

# 新疆矿物光致发光特性研究

## 一、提名单位意见

符合自治区自然科学奖提名条件，同意提名自治区 2023 年度自然科学奖二等奖。

## 二、项目简介

本项目结合新疆矿物资源极为丰富的地缘优势，用发光学、材料学和矿物学的研究方法，对新疆各地矿物的独特发光特性其应用探索进行系统研究。通过 X 射线衍射 (XRD)、电子探针、电感耦合等离子体发射光谱仪、稳态/瞬态荧光光谱等研究手段，研究新疆各地各类矿物的结构和成分、微量元素种类和价态、发光起因、发光中心种类、能带结构、能量传递的方式等重要的物理和化学性质，并进一步揭示其发光机理。以天然矿物作基质晶体，去除猝灭剂，通过掺杂合适的激活剂、进行热处理等研究手段，提高天然矿物的发光效率，实现其实际应用。依据矿物的结构成份及其发光性能研究，研制出高亮度、高效率、环保的发光材料，为探索新基质的发光材料提供理论基础和技术路线。

主要科学发现点包括：通过本项目的研究发现①不同地点所产出的同名矿物由于成矿环境不同，导致发光机理不同；②部分矿物可以作为很好的发光基质材料；③有些矿物可以直接加工获得发光强度高、颜色分布合理、高效率的发光材料；④从矿石中提取的某些矿物是可以直接作为发光材料；⑤对某些天然矿物直接掺入激活剂可以获得发光材料。前后揭示了 15 种矿物的成分和结构、微量元素种类和价态、发光起因、发光中心种类、能量传递的方式、发光机理等重要的物理和化学性质。对 8 种天然矿物通过掺杂激活剂、热处理、辐照处理等手段提高发光矿物的发光效率。其中，新研究手段加工的 4 种天然矿物具备了应用前景。根据天然矿物的发光特性合成相应 13 种发光材料，制备新型发光材料等方面实现突破，为开发和研制新型发光材料提供了一定的理论依据和技术指导。

科学价值主要包括：①发光物理学和矿物学学科的交叉形成了“矿物发光学”，促进了矿物和发光材料领域的发展；②为矿物鉴定及矿物分选等方面提供了一定依据；③指明了利用天然矿物研制发光材料的优越性和应用前景；④在天然矿物发光特性基础上合成新型荧光材料，避免研究的盲目性，有针对性的合成新型荧光材料方面提供了新思路和方法；⑤发现硫 S、钛 Ti 等作为发光中心的天然矿物，为设计非稀土掺杂的发光功能材料及应用提供思路；⑥为实现新疆天然矿石向发光功能材料的进一步转化奠定了很好的基础。共主持课题 10 项，其中国家级科研项目 5 项；发表学术论文 75 篇，其中 38 篇被 SCI 收录。

同行引用及评价：20 篇代表性论文被引用 202 次；有四篇论文分别获得第八届、第九届、第十届、第十二届自治区人民政府自然科学优秀论文奖；展示了新疆十多种发光矿物，让世界认识了新疆发光矿物，如以色列学者 Michael Gaft，

在《矿物和材料的发光光谱》书中，详细介绍和采用本申请的工作，其中认为在新疆矿物中发现的方钠石的发光特性非常罕见；期刊《中国国家地理》在 2017 年 685 期介绍了荧光矿物、发光蘑菇，并介绍了本申请人相关的工作，认为荧光矿物研究和应用具有更加广阔研究和应用空间等方面有了正面报道。

