



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107643592 A

(43)申请公布日 2018.01.30

(21)申请号 201711020815.6

(22)申请日 2017.10.27

(71)申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

(72)发明人 韦晓孝 韩晶晶 万新军 杨波
张薇

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001

代理人 吴宝根 徐颖

(51)Int.Cl.

G02B 17/02(2006.01)

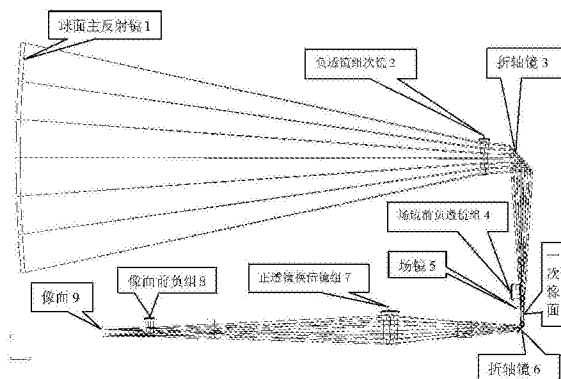
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种长焦距可变焦折反射光学系统

(57)摘要

本发明涉及一种长焦距可变焦折反射光学系统。长焦距可变焦折反射光学系统包括球面主反射镜、负透镜组次镜、场镜前负透镜组、场镜、正透镜换倍镜组、像面前负透镜组及像面。平行入射光束经球面主镜反射后,收敛光束到达等效于一个消色差透镜的负透镜组次镜,通过场镜前负透镜组消除部分高级像差,经由场镜到达一次像面。通过等效于一个消色差透镜的正透镜换倍镜组达到校正二级光谱的目的,最终在像面上得到一个完善校正高级像差的高质量光学系统。通过加入折轴镜改变光路,缩短整体的空间尺寸,便于安装。系统的主镜和折轴镜采用球面镜,便于加工。通过更换正透镜换倍镜组,可得到一系列不同焦距的光学系统,满足不同的使用要求。



1. 一种长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,包括一个球面主反射镜(1)、负透镜组次镜(2)、第一折轴镜(3)、场镜前负透镜组(4)、场镜(5)、第二折轴镜(6)、正透镜换倍镜组(7)、像面前负透镜组(8)和像面(9);无穷远光线经球面主反射镜(1)反射后,收敛光束到达同一光轴的负透镜组次镜(2),负透镜组次镜(2)等效于一个校正球面主镜(1)产生球差和彗差的消色差负透镜,负透镜组次镜(2)出射的光,经过与光轴成 45° 的第一折轴镜(3),转了 90° 的光进入场镜前负透镜组(4)校正部分轴外象差后,经过场镜(5)调整,在一次像面处获得较好的成像;再经过与光轴成 45° 的第二折轴镜(6),再次转了 90° 的光进入等效于一个消色差正透镜的正透镜换倍镜组(7),与负透镜组次镜(2)组合在一起,校正二级光谱,正透镜换倍镜组(7)出射的光经过像面前负组(8)校正部分轴外象差后,在像面(9)获得完善校正高级像差的高质量像。

2. 根据权利要求1所述长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,所述负透镜组次镜(2)由一个负透镜的冕牌玻璃K9和正透镜的火石玻璃ZF2组成。

3. 根据权利要求1所述长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,所述其中正透镜换倍镜组(7)由两对双胶合透镜组组合而成,其透镜组光学玻璃分别为ZF2和K16、K9和ZF2。

4. 根据权利要求1至3中任意一项所述长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,所述的球面主反射镜(1)、第一折轴镜(3)和第二折轴镜(6)均采用球面镜。

5. 根据权利要求4所述长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,所述光学系统入瞳设置在球面主反射镜(1)上,所述球面主反射镜(1)的焦距为1619.5mm,其口径为625mm,相对孔径为1:2.6;负透镜组次镜(2)的焦距为-358mm,口径为90mm,其所产生的遮拦比仅为0.14;球面主反射镜(1)与负透镜组次镜(2)之间的间隔距离为1399mm。

