

# 丁二酸/丁二醇/反式丁烯二醇共聚酯的结晶行为

化工学院高分子材料与工程 1502 班 刘 洋

指导教师 魏志勇

聚丁二酸丁二醇酯(PBS)因为其生物基来源、可完全降解、力学性能优异等特性具有广阔的应用前景，但是目前我们对于其结晶行为与性能之间的关系知之甚少。我们通过加入第三共聚单体“反式丁烯二醇”的方法研究其共结晶行为，这对于 PBS 共聚物的性能调控具有重要的指导意义。

本文采用本体“两步法”合成无规共聚的丁二酸/丁二醇/反式丁烯二醇共聚酯(PBtransS)体系，利用 DSC 和 WAXD 确认其为一个同二晶体系，伪共熔区域（晶型转变区域）位于丁二酸反式丁烯二醇酯(transS)单元的含量为 70-76mol% 之间，并对该同二晶体系的竞争性与相容性进行了讨论。之后我们将 PBtransS 体系与被报道的异质同晶体系 PBSF（丁二酸/反式丁烯二醇/丁二醇无规共聚酯）的结晶行为进行对比，讨论了同样在用一种构象与原料相似的第三单体共聚的前提下，二者的结晶行为相差巨大的原因。

为了解释这种有趣的现象，我们引入了统计热力学中平均场假定下的平衡熔点计算公式，并结合 Gaussian 模拟计算说明了在 PBS 结晶过程中分子链间驱动力  $E_p$  与分子链内构象能  $E_c$  占有同样重要的地位。这种分子链间驱动力  $E_p$  在以往研究聚合物共结晶行为时常常被忽略，PBtransS 的熔点急剧下降正是因为用反式丁烯二醇单体取代丁二醇破坏了 PBS 的分子链间相互作用。这为我们认识 PBS 的结晶行为以及类似工作提供了新的思路。

**关键词：**聚丁二酸丁二醇酯；反式丁烯二醇；同二晶；统计热力学；分子链间驱动力

# 半生物基聚芳醚酮树脂合成及其结晶性能

化工学院高分子材料与工程 1501 班 张 芮

指导教师 蹇锡高

为应对石油危机和温室效应，可再生且环境友好的生物基聚合物应运而生。2,5-呋喃二甲酸（FDCA）是一种含有刚性呋喃结构的生物基平台化合物，可替代石油基单体对苯二甲酸（PTA）合成生物基高性能聚合物。研究表明，此类聚合物具有较高的  $T_g$  和较低的  $T_m$ 。本文设计将含有生物基呋喃结构的双氟单体 2,5-双（4-氟苯酰基）呋喃（BFBF）与联苯二酚和双酚 A 以不同配比进行共聚，以制备耐高温、可溶解、易加工的新型生物基聚芳醚酮 PBFEEK。DSC 测试结果显示，聚合物  $T_g$  可达到  $200^\circ\text{C}$ ， $T_m$  可降低至  $300^\circ\text{C}$ ，耐热性能和加工性能优异。TGA 结果显示，聚合物的  $T_{d,5\%}$  超过  $450^\circ\text{C}$ ，热稳定性优异。溶解性测试表明，具有扭曲、非共平面结构的双酚 A 可明显提高聚合物的溶解性能。WAXD 测试表明，联苯结构可显著提升 PBFEEK 结晶性能。DSC 等温结晶测试结果显示部分聚合物具有二次结晶的能力。流变测试表明，联苯结构可有效降低 PBFEEK 熔体粘度，使其易于加工。综合性能最佳品种为 PBFEEK73，其性能符合本实验所有设计要求。综上，新型耐高温、易加工、可溶解半生物基聚芳醚酮被成功设计并合成。这种材料既是对传统聚芳醚酮的优化，又契合了当下生物基可再生材料的理念。

**关键词：**2,5-呋喃二甲酸；生物基高分子；聚芳醚酮；耐热性能；结晶性能

# 双重响应性环氧聚合物的制备及性能研究

化工学院高分子材料与工程 1502 班 史建兵

指导教师 何 炜

刺激响应性聚合物是可以对环境变化，做出明显的物理或化学特性变化的一类功能高分子材料。在本论文中，我们利用 1,2,3,4-二环氧丁烷（BDE）与聚醚胺（T-403），借助伯胺基团和环氧基团的点击化学反应，制备具有双重响应性的聚合物，并对反应时间及反应物浓度对该体系的影响进行了探究，具体内容如下：

（1）反应得到的聚合物普遍具有明显的温度和 pH 响应性，随着温度的升高，聚合物水溶液的透光率逐渐降低，而随着溶液 pH 的降低，其透光率逐渐增大，接近其 pKa 值时，不再发生热致相变。

（2）随着反应时间的增加，聚合物中叔胺基占比增加，而由于仲胺基的亲水作用强于叔胺基，导致聚合物的浊点下降；由于反应时间的改变几乎不会影响聚合物的化学结构，且聚合物分子间的氢键作用很相近，因此从不同反应时间得到的聚合物其改变 pH 后温敏性行为很接近。

（3）随着单体浓度的增加，聚合物的分子量增加，疏水链段占比增加，导致聚合物的浊点下降。聚合物的浓度对温度响应性也具有一定的影响，当聚合物溶液被稀释时，分子链段之间的距离增加，不易缠绕，导致浊点上升；单体浓度对聚合物的 pH 响应性也有一定的影响，但是影响因素尚不明确，有待进一步探究。

**关键词：**温度响应性；pH 响应性；环氧化合物；反应时间；反应物浓度

# 化学发光单线态氧探针的构建及生物应用

化工与环境生命学部化学工程与工艺（精细化工）1502 班 张钧维

指导教师 樊江莉

单线态氧（ $^1O_2$ ）是一种处于激发态的分子氧，是具有高反应活性和强氧化性的活性氧物种（ROS）。虽然  $^1O_2$  在生物体内含量极低，却会对生物体内酶促反应、机体衰老、细胞分裂等生命活动产生重大影响。因此，有效检测  $^1O_2$  对研究其生理及病理过程至关重要。但  $^1O_2$  寿命短、稳态浓度低，且生物体内各种还原酶和抗氧化剂的存在对  $^1O_2$  的实时在体检测产生了极大的干扰。化学发光探针由于不需要激发光源从而有效避免了生物体内荧光物质的非特异性背景干扰，从而大大提高信噪比及灵敏度。但目前已报道的化学发光探针普遍存在发射波长短、选择性差等缺点，限制了化学发光法在体检测  $^1O_2$  的应用。

本论文基于 Schaap 二氧杂环丁烷化学发光前驱体设计合成了一例高灵敏度特异性检测  $^1O_2$  的近红外（NIR）化学发光探针 CL-SO，结构正确且未见文献报道。我们将烯醇醚-金刚烷基团作为  $^1O_2$  的捕获基团，在酚羟基邻位通过碳碳双键共轭苯并吡喃睛（DCMC）基团形成电子供体-受体对改善化学发光中间体的受激发射性质，从而实现化学发光量子产率的提高和发射波长的红移。该探针选择性好、信噪比高、生物相容性好且毒性较低，化学发光信号具有较强的组织穿透性，成功实现了 MCF-7 细胞内和活体小鼠腹腔及皮下  $^1O_2$  的检测。

**关键词：**化学发光探针；近红外；单线态氧；在体检测

## 光敏型铜基 MOFs 构筑及光催化性质研究

化工与环境生命学部精细化工 1501 班 李 毅

指导教师 张铁欣

光能是一种可再生能源，可缓解能源枯竭危机。将吸光性能良好的光敏剂用于有机合成反应是一条高效、绿色的途径。本文选择将光催化用于三氟甲基的引入。

金属有机框架（Metal Organic Frameworks, MOFs）由金属（簇）和有机配体通过配位键构成，整合了两者的优势在各种应用中表现出独特的性质。MOFs 可以结合多组分的催化活性，并利用自身多孔道的性质，在催化研究中表现出高效性。使用性质可调的 MOFs 作为催化剂，可以使整个体系处于非均相，易于实现催化剂的回收。

本文以三苯胺为原料，先通过偶联反应合成目标配体光敏剂 H3TCBPA（三（4'-羧基联苯）-胺），而后采用溶剂热法，使配体和金属铜离子通过配位自组装合成了 MOFs 晶体 Cu-TCBPA，通过探究找到了合成晶体的最佳条件并实现了大量制备。单晶测试显示该 MOF 材料具有良好的晶体形貌和大的孔隙度，光化学、电化学测试表明其具备良好的光吸收性质和还原性。探究并验证了其在可见光存在下催化底物丙烯酸酯类烯烃与三氟甲烷磺酰氯的反应具有高效性。找到了基于乙腈和 2,4,6-三甲基吡啶的最佳催化体系并进行了底物拓展。通过实验结果和理论计算提出了基于该氯化三氟甲基化反应的可能的光-金属协同催化的机理。

**关键词：**光氧化还原催化；金属有机骨架；烯烃；三氟甲基化

# 分子筛负载金属簇制备及催化芳烃氧化性能

化工学院精细化工 1501 班 黄儒敏

指导教师 吕荣文

金属簇催化剂因其优异的催化性能被称为“第四代催化剂”。然而其在催化反应时，存在易流失、易团聚、易烧结等缺陷。因此，对金属簇进行封装改良，使之在催化反应中稳定高效，具有十分重要的理论意义和实际价值。

本文通过等体积浸渍法，原位生长法等方式，成功制备了全硅 ZSM-5 分子筛（Silicalite-1）负载的纳米金（Au）簇催化剂：Au@Silicalite-1 以及 Au/K@Silicalite-1。对催化剂的内部结构进行深入研究，并利用甲苯液相氧化反应探究了催化剂的催化性能。结果表明，不同合成方式中 Au 离子浓度的使用决定了材料中 Au 纳米簇粒径的大小，而粒径大小又是影响反应产物选择性的关键因素。

对比不同催化剂的反应结果，本文进一步考察了不同反应条件下 Au/K@Silicalite-1 催化剂的催化性能，总结出不同反应条件对催化结果的影响规律，并确定了该催化剂的最佳反应条件：原料甲苯投入量为 18.4 g，催化剂投入量为 0.1 g，催化剂活性组分为甲苯摩尔质量的 0.1%，氧气分压为 1 MPa，反应温度为 180 °C，反应时间为 24 h。在此条件下，产物苯甲醛的选择性高达 92.7%，同时甲苯的转化率为 13.7%。

最后，本文对最佳反应条件下 Au/K@Silicalite-1 催化剂的反应稳定性和循环使用性进行了测试。5 次稳定性实验，其甲苯转化率均高于 13.1%，产物苯甲醛选择性均高于 91.3%；同时进行了 5 组循环性实验，发现该催化剂能保持连续 4 次重复使用而不显著降低活性。

**关键词：**金属纳米簇；分子筛催化剂；甲苯液相氧化；苯甲醛选择性

## 烟气冷凝介质防腐蚀涂层制备与性能评价

化工与环境生命学部化工学院电化学工程 1501 班 李勃杭

指导教师 孙 文

在当前的能源形势下，烟气余热回收逐渐走进人们的视野。然而烟气中的酸性气体溶于水后所形成的介质会对金属壁面造成严重腐蚀。针对一过程中的露点腐蚀问题，兼顾传热过程的正常进行，本文制备并评价了所开发涂层在硫酸介质中的耐蚀性能。

根据典型燃煤工业环境设置了不同硫酸环境进行浸泡实验。利用失重法、总铁离子测试法、EIS 测试、透过性测试评价了所开发的四种单一涂层及四种组合涂层的防护性能。浸泡实验结果表明，20 °C 1 wt.% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 介质下组合及单一涂层试样均未发生腐蚀。90 °C 50 wt.% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 介质下，实验用胶出现变性现象，涂层 D 因被炭化而失效，涂层 A、B、C 出现渗漏趋势。在涂层 A、B、C 内衬涂层 D 后试样未发生腐蚀，且以涂层 A 性能最为稳定。140 °C 80 wt.% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 介质下单一涂层 B、C 试样发生腐蚀，在实验时间内涂层 A、B、C 组合涂层试样未发生腐蚀且涂层 A 组合性能最佳。透气透水测试表明当在涂层 B、C 表面涂装涂层 D 后透过性显著降低。XPS 测试及透酸实验表明，稀酸条件下硫酸透过涂层程度更高。

综合实验结果可知所开发的单一涂层可耐硫酸腐蚀且具有较低的透过率。最终确定以涂层 A 为外侧涂层的组合在所测试的硫酸介质中防护性能最佳。

**关键词：**烟气余热回收；硫酸腐蚀；涂层

# 柔性导电薄膜制备及其在功能器件方面的应用

化工与环境生命学部应用化学 1501 班 郁林枫

指导教师 丁保君

近年来，柔性导电薄膜（Flexible Conductive Film）在可穿戴电子设备方面的广泛应用显示出其巨大的研究潜力。而制造技术的进步，也极大的加速并推动了电子设备向着更轻薄更柔软的方向发展。传统传感器大多需要刚性结构作为支持，而如何在保持传统传感器良好性能的基础上发展出具有柔性的传感器是该领域的研究重点。其中，柔性导电基底是大多数柔性传感器的构建基础，针对这一问题，本文探究了两种柔性导电薄膜的制备方法，并研究了其在功能传感器方面的应用。

首先将聚酰亚胺（PI）在碱液中粗化后生长上一层银的种子，然后通过紫外光固化打印的方式在银活化的 PI 膜表面制备掩膜，随后利用化学无电沉积的方法在 PI 膜表面沉积金属铜，最后用氢氧化钠溶液洗去掩膜即可得到图案化的柔性导电路径。由于其良好的导电性、极佳的柔性以及可以方便的图案化等性能，是良好的柔性电子皮肤的基底材料。激光加工成型作为一种近净成型的方法，具有能量集中、时空分辨高和穿透性弱等特点，适于薄膜的制备。因此，我们将石墨/尼龙 12（PA12）复合粉末置于激光下烧结，得到具有压力响应性的石墨/PA12 柔性导电薄膜。将导电薄膜与柔性基底组合后封装，即可得到石墨/PA12 柔性电子皮肤。

**关键词：**柔性；传感器；导电薄膜；电子皮肤

# 多环芳烃及其代谢产物的表面增强拉曼光谱研究

化工与环境生命学部应用化学 1401 班 高 也

指导教师 纪 伟

多环芳烃是一类广泛分布于环境中的有机污染物，严重威胁人体健康。相比较传统的检测技术不但价格昂贵，而且用量大和前处理繁琐。因此对多环芳烃及其代谢产物进行快速、精准检测愈发重要。

表面增强拉曼散射（surface-enhanced Raman scattering, SERS）光谱是一种超灵敏的光谱分析技术，以其高灵敏度、高选择性、实时原位检测等优点，在生物及环境分析领域有着广泛的应用。

本论文主要介绍利用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)与传统贵金属 SERS 基底相结合，建立快速灵敏简洁的多环芳烃及其代谢产物的分析方法、对其进行无损定量检测。主要内容如下：

## （1）新型超疏水 SERS 基底的构筑及羟基多环芳烃的 SERS 检测

通过构筑新型具有超疏水性能的银 SERS 活性基底，使多环芳烃代谢产物利用 SERS 技术得以检测。利用优化后的 SERS 基底实现对单一组分不同浓度的羟基多环芳烃进行定量检测。

## （2）基于 SERS 技术对多环芳烃的检测

利用优化后的 SERS 基底实现对单一组分不同浓度的芘等多环芳烃分子进行了定量检测。

## （3）利用 SERS 检测多环芳烃代谢产物的实际应用

利用优化后的 SERS 基底定性鉴别混合体系中的羟基多环芳烃；并进一步实现了在尿液体系中对 1-羟基芘、3-羟基苯并[a]芘的定量检测，实验结果体现出了良好的灵敏度和重现性。

**关键词：**SERS；多环芳烃；CTAB；拉曼光谱；临床检测

## 纳米金催化硝基苯乙烯选择加氢反应的研究

张煜焯学院应用化学（张煜焯化学菁英班）1501 班 李星池

指导教师 刘晓艳 赵艳秋

金催化剂自上世纪八十年代以来被广泛应用于各类选择氧化、加氢反应中，其温和的反应条件和较高的产物选择性使其成为贵金属催化剂中极具潜力的新型催化剂。对负载型金催化剂而言，粒径效应是影响其催化活性与选择性的重要因素。本论文中，通过调控金的前驱体与催化剂中金的负载量，研究纳米金催化剂催化芳香硝基苯选择加氢反应催化活性的影响因素。

本论文将以半胱氨酸为保护剂制得的 Au<sub>25</sub> 原子团簇负载于锌铝水滑石前驱体上，经焙烧制得一系列不同负载量的高分散、抗烧结的纳米金催化剂。将该系列催化剂应用于芳香硝基化合物选择加氢反应中，焙烧温度为 300 °C 和负载量较小的纳米金催化剂表现出较高的活性和选择性，并且在较宽的时间范围内均能实现底物向目标产物的完全转化；随着金催化剂负载量和焙烧温度的提高，其催化活性发生变化而选择性没有明显的变化。该系列催化剂对芳香硝基选择加氢反应的催化活性随负载量呈火山型变化，当纳米金催化剂负载量为 1 % 时，活性最佳。

**关键词：**金原子团簇；负载型催化剂；选择加氢；水滑石

## 汽车用液化天然气气瓶抗振分析

化工与环境生命学部过程装备与控制工程化机 1501 许海洋

指导教师 刘培启

由振动引起的失效是汽车用液化天然气气瓶主要的失效形式，然而目前对气瓶仍然缺少完善的抗振性分析手段。本文利用 ANSYS 进行数值模拟，并结合实验数据得到了一些结论，可为气瓶的抗振性优化提供参考：

（1）建立了气瓶的有限元模型，通过施加不同方向振动加速度，得出外前封头开孔连接处、支撑内管和中管之间转角区是受振动影响最大的部位。

（2）对气瓶进行模态分析并提取了各阶振型，研究了不同充装量下气瓶固有频率的变化，结果表明：充装量增加使气瓶的固有频率逐渐降低，满载时一阶二阶频率均降到了振动试验激振频率范围内。

（3）谐响应分析表明气瓶在竖直方向的简谐激励下不会发生一阶共振，二阶共振响应很小，三阶（四阶）固有频率下发生共振较危险；随机振动分析表明最容易疲劳失效的部位是支撑内管和中管之间转角区，汽车应尽量减少在路面质量低于 C 级的道路上行驶的时间。

（4）应变测量实验验证了数值模型的准确性。振动实验中的三个共振点对应气瓶模态分析的二阶、三阶（四阶）、五阶（六阶）固有频率，并发现：后支撑上装配间隙过大使气瓶在二阶频率发生明显共振，集管头上的焊缝容易发生断裂；本文用虚拟质量法求得的共振频率略低于实际值，计算结果偏安全。

**关键词：**汽车用液化天然气气瓶；抗振；动力学分析；振动实验

# 天然气液化装置脱水单元主要设备设计

化工学院化工机械与安全系安全工程专业 1501 黄艳娟

指导教师 王 维

本次设计任务是 100 万立方米天然气装置脱水单元主要设备设计。设计时以工厂实际生产情况为参照，结合标准及教材，目的在于使设计结果最大限度符合实际生产流程。设计过程中不仅包括了本科阶段详实的专业知识，以及 AutoCAD 的绘图识图能力。以下是本次设计的工作：

确定天然气脱水流程是分子筛的三塔流程，以其中一个脱水塔为例，对塔的进行工艺设计及强度校核，工艺设计确定了吸附剂量、床层高度及再生气量，强度校核确定了塔的整体结构，考虑了地震载荷和风载荷的影响，进行了水压试验，由于天然气属易爆气体另外进行了气密性试验。

脱水流程用到再生气加热器和冷却气冷却器两个换热器，以再生气加热器为例，对换热器进行工艺设计及结构设计，由工艺设计确定传热系数和换热面积，由结构设计确定换热器的整体尺寸，换热管数及应力校核。

对气液分离器进行了结构设计，确定设备的整体尺寸。

运用 AutoCAD 绘制总流程图、塔装配图、换热器装配图及气液分离器装配图。

本文是设计类论文，主要由计算和绘图为主，根据设计条件对脱水单元主要设备分别进行设计。依据设计结果，绘制出流程图和主要设备的装配图。

**关键词：脱水；吸附；分子筛；再生；天然气**

## 双开口气波制冷机结构设计

化工与环境生命学部过程装备与控制工程 白 宇

指导教师 胡大鹏

作为一种绿色清洁的化石燃料，天然气的使用越来越广泛。提高天然气压力能量的利用效率具有重要意义。天然气压力能量的主要用途之一是制冷和脱水，防止天然气水合物的形成和减少腐蚀。气波制冷可以利用自身压力能实现热量交换，达到制冷的效果，是一种极具发展前景的技术。本文设计的双开口气波制冷机设计为卧式结构。气波机的主要部件是双开口振荡管，本文振荡管类型为返流型（高压、低温端口在同一侧）。

流场计算部分，利用非定常流动原理，计算激波、压缩波运动反射规律，并以此设计了各端口的尺寸和相对位置。同时针对波转子转速和高、中压喷嘴偏距，通过 FLUENT 软件数值模拟，探究了以上两参数变化对制冷效果的影响。

机械计算部分，本文通过计算启动功率和摩擦损耗选取满足轴功率要求的电机；电机带动主轴高速旋转，利用 Ansys 有限元分析计算载荷，以此设计主轴结构并进行强度、刚度校核；根据额定动载荷和使用寿命校核轴上的轴承。由于气波机属于压力容器，故对筒体、接管的壁厚进行了校核。密封上，对于动密封选用迷宫密封和唇形密封，对于静密封选用 O 型圈密封。综合以上设计结果，依照国家标准利用 AutoCAD 绘制了双开口气波制冷机的装配图和部分部件的零件图。

**关键词：**气波制冷；数值模拟；结构设计；双开口振荡管

# 过程装备复杂曲面零件 3D 重构与复合流场计算

化工与环境生命学部 过程装备与控制工程 1501 班 高英皓

指导教师 周一卉

过程机械中与流体相互作用的关键零部件如（离心泵叶轮、风机叶片、搅拌桨等）都存在比较复杂的曲面构型，其外形设计事关设备的性能与寿命，属于复杂的流固耦合问题。

针对过程机械中存在大量带有复杂曲面零件以及绕流流动复杂难以测量的问题，本文通过使用逆向工程方法，通过 3D 曲面扫描和实验流体力学相结合的方式实现复杂曲面构型，将重构模型导入 CFD 系统，进行流体力学数值计算来模拟零件周围的流场，以深入理解过程机械中的复杂流动。

在方法验证可行的此基础上，完成了典型圆柱和风扇叶片的曲面构型。进行了两种典型模型的流场数值计算，获得了绕流流场的速度场、压力场和涡量场分布。利用 PIV 设备进行了可视化流场实验，重点对圆柱绕流后卡曼涡街形态和演变进行了实验研究，并与数值计算结果进行了对比分析，两者结果相一致。更进一步将该方法用于轴流风机叶片，进行了叶片诱导流动的数值计算，获得了叶片绕流速度场分布和叶片载荷分布，实现了流固耦合交互作用分析。

通过论文工作，打通了从固体建模到流体力学特征的工程设计通道，为未来实施顶石训练项目，开展更深入的流固热耦合计算与实验奠定了基础。

**关键词：**复杂曲面；3D 扫描重构；PIV；数值模拟；圆柱绕流卡曼涡街

## 滴管炉内流场数值模拟与运行优化

化工与环境生命学部化学工艺专业化艺 1501 班 尤文焘

指导教师 杨赫

煤炭是我国重要的化石燃料，热解是煤转化过程的重要步骤。滴管炉是研究煤等固体有机燃料热解特性的重要实验装置。滴管炉的运行涉及传热、两相流以及热解反应等多个过程的耦合作用，为使滴管炉中煤颗粒在稳定连续流场中发生热解反应，本文采用数值模拟的方法对滴管炉的运行进行优化。

本文根据流体力学理论特是气-固两相流动模型，利用计算流体力学软件，建立了滴管炉的三维模型，通过大量的模拟研究，我们得到以下结论：（1）温度分布对流场分布有着很大影响，二次载气是入口段一次载气与颗粒加热的主要热源，二次载气温度越高、流速越低，越有利于流场稳定；（2）适当减小一二次载气流速比有利于流场的稳定；（3）收集区近壁面位置存在涡流，涡流的强度随气体总量的增加而增加；（4）冷凝气的流速过高或者加热管长度过短，冷凝气入口上方会出现涡流；（5）一次载气流速的减小与恒温加热区长度的增加都会使颗粒的停留时间增加，并且停留时间越长，颗粒轨迹越发散；（6）同一截面颗粒停留时间与颗粒距中心距离呈正相关，颗粒的疏密程度则与距中心距离呈负相关。

**关键词：滴管炉；数值模拟；流场分布；运行优化**

## 透醇全硅沸石膜的微结构调控优化

化工与环境生命学部化工学院化创 1501 班 吴浩文

指导教师 杨建华

燃料乙醇作为一种绿色可再生的新型燃料，具有广泛的应用前景。应用渗透蒸发技术精制燃料乙醇有望实现连续化操作，提升生产效率，降低能耗。Silicalite-1 沸石膜骨架中不含铝，疏水性强，且机械强度高，热、化学稳定性强，是一种优秀的透醇渗透蒸发膜材料。本文在硅溶胶作为硅源的体系下，考察不同阳离子对通过二次生长法制备的 Silicalite-1 沸石膜的微结构及透醇性能的影响并建立构效关系。主要内容如下：

(1) 为探究 TBA<sup>+</sup>（四丁基铵阳离子）对 Silicalite-1 沸石膜的影响，向合成液中引入 TBA<sup>+</sup>。在优化的条件下，合成的沸石膜在 60 °C 下对 5 wt.% 的乙醇水溶液分离因子可达 52，通量为 1.39 kg·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>，高于未引入 TBA<sup>+</sup> 的 Silicalite-1 沸石膜分离因子 (23)。通过 SEM、XRD、单组份气体渗透测试、水接触角测试等表征手段探讨了 TBA<sup>+</sup> 对膜微结构影响的作用机理，引入少量 TBA<sup>+</sup> 一方面使得膜层具有更明显的 c 取向，另一方面会提高膜层的晶化速度，从而提升膜层致密性，提高其对乙醇/水的分离因子。

(2) 为探究不同阳离子对膜层生长过程的影响异同，分别向合成液中引入等量 TBA<sup>+</sup>、TEA<sup>+</sup>（四乙基铵阳离子）、TMA<sup>+</sup>（四甲基铵阳离子）和钠离子。在本文的实验条件下，仅 TBA<sup>+</sup> 和 Na<sup>+</sup> 可加速膜层晶化并提升分离因子，通过 XRD、SEM 等表征手段发现相比 Na<sup>+</sup>，TBA<sup>+</sup> 在晶化过程中具有更高的提高膜层晶化速度的能力。因此 TBA<sup>+</sup> 对膜分离因子的提升更为显著。

**关键词：**透醇沸石膜；渗透蒸发；季铵阳离子；微结构调控

# 微孔炭的制备及其在锂离子电容器中的应用

化工学院化学工艺 1501 班 邵丽萍

指导教师 李文翠

锂离子电容器是一种结合了锂离子电池和超级电容器双重储能机理的新型储能器件，能够兼具二者在功率密度和能量密度方面的优点。相比锂离子电池，锂离子电容器目前还存在能量密度较低的问题，这主要受限于电容型正极材料的比容量。为此，本实验拟通过对正极多孔炭材料的优化合成，并调整其与商业化硬炭负极的质量比例，最终获得高能量密度的锂离子电容器。

利用金属离子与氨基酸之间的配位作用制备了金属-有机前驱体，通过调节铜盐的比例，制备了一系列具有高比表面积微孔炭正极材料。以铜盐作为造孔剂，在后续的高温炭化过程中利用挥发及熔融效应制造微孔。利用金属锂作为对电极，考察了所制正极材料的本征电化学性能（恒电流充放电曲线、循环伏安曲线以及交流阻抗谱）。当谷氨酸： $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  = 1: 4 时，材料具有最高的比表面积和最佳的电化学性能。

选用商业硬炭 HC-2 作为高倍率负极材料，将预嵌锂的负极材料与所制备的正极材料匹配组装成全电容器，调节正负极质量比以及电压窗口，最终实现全电容器性能的优化。当正负极质量比为 2: 1 时，能量密度可达 62 Wh/kg，能量效率为 85%。

**关键词：**锂离子电容器；微孔炭；金属离子；能量密度

# 液滴撞击超亲水表面薄液膜涟漪波动特性研究

化工学院化学工程化工 1502 班 王悦琳

指导教师 马学虎

液滴撞击过程广泛应用于喷雾冷却、表面喷涂等领域。国内外对于液滴撞击固体壁面及深水池进行了广泛的研究，但对液滴撞击超亲水表面薄液膜的水力学特性还研究较少，故本文从实验研究、理论模型与数值模拟的三个角度，系统展开了不同参数下薄液膜上涟漪波动及空气层缓冲的研究。

采用高速摄像机观测了不同  $We$  数，不同液膜厚度下撞击产生的现象，如冠状水花、二次液滴等，并对造成二次液滴的 Plateau-Rayleigh 不稳定性以及引起冠状水花的运动不连续性机理进行探究。

采用高速摄像机观测了低  $We$  数，不同液膜厚度下的动力波和毛细波。通过比对两种波动扩展直径与传播速度随时间的演化，研究了运动不连续性引起动力波以及动力波的传递扰动引起毛细波的过程，并从惯性力、粘性耗散、表面结构阻力三种影响的角度研究了两种波动的传递特性。

采用 N-S 方程建立了液滴和薄液膜之间空气层流动的理论模型，初步揭示了产生空气诱导波的流动形式、低  $We$  数下液滴反弹、悬浮现象的原因。通过求解液滴悬浮现象，建立了实验中难以测量的空气层厚度。采用 MAC 算法、Front Tracking 算法和二阶时间法，通过数值计算求解了空气层内的压力和速度分布，解决了理论模型中由柱坐标带来了原点处不连续的问题。相比 Fluent 的结果，优化后的算法能更好的模拟液滴反弹时的较大变形。

**关键词：**波动特性；空气层模型；数值模拟

## 二氧化锡的锂电化学调控提升 CO<sub>2</sub> 加氢选择性

化工与环境生命学部化学工程 1502 班 王家蒙

指导教师 贺高红

CO<sub>2</sub> 电化学还原是一种高效的固碳方式。如果选择利用可再生能源电还原 CO<sub>2</sub> 以生成各类低碳燃料，不仅可以将间歇性能源以化学能的形式储存，还能够缓解大气中因高 CO<sub>2</sub> 浓度所带来的环境问题。

本文使用电化学氢泵反应器进行 CO<sub>2</sub> 电催化加氢的研究。这种反应器具有反应条件温和、CO<sub>2</sub> 传质阻力低以及可提供原位 H<sup>+</sup>等优点。因为 CO<sub>2</sub> 分子的热力学高度稳定性，所以开发高活性和选择性的催化剂成为当前 CO<sub>2</sub> 电化学还原研究的重点。本文针对商业化二氧化锡纳米颗粒催化剂比表面积小，催化活性位点少，并且析氢反应严重等问题，通过锂电化学调控的方法设计制备具有丰富晶界的锡催化剂以提升 CO<sub>2</sub> 加氢反应的选择性和活性。

利用锂离子电池的体积膨胀现象：充放电循环过程中，Li<sup>+</sup>在电极材料中反复镶嵌脱嵌将其切割为细小晶粒并产生大量晶界。晶界是一种面缺陷，其存在产生的晶格畸变、扭曲、错位、局部张力等可以改变电子结构，从而提升电催化活性。

首先，调节电极浆液配比，电极刮涂厚度等参数，优化制备在锂电池中循环的二氧化锡正极片。接着，考察在锂电池中循环圈数，电流密度等参数对于二氧化锡材料运行后的微观形貌、晶粒尺寸等影响。将不同电流密度与循环圈数锂电化学调控的 SnO<sub>2</sub> 运用在电化学氢泵中作阴极催化剂进行 CO<sub>2</sub> 加氢实验，考察反应选择性，反应速率等加氢催化性能，并与未在锂电池中循环的商业化二氧化锡纳米颗粒性能进行对比。

最后，通过比较可以证明锂电化学调控方法是行之有效的，电流密度为 0.2A g<sup>-1</sup>、锂电循环 5 圈的 SnO<sub>2</sub> 材料具备优异的 CO<sub>2</sub> 电催化加氢性能，在 -1.34V (vs. RHE) 阴极电压下，生成甲酸的法拉第效率达 91.3%，远优于商业化 SnO<sub>2</sub> 的 60.3%，且此时甲酸生成速率达 710.0 μmol h<sup>-1</sup> cm<sup>-2</sup>，性能极其优异。

**关键词：**CO<sub>2</sub> 电催化还原；锂电化学调控；晶界缺陷；二氧化锡

# 混合表面活性剂在油水界面行为的分子模拟研究

化工学院能源化学工程 1501 班 廖 艺

指导教师 潘艳秋

膜分离作为乳化油废水高效分离的关键技术被广泛关注，但该技术在上应用上还存在如成本高、膜污染严重、机理不全面等问题。此外，由于实际含油废水的成份复杂且常含稳定作用较好的混合表面活性剂，使得膜过程分离机理的愈加不明确，由此也限制了膜法油水分离技术的工业应用。因此，采用分子模拟方法从微观水平对含混合表面活性剂的油水性质进行分析，对于了解界面微观行为和针对性开展膜法油水分离具有十分重要的意义。

基于以上背景，本文采用分子动力学方法模拟了两类阴阳离子表面活性剂混合物在油水界面上的行为，包括十二烷基硫酸钠-十六烷基三甲基溴化铵（SDS-CTAB）和十二烷基磺酸钠-十六烷基三甲基溴化铵（SLS-CTAB），通过建立“油-表面活性剂-水”界面的分子模拟模型，考察界面层特性、混合表面活性剂分子结构形态以及水分子动力学性质，探讨不同混合体系的表面活性剂摩尔比对油水界面性质的影响。

模拟结果表明，含有 SDS-CTAB 混合表面活性剂的界面层各类特性、表面活性剂分子结构形态以及动力学性质随混合摩尔配比改变的变化较小，其中 10SDS-7CTAB 混合体系的界面稳定性最好，相对分离难度最高；在 SLS-CTAB 混合体系中，5SLS-12CTAB 的界面稳定性最好、分离较难，而 13SLS-5CTAB 混合体系的稳定效果最差；对比以上 SDS-CTAB 与 SLS-CTAB 两类混合体系，发现同一摩尔配比时，SLS-CTAB 混合体系的稳定性效果优于 SDS-CTAB 混合体系，前者相对更难分离，低混合比例的 SDS（SLS）：CTAB 体系的对油水界面性能的增强效果会强于高混合比例的 SDS（SLS）：CTAB 体系。

综上，模拟结果从微观角度解释了分子层面的混合表面活性剂对油水乳化液的稳定性的影响作用关系。研究结果可为膜法处理油水乳化液的工业应用提供依据。

**关键词：**阴阳离子表面活性剂；分子动力学；油水界面；界面性质

## 聚乙二醇对磷化钼催化糠醛加氢脱氧的影响

化工与环境生命学部化学工程与工艺（国际班）1501 班 王斯琪

指导教师 王 瑶

随着环境问题和能源问题的日渐严重，寻找石油可替代物及提高汽油的辛烷值已成为人们当前要解决的首要问题。糠醛是木质纤维素的衍生产物，是戊聚糖经水解，脱水环化后的产物，是一种重要的平台化合物，其衍生物如糠醇、2-甲基呋喃、呋喃等具有较高的附加价值。其中，2-甲基呋喃因其高辛烷值，有望成为新的汽油添加剂或直接作为汽油替代品而引起人们的关注。

磷化钼催化剂作为一种过渡金属磷化物催化剂，其金属中心可以催化加氢反应，同时，磷的存在可以进一步促进后续的氢解反应。此外，钼基催化剂对于呋喃环 C=C 键加氢选择性较低，而对 C-O 键氢解选择性较高，因此可以高选择性地生成 2-甲基呋喃。同时，表面活性剂聚乙二醇的引入，有利于提高催化剂的分散度，从而提高催化剂的催化活性；而催化剂中残留的碳，有助于抑制结焦，降低催化剂的失活速率。

本论文以糠醛为模型化合物，探究了糠醛在磷化钼催化剂上加氢脱氧反应活性，通过优化反应温度及压力，在 2 MPa 和 200 ° C 的最优反应条件下，磷化钼催化糠醛的转化率和 2-甲基呋喃的选择性分别为 93.8% 和 82.9%。在该条件下，通过改变聚乙二醇与 Mo 的摩尔比，确定 nPEG/nMoP = 0.02 时，催化剂表现出最高的催化活性及抑制失活能力。

**关键词：糠醛；磷化钼；加氢脱氧；聚乙二醇**

# 含炔酰胺基团化合物的合成及抗肿瘤活性研究

化工与环境生命学部制药工程化药 1501 班 许爱民

指导教师 钱 宇、王世盛

炔基是一种高能量，不饱和活性基团，其广泛存在于一些药物和天然产物中。主要是因为药物分子可以和靶蛋白残基上的巯基形成共价键而增强药物和靶蛋白的结合，进而增强药物活性并更好的发挥药物的作用。

炔基有较高的反应活性，所以直接在复杂化合物中引入炔基有一定难度，本次设计采用亚胺捕捉胺叶立德的多组分反应，采用一锅法来合成含炔酰胺的 $\alpha,\beta$ -二氨基酸酯衍生物，后测定其生物活性，并对该系列化合物构效关系进行初步研究。

本论文通过重氮酯和金属催化剂形成高活性金属卡宾后与丙炔酰胺进行 N-H 插入形成一类高活性胺叶立德，再被亚胺捕获从而以较高收率得到含炔酰胺的 $\alpha,\beta$ -二氨基酸酯衍生物，其中化合物 5aa 产率可以达到 86%。随后又使用 CCK8 法对该系列化合物的生物活性进行测定，得到该系列化合物对人骨肉瘤 SJSA-1 细胞的生物活性数据，IC<sub>50</sub> 在 194nM~1156nM 之间，并对该系列化合物构效关系进行简要分析。

本文首先对炔基，多组分反应，叶立德，卡宾进行介绍，随后对叶立德捕捉相关研究进展进行介绍并确定选题，获得的含炔酰胺的 $\alpha,\beta$ -二氨基酸酯衍生物对人骨肉瘤 SJSA-1 细胞有着良好的抗癌活性，为后续成药性研究提供了可能。

**关键词：**炔酰胺；胺基叶立德；多组分反应；抗癌活性；构效关系

# 铂基金属间催化剂电还原生物基有机酸

化工学院无机非金属材料工程 1501 班 曾晨

指导教师 陈霄

20 世纪以来，生物质能在不断发展，被认为是替代化石燃料的最主要燃料。乙酰丙酸是一种重要的生物质基有机物。以乙酰丙酸为原料，经催化加氢还原可以合成具有高附加值的下游产品。采用电催化法，可有效催化加氢反应。所选用的电极材料为反应过程中的催化剂，从而改变电极反应速率或方向。为降低整个电还原反应成本，提高经济效益，关键在于研究高效、稳定的催化剂。铂基金属间化合物因为其长短程皆有序的特点，在催化领域备受国内外科学家的关注。

本实验在无水无氧的环境下，通过液相还原法，制备了出了体相 PtCu、PtCu<sub>3</sub> 及其负载型催化剂。再利用 XRD、ICP、TEM 等方法对催化剂进行表征，发现制备出晶型较好的 Pt-Cu 金属间催化剂，粒径大概在 2-3 nm 之间。PtCu 晶格间距为 0.222 nm，PtCu<sub>3</sub> 晶格间距为 0.232 nm。考察催化剂对不同浓度乙酰丙酸的电化学加及氢性能，发现 2 小时后产物均为 4-羟基戊酸。相对于 Pt，PtCu<sub>3</sub> 和 PtCu 催化剂对反应的转化率和反应的法拉第效率均有所提升。随着乙酰丙酸浓度的增大，转化率呈现下降趋势，但生成产物 4-羟基戊酸的法拉第效率有所增加。随着电催化反应时间的延长，4-羟基戊酸慢慢转化成  $\gamma$ -戊内酯，并伴有一系列副产物的生成。

**关键词：**金属间化合物；Pt-Cu；液相还原法；乙酰丙酸；电催化还原

## 中空结构 Pt 基电催化剂的构筑

化工学院无机非金属材料工程 1501 班 吴雨迪

指导教师 李闯

随着化石燃料能源储量的日益减少，当今社会越来越关注其他类型能源的开发和利用，高性能的燃料电池是最受关注的新型能源之一。由于大部分燃料电池的阴极反应都是氧还原反应（Oxygen Reduction Reaction, ORR），但因其反应速率较为缓慢，所以提高 Pt 的利用率、寻找高效 ORR 催化剂的制备方法对燃料电池的发展起到了至关重要的作用，最常见的 ORR 催化剂为负载在高表面积碳黑上的 Pt 基或 Pt 基合金纳米颗粒。本实验的目的即制备中空结构的 Pt 基电催化剂。

本实验采用的制备方法为牺牲模板法，分别制备了 NiCo NWs、Ni NWs、Co NWs 作为模板前体，使纳米线模板与氯铂酸溶液发生电置换反应，制备中空结构的 Pt 基电催化剂。探究不同浓度制备的的纳米线模板和相同模板在不同的置换时间对催化剂 ORR 催化性能的影响。并进一步提升催化剂中 Pt 的负载量，提高催化剂的活性与标准 Pt/C 进行对比。最终得到的结论为：在置换时间一定的条件下，以低浓度制备的 NiCo NWs、Ni NWs、Co NWs 为前体制备的催化剂活性好于以高浓度制备的纳米线模板为前体制备的催化剂。3 种纳米线模板制备的催化剂的最佳置换时间为 80min、40min、60min；提高 Pt 的负载量的 3 中催化剂中，H-PtNiCo NCs 和 H-PtNiCo NCs 比标准 Pt/C 的 ORR 催化性能更好，而 H-PtNiCo NCs 的 ORR 催化性能与标准 Pt/C 相差不多。

**关键词：**中空结构；Pt 基电催化剂；ORR；牺牲模板法；催化性能

# 原位合成型高硅铝比 Y 分子筛的催化裂化性能

化工学院催化化学与工程 1501 班 赵嘉睿

指导教师 谭 涓

FCC 催化剂是全球炼油工业中产量和使用量最大的催化剂产品。自上世纪六十年代以来，FCC 催化剂的主要活性组分一直采用 Y 型分子筛，其中，以高岭土为原料原位合成的 NaY 分子筛具有合成成本低、稳定性高和抗重金属污染能力强等优势。本文以高岭土原位合成的高硅铝比小晶粒 NaY 分子筛为研究对象，分析了原位合成样品的结构、形貌和织构性质。在此基础上，将原位合成样品进行镧改性，再经成型制备了一系列的原位合成型 FCC 催化剂，考察了高岭土原料粒径、高土/偏土比例、骨架硅铝比和改性条件对催化剂的重油催化裂化性能的影响。研究结果表明：

(1) 以普通高岭土为原料，在高土/偏土比例为 1 的条件下合成的原位合成型 Y 分子筛 G1-3 制备的催化剂的重油转化率可达 93.6%，且汽油和液化气的总收率可达 70.4%。随着原料中高土/偏土比例增加至 2，G2-3 催化剂的总酸量增加，柴油收率显著提高。以细化高岭原料制备的 G2-3X 催化剂的总酸量进一步增加，同时具有高汽油收率和高柴油收率的特点。

(2) 在高土/偏土比例为 1 的条件下，不同骨架硅铝比的样品合成的催化剂的重油转化率均大于 89%。采用方法 II 制备的 G1-4B 样品的重油转化率达 95.5%，与采用方法 I 制备的 G1-4 样品相比具有更好的重油催化裂化性能。

(3) 原位合成型 FCC 催化剂共有四组酸中心，其中，①号和②号为弱酸中心，③号和④号为中强酸中心。总酸量与重油转化率有关，中强酸中心对产物分布影响较大。中强酸中心的强度越强，酸量越多，有利于提高催化剂的二次裂解能力。

**关键词：**原位合成；镧改性；重油催化裂化；高硅铝比；Y 分子筛

## CRM1 抑制剂莱菔素杀伤乳腺癌细胞机制的研究

生物工程学院生物技术 1502 班 张 琦

指导教师 杨永亮

目前乳腺癌的发病率位居全球第二，其中三阴性乳腺癌恶性程度最高、治疗手段有限、预后性差，严重危害女性的健康。在肿瘤细胞中，CRM1 过表达，导致肿瘤抑制因子大量转运出核，丧失识别并诱发细胞凋亡的功能。前期课题组已经筛选出一种新的 CRM1 抑制剂莱菔素（简称为 LFS-01），本文主要验证小分子药物莱菔素对三阴性乳腺癌细胞的杀伤机制，探讨 CRM1 抑制剂通过影响 STAT3 信号通路抑制乳腺癌的作用机制。

本文通过分子动力学模拟技术，验证 LFS-01 可以与 CRM1 的 NES 口袋结合。通过 CCK-8 法检测 LFS-01 对四种乳腺癌细胞（MDA-MB-231，MDA-MB-468，MCF-7，BT-474）及一种正常乳腺上皮细胞（MCF10A）的杀伤活力，证明其可以特异性杀伤三阴性乳腺癌细胞。

通过细胞免疫荧光、蛋白质免疫印迹以及流式细胞仪技术，我们探究了 LFS-01 杀伤乳腺癌细胞的具体机制。实验结果表明，LFS-01 可以将 CRM1 运输的货物蛋白 STAT3 阻滞在细胞核中，并且抑制 STAT3 信号通路的激活。此外，LFS-01 可以促进细胞自噬的发生，使细胞阻滞于 S 期并且诱导细胞发生凋亡。

实验初步说明莱菔素可以抑制 STAT3 信号通路的激活，选择性杀伤三阴性乳腺癌细胞，为乳腺癌的治疗提供新的思路和参考方法。

**关键词：**三阴性乳腺癌；染色体区域维持蛋白 1；莱菔素；STAT3

# CO 与金黄色葡萄球菌致病和耐药的相关性研究

生物工程学院生物技术 1501 班 何知恩

指导教师 杨君

金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 是常见的人类致病细菌，可以定植在宿主的皮肤以及鼻腔等表面，并感染宿主的组织与器官，可以引发鼻窦炎、败血症、心内膜炎、脑膜炎以及骨髓炎等严重的感染性疾病。*S. aureus* 具有感知外界环境信号的复杂调节网络，这些调节网络使其能够适应不同的环境并调节毒力因子的表达。

近年来，气体信号分子在毒力和耐药性发生的调控已逐渐成为微生物学领域内重要的研究方向。一氧化碳是重要的气体信号分子，具有调节细菌毒力与抗生素抗性等重要功能。因此，阐明一氧化碳对 *S. aureus* 的致病性和耐药性的调控功能及分子机制对金黄色葡萄球菌的感染治疗具有重要的理论意义和应用价值。

本论文研究工作主要分为以下两方面：

1. 根据 NCBI 查询得到的 *S. aureus* 一氧化碳合成基因 *IsdG* 与 *IsdI* 序列，设计基因敲除引物，并利用质粒 pBTs 通过同源重组的方法敲除 *S. aureus*N315 菌株的一氧化碳合成基因 *IsdG* 与 *IsdI*，获得  $\Delta$ *IsdG* N315 菌株、 $\Delta$ *IsdI* N315 菌株、 $\Delta$ *IsdG*& $\Delta$ *IsdI* N315 菌株以及  $\Delta$ *IsdG* NCTC8325 菌株；

