



红外光学系统设计

一. 简介:

- 红外光学系统的基本功能是接收和聚集目标所发出的红外辐射并传递到探测器产生电信号。红外光学系统与普通（可见光）系统设计区别主要在应用的光学材料上。
- 红外光学系统设计应满足如下要求：
 1. 小的尺度，由整机尺寸要求确定；
 2. 具有尽可能达的相对孔径；
 3. 有确定的视场角；
 4. 所选波段内有最小的辐射能损失；
 5. 在各种气象条件下或在振动和抖动条件下具有稳定的光学性能。

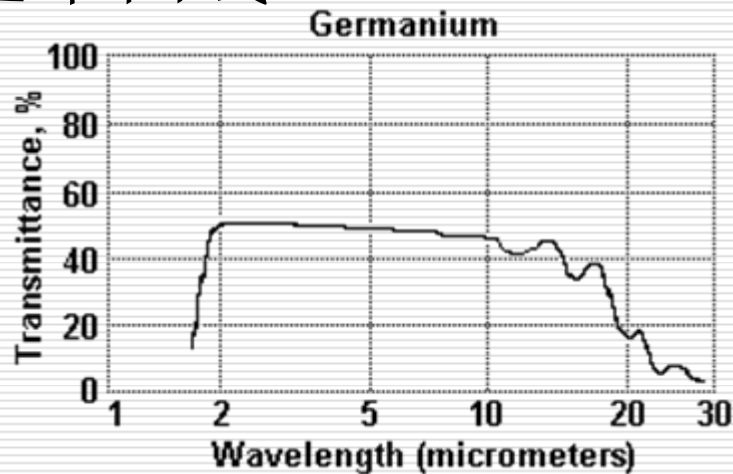
二. 红外光学设计中常用的材料

- 中波3~5微米和8~14微米是大气传输的两个窗口，现有的红外探测器主要接收这两个波段的红外辐射，普通的光学玻璃在这两波段不能适用，目前国内红外光学设计最常用的红外材料是锗（Germanium）、硅（Silicon）、硒化锌（Znse），硫化锌（Zns），国外还有新型的红外材料AMTIR(AMTIR1-6)。

锗材料

- 因其高折射率在长波红外光学设计中被广泛的应用。**Ge**材料在波长**2.06**微米折射率为**4.1**;在波长**10**微米折射率为**4**。

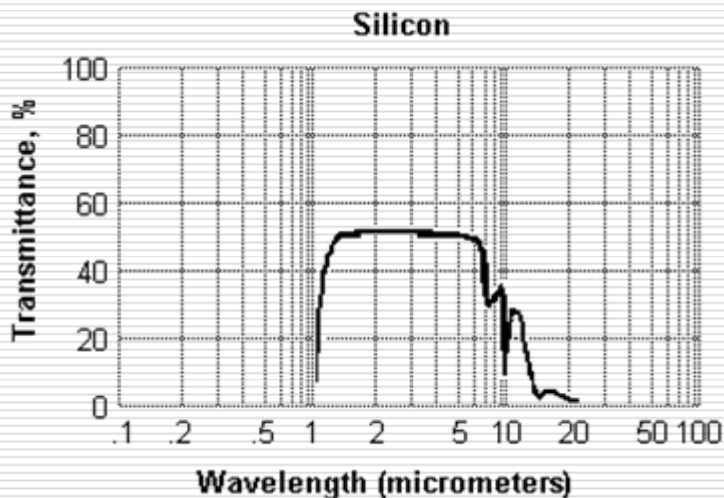
透过率曲线



硅材料

- 其长波范围透过率不高，主要应用中波和锆材料搭配使用。**Silicon**材料在**1.4**微米折射率为**3.49**；**4**微米折射率为**3.43**。

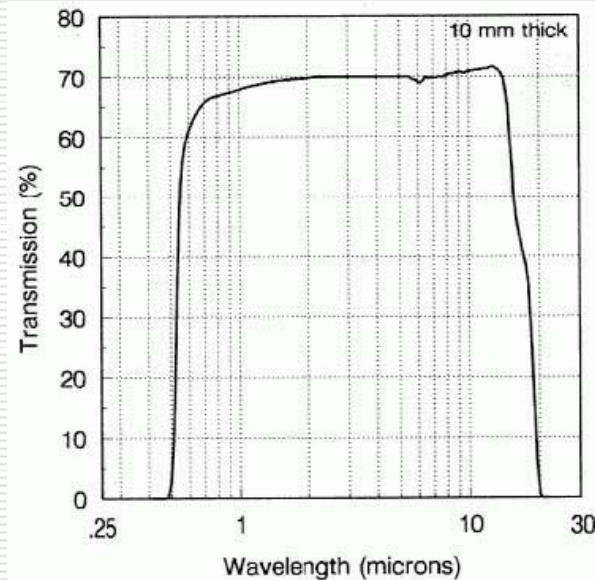
透过率曲线



硒化锌材料

- 硒化锌是淡黄色透明晶体，在部分可见光波段和红外波段具有很好的透过率，适合做成像透镜，目前国产的**Znse**材料性能不好，国外材料造价太高并未能大规模的应用，只在长波校正色差用。

