



高效脱汞吸附材料的开发及其 在含汞废水深度处理中的应用

报告人：王晓焕

单位：中科院新疆理化技术研究所

2015年12月9日 北京

◆ 含汞废水

含汞废水是一类对环境污染最严重、危害最大的工业废水之一，**是造成人体汞暴露和吸收的直接途径。**

我国涉汞行业主要包括**11大类**：汞矿采选与冶炼、用汞工艺（**电石法PVC生产等**）、含汞产品生产（氯化汞生产、汞触媒生产、含汞电光源生产、含汞电池生产、水银体温计生产、含汞血压计生产等）、燃煤（燃煤发电、锅炉燃煤）、**有色金属冶炼（铅冶炼、锌冶炼、铜冶炼）、黄金冶炼、钢铁冶炼、水泥生产、天然气开采、含汞废物处置及工业窑炉等。**



◆ 含汞废水排放

含汞废水的排放受到国家环保部门的严格监管。

污水综合排放标准GB 8978-1996

表1 第一类污染物最高允许排放浓度

单位: mg/l

序号	污染物	最高允许排放浓度
1	总汞	0.05
2	烷基汞	不得检出
3	总镉	0.1
4	总铬	1.5
5	六价铬	0.5
6	总砷	0.5
7	总铅	1.0
8	总镍	1.0

烧碱、聚氯乙烯工业水污染物 排放标准GB15581-95

表2 聚氯乙烯企业水污染物最高允许排放限值
(1996年7月1日前建设的企业)

项目 生产方法·级别			最高允许排放浓度, mg/L	
			总汞	氯乙烯
电石法	电石 废水	一级	-	-
		二级	-	-
		三级	-	-
	聚氯 乙烯 废水	一级	0.005	2
		二级	0.005	2
		三级	0.005	2



我国涉汞行业污染防治目标：

- 到2015年，涉汞行业基本实现汞污染物的全过程监控，含汞废气、**废水稳定达标排放**。
- 到2020年，含汞废物得到全面控制，资源利用、能源消耗和污染排放指标达到国际先进水平。

**新的排放标准拟将含汞废水的排放浓度由原来的0.005 mg/L
提高为0.003 mg/L。**

◆ 含汞废水不能有效处理、难以达标排放，成为制约涉汞企业进一步发展的瓶颈

我国现有的含汞废水处理技术处理效果不佳，新技术尚不成熟，不能满足无害化处置要求。

含汞废水传统处理技术——化学沉淀-絮凝法：

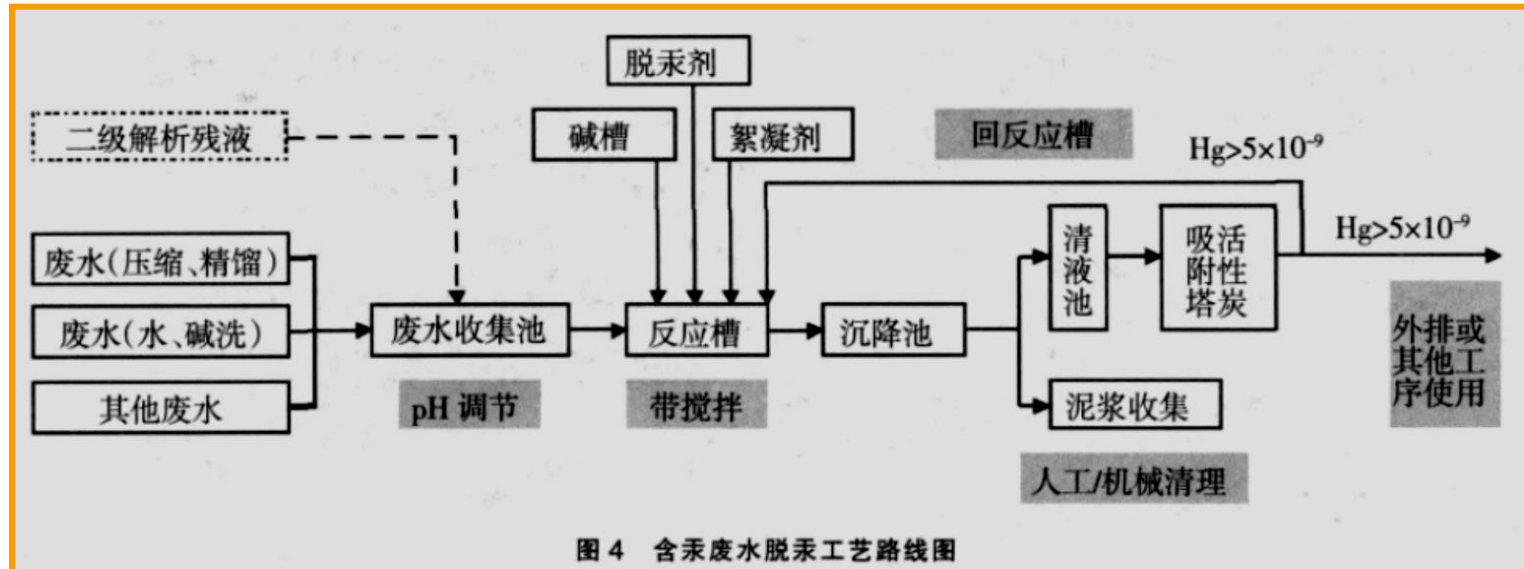


图 4 含汞废水脱汞工艺路线图



缺点:

- (1) 产生大量含汞污泥，存在二次污染；
- (2) 沉淀剂 Na_2S 、 NaHS 的投加量需根据含汞废水的pH、汞离子浓度、废水量等而适当调整，对过程控制要求较高，实际操作中存在一定的难度；
- (3) 处理后废水中汞浓度一般为 $0.5\text{-}5\text{mg/L}$ ，远高于排放标准。

延伸新技术:

衍生工艺一：絮凝沉淀法+活性炭（硅藻土等）吸附 仍然不能达标

衍生工艺二：絮凝沉淀法+微滤+纳滤 有一定效果，但仍不能稳定达标，而且废水处理成本较高

◆ 新兴技术——高效吸附除汞技术

——目前公认的最有前景、最具吸引力的含汞废水处理技术

原理：利用吸附剂材料的表面功能基团以及材料的高比表面积优势，将水体中的汞离子等污染物吸附到材料上，从而达到从水体中彻底汞污染物的目的。

技术优点：

- 工艺简单、效果稳定；
- 无污泥产生，无二次污染；
- 吸附剂可再生，便于汞资源的回收；
- 吸附剂可根据实际需要设计，品种较多，可满足不同应用环境的要求；
- 可用于高、低浓度含汞废水处理；

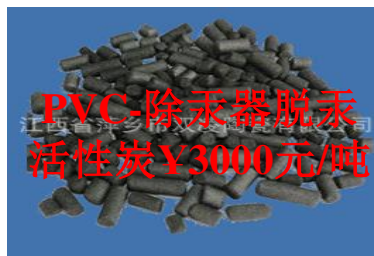
技术核心



固定床吸附柱示意图

◆ 我国脱汞吸附材料研发现状

(1) **炭基吸附剂**：如载硫活性炭、载溴活性炭、载碘活性炭等。主要用于气态汞脱除。**缺点**：吸附性能差，含汞废水经其处理后不能达标排放。



(2) **脱汞吸附树脂**： $-SH$ （巯基）、 $-SC(NH_2)_2$ （异硫脲基）大孔交联聚苯乙烯系列螯合树脂，球形树脂。主要用于处理背景氯化物含量较高的工业废水。**缺点**：树脂中含有硫，废弃树脂会造成硫的二次污染。





