



学校代码: 10286  
分 类 号: TP393  
密 级: 公开  
U D C: 004.7  
学 号: 236192

心於至善

东南大学 LaTeX 论文模板使用手册

# 东南大学

## 电子信息硕士学位论文

# 微型无人机集群协同定位与自主导航飞行技术的研究与实现

(学位论文形式：应用研究)

刘江鹏

研究生姓名： 刘江鹏

导师姓名: 单冯

李建

申请学位类别 电子信息硕士 学位授予单位 东南大学

东南大学

工程领域名称 软件工程 论文答辩日期 2026 年 5 月 27 日

研究方向 无人机集群协同 学位授予日期

研究方向 无人机集群协同 学位授予日期

研究方向 无人机集群协同 学位授予日期

研究方向 无人机集群协同 学位授予日期

答辩委员会主席 评 阅 人



2026 年 1 月 12 日

学校代码: 10286  
分 类 号: TP393  
密 级: 公开  
U D C: 004.7  
学 号: 236192



# 电子信息硕士学位论文

## 微型无人机集群协同定位与自主导航飞行技术的研究与实现

(学位论文形式: 应用研究)

研究生姓名: 刘江鹏

导师姓名: 单冯

李建

申请学位类别 电子信息硕士 学位授予单位 东南大学

工程领域名称 软件工程 论文答辩日期 2026年5月27日

研究方向 无人机集群协同 学位授予日期

答辩委员会主席 评阅人

2026年1月12日



東南大學

# 电子信息硕士学位论文

微型无人机集群协同定位与自主导航飞行技术的研究与实现

专业名称: 软件工程

研究生姓名: 刘江鹏

导师姓名: 单冯

李建



SOUTHEAST UNIVERSITY L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X THESIS  
TEMPLATE USER MANUAL  
HOW TO WRITE A MASTER THESIS IN  
AN ELEGANT WAY

A Thesis Submitted to  
Southeast University  
For the Professional Degree of Master of Engineering

BY  
Jiangpeng Liu

Supervised by  
Feng Shan  
and  
A.P. TONG Fei

College of Software Engineering  
Southeast University  
January 2026



## 东南大学学位论文独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得东南大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_

## 东南大学学位论文使用授权声明

东南大学、中国科学技术信息研究所、国家图书馆、《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司、万方数据电子出版社、北京万方数据股份有限公司有权保留本人所送交学位论文的复印件和电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅，可以公布（包括以电子信息形式刊登）论文的全部内容或中、英文摘要等部分内容。论文的公布（包括以电子信息形式刊登）授权东南大学研究生院办理。

研究生签名: \_\_\_\_\_ 导师签名: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_



## 摘 要

本文提出了一个新的东南大学 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 硕士研究生毕业论文模板，并说明了如何更优雅地写出一篇漂亮而无用的文章。

**关键词：** T<sub>E</sub>X, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, 学位论文



## **Abstract**

This article proposes a new Southeast University master degree thesis L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X template and explains how to elegantly write an article which is beautiful but full of shit.

**Keywords:** T<sub>E</sub>X, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, Thesis



# 目 录

摘要 .....	I
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
插图目录 .....	IX
表格目录 .....	XI
算法目录 .....	XIII
术语与符号列表 .....	1
<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.1.1 微型无人机 .....	1
1.1.2 微型无人机集群协作飞行 .....	2
1.2 研究思路与挑战 .....	4
1.3 研究目标与内容 .....	5
1.4 论文组织结构 .....	6
<b>第二章 论文的初始化</b> .....	<b>9</b>
2.1 元数据 .....	9
2.1.1 分类号 .....	9
2.1.2 UDC .....	9
2.1.3 保密级别 .....	9
2.1.4 学号 .....	10
2.2 论文标题与书脊 .....	10
2.2.1 中英文标题 .....	10
2.2.2 论文书脊 .....	11
2.3 作者与导师 .....	12
2.4 答辩信息 .....	13
2.5 模板参数 .....	14
2.5.1 链接着色 .....	14
2.5.2 图表、算法及术语目录 .....	14

2.5.3 硕士类型 . . . . .	15
<b>第三章 撰写正文 . . . . .</b>	<b>17</b>
3.1 研究生学位论文的一般格式与顺序 . . . . .	17
3.2 独创性与授权声明 . . . . .	18
3.3 中英文摘要 . . . . .	18
3.4 论文章节及图表目录 . . . . .	19
3.5 正文 . . . . .	19
3.6 致谢 . . . . .	20
3.7 参考文献 . . . . .	20
3.8 附录 . . . . .	21
3.9 作者简介 . . . . .	21
<b>第四章 特殊环境与浮动体 . . . . .</b>	<b>23</b>
4.1 图片 . . . . .	23
4.1.1 插入图片 . . . . .	23
4.1.2 浮动体环境与位置标识符 . . . . .	24
4.1.3 图片的大小与路径 . . . . .	24
4.1.4 图片的标题与标签 . . . . .	25
4.1.5 图片的并排 . . . . .	25
4.1.6 子图 . . . . .	26
4.2 表格 . . . . .	26
4.2.1 插入表格 . . . . .	26
4.3 算法 . . . . .	29
4.4 公式环境 . . . . .	30
4.5 引用浮动体 . . . . .	32
4.6 代码环境 . . . . .	32
4.7 术语与符号 . . . . .	33
<b>第五章 参考文献 . . . . .</b>	<b>35</b>
5.1 导入参考文献 . . . . .	35
5.2 引用参考文献 . . . . .	35
5.3 参考文献样式 . . . . .	36
<b>第六章 版权信息与更新记录 . . . . .</b>	<b>37</b>
6.1 版权信息 . . . . .	37
<b>致    谢 . . . . .</b>	<b>39</b>

参考文献 . . . . .	41
附录 A 欧几里得第二定理的证明 . . . . .	43
附录 B $\sqrt{2}$ 是无理数的证明 . . . . .	45
作者简介 . . . . .	47



## 插图目录

1-1	无人机应用场景 . . . . .	1
1-2	微型无人机 . . . . .	2
1-3	微型无人机集群协作飞行 . . . . .	2
1-4	微型无人机集群应用场景 . . . . .	3
1-5	研究内容 . . . . .	6
2-1	错误的书脊渲染 . . . . .	11
2-2	西文旋转后的书脊渲染 . . . . .	11
2-3	提升基线后的书脊渲染 . . . . .	11
4-1	插入图片示例 . . . . .	23
4-2	GitHub . . . . .	26
4-3	npm . . . . .	26
4-4	东南大学校徽的视觉设计 . . . . .	27



## 表格目录

4.1 东南大学院系列表 . . . . .	28
------------------------	----



## 算法目录

4.1 辗转相除法 . . . . .	30
---------------------	----



# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 微型无人机

近些年来，无人机技术发展迅速，其应用场景不断拓展，逐渐在社会生产与公共管理等领域中发挥重要作用。相比传统有人作业方式，无人机具备部署迅速、机动性强、任务适应能力高等特点，尤其适合在复杂、危险或人员难以进入的环境中开展作业。在自然资源调查领域，无人机搭载激光雷达、航测相机等设备，可完成高精度三维建模。如 2025 年，生态环境部相关团队在锡林郭勒草原保护区，通过无人机多光谱、可见光技术结合地面监测，实现了草原植物多样性的高效监测。在公共安全与基础设施运维领域，无人机凭借智能感知与识别技术，实现输电线路等设施常态化巡查。2025 年湖北大冶电网巡检中，无人机大幅提升巡检效率，缩短故障响应时间，实现多个重点台区“零停电消缺”。此外，在应急与灾害响应场景中，无人机搭载红外探测、实时通信模块，能够快速的获取现场信息。2025 年湖南祁东县山林火情处置中，无人机快速定位火情、传输影像，仅用 18 分钟完成信息报送，为快速扑灭火情提供关键支撑。



图 1-1 无人机应用场景

随着电子制造技术、嵌入式系统以及微机电系统的飞速发展，无人机系统在感知、计算和控制能力不断提升的同时，正朝着小型化、轻量化和智能化方向不断演进。在此背景下，微型无人机 (Micro Unmanned Aerial Vehicles, MUAVs) 凭借体积小、重量轻、机动性强等特点，逐渐从科研实验室走向工业应用与日常生活，在工业自动化<sup>[1]</sup>、农业<sup>[2]</sup>、军事行动<sup>[3]</sup>以及灾害响应<sup>[4]</sup>等领域展现出广阔的应用前景。