6. 根据权利要求5所述长焦距可变焦折反射光学系统,其特征在于,使用不同的正透镜换倍镜组(7),可得到焦距分别为3.5m、5m、7.5m和10m的光学系统。

一种长焦距可变焦折反射光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高分辨率光学设计,特别涉及一种长焦距可变焦折反射光学系统。

背景技术

[0002] 用于空对地和地对空摄影领域中的高分辨率空间相机均采用长焦距大口径光学系统,因此长焦距、大口径和接近衍射极限的光学系统成为空间光学领域研究的热点。而对长焦距甚至超长焦距光学系统来说,二级光谱大小随着焦距的增长而加大,采用折射式光学系统几乎没有可能,一方面由于折射式光学系统本身的结构特点制约,很难做到长焦距而结构长度还很短;其次大口径、高均匀性的光学透射玻璃材料难以获得;加之必须采用特殊色散光学玻璃来校正二级光谱,难以匹配。

[0003] 反射式光学系统采用非球面校正像差,可以使结构简单,体积小,重量轻,像质优良。但是非球面的加工检测、光学反射镜的支撑、整机的高刚度结构设计以及系统的装调检测,尤其是高精度的光学反射镜的支撑是这种光学系统得以实现的关键技术,而我国现有的加工工艺和装调技术都不太成熟,因此加工、装调成本较高。

发明内容

[0004] 本发明是针对折射系统结构复杂而反射系统加工装调难,成本高的问题,提出了一种长焦距可变焦折反射光学系统,采用球面反射镜和普通光学玻璃材料组成的球面透镜组校正二级光谱、高级色差和其他单色象差,加工性能好,易于装校。通过更换系统中的换倍镜,可得到多个不同焦距的光学系统,满足不同场合的使用要求。

[0005] 本发明的技术方案为:一种长焦距可变焦折反射光学系统,包括一个球面主反射镜、负透镜组次镜、第一折轴镜、场镜前负透镜组、场镜、第二折轴镜、正透镜换倍镜组、像面前负透镜组和像面;无穷远光线经球面主反射镜反射后,收敛光束到达同一光轴的负透镜组次镜,负透镜组次镜等效于一个校正球面主镜产生球差和彗差的消色差负透镜,负透镜组次镜出射的光,经过与光轴成 45° 的第一折轴镜,转了 90° 的光进入场镜前负透镜组校正部分轴外象差后,经过场镜调整,在一次像面处获得较好的成像;再经过与光轴成 45° 的第二折轴镜,再次转了 90° 的光进入等效于一个消色差正透镜的正透镜换倍镜组,与负透镜组次镜组合在一起,校正二级光谱,正透镜换倍镜组出射的光经过像面前负组校正部分轴外象差后,在像面获得完善校正高级像差的高质量像。

[0006] 所述负透镜组次镜由一个负透镜的冕牌玻璃K9和正透镜的火石玻璃ZF2组成。

[0007] 所述其中正透镜换倍镜组由两对双胶合透镜组组合而成,其透镜组光学玻璃分别为ZF2和K16、K9和ZF2。

[0008] 所述的球面主反射镜、第一折轴镜和第二折轴镜均采用球面镜。

[0009] 所述光学系统入瞳设置在球面主反射镜上,所述球面主反射镜的焦距为1619.5mm,其口径为625mm,相对孔径为1:2.6;负透镜组次镜的焦距为-358mm,口径为90mm,

