

产品应用案例：CLE-100-485-V 高光ABS表面重复精度与静态稳定性实测

高光ABS · 4点有效重复进给 · 静态稳定性

案例结论：本次计划覆盖5个重复进给位置和3个静态采样位置。270.949 mm位置在两项测试中均无有效读数，其余计划位置的采样帧全部有效。4个有效重复位置的样本标准差 σ 为0.57~1.51 μm ，P-P为1.51~4.50 μm 。

32帧平均重复精度	计划采样有效率
σ 0.57~1.51 μm P-P 1.51~4.50 μm	72.7% 2048/2816帧

有效率按5个重复位置和3个静态位置的原计划帧数计算；若仅统计可测位置，则4个重复位置和2个静态位置中的计划采样帧均为有效。重复进给结果包含运动平台、到位稳定、参考光栅和传感器读数的共同影响。

一、被测表面：高光ABS的材料与光学特性

ABS是由丙烯腈、丁二烯和苯乙烯组分构成的非晶态工程热塑性塑料，兼具刚性、韧性、抗冲击性和良好的成型加工性。本次样片为高光ABS，其表面平滑、镜面反射分量较强。对于三角测量式激光位移传感器，回波能量不仅取决于材料本身，还会随表面光泽、颜色、入射角、工作距离和局部形貌改变。非接触测量可用于高光塑料件的高度、平整度、翘曲和装配间隙检测，但应先在实际姿态下确认有效回波区间。

材质或表面特征	对激光三角测量的含义	本案例中的观察
表面平滑、光泽高，镜面反射分量较强	回光具有明显方向性；工作距离或倾角变化可能使回光偏离接收窗口，并不意味着光泽越高信号越稳定	270.949 mm在重复与静态测试中无有效数据；其余对应位置可稳定取样
ABS可通过颜料、增韧剂、阻燃剂等改变外观和光学响应	样片颜色及配方会改变660 nm红光的吸收、散射和回波强度	记录仪标明高光ABS，未记录颜色、树脂牌号、添加剂或表面涂层
注塑件可能存在流痕、熔接线、缩痕、橘皮或局部曲率	真实高度变化会直接进入位移结果，局部光泽差异也可能使接收光斑能量中心发生变化	测试记录未标明光斑经过的具体表面区域及样片平面度
热塑性塑料的尺寸会受温度、支撑和装夹力影响	翘曲或弹性变形会改变被测高度和局部入射角，需要与传感器本体误差区分	本次为约9分钟的单向短时测试，未覆盖温漂、长期变形及反向滞回

表面光学解读：CLE系列采用660 nm可见红光的三角测量方式。高光ABS的镜面反射分量使回波对角度和距离更敏感；当镜面反射方向偏离接收光路时，即使表面看起来明亮，也可能无法形成有效测量。灰尘、油膜、划痕和局部纹理还会改变光斑形态。本次无效区间是当前样片、光斑落点、安装角、工作距离及曝光参数共同作用的结果，不能直接外推到所有高光ABS制品。

二、本次样片与测试条件

项目	本次记录
传感器	CLE-100-485-V，固件V1.20；三角测量式激光位移传感器，660 nm可见红光
被测表面	高光ABS；未记录样片颜色、ABS牌号、添加剂/涂层、光泽度、厚度、平面度及光斑落点
参考基准	参考光栅；人工确认零点；确认时光栅读数229.856 mm

项目	本次记录
重复精度数据	计划5个位置×每位置8次进给×每次32帧；前4个位置有效，270.949 mm的8次进给均无效
静态稳定性数据	计划3个位置×每位置512帧；214.949 mm与242.949 mm有效，270.949 mm的512帧均无效
采集参数	sens=6, laser=9, 设备avg=2；到位稳定0.8 s
方向与数据方式	重复精度仅采用每次进给的32帧平均值；静态稳定性同时统计原始帧和32帧分组平均结果。

