

文章编号: 0253-2239(2006)05-0641-6

1.31 μm 附近水汽分子的自加宽系数、 氮气加宽系数的测量*

高晓明^{1,2} 黄 伟^{1,2} 邓伦华^{1,2} 邵 杰^{1,2} 樊 宏² 曹振松^{1,2}
袁恽谦¹ 张为俊² 龚知本¹

(¹ 中国科学院安徽光学精密机械研究所大气光学重点实验室, 合肥 230031)
(² 中国科学院安徽光学精密机械研究所环境光谱学实验室, 合肥 230031)

摘要: 采用窄线宽二极管激光器与 1 km 的怀特池相结合来提高光谱探测灵敏度, 最小可探测谱线吸收强度为 $10^{-27} \text{ cm}^{-1}/(\text{molecule} \cdot \text{cm}^{-2})$ 。根据记录的光谱数据精确计算出 $7599 \sim 7616 \text{ cm}^{-1}$ 波段内水汽分子的谱线强度、自加宽系数和氮气加宽系数, 实验结果与 HITRAN96 和 HITRAN2004 数据库进行了比较, 存在一些差异。测量的谱线参量与 HITRAN96 相接近, 与 HITRAN2004 相差较大, 有 7 条 HITRAN96 中没有的新谱线被观测, 有 5 条在 HITRAN2004 数据库中被证实, 另外观测到 2 条谱线在 HITRAN96 中被列出, 而在 HITRAN2004 没有给出。

关键词: 光谱学; 高分辨率吸收光谱; 自加宽系数; 空气加宽系数
中图分类号: P427.1 文献标识码: A

Measurement of Self-Broadening and N_2 Broadening Coefficients of Water Vapor Molecule Near $1.31 \mu\text{m}$

Gao Xiaoming^{1,2} Huang Wei^{1,2} Deng Lunhua^{1,2} Shao Jie^{1,2} Fan Hong²
Cao Zhensong^{1,2} Yuan Yiqian¹ Zhang Weijun² Gong Zhiben¹

(¹ Atmospheric Optics Key Laboratory, Anhui Institute of Optics & Fine Mechanics, the Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031
² Environmental Spectroscopy Laboratory, Anhui Institute of Optics & Fine Mechanics, the Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031)

Abstract: High-resolution absorption spectroscopy of water vapor molecule was recorded by narrow linewidth diode laser and a kilometer order White cell, minimum detectable line strength is $10^{-27} \text{ cm}^{-1}/(\text{molecule} \cdot \text{cm}^{-2})$. The line strength, the self broadening and N_2 broadening coefficients of water vapor molecule in the $7599 \sim 7616 \text{ cm}^{-1}$ region were accurately determined. The measured line parameters are compared with HITRAN96 and HITRAN2004 databases, some differences exist. The measured line parameters consist with HITRAN96 database, but there exists large difference with HITRAN2004 database. Seven new lines unlisted in HITRAN96 data base were observed, five of them were confirmed in HITRAN2004 data base. Another two lines listed in HITRAN96 data base were observed, but unlisted in HITRAN2004 data base.

Key words: spectroscopy; high-resolution absorption spectroscopy; self-broadening coefficient; air broadening coefficient

1 引 言

水汽是大气中重要的分子,它与全球气候变化以及工业应用密切相关,因此水汽光谱研究最为活跃。

目前人们使用的谱线参量大都采用 HITRAN 数据库所给出的数据, HITRAN 数据库给出的数据是否精确直接反映了对结果的影响。人们对水汽光谱的强

* 国家高技术发展计划激光技术领域(2005AA825100)资助课题。

作者简介: 高晓明(1965~),男,安徽南陵人,研究员,博士生导师,主要从事激光光谱、高灵敏度二极管激光光学传感技术及其应用、中红外差频激光及其应用的研究。E-mail: xmgao@aiofm.ac.cn

