

维生素 B2 衍生物在金属有机框架中的催化应用

化工与环境生命学部应用化学（张大煜化学菁英班） 高子睿

指导教师 赵艳秋

利用可见光实现光催化有机反应的进行，在当今能源紧张的环境下格外重要。金属有机框架材料作为一种结构优良的载体得到广泛的研究应用，同时其本身可以作为催化剂设计引入催化活性位点。而维生素 B2 作为一种常见的天然产物，具有良好的光化学性质，因此维生素 B2 及其衍生物被大量研究应用于有机光催化领域。生物体系中存在广泛的黄素基辅酶等催化中心和铁基酶催化中心（卟啉-铁）协同催化的实例。

本工作中，我们构筑了以维生素 B2 及其衍生物作为光敏催化剂和以 PCN-222 (Fe) 金属有机框架材料作为氧化催化剂的二元催化体系。该催化体系在 455nm 的可见光下，以氧气作为氧化剂，对于苯基/烯基 α 位 sp^2 碳原子具有优异的氧化活性。协同催化体系活性及反应专一性明显高于单一催化剂。通过条件筛选反应和动力学实验，我们认为反应存在二元协同催化的过程，维生素 B2 衍生物作为光敏催化剂受到可见光激发敏化氧气，形成活性中间态，活性物种传递至 MOF 配体上的卟啉-铁中心，生成高活性氧化态物种，完成氧化循环。本工作从方法学上提供了仿生催化的可能，在限域空间中模拟酶催化环境，引入二元催化中心实现协同催化作用。此外本体系在医药等精细化工产品的合成中也有广泛应用前景。

关键词：金属有机框架；光催化；维生素 B2；协同催化

Au 基 Au@IL/HKUST-1 催化剂制备及其 CO₂ 电催化还原性质研究

化工与环境生命学部应用化学 1401 班 安博文

指导教师 宋雪旦

将 CO₂ 转化为高附加值化学产品是实现其循环利用的重要途径。本论文以 Au 为活性组分，通过离子液体（IL）在 HKUST-1 骨架材料和贵金属催化剂之间的“桥梁”作用，构建了一种新型金基复合 CO₂ 电还原反应催化剂 Au@IL/HKUST-1，考察了合成条件对复合催化剂结构及 CO₂ 电还原反应选择性、CO 产率及催化稳定性的影响。主要结果如下：

以氯金酸为前驱体，以 1-羧乙基-3-甲基咪唑氯盐离子液体为“桥梁”，将 Au 固载在 HKUST-1 中，制备了 Au@IL/HKUST-1 催化剂，表征了其结构、形貌、比表面积、孔径分布性质，测试了其 CO₂ 电还原反应催化性能。研究发现，制备过程中溶剂性质和样品干燥温度影响催化剂物理化学性质和电催化性能。以水为溶剂合成的催化剂 MOF 骨架塌陷，催化剂比表积极小（ $10 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ），表面 Au 物种分散度较低，CO₂ 电催化还原活性和稳定性较差。以乙醇为溶剂合成的金基 Au@IL/HKUST-1 结构完整，比表面积较大，表面 Au 物种分散度较高。该催化剂在 CO₂ 电还原反应中表现出较好的活性和稳定性，对 CO 的法拉第效率达到了 46.4%，对 CO₂ 转化率达到 75.4%，并能在不同测试电压下稳定保持；该催化剂中离子液体对于提高金的分散度和催化剂稳定性具有重要作用。催化剂干燥温度越低，Au 的分散度越好，但是较低的干燥温度会造成乙醇溶剂脱除不完全，影响 CO₂ 电还原反应性能。

关键词：CO₂ 转化；电催化还原；金属有机骨架材料；离子液体

半导体光催化剂液相中电荷分离的成像

化工与环境生命学部应用化学（张大煜化学菁英班）1401班 张 杰

指导教师 史彦涛

表面缺陷是影响 TiO_2 的电荷分离和转移、表面的能带弯曲以及表面反应动力学的重要因素，是决定光催化剂性能的关键。本论文通过水热法制备了锐钛矿 TiO_2 颗粒，并用氢气对其还原处理，发现粉末颜色加深。之后进行了 Pt 和 MnO_x 的选择性光沉积。XRD 数据显示：样品为纯的锐钛矿相；还原前后 XPS 数据对比发现表面缺陷主要为氧空位，还原后氧空位有所增加；根据 SEM 形貌表征， TiO_2 颗粒尺寸 $1\ \mu\text{m}$ ，氢气处理后的形貌没明显改变。电镜结果进一步显示，Pt 更倾向于沉积在晶体 (101) 晶面，而 MnO_x 更倾向于沉积在 (001) 晶面，还原处理后 MnO_x 的选择性沉积有所加强；原子力显微镜力曲线结果显示，氢气还原后力曲线作用范围增加，我们猜测这可能和水分子的吸附有关：氧空位增强了表面的亲水性，水的表面张力延长了针尖和样品的作用范围。同时我们还观察了不同波长的光激发下 (001) 和 (101) 晶面的力曲线变化。结果表明 350nm 光激发 (101) 晶面力曲线作用略有减小，(001) 晶面力曲线作用稍有增大。这表明表面光电荷的分布是不均匀的，这可能是由于氧空位缺陷分布不均匀造成的。

关键词：二氧化钛；表面缺陷；力曲线；电荷分布

基于 LC-MS 的花生四烯酸及其代谢产物研究

化工与环境生命学部应用化学（张大煜化学菁英班）1401 班 王鑫欣

指导教师 张文珠

代谢组学旨在对生物体内小分子代谢物进行定性定量分析，揭示生物系统中错综复杂的生物调控机理，是生命科学研究的重要手段之一。本论文采用超高效液相色谱-三重四级杆质谱联用技术，针对类花生酸类物质的分离检测展开研究。具体工作如下：

1. 采用超高效液相色谱-电喷雾-三重四级杆质谱联用技术（UPLC-ESI-QTRAP/MS/MS）对血清样品进行分析，结合提取代谢物数量、提取效率和重复性等结果，从三种预处理方法中筛选出覆盖范围广、提取效率高并且重复可靠的快速高效预处理方法。

2. 以优化预处理过程的提取剂为目的，考察不同种类提取剂和不同比例甲酸提取剂的提取效果和重复性，找到一种高效、简单、低毒且重复性好的方法。最终选择含 1.0%甲酸的甲醇溶液作为实验中血清样品预处理的提取剂。

3. 基于 LC-MS 检测类花生酸类物质的方法用于哮喘病中类花生酸类物质的分离分析。针对线性、日内日间精密度等方法进行验证。该方法可在血清样品中定性 68 种，定量 60 种类花生酸类物质。利用该方法研究哮喘病发生发展过程的代谢特征，结合单变量分析和多变量分析的统计学数据处理方法，找到毛细支气管炎、哮喘病与正常人代谢痕迹的不同，对哮喘病发生发展过程的代谢紊乱建立初步认识。

关键词：代谢组学；液质联用；类花生酸类物质；哮喘病

DOG1, BUR2 和 YHL012W 基因表达对酿酒酵母抑制物耐性的影响

化工与环境生命学部生物工程 1401 班 张宝会

指导教师 孜力汗

纤维素乙醇作为一种可再生清洁能源可有效解决能源短缺和环境污染等问题。但木质纤维素预处理过程产生的毒性副产物严重抑制了酿酒酵母生长和乙醇发酵。前期研究发现细胞自絮凝可提高酵母抑制物耐受性，为探究其耐受性机制，以游离酵母 SPSC01_{ΔFLO1} 为对照，在抑制物胁迫下对絮凝酵母 SPSC01 进行转录组学分析。本文以 *DOG1* (Fold Change 8.7), *BUR2* (Fold Change -5.3) 和 *YHL012W* (Fold Change -2.1) 为研究对象，以单倍体酵母 4741 和工业酿酒酵母 4126 为宿主，探究上述 3 个基因与酵母抑制物耐受性的关系。

本文在成功构建重组酵母 4741-*DOG1*、4741- Δ *BUR2* 和 4126- Δ *YHL012W* 基础上进行乙醇发酵。结果表明，（1）*DOG1* 过表达提高了酵母 4741 对有机酸类抑制物的耐受性。其中 2 g/L 甲酸胁迫下酵母 4741-*DOG1* 的乙醇得率和乙醇产率比对照 4741-HO 分别提高了 11.4%和 144.4%，5 g/L 乙酸胁迫下 4741-*DOG1* 的乙醇产率提高了 204.8%。（2）*BUR2* 敲除提高了酵母 4741 对酚类及呋喃类抑制物耐受性。与对照 4741-HO 相比，3 g/L 香草醛胁迫下酵母 4741- Δ *BUR2* 发酵时间缩短了 24 h，3.5 g/L 糠醛和 4 g/L 5-HMF 胁迫下菌体密度分别提高了 64.7%和 87.5%。发酵液副产物检测发现糠醛和 5-HMF 胁迫下 4741- Δ *BUR2* 甘油含量分别提高了 43.8%和 9.9%，其中糠醛胁迫下糠醇含量提高了 53.0%，说明 4741- Δ *BUR2* 可有效将呋喃醛转化为呋喃醇降低副产物毒性，同时产生更多细胞保护性物质。（3）敲除 *YHL012W* 提高了酵母 4126 对有机酸及酚类抑制物耐受性。其中 3 g/L 甲酸胁迫下 4126- Δ *YHL012W* 菌体密度比对照 4126 提高了 29.5%，乙醇产率提高了 65.6%。香草酸及实际水解液胁迫下 4126- Δ *YHL012W* 乙醇得率分别比对照提高了 4.2%和 15.0%。研究结果对选育高抑制物耐性菌株提供技术及理论指导。

关键词：酿酒酵母；乙醇发酵；基因重组；抑制物胁迫

节律蛋白 TIMELESS 对肿瘤细胞的调控作用

化工与环境生命学部生物技术 1401 班 李新宇

指导教师 李淑晶

周期节律系统是机体内的一种自主预期振荡器，可参与机体内多种生命活动的调控。而节律蛋白 TIMELESS 作为节律系统中的调控因子之一，其表达水平的周期性变化对节律周期转换、DNA 损伤修复、个体发育等过程均有极大影响。近年来众多研究表明节律蛋白 TIMELESS 与肿瘤的发生发展密切相关，因此研究 TIMELESS 对肿瘤的调控作用及相关分子机制将为肿瘤的诊疗提供理论依据。

本研究首先通过美国 Kaplan Meier plotter 在线数据库获取乳腺癌和肺癌患者临床数据，分析 *Timeless* 基因 mRNA 表达水平与患者生存率的关系，发现 *Timeless* 基因表达水平同乳腺癌和肺癌患者生存期呈负相关。

其次，采用 MTT 法检测细胞增殖探究节律蛋白 TIMELESS 过表达对肿瘤细胞增殖能力的影响，结果表明 TIMELESS 过表达可有效促进宫颈癌细胞 HeLa、肺癌细胞 A549、乳腺癌细胞 ZR-75-30 的增殖。同时进行克隆形成实验探究 TIMELESS 对肿瘤细胞克隆形成的影响，其中 TIMELESS 的过表达可促进宫颈癌细胞 HeLa 和乳腺癌细胞 ZR-75-30 的克隆形成。

最后，为研究节律蛋白 TIMELESS 对乳腺癌的调控机制，进行荧光素酶报告基因实验，研究 TIMELESS 对雌激素信号通路的影响。结果表明 TIMELESS 可明显促进 ER α 的激活，进而促进下游基因的表达，提高乳腺癌细胞的增殖能力。

综上所述，本研究证实了节律蛋白 TIMELESS 过表达可显著促进宫颈癌细胞 HeLa、肺癌细胞 A549、乳腺癌细胞 ZR-75-30 的增殖及其克隆形成，并且发现 TIMELESS 可作为雌激素受体 ER α 的辅激活因子来参与雌激素信号通路的调控，从而促进乳腺癌细胞的生长。

关键词：周期节律；节律蛋白 TIMELESS；肿瘤细胞；雌激素信号通路

普罗维登斯菌降解吡啶及合成靛蓝的特性研究

化工与环境生命学部环境科学 1401 班 戴春晓

指导教师 曲媛媛

吡啶,作为一种典型的氮杂环类芳烃化合物,在焦化废水和畜牧废水中大量存在。已报道的具有降解吡啶能力的菌株主要集中在 *Pseudomonas*、*Alcaligenes*、*Curpriavidus* 等菌属,较为单一。除此之外,由于单纯的生物降解吡啶已经不能满足人们对于循环绿色经济的要求,生物转化吡啶合成具有高附加价值的靛蓝类产物则是新型吡啶生物处理研究的重点。本文首次从菌株基础特性、降解吡啶特性以及合成靛蓝特性三个方面对普罗维登斯菌在吡啶类废水处理方面进行了研究,主要内容如下:

本研究从近海泥沙中分离纯化得到一株高效吡啶降解菌 DCX,经 16S rRNA 基因序列比对分析,鉴定其为普罗维登斯菌属 (*Providencia* sp.)。该菌株能够以吡啶为唯一碳源,在 28 h 内将 100 mg/L 吡啶完全降解。利用液相色谱/飞行时间-质谱联用 (LC/TOF-MS) 对菌株转化吡啶的产物进行分离和鉴定。结果表明靛蓝、靛红、靛红酸以及邻氨基苯甲酸是菌株 DCX 降解吡啶过程中的中间产物。

此外,本研究考察了多种环境因素对菌株 DCX 降解吡啶的影响,结果表明 30 °C, pH 6.8~9.0 条件下该菌株对吡啶的降解效果最好。而转速对菌株降解吡啶的能力影响不大。此外,外加金属离子 (Cu^{2+} 和 Cr^{2+}) 或芳香化合物 (苯酚和萘) 都会抑制菌株 DCX 降解吡啶的能力。而外加营养物质均可以促进菌株对吡啶的降解,特别是加入酵母浸粉后,吡啶降解率得以提升 13.88 倍。

在外加酵母浸粉时,培养基中产生大量蓝色物质,结合质谱结果,鉴定为靛蓝。因此,本研究利用表面响应法确定了菌株 DCX 转化吡啶合成靛蓝的最优条件为:在吡啶 207.49 mg/L,酵母浸粉 2.9 g/L,接菌量 4.23% (v/v)。并且在最优条件下,靛蓝产率达到最高 (9.90%),比初始条件提高了 4.38 倍。

关键词: 吡啶降解; *Providencia* sp.; 生物转化; 靛蓝合成

AHL 工程菌强化厌氧氨氧化菌脱氮团聚的研究

化工与环境生命学部环境科学 1401 班 周 建 行

指导教师 刘 猛

过厌氧氨氧化（anaerobic ammonium oxidation, Anammox）是一种节能环保的污水处理技术。强化 Anammox 菌的脱氮和团聚性能是缩短其启动时间的主要手段。厌氧氨氧化菌的活性、团聚等特性可以受基于 AHL 的群感效应调控。接种导入 AHL 合成酶基因的 AHL 工程菌为解决这一问题提供了新思路。本文对利于工程菌强化 Anammox 菌脱氮和团聚能力的适直接种条件进行了重点研究，得到以下主要结论：

1. 在 Anammox 基质中 AHL 工程菌可以分泌 AHL，并且强化 Anammox 菌脱氮及团聚性能。
2. AHL 工程菌外源基因的表达水平与 Anammox 菌 AHL 合成酶基因 *jqsI-1*、*jqsI-2* 和活性标记基因 *hzsA* 的表达水平相关。
3. AHL 工程菌提高了 Anammox 反应器总氮脱除效率并使其耐受有机物和外来细菌冲击的能力增强。
4. 本研究确定了适宜工程菌强化厌氧氨氧化菌脱氮团聚性能的接种条件，从基因表达量的层面分析了工程菌与厌氧氨氧化菌之间的关联，并探索了 AHL 工程菌在 Anammox 膜生物反应器中的作用，推动了厌氧氨氧化技术的大规模应用进程。

关键词：厌氧氨氧化；群感效应；AHL；AHL 工程菌

剩余污泥溶胞裂解技术的对比研究

化工与环境生命学部环境工程 1401 班 杨金翌

指导教师 金若菲

污泥溶胞减量化技术是污泥资源化利用的基础。超声波处理、热处理和碱处理是污泥减量化技术中常用的三种溶胞方式，有细胞破解效率高、有利于污泥后续处理等优点，而三者的耦合处理方式能更有效地提高污泥减量化的效果，降低处理成本。

本文主要研究了超声-碱、热-碱和热-超声三种不同耦合溶胞技术的污泥破解效果和经济学性。通过三因素三水平正交试验，研究了污泥破解指标（SCOD、总氮、总磷、多糖、蛋白质）在不同因素水平下的变化趋势，得到三种耦合溶胞技术的最佳水平组合，以及各因素对污泥破解效果影响的主次顺序和显著性。同时利用三维荧光光谱技术分析最优条件下不同溶胞方式作用后污泥破解液的有机质成分，在此基础上利用傅里叶红外光谱定性分析各组分官能团特征峰，进一步明确破解液的物质组成及变化。以处理 1 吨污泥为标准，估算并比较每种溶胞方法在相同污泥破解程度下的经济学性。

试验结果表明，超声-碱耦合溶胞技术的最优组合为声能密度 $1.0 \text{ W} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $\text{pH}=12$ 、超声时间 30 min，各因素的影响顺序为 $\text{pH} > \text{超声时间} > \text{声能密度}$ 。耦合处理过程中碱处理为主要溶胞原因，超声波进一步促进碱的水解作用，溶胞后污泥破解液主要由腐殖酸和溶解性微生物代谢产物（SMP）组成，其中腐殖酸和富里酸所占比例较原污泥有所增加，酪氨酸和溶解性微生物代谢产物所占比例减少。热-碱耦合溶胞技术的最优组合为 $\text{pH}=12$ 、 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 恒温、加热时间 90 min，各影响因素的主次顺序为 $\text{pH} > \text{加热温度} > \text{加热时间}$ ，其中 pH 为显著因素。热-碱溶胞处理后污泥破解液主要由富里酸和腐殖酸类难降解有机物质组成，破解液中酪氨酸、富里酸和腐殖酸所占比例增加，色氨酸、SMP 等易降解物质比例减少。热-超声耦合溶胞技术的最优组合为在声能密度 $1.0 \text{ W} \cdot \text{mL}^{-1}$ 下超声 20 min、再于 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 恒温加热 20 min。耦合处理中热处理为细胞破解的主要原因，热处理前进行超声能够进一步促进细胞破碎胞内物质溶出。溶胞后破解液中腐殖酸类物质所占比例增大，溶解性微生物产物比例减小，其他物质占比几乎不变。利用傅里叶红外光谱检测得出，三种溶胞技术处理前后破解液的主要成分均为脂类、类蛋白、多糖、腐殖酸等物质，溶胞处理后有物质的消失和新物质的生成，类蛋白物质的特征峰强度降低，腐殖酸类物质特征峰强度增加，与三维荧光光谱的结果相一致。经济效益分析得到三种耦合溶胞处理技术中，热-碱耦合处理方式的经济学性最好。

关键词：污泥资源化；超声-碱耦合溶胞；热-碱耦合溶胞；热-超声耦合溶胞

喷雾过程多雾滴空间运动及影响因素模拟

化工与环境生命学部化学工程 1401 班 赵峻逸

指导教师 马学虎

在农业生产和植物保护过程中，农药仍然是防治病虫害最有效的手段之一。农药雾滴的飘移不仅会降低农药的利用率、削弱防治效果，更会流失到非靶标区域内，造成空气、水源和土壤的严重污染，危害人类的健康。如何减少农药雾滴飘移，从而更加科学、高效、安全地使用农药，已经成为 21 世纪农药喷洒技术的重点研究课题。

研究喷雾过程多雾滴的空间运动，分析雾滴特征参数及环境因素对雾滴群的作用机制，对科学防飘、提高农药利用率、环境保护等方面都有重要意义，对农药喷洒器械的设计制造以及农药使用技术的发展也具有指导意义。

本文将主要针对农药喷洒过程中雾滴在空气中的扩散过程，借助计算流体力学对喷雾过程进行数值模拟，采用欧拉-拉格朗日离散相模型并耦合连续相来更新离散相的位置，获取粒子的空间运行轨迹，分析各因素对雾滴空间飘移的影响规律，最后得出能够显著降低雾滴空气飘移率的操作参数。

通过对七组影响因素的考察，综合考虑单一因素对农药飘移率以及冠层沉积效果的影响，分别分析了在标准组条件下，各影响因素最适宜的取值范围，使空气飘移率降可以降至 40% 以下。结果汇总如表：