综合以上分析可以发现，我国在含汞废水处理领域存在两个问题：

- （一）缺乏新型、高效的材料；
- （二）缺乏高效的含汞废水处理新技术、新工艺

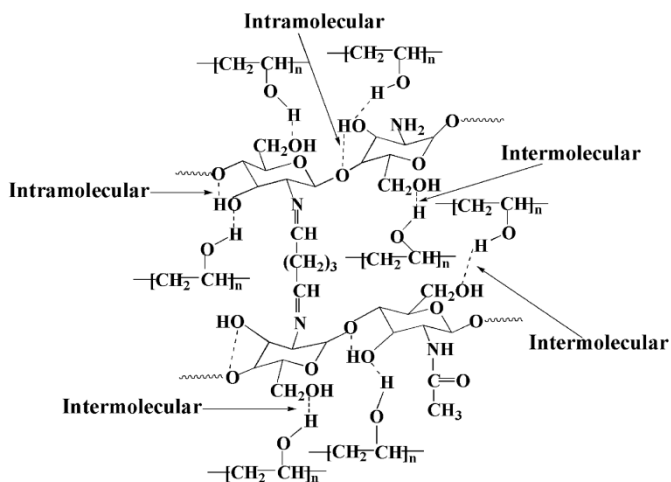


工作重点

- ◆ 开发新型、高效脱汞吸附材料开发
- ◆ 开发含汞废水深度处理工艺技术——高效吸附除汞技术

通过高效吸附除汞技术，实现含汞废水的有效处理和深度净化！

针对我国在含汞废水处理领域急需高性能脱汞吸附材料的产业需求，通过5年的努力，成功开发出来了PVA系列高效脱汞吸附剂，并开展了高效脱汞吸附材料工业化生产及产业化应用相关研究工作。



PVA系列高效脱汞吸附剂：三维网络结构纳米复合材料，环境友好型、黄色粉体颗粒状，吸附性能好，去除率高，水处理成本低，非常适合用于含汞废水的深度处理。

PVA系列高效脱汞吸附剂开发历程



1000 L

工业化生产阶段

工业中试阶段

实验室中试阶段

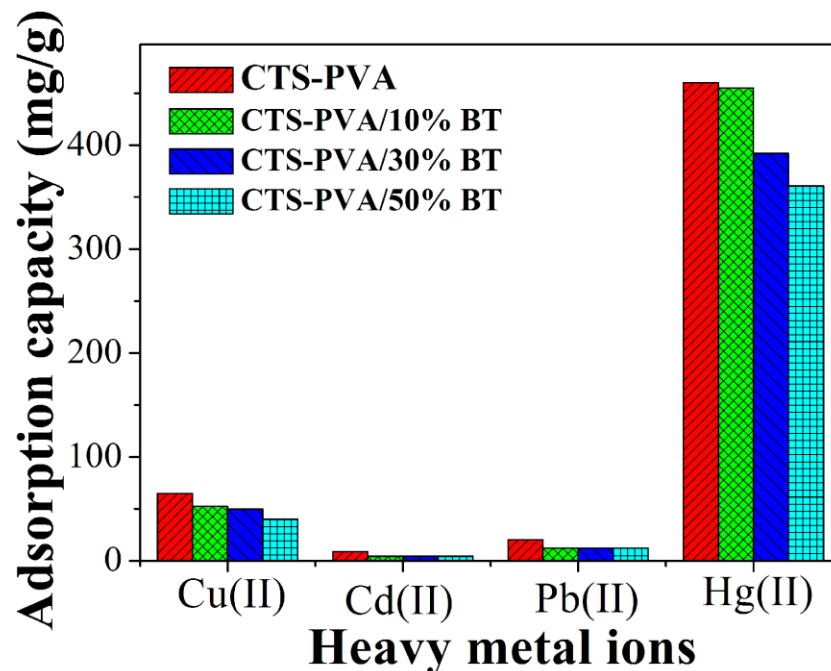
实验室小试阶段



实验室研究阶段



样品	吸附量(mg/g)
CTS-PVA	460.18
CTS-PVA/5%ST	470.85
CTS-PVA/10%ST	455.12
CTS-PVA/15%ST	447.25
CTS-PVA/20%ST	435.45
CTS-PVA/30%ST	396.12
CTS-PVA/40%ST	376.46
CTS-PVA/50%ST	356.79



➤ 纳米复合型脱汞吸附剂对Hg(II)有很好的吸附性能和吸附选择性。

吸附选择性顺序为：Hg(II) > Cu(II) > Pb(II) > Cd(II)

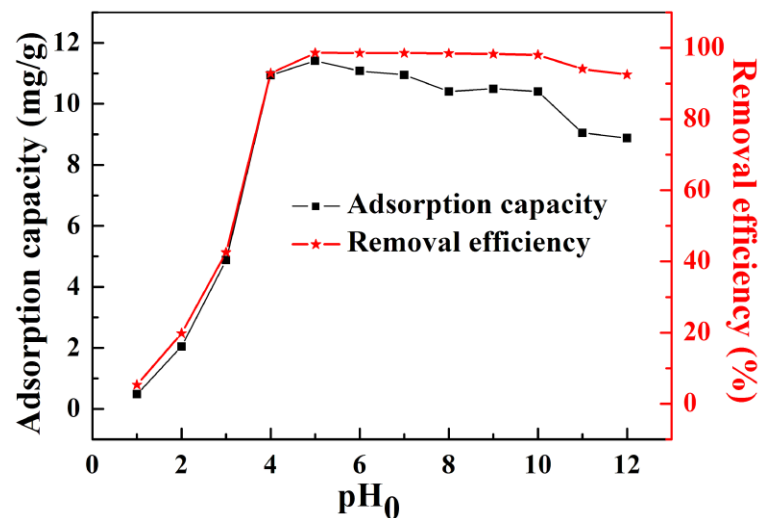
高效脱汞吸附材料开发

中国科学院新疆理化技术研究所

XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS

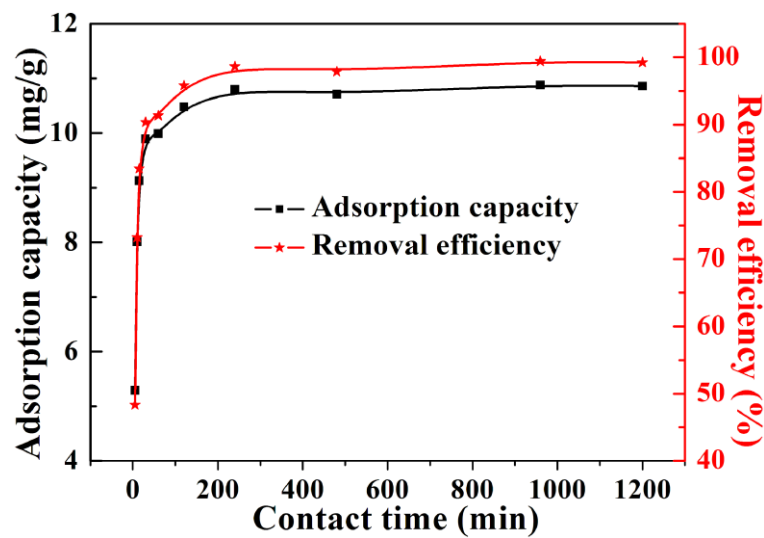


溶液pH ₀	C ₀ (mg/L)	吸附量q (mg/g)	去除率 r (%)
1.00	7.21	0.48115	5.34
2.00	8.26	2.04348	19.79
3.00	9.17	4.87524	42.54
4.00	9.43	10.9387	92.84
5.00	9.26	11.416	98.61
6.00	8.99	11.0748	98.56
7.00	8.89	10.9498	98.56
8.00	8.45	10.4026	98.46
9.00	8.54	10.4952	98.3
10.00	8.49	10.4043	98.02
11.00	7.69	9.0473	94.09
12.00	7.68	8.8778	92.52





