

NaCl 在混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 中热力学性质的研究

王卫东, 李金艳

(湖北师范学院化学与环境工程学院, 湖北 黄石 435002)

摘要:应用电导法测定了 NaCl 在混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 中的活度系数, 讨论了电解质溶液活度系数与浓度的关系, 并计算了 NaCl 在混合溶剂中的相对偏摩尔自由能, 对其相对偏摩尔性质的某些变化规律作了初步的讨论。

关键词:电导法; 活度系数; 相对偏摩尔自由能; 混合溶剂; NaCl

中图分类号: O646-1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-858X(2009)01-0035-06

电解质在混合溶剂中的活度系数及其相对偏摩尔性质是溶液热力学研究的重要参数。活度系数集中反映了指定溶剂中离子之间及离子与溶剂分子之间的相互作用, 而相对偏摩尔性质则反映了实际电解质溶液偏摩尔性质与其标准态的偏差。随着生物化工的发展, 有机物水盐溶液热力学性质的测定及研究日益受到重视。它们对于离子溶剂化、离子缔合及溶液结构理论的研究与应用具有重要的意义^[1]。

本文应用电导法^[2]在 298.15 ~ 313.15 K 温度范围内测定了 NaCl 在混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 中的电导率, 利用公式计算和讨论了 NaCl 在混合溶剂中的平均活度系数, 并讨论了浓度对电解质溶液活度系数的影响。计算了 NaCl 在混合溶剂中的相对偏摩尔自由能, 对其相对偏摩尔性质的某些变化规律作了初步的讨论, 为研究有机物水盐溶液体系提供了基础热力学数据。

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

NaCl 分析纯, 四川成都金山化工试剂厂,

两次重结晶后, 在 500 K 下焙烧 5 h 后置于干燥器中备用; 1, 2-丙二醇 (分析纯, 天津化学试剂六厂三分厂); 二次蒸馏水 (经石英亚沸蒸馏器提纯)。DDS-11 A 型数显电导率仪 (上海雷磁); SWQ 智能数字恒温控制器、SYP 型玻璃恒温水浴 (南京桑力电子设备厂); CS01 型超级恒温器 (重庆试验设备厂); PCM-I A 型介电常数测量仪 (南京大学应用物理研究所); 乌氏粘度计。

1.2 实验过程

(1) 混合溶液、混合溶剂电导率的测定。使用 DDS-11 A 型数显电导率仪在恒温水浴中测定混合溶剂 [1, 2-丙二醇和水 (1, 2-丙二醇与纯水体积比 1:4)]、混合溶液 (NaCl-水-1, 2-丙二醇) 的电导率, 其中混合溶液电导率的测量使用铂黑电导电极, 而混合溶剂则采用光亮铂电导电极测量。实验过程中电导电极放在密闭的电极管中, 以防溶剂挥发、浓度改变。浓度 c (mol/L) 为溶液中 NaCl 的浓度。电导率测量的数据列于表 1、表 2 中。

(2) 使用 PCM-I A 型介电常数测量仪,

收稿日期: 2008-05-29 修回日期: 2008-12-29

基金项目: 湖北省教育厅重点科研项目资助 (D20082202); 湖北师范学院应用研究项目 (2007E02)

作者简介: 王卫东 (1964-), 男, 辽宁省锦州市人, 教授, 主要从事溶液热力学和配位化学研究。E-mail: wangwd007@163.com

表 1 混合溶液 (NaCl-1, 2-丙二醇-水) 的电导率测定值

Table 1 Measured data of the conductivity of NaCl in mixed solution of water and 1, 2-Propanediol

$c/(\text{mol/L})$	$\kappa_{\text{液}}/(\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1})$			
	298.15 K	303.15 K	308.15 K	313.15 K
0.001	73	87	97	109
0.002	137	159	178	198
0.003	204	234	264	294
0.004	260	299	337	376
0.005	323	369	414	462
0.010	618	702	788	874
0.020	1195	1357	1523	1696
0.030	1822	2090	2340	2600
0.040	2370	2680	3000	3330
0.050	3010	3390	3780	4190

