

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 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%	38
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%	8
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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

太阳能光催化是太阳能转化与利用的重要途径，论文围绕  $\text{BiVO}_4$  光催化剂晶面/形貌与光生电荷空间分离特性这一核心问题开展了研究工作，选题具有重要的理论和应用价值，取得的主要创新性结果如下：

（1）系统研究了合成条件对  $\text{BiVO}_4$  光催化剂晶体结构和形貌形成的影响规律，发现水热处理过程中  $\text{BiVO}_4$  遵循溶解再结晶生长机理，实现了  $\text{BiVO}_4$  形貌的可控调变并通过  $\{110\}/\{010\}$  晶面暴露比例的调控有效优化了  $\text{BiVO}_4$  的光催化性能。

（2）在  $\text{BiVO}_4$  光催化剂晶面暴露比例优化的基础上，以  $\text{BiVO}_4$  为光催化水氧化剂， $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  为储能介质，电解池作为放氢体系，实现了基于粉末光催化剂的太阳能规模化制氢的氢农场（HFP）策略，有效解决了高效水氧化光催化过程及抑制光催化剂表面生成的氧化态和还原态可溶性储能介质之间的反应，该 HFP 体系的太阳能到氢能转化利用效率达到 1.85%，为目前报道粉末光催化剂最高太阳能到氢能转化效率。该工作具有明显创新性。

作者对本领域的研究背景做了较全面的文献综述，论文写作规范、逻辑性强，说明作者有扎实的基础和独立科研能力，建议进行博士论文答辩。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input type="checkbox"/>√” 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/>修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/>修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/>不同意答辩</p>
---	--

## 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%	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%	38
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%	9
总体评价			总分	93

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90分为良好;大于等于60分小于75分为中;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）

太阳能光催化分解水产氢是有望解决能源与环境问题的理想途径之一。但是目前光催化体系中许多科学问题尚未解决，导致光催化分解水的太阳能转化效率仍然较低。光生电荷的有效分离是其中的一个核心科学问题和发展高效太阳能光催化分解水技术的关键！本论文以  $\text{BiVO}_4$  为光催化剂，围绕光生电荷分离问题展开，首先通过形貌调控确立了  $\text{BiVO}_4$  由四方相锆石型转化为单斜相白钨矿型结构的晶体溶解再结晶生长机制，并能精确调控十面体  $\text{BiVO}_4$  的  $\{110\} / \{010\}$  晶面暴露比例，优化了  $\text{BiVO}_4$  的光催化水氧化性能；为了进一步拓展太阳光吸收，采用软化学方法制备了硫掺杂的十面体  $\text{BiVO}_4$ ，吸收带边从 530 nm 拓展到 650 nm，实现了吸收光谱拓展和高效晶面间光生电荷分离的耦合；以制备的  $\text{BiVO}_4$  光催化剂，以  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  离子对作为储能介质，成功构建了粉末光催化剂制氢的“氢农场”策略，太阳能到氢能的转化效率高达 1.85%，为迄今为止的最高效率，“氢农场”策略为基于粉末光催化剂体系的大规模太阳能产氢提供了新的思路。

本论文基于解决当前亟待解决的能源与环境问题提出晶面光生电荷分离策略及“氢农场”策略，显著提高了太阳能到氢能的转化效率，尤其首次提出的“氢农场”策略具有很强的创新性和很高的学术水平，意义重大，研究成果发表在高水平国际期刊 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。本论文文献资料调研充分，写作规范，研究都是基于高活性的十面体  $\text{BiVO}_4$  展开了一系列系统的工作，逻辑性强。论文达到了博士学位论文水平，同意进行公开答辩。

本论文阐述清晰、分析详尽，以下几个问题还可以进一步思路和拓展：

(1) 尽管 S 原子与 O 原子具有相似电子结构，但是 S 原子具有较大的原子半径，因此 S 原子进入  $\text{BiVO}_4$  晶格取代 O 比较困难，如若制备的  $\text{BiVO}_4$  具有一定的氧空位缺陷则 S 原子的掺杂会相对容易。作者对 S 掺杂的  $\text{BiVO}_4$  进行了态密度的 DFT 计算，证实了带隙的变化，但是并未对 S 原子能否进行有效掺杂进行热力学相关计算，建议作者考虑 S 掺杂的理论可行性。