接触时间 (min)	C_0 (mg/L)	吸附量 q (mg/g)	去除率 r (%)
5	8.75	5.29	48.32
10	8.75	8.01	73.23
15	8.75	9.13	83.43
30	8.75	9.89	90.35
60	8.75	9.99	91.34
120	8.75	10.48	95.81
240	8.75	10.80	98.66
480	8.75	10.71	97.87
960	8.75	10.88	99.42
1200	8.75	10.86	99.24



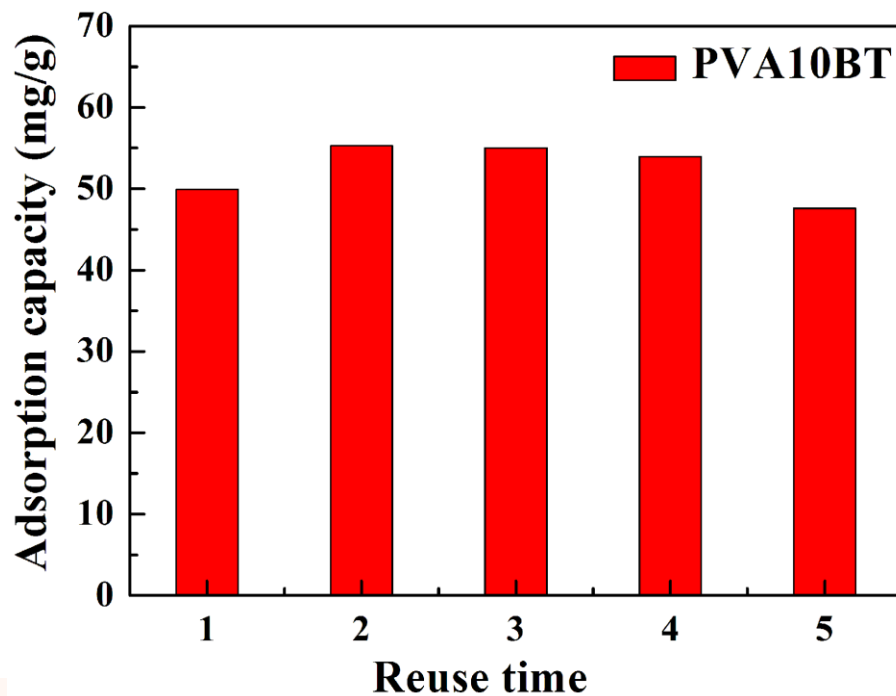
高效脱汞吸附材料开发

中国科学院新疆理化技术研究所

XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



Samples	HgCl_2					$\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$					$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$				
	pH_0	C_0 (mg/L)	C_f (mg/L)	Q_e (mg/g)	r	pH_0	C_0 (mg/L)	C_f (mg/L)	q_e (mg/g)	r	pH_0	C_0 (mg/L)	C_f (mg/L)	q_e (mg/g)	r
PVA00	5.50	468.33	9.12	183.68	98.05	5.50	667.83	13.18	261.86	98.03	3.50	374.43	2.87	148.63	99.23
PVA05BT	5.50	468.33	9.22	183.64	98.03	5.50	667.83	15.26	261.03	97.72	3.50	374.43	1.21	149.29	99.68
PVA10BT	5.50	468.33	10.22	183.24	97.82	5.50	667.83	20.33	259.00	96.96	3.50	374.43	1.35	149.23	99.64
PVA30BT	5.50	468.33	15.96	180.95	96.59	5.50	667.83	27.65	256.08	95.86	3.50	374.43	2.02	148.97	99.46
PVA50BT	5.50	468.33	30.05	175.31	93.58	5.50	667.83	45.76	248.83	93.15	3.50	374.43	5.53	147.56	98.52



2015年8月初，PVA系列高效脱汞吸附材料工业中试放大





CTS-PVA/10%BT样品 (粒径)	堆积密度 (g/cm ³)	吸水倍率 (g/g)	体积膨胀度 (cm ³ /g)
大于20目	0.1150	9.6805	9.4675
20-40目	0.1241	9.2875	12.5436
40-80目	0.1439	9.9077	11.0795
小于80目	0.1865	9.6402	9.4472



高浓度含汞废水处理效果对比

样品名称	C_0 (mg/L)	C_f (mg/L)	吸附量 q (mg/g)	去除率 r (%)	pH ₀	pH _f
PVA10BT(40-80目)	1108.19	590.95	646.55	46.67	5.50	4.21
北京科海思 CH-97	1108.19	261.795	1057.99	76.38	5.50	2.81
北京科海思 CH-95	1108.19	424.85	854.17	61.66	5.50	2.73
郑州勤实 树脂A	1108.19	380.15	910.05	65.70	5.50	4.19
郑州勤实 树脂B	1108.19	503.79	755.49	54.54	5.50	3.01
上海优星 吸附树脂	1108.19	416.60	864.49	62.41	5.50	2.82



低浓度含汞废水处理效果对比

样品名称	C_0 (mg/L)	C_f (mg/L)	吸附量 q (mg/g)	去除率 r (%)	pH_f
PVA10BT(40-80目)	8.7541	0.0989	10.82	98.87	6.24
北京科海思 CH-97	8.7541	0.0153	10.92	99.83	4.22
北京科海思 CH-95	8.7541	0.3969	10.45	95.47	3.86
郑州勤实 树脂A	8.7541	0.1045	10.81	98.81	4.64
郑州勤实 树脂B	8.7541	0.6251	10.16	92.86	4.11
上海优星吸附树脂	8.7541	0.15422	10.75	98.24	4.02



证书号第 1150593 号



发明专利证书

发明名称：一种汞离子吸附剂

发明人：王晓焕；王传义

专利号：ZL 2011 1 0213421.9

专利申请日：2011年07月28日

专利权人：中国科学院新疆理化技术研究所

授权公告日：2013年03月13日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年07月28日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长

田力普



第 1 页 (共 1 页)



中华人民共和国国家知识产权局
STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA



专利登记簿副本

专利号：ZL201110326390.8

证书号：1235279

I 著录项目

发明名称：一种复合型汞离子吸附剂及其制备方法

申请日：2011年10月25日

公开日：2012年05月02日

授权日：2013年07月17日

主分类号：B01J 20/26(2006.01)

发明人：王晓焕、王传义

专利权人：中国科学院新疆理化技术研究所

专利权人地址：新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市北京南路40号附1号

专利权人邮政编码：830011

国籍或注册的国家或地区：中国

II 法律状态

截止至办理本专利登记簿副本之日，该专利权有效。

年费缴纳至2014年10月24日

III 其他登记事项

专利权授予

授权公告日：2013年07月17日

中华人民共和国国家知识产权局

2014年制度印用章
(22)

第 1 页 共 1 页



Selective removal of mercury ions using a chitosan-poly(vinyl alcohol) hydrogel adsorbent with three-dimensional network structure

Xiaohuan Wang^{a,*}, Wenye Deng^{a,1}, Yuyu Xie^{b,2}, Chuanyi Wang^{a,3}

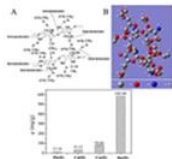
^aLaboratory of Environmental Science and Technology (LEST), Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, P.R. China

^bCollege of Chemistry and Pharmacy Engineering, Nanyang Normal University, 1638 Wotang Road, Nanyang 473061, P.R. China

HIGHLIGHTS

- The CTS-PVA hydrogel adsorbent with three-dimensional network structure was prepared.
- The hydrogel showed superior adsorption capacity and selectivity for Hg(II) ions.
- Three-dimensional network structure of the hydrogel was characterized and modeled.
- The selective adsorption mechanism of the hydrogel for Hg(II) ions was proposed.
- The hydrogel holds great promise in Hg(II) removal from aqueous environment.

