

# NVST偏振建模

中国科学院云南天文台

天文技术实验室

袁沐

2013年11月7日 怀柔

# 内容

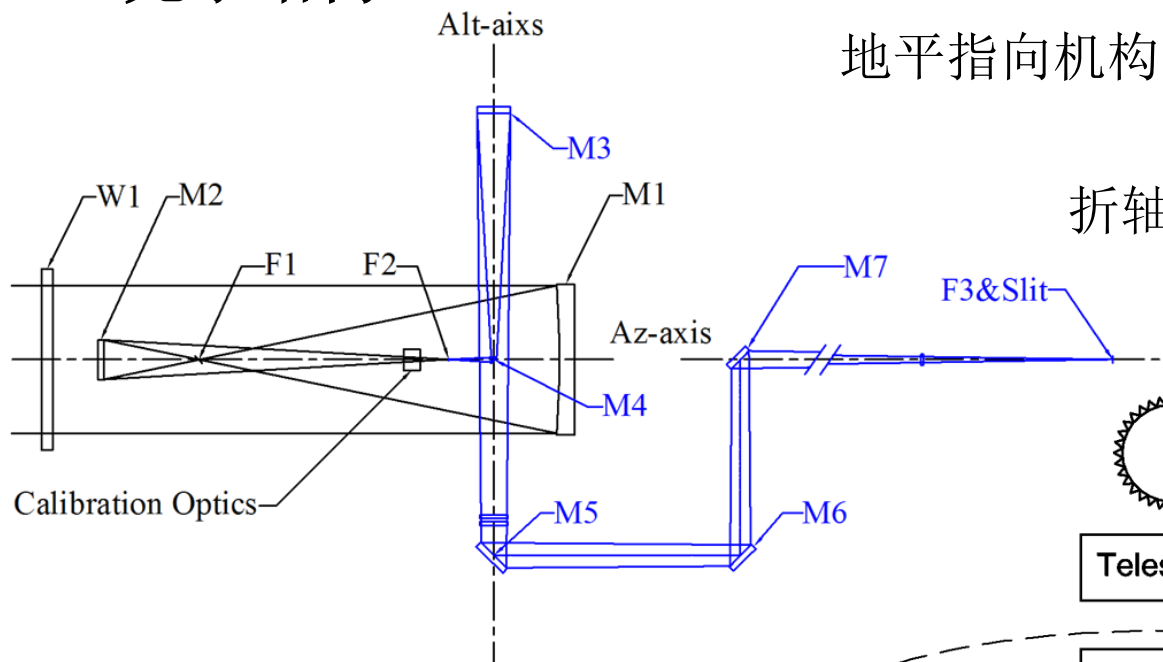
- NVST太阳偏振测量
- NVST仪器偏振
- 望远镜的缪勒矩阵
- 理想偏振模型
- 小结与未来的工作

# NVST太阳偏振测量

科学目标：通过偏振光谱精确测量太阳光球和色球矢量磁场  
性能要求：

	NVST(Phase I)	NVST(Phase II)	CGST
FoV	>1'	→3'	3'
Accuracy	~1e-3	→1e-4	→1e-5
Sensitivity	~1e-4	→1e-5	
ModPeri	10s	1s	————
SpacRes	<1''	0.3''	0.1''
ScanTim	~10min	~5min	10s
SliWidth	<1''	0.3''	0.1''
WaveLen	5324, 5250	10830,8542,15600	

