

太阳多通道望远镜60cm镜筒光学系统设计

王亚男

南京天文仪器研制中心, 210042

提要

本文叙述了太阳多通道望远镜60cm镜筒光学系统中主要光学部件的设计思想, 给出了整个系统设计结果及点列图。

一、设计要求

口径60cm, 物镜采用格里高里系统, 格氏焦距为10米, 系统焦距为12米和6米两种。通过双折射滤光器后, 在9个波长处工作, 工作波长为396.8nm, 468.6nm, 517.4nm, 524.7nm, 525.0nm, 557.6nm, 587.6nm, 630.3nm, 656.3nm。视场直径7.'2, 象质优于0.''5。

二、光学系统设计(图1是光学系统的示意图)

1. 物镜

物镜采用格里高里系统, 主镜口径600mm, 顶点曲率半径3000mm, 焦比F/2.5, 系统焦距10000mm, 焦面位置取在主镜后550mm处, 副镜顶点曲率半径629.156mm, 副镜放大率6.66667, 主、副镜之间的距离为1861.7647mm。因为视场不大, 采用经典格氏系统, 主镜是抛物面, $e^2=1$, 副镜是 $e^2=0.5463137$ 的椭球面, 两个焦点至顶点的距离分别为361.7647mm与2411.7641mm, 可以在一个焦点放光源, 另一个焦点放刀口, 直接进行检验, 不需要补偿系统。

2. 准直镜

格里高里系统的主镜做为入射光瞳, 它被副镜成象于副镜前离副镜420mm处。准直镜应将此入瞳象成象于滤光器的中点, 这样光束在滤光器中是对称的, 两端光束口径相同, 可使滤光器口径最小。设计光学系统时, 滤光器尚未设计好, 只能根据李挺估计的滤光器长度设计。因为9个通道中滤光器的长度不同, 而且相差很大, 事实上也做不到在每个通道中光瞳象都处于中点。当时估计滤光器长640mm, 考虑到滤光器的视场, 准直镜的口径等方面的合理性, 得出准直镜的焦距为400mm, 口径为37mm, 放大率为25, 滤光器处的视场为1.°5。在格氏焦点附近放置了多通道头, 光线由多通道头出来时已被分成5路, 每一路用一个准直镜, 共有5个准直镜, 各路光在多通道头中经过的光程不同, 共有三种不同的光程, 与之对应的准直镜应放在不同的位置。

3. 成象镜

为满足有两种不同的系统焦距的要求, 考虑了三种方案, 首先考虑用两个焦距不

同的成象镜,互相转换得到两种焦距,机械上实现起来有困难;又想用两组透镜,改变它们之间的距离来改变焦距,但象质不好;最后采用的办法是先设计一个成象镜使系统焦距为12000mm,然后再用一个缩焦系统将焦距缩小一半,而焦面位置不变。缩焦系统可以从光路中移进移出,以改变系统的焦距。

成象镜是一个两片型透镜组,焦距为480mm。滤光器处的视场是 $1.^\circ 5$,一般两片型透镜组不可能在这么大的视场上达到很高的成象质量,但因优化时是将准直镜和成象镜联合起来一起修改的,可以使整个系统的彗差与象散得到平衡,因此可以得到很好的象质。优化时用486.1nm和656.3nm两种波长消色差,结果表明,9个通道可用相同结构的准直镜和成象镜,只是准直镜的位置和各通道最后成象的最佳象面位置不同,这只要对每一通道调焦即可。此时系统的焦距为12000mm。

缩焦系统由两组透镜构成。第一组透镜将太阳象成在一个适当的位置,第二组透镜再将其成象于原来的象面上,并满足焦距等于6000mm的要求。第一组透镜放在成象镜后100mm处,第二组与第一组相距250mm,两组透镜的焦距分别为760mm和175mm。除396.8nm通道外,其它8个通道缩焦系统的结构都是一样的,第一组是双分离透镜组,第二组是双胶合透镜组。对396.8nm通道,另外设计了一个缩焦系统,两组都是双分离透镜组。

