分 类 号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 密级\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

收藏编号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

学校代码 10386 编号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



**基于梯度法的置信规则库**

**参数优化与规则约简方法研究**

|  |  |
| --- | --- |
| 学科专业： |  |
| 研究方向： |  |
| 研究生姓名： |  |
| 指导教师、职称： |  |
| 协助导师、职称： |  |
| 所在学院： |  |
| 答辩委员会主席： |  |

二〇二〇 年十一 月

**一 遵守学术行为规范承诺**

本人已熟知并愿意自觉遵守《福州大学研究生和导师学术行为规范实施办法》和《福州大学关于加强研究生毕业与学位论文质量管理的规定》的所有内容，承诺所提交的毕业和学位论文是终稿，不存在学术造假或学术不端行为，且论文的纸质版与电子版内容完全一致。

**二 独创性声明**

本人声明所提交的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，也不包含为获得福州大学或其他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。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

**三 关于论文使用授权的说明**

本人完全了解福州大学有关保留使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。（保密的论文在解密后应遵守此规定）

**本学位论文属于（必须在以下相应方框内打“√”，否则一律按“非保密论文”处理）：**

1、保密论文： □本学位论文属于保密，在 年解密后适用本授权书。

2、非保密论文：□本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

研究生本人签名： 签字日期：20 年 月 日

研究生导师签名： 签字日期：20 年 月 日

基于梯度法的置信规则库

参数优化与规则约简方法研究

1. 摘要

在现有的规则知识表示方法的基础上，Yang等人通过引入置信度框架提出了一种基于证据推理方法的通用规则库推理方法，可以有效的综合数据中模糊与不完整的信息。现存的置信规则库推理方法需要使用各种智能算法进行参数优化，并存在“组合爆炸”问题，因此Liu等人将置信度框架引入规则前件属性，使用训练数据生成扩展置信规则库的规则进一步提升了规则库对知识的表示能力。但是现有的置信规则库与扩展置信规则库仍然存在参数优化训练效率低、个体匹配度计算不合理、规则零激活等问题，鉴于此，本文从多个角度出发对现有的置信规则库系统进行深入研究，在参数优化训练、规则构建约简等方面尝试构建更加完善的置信规则库推理系统，本文的具体工作如下：

（1）针对现有使用智能算法的参数训练过程中存在的速度慢、中间参数多的问题与个体匹配度计算过程中出现的规则零激活问题，本文通过引入高斯函数改进个体匹配度计算方法，使传统置信规则库推理系统各部分参数的偏导难以求解的问题得以解决。本文选取了非线性函数拟合与输油管道泄露实验来检验不同梯度方法的训练效率与推理准确率，实验结果表明使用梯度法训练的改进置信规则库系统同时提高了训练效率与推理精度。

（2）针对扩展置信规则库推理系统使用所有训练数据构建规则库导致潜在的推理失效与规则冗余的问题，本文通过分组推理合成规则与加入正则化损失避免推理失效并同时进行规则约简。本文选取常用的UCI公共数据集进行实验，比较不同约阈值下改进的置信规则库推理系统的约简程度与推理精度，并与传统方法进行对比分析。实验结果表明分组合成与正则化约束能够有效的避免推理失效并进行规则约简。

（3）针对单个置信规则库在处理大量高维数据时性能、泛化性与稳定性受限制的问题，引入梯度提升技术，分阶段的构建多个置信规则库进行集成推理，其性能通过与传统方法在多个常见的大型数据集上的实验进行测试，最终结果表明本文方法具有更高的准确率与推理效率。

关键词：置信规则库；高斯函数；梯度下降法；正则化；梯度提升

Parameter optimization and rule reduction

of belief rule-based inference system

based on gradient descent method

1. Abstract

On the basis of the existing rule knowledge representation method, Yang et al. proposed a general rule-based reasoning method based on evidential reasoning by introducing a belief degree framework, which can effectively synthesize fuzzy and incomplete information in data. The traditional reasoning method based on the belief rule-based requires the use of intelligent algorithms for parameter optimization and has the problem of "combination explosion". In response to these problems, Liu et al. introduced the belief framework into the rule antecedent attributes, and used training data to generate rules for the extended belief rule base to further improve the knowledge representation ability of the rule base. However, there are still problems such as low efficiency of parameter optimization training, unreasonable calculation of individual matching degrees, and zero activation of rules. In view of this, this paper conducts in-depth research on the existing belief rule base system from multiple perspectives. In terms of rule construction, reduction, etc., we try to build a more complete inference system of belief rule base. The specific work of this paper is as follows:

(1) Aiming at the problems of slow speed and many intermediate parameters in the parameter training process using intelligent algorithms and the zero activation of rules in the calculation of individual matching degree, this paper improves the calculation method of individual matching degree by introducing Gaussian function, and solves the problem that the partial derivative of each part of the traditional belief rule-based reasoning system is difficult to solve. This paper selects nonlinear function fitting and oil pipeline leakage experiments to test the training efficiency and inference accuracy of different gradient methods. The experimental results show that the improved belief rule base system trained by the gradient method improves the training efficiency and inference accuracy at the same time.

(2) Aiming at the problem that the extended belief rule base reasoning system uses all the training data to construct the rule base, which leads to potential reasoning failure and rule redundancy, this paper uses grouping reasoning to synthesize rules and adding regularization loss to avoid reasoning failure and simultaneously reduce the rules. This paper selects commonly used UCI public datasets for experiments, compares the reduction degree and inference accuracy of the improved belief rule-based reasoning system under different reduction thresholds, and compares and analyzes with traditional methods. The experimental results show that group composition and regularization constraints can effectively avoid reasoning failure and reduce rules.

