

文章编号: 1003-7837(2003)02-0123-07

硒的杂多化合物的研究进展

姜振宁¹, 王淑坤²

(1. 辽宁大学化学科学与工程学院; 2. 辽宁大学环境科学系, 辽宁 沈阳 110036)

摘要: 对硒的杂多化合物的种类及其用途进行了较为详细的概述, 并对硒的杂多化合物的发展趋势作了预测。

关键词: 硒; 杂多酸; 进展

中图分类号: O613.52 **文献标识码:** A

多酸化合物是一类最有应用前景且具有优异性能的多核配合物。它广泛用于催化化学、分析化学、生物化学、药物化学和材料化学等领域^[1,2]。

目前, 化学元素周期表中大约有 67 种元素可以作为杂原子。其中以稀土元素作为杂原子的杂多酸及其盐的合成、结构、性质及应用研究已成为稀土元素化学较为活跃的领域, 不断有新型杂多配合物被合成。20 世纪初, W. Prandtl 等报道了首例含有硒的杂多阴离子。然而, 直到最近的 15 年, 一些型体的结构才被确定。以硒原子为杂原子的杂多化合物的晶体结构报道较少, 因此, 本文将对硒的多酸化学做一概述。

1 硒的二元杂多配合物

1.1 Se—Mo

多数杂多阴离子(通式为 $[A_nB_mO_x]^{n-}$, 其中 A=Te, P, Si, Se 等, B=V, Nb, Mo 等)都具有低聚的簇状结构和较小的 A:B 值。但无限延伸(链状、层状或三维骨架结构)的杂多阴离子比较少见。然而, 具有这样结构的杂多阴离子预示着有一定的应用价值, 特别是那些具有各向异性结构的杂多化合物, 因为表现出较高的贮存电子的能力, 故可以作为新型导电材料。C. Robl 等使用超过量的 Se_2^{2-} , 在水溶液中合成新型链状富含 Se 的杂多阴离子 $[Se_2^m MoO_8]^{2m-}$ ^[3]。 $[Se_2^m MoO_8]^{2m-}$ 的结构在杂多阴离子化学上是史无前例的。晶体属单斜晶系, 空间群 $P2_1/a$, $a = 932.5(2)$, $b = 1233.0(2)$, $c = 1058.0(1)$ pm, $\beta = 112.31(1)^\circ$, $Z = 4$ 。在不同温度下的热分析表明, $K_2[Se_2MoO_8] \cdot 3H_2O$ 在 110°C, 270°C 和 320°C 逐渐分解成红色残渣, X 射线衍射证明残渣中存在 K_4MoO_5 和 Se, 如图 1 和 2^[3]所示。

收稿日期: 2003-04-28

* 基金项目: 辽宁省教育厅自然科学基金资助项目 (990121015)

作者简介: 姜振宁 (1974-), 女, 辽宁辽阳人, 硕士。

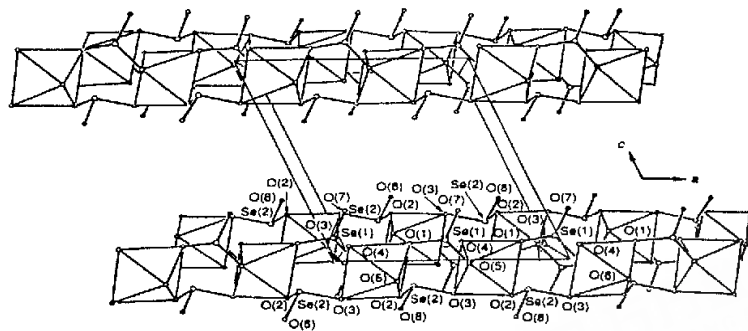


图 1 在 $[010]$ 方向 MoO_6 八面体与两个 SeO_3 伪四面体相连组成 $[\text{Se}_2^m \text{MoO}_6]^{2-}$

Fig. 1 $[\text{Se}_2^m \text{MoO}_6]^{2-}$ heteropolyanion consisting of MoO_6 octahedra linked by two SeO_3 pseudo-tetrahedron from $[010]$ direction

黄桂清等利用还原-氧化重构法合成了具有 Strandberg 型含硒的杂多化合物 $\text{K}_3\text{Na}[\text{Se}_2\text{Mo}_5\text{O}_{21}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的单晶^[4], $[\text{Se}_2\text{Mo}_5\text{O}_{21}]^{4-}$ 是环状结构的. 对该结构测定表明, 此化合物属单斜晶系, 阴离子包含通过共边和共顶点相连的五聚 MoO_6 八面体, 组成八面体的 5 个金属原子近似形成五角平面骨架, 2 个 SeO_3 三角锥分别加在五角平面的上、下方.

