

照相物镜三维像质评价的探讨

韩昌元 吴长发

(国家光学机械产品质量监督检测中心)

摘要: 本文利用光学传递函数研究照相物镜的三维成像质量,提出了新的评价指标。给出用这个指标对六种照相物镜作对比实验的结果。

一、引 言

照相物镜的成像质量用光学传递函数评价早已被承认并列为国际标准和国家标准。

国家标准中传函指标只提出物距无限远时轴上点传函值最大的成像面作为基准面测定轴上和轴外的传函值。

我们认为这样规定有利于规范化和测定的简单化,对镜头的成像质量合格与否的判断容易,是可取的。但是如果更仔细地要比较各不同镜头的优劣,作评比时还显得不够全面,本文对三维像质评价进行初步探讨。

我们的讨论只限于评价传函指标,与照相物镜像质有关的其它指标,如杂光系数,分光透过率,像面照度均匀性,畸变等指标不在本文中讨论。

二、三维评价指标的探讨

对照相物镜传函指标,我们已提出了应该考虑照相物镜在最近摄影距离条件下传函值^[1],因为一般镜头在最近摄影距离时传函值都低于物距无穷远时的传函值,而最近摄影距离又是照相物镜的一个技术指标。文献^[1]中详细讨论了这个问题,本文不再进行讨论。

本文讨论的重点是关于传函指标的三维评价问题,即轴上、轴外以及离焦像面上的指标如何统一。

关于轴上、轴外点传函同时考虑的问题,在国标中已规定要测轴上点和0.7视场轴外点的传函,所以,不必再说明。本文要强调的是应该考虑传函值随着像面的离焦而变化的情况。

首先,不少镜头有像面弯曲像差,轴上和轴外点的最佳成像面不一致。这种镜头如果不取轴上最佳像面,而稍加离焦,则可能牺牲一点轴上点成像质量而大大提高轴外点成像质量,当轴上和轴外综合评价时会有利。

其次,我们比较不同的镜头当离焦时传函值变化的情况,发现在相同的相对孔径条件下有的镜头离焦时传函值下降很快,而有的镜头却下降得较缓慢,显然,我们不能把这两种镜头因最佳像面时传函值相同而简单认为成像质量相同,而应该把传函值下降缓慢的镜头评为优质。因为,我们在拍摄景物时三维的物体在同一个成像面上形成二维的像,可望当离焦时

传函值下降较缓慢的镜头能获得较大景深范围内的清晰的像。

另外，要考虑传函值随离焦而变化的情况的理由是我们实际拍摄时往往不能调焦调到最佳成像面上，或者有些自动对焦相机自动对焦本领有限，或者有的不调焦的相机都不可能把景物成像在最佳成像面上。在上述各种情况都希望有一个镜头其传函值随离焦而下降得缓慢。

基于以上理由，我们提出照相物镜的三维成像质量的评价指标。

三维传函指标要考虑轴上和轴外点传函值并还要考虑传函值随离焦而变化的因素。我们的具体作法如下：

对不同的镜头都取某一同样相对孔径，如 $f/2, f/5.6, f/8$ 等。对某一相对孔径取二个空间频率，10对/mm和25对/mm（国标草案曾提出用10对/mm和25对/mm，最后发布的国标定10对/mm和30对/mm，这在本文讨论中无关紧要）。分别对轴上和0.7视场轴外点作传函随离焦而变化的测试，并在同样坐标上画出曲线。我们把曲线画到传函值下降为国标规定的下限值为止，参看图1~6。从图中容易判断该镜头满足国标规定的传函要求的离焦范围，我们叫这个离焦范围为“有效焦深”。

我们取10对/mm, 25对/mm二种空间频率传函在轴上和0.7轴外视场子午和弧矢传函曲线共8条曲线同时考虑，其中这8条曲线都在规定传函值以上的离焦范围作为总的“有效焦深”。并在这有效焦深范围内求出传函曲线下的面积，这时子午和弧矢曲线中取低的曲线，取传函曲线下的面积时下面的横坐标线是取传函值规定的下限值所对应的横线，如对 $f/2$ 相对孔径轴上点10对/mm空间频率时取传函为0.7的横线，然后，求传函曲线下的面积。对四上、轴外0.7视场的10对/mm, 25对/mm分别求出有效焦深内传函曲线下的面积之后把这轴块面积相加起来算总面积，作为该镜头在该相对孔径下的评价指标。按面积大小排列不同镜头，就可得到较全面的实用的成像质量优劣的评比（参看图1~6阴影部分）。

三、测试结果和评价讨论

为了评价不同镜头的成像质量的优劣，我们按着上述办法对尼康、珠江、海鸥、美能达、亚西卡、富士等六种135单反相机的标准镜头进行了对比测试。

测试是用长春光机所的EROS—IV型光学传递函数测定仪进行的。测试条件为白光色温3050°K，接收器为S—20光阴极光电倍增管，系统的光谱响应满足国际标准和国家标准要求。轴外测量时左右视场的子午传函取平均值，左右视场的弧矢传函取平均值。

