





Leica Apo-Telyt-R

这款单反镜头的直径长达42厘米，几乎和一根水泥柱子一样粗，重量更是达到了260公斤，据说是由卡特尔王子私人定制的一款镜头，还特地为此定制了一款奔驰来保存这个镜头，因此这个巨型单反镜头的价格也非常昂贵，高达1300万元。

1.1 光学设计的发展概况

- * 一、光学系统设计的**定义**
- * 根据**使用要求**，来构造、设计和决定满足各种使用要求的光学系统的**性能参数、外形尺寸和各光组的功能、具体结构**等。

吃鸡明星：AWM狙击枪

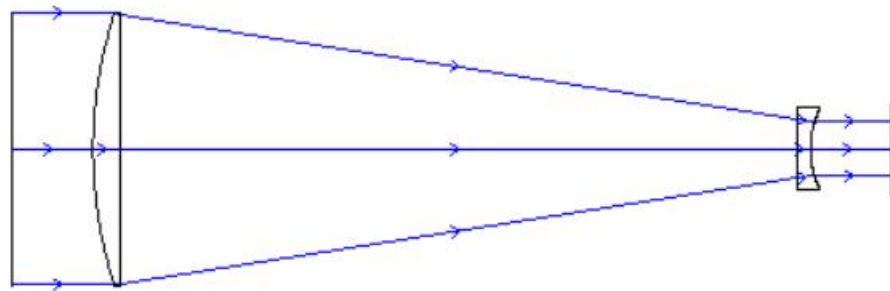
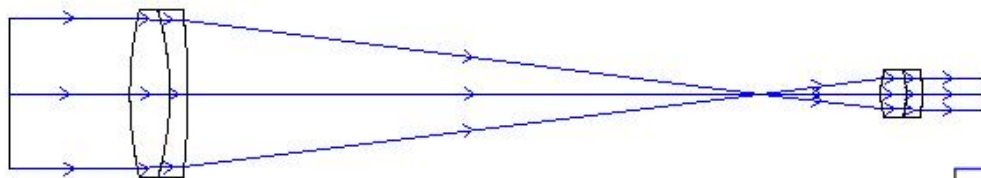


