



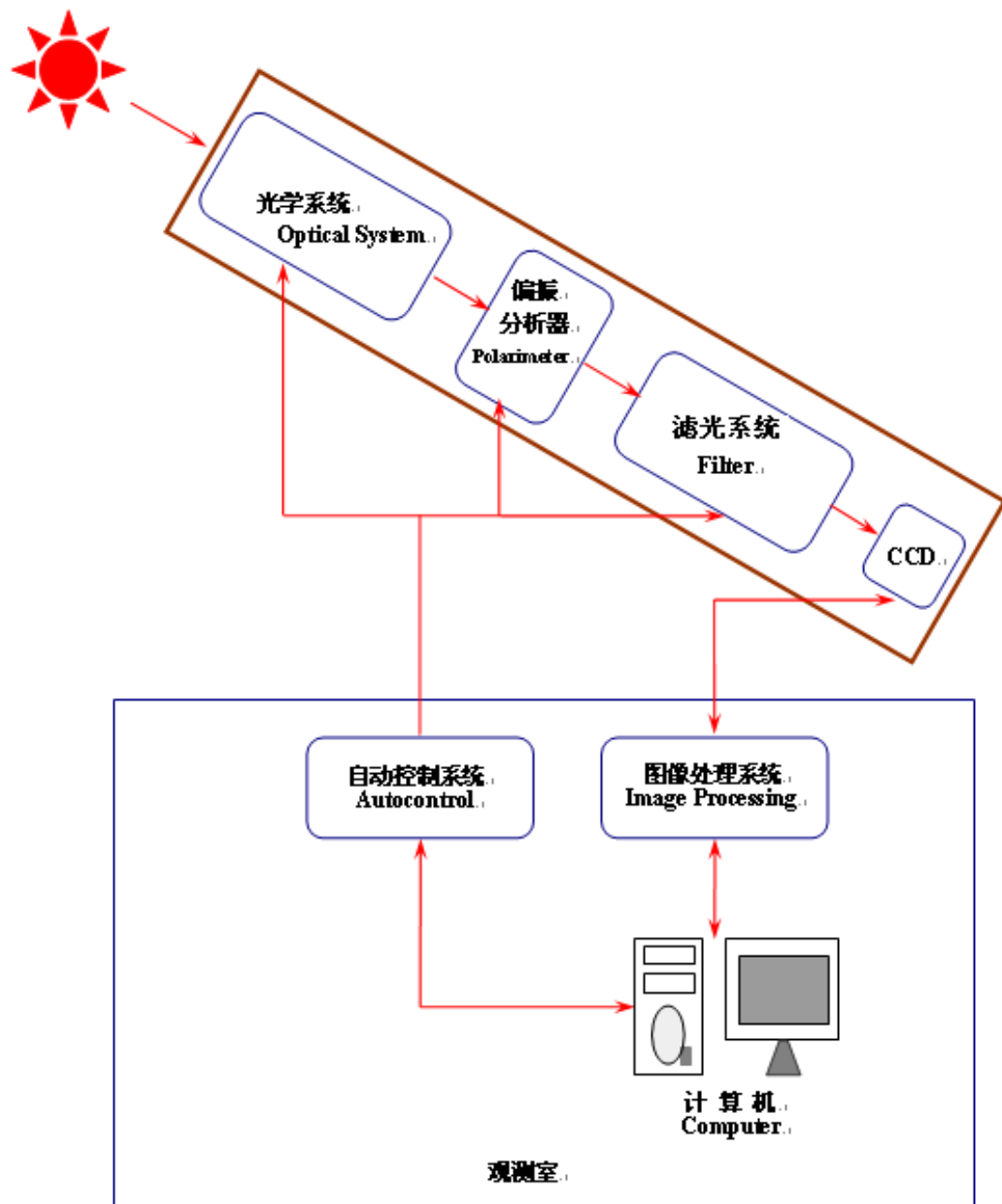
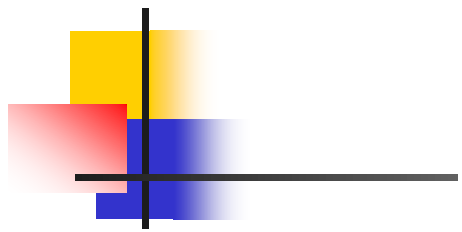
太阳磁场的偏振测量技术

报告人：王东光



主要内容

- 偏振元件
- 滤光系统
- 偏振分析器
- 偏振定标



太阳望远镜观测工作系统示意图

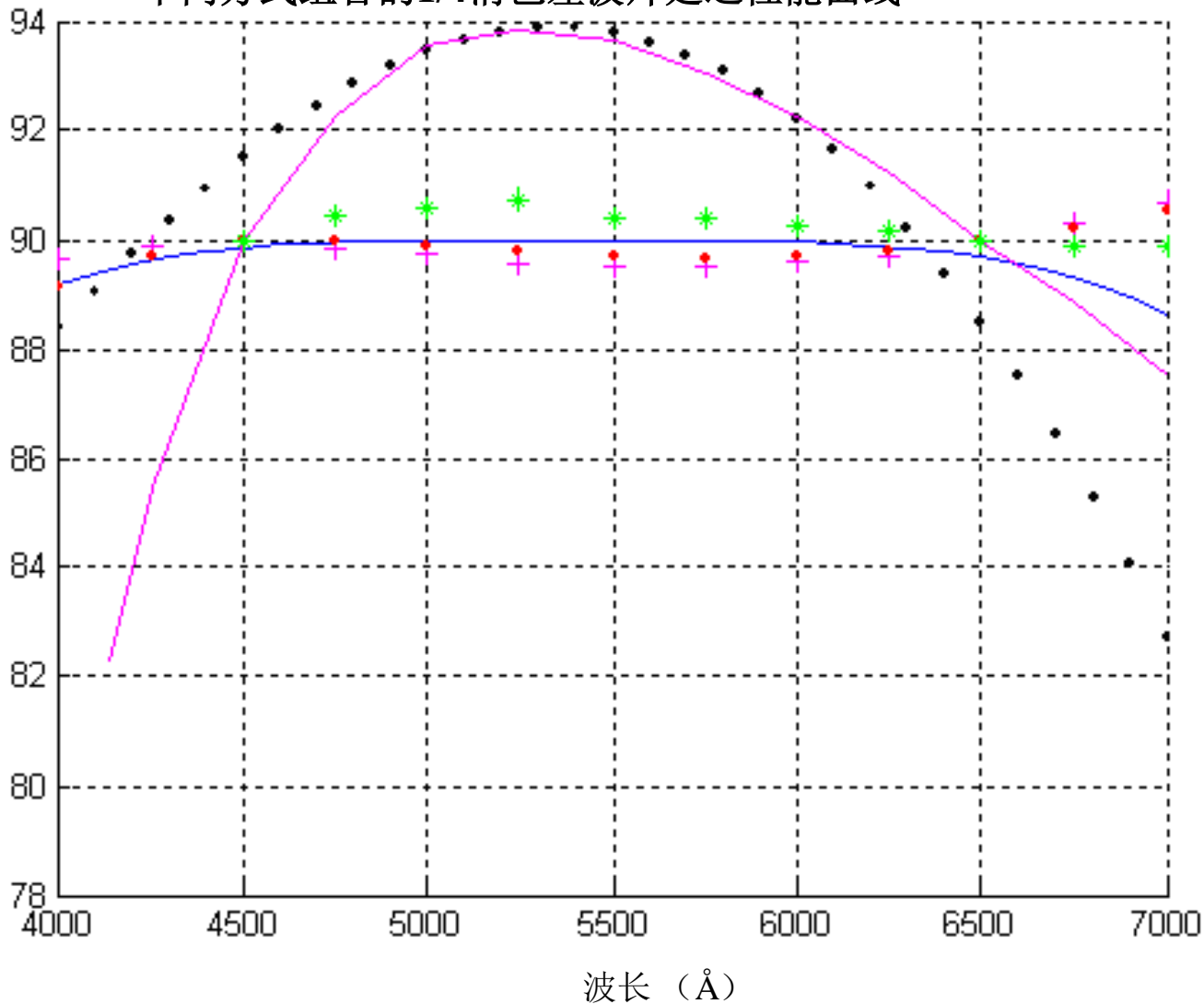


消色差波片

1/4消色差波片的设计结果

延迟

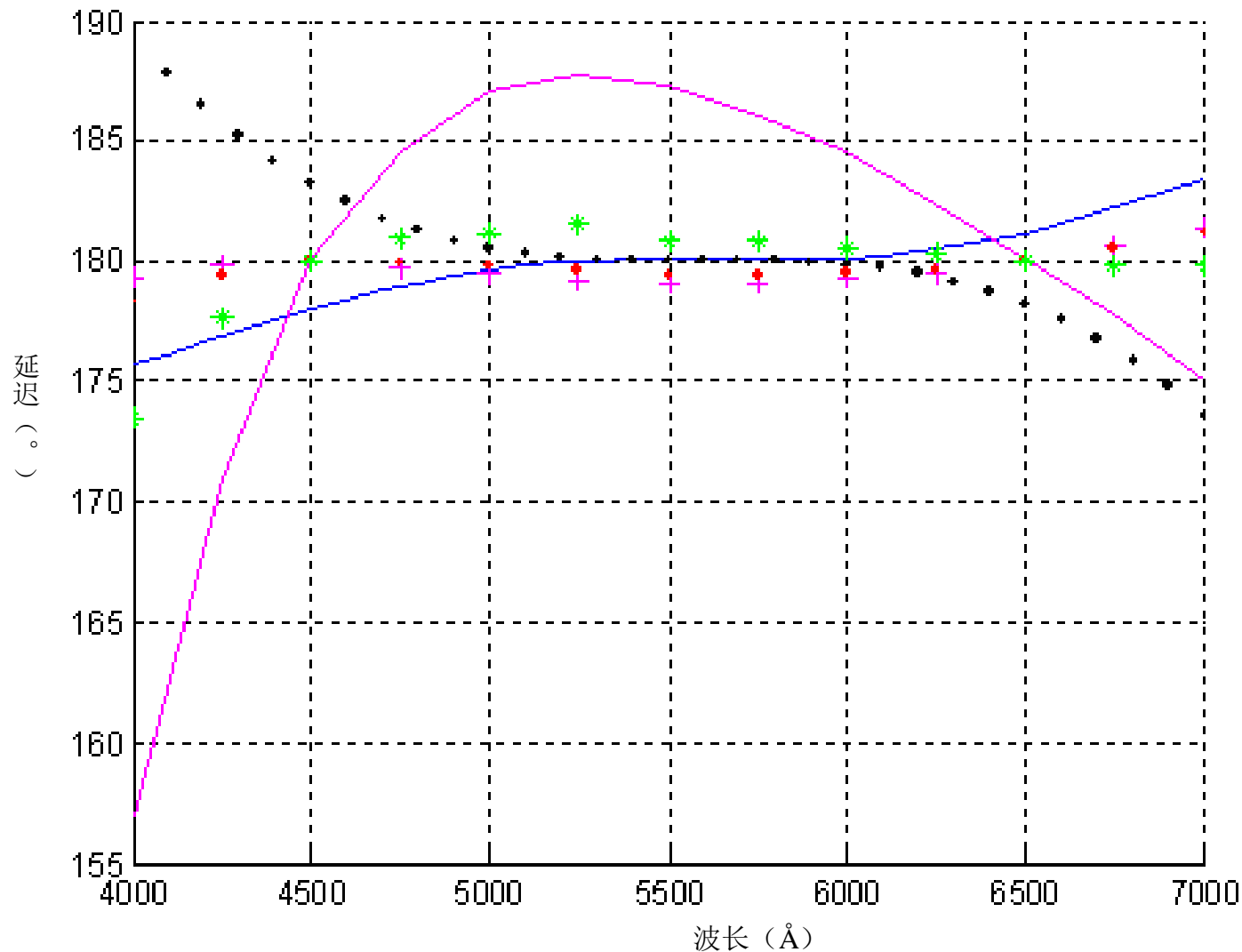
不同方式组合的1/4消色差波片延迟性能曲线



注：紫色—：代表MgF2与石英组合；绿色*：代表KDP与ADP组合；
 红色...：代表MgF2与KDP组合；紫色++：代表MgF2与ADP组合；
蓝色—：代表五个单片组合；黑色...：代表三个单片组合

