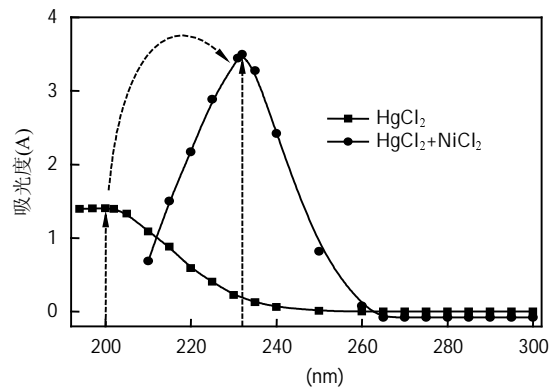
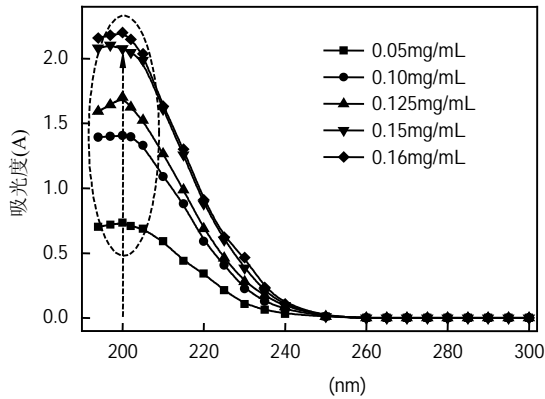






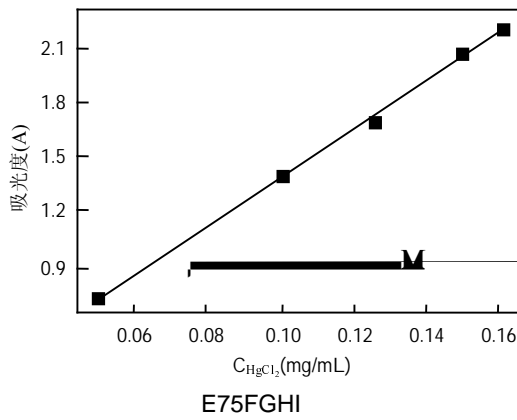
,如图 .

波 , 移 . 物吸 . , . . .



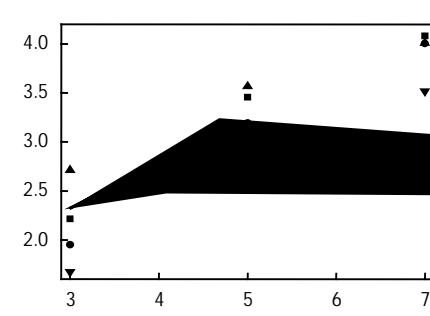
2 =>?@AABCD  
2 g g

'(J=>?@ABCD  
K g g



2.2 的  
 2<sup>+</sup>和 2<sup>+</sup>, 验, 2<sup>+</sup>中, 的  
 物, 一 的 物 ,  
 2<sup>+</sup> 物 的 . 见的 物  
 2<sup>+</sup>、 2<sup>+</sup>和 2<sup>+</sup>, 别 . /  
 2<sup>+</sup> 广, 浓 置 . / +  
 / , . / + / , . / 7+ / ,  
 见 谱扫描, 如图 .

g g  
 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<sub>HgCl<sub>2</sub></sub> . / 、 C<sub>NiCl<sub>2</sub></sub> / ), 广  
 的 2及 2 广  
 的 波 范围 谱扫描.



由图 知, 2 2的 广 物  
 见 波 吸收峰,  
 2 广 吸收峰波 , 移. 2<sup>+</sup> 和  
 物 的 力, 广  
 2<sup>+</sup>n → n+2 2-n ( )  
 增大 浓 , 平衡、 n+2 2-n  
 移 , 物 n+2 2-n 的 及  
 一, 广 的 广 , 吸收

$M + nL \rightleftharpoons ML_n$

$M + L \rightleftharpoons ML$

$M + 2L \rightleftharpoons ML_2$

$M + 3L \rightleftharpoons ML_3$

中  $n_1$  示 物  $M$  和  $n_1 L$  示 物  $ML_{n_1}$  的 物.

( ) 主要是  $n$  增加

物, 定  $r$  中  $2$  浓.

