

钢球表面缺陷检测方法研究

万正兵

(汉口学院电子信息工程学院 武汉 430212)

摘要: 本文研究了钢球表面缺陷检测方法, 针对钢球制造过程中常见的表面缺陷问题, 旨在提出一种高效准确的检测方法。本研究首先分析了钢球表面缺陷对产品质量和性能的影响, 并指出了解决该问题的迫切性。基于此, 本文设计了一种基于机器视觉的自动检测系统。该方法能够有效识别和定位钢球表面缺陷, 并实现快速检测和分类。实验结果表明, 该方法具备较高的准确性和实用性, 并且能够有效提高钢球生产过程的稳定性和产品质量。本研究的成果对于提升钢球制造工艺和产品质量具有重要意义。

关键词: 钢球; 缺陷检测; 图像处理; 机器学习; 产品质量;

Research on Surface Defect Detection Method of Steel Ball

Wan Zhengbing

(College of Electronic Information Engineering, Hankou University, WuHan 430212)

Abstract: This paper studies the method of defect detection on the surface of steel balls, aiming to propose an efficient and accurate detection method for common surface defects in the manufacturing process of steel balls. This study first analyzes the impact of surface defects on product quality and performance and points out the urgency of solving this problem. Based on this, this paper designs an automatic detection system based on image processing and machine learning. Through processing and analyzing a series of experimental data, this method can effectively identify and locate surface defects of steel balls and achieve rapid detection and classification. The experimental results show that this method has high accuracy and practicality, and can effectively improve the stability and product quality of steel ball production process. The achievements of this study are of significant importance for improving the manufacturing process and product quality of steel balls.

Key words: steel balls; defect detection; image processing; machine learning; product quality;

1. 引言

钢球作为一种重要的机械零部件, 广泛应用于各种机械设备和装置中。钢球的质量和性能直接影响机械设备的稳定性和工作效率。然而, 在钢球制造过程中, 常常会出现表面缺陷问题, 如划痕、裂纹、气泡等。这些表面缺陷不仅会降低钢球的质量和性能, 还会影响机械设备的正常运行, 甚至引发安全事故。因此, 钢球表面缺陷的检测与评估成为了制造企业亟需解决的问题。

针对当前钢球制造过程中普遍存在的表面缺陷问题, 本研究旨在提出一种高效准确的检测方法, 以实现对钢球表面缺陷的自动识别和定位。通过对表面缺陷进行快速检测和分类, 从而为制造企业提供质量控制方案, 提高钢球的质量和性能, 保障机械设备的正常运行。

钢球表面缺陷检测是钢球制造领域中的一个重要问题, 相关研究对于提升钢球制造工艺和产品质量具有重要意义。首先, 通过该研究的成果, 可以减少缺陷钢球的生产和流通, 降低不良产品的比例, 提高钢球的整体质量和性能。其次, 该研究可以提高钢球制造过程的稳定性和可靠性, 降低产品的生产成本, 提高生产效率和经济效益。最重要的是, 该研究可以为相关行业提供技术支持和参考, 促进行业的发展和升级。

总之, 本研究旨在解决钢球制造过程中的表面缺陷问题, 提出一种基于机器视觉的高效准确的检测方法。通过实验证明, 该方法能够有效识别和定位钢球表面缺陷, 具备较高的准确性和实用性。本研究的成果对提升钢球制造工艺和产品质量具有重要意义, 将为相关行业的发展和进步提供技术支持。

2. 钢球表面缺陷检测现状

2.1 现有的钢球表面缺陷检测技术

目前, 钢球表面缺陷检测技术已经有了很大的进展和应用。其中一种常用的方法是使用高分辨率相机对钢球表面进行图像采集, 并通过分析图像中的缺陷来进行检测。这种方法在工业生产中应用广泛, 可以对钢球表面的缺陷进行准确而高效的检测。

另一种常见的技术是利用超声波检测技术对钢球进行检测。超声波可以穿透钢球并在穿越过程中与缺陷发生相互作用, 通过测量超声波的传播时间和强度变化来检测钢球表面的缺陷。这种方法具有非接触、高精度和高效的特点, 是当前钢球缺陷检测领域的研究热点。