(2) 通常，由于 S (0.184 nm) 的原子半径大于 O (0.140 nm)， $\text{S}^{2-}$  取代晶格中  $\text{O}^{2-}$  后晶胞参数会变大。但本文作者发现 S 掺杂后晶胞参数变小，归因于 S 的小量掺杂导致晶体发生一定扭曲，该结论还有待商榷，建议作者考虑 S 掺杂形成的缺陷对晶格的影响。

(3) “氢农场”策略中利用  $\text{BiVO}_4$  作为水氧化光催化剂，以  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  离子对作为可溶性储能介质，电解池作为放氢体系，取得了很高的太阳能到氢能的转化效率 (1.85%)。但是在  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  体系中，有光催化剂和光照条件下很容易发生光芬顿反应，高活性的  $\text{H}_2\text{O}_2$  对“氢农场”的影响可以进一步探究。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>(请在相应栏内划“√”)</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩 (论文需通过小的修改后答辩)</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅 (论文需通过大的修改后再评阅)</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	--

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 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%	96
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%	92
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%	94
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	93
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	93

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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

太阳能光解水制氢是当今世界最急需解决的、最具挑战性的研究课题之一，论文围绕钒酸铋光催化剂的晶面间光生电荷分离开展研究工作，选题对于深入理解钒酸铋光催化剂的作用机制、提高光驱动催化水氧化性能具有重要的科学意义和潜在的应用前景。论文详细研究了水热法重结晶条件，如时间、温度、压力、pH，对于制备十面体单斜相白钨矿型  $\text{BiVO}_4$  晶体的影响，总结了优化的制备条件，实现了可控制备不同形貌的  $\text{BiVO}_4$  晶体，并研究了不同晶相、不同形貌  $\text{BiVO}_4$  晶体的光催化水氧化性能。进一步制备了硫掺杂的  $\text{BiVO}_4$ ，拓展了  $\text{BiVO}_4$  的吸收带边，研究发现其光生电荷分离性质和光电化学催化水氧化性能均优于  $\text{BiVO}_4$  本体。为了实现规模化太阳能分解水制氢，论文提出“氢农场”策略，以  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  为储能电对，分别研究了  $\text{Fe}^{3+}$  作为电子受体时太阳能驱动晶相和形貌优化的  $\text{BiVO}_4$  催化水氧化性能和  $\text{Fe}^{2+}$  作为电子给体时电化学分解水产氢性能，两个子系统集成体系的太阳能到氢能转化利用效率达到 1.85%。论文工作具有创新性，尤其是论文关于“氢农场”策略的体系设计和实验结果对于实现基于粉末光催化剂的大规模太阳能制氢具有重要意义。

论文层次清楚，撰写规范，研究深入，数据翔实，讨论合理，结论可信，表明作者在本学科领域具有扎实的专业知识和独立进行科研工作的能力。论文已达到博士论文要求，同意进行博士论文答辩。

