

文章编号: 0253-2239(2003)04-0485-06

# 角锥后向反射器的数值模拟研究\*

叶一东 彭勇 陈天江 苏毅 易亨瑜

(中国工程物理研究院应用电子学研究所, 绵阳 621900)

**摘要:** 鉴于实际应用的需要,考虑角锥反射器的二面角加工误差,采用矩阵光学和矢量运算方法,建立了一套适合于数值模拟的角锥反射器的后向反射数学模型,给出了角锥后向反射器光束变换及衍射传输的公式和数值模拟计算方法。分别针对理想角锥后向反射器和有二面角加工误差的角锥反射器,研究了反射光束的传输特性,分析了入射角和传输距离对近场和远场能量分布的影响。根据卫星搭载角锥反射器的特殊要求,讨论了速差补偿方法和设计等问题,并针对卫星姿态控制的两种情况,分别提出了速差补偿的设计方案。

**关键词:** 角锥反射器; 速差补偿; 数值模拟; 卫星搭载; 光强分布

中图分类号: TN206 文献标识码: A

## 1 引言

实心角锥后向反射器(CCR)是由玻璃加工成的直角三棱锥,顶角为直角,与之相连的三个面两两互相垂直,镀上高反膜作为反射面,底面镀上增透膜为光束入射和出射面。理想情况下它把入射到上面的光线按平行于入射方向的相反方向反射回去。角锥后向反射器除了用于室内实验以外,在野外合作目标的探测和激光测距,尤其是卫星搭载用于卫星精确确定轨、地球物理或大气参量研究中<sup>[1~5]</sup>,具有重要的科学应用价值,同时对角锥反射器的设计和加工精度也提出了更高的要求。在卫星搭载应用中,角锥反射器的设计和加工不仅要考虑反射光的能量利用效率,还需精确满足速差效应的补偿要求。文献[6]针对角反射器的干涉仪应用,以几何光学方法研究了角锥反射器的成像和反射特性,文献[7]建立了角锥反射器的简化几何光学模型,文献[5,8~10]等分别针对某些方面给出了设计角锥反射器的一些有用的结论。但针对卫星搭载等高精度应用要求,从波动光学出发全面研究角锥反射器的光束变换和传输特性,目前尚未见相关文献。

本文以矩阵光学方法和矢量运算为基础,建立了含加工误差的实心角锥反射器数学模型,给出了后向反射光束的数值模拟计算方法,对角锥反射器的反射光束及其传输特性进行数值模拟研究。针对

卫星搭载角锥反射器的特殊要求,研究卫星搭载角锥反射器的速差补偿和设计等问题。

## 2 角锥反射器的后向反射模型

### 2.1 角锥反射器的反射矩阵

理想情况下角锥反射器三个反射面(标记为 1、2、3,如图 1)两两之间夹角为  $90^\circ$ ,取图 1 所示空间坐标系,角反射器的三条棱和它们的像将通光孔径分为六个扇形区域,入射光先后被三个面反射,经过反射面有 6 种不同的次序(123,213,231,321,312,132),出射光被分为六束。设实际三个二面角为  $90^\circ + \delta_a, 90^\circ + \delta_b, 90^\circ + \delta_c$ ,其中  $\delta_a, \delta_b, \delta_c$  为二面角加工误差,一般为秒级。光线以 6 种不同的顺序先后经过三个面反射,不考虑进入和离开反射器界面时的折射,设光线在角锥反射器内部传输,可得 6 个区域对应的变换矩阵分别为