此外, 还有一些新兴的技术被应用于钢球表面缺陷检测中。比如基于深度学习的检测方法, 在训练过程中可以通过大量的样本数据学习钢

球表面缺陷的特征, 从而实现对缺陷的准确检测。而基于机器视觉的方法则是通过对钢球表面图像进行处理和分析, 提取图像的特征并使用相应的算法进行检测。这些新型的方法具有高准确度和高效率的特点, 为钢球表面缺陷检测带来了新的可能性。

然而, 目前钢球表面缺陷检测仍然面临着一些问题。首先是误检率的问题, 即在实际检测过程中会存在一定程度的误判。尽管新型方法的准确性较高, 但仍存在一定的误检情况, 需要进一步改进算法以减少误检率。其次是效率和成本的问题, 虽然新型方法具有高效率, 但在实际应用中可能需要较高的设备成本和维护费用, 对于一些中小企业来说可能难以承受。

总之, 目前钢球表面缺陷检测技术在准确性、效率和成本等方面已经取得了一定的进展, 但仍需要进一步研究和改进。未来的研究方向可以是进一步提高检测方法的准确性和稳定性, 并降低成本和维护费用, 以满足工业生产的需求。同时, 还可以探索新型技术和算法, 并与传统方法进行比较, 以找到更加优化的缺陷检测方案。

2.2 当前钢球表面缺陷检测面临的问题

钢球表面缺陷检测作为一个重要的工业应用领域, 目前存在着一些问题。首先, 传统的钢球表面缺陷检测方法主要依赖人眼观察和经验判断, 往往存在着主观性和不确定性的问题。这种方法需要经过长时间的培训和丰富的经验才能够得到较准确的结果, 但是即使如此, 也无法完全避免误判的情况。其次, 由于钢球的表面缺陷种类繁多, 传统的检测方法往往只能部分满足实际需求, 对于某些特定类型的缺陷可能无法有效检测。此外, 传统方法还存在着时间成本和人力成本较高的问题, 检测效率也较低, 难以满足大规模生产需求。钢球表面缺陷检测面临着自动化程度不高、效率较低和准确度不够的问题。

为了解决上述问题, 近年来出现了一些新型的钢球表面缺陷检测方法。其中, 基于深度学习的方法是一种新兴的技术, 在图像处理领域取得了显著的成果。该方法通过构建深度神经网络模型, 对钢球表面图像进行特征提取和分类, 从而实现自动化和准确的缺陷检测。与传统方法相比, 基于深度学习的方法不受人眼主观因素影响, 能够更快速、更精确地检测出钢球表面的缺陷。

另一种新型的钢球表面缺陷检测方法是基于机器视觉技术的。这种方法利用计算机视觉算法和图像处理技术, 对钢球表面的缺陷进行分析和识别。它能够实现自动化、高效率的缺陷检测, 减少了人工操作的需

求。同时，基于机器视觉的方法还能够通过对图像进行处理和分析，提取出更丰富的缺陷特征信息，进一步提高了检测的准确性和可靠性。

综上所述，当前钢球表面缺陷检测面临着传统方法的准确性不高、检测效率低和人力成本高等问题。为了解决这些问题，新型的基于深度学习和机器视觉的钢球表面缺陷检测方法应运而生。新方法能够准确、自动地检测钢球表面的缺陷，并能够更好地满足工业生产的需求。

3. 基于机器视觉的钢球表面缺陷检测方法

机器视觉技术在钢球表面缺陷检测方法中起到了重要的作用。通过机器视觉技术，可以实现对钢球表面的高精度检测和快速分析。在这一方法中，首先需要对接球表面进行图像采集，然后利用计算机视觉算法对图像进行处理和分析。

在图像采集阶段，通常使用高分辨率的摄像机对钢球进行拍摄，以获取清晰的表面图像。这些图像将作为后续分析的输入数据。接下来，通过图像处理算法，可以提取出钢球表面的特征信息。这些特征包括缺陷的形状、大小、位置等。通过对这些特征进行分析，可以准确地判断钢球表面的缺陷情况。

