

先进测量技术在船用柴油机制造中的应用分析

高 博¹, 张纪可², 王长红²

(1. 海军驻兴平地区军事代表室, 陕西 兴平 713102; 2. 七一一研究所, 上海 201108)

摘 要: 针对我国船用柴油机制造中先进测量技术相对薄弱的现状; 对先进测量技术, 如三坐标扫描测量技术、关节臂测量技术、激光跟踪测量技术、激光干涉测量技术, 以及在机测量技术在船用柴油机制造中的应用进行了介绍和分析, 并提出了相应的建议。

关键词: 先进测量技术; 船用柴油机; 制造; 应用

中图分类号: TK426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)03-0006-03

Application Analysis of Advanced Measurement Technology in Marine Diesel Engine Manufacturing

Gao Bo¹, Zhang Jike², Wang Changhong²

(1. Naval Deputy Office of Xingping District, Shanxi Xingping 713102;

2. Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: Aiming at the relatively lack of advanced measurement technology for marine diesel engine manufacturing, advanced measurement technology, such as three coordinate scan measurement technology, articulated arm measurement technology, laser tracking measurement technology, laser interference measurement technology and on-machine measurement technology applied to marine diesel engine manufacturing are introduced and studied, and corresponding suggestions are put forward.

Key words: advanced measurement technology; marine diesel engine; manufacturing; application

0 引 言

近年来, 我国船用柴油机企业通过不断的技术改进, 使船用柴油机加工技术获得了较快发展。但目前在船用柴油机制造过程中普遍存在“重加工, 轻测量”的现象, 测量手段大部分仍沿用传统方法, 先进测量技术十分薄弱, 往往出现“能够加工出来, 但没有办法测量, 不知道加工质量好坏”的情况, 严重制约着我国船用柴油机制造水平的提高。

1 先进测量技术概述

测量技术与机械科学及其先进制造系统关系密切, 是机械科学研究和先进制造的“眼睛”。测量

仪器不再是单纯的辅助检测设备, 而是作为制造设备的一部分, 集成于机械系统, 参与到制造过程中, 成为机械制造系统不可或缺的重要组成部分^[1]。

机械制造追求的目标是: 高效率地生产出高质量的机械产品。而要提高产品的质量和生产效率, 首先要依靠测量技术获得与产品质量相关的有用信息, 进而通过对这些信息的分析处理, 得出能够用来控制或改进生产过程的相关决策。因此, 没有测量就无法控制产品的质量, 生产效率也难以提高^[2]。

近年来, 测量技术的研究取得一系列重要进展, 新型测量原理、测量技术及测量仪器不断涌现, 以扫描测量、关节臂测量、激光跟踪测量、激

光干涉测量、在机测量为代表的先进测量技术开始在航空、航天、汽车、重型机械等行业中推广应用，并取得了良好的应用效果。

随着我国船舶工业的快速发展，船用柴油机不断向高性能、低排放、模块化、智能化等方面发展，这对其制造水平也提出了越来越高的要求。

提高我国船用柴油机制造水平，不仅须要提高加工技术水平，还须要提高测量技术水平。因此，开展先进测量技术在船用柴油机制造中的应用分析，加强先进测量技术在船用柴油机制造中的应用，对提高我国船用柴油机制造水平具有促进意义。

2 先进测量技术在船用柴油机制造中的应用分析

2.1 三坐标扫描测量技术

三坐标测量机是一种按照笛卡尔坐标系组成运动导轨，通过计算机控制导轨运动来完成对零件参数全自动测量的高效精密测量仪器。具有精度高、测量空间大、通用性强、效率高、能与柔性制造系统相连接等优点，被广泛地应用于机械制造领域^[3]。

超高精度三坐标测量机搭配精密扫描测头，可对船用柴油机缸套、定时齿轮、叶轮、凸轮轴等零件的曲面结构进行高精度、高效率扫描测量。如图 1 所示，利用装载星形测针的精密扫描测头，可以对齿轮进行自动测量，完成齿形、齿向、齿距、齿厚、径向公差等齿轮特征的评价及测量结果的输出。

