

- [12] 杨蕊, 苏乐群, 黄欣. 齐墩果酸自微乳大鼠在体胃肠道吸收动力学研究 [J]. 中药材, 2008, 31(11): 1695-1698.
- [13] Xi J, Chang Q, Chan C K *et al.* Formulation development and bioavailability evaluation of a self-nanoemulsified drug delivery system of oleanolic acid [J]. *AA PS Pharm Sci Tech*, 2009, 10(1): 172-182.
- [14] 周亮, 杨劲, 张雪莹, 等. 磷脂对甘草酸二铵小肠吸收的影响 [J]. 药学学报, 2008, 43(1): 71-75.
- [15] Sasaki K, Yonebayashi S, Yoshida M, *et al.* Improvement in the bioavailability of poorly absorbed glycyrrhizin via various non-vascular administration routes in rats [J]. *Int J Pharm*, 2003, 265: 95-102.
- [16] Jeong D W, Kim Y H, Kim H H, *et al.* Dose-linear pharmacokinetics of oleanolic acid after intravenous and oral administration in rats [J]. *Biopharma Drug Dispose*, 2007, 28: 51-57.
- [17] Liao Q F, Yang W, Jia Y, *et al.* LC-MS Determination and pharmacokinetic studies on ursolic acid in rat plasma after administration of the traditional Chinese medicinal preparation Lu-Ying extract [J]. *Yakugaku Zasshi*, 2005, 125(6): 509-515.
- [18] 王胜春, 赵辉平, 皇甫孟君. 五灵胶囊中柴胡皂苷 d 在小鼠体内药代动力学研究 [J]. 中成药, 2005, 27(7): 809-811.
- [19] 邵伟, 张立强, 王春香, 等. HPLC 法测定甘草酸单钾盐的血药浓度及药代动力学研究 [J]. 中药材, 2001, 24(8): 584-585.
- [20] 王文宇, 姜铁夫, 王志刚. 齐墩果酸磷酸酯二钠盐的小肠吸收动力学 [J]. 实用药物与临床, 2008, 11(4): 255-257.
- [21] Hilgendorf C, Spahnlanguth H, Regardh C G, *et al.* Caco-2 versus Caco-2/HT29-MTX Co-cultured cell lines: permeabilities via diffusion, inside- and outside-directed carrier-mediated transport [J]. *J Pharm Sci*, 2000, 89(1): 63-75.
- [22] Nollevaux G, Devilléc, El Moulaj B, *et al.* Development of a serum-free co-culture of human intestinal epithelium cell-lines (Caco-2/HT29-5M21) [J]. *BMC Cell Biologie*, 2006, 7: 20.
- [23] 王敏, 齐云. Caco-2 细胞模型及其在药物吸收研究中的应用新进展 [J]. 中国药理学杂志, 2007, 42(16): 1201-1204.

## 太赫兹时域光谱技术及其在中药中的应用

刘兴豪, 施奇武, 张 建, 冯修军, 刘小杰, 黄婉霞\*

(四川大学材料科学与工程学院, 四川 成都 610064)

**摘 要:** 太赫兹时域光谱技术是利用太赫兹脉冲研究物质物理化学性质的一种新兴光谱技术, 具有很多独特的性质。由于很多极性生物大分子的振动和旋转能级都处在太赫兹波段内, 因此利用太赫兹时域光谱技术研究中药的成分, 建立中药的太赫兹指纹图谱, 对控制中药质量稳定性具有重要的意义。对太赫兹时域光谱技术的特点及其基本原理进行简要介绍; 综述了近几年来该技术在生物大分子上的应用成果以及在中药鉴别上的探索性研究, 探讨了该技术应用于中药研究的价值与前景以及建立中药太赫兹指纹图谱所存在的问题。

**关键词:** 太赫兹; 太赫兹时域光谱; 生物大分子; 中药; 指纹图谱

中图分类号: R28 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2009)09-1508-04

## Terahertz time-domain spectroscopy and its application prospects in Chinese materia medica

LIU Xing-hao, SHI Qi-wu, ZHANG Jian, FENG Xiu-jun, LIU Xiao-jie, HUANG Wan-xia

(College of Materials Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

**Key words:** Terahertz; Terahertz time-domain spectroscopy; biological macromolecule; Chinese materia medica; fingerprint

