

文章编号: 1000-7032(2012)12-1277-06

## 2,9-二正丁基-1,10-菲咯啉双核铜(I)配合物的合成、晶体结构及光学性质

刘文崧, 任泓扬, 李湘祁, 王炳喜\*

(福州大学 材料科学与工程学院, 福建 福州 350108)

**摘要:** 以2,9-二正丁基-1,10-菲咯啉(dnbp)和碘化亚铜为原料,在四氢呋喃溶液中反应合成了一种新型中性双核铜(I)配合物 $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$ 。采用X射线单晶衍射、核磁共振氢谱、紫外-可见吸收光谱表征其结构,荧光光谱测定其发光性能。结果表明:该配合物分子由两个Cu(I)离子通过两个碘离子桥联形成畸变的菱形 $\text{Cu}_2\text{I}_2$ 核心和dnbp螯合配体构成,配合物中I—Cu—I的夹角较小( $106.08^\circ$ ),两个Cu(I)离子的距离很长( $0.3194\text{ nm}$ ),表明它们的相互作用可以忽略。上述结构的特征主要由dnbp配体大的空间位阻造成。配合物晶体属于三方晶系,空间群为 $R\bar{3}$ ,晶胞参数 $a = 4.40414(11)\text{ nm}$ ,  $b = 4.40414(11)\text{ nm}$ ,  $c = 1.08592(4)\text{ nm}$ ,  $\gamma = 120^\circ$ ,  $V = 18.2411(9)\text{ nm}^3$ 。配合物在二氯甲烷溶液中出现 $350\sim 500\text{ nm}$ 的吸收峰,归属于金属离子到配体的电荷转移跃迁(MLCT)。室温下,当激发波长为 $365\text{ nm}$ 时,其最大发射波长为 $653\text{ nm}$ ,发光寿命为 $3.1\ \mu\text{s}$ ,光致发光量子产率为 $0.013$ 。发光机制属于金属离子和卤素到配体电荷转移激发态的磷光发射。低温下,配合物最大发射波长蓝移至 $645\text{ nm}$ ,发射峰变窄。

**关键词:** 铜(I)配合物; 2,9-二正丁基-1,10-菲咯啉; 晶体结构; 磷光

中图分类号: O614.1 文献标识码: A DOI: 10.3788/fjxb20123312.1277

## Synthesis, Crystal Structure and Luminescent Properties of A Dinuclear Copper(I) Complex Containing 2,9-di-n-butyl-1,10-phenanthroline

LIU Wen-song, REN Hong-yang, LI Xiang-qi, WANG Bing-xi\*

(College of Materials Science and Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

\* Corresponding Author, E-mail: wangbx@fzu.edu.cn

**Abstract:** A new neutral dinuclear copper(I) complex bearing N-ligands 2,9-di-n-butyl-1,10-phenanthroline (dnbp),  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$ , was synthesized by the reaction of CuI and dnbp in tetrahydrofuran solution. The complex was characterized by single crystal X-ray diffraction,  $^1\text{H}$  NMR, UV-Vis spectra, and photoluminescence spectra. The results show that the complex consists of a distorted tetrahedral  $\text{Cu}_2\text{I}_2$  core, in which two copper(I) ions are linked by two iodo-bridges, and two dnbps chelated with copper(I) ions, respectively. The complex shows small angle of I—Cu—I ( $106.08^\circ$ ), and long  $\text{Cu}\cdots\text{Cu}$  distance ( $0.3149\text{ nm}$ ) which suggests a negligible interaction between two copper ions. These features can be attributed to the bulk steric hindrance of dnbp ligands. The complex belongs to trigonal system with space group of  $R\bar{3}$  and cell dimensions  $a = 4.40414(11)\text{ nm}$ ,  $b = 4.40414(11)\text{ nm}$ ,  $c = 1.08592(4)\text{ nm}$ ,  $\gamma = 120^\circ$ ,  $V = 18.2411(9)\text{ nm}^3$ . The

