DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2013.08.012

# Cu(Ⅱ)印迹[CTS/PVP]和[CTS/PVP/C] 材料的制备及表征

白 雪 张 良\* 钟吕玲 马彩莲 聂小勇 韩选利

(西安建筑科技大学理学院,西安,710055)

**摘 要** 以壳聚糖(CTS)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、活性炭(C)为基材,Cu(II)为印迹离子,制备了CTS/PVP 共混印迹球[Cu(II)-IICP]和CTS/PVP/C共混印迹球[Cu(II)-IICPC].以Cu(II)的吸附量作为评价指标, 对两种共混印迹球的制备条件进行了优化.研究结果表明,当CTS/PVP的质量比为6:4,活性炭质量分数为 0.6%,Cu(II)模板剂质量分数为0.05%,所制备的两种共混印迹球吸附性能较佳,且对Cu(II)有较好的选 择吸附性.物理吸附分析结果表明,与未印迹相比印迹材料的比表面积明显增大.FTIR 谱图分析,Cu(II)模 板主要与CTS和PVP中的—NH<sub>2</sub>和—OH发生了配位作用.XRD 谱图分析结果表明,CTS 与PVP、C、Cu(II)之 间发生了相互作用,改变了CTS 原有的晶体结构,使其结晶度降低. **关键词** 壳聚糖,离子印迹,共混,铜离子,吸附.

壳聚糖是一种天然高分子,具有无毒、可再生、来源广、环境友好及生物相容等优点.聚乙烯吡咯烷酮是少数具有良好生物相容性的水溶性高分子之一.近年来,以壳聚糖和聚乙烯吡咯烷酮为主要原料制备的材料正引起广大研究者的注意,如 Ignatova<sup>[1]</sup>等制备了温敏性水凝胶,He<sup>[2]</sup>等制备了 pH 敏感凝胶, Ignatova<sup>[3]</sup>等制备了抗菌纤维,但现有文献报道的大多是用于药物控释、抗菌、组织工程和酶活性控制等方面,很少用到金属离子的吸附方面. Zivanovic 等<sup>[4]</sup>制备了 PVP/CTS 共混膜,共混膜的吸附量与 CTS 比较没有明显变化,但膜的强度下降,且耐酸性差.

离子印迹技术是分子印迹的一个分支,是为获得在空间结构和结合位点上与某一模板分子完全匹配的聚合物的实验制备技术.制备的印迹聚合物具有选择性好、稳定性好、使用寿命长和应用范围广等优点,已被广泛应用于膜分离、固相萃取、催化剂和仿生传感器等方面,且不断开发在新领域中的应用<sup>[5-6]</sup>.

本研究引入离子印迹技术,以金属离子作为模板,使 PVP 和 CTS 共混物围绕金属离子模板进行自组装,之后脱模板形成具有印迹的 PVP/CTS 共混材料[Cu(II)-IICP],提高材料的强度与吸附量.并在二元共混的基础上,进一步加入活性炭,制备铜离子印迹 PVP/CTS/C 共混材料[Cu(II)-IICPC],提高其强度及降低材料成本.用于处理含铜离子超标的废水.

1 实验部分

1.1 试剂和仪器

壳聚糖(脱乙酰度≥90.0%,国药集团化学试剂有限公司)、聚乙烯吡咯烷酮(天津市科密欧化学有限公司)、硫酸铜、戊二醛、冰醋酸、氢氧化钠、硫酸等均为分析纯.

分光光度计(721,上海精密仪器有限公司)、电热鼓风干燥箱(DGF25003C,重庆华茂仪器有限公司),电子恒温水浴锅(PZKW-4,上海金桥科析仪器厂),傅立叶变换红外光谱仪(IRPrestige-21,日本岛津),X射线粉末衍射仪(D/MAX-2400,日本理学),物理吸附仪(ASAP 2020M,美国麦克公司)

1.2 Cu(Ⅱ)-IICP 的制备

称取一定质量的 CTS 溶于 40 mL、2% (V/V) 的醋酸溶液中,制备 0.9% (m/m) CTS 溶液,同时按

<sup>2012</sup>年10月17日收稿.