2. 进行 *S. aureus* 的表型分析，包括 N315 基因敲除菌株生长曲线的测定、野生型 N315 菌株在低浓度 CO 压力下生长曲线的测定，N315 基因敲除菌株自溶实验以及 N315 基因敲除菌株的抗生素最小抑菌浓度实验，观察并记录基因敲除菌株与野生型菌株的表型差异。结果发现，*IsdG* 与 *IsdI* 基因敲除菌株较野生型菌株的自溶速率较快。同时，*IsdG* 与 *IsdI* 基因敲除菌株较野生型菌株对细胞壁靶标抗生素的 MIC 值较大。因此，*IsdG* 与 *IsdI* 基因对 *S. aureus* 生物被膜形成相关基因可能具有一定的调控作用。

综上，我们发现了 *IsdG* 与 *IsdI* 参与金黄色葡萄球菌信号调控的新机制，进一步拓宽了 *IsdG* 与 *IsdI* 乃至 CO 对金黄色葡萄球菌的信号调控功能，丰富了金黄色葡萄球菌的气体信号分子信号调控网络。

**关键词：**一氧化碳，金黄色葡萄球菌，血红素加氧酶，气体信号分子

## Ce/Ti/O 催化剂及电极的污染控制性能研究

环境学院环境工程 1502 班 刘 璐

指导教师 柳丽芬

目前改善环境质量依赖于加强工业污染的排放控制和对废水（如染料）、废气（挥发性有机化合物，VOCs）进行高效、低能耗的处理。不同的染料废水和 VOCs 处理方法在应用上仍存在局限性。近年来，使用光催化耦合微生物燃料电池处理染料废水和 VOCs 均展现出较好的处理效果，通过与微生物燃料电池的耦合可使光催化过程中电子与空穴易复合的问题得以解决。本实验提出使用光催化耦合微生物燃料电池装置来提高染料废水和 VOCs 的降解效率。本论文的研究内容及主要成果如下：

（1）制备不同含量（质量分数 2.5%、5%）CeO<sub>2</sub> 的 TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> 复合催化剂，并进行了表征（SEM、XRD、DRS 及 CV）。

（2）将制备的 TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> 催化剂用于光催化体系降解罗丹明 B（RhB）溶液，筛选出最优的催化条件：掺杂 2.5%CeO<sub>2</sub> 的 TiO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> 催化剂在 pH=5，氙灯照射及曝气条件下去除 RhB 的效果最佳。

（3）构建了光催化耦合微生物燃料电池系统，利用膜渗透方法，使得气相 VOC 渗透进入阳极被生物降解，余下的 VOC 进入催化阴极，分别处理乙酸乙酯、甲苯并同时产电。测定了乙酸乙酯及甲苯在光催化条件下与空白条件下的去除效果，光催化条件下，其去除效率分别为 80%左右和 98%左右，较空白条件下的去除效率均得到提升。在光催化耦合微生物燃料电池体系中，光催化阴极与微生物阳极之间的协同作用，将生物降解和光电催化有机结合，先进入阴极后进入阳极其甲苯去除效率比先进阳极膜后进催化阴极更高。

**关键词：**生物光电化学电池；协同效应；罗丹明 B 降解；VOCs 降解

# 多通道碳气体扩散电极还原氧产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 性能研究

环境学院环境工程 1501 班 曹宇佳

指导教师 于洪涛

过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)是芬顿法水处理技术必须的氧化剂。工业上一般通过蒽醌催化加氢氧化的方法生产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。但是该方法不仅使用钯等贵金属和有毒的蒽醌作为催化剂，而且在 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 储存和运输过程中存在爆炸风险。电化学还原氧气原位产生 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，无需储存与运输，也不使用贵金属和有毒催化剂，是有实用前景的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生产技术。电化学产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的关键问题是如何提高产生 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的浓度和选择性。多通道碳具有导电性好，表面积较大且含有丰富的活性位点，并且内部具有纵向孔道的特点，可作为贵金属电极的替代电极。本论文以多通道整体碳阴极为基础，通过提高表面积和修饰含氧基团提高产生 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的浓度、通过氧气在木炭通道中的扩散提高产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 速度，最终实现产生 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 接近芬顿反应废水深度处理的要求。主要研究内容如下：

首先，将山竹壳、萝卜、姜、藕、桂皮和松木 6 种材料 800℃ 高温碳化，从中筛选出导电性能好，内部具有整齐且贯通的孔道的碳化松木作为整体碳阴极的材料。其次通过控制不同浓度的 KOH 水热法处理整体碳阴极，为电极表面修饰含氧官能团，将 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 产量从 150μmol/L 提升至 374μmol/L。之后在三电极体系，隔膜电解池，恒定电位工作条件下，调节 pH，将产量提升至 944μmol/L。单位体积电极产量为 118μmol/(L·cm<sup>3</sup>)最后设计气体扩散电极反应器，主要解决电极漏气问题和电导稳定性，并将之前实验优化的反应条件-0.3V、双池、pH=13、5M KOH 处理应用在气体扩散电极上，电极单位体积产量为 206μmol/(L·cm<sup>3</sup>)。较原曝气方式效果提升 60%。法拉第电流效率与氧气利用率都有提升。

通过提高表面积，修饰含氧基团和改变气体扩散方式三种途径优化后的整体碳阴极电化学反应产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 单位体积浓度为 206μmol/(L·cm<sup>3</sup>)，氧气利用率为 0.77%，法拉第电流效率为 20.8%。电极性能不断优化，可以为环境领域治理污染物方面的应用提供一种新的电极选择。

**关键词：**整体碳；电化学生产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>；气体扩散电极

# 食用油中氯化石蜡赋存及污染特征研究

环境学院环境工程 1501 班 白 露

指导教师 刘 薇

氯化石蜡（chlorinated paraffins, CPs）广泛应用于阻燃剂、粘合剂、增塑剂、橡胶等产品中，并且在其生产、使用过程中会不断释放到环境中。其中短链氯化石蜡（short-chain CPs, SCCPs）已经于 2017 年被关于持久性有机污染物的《斯德哥尔摩公约》列入新增持久性有机污染物名单。许多环境污染物进入人体的主要途径为膳食。相关研究表明中国通过膳食暴露短链氯化石蜡水平较其他国家更高，并且最近几年呈显著增加趋势。

食用油是我们日常膳食中不可或缺的食物原料。本研究分析了我国市场上 125 个常见食用油样品中的 CPs 的浓度水平，并对其同族体的分布特征以及单体间的相关性进行了研究。

结果表明，短链氯化石蜡与中链氯化石蜡（medium-chain CPs, MCCPs）的浓度水平分别为 2.50-16055 ng/g 和 1.19-11612 ng/g 之间，其中芝麻油、调和油、菜籽油、山茶油中 CPs 含量较高，且各种类食用油同族体组成不同，表明不同的油品中其 CPs 的来源可能不同。SCCPs 与 MCCPs 浓度之间具有正相关性（ $r=0.693$ ,  $P<0.01$ ），表明其具有潜在的相似来源。膳食暴露的计算结果表明人群通过食用油摄入 SCCPs 的含量为 14.0-457 ng/kg/d，女性摄入量略高于男性，且随着年龄增长其摄入量逐渐减小。

**关键词：**食用油；氯化石蜡；外暴露；分布特征

# 我国能源加工转换过程的损失研究

环境学院环境科学 1501 班 焦子恒

指导教师 宋国宝

在我国终端消费环节的能源效率不断提高的同时，能源加工转换效率的低下导致能源浪费量巨大，不利于我国节能减排。本研究系统地计算了全国及 30 个省(市、区)能源加工转换过程的损失率，采用 Joinpoint 回归、最小二乘线性回归等方法，研究我国能源加工转换损失率及其影响因素，定性分析了气候因素对能源加工转换损失率的影响。研究结果如下。

(1) 从 1995 年到 2016 年，我国能源加工转换整体投入量、损失量分别增长 289% 和 211%；在不同加工转换过程中，火力发电过程的投入量、损失量分别占 30% 以上和 80% 以上；火力发电过程的能源损失率最高，炼油及煤制油过程的损失率最低。

(2) 从 1995 年到 2016 年，我国沿海地区能源加工转换损失率最低，其次是东北地区和中部地区，西部地区的能源加工转换损失率最高；从趋势上看，我国能源加工转换整体损失率随时间呈下降趋势，并在 2007 年以后损失率下降速度加快。

(3) 从温度与能源加工转换损失率关系看，西部、沿海和中部地区损失率与年均温多呈正相关，而东北地区的情况则相反。从不同能源加工转换过程看，年均温对火力发电损失率影响显著，年均温每升高 1℃，全国范围内火力发电损失率将平均下降 0.64%。

由此可见，能源加工转换过程的能源损失量巨大，损失率地理差异明显且损失率与年均温密切相关。上述结果表明，在未来气候变化背景下降低能源加工转换损失率是实现节能减排的重要途径。

**关键词：**能源平衡表；能源加工转换；年均温；制冷度日数；能源建设

# 脑卒中防治的知识图谱构建与应用

经济管理学院信息管理与信息系统 1501 班 严 越

指导教师 仲秋雁

目前脑卒中是我国成年人致死、致残的首位病因，我国卒中患病的终生风险高达 39.3%，发病率和疾病负担位居世界第一，并伴有发病年轻化的趋势。脑卒中往往起病急、严重影响生活质量甚至危害生命，因此“早预防，早治疗”至关重要。

本文旨在构建脑卒中防治的知识图谱，提出一种深化应用图谱中危险因素节点的风险评估方法。首先，将防治作为切入点，基于问卷调查法、访谈法、文献研究法，发现目前基层防治存在缺乏防治知识补充工具，且过分依赖症状表现的卒中评估方式等问题。随后，选择恰当的数据采集平台和工具，根据基于用户字典的分词法和语言规则过滤法，进行降噪、分词等数据预处理工作；参考领域知识图谱的构建方法，确定图谱构建的总体思路与结构，并界定主题词、识别节点与关系，利用共词分析、聚类、因子分析等文本挖掘方法完成脑卒中防治的知识图谱构建，同时实现了图谱的存储和可视化。最后，为了深化利用知识图谱，采用模糊层次分析法、相互作用关系法、专家半定值打分法等方法，构建基于危险因素的风险预测模型，实现卒中疾病的早发现、早防治。

本文研究的贡献主要体现在：（1）构建了以危险因素为核心的脑卒中防治知识图谱。一些基层单位的医护人员由于设备、经验等限制对脑卒中的基本防治知识欠缺，因此通过知识图谱进行弥补。（2）基于危险因素之间互相耦合（即依赖）的作用，构建了基于危险因素的风险评估预测模型，为个人与群体风险防治自查和评估提供工具。（3）给出了区别于传统危险因素的分类方法，以及为不同年龄层次的群体提出了防治建议。

**关键词：**脑卒中；知识图谱；文本挖掘；危险因素；风险评估

# 基于大五人格的突发事件网络舆情预测研究

经济管理学院管信 1501 班 张方芳

指导教师 裘江南

突发事件往往与公众利益密切相关，事件发生后在短时间内就会引发公众的热烈讨论，因此对突发事件舆情的监控引导就显得尤为重要。在社交媒体时代，网络已经成为公众发表言论的重要途径，微博作为其中的典型代表，是人们获取信息的主要渠道之一。因此，通过获取微博数据，进而构建模型对突发事件网络舆情进行预测，有利于实现对网络舆情的正确引导。

当前对于网络舆情的预测研究已经取得了一定的成果，但是还主要集中在模型的技术改进上，对于舆情内在演化机理的研究还比较薄弱。因此，本研究将从微观视角出发，基于目前使用最为广泛的大五人格理论模型，考虑网民之间的个体差异对舆情演化的影响，探究以特质为基础的舆情演化机理。然后以研究机理为基础，采用社会计算实验来进行网络舆情的趋势预测，并以典型突发事件为例，进一步验证模型的有效性。最后对实验结果进行分析，为政府监管网络舆情提出一定的建议。

研究表明，网民的人格类型分布对网络舆情演化有着一定的影响，当高严谨性个体更多时，网络舆情的波动性会更小。此外，政府、媒体在舆情演化中也起着重要作用，及时采取积极的措施，保证信息的公开透明，有利于更好地引导舆情，促进社会和谐。

**关键词：突发事件；网络舆情；大五人格；社会计算实验**

# 基于链接分析的上市公司网站影响力评价研究

经济管理学院信息管理与信息系统 1502 班 任柄硕

指导教师 张 震

在“互联网+”的时代背景下，上市公司只有全力推进自身互联网经济的发展，才能凭此竞争优势进一步挤占市场份额，实现利润最大化，而网站影响力则是衡量上市公司互联网进程的重要依据之一。本文在确定评价指标体系的基本原则后，通过对已知评价指标的筛选，形成了完备的上市公司网站影响力评价指标体系。在此基础上，本文应用熵权法和层次分析法对既有评价指标进行组合赋权。根据所获权重，分别使用加权和、TOPSIS、灰色关联分析、PROMETHEE 和因子分析五种多指标综合评价方法及基于整体差异的客观组合评价方法，构建上市公司网站影响力评价模型。然后选用 30 家上市公司作为样本，通过 Google 链接分析，获得评价指标数据代入评价模型中进行实证研究，从而实现了对上市公司网站影响力的评价。

本文基于实证评价结果，分析上市公司网站现状发现：不同行业上市公司网站影响力水平差异较大，且消费服务行业上市公司拥有绝对领先优势；不同上市公司网站影响力差距悬殊，且绝大多数公司处于较低水平。其中，消费品上市公司网站影响力与其公司市值存在一定关联。

**关键词：**上市公司；网站影响力；链接分析；组合评价

# 企业家精神对创新战略选择的促进作用研究

经济管理学院工商管理管工 1501 班 董久钰

指导教师 孙秀峰

随着经济发展进入新常态，我国经济发展逐渐转变为以创新为主要动力的发展模式。作为经济微观主体的企业，其创新能力的提升直接关系到国家经济的发展。而企业家作为企业发展的“灵魂人物”，其创新战略的选择至关重要。而在企业家创新战略选择中，企业家的精神如何促企业的战略决策在学界研究中仍为空白。

为解决企业通过企业家与技术团队的相互配合、平衡内外部环境寻求机会而完成创新活动的过程中，如何依赖企业家精神的问题。本文从企业家精神的三个构成因素视角出发，突出股权集中度的调节作用。在界定企业家精神的相关概念后，定义创新战略概念以及创新战略的测量指标，并通过研究设计选取中国上市 A 股公司 2013-2017 年数据进行模型检验，根据实证结果验证文章假设。同时，为进一步讨论因北方社会、经济文化等因素的不同如何影响企业利用企业家精神做出战略决策，将总样本分成两个分样本，根据两个分样本的实证结果的不同分析原因并为企业管理实践作出贡献。

本文主要分为四部分，第一部分为绪论部分，介绍本研究的背景、意义与研究贡献；第二部分界定企业家精神与创新战略的概念及测量指标；第三部分进行实证研究设计与实证结果分析；第四部分进一步讨论南方样本和北方样本两个分样本的结果差异并提出管理建议。

**关键词：企业家精神；创新投入；创新强度；股权集中度**

# 海信电器公司营销策略研究

经济管理学院工商管理 1501 班 赵婧文

指导教师 曲洪敏

近几年来，全球的经济出现了一定的危机，经济逐渐放缓了发展的脚步，我国制造业企业由于受到这些因素的影响发展也逐步放缓，甚至到达了瓶颈期。一方面，在大环境的影响下，近几年受面板价格不断波动的影响，彩电市场所有企业的销售额均有一定的下降，市场竞争环境激烈并逐渐恶化。另一方面，随着时代的不断发展，互联网的到来导致非智能化电视已经不能满足用户的需求，智能电视逐步兴起。伴随着环境的快速变化，电器企业的市场营销战略以及策略的制定、企业内部管理不善等问题相应的暴露出来。

本文以海信电器公司为例，以其主营业务电视作为研究对象。通过收集数据和信息对海信电器的营销现状进行阐述，找出海信电器目前存在的营销问题。本文内容的逻辑如下：首先，对市场营销的概念和相关理论研究进行了阐述，为接下来的分析写作做好支撑。其次，根据海信电器的情况，对海信电器公司的概况、营销现状及存在的营销问题进行分析。再次，从宏微观两个角度对海信电器所处的营销环境进行分析，并运用 SWOT 对海信电器做一个综合分析。最后，根据前面所分析得到一些结果并结合海信电器目前的公司情况，优化并制定海信电器的营销策略。

通过本文对海信电器的研究，对同行业其他企业在制定市场营销策略方面提供一定的参考价值。

**关键词：海信电器；彩电；市场营销；营销策略**

# 职业生涯管理契合的结构维度构建研究

经济管理学院工商管理 1501 班 许少迪

指导教师 郭文臣

知识经济时代，企业竞争愈发激烈，组织扁平化、新型职业生涯等新趋势涌现，职业生涯管理作为吸引、留住和开发人才的有效管理手段，对企业提升竞争力至关重要。但理论领域的个人和组织职业生涯管理研究各行其道，出现“奇怪的裂缝”，在实践中出现个人主导职业发展，组织职业生涯管理出现部分失灵等情况，因此，在新形势下如何将个人职业生涯管理和组织职业生涯管理进行有效整合是理论界和管理实践中需要解决的问题。

本研究采用文献研究法和访谈调查法搜集职业生涯管理相关数据，运用扎根理论方法进行分析，在职业生涯管理理论和个人-组织契合理论的基础上，整合个人与组织视角，从观念和策略两个维度提炼出组织社会化、组织职业生涯管理策略、员工职业认同和员工职业发展策略四个主范畴，构建出职业生涯管理契合的结构维度模型，明确了职业生涯管理契合及其各维度的概念及内涵。

本研究不仅弥补了职业生涯管理研究领域存在的“奇怪的裂缝”，丰富了职业生涯管理理论，而且从个人-组织双重视角构建并界定了职业生涯管理契合的结构维度及内涵，拓展了个人-组织契合理论，并为个人和企业等组织的职业生涯管理实践指明方向。本研究为新形势下提升个人与组织的契合度，建立新型和谐共赢的雇佣关系、提高职业生涯管理实践水平等提供理论指导。

**关键词：**个人-组织契合；职业生涯管理契合；价值观契合；职业生涯管理策略

## 基于神经网络的审计意见预测模型研究

经济管理学院工商管理 1502 班 闫 霄

指导教师 吴灏文

在上市公司出具的年度报告中，审计意见表明了上市公司公开披露的财务信息是否真实公允、经营是否可持续以及有无重大风险。因此，审计意见既是注册会计师审计工作的总结性信息，也是投资人等利益相关者十分关注的重要参考信息之一。通过对审计意见进行预测，能够帮助注册会计师对上市公司提前做出判断，也能够指导投资者做出更加合理的投资决策。

本文通过搜集整理制造业上市公司 2015 年至 2017 年的 567 组样本数据建立了审计意见预测模型，首先采用文献调研的方法构建出 22 组财务指标体系和 30 组含财务和非财务指标的指标体系，并通过 SPSS 软件用主成分分析法分别提取了 8 项综合变量和 11 项综合变量，接着利用 MATLAB 软件分别构建了 BP 神经网络、RBF 神经网络和 Elman 神经网络预测模型，用 2015 年和 2016 年的 366 组样本数据作为训练集，2017 年的 201 组数据作为测试集进行审计意见的预测。

通过对比分析发现，用降维前的 30 组含财务和非财务指标的指标体系结合 Elman 神经网络建立的审计意见预测模型预测效果最好，拟合优度达到 88.98%，预测准确性达到了 97.01%，因此理论上具有一定的可行性和实用性。

**关键词：审计意见；神经网络；指标体系；预测模型**

## 准备期和资源限制下的单机最小加权拖期问题

经济管理学院物流管理 1501 班 肖 满

指导教师 蒙秋男

调度问题自从其诞生以来一直都备受关注，由于其具有切合实际生产的特点，一直以来都是企业需要解决的问题，有效率的调度往往可以节约大量的成本，提升企业的利润空间，在行业内树立良好的企业形象，在经济全球化进程日益加快的今天，企业核心竞争力的地位越来越高，而如何保持高效的流程和生产调度则是保持企业竞争力的关键。因此调度问题直到如今仍然方兴未艾，仍有许多研究人员在不断深入的研究这个问题。

单机调度问题是调度问题中的一个分支，由于其只涉及了一个机器，因此是比较简单的。本文主要研究的是在准备期和资源限制条件下的单机最小加权拖期问题，最小加权拖期往往是企业比较看重的一个指标，因为其关系到企业能否按时交货，延迟会带来多少经济损失等等。不同于其他论文的研究角度，本文从有无批量造成的准备期差异和多于一种的资源限制两个角度一起考虑，还考虑了当资源供给率是随机分布时的情况，并且运用了随机规划的方法将其转化成了确定性的 MIP 模型并放入 cplex 软件中进行求解，从更加全面且贴近实际生产的角度研究并且有效的解决了单机上的小规模样本的调度问题。

**关键词：单机调度；随机规划；多资源限制**

# 市场微观结构视角下股价风险预警研究

经济管理学院金融英语强化 1501 班 朱俊帆

指导教师 兆文军

随着超级计算和并行计算技术的发展，高频交易使现代金融市场体系产生了深刻的变革。高频交易者市场注入流动性，但在市场剧烈波动时，指令流毒性使他们变成流动性消耗者，并加剧市场振荡甚至崩盘。

市场微观结构理论正是研究高频交易买卖价差的信息成本来测度市场风险的理论。从市场微观结构理论入手，构建 VPIN (Volume-Synchronized Probability of Informed Trading) 模型刻画交易市场买卖交易量不平衡程度，反应市场上知情交易者的比例，进而刻画市场上做市商被有害选择的风险，并对市场未来波动率进行预测。研究使用量钟法将交易量划分成篮子，通过 1 分钟高频数据的主力合约实证分析，运用 Python 的 numpy, pandas, matplotlib 等包进行可视化高频数据分析。研究发现沪深 300 股指期货的高频数据在 2015 年 11 月 4 日前市场毒性已经达到很高水平，这预示了未来可能市场会有较大波动，即 11 月 6 日国务院公布的“恢复 IPO”事件（系 2015 年中国金融市场十大重要事件）对金融市场及投资者心理带来波动。研究结论为市场的波动是知情交易者推动的，在 VPIN 模型中体现为事件发生的前 1—2 天市场毒性到达峰值，达到风险预警目的。

展望部分创新性地提出将配对交易中的“非参数危险率”模型融入 VPIN 的构想，在今后研究中分析相似度较高的两种资产间的买卖报价不平衡及投资组合的危险率。全文结论是 VPIN 提供未来市场波动的风险预警工具，无论对做市商、监管者或交易者都具有很好的指示作用。

**关键词：VPIN；市场微观结构；知情交易；风险预警**

# 政治关联对资本结构调整速度的影响

## ——基于制造业上市公司的实证分析

经济管理学院金融学英语强化 1501 班 任彦儒

指导教师 安 辉

资本结构的相关研究一直是公司金融的一个热点问题。根据动态权衡理论，目标资本结构不是固定不变的，且进行资本结构调整需要一定的成本，如果实际与目标资本结构偏离不大或调整成本过高，企业可能不会进行调整。资本结构能否灵活调整在制造业公司转型升级过程中至关重要。

目前中国金融市场机制还不完善，不能完全、及时地满足企业的资金需求，政府在资源配置中发挥着非常重要的作用。从社会资本角度看，政治关联可以在一定程度上帮助企业提升信誉、获取信息和资源，使调整成本下降，调整速度变快。

本文从企业的国家控制权、董监高人员政治背景、政治风险三个层面解释政治关联，并进一步从结构面分为董监高政治关联宽度和高度两个变量。基于部分调整模型和两阶段法建立动态面板模型，选用 2008 年至 2017 年 656 家制造业 A 股上市公司为研究对象，研究政治关联是否有助于调节资本结构调整速度。

实证结果显示：企业建立政治关联确实对加快资本结构动态调整有帮助，也从侧面反映出资源配置不平衡的问题。相比非国有控股企业，国有控股企业可以在更短的时间内进行资本结构调整；政治关联宽度和高度均与调整速度正相关，政治风险与调整速度负相关。

**关键词：政治关联；资本结构；调整速度**

# 经济政策不确定性对人民币套息收益率的影响

经济管理学院金融学（英语强化）1502 班 张馨元

指导教师 谷 宇

套息交易是指借入低息货币投资于高息货币的一种市场投机行为，而套息收益率产生于组合中利差与汇差之间的差额。现有实证研究表明，套息收益率主要受美元风险因素、全球外汇市场波动水平、货币崩盘风险、流动性等风险因素的影响。近年来，经济政策不确定性对套息收益率的影响逐渐受到学者们的关注，它通过影响一国甚至多国的利率和汇率走势进而影响套息交易产生的超额收益。

本文从经济政策不确定性的角度入手研究其对人民币套息收益率的影响，以解释套息收益率的其他来源。分别构建人民币对美元、人民币对日元和人民币对欧元三种套息组合，每种组合选取 1 月、3 月、6 月和 1 年四种投资期限，基于 Fama-MacBeth 回归模型并采用两阶段最小二乘法。模型中其余解释变量为全球外汇市场波动性，稳健性检验中采用流动性因素代替全球外汇市场波动性再一次考察经济政策不确定性对人民币套息收益率的影响。

研究表明：美国 EPU 指数对所有套息组合的收益率均有显著影响；中国 EPU 指数对所有套息组合的收益率也有影响，但在人民币美元的套息组合中需放宽显著性水平的条件；欧洲 EPU 指数在相应组合中有显著影响；日本 EPU 指数在人民币日元套息组合中有显著影响，且它与美国 EPU 指数之间具有高度相关性；除此之外，中国和欧洲的经济政策不确定性与全球外汇市场波动性相关性较高。

**关键词：**套息收益率；经济政策不确定性；人民币；Fama-MacBeth 回归

## ODI 与僵尸企业治理——基于生产率的视角

经济管理学院 国际经济与贸易（英语强化）1501 班 王乐琛

指导教师 马雪娇

本文旨在探讨对外直接投资（Overseas Direct Investment, ODI）是否可以成为治理僵尸企业的一种可行途径。具体体现在 ODI 是否可以提高僵尸企业生产效率，从而摆脱低效和僵硬的生存状态，逐步进化为正常企业。

本文的数据来自于 Wind 金融数据库和商务部统计的《境外投资企业（机构）名录》的匹配数据库。本文对僵尸企业采用修正的“实际利润法”进行识别，通过半参数 LP 计算得到全要素生产率（TFP）。本文首先进行初步的特征事实分析，对僵尸企业的分布特征、经营特征和时间特征进行描述性统计。随后采用倾向得分匹配方法获得匹配样本，以倍差法获得生产率效应，得到基准模型的核心估计系数，并分别在不同的行业要素密集度、投资动机和投资目的地方面进行分类回归。随后，本文继续讨论了僵尸企业是否因采取 ODI 而完成向正常企业的转变，及僵尸企业对外投资是否促进了行业和地区层面的资源配置效率，以深入讨论僵尸企业进行 ODI 的可行性。本文亦采用“过度借贷法”对僵尸企业再识别，运用 ACF 方法进行 TFP 的再计算，其结果显示稳健性良好。

实证结果显示，僵尸企业的 ODI 行为会造成生产率的显著提升，对外直接投资对于劳动密集型、资本密集型和资源密集型行业具有正向的生产率效应。但僵尸企业以技术研发为动机的投资在发达国家进行投资对生产率有负面影响。此外，僵尸企业可以通过对外直接投资，提升生产率以向正常企业转变，并且能够在一定程度上优化资源配置效率。

**关键词：对外直接投资；全要素生产率；僵尸企业**

## 跨国并购中的公司盈利能力与相对收购规模

经济管理学院国际经济与贸易英语强化 1502 班 周 潜

指导教师 叶 娇

相对收购规模是企业跨国并购中的重要决策因素。本文以 2000-2015 年我国上市企业发生的 200 次跨国并购事件为样本，运用多元回归分析实证研究了企业的盈利能力对相对收购规模的影响，并进一步研究了跨国并购经验和东道国发达程度对这一对关系的调节作用。结果发现，盈利能力对企业相对收购规模有着显著的负向影响作用，即盈利能力越强的企业越倾向于选择相对收购规模较小的并购交易，这种作用的机制是因为盈利能力更强的企业在制定相对收购规模的决策时会更多地考量成本和风险方面的因素，出于稳健经营的目的而转而选择相对于企业自身规模更小的交易。而加入调节项后的回归结果则表明，跨国并购经验对这一对关系有显著的增强作用，东道国为发达国家则对这一对关系有显著的削弱，这一结果也进一步证实了本文关于盈利能力负向影响相对收购规模的机制。本文的研究为我国企业做出合理的跨国并购决策提供了有价值的参考，也给政府制定促进企业“走出去”的相关政策提供了新的思路。

**关键词：**跨国并购；盈利能力；相对收购规模

# 基于透视几何和深度学习的车辆目标检测方法

数学科学学院华罗庚 1501 班 邬翰诚

指导教师 刘秀平

3D 目标检测的目标是用一个 3D 边界框来标记一个目标。目前性能优秀的两类算法：一类是取遍了几乎所有可能的潜在目标位置的 3D 边界框算法，并能同时完成分类任务，另一类是在实现 2D 目标检测与识别的基础上，通过对 3D 边界框位置、尺寸和姿势进行回归，从而实现 3D 目标检测。关于此方面，本文总结了一些性能优越的 3D 目标检测算法和其中的子算法，同时对不同网络结构的性能进行了比较与分析。

由于对形状规则的车辆目标识别问题，上述深度学习回归算法在时间和空间占不仅浪费，而且车辆检测的结果不理想。本文假定路面平整，且图像是由车辆前置弹幕摄像头拍摄的，对其他车辆进行检测，同时提供每个目标车辆的 3D 信息。

本文的方法是以 2D 目标检测算法为基础。将得到的每个目标 2D 边界框与分类作为已知条件，将路面和车辆形状进行理想化和规则化基础上，首先从射影几何原理出发，通过考虑 2D 边界框，3D 边界框和目标的几何关系，构建方程。并通过三者之间的相切关系，计算出 3D 边界框的参数，包括位置，尺寸，姿势等，其次，为提高精度，进一步考虑了加权的最小二乘法策略。本文对 2D 边界框检测选用了目前性能较好的中心点的目标检测方法 Center Net，相比于边界框的检测器更简单和准确。由于该方法的时间复杂度只与目标的个数相差一个常系数，因此速度更快，且具有实时性。

**关键词：**射影几何；最小二乘；3D 目标检测

# 三角形网格上圆形区域的高阶数值积分

数学科学学院华罗庚 1501 班 郭仲琨

指导教师 张林波 朱春钢

在有限元方法中，计算数值积分是十分重要的部分，在扩展有限元方法中，我们常要计算带界面的数值积分。Saye 的文章和 Cui 等人的文章分别提出了一种直接的递归算法求三维超矩形和四面体上带界面的积分。本文基于他们的工作，提出了一种二维三角形上带边界区域积分的算法。

给定了三角形和隐式水平集区域，它们可以将三角形分为两个子区域。本文提出了一种通用的、健壮的、高阶的算法来计算子区域上的二维积分或者是子区域边界上的一维曲线积分。算法将所要计算的积分化成累次积分，并对每层逐次用高斯求积公式来近似。我们可以用任意阶精度的高斯求积公式，使得算法达到任意高阶精度。该算法只涉及到一维非线性函数的求根，不需要对水平集有苛刻的要求，也不需要水平集和积分进行先验估计。目前，算法已经在 `matlab` 上实现，该程序可以求三角形上带边界区域的积分。我们用该程序对三组积分算例进行了测试，结果显示了很好的精度：随着所用高斯求积公式代数精度的提升，数值积分的相对误差取对数后，呈现了线性下降的结果。

第一章介绍了预备知识。第二章从三角形上圆形区域的数值积分出发，介绍了区域数值积分  $I^r$  的算法。第三章叙述了积分方向的选取与  $I^r$  计算中出现的不光滑点。第四章介绍了边界曲线积分  $I^0$  的算法，并将算法推广到一般的边界，证明了算法在很大一类一般曲线边界区域与三角形相交区域上实现的可行性。第五章给出了几组不同类型的水平集函数，测试了它们与三角形相交区域上的数值积分随着高斯求积公式代数精度的提高，积分相对误差的变化。

**关键词：**求积；三角形网格；曲线；扩展有限元；高阶

# 关于一类 Schrodinger 系统多元解的存在性

数学与科学学院华罗庚 1501 班 胡奕辰

指导教师 张志涛 韩志清

Schrodinger 系统源于量子力学，有许多的实际的物理意义。关于 Schrodinger 系统的研究，前人已经做了许多，比如说解的存在性，解的一些特殊性质等等。现在我们主要研究一类带外部项作为扰动的 Schrodinger 系统，讨论当扰动满足什么性质时，解仍然存在以及在这个条件下解的一些性质。这些研究源于 2014 年，Zexin Qi 和 Zhitao Zhang 所做的结果，他们讨论了常系数下 2 个方程的情况。本文则将方程数数推广至  $n$ ，一些系数推广到依赖于变量  $x$  且属于  $L^\infty$  空间。为了获得结果，我们用 Nehari 流形来研究能量泛函。先将 Nehari 流形做了一个好的分划，然后建立一个限制在好的分划上能量泛函最小值问题与能量泛函临界点的关系。最后我们证明能量泛函具有 PS 条件并在好的分划上寻找 PS 序列，这便得到了能量泛函临界点，也就是我们所要的弱解。更一进步，如果扰动函数是非负，我们还能得到一个非负最小能量解的存在性。

**关键词：Schrodinger 系统；Nehari 流形；最小能量解**

# 例外李代数的微分算子实现

数学科学学院华罗庚 1501 班 孙宾妮

指导教师 王 颖

本篇文章主要讨论了例外型有限维单李代数  $G_2$  和  $F_4$  的具体构造，以及它们的显式表示理论，并分别给出了  $G_2$  和  $F_4$  型单李代数的微分算子实现，从而得到关于  $G_2$  的一些很好的模结构，以及  $F_4$  的基本振子表示的完全显示公式。该篇文章包含三大部分。第一部分简单介绍了与本文相关的一些有限维半单李代数的经典结构，以及它的有限维表示理论，并规范符号以增加可读性；第二部分着重讨论  $G_2$  的构造及其微分算子的实现，首先构造了  $G_2$  型有限维复单李代数  $L^{G_2}$ ，进而通过已经构造出的  $G_2$  型单李代数的根系实现在 7 维  $G_2$ -模  $\Omega = (x_0, x_1, x_2, x_3, x_{1'}, x_{2'}, x_{3'})$  上的基本玻色子表示，从而得到多项式函数  $\tilde{\Omega} = [x_0, x_1, x_2, x_3, x_{1'}, x_{2'}, x_{3'}]$  的  $L^{G_2}$ -模结构，其次实现了在由  $\{\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_{1'}, \theta_{2'}, \theta_{3'}\}$  生成的外代数上关于  $L^{G_2}$  的基本费米子振子表示，从而得到  $\Theta$  和  $\Theta^3$  的  $L^{G_2}$ -模结构；第三部分着重讨论  $F_4$  的构造及其微分算子的实现，首先介绍了例外型复单李代数  $E_8$  的具体构造，借助  $E_8$  的根系可以计算出  $E_6$  的根系，从而得到  $E_6$  型复单李代数的构造  $L^{E_6}$ ，进而得到  $L^{E_6}$  的子代数  $L^{F_4}$ ，即为  $F_4$  型复单李代数的构造，其次实现在通过  $L^{E_6}$  和  $L^{F_4}$  的性质构造出的 26 维不可约  $F_4$ -模上的基本振子表示，由此可以求出  $F_4$  的基本振子表示的完全显示公式。

关键词：  $G_2$  型李代数；  $F_4$  型李代数； 微分算子实现

# 一类特殊函数及数学常数的逼近

数学科学学院数学与应用数学 1502 班 温子璇

指导教师 鲁大伟

近几年国内外许多学者为 Gamma 函数和 Euler 常数建立了有更快收敛速度的逼近公式和更精确的不等式，不仅极大丰富了数学逼近理论中的多个研究问题，而且在实际工程计算中也具有重要的参考指导意义。

Gamma 函数近似逼近中最著名的而且用的最多的是 Stirling 公式和 Burnside 公式，关于 Gamma 函数逼近的研究有很长的历史，有很多精度较高的渐近序列，但大部分牺牲形式简洁来实现收敛速度的提高。因此本文基于逼近 Gamma 函数的经典公式 Burnside 公式结合 Tri-gamma 函数，构造了一个逼近 Gamma 函数的简单形式公式，且收敛速度也达到了要求，利用泰勒展开，还给出此公式的连分数与多项式形式，并且建立证明了相关的上下界不等式。为了使结果能具有说服力，将新结果与已知的 Gamma 函数的渐近公式做比较，并绘制表格，使结果更清晰。除此之外，还给出了理论推导公式，使得结论更加完整。

对于 Euler 常数的逼近，DeTemple 和 Vernescu 对经典收敛到 Euler 常数的序列进行了改进，但是精度仍然不是很高。因此，本文结合多项式逼近的知识建立了两种形式的新的公式，新公式形式也简单且精度提高了很多，利用理论知识建立相关的上下界不等式，并且给出严格证明过程。最后还给出一些数值模拟来证明研究成果的优越性。

**关键词：**Gamma 函数；Euler 常数；渐近展开；收敛速度

# 关于二维稳态的广义 Navier-Stokes 模型 Dirichlet 解的衰减估计

数学科学学院华罗庚 1501 班 汪 涛

指导教师 王文栋

本文中，我们将在空间  $\mathbb{R}^2$  的外域  $\Omega$  上考虑用来描述不可压缩的广义牛顿流体稳态流动的系统，该系统我们称之为二维稳态的广义 Navier-Stokes 方程，我们将研究该方程的解的速度场  $u$  在能量有限的假设下在外域  $\Omega$  上的渐近行为。

在本文的开始，我们简要地介绍 Navier-Stokes 方程的背景，其次给出二维稳态的广义 Navier-Stokes 模型，并介绍其与二维稳态的 Navier-Stokes 方程的关系，再次我们再简介人们在二维稳态的 Navier-Stokes 及广义 Navier-Stokes 模型在解的衰减估计以及 Liouville 问题方面已经取得的研究结果，最后我们简要介绍人们在三维，四维稳态的 Navier-Stokes 方程的解的衰减估计以及 Liouville 问题方面已经取得的研究成果。

本文对速度场  $u$  的梯度进行衰减估计，采用的方法是利用截断函数得到速度场  $u$  的二阶梯度以及三阶梯度的  $L^2$  范数的估计式，首先，我们将证明  $D^2u$  的  $L^2$  范数满足

$$\int_{T_{2R} \setminus \bar{T}_R} |D^2u|^2 dx \leq C \left( 1 + \frac{1}{R^{2m}} \right) + \frac{C}{R} + \frac{C}{R^2},$$

再利用该估计可以得到  $D^3u$  的  $L^2$  范数满足

$$\int_{T_{2R} \setminus \bar{T}_R} |D^3u|^2 dx \leq C + \frac{C}{R} + O\left(\frac{1}{R^2}\right),$$

最后我们利用 Brezis-Gallouet 不等式从而得到速度场  $u$  的一阶梯度的  $L^\infty$  范数的估计。我们将在对二维稳态的广义 Navier-Stokes 方程进行适宜的假设后，在速度场  $u$  有有限的 Dirichlet 积分的条件下，证明：

$$\|Du\|_{L^\infty(T_{2R} \setminus \bar{T}_R)} \leq C \left( \frac{\log R}{R} \right)^{1/2}$$

成立，其中  $T_R = B_R(0) \setminus B_{R_0}(0)$  为  $\mathbb{R}^2$  空间中的一环状区域。

**关键词：**二维稳态的广义 Navier-Stokes 方程；Dirichlet 解；衰减估计

# 一类调度问题的启发式算法研究

数学科学学院信息与计算科学 1501 班 国佳宁

指导教师 王 磊

调度问题有很强的工业背景，具有广泛的研究和实践意义，如何对求解方法做出改进一直是研究者们关注的重点。本文对求解无等待流水车间调度问题的几种启发式算法进行研究。无等待环境中的调度问题可以抽象为排序模型，常用的算法有精确算法、启发式规则方法以及智能优化算法。

本文以最小化最大完工时间为优化目标，分别介绍了 NEH 启发式规则、蚁群算法和遗传算法的思想以及基本原理，并应用这些单一的优化算法来求解 NW-FSSP 问题。在蚁群算法的基础上，本文尝试将其与不同的启发式算法结合，得到了两种改进的蚁群算法，以优化求解过程和解的质量。

本文在数值实验部分，针对生成的规模不同的十组流水车间调度算例，确定了最优参数集，并对四种调度方法的性能进行对比分析。可以看到 NEH 方法足够简洁却牺牲了对解的进一步优化；ACO 算法原理简单，但在求解时也常会陷入局部最优解。相比较来说，混合算法在求解算例时的表现更为优秀，结合了 NEH 方法的 AC-NEH 和借鉴了遗传算法的交叉变异算子的 AC-GA 在实验中表现出很好的性能，有效提高了全局最优解的搜索能力和效率。

**关键词：调度问题；流水车间；蚁群算法**

# 线上矩阵优化正则化方法

数学科学学院 1504 班 肖泽昊

指导教师 张立卫

线上学习算法的研究是机器学习中的一个非常重要且崭新的领域，具有有趣的理论性质以及丰富的实际应用。线上学习是一种在连续的回合中回答一系列问题的过程。在每一个回合中，学习机都要回答一个问题。在预测了一个问题的答案之后，正确的答案就会被给出。这样学习机就会接收到包括了之前所有问题的正确答案，以及可能从中获得的额外信息。通过这些获得的信息，学习机再对下一个回合接收到的问题进行预测。

由于凸性在线上学习算法的推导中起着非常核心的作用，所以本文主要研究了线上学习中的线上凸优化问题。通过分析线上凸优化问题的算法框架，分别对 FoReL 算法和线上镜像梯度下降法给出了不同的正则化方法。包括有椭圆范数正则化方法，矩阵函数正则化方法，以及带约束条件的正则化方法。通过引入 Bregman 散度并利用强凸理论和 Fenchel 共轭理论，证明了两种算法的正则化方法都能使得算法的后悔值界限是次线性增加的。也就是说，线上矩阵优化正则化方法都能保证该算法是一个低后悔值算法。

**关键词：**线上凸优化；FoReL；线上镜像梯度下降；Bregman 散度；ADMM

# 杂质对离子温度梯度模影响的动理学模拟研究

物理学院物大珩 1501 班 刘嘉言

指导教师 王正涵

在托卡马克等离子体中，存在经典输运理论（包括新经典理论）无法解释的反常输运现象。大量研究表明，微观漂移波湍流是引起反常输运的主要原因。在离子回旋半径尺度，漂移波不稳定性主要是捕获电子模 (TEM) 和离子温度梯度模 (ITG Mode)。基于杂质效应对等离子体微观不稳定性的影响，本论文开展杂质对离子温度梯度模影响的动理学模拟研究。

本论文使用回旋动理学积分本征程序进行数值模拟研究。首先给出积分本征方程的推导过程并介绍程序功能，然后利用本征代码分别讨论捕获电子和杂质离子协同效应对离子温度梯度模的影响以及杂质钨对 TEM 和 ITG 模耦合的影响。结果发现，杂质离子的密度梯度方向和陡峭程度会对离子温度梯度模产生影响。在峰化杂质密度剖面的多组参数下，钨杂质都能够有效地致稳 TE-ITG 模；而杂质聚集在边界时，不稳定性驱动较小的情况可以产生致稳效果。同时，通过改变钨杂质的带电荷数，发现了强耦合模向弱耦合模转变的现象，存在耦合模式转变的杂质钨带电荷数阈值。

**关键词：**托卡马克；回旋动理学；杂质；离子温度梯度模

## 基于智能剥离技术的材料异质集成

物理学院电子科学与技术 1501 班 石航宁

指导教师 胡礼中 欧欣

高质量的新型功能材料薄膜和硅衬底的异质集成，将为后摩尔时代微电子芯片功能多样化的发展提供材料平台。异质外延生长的薄膜晶体质量较差，难以保障器件的性能和可靠性。通过智能剥离技术才可以将单晶质量的功能材料薄膜集成到硅衬底上。

氮化镓（GaN）作为第三代宽禁带半导体材料的代表，具备优异的发光特性，良好的导热率，击穿电场高，电子饱和速度大，导通损耗低。基于氮化镓的电子元器件具有高输出功率和功率密度、高工作频率和宽频带等极优异的特性，成为 5G 通信技术发展必不可少的核心材料。

本论文着重研究氮化镓与硅的异质集成。通过原位观察氮化镓表面起泡，绘制阿伦尼乌斯曲线，计算激活能为 2.08eV。基于离子注入、键合、退火工艺的智能剥离技术，从 2 英寸单晶氮化镓晶圆剥离出完整的薄膜并转移到硅衬底上。通过原子力显微镜（AFM）、X 射线衍射（XRD）、拉曼光谱、扫描电子显微镜（SEM）、透射电子显微镜（TEM）进行材料表征，对比分析氮化镓单晶体材料、刚转移的氮化镓薄膜、高温后退火氮化镓薄膜，分析离子注入和退火在氮化镓薄膜中产生的独特的缺陷演化机制。所制备的硅基氮化镓薄膜具有良好的晶体质量，通过此方法将极大降低氮化镓材料的成本，为氮化镓材料的应用研发，以及硅 CMOS 集成电路与氮化镓电子器件的集成提供高质量的材料平台。

**关键词：**异质集成；智能剥离；氮化镓；材料表征

# 一种基于 SOI 的 NC-FET 的设计与制作

物理学院电子科学与技术 1501 班 赵秀丽

指导教师 孙清清 王晓娜

随着芯片集成度的不断提高，功耗成为晶体管面临的严峻问题。由于“Boltzmann Tyranny”的物理障碍，晶体管亚阈值摆幅的减小遭遇到瓶颈，被限制在 60 mV/dec。而新型的铁电负电容场效应晶体管(Fe NCFET)通过将铁电材料插入晶体管栅叠层中，利用其特有的负电容效应，通过内部电压放大机制，增强硅表面势放大能力，使亚阈值摆幅降低到 60mV/dec 以下，从而降低晶体管的静态功耗，显著减小集成电路的功率耗散。

将铁电负电容效应与 SOI 技术相结合，以 SOI 为衬底，采用全新的栅叠层设计(由下至上依次为 SOI-SiO<sub>2</sub>-TiN-HfZrO-TiN)，制备了一种新型的基于 HfZrO 铁电层的 MF<sub>2</sub>MIS 栅结构的 SOI NCFET。通过原子层沉积方法制备了不同组分比例的 HfZrO，并且测试了它们的铁电性能，其中 HfO<sub>2</sub>:ZrO<sub>2</sub> =1:1 的 HfZrO 材料是 HfO<sub>2</sub> 类材料中铁电性能最佳的材料。探究了不同退火温度、不同 HfZrO 厚度对 TiN/HfZrO/TiN 电容铁电性的影响。使用 Synopsys 公司的 Sentaurus TCAD 工具对该器件进行了工艺和器件性能仿真，通过设计铁电层厚度、铁电材料参数、硅掺杂浓度等参数调控和优化了器件的电学性能。通过对普通 SOI MOSFET 和 SOI NCFET 器件的转移特性的分析，得出 SOI NCFET 的 SS 为 58.3 mV/dec，比普通 SOI MOSFET 的 65.5 mV/dec 的 SS 减小了 7.2 mV/dec，证实了铁电负电容效应可以改善器件的亚阈值特性。