收稿日期: 2012-08-09; 修订日期: 2012-09-23

基金项目: 福州大学科技发展基金(2010XQ02)资助项目

作者简介: 刘文崧(1989-),男,江西泰和县人,主要从事光电信息功能材料的研究。

E-mail: oneil1989@163.com

complex has a low-energy absorption band ranging from 350 nm to 500 nm in dichloromethane solution, which can be assigned to the metal-to-ligand charge transfer (MLCT) transitions. At room temperature, the complex in the solid state exhibits red photoluminescence with a broad emission band from 550 nm to 800 nm and the maximum peak at 653 nm under excitation at 365 nm. The emission lifetime of the complex is 3.1  $\mu\text{s}$ , and photoluminescence quantum yield is 0.013. The luminescence mechanism of the complex belongs to the phosphorescent emission at the excited state, which is formed by electron charge transition from cuprous ion and halogen to ligand dnbps. At 10 K, the maximum emission peak shifts to 645 nm with narrow spectral band width.

**Key words:** copper(I) complex; 2,9-di-n-butyl-1,10-phenanthroline; crystal structure; phosphorescence

## 1 引 言

铜金属具有价格低廉、资源丰富及环境友好等特点。铜(I)配合物拥有与贵金属(如钌、铱、铂等)配合物相当的磷光发射能力<sup>[1]</sup>,理论上电致发光器件的最大量子产率可达 100%。在这类铜(I)配合物中,双核铜(I)配合物具有稳定性好、易于合成和可升华等特点,适用于制备有机电致发光器件(OLED)<sup>[2-4]</sup>。鉴于含磷配合物中存在 Cu—P 键不太稳定、磷配体易于发生解离的问题<sup>[5-6]</sup>,采用能与铜离子稳定螯合的氮杂环配体,设计和合成新型的发光中性铜(I)配合物具有重要意义。然而,含氮杂环配体的双核铜(I)配合物迄今仅有少量报道<sup>[7-9]</sup>。Liu 等<sup>[10]</sup>使用含咪唑基的吡啶作为配体,通过真空共沉积反应的方法合成了 CuI-吡啶配合物,其光致发光(PL)量子产率高达 0.64,但是真空共沉积反应方法具有较大的局限性。通过简单的溶液合成方法,Seth 等<sup>[7]</sup>以 N-(芳基)吡啶-2-醛亚胺为配体合成了一系列具有菱形 Cu<sub>2</sub>I<sub>2</sub> 核心的铜(I)配合物,光致发光量子产率为 0.002。其他几个含氮杂环配体的双核铜(I)配合物的文献主要研究配合物的晶体结构,没有涉及配合物的发光性能。因此,具有磷光发射的含氮杂环配体的双核铜(I)配合物值得进一步研究。

邻菲咯啉及其衍生物是一类广泛应用于发光配合物合成的氮杂环配体<sup>[11-12]</sup>。2,9-双取代邻菲咯啉的单核离子型发光铜(I)配合物的 PL 量子产率为  $1.4 \times 10^{-3}$ <sup>[5]</sup>,然而基于这类配体发光的中性双核铜(I)配合物却鲜有报道。本文以 2,9-二正丁基-1,10-菲咯啉为配体,合成了一种新型

的双核铜(I)配合物[CuI(dnbp)]<sub>2</sub>,表征了其晶体结构并研究了其发光性能。

## 2 实 验

### 2.1 试剂和仪器

四氢呋喃(THF)和正己烷,分析纯,使用前用钠/二苯甲酮干燥蒸馏。二氯甲烷,分析纯,使用前用氢化钙干燥蒸馏。晶体结构采用 Rigaku Mercury 70 CCD 型 X 射线衍射仪测试,以 Mo-K $\alpha$  射线为辐射源。<sup>1</sup>H NMR 谱以 CDCl<sub>3</sub> 为溶剂在 Bruker Avance III 500 核磁共振波谱仪上测定。紫外-可见吸收光谱(UV-Vis)采用 Varian Cary 50 紫外-可见光谱仪测定,样品浓度为  $1 \times 10^{-5}$  mol/L。荧光光谱及寿命用 Edinburgh FLS 920 荧光光谱仪测定。

### 2.2 配合物的合成

实验过程均在氩气保护下完成,玻璃器皿使用前采用真空烘箱干燥。配合物在溶液中合成得到,将 CuI(1 mmol, 0.190 5 g)和 dnbp(1 mmol, 0.292 4 g)放入双口瓶中,抽换氩气,注入 15 mL 四氢呋喃,室温下搅拌 6 h,得到亮红色的透明溶液。将该溶液过滤后使用四氢呋喃/正己烷进行单晶培养。无取代邻菲咯啉(phen)的双核铜(I)配合物[CuI(phen)]<sub>2</sub>的合成步骤与上述类似。

<sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 8.32 (d, 4H,  $J = 8$  Hz), 7.83 (s, 4H), 7.72 (d, 4H,  $J = 7.5$  Hz), 3.56 (t, 8H,  $J = 8$  Hz), 1.53 ~ 1.91 (m, 16H), 0.99 (t, 12H,  $J = 7.5$  Hz)。

### 2.3 晶体结构测定

在 293(2) K 温度下,选择尺寸为 0.70 mm  $\times$  0.45 mm  $\times$  0.30 mm 的红色单晶,在 Rigaku Mercury 70 CCD X 射线单晶衍射仪上收集衍射数

据。用 SHELXS-97 程序<sup>[13]</sup>完成结构解析, SHELXL-97 程序<sup>[14]</sup>完成结构精修。所有非氢原子均采用各向异性和全矩阵最小二乘法修正。结果表明:

表 1  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的晶体学数据

Table 1 Crystallographic data for  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$

Empirical formula	$\text{C}_{40}\text{H}_{48}\text{Cu}_2\text{I}_2\text{N}_4$	F(000)	8 640
Temperature/K	293(2)	Theta range for data collection	$3.34^\circ \sim 24.99^\circ$
Crystal system	trigonal	Reflections collected	37 454
Space group	$R\bar{3}$	Independent reflections	7 119 [ $R(\text{int}) = 0.0259$ ]
$a/\text{nm}, b/\text{nm}, c/\text{nm}$	4.404 14(11), 4.404 14(11), 1.085 92(4)	Data/restraints/parameters	7 119/2/423
$\alpha/(\circ), \beta/(\circ), \gamma/(\circ)$	90.00, 90.00, 120.00	Refinement method	Full-matrix least-squares on $F^2$
Volume/ $\text{nm}^3$	18.241 1(9)	Goodness-of-fit on $F^2$	1.071
Z	18	Final R indexes [ $I > 2\sigma(I)$ ]	$R_1 = 0.0422, wR_2 = 0.1116$
$\rho_{\text{calc}}/(\text{mg} \cdot \text{mm}^{-3})$	1.582	Final R indexes (all data)	$R_1 = 0.0484, wR_2 = 0.1175$
$\mu/\text{mm}^{-1}$	2.604		

### 3 结果与讨论

#### 3.1 晶体结构分析

X 射线晶体结构分析确定配合物为双核结构, 配合物主要的键长键角列于表 2, 分子结构见图 1。中心铜原子通过碘桥联形成近似菱形的  $\text{Cu}_2\text{I}_2$  核心。每个中心铜(I)离子与配体均形成扭曲的四面体配位构型, 配体内的夹角  $\text{N}-\text{Cu}-\text{N}$  ( $80.10^\circ$ ) 和配体间的夹角  $\text{N}-\text{Cu}-\text{I}$  ( $113.03^\circ \sim 123.52^\circ$ ) 均与正常的四面体夹角 ( $109.28^\circ$ ) 有较大的偏差, 这可能是由 dnbp 配体较小的咬入角造成的。每个铜(I)离子上的两个  $\text{Cu}-\text{I}$  键长并不相等, 分别为  $0.2594 \text{ nm}$  和  $0.2649 \text{ nm}$ , 这种差异与铜原子上两个  $\text{Cu}-\text{I}$  键的性质不同有关, 其中一个为配位键, 另一个为共价键<sup>[8]</sup>。实验测得  $\text{Cu} \cdots \text{Cu}$  距离为  $0.3149 \text{ nm}$ , 略大于文献报道类似体系的距离范围 ( $0.2582 \sim 0.3074 \text{ nm}$ ) 的上限<sup>[7-9]</sup>, 表明两个中心

配合物晶体属于三方晶系,  $R\bar{3}$  空间群,  $R = 0.0422, wR = 0.1116$ , GOF 值为 1.071。配合物主要的晶体学数据见表 1。

