

# 中国出口双折射滤光器

李 挺<sup>1,2</sup> 毛伟军<sup>1</sup> 陆海天<sup>1</sup> 朱 勇<sup>2</sup>

(1. 中国科学院南京天文光学技术研究所 南京 210042)

(2. 中国科学院南京天文仪器研制中心 南京 210042)

## 摘 要

中国科学院南京天文仪器研制中心在 20 世纪 80 年代研制 35cm 太阳磁场望远镜滤光器取得巨大的成功, 其在双折射滤光器领域内的水平, 已被国际太阳物理界公认。1989 年以来, 已向日本和韩国出口了 11 台复杂而昂贵的 Lyot 滤光器, 并已在有关国立天文台和天文馆投入常规观测。最近, 还为国外客户修复 3 台 Lyot 滤光器, 它们都是德国和法国在 30 年前生产的。

**关键词** 天文仪器 — 双折射滤光器 — 太阳: 磁场

**分类号** P111.41

双折射滤光器(以下简称滤光器)或 Lyot filter<sup>[1~3]</sup> 是提供二维单色图像的物理光学仪器, 专门用于太阳色球、磁场和速度场的观测。20 世纪相当长的年代中, 只有法、德、美、俄等国家制造这种需求量极少、价格又相当昂贵的特殊仪器。在我国, 中国科学院南京天文光学技术研究所和天文仪器研制中心的前身, 原中国科学院南京天文仪器厂自 20 世纪 60 年代起, 探索和研制双折射滤光器, 成功地用于多台色球望远镜。我国双折射滤光器的重大发展是 80 年代的 35cm 太阳磁场望远镜的  $0.15\text{\AA}(0.12\text{\AA})/5324\text{\AA}(4861\text{\AA})$  滤光器<sup>[4,5]</sup>, 它是由中国科学院北京天文台的科研人员设计, 在中国科学院南京天文仪器厂研制, 历时近 10 年。其特点是透过带窄, 在两个波长上工作和使用了三个 KD\*P(磷酸二氘钾)电光调制器。35cm 太阳磁场望远镜获得了巨大的成功, 利用它获得的观测资料, 人们对耀斑爆发同磁场活动的关连提出新的理论解释, 备受国际太阳物理界重视。太阳磁场望远镜于 1986 年荣获国家科技进步一等奖, 1999 年又被中国科学院列入 80 年代以来九大科学工程之一, 排名第三<sup>[6]</sup>。

70 年代以来, 已有 10 台国产滤光器安装在国内太阳望远镜上, 包括结构复杂的 9 通道滤光器(含 1000 多块晶体, 有冰洲石、石英、 $\text{MgF}_2$ , KD\*P 等), 表明我国研制滤光器的能力和水平已有极大的提高。这一事实备受国际太阳物理界注目。1988 年日本国立天文台委托我们研制三台滤光器<sup>[7,8]</sup>, 它们均已在日本 Hida 天文台通过验收, 投入常规观