不同影响因素的范围

影响因素	取值范围	飘移率
喷嘴压力	0.8MPa-1.0MPa	27.50%-40.10%
喷雾流量	0.06kg/s-0.07kg/s	34.96%-40.10%
粘度	$\leq 0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\geq 18.77\%$
表面张力	0.042N/m	38.93%
风速	$\leq 3\text{m/s}$	$\leq 40.10\%$
喷雾半角	30°	40.10%
喷雾高度	0.8m-1.0m	26.83%-40.10%

关键词：农药喷洒；雾滴飘移；CFD 模拟；欧拉-拉格朗日模型（DPM）

基于粒子团聚效应的微通道内碳酸镁结晶研究

化工与环境生命学部化学工程 1402 班 田佳鑫

指导教师 兰 忠

近年来微反应器连续流制备微纳材料被广泛研究。与传统反应器相比，微反应器显示出了良好混合性能、精确控制反应条件等诸多方面的优势。本文采用 MgCl_2 与 Na_2CO_3 为原料制备三水碳酸镁晶体，重点研究微通道反应器内的混合过程，筛选最优反应条件并从微观分析可能的成因。目的是制得尺寸均一、形貌良好的三水碳酸镁晶体，以期作为产品进行工业化扩大生产。

首先用分子动力学模拟观察结晶关键粒子的团聚，分析反应液扩散情况表明直通通道内依靠层流分子扩散速率近似不变；然后利用通道形状的改变来加强混合，根据数值模拟结果合理设计出一种弯曲微通道反应器；最后设计正交试验讨论了物料浓度、进料流量以及停留时间对晶体质量的影响，并对关键因素具体分析。

结合 XRD 与 SEM 表征发现进料流量的过低或过高均会对产物结晶造成不利影响，实验范围内 4 mL/min 进料流量下产物的结晶度最高且晶形完整；随停留时间的增长，产物质量先降低后升高；进料流量 4 mL/min、停留时间 9 s 条件下晶体产物质量最优，平均长度约为 145 μm ，与反应釜相比分布范围窄，尺寸更为均一。

关键词：微反应器；三水碳酸镁；进料流量；停留时间

膜结晶处理多元高盐废水的晶形和过程控制

化工与环境生命学部化学工程与工艺（国际班）1401 班 孙俊楠

指导教师 姜晓滨

近年来，水资源的回收利用则越来越受人们重视。多元高盐废水是工业废水的一种，对其回收处理可以缓解水资源的短缺并回收有价值的盐分物质。处理这种废水的传统方法缺陷很多，如造成能量浪费，结晶过程中溶液过饱和度不可控，晶体产品粒度不均一等。

膜蒸馏结晶是近些年新兴的耦合分离技术，与传统方法相比，能耗较低，晶体粒度较为均一，操作过程更加可控。因此研究中利用膜蒸馏-结晶技术处理氯化镁占溶质质量分数不同的饱和溶液模拟多元高盐废水中的一种进行探究。实验中用的膜组件使用的是中空纤维膜，其不仅作为饱和度调节器，还可作为非均相成核的界面。

研究中对含不同浓度氯化镁的饱和氯化钠-氯化镁溶液进行膜蒸馏-结晶操作，收集蒸出水的质量求出膜蒸馏通量并绘制图片，根据膜蒸馏通量变化图探究温度、氯化镁浓度对其影响。结果发现温度越高，氯化镁浓度越低，膜蒸馏通量越高。利用高速摄像机拍摄结晶后的膜组件，根据拍摄到的录像探究温度及氯化镁浓度对膜污染现象的影响。结果发现氯化镁浓度越高，膜污染情况越轻。

研究还对实验中收集到的晶体拍摄电镜进行分析，探究温度、氯化镁浓度对收集到的晶体形貌以及粒度的影响。结果发现高温对晶体表面有破坏性。氯化镁浓度越高晶体粒度变异系数越大。另外由膜蒸馏结晶回收的氯化钠晶体纯度可达 99.9%以上，是回收产物浓度很高的工艺。

关键词：膜蒸馏；结晶；氯化钠晶体

铝盐佐剂的物化特性对蛋白质吸附的影响

化工与环境生命学部化学工程与工艺（化学工艺）1401 班 鱼 歌

指导教师 孙冰冰

疫苗是预防和控制传染性疾病的重要手段。作为新型疫苗如灭活疫苗、亚单位疫苗、类毒素疫苗等的一种重要组分，佐剂能够与抗原结合并提高其免疫原性，进而诱发机体产生长期、高效的特异性免疫反应，增强机体的免疫应答。铝盐佐剂作为最早批准被用于人体的疫苗佐剂，也是使用最为广泛的佐剂。铝盐佐剂的免疫增强作用取决于佐剂分子与抗原之间的吸附作用，这一吸附作用受到抗原种类与佐剂物理化学特性的影响。然而，佐剂物理化学特性对抗原吸附影响的机制还不清楚，限制了现有佐剂的改进及新型佐剂的发展。

本文以硝酸铝作为铝源，乙二胺作为沉淀剂，利用水热合成法制备了形貌均一、分散性好的羟基氧化铝（ γ -AlOOH）纳米佐剂。通过调控反应时间及温度，羟基氧化铝纳米佐剂的结晶度及羟基含量可以得到精确调控。同时，本文以商业化的氢氧化铝佐剂（Alhydrogel）及磷酸铝佐剂（Adju-Phos）作为对照，使用牛血清蛋白（BSA）作为模型抗原，系统地探究了铝盐佐剂的物理化学特性如结晶度、羟基含量、等电点等对牛血清蛋白吸附的影响。

研究发现，羟基氧化铝纳米佐剂的羟基含量及等电点是影响牛血清蛋白吸附的重要因素。抗原吸附也受溶液 pH 值和盐（NaCl）浓度的影响，证明羟基氧化铝纳米佐剂通过静电吸附与牛血清蛋白进行作用。

本研究采用化学、工程学及材料学的理论基础和研究方法，为铝盐佐剂的工程设计奠定了理论基础。

关键词：羟基氧化铝；铝盐佐剂；物理化学特性；抗原吸附；纳米

质子交换膜燃料电池用低铂氧还原催化剂研究

化工与环境生命学部化学工程与工艺（化学工艺）1402 班 万 磊

指导教师 张雄福

质子交换膜燃料电池（PEMFC），是一种直接将化学能转化为电能的可再生能源装置，具有高能量密度、环境友好等优点。氧还原催化剂对质子交换膜燃料电池的性能和成本起决定性作用。目前，在质子交换膜燃料电池中 Pt 是最高效的单金属催化剂，但是 Pt 的地球储量有限和昂贵的价格等严重限制了它的应用。因此，设计出 Pt 基双金属电催化剂来降低 Pt 的用量并提高氧还原活性是很有必要的。

本文采用简单的溶剂热法，以葡萄糖和十六烷基三甲基溴化铵（CTAB）分别作为还原剂和形貌控制剂，在 N,N-二甲基甲酰胺（DMF）溶剂中共同还原 Pt(acac)₂ 和 Cu(acac)₂ 制备得到 PtCu 八面体合金纳米催化剂。在 0.1M HClO₄ 溶液中测试其氧还原反应（ORR）活性，其质量比活性和面积比活性分别是商业化 20%Pt/C（JM）的 6.30 倍和 24.9 倍。在经过 5000 圈的加速衰减之后，其质量比活性仍然是 Pt/C 的 4 倍。

本论文分别探索了金属比例、金属前驱体、还原剂、形貌控制剂、CTAB 浓度等对 PtCu 合金八面体的形貌和性能的影响。其中当金属前驱体摩尔投料比 Pt:Cu 为 1:2 时，可以得到基本不含无规则小颗粒的八面体形貌结构；当分别采用 K₂PtCl₄ 和 CuCl₂ 作为金属前驱体时，与采用 Pt(acac)₂ 和 Cu(acac)₂ 相比较，纳米粒子严重团聚从而导致其对于 ORR 的活性显著降低；当分别采用抗坏血酸和苯甲酸作为还原剂时，与采用葡萄糖作为还原剂相比较，ORR 活性显著降低；KBr 作为形貌控制剂制备的 PtCu 催化剂与对应的 CTAB 相比较，其纳米粒子团聚更严重。CTAC 作为形貌控制剂制备的 PtCu 催化剂与对应的 CTAB 相比较，其八面体形貌更不规则，并且采用 CTAB 制备的催化剂对 ORR 呈现最高的催化活性；继而探究得到最适宜的 CTAB 浓度为 0.1mol/L，透射电镜（TEM）图表明少量 CTAB 或过量的 CTAB 均会形成不规则的小颗粒。

关键词：质子交换膜燃料电池；氧还原催化剂；铂铜合金；八面体

石墨烯的制备及电容特性研究

化工与环境生命学部能源化学工程 1401 班 张抒婷

指导教师 李文翠

石墨烯以高导电性、大比表面积等优越特性成为研究热点，且以石墨烯为电极材料的双电层超级电容器具备高功率密度、长循环寿命等特性，在能源应用领域展现出了诱人的前景。本文旨在探究化学气相沉积法（CVD 法）在铜粉上合成高质量石墨烯的条件，及其在高窗口电压离子电解液体系的电容特性。

首先采用 CVD 在铜粉上合成了卷曲状石墨烯；然后优化温度、碳源，经过 Raman、SEM、TEM 表征，确定 CH_4 为最优碳源， $1000\text{ }^\circ\text{C}$ 为最优生长温度。随后探究合成条件对石墨烯形貌的影响，并得出以下规律：生长时间只影响样品的微观片层尺寸；随着氢气流量增大，石墨烯质量呈现先变好又降低的规律；在适当范围内增大甲烷流量则有利于改善石墨烯形貌。

其次对比了不同比表面积、形貌的石墨烯在 EMIMBF_4 离子液体中的电化学性能，结果显示：比表面积为 $558.5\text{ m}^2/\text{g}$ 的石墨烯由于粒子输送更顺畅，故性能优于小比表面积石墨烯；通过对形貌的分析论证了导电距离长、结晶度好有利于电化学性能，因此类带状薄片石墨烯性能最优，其最大比容量高达 195 F/g ，最大能量密度高达 108 Wh/kg ，最大功率密度为 26 kW/kg 。且通过与文献对比，发现本实验的样品具备更优越的电化学性能。

这对于提高商用超级电容器的能量密度、功率密度有重要参考意义。

关键词：铜粉；石墨烯；化学气相沉积法；超级电容器

基于铁基载氧体的化学链气化核心工艺的研究

化工与环境生命学部化学工程与工艺（化学工艺）1401 班 刘思含

指导教师 何德民

本文对煤基化学链气化中核心气化单元进行了研究，利用微波辅助合成法制备 Fe 基双组分金属载氧体 ($MFe_2O_4, M=Ca, Ba, Mn, Co, Ni, Cu$)，为研究不同金属助剂与 Fe 基载氧体在煤气化过程中的协同作用，在固定床及热分析与质谱联用仪 (TGA-MS) 考察添加了不同金属助剂的 Fe 基复合金属载氧体在煤气化过程中的反应活性，循环寿命等。

利用固定床装置考察了未添加载氧体时气化剂浓度对煤气化反应特性的影响，结果显示：在气化温度 $800^{\circ}C$ ，气化剂浓度为 30% 时气化效率达到最大值。并在此气化工艺条件下，研究了不同金属助剂下的铁基复合载氧体对煤气化过程的影响。实验结果表明，相比于空白试验，载氧体的添加有助于提高煤气化的反应速率，碳转化率和气体产率。为进一步研究煤与载氧体混合气化过程中的速控步骤，考察了煤与载氧体混合反应和分层反应下气化特性的影响，结果表明除 Ni、Ca 外，其余金属助剂的载氧体与煤的反应中气固反应所占比例较小。

利用质谱联用仪 (TGA-MS) 对煤与载氧体共气化进行了失重分析，并分析了气化过程中主要气体产物浓度的变化。发现气化反应时间为 10min 左右，此外 $NiFe_2O_4$ 与煤混合共气化时有最大的失重峰，气体产物浓度最大值，残碳量最少。

利用比表及孔径分析仪、X 射线衍射仪及扫描电子显微镜对气化前后载氧体进行了表征。发现反应前后各载氧体并无明显的积碳现象，表明所制得的载氧体具有良好的循环特性。

关键词：化学链气化；铁基复合载氧体；微波辅助合成法；固定床

金属掺杂 NH_2 -MIL-125 (Ti) 的合成

化工与环境生命学部化学工程与工艺催化化学与工程 1401 班 张水巍

指导教师 刘 民

金属有机骨架材料（MOFs），也被称作多孔配位聚合物（Porous Coordination Polymers, PCPs），是由无机金属离子或金属氧离子团簇结合多种含羧基或含氮杂环的有机配体通过配位自组装构成、具有有序网状孔结构的多孔晶体材料。MOFs 种类多样且性能优异，在吸附分离、催化、医疗等领域前景优越。MIL-125（Ti）及其氨基化材料 $\text{NH}_2\text{-MIL-125（Ti）}$ 具有相同的骨架结构和良好的水热稳定性，尤其是后者表现出优异的可见光催化活性，受到了研究者的广泛关注。

双金属 MOFs 中多金属中心的存在会对材料的性能产生影响，也许会出现优于单金属 MOFs 的特性。实验中我们采用溶剂热合成法，向 $\text{NH}_2\text{-MIL-125（Ti）}$ 的合成体系中掺入不同金属离子（如 Zn^{2+} ， Fe^{3+} 和 Zr^{4+} ），探索能否合成出双金属 MOFs；针对 Zr^{4+} ，我们考察了掺杂不同类型锆源的差异；最后对其光催化性能进行研究。

结果表明，掺杂的金属离子种类和金属源类型均对双金属 MOFs 的合成有影响。 Zn 、 Fe 和 Zr 均可掺杂到 $\text{NH}_2\text{-MIL-125（Ti）}$ 骨架中；针对 Zr^{4+} ，使用有机锆源能够显著提升最大掺杂浓度，例如用正丙醇锆掺杂时材料的锆钛摩尔比可以达到 1.02；扫描电镜（SEM）下样品的形貌随投料浓度提升具有明显的变化，这与金属离子种类和金属源类型均有关系；最后我们针对 Fe/Ti 和 Zr/Ti 系列双金属 MOFs 样品进行了可见光催化降解罗丹明 B（RhB）的反应，结果显示所得样品均具有良好的 RhB 移除率。

关键词：金属掺杂 $\text{NH}_2\text{-MIL-125（Ti）}$ ；溶剂热合成；MOFs 材料；光催化活性

径向气波引射装置设计

化工与环境生命学部过程装备与控制工程 1403 班 刘庭江

气波引射器作为一种新型的压力交换设备，其主要工作原理是利用激波的作用，在设备内对不同温度与压力的气体进行能量交换，最终排出达到要求压力的气体。气波引射器的主要工作部件为波转子，其中径向波转子具有体积小，离心力大等特点。可以有效的增加效率，减小设备体积。气波引射器较静态引射器相比，其等熵效率更高。现在天然气应用广泛，使用量大，但是很多气井中天然气气压低，开采困难。采用气波引射器进行增压很够很好地解决这个问题。

本文对通过利用 4.5MPa 高压气体引射 2MPa 低压气体，最后排出 3MPa 中压气体的装置进行设计。主要研究内容如下。

1. 利用空气动力学相关知识，按照一维等熵流动对波转子内气波进行波系匹配与分析，进行分区计算。最终确定波转子周期结束压力 3.06MPa，以及分区流动的波速与气速，满足等熵效率要求。确定波转子的尺寸，共有 60 个流道，每个流道宽 14mm，高 16mm；

2. 对设备的主要机械结构进行强度设计与校核，确定最小轴径 55mm、轴承型号 7218AC、壳体厚度 30mm，封头厚度 80mm；

3. 对结构的动密封部分进行着重考虑，通过对不同迷宫密封的效果进行对比，最终采用直通型迷宫密封，梳齿宽 1.5mm，齿槽宽 1.5mm，齿高 2mm。

关键词：气波引射器；等熵效率；迷宫密封

生物质粉尘爆炸抑制机理研究

化工与环境生命学部过程装备与控制工程 1403 班 彭庆魁

指导教师 高 伟

社会的运行和发展离不开能源的支撑，目前我国正面临着日益严重的能源问题，生物质作为一种可再生能源具有环保、成本低等一系列优点，但生物质在使用前进行的粉碎工序产生的粉尘极容易发生燃烧爆炸，如何降低生物质粉尘爆炸的风险是生物质能源推广的首要前提。本文自主设计了开敞空间粉尘爆炸实验系统，利用搭建的爆炸实验平台对木屑和花生壳两种生物质进行爆炸测试，并由高速摄影和温度采集系统对温度、速度等参数进行收集。通过对纯生物质与添加抑制剂（ABC、SBC）后的生物质粉尘爆炸参数的分析，得出生物质粉尘的爆炸特性与抑制剂对生物质爆炸的影响效果，结论如下：

1. 花生壳与木屑爆炸的火焰呈球形发展，当粒径增大时出现条状发展趋势且火焰变暗，颗粒状亮斑明显。两种生物质的火焰传播速度、温度与浓度成正比，且火焰速度由于气固两相密度不同导致的惯性差异与不稳定湍流作用呈现明显的波动性，波动频率与浓度成正比，振幅与浓度成反比。生物质粒径的增大会使火焰传播速度降低，但测得的温度由于大粒径颗粒的不均匀分布出现升高现象。

2. 添加抑制剂对生物质爆炸影响明显，随着抑制剂的浓度增高，火焰亮度不断降低且发展不规则，爆炸的速度和温度也随之降低。抑制剂粒径增大会使得抑制效果变差而生物质粒径增大则会提高抑制效果；SBC 的抑制效果强于 ABC，而木屑比花生壳粉爆炸更难被抑制。

关键词：生物质；粉尘爆炸；火焰传播；抑制机理

进气参数对空气动力发动机性能的影响研究

化工与环境生命学部过程装备与控制工程 1402 班 蒋昊雨

指导教师 孟相宇

传统化石能源虽然仍是当今的主流能源类型，但随着资源的逐渐枯竭，寻找传统能源的替代者已经成为时代主题。本文所研究的空气动力发动机是一种利用高压气体进入气缸直接推动活塞作功的新型发动机，相对于内燃机具有缸内不燃烧、结构简单、可靠性高和“零”排放等优势；本文主要集中于找到空气动力发动机的进气参数对于空气动力发动机的性能影响规律，为未来将空气动力技术投入实用进行前瞻性的研究。

本文采用目前汽车工业常用的商用软件 GT-Power 对空气动力发动机进气参数进行数值模拟研究。研究表明，在上止点处开启进气门、采用 25-30 mm 的进气门直径、采用 4-5 mm 的进气门升程、在结构允许的条件下采用双进气门、进气压力保持在 3.5 MPa 左右以及在缸内温度允许条件下提高进气温度对发动机性能表现有利。

其次，进行了 IMEP 恒为定值 5 bar 下，2-4 MPa 进气压力，15-40 mm 进气门直径对空气动力发动机性能的影响研究，该研究主要为了确定在相同发动机负荷下关键参数改变对发动机性能的影响。结果表明在面对相同负载压力时，采用 2.0-2.5 MPa 进气压力时，相对于其他各组将明显消耗更多进气量，当进气压力高于 3.0 MPa 后，进气总量随进气压力升高的变化不明显；进气门直径改变的前提下可以发现，15 mm 进气门直径带来的缸内气体总量远高于其他各组，而当进气门直径大于等于 20 mm 后，缸内气体总质量则几乎保持恒定。

最后，进行了空气动力发动机的负荷特性、速度特性研究。负荷特性研究结果表明，在相同负荷条件下，增加进气压力能够降低消耗的气体总质量且在较低负荷（3 bar）下采用 4 MPa 进气压力对总气体消耗量改善明显，在较高负荷下（5 bar）使用 4 MPa 气体与使用 3 MPa 进气压力产生的气体总消耗量则非常接近；速度特性研究显示在相同转速下，提高进气压力将显著降低进气总量且随着发动机转速升高，提高进气压力对进气总量的降低程度将越发明显。

关键词：发动机；空气动力；进气参数；数值模拟

6MW 釜式再沸器设计

化工与环境生命学部过程装备与控制工程 1402 班 刘蓓蕾

指导教师 代玉强

在许多工程应用环境中，换热器的流体性质随着温度和压力而发生显著变化，在这种情况下，直接为物理参数赋平均值会导致设计结果不准确。而且，在某些低温换热器中，它们的入口和出口之间存在较大的温差，所以流体性质的变化不容忽视。

