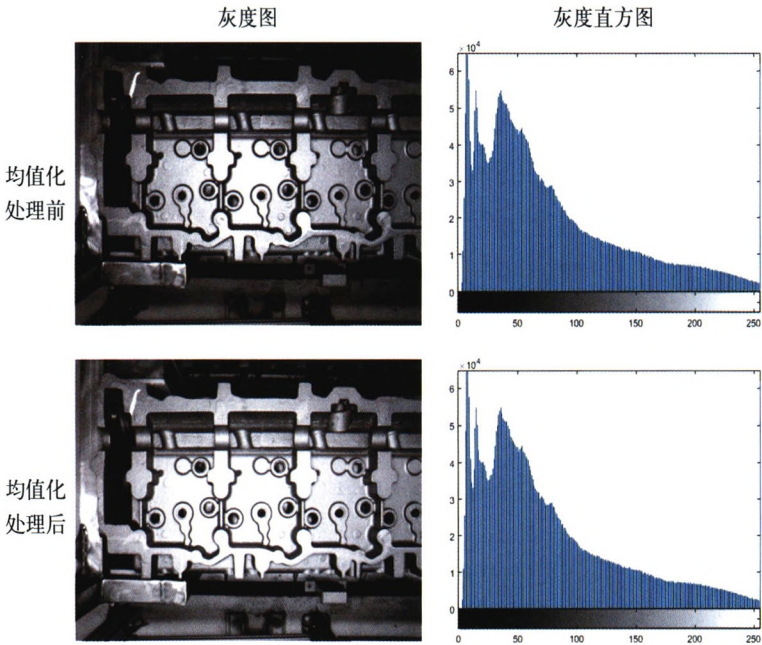


图3 毛坯灰度均值化前后对比

孔的有无。

1.模板匹配法

该方法与判断毛坯型号判断的方法类似，只是少了多模板匹配，只采用单模板匹配。根据匹配结果有无或匹配分数的高低判断预铸孔有无。

2.灰度直方图均值法

毛坯的底面是依据灰度直方图均值的方法进行判断的。首先对毛坯图像进行图像处理，计算每个预铸孔区域的灰度直方图，并得到直方图均值，依据均值与设定阈值的大小对比，判断该区域是否存在预铸孔。

