

文章编号: 1006-9941(2007)06-0666-04

高氯酸碳酰肼锰和硝酸碳酰肼锰的晶格能研究

郑秋雨, 乔小晶, 杨利, 邵风雷

(北京理工大学宇航科学技术学院, 爆炸科学与技术国家重点实验室, 北京 100081)

摘要: 为了研究晶格能与感度之间的关系, 采用微热量热计测定了 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 在去离子水中的溶解焓, 计算出它们的标准摩尔溶解焓分别为 $91.13 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $87.09 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据卡普廷斯基经验公式计算了它们的晶格能分别为 $1737.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $1485.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 得出配阳离子半径 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}$ 为 2.12 \AA ; 讨论了晶格能与机械感度之间的关系: 配合物的晶格能越大, 感度越小, $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 比 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 钝感。

关键词: 物理化学; $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$; $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$; 溶解焓; 晶格能; 感度

中图分类号: TJ55; O642

文献标识码: A

1 引言

碳酰肼(CHZ)是一种白色晶体, 属肼的衍生物, 具有强的还原能力, 分子中有多个带孤对电子的原子, 它所含的4个氮原子和1个羰基氧原子都可以作为配位原子与中心金属离子配位成键, 所以可作为多齿配体。碳酰肼配合物可广泛应用于医药、石油、国防和含能材料等领域^[1]。近年来, 由于碳酰肼类含能配合物流散性能好和感度较低的特点使其在含能材料领域的应用日益受到人们的重视^[2-4]。感度是评价含能材料性能的重要参数, 含能材料结构与感度之间的关系一直是含能材料领域研究者探索的课题。20世纪70年代后期 A. Delpuech^[5]等先后报道了硝基芳香族、硝基胺和硝酸酯炸药的感度与分子的电子结构之间关系; Kamlet 和 Adolph^[6]对有机高能炸药, 包括脂肪族和芳香族炸药的撞击感度与分子结构之间的关系进行了研究, 1981年邢郁明等^[7]认为感度是分子结构活性的外在表现, Bliss^[8]于1991年提出了计算感度的特性落高的公式, 近年来研究者又研究了粒度对感度的影响, 如项仕标等^[9]研究了粒度对激光感度的影响, 刘玉存等^[10]研究了RDX粒度及粒度级配对炸药冲击波感度的影响。本文尝试从晶格能的角度研究含能材料的结构和感度之间的关系, 测定了碳酰肼类含能配合物 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 溶解焓, 计算了两种配合物的标准摩尔溶解焓和晶格能, 并且讨论了晶格能对机械感度的影响。

2 实验

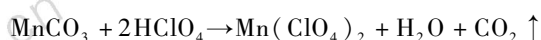
2.1 样品制备

硝酸锰、碳酸锰、高氯酸均为分析纯。碳酰肼(CHZ)按文献[11]报道方法制备并精制, 纯度大于99.2%。

参照文献[12]制备了 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$, 参照文献[13]制备了 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$, 反应方程式如下:



元素分析(%)计算值(实测值): C 8.02(8.06), H 4.01(4.25), N 43.66(43.47); 二者吻合较好。



元素分析(%)计算值(实测值): C 6.87(6.85), H 3.46(3.50), N 32.08(32.07); 二者吻合较好。

2.2 溶解焓的测定

2.2.1 仪器标定

采用法国 Setaram 公司 Calvet C80 型微热量热计测定配合物的溶解焓, 选用薄膜混合搅拌池作为反应池。为了考核量热系统的可靠性, 测定了在 298.15 K 时纯度为 99.999% 的 KCl 晶体在去离子水中的溶解焓。此操作温度下该仪器灵敏度为 $30.50 \mu\text{V} \cdot \text{mW}^{-1}$ 。标准样品实测值 $(17.231 \pm 0.052) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 与相同条件下的文献报道值 $(17.241 \pm 0.018) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ^[8] 十分接近, 两者相差在 0.1% 以内, 证明所采用的量热系统是可靠的。

