

# 太阳磁场望远镜的提出和工作原理

艾国祥 胡岳凤

(中国科学院北京天文台)

## 提 要

本文运用辩证唯物论,分析太阳物理仪器的发展历史及各主要阶段的重要特征,提出了新型的太阳磁场望远镜——视面磁场观测系统,具体讨论了太阳矢量磁场及视线速度场测量的工作原理以及仪器的总体性能,本仪器现已基本研制成功。

## 一、提 出

太阳磁场的测量是在本世纪初由美国威尔逊山天文台开始的,到五十年代初,仍在威尔逊山天文台发明了光电磁象仪<sup>(1)</sup>,六十年代初在苏联克里米亚天文台发明了横场观测方法<sup>(2)</sup>,加上磁流体力学的兴起,太阳磁场的观测和研究几乎成了一切太阳活动研究的基础和关键之一,因此磁场观测设备迅速发展,到七十年代初,全世界发展的各种太阳磁象仪达十七架之多<sup>(3)</sup>。为了推动太阳服务和太阳物理的研究,我国太阳物理工作者也面临研制磁场仪器问题,在六十年代中期,那时世界上最先进的太阳磁场仪器是光电磁象仪,最热门的是问世不久的矢量光电磁象仪。当时我们没有简单地仿制世界上已有的先进设备,而是对太阳仪器的发展历史,作了全面的辩证地分析。表一是我们摘录的太阳物理仪器的发展过程,图一是太阳物理仪器主要特征的发展线索图。从图一不难看出太阳物理仪器的发展与一切事物的发展一样,存在内部的矛盾运动,就太阳观测范围而论,存在着面——点——面——点——面的发展形式,在这种形式下,内容发生了质的变化,早期的面是由简单的白光组成的,中期的面是由单色光组成的,应该发展的面是由磁场组成的,或由单色偏振光组成的,或由极纯单色光不同偏振状态的微小差别组成的。朝着更高级的阶段发展。在六十年代中期,当时最先进的设备是由机械扫描而获得面磁图的光电磁象仪。根据我们的分析,其后的发展方向,应该是进行同时的面磁场观测。一个好的设想,如果没有技术和实验支持,也是无法实现的,由于我们多年来在双折射滤光器——视面单色器方面有深入的研究和实验基础,为实现上述设想奠定了物质基础,经过1966—1967年的初步探讨,我们形成了视面磁场新仪器的基本概念,并称其为“太阳磁场望远镜”。此后又进一步研究,并补充了光电和照相系统,形成了目前已研制成功的太阳磁场望远镜。在六十年代末与七十年代初,一些技术先进国家,如美国、苏联、澳大利亚也先后提出和研制类似的仪器,称为视频磁象仪,经过较长期的努力和修改,美国宇航局马歇尔宇航中心的矢量视频磁象仪已研制成功并投入使用<sup>(5)</sup>,成为国际上公认的先进设备,其他的一些仪器仍在研制之中。

