

附件 6



**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 化学机械抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名 王 垚

学位类别 工学博士

学科（专业） 化学工程

研究所（院系） 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%	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%	87
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%	91
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%	85
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	84
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%	85
总体评价			总分	88

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：化学机械抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名：王 垚

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

王焱博士论文评议:

二氧化铈是一种非常重要的稀土金属氧化物,其独特的表面性质、优异的储放氧性能以及高的热稳定性,使其广泛应用于诸多领域,其中在大规模集成电路化学机械抛光中具有重要应用,作为抛光液的主要成分,  $\text{CeO}_2$  研磨颗粒的可控制备是其中的核心技术,目前长期被外国企业所垄断。该论文主要围绕  $\text{CeO}_2$  的可控制备展开研究,通过优化制备条件、改变添加剂含量和采用微通道辅助合成来实现不同形貌  $\text{CeO}_2$  纳米晶的可控制备,并对其成核、生长尤其是氧化过程的机理进行了较为详细的研究。该论文主要取得以下成果:(1)通过改变铈源和反应气氛探究了其尺寸和形貌的影响,并用质谱追踪尾气成分来研究反应过程变化,揭示了  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  沉淀转变为  $\text{CeO}_2$  颗粒的反应机理;(2)利用阴离子乙酸根对高能晶面的选择性吸附,可控制备了暴露有(100)晶面的  $\text{CeO}_2$  纳米立方体;(3)利用微通道混合器强化物料混合效率,可控制备了尺寸分布和形貌均一的截角八面体  $\text{CeO}_2$  纳米晶。

作者对该课题背景掌握比较充分,对  $\text{CeO}_2$  的结构、物理化学性质以及应用等进行了较为详细的文献综述,对该课题方向掌握得比较好。论文整体上写作规范、工作量大,数据详实,结论可靠,满足博士论文答辩要求,建议组织答辩。论文中存在的问题及建议:

(1) 论文第 1 章 3-5 页,这部分文献综述整体较为混乱,只是罗列了一些人的研究结果,缺乏评述和总结;

(2) 论文第 1 章 11-20 页,引言中较大篇幅综述了二氧化铈在燃料电池和催化中的应用,但是论文题目则着重强调化学机械抛光,两者之间相差较大。按照题目的逻辑,应该着重介绍二氧化铈抛光液的发展历史、国内外研究现状、应用过程、存在问题以及解决方案,由此展开论文的研究内容。

(3) 论文第 1 章和后 4 章内容有些脱节,从引言中找不出特定形貌二氧化铈在化学机械抛光中特点、优势,希望加强这块的逻辑连接。

(4) 论文第 3 章,在进行机理探究时,作者认为硝酸根是氧化剂,那么以氯化亚铈为前驱体,氮气气氛,则应该得到  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  沉淀,但是 XRD 谱则表明是二氧化铈,氧化剂来源是什么?建议做原位 XRD 进一步证明。

(5) 论文第 3 章作者用  $\text{Ce}^{3+}$  来探究沉淀过程的转变,如果用  $\text{Ce}^{4+}$  (如硝酸铈铵)制备二氧化铈是否还会出现这些现象?所得到的二氧化铈形貌如何?氧空位或者  $\text{Ce}^{3+}$  的浓度是否很低?建议作为后续工作深入研究。

(6) 论文第 5 章在研究乙酸根添加量的影响时,红外谱图中为何 1-3 mmol 比 5 mmol 和 10 mmol 吸收带强度要高?

(7) 论文第 5 章,乙酸根和氯离子都是极性高的阴离子,为何所得到的二氧化铈形貌不同,前者是立方体后者是纳米棒?以及图 5.13 所列的条件和图 5.4 一样,为何电镜图的形貌不同?

(8) 论文第 6 章 100-106 页,图文排版比较随意,出现很多空白。

(9) 整篇论文细节问题比较多,如晶面用()还是 {},两者在文中都有;标点符号重复;一些句子比较生硬;单位、符号使用不符合标准规范;参考文献丢失页码;很多图不够清晰,很难看清,需要认真修改。

## 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%	13
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%	33
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%	8
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	85

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： 化学抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名： 王 堉

本论文针对氧化铈粒子的形貌调控，考察了各种制备参数对产物粒子的形貌、尺寸、表面化学性质的影响规律，优化了制备纳米单晶粒子的合成条件，并实现了较小规模的批量制备。比较了铈源对粒子氧化铈形貌的影响规律，发展了调控八面体纳米粒子和纳米棒的合成方法；利用离子的选择性吸附作用，制备出了暴露较多(100)晶面的氧化铈立方体；采用微通道混合技术强化传质过程，提升了氧化铈粒子的尺寸和形貌均匀性。采用多种技术表征了氧化铈材料的结构特征和表面化学性能等。这些工作对氧化铈纳米材料的精细结构调控具有重要的参考价值，也为实际应用提供了基础，具有新意。