收稿日期: 2005-01-17; 收到修改稿日期: 2005-07-04

吸收谱线都已有大量的研究报导,对于水汽的弱吸收的测量由于技术原因而研究较少。1.31 μm 波段位于大气吸收窗口,这个波段内的大气吸收主要是水汽的贡献。Toth^[1] 使用傅里叶变换光谱仪测量了 5750~7965 cm^{-1} 波段内的 H_2^{16}O 分子的谱线强度及谱线位置。Toth^[2] 使用傅里叶变换光谱仪测量了 6600~7640 cm^{-1} 波段内的 H_2^{17}O 和 H_2^{18}O 分子的谱线强度及谱线位置。Upschulte 等^[3] 采用分布反馈 (DFB) 二极管激光器测量了 7600~7640 cm^{-1} 波段 1100 K 温度下的水汽分子的谱线强度和自加宽系数。邹成就等^[4] 利用脉冲光参变振荡 (OPO) 激光和长程吸收池测量了 1.31 μm 波段的高分辨率大气吸收光谱,由于脉冲光参变振荡激光线宽~600 MHz,虽然测量到的强谱线与 HITRAN96 有较好的一致性,但光谱分辨率和灵敏度受到了较大的限制。在魏合理等^[5] 的实验中测量了 1.31 μm 波段的实际大气和水汽吸收光谱,排除了一条不属于水汽的谱线,他们的测量结果与 HITRAN96 相比,空气加宽系数两者相差约 15%,为了提高脉冲激光光谱测量的分辨率,魏合理等^[6] 提出了非线性拟合退卷光谱测量新技术,使得测量的光谱分辨率有了显著的提高。2004 年我们研究小组^[7] 利用窄线宽二极管激光与怀特池相结合测量了纯水汽的高分辨率吸收光谱,观测到 4 条新的谱线,这 4 条谱线在后来出版的 HITRAN2004 中得到了确认。Zeninari 等^[8] 采用窄线宽二极管激光器测量了 1.39 μm 波段的水汽谱线参量,指出他们测量的结果与 HITRAN 数据库存在较大的差异。Djedjiga Belmiloud 等^[9] 指出很多气候模式计算结果要比实际测量值相差 30%,

其主要原因是数据库所提供的数据不准确所致。我们比较了 HITRAN96^[10] 与 HITRAN2004 数据库^[11] 的谱线强度和自加宽系数等,发现二者之间存在较大的差异。为了进一步提高系统探测灵敏度,我们在文献[7]工作的基础上对系统作了进一步的优化,信噪比有了很大的提高。在这篇文章中我们采用窄线宽二极管激光器与公里级怀特池相结合进一步精确测量了 7599~7616 cm^{-1} 区间内水汽分子的谱线参量和氮气加宽系数,由氮气加宽系数推算出空气加宽系数,并与 HITRAN96 和 HITRAN2004 数据库给出的数据进行了比较。

2 测量及分析原理

频率为 ν 的单色激光强度通过长为 L 的样品时,其透过光强为

$$I(\nu) = I_0(\nu)\exp[-\alpha(\nu)L], \quad (1)$$

其中 I_0 是没有样品吸收的透射强度, L 是样品光学路径长度, $\alpha(\nu)$ 是吸收系数, $\alpha(\nu)$ 与吸收截面 $\sigma(\nu)$ 的关系:

$$\alpha(\nu) = \sigma(\nu)N, \quad (2)$$

其中 N 是单位体积内分子的数密度。

在低的压力下,谱线线型为高斯线型,对于高的气压,谱线线型为洛伦兹线型,当气压使得洛伦兹线宽和多普勒线宽相等时,谱线线型可以表示为洛伦兹和多普勒线型的卷积,即佛赫特 (Voigt) 线型。这可以用复误差函数表示,由于很难估算,常常使用 Whiting 给出的近似^[12]:

$$\sigma_\nu(\nu) = \sigma_\nu(\nu_0) \left\{ (1-x)\exp(-0.693y^2) + \frac{x}{1+y^2} + 0.016x(1-x) \left[\exp(-0.0841y^{9/4}) - \frac{1}{1+0.021y^{9/4}} \right] \right\}, \quad (3)$$

其中 $x = \gamma_L/\gamma_V$ 和 $y = (\nu - \nu_0)/\gamma_V$, γ_V 是佛赫特线宽, γ_L 是洛伦兹线宽, γ_G 是高斯线宽,它们分别为

$$\gamma_V = 0.5346\gamma_L + (0.2166\gamma_L^2 + \gamma_G^2)^{1/2}, \quad (4)$$

$$\gamma_L = \left[\gamma_0 \left(\frac{p_1}{p_0} \right) + \gamma_{\text{air}} \left(\frac{p_2}{p_0} \right) \right] \left(\frac{T_0}{T} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

$$\gamma_G = 3.58 \times 10^{-7} \times \nu_0 \sqrt{T/M}, \quad (6)$$

其中 γ_0 是样品气体的自加宽系数, γ_{air} 是样品气体的空气加宽系数, p_1 是样品气体的分压力, p_2 是加宽气体的分压力, p_0 是标准大气压, T_0 是标准温度。

