

# 空气中含 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$ 的氧分子在 $\text{CdO}$ 表面的富集

金振声<sup>ab\*</sup>, 薛锦珍<sup>b</sup>, 陈正石<sup>b</sup>, 杨廷录<sup>b</sup>

(a. 河南大学润滑与功能材料重点实验室, 开封 475001)

(b. 中国科学院兰州化学物理研究所, 兰州 730000)

**摘要:** 利用热脱附-离子捕获检测器(TPD-ITD)、四极质谱(QMS)、X光电子能谱(XPS)、X光衍射(XRD)等方法,研究了在  $\text{CdO}$  表面层中  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的富集现象。所获结果显示,  $\text{CdO}$  表面  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ - $\text{CdCO}_3$  层在形成过程中对含  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的氧分子有选择包结能力。

**关键词:** 氧化镉; 氧同位素富集; 离子捕获检测;  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$  共吸附

中图分类号: O647.1 文献标识码: A

## 1 前言

空气中  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的含量甚少,  $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的相对天然丰度值分别为 99.76%、0.04%、0.20%<sup>[1]</sup>。已有多种氧同位素的富集分离方法,如电磁法、热扩散法、蒸馏法、光物理(激光)法等<sup>[2]</sup>。近年来,我们在半导体光催化研究中发现了  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  在  $\text{CdO}$  表面层中富集的现象。储存在空气中的  $\text{CdO}$  表面可形成  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ - $\text{CdCO}_3$  层<sup>[3]</sup>。一个明显的事实是:伴随着  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ - $\text{CdCO}_3$  的热分解,氧同步地释放出来,表明该表面层在形成过程中,对空气中的含  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的氧分子具有选择包结能力。

## 2 试验方法

$\text{CdO}$  粉晶结构用 Rigaku D/Max-rB 型 X 光衍射仪测定,其表面组成用 PHI-550 型 X 光电子能谱仪测定。

四极质谱分析是在 PHI-550 高真空室用 UTI-100 型四极质谱计完成。粉样压成  $\phi 10 \times 1$  mm 薄片,装在可加热的样品杆(PHI-2100)上。热脱附前,在低真空室(约 1.3 mPa)室温抽 30 min,在高真空室、室温抽 15 min(脱去物理吸附物)。

离子捕获检测器(Ion trap detector)是由离子捕获质谱计(Ion trap mass spectrometer)组成的一种简易分析工具,对固体样品热脱附产物的在线检测是十分有用的。700-ITD(Finnigan MAT 产品)与热脱附系统相连,在多离子检测状态(Multiple ion detector mode, MID)工作,可求得瞬时动力学结果<sup>[4]</sup>。MID 的灵敏度可达  $1 \times 10^{-3}$  ng。本试验中采用的扫描速率对所选定的质量范围为每秒 2 次。氦(He)载气流速为 50 mL/min(He 气纯度为 99.999%)。闪脱时,将装有 0.5 g  $\text{CdO}$ ( $\phi 0.40.7$  mm)的石英样品管迅速插入温度已控制在 600℃ 的反应炉内,并同时记录样品管内的温升( $\text{CdO}$  的分解温度为 800℃,高于 600℃ 的闪脱温度)。程序升温分解(TPD)试验亦在同一装置上完成。

\* 通讯联系人, Email: zsjin@163.net

CdO、5A 分子筛、 $ZrO_2$  为国产分析纯试剂,  $TiO_2$  (锐钛矿) 为 Fluka AG 产品。 $^{18}O_2$  气体由中国科学院近代物理研究所提供, 系用  $H_2^{18}O$  电解制取, 其中  $^{18}O$ 、 $^{16}O$ 、 $^{17}O$  的相对原子浓度分别为 80.8%、19.0%、0.2% (MAT-252 质谱仪分析)。 $La_2O_3$  为在中国科学院兰州化学物理研究所实验室制备, 并在干燥器中存放约两年。氧气纯度为 99.99%。

### 3 结果与讨论

图 1A 为 CdO 的 XRD 谱, 除 CdO 面心立方结构的强峰外, 尚有弱的  $Cd(OH)_2$  峰 ( $d = 2.537, 3.021, 4.698 \text{ \AA}$ ) 和弱的  $CdCO_3$  峰 ( $d = 2.941, 3.785 \text{ \AA}$ )<sup>[5]</sup>。XPS 分析结果 (图 1B) 表明 CdO 的表面元素组成只包含 Cd、O、C。在  $O1s$  谱 (图 1C) 中,  $E_b$  (结合能) 为 531.6 eV, 它代表  $OH^-$ 、 $CO_3^{2-}$  中氧的信号, 但在用  $Ar^+$  溅射 40 min 后, 出现  $O^{2-}$  信号 ( $E_b = 529.2 \text{ eV}$ ), 表明覆盖在 CdO 表面的  $OH^-$  和  $CO_3^{2-}$  被溅去后  $O^{2-}$  暴露出来。这些结果证明在空气中储存时, CdO 表面先吸收空气中的水生成  $Cd(OH)_2$ , 再缓慢吸收空气中的  $CO_2$  生成  $CdCO_3$ <sup>[3, 6]</sup>。