合格工件检测结果如图4所示：绿色圆圈表示已检测出缸盖表面孔的位置，并予以标记。预铸孔完全缺失检测结果如图5所示：对缸盖表面的一个

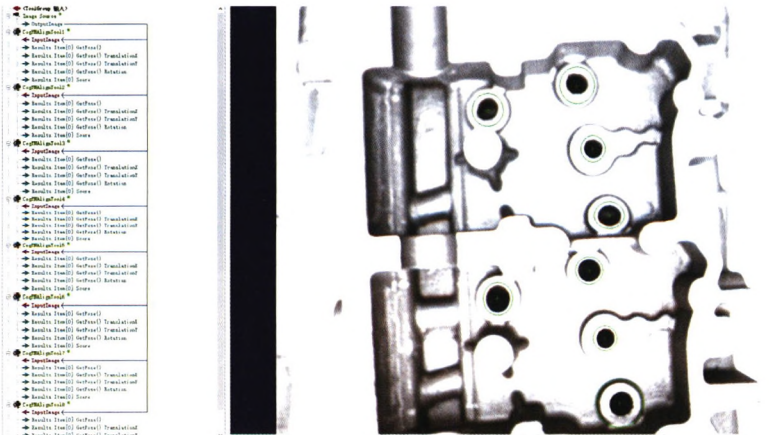


图4 合格工件检测结果

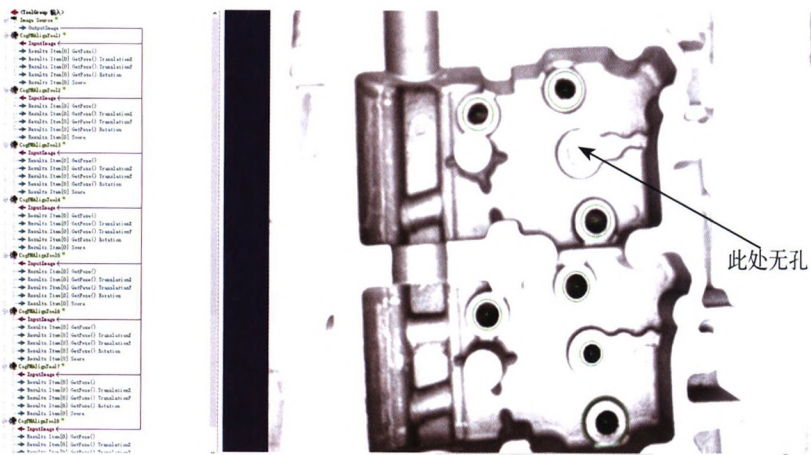


图5 预铸孔完全缺失检测结果

孔全部遮挡，视觉分析结果表明，完全遮挡一个孔后，显示此处无孔，检测结果可靠。预铸孔部分缺失检测结果如图6所示：对孔进行部分遮挡，显示此处无孔，检测结果可靠。

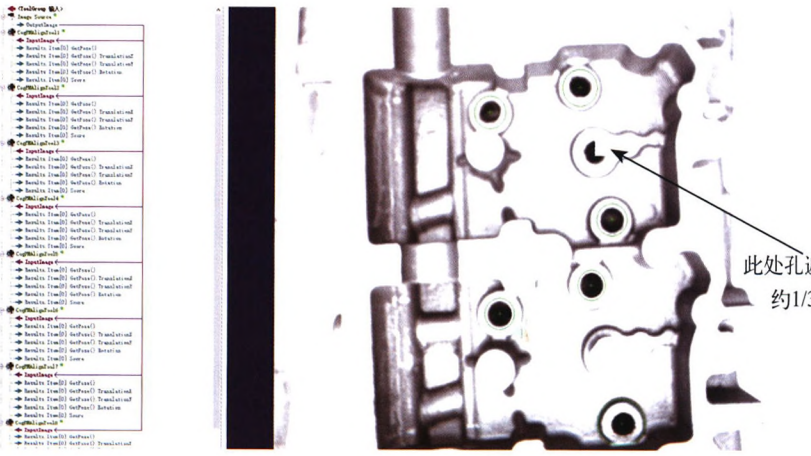


图6 预铸孔部分缺失检测结果

黄锈判断

本方案针对锈迹检测采用颜色提取工具，必须创建一个或多个颜色定义，以便根据指定的参考颜色创建亮像素和暗像素的灰度图像，这些颜色定义可以表示为RGB颜色空间中的少量或大量值。使用参考图像，可以创建具有有限颜色范围的颜色定义，或创建具有多种值的定义。结果输出参考颜色的像素个数，依据像素个数判断当前毛坯是否有锈迹。

孔最小直径检测

理论上，圆孔直径为固定值 D ，实际尺寸在某一区间 $[D-a, D+b]$ 浮动，检测要求限制圆孔直径 $\geq D-a$ 。

检测方法：在光线良好的情况下，圆孔内部的灰度值要小于圆孔边界，即根据灰度值可以提取圆孔边界，采用模板匹配的方法定位该圆孔的位置，并得到圆孔的圆心坐标 O ，采用blob工具获取该圆孔某一灰度范围内的图像坐标点，即圆孔边界点。

循环搜索边界点到圆心 O 的距离，找到最小值，判断该值与圆孔半径 $(D-a)/2$ 的大小。

生产应用

现场设备包括1台6轴工业机器人、1套视觉检测系统和1台激光打标机，毛坯型号识别，抓料、缺陷检测、追溯号标记和上料实现全自动。设备布局如图7所示。

机器人专用抓手上安装1个相机和1个激光测距仪。在抓料前相机扫描毛坯顶面后，视觉识别毛坯

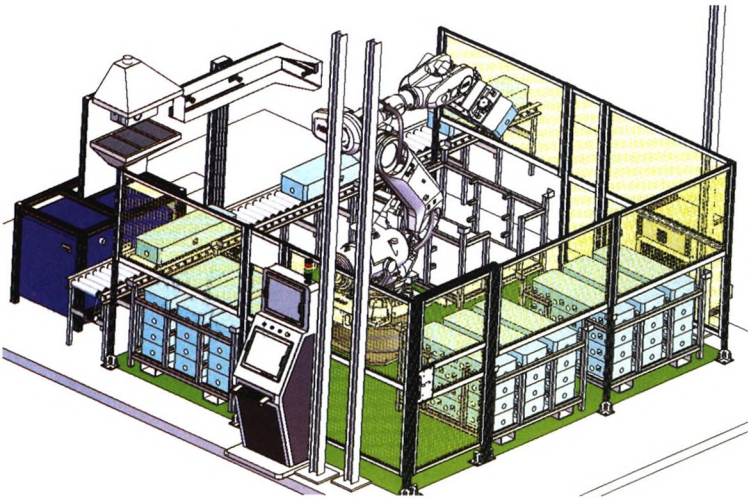


图7 设备总体布局

型号特征、检测毛坯顶面质量并引导至抓料平面位置，根据测算结果自动旋转角度；激光测距仪用于识别毛坯层数。视觉检测系统一共有4个相机，另外3个相机布置在专用检测工位，检测毛坯其余5个面，检测底面时自动对毛坯进行翻转。完成检测后激光打标机对毛坯面打标，检测图片与打标号进行绑定，便于追溯查找。