在谱线中心位置处分子的吸收截面 $\sigma_\nu(\nu_0)$ 为

$$\sigma_\nu(\nu_0) = \frac{S}{2\gamma_V(1.065 + 0.447x + 0.058x^2)}. \quad (7)$$

3 实验装置

实验装置如图 1 所示,光源采用 1.315 μm 二极管激光器 (ILX Lightwave Inc),激光器线宽为 2 MHz,由 LDC-3724 温度电流控制器 (ILX Lightwave Inc) 控制,激光束利用光纤分束器分成两束,两路光强比为 1:99,1% 一路接入到 WA-1500-NIR 波长计 (Burleigh Inc.),99% 一路经 Newport 公司的光束准直透镜组

后与 He-Ne 激光器共线传输通过怀特池,该准直透镜组保证了较好的光束质量和合适的光斑尺寸,降低了光束在怀特池镜片上相互重叠而引入干涉条纹噪声。通过怀特池的激光束会聚到光探测器(New Focus Inc. 2011FC-M),输出电信号经数据采集卡采集以作后续处理。在文献[7]中我们测量了 1.31 μm 二极管激光光谱测量系统的线宽为 24 MHz,对于水汽分子室温下多普勒谱线线宽大于 200 MHz,如果利用该系统来测量室温下分子多普勒线型,那么该实验系统能够保证高分辨率分子吸收光谱的测量。

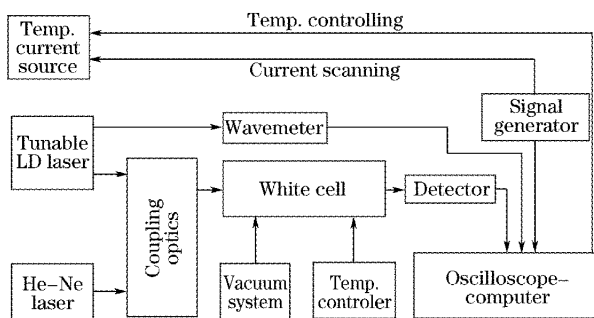


图 1 实验装置图

Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup

为了避免池壁可能存在的吸附,怀特池由前级机械泵抽取到 133 mPa 真空度,再由分子泵抽取将真空度抽到 0.1333 mPa,在怀特池中充入 1.37×10^3 Pa 的水汽。

怀特池基底长度为 8 m,光学路径长度通过改变怀特池的反射次数来实现,怀特池的光学路径为 $L = 2 \cdot (4n - 1) \cdot 7.726$, n 为排数,反射次数 n 可以在 1 到 18 之间调节,最长光程为 1097 m,最短为 46.35 m。

4 实验结果及分析

利用信号发生器产生一个周期为 1 Hz、振幅为 1.3 V 的锯齿波信号来扫描激光频率,二极管激光器的中心注入电流为 70 mA,二极管激光器的工作温度从 10 $^{\circ}\text{C}$ 变化到 37 $^{\circ}\text{C}$,每 1 $^{\circ}\text{C}$ 记录一组光谱数据。将标定的二极管激光波长随温度和电流变化的函数关系式写到程序中,在记录不同温度下二极管激光注入电流时软件自动将注入电流值转换成对应的激光扫描频率,所有测量的光谱数据都进行了 100 次平均。

当激光与分子相互作用时,除了分子的吸收以外,分子还对激光具有散射效应,由于分子散射截面与激光频率的四次方成反比,因此在扣除光谱数据

的背景时所进行的多项式拟合将消除这种效应对光谱参量计算的影响。二极管激光功率与激光频率呈非线性关系,因此在处理数据时先将有关吸收峰处的数据删除,再对基线进行三次多项式拟合,如图 2 所示,实线为实验数据值,虚线为理论拟合值。再用实验采集的原始数据除以拟合曲线计算值,得到归一化的吸收光谱,如图 3,扣除了光谱测量中激光功率的影响。再利用(1)式、(3)式~(7)式对实验数据进行拟合求出谱线强度、谱线宽度,由谱线宽度计算出谱线的自加宽系数。图 3 上半部分点是实线为实验数据值,虚线为佛赫特线型拟合曲线,下半部分是实验数据与佛赫特线型拟合值的差,为残余振幅。