# NVST光学结构:



地平指向机构：主光路 + 折轴光路

主光路轴对称

折轴光路M5相对M3转动

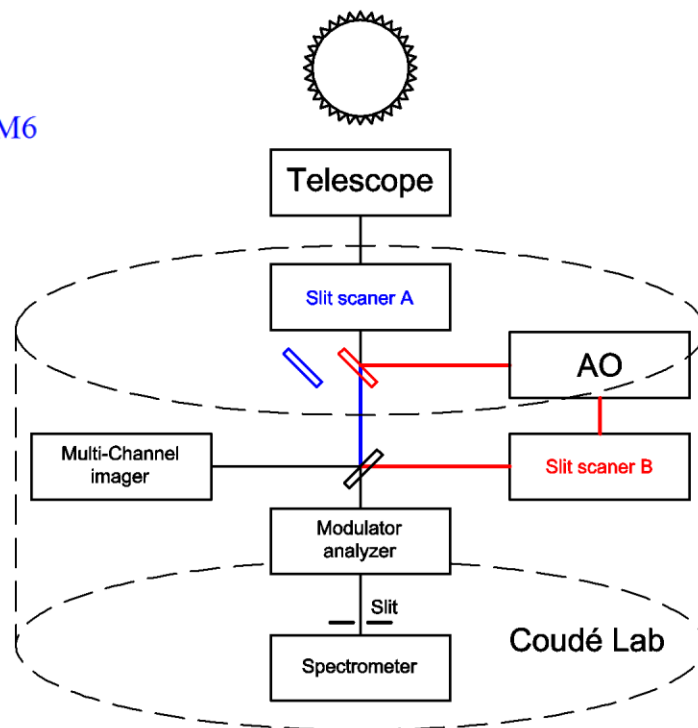
像场旋转A+E+T

# NVST终端结构:

消旋模式：消瞳旋与消像旋

观测模式：AO与非AO模式

仪器偏振：Ss, AO, BS



# NVST仪器偏振

## 仪器偏振:

- 折轴光路(~min, 倾斜反射)
- 封窗应力双折射 (~hr, 残余应力, 真空及重力载荷, 热梯度)
- 主副镜对准误差 (~hr, 重力弯沉)
- 封窗镀膜非均匀性 (dc, 透过率不均)
- 封窗表面灰尘散射 (dc, 杂散光)
- 支撑结构非对称性 (dc, 净偏振)

## 偏振建模:

- 优化定标方案
- 提高定标效率
- 分析主光路仪器偏振
- 分析系统整体性能
- 未来太阳望远镜偏振设计

# 望远镜的缪勒矩阵

科学观测：

$$I_\lambda(\varphi, \theta, E) = \langle e | PD(\varphi) M_{CL} \overbrace{R(\theta) T_{coud}(E) T_{main} R(\theta)}^{T_s} | s \rangle_s$$

$$T_{main} = M_2 M_1 M_W$$

$$T_{coud} = R(E) M_7 M_6 M_5 R(E) M_3 M_4$$

$T_p$

定标观测（一级）：

建立系统输入输出信号的对应关系

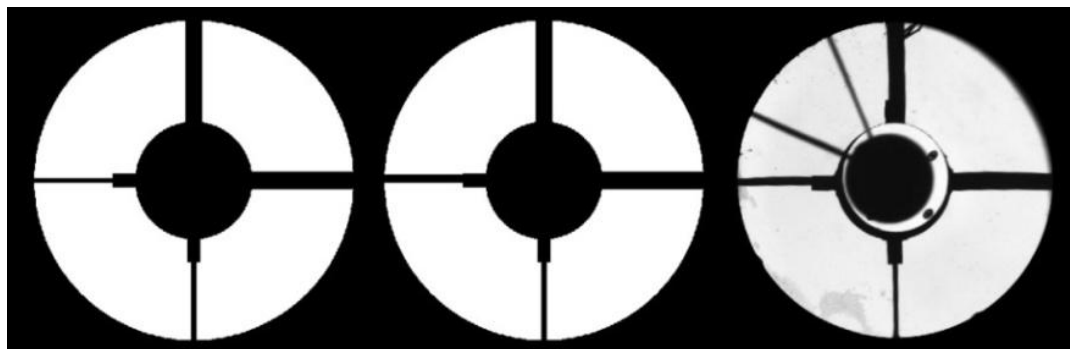
$$I_\lambda(\varphi, \theta, E) = \langle e | PD(\varphi) M_{CL} R(\theta) T_{coud} | c \rangle_p$$

$$|c\rangle_s = R(-\theta) |c\rangle_p$$

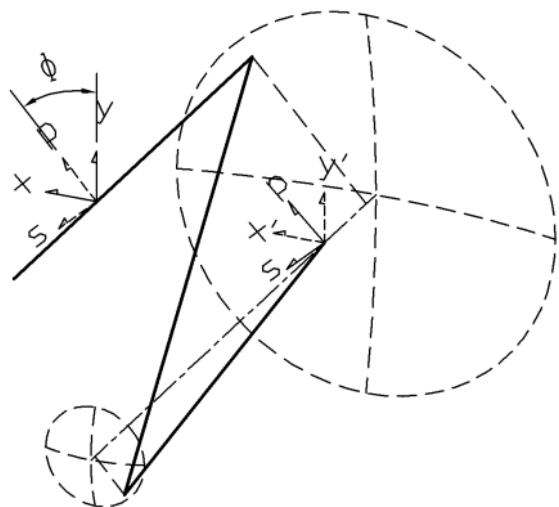
# 理想偏振模型

主光路偏振建模:

