

评价照相镜头的简易MTF标准

本文叙述了评价 35mm 照相互换镜头包括变焦距镜头像质的 MTF 简化测量条件以及所提议的标准。

使用白光，在无限远共轭距像面上，对轴上和二个 $0.35d$ (d : 画幅对角线长) 位置，在全孔径和 $f/8$ 进行测量。焦点选择为全孔径轴上 $30l/mm$ 的最佳焦点。

确定在 $10l/mm$ 和 $30l/mm$ 上的 MTF 响应，用来评价镜头。

还叙述了早先提议的对于固定焦距镜头的条件和标准，以便于参考。

1. 引言

众所周知，用鉴别力评价镜头或者光学系统的像质不一定恰当，而用 OTF (多数情况用 MTF 就足够) 的方法为好。

但是，在日本的照相机工业界，MTF 还没有太好了利用起来。特别是在成品检查或最终检查阶段，说确实点利用得真是不算好。其理由是，MTF 给出镜头像质方面非常多的信息，这种特长，在要求短时间内给出结果的检验工作中，反而造成信息过剩，难于使用。因而，为了在检查现场有效地利用 MTF，必须制定既给出判定像质所必须的信息而又花费时间少的简易测定法和评价标准。

大约在二年前，为了制定 35mm 照相机用互换镜头的简易测定法和评价标准，我们测量了大约 100 只焦距从 20mm 到 200mm、除了变焦距镜头以外的 35mm 照相机用互换镜头的 MTF，基于这些数据提出了简易测定条件和评价标准。⁽¹⁾

其后，我们进一步在非变焦距镜头中加上了所谓的短变焦距镜头约 15 种，测量其

MTF，基于这些数据提出了修正的简易测定法和评价标准。

在本文中，给出了旧、新二种测定法和评价标准，说明了提出的根据和修正的理由。另外，这里所介绍的方法，是为了验证镜头像质是否达到某种一定的水准，而不是用来定级。

2. 简易测定条件

表 1 中给出旧的、新的二种测定条件。这里说明一下决定所记述条件的理由。

2.1 光圈

在全孔径，镜头必须有充分满足使用要求的像质。因此，要在全孔径进行实验。另一种光圈 ($f/5.6$ 或 $f/8$) 是为了研究镜头所具有的最好像质而选的。

最初选 $f/5.6$ 的理由是，我们试验过，除了变焦距镜头以外，大约 70% 的镜头在这个光圈轴上 MTF 最高。⁽¹⁾ 后来改为 $f/8$ 的理由如下：

全孔径 F 数小于 2.8 的镜头，多数情况是在 $f/5.6$ 轴上像质最高。但是，象变焦距镜头，全孔径 F 数是 3.5 或比这还大时，在 $f/5.6$ 还表现不出缩小光圈的效果。大约从 $f/8$ 到 $f/11$ 开始变得最高。另外，看照相杂志上发表的摄影数据，多数用从 $f/5.6$ 到 $f/11$ 的光圈。进而考虑到画面四周所包含的综合像质，在全孔径 F 数大的镜头的情况下，由于光圈缩小到比 $f/5.6$ 再小时变好，所以选择 $f/8$ 。

2.2 物距

物距取为无限远，是因为多数照相镜头都是设计成对远方物体形成最好的像。最近，近距离摄影时，移动镜头系统的一部份进行

表 1 简化 MTF 测试方法

	早先的方法	修正的方法
孔径	全孔径和 $f/5.6$	全孔径和 $f/8$
镜头与目标之间的距离	∞	
空间频率	$15L/mm$ 和 $30L/mm$	$10L/mm$ 和 $30L/mm$
焦点	选择为各个孔径在 $30L/mm$ 的最佳焦点。	选择为全孔径在 $30L/mm$ 的最佳焦点。
照明	白光 ($3200^\circ K$) 的卤钨灯与 S20 的光电倍增管的组合)	
MTF 测量位置	轴上与 4 个 $0.35d$ (d : 画幅对角线长) 位置、参看图 1。	轴上与二个 $0.35d$ 位置、参看图 1。

像差校正的情况增多了。所谓的可变式镜头也可以这样看。因为所谓的可变,是为了在近距离也得到与远距离同样的像质。

2.3 空间频率

曾选用 $15l/mm$ 作为低频部份的值,是为了检验对比度的好坏。但是在新测定法中,基于下面的理由在 $10l/mm$ 上进行测量。

从 MTF 曲线可以看到,一般地,从 0 到 $15l/mm$ 之间的变化比 15 到 $30l/mm$ 之间的变化大。从而与取 $15l/mm$ 和 $30l/mm$ 组合相比, $10l/mm$ 和 $30l/mm$ 的组合使低频范围的信息(对比度好坏)变多,更适于镜头的像质评价。 $30l/mm$ 是为验证鉴别力与对比度二者关系的适当的频率,因此选它。