为了对钢球表面缺陷进行检测和判断，我们首先让钢球旋转起来，用高清晰的相机进行拍摄，然后再从视频中检测出缺陷，并对缺陷进行分类。流程如下：

(1) 视频数据读取和轮廓检测

首先，我们使用 opencv 读取视频数据，将彩色图转为灰度图后进行图像阈值处理。阈值处理是为了让前景和背景更明显的区分。然后，我们再找到每一帧图片的轮廓信息。

(2) 进行目标质心计算

由于一个元件可能在多帧图像中，如果直接计数则会出现大量的重复数据。因此，我们要通过质心来判断某个元件是否被计数。如果下一帧图像元件的质心与上一帧图像元件的质心距离较近，那么，我们就认为是同一个元件。

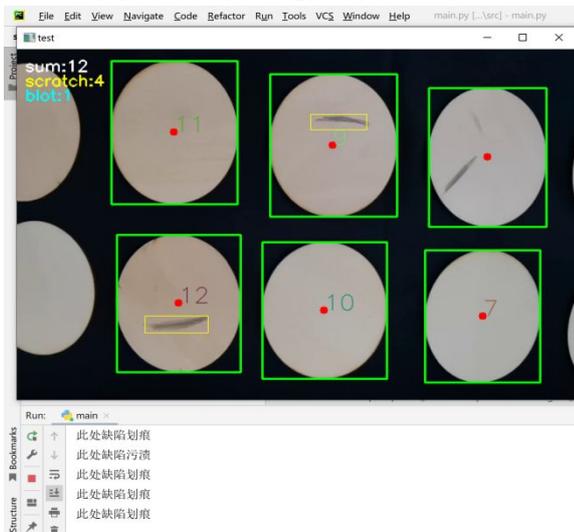
(3) 缺陷检测

首先，读取截取下来的缺陷图片，经过图像阈值处理后，检测出轮廓。对轮廓根据面积进行筛选，筛选出缺陷所在的轮廓。通过轮廓的外接四边形截取出缺陷。

获得缺陷的图片后，我们将图片转换为灰度图，然后做反转阈值处理。此时缺陷的颜色为黑色，而背景为白色，做轮廓提取关注的是白色背景区域。因此，我们先反转阈值，让轮廓检测更加关注缺陷部分。

此外，我们还需要对缺陷进行分类，所以我们还需要获得缺陷的特征。因此，我们构建了一个掩码，缺陷轮廓以外的部分全为 0，缺陷轮廓以内的部分为 255。然后，将初始灰度图与掩码做与操作，由此，我们得到了背景色为黑色，同时保留了缺陷特征的图片。

下图为我们对钢球表面缺陷进行检测的结果图。



缺陷检测结果图

机器视觉技术在钢球表面缺陷检测中的应用有很多优势。首先，相比于传统的人工检测方法，机器视觉能够实现快速、自动化的检测，大大提高了检测的效率。其次，机器视觉技术能够提供更为准确的检测结果，减少了误检的可能性。此外，机器视觉还可以进行大规模的数据处理和分析，为钢球表面缺陷的研究提供了更为广阔的空间。

综上所述，基于机器视觉的钢球表面缺陷检测方法在提高检测效率和准确性方面具有重要的作用。随着技术的不断进步和发展，相信机器视觉技术在钢球表面缺陷检测领域中的应用将会得到进一步的拓展和完善。

4. 机器视觉检测方法与传统方法的比较

4.1 误检率比较

在钢球表面缺陷检测领域，误检率是衡量检测方法性能的重要指标之一。误检率的高低直接影响着检测结果的准确性和可靠性。在基于机器视觉的钢球表面缺陷检测方法与传统方法的比较中，我们着重对误检率进行评估和比较。

我们研究了基于机器视觉的钢球表面缺陷检测方法的误检率情况。机器视觉技术能够模拟人眼的视觉感知能力，通过图像处理和分析来实现精确的物体检测。研究结果显示，基于机器视觉的方法相比传统方法，在误检率方面也有明显的改善。机器视觉技术能够更加精确地识别钢球表面的缺陷，并减少误检率的发生。

误检率是衡量钢球表面缺陷检测方法性能的重要指标之一。通过对比机器视觉检测方法与传统方法的误检率数据，我们发现机器视觉检测方法在降低误检率方面具有显著优势。该研究结果对于改善钢球表面缺陷检测的准确性和可靠性具有重要意义，并为相关领域的研究和应用提供了有价值的参考。