不同方式组合的1/2消色差波片延迟性能曲线

1/2消色差波片的设计结果



注：紫色—：代表MgF2与石英组合；绿色*：代表KDP与ADP组合；
红色…：代表MgF2与KDP组合；紫色++：代表MgF2与ADP组合；
蓝色—：代表五个单片组合；黑色…：代表三个单片组合

五片组合消色差波片测试结果

波长 (Å)	1/2		1/4	
	延迟	光轴	延迟	光轴
	测量值 (°)	测量值 (°)	测量值 (°)	测量值 (°)
4861	179.53	-0.15	91.1	+0.43
5173	181.69	+0.05	92	+0.03
5250	181.00	+0.05	90.36	0.00
5324	181.08	0.00	90.21	-0.116
5876	181.77	+0.017	92.23	-0.56
6103	181.89	-0.017	91.94	-0.48
6302	181.4	-0.05	91.46	-0.52
6563	181.62	+0.017	91.8	-0.5

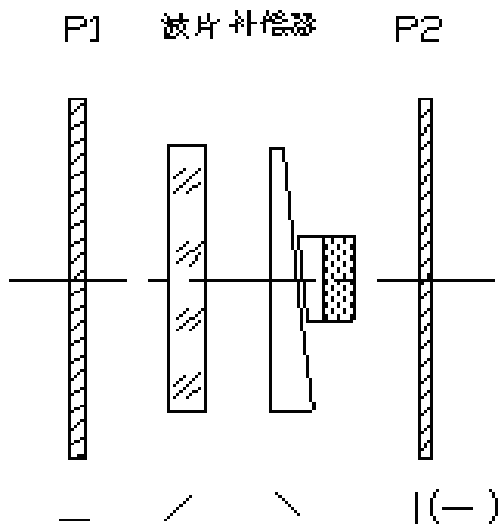
氟化镁和水晶组合消色差波片 测试结果

	517.3nm	532.4nm
1	179.62	179.74
2	179.71	179.24
3	180.69	179.47
4	180.38	180.89
5	179.60	180.46
6	90.92	90.82
7	90.56	90.31
8	89.21	89.71
9	90.45	90.52
10	90.77	89.52

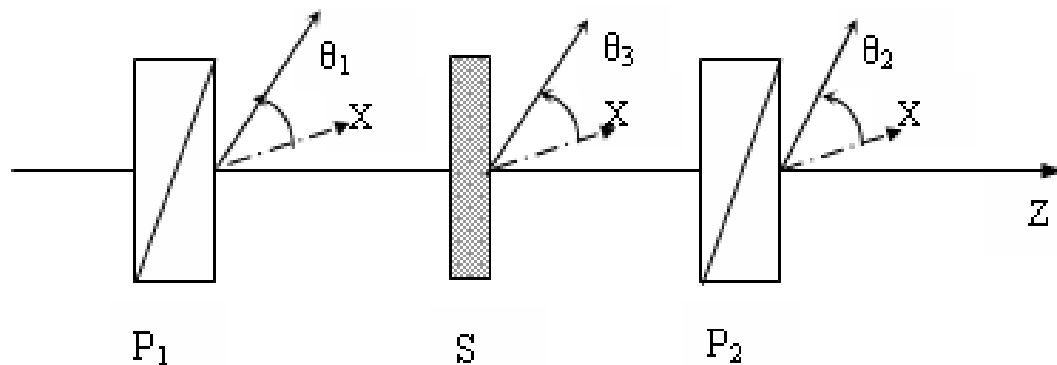


波片测试方法研究与精度分析

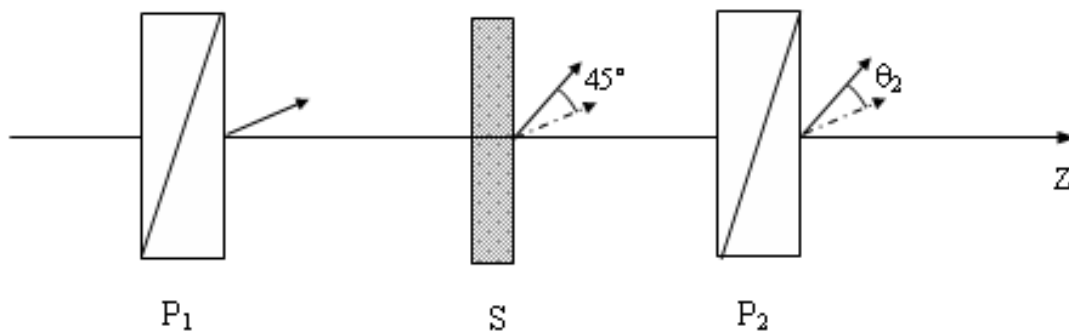
常用测试方法



补偿法



光强法



光谱扫描法

高精度偏振元件检测系统





近红外波片测试系统

《光学学报》2006年05期

红外波片相位延迟的测试方法及精度分析

孙英姿 王东光 张洪起 张志勇 邓元勇

【摘要】：通过全面分析光强随波片方位角的变化从中优化出可适用于红外波段的确定波片延迟的方法。此方法只需读取输出光强的最大值和最小值,通过简单运算得到所测波片的相位延迟。以此为理论基础,建立了一套红外波片检测系统,此系统使用元件的数量较少,操作简单,重复性好,易于得到较高的测试精度。此外,从系统光源、光学元件到接收器件等组成部分分析了整个系统中各种误差源对测试精度的影响。结果表明,该系统的检测精度与波片延迟有关,并给出其关系曲线,由该曲线可知,当所测波片的延迟大于 40π 时,该系统的仪器相对误差在1%之内,对于常用 $1/4$ 和 $1/2$ 波片,仪器相对误差分别为0.2%和0.01%。该检测系统的测试精度在可见和近红外波段基本保持不变。



几种波片位相延迟测量方法的比较

《光学精密工程》2007年11期

几种波片位相延迟测量方法的比较

张志勇 邓元勇 王东光 孙英姿 玄伟佳

【摘要】：建立了用于波片位相延迟测量的高精度多功能测试系统,实现了在同一测试系统上应用不同的测试方法,使测试具有可比性。对光谱扫描法、Solei补偿器法及两种光强法进行了比较测量,并结合测试结果对各种方法进行了系统的误差分析。分析结果表明,对本测试系统而言,光谱扫描法适于测量 $\lambda/2$ 波片,测量精度主要由单色仪的精度所决定,其误差0.032%;Solei补偿器法测量精度主要由Solei补偿器精度决定,其误差0.18%;光强法误差与待测波片的延迟量有关,且测试光路与偏振器的缺陷对测量精度影响较大。光谱扫描法与Solei补偿器法测量 $\lambda/2$ 波片的结果在误差范围内相符,光强法测量结果产生较大差异的原因来自光路、偏振器及方法本身的缺陷。实验结果为不同条件下选择最佳测量方法提供了参考依据。

基于最小二乘拟合的波片相位延迟测量

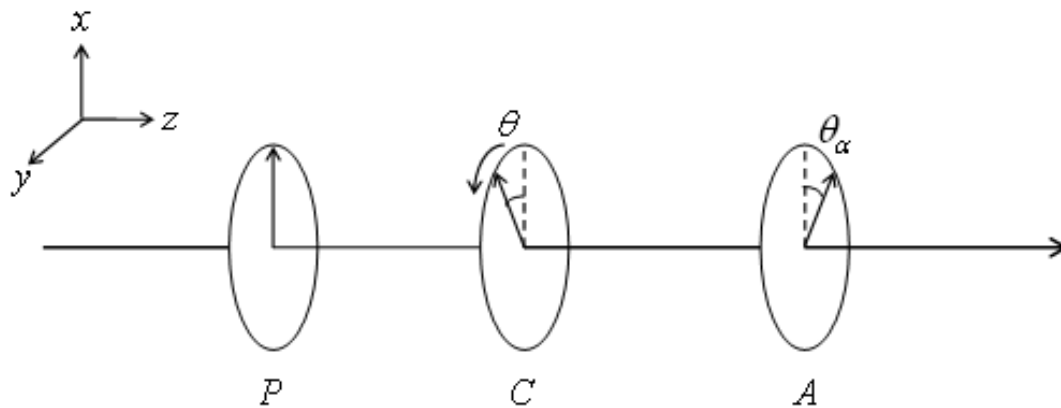
《光学学报》2011年08期

[加入收藏](#) [投稿](#)

基于最小二乘拟合的波片相位延迟测量

侯俊峰 王东光 邓元勇 张志勇 孙英姿

【摘要】：提出一种精密测量波片相位延迟的新方法。将待测波片置于起偏器和检偏器之间,通过步进电机控制波片匀速旋转,基于最小二乘法拟合出射光强随波片方位角变化的曲线,进而得到波片延迟。根据上述原理,建立了一套波片延迟测量系统,并分析了系统的稳定性、可测量的延迟范围、接收器件的非线性效应、系统误差源这4个影响测量精度的主要方面。结果表明,该系统不适于测量 $\lambda/2$ 波片;检偏器方位角在 $\pm 38^\circ$ 范围内,采样间隔小于 10° 时系统较稳定;接收器件的二次非线性效应产生较大的系统误差;波片初始角度误差和检偏器方位角误差对该系统的延迟测量影响较大;除 $0^\circ, 180^\circ, 360^\circ$ 附近区域外,系统的检测重复偏差在 0.1° 以内;该检测精度在整个可见光区域基本保持不变。



- 参数优化
- 探测光强校准
- 探测光强的多项式拟合

缺点:

- 被测波片旋转
- 不适于1/2波片



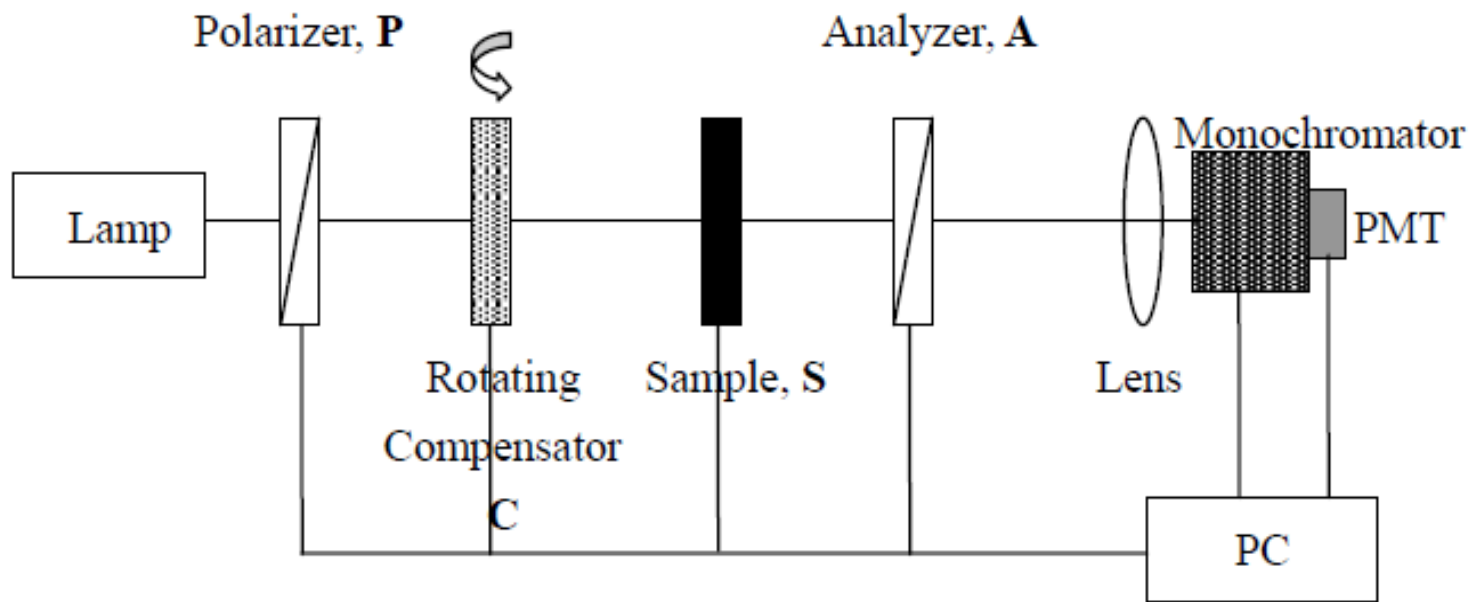
自校准法测量波片相位延迟

《中国激光》2012年04期

自校准法测量波片相位延迟

侯俊峰 于佳 王东光 邓元勇 张志勇 孙英姿

【摘要】：在旋转补偿器椭偏仪(RCE)的基础上,提出了一种自校准的波片相位延迟测量方法。该方法将补偿器的相位延迟作为未知参数,根据Mueller矩阵理论建立了4个非线性方程,求解得到待测波片的相位延迟;实现了补偿器相位延迟的自校准,消除了其定标不准确带来的系统误差,尤其适用于多个波长的波片延迟测量。在此基础上建立了一套波片延迟测量系统,并分析和模拟了各种主要的误差源对系统测量精度的影响。结果表明,对于任意延迟的波片,测量系统最大的系统误差和随机误差分别为 0.036° 和 0.040° 。此外,使用该方法分别测量了 $\lambda/4$ 波片、 $\lambda/2$ 波片、 127° 波片和空气(不放入任何样品)在波长517.3、525.0、532.4nm处的相位延迟以评估测量系统的性能,其中空气的相位延迟代表测量系统的测量精度,与模拟结果基本一致。



被测波片固定，补偿器延迟自校准，误差不再影响精度，可通过空气定标系统误差，适于多波长下的测量。

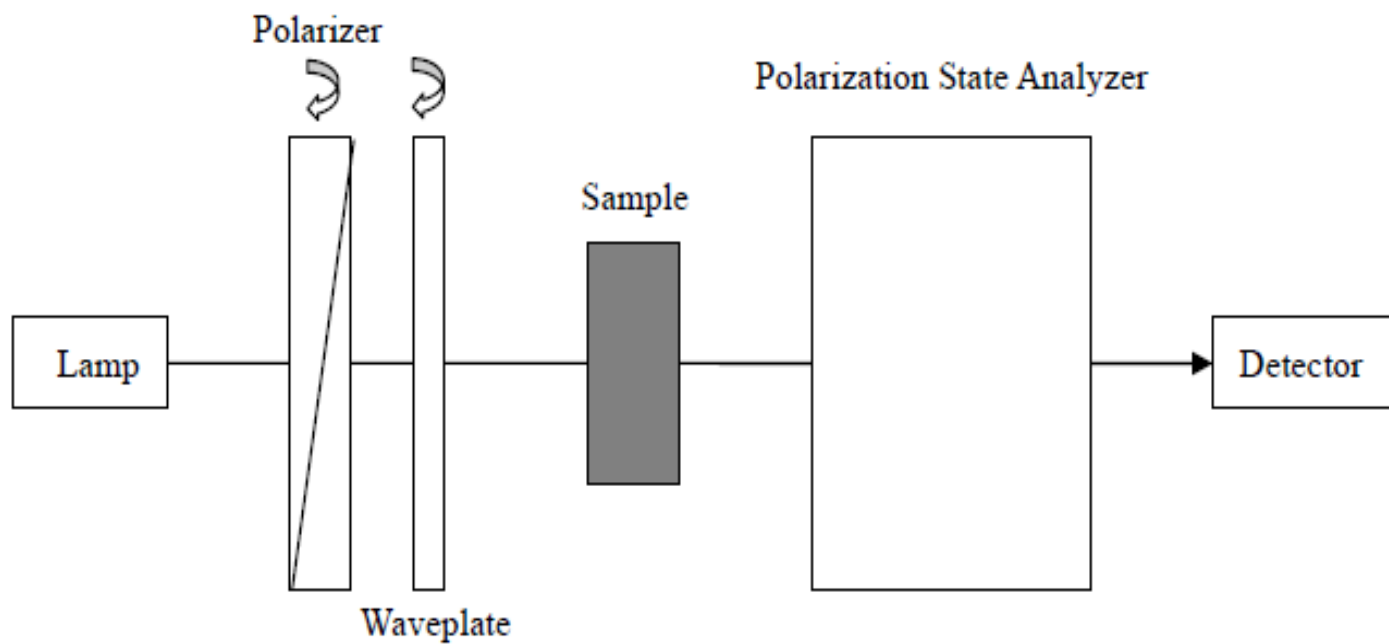
基于非线性最小二乘拟合法的 Mueller矩阵椭偏仪

《中国激光》2013年04期

基于非线性最小二乘拟合法的Mueller矩阵椭偏仪

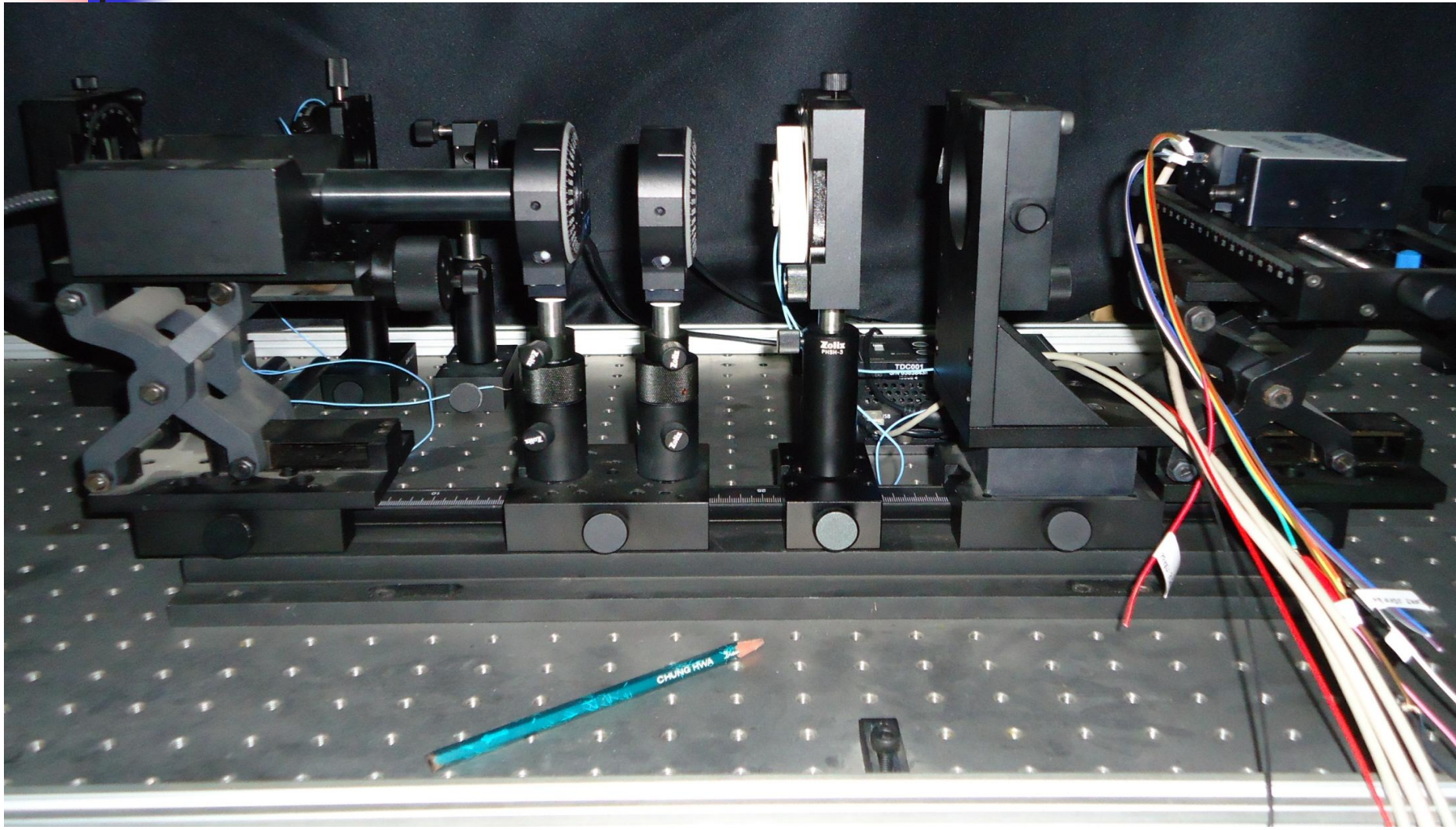
侯俊峰 王东光 邓元勇 孙英姿 张志勇

【摘要】：提出了一种利用非线性最小二乘拟合法自校准测量偏振元件Mueller矩阵参数的新方法。通过测量放入待测样品前后输出偏振态的Stokes参数,建立起由测得的输出偏振态参数、系统未知参数与被测样品的Mueller矩阵之间的函数关系式,使用多参数的非线性最小二乘拟合求解得到待测样品的Mueller矩阵。建立了一套基于铁电液晶波片、旋转波片及偏振片的光谱型Mueller矩阵椭偏仪,并通过自编的Labview自动控制软件实现了智能化测量。误差分析和实际测量结果表明,在600~900nm波长范围内,Mueller矩阵元参数的测量精度在0.01以内,重复性精度达到0.005。该测量系统无需对系统进行复杂的定标,简化了测量过程,实现了Mueller矩阵元参数的自校准测量。