2.1 指标口径

指标	本案例中的定义与读法
重复精度 σ	同一有效目标位置8次重新进给所得32帧平均值的样本标准差；数值越小，重复到位读数越集中。
重复精度P-P	同一有效位置8次32帧平均结果的最大值减最小值，表示本次有限样本内出现的读数包络。
无有效数据	计划位置在相应采样中未得到有效帧，因此不参与重复精度或静态噪声统计，也不以0代替。

三、高光ABS表面的重复精度实测

5个计划位置各执行8次重新进给，每次到位稳定0.8 s后采集32帧，并以32帧平均值作为一次进给结果。214.949、228.949、242.949和256.949 mm四个位置每次进给的32帧全部有效；270.949 mm的8次进给均无有效数据。

目标位置/mm	有效进给次数	32帧平均 $\sigma/\mu\text{m}$	32帧平均P-P/ μm
214.949	8/8	1.51	4.50
228.949	8/8	0.57	1.51
242.949	8/8	0.58	1.87
256.949	8/8	0.94	2.31
270.949	0/8	—	—

4个有效位置的样本标准差 σ 为0.57~1.51 μm ，P-P为1.51~4.50 μm 。其中214.949 mm位置离散最大， σ 为1.51 μm 、P-P为4.50 μm ；228.949 mm位置离散最小， σ 为0.57 μm 、P-P为1.51 μm 。位置间差异表明，高光ABS在不同工作距离和局部落点下的回波状态并不完全一致，重复性应在实际使用区间逐点确认。

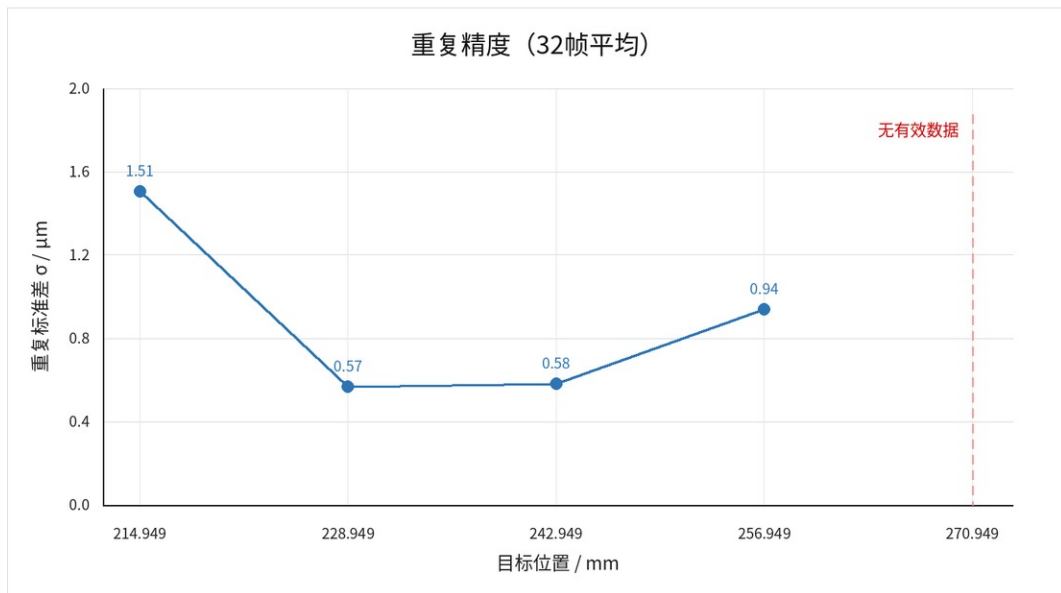


图1 高光ABS表面5个计划位置的32帧平均重复精度；270.949 mm无有效数据

重复精度结论：在4个可测位置，本次32帧平均重复进给 σ 不超过1.51 μm ，P-P不超过4.50 μm ；270.949 mm在当前安装和曝光参数下无法形成重复精度结果。实际应用应先确认可用工作区间，再按对应位置分配判定余量。