(3) Aiming at the problem that the performance, generalization and stability of a single belief rule base system are limited when processing large amounts of high-dimensional data, gradient boosting technology is introduced to construct multiple confidence rule libraries in stages for integrated reasoning. Its performance is tested with traditional methods on multiple common large data sets. The final results show that the method in this paper has higher accuracy and inference efficiency.

Key words: belief rule base; Gaussian function; gradient descent method; regularization; gradient boosting

目录

[摘要 I](#_Toc53595261)

[Abstract II](#_Toc53595262)

[第一章 引言 1](#_Toc53595263)

[1.1 课题研究背景 1](#_Toc53595264)

[1.2 国内外研究现状 2](#_Toc53595265)

[1.3 论文主要研究内容 3](#_Toc53595266)

[1.4 论文组织结构 4](#_Toc53595267)

[第二章 置信规则库推理系统相关知识 5](#_Toc53595268)

[2.1 引言 5](#_Toc53595269)

[2.2 置信规则库的结构与表示 5](#_Toc53595270)

[2.2.1 置信规则的形式 5](#_Toc53595271)

[2.3 二级标题 5](#_Toc53595272)

[2.3.1 三级标题 5](#_Toc53595273)

[第三章 本模板说明 7](#_Toc53595274)

[3.1 使用环境 7](#_Toc53595275)

[3.1.1 Office版本 7](#_Toc53595276)

[3.1.2 编辑标记开关 8](#_Toc53595277)

[3.1.3 输入法问题 8](#_Toc53595278)

[3.1.4 版本控制 8](#_Toc53595279)

[3.2 文档结构 9](#_Toc53595280)

[3.3 文法经管类本科生注意 9](#_Toc53595281)

[3.4 需要注意的地方 11](#_Toc53595282)

[3.4.1 页眉的修改 11](#_Toc53595283)

[3.4.2 空行问题 11](#_Toc53595284)

[3.4.3 如何插入图片 12](#_Toc53595285)

[3.4.4 如何插入表格 13](#_Toc53595286)

[3.4.5 插入题注时需要注意的问题 13](#_Toc53595287)

[3.4.6 公式的插入 13](#_Toc53595288)

[3.4.7 插入算法 15](#_Toc53595289)

[3.4.8 插入交叉引用 15](#_Toc53595290)

[3.4.9 插入参考文献 15](#_Toc53595291)

[3.4.10 更新域 16](#_Toc53595292)

[3.4.11 后期处理 17](#_Toc53595293)

[结论 18](#_Toc53595294)

[参考文献 19](#_Toc53595295)

[致谢 20](#_Toc53595296)

[附录 21](#_Toc53595297)

[附录1 附录说明 21](#_Toc53595298)

[个人简历 22](#_Toc53595299)

[在学期间的研究成果及发表的学术论文 23](#_Toc53595300)

# 第一章 引言

## 课题研究背景

专家系统是人工智能的重要分支，被定义为一种交互式可靠的基于计算机的决策系统，它使用事实和启发式方法来解决复杂的决策问题。 通常来说它是一种具有专业知识和经验的计算机程序，使用人工智能中的知识表示和知识推理技术来解决专业领域的复杂问题。专家系统主要由知识库和推理机组成，因此专家系统也被称为基于知识的系统。知识库系统主要用于搜集人类专家的知识，并转换成可以用于决策的知识，而传统数据库的内容是未经处理的知识，必须经过检索和解释才能够使用。推理机的功能是由算法策略进行知识库内的各种知识与事实的推理并获得结论。在基于规则的专家系统中，知识库被表达为产生式规则，推理机将事实与规则联系起来推理得出结果。传统的基于规则的专家系统的缺点包括无法自学习、穷举搜索效率低下和规则之间无具体关系等问题。

由于各领域的问题通常包含复杂、不确定的因素，专家系统进行推理的过程中同样需要考虑这些不确定的信息，并于知识库中的规则进行融合。解决此类问题的常用方法包括证据理论、模糊理论等。为了综合这些方法的优势，获得性能更好的基于规则的专家系统，Yang等 [1]提出了置信规则库推理系统（belief rule-based inference methodology using evidential reasoning，RIMER）。它是Yang等在传统IF-THEN生成式规则的基础上通过引入置信分布结构解决不确定信息的置信规则库推理系统。Yang 使用D-S证据理论、决策理论、模糊理论建模对该专家系统进行建模，使其可以有效的综合不同定量、定性信息与模糊不确定信息，广泛的应用于不同领域的各种难题包括输油管道泄漏检测、军事能力预估、消费者行为预测等。含有置信分布结构的IF-THEN生成式规则能有效处理模糊、不精确、不完整的信息，并将信息转化成为规则进行存储表达。

置信规则库推理系统使用证据推理（Evidential Reasoning，ER）方法对规则库中被激活的规则进行合成推理，能够有效解决规则冲突导致的推理结果不正确与不精确的问题。在置信规则库推理系统中，不仅基于置信度的规则能够有效综合不确定信息与知识，作为系统推理机的证据推理同样能够综合不同规则之间的信息，通过合成不同规则之间的信息推理系统在推理性能方面优于传统的基于规则的专家推理系统。同时对比传统的机器学习方法具有黑箱参数少，参数实用价值高等优势。在规则参数较少的情况下同样能够完成推理过程。对于传统置信规则库推理系统存在规则属性组合过多导致组合爆炸的问题，Liu等人在此基础上提出了扩展置信规则库推理系统(Extended belief rule base，EBRB)，通过对规则前件属性引入置信分布结构，进一步加强了置信规则库对知识的表达能力，对模糊、不确定信息的处理能力。同时具有更具数据驱动构建置信规则库的功能，能够有效的辅助专家生成置信规则库中的规则，进一步增加了系统的知识储存规模。

