

聚氨酯泡沫塑料吸附分离和富集金机理的初步研究

武汉地质学院应用化学系 铁安年 郝恩坤

有关聚氨酯泡沫塑料吸附分离和富集金的机理, 尚未见报道, 笔者对此进行了研究。但要达到此目的, 仅采用一般的化学分析方法不容易得到较全面的结果。我们采用了X-射线衍射仪、电子扫描显微镜、红外光谱仪, 以及我们自行设计的方法对这一问题进行了综合性的研究, 获得了一些研究成果, 现介绍何下:

实验部分

(一) 试样的制备

分取含有2000微克金的标准溶液(即从每毫升含金100微克的溶液中准确分取20毫升), 置于100毫升烧杯中, 加入200毫升新配制的10%王水, 搅拌均匀。此溶液的总体

积为220毫升, 备用。

切取8块聚氨酯泡沫塑料, 每块重量约为2.0克, 都用10%盐酸浸泡24小时, 捞出后用水洗净, 投入含有400毫升蒸馏水的烧杯内, 在电炉上煮沸30分钟, 经常用玻璃棒将泡沫塑料按在水面以下。捞出, 挤净其中的水, 取其4块投入到上述的含金王水溶液中, 将泡沫塑料压在液面以下, 搅拌并挤压30分钟使其充分吸附金, 将此4块泡沫塑料取出, 先用自来水、后用蒸馏水洗净, 挤干, 在空气中晾干, 约需1—2天。此4块泡沫塑料上吸附有金, 每块约吸附400~500微克金, 相当于每克泡沫塑料吸附200~250微克金。留作测试用。

另4块泡沫塑料没有吸附金, 也在空气

中晾干,但不使之与吸附有金的泡沫塑料相接触,留做空白试验用。

(二) X-射线衍射法引证

将制备好的泡沫塑料,一块吸附有金,另一块不含金,依次放入X-射线衍射仪上进行测定,获得两个相似图形的曲线,如图1(a)和图1(b)。根据这两条曲线判断,吸附有金的泡沫塑料与没有吸附金的泡沫塑料(空白)结构完全一样。这说明,泡沫塑料并没有因为吸附了金而产生任何结构的变化。也就是说,被吸附的金没有进入泡沫塑料结构内的任何部分,即没有产生化学反应。

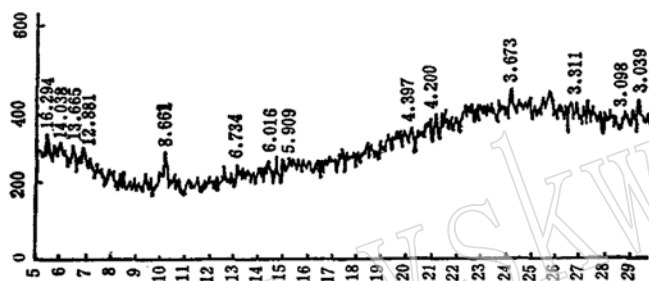


图 1(a) 泡沫塑料吸附有金, X-射线衍射图
Fig 1(a). Diagram of X-ray diffraction of the adsorption of gold on polyurethane foam

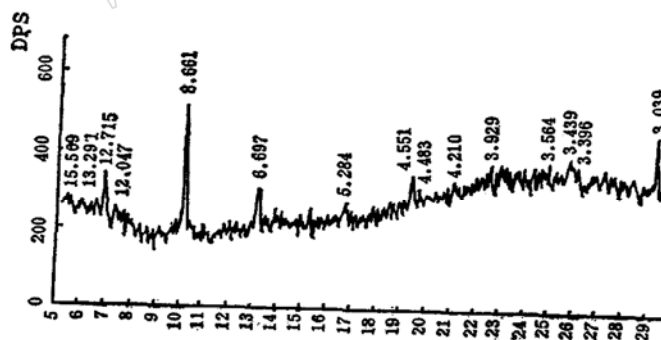


图 1(b) 泡沫塑料未吸附金, X-射线衍射图
Fig 1(b). Diagram of X-ray diffraction. Gold did not be adsorbed by polyurethane foam

(三) 红外光谱法引证

取吸附有金的泡沫塑料2.45毫克, KBr压片, 在红外光谱仪上测量, 得一红外光谱图, 见图2(a)。另取没有吸附金的泡沫塑料2.3毫克, KBr压片, 在同一台仪器上测量,

得另一红外光谱图, 见图2(b)。两个图形轮廓基本相同, 表明泡沫塑料不因吸附金而在结构上产生任何变化。这证明泡沫塑料对金的吸附不属于化学吸附。从红外光谱图上明显可见, 泡沫塑料的结构中有大量的胺基和羰基。

(四) 电子扫描显微镜引证

取制备好的泡沫塑料, 一份吸附有金, 另一份没有吸附金, 在其平坦的表面上喷碳后分别置于电子扫描显微镜下进行研究, 在放大倍数为300倍时拍摄它们的形貌像如图3, 其中图3(a)为吸附有金的, 图3(b)为没有吸附金的。在此条件下, 放大1245倍时扫描, 拍摄含金的照片为图4(a), 不含金的为图4(b)。从图4(a)中减去图4(b)的分散斑点(即空白背景), 明显可见图4(a)中有金聚集的斑点。它们应是金的集合体, 而不是单个金原子或含金的离子(见图版II)。