C. Robl 等合成了链式杂多阴离子 $\text{K}_2[\text{Se}^m \text{Mo}_3\text{O}_{13}] \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ ^[5]. 晶体为无色单斜晶系, 空间群为 C_2/m , $a = 1703.5(2)$, $b = 1088.5(1)$, $c = 865.3(1)\text{pm}$, $\beta = 109.66(9)^\circ$, 该化合物很容易裂成薄纤维, 在 $460 \sim 470\text{C}$ 时分解.

S. Himeno 等用 Raman 光谱和循环伏安法研究了在乙腈或丙酮的酸性溶液中, 新型杂多阴离子 $[(\text{SeO}_3)_2\text{Mo}_{15}\text{O}_{45}]^{4-}$ (下称 15/2) 和 $[(\text{SeO}_3)_2\text{Mo}_{12}\text{O}_{36}]^{4-}$ (下称 12/2) 的生成及转化条件^[6]. Raman 光谱的结果清楚地表明, 一旦形成 15/2 化合物, 它会自动地转化成 12/2 化合物. 循环伏安法发现 15/2 化合物出现二步还原波, 12/2 化合物经历一不可逆还原. 同时, 证明 15/2 化合物只有在 Mo(VI) 过量的情况下, 才能稳定存在, 没有发现 12/2 化合物进一步转化. 这表明 12/2 化合物在动力学上是稳定的.

1.2 Se-W

Se 与 W 的摩尔比分别为 1/6 和 1/12 的钨亚硒酸盐早有报道, 但当时没有获得这些型体的确定的结构信息.

L. V. Derkach 等研究了 $\text{H}_2\text{SeW}_{12}\text{O}_{40} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (I) 的结构及性质^[7]. 热分析结果表明, I 在 320K 时开始脱水, 随后杂多阴离子被破坏. IR 数据表明处于玻璃态的 I, 其结晶水中存在 2

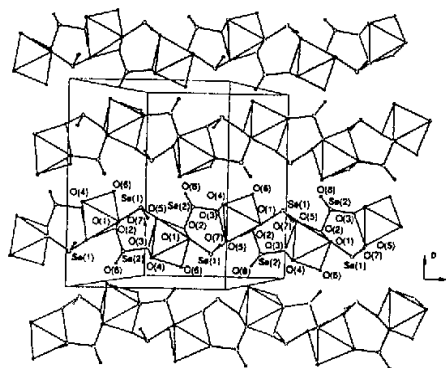


图 2 在 $[001]$ 方向 $[\text{Se}_2^m \text{MoO}_6]^{2-}$ 正弦波状阴离子链
Fig. 2 Sine wave chain of $[\text{Se}_2^m \text{MoO}_6]^{2-}$ heteropolyanion from $[001]$ direction

种氢键,随着温度升高,部分水逐渐失去。 H^+ 的吸收谱带在 1730 cm^{-1} 处出现最大吸收,在低于 500 C 时进一步加热,则该峰消失。他们还还对 $Se(IV)-W(VI)-H_2SO_4(HCl)$ 体系中所形成的玻璃态物质进行了纸色谱分析。在 $pH=7.6\sim 7.8$ 水中,将 H_2SeO_3 与 Na_2WO_4 反应的生成物,用 HCl 或 H_2SO_4 处理,便产生玻璃态的产物。该产物的纸色谱显示有 $H_2W_4O_{13}$ 和 $Na_8W_4Se_4O_{24}$ 的混合物存在^[8]。