工程实例

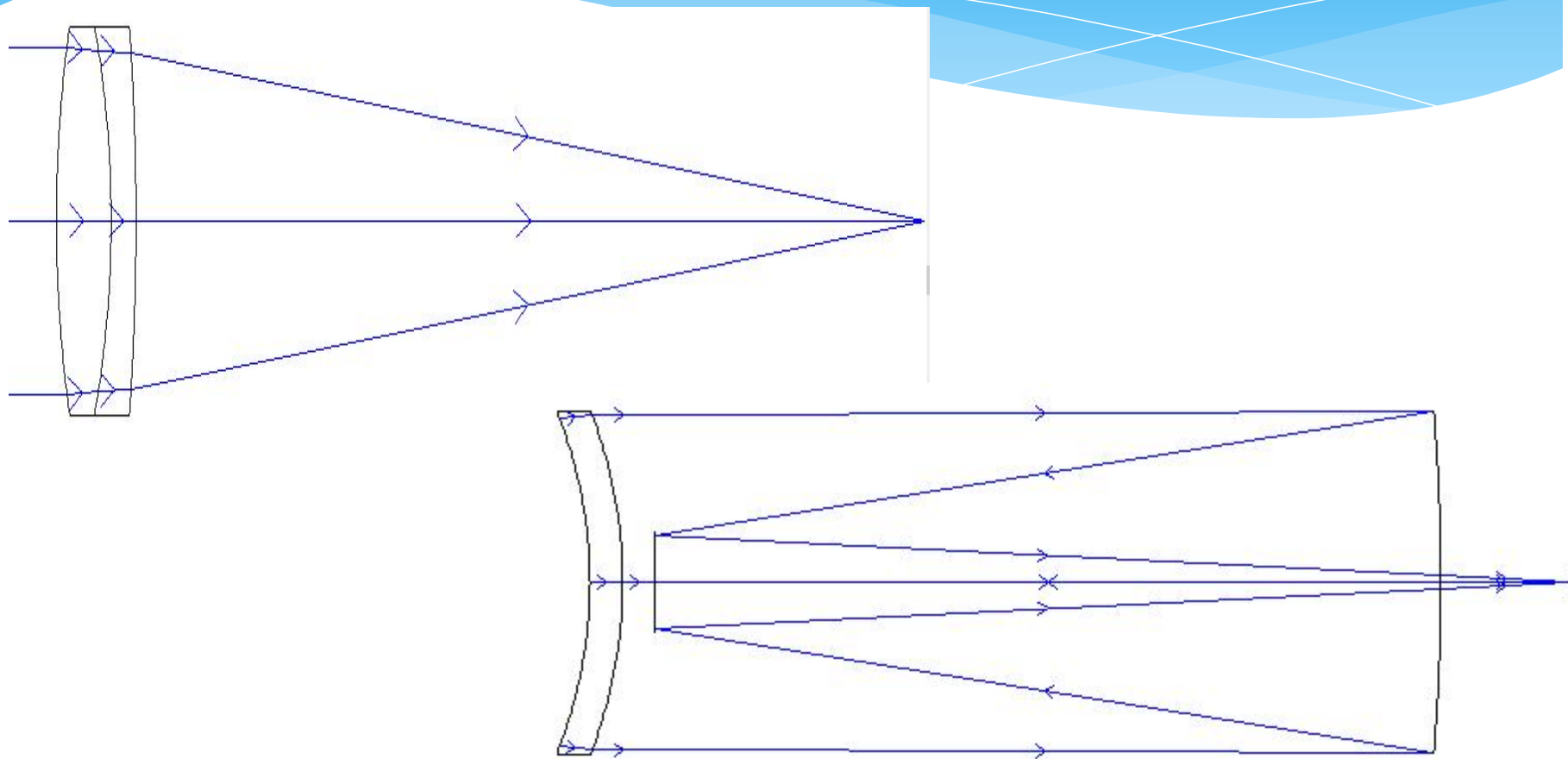
某狙击枪用瞄准镜，放大倍率
8X，总长度不超过160mm，
口径不超过30mm，重量不超
过xxxg，用于白天环境，要求
在十字准心上成像清晰，具体
的像质参数指标为SPT、OPD、
Field Curv、CFS等.....