三、成象质量

在表1与表2中分别列出了系统焦距为12000mm和6000mm时,各通道、各视场的最大象斑直径,图2和图3是它们的点图。

表1. 系统焦距为12000mm时最大象斑直径

视场半径 象斑 波长	0	1'.2	2'.4	3'.6
396.8nm	0.12	0.11	0.12	0.12
468.6nm	0.07	0.07	0.06	0.12
517.3nm	0.06	0.06	0.07	0.17
524.7nm	0.05	0.04	0.05	0.12
525.0nm	0.05	0.05	0.05	0.14
557.6nm	0.06	0.06	0.08	0.20
587.6nm	0.08	0.07	0.08	0.21
630.2nm	0.08	0.08	0.11	0.27
656.3nm	0.07	0.07	0.09	0.24

表2. 系统焦距为6000mm时最大象斑直径

视场半径 象斑 波长	0	1'.2	2'.4	3'.6
396.8nm	0.18	0.15	0.12	0.29
468.6nm	0.09	0.11	0.16	0.44
517.3nm	0.06	0.08	0.14	0.35
524.7nm	0.13	0.14	0.17	0.40
525.0nm	0.09	0.10	0.13	0.39
557.6nm	0.05	0.07	0.13	0.29
587.6nm	0.06	0.06	0.11	0.25
630.2nm	0.09	0.08	0.14	0.24
656.3nm	0.08	0.07	0.10	0.20

Design of the Multichannel Solar Telescope 60cm the Optical System

Wang Yanan

Nanjing Astronomical Instrument Center

Chinese Academy of Sciences

Nanjing 210042

Abstract. In this paper, design for the optical system of the 60cm tube of the Solar Multiple Channel Telescope is described briefly and the result is given. Image quality is shown by the maximum diameters and the diagrams of the image spreads.