所以可以将整个热交换器划分为有限区段。对于每个区段，假定流体物理参数是恒定的，并且使用平均温度来确定物理参数的值。使用能量守恒原理，建立相邻段之间的连接条件，随后可以应用这些条件来确定入口和出口温度。很明显，与传统的设计方法相比，这样的设计结果更接近实际，因此更准确。

本次毕业设计主要任务是釜式再沸器的设计过程，包括工艺计算、强度计算、装备图和零件图的绘制。

本文中的分段设计以管程气相分率作为分段依据，气相分率的不同会导致管内流型的差别，就会影响到管内膜传热系数的精度。根据气相分率和压力计算出每一段管程物性和温度，再由热量衡算计算出相应壳程的温度和物性参数，求得相应壳程的传热系数，再对传热面积和传热强度进行校核，从而得出设计是否符合要求。最后对不分段和分段设计后的工艺设计结果进行比对，可以得出分段设计法相对于传统设计方法结果更加准确。

强度设计中，壳体和管箱壁厚设计依据 GB 150-2011，管板，浮头钩圈等设计依据 GB/T 151-2014，除选取材料、结构外还对法兰螺栓等进行应力校核，得到合格的强度设计。

关键词：釜式再沸器；分段设计；工艺设计；机械设计

钠离子电池用二氧化锡/碳的制备研究

化工与环境生命学部化工环境生命类创新实验班化创 1401 班 李姚谕

指导教师 周 颖

近年来，二次电池、特别是钠离子电池在规模化储能方面的研究发展迅速。钠离子电池的性能与能可逆嵌入、脱嵌钠离子的负极材料密切相关，负极材料是决定电池性能的关键因素之一。在诸多负极材料中，碳材料被寄予厚望，但其容量与其他金属类材料相比较低；锡可以与钠形成合金从而带来较高的储钠容量，但在作为电极材料时存在体积膨胀和倍率性能差的问题，用碳复合是解决其体积膨胀和性能衰减的重要手段之一。有基于此，本论文开展了钠离子电池负极锡碳复合材料的研究。

煤沥青具有高碳含量，是制备高性能碳材料的首选原料，但组成结构复杂、分子量大且分布范围宽，给其直接利用带来困难，如果对其进行合理的分子剪裁，并赋予其更高的反应活性，将会使其更利于进行产品结构控制。制备两亲性碳是一种对重质有机物进行分子剪裁的手段。

本文通过混酸氧化，以中温沥青为碳源制备了 ACM 两亲碳。利用水热法制备了 Sn/ACM 复合材料，并研究了该复合材料在 500 ° C、550 ° C、600 ° C 下的炭化行为。在此基础上，制备了 0.5: 1、1: 1、2: 1、4: 1 的 Sn/ACM 配比的 Sn/C 复合材料，并评价其作为钠离子电池负极材料的性能。研究表明，通过混酸氧化中温沥青的方法可以制备出目标产物 ACM，氧化过程中引入了羧基和硝基，这种现象在 NaOH 处理工艺所制备的产品中尤为明显。经滴定测试分析，所制备的 ACM (NaOH) 材料的总酸量为 3.2 mmol/g。Sn/ACM 复合材料在 500 ° C 到 600 ° C 范围内的炭化研究表明，炭化温度是影响材料结构和组成的重要参数。550 ° C 和 600 ° C 下炭化的样品碳 002 峰几乎消失，且出现了单质 Sn 的衍射峰，说明过高的温度下 C 将 SnO₂ 还原。电化学储钠性能测试结果表明，Sn/C 复合材料的电化学性能要优于 ACM 碳和 SnO₂。ACM 碳材料的容量较低，SnO₂ 材料的稳定性较差。不同比例的 Sn/C 复合材料储钠性能测试结果表明，SnO₂: ACM=2: 1 样品在 1 A/g 的电流密度下循环 1000 周后依然能够保持 60 mAh/g 的比容量，容量保持率达到 60%。

关键词：两亲性炭材料；钠离子电池；负极；二氧化锡

纤维状氧化镁的合成及抗菌性能的研究

化工与环境生命学部无机非金属材料工程 1401 班 刘胜男

指导教师 叶俊伟

抗生素抗性病原体的出现已经成为一个严重的健康问题，因此，已经有许多研究报告改进目前的抗微生物治疗，选择安全无毒，不会产生耐药性的抗菌材料势在必行。MgO 安全无毒，并具有良好的热稳定性，广谱抗菌性，作用时间长等优点成为了抗菌领域的研究热点。一维纳米材料具有良好的热学、力学、电学和光学性能。因此本文选取 MgO 纤维作为研究对象。微波水热法能够在较短的时间内爆炸性成核，容易形成均匀的纳米材料，使得微波水热法在纳米材料合成领域得到了广泛的应用。因此本文采用微波水热法调整制备工艺，合成了 MgO 纤维，并研究了不同条件下制备的氧化镁的抗菌性能和抗菌机理。主要研究内容为：

1. MgO 纤维的合成及表征

本文采用微波水热法，调整原料浓度、反应时间和烧结温度，研究了不同制备工艺下生成的氧化镁的结构差异。并采用 X 射线粉末衍射、扫描电子显微镜对材料进行了结构表征。

2. MgO 纤维的抗菌性能-研究

本文选取革兰氏阴性菌大肠杆菌 (*E. coli*) 和革兰氏阳性菌金黄色葡萄球菌 (*S. aureus*) 作为研究对象，通过细菌生长曲线和菌落计数法测试了 MgO 纤维的抗菌性能。

3. MgO 纤维的抗菌机理研究

通过研究 MgO 纤维的活性氧化损伤和直接接触造成的机械损伤，阐释了氧化镁的抗菌机理。

关键词：氧化镁纤维；微波水热；抗菌性能；抗菌机理

碳钢表面电镀镍制备超疏水镀层

化工与环境生命学部电化学工程 1401 班 陈兹钰

指导教师 王 华

碳钢具有良好的工艺性能，在日常生活和工业生产中发挥了巨大的价值。但碳钢的耐蚀性能相对较差，导致其使用寿命缩短，由此带来的安全事故、环境污染、经济损失等严重阻碍了生产发展和科技进步。在碳钢表面覆盖一层具有超疏水性能的薄膜是防腐的有效措施之一。目前已开发出多种制备超疏水表面的方法，本实验选用了发展较为成熟的电化学沉积法制备超疏水镀层。

本实验在传统电镀基液中加入锐钛矿型纳米 TiO_2 粒子，增大所得镍基镀层的表面粗糙度，同时使用低表面能物质对 Ni-TiO_2 复合镀层进行修饰，使镀层表面达到超疏水效果。采用 SEM 和 XRD 对镀层表面进行形貌分析和晶型分析，通过接触角测试、电化学阻抗谱和极化曲线评价镀层的疏水性能和耐蚀性能，并对镀层进行了耐磨性测试。

结果表明，当其他工艺参数一定时，随着电流密度的增大，镀层接触角呈现先增大后减小的趋势，电流密度大于 40 mA/cm^2 时，可以获得超疏水镀层，电流密度为 50 mA/cm^2 时，接触角达到最大。 TiO_2 浓度为 $25\text{-}30 \text{ g/L}$ ，硬脂酸浓度为 $0.1\text{-}5\%$ 质量分数均可以获得超疏水镀层，低浓度时镀层性能更好。镀层用正辛基三乙氧基硅烷或硬脂酸进行修饰均可获得超疏水性能。在 100 g 载荷下，镀层保持超疏水性能的最大耐磨距离为 120 cm 。本实验最佳工艺条件为：电流密度 50 mA/cm^2 ， TiO_2 浓度 25 g/L ，修饰剂硬脂酸溶液质量浓度分数 1% ，电镀时间 45 min ，所得镀层接触角为 155.8° ，在 $3.5 \text{ wt.}\% \text{ NaCl}$ 溶液中腐蚀电流密度为 $4.424 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$ ，比未经过超疏水处理的复合镀层小 3 个数量级。

关键词：超疏水；电镀；镍；碳钢；腐蚀防护

有机/无机杂化介孔光子晶体的组装及传感研究

化工与环境生命学部化学工程与工艺创新实验班化创 1401 班 荣欣

指导教师 马威

光子晶体是一种具有光子带隙特性的周期性电介质结构。光子晶体根据光子带隙在空间中的分布不同可分为一维光子晶体（1DPC），二维光子晶体（2DPC），三维光子晶体（3DPC）。1DPC 由于选材广泛、结构简单、稳定性好等特点受到科研人员的广泛关注。本论文设计了对有机溶剂有良好响应能力的 1DPC，并研究了该 1DPC 的制备、光学性能以及溶剂响应能力。

本课题采用聚（苯乙烯-丙烯酸）（P(St-AA)）微乳液作为低折射率物质，TiO₂ 溶胶（水:乙醇=1:1）作为高折射率物质，采用自下而上的旋涂层层自组装制备了 P(St-AA)/TiO₂ 一维光子晶体。

P(St-AA)/TiO₂ 一维光子晶体的光学性能可以通过布拉格堆叠数、光线入射角度、溶胶浓度以及旋涂转速来控制。研究表明：随着布拉格堆叠数的增加，一维光子晶体的反射率增大，但峰值波长不变；随着光线入射角度的增加，反射峰逐渐蓝移，说明一维光子晶体具有明显的角度依存性；随着 P(St-AA)微乳液和 TiO₂ 溶胶浓度的增加，有机层和无机层的厚度增加，反射峰红移；随着旋涂转速的增大，必将使厚度降低，反射峰蓝移。因此，可以通过改变组装参数制备具有不同结构色的 1DPC。

另外，P(St-AA)/TiO₂ 一维光子晶体具有良好的溶剂蒸气响应性，将其暴露于甲苯、二甲苯、乙醇、四氢呋喃、丙酮等有机溶剂蒸气中，具有快速且可区分的颜色变化，对甲苯、二甲苯这样的苯系物具有更灵敏的响应，且反射光谱红移明显。另外，对甲苯蒸气重复响应研究显示，P(St-AA)/TiO₂ 一维光子晶体传感器具有良好的循环应用性。

关键词：一维光子晶体；旋涂自组装；光学性能；溶剂蒸气响应性

基于金纳米粒子的比色识别研究

化工与环境生命学部化学工程与工艺（精细化工）1402 班 韩有鑫

指导教师 杜健军

金纳米粒子 (AuNPs) 具有表面等离子体共振 (SPR) 效应, 其 SPR 吸收峰和溶液颜色随 AuNPs 集散状态变化而改变, 因此基于 AuNPs 的识别体系可作为对目标物比色识别的平台。尿酸和腺苷分别是临床肾功能和心血管系统检查的重要指标, 将肌酸酐和不同金属阳离子协同修饰在 AuNPs 表面, 可实现对尿酸和腺苷灵敏的选择性比色识别。

1. 将肌酸酐和 Hg^{2+} 协同修饰到 AuNPs 表面, 组装肌酸酐- Hg^{2+} /AuNPs 体系。由于尿酸可与肌酸酐和 Hg^{2+} 发生协同络合而诱导 AuNPs 聚集, 导致 SPR 吸收峰红移, 溶液颜色由红变蓝, 实现对尿酸的定性识别。在优化的最佳条件下, 体系 β 值 ($A_{650 \text{ nm}}/A_{520 \text{ nm}}$) 与尿液中尿酸浓度 ($20 \sim 40 \mu\text{M}$) 呈现良好线性关系 ($R^2=0.995$), 可作为对尿酸定量识别的可靠依据。

2. 将肌酸酐和 Ag^+ 协同修饰到 AuNPs 表面, 组装肌酸酐- Ag^+ /AuNPs 体系。同样基于 AuNPs 比色识别机理, 加入腺苷可诱导 AuNPs 聚集, 由 SPR 吸收峰红移及溶液颜色由红到蓝变化实现对腺苷的定性识别。在最佳识别条件下, 体系 β 值与牛血清中腺苷浓度 ($50 \sim 250 \mu\text{M}$) 呈现理想线性关系 ($R^2=0.988$), 并可通过自制比色卡进行对腺苷高效的定量识别。

基于上述对尿酸和腺苷灵敏的选择性比色识别体系可进一步用于试剂盒的开发, 有望实现对临床生化指标快速、高效、便捷的定量识别, 深入拓展 AuNPs 在医学诊疗领域的应用。

关键词: 金纳米粒子; 肌酸酐; 尿酸; 腺苷; 比色识别

甘氨酸修饰多酚-赖氨酸黏附型肽合成

化工与环境生命学部化学工程与工艺 (精细化工) 1401 班 傅 昱

指导教师 乔卫红

贻贝粘附蛋白 Mfp-5、Mfp-3 的结构中含有大量的 DOPA、赖氨酸和甘氨酸，其结构为新型生物医用粘合材料的设计提供了新的思路。DOPA 中的儿茶酚结构对材料的粘附性起到了关键性的作用；将赖氨酸引入到儿茶酚结构后，材料可以表现出协同增强粘附的作用。此外，贻贝粘附蛋白中较高含量的甘氨酸对粘附性能也有着较大的贡献。基于此，将赖氨酸结构引入至邻苯二酚结构中，并引入甘氨酸结构；同时将赖氨酸和甘氨酸结构引入至连苯三酚结构中作为对比，探索两者的合成方法，为新型生物医用粘合材料的合成提供实验依据。

本文在黏附型肽合成中首次使用二碘甲烷对 2,3-二羟基苯甲酸中的两个酚羟基进行保护。保护后的原料具有更小的空间位阻，同时在最终脱保护反应阶段也应该具有更易脱除的反应条件。在 1,3-苯并二噁茂-4-甲酸和 *N*^ε-Boc-L-赖氨酸甲酯盐酸盐的酸胺缩合反应中确立了用缩合剂 EDCI 对两者进行偶联，并且发现当氨基端：羧基端：EDCI：HOBT=1:1:1.2:1.2 时转化率可达 88%，产物的纯度也更高。

本文利用两种缩合剂 EDCI 和 HBTU 合成 Boc-L-甘氨酸-L-甘氨酸甲酯，并尝试四种不同的后处理方法，最终得到：在后处理萃取时，有机相采用二氯甲烷：甲醇=10:1，且萃取顺序为碱洗、饱和食盐水洗、酸洗、饱和食盐水洗时可将后处理收率从 30% 提高至 60%。随后本文对 1,3-苯并二噁茂-4-甲酰-*N*^ε-Boc-L-赖氨酸-L-甘氨酸-L-甘氨酸甲酯的合成条件进行了初步的探索。

针对没食子酸甲酯中的三个酚羟基的保护，本文采用苄溴进行保护。保护后的没食子酸与 *N*^ε-Cbz-L-赖氨酸甲酯盐酸盐和 L-甘氨酸-L-甘氨酸甲酯进行两次酸胺缩合反应，同时经过三次脱保护反应，合成了三苄基没食子酸-L-赖氨酸-L-甘氨酸-L-甘氨酸。最后利用甲磺酸对最后一步脱保护反应合成没食子酸-L-赖氨酸-L-甘氨酸-L-甘氨酸进行了尝试。

关键词：仿生物医用粘合材料；贻贝粘附蛋白；多肽合成；基团保护

含环状取代基苯乙烯衍生物聚合及性能设计

化工与环境生命学部高分子材料与工程 1402 班 张 智

指导教师 马红卫

含饱和环状取代基苯乙烯衍生物和 1,1-二苯基乙烯（1,1-Diphenylethylene, DPE）结构特征相似，进而聚合特性相似。本论文初步研究活性阴离子聚合（Living Anionic Polymerization, LAP）体系中含环状取代基苯乙烯衍生物的聚合特性，以拓展此类单体应用于序列可控聚合物的前景。

通过 Wittig 反应制备了含游离环取代基苯乙烯衍生物—1-环戊基-1-苯基乙烯(1-Cyclopentyl-2-phenylethene, CPPE)、1-环己基-1-苯基乙烯(1-Cyclohexyl-1-phenylethene, CHPE)以及含苯并环取代基苯乙烯衍生物—1,2,3,4-四氢-1-亚甲基萘(1,2,3,4-Tetrahydro-1-methylenenaphthalene, THMN)三种新结构单体，经精制后设计和苯乙烯(Styrene, St)的 LAP 反应，主要研究结果如下：

1. CPPE、CHPE 的 LAP 体系聚合特性研究

以 *sec*-BuLi 为引发剂，苯为溶剂，进行了自聚实验以及与 St 摩尔投料比为 1:1 的共聚合实验，共聚实验分别为 25 °C、50 °C 共聚、以 NaODP 为调节剂的 25 °C 共聚。经表征，CPPE、CHPE 和 DPE 相比，在 LAP 体系中自聚合反应活性低，皆主要形成单加成结构。与 St 共聚研究发现其聚合活性较低，升高温度或加入添加剂条件下，共聚物链中 CPPE/CHPE:St 在 0.1:1 左右，链中 CPPE/CHPE 单元数量在 1~2 范围内；

2. THMN 的 LAP 体系聚合特性研究

以 *sec*-BuLi 为引发剂，苯为溶剂，进行了自聚实验以及与 St 摩尔投料比为 1:1 的 25 °C 共聚合实验。与 CPPE、CHPE 相比，THMN 聚合活性相对较高，链中 THMN:St 为 0.36:1，竞聚率 r_{St} 为 4.3，链中 THMN 单元数量在 5~6 范围内。

上述研究表明：CPPE 和 CHPE 共聚合活性较低，序列控制能力较低，可用于聚合物封端；THMN 共聚合活性较高，适合作为制备序列可控聚合物的新单体。

关键词：活性阴离子聚合；环状苯乙烯衍生物；共聚合特性；竞聚率

含氮杂环高性能可持续生物基环氧树脂的设计

化工与环境生命学部高分子材料与工程 1401 班 彭湖嘉

指导教师 翁志焕

含氮杂环聚合物通常具备优异的热稳定性、耐化学腐蚀性及良好的力学性能，一直是耐热材料的设计热点之一。而生物基材料则具备环保绿色、低污染的优势，可自然降解、易处理的特性也满足了现在时代发展的要求。本文旨在设计合成出一种兼顾两者特性的环氧树脂，以一种可从自然界中提取且大量廉价、无毒无污染的生物基材料为原料，通过设计合成最终得到含氮杂环、具备优异的耐热性能和力学性能的可持续性生物基环氧树脂。

以来源广泛的生物基香草醛为原料，先将香草醛氰基化得到 4-羟基-3-甲氧基苯甲腈，后在三氟甲磺酸的催化下合成三嗪环单体，最后接上环氧基团得到三嗪环环氧单体。采用 FT-IR、¹H-NMR、¹³C-NMR、元素分析、液相色谱等分析方法对各个产物的结构进行了表征。设计合成出的三嗪环环氧单体的熔点在 200°C 左右，具有较好的热稳定性，使用 DDM 和 DDS 等作为固化剂，采用 DSC 初步筛选出固化工艺，以 DDS 为固化剂，物理研磨的方式混匀，分别在 130°C、160°C、200°C、230°C 下保持 2 小时。固化后得到的生物基环氧树脂表现出优异的热稳定性，氮气氛围中，其 5% 的热失重温度和 700°C 下的残碳率分别高达 394°C 和 47.6%，玻璃化转变温度为 269°C。制备得到的生物基环氧树脂的性能可以和石油基的 E51 相媲美，其有望在耐高温阻燃领域得到应用。

关键词：香草醛；三嗪环；可持续性；高性能；生物基环氧树脂

炔酚类天然产物的全合成探索

化工与环境生命学部制药工程 1401 班 王旭

炔酚类天然产物是近几年在卷柏中发现的一类具有新型碳骨架的化合物，是中药卷柏中的独特成分以及主要活性成分。该类化合物大多具有降血糖、抗氧化、抗炎、抗肿瘤等多种生物活性，因而引起人们的广泛关注。其植物体中含量少、提取困难，同时为了深入探讨其生物活性和构效关系，对炔酚类天然产物及其类似物的全合成进行研究无疑具有重要意义。

本论文在查阅了大量文献的基础上，设计了 Selaginellin A 的全合成路线，以 2-溴苯甲酸为起始原料，经过碘代、酯化、Suzuki 偶联、Sonogashira 反应、加成、脱甲基、脱水等 7 步反应合成目标产物 Selaginellin A。经过大量实验探索，通过 4 步反应成功合成得到中间体 4'-甲氧基-3-((4-甲氧基苯基)乙炔基)-[1,1'-联苯]-2-甲酸甲酯 (5)。同时，尝试合成 Selaginellin A 类似物 8a，通过 5 步反应合成得到了三芳基甲醇中间体 6a。产物的结构通过核磁共振氢谱和质谱数据分析得到确证。