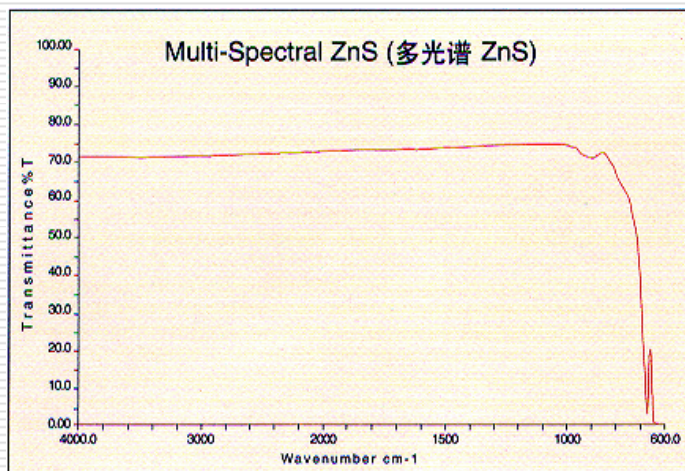
透过率曲线



硫化锌材料

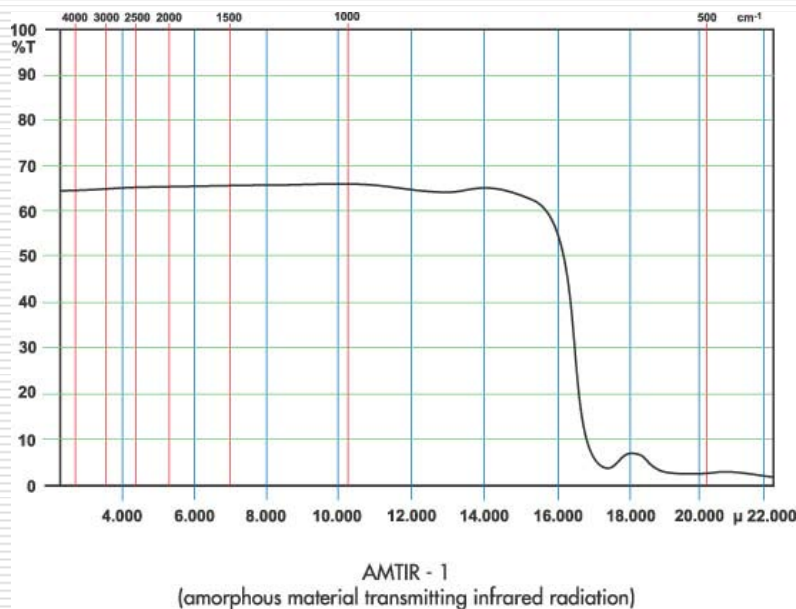
- 硫化锌分为热压硫化锌和气相沉积（CVD）硫化锌两种。热压硫化锌主要用作导引头前的整流罩，CVD硫化锌多用作透镜设计。