问题与建议：

1. 图 4.1b, 吸收峰未发生真正意义上的带边红移，只是拖尾抬高，是否有方法可使  $\text{BiVO}_4$  的吸收峰发生真正意义上的带边红移？
2. 图 4.2c, XPS 价带谱只能粗略地给出两种材料价带相对比较的趋势，为何不采用 UPS 测试价带信息？
3. 图 4.12 中每条“curve”的起始基准线相差很大，是什么原因引起的？
4. 为何测试  $\text{BiVO}_4$  和 S- $\text{BiVO}_4$  光催化甲基蓝降解性能，有点跑题，为何不测试 S- $\text{BiVO}_4$  光催化水氧化多次循环使用的稳定性？
5. 论文中多处提到“通过软化学方法”，软化学方法包括很多种方法，论文中只是用到了水热合成法，建议将论文中所有“软化学方法”，都改为论文中具体使用的方法。
6. 图 4.15, 为何在 450-480 nm 处 S- $\text{BiVO}_4$  的光电压明显高于  $\text{BiVO}_4$ （此范围两者的吸光性能相同），而在 500-525 nm 处两者的光电压差不多（此范围两者的吸光性能不同）？作者最好能对问题给出合理的解释。
7. P 82, 83: “光阳极为碳修饰的非晶硅/非晶锗 ( $0.3 \text{ cm}^2$ )；对电极为铂片”，“阳极为碳纸电极 ( $3 \times 4 \text{ cm}^2$ )；对电极为铂片”，“阳极和对电极均为铂片”，此处阴极为工作电极，作者将其都称为“对电极”，不恰当，通常所说的“对电极”并不意指工作电极，对电极指与工作电极相对的电极。
8. 论文中将  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  称为“储能介质”，不太恰当，“介质”通常指物理或化学过程在其间进行的物质，如水、溶剂、空气等，评审人认为将  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  称为“储能电对”更为准确。
9. P 94: “ $\text{BiVO}_4$  晶体的{010}晶面的接触电势差明显高于{110}晶面”，是否描述错了，从 5.12 图看应该为“ $\text{BiVO}_4$  晶体的{110}晶面的接触电势差明显高于{010}晶面”。
10. 如果  $\text{BiVO}_4$  材料不事先吸附  $\text{Fe}^{3+}$ ，在溶液中直接加入等量的  $\text{Fe}^{3+}$ ，原位吸附反应后体系的光催化水氧化性能如何？
11. 论文 5.3.4 小节对于光电催化  $\text{Fe}^{2+}$  氧化放氢的研究和讨论不够细致深入，图 5.17 纵坐标应为“current density”，而不是“current”，(b) 图说明中应给出应用电压。
12. 图 5.18(a)-(d) 与光催化无关，最好将(a)和(c)的说明“Photocatalysis+electrolysis”改为“Electrolysis in water containing  $\text{Fe}^{2+}$ ”；将(b)和(d)的说明“Electrolysis”改为“Electrolysis in water”，这样更清晰明了。此外，为何 CWE 电极用  $\text{HNO}_3$  溶液，而不

用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? (a)和(c)图的测试 pH 与(b)和(d)不同?

论文中有许多打印错误, 如:

- (1) 标题: “3.3.1.2 高温煅烧法法合成 BiVO<sub>4</sub>”;
- (2) p 18 第一行: “经经被广泛应用于太阳能电池”;
- (3) p 58: “为了证实具有规则十面体形貌单斜相锆石型 BiVO<sub>4</sub> 晶体...”, 应为 “...规则十面体形貌单斜相白钨矿型 BiVO<sub>4</sub> 晶体...”;
- (4) 图 4.2: “(e) BiVO<sub>4</sub> 和 S-BiVO<sub>4</sub> 光催化剂的能带结构图”, “(e) Schematic illustration of the band structures of BiVO<sub>4</sub> and S-BiVO<sub>4</sub>”. 图 4.2 中根本没有 (e) 图;
- (5) p 99: “(计算过程见表 4.2)”, 应为 “(计算过程见表 5.2)”;
- (6) p 99: “产氢过程中仅需要克服 Fe<sup>3+</sup>氧化和质子还原的过电位即可”, 应为 “产氢过程中仅需要克服 Fe<sup>2+</sup>氧化和质子还原的过电位即可”;
- (7) p 100: “图 4.18” 应为 “图 5.18”;

论文中还有许多打印错误, 在此不一一列举, 作者应再认真仔细的阅读和修改一遍。

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 (论文需通过小的修改后答辩)

☐ 修改后评阅 (论文需通过大的修改后再评阅)

☐ 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 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%	93
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%	95
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	92
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%	94
总体评价			总分	92.15

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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