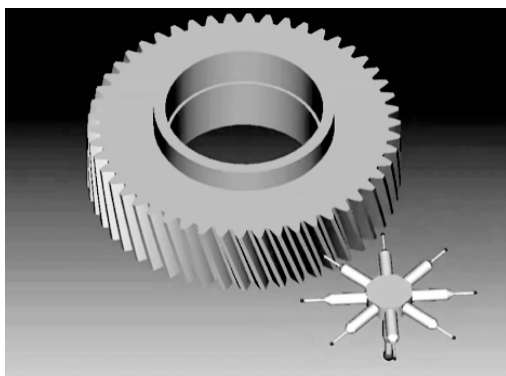


图 1 精密扫描测头扫描测量齿轮

2.2 关节臂测量技术

关节臂测量技术是一种新型的非正交式坐标测量技术。它摒弃了传统正交式三坐标测量机的机械结构形式，仿照人体关节结构，将若干杆件和一个测头通过旋转关节串联连接。使用时，一端固定在机座上，另一端测头在空间自由运动，构成一个球形测量空间。关节臂测量仪结构简单、体积小、重

量轻、量程大、运动灵活，可以方便地在制造现场测量零件，甚至可装在被测工件或机器上进行测量。

利用关节臂测量仪所拥有的零件 CAD 模型与实际零件数模比对功能，可以方便地进行船用柴油机连杆、气缸盖、进排气管等零件的铸锻毛坯质量检验，以及油管、水管、摇臂、蜗壳等中小零件的现场测量；此外，利用关节臂测量仪还可以快速实现中小零件的反求建模。

采用关节臂测量仪检验连杆毛坯质量时，可手持搭配的激光扫描测头扫描连杆毛坯，得到毛坯点云数据，并与连杆毛坯 CAD 模型比对，进而得到被测毛坯任意部位的尺寸偏差，同时还可以利用硬测头在毛坯上标记基准线，如图 2 所示，作为后续连杆粗加工的加工基准线。

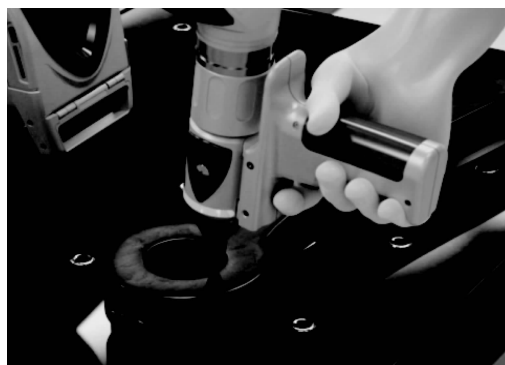


图 2 关节臂测量仪测量连杆毛坯

2.3 激光跟踪测量技术

激光跟踪技术是在机器人计量学的基础上发展起来的一种新型大范围坐标测量技术。它相当于一台激光干涉仪（用于测距）和一台全站仪（用于自动跟踪）的组合测量，用激光跟踪代替人工瞄准，用动态实时测量代替静态测量。激光跟踪仪具有测量精度高、测量范围大、动态实时快速测量、携带方便、环境适应性强、适合现场测量等优点，具有非常广阔的应用前景。

基于激光跟踪仪适合现场测量的特点，船用柴油机机体、曲轴、公共底座等大型零件均可采用激光跟踪仪进行现场测量，及时发现零件质量问题（尺寸偏差、装配偏差、变形等），减少废品产生。

如图 3 所示，利用激光跟踪仪，测量人员手持靶球在机体各曲轴孔上碰触若干测点，与激光头相连接的测量软件就可以十分方便地计算出各曲轴孔的直径大小以及各曲轴孔之间的同轴度大小。