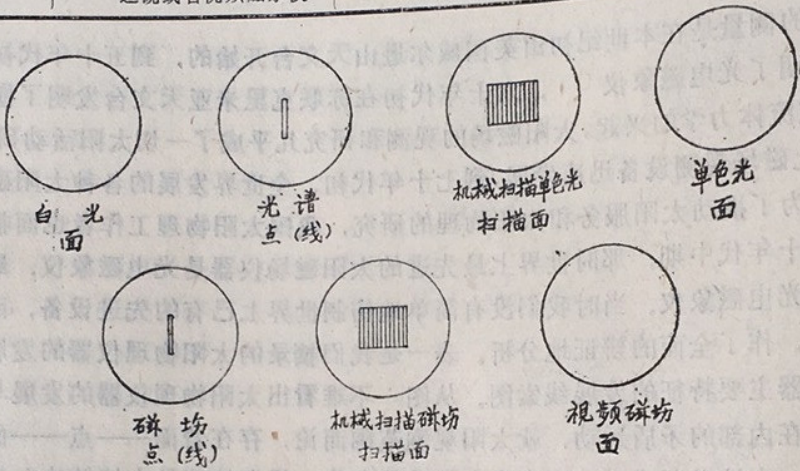
## 二、评价太阳磁场仪器的标准

采用 Zeeman 效应方法,是观测太阳磁场最主要的方法,现就利用该效应的太阳磁场

表一

太阳物理仪器发展过程<sup>[4]</sup>

年 代	仪 器	特 点
公元前370—290	肉眼	希腊 Athens 所著 Thoo-phrastus 中提到目视太阳黑子
公元前28—1638	肉眼	中国史书记载超过112次目视估阳黑子
1607—1611	Kepier和Golileo 望远镜	最早用于观测太阳黑子
1814	太阳方和磁光谱仪	对太阳作分光观测, 发现线源光谱
1889	太阳单色光观测镜	对线源作机械扫描, 观测视面单色像
1903—1908	水平和塔式太阳望远镜	最早观测到太阳黑子磁场, 点源磁场
1938—1944	Lyo+色球望镜	由双折射滤光器, 获得视面单色像
1952—1959	Babcock磁象仪	由机械扫描, 获视面磁图
1960	克里米亚矢量磁象仪	由机械扫描, 获视面矢量磁图
1966—1970	提出并研制太阳磁场望远镜或者视频磁象仪	用双折射滤光器或法布里滤光器, 实现视面矢量场观测



图一地面太阳物理仪器主要特征发展图

仪器作定量分析, 以阐明新仪器的作用。评价和分析一个仪器, 从本质上讲, 就是要看该仪器能获得什么性质的信息、信息的多少以及获取信息的效率等几个方面, 不容置疑, 在进入信息时代的今天, 效率无疑是一个关键性的指标。太阳磁场仪器, 具体地讲有以下几个方面: 1)、获得太阳上多层次磁场的的能力, 或称视体能力; 2)、获得矢量场及视线速度场的能力; 3)、获得极小磁场的的能力, 或称磁场分辨率 $\Delta B$ ; 4)、磁场测量的动态范围; 5)、可观测的太阳光极小空间区域的能力, 或空间分辨率 $\Delta S$ ; 6)、一次观测的空间面积范围 $A = n \cdot \Delta S$ ,  $n$ 为一次观测的通道数; 7)、完成一次观测的时间 $\Delta T$ , 或称时间分辨率。光电磁象仪与磁场望远镜相比, 就单项指标而论前五项无本质性差别, 但是由于6)中视面系统的通道数 $n$ 比光电系统的单通道要大 $10^4 - 10^8$ 倍, 所以一次观测的时间 $\Delta T$ 将大大缩短, 因而具有极高的时间分辨率, 或者效率, 由于这几项是相互联系和相互制约的<sup>[6]</sup>, 可由下式表示

$$A \cdot \Delta B \cdot \Delta T^{-1} \Delta S^{-1} = C \phi^2 \epsilon n$$

其中 $\phi$ 为望远镜物镜口径;  $C$ 为仪器常数, 它与系统的吸收和反射, 单色光系统效率, 以及定标系数等等有关;  $\epsilon$ 为仪器效率, 1953年 Babcock 光电磁象仪的 $n=1$ , 一次只能观测光