表 2 混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) (1, 2-丙二醇与纯水体积比为 1:4) 电导率测量值

Table 2 Measured data of the conductivity of the mixed solvent of water and 1, 2-Propanediol
(the volume ratio of 1, 2-Propanediol and water is 1:4)

T/K	298.15	303.15	308.15	313.15
$\kappa_{\text{剂}}/(\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1})$	10.11	11.41	12.85	14.52

乌氏粘度计测定混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 粘度, 测量数据列于表 3 中。
(1, 2-丙二醇与纯水体积比 1:4) 的介电常数及

表 3 混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) (1, 2-丙二醇与纯水体积比为 1:4) 的介电常数与粘度数据
及 A , B_1 , B_2 , M 和 α 值

Table 3 Measured data of dielectric constant, viscosity, A , B_1 , B_2 , M and α of the mixed solvent of water and 1, 2-Propanediol (the volume ratio of 1, 2-Propanediol and water is 1:4)						
T/K	ϵ	$\eta\times 10^3$	A	B_1	B_2	$\alpha\times 10^3$
298.15	75.32	1.7391	0.5422	0.2438	316.56	1.628
303.15	72.45	1.5076	0.5606	0.2520	369.25	1.442
308.15	70.11	1.3083	0.5746	0.2584	429.02	1.273
313.15	68.12	1.1498	0.5856	0.2633	491.27	1.132

1.3 数据处理

(1) 根据 $\lambda = (\kappa_{\text{液}} - \kappa_{\text{剂}}) \times 10^{-3} / c$ 公式^[2], 利用表 1、表 2 中的数据, 求得 NaCl 的摩尔电导率 λ (数据见表 4)。应用 Kohlrausch 经验规则^[3]: $\lambda = \lambda_0 (1 - \beta \sqrt{c})$, 以 $\lambda \sim \sqrt{c}$ 作图, 使用 Origin 软件进行线性拟合, 外推得到不同温度时 NaCl 在混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 中的无限稀释摩尔电导率 λ_0 值 (数据见表 4)。

(2) 利用表 3、表 4 数据, 根据 $\lg \gamma_{\pm} = \alpha$

$(\lambda - \lambda_0) = \lg(1 + 0.001 \cdot m/M)$ 公式^[2], 计算 NaCl 在混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 中的活度系数 $\gamma_{\pm}$ (数据见表 4), 其中:

$$\alpha = \frac{A_c |Z_+ \cdot Z_-|}{B_1 \lambda_0 + B_2}; \quad A_c = \frac{1.8246 \times 10^6}{(\epsilon T)^{3/2}};$$
$$B_1 = \frac{2.801 \times 10^6 \cdot |Z_+ \cdot Z_-| \cdot q}{(\epsilon T)^{3/2} \cdot (1 + \sqrt{q})};$$
$$B_2 = \frac{41.25 \cdot (|Z_+| + |Z_-|)}{\eta (\epsilon T)^{1/2}}。B_2 \text{ 式中的}$$
$$q = \frac{|Z_+ \cdot Z_-|}{|Z_+| + |Z_-|} \cdot \frac{l_+^0 + l_-^0}{|Z_+| \cdot l_+^0 + |Z_-| \cdot l_-^0} \cdot \epsilon$$

为混合溶剂的介电常数; η 为混合溶剂的粘度;
 T 为热力学温度; λ_0 为电解质无限稀释摩尔电
导率; λ^0_+ 、 λ^0_- 是正、负离子的无限稀释摩尔电导
率; Z_+ 、 Z_- 是正、负离子的电荷数。 M 为混合
溶剂的平均摩尔质量 (g/mol), $M = (m_1 +$