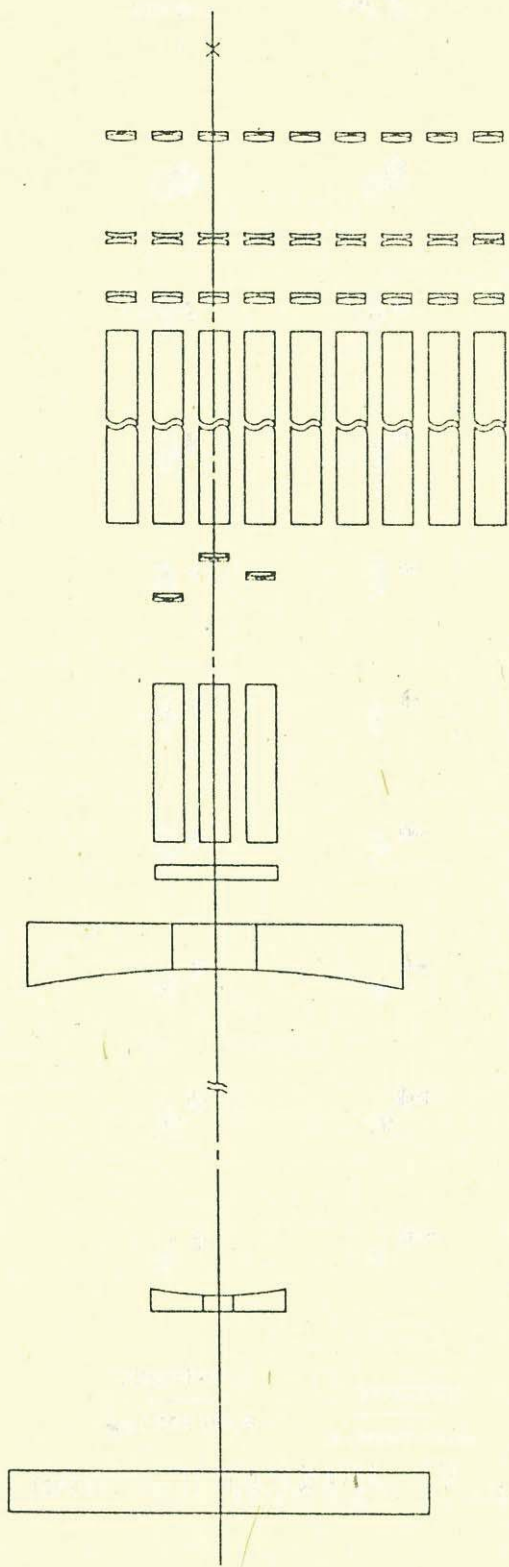
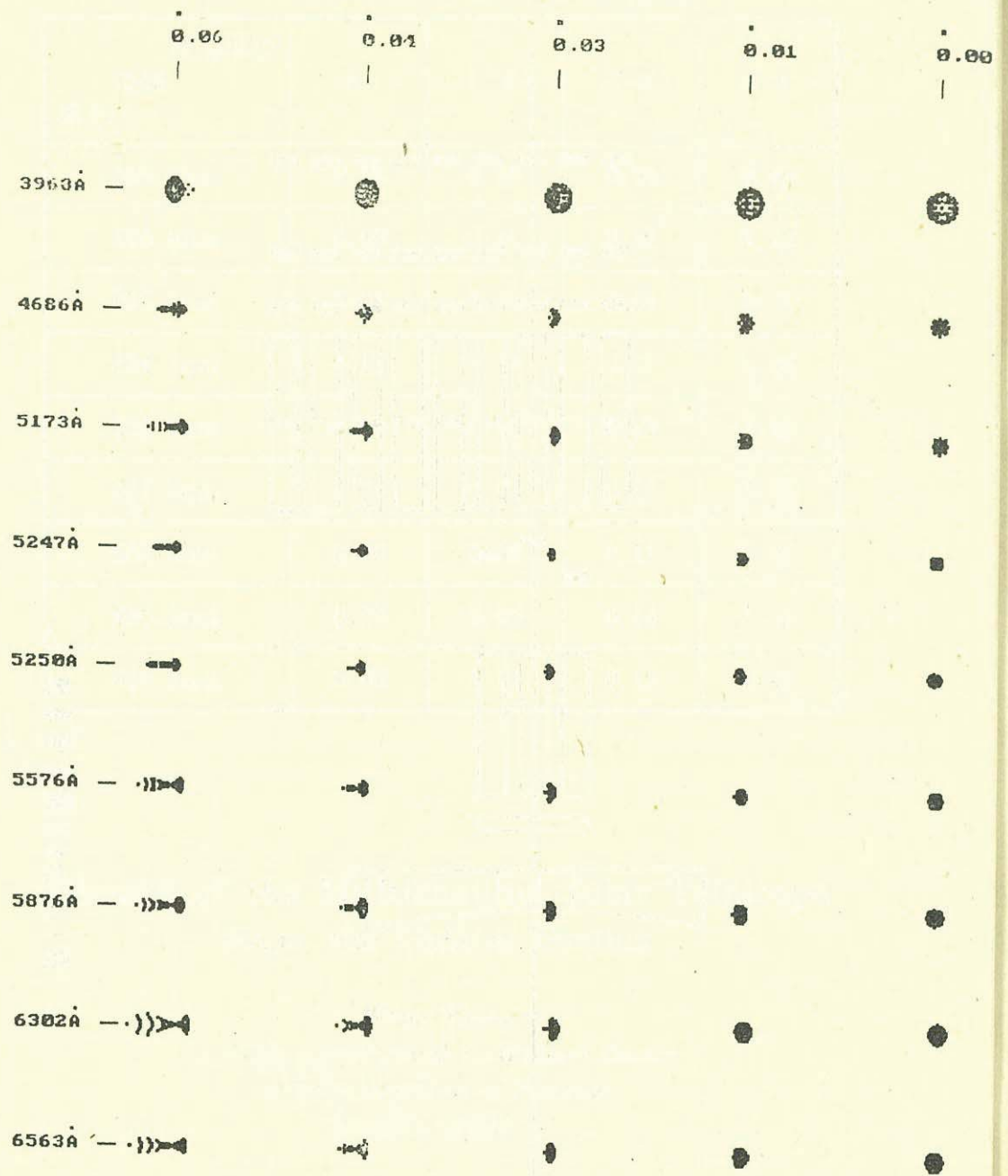


图1 60x目镜筒光学系统

n
e
le



.3ARCSEC.

