

北京航空航天大学

本科生毕业设计(论文)手册

(工科类)

学 院 _____

专 业 _____

学 号 _____

学生姓名 _____

指导教师 _____



说 明

- 1、学生毕业设计（论文）开始之前，由指导教师填写本手册中的任务书，并经教研室主任或毕设领导小组组长批准后，发到学生手中；
- 2、毕业设计（论文）题目，在开题过程中可以进行调整或更改，但须教研室主任或毕设领导小组组长批准，开题后一律不再更改；
- 3、学生要认真填写毕业设计（论文）的进展情况，做好阶段总结；
- 4、本手册中所填内容要完整，所有签字必须齐全，校、学院的工作检查将以此手册作为主要依据；
- 5、本手册在毕业设计（论文）完成后，与论文一起交指导教师，作为组织论文评阅和毕业答辩的主要档案资料；并由各学院保存四年以上。

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 本科生毕业设计（论文）守则····· | 1 |
| 关于本科生毕业设计（论文）工作检查的实施办法····· | 2 |
| 本科生毕业设计（论文）撰写规范及要求····· | 4 |
| 本科生毕业设计（论文）任务书 ····· | 30 |
| 开题报告 ····· | 32 |
| 期中小结 ····· | 35 |
| 总结 ····· | 36 |
| 本科生毕业设计（论文）评语、答辩资格审查 ····· | 37 |
| 本科生毕业设计（论文）答辩记录表 ····· | 38 |
| 工科类本科生毕业设计（论文）评分表 ····· | 39 |

本科生毕业设计（论文）守则

毕业设计是培养学生综合运用本学科的基础理论、专业知识和基本技能，提高分析、解决实际问题的能力，初步培养从事科学研究和工程技术工作基本能力的重要实践教学环节。

在这一教学过程中，学生应遵守以下规定：

- 1、在接受毕业设计（论文）题目后，认真阅读领会毕业设计（论文）任务书中规定的任务、要求，制定工作计划和进度表，做好各种准备工作；
- 2、认真执行工作计划和进度表，保证按期完成毕业设计（论文）；
- 3、要有完整的毕业设计（论文）进展情况记录，做好阶段总结，并定期向指导教师汇报工作进展情况（每周至少一次）；
- 4、毕业论文须按照《加强本科生学位论文学术道德和学术规范建设实施办法》进行“大学生论文管理系统”检测，检测通过后方可进行论文评阅和答辩；
- 5、打印好（未装订）的论文必须在答辩前七天交到指导教师手中，并准备论文答辩；
- 6、在论文答辩后，根据指导教师、评阅教师以及论文答辩小组的意见，对毕业设计（论文）进行修改，将修改后的论文用毕业设计（论文）用纸打印，装订成册后上交；
- 7、在国外、校外进行毕业设计（论文）的学生，由所在单位负责开题、中期、答辩等环节的管理监督工作，同时应按照我校相关毕业设计要求，定期向本校指导教师汇报工作进展情况，按时提交毕业设计（论文）、毕业设计手册等材料；
- 8、虚心接受教师的指导，严格要求自己，发挥主观能动性，独立完成各项任务，严谨求实，不得剽窃他人成果，并对毕业设计（论文）的质量负全面责任；
- 9、为了保证毕业设计的质量，在毕业设计开始前，凡有三门（含）以上必修课（培养计划规定的课程，含专业方向课）不及格者，由学院根据具体情况，审批是否按期进行毕业设计，对推迟进行者，应同时做出相应安排。

关于本科生毕业设计（论文）工作检查的实施办法

学校对毕业设计（论文）工作进行全过程的检查，是提高毕业设计质量的有效措施之一，为使这项工作制度化、规范化，特做如下规定。

1、对毕业设计的检查工作将在各主要环节上进行，主要方式是：以学院自查为主，学校组织专家进行检查。

2、 教务处负责毕业设计检查的日常管理和协调工作，为检查工作提供条件。学院在各阶段检查中要及时将检查情况上报教务处，全校的检查情况教务处汇总后及时反馈到学院，并向全校公布。

3、题目审查

(1) 学院在毕设开始前对选题在专业方向、综合能力训练、工作量、题目难度和广度等方面是否合适，软硬件是否具备进行审查；

(2) 学校将随机抽调部分《题目申报表》进行检查。（《题目申报表》由各学院自行保存）

4、开题检查

(1) 指导教师在必设开始时向学生下发书面任务书，填写要规范完整、任务要明确，对学生的论文工作条件准备要充分，并检查指导学生按时开题；

(2) 学生接到任务书后，在两周内按论文工作的要求查找资料，调查研究、并认真填写毕设手册，完成开题报告（报告包括：题目背景、任务、工作进度表）；

(3) 学院将答辩的时间地点提前一周报到教务处，学校派人随机参加学院安排的答辩，对答辩的组织情况进行抽查。

5、中期检查

(1) 学院要根据学生的题目、任务和工作计划情况，逐个了解和检查学生论文工作的进展情况，对出现的问题应及时协调解决，保证毕业设计的质量和按时完成任务；

(2) 学院将检查的时间地点提前一周报到教务处，学校派人随机参加学院安排的答辩，对答辩的组织情况进行抽查。

6、答辩检查

学院将答辩的时间地点提前一周报到教务处，学校派人随机参加学院系（教研室）安排的答辩，对答辩的组织情况进行抽查；检查内容：

(1) 答辩的环境是否整洁、安静，学生答辩必备的条件是否满足；

(2) 答辩教师是否齐全，答辩程序是否规范；

(3) 学生答辩材料（指论文及附件、本科生毕业设计手册）是否完备和规范；

(4) 成绩评定情况是否合理。

7、论文抽查

教务处在答辩结束后随机抽取论文进行检查（包括毕业设计（论文）及附件，《本科生毕业设计（论文）手册》，“大学生论文管理系统”检测报告）。

本科生毕业设计(论文)撰写规范及要求

一、北京航空航天大学本科生毕业设计(论文)撰写规范

为了统一和规范我校本科生毕业设计(论文)的写作,保证我校本科生毕业设计(论文)的质量,根据《中华人民共和国国家标准科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》(国家标准 GB7713-87)的规定,特制定《北京航空航天大学本科生毕业设计(论文)撰写规范》。

