

文章编号: 1001-5078 (2006) 09-0866-02

红外辐射大气透过率修正函数

赵 军, 张 建, 杜翠兰

(秦皇岛 91404 部队 93 分队, 河北 秦皇岛 066001)

摘 要: 文章针对红外辐射测量提出一种大气透过率修正函数。该函数可用于在红外测量中对测量值进行大气修正。

关键词: 红外测量; 大气透过率; 修正函数

中图分类号: P407. 6 **文献标识码:** A

Revisable Function of IR Radiation Atmospheric Transmissivity

ZHAO Jun, ZHANG Jian, DU Cui-lan

(PLA 91404 Army's 93 unit, Qinhuangdao 066001, China)

Abstract: The paper introduces a revisable function of atmospheric transmissivity. The function can be applied to revise the measured value in IR measure.

Key words: IR measure; atmospheric transmissivity; revisable function

1 引 言

红外辐射在到达光学仪器之前, 必须经过真空或传输介质。红外辐射在大气介质中传输, 受到的衰减主要是由大气对红外辐射的吸收、散射和反射等作用造成的。因此, 远场测量中红外探测器所探测到的目标红外辐射能量, 其实是目标真实辐射经过大气衰减后的能量, 并不能代表目标的真实辐射特性。下面针对这一问题提出一种大气修正函数, 能对探测器测量的能量值进行修正, 以获取更真实的测量数据。

2 远场大气透过率测量方法

大气辐射传输特性的实验研究方法, 可分为两类: 典型实际大气路径上的野外测量和实验室模拟测量。

野外测量通常以太阳、人造光源或激光作辐射源, 测量辐射通过不同程长实际大气后的透射比或吸收比, 以便取得计算透射比随程长、气象条件变化的经验关系式。

实验室模拟测量主要是在测量路径上增加长程气体样品吸收池和真空泵、气压计与气体供应系统等辅助设备, 通过增加气体浓度来模拟长程气体的吸收。

简单说, 一般远场测量大气透过率, 主要利用红外探测器对已知辐射特性的标准辐射源在不同距离

上进行测量, 将测量值与标准源真实辐射值对比, 比值就是该距离上的红外辐射大气透过率。远场大气透过率测量又分为: 分波长的光谱测量和宽带平均透射比测量。这两种方法的区别, 就是在探测器分别为加装分光计和带通滤光片的辐射计。

本文主要讨论野外远场测量中红外辐射大气透过率的修正。

3 修正函数

探测器的测量值与目标真实辐射之间的关系:

$$P = P_0 \times \pm P \quad (1)$$

式中, P 为测量值; P_0 为目标真实辐射值; \pm 为大气透过率; P 为探测器误差。

如果不考虑探测器的误差影响, 则:

$$P = P_0 \times \quad (2)$$

因此求出红外辐射的大气衰减, 就可由探测器测量值推导出目标的真实辐射值。对探测器的测量值进行大气透过率修正, 就必须创建大气透过率修正函数 $f(\quad)$ 。

$$P_0 = \frac{P}{f(\quad)} = P \times f(\quad) \quad (3)$$

本文设计的大气透过率修正函数 $f(\quad)$ 包括四个决定因素 x , y , R 和 \quad 。针对不同类型探测器可

作者简介: 赵 军 (1979 -), 助理工程师, 主要从事光电测量工作。
收稿日期: 2006-04-28

选取这四个要素中的相关要素决定函数。x和 y是成像型探测器的每个像素点的水平和垂直坐标; R是目标与探测器之间的距离; 是针对不同波长的大气透过率。

$$f(\lambda) = 1 \left[\begin{matrix} x_1, y_1 & x_2, y_1 & \dots & x_m, y_1 \\ x_1, y_2 & x_2, y_2 & \dots & x_m, y_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1, y_n & x_2, y_n & \dots & x_m, y_n \end{matrix} \right] \quad (4)$$

式中, m和 n为探测器在 x和 y轴上的像素数值; $\tau_{x,y}$ 为各项素点的大气透过率修正值。

在定波长条件下,各像素点之间大气透过率修正值的不同主要是由探测距离的差值引起的。包括目标与背景的距离差和同目标不同区域的距离差。

因为不同波长的红外辐射在相同大气传输距离内,大气透过率是不相同的,所以在波长范围 $\lambda_1 - \lambda_n$ 内, $\tau_{x,y}$ 可依据 τ 值的不同分为:

$$\tau_{x,y} = [\tau(x,y)_1 \quad \tau(x,y)_2 \quad \dots \quad \tau(x,y)_n] \quad (5)$$