**关键词：**负电容效应；铁电场效应晶体管；亚阈值摆幅；铪锆氧

# 新型二维材料的理论设计与能带计算

物理学院大珩 1501 班 范本澍

指导教师 高峻峰

近十年来，新型二维材料的发展尤为迅速，具有广泛的应用前景。本文中，基于密度泛函理论第一性原理的计算，我们以石墨烯的原胞结构为基础，将其中的碳原子换为高稳定的 C21 团簇，同时利用碳链作为胶连原子，构建了五种新型二维材料，并对它们的几何结构、电子性质、拉伸性质进行了一系列的预测。

通过 PBE 泛函的计算结果可知，与  $\alpha 0$  相比， $\alpha 1-H$  和  $\beta 0$  相对每个碳原子的形成能较低，可见氢化边缘碳原子与调整 C21 团簇取向可降低形成能；通过计算费米能级、真空能级获得功函数，我们发现虽然五种新型二维材料的功函数均比石墨烯的略高，但因为它们都将石墨烯的零带隙进行了不同程度的打开，加以调控相信在场发射领域会有所应用；由能带图我们发现， $\alpha 0$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 1-H$  是直接带隙半导体，由于电子复合过程中具有很高的发光效率，理论上在一些光电器件领域会有比较重要的应用；由拉伸曲线，我们发现  $\alpha 0$ 、 $\alpha 2$  具有较高的弹性模量与屈服应力，表现出很好的刚性。

实际上 C21 团簇可以通过外延大量合成，因此上述材料有希望通过分子自组装获得，具有可行性，故本文计算也对以后的实验合成提供一定的理论指导。

**关键词：**二维材料；半导体；能带；密度泛函理论

# 北京谱仪上 $e^+e^- \rightarrow \gamma\eta/\eta'$ 反应截面的测量

物理学院应用物理学(王大珩物理科学班)大珩 1501 班 刘卫民

指导教师 孙昊/鄢文标

原子核和内部的核子都是具有一定的空间结构或者说是大小的，研究这种内部空间结构的物理时，维象的引入了一个电磁形状因子来描述核子内部空间的电荷、磁矩分布，在正负电子湮灭实验当中，测量得到形状因子更能了解其中夸克束缚态的束缚机理。形状因子的存在说明了核子不是点粒子而具有一定的空间结构和电荷分布。

过去的十几年里，相关  $e^+e^- \rightarrow \gamma\eta/\eta'$  过程的反应截面和形状因子测量在其他合作组单位其他能区给出过结论。对于  $\eta$  的 time-like 形状因子测量，BaBar 合作组在 2006 年测过  $q^2 = 112 \text{ GeV}^2$  能量点下的结论，SND 和 CMD-2 也在质心能量 1-2 GeV 能区测过这一反应过程。对于  $\eta'$  的形状因子测量，在同一 BaBar 合作组 2006 年的工作中也给出了结果。所以我们也想在 BESIII 上的陶粲能区完成这一测量。

本文利用北京谱仪在陶粲能区质心能量为 2.00-3.08 GeV 上的采集到的实验数据，通过对撞顶点重建、事例选择、运动学拟合的方法重建  $\eta$  和  $\eta'$  的信号，利用 likelihood 拟合方式拟合信号区间事例数，最终选在具有最高亮度 108 pb<sup>-1</sup> 的 2.125 GeV 能量点下测量  $e^+e^- \rightarrow \gamma\eta/\eta'$  的反应截面和形状因子，给出相应过程  $\eta$  和  $\eta'$  的反应截面结果以及统计误差。结论如下： $\sigma_{e^+e^- \rightarrow \gamma\eta} = 2.4634 \pm 0.7399 \text{ pb}$  和  $\sigma_{e^+e^- \rightarrow \gamma\eta'} = 3.4284 \pm 1.0964 \text{ pb}$ 。

**关键词：**电磁形状因子；反应截面；陶粲能区；事例选择

# 光纤表面等离子激元共振汞离子检测技术

物理学院光电信息科学与工程 1501 班 马小雅

指导教师 彭 伟

表面等离子体共振（Surface Plasmon Resonance, SPR）传感技术，具有灵敏度高、分辨率高、样品无需纯化和标记等优点。其中，与传统棱镜式 SPR 传感器相比，光纤 SPR 传感器具备更高的灵敏度和更强的选择性，广泛适用于生化检测、环境监测等领域。

本文针对水样中重金属离子汞的定量检测需求，提出利用胸腺嘧啶功能化的金纳米（Gold Nanoparticles, Au NPs）粒子增强传感信号，在光纤 SPR 传感系统中实现对水样中汞离子浓度的检测研究。采用小型化的光纤 SPR 传感器实现对污水中汞离子的监测研究。通过光纤表面金膜上自组装的单层巯基乙胺分子，将胸腺嘧啶-1-乙酸修饰在金膜上。同时，将金纳米粒子利用胸腺嘧啶进行功能化，并优化胸腺嘧啶和金纳米粒子的连接配比，利用金膜表面的胸腺嘧啶捕捉水样中的汞离子。将金膜与金纳米粒子相结合，并利用 Au-T-Hg<sup>2+</sup>-T-Au NPs 的三明治检测结构实现对于汞离子检测信号的增强，有效放大了光纤 SPR 的检测信号，降低汞离子的检测限，对汞离子的回收率可达 97%-108%。

上述检测方法有效实现了对汞离子的特异性、高选择性检测研究，并利用金膜与金纳米粒子间的强电场耦合实现了对汞离子检测信号的放大，为后续污水中离子浓度的监测研究提供新的方法和思路。

**关键词：**光纤表面等离子体共振传感器；巯基乙胺；胸腺嘧啶；金纳米粒子；汞离子

# 仿生计算中三维阻变存储器阵列动态热量分析

物理学院电子科学与技术专业 1501 班 孙 睿

指导教师 王 晨

阻变存储器（Resistive random access memory, RRAM）是一种新型的非易失性存储器，相比于传统的存储器件它有很多优点，包括纳秒量级读写速度，操作电压和操作电流低，器件结构简单，可大规模集成等等。

最近很多研究表明 RRAM 的模拟特性在仿生计算中起到了重要作用，然而对于 RRAM 的电阻值，也就是仿生计算中的权重值的稳定性问题却很少有人研究。这种稳定性问题一部分是由热串扰问题所导致的。温度升高会导致电阻值的波动，存储在 RRAM 的权值会发生变化，这会降低仿生计算的准确性。

在论文中，我利用 COMSOL 软件对三维 RRAM 交叉阵列结构（3D crossbar array）进行建模，并对此进行模拟仿真。首先论文中提出了一个衡量热串扰的标准温度，当器件所处的温度高于此标准温度时，RRAM 的电阻值会有较大的改变，这会影响到计算权重，整个系统的计算准确性就会降低。

之后我考虑了四个影响热串扰的因素，分别是：器件距离、绝缘物质热导率、低阻态 RRAM 电阻值以及操作速度。相邻器件的窄距离是加剧热串扰问题的主要原因，但是为了进一步的集成，就需要对其他三个因素进行优化来抑制热串扰。增加绝缘物质热导率、增加低阻态 RRAM 阻值、使用快速操作脉冲可以抑制热串扰问题。使用亚纳秒量级脉冲可以根本解决该问题。

**关键词：阻变存储器；热串扰；三维 1S1R crossbar 阵列；COMSOL**

## 基于自洽聚类分析的移动变形组件法研究

运载工程与力学学部工程力学（钱令希力学创新实验班）1501 班 李扬帆

指导教师 郭 旭

目前复合材料的拓扑优化设计因为存在着设计变量数目多，拓扑形式为隐式，复合材料分析精度差且计算量巨大等系列问题不能很好与实际工业生产相结合。为解决这一问题，本文将移动变形组件(MMC)法和自洽聚类分析(SCA)相结合，提出了基于自洽聚类分析的移动变形组件法(SMMC)，将高自由度问题通过聚类进行简化，实现对复杂微观结构的多尺度快速显示拓扑优化设计。SMMC 方法摆脱了以往多尺度拓扑优化中存在的灰度问题，能够对真实微观结构进行快速显示拓扑优化分析和预测，为显式微结构高效拓扑设计提供了一种新的思路和可行的手段。SMMC 方法为复合材料的设计加工生产提供了非常宽广的前景。在考虑复合材料的拓扑优化设计中具有非常好的应用潜力和价值。

此外，本文还基于 MMC 进行了动态拓扑优化设计，基于移动变形组件法(MMC)和精细积分法(PIM)提出了显式动态拓扑优化方法。该方法具有少量显式的几何参数，基于有限差分逼近保证了目标函数和灵敏度的准确评估，能够进行高效、准确的动力分析。由于 MMC 和 PIM 的优点，该方法可以方便地推广到三维结构的动态拓扑优化中，为动态拓扑优化设计提供了一种新的思路。

**关键词：**拓扑优化；移动变形组件(MMC)法；自洽聚类分析(SCA)；动态载荷

## 实测和数值分析混合的汽轮机共轭传热分析

运载工程与力学学部钱令希力学创新实践班 1501 班 孙 凯

指导教师 程耿东

随着可再生能源发电的兴起，汽轮机需要更快启动/关闭的灵活操作，缸体的温度会有快速的随时间和空间位置的变化，这对关键部件的循环寿命和整个机器的循环寿命具有重大影响。为确保尽快的启动/关闭而不降低汽轮机关键部件的使用寿命，必须准确捕获汽轮机启停过程和正常运行时的缸体温度分布。随着对汽轮机热效率提高的要求日益增长，蒸汽温度和缸体温度也不断提高，准确的缸体温度分布对于汽轮机启动/关闭和运行的控制显得格外重要。

但是汽轮机启停过程和正常运行时的缸体温度分布问题是一个共轭传热问题，需考虑缸体内蒸汽流场和温度场的耦合，蒸汽和缸体的耦合，精确地考虑耦合效应的数值模拟十分耗时，无法满足在汽轮机启动/关闭和运行时实时提供缸体温度分布要求。

GE 公司的 Marinescu 等，提出了一种模拟和预测汽轮机温度场的简化模型。在简化模型中，蒸汽区域被导热系数与温度相关的固体区域取代，称为 Over-conductivity 函数。通过实测温度与简化模型计算结果的拟合来确定 Over-conductivity 函数的系数。

本文建立了一种在汽轮机停机冷却阶段预测汽轮机缸体温度分布的方法，并进一步提出了改进。对简化模型及 Over-conductivity 函数进行了推导，采用基于线性导热系数分析的迭代算法和基于 ANSYS 的直接非线性导热系数分析两种方法对简化模型进行热分析。为了验证简化模型的有效性，我们对不同宽高比的二维矩形域及三维简化汽轮机模型进行了试验，通过 Fluent 软件获得这些算例无法通过实际测量得到的温度数据。算例数值结果表明，在重力作用可忽略不计的情况下，Marinescu 等人提出的简化模型得到了很好的预测结果。

研究表明，该方法可以有效地预测汽轮机启停和正常运行时汽缸体的温度分布。

**关键词：**汽轮机；共轭传热；温度预测

## 基于深度学习的海洋工程连接结构损伤识别

运载工程与力学学部工程力学（钱令希创新实验班）1501 班 沈 怡

指导教师 武文华

近年来，世界对油气勘探开发的重心逐渐从陆地转入海洋。FPSO（Floating Production Storage and Offloading）海洋石油平台作为一种重要的海上油气田生产方式，在我国应用广泛。由于 FPSO 必须在海上长期（15-20 年）、连续作业，其连接结构易出现疲劳损伤等问题，这将严重影响海洋平台的正常生产以及工作人员的生命安全。因此，海洋工程连接结构的损伤识别成为了保障 FPSO 平台安全的关键技术之一。然而，海洋环境荷载极其复杂，如何准确且高效地实现海洋工程连接结构的损伤识别是一项亟待解决的重要问题。本篇论文采用深度学习的方法，解决了软刚臂系泊系统中铰节点在服役过程中的损伤识别问题。

一般情况下，传统损伤识别方法需要运用假设才能进行荷载和边界条件的确定，所得到的结果偏危险，而且可能需要运用公式进行大量计算。而本文采用的深度学习损伤识别法利用铰节点在实际工况载荷下得到的数据进行模型训练，识别结果准确度更高。另外，我们在建立仿真模型时考虑了连接结构的摩擦系数对损伤产生的影响。

本文针对 FPSO 铰节点的损伤识别问题，根据实际软钢臂建立 ADAMS 模型并进行数值分析，获得实际工况载荷下的数据。利用特征工程对数值模拟数据进行特征处理和筛选，构建深度学习模型识别软钢臂铰节点损伤情况并进行分析。

**关键词：**海洋工程连接结构；损伤识别；深度学习；铰节点；软钢臂系泊系统

# 软材料作动器件力学行为分析及结构设计

运载工程与力学学部运创 1501 班 吴哲同

指导教师 郑勇刚

软材料由于其良好的生物相容性，被认为是生物工程等行业的理想材料。同时基于软材料可以对离子浓度等外界刺激产生敏感响应的特性，并结合近年来飞速发展的 3D、4D 打印技术，制作的能够实现特定功能的软材料作动器件，对医疗和仿生等领域也有巨大的推进作用。在外界环境影响下，软材料的变形往往是非线性的，其非线性不仅表现在其大变形响应下的几何非线性，而且表现在其超弹性本构模型下的材料非线性。目前针对软材料双重非线性力学行为的理论和数值研究并不完善。同时，考虑到理论模型的局限性和复杂性。所以，发展模拟软材料几何和材料的双重非线性力学分析的数值计算方法，既有重要的现实意义，也有工程方面的需要。

本论文主要针对模拟软材料非线性大变形力学行为分析的有限元方法开展研究工作。使用有限元分析软件进行建模计算，并且讨论了结构参数对软材料器件作动行为的影响，同时对软材料作动器进行了优化设计。首先，基于虚功原理推导了软材料大变形非线性的有限元列式，导出了非线性方程迭代求解算法。之后，对几个软材料作动器件的实例进行了模拟计算以验证模拟方法的准确性。同时，改变结构参数，如光照区域分布，探究其对作动器功能的影响。最后，使用基于有限元软件进行数值计算的 Matlab 优化迭代程序，优化设计了能够完全包裹的软材料作动器，以及软材料支撑装置。

**关键词：**软材料；作动器；有限元；结构优化

## 软薄膜边缘多级失稳的实验与理论研究

运载工程与力学学部工程力学专业 1502 班 孟 杰

指导教师 张 伟

本文从试验、数值模拟、理论推演三个方面研究了软薄膜自由边附近由于残余应变引起的屈曲导致的多级失稳问题。

首先，通过薄膜拉伸试验获得聚乙烯薄膜的力学性征，主要包括弹性模量和本构关系，并进行含初裂纹的薄膜撕裂试验，通过改变裂纹扩展速度获得形貌不同的裂纹边缘，定量分析边缘多级失稳形貌的波长，波幅的数值关系及分形系数的大小。

根据试验结果，使用有限元分析软件 ABAQUS，通过模拟后屈曲力学行为，利用热应变场模拟撕裂后弹塑性应变场得到的多级失稳波形，最多达到 4 级，探索并总结影响多级失稳波形的相关因素（如厚度等）及其影响机制，并归纳分析出一种由傅里叶谱方法获得波幅的数值解法。

最后，本文通过比对前述试验和模拟，进行了多级失稳形貌的理论研究。将前人的理论分析结果进行验证和创新。从原理上解释多级失稳现象的产生是由于薄膜系统总弹性能在撕裂过程后达到最小化的必然结果。本文提出了薄膜材料的控制方程，然后通过引入薄膜延伸率  $f(y)$  的概念，将高斯曲率应用于分析薄膜失稳，对比了两种薄膜弹性力学方程的特点，并讨论了多级失稳分形系数在数值上接近 3 的原因，最后讨论了利用数值模拟和试验总结出的两种不同的波长与影响因素的数量关系。

**关键词：**软薄膜；后屈曲；多级失稳；分形系数

## 海洋腐蚀环境对钢材力学性能的影响

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1503 班 孙 爽

指导教师 杨 飏

钢质海洋平台的腐蚀具有时变性、局部性和随机性，采用截面折减法和多尺度法模拟腐蚀致损平台存在较大的局限性。通过对真实平台常年腐蚀数据进行回归得到平台腐蚀厚度的时变模型。采用电化学加速腐蚀方法，对海工钢材试件进行随机腐蚀制备。并借助腐蚀厚度发展规律，得到实验室腐蚀试件与平台真实腐蚀构件之间的关系，近似推测实验室腐蚀试件的等效真实腐蚀年限。对不同腐蚀程度的实验室腐蚀试件进行力学性能试验，得到钢材力学性能的时变腐蚀致损影响规律。通过对试验数据的分析，建立基于 R-O 模型的线性指数型腐蚀致损钢材的时变腐蚀修正广义本构模型。在不改变海洋平台结构数值模型的前提下，通过引入对应不同服役期的腐蚀钢材广义本构模型模拟平台的腐蚀致损影响。研究表明，海水腐蚀环境中，钢材的广义力学性能有不同程度的退化。钢材屈服强度、极限强度和延性变形能力均有较大退化。借助时变腐蚀致损钢材修正广义本构模型，可以实现不同服役期钢质海洋平台腐蚀致损模拟。随着服役期的增加，平台整体强度储备大幅下降，而延性储备能力变化不大。

**关键词：**时变腐蚀；海洋平台；钢结构；力学性能；广义本构模型

## 12000 吨干货船 203 分段船体生产设计

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1501 班 周志伟

指导教师 汪 骥

本生产设计是以现代造船模式为原则，在大连船舶工业工程公司进行。利用 Tribon M3 软件，参照公司提供的详细设计图纸，进行虚拟造船，并利用建模完成的船体绘制用于实际生产的图纸，最终以整套组立图图纸作为生产设计的成果。

设计工作从船体建模开始。其中具体包括平面建模和曲面建模。平面建模使用 Tribon M3 软件船体模块中的 Planar Hull 程序进行，根据详细设计图纸和企业设计规范标准，以板架为单元创建板材、型材。曲面建模则是利用 Curved Hull 程序完成，方法与平面相似但操作略有不同。建模完成后按照装配顺序以及适于焊接的原则将模型划分组立，组合形成树形结构，称为组立树。完成组立后对每个零件进行赋号。接下来进行组立图绘制工作，主要包括分段重量重心表、详细组立要领图、外板展开图、截面工作图。

本生产设计船体分段为 12000 吨干货船 203 分段，位于船体货舱下部，与机舱过度。整个分段按照图纸分为舷侧和中部部分，其中舷侧分左右舷。长 11.2m，高度处于二甲板和内底板之间，包含二甲板。

本文按照整个设计进行流程为顺序，详细说明了每一个步骤的做法、要点、注意事项和问题以及解决办法。

**关键词：**船舶与海洋工程；船体；船舶生产设计；干货船；组立图

## 含裂纹损伤船体结构的剩余极限强度研究

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1502 班 郭育豪

指导教师 刘 刚

极限强度对评判船舶的安全性来说是一项十分重要的指标，现在的船舶基本都为焊接结构，所以建造过程中在焊缝处会不可避免地引入初始的微裂纹，在日后使用过程中将发展为宏观裂纹，削弱结构的极限强度，所以研究含裂纹损伤船体结构的剩余极限强度具有工程意义。

本文旨在使用有限元法对含裂纹船体结构的剩余极限强度计算方法进行研究，为在设计阶段及实际服役过程中评估含裂纹船体结构的剩余极限强度提供基础。

本文使用商业软件 ANSYS 进行了非线性有限元分析，为了简化问题，假定裂纹为单一穿透裂纹，在结构破坏前裂纹不扩展，受压时两个裂纹面不接触。首先系统地研究了含裂纹的板和加筋板在拉伸或压缩载荷下的剩余极限强度，考虑不同裂纹参数（裂纹长度、裂纹倾角、裂纹位置）及结构尺寸（平板长宽比、板厚、加强筋尺寸）的影响。经过分析比较，找出最危险的裂纹情况，在此基础上研究了垂向弯矩和水平弯矩联合作用下含裂纹舱段的剩余极限强度。根据前人的研究提出了含待定系数的超椭圆函数，通过对有限元计算结果进行拟合得到相关系数的表达式。研究结果表明，本文提出的方法可以快速预测含裂纹平行舳体舱段在联合弯矩作用下的剩余极限强度。

**关键词：**剩余极限强度；裂纹损伤；船体结构；非线性有限元法

# 基于 OpenFOAM 的平板射流冲击传热问题 参数影响研究

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1504 班 白鹤鸣

指导教师 张桂勇

射流冲击问题是射流对于液体或者固体的冲击作用，即气态或者液态的流体在压差的作用下从狭缝或者圆柱喷嘴喷射到需要加热或者冷却的表面。由于冲击距离较短，射流与被冲击面作用后会产生很强的换热效果。在船舶与海洋工程领域，射流冲击问题有着广泛的应用，如甲板热防护，钢结构受热成型等。本文基于 SST  $k-\omega$  模型进行平板射流冲击问题的参数影响研究。首先对湍流模型的适用性进行验证，在传热和速度两方面证明了 SST  $k-\omega$  模型适用于射流冲击传热问题，随后针对喷嘴入口湍流强度  $I$ 、冲击距离  $H/B$ 、雷诺数、喷嘴宽度  $B$  进行参数影响分析。

本文采用控制变量的思路，每组算例仅改变一种参数。 $I$  值增大后， $Nu$  的分布值增大，二级峰更为明显，模拟结果验证了  $Nu$  二级峰与流动转捩有关。通过改变冲击距离  $H/B$ ，验证了  $Nu$  的二级峰与滞止区附近的逆压梯度有关，同时发现较高的  $H/B$  下 ( $H/B=9.2$ ) 传热能力较强， $Nu$  二级峰消失；在较低的  $H/B$  内 ( $H/B<4$ )，传热能力较弱， $Nu$  二级峰明显。随  $Re$  增大， $Nu$  分布值增大，传热能力增强， $Nu$  二级峰更明显，说明了射流速度对于传热有很大影响。随喷嘴宽度  $B$  减小，传热能力增强。对冲击板表面的湍流强度和压力分布进行计算，进一步验证了  $Nu$  二级峰与流动转捩和滞止区附近的逆压梯度有关。

**关键词：**平板射流冲击传热；SST  $k-\omega$  模型；参数影响；逆压梯度；转捩

# 智能网联汽车前方障碍物识别方法研究

运载工程与力学学部车辆工程（英语强化）1502 班 张晓龙

指导教师 郭 烈

对于前方障碍物的识别和检测是智能网联汽车环境感知技术的重要任务，对于完善智能网联汽车技术架构、保证驾驶安全有着重要的意义。考虑到视觉传感器在使用中的灵活性等诸多优势，本文针对基于视觉传感器的障碍物识别方法进行了广泛调研，确定选择基于深度学习的方法对于车辆和行人进行联合检测。

首先，对于目前常用的五个自动驾驶背景下的数据集进行了比较详尽的调研和横向比较，为后续研究进行了充足的数据储备；其次，针对基于深度学习的目标检测算法进行了调研，并根据工程应用的角度从检测实时性和检测精度两方面进行取舍，选择了合适的单步目标检测算法——YOLOv3 和 YOLOv3-tiny；再次，按照深度学习的原则对于选用的 KITTI 数据集进行了合理的划分和标签格式转换，完成训练数据准备；之后，基于 Darknet 框架实现了利用 YOLOv3、YOLOv3-tiny 神经网络对于车辆和行人的联合检测，并在 KITTI 测试集和 Apollo 数据开放平台上对于训练结果进行了验证和评估；最后，针对 YOLOv3-tiny 在检测中存在的问题通过超参数优化的方法提高其检测效果。

本文通过调研和选用自动驾驶数据集获得数量充足、多样性好的数据储备，方便多种自动驾驶任务研究开展；考虑到工程实际应用，通过选用 YOLOv3 和 YOLOv3-tiny 两个前沿目标检测算法较好地实现了在检测实时性和检测精度之间的权衡；从超参数优化的角度尝试提高检测结果，发现改变网络分辨率是一种简单易行的方法，但是在检测和训练速度上进行折中。

**关键词：**智能网联汽车（ICV）；环境感知；目标检测；YOLO；超参数优化

## 基于福特商务车的城市家庭自行车设计

运载工程与力学学部车辆工程英语强化 1502 班 高雅

指导教师 李宝军

当前，中国家庭对于旅游的热情日益高涨，也更加注重旅游的参与感和舒适感，由此产生的是国内房车市场的蓬勃发展。房车的设计主要为个性化定制，设计者往往需要针对用户的需求进行设计。

本次毕业设计是基于某商务车进行的房车改装设计，属于工程模拟，主要面向的使用情况为家庭城市旅行，需要为用户提供在车上生活的各类空间，满足基本的日常生活需求；另外，该改装房车属于 M1 型汽车，使用家庭无需另聘司机，只要持有 C1 驾照即可驾驶。

在设计过程中，设计者结合所学的汽车设计、有限元等专业知识以及对建模软件的掌握能力进行设计，并查阅了大量相关的资料，同时也遵循了相关法律法规以及行业标准，在保证设计产品的合法性前提下，实现产品的安全、舒适以及美观。

本设计主要通过计算机上的 3D 工程建模软件 NX10.0 和有限元分析软件 Altair HyperWorks 实现，主要工作包括房车的基本结构参数、配置方案的确定，车厢外部造型设计，内部空间总布置设计，车身骨架结构设计及其性能仿真分析。期间需要用的方法包括实体建模、曲面造型、人机工程学校核、结构分析等。

本次毕业设计的成果包括房车三维模型、房车车身造型图、总布置工程图、结构设计图及设计说明书。

**关键词：自行式房车；造型设计；总布置；骨架设计；结构分析**

# 空间太阳能电站姿态动力学建模与控制

运载工程与力学学部飞行器设计与工程运航 1501 班 叶 哲

指导教师 邬树楠

在能源环境问题被逐渐重视的今天，空间太阳能电站作为一种可获取洁净的、可再生能源的系统被研究者们所广泛关注。由于空间太阳能电站结构复杂、在轨运行时间长、所处空间环境复杂等特点，增加了空间太阳能电站高精度、高稳定度指向控制的难度。如何解决其高精度、高稳定度的对日/对地指向控制成为一大核心问题。而现今研究主要是将电站当作单刚体/柔性体、且将对日与对地指向运动分别建模与控制，忽略了之间的耦合作用。

针对上述问题，本文以多旋转关节式空间太阳能电站为研究对象，将其视为运行于地球静止轨道的多刚体结构，基于欧拉法建立空间太阳能电站的考虑对日与对地指向耦合的姿态动力学模型；其次，分析并计算影响太阳帆板对日/微波天线对地指向的摄动，主要包括重力梯度力矩及太阳帆板所受太阳光压力矩等。

此外，基于所建立的姿态动力学模型设计时变 LQR 控制和鲁棒 PD 控制两种控制器。利用 Matlab/Simulink 搭建控制仿真模型，并通过试凑法确定系统输入参数，使得控制器满足控制要求。通过对比有无鲁棒项的 PD 控制，说明鲁棒 PD 控制在相同参数的情况下控制精度更高，系统稳定性更好，验证了理论分析的正确性。将时变 LQR 控制和鲁棒 PD 控制进行对比分析，最终得出相关结论。

**关键词：空间太阳能电站；姿态动力学；LQR 控制；PID 控制；MATLAB**

## 新型尾座式无人机结构设计仿真

运载工程与力学学部飞行器设计与工程 1501 班 邵 校

指导教师 吕 军

尾座式飞机是一种兼具旋翼类飞行器垂直起降特性与固定翼飞机巡航特性的混合型飞机，其结构简单，应用潜力巨大，但是有人驾驶的尾座式飞机对驾驶员挑战巨大。本文提出一款双旋翼、双尾撑的新型尾座式无人机设计，利用其尾部倾转风扇实现悬停和巡航间的过渡飞行。

首先，建立无人机三维概念模型，并对该无人机模型进行初始气动特性和纵向静稳定性分析，通过修改无人机各项设计参数与分析计算，完成概念设计阶段尾座式无人机主要参数设计。

其次，开展了尾座式无人机样机制作工程。无人机主体采用经改造后的航模飞机机翼机身部件，着重对连接件和固定件，特别是尾部倾转风扇机构，进行了细致的外形设计与安装，使得飞机在模态转换过程中的结构强度满足要求。再次，我们对尾座式无人机系统的控制系统开展初步研究。尾座式无人机涉及垂直悬停和水平巡航两个状态，控制系统至关重要。本文提出尾座式无人机控制系统的总体构架，阐明了控制系统各要素的连接关系。

最后，我们尾座式无人机进行了模态以及强度分析。首先对无人机整体进行建模以及网格划分，开展结构动力学模态分析，对无人机前几阶模态的计算分析表明本文设计的无人机具有良好的模态一致性。另一方面，针对试验过程中出现的电机和尾撑杆之间的连接件易断裂问题，本文对该部件进行强度分析，计算结果表明在电机与地面碰撞过程中 ABS 树脂材质的连接件强度不足，通过更换铝合金材质代替 ABS 树脂，可成功解决该连接件易断裂的问题。

**关键词：**尾座式无人机；结构设计；控制系统；模态分析；强度分析

## 电化学沉积加工微观蘑菇状结构

机械工程学院机械设计制造及其自动化机电 1501 班 李 甲

指导教师 宋金龙

液体在固体上的接触角大于  $150^\circ$  被称为超疏液，根据液体性质不同，分为超疏水性和超疏油性，而超双疏表面由于具有优良的性能，被广泛应用于海洋工程设备、航海船舰、生物医学、航天航空等领域。根据现有研究理论，通过加工表面微观结构和降低表面自由能，是实现超疏水表面的构建的主流方向。

传统的 3D 打印技术具有成本较高材料受限等特点，而电化学加工方法作为一种新型加工方法，具有更好的加工特性，但关于利用电化学加工技术进行超双疏表面加工的相关性研究较少。

论文介绍了利用激光减材技术在铜基体上制备蘑菇状悬臂结构的柱状部分，再利用电化学沉积技术在柱状结构上沉积制备蘑菇状悬臂结构的冠状部分的工艺流程。

论文首先对相关的研究背景、现状、意义和涉及到的相关原理进行介绍，然后论述了试验的整体方案流程和设计搭建的电化学平台。并分别以单根铜基柱和铜基体柱阵列为基体，进行激光加工和电化学沉积试验，分析加工参数对于加工结果的影响机理，为加工具有超双疏特性的蘑菇状微观悬臂结构阵列提出了一个工艺更为简单的方案。

**关键词：**电化学沉积；微观悬臂结构；超双疏表面；激光减材

# 城市轨道交通装备齿轮箱设计与仿真分析

机械工程学院机械设计制造及其自动化机设 1501 班 江一波

指导教师 王 欣

随着城市出行压力不断加大，我国城市轨道交通事业发展日益迅猛；相应地，城轨装备的需求量也与日俱增，有广阔的发展前景。齿轮箱是城轨装备的重要组成部分，运行时容易出现的非恒定重载与振动对其性能提出了较高要求。

本文针对杭州市某齿轮箱企业的 GH355 型地铁齿轮箱进行了几何建模和静动态仿真分析，从不同角度分析了现有齿轮箱的安全性、平稳性、准确性和可靠性，并根据仿真结果对齿轮箱箱体进行了优化设计。本文具体内容如下：

（1）查阅相关资料，总结齿轮箱领域研究现状，厘清城轨车辆及齿轮箱结构和运行特点。

（2）归纳齿轮箱的 5 种运行工况，利用 ANSYS Workbench 分析齿轮箱关键构件的静态应力、变形等指标，校核了齿轮箱安全性。

（3）基于 ADAMS 建立齿轮传动系统动力学仿真模型，获取了运转时的时变载荷，分析了电机特性和紧急制动对时变载荷的影响，评估了运行时的平稳性。

（4）建立传动机构动力学模型，从理论角度计算了时变载荷对齿轮运动精度的影响，分析了轴承游隙和初始条件与振动位移的关系，验证了齿轮箱运动的准确性。

（5）研究齿轮箱关键构件的动态特性，对其进行模态分析和瞬态动力分析，评估了齿轮箱可靠性。

（6）针对齿轮箱箱体动态特性进行拓扑优化设计，考虑多工况下的结构强度对实体模型做进一步改进，初步得到动静态特性兼顾的箱体结构方案。

**关键词：**齿轮箱；动力学仿真；运动精度；动态特性；拓扑优化

## 超滑表面抗结冰基础研究

机械工程学院机械制造及其自动化机制 1502 班 李天然

指导教师 刘亚华

结霜和结冰是工业界广泛存在的现象，严重影响设备的工作效率和安全稳定运行，甚至会对人们的生命和社会安全造成极大威胁。常规的抗结冰方法如热力学方法、机械方法和化学方法等存在能耗高、效率低和污染环境等诸多弊端，因此研究绿色、高效和环境友好性的抗结冰方法显得尤为必要。近年来，受猪笼草等具有优异的疏液、自修复及不沾附等特性的天然超滑表面的启发，制备的人工超滑表面在抗结冰方面具有极大的实用价值，因而受到人们的广泛重视。本文将在前人的基础上对超滑表面的制备及其抗结冰性能进行研究。论文取得如下研究成果：

采用低成本的电解刻蚀和阳极氧化方法在金属铝表面上构造微纳复合结构，结合低表面能处理并填充润滑油制备得到光滑液体灌注式多孔超滑表面。通过改变加工参数调控结构形貌，运用显微观测技术探究了工艺参数对微观形貌的影响规律，最终优化得到实现最佳超滑性能的加工条件。

搭建结冰/除冰实验平台，开展了普通铝表面和超滑表面的结冰及除冰实验。实验发现超滑表面结冰时间要远远大于普通表面的结冰时间。在两种表面都结冰的情况下，通过除冰实验发现，光滑液体灌输式多孔超滑表面具有更低的冰黏附力，相比普通表面，超滑表面上的冰黏附力低 3-4 倍。

本论文为超滑表面的制备及应用于抗结冰与除冰，提供了一定的指导。

**关键词：超滑表面；抗结冰；结冰延迟时间；冰黏附力**

## 可控扭矩输出装置设计与调试

机械工程学院机械设计制造及其自动化机电 1501 班 徐梓铭

指导教师 任宗金

石油资源对我国建设及综合国力评估具有重要意义。当今石油资源匮乏，合理地监控石油开采过程具有重大经济价值。井下岩层结构复杂，钻杆遇到高硬度岩层，会受到极大扭矩，使钻头磨损、钻杆断裂，甚至整个系统瘫痪。因此设计一套扭矩输出装置对钻杆所受扭矩进行测量和控制，会减小生产损失，保护工人安全，在实现绿色开发的同时，提升经济效益，迎合可持续发展规划。

本文设计的可控扭矩输出装置可模拟钻机钻杆在井下受到扭矩的情况。利用测力仪对扭矩进行测量，输出结果并反馈，对测量井下钻杆所受扭矩提供参考。需要进行装置总体结构设计，用最简单结构最真实的还原钻杆的受力情况。其次对零部件进行结构设计，校核重要负载轴和轴承，最后完成零部件装配及调试实验。

与其他扭矩测量装置相比，该装置具有更直接、易于操作的特点。通过查阅机械设计手册、国标以及机械设计类教材等参考资料，利用 Inventor 与 AutoCAD 设计并绘制了扭矩输出装置的零件图和装配图。运用机械设计公式对重要的零、部件进行寿命验算和弯扭分析校核。通过 ANSYS 分析零件变形。合理装配后，装置可完成扭矩测量，达到预期目标。并可通过更改频率和抱闸预紧力实现装置可控性。最后对设计进行安全性、经济性分析，计算成本。

**关键词：**电机转矩控制；扭矩输出装置；电机变频调速；机械零件设计

# 飞机主动杆装置的关键控制特性设计

机械工程学院机械设计制造及其自动化机制 1501 班 李亚昕

指导教师 段富海

随着航空科学技术的不断突破和电传操纵系统的普遍应用，如何提高飞机的操纵品质是人们一直讨论的热点话题。主动侧杆技术由于其响应迅速、操纵品质好、易于维护等特点，逐渐成为飞行操纵系统研究的主流方向。本文围绕主动侧杆的组成结构和控制策略，对其关键控制特性展开了相关研究。

首先，为明确主动杆控制系统的设计重点，对主动杆系统的组成结构和工作原理进行整体分析，提出系统的控制指标要求，并以此确定了系统硬件及软件层面的整体框架。根据系统设计要求，确定了基于力矩电机和齿轮传动的机械结构，设计了二自由度隔离的驾驶杆装置，采用 Inventor 软件对主动杆机械结构进行建模、装配等工作，利用几何关系验证了机械结构尺寸设计的合理性。根据人机工程学理论确定了系统工作条件，对齿轮组进行尺寸设计和强度校验，同时在 ANSYS Workbench 环境下对齿轮轴等关键部件进行静力学分析，证实了系统的可靠性和安全性。

其次，为更方便地观察系统的控制特性，对系统各个环节进行工作原理分析和数学建模，在 Simulink 环境下对主动杆系统进行模型的搭建，并以阶跃信号作为输入观察系统的初始动态响应情况。为改善系统的响应情况，设计了电流—力双闭环反馈的控制结构。完成电流环 PID 控制器的设计后，从组成结构和工作原理层面分析了系统输出中多余力产生的原因，并设计对应的前馈补偿控制器来抑制系统位置扰动的影响，取得了良好的控制效果。利用参数整定法确定了力外闭环 PID 控制器的各项参数，完成了前馈加反馈复合控制器的设计。

最后，在 Simulink 环境下利用最终的主动杆系统模型进行仿真实验，在阶跃信号和高频正弦信号输入下，系统均表现出良好的控制特性，并测试了系统对力—位移曲线的跟踪情况，满足了主动杆系统的控制指标要求。

**关键词：**主动杆；力伺服系统；PID 控制；Simulink

## 微流体惯性开关的结构设计和仿真

机械工程学院机械设计制造及其自动化机设 1502 班 谭智广

指导教师 刘军山

MEMS 惯性开关属于被动元件，具有能耗低、抗干扰性好等优点，在物联网技术、军工武器等领域具有极大的应用潜力。相比于传统的碰撞传感器，机械式微惯性开关的成本和性能都有大幅度的提高，但是它们的开关触点仍采用固-固接触的形式，存在触点磨损、信号弹跳、噪声污染等问题。为此有研究人员提出利用微通道内液滴流动的特征设计微流体惯性开关，并取得了显著的成功。但是工作介质的选择和微通道的设计仍是一大难题。

本文结合微流体相关理论，分别从储液槽、被动微阀以及平衡回路三个方面对微通道的设计进行讨论。特别针对基于液态镓铟锡合金液滴的可自恢复微流体惯性开关进行详细的参数设计，利用 Fluent 进行相关的仿真分析。

参考目前对镓铟锡合金氧化层相关的研究结论，本文制订了该惯性开关的制作工艺，并利用实验室条件下制作样机。最后，设计了离心实验和落锤实验分别对惯性开关的准静态性能和动态性能进行测试。试验结果表明，本文提出的微流体惯性开关能够有效的监测加速度事件，响应时间短、信号输出稳定且阈值一致性好。

**关键词：惯性开关；微流体；液态金属**

## 轴孔智能装配系统设计与分析

机械工程学院机械工程及其自动化机设 1501 班 张祎昀

指导教师 董惠敏

轴孔装配作为典型装配工况，一直是研究热点。而机器人灵活性好且正向智能化发展。因此机器人轴孔装配有明显研究意义。

本文基于机械臂及视觉，设计并分析了多变工况下、间隙配合的、圆形或异形轴孔的装配系统，建立起视觉控制的方案。

本文提出包括机械臂、相机等的系统，并将装配各步骤划归至视觉、机械、力觉、路径规划，得到装配系统的完整研究方案。从中简化出视觉为主体的路线，即，基于双目相机三维重建并获取点云-基于点云估计位姿-基于位姿控制机械臂完成装配。

再讨论双目视觉三维重建过程。理解局部匹配基于灰度值和滑动窗口的原理后，利用图像金字塔、灰度及其梯度、一致性检验等，提出新的算法。同时，提出针对零件低纹理现象的三维重建方案。

本文又提出点云分析为基础，结合特征提取的位姿识别思路，提高了对未知对象的适应性。对零件装夹、搜孔、精调整三个装配阶段，由“先提取特征求解参数、再生成模型、再配准得到变换矩阵、最后提取特征精调整”的思路，求解具体算法。

最后位姿参数经手眼标定转换至机械臂坐标系，由示教器控制机械臂运动，完成装配。

**关键词：**轴孔装配；双目立体视觉；点云分析；位姿检测；视觉控制

## 基于工业机器人的超声测厚数据采集与分析

机械工程学院机械设计制造及其自动化机电 1502 班 李平平

指导教师 刘海波

壁厚是衡量火箭贮箱壁板、飞机蒙皮等大型薄壁件制造质量的核心指标之一。目前，大型壁板厚度测量大多采用人工手持超声测量法，存在劳动强度大、测量效率低、结果一致性差等问题。将超声传感器集成于工业机器人末端，研究基于工业机器人的超声自动扫描测厚方法，可为快速获取大型壁板壁厚分布状态提供一种有效方案。

综合考虑“工业机器人+超声”的功能集成特点，设计工业机器人辅助超声测厚系统方案，并完成了硬件选型。基于通信系统架构，利用 TCP 及 UDP 通讯协议，分别构建了上位机与机器人运动控制器及超声测厚单元间的高速、稳定通信关系。

为保证超声探头对被测面形的适应性，研究基于涡流传感器探路测量的超声非接触测厚耦合间隙自适应调整方法，建立面向机器人辅助测厚的多传感器坐标统一模型及耦合间隙状态判别模型，设计基于移动最小二乘法（MLS）的测量路径自适应调整算法，设计了具有探路测量功能的超声测厚装置。

基于 KUKA 机器人平台，完成了超声测厚功能集成，初步开发了人机交互软件界面，开展了火箭贮箱壁板机器人辅助超声测厚综合实验，在实验室环境验证了基于工业机器人的超声测厚可行性。

**关键词：超声测厚；工业机器人；自适应调整；薄壁件**

# 航天大型结构件便携式自动制孔装备设计

机械工程学院机械设计制造及其自动化机电 1501 班 刘敬元

指导教师 贾振元

本文对航空工业中大型结构件制孔技术进行了概述，并结合国外自动制孔装备的研究现状，对比国内的应用场合，设计了一种应用于大型结构件便携式自动制孔装备（下文简称自动进给钻），可以显著提高大厚孔的加工效率。

航空工业中大型结构件一般为碳纤维增强复合材料（CFRP）和轻质合金（主要为钛合金和铝合金）及二者叠层材料，根据两种材料特性以及加工场合，确定了自动进给钻的设计要求与大体结构。为保证孔的加工质量增强断屑能力，采用振动辅助钻削工艺。通过对比运动方案，采用滚珠花键与丝杠传动进给方案节省空间提高精度。选定方案后进行三维二维图纸的绘制，生成加工图纸。再通过计算确定各零部件型号并进行校核，完成以上工作后购买加工零部件并进行组装。

本设计动力源由两台伺服电机组成，一台用于提供钻削转矩，另一台用于提供进给传动转矩。在钻削叠层材料时，由于不同材料的特性不同，钻削过程中会产生力的变化，因此用 PLC 控制实现钻削过程中变参数自动加工。

自动进给钻装配调试后进行一系列的钻削试验，先对碳纤维复合材料进行试验，再对叠层材料进行钻削试验，采集孔的多种数据如孔径偏差、撕裂因子等构建 100 余孔加工参数库。

**关键词：便携式自动制孔设备；叠层材料；振动辅助钻削**

# Performance Simulation and Detection for Non-contact Handling Gripper

Mechanical Design Manufacturing and Automation Fang Naiyu

Supervisor LiuDong

The non-contact handling gripper is based on the Bernoulli principle. It generates negative pressure and lifting force by transforming the pressure energy into kinetic energy. It could be applied for gripping fragile objects like ultra-thin silicon wafer, the rough-surface objects like toast and the non-rigid objects. Compared to the traditional mechanical handling and the sucker, it has the properties of non-contact, small deformation for the object of manipulations.

This paper introduces a non-contact handling gripper based on the Bernoulli principle model. The principle, the mathematic model and the 3D model of it are given. The simulation experiments of shape parameter optimization are performed for the optimal parameters of the gripper. Then, it measures the pressure distribution, the maximum lifting force and the gripping effect. Finally, the simulation and the experiment results are compared, the error sources are analyzed.

This paper is divided into five chapters, the main contents are as follows:

Chapter 1 introduces the research background and significance, the research status and the problems of existed researches and the research target and main content.

Chapter 2 calculates the pressure distribution and the gripping force of the non-contact handling gripper in different ranges for a given grip mathematical model.

Chapter 3 presents a 3D model of the non-contact handling gripper, gives a brief introduction to the main components of the gripper, introduces the flow path of the airflow.

Chapter 4 introduces the mesh generation methods, gives the gas characteristics, sets the boundary conditions, determines optimization approach, selects five structural variables for optimization, analyzes and compares the simulation results in groups. compares the model at the present with the former in pressure distribution.

Chapter 5 introduces the experimental devices and scheme in detail, measures the pressure distribution, the maximum gripping force and the gripping effect for different objects compares the experimental results with the simulation results and analyzes the source of the errors.

