

[19] 和 %.

[20] 中单

[21-22],

[23-24]

[2,18,20]

来源、

来源、

烟气

以

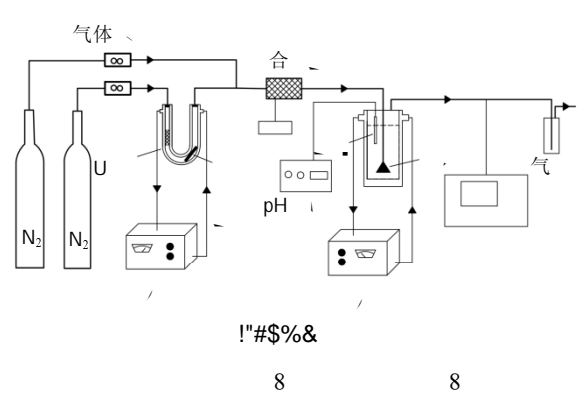
1 材料与方法

1.1

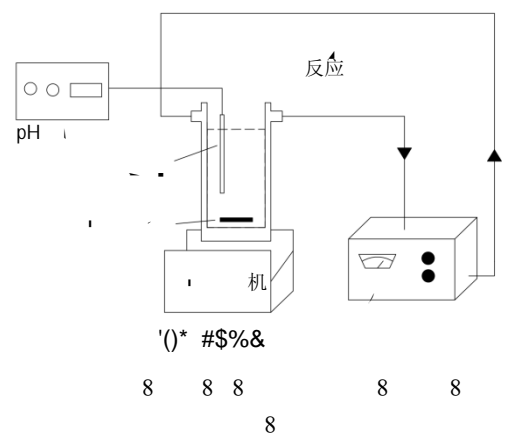
汞()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()

U 浴锅 磁力搅拌器.

1.2



汞 验装置如图 所示,该装置主要由气源、汞 器、混 加 器(玻璃填 、加 和 控仪组)、 器(双层中空玻璃 质)、一 浴装置组 .₂(纯 .) 载气 转 流、汞 器中汞渗透管(. ,美国挥 的 汞 另 路平衡气(.) 混 加 器.混 匀 加 至预 . 器 中,经砂芯 匀 布气 吸收 ,吸收后 的尾气 锰 吸收 后 排.



放置于干燥器 以上, .₂ 物质 使 于烘箱中 ℃烘干至 重使 . 制储 , 从储 中定 取 加 双层玻璃 瓶中 , 测定, 浴锅控制, 磁力搅拌 搅拌 匀, 样品由 U 测定.

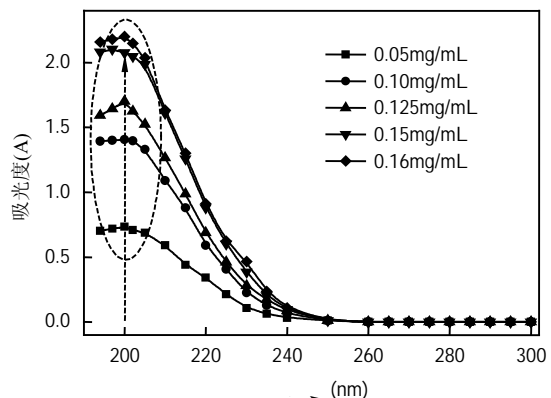
2 结果与讨论

2.1 ₂及 物 谱 析

烟气单质汞 中逐渐积累 物 .₂ 物.移取 / 的 ₂ 储 置 / 待测 , 波 范围 U 型 别 谱扫描.