2.2.2 典型操作

首先将精制的配合物研磨成粉末, 并过 200 目筛, 在

收稿日期: 2006-12-20; 修回日期: 2007-03-20

作者简介: 郑秋雨(1982-), 男, 工学博士, 研究方向为含能配合物化学。

通讯联系人: 乔小晶, e-mail: qxj841@bit.edu.cn

50 ℃水浴烘箱内干燥4 h,取出冷却置于干燥器内备用。

取去离子水置于不锈钢混合量热池内,使其装满混合池的下半部分,盖上隔离薄膜,将称量好的待测样品置于铂坩埚内,再将坩埚放在薄膜上,套上混合池的上半部分,装好搅拌桨。参比池内装同样多的去离子水。然后将混合池与参比池放入微热量热计,装好夹套,开始实验。

在微热量热计热平衡3 h后,同时推开参比池和混合池的薄膜,使待测样品随铂坩埚完全浸入去离子水中溶解。

2.2.3 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的溶解焓

$[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的典型溶解曲线如图1所示。溶解焓的测定结果是在七次实验值的基础上通过Origin软件采用最小二乘法拟合的方法得出的最小误差数据。其中相关系数,标准偏差全部由Origin软件计算得到。现将溶解焓测定结果,标准摩尔溶解焓计算结果与相关系数,标准偏差一起列于表1。

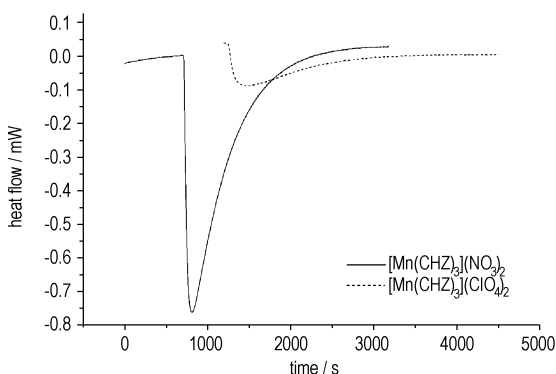


图1 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的典型溶解曲线

Fig. 1 The standard dissolution curves of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$

表1 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的标准摩尔溶解焓

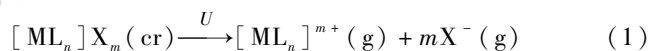
Table 1 The standard molar enthalpies of solution of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$

energetic coordination compounds	M /g · mol ⁻¹	$\Delta_{\text{sol}}H$ /J · g ⁻¹	$\Delta_{\text{sol}}H_m^\theta$ /kJ · mol ⁻¹	R	SD
$[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$	449.25	202.86	91.13	0.99988	0.00127
$[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$	524.09	166.17	87.09	0.99996	8.38219E-4

Note: M , molar mass; $\Delta_{\text{sol}}H$, dissolution enthalpy; $\Delta_{\text{sol}}H_m^\theta$, standard molar enthalpy of dissolution; R , linear correlation coefficient; SD , standard deviation.

3 晶格能的计算

晶格能指离子晶体的晶格能,又称点阵能,是指在热力学标准状态下,温度为0 K时,单位物质的量的离子晶体生成相互远离的气态正、负离子时所需要的能量。对于配合物,亚奇米尔斯基等人^[14]认为其晶格能是当固体盐转变为由同一晶体中的离子所组成的离子氛时内能的改变。可以表示为:



$$U = \Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]^{m+}, \text{g}) + m\Delta_f H_m^\theta(\text{X}^-, \text{g}) - \Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]\text{X}_m, \text{cr}) \quad (2)$$

式中, U 为配合物的晶格能, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]^{m+}, \text{g})$ 为气态阳离子的生成焓, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta_f H_m^\theta(\text{X}^-, \text{g})$ 为气态阴离子的生成焓, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]\text{X}_m, \text{cr})$ 为配合物的生成焓, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

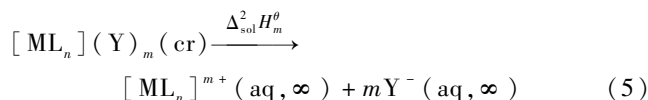
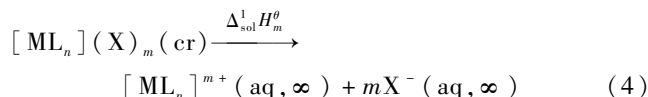
由于在极大多数情况下气态配离子的生成焓不可能直接测得,故常用经验式来计算晶格能。其中用得最多的就是卡普廷斯基经验方程式^[15]:

$$U = 1201.6 \frac{\eta_1 \eta_2 \sum n}{r_1 + r_2} \left(1 - \frac{0.345}{r_1 + r_2}\right) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (3)$$