该论文针对光催化领域的重要科学问题-光生载流子的有效分离和提高太阳能利用率，开展了系统深入的研究，对于提高光催化过程效率、促进光催化技术的广泛实际应用具有重要的科学意义和应用前景。该论文以钨酸铋（ $\text{BiVO}_4$ ）光催化剂为研究对象，深入开展了具有晶面电荷分离特性的钨酸铋单晶的形成机理和制备科学、钨酸铋光催化剂的吸收带边拓展、规模化太阳能分解水制氢的“氢农场”策略等方面的研究，取得了一系列创新性研究成果。从论文可以看出，作者对相关领域的文献资料掌握较为全面，基础理论和专门知识扎实，科研能力较强，论文写作规范、逻辑性较强，是一篇优秀的博士学位论文。

与作者商榷的几个问题：

- （1） 论文第 4 章中应补充硫掺杂对光解水制氢（或水氧化）性能影响的实验结果。根据我们以往的研究经验，光催化剂改性后对有机污染物降解活性提高并不一定会提高光解水制氢的活性。
- （2） 论文第 5 章中 S-  $\text{BiVO}_4$  为什么没有用在“氢农场”体系中？如果尝试过，效果如何？
- （3） 论文第 5 章中“氢农场”是否真正建立了可产氢、产氧的原理装置？实际产氢、产氧的效果如何？“氢农场”体系的稳定性如何？如果没有建立可产氢、产氧的原理装置并获得相应的实验数据，“本研究在实验上验证了 HFP 策略的可行性，为基于粉末光催化剂的规模化太阳能制氢提供了一条新的技术路线 ”的结论就不能成立。
- （4） 建议作者认真通读全文，校正文中存在的少量文字问题。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input type="checkbox"/> √ 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	---

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%	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%	93
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%	94
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%	93
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	93
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%	92
总体评价			总分	93.2

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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

本论文《钒酸铋光催化剂的晶面间光生电荷分离研究》的选题着眼于  $\text{BiVO}_4$  光催化剂晶体形貌的调控、生长机理的研究、光吸收性质的调控以及基于粉末光催化剂体系的大规模太阳能制氢策略的研究，具有重要的学术研究和实际应用意义。

文献综述部分介绍了自然光合作用和人工光合成的原理和过程，总结了半导体光催化完全分解水反应基本原理、研究进展，以及通过构建异质结、对半导体进行表面修饰等促进光生电荷分离的策略，聚焦该研究方向的主要文献和前沿动态，并对选题相关的基础理论和研究进展进行了充分的总结和归纳，理论基础扎实。

实验研究工作思路清晰、数据详实，围绕半导体光催化剂晶面间光生电荷分离问题展开，以具有晶面间光生电荷分离性质的十面体  $\text{BiVO}_4$  晶体为研究对象，不仅专注于半导体  $\text{BiVO}_4$  的形貌结构调控、合成机理探究以及通过元素掺杂拓宽  $\text{BiVO}_4$  的吸收带边等基础研究，还开发了基于粉末光催化剂的规模化太阳能分解水制氢的“氢农场”策略，重视光电催化的实际应用探索。研究工作具有很高的创新性和系统性，有利于新型清洁能源的开发利用以及社会的可持续发展。

论文结构合理、思路清晰、撰写规范，文字表达清晰准确，引文严谨规范。

此外，本论文还有些许不足，比如对  $\text{BiVO}_4$  晶体暴露晶面的调控仅限于  $\{110\}$  和  $\{010\}$  晶面，还可以继续调控其它具有更高表面催化性能的晶面的暴露；对晶面间光生电荷分离的动力学过程研究不够充分；基于粉末光催化剂的规模化太阳能分解水制氢的效率还有待进一步提高，该掺杂策略是否有望在该论文提出的“氢农场”体系进一步被利用，以期实现更高的太阳能到氢能转化效率。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	--

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%	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%	90
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%	95
总体评价			总分	91.5

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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