用更高的频率,譬如说 $50l/mm$,对于照相镜头来说已经没有太大的意义,因为普通照相胶片的鉴别力,也不过 $80l/mm$ 。

2.4 焦点位置

考虑到是这种测定法的对象的绝大多数镜头,都是用于单眼反射式照相机的,焦点位置好象取目视最佳焦点的位置好。但是目视最佳焦点的位置随测定者多少有些差别,为了得到再现性好的数据,我们取在特定的频率上、轴上 MTF 响应最高的像面作为测定的基准面。

选择 $30l/mm$ 作为特定频率,理由如下:

如同在 2.3 中所述,照相镜头像质好

坏,根据空间频率从每毫米数条线到 $30l/mm$ 乃至 $50l/mm$ 的 MTF 响应来进行评价,从而特定频率也在这个范围内来选择。

但是在我们的研究中, $50l/mm$, 主要表征鉴别力,不想过分地强调它。另外,在从每毫米数条线到 $10l/mm$ 的低频方面,因为肉眼的响应高,看起来好象适合于确定单眼反射式照相机镜头试验中的焦点,但是由于这稍稍偏离了对比度这个重点,而且照相机的焦点板和胶片面,不一定在光学上一致,所以都不采用。

可是,对于各种镜头,求得在空间频率 10、20、30、40、 $50l/mm$ 的轴上 MTF 响应的最高像面,划出在这些像面中的 MTF 曲线来看,对于镜头来说,在空间频率 $10l/mm$ MTF 响应最高像面上的 MTF 曲线(以下为了简单,叫做在 $10l/mm$ 像面中的 MTF 曲线)和 $50l/mm$ 像面中的 MTF 曲线,与在其它空间频率像面中的 MTF 曲线有些不同,而从 $20l/mm$ 到 $40l/mm$ 像面中的 MTF 曲线互相大致一致。

因此,作为测定的基准面,采取 $20l/mm$ 到 $40l/mm$ 像面中的某一个,实际上没有差别。由于我们要把空间频率 $30l/mm$ 的 MTF 响应用于像质评价,所以测定的基准面也就取在 $30l/mm$ 的像面上。

每当改变光圈时,要重新对焦,即校正缩小光圈引起的焦点移动,其理由是为了得到镜头所具有的最好像质。考虑到镜头的实际

使用条件,最好不进行校正,所以在新测定法中,是在全孔径的最佳像面上进行全部实验。

这就是说,考虑到单眼反射式照相机拍摄照片时,都是在光圈全开时进行对焦。尽管为加大景深要缩小光圈,却不在缩小光圈的条件下对焦,这就意味着,缩小光圈所引起的焦点移动,拍摄时并没有进行校正。

2.5 光质

一般是在白光下拍摄照片,所以测定中也用白光(3200°K的卤钨灯光和S20阴极面的光电倍增管的组合)。

2.6 MTF 的测量位置

在图1所示的5点上进行测试。0.35*d*位置是选来代表轴外点。在该点以里的像质一般都相当好,和轴上值差别不大。由该点往外的像质一般都不太好。考虑到大多数照片,都把主要的被摄景物放在画面中心部份,所以检查0.35*d*以外的像质的必要性不大。