铜离子相互间的作用可以忽略。I—Cu—I 的键角为  $106.08^\circ$ , 远小于文献报道的邻菲咯啉配合物  $[\text{CuI}(\text{phen})]_2$  的值 ( $117.85^\circ$ )<sup>[8]</sup>。上述分析表明, dnbp 配体上正丁基基的空间位阻造成了双核铜(I)配合物核心结构的严重畸变。

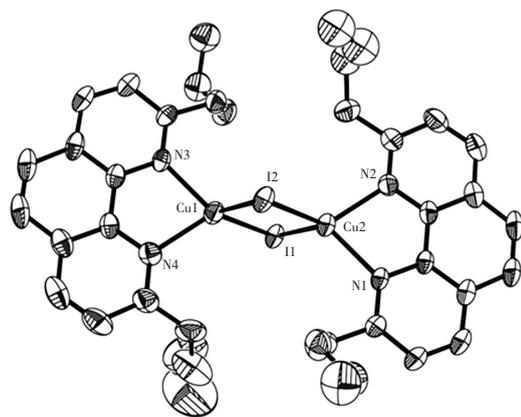


图 1  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的晶体结构图

Fig. 1 Crystal structure of  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$

表 2 配合物主要的键长和键角

Table 2 Selected bond lengths (nm) and angles ( $^\circ$ ) of the complex

$\text{Cu1}-\text{I1}$	0.259 47(7)	$\text{Cu1}-\text{I2}$	0.264 87(8)	$\text{Cu1}-\text{N3}$	0.211 0(4)
$\text{Cu1}-\text{N4}$	0.211 0(4)	$\text{Cu1}-\text{Cu2}$	0.314 9	$\text{N1}-\text{Cu2}-\text{N2}$	80.46(15)
$\text{I1}-\text{Cu1}-\text{I2}$	106.51(2)	$\text{I1}-\text{Cu2}-\text{I2}$	106.08(2)	$\text{Cu1}-\text{I2}-\text{Cu2}$	73.89(2)
$\text{N3}-\text{Cu1}-\text{N4}$	80.10(16)	$\text{Cu1}-\text{I1}-\text{Cu2}$	73.52(2)		
$\text{N3}-\text{Cu1}-\text{I1}$	123.52(10)	$\text{N4}-\text{Cu1}-\text{I2}$	110.25(11)		

#### 3.2 紫外-可见吸收光谱

配合物  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  二氯甲烷溶液的紫外-可见吸收谱见图 2。吸收曲线和文献报道的单核

邻菲咯啉体系相似<sup>[15-16]</sup>。高能量带的吸收波长范围为  $250 \sim 330 \text{ nm}$ , 归属于 dnbp 配体内的  $\pi \rightarrow \pi^*$  跃迁吸收; 低能量带的吸收波长范围为  $350 \sim$

500 nm, 归属于  $d(\text{Cu}) \rightarrow \pi^*(\text{dnbp})$  金属到配体的电荷转移跃迁 (MLCT) 吸收<sup>[17-19]</sup>。

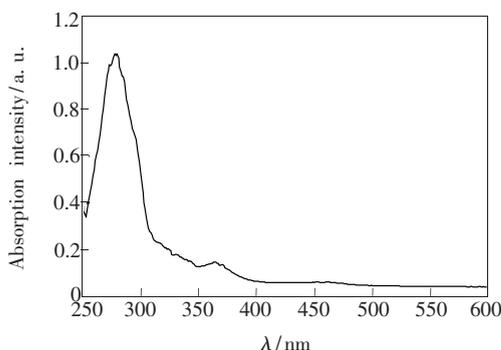


图2  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的二氯甲烷溶液的紫外-可见吸收光谱  
Fig. 2 UV-Vis absorption spectrum of  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  in  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

### 3.3 光致发光的性质

室温下, 固态配合物的激发-发射光谱见图3。当激发波长为 365 nm 时, 配合物在 550 ~ 800 nm 具有较宽的发射带, 最大发射波长  $\lambda_{\text{max}} = 653$  nm。

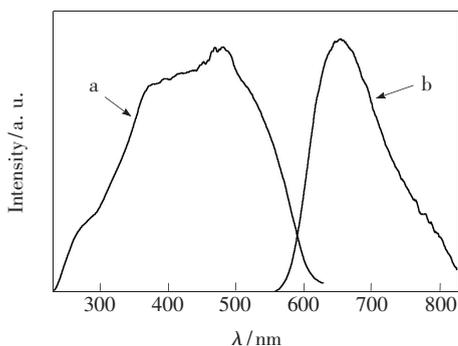


图3 固态  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的室温激发光谱 (a) 和发射光谱 (b)