其所产生的遮拦比仅为0.14;球面主反射镜与负透镜组次镜之间的间隔距离为1399mm。

[0010] 所述长焦距可变焦折反射光学系统,使用不同的正透镜换倍镜组,可得到焦距分别为3.5m、5m、7.5m和10m的光学系统。

[0011] 本发明的有益效果在于:本发明长焦距可变焦折反射光学系统,焦距很长,有较高的分辨率;将消色差负透镜组和消色差正透镜组组合在光学系统中,调整正负透镜组的光焦度可达到系统的二级光谱为零,得到完善校正高级色差的高质量像;主镜采用球面,系统的加工工艺性好,避免了使用非球面带来的高成本及难加工问题;球面主镜有较大相对孔径,使得本系统筒长较短,重量较轻,有利于改善机械结构;通过折轴镜的使用,有效减小光学系统的空间尺寸,便于小型化设计。

附图说明

[0012] 图1为本发明长焦距可变焦折反射光学系统结构示意图;

[0013] 图2为本发明加入折轴镜进行光路转折后的光学系统结构示意图;

[0014] 图3为本发明光学系统色差曲线图;

[0015] 图4为本发明光学系统弥散圆大小图;

[0016] 图5为本发明光学系统经变焦后焦距为3.5m的光学系统结构示意图;

[0017] 图6为本发明光学系统经变焦后焦距为5m的光学系统结构示意图;

[0018] 图7为本发明光学系统经变焦后焦距为10m的光学系统结构示意图。

具体实施方式

[0019] 如图1所示长焦距可变焦折反射光学系统结构示意图,系统包括同一光轴上依次搁置的一个球面主反射镜1、负透镜组次镜2、场镜前负透镜组4、场镜5、正透镜换倍镜组7、像面前负透镜组8和像面9。

[0020] 负透镜组次镜2设置在经球面主反射镜1反射后的光路上,负透镜组次镜2、场镜前负透镜组4、场镜5、正透镜换倍镜组7和像面前负透镜组8依次设置在同一光路上。

[0021] 无穷远光线经球面主反射镜1反射后,收敛光束到达负透镜组次镜2,负透镜组次镜2由一个负透镜的冕牌玻璃和正透镜的火石玻璃组成,等效于一个消色差的负透镜,可以有效地校正球面主镜产生的球差、彗差。场镜前负透镜组4校正了部分轴外象差,可以在一次像面处获得较好的成像质量,便于光学调整。正透镜换倍镜组7由两对双胶合透镜组合在一起,等效于一个消色差的正透镜,与前组的负透镜组次镜2组合在一起,可有效地校正二级光谱。最终可在像面9获得完善校正高级像差的高质量像。

[0022] 为了减小光学系统的加工难度和成本,本发明中的球面主反射镜1和折轴镜3、6均采用球面镜。

[0023] 为了减小光学系统的空间尺寸,便于整体的小型化设计,本发明采用两个折轴镜,第一折轴镜3和第二折轴镜6来缩短光路,如图2所示,在负透镜组次镜2和场镜前负透镜组4之间加一个与光轴成 45° 的第一折轴镜3,在一次像面和正透镜换倍镜组7之间加一个与光轴成 45° 的第二折轴镜6。

[0024] 本发明所述的长焦距可变焦球面光学系统,其具体光学设计参数如下:焦距: $f=7.5\text{m}$;通光口径: 625mm ;F数:12;工作波段: $400\text{nm}-700\text{nm}$;视场角: $2\omega=0.29^\circ$ 。

[0025] 本发明光学系统所述的球面主反射镜1的焦距为1619.5mm,系统入瞳设置在球面主反射镜1上,其口径为625mm,相对孔径为1:2.6。负透镜组次镜2的焦距为-358mm,口径为90mm,其所产生的遮拦比仅为0.14,球面主反射镜1与负透镜组次镜2之间的间隔距离为1399mm。负透镜组次镜2由一个负透镜的冕牌玻璃k9和正透镜的火石玻璃ZF2组成,均为普通光学玻璃材料,相当于一个消色差的负透镜,可以校正球面主反射镜1产生的球差和彗差。场镜前负透镜组4可以校正部分轴外象差,与场镜5相结合,可在一次像面处得到较好的成像质量,便于光学调整。从球面主反射镜1到第一像面处的焦距达到3.4m。