1 内容要求

1.1 论文题目

论文题目应该简短、明确、有概括性。读者通过题目,能大致了解论文的内容、专业的特点和学科的范畴。但字数要适当,一般不宜超过 24 字。必要时可加副标题。

1.2 摘要与关键词

1.2.1 论文摘要

论文摘要应概括地反映出毕业设计(论文)的目的、内容、方法、成果和结论。摘要中不宜使用公式、图表,不标注引用文献编号。摘要以 300~500 字为宜。

1.2.2 关键词

关键词是供检索用的主题词条,应采用能覆盖论文主要内容的通用技术词条(参照相应的技术术语标准)。关键词一般为 3~5 个,按词条的外延层次排列(外延大的排在前面)。

1.3 目录

目录按章、节、条三级标题编写,要求标题层次清晰。目录中的标题要与正文中标题一致。目录中应包括绪论、论文主体、结论、致谢、参考文献、附录等。

1.4 论文正文

论文正文是毕业设计(论文)的主体和核心部分,一般应包括绪论、论文主体及结论等部分。

1.4.1 绪论

绪论一般作为第一章,是毕业设计(论文)主体的开端。绪论应包括:毕业设计的背景及目的;国内外研究状况和相关领域中已有的研究成果;课题的研究方法;论文构成及研究内容等。绪论一般不少于 2 千字。

1.4.2 论文主体

论文主体是毕业设计(论文)的主要部分,应该结构合理,层次清楚,重点突出,文字简练、通顺。论文主体的内容应包括以下各方面:

(1) 毕业设计(论文)总体方案设计与选择的论证。

(2) 毕业设计(论文)各部分(包括硬件与软件)的设计计算。

(3) 试验方案设计的可行性、有效性以及试验数据的处理及分析。

(4) 对本研究内容及成果应进行较全面、客观的理论阐述,应着重指出本研究内容中的创新、改进与实际应用之处。理论分析中,应将他人研究成果单独书写,并注明出处,不得将其与本人提出的理论分析混淆在一起。对于将其他领域的理论、结果引用到本研究领域者,应说明该理论的出处,并论述引用的可行性与有效性。

(5) 自然科学的论文应推理正确,结论清晰,无科学性错误。

(6) 管理和人文学科的论文应包括对研究问题的论述及系统分析,比较研究,模型或方案设计,案例论证或实证分析,模型运行的结果分析或建议、改进措施等。

1.4.3 结论

学位论文的结论单独作为一章撰写,但不加章号。

结论是毕业设计(论文)的总结,是整篇论文的归宿。要求精炼、准确地阐述自己的创造性工作或新的见解及其意义和作用,还可进一步提出需要讨论的问题和建议。

1.5 致谢

致谢中主要感谢导师和对论文工作有直接贡献及帮助的人士和单位。

1.6 参考文献

按论文正文中出现的顺序列出直接引用的主要参考文献。

毕业设计(论文)的撰写应本着严谨求实的科学态度,不得剽窃。凡有引用他人成果之处,均应按论文中所出现的先后次序列于参考文献中。并且只应列出正文中以标注形式引用或参考的有关著作和论文。一篇论著在论文中多处引用时,在参考文献中只应出现一次,序号以第一次出现的位置为准。

1.7 附录

对于一些不宜放入正文中、但作为毕业设计(论文)又是不可缺少的部分,或有重要参考价值的内容,可编入毕业设计(论文)的附录中。例如,过长的公式推导、重复性的数据、图表、程序全文及其说明等。

2 书写规范与打印要求

2.1 论文文字和字数

除外语专业和留学生外,一般用汉语简化文字打印,字数不少于1万字。

2.2 论文书写

论文一律由本人在计算机上输入、编排并打印在 A4 幅面打印纸上，单面印刷。

2.3 字体和字号

| | |
|----------|-------------------|
| 论 文 题 目: | 2 号黑体 |
| 章 标 题: | 3 号黑体 |
| 节 标 题: | 小 4 号黑体 |
| 条 标 题: | 小 4 号黑体 |
| 正 文: | 小 4 号宋体 |
| 页 码: | 5 号宋体 |
| 数字和字母: | Times New Roman 体 |

2.4 封面

论文封面和书脊排版规范见（样张 1(1)和样张 1(2)）。

2.4.1 论文封皮颜色与尺寸

论文封皮为：天蓝皮纹纸 TY1201 120gsm 787 * 1092

2.4.2 封面字号如下：

| | |
|-----------------------|----------------|
| (5 号黑体) | 分 类 号_____ |
| (5 号黑体) | 单位代码_____ |
| (5 号黑体) | 学 号_____ |
| (小初号黑体居中) | 毕业设计（论文） |
| (2 号黑体居中) | （论文题目） |
| (小 3 号黑体) | 学院名称_____ |
| (小 3 号黑体) | 专业名称_____ |
| (小 3 号黑体) | 学生姓名_____ |
| (小 3 号黑体) | 指导教师_____ |
| (小 3 号黑体) | 年 月 日 |
| (4 号黑体) | 封面书脊（论文题目、姓名） |
| (小 4 号黑体) | 封面书脊（北京航空航天大学） |
| (Times New Roman 体加粗) | 数字和字母 |