测至今, 图 1 为用其中  $0.125\text{\AA}/6302\text{\AA}$  滤光器获得的向量磁图<sup>[9,10]</sup>。

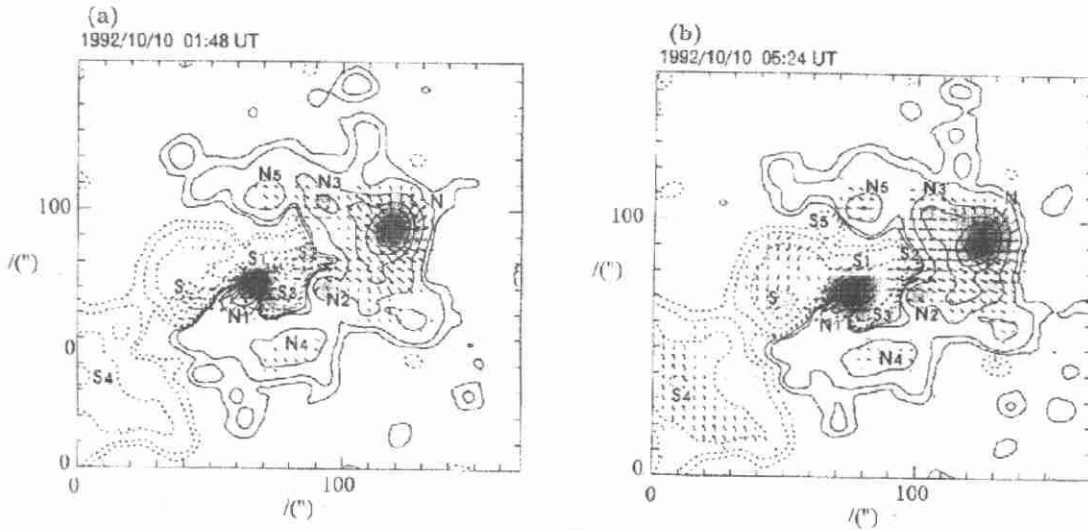


图 1 日本国立天文台用我国的  $0.15\text{\AA}(0.12\text{\AA})/5324\text{\AA}(4861\text{\AA})$  双折射滤光器获得的太阳向量磁图

美国和德国在 20 世纪 70 年代合作制造全波段可调双折射滤光器 (UBF)<sup>[11]</sup>, 在这一领域内达到顶峰。我国也在 90 年代研制成功<sup>[12]</sup>, 1998 年我们为日本明星大学研制了一台万用滤光器 (图 2), 其特点使用三块石英波片组合的消色差波片<sup>[13]</sup> 和电脑控制的工作波长快速转换。

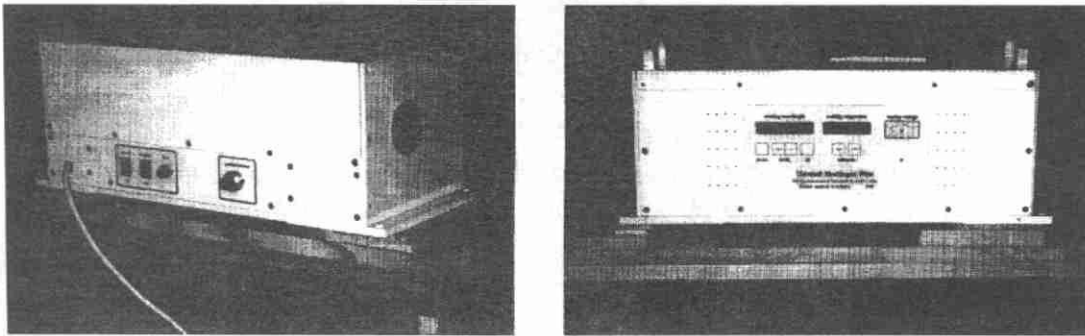


图 2 我国出口日本的万用双折射滤光器外貌

目前, 我们已向日本提供了 8 台、向韩国提供了 3 台滤光器, 它们已成为这两个国家国立天文台耀斑望远镜及天文馆太阳色球望远镜的核心设备, 投入常规观测至今。

2000 年我们在日本签约, 将通过著名的三菱电机公司, 为川口县科学博物馆提供两台滤光器, 其中  $0.125\text{\AA}/6302\text{\AA}$  滤光器在性能上与国立天文台的完全相同。这表明, 日本在太阳的天文科普教育方面已不满足于黑子和色球观测, 而深入到对太阳大气结构和磁

场活动的了解和展示, 这是值得注意的动向。

近年来, 国外天文台还委托我们修复双折射滤光器: 1999 年我们为印度 Bangalore 天体物理研究所修复了  $H\alpha$  滤光器 2 台, 它们是分别由德国和法国在 30 年前制造的。今年, 德国 Kiepenheuer 太阳物理研究所又送来原德国制造的  $Ca$  ( $3933\text{\AA}$ ) 滤光器, 委托我们修复更新。从此, 立足于高技术的掌握和我国的冰洲石资源, 我们已在双折射滤光器这一领域内稳步进入国际太阳物理界(表 1、2), 同时, 创造了较高的外汇收入, 这是科技成果转换成生产力的典型事例。

