参数测量提效非球面加工

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24300.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

参数测量提效非球面加工。
非球面是对偏离球面的曲面的总称。非球面包括回转对称非球面，离轴非球面以及自由曲面等。

相比球面只有曲率半径和口径两个自由度，非球面具有更高的自由度，从而实现更多的功能。一方面，非球面可以实现高阶像差的修正，进而获得更高的成像质量；另一方面，一片非球面可以达到多片球面镜才能实现的效果，有利于减小光学系统的体积与重量。这在需要兼顾系统载荷与成像质量的现代光学系统中显得尤为重要。

非球面参数的高精度测量是非球面制造的基础。近期，来自北京理工大学光电学院的郝群、胡摇教授课题组，以Measurement techniques for aspheric surface parameters为题在Light: Advanced Manufacturing发表了综述文章。

这篇文章分析了非球面参数测量与传统面形误差测量的不同，揭示了参数测量的内在本质，对现有的非球面参数测量技术的分类提出了新的观点，并概述了可能的未来趋势与挑战。

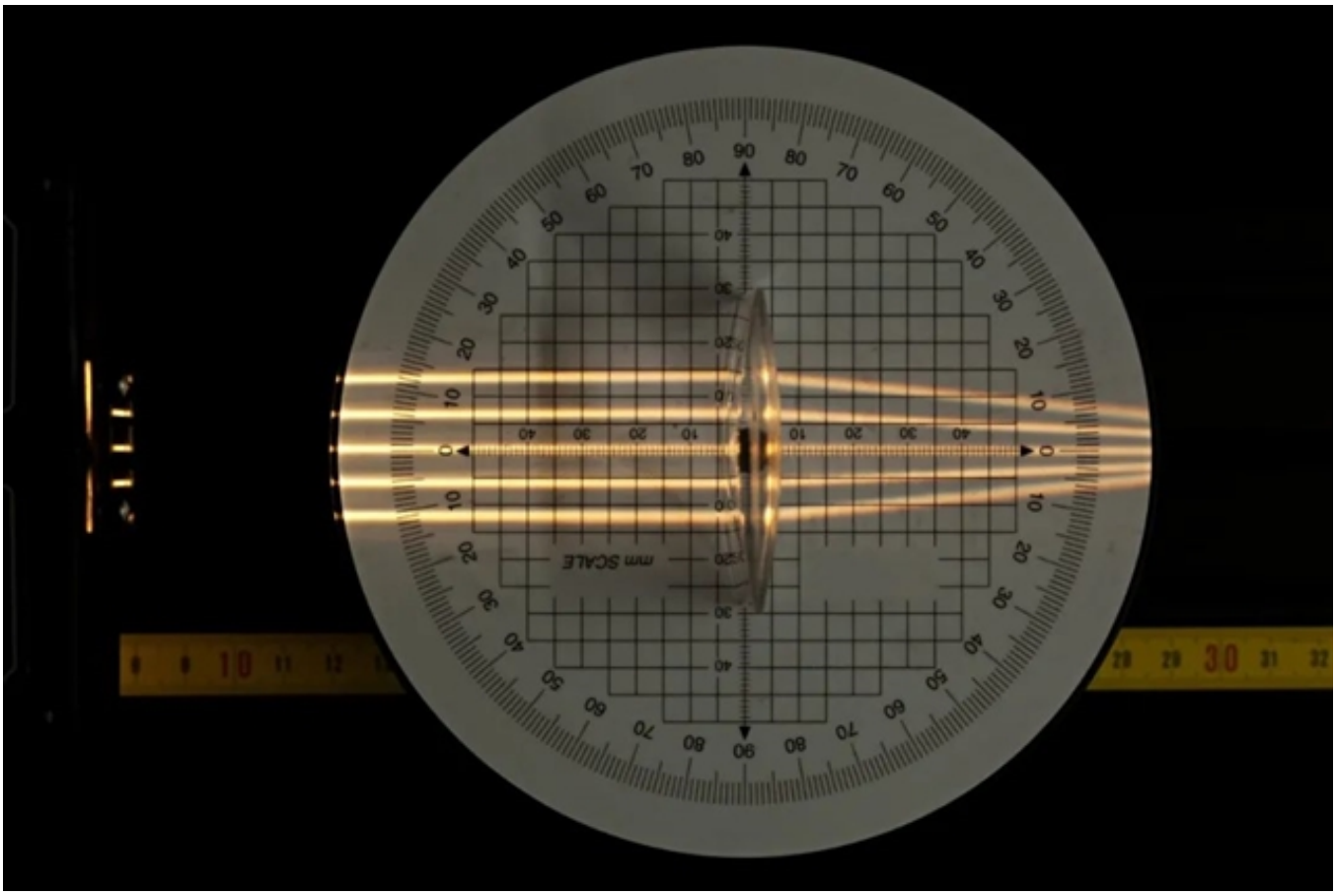

图1 光学元件对光束的调制作用。图源：veer

为什么测参数？

非球面的测量技术主要分为两种，面形测量与参数测量。面形是指待测面在空域中的三维分布。面形的测量结果通常用表面高度来表示，表面高度是一个以长度为单位的（x，y）坐标的函数。非球面参数是定义明确的，可以从面形导出的物理量。面形和参数的测量都可以用来评估非球面的质量。