中医药是中化民族传统文化瑰宝, 21 世纪正面临着前所未有的发展机遇和挑战。当今世界在“回归自然”思潮的影响下, 寻找天然药物的呼声日渐高涨, 而中药以其丰富的资源、独特的疗效、不良反应小等特点, 已引起世界各国的普遍关注。然而目前我国的中药制剂尚未进入世界医药主流市场, 难以参与国际竞争, 其关键原因在于长期以来缺乏被国际认可和接受的严格的客观标准和规范, 中药质量标准已成为中药发展的“瓶颈”<sup>[1]</sup>。中药指纹图谱指中药材经适当处理后, 采用一定的分析手段, 得到的能够标示该中药材特性的共有峰的图谱<sup>[2]</sup>。目前指纹图谱已成为国内外公认的

鉴别中药品种和评价中药质量的最有效手段, 为突破限制中医药发展的“瓶颈”带来了希望<sup>[3]</sup>。

太赫兹脉冲通常指的是频率在 0.1 ~ 10 THz (波长在 3 mm ~ 30 μm) 的电磁波, 属于远红外波段。在 20 世纪 80 年代中前期, 由于缺少有效的产生方法和探测手段, 所以在相当长的一段时间, 很少有人问津这一波段, 从而形成了科学家们通常所说的“太赫兹空白”(THz gap)。随着超快激光技术的迅速发展, 为太赫兹脉冲的产生提供了稳定、可靠的激发光源, 使太赫兹技术和应用研究得到了蓬勃发展。基于太赫兹脉冲的瞬态性、宽带性、相干性等特点, 以及物质在太

\* 收稿日期: 2009-03-06

作者简介: 刘兴豪(1981—), 男, 重庆铜梁人, 硕士研究生, 师从黄婉霞教授, 研究方向为新技术在材料中的应用。

Tel/Fax: (028) 85405781 E-mail: liuxh555@yahoo.cn

\*通讯作者 黄婉霞 Tel/Fax: (028) 85405781 E-mail: huangwanxia@126.com

赫兹波段的光谱包含着丰富的物理和化学信息,太赫兹技术在生物学、医学、农业及其他领域等具有重大的科学价值和广阔的应用前景<sup>[4]</sup>。太赫兹时域光谱是太赫兹技术的典型应用,本文介绍了该技术的特点及其基本原理,综述了近几年来该技术在生物大分子上的应用成果以及在中药鉴别上的探索性研究,探讨了该技术应用于中药研究的价值与前景以及建立中药太赫兹指纹图谱所存在的问题。

### 1 太赫兹时域光谱技术

太赫兹时域光谱技术是 20 世纪 80 年代由 AT&T Bell 实验室和 IBM 公司的 Watson 研究中心发展起来的一种新兴的、非常有效的相干探测技术<sup>[5,6]</sup>。典型的太赫兹时域光谱系统见图 1 所示<sup>[7]</sup>,主要由飞秒激光器、太赫兹脉冲产生装置、太赫兹脉冲探测装置和时间延迟控制系统 4 个部分组成。

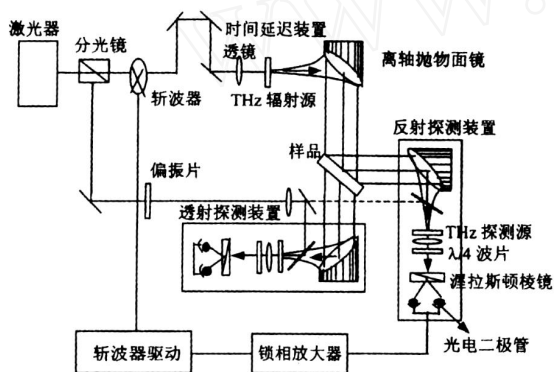


图 1 典型的太赫兹时域光谱系统

Fig. 1 Typical Terahertz time-domain spectroscopy system

太赫兹时域光谱技术原理是利用太赫兹脉冲透过样品或从样品上反射,记录下通过参考片和样品片后的太赫兹时域电场波形,然后可根据物理模型<sup>[8-10]</sup>,提取样品的折射率、吸收系数和消光系数等光学参数。徐新龙<sup>[11]</sup>也根据上述模型详细地阐述了提取 THz 光学参数的原理和方法。