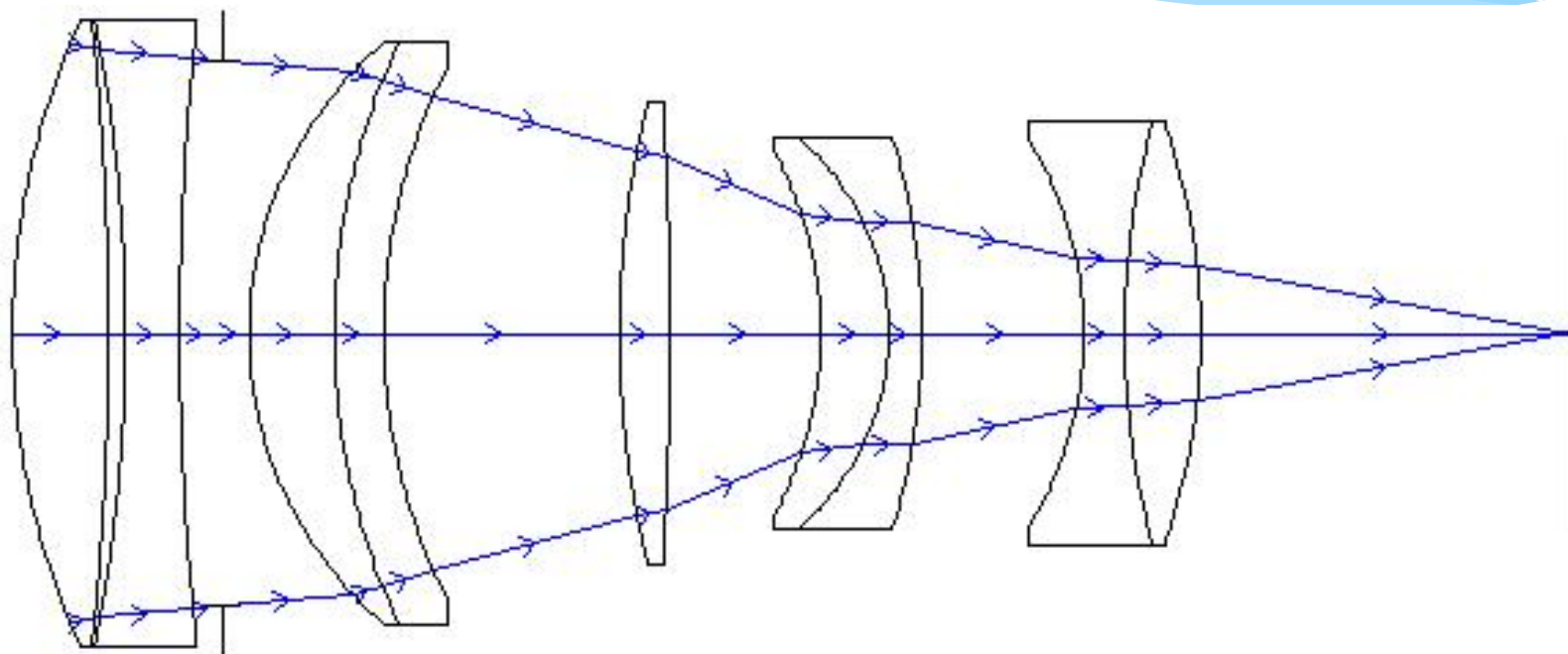
根据**使用要求**，来决定光学系统的性能参数、外形尺寸和各光组的具体结构等。



物镜的可选类型举例



物镜的可选类型举例



1.1 光学设计的发展概况

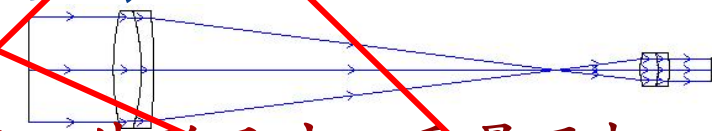


工程实例：使用性能要求与条件：某狙击枪用瞄准镜，放大倍率8X，总长度不超过160mm，口径不超过30mm，重量不超过xxxg，用于白天环境，要求在十字准心上成像清晰，具体的像质参数指标为SPT、OPD、CFS等……

* 二、光学系统设计的两个阶段：(P1第3段)

* 1.初步设计（功能实现及外形尺寸计算）：

* 根据仪器的总体技术要求（性能指标、外形尺寸、重量及相关技术条件），拟定光学系统的原理图，初步计算系统的外形尺寸，确定各部分的光学特性等。

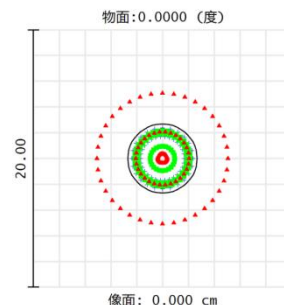
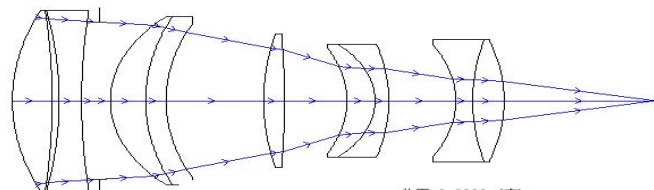