<sup>\*</sup> 通讯联系人, Tel:13991960740;E-mail:zl98zl@hotmail.com

*m*(CTS):*m*(PVP) = 6:4 加入 PVP,搅拌使二者充分混合均匀;再加入 CuSO<sub>4</sub>,其所占质量分数约为 0.2%(*m/m*),继续搅拌1h,形成均匀的蓝色凝胶溶液后加入混合交联剂<sup>[7]</sup>,在50℃水浴中恒温搅拌 1h;然后将混合溶液用针管滴入2.0%的 NaOH 溶液中,待凝固后,经过反复清洗、晾干,并且在50℃下

进行热处理,获得 CTS/PVP-Cu(Ⅱ)凝胶球. 对该凝胶球用浓度为 0.5 mol·L<sup>-1</sup>的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液洗脱 Cu(Ⅱ),用 NaOH 溶液浸泡之后去离子水冲洗干净,干燥,获得 Cu(Ⅱ)-IICP,备用.

1.3 Cu(Ⅱ)-IICPC、非印迹球 CTS/PVP/和 CTS/PVP/C 的制备

与 Cu(Ⅱ)-IICP 的制备相似,在加入 PVP 后,再加入质量分数约为 0.6% 的活性炭,同上步骤,获得 CTS/PVP/C-Cu(Ⅱ).其后同样处理过程相同,最后可获得 Cu(Ⅱ)-IICPC,备用.

非印迹共混凝胶球(CTS/PVP)的制备过程与 Cu(II)-IICP 的制备相似,只是不加 CuSO<sub>4</sub>.

非印迹共混凝胶球(CTS/PVP/C)的制备过程与 Cu(II)-IICPC 的制备相似,只是不加 CuSO<sub>4</sub>.

1.4 两种共混印迹球对 Cu(Ⅱ)的吸附

称取 0.0500 g 共混印迹球于 100 mL 烧杯中,加入 20.0 mL、100 mg·L<sup>-1</sup>的 Cu(Ⅱ)溶液,常温下吸 附 24 h. 用二乙基二硫代氨基甲酸钠直接光度法(GB/T 13689 – 2007)在 440 nm 处测定溶液中 Cu(Ⅱ)的浓度,并根据下面的公式计算吸附量 Q:

$$Q = \frac{(C_0 - C) \times V}{M}$$

式中,  $C_0$ 为吸附前溶液中 Cu(II)浓度, mg·L<sup>-1</sup>; C 为吸附后溶液中 Cu(II)浓度, mg·L<sup>-1</sup>; V 为吸附液的体积, L; M 为共混印迹球的质量, g.

# 2 结果与讨论

#### 2.1 不同 CTS/PVP 质量比的影响

按照制备方法,仅改变两种印迹材料的 CTS/PVP 质量比,进行吸附量的考察,实验结果如图 1 所示.当 CTS 与 PVP 总的质量分数大于 1.5% 时,凝胶溶液太粘稠,不利于成球;而总质量分数小于 1.5% 时,凝胶溶液太稀,也不利于成球,所以总质量分数固定为 1.5%.由图 1 可知,随着 CTS/PVP 质量比增加,两种材料的吸附量呈现先增大后减小的趋势;且与非印迹球相比,印迹球吸附量明显增加.当 CTS/PVP质量比为 6:4 时,印迹球的吸附量最大.当 CTS/PVP 质量比小于 3:7 时,共混溶液太稀,不利于成球.这是因为 CTS 所占比例越大,共混印迹球结构越紧密,而加入 PVP 可使凝胶球结构变松散,有利于提高凝胶球的吸附量;但当 CTS 所占比例过低时,吸附量也随之降低.故选用 CTS/PVP 质量比为 6:4进行制备 Cu(II)-IICP.



图 1 CTS/PVP 质量比对 Cu(Ⅱ) 吸附量的影响 Fig. 1 Effect of mass ratio of CTS/PVP on Cu(Ⅱ) adsorption capacity

#### 2.2 活性炭含量的影响

在上述优化条件下,按照制备方法,仅改变 Cu(Ⅱ)-IICPC 中活性炭的质量分数(ω),进行吸附量的 实验,结果如图 2 所示. 由图 2 可知,随着活性炭含量的增加,共混印迹球的吸附量稍有下降. 当活性碳

的含量大于0.6%时,混合凝胶溶液中出现活性碳沉淀,不利于成球.综合考虑,选用活性碳的含量为 0.6% 来制备Cu(Ⅱ)-IICPC,以降低 CTS 的使用量来降低成本. 在同等条件下以实验用活性炭进行对 照,其吸附量为 8.10 mg·g<sup>-1</sup>, 而 Cu(Ⅱ)-IICPC 的吸附量为 26.4 mg·g<sup>-1</sup>, 远远高于活性炭.