物 广 于平衡. ( )

和  $n$

( ) 要  $M_2$   $n$  的 广,

定  $r$  中  $2$  浓. 定, 增

加  $n$  的浓, 的 物

至  $\dots$  验上, 定  $2$  浓

增加  $2$ 、 $2$  和  $1$   $2$  浓.

物  $2$  浓, 定  $2$  浓

物 定.

$2$ 、 $2$  和  $1$   $2$  的 物最大吸

别  $7$ 、 $7$  和  $7$ .

定

$$A = \epsilon \cdot c \cdot l = \lg \frac{I_0}{I_t} \quad (1)$$

中  $I_0$  透  $I_t$  透  $c$  物质浓

$l$   $r$  层  $\epsilon$  吸

吸 物质的浓, 由 以确定

( ) ( ) 和 ( )

烟气单质录的

$2+$ 、 $+$ 、 $2+$  和  $1^{2+}$  的

主要  $r$  中的  $2$  浓.

### 2.3 浓 广 的

中  $2$  的,

$2$  浓. / ,  $2$  浓.

$7$ 、 $7$  和 /  $2$  的, 如图 (1) 所示.

$2$  浓. 于  $2$  的、物

随  $2$  浓的增加先升, 后 于平衡.

$2$ 、 $2$  和  $1$   $2$  的 物,

$7$  / 吸, 随  $2$  浓的增

增大 / 吸, 随  $2$  浓的增

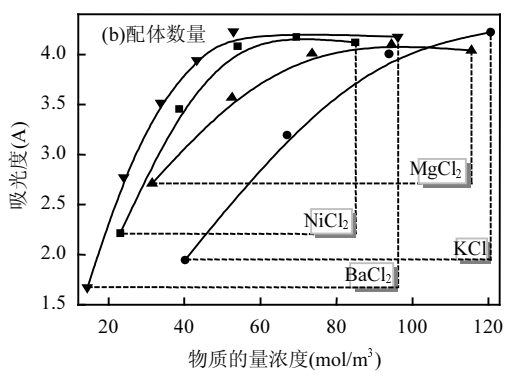
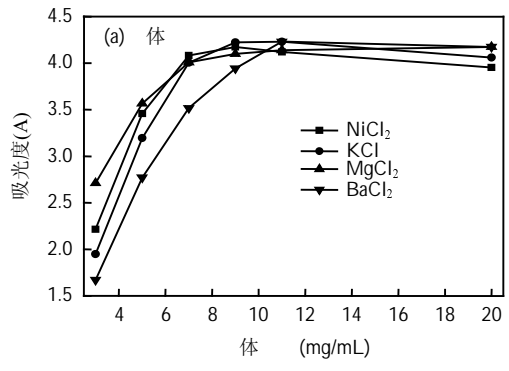
增大大于 / 吸, 随  $2$  浓.

的增 增大.  $2$  浓. / ,  $2$

的 物  $2$  吸收峰, 另  $2$  浓.

/ , 物吸. 随  $2$  的增

上升浓. / 以后, 吸. 随  $2$



由图 (b) 见,  $2$  物质的 浓.