六种镜头的测试结果分别表示在图1~图6中。图中左上方曲线表示相对孔径 $f/2$ ，10对/mm, 25对/mm不同空间频率的轴上点传函随离焦变化的曲线。左下方曲线表示相对孔径 $f/2$ ，10对/mm, 25对/mm轴外0.7视场，右上方表示相对孔径 $f/5.6$ ，10对/mm, 25对/mm轴上，右下方表示相对孔径 $f/5.6$ ，10对/mm, 25对/mm轴外0.7视场对应的值。

这些曲线是在相同条件下测得的不同镜头的测试结果。根据上节讨论的评价原则作了对比，其结果如下：对 $f/2$ 相对孔径按优劣排列为尼康、珠江、海鸥、美能达、亚西卡、富士、对 $f/5.6$ 相对孔径按优劣排列为尼康、亚西卡、珠江、美能达、富士、海鸥。

需要说明的是我们对这些不同镜头各测定一只镜头，我们只对所测的那只镜头作评价。

通过这种比较明显地看出，尼康镜头好在像散和像面弯曲校正得好，所以，轴上和轴外0.7视场最佳像面一致，镜头的有效焦深较大。而其它镜头轴上和轴外最佳像面不一致，或

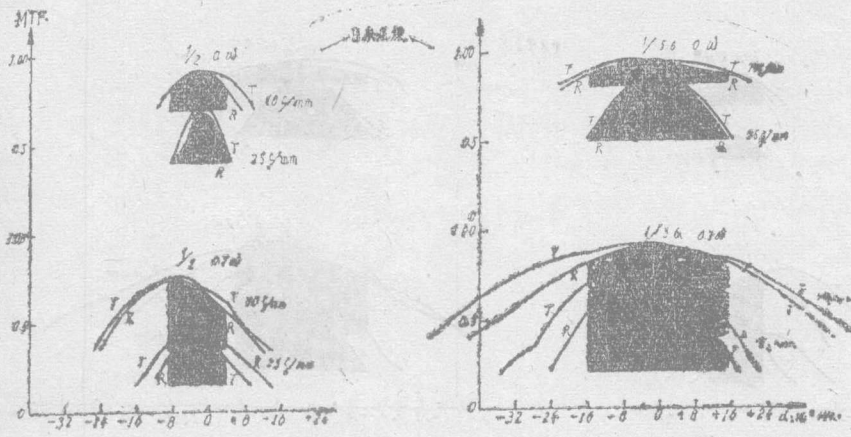


图 1

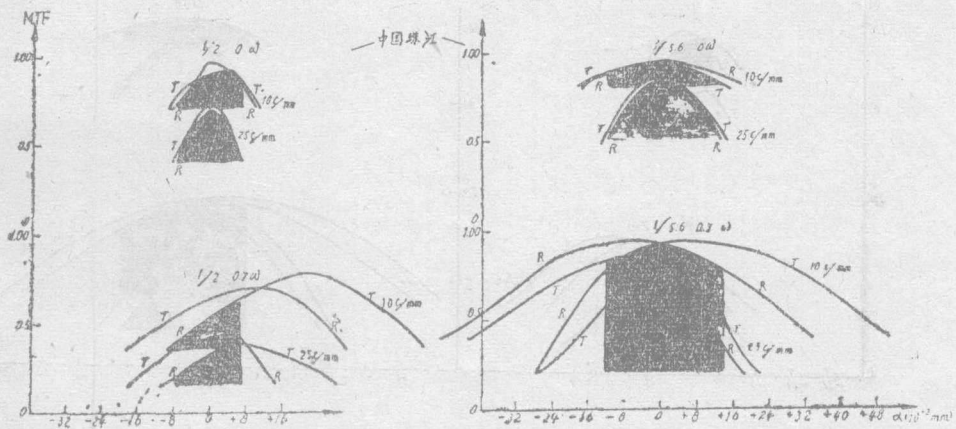


图 2

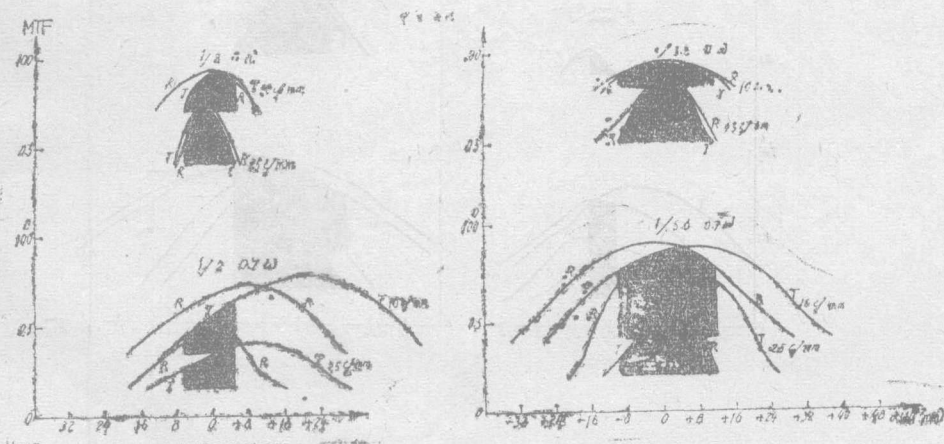


图 3

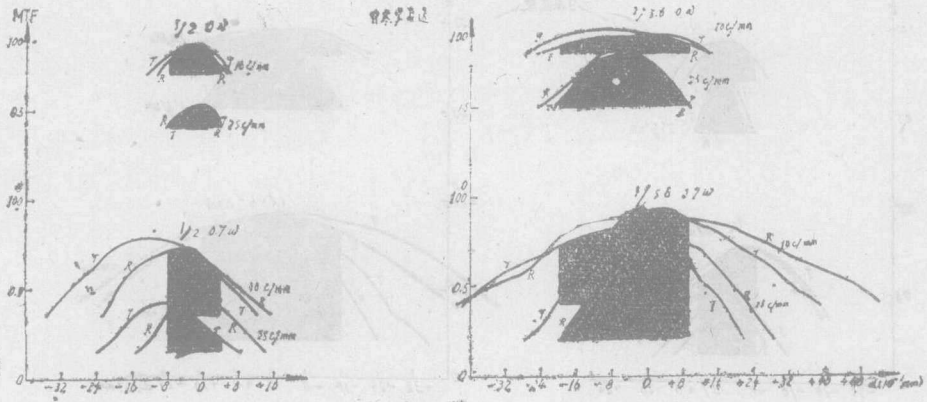


图 4

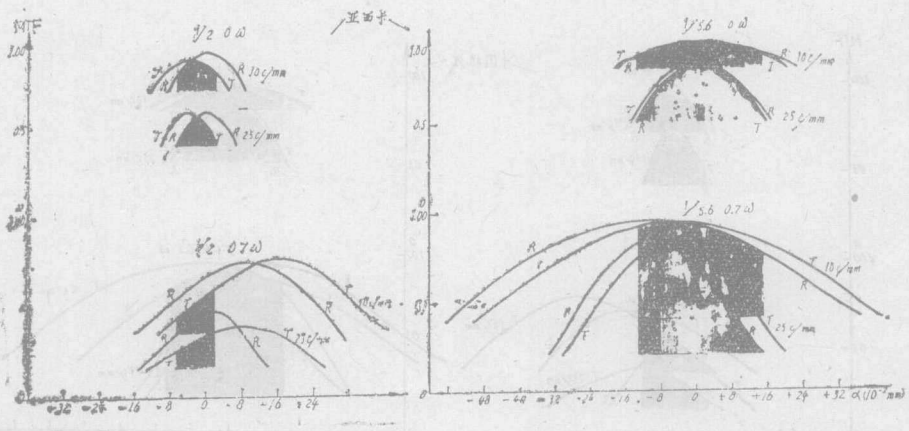