面形测量可以获取被测面与理想模型在空域上的偏差，从而可以有效的指导光学加工，在光学制造中有着广泛的运用。理论上，只要系统中每个表面的面形误差都足够小，光学系统就可以满足要求。然而，在实际的系统中，很少给每个表面都分配极小的面形误差，因为这将会显著的增加成本。如何准确分配光学系统中每个表面的加工指标，是光学加工中的重要课题。

参数测量可以获取被测面与理想模型在对光束调制功能上的偏差，从而可以有效的评估待测面是否可以在光学系统中发挥预期作用。对系统中各非球面的各项参数进行测量以后，将测量结果代入光学设计软件，即可通过光线追迹判定待测面是否满足系统要求。

简而言之，面形测量为加工提供了方向，参数测量则为加工提供了一个合适的终点。一个成熟的、经济的、高效的测量方案，需要对两种测量方法进行合理运用与组合。

参数测量方法分类

作者根据对测量数据的处理方法，将参数测量方法分为两类：广义拟合法与曲率中心法。

1. 广义拟合法

将仪器中获取的数据，直接用于拟合参数。作者将这种方法定义为广义拟合法。广义拟合法可以实现对所有非球面参数的高精度测量，在非球面参数测量中有着广泛的应用。根据测量数据的类型，可以将广义拟合法分为三种类型：直接拟合法（绝对面形），干涉法（波前像差），以及几何法（表面梯度）。

1）直接拟合法

在精确获取非球面绝对面形以后，对其直接进行拟合，即可获取非球面参数。由于非球面面形测量技术的逐渐成熟，这种方法得到了广泛应用。然而，非球面绝对面形的精确测量成本普遍较高，效率较低。

2）干涉法

干涉法是一种高精度的光学测量方法，测试结果有着很好的溯源性。作者课题组在非球面干涉法测量领域进行了多年研究，可以同时实现面形与参数的高精度测量。不过其测试装置较为复杂，成本较高，测量范围相对较小。