式中, U 为晶格能, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; η_1, η_2 为正负离子的电荷; $\sum n$ 为分子中离子数; r_1, r_2 为正负离子的半径。

为了解决非球形离子半径难以计算的问题,亚奇米尔斯基等^[14]提出“热化学半径”的假说,即热化学半径是一个假想的、在盐的晶格中能够等能量地代替某离子的球形离子的半径。根据这一假说,结合式(2)给出的晶格能定义,具有同一种离子的两种配合物之间的生成焓差决定于可变离子的生成焓差及晶格能差。因此,通过配合物溶解焓的测定,可以由此计算配合物的晶格能。公式推导如下:

配合物在水中的溶解可理解为:



式中, $[\text{ML}_n]^{m+}$ 为配合物的配离子 ($[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}$); X^-, Y^- 为外界阴离子 ($\text{NO}_3^-, \text{ClO}_4^-$)。

由式(4)和式(5)得配合物的生成焓:

$$\begin{aligned} \Delta_f H_m^\theta \{ [\text{ML}_n](\text{X})_m, \text{cr}, 298.15\text{K} \} = \\ \Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]^{m+}, \text{aq}, \infty) + m\Delta_f H_m^\theta(\text{X}^-, \text{aq}, \infty) - \Delta_{\text{sol}}^1 H_m^\theta \\ \Delta_f H_m^\theta \{ [\text{ML}_n](\text{Y})_m, \text{cr}, 298.15\text{K} \} = \end{aligned} \quad (6)$$

$$\Delta_f H_m^\theta([\text{ML}_n]^{m+}, \text{aq}, \infty) + m\Delta_f H_m^\theta(\text{Y}^-, \text{aq}, \infty) - \Delta_{\text{sol}}^2 H_m^\theta \quad (7)$$

由 $[\text{ML}_n]^{m+} = [\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}$, $\text{X}^- = \text{NO}_3^-$, $\text{Y}^- = \text{ClO}_4^-$, 式(6)、式(7)、式(2)和式(3)可得 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的晶格能差为:

$$U_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2} - U_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2} = 2\Delta_f H_m^\theta(\text{NO}_3^-, \text{g}) - 2\Delta_f H_m^\theta(\text{NO}_3^-, \text{aq}, \infty) + 2\Delta_f H_m^\theta(\text{ClO}_4^-, \text{aq}, \infty) - 2\Delta_f H_m^\theta(\text{ClO}_4^-, \text{g}) + \Delta_{\text{sol}} H_m^\theta([\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2) - \Delta_{\text{sol}} H_m^\theta([\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2) =$$

$$1201.6 \frac{\eta_1 \eta_2 \sum n}{r_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}} + r_{\text{NO}_3^-}} \left(1 - \frac{0.345}{r_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}} + r_{\text{NO}_3^-}}\right) -$$

$$1201.6 \frac{\eta_1 \eta_2 \sum n}{r_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}} + r_{\text{ClO}_4^-}} \left(1 - \frac{0.345}{r_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}} + r_{\text{ClO}_4^-}}\right)$$

式中:

$$\Delta_f H_m^\theta(\text{NO}_3^-, \text{g}) = -336.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta_f H_m^\theta(\text{NO}_3^-, \text{aq}, \infty) = -205.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta_f H_m^\theta(\text{Cl}_4^-, \text{g}) = -384.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta_f H_m^\theta(\text{ClO}_4^-, \text{aq}, \infty) = -129.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} [16];$$

$$\Delta_{\text{sol}} H_m^\theta([\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2) = 91.13 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta_{\text{sol}} H_m^\theta([\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2) = 87.09 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$r_{\text{NO}_3^-} = 1.65 \text{ \AA}; r_{\text{ClO}_4^-} = 2.36 \text{ \AA}$$

解方程得 $r_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}} = 2.12 \text{ \AA}$, 并代入式(3)得 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的晶格能分别为:

$$U_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2} = 1737.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$U_{[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2} = 1485.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