**Key Words: Non-contact handling Gripper; Simulation; Pressure Distribution**

## 粘接强度退化的超声非线性评价

材料科学与工程学院金属材料工程 1501 班 沈宁宁

指导教师 陈 军

粘接作为一种连接手段，因其卓越的性能广泛应用于汽车、航空航天等领域。然而，由于其在制造及使用过程中极易出现脱粘、弱粘接等缺陷，会危害粘接结构的使用寿命，甚至造成灾难性事故。因而，粘接结构缺陷的无损检测及在线监测具有重大意义。

本文以环氧树脂胶作为胶粘剂，AZ31 镁合金作为被粘物制备了不同固化剂含量的单搭接接头试样来研究不同粘接强度下声学参数的变化趋势，进而得出评价粘接强度的最优参数。实验搭建了 RITEC-SNAP 非线性高能超声测试系统，得到了非线性系数、声速及声衰减系数与固化剂含量的变化曲线，从而建立了三个声学参数与粘接强度间的关系。

分析所得曲线可知：非线性系数与粘接强度曲线吻合良好，可用于表征粘接强度的变化；声速与粘接强度有相似的变化规律，可用于表征粘接强度的变化；而声衰减系数与粘接强度间无明显联系，不适合用于表征粘接强度的变化。此外，相较于声速而言，非线性系数与粘接强度的变化趋势吻合度更高，且其变化率大，更能反映粘接强度的细微变化，即更适合用于表征粘接结构的粘接强度。

**关键词：超声检测；超声非线性；粘接强度；声学参数**

## **Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 扩散阻挡层对 Sn/Cu 钎焊界面反应的影响**

材料科学与工程学院功能材料 1501 班 林 煜

指导教师 马海涛

电子封装中钎焊是实现电子互连的重要方法，通过在钎料/金属界面位置生成金属间化合物(IMCs, Intermetallic compounds)，最后冷却凝固成牢固的接头实现电子互连。如果金属间化合物层生长过厚的话会引起焊点的局部脆化，从而导致界面处开裂，造成钎焊接头失效。本课题针对 IMC 层过度生长问题，提出在钎焊回流过程使用连续稳定的 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 层作为扩散阻挡层减缓 IMC 的过度生长。通过浸焊工艺制备 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 扩散阻挡层，研究在不同钎焊工艺下，纯 Sn 钎料球在 Cu，Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>/Cu 基板上 IMC 的形貌演变及相关动力学机制，主要结论如下：

(1) Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 扩散阻挡层可以抑制 Sn-Cu 界面反应中金属间化合物的生长，在相同钎焊工艺条件下，Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 扩散阻挡层上由钎焊界面反应生成的 IMC 层的厚度要小于 Cu 基板上由钎焊界面反应生成的 IMC 层的厚度。

(2) 在一定范围内，浸焊时间增加，Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 扩散阻挡层的厚度增加，通过动力学计算，钎焊界面反应过程中 IMC 生长所需的扩散激活能增加，IMC 生长越困难。纯 Sn 钎料在阻挡层上生成的 IMC 层厚度越小，阻挡效果更好。

(3) 纯 Sn 钎料在 Cu 基板和 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>/Cu 上在钎焊界面反应中生成的 IMC 层厚度均随钎焊温度的增加而增加，随钎焊保温时间的增加而增加，但在 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>/Cu 上生成的 IMC 层厚度随着钎焊时间和钎焊温度的增加程度小于 Cu 基板上的 IMC 层的变化程度。

**关键词：**金属间化合物；无铅钎焊；界面反应；Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>

# $Ti_2ZrHf_{0.5}V_xCr_{(1-x)}Nb_{0.5}$ 难熔高熵合金

## 组织结构及力学性能研究

材料科学与工程学院功能材料 1501 班 任广宇

指导教师 卢一平

本课题基于  $Ti_2ZrHf_{0.5}V_xNb_{0.5}$  难熔高熵合金的研究，选择 Cr 对 V 进行替换，设计  $Ti_2ZrHf_{0.5}V_xCr_{(1-x)}Nb_{0.5}$  系高熵合金。设想通过调节合金中的 V 与 Cr 元素含量，得到密度低、强度高、耐高温氧化的难熔高熵合金，合金由真空电弧熔炼炉制备。对制得的合金进行组织结构、力学性能及高温抗氧化性研究，得到以下结论：

通过 XRD 测试、EPMA 微观形貌分析，发现 Cr0 合金为单一 BCC 相，凝固组织呈枝晶状，无其他析出相产生，枝晶偏析很小；Cr0.25 合金凝固组织仍为枝晶状，合金开始沿晶界析出少量 C15 型 Laves 相 (Fd3m)。Cr0.5、Cr0.75、Cr1 合金中 Laves 相析出依次增多，BCC 相与 Laves 相呈层片状分布，合金为亚共晶组织。波谱仪分析结果表明，Laves 相周围富含 Cr、V、Zr、Hf 元素。经分析，合金中层片状共晶组织由 BCC 相与  $(Cr, V)_2(Zr, Hf)$  型 Laves 相形成。

从 Cr0 合金变化至 Cr1 合金，合金屈服强度由 1040 MPa 增加至 1385 MPa，硬度由 334 HV 增加至 422 HV。Cr0 合金塑性较好，压缩应变大于 50%。Cr0.25、Cr0.5、Cr0.75、Cr1 合金中，压缩应变均小于 50%，合金塑性降低、断裂强度下降。合金密度由 6.68 g/cm<sup>3</sup> 增加至 6.85 g/cm<sup>3</sup>，但比强度由  $1.56 \times 10^5$  N·m/kg 增加至  $2.02 \times 10^5$  N·m/kg。

选取 Cr0、Cr0.5、Cr1 三组合金进行 800℃ 高温氧化实验，得到三组合金的氧化动力学曲线。Cr0 合金氧化动力学曲线为直线型，几乎无高温抗氧化性；Cr0.5 和 Cr1 合金氧化动力学曲线前期为抛物线型，显示出较好的高温抗氧化性。随 Cr 元素添加，合金单位面积增重减少，合金抗高温氧化性能提高。由于氧化过程中氧化层脱落，Cr0.5、Cr1 合金氧化曲线分别在 50 h、70 h 附近出现增重突增现象。氧化 100 h 后，Cr0、Cr0.5、Cr1 三组合金均氧化为粉末状。

**关键词：**难熔高熵合金；微观组织；力学性能；比强度；抗氧化性能

## 凝固速度对超高铬高碳双相不锈钢组织的影响

材料科学与工程学院金属材料工程日语强化 1401 班 董明琪

指导教师 王桂芹

随着社会生产水平的不断提高，工业生产对合金材料的综合性能有了更高的要求。传统的双相不锈钢虽具有优异的耐腐蚀性能，但耐磨性较差，难以应对腐蚀磨损复合工作环境。因此，如何提高材料的耐磨损腐蚀性能，开发出一种可在高腐蚀、高磨损环境下长期服役的新型材料成为一个亟待解决的问题。

本课题针对双相不锈钢耐磨性能不足的特点，研究了一种超高铬高碳双相不锈钢，其 Cr 含量达到了 40%以上，C 含量也达到了 1%以上，远高于目前已开发的双相不锈钢。由于该钢种的成分复杂，其铸造过程的成分控制存在困难，组织凝固过程特点尚缺乏研究。本次实验从铸造方法及热处理工艺两个方面着手，通过对不同铸造工艺及热处理产品的组织及性能分析，探索合理的生产工艺，以达到提高双相不锈钢性能的目标。研究过程通过金相观察、X 射线衍射分析、电子探针分析、力学性能测试等方法综合分析，以确定不同生产工艺下该种钢的显微组织特征及性能特点。

实验结果表明：不同铸造方式下材料的凝固速度对该新型双相不锈钢的微观组织产生了较大影响。两种铸造合金在凝固过程均生成了奥氏体、铁素体和碳化物。熔模铸造合金的冷却速度较慢，铁素体共析分解为  $\sigma$  相和二次奥氏体；金属模铸造合金的冷却速度较快，初生铁素体得以保留下来。热处理工艺使熔模铸造合金中的  $\sigma$  相和二次奥氏体回溶为铁素体，碳化物由菊花状及树枝状转变为岛状；而金属模铸造合金中的碳化物由稳定的菊花状转变为半连续菊花状。

**关键词：**双相不锈钢；热处理；超高铬；凝固速度；组织性能

## 感应熔炼再生制造多晶硅设备热场设计

材料科学与工程学院金属材料工程(无损检测)材损 1501 班 杨远鹏

指导教师 姜大川

随着光伏产业不断发展，太阳能级多晶硅的需求不断增加，多晶硅提纯技术及相应的熔炼设备设计逐渐成为近年来国内外的研究热点。当前多晶硅的熔炼设备多为定向凝固炉，但该设备具有凝固后期散热不可控，铸锭出成率不高等缺点，因此，很多研究者逐渐将目光转移到感应熔炼提纯设备上。多晶硅感应熔炼提纯设备具有高效、稳定、节能等优点，可以生产大规格且高质量的多晶硅铸锭，因此具有很大的发展前景。

热场结构作为多晶硅提纯设备的核心部位，热场的温度分布情况对凝固过程中固液界面的形状、热应力的分布等都有影响，这些因素会直接影响多晶硅铸锭的质量及出成率。本文研究内容利用定向凝固技术，以获得稳定的温度分布为原则，以现有的多晶硅铸锭炉设备为参考，采用感应加热方式，对多晶硅提纯设备的热场结构中的坩埚、护板、加热器以及 DS 块进行设计，最后通过计算机模拟仿真、应力强度校核等方式检验所设计设备的合理性及安全性。

本文所提出的设计方案理论上可以达到预期目标，相比于传统的定向凝固炉，在一定程度上改善了热场分布，在硅熔体凝固过程中，能够获得稳定的温度分布，最终获得高质量多晶硅铸锭。

**关键词：多晶硅；热场；电磁感应；定向凝固；设备设计**

## $\text{Al}_x\text{CoCrFeNi}$ 高熵合金薄膜的导电性能

材料科学与工程学院材料成型及控制工程材成 1501 班 张远远

指导教师 李晓娜

$\text{AlCoCrFeNi}$  作为研究最为广泛的高熵合金体系,已在导电性能方面展现出了一些值得关注的特性,但对于  $\text{AlCoCrFeNi}$  高熵合金薄膜在此领域的研究,特别是对于其电阻率热稳定性的研究还需完善和深入。

本文采用磁控溅射法,制备了不同 Al 含量的  $\text{Al}_x\text{CoCrFeNi}$  的高熵合金薄膜,进行了不同时间,不同温度的退火处理,采用四探针法测试常温及退火后的薄膜电阻率,采用 X 射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜、分光光度计等探究薄膜电阻率变化的影响因素。

结果表明,溅射态薄膜电阻率随 Al 含量的增加先减少后增大。薄膜由 FCC 与 BCC 两相组成,表面光滑,存在均匀的圆形突起,Al 含量的变化使两相比例和表面突起发生变化。薄膜电阻率变化的主要原因有 Al 元素含量的增加导致晶格畸变的增加,相比例的变化以及表面状态的变化。

薄膜的电阻率在  $200^\circ\text{C}$  下退火 31h 仍然保持稳定,薄膜的微观结构、表面状态均不发生变化,电阻率热稳定好。 $280^\circ\text{C}$  退火,薄膜的电阻率随退火时间延长而降低,薄膜的衍射峰和表面反射率都发生改变,表明薄膜稳定性下降。这是由于薄膜产生有序-无序转变 (FCC 相和 BCC 相比例改变)。薄膜与基体发生互扩散,基体中形成了  $(\text{Fe},\text{M})\text{Si}_2$  硅化物。而薄膜的表面状态没有发生明显变化,表明反射率的降低的原因是内部微观结构变化导致吸收率改变。

**关键词:**  $\text{AlCoCrFeNi}$ ; 高熵合金薄膜; 电阻率; 热稳定性; 退火

# 钠离子电容器用 N 掺杂碳基复合负极材料研究

材料科学与工程学院金属材料工程 1501 班 虞 童

指导教师 胡方圆

钠离子混合型超级电容器 (Na-HSCs) 是一种新型的储能设备, 兼具高能量密度、高功率密度和价格低廉等优势。Na-HSCs 通过电解液阴离子在正极材料中实现吸附/脱附,  $\text{Na}^+$  在负极电极材料中发生氧化/还原反应从而完成对能量的储存。因此, 在 Na-HSCs 的发展中, 对于电极材料的研究至关重要。本论文将探究复合生物质衍生碳材料的微观结构与其电化学性能之间的构效关系。

本论文主要以天然棉花和废弃鱼鳞作为碳源, 将棉碳纤维 (CCFs) 以及鱼鳞生物质衍生碳 (FSCNs) 进行复合, 分别制备 1300 °C 碳化的 FSCNs 材料 FSCN1300, 700 °C 碳化的复合生物质衍生碳材料 CCF@FSCN700 以及 1300 °C 碳化的复合生物质衍生碳材料 CCF@FSCN1300 三种样品, 并对他们的元素含量、碳层结构、孔结构以及电化学性能进行测试分析。结果显示, FSCN1300、CCF@FSCN700 以及 CCF@FSCN1300 均含有约为 2 at.% 的 N 元素, N 元素的掺杂有助于电极表面赝电容的产生。同时 CCF@FSCN1300 具有有序的碳层结构, 而且少量 CCFs 的掺入扩大了赝石墨的片层间距, 由 0.393 nm (FSCN1300) 增加到 0.418 nm (CCF@FSCN1300)。CCFs 末端缺陷会诱导大量  $\text{Na}^+$  进入赝石墨片层, 使得 CCF@FSCN1300 具有极佳的电化学性能。在 1 mV s<sup>-1</sup> 的电流密度下第二次循环后仍然具有 311.5 mAh g<sup>-1</sup> 和 298.8 mAh g<sup>-1</sup> 的充电和放电比容量。而且即使在 1 A g<sup>-1</sup> 的电流密度下 CCF@FSCN1300 的比容量仍然高达 185 mAh g<sup>-1</sup>。此外, CCF@FSCN1300 具有优异的循环稳定性, 且库伦效率接近 100%。

**关键词:** 超级电容器; 复合生物质材料; 倍率性能; 循环稳定性

## 元素铝的添加对钛微弧氧化过程的影响

材料科学与工程学院 材料成型及控制工程 1501 班 张 政

指导教师 齐 民

钛合金在口腔医学、骨科植入、关节修复等生物医学领域应用广泛，而目前临床使用量最大的仍为 Ti6Al4V。通过微弧氧化技术在钛合金表面原位生长微纳米复合结构，可以有效改善其生物活性、提高骨整合能力。所以探究铝元素的添加对钛合金微弧氧化过程的影响，对于深化钛合金在生物医用领域的应用具有重要的指导意义。

本课题在 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 及 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>+KOH 两种电解液中对纯 Ti、Ti6Al、Ti20Al 三种材料进行微弧氧化，通过工艺优化确定了最佳工艺参数，同时分析了电压-时间特性曲线的变化规律。采用 SEM 技术观察涂层表面及截面形貌；利用 XRD 确定涂层的相组成；借助 EDS 和 Mapping 确定涂层表面和内部元素含量及分布；同时使用接触角测量仪测量涂层的接触角，表征其亲水性。

研究表明，在 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 电解液中，纯钛表面形成“大脑沟回状”结构，随着钛合金中铝含量的增加，表面形貌转变为传统“火山口状”结构，亲水性逐渐变差，表面能降低。在 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>+KOH 电解液中，创新性地制备出了与传统“火山口状”结构不同的沟槽-孔洞复合的分级结构，膜层比表面积较大，连通性较强，亲水性明显优于“火山口状”结构。并且，随着钛合金铝含量的增加，沟槽增多，亲水性提高；但铝含量过多时，沟槽反而减少，亲水性降低。

**关键词：**医用钛合金；表面改性；微弧氧化；铝元素添加

## 柴油引燃甲醇燃烧特性研究

能源与动力学院能源与动力工程（动力机械及自动化）1501 班 李思潮

指导教师 隆武强

甲醇由于其低生产成本，高燃料安全性，高含氧量和完善的制备来源，被认为是一种优秀的替代燃料。目前，甲醇已经被广泛运用于内燃机领域。然而在排放问题上，甲醇-柴油发动机虽然具有较低的碳烟排放，但是 HC 的排放量却远大于传统柴油发动机。为了进一步探究甲醇-柴油发动机的低碳烟排放以及高 HC 排放的原因，本实验设计了甲醇-柴油双直喷燃烧可视化实验台展开可视化研究。实验主要分为单直喷柴油组（DD 组），双直喷先喷甲醇后喷柴油组（MD 组）和双直喷先喷柴油后喷甲醇组（DM 组），结合自然发光法和阴影成像法分别对其火焰浮起长度、空间积分亮度以及火焰形态分别进行分析。本实验最终得出的结论如下：

（1）MD 组、DD 组和 DM 组随着柴油喷射提高，三者火焰浮起长度均增大、滞燃期减短、空间积分亮度降低，反映了燃烧过程中碳烟的生成量均减少。

（2）MD 组实验中可以证明，甲醇氛围在前期可以降低“冷核现象”的作用，同时对柴油与空气掺混具有一定的抑制作用。后期火焰燃烧过程中，火焰边缘褶皱明显增大，火焰亮度远低于 DD 组。原因是在甲醇-柴油混合区中，甲醇在低温阶段会使柴油裂解产物被大量的氧化消耗，导致进入高温碳烟前驱物（PAHs）生成区的柴油裂解产物量大大减少，进而降低了 PAHs 的生成量，达到了降低碳烟排放的效果。

（3）DM 组中的分析主要集中于燃烧的后期。后期柴油引燃甲醇的过程中，DM 组火焰浮起长度波动较大。其原因一是甲醇喷雾的引燃延长了火焰尾束，二是甲醇喷雾的物理动量影响。同时，由于甲醇燃烧过程可以使柴油燃烧生成的碳烟氧化速度加快，且甲醇燃烧的碳烟生成量较少，所以 DM 组空间积分亮度远低于 DD 组。

（4）DM 组探究柴油火焰与甲醇喷雾接触位置的研究结果表明，在各柴油喷射压力下，总火焰亮度与柴油-甲醇喷射时间间隔的关系图中均存在拐点或最低点，这反映了在该点喷射策略下燃烧过程产生的碳烟量更低，甲醇喷雾与柴油火焰的接触位置为最佳接触位置。该结论对于日后甲醇-柴油双直喷发动机的应用具有重大指导作用。

（5）MD 组和 DD 组的阴影成像法分析中，通过对于火焰和喷雾边缘的图像数据对比，证明在 MD 条件下 HC 排放较高是由于部分甲醇燃料没有完全参与燃烧过程造成的。

**关键词：**甲醇-柴油双燃料；定容燃烧弹；火焰浮起长度；滞燃期；空间积分亮度

## 微肋阵对微通道内传热和流动特性的影响

能源与动力学院 能源与动力工程（动力机械及自动化）1501 班 金圣皓

指导教师 周红秀

近年来，关于微肋阵结构对微通道散热器传热和流动特性的综合影响的研究已经成为了提高微电子器件内部散热能力领域内的一个很有前景的研究方向。本文以离散方法中的有限体积法为基础，应用 Ansys Fluent 17.0 软件对两种具有不同几何参数的单排微肋阵微通道散热器和多排微肋阵微通道散热器内层流流动条件下的传热和流动参数进行数值模拟计算。计算结果表明，微肋阵结构的加入能够明显地提高微通道散热器的综合传热流动能力。对于单排微肋阵微通道散热器，在 Re 数为 400-1200 的范围之内：在具有相同截面直径的条件下，微肋高度的增加会对散热器的综合传热流动能力产生较为积极的影响；在具有相同几何参数的条件下，圆形截面微肋由于具有更小面积的低速尾流区域而会比正方形截面有更加良好的综合传热强化能力；在具有相同微肋高度的条件下，随着微肋截面直径的增加，在传热面积增大和低速尾流区域面积增大两种因素的共同作用下，散热器的综合传热强化能力先增大后减小。对于多排微肋阵微通道散热器，在 Re 数为 20-160 的范围之内：在具有相同几何参数的条件下，叉排微肋阵由于具有更小的低速尾流区域面积而比顺排微肋阵有更好的综合传热强化能力。

**关键词：**微肋阵；微通道散热器；传热强化；流动特性；对流换热

# 超音速燃烧冲压发动机的数值模拟

能源与动力学院动叶 1501 班 程宇立

指导教师 徐宝鹏

超音速燃烧冲压发动机摒弃了传统吸气式发动机的压缩机和涡轮设计，使用激波压缩高马赫数来流，在超音速下进行燃烧提供推力。发动机中包含了激波、剪切层、燃烧等众多复杂的物理现象，且高超音速实验本身成本极高，难以进行。目前各强国都在争先研究超音速燃烧技术，该类型发动机具有重要国防意义，将会是未来高超音速飞行器的主要研究方向。

本文使用 Fluent 18.1 软件，以德国宇航局的一款超音速燃烧冲压发动机燃烧室为对象进行了数值模拟。文中分别使用二维模型和三维模型，模拟了燃烧室的冷态结果和燃烧结果，并和实验数据进行了对比，分析了流动特性。模拟中的二维算例温度偏高，计算结果较差，而三维算例符合良好。模拟使用了 RNG k- $\epsilon$  和 SST k- $\omega$  湍流模型，配合有限速率、有限速率/涡耗散、涡耗散燃烧模型，发现两种湍流模型均能较好地模拟流场，并且涡耗散模型相比其他两种燃烧模型，与实验结果符合得更好。

针对可能影响发动机性能的因素，文中计算了不同氢气喷射量和不同支板顶角下的燃烧效率和总压恢复系数。计算发现二者与性能并非单调关系。模拟范围内，二者对温度分布影响较为明显，增大氢气量和减小支板顶角均能使出口温度提高，其中氢气量的影响更显著。

**关键词：** 超音速燃烧冲压发动机；湍流模型；燃烧模型；激波

## 跨临界碳氢化合物传热特性实验研究

能源与动力学院能源与动力工程专业（热能工程）1501 班 谭 杰

指导教师 杨竹强

高超声速飞行器的飞行马赫数较大 ( $Ma > 5$ ), 其发动机内部处于高温高压的环境, 因此稳定高效的热防护是十分必要的。再生冷却技术是一种利用机载吸热型碳氢燃料自身的吸热能力为发动机提供热防护的有效措施。由于发动机内部恶劣的热环境, 碳氢燃料通常处于超临界压力下, 因此开展碳氢化合物超临界压力下的换热特性研究十分重要。本文针对环己烷、正戊烷及其二元混合工质的传热特性进行了研究, 采用实验手段分别研究了小通道圆管内流体工质在不同压力、流量、热流密度和混合配比条件下的传热过程, 并对换热强化机理进行了分析。

实验首先通过对亚临界压力下纯物质流动传热的研究, 发现其实验数据与经典经验公式预测值的偏差保持在 10% 的工程允许范围内, 从而验证了实验台的可靠性。进而完成了相对压力分别为 0.8、1.0 和 1.2 下, 环己烷和正戊烷管内流动换热实验研究。结果发现在临界压力和超临界压力下, 环己烷换热系数随主流温度的升高分别呈现先升后降再升和先升后降的趋势。正戊烷在对应的相对压力下, 换热曲线趋势与环己烷相同。

之后进行了三种质量分数比的二元混合物水平管内传热实验。研究发现质量通量和热流密度会对换热强化产生显著影响。最终, 本文考虑了管径、定压热容、密度和动力粘度, 提出极限热流密度和质量通量的关系式, 并与前人进行了比较分析。

**关键词：再生冷却；超临界；碳氢化合物；传热**

## 溴化锂吸收式热泵系统设计（C）吸收器设计

能源与动力学院能制 1501 班 燕子腾

指导教师 徐士鸣

节约能源、合理利用能源是目前能源行业关注的焦点。吸收式热泵作为节能环保的重要方法之一，在低品位余热回收、热电联产等领域均有广泛的应用。在城市集中供热系统中，基于吸收式热泵系统的吸收式换热机组在提升管网输送能力方面具有十分重要的意义。在此背景下，作者与同组人员共同完成了吸收式换热机组中的吸收式热泵系统的设计，并单独完成了吸收式热泵系统中的水平横管降膜式吸收器的设计。本文构建了系统的热力学模型，利用计算机程序完成了系统的热力计算，得到了系统的各状态点的热力参数。又利用计算机程序完成了吸收器的换热计算，并基于吸收器的换热计算结果，完成了吸收器的结构设计，确定了管束排布形式。之后，与同组成员合作完成了系统的整体结构设计，绘制了吸收式热泵系统的设计总图。最终的设计结果基本满足了设计要求，尽可能降低了热网的回水温度，实现了较大的系统循环倍率以及吸收器喷淋密度。此外，还通过与文献值比较，验证了设计计算的正确性。

**关键词：吸收式热泵；降膜吸收器；溴化锂水溶液；热力计算；换热设计**

## 用于促进水合物生成的碳材料合成研究

能源与动力学院能源与环境工程 1501 班 陈鹏鹏

指导教师 凌 铮

为探究氟修饰的石墨烯对甲烷水合物生成的促进效果，本实验首先采用电化学法以 0.1 mol/L NaBF<sub>4</sub> 溶液为电解液阳极剥离石墨纸制备了氟修饰的石墨烯，然后依次在 10000 rpm、6000 rpm 和 2000 rpm 转速下梯度离心并分别以 10T、6T 和 2T 代表小尺寸、中等尺寸和大尺寸石墨烯，再对制得的不同尺寸石墨烯进行了表征，之后将不同尺寸不同浓度的氟修饰的石墨烯用于促进甲烷水合物生成。通过 XPS、SEM、TEM、AFM、XRD 和 Raman 表征，得到实验制备的石墨烯呈不规则半透明薄膜状，尺寸较大，层数较少，含氧量也较多，且随着尺寸的减小石墨烯层数减少，缺陷增多。通过亲疏水性分析可得随着尺寸的减小石墨烯亲水性增强；通过乳化性能测试可得石墨烯尺寸越小乳化效果越好。将氟修饰的石墨烯用于促进甲烷水合物生成。各浓度下石墨烯尺寸和甲烷水合物生成诱导时间均没有明显的线性变化关系。当浓度为 0.012 mg/mL 时，10T 尺寸石墨烯诱导时间最短，6T 尺寸石墨烯最长。但随着石墨烯浓度依次增加到 0.03、0.05 和 0.07 mg/mL，2T 和 6T 尺寸石墨烯对甲烷水合物生成诱导时间的促进能力增强，而 10T 尺寸石墨烯则先减弱后增强。各浓度 2T 和 6T 尺寸石墨烯对水合物储气量均有一定的促进作用，而 10T 尺寸石墨烯对水合物储气量的促进作用几乎都最小。整体来看，在浓度为 0.012 和 0.03 mg/mL 时，6T 尺寸石墨烯的促进作用最好；在浓度为 0.05 和 0.07 mg/mL 时，2T 尺寸石墨烯表现出了更好的水合物生成促进能力。随着石墨烯浓度的增加，大尺寸石墨烯与较小尺寸石墨烯相比对甲烷水合物生成的促进作用表现出明显的优势。

**关键词：**氟掺杂石墨烯；电化学剥离；甲烷水合物生成

# 一阶直线倒立摆滑模变结构控制系统设计

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1502 班 郑宇萍

指导教师 张晓华

滑模变结构控制（SMC）作为一种鲁棒控制方法，适用于不确定非线性系统的稳定控制；而倒立摆作为控制理论研究的典型范例，将其作为 SMC 算法研究的载体在理论与实践均具有一定的意义。从现有文献来看，对于 SMC 与 PID 控制算法的比较研究尚未深入探讨。因此，论文针对一阶直线倒立摆 SMC 系统与 PID 控制系统设计的比较研究，从仿真实验与实物实验两个方面验证控制算法的有效性，并给出 SMC 的控制性能。

利用拉格朗日方程建立倒立摆数学模型，基于 SMC 与 PID 理论设计了两种控制器；为了优化传统 SMC 控制器，引入边界层法以消除抖振现象。利用 MATLAB/Simulink 平台进行仿真实验，以验证控制器是否满足设计指标。仿真结果表明：两种控制器调节时间以及稳态误差均满足预期目标；且与 PID 相比，SMC 具有调节速度快、鲁棒性强、抗扰性高等优点。

由基于 PLC 的电气控制柜与倒立摆装置组成实物实验平台，利用“博途 V14”软件绘制梯形图实现 SMC 与 PID 两种算法。实验结果表明：SMC 控制器工程设计更为简单，但抖振较大；而 PID 控制器在实物控制中性能优良。故从工程应用角度来看，PID 控制效果要优于 SMC 控制器。

**关键词：**滑模变结构控制；倒立摆；拉格朗日方程；边界层法；PLC 控制

## 计及条件风险价值的综合能源系统优化调度

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1502 班 彭 巧

指导教师 周 玮

综合能源系统(integrated energy system, IES)在能源紧缺的大背景下,促进了风能和太阳能等可再生能源的并网,提高了能源利用率,但它们会给系统带来不确定性。不确定性会给系统的经济调度带来风险,系统要提高运行成本来应对这种不确定性。为了找到 IES 最低成本的调度方式,评估风险显得极为重要。

论文主要以包含能源集线器 energy hub 的 IES 为研究对象,研究了计及条件风险价值的考虑不确定性的 IES 建模和多能流计算的优化调度问题。主要研究内容如下:首先对 IES 的设备组成进行简要分析,建立 energy hub 的数学模型,分析多能流在 IES 网能源转换设备处的转换关系;其次建立电力子系统、天然气子系统的网络模型,并把 energy hub 合理接入其中;再分析风电出力不确定性,使用拉丁超立方抽样方法创建场景,使用 K-medoids 聚类算法削减场景,定义不确定性情况下的风险费用,考虑随机优化建立基于条件风险价值建立 IES 优化调度数学模型,将非线性模型转化为混合整数线性规划问题进行求解。

论文以两个 IES 为例,利用 MATLAB 仿真,分析结果总结规律得出了结论:IES 的多网耦合、能源互补可以有效降低风险;在风险系数的基础上提出边际风险成本,为找到使得单位调度成本的增加能够最大程度减小条件风险价值的调度方式以及判断系统是否需要规避风险提供了指导。

**关键词:** 综合能源系统; 条件风险价值; 不确定性; 优化调度

## 多端柔性直流输电实验系统控制平台设计

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1504 班 仪力萌

指导教师 陈希有

基于模块化多电平换流器的柔性直流输电技术（MMC-HVDC）凭借其控制灵活、谐波水平低等优势，在输电方式的变革、未来电网的建设等方面具有广阔的前景。目前，对于 MMC-HVDC 技术的研究大多停留在理论及软件仿真层面，与工程实际相比存在很大差距。为解决软件仿真的缺陷，制作了多端柔性直流输电（MMC-MTDC）实验系统的单站控制平台。

本设计基于已有的 MMC-MTDC 系统的拓扑结构、控制策略及自身的运行特点，搭建了以 DSP+FPGA 为构架的站级控制平台。本文首先对 MMC-MTDC 系统的基本原理与拓扑结构进行介绍，并以此为基础推导了基本数学模型。为保证系统的正常运行，对换流站主电路元件参数进行设计。基于以上理论基础，对单站控制平台硬件部分进行规划设计，完成了控制芯片的选型及其外围电路的设计，包括外扩 ADC 电路、上位机通讯电路、光纤通讯电路、复位电路等。

本文针对以上硬件电路及其各模块功能的划分，完成相应软件部分的设计：针对 DSP 的功能需求，设计了初始化主程序、定时器中断子程序和通讯子程序，其中主要算法在定时器中断中实现；针对 FPGA 的功能需求，完成顶层部分代码设计，及其启停模块与载波移相模块的设计。通过编写测试程序，对实验平台中各模块进行部分代码的调试。最终通过实验结果，验证了该平台能够满足预期的控制需求。

**关键词：**柔性直流输电；模块化多电平换流器；控制平台

# 基于多尺度深度特征的人群密度估计方法研究

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1504 班 祝嘉文

指导教师 赵文达

人群分析是计算机视觉领域的一个重要研究方向，而人群密度估计又是人群分析研究的一个重要分支。在如今的安防大背景下，对敏感区域人群流量的管控愈发成为一个重要课题，有防止人群骚乱、踩踏事件发生，对非预期的人员汇聚进行预警等意义。

在人群密度估计方面，传统方法有基于检测和基于回归的方法。其主要过程都是先通过手工方式提取图像特征，再分别通过检测与回归方法得到人群人数。当面对人群遮挡情况严重、透视视角下人群尺度多变、人群密集处信息少甚至缺失和人群场景复杂多变含有噪声等问题时，基于手工特征提取的传统算法效果下降严重。随着深度学习领域的快速发展，该项技术被用于人群密度估计任务。论文设计了一个基于深度学习的人群密度估计算法。针对图像中人群尺度跨度大的问题，使用了多支路卷积神经网络（CNN）框架以适应图像中多变的人群尺度，网络整体上由三条并行的卷积支路构成，输入层的卷积核滤波器大小分别设计为 3 3、5 5 和 7 7，以此使网络获得感知不同尺度特征的能力。针对如何提升算法的视觉特征表征能力问题，在所设计算法的基础上，对算法的特征提取部分做了改进，为体现算法鲁棒性，在学术界普遍使用的骨干卷积网络的基础上提取部分网络层加深了原特征提取部分，并使用了迁移学习技术，进一步增强了模型对特征的表征能力，并且，针对稀疏人群与背景的背景密度估计问题，论文提出将目标检测中的行人检测结果以热力图的方式融合到人群密度估计特征图中，使模型增强了理解稀疏人群的能力，有效降低了算法在稀疏人群区域表现不良的问题，进一步提升稀疏人群与背景处的特征表征效果，提升了算法精度。

**关键词：**计算机视觉；深度学习；多尺度；人群密度估计；行人检测

## 基于 STM32 单片机的解魔方机器人设计

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1501 班 薛建宝

指导教师 王永兴

随着社会经济的不断发展，机器人在人们日常生活中扮演的角色越来越多，不同种类的机器人已经成为社会发展必不可少的一部分，这也吸引了很多国内外科研人员投入到机器人的开发设计中。而解魔方机器人作为一种娱乐机器人，也在近几年迅速发展起来，速度成为其最重要的特性，本文设计一种能快速复原魔方的六轴解魔方机器人。

本文对解魔方机器人进行的需求进行了分析，并依此设计了系统架构并确定了软硬件方案。对于机械部分，设计 3D 模型进行可行性分析，设计并搭建了实际机械结构，设计并制作了机械爪。对于电路部分，利用 STM32 单片机搭建了下位机平台，选用 42 步进电机和 A4988 步进电机驱动器作为机器人驱动部分，并实现了对步进电机的 S 型加减速控制。

对于软件部分，利用 Python 语言搭建上位机平台，使用 PyQt 包搭建上位机 GUI 界面，使用 OpenCV 进行魔方图像的透视变换、HSV 颜色阈值分类，选用 kociemba 算法作为魔方复原步骤求解算法，并通过串口通信实现上位机和下位机协同合作。最终制作出一款能在 3 秒内复原魔方的解魔方机器人。

**关键词：**图像识别；魔方复原；STM32；机器人

# 一阶旋转倒立摆控制系统设计

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1504 班 虞俊豪

指导教师 张晓华

一阶旋转倒立摆控制系统是一种具有多变量、高阶次、自不稳定、变量之间存在强耦合特性的非线性欠驱动系统，是检验各种控制理论的理想平台。针对旋转倒立摆控制的研究在理论与工程领域均有实际意义。

论文基于分析力学拉格朗日方程建立了一阶旋转倒立摆系统的精确数学模型，并在 MATLAB/Simulink 仿真环境中验证了所建立模型的正确性；基于所建立的数学模型设计了双闭环 PID 控制器与线性二次型最优控制器，通过仿真验证了所设计的控制器可以实现“摆杆直立不倒的同时，旋转臂可任意角度的转动定位”，系统具有较好的抗干扰性能和鲁棒性能；针对一阶旋转倒立摆实物装置设计，机械部分选用松下交流伺服电机作为驱动电机，减速机构采用 1:8 行星减速机，角度传感器采用日本 Nemicon 增量式编码器，电气控制部分选用西门子 S7-1200 型 PLC 作为控制器，采用 KTP400 触摸屏作为人机交互界面，电机驱动器与伺服电机配套，采用 AM26LS32 和 ULN2803 芯片作为码盘角度信号接收和处理模块。

论文在“一阶直线倒立摆实验系统平台”上，基于“类比原理”与西门子 S7-1200 型 PLC，实现了一阶直线倒立摆实物装置系统的控制，实现了“滑块能够运动到给定目标位置、摆杆摆角稳定控制精度小于  $1^\circ$ ”的预期指标；同时，系统具有良好抗干扰性能。

**关键词：**旋转倒立摆；系统建模；MATLAB 仿真；PID 控制；西门子 PLC

## 集成深度学习在植物 lncRNA 识别中的研究与应用

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术日语强化 1402 班 郭龙威

指导教师 孟 军

长非编码 RNA(lncRNA)，是一类不具有编码能力的转录本，其长度在 200 个核苷酸以上。近些年研究表明，lncRNA 分子对于生命活动具有极为重要的作用，如人类及其它哺乳动物的 lncRNA 分子影响癌症和免疫性等疾病的发生过程，某些植物 lncRNA 分子参与植物的春化作用等。因此，lncRNA 的识别与鉴定对于生物学研究、农学发展和疾病预防与治疗等均具有极为重要的意义。但是，由于 RNA 分子数量庞大，lncRNA 的长度较长，并且与 mRNA 具有相似的特征。因此开发准确高效的 lncRNA 识别工具是一项具有挑战性的工作。根据目前的研究现状，生物学实验的方法耗时过长、成本较高，适用于验证预测结果，而支持向量机、随机森林等传统机器学习方法则需要人工提取特征。同时，研究较为广泛和深入的物种多为人类及动物，针对于植物 lncRNA 识别的研究成果相对较少。

为此，本文开创性地选用了集成深度学习方法，融合了卷积神经网络和改进的循环神经网络结构。将处理后的植物 RNA 序列进行训练，然后用于识别植物 lncRNA。提出的模型在准确率、精确率、F1 得分等方面相比传统的机器学习方法都有较大的提高，可以有效地预测植物的 lncRNA。

**关键词：**植物 lncRNA；卷积神经网络；循环神经网络；集成深度学习

# 交互式分析 workflow 资源分配框架的设计与实现

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1504 班 胡旭明

指导教师 徐喜荣

在迭代和交互式应用程序领域，内存集群计算（IMC）框架因为实现了比传统的磁盘集群计算（ODC）框架更高的性能，所以被广泛应用在包括机器学习、图形计算和数据库管理的各个领域。在实际应用场景中，IMC 程序通常以类似的输入数据集大小重复运行。为了实现这类定期长作业的最佳性能，工程师需要确定大量性能相关的配置参数。然而，由于这些参数间关系的非线性，配置项中会有大量的参数组合并且每一项都会有较长的累计运行时间，因此直接运行所有输入配置项的程序并且手动选择给定 IMC 程序的配置参数以在给定群集上实现最佳性能是不可行的。为了解决这一情况，本文主要做了以下工作：

（1）为了预测具有给定配置的程序的执行时间，提出了负载性能模型，使得配置搜索比原始方法快得多。

（2）为了在负载性能模型基础上获得最佳配置参数，本文提出了数据感知自动调整模型，可以有效地生成 IMC 程序的最佳高维配置参数。

（3）为了评估本文提出的模型，本文使用一个典型的 Spark 程序 Pagerank，每个程序都有不同的输入数据集大小。

（4）在本文的最后，介绍了大数据计算 workflow 开发平台（FloK），并对串并行的 workflow 任务分别进行讨论，论证了本文中模型可用于实际工业任务的可行性。

**关键词：**内存集群计算框架；负载性能模型；数据感知；资源自动调整

## 基于张量分解的深度神经网络加速模型研究

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1502 班 李豫晨

指导教师 余 超

随着神经网络深度的加深，网络结构愈加复杂，在利用深度神经网络解决问题时就会遇到以下问题：深度神经网络拥有大量参数、需要高额的运算量、难以在移动端部署等。于是利用神经网络的张量特性，将张量分解方法应用于深度神经网络模型的压缩和加速，会是深度神经网络压缩研究的新热点。

本文研究了一种基于张量分解的深度神经网络模型加速算法。该算法将用张量回归网络替代深度神经网络结构中紧随卷积层的全连接层，根据输入的张量特性，在张量回归层进行两种张量低秩分解：Tucker 分解和 CANDECOMP/PARFAC (CP) 分解。可以利用张量回归层保持输入的多线性结构，利用其张量特性进行张量分解减少参数，实现深度神经网络模型的压缩和加速。

利用 Tucker 分解进行张量分解时，其中一组低秩分解在 CIFAR10 数据集上取得了 41.0% 的压缩率，精度仅损失 0.1%。同样，Tucker 分解算法在 CIFAR100 数据集最高取得了 24.5% 的压缩率，精度损失 4.1%。利用 CP 分解算法在 CIFAR10 数据集上取得了 91.0% 的压缩率，精度仅损失 0.3%。Tucker 和 CP 这两种张量分解算法在深度神经网络压缩中可以取得较好的性能表现：以牺牲少量精度为代价，可以获得较大的压缩率。

**关键词：**深度学习；张量分解；神经网络压缩

## 基于篇章的中文地名自动识别研究

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术（日语强化）1401 班 王学磊

指导教师 黄德根

命名实体识别作为自然语言处理领域的一项基础性任务，能够在阅读理解、语义分析等任务中发挥重要的作用。

本文基于深度学习的方法，从篇章角度对中文地名实体的识别进行了研究。在神经网络的输入表示层上，本文基于注意力机制使用字词融合表示，对输入字符向量和字符所在词的词向量进行权重分配，从而获得融合表示。相较于基于字符的方法，字词融合表示保证了模型能够充分利用词的语义信息以及词与词之间的序列信息。相较于基于词的方法，由于本文的模型仍然是按字进行标注，因此受分词错误的影响较小。本文使用双向长短期记忆模型来获取当前字符的上下文信息并从中选择出更相关的字符来强化表示；使用条件随机场保证在标注过程中能够从全局角度进行考虑，避免无意义标注形式的出现。此外，本文利用地名实体规则信息和词语相似度计算理论来进行篇章后处理，加强模型召回能力，优化模型性能。

在人民日报的数据集上进行的实验表明，相比于条件随机场模型、基于字符和基于词的双向长短期记忆模型，字词融合表示能够得到更为优异的结果，而且，通过篇章后处理能够进一步地提升模型系统性能。

**关键词：**注意力机制；双向长短期记忆模型；条件随机场；篇章后处理

## 基于深度学习的图像反光去除

电子信息与电气工程学部电子 1503 班 尹英达

指导教师 郭艳卿

在日常生活中，当人们隔着玻璃拍摄目标场景时，常会受到相机一侧的光经过反射产生的干扰。反光图层不仅会降低图像的视觉效果和可理解性，还会影响其他计算机视觉任务。图像反光去除问题致力于从反光图像中恢复高质量的背景场景。

基于传统优化的反光去除算法通过人工设计先验知识或假设来解决问题，这将显著限制算法的应用范围。近年来，基于深度学习的反光去除算法获得了显著的效果提升，但仍不可避免的存在对图像产生全局平滑、颜色退化、质量衰减等问题。

本文聚焦于基于深度学习的单张图像反光去除算法，分别研究并实现了一种基于生成对抗网络的算法，和一种全新的无监督学习框架。在监督学习框架中，本文基于生成对抗网络构建生成器与判别器的博弈对抗，在训练过程中动态调整优化方向，以获得清晰、自然的背景图像。在无监督学习框架中，算法可以在不接触任何背景真值的情况下完成反光去除任务。在训练阶段，算法使用多张反光图像输入网络，利用数据内在的约束关系构建多项损失函数完成学习；在测试阶段，算法可实现单张图像的反光去除。

本文使用真实场景的反光数据测试算法，实验结果表明，本文提出的框架产生了优于以往算法的结果。

**关键词：**图像反光去除；深度学习；生成对抗网络；无监督学习

## 基于深度学习的语音增强的目标函数研究

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1504 班 牛树同

指导教师 陈喆、杜俊

随着社会的发展，语音转文字、人机对话、语音搜索等技术得到了广泛的应用，这些技术都需要利用麦克风录入相对干净的语音信号来保证准确率。然而，生活环境中复杂的背景噪声使得这些技术在实际应用中的性能下降，这就需要利用语音增强技术对麦克风记录的语音信号进行去噪处理。传统的语音增强技术由于引入了一些不合理的假设导致其去噪性能受到限制，基于深度学习的语音增强方法将语音信号的去噪看作一个回归任务，不需要进行任何假设，具有很大的优越性。

本文在基于深度学习的语音增强技术的基础上探究了不同目标函数对系统性能的影响。首先说明了映射方法和掩膜方法联合训练的可行性，接着将两种方法联合起来，构成多目标网络，在多目标条件下设计了基于最小均方误差的目标函数。然后在此基础上引入最大似然方法，设计了一种多目标条件下基于最大似然准则的目标函数。最后对基于上述不同目标函数的神经网络性能进行测试。实验发现：在相同的单目标网络条件下，映射方法和掩膜方法性能有较强的互补性；在相同的基于最小均方误差的神经网络条件下，多目标网络的性能要优于单目标网络；在相同的多目标网络条件下，基于最大似然准则的方法要优于基于最小均方误差的方法。

**关键词：语音增强；神经网络；目标函数**

## 毫米波终端直通通信网络的性能研究

电子信息与电气工程学部通信工程 1501 班 王润乾

指导教师 邓 娜

随着移动设备和新兴应用的爆炸式增长，容量需求与频谱短缺之间的矛盾日益突出，因此，毫米波终端直通通信（Device-to-Device）技术被认为是能够满足未来网络需求的最有前途的技术之一，对下一代移动通信网络至关重要。在本文中，基于泊松点过程建立了一个通用的且易于处理的数学模型和框架来研究毫米波 D2D 网络的性能，其中包括网络模型，定向波束成形模型，信号遮挡与传播模型。随后，本文对毫米波 D2D 网络的干扰特性和链路性能进行了全面的研究和分析。首先，本文以随机几何理论作为研究工具，对具有 Nakagami-m 衰落和定向波束成形的目标网络进行建模。为了充分刻画干扰的特性，本文推导出干扰的均值和方差，并采用逆伽玛和对数正态分布相结合的干扰分布进行近似分析。其次，本文推导出典型接收机的信噪比和速率分布的精确表达式，并基于所得的近似干扰分布来近似上述精确解，以大幅简化表达式的复杂度，提高计算效率，从而便于深入研究毫米波 D2D 网络的性能。结果表明，在毫米波频段中引入 D2D 通信，不仅可以加强有用信号的传输质量还可以有效降低干扰，在传输可靠性和有效性方面均有显著提升。本文对毫米波 D2D 网络的性能分析有助于为其在下一代通信网络中的实际应用提供了有价值的建议和指导。

**关键词：**毫米波通信；终端直通；干扰分布；速率分布；随机几何

## 多通道雷达目标检测算法设计与仿真

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1504 班 孙圣印

指导教师 林秋华（校外导师刘军）

多通道雷达目标检测广泛应用于民用和军用领域，用以判断目标的有无，进而为后续雷达对目标的识别和跟踪做准备。雷达数据包括主数据和辅助数据，主数据用来检测目标的有无，辅助数据用来估计协方差矩阵。其中，协方差矩阵估计的质量直接关系到检测算法的性能。高质量的协方差矩阵估计需要大量与主数据同分布的辅助数据，而复杂的现实环境使这一要求很难满足。为解决这一问题，本文研究了使用协方差矩阵的结构特性提升检测算法性能的若干方法。本文主要工作如下：

（1）对协方差矩阵的两种结构特性进行了验证，其中包含谱对称性和中央共轭对称性。其主要思路是将待验证问题转化为二元假设的判定问题。验证谱对称性等价于验证协方差矩阵为实矩阵，验证中央共轭对称性等价于验证矩阵关于主对角线共轭对称和关于副对角线对称。基于广义似然比准则设计验证程序，使用实测杂波数据完成了两种结构特性的验证。

（2）以自适应匹配滤波算法为例，探究了杂波协方差矩阵结构特性在检测算法中的具体应用方法。理论上，在相同检测性能的要求下，使用协方差矩阵结构特性的算法可以明显减小对辅助数据数量的需求。本文分别通过仿真数据和实测杂波数据对上述理论观点进行了验证。

（3）针对均匀环境下、干扰和噪声同时存在时的分布式目标检测问题，研究了两步法 Rao 检验和两步法 GLRT 检验。以此为基础，提出了引入中央共轭对称性的两步法 Rao 检验和两步法 GLRT 检验。实验结果验证了算法的检测性能。