Fig. 3 Excitation (a) and emission (b) spectra of  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  in the solid state at room-temperature

配合物在低温下 (10 K) 的激发-发射光谱见图4。当激发波长为 360 nm 时, 最大发射波长为 645 nm, 略微蓝移 8 nm。此外, 与室温发射光谱比较, 发射带变得更窄, 同时在 700 nm 处出现了小肩峰。

室温下固态配合物的发光寿命衰减曲线见图5。从配合物的发光衰减曲线拟合得到发光寿命为  $3.1 \mu\text{s}$ , 与文献报道的双核磷光配合物的寿命  $2.9 \sim 7.5 \mu\text{s}$  相当<sup>[4]</sup>, 微秒级的发光寿命表明配合物的发光源于三重激发态的磷光发射。量子化学理论计算表明:  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  配合物的最高占

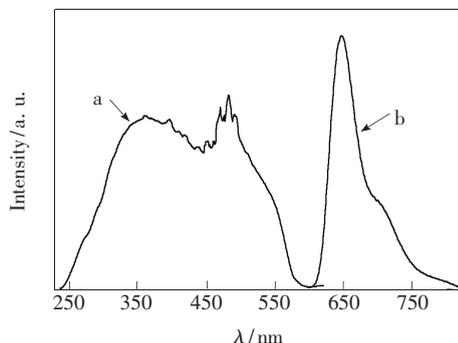


图4 固态  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的低温 (10 K) 激发光谱 (a) 和发射光谱 (b)

Fig. 4 Excitation (a) and emission (b) spectra of  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  in the solid state at 10 K

有分子轨道 (HOMO) 主要分布在中心  $\text{Cu}(\text{I})$  离子和碘配体上, 而最低空轨道 (LUMO) 则主要分布在 dnbp 配体上。由此可见, 配合物中金属离子到配体的电荷转移 (MLCT) 和卤素到配体的电荷转移 (XLCT) 形成了激发态, 即  $(\text{M} + \text{X})\text{LCT}$  激发态。因此可以推断: 室温下固态配合物的发光是源于  $(\text{M} + \text{X})\text{LCT}$  激发态的磷光发射。实验测得固态配合物的光致发光量子产率为 0.013, 在 365 nm 波长的紫外灯照射下发出较亮的红光。

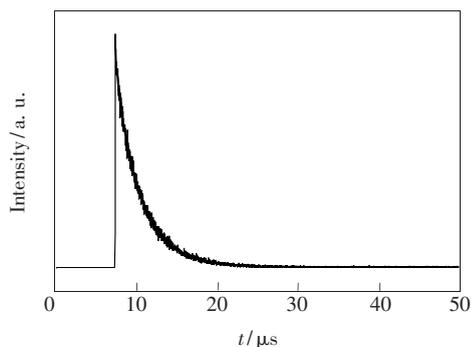


图5 固态  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  的发光寿命衰减曲线

Fig. 5 Luminescence decay curve of  $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$  in the solid state

单核离子型双邻菲咯啉  $\text{Cu}(\text{I})$  配合物  $\text{Cu}^{\text{I}}(\text{phen})_2^+$  在溶液里不发光, 而在 2,9 位置引入取代基后, 其发光性能有明显的提升, 量子产率可达到  $10^{-3}$  数量级<sup>[20]</sup>。根据我们的对比实验, 无取代邻菲咯啉的双核中性  $\text{Cu}(\text{I})$  配合物  $[\text{CuI}(\text{phen})]_2$  没有明显发光。这说明邻菲咯啉在 2,9 位引入大取代基后, 无论对单核体系还是中性双核体系都具有提高配合物发光效率的效果。配合物材料的发光效率主要取决于配合物的

分子结构及其发光动力学,邻菲咯啉在2,9位引入大取代基能有效抑制Cu(I)配合物在激发态时发生扁平化畸变,从而有利于提升配合物的发光性能<sup>[21]</sup>。另一方面,由于dnbp配体的2,9位大取代基造成较大的空间位阻引起配合物 $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$ 的菱形 $\text{Cu}_2\text{I}_2$ 核心出现严重变形,使 $\text{Cu}\cdots\text{Cu}$ 距离增加到0.3149 nm,高于大多数文献报道的数值,这种结构特征对配合物发光性能的影响仍需进一步研究。