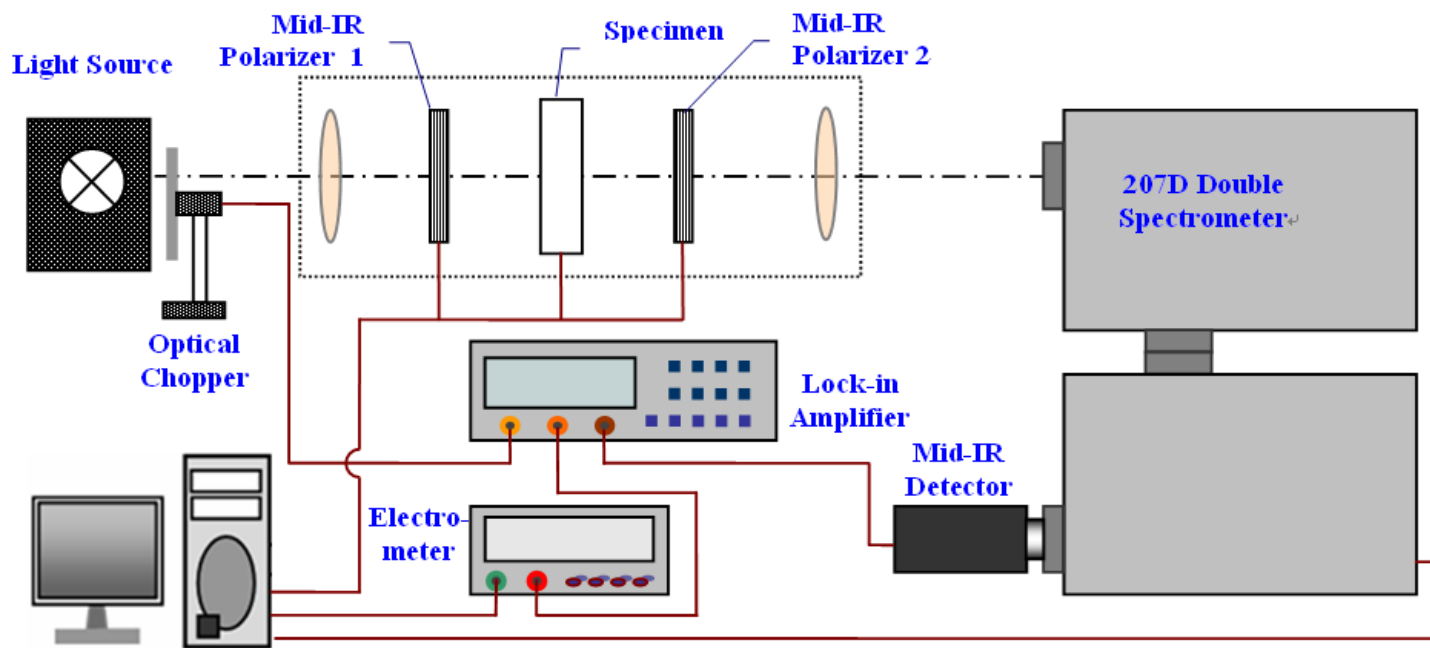


获得偏振元件的Mueller矩阵，为系统偏振定标打下基础。

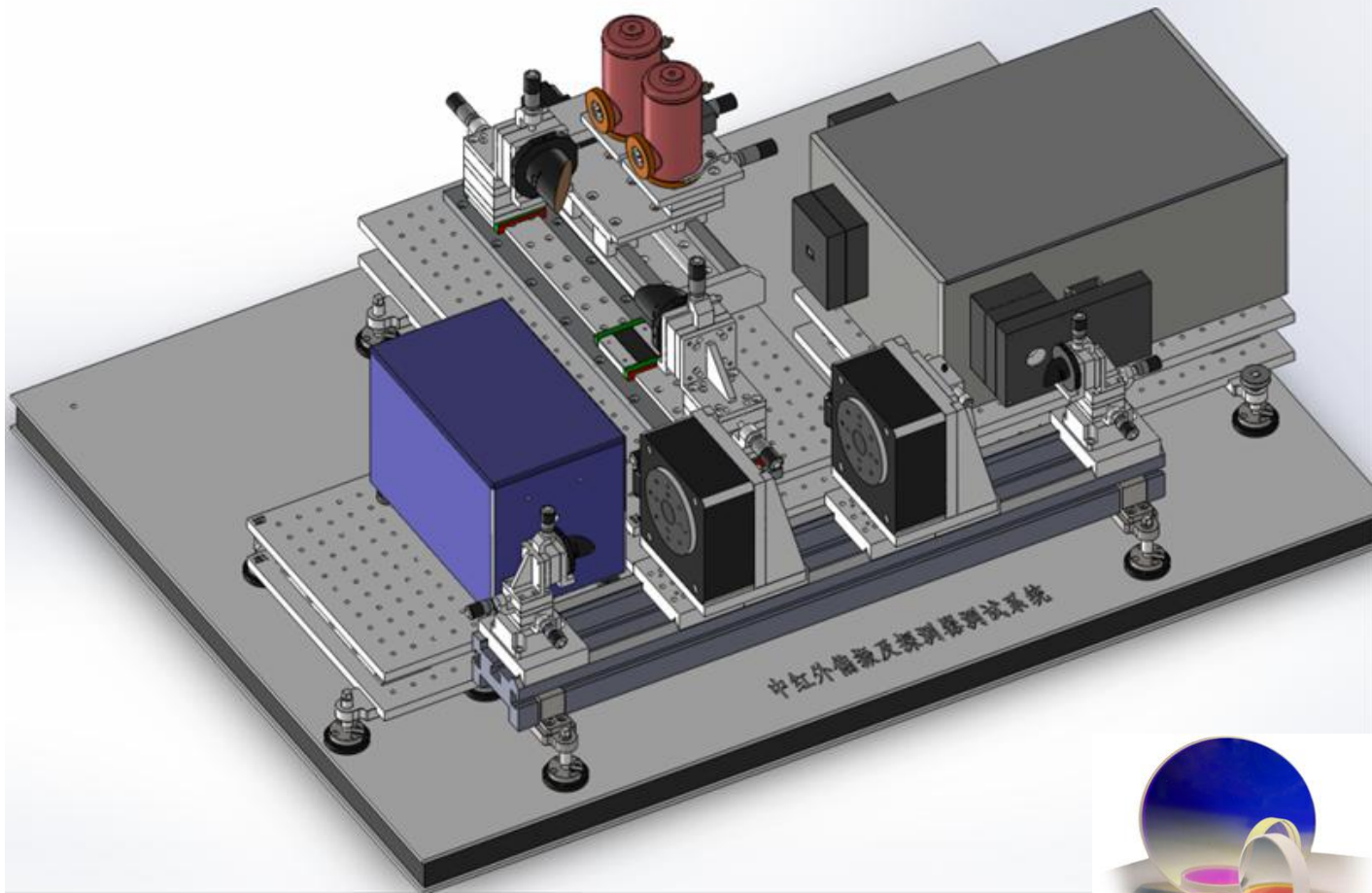
Mueller矩阵测量系统



中红外偏振测量



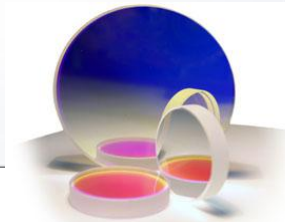
中红外偏振检测系统仪器设备及光路图



**J15D14-M204-S01
M-60 450011-1 1
HgCdTe Detectors**



Dewars



MIR Polarizer



MIR Retarder



LSH-SiC200

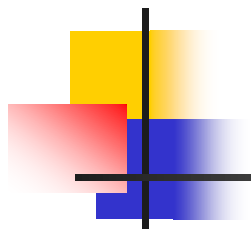


Lock-In Amplifier SR850



Chopper SR540





滤光系统

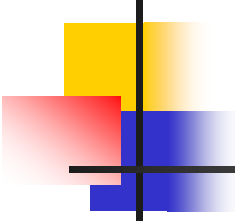
双折射滤光器的误差分析与性能优化

玄伟佳^{1,2}, 王东光¹, 邓元勇¹, 苏江涛¹, 张志勇¹, 孙英姿¹

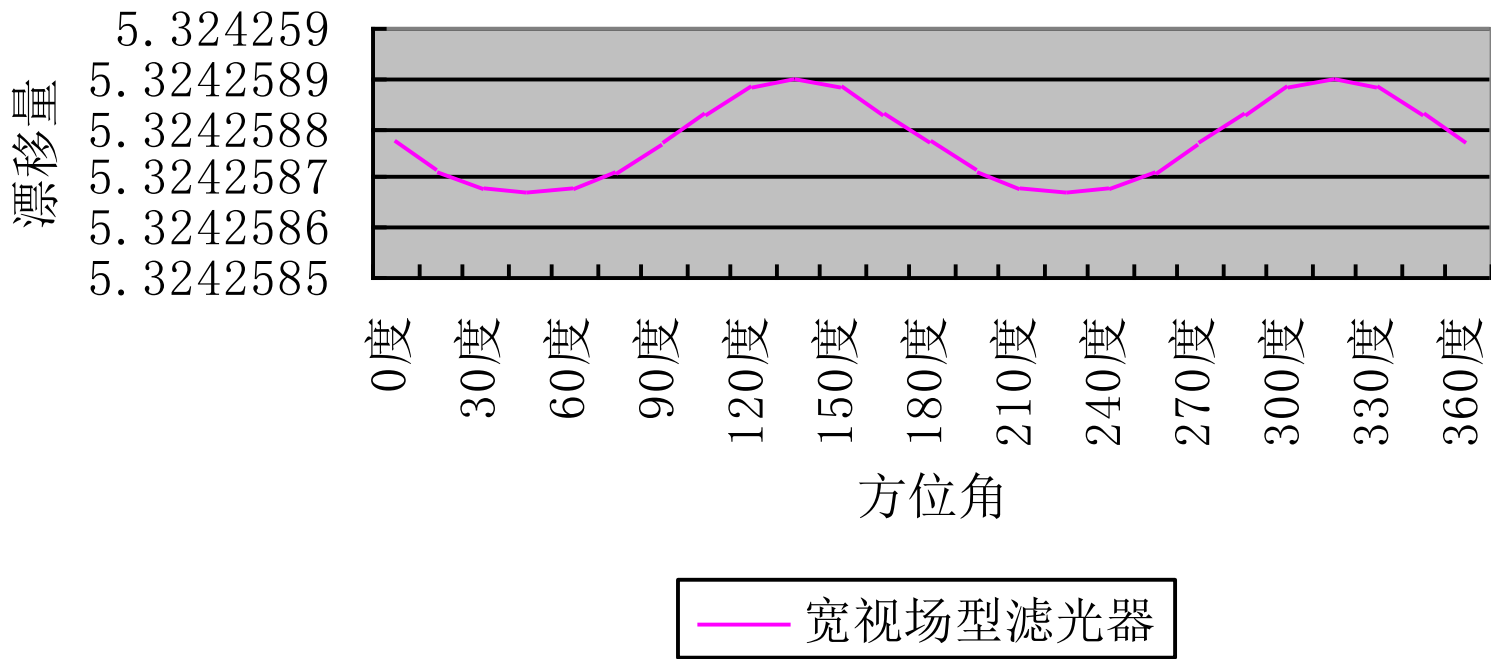
(1. 中国科学院 国家天文台 怀柔太阳观测站, 北京 100012;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要:由于双折射滤光器型太阳磁场望远镜中滤光器的研制质量直接影响透过带,进而影响太阳磁场的测量,本文对影响双折射滤光器透过带漂移的各种误差因素进行了分析。通过计算机编程,完全模拟了光线轨迹,精确分析了多种误差项对双折射滤光器透过带的影响。给出了引起透过带漂移、展宽、极大值和极小值变化的主要误差项。分析表明,入射角、晶体光轴倾角误差、晶体厚度误差和1/4波片光轴方位角误差影响透过带漂移;只有晶体光轴方位角误差影响透过带宽,当误差为 2° 时,透过带展宽了0.078%;宽视场1/2波片光轴方位角误差对极大值的影响最明显,当误差为 2° 时,极大值减小了0.487%;晶体光轴方位角误差、宽视场1/2波片延迟误差和1/4波片光轴方位角误差对极小值都有不同程度的影响。