2.4.3 单位代码

单位代码由教务处统一填写。

2.4.4 学号

学号以在学院教学管理平台录入的学号为准。

2.4.5 分类号


分类号需到图书馆或网上查《中国图书资料分类法》后准确填写。

2.5 扉页

论文扉页为“本科生毕业设计(论文)任务书”和“本人声明”，格式分别见（**样张 2(1)**、**样张 2(2)**和**样张 3(1)**）。“本科生毕业设计(论文)任务书”由指导教师填写；“本人声明”要学生本人签字。

2.6 论文页面设置

2.6.1 页眉

页眉为  北京航空航天大学毕业设计(论文) 第 页，见（**样张 3(2)**）。

2.6.2 页边距

论文的上边距：30mm；下边距：25mm；左边距：30mm；右边距：20mm；行间距为 1.5 倍行距，见（**样张 3(2)**）。

2.6.3 页码的书写要求

论文页码从绪论部分开始，至附录，用阿拉伯数字连续编排，页码位于页眉右侧。封面、本科毕业设计(论文)任务书、摘要和目录不编入论文页码；摘要和目录用罗马数字单独编页码。

2.7 摘要

2.7.1 中文摘要

中文摘要包括：论文题目（小 3 号黑体）、“摘要”字样（3 号黑体）、学生姓名、指导教师姓名、摘要正文和关键词。

摘要正文后下空一行打印“关键词”三字（4 号黑体），关键词一般为 3~5 个，每一关键词之间用逗号分开，最后一个关键词后不打标点符号，见（**样张 4**）。

2.7.2 英文摘要

英文摘要另起一页，其内容及关键词应与中文摘要一致，并要符合英语语法，语句通顺，文字流畅。并在英文题目下面第一行写作者(Author)姓名，作者姓名下面的一行写指导教师(Tutor)姓名，作者姓名和指导教师姓名用汉语拼音写，冒号和后面第一个字母上下对齐。

英文和汉语拼音一律为 Times New Roman 体，字号与中文摘要相同，见（**样张 5**）。

2.8 目录

理工类和管理类专业目录的三级标题，建议按（1……、1.1……、1.1.1……）的格式编写，人文社科类专业目录的三级标题，建议按（一、（一） 1、）的格式编写，外语类专业目录的三级标题，建议按（I、A、a、）的格式编写，目录中各章题序的阿拉伯数字用 Times New

Roman 体，第一级标题用小 4 号**黑体**，其余用小 4 号**宋体**。目录的打印实例见（**样张 6(1)、6(2)**）。

2.9 论文正文

2.9.1 章节及各章标题

论文正文分章节撰写，每章应另起一页。各章标题要突出重点、简明扼要。字数一般在 15 字以内，不得使用标点符号。标题中尽量不采用英文缩写词，对必须采用者，应使用本行业的通用缩写词。

2.9.2 层次

层次以少为宜，根据实际需要选择。正文层次的编排和代号要求统一，层次为章（如“1”）、节（如“1.1”）、条（如“1.1.1”）、款（如“1、”）、项（如“（1）”）。层次用到哪一层次视需要而定，若节后无需“条”时可直接列“款”、“项”。“节”、“条”的段前、段后各设为 0.5 行，见（**样张 7**）。

2.10 引用文献

引用文献标示方式应全文统一，并采用所在学科领域内通用的方式，用上标的形式置于所引内容最末句的右上角，用小 4 号**字体**。所引文献编号用**阿拉数字**置于方括号中，如：“…成果^[1]”。当提及的参考文献为文中直接说明时，其序号应该用小 4 号**字**与正文排齐，如“由文献[8, 10-14]可知”。

不得将引用文献标示置于各级标题处。

2.11 名词术语

科技名词术语及设备、元件的名称，应采用国家标准或部颁标准中规定的术语或名称。标准中未规定的术语要采用行业通用术语或名称。全文名词术语必须统一。一些特殊名词或新名词应在适当位置加以说明或注解。

采用英语缩写词时，除本行业广泛应用的通用缩写词外，文中第一次出现的缩写词应该用括号注明英文全文。

2.12 物理量名称、符号与计量单位

2.12.1 物理量的名称和符号

物理量的名称和符号应符合 GB3100~3102-86 的规定。论文中某一量的名称和符号应统一。

2.12.2 物理量计量单位

物理量计量单位及符号应按国务院 1984 年发布的《中华人民共和国法定计量单位》及 GB3100~3102 执行，不得使用非法定计量单位及符号。计量单位符号，除用人名命名的单位第一个字母用大写之外，一律用小写字母。

非物理量单位（如件、台、人、元、次等）可以采用汉字与单位符号混写的方式，如“万 t • km”。

文稿叙述中不定数字之后允许用中文计量单位符号，如“几千克至 1000kg”。

表达时刻时应采用中文计量单位，如“上午 8 点 3 刻”，不能写成“8h45min”。

计量单位符号一律用正体。

2.13 外文字母的正、斜体用法

物理量符号、物理常量、变量符号用斜体，计量单位等符号均用正体，见（样张 8(1)、8(2)）。

2.14 数字

按国家语言文字工作委员会等七单位 1987 年发布的《关于出版物上数字用法的试行规定》，除习惯用中文数字表示的以外，一般均采用阿拉伯数字。年份一概写全数，如 2003 年不能写成 03 年。

2.15 公式

公式应另起一行写在稿纸中央，公式和编号之间不加虚线。公式较长时最好在等号“=”处转行，如难实现，则可在+、-、×、÷运算符号处转行，运算符号应写在转行后的行首，公式的编号用圆括号括起来放在公式右边行末。

公式序号按章编排，如第一章第一个公式序号为“(1.1)”，附录 A 中的第一个公式为“(A1)”等。

文中引用公式时，一般用“见式(1.1)”或“由公式(1.1)”。

公式中用斜线表示“除”的关系时应采用括号，以免含糊不清，如 $a/(b\cos x)$ 。通常“乘”的关系在前，如 $a\cos x/b$ 而不写成 $(a/b)\cos x$ 。