$m_2) / (\eta_1 + \eta_2) \approx 29.6308 \text{ g/mol}$ 为一个电解
质分子的正、负离子数目的总和 (即 $v_+ = v_- +$
 v_-); m 为电解质溶液的质量摩尔浓度 (mol/
kg)。 以上公式只适用于非缔合式电解质溶液
且浓度在 0.1 mol/l 以下。

表 4 混合溶液 (NaCl+ 1, 2-丙二醇-水) 的摩尔电导率、无限稀释摩尔电导率、活度系数
和相对偏摩尔自由能值

Table 4 Molar conductivity, the molar conductivity at infinite dilution, the activity coefficient and relative partial molar
free energy of NaCl in mixed solution of water and 1, 2-Propanediol

$c / (\text{mol/L})$	T / K	$\lambda / (\text{S cm}^2 \text{ mol}^{-1})$	$\lambda_0 / (\text{S cm}^2 \text{ mol}^{-1})$	$\gamma_{\pm}$	$-G_{\text{B.R}} / (\text{kJ/mol})$
0.001	298.15	62.890	67.222	0.9838	34.327
	303.15	75.590	77.195	0.9946	34.848
	308.15	84.150	86.121	0.9942	35.425
	313.15	94.480	98.351	0.9899	36.022
0.002	298.15	63.445	67.222	0.9858	30.881
	303.15	73.795	77.195	0.9887	31.384
	308.15	82.575	86.121	0.9895	31.897
	313.15	91.740	98.351	0.9828	32.450
0.003	298.15	64.630	67.222	0.9902	28.848
	303.15	74.197	77.195	0.9899	29.334
	308.15	83.717	86.121	0.9928	29.803
	313.15	93.160	98.351	0.9864	30.320
0.004	298.15	62.473	67.222	0.9821	27.463
	303.15	71.898	77.195	0.9823	27.922
	308.15	81.038	86.121	0.9850	28.369
	313.15	90.370	98.351	0.9792	28.860
0.005	298.15	62.578	67.222	0.9825	26.355
	303.15	71.518	77.195	0.9810	26.804
	308.15	80.230	86.121	0.9826	27.238
	313.15	89.496	98.351	0.9769	27.710
0.010	298.15	60.789	67.222	0.9756	22.953
	303.15	69.059	77.195	0.9728	23.353
	308.15	77.515	86.121	0.9745	23.729
	313.15	85.948	98.351	0.9676	24.151
0.020	298.15	59.245	67.222	0.9694	19.548
	303.15	67.280	77.195	0.9665	19.891
	308.15	75.508	86.121	0.9682	20.210
	313.15	84.074	98.351	0.9623	20.570
0.030	298.15	60.396	67.222	0.9730	17.520
	303.15	69.286	77.195	0.9724	17.817
	308.15	77.572	86.121	0.9735	18.105
	313.15	86.183	98.351	0.9671	18.433
0.040	298.15	58.997	67.222	0.9673	16.123
	303.15	66.715	77.195	0.9635	16.413
	308.15	74.679	86.121	0.9647	16.677
	313.15	82.887	98.351	0.9582	16.983
0.050	298.15	59.998	67.222	0.9704	15.001
	303.15	67.572	77.195	0.9657	15.277
	308.15	75.343	86.121	0.9660	15.527
	313.15	83.510	98.351	0.9592	15.826

(3)指定温度、溶剂和浓度的溶液中, NaCl 的相对偏摩尔自由能为^[1] $G_{B,R} = G_B - G_B^0 = 2RT \ln m + 2RT \ln \gamma_{\pm}$ 。上式中 G_B 为 NaCl 在混合溶剂(1,2丙二醇和水)中的偏摩尔自由能; G_B^0 为 NaCl 在标准态下的偏摩尔自由能。计算可得 NaCl 相对偏摩尔自由能 ($G_{B,R}$) 结果见表 4。