[0026] 为实体本发明所述的长焦距光学系统的焦距达到7.5m,从一次像面到像面9的光学系统的放大倍率为2.2。其中正透镜换倍镜组7由两对双胶合透镜组合而成,其透镜组光学玻璃分别为ZF2和K16、k9和ZF2,均为普通光学玻璃材料,相当于一个消色差的正透镜,其焦距为276mm。负透镜组次镜2和正透镜换倍镜组7的组合使用,使得整个光学系统的二级光谱得到校正。像面前负透镜组8同样可以校正部分轴外象差。最终在像面9获得完善校正高级像差的高质量光学系统,使用两个折轴镜,可使整个光学系统的长度可缩短至1519mm。

[0027] 图3是本发明所述长焦距光学系统的色差曲线图,从图中可以看出,通过采用普通光学玻璃材料,色差及二级光谱均得到了有效地校正。

[0028] 图4是本发明所述长焦距光学系统的弥散圆大小图,可以看出,系统的弥散圆较小。

[0029] 通过更换正透镜换倍镜组7,可得到焦距为3.5m(图5)、5m(图6)、10m(图7)的光学系统结构,以适应不同的场合需求。具体各个系统参数总结如下表:

[0030]

焦距 (m)	相对孔径	视场角 2ω	工作波段
3.5	1:5.6	0.62°	400nm-700nm
5.0	1:8	0.43°	
7.5	1:12	0.29°	

[0031]