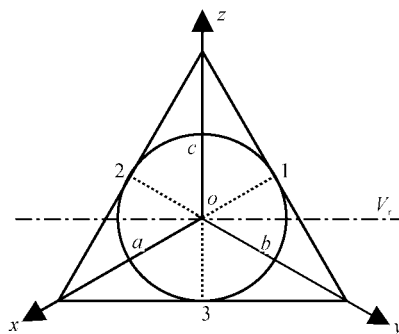


Fig. 1 Coordinate system for CCR

\* 国家高技术研究发展计划专项经济资助课题。

E-mail: yeyidong@163.net

收稿日期:2002-03-11; 收到修改稿日期:2002-04-16

$$\begin{aligned}
 \mathbf{M}_{123} &= \begin{bmatrix} -1 & -2\delta_c & -2\delta_b \\ 2\delta_c & -1 & -2\delta_a \\ 2\delta_b & 2\delta_a & -1 \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{M}_{213} &= \begin{bmatrix} -1 & 2\delta_c & -2\delta_b \\ -2\delta_c & -1 & -2\delta_a \\ 2\delta_b & 2\delta_a & -1 \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{M}_{231} &= \begin{bmatrix} -1 & 2\delta_c & 2\delta_b \\ -2\delta_c & -1 & -2\delta_a \\ -2\delta_b & 2\delta_a & -1 \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{M}_{321} &= \begin{bmatrix} -1 & 2\delta_c & 2\delta_b \\ -2\delta_c & -1 & 2\delta_a \\ -2\delta_b & -2\delta_a & -1 \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{M}_{312} &= \begin{bmatrix} -1 & -2\delta_c & 2\delta_b \\ 2\delta_c & -1 & 2\delta_a \\ -2\delta_b & -2\delta_a & -1 \end{bmatrix}, \\
 \mathbf{M}_{132} &= \begin{bmatrix} -1 & -2\delta_c & -2\delta_b \\ 2\delta_c & -1 & 2\delta_a \\ 2\delta_b & -2\delta_a & -1 \end{bmatrix}. \quad (1)
 \end{aligned}$$

设入射光线的空间矢量(方向余弦)为  $\mathbf{R}_1 = [\alpha_1, \beta_1, \gamma_1]$ , 出射光线的空间矢量  $\mathbf{R}_{ijk} = [\alpha, \beta, \gamma]$  (其脚标  $i, j, k = 1, 2, 3$  且互不相同, 表示光束先后经过  $i, j, k$  三个面后反射出来), 不考虑折射, 则

$$\mathbf{R}_{ijk}^T = \mathbf{M}_{ijk} \cdot \mathbf{R}_1^T, \quad (2)$$

式中的上标 T 表示矩阵的转置运算。矢量  $\mathbf{R}_{ijk}$  经过归一化就是出射光线的方向余弦。从(1)式中的光线变换矩阵  $\mathbf{M}_{ijk}$  和  $-\mathbf{M}_{kji}$  和(2)式可知, 两根光线以相反的顺序经过角反射器的各面时, 他们的出射光线矢量与入射光线矢量的夹角相等, 但分别居于入射光线两边, 这与光路可逆原理一致。

## 2.2 光线在角锥反射器界面上的折射

对于实心角锥反射器, 当光束进入或离开时, 在界面上的折射可采用矢量形式的折射定律来进行描述。设界面法线矢量为  $\boldsymbol{\sigma}_n$  (以光线传播方向为正), 入射光线和折射光线方向矢量分别为  $\mathbf{R}_{in}$ 、 $\mathbf{R}_{re}$ , 第一介质和第二介质的折射率分别为  $n_1$ 、 $n_2$ , 由矢量形式的折射定律  $n_1(\mathbf{R}_{in} \times \boldsymbol{\sigma}_n) = n_2(\mathbf{R}_{re} \times \boldsymbol{\sigma}_n)$ , 可得

$$\mathbf{R}_{re} = (n_1 \mathbf{R}_{in} + \boldsymbol{\Gamma} \cdot \boldsymbol{\sigma}_n) / n_2, \quad (3)$$

$$\boldsymbol{\Gamma} = \sqrt{n_2^2 - n_1^2 + (n_1 \boldsymbol{\sigma}_n \cdot \mathbf{R}_{in})^2} - n_1 \boldsymbol{\sigma}_n \cdot \mathbf{R}_{in}. \quad (4)$$

对角锥反射器上的光束传输应用矩阵光学方法, 入射光线和出射光线在折射面上运用折射定律, 由入射光束的方向矢量  $\mathbf{R}_{in}$  易得出射光束的方向矢量  $\mathbf{R}_{out}$ 。

## 2.3 坐标系变换矩阵

为了光束传输数值模拟的方便, 需要把光轴取在  $z$  轴上。通常情况下, 以过坐标轴原点的矢量  $\mathbf{V}_r = [m_1, m_2, m_3]$  为旋转轴, 旋转  $\theta$  角, 相应的坐标旋转矩阵为