## 国内外研究现状

在置信规则库（belief rule base，BRB）系统推理过程中，系统中属性权重、规则权重、置信度分布等参数直接影响了最终推理预测结果的精度，早期的置信规则库只能根据人类专家的特定领域知识设定规则，无法构建包含大量规则的推理系统。为了避免人为设给定参数影响推理精度，提高置信规则库的推理精度，Yang 等[1]提出了置信规则库的参数优化模型，并使用MATLAB工具箱中非线性规划求解器fmincon 函数求解BRB系统及其相应等式与不等式约束的参数最优解以提升系统的推理精度。Chen等在其基础上，分析前件属性约束的特点，进一步优化BRB系统的参数训练模型，将前件属性的候选值参数同样作为训练参数，将局部优化的BRB参数训练模型扩展为可全局优化的参数训练模型，但是由于仍然使用非线性规划求解器作为模型训练工具，其训练效率低且精度有待提高。Chang等提出了使用梯度下降方法进行参数训练，并联合二分法求解参数空间中最优的下降步长参数，相比之前的方法明显提高了训练速度。Wu等在该梯度法的基础上提出了加速梯度法优化的参数优化方法，进一步提高了训练效率。Zhou等使用贝叶斯推理与极大似然估计的方法提出了在线的BRB参数训练模型，能够实时的更新BRB推理系统的参数并进行推理，但该方法假定了概率分布应而实际应用受限。之后的研究者提出了一系列基于智能算法的BRB参数优化模型，Wang等提出了专家干预下的差分进化（Differential Evolution，DE）算法优化BRB参数模型，Su等提出了基于变速粒子群（Particle Swarm Optimization，PSO）BRB参数优化模型。此外还有一系列改进BRB推理系统激活方法与结构优化方面的研究，包括Alberto等提出的动态规则激活方法，提升了原有激活方法的稳定性，Chang等为了解决规则规模数量随属性数量增加出现“组合爆炸”的问题，基于多维尺度变换（Multidimensional Scaling，MDS）、灰靶（Grey Target，GT）、主成分分析（Principle Component Analysis，PCA）等特征提取方法减少参与决策的特征属性数量以避免上述问题。Yang等提出使用关联系数标准差的置信规则库的约见方法选择重要属性，根据关联权重约简规则库规模，但该方法依赖人为确定的关联属性的阈值和评价矩阵，具有一定的局限性。Wang等提出利用粗糙集和密度聚类的方法进一步处理规则库。为了更好的解决“组合爆炸”的问题，Liu等提出了基于数据驱动的扩展置信规则库系统，无需训练也不受属性数量过多引起导致规则组合规模过大的影响，EBRB在传统BRB的基础上，通过在前件属性引入置信分布结构，使得规则能够有效表示模糊、不确定与不完整的信息，提高了规则库的置信表达性能。

现有的BRB系统及其相关优化方法仍然存在许多不足之处，首先EBRB个体匹配度的计算方法存在缺陷，无法避免规则零激活问题，其次现有的参数训练方法都是基于单一学习器，容易造成过拟合与欠拟合问题。

## 论文主要研究内容

本文主要围绕置信规则库推理系统的参数优化模型与规则约简方法展开，首先提出了一种新的基于距离与高斯函数的规则激活权重计算方法，并在此基础上通过复合函数链式求导法则求解推理系统的损失函数对系统内各个部分参数的偏导，证明了推理系统的可微性，使得使用梯度法进行高效的参数训练过程成为可能。其次使用动量优化的随机梯度下降方法测试不同训练参数下梯度法对置信规则库推理系统的训练性能。之后结合正则项惩罚参数对规则库进行约简。最后应用本文提出新的置信规则库推理系统进行梯度提升以提高推理精度与鲁棒性。主要研究内容为以下三个方面：

第一、**基于梯度法的参数优化方法**。针对置信规则库推理系统可能存在的规则零激活问题，提出新的使用高斯函数改进激活权重计算方法，避免了规则零激活问题并解决了规则权重计算不合理的缺陷。在此基础进一步证明梯度法可以有效求得推理系统各参数的偏导并进行训练。最后通过非线性函数拟合实验与输油管道泄漏检测实验测试了不同参数下梯度法参数优化模型的性能。

第二、**基于正则化的规则约简方法**。针对置信规则库待训练规则选取生成标准不一、泛化能力差的问题，本文结合了梯度法与正则化方法，通过引入推理系统特定参数的不同正则化惩罚项，可以直接通过对所有训练数据构成的规则库进行约简，选择对训练数据分布具有良好表示的规则数据，同时为了避免规则数目过多造成的推理系统失效，提出分组分步合成所有的激活规则获得最终的结果。最后通过在常用的UCI公共数据集上的实验对比不同约简阈值设置推理系统的推理性能与约简规模，并与传统方法进行对比。

第三、**基于梯度提升的集成学习方法**。针对单个置信规则库推理系统在大型复杂数据集上性能，根据新提出模型的特性通过梯度提升方法分步训练多个置信规则库推理系统进行集成，优化在大型复杂数据集上的性能，最后通过在多个大数据集上的对比实验验证集成学习模型的优秀性能。