太赫兹时域光谱技术与其他光谱技术相比有以下几个主要特点:(1)太赫兹的典型脉宽在皮秒量级,利用太赫兹时域光谱技术可以方便地对各种材料及化学反应进行时间分辨的研究;并且太赫兹时域光谱系统对黑体辐射不敏感,在小于 3 THz 时信噪比可高达  $1 \times 10^4$ ,远远高于傅里叶变换红外光谱技术。(2)太赫兹相干技术能够直接测量出电场的振幅和相位,可以方便地提取样品的折射率和吸收系数,与利用 Kramers-Kronig 色散关系的方法提取光学常数的方法相比,大大简化了运算过程,降低了计算中的不确定性,从而提高了可靠性和精度。(3)太赫兹光子能量很低,频率为 1 THz 的太赫兹波光子能量约为 4 meV,因此不会对生物组织产生有害的电离,可用于对生物活体进行无损检测。(4)许多极性生物大分子的振动和旋转能级处于太赫兹波段,并且表现出很强的吸收和谐振,因此在分析和研究生物大分子方面有广阔的应用前景。

### 2 太赫兹时域光谱在生物大分子中的应用

有机分子内化学键的振动吸收频率大多在中红外波段,外于中红外区的傅里叶变换红外光谱技术相当成熟,是有机

结构分析必不可少的有力工具。而对于分子之间弱的相互作用(如氢键)及大分子的骨架振动(构型弯曲)、偶极子的旋转和振动跃迁以及晶体中晶格的低频振动吸收则落在太赫兹波段范围内。在中红外区无法分辨的结构相似的手性化合物在太赫兹区却往往能区分得很清楚。近十几年来,太赫兹技术得到了迅速的发展,太赫兹时域光谱技术用于氨基酸、肽类、糖类、醌类等生物分子的结构、构型的研究均有报道。

2.1 用于氨基酸、肽类分子的研究:氨基酸是广泛存在于动、植物体中的一种含氮有机物质,其分子结构中同时含有氨基和羧基。蛋白质氨基酸大部分已被应用于医药等方面,而分布于多种植物中的非蛋白质氨基酸也具有重要的药用价值。肽是由一个氨基酸的羧基和另一个氨基酸的氨基脱水缩合而形成的化合物,具有特殊的生物活性。

Taday 等<sup>[12]</sup>利用太赫兹时域光谱技术研究了 L-谷氨酸在 1.75~2.5 THz 波段的吸收光谱及其随温度变化的特性。Miyamaru 等<sup>[13]</sup>研究了 L-苯基丙氨酸和 L-酪氨酸在 0.1~3.5 THz 波段的吸收光谱,发现 L-酪氨酸有 4 个尖锐的峰,分别在 0.96、1.91、2.08 和 2.70 THz 处;而 L-苯基丙氨酸只有一个宽峰,在 2.72 THz 处。因此,这两种氨基酸可以通过它们不同的太赫兹吸收光谱来加以区分。另外, Miyamaru 等测定 L-酪氨酸的峰位与徐慧和王卫宁等<sup>[14,15]</sup>测得的结果十分接近,说明利用太赫兹时域光谱技术测定 L-酪氨酸的太赫兹光谱具有可重复性。Yu 等<sup>[16]</sup>研究了色氨酸在 0.2~2.0 THz 波段的吸收光谱,发现色氨酸在 1.435、1.842 THz 处出现尖锐的吸收峰;与岳伟伟等<sup>[17]</sup>测定的色氨酸峰位非常接近,更证明了太赫兹光谱具有可重复性。