2.16 表格

每个表格应有自己的表序和表题。并应在文中进行说明，例如：“如表 1.1”。

表序一般按章编排，如第一章第一个插表的序号为“表 1.1”等。表序与表名之间空一格，表名中不允许使用标点符号，表名后不加标点。表序与表名置于表上居中（5 号黑体加粗，数字和字母为 5 号 Times New Roman 体加粗），见（样张 8(2)）。

表格采用开放式表格，见（样张 8(2)）。

表头设计应简单明了，尽量不用斜线。表头与表格为一整体，不得拆开排写于两页。

全表如用同一单位，将单位符号移至表头右上角。

表中数据应正确无误，书写清楚。数字空缺的格内加“—”字线（占 2 个数字），不允许用“/”、“同上”之类的写法见（样张 8(2)）。

表内文字说明（5号宋体），起行空一格、转行顶格、句末不加标点。

表中若有附注时，用小5号宋体，写在表的下方，句末加标点，见（样张8(2)）。仅有一条附注时写成：注：；有多条附注时，附注各项的序号一律用阿拉伯数字，例如：注1：。

2.17 图

毕业的插图应与文字紧密配合，文图相符，技术内容正确。选图要力求精练。

2.17.1 制图标准

插图应符合国家标准及专业标准。

机械工程图：采用第一角投影法，严格按照 GB4457~4460-84, GB131-83《机械制图》标准规定。

电气图：图形符号、文字符号等应符合有关标准的规定。

流程图：原则上应采用结构化程序并正确运用流程框图。

对无规定符号的图形应采用该行业的常用画法。

2.17.2 图题及图中说明

每幅插图均应有图题（由图号和图名组成）。图号按章编排，如第一章第一图的图号为“图1.1”等。图题置于图下，用5号宋体。有图注或其他说明时应置于图题之上，用小5号宋体。图名在图号之后空一格排写。引用图应说明出处，在图题右上角加引用文献号。图中若有分图时，分图号用(a)、(b)等置于分图之下，见（样张8(3)）。

图中各部分说明应采用中文（引用的外文图除外）或数字项号，各项文字说明置于图题之上（有分图题者，置于分图题之上），见（样张8(1)）。

2.17.3 插图编排

插图与其图题为一个整体，不得拆开排写于两页。插图处的该页空白不够排写该图整体时，可将其后文字部分提前排写，将图移至次页最前面。

2.17.4 坐标与坐标单位

对坐标轴必须进行说明，有数字标注的坐标图，必须注明坐标单位，见（样张8(1)）。

2.17.5 论文原件中照片图及插图

毕业设计(论文)原件中的照片图应是直接用数码相机拍照的照片，或是原版照片粘贴，不得采用复印方式。照片可为黑白或彩色，应主题突出、层次分明、清晰整洁、反差适中。照片采用光面相纸，不宜用布纹相纸。对金相显微组织照片必须注明放大倍数。

2.18 注释

毕业设计(论文)中有个别名词或情况需要解释时，可加注说明，注释可用页末注（将注文放在加注页稿纸的下端）或篇末注（将全部注文集中在文章末尾），而不用行中注（夹在正文中的注）。若在同一页中有两个以上的注时，按各注出现的先后，须序编列注号，注释只限

于写在注释符号出现的同页，不得隔页。

2.19 参考文献

参考文献的著录均应符合国家有关标准（按 GB7714—87 《文后参考文献著录格式》执行）。以“参考文献”居中排作为标识；参考文献的序号左顶格，并用数字加方括号表示，如[1]，[2]，...，以与正文中的指示序号格式一致。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。各类参考文献条目的编排格式及示例如下。

1. 连续出版物

[序号] 主要责任者.文献题名[J].刊名,出版年份,卷号(期号):起止页码.

例如: [1] 毛峡, 丁玉宽.图像的情感特征分析及其和谐感评价[J].电子学报, 2001, 29(12A):1923-1927.

[2] Mao Xia, et al. Affective Property of Image and Fractal Dimension[J]. Chaos, Solitons & Fractals. U.K., 2003:V15 905-910.

2. 专著

[序号] 主要责任者.文献题名[M].出版地:出版者,出版年:起止页码.

例如: [3] 刘国钧, 王连成.图书馆史研究[M].北京:高等教育出版社, 1979:15-18, 31.

3. 会议论文集

[序号] 主要责任者.文献题名[A]//主编.论文集名[C].出版地:出版者,出版年:起止页码.

例如: [4] 毛 峡, 孙贇.和谐图案的自动生成研究[A].第一届中国情感计算及智能交互学术会议论文集[C].北京:中国科学院自动化研究所, 2003: 277-281.

[5] Mao Xia, et al . Analysis of Affective Characteristics and Evaluation of Harmonious Feeling of Image Based on 1/f Fluctuation Theory[A].International Conference on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence & Expert Systems (IEA/AIE) [C]. Australia: Springer Publishing House,2002:17-19.

4. 学位论文

[序号] 主要责任.文献题名[D].保存地:保存单位,年份.

例如: [6] 张和生.地质力学系统理论[D].太原:太原理工大学,1998.

5. 报告

[序号] 主要责任.文献题名[R].报告地:报告会主办单位,年份.

例如: [7] 冯西桥.核反应堆压力容器的 LBB 分析[R].北京:清华大学核能技术设计研究院,1997.

6. 专利文献

[序号] 专利所有者.专利题名[P].专利国别:专利号,发布日期.

例如: [8] 姜锡洲.一种温热外敷药制备方案[P].中国专利:881056078,1983-08-12.

7. 国际、国家标准

[序号] 标准代号,标准名称[S].出版地:出版者,出版年.