**关键词：**目标检测；杂波协方差矩阵结构；两步法 Rao 检验；两步法 GLRT 检验

## 基于 ARM 的手持医疗系统的设计与实现

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1503 班 张 帅

指导教师 魏东兴 王涛

在科学技术水平不断发展，人民对美好生活的需要日益增强的今天，越来越多的国家与政府开始关注医疗事业的进展情况。众所周知，医疗是事关国计民生的大事，是关乎人民福祉的重要一环，而医院是医患关系的第一堡垒，在“互联网+”与“智慧医疗”大潮流的推动下，医院的智能化首当其冲。通过打造健康信息平台，加强患者与医生的信息互动，对医疗事业的发展大有裨益。为此，本文设计了一套基于 ARM 的手持医疗系统来构建智能的健康平台。

本文所设计的基于 ARM 的手持医疗系统主要有两大构成，一部分为“医生端”，另一部分为“手持终端”。医生通过手持医疗系统的连接，来接收手持终端传来的患者信息，进行初步诊断，然后根据所建立的病历数据库，便捷查询患者病历病史，来进行综合诊断。同时医生在主页可以完成个人的信息修改。此次设计的硬件技术主要是对 ARM9 在 Linux 环境下的嵌入式开发，软件部分则是基于 Qt 的 C++编程与调试。通过硬件与软件的连接结合，构成这个手持医疗系统。

此次设计将实现用户登录、患者信息传输、患者病历查询、个人信息修改等功能。这些功能能够缩减时间成本，使医院管理体系更加精简，具有互联性、便捷性、外延性、智能性。在医疗卫生发展不断现代化的今天，可以说，手持医疗系统是医疗信息化应用的一个典型范例，以手持医疗系统为代表的医疗信息化，将极大地推动物联网事业、医疗事业的繁荣发展。

**关键词：**ARM；医疗系统；Qt；数据库

# 基于深度学习的人体分割方法研究

电子信息与电气工程学部电子 1501 班 赵骁骐

指导教师 张立和

人体图像分割是对图像中属于人体的部分从给定图片的背景中分割出来。人体图像分割任务，对准确性和速度都有较高的要求，人为的使用 PS 等工具来手动抠图又耗时又费力。

目前，专门针对于人体图像分割的研究和应用仍处于探索阶段。随着深度学习的不断发展，现已产生出许多用于图像分割的方法。本文主要研究如何将基于深度学习的图像显著性检测分割方法用于人体分割任务，具体工作和贡献如下：

（1）本文首先在基于深度渐进融合的显著性检测模型中，引入了全局感知模块，该模块通过对高层次特征的分块堆叠，达到仅使用正常卷积操作就可以获得全局及局部特征信息，这进一步扩大了感受野。而且通过多尺度堆叠的方法，最终可以获得多尺度下的全局与局部特征的信息。

（2）对经过全局感知模块生成的低分辨率显著性图，进行上采样的操作，并采用了多个残差注意力模块（ARM）不断的纠正其边缘信息，最后达到与真值相同的分辨率大小。

（3）为了更好的将显著性模型适用于人体图像分割，除了采用大多数网络的二分类交叉熵损失函数外，又额外添加了轮廓损失函数，这使得模型对图像的轮廓有更好的优化。

（4）本文使用的基于深度学习的残差显著性检测结构，在现有的图像显著性数据集中达到了良好的指标。在证明了方法的有效性后，通过对现有的语义分割、显著性检测等包含人体部分的数据集，进行人工合理筛选，整合出包含 3606 张的具有挑战性的人体分割数据集，这为后续的研究提供了数据的支持。本文将具有深度网络的显著性模型首次应用于人体分割任务，并得到了良好的效果。

**关键词：**人体图像分割；显著性检测；全局感知模块；残差注意力模块；轮廓损失函数

## 单导脑电自动睡眠分期算法研究

电子信息与电气工程学部生物医学工程学院 1501 班 夏冰心

指导教师 刘 蓉

睡眠是一种重要的生理过程，判断睡眠质量的好坏十分重要，睡眠分期是判断睡眠质量好坏的重要依据。脑电信号是睡眠过程中大量神经元兴奋性活动的体现，因此可以对睡眠脑电信号进行处理得到睡眠分期结果。目前睡眠分期主要是专家对多导睡眠监测仪采集的多通道生理参数进行人工分期，但是这种方法费时费力，测量成本较高。本项目针对睡眠分期存在的问题，研究单导脑电信号预处理、特征提取与分类算法，实现单通道脑电信号睡眠分期，降低系统的复杂性，有利于便携式睡眠分期设备的开发集成，同时缓解专家人工分期的压力。主要研究内容如下：

(1) 研究小波变换、经验模式分解、自适应滤波器等信号预处理方法，比较不同算法的预处理效果，针对分解重构缺少相应标准、无法确定去除分量是否包含有效信息的问题，设计回归模型对单通道脑电信号进行预处理，去除大部分眼电伪迹。

(2) 分析脑电信号的时域、频域以及非线性特性，从三方面来提取共 35 个特征，对不同特征在不同分期中的性能进行分析。针对特征数据存在的大量冗余信息，基于 embedded 方法对提取的特征进行筛选，结果表明选择 8 个对分类器贡献较大的特征用于分类与全部 35 个特征用于分类达到的效果近似。

(3) 采用支持向量机以及随机森林分类器分别对筛选前后的特征进行分类，计算分类准确率，对比分类性能。结果证明，单样本内全部特征建模能使准确率达到 95%，且特征筛选后准确率也能达到 93%，但 N1 期的准确率仅有 27%。

(4) 针对睡眠过程的迁移特性，基于隐马尔科夫对睡眠过程进行建模和分类优化，结果表明使用留一法进行交叉验证整体准确率提高 3%，且对 N1 期的准确率提高了 25%，为脑电睡眠分期提供了新思路。

**关键词：**脑电睡眠分期；特征提取；特征选择；隐马尔科夫；分类

## 基于无线传能的供电系统设计

电子信息与电气工程学部集成电路设计与集成系统 1501 班 王义普

指导教师 吴振宇

无线电能传输技术是一种利用电磁波在空间中传输能量的方式，由于其摆脱了电线的约束，使设备充电和供电变得高效、便捷，具有很高的实用价值。无线传能系统主要由高频功率发射电路、LC 谐振网络、高频整流电路构成，其关键点是使系统运行在谐振状态。本项研究旨在通过系统设计和测试，研究和分析在高频传输中驱动器件对无线传能的效率和距离的影响。

本文首先对无线电能传输的历史及研究现状做了介绍，并且简要分析了电磁辐射对生物体的影响。其次，本文对磁场谐振耦合式无线传能的原理进行了理论建模、计算推导与软件仿真，模拟了高频率下系统设计的可行性。接下来本文设计了谐振耦合式无线传能供电系统样机，通过电路仿真详细分析并确定了方案原理及可行性，采用了 GaN 场效应管与 SiC 二极管实现了具有 MPPT 功能的 2MHz 高频无线电能传输技术。最后，本文对样机进行了测试分析，并根据实验数据分析了无线供电系统中传输性能与传输参数的关系，对基于磁场谐振式无线传能系统的设计具有一定的适用性。

最终本系统整体运行频率为 2MHz 左右（调频实现最大功率点追踪）；传输距离为 50cm 时，接收端电压 2V 左右；当传输距离为 5cm 时，接收端最大接收功率达到了 145W，最大传输效率达到了 80%左右。并且经过对实验数据的分析，得出了系统的传输性能与传输参数之间的一般性结论。

**关键词：**无线传能；磁场谐振耦合；氮化镓；高频逆变；线圈设计

## 基于 NI myRIO 的自控原理实验系统设计

电子信息与电气工程学部自动化 1503 班 崔世彤

指导教师 马 蕾

NI myRIO 是美国国家仪器（NI）公司最新推出的“口袋实验室”系列的教育型产品，是针对教学与学生创新应用的嵌入式设备，方便开发，实时性强，以 myRIO 为核心硬件，有助于改进传统自控原理实验系统设计。

自控原理实验系统是以虚拟仪器为设计思想的软件实验平台，它与模拟实验装置配合使用可以发挥如信号源、示波器等常规仪器功能，并根据采样信息生成控制信号，应用在实验教学中能够实现对控制系统的分析与综合设计。本设计采用 LabVIEW 软件，以图形化的形式编程，形象地设计界面，极大地提高开发与调试效率，便于后期维护，利于系统的整体设计。

本文对基于 NI myRIO 的自控原理实验系统设计进行介绍，主要包含以下几个方面：

首先介绍了设计的背景与意义，以及国内外在 myRIO 方面的创新应用情况。之后，依次介绍了 LabVIEW 软件开发工具、设计功能以及自控原理实验系统设计中涉及的控制原理。随后，着重介绍了本设计中总体设计思想与整体架构等核心内容，并详细介绍了设计中各功能模块的程序设计与调试检测过程。最后，对本次设计整体进行总结与展望。

由测试结果可知，此实验系统可以完成对控制系统性能分析，实现相关控制功能。操作界面美观简洁，人性化的设计便于使用者操作控制。

**关键词：**NI myRIO；LabVIEW；自控原理实验系统

# 基于非线性优化的三维激光里程计算法研究

电子信息与电气工程学部自动化 1501 班 曾祥威

指导教师 庄 严

同时定位与地图构建是智能机器人领域研究的热点问题。在定位及地图构建过程中，激光雷达能够直接获取所在场景的三维测距信息，并且不像视觉传感器易受光照变化的影响，激光雷达在极端条件如黑夜情况下也能正常工作。本文的工作是基于三维激光点云数据来开展激光里程计与地图构建算法的研究。

本文首先研究了最新的三维激光里程计算法原理及其开源代码实现。为了提升激光里程计算法代码的可维护性，并进一步向算法优化过程中添加新的约束条件，本文使用谷歌 Ceres 优化库重新实现了开源激光里程计算法 LOAM 中的非线性优化部分。如何基于激光特征点匹配对来构建 Ceres 中的最小二乘代价函数是该优化过程的核心。

为了提升三维激光里程计算法的精度及稳定性，在基于 Ceres 优化库的三维激光里程计算法基础上，本文还进一步在算法的优化过程中添加了来自惯性测量单元的约束条件，并完成了基于惯性测量单元数据与激光数据紧耦合方式的位姿估计。

为验证算法的准确性和有效性，本文使用多个自主构建的大连理工校园环境数据集对算法进行测试。测试结果表明，本文所实现的激光里程计算法可实时运行，三维地图构建精度可满足移动机器人导航的需求。

**关键词：**三维激光雷达；激光里程计；非线性优化；Ceres 库

## 基于 DSP 的航空发动机半实物仿真平台设计

电子信息与电气工程学部自动化 1502 班 潘卓锐

指导教师 杜 宪

在当前的航空发动机控制器研究中，对于全权限数字电子控制器（FADEC）的研究尤为热门，其研究开发流程主要包括：数值仿真、硬件在环仿真、半实物仿真、台架试车。其中硬件在环和半实物仿真环节是从理论研究到工程实践过渡的重要阶段，本文的研究主要针对这两个阶段进行。

对于控制器算法的开发而言，有一部分工作是基于 Simulink 进行算法设计和初步验证。而控制器本身属于嵌入式系统，大多采用 DSP 等嵌入式处理器，对于此类系统的开发，传统方法是基于底层的 C 代码或汇编语言进行的。但是如果要将 Simulink 的模型算法移植到处理器底层工程中进行编译和调试，则会产生较大的工作量，不利于算法的验证和改进。因此本文研究一套使用 Simulink 一键代码生成及自动下载的工具链，方便算法开发人员直接将控制算法下载到目标控制器中运行，能大大提高开发效率。

目前，DSP 因其出色的运算能力和可靠性在包括航空发动机控制器在内的各类控制系统中应用十分广泛。本文基于 TMS320F28335 型 DSP 设计了一套控制器验证平台，该平台不仅可以运行控制器算法，还可以运行发动机模型以及驱动执行机构，采用模块化和多接口设计，能够灵活地根据实验需求进行相应组合和扩展，适用于各种开发环境。

本文实现的半实物仿真平台包含电动推杆及位移传感器（200mm 行程）、高速电机及测速传感器（转速 6000~30000rpm）、油泵及流量传感器、高速风扇及转速反馈（转速 2000~15000rpm）等各类实物执行机构，能够灵活地扩充各种执行器，有利于从硬件在环到半实物仿真的逐步推进研究。

**关键词：**FADEC；半实物仿真；一键代码生成；TMS320F28335；实物执行机构

## 基于 STM32 的冷凝器气密性检测系统设计

电子信息与电气工程学部自动化 1501 班 王光辉

指导教师 董 明

冷凝器作为一种换热装置，是制冷系统中必不可少的部件之一，其作用是改变制冷剂的物质状态，把蒸汽转变成液体，从而将内部的热量快速传递给周围空气，实现制冷。冷凝器的气密性决定着制冷的效果，因此对冷凝器进行气密性的检测显得极其重要。

本设计相比于传统的湿法检测设计了全新的检测方案进行冷凝器出厂检测。冷凝器内部压强是由冷凝器自身的气密性和通入的空气量决定的，因此可以在冷凝器内部安装气压传感器，通入一定量空气后测量气压大小来测算冷凝器气密性。在此基础上，设计了一整套的信号采集与信号转换电路完成气密性相关参数的采集。此外，为了方便远程人机交互，设计了功能丰富的下位机和上位机系统，下位机不仅具有基础的显示，按键输入等人机交互功能，还可以通过选定的通讯方式，将压强信号实时传输给上位机。上位机可以将采集到的数据进行实时曲线显示、曲线比对、历史数据存储等功能，便于操作人员对数据进行管理。

经测试，本系统各个模块的功能正常，能满足厂商的基本要求。本系统弥补了传统的气泡法、涂抹法易损伤工件等不足之处，极大地提高了检测效率。

**关键词：**冷凝器；气密性检测；STM32；通讯；曲线比对

## 冷藏集装箱堆场节能策略研究

建设工程学部港口航道与海岸工程土港 1501 班 赵卓瑶

指导教师 唐国磊

人口增长、生活水平提高和城市化进程加快导致人们对食品保鲜的要求不断提高，促使生鲜冷链物流飞速发展。同时，医学发展和科技进步也为医药冷链物流行业迎来了广阔的发展空间。冷藏集装箱因其具有灵活性高，适用性广等特点在冷链物流中扮演着重要的角色。然而，冷藏集装箱的运输需要整个供应链的持续供电，需要消耗大量能源，尤其是大量冷藏集装箱到达码头在堆场堆存时，将会大大增加码头的用电量及用电峰值。由于电力公司以观测到的最高用电峰值收取费用，因此尽可能地降低用电峰值不仅可以节约能源，减少污染，还有利于降低码头能源成本。为此，本文以绿色、节能、经济为目标，考虑冷藏集装箱的电能消耗研究冷藏集装箱堆场节能策略。

首先，本文介绍了冷藏集装箱功率的影响因素，以冷藏集装箱为对象将码头作业流程分为三个阶段：卸船堆箱、堆场堆存、出港提箱，分析各个阶段冷藏集装箱的用电功率情况，提出两种节能策略：优化卸箱顺序和改变冷藏电源架供电方式。

其次，建立码头作业流程三个阶段的逻辑模型，根据各阶段冷藏集装箱的电源状态提出相应的冷藏集装箱电能消耗的计算方法。基于作业逻辑模型和能耗计算流程，使用 AnyLogic 软件建立冷藏集装箱堆场能源消耗多智能体仿真模型，包括主智能体、船舶智能体、岸桥和场桥智能体、港内港外集卡智能体、集装箱智能体等 7 个智能体，实现了 2D、3D 动画、冷藏集装箱温度和功率等数据动态输出的功能，具有直观性、通用性的特点。

最后利用该模型设计并进行仿真实验，以冷藏集装箱堆场的用电峰值和总货物损坏率为评价指标，评估两种节能策略的节能效果，对调节冷藏集装箱堆场的峰值功率和降低冷藏箱堆场的能源消耗具有一定的参考价值。

**关键词：**冷藏集装箱；绿色港口；堆场；电能消耗

# 丹东港大东港区二港池 5#通用泊位工程设计

建设工程学部港口航道与海岸工程土港 1502 班 孟繁华

指导教师 宋向群

本设计为丹东港大东港区二港池 5#通用泊位工程设计。设计内容包括二港池总平面布置、5#泊位结构设计、施工组织设计以及工程概算。

本设计来源于实际工程，总平面布置主要参考《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）中相关规定，港内水域、后方陆域尺度、辅建区以及堆场道路等布置是平面布置的主要内容。在本设计中，码头岸线总长为 1045m，5#泊位长度为 260m。陆域尺度中，陆域纵深为 603m，仓库面积为 3.06 万 m<sup>2</sup>，堆场面积为 26.2 万 m<sup>2</sup>。码头前沿底标高为-15.1m，港内水域底标高-11.5m,港内设双向支航道。

码头结构设计主要参考《码头结构设计规范》（JTS 167-2018）。泊位平立面尺寸、各构件的构造与内力计算、接岸结构断面设计与整体稳定验算是码头结构设计的主要内容。

码头排架间距 7.75m，每榀排架有 9 个桩基，钢管桩直径均 1000mm，为半封闭式，钢桩打入卵石层，桩尖底高程-35.0m。

码头前方桩台有连续纵梁、横梁及叠合面板，通过引桥与后方陆域连接。靠船构件采用悬臂式结构，护岸为重力式挡土墙结构，块石护面。

施工组织设计分为施工前准备、施工测量、泥面开挖、桩基施工、上部结构施工、附属设施施工、接岸结构施工等部分，5#泊位施工总工期为 361 天。码头每延米造价参考《沿海港口水工建筑工程定额》计算为 37.2 万元。

**关键词：**高桩码头；码头总平面布置；面板配筋；横向排架受力计算

## 挡土墙设计（高落差段为加筋格宾式）

建设工程学部水工 1501 班 杨琳

指导教师 张运良

加筋格宾式挡土墙至今尚未有明确的设计要求和规范。本文在总结有关设计和研究的基础上，结合大连市某公司新建挡土墙的需要，通过传统力学计算和数值分析手段，设计和研究了高落差加筋格宾挡土墙。同时，也进行了该工程低落差段的挡土墙设计。主要工作如下：

（1）阐述本设计的背景和相关设计资料。

（2）考虑一般正常运行工况和地震工况，对于低落差段（墙高 5.5m），分别设计了衡重式和悬臂式两种挡土墙，通过强度、稳定性、基底应力及材料用量等方面的比较分析，最终选用了悬臂式方案。

（3）考虑一般正常运行工况和地震工况，对于高落差段（墙高 15.5m），分别设计了加筋格宾式和加筋生态块式，通过方案对比，选择了加筋格宾式。经验算，该方案满足稳定性要求。

（4）基于传统力学分析方法和 FLAC3D 软件数值模拟，对所设计的高落差加筋格宾式挡土墙的受力、变形与稳定性进行精细分析。发现墙体变形较大，尤其格宾笼面板处极易发生局部破坏，因此有必要研究改善方案。

（5）研究参数的改变对加筋格宾式挡土墙变形与稳定的影响，主要参数包括加筋间距、下层筋带长度、格宾笼石料物理参数、墙后填土内摩擦角，最终选定了相对合理的加筋方案，在此基础上模拟了分层施工，极大改善了墙及土体的变形和整体沉降。

本设计的方法和思路可为同类工程提供有益参考。

**关键词：**挡土墙；设计；加筋格宾式；衡重式；悬臂式

# 北京黄村镇幼儿园投标文件编制及 BIM 建模应用

建设工程学部工程管理 1501 班 赵鑫如

指导教师 张明媛

在市场经济条件下，建筑施工企业主要通过投标的方式承接工程项目，投标文件的编制是整个投标过程中的重要环节，也是决定企业能否中标的关键。同时，随着 BIM 技术在我国快速发展，施工企业将其应用到投标文件编制的各个阶段，大幅度提高整个建筑行业的运营效率。

本设计包括 BIM 建模和投标文件的编制两部分。通过 Revit 建模，呈现较为真实的工程 3D 立体模型。在广联达系列软件中进行建模，得出钢筋、混凝土、挖土方、模板等土建部分的工程量。将手算标准层工程量和软件计算的工程量进行对比，验证了软件计算的相对准确性。

利用得出的数据编制投标文件。投标文件由投标函、商务标、技术标三部分共同组成。投标函部分包括法定代表人身份证明、投标函、投标保证金等文件。商务标部分包括总报价以及具体的工程量和价格的报表。根据广联达软件计算的工程量，套用相应定额，最终总报价为 5,894,052.42 元。技术标部分反映了企业的施工水平和人员配置情况，包括工程概况、施工方案、施工进度计划和平面布置图等内容，本工程计划工期为 88 天，施工进度计划通过横道图的形式进行展示。

**关键词：投标文件；施工组织设计；建筑信息模型**

## 一种新型间歇性局部供暖末端初探

建设工程学部建筑环境与能源应用工程 1502 班 吴一凡

指导教师 赵天怡 林波荣

本文对一种以平板热管为主体、拟应用于夏热冬冷地区建筑的新型末端进行研究，重点分析新型末端在变温度、变流量、变通道三类实验工况下，其表面温度均匀性、启动时间及稳定时间、稳定平均温度、换热系数的变化情况，以探究新型末端在夏热冬冷地区的适应性。

首先，通过文献调研，总结出夏热冬冷地区供暖末端关键点，需要满足热惯性小、辐射供暖且表面温度均匀、热传递效率高、灵活可调的特点。其次，通过实验设计，研究了供暖、供冷工况下新型末端的特性，结果表明在供暖工况下，提升热源温度、采用双通道或长通道的送水方式有助于缩短启动时间，这对提升新型末端的快速响应性有一定帮助；采用长通道的送水方式有助于缩短稳定时间，这对提升新型末端的快速稳定性有一定帮助；提升热源温度、采用双通道或长通道的送水方式有助于提升新型末端的稳定平均温度。在供冷工况下，提升冷源温度、采用双通道或长通道的送水方式有助于缩短启动时间；采用双通道或长通道的送水方式有助于缩短稳定时间；降低冷源温度有助于降低新型末端的稳定平均温度。

此外，增大平板热管表面发射率以及平板热管表面结露现象均有助于提升新型末端的换热能力，增大其表面换热系数；供暖工况启动时间略长于供冷工况，稳定时间明显长于供冷工况，热管内部工质在不同工况下受影响较大，不同热管内部工质、不同工质充液率对启动、稳定时间有一定影响。

总体上，新型末端在表面温度均匀性、换热系数、稳定平均温度上效果较好，能够满足夏热冬冷地区冬季供暖舒适性、节能性的需求；新型末端在快速响应性上效果不及预期，稳定时间、启动时间较长，未来有待提高优化内部工质和内部充液率改进。

**关键词：**夏热冬冷地区；供暖；新型末端；平板热管

# 上海某科技城综合楼中央空调及其监控系统 BIM 工程设计

建设工程学部建筑环境与能源应用工程 1501 班 黄 金

指导教师 马良栋

本设计是为上海市某科技城综合楼进行空调系统的设计及其监控系统的 BIM 设计，该建筑类型为办公建筑，总面积为 32935m<sup>2</sup>，高 46.79 m，该大楼包括地下二层，地上十层，屋顶上为机房，地下主要为车库和空调机房；地上一、二层为大堂，兼有餐厅和部分商业区；三至十层为办公室。

本设计针对该建筑结构、上海市气象条件和政府政策进行方案设计并进行方案论证，在此基础上进行负荷计算分析，根据设计的方案进行空调系统的计算设计和布置，并对不同负荷条件下的运行方式进行设计，最后对该建筑空调系统的进行监控设计，该设计的主要软件载体为 REVIT 和鸿业机电。

该建筑末端共两种空调系统：一层、二层及三至十层走廊均采用全空气一次回风系统，办公区域均采用辐射吊顶加新风系统。空调系统的冷源共选择四台冷水机组，两台基载冷机和两台双工况制冷机组，基载冷机为辐射吊顶供冷，双工况制冷机组为空气处理机组和新风处理机组供冷，该机组夜间制冰，白天根据相应的负荷进行启停控制。建筑热源采用城市热网，热水通过板式换热器后分别给两个末端进行供热。

本设计的设计重点为办公室末端的温湿度独立控制系统以及冰蓄冷空调系统。温湿度独立控制中新风由转轮除湿机进行除湿，辐射板的夏季供回水温度为 16/19℃，冬季供回水为 35/30℃。冰蓄冷空调系统共使用三个 BAC 冰蓄冷盘管，冷机上游串联式内融冰系统。

**关键词：**办公建筑；BIM；温湿度独立控制；冰蓄冷

# 大连甘井子区某高层住宅楼设计

建设工程学部土木工程 1502 班 李跃琦

指导教师 张颖

本建筑为大连市甘井子区某高层住宅楼，设计为地下一层，地上 22 层。本设计的地上建筑面积为 9965.81m<sup>2</sup>，地上建筑面积为 2870.5m<sup>2</sup>，总建筑面积为 12536.31m<sup>2</sup>，建筑总高度为 63.9m。本设计采用现浇钢筋混凝土剪力墙结构。主体基础形式采用筏板基础。

本设计的整体过程按照要求分为建筑设计、结构设计、基础设计三个部分。

第一部分建筑设计：主要是依据安全、适用、经济、美观等方面原则，完成建筑使用功能的设计。本建筑地下一层为设备机房和地下车库，分为两个防火分区，车库共设置 61 个车位。高层住宅东侧设置局部临街商业，地上二层。住宅为一梯三户，三种户型，人员通过两部电梯和剪刀式楼梯进行流通和疏散。本设计所有建筑图均采用天正建筑软件绘制，保证图纸质量。

第二部分结构设计：手算部分包括构件尺寸初估、结构刚度计算、荷载统计、横向水平地震作用计算、竖向荷载作用计算、荷载效应组合、截面设计和基础地库设计等方面内容。电算内容包括运用 YJK 软件进行建模、设计、验算，通过算得的轴压比、刚重比、剪重比、层间位移角等指标进行结构优化。

第三部分基础设计：根据地质条件和整体结构，确定住宅楼下采用筏板基础，地下室外墙采用墙下条形基础，地下车库内部采用柱下独立基础。手算估算筏板厚度，进行地基承载力计算，筏板冲切验算和筏板配筋计算。再用 YJK 软件进行建模和结构计算，与手算进行复核，对比分析。

**关键词：**高层住宅；剪力墙结构；YJK 电算

# 连云港市某高层住宅楼设计

建设工程学部土木工程 1502 班 李俊睿

指导教师 王吉忠

本工程建筑设计为连云港市某高层住宅楼设计，工程概况为纯剪力墙结构，地上共 18 层，层高 3.0m,电梯机房高 4.5m，室内外高差 0.6m，总建筑高度 58.5m，地上建筑面积 11448 m<sup>2</sup>。住宅每层设有左右两个单元，每单元一梯一电两户。户型分为 A、B 两种，均为三室两厅两卫一厨，户型面积约 120 m<sup>2</sup>。地下库房共一层，层高 3.2 米，采用筏板基础，地下建筑面积 620 m<sup>2</sup>。总建筑面积为 12068 m<sup>2</sup>。

本设计分为建筑设计，结构手算设计，PKPM 电算分析，基础设计四个部分。

第一部分建筑设计：建筑设计综合考虑建筑功能、物质技术条件和建筑形象，确定建筑方案。利用 Revit、天正等系列软件完成建筑图的设计以及三维模型制作等。

第二部分结构手算设计：主要根据建筑图的要求进行结构选型、结构布置。结构手算计算分为荷载统计、结构刚度计算、振型分解法计算水平地震作用、剪力墙风荷载计算，内力组合等。

第三部分 PKPM 结构设计：按照手算结构结果的构件尺寸和建筑图进行建模，将手算的恒荷载和活荷载输入程序，设定相关计算参数和条款，进行 SATWE 计算并和手算结果误差验算和对比分析。

第四部分基础设计：根据地质条件和楼层条件进行基础选型。根据上部结构经验公式确定筏板厚度和挑出宽度，然后将设计参数输入 JCCAD，进行抗冲切验算和承载力验算，满足后再进行内力和配筋计算。

**关键词：**剪力墙结构；Revit；PKPM 建模；手算结构分析

# 大连市某高校本科学生高层公寓楼设计

建筑工程学部土木工程 1501 班 杨 光

指导教师 车 轶

拟建建筑为大连市某高校本科学生高层公寓楼，采用现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构。整个设计共包括五部分：建筑设计、结构设计、基础设计、电算分析、弹塑性分析。

建筑设计参照国家现行规范进行，根据学生对公寓楼的功能要求，除居室外还设置了自习室、活动室、接待室、乒乓球室、台球室、健身房、自行车库等辅助用房，满足学生生活起居、学习、社交、运动、出行等多方面的要求，并根据“动静分离”的原则对空间进行合理的组合。

结构设计部分首先以建筑设计为基础进行结构布置及截面尺寸选择，根据建筑构造进行荷载统计；然后分别计算框架梁、框架柱、连梁和剪力墙的刚度，求出结构刚度特征值及结构的自振周期；接着计算风荷载，采用底部剪力法计算地震作用，采用分层法计算了竖向荷载作用下的内力；最后进行内力组合，完成主要构件的配筋计算。

基础设计部分根据工程地质条件及上部结构特点选择基础类型。裙房采用独立基础，主体结构采用平板式筏板基础。对独立基础进行了承载力计算、冲切验算及配筋计算，对筏板基础进行了承载力计算、偏心距验算及冲切验算。

电算分析部分采用 PKPM 和 Midas 进行电算，与手算结果进行对比，并利用 PKPM 绘制结构施工图。

弹塑性分析部分采用 PKPM 进行静力弹塑性分析，并用 YJK 和 Midas 进行校核比对。

**关键词：**高层公寓楼；框架-剪力墙结构；建筑设计；结构设计

# 大连某商品交易所大楼设计

建设工程学部土木工程 1501 班 曹 宁

指导教师 王吉忠

本文为大连某商品交易所大楼设计计算书。本工程的层数为地上 12 层，地下 1 层，结构体系为钢筋混凝土框架—剪力墙结构。

本工程的建筑设计满足基本使用功能，同时追求建筑立面设计和谐美观，选用局部有凹凸的造型。为满足结构的合理性，结构构件的平面布置追求对称，依据剪力墙以及框架的布置，确定相应墙体、楼面的构造做法，并绘制建筑的三维模型、平面图、立面图、剖面图等。

本工程依据相关国家规范进行结构设计。首先进行梁、板、柱的截面初选，然后进行单层的荷载统计，确定重力荷载代表值；根据结构构件尺寸和所选混凝土标号，分别计算每层的 Y 向框架、连梁、剪力墙刚度，求出结构的刚度特征值，根据框架和剪力墙的变形协调再求出结构的刚度矩阵。

本工程地震作用的计算采用振型分解反应谱法，求得结构的质量矩阵和刚度矩阵后，通过 MATLAB 进行编程计算，求解得到结构的周期、振型和各振型的振型参与系数。取前四阶振型的计算结果可满足工程要求，分别计算结构位移和结构内力，并用 SRSS 法进行组合。

在本工程计算书中，选取了一榀框架—剪力墙进行详细计算。分别计算在地震作用、风荷载、竖向荷载下的内力，并进行在持久、短暂设计状况下和在地震设计状况下的七种内力组合，选取最不利组合对构件进行配筋；选取一块双向板按弹性计算法计算内力和配筋；同时对楼梯进行内力和配筋计算；计算筏板基础的承载力、偏心距以及抗冲切验算。

结构计算中，使用 PKPM 软件，简化计算量，提高效率，时时进行校核。最后，利用 PKPM 软件输出结构施工图。

**关键词：**建筑设计；框架-剪力墙结构；结构设计

# 大连星海湾大桥东引桥三跨连续梁上部结构设计

## Superstructure Design of a Three-span Continuous Beam at Eastern Approach Bridge of Dalian Xinghaiwan Bridge

建设工程学部土木工程 1502 班 郝思媛

Faculty of Infrastructure Engineering International Civil Engineering 1501 Hao Siyuan

指导教师 潘盛山

Supervisor Pan Shengshan

Superstructure Design of a Three-span Continuous Beam at Eastern Approach Bridge of Dalian Xinghaiwan Bridge is a capstone based on the real project of Dalian Xinghaiwan Cross-sea Bridge which eases transportation pressure. This paper mainly introduces design and calculation procedures of the three-span approach bridge.

Two bridge schemes were compared considering design conditions and characteristics of approach bridges. After comprehensive comparison, cast-in-situ constant section continuous beam bridge was selected. The whole approach bridge is 133.5m in length with three spans.

Based on related codes, the content separate into six chapters. At first, internal forces calculation of bridge deck slab was carried out providing information for ultimate limit state and serviceability limit state calculation after structure design. Midas Civil Software has been chosen for modelling and helpful to determine responses of structure under external loads. The most important part of superstructure design is how to arrange prestressing tendons according to internal forces diagrams of the girder under load combinations. After superstructure design, substructure design mainly focused on seismic design using response spectrum.

Previous steps are global vision of whole bridge, while some local components and areas may also bring safety concerns that are needed to be checked carefully. Disturbed region was also included and discussed. Basically, anchorage zone at end and anchorage blocks were calculated. The method calculating cap beam was adopted for diaphragms in this design. For substructure, only cushions were covered since no cap beam was designed.

In the end, one calculation book, one literature translation and 18 drawings were finished. This capstone has been beneficial for study and practice in the future.

**Key Words: Approach Bridge, Continuous Beam, Prestressing Tendons**

# 大连地铁车站结构设计

建设工程学部土木工程 1502 班 王俊琦

指导教师 王峥峥

随着社会的发展和近些年来人口的不断增长，越来越多的人向城市涌入，城市规模随之增长，由此带来的问题也愈发明显，人流密集和交通拥堵的现象日益严重。为缓解这些问题，越来越多的城市开始利用地下空间，发展地下轨道交通。进入 21 世纪后，地铁在我国飞速发展，资料表明，从 2002 年至今的近 20 年来，拥有城市轨道交通运营线路的城市数量由 5 个增至目前的 36 个，通车总里程由 200 公里飙升至 3095 公里。除了能够缓解交通压力的作用之外，地铁还有方便快捷、绿色环保等诸多优点。

西安路作为大连重要的一个商业圈，人流量较大，将西安路站作为大连地铁 1 号线和 2 号线的换乘站，可以同时缓解两个方向的交通压力，对此处人流的疏解有着重要的作用。车站北侧为锦辉商城、麦凯乐西安路店，南侧为五一路立交，西侧为长乐小区，东侧为科技广场、西安路公寓、大连市第四十八中。设计的主要内容为车站的建筑设计、结构设计和部分施工组织设计，其中结构设计是本次设计的重点，车站结构采用单拱双柱三跨形式，图纸主要绘制车站平立剖三视图、梁板柱配筋图以及横断面配筋图。

**关键词：地铁车站；建筑设计；结构设计**

## 散货码头堆场作业系统可靠性评价研究

建设工程学部港口航道与海岸工程 1502 班 李 威

指导教师 王文渊

随着社会对散货需求的增加，船舶大型化趋势显著，散货运输在港口物流系统中的作用越来越突出，而散货码头作为散货运输的一个媒介，其工作效率对散货运输的影响也更加重要，此时散货码头的堆场作业系统成为影响码头能力的核心部分。现实中，散货码头堆场作业系统过于复杂，人们仅凭经验设计难以满足其经济性与合理性。因此，对散货码头的设计优化建立合理的评价理论至关重要。

本文主要分析了散货码头堆场作业特点，总结了影响其码头装卸量的不确定因素，提出可靠性评价指标并给出计算公式，利用 Anylogic 仿真软件构建散货码头堆场作业系统的仿真模型，验证其有效性后，构建可靠性评价仿真模型，分析散货煤炭码头的机械设备（翻车机）对码头装卸量的影响，即对系统可靠性进行评价研究。以某散货码头堆场作业系统为例，构建仿真模型，研究结果如下：

（1）一个翻车机单独发生故障时，对系统的可靠性影响较小，另两台翻车机基本可以满足任务需要。

（2）当三个翻车机的故障被同时考虑在内时，则影响到翻车机工作效率，列车存在排队等待的情况，致使系统可靠性程度下降较多。

**关键词：**散货码头；堆场作业系统；可靠性；Anylogic 仿真

## 斯里兰卡某人工岛平面与水工设计

建设工程学部海洋资源开发技术 1501 班 张梓颖

指导教师 马小舟

斯里兰卡位于南亚的中央位置，在亚欧航线中具有极其重要的战略意义。近年来，斯里兰卡当局为了开发南方省在贸易、运输和转运等方面的巨大潜力，决定在汉班托塔兴建一个现代化国际港口。汉班托塔港一期工程于 2011 年年底完工，包括两个 10 万吨级多用途泊位和一个油码头。二期工程包括一个集装箱码头、一个多用途码头、一个新增油码头。由于二期工程开挖量较大，需要解决弃土的处理问题，最终选择通过建设人工岛来处理开挖弃土。

本次设计将通过资料分析、规范参考等方法对人工岛的平面及水工结构进行设计，重点讨论人工岛的选址、外形、平面规划及护岸结构设计。通过分析工程区域的地质条件、潮流冲淤、对施工及航道的影响确定人工岛选址方案。根据当地的文化特色确定人工岛的外形设计，验证该方案是否能满足容纳开发弃土的要求，同时定性论证了人工岛外形对海床冲淤的影响，及其对岛屿内湾的掩护效果，并通过 Mike 21 BW 建立数值模型进行模拟论证。人工岛平面规划包括功能分区、土地利用规划、交通规划、景观规划和空间规划，景观规划包括滨水空间和景观绿化，空间规划包括建筑布局、建筑高度和面宽以及天际线。水工护岸设计主要通过规范参考和计算确定了各段护岸的断面结构，包括堤顶高程等主要尺度的确定、越浪量验算、护面块体稳定重量的确定及稳定性验算。通过上述论证和计算，本文最终确定了人工岛选址、外形、平面规划和水工护岸结构的设计方案。

**关键词：**人工岛；选址；外形设计；平面规划；护岸结构设计

# 多元市场下澜沧江梯级水电站群发电方案设计

建设工程学部水利水电工程 1501 班 刘 添

指导教师 李 刚

随着电力市场改革的逐步进行，市场中的交易方式不断丰富。为满足日益增长的电力交易需求，电力市场建立了由多元化的市场组成的交易体系。按时间划分，多元电力市场可分为中长期市场、日前市场和实时市场。在多元市场条件下，电站出力与电价耦合程度直接决定电站发电收益。澜沧江被称为是我国水能资源之“富矿”，有着巨大的发电收益潜力。因此，如何在电力市场下利用澜沧江梯级水电站的潜力谋求更多利益是十分必要的。本文内容如下：

(1) 建立确定市场条件下发电收益最大模型，采用遗传算法求解，得到电站的出力过程，发现发电量受电价影响，电价高时发电多。同时也发现种群数目、选择比例参数对算法收敛速度和全局收敛性的影响规律。

(2) 针对市场电价的不确定性，将月度合约决策与日前交易决策视为随机规划的不同阶段决策，建立梯级水电站交易的二阶随机规划模型，采用遗传算法优化每一阶段的决策变量，使月度发电收益期望值最大，并与预测值模型对比，验证此模型的优越性。

通过对多元市场下水电优化调度的研究，验证了本文提出的优化方法和建立的数学模型的有效性，为水电站在多元市场环境下进行合理的市场交易提供决策依据，并为其面临的收益最大化提供有效的解决途径。

**关键词：**梯级水电站；电力市场；月度交易；遗传算法；二阶随机规划

# 新·旧之间：老城社区中的颐老“院儿”——城市社区老年综合福祉服务中心（武汉市）

建筑与艺术学院建筑学 1401 班 吴同欢

指导教师 周 博

本次毕业设计题目为新旧之间：老城社区中的颐老“院儿”——城市社区·老年综合福祉服务中心设计，目的是通过城市设计和建筑设计的手法，在湖北省武汉市青山区红钢城楠姆社区周边，对老社区进行养老性城市更新和建筑设计，从而解决楠姆社区一代人口老龄化加剧带来的养老压力大，居民生活质量差，社区活力下降等社会问题。

本设计以城市设计层面的城市更新以及建筑设计层面的既有建筑改造为研究重点，并通过对我国长期以来的养老问题和武汉市青山区的历史文化问题进行系统的研究，最终提出开放式养老社区和半生产性养老体系两条社区改造的基本原则和概念。

在方案的设计上，主要是在城市和社区尺度上对青山区冶金街 101 接档楠姆社区中的计控公司生产大院旧址进行适老化改造整体规划设计和景观设计，并对其中的健康活力老年公寓（1#），老年公寓（2#），食堂（3#），厂房（5#）四栋建筑进行建筑技术尺度的旧建筑改造和适老化再设计，从而将厂区旧址建设成楠姆社区机构养老服务和各项社区活动的中心。

设计本身的目的一方面是切实的解决目前楠姆社区的社会问题，提高社区老年群体的生活质量；另一方面是提出一种符合我国特殊国情的，在未来数十年可行的养老社区设计方案和模式，并激发社会各界对我国目前的老年问题的关注。

**关键词：城市更新；旧建筑改造；养老社区；生活质量**

## 旅顺太阳沟历史街区保护更新规划设计（B 组团）

建筑与艺术学院城乡规划 1401 班 孙淑亭

指导教师 孙 晖

旅顺口区于辽宁省大连市，位于辽东半岛最南端。东临黄海、西濒渤海，南与山东半岛隔海相望，距大连市区 45 公里。旅顺口区陆地南北纵距 26.1 公里，东西横距 31.2 公里。

旅顺口区太阳沟是我国现存近代历史遗址较多、保存较完整的历史片区和特色城区之一。核心保护区约 2.5 平方公里，现存历史建筑 353 栋。近代的太阳沟由于建筑缺乏修缮，街道老旧等，逐渐走向衰落。本文对太阳沟进行了全面基础调研后，针对太阳沟现存的问题和存在的发展机遇，通过引入慢活·觉知的概念，对太阳沟历史建筑区进行城市设计。强调人的感知在城市设计中的作用，尝试从视觉，听觉，嗅觉三个方面进行太阳沟的概念规划。

文章前半部分主要介绍太阳沟的基地现状，规划理念，设计策略，总体城市设计，慢行系统设计，觉知路径设计。后半部分则分别详细介绍了规划中的四个特色区，即日式商业区规划策略，俄式风情区规划策略，都市农业区规划策略，滨海区规划策略。全面的分析了此规划设计项目的合理性及丰富性。

**关键词：**旅顺太阳沟；城市设计；历史街区更新；觉知；慢生活

# 大连理工大学本科毕业设计

建筑与艺术学院工业设计 1502 班 韩宇航

指导教师 马 兰

我国对于灾难医学及其分支下的心理救助的重视在逐渐提高，其中针对儿童的心理救助更是占据了重要地位。因此将心理疗愈理论融合到产品中并传达给灾后儿童个体，引导其能够潜移默化地进行一定程度上的自我心理疗愈，这对于儿童的身心健康有着重要的意义。调研市场后发现，针对灾后儿童的心理疗愈减灾产品几很少，所以设计一款在灾后社区使用的儿童心理疗愈活动产品对于引导儿童进行自我心理疗愈起到一定的积极作用。

本课题以产品应用设计心理学为指导，以便携的儿童活动设施作为研究对象，通过理论和实践相结合的形式进行一次创新设计。

如何将儿童心理疗愈理论同现有的活动设施设计融合是本课题的重点部分。文章先通过对灾后儿童心理特点和疗愈方式以及灾后社区环境进行分析，得出儿童心理疗愈产品的相关设计原则包括关怀包容性、自然变化性、艺术交流性和运动放松性原则。结合儿童活动场的设计原则以及在灾后社区使用的方便运输和使用的模块化原则，在以灾后儿童为中心的基础上进行了大量方案提出，最终确定了以“积木房子+发光地毯+多人传声筒+旋转轮”为组合体的设计方案。

通过本课题的设计研究可以发现，灾后儿童心理疗愈理论对于儿童活动设施的设计有很好的指导作用。

**关键词：灾害环境；儿童心理疗愈；产品设计；**

## 区块链技术的动态视觉解读

建筑与艺术学院视觉传达设计 1501 班 冯阳春

指导教师 张 耿

本论文基于新媒体时代下文字信息的传播形式的问题，结合实践对 MG 动画的概念和发展以及完整的设计制作过程进行了深入的研究，并且通过分析 MG 动画在当前时代下成为流行形式的原因，对 MG 动画设计开发的全过程进行阐述。

首先，作者通过搜集文献、查阅相关资料对 MG 动画的概念、起源以及发展现状进行调查研究，梳理基础理论，分析其特点优势，以此为后续的设计制作提供理论支持。其次，通过大量的案例分析，设计制作了 MG 动画作品《“链”不可挡》，详细地阐述了本动画的主题思想和设计构思，在设计制作的过程中发现问题、解决问题，总结经验，汲取精华，在设计作品中加以创新。通过实践证实了 MG 动画形式非常契合当前新媒体时代下信息大爆发的特性，为文字信息的传播形式开辟了新的道路，具有研究意义。

经过本文的调查研究和设计实践，最终总结出 MG 动画能在当前时代背景下如此盛行的原因：随着现代新媒体技术的飞速发展，信息传播媒介的发展使人们信息交流方发生了改变，MG 动画的顺势而生，其灵活的表现形式与制作模式，还有飞快的传播速度和广泛的传播范围，使得 MG 动画成为时下最为流行的动画形式，具有实践研究意义和应用价值。

**关键词：**MG 动画；动态设计；视觉语言

## 基于智慧乡村环境下的西井峪村环境更新设计

建筑与艺术学院环境设计 1501 班 李思睿

指导教师 陈 岩、都 伟

十九大明确提出实施乡村振兴战略的目标任务，把乡村建设再次放在风口浪尖上。而在漫长的乡村建设过程中，探索城乡关系是不可或缺的。

数据显示，2016 年全国由乡村进入城市的务工人员总量达到 28171 万人。据“十二五”时期的数据统计显示，尽管农民工的总数仍在攀升，但是趋势有所放缓。值得注意的是，近来出现了一股反向的新浪潮，有越来越多的人选择长期或者短期的来到乡村生活。这个从城市涌入乡村的新兴趋势主要由“新回乡运动”以及乡村旅游所引导。

在当今的这种发展趋势下，本文以天津市蓟县渔阳镇西井峪村为例，从乡村建设的角度出发，研究市民与村民出现的需求与问题。关于村民，从劳作功能上的定义为以农业和相关产业为主要经济活动的人民，相对的在工业环境下操作的人们身份被定义成市民。笔者在接下来的问题发掘中分别对这两类人群进行问卷调查，通过对两类人群的问题重构与思考，笔者以模块化构建为主要手段，实现西井峪村“村游两用”，即当地村民与游客市民的地块两用，实现村庄对内对外的功能交换与共享。建设智慧乡村，探讨城乡关联。为今后的乡村建设提供一些启发和参考。

**关键词：乡村建设；西井峪村；共享；模块化**

## 直接材料雕塑创作设计——《隐鼠》

建筑与艺术学院雕塑 1501 封霁芸

指导教师 陈 健

陶瓷艺术是中国最古老的艺术之一，经过几千年的发展历程，陶瓷艺术以实用器皿发源逐渐演化成为具有独特魅力的中国传统艺术。陶瓷由土、水、火为基础构成，三者缺一不可。人们用不同的方法对三者进行平衡，在揉搓塑形的过程中逐渐为泥土赋予生命，经过火的洗礼，就会出现精巧绝伦的陶器。但是这样还不是一件完整的陶艺作品，釉彩为陶器素坯赋予更多的可能，或许是惊喜或许是奇迹，无双的釉彩给了陶瓷作品完整的生命。通过对于泥、釉、温度的研究，使陶瓷作品更加生动。