宽视场型滤光器

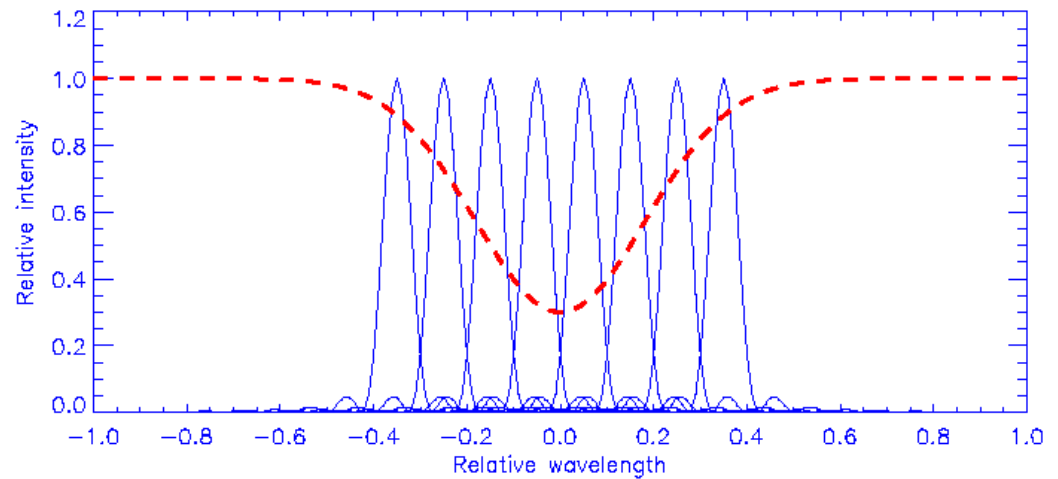
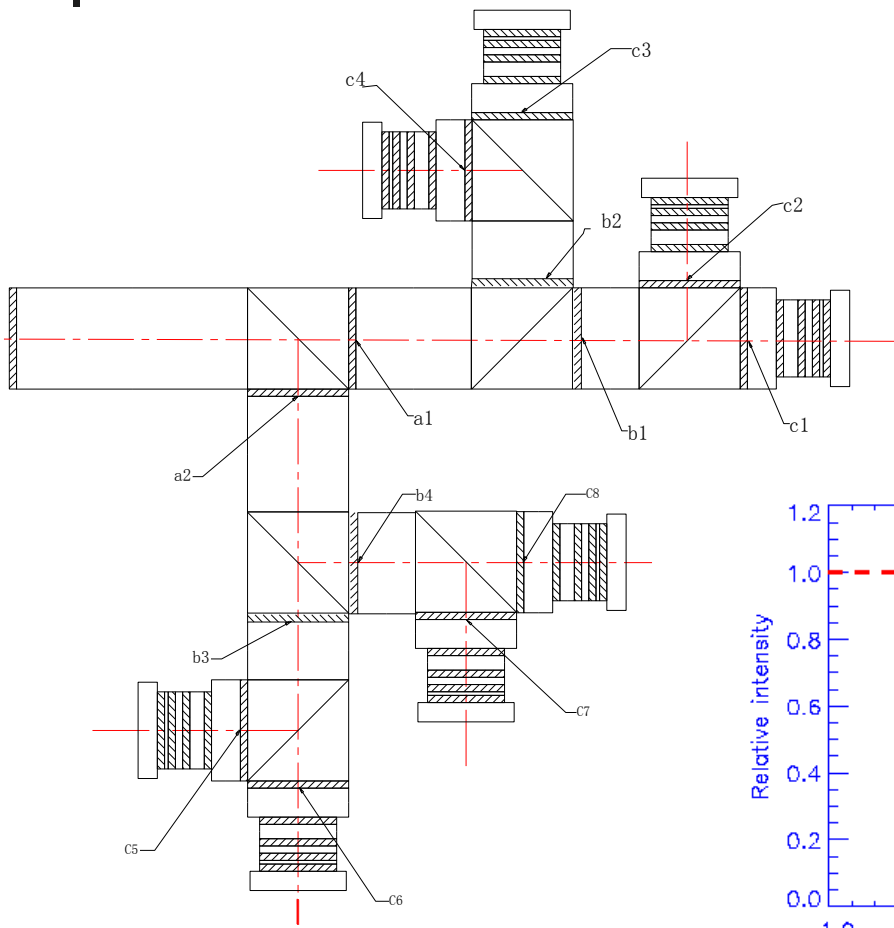


三通道滤光器

(517.3, 524.7, 525.0)



两维光谱仪



二维光谱仪所需光学元件:

冰洲石: 62

水晶: 2

波片: 105

偏振片: 49

偏振棱镜: 9

干涉滤光片: 2

填充玻璃: 146

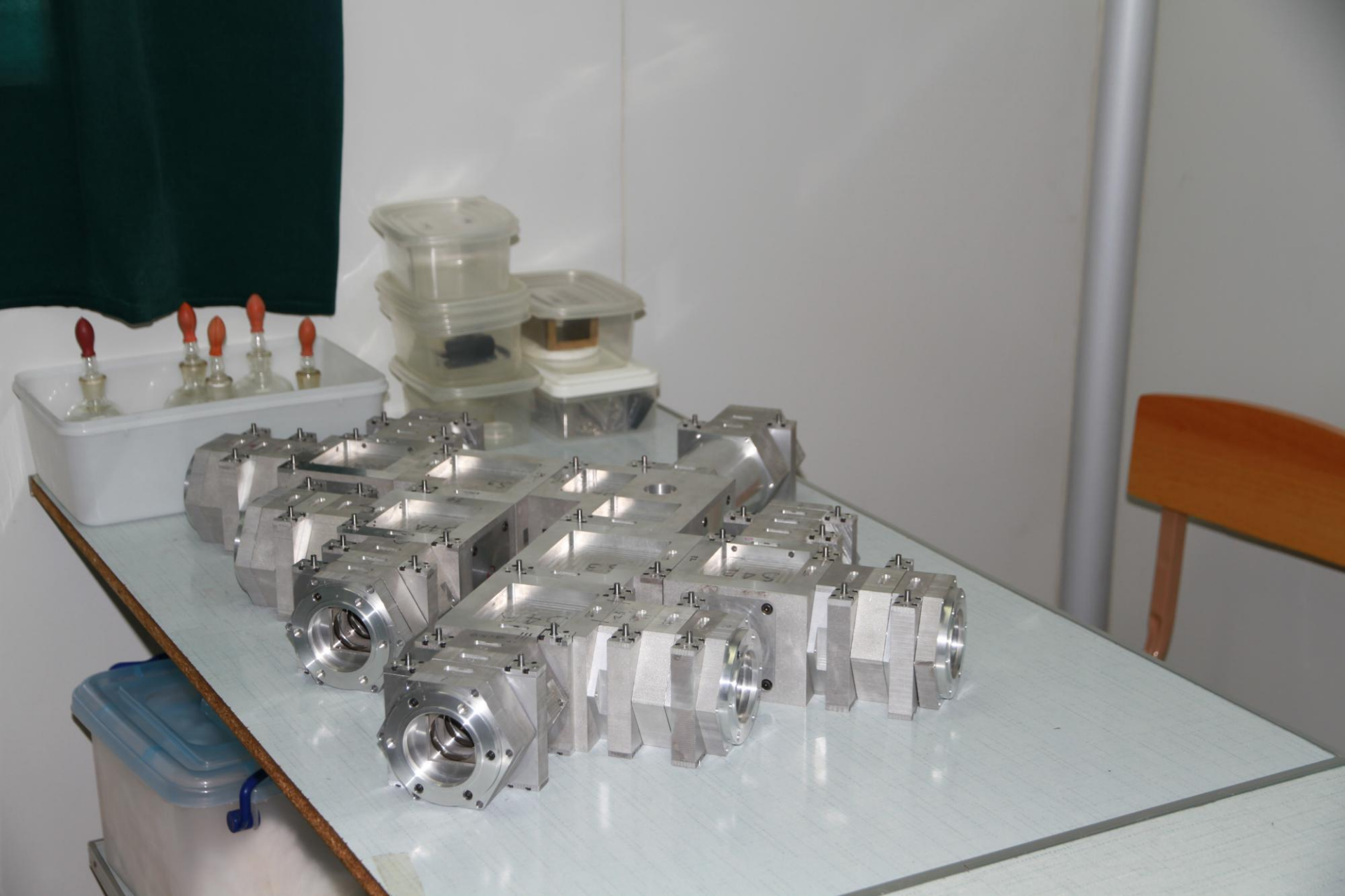
封油、隔热玻璃: 27

共计光学元件: 402

其中: 偏振元件: 229

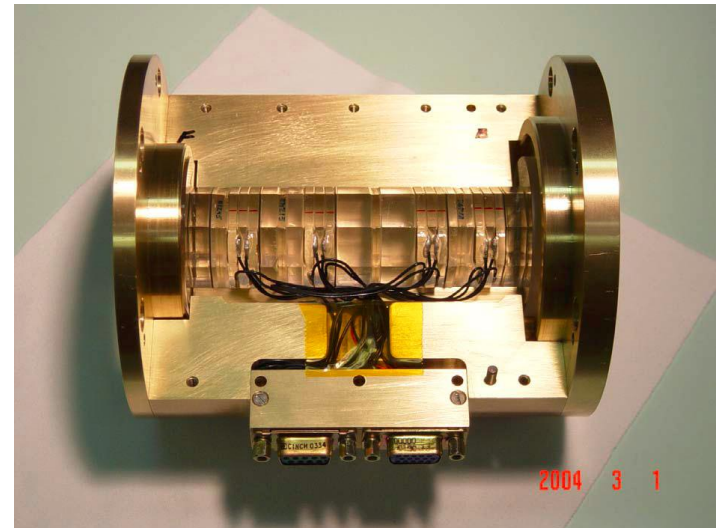
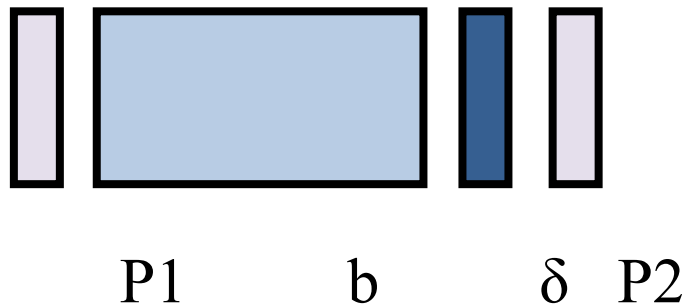
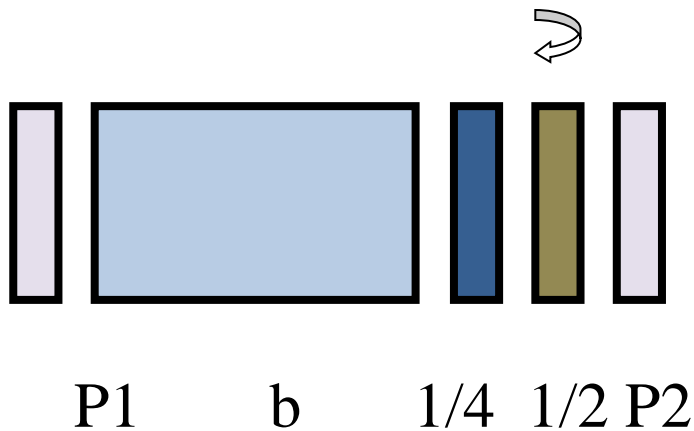
附加玻璃: 173

材料	外形尺寸	半宽	数量
冰洲石	37*37*48	0.075	2
	37*37*24	0.15	4
	37*37*12	0.3	8
	37*37*6	0.6	16
	32*32*3	1.2, 2.4	24
	32*32*1.5	4.8	8
冰洲石: 62 块			
水晶	40*40*14.8103	9.6	1
	40*40*7.405	19.2	1
水晶: 2 块			
方 1/2 波片	37*37		15
	32*32		8
23 块			
方 1/4 波片	37*37		15
	32*32		24
	40*40		2
41 块			
旋转 1/2 波片	φ41		39
	φ42		2
41 块			
波片: 105 块			
偏振片	37*37	P=0.95	14
	32*32	HN42	32
	40*40	HN42	3
偏振片: 49 块			
偏振棱镜	40*40		7
	? * ?		2
偏振棱镜: 9 块			
填充玻璃	37*37*13		3
	37*37*5		1
	32*32*5		8
	37*37*3.5		7
	37*37*2.5		34
	32*32*2.5		48
	37*37*1.5		13
32*32*1.5		32	
封油玻璃	φ58*10		1
	φ46*10		8
隔热玻璃	φ58*5		2
	φ46*5		16
附加玻璃: 173 块			
干涉滤光片	φ50*9.5	35Å	2