孔径函数



净偏振计算: 偏振追迹孔径积分

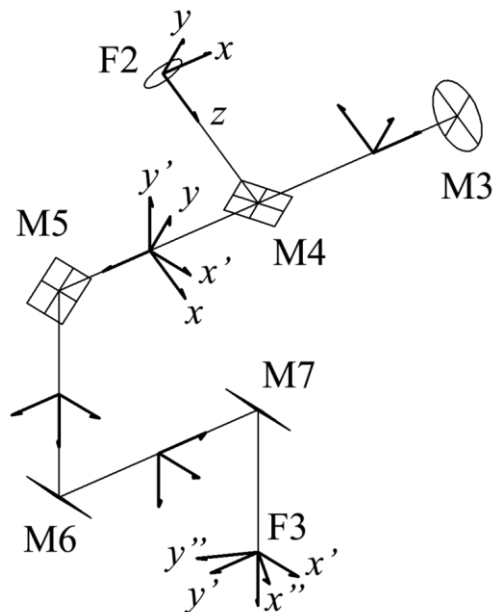


导热管引起的净偏振

$$\begin{pmatrix} 1 & -1.8 \times 10^{-6} & -1.2 \times 10^{-7} & 0 \\ -1.8 \times 10^{-6} & 1 & -1.3 \times 10^{-9} & 0.9 \times 10^{-6} \\ -1.2 \times 10^{-7} & -1.3 \times 10^{-9} & 1 & -1.2 \times 10^{-5} \\ 0 & 0.9 \times 10^{-6} & 1.2 \times 10^{-5} & 1 \end{pmatrix}$$

