

机械产品零部件质量检验技术分析

谭喜彬

(中车制动系统有限公司, 山东 青岛 266000)

【摘要】 本论文深入研究了机械产品零部件质量检验技术, 着重探讨了传统方法和先进技术在外观质量和内在质量方面的应用。通过对尺寸、表面粗糙度、表面缺陷以及化学成分、组织结构、力学性能、内部缺陷等关键技术分析, 揭示了质量检验在制造业中的重要性和影响。

【关键词】 机械产品; 零部件; 质量检验; 检验技术

一、引言

随着科技的不断发展和工业制造的飞速进步, 机械产品在现代社会中占据着至关重要的地位。作为制造业的支柱之一, 机械产品的质量直接关系到国家经济的发展和人民生活水平的提高。在机械产品的制造过程中, 零部件作为组成体系的基本组成单元, 其质量直接影响着整个产品的性能和可靠性。因此, 机械产品零部件的质量检验技术显得尤为重要^[1]。

机械产品零部件的质量检验技术是确保产品质量的关键环节之一。传统的质检方法在满足生产需求的同时, 也面临着一系列的挑战, 如检测效率低、人为因素引入、无法满足高精度要求等问题。随着科技的进步, 各种先进的技术机械零部件质量检验中得到了广泛应用。从传统的人工检测向自动化、智能化方向的转变, 使得机械产品零部件的质量检验水平取得了显著的提升。

由于在机械零部件生产制造过程中, 任何质量指标都会对企业的实际生产状态产生不利的影响, 因此企业对各相关环节应进行有效控制, 不断增强对机械零部件质量检验工作的重视程度, 同时注重提高产品质量检验的准确性和专业技术人员的综合能力, 进而提升机械零部件产业的整体质量。

二、机械产品零部件质量检验方法

在机械工业中, 零部件的质量直接影响整个产品的性能和可靠性。为确保机械产品达到规定的质量标准, 零部件的质量检验是制造过程中不可或缺的环节。本章将分为两节, 首先讨论传统的零部件质量检验方法, 随后深入探讨先进的技术手段。

(一) 传统方法

传统零部件质量检验的一种方式是通过目测与手感检查。这种方法主要依赖工人的肉眼观察和手感判断, 以检查零部件外观和表面质量。通过目测, 工人可以识别表面缺陷、裂纹或异物; 而手感检查则涉及通过触摸零部件表面, 检测其平整度和形状。这种方法的优势在于其直观性和简单性。不需要复杂

的仪器设备, 工人可以凭借经验快速判断零部件的表面状况。尤其适用于形状简单、表面要求不高的零部件。然而, 这种方法也存在一些显著的局限性。首先, 它高度依赖于工人的经验, 容易受主观因素的影响。不同工人可能对同一零部件的检查结果存在差异^[2]。其次, 对于微小缺陷或内部问题, 目测与手感检查很难准确检测, 因而无法满足对高精度的质量要求。

另一种传统的零部件质量检验方法涉及使用量测仪器, 如千分尺、游标卡尺等。这些基础测量工具通过测量零部件的尺寸和形状来评估其质量。这些仪器的使用在一定程度上提高了检测的准确性和精度。千分尺可以用于测量零部件的长度、宽度等尺寸, 而游标卡尺则可用于测量零部件的外径、内径等。然而, 传统量测仪器检验方法也存在一些不足之处。首先, 对于复杂的零部件形状, 使用这些仪器可能较为繁琐, 且容易出现测量误差。其次, 这些仪器通常需要操作员具备一定的技能和经验, 否则可能导致不准确的测量结果。最后, 传统量测方法无法实现对零部件内部缺陷的全面检测, 仅能对外部尺寸进行评估。

(二) 先进方法

传统的零部件质量检验方法在满足基本需求的同时, 逐渐受到了自动化、智能化等方面的挑战。先进的机械产品零部件质量检验方法在利用先进技术的同时, 更好地满足了高质量、高效率的生产要求。