Kutteruf 等<sup>[18]</sup>利用太赫兹时域光谱研究了二肽和三肽,发现在 298 K 温度下对太赫兹波有明显的吸收,在 77 K 时吸收增强,但吸收峰的个数并没有增加,证明太赫兹光谱可以用来探测短肽的固态结构及其顺序信息。马晓菁等<sup>[19]</sup>利用太赫兹时域光谱技术研究了还原型及氧化型谷胱甘肽在 0.2~1.4 THz 波段的光谱,发现它们在测量波段表现出不同的吸收位置和吸收强度,同时折射率也表现出明显的差异,说明还原型胱和氧化型谷胱甘肽的太赫兹光谱具有指纹特性。

2.2 用于糖类分子的研究:糖类是植物光合作用的主要产物,作为植物细胞和组织的重要营养物质和支持物质。糖类在中药里普遍存在,以往对糖类的认识不全面,认为多数没有特殊生理作用,随着科学技术的发展,近年来发现多糖具有明显的生物活性和独特的生理作用,对糖类的应用已引起重视。另外,以苷类形式存在的糖类是中药的重要有效成分。

Walther 等<sup>[20]</sup>利用太赫兹时域光谱研究 -D-葡萄糖、-D-吡喃果糖、多晶蔗糖,发现它们在 300 K 和 10 K 下 0.2~4.0 THz 波段内有明显不同的吸收峰,表明这 3 种糖类可以用太赫兹光谱加以区分。张同军等<sup>[21]</sup>利用太赫兹时域光谱技术测定了室温下的 -D-吡喃半乳糖晶体在 0.3~3.0 THz 波段内的吸收光谱及折射率谱,并对实验光谱吸收峰进行了

指认,研究发现除了因为分子间效应导致的少许偏移外,理论计算结果与实验数据相吻合。这说明实验测定的太赫兹光谱可以通过理论计算指认峰位的归属。

葛敏等<sup>[22]</sup>利用太赫兹时域光谱技术对 D-木糖、D-核糖、D-阿拉伯糖、D-来苏糖及相关的五元糖进行研究,发现它们在 0.1~2.0 THz 波段表现出不同的吸收光谱,表明太赫兹时域光谱技术可以分辨化合物结构上的微小差异,可用于区分旋光异构体与外消旋化合物。

2.3 用于 DNA、嘌呤和嘧啶类物质的研究:DNA 是一种双螺旋结构的生物大分子,是遗传信息的载体,其基本组成单位是 4 种相似但又不同的脱氧核糖苷酸,水解后产生磷酸、脱氧核糖和碱基 3 种物质。4 种核苷酸间的差异主要是碱基的不同, DNA 对遗传信息的储存正是利用碱基排列方式的变化来实现的,生物界物种的多样性也寓于 DNA 分子 4 种核苷酸千变万化的排列之中。研究中药的 DNA、嘌呤和嘧啶对中药的种属鉴别、道地性及中药可持续发展有着深远的意义。

Markelz 等<sup>[23]</sup>利用太赫兹时域光谱对不同湿度下的小牛胸腺 DNA、血清蛋白和胶原蛋白进行观察,发现它们在 0.1~2.0 THz 波段有明显吸收峰。Brucherseifer 等<sup>[24]</sup>对多聚核苷酸进行了时间分辨的太赫兹吸收光谱分析,证实复折射率取决于 DNA 分子的结合态(单链或双链 DNA),从而可通过对太赫兹瞬态谱的分析推断寡核苷酸和多聚核苷酸的结合态。Brucherseifer 的论证进一步说明了可以利用太赫兹时域光谱技术进行 DNA 无标识探测,替代目前常用的 DNA 荧光标识分辨技术。