2 结果与讨论

2.1 NaCl 在混合溶剂(1,2丙二醇和水)中活度系数与浓度的关系

从表 4 中选取数据, 分别作 298.15 ~ 313.15 K 4 个不同温度下电解质 NaCl 在混合溶剂中活度系数随浓度的变化关系图 1。由图 1 可以看出在同一温度下, NaCl 溶液的活度系数 $\gamma_{\pm}$ 随溶液浓度变化呈现出有规律的变化, 即随浓度的增加, 活度系数 $\gamma_{\pm}$ 逐渐减小, 且 $\gamma_{\pm}$ - C 曲线逐渐趋向平缓, 即曲线斜率随浓度增大而逐渐减小。因 1,2 丙二醇的粘度较大, NaCl 在混合溶剂(1,2 丙二醇和水)中的溶解度远远小于其在水中的溶解度。当温度一定, NaCl 浓度增加时, 正、负离子之间静电吸引作用增强, 溶剂化自由离子浓度相对降低, 导致活度系数逐渐减小, 而当浓度很大时, 浓度微小的变化对活度系数变化影响不大^[4]。

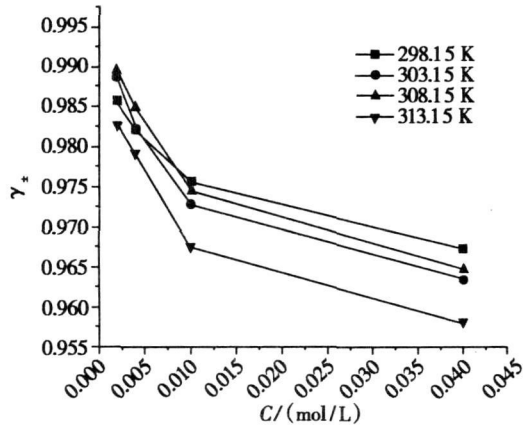


图 1 不同温度时混合溶液的活度系数与浓度的关系图

Fig 1 Relation of activity coefficient and concentration of the mixed solution at different temperature

2.2 NaCl 在混合溶剂(1,2丙二醇和水)中的相对偏摩尔自由能

2.2.1 NaCl 在混合溶剂中的相对偏摩尔自由能 ($G_{B,R}$) 随溶液浓度的变化规律

指定温度、溶剂和浓度的 NaCl 的相对偏摩尔自由能为^[1] $G_{B,R} = G_B - G_B^0 = 2RT \ln m + 2RT \ln \gamma_{\pm}$ 式中 G_B 为 NaCl 的偏摩尔自由能; G_B^0 为 NaCl 的标准态下的偏摩尔自由能。据上式求得 NaCl 的 $G_{B,R}$ 见表 4。由表 4 中数据可以看出, 在一定温度、溶剂中, $G_{B,R} < 0$ 说明 $G_B < G_B^0$ 。本文实验结果表明, 在一定温度、溶剂中, 浓度增加, $G_{B,R}$ 增大(负值减小), 这是因为浓度增加 ($\partial H_{B,R} / \partial m)_{T,X} > 0$ ($\partial S_{B,R} / \partial m)_{T,X} < 0$ 焓、熵协同效应所致^[1]。

2.2.2 NaCl 在混合溶剂中的相对偏摩尔自由能 ($G_{B,R}$) 随温度的变化规律

由本文实验结果得出(见表 4 中数据), 在一定浓度、溶剂中, 温度升高, $G_{B,R}$ 减小(负值增大), 这是因为随着温度升高, 体系混乱度增加, ($\partial H_{B,R} / \partial T)_{m,X} < 0$ ($\partial S_{B,R} / \partial T)_{m,X} > 0$ 根据 $G = H - TS$ 随温度升高, TS 值增大的幅度大于 H 值增大的幅度, 所以相对偏摩尔自由能减小, 也是焓、熵协同效应所致。