## 论文组织结构

本文的主题内容主要由六个章节组成，其中第一、二章主要介绍置信规则库推理系统的研究背景与理论基础；第三、四、五章主要介绍论文提出的工作，第六章总结本文的工作并展望未来可能的研究方向。具体组织结构与内容如下：

第一章为论文的引言，主要介绍了置信规则库推理系统的研究背景，包括国内外的研究现状，主要内容为参数优化、结构优化方面的过往研究以及当下置信规则库仍然存在的问题。

第二章为论文的理论基础，主要介绍了置信规则库推理系统的基础知识，包括具有置信分布结构规则知识表达方法与RIMER证据合成与推理过程，为接下来的优化方法提供了相应操作基础。

第三章针对置信规则库推理系统现存的规则激活问题，通过引入高斯函数优化规则激活权重计算方法，避免了传统方法存在规则零激活问题。在此基础上，通过复合函数求导法则避免了传统BRB推理系统偏导构造困难的问题，应用了动量优化的随机梯度下降方法进行推理系统的参数训练过程，提高了模型的拟合性能与训练速度。

第四章针对选取训练集作为规则库规则无统一方法、泛化能力差的问题，通过使用正则化方法分步训练求解规则库重要程度较高的规则，同时为了避免训练集构造的规则数目规模过大导致的推理失效问题，本文提出对所有的激活规则分步分组激活的方法，解决了在大量规则下推理系统的运行鲁棒性，为使用正则化方法进行有效的规则约简提供了有利条件。通过多个UCI公共数据集上的分类实验，验证不同约简规模情况下推理系统的精度。

第五章根据新的推理系统及其训练模型的特点，联合梯度提升技术，提出了基于梯度提升的BRB推理系统集成学习模型。为了能够进行有效的逻辑回归输出，优化了推理结果合成方法，将置信分布通过对数几率回归方法转换为逻辑回归，作为梯度提升的分步训练构建集成系统的基础。通过常用的大型数据集测试了集成推理系统的性能。

第六章为结论与展望，通过总结本文的研究工作与创新，概括了较传统方法的优化内容，并在此基础上展望未来可能进一步优化的方向。

# 第二章 置信规则库推理系统相关知识

## 引言

Yang等提出的基于置信分布与证据推理的置信规则库推理系统是根据D-S证据理论、模糊理论和生成式IF-THEN规则相关研究结果总结而来。可以有效地综合输入信息中缺失、模糊与不确定的部分。本章将具体介绍置信规则库的框架结构与推理运行过程，同时包含扩展置信规则库的构建知识。

## 置信规则库的结构与表示

### 置信规则形式

Yang等提出的基于IF-THEN规则的置信规则库推理系统，是通过对其结果属性引入置信分布的形式，并同时引入前件属性权重与规则权重提出能够有效表达不确定信息的置信规则。一个置信规则库系统主要由以下基本元素构成：



其中表示规则库的前件属性集合；代表每个属性可以取得的候选值集合；代表所有的结果属性集合，代表由前件属性到规则结果的逻辑映射关系。在以合取条件作为规则连接方法的规则库中，其第条规则可以表示为：



其中代表第条规则中第个前提属性前件属性的参考值，前件属性总数为，规则总数为。代表所有的结果属性评价等级，每条规则与其对应的代表相应第条规则对第个结果属性评价等级的置信度。任意规则的结果属性置信度满足：



当结果属性完备时取得等号，否则存在不确定信息。除此之外每条规则都有其对应的规则权重和其各自在前件属性上的权重。在扩展置信规则库推理系统中，进一步在前件属性中引入置信分布结构，提升了对模型对模糊性与不完整信息的表达能力。扩展置信规则库中第条规则可以表示为：



扩展置信规则库中的规则可以由训练数据直接生成，第条规则对应的第条数据的输入，考虑将第个前件属性信息转换为对应的置信分布形式：



令表示对应前件属性参考值的数值，则的计算公式为：



同理可以根据相同的转换方法计算结果属性转换为置信分布结构。相比传统的IF-THEN生成式规则，置信规则的形式包括了不确定信息和可供参数学习调整的权值信息，可供专家或者参数学习方法训练调整，具有更好的推理性能。

### 置信规则库推理方法

置信规则库推理系统使用证据推理（Evidential Reasoning，ER）方法进行规则的合成计算。主要推理过程分为三个步骤：（1）计算规则激活权重；（2）修正规则置信度；（3）证据合成规则置信度得到最终输出结果。

#### 规则激活权重计算

对于数值型输入信息在任一个前件属性上的分量，将其转换为对应属性参考值上的匹配度，其计算方法如下：



#### 规则置信度修正

#### 证据合成推理

# 第三章 本模板说明

模板严格按照《福州大学本科生毕业设计（论文）撰写规范（2017年修订）》和《福州大学研究生毕业论文规范（2016年修订）》设计制作，大家拿到模板之后一定不要自行对样式做任何的修改。写论文过程中**不要使用格式刷**，通过其他地方拷贝过来的文本选择“**只保留文本**”，然后应用样式。并且每一个地方都要严格检查是否目标样式被选中。这样论文写作完成就无需排版。下面我详细介绍本模板的使用方法，请务必仔细阅读并严格遵守。

如图3‑1所示样式是我设计的，其他样式是本机自带的，千万不要使用。我设计的样式每一个都见名知意，结合着规范看就知道哪里该使用哪个样式了。有复杂一点的后文我会说明。