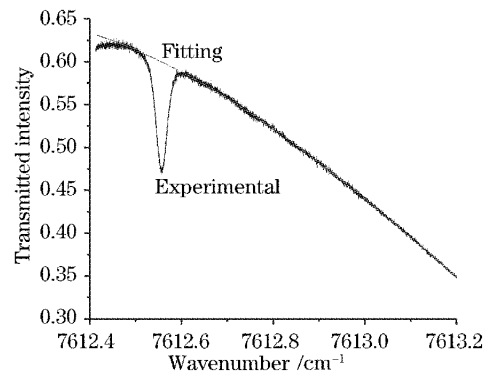


图 2 原始数据的基线三次多项式拟合

Fig. 2 Baseline fitting of raw data with cubic polynomial

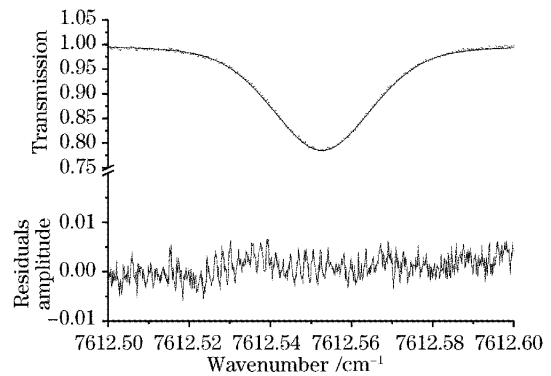


图 3 实验数据的 Voigt 线型拟合和残余振幅。在

1.37×10^3 Pa 探测的水汽的吸收谱线为 7612.551 cm^{-1}
Fig. 3 Voigt fitting and residual amplitude of the experimental data. The recorded absorption spectrum of H_2O 7612.551 cm^{-1} line at 1.37×10^3 Pa

图 4 记录了 7599~7616 cm^{-1} 波段水汽分子的高分辨率系数光谱,对于强吸收谱线光学路径长度为 46.35 m,对于弱吸收谱线光学路径长度为 1097.86 m。表 1 列出了 7599~7616 cm^{-1} 波段水汽的谱线参量,并与 HITRAN96 和 HITRAN2004 数据库进行比较,有以下几点不同:

1)我们测量的所有谱线参量都与 HITRAN96 相接近,而与 HITRAN2004 相差较大;

2)我们测量的结果与 HITRAN96 相比有 7 条新观测到的谱线,与 HITRAN2004 进行比对,7603.312 cm^{-1} 、7607.673 cm^{-1} 在 HITRAN2004 中属于同位素水分子 H_2^8O ,7615.148 cm^{-1} 、7602.216 cm^{-1} 、7602.147 cm^{-1} 三条谱线在 HITRAN2004 属于 H_2^6O 的弱吸收谱线,

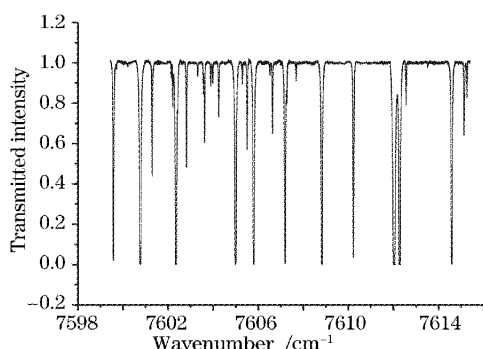
7606.996 cm^{-1} 、7600.208 cm^{-1} 两条谱线均为新谱线;

3)在 HITRAN96 数据库中有 7601.93 cm^{-1} 、7613.515 cm^{-1} 两条谱线,并且在我们的实验测量中也观测到这两条谱线,测量的谱线参量与 HITRAN96 基本一致,而在 HITRAN2004 中没有列出。

表 1 测量的 7599~7615 cm^{-1} 波段水汽分子吸收线参量

Table 1 The measured water vapor absorption line parameters at 7599~7615 cm^{-1} region