根据吸附的规律判断, 化学吸附一般为单层吸附, 其键可认为是化学键, 而物理吸附一般为多层吸附, 其中不存在化学键, 它主要是由范德华引力等所引起。

(五) 表面活性剂洗涤效果的研究

分别称取3块相等重量的泡沫塑料, 事先不用水及其他试剂煮沸处理, 各重0.2944克, 分别浸入各含有50微克金的10%王水溶液中。用玻璃棒不断搅拌和挤压30分钟, 使充分吸附溶液中的金。捞出后先用自来水冲洗, 然后用蒸馏水冲洗, 洗去残余的酸。经过这样处理之后, 3块泡沫塑料上各吸附有相同数量的金。继续分别按下述方法处理。

1. 用非极性表面活性剂 Triton X-100 洗涤: 取其中一块泡沫塑料, 投入盛有50毫升1% Triton X-100 溶液的烧杯中, 用玻璃棒不断搅拌和挤压约30分钟, 然后将泡沫塑

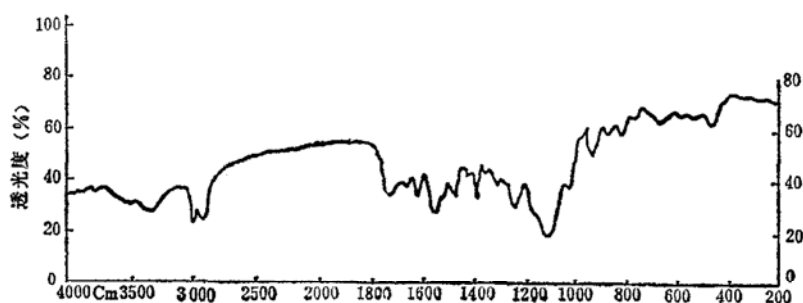


图 2(a) 吸附金的红外光谱图

Fig 2(a) Diagram of infrared spectrum of the adsorption of gold on polyurethane foam

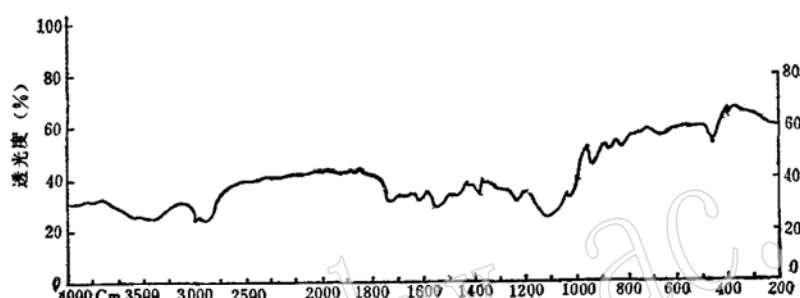


图 2(b) 未吸附金, 红外光谱图

Fig 2(b) Diagram of infrared spectrum. Gold did not be adsorpted by polyurethane foam

料捞出, 用自来水冲洗, 以除去残余的 Triton X-100 溶液, 最后用蒸馏水冲洗净, 挤干水分, 将其投入盛有 5 毫升 3% 硫脲溶液的 25 毫升烧杯中, 用玻璃棒挤压 15 分钟, 使泡沫塑料上吸附的金充分溶解, 捞出泡沫塑料并将其中的硫脲溶液挤入原烧杯内, 得溶液 I。

2. 用极性表面活性剂肥皂水洗涤: 取其中的另一块泡沫塑料, 浸入 50 毫升 1% 肥皂水溶液中, 按上述 1 的方法进行洗涤和溶解, 得溶液 II。

3. 空白试验: 取其中的第 3 块泡沫塑料, 不用任何表面活性剂洗涤, 直接投入盛有 5 毫升 3% 硫脲溶液的 25 毫升烧杯中, 按上述方法使泡沫塑料上吸附的金溶解, 得溶液 III。

将溶液 I、溶液 II、溶液 III 分别置于原子吸收分光光度计 (SY-Ⅲ型, 地质部物探研究所实验工厂产品) 上用金空心阴极灯于波长 2428 埃处测量吸光度, 并从同时测得的

标准曲线上查得金的含量, 结果列入表 1 中。

从表 1 可见, 泡沫塑料上吸附的金很难

表 1 各溶液中的金含量

Gold content in following solution

序 号	测得金, 微克	金被洗去百分率, %
溶液 I	28.5	1.7
溶液 II	0.5	98.3
溶液 III	29.0	—

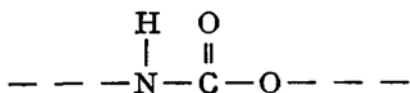
被非极性表面活性剂洗下, 都很容易被极性表面活性剂洗下 (一次洗涤就能洗下 98% 以上)。这就证明, 泡沫塑料对金的吸附是属于物理吸附。