### 三、代表性论文目录

序号	论文专著名称	刊名	年卷期	影响因子	发表时间	第一作者
1	Synthesis and Luminescence Properties of a New Type of Green Fluorescent Powder BaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> :Tb <sup>3+</sup> , Ce <sup>3+</sup>	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL ANALYSIS	(2017)37: 1595-1600	0.7	2017/05/04	Wan Ying
2	Near-Infrared Photoluminescence Properties of Natural Sodalite Activated with Mn and Fe Transition Metal Ions Doping	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL ANALYSIS	(2013)33: 2926-2929	0.7	2013/11/01	Aidilibike Tuerxun
3	Photoluminescence of Synthetic Scapolite Na <sub>4</sub> Ca <sub>4</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>9</sub> O <sub>24</sub> Phosphors Activated with Ce <sup>3+</sup> and Tb <sup>3+</sup> and Energy Transfer from Ce <sup>3+</sup> to Tb <sup>3+</sup>	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL ANALYSIS	(2015)35: 3241-3246.	0.7	2015/11/16	Ma Yuan-yuan
4	Photoluminescence properties and energy transfer of a single-phased white-emitting NaAlSiO <sub>4</sub> :Ce <sup>3+</sup> ,Sm <sup>3+</sup> phosphor	JOURNAL OF RARE EARTHS	(2017) 35: 850-856	2.524	2017/9/28	Wan Ying
5	Photoluminescence properties of thenardite activated with Eu	JOURNAL OF LUMINESCENCE	(2009) 129: 1271-1275	1.847	2009/6/21	Sidike, Aierken
6	Photoluminescence spectra of thenardite Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> activated with rare-earth ions, Ce <sup>3+</sup> , Sm <sup>3+</sup> , Tb <sup>3+</sup> , Dy <sup>3+</sup> and Tm <sup>3+</sup>	JOURNAL OF LUMINESCENCE	(2011) 131: 1840-1847	3.5999	2011/9/22	Sidike Aierken
7	Photoluminescence properties of thenardite from Ai-Ding Salt Lake, Xinjiang, China	PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	(2009) 36: 3	1.597	2019/05/14	Sidike, Aierken
8	Photoluminescence spectra of S-2(-) center in natural and heat-treated scapolites	PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	(2008) 35: 137-145	1.524	2008/04/01	Sidike, Aierken
9	Luminescence Properties of Thenardite Activated with Tm <sup>3+</sup> under Vacuum	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL	(2011) 31: 349-352	0.293	2011/02/22	Yusufu Taximaiti

	Ultraviolet Excitation	ANALYSIS				
10	Photoluminescence properties of green and red luminescence from natural and heat-treated sodalite	PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	(2014)41: 227-235	1.538	2014/4/22	Kaiheriman Muyasier
11	Photoluminescence of baratovite and katayamalite	PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	(2010) 37: 705-710	1.876	2010//12/15	Sidike, Aierken
12	Photoluminescence properties of anthophyllite	PHYSICS AND CHEMISTRY OF MINERALS	(2010) 37: 83-89	4.997	2010/02/18	Sidike, Aierken
13	Effect of Li <sup>+</sup> doping on the luminescence performance of a novel KAlSiO <sub>4</sub> :Tb <sup>3+</sup> green-emitting phosphor	NATURE SCIENTIFIC REPORTS	(2021) 11:1	4.997	2021/05/04	Yantake, Reziwangul i
14	Phase transition and fluorescence regulation of BaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> :Eu using Ba source	JOURNAL OF LUMINESCENCE	(2020) 222:117058	3.599	2020/02/21	Sun Lanlan
15	Photoluminescence properties of Tb <sup>3+</sup> -doped sodalite under VUV-UV light excitation	JOURNAL OF LUMINESCENCE	(2015)157 : 411-415	2.693	2015/1/3	Kaiheriman Muyasier
16	Luminescence properties and energy transfer of Na <sub>2</sub> CaSiO <sub>4</sub> :Sm <sup>3+</sup> ,Eu <sup>3+</sup> +p phosphor	Acta Physica Sinica	(2017)66: 97-103	0.669	2017/12/05	Su Xiao-Na
17	Synthesis and Luminescence Properties of Sr <sub>2-x-y</sub> Al <sub>2</sub> SiO <sub>7</sub> :x%Sm <sup>3+</sup> , y%Li <sup>+</sup> Phosphors	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL ANALYSIS	(2019) 39:1013-1017	0.452	2019/06/12	Wang Qing-ling
18	Luminescence Properties of Thenardite Activated with Dy <sup>3+</sup> under Vacuum Ultraviolet Excitation	SPECTROSCOPY AND SPECTRAL ANALYSIS	(2011) 31:2063-2066	0.293	2011/08/19	Yusufu Taximaiti
19	Effect of polyhedral co-substitution on the crystal structure and luminescence color of Sr-2(Al <sub>1-x</sub> Mg <sub>x</sub> )(Al <sub>1-x</sub> Si <sub>1+x</sub> )O <sub>7</sub> :Eu <sup>2+</sup>	ACTA PHYSICA SINICA	(2019)68: 40-46	0.732	2019/05/09	Wang Qing-Ling
20	Rare earth ion Tb <sup>3+</sup> doped natural sodium feldspar (NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) Luminescent properties and energy transfer	Nature Scientific Reports	(2019) 9: 1	3.998	2019/10/10	Dilare Halmurat