十年来, 在致力于出口滤光器及相关的设备和器件的同时, 我们也为国内太阳物理界做了力所能及的工作和服务, 如为南京大学太阳塔提供  $H\alpha$  滤光器和  $KD^*P$  磁分析器, 为南京大学太阳塔、紫金山天文台和云南天文台的太阳仪器进行改装和技术支持等。值得一提的是我们利用出口滤光器获得的资金, 建成有一定规模的太阳光谱实验室, 它备有 40cm 定天镜、7m 光栅扫描计算机控制的分光仪、分光光度计等。还建立了附属晶体加工车间。为适应国内外太阳物理发展的需要, 着眼于可持续发展, 我们还打算加强滤光器研制基地的建设, 为滤光器研制的进一步提高创造条件。

表 1 我国出口的双折射滤光器

No.	半宽 / 中心波长	时间	使用 $KD^*P$ 数	使用单位和仪器
1	0.125 $\text{\AA}$ /6302 $\text{\AA}$	1991	1	日本国立天文台耀斑望远镜
2	0.2 $\text{\AA}$ /6337 $\text{\AA}$	1991	2	日本国立天文台耀斑望远镜
3	0.5 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	1991		日本东京葛饰区天文馆
4	0.125 $\text{\AA}$ /6302 $\text{\AA}$	1992	1	韩国国立天文台耀斑望远镜
5	0.2 $\text{\AA}$ /6337 $\text{\AA}$	1992	2	韩国国立天文台耀斑望远镜
6	0.25 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	1992		韩国国立天文台耀斑望远镜
7	0.5 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	1992		日本美浓天文馆
8	0.2 $\text{\AA}$ /5324 $\text{\AA}$	1993	2	日本国立天文台全日面磁像仪
9	0.25 $\text{\AA}$ /6337 $\text{\AA}$	1993	4	日本 HIR $\text{\AA}$ ISO 研究所
10	0.2 $\text{\AA}$ /5303 $\text{\AA}$	1995		日本国立天文台日冕仪
11	0.1 $\text{\AA}$ /5324 $\text{\AA}$	1996	2	日本国立天文台全日面磁像仪
12	UBF	1998		日本明星大学
13	0.125 $\text{\AA}$ /6302 $\text{\AA}$	2001	1	日本川口县科学博物馆
14	0.25 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	2001	1	日本川口县科学博物馆

注: No.11 为 No.8 滤光器的改装, 半宽 (FWHI) 由 0.2 $\text{\AA}$  缩小到 0.1 $\text{\AA}$ , 其余结构未变。

表 2 为国外客户修复的双折射滤光器

No.	半宽 / 中心波长	制作地、年	修复年	使用单位
1	0.5 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	德国, 1970	1999	印度 Bangalore 天体物理研究所
2	0.4 $\text{\AA}$ /6563 $\text{\AA}$	法国, 1960s	1999	印度 Bangalore 天体物理研究所
3	0.3 $\text{\AA}$ /3993 $\text{\AA}$	德国, 1971	2001	德国 Kiepenhuer 太阳物理研究所

