

机械加工过程的传感检测技术

工件的过程传感

与刀具和机床的过程监视技术相比，工件的过程监视是研究和应用最早、最多的。它们多数以工件加工质量控制为目标。80年代以来，工件识别和工件安装位姿监视要求也提到日程上来。粗略地讲，工序识别是为辨识所执行的加工工序是否是工（零）件加工要求的工序；工件识别是辨识送入机床待加工的工件或者毛坯是否是要求加工的工件或毛坯，同时还要求辨识工件安装的位姿是否是工艺规程要求的位姿。此外，还可以利用工件识别和工件安装监视传感待加工毛坯或工件的加工裕量和表面缺陷。与工件的过程监视密切相关的另一类监视是工艺过程监视，如加工表面粗糙度，表面特性质量。尺寸、形状与位置精度的实时监视或在机监视。由于它们与加工过程质量、提高成品率和生产率、降低加工成本、缩短交货期密切相关，正在日益受到重视。完成这些识别与监视将采用或开发许多传感器，如基于TV或CCD的机器视觉传感器、激光表面粗糙度传感系统，以及前述的多种传感器。下面主要介绍尺寸与形状误差传感和表面粗糙度传感。

1. 工件尺寸与形状误差的传感

从测量原理角度，其传感检测法可分为直接测量法与间接测量法两大类。所谓直接测量法，是直接检测工（零）件的尺寸与形状误差或利用作为标准的标准工（零）件与之组成的匹配副来完成测量。间接测量法是检测达到最终尺寸前的倒数第二个工（零）件的尺寸与形状误差、刀具运动精度或刀尖位置精度，间接保证最终尺寸与形状精度的测量方法。直接测量法与间接测量法的比较见表1。常用的传感器见表2。而近些年利用线性可调微分（差动）传感器（LVDT）和固定于工件上的扫描标准母盘，可以降低工件圆度误差50%。

2. 表面粗糙度传感

表面技术的发展要求对表面形貌、表面粗糙度、表面组份与结构及性能进行观测。微观的观测技术的发展为它们的测量提供了纳米（nm）级，甚至埃级（1埃级=0.1纳米）的检测方法。但这些高精度的表面形貌、组份、结构和性能测定法还只限于离线的样件检测。在过程传感中，目前仍以表面粗糙度和表面缺陷检测传感为主要目标。虽然已经开发出原位观测的过程检测传感方法，但它们仍只能用于研究与实验中，还不适于工业应用。在线和实时表面检测传感方法多以光学法为主。这是因为它们具有快速检测和识别能力。尽管光学方法有多种多样，但适于工业环境应用的方法是有限的几种。

表1 直接测量法与间接测量法的比较

方法	直接测量法	间接测量法
项目		
传感检测原理	直接测定或用标准件匹配测定	检测倒数第二个尺寸/形状误差或刀具位置或运动误差
主要特征	1. 可测范围在传感检测装置极限范围以内 2. 内径与复杂形状检测困难 3. 将刀具磨损、机床变形和工件变形误差包含在内 4. 目前，多数用于中低精度机床上	1. 可测范围大 2. 可用于内孔与复杂形状的检测 3. 刀具、机床和工件变形误差不影响检测精度 4. 多用于中高精度机床上

表2 尺寸与形状的检测传感

传感检测方法		一般特性	示例 (按 100mm 计)	
			直接测量法	间接测量法
机械式	摩擦轮	<ul style="list-style-type: none"> 易于操作 易于信号处理 可靠 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 4~6 μm 精度: 10 μm 可以工业应用 	
	卡规型	<ul style="list-style-type: none"> 触头接触磨损 增益和分辨率低 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 1 μm 精度: $\pm 3 \mu\text{m}$ 可成功地应用 	
光学式	光学测微仪	<ul style="list-style-type: none"> 高灵敏度, 可遥感 系统校准难 难于操作, 应进一步进行实用化开发 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 1 μm 精度: 8~10 μm 要求抗干扰 (工业电视、ITV) 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 0.5 μm 精度: 5~10 μm 要求改进可靠性 (激光光学规与 ITV)
	光学反射法		<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 1 μm 精度: 8~12 μm 要求抗干扰 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 0.5 μm 精度: 5~10 μm 要求进一步提高可靠性
气动式	背压探测、流量与流速探测	<ul style="list-style-type: none"> 实用, 增益高 低响应, 低耐用度 量程小 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: $\leq 1 \mu\text{m}$ 精度: 2 μm 有工业应用前途 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 2 μm 精度: 10 μm 有工业应用前途
超声式	传播时间探测	<ul style="list-style-type: none"> 可靠性好 可远距传感 耐用度低 操作稍复杂 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 1 μm 精度: $\pm 2 \mu\text{m}$ 有发展前途, 可工业应用 	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 4~6 μm 精度: $\pm 10 \mu\text{m}$ 有发展前途
电子式	感应法 电容法	<ul style="list-style-type: none"> 高灵敏度, 快速响应 可靠 受工件材料变化影响 		<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 1 μm 精度: 10 μm 主要用于实验室
温度探测	温度检测	<ul style="list-style-type: none"> 用于复杂形状工件 低灵敏度、实用性差 		<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 4 μm 精度: 5 μm 主要用于实验室
	有限元法	<ul style="list-style-type: none"> 无需检测装置, 主要取决于模型精度 灵敏度低 		<ul style="list-style-type: none"> 分辨率: 5 μm 精度: 7 μm 主要用于研究