GRAPHICAL ABSTRACT



Xiaohuan Wang^{a,1}, Ruzhong Sun^{b,4}, Chuanyi Wang^{a,4,5}

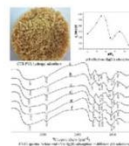
^aKey Laboratory of Functional Materials and Devices for Special Environments of CAS, Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Urumqi 830011, P.R. China

^bCollege of Chemistry and Pharmacy Engineering, Nanyang Normal University, 1638 Wotang Road, Nanyang 473061, P.R. China

HIGHLIGHTS

- CTS-PVA hydrogel adsorbent showed superior adsorption properties for Hg(II) ions.
- pH influence and thermodynamics of Hg(II) adsorption on the hydrogel adsorbent was studied.
- Functional groups responsible for Hg(II) adsorption changed with the pH of solutions.
- The binding force between Hg(II) and functional groups was strengthened at high temperatures.
- Results obtained in this study may provide a scientific and engineering basis for Hg(II) removal.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 11 February 2013
Received in revised form 23 April 2013
Accepted 26 April 2013
Available online 7 May 2013

Keywords:
Three-dimensional network
Hg(II)
Adsorption selectivity
Mechanism
Chitosan

ABSTRACT

The chitosan-poly(vinyl alcohol) (CTS-PVA) hydrogel adsorbent was developed via a glutaraldehyde cross-linking process. The formation of the three-dimensional network structure and intra-molecular hydrogen bonds were characterized by FT-IR measurements. According to the finite element method, the mechanical theoretical simulation, the CTS and -CHO groups of glutaraldehyde cross-linking showed that the hydrogel adsorbent had a porous structure. The adsorption capacity for Hg(II) ions of the hydrogel adsorbent was 487.7, 366.42, 284.298 and 200.20 mg/g, respectively. Its selective adsorption mechanism was studied by spectral analysis before and after adsorption. The results showed that the adsorption mechanism of Hg(II) ions on the hydrogel adsorbent was a combination of electrostatic attraction and complexation. The adsorption capacity of Hg(II) ions on the hydrogel adsorbent was 487.7, 366.42, 284.298 and 200.20 mg/g, respectively. Its selective adsorption mechanism was studied by spectral analysis before and after adsorption. The results showed that the adsorption mechanism of Hg(II) ions on the hydrogel adsorbent was a combination of electrostatic attraction and complexation.

1. Introduction

Mercury is a toxic and persistent pollutant. It is widely distributed in the environment. Mercury is a toxic and persistent pollutant. It is widely distributed in the environment.

* Corresponding author. Tel.: +86 991 3835879; fax: +86 991 3838957.
E-mail addresses: wxh0377@ms.xjbc.ac.cn (X. Wang), dengwy@ms.xjbc.ac.cn (W. Deng), xxy@ms.xjbc.ac.cn (Y. Xie), cywang@ms.xjbc.ac.cn (C. Wang).
¹ Tel.: +86 991 3835879; fax: +86 991 3838957.
² Tel.: +86 991 7920814; fax: +86 991 3838957.

1385-8947/\$ - see front matter © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.1016/j.ces.2013.04.104

³ Corresponding author. Tel.: +86 377 63252066.
⁴ Corresponding author. Tel.: +86 991 3835879; fax: +86 991 3838957.
E-mail addresses: wxh0377@ms.xjbc.ac.cn (X. Wang), nysrz@163.com (R. Sun), cywang0991@163.com (C. Wang).
⁵ Tel.: +86 991 3835879; fax: +86 991 3838957.

0927-7757/\$ - see front matter © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.08.068

Preparation and characterization of chitosan-poly(vinyl alcohol)/bentonite nanocomposites for adsorption of Hg(II) ions

Xiaohuan Wang^{a,*}, Li Yang^{c,1}, Junping Zhang^{d,2}, Chuanyi Wang^{a,3}, Qiuye Li^{b,3}

^aLaboratory of Environmental Science and Technology, Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Key Laboratory of Functional Materials and Devices for Special Environments, Chinese Academy of Sciences, 40-1 South Beijing Road, Urumqi 830011, P.R. China

^bKey Laboratory for Special Functional Materials, Henan University, Kaifeng 475004, P.R. China

^cScience and Technology Development and Exchange Center of Xinjiang Uygur Autonomous Region, 353 First Street of Science, South Beijing Road, Urumqi 830011, P.R. China

^dCenter of Eco-material and Green Chemistry, Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, P.R. China

HIGHLIGHTS

- Chitosan-poly(vinyl alcohol)/bentonite nanocomposites were synthesized.
- The structure and morphology were characterized by XRD, FTIR and SEM, etc.
- The BT content has great influence on microstructure of the nanocomposites.
- The nanocomposites have high adsorption capacity and selectivity for Hg(II) ions.
- BT can improve the adsorption selectivity of the nanocomposites for Hg(II) ions.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 20 February 2014
Received in revised form 22 April 2014
Accepted 22 April 2014
Available online 2 May 2014

Keywords:
Nanocomposite
Bentonite
Adsorption selectivity
Hg(II)
Removal

ABSTRACT

Chitosan-poly(vinyl alcohol)/bentonite (CTS-PVA/BT) nanocomposites with high adsorption selectivity for Hg(II) ions were synthesized by introducing BT into the CTS-PVA polymer matrix. The structure and morphology of the nanocomposites were characterized by XRD, FTIR and SEM, etc. The BT content has great influence on microstructure of the nanocomposites. BT is in the exfoliated state in the polymer matrix when the BT content is less than 7%. Whereas some of BT tends to be intercalated by CTS and an intercalate-exfoliated nanocomposite is formed as the BT content is beyond 7%. Some of BT particles disperse as tactoids in the polymeric matrix and a flocculated-intercalated nanostructure is formed with further increasing the BT content. The nanocomposites possess a mesoporous structure with a narrow size distribution and BT can effectively enhance the thermal stability. The nanocomposites have high adsorption capacity and selectivity for Hg(II) ions. The adsorption capacities for Hg(II) ions with a BT content of 0%, 10%, 30% and 50% are 460.18, 455.12, 392.19 and 360.73 mg/g, respectively, which are much higher than that for Cu(II), Cd(II) and Pb(II) ions. Interestingly, BT can improve the adsorption selectivity of the nanocomposites for Hg(II) ions. In addition, the nanocomposites can effectively remove Hg(II) of different mercuric salts with various initial concentrations and pH.

© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Bentonite (BT) is a kind of clay mineral consisting essentially of montmorillonite (MMT). It possesses large surface area, high cation exchange capacity and negative surface charge. These excellent

physicochemical characteristics contribute to its special adsorption properties for heavy metals and dyes. Therefore, BT has been widely used as an adsorbent in wastewater treatment [1–4]. However, BT can swell and form very stable colloidal suspension when it contacts with water, which causes the solid-liquid separation very difficult after adsorption. And even BT was used in the form of packed beds, the drawback of the low permeability of the compacted BT bed still exists [5]. Thus, seriously restrict the practical application of BT.