实验研究发现，Selaginellin A 合成的关键中间体三芳基甲醇 (6) 因存在异构体而难以分离纯化，影响了后续反应。而在 Selaginellin A 类似物合成中，三芳基甲醇中间体 (6a) 的脱甲基方法还有待于进一步探索。本研究为进一步研究 Selaginellin A 及其类似物的全合成方法提供了有益的探索。

关键词：卷柏；Selaginellin A；全合成

人机互适应自主学习认知博弈模型研究

管理与经济学部信息管理与信息系统 1402 班 尤 玥

指导教师 裘江南

智能机器人已经被越来越多地应用于现实生活中的各个场景，如工厂生产、合作救援和生活服务等，机器人与人类之间的交互越来越频繁。本文以人机共存的协作系统中人与机器人之间的智能融合与知识演化规律作为研究问题，将机器人和人类之间的交互看做是一个认知博弈的过程，即机器人和人类需要通过动作和行为向对方传递信息，并接受来自对方的信息，更新自身的知识，以增进对彼此以及对客观环境的理解。为此，本文选择计算实验的方法对人类和机器人的认知博弈过程进行建模、仿真与敏感性分析，利用虚拟博弈模型描述人类的适应学习过程，利用策略迭代算法描述机器人的强化学习过程，并在人类主体中加入了适应性、信任等社会属性以体现人类的有限理性。

仿真实验结果表明，在多次重复博弈的过程中，人类能够对机器人的策略有一个稳定的认识，并能对机器人产生稳定的信任值。敏感性分析发现，较高的人类初始适应能力可以加快人类对机器人策略的学习，还能提高博弈初期机器人的表现，而较高的信任阈值会降低博弈初期机器人的表现。强化奖赏信号对机器人的影响越长远，机器人的算法收敛速度越慢，但人类最终对机器人的信任值将更高。

关键词：人机互适应；认知博弈；强化学习

基于 GBRT&ANN 组合的共享单车需求量预测模型研究

管理与经济学部信息管理与信息系统 1401 班 景一恒

指导教师 仲秋雁

针对共享单车企业因对用户需求变化把握不够准确而引起的车辆投放和调配不合理问题，本文对共享单车需求量预测模型进行了研究，提出了一种基于梯度提升回归树（Gradient Boosting Regression Tree,GBRT）和人工神经网络（Artificial Neural Networks,ANN）的组合预测模型，以指导共享单车企业调配和再投放车辆的行为。

本文首先阐述了研究背景及意义，说明了研究内容、研究方法及技术路线，并介绍了国内外研究现状和相关的理论基础；随后根据前期调研结果对研究问题进行了分析，针对车辆后期调配和再投放的应用情境将问题范围界定在城市内部区域的共享单车日需求量预测上；接着分析了共享单车需求量影响因素，识别出了引起需求量短期变动的因素，并确定了原始特征集；然后基于收集到的预测目标数据和特征数据，通过相关分析确定了最终的特征集；最后通过交叉验证和遗传算法确定了 GBRT 预测模型和 ANN 预测模型的主要参数，并将两种模型在前一日的预测表现作为组合预测模型中权重调整的依据，通过均方倒数法计算出具体的权重值，完成了线性变权重组合预测模型的构建。

通过实验测试发现，相比于单一的 GBRT 预测模型和 ANN 预测模型，组合预测模型的 NMSE、MAE 和 MAPE 更小，其 MAPE 仅为 6.59%，且其 ASD 增益图的曲线更靠近左上方。这证实了组合预测模型的预测性能最优，其实现了对单一预测模型预测效果的整体优化，也说明了 GBRT 和 ANN 在共享单车需求量预测领域具有良好的应用效果。

关键词：GBRT 预测模型；ANN 预测模型；组合预测模型；共享单车需求量；预测

使用 HNC 理论对网购评论文本进行情感分析

管理与经济学部信息管理与信息系统 1402 班 高 歌

指导教师 王 宇

电子商务的提出彻底改变了人们的购物方式，尤其在 Web2.0 技术提出并得到推广以后，电商平台不仅能提供购物功能，消费者还可以在平台上撰写购物体验。研究表明对这些评论进行文本的情感分析无论对商家还是用户都是有益的，但人工地对大量的数据进行标注是一件十分耗时耗力的工作，并且由于评论语言本身非结构化和人们使用语言的多变性，目前还没有一种成熟的方法能够实现评论文本情感值的准确计算。本文提出了一种使用概念层次网络（HNC）理论进行评论文本情感值计算的方法，对于已经被 HNC 理论知识库收录的词语，利用 HNC 对偶性概念的编码特点和五元组定义，从概念角度入手理解词语，在对评论文本进行分词后可根据其关联概念完成主题词识别、情感词识别和情感值的计算；对于目前未被 HNC 理论知识库收录的未登录词，结合“百度汉语”和“百度百科”对其的检索结果和 HNC 符号生成的规律对它们进行处理，确定概念类别，实现对未登录词的情感值计算。最后使用从“京东商城”获取的真实评论数据进行了实验，验证了情感值计算方法的可行性和有效性，也验证了结合 HNC 理论和网络检索处理未登录词这一方法的可行性和有效性。局限性在于分析的范围停留在显性的情感词上，前后文关系在这一过程中被忽略，会造成准确度上的丢失，如何突破这一局限是后续工作的重点。

关键词：评论文本情感分析；概念层次网络（HNC）；未登录词处理

基于系统动力学的合作社保兑仓融资模式研究

管理与经济学部物流管理 1401 班 连晓彤

指导教师 张令荣

近年来，随着“三农”政策的实施，我国农业现代化水平显著提高，农村建设取得了一系列重大成就。农业的快速发展离不开金融的支持，我国农业人口多、融资需求大，使得农户“融资难”的问题普遍存在。随着供应链金融的发展，农业供应链金融应运而生，如何将供应链金融的运作模式运用到农业中，帮助广大农户获得生产、加工、销售环节中所需的融资，推进农村经济发展，是当前需要解决的问题。

本文基于供应链金融的相关理论，运用系统动力学方法，对合作社参与下的保兑仓融资模式进行研究。文章选取了供应链金融中的三方保兑仓融资与四方保兑仓融资模式进行研究，为农户在生产初期购买所需生产资料提供资金上的支持。通过定性分析与定量实验相结合的研究方法，对两种融资模式进行了比较研究，并得出了两种保兑仓融资各自的适用条件。

本文首先归纳整理了已有文献中供应链金融的相关理论研究成果，并对三方保兑仓融资与四方保兑仓融资的流程、各方收益及风险等进行了分析。在此基础上，利用系统动力学理论对两种融资模型进行建模，并研究合作社初始资金量、市场需求量、核心企业生产速度等因素对供应链上企业的库存量及现金流量的影响，为合作社选择融资模式提供管理决策建议。

关键词：供应链金融；农业；保兑仓融资；系统动力学

基于 Kelly 模型的中国股票投资组合研究

管理与经济学部工商管理 1401 班 王文琪

指导教师 秦学志

投资组合的优化问题一直是金融领域所关注的重要问题，随着金融市场的不断发展，投资者倾向于使用科学的量化投资方法，以此选择最优的投资组合，达到提高收益、降低风险的目的。现代的投资组合理论多基于马柯维茨提出的均值-方差模型，本文则关注另一种投资方法——由 Kelly 提出的“资金增长最快”方法，Kelly 模型选择资产平均指数增长速度作为投资最优化的判别标准，以此寻求最优的投资比例。

本文分为四章，第一章介绍 Kelly 模型的核心思想、Kelly 模型国内外相关研究以及投资组合优化问题的研究现状，据此归纳总结出已有文献的研究进展与不足，得出本文的研究内容。第二章介绍 Kelly 模型中应用到的理论知识与基本概念，解释 Kelly 模型所选择的判别标准的实质。第三章从单资产情况和多资产组合情况两个角度对 Kelly 模型进行推导，得出不同情况下 Kelly 最优比例的计算公式。第四章采用实证研究方法，观察 Kelly 模型在中国股票市场中的应用表现。采取中国股票市场中的重要指数作为风险资产，再加入无风险资产，计算其最优投资比例，再分别计算不同投资比例下的投资结果，通过比较分析，验证其最优性。

本文通过理论与实证研究结合的方法，利用了中国股票市场的重要数据对 Kelly 模型进行了实证研究，在资产组合的情景下进行了模型构建和实证研究，并根据实证结果，最终提出一系列对中国股票市场的投资者具有参考价值的投资建议。

关键词：Kelly 模型；最优投资比例；中国股票市场

京博物流教官考核指标体系构建研究

管理与经济学部工商管理 1401 班 杨运美

指导教师 郭文臣

知识经济时代的到来，使得企业逐渐重视内部培训。只有对内部培训师建立一套完整的选聘、考核、管理、培训制度，才能最大程度发挥其作用。

本文研究对象为京博物流的九级教官制，目前九级教官制只有选聘指标体系，没有考核指标体系。鉴于现阶段的考核仅仅依靠于培训次数和培训得分，希望通过构建教官考核体系加强对教官的培养和考核。

本研究借鉴国内外研究成果，在分析“京博物流教育培训管理制度”公司文件对九级教官的任职资格、岗位职责、目标设定等信息基础上，运用德尔菲法构建京博物流教官考核指标体系，利用层次分析法对助教及一二三级教官、副主任及主任教官、总监教官各自的考核指标进行赋权，采用一套考核指标体系，通过赋予不同的权重，从而区分出各层级教官的考核差异和侧重点，分别构建出京博物流教官考核指标体系（助教及一二三级教官、副主任及主任教官、总监教官）。并借鉴个人潜能指数评价方法对每一个二级指标设定 5 个评定等级，确定考核标准。最后为京博物流设计考核评价实施表，切实服务于京博物流对教官的考核。本研究不仅在理论上丰富了内部培训师考核管理理论，而且在实践上对京博物流及其他企业具有参考和利用价值。

关键词：内部培训师(教官)；考核指标体系；层次分析法

J 电商企业采购风险分析及应对措施

管理与经济学部工商管理 1402 班 李瑾璐

指导教师 于惊涛

随着电子商务的快速发展，电商企业之间的竞争愈发激烈，对采购风险的控制，成为影响电商竞争力的重要因素。本文针对 J 企业电商平台采购风险问题进行研究，试图对其采购风险因素进行识别和评估，以达到控制风险、降低企业经营成本并提升市场竞争力的目的。

本文通过对 J 企业某事业部入仓订单比、滞销占比、现货率等历史数据的定量分析，结合该事业部采购流程分析，识别出四种主要风险因素：需求风险、供应商风险、采购人员风险和库存风险因素。在此基础上，论文对风险因素的产生原因进行了分析，并从供应商管理、需求方案定制、库存管理以及内部风控等方面提出了改进措施和建议。

本文研究显示，J 企业虽然建立了一整套采购制度，但在采购风险控制方面仍有待提高。本文的研究，针对本人实习所在部门的采购风险问题进行了研究，其结论对京东、天猫、苏宁易购等电商企业有一定的参考意义，但收到数据样本的限制，研究还有待深化。今后的研究，如能结合电商大数据进行深度挖掘，将更具指导意义。

关键词：电商企业；采购风险；风险识别；风险评估；风险应对

互联网对企业出口市场的分化作用

管理与经济学部国际经济与贸易英语强化 1402 班 程 晔

指导教师 刘海洋

本文借鉴 J. Carballo (2018) 的内生性选择的多国家模型，理论上证明了互联网能够通过降低贸易的可变成本，促进企业的出口，加剧市场竞争，从而对企业出口市场产生分化作用，即降低出口市场的企业集中度，有助于优化市场的资源配置。本文使用 ISC 发布的域名主机数量作为互联网发展程度的代理变量，并利用 2003-2006 年海关数据库的微观企业数据，计算出中国企业出口至每个国家每年的总贸易额，以及对应的 hhi 指数，从而构成国家-年份-出口的面板数据，并以中国为例进行实证分析。结果表明，互联网促进了中国的企业出口规模的增长，并显著降低了中国企业出口市场的集中度，且在经济规模更大的进口国中，互联网对中国企业出口市场的分化作用越显著。这些结论在无缺失的非平衡面板数据以及内生等检验分析中依然稳健。因此，互联网能够促进企业出口增长，优化企业出口市场的资源配置。本文从互联网的角度解释了我国企业出口市场演变的内在机制，为我国对外贸易的增长提供了新的解释机制，有力地支持了“互联网+”战略。

关键词：互联网；企业出口；市场集中度；域名主机数

FDI 加剧了产能过剩？

管理与经济学部国际经济与贸易英语强化 1401 班 张旭飞

指导教师 孙晓华

在中国经济高速增长的同时，也产生了一系列的经济问题，近年来被广泛探讨的产能过剩问题便是其中之一，对外投资作为缓解产能过剩的有效途径引起各界关注，同理思考，大量涌入中国的外商直接投资是否也是其他国家输出过剩产能的一种途径？加入世贸组织以来，外商直接投资每年都以大体量高增速的态势进入中国，如此庞大的外资会对中国的产能过剩产生怎样的影响？中国应该如何更加有效地引入外资？准确把握二者之间的关系将对缓解产能过剩、高效引入外资具有指导性意义。

本文采用随机前沿分析方法，以 2001-2015 年 15 年间 35 个工业行业为样本，对产能利用率进行测算，之后从供给和需求两个作用路径探讨外商直接投资作用于产能过剩的理论机制，并通过系统矩估计外部工具变量法对其进行实证检验。结果显示：中国工业部门普遍存在产能过剩问题，部分行业存在严重产能过剩，相较而言技术密集型行业的产能利用率高于非技术密集型行业；外商直接投资会加剧整个工业部门的产能过剩，分组讨论结果发现，外商直接投资会加剧非技术密集型行业的产能过剩，而对技术密集型行业的作用却截然相反。本文介绍了一种新型的数学规划框架——广义析取规划，使用布尔变量和连续变量描述物理量，并允许使用代数方程、析取约束式、逻辑表达式进行模型约束。

关键词：外商直接投资；产能过剩；随机前沿分析；系统矩估计外部工具变量法

私募股权融资对中小企业经营绩效的影响 ——基于我国中小板上市公司的实证研究

管理与经济学部金融学英语强化 1402 班 张雪银

指导教师 刘玉海

近年来私募股权在我国得到快速发展，已经成为中小企业融资的一种主要方式。私募股权能给企业带来哪些影响也受到社会和学术界的广泛关注。

本文就私募股权融资对中小企业经营绩效的影响做了理论和实证研究。私募的认证和监督功能假说及代理成本理论认为私募股权融资有助于提高企业治理能力，能有效地提高企业经营绩效。逆向选择学说和逐名假说则持相反观点。为检验和补充理论分析，本文选取近两年深圳中小板上市的企业为研究对象，从私募的量和私募投资动机两个层次做了实证研究，研究结果表明：与未进行私募的企业相比，进行过私募的企业经营绩效较好；在私募投资机构不是企业控制人也不是控制人的关联方的情况下，私募持股比例与企业经营绩效显著正相关；私募投资机构在企业 IPO 前的持股期越长，即私募投资者投机性越弱，企业绩效越好；相比于投机型投资者，战略型投资者对企业绩效的积极作用更大。

实证研究的结论支持理论分析的结果，既说明了私募融资能提高企业绩效，也说明了私募投资机构的投机性越弱，对企业的积极影响越强。本文的研究有利于利益相关者对私募股权融资的理解，也丰富了私募股权融资与企业经营绩效方面的研究。

关键词：私募股权；中小企业；经营绩效；中小板；

社会资本对公司现金持有的影响研究

管理与经济学部金融学英语强化 1401 班 梁 辰

指导教师 史金艳

除了公司本身治理机制以及法律体系等正式制度，非正式制度对于公司治理的作用日益显著。本文从社会资本的角度出发，探究其在公司治理微观层面发挥的作用，并且基于中介效应理论，对社会资本影响公司现金持有的具体路径做出分析和检验。

本文选取沪深两市 A 股制造业上市公司 2011-2016 年的数据作为样本，从社会信任、社会参与、社会组织、社会规范四个维度综合度量我国不同城市的社会资本发展程度，实证检验了社会资本的差异对公司现金持有量的影响，并深入探讨社会资本影响公司现金持有的路径。总体上看，社会资本对我国上市公司的持有现金量有着显著正向影响。在影响渠道上，社会资本能通过降低企业融资约束，间接减少企业的现金持有量，另一方面，通过降低系统性风险，间接增加企业现金持有。但其并不能通过财务报告质量、特有风险的渠道影响现金持有。本文的研究与我国实际情况相结合，丰富了社会资本在公司治理领域的相关研究，研究结论为从非制度因素方面优化公司现金持有水平提供了依据。

关键词：社会资本；公司现金持有；中介效应

避税影响债务融资成本的实证研究

——基于会计信息质量的中介机制

管理与经济学部金额学英语强化 1401 班 浦卓成

指导教师 南晓莉

避税是当前国内外关注的热点课题，避税因可以为企业降低税负而在现代企业中普遍存在，但避税也会带来各种潜在风险和成本，激进的避税行为甚至会损害企业价值。那么作为外部投资者，银行是否对避税风险进行定价进而影响企业的债务融资成本？目前该方面的研究还相对匮乏，对此研究有助于企业更好地制定纳税筹划和融资决策，具有一定的现实意义。

本文首先对避税与债务融资成本的相关文献及理论进行阐述。其次，选取 2009—2016 年我国 A 股上市公司作为研究样本，实证研究企业避税对债务融资成本的具体影响，并探究会计信息质量是否为中介机制。最后，本文结合中国特殊的制度背景，进一步讨论企业所有权性质、地区市场化程度对避税与债务融资成本相关性的调节作用，并用三重差分模型研究“营改增”政策是否对两者相关性有所影响。

研究表明，企业避税与债务融资成本正相关，且在激进避税企业中相关性更显著，会计信息质量构成了两者的传导机制，具体而言：避税引发的盈余管理行为会导致会计信息质量下降，从而银行与企业约定的借款利率上升；在国有企业和市场化程度高的地区，避税与债务融资成本的正相关性减弱；“营改增”政策对企业避税与债务融资成本的相关性没有显著影响。

关键词：企业避税；债务融资成本；会计信息质量；盈余管理；“营改增”政策

一些特殊函数的逼近

数学科学学院数学与应用数学 1401 班 房思宇

指导教师 鲁大伟

此篇文章将分为四个部分，分别对于常数 e 和特殊函数 γ 函数的逼近提出新的渐近公式和新的双边不等式并且对于新的渐近公式和双边不等式做数值模拟和数值比较。

第一章大概介绍了常数 e 和特殊函数 γ 函数的背景介绍。第二章将提出一个新的通过连分数而对于常数 e 进行逼近的渐近公式。因此，推断出对于式子 $(1 + 1/n)^n$ 的不等式，并且将这个不等式应用到实际中，利用这个不等式来提出新的证明 Keller 极限的方法。第三章会提出分别利用多项式和连分数的形式而对特殊函数 γ 函数进行逼近的渐近公式。同时，本文也会建立与这两个渐近公式分别相关的双边不等式。

而在最后一章第四章会给出数值计算和数值比较，来展示本文提出的新的对于式子 $\frac{1}{e} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ 的逼近公式和新的双边不等式与之前的作者做出的结论比较之下的优势。最后，本文还是通过提供数值计算和数值比较来说明本文新提出的两个对于特殊函数 γ 函数的渐近公式以及双边不等式对于之前作者得出的结论拥有更精确的界限，从而说明本文的优势。

关键词：连分数；多项式；常数 e ； γ 函数；不等式

无穷维格点系统的 Nekhoroshev 型定理

数学科学学院数学与应用数学 1402 班 朱丽丽

指导教师 丛洪滋

这篇文章主要讨论了格点系统里，相空间为 Gevery 空间的 Hamiltonian 系统在小扰动下的解在原点附近的长时间稳定性问题，相空间为 Sobolev 空间的相关问题已经被解决。而在这里我们研究的是无穷维空间，所以在不同空间下的范数不等价，而 Gevery 空间也是我们经常讨论的空间，所以在 Gevery 空间下去研究哈密顿系统的长时间稳定是有意义的。该篇文章的主要分为五部分。第一部分是该问题的研究背景和定理叙述，即简单介绍该问题的基本知识及定理内容；第二部分是代数构造，主要是通过研究映射及坐标复化的方法来证明同调方程有界，且给出解的形式；第三部分是小分母和图，即这部分主要是处理该迭代过程中产生的小分母的问题，相比有限维空间，在这里我们要对多项式划分的更细致一些，从而引入了对图的研究。接下来并给出相应的测度估计和泊松括号范数的估计，从而得出对余项的一个初步的估计，这部分也是该篇文章的重点部分；第四部分就是主要的估计，即利用上面我们得到的关系式及引理对开始对余项进行最后的估计，然后得到我们最终的定理，即相应的长时间；最后一部分是总结与展望。