例如: [9] GB/T 16159—1996, 汉语拼音正词法基本规则[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.

8. 报纸文章

[序号] 主要责任者.文献题名[N].报纸名,出版日期(版次).

例如: [10] 毛 峡.情感工学破解‘舒服’之迷[N].光明日报,2000-4-17(B1).

9. 电子文献

[序号] 主要责任者.电子文献题名[文献类型/载体类型].电子文献的出版或可获得地址,发表或更新的期/引用日期(任选).

例如: [21] 王明亮.中国学术期刊标准化数据库系统工程的[EB/OL].

http://www.cajcd.cn/pub/wml.txt/9808_10-2.html,1998-08-16/1998-10-04.

外国作者的姓名书写格式一般为: 名的缩写、姓。例如 A. Johnson, R.O.Duda

引用参考文献类型及其标识说明如下:

根据 GB3469 规定, 以单字母方式标识以下各种参数文献类型, 如表 2.1:

表 2.1 参数文献的标识

| | | | | | |
|--------|------|-----|--------|------|------|
| 参考文献类型 | 专著 | 论文集 | (单篇论文) | 报纸文章 | 期刊文章 |
| 文献类型标识 | M | C | (A) | N | J |
| 参考文献类型 | 学位论文 | 报告 | 标准 | 专利 | 其它文献 |
| 文献类型标识 | D | R | S | P | Z |

对于数据库、计算机程序及光盘图书等电子文献类型的参考文献, 以下列字母作为标识, 如表 2.2:

表 2.2 电子文献的标识

| | | | |
|--------|-----------|-----------|------|
| 参考文献类型 | 数据库(网上) | 计算机程序(磁盘) | 光盘图书 |
| 文献类型标识 | DB(DB/OL) | CP(CP/DK) | M/CD |

关于参考文献的未尽事项可参见国家标准《文后参考文献著录规则》(GB7714—87)。

2.20 附录

论文的附录依序用大写正体 A, B, C……编序号, 如: 附录 A。其专业目录的三级标题, 建议按(附 A 1……、附 A 1. 1……、附 A 1. 1. 1……)的格式编写。附录中的图、表、式等另行编序号, 与正文分开, 也一律用阿拉伯数字编码, 但在数码前冠以附录序码, 如: 图 A1; 表 B2; 式(B3)等, 见(样张 9(1)、9(2))。

2.21 论文印刷与装订

毕业设计论文按以下排列顺序印刷与装订。

- (一) 封面
- (二) 扉页
- (三) 中文摘要
- (四) 英文摘要
- (五) 目录
- (六) 正文
- (七) 致谢
- (八) 参考文献
- (九) 附录

二、本科生毕业设计（论文）的要求

1、毕业设计（论文）的写作格式按照《北京航空航天大学本科生毕业设计（论文）撰写规范》执行；

2、基本规范要求的执行：

(1) 各学院毕业设计领导小组，负责组织对本学院学生毕业设计（论文）的基本规范的执行情况进行审查；

(2) 毕业设计（论文）的基本规范要求审查在毕业答辩前完成，审查合格者经毕设领导小组签字后方可参加答辩；

(3) 审查不合格者，应要求修改，达到要求，才能参加答辩；

(4) 在校外进行毕业设计（论文）的学生，论文的基本规范要求由教研室毕设工作指导小组在其答辩前进行审查，要求同校内标准一致。

3、学生上交的论文应是经指导教师审阅过的论文，否则答辩小组有权不让其参加答辩。



单位代码 10006

学 号 38020326

分 类 号 TN953

北京航空航天大学

B E I H A N G U N I V E R S I T Y

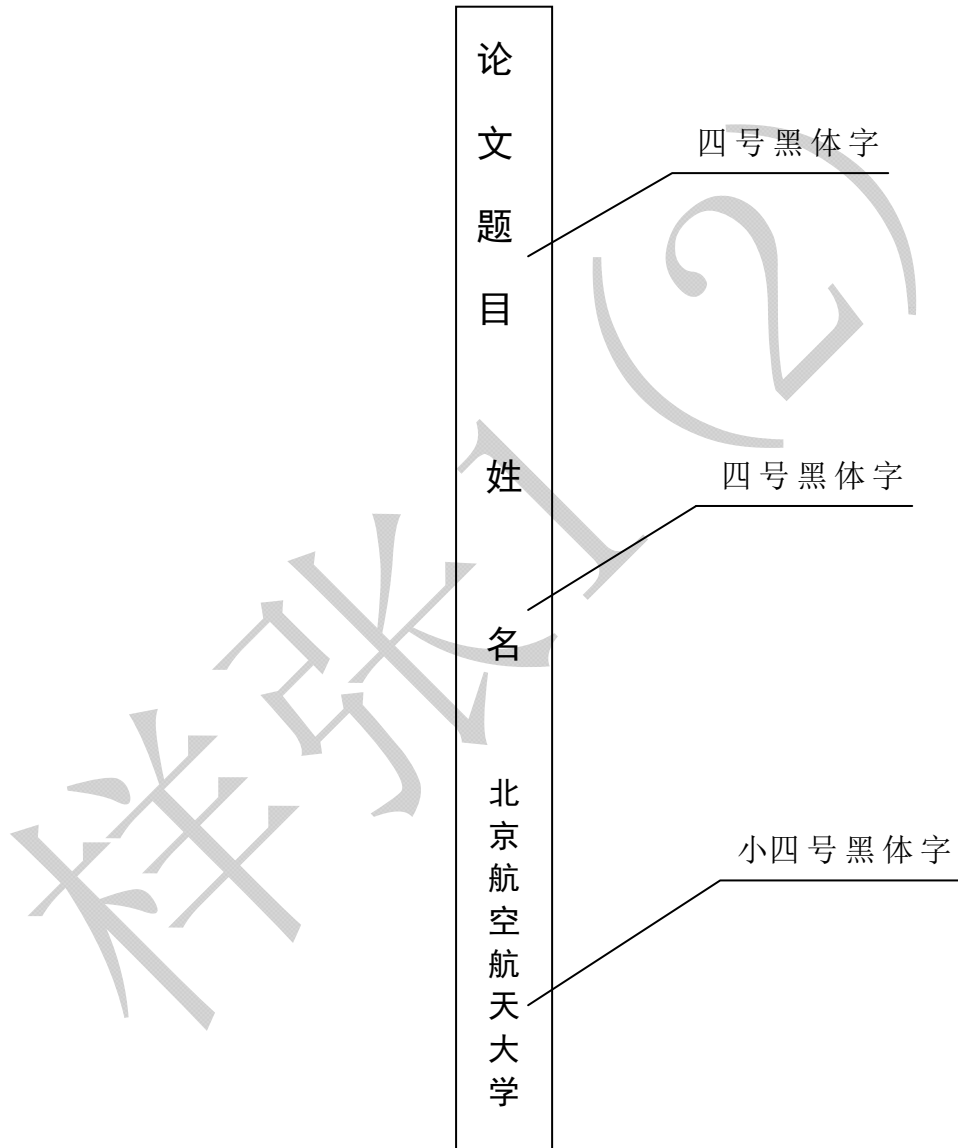
毕业设计(论文)