统除滤光器不同于光谱仪之外，其他部分大体与传统磁象仪相同。它通过逐点的机械扫描来实现视面观测，时间分辨率很低，但该系统技术成熟，使用光电倍增管，信噪比较高，不仅有利于仪器稳定工作，而且有利于观测太阳微弱磁场，如0.5G磁场，该系统调试时，已获得20000:1的信噪比，对应0.5G纵场。该系统所选空间分辨率为 $2'' \times 2''$ 和 $4'' \times 4''$ ，每点时间常数为 $0.2^s$ 和 $2^s$ ，观测区域分别为 $2' \times 3'$ 和 $4' \times 3'$ ，时间分辨率分别为 $5''$ ， $10''$ ， $20''$ ， $40''$ ，当 $4'' \times 4''$ 和 $0.2^s$ 时，纵场灵敏度为 $\pm 20G$ ，视线速度 $\pm 30m/s$ 横场灵敏度为 $\pm 150G$ ，当 $20'' \times 20''$ 和 $2^s$ 时，可获得0.5G的纵场信号。③照相系统：具有空间分辨率高的特点，分别有 $\phi 100''$ 和 $\phi 300''$ 太阳像的照相系统，由于照相磁图灵敏很低（ $\Delta H_{11} \sim \pm 200G$ ），加上处理数据十分繁杂，所以这个系统主要用于获得其他两个系统观测区的对应单色像，用于对比分析。

3. 信息量，在(1)中 $C\phi^2 en$ 反映的是获得信息量的多少。磁场望远镜是一个十分严格的定量测量系统，要求仪器有高达1000:1至20000:1的信噪比，这是由获得光电子多少来决定的，表二示出了本仪器获得光电子量的计算依据。

4. 电视系统信噪比，从表二第8项可知，靶面照度1.5—68勒克斯均在氧化铅和硅靶管的正常使用照度范围内，若每场信噪比达到200:1，考虑到研制初期的A/D变换速度及计算机数据接收能力，将电视的帧频改为8场，在不同偏振态变换时，为了消除惰性，每次变换，暂停接收 $0.5^s$ ，共去掉1秒，在10秒期间，有效接收时间是9秒，总场数是72场， $\sqrt{72} \sim 8$ ，信噪比可由于叠加而提高8倍，达到1600:1，因此在一般情况，有把握达到1000:1，调试结果表明，已达上述指标。

表二、〔9〕

1. 大气外 $5324 \text{ \AA}$ 太阳辐射强度 $4861 \text{ \AA}$		$\sim 190$ $\sim 194$ 尔格/厘米 <sup>2</sup> · $\text{\AA}$ ·秒
2. $5324 \text{ \AA}$ 大气透射 (从天顶至 $75^\circ$ 天顶距) $4861 \text{ \AA}$		$\sim 0.80-0.42$ $\sim 0.76-0.35$
3. $\phi 35\text{cm}$ 物镜接收面积		$\sim 962\text{cm}^2$
4. 望远镜成像系统透过率 (主要由透镜吸收和反射引起)		$\sim 0.8$
5. 双折射滤光器及KD*P透过率		$\sim 0.03$
6. 滤光器半宽 $5324 \text{ \AA}$ $4861 \text{ \AA}$		$0.15 \text{ \AA}$ $0.12 \text{ \AA}$
7. 工作位置谱线剩余强度 (平均值)		
$5324 \text{ \AA}$ 线心		$\sim 0.25$
线翼		$\sim 0.60$
$4861 \text{ \AA}$ 线心		$\sim 0.15$
线翼		$\sim 0.25$
8. 2cm太阳像照度 $5324 \text{ \AA}$ $4861 \text{ \AA}$		6—68勒克斯 1.5—17勒克斯
9. 太阳视面平方弧秒数		$2.89 \times 10^{10}$
10. 每尔格对应 $5324 \text{ \AA}$ 光子数 $4861 \text{ \AA}$ 光子数		$2.68 \times 10^{11}$ 光子/尔格 $2.45 \times 10^{11}$ 光子/尔格
11. 望远镜焦面上每平方弧秒 (天顶距 $75^\circ$ 时) 每秒，接收光子数		
$5324 \text{ \AA}$ 线翼		$\sim 1.54 \times 10^7$
线心		$\sim 6.4 \times 10^6$
$4861 \text{ \AA}$ 线翼		$\sim 4.0 \times 10^6$
线心		$\sim 2.4 \times 10^6$