2.3 在 298.15 K 时 NaCl 在不同溶剂比的混合溶剂(1,2丙二醇和水)中的活度系数及相对偏摩尔自由能

2.3.1 298.15 K 时 NaCl 在不同溶剂比混合溶剂中的活度系数

使用 DDS-11 A 型数显电导率仪在恒温水浴中测定不同溶剂比混合溶剂(1,2 丙二醇和水)、混合溶液(NaCl-水-1,2 丙二醇)的电导率, 电导率测量数据列于表 5 中。

根据 $\lambda = (\kappa - \kappa_0) \times 10^{-3} / c$ 公式利用表 1、表 2、表 5 中的数据, 求得 298.15 K 时在不同溶剂比混合溶剂(1,2 丙二醇和水)中电解质 NaCl 溶液的摩尔电导率 λ 值(见表 7), 应用 Kohlrausch 经验规则^[3] $\lambda = \lambda_0 (1 - \beta \sqrt{c})$ 以 $\lambda \sim \sqrt{c}$ 作图, 使用 Origin 软件进行线性拟合, 外推得到 298.15 K 时在不同溶剂比混合溶剂中 NaCl

溶液的无限稀释摩尔电导率 λ_0 值 (见表 7), 应用 $\lg \gamma_{\pm} = \alpha (\lambda - \lambda_0) - B(1 + 0.001 \sqrt{M})$ 公式和表中的数据 (见表 6、表 7) 计算得 298.15 K 时不同溶剂比混合溶剂中电解质 NaC 溶液的活度系数 $\gamma_{\pm}$, 其中 $M = (m_{\text{水}} + m_{\text{醇}}) / (n_{\text{水}} + n_{\text{醇}})$ 。

表 5 298.15 K 时不同溶剂比混合溶剂的溶液 (NaCl-1, 2-丙二醇-水) 电导率 [$\kappa_{\text{液}} / (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})$] 测定值

Table 5 Measured data of the conductivity of NaCl in the mixed solution of water and 1, 2-Propanediol with different volume ratio at 298.15 K

$c / (\text{mol/L})$	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050
溶剂体积比 (1, 2-丙二醇: 水) 1:1	4.21	34	61	86	109	131	255	501	748	945	1 153
(1, 2-丙二醇: 水) 1:2	6.32	53	97	142	184	225	424	826	1 218	1 601	1 977

表 6 298.15 K 下不同溶剂比混合溶剂 (1, 2-丙二醇和水) 的介电常数与粘度测定数据及 A , B_1 , B_2 和 α 值

Table 6 Measured data of dielectric constant, viscosity, A , B_1 , B_2 , M and α of the mixed solvent of water and 1, 2-Propanediol with different ratio

溶剂体积比 (1, 2-丙二醇: 水)	ϵ	$\eta \times 10^3$	B_1	B_2	A	$M / (\text{g/mol})$	$\alpha \times 10^3$
1:1	58.71	4.975 2	0.354 2	125.33	0.787 9	47.054 5	5.744
1:2	66.52	2.800 5	0.293 7	209.18	0.653 3	37.374 7	2.923
1:4	75.32	1.739 1	0.243 8	316.56	0.542 2	29.630 8	1.628

表 7 298.15 K 下 NaC 电解质在不同溶剂比混合溶剂中的摩尔电导率、无限稀释摩尔电导率、活度系数和相对偏摩尔自由能值

Table 7 Molar conductivity, the molar conductivity at infinite dilution, the activity coefficient and relative partial molar free energy of NaCl in the mixed solution of water and 1, 2-Propanediol with different volume ratio

