



浙江工业大学

博士学术学位论文

题目三号黑体，居中，不超过 25 字

如没有，请删除这
行（阅后删除）

作者姓名 (楷体三号，加粗，居中)

指导教师 *** 教授

第二导师 *** 副教授

一级学科名称 参照附件要求

二级学科名称 参照附件要求

学位类型 学术学位

培养类别 全日制学术学位博士

所在学院

请填写学院全称
(阅后删除)

提交日期: 20XX 年 03/06/08/12 月



浙江工业大学

博士专业学位论文

题目三号黑体，居中，不超过 25 字

填写全日制专业学位博士/非全日制专业学位博士（阅后删除）

作者姓名 (楷体三号，加粗，居中)

指导教师 *** 教授

合作导师 ***

专业学位类别 参照附件要求

专业学位领域 参照附件要求

学位类型 专业学位

培养类别

所在学院

请填写学院全称
(阅后删除)

提交日期: 20XX 年 03/06/08/12 月



浙江工业大学

硕士学位论文

题目三号黑体，居中，不超过 25 字

如没有，请删除这
行（阅后删除）

作者姓名 (楷体三号，加粗，居中)

指导教师 *** 教授

第二导师 *** 副教授

一级学科名称 参照附件要求

二级学科名称 参照附件要求

学位类型 学术学位

培养类别 全日制学术学位硕士

所在学院

请填写学院全称
(阅后删除)

提交日期: 20XX 年 03/06/08/12 月



浙江工业大学

硕士专业学位论文

题目三号黑体，居中，不超过 25 字

| | |
|--------|--------------|
| 作者姓名 | (楷体三号，加粗，居中) |
| 指导教师 | *** 教授 |
| 合作导师 | *** |
| 专业学位类别 | 参照附件要求 |
| 专业学位领域 | 参照附件要求 |
| 学位类型 | 专业学位 |
| 培养类别 | |
| 所在学院 | |

填写全日制专业学位硕士/非全日制专业学位硕士 (阅后删除)

请填写学院全称
(阅后删除)

提交日期: 20XX 年 03/06/08/12 月

浙江工业大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所提交的学位论文是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经加以标注引用的内容外，本论文不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不含为获得浙江工业大学或其它教育机构的学位证书而使用过的材料。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人承担本声明的法律责任。

作者签名：

日期： 年 月

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权浙江工业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于： 1、保密，在一年解密后适用本授权书。

2、保密，在二年解密后适用本授权书。

3、保密，在三年解密后适用本授权书。

4、不保密。

(请在以上相应方框内打“√”)

作者签名：

日期： 年 月

导师签名：

日期： 年 月

题名页 (阅后删除)

中图分类号在《中国图书资料分类法》查询 (阅后删除)

密级分为: 公开、暂缓公开_年 (阅后删除)

中图分类号 O643.3

UDC 按《国际十进分类法》(Universal Decimal Classification) 进行标注, 可登陆www.udcc.org 进行查询。(阅后删除)

校代码 10337

UDC 540

密级 暂缓公开2年

研究生类别 全日制博士研究生

研究生类别包括: ①全日制博士研究生; ②全日制学术型硕士研究生; ③全日制专业型硕士研究生; ④非全日制硕士研究生等 (阅后删除)

二号黑体, 根据申请学位类型, 改为哲学/经济学/法学/教育学/文学/理学/工学/医学/管理学/艺术学博士/硕士或者工商管理硕士/材料与化工硕士/农业硕士/药学硕士/教育硕士/艺术硕士/新闻与传播硕士/公共管理硕士/法律硕士/汉语国际教育硕士/应用心理硕士/会计硕士等 (阅后删除)



浙江工业大学

博士/硕士学位论文

三号黑体, 居中, 不超过25个字 (阅后删除)

论文中文题目

三号 Times New Roman, 居中 (阅后删除)

Dissertation Title

四号宋体 (阅后删除)

作者姓名 贾某某

第一导师 易某某 教授

学位类型 工学博士

第二导师 邴某某 副教授
计算机科学与技术学院 (软件学院、

学科专业 计算机科学与技术

培养单位 人工智能学院)

研究方向 模式识别

论文答辩日期 (阅后删除)

