

## 配位化学中的 C-H... $\pi$ 非键弱相互作用

郭辉瑞 陶 朱\* 祝黔江 薛赛凤

(贵州大学应用化学研究所, 贵阳 550025)

随着超分子化学研究的深入和发展, C-H... $\pi$  非键弱相互作用越来越多地在晶体工程学、分子识别、主客体化学、自组装超分子体系以及生物大分子与配体相互作用等领域中被关注。本文综述了在配位化学中的 C-H... $\pi$  非键弱相互作用, 它不仅存在于配合物分子内, 亦可在配合物分子间观察到, 并对利用配合物体系进行 C-H... $\pi$  非键弱相互作用体系研究提出一些设想。

关键词: 配合物 分子内 C-H... $\pi$  相互作用 分子间 C-H... $\pi$  相互作用  
分类号: 0614

### 0 引言

近年来, 我们在对钴系配合物的研究中发现一些与一般规律不同的现象<sup>[1]</sup>, 当配体中含有芳环时,

一些体系配合物异构体的性质及分布出现不寻常的逆转。如下图 1 所示。

通常, 对于 I 组中的 *cis*(N\*) 和 *trans*(N\*) 两类异构体, 由于二元胺配体 (1-(2-氨基乙基) 四氢吡

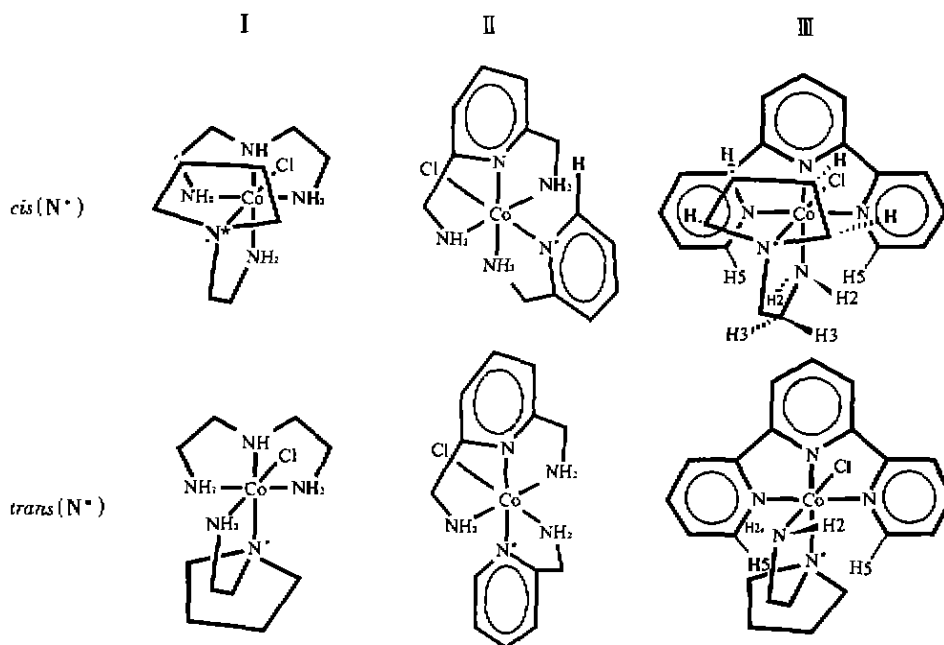


图 1 三个典型体系中异构体 *cis*(N\*) 和 *trans*(N\*) 的比较

Fig. 1 Comparison between *cis*(N\*) and *trans*(N\*) isomers of three typical systems