Fischer 等<sup>[25]</sup>利用太赫兹时域光谱技术研究了腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)在 0.5~4.0 THz 波段的折射率和吸收系数以及相应的核苷 dA、dG、dC 和 dT 在 0.5~3.5 THz 波段的复折射率信息,并通过密度泛函理论(DFT)计算的胸腺嘧啶共振峰与实验观察的吸收峰进行比较,可以看出预期的共振频率与实际得到的位置有一定的一致性。Shen 等<sup>[26]</sup>利用太赫兹时域光谱技术研究了 4~290 K 多晶的嘌呤和腺嘌呤的振动谱,发现在 0.2~3 THz 波段有了很多吸收峰,并且随着温度的降低,吸收峰更加尖锐,大多数峰的峰位向高频移动。

2.4 用于油脂类分子及醌类化合物的研究:油脂是高级脂肪酸的甘油酸组成的混合物,在医药上可作软膏、膏药、栓剂、注射用油的原料。醌类化合物是广泛存在于自然界的色素类化合物,包括醌类(如苯醌、萘醌、蒽醌和菲醌)及易转变为具有醌类结构的化合物。中药中的醌类化合物具有重要的药用价值。

胡颖等<sup>[27]</sup>利用太赫兹时域光谱技术测定了 5 种植物油和两种动物脂肪在太赫兹波段的光学参数,结果表明不同种类的油脂具有不同的折射率,这些结果对获得油脂在太赫兹波段的标识谱奠定了基础。徐慧等<sup>[28]</sup>利用太赫兹时域光谱技术室温下对蒽醌及其衍生物在 0.3~1.65 THz 波段进行了光谱测量,结果表明蒽醌及其衍生物在此波段有不同的吸收

特征,说明太赫兹光谱可以鉴别同分异构的蒽醌类化合物。

### 3 太赫兹时域光谱技术在中药鉴别中的应用

中药中所含的化学成分非常复杂,包括生物在生成过程中的一级代谢物和二级代谢物。一级代谢物如糖类、蛋白质等,是每种中药都含有的,维持生物体正常生存的必需物质;二级代谢物也被称为次生代谢产物,如苷类化合物、黄酮类化合物、生物碱类化合物、醌类化合物等,这些物质不是每种中药都有,是生物体通过各自特殊代谢途径产生,反映了科、属、种的特性物质,是中药的重要活性成分。中药中所含这些代谢物大多数的低频振动和转动模式处在太赫兹波段,因此太赫兹时域光谱技术可以提供中药在太赫兹波段的新信息和鉴别依据,为中药鉴别和研究提供新方法。

首都师范大学李福利教授带领的研究小组利用太赫兹时域光谱技术研究中药已做了一些探索性工作,利用太赫兹时域光谱技术对当归、茯苓、枳实、板蓝根和不同厂家生产的银杏叶提取物与银杏叶提取物标准样品以及青蒿素及其 3 个衍生物进行了光谱测量,发现不同种类的中药材具有明显不同的吸收光谱和色散曲线;不同厂家生产的银杏叶提取物药品由于各自添加的辅料不同、生产工艺差异而表现出不同的太赫兹吸收光谱和色散曲线;青蒿素及其 3 个衍生物由于分子结构上的差异而表现出不同太赫兹吸收光谱和色散曲线<sup>[29]</sup>。

随后采用纯的中药粉末直接压片研究了白参、红参、高丽参和天然牛黄与人工牛黄的太赫兹光谱,发现 3 种人参的太赫兹吸收光谱差异较为明显,两种牛黄的太赫兹吸收光谱也存在较大差异<sup>[30]</sup>。

### 4 结语

如今太赫兹时域光谱技术在生物大分子上的应用呈现快速发展趋势,但其应用于中药的鉴别,建立中药太赫兹指纹图谱还有很多工作要做。其一,太赫兹时域光谱技术的发展历史较短,其实验仪器还不完善,其信噪比、灵敏度和稳定性有待提高;太赫兹时域光谱技术所测量的频谱范围也比傅里叶变换红外技术小,其测量频谱范围有待扩大。其二,提取样品参数的方法还不成熟,信息处理过程也很复杂,并且还有一些问题(如散射等)没有考虑进去,因此在数据处理方面还需进一步完善。其三,中药的成分非常复杂,同时理论计算方面单分子理论模型具有很多局限性,峰位的归属问题很难解决。另外,由于不同实验室的测试条件不一致,制样和数据的处理方法不尽相同,处理得到的结果可能会有很大区别,彼此参考价值不是太大,因此实验条件和制样方法有待标准化。然而,随着太赫兹技术的进步,太赫兹时域光谱技术必将成为中药研究的有力工具。