#### 2.3 模板剂 Cu(II)含量的影响

在上述优化条件下,按照制备方法,仅改变两种印迹材料中模板剂 Cu(Ⅱ)的添加量,进行吸附量的 实验,结果如图3所示.







图 3 Cu(Ⅱ)模板剂添加量对 Cu(Ⅱ)吸附量的影响 Fig. 3 Effect of Cu(II) template content on Cu(II) adsorption capacity

由图3可知,随着Cu(Ⅱ)含量的逐渐增加,两种共混印迹球的吸附量都呈现先增加后减小的趋势. 原因可能是印迹离子用量的增加,形成的识别位点也在增加,导致吸附量的增加;而印迹离子用量过多, 反而会造成识别位点叠加,减少了有效吸附位点,从而使吸附量降低.在 Cu(II)含量为 0.05%,两种共 混印迹球的吸附量都达到最大,所以选用 Cu(Ⅱ)含量为0.05%进行两种印迹球的制备.

2.4 物理吸附分析

以 CTS/PVP/C-Cu(Ⅱ)和 Cu(Ⅱ)-IICPC 为代表进行了物理吸附实验,应用 BJH 分析方法对吸附曲 线进行分析,结果见表1.由表1可知,与非印迹材料CTS/PVP/C-Cu(Ⅱ)相比,Cu(Ⅱ)-IICPC的比表面 积明显增大,且根据微孔总体积和总表面积可知,Cu(Ⅱ)-IICPC 的孔洞数量增加,这说明在洗脱过程 中,随着 Cu(Ⅱ)的脱离,材料发生了明显的变化.从印迹技术的角度看,印迹离子脱离后,产生了空穴, 导致孔洞数量及比表面积增大,也进一步证实形成印迹球后吸附量因表面积增大而增大.

液 I BJI 力 併 例 定									
Table 1         Results of BJH analysis									
样品	比表面积/	微孔容/	微孔总表面积/	微孔平均直径/					
	$(m^{2} \cdot g^{-1})$	$(  cm^{3} \cdot g^{-1}  )$	$(m^2 \cdot g^{-1})$	nm					
CTS/PVP/C-Cu(Ⅱ)	96.7	0.0554	54.0	4.10					
Cu(II)-IICPC	245	0.105	109	3.85					

### 2.5 红外光谱分析(FTIR)

图 4 为 CTS(a)、CTS/PVP(b)、CTS/PVP-Cu( II )(c)和 CTS/PVP/C-Cu( II )(d)几种共混凝胶球材 料的红外光谱图,由于其主要成分均为 CTS,所以谱图中出的峰位置、峰形状基本相似.图 4a 中 1081 cm<sup>-1</sup>处为 CTS 伯羟基的 C—O 伸缩振动峰; 1428 cm<sup>-1</sup>处的峰分别为—OH 的变形振动峰; 1572 cm<sup>-1</sup>处为乙酰基的伸缩振动峰(酰胺 I带),原因是壳聚糖未完全脱除乙酰基团;1662 cm<sup>-1</sup>处为 N—H 变形振动峰(酰胺Ⅱ带);3434 cm<sup>-1</sup>处为—NH<sub>2</sub>和—OH 的伸缩振动耦合峰<sup>[8-10]</sup>.

比较图 4a 和 b 可知,加入 PVP 后, 1428 cm<sup>-1</sup>处的—OH 变形振动峰移向 1422 cm<sup>-1</sup>,1662 cm<sup>-1</sup>处 的峰强度减弱,这是因为 PVP 的酰氨基参与反应,与 CTS 充分混合且形成了新的聚合物,使 CTS 分子内 氢键转换为 CTS 与 PVP 分子间的氢键<sup>[11]</sup>. 比较图 4b 和图 4c, 3434 cm<sup>-1</sup>处峰移向 3451 cm<sup>-1</sup>,这可能是 Cu(Ⅱ)和 CTS 上的—NH<sub>2</sub>和—OH 发生了配位作用,1572 cm<sup>-1</sup>处峰消失,1662 cm<sup>-1</sup>处 N····H 变形振动 峰在加入 Cu(Ⅱ)之后也移向 1674 cm<sup>-1</sup>,故—NH<sub>2</sub>可能参与配位;比较图 4c 和图 4d,由于活性 C 的加 入,1081 cm<sup>-1</sup>处峰移向 1090 cm<sup>-1</sup>,这可能是活性炭表面的含氧官能团引起的变化<sup>[12]</sup>. CTS 与 PVP 以分 子间的氢键结合,形成了共混物;Cu(Ⅱ)模板主要与 CTS 和 PVP 中的—NH<sub>2</sub>和—OH 发生了配位作用.