物  $2$  从  $2$   $2$

以  $2$   $2$  物、从

$2$  另 验中, 以

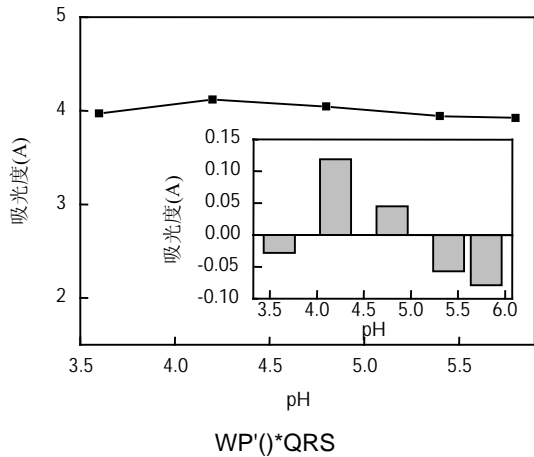
$2$  和  $4$   $2$  见 扫描

峰 峰  $2$

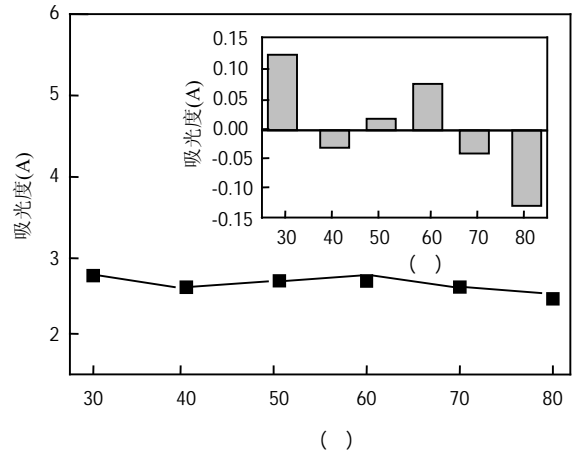
物,  $7$   $7$

$7$   $7$

， 2. 厂以 吸 . 一 . 烟 气 汞 中 . 7. °C . 厂 . 一 . 厂 . 物 吸 . 析 见 图 . 图, 最 . 7. 和 . 波 . 7. % . 别 . 和 . , 2. 厂 . 物 . 谱 扫 描 中 峰, 峰 的 . 主 要 . 是 中 的 . 制 . 中 . 2. 厂 . 中 .



烟 气 汞 中 . 7. °C . 厂 . 一 . 厂 . 物 吸 . 析 见 图 .



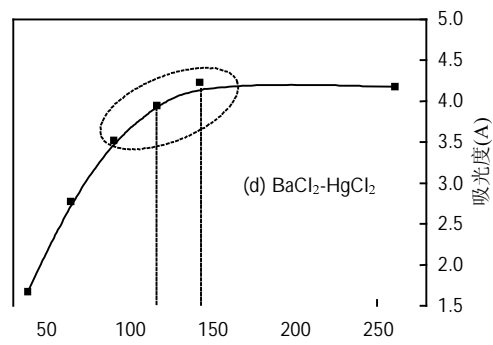
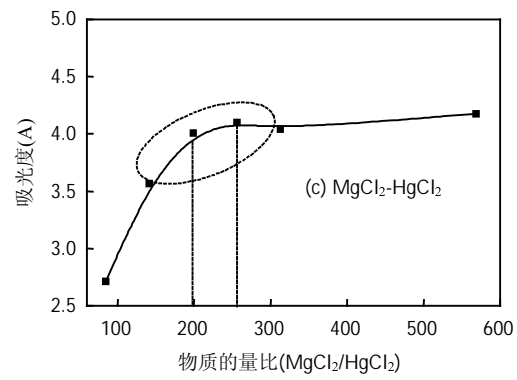
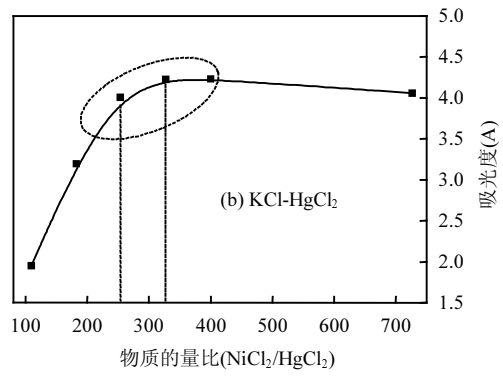
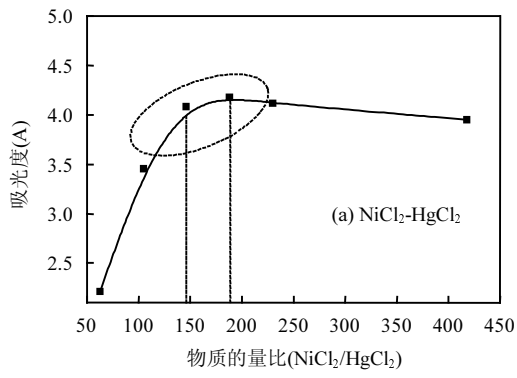
WP'()\*QRS  
g  
[2] 和  
中的 . 中的 .  
+ 0+ + 2+ 2  
中的 .  
+ 0+ 2 2+ 7  
厂, 中 要 . 的 ,  
( ) 随 2. 厂 ,  
0 吸 收 . 积 .