T. D. Gutsul 等研究了一系列在 $Se-W$ 系统中形成的化合物^[9],其中包括杂多阴离子 $[Se_2W_{21}O_{69}(H_2O)]^{7-}$ 。IR 和 Raman 光谱的研究证明该配合物是 Keggin 结构。

1.3 Se-V

多钒酸盐化学最近发展极为迅速,相继有许多新的型体被报道。但它们大多是以混合价态存在的,而以完全氧化态存在的多钒酸盐相对有限。H. Nakano 等合成了全部氧化态的多金属氧酸盐 $[(n-C_4H_9)_4N]_3[SeV_3O_{11}] \cdot 0.5H_2O$ (Ⅱ) 和 $[\{(C_6H_5)_3P\}_2N]_2[Se_2V_2O_{10}]$ (Ⅲ),并研究了它们在水溶液中的性质^[10]。单晶 X 射线结构分析结果为:Ⅱ为 正交晶系,空间群为 $P2_12_12$, $a=2232.8(5)$, $b=4409.9(9)$, $c=1228.7(3)\text{ pm}$, $Z=8$;Ⅲ为 单斜晶系,空间群为 $P2_1/n$, $a=1229.31(3)$, $b=1351.01(3)$, $c=2097.93(5)\text{ pm}$, $\beta=106.307(1)^\circ$, $Z=2$ 。这两个阴离子都是由 VO_4 四面体和 SeO_3 三角锥通过共顶点形成的环状结构,⁵¹V,⁷⁷Se 和 ¹⁷O 的 NMR 光谱证明这两个杂多阴离子在水溶液中仍保持这种环状结构。在 $[Se_2V_2O_{10}]^{2-}$ 中,V 四面体和 Se 三角锥以中心对称方式交替连接形成 $Se_2V_2O_4$ 环,如图 3^[10]所示。在 $[SeV_3O_{11}]^{3-}$ 中,其中一个 SeO_3 三角锥被 VO_4 四面体所取代,取代的结果是丧失了中心对称,呈手形结构,如图 4^[10]所示。

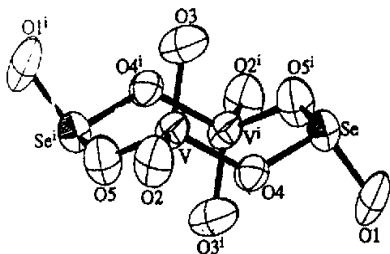


图 3 $[Se_2V_2O_{10}]^{2-}$ 阴离子结构图

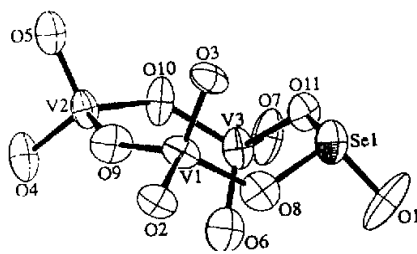


图 4 $[SeV_3O_{11}]^{3-}$ 阴离子结构图

Fig. 3 $[Se_2V_2O_{10}]^{2-}$ heteropolyanion construction Fig. 4 $[SeV_3O_{11}]^{3-}$ heteropolyanion construction

2 硒的三元杂多配合物

2.1 Se-W-V

L. V. Derkach 等对 $Se-W-V$ 体系的研究较为深入^[7,11]。该体系中 Se, W, V 的摩尔比分别为 $1:10:2$, $1:8:4$, $1:7:5$ 和 $1:9:3$,它们的形成条件依赖于 pH 和原始组分的化学计量比。同时对它们的性质进行了研究,如稳定常数、热稳定性、IR 光谱及电离常数等。

2.2 Se-Mo-W

S. K. Roy 等利用 $Na_2WO_4-H_2SeO_3-H_2MoO_4$ 之间的固相反应合成杂多配阴离子 $[WSeMo_8O_{32}]^{6-}$ 的钠盐及钾盐^[12]。X 射线衍射研究结果为:钠盐属正交晶系, $a=1256.0$, $b=1515.0$, $c=985.0\text{ pm}$, 空间群属 $D_{2h}^2-P_{nn}$, 分子量为 1980。钾盐属正交晶系, $a=1471.0$, $b=$

924.0, $c=1450.0$ pm, 空间群属 $D_{2h}^h-P_{mn}$, 分子量为 2002. 热分解分析表明, 所制备的杂多化合物在 $400\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内会失去结晶水. 大约在 $720\sim 750\text{ }^\circ\text{C}$ 化合物会分解成金属氧化物.