#### 四、主要完成人情况

1.姓名：艾尔肯·斯地克

排名：第一

行政职务：无

技术职称：教授

工作单位：新疆师范大学

完成单位：新疆师范大学

对本项目技术创造性贡献：

作为本项目的主持人，主要从事发光矿物的研究，前后揭示了 15 种矿物的成分和结构，对 8 种天然矿物通过掺杂激活剂、热处理、辐照处理等手段提高发光矿物的发光效率。与本项目相关的主持课题 10 项，其中国家级科研项目 5 项，项目立项、组织、执行、产出成果等全过程贡献突出。与本项目相关的发光矿物材料的光致发光特性研究的成果在本项目里的 20 篇论著里，其中有 6 篇是本人以第一作者身份发的文章，有 14 篇是本人以通讯作者身份的文章。在本项目列出的《重要科学发现》中，以第一作者身份参与第 2 科学发现做出贡献，以通讯作者身份参与第 1, 3, 4, 5, 6, 7 和 8 科学发现做出突出贡献。首页见附件 1 代表性论文专著证明材料。代表性论文 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 的通讯作者。

2.姓名：塔西买提·玉苏甫

排名：第二

行政职务：新疆师范大学物理与电子工程学院

技术职称：教授

工作单位：无

完成单位：新疆师范大学

对本项目技术创造性贡献：

本人入选第十二批国家“千人计划”并获得资助，为项目主要的参与者。与艾尔肯·斯地克共同合作完成国家自然科学基金《新疆无水芒硝发光机理研究》。在本项目 20 篇主要论文专著里有 2 个第一作者身份的文章，分别为第 9 和第 18 个文章。有 1 个共同通讯作者身份的文章，题目为“Effect of Li<sup>+</sup> doping on the luminescence performance of a novel KAlSiO<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup> green-emitting phosphor”，研究了一种新型绿色钾霞石结构荧光粉，在 550 nm 处的发光强度大约增加了 4 倍。样品的颜色可以达到 83.3%。在 200 °C 时该荧光粉具有优异的热稳定性。此研究成果发表在 Nature 出版社的《Scientific reports》(JCR 一区, IF:4.997) 子刊上，对应《重要科学发现》中所列出来的第 5 科学发现有突出贡献。首页见附件 1 代表性论文专著证明材料。