图 5

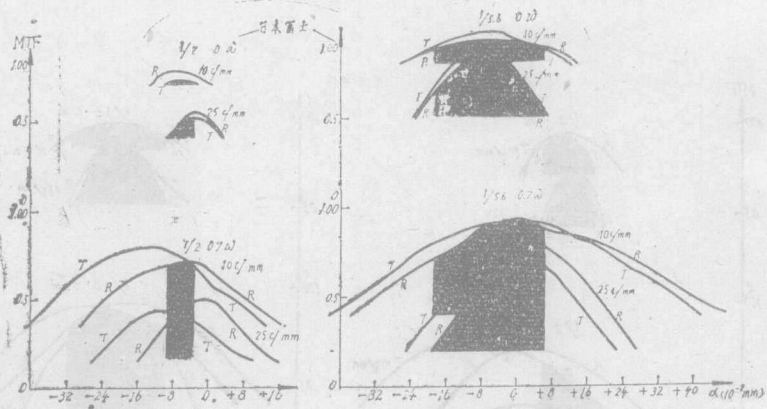


图 6

子午和弧矢的最佳像面不一致，影响有效焦深。

通过以上对比可知，在照相物镜设计时应很好校正像散和像面弯曲，这一点往往国内设计者没有引起足够的重视。

成像的三维质量评价问题还待进一步研究，本文只作了初探。

参 考 文 献

- [1] 韩昌元、吴长发等；光学机械，1987,3,(53页)

An Examination of 3—D Image Quality Evaluation for Camera Lenses.

Han Changyuan Wu Changfa

(China National Centre of Quality Supervision and Test for the
Optomechanical Products)

Abstract

This paper studies 3—dimension image quality for camera lenses using optical transfer function method and suggests a new criterion of quality assessment. Then describes experimental results of quality comparison for 6 camera lenses by this new quality index.