光学成像技术是一种在零部件表面进行非接触式检测的先进方法。这包括激光扫描、光学显微镜和三维扫描等技术。通过激光扫描, 系统可以快速获取零部件表面的三维信息, 识别微小缺陷和表面不均匀性。这些技术的优势在于高精度、高速度和高自动化。与传统的目测手感检查相比, 光学成像技术能够提供更详细、客观的数据, 减少主观因素的干扰。而且, 它们适用于各种形状和尺寸的零部件, 提高了适用范围。

X射线和超声波检测是先进的非破坏性检测方法, 广泛应用于零部件内部缺陷的检测。X射线透视技术可以穿透零部件, 检测到其中的隐蔽缺陷, 如裂

纹和气孔。超声波检测则通过发送超声波并接收其回波，以检测材料内的异物或缺陷。

这些方法在检测内部缺陷方面具有独特的优势。与传统的量测仪器检验相比，X射线和超声波检测能够更全面地了解零部件的质量情况，无需破坏性地拆解产品。

人工智能（AI）和机器学习（ML）技术在零部件质量检验中发挥着越来越重要的作用。通过训练模型，这些技术能够自动识别和分类零部件的缺陷，提高检测的准确性和效率。机器学习技术能够根据大量的训练数据学习零部件的正常和异常特征，使得系统能够更好地识别潜在的问题。这种自动化的方法不仅提高了检测的速度，还减少了人为错误的可能性。除了检测方法的创新，先进的材料和制造技术也在提高零部件质量方面发挥关键作用。新型材料的引入以及先进的制造工艺，如激光切割、数控加工等，使得零部件的制造更加精密，降低了缺陷的发生概率。

这些技术的结合使得机械产品零部件的质量管理更为全面和先进。通过采用先进的检测方法和制造技术，制造商可以更好地确保产品的质量，提高市场竞争力。

三、机械产品零部件质量检验关键技术分析

在机械产品的制造中，零部件质量的保证是确保整体产品性能和可靠性的关键环节。为了更全面地了解和评估机械产品零部件的质量，本节将分为外观质量检验和内在质量检验两大部分进行深入分析。

（一）外观质量检验

外观质量检验重点关注尺寸、表面粗糙度、表面缺陷以及标识和标记等方面的关键技术。这些技术不仅直接影响着产品的外观美观度，也关系到零部件的装配和性能表现^[3]。通过深入挖掘外观质量检验的关键技术，我们能够更好地理解零部件在制造过程中的表面特性，为产品质量的提升提供有力支持。

一是尺寸检验。尺寸是外观质量的基本要素，通过先进的检测技术，确保零部件的长度、宽度、高度等尺寸与设计规格一致。高精度的测量工具，如激光扫描仪和三维视觉测量系统，帮助实现对尺寸的准确测量，防范因尺寸偏差而可能导致的装配问题和性能下降。目前尺寸及形位误差最常用的检验工具含有量块、塞规、塞尺、卡尺、千分尺、百分表、千分表、高度仪、测长仪、轮廓仪、圆度仪及工具显微镜等多种测量工具，主要适用于较简单机械零部件，而三坐标测量机测量仪器主要用于对一些高精度、测量任务复杂的产品进行检测工作。

二是表面粗糙度检验。零部件表面的光洁度和粗糙度直接关系到产品的外观和性能。光学显微镜、激光扫描等技术用于评估零部件表面的质量，通过定量分析表面粗糙度，确保零部件的外观质量符合制定

的标准，提高产品的整体美观度。在实际检测过程中较常用的检验方式为比较法，即将粗糙度比较块按照视觉及触觉与被测物进行对比，鉴定被测物与哪一个比较块相似，从而判定产品是否满足技术要求。

三是表面缺陷检验。外观质量的关键之一是表面缺陷的检验。视觉识别技术通过图像处理和模式识别，可以快速、准确地检测表面的瑕疵、裂纹、气泡等缺陷。这有助于提前发现潜在问题，及时调整生产工艺，确保零部件外观质量达到要求。