3.姓名：热孜宛古丽·延塔克

排名：第三

行政职务：无

技术职称：无

工作单位：新疆师范大学

完成单位：新疆师范大学

对本项目技术创造性贡献：

本人为项目主要的参与者，发表论文《Effect of Li<sup>+</sup> doping on the luminescence performance of a novel KAlSiO<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup> green-emitting phosphor》文章在主要论文专著目录第 13 个，首页见附件完成人证明材料。研究了一种新型绿色钾霞石结构荧光粉 KAlSiO<sub>4</sub>: 1.5Tb<sup>3+</sup>, x Li<sup>+</sup>，并对其晶体结构、漫反射光谱和发光特性进行了研究。并证明了使用硅酸盐荧光粉产生固态照明用白光二极管的绿光成分是可行的。此研究成果发表在 Nature 出版社的《Scientific reports》(JCR 一区，IF:4.997，被引用 19 次) 子刊上，此论文见附件代表性论文专著封面第 5 篇。该文章在《CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL》(JCR 一区，IF: 15.1004) 等期刊上被引用。该文章为开发和研制新型光致发光材料提供理论依据和技术指导。对应《重要科学发现》中所列第 5 项科学发现有突出贡献。

4.姓名：何久洋

排名：第四

行政职务：无

技术职称：副教授

工作单位：新疆师范大学

完成单位：新疆师范大学

对本项目技术创造性贡献：

为项目主要的参与者，与艾尔肯·斯地克共同合作完成国家自然科学基金《架状硅酸盐结构中硫发光中心及其白光 LED 应用研究》、《新疆无水芒硝发光机理研究》；发表论文“Rare earth ion Tb<sup>3+</sup> doped natural sodium feldspar (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) Luminescent properties and energy transfer”。研究了新疆天然含铈钠长石和 Tb<sup>3+</sup> 掺杂天然钠长石(NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)荧光粉的晶体结构和发光性能。发现 Eu 在天然钠长石矿物中的分布呈聚集性。得到了从 Tb<sup>3+</sup>到 Eu<sup>3+</sup>的能量转移，样品的发光颜色从绿色到红色区域可以调控。该完成成果已发表在 Nature 出版社的《Scientific reports》(JCR 一区，IF:3.998，被引用 12 次) 子刊上。对应《重要科学发现》中所列出的第 8 项科学发现有突出贡献。首页见附件 1 代表性论文专著。

5.姓名：王庆玲

排名：第五

行政职务：无

技术职称：讲师

工作单位：新疆师范大学

完成单位：新疆师范大学

对本项目技术创造性贡献：

本人为项目主要的参与者，发表论文《Synthesis and Luminescence Properties of  $\text{Sr}_{2-x-y}\text{Al}_2\text{SiO}_7:x\%\text{Sm}^{3+}, y\%\text{Li}^+$  Phosphors》和《Effect of polyhedral co-substitution on the crystal structure and luminescence color of  $\text{Sr}_2(\text{Al}_{1-x}\text{Mg}_x)(\text{Al}_{1-x}\text{Si}_{1+x})\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 》文章在 20 篇主要论文专著目录第 17 个和第 19 个，首页见附件完成人证明材料。采用高温固相法，研究了两个具有黄长石结构的同构体，通过离子替代的方式形成一个完全固溶体，从而达到颜色可调。为开发和研制新型光致发光材料提供理论依据和技术指导。

## 五、完成人合作关系说明

### 完成人合作关系情况说明

第一完成人：艾尔肯·斯地克，博士，教授，硕士/博士生导师，国务院特殊津贴获得者，自治区天山英才工程培养入选者，新疆师范大学“物理学”学科带头人，新疆物理学会副理事长，“新疆矿物发光材料及其微结构”自治区教育厅普通高等学校重点实验室主任，“新疆发光矿物与光功能材料研究”自治区重点实验室主任。主要从事发光矿物和合成发光矿物材料的光致发光特性研究。在本项目中主要承担者。与本项目相关的主持课题 10 项，其中国家级科研项目 5 项；发表学术论文 75 篇，其中 38 篇被 SCI 收录；第一作者发表的 4 篇学术论文分别获得自治区人民政府自然科学优秀论文奖。

第二完成人：塔西买提·玉苏甫入选第十二批国家“千人计划”并获得资助，与艾尔肯·斯地克共同合作完成国家自然科学基金《新疆无水芒硝发光机理研究》，以第一作者与艾尔肯·斯地克为通讯作者在《光谱学与光谱分析》发表论文两篇《 $\text{Tm}^{3+}$ 激活无水芒硝在真空紫外光激发下的发光性质》、《 $\text{Dy}^{3+}$ 激活无水芒硝在真空紫外光激发下的发光性质》，首页见附件完成人证明材料；