 0.017351mm

图2 60cm 镜筒点图 ($f' = 12000\text{mm}$)

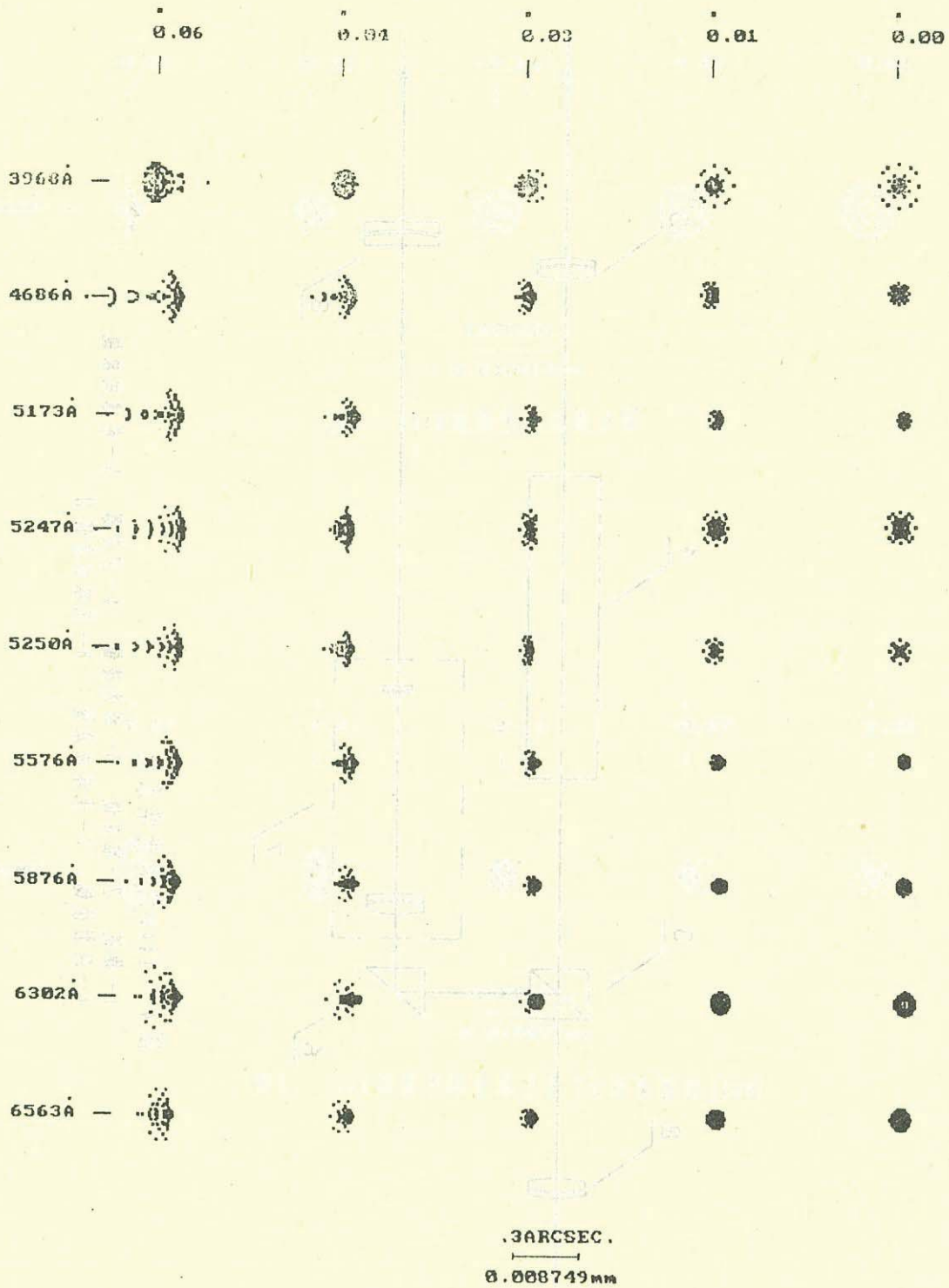


图3 60cm 镜筒点图 ($f' = 6000\text{mm}$)

