

实验室机加工试样质量管理体系

陈琦峰, 王慧, 崔喆珉, 吴丽华, 万春阳, 朱勤为, 戈伟忠, 夏涛, 朱佳萍

(浙江国检检测技术股份有限公司, 浙江省嘉兴市 314300)

摘要: 试样加工制作的质量是目前国内各大金属材料实验室保证良好检测质量以及检测效率的瓶颈。实验室机加工试样质量管理体系包括试样、送样台、激光影像测量系统、激光雕刻系统和数据管理软件, 提供了金属材料实验室机加工样品质量检测、编号标识、精密标距标识、加工质量分析、加工工时统计、样品关键尺寸信息共享等功能, 实现了金属材料实验室机加工样品的一站式管理, 并可显著提升机械性能自动化检测系统的样品适应性。

关键词: 质量管理; 机加工试样; 激光精密测量技术; 激光雕刻; 自动化检测

中图分类号: (请在 <http://www.ztflh.com> 查询)

文献标识码:

Laboratory machining specimen quality management system

Chen Qifeng, Wang Hui, Cui Zhemin, Wu Lihua, Wan Chunyang,

Zhu Qinwei, Ge Weizhong, Xia Tao, Zhu Jiaping

(Zhejiang Guojian Testing Technology Co., Ltd., Jiaxing 314300, China)

Abstract: At present, the quality of sample processing is the bottleneck of domestic major metal materials laboratories to ensure good detection quality and detection efficiency. The laboratory machining sample quality management system includes sample, sample delivery table, laser image measurement system, laser engraving system and data management software. It provides the functions of quality detection, numbering identification, precision scale identification, processing quality analysis, processing time statistics, sample key size information sharing, etc., for laboratory machining of metal materials. It realizes the one-stop management of metal materials laboratory machining samples, and can significantly improve the sample adaptability of the automatic mechanical property detection system.

Keywords: Quality management; Machined samples; Laser precision measurement technology; Laser engraving; Automatic detection

金属材料的机械性能检测均要基于标准试样的制作, 例如拉伸、冲击吸收功、持久、蠕

变、疲劳等。随着国内各行业发展的加速，对检测质量和效率的需求日益提高。各种金属材料的质量检测日益突出试样制作的重要性。试样加工制作的质量已经成为当前国内各大金属材料实验室保证良好检测质量以及检测效率的瓶颈。

传统机加工样品验收检测均采用人工测量、判断与记录，从经济性上考虑，只能测量关键尺寸，并以个体样品的质量管理为主。传统加工样品交付后、检测人员还需要人工测量与记录计算用尺寸、对样品进行打标或划线预处理等，占用整体试验时间的 1/4 至 1/3，另一方面，标线本身较宽是成为试验结果不确定度的主要来源之一。当前机械性能的自动化检测设备在行业内有一定的应用，但由于对样品的适应性差，通常只能应对如钢厂等单一形式的机加工样品，单纯从自动化设备入手，实现对多标准、多样品的适应性，存在经济可行性不足，这也局限了当前自动化在机械性能检测行业的推广。

本文所述实验室机加工试样质量管理体系拥有质量检测、编号标识、精密标距标识、加工质量分析、加工工时统计、样品关键尺寸信息共享等功能。利用自动化技术代替传统机加工试样管理中的关键过程，从试样入手，有效提高实验室检测质量与检测效率。

1 功能介绍

1.1 激光精密测量

系统采用激光精密测量技术结合影像特征识别，实现被测样品几何尺寸一次性识别与测量，结合精密自动送样工作台，实现测量过程自动化。通过式激光精密测量模块由发射端和接收端组成，与一般的影像测量方式比较，具有不受环境光线干扰，测量结果稳定的特点。测量精度可达到微米级，完全满足样品在任意环境下的精确测量。影像特征识别通过样品的测试部位标识，设备学习和记忆样品特征，广泛适应不同样品的自动识别与测量。精密送样工作台座标可与影像座标联动，实现长试样的多段行进测量，进一步拓宽了激光精密测量的样品规格适应性，做到完全兼容工作台可装样范围内，任意长度试样的测量。

1.2 编号标识和精密标距标识

激光雕刻技术是目前生产企业对产品进行印刷的主要手段之一。本系统跨界使用激光雕刻技术模块，结合精密自动送样工作台的步进与回转，在样品质量检测后，进行自动定位与激光雕刻处理。与上述激光测量结合，替代了机械性能试验中样品的测量、记录与预处理环节。运用激光雕刻的精细度和精密自动送样工作台的精确步进，实现试样标距的精密划线，相比传统的手划线或打点机冲点，具有对试样影响小、划线精细准确、辨识度高的优点，精度达到 0.01mm。结合精密工作台的回转功能，实现试样编号的周向打印，相比局部打印，

数字容量大，能兼容更多位的数字编号打印。采用激光雕刻二次修整技术，实现金属普通机加工表面（无需特殊处理）2.5×2.5mm 二维码打印，解决标准小试样的广泛适用性。