Recent reports have shown that BT can be used as fillers in various polymer matrices to prepare nanocomposites because the Si–O–Si groups of BT can interact strongly with functional groups

* Corresponding authors. Tel.: +86 991 3835879; fax: +86 991 3838957 (X. Wang, C. Wang). Tel.: +86 378 3881358 (Q. Li).
E-mail addresses: wxh0377@ms.xjbc.ac.cn (X. Wang), yanglj@163.com (L. Yang), jpzhang@ms.xjbc.ac.cn (J. Zhang), cywang0991@163.com, cywang@ms.xjbc.ac.cn (C. Wang), qiuye@hnu.edu.cn (Q. Li).
¹ Tel.: +86 991 3880753; fax: +86 991 3837681.
² Tel.: +86 991 4982621.

http://dx.doi.org/10.1016/j.ces.2014.04.088
1385-8947/© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

All mercury compound inorganic mercury has I in culture medium at 5 and Hg(II), Hg(I) or m the environment than I



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

2015年7月21日 星期二 English | 繁体 | RSS | 网站地图 | 收藏 | 邮箱 | 联系我们

希望中国科学院不断创新成果、出创新人才、出创新思想，率先实现科学技术跨越发展，率先建成国家创新人才高地，率先建成国家高水平科技智库，率先建设国际一流科研机构。

——习近平总书记2013年7月17日在中国科学院考察工作时的讲话

高级

首页 新闻 机构 科研 院士 人才 教育 合作交流 科学普及 出版 信息公开 专题 访谈 视频 会议 党建 文化

您现在的位置：首页 > 科研 > 科研进展

新疆理化所低成本汞离子选择性吸附材料开发取得进展

文章来源：新疆理化技术研究所

发布时间：2014-05-27

【字号：小 中 大】

近年来，由汞及其化合物所造成的环境污染问题日益严重，环境汞污染已引起人们的高度关注。吸附除汞技术被认为是目前最有前景、最具吸引力的含汞废水处理技术。但是，该技术能否被成功运用主要依赖于脱汞吸附剂材料的性能。因此，新型、高效脱汞吸附材料的开发，成为近年来含汞废水处理领域研究的热点。

中国科学院新疆理化技术研究所环境科学与技术研究室科研人员在前壳聚糖-聚乙烯醇系列聚合物型脱汞吸附剂材料开发的基础上 (*Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2014, 441: 51-58)，为了进一步改善材料的吸附性能，并显著降低脱汞吸附材料的生产成本，将无机硅酸盐粘土引入到聚合物材料的网络结构中，成功开发出系列壳聚糖-聚乙烯醇/粘土纳米复合物汞离子选择性吸附剂。在无机粘土含量分别为0%、10%、30%和50%的情况下，该系列纳米复合物汞离子选择性吸附材料对汞离子的吸附容量仍分别高达460.18、455.12、392.19和360.73 mg/g。此外，无机粘土的引入不但可以显著降低材料的生产成本，而且可以在一定程度上提高材料对汞离子的吸附选择性。

研究结果发表于 *Chemical Engineering Journal*, 2014, 251: 404-412上。相关研究成果已申请了国家发明专利。该项研究工作得到了国家自然科学基金、中科院“西部之光”等项目的资助。

[文章链接](#)