图3‑1样式列表

## 使用环境

### Office版本

本模板是在MS office 365下制作的。要使用本模板，为了减少自己的麻烦，建议**安装MS office 2016**或以上版本。若不然出现各种**兼容性问题**就更麻烦了。

### 编辑标记开关

由于是在排版论文，所以需要**将编辑标记打开**。打开方式如图3‑2所示。这样哪里有插入什么标记一目了然，能对全文结构有一个全局的把握。不过如果发现哪里出现了意料之外的字符的时候（注意，样式前面的**黑点**是**不会被打印**的，可以放心），可以开关这个编辑标记看看是不是由它引入的，如果是的话可以忽视不管，这些标记是不会被打印的。

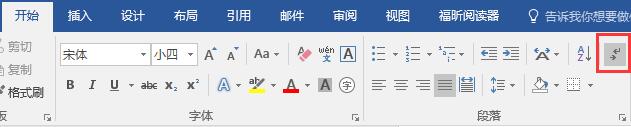


图3‑2打开编辑标记

### 输入法问题

搜狗输入法输入引号的时候会有问题，推荐使用Bing输入法，与Word兼容性更好，win 10自带的输入法自然更好。

### 版本控制

写论文不是一个一蹴而就的过程，一定会发给别人审阅，然后自己再对照审阅意见修改，那么版本控制就很重要了。建议是：

1. **维持一个按最终提交的电子版文件的命名规则命名的文件，并且只在这个文件进行编辑和修订。**这样可以保证这一个文档的内容永远是最新的，那么版本控制就不会紊乱。

2. **经常做备份**，以防万一自己之前以为没用而删除的内容之后需要的时候又只能重写。备份文件生成方式为：直接为原来的文件建立一个副本，然后加上时间戳后缀，然后永远不要再编辑这一个文档。

4. 需要发文档给别人审阅的时候，按照2的方式生成一个副本，然后按照第3.4.11节**对副本做后期处理之后即可发送给审阅人**。如果做了后期处理之后再次编辑文档，正文中的很多交叉引用很可能会乱掉。所以，**后期处理只能在副本上进行**。

4. **发给他人审阅过的文档只能自己手动将审阅意见更新到没有时间戳的文档上面而不能在审阅过的文档上继续自己的工作**，这样做有三个原因：1. 保证版本控制不会紊乱，你始终知道，没有时间戳的那个版本是最新的；2. 审阅人用的word版本可能和你不一样，直接沿用可能导致兼容性问题；3. 做过后期处理的文档已经无法更新参考文献引用。所以一定要求审阅人**用审阅模式审阅文档**，而不是直接在文档中修改。

## 文档结构

本模板是按照规范制作的，格式已经调整完成。大家拿到本模板只需要填充内容即可。

**第二章以及第三章是示例以及本模板的说明，编辑文档的时候可以作为参考**，不需要的时候将其删除即可。

在第一章之后插入新的章就可以开始写论文，论文有几个章节就插入几个章节。这里实现上有一个小技巧，由于研究生学位论文的章号需要使用汉字编号，而汉字编号无法作自动为图、表、公式等添加题注。故我在实现的时候将原本的章号依然使用阿拉伯数字，但是字体被隐藏掉了，这就是为什么当你打开编辑标记的时候会看到章标题前面有一个数字，但是关掉编辑标记之后却没有的缘故。所以章标题中的**章号**是需要**手动输入**的，切记顺序别输错了，且改变章顺序的时候需要手动修改章编号。另外从结论章开始的后序章是没有编号的，不是忘记输入了。**注意目录和参考文献这两章不要手动修改**！

虽然本模板是按照规范制作的，但是也请大家仔细核对规范，毕竟人难免犯错误，或者是规范有更新可以及时反馈给我。

## 文法经管类本科生注意

文法经管类本科生论文标题格式比较特殊。一方面，要求一级标题左对齐而非居中，另一方面，标题编号方式和其他人的完全不同。

对于第一个需求，自己修改一下一级标题的样式即可实现。如图3‑3所示，将开始>>样式>>标题1>>鼠标右键>>修改>>格式>>段落>>常规>>对齐方式设置为左对齐即可。