图 4 CTS(a)、CTS/PVP(b)、CTS/PVP-Cu(c)和CTS/PVP/C-Cu(II)(d)的红外光谱图 Fig. 4 FTIR spectra of CTS(a), CTS/PVP(b), CTS/PVP-Cu(II)(c) and CTS/PVP/C-Cu(II)(d)

#### 2.6 X 射线衍射分析(XRD)

由于 CTS 分子链内部链间存在的氢键作用以及分子链的规整性,从而使得 CTS 具有一定的结晶能力. 由图 5 可知,CTS 在  $2\theta$  = 11.1°、 $2\theta$  = 20.0°处有两个衍射峰,根据 Samuels 等人<sup>[13]</sup>的研究可知, $2\theta$  = 11.0°处的衍射峰为晶形 I 的衍射峰, $2\theta$  = 20.0°处的衍射峰为形成晶形 II 的衍射峰. 当 CTS 经过醋酸溶解、交联或共混之后,氢键作用以及分子链规整性受到一定程度地破坏,结晶性能随之下降.



图 5 Cu(Ⅱ)-IICP(a)和Cu(Ⅱ)-IICPC(b)的XRD图 Fig. 5 XRD patterns of Cu(Ⅱ)-IICP(a) and Cu(Ⅱ)-IICPC(b)

由图 5(a)可知,CTS/PVP/Cu(Ⅱ) 与纯 CTS 的 XRD 图相比,20.0°处的峰强度降低,峰变宽;原因可能是 CTS、PVP 和 Cu(Ⅱ)发生了作用,改变了原有的晶体结构,导致结晶度下降.Cu(Ⅱ)-IICP 与 CTS/PVP/Cu(Ⅱ)的 XRD 图相比,11.1°处的峰移至 12.6°,20.0°处的峰移至 21.3°,峰宽变宽,强度降低.这可能是因为 Cu(Ⅱ)脱除后,改变了 CTS 原有的晶体结构,导致结晶度下降.吸附后 Cu(Ⅱ)-IICP 与 Cu(Ⅱ)-IICP 的 XRD 图相比,12.6°处的峰移至 12.0°,21.3°处的峰移至 22.7°,且峰变宽.这可能是 因为吸附 Cu(Ⅱ)后,Cu(Ⅱ)与 CTS、PVP 发生了作用,改变了晶体结构.

由图 5(b)可知,CTS/PVP/C/Cu(Ⅱ)与纯 CTS 的 XRD 图相比,11.1°处的峰移至 12.0°,20.0°处的 峰变宽,强度降低,且在 26.0°和 43.0°处出现两个新峰.根据文献可知<sup>[14-16]</sup>,这两个是活性炭的类石墨 微晶的特征衍射峰,分别代表乱层石墨的(002)平面和(001)平面,且 2*θ* = 26.6°处为相对尖锐的 SiO<sub>2</sub>衍 射峰.Cu(Ⅱ)-IICPC 与洗脱前 Cu(Ⅱ)-IICPC 的 XRD 图相比,20.0°处的峰移至 20.6°,26.0°处的峰消 失.原因是 Cu(Ⅱ)脱除后,改变了 CTS 原有的晶体结构,导致结晶度下降.吸附后 Cu(Ⅱ)-IICPC 与 Cu(Ⅱ)-IICPC 的 XRD 图相比,20.6°处的峰移至 22.7°,且峰变宽.这可能是因为吸附 Cu(Ⅱ)后, 2.7 选择吸附性

一般情况下,含铜废水中往往伴随有其他金属,因此在实际应用中需要对 Cu(Ⅱ)-IICP 和 Cu(Ⅱ)-IICP 0 选择吸附性能进行考察.根据离子半径大小和含铜废水的实际情况,选择 Ag(Ⅰ)、Zn(Ⅱ)、Ni(Ⅱ)作为干扰离子,考察两种印迹材料的的选择吸附能力.