(题目)

| | |
|---------|-----------------|
| 学 院 名 称 | <u>电子信息工程学院</u> |
| 专 业 名 称 | <u>电子与信息技术</u> |
| 学 生 姓 名 | <u>李兴新</u> |
| 指 导 教 师 | <u>毛 峡</u> |

2015 年 6 月

论文封面书脊



北京航空航天大学

本科生毕业设计（论文）任务书

I、毕业设计（论文）题目：

II、毕业设计（论文）使用的原始资料（数据）及设计技术要求：

III、毕业设计（论文）工作内容：

IV、主要参考资料：

_____学院_____专业类_____班

学生 _____

毕业设计（论文）时间：_____年____月____日至_____年____月____日

答辩时间：_____年____月____日

成 绩：_____

指导教师：_____

兼职教师或答疑教师（并指出所负责部分）：

_____系（教研室） 主任（签字）：_____

注：任务书应该附在已完成的毕业设计（论文）的首页。



本人声明

我声明，本论文及其研究工作是由本人在导师指导下独立完成的，在完成论文时所利用的一切资料均已在参考文献中列出。

作者：王小亮

签字：

时间：2015 年 6 月



论文



油/水电迁移微观动态过程的研究

学 生：黄 欣

指导教师：朱岳麟

摘 要

电分离工艺技术在炼油工业中是效率最好、最经济的油/水分离方法。但到目前为止，对于交流、直流或高频高压条件下，含盐的水珠在油相中电迁移微观动态过程却不十分清楚，因此影响了电脱盐工艺参量的优化。针对这个难题，本文研究了油/水电分离的微观动态过程。建立了一套油/水电迁移显微摄像系统，包括三套电源系统（高频高压电源系统、交流高压电源系统和直流高压电源系统），微电解池系统和显微摄像系统，该装置系统运行稳定可靠，各部分还可以根据需要组合与调整。运用油/水电迁移显微摄像系统，对油/水体系在高频高压电场中电迁移的微观动态过程进行了探索和研究，总结了油中微水滴在电场中的迁移规律。并分析了高频高压油/水分离的工艺参数对油水电迁移过程的影响，初步确定了油/水分离最佳频率，以及合适的电场强度。本文将高频高压油/水电迁移动态过程分别与交流高压、直流高压油/水电迁移动态过程进行了对比，分析了其微观机制的不同，验证了高频高压油/水分离技术的优越性。对于油水电迁移微观机制的研究，不仅为形成完整的油水电分离理论提供了良好的开端，而且对于现有电脱盐工艺的优化具有重要的指导意义。

关键词： 高频高压，油/水电迁移，微电解池系统，显微摄像系统，微观机制



Micro-process of Oil/Water Transferring in Electric Field

Author : HUANG Xin

Tutor : ZHU Yue-lin

Abstract

Electro-desalting is the most efficient and the most economical oil/water separation method desalting. However the assembling process of water droplet in oil phase under DC、AC and high-frequency high-voltage electric field is not so clear, thus the optimization of crude oil desalting always means a lot of lab work and fieldwork. To resolve this problem, deep study on the dynamic transferring process of droplets in oil phase was made in this paper. A microcosmic camera apparatus was developed in the research. It includes three power supplies(DC、AC and high-frequency high-voltage powers)、micro-electrolytic cells and microcosmic camera equipments.

The transferring of water droplets in oil phase under high-frequency high-voltage electric field has been explored and the rule of the transferring generalized. The effect of such technical parameters as frequency and electric field intensity were thoroughly studied, the best frequency and the most suitable electric field intensity was gained. A contrast of the transferring phenomenon between water droplets under different electric fields was performed. The study of the rule of the water droplet transferring in oil phase made in this paper not only provided a good start for the form of integrate theory of electric separation, but also had a directing effect on the optimizing of existing electro-desalting technics.