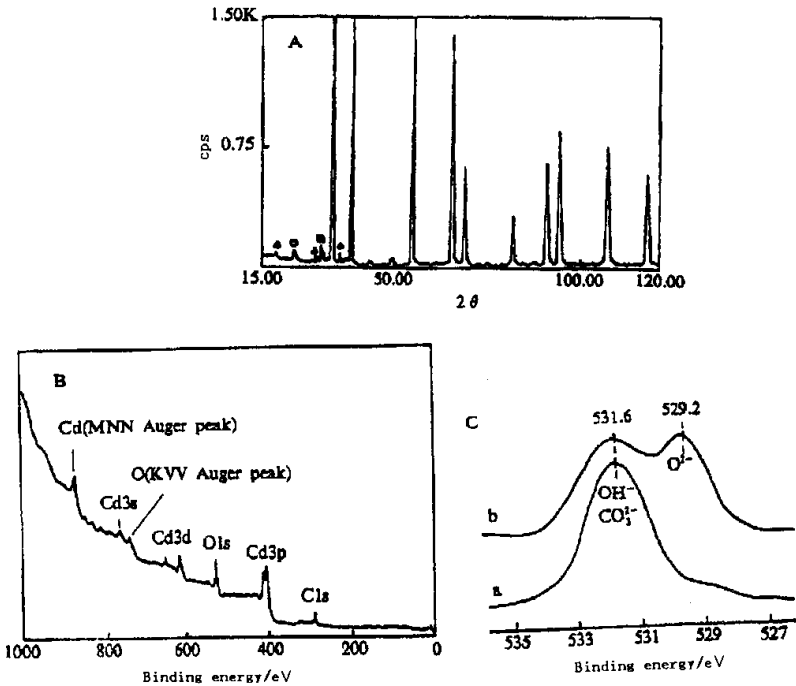


图 1 CdO ( $\phi 0.40.7 \text{ mm}$ ) 的晶体结构和表面组成

A. XRD 谱  $\Delta$ :  $Cd(OH)_2$  2.537, 3.021, 4.698  $\text{\AA}$ ;  $\circ$ :  $CdCO_3$  2.941, 3.785  $\text{\AA}$

B. XPS 全谱; C.  $O1s$  谱: a.  $Ar^+$  溅射前, b.  $Ar^+$  溅射 40 min 后

Fig.1 The crystalline structure and surface composition of CdO powder ( $\phi 0.40.7 \text{ mm}$ )

A. XRD pattern,  $\Delta$   $Cd(OH)_2$  2.537, 3.021, 4.698  $\text{\AA}$ ,  $\circ$ :  $CdCO_3$  2.941, 3.785  $\text{\AA}$

B. XPS analysis,

C. XPS spectrum of  $O1s$ : a. before  $Ar^+$  sputtering, b. after  $Ar^+$  sputtering for 40min.

荷质比  $M = 3336$  的信号, 第一次被发现是在对 CdO 热脱附产物进行 QMS 分析时。5A 分子筛上的吸附氧 ( $M = 32$ ) 室温时即开始脱附, 而 CdO, 温度低于  $220^\circ\text{C}$ , 却未发现有  $M =$

32 36 物种的脱附信号,这暗示  $M = 32\ 36$  物种的释出是和 CdO 表面层的分解相关连 ( $Cd(OH)_2$ 、 $CdCO_3$  的常压分解温度,文献值分别为  $300^\circ C$  和小于  $500^\circ C$ <sup>[1]</sup>)。在上述试验中,加热和 QMS 分析是间断、交替进行的,因此 QMS 信号强度的变化规律不易得到(见图 2)。