答辩日期: 年 月 日

论文中文题目

摘 要

论文题目为黑体三号，可以分成 1-2 行居中撰写，上面空 1 行，下面空 2 行居中撰写“摘要”二字。

“摘 要”二字（黑体三号），字间空 2 格。

“摘要”二字下空 1 行撰写摘要内容（中文宋体小四号，英文 Times New Roman 小四号，1.25 倍行距）。每段首行缩进二格，标点符号占一格。

摘要内容下面空 1 行撰写“关键词”三字（黑体小四号，加粗），其后为关键词（宋体小四号）。关键词数量为 3-5 个，每一关键词之间用逗号（全角）分开，最后一个关键词后不打标点符号。

关键词：关键词 1，关键词 2，关键词 3，关键词 4，关键词 5

**ENGLISH DISSERTATION TITLE ENGLISH
DISSERTATION TITLE ENGLISH
DISSERTATION TITLE**

ABSTRACT

论文题目全部采用大写字母，Times New Roman 三号，可分成 1-3 行居中撰写，每行左右两边各缩进两格，上面空 1 行，下面空 3 行居中撰写“ABSTRACT”。

“ABSTRACT”全大写，Times New Roman 三号。

“ABSTRACT”下空 2 行撰写英文摘要内容（Times New Roman 小四号，1.25 倍行距）。摘要内容每段首行缩进同中文摘要（每段首行缩进二格，标点符号占一格）。

英文摘要内容下面空 1 行撰写“KEY WORDS”（Times New Roman 小四号，全大写，加粗），其后关键词小写（Times New Roman 小四号），每一关键词之间逗号（半角）分开，最后一个关键词后不打标点符号。

KEY WORDS: key word 1, key word 2, key word 3, key word 4, key word 5

目 录

为了节省篇幅，此目录并不与下面的正文对应。

| | |
|---|-----|
| 摘 要 | I |
| ABSTRACT | II |
| 目 录 | III |
| 插图清单 | V |
| 表格清单 | V |
| 符号说明 | VI |
| 第一章 绪 论 | 1 |
| 1.1 温室效应、中国能源结构与 CO ₂ 减排 | 1 |
| 1.1.1 能源结构与 CO ₂ 排放带来的环境问题 | 1 |
| 1.1.2 能源结构与 CO ₂ 排放带来的气候问题 | 2 |
| 1.2 研究目的 | 2 |
| 1.3 研究方案 | 2 |
| 1.4 预期目标 | 2 |
| 第二章 文献综述 | 3 |
| 2.1 光催化还原 CO ₂ 生成能源材料 | 3 |
| 2.1.1 光催化还原 CO ₂ 的原理 | 3 |
| 2.2 小结 | 3 |
| 第三章 研究内容 | 4 |
| 3.1 实验材料与设备 | 4 |
| 3.1.1 实验药品 | 4 |
| 3.1.2 实验仪器与设备 | 4 |
| 3.2 催化剂制备 | 4 |
| 3.3 催化剂表征 | 5 |
| 3.4 实验装置 | 5 |
| 3.5 分析方法 | 5 |
| 3.6 小结 | 5 |
| 第四章 结果与讨论 | 6 |
| 4.1 光催化剂的结构特性研究 | 6 |
| 4.1.1 XRD 表征 | 6 |
| 4.2 小结 | 6 |

| | |
|----------------------------|----|
| 第五章 结论与展望 | 7 |
| 5.1 结论 | 7 |
| 5.2 展望 | 8 |
| 参考文献 | 9 |
| 致 谢 | 10 |
| 作者简介 | 11 |
| 1 作者简历 | 11 |
| 2 攻读博士/硕士学位期间发表的学术论文 | 11 |
| 3 参与的科研项目及获奖情况 | 11 |
| 4 发明专利 | 11 |
| 学位论文数据集 | 12 |

插图清单

| | | |
|-------|---|---|
| 图 1-1 | 中国能源生产总量 | 1 |
| 图 1-2 | CO ₂ 光催化还原机理示意图 | 2 |
| 图 2-1 | 催化剂制备装置 | 3 |
| 图 3-1 | TNP、TNT、6OH-TNS 和 HF-TNSs 的 XRD 图谱 | 4 |
| 图 3-1 | 纯 AgIO ₃ (内插图)、10%-Ag/AgIO ₃ 催化剂的 SEM 图 | 5 |
| 图 3-2 | TiO ₂ -6HF 在不同[PCP]/[Cr(VI)]物质浓度比值条件下的活性测试 | 6 |