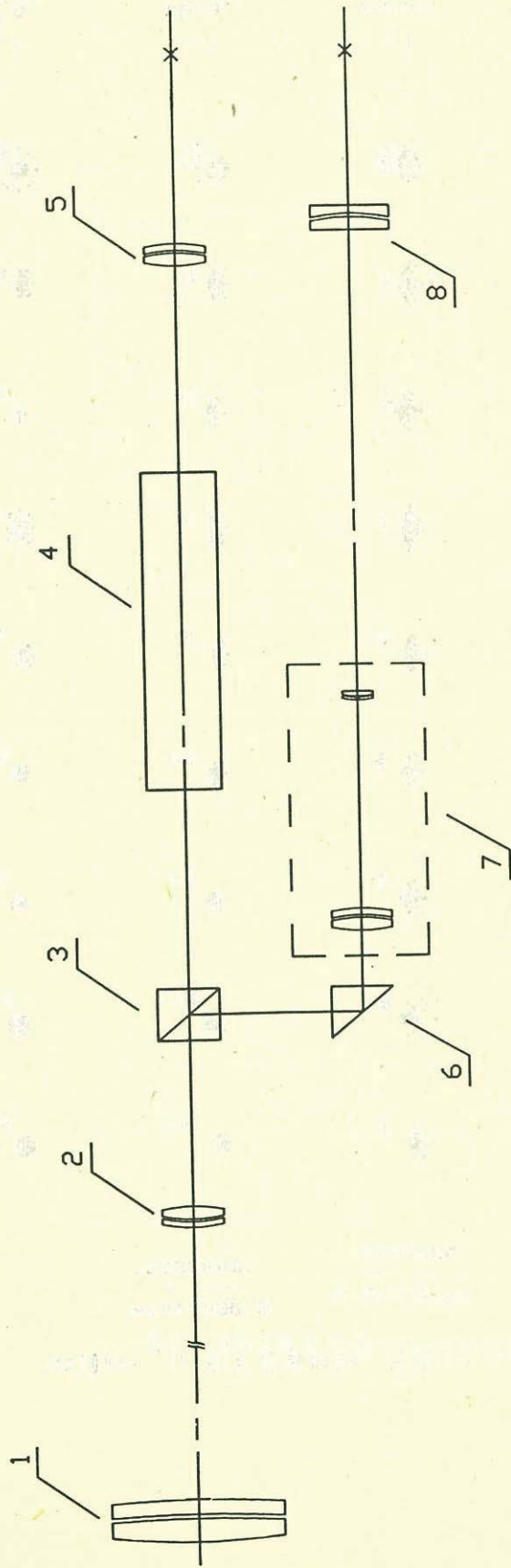


图4 14CIII 望远镜光学系统
 1—物镜 2—准直镜 3—折光棱镜 4—泸光器 5—色球成象镜
 6—反射棱镜 7—光球成象镜 8—光球成象镜 II

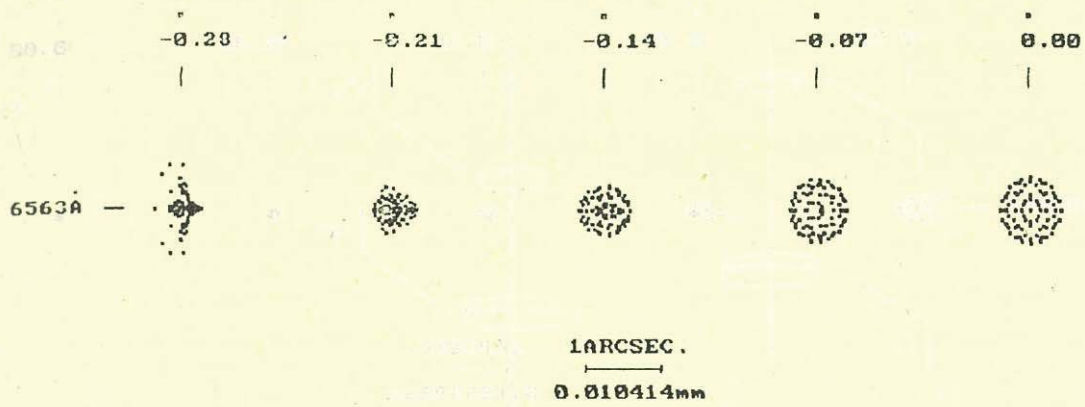