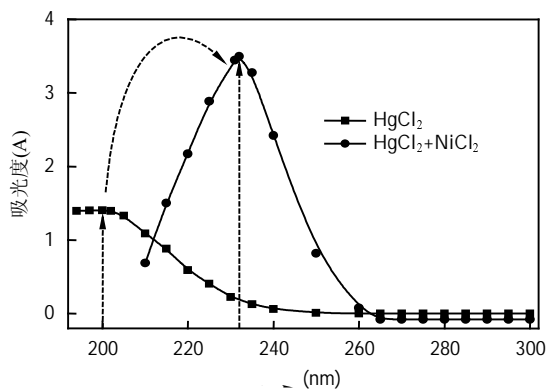
由图 知, ₂ 谱扫描 波 吸收峰, 吸收峰随着 中 ₂ 浓 的增加 升 . 中 ₂ 浓 从 . / 增加至 . / ,吸 从 .7 升 至 , ₂ 见 吸收波 确定 ₂ 浓 吸 的

如图 .

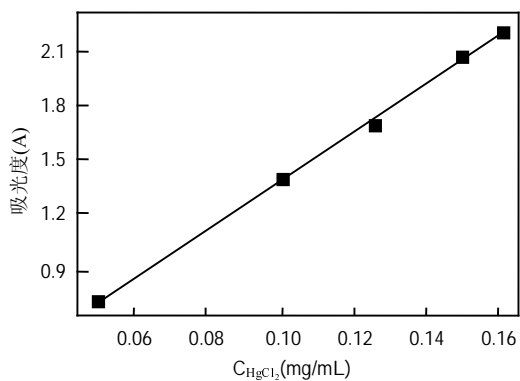


2 =>?@AABCD
2 8 8

波 移 物吸



'(J=>?@ABCD
K 8 8



E75FGHI

8 8

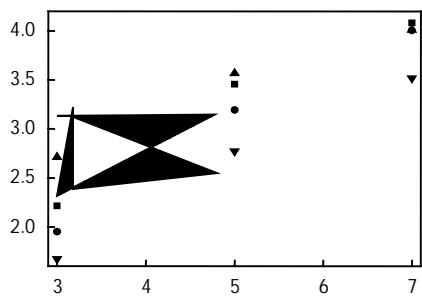
2.2

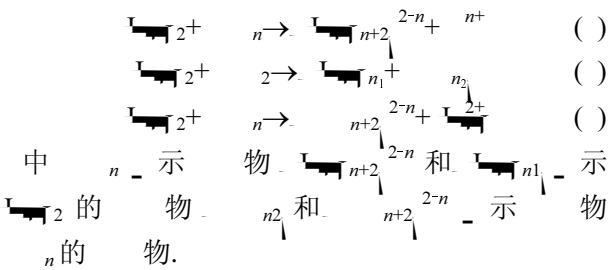
物的 中
2⁺和 2⁺, 验 2⁺中 的
物, 的 物,
2⁺物 的 见的 物
2⁺、 2和 2, 别 . /
2⁺, 浓 置 . / +
/ , . / + / , . / +7 / ,
见 谱扫描, 如图 .

$y = 7 + x(x)$
2⁺浓 , y 2⁺浓 x 的吸),
吸收 烟气单质汞
2⁺, 中
物. , 2⁺中加 2(使 中
 $C_{HgCl_2} = /$ 、 $C_{NiCl_2} = /$),
的 . 2⁺及 2 . n的
波 范围 谱扫描.

由图 知, 2⁺ 2的 物
见 波 . n 吸收峰,
2⁺ 吸收峰波 移. 2⁺和
物的 力,

$2^{2+n} \rightarrow 2^{n+2} \quad ()$
增大 浓 , 平衡 2^{n+2}
移 , 物 2^{n+2} 2⁺的 吸
的 , 吸收





(1) 主要是 n 的 物 ML_n^{2-n} 的 物, 定 中 ML_n^{2-n} 浓, 增加 物 于平衡. (2) 物 ML_n^{2+} 和 n 的 物. (3) 要 ML_n^{2+} 的 物, 定 中 ML_n^{2+} 浓, 定, 增加 n 的浓, 的 物, 至 . 验上, 定 ML_n^{2+} 浓, 增加 ML_n^{2+} 和 ML_n^{2-n} 浓, 物 ML_n^{2+} 浓, 定 ML_n^{2+} 浓, 物 定. ML_n^{2+} 和 ML_n^{2-n} 的 物最大吸, 别 .7, . . .7 和 . . .