## 4 结 论

采用溶液法合成了一种新型的双核Cu(I)

配合物 $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$ 。X射线单晶衍射数据解析表明,两个铜离子通过碘桥联形成畸变的菱形 $\text{Cu}_2\text{I}_2$ 核心结构, $\text{Cu}\cdots\text{Cu}$ 距离高达0.3149 nm。 $[\text{CuI}(\text{dnbp})]_2$ 的二氯甲烷溶液在350~500 nm区域具有较宽的吸收带。室温下,当激发波长为365 nm时,固态配合物在550~800 nm出现较宽的发射峰,最大发射波长位于653 nm,发光寿命为3.1  $\mu\text{s}$ ,光致发光量子产率为0.013。在365 nm波长的紫外灯照射下固态配合物发出较亮的红光。其发光机制属于(M+X)LCT激发态的磷光发射。低温下,配合物最大发射波长出现蓝移,发光峰变窄。

## 参 考 文 献:

- [1] Zhang Q S, Komino T, Huang S P, *et al.* Triplet exciton confinement in green organic light-emitting diodes containing luminescent charge-transfer Cu(I) complexes [J]. *Adv. Funct. Mater.*, 2012, 22(11):2327-2336.
- [2] Tsuboyama A, Kuge K, Furugori M, *et al.* Photophysical properties of highly luminescent copper(I) halide complexes chelated with 1,2-bis(diphenylphosphino)benzene [J]. *Inorg. Chem.*, 2007, 46(6):1992-2001.
- [3] Araki H, Tsuge K, Sasaki Y, *et al.* Synthesis, structure, and emissive properties of copper(I) complexes  $[\text{Cu}_2^{\text{I}}(\mu\text{-X})_2(\mu\text{-1,8-naphthyridine})(\text{PPh}_3)_2]$  ( $X = \text{I}, \text{Br}$ ) with a butterfly-shaped dinuclear core having a short Cu-Cu distance [J]. *Inorg. Chem.*, 2007, 46(24):10032-10034.
- [4] Araki H, Tsuge K, Sasaki Y, *et al.* Luminescence ranging from red to blue: A series of copper(I)-halide complexes having rhombic  $\{\text{Cu}_2(\mu\text{-X})_2\}$  ( $X = \text{Br}$  and  $\text{I}$ ) units with N-heteroaromatic ligands [J]. *Inorg. Chem.*, 2005, 44(26):9667-9675.
- [5] Rader R A, McMillin D R, Buckner M T, *et al.* Photostudies of  $[\text{Cu}(\text{bpy})(\text{PPh}_3)_2]^+$ ,  $[\text{Cu}(\text{phen})(\text{PPh}_3)_2]^+$ , and  $[\text{Cu}(\text{dmp})(\text{PPh}_3)_2]^+$  in solution and in rigid, low-temperature glasses. Simultaneous multiple emissions from intraligand and charge-transfer states [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 1981, 103(19):5906-5912.
- [6] Kuang S M, Cuttell D G, McMillin D R, *et al.* Synthesis and structural characterization of Cu(I) and Ni(II) complexes that contain the bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]ether ligand. Novel emission properties for the Cu(I) species [J]. *Inorg. Chem.*, 2002, 41(12):3313-3322.
- [7] Seth D K, Bhattacharya S. Copper(I) complexes of N-(aryl)pyridine-2-aldimines: Spectral, electrochemical and catalytic properties [J]. *Polyhedron*, 2011, 30(15):2438-2443.
- [8] Yu J H, Zheng L L, Xu J Q, *et al.* Syntheses, characterization and optical properties of some copper(I) halides with 1,10-phenanthroline ligand [J]. *New. J. Chem.*, 2004, 28(8):940-945.
- [9] Oshio H, Watanabe T, Ohto A, *et al.* Intermolecular ferromagnetic and antiferromagnetic interactions in halogen-bridged copper(I) imino nitroxides: Crystal structures and magnetic properties of  $[\text{Cu}^{\text{I}}(\mu\text{-X})(\text{imino nitroxide})]_2$  ( $X = \text{I}$  or  $\text{Br}$ ) [J]. *Inorg. Chem.*, 1996, 35(2):472-479.
- [10] Liu Z W, Qayyum M F, Wu C, *et al.* A codeposition route to CuI-pyridine coordination complexes for organic light-emitting diodes [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 2011, 133(11):3700-3703.
- [11] Li X, Zhao Y L, Fu X T, *et al.* Synthesis, characterization and studies on fluorescence property of rare earth with azatriphenylenes complexes [J]. *Chin. J. Lumin. (发光学报)*, 2011, 32(4):325-331 (in Chinese).
- [12] Han H, Yang H J, Ge Q S, *et al.* Synthesis and fluorescence of quaternary europium and terbium complexes with aromatic carboxylic acid and 1,10-phenanthroline [J]. *Chin. J. Lumin. (发光学报)*, 2010, 31(6):908-913 (in Chinese).
- [13] Sheldrick G M. *SHELXS-97, Program for X-ray Crystal Structure Solution* [M]. Germany: University of Göttingen, 1997.