5. 光电系统信噪比，采用经致冷的EMI9658R光电倍增管作接收器，该管光电转换的量

子效率在光电倍增管中是最高的，在本仪器工作波段上可达到0.2左右，当采用 $4'' \times 4''$ 空间分辨率，0.2秒时间常数，作 $5324 \text{ \AA}$ 谱线纵场观测时，每点接收的光电子达到 $9.85 \times 10^6$ 个，其散粒噪声 $\sqrt{9.85 \times 10^6} \sim 3.1 \times 10^3$ 。考虑到时间常数一般只有机械扫描移动时间的1/3或1/4，所以一般实际信噪比比理论值约低3倍，所以实际上本仪器达到的信噪比为1000:1左右。

6、各种次生干扰信号的处理。除了原始的光电子散粒噪声外，光电转换器件、如摄像管、倍增管所引起的暗流和噪声也是十分使人关注的，要考虑致冷和选择极佳高压等措施，以求减少。另外，电路中的前置放大器，直流放大、选放、相敏、数值化等均要精心选择匹配参数，以不使次生噪声及不精确度超过原生散粒噪声。在仪器总体设计和调试中，要仔细分析，既不要使后续过程噪声增加又要使系统尽量简化可靠，这个任务是十分繁杂的，限于篇幅，不在此烦述。

7、窄带双折射滤光器。半宽要达到 $1/8 \text{ \AA}$ ，可调范围 $\pm 1.2 \text{ \AA}$ 和 $0.98 \text{ \AA}$ ，要在同一温度下通过两个波段 $5324 \text{ \AA}$ 和 $4861 \text{ \AA}$ ，要装置三组宽视场KD\*P光电调制器用于矢量磁场和视线速度场观测。滤光器是仪器的关键部件，是望远镜研制的核心，它的详细论述请参看文献<sup>[10]</sup>。

8、台址。对于磁场望远镜来说，不仅大气宁静度影响像的空间分辨率，而且在电视系统中，是由前5秒叠加信号与后5秒叠加信号相减而求得磁场信号的，因此大气不稳定不仅影响像的几何位置，而且透明度的不稳定会产生虚假信号，因此本仪器对大气宁静度的要求甚高。根据大熊湖天文台水上建站的经验，经过对平原、山区、水域三年选址观测，选定怀柔水库小半岛作为台址，其址东、南、西三面均有约2km水域，并已建成塔高24m的可开放园顶。

为了避开大气抖动影响，光电系统的KD\*P调制频率选为135和270，在主镜与准直镜之间抽真空，以消除第一主焦面上过热而引起的湍流，以上这些措施均为保证能获得 $1''$ 细节的太阳像。

由于磁场望远镜相对来说，属于既轻又具高功能的仪器，对宁静度要求又高，所以最理想的工作状态将它放入大气外空进行观测。

9、近来，二极管阵以及CCD光电视面接收器件已进入天文实测领域。这些器件信噪比高，图象几何位置稳定、元件集成度高，数值化方面，是比摄像管及为理想的器件，本仪器正着手采用以上新器件。

#### 四、矢量磁场和速度场分析器原理

用 Zeeman 效应观测太阳磁场，是先测得太阳磁敏线的偏振光成份，而后由理论或经验定标，归算矢量磁场。太阳磁场分析器，原则上是偏振光分析器。太阳磁敏线中的偏振光，以  $[I, Q, U, V]$  四个 Stokes 参数表示。图3所示磁分析器是本仪器的具体结构。第一片是 $\frac{1}{4}$ 波片，轴方位角为 $\theta$ ，第二片为KD\*P光电晶体，它具有宽视场结构，在作原理分析时，不考虑宽场结构所引起的复杂性，KD\*P光轴方位角为 $45^\circ$ ，所加高压引起的相角延迟为 $\sigma(t)$ ，第三片为偏振片，其轴方位角为 $0^\circ$ ，下面用 Mueller<sup>[11]</sup>矩阵来描述它对偏振光的作用。