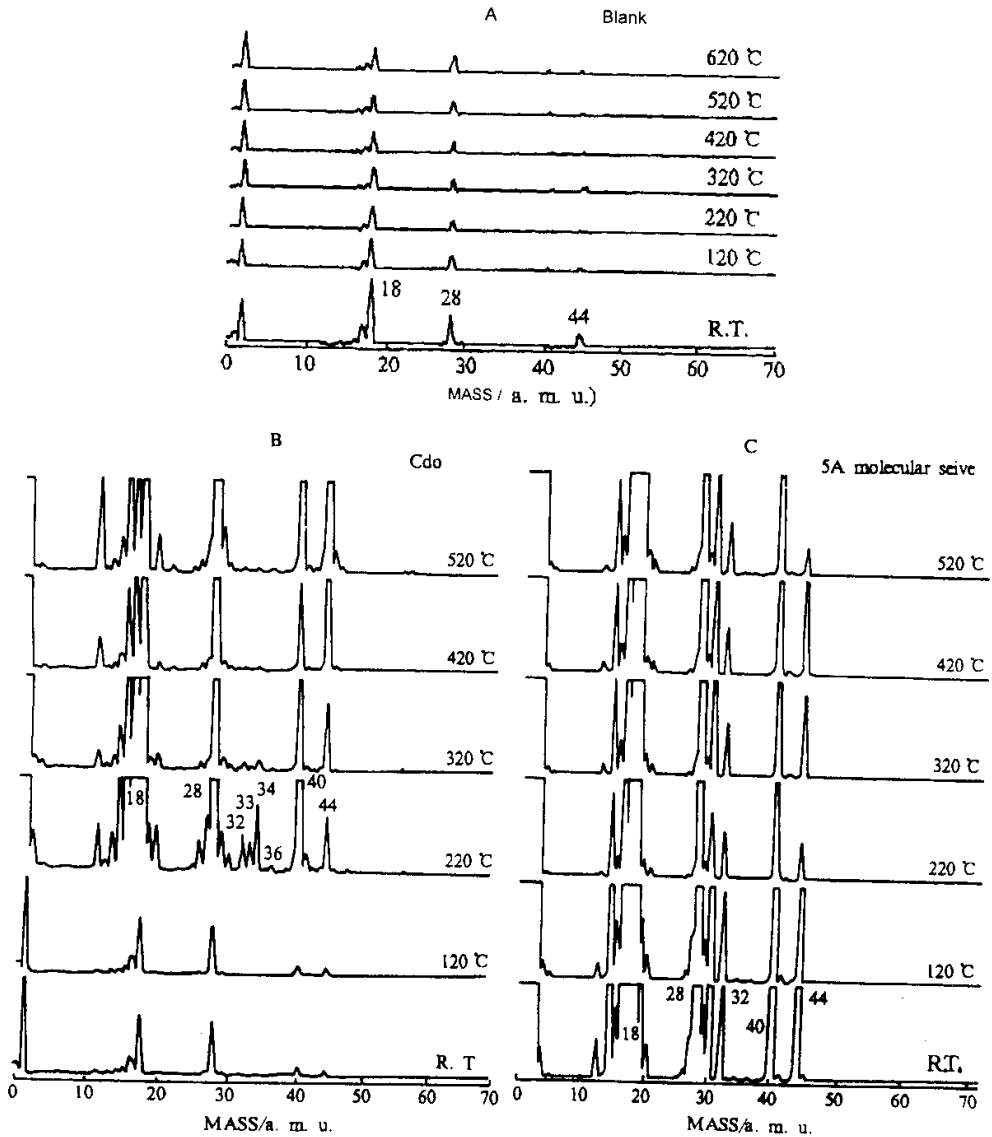


图 2 热脱附四极质谱图

(A)空白试验 (B)CdO (C)5A 分子筛。

Fig2 Thermal desorption quadrupole mass spectra

(A)Blank test (B)CdO (C)5A molecular sieve.

ITD 连续检测 CdO 闪脱的结果以及空气、纯 O<sub>2</sub> 和 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 气体的 ITD 分析结果示于图 3 和表 1。从图 3 和表 1 可见：

i) 在图 3A ae 曲线上,  $M = 3236$  气体释出的起始和终止温度是相同的。表 1 还给出在气

体释放之前的背景强度。在 120 和 310℃,  $M = 3336$  的信号强度均为零, 而  $M = 32$  的信号不为零。这表明在表面层分解前, 只存在载气流经热脱附系统后的本底  $O_2$  的信号, 在进行图 3A - a 的强度积分时已予扣除。