透过率曲线



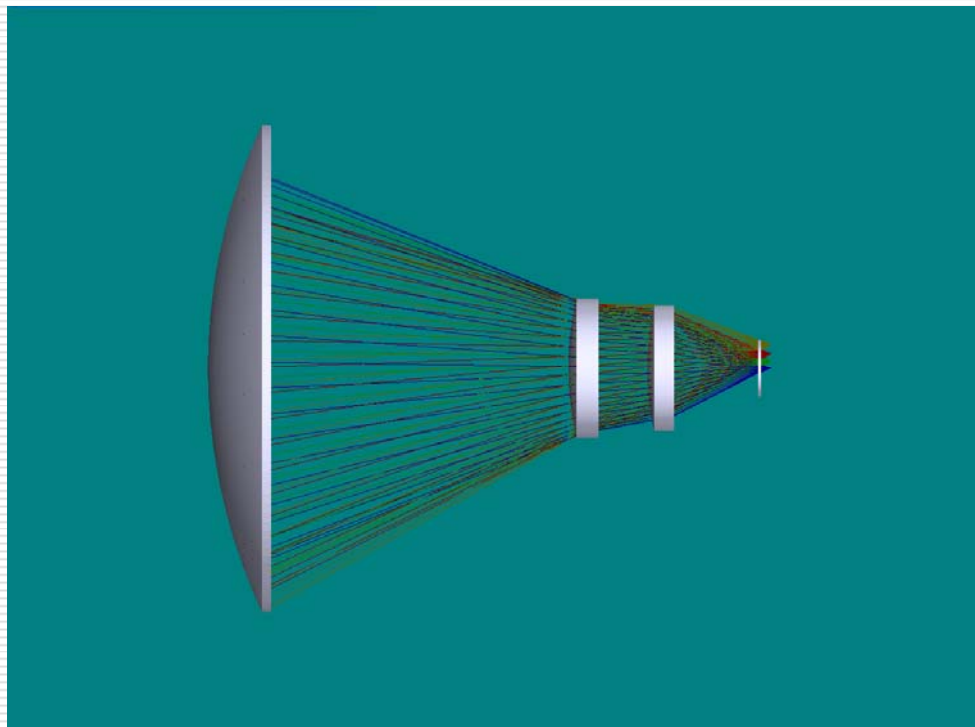
AMTIR材料

- **AMTIR-1**在国外应用比较广泛。它是**Ge-As-Se**的混合材料，**1 μ m**波长折射率为**2.6055**，**10 μ m**波长折射率为**2.4977**。从透过率曲线图看**AMTIR-1**材料对中波红外和长波红外有很高的透过率，并且均匀性好。