L. V. Derkach 等研究了 2-钼-10-钨钨酸体系. 分别测定了它的电离常数、IR 光谱和热分析数据^[7]. IR 光谱和热分析数据显示, 处于玻璃态的 $H_4[SeW_{10}Mo_2O_{60}] \cdot nH_2O$ 的结晶水中存在 2 种氢键, 随着温度升高, 部分水逐渐失去, 并且 H^+ 的吸收谱带在 1730 cm^{-1} 处出现最大吸收, 在低于 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时进一步加热, 则该峰消失.

2.3 Se-Mo-V

L. V. Derkach 等在含 H_2SeO_3 , Na_2MoO_4 和 $NaVO_3$ 的水溶液中, 在一定 pH 和 HCl 存在下, 制备了 $(H_2en)_2Na_2[Se_2Mo_2V_6O_{26}] \cdot 8H_2O$ ($en=1, 2$ -乙二胺)^[13].

3 其他

1:9 系列杂多化合物也是一类重要的不饱和化合物. 它包括 $A\alpha, A\beta, B\alpha, B\beta$ 四种异构体.

T. D. Gutsu 等先后制备了过渡元素 Cu^{2+}, Fe^{2+} 取代的杂多配合物 $Na_{10}[Cu_3(H_2O)_2(SeW_9O_{33})_2] \cdot 23H_2O$ ^[9,14] 和 $Na_{10}[Fe_3(H_2O)_3(SeW_9O_{33})_2] \cdot 19H_2O$ ^[15]. IR 光谱表明 Se(IV) 存在于三角双锥中. 在 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $140\text{ }^\circ\text{C}$ 时失去 23 个水分子, 在 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $480\text{ }^\circ\text{C}$ 失去 SeO_2 和水. Na_2WO_4 和 $FeSO_4$ 与 H_2SeO_3 在水溶液中反应生成 Fe^{2+} 取代的杂多化合物, 两者有着类似的结构.

后来, K. Ulrich 等合成了 Cu^{2+} 取代的 α 型杂多配合物 $K_9Na[Se_2W_{18}Cu_3O_{66}(H_2O)_3] \cdot 16H_2O$ ^[16] 和一系列过渡金属取代的 β - SeW_9 系列 $[X_4(H_2O)_{10}(\beta-SeW_9O_{33})_2]^{4-}$ ($X=Fe^{3+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}$)^[17]. α 型杂多配合物晶体数据为: $a=1674.61(8)$, $b=1674.61(8)$, $c=1390.75(9)$ pm, 空间群属 $P_{\bar{7}}2_1m$. 它是由三个等价的 Cu^{2+} 连接两个 $[\alpha-SeW_9O_{33}]$ 单元构成的. 所有的 Cu^{2+} 都有一个终端水分子, 形成方锥配位几何构型, 在固相中呈理想的 D_{3h} 对称, 如图 5^[16] 所示. Fe^{3+} 取代的 β - SeW_9 杂多化合物的单晶 X 射线分析表明, 该化合物为三斜晶系, 空间群为 $P_{\bar{1}}$, $a=1266.48(10)$, $b=1282.47(10)$, $c=1615.88(13)$ pm, $\alpha=75.6540(10)^\circ$, $\beta=87.9550(10)^\circ$, $\gamma=64.3610(10)^\circ$, $Z=1$, 如图 6^[17] 所示. 杂多阴离子是由两个 $(\beta-SeW_9O_{33})$ 单元通过中心离子和外围 Fe^{3+} 离子相连而成的, 呈理想的 C_{2h} 对称.