图5 14cm镜筒色球光路点图

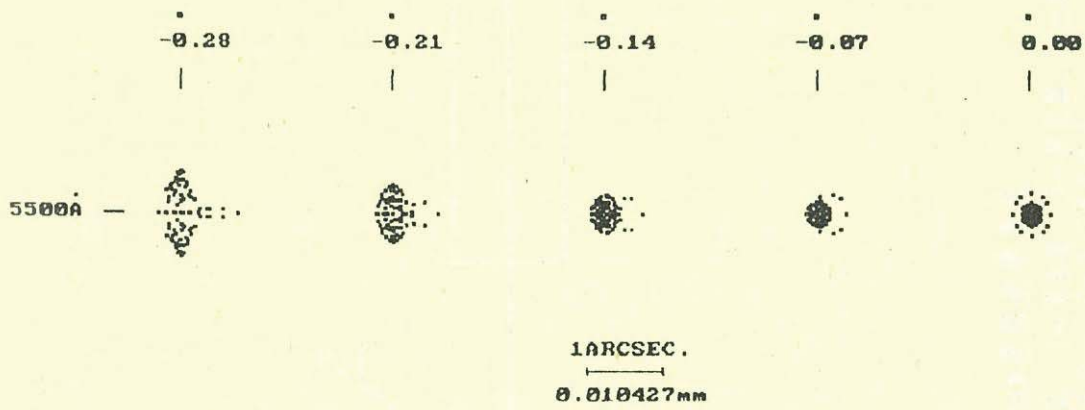


图6 14cm镜筒光球光路点图 (太阳象直径20mm)

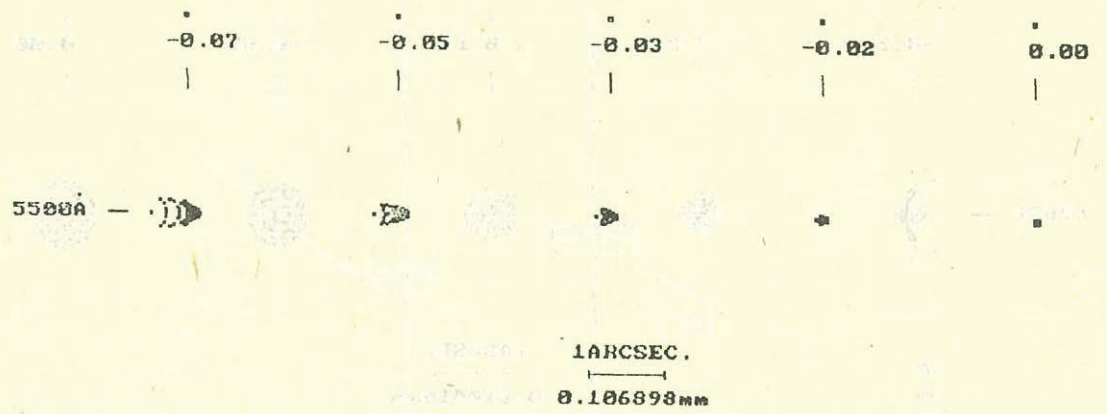


图7 14cm镜筒光球光路点图(太阳象直径200mm)