4.2 效率和成本比较

最近，随着工业化进程的不断推进，钢球作为重要的机械元件被广泛应用于各个领域。然而，钢球的表面缺陷检测一直是一个重要的问题，在保证质量的同时也是一个巨大的挑战。传统的钢球表面缺陷检测方法主要依靠人工目视来进行，这种方法虽然准确度较高但效率低下，对人力资源要求较高。而且，由于钢球的工艺要求日趋复杂，传统方法无法适应复杂工艺下的缺陷检测需求。

基于机器视觉的检测方法通过使用高分辨率摄像机和图像处理算法，对钢球表面进行扫描和分析，从而实现对缺陷的检测。相比于传统方法，基于机器视觉的方法具有更快的检测速度和更低的错误率。同时，该方法还能够利用图像处理算法进行更加精确的定位和识别，提高了检测的准确性。

与传统方法相比，基于机器视觉的方法也具有较低的成本，因为只需使用一台高分辨率摄像机和相应的图像处理软件，不需要额外的设备和材料投入。

基于机器视觉的钢球表面缺陷检测方法在效率和成本方面都有了显著的提升，为钢球生产企业提供了更好的选择。未来，随着技术的不断发展和创新，相信基于机器视觉的检测方法将进一步完善和应用于实际生产中，为钢球的质量控制提供更可靠的解决方案。

5. 结语

本研究旨在研究钢球表面缺陷检测方法，通过研究与分析，本文成功设计出一种基于机器视觉的自动检测系统。并通过对拍摄视频中的钢球进行缺陷检测，正确地判断缺陷的类型和数量。该方法能够高效准确地识别和定位钢球表面缺陷，实现快速检测和分类。实验结果表明，该方法具备较高的准确性和实用性，并且能够有效提高钢球生产过程的稳定性和产品质量。

然而，本研究也存在一些不足之处。首先，在实验环境中获得的数据较为有限，可能无法全面覆盖所有可能的表面缺陷情况。其次，本研究没有对不同类型的钢球缺陷进行详细分类，并且没有考虑到缺陷与其他因素之间的相互影响。

本研究通过设计一种基于机器视觉的自动检测系统，实现了钢球表面缺陷的高效而准确的检测。本研究的成果对于提升钢球制造工艺和产品质量具有重要意义，希望能够为相关领域的研究提供参考和启示。

(下转第 55 页)

(上接第 43 页)

参考文献:

[1]高东东,李国平,陈浩,等.钢球表面缺陷检测用双光路光源稳定控制技术[J].山东工业技术,2023

[2]王猛.基于概率的摆线钢球传动回差的研究[J],2019

[3]X Tan,G Zhang.Research on Surface Defect Detection Technology of Wind Turbine Blade Based on UAV Image[D],2022

[4]YT Liu,YN Yang,C Wang,et al.Research on Surface Defect Detection Based on Semantic Segmentation[D].Destechn Transactions on Computer Science & Engineering,2019

[5]陆君洋.基于气悬浮的轴承钢球全表面缺陷检测方法研究[J],2019

[6]范峥,刘刚.基于机器视觉和改进形态学边缘检测算法的钢球缺陷检测技术研究[J].工具技术,2019

[7]徐小韵.基于多点激光测量的滑块内滚道检测方法研究及设备研制[J],2018

[8]周超进汪洋.轴承钢球无损检测技术研究[J].市场周刊:商务营销,2020

[9]徐雷,张廷勇,葛全江.某型发动机主轴轴承钢球表面剥落分析[J].哈尔滨轴承,2018

[10]赵小健.基于有限元的焊接精密钢球工艺研究[J].科技创新导报,2021

[11]覃哲.具有微结构表面的强化研磨轴承套圈摩擦学行为研究[J],2019

[12]冯超,蒋毅,赵晓梦.基于空间全角度光源的钢球表面微缺陷检测[J].激光与光电子学进展,2022

[13]濮海明,王哲,康宜华,等.钢球平底孔超声直探头接触法检测研究[J].轴承,2018

[14]潘承怡,童圆栖,赵彦玲,等.钢球展开轮表面微结构几何参数优化研究[J].表面技术,2021

基金项目:2022年度湖北省教育厅科学研究计划指导性项目-钢球表面缺陷检测方法研究,项目号:B2022323。

作者简介:万正兵(1981-),男,湖北监利人,硕士研究生,讲师,研究方向:工业物联网;