打印本页

关闭本页

PVA系列高效脱汞吸附剂工业应用历程

工业装置
示范应用

工业化应用阶段



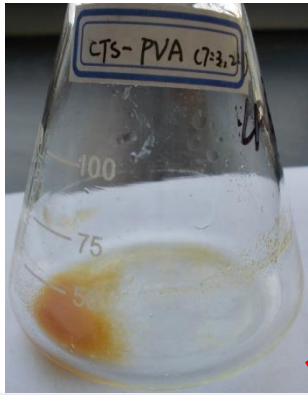
工业连续动态吸附
中试工艺研究阶段



工业初步验证及
连续动态吸附小
试研究阶段

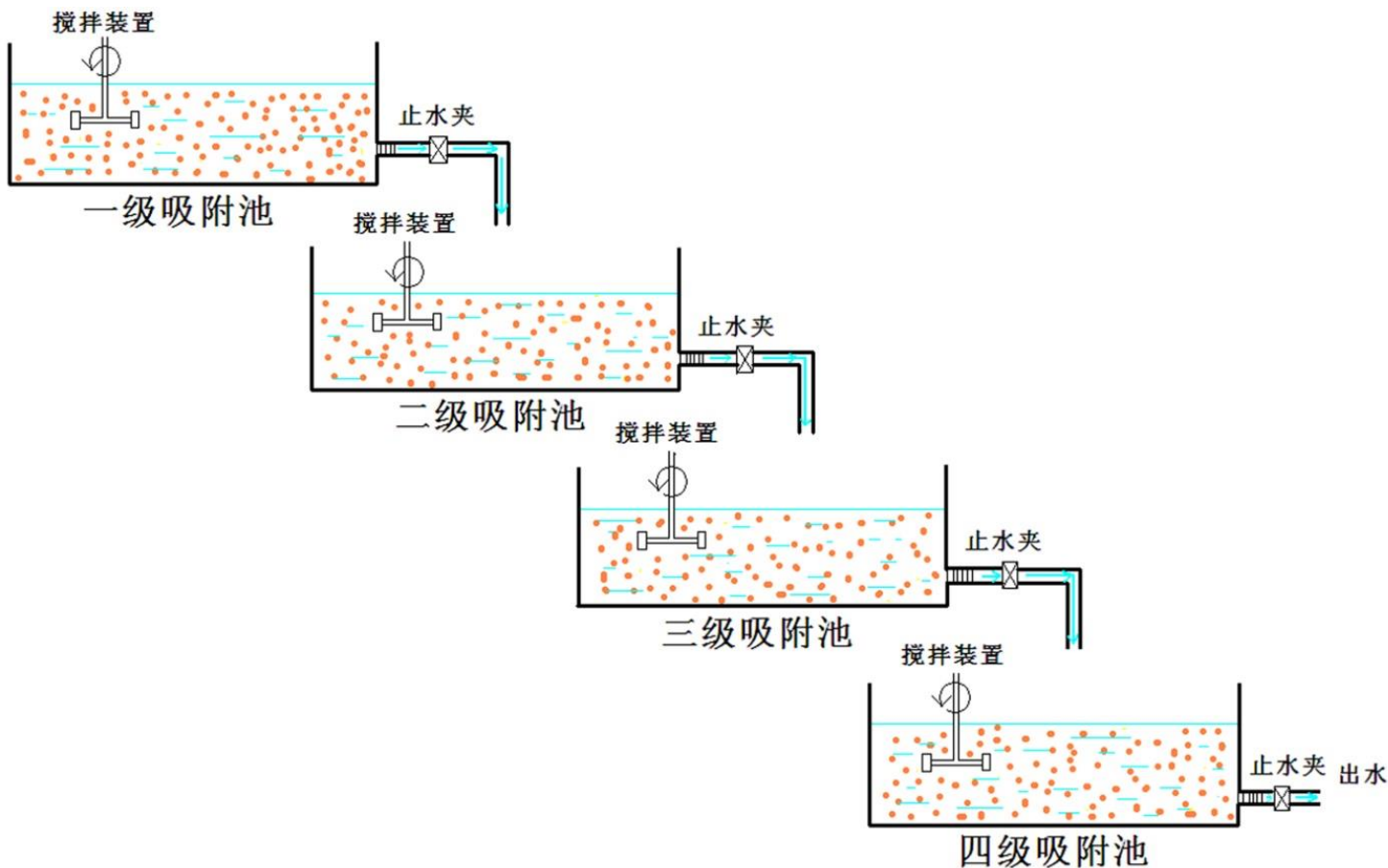


实验室动态模拟
吸附小试-中试
研究阶段



实验室静态吸附
实验研究阶段

1、静态多级吸附除汞技术



静态多级吸附除汞工艺流程图

含汞废水深度处理技术开发

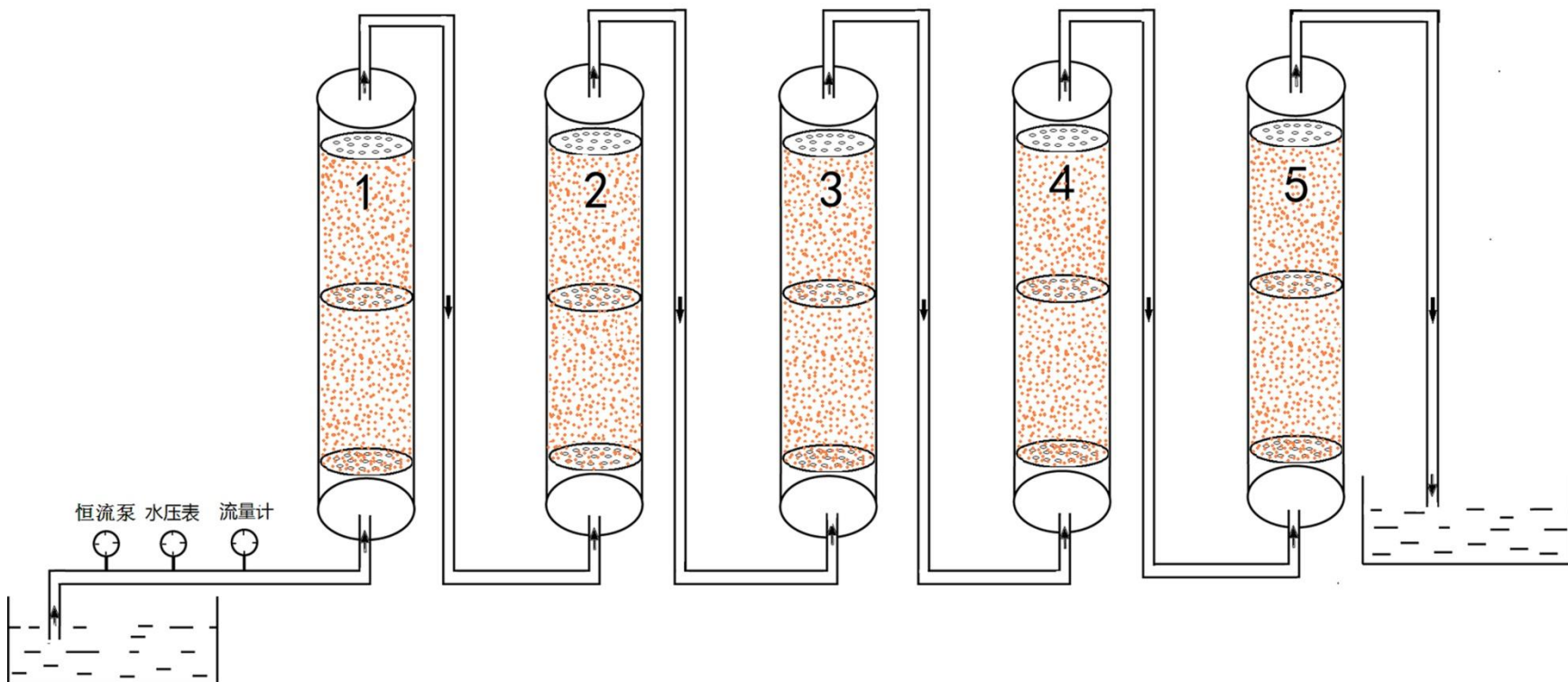
中国科学院新疆理化技术研究所
XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



原水样 中汞浓 度($\mu\text{g/L}$)	原始水 样体积 (mL)	每次吸 附剂加 入量(g)	接触 时间 (h)	一级吸附处理后		二级吸附处理后		三级吸附处理后		四级吸附处理后	
				汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)
45.89	100	0.5000	1	11.35	75.26%	0.87	98.11%	-	-	-	-
889.07	100	0.5000	1	87.90	90.11%	24.16	97.28%	3.87	99.56%	-	-
4940.65	100	0.5000	1	149.63	96.97%	67.45	98.63%	8.02	99.84%	4.18	99.92%
10085.83	100	0.5000	1	157.48	98.44%	53.73	99.47%	9.89	99.90%	4.85	99.95%

原水样中 汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	原始水 样体积 (mL)	每次吸 附剂加 入量 (g)	接触 时间 (h)	一级吸附处理后		二级吸附处理后		三级吸附处理后		四级吸附处理后		五级吸附处理后	
				汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)	汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	去除率 (%)
45.89	50	0.1000	12	6.99	84.78	0.11	99.75	-	-	-	-	-	-
889.07	50	0.1000	12	53.20	94.02	29.08	96.73	3.20	99.64	0.27	99.97	-	-
4940.65	50	0.1000	12	73.43	98.51	26.77	99.46	11.50	99.77	5.06	99.90	0.248	99.99
10085.83	50	0.1000	12	131.03	98.70	48.80	99.52	28.97	99.71	6.88	99.93	0.25	99.99

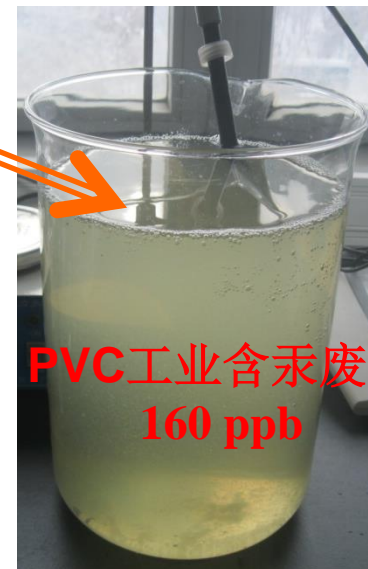
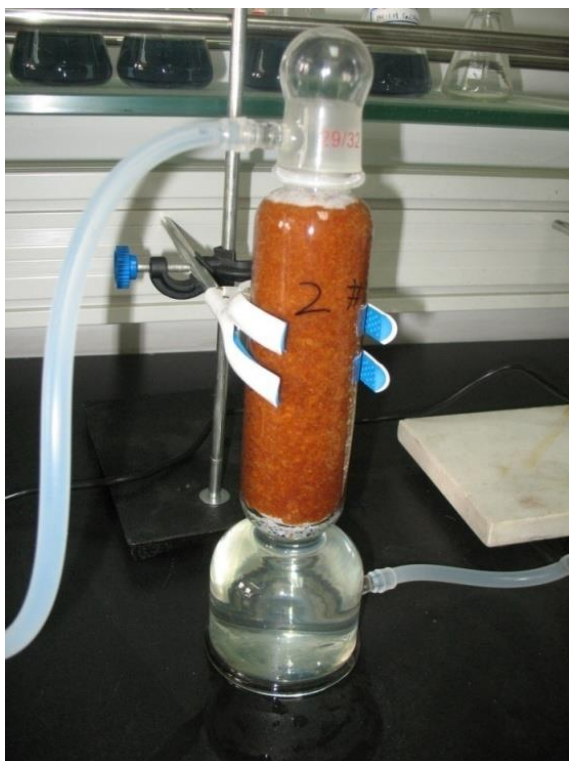
2、动态连续吸附除汞技术



动态连续式吸附除汞工艺流程图

含汞废水深度处理技术开发

中国科学院新疆理化技术研究所
XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



PVC工业含汞废水
160 ppb



出水汞浓度: < 5 ppb

含汞废水深度处理技术开发

中国科学院新疆理化技术研究所
XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



2014年11月14日-2015年6月3日



含汞废水深度处理技术开发

中国科学院新疆理化技术研究所

XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



取样日期	进水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	出水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)
2014年11月18日	23.93	4.69
2014年11月20日	17.94	4.39
2014年11月20日	12.89	2.99
2014年11月21日	17.95	2.69
2014年12月5日	17.13	3.16
2014年12月7日	22.06	2.55
2014年12月19日	32.58	1.77
2014年12月21日	4.88	1.58
2014年12月23日	85.87	4.41
2014年12月26日	61.69	2.65
2015年1月5日	19.98	4.92
2015年1月12日	32.87	4.91