10.0	1:16	0.22°	
------	------	-------	--

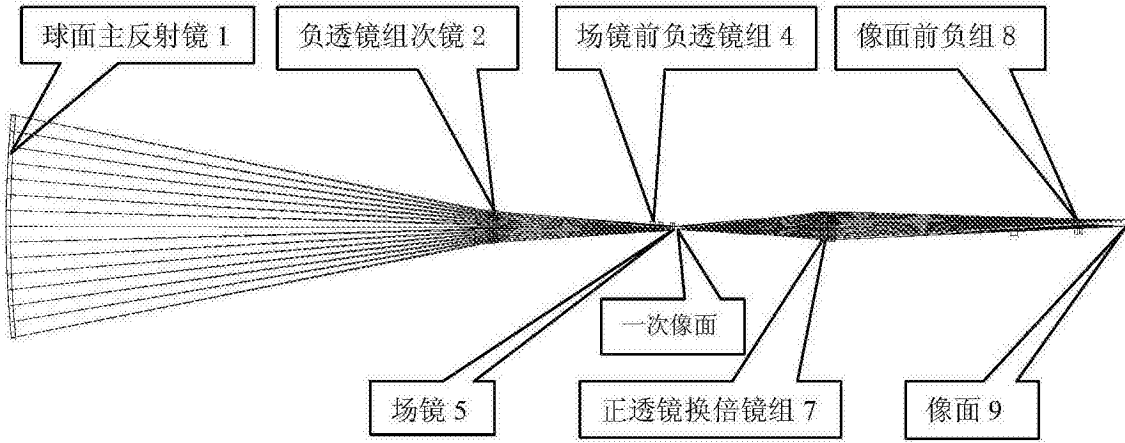


图1