(六) 根据合成泡沫塑料对吸附的主要反应判断

合成泡沫塑料吸附时主要利用了下列反应和原料^[1]。

1. 链增长反应

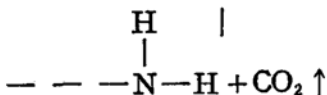
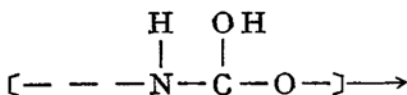
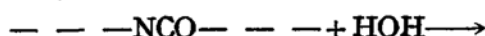
异氰酸酯和聚酯生成聚氨酯的反应, 其实质是异氰酸酯与醇基间的反应, 生成氨基甲酸酯:



(— — — 符号代表碳链, 下同)。

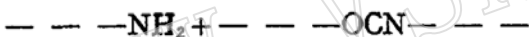
2. 放气反应

异氰酸酯与水作用放出 CO_2 :



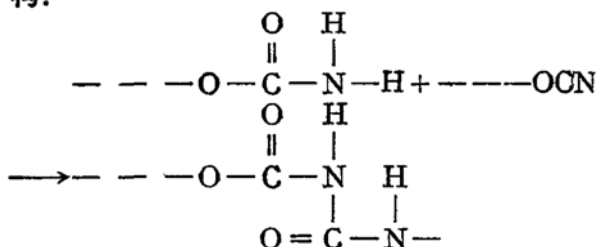
3. 胺与异氰酸酯反应

这是上一反应的继续, 产物是脲的衍生物:



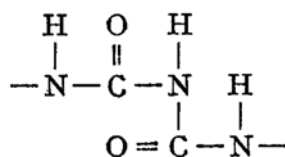
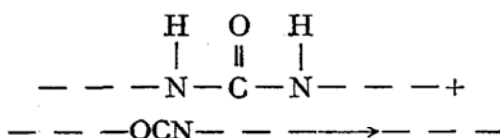
4. 交联与支化反应

氨基甲酸酯中氮原子上结合的氢与异氰酸酯反应, 使线型聚合物形成支化和交联结构:



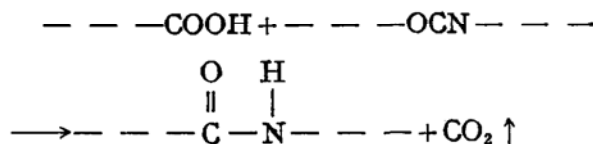
5. 缩二脲的形成反应

由脲的衍生物与异氰酸酯反应生成缩二脲:



6. 羧基与异氰酸酯反应

反应的产物如下:



从上述的一些反应可见, 聚氨酯泡沫塑料的结构中必然含有大量的极性基团, 如羧基、胺基等, 这从红外光谱图中也已得出同样的结论。由于这些极性基团的存在, 使得泡沫塑料对氯金酸产生了极性吸附。

结 论

综上所述, 我们采用的各种方法都已证明, 泡沫塑料吸附金是属于物理吸附的范畴。

泡沫塑料吸附氯金酸主要靠两种力: 一种是范德华引力, 即泡沫塑料与氯金酸分子间的作用力, 这种作用力比化学键能小得多, 另一种是氢键, 即静电吸附作用, 这种作用力比分子间的作用力略强, 但仍比化学键的键能小得多, 一般可以说氢键是较强一点的、有方向的分子间作用力, 它多发生在电负性较强的氮原子、氧原子附近, 即聚氨酯泡沫塑料的胺基和羧基附近。

由于以上两种作用力的强度都不很大, 所以泡沫塑料上吸附的氯金酸很容易被极性更强一些的表面活性剂洗脱下来, 而不容易被非极性表面活性剂洗脱下来。

由此, 充分证明泡沫塑料吸附金是属于物理吸附, 其中包括分子间吸附和极性吸附两项。

主要参考文献

武汉市塑五厂: 聚氨酯泡沫塑料生产工艺, 1984。

Preliminary Study on The Mechanism of Seperation and Concentration of Gold by Adsorption on Polyurethane Foam

Tie An-nian

The author explains the mechanism of the adsorption of gold on polyurethane foam by means of X-ray diffraction, infrared spectrum, electric scanning microscope and surfactant washing etc. . The author confirms that the process of the adsorption of gold on polyurethane foam is physical adsorption.



图 3(a) 含金的图形

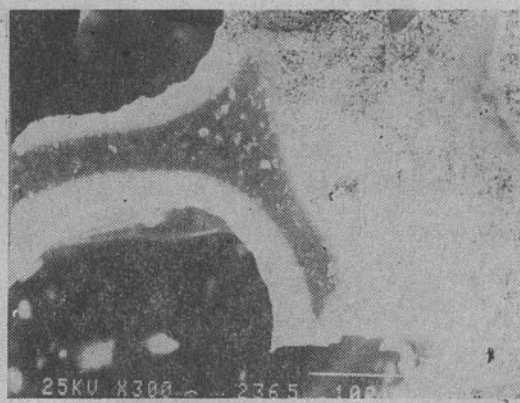


图 3(b) 不含金的图形



图 4(a) 含金图形



图 4(b) 不含金图形