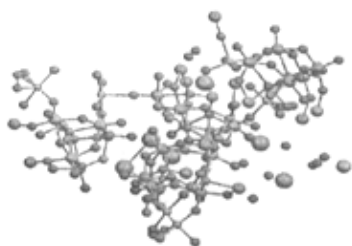


图 5 $[Se_2W_{18}Cu_3O_{66}(H_2O)_3]^{10-}$ 结构图

Fig. 5 $[Se_2W_{18}Cu_3O_{66}(H_2O)_3]^{10-}$ heteropolyanion construction

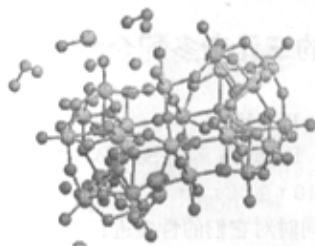


图 6 $[Fe_4(H_2O)_{10}(\beta-SeW_9O_{33})_2]^{4-}$ 结构图

Fig. 6 $[Fe_4(H_2O)_{10}(\beta-SeW_9O_{33})_2]^{4-}$ heteropolyanion construction

C. Robl 等研究了一新型环状极化杂多阴离子体系, 它们的通式为 $[XY_nMo_6O_{21+n}(OH)_{6-2n}]^{6-}$ ($n=0, 1, 2, 3; X=Se^IV, Y=Se^VI, S^VI$)^[18]。X 射线结构分析表明, 它们具有相似的结构。阴离子的主要特征是由三对边共用的 MoO_6 配位八面体组成的一个环状结构。环的中心空位由 SeO_3 三角锥中的 Se 占据。 SeO_3 三角锥同三对八面体共角相连。因为那些 $n < 3$ 的型体具有 $Mo-OH$ 化学活性基团, 所以预计用它们作为母体, 在合成新的阴离子杂多簇状化合物上有一定的应用价值。

4 硒的杂多化合物的主要用途

硒的杂多化合物之所以受到越来越多的科学工作者的关注, 很大程度在于它们具有广泛的应用前景。它们的主要用途有以下几个方面。

4.1 氧化型催化剂

利用含硒杂多配合物作催化剂, 可把 α, β -不饱和醛氧化成 α, β -不饱和羧酸^[19]。其转化率和选择系数分别可以达到 55% 和 70%。

另外, 美国有一项专利(专利号为 3240806)是应用 $W-Se-Mo-O$ 体系, 把链烯催化氧化成不饱和羧酸。

在这些体系中, Se 的位置很重要, 因为在催化氧化过程中, Se 是起关键性作用的活性部位。

4.2 无机离子交换剂

大多数合成的无机离子交换剂都是无定形产物。但是, 近来的试验表明结晶状的无机离子交换剂在许多方面表现出比无定形离子交换剂更大的优越性。例如无定形材料甚至在弱碱性或中性溶液中都易脱水, 因此在应用时受到一定的限制。而结晶状产品的结构坚固, 并且在自然界中易降解。

S. A. Nebai 等合成出锡硒磷酸盐晶体及锡钨硒酸盐晶体, 并研究了它们的离子交换特性及作为新型无机离子交换剂在分析方面的应用^[20]。

4.3 分析试剂

杂多酸与碱性染料离子缔合物水相光度测定法灵敏度高, 选择性好。刘淑萍研究了在聚乙烯醇分散剂存在下, 硒-钼酸铵-罗丹明 B(RDB)三元缔合物的显色反应^[21]。确立了测定硒酸盐中微量硒的新方法, $\epsilon_{570} = 5.6 \times 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, 加标回收率为 95.5%~101.0%, $\text{RSD} \leq 2.5\%$ 。

5 结 语

近些年来对硒的杂多化合物的研究虽有一定进展, 但仍需进一步研究和探索: (1) 硒的杂多化合物的应用研究, 这包括对适合于工业生产的催化剂的开发研究; 对杂多化合物的功能性质(电性质、磁性质、光性质等)方面的开发研究, 如合成具有应用前景的磁性材料、超分子材料; 对 Se 的杂多化合物在药物方面的应用研究, 如对抗癌、抗 HIV 病毒等药物的研究等。(2) 硒的杂多化合物的基础理论研究, 这包括杂多化合物的催化机理的研究; 对杂多化合物的性能与其组成元素、化学键及其结构的关系的研究; 以及如何进行杂多化合物的分子设计和对现有杂多化合物的性质和结构进行合理的解释等。

我们相信,通过对硒的杂多化合物的深入研究,可以为多酸化学的研究提供更多、更有价值的信息,进一步推动多酸化学的发展.