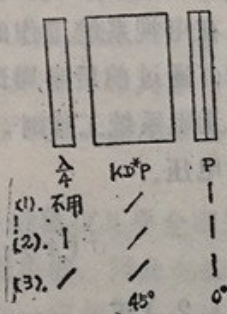


图3 磁分析器图

$$S = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\sigma & 0 & \sin\sigma \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \sin\sigma & 0 & \cos\sigma \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos^2 2\theta & \frac{1}{4} \sin^2 4\theta - \sin^2 2\theta & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} \sin^2 4\theta & \sin^2 2\theta & \cos^2 2\theta \\ 0 & \sin^2 2\theta - \cos^2 2\theta & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} J \\ Q \\ U \\ V \end{pmatrix} =$$

$$= 0.5I + 0.5Q(\cos\sigma\cos^2 2\theta - \sin\sigma\sin 2\theta) + 0.5U\left(\frac{1}{4}\cos\sigma\sin^2 4\theta\right. \quad (2)$$

$$\left. + \sin\sigma\cos^2 2\theta\right) - 0.5V\sin^2 2\theta\cos\sigma$$

当去掉第一片  $\frac{1}{4}$  波片时, (2) 式变成

$$S = 0.5I + 0.5Q\cos\sigma - 0.5V\sin\sigma \quad (3)$$

1、电视系统工作时,  $\sigma(t)$  一律取 0.1 周矩形  $\pm \frac{1}{4}$  波长调制, 即  $\sigma$  分别取  $\frac{\pi}{2}$  和  $-\frac{\pi}{2}$  调制,

当采用 (3) 式方式时,

$$S_{\pm} = 0.5I \mp 0.5V$$

$$V = S_{-} - S_{+}$$

可得与纵场有关的 Stokes 参数 V

当采用 (2) 方式工作时, 当  $\theta = 0^{\circ}$  时,

$$S_{\pm} = 0.5I \pm 0.5U$$

$$U = S_{+} - S_{-}$$

可得与横场有关的 Stokes 参数 U,

当  $\theta = 45^{\circ}$  时,

$$S_{\pm} = 0.5I \mp 0.5Q$$

$$Q = S_{-} - S_{+}$$

可得另一与横场有关的 Stokes 参数 Q

由所得 Q、U、V 可归算出矢量磁场。

用双折射滤光器测量视线速度场的方法与采用摄谱仪的磁像仪方法有很大的不同, 下面以  $\lambda 5324 \text{ \AA}$  谱线情况来说明测速度场的原理。本滤光器最后级带宽  $0.15 \text{ \AA}$ , 次厚级  $0.30 \text{ \AA}$ , 次次厚级  $0.60 \text{ \AA}$ , 在次厚级与次次厚级中分别加入两组 KD\*P 电光晶体, 其上分别加  $\pm \frac{\lambda}{4}$  和  $\pm \frac{\lambda}{8}$  的矩形高压, 滤光器通带随着矩形波的正负电压, 而在谱线两翼交替通过, 这样可以扞测由 Dopple 谱线位移引起的光量差, 进而测出视线速度, 如图 4 所示。

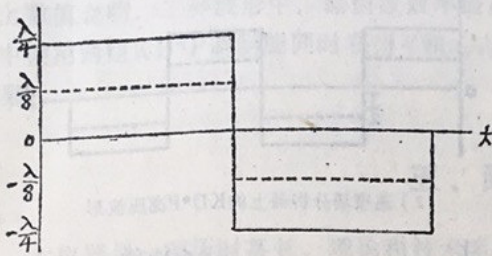
在电视系统工作时, 当测速度场时, 磁分析器不工作, 仅仅使滤光器中的两组 KD\*P 工作, 通过前后半周讯号差值求出速度场,