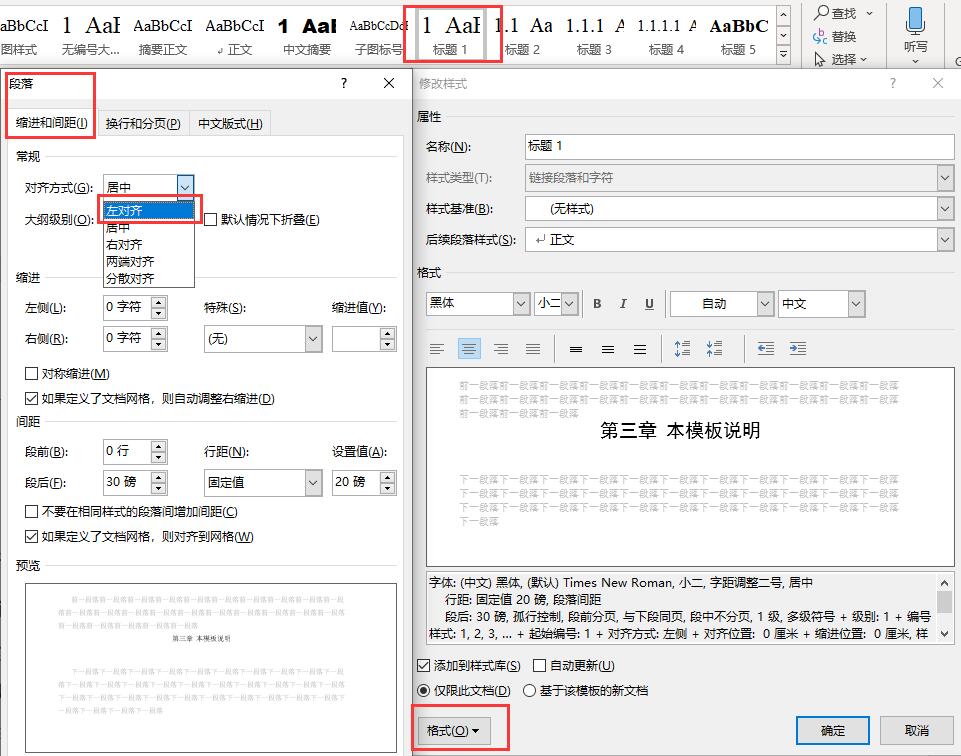


图3‑3文法经管类本科生修改样式方法

对于第二个需求，可以参考一级标题的实现方式来实现，以修改二级标题为例，操作过程如下。首先，将光标定位到任意一个二级标题上，然后打开：开始>>段落>>多级列表>>定义新的多级列表，如图3‑4所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 图片包含 屏幕截图  描述已自动生成 | 图片包含 屏幕截图  描述已自动生成 |

图3‑4打开定义新的多级列表对话框

然后，如图3‑5所示设置编号字体隐藏等样式。

图片包含 屏幕截图

描述已自动生成

图3‑5设置编号字体隐藏示例

此时会发现二级标题的编号已经被隐藏，以此类推，自己设置其他几个级别即可。设置完成之后，所有章节的编号都参照规范文件手动填写即可。手动编号格式为：一级标题使用“一、”，二级标题使用“（一）”，三级标题使用“1.”，四级标题使用“（1）”。

## 需要注意的地方

### 页眉的修改

页眉页脚的格式都是调整好的，只需要修改内容即可。注意页眉从第一章开始有，前面的都不要动。按自己的要求分别**修改第一章的第一个奇数页和偶数页的页眉**就好了。注意，偶数页的页眉格式为：{福州大学{硕士,博士,工程硕士}学位论文,福州大学本科生毕业{设计,论文}}，包含两层大括号，每一层大括号里面的内容只能选择一个，即偶数页页眉可以从以下几个中按自己论文类型选择其一：

1. 福州大学硕士学位论文；

2. 福州大学博士学位论文；

3. 福州大学工程硕士学位论文；

4. 福州大学本科生毕业设计；

5. 福州大学本科生毕业论文。

### 空行问题

使用word排版**切忌手动输入空行**，当需要比较大的空白的时候想一想如何使用word内置功能做到，这里我把我的解决方案稍微说明一下。

规范说图、表和公式需要和文本之间有一个空行。我的处理方法是：

1. 在图的题注样式上加一行段后间距，这样图后空行不需要再人工处理；

2. 在图的样式上加一行段前间距，这样图前空行不需要再人工处理；

3. 在表的题注样式上加一行段前间距，这样表前空行不需要再人工处理；

4. 表后段落需要与表有一个空行，因为表的样式都是针对表内文字的，所以目前没有自动化的解决方案，对于**表后的第一个段落手动修改**即可（光标定位到表格后面的第一个段落上，如果这个段落不是正文则无需处理：鼠标右键>>段落>>缩进和间距>>间距>>段前>>1行>>确定。）；

5. 当按本模板介绍的方式插入的行间公式时，公式使用样式已经保证足够的空行，这样不需要单独为其设置空行。如果**公式后的文字是说明公式内容的，那么从语义上来说它不是新的段落，是不需要缩进的，需要对其手动修改**（光标定位到表格后面的第一个段落上：鼠标右键>>段落>>缩进和间距>>缩进>>特殊格式>>无>>确定。）；

6. 这样修改的好处是，即使图表在编辑的过程中换页了，也不会出现页首一个空行的问题；

7. 手动修改某一段的样式可能被后续段落继承，所以后序段落需要重新点击一次“正文”样式。

### 如何插入图片

(1) **图片忌复制粘贴**，统一使用插入图片的方式插入。插入图片之后选中图片，应用“图样式”。

(2) 图的题注是在图片下方居中的，所以在图片下一行插入图片的题注（位置：引用>>题注>>插入题注），对其应用样式“图题注”即可。如图3‑6所示，标签为“图”，如果没有就新建一个，需要包含章节号并使用连字符分隔。

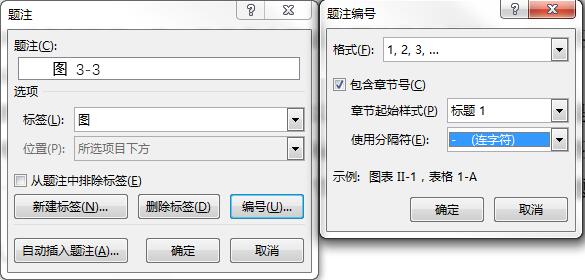


图3‑6图题注环境设置

(3) 若要插入子图，可使用表格排版，排版好之后隐藏表格边框即可。例如，插入一张包含2x2的子图的图片，那么可以插入一个4x2的表格，表格的第一行和第三行插入图片并应用“图样式”样式，第二行和第四行插入子图标号并应用“子图标号”样式。子图标号由于不涉及到复杂交叉引用和更新，建议手动输入。