- [14] Sheldrick G M. *SHELXL-97, Program for X-ray Crystal Structure Refinement* [M]. Germany: University of Göttingen, 1997.
- [15] Felder D, Nierengarten J F, Barigelletti F, *et al.* Highly luminescent Cu(I)-phenanthroline complexes in rigid matrix and temperature dependence of the photophysical properties [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 2001, 123(26):6291-6299.
- [16] Yang L, Feng J K, Ren A M, *et al.* Structures, electronic states and electroluminescent properties of a series of CuI complexes [J]. *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2005(10):1867-1879.
- [17] Krylova V A, Djurovich P I, Whited M T, *et al.* Synthesis and characterization of phosphorescent three-coordinate Cu(I)-NHC complexes [J]. *Chem. Commun.*, 2010, 46(36):6696-6698.
- [18] Kern T, Monkowius U, Zabel M, *et al.* Synthesis, crystal structure and charge transfer spectra of dinuclear copper(I) complexes bearing 1,2-bis(arylimino)acenaphthene acceptor ligands [J]. *Inorg. Chim. Acta*, 2011, 374(1):632-636.
- [19] Zhao X W, Zhang Y N, He G J, *et al.* Highly sensitive fluorescent coumarin-based probes for selective detection of copper ion [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2010, 31(3):433-438 (in Chinese).
- [20] Scaltrito D V, Thompson D W, O'Callaghan J A, *et al.* MLCT excited states of cuprous bis-phenanthroline coordination compounds [J]. *Coordin. Chem. Rev.*, 2000, 208(1):243-266.
- [21] Cunningham C T, Moore J J, Cunningham K L H, *et al.* Structural and photophysical studies of Cu(NN)<sub>2</sub><sup>+</sup> systems in the solid state. Emission at last from complexes with simple 1,10-phenanthroline ligands [J]. *Inorg. Chem.*, 2000, 39(16):3638-3644.

## 《发光学报》成为美国《EI》收录源期刊

2010年3月25日,《发光学报》接到EI中国信息部通知:从2010年第1期起正式被《EI》(《工程索引》)收录为刊源。

EI作为世界领先的应用科学和工程学在线信息服务提供者,是全世界最早的工程文摘来源,一直致力于为科学研究者和工程技术人员提供最专业、最实用的在线数据、知识等信息服务和支持。《发光学报》被EI收录,对加强我国发光学研究领域及论文作者开展更广泛的国内外交流,提升我国技术人员学术声誉具有积极的促进作用。

《发光学报》由中国物理学会发光分会、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所主办,徐叙珪院士和范希武研究员任名誉主编,申德振研究员担任主编。《发光学报》自1980年创刊以来,在业内专家的大力支持下,得到了健康、快速的发展。《发光学报》2011年度影响因子为1.762,已成为我国物理学领域有较大影响的学术刊物。

《发光学报》能够进入《EI》,是国际社会对工作在发光学科领域里的我国科学工作者学术水平的认可,是对长春光机所主办期刊的认可。《发光学报》成为《EI》源期刊后,将获得更好的办刊平台,为将《发光学报》办成有特色的精品期刊创造了良好的条件。