### 参考文献:

- [1] 李克,王曙东,宋炳生. 中药指纹图谱及其对中药发展的影响[J]. 中草药, 2002, 33(11): 961-963.
- [2] 中药注射剂指纹图谱研究的技术要求(暂行)[S]. 2002.
- [3] 易延彦,陈志良,杨永华. 中药“全指纹图谱”的探讨[J]. 中草药, 2007, 38(7): 1105-1107.
- [4] 张存林. 太赫兹感测与成像[M]. 北京:国防工业出版社, 2008.
- [5] Auston D H, Cheung K P, Valdmanis J A, et al. Cherenkov

- radiation from femtosecond optical pulses in electro-optic media [J]. *Phys Rev Lett*, 1984, 53(16): 1555-1558.
- [6] Fattinger C H, Grischowsky D. Terahertz beams [J]. *Appl Phys Lett*, 1989, 54(6): 490-492.
- [7] 王秀敏, 徐新龙, 李福利. THz 技术进展 [J]. 首都师范大学学报:自然科学版, 2003, 24(3): 17-25.
- [8] Duvillaret L, Garet F, Coutaz J L. A Reliable method for extraction of material parameters in Terahertz time-domain spectroscopy [J]. *IEEE J Sel Top Quantum Electron*, 1996, 2(3): 739-746.
- [9] Duvillaret L, Garet F, Coutaz J L. Highly precise determination of optical constants and sample thickness in Terahertz time-domain spectroscopy [J]. *Appl Opt*, 1999, 38(2): 409-415.
- [10] Dorney T D, Baraniuk R G, Mittleman D M. Material parameter estimation with Terahertz time-domain spectroscopy [J]. *J Opt Soc Am A*, 2001, 18(7): 1562-1571.
- [11] 徐新龙. 从 THz 时间波形中提取材料参数的方法和分析 [D]. 北京:首都师范大学, 2003.
- [12] Taday P F, Bradley I V, Arnone D D. Terahertz pulse spectroscopy of biological materials: L-glutamic acid [J]. *J Biol Phys*, 2003, 29: 109-115.
- [13] Mayamaru F, Yamaguchi M, Tani M, et al. THz-time-domain spectroscopy of amino acids in solid phase [A]. IEEE LEOS CLEO [C]. Washington: Optical Soc. of America, 2003.
- [14] 徐慧, 余笑寒, 张增燕, 等. 固态氨基酸的 THz 时域光谱研究 [J]. 中国科学院研究生院学报, 2005, 22(1): 90-93.
- [15] 王卫宁, 岳伟伟, 闫海涛, 等. 氨基酸分子的太赫兹时域光谱 [J]. 科学通报, 2005, 50(21): 2348-2351.
- [16] Yu B, Zeng F, Yang Y, et al. Torsional vibrational modes to tryptophan studied by Terahertz time-domain spectroscopy [J]. *Biophys J*, 2004, 86(3): 1649-1654.
- [17] 岳伟伟, 王卫宁, 赵国忠, 等. 芳香族氨基酸的太赫兹光谱研究 [J]. 物理学报, 2005, 54(7): 3094-3099.
- [18] Kutteruf M R, Brown C M, Iwaki L K, et al. Terahertz spectroscopy of short-chain polypeptides [J]. *Chem Phys Lett*, 2003, 375: 337-343.
- [19] 马晓菁, 代斌, 赵红卫, 等. 还原型及氧化型谷胱甘肽的太赫兹时域光谱研究 [J]. 石河子大学学报:自然科学版, 2008, 26(3): 347-350.
- [20] Walther M, Fischer B M, Jepsen P U. Noncovalent intermolecular forces in polycrystalline and amorphous saccharides in the far infrared [J]. *Chem Phys*, 2003, 288: 261-268.
- [21] 张同军, 蔡晋辉, 周泽魁. -D-吡喃半乳糖的太赫兹光谱研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(4): 721-725.
- [22] 葛敏, 赵红卫, 吉特, 等. 常见五元糖的太赫兹时域光谱 [J]. 中国科学 B 辑:化学, 2005, 35(6): 441-445.
- [23] Markelz A G, Roitberg A, Herlweil E J. Pulsed Terahertz spectroscopy of DNA, bovine serum albumin and collagen between 0.1 and 2.0 THz [J]. *Chem Phys Lett*, 2000, 320: 42-48.
- [24] Brucherseifer M, Nagel M, Bolivar P H, et al. Label-free probing of the binding state of DNA by time-domain Terahertz sensing [J]. *Appl Phys Lett*, 2000, 77(24): 4049-4051.
- [25] Fischer B M, Walther M, Uhd J P. Far-infrared vibrational modes of DNA components studied by Terahertz time-domain spectroscopy [J]. *Phys Med Biol*, 2002, 47: 3807-3814.
- [26] Shen Y C, Upadhyay P C, Linfield E H. Temperature-dependent low-frequency vibrational spectra of purine and adenine [J]. *Appl Phys Lett*, 2003, 82(14): 2350-2352.
- [27] 胡颖, 王晓红, 郭澜涛, 等. 植物油和动物脂肪在 THz 波段的吸收和色散 [J]. 物理学报, 2005, 54(9): 4124-4128.
- [28] 徐慧, 柳全文, 李文新, 等. 葱醌及其衍生物的 THz 时域光谱研究 [J]. 化学通报, 2006, 6: 450-453.
- [29] 张蕾. 中草药太赫兹 (THz) 谱 [D]. 北京:首都师范大学, 2004.
- [30] 沙琳. THz 辐射在中草药鉴别与安全检测中的应用研究 [D]. 北京:首都师范大学, 2005.

