

高效模具质量检测的实现

当代模具加工制造行业发展迅速，模具行业的市场竞争也日益激烈——在加工周期要求缩短、成本要求降低的情况下，精度要求不降反升。因此，在资金允许的情况下，除了尽量提升加工设备的生产能力外，高效的质量控制手段成为模具制造企业在竞争中胜出的关键。

随着模具制造业的进步，模具测量技术也逐渐发展起来。根据模具制造的不同特点，不同的测量技术和测量设备应运而生。从模具设计初期所涉及到的数字化测绘，到模具加工工序测量、修模测量、模具验收测量和后期的模具修复测量；从电子类小尺寸模具到汽车类中大型模具和航天航空行业的大型模具测量，高精密度测量设备无处不在。迄今为止，模具质量检测用到的测量设备不仅包括了经典的固定式高精密度三坐标测量机，同时，因为模具制造的特点，各种适合现场在线应用的测量设备（如便携式关节臂测量机、高效白光测量机、大尺寸激光跟踪仪等）也纷纷出现，并通过接触、非接触式测量，影像与激光扫描以及照相测量等探测技术满足了模具产品的检测需求。作为全球最大的几何量计量集团，海克斯康麾下世界知名测量品牌云集，更是汇集了种类齐全、技术先进的测量产品线，旨在为全球制造行业提供全面的计量解决方案，并始终以聚焦客户需求的先进测量技术为依托，力求在专业化、数字化、网络化、信息化等方面协助模具企业实现快速模具制造、提升模具产品品质并获取最佳的企业经济效益。

1. 固定式三坐标测量机

一个典型的模具企业，除了模具的生产和制造外，还会涉及到一些检具、夹具以及普通机加件的制造，在这种情况下，精度高、功能强、通用性好的固定式测量机就成为大多数模具企业质量检测环节首选的经典测量设备。模具的测量要求通常包括控制型面的指定点位测量、装配和定位孔的直径和位置测量等，往往也会要求测量型面型线的轮廓度。此时，固定式测量机的高精度、自动化和点对点的接触式测量能力显得极为适用。若要求将模具工件直接与其 CAD 模型上的曲面进行点云匹配比对或进行模具件的测绘，固定式测量机还可以借助接触式连续扫描测头或非接触式激光扫描测头，实现高效率、高密度的点云扫描测量。这里需要注意的是，因为测量结构和测量原理的不同，接触式测量的精度通常优于非接触式测量的精度。中小型模具一般选择带有花岗岩平台的桥式测量机，零件可以直接装夹固定在平台上进行检测，平台上 M8 的标准螺纹孔可以起到将夹具固定在平台上的连接作用。而对于汽车行业和航空航天领域的以大中型尺寸为主的模具测量，龙门式测量机则成为最优的选择。龙门机结构更加开放，不需平台支撑，工件可以直接放到地板上，不受承重的限制，因此，可以测量超重的大型模具；同时，龙门机的尺寸可以根据工件尺寸大小增加，因此，龙门机的测量行程更大，尤其适合超大尺寸模具的测量。对于超小型模具（如电极模具、塑料类、医学类、工艺类及刀具类小尺寸模具），可以选用复合式影像测量仪测量。该类模具可以利用复合传感器技术，任意选择适合的测量方法，包括激光、白光、影像等非接触式测量和接触式测量，必要时还可配置多轴转台，完美实现复杂曲线曲面的一次性装夹测量。先进的复合式多传感器技术使得复合式影像测量仪在小薄软模具测量方面体现了卓越的精度和速度性能（Optiv 复合式影像测量仪最高精度可达纳米级），难装夹、难测量和测量效率低下等问题都得到了有效的解决；复合式影像测量仪还有力地推动了制造业零件小型化进程的发展速度。

2. 便携式关节臂测量机、白光测量机和激光跟踪仪

快速实现模具修模、缩短模具加工周期是模具企业近年来越发迫切的发展需求，因此，满足现场在线测量的便携式测量系统成为模具行业应用越来越广泛的测量工具。近年来，行业内的便携式测量系统主要指关节臂测量机、白光测量机和激光跟踪仪，这些设备的共同点是对工作环境条件要求不高、能够完成现场在线测量、安装应用便携、能够同时支持光学非