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} m_1^2 + (1 - m_1^2) \cos \theta & m_1 m_2 (1 - \cos \theta) + m_3 \sin \theta & m_1 m_3 (1 - \cos \theta) - m_2 \sin \theta \\ m_1 m_2 (1 - \cos \theta) - m_3 \sin \theta & m_2^2 + (1 - m_2^2) \cos \theta & m_2 m_3 (1 - \cos \theta) + m_1 \sin \theta \\ m_1 m_3 (1 - \cos \theta) + m_2 \sin \theta & m_2 m_3 (1 - \cos \theta) - m_1 \sin \theta & m_3^2 + (1 - m_3^2) \cos \theta \end{bmatrix}. \quad (5)$$

在实际计算中, 为了模拟激光在角锥反射器上不同入射角的情况, 可以根据需要选择适当的旋转轴和旋转角度。例如, 为了模拟在光束正入射时的情况, 可把 2.1 节中所取的坐标系以  $\mathbf{V}_r = [-\cos(\pi/4), \cos(\pi/4), 0]$  为旋转轴, 旋转角  $\alpha = \arctan \sqrt{2}$ , 得到新坐标系  $ox'y'z'$ 。

## 3 后向反射光束及其衍射传输

对于激光照明条件下的角锥反射器, 因为其口径远远小于照明激光束的光斑直径, 所以入射到角锥反射器的光波复振幅  $E_{in}(x, y)$  可看作平面波, 表

示为  $E_{in}(x, y) = 1$ 。经过角锥反射器反射后, 在角锥反射器的坐标系取法旋转到与入射光波坐标系取法一致的情况下, 出射光波的复振幅可表示为

$$E_{out}(x, y) = A(x, y) E_{in} \cdot \exp[ik(\alpha x + \beta y)]. \quad (6)$$

式中,  $A(x, y)$  为在一定的入射角情况下角锥反射器的有效光阑函数,  $\alpha, \beta$  为从角锥反射器出来的光线的方向余弦, 应据(1)式 ~ (5)式对角锥反射器不同区域按不同反射次序分别计算。

不考虑大气湍流, 从角锥反射器出来的光束传输距离  $L$  后的复振幅, 可用菲涅耳衍射积分表示:

$$E_1(x', y') = \left(-\frac{i}{\lambda L}\right) \exp\left[ik\left(L + \frac{x'^2 + y'^2}{2L}\right)\right] \cdot \mathcal{F}\left\{E_{out}(x, y) \exp\left[\frac{ik(x^2 + y^2)}{2L}\right]\right\}. \quad (7)$$

上式已写成傅里叶变换的形式,可采用快速傅里叶变换算法来计算。式中, $x',y'$ 是光接收处的坐标系,对于点阵数为 $N \times N$ ,初始场网格间距为 $\Delta$ 的快速傅里叶变换,得到的 $(x',y')$ 平面处网格间距为 $\Delta' = \lambda L/N\Delta$ 。进而可得光强分布为 $I = |E(x',y')|^2$ 。

#### 4 反射光近场和准近场传输特性

在实验室光学系统应用和地面数公里级以内的激光测距应用中,人们往往很关心角锥反射器反射光束的近场或准近场传输特性。我们取角锥反射器圆形口径 $\phi 45$  mm,材料折射率 $n=1.46$ ,各棱加工倒二面角 $0.1$  mm,针对不同的二面角加工误差,在平面波(设波长 $\lambda=0.6328 \mu\text{m}$ )正入射情况下,对角锥反射器的反射光束在数米到数公里级的近场(或准近场)的传输特性进行了数值模拟研究。下面对

几种典型情况分别予以讨论。

##### 4.1 理想角锥反射器

没有面形误差,二面角为准确的 $90^\circ$ ,但三条棱处存在倒二面角,我们把这样的角锥反射器叫做理想角锥反射器。我们取反射器口径为 $\phi 45$  mm,倒二面角宽度取 $0.1$  mm,采用上述模型模拟了反射光束传输 $10$  m、 $50$  m、 $500$  m和 $5000$  m的对数光强分布,见图2。