Wavenumber / cm^{-1}	Line intensity / [$10^{-25} \text{cm}^{-1}/(\text{molecule} \cdot \text{cm}^{-2})$]	HITRAN96 data /	HITRAN2004 data /	Self-broadening coefficient / cm^{-1}	HITRAN96 data / cm^{-1}	HITRAN2004 data / cm^{-1}
7615.253	1.442	1.42	1.876	0.2361	0.2698	0.305
7615.148	1.04		1.364	0.1476		0.2818
7615.125	3.143	3.16	4.075	0.183	0.1828	0.1828
7614.583	68.436	68.9	82.30	0.3689	0.3841	0.425
7613.515	0.175	0.62		0.3837	0.3841	
7612.551	2.10	1.96	2.542	0.3763	0.4372	0.38
7612.268	178.060	171	211.8	0.3837	0.3966	0.44
7612.027	551.578	529	645.5	0.3689	0.3966	0.45
7610.224	28.986	28.4	36.55	0.3837	0.3283	0.436
7608.818	82.113	78.2	106.5	0.4316	0.4317	0.47
7607.677	0.756		0.8553	0.2951		0.362
7607.268	2.070	1.34	1.662	0.4427	0.3283	0.318
7607.188	53.457	56.9	66.56	0.4427	0.443	0.453
7606.996*	0.104			0.2951		
7606.628	3.704	3.58	4.760	0.3689	0.4389	0.413
7606.523	0.465	0.447	0.5406	0.3283	0.3283	0.21
7605.797	88.865	94.4	116.2	0.3689	0.3009	0.46
7605.505	5.089	4.76	6.414	0.4287	0.4291	0.45
7605.294	0.921	0.968	1.251	0.2819	0.2818	0.40
7604.998	132.003	134	163.4	0.4058	0.4228	0.380
7604.252	2.670	2.73	3.482	0.3689	0.4389	0.4
7603.983	0.907	0.856	1.049	0.3615	0.3619	0.29
7603.894	1.0337	1.0	1.331	0.3689	0.3899	0.385
7603.625	3.726	3.83	4.760	0.2177	0.2175	0.240
7603.574	1.236	1.36	1.711	0.2169	0.2168	0.26
7603.312	0.577		0.7423	0.3689		0.490
7602.815	6.547	6.22	8.109	0.3984	0.3597	0.397
7602.429	2.761	1.15	1.614	0.4058	0.3013	0.3283
7602.351	125.857	126	149.3	0.4132	0.3841	0.43
7602.216	2.081		2.098	0.3320		0.2373
7602.147	0.597		0.6455	0.2582		0.2373
7601.93	0.119	0.45		0.2819	0.2818	
7601.295	7.064	6.92	9.238	0.3689	0.4291	0.3950
7600.773	141.825	142	179.5	0.4427	0.3811	0.4350
7600.208*	0.157			0.5165		
7599.706	0.301	0.84	0.3106	0.3689	0.4554	0.3009
7599.576	32.713	32.8	41.55	0.3837	0.3283	0.408

图 4 7599~7616 cm^{-1} 波段水汽吸收光谱Fig. 4 Absorption spectrum of water vapor at 7599~7616 cm^{-1} region

在记录完纯水汽光谱后,进一步向怀特池中加入氮气,氮气压力为 $4.2 \times 10^3 \text{ Pa}$,氮气的纯度为 99.99%。记录在氮气加宽下的光谱数据,并对测量的光谱数据进行 Voigt 线型拟合,将拟合得到的每

条谱线宽度根据(5)式和测得的水分子自加宽系数算出氮气加宽系数。

在测量水汽分子的空气加宽系数时,我们不能利用水汽样品加入空气的方法来测量,否则我们还得需要精确测量空气中的水汽含量,另外在该测量波段大气的其它分子尽管浓度较低,但其微弱的线翼吸收对光谱参量的测定仍然有一定的影响。根据 Lucchesini 等^[13]的研究结果,水汽的空气加宽系数与氮气加宽系数之间的关系为 $\gamma_{\text{air}} = 0.9\gamma_{\text{N}_2}$,因此我们可以通过精确测量水汽分子谱线的氮气加宽系数来推算出空气加宽系数。表 2 列出了每条谱线计算出的氮气加宽系数,并由此算得空气加宽系数,偏差百分数为测量结果与 HITRAN 数据库的差值相对 HITRAN 数据库给出的值的百分数。结果显示我们的测量结果要比 HITRAN 数据库给出的值偏小,偏差除几条谱线大于 10% 外,其余都小于 10%。