4 结果与讨论

为了直观地比较晶格能与机械感度之间的关系, 将两种配合物晶格能的理论计算结果和机械感度数据列于表2, 其中感度值来源于文献[12-13], 摩擦感度按照 WJ1871-89《火工品药剂摩擦感度测试方法》的规定, 使用 MGY-1 摆式摩擦感度仪进行测试, 测试条件为药量 20 mg, 摆锤质量 1500 g, 表压 1.23 MPa, 摆角 70°, 环境温度 25 °C, 相对湿度 50%~65%, 以样品发火百分数 P 表示; 撞击感度按照 WJ1870-89《火工品药剂机械撞击感度测定法》的规定, 使用 CGY-1 型机械撞击感度仪测试, 测试条件为药量 20 mg, 压药压强 39.2 MPa, 落锤质量 800 g, 以样品特性落高 H_{50} 表示, 即样品发火百分数为 50% 时相对应的落高。

两种配合物在整体上均表现出感度较低的特点, 从结构上观察每个碳酰肼配体分子作为双齿配体由羰

基 O 和一个端基 N 与中心锰离子配位, 而另一端的肼基却半游离于整个配合物结构中, 这种结构的柔韧性与宏观上表现的机械感度低是一致的, 硝酸根离子和高氯酸根离子作为外界是通过库仑力与内界结合在一起^[3]。由表可见 $\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{NO}_3)_2$ 的晶格能比 $\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{ClO}_4)_2$ 的晶格能要大, 分析可能原因为气态 NO_3^- 的半径为 1.65 Å, 而气态 ClO_4^- 的半径为 2.36 Å, 因此 NO_3^- 的负电中心比 ClO_4^- 的负电中心离正电中心更近, 即库仑力要大些, 硝酸根与配阳离子的作用力是大于高氯酸根的, 晶格能相应要大。当以硝酸根为外界的 $\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{NO}_3)_2$ 的晶格能较大时, 离子间相互引力也就大, 克服引力起爆也就相对困难, 所以其撞击感度比以高氯酸根为外界的 $\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{ClO}_4)_2$ 的撞击感度低。二者摩擦感度基本相同。

表 2 理论计算结果及机械感度数据

Table 2 The lattice energy and sensitivity of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$

energetic coordination compounds	$\Delta_{\text{sol}} H_m^\theta$ /kJ · mol ⁻¹	U /kJ · mol ⁻¹	$P^{[12,13]}$ /%	$H_{50}^{[12,13]}$ /cm
$\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{NO}_3)_2$	91.13	1737.36	60	50 cm 不发火
$\text{Mn}(\text{CHZ})_3(\text{ClO}_4)_2$	87.09	1485.36	58	23.7

Note: U , lattice energy, kJ · mol⁻¹; P , firing percent of friction sensitivity, %; H_{50} , height for 50% probability of ignition of impact sensitivity, cm.

5 结 论

用微热量热计测定了 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 和 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 在 298.15 K 下去离子水中的标准摩尔溶解焓分别为 91.13, 87.09 kJ · mol⁻¹。依此计算它们的晶格能分别为 1737.36, 1485.36 kJ · mol⁻¹; $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}$ 配阳离子半径为 2.12 Å。配合物的晶格能越大, 其离子间相互引力就越大, 配合物要完成起爆就需要克服更多的能量来实现, 所以就越钝感, $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ 的撞击感度比 $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的低, 二者的摩擦感度基本相同。

参考文献:

- [1] Campbell, Grzeskowiak. An EPR study of some complexes formed by interaction between salts and carbonylhydrazide[J]. *Inorg Nucl Chem Lett*, 1976, 12(7): 545-549.
- [2] Sindiskii V P, Veridub T Y, Fogelzang A E. *Zh. Neorg. Khim*, 1990, 35(3): 685-688.
- [3] 张建国, 张同来, 魏昭荣, 等. $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ 的制备、晶体结构和应用研究[J]. *高等学校化学学报*, 2001, 22(6): 895-897.