配制浓度均为 100 mg·L<sup>-1</sup>的 Ag(I)、Cu(II)、Zn(II)、Ni(II)混合溶液. 称取一定量的 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICPC,分别放入 20.0 mL 混合溶液中避光吸附,吸附完毕后将残液定容,用原子吸收分 光光度法测定残液中各离子的浓度.选择性吸附能力通常由吸附容量 Q、分配系数  $K_d$ 、选择性系数 k、等 参数作为指标进行评价<sup>[17-18]</sup>.

分配系数  $K_{d}$  (Distribution coefficient, mL·g<sup>-1</sup>)可表示为:

$$K_{\rm d} = \frac{(C_0 - C) \times V}{C \times M}$$

选择性系数 k(Selectivity coefficient) 定义为:

 $k = K_{d}$ (印迹离子)/ $K_{d}$ (干扰离子)

其中, $C_0$ 和 C 分别表示底物的初始浓度和吸附后的残液浓度, mg·L<sup>-1</sup>; M 为 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 的质量(g); V 表示吸附液体积(L).

两种材料对各离子的吸附容量 Q,分配系数  $K_a$ ,选择性系数 k,如表 2 所示. 从表 2 可知,对于半径 与 Cu(II)接近的 Zn(II)、Ni(II),特别是 Zn(II)与 Cu(II)在 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICPC 中的配 位结构具有相似性,所以对 Zn(II)的吸附能力相对较大,但是从实验结果看,对 Cu(II)的吸附能力还 是明显超过对 Zn(II)的,表明 Cu(II)印迹材料对 Cu(II)有较强的识别能力;Ag(I)离子半径较大,同 CTS 形成的配位结构与 Cu(II)在 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICPC 中的配位结构差异较大,因此,吸附 作用更加微弱. 由于材料中所含活性基团本身就具有吸附金属离子的能力,故 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II)-IICP 和 Cu(II).

离子	$Q/(\mathrm{mg} \cdot \mathrm{g}^{-1})$		$K_{\rm d}/(\rm L\cdot g^{-1})$		k	
	Cu( II)-IICP	Cu(II)-IICPC	Cu(II)-IICP	Cu(II)-IICPC	Cu(II)-IICP	Cu(II)-IICPC
Cu(II)	25.1	24.0	0.672	0.601	_	—
Zn( II )	7.21	7.01	0.0879	0.0849	7.65	7.07
Ni ( II )	5.36	4.80	0.0618	0.0545	10.9	11.0
Ag( I )	1.84	1.68	0.0192	0.0175	34.9	34.2

**表 2** Cu(Ⅱ)-IICP和Cu(Ⅱ)-IICPC的选择吸附能力 **Table 2** Adsorption selectivity properties of Cu(Ⅱ)-IICP and Cu(Ⅱ)-IICPC

# 3 结论

以 Cu(Ⅱ)为模板,通过与 CTS 和 PVP 中的—NH<sub>2</sub>和—OH 发生配位作用,将 CTS、PVP、C 进行组装,制备出了两种性能优良的共混印迹吸附材料.其制备方法简单,快速,组装后的材料与不加印迹离子的材料相比,其吸附量和选择吸附性等均有明显提高.对两种共混印迹球的制备条件进行了优化,并用 FTIR、XRD 对其进行表征.结果显示,当 CTS/PVP 质量比为 6:4,活性炭含量为 0.6%,Cu(Ⅱ)模板剂含量为 0.05% 时,所制备的两种共混印迹球吸附性能较佳.物理吸附法分析结果表明与非印迹材料相比,印迹材料的比表面积明显增大,孔洞数增加,证实了印迹材料能够增大吸附量.FTIR 谱图分析结果表明,CTS 与 PVP 以分子间的氢键结合,与 Cu(Ⅱ)离子配位形成了共混印迹材料.XRD 谱图分析结果表明 CTS 与 PVP、C、Cu(Ⅱ)之间发生了相互作用,改变了 CTS 原有的晶体结构,在一定程度上改变了 CTS、PVP 和 C 各自的结晶性能.

