

2018 年度高等学校科学研究优秀成果奖（科学技术）推荐项目公示

一、项目名称：柴达木盆地盐湖卤水体系介稳相平衡与化学模型研究

二、推荐单位：天津科技大学

三、项目简介

本项目在国家自然科学基金 2 个项目和 2 个青年项目的资助下，在理论和实验上系统研究了柴达木盆地盐湖富锂钾镁硼卤水体系— Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} // Cl^- , SO_4^{2-} , borate- H_2O 多温 ($-10^\circ\text{C}\sim 75^\circ\text{C}$)介稳相平衡与热力学性质，建立了该复杂卤水体系溶解度预测的化学模型，指导卤水资源盐类分离、滩田结构优化和深池积温化工设计方案，为我国优势卤水资源的开发利用、促进盐化工产品高值化和产业链的升级提供极为重要的基础数据和理论支撑。

主要有 5 个重要科学发现：（1）建立了复杂卤水体系介稳相平衡研究方法和手段。自行设计制作了高精度双控温系统低温介稳相平衡实验装置，设计模拟自然条件的日照、风速和湿度的蒸发设备，填补了硫酸盐型盐湖卤水体系低温介稳相平衡与相图研究空白。（2）完成柴达木盆地盐湖硫酸镁亚型卤水体系— Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} // Cl^- , SO_4^{2-} , borate- H_2O 多温 ($-10^\circ\text{C}\sim 75^\circ\text{C}$)介稳相平衡实验研究，并首次建立了水盐体系溶解度特色数据库。（3）创新硼酸盐水溶液体系量热学研究方法。系统开展硼酸盐卤水体系比热、溶解热、稀释热和混合热的热力学与热化学性质研究，揭示硼酸盐溶液体系存在形态、离子相互作用及其转化规律，丰富和发展盐湖硼酸盐化学理论。（4）发展电解质溶液理论，构建柴达木盆地盐湖卤水体系溶解度预测的化学模型。（5）完善多温多体系水盐体系相图及其工艺技术解析，结合不同区域卤水自然蒸发规律，建立卤水组成变化、盐类矿物结晶和转化的动态模型，制订卤水综合利用技术方案。

本项目系统建立了水盐体系介稳相平衡与相图的实验和理论体系，共发表 SCI 论文 55 篇，他引 186 次，出版国家级教材 1 部《水盐体系相图及应用》、专著 2 部《柴达木盆地盐湖卤水体系介稳相平衡与相图》、《Stable and Metastable Phase Equilibria in the Salt-Water Systems》。

经核实，该项目推荐书所填内容属实，具有显著的学科特色和集成创新的特点。根据本项目所取得的创新性成果和高等学校科学研究优秀成果奖励推荐条件及有关规定，推荐该项目申报 2018 年度高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖一等奖。

四、主要完成人情况表

姓 名	邓天龙	排 名	1	技术职称	教授
工作单位	天津科技大学			完成单位	天津科技大学
曾获科技奖励情况	教育部“卤水资源综合利用”创新团队负责人（2013 年）、入选中国科学院“百人计划”（2005 年）、中国柳大纲优秀青年科技奖（2008 年）、天津市专利优秀奖（“一种室温无机相变材料的制备方法”，2016 年，排名第 1）				
本人对本项目主要学术贡献：（限 300 字）					
本项目负责人，总体学术思想和研究方案的提出者，对项目重要科学发现（1）-（5）作出了创造性贡献，主要包括：建立了复杂卤水体系介稳相平衡与相图研究方法理论与，首次构建了系统性强、具有国际影响的水盐体系溶解度数据库，并开发了基于现代电解质溶液 Pitzer 扩展理论的水盐体系溶解度预测化学系模型，制定卤水资源的合理开发及高值化利用的工艺方案。					
姓 名	王士强	排 名	2	技术职称	副研究员
工作单位	天津科技大学			完成单位	天津科技大学
曾获科技奖励情况	天津市专利优秀奖（“一种室温无机相变材料的制备方法”，2016 年，排名第 4）				
本人对本项目主要学术贡献：（限 300 字）					
本人自参加工作时就加入了邓天龙教授的课题组，并一直从事水盐体系介稳相平衡与化学模型研究，对项目重要科学发现（1）、（2）、（4）、（5）作出了创造性贡献，主要包括：系统开展复杂卤水体系介稳相平衡与相图研究、建立水盐体系溶解度特色数据库和水盐体系溶解度预测化学模型的开发，并利用相关体系多温介稳相图，制定卤水资源盐田滩晒和盐类分离提取工艺方案，尤其是针对高镁锂比卤水体系，开展盐田摊晒、深池太阳能技术，实现分离获得高经济价值锂盐产品。					