Bitcraze 公司于 2019 年 2 月发布的 Crazyflie 2.1 是当前微型无人机领域中具有代表性的开源平台之一。该无人机尺寸仅为  $65 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$ ，重量约 27 g，集成了多种传感器模块，并支持多种无线通信方式，广泛应用于无人机控制算法验证、编队飞行研究以及教育科研实验。以 Crazyflie 2.1 为代表的微型无人机在实际应用中展现出诸多优势：首先，其体积小、质量轻，在室内环境中飞行安全性高，对人员和设备的潜在威胁较小；



图 1-2 微型无人机

其次，系统成本低、维护简单，便于实现多机协同与大规模部署；此外，其开源特性和模块化设计为算法开发、系统扩展和功能定制提供了良好的实验基础。然而，微型无人机同样存在一定的局限性，例如受限于机载硬件规模，微型无人机的计算与存储资源相对有限，单机可执行任务的复杂度较低；此外，其电池容量较小，飞行续航时间较短，从而限制了单次任务的执行时间和活动范围，这些不足对系统的稳定性与任务复杂度提出了更高要求。

### 1.1.2 微型无人机集群协作飞行

受限于单架微型无人机在计算能力、存储能力、续航时间及任务执行效率方面的不足，通过多机协同提升系统整体性能的无人机集群技术逐渐兴起，并成为当前研究的热点方向。通过多架微型无人机之间的协同配合，集群系统能够在保证单机低成本与高安全性的前提下，实现复杂任务的分布式执行，从而显著提升系统整体的可靠性与任务完成能力。

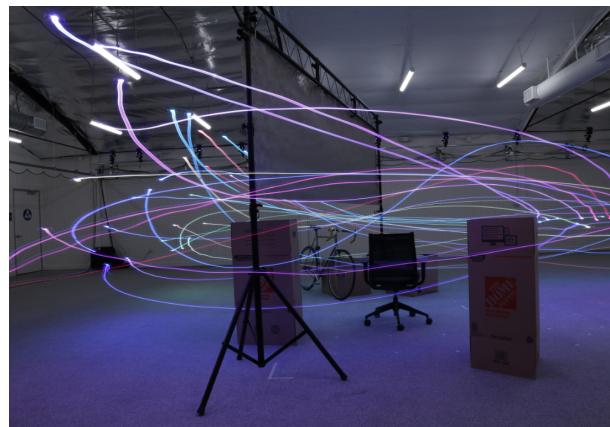


图 1-3 微型无人机集群协作飞行

微型无人机集群本质上属于一种典型的分布式系统，其协同飞行与任务执行高度依赖于集群内部的信息交互机制。在协作过程中，首先需要解决的是微型无人机之间的通

信问题。在高密度集群环境中，多机同时通信会导致信道竞争和干扰加剧，使得通信资源更加紧张。因此，如何在受限的通信条件下实现稳定、低延迟且具有鲁棒性的集群通信，是微型无人机协同飞行面临的关键挑战之一。

在实现通信的基础上，精确的相对定位能力是微型无人机集群协作的另一项核心需求。与依赖外部定位基础设施的传统无人机不同，微型无人机集群通常工作于室内或复杂环境中，难以依赖卫星导航系统获取全局位置信息。在此情况下，微型无人机之间需要通过无线信号、传感器信息或视觉等方式获取彼此的相对位置关系，为编队保持、队形调整以及协同决策提供必要的空间约束。

此外，由于微型无人机集群在执行任务过程中通常缺乏统一的中心控制节点或领导者，各无人机主要依赖分布式决策进行运动控制，其飞行轨迹具有较强的动态性和不确定性。这种无领导结构在一定程度上降低了系统的复杂度，但也显著增加了集群在自主导航与安全保障方面的难度。因此，引入具备全局或半全局信息的领导者无人机，用于对集群整体运动方向和任务目标进行引导，对于提升集群协同飞行的有序性与安全性具有重要意义。在引入领导者的集群协同飞行模式下，领导者无人机负责进行全局路径规划或目标引导，其余跟随无人机依据与领导者及邻近无人机之间的相对信息实现协同运动。同时，各无人机仍需实时感知外部环境和集群内部状态，以避免与障碍物或其他无人机发生碰撞，从而在保证集群整体安全性与稳定性的前提下，实现高效、可靠的协同导航与任务执行。



图 1-4 微型无人机集群应用场景

无人机集群内部的鲁棒通信、高效定位与自主导航避障技术是集群协作的基础，是实现并保障集群协作高效进行的关键技术，可以应用于众多实际场景中。如图1-4所示，有研究人员利用多架搭载高清摄像头的微型无人机组成集群，在复杂的室内环境中搜寻伤者并实时上报伤者位置<sup>[5]</sup>；微型无人机集群也可用于军事场景中，利用微型无人机体积小、易伪装隐藏的优势，可用于在房屋、小巷、森林等复杂场景中实时侦测敌方目标动态，以辅助制定攻击战术；微纳型无人机通过搭载信号感应装置，在机场等关键基础设施附近分散协同搜寻恶意干扰信号发射源，并在发现恶意人员后协作跟踪恶意人员的动向并实时上报给安保人员；有研究人员在微型无人机上搭载激光雷达与通信模块并组成集群在复杂动态的场景中实现了集群的自主导航<sup>[6]</sup>。因此，研究微型无人机集群协同飞行具有很强的现实意义。

## 1.2 研究思路与挑战

本研究围绕微型无人机集群的自适应协同定位与自主导航问题展开系统性研究，旨在构建支撑微型无人机集群协同飞行的基础技术体系。在此基础上，本文将微型无人机集群协同飞行问题进一步划分为鲁棒集群测距、自适应相对定位算法和自主导航三个关键模块。

首先，在感知与通信的基础层面，针对无人机集群中通信冲突频繁、测距失败率较高问题，本文以超宽带通信技术为基础，研究并设计了一种鲁棒的集群测距协议。通过对集群测距中时钟偏移、报文冲突等关键因素进行理论分析，引入扰动机制并对测距策略进行权衡与优化，从而在复杂动态环境下为集群协同提供稳定可靠的通信与距离观测信息。

其次，在相对定位层面，基于鲁棒集群测距所获得的距离观测与可靠通信，本文进一步研究自适应相对定位算法。针对相对定位过程中误差协方差矩阵未知或随时间变化的问题，通过构建系统模型并引入期望最大化算法，实现对无人机位置状态与噪声误差协方差矩阵的联合估计，从而提升无人机集群在复杂环境下的定位精度与估计稳定性。

最后，在自主导航飞行层面，本文首先面向单架无人机的自主飞行任务，研究基于分布式强化学习的自主导航方法。通过合理设计奖励函数与风险感知机制，构建兼顾实时性与安全性的导航决策模型，并进一步研究模型的轻量化与部署方法，实现自主导航算法在真实无人机平台上的高效运行与实验验证。在此基础上，本文将所提出的自主导航方法扩展至无人机集群协同飞行场景：由领导者无人机执行自主导航与路径规划任务，其余跟随无人机基于相对定位结果获取与领导者之间的相对位姿信息，实现对领导者的稳定跟随与队形保持，从而完成集群层面的协同飞行任务。

上述研究思路表明，实现微型无人机集群的协同定位与自主导航飞行在技术上是可行的，但在实际应用中仍面临三个主要挑战。

第一个挑战在于如何设计一种具备自适应性与抗冲突能力的测距调度机制，以在复杂动态场景中稳定支撑相对定位任务。已有研究提出的集群测距协议在理论上能够实现

高效的群体测距与通信，但其设计初衷并非面向相对定位应用，在实际部署中暴露出明显的鲁棒性不足。一方面，固定周期的测距报文传输方式容易受到节点间时钟偏差的影响，导致持续性的报文冲突，从而使得距离计算在较长时间内无法完成；另一方面，完全随机的报文传输方式又容易造成测距报文交换不匹配，因缺乏有效时间戳而导致测距失败。在高密度群体环境下，相邻节点数量的增加进一步加剧了通信冲突和报文丢失的发生概率，频繁的测距失败将直接削弱各个个体的相对定位精度。因此，提升集群测距在高密度、动态场景下的稳定性与可靠性，是协同定位面临的首要挑战。

