

像差

September 26, 2016

共轴光具组：

1. 物方每点发出的同心光束在像方仍保持为同心光束；
2. 垂直于光轴的物平面上各点的像仍在垂直于光轴的一个平面上；
3. 在每个像平面内横向放大率是常数，保持物、像之间的几何相似性；

共轴球面组满足不了这些要求，

任何偏离理想成像的现象，称为像差；

在傍轴条件下，理想成像是能近似实现的，

傍轴条件要求成像光束的孔径小、仪器的视场小

像差分为：

1. 单色像差
 - i. 球面像差；
 - ii. 慧形像差；
 - iii. 像散；
 - iv. 像场弯曲 (场曲)；
 - v. 畸变；

2. 色像差

由色散引起

$$\sin \theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} + \cdots \quad (1)$$

赛德耳系数：

把 $\theta^3/3!$ 考虑进去，计算从物点发出的每一根光线的横向像差，即该光线经光具组后与理想像平面交点的位置偏离理想点的距离，得到表达式有五项，每一项的系数为赛德耳系数

初级像差、三级像差理论

光线追迹法：严格按照几何光学三定律计算每根光线的折射或反射，求出它们对理想像点的偏离；

几何像差

若存在衍射效应，波动光学

1 球面像差、球差

孔径较大时，由光轴上一物点发出的光束经球面折射后不再交于一点；

球差大小与光线的孔径有关

孔径：由孔径角 u 或光线在折射面上的高度 h 表征；

配曲法

用配曲法不可能将一个透镜的球差完全消除；凸透镜的球差是正的，凹透镜的球差是负的，可以把凸凹透镜粘合起来，组成一个复合透镜，可使某个高度 h 上的球差完全抵消；透镜有一定厚度时，不能同时在任何高度上消除球差，但可使剩余的球差减到比单透镜小得多的程度；

2 慧形像差、慧差

傍轴物点发出的宽阔光束经光具组后在像平面上不再交于一点，而是形成状如彗星的亮斑；

在光瞳上做一系列同心圆 $1, 2, 3, 4, \dots$ ，经过各个圆周的光线在像平面上仍将落在一系列圆周 $1', 2', 3', 4', \dots$ 上，但是这些圆不再是同心的，半径越大的圆，其中心离 P' 越远；用配曲法可消除单个透镜的慧差，也可利用粘合透镜消除慧差；

消球差和消慧差的条件往往不一致，二者不容易同时消除；

3 正弦条件、齐明点

$$ny \sin u = n'y' \sin u' \quad (2)$$

阿贝正弦条件，是在轴上以消球差的前提下，傍轴物点以大孔径的光束成像的充分必要条件；

齐明点：

光轴上已消除球差且满足阿贝正弦条件的共轭点；

N.B. 比较阿贝正弦条件

$$ny \sin u = n'y' \sin u' \quad (3)$$

和亥姆霍兹公式

$$ny \tan u = n'y' \tan u' \quad (4)$$

4 像散、像场弯曲

二者都由于物点离光轴较远、光束倾斜度较大引起；

像散：

出射光束的截面一般呈椭圆形，但在两处退化为直线，称为焦散线；两焦散线互相垂直，分别称为子午焦线和弧矢焦线；在两焦线之间的某个地方光束的截面呈圆形，称为明晰圈，可以认为这里是光束聚焦最清晰的地方，是放置照相底片或屏幕的最佳位置；

像场弯曲：

对于物平面上的所有点，焦散线和明晰圈的轨迹一般是个曲面；

单个透镜，像场弯曲可通过在透镜前适当位置放一个光阑来矫正；像散需通过复杂的透镜组来消除；

5 畸变

由于光束的倾斜度较大引起的，并不破坏光束的同心性，不影响像的清晰度；

像平面内图形各部分与原物不成比例；

放在物平面内的方格，若远光轴区域的放大率比光轴附近大，在像平面内产生枕形畸变；若远光轴区域的放大率比光轴附近小，在像平面内产生桶形畸变；

产生哪种畸变，与孔径光阑的位置有关；

如对凸透镜，光阑放在前面，产生桶形畸变；放在后面，产生枕形畸变；

对称镜头，将光阑放在一对相同的透镜中间，使两种相反的畸变互相抵消；

6 色像差

不同颜色的光所成的像，位置和大小都可能不同，前者称为位置色差(轴向色差)；后者称为放大率色差(横向色差)；

目镜

惠更斯目镜

冉斯登目镜