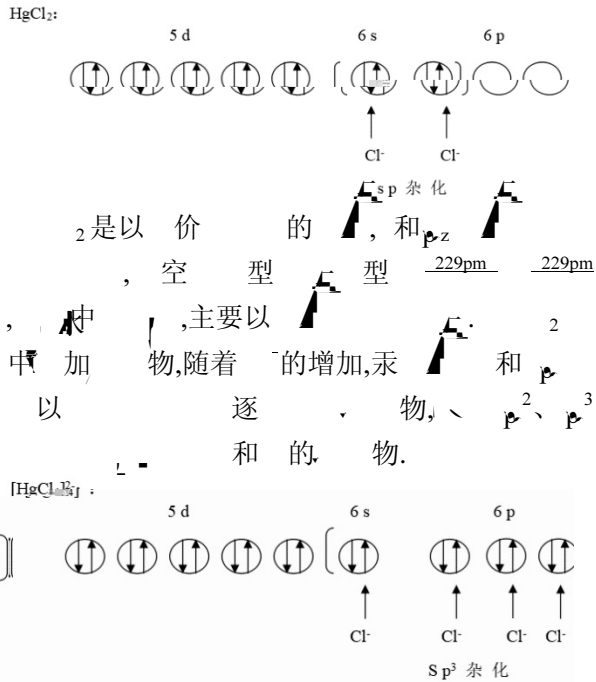
2.5 厂 . 厂 . 的  
烟 气 中, . 是 重 要 的  
厂 .  
烟 气 经  
后 吸 收 烟 气 . °C .  
°C . 厂 . 厂 . 的 .  
从 图 知, 厂 . 别 , , ,  
7 和 °C , 物 吸 . 别 77. , . ,  
. 7. , . 和 . , 平 均  
析 如 上 图, 吸 . 最 别  
. 和 . 2 和 . 重 组  
中 以 ,

2.6 物 质 的 厂 . 的

2 物 质 的 是 . 中  
的 重 要 . 要  
控 制 2. 物 的 . 优  
烟 气 汞 . 和 布 .  
从 图 知, 随 着 2 物 质 的  
增 大, 物 吸 . 逐 升 . 增 大 物 质 的  
物 吸 . 于 平 . 增 加 .  
物 , . 2.  
厂 . 厂 . 以 物 质 的 .

随 . 浓 .  
烟 气 厂 . 制  
和 物 质 的 . 使 最 . 最 大  
吸 . 厂 . 物 质 的 .  
从 图 知, 2. 2 和 1 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  
最 后 2 . / 3 和 .  
图 所 示.

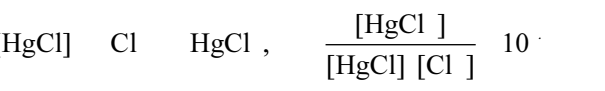
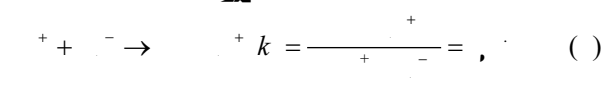




$\text{Hg}^{2+}$  的  $6s$  轨道能量大于  $6p$  轨道能量， $6s$  轨道是空的， $6p$  轨道是半满的。在形成配合物时， $6s$  轨道和  $6p$  轨道发生杂化，形成  $sp^3$  杂化轨道。这些杂化轨道与配体轨道重叠，形成配位键。由于  $6s$  轨道能量较高，杂化轨道的能量也较高，导致配合物的稳定性较差。此外， $6s$  轨道的收缩效应也会影响配合物的性质。

$\text{Hg}^{2+}$  的  $5d$  轨道能量较低，且处于半满状态。在形成配合物时， $5d$  轨道通常不参与杂化，而是作为非键轨道存在。这导致配合物中往往存在空的  $5d$  轨道，这些轨道可以作为 Lewis 碱的受体。此外， $6s$  轨道的收缩效应也会影响配合物的性质。

使  $\text{Hg}^{2+}$  与配体形成配合物时， $6s$  轨道和  $6p$  轨道发生杂化，形成  $sp^3$  杂化轨道。这些杂化轨道与配体轨道重叠，形成配位键。由于  $6s$  轨道能量较高，杂化轨道的能量也较高，导致配合物的稳定性较差。此外， $6s$  轨道的收缩效应也会影响配合物的性质。



### 3 结论

#### 3.1

，  
，  
S

#### 3.2

%

°C °C ，  
%  
( . . ) .

#### 3.3

，



- 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. 化学工程手册[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 立, 余亮, 等. 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, 姜 伟, 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] 孙 立, 余亮, 许 立, 等. 氯、氟离子对烟气中汞态和去除性能的影响 [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 系中气态汞的氧化去除性能的影响 [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 颖, 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 克, 赵 涛, 姚 明, 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.