模拟结果表明,理想角锥反射器除了具有很好的后向反射特性外,衍射光强分布总体上类似于圆孔衍射,在 $10$  m和 $50$  m远处(菲涅耳数 $N_F=R^2/\lambda L$ 分别为 $80$ 和 $16$ )的衍射光强分布中,三条棱的衍射图案明显如图2(a)和图2(b)所示。在更远的距离上(菲涅耳数 $N_F$ 分别为 $1.6$ 和 $0.16$ ),较高级次的衍射环趋于正六边形结构,如图2(c)和图2(d)所示。

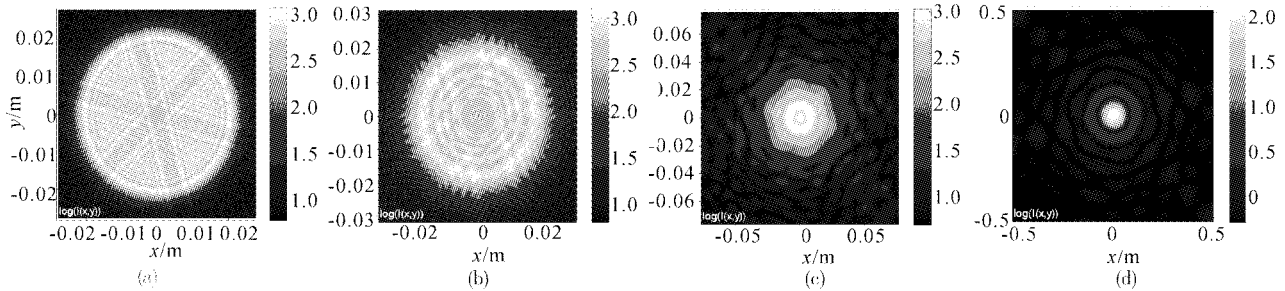


Fig. 2 The propagation intensity pattern of beam reflected by CCR (a)  $L=10$  m ( $N_F=80$ ); (b)  $L=50$  m ( $N_F=16$ ); (c)  $L=500$  m ( $N_F=1.6$ ); (d)  $L=5$  km ( $N_F=0.16$ )

##### 4.2 有二面角误差的角锥反射器

我们进一步研究了有二面角误差( $\delta_a, \delta_b, \delta_c$ )的角锥反射器的反射特征。下面针对几种典型的二面角误差,对传输距离、光束入射角等因素进行讨论。

###### 1) 传输距离

较近传输距离时( $L=10$  m),如图3,菲涅耳数 $N_F=80$ ,模拟结果表明,光斑光强分布除了具有菲

涅耳圆孔衍射的图案之外,受二面角加工误差的影响很大。当二面角误差为正(二面角大于 $90^\circ$ )时,棱的方向上出现暗的阴影;二面角误差为负(二面角小于 $90^\circ$ )时,棱的方向上出现亮的干涉条纹。