太阳观测与台站运行研讨会

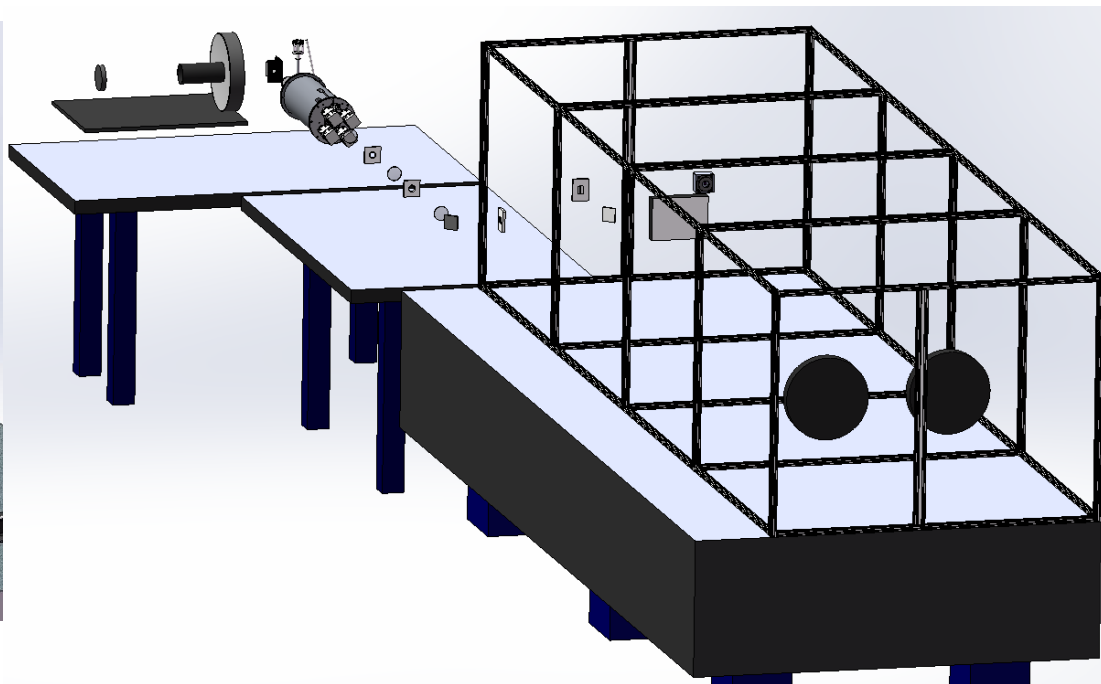
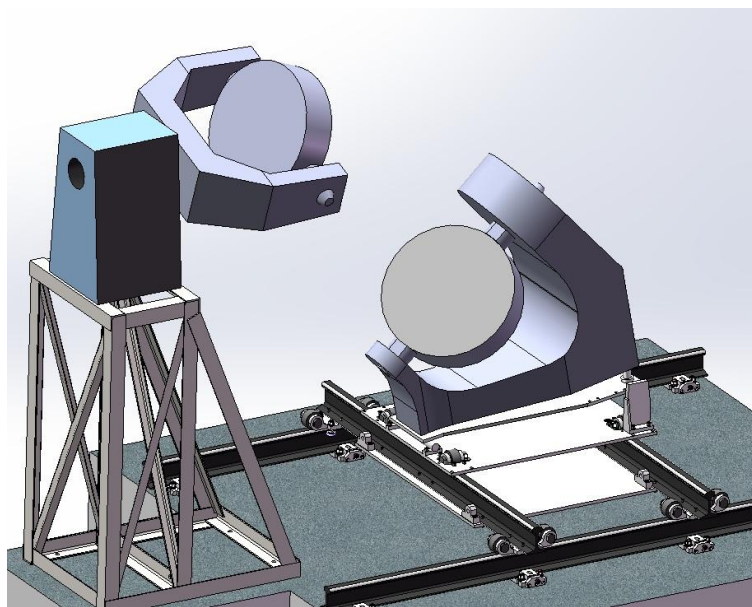
基于液晶波片的双折射滤光器