收稿日期: 2001-10-15。收修改稿日期: 2002-02-25。

贵州省省长基金、贵州大学科技基金资助项目。

\* 通讯联系人。

第一作者: 郭辉瑞, 男, 27 岁, 硕士研究生; 研究方向: 配位化学。

咯)的四氢吡咯环与经式分布的三元胺配体(二乙烯基三胺)拥挤在一起,致使前者的反应活性大大高于后者。如碱水解速率常数之比  $k_{\text{OH}}(\text{cis}(\text{N}^*)) / k_{\text{OH}}(\text{trans}(\text{N}^*)) > 100$ 。在平衡分布中只观察到  $\text{trans}(\text{N}^*)$  异构体;而在 II 组中情况发生逆转(三元胺为 2, 6-二(氨基甲基)吡啶,二元胺为 2-氨基甲基吡啶),  $\text{trans}(\text{N}^*)$  反应活性表现得更高一些,  $k_{\text{OH}}(\text{trans}(\text{N}^*)) / k_{\text{OH}}(\text{cis}(\text{N}^*)) \approx 8$ 。平衡分布中观察到的  $\text{trans}(\text{N}^*)$  和  $\text{cis}(\text{N}^*)$  两异构体之比为 1:3;特别是 III 组(三元胺为三联吡啶),尽管  $\text{cis}(\text{N}^*)$  异构体中经式排布的三联吡啶与二元胺的四氢吡咯环拥挤在一起,但我们却只合成得到了该异构体。这意味着  $\text{trans}(\text{N}^*)$  异构体比  $\text{cis}(\text{N}^*)$  异构体的反应活性高,以致于在合成条件下就完全转化为热力学相对稳定的  $\text{cis}(\text{N}^*)$  异构体。另外,从核磁共振氢谱可观察到位于吡啶环上方的质子明显地被屏蔽,其化学位移向磁场高场方向移动约 2.5ppm。因此,我们认为一定存在一种稳定化作用,足以抵消空间效应产生的不稳定因素,它应与吡啶环以及位于其上方质子的相互作用有关,且不是我们通常所考虑的弱相互作用。

## 1 C-H $\cdots\pi$ 相互作用

针对实验中这种反经验规律现象进行的资料调研结果表明,我们所推测的这种稳定化作用可追溯到 1957 年 Schneider 等人报道的氯仿与苯<sup>[2]</sup>以及后来的乙炔双分子间弱相互作用的研究<sup>[3]</sup>。随着研究手段和测试仪器的发展,人们用核磁共振技术<sup>[4, 5]</sup>、单晶 X-射线衍射分析法<sup>[6]</sup>以及力场计算等方法<sup>[7]</sup>研究有机物的构象时,发现一类违反 Cram 规则的化合物<sup>[8, 9]</sup>。如在结构式为  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHMe-X-Bu}'$  的有机物中,特丁基与苯环处于顺式、与甲基处于反式成为其优势构象(参见图 2),由此引起人们对产生这种大基团相互靠近分布原由的兴趣和研究。利用核磁共振技术、单晶 X-射线衍射分析法、圆二色性、偶极

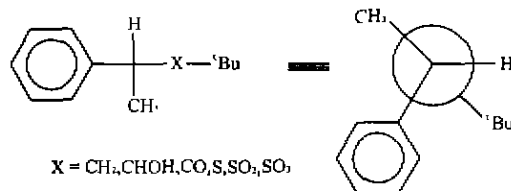


图 2 某些有机化合物的优势构象

Fig. 2 Dominant conformation of some organic compounds

矩、红外光谱以及力场计算等方法对大量的有机分子<sup>[10-19]</sup>、蛋白质的有序结构及折叠现象<sup>[20-23]</sup>、某些金属离子配合物<sup>[24-30]</sup>的研究,使人们逐步认识到了这类弱相互作用的存在和广泛性,并将其定义为 C-H $\cdots\pi$  相互作用。通常认为 C-H $\cdots\pi$  相互作用是一类 C-H 基团与  $\pi$  体系通过空间形成的超共轭体系或 C-H 基团与  $\pi$  体系间形成的广义氢键,其特点在于对 C-H 基团中 C 的性质并无特别要求。

## 2 配合物中的 C-H $\cdots\pi$ 相互作用

上世纪末,超分子化学作为一个独立的学科分支成为化学史上一个新的里程碑,这大大推动和促进了各国学者对各种弱相互作用、以及由此引起的分子内或分子间有序结构、自组装体系、分子的构型或构象选择性形成等现象的研究。对 C-H $\cdots\pi$  相互作用的研究也不例外,根据美国《化学文摘》的摘录情况、近十年的文献报道占总数的 80% 以上,不仅涉及化学领域的各个学科,还涉及材料科学,特别是生命科学。其中生物化学占首位,无机(配位)化学紧随其后。而配位化学在生物化学以及生命科学中占有非常重要的地位,研究配位化学中的 C-H $\cdots\pi$  弱相互作用也将有着重要意义。