较远一些距离时( $L=500$  m),如图4,菲涅耳数 $N_F=1.6$ ,二面角误差对光强分布的影响已经充分表现出来。三个二面角都是正偏差的角反射器的光

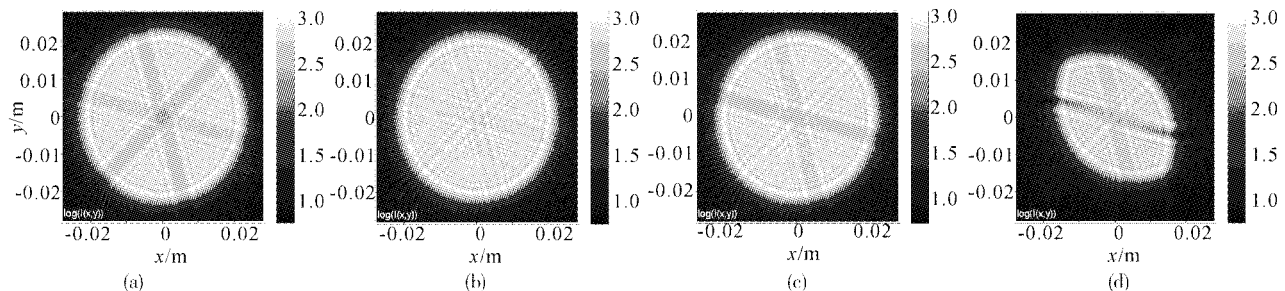


Fig. 3 Logarithmic intensity pattern of beam reflected by CCR with dihedral angle tolerance after propagating to  $10$  m ( $N_F=80$ ). (a)  $\delta_a=1''$ ,  $\delta_b=2''$ ,  $\delta_c=3''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (b)  $\delta_a=-1''$ ,  $\delta_b=-2''$ ,  $\delta_c=-3''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (c)  $\delta_a=3''$ ,  $\delta_b=0''$ ,  $\delta_c=-3''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (d)  $\delta_a=3''$ ,  $\delta_b=0''$ ,  $\delta_c=-3''$ ,  $\theta_m=20^\circ$

斑发散得较大,一般是空心的,中心光强较弱;三个二面角都是负偏差的角锥反射器,各个区域的反射光向中心会聚,光斑较小。三个二面角误差大小相等符号相反的两个角锥反射器,其衍射光斑有很大差别[如图 4(a)和图 4(b)]。对于三个二面角加工误差随机分布的角锥反射器,光斑一般不再是圆形。

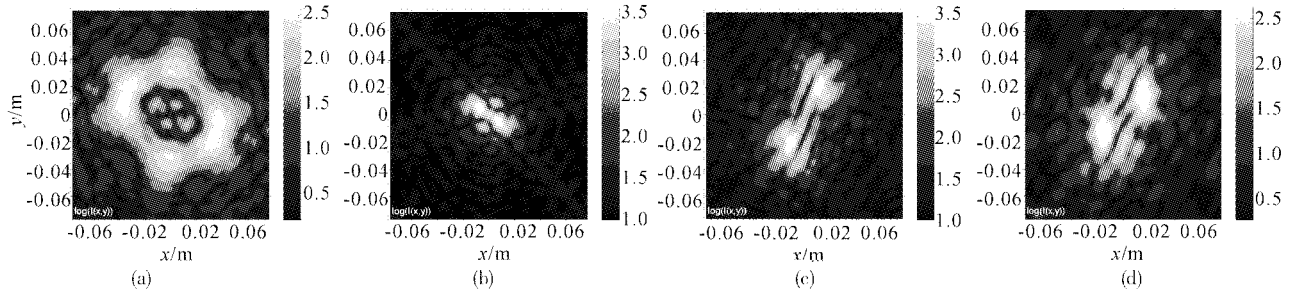


Fig. 4 Logarithmic intensity pattern of beam reflected by CCR with dihedral angle tolerance after Propagating to 500 m ( $N_F = 16$ ). (a)  $\delta_a = 1''$ ,  $\delta_b = 2''$ ,  $\delta_c = 3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (b)  $\delta_a = -1''$ ,  $\delta_b = -2''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (c)  $\delta_a = 3''$ ,  $\delta_b = 0''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (d)  $\delta_a = 3''$ ,  $\delta_b = 0''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 20^\circ$

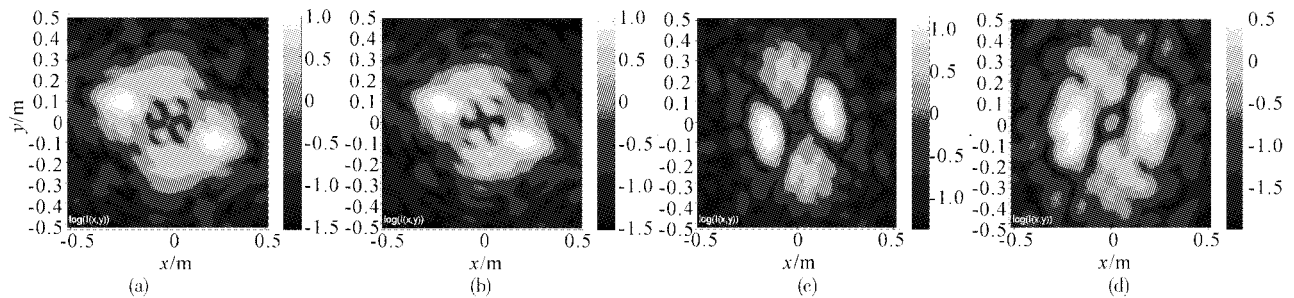


Fig. 5 Logarithmic intensity pattern of beam reflected by CCR with dihedral angle tolerance after propagating to 5 km ( $N_F = 0.16$ ). (a)  $\delta_a = 1''$ ,  $\delta_b = 2''$ ,  $\delta_c = 3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (b)  $\delta_a = -1''$ ,  $\delta_b = -2''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (c)  $\delta_a = 3''$ ,  $\delta_b = 0''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 0^\circ$ ; (d)  $\delta_a = 3''$ ,  $\delta_b = 0''$ ,  $\delta_c = -3''$ ,  $\theta_m = 20^\circ$