- ZHANG Jian-guo, ZHANG Tong-lai, WEI Zhao-rong, et al. Studies on preparation, crystal structure and application of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ [J]. *Chemical Journal of Chinese Universities*, 2001, 22(6): 895 - 897.
- [4] 宋江闯, 张同来, 张建国, 等. $[\text{Ni}(\text{NH}_2\text{NHC}_2\text{H}_5)_3](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的制备、晶体结构和热分解机理 [J]. *化学学报*, 2003, 61(9): 1444 - 1448.
- SONG Jiang-chuang, ZHANG Tong-lai, ZHANG Jian-guo, et al. Preparation, crystal structure and thermal decomposition mechanisms of $[\text{Ni}(\text{NH}_2\text{NHC}_2\text{H}_5)_3](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [J]. *Acta Chimica Sinica*, 2003, 61(9): 1444 - 1448.
- [5] Delpuech A, Cherville J. Symposium on chemical problems connected with the stability of explosives [J]. *Molle*, 1976.
- [6] Kamlet M J, Adolph H G. *Propellants and Explosives*, 1979, 4(2): 30 - 40.
- [7] 邢郁明. 炸药的撞击感度与分子结构的关系 [J]. *兵工学报(火、化工分册)*, 1981, (1): 59 - 75.
- XING Yu-ming. A study on relation between impact sensitivity and structure of explosives [J]. *Acta Armamentarii*, 1981, (1): 59 - 75.
- [8] Bliss D E, Christian S L, Wilson W S. *Energetic Materials*, 1991, 9: 319 - 345.
- [9] 项仕标, 冯长根, 华光, 等. 粒度对激光感度的影响分析 [J]. *兵工学报*, 2000, 21(1): 80 - 82.
- XIANG Shi-biao, FENG Chang-gen, HUA Guang, et al. A study on the effect of particle size upon laser sensitivity [J]. *Acta Armamentarii*, 2000, 21(1): 80 - 82.
- [10] 刘玉存, 王作山, 吕春玲, 等. 黑索今粒度及粒度级配高分子粘结炸药冲击波感度的影响 [J]. *兵工学报*, 2005, 26(1): 126 - 128.
- LIU Yu-cun, WANG Zuo-shan, Lü Chun-ling, et al. Influence of particle size and gradation of RDX on the shock sensitivity of a polymer bonded explosive [J]. *Acta Armamentarii*, 2005, 26(1): 126 - 128.
- [11] 魏昭荣. 碳酰肼及其含能配合物研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 1998.
- WEI Zhao-rong. Researches on carbonylhydrazide and its complexes [D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 1998.
- [12] 马桂霞. 硝酸盐高氮含能配合物的制备及性能研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 2005.
- MA Gui-xia. Researches on preparation and characterisation of nitrate nitrogen-rich coordination compounds [D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2005.
- [13] 张志刚. 碳酰肼高氯酸盐含能配合物研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 2001.
- ZHANG Zhi-gang. Researches on perchlorate carbonylhydrazide energetic coordination compounds [D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2001.
- [14] 亚奇米尔斯基 K B. 络合物热化学 [M]. 刘为涛. 北京: 科学出版社, 1959.
- [15] Kapustinskii A F. *Quart Rev*, 1956, 10: 283.
- [16] 大连理工大学无机化学教研室. 无机化学 [M]. 第四版. 北京: 高等教育出版社, 2001.

The Lattice Energy of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$

ZHENG Qiu-yu, QIAO Xiao-jing, YANG Li, SHAO Feng-lei

(State Key Laboratory of Explosion Science and Technology, School of Aerospace Science and Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to study the relationship between the structures and sensitivities of energetic coordination compounds, the enthalpies of solution of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ in deionized water were measured by a Setaram C80 II microcalorimeter at 298.15 K. The standard molar enthalpies of solution were obtained to be $91.13 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ for $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ and $87.09 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ for $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$. Their lattice energy were calculated farther as $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ being $1737.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ and $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$ being $1485.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ through Kapustinskii formula, and the thermochemistry radius of $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3]^{2+}$ was obtained to be 2.12 \AA . The relationship between lattice energy and impact sensitivity or friction sensitivity was discussed. The more the lattice energy is, the lower the sensitivity is. $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$ is more insensitive than $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$.

Key words: physical chemistry; $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{NO}_3)_2$; $[\text{Mn}(\text{CHZ})_3](\text{ClO}_4)_2$; enthalpy of solution; lattice energy; sensitivity