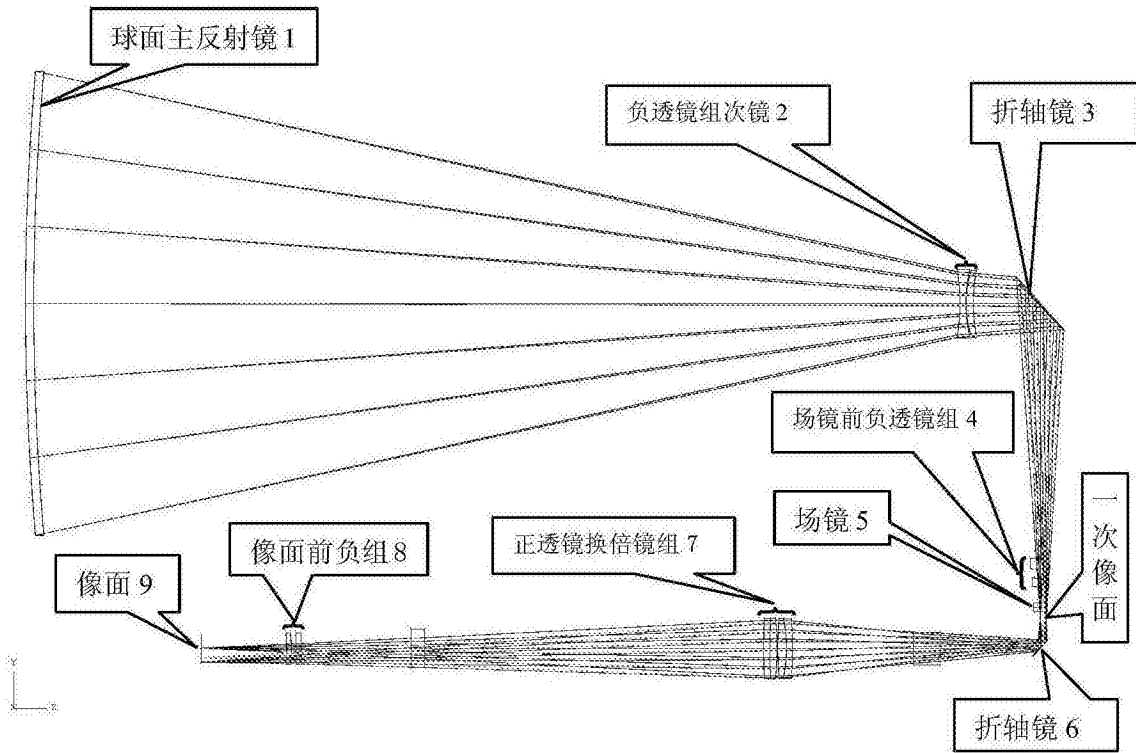


图2

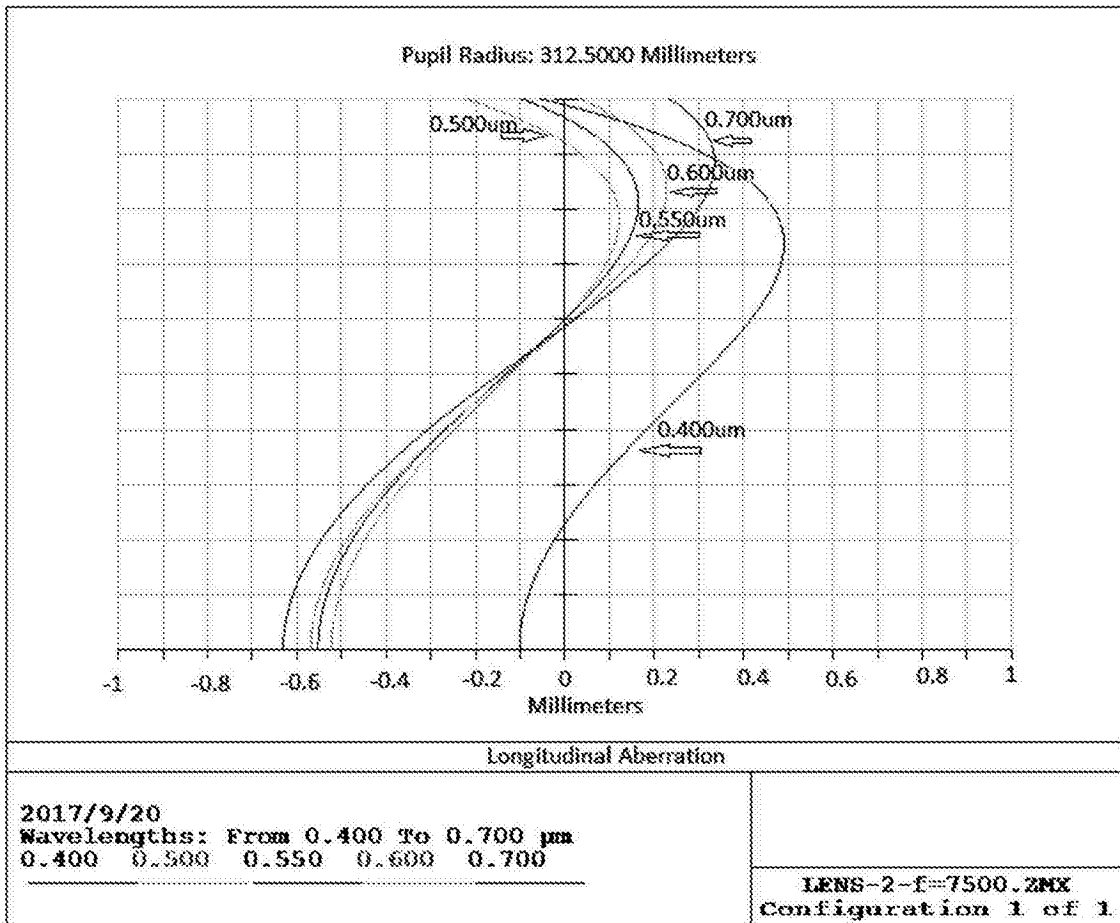


图3