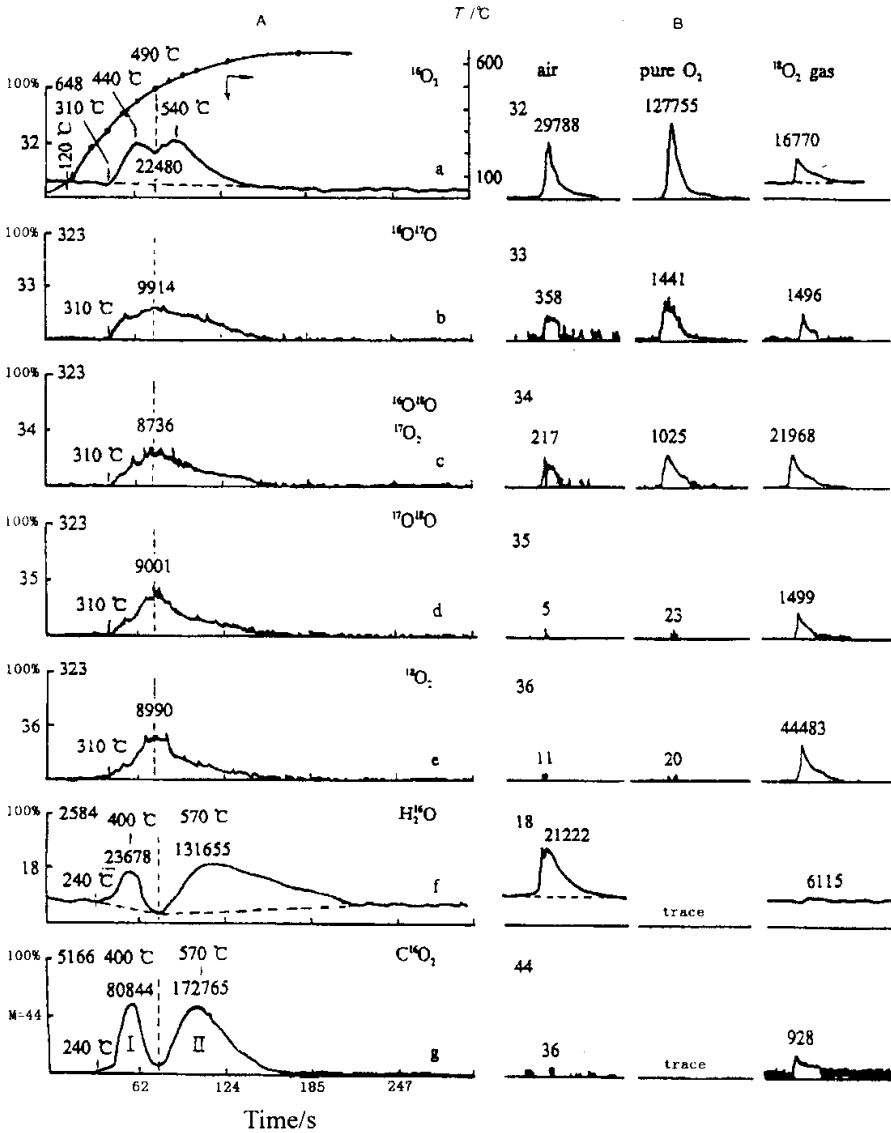


图 3 A.  $M = 3236, 18, 44$  的信号强度对时间的关系(CdO 样品第一次闪脱试验)

B. 0.3 ml 空气、纯氧、 $^{18}O_2$  标准气体中所含  $M = 3236, 18, 44$  的积分强度

a.  $^{16}O_2$ , b.  $^{16}O^{17}O$ , c.  $^{17}O_2$  和  $^{16}O^{18}O$ , d.  $^{17}O^{18}O$ , e.  $^{18}O_2$ , f.  $H_2^{16}O$ , g.  $C^{16}O_2$

(峰上的数字代表积分强度数值)

Fig.3 A. Dependence of intensities of  $M = 32$  to  $36, 18, 44$  on time for 1st run flash desorption of 0.5g CdO

B. Integral intensities of  $M = 32$  to  $36, 18, 44$  in 0.3ml air, pure  $O_2$  and  $^{18}O_2$  gas

(The figures above peaks are the values of the integral intensities)

表 1  $M = 3236$  ,18 A4 的强度  
Table1 Intensities of  $M = 18$  A4 ,3236

$M$	Assigned molecule	Background		Evolving gas <sup>a</sup>		Air		Pure O <sub>2</sub>		<sup>18</sup> O <sub>2</sub> gas <sup>c</sup>	
		120 °C	310°C	Integral	Ratio	Integral <sup>b</sup>	Ratio	Integral <sup>b</sup>	Ratio	Integral	Ratio
32	<sup>16</sup> O <sub>2</sub>	84	87	22480	1	29788	1	127755	1	16770	0.38
33	<sup>17</sup> O	0	0	9914	0.44	358	$1.2 \times 10^{-2}$	1441	$1.1 \times 10^{-2}$	1496	0.03
34	<sup>16</sup> O <sup>18</sup> O	0	0	8736	0.39	217	$0.7 \times 10^{-2}$	1025	$0.8 \times 10^{-2}$	21968	0.49
35	<sup>18</sup> O	0	0	9001	0.44	5	$0.2 \times 10^{-3}$	23	$0.2 \times 10^{-3}$	1499	0.03
36	<sup>18</sup> O <sub>2</sub>	0	0	8990	0.40	11	$0.4 \times 10^{-3}$	20	$0.2 \times 10^{-3}$	44483	1
18	H <sub>2</sub> <sup>16</sup> O	466	569	155333	6.31	21222	0.7	trace		6115	0.14
44	C <sup>16</sup> O <sub>2</sub>	5	261	253609	11.3	36	$1.2 \times 10^{-3}$	trace		928	0.02

a. Calculated values of <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O are 53%, 16%, 31% respectively ;

b. Relative errors for low integral values of intensities of  $M = 33$  to 36 in air and pure O<sub>2</sub> are larger ;

c. In standard <sup>18</sup>O<sub>2</sub> gas sample ,the relative concentrations of <sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O are 33.1%, 1.7%, 65.2% respectively.