2、光电系统工作时, 当放入第一块  $\frac{1}{4}$  波片, 并取方位角  $\theta = 0^{\circ}$  时, 在 KD\*P 上加 270 周锯齿波电压。

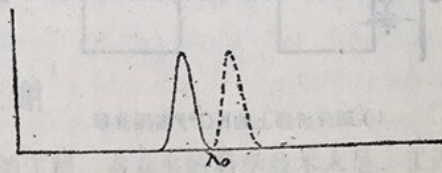
$$\sigma(t) = 2\pi\left(\frac{t - 0.5T}{T}\right) = \omega t - \pi$$

代入 (2) 式

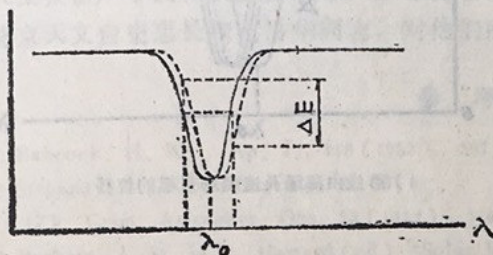
$$S = 0.5I + 0.5Q\cos(\omega t - \pi) + 0.5U\sin(\omega t - \pi) \quad (7)$$



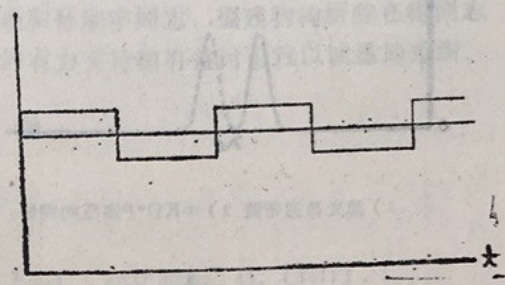
(1) KD\*P 上所加矩形高压



(2) 滤光器通带随矩形高压的变化



(3) Dopple 位移引起的光量变化



(4) 输出的光电讯号

图4 测视线速度场原理图

其中  $\omega = 2\pi V$ ,  $V = 270$  周, 对输出讯号作正弦和余弦选频和相敏抖波, 可获得 U 和 Q 参数, 可由定标归算横向磁场。

$$H_1 = A_1 \sqrt{Q^2 + U^2}$$

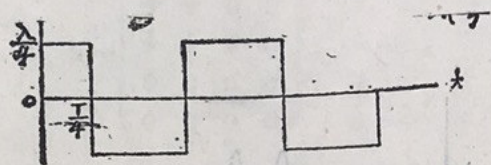
$$\phi = \frac{1}{2} \arctan U/Q$$

(8)

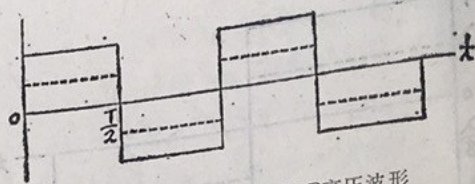
在光电系统中, 纵场 Stokes 参数 V 和视线速度场  $v_{11}$ , 是可以同时获得的。在磁分析器中, 去掉  $1/4$  液片, 在 KD\*P 上加 135C 矩形波高压, 使其交替取得左旋和右旋圆偏振光 (其差值为 Stokes 参数 V), 在滤光器中的两组 KD\*P 上分别加  $\pm \frac{\lambda}{4}$  和  $\pm \frac{\lambda}{8}$  的高压, 其频率也是 135C, 使滤光器通带交替透过谱线左翼和右翼, 因为在谱线两翼的 V 参数符号相反, 故仅当磁分析器与速度场分析器中的 KD\*P 电压错开  $\frac{1}{4}$  周期或  $90^\circ$  相位时, 才能在输出讯号中, 分别选频 270 周以获得 Stokes 参数 V 和选频 135 周以获得视线速度参数  $v_{11}$ , 如图 5 所示。