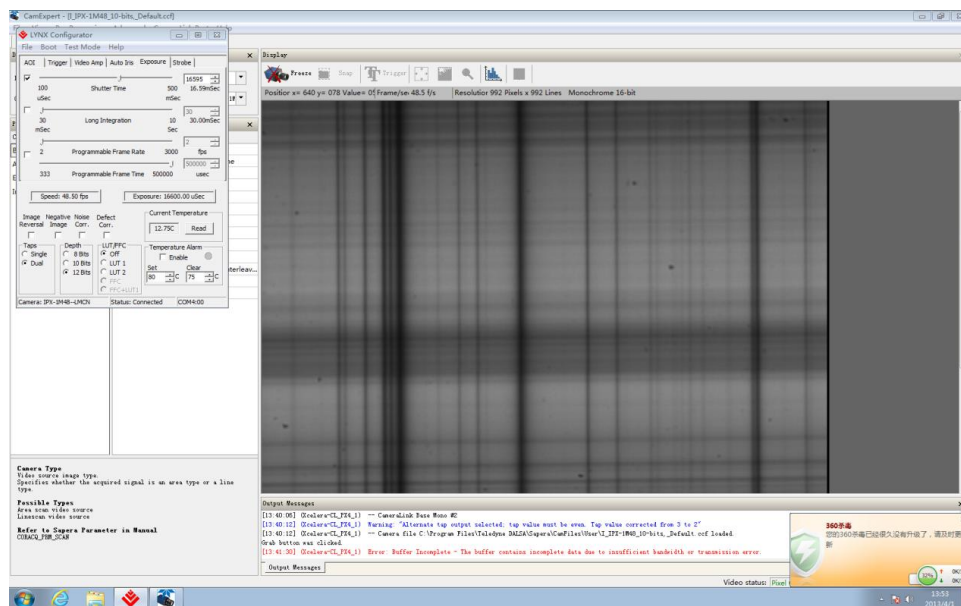
优点：
无电机、无旋转结构、无油浸
动密封、扫描速度快、易于实
现多波长工作。

透过波长轮廓的调试与检验

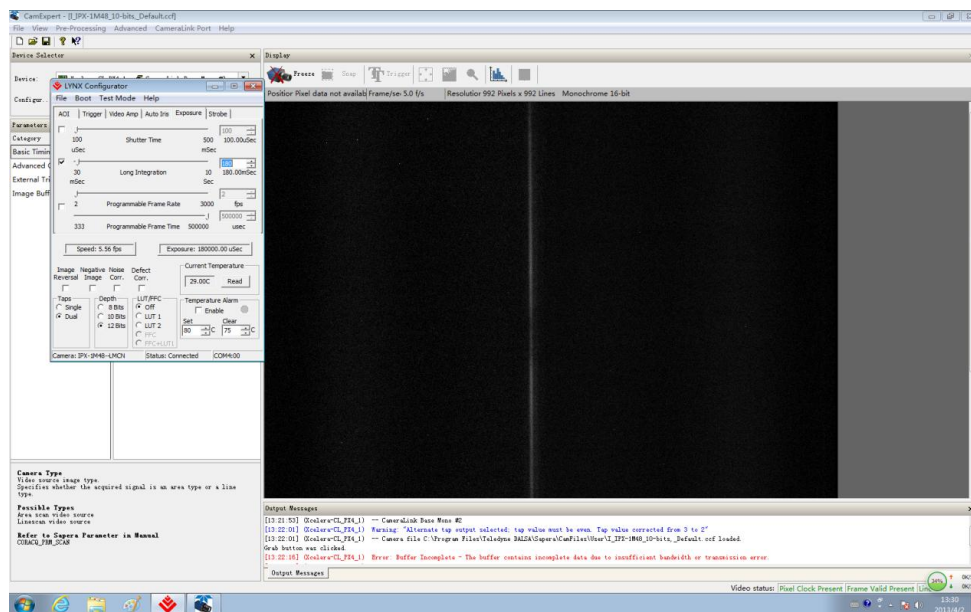
- 定天镜 + 光栅光谱仪



滤光效果

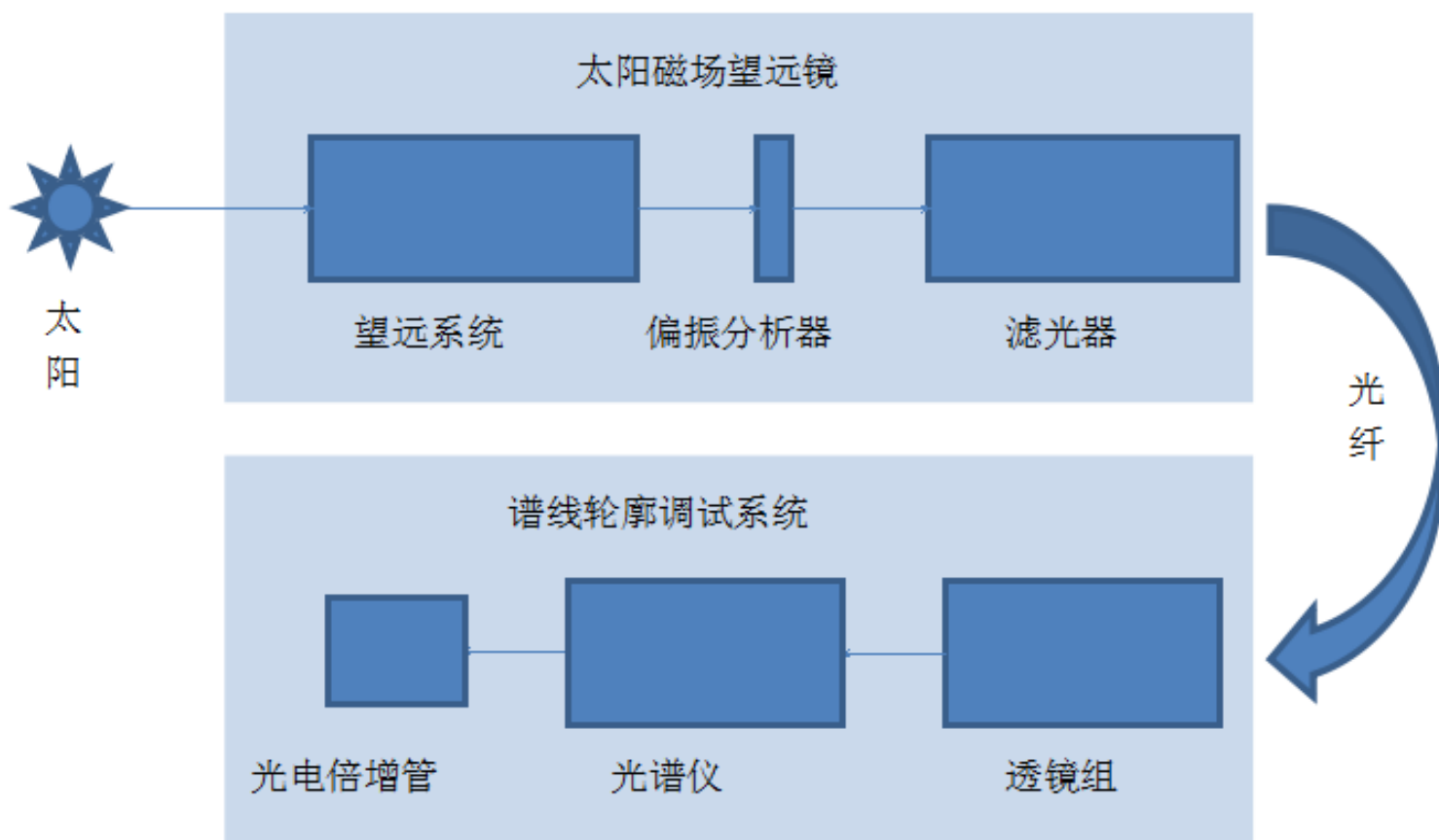


无滤光器时太阳光谱



经滤光器后太阳光谱

工作状态下的滤光器调试与检测



双折射滤光器波前检测系统

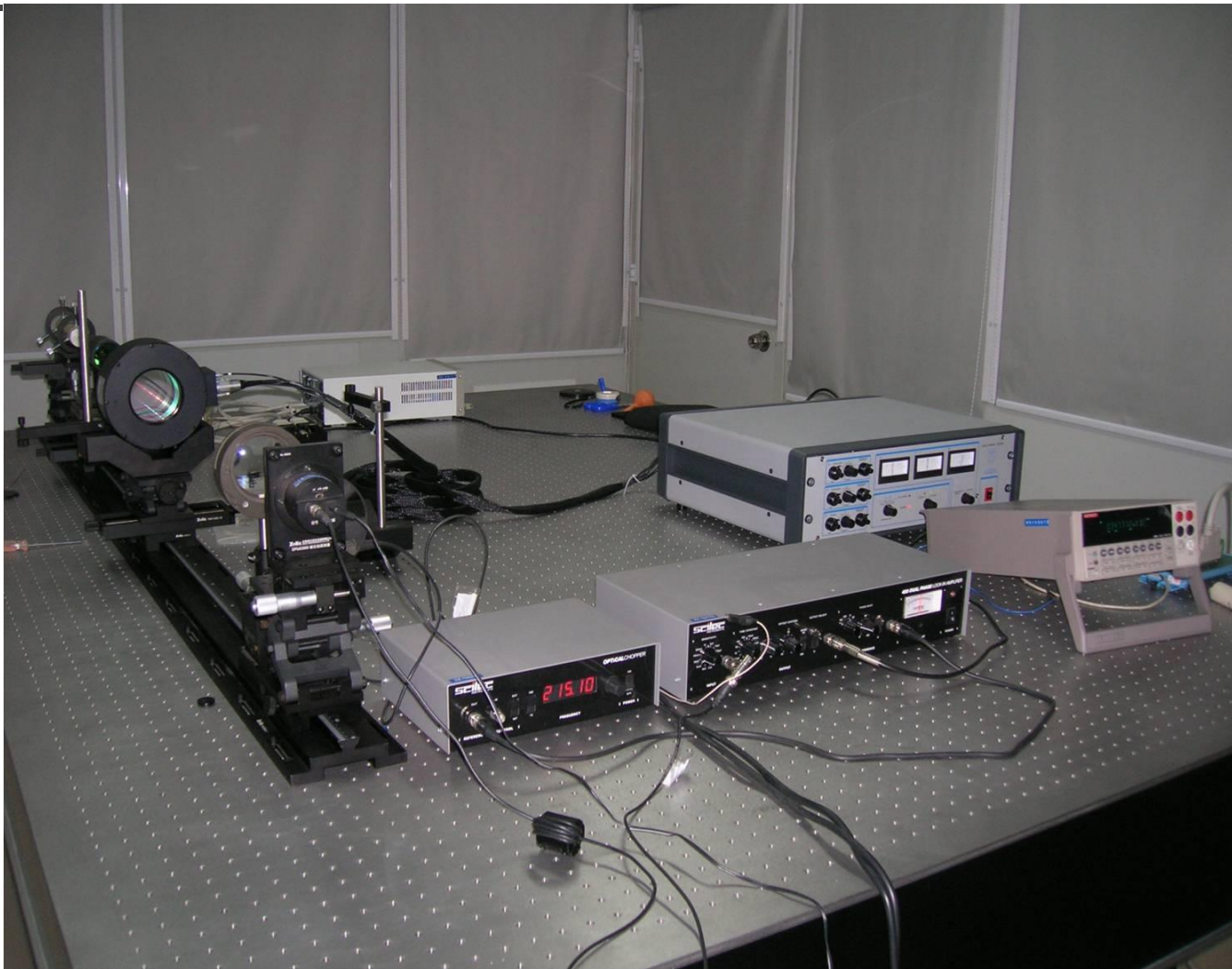


Fabry-Perot 干涉仪

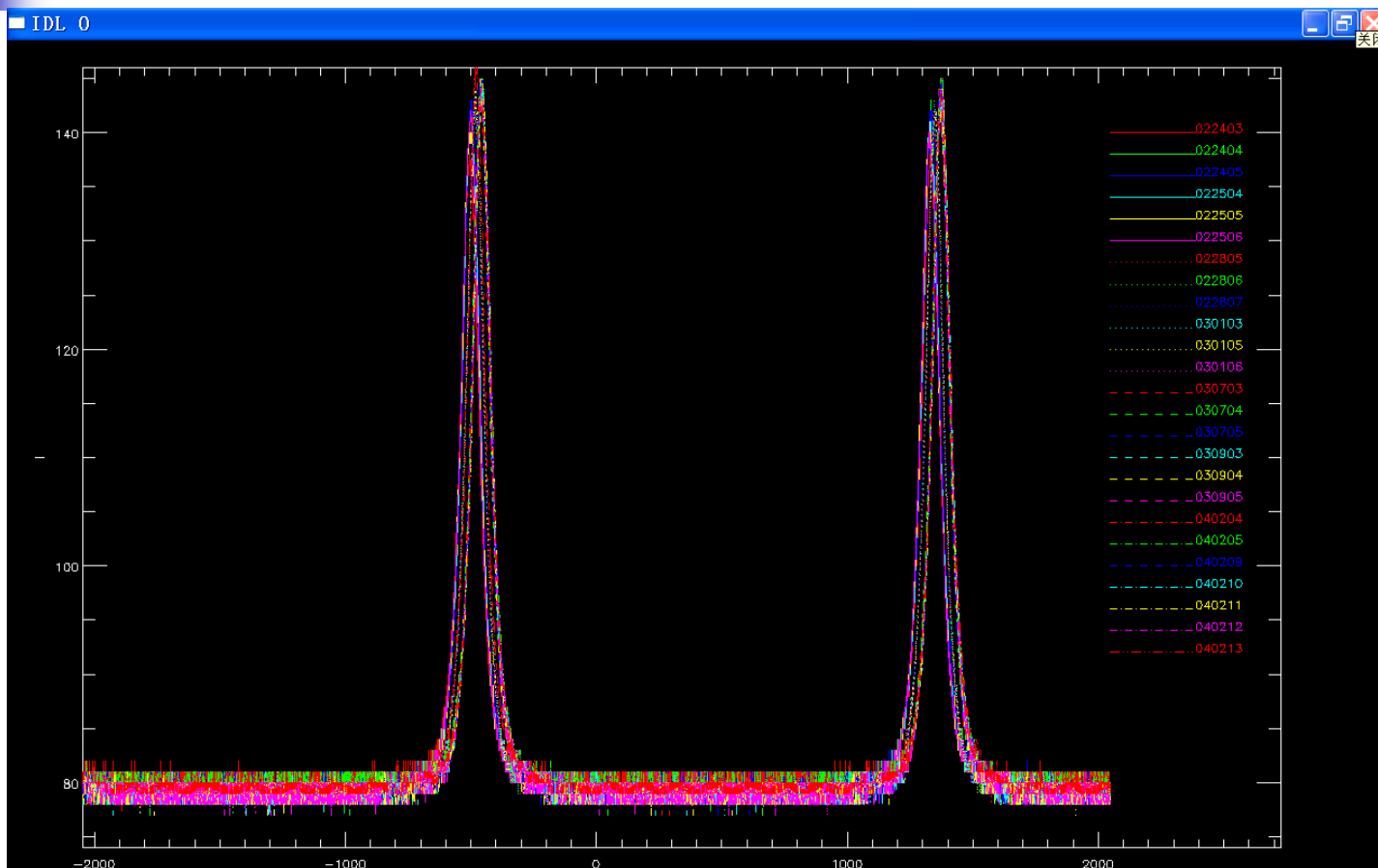


通光口径	$\phi 70\text{mm}$
谱线半宽	$0.08\text{\AA}@1.56\mu\text{m}$; 0.15\AA (考虑视场效应) $0.06\text{\AA}@1.083\mu\text{m}$ 0.108\AA (考虑视场效应)
波长范围	$0.95\mu\text{m}\sim 1.65\mu\text{m}$, 主要保证 $1.56\mu\text{m}$ 和 $1.083\mu\text{m}$
基片要求	镀膜前平面度优于: $\lambda/200$, 镀膜后优于 $\lambda/140 @6328\text{\AA}$
透过率	$\geq 80\% @0.95\mu\text{m}\sim 1.65\mu\text{m}$
透过波前	$\lambda/4$
控制器	CS100
精细度	$40@10830\text{\AA}$; $60@15600\text{\AA}$