姓 名	郭亚飞	排 名	3	技术职称	高级工程师
工作单位	天津科技大学			完成单位	天津科技大学
曾获科技奖励情况	天津市专利优秀奖(“一种室温无机相变材料的制备方法”, 2016 年, 排名第 3)				
本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)					
本人对项目重要科学发现 (1)、(2)、(3)、(4) 作出了创造性贡献, 主要负责建立卤水大量锂存在下镁、钙准确分析方法, 以正丁醇和乙醇的混合醇为掩蔽剂, 成功抑制了 Li^+ 与指示剂的络合, 从而实现卤水中 Mg^{2+}、Ca^{2+} 的快速准确测定; 锂、镁硼酸盐热力学性质研究, 包括采用微量热技术, 获得三种锂硼酸盐和四种镁硼酸盐溶液体系的热容、溶解热、稀释热、混合热, 首次拟合获得各锂、镁硼酸盐水溶液体系的离子作用参数, 并建立 Pitzer 参数与温度的关联式, 揭示锂、镁硼酸盐溶液体系的离子相互作用。					
姓 名	余晓平	排 名	4	技术职称	助理研究员
工作单位	天津科技大学			完成单位	天津科技大学
曾获科技奖励情况	无				
本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)					
本人对项目重要科学发现 (1)、(2)、(5) 作出了创造性贡献, 主要负责建立介稳相化学实验方法和手段, 设计制作了模拟柴达木盆地不同季节的实验蒸发装置, 开展含锂镁体系介稳相平衡与相图实验, 以水盐体系溶解度数据库专家系统和溶解度预测化学模型为指导, 通过多温相图工艺解析, 重新制定各阶段分卤点, 指导盐田摊晒工艺; 快速筛选与合成无机钠基、钙基、镁基相变储能材料, 并应用到建筑环保节能、农副产品存储和保鲜等领域。					