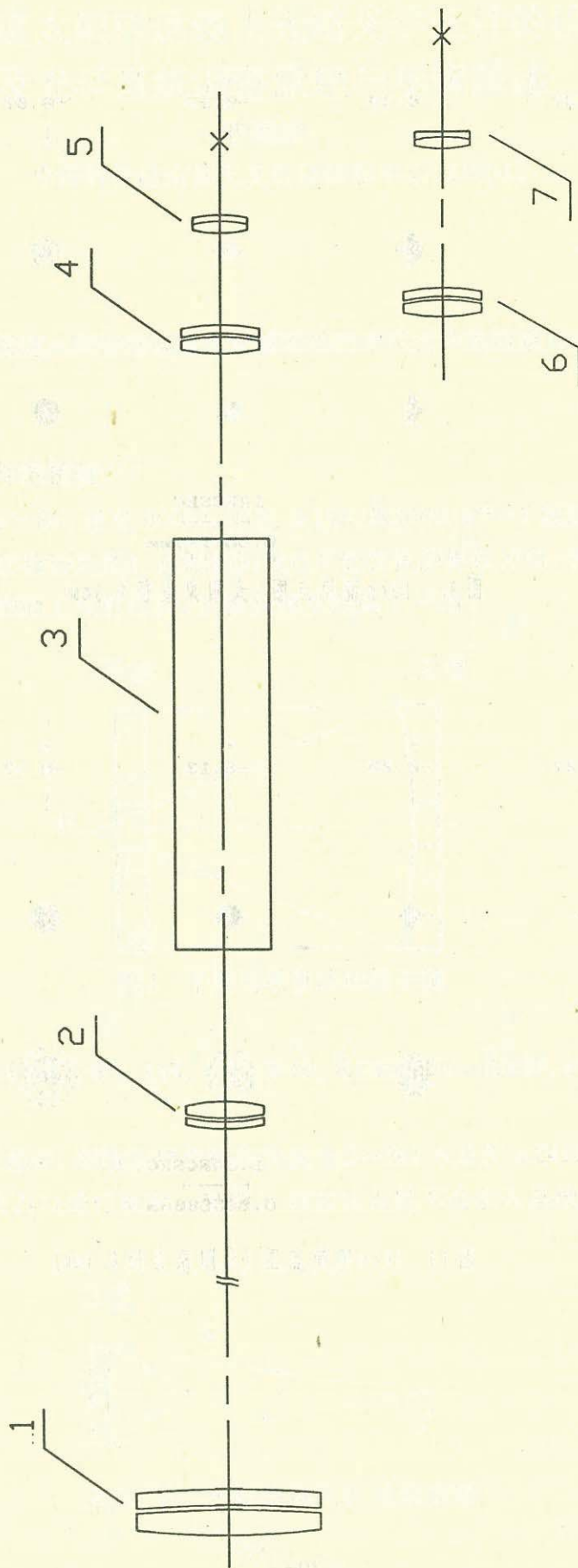


图8 10cm望远镜光学系统

- 1—物镜
- 2—准直镜
- 3—泸光器
- 4—成象镜 I
- 5—法卜里透镜 I
- 6—成象镜 II
- 7—法卜里透镜 II