Key words: High-frequency high-voltage, Oil/water electro-transferring, Micro-electrolytic cell, Microcosmic camera system



目 录

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 1 | 绪论..... | 1 |
| 1.1 | 课题背景及目的..... | 1 |
| 1.2 | 国内外研究状况..... | 2 |
| 1.3 | 课题研究方法..... | 3 |
| 1.4 | 论文构成及研究内容..... | 4 |
| 2 | I 级叶/盘协调转子固有振动特性分析..... | 5 |
| 2.1 | 基础知识..... | 5 |
| 2.1.1 | 有限元法..... | 5 |
| 2.1.2 | 循环对称结构的分析方法..... | 6 |
| 2.2 | I 级叶/盘转子振动特性的有限元分析..... | 7 |
| 2.2.1 | 计算模型..... | 7 |
| 2.2.2 | 有限元计算结果及分析..... | 8 |
| 3 | I 级叶/盘转子错频方案的对比分析..... | 15 |
| 3.1 | 计算模型及主要分析思路..... | 15 |
| 3.2 | 基本原理..... | 17 |
| 3.2.1 | 多自由度系统的固有频率和振型..... | 17 |
| 3.2.2 | 多自由度系统的振动响应..... | 19 |
| 3.3 | 协调系统的模拟..... | 19 |
| 3.4 | 错频方案的拟定..... | 21 |
| 3.5 | 多自由度系统的强迫响应分析..... | 23 |
| 3.5.1 | 动态响应的计算方法..... | 23 |
| 3.5.2 | 强迫响应分析前的准备工作..... | 25 |
| 3.5.3 | 动态响应的计算结果与分析..... | 27 |



| | |
|--------------------------|----|
| 3.6 实际错频方案的动态响应分析..... | 34 |
| 3.6.1 实际错频转子叶片的频率分布..... | 34 |
| 3.6.2 动态响应的计算结果与分析..... | 36 |
| 结论..... | 53 |
| 致谢..... | 54 |
| 参考文献..... | 55 |
| 附录..... | 56 |
| 附录 A..... | 56 |
| 附录 B..... | 56 |
| 附录 C..... | 57 |



3 I 级叶/盘转子错频方案的对比分析

在叶轮机械领域, 对一个实际的叶盘转子, 错频是指由于单个叶片之间因几何上或结构上的不同而造成的其在固有频率上的差异^[2]。……

……

3.5 多自由度系统的强迫响应分析

由前面的分析可知, 响应分析在数学上是一个具有 38 个自由度的二阶线性微分方程的数值积分问题^[3, 6-9]。……

3.5.1 动态响应的计算方法

1、系统的运动方程

多自由度系统运动微分方程的一般形式为: ……

(1) ……

(2) ……

2、微分方程组的数值积分

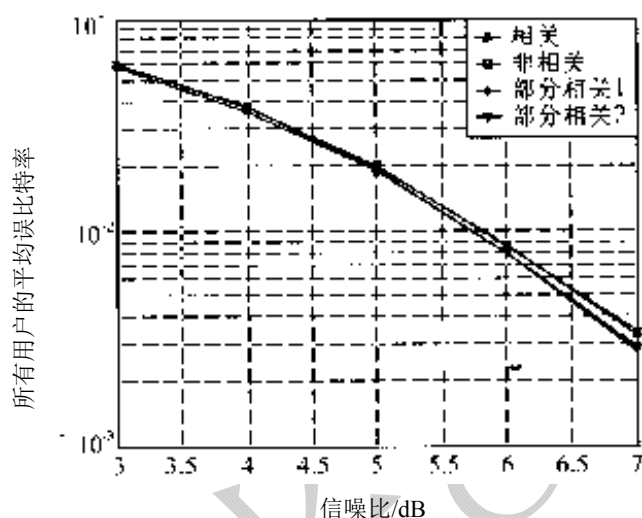
一阶常系数微分方程组的初值问题可表述为: ……

3.5.2 强迫响应分析前的准备工作

……

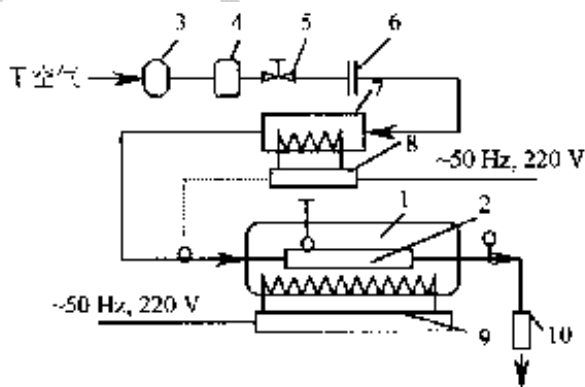
$$\bar{P}_i(u) = \sum_{j=0}^k \bar{V}_i \Lambda_i(k; \bar{\beta}_1, \dots, \bar{\beta}_n; u) \quad (2.3)$$

$$\frac{|A(s)|^2}{|A(o)|^2} = \frac{\rho_1 \rho_2}{(s + \rho_1)(s + \rho_2)} \quad (3.1)$$



注：此图中的曲线对应关系与图 2.1 相同。

图 2.3 部分相干解调与相干和非相干解调平均误码性能的比较



1-太阳模拟器；2-单管及 31 个 PCM 容器；3-气泵；
4-干燥过滤器；5-手动调节阀；6-孔板流量计；
7-空气预热器；8、9-调功器；10-空气换热器。

图 3.1 单管换热系统流程图



表 2.1 方法一干扰抑制结果

| 干扰类型 | 目标信号 | 阵元数 | 干扰采样值数 | SINR(dB) |
|-------|------|-----|--------|----------|
| 第一类干扰 | 信号 1 | 8 | — | 30.58 |
| | | 4 | — | 21.16 |
| | 信号 4 | 8 | — | 38.28 |
| | | 4 | — | 19.41 |
| 第二类干扰 | 信号 4 | 8 | 30 | 4.69 |
| | | | 19 | 4.83 |
| | | 4 | 30 | -0.42 |