溶剂体积比 (1, 2-丙二醇: 水)	$c / (\text{mol/L})$	$\lambda / (\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$	$\lambda_0 / (\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$	$\gamma_{\pm}$	$-G_{\text{BR}} / (\text{kJ/mol})$
1:1	0.001	29.790	33.445	0.952 7	34.486
	0.002	28.395		0.935 2	31.142
	0.003	27.263		0.921 2	29.207
	0.004	26.198		0.908 3	27.850
	0.005	25.358		0.898 1	26.800
	0.010	25.079		0.894 4	23.384
	0.020	24.840		0.890 8	19.968
	0.030	24.793		0.889 4	17.965
	0.040	23.520		0.873 7	16.627
	0.050	22.976		0.866 6	15.562
1:2	0.001	46.680	48.775	0.985 9	34.317
	0.002	45.340		0.977 0	30.925
	0.003	45.227		0.976 1	28.920
	0.004	44.420		0.970 8	27.520
	0.005	43.736		0.966 3	26.437
	0.010	41.768		0.953 2	23.068
	0.020	40.984		0.947 5	19.662
	0.030	40.389		0.943 0	17.675
	0.040	39.867		0.939 0	16.270
	0.050	39.414		0.935 4	15.183
1:4	0.001	62.890	67.222	0.983 8	34.327
	0.002	63.445		0.985 8	30.881
	0.003	64.630		0.990 2	28.848
	0.004	62.473		0.982 1	27.463
	0.005	62.578		0.982 5	26.355
	0.010	60.789		0.975 6	22.953
	0.020	59.245		0.969 4	19.548
	0.030	60.396		0.973 0	17.520
	0.040	58.997		0.967 3	16.123
	0.050	59.998		0.970 4	15.001

从表 7 可以看出,在一定浓度、温度下,活度系数随溶剂比中水含量的增加而增大,这是因为水是兼具电子给予体 (EDP 利用氧原子)和电子接受体 (EPA 形成氢键)双重性质的非凡溶剂,粘度小、介电常数较大,对正负离子的溶剂化作用较强,而 1,2 丙二醇介电常数较小,对正负离子的溶剂化作用相对较弱。所以随着 X_G混合溶剂中醇的摩尔分数)的减小,混合溶剂中水物质量的增加,1,2 丙二醇物质量的减小,混合溶剂的介电常数增大,粘度减小;正、负离子间静电作用减弱,溶剂化自由离子的浓度增大,溶剂化作用增强,混合溶剂的溶剂化作用增强,从而导致 NaCl 的活度系数 ($\gamma_{\pm}$)随 X_G减小而增大^[5]。

2.3.2 NaCl 在不同溶剂比的混合溶剂中的相对偏摩尔自由能

指定温度、溶剂和浓度的 NaCl 的相对偏摩尔自由能为^[1] $G_{B,R} = G_B - G_B^0 = 2RT \ln m + 2RT \ln \gamma_{\pm}$ 。式中 G_B 为 NaCl 的偏摩尔自由能; G_B^0 为 NaCl 的标准态下的偏摩尔自由能。据上式求得 NaCl 在不同溶剂比的混合溶剂 (1,2 丙二醇和水)中的相对偏摩尔自由能 $G_{B,R}$ 值 (数据见表 7)。

从表 7 中数据可以看出,一定浓度、温度下,相对偏摩尔自由能随混合溶剂中水含量的增加而增大。根据公式 $G_{B,R} = G_B - G_B^0 = 2RT \ln m + 2RT \ln \gamma_{\pm}$,在 T m 一定的情况下,随混合溶剂中水含量的增加,活度系数 $\gamma_{\pm}$ 值增大,则 $G_{B,R}$ 增大。所以,在一定浓度、温度下,NaCl 的相对偏摩尔自由能随混合溶剂中水含量的增加而增大,即相对偏摩尔自由能随混合溶剂中 X (醇的物质的量的分数)的减少而增大^[5-6]。