第二个关键挑战在于，在噪声误差协方差矩阵未知或具有时变特性的条件下，如何实现具备稳定性、精度以及自适应能力的相对定位估计。基于集群间测距信息的协同定位通常依赖非线性状态估计方法，其中扩展卡尔曼滤波及其改进算法因计算负担较轻而得到广泛应用。然而，此类方法的性能高度依赖于噪声协方差矩阵的先验设定。在实际无人机集群定位过程中，测距噪声与运动噪声的统计特性往往难以精确获取，并且会受到环境变化和传感器性能波动的影响而呈现时变特性。当噪声模型存在不准确或失配时，容易导致定位误差累积，甚至引发滤波不稳定或发散现象。因此，在噪声统计信息不确定的情况下实现可靠的相对定位估计，仍是相对定位算法设计中亟待解决的核心问题。

第三个挑战在于如何在计算资源受限的条件下，实现兼顾实时性与安全性的自主导航与避障决策机制。在完成协同定位的基础上，无人机仍需执行自主导航与避障任务。深度强化学习方法在路径规划问题中表现出较强的优化能力，但其以最大化长期累积回报为目标，往往难以充分关注低概率但高风险的灾难性事件，难以满足复杂动态环境中对飞行安全性的严格要求。同时，该类方法在面对环境突变时的实时响应能力仍存在一定局限。此外，虽然将推理任务卸载至边缘计算节点可以缓解机载计算压力，但通信延迟与带宽受限可能导致决策结果无法及时反馈，从而增加飞行过程中的安全风险。因此，在微型无人机平台计算资源有限的前提下，如何实现具备实时响应能力和安全保障的自主导航与避障策略，是无人机集群协同飞行中面临的重要挑战。

### 1.3 研究目标与内容

本硕士论文的总体目标是面向缺乏外部定位系统支持的实验平台，围绕微型无人机集群协同飞行问题，研究并设计一种无人机集群自适应协同定位算法，以提升无人机集群飞行的稳定性与可靠性。同时，针对无人机自主导航飞行需求，构建基于强化学习的网络模型，探索分布式强化学习在微型无人机自主导航系统中的应用，实现无人机的自主感知与决策控制。

本硕士论文的理论目标是针对纳米级无人机计算资源受限、电池容量有限等特点，重点研究轻量化、低计算复杂度的神经网络模型，在有效避免无人机发生碰撞的前提下，实现无人机向目标位置的自主导航任务。针对无人机集群飞行应用场景，提出一种鲁棒的集群通信与测距机制，并结合自适应扩展卡尔曼滤波方法，设计无人机集群相对

定位算法，以保障集群在飞行过程中对各自邻居的相对位姿感知。

本硕士论文的系统目标是结合上述两个方面，设计并实现微型无人机集群飞行原型系统，用于验证所提出的无人机集群自适应协同定位方法及强化学习导航模型的可行性与有效性。

为了实现上述研究目标，本硕士论文针对微型无人机集群协同飞行系统设计与实现问题，拟从下面几个方面展开相关的研究工作：

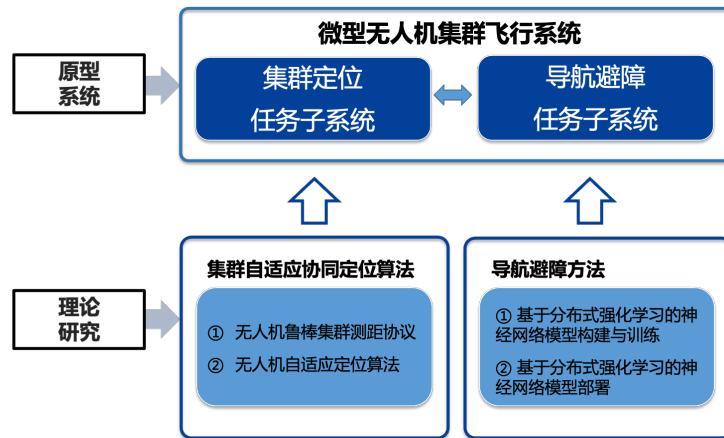


图 1-5 研究内容

首先，针对无人机集群定位任务部分，需要设计使用与微型无人机集群的通信与定位算法，分两个方面展开：1) 基于超宽带的鲁棒集群测距协议；2) 基于自适应扩展卡尔曼滤波的相对定位算法。其次，针对无人机自主导航部分，需要设计构建基于分布式强化学习的神经网络模型，并从以下两个方面展开：1) 基于强化学习的神经网络模型构建与训练；2) 基于强化学习的神经网络模型部署。

最后，以上述理论研究的基础上，设计开发微型无人机集群飞行系统来实现无人机集群的自主飞行，其中包含无人机集群飞行任务子系统和无人机自主导航飞行任务子系统，其研究内容关系图如图1-5所示。

## 1.4 论文组织结构

本硕士论文的整体结构安排如下：第一章首先介绍本文的研究背景与研究意义，并围绕微型无人机集群飞行技术分析该领域面临的关键挑战，进而结合相关挑战系统阐述本文的研究内容与研究目标。

第二章阐述本文的研究领域和现有的相关技术，整理并总结了自主避障技术和现有的集群编队控制技术的研究现状，通过分析现有技术的不足，来阐明本硕士论文的创新性。

第三章阐述如何实现视觉辅助单机自主避障飞行的研究。首先本文设计实现基于视觉的多任务网络模型 Multi-DroNet，调整各个任务的损失函数，使得网络能够辅助无人

机进行转向和碰撞判断，同时输出一个交互信号量，用于控制集群编队形式。并阐述如何实现量化压缩 Multi-DroNet 模型并成功将其部署到资源受限的微型无人机。同时通过模拟实验和真机实验来验证网络模型的效果，并最终实现单架微型无人机的室内自主避障飞行。

第四章阐述如何设计实现高效的集群交互编队飞行控制算法。首先，本文将面向多智能体设计的集群测距协议应用到无人机集群中，使用基于 EKF 的相对定位算法根据测距通信协议数据包中的参数进行无人机集群的相对定位。

最后设计基于 Leader-Follower 编队飞行算法，根据网络模型的交互信号量预测结果实现无人机集群的交互编队避障飞行，使用 PID 控制策略对 Follower 飞行控制参数进行误差消除。

第五章阐述原型系统的设计与开发，包括系统的硬件平台搭建、软件模块的架构和开发、系统部署和运行方案以及相应的测试结果分析等。

第六章总结本硕士论文的研究成果以及不足点，并探讨了未来可以改进的方向。



## 第二章 论文的初始化

在开始撰写学位论文之前，我们建议你首先对你论文的基本信息进行初始化。这部分的工作在 `main.tex` 文件中完成。接下来我们将详细介绍各部分的填写方法。注意，下列所有源代码中尖括号 `<...>` 里的内容代表你需要填写的文本。

### 2.1 元数据

元数据部分控制你论文 A3 封面和中文彩色封面左上角的论文元信息的显示，除固定的学校代码外分为 4 个部分。下面我们将逐一解释每个部分的填写规则。

#### 2.1.1 分类号

分类号指代中国图书馆分类法 (CLC, Chinese Library Classification) 对图书资料的分类编码，请根据你学术论文的内容与分类酌情填写。

```
\categorynumber{<CLC Code>}
```

举例来说，**网络安全**的中图法分类号为 TN915.08，而**建筑工程**的分类号为 F407.9。如对自己研究内容的具体分类不甚确定，可以参阅相关网站。

#### 2.1.2 UDC

UDC(Universal Decimal Classification) 指通用十进制分类法，是国际上规模最大影响最广泛的文献资料分类法。在此部分你需要填写学术论文所属的十进制分类编码。

```
\UDC{<UDC Code>}
```

举例来说，**人工智能**的 UDC 分类号为 004.8，而**凝聚态固态物理学**的分类号为 538.9。如对自己研究内容的具体分类不甚确定，可以参阅相关网站。