### 2.1 配合物分子内配体间的 C-H $\cdots\pi$ 相互作用

Sigel、Okawa、Miyoshi 等人合成的配合物是最早被发现其中配体间存在 C-H $\cdots\pi$  相互作用的配合物<sup>[31, 32]</sup>,图 3(a)所示的是 Okawa 所合成的配合物。配体中甲基的排布总是位于苯环平面的上方,此异构体是体系的优势构型,其中  $\text{M} = \text{Co}$ ,  $\text{Cr}$  和  $\text{Mn}$ 。1995 年 Gillard 等人合成了如图 3(b)所示的配合物<sup>[33]</sup>,并注意到了其中质子 Ha、Hb 及 Hc 在  $^1\text{H}$  NMR 的化学位移均向高场方向移动了 1~2ppm,此异构体是该体系唯一合成得到的配合物异构体。但 Gillard 等人注重的是此配合物中没有一个活性氢,主要用以说明碱催化水解过程中配合物的酸性质子对其水解速率的影响。他们对为什么只合成得到这样一个异构体以及可能存在的分子内弱相互作用并没有给予解释或关注。实际上该异构体中存在如图 3(b)所示的三个 C-H $\cdots\pi$  结构,也是这一体系中含 C-H $\cdots\pi$  结构最多的异构体。合成得到它应是很自然的结果。类似情况在我们的研究中也是屡见不鲜的,如在合成  $[\text{Co}(\text{bpma})(\text{bpy})\text{Cl}]^{2+}$  ( $\text{bpma} = \text{N}$ ,  $\text{N}'$ -二(2-吡啶甲基)甲胺;  $\text{bipy} = 2, 2'$ -联吡啶)体系

配合物时只合成分离出了一个异构体, 单晶 X- 衍射分析以及 2D NMR 技术的测定都表明其结构如图 3 (c) 所示;  $[\text{Co}(\text{bpma})(\text{amp})\text{Cl}]^{2+}$  (amp = 2- 氨基吡啶) 体系的七个可能的几何异构体中, 仅合成分离出如图 3(d) 和 3(e) 所示的两种异构体, 其结构也为单晶 X- 衍射分析以及 2D NMR 技术所证实。仔细观察, 这两个异构体中也含有 C-H... $\pi$  结构<sup>[1]</sup>。C-H... $\pi$  结构的存在使配合物异构体形成时有明显的选择性。

最典型的例证当属图 1 中 III 组所示体系的异构体。考虑到配合物阳离子中经式排布的三元胺- 三联吡啶与二元胺中的四氢吡咯环拥挤在一起, 这可引起配合物内较强的张力, 形成  $[\text{Co}(\text{terpy})(\text{aepl})\text{Cl}]^{2+}$  体系的 *cis*(N<sup>+</sup>) 异构体 (m1) 可能极不稳定, 所得异构体应是 *trans*(N<sup>+</sup>) 异构体 (m2)。但利用二维核磁共振技术解析该异构体的结构时 (见图 4), 在利用 DQCOSY 指认了图 1 中 III 组关键的相关质子, 如唯一的氨基质子 H2 ( $\delta$  6.51), 与之 *J* 相关的质子 H3 ( $\delta$  3.65) 以及吡啶环上的质子 H5 ( $\delta$  8.92) 之后, 在 NOESY 谱中发现了表征 *cis*(N<sup>+</sup>) 异构体 (m1) 特征空间相关性, 如质子 H5 与质子 H2 以及 H3 在 ( $\delta$  8.92/6.51、8.92/3.65 以及 6.51/8.92、3.65/8.92) 处的交叉峰。另外, 在 NOESY 谱中也没有观察到表征 *trans*(N<sup>+</sup>) 异构体 (m2) 特征空间相关性,

如位于高场的二元胺中的四氢吡咯环上亚甲基质子 ( $\delta$  1~2 间) 与质子 H5 的交叉峰没有出现在空间相关的 NOESY 谱中。这一实验事实充分说明 C-H... $\pi$  相互作用在物质分子中的稳定化作用, 同时还表明, 在一特定结构中的 C-H... $\pi$  结构越多, 则该特定结构的稳定性就越高。

## 2.2 配合物分子间配体间的 C-H... $\pi$ 相互作用

叶宝辉等人在研究配合物  $[\text{Ni}(\text{bipy})(\text{O}_2\text{CMe})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ 、 $[\text{Ni}(\text{dmbipy})(\text{O}_2\text{CMe})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  (dmbipy = 4, 4'- 二甲基-2, 2'- 联吡啶) 和  $[\text{Ni}(\text{phen})(\text{O}_2\text{CMe})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  (phen = 1, 10- 菲咯啉) 的晶体结构时发现, 在这些配合物的晶胞堆砌图中存在的一维或二维的自组装结构, 被认为是由于配合物离子间的  $\pi$ ... $\pi$  堆砌以及氢键所致<sup>[28]</sup>。所谓  $\pi$ ... $\pi$  堆砌也可理解为一种 C-H... $\pi$  结构的有序排布。