表格清单

| | | |
|-------|---|---|
| 表 1-1 | 2011 年我国几个大气本底站大气中的三种主要温室气体年平均浓度 | 1 |
| 表 2-1 | 实验试剂 | 2 |
| 表 2-2 | 仪器与设备 | 3 |
| 表 3-1 | Ag/AgIO ₃ 、Ag/ γ -Al ₂ O ₃ 及 N-TiO ₂ 样品的物理化学性质 | 4 |

为了节省篇幅，以上插图清单与表格清单并不与下面的正文对应。

符号说明

| | | |
|-----------|----|--|
| BE | —— | 电子结合能, eV; |
| CB | —— | 半导体导带, conduction band; |
| d | —— | 催化剂粒径, nm; |
| E° | —— | 标准氧化还原电位, V; |
| E_0 | —— | 真空电子能级, 4.44 eV |
| E_{CB} | —— | 半导体导带底能级, eV; |
| E_f | —— | Fermi 能级, eV; |
| EROEI | —— | 能量投入产出比, energy returned on ener |
| e^- | —— | 光生电子; |
| h | —— | 普朗克常数, $6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; |
| h^+ | —— | 光生空穴; |
| k | —— | 反应速率常数; |
| VB | —— | 半导体价带, valence band; |
| QY | —— | 量子产率, quantum yield; |
| TOF | —— | 催化剂转换频率, turnover frequency; |
| TON | —— | 催化剂转换数, turnover number; |
| W_m | —— | 金属功函数, eV; |
| W_s | —— | 半导体功函数, eV; |
| X | —— | 半导体的绝对电负性, eV; |
| β | —— | 衍射半峰宽, 度; |
| ν | —— | 频率, s^{-1} 。 |

以字母顺序排列, 先英文字母, 再希腊字母, 同一字母先大写再小写; 如上下标需要单独说明, 按先上标、后下标, 根据上述字母顺序分别列于其后
(阅后删除)

单位以 mg/L 或 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 形式, 全文统一其中一种格式
(阅后删除)

第一章 绪 论

一级标题，中文黑体三号，英文 Times New Roman 三号。居中，1.25 倍行距，段前段后各 0 磅，上面空 1 行，下面空 2 行 (阅后删除)

一二级标题间可有引言性文字!!!

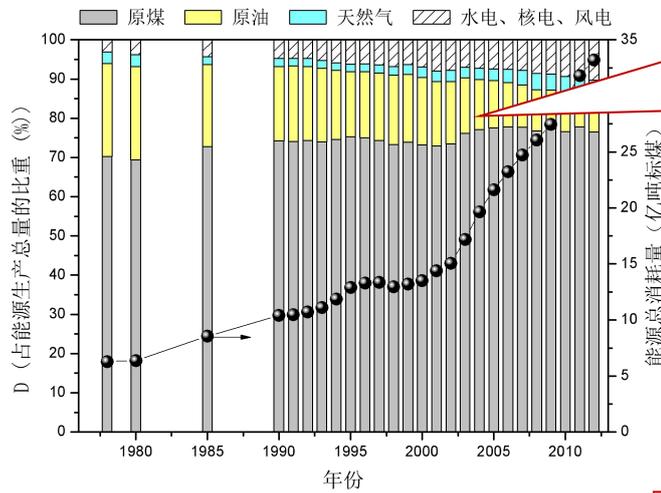
二级标题，中文黑体四号，英文 Times New Roman 四号。两端对齐，1.25 倍行距，段前 24 磅段后 12 磅 (阅后删除)

1.1 温室效应、中国能源结构与 CO₂ 减排

1.1.1 能源结构与 CO₂ 排放带来的环境问题

《京都议定书》规定了对 6 种温室气体进行减量控制，其对中国能源消耗总量从 1980 年每年增长到 2012 年的超过 33 亿吨标准煤/年 (图 1-1)。

三级标题，中文黑体小四号，英文 Times New Roman 小四号。两端对齐，1.25 倍行距，段前段后各 0 磅 (阅后删除)



正文，中文宋体小四号，英文 Times New Roman 小四号。两端对齐，首行缩进 2 字符，1.25 倍行距，段前段后各 0 磅 (阅后删除)

图1-1 中国能源生产总量 [3]