该博士学位论文以钒酸铋（ $\text{BiVO}_4$ ）光催化剂为研究对象，揭示了具有规则形貌的  $\text{BiVO}_4$  晶体的水热生长机理，实现了  $\text{BiVO}_4$  暴露晶面{010}/{110}比例的调控与优化，并利用晶面间光生电荷分离原理构建并验证了规模化太阳能分解水制氢的“氢农场（HFP）”新策略，选题具有重要的理论意义和应用价值。论文取得了以下重要结果：1）通过精确调控水热条件，揭示了  $\text{BiVO}_4$  由四方相逐渐转化为单斜相的溶解再结晶的生长机理，并通过水热溶液 pH 值的调变实现了  $\text{BiVO}_4$  晶体{010}/{110}晶面暴露比例的精确调控，从而优化了  $\text{BiVO}_4$  的光催化水氧性能；2）以形貌优化后的十面体  $\text{BiVO}_4$  光催化剂为研究对象，利用软化学方法成功实现了硫元素掺杂，在保持原有形貌和晶面间光生电荷分离特性的前提下，将其吸收边从 530 nm 拓展至 650 nm，在光（电）催化体系展现出优异性能；3）基于晶面间光生电荷分离原理，采用暴露晶面可控调变的  $\text{BiVO}_4$  光催化剂作为水氧化光催化剂，以  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  离子对作为储能介质，通过精确调控{110}水氧化和{010}还原反应晶面的暴露比例，优化了光催化水氧反应性能，并有效抑制了  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  离子对之间的逆反应，获得了可见光下光催化水氧化 60% 以上的表观量子效率，基于此首次实验上验证了 HFP 策略的可行性，获得了创世界纪录的太阳能到氢放入转化效率 1.85%。

存在的问题和不足之处：

- 1）无电荷传输介质的 Z 机制光催化（也叫直接 Z 机制）也是近年来的研究热点，引言部分关于 Z 机制光催化的总结部分可以适当介绍相关研究进展。
- 2）注意区分关于“极性面”与“极化面”的使用。
- 3）硫的原子半径显著大于氧的半径，使得硫掺杂金属氧化物一般难以实现，特别是利用软化学制备方法。关于硫掺杂  $\text{BiVO}_4$  的研究，所使用的硫源为单质硫，它是由环状  $\text{S}_8$  分子组成的晶体，似乎实现硫掺杂难度更大，因此还需要排除是否有残余单质硫以及形成氧空位对可见光的吸收影响。
- 4）还需进一步规范论文格式。如引言第 1 页中的第二段段落的缩进与其他段落不一致。
- 5）多处“XX 等人”应为“XX 等”。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	--

## 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%	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%	93
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	92
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	93

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90分为良好;大于等于60分小于75分为中;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）

赵越同学的博士学位论文以 $\text{BiVO}_4$ 为研究对象，主要研究晶面间光生电荷分离的调控规律。取得了如下创新成果：

（1）阐明了水热过程中 $\text{BiVO}_4$ 晶体溶解再结晶生长机理。通过调变水热溶液的pH值可以有效控制晶体生长动力学以控制 $\text{BiVO}_4$ 晶体形貌，精确调控其 $\{010\}/\{110\}$ 晶面的暴露比例，显著提升 $\text{BiVO}_4$ 的光催化水氧化性能。

（2）对十面体 $\text{BiVO}_4$ 光催化剂进行硫掺杂，在保持光生电荷分离特性的同时使得光吸收带边从530 nm拓展至650 nm，获得优异的光电催化和光催化性能。

（3）提出了基于粉末光催化剂体系规模化制氢的“氢农场”策略，以 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 离子对作为储能介质，实现 $\text{H}_2$ 和 $\text{O}_2$ 有效分离，太阳能到氢能转化效率创世界纪录，高达1.85%。“氢农场”策略为粉末光催化剂太阳能规模制氢提供了一条新思路。

该博士论文选题新颖，写作十分规范、逻辑性强、文献调研细致，是一篇优秀的博士学位论文。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	--



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%	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%	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%	92
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%	92
总体评价			总分	92.85