五、论文、论著目录

1.不超过 10 篇代表性论文、专著								
序号	论文、专著 名称/刊名/作者	影响因子	年卷页码 年(卷):页码	发表年月	通讯作者/第一作者 (中文名)	SCI 他引次数	他引 总次数	是否 国内 完成
1	Interference of Lithium in Measuring Magnesium by Complexometry: Discussions of the Mechanism / Journal of Chemistry / Gao Jie, Guo Yafei, Wang Shiqiang, Deng Tianlong, Chen Yuwei, Belzile Nelson	1.300	2013, 2013: 1-4	2013-07	邓天龙/高洁	19	20	是
2	Solid-liquid Metastable Equilibria in the Quaternary System (NaCl-KCl-CaCl ₂ -H ₂ O) at 288.15 K / Fluid Phase Equilibria / Deng Tianlong, Li Dongchan	2.473	2008, 269(1-2): 98-103	2008-07	邓天龙/邓天龙	17	18	是
3	(Solid + liquid) Isothermal Evaporation Phase Equilibria in the Aqueous Ternary System (Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + H ₂ O) at T = 308.15 K / Journal of Chemical Thermodynamics / Wang Shiqiang, Deng Tianlong	2.726	2008, 40(6): 1007-1011	2008-06	邓天龙/王士强	8	8	是
4	Metastable Phase Equilibrium in the Aqueous Quaternary System (LiCl + MgCl ₂ + Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + H ₂ O) at 308.15 K / Journal of Chemical and Engineering Data / Gao Jie, Deng Tianlong	2.323	2011, 56(4): 1452-1458	2011-04	邓天龙/高洁	9	9	是
5	Phase Equilibria and Phase Diagrams for the Aqueous Ternary System (Na ₂ SO ₄ + Li ₂ SO ₄ + H ₂ O) at (288 and 308) K / Journal of Chemical and Engineering Data/ Guo Yafei, Liu Yuanhui, Wang Qin, Lin Chenxiao, Wang Shiqiang, Deng Tianlong	2.323	2013, 58(10): 2763-2767	2013-10	邓天龙/郭亚飞	7	7	是
6	Solid-liquid Metastable Equilibria in the Quaternary System Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + Na ₂ SO ₄ + H ₂ O at T=263.15 K / Fluid Phase Equilibria / Li Zhiyang, Deng Tianlong, Liao Mengxia	2.473	2010, 293(1): 42-46	2010-06	邓天龙/李治阳	6	6	是
7	Metastable Phase Equilibrium in the Aqueous Quaternary System (KCl + K ₂ SO ₄ + K ₂ B ₄ O ₇ + H ₂ O) at 308.15 K / Journal of Chemical and Engineering Data / Deng Tianlong, Wang Shiqiang, Sun Bai	2.323	2008, 53: 411-414	2008-02	邓天龙/邓天龙	5	5	是

8	Solubilities, Densities, and Refractive Indices in the Salt-water Ternary System (LiCl+LiBO ₂ +H ₂ O) at T=288.15 K and 298.15 K and p=0.1MPa / Journal of Chemical and Engineering Data / Gao Daolin, Guo Yafei, Yu Xiaoping, Wang Shiqiang, Deng Tianlong	2.323	2015, 60(9): 2594-2599	2015-09	邓天龙/高道林	5	5	是
9	Chapter 16. Stable and Metastable Phase Equilibria in the Salt-Water Systems In: Advances in Crystallization Processes / Deng Tianlong		2012: 399-430	2012-05	Yitzhak Mastai/邓天龙			是
10	水盐体系相图及应用 / 邓天龙, 周桓, 陈侠		2013: 1-326	2013-11	邓天龙/邓天龙			是

