



**中国科学院大学**  
University of Chinese Academy of Sciences

## 博士学位论文评阅书

论文题目 低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶光电性质研究

作者姓名 程鹏飞

学位类别 理学博士

学科（专业） 物理化学

研究所（院系） 中国科学院大连化学物理研究所

中国科学院大学制

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	10
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	14
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	39
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	9
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	13
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	9
总体评价			总分	94

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶光电性质研究

作者姓名：程鹏飞

论文以当下的钙钛矿材料作为研究对象，展开了对其光电性质的探讨。论文在对钙钛矿材料的发展现状以及应用前景进行了较为全面的阐述和梳理的基础上，选取了低维度非铅钙钛矿材料的光电性质研究这一独特的角度切入。

该选题显示出相当程度的实践价值和创新性，能够解决铅的毒性问题以及三维钙钛矿的长期不稳定性，并且将理论计算和实验相结合。在具体的论述方面，层层递进，引文严谨，不乏精彩独到且具有启发性的结论，从二维锗基钙钛矿到锗锡混合钙钛矿的探讨，掺入新元素后材料性能增强，尤其是导电性，增强了体系之间的联系。该论文部分图分辨率较低以及图标显示不完整，如第二章图 2.3b。

论文作者具备系统而深入的基础理论和专业知识，具备了研究方法上的自觉，具备一定的科研独立能力。资料准备相当丰富和完备，结论合理，有理论说服力。达到中国科学院大学博士学位水平，同意该生按时参加学位论文答辩。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题) <input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	90
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	92
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	90
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	90
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	94
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	91
总体评价			总分	91

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

有机-无机杂化金属卤化物由于具有优异的光学和电子性能在光电领域有着广阔的应用前景,因此对其性质的研究成为目前国际上研究的热点和前沿。本文研究了几种低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶的光电性质。论文选题新颖,并得到了一些非常有意义的创新性研究成果。(1)合成一种新型二维锗基钙钛矿:  $(\text{PEA})_2\text{GeI}_4$  ( $\text{PEA} = \text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_2\text{NH}_3^+$ )。结构表征表明,这种二维钙钛矿结构是由无机碘化锗层和有机苯乙胺层组成,具有 2.12 eV 的直接带隙,说明其适用于串联太阳能电池。 $(\text{PEA})_2\text{GeI}_4$  在室温下发出荧光,寿命适中,显示出光伏应用的潜力。由于疏水有机长链的存在,二维 $(\text{PEA})_2\text{GeI}_4$  在空气中比三维  $\text{DH}_3\text{NH}_3\text{GeI}_3$  更稳定。(2)用锡部分取代锗,合成了一系列二维锗锡混合钙钛矿:  $(\text{PEA})_2\text{Ge}_{0.5}\text{Sn}_{0.5}\text{I}_4$ 。这些混合钙钛矿材料的带隙随着锡含量的增加而线性减小,带隙的调节范围为 2.13 到 1.95 eV。密度泛函理论计算证实,Sn 取代引起更小的带隙和更分散的能带结构,这是光吸收材料的理想特性。锗基钙钛矿中掺入锡可以提高其导电性,这为改善光伏材料的性能提供了一种可行方法。(3)用热注入方法合成了全无机零维非铅卤化铜纳米晶。单分散  $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_5$  纳米晶在空气中表现出优异的稳定性。飞秒瞬态吸收测量证实,由于自缺陷激子的存在,胶体纳米晶的荧光光谱呈现出大斯托克斯位移和宽带发射的特征,这些性质预示了  $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_5$  纳米晶在光电应用中的巨大潜力。

论文反映出作者在有机-无机杂化半导体材料领域开展了比较深入的研究,具有扎实的基础知识和相关的专业知识,具有独立从事科研工作能力。该论文语言流畅,文字图表清晰,内容充实,结果可信。是一篇具有较高学术价值的优秀博士学位论文。建议进行论文答辩并授予博士学位。

是否同意组织学位论文答辩

(请在相应栏内划“√”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	100
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	94
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	93
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	95
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	96
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	93
总体评价			总分	95

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶光电性质研究

作者研究了低维非铅钙钛矿与金属卤化物纳米晶的光电性质，为开发新型能源材料指明了方向。论文选题新颖，具有重要的科学价值和应用前景。

作者合成了新型非铅二维锗基钙钛矿，采用密度泛函理论计算和扫描电子显微镜技术研究了二维锗基钙钛矿的结构信息，利用光谱技术研究了这种钙钛矿的光电性质。作者合成了非铅二维锗-锡混合钙钛矿，并采用扫描电子显微镜技术、荧光光谱技术和密度泛函理论计算方法研究了二维锗-锡混合钙钛矿的微观结构与光电性质。作者采用热注入方法合成了全无机零维非铅卤化铜纳米晶，利用荧光光谱技术分析了卤化铜纳米晶的发光性能。这些研究作为开发新型节能发光材料和光伏材料奠定了基础。研究成果具有明显的创新性。

作者阅读了大量相关的文献资料。论文写作较规范，达到了博士学位论文的水平要求，是一篇优秀的博士学位论文。

文中存在个别排版错误。例如，摘要的第三段“0”应该在右下角标的位置。建议作者加以修改。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	√否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	95
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	95
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	95
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	100
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	95
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	90
总体评价			总分	95

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为 100 分。评分分为四档：大于等于 90 分为优秀；大于等于 75 分小于 89 分为良好；大于等于 60 分小于 74 分为一般；小于 60 分为差。



**对学位论文的学术评语：**（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

**论文题目：** 低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶光电性质研究

**作者姓名：** 程鹏飞

该论文聚焦几种低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶的光电性质研究。通过实验与理论合作，合成了一系列新颖的低维钙钛矿材料，并研究了其光电性质。选题瞄准了国际研究前沿，具有重要的学术研究价值。

该论文在以下几个部分获得创新性成果：首先报道了二维锗基钙钛矿  $(\text{PEA})_2\text{GeI}_4$ ，带隙为 2.4eV，表现出高稳定性，有光伏应用的潜力。其次报道了二维锡锗混合钙钛矿材料  $(\text{PEA})_2\text{Ge}_{0.5}\text{Sn}_{0.5}\text{I}_4$ ，具有可调带隙 2.13 到 1.95eV，具有一定导电性，为改善光伏材料性能提供了一种可能。最后报道了全无机零维非铅卤化铜钙钛矿材料  $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_5$ ，表现优异的空气稳定性，且具有较高发光量子产率，提供了其在发光器件的潜在应用。该工作的特色在于实验与理论的紧密结合。论文写作规范，逻辑性强，对文献掌握较好，是一篇不错的科研论文。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	14
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	37
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	9
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	13
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	8
总体评价			总分	90

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：低维非铅钙钛矿及金属卤化物纳米晶光电性质研究

作者姓名：程鹏飞

论文采用瞬态吸收实验与理论计算相结合的方法，研究了二维钙基钙钛矿材料和  $\text{Cs}_2\text{Cu}_2\text{I}_5$  纳米晶的光电性质，对于光伏与材料的光电应用有积极的意义。论文选题属于前沿热点领域，对文献掌握全面。通过调节锡与锑的比例来调节混合钙钛矿材料的能带从而改变其光子吸收范围，首次合成高效蓝光发射的全无机零维  $\text{Cs}_2\text{Cu}_2\text{I}_5$  纳米晶，有一定的创新性。论文总结与展望部分不够充分；论文导师与致谢部分不符，需要进一步修改。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☐ 同意答辩

☒ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

修改后