第三完成人：热孜宛古丽·延塔克，与尔肯·斯地克以共同作者发表论一篇《Effect of  $\text{Li}^+$  doping on the luminescence performance of a novel  $\text{KAlSiO}_4:\text{Tb}^{3+}$  green-emitting phosphor》首页见附件完成人证明材料；

第四完成人：何久洋，与艾尔肯·斯地克共同合作完成国家自然科学基金《架状硅酸盐结构中硫发光中心及其白光 LED 应用研究》、《新疆无水芒硝发光机理研究》；首页见附件完成人证明材料；

第五完成人：王庆玲，与尔肯·斯地克以共同作者发表论文两篇：《 $\text{Sr}_{2-x-y}\text{Al}_2\text{SiO}_7:x\%\text{Sm}^{3+}, y\%\text{Li}^+$  荧光粉的合成与发光特性研究》、《多面体共替代对  $\text{Sr}_2(\text{Al}_{1-x}\text{Mg}_x)(\text{Al}_{1-x}\text{Si}_{1+x})\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$  晶体结构和发光颜色的影响》，首页见附件完成人证明材料，为国家自然科学基金《架状硅酸盐结构中硫发光中心及其白光 LED 应用研究》做出贡献。

认同以上内容及附件材料内容，同意本人及其他主要完成人员的排名顺序。

艾尔肯·斯地克

完成人合作关系情况汇总表

完成人排名	合作方式	合作时间	共同论文/立项	证明材料	合作人
2	共同立项	2010. 1. 1-2018. 12. 31	《新疆无水芒硝发光机理研究》	共同立项材料	艾尔肯·斯地克为主持人，塔西买提·玉苏甫为成员
	共同论文	2010. 1. 1-2018. 12. 31	《Tm <sup>3+</sup> 激活无水芒硝在真空紫外光激发下的发光性质》《Dy <sup>3+</sup> 激活无水芒硝在真空紫外光激发下的发光性质》	完成人证明材料	塔西买提·玉苏甫为第一作者，艾尔肯·斯地克为通讯作者
3	共同论文	2018. 9-2021. 8	《Effect of Li <sup>+</sup> doping on the luminescence performance of a novel KAlSiO <sub>4</sub> :Tb <sup>3+</sup> green-emitting phosphor》	完成人证明材料	热孜宛古丽·延塔克为第一作者，艾尔肯·斯地克为通讯作者
4	共同立项	2010. 1-2018. 12	《架状硅酸盐结构中硫发光中心及其白光 LED 应用研究》、《新疆无水芒硝发光机理研究》	共同立项材料	艾尔肯·斯地克为主持人，何久洋为成员
5	共同论文	2016. 9-2018. 12	《Sr <sub>2-x-y</sub> Al <sub>2</sub> SiO <sub>7</sub> :x%Sm <sup>3+</sup> ,y%Li <sup>+</sup> 荧光粉的合成与发光特性研究》、《多面体共替代对 Sr <sub>2</sub> (Al <sub>1-x</sub> Mg <sub>x</sub> )(Al <sub>1-x</sub> Si <sub>1+x</sub> )O <sub>7</sub> :Eu <sup>2+</sup> 晶体结构和发光颜色的影响》	完成人证明材料	王庆玲为第一作者，艾尔肯·斯地克为通讯作者

## 六、知情同意证明

所列完成人同意成果用于此次报奖，同意成果获奖人员排列顺序，相关成果此次报奖之前没有使用，同意以后也不再使用。

对于未列入申报获奖人员的参与者，论文第一作者及合作者同意成果用于此次报奖，同意不作为报奖完成人，相关成果此次报奖之前没有使用，同意以后也不再使用。