含汞废水深度处理技术开发

中国科学院新疆理化技术研究所

XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



取样日期	进水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	出水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)
2015年1月21日	15.60	2.80
2015年1月25日	12.90	2.60
2015年2月5日	18.62	4.98
2015年2月23日	53.70	3.90
2015年2月28日	20.60	2.80
2015年3月10日	12.00	1.80
2015年3月14日	88.90	1.90
2015年4月7日	33.60	3.10
2015年4月9日	9.70	1.00
2015年4月13日	12.00	2.70

含汞废水深度处理技术开发

中国科学院新疆理化技术研究所
XINJIANG TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CAS



2015年8月25日，含汞废水深度处理中试试验装置搭建并运行





取样日期	进水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)	出水汞浓度 ($\mu\text{g/L}$)
2015年11月11日	21.9	1.9
2015年11月14日	125.8	3.6
2015年11月15日	167.4	3.2
2015年11月16日	221.7	1.1
2015年11月17日	211.7	1.4
2015年11月19日	111.5	0.4
2015年11月20日	135.3	3.4
2015年11月21日	96.1	0.9
2015年11月23日	722.4	3.0
2015年11月24日	40.5	2.7
2015年11月25日	30.9	1.3
2015年11月26日	34.3	1.2



高效脱汞吸附材料应用证明

我公司拥有年产 45 万吨聚氯乙烯生产装置，采用电石法工艺生产聚氯乙烯，主要产品为聚氯乙烯、烧碱。在生产中会产生少量含汞废水，经处理后达到环保标准要求。按国家对环保要求日益严格的趋势，需未雨绸缪，考虑深度处理，进一步降低处理后废水中的含汞量。

我公司通过调研了解到，中科院新疆理化技术研究所王晓焕博士所带领的研究团队开发的高效脱汞吸附材料对汞离子吸附性能好、去除率高，且材料价格相对便宜，技术相对成熟，有产业化前景，适合用于含汞废水深度处理。为此，我公司于 2012 年 12 月开始与中科院新疆理化技术研究所进行了多次的交流与沟通，双方于 2013 年 7 月建立了长期的战略科技合作关系。

经与王晓焕博士多次商讨试验及工程化运用技术方案后，我公司决定在生产线上进行技术改造，先期进行小规模工业化运用试验。并分别于 2013 年 12 月、2014 年 9 月-10 月、和 2014 年 11 月-2015 年 1 月在我公司含汞废水车间进行了该高效脱汞吸附材料的工业化验证工作，对材料的实际应用效果及工艺参数进行了系列验证。结果表明：该高效脱汞吸附材料能够经得起实际废水检验，废水中高的盐分及有机物含量对材料的汞去除效果没有明显影响；该脱汞吸附材料对汞的吸附性能好，去除率高，含汞废水经该材料处理之后，出水汞浓度能够稳定在 0.005mg/L 以下。

王晓焕博士所开发的高效脱汞吸附材料对含汞废水处理效果更好，处理成本低，更加适合用于含汞废水的深度处理。目前，我公司正在与王晓焕博士开展该脱汞吸附材料工业化应用方面的战略合作，搭建工业化的含汞废水吸附除汞工艺系统，开发能工业化推广应用的含汞废水吸附除汞工艺包。

特此证明！



王晓焕博士所开发的高效脱汞吸附材料对含汞废水的处理效果更好，处理成本低，更加适合用于含汞废水的深度处理。



高效脱汞吸附材料在氯碱工业含汞废水深度处理中的应用

王晓焕¹, 黄富铭²

(1.中国科学院新疆理化技术研究所中国科学院特殊环境功能材料与器件重点实验室 新疆 乌鲁木齐 830011;

2.新疆天业(集团)天能化工有限公司, 新疆 石河子 832000)

摘要:采用高效脱汞吸附材料对电石法聚氯乙烯生产过程中产生的含汞废水进行深度处理, 持续6个月的中试运行, 考察了除汞效果。结果表明, 该高效脱汞吸附材料对低浓度含汞废水效果好, 处理后出水汞浓度能够稳定在5 μg/L以下。若配合适当的装置和工艺, 该系材料将有废水深度处理领域得到推广应用。

关键词:含汞废水; 吸附; 氯碱工业; 脱汞吸附材料

中图分类号: TQ314.24-2 文献标识码: B 文章编号: 1009-1785(2015)09-0039-03

Application of high-performance adsorbent for mercury removal in advanced treatment of chlor-alkali industrial wastewater containing mercury

WANG Xiao-huan¹, HUANG Fu-ming²

(1. Laboratory of Environmental Sciences and Technology, Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry; Key Laboratory of Functional Materials and Devices for Special Environments, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Tianeng Chemical Co. Ltd., Xinjiang Tianye (Group) Co., Ltd., Shihezi, 832000, China)

Abstract: High-performance adsorbents for mercury removal were employed to deeply treat wastewater containing mercury from the production of polyvinyl chloride by calcium carbide method. A pilot was continued for 6 months to investigate the efficiency of mercury removal. Results show that high-performance adsorbent for mercury removal exhibits excellent removal efficiency in the treatment of wastewater containing low-concentration mercury. The mercury concentration of effluents can be below the value of 5 μg/L. If the device and the process employed are proper, such material is expected to be applied in the field of advanced treatment of mercury containing wastewater.

Key words: wastewater containing mercury; adsorption; chlor-alkali industry; adsorbent for mercury removal

1 高效脱汞吸附材料概况

汞由于具有剧毒、可生物富集、易挥发、易迁移

易转化、难生物降解等特性而受到广泛关注, 成为全球性污染物。当前, 中国含汞废水

[作者简介] 王晓焕(1979—), 女, 副研究员, 中科院新疆理化技术研究所, 主要从事重金属特效吸附材料的设计、合成及

新华网 新疆频道 www.xj.xinhuanet.com

头条 焦点 图片 访谈 专题·直播 文化 娱乐 美食 科技
聚焦 新疆 兵团 网视 社区·推荐 旅游 房产 汽车 体育

广告位招商 0991-8805707

精彩手机报 让您享受新鲜资讯的美味

您当前位置: 首页 >> 新疆要闻 >> 正文

新疆科研人员研发出含汞废水高效处理新技术

作者: 刘杰 来源: 新华网新疆频道 日期: 2014-06-05

新华网乌鲁木齐6月5日电(记者刘杰)记者从中科院新疆理化技术研究所了解到, 科研人员开发出一项含汞废水高效处理新技术。新疆一氯碱企业的验证结果表明, 这一技术不仅操作简便、处理成本低, 而且能高效去除废水中的汞。

据中科院新疆理化技术研究所副研究员王晓焕介绍, 目前, 国内对含汞废水的处理主要采用化学沉淀—絮凝法。这种技术是批处理技术, 不能实现实时、连续的监控和处理, 而且造成药剂的浪费或者处理不达标, 产生的污泥也难以处置, 会造成二次污染。

吸附除汞技术是目前最具应用前景的含汞废水处理技术, 这一技术的核心是吸附材料的开发。目前, 国内能够真正用于含汞废水处理的高性能脱汞吸附材料还比较少见。

王晓焕说, 她的研究团队在前期聚合物型脱汞吸附材料的基础上, 通过材料筛选、分子结构设计、优化材料网络结构, 开发出成本低、吸附性能优、再生性能好、汞离子吸附容量高的纳米复合型系列脱汞吸附材料, 并且材料的生产成本也降低了三分之一以上。