ii)为了判断  $M = 3236$  信号所代表的物种,我们以空气、纯氧和<sup>18</sup>O<sub>2</sub> 气体作为标样进行 ITD 分析(见图 3B 和表 1)。以  $M = 32$  代表<sup>16</sup>O<sub>2</sub>,  $M = 33$  代表 <sup>16</sup>O<sub>2</sub> 和 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 的交换产物,  $M = 34$  代表 <sup>16</sup>O<sub>2</sub> 和 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 的交换产物(假定 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 在交换后的量甚微,忽略不计),  $M = 35$  代表 <sup>16</sup>O<sub>2</sub> 和 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 的交换产物,  $M = 36$  代表<sup>18</sup>O<sub>2</sub>,求得空气中<sup>16</sup>O、<sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的相对原子浓度分别为 99.01%、0.60%、0.39%。纯氧中 <sup>16</sup>O、<sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的相对原子浓度分别为 99.03%、0.55%、0.42% ;两者中的 <sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 结果与手册中的丰度值有偏离,这是由于低浓度 <sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的强度积分值相对误差较大引起。为了进一步验证上述指认的可靠性,我们又用已知浓度的 <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 气体进行核对,求得 <sup>16</sup>O、<sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的相对原子浓度分别为 65.2%、33.1%、1.7%,其中 <sup>17</sup>O 的浓度比 MAT-252 质谱计分析结果约低 15%,<sup>16</sup>O 的浓度约高 14%,这可能是在针筒取样和进样过程中漏进少量空气所造成。通过三种已知样的 ITD 分析,可以确认,  $M = 3236$  系代表氧同位素及其交换产物分子的荷质比数值。

iii)从释放气体的  $M = 3336$  的积分强度值求得的 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 的相对原子浓度与它们在空气和纯氧中的丰度相比显然有了很大的提高。在分解释放的气体中 <sup>16</sup>O、<sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的相对原子浓度分别为 53%、16%、31%(表 1)。

iv)在图 3A 曲线 f 和 g 上有两个峰,峰 I 代表 Cd(OH)<sub>2</sub>·xCO<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub> 结合在 Cd(OH)<sub>2</sub> 上)的分解物,峰 II 代表 CdCO<sub>3</sub>·yH<sub>2</sub>O(H<sub>2</sub>O 结合在 CdCO<sub>3</sub> 上)的分解物。曲线 a 也存在两个峰,但 <sup>16</sup>O<sub>2</sub> 的起始释放温度在 310°C,比 Cd(OH)<sub>2</sub>·xCO<sub>2</sub> 起始分解温度高。曲线 be 均只有一个峰。

v)在 490°C,图 3A 曲线 a、f、g 上,  $M = 32$ 、18、44 的强度有最小值,曲线 be 上  $M = 3336$  有最大值。

上述结果暗示氧分子是包结在 Cd(OH)<sub>2</sub> - CdCO<sub>3</sub> 层中,此表面层在形成过程中对  $M = 33-36$  分子具有选择包结能力,从而造成 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 在层中丰度的提高并随 Cd(OH)<sub>2</sub> - CdCO<sub>3</sub> 的分解产物同步释放。

用于图 3A 试验的样品在第一次闪脱完成后,在 He 气流中冷却至室温,然后通空气 20

min 再进行第二次闪脱试验(见图 4A)。结果表明经 600℃ 闪脱后的新鲜 CdO 颗粒表面,与空气短间接接触后尚未生成 Cd(OH)<sub>2</sub>-CdCO<sub>3</sub> 层,因而也无<sup>17</sup>O、<sup>18</sup>O 的富集发生。图 4A ad 为吸附在新鲜 CdO 表面上的 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 的热脱附曲线。