接触和接触测量等方式。除了便携的特点，关节臂测量机机身小巧，测量 2 臂用碳素材料制成，非常轻巧，工作时由操作员手持测量臂对工件进行测量或测绘，测量方向完全可以像人的手臂一样随时作任意调整，很大程度上避免了测量死角。因此，便携式关节臂测量机是模具测量测绘效率最好的设备之一，尤其适合非批量单件测量测绘任务。除了模具测量测绘，运用照相原理进行测量的测量系统——CogniTens 白光测量机则常被用于焊夹具和模具的开发试验、零件和总成件的校准以及复杂的根源分析等任务。借助白光测量机提供的实际模具表面的详细数据，可以轻松地找到实际工件与理论设计之间的偏差，并支持修补和返工。在模具试验过程中，可使用白光测量机测量和分析试模后的成型板件，从而精确指出问题症结所在并给出正确的操作方法以减少反复试验的时间。白光测量机同样支持模具复制、前期维护和模具归档。相对于其他测量设备，CogniTens 白光测量机具有抗阳光和弧光等强光干涉、耐高温（可抗 600℃ 高温）、抗震动及对工件表面材质和颜色（无需喷粉处理）不敏感等特点，对恶劣环境的适应性更强。

白光测量系统的工作过程是首先对准工件进行三维拍照，快速收集到三维型面的点云数据，然后利用点云数据完成相应的检测分析任务。具体包括：（1）将实测点云数据与工件的 CAD 模型进行比对，作出标准的尺寸分析色差图及质量检测报告。（2）将不同零部件的点云数据稍作处理，进行数字化虚拟装配（典型应用如凹模和凸模的虚拟合模、车身零部件的虚拟装配），然后取出虚拟装配的截面线间隙，观察识别实际装配时可能出现的问题并进行分析。配备了 Coreview Pro 专业软件的白光测量系统，还可以对冲压件试制或批量生产时的加工质量进行趋势统计分析。

当前，CogniTens 白光测量机在汽车设计和制造领域得到了很好的应用。

大型工装设备的检测（如焊装夹具的测量），需要借助更大尺寸测量设备以完成现场的大尺寸测量工作。在大尺寸测量领域，海克斯康拥有激光跟踪仪领域内的翘首品牌 Leica 激光跟踪仪。该系统有如下特点：（1）测量精度高，堪称“移动的三坐标测量机”；（2）测量范围大，包容从几米到 160m 的大场景；（3）同时支持触发测量和激光扫描系统，不但能够测量隐藏点，还能提供复杂曲面扫描测量。

3. 在机测量系统

随着测量技术的不断创新与发展，先进的测量技术不仅体现在测量室和制造现场，同时还被创新性的应用在机床与加工设备上，即在机测量系统。作为有效的过程控制手段，在机测量技术为机床加工操作人员提供了实时的加工质量反馈，在避免不必要加工错误的同时，显著提升了模具尤其是大型模具的制造效率。在机测量系统包括工件在机测量系统和刀具的在机测量系统。

一套完整的工件在机测量系统包含安装在机床上的机床测头及其信号接收器、机床控制系统中灌入的测量宏程序和与机床控制系统相连接的安装有三维测量软件的电脑。标准的测量宏程序一般包括点位、孔位、孔直径、长度等测量程序，能够完成高精度的自动化找正（分中）任务和基本的尺寸测量工作；若配备了三维测量软件则能够实现类似于专业三坐标测量设备所能提供的测量功能，如全面、专业的形位尺寸检测及尺寸报告功能，甚至拥有专业的质量数据统计分析功能。刀具在机测量系统包括了在机对刀仪及其测量宏程序。在机测量系统是及时发现加工中问题非常有效的手段，如工艺参数不合适、装夹定位偏差、因刀具磨损等原因导致的加工尺寸偏差等；尤其是某些工件易变形、不能二次加工修复，或某些大型工件移动到专业测量设备上有难度，在机测量手段使得这些问题迎刃而解。

通常模具订单基本都为单件或小批量订单，对交货期要求比较严格，且精度要求较高，又往往牵扯到复杂型面型线的加工，工艺比较复杂，刀具磨损严重，因此，初步加工完的模具必须经过修模才能合格，而其后期修模环节工作比较繁琐，这是模具制造中影响交货期的一个重要原因。在模具加工工序中引入在机测量技术，一方面可以对模具的定位进行自动化

高精度的找正,尤其是可以使用最佳拟和坐标系功能,革命性的提高模具加工原始坐标系(即工作偏置)的精度,从基准上提高了加工的精度;另一方面可以对工序加工中的尺寸进行实时在机检测,然后根据实测的加工结果直接对工序加工余量进行补偿,从而有效地提高工件的加工精度和机床的加工能力,大大缩短了修模环节进而缩短了加工周期,减少企业在质量、工时及原料方面投入的成本。目前,在机测量技术已经发展成为以模具行业为典型的制造业广为流行的低成本、高回报过程控制手段。