本文从作品的选题策划、材料的实验和选择、理论资料查找学习、实践技能学习运用几个方面重点介绍作品的制作过程。在选题策划方面，方案的设计理念、作品的创作背景、创作意义，通过对于陶瓷艺术的介绍和作者的想法来了解作品。在材料的实验和选择方面，通过对不同材料的实验研究，了解不同材料的属性和特点，选择最适合的材料进行创作。在理论学习方面，查找与作品有关的内容丰富理论知识，为实践做充分准备，包括陶瓷雕塑知识、动物解剖结构知识、釉料相关知识等。在实践技能方面，通过详细叙述创作实践过程和每次实验过程，直至最后完成作品。

本文首先通过文献查阅，了解现代陶艺制作的过程和方法，研究分析釉料的配比，除了查阅有关陶艺制作的文献，还要对陶瓷这种材料进行研究，分析了解陶瓷的质感、特性等，以便更好的运用与表达。在通过文献查阅和材料性质的分析的基础上进行探索性创新，用已知的知识和技术和老师的指导和教授来创作具有创新性的创作，完成毕业设计的制作。

**关键词：**陶瓷艺术；陶瓷雕塑；动物雕塑；釉彩

# 大数据时代下公民个人信息保护研究

人文与社会科学学部法学 1501 班 张栋凯

指导教师 费艳颖

随着“大数据”技术不断取得突破，这项技术给我们的生活带来了越来越多的便利，人类逐步进入“大数据”时代。在这个时代中，几乎公民的每个行为都可以量化为数据，比如移动支付、网络购物、浏览网页等等。但这些数据包含着很多公民的个人信息，不仅仅包括传统意义上的身份证号码，手机号码，家庭住址等，还包括更为复杂和具体的信息，如学历信息、社会关系、财产收入状况、购物倾向、身体健康情况等等。因此，我们不能仅仅看到“大数据”给我们生活带来的便利，也要看到“大数据”时代下，我们应该更加重视对个人信息的保护工作。

本文采用了文献分析法、比较研究法、实例分析法等研究方法，共分为四个部分来具体阐述大数据时代下公民个人信息保护的相关问题。第一部分绪论，介绍本文的研究背景、研究意义、国内外文献综述、研究内容与方法，以及公民个人信息保护领域的基础理论。第二部分是我国目前对公民个人信息保护的现状及不足。第三部分是根据我国的不足寻找可借鉴的国外经验。第四部分是结合相关经验，并根据我国的实际情况，提出相应的改进建议，以期推动我国个人信息保护工作的进步。

**关键词：大数据；个人信息；保护**

# 电影审查和分级制度研究论

人文与社会科学学部法学 1501 班 项洛菲

指导教师 王 越

多年来，我国电影业与电影观众一再呼唤电影分级制度的设立，我国立法也顺应呼声，在分级上有过再三曲折的尝试，但最终仍回归电影审查的制度框架。2017 年《电影产业促进法》颁布实施，作为文化产业领域的第一部法律，对原电影管理条例进一步修改、细化与补充，但分级制度仍然没有成为我国电影内容管理的基础，而现行的电影审查标准和执行也需要政府进一步出台实施细则来完善和细化。

基于不同的经济基础、历史文化和意识形态，可以发现各国在电影审查的法律制度和实践上，有不同的国情、制度背景以及具体举措。本文借鉴各国电影审查发展经验，讨论中国从电影审查过渡到电影分级制度的科学性、可行性。主要通过控制行政权力的行政法视角、保护言论自由的宪政角度，提出完善电影审查制度和建构电影分级制度的建议。并从立法、执法及司法救济等程序方面入手，平衡行政权与公民的财产权、表达权，以期限限制行政审查权的滥用，保护相对人和第三人的权益，最终达到保护未成年观众与促进电影产业发展的立法效果。最后根据我国国情提出将电影分级纳入审查的立法思路和建议。

**关键词：电影审查；电影分级；制度构建**

## 中国环境政策学习：模式及最优组合

人文与社会科学学部公共事业管理 1501 班 文伟铭

指导教师 孙 岩

本研究旨在对中国环境政策学习的有效性进行探究，从倡议联盟框架政策学习的视角出发，结合知识运用理论、政策网络理论和资源依赖理论提炼出专业能力和决策地位两个影响政策学习主体学习效果的关键变量，并以此构建出中国环境政策学习的四种模式：行政推动式、竞合模式、启智引导式和社会参与式。通过模糊集定性比较分析法（fsQCA）对 23 个环境政策变迁案例进行分析，以四种模式作为解释变量来探求影响中国环境政策学习效果的必要条件和条件组合情况。研究发现，四种模式均不能作为影响环境政策学习效果的必要条件。在条件组合的解释路径中，社会参与式结合启智引导式和行政推动式是促进我国环境政策有效学习的最优路径；行政推动式是提升我国环境政策学习有效性的最优模式。研究结果显示，竞合模式在实际运作中受政治博弈的影响常局限在技术工具层面的调整，在推动我国环境政策学习有效性方面效果欠佳；社会参与式很难独立发挥作用，需结合其他模式共同推动我国环境政策学习的发展。

**关键词：**政策学习；定性比较分析；环境政策；模式

# 辽宁省自贸区市场取向复合式治理模式研究

人文与社会科学学部公共事业管理 1501 班 李梓阁

指导教师 蔡小慎

我国 12 个省市设立了“自由贸易试验区”，在发展实践中呈现出政府主导治理模式、企业化治理模式和“政府+企业”复合式治理模式三种治理模式。辽宁自贸区现采取政府主导治理模式，职能转变慢、政策供给不足、营商环境差等种种弊端逐渐显露，治理模式转变迫在眉睫。由于治理模式的选择需要与区域环境适配，故辽宁自贸区如何选择恰适的政府治理模式成为亟待解决的问题。

本文参考基于五大发展理念的经济社会发展评价指标体系构建了区域环境评价指标体系，运用加权因子分析法计算指标权重并运用回归法得到区域环境评分公式，计算区域环境得分，评估辽宁自贸区区域环境现状，并与其他自贸区区域环境横向对比，分析区域环境与治理模式之间的联系。根据 12 个省（市）自贸区和 36 个自贸区片区两个层面环境综合得分情况得出，辽宁自贸区应以沈阳片区为牵引首先向“政府+企业”复合式治理模式转变。接着将辽宁自贸区与采用企业化治理模式的典型——上海自贸区进行政策文本分析，运用 LDA 主题挖掘分析模型，对比两者政策主题差异，发现辽宁自贸区在治理模式转变过程中职能转变、政策供给等方面的问题，并提出政府职能由“管理”转型“服务”、金融行业转型实体经济融资服务、建设高效便利的营商环境以及营造良好的法治环境作保障相关对策。

本文认为自贸区政府治理模式的选择要与区域经济社会环境相适应。通过辽宁自贸区区域环境定量分析，以及综合评分阐释其环境发展现状，从而提出辽宁自贸区治理模式有针对性的发展策略。

**关键词：**辽宁省自贸区；复合式治理模式；环境分析；政策文本分析

# 我国主流媒体微博抑郁症报道演变研究 ——以近五年人民网微博报道为例

人文与社会科学学部广播电视学 1501 班 吴星漫

指导教师 刘 萍

随着社会经济的发展，人们生活的压力逐渐增大，越来越多的人受到了情绪病的困扰。而抑郁症作为一种常见的情绪病，霸占了 2017 年世界卫生日的主题。据世界卫生组织预计，抑郁症将在 2030 年升至世界疾病负担的首位，急需采取相应的干预措施。而在抑郁症知识传播、去除抑郁症偏见的过程中，大众媒体起到了不可忽视的作用。其中，网络媒体因其时效性强、渠道广、数据保存完整等特性成为了此健康传播的主力，在此情况下，人民网微博兼具新媒体、主流媒体与党媒三重身份，在报道议题的选取、方向的引导、报道的传播力上，都起着至关重要的作用，所以本文以人民网微博为例，对主流媒体微博抑郁症报道的演变进行研究。

本文利用网络爬虫软件采集人民网微博中包含“抑郁”词条的微博作为样本，依据框架理论，将报道内容按照报道篇幅、报道议题和报道人物的形象等基本新闻要素进行分类编码，利用 SPSS 对编码结果进行分析，从而得出人民网微博抑郁症报道的演变以及内部报道的规律。在此基础上，归纳总结出目前关于抑郁症报道存在着媒体组织对议题不够重视、报道内容质量堪忧、受众参与度低等问题，并从传播组织、传播内容、传播渠道与受众四个角度来为现状提出解决建议，以期能够更加客观、平衡地报道抑郁症相关议题，引导公众正确地认识抑郁症、打破对抑郁症的刻板印象。

**关键词：**主流媒体；抑郁症报道；人民网微博

# “个性化推荐”时代的传播隔离——以知乎话语圈层为例

人文与社会科学学部广播电视学 1501 班 李文瑄

指导教师 楼旭东

“知乎”是当下最热门的社会化问答社区，它通过知识付费、投票机制等运作形式重构传统的社会话语结构，打破原有相对固定的社会圈层结构，赋予了人们新的话语权与知识变现平台，本文核心研究内容为从该平台话语权的再次解构出发，验证话语圈层间传播隔离（隔阂）的存在及其存在样态。

本文核心观点认为，知乎话语结构呈现以核心用户为话语中心，以金字塔模式逐层下沉，而这种固有圈层结合个性化推荐算法技术共同促成了圈层间传播隔阂的加深。

研究方法上，本文以拟态环境理论、马太效应等传播学、社会学有关理论为研究基础，通过定性描述来探求其算法的内在逻辑，探索知乎社区在话语圈层影响下社区生态的演化方向；结合问卷调查数据分析的定量研究，证实低活跃度的用户黏性减少，大部分底层用户话语权下降，传播效果正在减弱的现状。

本文旨在遵循“三级推演”的逻辑模式，模拟“信息茧房”效果，从技术层面揭示知乎现行推荐机制过于简单和大量重复的问题，给出相应的优化机制与解决方案，探索新媒体时代技术进步与社会发展和谐共生的可能性。

关键词：知乎；话语圈层；个性化推荐；话语权

## 现代汉语双宾句的界定及类型研究

人文与社会科学学部汉语言 1501 班 陈立群

指导教师 刘乃仲 徐 今

现代汉语双宾句近几十年在语法学界备受关注。这一句式的界定及分类问题目前在学者之间还没能达成共识。配价语法理论从引入汉语研究至今已经较为成熟，在处理汉语语法问题时有着传统语法不具备的全新角度及优势。本文为双宾句下定义，有利于避免将双宾句与其它相似句式混淆。运用配价语法研究双宾语句式，目的是使双宾句的分类更加清晰简洁，为各类型双宾句的研究提供新思路。

本文的思路是：分析以往研究中学者们对双宾句的界定的优缺点，结合自己观点给双宾句下定义，作为判断一个句子是否是双宾句的标准。同时以此标准区分双宾句与单宾句、宾补结构、兼语句、主谓宾语句和连谓句。运用配价语法理论对动词进行分类，将动词分为零价动词、一价动词、二价动词和三价动词。为避免三价动词与双宾语动词的纠缠，先假设除零价动词外所有动词都能进入双宾句式，再根据双宾句界定标准确定合格的双宾语句式。将合格的双宾语句式根据动词的价类分为三价双宾句、二价双宾句和一价双宾句，分别进行分析论述。

**关键词：双宾句；界定；类型；配价理论**

## 憨山德清《大学》诠释思想研究

人文与社会科学学部哲学 1501 班 季良玉

指导教师 王 磊

憨山德清学贯古今，兼学儒释道三家思想，他用佛学义理对儒家经典《大学》的诠释，不仅对佛学思想进行了更为广泛的传播，也是对儒家经典的创造性解读。

本文从目的论、本体论和方法论三个角度进行解读。憨山德清指出大学之道便是要成为大人，即悟明本体，明明德和亲民就在解释悟明“明德”本体。憨山德清从情绪层面的解脱、智慧层面的全知以及道德层面的至善三个角度诠释了自性本体的内涵。憨山德清认为外物并非真实存在，而是源自于人们的妄想妄念所形成的幻境，他强调要摒弃旧有的见闻认知方式，达到内心的平静安定才能了悟本体。本体之中已经具足一切功德，得见本体便可以实现全知、达到至善的境界，而“至善”在憨山德清看来是一种无善无恶、消除善恶对待的状态。憨山德清将禅宗的顿悟法门引入对大学之道的修养方法中，强调自性本体的自足性和完满性，重新诠释大学之道的修养功夫，侧重对修身部分的解读，并认为“致知”即悟得真知本体是全书核心。

本文将憨山德清与王阳明对《大学》的诠释思想进行对比，体现了晚明儒佛交融的思想特色，从中既可看出晚明佛教儒学化和世俗化的发展特点，也能看出儒学吸收佛教思想的若干尝试。

**关键词：**憨山德清；大学；王阳明

# 框架理论下特朗普形象建构的多模态话语分析

## ——以《奥利佛上周今夜秀》为例

外国语学院英语 1501 班 武俊彤

指导教师 马泽军

本文以深夜脱口秀节目《奥利佛上周今夜秀》为研究对象，选取了从 2016 年到 2018 年节目标题内明确含有关键词“特朗普”的六期节目作为研究材料。运用框架理论从高、中、低三个层次结构对特朗普的媒介形像进行分析，并结合系统功能语法和视觉语法进行多模态话语分析，旨在揭示特朗普的媒介形象在该档脱口秀中的建构过程。

通过高层次的媒体框架分析，研究发现该节目对特朗普的报道主要集中在“谎言与话术”，“外交手腕与国际关系”以及“诉讼缠身”三个主题。该节目坚定地站在了反对特朗普的立场，从多方面表达了对特朗普的负面评价。

在中层次结构分析中，研究发现该节目主要针对报道事件、预期后果和影响进行渲染，并且倾向于直接引用特朗普本人的话语和其他媒体的报道进行口头评论。

在低层次结构分析中，本文选取了六期视频中最具影响力的一期名为“唐纳德·特朗普”的视频作为分析材料，从语言和视觉模态切入，进一步解析了特朗普的媒介形象并揭示了多模态话语在传播过程中的独特优势。

本文对《奥利佛上周今夜秀》所呈现的特朗普形象进行了较为系统的研究。有望对我国今后对外传播的多模态话语实践提供参考，以便我们更科学、更精准地组织多模态话语，更有效地增强传播效果。

**关键词：**框架理论；多模态话语分析；媒介形象

## 消费社会的乌托邦建构—詹明信的科幻小说阐释

外国语学院英语 1501 班 海 晗

指导教师 隋晓荻

弗雷德里克·詹明信是当代重要的西方马克思主义文学批评家和文化理论家，他的文学理论对世界的文学理论发展有着重要的影响。目前，国内外学者多聚焦于乌托邦与阐释学和乌托邦与科幻小说等领域。然而，将詹明信消费社会研究与乌托邦研究进行关联的研究相对较少。为此，本研究试图在关联詹明信的消费社会与乌托邦两个维度的框架下，对他的科幻小说批评展开研究，目的是构建詹明信的科幻小说批评系统。

本论文由引言、主体、结论三部分构成。引言包括文献综述、研究问题、方法论和论文构架。其方法论部分着重陈述了鲍德里亚的消费理论作为理论基础的根据。本文的第一章以詹明信对科幻小说《尤比克》的阐释为研究对象，主要在符号消费层面中，探讨了金融符号与科幻小说之间的关系。第二章本文分别选择科幻小说《黑暗的左手》和反乌托邦小说《美丽新世界》为研究对象，主要研究性别消费层面中，性别差异的淡化既会带来女性主义也会带来人类个性的磨灭；第三章以詹明信对反乌托邦小说《一九八四》的阐释为研究对象，主要研究在文化消费层面，大众媒体带来不是进步而是倒退。本文在结论中指出，詹明信的科幻小说阐释构成了他的科幻小说批评系统。该系统是在消费社会的符号、性别和文化三个维度上构建起来的，其基础是从鲍德里亚的消费社会理论发展而来的、以乌托邦建构为目的的消费社会观。

**关键词：**詹明信；乌托邦；科幻小说；消费社会；鲍德里亚

## 认知语境视角下记者招待会的译员主体性研究

外国语学院翻译 1501 班 王春雨

指导教师 马建军

译员在口译活动中是交际的参与方，通过对话语的加工从而影响着交际活动的成败。本文将围绕译员主体性，集中探讨以下问题：（1）在政治语篇中译员是否有主体性？（2）译员发挥主体性的原因是什么？本文从认知语境理论出发，以政治语篇为例，以 2017 和 2018 年总理记者招待会中增译的译语句为研究对象，从词汇和句法层面分析增译现象。本文采用基于语料库分析的研究方法，根据自建句对齐平行语料库对增译现象进行分析，发现译员在词汇层面使用明晰化词语，人称代词，程度词，形容词和情态动词进行增译；在句法层面使用定语从句和解释性陈述句进行增译。

本文随后运用认知语境理论对不同层面的增译进行案例分析。通过归纳，本文认为译员体现其主体性的原因有二：语境补缺和语用充实。语境补缺是为了弥补说话人在即席说话中的信息空缺以及补充说话人所隐含的交际信息。语用充实则是为了解决交际双方因涉身体验，身份，地位，文化习俗等而产生的差异，从而必须选择适当的表达方式。本文认为，在政治语篇中译员充分体现了其在交际活动中的主体地位。在增译过程中，译员不断对双方的假设进行顺应，调整和重新构建，从而正确传达总理的交际意图，减弱听众的推理努力，获得更强的关联效果。

**关键词：译员主体性；认知语境；记者招待会；增译现象**

## 中国日语学习者日语诗歌学习情况探究

外国语学院日语 1501 班 刘晓旭

指导教师 穆 红

日语诗歌因其独特的韵律、遣词规律成为了汉字文化圈语言文化和文学中及其重要的组成部分。本研究针对中国日语学习者当下的日语诗歌学习情况进行调查与研究。分析探讨现今日语学习者对日语诗歌的学习、掌握情况以及学习意愿，旨在对今后的外语诗歌学习提供可参考的知见。

本研究以中国日语学习者（十余所高校日语专业学生共 124 人）为对象，调查学习者从各种渠道接触到日语诗歌的情况、对日语诗歌的理解与印象、对诗歌学习的看法和意见，并分析学习者所创作的日语诗歌在情感、叙事等表达方面的特点和情况。

经过调查分析，大部分学习者通过各种渠道对诗歌形成了一定的了解，近五成学习者有过自创日语诗歌的尝试，且已经可以创作出较为成型的诗歌。对于日语诗歌的学习，学习者主要认为现今的教学体系中缺乏对诗歌教育的教学标准规定，导致学习内容较无体系。七成以上学习者对诗歌抱有一定兴趣并希望能在未来学到相关知识，希望诗歌教学能够得到体系化的完善。也有较多学习者认为诗歌应作为选修，开设独立兴趣课程，更精细、全面地给感兴趣的学习者提供学习资源。

**关键词：**日语诗歌；日语学习；诗歌写作；诗歌指导

# 基于局部搜索技术的大规模 VRP 问题求解

软件学院网络工程 1504 班 杨婧雯

指导教师 韩 鑫

车辆路径问题（Vehicle Routing Problem, VRP）在许多分布式管理系统中具有广泛的应用，而时间窗约束的出现使得该问题变得更加复杂。本文关注于带有时间窗约束的车辆路径问题，目标函数是分层的，包括最小化路径集中路径的数目，所有路径的总长度，以及所有路径的总持续时间。

解决带有时间窗约束的车辆路径问题的方法大致可以分为三类：精确算法，启发式算法和元启发式算法。由于带有时间窗约束的车辆路径问题本身所固有的复杂性，虽然精确算法解决该问题时可以确保能够获得最优解，但是它只能解决规模比较小的这类问题。而启发式算法和元启发式算法虽然不能保证一定能获得该类问题的最优解，但是可以获得非常接近最优解的一个解，并且能够解决规模很大的问题。因此，本文主要关注启发式算法和元启发式算法。

本文采用了两段式的启发式算法对该问题进行求解：在第一个阶段，本文采用了节省启发式算法和插入启发式算法这两种常用的路径构建算法构造初始解决方案；在第二个阶段，将局部搜索技术应用于模拟退火算法和禁忌搜索算法这两种元启发式算法中对初始解决方案进行改进。另外，本文采用 Solomon 公开数据集对这些算法进行测试，分析比较了各方法的优缺点。

**关键词：车辆路径问题；时间窗约束；局部搜索；模拟退火；禁忌搜索**

# 楼宇平面图编辑器

软件学院软件工程（日语强化）1505 班 陈宗豪

指导教师 姜国海

楼盘字典是链家不动产基础数据的采集和管理系统，数据范畴涉及楼盘结构、属性字段、周边配套、户型图、实体图片以及各项之间的关系数据等。自 2008 年链家网成立以来，楼盘字典作为链家网“真房源”服务的根基，是大数据房屋画像的核心，承载着今日乃至将来作为房地产链数据基础设施的期望，将统一数据沟通语言，降低公司或系统间数据交互成本、提升效率。

十多年来作为基础数据服务的楼盘字典没有任何产出能力，海量的数据的价值没有被发掘出来。为了充分利用这些数据，找到一款高效的数据采集工具变得迫切。目前市面上有诸多如酷家乐、kozikaza 等优秀的户型图编辑 App，功能多样齐全，但因为都是闭源的商业软件，很多功能点不满足公司需求但又无法扩展，使得开发一款公司内部使用的平面图编辑器变得尤为重要。

楼宇平面图编辑器基于 Web 平台开发，使用 React.JS 框架，在不依赖后端服务的前提下已具有完整的系统功能，可作为渐进式 WebAPP 供用户使用。在功能上接近传统的矢量图编辑器，在集成了位图编辑功能之外，为楼栋的剖面图绘制业务做了特化，并提供丰富的快捷键和相应教程供用户使用。本文从软件工程周期的各阶段详细介绍了楼宇平面图编辑器的实现过程，并通过多个实例验证了该软件的有效性。

**关键词：**数据采集；矢量图设计；WebAPP；React.js

# 物体运动姿态监测系统的设计与实现

软件学院软件工程（英语强化）1513 班 楚子豪

指导教师 林 驰

目前的物流行业中，经常出现由于货物运送时的姿态摆放不正确（货物歪放、倒放等），导致货物在运输过程中出现破损、毁坏（如冰箱、电视、电脑主机等），给发货方、物流公司、收货人都带来经济、时间的损失。

本文实现了一种物体运动姿态监测系统，能够监测货物运输时的空间姿态，以及空间运动轨迹，并且在货物发生大幅度倾斜、倒置时对物流人员进行提醒，从而降低各方面的损失。将惯性测量单元（IMU）以及 RFID 标签固定在货物上，通过对于 IMU（加速度计、磁场计、陀螺仪）数据的分析得出货物的空间姿态，并对加速度进行二次积分得出物体位移，同时，利用 RFID 定位技术得出货物的绝对位置并对 IMU 得出的位置进行校正，从而消除加速度的误差累积并得出更为精确的位置。对比当前货物姿态与初始货物姿态，发现货物倾斜一定程度后，提示物流人员对货物进行检查以防止货物损坏。

系统可以实时的检测货物运动状态并将其可视化显示，通过与真实值的比较得出，系统测得的定位精度可达 15cm，姿态倾角误差在  $5^\circ$  以内，相对于货物的体型，该精度可以较好地检测其运动状态，满足物流运输需求。

**关键词：**物流；IMU；RFID；空间姿态；定位

## 基于深度学习的检索式对话模型研究

软件学院软件工程 1511 班 冯家展

指导教师 刘 宇

目前，市面上涌现了一大批优秀的聊天机器人，如苹果 Siri 或微软小冰，其核心是一个检索式对话系统。随着近年来人工智能的不断发展，主流的检索式对话模型的方法转变为基于深度学习的方法。因而本文研究了基于深度学习的检索式对话模型，其核心关注点在于如何更好地学习一个多轮对话上下文-回复匹配模型。研究者不但需要去设计复杂的对话模型架构，还需要思考如何从自动构建的对话数据集中更好地学习现有的匹配模型，然而目前的文献对后者的研究却没有那么深入。

为了从含有噪声的训练数据中学习一个鲁棒的匹配模型，本文提出了一个通用的“共同教学”学习框架，其中包括三个具体的动态教学策略，涵盖了利用动态损失函数进行教学和利用动态数据课程进行教学两个思路。在该框架下，两个对偶的匹配模型使用各自独立的训练集同时进行学习。在每次迭代过程中，一个模型将从其训练集中学到的“知识”传递给另一个模型，同时从另一个模型接收关于如何克服训练集中噪声数据的影响的“指导”。通过同时兼任“教师”和“学生”两个角色，两个对偶模型相互学习，共同提升各自性能。

本文在两个公开的数据集上进行测试，其结果表明，“共同教学”的学习方法可以显著地提升现有匹配模型的性能。在豆瓣数据集上，使用 SMN 作为匹配模型时，最好的策略可以将原始模型的 P@1 提升 2.8 个百分点；使用 DAM 作为匹配模型时，最好的策略可以提升 2.5 个百分点。在 ECD 数据集上，使用 SMN 作为匹配模型时，最好的策略可以提升 2.4 个百分点；在 DAM 匹配模型上，最好的策略可以提升 3.2 个百分点。

**关键词：**检索式对话模型；匹配模型；深度神经网络

# 基于深度学习的舆情分析系统设计与实现

软件学院软件工程（日语强化）1504 班 贺王卜

指导教师 丁 锋

随着移动互联网和大数据时代的到来，网络用户在不断向互联网贡献数据的同时，每天也可以从互联网中获取到大量的数据。除了描述客观事实的文本信息，也同样存在着蕴含用户的主观意识、情感态度的信息。全面、及时、有效地获取到这些信息并对这些信息进行深入挖掘，进行舆情分析，可以对网络舆情监控，潜在问题预测以及产品战略制定等各方面提供决策依据。

本文针对中文文本进行舆情分析研究，完成情感分析的任务。目前情感分析的研究通常是将目标对象划分为积极与消极两个分类，但由于人类的情感是丰富多样的，所以本文在研究情感二分类的基础上，同样完成了情感多分类的研究。

本文训练深度神经网络，使用深度学习完成情感分析。与传统的自然语言处理方法不同，深度学习自主选择特征，不需要人工干预，在文本分类任务中通常有更好的表现。本文提出了一种 CNN-BiLSTM 深度神经网络，并对不同的深度学习模型进行了实验，实验表明本文所提出的模型拥有更好的表现。

本文基于深度学习模型，设计并实现了舆情分析系统。系统可以分析已有数据，也可以实时地从网络上爬取数据进行分析，可以很好的完成从最开始的数据提取到最终的分析结果展示的任务。

**关键词：深度学习；舆情分析；情感分类；情感分析**

# 针对基于深度学习的 3D 重建模型的攻击

软件学院网络工程 1504 班 黄宇凡

指导教师 王 雷

深度神经网络在攻击者精心制作的用来误导模型的对抗样本面前十分脆弱。在 2D 图像和卷积神经网络相关的场景下，对抗样本已经有了很多的研究，但在 3D 场景下相应的对抗样本的研究还较少。由于在自动驾驶、增强现实等场景下有广泛的应用，3D 重建是一个经典的计算机视觉问题，长久以来受到了研究者不断地关注。随着深度学习的兴起，越来越多基于深度学习方法的三维重建模型出现。

本文旨在研究针对基于深度学习的三维重建模型的对抗样本的生成。本文探究的重建类别是基于单图像的三维重建模型。本文选取的被攻击模型是 PointSetGeneration，是一个著名的点云格式的基于深度学习的 3D 重建模型。本文采取的攻击类别是测试时的白盒攻击，通过对抗本来误导模型。我们修改经典的 2D 对抗样本的基于优化的生成方法，结合 PointSetGeneration 的模型特点，分别提出了对于该模型的无目标和有目标的对抗样本生成方法。我们选取了经典的 3D 数据集 ShapeNet 的 13 个子类，在每个子类上选取了 32 个样本，分析了两种攻击方式的有效性，发现了在这个数据集上取得了不错的效果。

**关键词：三维重建；深度学习；对抗样本**

# 智能低压 UPS 系统的设计与实现

软件学院软件工程 1504 班 李丁义

指导教师 朱 明

近几年来，随着物联网技术的逐渐成熟，越来越多的家用以及商用电器设备趋于小型化和智能化。而由于市电的不稳定或者某些特殊环境的需求，某些设备要求需要不间断电源（UPS）供应，因此 UPS 的存在显得十分必要。但随着电器设备的低压化，传统 UPS 为某些设备提供服务时显得臃肿和过时，因此需要提供一种新颖的 UPS 解决方案，在高效率，智能化等方面提供改善。

本文设计并实现了一款智能低压 UPS（下文称 SLVUPS），摒弃传统 UPS 的电压控制模式，引入高效的 DC-DC（直流-直流）拓扑变换，直接提供电器设备的终端电压，使用蓝牙控制方式，提供对系统的配置和监控。系统适配多种电池电芯（Cell chemistry）和多种电压，提高了使用的灵活性，精心设计的电池充电算法提供了对电池的保护以及寿命的改善，精密传感器以及积分功率测量算法提供了对电器的监控，DC-DC 变换的采用显著提高能量转换效率，硬件和软件的特别设计降低了静态功耗，延长了使用时间。SLVUPS 使用 STM32L0 作为主控芯片，负责算法和逻辑的实现，BQ24780S 作为电池电源管理芯片，LM5175 和 LM73606 作为电压转换芯片，适配多种接入电压的用电器。

该 UPS 具有低功耗，体积小，能量转换效率高等优势，已经投入实际应用，并在比赛中获奖，其特有的电压转换方式和灵活的管理方式，是 UPS 领域的一次成功实践与应用。

**关键词：**不间断电源；智能家居；DC-DC 变换；高效率

# 基于 ORB-SLAM2 的实时大规模三维场景重建

软件学院数字媒体技术 1501 班 刘嘉敏

指导教师 李豪杰

近些年来，随着自动驾驶、增强现实、机器人导航等应用的快速发展，实时大规模三维场景重建也得到更多关注。三维场景重建问题中，需要对相机的运动进行估计。我们可以利用同步定位与地图构建（Simultaneous Localization and Mapping, SLAM）的方法将相机传送的数据，不断优化得到相机的运动，同时将场景地图构建出来。其中，一些侧重定位功能上的 SLAM 系统，往往会弱化建图上的效果，构建的稀疏地图只能满足定位的需求，而无法提供人机交互、导航、避障等功能。为了解决此问题，本文的工作实现了一种更为稠密的地图。

本文设计了一个基于 RGB-D 相机的稠密地图构建方法，将基于使用特征点法的 ORB-SLAM2 系统，在系统中加入构建稠密点云地图的功能。本文将以 RGB-D 深度相机采集的彩色图和深度图作为输入，使用 PCL 点云库，将深度图中每一个像素转为点云。当系统开始运行时，构建一个单独显示稠密地图的线程，实时更新最新的地图。当追踪线程确定一帧为关键帧时，我们将该帧加入到点云库内。而当闭环线程检测出回环并修正之后，因为会优化当前帧和其相连共视帧的位姿，以及冗余关键帧的剔除，更新点云，精确点云信息。除显示地图外，程序再加入地图保存功能，使之能离线观察地图。

最后，本文通过数据集与真实场景的测试，验证了本文工作的实时性和有效性，能多角度观察场景细节，为三维场景理解、避障、以及交互提供了基础。

**关键词：**ORB-SLAM2；稠密点云地图；PCL 点云库；RGB-D 相机

## 基于深度学习的异常聚集检测

软件学院网络工程 1503 班 刘晓腾

指导教师 孔祥杰

城市化进程的深入使市区人口数量大幅增长，给城市的管理和规划带来了严峻的挑战。在安全管理方面，火车站、中心街区等公共场所的人流量显著增多，增大了肢体冲突、拥挤踩踏等异常事件发生的概率。虽然“天网监控”摄像系统极大提升了我国公共场所的摄像覆盖率，但由于监控视频数据量大，大部分的监控视频只能保存用于后期查证，不能及时发现异常情况。

近年来，深度学习框架被成功地应用到各种各样的计算机视觉任务中，例如视频、图像分类、目标检测和动作识别，并取得了不俗的表现。同时，智能监控发展迅速，亟需优秀的深度学习算法的协同。然而，在视频识别任务中，深度学习模型往往由于过于复杂和庞大而在处理速度上表现不佳。因此，如何将深度学习模型进行优化使其能够应用到实时监控的异常检测中具有重要的现实意义。

针对以上问题，本文将异常聚集场景划分为稠密聚集场景和稀疏聚集场景，分别构建神经网络模型。在稠密聚集场景中，人群重合度高，不容易进行细致的分体分析，因此进行人类识别与统计，发现异常情况以便及时进行预警；在稀疏聚集场景中，首先设计了一个端到端的网络模型，实现对视频序列自动特征提取，用于街道等场景的异常检测。然后使用神经网络获取人类骨骼关键点并进行人群冲突检测。本文使用多个公开数据集训练和测试，提出的方法精度较高，并能保证检测实时性。

**关键词：深度学习；异常检测；骨架识别**

## WSNs 中路由协议的仿真实现与性能分析

软件学院数字媒体技术 1502 班 叶 静

指导教师 韩光洁

众所周知，身处二十一世纪的我们俨然已经走进了高速发展的互联网时代，而作为该时代最为基础的信息获取技术——传感器技术，也在突飞猛进的发展。2001 年 6 月美国国防预先研究计划局（DARPA）率先走在了无线传感器网络研究的前列，当时这项技术主要用于军方。随着研究的深入，越来越多的科学工作者加入了这一领域，不断开拓这片新大陆。国内许多学者也陆续从网络体系结构、路由算法研究、安全技术等各个角度对其进行深入的研究。

其中路由算法就是一个极具挑战性的研究课题。由于传感器节点的电池功率有限性和难补充性，提出能够提高传感器网络能效的路由协议成为这一课题的瓶颈问题。目前，已经有许多无线传感器网络路由协议被提出，也有许多种分类方法来划分这些协议。其中根据网络拓扑结构分类，可以将这些路由协议划分为平面路由协议和层次路由协议。在平面路由协议中，具有代表性的就是 Flooding、Gossiping、SPIN 和 DD。在层次路由协议中，具有代表性的则有 LEACH、PEGASIS、TEEN 等等。

本文分别选择了平面路由协议中的 SPIN 协议、层次路由协议中的 LEACH、PEGASIS 协议、基于 LEACH 和 PEGASIS 的簇头成链算法、分区域的 PEGASIS 算法进行研究，将这五种协议算法在不同的环境中仿真，对比分析他们的性能优劣，总结出其适于应用的环境。

**关键词：**无线传感器网络；平面路由协议；层次路由协议

# WIFI 水下鱼群感知系统的设计与实现

软件学院软件工程（英语强化）1510 班 王慨

指导教师 林 驰

目前，池塘养殖在我国渔业养殖占重要比重，但由于我国在池塘养殖方面缺乏在线监控技术，在鱼类的喂养、看护及打捞等方面存在较大问题，如何低成本知道这一片水域的鱼群数量，则是值得密切关注的问题。

WIFI 作为一种无源感知应用最理想的信号，具有强普适性并随处可见。但目前针对 WIFI 信号的使用还仅限于高速数据传输，对其物理层的特性的挖掘还远远不够。WIFI 信号传输的过程可用信道状态信息(Channel State Information, CSI) 来描述，它记录了信号在每条传输路径上的衰弱因子，其中蕴含了诸如散射、水下环境衰弱、距离衰减等信息。然而受水下环境因素影响，经多径传播的 WIFI 信号急剧衰减，且夹杂了大量噪音，因此 WIFI 无源感知在水下的应用一直没有得到发展。

本文实现一种利用水下 WIFI 来进行鱼群数量感知的系统，克服了 WIFI 信号在水下由于介质损耗导致的大量噪音问题，通过特殊的鱼类运动建模来巧妙地从中获取鱼群数量信息。因此本文证明了在水下环境中也能进行 WIFI 无源感知的应用。只需深度解读 WIFI CSI 数据，就可挖掘出信号中隐含的环境信息，为水下无源感知技术的研究提供了一种新的思路。

**关键词：**无源感知技术；水下无源感知技术；WIFI 鱼群计数

## 基于度量的代码异味检测研究

软件学院软件工程（日语强化）1503 班 肖唯译乔

指导教师 江 贺

由于开发人员的开发习惯、开发经验、开发环境等原因，在编写代码的过程中可能会为了实现需求的功能而忽略了编码工作中需要注意的代码结构性问题，导致代码出现可重用性问题。问题的日积月累就会导致代码异味的出现，而代码异味会引得软件项目变得难以维护，质量下降，给维护人员和后期开发造成困扰，以提高维护的成本和时间精力。

代码异味的出现难以避免，要消除代码异味就需要对软件系统进行重构，重构的首要步骤就是对系统进行代码异味检测工作。目前已经有一些研究基于度量对代码异味进行检测研究，机器学习就是其中的一部分。但是使用机器学习算法进行的研究为数不多，于是本次研究进行了如下工作：

本次实验选用了四个软件系统，对两种代码异味（Data Class、Blob）实现了五种机器学习算法检测研究。在实验中，根据每种系统和代码异味种类建立了各自的数据集，并对每个数据集利用机器学习算法检测得出结果。实验过程中发现，大多数算法在交叉验证数据集中都获得了较好的性能和结果，其中 J48、JRip 表现较为优异，随机森林较为良好，而贝叶斯网络、支持向量机性能较差。

**关键词：代码异味；机器学习；度量标准**

# 基于序列生成式网络的代码注释生成系统

软件学院数字媒体技术 1502 班 严倩羽

指导教师 叶昕辰

一般地，软件开发生命周期包括计划、开发、运行维护三个时期。在代码维护过程中，开发者经常需要理解现有代码或第三方库。高质量的代码注释对开发者的代码理解过程有很大的帮助，可以有效节约代码维护成本。而在实际工程中，开发者经常忽视注释的使用。有研究证明，大量开源代码中的注释和代码方法数量比例不协调，而人工维护补充代码注释的成本高，所以代码注释的自动生成有着重要的意义。

注释可以理解为代码的自然语言描述。而注释和代码之间存在着语义上的差别。针对特定代码的注释自动生成需要一定桥接来处理这种语义差别。本文将注释生成问题看作是机器翻译问题，针对开源代码的结构信息和文本信息，利用循环神经网络中的 Seq2Seq 翻译模型缩小代码和注释间语义的差距，获得对代码的理解，并用于代码注释的自动生成。同时利用注意力机制获得代码信息和注释的潜在关系，通过对注意力矩阵进行可视化分析，揭示注释与源代码之间结构和文本上的对应关系。本文对所提出的方法进行实现并针对 Java 代码设计了相关实验，进行了实验评估，并根据对比实验的可视化结果分析文本信息与结构信息与生成的注释的关系。实验表明，单纯的代码符号流信息在定量分析中表现最优，而引入结构信息可以得到更多元的注释表示。同时可视化实验结果表明，当结构信息和文本信息均存在时，神经网络会更注重结构信息。

**关键词：**代码理解；注释生成；翻译模型

## 四面体及六面体网格生成软件平台

软件学院网络工程 1503 班 谢 魁

指导教师 郑晓朋

随着计算机图形学的快速发展，网格生成技术已经广泛应用于各行各业的实际应用中。网格生成的方法三角形、四面体的生成算法已经相对成熟并能生成质量好、精度高的网格，但是随着各种模型变得复杂，就需要精度更高的网格生成算法，所以当前网格生成方法研究的重点就是四边形网格和六面体网格的生成。本文中对各种网格的生成算法进行了简单的介绍和对比。

本文的主要内容不是对网格生成算法的研究和设计，而是通过将现有的点、线、面、体数据文件进行读取之后，获取文件中网格模型的信息，然后使用 Qt+vs2015 设计程序实现各种网格的界面展示，并实现网格展示的一些操作如旋转、平移、放大缩小；实现各种显示模式的切换，如平面、光滑面、线框模式，四面体、六面体实现 XYZ 坐标轴切面模式，沿坐标轴调整模型切面显示体内部的网格组成；实现选择模式，查找网格中相应的点、线、面、体信息。

本文除了通过读取文件展示网格，还研究了三角形转化为四边形、四面体转化为六面体的算法，也是四边形和六面体生成算法中的相对简单易实现的算法——间接生成法。四边形的转化算法中，通过研究对比几种间接方法的优劣后设计了改进后的间接生成法并用代码实现；六面体直接通过四面体分解法实现。

**关键词：四边形/六面体；三角形/四面体；网格生成**

## 基于可视化编程的物端运行时系统研究

软件学院软件工程 1508 班 李煜峰

指导教师 陆 坤

近年来物联网已经渗透到了生产生活的方方面面，但在物端即物联网边缘设备数量飞速增长的同时，物联网软件的发展却不容乐观。由于物联网边缘设备异构性强和资源受限的特点，物联网软件往往存在开发效率低下、维护困难和安全性差等问题。工业界和学术界针对这些问题进行了大量的研究。在众多研究当中，通过轻量级运行时环境来抽象物联网设备复杂硬件的方案则被认为是最有潜力的一种。

本文针对物端运行时系统进行研究，设计并实现了基于可视化编程的物端运行时系统 FunScript，该系统允许开发者使用可视化编程或者 JavaScript 语言对物联网边缘设备进行应用开发，除此之外该系统还包括安全和可迁移函数两个特色模块。安全模块对代码段使用 MD5 信息摘要算法进行一致性验证，在大多物联网边缘设备没有内存管理单元的情况下，该模块能够提高物端程序的安全性。可迁移函数将物端、网关和云端的计算能力以一组统一的函数接口形式提供给开发者，开发者则只关心自身程序的逻辑，无需关心函数具体运行载体。

FunScript 运行时系统在物联网应用程序越来越复杂的现状下，能有效降低开发门槛，提升开发效率和程序安全性。

**关键词：运行时系统；可视化编程；物端安全；可迁移函数**

## 基于 BiLSTM-CRF 的细菌实体名识别研究

软件学院软件工程日语强化 1503 班 郑 翔宇

指导教师 徐 博

命名实体识别 (Named Entity Recognition, NER) 是指识别文本中具有特定意义的实体, 主要包括人名、地名、机构名、专有名词等, 属于文本挖掘的一个子任务。细菌命名实体识别就是为了识别出大量医学文献中的细菌实体名, 为生物医学专家抽取有价值信息, 作进一步研究打下基础。

实现命名实体识别的方法主要基于词典, 规则或者利用机器学习或者深度学习等技术。其中, 基于深度学习的方法将命名实体识别任务当成一个序列标注问题, 将每个单词都标上所对应的标签。深度学习的优点在于可以自动抽取特征, 同时具有优秀的泛化能力。

本文提出了一种基于 BiLSTM-CRF 的模型, 首先对背景意义等进行了介绍, 之后详细描述了该模型算法的过程。利用 BiLSTM 将文本编码为字符级别表示, 将 BERT 产生的词级别表示与之拼接生成词向量, 再使用一层 BiLSTM 将其编码为上下文级别表示, 然后使用条件随机场对序列进行解析后, 对文本进行序列标注。并在模型中加入早停法 (Early Stopping) 和随机丢弃 (Dropout) 技术来防止模型产生过拟合。最后做对比实验来分析特征和特征抽取器在该模型中的作用。该模型在 Bac-NER corpus1.0 上取得了 F 值 90.42 的性能。

**关键词:** 双向长短期神经网络; 条件随机场; 细菌命名实体识别

## 数据共享和交易平台的设计与实现

软件学院软件工程（英语强化）1508 班 崔芳宇

指导教师 高 静

随着跨学科研究的不断发展，交叉学科不断出现，不同领域之间的数据信息交流变得尤为重要。因此设计出一个适用于不同研究领域的数据共享平台有助于学科之间的交流，一定程度上推动交叉学科的发展。

本文通过对现有数据共享交易平台的研究，结合了专业技术人员对此类平台的看法，首先分析了数据共享交易平台建设的背景、国内外发展现状和发展方向。紧接着介绍了平台开发使用的关键技术、架构和开发模式。随后利用用例图对系统进行了需求分析，形象定义了目标系统的功能需求。然后，利用流程图、功能结构图等进行了详细的 UML 建模设计。最后在系统实现部分介绍了各个功能模块是如何实现的，并利用时序图和关键代码进行说明，并为各个模块设计出合理的测试用例，然后进行测试保证功能正常运行。

该数据共享交易平台由游客、普通用户和管理员三种角色构成。系统分为前台管理和后台管理两部分。其中前台部分主要有数据浏览，数据共享，数据交易，注册登录，用户信息管理等功能；后台部分主要有分类管理，数据管理等功能。

本平台采用 Java 语言开发，IDE（集成开发环境）选用了 J2EE 版本的 Eclipse。数据存储采用 MySQL 数据库，图形化管理工具为 Navicat Premium。该系统利用 Web MVC 模式进行开发，并采用积分制的 C2C 的交易模式进行交易实现。系统界面利用了 JSP 技术进行开发，界面样式则主要利用 Bootstrap 框架进行布局，并在 Tomcat7 服务器上运行。

**关键词：**数据共享；B/S 结构；J2EE

## 基于循环生成对抗网络的单目深度估计

软件学院网络工程 1503 班 张嘉奥

指导教师 刘日升

深度估计是目前计算机视觉的一个热门的研究方向，在三维重建与自动驾驶等领域有着重要的研究意义。它通过对彩色图像进行处理，将只有 2D 信息的彩色图像的 3D 场景信息还原出来。

基于无监督的深度估计包含单目深度估计和基于立体视觉的双目深度估计两个子问题。单目深度估计就是通过一张图片来获得图片的深度信息。双目深度估计方法同时输入左图和右图，利用两张图片的差异来获取两张图片的视差信息，进而将视差信息转换为深度信息。

本文基于现有的基于双目的循环生成对抗网络的深度估计算法，通过引入边缘感知网络结构，并使用无监督单目深度策略，保留原有的循环生成对抗策略，构建一个全新的基于循环生成对抗网络的单目深度估计神经网络模型。该网络通过在 KITTI 无人驾驶数据集上进行训练，并在 KITTI 测试集上进行测试，取得了比原来基于立体视觉的双目深度估计方法更好的性能，并超过了目前大多数基于深度学习的单目深度估计算法。此外，本文还将很多性能优越的方法策略加入到本文的循环生成对抗网络模型当中，并对它们对性能的提升做出详细分析。

**关键词：**单目深度估计；循环生成对抗网络；边缘感知网络

## 基于遗传算法的正则表达式生成

软件学院软件工程 1503 班 范晓飞

指导教师 任志磊

正则表达式是一种字符串匹配模式，可以用于匹配数据流中符合条件的字符串，在字符串搜索替换任务中应用广泛。由于它可以高效快速的提取目标文本，所以近些年来在文本提取、网络爬虫以及日志分析等领域都有着出色的表现。也正是因此，如何从给定示例中准确地生成正则表达式成为了一个较为棘手的问题。

本文中使用的方法是根据期望提取生成正则表达式，使用基础的标签组成正则表达式。使用遗传算法搜索解空间时，将正则表达式编码为树状结构，并且通过期望提取构建初始种群。基于使用的标签建立了一个可理解性的模型，作为适应度调节时的一个优化目标。另外还考虑了提取结果在期望提取上的精度以及字符级别的匹配率。通过个体间的支配关系找到优良的个体，并且通过交叉、变异生成新一代的种群。