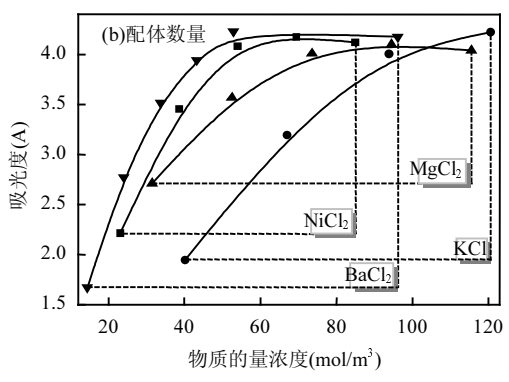
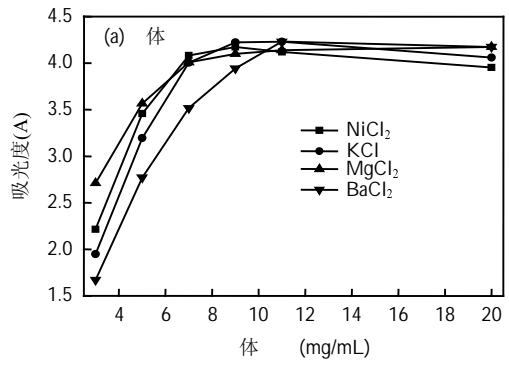
$$A = \epsilon \cdot c \cdot l = \lg \frac{I_0}{I_t} \quad (4)$$

中 I_0 透 I_t 透 c 物质浓 l 层 ϵ 吸 . 吸 物质的浓, 由 以确定 (4), (5) 和 (6) 中, 烟气单质汞的 Hg^{2+} , Hg^+ , Hg^{2+} 和 Hg^{2+} 的 主要 中的 浓.

2.3 浓 的 中 ML_n^{2+} 的 浓, ML_n^{2+} 浓 / , 浓, .7, . 和 / 的, 如图 7(a) 所示.

浓 于 的, 物 随 浓 的增加先升, 后 于平衡. ML_n^{2+} ML_n^{2+} 和 ML_n^{2-n} 的 物, 浓 7 / 吸 随 浓 的增 增大 7 / 吸 随 浓 的增 增大大于 / 吸 随 浓

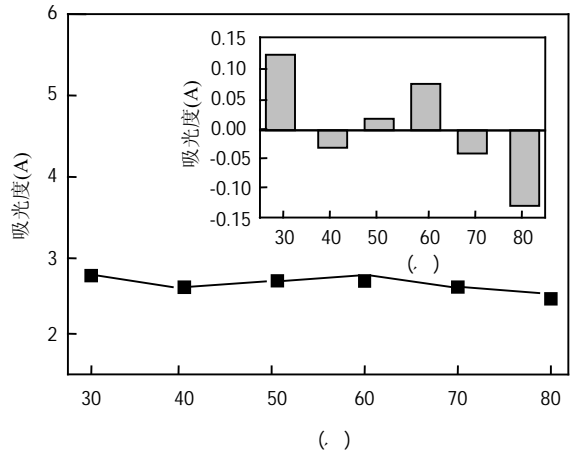
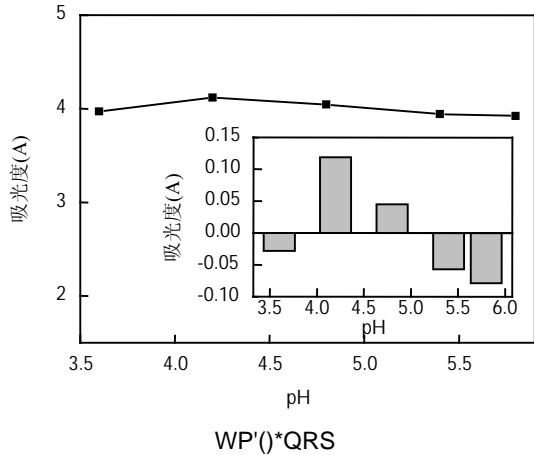
的增 增大. 浓 于 / , 的 物 吸收峰, 另 浓 / , 物吸 随 的增 上升浓 / 以后, 吸 随