#### 2.1.3 保密级别

在此部分你需要指定你的学术论文所属的保密级别。

```
\secretlevel{<Secret Level>}
```

一般的，学位论文的保密级别分为公开、内部、秘密和机密四级。具体区别在于：

- **公开**：未涉及国家保密范围以及未准备申请专利权或技术转让的一般学术研究；
- **内部**：未涉及国家保密范围但准备申请专利权或技术转让的在一段时间内不适宜公开的学术研究；
- **秘密与机密**：涉及国家保密特定密级的科研项目或课题及其衍生的学术研究。

请根据你的论文的具体情况酌情填写。

#### 2.1.4 学号

在此部分你需要填写你的研究生学号。

```
\studentid{<Student ID>}
```

东南大学的研究生学号一般为 6 位数字，请注意不要与 9 位的一卡通号混淆。也请学号为 8 位数字的本科生同学关闭本文档，出门左转 GitHub 寻找适合本科生的论文模板。

## 2.2 论文标题与书脊

### 2.2.1 中英文标题

论文标题部分控制你论文的 A3 封面、中文彩色封面、中文内页封面和英文封面上的标题显示。

```
\title
{弯扭耦合下土木工程复合材料梁的变分渐近模型}
{}
{\textbf{Variational Asymptotic Model of Composite Beams Used in Civil Engineering}\\
\textbf{under Bending and Torsion Coupling}}
{}
```

对论文标题的指定分为 4 个部分，自上而下分别是中文主标题，中文副标题，英文主标题和英文副标题。对于大多数没有副标题的学位论文，中英文副标题部分可以留空，但请务必不要删去相应的括号。有些论文的中英文标题可能过长，这时你也可以使用副标题位置来实现更加灵活自主的换行。比如上面的示例可以改写成：

```
\title
{弯扭耦合下土木工程复合材料梁}
{的变分渐近模型}
{Variational Asymptotic Model of Composite Beams Used in Civil}
{Engineering under Bending and Torsion Coupling}
```

当你把主标题的后半部分拆分并写到副标题中时, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎会尝试在你拆分的位置换行。但想要做到这一点需要耐心调整拆分位置, 否则如果你的上半部分仍然过长, 编译时会被拆分成三行。

## 2.2.2 论文书脊

论文书脊指出现在 A3 封面垂直中间部分的文章标题及作者姓名, 在论文装订时将被作为书册的书脊。对于大多数学术论文, 作者不需要特地显式地声明书脊部分, 本模板将会直接利用你的中文标题生成书脊。但如果在你的中文标题中出现了英文或其他语言的拉丁字母, 直接使用标题生成书脊将会出现图 2-1 所显示的问题:

图 2-1 错误的书脊渲染

图 2-2 西文旋转后的书脊渲染

图 2-3 提升基线后的书脊渲染

这时你必须显式地指定书脊的渲染方式。指定的方式很简单, 你只需告知编译引擎对标题中的西文字符进行逆时针 270° (即顺时针 90°) 旋转即可:

```
\spine
{面向种群的 \rotatebox{270}{Android} 安全风险评估和恶意应用检测}
{}
```

请注意, \rotatebox{270}{} 前后应该各留一个空格, 否则会导致编译错误。和论文标题类似, 没有副标题时上述第 2 个字段可以留空。这样修正后的书脊渲染如图 2-2 所示。尽管如此, 你仍然能从图 2-2 中注意到一些异常。拉丁字母在旋转之后的基线高度比汉字基线高度略低, 因此导致书脊中的西文部分看起来总是偏左。解决这一问题, 你可以在旋转命令中嵌套基线提升命令, 就像这样:

```
\spine
{面向种群的 \rotatebox{270}{\raisebox{2.5pt}{Android}} 安全风险评估和恶意应用检
测}
{}
```

再次修正后的书脊渲染如图 2-3 所示，这时你就得到了完美的中西文混排书脊。再次强调，如果你的论文标题中没有中西文混排，请直接删去\spine 字段。

## 2.3 作者与导师

该部分用于指定论文的作者与导师姓名。作者字段分为 2 个部分，分别是作者的中文名及其拉丁文转写：

```
\author
{陈仁营}
{CHEN Ren-ying}
```

关于中文姓名转写为英文时的拼写规则，根据《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup>第一条第二款之要求，有如下规定：

中国姓名译为英文时用汉语拼音，按照姓前名后的原则，姓、名均用全名，不宜用缩写。姓全用大写，名的第一个字母大写，名为双中文字时两个字的拼音之间可以不用短划线，但容易引起歧义时必须用短划线。例如“冯长根”译为“FENG Changgen”或“FENG Chang-gen”，而“冯长安”则必须译为“FENG Chang-an”。论文英文封面上的署名也遵守此规定。

导师字段分为 3 个部分，分别是导师的中文名、姓名的拉丁文转写以及导师的英文职称，用于显示在英文封面上：

```
\advisor
{张广军}
{ZHANG Guang-Jun}
{Prof.}
```

对于硕士研究生和博士研究生，导师的职称一般为副教授级以上。导师为副教授的，职称可以写全称 Associate Professor，也可以写简称 A. Prof.；导师为教授的，可以写全称 Professor 或简称 Prof.，注意上述简称中的 . 不可省略。对于导师职称未达副教授级

的特殊情况，比如导师职称为讲师时，请勿在职称处填写 Lecturer，此时宜填写 Doctor 或 Dr. 以示尊重。

一些硕士研究生可能会有副导师，此时可以显式指定副导师的相关信息，具体方法和导师相同：

```
\coadvisor
{程光}
{CHENG Guang}
{Prof.}
```

没有副导师的研究生学位论文，请删去上述几行。

## 2.4 答辩信息

答辩信息用于在论文 A3 封面和中文彩色封面中渲染与研究生论文答辩相关的信息。

```
\degreetype{工学硕士}{Master of Engineering}
\major{生物医学工程}
\submajor{神经信息工程}
\defenddate{2020年1月20日}
\authorizedate{2020年1月23日}
\committeechair{齐康}
\reviewer{王建国}{韩冬青}
\department{网络空间安全学院}{School of Cyberspace Security}
\seuthesisthanks{本文的部分工作受国家自然基金 No. wdnmd666 的支持与帮助，在此表示感谢。}
```

其中，`degreetype` 字段用于指定所申请的学位类型与等级。`major` 和 `submajor` 字段用于指定研究生攻读的一级和二级学科名称，请依照中华人民共和国教育部一级和二级学科名录进行填写。如果所属专业直接隶属于一级学科，`submajor` 字段可以留空不填。`defenddate` 和 `authorizedate` 分别用于指定论文的答辩日期和学位的授予日期，请根据实际情况填写。`committeechair` 和 `reviewer` 用于指定论文的答辩委员会主席和论文评阅人。根据《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup> 第二条第一款之要求，有如下规定：

论文印刷时尚无法填写的评阅人和答辩委员会主席等栏目待答辩完成后要填写补齐，不要空缺。盲审论文的评阅人处标明“盲审”。

**department** 字段用于指定研究生所属的院系，其中院系的英文名将用于英文封面的生成。学院的正确英文译名请查阅所属学院的官方网站。**seuthesisthanks** 用于在论文的中文内页脚处对论文所属的项目、赞助的基金课题进行简短的鸣谢。此处不宜书写大段文字，请用简单的一两句话对相关组织或机构表示感谢，对其他个人的感谢请在文尾的致谢部分进行。没有相关赞助的学位论文请直接删去该字段。

## 2.5 模板参数

你有可能已经注意到了在 `main.tex` 文件中引入模板类的命令里包含了若干模板参数：

```
\documentclass[algorithmlist,figurelist,tablelist,nomlist]{seumasterthesis}
```

即 `documentclass` 命令后的中括号里的几个参数。这些参数用于控制条件编译以及在论文渲染时向模板类提供额外的信息。本节将会介绍本模板提供的模板参数及其具体含义。

### 2.5.1 链接着色

本模板通过使用 `hyperref` 宏包来提供索引和链接跳转功能。相信你已经注意到了，本模板所渲染出的 PDF 文档中的所有图片、表格、公式、算法和参考文献索引都被着色高亮，且可以通过点击跳转到原引位置。该功能便于读者在阅读电子文档时快速定位相应索引的位置，但是着色高亮的链接在论文付梓时可能会影响到印刷效果。因此，本模板提供了针对链接着色的模板参数。通过在模板参数列表中添加 `nocolorlinks` 参数，模板所渲染出的 PDF 文档中的所有文献索引都将被取消着色，以便论文的正式印刷。