## 2) 正入射与斜入射

图 3~图 5 中的(c)和(d)列出了相同二面角误差情况下,正入射与斜入射的对比。斜入射情况下,光斑面积扩展得更大,光斑内平均能量密度变小,但光强分布规律与正入射情况相似。斜入射情况相当于角反射器有效口径变小了,反射截面不再是圆形。

## 5 星载角锥反射器的速差效应及其补偿

当角反射器装在高速运动的人造卫星上时,由于地面上的激光发射点相对于卫星上的角反射器有速度为  $v$  的相对运动,将使得返回光束方向相对于入射光束方向产生一定偏角(速差效应):

$$\psi = 2v_N/c, \quad (8)$$

式中  $v_N$  为垂直于激光发射系统与卫星连线的卫星线速度分量,  $c$  为自由空间中的光速。

为了使反射回光能进入探测器,卫星搭载的角

锥反射器,需要满足速差补偿条件。采用光束分离法进行速差补偿,通过引入一个合适的  $90^\circ$  二面角误差  $\sigma$ ,使六个分离光斑之一的中心恰好落在接收望远镜的中心。为了设计、检验和使用的方便<sup>[6]</sup>,一般把角锥反射器的三个二面角都设计成  $90^\circ \Delta \pm \delta$  ( $\Delta$  和  $\delta$  为角秒量级)。若取三个二面角的补偿值相等,则其大小  $\sigma = \psi/3.26$ 。实验条件下的天顶角一般在  $10^\circ \sim 50^\circ$  之间,对于低轨卫星,  $\Delta$  约为  $2''$ ,  $\delta$  约为  $0.5''$ 。这对角锥反射器的加工精度要求太高;现有商业高精度角锥反射器加工精度一般为  $90^\circ \pm 2''$ ,要从大量加工的角反射器中挑选满足要求的器件合格率很低。