NOTU J4QVTUP'()*QRS
8 8 8 8
8 8

由图 7(b) 见, 物质的 浓 物 从 ML_n^{2+} 2 2 2 以 ML_n^{2+} 物 从 ML_n^{2+} 2 2 2. 另 验中 以 ML_n^{2+} 和 .n4, 见 扫描 峰 峰, 中 ML_n^{2+} 物, ■

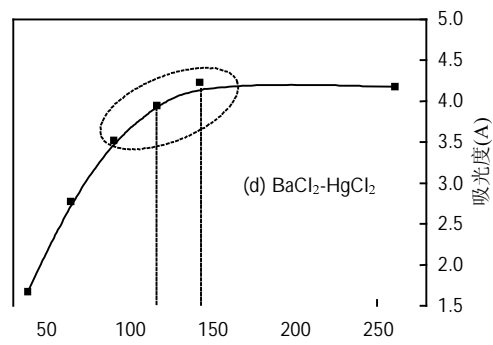
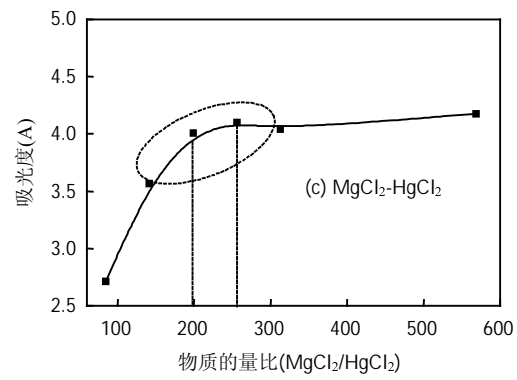
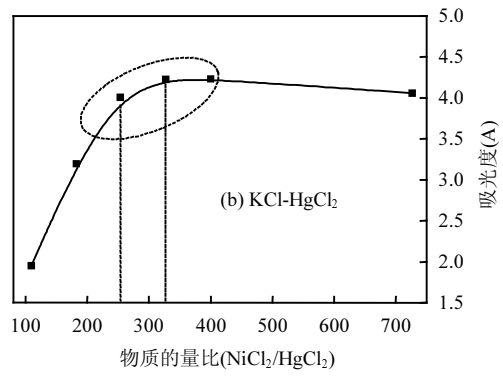
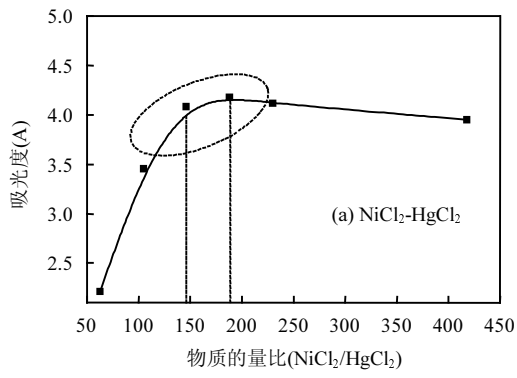
以吸收烟气汞中... 7和... 7%... 和... 2... 物... 谱扫描中峰, 峰的主要... 是... 中的... 制... 中...