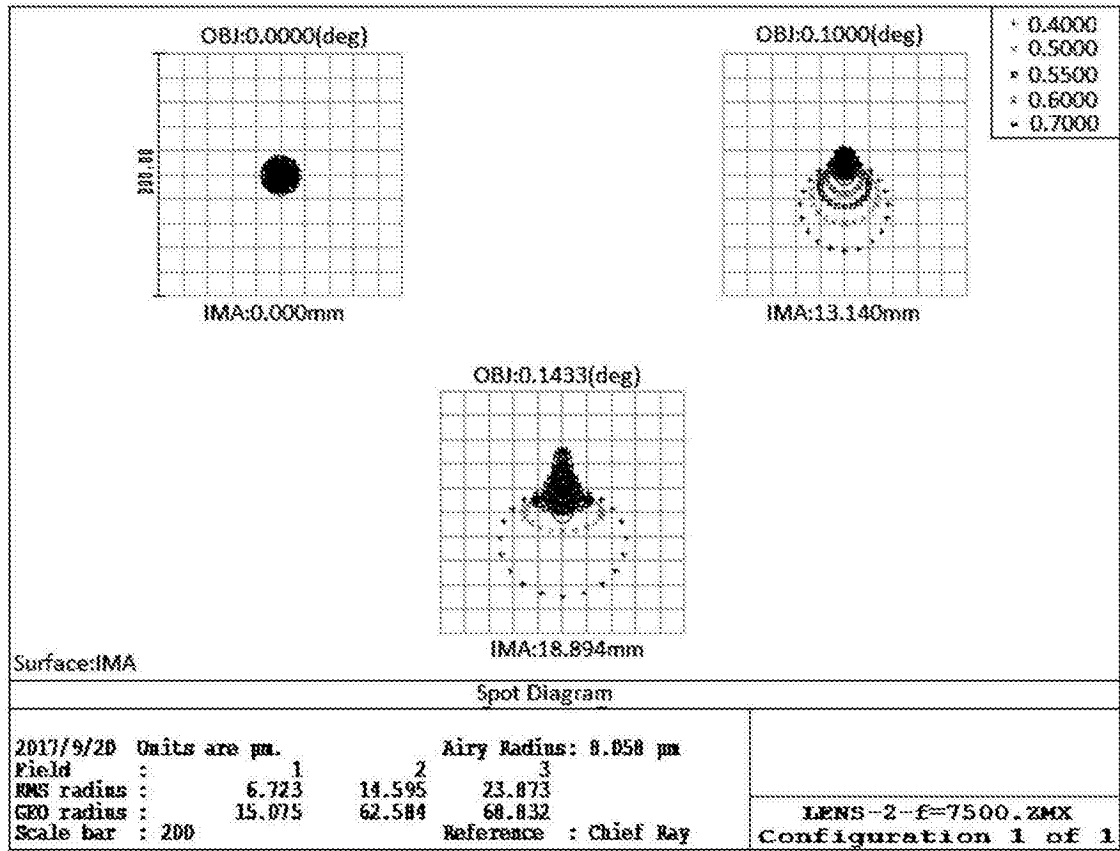


图4

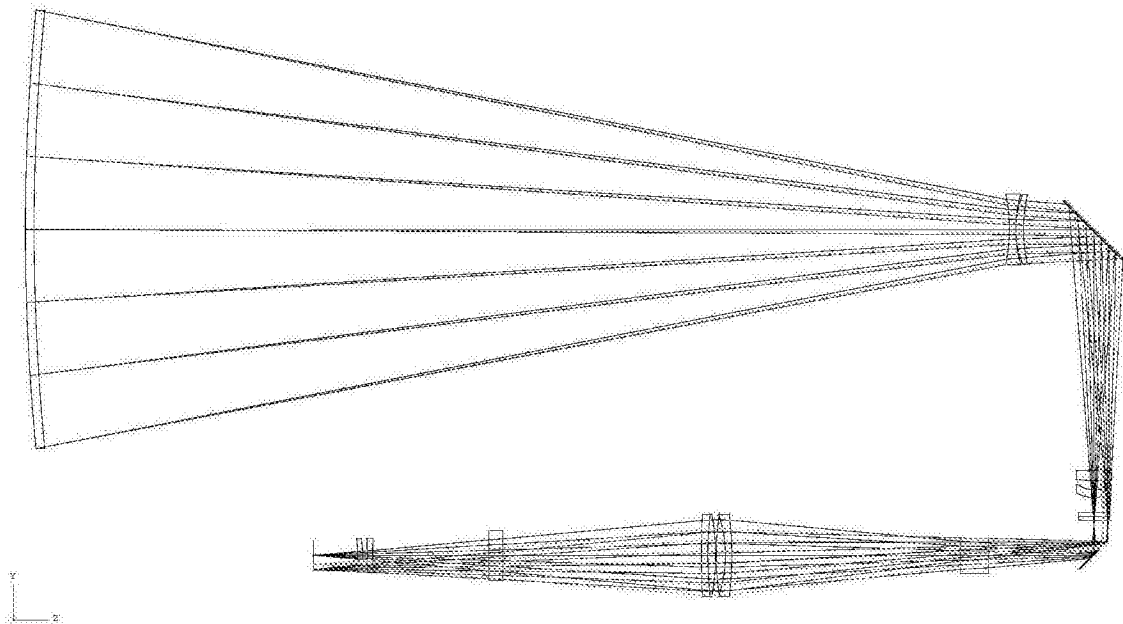


图5