3 结 论

在 298.15~313.15 K 温度范围内 NaCl 在混合溶剂 (1,2 丙二醇和水)中的电导率随浓度和温度的增加而增加;在同一温度下,NaCl 溶液的活度系数 $\gamma_{\pm}$ 随溶液浓度的增加而逐渐减小;在一定温度、溶剂中,随溶液浓度的增加,NaCl 溶液的相对偏摩尔自由能增大;在一定浓度、溶剂中,随溶液温度的增加,NaCl 溶液的相对偏摩尔自由能降低;在一定浓度、温度下,NaCl 溶液的活度系数和相对偏摩尔自由能随混合溶剂中水含量的增加而增大。

参考文献:

[1] 李林尉,褚德莹,刘瑞麟.应用离子选择性电极进行溶液热力学研究 IX—RbCl 在水及混合溶剂中相对偏摩尔自由能、熔和熵的测定[J].华中师范大学学报(自然科学版).1998 32(2): 186—191.

[2] 王卫东. KCl 在混合溶剂 (水和异丙醇) 中的热力学性质的研究[J]. 盐湖研究, 2004 12(4): 38—44.

[3] 黄子卿. 电解质溶液理论导论 (修订版) [M]. 北京: 科学出版社. 1983 82—83, 105—106.

[4] 王卫东, 向翠丽, 胡珍珠, 等. 非水溶剂中电解质溶液活度系数的测定: NaCl 在 1,2 丙二醇中活度系数的测定 [J]. 盐湖研究, 2004 12(1): 43—45.

[5] 李林尉, 丁原菊, 褚德莹, 等. 应用离子选择性电极进行溶液热力学研究 (X)—RbCl 在 (H₂O~DMF) 混合溶剂中热力学性质的测定 (298.15~318.15 K) [J]. 山东大学学报 (自然科学版) 1988 33(2): 210—216.

[6] 李林尉, 刁兆玉, 褚德莹. RbCl 在混合溶剂中的介质效应 [J]. 山东师范大学学报 (自然科学版) 1998 13(4): 404—407.

(下转第 18 页)

Vegetation and Climate Changes Based on the Pollen Records in Gansu-Qinghai Area since the Last Deglaciation

WEI Hai-cheng, MA Hai-zhong, PAN An-ding, SHAN Fa-shou

- (1. Qinghai Institute of salt lake Chinese Academy of sciences, Xining 810008, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;
3. College of geographical science Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The paper analyses the high resolution pollen records of Dalianhai lake, Qinghai lake, Sujiawan and Dadjwan sediment in Gansu-Qinghai area since the last deglaciation. And discusses the climate change, cold-dry climate incidents and vegetation distribution from east to west in this area. It is shown that the late glacial began between 15.2~14.6 ka BP, the climate was cold and humid during the early period, cold and dry during the late period, and totally unstable; meadows, desert, steppe vegetation developed from east to west. In early Holocene the climate was temperate and dry, shrub meadows, meadow appeared in this area. During the middle Holocene climate was warm and wet, conifer and broad-leaved deciduous mixed forest developed. Climate became cold and dry since 3.9~3.4 ka BP. In early period climate was relatively warm and wet, meadows, shrub meadow vegetation developed in east of the area; in late period (2.3~0 ka BP) climate was dry and cold, vegetation involved to meadows, desert, steppe.

Key words: Gansu-Qinghai area, Last deglaciation, Pollen record, Environmental change, A/C ratio

(上接第 40 页)

Study on Thermodynamics of NaCl in Mixed Solution of Water and 1, 2-Propanediol

WANG Weidong, LI Jin-yan

(College of Chemistry and Environmental Engineering, Hubei Normal University, Huangshi 435002, China)

Abstract: The activity coefficient of NaCl in mixed solution of water and 1, 2-Propanediol were measured using conductivity method, and the relationship between activity coefficient and concentration of mixed solution were discussed. The relative partial molar free energy of NaCl in mixed solution were calculated and change law of relative partial molar properties were discussed preliminarily.

Key words: Conductivity method, Activity coefficient, Relative partial molar energy, Mixed solvent, NaCl