## 《中国海洋药物》杂志 2010 年征订启事

《中国海洋药物》杂志是由中国科协主管、中国药学会主办、国内外公开发行的全国性科技核心期刊。自 1982 年创刊以来,一直被国家科技部列入“中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)”,并被国外主要检索期刊“美国化学文摘(CA)、联合国水科学和渔业文摘(ASFA)”等收录。本刊设有研究报告、研究简报、综述、海药临床、海药鉴定、资源开发、海药养殖、水产品综合利用、海洋功能食品、新技术介绍、海药人物、科技园地等栏目,可为从事医药卫生、海洋、水产、营养、化学等方面的专业人员提供帮助和参考。本刊为双月刊, A4 开本, 60 页, 每期定价 10 元, 全年 60.00 元, 国内邮发代号: 24-57; 国外代号: BM1277; 欢迎广大作者踊跃投稿, 欢迎广大读者通过当地邮局订阅。欢迎与中外制药企业合作, 宣传推广产品、刊登广告(包括处方药品广告)等。

编辑部地址: 青岛市延安三路 101 号

邮 编: 266071

电 话: (0532) 88083130

传 真: (0532) 88083130

电子邮箱: qdhaiyao@public.qd.sd.cn

网 址: <http://www.chinainfo.gov.cn>

## 《中国医院药学杂志》2010 年征订启事

《中国医院药学杂志》系中国科协主管、中国药学会主办的综合性医院药学专业性学术核心期刊, 主要面向全国医院药学工作者、医务人员和广大药学工作者, 介绍国内外医院药学创新性成果、药学先进技术、临床合理用药、中西药制剂、药剂科的科学与管理、药学基础知识及理论等。本刊为半月刊, 大 16 开, 每期 80 页, 定价 12.00 元, 全年 288 元。每月 15、30 号出版, 国内邮发代号 38-50, 国外代号: M65-38。欢迎广大读者订阅, 欢迎广大作者踊跃投稿(网址: <http://www.zgyyyx.com>)。编辑部地址: 武汉市胜利街 155 号(邮政编码: 430014); 电话: 027-82836596, 82809190; 传真: 027-82836596; E-mail: pharmacy@vip.163.com。