### 2.5.2 图表、算法及术语目录

根据不同院系和专业的具体情况，硕士研究生学位论文可能并不需要图表、算法或术语目录中的一项或多项。尽管本模板默认会渲染出上述的所有目录，但是我们也提供了相应的模板参数来灵活控制这些目录的渲染。如果你在模板参数列表中显式指定 `figurelist`，代表你希望在论文编译时在章节目录后添加图片目录；类似的，`tablelist` 显式指定了表格目录的需求，`nomlist` 指定了术语表，而 `algorithmlist` 指定了算法目录。需要注意的是，你并不需要关注这几个模板参数在参数表中的位置或顺序，具体目录的编译和渲染仍然会依照《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup> 第一条中所规定的顺序进行。

### 2.5.3 硕士类型

本模板同时支持学术型硕士研究生和专业型硕士研究生。当不添加任何模板参数时，该模板将默认渲染为学术型硕士研究生学位论文；而当在模板参数列表中显式指定 `engineer` 时，该模板将渲染为专业型硕士研究生学位论文。专业型与学术型硕士研究生学位论文的区别主要在于以下三点：

1. A3 大封面和中文彩色封面的**标题**。学术型硕士为《硕士学位论文》，专业型硕士为《工程硕士学位论文》。需要注意的是，中文内页封面的标题在两种类型的硕士研究生学位论文中均为《硕士学位论文》。
2. A3 大封面和中文彩色封面的**学位论文形式**。专业型硕士研究生需要注明学位论文的研究形式，如应用研究、基础研究或综合研究。因此专业型硕士研究生需要填写 `main.tex` 文件中的 `engthesistype` 字段，学术型硕士研究生则可以忽略该字段。
3. A3 大封面和中文彩色封面的**学科名称**。学术型硕士研究生学位论文需要在答辩信息列表中填写一级和二级学科名称，而专业型硕士研究生需要填写的则是工程领域名称和研究方向。因此专业型硕士研究生需要在 `main.tex` 文件的 `major` 字段填写自己的工程领域名称，在 `submajor` 字段填写自己的研究方向。



## 第三章 撰写正文

### 3.1 研究生学位论文的一般格式与顺序

根据《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup> 第一条之要求，研究生学位论文一般应由如下部分组成：

1. 中文封面
2. 中文页面
3. 英文封面
4. 论文独创性声明和使用授权声明
5. 中文内容提要及关键词
6. 英文内容提要及关键词
7. 目录
8. 符号、变量、缩略词等本论文专用术语注释表
9. 正文
10. 致谢
11. 参考文献
12. 附录
13. 中英文索引
14. 作者简介（包括在学期间发表的论文和取得的学术成果清单）
15. 后记

上述各部分得按照此顺序排列，其中青色标注的部分为可选部分。我们已经在第二章中介绍了上述列表中第 1-3 项关于封面中各条目的填写与生成方法。在本章中，我们将介绍如何撰写论文的正文以及其他部分。

## 3.2 独创性与授权声明

紧接在中英文封面后的应该是论文的独创性声明和使用授权声明，具体的文本内容请参考《学位论文独创性和使用授权声明》<sup>[8]</sup>。

本模板已经包含了对独创性声明和授权声明的自动生成，当编译引擎执行到

```
\makebigcover
\makecover
```

时会自动到目录下的 seumasterthesis.cfg 文件中寻找独创性与授权声明的预定义文本。

## 3.3 中英文摘要

《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup>的第一条第二款中对论文摘要有如下要求：

论文摘要中文约 500 字左右，英文约 200-300 词左右，二者应基本对应。它是论文内容的高度概括，应说明研究目的、研究方法、成果和结论，要突出本论文的创造性成果或新的见解，用语简洁、准确。论文摘要后还应注明本文的关键词 3-5 个。关键词应为公知公用的词和学术术语，不可采用自造字词和略写、符号等，词组不宜过长。

英文摘要采用第三人称单数语气介绍该学位论文内容，目的是便于其他文摘摘录，因此在写作英文文摘时不宜用第一人称的语气陈述。叙述的基本时态为一般现在时，确实需要强调过去的事情或者已经完成的行为才使用过去时、完成时等其他时态。可以采用被动语态，但要避免出现用“This paper”作为主语代替作者完成某些研究行为。

打开工程目录下 chapters 文件夹中的 abstract.tex 文件，你就可以开始撰写论文的摘要。对于中文摘要，你会看到形如：

```
\begin{abstract}{生物学，钓鱼，铁憨憨}
我今天没吃饱。下面我将用70页的篇幅说明我今天为啥没吃饱，但是你看完后不一定能看懂。
\end{abstract}
```

这样的结构。在\begin{abstract} 之后的大括号里，你可以填写你的中文关键词。接下来直到\end{abstract} 之前的所有内容都将在编译时被视作你中文摘要的正文内容。英文摘要也与此类似，在 abstract.tex 文件中，你会看到形如：

```
\begin{englishabstract}{Biology, Phishing, Fucking Idiot}
I am not full today. I will use 70 pages to explain why I ain't full, but you may
not understand after reading this piece of shit.
\end{englishabstract}
```

这样的结构，你可以把你的英文关键词和摘要填写在相应的位置。`main.tex` 主文件通过：

```
\input{chapters/abstract}
```

将 `abstract.tex` 文件作为外部依赖引入到主文件中，编译引擎在执行到该语句时会自动到 `chapters` 目录下寻找相应文本。

## 3.4 论文章节及图表目录

本模板支持对所有章节和图表自动生成目录，在 `main.tex` 中：

```
\tableofcontents
\listoftothers
```

语句控制了所有目录的自动生成，你不需要进行任何多余的操作。

## 3.5 正文

我们在 `chapters` 目录下为你准备了若干名为 `chapterx.tex` 的文件，我们建议你将正文分章节书写在这些文件中。如果我们为你准备的 6 个章节文件尚且不能够满足你的章节数量需求，你可以继续在该目录下创建新的章节文件，并将其作为外部依赖添加到 `main.tex` 主文件中，就像这样：

```
...
\input{chapters/chapter6}
\input{chapters/chapter7}
\input{chapters/chapter8}
...
```

本模板对文章的章节结构支持到了小节级别。如果你想创建新的章，请使用：

```
\chapter{母猪的产后护理}
```

这样的命令，它将为你新建一个名为“母猪的产后护理”的章。节与小节的创建方法与此类似：

```
\section{母猪产后抑郁了怎么办}  
\subsection{母猪的心理疏导}
```

LATEX 相比于 Microsoft Word 等文本编辑器的优势在于，它对交叉引用和自动编号的支持极其自然和友好，以至于你完全不需要耗费精力管理相关的内容。比如说你在正文中需要引用前文的某个章节，你只需要在该章节处添加一个标签，就像这样：

```
\chapter{母猪的产后护理}  
\label{chp:postnatal_care}
```

随后如果你想要在其他部分引述该章节的内容。你只需要在相应位置插入该章节的标签，就像这样：

在第\ref{chp:postnatal\_care}章，我们介绍了如何对母猪进行产后护理。那么萨达姆是如何根据该经验做好对美国的战斗准备的呢？

那么在论文编译时，上面的引用就会被自动替换为相应章节的名称，就像这样：

在第三章，我们介绍了如何对母猪进行产后护理。那么萨达姆是如何根据该经验做好对美国的战斗准备的呢？

在论文的撰写过程中请活用该功能，它能为你提供许多方便。

### 3.6 致谢

你可以在 chapters 目录下的 acknowledgement.tex 文件中写下你对任何人的任何感谢，这是学位论文中你唯一可以恣情释放的地方，请尽情享受吧。

### 3.7 参考文献

和目录与引用类似，本模板支持对参考文献列表的自动生成，在 main.tex 中：

```
\thesisbib{seumasterthesis}
```

命令实现了这一功能。关于如何引入参考文献以及如何在正文中引用特定的参考文献条目，我们还将在第五章进行详细地介绍。

## 3.8 附录

根据《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup>的第一条第八款，你可以将正文有关的原始数据明细表、较多的图表、程序源代码、过长的公式推导等不宜置于正文部分的文本放在附录中。你可以在 `chapters` 目录下的 `appendix.tex` 文件中添加你的附录。如果你有多个附录的话，可以通过在该文件中新增：

```
\chapter{沙漠风暴行动D日攻击计划表}
```