2.4 激光干涉测量技术

激光干涉测量技术是一门以光波干涉原理为基础的先进测量技术。由于激光具有亮度高、方向性

好、单色性及相干性好等特点,激光干涉仪采用激光作为光源,从而具有高精度、高分辨率、高稳定性等优点,并且它的非接触测量方式还可以避免给被测零件带来表面损伤,从而减小了附加误差和使用局限性。

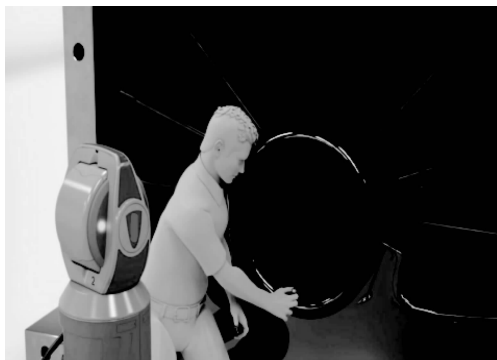


图 3 激光跟踪仪测量机体

激光干涉仪主要适用于船用柴油机零件各类型加工机床的精度检测。如图 4 所示,可以进行几何精度检测及自动补偿、位置精度检测及自动补偿、数控转台分度精度检测及自动补偿以及数控机床动态性能检测,为保证船用柴油机零件加工精度奠定基础。



图 4 激光干涉仪检测机床精度

2.5 在机测量技术

在机测量技术是指在数控加工机床上,利用高精度测头对加工工件进行自动测量。作为一种先进测量技术,在机测量技术将精密数控加工机床和精密测量设备有效集成,已经成为机械制造领域中及时发现工件加工问题、提高过程质量控制水平的有效手段,在汽车、模具、航天航空及其他制造行业的应用日益广泛。

在机测量技术比较适合应用于船用柴油机机

体、叶轮等大型、复杂、关键零件。利用在机测量系统可以方便地在零件加工过程中随时测量加工尺寸,实时监控加工状态;在零件拆卸之前,就可以测量判断尺寸是否加工至公差范围之内,从而避免了零件拆卸和再装夹,提高了零件一次装夹加工合格率。

如图 5 所示,在叶轮叶片粗加工后,首先利用在机测量系统对叶片进行在机测量,得到叶片加工变形量及变形规律;然后设置合适的反向补偿精加工余量;最后进行叶片补偿精加工。这样可以实现“粗加工”—“在机测量”—“补偿精加工”的优化加工工艺路线,进而消除加工变形对叶片加工精度的影响,避免叶轮拆卸再加工,提高叶轮一次装夹加工合格率。

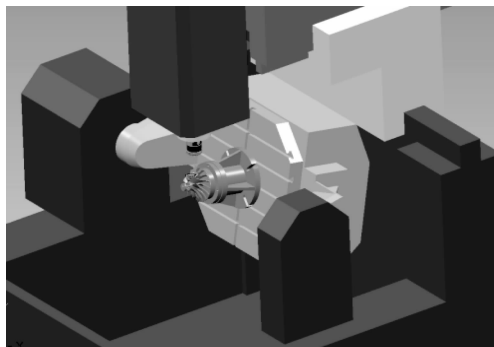


图 5 在机测量系统在机测量叶轮

3 小结

为充分发挥先进测量技术对我国船用柴油机制造水平的促进作用,应充分认识到先进测量技术的重要性,结合船用柴油机具体零件的结构特点和测量需求,针对性地开展先进测量技术在船用柴油机制造中的专项应用研究,充分发挥先进测量技术的优势,提高我国船用柴油机制造中的测量技术水平,从而促进我国船用柴油机制造水平的提高。

参考文献

- [1] 中国科学技术协会. 仪器科学与技术学科发展报告 2006-2007 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2007.
- [2] 张国雄, 裘祖荣. 测试技术的社会作用及发展方向 [J]. 工具技术, 2004, 38 (9): 13-23.
- [3] 张国雄. 三坐标测量机 [M]. 天津: 天津大学出版社, 1999.