在老方法中轴外测量点是8个,在新方法中把测量点减少到如图1中用圆圈所标记的3点,并且只测弧矢方向的MTF,所以轴外测量点减少到2点。

轴外测量减少到2点的理由是,由于许多新近的镜头在对焦时,都采用镜筒直线移

动的方式,去测量相当于画面以外的点,没有太大的意义。

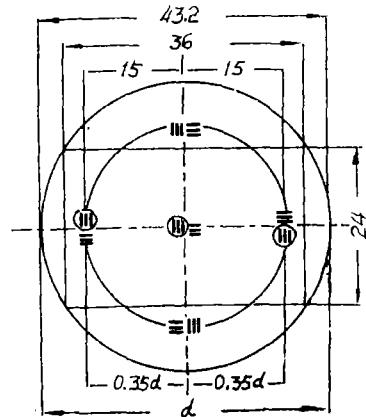


图1 MTF响应的测量位置

注:仅仅划圆圈的位置用于修正的简化MTF试验法。

只测弧矢方向的理由是,根据我们的经验,在0.35*d*位置上,大多镜头弧矢方向像质比子午方向差。

3. 简易评价标准

根据表1的条件求得的测量值所确定的旧,新二个简易评价标准,给出在表2中。测量全部是用日本照相机光学仪器检查协会(简称JCII)的标准型OTF测定仪进行。

表2 提议的评价35mm照相互换镜头的MTF标准

孔径	视场位置	早先的标准		修正的标准	
		15l/mm	30l/mm	10l/mm	30l/mm
全孔径	轴上	0.55	0.30	0.60	0.30
	0.35 <i>d</i>	0.25	0.15	0.30	0.15
<i>f</i> /5.6 或 <i>f</i> /8*	轴上	0.70	0.40	0.75	0.40
	0.35 <i>d</i>	0.35	0.20	0.40	0.20

* *f*/8: 修正的标准

表2的左栏中,在0.35*d*位置的MTF响应意味着,在图1中所示的四点,子午、

弧矢方向共8个测量值中的最低值,必须高于这里所表示的值。因为,尽管子午弧矢某

一个的 MTF 响应低, 只要另一个高, 平均值就会达到某种水平。不取算术平均值, 就避开了这个问题。这就是说, 一定不要使实际使用起来有问题的镜头, 从数值上看来还是好的。

新评价标准的数值中, 全孔径的要求实际上与旧标准相同。

对于 $f/8$ 的值, 由于和旧标准 $f/5.6$ 的值相同, 这对于在 $f/5.6$ 像质最好的镜头, 要求就比较严。由于轴上像质一般地在 $f/5.6$ 和 $f/8$ 差别不大, 实际使用没有什么问题。

对于轴外来说, 因为多数镜头在比 $f/5.6$ 小的光圈上像质最好, 故可以比旧标准宽。但是, 由于在新测定法中, 由于没有校正焦点移动, 所以, 对于缩小光圈引起的焦点移动大的镜头来说, 轴上、轴外用新标准都比较严。

评价标准的数值, 是适应于现在 JCI 出口检查中合格的、变焦距以外大多数镜头的情况而定的。与出口检查中所有合格镜头相适应的理由是, 仅仅用鉴别力判定像质, 尽管也还满足现在的出口检查标准, 但却存在着对比度低、实际拍照时得不到满意像质的镜头。另外, 对于变焦距镜头, 因为轴外像质差, 满足于这种评价标准的镜头不多。

4. 探 讨

中村求得了我们的旧标准与照相鉴别力

〔上接17页〕

5 结 论

本文只包括在1976年9月从 $RADUGA$ 实验中所获结果的几个例子。我们发现, 依靠 $MKF-6$ 型多光谱相机无论是在卫星的舱上或是飞机的舱上都可拍摄。在摄影测量分析中可使用东德国营蔡司光学仪器厂的正个系统装置。我们建议用辅助设备进行目视判读, 首先应使用国营蔡司光学仪器厂

的对应关系, 与现在 JCI 采用的输出检查法的鉴别力标准相比, 用 MTF 标准的数值高, 特别是轴外, 高出近3倍。

分析这种结果, 有人批评我们提议的评价标准高得不适当。但是, 根据长年出口检查的经验, 我们认为所提议的数值, 是为了得到满意像质的最低限度。

对于变焦距镜头, 有种意见认为, 考虑到这种镜头使用上的方便性, 可以允许像质稍低。我们不赞成这种意见。镜头的像质评价是在幻灯上、印刷品上进行, 不能让拍摄该作品所用镜头种类来左右评价标准。

最近的镜头设计、加工技术和光学材料在日益进步。看看近几年间镜头质量提高的情况, 可以充分预料到, 在不久的将来变焦距镜头的质量必然提高。我们的看法是, 用现在制品像质不好的理由, 把评价标准压低, 这是本末倒置。

文 献

- 1) *H. Kondo, T. Watanabe and H. Yamaoka: Cpt. At. 22(1975)353*
- 2) 中村泰三: *JOERA* 技术资料 12, No.5 (1975) 17.

译自《光学》第5卷 第6号

〔刘端祥 译〕

研制的 $MSP-4$ 型多光谱投影仪。采用这些装置和图像的数字处理的过程能改进判读结果。数字和目视判读方法的结合证明是成功的。

译自 “*Proceedings of an International Conference on Earth Observation from Space and Management of Planetary Resources*”

1978, p17—26

〔谷艳琴 译 孙太东校〕