#### 参考文献

- Khurma J R, Rohindra D R, Nand A V. Swelling and thermal characteristics of genipin crosslinked chitosan and poly(vinyl pyrrolidone) hydrogels[J]. Polymer Bulletin, 2005, 54(3): 195-204
- [2] He W, Du Y M, Luo S D E, et al. pH sensitive chitosan polyvinylpyrrolidonehydrogels as controlled release system for metronidazole delivery[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2004, 39(3): 199-202
- [3] Ignatova M, Manolova N, Rashkov I. Novel antibacterial fibers of quaternized chitosan and poly (vinyl pyrrolidone) prepared by electrospinning[J]. European Polymer Journal, 2007, 43(4): 1112-1122
- [4] Li J, Zivanovic S, Davidson P M, et al. Characterization and comparison of chitosan/PVP and chitosan/PEO blend films [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 79(3): 786-791
- [5] Blanco S G D, Donato L, Drioli E. Development of molecularly imprinted membranes for selective recognition of primary amines in organic medium[J]. Separation and Purification Technology, 2012, 87(3): 40-46
- [6] Fuchs Y, Soppera O, Haupt K. Photopolymerization and photostructuring of molecularly imprinted polymers for sensor applications A review[J]. Analytica Chimica Acta, 2012,717 (3): 7-20
- [7] 李春利, 萨莎. 戊二醛交联聚乙烯醇膜在醇水介质中溶胀性能的研究[J]. 河北工业大学学报,2005, 34(6): 35-38
- [8] Huang G L, Yang C, Zhang K, et al. Adsorptive removal of copper ions from aqueous solution using cross-linked magnetic chitosan beads
   [J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2009, 17(6): 960-966
- [9] Yan Y C, Chen B R, Wang R X. Studies of properties and preparation of chitosan resin cross-linked by formaldehyde and epichlorohydrin
   [J]. Polymeric Materials Science and Engineering, 2004, 20 (1): 53-57
- [10] Tang Y R, Zhang S Q, Wang Y T, et al. Applications of crownether cross-linked chitosan for the analysis of lead and cadmium in environmental water samples [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2002, 7(2): 217-221
- [11] 王怀生,潘芊秀,王桂香. 壳聚糖/聚乙烯吡咯烷酮固定辣根过氧化物酶的过氧化氢生物传感器[J]. 分析化学研究简报, 2005, 33(11): 1623-1626
- [12] 冒爱琴, 王华, 谈玲华, 等. 活性炭表面官能团表征进展[J]. 应用化工, 2011, 40(7): 1266-1270
- [13] Samuels R J. Solid state characterization of the structure of chitosan films [J]. Polymer Science Polymer Physics Edition, 1981, 19(7): 1081-1105
- [14] 崔静,李家俊,赵乃勤,等.以除尘灰分离碳粉制备活性炭的新方法研究[J].离子交换与吸附,2006,22(1):25-32
- [15] 丁春生, 邹邦文, 缪佳, 等. 高锰酸钾改性活性炭的表征及其吸附 Cu<sup>2+</sup>的性能[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2012, 43(5): 2016-2022
- [16] 吴明铂, 查庆芳, 邱介山, 等. PAN 活性炭纤维表面结构[J]. 大连理工大学学报, 2003, 43(5): 591-594
- [17] Ren Y M, Wei X Z, Zhang M L. Adsorption character for removal Cu(II) by magnetic Cu(II) ion imprinted composite adsorbent[J]. Hazardous Materials, 2008, 1(158): 14-22
- [18] Dai S, Burleigh M C, Shin Y S, et al. Imprint coating a novel synthesis of selective functionalized ordered mesoporous sorbents [J]. Angewandte Chemie-International Edition, 1999, 9(38): 1235-1239

# Preparation and characterization of Cu(II) imprinted [CTS/PVP and CTS/PVP/C]

```
BAI Xue ZHANG Liang<sup>*</sup> ZHONG Lyling MA Cailian NIE Xiaoyong HAN Xuanli
(College of Science, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, 710055, China)
```

#### ABSTRACT

Copper (II) ion imprinted chitosan (CTS)/polyvinylpyrrolidone (PVP) [Cu(II)-IICP] and CTS/ PVP/activated carbon(C) [Cu(II)-IICPC] were prepared by mixing CTS, PVP, Cu(II) and C to form composite material, in which Cu(II) was used as a template. The optimal conditions for preparing the composite materials with best adsorption capacity for Cu(II) were 6:4 for the mass ratio of CTS/PVP, 0.6% C, and 0.05% Cu(II). BJH analysis indicates that specific surface area of the ion imprinted material become larger than the non-ion imprinted material. FTIR spectra imply that the template Cu(II) is mainly coordinated with the amino group and hydroxyl in CTS and PVP. XRD patterns show that the original crystal structure and crystallinity of CTS changed due to the interaction among CTS, PVP, C, and Cu(II).

Keywords: chitosan, ion imprinted polymers, blending, copper, adsorption.