我们在合成  $[\text{Co}(\text{terpy})(\text{ibn})\text{Cl}]^{2+}$  体系 (terpy = 三联吡啶; ibn = 1, 2- 二氨基-2 甲基丙烷) 配合物时得到两个经式异构体, 用单晶 X- 衍射分析解析了其中一异构体的结构为 *trans*(N<sup>+</sup>) 异构体。在其晶胞堆积图 (参见图 5) 中我们可观察到有序的结构, 其特征在于配合物离子间的 C-H... $\pi$  结构, 二元胺 ibn 上甲基总是位于另一配离子三元胺的吡啶环上方, 相隔距离 0.39nm, 同时还能观察到三元胺 terpy 两两间的  $\pi$ ... $\pi$  堆砌, 相隔距离仅有 0.24nm<sup>[1]</sup>。

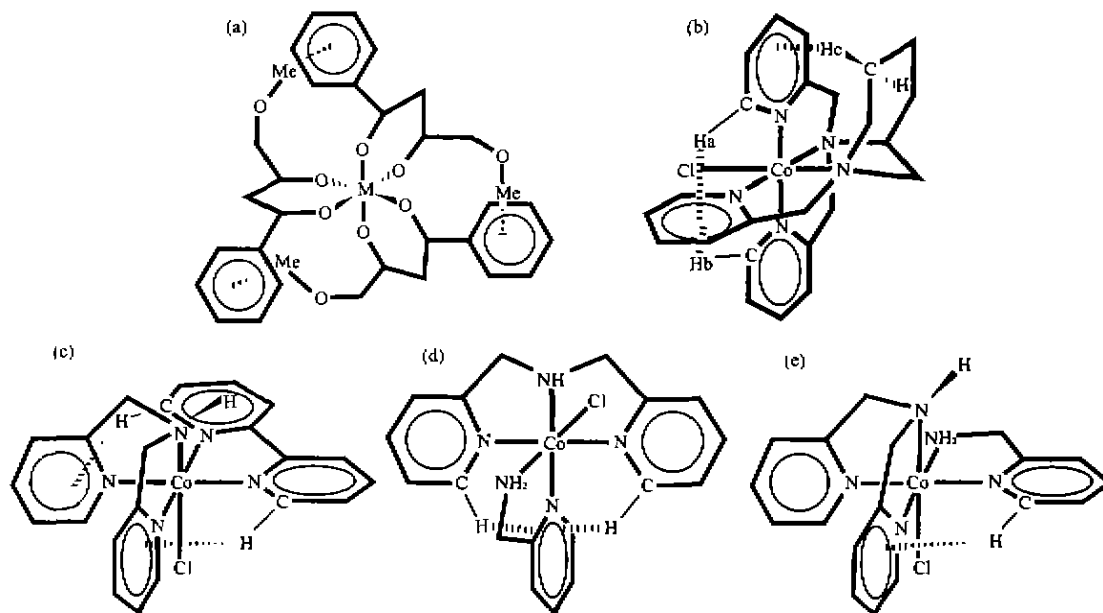


图 3 一些具有分子内 C-H... $\pi$  相互作用的配合物