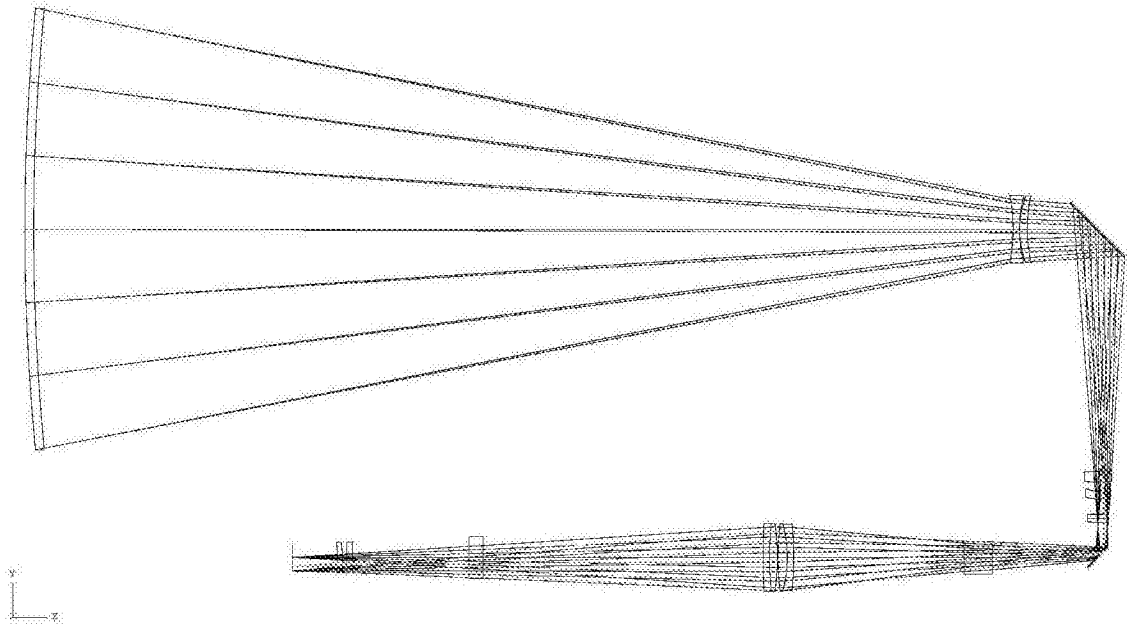


图6

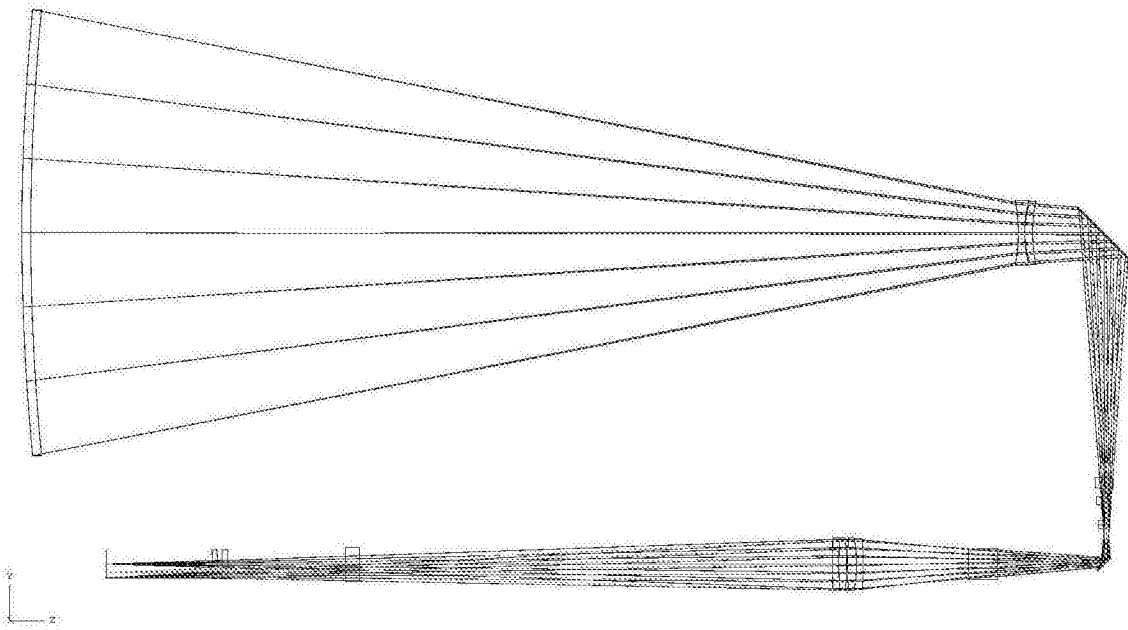


图7