光学检测传感表面粗糙度的方法, 同样可分直接法与间接法。直接法是利用很窄的光束进行点到点的扫描表面起伏的高度, 直接获取表面粗糙度信息。间接法则是测定表面光学特性而间接评价表面粗糙度的检测方法。它们间的比较可见表 3。

表 3 直接法与间接法的比较

方法	直接法	间接法
项目		
检测原理	光束点到点表面高度扫描	检测面的光学特性
一般特性	1. 获取表面粗糙度高度 2. 可测定表面轮廓 3. 系统校准困难 4. 对车/磨削比较有效 5. 分辨率取决于光束光斑尺寸	1. 要求建立检测结果与表面粗糙度评价指标的关系模型 2. 不可获得表面轮廓 3. 校准相对容易 4. 所有过程均可用 5. 取决于工件材料

直接法的方案之一是利用激光束和光敏二极管组成的传感系统。激光束照射到工件表面的束斑直径在几个微米以内。采用两束激光束和两个光敏二极管的系统可以测出工件圆周和进给方向上的表面粗糙度。实验证明，其分辨率为 $0.5\mu\text{m}$ ，测量精度约为 $3\mu\text{m}$ 。简化系统的校准是重要的应用工程问题。

间接法传感器技术见表 4。

特征	最好示例				主要特性	研究状况
	分辨率 $/\mu\text{m}$	精度 $/\mu\text{m}$	范围 (Ra) $/\mu\text{m}$	速度		
干涉法	1	3~5	2~80	快	<ul style="list-style-type: none"> 易于校准 对表面粗糙度传感有效 	已用于实验室，有应用前景
镜面反射法	0.1	2	1~3	快	<ul style="list-style-type: none"> 对相对光滑表面有效 精度决定于探测器 	用于实验室
斑纹法	0.01	± 0.2	0.1~0.2	相当快	<ul style="list-style-type: none"> 对光滑表面有效 用于高斯高度分布处 测量范围窄 	有应用前景，可商品化
椭球面法	0.01	0.1	0.01~1.2	相当快	<ul style="list-style-type: none"> 对光滑表面有效 需仔细校准 	工程表面测量用，需进一步改进
角度分布法	2	± 5	未定	慢	<ul style="list-style-type: none"> 无实用价值 需高速信号处理 	无发展前途
光扫描法	1	5	2~20	慢	<ul style="list-style-type: none"> 对粗糙表面有效 需高速信号处理 	处于研究开发中，有应用前途
直接法	0.5	3	2~80	快	<ul style="list-style-type: none"> 需仔细校准 精度取决于光斑尺寸 	处于研究开发中

一些先进的干涉和斑纹反射法技术状况见表 5。

在表 5 中, 比值测量法的优点是光强与表面粗糙度间的特性曲线, 在不同工件材料时不会产生大的变化。表列各种方法主要用作粗糙度识别比较器, 而不是粗糙度参数检测传感器。

表 5 先进的干涉和斑纹反射法技术状况

示例与特性		代表示例与特性			
测量原理		垂直方向分辨率 / μm	精度 / μm	范围 (Ra)/ μm	备注
比值 测量	 反射光强度 α_0 /反射角右侧光强 I_1	0.1	约 0.4	0.05~0.5	<ul style="list-style-type: none"> 白炽灯光源 磨削测量用 有应用前景
	 表面法向反射光强度 I_0 /偏离方向的返回散射光强 α_1	1.0	3	5~80	<ul style="list-style-type: none"> 卤族灯光源 车削测量用 最有前途
	 总的散射光强度 α_0	1.0	3	2~20	<ul style="list-style-type: none"> 氦氖激光光源 磨削 研究开发中/实验室用
	 镜面反射光强度 α_0	0.2	0.2	0.2~2.5	<ul style="list-style-type: none"> 白炽灯光源 车削 实验室用
镜面反射	 镜面反射光强度 α_0	0.1	0.5	1~3	<ul style="list-style-type: none"> 白炽灯光源 车削 实验室用

本文内容来自互联网, 著作权归原作者所有。由电子零件城 (<http://www.epcity.com/>) 整理并制作成 PDF 文件, 仅供个人学习之用, 不得用于任何商业目的, 否则后果自负。如果您认为本 PDF 文件侵犯了您的任何权利, 请来信 epcity@epcity.com 通知, 本站立即删除。

搜集整理: 电子零件城-笨笨兔 (QQ: 154502842) 2004-04-10