参考文献:

- [1] 吴庆银, 王恩波. 酸度在多酸化学中的作用[J]. 化学通报, 1988, (7): 52—55.
- [2] 王恩波. 杂多酸型催化剂[J]. 石油化工, 1985, 14(10): 615—618.
- [3] Robl C, Haake K. $[\text{Se}_2^{\text{VI}}\text{MoO}_8]^{2-}$ a novel selenium-rich chain-like heteropolyanion[J]. J Chem Soc (Chem Commun), 1992, 24: 1786—1788.
- [4] 黄桂清, 章上伟, 邵美成. Strandberg 型杂多阴离子 $[\text{Se}_2\text{Mo}_3\text{O}_{21}]^{4-}$ 的合成和晶体结构[J]. 高等学校化学学报, 1995, 16(5): 670—673.
- [5] Robl C, Haake K. $\text{K}_2[\text{SeMo}_3\text{O}_{13}] \cdot 3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and $\text{K}_2[\text{SMo}_3\text{O}_{13}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ compounds with chain-like heteropoly-anions of selenium(VI) and sulfur(VI)[J]. Z Naturforsch B (Chem Soc), 1993, 48(4): 399—403.
- [6] Himeno S, Sano K, Niiyya H, *et al.* Formation and Conversion of yellow heteropoly complexes in a Mo(VI)-Se(VI)-Te(VI) system[J]. Inorg Chim Acta, 1998, 281: 214—220.
- [7] Derkach L V, Gogotova G D, Shafranskii V N, *et al.* IR spectroscopic and derivatographic studies of the dehydration of glassy tungsten-containing selenium(VI) and tellurium(VI) heteropoly acids[J]. Zh Neorg Khim, 1987, 32(5): 1086—1088.
- [8] Derkach L V, Arkhipova E V, Gutsul B B, *et al.* Compounds forming glassy consistency in selenium(VI)-tungsten(VI)-sulfuric(hydrochloric) acid system[J]. Zh Neorg Khim, 1989, 34(12): 3169—3173.
- [9] Gutsul T D, Yurchenko E N. Preparation and structure of several selenium(VI) and tellurium(VI) heteropoly compound[J]. Koord Khim, 1992, 18(9): 944—947.
- [10] Nakano H, Ozeki T, Yagasaki A. Synthesis and structural characterization of a new series of vanadoselenites, $[\text{Se}_x\text{V}_{4-x}\text{O}_{12-x}]^{4-x-}$ ($x=1, 2$)[J]. Inorg Chem, 2001, 40: 1816—1819.
- [11] Derkach L V, Polishchuk S Y. Determination of stability constants of Vanadium-tungsten complexes of selenium(VI) and tellurium(VI)[J]. Koord Khim, 1983, 9(10): 1373—1375.
- [12] Roy S K, Jha P P. Solid state studies of sodium and potassium salts of mixed heteropoly molybdo-tungstoselenite and heteropoly molybdo-tungstotellurite[J]. J India Chem Soc, 1980, 57(12): 1153—1155.
- [13] Derkach L V, Marquez Kios A, Maksimovskaya R I, *et al.* Crystalline molybdovanadates of $[\text{Se}_2\text{Mo}_2\text{V}_6\text{O}_{28}]^{6-}$, $[\text{MoV}_3\text{O}_{28}]^{3-}$, $[\text{VMo}_3\text{O}_{19}]^{3-}$ [J]. Zh Neorg Khim, 1989, 34(12): 3094—3097.
- [14] Gutsul T D, Zheru P I, Botsan I G, *et al.* Preparation and physicochemical study of heteropoly complex $\text{Na}_2[\text{Cu}_3(\text{SeW}_9\text{O}_{33})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 23\text{H}_2\text{O}$ [J]. Zh Neorg Khim, 1990, 35(2): 540—542.
- [15] Yurchenko E N, Gutsul T D, Kuznetsova L Z. Heteropoly compounds $\text{Mn}[(\text{As}(\text{Se}, \text{Te}))_2\text{W}_{18}\text{Fe}_3(\text{H}_2\text{O})_3\text{O}_{66}] \cdot m\text{H}_2\text{O}$ and their interaction with nitric oxide[J]. Koord Khim, 1992, 18(9): 939—943.
- [16] Ulrich K, Noha K Al-K, Masha G S, *et al.* Synthesis and characterization of Copper-, Zinc-, Manganese-, and Cobalt-substituted Dimeric Heteropolyanions, $[(\alpha\text{-XW}_9\text{O}_{33})_2\text{M}_3(\text{H}_2\text{O})_2]^{n-}$ ($n=12, \text{X}=\text{As}^{\text{III}}, \text{Sb}^{\text{III}}, \text{M}=\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}; n=10, \text{X}=\text{Se}^{\text{VI}}, \text{Te}^{\text{VI}}, \text{M}=\text{Cu}^{2+}$) and $[(\alpha\text{-AsW}_9\text{O}_{33})_2\text{WO}(\text{H}_2\text{O})\text{M}_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{10-}$ ($\text{M}=\text{Zn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}$)[J]. Inorg Chem, 2001, 40: 4742—4749.
- [17] Ulrich K, Masha G S, Bassem S B, *et al.* Synthesis and characterization of Iron(III)-substituted, Dimeric Polyoxotungstates, $[\text{Fe}_4(\text{H}_2\text{O})_{10}(\beta\text{-XW}_9\text{O}_{33})_2]^{n-}$ ($n=6, \text{X}=\text{As}^{\text{III}}, \text{Sb}^{\text{III}}; n=4, \text{X}=\text{Se}^{\text{VI}}, \text{Te}^{\text{VI}}$)[J]. Inorg Chem, 2002, 41: 783—789.