1.3 加工质量分析和加工工时统计

开发软件试样模型与数据库管理，实现每种试样尺寸参数合格率的调取与统计，分析试样的合格水平，指导工艺调整，加以改进。通过每种试样的尺寸参数与工序关联，工序与加工人员关联，实现加工作业人员的质量分析与管理，随时查阅调取指定加工人员的质量水平，加以改进，加工合格率显著提升。通过试样关联工序，工序关联人员，为工序赋予工时，统计每位加工人员的加工工时，量化效率管理，提升加工人员的积极性，显著提升了加工效率，在系统一年的运用实践中，总体加工效率提升达 50%以上。

1.4 样品关键尺寸信息共享与机器人自动化检测

通过样品关键尺寸数据库的远程调阅、数据运算等功能，省去了人工测量、记录与运算的环节，为检测环节的运算提供便利，同时可接入机械性能自动化检测设备，提高机械性能自动化检测的样品适应性，实现一般实验室的无人作业自动化检测。结合实验室信息管理系统远程读取实验室机加工试样质量管理体系数据库，电子记录自动导入样品测量信息，实现检测人员检测记录上展示样品检测报告信息，在试验中直接使用数据进行运算。利用工业机器人，通过二维码读取、样品数据共享、样品标准化等，可实现对多标准、多样品形式的机械性能自动化检测。

2 应用效果

2.1 测量精度提升

按照 GB/T 228.1、ASTM E8/E8M、ISO 6892-1 等标准规定，小尺寸试样测量精度要使用千分尺达到微米级。传统尺寸测量通过人工量具、投影设备、弧度比对块等来实现，受量具一致性、人工操作一致性、人为判断等影响大，试样尺寸测量实际精度在 0.01mm（毫米级）。本系统运用激光影像测量技术，测量精度达到 0.001mm（微米级），并且符合性判断不受人工测量主观因素影响，更具有客观性。

试样伸长率测量与试样上的标线质量息息相关，与人工划线或冲点相比，采用激光标线更精细、准确，划线精度达到 0.01mm，相比传统标线，试验前后的标距测量更准确，伸长率结果更加客观可靠。

2.2 质量溯源效率提升

未采用该系统之前，加工样品的编号标识、制样信息与验收数据溯源采用人工标记和记

录，一方面出于经济性考虑、以及加工车间的现状、记录信息很难全面，另一方面，在样品流转过程中容易出现标记混淆、记录混乱等问题。采用激光及二维码标识配合系统软件可以将样品标记简单化、加工过程记录系统化、验收信息集中数据库管理，对加工样品的质量溯源有非常明显的帮助与提高。

2.3 加工质量提升

使用人工记录每种试样的取样信息、尺寸参数及合格状态、工序及人员等，无法做到系统化，加工数据的分析需要投入大量的人力、物力。本系统可以实现参数、工序与加工人员关联，实现加工作业人员的质量分析与管理，随时查阅调取指定加工人员的质量数据，实现每种试样尺寸参数合格率的调取与统计，分析试样的合格水平，指导工艺调整，激励加工人员，提升加工质量。

2.4 应用效果对比

以室温拉伸试样管理为例，进行应用前后各项指标统计比较应用前后工时统计见表 1，标准工时降低 58%，工作效率提升显著。

表 1 系统应用前后工时对比

工时类型	应用前（小时/百件）	应用后（小时/百件）
试样验收平均用时	8	2
拉伸试验平均用时	21	10

根据应用前后测量误差统计见表 2，测量误差降低 75%，极大地提升了准确率。

表 2 测量误差应用前后对比

测量误差类型	应用前（%）	应用后（%）
量具测量误差	1	0.5
人工测量误差	1	0

根据应用前后加工样品每百件中不合格件数统计见表 3，加工样品不合格率降低 60%，极大地提升了准确率。

表 3 合格水平应用前后对比

加工样品不合格数	应用前（件）	应用后（件）
每百件中不合格件数	5	2

3 结束语

实验室机加工试样质量管理体系梳理了当前金属材料机械性能标准试样制作到检测过程中,基于质量管理与检测预备的关键环节。整合激光测量技术,激光雕刻技术,软件数据库管理与共享技术,实现了传统环节的自动化替代,并取得了良好的应用效果,同时结合全自动拉伸试验机的开发实践,实现了多标准、多样品的单机自动化检测。该系统及其开发思路,有利于国内金属材料机械性能检测水平的提高,也为金属材料机械性能自动化检测技术的进一步推广应用探索了一种新的思路。

参考文献:

- [1]中华人民共和国国家标准. 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法: GB/T228.1-2021 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [2]中华人民共和国国家标准. 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法: GB/T 229-2020 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [3]中华人民共和国国家标准. 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法: GB/T 2039-2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [4]中华人民共和国国家标准. 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法: GB/T 3075-2021 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [5]ASTM E8/E8M-22, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials [S].
- [6]ASTME606/E606M-21, Standard Test Method for Strain-Controlled Fatigue Testing [S].
- [7]ASTM E139,Standard Test Methonds for Conducting Creep,Creep-Rupture,and Stres-Rupture Tests of Metallic Materials[S].
- [8]DIN EN ISO 6892-1:2020, Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2019); German version EN ISO 6892-1:2019[S].