关键词：长时间估计；格点系统；Gevery 空间；扰动

智能交通处理中的计数问题方法研究

数学科学学院信息与计算科学数华 1401 班 张华炜

指导教师 刘秀平

当今社会，伴随着经济的快速发展，私家车越来越普及。随之引发了严重的的堵车问题，而车辆计数的研究可以很好地应对堵车问题，它已经成为了一个热门研究方向。本文在前人的工作基础上，研究了车辆检测，车辆跟踪，车辆计数问题，研究工作包括以下几方面：

车辆检测方面，在传统的帧差法，背景差分法基础上，提出一种新的车辆检测法。首先进行背景提取，接下来对背景进行差分，最后利用背景建模，对每一个像素点进行建模，区分出背景点和前景点，从而实现车辆检测。

车辆跟踪方面，先利用二值化和形态学滤波方法对图像进行处理，然后利用最速下降法，将车辆跟踪问题转化为一个求条件极值的问题，通过求解这个数学问题，来实现车辆跟踪。

车辆计数方面，提出了一种计算交通灯前等待的车辆的算法，根据计算的结果提出一种对道路进行拥堵等级划分的算法。介绍了基于数据库的交通状况预测方法。此外，采用轮廓特征点分析法，对车辆之间的遮挡区域进行了分析。

利用 MATLAB 对本文的算法进行程序编写，选取不同天气条件下拍摄的视频，对其进行测试实验。实验结果表明，本文的算法具有很好的稳定性和准确性。在每一种天气条件下，准确率都可达到 85% 以上。

关键词：车辆检测；车辆跟踪；车辆计数；遮挡处理

一类 $\{-1, +1\}$ 二元约束二次规划问题及其在无线通信预编码设计中的应用

数学科学学院信息与计算科学数华 1401 班 汪思维

指导教师 刘亚锋（中科院） 孟兆良

二元约束优化（Binary Constraints Optimization, BCO）是优化领域中的一类重要问题，它的应用领域是极其丰富的。

本篇文章中，考虑二元约束优化在无线通信预编码设计中的应用。为了解决这个预编码问题，本文利用一类连续优化技巧将原问题转化为一类带简单约束条件的二次规划问题，并利用罚函数方法求解。

对于罚函数模型，本文提出三种不同的罚项及针对相应罚项的具体求解算法。第一种罚项是一个二次罚项，第二种罚项是基于平衡约束提出的，第三种是 -1 拟范数正则化罚项。对于这三种罚项，本文都证明了：罚因子大于某个有限阈值时，罚函数便达到精确罚的性质——全局最优解集合与原带二元约束二次规划问题的全局最优解集合等价，并给出了三种罚项各自罚因子对应的有限阈值。

对于第一种罚项对应的模型，本文利用 Frank-Wolfe 方法求解迭代过程中的子问题；对于第二种罚项对应的模型，本文利用一种具有 $O\left(\frac{1}{k^2}\right)$ 收敛速度的快速近端梯度算法求解迭代过程中的子问题；对于第三种罚项对应的模型，本文考虑配合交替 BB 步长的非单调线搜索投影梯度方法求解迭代过程中的子问题。最后将上述三种模型求解的结果与一种两阶段的启发式算法进行了比较，显示了本文所提出的模型及求解算法在数值稳定性和数值精确性两方面远优于原启发式算法。

关键词：1 比特预编码；二元约束；二次规划；精确罚函数方法

基于马尔科夫决策模型的区块链安全性分析

数学科学学院信息与计算科学数计 1401 班 赵智慧

指导教师 朱红松 朱春钢

区块链是以比特币为代表的数字加密货币体系的核心支撑技术，在银行、支付、股票交易、物联网等领域有广阔的应用前景。区块链最主要的应用——数字加密货币取得了飞速发展，目前其市场总资本已达数亿美元。但随着区块链技术关注度的不断升高，区块链共识机制面临的安全问题逐渐被暴露出来，目前已提出大量的攻击手段如自私挖矿攻击、双花攻击、扣块攻击等严重威胁区块链的安全性，区块链共识机制安全已经成为学术界关注的热点之一。

如今大多数基于工作量证明(Proof of Work, PoW)或权益证明(Proof of Stake, PoS)共识机制的区块链应用的安全性并没有经过严格的数学分析。本文使用马尔科夫决策过程等数学方法从数学角度定量分析了工作量证明和权益证明两种共识机制的安全性。对于两种共识机制，我们都考虑了不同参数对共识机制安全性的影响。我们针对 PoW 共识分析了自私挖矿攻击、双花攻击的最优攻击策略和一些安全防护措施。同时，我们针对 PoS 共识分析了贿赂攻击、币龄累积攻击等的最优攻击策略。我们提出的定量分析模型可得到区块链在不同参数下的安全性，同时得到了攻击者的最优攻击策略。这里我们也给出了一些安全防护建议。

本文的主要结构是：第一章介绍本工作涉及的数学知识；第二章介绍区块链的相关背景知识；第三章主要构建了 PoW 共识机制的安全性分析模型；第四章构建了 PoS 共识机制的安全性分析模型；第五章提出了一些安全防护建议。最后我们展示了本文工作的结论。

关键词：区块链；工作量证明；权益证明

映射度的积分表示

数学科学学院数学与应用数学 1403 班 陈凯旋

指导教师 刘西民

映射度，又称 Brouwer 度，最初由 Brouwer 首先定义，并且他还说明了这是一个同伦不变量，以此证明了 Brouwer 不动点定理。在现代数学中，映射度在拓扑和几何学中扮演了十分重要的角色。例如，作为映射度的一个较深应用，我们可以定义紧致可定向流形上一个具有有限零点的向量场的指标，Hopf 证明了这一指标等于流形的 Euler 示性数，这一惊人的事实表明流形上的依赖于微分结构的整体量将会揭示某些拓扑性质。

本文章将以映射度为基本工具，讨论拓扑学和近代几何学的一些经典话题。

在文章的第一部分，我们将快速回顾 Brouwer 度的定义和常见性质，尤其是说明映射度可以被表示成一些整数的和式，即映射度的积分表示与映射度的经典定义是一致的。

在第二部分，我们将利用横截理论以及初步的 Morse 理论来证明 Poincare-Hopf 定理。

第三部分我们将给出 Gauss-Bonnet 公式的两种版本，其中将主要考察陈省身在 1943 年的关于 Gauss-Bonnet 公式的内蕴证明，他在证明过程中用到了 Pfaffian 形式的构造以及 Poincare-Hopf 定理。最后，我将简述这一定理的历史意义，从而结束全文的讨论。

关键词：映射度；Poincare-Hopf 定理；Gauss-Bonnet 公式

Somos 二次递推常数的指数函数估计

数学科学学院信息与计算科学 1401 班 许瑞卿

指导教师 王晓光

Somos 二次递推常数是一种特殊的数学常数，它与广义欧拉常数函数有密切的联系。

本论文在前人研究的理论基础之上，尝试了一种新的带有连分式的指数函数来构造不等式，并且使用新的不等式完成了对广义欧拉常数函数的估计，然后再利用 Somos 二次递推常数和广义欧拉常数函数之间的关系，得到了一些新的关于 Somos 二次递推常数的指数函数估计。

在对不等式的证明过程中，考虑到指数函数的特殊性，本论文没有采用传统的方法，而是给出了一种新的证明方法，该方法完善了对广义欧拉常数函数的估计的证明，使得指数函数也能用于成功估计 $\gamma(z)$ 。

论文的开头是引言部分，说明了本论文研究方向的背景以及一些前人的成果。在这之后是论文的正文，共分为四个章节，前三个章节的主要内容分别是对 $\gamma\left(\frac{1}{2}\right)$ 的估计，对 $\gamma\left(\frac{1}{3}\right)$ 的估计以及一般情况下的估计。而在论文的最后一章，主要内容是数值计算和比较，这是为了说明本论文中的新的估计表达式要比前人的表达式更加精确，更加接近真实值，也说明了新的不等式比经典的不等式更有优越性，从而验证了新表达式和新不等式的合理性。

关键词：Somos 二次递推常数；广义欧拉常数函数；指数函数

关于 Navier-Stokes-Landau-Lifshitz 系统的 适定性研究

数学科学学院信息与计算科学数计 1403 班 王苏毓

指导教师 王文栋

本文主要有两大部分构成，前面是作者的一个读书报告，后面则是作者证明了对于二维液晶模型关于其弱解速度向量的两个分量的一个正则性准则。

在读书报告的部分，首先在第一章介绍了 Navier-Stokes-Landau-Lifshitz 及其相关模型，即 Landau-Lifshitz 方程模型，Navier-Stokes 方程模型以及液晶模型的具体方程的表示形式，疏通了几个方程之间的联系与差异，同时也对关于 Landau-Lifshitz 方程，Navier-Stokes 方程，二维液晶模型，三维液晶模型，以及 Navier-Stokes-Landau-Lifshitz 方程的研究进展进行了简单的介绍；其次在第二章，我们阅读了大量文献资料，归纳总结了对于这些模型的经典结果，譬如二维液晶模型弱解的唯一性，二维液晶模型弱解的存在性，奇性解的构造等，我们精选了极具代表性或极具特色的几个，简述了其证明与技术方法，并对其做了简要的分析；在第三章，我们则是特意对二维液晶模型关于弱解速度向量的一个分量及两个分量的正则性准则进行了重点介绍。为后面介绍本人研究的问题做铺垫。

最后，对于逼近液晶方程，我们给出了一个新的分量正则性判别准则。这个判别准则做到了方程的正则性不依赖方向向量，只依赖速度场的两个分量。

关键词：Navier-Stokes-Landau-Lifshitz 模型；Navier-Stokes 方程；液晶模型

基于统计学习方法的模型构建与数据分析

数学科学学院数学与应用数学 1402 班 胥 欣

指导教师 张 旭

支持向量机是一种性能良好的数据分类方法，它以最优化理论和统计学理论为基础，可以用于解决局部极值、小样本数据分类、非线性可分等实际问题，推动了机器学习理论与应用的发展。为了应对传统支持向量机对噪音点敏感的问题，越来越多的学者开始研究模糊支持向量机模型，引入模糊隶属度函数，提高了分类模型的鲁棒性。本文主要针对模糊支持向量机算法（FSVM）进行了研究，并且通过相应的数据实验来验证支持向量机在分类问题应用中的有效性。本文的主要工作有：

1. 详细地介绍了支持向量机和模糊支持向量机相关理论知识和研究进展；
2. 重点研究了一种通过识别误分类点来构造半监督模糊支持向量机的模型，有效避免了隶属度函数的选择问题，并通过构造二次曲面支持向量机来规避核函数的选择问题；
3. 介绍了 MATLAB 环境中 SVM 工具箱的使用，并且在 MATLAB 环境中对人工数据集和 UCI 数据集进行数值实验，体现了支持向量机方法在数据分类中的应用优势；
4. 针对小样本数据，以国有企业管理者业绩考核数据为实例，运用半监督模糊支持向量机模型对企业管理者的表现评定出优、良、中、差的等级。

本文运用统计学习理论、最优化理论以及模糊数学理论对模糊支持向量机模型进行了较为详细的阐述，并针对模糊支持向量机面临的难点研究了一种行之有效的改进模型。数值实验表明了支持向量机在数据分类方面的应用价值。

关键词：模糊支持向量机；半监督学习；二次规划；分支定界算法

拓扑绝缘体和合成和物性表征

物理学院应用物理学 1401 班 王安琪

指导教师 梅显秀

拓扑绝缘体具有绝缘的体态和受时间反演对称性保护的金属性表面态，可以引发很多奇特的物理现象。其中，基于拓扑绝缘体表面的约瑟夫森器件，因为具有寻找到 Majorana 束缚态、进而实现拓扑量子计算的可能性，得到了广泛的关注。实验对于目前研究中较少涉及的 BiSbSeTe_2 四元拓扑绝缘体的基本输运特性和表面超导量子干涉器件的约瑟夫森效应进行了研究，为以后的 BiSbSeTe_2 表面器件研究打下基础。

首先，利用 Hall bar 对 BiSbSeTe_2 进行基本输运测量，表征了其导电类型、载流子浓度和迁移率等属性。发现较目前广泛研究的 Bi_2Se_3 二元拓扑绝缘体， BiSbSeTe_2 具有更好的体态绝缘特性，载流子基本源自于表面态，且对于底门的调节具有良好的响应。说明了 BiSbSeTe_2 是一种理想的研究拓扑绝缘体表面态的材料。

其次，在 BiSbSeTe_2 表面制备直流超导量子干涉器件，观测到了超导邻近效应和受垂直场调制的干涉图样。对顶门的调节中也可以明显看出临界超流变化导致的干涉图样改变，说明基于 BiSbSeTe_2 的约瑟夫森结可以便捷地利用顶门进行超流大小的调节，在较大的范围内将其调制到不同的超流状态，方便器件的研究。

以上实验分别从基本输运特性和表面超导量子干涉器件测量两个方面，证实了 BiSbSeTe_2 具有的良好特性，存在很高的研究价值。

关键词：拓扑绝缘体；输运特性；微纳加工；超导量子干涉器件

基于倾斜光纤光栅的石油管线泄漏传感研究

物理学院光电信息科学与工程 1402 班 李思曷

指导教师 武震林

光纤布拉格光栅（FBG）作为一种新颖无源光器件，由于其高灵敏度，成本较低，易于波分复用，体型轻巧等显著优势，在近年来已经得到迅速的发展，并广泛应用于光纤传感和光纤通信中。而倾斜光纤光栅（TFBG）作为光纤光栅大家族中的一员，相较于一般的光纤光栅，它不仅保留了光纤光栅的大部分特点，同时具有对周遭的折射率变化很敏感等一系列独特优势，现在已被广泛应用于温度，湿度，应变等测量上。本文主要针对于倾斜光纤光栅的结构，原理，传感特性以及其在石油泄漏检测中的应用进行研究分析，主要内容如下：

首先向大家详细介绍了光纤光栅以及倾斜光纤光栅的发展、分支以及在各种领域中广泛的应用，然后对石油管道运输的发展背景以及所面临的问题进行简明扼要的介绍，为以后设计石油泄漏检测系统提供了背景支持。

接下来，从理论上对本文所使用的倾斜光纤光栅的传输特性进行了分析，从几何光学和波动角度分析了倾斜光纤光栅的基本结构和特点，并基于此分析光在光纤光栅中的传输特性，最后，基于倾斜光纤光栅的特点，对其在应力，温度以及外界折射率等传感特性变化下透射光谱的变化进行了分析推导。

在仿真实验阶段，利用了 OptiGrating 软件，首先仿真模拟了倾斜光纤光栅本身参数变化对透射光谱的影响，然后仿真分析了其在应力，温度和环境折射率等不同的传感特性的变化下透射光谱的变化。所得到的仿真结果为后面石油检测系统的搭建提供了很好的参考。

之后，依托理论基础与仿真结果，对倾斜光纤光栅的应力，温度以及外界折射率等传感特性进行了实验研究，并对实验所得结果进行分析处理。

最后，将实验所得出的规律进行总结。并基于实验中所显示出的倾斜光纤光栅的应力，温度以及其特有的外界折射率传感特性，设计提出了一种用于石油管道泄漏检测和预警的系统。

关键词：倾斜光纤光栅；石油管道泄漏；光纤传感

基于 TDLAS 的气体微泄漏检测技术研究

物理学院光电信息科学与工程 1401 班 刘 帅

指导教师 陈 珂

随着经济不断地发展，工业的迅速发展，越来越多的企业开始使用工业气体作为生产原料，各种气体的使用也越来越多的参与到了人民群众的生产生活里，但其中隐藏了巨大的危机，这些气体一旦泄漏就有可能产生事故，而传统的单点式气体检测方法并不能很好地实时监测，有可能会产生灾难的发生。

可调谐二极管激光吸收光谱（TDLAS）技术以其测量的精度高、受环境干扰小与可以实时监测等优势，已被国内外诸多行业广泛使用。但传统的 TDLAS 需要吸收池，仅仅可以对单点进行检测，本论文使用一种在开放光程下的 TDLAS 气体检测方法。所做的工作如下：对气体检测的光学方法以及 TDLAS 技术的国内外研究发展历程与现状进行了大致介绍，对 TDLAS 技术的原理进行了分析，尤其对二次谐波 - 波长调制光谱技术（ $2f - WMS$ ）检测方法与二次谐波比基波（ $2f/1f$ ）检测方法的理论推导，利用 TracePro、Simulink、LabVIEW 等软件进行了光路仿真以及理论仿真，并在此基础上搭建起了基于 TDLAS 技术的气体微泄漏检测系统。最后完成了包括调制参数的设定、探测距离与激光功率的影响、不同反射物的变化、 $2f/1f$ 信号的分析等的相关实验。

本文搭建的系统结构包括 DFB 激光器、准直器、菲涅尔透镜、铟镓砷探测器与锁相模块等，通过电脑控制软件操作。经过实验论证在 50 mW 的光功率、2 m 的探测距离可以达到 $0.557 \text{ ppm} \cdot \text{m}$ 的检测极限。

关键词：TDLAS；气体泄漏；开放光程；乙炔浓度；Simulink

奇异物质电子分布的研究

物理学院应用物理 1401 班 高 勇

指导教师 徐仁新 李 崇

奇异夸克物质是由基本等量的 u 、 d 、 s 夸克组成，可形成于早期宇宙 QCD 相变，超新星爆发或者双奇异星合并。Witten 最初提出这一猜想认为夸克是游离的费米气，但也可能在这种几倍核物质密度下夸克之间仍旧有很强的相互作用，形成夸克集团。由于 s 夸克较重，总量少一些，所以奇异物质团块会带有少量电子来保持电中性。这少量的电子对奇异物质内部的化学势的平衡，团块作为宇宙线在大气中的动力学行为以及奇异星表面的辐射都有影响，因此研究它的电子分布有重要的意义。

托马斯费米模型假定在准经典近似条件下库伦场中的电子满足费米狄拉克统计和泊松方程，在研究含有大量电子的复杂稳定原子中取得了非常好的结果，给出了离子，中性原子和压缩态原子中的电子分布、电离能等物理量。利用朗道判据和准经典条件可知此模型在研究奇异物质团块是可行的。我们构建了广义的托马斯费米模型（团块内部电子是极相对论的，而团块外部的电子是非相对论的），计算了重子数为 $10^9 - 10^{15}$ 的奇异物质团块的电子分布和电势分布，阐明了表面强电场下施温格过程不可发生的原因，探讨了团块作为宇宙线的动力学行为。

关键词：奇异物质团块；托马斯费米模型；宇宙线；准经典近似

单晶 NiO 薄膜的制备及光电性质研究

物理学院物大珩 1401 班 戴智展

指导教师 张庆瑜

NiO 是一种过渡金属氧化物，化学性质稳定，在太阳能电池、电致变色器件、超级电容器、气体检测传感器以及自旋电子学等领域有着广泛的应用。本论文结合等离子体光谱，研究了反应溅射沉积 NiO 薄膜的生长行为，探讨了薄膜制备过程中氧分压、基片温度和工作压力对 NiO 薄膜生长行为及光学和电学性质的影响。在此基础上，在 MgO(100)和 c-面蓝宝石单晶基片上分别制备出 NiO (100)和 NiO (111)取向的外延单晶薄膜。研究结果如下：

1. 在工作压力 0.7 Pa 下，基于等离子体光谱探讨了不同氧分压和基片温度对 NiO 的沉积速率、结构、光学和电学性质的影响。这些影响可能由等离子体参数（电子激发温度，氧原子浓度和解离率）的变化所导致。

2. 在固定的 Ar/O₂ 比例下，探讨了工作气压对 NiO 的沉积速率、结构、光学和电学性质的影响。结合等离子体参数，发现 NiO 薄膜的沉积速率随着工作气压的增加而增大，透光率和光学带隙变大，可能由氧原子浓度的增加和离子浓度的增大所导致。