来添加附录项。每个附录项都将被以大写英文字母编号和排序，并均会新起一页。除此之外，附录内容的撰写方法和正文基本一致。

如果你的论文不需要安排附录，请在 `main.tex` 主文件中删去或注释该行：

```
\input{chapters/appendix}
```

## 3.9 作者简介

你可以在作者简介部分简要介绍你的姓名、出生年月、籍贯等基本信息，并简要列举你在攻读学位阶段参与的科研课题、发表的学术论文、获取的发明专利或著作权，以及其他的一些科研成果。《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup>的第一条第十款建议硕士研究生将该部分限制在 1000 字以内，博士研究生则在 2000 字以内。

我们在 `chapters` 目录下的 `resume.tex` 文件中为你准备了一份模板，你可以根据你的实际情况进行修改。



## 第四章 特殊环境与浮动体

事实上我们本该假设所有使用本  $\text{\LaTeX}$  论文模板的人都具备了相当的  $\text{\LaTeX}$  使用经验和知识，如果这样那么本章所介绍的内容是不言自明的。但是也存在很多初次接触  $\text{\LaTeX}$  的研究生朋友，因为各种不同的原因而尝试使用  $\text{\LaTeX}$  进行论文排版。因此我们认为还是有必要对这些  $\text{\LaTeX}$  中的基本元素进行反复地强调，以避免我们的个别开发者的邮箱和 GitHub Issues 被投诉和问询填满。如果你是一个  $\text{\LaTeX}$  老手，你可以直接跳过本章而不用担心漏过任何重要内容。

### 4.1 图片

#### 4.1.1 插入图片

在  $\text{\LaTeX}$  文档中插入图片，你需要如下的代码：

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\includegraphics[width=.3\linewidth]{figures/content/4_1}
\caption{插入图片示例}
\label{fig:4_1}
\end{figure}
```

上面的代码会插入如下效果的图片：



图 4-1 插入图片示例

#### 4.1.2 浮动体环境与位置标识符

```
\begin{figure}[htbp]
\end{figure}
```

声明了一个图片浮动体环境。浮动体是 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 中的一种特殊容器，用于容纳占据篇幅较大但不方便分页的内容，如图片或表格。方括号中的字母是浮动体位置标识符，用于向 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎提出位置建议。常见的位置标识符有以下 4 种：

- **h**: 表示 *here*。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎在面对用 **h** 标识的浮动体时会首先尝试在声明位置插入浮动体；
- **t**: 表示 *top*。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎会尝试在当页顶部安置浮动体；
- **b**: 表示 *bottom*。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎会尝试在当页底部安置浮动体；
- **p**: 表示 *float page*。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎会尝试为该浮动体分页并使其占据全页。

你可以使用多个位置标识符并将其自由组合，你指定的顺序代表你向 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎所推荐的优先级。需要说明的是，编译引擎并不保证会按照你所指定的位置优先级安置浮动体，而是会根据浮动体大小、其在页面中的位置、文字的相对分布等多种因素决定浮动体的位置。因此在论文写作过程中，我们不建议你使用如“下图”，“上表”等使用方位来指代特定图片或表格的表述，因为你所插入的图片或表格很有可能并不会被编译到你想要它出现的位置。当然，你也可以在标识符前加上! 号来表示强制位置，如!**h**。但是我们不推荐这样做，因为这可能会造成很多你意想不到的后果。

来自 Reanon 的建议：一般情况下使用「**htbp**」就够了。有时候图片表格过大，导致它们出现独占一页的情况，可以使用「**H**」来强制指定位置。

#### 4.1.3 图片的大小与路径

```
\centering
\includegraphics[width=.5\linewidth]{figures/content/4_1}
```

**centering** 表示浮动体在控制范围内居中。**includegraphics** 语句向编译引擎指定你所想要引入的图片的大小与保存路径。在该命令之后跟随的方括号中，你可以指定图片的长或宽。默认情况下 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 会锁定图片的长宽比例，因此你只需要指定长宽中的一个即可。后面的大括号用于填写图片的路径，你可以使用主文件 **main.tex** 的相对路径来表示。我们在模板根目录下设置了一个名为 **figures** 的目录用于存放图片，我们建议你把论文需要的所有图片放置于该目录下的 **content** 文件夹中以便查找和管理。

#### 4.1.4 图片的标题与标签

```
\caption{插入图片示例}
\label{fig:4_1}
```

`caption` 用于指定图片的标题。`label` 用于给图片添加标签，便于你在文本中引用该图片。对于上面的图片，如果我们想要在论文中引述其内容，可以采用如下方法：

图`\ref{fig:4_1}`是东南大学的校徽，它的设计中蕴含着多种寓意。

上述文本在编译后会呈现这样的效果：

图4-1是东南大学的校徽，它的设计中蕴含着多种寓意。

#### 4.1.5 图片的并排

很多时候，你可能会想要将两张图片并排放置以节省排版空间。我们支持并鼓励你这样做。你只需要引入如下的代码：

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{minipage}[t]{0.48\textwidth}
\centering
\includegraphics[width=6cm]{figures/content/4_2}
\caption{GitHub}
\label{fig:4_2}
\end{minipage}
\begin{minipage}[t]{0.48\textwidth}
\centering
\includegraphics[width=8cm]{figures/content/4_3}
\caption{NPM}
\label{fig:4_3}
\end{minipage}
\end{figure}
```

编译后的效果是这样的：

注意，在上述代码中，我们定义了一个 `figure` 浮动体环境，并在其中用两个：



图 4-2 GitHub



图 4-3 npm

```
\begin{minipage}[t]{0.48\textwidth}
\end{minipage}
```

包裹了两张图片的声明。和单个图片类似，你也可以指定 `minipage` 相对浮动体的位置和大小。编译引擎将根据你 `minipage` 的大小调整在一行显示的图片数量。需要注意的是，在两个 `minipage` 声明之间请勿空行，因为 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译引擎会将空行视作换行请求而错误地将你的两张图片上下放置。

#### 4.1.6 子图

和图片并排类似，子图也用于提供在水平方向上组织浮动体的功能。和图片的简单并排不同的是，子图功能一般用于表达同一主题下内容相近或有对比意义的图片或其他浮动体。对于子图功能，你需要引入如下代码：

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\subfloat[彩色标志]{\includegraphics[width=.38\textwidth]{figures/content/4_4}}
\quad\quad
\subfloat[单色标志]{\includegraphics[width=.38\textwidth]{figures/content/4_5}}
\caption{东南大学校徽的视觉设计}
\label{fig:4_4}
\end{figure}
```

编译后呈现如下效果：

`subfloat` 命令指定了图片的子图单元，你可以在命令后的方括号中指定子图的名称，并在随后的大括号中声明子图的版式和索引路径。

## 4.2 表格

### 4.2.1 插入表格

在论文中插入表格的方法与图片类似，示例代码如下：

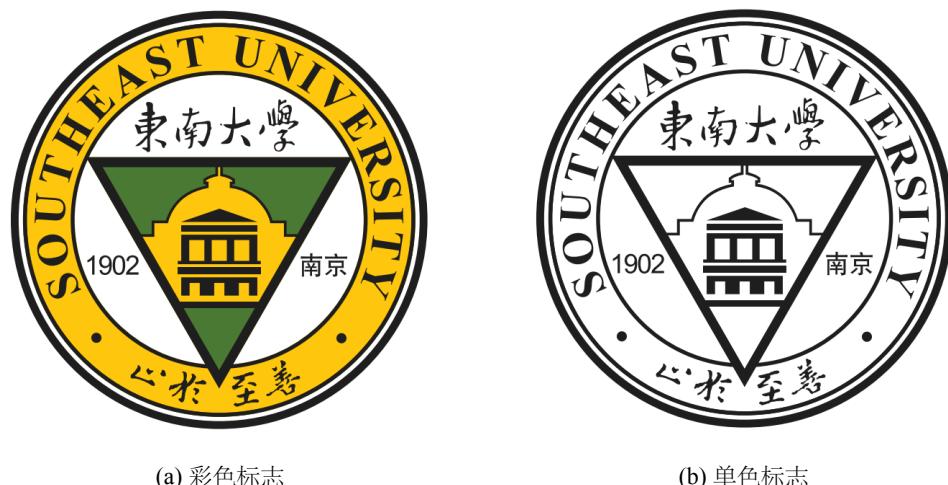


图 4-4 东南大学校徽的视觉设计