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 90 分为良好; 大于等于 60 分小于 75 分为中; 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）

光催化分解水是国际上长期以来的重点研究领域之一，大规模氢能的制取对于解决全球能源和环境问题具有重要的现实意义。高效的光催化材料是实现上述目标的关键，钨酸铋是其中一种被广泛研究的经典的光催化材料。以往研究表明，十面体  $\text{BiVO}_4$  晶体的不同晶面上电荷性质存在差异，使得该类材料具有晶面间光生电荷分离性质。基于这一点，该论文以钨酸铋作为研究对象，围绕钨酸铋单晶的形貌可控合成，生长机理探究，吸收光谱拓展，及其晶面间光生电荷分离特性的拓展应用等主题展开了细致、系统的研究工作。首先，论文在第一章中，结合详细的结构和性质表征手段，以及光催化分解水性能测试，详细探讨了水热法合成钨酸铋的反应条件包括温度、时间、压力和 pH 值等因素对产物形貌及其不同晶面比例的影响，分析了光吸收性质、晶相、晶面比例等材料的结构性质与其光解水性能之间的内在关系，最终获得了最佳的材料制备条件，优化了光催化性能。在材料制备的基础上，探究了十面体  $\text{BiVO}_4$  晶体的生长机理。其研究成果为暴露特定晶面的半导体氧化物单晶材料的可控合成，以及具有晶面间电荷分析特定的光催化材料设计提供了理论借鉴。其次，论文第二章则针对钨酸铋的光吸收拓展进行了系统的研究，详尽地考察了硫掺杂量、pH 值等合成工艺参数对产物形貌、光吸收、及其光催化性能的影响，并探讨了其光生电荷分离性质，最终实现了钨酸铋形貌不变情况下的硫元素掺杂，拓宽了钨酸铋的光吸收范围，获得了较未掺杂样品更优的光催化降解性能。实验设计较为合理，分析具体。如果能够针对光催化分解水的应用性能进行相应的测试分析，则会使整篇论文从应用的角度更加系统，一致。此外，尽管 S 掺杂后钨酸铋的形貌变化不明显，但是不同晶面的比例似乎发生了变化。同时，掺杂对于材料的表面结构会产生影响，可能会改变反应活性位的结构。因此，关于 S 掺杂对催化性能的影响，如果条件允许，可以关注下掺杂后钨酸铋晶面比例、表面反应活性位结构的变化，及其对催化反应性能的影响。最后，论文第三章主要从器件或反应设计的角度，将具有晶面间电荷分离性质的钨酸铋加以应用，借鉴自然界中的光合作用时空分离，结合电催化储能过程，创新性地设计了粉末光催化剂体系规模化制氢的“氢农场”策略。并且，其可见光下光催化水氧化表观量子效率达到了 60%，HFP 体系太阳能-氢能转化效率达到 1.85%，性能极为优异。整个工作设计新颖，为粉末光催化剂在规模化太阳能制氢方面的应用提供了新思路。

综上所述，该学位论文的选题合理，属于当前新能源领域的研究热点，具有重要的科学研究价值。围绕具有晶面间光生电荷分离特性的钒酸铋材料的研究思路和成果具有较强的创新性，对于高效光催化材料的制备及其器件设计具有重要的借鉴作用，对于推进规模化产氢进程具有重要的现实意义。在论文撰写方面，整体论文的逻辑顺序较为合理，书写较为规范。综述部分对前人的工作总结比较全面、合理。实验部分数据丰富，分析透彻。表明作者已具备较好的理论知识基础和独立的科学研究能力。需要指出的是，文中存在一些个别的格式错误，如段落缩进，多余的标点符号等，需要仔细检查并修订。

是否同意组织学位论文答辩 (请在相应栏内划“√”)	<input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩 <input type="checkbox"/> 修改后答辩(论文需通过小的修改后答辩) <input type="checkbox"/> 修改后评阅(论文需通过大的修改后再评阅) <input type="checkbox"/> 不同意答辩
------------------------------	---