* 2.像差设计（光学设计（狭义））：

* 确定每个透镜组的具体结构参数

* （半径、厚度、间隔、玻璃材料等），

* 满足光学特性和成像质量要求。



	表面类型	标注	曲率半径	厚度	材料	膜层	净口径	延伸区	机械半直径	圆锥系数
0	物面	标准面	无限	无限			无限	0.000	无限	0.000
1	光阑	偶次非球面	3.448E+04	4.000	BK7		25.000	0.000	25.047	0.000
2		标准面	无限	198.000			25.047	0.000	25.047	0.000
3	(孔径)	标准面	无限	80.000			14.000 U	0.000	14.000	0.000
4	(孔径)	标准面	-260.559	-76.724	MIRROR		29.921	0.000	29.921	0.000
5		标准面	-307.116	81.634	MIRROR		13.671	0.000	13.671	-1.533 V
6	像面	标准面	无限	-			3.491	0.000	3.491	0.000

面: 像面

点列图

SCHMIDT-CASSEGRAIN, SNL, 2020/2/4

单位是: μm

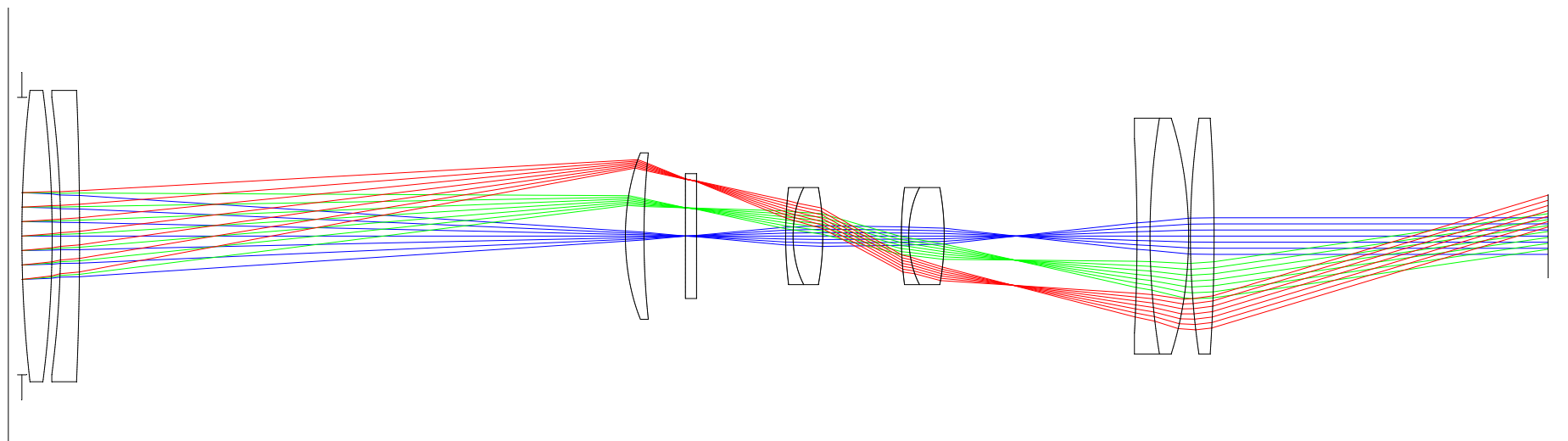
视场: 1

RMS半径: 2.442

CEO半径: 5.074

艾利斑半径: 2.684 μm . 图例对应于波长

一种实用型狙击枪瞄准镜举例



1.1 光学设计的发展概况

* 3. 两个阶段的区别与联系:

- * (1) 初步设计是实现良好**光学性能**的关键；像差设计是实现良好**成像质量**的关键。
- * (2) 合理的初步设计可降低像差设计阶段的工作量，反之可能导致像差设计阶段无法完成而返回来重新进行初步设计。