Fig. 3 Some complexes with intramolecular C-H... $\pi$  interaction

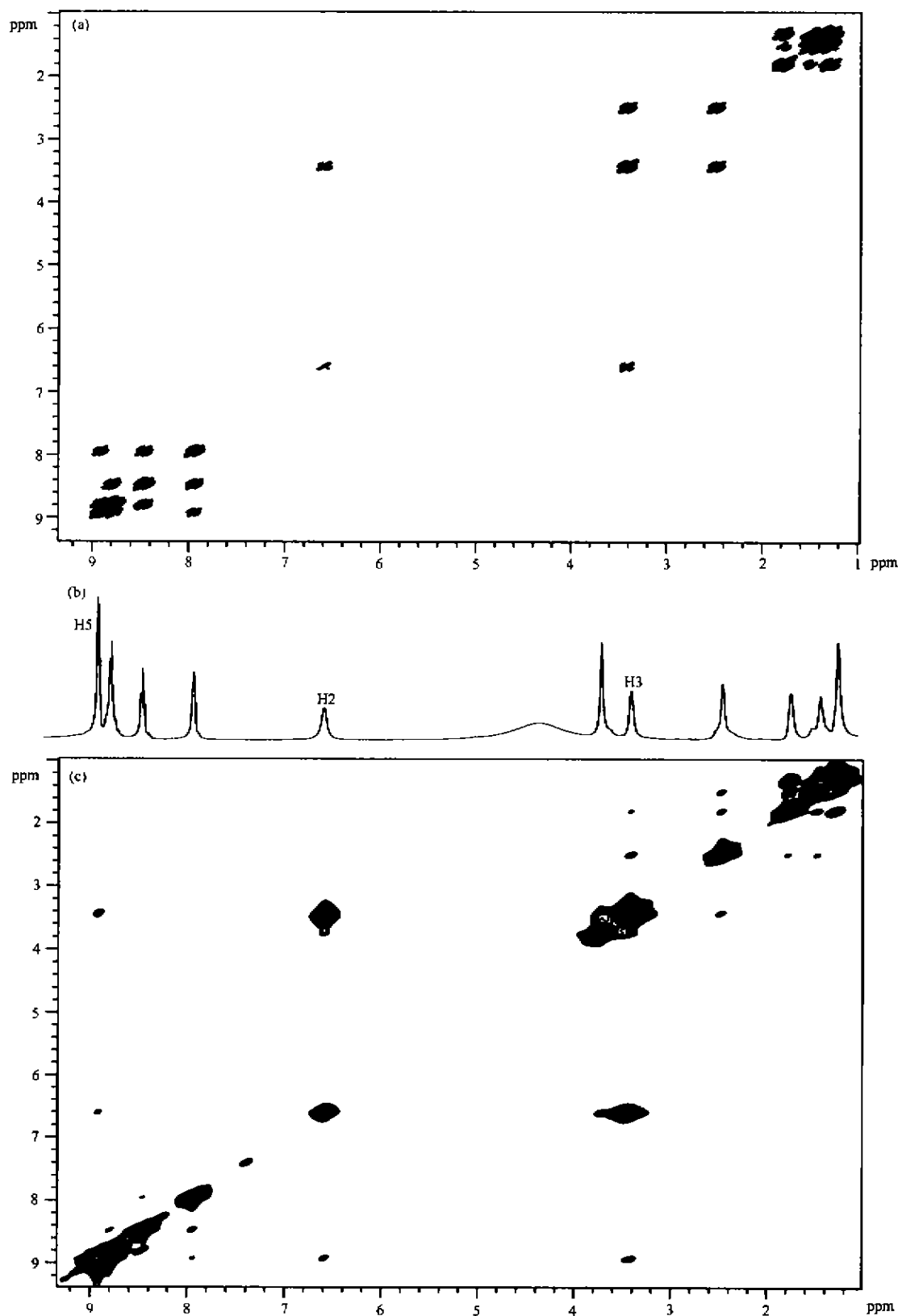


图 4  $[\text{Co}(\text{terpy})(\text{aepl})\text{Cl}](\text{ClO}_4)_2$  体系 m1 在  $\text{DMSO-d}_6$  中的 (a)DQCOSY, (b) $^1\text{H}$  NMR 和 (c)NOESY  
Fig. 4 (a)DQCOSY, (b) $^1\text{H}$  NMR and (c)NOESY spectra of m1- $[\text{Co}(\text{terpy})(\text{aepl})\text{Cl}](\text{ClO}_4)_2$  in  $\text{DMSO-d}_6$