# 折轴光路偏振建模:

定义元件输入输出坐标系



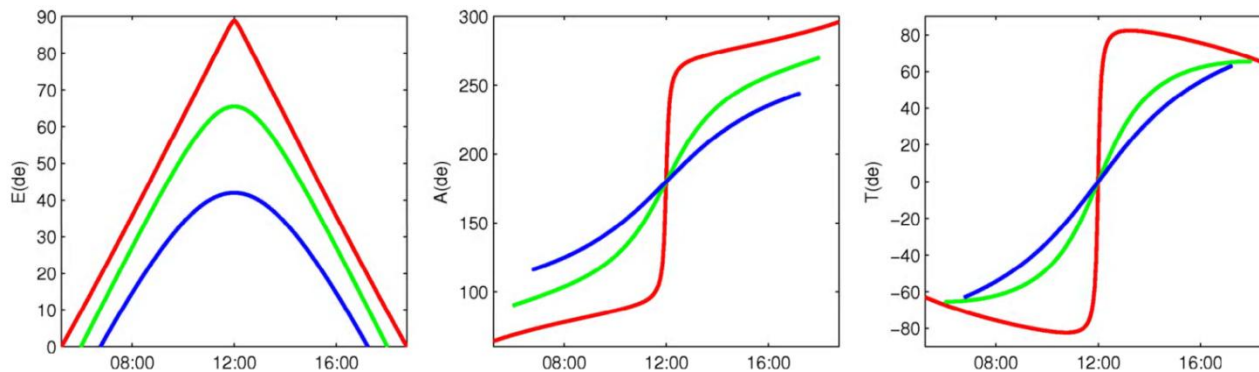
铝膜复折射率

$\lambda$	n	$\kappa$
5250Å	0.91	6.34
5324Å	0.94	6.42

金属反射穆勒矩阵

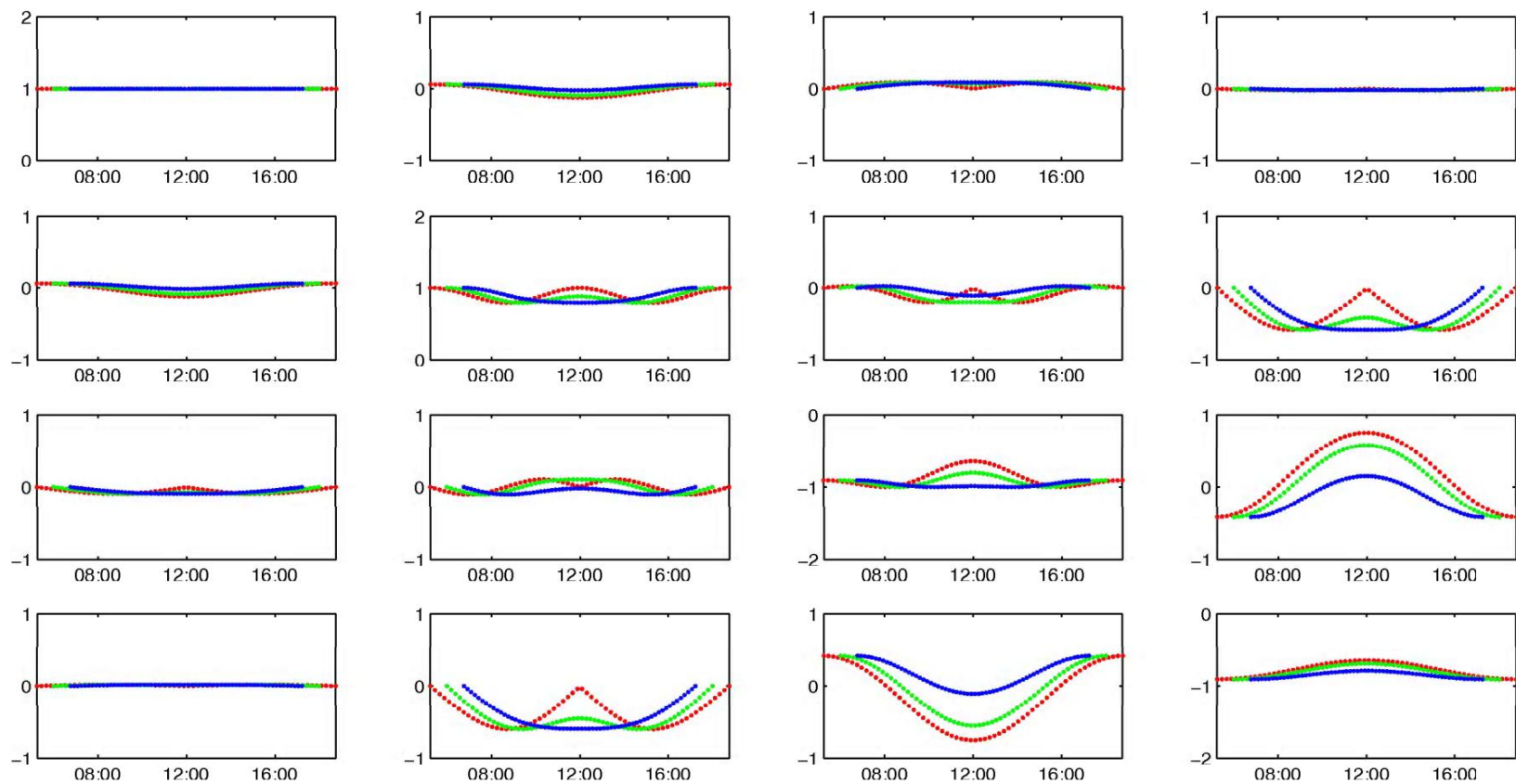
$$M_n = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \rho_s^2 + \rho_p^2 & \rho_s^2 - \rho_p^2 & 0 & 0 \\ \rho_s^2 - \rho_p^2 & \rho_s^2 + \rho_p^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2\rho_p\rho_s \cos \Delta & 2\rho_p\rho_s \sin \Delta \\ 0 & 0 & -2\rho_p\rho_s \sin \Delta & 2\rho_p\rho_s \cos \Delta \end{pmatrix}$$

抚仙湖太阳地平坐标 ([24°29'N 102°53'E](#))