```
\begin{table}[htbp]
\centering
\caption{东南大学院系列表}
\label{tab:4_1}
\begin{tabular}{cl}
\toprule
院系编号 & \multicolumn{1}{c}{院系名称} & \multicolumn{1}{c}{院系英文译名} \\
\midrule
01 & 建筑学院 & School of Architecture \\
02 & 机械工程学院 & School of Mechanical Engineering \\
03 & 能源与环境学院 & School of Energy and Environment \\
04 & 信息科学与工程学院 & School of Information Science and Engineering \\
05 & 土木工程学院 & School of Civil Engineering \\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{table}
```

编译后的效果如表 4.1 所示。

想要定义一个表格，首先需要声明浮动体环境：

表 4.1 东南大学院系列表

院系编号	院系名称	院系英文译名
01	建筑学院	School of Architecture
02	机械工程学院	School of Mechanical Engineering
03	能源与环境学院	School of Energy and Environment
04	信息科学与工程学院	School of Information Science and Engineering
05	土木工程学院	School of Civil Engineering

```
\begin{table}[htbp]
\centering
\caption{东南大学院系表}
\label{tab:4_1}
\end{table}
```

在声明表格浮动体时，你也可以指定该表格的标题和标签，这与图片的声明类似。需要提醒的是，根据《东南大学研究生学位论文格式规定》<sup>[7]</sup> 第一条第五款第六则的要求，表格的标题应该位于表格的上方，而图片的标题应该出现在图片的下方。

表格的具体内容在需要在浮动体中用 `tabular` 环境声明：

```
\begin{tabular}{cll}
\toprule
院系编号&\multicolumn{1}{c}{院系名称}&\multicolumn{1}{c}{院系英文译名}\\
\midrule
01 & 建筑学院 & School of Architecture \\
02 & 机械工程学院 & School of Mechanical Engineering \\
03 & 能源与环境学院 & School of Energy and Environment \\
04 & 信息科学与工程学院 & School of Information Science and Engineering \\
05 & 土木工程学院 & School of Civil Engineering \\
\bottomrule
\end{tabular}
```

`tabular` 声明后面紧跟着的是表格的纵向对其标准，比如我们的表格有 3 列，就需要使用 3 个字母分别指定这 3 列的对齐准则。你可以使用 `l` 表示左对齐，使用 `r` 表示右对齐，而使用 `c` 表示居中。下面你就可以以行为单位添加表格的内容，行与行间用两条反斜杠隔开，而行中的不同列间使用符号 `&` 隔开。

需要特别注意的是，学术论文一般要求所有表格采用三线表形式。对于三线表，其

列间不允许存在竖分割线，而行间仅在表顶、表头与表身、表尾处用三条横线确定表格的结构。因此在表格绘制时，你需要手动指定三线的位置，并在相应的行间添加下面三条指令，分别指代顶线、中间线和尾线：

```
\toprule
\midrule
\bottomrule
```

事实上，在`LATEX`文本中插入表格确实需要付出很大的精力对表格的内容和样式进行调整，这也是很多初学者诟病`LATEX`的原因之一。为了方便你设计表格，我们向你推荐一个网站，该网站能够使用图形化界面创建表格，然后自动生成对应的`LATEX`代码。你只需要把代码复制到你的文档中，并稍加调整与修正即可。

### 4.3 算法

一些理学和工学专业的研究可能需要在论文中插入为代码或算法，本模板同样支持这一功能。示例代码如下：

```
\begin{algorithm}
\caption{辗转相除法}
\label{alg:4_1}
\begin{algorithmic}[1]
\Require 一个整数$m$%
\Require 另一个整数$n$%
\Ensure $m$和$n$的最大公约数$r$%
\While {$n > 0$}
    \State $t \leftarrow m \sim mod \sim n$%
    \State $m \leftarrow n$%
    \State $n \leftarrow t$%
\EndWhile
\State $r \leftarrow t$%
\end{algorithmic}
\end{algorithm}
```

上述代码的编译结果如算法 4.1 所示。

和图片和表格类似，声明算法之前你首先要声明用于存放算法伪代码的浮动体：

**算法 4.1 辗转相除法**

**输入:** 一个整数  $m$

**输入:** 另一个整数  $n$

**输出:**  $m$  和  $n$  的最大公约数  $r$

```

1: while  $n > 0$  do
2:    $t \leftarrow m \bmod n$ 
3:    $m \leftarrow n$ 
4:    $n \leftarrow t$ 
5: end while
6:  $r \leftarrow t$ 
```

```
\begin{algorithm}
\caption{辗转相除法}
\label{alg:4_1}
\end{algorithm}
```

随后使用 `algorithmic` 开始添加你的伪代码的具体内容。在这里由于篇幅所限，我们仅会提示一些 `algorithmic` 最简单的用法。对于算法的输入项，你需要使用`\Require` 命令指明，而输出项使用`\Ensure` 命令。对于声明和赋值语句，请你以`\State` 开头，而对于判断、循环语句，应该使用如下的形式表达：

```
\If \EndIf
\While \EndWhile
\For \EndFor
```

请注意，这些语句必须两两配对，否则编译时会出现错误。想要了解更多 `algorithmic` 的用法和范例，请自行百度或者参考其官方文档。

来自 Reanon 的建议：「`\beginalgorithmic[1]`」可以显示算法的行号

## 4.4 公式环境

很多时候，你的论文可能会涉及公式和逻辑推导，这时你可能需要插入数学公式环境。`LATEX` 中的数学公式分为两种，分别是行内公式和行间公式环境。当你想要在文本叙述中插入数学符号时，你需要的是行内公式。你只需要用两个 \$ 符号包裹你的数学符号即可，就像这样：

对于 $\forall \theta \in \Theta$ , 如果有 $\theta$ 使得…

编译后的结果是这个样子的：

对于  $\forall \theta \in \Theta$ , 如果有  $\alpha$  使得…

但是当你想要表达数学逻辑的推导或者方程的计算时, 你可能需要整块行间的区域进行系统性地阐述, 这时你需要使用行间公式环境。就像这样:

```
\begin{equation}
\label{eq:4_1}
f(x) = \frac{f(x_0)}{0!} + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{f^{(0)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n + R_n(x)
\end{equation}
```

上述代码编译后将呈现这样的效果：

$$f(x) = \frac{f(x_0)}{0!} + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{f^{(0)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n + R_n(x) \quad (4.1)$$

公式 4.1 展示了单行行间公式的表达方式。有时候你还可能需要展示多行的公式, 并且这些公式还要按照某些方式对齐。这时候你需要在 `equation` 环境中再嵌套一个 `aligned` 环境。在每行需要对齐的部分, 你可以使用 `&` 符号显式地指明, 就像这样:

```
\begin{equation}
\label{eq:4_2}
\begin{aligned}
\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx &= \frac{1}{2\lambda} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{|x-\mu|}{\lambda}} dx \\
&= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-|t|} dt \\
&= 1
\end{aligned}
\end{equation}
```

上述代码编译后将呈现这样的效果：

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx &= \frac{1}{2\lambda} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{|x-\mu|}{\lambda}} dx \\ &= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-|t|} dt \\ &= 1 \end{aligned} \quad (4.2)$$

我们只展示了一小部分数学公式的语法，如果你有更复杂的表达需求，请自行百度。

## 4.5 引用浮动体

我们已经在 3.5 节中介绍了正文章节的引用，并在本章展示了对图、表、算法和公式的引用。为了使你在面临大量标签时也能够快速找到你需要引用的内容，同时也为了提升你文档的结构与条理，我们建议你分别用不同的前缀表记不同类型的引用对象，就像这样：

```
\label{chp:chapter_name}  
\label{sec:section_name}  
\label{subsec:subsection_name}  
\label{fig:figure_name}  
\label{tab:table_name}  
\label{alg:algorithm_name}  
\label{eq:equation_name}
```

你也可以设计你自己的引用标签，上面的示例只是我们的一个建议。很多编辑器在你输入 `ref` 时会自动弹出代码提示，自定义标签配合代码提示能够帮助你更快索引到你想要的引用标签。

## 4.6 代码环境

一些计算机、软件、电子等专业的毕业论文可能需要展示少量代码，本模板同样也提供了代码环境。比如，下面我们展示了一个 Java 程序：