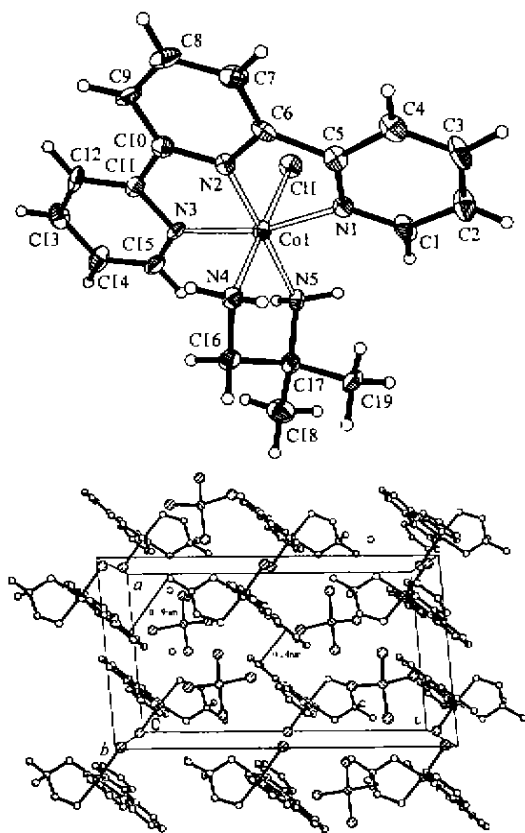


图5  $trans(N^*)$ -[Co(terpy)(ibn)Cl] $^{2+}$  配合物阳离子及其晶胞堆积图

Fig. 5 Cation and unit cell of  $trans(N^*)$ -[Co(terpy)(ibn)Cl] $^{2+}$

### 3 配位化学中 C-H... $\pi$ 相互作用的研究方法和意义

对于 C-H... $\pi$  非键弱相互作用的认识目前还处于一种发展阶段。与此同时, 与生命科学有关的大分子, 蛋白质和 DNA 分子中不乏这种结构, 在众多的主客体非键弱相互作用、配合物分子内或分子间可能产生的相互作用、分子集合体有序结构以及超分子中, 仔细观察, 这种结构比比皆是。它所产生的影响以往可能被我们所熟知的一些的弱相互作用或氢键所掩盖。因此, 对这类相互作用进行系统研究显得非常必要。而具有多芳环配体的配合物及其异构体提供了一个相对简单而又直观的媒体来研究这种特殊的 C-H... $\pi$  非键弱相互作用。

#### 3.1 利用配合物异构体的热、动力学数据

对具有多芳环配体的配合物体系中各异构体的热、动力学性质及分布的研究, 我们可获得诸如这些异构体的平衡常数、反应自由能、反应速率常数及反

应活化能等热、动力学参数。若通过比较同一体系不同异构体(如图1中同组的  $cis(N^*)$  和  $trans(N^*)$  异构体)以及类似体系相应异构体(如图1中不同组的  $cis(N^*)$  或  $trans(N^*)$  异构体)的热、动力学参数, 有可能获得 C-H... $\pi$  非键弱相互作用强度大小的信息。若在芳环上或 C-H 键端引入不同电子效应的基团, 用类似的比较方法不仅可得知 C-H... $\pi$  相互作用大小, 还可了解影响其作用的各种因素。

#### 3.2 利用配合物异构体的二维核磁共振谱

随着核磁共振技术的迅猛发展, 特别二维核磁共振技术的出现, 不仅可用于指认在溶液中的配合物及其异构体, 同时也可用于配合物中各原子的相对位置和距离的确定, 如 COSY 谱可反映出若干键之间原子的相互作用; NOESY 谱可反映出 5Å 以内质子通过空间的相互作用<sup>[34-35]</sup>, 这为我们考察 C-H... $\pi$  非键弱相互作用的范围提供了可靠的证据。同时还能确定为确定物质溶液结构、指认一维核磁共振谱、原位动力学和热力学研究提供了切实可行的实验方法<sup>[36]</sup>。

#### 3.3 利用配合物异构体的晶体结构数据

晶体结构测定不仅能直接归属配合物及其异构体, 更重要的是提供了配合物中各原子的相对位置和距离<sup>[37-39]</sup>, 通过对大量相关配合物以及化合物的结构参数的归纳和统计, 建立 C-H... $\pi$  相互作用大小及影响因素与作用范围的函数关系。同时还能直接给出直观的物质固态构象, 获得键长、键角、二面角等结构参数, 不仅如此, 在不拆分的情况下, 也能很容易地识别外消旋化的旋光性物质<sup>[40]</sup>。

#### 3.4 利用量子计算

对于一个特定的研究体系, 有时并不能制备出已合成得到的所有配合物异构体的单晶或合成出体系中所有可能的异构体(这种情况是经常发生的), 因此无法从实验中得到所需异构体的结构参数。以量子化学计算为基础的理论研究则显示出其特有的优越性。这不仅表现在理论研究方法的超前性和指导性、预测实验及其结果, 同时也能给出研究 C-H... $\pi$  非键弱相互作用所需的结构以及热、动力学参数。如对图1中II组(三元胺为 2, 6-二(氨基甲基)吡啶, 二元胺为 2-氨基甲基吡啶)的两个异构体及其同系物(三元胺为 4-甲基-2, 6-二(氨基甲基)吡啶, 二元胺不变)的两个异构体的基态能量进行计算, 两体系的  $cis(N^*)$  和  $trans(N^*)$  异构体基态能量