(4) 若导出为PDF会有图片失真，模糊，字体变粗，黑白颠倒等问题，可能是由于png格式的图片导致的，建议将该图片转换为jpg后重新插入。

### 如何插入表格

表的题注与图的题注相反，是在上面的。按图题注的插入方式插入表的题注（标签：表），应用样式“表题注”即可。

在表的题注的下一行插入大小合适的表格，点击表格左上角的全选标志选中表格。对表格应用我做的两个样式即可得到毕业设计需要的表样式：1. 基本样式库中的“表样式”；2. 表格工具>>设计中的“表格样式”。效果如表3‑1所示。

表3‑1测试表格

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

### 插入题注时需要注意的问题

由于英语的标签和序号之间是有空格的，但是中文的标签和序号之间不需要空格，所以我们需要将标签与序号之间的空格删除掉。当然，因为数字和汉字之间本身就有一定的间距，所以其实那个空格几乎看不出来，没有强迫症是可以不用理会的。

### 公式的插入

如果你的论文需要插入公式，该版本模板使用的是AxMath这个软件，下载地址：<http://www.amyxun.com>。该软件包含word和power point插件、支持所见即所得、LaTeX编辑器和交叉引用等。软件默认字号为正文字号，正好符合论文要求。他们网站上有视频教程，软件也附带了一个PDF说明文档可以看看。另外软件免费版已经将粘贴板禁用了，不注册软件的话估计使用上没有那么方便。三十几块钱一台电脑也不贵，其实是可以注册一下的。

下面是一些操作细节。首先，AxMath对公式的编号有自己的体系，他需要在**每一章第一个正文字符前手动插入一个章定界符**来保证编号的正确性。插入方式为：AxMath>>章节分隔标记>>快速插入一个章分隔。可以在同一菜单打开“显示分隔标记看效果”。如图3‑7所示，第一至三章的分隔标记已经插入。

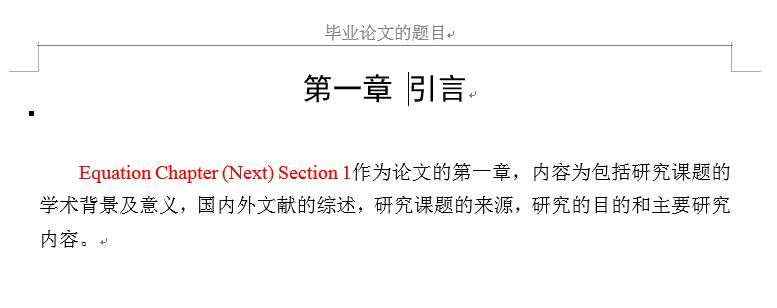


图3‑7分隔标记示例

插入公式一般选择行内公式和右编号公式。

行内公式效果：。

插入行内公式要注意，**行内公式不要太高，否则会被遮挡**，这种情况建议用右编号公式（如果必须要这样做，可以将那一段的行距改为1.23倍，效果与规范要求的20磅差不多，但是公式不会被遮挡）。右编号公式效果如所示：



插入等号对齐的公式如所示（在AxMath中有一个对齐方式可以选择），效果如下：



可以看到公式编号落到了所有对齐的公式的最下面一行了。如果要让编号落在连等公式的第一行，可以单独插入连等的公式，然后自己在公式中加空格调整等号的对齐位置即可（注意最长的一个公式不能在前后加空格，否则不居中了），如下两个公式所示：





这两种方法看自己喜好用哪一种，最好是全文统一风格。引用的插入方法为：AxMath>>插入引用，然后再去被引用的公式编号上双击即可。

公式字号和正文的字号是一样的，所以**不需要也禁止将公式当做图片拖拽**，导致公式变形。有一个问题就是，有时候重新打开文档会发现公式可能变高了，与正文高度很明显不一样。这个时候可以用AxMath的公式比例复位或重建公式命令修复。更多AxMath的问题请自行参考AxMath帮助文档，在开始菜单里面就可以直接打开。

### 插入算法

首先在需要插入算法的地方插入一个一行一列的表格，全选表格应用表格工具>>设计中的“算法样式”。然后光标停留在表格中的时候插入算法题注并应用“算法题注”样式。注意，插入题注在表格上方。最后看起来像算法3‑1这样：

算法3‑1测试算法

|  |
| --- |
|  |

### 插入交叉引用

位置：引用>>交叉引用。不想给自己修改论文带来麻烦，**图、表、公式等的引用请一定使用交叉引用而不是输入对应数字，否则数字更新之后就会无法对应**。

### 插入参考文献

插入参考文献是最麻烦的。如果参考网上大多数人的做法做一个列表的话，得自己手工排序，太麻烦了。想使用word自带的引文功能插入参考文献，然而其样式表中没有完全符合规范要求的样式，只能自己动手拓展了一个参考文献的样式表，使得word的内置引文功能可以使用中括号了，只需要将我给的样式表导入到系统里面即可。

**将我随本模板一起发出来的文件ISO690NmericalExtension.XSL拷贝到C:\Users\UserName\AppData\Roaming\Microsoft\Bibliography\Style目录下。重启word后，确认引文样式（引用>>引文与书目>>样式）为：“ISO 690 Extension - 数字引用”。**这样处理之后即可正常插入引文。注意上述路径中的UserName为你自己的用户名。