五、论文、论著目录

2.上述代表性论文被他人引用代表性引文、专著目录（不超过 10 篇）				
序号	被引论文、专著名称/刊名/作者	引文名称/刊名/作者	影响因子（引文）	引文发表年月
1	Interference of Lithium in Measuring Magnesium by Complexometry: Discussions of the Mechanism / Journal of Chemistry / Gao Jie, Guo Yafei, Wang Shiqiang, Deng Tianlong, Chen Yuwei, Belzile Nelson	Complexometric titrations: new reagents and concepts to overcome old limitations / Analyst / Zhai J. Y., Bakker E.	3.864	2016-05
2	Solid-liquid Metastable Equilibria in the Quaternary System (NaCl-KCl-CaCl ₂ -H ₂ O) at 288.15 K / Fluid Phase Equilibria / Deng Tianlong, Li Dongchan	Solubility phenomena studies concerning brines in China/ Pure Applied Chemistry / Song Pengsheng, Sun Bai, Zeng Dewen	2.626	2013-11
3	(Solid + liquid) Isothermal Evaporation Phase Equilibria in the Aqueous Ternary System (Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + H ₂ O) at T = 308.15 K / Journal of Chemical Thermodynamics / Wang Shiqiang, Deng Tianlong	IUPAC-NIST Solubility Data Series. 104. Lithium Sulfate and its Double Salts in Aqueous Solutions / Journal of Physical and Chemical Reference Data / Sohr Julia, Voigt Wolfgang, Zeng Dewen	4.204	2017-06
4	Metastable Phase Equilibrium in the Aqueous Quaternary System (LiCl + MgCl ₂ + Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + H ₂ O) at 308.15 K / Journal of Chemical and Engineering Data / Gao Jie, Deng Tianlong	Solid-liquid phase equilibrium and phase diagram for the reciprocal quaternary system Na ⁺ , K ⁺ //SO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻ - H ₂ O at 313.15 K/ Fluid Phase Equilibria / Wei Shen, Yongsheng Ren, Jiajin Sun	2.473	2016-12
5	Phase Equilibria and Phase Diagrams for the Aqueous Ternary System (Na ₂ SO ₄ + Li ₂ SO ₄ + H ₂ O) at (288 and 308) K / Journal of Chemical and Engineering Data/ Guo Yafei, Liu Yuanhui, Wang Qin, Lin Chenxiao, Wang Shiqiang, Deng Tianlong	(Solid + liquid) phase equilibrium for the ternary system (NaCl + NaH ₂ PO ₄ + H ₂ O) at T = (298.15 and 313.15) K and atmospheric pressure / Journal of Chemical Thermodynamics / Zhang Xiaorui, Ren Yongsheng, Ma Wenjuan, Ma Huijun	2.679	2014-10
6	Solid-liquid Metastable Equilibria in the Quaternary System Li ₂ SO ₄ + MgSO ₄ + Na ₂ SO ₄ + H ₂ O at T=263.15 K / Fluid Phase Equilibria / Li Zhiyang, Deng Tianlong, Liao Mengxia	Study of the solubility, viscosity and density in Na ⁺ , Zn ²⁺ /Cl ⁻ -H ₂ O, Na ⁺ -Zn ²⁺ -(H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O, Na ⁺ , Cl ⁻ /(H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O, and Zn ²⁺ , Cl ⁻ /(H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O ternary systems, and in Na ⁺ , Zn ²⁺ /Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ //H ₂ O reciprocal quaternary system at 273.15 K / Journal of Chemical Thermodynamics / Adiguzel Vedat, Erge Hasan, Alisoglu Vahit, Necefoglu Hacali	2.679	2014-08
7	Metastable Phase Equilibrium in the Aqueous Quaternary System (KCl + K ₂ SO ₄ + K ₂ B ₄ O ₇ + H ₂ O) at 308.15 K / Journal of Chemical and Engineering Data / Deng Tianlong, Wang Shiqiang, Sun Bai	Salt-forming regions of seawater type solution in the evaporation and fractional crystallization process/ Fluid Phase Equilibria / Zhou Huan, Bao Yanjuan, Bai Xiaoqin, Ma Ruoxin, Zhang Chuang	2.473	2014-01

8	Solubilities, Densities, and Refractive Indices in the Salt-water Ternary System ($\text{LiCl}+\text{LiBO}_2+\text{H}_2\text{O}$) at $T=288.15\text{ K}$ and 298.15 K and $p = 0.1\text{ MPa}$ / Journal of Chemical and Engineering Data / Gao Daolin, Guo Yafei, Yu Xiaoping, Wang Shiqiang, Deng Tianlong	Exploring Chemistry in Microcompartments Using Guided Droplet Collisions in a Branched Quadrupole Trap Coupled to a Single Droplet, Paper Spray Mass Spectrometer / Analytical Chemistry / Jacobs Michael I., Davies James F., Lee Lance, Davis Ryan D., Houle Frances, Wilson Kevin R.	6.32	2017-11
9	Chapter 16. Stable and Metastable Phase Equilibria in the Salt-Water Systems / Advances in Crystallization Processes / Deng Tianlong	Phase Equilibria in Multicomponent Water–Salt Systems / Journal of Chemical and Engineering Data / Sherali Tursunbadalov, Lutfullo Soliev	2.323	2016-07
10	水盐体系相图及应用 / 邓天龙, 周桓, 陈侠	(Solid + liquid) phase equilibria of $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O})$ and $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ ternary systems at $T=323.15\text{ K}$ / Journal of Chemical Thermodynamics / Cao H.Y., Zhou H., Bai X.Q., Ma R.X., Tan L.N., Wang J.M.	2.726	2016-02