(a. u.) 分别是 -933.8197328, -933.8170927 和 -972.853437, -972.8507718, 同一体系异构体的能量差 ( $\Delta E_{\text{cis}(N^*)-\text{trans}(N^*)}$ ,  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 分别为 -6.98 和 -6.99, 这一结果说明了两个问题。第一, 表明 *cis*( $N^*$ ) 异构体比 *trans*( $N^*$ ) 异构体体系能量更低, 因此, *cis*( $N^*$ ) 异构体比 *trans*( $N^*$ ) 更稳定, 平衡分布中是主要的。这已为实验所证实。第二, 由于两个体系两异构体的能量差几乎相等, 我们推测 4- 位上的甲基的存在对所形成的  $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$  相互作用的影响不大, 在性质上与 II 组的两个异构应该相近。

关于量化计算结果的可信度, 在我们一系列的研究工作中已得到较好的结果和验证。如在结构优化方面, 键长、键角等结构参数的理论值与实验值的相对误差一般小于 3%, 平均相对误差则更低<sup>[40, 41]</sup>, 配合物异构体基态能量与其平衡分布等实验结果能较好地吻合<sup>[40, 41]</sup>; 键角变形性与配合物异构体动力学性质也有一定关联等等<sup>[42, 43]</sup>。

综上所述, 利用具有多芳环配体的配合物体系, 选择、设计、合成不同的配体, 使所形成的配合物能营造和模拟大分子及 DNA 等的核心结构, 对  $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$  非键弱相互作用进行系统研究; 不仅如此, 由于这类配合物本身也可能具有超分子结构, 从而使我们有可能对  $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$  相互作用与超分子及自组装结构关系进行研究。另外, 具有多芳环配体的配合物与大分子及 DNA 形成的  $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$  相互作用还有可能扩展我们的研究空间。

### 参 考 文 献

- [1] Tao Z. Thesis, School of Chemistry, University College, University of New South Wales, 2001.
- [2] Aoyama T., Matsuoka O., Nakagawa N. *Chem. Phys. Lett.*, **1979**, *67*(2-3), 508.
- [3] Reeves L. W., Schneider W. G. *Can. J. Chem.*, **1957**, *35*, 251.
- [4] Carter R. E., Nilsson B., Olsson K. *J. Am. Chem. Soc.*, **1975**, *97*, 6155.
- [5] Nilsson B., Martinson P., Olsson K. et al *J. Am. Chem. Soc.*, **1974**, *96*, 3190.
- [6] Aurivillius B., Carter R. E. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.*, **1978**, *2*, 1033.
- [7] Carter R. E., Stilbs P. *J. Am. Chem. Soc.*, **1976**, *98*, 7515.
- [8] Nishio M., Hirota M. *Tetrahedron*, **1989**, *45*(23), 7201.
- [9] Nishihata K., Nishio M. *Tetrahedron Lett.*, **1977**, (12), 1041.
- [10] Muchall H. M. *J. Phys. Chem. A*, **2001**, *105*, 632.
- [11] Butz P. K., Macleod R. T. *J. Phys. Chem. A*, **2001**, *105*, 544.
- [12] Butz P. K., Romano T., Macleod N. A., Robertson E. G., Simons J. P. *J. Phys. Chem. A*, **2001**, *105*(6), 1050.
- [13] Hermida R. J., Martinez N. E., Fernandez R. A., Cabaleiro L. E. M. *Theochem.*, **2000**, *497*, 105.
- [14] Kiss J. T. F., Kortvelyesi T., Palinko I. *Vib. Spectrosc.*, **2000**, *22*(12), 63.
- [15] Mons M., Iliana D., Tardivel B., Piuze F., Brenner V., Millie P. *J. Phys. Chem. A*, **1999**, *103*(48), 9958.
- [16] Jung D. M., deRopp J. S., Ebeler S. E. *J. Agric. Food Chem.*, **2000**, *48*(2), 407.
- [17] Urban J. J., Cronin C. W., Roberts R. R., Famini G. R. *J. Am. Chem. Soc.*, **1997**, *119*(50), 12292.
- [18] Malone J., Murray C., Charlton M., Docherty R. T. et al *J. Chem. Soc., Faraday Trans.*, **1997**, *93*(19), 3429.
- [19] Fei X., Hui Y. Z., Rudiger V., Schneider H. J. *J. Phys. Org. Chem.*, **1997**, *10*(5), 305.
- [20] Susanne W. B., Lin J. T., Lorenz M., Fritz S., Kinne R. K. H. *J. Med. Chem.*, **2000**, *3*(9), 1692.
- [21] Matsui I., Matsui Eriko., Sakai Y., Kikuchi H. et al *J. Biol. Chem.*, **2000**, *275*(7), 4871.
- [22] Hofstadter K., Stuart F., Jiang L. et al *J. Mol. Biol.*, **1999**, *285*(2), 805.
- [23] Kim E. I., Paliwal. S., Wilcox C. S. *J. Am. Chem. Soc.*, **1998**, *120*(43), 11192.
- [24] Netto F. J. C., Ilharco L. M., Garcia A. R., Ferreira L. F. V. *Langmuir*, **2000**, *16*(26), 10392.
- [25] Goto M., Matsumoto T., Sumimoto M., Kurosaki H. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2000**, *73*(1), 97.
- [26] Raston C. L., Nichols P. J., Baranyai K. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2000**, *39*(10), 1842.
- [27] Su C. Y., Kang B. S., Yang Q. C., Mak Thomas C. W. *J. Chem. Soc. Dalton.*, **2000**, (12), 1857.
- [28] Ye B. H., Chen X. M., Xue G. Q., Ji L. N. *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, **1998**, (17), 2827.
- [29] Jitsukawa K., Iwai K., Masuda H., Ogoshi H., Einaga H. *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, **1997**, (20), 3691.
- [30] Kickham J. E., Loeb S. J., Murphy S. L. *Chem-Eur J.*, **1997**, *3*(8), 1203.
- [31] Okawa H., Ueda K., Kida S. *Inorg. Chem.*, **1982**, *21*, 1594.
- [32] Fischer B. E., Sigel H. *J. Am. Chem. Soc.*, **1980**, *102*, 2998.