Figure 1-1. Total energy production and its composition in China

表1-1 2011年我国几个大气本底站大气中的三种主要温室气体年平均浓度

Table 1-1. 2011 annual average atmospheric concentrations of the three main greenhouse gases detected by Chinese background atmospheric monitoring stations

表格中英文标题，中文宋体五号加粗，英文 Times New Roman 五号加粗。居中，1.25 倍行距，段前段后各 0 磅，上面空一行

表格跨页，加入 (续表) 字样 (阅后删除)

| 大气监测站 | CO ₂ (ppm) | CH ₄ (ppb) | N ₂ O (ppb) |
|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 全球平均值 | 390.9 | 1813 | 324.2 |
| 青海瓦里关① | 392.2 | 1861 | 324.7 |
| 浙江临安② | 404.8 | 1943 | |

表格采用三线表，首末线 1.5 磅，第二线 0.5 磅，文字五号，单倍行距，行高 0.7-0.8cm 左右 (阅后删除)

注：①全球大气本底站；②区域大气本底站

1.1.2 能源结构与 CO₂ 排放带来的气候问题

1.2 研究目的

1.3 研究方案

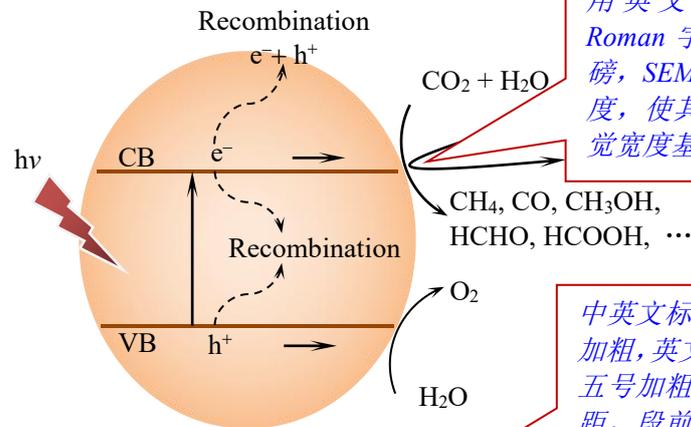
1.4 预期目标

第二章 文献综述（文献综述也可以与绪论合并）

2.1 光催化还原 CO₂ 生成能源材料

2.1.1 光催化还原 CO₂ 的原理

如何将太阳能有效转化为化学能，稳定、廉价的光催化剂开发是一个核心问题^[8, 28-31]。光催化过程基本原理如图 2-1 所示。



图宽度 10cm 左右, 图内一般用英文标注, Times New Roman 字体, 曲线粗细 1-2 磅, SEM 等照片适当缩小宽度, 使其与其他曲线图的视觉宽度基本一致 (阅后删除)

中英文标题, 中文宋体五号加粗, 英文 Times New Roman 五号加粗。居中, 1.25 倍行距, 段前段后 0 磅, 下面空一行 (阅后删除)

图2-1 CO₂光催化还原机理示意图

Figure2-1. Schematic illustration of photocatalytic reduction of CO₂



2.2 小结

第三章 研究内容（或者实验部分）

3.1 实验材料与设备

3.1.1 实验药品

实验所用的化学试剂见表 3-1。

表 3-1 实验试剂

Table 3-1. Chemical reagents used in the experiment

| 药品名称 | 纯 度 | 生产与销售厂家 |
|------|------------|--------------|
| NaOH | 分析纯 AR | 杭州萧山化学试剂厂 |
| Ar | 纯度 99.999% | 杭州今工特种气体有限公司 |

3.1.2 实验仪器与设备

本实验所用主要实验仪器与设备见表 3-2。

表 3-2 仪器与设备

Table 3-2. Equipments and facilities

| 设备名称 | 型 号 | 生产厂家 |
|---------------|---------|--------------|
| 电子分析天平 | FA1004 | 上海天平仪器厂 |
| UV-vis 漫反射测定仪 | TU-1901 | 中国普析通用仪器有限公司 |

3.2 催化剂制备

(1) Ag/AgIO₃ 制备

采用固态离子交换法制备 AgIO₃ 粉末。称取 1.51 g KIO₃ 及 1.20 g AgNO₃，在研钵中充分混合直至形成均匀的固体颗粒。将所得的白色粉末用去离子水洗涤 8-10 次，以溶解不需要的化学组分。上述水相分散体系在 60 °C 干燥 24 h，得 AgIO₃ 固体粉末。