Wavenumber / cm^{-1}	Air broadening coefficient / cm^{-1}	HITRAN2004 data / cm^{-1}	Error / %	Wavenumber / cm^{-1}	Air broadening coefficient / cm^{-1}	HITRAN2004 data / cm^{-1}	Error / %
7615.25331	0.0304 ± 0.002	0.04	24	7604.99783	0.0695 ± 0.002	0.0715	2.8
7615.148	0.0261 ± 0.002	0.0257	1.4	7604.25174	0.0869 ± 0.002	0.0907	4.2
7615.12535	0.0265 ± 0.002	0.0266	0.41	7603.98318	0.0565 ± 0.002	0.056	0.82
7614.58346	0.0673 ± 0.002	0.0729	7.66	7603.89402	0.0651 ± 0.002	0.072	9.5
7612.55132	0.0782 ± 0.002	0.085	8.03	7603.62503	0.0271 ± 0.002	0.03	9.5
7612.26822	0.0701 ± 0.002	0.0725	3.26	7603.57416	0.0274 ± 0.002	0.03	8.8
7612.02729	0.0717 ± 0.002	0.0743	3.56	7603.312	0.0803 ± 0.002	0.0888	9.5
7610.22362	0.0803 ± 0.002	0.081	0.8	7602.81508	0.0836 ± 0.002	0.086	2.8
7608.81812	0.0858 ± 0.002	0.0873	1.7	7602.35142	0.0847 ± 0.002	0.0856	1.1
7607.677	0.0695 ± 0.002	0.0742	6.3	7602.216	0.0282 ± 0.002	0.0271	4.2
7607.18802	0.0977 ± 0.002	0.0989	1.2	7602.147	0.0282 ± 0.002	0.0269	4.94
7606.62789	0.076 ± 0.002	0.084	9.5	7601.29467	0.0803 ± 0.002	0.0865	7.1
7606.523	0.051 ± 0.002	0.0565	9.7	7600.77326	0.076 ± 0.002	0.0847	10.3
7605.79671	0.0738 ± 0.002	0.083	11	7600.208	0.0869 ± 0.002	0.0954	8.9
7605.50487	0.0834 ± 0.002	0.092	9.4	7599.706	0.0673 ± 0.002	0.0711	5.3
7605.29385	0.0582 ± 0.002	0.0656	11.3	7599.57648	0.0717 ± 0.002	0.0789	9.2

5 结 论

采用窄线宽二极管激光器作光源在 1 km 的怀特池中,精确测量了 7599~7616 cm^{-1} 波段内的水汽分子的谱线强度、自加宽系数和氮气加宽系数,实验结果与 HITRAN96 和 HITRAN2004 数据库进行了比较和分析,并观测到一些新的谱线,并给出了这些谱线的光谱参量。

参 考 文 献

- 1 Robert A. Toth. Extensive measurements of H_2^{16}O line frequencies and strengths; 5750 to 7965 cm^{-1} [J]. *Appl. Opt.*, 1994, **33**(21): 4851~4867
- 2 Robert A. Toth. Transition frequencies and strengths of H_2^{17}O and H_2^{18}O ; 6600 to 7640 cm^{-1} [J]. *Appl. Opt.*, 1994, **33**(21): 4868~4879
- 3 Bernard L. Upschulte, Mark G. Allen. Diode laser measurements of line strengths and self-broadening parameters of water vapor between 300 and 1100 K near 1.31 μm [C]. Aerospace Sciences Meeting & Exhibit, 35th, Reno, NV, 1997. 97-0319
- 4 Wu Chengjiu, Wei Heli, Yuan Yiqian *et al.*. The high-resolution absorption spectra of atmosphere measured by laser long-path absorption spectroscopy near 1.315 μm [J]. *Acta Optica Sinica*, 2002, **22**(2): 238~242 (in Chinese)
邬成就,魏合理,袁梓谦等. 激光长程吸收光谱法测量高分辨率大气吸收光谱[J]. *光学学报*, 2002, **22**(2): 238~242
- 5 Wei Heli, Wu Chenjiu, Gong Zhiben. High resolution absorption