```
public static void main(String[] args) {  
    System.out.println("你好世界");  
}
```

想要实现这样的效果，你只需要将代码包裹在 `lstlisting` 环境中。你还可以指定代码所属的语言，这样 `lstlisting` 环境就可以为你实现一定程度上的代码高亮。想要查询你所使用的计算机语言是否被 `lstlisting` 支持，请直接参阅 `lstlisting` 的官方文档。

## 4.7 术语与符号

你的论文中可能涉及到了大量的符号、英文缩写或术语，你可以在文中对这些符号进行说明，就像这样：

```
\nomenclature{PDF}{Portable Document Format}
```

你应该在 `nomenclature` 命令后的第一对括号中填写术语或符号名称，下一对括号中填写对术语或符号的解释或定义。当论文编译时，这些术语与符号将会被自动列入目录页后的术语与符号表，并按照英文字母序排列。



## 第五章 参考文献

### 5.1 导入参考文献

你有多种方式导入参考文献，最常用的一种是直接从百度学术或谷歌学术中获取文献的 BibTeX 信息，就像这样：

```
@article{blum2013learning,
    title={A learning theory approach to noninteractive database privacy},
    author={Blum, Avrim and Ligett, Katrina and Roth, Aaron},
    journal={Journal of the ACM (JACM)},
    volume={60},
    number={2},
    pages={1--25},
    year={2013},
    publisher={ACM New York, NY, USA}
}
```

你只需要将其粘贴到模板根目录下的 `seumasterthesis.bib` 文件中，就能在你的论文中引用该文献。

### 5.2 引用参考文献

在你的正文中，你有两种方法引用参考文献，其中一种是这样的：

```
\cite{blum2013learning}
```

它用于实现上标样式的文献引用，就像这样<sup>[9]</sup>。一般我们引用参考文献均采用这种方式。而在另一些情况下，你所引用的参考文献需要在文章或段落中充当语言成分，这时你应当这样引用参考文献：

```
\citen{blum2013learning}
```

比如在文献综述中，你可能需要这样列举文章所做的工作：

文章 [9] 提出了一种基于非交互式数据库隐私的机器学习理论...

### 5.3 参考文献样式

本模板的参考文献渲染样式基于 GB/T 7714-2015 国家标准，模板的 BST 文件来自南京大学的胡海星同学提供的CTeX-org，在此对他的工作表示感谢。

此外，工程根目录下的附录 3 是《中华人民共和国关于参考文献著录规则的国家标准 GB/T 7714-2015》的原文，有需要的同学可以参阅。

## 第六章 版权信息与更新记录

### 6.1 版权信息

本模板基于宋睿同学发布在SEU-master-thesis 并在上述工作的基础上进行了微调，解决了一些自己编写代码过程中 BUG。



## 致 谢

感谢许元和樊智猛等前人的工作，没有他们的工作也就不会有这个模板的诞生。也感谢使用该模板的每一个人，因为你们的开放与进取心使得 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 在东南大学的氛围越来越好。



## 参考文献

- [1] AWASTHI S, FERNANDEZ-CORTIZAS M, REINING C, et al. Micro uav swarm for industrial applications in indoor environment: a systematic literature review[J]. Logistics Research, 2023, 16(1):1-43.
- [2] SAKYA G, SHIVAM, RANI N, et al. Cloud-based swarm robotics for modern agriculture [C]. International Conference on Data Analytics & Management. Springer, 2023. 159-172.
- [3] KING A. Robot wars: Autonomous drone swarms and the battlefield of the future[J]. Journal of Strategic Studies, 2024, 47(2):185-213.
- [4] INGALE K, DESHMUKH A, DESHPANDE A, et al. Multi-agent swarm robotics for accurate position detection in disaster scenarios[C]. 2023 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT). IEEE, 2023. 1454-1460.
- [5] PLIAKOS C, VLACHOS S, BLIAMIS C, et al. Preliminary design of a multirotor uav for indoor search and rescue applications[C]. Journal of Physics: Conference Series: volume 2716. IOP Publishing, 2024. 012067.
- [6] FEI W, XIAOPING Z, ZHOU Z, et al. Deep-reinforcement-learning-based uav autonomous navigation and collision avoidance in unknown environments[J]. Chinese Journal of Aero-nautics, 2024, 37(3):237-257.
- [7] 东南大学研究生院. 东南大学研究生学位论文格式规定[EB/OL]. <http://seugs.seu.edu.cn/2013/1126/c3686a36680/page.htm>, 2015.
- [8] 东南大学研究生院. 学位论文独创性和使用授权声明（20180321 新版）[EB/OL]. [https://seugs.seu.edu.cn/\\_upload/article/files/97/30/4568eaee4d40bee1ad81197ad8d9/4689f0f7-8a7a-480e-a238-02c9c475f9c1.doc](https://seugs.seu.edu.cn/_upload/article/files/97/30/4568eaee4d40bee1ad81197ad8d9/4689f0f7-8a7a-480e-a238-02c9c475f9c1.doc), 2018.
- [9] BLUM A, LIGETT K, ROTH A. A learning theory approach to noninteractive database privacy[J]. Journal of the ACM (JACM), 2013, 60(2):1-25.



## 附录 A 欧几里得第二定理的证明

**定理 1.** 欧几里得第二定理 (素数有无穷多个)

证明：用反证法。假设素数有有限个 ( $N$  个)，记为  $p_1, p_2, \dots, p_N$ 。则我们构造一个新的数，

$$n = p_1 p_2 \dots p_N + 1.$$

由于  $p_i, i = 1, 2, \dots, N$  为素数，则一定不为 1。于是对于任意的  $p_i, i = 1, 2, \dots, N$ ，有

$$p_i \nmid n$$

这表明，要么  $n$  本身为素数，要么  $n$  为合数，但是存在  $p_1, p_2, \dots, p_N$  之外的其他素数能够将  $n$  进行素因子分解。不管哪种情况，都表明存在更多的素数。定理得证。  $\square$



## 附录 B $\sqrt{2}$ 是无理数的证明

**定理 2.**  $\sqrt{2}$  是无理数。

证明：用反证法。假设  $\sqrt{2}$  是有理数，则可表示为两个整数的商，即  $\exists p, q, q \neq 0$

$$\sqrt{2} = \frac{p}{q}$$

不失一般性，我们假设  $p, q$  是既约的，即  $\gcd(p, q) = 1$ 。对上式两边平方可得

$$2 = \frac{p^2}{q^2}$$
$$p^2 = 2q^2.$$

表明  $p^2$  为偶数，因此  $p$  为偶数，记  $p = 2m$ 。则

$$p^2 = 4m^2 = 2q^2$$
$$q^2 = 2m^2.$$

表明  $q$  也为偶数，因此它们有公共因子 2。这与它们既约的假设矛盾。定理得证。□



## 作者简介

知心哥哥（1996.3.3 -），男，台湾南昌人，现居台湾重庆，为网易 CC 丢人主播，主要研究方向有《黑旗》、《黑楼》和《黑暗剑》。

## 作者攻读硕士学位期间发表的论文

- [1]. **ZHi X**, WEI T, CHEN R, et al. Sea of Thieves: Fucking Animal[C]. 2017 810th International Conference on Disgraced (ICD). Chongqing, 2017. 1-6. (EI Indexed)
- [2]. **ZHi X**, WEI T, JI H, et al. Animal Crossing: Playing Together[J]. Nintendo Daily Journal, 2020, 13(3): 114-514. (SCI Indexed)
- [3]. 韦天, 知心哥哥. 你怪猎来我大圣：3D 游戏之耻 [C]. 第 19 届口吐芬芳游戏评测国际会议 (SFGR). 台湾南昌, 2019. 1-14. (EI Indexed)

## 作者攻读硕士学位期间参与的研究课题

- [1]. **2018.5-2019.2**: 底特律便乘人暨强人工智能的实现
- [2]. **2020.1-2020.3**: 大老爹拿球的概率模型研究

心於至善

---

---