四、静态稳定性：两个有效位置的短时波动

静态采样计划在3个位置各连续采集512帧。214.949 mm与242.949 mm各512帧全部有效；270.949 mm的512帧均无效，并进一步按32帧划分为16组，以观察平均后的组间稳定性。

目标位置/mm	有效原始帧	原始帧 $\sigma/\mu\text{m}$	32帧平均 $\sigma/\mu\text{m}$	32帧平均P-P/ μm
214.949	512/512	1.32	0.79	2.81
242.949	512/512	0.54	0.32	1.09
270.949	0/512	—	—	—

214.949 mm位置的原始帧 σ 为1.32 μm ，32帧平均后的组间 σ 为0.79 μm 、P-P为2.81 μm ；242.949 mm位置的对应结果为原始帧 σ 0.54 μm 、32帧平均 σ 0.32 μm 、P-P 1.09 μm 。两个有效位置均无丢帧，但稳定性仍有明显位置差异。

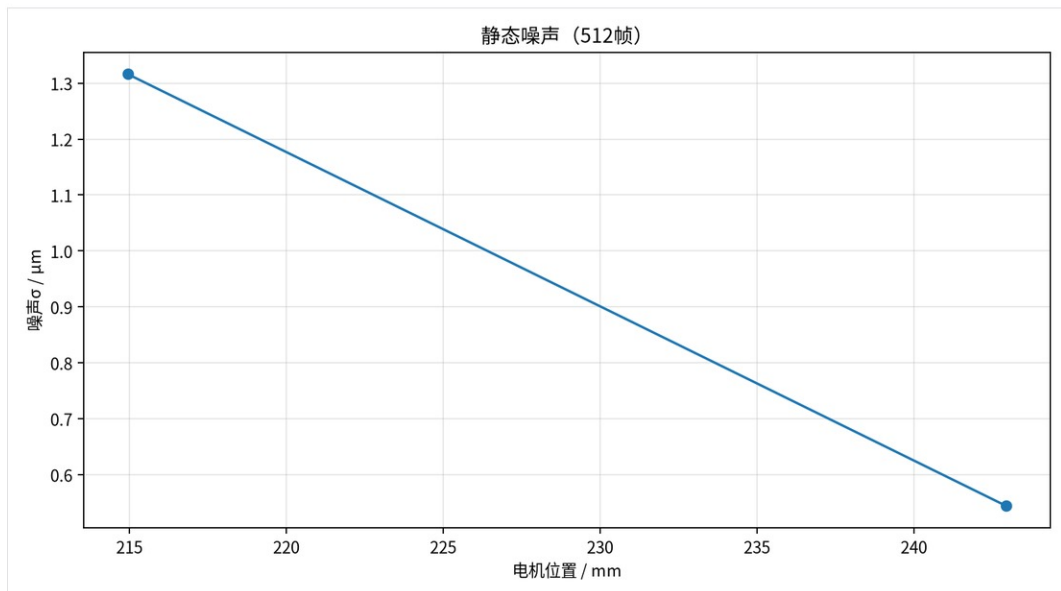


图2 高光ABS表面两个有效位置的512帧静态噪声；270.949 mm无有效数据未绘制

五、案例数据结论与适用边界

- 重复精度：4个有效位置各8次重新进给后，32帧平均 σ 为0.57~1.51 μm ，P-P为1.51~4.50 μm 。
- 表面适配：270.949 mm在重复进给和静态采样中均无有效数据；其余4个重复位置和2个静态位置的计划采样帧全部有效。当前高光ABS样片并非在全部计划位置都适配当前光学几何和曝光参数。
- 适用边界：ABS牌号、颜色、添加剂或涂层、光泽度、表面纹理、厚度、光斑落点、平面度、支撑方式和温度未记录；测试仪覆盖1台传感器、1件样片及单向短时采集，不包含反向滞回、温漂、长期变形、不同倾角或不同批次高光ABS。因此，本案例是当前实物样片的性能记录，不能直接代表所有高光ABS制品。

数据来源：桌面/测试记录4（测试日期：2026-07-22） | 统计口径：样本标准差 σ 、峰峰值P-P