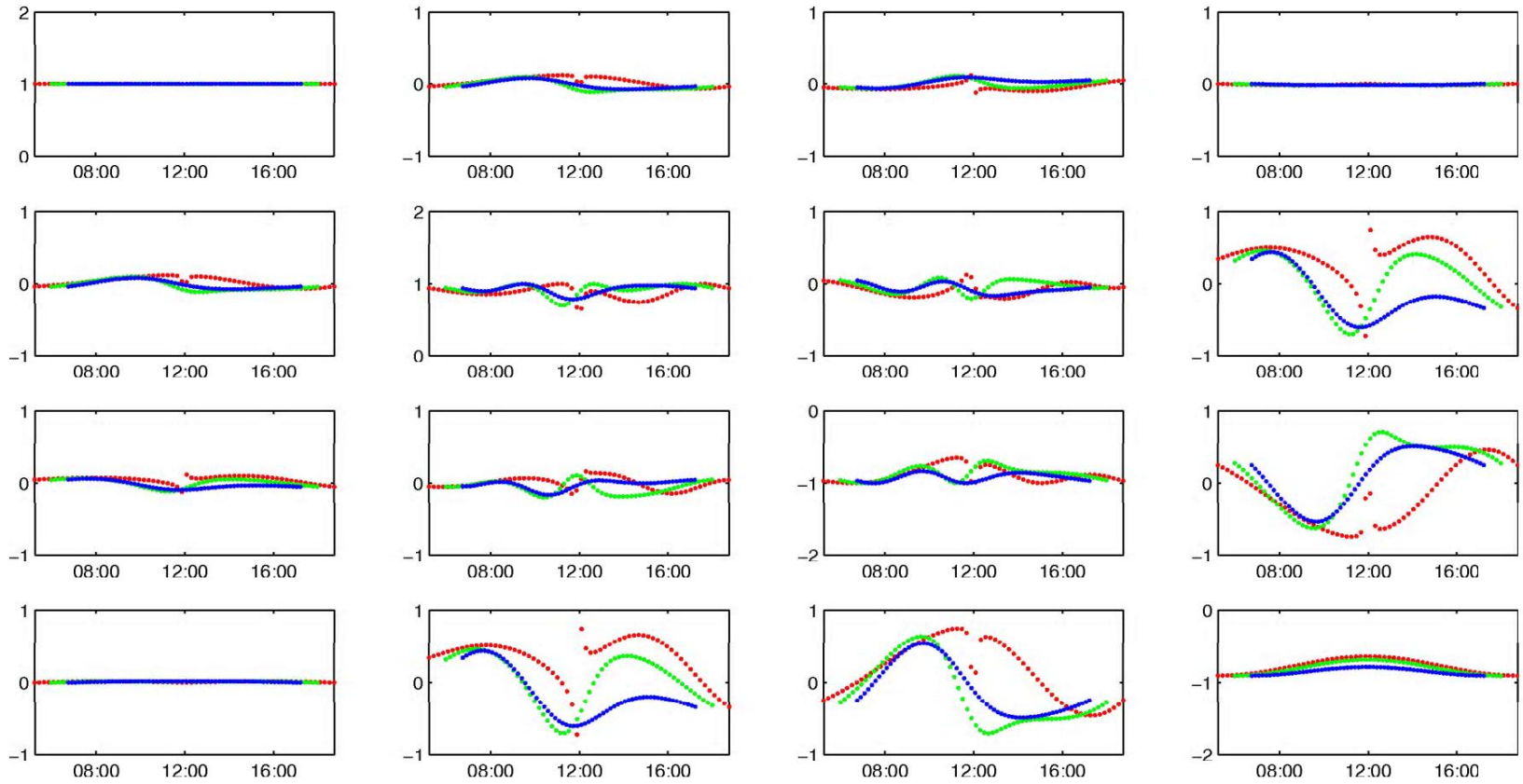




# 瞳面坐标系下的折轴光路缪勒矩阵



# 像场坐标下的折轴光路缪勒矩阵



# 小结与未来的工作

- 建立NVST缪勒矩阵
- 孔径非对称性引起的净偏振
- 折轴光路偏振周天和季节变化
  
- 一级定标需要开像面消旋
- 虽然导热管偏振很弱，但主光路对孔径对称性还是敏感的
- NVST折轴光路的偏振季节变化显著
- 像场消旋矩阵变化比瞳面消旋矩阵剧烈的多
  
- NVST偏振测量误差模型
- 拟合自由参数
- 优化定标方案
- 封窗应力双折射偏振效应

谢谢大家！