设备工作流程如图8所示，包括：料框内料的层数判定、最上层毛坯缸盖定位与上表面质量检测、机器人抓料、毛坯缸盖侧面及底

面视觉检测、激光打标、激光打标校验以及机器人将毛坯缸盖放入输送线（机器人将废料入框）等环节。

对应于以上流程的视觉检测的动作序列示意如图9～图11所示。

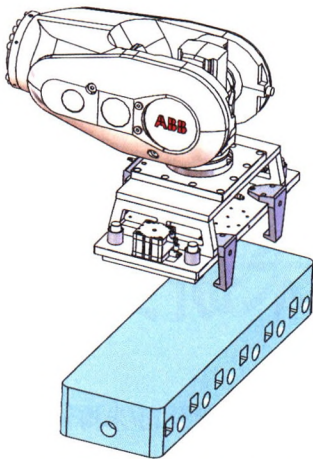


图9 毛坯缸盖上表面的视觉检测示意（毛坯型号识别，预铸孔识别）

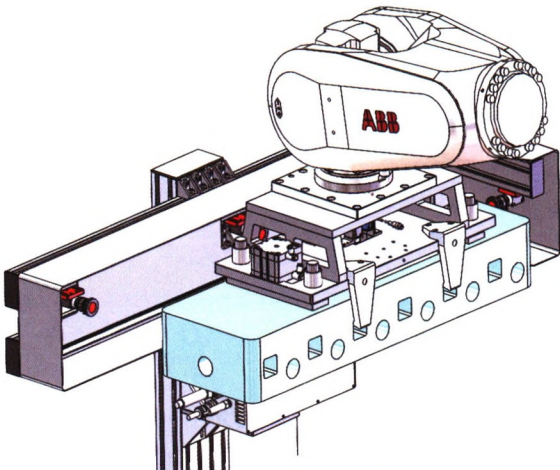


图10 毛坯缸盖侧面和端面的视觉检测示意（预铸孔识别，黄锈识别）

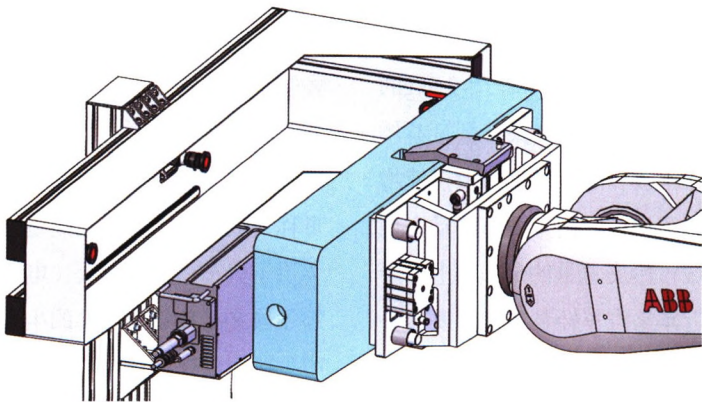


图11 毛坯缸盖底面视觉检测示意（预铸孔识别）

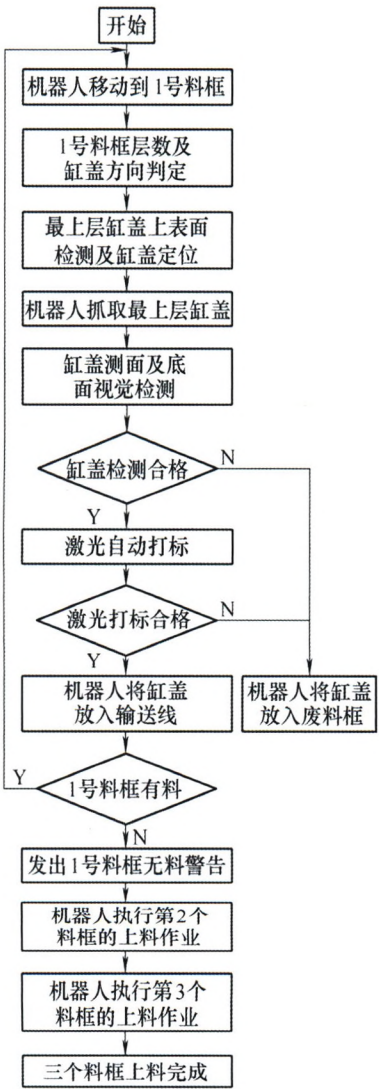


图8 设备工作流程

设备应用于生产后，对毛坯型号识别准确，各面预铸孔有无识别准确，毛坯缸盖前后端面黄锈识别准确，毛坯前端面抓料孔孔径识别准确，达到了预设目标。 **AUTO1950**