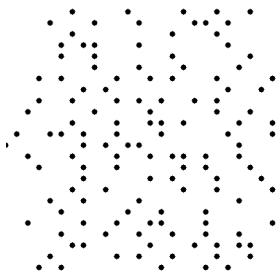
表 3.1 各组分 lgB_i 值

| 序号 | T=1500K | | T=2000K | |
|----|--------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| | 组分 | lgB_i | 组分 | lgB_i |
| 1 | O ₂ ⁺ | 5.26 | HO ₂ | 6.43 |
| 2 | HO ₂ | 5.26 | O ₂ ⁺ | 6.42 |
| 3 | H ₂ O ⁺ | 4.76 | H ₂ O ⁺ | 6.18 |
| 4 | N ₂ ⁺ | 3.97 | H | 6.12 |
| 5 | H | 3.54 | H ₂ ⁺ | 6.04 |
| 6 | OH | 3.29 | OH | 5.91 |
| 7 | CO ⁺ | 3.26 | O | 5.59 |
| 8 | H ₂ ⁺ | 2.54 | N ₂ ⁺ | 4.87 |
| 9 | O | 2.30 | CO ⁺ | 3.98 |
| 10 | H ₂ O ₂ | 1.62 | CO ₂ ⁺ | 3.76 |
| 11 | CO ₂ ⁺ | 1.40 | H ₂ O ₂ | 3.09 |
| 12 | HCO* | -0.47 | HCO* | 0.24 |
| 13 | N ⁺ | -4.85 | N ⁺ | -2.81 |
| 14 | CH ₂ O ⁺ | -6.91 | CH ₂ O* | -6.13 |
| 15 | NO ⁺ | -16.60 | NO ⁺ | -11.76 |

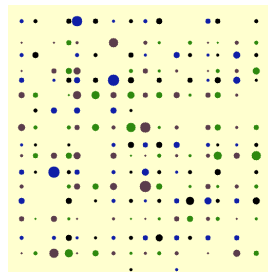
注：“+”表示重要组分，“*”表示冗余组分。

表 3.3 压降损失计算结果

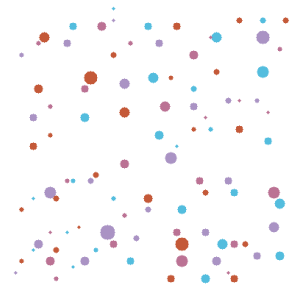
| 换热器 | Pa | |
|-----|---------|---------|
| | 热边压降损失 | 冷边压降损失 |
| 初级 | 2974.37 | 2931.52 |
| 次级 | 2924.65 | 3789.76 |



(a) 分 布
符合 $1/f$ 规律图



(b) 大小与色彩
符合 $1/f$ 规律图



(c) 间距、大小与色彩均
符合 $1/f$ 规律图

图 2.5 图案例

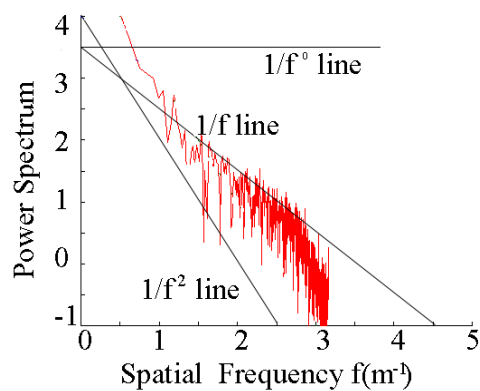
附录 A $1/f$ 频谱图

图 A1 频谱图

附录 B C 的取值表

表 B1 C 的取值

| C 值 | |
|-----|-------|
| | 液体/蒸汽 |
| 20 | 紊流/紊流 |
| 12 | 层流/紊流 |
| 10 | 紊流/层流 |
| 5 | 层流/层流 |

附录 C 一维 $1/f$ 波动数据的生成

```
clear all
close all

M = 2*256;
K = 1;
f = 1:M;
s = K*1./f;

figure(1); plot(s); grid;

LOGs = log10( s );
LOGf = log10( f );

figure(4); plot( LOGf,LOGs ); grid;

hh = sqrt( m*s );

m = 2*M-1;
h2( 1:M ) = hh( 1:M );
h2( M:m ) = hh( M:-1:1 );
figure(2); plot(h); grid;

pp = rand( 1,m );
re = h2 .* cos( pp );
im = h2 .* sin( pp );
hh = re + i*im;

.....
```

北京航空航天大学

本科生毕业设计（论文）任务书

I、毕业设计（论文）题目：

II、毕业设计（论文）使用的原始资料（数据）及设计技术要求：

III、毕业设计（论文）工作内容：

IV、主要参考资料：

_____ 学院_____ 专业类 _____ 班

学生 _____

毕业设计（论文）时间：_____年____月____日至_____年____月____日

答辩时间：_____年____月____日

成 绩：_____

指导教师：_____

兼职教师或答疑教师（并指出所负责部分）：

_____系（教研室） 主任（签字）： _____

注：任务书应该附在已完成的毕业设计（论文）的首页。

开题报告

| | |
|---------|--|
| 毕设题目 | |
| 指导教师 | |
| 课题组成员 | |
| 毕设地点 | |
| 课题背景说明 | |
| 毕设内容及目标 | |

| | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------|----|
| 个 人 任 务 计 划 | 时间： 年 月—— 年 月 | | |
| | 周 | 主要任务目标 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 参考书目 | | 作者 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

指导教师签字:

年 月 日

期中小结

指导教师签字:

年 月 日

期中小结

指导教师签字:

年 月 日

总结

指导教师签字:

年 月 日

北京航空航天大学

本科生毕业设计（论文）评语、答辩资格审查

I、指导教师的评语：

指导教师_____ 年 ____ 月 ____ 日

II、评阅教师的评语：

评阅教师_____ 年 ____ 月 ____ 日

III、答辩资格审查：

毕设领导小组组长（或主任）签字：_____ 年____月____日

学院 级本科生毕业设计（论文）答辩记录表

[illegible]

印数：200 册
二〇一九年十月（10）