四是标识和标记检验。零部件的标识和标记对于外观质量和产品追溯至关重要。视觉识别和光学字符识别技术可用于检验零部件上的标识和标记是否清晰、准确。通过确保标识的清晰可辨，可以避免混淆和误判，提高产品的识别和追溯能力，满足质量管理和市场监管的要求。

外观质量检验关键技术的综合应用，有助于确保机械产品零部件在外观上不仅满足设计和制造的要求，同时提高产品的整体质量和市场竞争力。通过对外观细节的精准把控，制造商可以确保产品在用户眼中的形象良好，促使品牌形象的提升。

（二）内在质量检验

首先是化学成分检验。化学成分检验在机械产品零部件质量控制中扮演着不可或缺的角色^[4]。确保材料符合严格的设计和制造要求，需要采用先进的仪器和技术。其中，光电发射光谱仪（OES）是一种被广泛应用的工具，通过将样品激发产生发射光谱，然后对光谱进行详细分析，精准地测定主要元素和合金成分的百分比。这项技术具有高精度和高分辨率的优势，能够快速而可靠地评估材料的化学组成。此外，X射线荧光光谱仪也是常用于化学成分检验的工具之一。通过发射X射线并测量荧光，该仪器能够提供元素的定量分析，适用于多种金属材料。这些先进的仪器为制造业提供了实时、高效、准确的化学成分检测手段，从而确保了零部件的一致性和质量稳定性。在制造过程中，对材料化学成分的精准掌控有助于防止不同批次之间的差异，确保产品的性能和可靠性。通过不断引入先进的化学分析技术，制造商能够提高生产效率，降低不合格品率，同时满足市场对高质量零部件的需求，为整个制造行业的可持续发展奠定坚实基础。

其次是组织结构检验。组织结构检验在机械产品零部件质量控制中占据着关键位置。零部件的组织结构直接关系到其力学性能和耐久性，因此对其进行精确而细致的检验至关重要。为了实现这一目标，常用的工具包括金相显微镜、扫描电子显微镜（SEM）等高级设备，通过这些工具可以对零部件的晶粒结构、晶界分布和晶粒大小等微观结构进行详细观察。同时，通过控制热处理和冷却速率等工艺参数，可以调控组织结构，从而实现对材料性能的优化。金相显

显微镜可以提供高清晰度的显微图像,帮助分析零部件中的晶粒和相的组织。扫描电子显微镜则通过电子束照射,产生高分辨率的图像,有助于观察微观缺陷和细小的组织结构。这些技术的结合,使得对零部件组织结构的检验更加全面和深入。通过组织结构检验,可以确保零部件的微观结构符合设计和制造标准,进而保证产品在实际使用中具有稳定的性能和寿命。这种精准的组织结构控制不仅有助于提高产品的质量,还为制造业提供了保障,使其能够满足日益严格的市场需求,推动整个制造业的不断发展^[5]。

再次是力学性能检验。力学性能检验是确保机械产品零部件质量的关键环节,对零部件的强度、硬度、韧性等力学性能进行全面而细致的评估至关重要。采用拉伸试验、冲击试验、硬度测试等方法,可以全面了解材料在不同受力条件下的表现。其中,拉伸试验可测定材料的弹性模量、屈服强度、断裂强度等关键参数,为产品的设计和使用提供重要数据。冲击试验则着重评估材料在受冲击负载时的耐久性,通过模拟实际工作条件下可能遇到的冲击,以验证零部件的抗冲击能力。硬度测试则能够衡量材料的抗划伤和耐磨损性能,对于那些在使用中容易受到摩擦和磨损的零部件至关重要。先进的仪器和自动化测试系统被广泛应用于力学性能检验,提高了测试的准确性和效率。这些检验手段不仅确保了零部件的质量和可靠性,也为产品的设计和工程优化提供了基础数据。通过全面而深入的力学性能检验,制造商能够保证其产品在各种工作条件下表现出色,满足市场的高要求,推动整个制造行业朝着更高水平发展。