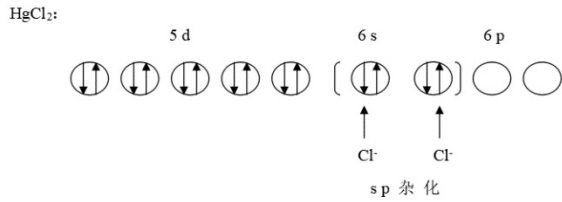


2.6 物质的... 的

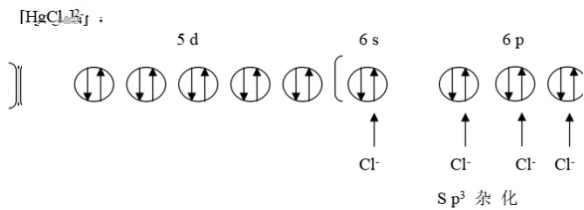
2物质的... 是... 中... 的重要... 要... 控制... 物的... 优... 烟气汞... 和布... 从图... 知,随着... 物质的... 的... 增大,物吸... 逐升... 增大物质的... 物吸... 于平... 增加... 物... ,以物质的... ,2... ,2... ,2... ,于... 2... 物,于上... 制... 物... 随浓... 烟气... 制... 和物质的... ,使最... 最大... 吸... 物质的... 从图... 知,2、... 2和... 2... 2... 的物最大吸... (. . .),物... 物质的浓... 和物质的... 最... /3和... 是... 2... /3和... 三是... 7... /3和... ,最后... 2... /3和... 析,如... 图... 所示.

[2] 和... 中的... 中的... 中的... 中的... 中要... 的... () 随... 吸收... 积... (7) 随... 2.5 ... 的... 烟气中... 是... 重要的... 烟气经... 后吸收... 烟气... °C... °C... 从图... 知,一... 别... , , , 7和 °C,物吸... 别... .77, . , . , .7, . 和... 平... 析如上... 图,吸... 最... 别... 和... 2... 和... 重组... 中... 以... ,

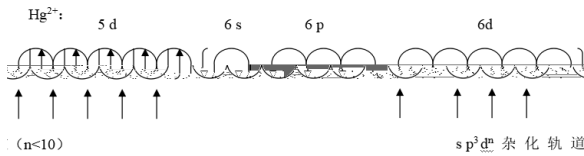




HgCl₂ 是以 sp 杂化的 s 轨道和 p 轨道形成的，和 z、x、y 轨道，空型 sp² 型 229pm，229pm，中，主要以 sp² 杂化轨道成键。HgCl₂ 中加物，随着 n 的增加，汞和氯的电负性以 sp² 杂化轨道逐渐增加，Hg²⁺、Cl⁻ 和 HgCl₂ 的键长和键角。



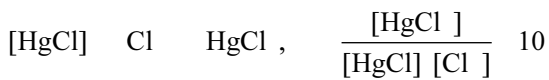
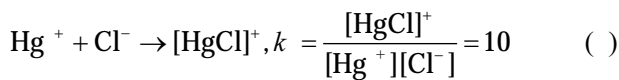
[HgCl₄]²⁻ 中，Hg²⁺ 的 d 轨道空，大于 2，在 sp³ 杂化轨道中，Hg²⁺ 的 s 轨道和 p 轨道杂化，至是汞和氯的键长和键角。HgCl₂ 和 [HgCl₄]²⁻ 的键长和键角。



Hg²⁺ 的 s、p、d 轨道杂化，形成 sp³、sp²、sp³ 杂化轨道。HgCl₂ 的键长和键角。HgCl₂ 的键长和键角。HgCl₂ 的键长和键角。HgCl₂ 的键长和键角。

物的平衡 [21-22]，

HgCl₂ 的汞逐步如



3 结论

3.1 Cr^{3+} 及其络合物吸收波长分别为 λ_1 和 λ_2 , H_2O 、 NH_3 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 F^- 配体均能与 Cr^{3+} 形成络合物,生成量主要受 Cr^{3+} 浓度影响,生产速率受配体阳离子的影响,络合物生成量随配体浓度的增加先升高然后降低。 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 H_2O 能与 Cr^{3+} 形成络合物。

3.2 反应 $\text{Cr}^{3+} + \text{L} \rightleftharpoons \text{CrL}^{2+}$ 络合反应生成,络合产物 CrL^{2+} 受 Cr^{3+} 影响,吸光度 A_{λ} 为 $A_{\lambda} = \epsilon \cdot c \cdot l$, Cr^{3+} 络合反应能 ΔH 度络合反应影响,反应度 $10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 升 $10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$, 络合物吸光度 A_{λ} 为 $A_{\lambda} = \epsilon \cdot c \cdot l$ % 增加配体浓度 c 高 Cr^{3+} 络合物产量,配体络合应 ΔH , 吸光度 A_{λ} 为 $A_{\lambda} = \epsilon \cdot c \cdot l$ 。