3. 在给定条件下，在 MgO(100)和 c-面蓝宝石单晶基片上分别生长出 NiO (100)和 NiO(111)外延生长特征薄膜。原子力显微形貌分析表明，MgO 基片上生长的 NiO 薄膜呈编织状结晶形态，蓝宝石基片上的 NiO 薄膜由致密排布的晶粒组成。

关键词：氧化镍；磁控溅射；单晶薄膜

La 诱导的 Si(111) 表面 2×3 重构的探究

物理学院电子科学与技术 1402 班 李佳德

指导教师 郭建东 边继明

材料的性质往往由它的表面或者界面所决定，因此对材料的表面或者界面的研究对理解材料的性质非常重要。金属诱导 Si(111) 的表面重构因其多样的结构和独特的性质引起了广泛的关注，因此被大量的研究。

我们利用分子束外延技术 (MBE) 生长出了一系列 La 诱导的 Si(111) 表面的准一维重构，并主要对 2×3 重构的结构及性质进行了研究。本论文主要分为三个部分：

第一部分主要介绍薄膜生长的基本原理，Si(111) 主要的两种表面重构和金属诱导 Si(111) 表面准一维重构的研究进展。在这一部分，我们概括地介绍了 Si(111) 结构的研究历史，I A 族、II A 族和镧系金属诱导 Si(111) 表面重构的规律，并对两种结构模型进行了解析，为后面研究 La/Si(111) 体系做铺垫。

第二部分对实验所用仪器的基本原理进行了简要地介绍，对超高真空系统的维护进行了详细的介绍，并介绍了接下来的实验方法。

第三部分介绍了 La 诱导 Si(111) 表面准一维重构的研究。经过控制生长条件，我们发现了 La 诱导 Si(111) 表面的三种准一维的重构，并且是多畴的。通过扫描隧道显微镜 (STM) 观测和第一性原理计算等手段，揭示了 Si(111) - 2×3 重构的结构，并研究了其性质。总结了重构类型随着 La 的覆盖度的演化。通过在斜切的 Si(111) 上生长 La 得到了单畴的 2×3 重构，为今后研究其能带结构打下基础。

关键词：La；Si(111)；分子束外延；表面重构；扫描隧道显微镜

GaN 温度传感器特性研究

物理学院电子科学与技术 1401 班 朱倩琼

指导教师 张贺秋

第三代半导体 GaN 具有禁带宽度大、热导率高、击穿电场强、电子饱和漂移速度高等优点，在高温器件制造领域具有巨大的发展潜力。鉴于 GaN 在高温器件上的巨大潜力以及温度变化与很多参量变化息息相关，本文对 GaN 温度传感器特性进行了详细研究。

本文先对 n 型 GaN 外延片进行 xrd 表征，由表征结果可知材料结晶度很好。然后在 n 型 GaN 外延片上生长欧姆接触和肖特基接触形成 n 型 GaN 肖特基二极管器件。其中对欧姆接触进行了一系列研究：不同退火温度下，Ti 和 Al 不同比例下以及 Ti 不同厚度下的欧姆接触特性的影响，并对最佳条件下的欧姆接触进行比接触电阻率的测量。成功地优化和完善了欧姆接触的工艺条件，最佳的欧姆接触条件为金属厚度比为 Ti: Al: Ti: Au=40 nm: 240 nm: 40 nm: 50 nm 在 830℃ 下快速热退火 30 s，欧姆接触的比接触电阻率为 $7.14791 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ，并成功做出了 n 型 GaN 肖特基二极管器件。最后对制好的 n 型 GaN 肖特基二极管器件进行温度特性测试并分析。由测试结果可知器件在低偏压下线性度比较好，在正负 1 mA 时的温度灵敏度为 0.6 mv/℃、1.47 mv/℃.，而且器件温度特性比较稳定。

关键词：GaN 肖特基二极管；欧姆接触；比接触电阻率；温度特性

碳纳米线圈探针在细胞力学研究中的应用

物理学院应用物理学 1401 班 姜家阳

指导教师 潘路军

碳纳米线圈（Carbon Nanocoil, CNC）是一种纳米材料，具有优良的力学、电学、热学等特性，在传感器、微米制造等方面具有应用前景，但在细胞力学研究方面相关文献较少。

细胞力学是生物医学中很重要的研究方面，对细胞迁移，尤其是对肿瘤细胞转移的认识具有很大帮助。为研究细胞力学变化，以前的研究者对细胞施加可控制力的作用。但现在常用的对细胞施加力的方法存在一定的不足。

本篇论文讲述的是利用 CNC 对细胞施加力的作用，观察细胞力学的性质，从而检测碳纳米线圈在细胞力学方面的应用。

本篇论文分为五章。前两章分别对 CNC 以及细胞力学初步介绍。第三章和第四章是实验部分。第三章介绍了利用电制振动法测量 CNC 的横向刚度，发现 CNC 的横向刚度适合对细胞施加力的作用。根据第三章获得的 CNC 力学性质，第四章利用 CNC 对细胞局部施加力的作用。为了检测细胞力学，采用 lyn-FAK 荧光探针间接观察细胞力学的变化。在实验中，CNC 对细胞施加大小、方向、时长均不同的推力和压力，根据线圈的位移计算侧向力的大小，再利用 MATLAB 分析细胞图像，证实了 CNC 是一种良好的对细胞加力的工具。此外，CNC 与细胞会发生黏附，这也拓展了 CNC 在细胞力学中的应用。最后一章对实验中的不足进行总结，并提出相应的解决方法。

关键词：碳纳米线圈；细胞力学；荧光探针

19 座电动幼儿园校车设计与分析

运载工程与力学学部车辆工程（英语强化）1401 班 张日民

指导教师 郑国君

本次毕业设计的内容是针对 19 座电动幼儿园校车的设计与分析，旨在综合运用设计者所掌握的专业知识以及工程实践能力，模拟真实工程设计开发流程，为之后的工作与研究打下基础。

设计前期对国内专用校车市场现状以及未来趋势进行深刻调研，并分析销量较高的同类型校车优缺点，明确本次设计车型的亮点和市场核心竞争力。然后根据国家专用校车与轻型客车设计法规，参考对标车型，对校车的基本结构、配置方案及主要参数进行计算和选取，完成车身总布置、造型设计以及校车骨架结构设计与分析。

本次设计采用现代汽车设计方法，主要设计工具有三维造型软件 NX10.0 以及有限元分析软件 Altair Hyperworks13.0。在 NX10.0 平台下进行校车总布置设计的二维草图的绘制，并在此基础上根据校车造型设计构建车身三维实体模型，最后参考车身造型特征完成整车骨架以及底盘车架的结构设计。运用 Hyperworks 系列的 hypermesh 子软件对校车骨架三维实体模型进行网格划分与处理，输出有限元模型，并使用拓扑优化模块对骨架结构进行刚度、强度和模态分析，最后根据有限元分析结果评估本次车型设计质量，做出分析报告。

关键词：校车；19 座电动幼儿园校车；造型与总布置；骨架设计；结构分析

9. 0m 铝合金执法艇总体方案设计

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1404 班 夏 玮

指导教师 陈 明

毕业设计目标是 9.0m 铝合金执法艇的总体方案设计。完成设计任务书的各项工作要求。设计过程涵盖了本科阶段学习的诸多专业知识。

运用多种方法进行性能估算，确定一个大体上优良的主要尺度方案。设计船是一艘布置地位型船舶，主要用于巡逻执法，航速必须达到设计要求。

使用母型改造法设计型线，这样的设计方法可以在达到目标要求的基础上，很好的继承母型船的优点，能够保证稳性、快速性和经济性等船舶性能。

总布置设计时主要考量三大方面，一是母型船的布置，二是法规规范要求，三是军舰美学的 5 个视觉线索。设计船尽可能多的保持母型船的优良布置，并在满足法规规范要求的前提下，尽量按照船舶美学的经验进行设计。此外，还综合考虑了驾驶台的视野要求以选定合适的窗户大小与位置。

通过静水力计算绘制了静水力曲线、邦戎曲线、稳性横截曲线、进水角曲线、舱容要素曲线、极限重心高度曲线等设计图纸。

完整稳性计算校核了三种典型载况下的稳性：满载出港、满载到港和空载到港，以及乘员集中一舷下的横倾角。设计船得益于合理的上层建筑设计，使之风压倾侧力臂较同等尺度船舶小，进而满足了稳性衡准数的要求。

基本结构设计确定了设计船的各项结构数值，确保了法规和规范的要求均被满足。

进行了设计船的快速性计算，主要是阻力估算。根据估算结果，设计船在阻力与推进性能方面是一艘优良的船舶。

关键词：执法艇；总体方案设计；完整稳性；结构设计

31000DWT 成品游船方案设计

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1402 班 蒋 哲

指导教师 陆丛红

本次毕业设计任务为 31000DWT 成品油船方案设计，旨在了解船舶设计和建造流程，掌握设计软件并绘制出设计图。下面对各个步骤进行介绍：

1. 确定主尺度：采用两种以上方法确定主尺度，选取最优设计方案，并检查是否初步满足设计需求。

2. 型线设计：用母型船变换的方法设计出设计船型线，保证船舶经济美观。确定型值表，绘制型线图。

3. 总布置设计：保证船舶能正常工作，合理分配各舱室面积，同时也应考虑船员工作和生活的舒适性。绘制总布置图。

4. 静力学与稳性校核：计算根据型线图和总布置图，绘制静水力曲线，舱容要素曲线等。并在满载出港、压载出港这两种载况下校核船舶浮态和稳性，检验设计船是否满足设计要求。

5. 螺旋桨设计：根据设计需求来确定桨参数，并进行空泡校核、强度校核。保证船、机、桨三者的配合，提高设计船的快速性能。绘制螺旋桨图。

6. 结构设计：根据规范选择材料，确定骨架系统和结构布置，确定构件尺寸，进行强度校核并绘制典型横剖面结构图。

关键词：毕业设计；成品油船；方案设计

48500DWT 成品油船方案设计

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1403 班 高 楷

指导教师 于雁云

该船舶主要航行于中国大连至上海航线，属于我国近海航区范畴。整个设计从船舶的适用性角度考虑，在满足设计要求基础上，尽量提高经济性和技术性，并保证能够较好地完成设计任务书中规定的各项要求。本次设计涉及到船舶浮性、稳性、船体总布置、船舶阻力以及螺旋桨等方面。本次设计工作的主要部分采用 ObjectARX 2007 + AutoCAD 2007 + Visual Assist X + Microsoft Visual Studio 2005(vs2005)组合开发工具，进行相应功能模块的二次开发。总体上，本次设计可以分为以下几个部分：

1. 船舶主体要素确定（船舶主要要素输入模块）通过多种方法确定满足设计任务书要求的主尺度、船型系数等主要要素，同时进行性能校核。通过方案对比选择最优方案。

2. 型线设计（型线设计模块）开发模块采用“1-Cp”法进行设计，选定母型船型线，变换完成后绘制设计船主体型线，再考虑细节部位的配合，进行调整，最终得到设计船的型线图。

3. 静水力计算（静水力计算模块）开发模块通过选定的设计船型线，计算并绘制满足规范要求的静水力曲线、邦戎曲线，完成相应静水力计算。

4. 总布置设计（总布置设计模块）以 50000DWT 的成品油船为布置母型进行总布置设计，在满足规范要求的前提下合理布置舱室与设备，协调船舶功能性与舒适性的统一。开发模块通过输入数据自动计算绘制舱室舱容要素曲线。

5. 稳性计算（稳性计算模块）开发模块通过船体型线，绘制稳性横截曲线，并且通过已有数据进行装载校核计算不同压载情况下浮态、初稳性、动静稳性曲线等

6. 螺旋桨设计（螺旋桨设计模块）开发模块通过 MAU 图谱数据进行螺旋桨设计、绘制满足螺旋桨数据要求的螺旋桨图。保证船、机、桨三者配合，提高船舶快速性。

关键词：二次开发；型线设计；总布置设计；稳性计算；螺旋桨设计

结构声辐射的最小响应频率研究

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1404 班 赵业楠

指导教师 黎 胜

众所周知，船舶振动噪声是影响其安全性和经济性的重要因素之一，为了符合新的《噪声水平规则》的要求，如何更好地控制船舶结构振动的声辐射成为了设计者十分重视的问题。本文基于有限元的基本理论，利用有限元分析软件 ANSYS 对结构声辐射的最小响应频率展开研究。

借鉴了国内外的结构声辐射特性、结构声辐射的最小响应频率和模态耦合的研究成果，并从中选取研究方法，即利用声学有限元的基本理论获取结构振动的特性和声辐射特性，接下来探讨结构声辐射最小响应频率和反共振频率的关系，并过渡到结构相邻振动模态间的耦合产生最小响应的设想。

本文在计算中获得了算例结构半空间下的声辐射特性，并得到结构声辐射的最小响应频率和该情况下的反共振频率。为了明确最小响应频率形成的机理进行了一系列研究与计算。了解了最小响应频率和反共振频率之间的关系；通过体积速度判定任意模态是否耦合并找到模态耦合的规律和条件；利用模态速度相位差判断耦合对声功率的影响；变化力的作用位置发现流体阻尼的不均匀分布使得模态复杂化，进而导致耦合情况剧变。综上获得结论，最小响应频率的形成与模态耦合密不可分，而复模态的存在使得结构声辐射的最小响应频率的预测更加复杂化，不仅依赖于模态的耦合分析、模态速度相位差和反共振频率，还应受到更多因素影响。

关键词：最小响应频率；反共振频率；模态耦合；声辐射特性；有限元法

多种颗粒增强材料非线性有效性质高效预测法

运载工程与力学学部钱令希力学创新实验班 1401 班 李 凯

指导教师 程耿东

颗粒或纤维增强的复合材料的工程应用越来越广泛，能够精确地预测这些材料的宏观等效性质就显得十分重要。为了充分发挥材料的作用，这些材料组成的结构往往允许进入材料塑性变形等非线性变形阶段，因此对这些复合材料的等效非线性力学性质预测是必不可少的。

在代表体元法基础上，本文采用了一种新的能够高效快速地预测复合材料非线性性质的数值预测方法—有限元团簇降阶模型。在此基础上，本文进行了如下工作：

1. 采用一种新的聚类算法—高斯混合模型的期望最大化算法，并对其作了适应于我们研究问题的改进，实现了高应力区团簇中单元数量少，以减小这些单元应变集中张量的离散这一目的，这可以更好地提高计算精度。

2. 建立二维级配随机骨料模型，并建立有限元团簇降阶模型，实现了对多种颗粒增强的复合材料非线性性质高效而精确的预测。通过与有限元直接数值模拟结果进行对比，证明了该方法的高效与精确性。此外，预测了包含软夹杂（多孔材料）的复合材料非线性等效性质，进一步验证了这一方法。

3. 对复杂加载路径问题进行了研究，并编制了考虑卸载的迭代算法。

关键词：非线性等效性质预测；有限元团簇降阶模型；高斯混合模型；级配随机骨料模型；复杂加载问题

各向异性材料相关参数的快速确定方法

运载工程与力学学部工程力学 1403 班 王永庆

指导教师 刘 彬 阎 军

自然界中以及人工制造的诸多材料大多是各向异性的，研究各向异性材料的力学性质对于理解其力学行为具有重要意义。材料的弹性常数、各向异性度以及各向异性类型是研究其性质的重要切入点。本文对如何快速准确地测量各向异性材料的柔度矩阵和度量材料的各向异性度以及快速识别材料的各向异性类型进行了深入研究，并分别对应给出了最优测量方案和基于能量比的各向异性度度量以及快速识别各向异性类型的方法。

1. 研究材料的力学行为首先要得到其弹性常数。本文通过理论推导以及数值模拟深入系统地研究了一般各向异性材料柔度矩阵（含有 21 个待测分量）的测量问题，给出了基于单向拉伸试验的使用不同试件的最优测量方案。

2. 材料的各向异性包括两部分内容：各向异性类型、各向异性度。然而目前并没有一个被广泛接受的各向异性度度量。本文假设各向异性的极限情况应该等价于半正定矩阵。在此基础上我们提出了一个合理的各向异性度度量应该满足的三个条件，并对已经提出的各向异性度度量进行了讨论，发现他们或多或少存在着不合理之处。然后我们提出了基于最大能量比的各向异性度度量，它完全满足所提出的三个条件，可以广泛适用于所有的材料系统。并将其与前人提出的各向异性度度量进行了比较，展示了基于最大能量比的度量的合理性。最后基于遗传算法给出了各向异性类型的识别方法和相应的代码。

本文理论推导和数值模拟验证相结合，通过对具有不同对称性的晶体材料进行了模拟实验以及数值验证，保证了所提出的测量方案、各向异性度度量以及各向异性类型识别程序的正确性。

关键词：各向异性材料；柔度矩阵；测量误差；各向异性度；能量比；各向异性类型

基于机器视觉的交通标志检测与识别

运载工程与力学学部车辆工程（英语强化）1401 班 刘天麒

指导教师 赵一兵

本文总结了基于机器视觉的交通标志检测与识别系统的一般设计流程。首先，从颜色分割（HSI、RGB 改进）、滤除噪声（形态学处理、面积阈值滤噪）、形状检测等几个方面对检测部分进行研究，并在形状检测部分综合边缘变化趋势法和形状标记图法提出了基于质心的实时匹配模板的形状检测方法，准确率为 96.45%，明显优于前两种方法。其次，从识别特征（Hu 不变矩、HOG）、分类器（KNN，SVM，BPNN）、级联思想等几个方面对识别部分进行研究，并提出了基于级联思想的多级检测识别系统的设计方法，对八种限速标志的识别准确率为 86.76%。

实验结果表明，本文所提出的交通标志检测与识别系统的设计思想有助于拓展交通标志检测与识别系统的研究空间。采用局部多级检测识别，降低单级算法复杂度，有利于寻找实时性及准确性都较好的交通标志检测与识别方法。

关键词：交通标志；深度学习；颜色分割；形状识别；特征提取

基于离群样本识别的有界不确定参数建模

运载工程与力学学部钱令希力学创新实验班 1401 班 李大铭

指导教师 亢 战

在概率论中为得到精确的概率分布，需要在重复实验的情况下得到大量的样本，但这其中小误差也可使得计算结构可靠性产生较大偏差。虽然很难获得完整的概率分布，但可以通过凸模型描述来确定参数的界限。目前应用于结构优化领域主要是椭球凸模型，而建立椭球凸模型有 Zhu and Elisahkoff 方法和 Jiang 等方法及半定规划方法。本文选取半定规划（SDP）法去进行凸椭球建模。但凸模型的建立通常基于全体样本，如果样本中存在离群样本，最终所建立的凸模型将扩大其边界，使得建立的椭球凸模型过于保守。

在考虑数据样本的维度和分布等情况，选取 LOF 算法通过衡量局部离群因子的大小来识别离群样本。然而 LOF 算法存在参数选择和算法计算效率等问题，本文通过引入自然邻近样本的概念来计算 LOF 算法中适当参数 k ，并创建 k -d 树来划分样本数据来提高算法的计算效率。之后我们总结出了一套基于离群样本识别的有界不确定参数建模的流程。

本文创新点在于首次在凸模型建立前对样本数据进行筛选，识别出离群程度较大的样本，在新的样本上建立相应的凸模型去提高样本不确定性的表达精度，并在一定程度上对 LOF 算法做出改进。

最后我们给出了相关算例，分别对不同维度下的样本数据进行离群样本的识别，后建立凸椭球模型去表达样本不确定性。对比有误无离群样本所建立的凸模型，我们可以发现通过 LOF 算法识别离群样本后建模，所得到的凸模型对不确定性有着更精确的表达，并在一定阈值下会有较好的结果。

关键词：不确定性；非概率；结构优化；凸模型；离群识别

某太阳能无人机总体方案设计与气动特性仿真

运载工程与力学学部飞行器设计与工程 1401 班 肖 伶

指导教师 钱 卫

本项目来源于我国某型号单位的最新预研课题，针对超长航时大展弦比变刚度机翼飞行器开展预先研究工作；研究目的是初步设计出具有大展弦比特性的太阳能无人机，并验证此新型大展弦比无人机的气动特性是否满足设计要求；研究成果可为新型大展弦比低速飞机及低速无人机的飞行设计提供研究基础，为无人机的飞行参数分析提供技术参考及相应的仿真数据。该项目主要研究内容是：