- [33] Gillard R. D., Newman P. D., Vagg R. S., William P. R. et al *Inorg. Chim. Acta*, **1995**, **233**, 79.
- [34] TAO Zhu(陶 朱), Jackson W. G. *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2000**, **16**(3), 485.
- [35] ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), TAO Zhu(陶 朱), XU Yuan-Zhi(徐元植) *Huaxue Xuebao (Acta Chimica Sinica)*, **2001**, **59**(7), 1106.
- [36] ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), TAO Zhu(陶 朱), ZHANG Jiang-Xin(张建新), XU Yuan-Zhi(徐元植) *Huaxue Xuebao (Acta Chimica Sinica)*, **2000**, **58**(11), 1434.
- [37] ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), TAO Zhu(陶 朱), XUE Sai-Feng(薛赛凤), LUO Xue-Qiang(罗绪强), ZHANG Guang-Yi(张广义) *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2001**, **17**(1), 65.
- [38] TAO Zhu(陶 朱), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江) *Huaxue Xuebao (Acta Chimica Sinica)*, **2002**, **60**(1), 109.
- [39] TAO Zhu(陶 朱), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), XU Yuan-Zhi(徐元植) *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2000**, **16**(5), 733.
- [40] TAO Zhu(陶 朱), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), XUE Sai-Feng(薛赛凤) et al *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2002**, **18**(2), 147.
- [41] YUAN Xun-Mo(袁勋模), TAO Zhu(陶 朱), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), ZHANG Jiang-Xin(张建新) *Huaxue Xuebao (Acta Chimica Sinica)*, **2002**, **60**(1), 121.
- [42] LUO Xue-Qiang(罗绪强), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), TAO Zhu(陶 朱) et al *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2001**, **17**(5), 641.
- [43] LUO Xue-Qiang(罗绪强), ZHU Qiang-Jiang(祝黔江), TAO Zhu(陶 朱) et al *Wuji Huaxue Xuebao (Chinese Journal of Inorganic Chemistry)*, **2002**, **18**(3), 259.

### C-H... $\pi$ Interaction in Coordination Chemistry

GUO Hui-Rui TAO Zhu\* ZHU Qian-Jiang XUE Sai-Feng

(Institute of Applied Chemistry, Guizhou University, Guiyang 550025)

As a consequence of progress of supramolecular chemistry, C-H... $\pi$  interaction in crystal engineering, molecular recognition, host-guest chemistry, supramolecular assemblies, protein-ligand interactions has been considerable interest in recent years. In this paper, the C-H... $\pi$  interaction was briefly introduced, and the intramolecular or intermolecular C-H... $\pi$  interaction in coordination chemistry were summarized. Thus, the complex systems offer a medium to study the C-H... $\pi$  interaction.

**Keywords:** complexes intramolecular C-H... $\pi$  interaction intermolecular C-H... $\pi$  interaction