由于 V 与  $v_{11}$  讯号的大小与谱线强度随波长的一级微商  $2I/2\lambda$ , 大体上成正比, 所以一般选择滤光器通带置于谱线线翼, 此处  $\partial I/\partial \lambda$  极大。当观测横场时, 由于 Q 和 U 讯号大小与谱线强度随波长的二级微商  $\partial^2 I/\partial \lambda^2$  大体上成正比, 所以选滤光器通带置于线心, 此处  $\partial^2 I/\partial \lambda^2$  极大, 以求获得极佳灵敏度。

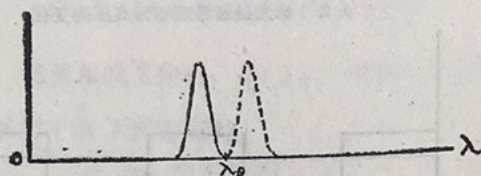
在这里仔细研究一下 KD\*P 高压调制的波形是有益的, 国外的光电磁象仪几乎全部采用正弦波形, 而视频磁象仪用的矩形波, 我们的仪器分别使用矩形波和锯齿波, 因此有必要对各种波形作定量比较, 现就光电系统使用正弦、矩形、锯齿三种波形作一定量分析, 当正弦调制时,  $\delta(t) = \frac{\pi}{2} \sin \omega t$ , (3) 式变为:



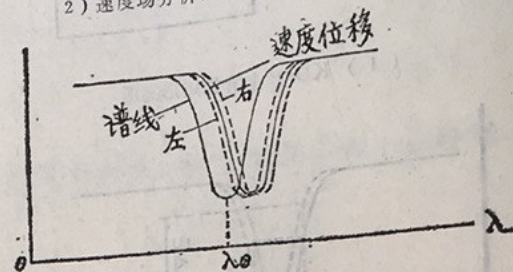
1) 磁分析器上的KD·P高压波形



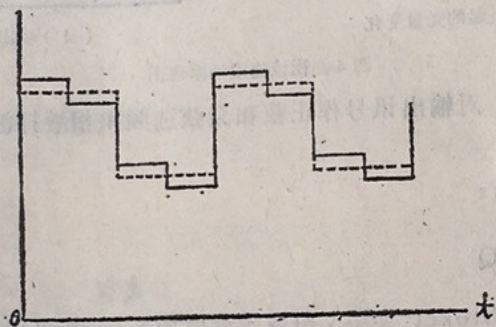
2) 速度场分析器上的KD·P高压波形



3) 滤光器通带随 2) 中KD·P高压的调制



4) 谱线由磁场及速度场引起的位移



5) 输出光电讯号波形, 其中包括135周速度场讯号和270周纵向场磁讯号

图5. 纵场与速度场同时测量原理图

$$S = 0.5I + 0.5Q \cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \omega t\right) - 0.5V \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin \omega t\right) \quad (9)$$

由白塞耳函数作付氏展开, 保留二次项得到

$$S = 0.5I - 0.566V \sin \omega t + Q [0.236 + 0.249 \cos 2\omega t] \quad (10)$$

当矩形调制时, (3) 式为:

$$S = 0.5I - 0.6366V \sin \omega t \quad (11)$$

当锯齿波调制时, (7) 变为:

$$S = 0.5I + 0.5Q \cos(\omega t) + 0.5U \sin \omega t \quad (12)$$

选频系数的大小, 直接与仪器灵敏度有关, 灵敏度的高低是与时间常数的平方根成正比的, 我们要比较各种波形效率的高低, 是以时间的利用率为标准的, 所以各波形效率的比较, 应该是比各可用选频系数的平方和, 即

$$[(0.566)^2 + (0.249)^2] : (0.6366)^2 : [(0.5)^2 + (0.5)^2]$$



$$=0.382:0.405:0.5$$

(13)

以上数值表明,三种波形中,锯齿波效率最高,矩形波次之,而正弦波最差,另外在光电方法中使用两组KD\*P调制能同时获得V和 $v_{11}$ 参数,因而把效率成倍增加,也有利于取得较好效果。