最后是内部缺陷检验。内部缺陷检验是确保机械产品零部件质量的重要环节,旨在及早发现并排除潜在的问题,以提高零部件的可靠性和安全性。采用无损检测技术,如超声波检测、磁粉检测和射线检测,能够有效地探测零部件内部的裂纹、气孔、夹杂物等缺陷。超声波检测利用超声波在材料中传播的原理,检测材料内部的变化,对于发现小尺寸的缺陷具有高度灵敏性。磁粉检测则通过在材料表面施加磁场,并在其上撒布磁粉,通过观察磁粉在缺陷处的聚集情况,能够有效检测到表面以下的缺陷。射线检测则利用X射线穿透材料的特性,通过检测射线透射图像,可清晰地显示出材料内部的缺陷和异物。这些内部缺陷检验技术的应用,不仅能够生产过程中及时识别潜在的缺陷,降低不合格品率,还有助于提高零部件的整体质量和可靠性。通过保证产品不受内部缺陷影响,制造商能够提高客户满意度,确保产品在实际使用中更加安全可靠,为制造业的可持续发展提供了坚实的保障。

四、未来发展趋势

在不断演进的制造业和科技环境中,机械产品零

部件质量检验技术正日益成为推动行业发展的关键引擎。随着时代的变迁,我们正迎来一个更加智能、自动化和高度数字化的未来。在这个未来中,机械零部件的质量检验将不仅仅是一项单纯的工序,更是一场融合了先进技术和创新思维的质量管理变革。

一是智能化和自动化。未来的发展趋势将更加注重智能化和自动化。人工智能和机器学习技术将在零部件质量检验中发挥更大的作用,通过数据分析和模式识别,提高检测的准确性和效率。自动化设备的广泛应用将减少人为因素的介入,加速检验过程。二是先进材料和制造技术。随着科技的不断进步,先进材料和制造技术的应用将不断推动零部件质量的提升。新型材料的研发和应用将改善零部件的性能和耐久性,而先进制造技术的发展将进一步提高生产效率和降低缺陷率。三是无损检测技术的进步。在内在质量检验中,无损检测技术将迎来更大的发展。X射线和超声波检测技术将变得更加精密和全面,可以更准确地检测到零部件内部的微小缺陷,提高产品的质量可靠性。

五、结语

从现阶段看,未来机械制造业将逐步向智能化方向发展,只有对机械零部件质量检验工作高度重视,对人员严格要求,才会与社会发展保持一致。

在质量管理的道路上,我们已经见证了检验技术的不断创新和进步。然而,未来才是真正激动人心的挑战和机遇之源。智能化、自动化、先进材料和制造技术的广泛应用将为质量检验带来前所未有的变革。这不仅意味着更高效、更准确的检测手段,更代表了制造业朝着更可持续、更创新的方向迈进的坚定决心。在未来,质量管理将不再是简单的“通过与否”问题,更是需要兼顾创新、智能和可持续发展的综合性考量。我们必须时刻关注技术的演进,紧跟行业趋势,灵活运用先进技术为产品赋能。数据科学的应用将成为质量管理的重要驱动力,为制造商提供更精准、实时的决策支持。

参考文献:

- [1] 尹英锋.企业在产品质量提升中如何做好型式检验[J].机械工业标准化与质量,2019(02):35-37.
- [2] 蒲凡,滕春燕,何坚.机械零部件质量检验技术分析[J].中国新技术新产品,2019(15):39-40.
- [3] 姜仁清,李学庆,祝玉华.工程机械焊接件的外观质量控制探讨[J].中国标准化,2018(06):162-164.
- [4] 翟浩,刘士敦,王润之.工程机械大型结构件焊接变形的原因及控制方法[J].工程机械与维修,2014(12):126-127.
- [5] 彭方平.钢结构制作中防止焊接变形的实践[J].安徽冶金科技职业学院学报,2008(03):16-18.