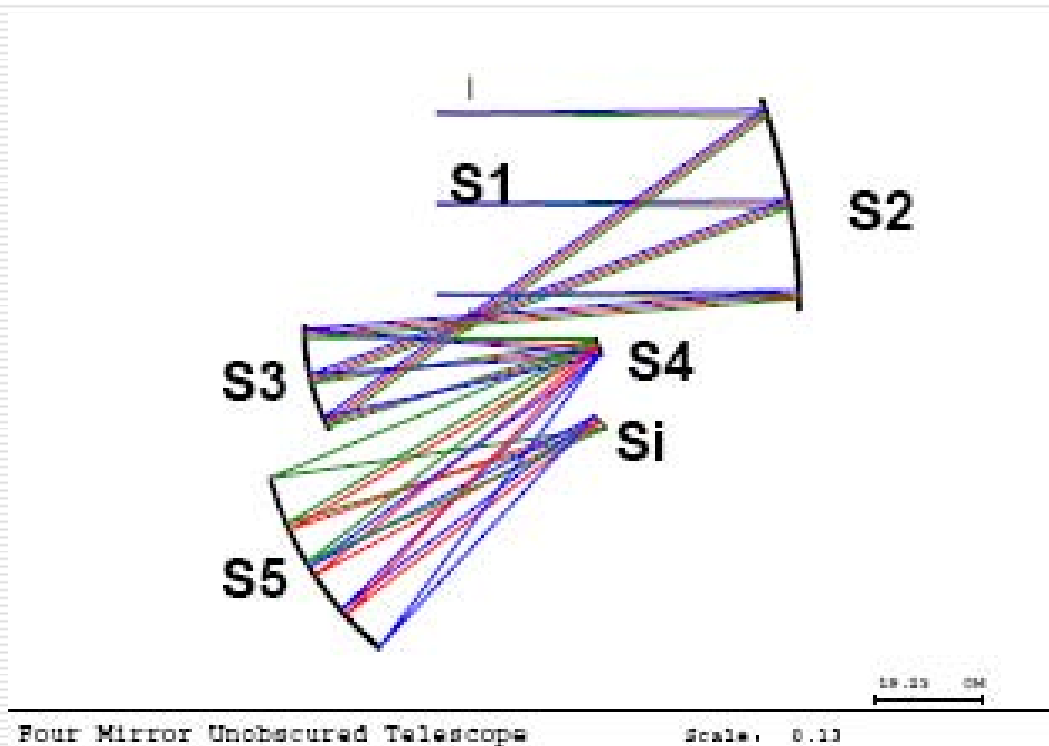
红外光学系统的分类

□ 透射式



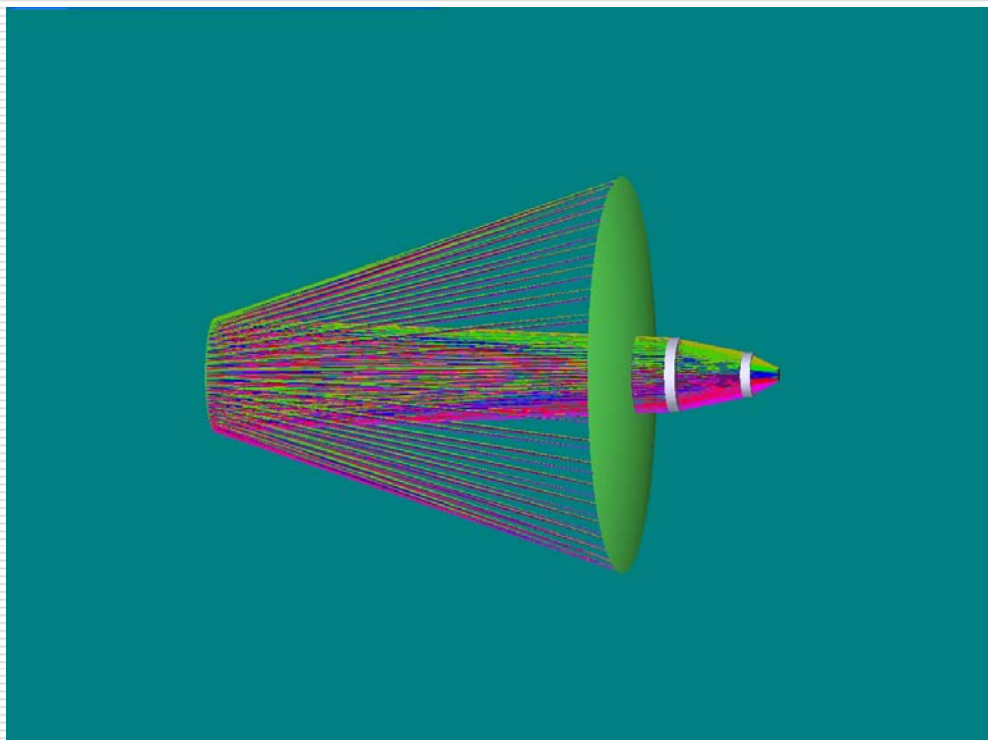
红外光学系统的分类

□ 反射式



红外光学系统的分类

□ 混合式



红外光学系统的设计方法

- 红外光学系统的设计方法和可见光类似,设计中主要应用几何光学理论构建模型,对各个镜片分配光焦度,应用像差理论矫正像差以达到设计指标的要求。红外材料的高折射率和较低的色散使在设计红外光学系统时应用较少的镜片就能很好的矫正像差。但是红外材料价格昂贵,为了减少材料的使用,设计时常采用非球面,以减少镜片的使用。

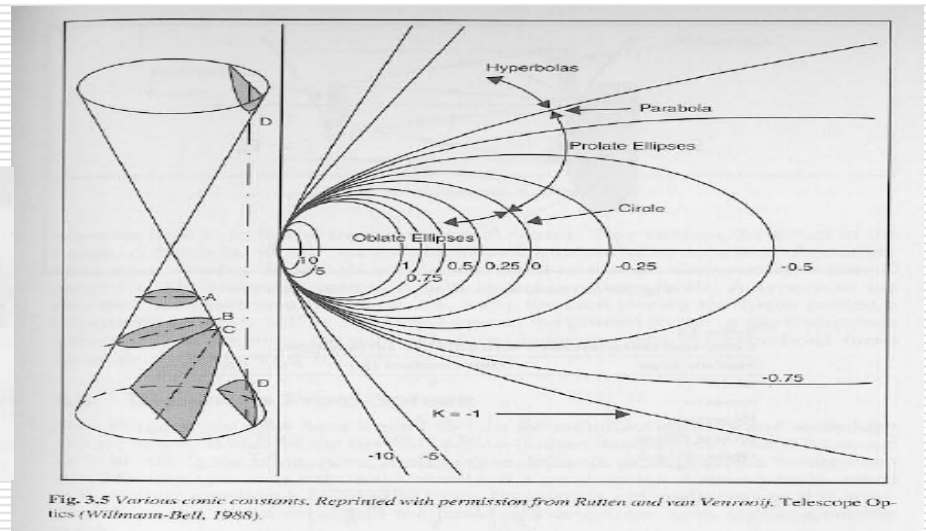
Even Asphere

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}.$$

□ 上述公式是非球面解的二次项展开，为近似结果。

Conic constant associated with different surface types.

Surface Type	Conic constant (K)	$P = 1 + K$
Circle	0	1
Parabola	-1	0
Hyperbola	< -1	< 0
Prolate Ellipse	$-1 < K < 0$	$0 < P < 1$
Oblate Ellipse	> 0	> 1



Binary

- 在国外二元衍射面被广泛的应用于红外光学系统中。红外光学材料比较单一，一些材料不能做到很大的口径而且造价昂贵，二元面具有负色散特性，能很好的矫正色差，另外红外材料的折射率对温度比较敏感，随着温度的变化光学系统会产生离焦，而红外光学系统又多用于军用，要求能适应大范围的温度变化，二元面有负热差特性，使有消热差要求的光学系统大大简化。

Binary

- 二元光学最早由MIT的林肯实验室于1989年提出。
- 以二阶或多台阶的表面微位相结构来实现光的变换，以衍射光学方式成像。