在本文的最后使用了公开的数据集对该方法进行了测试。生成的正则表达式在精度、匹配正确率以及可理解性上都有较好的表现，但是生成需要的时间比较长。还使用了基于距离的评价方法对算法进行了收敛性分析，并对帕累托前沿面进行了可视化。除此之外还讨论了遗传搜索中的种群大小、交叉率和变异率的影响。

**关键词：正则表达式；可理解性；多目标遗传算法**

## 三维人脸表情识别

国际信息与软件学院软件工程 1501 班 刘一希

指导教师 雷 娜

随着当前社会的不断发展和更新，计算机技术相关联学科发展愈发迅猛。如人工智能，机器学习等学科异常火热。科技的进步使得整个社会的自动化程度都在不断提高。

人类对人与人之间的沟通不满足，他们希望与计算机有更好的互动。假如能够使计算机具有理解人类情感并且去表达情感的能力，那么这项技术将从根本上改变人与计算机之间冰冷的隔阂，从而使得计算机能够更好地为人类服务。因此，近年来对面部表情识别的探索一直很热门。

面部表情识别一般分为三个步骤：

- (1) 图像数据预处理
- (2) 提取面部特征点
- (3) 识别表情

在我们本次论文中，首先进行三维人脸预处理，使用的人脸数据为三角网格数据。进行了平滑，去噪，姿态矫正，不对称人脸修补等。以此方式，获得标准化的三角网格人脸来进行下一步操作。

在特征提取过程中，本文首先使用调和映射方法将三维人脸网格数据降维至二维正方形图像。然后使用 Dlib 库对二维图像执行特征点提取。

我们选择使用 Resnet18 层神经网络进行基于神经网络的面部表情识别。表情识别的准确率 82.47%，并进行了各数据库的对比实验。证明了特征提取及其识别面部表情的算法是准确的。

**关键词：**调和映射；Resnet 18 层神经网络；三维人脸表情识别

# 基于生成对抗网络的水下图像恢复系统的设计与实现

国际信息与软件学院软件工程 1504 班 赵 铎

指导教师 薛昕惟

近几年来，世界对海洋探索的热度逐步增加，海洋中有丰富的生物、能源、油气资源等，因此探索海洋对于当今社会有重要的价值与意义。与此同时，得益于海洋探索需求的增加，水下机器人发展越来越快，例如遥控无人潜水器和自主式水下航行器都会代替潜水员执行许多任务。这些机器人依靠声音，加速度和视觉传感器等进行智能决策。由于视觉传感器拥有高信息含量，是一种很稳定的感知方式，特别是在较浅深度。因此使用相机来执行任务是很流行的一个方案。

水下环境采集图像会遇到低能见度、低对比度、颜色失真等问题。主要原因有二：一是不同波长的光在水介质中传递时衰减程度不同，红光衰减程度最高而蓝紫光最低，致使图像偏蓝绿色，色彩失衡。二是由于水中杂质的吸收和散射，如悬浮颗粒和浮游生物等，使得光在传回视觉传感器后成雾状模糊。针对以上问题，本文提出了一种利用生成对抗网络（GAN）提高水下场景质量的方法。对于任何视觉引导的水下机器人，这种改进都可以强化的视觉感知能力，从而提高安全性和可靠性。之后，我们通过定性比较和定量分析，证明所提出的方法能矫正水下失真的图像。最后制作一个水下图像增强系统的简介图形界面。

**关键词：**水下图像增强；颜色校正；生成对抗网络

## 商标惩罚性赔偿制度研究

盘锦校区知识产权 1502 班 王佳柔

指导教师 陶鑫良

尽管商标侵权惩罚性赔偿制度引入已几年有余，在司法实践层面却未得到广泛适用，商标惩罚性赔偿面临主张量少，适用率低，裁判结果缺乏公信力等现实问题，商标法定赔偿的泛化适用更是使得其形同虚设。

中国飞速发展的市场竞争环境对市场主体商标的保护提出了更高的要求。现今商标侵权案件中面临的两大难题——即侵权成本小于侵权收益和救济成本大于救济收益。为实现效益最大化和利益平衡两大价值目标，在明确商标惩罚性赔偿制度的民事责任属性的基础上，发挥其补偿、惩罚、威慑、预防及激励功能，利用“成本—收益”分析理论，提高商标侵权人的违法侵权成本，即提高商标的损害赔偿数额以及商标侵权人承担侵权责任的概率。

在具体的制度设计上，“恶意”的认定遵循故意说，并利用客观化表达予以证成。其次，坚持倍率计算的模式，突破计算基数的顺位限制，限制商标惩罚性赔偿的倍数范围。再次，进一步完善商标惩罚性赔偿制度程序规则。为限制司法实践中法定赔偿的泛化适用，赋予法定赔偿双重属性，禁止法定赔偿在商标侵权案件中作为惩罚性赔偿的计算基数适用。

**关键词：商标侵权；惩罚性赔偿；法定赔偿；实证分析**

# 人工智能技术成果保护研究

盘锦校区知识产权 1502 班 孙荟莹

指导教师 刘琳琳

有人说人工智能的存在有威胁人类存续的可能性。未来，可以预料人工智能计算机将取代人类发明家成为新发现的主要来源。专利制度是让人工智能产业发挥效用的有力武器，当人工智能在遗传规划和人工神经网络方面目前能够独立创造技术成果时，对这类技术成果的保护进行研究是促进人工智能技术发展的需要。因此，笔者将通过本学位论文对人工智能技术成果保护的相关问题进行探讨。

全文分四个章节展开，首先，笔者在第一章对知识产权核心概念进行阐述，并对国内外研究现状进行分析。第二章则分别从专利申请“三性”要件、专利权客体认定、和专利权主体认定三个角度分析，并列举其在三个领域的应用实例来讨论保护人工智能技术成果的必要性和可行性；第三章，笔者关注人工智能技术成果对我国现行专利制度乃至法律制度带来的挑战和冲击，并研究人工智能技术成果权力归属问题；最后，笔者经过对比分析方法和文献研究方法，参考国外成熟的保护模式，得出结论：人工智能生成的技术成果有可专利性；人工智能目前仍不能成为发明人乃至专利权人，但可以赋予研发和操作人员特定技术方案的专有权。笔者还提出了两个角度的专利归属可行性设想，以及个人对专利法相关的条款的完善的设想及合理建议。

**关键词：人工智能；技术成果；可专利性；专利权归属**

# 食用色素对大鼠 TrxR1 的抑制作用及靶向位点分析

盘锦校区药学 1501 班 张意慈

指导教师 许建强

食用色素包括天然色素与合成色素，与人类生产生活关系密切，其经食物添加、机体吸收，对人生理活动产生一定影响，必然会对胞内氧化还原体系产生作用。人体内维持细胞氧化还原平衡最核心的电子传递体系就是硫氧还蛋白系统，包括硫氧还蛋白还原酶(TrxR)、硫氧还蛋白(Trx)和辅酶 NADPH，调节细胞生长、增殖和分化等过程。胞内氧化还原酶 Trx 和 TrxR 是新兴的抗癌靶点。有研究发现，一些黄酮类物质可以靶向 Trx 系统，姜黄素能够抑制 TrxR1，因此我们猜测部分色素可能抑制 TrxR1。

利用酶活测定、底物谱检测、稳态动力学分析、数理统计等技术手段，我们研究发现甜菜红、叶绿素、栀子黄、叶黄素与焦糖色可以有效抑制 TrxR1，选取抑制效果较好的前四种，测定其  $K_i$  值分别为：113.60  $\mu\text{M}$ 、5.36  $\mu\text{M}$ 、22.39  $\mu\text{M}$  和 32.37  $\mu\text{M}$ 。分别以 DTNB、Juglone 和 9,10-PQ 为 TrxR1 底物的实验条件下，色素的抑制能力均得到了验证。鉴定其抑制类型，发现抑制作用具有孵育时间依赖性的，且两者为不可逆共价结合。在使用色素对 TrxR1 的突变体-GC 与-GCCG 进行抑制能力测试时，我们发现叶黄素与叶绿素在酶上的结合位点是 Sec 498。此外，研究结果显示色素通过抑制 TrxR1 的 Sec498 位点使其形成 SecTRAP，导致 ROS 的产生，造成 TrxR1 的寡聚化程度增加。

本研究揭示了色素分子对于 TrxR1 的作用机制与靶向规律。本研究项目的阶段成果，将拓展对与食用色素相关的药物靶向胞内靶标的抗癌机制的认识和理解，为抗癌药物研发提供有益参考。

**关键词：**食用色素；硫氧还蛋白系统；硫氧还蛋白还原酶 1；抑制剂；硒代半胱氨酸

# 利用生物信息学挖掘非洲猪瘟病毒的转录因子 和结合位点

盘锦校区生物信息学 1501 班 丛雅迪

指导教师 许建强

非洲猪瘟病毒（ASFV）作为一种双链 DNA 病毒，是 Asfarviridae 家族的唯一成员。ASFV 感染家猪会引发出血热等症状，死亡率高达 100%。ASFV 因此对猪肉产业造成了巨大的冲击，自 2018 年起我国共发现了 129 起非洲猪瘟疫情。ASFV 具有庞大的基因组和复杂的转录调控机制，目前尚未研究出有效的治疗方法和针对性的疫苗。因此，本论文以 ASFV 的转录调控机制作为研究对象，对 ASFV 转录因子和转录因子结合位点进行研究。

本论文用生物信息学方法挖掘 ASFV 蛋白质组中转录因子的更多信息。（1）设计了使用 PSI-BLAST、EMBOSS、HMMER 软件包预测蛋白质功能的流程，并使用该流程在 ASFV 中搜索到了与早期转录因子 pQ706L 远程同源的蛋白质 pQP509L，这一结果表明这两种蛋白具有相似的功能。（2）预测 ASFV 晚期转录因子 pB175L 的 DNA 结合位点，把基于氨基酸序列、基于蛋白质 3D 结构和蛋白质分类的一系列独立算法结合，预测 pB175L 在转录过程中能与“AATGAT”样序列结合，为生物学实验验证奠定了基础。

本论文对 ASFV 转录因子性质和作用机制进行了研究，有助于理解真核细胞的转录机制，为发掘基因治疗的新方法和 ASFV 疫苗的制备提供了新思路。

**关键词：非洲猪瘟病毒；转录因子；DNA 结合位点**

## NSun2 介导的 p27Kip1 表达抑制延缓细胞复制性衰老

盘锦校区生物科学 1502 班 苏新萍

指导教师 张嘉宁/王文恭

细胞衰老相关基因或信号分子的表达或功能改变是细胞衰老的分子生物学基础，因此，探讨衰老相关基因的调控机制是揭示衰老过程的重要途径。有文献报道，RNA 甲基转移酶 NSun2 介导的 mRNA 甲基化是 p16、SHC 和 p53 的上调机制之一，p27 作为细胞衰老相关基因的核心成员之一，其表达对于细胞复制性衰老具有重要的意义。本课题对 NSun2 在复制性衰老过程中对 p27 的调控作用与机制做了初步探讨，结果发现：1) 细胞复制性衰老过程中，NSun2 蛋白水平明显降低，p27 蛋白 (p27Kip1) 水平明显上调，二者的表达水平呈现反向相关；2) 沉默 NSun2 上调 p27Kip1 蛋白水平，过表达 NSun2 则有相反效果，但无论过表达或沉默 NSun2 均不影响 p27 mRNA 水平；3) 过表达 NSun2 或沉默 NSun2 均不影响 p27Kip1 蛋白降解速率；4) 在 2BS 细胞中沉默 NSun2 能够增强细胞衰老特异的  $\beta$ -半乳糖苷酶活性，过表达 NSun2 则得到相反结果。上述结果表明：NSun2 可能通过抑制 p27 的翻译相关过程下调 p27 的表达，从而延缓细胞复制性衰老。本研究不仅从新角度阐释了细胞衰老过程中 p27 的调控机制，也为衰老及衰老相关疾病的干预提供了实验依据。

**关键词：**细胞衰老；NSun2；p27

# 基于小鼠模型的大规模 CRISPR/Cas9 筛选确定增强肿瘤免疫治疗基因

盘锦校区生物信息学 1501 班 石笑颖

指导教师 窦同意

免疫治疗为癌症治疗带来希望，免疫检查点封锁可以诱导转移性癌症患者的持久反应，但只有三分之一的患者有效。免疫检查点封锁联合疗法的效果比单靶点更好，寻找联用靶点迫在眉睫。基于 CRISPR/Cas9 的遗传筛选因为其高效性、专一性和便捷性，成为了有效鉴定影响细胞响应肿瘤免疫治疗基因的主要方法之一。但是由于其实 验数据的复杂性，如何正确地对数据进行质量控制、数据筛选、识别正向和负向选择 基因成了关键问题。本文利用大规模小鼠模型 CRISPR/Cas9 筛选结果测序读数文件， 首先获得基因的鲁棒聚合排名，以及最大似然估计法鉴定的命中的基因结果，并基于 该结果提出一套基于 R 语言的方法进行下游的质量控制、测序数据归一化、正负向筛选命中分析等过程。最后利用多个数据库进行筛选结果和重点靶标基因的生物途径富 集分析，得到筛选基因在疾病通路或药物机制的功能。本文找到已被证明的肿瘤逃逸 分子和抑制抗药性通路，验证了流程的正确性，且挖掘出可以增强肿瘤免疫疗效的候 选基因 Cd47、Itgb1、Pdia3、Nckap1、Calr，初步使用查阅文献验证结果，从 MAGeCK 模型和统计学角度证明了其可能性，并通过免疫检查点封锁治疗患者数据生存分析进一步验证可行性。可为实验人员后续实验分析提供候选思路。

**关键词：**肿瘤免疫治疗；CRISPR/Cas9；数据质控；富集分析；生存分析

## 抗病原体活性的天然产物 Georatusin 的合成研究

盘锦校区药学 1502 班 孟佳伟

指导教师 叶 涛、刘 勇

大环脂肽 Georatusin 分子是在去年由 Helge B. Bode 课题组从土壤真菌 *Geomyces auratus* 中分离得到的一种结构复杂的新型化合物。Georatusin 分子由聚酮化合物-肽杂合单元构建，是一个拥有 11 个立体中心的 13 元环，并且具有高度还原的甲基化侧链。它不仅结构独特，还对恶性疟原虫等原生生物有着很强的抑制作用。

考虑到其良好的生物活性和潜在的药用价值，本文利用化学手段和天然产物全合成的思路展开对它的合成研究。

通过逆合成分析和方法学探索，色氨酸通过酯化引入，关大环则利用其氨基部分与大环脱水缩合，应用羟醛缩合反应构建四氢吡喃环。本文重点工作是合成两个骨架片段，通过分别构造烯基卤代烃和醛的结构在氯化铬和氯化镍催化条件下进行 NHK 反应连接。

一方面，本文对重要中间化合物进行了三条路线的探索与开发，最后采用 Horner-Wadsworth-Emmons 反应作为合成的关键反应，效率和产率大幅增长。另一方面，成功利用 Evans 辅基在 Aldol 反应中实现了不对称合成，达到了控制手性的目的。

以简单易得的香茅醇为原料制备另一手性复杂的醛类化合物，同时制备炔醇类化合物，采用 Marshall 这一关键反应将它们连接再经过修饰改造得到烯基碘片段。

目前正在对目标分子进行最后阶段的合成和方法学的探索，本研究在以天然产物大环脂肽结构为基础，开发抗疟原虫等原生生物的药物先导化合物方面具有重要意义。

**关键词：**全合成；大环脂肽；Georatusin；Evans 辅基；立体选择性

## MOF 材料的制备和调控及其应用探索

盘锦校区资源循环科学与工程 1502 班 梁年杰

指导教师 张 旭

随着社会的发展，传统能源面临枯竭，电能作为一种二次能源逐渐发展了起来，它的发展离不开充电电池、超级电容器等储能系统作为支持，开发性能良好的电极材料对提高它们的性能具有重要的意义。MOF 材料，由于其独特的结构和特点，为我们能得到具有高功率/能量密度和长期循环稳定性的电极材料提供了很多机会。基于此，本文进行了 MOF 材料配体比例的研究、反应压力、反应时间及反应温度的研究和复合材料的研究。通过溶剂/水热合成法制备得到 MOF 材料，进行电化学性能的测试，运用 SEM 观察其形貌。

从整体上来看，在反应温度为 160 °C，反应时间为 12 h 时，对苯二甲酸：1, 3, 5-苯三甲酸为 4:1 的 MOF 材料具有最好的电化学性能；在降低反应压力后，对苯二甲酸：1, 3, 5-苯三甲酸比例为 9:1 的比电容要高于比例为 4:1 的，在电流密度较低时，比例为 4:1 的倍率性能好，电流密度较高时，比例为 9:1 的倍率性能好；反应温度为 160 °C 时，材料在反应时间为 10 h 的电化学性能较优；反应时间为 12 h 时，反应温度为 140 °C 的材料在低电流密度下具有较好的电化学性能；复合碳管有利于提高材料的倍率性能，在一定的范围内，复合碳管的质量越多，倍率性能提高越大。

**关键词：**MOF；电极材料；电化学性能

## 镍基催化剂催化二氧化碳和甲烷反应研究

盘锦校区化学工程与工艺（天然气化工）1505 班 赵一凡

指导教师 王胜平/梁长海

由于全球受到气候变化的威胁，温室气体的利用已成为绿色能源研究领域最重大的挑战。一个可行的解决方案是甲烷二氧化碳重整反应（称为甲烷的干重整，DRM），就是将两种主要的温室气体（CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub>）转化为合成气（H<sub>2</sub> 和 CO），再通过费托合成制备各种化工燃料。本文研究了介孔结构的 LaAl<sub>0.25</sub>Ni<sub>0.75</sub>O<sub>3</sub> 钙钛矿型 Ni 基催化剂的制备及其催化甲烷和二氧化碳重整的反应活性和催化性能。

本文采用水热合成法制备了 KIT-6 分子筛作为硬模板剂，并通过小角 XRD、TEM、N<sub>2</sub> 吸/脱附三种表征方法检测制得的样品是比表面积为 633.4 m<sup>2</sup>/g、平均孔径为 5.8 nm 的介孔有序 SiO<sub>2</sub> 结构。

接着通过溶胶-凝胶法制备出 LaAl<sub>0.25</sub>Ni<sub>0.75</sub>O<sub>3</sub> 钙钛矿块状样品（LANO-bulk），用硬模板法将其负载在模板剂上，后经碱洗得到具有介孔结构的 LaAl<sub>0.25</sub>Ni<sub>0.75</sub>O<sub>3</sub> 钙钛矿型催化剂（LANO-K）。两种催化剂经过活性评价后发现，LANO-K 的活性更高，在一定时间内获得更多产物并保持较长时间的稳定性。在 GHSV=192000 mlh<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup> 的高空速下反应 36 h 后仍保持 70%左右的 CH<sub>4</sub> 转化率。

XRD、TEM、H<sub>2</sub>-TPR 等表征分析表明，通过硬模板法制备的介孔钙钛矿型催化剂晶粒变小，活性金属颗粒 Ni 高度分散在介孔骨架的载体上，可有效防止金属烧结。同时，因模板剂的空间位阻效应抑制了由热处理导致的 Ni 晶粒长大，从而使得 LANO-K 催化剂表现出更为优异的活性及稳定性。

**关键词：**甲烷干重整；限域效应；KIT-6；钙钛矿

## 双保护剂合成荧光金属纳米簇及其应用研究

盘锦校区化学工程与工艺 1501 班 王 飞

指导教师 韩冰雁

近年来，由于荧光检测的快速高效，荧光金属纳米簇越来越引起人们的关注。目前荧光金属纳米簇在生物成像和催化等领域的得到了广泛的应用。

荧光金属纳米簇存在一些不足之处，比如荧光发射波长较小，荧光强度不高，稳定性差等，特别是对于荧光铜纳米簇来说这些不足之处表现得更为明显。基于这些不足之处本实验采用双保护剂合成荧光铜纳米簇。本实验以三水合硝酸铜( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )作为前驱体，聚乙烯吡咯烷酮(PVP)作为保护剂，L-抗坏血酸(L-AA)为还原剂先合成以聚乙烯吡咯烷酮作为保护剂的荧光铜纳米簇(PVP@CuNCs)，后又加入保护剂间苯二胺，通过保护剂之间的相互作用得到了聚乙烯吡咯烷酮和间苯二胺双保护的荧光铜纳米簇(PVP/MPD-CuNCs)。实验探究了保护剂的浓度，反应温度，反应时间等因素的影响，通过实验得到了制备双保护剂合成荧光铜纳米簇的最优条件（两步法合成，PVP 质量浓度为 80 mg/mL,MPD 浓度为 20 mmol/L, pH=1, 时间为 29 h），并通过紫外光谱和红外光谱对 PVP/MPD-CuNCs 进行表征，结果显示了两种保护剂通过氢键作用连接在一起，从而荧光发射波长实现红移和荧光强度增强。

本实验操作简单，原料廉价易得，得到 PVP/MPD-CuNCs 的荧光强度比较高，稳定性较强，对 pH 有良好的响应，并且在 pH=4 上下调节时会出现明显的荧光颜色变化，有作为荧光探针和 pH 开关的潜力。

**关键词：**双保护剂；两步法；荧光增强；发射波长红移；pH 开关

# 无粘结剂 ZSM-5 从模拟燃料中选择性吸附脱除噻吩

盘锦校区化学工程与工艺 1501 班 薛强强

指导教师 肖永厚

分子筛超深度选择性吸附脱硫具有能耗低、无二次污染的特点。然而，带有粘结剂会降低沸石的脱硫性能。本文提出通过原位晶化法制备了一种的机械强度可接受，高性能微介孔无粘结剂 ZSM-5，并将其应用于模拟燃料中噻吩的脱除。采用静态吸附法和固定床动态吸附法对吸附剂进行了评价。结果表明，吸附噻吩的容量达到 0.42 mg/g，硫容约为含粘结剂 ZSM-5 的两倍，这主要归因于粘结剂（主要是氧化铝）大部分转化为具有多级孔道结构的 ZSM-5，削弱了稀释、孔道阻塞效应。所制备的分子筛为噻吩的传质提供了合适的介孔通道。通过 XRD 谱图中特征峰的相对强度确定了最佳合成条件。氮气吸附脱附实验表明通过原位晶化制备的吸附剂形成了多级孔道结构。热重-差热分析结果表明，无粘结剂分子筛的热稳定性及相对结晶度均高于母体分子筛。扫描电镜分析结果表明，吸附剂表面的氧化铝转化为分子筛。为了进一步提高硫容，采用液相离子交换法对合成的沸石进行改性，负载 Ag<sup>+</sup> 的无粘结剂沸石的噻吩计硫容达到 0.83 mg/g、负载 Cu<sup>+</sup>/Cu<sup>2+</sup> 的无粘结剂沸石的噻吩计硫容达到 0.53 mg/g。所制备的吸附剂寿命长，经过简单的空气煅烧法即可再生。本论文研究的无粘结剂 ZSM-5 的制备方法及应用为运输燃料的选择性吸附脱硫性能提高提供了一种有效的改进方法。

**关键词：**无粘结剂；吸附；微介孔 ZSM-5 分子筛；脱硫；原位晶化

## Co/C 催化剂结构设计及其 ORR 作用机理研究

盘锦校区化学工程与工艺 1502 班 礼 晨

指导教师 刘安敏

燃料电池是一种高效的能源转化装置，阴极氧还原反应（ORR）是燃料电池的核心，高性能催化剂可以有效促进 ORR 过程，从而提升燃料电池性能。本文针对 ORR 催化剂，在基于密度泛函理论（DFT）的基础上，通过量子化学计算从理论上设计 Co/C 催化剂，提升碳载钴复合催化剂的催化活性，并计算所设计理想催化剂的 ORR 反应路径，明确其催化 ORR 的作用机理。

本文主要设计 1-4 个 Co 原子堆叠形成原子态负载与晶面负载两类催化剂，通过结合能计算判断催化剂稳定性；分析轨道的电子云分布、原子电荷分布等量子化学信息以探寻结构之间的规律，根据分子轨道能量筛选高活性催化剂。

理论计算表明，四元 Co 体系催化剂最稳定，同时具有较高的催化剂活性。在此基础上通过掺杂 N、S 原子进一步提升其活性，最后筛选出最佳催化剂：四元原子态负载 N 掺杂 Co/C 催化剂。

理论计算研究所筛选 Co/C 催化剂的 ORR 机理，在  $4e^-$  ORR 的基础上，选择 Fukui 指数高的原子作为 ORR 作用位点。首先从吸附能角度分析路径的可行性，重点分析优化前后 O<sub>2</sub> 键长的弱化程度，最终根据 ORR 路径的势能对比确定最佳反应路径。

研究表明，NC  $4e^-$  ORR 路径整体过程稳定性高，对反应物 O<sub>2</sub> 活化效果最优，同时整体跨过的能垒幅度与无催化剂相比有显著降低。

**关键词：**量子化学计算；负载结构；掺杂；反应路径

## 机舱气氛膜法调控

盘锦校区化学工程与工艺化工 1501 班 秦剑亮

指导教师 贺高红

为了维持座舱的舒适度，飞机环控系统需要频繁地更换外界新鲜空气，以降低舱内 CO<sub>2</sub> 浓度。针对环控系统能耗较高的问题，本文提出了用膜分离法将 CO<sub>2</sub> 选择性分离出机舱，以减少飞机换气量从而实现节能的新思路。

首先选择 A320 飞机在 10000 m 高度飞行为例，建立了机舱换气的简化模型，设计了变压吸附法和膜分离法的 CO<sub>2</sub> 脱除的流程。由 Aspen Adsorption 和气体渗透方程得出脱除机舱内产生的 1.315 L/s 的 CO<sub>2</sub> 需要的活性炭和膜材料质量分别为 30691 kg 和 400 kg，结果表明膜分离法具有明显优势。

之后对膜分离工艺进行了优化，在 CO<sub>2</sub> 脱除流程中，增加膜组件原料侧压力和 CO<sub>2</sub> 浓度能减少膜面积需求和渗透侧气体损失。运用 Aspen HYSYS 模拟了富氧流程，结果表明降低膜组件渗透侧压力能够减少膜面积需求和渗余侧气体损失。

最后探究了膜性能对膜分离工艺的影响。膜材料渗透系数 J<sub>CO<sub>2</sub></sub> 和 J<sub>O<sub>2</sub></sub> 的增加能减少膜面积需求，分离系数  $\alpha_{CO_2/N_2}$  和  $\alpha_{O_2/N_2}$  的提升能降低气体损失。将 Polaris™ Gen2 膜用于 CO<sub>2</sub> 脱除流程，PDMS 膜用于富氧流程，总膜面积用量为 15000 m<sup>2</sup>，约 950 kg，相对气体损失比为 0.436。随着膜性能的提升，流程总膜面积用量可减小到 8000 m<sup>2</sup> 以下，相对气体损失率失比可降低到 0.3 以下。因此膜法脱除机舱内 CO<sub>2</sub> 在降低环控系统能耗方面具有非常大的潜力。

**关键词：**环控系统；CO<sub>2</sub>脱除；膜分离；硅橡胶膜

## 压缩机的自优化控制

盘锦校区 化学工程与工艺 1505 班 周辰琛

指导教师 杨双华 刘安敏

压缩机作为气体运送装置，是化工过程中不可缺少的一部分，随着工业耗能逐年升高，降低压缩机能耗对整个过程具有重要意义。通过优化压缩机的控制系统，能够有效降低压缩机的操作成本，传统意义上控制结构优化与设计依赖于工程师的经验和知识。

本文致力于将控制结构评价问题转化为数学问题，并通过一阶最优必要条件（NCO）找到自优化（SOC）的被控变量，提出优化控制系统的一般流程。并使用新的自优化控制系统的改进方案，实现不需要重新配置控制系统，只需要在原有控制系统上进行改进就可实现自优化控制。之后，建立稳态压缩机模型，并根据工程实际，建立单机压缩机运送系统。通过全因子实验设计法，建立 113 个场景样本，求取相应的 NCO 条件，设置新的自优化控制层。对于不可测的被控变量通过测量变量拟合方法逼近。提出使用机器学习的办法改进拟合效果，通过理论和实际两方面的验证，发现决策树回归和神经网络回归相较传统的线性回归的方法，具有相当的优越性。通过蒙特卡洛模拟的方法，验证该控制结构的优越性。最后通过模拟压缩机系统一天内的运行情况，对比实时在线控制（RTO）和 SOC 两种控制策略，发现 SOC 可以有效降低压缩机系统在运行过程中的损失。

**关键词：**自优化控制；控制系统；过程控制；优化方法

## 共价有机骨架材料在全钒液流电池中的应用

盘锦校区化学工程与工艺（石油化工）1502 班 崔雯昱

指导教师 张凤祥

离子交换膜是全钒液流电池的关键组成部分之一，起到分隔两侧电解液和传输背景离子的作用。良好的全钒液流电池膜应具有：较高的电导率，较低的膜电阻、钒离子渗透、水分子渗透率，耐腐蚀和氧化，合适的原料及制备成本。基于以上要求，本文通过向磺化聚醚醚酮（SPEEK）基膜中掺入共价有机骨架（COF）颗粒的方法来提升了离子交换膜的性能。

使用机械研磨法合成两种 COF：EB-COF 和 TpBD-Me<sub>2</sub>（BD-COF），前者联接有带正电的季铵离子基团，而后者不带电荷。以 5%、10%和 15%的质量比例将颗粒掺入基质膜 SPEEK 膜中。COF 颗粒的掺入，增强了膜机械性能和化学稳定性；提升了膜的阻钒能力进而提升其库仑效率。同时，EB-COF 颗粒因联接有带正电的季铵离子基团，在阻钒的同时对电导率的下降有补偿作用。

以 5%比例掺入 EB-COF 颗粒的掺杂膜具有最好的的电池性能表现。在 80 mA cm<sup>-2</sup> 电流密度下，该膜组装的电池库仑效率（CE）为 97.6%，电压效率（VE）为 86.59%，能量效率（EE）为 84.51%；而作为基膜的 SPEEK 膜，CE=92.7%，VE=88.23%，EE=80.79%。

通过本文的研究，验证了 COF 颗粒的掺入确实对 SPEEK 膜的性能有提升作用，并且连接有带电基团的 COF，因为具有更好的分散性、相容性、和对电导率的补偿能力，而有更优异的表现。

**关键词：**全钒液流电池；离子交换膜；磺化聚醚醚酮；共价有机骨架材料

## 过渡金属配合物催化胺甲基化反应的研究

盘锦校区 应用化学 1503 班 彭雨轩

指导教师 王万辉

N-甲基胺类化合物是许多重要的药物分子和生物活性天然产品的重要组成部分，在精细化学和药物化学方面具有十分重要的应用。现阶段，胺类甲基化的传统方法是使用一些典型的亲电甲基化试剂，例如碘甲烷、重氮甲烷、硫酸二甲酯等，与亲核性的胺底物反应以实现 N-甲基化。该类方法尽管被广泛应用，但因过程中使用有毒的甲基化试剂，在强碱性反应介质条件下反应，以及反应的选择性差，使得人们更需求一种安全、高效、符合绿色化学理念的甲基化合成方案。以甲醇为原料、过渡金属催化的胺类物质甲基化反应具有更温和的反应条件、更高的原子利用率以及副产物仅为 H<sub>2</sub>O 等优势。因此成为一类重要的胺甲基化替代方案。

本实验利用吡啶甲酸与胺类化合物反应合成出 N, N-双齿配体，然后与过渡金属前体反应，制备多种过渡金属配合物。对温度、时间、碱用量、碱类型等反应条件进行优化，确定出最佳反应条件为：1 mol% 催化剂，0.3 equiv Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，1 mL 甲醇，100℃ 条件下反应 24 h。该条件下催化反应的分离收率可达到 100%。同时考察了不同金属配合物的催化效果。在最优条件下，研究了不同的底物的催化反应。分析实验结果，以此来确定反应的适用性。该研究对不同结构的配合物催化胺甲基化活性进行了探究，为新型高效催化剂的设计合成奠定了基础。

**关键词：**胺甲基化；甲醇活化；借氢过程；过渡金属

## 水基二氧化碳分离膜的结构设计及过程模拟

盘锦校区化学工程与工艺（石油化工）1502 班 王佳铭

指导教师 阮雪华

随着全球变暖的加重，如何分离以 CO<sub>2</sub> 为主的温室气体已成为全球范围关注的热点问题。由于膜分离法具有操作简便、能耗低以及环境友好等优点，在 CO<sub>2</sub> 捕集领域具有非常大的潜力。本文探究了以水作为选择层分离 CO<sub>2</sub> 时理论的分选性能，同时制备了以高吸水性的水凝胶材料为基础的水基二氧化碳分离膜。

首先，为了探究以水为选择层时，理论上能够得到的气体分选性能 PCO<sub>2</sub> 和  $\alpha$  CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>。本文使用 Aspen HYSYS 模拟气体在水中的溶解过程，计算得到溶解度系数 S 以及溶解选择性；使用 Wilke-Chang Estimation Method 公式计算气体在水中的扩散系数 D 以及扩散选择性。从而得到 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 在水中的分选性能，10 °C 下 PCO<sub>2</sub> = 0.1020 Barrer； $\alpha$  CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> = 97.08。随着温度升高，PCO<sub>2</sub> 略有提高， $\alpha$  CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 下降但依然维持在 50 以上。因此，以水为选择层分离 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 及低溶解度的气体具有很高的发展潜力。

其次，使用聚乙烯醇（PVA）和聚醚砜（PES）超滤膜制备水基二氧化碳分离膜，并探究了制膜过程中抑制孔渗的方法。本文使用了两种方法抑制制膜过程中的孔渗，一是利用硼酸能使 PVA 快速凝胶的特性，使用硼酸预处理 PES 基膜，从而缩短 PVA 凝胶时间以抑制孔渗；二是使用 PDA 物理交联 PVA，使 PVA 分子缠绕在 PDA 纳米簇周围形成大体积的分子以抑制孔渗。结果表明硼酸预处理能够在 PVA 层和 PES 层之间形成一层凝胶，对孔渗有一定的抑制作用，同时硼酸预处理能够使 PVA 在基膜上更好的铺展减薄活性层厚度；而使用 PDA 交联的铸膜液内分子体积增大，但粘度不变即“大体积-低粘度”，有效减少孔渗的同时不会增大活性层厚度。

**关键词：**水基分离膜；二氧化碳分离；水凝胶；物理交联；硼酸

## 硫化钴复合材料电催化性能研究

盘锦校区化学工程与工艺 1501 班 谢晨帆

指导教师 宋学志

随着人口的增长和经济的发展，可以预见，全球能源需求将持续增长。不可再生矿物燃料的耗竭和利用，以及其对环境的危害，都促使了人们对太阳能和风能等清洁能源的转换和存储进行深入的研究。其中，利用可再生能源电催化水裂解生产清洁的 H<sub>2</sub> 被广泛认为是一个有前景的策略。而影响电解水制氢的关键一环便是催化剂性能好坏。目前，在酸性溶液中，最先进的水分解电催化剂包括 IrO<sub>2</sub>，RuO<sub>2</sub> 和 Pt。然而，它们高昂的价格，不尽人意的稳定性以及储量的稀少严重制约了它们的大规模应用。因此，通过制备高活性的非贵金属电催化剂，进而实现大规模的水裂解制氢，不失为一种有效的方法。

ZIFs 是一种具有类沸石结构，稳定性良好的 MOF 材料，具有含 C，N 丰富的配体和很高金属元素含量，故而具有成为性能良好的电解水催化剂模板材料的潜在可能。基于此，我们制备了一种 MOF 基衍生材料，于泡沫镍上原位生长柱状 ZIF-67。作者设计了四种硫化条件，得到不同的 Co<sub>x</sub>S<sub>y</sub>@NF。作者选择电催化析氢性能最优的 Co<sub>x</sub>S<sub>y</sub>@NF，负载不同量氧化铈，最终得到两种负载量的 CeO<sub>x</sub>/Co<sub>x</sub>S<sub>y</sub>@NF 复合材料。用性能最优的 CeO<sub>x</sub>/Co<sub>x</sub>S<sub>y</sub>@NF 进行 HER 性能测试。在 1 mol/L 的 KOH 溶液中，电流密度为 10 mA/cm<sup>2</sup> 时，HER 过电位仅为 158 mV。且其具有良好的稳定性，在 12 h 稳定性测试后，性能还能维持 95%。同时，它也具有较大的活性面积：64.5 mF/cm<sup>2</sup>。从以上结果可以得出，我们成功获得了一种可应用于 HER 反应的电催化剂。

**关键词：**MOFs；复合材料；电催化；HER

## 基于六轴机器人自动打磨系统研究

盘锦校区过程装备与控制工程 1502 班 陈建坤

指导教师 何凯 孟玉兰

现如今机器人技术正在飞速发展，工业机器人在工业中的应用正在变得越来越广泛。特别是在打磨行业中，工业机器人更是代替人工操作，发挥了不可替代的作用。现阶段对于具有复杂形状的零件的打磨很多还停留在人工作业和机器示教的方式，相对于机器人自动打磨来说这种方式效率低，不适合大批量的作业，因此如今在打磨行业对于机器人自动打磨系统的建立显得就尤为重要。

本文以 ABB2600 机器人为基础，打磨具有复杂曲面的水龙头，通过离线编程仿真和试验，建立起一套高效、适合的机器人自动打磨系统。

(1) 为了实现水龙头复杂曲面的自动打磨，利用工业机器人控制灵活、运动范围广，搭建起机器人自动打磨系统试验平台。该试验平台包括机器人单元系统和打磨工具系统两部分。

(2) 研究机器人自动打磨系统的轨迹规划，对于机器人在打磨过程中的运动学问题进行分析 and 求解，建立运动学方程；利用 Mastercam 软件的多轴刀路功能建立起水龙头各曲面的加工刀路。

(3) 进行机器人打磨的运动仿真。利用 Robotmaster 搭建机器人的虚拟打磨平台，根据已处理好的多轴刀路进行打磨的模拟运动，根据模拟结果利用 Robotmaster 中的功能来调整机器人各轴的运动位置处理过程中的限位点和碰撞点等问题。

(4) 根据仿真结果生成 RAPID 语言程序，并将程序导入到机器人示教器中进行试验，根据试验的水龙头各曲面的质量结果利用示教器对程序进行优化，保证各曲面的粗糙程度均匀。

**关键词：**工业机器人打磨；多轴加工；复杂曲面；离线编程

## MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 核壳材料脱硝脱汞性能研究

盘锦校区化学工程与工艺 1507 班 张 莉

指导教师 张晓鹏

氮氧化物和汞作为大气污染物，对环境及人类健康都产生了严重危害。低温 SCR 技术可以高效地将氮氧化物转化为无二次污染的 N<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O，从而降低污染物氮氧化物排放量。在此过程中，通过对低温 SCR 系统催化剂的选择，实现对元素态汞的氧化从而可以实现汞的协同脱除。

本论文通过两步法成功制得了核壳结构催化剂 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub>。通过改变钛酸四丁酯的用量，制得了摩尔比分别为 1:1.5, 1:2.0, 1:2.5 的催化剂，并通过 TEM、SEM 和 XRD 表征技术对不同摩尔比的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 核壳结构催化剂进行物理化学分析，发现其呈棒状，具有明显的核壳结构，且随着摩尔比的增加壳层厚度在增加。

首先在固定床反应器及模拟烟气条件下，通过探究温度对不同摩尔比的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 催化剂脱硝效率的影响，得到不同摩尔比的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 催化剂脱硝效率均随温度的升高而增大，相同温度条件下脱硝效率随着摩尔比的增大而降低。综合能耗选取最佳温度为 225 °C，探究 SO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 对不同摩尔比的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 催化剂脱硝效率的影响并分析相关机理，综合以上影响，摩尔比为 1:2.0 的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 催化剂脱硝性能最佳。

其次选取四个温度点：150 °C、200 °C、250 °C、300 °C，测定摩尔比为 1:2.0 的 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> 催化剂脱硝协同脱汞效率，可知其脱硝效率随温度的升高而增大，脱汞效率随温度的升高先增大后减小。综上选取最佳温度条件为 250 °C，探究 H<sub>2</sub>O 和 SO<sub>2</sub> 的浓度对 MnO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> (1:2.0) 催化剂脱硝协同脱汞效率的影响并分析相关机理。

**关键词：**低温 SCR 技术；催化剂；核壳材料；抗水抗硫

## 多壁碳纳米管活化过硫酸盐降解污染物的研究

盘锦校区化学工程与工业生物工程 1502 班 付琦

指导教师 欧阳钢锋、宋文璟

碳纳米管（CNTs）已经成为传统金属/氧化物环境催化剂的新型绿色替代品。为了研究不同官能团对于催化性能的影响，本文使用了含有-NH<sub>2</sub>、-OH、-COOH 的 MWCNTs 来活化过硫酸盐（PS）催化降解四种有机污染物（双酚 A、苯酚、卡马西平、苯甲酸）。结果表明，氨基氮是一种有效的氮的种类，是通过非自由基途径活化 PS 降解有机污染物的活性位点。MWCNTs/PS 体系的降解效率与 PS 在 MWCNTs 上的吸附速率几乎呈线性正相关（R<sup>2</sup>=0.94），而与双酚 A 的吸附量无关。由实验结果可知，碳纳米管在非自由基途径下的催化性能主要是由 PS 在 MWCNTs 上的吸附速率决定的。PS 与 MWCNTs 上官能团之间的相互作用主要是通过静电作用实现。PS 倾向于吸附在路易斯碱性基团（-NH<sub>2</sub>）上，路易斯酸性基团（-OH，-COOH）阻碍了 MWCNTs 对于 PS 的吸附，进一步降低了催化活性。900 °C 热处理去除-OH 和-COOH 可显著提高 PS 吸附量和双酚 A 降解速率。本研究揭示了含不同官能团的 MWCNTs 在 PS 活化过程中的作用，确定了 NH<sub>2</sub>-MWCNT 活化 PS 的机理及其影响因素，将有助于多相碳催化材料的设计。

**关键词：**碳纳米管；过硫酸盐；非自由基机理

## 油田脱烃采出气回收减排工艺研究

盘锦校区化学工程与工艺 1501 班 韩加奇

指导教师 郭明钢

在石油开采行业中，油田采出气一直是人们难以利用的资源，大部分油田采取直接排放的处理方式。为了有效利用资源，减少排放，现设计出可同时回收油田气中烃组分和 CO<sub>2</sub> 组分的工艺流程，二者分别作为驱油原料和燃气，在减缓温室效应的同时，也可弥补国内天然气产量不足的缺口。

本文以胜利油田 2010 年 EOR 气样组成为例，为了得到液态 CO<sub>2</sub>，本文选择设计传统压缩冷凝工艺并利用 Aspen HYSYS 进行分析，发现若单独使用压缩冷凝工艺，产品质量无法满足要求。结合膜分离法易与其他工艺耦合的特点，本文利用聚酰亚胺气体分离膜，设计了膜与压缩冷凝耦合工艺以进一步提高产品质量，在借鉴工厂的生产实况后，规定进料量为 1000 Nm<sup>3</sup>/h。通过对关键因素的研究发现：若想提高 CO<sub>2</sub> 回收率，须牺牲烃组分回收率；但燃气产品价值约是 CO<sub>2</sub> 产品价值的 4 倍。

通过调节工艺参数，可得到最佳经济效益点：膜装置的膜面积为 399 m<sup>2</sup>，压缩机总功率 250.57 kW/h，最终 CO<sub>2</sub> 回收率为 81.56%，烃组分回收率为 97.10%，年经济效益约 947 万元。同时，该工艺在面对进料气波动时，具有良好的抗干扰能力，可处理 CO<sub>2</sub> 含量在 28% 以上的原料气，处理量的范围在 38~3618 Nm<sup>3</sup>/h 之间。

**关键词：**油田采出气；膜分离；压缩冷凝；回收率；经济效益

## Gd 掺杂 NaYF<sub>4</sub>:Yb/Er 上转换纳米材料的制备及性能研究

盘锦校区化学工程与工业生物工程 1501 班 李梓忆

指导教师 丛铁

本论文采用溶剂热法合成 Gd<sup>3+</sup>掺杂的 NaYF<sub>4</sub>: Yb/Er 上转换纳米材料，研究不同 Er<sup>3+</sup>和 Y<sup>3+</sup>的摩尔比例、Gd<sup>3+</sup>掺杂的摩尔比例、时间（不掺杂 Gd<sup>3+</sup>和掺杂 Gd<sup>3+</sup>情况下）和壳层厚度对上转换纳米材料发光性能和形貌的影响，并在实验范围内确定一个最佳的合成条件（比例和反应时间），使上转换纳米材料在这个条件下尽可能拥有最优良的尺寸和聚集状态、最佳的发光性能。

在毕业设计进行的实验中，选择用溶剂热法合成不同条件下的上转换纳米材料，将各反应物溶于液相中，在 200 °C 下进行反应，主要实验内容如下：

改变 Y<sup>3+</sup>: Er<sup>3+</sup>的摩尔比例合成不同离子（Y<sup>3+</sup>: Er<sup>3+</sup>）比例参数的 NaYF<sub>4</sub>: Yb/Er 上转换纳米材料，改变比例分别为 81: 1、80: 2、79: 3、78: 4、77: 5，在相同的反应条件（时间、温度）下进行合成，并对产物的结构、形貌及性质进行探究，实验结果表明，Y<sup>3+</sup>: Er<sup>3+</sup>在 80: 2 的摩尔比例时纳米材料获得最好的发光性能和形貌。

在确定 Y<sup>3+</sup>: Er<sup>3+</sup>的最佳配比后，我们分别掺入 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%的 Gd<sup>3+</sup>，通过改变 Gd<sup>3+</sup>的摩尔比例，寻找 Gd<sup>3+</sup>浓度对发光性能的影响。实验结果表明，Gd<sup>3+</sup>浓度为 70%时纳米材料获得最好的发光性能。

在最佳 Y<sup>3+</sup>: Er<sup>3+</sup>: Gd<sup>3+</sup>摩尔比例下，分别改变反应时间为 2 h、4 h、6 h，寻找反应时间对纳米材料的影响。实验结果表明，在这个时间范围内反应时间越长，纳米材料发光性能越强。

对最佳合成比例的纳米材料进行包裹壳层，实验结果表明，不对材料进行壳层包裹时，纳米材料获得最好的发光性能。

**关键词：**上转换发光；上转换纳米材料；稀土离子；NaYF<sub>4</sub>: Yb/Er

## 探究高、低真空模式下 SEM 的成像差异

盘锦校区化学工程与工业生物工程 1502 班 丁子仪

指导教师 陈 茜

扫描电子显微镜（SEM）是现代实验过程中不可或缺的检验仪器，对于导电性较差的样品来说荷电效应是影响成像结果的主要因素。缓解荷电效应影响的方式主要为调节扫描电压、改变样品腔真空度、对样品进行喷金处理。为了使 SEM 扫描结果更准确地反映样品表面形貌和结构，探究高、低真空模式对扫描电镜的成像效果的影响显得尤为重要。本文通过对材料、生物等领域样品的研究，探究不同真空度成像差异，并与最快捷解决荷电效应的喷金处理做对比。主要内容如下：