## 6 星载角锥反射器反射回光的数值模拟

设圆形截面角锥后向反射器入射面直径为 45 mm,卫星距地面接收站距离 1000 km,针对不同的二面角加工误差、不同的入射角,我们对星载角锥

后向反射器的反射特性进行了数值模拟,得到地面光强分布、地面相对峰值光强、回光几何偏离角(相对于入射光)、地面光强峰值偏离角(指地面光强峰

值处与照明激光发射点的偏差相对于卫星的张角)等结果,部分典型结果见图 6。可见反射回光几何偏离角与地面峰值光强偏离角稍有差别。

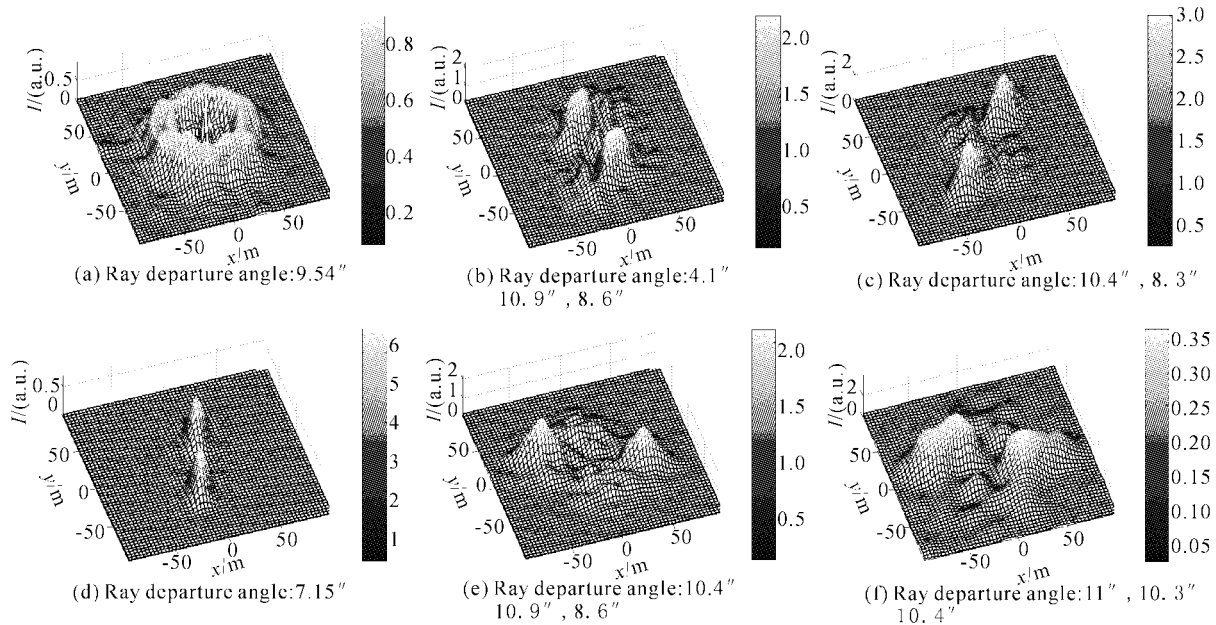


Fig. 6 Ground intensity distribution, relative peak intensity and departure angles of beam reflected by CCR aboard satellite.

(a)  $\delta_a=2''$ ,  $\delta_b=2''$ ,  $\delta_c=2''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (b)  $\delta_a=3''$ ,  $\delta_b=-2''$ ,  $\delta_c=1''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (c)  $\delta_a=3''$ ,  $\delta_b=2''$ ,  $\delta_c=0''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (d)  $\delta_a=3''$ ,  $\delta_b=0''$ ,  $\delta_c=0''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (e)  $\delta_a=1''$ ,  $\delta_b=2''$ ,  $\delta_c=3''$ ,  $\theta_m=0^\circ$ ; (f)  $\delta_a=1''$ ,  $\delta_b=2''$ ,  $\delta_c=3''$ ,  $\theta_m=30^\circ$

数值模拟结果表明:

1) 当三个二面角偏差相同时[图 6(a)],角锥反射器各区域的反射光都偏离中心,光强成环状分布。对于那些不具有三轴稳定的卫星,宜采用三个二面角偏差基本一致的角锥反射器,利用角锥反射器的反射光束的环状分布特性,以保证当卫星处于任意随机姿态情况下,角锥反射器都能满足速差补偿条件。

2) 当三个二面角误差都不相同时,地面光强不具有环状分布特性,能量集中在某些特殊方向上,峰值强度比情况 1)下大得多。对于具有三轴稳定姿态控制的卫星,可以从商业化加工精度( $90^\circ \pm 3''$ )的角锥反射器(应采用耐空间辐射的熔石英材料)中挑选出大量满足速差补偿条件的器件;通过适当设计和选择在卫星上的安装方向,可以在补偿速差的同时增加接收望远镜处的反射光强度,这对于降低角锥反射器加工成本和减小照明激光能量具有重要意义。

3) 光束斜入射到角反射器上的情况下,地面光强分布与正入射时总体趋势一致,但光斑尺度随入射角增大而扩展,峰值光强降低,原因在于有效反射口径变小了。

**结束语** 入射到角锥反射器的光束,经过 6 个不同区域的反射后,分裂为 6 束相干光,各束光分别以微小偏离角返回传输,并发生衍射和干涉,在不同的距离上会有不同的光强分布。二面角加工误差会直接影响各个区域的反射光偏离方向,从而得到不同的光强分布。对于菲涅耳数较大的近距离应用,如在实验室应用或室外用作合作目标等应用,大多情况下需要光斑分布均匀,中心不希望出现暗斑,角锥反射器二面角宜设计成负偏差。在卫星搭载应用中,根据是否有姿态控制的不同情况,可采取不同的速差补偿设计方案,以降低工程费用。