**插入引文**位置：引用>>引文与书目>>插入引文，源类型选择**期刊文章**。然后，我们不需要按照那里的格式填写，这里提供一个参考文献的偷懒的办法，就是**直接去Google/百度学术复制引用格式**（GB/T 7714-2005），填到**标题域**里面，其它域都留白就行了（如果**放不下可以从“.”处断开后面的放第二个域**）。这样不用去学会参考文献格式，不然要知道参考文献这么多域都是啥意思很麻烦，但有几个地方需要注意：1. 有时候谷歌学术给的参考文献样式不太统一，比如会议名称，有时缩写，有时没有，**需要自己统一一下格式**。2. 引用华人发表的英文文献**不能缩写华人的名字**，但是谷歌学术缩写了，需要自己改回来（姓前名后没问题），例如这样写是错误的：“Zhang Z”，应该改为：“Zhang Zhifeng”；3. GB/T 7714-2005规范中的示例显示，**引文作者名字需要全部大写**，这个只能自己修改；4. 谷歌学术也会有错误的时候，自己一定要仔细核对。

**在同一个地方引用多篇文章的时候，插入第二篇以及后续引文的时候需要将光标放在右括号前面。**

**不要在正文中提到参考文献编号，可以使用作者名字代替，然后将文献引用放在后面。**原因：规范要求将参考文献的引用做成上标，但又不是全部引文都要做成上标，**正文中直接提到的文献不需要上标**。这样就导致无法自动化处理引用格式问题，因为计算机可不知道你到底是提到那篇文献还是只是引用。而本模板会在做后期处理的时候会将所有引用做成上标，所以我们不能在正文中直接提到文献变化。

**如果有引用过又不需要的文献一定记得去源中将其删除，否则会一直出现在参考文献列表中，位置：引用>>引文与书目>>管理源，找到当前列表中未打“√”的文献，删除之。**

**未定稿前“参考文献”章先不做任何的修改**，在需要引用的地方直接插入引文然后更新域，这样该章内容会自动修改。由于参考文献是域，我们又需要经常更新域，每次更新域参考文献的样式都会复原，所以只能**定稿的时候再处理部分格式问题**，包括引用的地方上标和参考文献列表样式，详见第3.4.11节。

### 更新域

**Ctrl + A>>F9>>更新整个目录**：这样可以更新文档中的所有交叉引用包括目录等，不需要手动调整。**更新域需要重复操作两次**才对，第一次word会将所有域重新编号，第二次word使用更新之后的域更新所有引用。

### 后期处理

做后期处理之前请确保自己已经知晓3.1.4节的内容，否则任何后果需要自行承担。

1. **如果有引用过又不需要的文献一定记得去源中将其删除，否则会一直出现在参考文献列表中，位置：引用>>引文与书目>>管理源，找到当前列表中未打“√”的文献，删除之。**

2. 需要检查页码是否有误，特别是第一章第一页的页码是否是“1”，如果有误操作导致页码紊乱，此时可以自行修复。

3. **做后期处理前先更新两次域**，保证文档中的域是最新的，**做完后期处理之后不能再更新域了**，否则会导致文档紊乱！

4. 我写了一段代码，使得后期处理已经可以完全自动化了。由于需要运行代码，所以需要使用开发工具。开发工具菜单需要在设置里面打开，位置：文件>>选项>>自定义功能区>>主选项卡>>开发工具>>勾选。打开开发工具后只需要运行一下代码即可，位置：**开发工具>>宏>>调整参考文献格式>>运行**。该代码做如下两件事：1. 将参考文献引用改为上标，并去除前导空格；2. 对参考文献列表应用“参考文献”样式，并添加前导空格方便对齐。（若word文档在不同电脑之间迁移或者你移动了模板位置，这会由于无法索引到模板而导致无法自动管理参考文献，现象为**找不到宏“调整参考文献格式”**，此时打开：Word>>文件>>选项>>加载项>>管理[Word加载项]>>转到，**重新选用文档模板**即可。）

5. **运行完成代码之后记得再去单独更新一次目录**，因为参考文献列表样式调整之后论文页数可能会变化。

# 结论

应该明确、精炼、完整、准确，使人只要一看结论就能全面了解论文的意义、目的和工作内容；要认真阐述自已的创新性工作在本领域中的地位、作用和意义；严格区分研究生的成果与导师科研工作的界限。

结论单独作为一章排写，但不加章号。

# 参考文献

[1] **Yang J B, Liu J, Wang J, et al.** Belief Rule-Base Inference Methodology Using the Evidential Reasoning Approach—RIMER. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans.* 2006, Vol. 2(36), 266-285.

[2] **P, Dempster A.** A generalization of bayesian inference. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological).* 1968, Vol. 2(30), 205-232.

# 致谢

致谢应以简短的文字对在课题研究和设计说明书（论文）撰写过程中曾直接给予帮助的人员（例如指导教师、答疑教师及其他人员）表示自己的谢意，这不仅是一种礼貌，也是对他人劳动的尊重，是治学者应有的道德与作风。

注意，本科生和研究生的致谢与附录顺序是相反的，如果是本科生使用请自己在导航窗格中将“6致谢”拖到“7附录”后面，“8个人简历”前面，正文会自动更新。

# 附录

附录1 附录说明

附录是对于一些不宜放在正文中，但有参考价值的内容，可以包括正文内不便列出的冗长公式推导，以备他人阅读方便所需的辅助性数学工具或表格，重复性数据图表，计算程序及说明。**（如果没有附录可删除此章，导航窗格中鼠标右键章节标题有直接删除的菜单项）**

# 个人简历

本科生无该章，请自行删除！

# 在学期间的研究成果及发表的学术论文

本科生无该章，请自行删除！