* 4. 评价一个光学系统设计好坏的标准:

- * (1) **性能与成像质量**；
- * (2) 系统的复杂程度。
- * 总之，一个好的设计，应该是在**满足使用要求（光学性能、成像质量）**的情况下，结构最简单的设计。

1.2 光学设计的具体过程和步骤

使用性能要求与条件：某狙击枪用瞄准镜，放大倍率8X，总长度不超过160mm，口径不超过30mm，重量不超过xxxg，用于白天环境，要求在十字准心上成像清晰，具体的像质参数指标为SPT、OPD、CFS等……

* 1.2.1 具体过程

* 1.制定合理的技术参数；

* 2.总体设计和布局；

* 3.光组设计

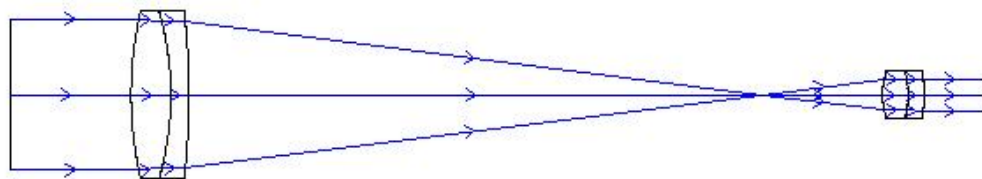
* (1) 选型；

* (2) 初始结构的计算；

* (3) 像质评价、像差校正、平衡，再像质评价...可能是个循环过程

* 4.长光路拼接；

* 5.绘制加工图； 6.编写设计说明书； 7.技术答辩。



1.3 仪器对光学系统性能与质量的要求

使用性能要求与条件：某狙击枪用瞄准镜，放大倍率8X，总长度不超过160mm，口径不超过30mm，重量不超过xxxg，用于白天环境，要求在十字准心上成像清晰，具体的像质参数指标为SPT、OPD、CFS等……

一阶技术要求		三阶技术要求		其他要求	
像方焦距	垂轴放大率	球差	色差	重量	风沙
后焦截距	视放大率	慧差	波像差	尺寸	水下使用
F数	透过率系数	像散	点列图	高温	震动环境
视场角	像面大小	场曲	分辨率	低温	湿度
入瞳尺寸、位置	出瞳尺寸、位置	畸变	MTF（调制传递函数）	霉变性	白天/晚上
...	...	...	...	...	...
决定成像特性		决定成像质量		物理特性/使用环境	

光学设计流程

设计前阶段

可行性分析：拟定原理图、成本控制、确定设计难度和设计周期

确定技术指标：成像特性指标、成像质量指标、大小、质量、使用环境等

设计阶段

外形尺寸计算：使用高斯光学计算各光学部件的外形尺寸

镜头选型：根据成像特性指标确定镜头的大致形状

确定初始结构：分解PW获得结构参数或者选用现有镜头（镜头库、设计手册等）

像差平衡：利用像差理论和光学设计软件对镜头进行像差校正

像质评价：在校正像差时，不断评价像质以决定是否停止或者更改校正方向

全面像质分析：全面像质分析、以避免存在设计缺陷，有必要时返回到像差平衡，重新设计

其他分析：环境适应性分析、公差分析、透过率计算、是否需要镀膜，有无零件存在缺陷等

光学制图：依据国家标准（GB/T 13323-2009）制作零件图和系统图

设计师参与阶段

工艺设计：设计加工流程、工艺要求，由光学工艺师完成

加工制造：镜片加工车间制造，由加工技术员完成

装配：将镜片装配成镜头，然后装配成系统，最终形成成品，由装配技术员完成

检验检测：成品送检验部门，检验成像特性和成像质量，以检验是否满足技术要求

环境适应性：根据使用环境，送到环境五项试验部门，进行环境检验

批量生产：所有检验均通过，满足要求、产品定型，批量生产，任务完成

光学设计师