## 参 考 文 献

- 1 Nobuo S, Nobuhiko K, Matsui I *et al.* Earth-satellite-earth laser long-path absorption experiment using the retroreflector in space (RIS) on the advanced earth observing satellite (ADEOS). *J. Opt. (A)*, 1999, **1**(2): 201~209
- 2 Ronald J L, Dorothy C M, Steve D T *et al.* Laser beaming demonstrations at the starfire range. *Proc. SPIE*, 1995, **2376**: 219~225
- 3 Daniel V M. Atmospheric-turbulence compensation experiments using cooperative beacons. *The Lincoln Laboratory J.*, 1992, **5**(1): 25~44

- 4 Yu Xiaoshun. Design of CCR for satellite. *Laser and Infrared* (激光与红外), 1979, (4):1~7 (in Chinese)
- 5 Yu Xiaoshun. Laser range equation and effect factors of cube corner retroreflector. *Laser and Infrared* (激光与红外), 1979, (12):1~5 (in Chinese)
- 6 Peck E R. Theory of the corner-cube interferometer. *J. Opt. Soc. Am.*, 1948, **38**(12):1015~1024
- 7 Eckhardt H D. Simple model of corner reflector phenomena. *Appl. Opt.*, 1971, **10**(7):1559~1566
- 8 Yang Chenghua, Mei Suishen, Lin Junting. *Handbook for Laser and Infrared Technology* (激光与红外技术手册), Beijing: Press of National Defense Industry, 1990. 226~230 (in Chinese)
- 9 Nobuo S, Atsushi M. Retroreflector with acute dihedral angles. *Opt. Lett.*, 1994, **19**(20):1660~1662
- 10 Cai Yanmin, Fang Zujic, Cheng Gang *et al.* Effective reflection area of a cube corner retroreflector. *Chinese J. Laser*, 2000, **B9**(5):429~433

## Numerical Simulating of Cube Corner Retroreflector

Ye Yidong Peng Yong Chen Tianjiang Su Yi Yi Hengyu

(Institute of Applied Electronics, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900)

(Received 11 March 2002; revised 16 April 2002)

**Abstract:** A math model of cube corner retroreflector (CCR) with dihedral angles errors is built with matrix optics and vector operating methods. A numerical simulation method for studying the characters of beam reflected by CCR is presented. The characters of intensity distribution of the beam reflected by CCR at several propagation distance is simulated with numeric method. The propagation property and characters of energy profile in near field or far-field are studied. According to the condition of velocity aberration compensation, the design of the CCR for satellite aboard is discussed.

**Key words:** cube corner retroreflector; velocity aberration compensation; numerical simulating; CCRs aboard satellite; intensity pattern of light reflected by CCR

\*\*\*\*\*

## 全国第 11 次光纤通信暨第 12 届集成光学学术会议 征文通知 (第二轮)

本次会议由中国通信学会光通信委员会、中国电子学会通信学分会、中国光学学会纤维光学与集成光学专业委员会联合主办,南京邮电学院、南京富士通通信设备有限公司等单位承办。

本次会议将于 2003 年 10 月 8 日~10 日在南京举行。会议将邀请多位中国科学院院士、中国工程院院士以及国内著名的光通信专家和企业家到会作报告;欢迎全国各高等院校、科研部门的科技人员投稿,展示最新研究成果;欢迎规划、设计、建设、运行维护部门的工程技术人员投稿,交流实际工作中的宝贵经验;欢迎相关企业、运营商到会介绍新产品、新业务。

### 一 会议征文范围

1 网络与系统技术

2 光纤与光缆

3 光有源器件与光电集成

4 光无源器件与集成光路

5 光纤传感

6 光纤通信仪表、测量技术与其它

二 会议征文只接受电子文档,征文具体范围、要求,请看南京邮电学院校园网征文通知。

<http://www.njupt.edu.cn/pnjupt/org/Department6/lxzy/>

三 征文截稿日期:2003 年 6 月 30 日。

四 通信地址:江苏南京新模范马路 66 号

联系人:南京邮电学院光信息技术系 张小英

邮政编码:210003

电话/传真:(025)3492308

E-mail 地址:zhangxy@njupt.edu.cn

电话:(025)3492248

南京邮电学院科技处 黄金仙

全国第 11 次光纤通信  
暨第 12 届集成光学学术会议筹备组  
2003 年 3 月 5 日