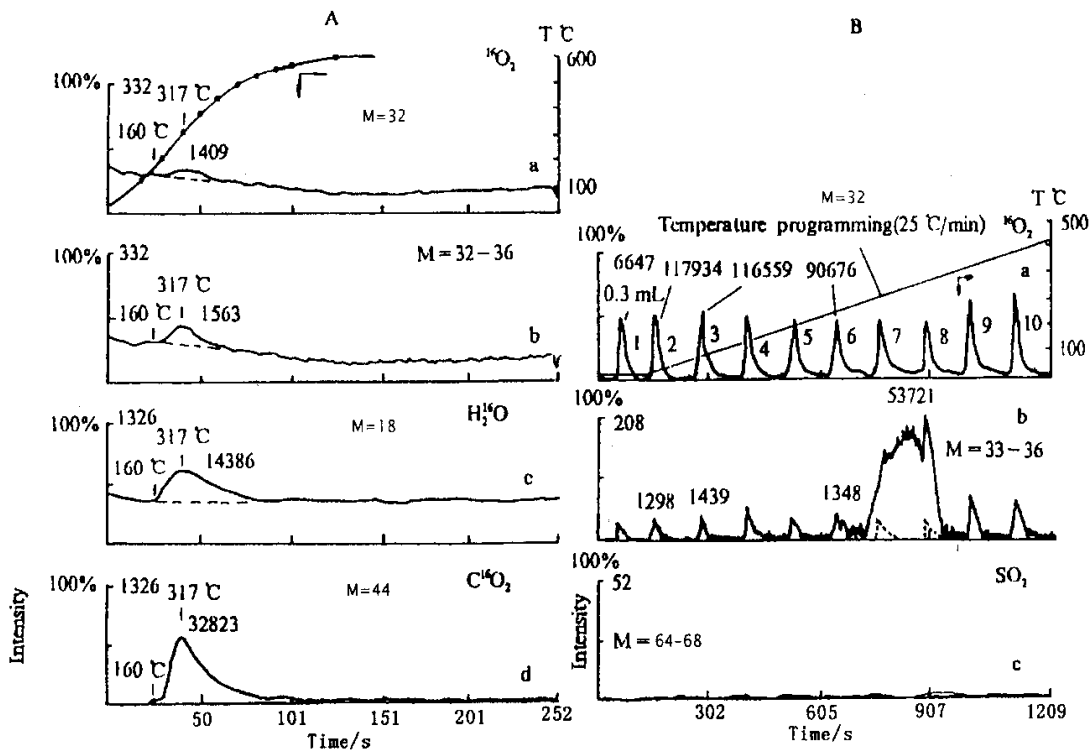


图 4 A.  $M = 32, 3236, 18, 44$  强度对时间的关系(CdO 样品第二次闪脱试验)

a.  $\text{O}_2$ , b.  $\text{O}_2 + {}^{16}\text{O}^{17}\text{O} + {}^{17}\text{O}_2 + {}^{16}\text{O}^{18}\text{O} + {}^{17}\text{O}^{18}\text{O} + {}^{18}\text{O}_2$ , c.  $\text{H}_2^{16}\text{O}$ , d.  $\text{C}^{16}\text{O}_2$

B. 在 0.5 g CdO 程序升温脱附 ( $25^\circ\text{C min}^{-1}$ ) 过程中,定时向 He 气流中注入 0.3 ml 纯  $\text{O}_2$

a.  ${}^{16}\text{O}_2$ , b.  ${}^{16}\text{O}^{17}\text{O} + {}^{17}\text{O}_2 + {}^{16}\text{O}^{18}\text{O} + {}^{17}\text{O}^{18}\text{O} + {}^{18}\text{O}_2$ , c.  $\text{SO}_2$  (无)

Fig.4 A. Dependence of intensities of  $M = 32, 32$  to  $36, 18, 44$  on time for 2nd run flash desorption of 0.5g CdO

B. Dependence of intensities of  $M = 32, 33$  to  $36, 64$  to  $68$  on time for temperature-programmed desorption

( $25^\circ\text{C min}^{-1}$ ) of 0.5g CdO with the injection of 0.3ml pure oxygen per a time into He carrier gas flow.

在第二次闪脱后,将图 4A 试验所用的样品,再在原位与空气接触,三个月后,进行第三次闪脱时,与图 3A 相同的结果就再现出来。 $M = 3336$  不代表硫化氢分子(如  $\text{H}^{32}\text{S}$ 、 $\text{H}_2^{32}\text{S}$ 、 $\text{H}_2^{33}\text{S}$ 、 $\text{H}_2^{34}\text{S}$  等),因为若为硫化氢,当 CdO 进行热脱附时,在 He 载气流入口处每次注入纯  $\text{O}_2$  0.3 ml (图 4B-a)应该检测到  $\text{SO}_2$  信号<sup>[7]</sup>,

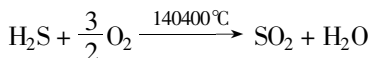


图 4B-c 的结果排除了这一可能性。值得指出的是由 0.5 g CdO 表面层分解释放出的  $M = 33-36$  的量约为 0.3 ml 纯氧中所含  $M = 3336$  的量的 35 倍(见图 4B-b)。在同样的闪脱条件下,5A 分子筛、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$  的脱附气体中则无  ${}^{17}\text{O}$ 、 ${}^{18}\text{O}$  被富集的现象发生。