目前, 这一技术进行了工业初步验证, 取得了良好效果。科研人员正在设计与该吸附材料相配套的除汞装置, 开发能工业化应用的工艺包, 使其广泛应用于各类含汞污水排放企业, 解决含汞废水处理难题。(完)



中华人民共和国国家知识

830011

新疆乌鲁木齐市北京南路40号中科院新疆分院
乌鲁木齐中兴新兴专利事务所 张莉



申请号或专利号: 201410592365.8

发文字号: 201411

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201410592365.8

申请日: 2014年10月28日

申请人: 中国科学院新疆理化技术研究所

发明创造名称: 一种利用脱汞吸附材料处理含汞废水的方法

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

发明专利请求书 每份页数:4 页 文件份数:1 份
权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 5 项
说明书 每份页数:9 页 文件份数:1 份
说明书附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份
摘要附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份
费用减缓请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份
费用减缓证明 每份页数:1 页 文件份数:1 份
发明专利请求提前公布声明 每份页数:1 页 文件份数:1 份
实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均

审查员: 阿娜尔古丽(电子申请)

审查部门: 专利局初

200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区前门桥西土城路6号 国家知
2010.2 识专利申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件, 除3
文件视为未提交。



中华人民共和国国家

830011

新疆乌鲁木齐市北京南路40号中科院新疆分院
乌鲁木齐中兴新兴专利事务所 张莉



申请号或专利号: 201410746857.8

发文字

专利申请受理通

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201410746857.8

申请日: 2014年12月09日

申请人: 中国科学院新疆理化技术研究所

发明创造名称: 一种基于脱汞吸附材料的动态连续式含汞废水

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

发明专利请求书 每份页数:4 页 文件份数:1 份
权利要求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 6 项
说明书 每份页数:6 页 文件份数:1 份
说明书附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份
摘要附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份
费用减缓请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份
费用减缓证明 每份页数:1 页 文件份数:1 份
发明专利请求提前公布声明 每份页数:1 页 文件份数:1 份
实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种

审查员: 胡晓婷(电子申请)

审查部门:

联系电话: 0591-8854868

200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区前门桥西土城路6
2010.2 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交; 文件
文件视为未提交。



中华人民共和国国家知识产权局

830011

新疆乌鲁木齐市北京南路40号中科院新疆分院
乌鲁木齐中兴新兴专利事务所 张莉



申请号或专利号: 201520288989.0

发文字号: 2015050701146310

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201520288989.0

申请日: 2015年05月07日

申请人: 中国科学院新疆理化技术研究所

发明创造名称: 一种利用吸附法去除废水中汞的装置

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

实用新型专利请求书 每份页数:3 页 文件份数:1 份
权利要求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 7 项
说明书 每份页数:6 页 文件份数:1 份
说明书附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份
摘要附图 每份页数:1 页 文件份数:1 份
专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份
费用减缓请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份
费用减缓证明 每份页数:1 页 文件份数:1 份

提示:

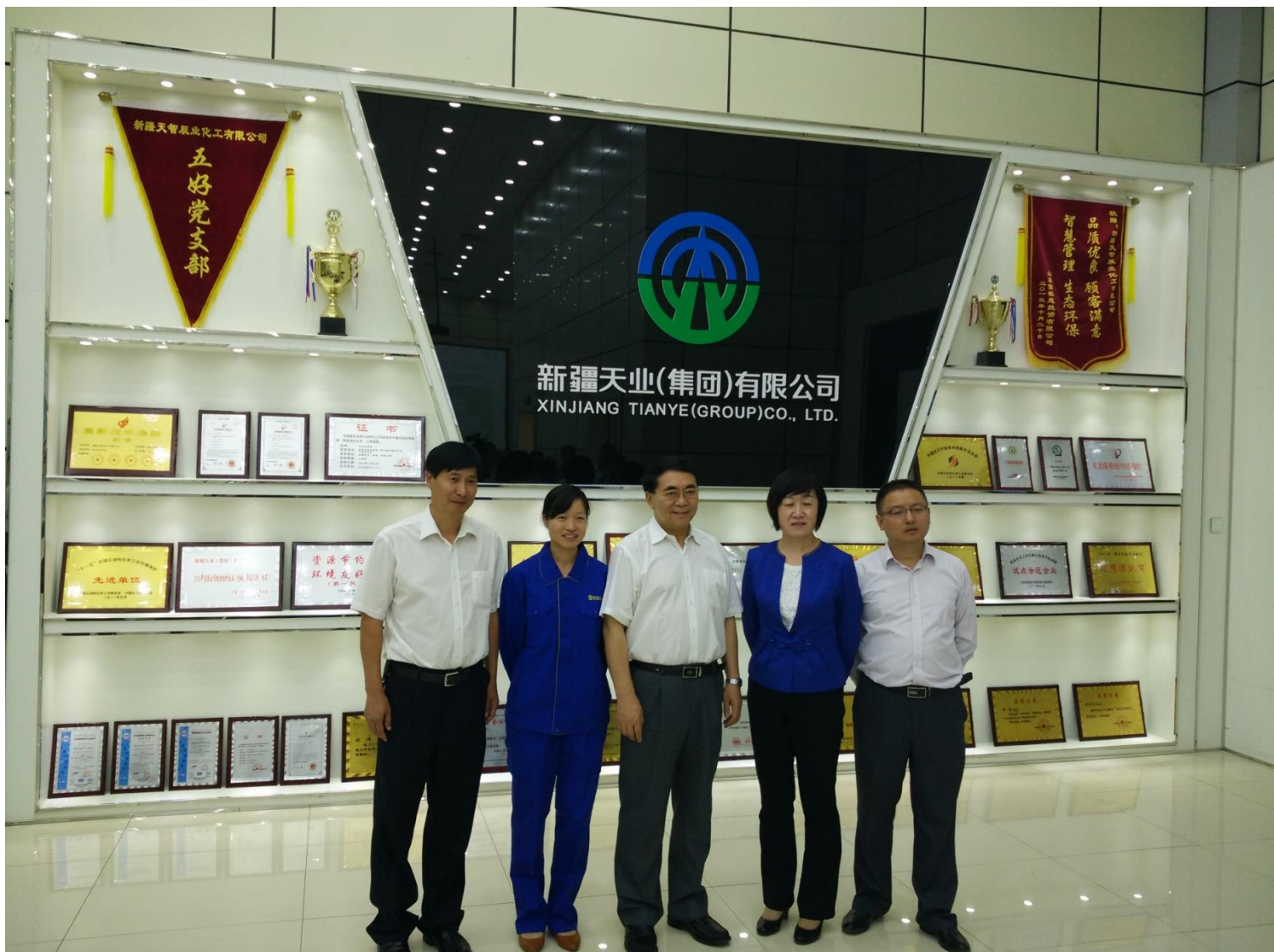
1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 阿娜尔古丽(电子申请)

审查部门: 专利局初审及流程管理部

200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区前门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处
2010.2 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件, 除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的
文件视为未提交。





2015年8月29日，白春礼院长参观留影



PVA系列高效脱汞吸附材料可广泛应用于**含汞废水的深度处理**及汞资源的回收等。

含汞废水

氯碱工业含汞废水

铅锌矿冶炼含汞废水

铜矿冶炼含汞废水

油田采油含汞废水

水泥生产含汞废水

电池生产含汞废水

温度计生产含汞废水

荧光灯生产含汞废水



中国科学院新疆理化技术研究所

Thanks for your attention!

热烈庆祝国庆60周年暨新疆维吾尔自治区成立50周年