1. 基于项目的设计要求，利用翼型设计软件 ProfiliV2，飞机设计软件 XFLR5，通过有效的初步评估与迭代计算确定满足设计要求的飞机参数的最优解，其中包括了气动外形参数设计、气动特性初步估算等；同时利用 CATIA 建模软件构建飞机模型，完成该太阳能无人机的总体模型设计；

2. 基于 CATIA 所建立的飞机模型，利用有限元软件 ICEM，流场计算软件 Fluent 等，在对新型低速飞行器的结构进行有效的模型简化后，针对机翼和全机进行气动特性仿真，得出在不同迎角下的气动系数，并对气动特性进行核算；同时与初期的理论计算进行对比，并给出相关结论；

3. 对本文的无人机总体方案设计方法与设计流程进行总结，针对整个的设计、建模、分析过程进行总结，并以此为案例，提出一套完备而具体的实际模型设计流程和整个无人机气动特性分析过程，建立切实可行的设计体系。

关键词：无人机；展弦比；总体方案设计；气动特性仿真

考虑表面粗糙度的球体入水空泡演变及弹道特性 实验研究

运载工程与力学学部船舶与海洋工程 1401 班 王亚斌

指导教师 孙铁志

结构物入水过程是太空返回舱海上降落、船舶艏部砰击水面、空投鱼雷或导弹入水等实际物理问题的反应，球形物体入水过程是此类问题研究的基础。开展考虑表面粗糙度的小球入水试验研究，分析入水过程流场演变及弹道特性，为更深入研究和解决实际问题提供参考依据。本文设计了可实现小球垂直入水和带有横向运动速度试验平台，建立了试验测量和数据分析方法。基于建立的试验平台，首先开展了小球垂直低速入水试验，分析了入水过程空泡形态演变规律和典型时刻空泡特征，获得了小球入水过程速度变化。在此基础上进行了粗糙度对小球入水特性影响研究，详细分析了粗糙度对小球入水空泡形态特征、运动速度和加速度等影响规律。最后，开展了带水平初速度小球入水试验，得到了小球入水过程的运动规律以及入水空泡形态，详细分析了不同水平初速度下小球入水后空泡形态特征和弹道特性。

关键词：球体；入水空泡；粗糙度；水平初速度；试验研究

三维含液闭孔蜂窝结构多场耦合优化方法分析

运载工程与力学学部飞行器设计与工程 1401 班 任兴宇

指导教师 吕 军

本文基于扩展多尺度有限元方法（EMsFEM），提出了一种新颖的结构拓扑优化方法，能够快速、高效的设计仿生植物三维含液闭孔材料与结构。首先，利用扩展多尺度有限元方法对含有封闭液体腔微观结构特征胞元进行多尺度建模，构建了多尺度数值基函数来表征微观细网格的力学响应与宏观粗网格单元之间的映射关系。之后，利用多尺度粗网格单元对含液闭孔结构的设计域进行离散化处理，采用类似 SIMP 法模型对结构宏观粗网格单元的等效刚度阵进行插值。从而将结构拓扑优化方法与多尺度分析方法相结合，实现含液闭孔智能材料在结构中的最佳分布设计。基于此多尺度拓扑优化方法。本文对三维含液闭孔材料与结构的三类典型优化设计问题开展了研究。首先，针对含液闭孔单胞能利用胞体内部液体腔体积增量产生变形的特性，本文提出了含液闭孔柔性机构的概念，以三维含液闭孔结构指定位置方向输出位移为目标，在约束条件下使结构的目标函数值达到最大。其次，将该方法进一步扩展，提出了在位移约束条件下，研究含液闭孔单胞在结构中的最优分布，实现含液闭孔结构的轻量化设计。最后，通过优化结构中含液闭孔单胞的分布，开展了含液闭孔材料和结构的最小柔顺性优化问题。本文研究了包括智能机翼结构在内的几种典型算例，验证了本文发展的三维含液闭孔结构拓扑优化方法的有效性。

关键词：扩展多尺度有限元；含液闭孔结构；系统柔顺性；柔性结构；拓扑优化

微型无人驾驶车辆避碰系统设计与研究

运载工程与力学学部车辆工程（英语强化）1403 班 王浩旭

指导教师 郭 烈

车辆无人驾驶技术是汽车技术发展的重要方向，相对于国外的领先水平，我国相关技术起步较晚，亟待发展。而无人驾驶车辆需要多方面技术配合才能实现，避碰技术是其关键技术之一，这涉及到了所有乘车人员的人身安全。本设计对一种微型无人驾驶车辆的避碰系统进行设计分析，旨在模拟现实工况中智能车避碰功能的实现，研究成果可以为无人驾驶车辆避碰系统提供参考。

本次设计的主要工作分为三个部分：1.各系统功能方案的选择；2.各系统的具体结构设计；3.对避障系统和循迹系统的工作程序代码的编程、实验和调试。第一部分具体工作是对各个模块的硬件配置进行选择，硬件模块主要包含循迹模块、控制模块、避障模块等，同时还有电源以及电驱动模块，通过方案确定并进行比较分析，最终根据预定的参数要求确定各个模块的硬件设备。第二部分工作是对微型无人驾驶车辆进行设计和安装，包括对主控制板电路的设计和实际的焊接还有整车结构的设计和拼装。第三部分是对微型无人驾驶车辆中最重要的避障系统和循迹系统的设计和实验，对于避障系统，实验前对障碍物进行分类和避碰参数的计算，然后录入程序进行试验和改进；对于循迹系统，实验前要根据红外循迹原理对红外循迹传感器布置方案进行选择，然后录入程序实验并调试。

本设计对照和参考国内外无人驾驶技术和避障技术，对微型无人驾驶车辆的避碰系统进行设计和研究，在进行实验和调试后，微型无人驾驶避碰车可以实现的基本功能包含自动循迹和避障、停车与转弯、自动寻光前进等。经过实验后观察，基本可以准确的完成预计的功能，可以实现各种路况下的避碰功能。循迹部分与预计路线误差不超过 15mm，达到预定设计要求和目的。

关键词：单片机；避碰；程序设计；无人驾驶

微环境对脑组织水物性的影响

运载工程与力学学部工程力学 1401 班 张江永

指导教师 吴承伟

脑组织（本文特指灰质与白质）中含有大量的水，白质含水量为 70%左右而灰质的含水量能够达到 80%。虽然脑组织总的含水量现在已经比较明确，但是脑组织中自由水、结合水（包括可冻结合水和不可冻结合水）的含量仍然没有被准确地测定。

本文利用扫描电镜发现了白质为孔隙结构，利用孔隙材料所含水的类型与含水量有关的特点设计了不同含水量的灰质与白质样品，然后对不同含水量的样品进行 DSC（差式扫描量热法）实验后发现含水量较低时自由水的结晶峰没有出现，并且在低于自由水结晶温度的位置出现了新的结晶峰，从实验上证实了脑组织中可冻结合水的存在。基于这一发现文中估计了脑组织中可冻结合水的结晶焓，灰质为 155.19 J/g，白质为 359.27 J/g。DSC 实验也对新鲜的灰质与白质进行了分析，文中利用分析结果计算了灰质与白质中的自由水和结合水含量，灰质的总含水率为 80.53%，其中自由水占湿重的比重为 71.72%，结合水占湿重的比重为 8.81%；白质的总含水率为 70.61%，其中自由水占湿重的比重为 55.78%，结合水占湿重的比重为 14.83%。灰质与白质的结晶焓是用最小二乘直线拟合得到的，文中利用拟合直线对灰质与白质的可冻结合水进行了讨论，其中灰质给出了定量结果（灰质可冻结合水含水率在湿重基础上为 2.85%），白质还需要再探索。

本文也对脑组织进行了核磁共振（NMR）实验，实验得到了“氢原子数-弛豫时间”的关系曲线，本文并没有利用 NMR 方法对自由水、结合水进行定量，因为自由水与结合水的弛豫时间没有被确定，文中只是提出了一种可能测得自由水与结合水弛豫时间的想法。

关键词：灰质和白质；自由水与结合水；含水量；差式扫描量热法；核磁共振

变频医用降温仪控制系统设计

机械工程学院测控技术与仪器 1401 班 宫迎娇

指导教师 张元良

医用降温仪在临床上广泛应用于低温治疗以及手术过程中的脑保护。医用降温仪可分为压缩机型和半导体型。其中，基于压缩机的医用降温仪具有较高的制冷效率，故被广泛应用。

现有的压缩机型医用降温仪普遍采用普通压缩机，其不可连续控制的特点会影响系统性能。基于此，设计采用变频压缩机，已实现压缩机的连续控制，从而从控制精度、响应速度以及使用寿命等方面提高医用降温仪的性能。

设计以 STM32 系列单片机为硬件核心，使用多路传感器采集信息，通过触摸屏实现人机交互，并设计了外部存储模块对用户设置和系统运行状态进行备份。设计通过引入增量式 PID 算法对变频压缩机进行控制，在软件层面有效提高控制精度和响应速度。形成了一套方便使用，性能良好的医用降温仪控制方案。

设计了系统的硬件总体方案，并基于此分别对中央处理器模块、交互模块、外部存储模块、多路传感器模块、外围设备模块以及电源模块进行了硬件细分设计。设计了软件总体方案并进行相应的细分设计，应用增量式 PID 算法控制压缩机变频器，并设计了触摸屏、传感器、风扇、水泵等控制方案。最后对系统进行调试，调试过程包括各部分的硬件调试、软件调试及系统重要组成部分的软硬件联合调试，最终各项参数满足预期指标。

关键词：医用降温仪；变频压缩机；PID 控制

无传感器无刷直流风机控制器设计与制作

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1403 班 王 炳

指导教师 段富海

航空器机舱内部空间狭小，工作环境恶劣，配备的散热风机需具有较高的可靠性。为保证风机在各种环境下的工作性能，研究其电机控制方法具有重要意义。

风机常采用无刷直流电机作为驱动电机。传统无刷直流电机采用位置传感器获取转子位置信息，但传感器常在恶劣工作环境下失效且增加成本和体积，因此本文主要解决无刷直流电机无传感器控制问题，主要研究内容如下：

首先，在分析了电机结构及原理后，建立其数学模型并给出特性方程，为控制器的设计奠定了基础。

其次，介绍控制器控制策略及其设计过程：（1）叙述了电机的三段式启动法；（2）叙述了基于反电势过零检测的转子位置信息获取方法及其相位延迟补偿方法；（3）介绍了电机的 PWM 调速方法；（4）给出了基于 PID 控制的电机转速、电流双闭环控制原理及结构。

再次，选用 TMS320F2812 微处理器作为控制器芯片，设计了控制器主要部分电路和外围辅助电路，用 Altium Designer 软件绘制电路原理图。在此基础上分别对应各个模块设计了控制系统软件流程图，并进行软件编制。

最后，在 MATLAB/Simulink 环境下搭建了控制系统的仿真模块，模拟电机的运行特性及其转速响应曲线，验证电机控制器的有效性；对控制器进行综合调试，测试无刷直流电机的启动性能和电压电流、转速特性，验证其功能的完整性和可靠性。

关键词：机载风机；无刷直流电机；无传感器控制；三段式启动

水压表阀盖注塑模具设计

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1402 班 姜 俊

指导教师 魏兆成

针对超高速飞行器、航空航天飞机等关键耐高温零部件应变测量的不足，研制可应用于极端恶劣环境的陶瓷薄膜应变传感器，探究相关结构参数、材料选取和性能特点等，合理设计以确保结构稳定、测量数据准确并满足实际测试需求，对检验关键零部件制造的可靠性、安全性具有重要意义。

比较不同种类高温电阻应变传感器的特点，选取结构稳定、性能优良的薄膜式应变传感器开展研究，关注热输出、温度自补偿等相关理论。依据现有资料确定敏感栅结构设计原则，编程计算获得具体参数值，利用计算机软件建立整体结构三维模型，并对三种规格的传感器模型进行有限元仿真以探究热应力分布情况。计算多层薄膜热应力公式，将应力理论数值与有限元仿真数值对比，两者符合较好。修正热输出公式，给出温度自补偿条件，同时进行温度载荷和外力载荷作用下的有限元仿真，得到的相对应变误差为 4.9 %。

为进一步优化应变传感器结构，论文综合选取四个关键变量，依照 $L_9(3^4)$ 正交试验表在全域范围内选定特殊变量值组合，通过 9 次仿真试验探究绝缘层材料、绝缘层厚度等因素对敏感层主应力、各层间切应力和测量误差的影响关系，给出最终的结构优化参数及优化后的仿真输出结果。

关键词：高温；应变传感器；温度自补偿；热应力；有限元

超高温陶瓷薄膜应变传感器结构设计

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1401 班 郝佳轩

指导教师 梁军生

随着智能科技的迅速发展，移动机器人成为热议话题。其中，通过模拟自然界中腿足生物的结构特性，并利用控制算法进行运动规划，腿足机器人在复杂崎岖的运动平台上表现出良好的性能。介于双足和六足之间的四足机器人，兼备结构简单与性能优良的特点，成为移动机器人研究的主要课题。

四足机器人的结构、算法和参数决定了它的步态与性能。本文参考马的机体特征设计了四足仿生机器人的结构模型，给定结构参数。针对平面内的四足机器人进行了运动学讨论，利用坐标变换实现正、逆运动学分析，并根据雅可比矩阵得出速度与加速度的公式。之后，以单足机器人的控制为出发点，进行了单足的数学分析与仿真模拟。根据单足的分析思路，通过引入虚拟腿的概念，完成向四足机器人的拓展，成功实现四足机器人对角小跑步态控制算法的模型建立与仿真。

通过虚拟样机软件 Adams 和 Matlab 中的仿真控制模块 Simulink，本文实现了四足机器人对角小跑步态控制的联合仿真。在 Adams 中进行仿真环境的设置、相关变量的定义以及仿真结果的处理；在 Simulink 中完成控制系统的设计、参数变量的赋值以及相关函数的定义。利用联合仿真，得到主要参数的较优值，实现了设计方案的优化。此外，探究了特定情况下的四足机器人步态，讨论了四足机器人在斜坡和阶梯上的性能表现，以及在行走和转向时的控制算法。

关键词：四足机器人；对角小跑；方案优化；控制算法

四足仿生机器人的对角小跑步态控制研究

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1401 班 张奇轩

指导教师 崔 岩

随着智能科技的迅速发展，移动机器人成为热议话题。其中，通过模拟自然界中腿足生物的结构特性，并利用控制算法进行运动规划，腿足机器人在复杂崎岖的运动平台上表现出良好的性能。介于双足和六足之间的四足机器人，兼备结构简单与性能优良的特点，成为移动机器人研究的主要课题。

四足机器人的结构、算法和参数决定了它的步态与性能。本文参考马的机体特征设计了四足仿生机器人的结构模型，给定结构参数。针对平面内的四足机器人进行了运动学讨论，利用坐标变换实现正、逆运动学分析，并根据雅可比矩阵得出速度与加速度的公式。之后，以单足机器人的控制为出发点，进行了单足的数学分析与仿真模拟。根据单足的分析思路，通过引入虚拟腿的概念，完成向四足机器人的拓展，成功实现四足机器人对角小跑步态控制算法的模型建立与仿真。

通过虚拟样机软件 Adams 和 Matlab 中的仿真控制模块 Simulink，本文实现了四足机器人对角小跑步态控制的联合仿真。在 Adams 中进行仿真环境的设置、相关变量的定义以及仿真结果的处理；在 Simulink 中完成控制系统的设计、参数变量的赋值以及相关函数的定义。利用联合仿真，得到主要参数的较优值，实现了设计方案的优化。此外，探究了特定情况下的四足机器人步态，讨论了四足机器人在斜坡和阶梯上的性能表现，以及在行走和转向时的控制算法。

关键词：四足机器人；对角小跑；方案优化；控制算法

基于仿生超浸润表面的水鼃机器人驱动系统设计

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1403 班 李 智

指导教师 邢英杰

仿生水鼃机器人是运用现代仿生学原理，模拟水鼃昆虫的水面运动方式的仿生机器人。水鼃这种常见于湖泊的鼃蟾科昆虫，可利用其腿部奇特的微纳米疏水结构在不打破水面的情况下实现灵活、高效的水面运动。对于水鼃昆虫的研究，国内外学者们已经颇有成就，并通过多种多样的技术手段实现了对水鼃机器人样机的搭建。为了对水鼃的运动特点进行尽可能真实的还原，现有的水鼃机器人大多采用了复杂的驱动机构来模仿水鼃腿部的划水动作，这往往增加了制造成本和制作难度，对机器人的负载能力也产生了一定影响。

针对现有研究存在的问题，提出一种利用化学刻蚀法制备铝基超疏水机身，采用两对微型舵机进行驱动的新型仿生水鼃机器人。该设计利用成本低廉、操作简单可控的化学刻蚀法对激光切割加工后的支撑腿和驱动腿表面进行超疏水处理，并通过控制变量法研究各加工参数对超疏水性能的影响。取得足够数据后，采用最优的加工参数制作并优化仿生水鼃机器人各零部件，设计并完成控制系统的搭建及控制程序的编写。待仿生水鼃机器人样机搭建完毕后，进行机器人的静态负载及水上运动实验，分析机器人的性能及存在问题，为后续的研究打下基础。

关键词：水鼃；仿生机器人；化学刻蚀法；超疏水表面

纯铜试件的电化学机械抛光工艺

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1401 班 张汉俊

指导教师 金洙吉

铜是一种重要的有色金属，因其具有良好的导电和导热性能，广泛应用于机械、电子等领域。高能量密度精密物理实验对纯铜试验样品的几何精度和表面质量的要求极为苛刻。采用传统的机械抛光工艺时，极易产生残余应力，难以满足上述要求，亟待解决此类纯铜试验样品的高精度低损伤加工难题。针对这一问题，本文提出了纯铜材料的电化学机械抛光工艺方案，开展了电解液研制、抛光工艺参数优化等方面的研究工作。

首先采用三电极体系测量了纯铜在三种不同电解液条件下的阳极极化曲线，分析其钝化现象，初选了适于本试验的电解液配方；在此基础上，采用单因素实验方法进行抛光工艺实验，研究了工作电压对纯铜试件表面粗糙度和材料去除率的影响规律；采用 MATLAB 软件模拟抛光过程，分析了三种不同类型抛光垫（同心圆，螺旋线，叶序线）在不同转速比（工件转速与抛光盘转速之比）条件下的抛光效果，并通过变异系数分析了不同转速比对抛光均匀性的影响规律。结果表明，采用螺旋线型抛光垫，并且其转速比为 40/35 时可获得较好的抛光均匀性。最后，通过抛光实验初步验证了该研究结果。

关键词：电化学机械抛光；电解液；电压；抛光垫；模拟仿真

数控机床的现场可靠性试验方法与可靠性评价

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1401 班 董浩琪

指导教师 王永青

由于国内缺乏数控机床现场可靠性试验方法的统一标准，对小样本数据的评价结果难以令人信服，因此研究数控机床现场可靠性试验方法以及针对小样本故障数据的可靠性评价方法至关重要。

本文对五轴数控机床的故障类型和计数方式进行了阐述，给出了一种基于 S 试件的现场可靠性试验方法，包括了时间分配方案、早期故障消除试验、典型零件切削试验等。采用 Wilcoxon-Mann-Whitney 秩和检验法判断先验信息与现场信息是否为来自同一母体样本，采用极大似然法计算先验故障数据满足常见分布时所对应的分布参数，用 K-S 法进行拟合校验，并进行分布类型的验证，最后确定以威布尔分布作为机床故障数据的分布模型。本文以失效率的联合概率密度函数为现场数据的似然函数，把对数逆伽马分布作为可靠度的共轭先验分布，应用贝叶斯理论，得到了给定时间下的机床可靠度均值，并对给定任务时间与规定可信度下的机床可靠度的可信下限进行合理估计，最后评价机床的可靠性水平。

最后，开发了基于贝叶斯理论的五轴数控机床可靠性评价软件，可实现可靠性数据可视化图形表达与可靠度计算，帮助机床用户进行可靠性评价。

关键词：数控机床；可靠性试验；可靠性评价；贝叶斯

电致化学抛光毛细管节流器液阻稳定性研究

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1403 班 孟 磊

指导教师 闫 英

电致化学抛光技术是一种无应力、无损伤的新型超精密加工技术，其加工精度受加工间隙影响极大，基于液体静压支承技术的大面积铜工件电致化学抛光原型系统实现了对该材料去除过程的精确控制。目前该系统悬浮电极上三个玻璃制的毛细管在制造上无法保证完全相同，致使悬浮电极倾斜，被抛光件的表面质量较差。各毛细管节流器间液阻的稳定性是影响悬浮电极平行度的重要原因之一。研究该问题对完善电致化学抛光加工系统，发展精密制造与特种加工技术具有积极的意义。