将公式 (5)代入公式 (4)可以得出:

$$f(\lambda) = 1 \left\{ \begin{matrix} [\tau(x_1, y_1)_1 \dots \tau(x_1, y_1)_n] \dots [\tau(x_m, y_1)_1 \dots \tau(x_m, y_1)_n] \\ \dots \dots \dots \\ [\tau(x_1, y_n)_1 \dots \tau(x_1, y_n)_n] \dots [\tau(x_m, y_n)_1 \dots \tau(x_m, y_n)_n] \end{matrix} \right\} \quad (6)$$

而大气透过率 τ 的一般计算公式为:

$$\tau = \exp[-(\mu)R] = \exp[-(\mu)R + K(\lambda)R] \quad (7)$$

式中, $\mu(\lambda)$ 为消光系数; $\mu(\lambda)$ 为吸收系数; $K(\lambda)$ 为散射系数; R为红外辐射源到探测器之间的测量距离。

由公式 (7)可知, τ 的值可由两种方法获得: 1) 可通过经验公式计算得出 $\mu(\lambda)$ 和 $K(\lambda)$ 的值,从而得到 τ 的值; 2)也可通过实际测量直接得到 τ 的值,从而得到 τ 的值。

将在公式 (7)中计算得出的 τ 值代入公式 (6),就可以获得大气透过率修正函数 $f(\lambda)$ 。

4 结论

本修正函数可针对成像型探测器每个像素点进行红外大气透过率修正,也可通过 m、n及 τ 等参数的设定用于其它类型红外探测器的大气修正。

参考文献:

[1] 上海市红外物理与技术译丛编辑组. 红外大气传输的研究 [M]. 上海:上海科学技术情报研究所, 1975.
 [2] 克利克苏诺夫. 红外技术原理手册 [M]. 北京:国防工业出版社, 1986.
 [3] 梅遂生,等. 光电子技术 [M]. 北京:国防工业出版社, 1999

(上接第 863页)

在 1064nm 泵浦平均光功率为 1.728W 时,我们还测量了 OPO 的输出功率随输出波长的变化如图 7 所示,在长信号光波长时,信号光输出的功率较大一些。

6 结论

本文利用具有高损伤阈值的掺氧化镁周期性极化铈酸锂晶体,采用 LD 泵浦的声光调 Q Nd:YAG 激光器作为泵浦源,信号光单谐振可调谐输出范围为 1561~1672nm,相应的温度的调谐范围为 30~180℃,在输出 1672nm 信号光时,获得了最大的功率输出 297mW,实验的结果与理论分析是基本吻合的。

参考文献:

[1] F A Armstrong, N B Bøenbergen, J Ducuing, et al Interactions between Light Waves in a Nonlinear Dielectric [J]. Phys Rev, 1962, 127: 1918 - 1939.
 [2] M Yamada, N Nada, M Saitoh, et al First-order quasi-phase matched LNbO₃ waveguide periodically poled by applying an external field for efficient blue, second-har-

monic generation [J]. Appl Phys Lett, 1993, 62 (5): 435 - 436.
 [3] M L Bortz, M A Arbore, M M Fejer Quasi-phase-matched optical parametric amplification and oscillation in periodically poled LNbO₃ waveguides [J]. Opt Lett, 1995, Vol 20, p. 49 - 51.
 [4] Yasukazu Nigei, Akinori Harada, et al Bulk periodically poled MgO LNbO₃ with high optical damage resistance [A]. Conference on Lasers and Electro-Optics 2000. 5: 632 - 632.
 [5] Yiyi Guan, Joseph, W Haus, et al Broadband and off-axis optical parametric generation in periodically poled LNbO₃ [J]. J. Opt Soc Am. B, 2004, 21 (6): 1225 - 1233.
 [6] L E Myers, Walter R, Bosenberg Periodically Poled Lithium Niobate and Quasi-Phase-Matched Optical Parametric Oscillators [J]. IEEE Journal of Quantum Electronics, 1997, 33 (10): 1663 - 1672.
 [7] Yao Jianquan, Zhang Baigang, Lu Yang, et al Wavelength Tunable Optical Oscillator Based on Periodically Poled Lithium Niobate [J]. Journal of Synthetic Crystal, 2004, 33 (4): 465 - 470.