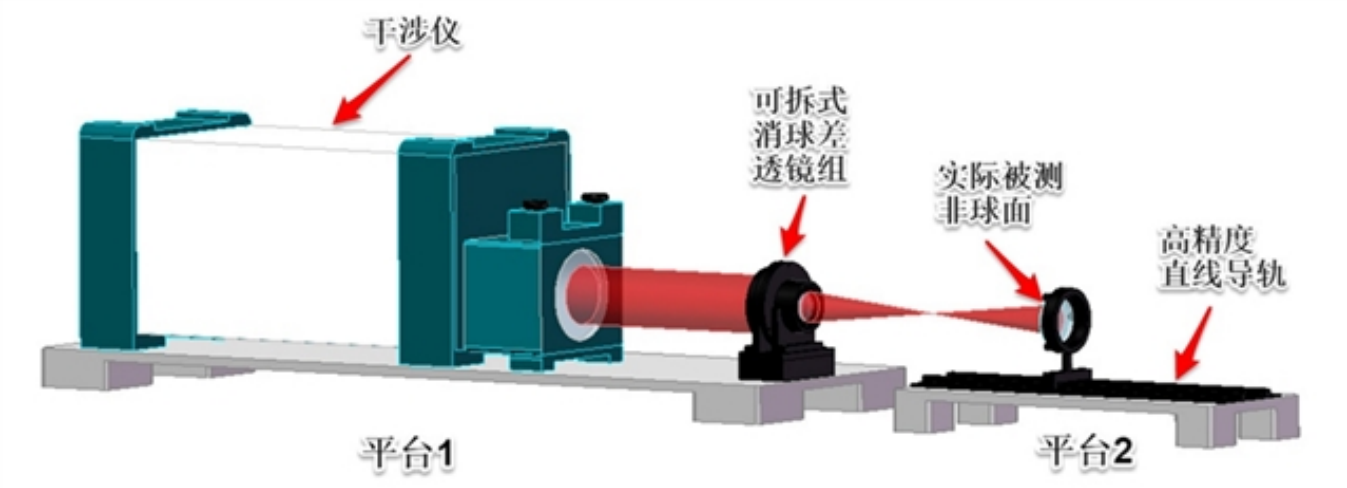

图2 干涉法测量装置。图源：Light: Advanced Manufacturing

3）几何法

相较于干涉法，几何法的测试结果缺少溯源性，然而其测试装置结构简单，成本较低，有着较大的测试范围。

2. 曲率中心法

将仪器中获取的数据，用于定位非球面的曲率中心。作者将这种方法定义为曲率中心法。曲率中心法大多用于测量二次非球面的曲率半径，其通用性较差，无法测量非球面的高阶系数。

前景展望

得益于非球面面形测量方法的逐渐成熟，直接拟合法有着高精度、高通用性的优点，在非球面参数测量中得到了广泛应用。而干涉法、几何法与曲率中心法在测试准确性、通用性和成本控制方面具有不同的优势。

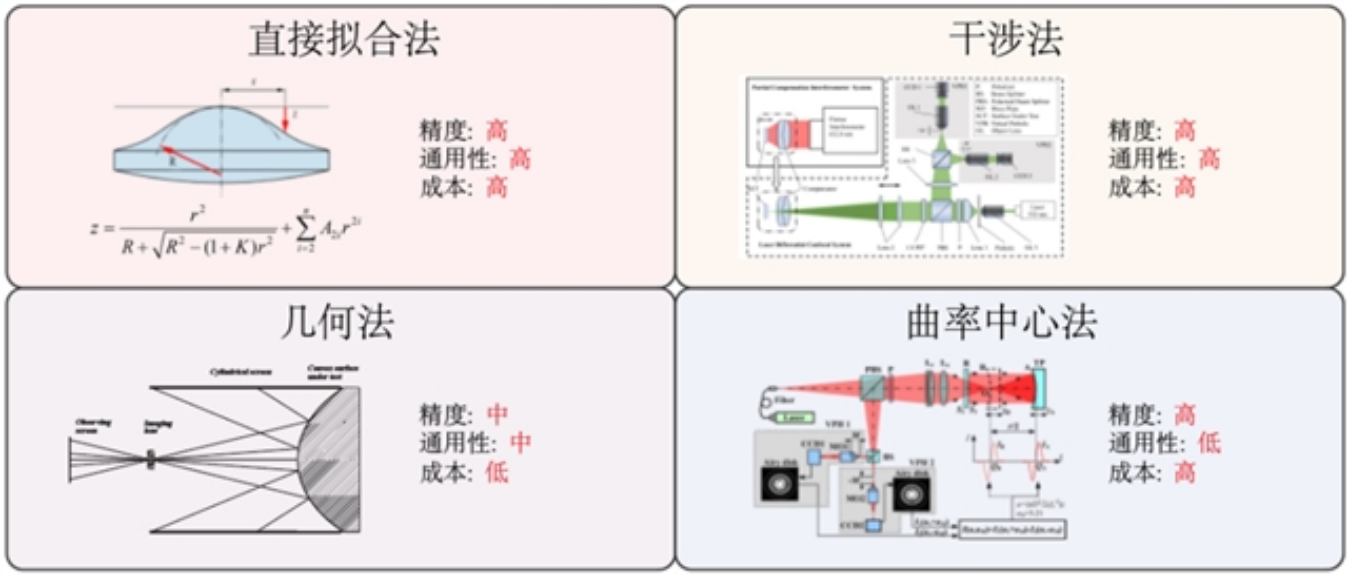

图3 各种测量方法的特点。图源：Light: Advanced Manufacturing

近些年来，针对非球面参数测量的方法与技术蓬勃发展。在不同的测试场景中，针对不同的待测面与参数，有着不同的适用方法。然而，随着社会与科技进步，各式先进光学系统的发展总是带来新的挑战。综合考虑精度、成本与通用性，将是参数测量技术发展的必由之路。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.37188/lam.2023.019

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“ 来源 ”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
作者：郝群等 来源：《光：先进制造》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发