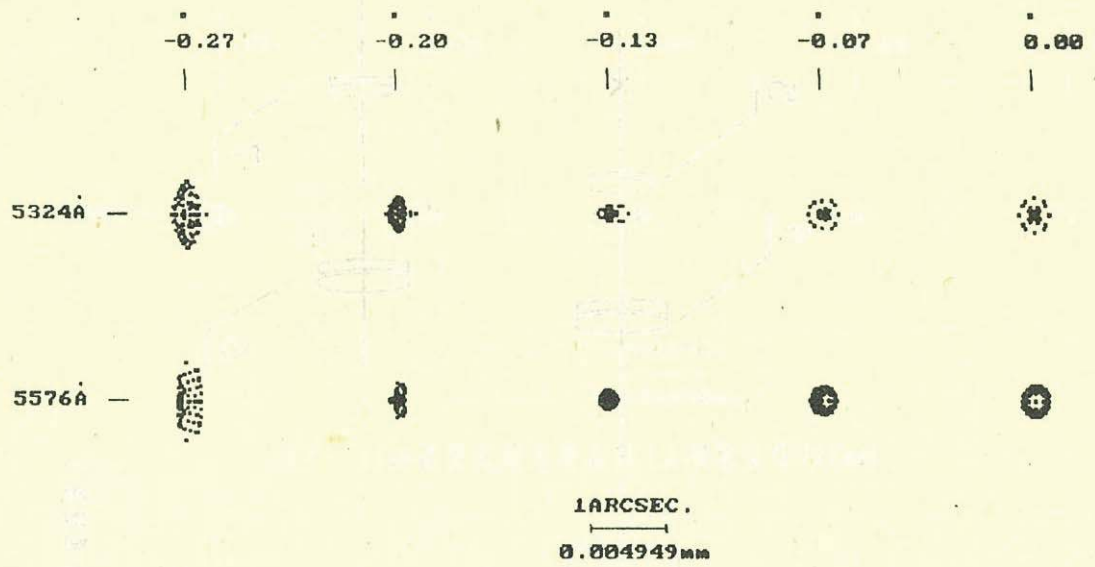


图9 10cm镜筒点图(太阳象直径9.5mm)

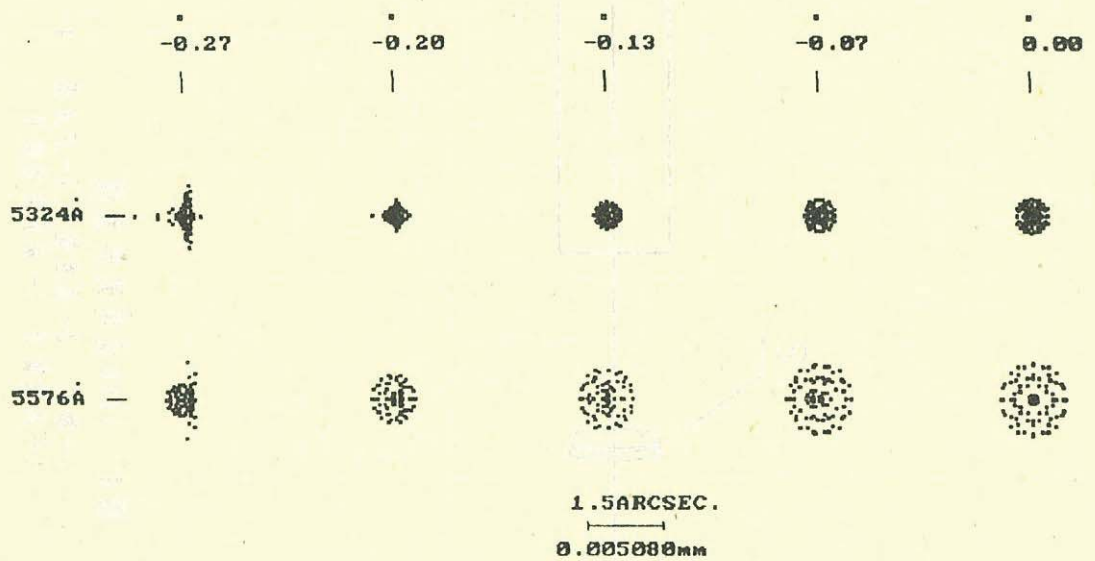


图10 10cm镜筒点图(太阳象直径6.5mm)