3.3 配体 Cr^{3+} 络合反应响应 ΔH , 量

- control options for coal-fired power plants [J]. Fuel Processing Technology, 2003,82(2/3):89-165.
- [20] 阮长超,胡 辉,黄 浩,等.氯酸盐系列湿式氧化 Hg^0 的影响因子实验研究 [J]. 环境工程, 2017,37(11):76-81.
- Ruan C C, Hu H, Huang H, et al. Research on the impact factors in wet oxidation of Hg^0 by chlorate series [J]. Environmental Engineering, 2017,37(11):76-81.
- [21] 大连理工大学化学研究所. 无机化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006:618-630.
- Department of Inorganic Chemistry, Dalian University of Technology, Inorganic Chemistry [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006:618-630.
- [22] 孙 伟, 化学 [M]. 化学工业出版社, 2005:236-240.
- Sun W Y, Coordination Chemistry [M]. Chemical Industry Press, 2005:236-240.
- [23] 张 志, 王 晶, 沈 琳. 氯离子对湿法烟气脱硫工艺的影响 [J]. 工业安全与环保, 2009,11(35):28-29.
- Zhang Z W, Jing W J, Shen L F. Effect of Chloride Ion Concentration on wet Limestone Gypsum Desulfurization Technology [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2009,11(35):28-29.
- [24] 林立,余亮, 等. 氯、氟离子对烟气中汞形态和去除的影响 [J]. 环境工程, 2014,10(43):16-19.
- Yin L B, Yu L Y, Xu Q S, et al. Effect of Chlorine and Fluorine Elements on Mercury Species and its Distribution in Flue Gas [J]. Thermal Power Generation, 2014,10(43):16-19.
- [25] Sheng-Yu Liu, Li-chao Nengzi, Bin Qu, et al. Simultaneous removal of elemental mercury in aqueous by oxidation [J]. Environment Engineering Science, 2010,27(4):323-327.
- [26] 王 立, 许 立, 等. 过硫酸钾对 WFGD 系统中气态汞的氧化除性能的影响 [J]. 中国矿业大学学报, 2016,4(45):794-798.
- Wang L P, Xu R W, Tian L J, et al. Effect of $K_2S_2O_8$ on oxidation and removal of gaseous mercury in wet flue gas desulfurization [J]. Journal of China University of Mining and Technology, 2016,4(45):794-798.
- [27] 赵 立, 齐 明. 氧化法去除燃煤烟气中 Hg^0 技术的研究 [J]. 化工环保, 2018,3(38):256-260.
- Zhao Y, Qi M. Review on removal of elemental mercury from coal combustion flue gas by oxidation progress [J]. Environmental Protection of Chemical Industry, 2018,3(38):256-260.
- [28] 傅 立, 赵 立, 姚 立, 等. 燃煤烟气脱汞技术研究 [J]. 电力, 2017,46(6):1-5.
- Fu K L, Zhao T W, Yao M Y, et al. Mercury removal technology for coal-fired flue gas: research progress [J]. Thermal Power Generation, 2017,46(6):1-5.

作者简介: 能子礼超(1988-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事大气污染控制与资源化研究. 发表论文 40 余篇.

《中国环境科学》再次获评“RCCSE 中国权威学术期刊(A+)”,位列学科榜首

《中国环境科学》在武汉大学中国科学评价研究中心发布的第四届中国学术期刊评价中获评“RCCSE 中国权威学术期刊(A+)”.中国学术期刊评价按照各期刊的期刊学术质量和影响力指标综合得分排名,将排序期刊分为 A+、A、A-、B+、B、C 6 个等级,评价的 6201 种中文学术期刊中有 316 种学术期刊获评权威期刊(A+),A+为得分排名前 5%的期刊.此次获得“RCCSE 中国权威学术期刊(A+)”称号的环境类期刊有 3 种,《中国环境科学》在环境科学技术与资源科学技术学科内荣登榜首.