Fabry-Perot 干涉仪



FP透过轮廓扫描结果



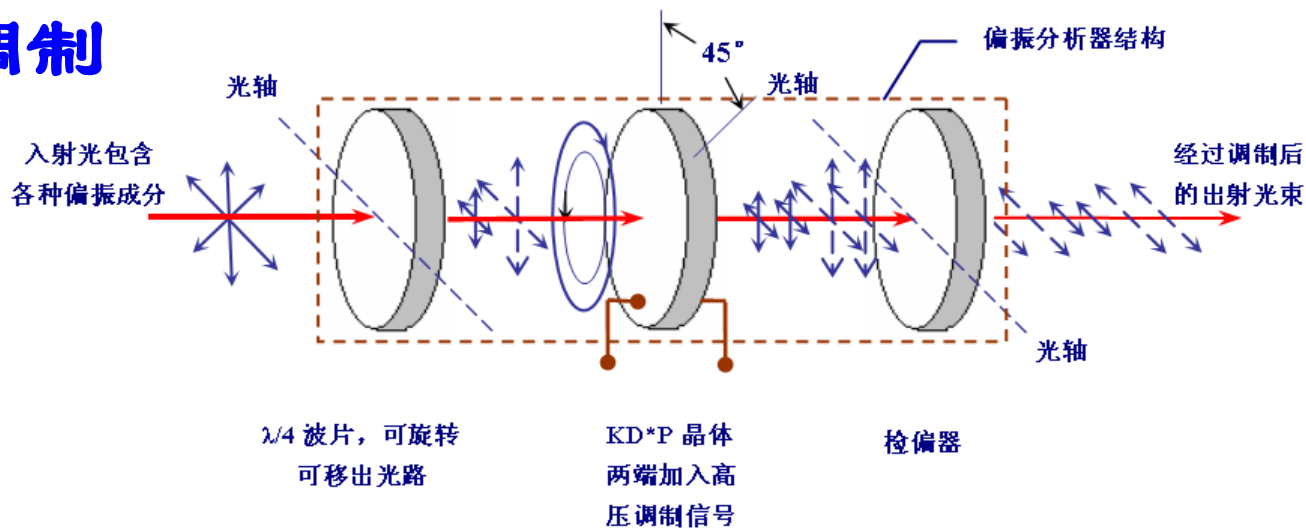


偏振分析器

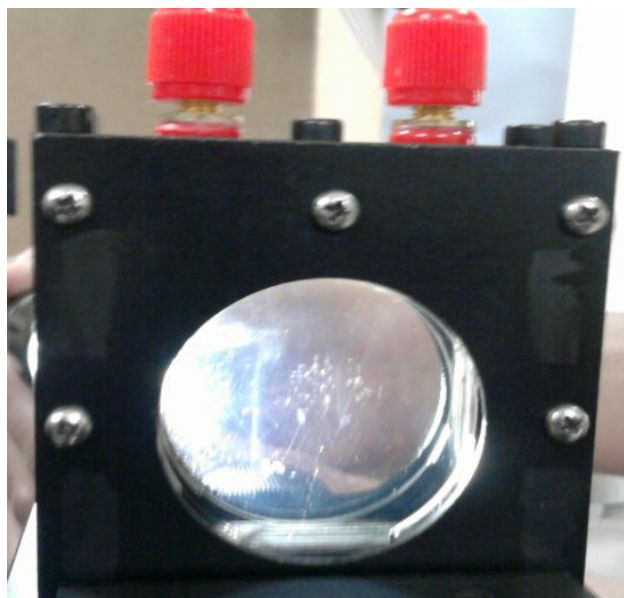
偏振分析器的工作原理

- 偏振分析器的作用是分离并测定太阳磁敏线的偏振成份。

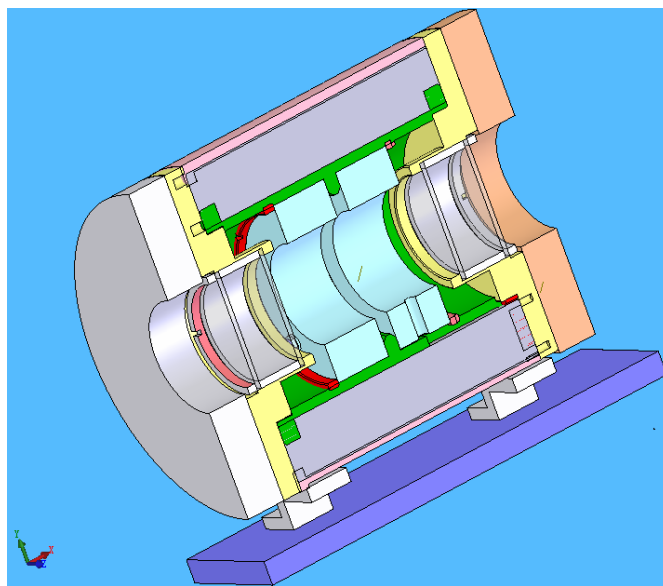
电光调制



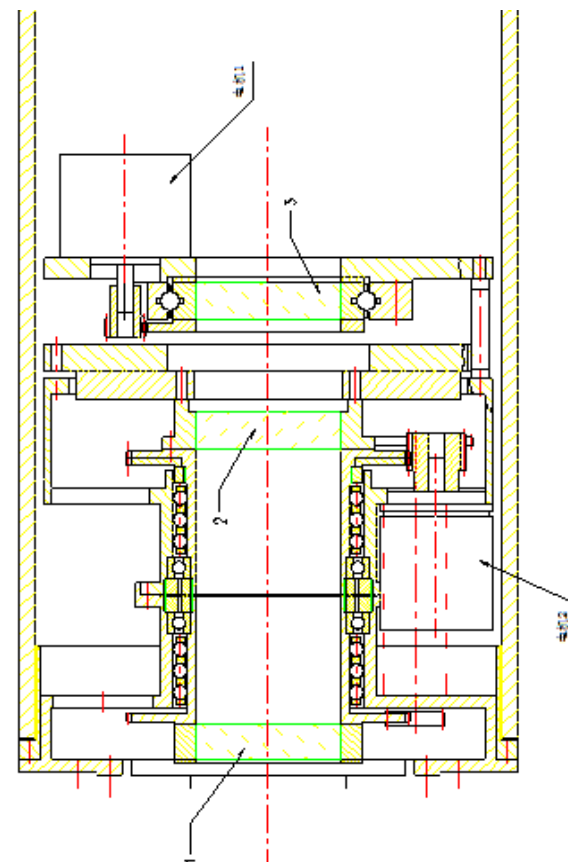
设计与研制（直流调制）



KD*P晶体

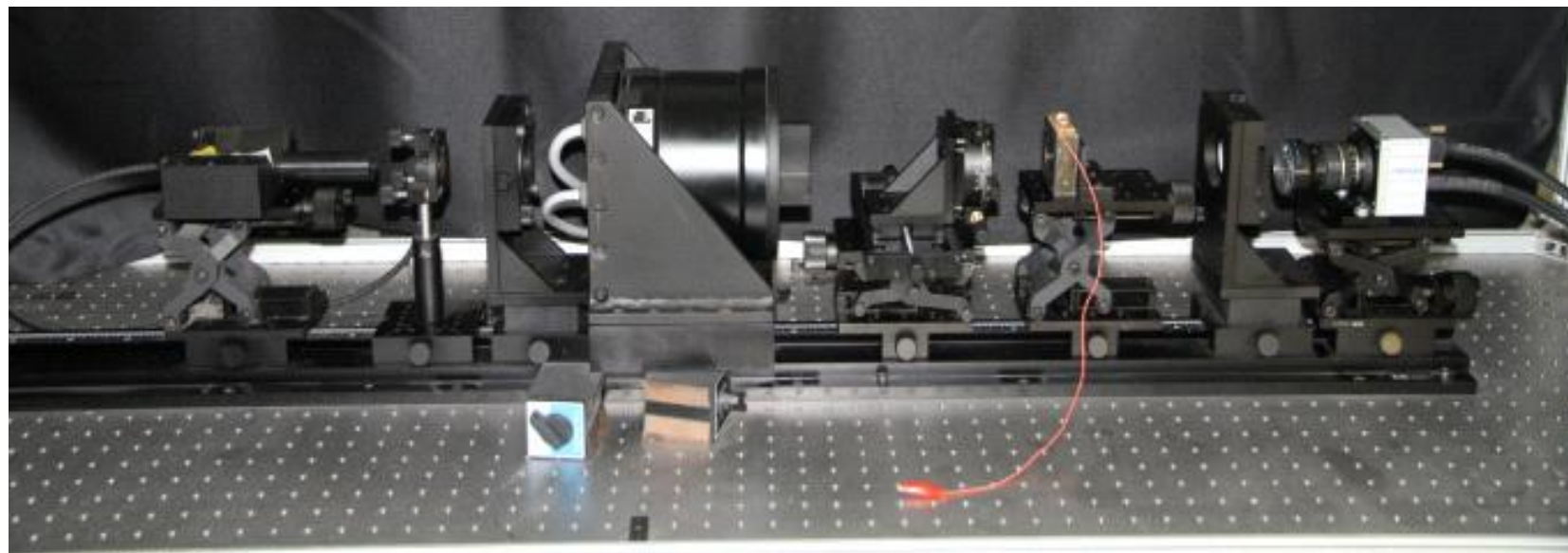
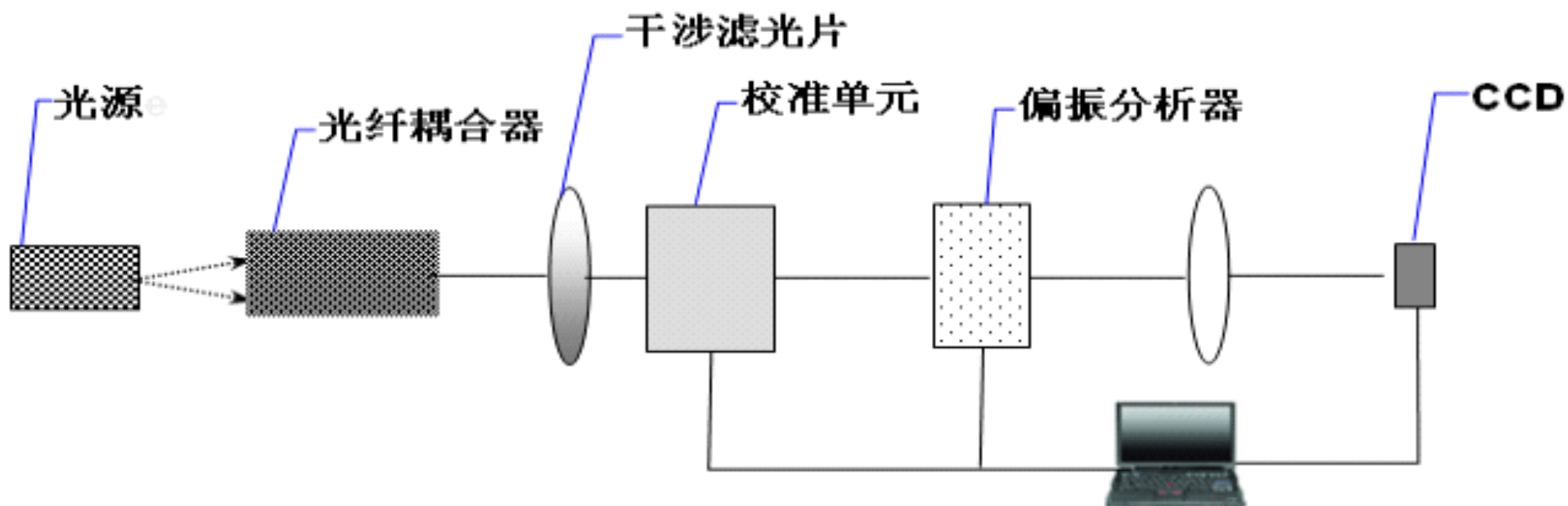


液晶调制



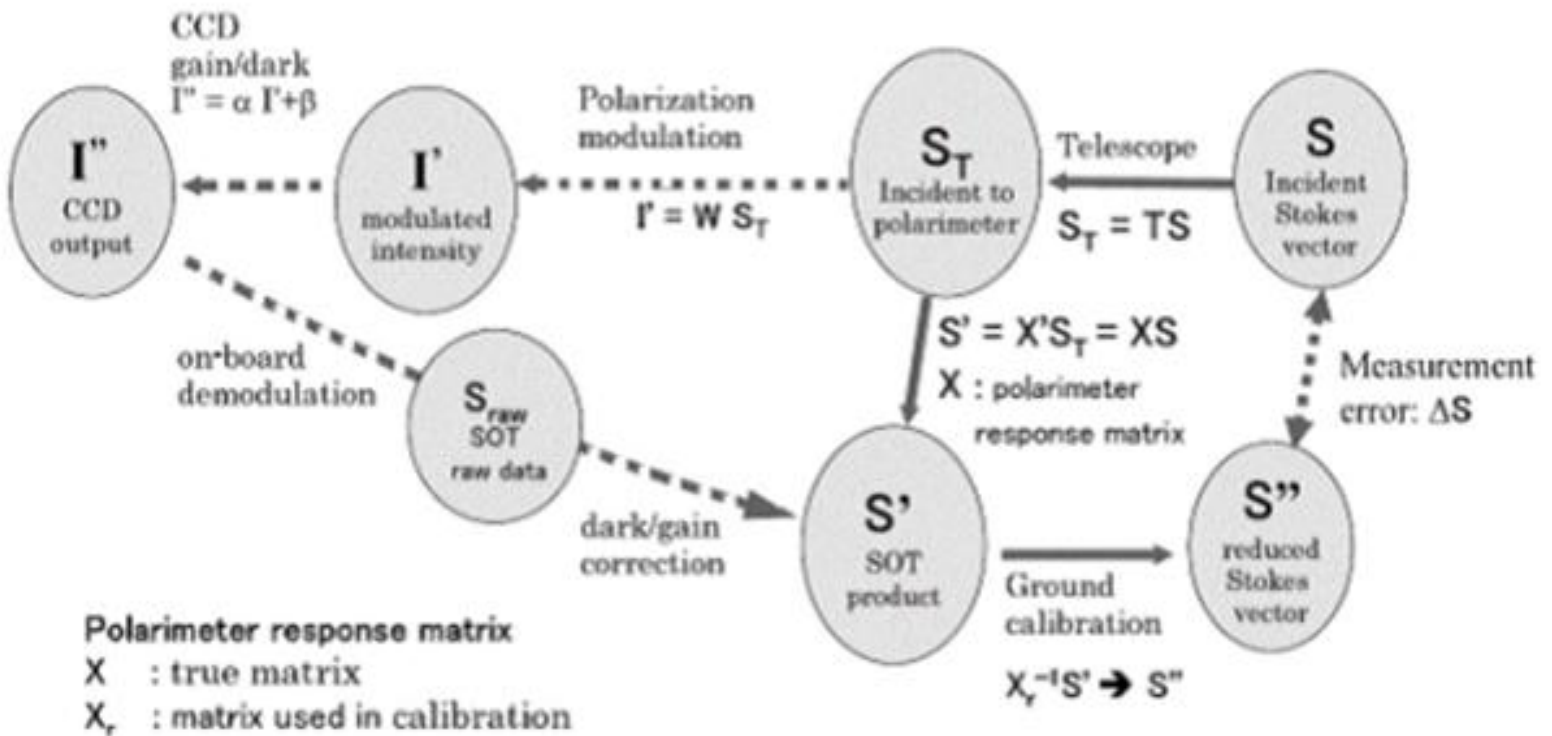
机械旋转

偏振分析器的测试系统



偏振定标

偏振测量精度与偏振定标



$$\Delta X \equiv X - X_r$$



谢谢！