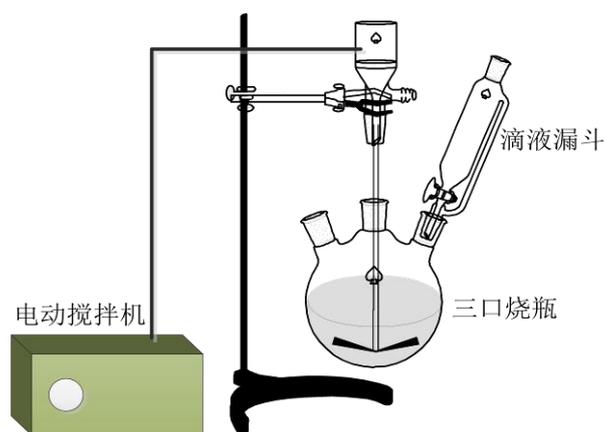


图 3-1 催化剂制备装置

Figure3-1. Schematic of the set-up for the catalyst synthesis

3.3 催化剂表征

(1) X 射线衍射

根据样品的 XRD 衍射峰宽度，利用 Scherrer 公式计算样品的平均晶粒尺寸^[2]：

$$d = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (3-1)$$

式中， d ——晶粒尺寸，nm；

K ——晶粒形状因子，取 0.89；

λ ——入射 X 射线波长，0.15418 nm；

β ——衍射峰半峰宽度

θ ——衍射角度。

3.4 实验装置

3.5 分析方法

3.6 小结

第四章 结果与讨论

4.1 光催化剂的结构特性研究

4.1.1 XRD 表征

4.2 小结

第五章 结论与展望

5.1 结论

通过在 XXX 下光催化还原 XXX 并将之转化成 XXX、XXX 等是一个具有广阔应用前景的技术。本文制备并表征了一系列 XXX 催化剂，研究了 XXX 条件下 XXX 催化还原 XXX 反应，系统探讨了 XXX、XXX 以及 XXX 效应对 XXX 的增强机理与 XXX 途径，得出以下结论：

.....

本工作的主要创新点在于.....

5.2 展望

(1) 通过对催化过程微界面的直接观察, 如, 利用 XXX 测定反应过程中催化剂的 XXX 及 XXX, 以更深入地理解发生于 XXX 表面及界面的光催化还原 XXX 反应的 XXX、XXX 与 XXX 的本质机理, 有助于高效可见光催化剂的设计与发展, 可为光催化还原 CO₂ 理论模型的进一步完善提供更好的支持。

(2) 利用 XXX 测定 XXX 反应过程中的 XXX 产物, 研究不同反应条件下的反应途径, 探明影响 XXX 还原反应途径的因素, 为高选择性地获取 XXX 提供理论与实验依据。

参考文献

说明：(1)本规范的参考文献格式推荐采用国家标准 GB/T 7714 《文后参考文献著录规则》中的顺序编码制，一种文后参考文献的标注体系，即引文采用序号标注，参考文献表按引文的序号排序。(2)文献中作者列出前 3 名，超过 3 个时，中文加“等”，英文加“et al.”。(3)中外人名一律采用姓在前，名在后的著录法。英文作者，姓和名的首字母都大写，其余均小写。

- [1] 余敏. 出版集团研究[M]. 北京:中国书籍出版社, 2001:179-193.
- [2] 昂温 G, 昂温 PS. 外国出版史[M]. 陈生铮, 译. 北京:中国书籍出版社, 1988.
- [3] Rosa López. The cataloguer's way through AACR2; from document receipt to document retrieval[M]. London: The Library Association, 1990.
- [4] Claudio Palomo. Probability, random variable, and random signal principles[M]. 4th ed. New York: McGraw Hill, 2001.
- [5] 李晓东, 张庆红, 叶瑾琳等. 气候学研究的若干理论问题[J]. 北京大学学报:自然科学版, 1999,35(1):101-106.
- [6] 刘武, 郑良, 姜础等. 元谋古猿牙齿测量数据的统计分析及其在分类研究上的意义[J]. 科学通报, 1999,44(23): 2481-2488.
- [7] JosebaIzquierdo, Aitor Landa, IñakiBastida, et al. Base-catalyzed asymmetric α - functionalization of 2-(cyanomethyl) azaarene N-oxides leading to quaternary stereocenters[J]. Journal of American Chemical Society, 2016, 138(2): 3282–3285.
- [8] 张志祥. 间断动力系统的随机扰动及其在守恒律方程中的应用[D]. 北京:北京大学数学学院, 1998: 32-38.
- [9] Aitor Landa. Infrared spectroscopic studies on solid oxygen[D]. Berkeley: University of California.1965: 32-38.
- [10] PACS-L : the public access computer systems forum[EB/OL]. Houston, Tex; University of Houston Libraries, 1989[1995-05-17]. <http://info.lib.uh.edu/pacsl.html>.
- [11] Online Computer Library Center, Inc. History of OCLC[EB/OL]. [2000-01-08]. <http://www.oclc.org/about/history/default.html>.
- [12] 贾某某. 一种磁分离催化剂制备方案[P]. ZL201310513271.2. 2015-04-26.