（1）通过水蒸气向样品腔提供足够的气体，此时样品表面发出的二次电子与样品腔内的气体碰撞电离产生以数量级程度倍增的正离子和电子，其中电子被物镜下几百伏正电位吸引接受，经电子线路放大作为成像信号，而正离子受不导电样品表面负电荷的吸引而飘向样品，与样品表面积累的负电荷中和，即低真空有效的消除了样品表面严重的荷电效应。

（2）对不导电样品，低真空很明显的改善了由荷电效应造成的明暗相间的条纹。相较低真空，喷金会掩盖样品表面的细节信息，低真空获得的成像衬度对比更明显，能体现更多细节信息。此外探究了不同真空度对样品成像的影响，发现过低的真空度也无法获得清晰的成像，实验中发现 200 Pa 的真空度问最佳条件。

（3）探测低真空对 EDS 元素分析的影响，对比高真空和低真空的结果，并没有发现明显的差异。

**关键词：扫描电子显微镜；低真空模式；成像效果**

## 改性壳聚糖微球的制备及载虾青素性能的研究

盘锦校区化学工程与工业生物工程 1501 班 王政武

指导教师 张秀娟

虾青素分子中的长烯链及羰基等基团带来的抗氧化活性和抗炎活性，使得虾青素在医疗、美容等方面的应用愈加广泛，但其在酸性、光照、氧气存在的条件下易被降解和破坏。利用壳聚糖微球可以解决这一问题，以这种安全无毒且具有良好的生物相容性的材料制备的微球可以将虾青素包载并保护起来。然而壳聚糖只能溶解在酸性溶液中，但该条件下虾青素会受到破坏，因此将壳聚糖改性为水溶性壳聚糖成为了制备载虾青素壳聚糖微球的先决条件。

本文采用化学改性方法，使用氯乙酸等试剂将壳聚糖改性为可以溶解在水中的 N, O-羧甲基壳聚糖，并采用乳液法制备了羧甲基壳聚糖微球。在确定该种微球的成球性良好后，同样采用乳液法制备包载了虾青素的羧甲基壳聚糖微球，并对其载药测试和体外模拟。

结果表明，改性的羧甲基壳聚糖具备良好的水溶性，其在浓度为 1%，油水比为 1:1，表面活性剂 Span 80 用量为 4%，交联剂戊二醛浓度 7.5%，剪切速度为 4000 r/min 的情况下制备的微球成球性良好，粒径分布在 900-1000 nm，聚合物分散性指数 PDI = 0.168，均一度和分散性都较为良好。且该微球在投药量为 20 mg 的情况下载药量为 10.74%，包埋率为 67.24%，胃液中释放率仅为 9.64%，肠液中最大释放率 75.19%，能够对虾青素起到良好的保护作用，同时在人体中控制释药位置。

**关键词：虾青素；羧甲基化；改性壳聚糖微球；乳液法；控制释放**

# NanoAg/IL/Pebax 混合基质膜的制备及其 CO<sub>2</sub> 分离性能的研究

盘锦校区化学工程与工艺 1501 班 李琳

指导教师 郑文姬

近几年石油化工产业的高速发展，导致了大量温室气体的排放，因此二氧化碳的捕集与分离势在必行。膜分离技术与其他传统气体分离技术相比，由于其无相变、占地面积小、环境友好等优点，在工业生产中受到越来越多的关注。目前二氧化碳分离有机膜投入工业生产主要问题是其气体渗透性与选择性之间的制约，因此本研究提出采用 Pebax 为聚合物基材，对二氧化碳有亲和力的纳米银颗粒作为无机填料，并选用三种不同亲疏水性的离子液体，用溶剂蒸发法制备混合基质膜，探究不同材料之间的协同作用机制及其对膜气体分离性能的影响。

(1) 通过碳酸氢钠还原硝酸银的方法制备纳米银颗粒。考察了反应前驱体的配比对颗粒形貌和尺寸的影响。扫描电镜分析得出 AgNO<sub>3</sub> 和 NaHCO<sub>3</sub> 配比为 2: 5 时，得到的球形纳米银颗粒分布均匀；为确定添加纳米银的量，制备不同纳米银含量的二元混合基质膜，气体渗透测试结果表明，在 25℃，0.2 MPa 下，当纳米银含量为 1.0% 时，其 CO<sub>2</sub> 渗透率和选择性均达到最大：CO<sub>2</sub> 渗透率为 87.06 Barrer，比 Pebax 基膜提高了 23.3%。CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 的选择性分别为 57.67 和 23.16，比 Pebax 基膜分别提高了 43.4% 和 53.7%。因此确定在二元体系中纳米银的最佳含量为 1.0 wt%。

(2) 探究不同亲疏水性的离子液体对膜气体分离性能的影响，固定银的含量 1.0%，添加不同亲疏水性的离子液体制备 nanoAg/IL/Pebax 三元混合基质膜。SEM 分析膜表面和断面结构表明采用 [Bmim][BF<sub>4</sub>] 所制得的膜表面平滑，纳米银分散良好，无明显相分离，界面相容性好，且对 CO<sub>2</sub> 的渗透率达 43.11 Barrer，对 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 的选择性为 64.51 和 36.59。

(3) 探究了 [Bmim][BF<sub>4</sub>] 含量对 nanoAg/IL/Pebax 三元混合基质膜的气体分离性能影响，研究表明纳米银含量为 1.0%、[bmim][BF<sub>4</sub>] 含量 25% 时所制得混合基质膜性能较优，其 CO<sub>2</sub> 渗透率较 Pebax 基膜的 76.58 Barrer 提升至 88.07 Barrer，提高了 15.0%。CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 选择性从 40.21 提升至 85.91、CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 选择性从 15.07 提升至 36.43，分别提高了 113.7% 和 141.7%。结果证明适宜添加量的 [Bmim][BF<sub>4</sub>]，一方面可以增加 CO<sub>2</sub> 的吸附量，提高其渗透性，另一方面可以有效改善 Ag 和聚合物间的界面相容性，提高气体分离的选择性。

**关键词：**CO<sub>2</sub> 分离；混合基质膜；离子液体；纳米银

## 构建细胞骨架到局部黏着斑的应力传递探针

盘锦校区运动康复 1501 班 曲曼榕

指导教师 刘 波

目的：机械转导对细胞和生物的形态与功能起着至关重要的作用。由于缺乏检测活细胞中细胞骨架与局部黏着斑之间应力传递的有效工具，关于细胞响应机械应力刺激机制的研究存在很大局限性。本课题基于荧光共振能量转移 (fluorescence resonance energy transfer, FRET) 技术，设计并构建细胞骨架到局部黏着斑的应力传递可视化探针。

方法：通过亚克隆实验完成目的基因的扩增、目的基因与载体的酶切与连接、重组质粒的筛选与扩增，构建应力传递检测 FRET 探针 PSSA 的重组质粒，再将重组质粒转染进入骨肉瘤细胞中，观察活细胞内 PSSA 探针的表达和 FRET 荧光分布。

结果：聚合酶链式反应 (polymerase chain reaction, PCR) 产物和质粒抽提产物的凝胶电泳结果与预期一致，条带清晰且符合目标分子量；对重组质粒进行酶切与测序验证，显示目标片段已插入空质粒中，且重组质粒与探针设计的碱基序列一致；将探针转染进入骨肉瘤细胞中，观测到局部黏着斑和细胞骨架处产生明显的荧光。

结论：本课题设计构建的应力传递可视化探针取得初步成功，PSSA 探针在活细胞中成功表达，实现了探针在细胞骨架和局部黏着斑之间的定位，为进一步进行探针功能的验证提供了基础。该探针将有助于研究细胞中的信号转导和机械应答，对于亚细胞结构和机械转导障碍相关疾病的研究具有重要意义。

**关键词：应力探针；荧光共振能量转移；细胞骨架；局部黏着斑；机械转导**

# 企业金融化行为对出口复杂度影响研究

盘锦校区经济学 1501 班 邱涌钦

指导教师 王 昱

本文使用 2000–2009 年中国 A 股上市制造业公司，结合海关数据库与 CEPII 的 BACI 进出口数据，基于 B-样条展开的非参数分位数模型及条件概率密度函数，更加真实地捕获制造业金融化对企业出口复杂度的非线性异质影响，结果发现：（1）在企业配置金融资产的初期，金融资产对其出口复杂度的影响主要表现为挤出效应，随着金融资产的增加，促进效应才渐渐显现出来。具体而言，低分位点呈现出“U 型”关系，而高分位点则为“倒 N 型”关系。（2）金融化对国有企业的出口复杂度的抑制效应要强于总体水平，对非国有企业的促进效应则强于总体水平，中高分位点几乎呈现线性关系。（3）对于高技术行业企业而言，金融化的挤出效应和“蓄水池”效应分别经历了两个阶段：在金融化初期，挤出效应强于总体水平，“蓄水池”效应低于总体水平，两者相互作用使得金融资产在此阶段呈现出较强的抑制作用，而在金融化后期则刚好相反。对于非高技术行业，在追赶效应的作用下，金融化则更多发挥“蓄水池”作用，促进企业出口复杂度的提高。（4）条件概率密度曲线随着金融化程度提高，先向左偏移后向右偏移，顶端持续上升，同样表现出明显的非线性异质效应。同时本文分别计算出了各个分位点极大值和极小值处所对应的金融化程度，为通过选择合理的金融化水平达到提升企业出口复杂度的目标提供决策依据。

**关键词：金融化；出口复杂度；非线性异质效应**

## 跨文化视角下的中英企业简介体裁对比分析

盘锦校区商务英语 1502 班 刘彬喻

指导教师 林英玉

面对竞争激烈的全球市场，塑造一个良好的企业形象对于跨国企业的重要性不言而喻。作为对外交流的窗口，企业官网上的简介简要介绍企业的基本情况，是人们了解企业的有效快捷途径，并能吸引潜在客户的注意。然而在全球市场上，企业简介受文化背景的影响呈现出不同的特点。

本文从中英两国企业的官方网站上各收集了 15 份中英文企业简介作为研究对象，依据 Swales 和 Bhatia 的体裁分析模型，分析中英企业简介的体裁结构和语言特征，对比两类企业简介的异同，并从跨文化的角度出发，探讨文化与企业简介之间的关系。

研究发现，因为其交际目的一样，所以中英企业简介的宏观体裁结构是相似的，都属于推介类体裁。此外，中英企业简介在微观层面上的确存在一些差异。中英企业在具体语步的阐述过程中注重不同的方面。根据 Hofstede 和 Hall 的文化理论，发现这些差异主要由三个文化维度导致：个人主义和集体主义、高语境和低语境导向、权力距离。通过比较中英企业简介的体裁结构，希望帮助中英企业在互相进行业务往来的时候，设计出符合当地文化背景的企业简介。

**关键词：**体裁分析；企业简介；跨文化交流

## 从功能对等理论分析华为海外广告的英译策略

盘锦校区商务英语 1502 班 李淑婷

指导教师 于风军

纵观国内外广告翻译研究，学者们已取得了许多巨大的成就，已有越来越多的领域同广告翻译研究联系起来。不过，该领域还存在许多尚待解决的问题。如今，广告已不同于以往，仅仅需要应对“全球化”相关问题，更是要应对日趋复杂的“全球本土化”问题。而现今的广告研究大多停留在表层研究，基于此，广告翻译领域需要更加深层次的研究来应对该情况。更加具体的翻译策略亟待被提出以供公司参阅，来帮助他们在世界舞台上有更好的表现。

华为公司的海外业务蓬勃发展，其中优良的海外广告翻译在其中扮演着重要的作用。因此，本研究将从奈达的功能对等理论出发，对华为公司的海外广告进行案例分析。本文作者选取了华为的二十则海外英文广告，选取的大部分广告来自于华为官网，并对其分别从词汇对等、句法对等、修辞对等、文化对等四个层面进行了分析。同时，作者分别总结了这些层面下运用的翻译策略和具体的翻译方法。

根据研究分析，作者总结出在华为海外广告的英译过程中，最常用的翻译策略包括归化策略和异化策略，而在这两个策略的指导下，还可细分为增译、减译和转化等翻译方法。在灵活运用这些翻译策略的同时，华为公司还完美地将其公司文化融于其海外广告中，以实现长久的发展。

**关键词：**广告翻译；功能对等；华为海外广告

## 言语行为论下白宫就伊核协议发言的目的分析

盘锦校区商务英语 1503 班 吴睿琦

指导教师 董 岩

本文从词汇层面研究在政治文本中说话者表达目的的机制。作者采用的言语反应模型广泛运用于心理咨询的目的分析。本文研究了在伊核协议的三个阶段，历任美国总统发言的目的及发言时采用的 8 种话语形式的规律。同时，本文还分析了有突出用词特点的 3 种话语形式，进而总结词汇对言语者表达目的的影响。

言语反应模式分析和词汇分析的结果显示，为表达消极目的，言语者偏向于采用确认的话语形式，而当表达积极目的时，建议则比确认更受欢迎。同时，本文也发现确认和箴言是政治语篇主要采用的话语形式，这也符合了政治语篇正式、真实的特点。而词汇的分析则展示了在三个阶段，根据言语者的目的，言语者在词汇选择上出现的差异。当总统表达对伊朗核试验的不赞成与威胁，和表达对达成伊核协议而抱有的充分支持或质疑甚至是完全反对的态度时，他们采用的形容词会包含与目的相符的强烈情绪，采用的动词也含有更明显的情感引导趋势。而词汇所隐含的态度主要是与说话人的交际目的相关。同时，这些词汇也使说话人能更好地将自己的目的传递给观众，以达到建议，劝服、威胁等话语目的。

**关键词：**政治文本；词汇分析；言语反应模型；目的分析；话语形式

# 互联网金融对企业融资及可持续发展影响研究

## ——基于中小企业的实证分析

盘锦校区经济学 1501 班 曹世凯

指导教师 王 昱

中小企业是我国经济发展的重要组成部分。现阶段，我国中小企业由于受自身规模、信用状况等因素的限制，面临着融资难、融资贵的现实。而随着互联网金融的兴起，中小企业融资困境面临转机。本文分析了中小企业融资困境的影响机制并结合互联网金融的特点和优势对比互联网与传统金融对中小企业融资的影响。结合理论分析，本文从中小企业整体和不同股权、不同行业的中小企业融资的角度做出相关假设。本研究建立互联网金融发展指数并选取 2013-2017 年中小型上市企业的财务数据进行实证检验。本文采取固定效应模型进行分析并采用差分矩估计法对结果的稳健性进行检验。结果表明互联网金融发展水平的提高能够缓解中小企业的融资约束问题，但效果较为有限，说明中小企业不能完全依赖互联网金融融资方式来减轻融资压力，企业还需不断变革与创新才能维持自身可持续发展；互联网金融发展在解决民营和非高新技术中小企业融资问题上的效果要优于国有和高新技术中小企业。此外，本文采用因子分析法建立衡量互联网金融发展的另一种指数，回归结果显示实证结论具有稳健性。之后，本文分析了互联网金融背景下中小企业融资模式的运行机制以及互联网金融发展给中小企业可持续发展带来的机遇。结尾，本文为互联网金融化解中小企业融资的保障机制提出政策性建议，并依据本论文的不足，对未来的相关研究进行展望。

**关键词：**互联网金融；中小企业融资；固定效应模型；差分 GMM；因子分析

# 基于大数据的石油工业循环经济绩效评价

盘锦校区经济学 1501 班 高 硕

指导教师 张 倩

针对我国循环经济发展所面临的亟待解决的评价和监测问题，与我国石油工业面临的严重环境问题的实际情况，本文借助改良的技术经济评价工具帮助石油工业提高循环经济绩效。研究将互联网社交媒体整合进决策大数据中，并将模糊综合评价法、网络层次分析（Analytic Network Process, ANP）、决策与试验评判实验室（Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL）与熵权法（Entropy Weight Method, EWM）相结合对决策过程加以改进，以补充基于大数据的定量评价方法的学术需要。

研究发现，从循环经济理论的角度而言，循环经济是一个五维的理论框架，且：（1）环境质量为提高循环经济绩效最重要的维度，且环境质量可以直接地影响企业的经济绩效，亦可间接通过影响社会绩效来影响企业的经济效益；（2）经济增长没有中介变量的性质。由于诸多环境破坏、资源过度开发的问题是不可逆的，所以即便经济增长也不能彻底解决曾经遗留的环境、资源问题；（3）系统的发展潜力贡献于环境质量、资源利用与社会关系。短期内经济增长迟缓甚至经济负增长并非是危机信号，即经济增长并非是系统长期稳定发展最重要的工具，而社会、环境、资源协调更重要。

从循环经济实践角度，提高石油企业循环经济绩效，可优先提升相关认证（OHSAS 18001/ISO14001/SA8000）、废水回收率；并重视科技人员占比、绿色研发投入和高新技术应用程度。最后，本文从循环经济政策角度，本文为贡献于弥补政府对石油工业循环经济评价标准的空白，提出了一个循环经济评价指标体系；且政府在石油工业还应继续加强落实相关的环境认证、水循环效率，加强鼓励企业的研发投入、创新投入，尤其是绿色研发投入的鼓励，以加快“中国制造”的升级目标的实现。

**关键词：**循环经济；模糊综合评价；网络层次分析；决策与试验评判实验室；熵权法

## 基于价格法测度中国能源要素市场分割

盘锦校区经济学 1501 班 刘人菘

指导教师 李江龙、张 倩

为了解决中国能源经济学研究过程中能源价格数据质量较低的问题，本文克服了能源价格数据大量缺失、能源价格统计口径不一致、能源价格指数估计绝对价格偏差大等困难，确定了合理的缺失数据补充、统计口径调整和分类价格指数插补原则，构造了 1990-2018 年中国 31 个省（直辖市、自治区）的煤炭、石油、天然气和电力的平均价格。本文首先对全国平均能源价格走势进行描述，并结合能源定价机制、供需关系、国际市场环境等因素对能源价格走势成因进行分析。接着对分省能源价格进行描述，分析各省能源价格差异原因及差异演变趋势。接着本文基于已估算的能源价格数据，利用 Parsley 和 Wei 的价格法测度中国各省份能源要素一体化指数，进而分析各省能源要素市场分割现状和演变规律，分析结果表明：中国实施的反对地方保护主义的措施使得中国东、中、西地区，乃至全国的能源要素市场分割程度都在不断缩小，一体化程度不断提高；金融危机和非典的发生导致中国能源要素市场一体化程度在 1998 年、2004 年、2009 年左右急剧下降；中国区域一体化政策和不同区域对能源流动性的不同需求促使中国东部的能源要素市场一体化程度远远高于西部和中部的一体化程度。

**关键词：**能源价格；要素市场分割；数据估算

## 药企药害事故的人力资源管理因素研究

盘锦校区人力资源管理 1501 班 于 帅

指导教师 崔 丽

随着知识经济的到来，人力资源管理越来越受到企业的重视。现代人力资源管理职能相较以往单一的招聘职能丰富了许多，从前期规划到入职后的一系列管理，需要注重的指标更加多样化。特别是在竞争激烈、责任艰巨的制药企业，人力资源管理所起到的人员筛选和监督作用更加重要。自改革开放以来，我国制药企业发展迅速，但药害事故也频频发生。相关案例表明，大多数药害事故都是由于工作人员职能执行不到位导致的。因此，如果能在招聘时更好的筛选合格人才及录用后的监督监管工作到位，一些药害事故就可避免。虽然已经有学者对药害事故进行了相关研究，但具体影响药害事故的人力资源管理因素是什么还没有明确的答案。因此本文研究了药企药害事故的人力资源管理因素。首先通过文献研究法来提取人力资源管理六大职能下的 19 个准则。然后以黑龙江省哈药集团三精 MS 药业为例采用社会网络分析法，对这些准则进行处理分析得出药害事故的人力资源管理影响因素。研究结果表明：绩效管理未形成良性循环；管理者过度关注绩效结果，忽视过程；人力资源管理缺乏专业知识等准则是影响程度较大的药害事故人力资源管理因素。最后针对研究结果给出建议。

**关键词：**药害事故；人力资源管理因素；社会网络分析法

## 银行竞争与企业创新的相关性研究

盘锦校区人力资源管理 1501 班 李 宣 旭

指导教师 郎香香

银行业如何影响企业的创新绩效和研发投入一直是实务和学界的一大难题，但同时也是我国走自主创新道路建设创新型国家的过程中急需研究的问题。

本文归纳整理了以往学界的相关研究理论：融资约束理论、信息租金理论、代理成本理论和客户争夺效应。以 2008-2016 年 2216 家上市企业上市公司为研究对象，实证研究全国银行竞争对企业创新绩效和研发投入的影响。

运用固定效应模型回归，研究发现：（1）银行业竞争的激烈程度对企业的创新投入有显著的正向影响，对企业的创新产出有显著的负向影响。（2）中小银行之间的竞争度对企业创新投入和创新产出具有显著的正向影响。（3）地区差异会影响银行竞争和企业创新之间的关系。（4）管理层与员工之间的薪酬差距在银行竞争对企业创新绩效的影响中起到负向的调节作用。（5）创新资金政策支持在银行竞争对企业创新绩效的影响中起到负向的调节作用。

本文为理解银行竞争与企业创新之间的关系提供了新的实证证据，为制定企业创新政策提供了参考，且对企业内部工资合理布局提供了一定的建议。

**关键词：**银行竞争；企业创新；上市企业；专利申请；专利授权

## 电子商务环境下制造商销售模式选择问题研究

盘锦校区电子商务 1503 班 王 琛

指导教师 石 丹

随着电子商务平台的开放和经营模式的多元化发展，国内外越来越多的制造商开始使用多种渠道模式来销售产品。制造商可以作为平台的供应商，将产品批发销售给电商平台，也可以建立平台旗舰店，自己销售产品。在此背景下，制造商应当如何选择销售模式是本文主要关注和分析的问题。

基于销售模式的多样性，本文研究了制造商应该如何与电商平台合作的问题。在单个制造商和两个 B2C 电子商务平台组成的系统中，从制造商的视角构建了两种销售模式：批发销售模式和平台旗舰店模式。在 Stackelberg 博弈下，通过模型求解，得到了两种模式下制造商和平台的最优策略，通过比较不同模式下的收益，探讨制造商销售模式选择的决策依据。研究发现，当市场竞争强度较小，制造商的单位销售成本和入驻费较低，且平台给出的收入分成率较高时，制造商才会选择平台旗舰店模式，在其他情况下，制造商将选择批发销售模式。此外，本文扩展讨论了制造商和平台的讨价还价模型，结果表明，与 Stackelberg 博弈的情况相比，制造商和平台共同决策入驻费和收入分成率总是更有益。最后文章通过数值仿真对研究结果进行了验证和补充。

**关键词：**销售模式选择；收入共享；Stackelberg 博弈；制造商

# 油气储运设施智能在线管理信息系统设计

盘锦校区电子商务 1503 班 程 静

指导教师 李 彤

能源产业是我国经济发展至关重要的一环，保障油气储运设施的安全是能源建设的基本要求。改革开放以来，我国油气产业成就巨大，石油天然气对外依存度逐年升高，然而油气产品具有易燃易爆的危险属性，极易引发泄露、爆炸甚至引发连锁事故。目前企业对数据监测具有一定的滞后性，对突发事故不能进行及时干预，然而油气储运过程中的事故发生概率小后果却严重，一旦发生就会给个人、企业和国家造成巨大损失。因此，研究油气储运过程中的安全问题具有现实意义。

本论文刚开始介绍了研究背景及研究意义，指出了油气储运行业目前面临的挑战，并梳理了该领域的国内外研究进展；通过查阅相关文献，确定了本研究涉及到的温度、液位、浓度和压力四项监测指标，并对采集到的原始监测数据进行数据预处理使其转变为可直接送入模型的标准化历史数据集；运用 LSTM 对样本数据进行学习进而训练出特定的指标预测模型；利用休哈特控制理论判断预测值，找出异常数据组，避免事故的发生；最后在 Qt 框架下开发油气储运设施智能在线管理信息系统，为油气储运行业对日常监测数据的分析提供了可用的理论模型以及系统设计思路。

**关键词：**油气储运设施；休哈特控制理论；LSTM；管理信息系统

## 面向订单的柔性生产资源配置逆优化方法

盘锦校区电子商务 1501 班 袁 璐

指导教师 张莉莉

随着产业互联网的发展，基于重大装备的刚性生产模式下的批量化、标准化产品已不能完全满足追求定制化、差异化的市场需求，因此，面向订单的柔性生产开始逐渐代替传统的刚性生产成为主流的生产模式。而在重大装备生产模式的转变过程中，如何在满足市场需求即下游订单要求的产量的前提下，通过合理的资源配置，提高生产企业面对多变市场的灵活性和自身生产的柔性成为需要解决的重要问题，一方面加强生产企业在市场中的竞争力，另一方面加快供应链的响应速度，提高客户需求与生产企业的匹配效率。

因此，本文将柔性生产面向订单的需求和逆优化目标确定的特点相结合，在客户订单可调整和不可调整两种情况下，分别构建资源配置的逆优化模型。旨在帮助以重大装备定制化柔性生产为核心的生产企业，通过最小化调整客户订单中的产品可配置参数或最小化调整自身生产资源约束，从而做出合理的生产计划决策提供参考和建议。并在逆优化模型求解过程中引入正则化参数，以降低调整变动的项数。最后，通过算例验证模型的合理性与可行性。

**关键字：**面向订单；柔性生产；生产资源配置；逆优化

## 新零售背景下“社交+”物流模式研究

盘锦校区电子商务 1502 班 马 茁

指导教师 王旭坪

以盒马鲜生为代表的各企业对新零售的尝试在不断增多，这种“线上+线下+物流”的模式为消费者提供了更多优质的服务，同时也给物流行业带来了挑战。面对消费者对物流服务的衡量标准不再局限于配送价格、配送速度等方面，2018 年马云提出“新物流”的概念，点明未来的物流要结合大数据、自动驾驶、物联网等技术以实现智能化物流的目标。

本文以盒马鲜生为例，研究其物流模式，结合社交化电商的特点提出“社交+”物流模式作为其物流模式的发展建议。首先从新零售的发展及研究现状入手，配合物流模式优化的内容，说明物流模式创新的重要性；其次以盒马鲜生为例，分析其物流配送模式中存在的问题，并结合社交化电商，提出“社交+”物流模式作为发展建议；紧接着将物流配送服务中服务时间作为考虑物流服务质量的重要标准，以此建立惩罚成本函数，对两种物流模式建立以配送成本最小化的带时间窗的车辆路径优化模型，使用遗传算法对其求解并作对比分析，根据分析结果证明了“社交+”物流模式存在降低配送成本的优点。最后本文研究的“社交+”物流模式作为一种创新性尝试为相关物流模式的研究提供了参考意见。

**关键词：**新零售；物流模式；“社交+”物流模式；车辆路径优化；遗传算法

## 多因素影响下深水海底管道抗压溃性能研究

盘锦校区过程装备与控制工程（海洋石油装备）1502 班 王 伟

指导教师 卢青针

本文采用了理论研究、试验验证与数值模拟相结合的方式，以无缝钢管为研究对象，剖析了多因素影响下的深水海底管道抗压溃性能。以经典理论与设计规范为切入点，充分考虑理论与实际工程的差别，用实验结果指导有限元数值模拟的建模，在此基础上发展各种因素影响下的深水海底管道抗压溃性能的数值模型进行大量的数值模拟计算工作，研究各因素对管道抗压溃性能的影响规律。

首先整理分析了现行的弹性压溃理论、塑性压溃理论与行业的 DNV 规范，随后设计进行了考虑椭圆度、弯曲荷载的压溃实验，基于实验结果利用 ABAQUS 软件建立了有限元计算的模型进行数值计算，研究表明：初始椭圆度缺陷、弯曲荷载是影响钢管抗压溃性能的主要因素，轴向荷载的影响不明显。同时结果表明，管道弯曲方向沿长轴方向和短轴方向对于管道抗压溃性能的影响规律不同，沿长轴方向弯曲时，弯曲荷载在一定范围内对于管道有加强作用；轴向拉伸荷载与轴向压缩荷载对管道的作用方式相反，在研究的轴向荷载范围内，前者作用是消极的，而后者是积极的。当多个因素共同作用时，各因素之间的耦合关系基本上呈现叠加作用，初始椭圆度与弯曲作用占主导地位。

**关键词：海洋管道；有限元分析；多因素**

## 定常流场下有导流板的凹槽流路流体力学研究

盘锦校区过程装备与控制工程（海洋石油装备）1503 班 黄宇峰

指导教师 卞永宁

随着社会经济的迅速发展，人们对能源的需求越来越大，高效的换热设备是提高各行业能源利用效率的关键之一。带导流板凹槽换热器在传统换热器的基础上加设导流板以改变流体流动结构，依据流体流动的特点合理利用流动结构与热力学关系，使得换热器的换热效能最大化。

本文通过 CFD 数值模拟方法研究具有十个周期的带导流板凹槽换热器的换热效能与换热器几何结构、流体参数之间的关系。通过设置多组对照实验，分别研究导流板尺寸、导流板位置、雷诺数（ $Re$ ）等与换热器换热效能的关系，评价指标依据努塞尔数（ $Nu$ ）和进出口压降（ $\Delta P$ ）等。另外，本文针对实验中出现的自维持振荡这一特殊现象做了较为详细的说明。本文最后还详细介绍了凹槽换热器中导流板的适用条件，以及斜板导流板的特点，为工程应用提供依据。

通过对数值模拟结果的分析可知，在一定条件下，导流板尺寸越大努塞尔数（ $Nu$ ）越大，但同时压降（ $\Delta P$ ）也越大，实验结果表明导流板尺寸从  $R=3\text{mm}$  增大到  $R=6\text{mm}$  时， $Nu$  提高 21.8%， $\Delta P$  从 1.522pa 提高到 8.912pa。在一定条件下导流板越远离加热块，努塞尔数（ $Nu$ ）越大，但同时压降（ $\Delta P$ ）也越大。在一定条件下雷诺数（ $Re$ ）越大， $Nu$  越大， $\Delta P$  也越大。研究还发现随着雷诺数的增大，流体有从稳定流动状态转变为自维持振荡流的趋势，在本实验中这种转变的临界点出现在  $100 < Re < 200$  区间内。在导流板的适用性上，本文研究发现凹槽加热功率占整个加热块加热功率的比例越大则导流板的强化传热效果越明显。另外，本文还发现在一定情况下可用斜板替代四分之一圆导流板。

**关键词：**导流板；数值模拟；努塞尔数；强化传热

## 少自由度并联式矢量推进器的设计及研究

盘锦校区过程装备与控制工程（海洋石油装备）1501 班 李芃霖

指导教师 曾 岑

随着陆地资源的日益枯竭，人们越来越重视对海洋资源的开发与利用。自主式水下潜器(Autonomous Underwater Vehicle, 简称 AUV)，由于其小巧的体型、灵活的性能被广泛应用于对海底石油的勘察任务中。随着对海底资源勘探的深入，勘察的环境更加复杂，因此对 AUV 的操纵性要求日益提高。

目前 AUV 推进器中存在着种种不足：串联式推进器累计误差大、结构刚度小，无法应用于高精度控制和大承载的工作场合；多自由度推进器自由度远大于 AUV 的工作所需，造成自由度冗余，反而增加了 AUV 控制难度与机构的不确定性。

因此，本文拟设计一款基于球面的 2-RPS/S 型 AUV 用推进器，用以弥补上述推进器的不足。在满足 AUV 实际作业需要和设计目标的基础上，以降低机构自由度、提高装置承载能力并减小推进器的工作空间为目的进行设计、分析及验证。本文总体思路分为三部分：理论分析、结构设计和仿真验证。

本文首先利用螺旋理论对预想推进器的机构类型进行自由度分析。之后，在 Solid-works 平台进行推进器各部件进行结构设计和三维建模，对推进器整体进行运动学与动力学分析并结合具体工况，利用 Matlab-SimMechanics 对矢量推进器的分析结果进行仿真与验证。最后，针对装置的关键部件进行选型与有限元分析校核。并在总结与展望部分列出该推进器的优点与改进之处。

**关键词：**少自由度；并联机构；运动学；动力学；仿真模拟

## 基于 Aspen Plus 的冷电联供循环的性能研究

盘锦校区海洋技术 1501 班 刘宇超

指导教师 卞永宁

在资源和生态问题日渐严重的趋势下，开发海洋可再生能源刻不容缓。海洋温差能因储存量大，稳定性好而备受关注。本文利用 Aspen Plus 软件对海洋温差发电系统进行模拟，探究以太阳能为辅助热源的 Kalina 循环热力性能，并对该循环的热源温度、冷凝温度、汽轮机进口压力和工质中氨的质量分数进行分析，了解其对循环发电量和热效率的影响。结果表明循环的热效率随着热源温度、汽轮机进口压力、工质中氨的质量分数的增加而增大，随着冷凝温度的增加而减小。同时为提升系统的能源利用率，在 Kalina 循环基础上引入以异丁烷为工质的喷射制冷循环，从而在实现发电的同时进行制冷，改进后的冷电联供循环的一次能源利用率 (PER) 相比 Kalina 循环增长了 18.75%。为探究系统中关键参数对系统热力性能的影响，本文对该循环的热源温度、发电循环的冷凝温度、汽轮机进口压力、喷射器的喷射系数和制冷循环的蒸发压力进行分析，了解其对循环的发电量、热效率、制冷量、一次能源利用率 (PER) 的影响。结果表明循环的热效率随着热源温度、汽轮机进口压力的增加而增大，随着发电循环冷凝温度的增加而减小；PER 随着热源温度、发电循环的冷凝温度、制冷循环的蒸发压力的增加而减小，随着汽轮机进口压力、喷射系数的增加而增大。

**关键词：**海洋温差能发电；Kalina 循环；喷射制冷循环；冷电联供循环；Aspen Plus

## 海上风电结构疲劳分析研究

盘锦校区海洋技术 1503 班 王文谦

指导教师 张大勇

现今，工业经济的高速发展要求储量更为丰富、生态环境更为友好的可持续能源。海上风电作为可持续能源未来发展的热门趋势，在复杂多变的海洋环境中保证风机的稳定、安全是结构设计和运行校核的重要环节。此外，确保结构有效的使用年限也符合风电场的经济需求。海洋环境对结构的主要威胁在于各种循环交变荷载，疲劳破坏是海上风电结构失效的主要因素，所以对海上风电结构进行疲劳分析研究十分必要。

本文以北黄海区域的庄河单桩风机为例，采取普遍适用的先解耦后耦合的疲劳分析方法。具体内容包括：

（1）介绍了海上风电的国内外研究现状和发展趋势；海上风机的发电原理；风机的主要构成。由于环境荷载主要作用于基础部分，详细介绍了风电基础的类别和使用特征。

（2）明确了环境载荷的组成以及不同荷载和结构相互作用的特性、实测工况数据和作用力计算方程。通过建立有限元模型，分别对不同工况下的波浪荷载、风荷载、海冰荷载进行时域分析和频域分析，得到热点应力后结合相关疲劳理论计算出疲劳损伤。

（3）对不同荷载下的疲劳损伤进行耦合计算，得到了结构在综合海洋环境下的疲劳损伤和疲劳寿命。评估此研究对象的工程应用性能良好，在设计使用年限内安全。

**关键词：风电基础；疲劳寿命；有限元分析；波浪谱；冰力荷载谱**

# 空心玻璃微珠/环氧树脂浮力材料的失效机理研究

盘锦校区过程装备与控制工程(海洋石油装备)1501 班 乔靖宇

指导教师 贾 非

固体浮力材料以其低密度、优良的力学性能和高抗压强度等独特性能广泛应用于深海勘探考察、海底机器人及军用深海潜水器等中。固体浮力材料的应用环境较为特殊，所处工况通常较复杂，因此对其力学性能的研究使得其在工程应用领域有着十分重大的意义。

本文以空心玻璃微珠/环氧树脂为研究对象，通过实验制备了颗粒增强复合材料并测试了其力学性能；同时通过使用数值模拟方法构建了颗粒增强复合材料的代表性体积单元模型，研究了其脱粘失效的行为过程，随后通过应力-应变关系分别研究了空心玻璃微珠和界面刚度对颗粒增强复合材料的影响，进而讨论了复合材料的失效机理。论文得出主要结论如下：

经 KH570 处理的空心玻璃微珠在颗粒增强复合材料中可起到更好的增强效果。

基于双线性内聚力模型的复合材料中空粒子的渐进脱粘失效过程大致可分为三个阶段，即无脱粘阶段、部分脱粘阶段和完全脱粘后。

复合材料的空心玻璃微珠体积分数从 5%增加到 40%的过程中，材料的拉伸强度逐渐减小；空心玻璃微珠体积分数从 5%增加到 70%的过程中，复合材料的弹性模量呈先增大后减小的趋势。

固体浮力材料存在一个临界界面刚度，当界面刚度低于临界界面刚度，复合材料的杨氏模量随空心玻璃微珠体积分数增大而减小；当界面刚度高于临界界面刚度，复合材料的杨氏模量随空心玻璃微珠体积分数增大而增大。

**关键词：**固体浮力材料；力学性能；数值模拟；失效机理；界面刚度

## 纳米氧化锌与镉对海洋生物的联合毒性作用

盘锦校区环境生态工程 1503 班 迟彤彤

指导教师 易先亮

纳米氧化锌 (nano zinc oxide, nZnO) 是一种被广泛商业化生产的纳米材料，在环境中可以作为其他环境污染物的载体。镉 (Cadmium, Cd) 是环境中常见的重金属污染物，对生物具有较强的生物毒性。本文旨在研究 nZnO 与 Cd 分别对海洋浮游植物蛋白核小球藻、浮游动物丰年虾的联合毒性作用，试图从不同营养级的角度较为全面地阐述二者联合毒性作用机理。通过多种毒理学模型判断 Zn<sup>2+</sup>与 Cd 对受试生物的联合毒性作用类型，并结合原子吸收测量 nZnO 在不同基质中析出 Zn<sup>2+</sup>情况，以探究 Zn<sup>2+</sup>在 nZnO 与 Cd 联合作用体系中的毒性占比。最后通过流式细胞术和测量有机体内多种生化指标来深入探究污染物对受试生物的联合毒性作用机理。研究发现，nZnO 与 Cd、Zn<sup>2+</sup>与 Cd 对两种受试生物均表现出拮抗作用。其中，在 nZnO 与 Cd 对小球藻的联合作用体系中，Zn<sup>2+</sup>的作用占 70% ( $p < 0.05$ ，与 100%比较)，对于丰年虾体系，Zn<sup>2+</sup>的作用占 87% ( $p > 0.05$ )。流式细胞术的结果表明，nZnO 与 Zn<sup>2+</sup>对小球藻细胞大小、细胞复杂程度具有截然相反的作用，但对于叶绿素荧光的作用无差别。对于丰年虾，nZnO 和 Cd 均会使得 SOD、GSH 升高，MDA 和 GSSG 指标降低，但 nZnO 与 Cd 联合后，其指标呈现出显著的拮抗作用。

**关键词：纳米氧化锌；镉；海洋生物；拮抗**

# 银氨活化过硫酸钠对抗生素抗性基因降解性能

盘锦校区环境生态工程 1502 班 王志威

指导教师 周 豪

本研究发现银氨活化过硫酸钠（persulfate, PS）的方式对于抗性基因的去除了良好效果，最适反应物浓度为  $Ag^+=0.2\text{ mM}$ ， $PS=0.5\text{ mM}$ ， $NH_3=70\text{ mM}$ 。污水及自然水体中常见组分如金属离子，阴离子，腐殖酸，蛋白质对于抗性基因的降解都有抑制，但由于这些组分在环境中浓度较低因此抑制作用并不明显。

通过荧光淬灭实验可以发现核酸染料 Gelred 插入 DNA 内部后产生的荧光被银氨或  $Ag^+$  淬灭，并且银氨/PS 体系荧光下降更快，因此推测  $Ag(NH_3)_2^+$  可插入 DNA 的内部与 DNA 具有更好亲和能力，插入之后凭借其较大的空间结构支撑起 DNA。根据电子顺磁共振以及自由基淬灭实验的结果可以确定，银氨/PS 体系中并未产生  $SO_4^{\cdot-}$  和  $\cdot OH$ ，但产生了单线态氧，而单线态氧就是降解抗性基因主要的活性物种。所以银氨/PS 体系对于抗性基因的降解机理推测为银氨离子先插入 DNA 分子的内部，并且凭借其较大的空间位阻将 DNA 分子撑开，使 DNA 变得更加疏松脆弱。与此同时银氨活化 PS 产生的单线态氧能够氧化降解 DNA。

在实际污水处理过程中，虽然银氨/PS 体系的降解效果被抑制，但对于污水中的 iDNA 和 eDNA 都有良好降解效果，并且不存在抗性基因含量重新上升的问题。

**关键词：**抗性基因；银氨；荧光定量 PCR；过硫酸钠

## 草酸青霉菌 SYJ-1 耐受钴酸锂的机制探索

盘锦校区环境生态工程 1501 班 祁晓妍

指导教师 周 豪

近年来，废旧锂电池数量骤增，造成环境污染和资源浪费。生物冶金可以有效回收其中的有价金属，该过程环境友好，但仍存在所需处理空间大、浸出时间长等问题。

本研究以典型正极材料钴酸锂为对象，筛选出一株真菌 SYJ-1。经 ITS 鉴定，确定其为草酸青霉菌(*Penicillium oxalicum*)。该菌株可耐受 200 g/L 的钴酸锂，能在 pH 为 5-9 的范围内生长。

用 HPLC 及 CAS 法对菌株产生的有机酸及铁载体的种类和含量进行测定发现：该菌株在钴酸锂存在时能产生更多的草酸、乙酸、铁载体等，而苹果酸和丁二酸的合成被抑制。对淋滤后的固相产物进行表征发现：钴酸锂在淋滤过程中晶型和形貌逐渐被破坏，嵌入的锂离子被释放出来， $\text{Co}^{3+}$ 被还原成为  $\text{Co}^{2+}$ ，部分  $\text{Co}^{2+}$ 结合草酸生成草酸钴。

对 SYJ-1 的基因组进行测序，识别出潜在的蔗糖利用途径、铁载体及有机酸合成途径。进一步的转录组测序结果表明，在钴酸锂存在时，蔗糖利用及特定下游代谢途径编码基因、铁载体合成相关基因簇等表达水平有所增强，而苹果酸的转运、分生孢子的产生等过程受到抑制。

本研究初步阐明了 SYJ-1 对钴酸锂的耐受机制，为解决生物冶金低固液比的工艺瓶颈提供了潜在的解决方案。

**关键词：草酸青霉菌；钴酸锂，耐受机制，基因组，转录组**

## 葡萄多酚类活性成分的高效提取与性质鉴定

盘锦校区食品科学与工程 1501 班 崔昊昕

指导教师 徐卫平

葡萄是世界上产量最大的水果之一，其在酿酒过程中产生的废弃物（皮、种籽、果梗和酒泥）中多酚类物质含量非常丰富，而我国的葡萄酒废弃物并没有被充分利用。本文通过优化溶剂萃取葡萄籽和酒泥中的多酚，针对不同原料开发出高效提取和纯化葡萄酒废弃物中多酚类物质的方法，并对产物中的葡萄多酚进行定性和定量分析。

本研究首先以葡萄籽为研究对象，通过比较确定乙酸乙酯/水萃取体系，并通过单因素及响应面优化得到最优提取工艺条件为：乙酸乙酯体积占比 24%，NaOH 溶液浓度 0.009 mol/L，提取温度 48℃，提取时间 39 min。

本研究随后探究了液体酒泥中多酚的提取工艺。得到酸碱提取的最优条件为：0.060 mol/L 的 NaOH 溶液与酒泥 1:1 (v/w)混合，室温下浸提 35 min。多酚碱提液随后通过树脂纯化，获得最优树脂提取条件为：HPD600 型大孔树脂，15 min 吸附饱和，100%乙醇洗脱回收多酚。

通过 HPLC 对实验产物中的多酚进行定性定量，发现葡萄籽中的多酚类物质较为全面，固体酒泥中主要富含黄烷酮类物质，液体酒泥富含儿茶素类物质。

**关键词：**葡萄多酚；葡萄酒；废弃物；溶剂萃取；树脂吸附纯化；HPLC

## 基于 SERS 技术的牛奶中多种抗生素的检测

盘锦校区食品科学与工程 1501 班 李晨霞

指导教师 单佳佳

牛奶中的非法添加及抗生素残留是危害人类健康的重要问题。表面增强拉曼光谱技术（Surface-Enhanced Raman Scattering, SERS）具有灵敏度高，特异性强等优点被用于食品安全领域。本文利用 SERS，探究球形银溶胶及柔性增强基底对三聚氰胺及盐酸金霉素拉曼信号的增强效果。主要研究内容及结果如下：

（1）使用银溶胶和柔性增强基底对三聚氰胺和盐酸金霉素标准品进行检测，结果表明：柔性增强基底的检测结果明显优于银溶胶。确定了三聚氰胺特征峰的位置及检测限为  $10^{-7}$  g/L；盐酸金霉素特征峰的位置及检测限为  $10^{-6}$  g/L。

（2）探究牛奶预处理的影响。结果表明：预处理过程对三聚氰胺的检测影响很小；对盐酸金霉素的影响很大。采用柔性增强基底检测分别添加三聚氰胺和盐酸金霉素的牛奶的拉曼光谱。含有三聚氰胺的实际样品，检测限最低为  $10^{-10}$  g/L；含有盐酸金霉素的实际样品，检测限为  $10^{-6}$  g/L。

（3）通过数学建模实现三聚氰胺和盐酸金霉素的定量检测。采用偏最小二乘法（Partial Least Square, PLS）建模，Leverage correction 验证，三聚氰胺的实际样品的  $RMSE = 0.014$ ， $R^2 = 0.9981$ ，盐酸金霉素的实际样品的  $RMSE = 0.009$ ， $R^2 = 0.9992$ 。

SERS 这种快速高效的检测方法，为食品安全提供了保障。

**关键词：**表面增强拉曼光谱；三聚氰胺；盐酸金霉素

## 乳酸菌发酵糙米产品的工艺及其营养评价

盘锦校区食品科学与工程 1503 班 于清弋

指导教师 孙丽慧

我国人口众多，稻米是国民日常主食之一，且东北盛产大米。但稻米加工时脱除稻壳得到糙米，因口感粗糙再加工，脱去麸皮得到精米，营养极大损失。麸皮存储维生素、蛋白质和膳食纤维，是最有营养的部分。但脱除的麸皮主要作饲料，市场价值与营养价值不成正比，造成粮食浪费。本实验以糙米为原料，经发芽与发酵制备糙米糊与糙米酸乳，不添加不利于健康的添加剂，简化加工，最大限度地保留营养。对新产品做营养评价，确认营养变化，为工艺调整与优化作参考。研究结果如下：

(1) 糙米糊配方为：糙米粉 25g、纯净水 250g、白砂糖 10g、蜂蜜 10g、食盐 0.3g、乳酸菌 1g；糙米酸乳的配方额外加入牛奶 120g。

(2) 营养分析表明：

发芽及不同工艺未对维生素 B1 产生显著影响；维生素 B2 略有损失，说明其稳定性低于维生素 B1； $\gamma$ -氨基丁酸含量增加；直接发酵明显降低粗蛋白含量；不溶性膳食纤维含量降低，可溶性膳食纤维含量增加；总膳食纤维未有较大的变化。

**关键词：**B 族维生素；膳食纤维； $\gamma$ -氨基丁酸；糙米酸乳；糙米糊