上述含  ${}^{17}\text{O}$ 、 ${}^{18}\text{O}$  的氧分子在 CdO 表面层中的选择包结现象,通过程序升温分解试验得到

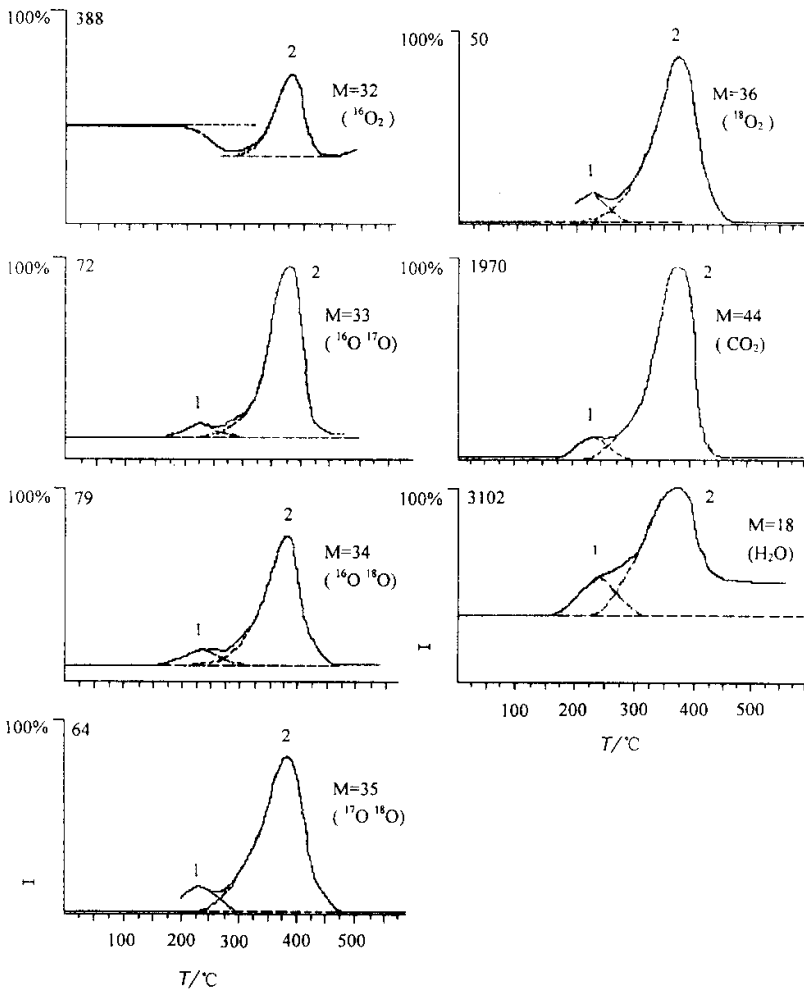
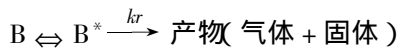


图 5 CdO(空气中储存)TPD的结果

Fig.5 TPD results of CdO stored in air

进一步证明。图 5 峰 2 为 CdCO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O 的程序升温分解峰 根据固体物质分解机理 ,分解反应是从存在晶格缺陷的活性区域开始的 :



(B)为 CdCO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O 的表面浓度 ;(B\*)为活性区域 CdCO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O 的表面浓度 ,分解反应速度为

$$-d(B)/dt = kr(B) = k_0 e^{-E_a/RT}(B) \tag{1}$$

在程序升温时 ,  $T = T_0 + \beta t$  ,  $\beta$  为程序升温速度 = 20°C · min<sup>-1</sup> ,

$$dT = \beta dt \tag{2}$$

从 ITD 曲线 :

$$(B)/(B_0) = 1 - A/A_0$$

A<sub>0</sub> 为信号强度积分总面积 ,

$$A_0 = \int_{T_i}^T I dt$$

此处,  $T_i$  为起始分解温度;  $T_f$  为分解终止温度;  $A$  为温度  $T$  时的积分面积,

$$A = \int_{T_i}^T I dt$$

$$d(B) = -\frac{(B_0)}{A_0} dA \tag{3}$$

$$dA = I dT \tag{4}$$

将式(2)及(4)代入(1):

$$I = \frac{dA}{dT} = \frac{A_0 k_0}{\beta} \left(1 - \frac{A}{A_0}\right) e^{-E_a/RT} \tag{5}$$

按式(5)对图 5 中峰 2 进行动力学处理,以  $\ln[(1 - A/A_0)^{-1}]$  对  $1/T$  作图(图 6),则可从图求

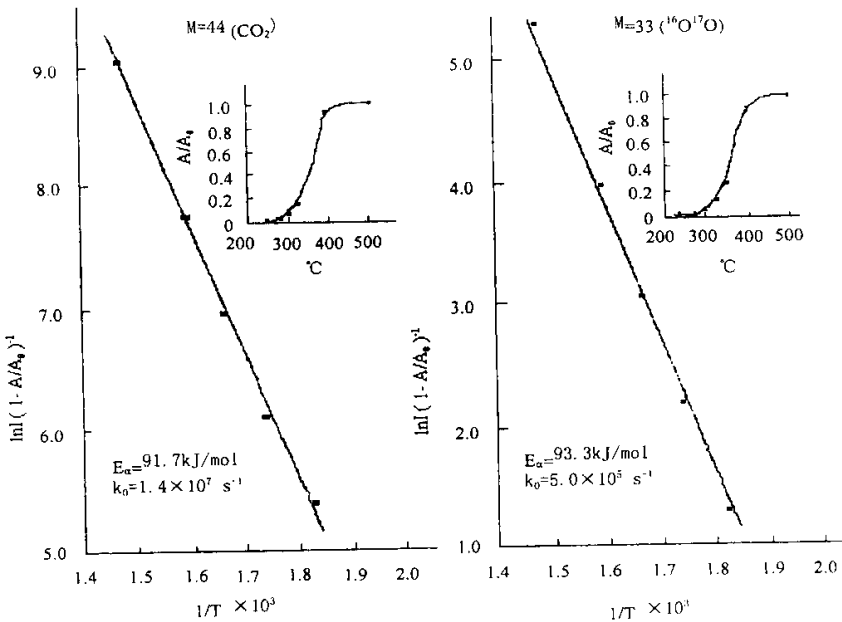


图 6 CO<sub>2</sub> 和 <sup>16</sup>O<sup>17</sup>O 的 ln[(1 - A/A<sub>0</sub>)<sup>-1</sup>] 对 1/T 图