致 谢

此论文完成之际，首先要衷心感谢悉心教导和关怀我的导师XXX教授。在攻读XX学位期间，导师对我论文的研究方案、实验思路和实验结果的分析提供了许多直接、深入、有益的指导、建议和帮助，让我能顺利完成学业。

感谢XXX、XXX在此课题上取得的成果为我的研究做了准备。

感谢XXX、XXX等对我实验过程的帮助。

感谢XXXX大学XXX教授、XXXX大学XXX教授及XXXX分析测试中心对催化剂测试的帮助。

感谢国家自然科学基金委（项目编号XXXXXXXX）对本研究的资助。

作者简介

1 作者简介

××××年××月出生于××××。

××××年××月—××××年××月，××大学××院（系）××专业学习，获得××学硕士学位。

××××年××月—××××年××月，××大学××院（系）××专业学习，攻读××学博士学位。

2 攻读博士/硕士学位期间发表的学术论文

(时间均为倒序)

- [1] Jia Moumou, Yi Moumou, Bing Moumou, Wu Mou. Photocatalytic reduction of CO₂ in aqueous solution on TiO₂. *Energ. Fuel.*, 2016, accepted. (SCI 源, IF = X.XX)
- [2] Jia Moumou, Yi Moumou, Bing Moumou, Wu Mou. Article Title. *Journal Title*, 2015, 118(1/2): 389–398. (SCI, IF= X.XX)
- [3] 贾某某, 易某某, 邴某某. 碘掺杂磁性 TiO₂ 光催化降解有机物. *化工学报*, 2014, xx(x): xx–xx. (EI: 2014XXXXXXXXXX)

3 参与的科研项目及获奖情况

(时间均为倒序)

- [1] 易某某, 贾某某. ××催化剂的制备及其性能研究, 国家自然科学基金项目. 编号: ××××.,2016
- [2] 易某某, 贾某某. ××生物/催化强化机制. ××省科学技术一等奖, 2014.

4 发明专利

(时间均为倒序)

- [1] 贾某某. 一种磁分离催化剂制备方案[P]. 中国, 2013 1 0513271.2. 2015-04-26.

学位论文数据集

| | | | |
|---|--------------|-------------|--------|
| 密 级* | 中图分类号* | UDC* | 论文资助 |
| | | | |
| 学位授予单位名称* | 学位授予单位代码* | 学位类型* | 学位级别* |
| 浙江工业大学 | 10337 | | |
| 论文题名* | | | |
| 关键词* | | | 论文语种* |
| 并列题名 | | | 中文 |
| 作者姓名* | | 学 号* | |
| 培养单位名称* | 培养单位代码* | 培养单位地址* | 邮政编码* |
| 浙江工业大学 化学工程学院 | 10337 | 杭州市潮王路 18 号 | 310032 |
| 学科专业* | 研究方向* | 学 制* | 学位授予年* |
| | | | |
| 论文提交日期* | 与封面日期一致 | | |
| 导师姓名* | | 职 称* | |
| 评阅人 | 答辩委员会主席* | 答辩委员会成员 | |
| / | | | |
| 电子版论文提交格式：文本（ ）图像（ ）视频（ ）音频（ ）多媒体（ ）其他（ ） | | | |
| 电子版论文出版（发布）者 | 电子版论文出版（发布）地 | 版权声明 | |
| | | | |
| 论文总页数* | | | |
| 注：共 33 项，其中带*为必填数据，为 25 项。 | | | |

附件 2：学位论文书脊示例