建议：

在优化的条件下分别制备了氧化铈截角八面体、纳米棒、纳米立方体，也总结了各种形貌形成过程，但在微观形成机制方面缺乏深度分析和相应的实验数据支撑。所合成材料的表面纯度及化学性能的分析略有不足。

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%	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%	90
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%	88
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	90
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%	88
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 化学机械抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名： 王 奇

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



## 论文题目：化学机械抛光用纳米 $\text{CeO}_2$ 晶体形貌的可控合成

### 评阅意见：

二氧化铈具有独特的物理化学性质，本论文开展了化学机械抛光技术需要的二氧化铈制备技术研究，选题有重要科学意义和应用价值。本论文的采用高能晶面保护和微通道辅助合成技术，对纳米二氧化铈的微观形貌进行了调控，探索了调控形貌的关键参数。

首先针对二氧化铈制备过程中  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  氧化步骤进行了详细研究，首次证明了此氧化过程的反应机理，发现氧化剂是溶液中的硝酸根离子，同时溶液中的  $\text{Cl}^-$  的存在会抑制  $\text{NO}_3^-$  与  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  之间的氧化还原反应，进而影响二氧化铈的纳米形貌；确定了氨水沉淀法制备二氧化铈的反应工艺条件，优化了氧化铈纳米粒子制备的最佳条件，制备出了截角八面体形貌的单晶纳米颗粒；研究了二氧化铈制备过程中的晶面控制步骤，制备出了充分暴露  $\{100\}$  晶面的二氧化铈纳米立方块；研究了二氧化铈制备过程中  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  成核过程。基于沉淀法的快速反应速率，采用微通道混合器强化了氨水和铈源之间的混合作用，确保了氧化铈纳米粒子的均匀成核，进而使二氧化铈纳米颗粒形貌和粒径均一性得到了很好的提升。

论文研究内容丰富，结构条理清楚，数据分析合理，表明作者掌握了本学科及相关领域的理论基础和专门知识，论文达到了博士学位论文要求，建议进行博士学位答辩。

该论文尚存在一些书写问题，图标目录中多处出现化学式中的数字不是下标格式，建议修改。

## 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%	36
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%	14
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：化学机械抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名：王 垚

二氧化铈作为一种重要的抛光辅料被广泛应用于光学玻璃和精密抛光中，其形貌以及粒径分布对抛光效果产生直接影响。该论文主要研究液相沉淀法制备二氧化铈，通过对制备过程中各阶段及机理的深入的研究，实现了对二氧化铈单晶颗粒形貌尺寸的控制。该论文的创造性体现在：1. 首次发现了二氧化铈制备过程中硝酸铈根离子在其中的氧化作用，同时溶液中的草酸根会抑制硝酸铈根离子的氧化作用。2. 通过优化液相沉淀法制备二氧化铈条件，制备出截角八面体形貌的二氧化铈单晶纳米颗粒。3. 通过表面改性保护了二氧化铈单晶表面(110)与(100)晶面，使其使用成为制备二氧化铈纳米立方体。4. 通过研究  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  的生成过程，控制了颗粒形貌、尺寸可控性，结合硝酸铈根离子，从而提高了颗粒的分散性。

论文选题针对性强，方案设计合理，数据可靠。研究结果具有重要意义。该论文具有较强的创新性，表明作者具有坚实的理论基础和系统的专业知识，具有独立从事科研工作能力。

建议下一步针对化学机械抛光进行实验验证工作，论文中的个别书写错误。

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%	92
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%	84
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%	85
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	88
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	87.3

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：化学机械抛光用纳米  $\text{CeO}_2$  晶体形貌的可控合成

作者姓名：王 珏

本工作合成了八面体  $\text{CeO}_2$  纳米颗粒，制备了含有6个{100}晶面的  $\text{CeO}_2$  纳米单晶立方块。纳米  $\text{CeO}_2$  晶体的可控合成对化学机械抛光非常重要，严重影响化学机械抛光的效率和质量。本文具有重要的理论和现实意义，作者掌握了本领域扎实的基础知识，创新性良好，国内外的文献综述比较全面，逻辑清晰，写作规范，建议参加博士学位论文答辩。

不足之处：单位与整数中间要有空格，中文和英文取一个即可如二氧化铈  $\text{CeO}_2$ ，取一个即可。如果能将制备的  $\text{CeO}_2$  颗粒做一些CMP的实验会更好。

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