- [18] Robl C, Haake K. $[\text{Se}^{\text{VI}}\text{S}_3^{\text{IV}}\text{Mo}_6\text{O}_{33}]^{8-}$ A novel cyclic polar heteropolyanion[J]. J Chem Soc (Chem Commun), 1993, (4): 397-399.
- [19] Oda Y, Uchida K, Morimoto T, *et al.* α, β -Unsaturated carboxylic acids [P]. Japan: 7606 918, 1976-01-20.
- [20] Nabi S A, Siddiqi Z M. Preparation, Properties, and analytical applications of Crystalline Tin(IV) Tungstoselenate[J]. Bull Chem Soc Jpn. 1985, 58(2): 724-730.
- [21] 刘淑萍. 硒钼杂多酸-罗丹明 B 离子缔合物显色反应的研究与应用[J]. 理化检验-化学分册, 2001, 37(8): 353-354.

Research progress on selenium heteropoly complexes

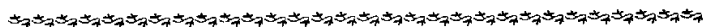
LOU Zhen-ning¹, WANG Shu-kun²

(1. Chemical Science and Engineering Institute, Liaoning University, Shenyang 110036, China;

2. Environment Science Institute, Liaoning University, Shenyang 110036, China)

Abstract: This paper summarizes sorts and application of selenium heteropoly complexes. The trend of its development is forecast.

Key words: selenium; heteropolyacids; advancements



雷尼镍催化剂

雷尼镍催化剂活性好,具有发达的蜂窝结构,比表面积高达 $100 \text{ m}^2/\text{g}$,而且机械强度高,可重复使用多次,主要应用于有机合成工业加氢、脱氢反应中.在山梨醇、甲乙酮、脂肪胺、双氧水、香料、己内酰胺、己二胺等产品生产中以及制药中间体、众多精细化工产品生产中有着广泛的应用.

广州有色金属研究院已开发并建成年产 100 t 雷尼镍催化剂的生产线.主要有 Ni-Al, Ni-Al-Mo, Ni-Al-Cr-Fe 等系列产品.其中 Ni-Al-Mo 系列产品在山梨醇生产中应用具有活性高、使用寿命长、抗毒能力强等特点;在脂肪腈加氢生产脂肪伯胺中具有优异的选择性,产品中部分胺值小于 1%,综合性能达到国际先进、国内领先水平.