- spectra of real atmosphere at 1.315 μm [J]. *High Power Laser and Particle Beams*, 2002, **14**(1): 35~40 (in Chinese)
- 魏合理, 邹成就, 龚知本. 1.315 μm 波长附近实际大气高分辨率吸收光谱[J]. *强激光与粒子束*, 2002, **14**(1): 35~40
- 6 Wei Heli, Wu Chengjiu, Ma Zhijun *et al.*. A new method for improving the measurement spectral resolution of atmospheric absorption spectra[J]. *Acta Optica Sinica*, 2002, **22**(2): 165~169 (in Chinese)
- 魏合理, 邹成就, 马志军 等. 提高大气吸收光谱测量分辨率的新方法[J]. *光学学报*, 2002, **22**(2): 165~169
- 7 Huang Wei, Gao Xiaoming, Deng Lunhua *et al.*. High resolution absorption spectrum of water vapor near 1.315 μm [J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(2): (in Chinese)
- 黄 伟, 高晓明, 邓伦华 等. 1.315 μm 附近水汽高分辨率吸收光谱[J]. *光学学报*, 2005, **25**(2): 256~260
- 8 V. Zeninari, B. Parvite, D. Courtois *et al.*. Pressure broadening and shift coefficients of H_2O due to perturbation by N_2 , O_2 , H_2 and He in the 1.39 μm region; experiment and calculations[J]. *Molecular Physics*, 2004, **102**(16~17): 1679~1706
- 9 Djedjiga Belmiloud, Roland Schermaul, Kevin M. Smith *et al.*. New studies of the visible and near-infrared absorption by water vapor and some problems with the HITRAN database [J]. *Geophysical Research Letters*, 2000, **27**(22): 3703~3706
- 10 L. S. Rothman. HITRAN96 database. <http://cfa-www.harvard.edu/hitran>
- 11 L. S. Rothman. HITRAN2004 database. <http://cfa-www.harvard.edu/hitran>
- 12 D. J. Brassington. Tunable diode laser absorption spectroscopy for the measurement of atmospheric species[J]. 1995, Imperial College
- 13 A. Lucchesini, S. Gozzini, C. Gabbanini. Water vapor overtones pressure line broadening and shifting measurements [J]. *Eur. Phys. J. D*, 2000, **8**: 223~226

第二届中国科学院冷原子物理国际学术研讨会通知

The Second International Symposium on Cold Atom Physics of Chinese Academy of Sciences

会议时间: 2006 年 7 月 24~29 日

会议地点: 中国浙江省千岛湖

主办单位: 中国科学院、国家自然科学基金委员会、中国物理学会原子分子物理专业委员会

承办单位: 中国科学院冷原子物理研究中心, 中国科学院上海光学精密机械研究所

会议宗旨: 第二届中国科学院冷原子物理国际学术研讨会 ISCAP-II 将于 2006 年 7 月 24 日至 29 日在浙江千岛湖举行, 会议由中国科学院、国家自然科学基金委员会、中国物理学会原子分子物理专业委员会共同举办, 由中科院冷原子物理中心承办。中科院冷原子物理研究中心由上海基地和武汉基地组成。上海基地依托于上海光学精密机械研究所上海光学精密机械研究所量子光学实验室, 武汉基地依托于武汉物理与数学所波谱与原子分子物理国家重点实验室。研讨会将为全世界的华人学者提供研讨冷原子物理及相关原子分子与光物理领域的研究进展、促进学术交流和相互了解的机会。

会议主席: 王育竹(中科院上海光机所)

叶朝辉(中科院武汉物数所)

本地组织委员会: 韩申生, 刘亮, 魏青, 付海翔, 周善钰

会议专题(分会场): 1) 原子和分子玻色-爱因斯坦凝聚; 2) 费米简并气体和 BEC-BCS crossover; 3) 激光冷却与囚禁; 4) 量子光学与量子相干; 5) 量子信息与量子计算; 6) 时间频率标准; 7) 激光光谱与精密测量; 8) 原子分子物理理论和实验新技术; 9) 冷原子物理的其它应用。

会议论文提交截止时间: 2006 年 6 月 15 日

承办单位地址: 上海市嘉定区清河路 390 号, 中国科学院上海光学精密机械研究所量子光学重点实验室, 邮编: 201800

电 话: 021-69918470; **传 真:** 021-69918800

联 系 人: 付海翔; **电子信箱:** hxfu@mail.siom.ac.cn

本次会议建立了会议网站, 网址: <http://www.siom.cn/iscap>