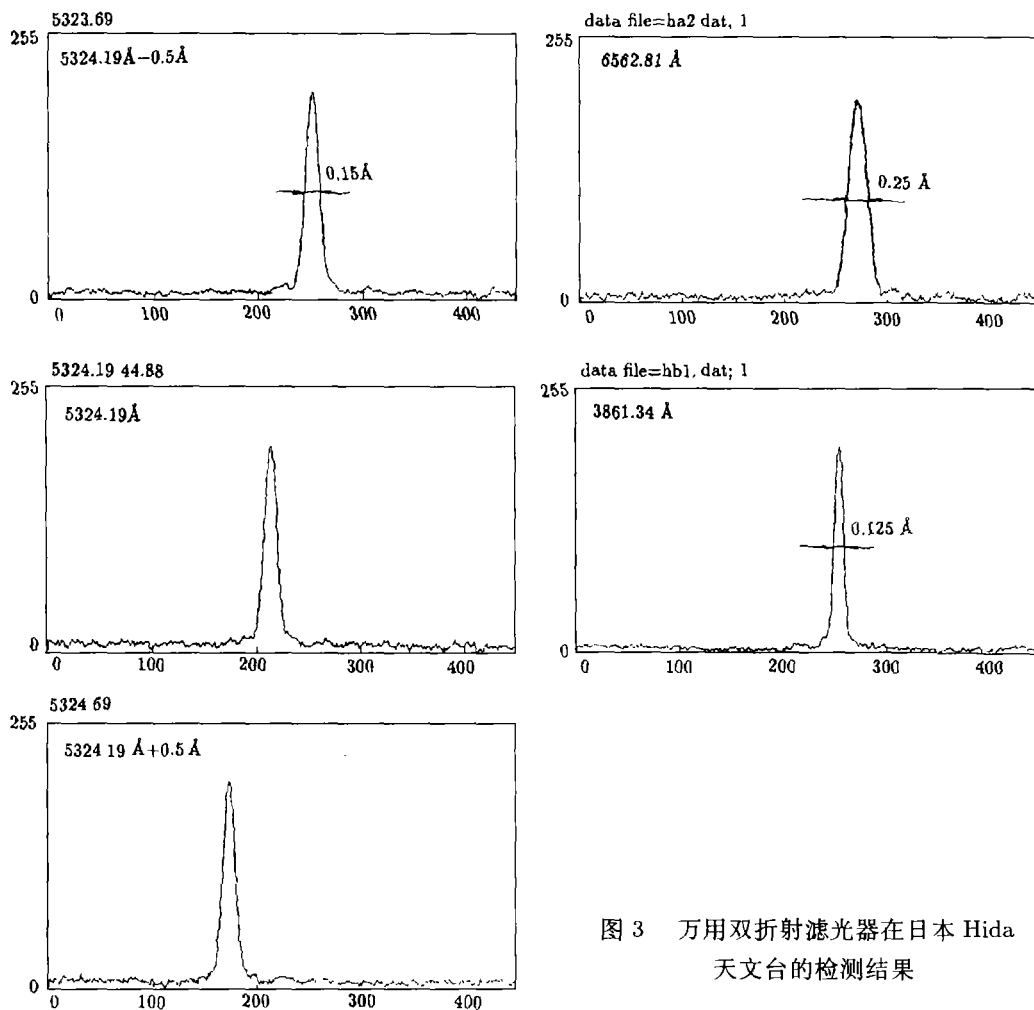


图 3 万用双折射滤光器在日本 Hida 天文台的检测结果

### 参 考 文 献

- 1 Lyot B. C. R. Acad. Sci. (Paris), 1933, 197: 1593
- 2 Ohman Y. Nature, 1938, 141: 157
- 3 Evans J W. J. Opt. Soc. Am., 1949, 39: 229
- 4 艾国祥, 胡岳风, 李挺等. 中国科学, 1984, 27(10): 1086
- 5 李挺. 仪器仪表学报, 1986, 7: 141
- 6 中国科学院. 1999 科学发展报告, 北京: 科学出版社, 1999: 236
- 7 Sakurai T, Li Ting et al. Publ. Astron. Soc. Jpn., 1995, 47: 81
- 8 Sakurai T, Li Ting et al. J.Geomag.Geolectr., 1995, 47: 1035
- 9 Li Hui et al. Publ. Astron. Soc. Jpn., 2000, 52: 465
- 10 Li Hui et al. Publ. Astron. Soc. Jpn., 2000, 52: 483
- 11 Beckers J M et al. Appl. Opt., 1975, 14: 9, 2061
- 12 Jingshan W et al. Solar phys., 1995, 161: 229

## China Exported Birefringent Filter

Li Ting<sup>1,2</sup> Mao Weijun<sup>1</sup> Lu Haitian<sup>1</sup> Zhu Yong<sup>2</sup>

(1 Nanjing Institute of Astronomical Optics and Technology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210042)

(2 Nanjing Astronomical Instruments Research Center, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210042)

### Abstract

Since 1960s, Nanjing Astronomical Instrument Research center of CAS have been developing the birefringent filters for China solar observatories, the most famous one in the world is the  $0.15\text{\AA}(0.12\text{\AA})/5324\text{\AA}(4861\text{\AA})$  filter for the 35cm Solar Magnetic Field Telescope of the Huairou Solar Station of Beijing Observatory. The big success in the field of Lyot filter has been proved by the international solar physics circle, since 1988, Japanese and Korean Astronomers have been paying a lot of orders for making Lyot filters from China, up to now we have exported 11 sets of such sophisticated optical instruments, they have been used for routine solar observations in the observatories and planetariums in the two countries. We also begin to repair old Lyot filters made by Germany and France from foreign countries, as India and Germany.

**Key words** astronomical instrument— birefringent filters— sun: magnetic field