Fig.6 Curves of ln[(1 - A/A<sub>0</sub>)<sup>-1</sup>] vs 1/T for CO<sub>2</sub> and <sup>16</sup>O<sup>17</sup>O

得  $E_a$  和  $k_0$ 。结果表明 CO<sub>2</sub> 的产生和 <sup>16</sup>O<sup>17</sup>O 的释放不但同步发生,且具有相同的活化能,CO<sub>2</sub> 的生成率和 <sup>16</sup>O<sup>17</sup>O 的释放率曲线亦重合(见插图),意味着 <sup>16</sup>O<sup>17</sup>O 分子是紧密地包结在 CdCO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O 晶格缺陷中,当 CdCO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O 分解时,才能被释放出来。

为何含 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 氧分子在 CdCO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O 晶格内包结会具有选择性?推测的机理是:CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 首先在 Cd(OH)<sub>2</sub> 上共吸附形成 CO<sub>2</sub> - O<sub>2</sub> 不稳定中间物,不稳定中间物中含 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 氧分子的浓度高于在空气含 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 氧分子的浓度,当不稳定中间物和 Cd(OH)<sub>2</sub> 反应生成 CdCO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O 并把氧分子包结在晶格缺陷中时,含 <sup>16</sup>O、<sup>18</sup>O 氧分子就被富集。从 Cd(OH)<sub>2</sub> 分解释出的 CO<sub>2</sub> 信号强度与 M = 3236 信号强度总和的比值为 6.3;从 CdCO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O 分解生成的 CO<sub>2</sub> 的峰面积与



氧的各峰面积总和的比值为 5.9,两者相近,表明这一解释是可能成立的。

## 4 结 论

1. CdO 储存在空气中时,可与空气中的  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{CO}_2$  作用生成表面层  $\text{Cd}(\text{OH})_2 \cdot \text{CdCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 与  $\text{CO}_2$  共吸附在  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  上的氧分子,可在  $\text{CdCO}_3$  生成过程中被包结,当共吸附物中含  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的氧分子浓度高于在大气中的浓度时,含  $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  的氧分子即可在 CdO 表面选择性富集。

致谢:感谢中国科学院兰州分院在经费上的支持。对胡之德教授、徐康研究员、沈师孔教授、汪汉卿研究员、刘育博士有价值的讨论意见和建议表示衷心地感谢。中科院近物所贺愉生研究员在提供  $^{18}\text{O}_2$  气体方面给予的大力协助,一并在表示真诚地谢意。

## 参 考 文 献

- [1] Weast R C. Handbook of Chemistry and Physics CRC Press, Boca Raton, FL. 1985:86
- [2] (a) London H. Ed. Separation of Isotopes, George Newnes Limited, London, 1961; (b) Yang Guorong(杨国荣), Zeng Quanxing(曾权兴). Ed, Separation of Stable Isotopes(稳定同位素分离), Atomic Energy Press(原子能出版社), Beijing(北京), 1989
- [3] Chen Zhengshi, Li Qinglin, Jin Zhensheng. *Science in China B*, 1996, **30**:152
- [4] Xue Jingzhen(薛锦珍), Wang Jiaxi(王家玺), Shen Shikong(沈师孔). *Analysis and Testing Technology and Instruments(分析测试技术与仪器)*, 1993, **2**:50
- [5] Joint Committee on Powder Diffraction Standards, 5-0640, 31-228, 8-456
- [6] Jin Zhensheng, Li Qinglin, Xi Chanjuan, Jiang Zhicheng, Chen Zhengshi. *Appl. Surf. Sci.*, 1988, **32**:218
- [7] Gmelin Handbook of Inorganic Chemistry 8th Ed. Surface Supplement, Vol.4 a/b:222

# Enrichment of Oxygen Molecules Containing $^{17}\text{O}$ , $^{18}\text{O}$ on the Surface of CdO

Jin Zhensheng<sup>ab\*</sup>, Xue Jinzhen<sup>b</sup>, Chen Zhengshi<sup>b</sup>, Yang Tinglu<sup>b</sup>

(a. Laboratory of Lubrication and Functional Materials, Henan University, Kaifeng 475001)

(b. Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

**Abstract** The phenomenon of  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$  enrichment in the surface layer of CdO was investigated by means of temperature-programmed desorption-ion-trap detector (TPD-ITD), quadrupole mass spectrometer (QMS), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), X-ray diffraction (XRD) etc. The results obtained showed that the  $\text{Cd}(\text{OH})_2 - \text{CdCO}_3$  surface layer of CdO possesses the ability of selective inclusion of oxygen molecules containing  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$  in air.

**Key words** CdO, Oxygen isotope enrichment, Ion-trap detector, Coadsorption of  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$

\* To whom correspondence should be addressed, Email address: zsjin@163.net