## 五、致 谢

本仪器是一项历时甚长,理论和技术系统复杂的工程,有众多的科学技术人员、工人同志和领导干部参与工作,给予广泛的和有力的支持,在此表示衷心的感谢,特别提到的是南京天文仪器厂李挺和侯惠芳同志;长春物理所金圣经和孙星宇同志;福建物构所陈在得同志和北京天文台史忠长和范岳华同志,对他们所给予的有力支持和有益讨论致以诚恳地感谢。

## 参 考 文 献

- [1] Babcock, H. W., Ap. J., 118 (1953), 387.
- [2] Stepanov, V. E and Severny, A. B.,  
IZV, Crim, Astrophys, Obs, 28 (1962), 116.
- [3] Beckers, J. M, in R. Howasd (od) "Solar Magnetic Field", IAU Symp, 43, (1971), 3.
- [4] Bray, R. J. and Loughead, R. E, Sunspot, 1964, pp1-12.
- [5] Hagyard, M. J. and Teuber, D., Sdar Phys., 80 (1982), 33
- [6] Janssens, T. J, and Baker, N. K, in R Howard (ed) "Solar Magnetic Field" IAU Symp. 43, (1971), 45.
- [7] Livingston, W and Harvey, J, in R, Howard (ed) "Solar Magnetic Field" IAU Symp, 43 (1971), 51
- [8] 艾国祥、李威、张洪起,天文学报, 23 (1982), 39.
- [9] Allen, C. W., Astrophysical Quantifies (1973)
- [10] 艾国祥,胡岳风等,中国科学 A, 6 (1984) 540.
- [11] Shurcliff, W. A., Polarized Light, HARVARD UNLVERSITY PRESS, Cambrige, Massachuset-  
ts, (1963).

# THE PROPOSE FOR THE SOLAR MAGNETIC FIELD TELESCOPE AND ITS WORKING THEOREM

Ai Guo-xiang Hu Yue-feng

(Beijing Observatory, Academia Sinica)

## Abstrect

In this paper, the developing histry of instruments for study solarphysics and the important trait at each principal stage were anelize with the dialectical materialism, and it was suggested that the new type of solar magnetic field telescope—a sight-face magnetic field observational system with high

efficiency. The number of its chemel,  $n$ , is over  $10^4-10^8$ . Therefore, the resolution in time is increased, and the small scale and precision for the instrument provide the possibility for space observations.

FeI  $\lambda 5324.19 \text{ \AA}$  and H $\beta$   $\lambda 4861.34 \text{ \AA}$  is adopted for the observations of solar photosphere and chromosphere respectively. The half width of the birefringent filter is  $0.15 \text{ \AA}$  (at  $5324 \text{ \AA}$ ) and  $0.12 \text{ \AA}$  (at  $4861 \text{ \AA}$ ). The instrument has three receiving system—computer system; photo-electric system; and camera system.

The highest resolution in time is 10 seconds, resolution in space is  $0.5''$ ,  $1''$ ,  $2''$ ,  $4''$  and  $20''$ . S/N is 1/1000 to 1/20000, it implies that sensitivity is 0.5G to 20G for measuring the solar longitudinal magnetic field,  $\pm 150\text{G}$  for measuring the solar transverse magnetic field and  $\pm 30\text{m/s}$  for measuring the solar sight-line velocity field. The observation area are  $8' \times 6'$ ,  $4' \times 3'$ ,  $2' \times 1.5'$  or  $1' \times 0.75'$ .

The instrument will be provided 12 bit A/D, and VAX 11—750 computer.

In this paper it will be described that the theorems for measuring the solar magnetic vector field and the sight-line velocity field.

## THE PROPOSE FOR THE SOLAR MAGNETIC FIELD TELESCOPE AND ITS WORKING THEOREM

### Abstract