本论文选用硅胶制弹性毛细管，通过仿真与试验研究其内径、长度、伸长量、扭转角和曲率半径等因素对液阻的影响规律，以达到对毛细管液阻可调可控的目的，解决悬浮电极的调平问题。本论文的主要探究工作及结果如下：

1. 搭建液阻测量装置并对毛细管长度和内径进行试验研究：毛细管液阻与长度成正比，与内径的四次方成反比，符合理论公式的要求，证明了该装置的可使用性。

2. 基于 UG NX 自顶向下的装配设计方法设计拉伸扭转试验装置。通过对毛细管伸长量的仿真和试验研究得到，液阻随伸长量变化明显，且内径越小变化越明显；液阻随伸长量的变化与毛细管初始长度有关：长度越长，液阻变化越明显，且在较大变形区域液阻增加较快。伸长量可作为控制毛细管液阻的参数。

3. 毛细管扭转试验表明：随着扭转角的增加，液阻几乎无变化，扭转角不是影响毛细管液阻的主要参数。毛细管曲率半径的试验表明：液阻无明显变化，且尚无有效的控制方法，也不可以作为控制毛细管液阻的参数。

综上，可通过控制毛细管伸长量，进而控制其长度和内径的办法对液阻进行微调以调平悬浮电极。本文也从节流器材料的角度丰富了可变式节流器的设计方向。

关键词：电致化学抛光；毛细管；节流器；液阻

基于 Automation Studio 的创新型液压实验项目设计

机械工程学院机械制造及其自动化国际 1402 班 唐 铭

指导老师 张 宏

实验项目在科学研究与教学中起到了重要的作用，好的实验项目不但能帮助学生掌握理论知识，还能提高学生的动手能力。本文根据仿真软件 Automation Studio 软件和液压实验室 DS4 工程级别实验台设计了四个液压试验项目来帮助大学生学习液压理论知识。这四个液压实验项目包括了：泵的流量特性曲线测量实验，节流阀与调速阀对比实验，比例阀闭环控制实验以及伺服变载荷加载实验台实验。

前三个实验，在 Automation Studio 仿真软件上根据实验室元件的相关参数建立了相应的仿真模型进行仿真，仿真得到的结果则在 DS4 实验台上进行了有效验证。

第四个实验项目则来自于企业的实际工程项目——伺服变载荷加载实验台为背景，搭建了伺服变载实验台的仿真模型。该仿真模型可用于模拟实验台对矿用各型减速机输出轴端施加轴向以及径向变动载荷以进行疲劳强度实验和可靠性分析的场景，仿真结果与实验台现场测试结果进行了对比，充分证明了仿真模型的准确性。

这四个仿真模型的仿真结果与实验台上所测结果有较好的吻合度，具有很好的可靠性，为学生们提供了一种生动形象而且低成本地进行液压理论学习与实践的方法。

关键词：液压实验项目设计；Automation Studio；仿真模型；实验验证

Comparison of Fiber Placements in Fabrication of Composite Kagome Microstructure and Variation of Effective Stiffness

机械工程学院机械制造及其自动化国际 1402 班 赵佳敏

指导教师 牛 斌

The advanced composite grid-stiffened structure has the mechanical characteristics of high specific strength and specific stiffness. At the same time, it has superior engineering performances, such as good designability, high damage tolerance and so on. It has been identified as one of the candidate structures of the next generation aircraft.

The unique geometrical configuration of advanced composite Kagome grid structures makes the fabrication process different from that of conventional composite structures. The key point is that the crossed reticulated ribs will lead to fiber bending and accumulation which results in decreasing stiffness and strength. Meanwhile, various fiber placements lead to different degree of fiber bending and accumulation. Therefore, the present thesis mainly focuses on fiber placements of the Kagome grid and the variation of equivalent stiffness of grids with various fiber placements.

Four typical fiber placements are proposed and carried out in the fabrication of Kagome grids in this study. The effective stiffnesses of the Kagome grids with different placements are tested experimentally, which are also compared with the theoretical prediction of the equivalent stiffness of Kagome grid. Through the comparison between theoretical and experimental values, the influences of different fiber placements and accumulation at the intersection of the crossed reticulated ribs on the stiffness of Kagome grids are investigated. From the comparison studies, the best fiber placement is suggested for the fabrication of the Kagome grids.

Key Words: Kagome Grid; Fiber Placement; Fiber Accumulation; Effective Stiffness

叶轮流场仿真分析

机械工程学院机械设计制造及其自动化 1401 班 邓钱良

指导教师 韩清凯

叶轮内部流场是极其复杂的三维流动，利用 CFD 数值模拟来分析流场具有非常重要的意义。通过 CFD 数值模拟了解掌握叶轮内部流场规律以及流场与叶轮之间的相互作用，可以对叶轮的结构设计和优化做出指导作用，同时可以辅助实验甚至代替实验，节省大量的时间和经济成本。

本文在国内外关于流场仿真相关问题的研究现状的基础上，建立了叶轮实体模型和流场计算模型并进行了数值模拟，分析了网格划分对数值模拟结果的影响从而经济地选择网格密度，最后利用响应曲面法以效率最大为目标进行了优化设计。

本文的数值模拟分以下几个方面：设计工况下的稳态和瞬态流场仿真分析；不同流量工况下和不同叶轮出口宽度的稳态流场仿真分析；叶轮的模态分析以研究叶轮的振动特性；在瞬态数值模拟的基础上进行时域下的单向流固耦合以研究气动激励下的振动响应以及基于响应曲面法的优化设计。

仿真结果表明：叶片前缘会受到入口气流的冲击而尾缘会形成尾迹，因此前缘和尾缘流场比较紊乱且温升较高；叶轮入口的流场几乎不受出口宽度的影响，而出口压力和温度都随出口宽度的增加而增大；优化后叶轮的效率提高了 0.5%，最优解就在原始设计附近，优化后的流场较优化前流场更为均匀且尾迹区更小。

关键词：离心压缩机；叶轮；数值模拟；流固耦合；模态分析

电弧离子镀新型硬质涂层制备工艺研究

材料科学与工程学院金属材料工程（日语强化）材日 1301 班 纪君朋

指导教师 林国强

类金刚石（Diamond-like carbon, DLC）薄膜同时具备高的硬度、良好的耐磨性能和化学稳定性等优异性能。然而，DLC 薄膜高温稳定性差等固有缺陷阻碍了其发展。目前，掺杂合金元素是稳定 DLC 结构的主要方法。同时掺杂 Ti、Al 和 N 在 DLC 薄膜中有望制备出在 DLC 非晶基体上掺有(Ti,Al)N 晶体的纳米复合薄膜材料，预期可维持 DLC 的高硬度，同时具有好的高温稳定性，获得更好的综合性能。

三元金属氮化物 TiAlN 薄膜中 Al 含量是影响其性能的关键因素。在制备 TiAlN-DLC 复合薄膜之前首先需要寻找一个能使 TiAlN 三元薄膜具有最高硬度的最适 Al 含量。

本实验首先使用脉冲偏压电弧离子镀在（100）硅片上通过调节阴极靶弧流制备了四组 Al 含量不同的 $Ti_{1-x}Al_xN$ 薄膜，表征了四组薄膜的厚度、表面形貌、成分、晶体结构、硬度和弹性模量。结果表明，四组薄膜表面大颗粒较少；四组薄膜的 Al 含量比 $A_{Al}/(A_{Al}+A_{Ti})$ 在 0.48~0.68 之间变化；其中 $Ti_{1-x}Al_xN$ 2#样品 Al 含量比 $A_{Al}/(A_{Al}+A_{Ti})$ 为 0.51，薄膜主要相为 fcc-(Ti,Al)N。该组薄膜的硬度和弹性模量值最大，分别为 32.6 GPa 和 376.0 GPa。

采用与 $Ti_{1-x}Al_xN$ 2#样品制备时相同的 Al、Ti 靶弧流并同时引燃 C 靶制备了 TiAlN-DLC 复合薄膜，并表征了其性能。结果表明，复合薄膜表面致密，Al 含量比 $A_{Al}/(A_{Al}+A_{Ti})$ 与 $Ti_{1-x}Al_xN$ 2#样品近似相同， sp^3 键含量与 DLC 薄膜相比略低但相差不大。复合薄膜的沉积速率接近 DLC 薄膜的 5 倍，且复合薄膜的热稳定性能超过 DLC，导致性能显著下降的退火温度由不足 300℃ 提高到 400℃ 以上，显著改善了 DLC 薄膜热稳定性差的问题。

关键词：脉冲偏压；电弧离子镀；复合薄膜；类金刚石薄膜

铝合金/钢旋转摩擦焊工艺试验研究

材料科学与工程学院材料成型及控制工程 1402 班 江国鑫

指导教师 李 鹏

铝及铝合金密度低、塑性好、耐腐蚀性强，在各种加工制造领域上都有广泛的应用。钢是最常用的金属，具有高强度，处于目前制造业的主导地位。铝/钢异种金属焊接接头能充分的利用两种材料的优势，减轻产品重量、降低燃油消耗从而节约能源、保护环境，同时提高生产效率，因而被广泛地应用在汽车制造、航空航天、交通运输等领域。然而，由于二者热物理性能和化学性能的巨大差异，采用传统弧焊方法难以实现二者的焊接。旋转摩擦焊方法有望解决这一问题，因此有必要对其进行深入的研究。

本文选取 5052 铝合金和 304 不锈钢异种金属组配作为研究对象，采用旋转摩擦焊方法对二者进行了焊接。焊接完成后，通过万能拉伸试验机、显微硬度计、扫描电镜等手段测试了接头的拉伸性能，显微硬度分布，显微组织和断口形貌特征，进而探究了不同旋转摩擦焊接工艺参数对焊接接头的微观组织及力学性能的影响规律。

研究表明铝合金/不锈钢旋转摩擦焊接头在铝合金侧包含 4 个区域：母材区、热影响区、热机影响区、动态再结晶区，与母材区微观组织相比，热影响区、热机影响区、动态再结晶区的微观组织发生了明显的变化，其硬度值也发生了较大的变化。而在不锈钢侧包含 2 个区域：母材区、热影响区，与母材区微观组织相比，热影响区的微观组织没有明显的变化，但是其硬度值明显增大。而界面层金属间化合物的厚度随摩擦压力的增加具有先增加而后降低的趋势，随摩擦缩短量的增加而增加，但是随顶锻压力的增加无明显的变化规律。而接头的抗拉强度随界面层金属间化合物的增加而降低，因此可以定性的认为界面层金属间化合物是实现铝合金与不锈钢有效连接的一个薄弱环节。当摩擦压力为 90MPa，摩擦缩短量为 1mm，顶锻压力为 250MPa 时，接头的抗拉强度为 147MPa，达到铝合金母材强度的 81%，在界面位置处断裂，经断口形貌分析，其断裂方式主要以脆性断裂为主，局部区域为韧性断裂。

关键词：旋转摩擦焊；5052 铝合金；304 不锈钢；微观组织；力学性能

Cu 含量对 Fe-Si-B-Cu-Nb 系纳米晶合金磁性能的影响

材料科学与工程学院金属材料工程（日语强化）材日 1301 班 鞠帅威

指导教师 张 伟

Finemet 纳米晶合金 ($\text{Fe}_{73.5}\text{Si}_{10.5}\text{B}_9\text{Nb}_3\text{Cu}_1$) 具有与传统材料不同的组织结构，其矫顽力(H_c)很低，因此在电力、电子、通讯等领域得到了广泛的应用。但 Finemet 合金的饱和磁感应强度 (B_s) 较低，不利于仪器的小型化，因此在 Finemet 合金的基础上发展高 B_s 的纳米晶合金具有重要的意义。

本文以我们开发的新型纳米晶合金为基础，研究 Cu 含量变化对 Fe-Si-B-Cu-Nb 和 Fe-Si-B-Cu-Nb-Co 系纳米晶合金的微观结构和磁性能的影响。实验利用真空电弧炉和单辊快淬法制备条带，对条带进行热处理制备纳米晶。分别用 XRD、TEM、DSC、B-H loop tracer 和 VSM 等仪器表征测试材料的结构与性能。主要实验结果如下：

1. 对于 $\text{Fe}_{78-x}\text{Si}_{10.5}\text{B}_9\text{Cu}_x\text{Nb}_{2.5}$ ($x = 0.6-1.0$) 的急冷合金， $x = 0.6$ 时有 $\alpha\text{-Fe}$ 晶体的析出，而 $x = 0.8$ 和 1.0 时能形成完全的非晶结构。随着 x 值的变化，热性能变化不大。
2. 经过适当的热处理，急冷合金 $\text{Fe}_{78-x}\text{Si}_{10.5}\text{B}_9\text{Cu}_x\text{Nb}_{2.5}$ 均形成非晶+ $\alpha\text{-Fe}$ 纳米晶的结构。Cu 含量从 0.6 增至 1.0 时， $\alpha\text{-Fe}$ 的平均晶粒尺寸从 24 nm 降低到 16 nm； H_c 从 6.2 A/m 降低至 0.34 A/m，然而 B_s 在 1.46 - 1.47 T 间波动。
3. 急冷合金 $\text{Fe}_{74-x}\text{Si}_{10.5}\text{B}_9\text{Cu}_x\text{Nb}_{2.5}\text{Co}_4$ 都能形成完全的非晶结构。在适当热处理后，急冷合金都形成了 $\alpha\text{-Fe}$ 的纳米晶结构。Cu 含量从 0.6 增至 1.0 时，平均晶粒尺寸从 17 nm 增加到 19 nm； H_c 从 0.8 A/m 增加至 4.3 A/m。 $\text{Fe}_{73.4}\text{Si}_{10.5}\text{B}_9\text{Cu}_{0.6}\text{Nb}_{2.5}\text{Co}_4$ 的 B_s 达到 1.48 T，而 H_c 低至 0.8 A/m。

关键词：Fe-Si-B-Cu-Nb 合金；纳米晶；铜含量；软磁性能

Al-Ni-Co-Fe-Cr 高熵合金 BCC/B2 共格组织的相场模拟

材料科学与工程学院材金 1401 班 李金临

指导教师 王 清

高熵合金，是一种由5种或5种以上元素以等摩尔或近等摩尔比混合形成的多组元合金。高熵合金结构和功能上具有很大的潜力和可设计性，具有良好的综合性能，如强度高、硬度大、良好的耐腐蚀性等。含铝的高熵合金具有高比强度，是目前的研究热点。其中，Al-Ni-Co-Fe-Cr系列BCC基体高熵合金的强塑性受第二相纳米有序相B2粒子的形貌所影响。当立方B2纳米粒子在BCC基体中共格析出时，高熵合金的强塑性最佳。这种立方粒子共格析出的形貌与高温合金的形貌相似。为了更好地进行高性能高熵合金设计，还需要进一步理解和探究B2纳米粒子和BCC基体之间的弹性应力场。

本工作选取两个具有典型形貌的Al-Ni-Co-Fe-Cr高熵合金成分作为研究对象，一个为低铝成分的 $Al_{0.7}NiCoFeCr_2$ ，其B2粒子为立方形，错配度为0.45%；另一个为高铝成分的 $Al_{0.9}NiCoFeCr$ ，其BCC/B2为编制网状，错配度为0.63%。

利用相场法，建立Al-Ni-Co-Fe-Cr高熵合金的二维相场模型，模拟BCC基体及B2析出相的微观组织演化过程。基于Python语言，采用谱方法对相场动力学方程进行数值求解，通过给定初始条件及周期边界条件，模拟铸态合金 $Al_{0.7}NiCoFeCr_2$ 和 $Al_{0.9}NiCoFeCr$ 中B2析出相的组织形貌。

模拟结果可知，Al-Ni-Co-Fe-Cr高熵合金中BCC基体与B2粒子之间的错配度会导致弹性应力场的产生，B2析出相会受到该弹性应力场的影响呈现不同的形貌；并且随着BCC基体与B2粒子间的错配度增大，B2析出相会沿着一定方向生长，呈现一定的方向性。

关键词：高熵合金；计算机模拟；微观组织演化；相场模型；错配度

电子束层覆熔炼镍基高温合金的组织与成分分布研究

材料科学与工程学院金属材料无损检测 1401 班 李秋霞

指导教师 谭毅

镍基高温合金是高温合金的重要组成部分，相比其他高温合金具有高温性能更优良、化学稳定性强、合金化能力更强等优势，被广泛用于喷气式发动机、燃气轮机、核电站反应堆、以及电站蒸汽轮机中的最热端部件。IN718 合金是航空发动机中应用最广泛的高温合金，服役过程中受到高温、应力和腐蚀等综合作用，因此 IN718 必须保持的优良的综合性能。

目前我国制备 IN718 合金材料主要采用真空感应熔炼+真空自耗重熔两联工艺或与国外相同的三联工艺，即真空感应熔炼、电渣重熔以及真空电弧重熔。虽然所得铸锭基本可满足需求，但工艺繁琐复杂，且制得的合金质量在杂质去除、成分均匀方面仍与国外存在差距。为了制备高纯度、低偏析的 IN718 合金，获得高质量的 IN718 母材是重中之重。因此本论文以真空感应熔炼的 IN718 为原料，采用电子束层覆熔炼技术对原料进行逐层熔炼，通过扫描电镜、电子探针和荧光光谱分析等手段对所得样品进行微观组织和成分分布研究。主要结论如下：

(1) 电子束层覆熔炼的 IN718 合金宏观形貌分为典型凝固组织和层覆熔炼组织。底部凝固组织自下而上分别是等轴晶、柱状晶和等轴晶。顶部的层覆熔炼组织分层处层上层下的微观组织分别是树枝晶和胞状枝晶。

(2) 电子束层覆熔炼 IN718 合金的冷却速度为 $509^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，二次枝晶间距为 $23\ \mu\text{m}$ ，与感应熔炼和电子束精炼相比，冷却速度更快，二次枝晶间距更小。样品微观组织的成分偏析区内分布有 Laves 相、块状 MC 和针状平行分布的 δ 相。

(3) 电子束层覆熔炼技术将宏观偏析控制在一层内，在整个样品范围内基本实现成分均匀分布，有望与 VIM 结合成为高温合金制备领域的一种有效双联熔炼手段。

关键词：电子束层覆熔炼技术；Inconel718 镍基高温合金；元素偏析

Mg-Zn-Zr 系合金热处理组织性能预测

材料科学与工程学院材料成型及控制工程 1401 班 王林伟

指导教师 郝 海

本文设计了三种镁合金，采用 X 射线荧光光谱仪(XRF)、光学显微镜(OM)、X 射线衍射仪(XRD)和带能谱分析(EDS)的扫描电子显微镜(SEM)等分析手段研究试验合金的成分、物相和微观组织，通过显微硬度测试和室温拉伸试验来评价材料的力学性能。结果表明：铸态试验合金由 α -Mg 相、T 相和 Mg₅₁Zn₂₀ 相组成，由于 Ca 和 Sr 具有较高的生长限制因子，因此，少量的 Ca 和 Sr 加入到 Mg-4.2Zn-1.7RE-0.8Zr 合金中，可以细化晶粒组织，提高材料的强度；对于 325° C 峰时效状态的试验合金，由于 T 相和含有 RE 元素的 Mg₅₁Zn₂₀ 相的热稳定性较高，合金组织仍由 α -Mg 相、T 相和 Mg₅₁Zn₂₀ 相组成，峰时效态合金的晶粒组织更细小，并且时效过程中有 β 1 相析出，进一步提高了材料的强度，Mg-4.2Zn-1.7RE-0.8Zr-0.2Ca-0.2Sr 合金峰时效态的强度最高，抗拉强度、屈服强度和延伸率分别为 208MPa、150MPa 和 3.5%。通过总结不同热处理条件下试验合金的显微组织和力学性能数据，采用人工神经网络的方法，建立了具有误差反向传播（BP）神经网络模型，即 1）以 Ca、Sr 成分、时效温度和时效时间为模型输入变量，以显微硬度为输出变量；2）以 Ca、Sr 成分、时效温度和时效时间为输入变量，以抗拉强度、屈服强度、延伸率、显微硬度和平均晶粒尺寸为输出变量，并通过优化隐含层节点数，得到相关性系数 $R > 98\%$ 的神经网络模型，通过对比实验值和仿真预测值，验证了模型的准确性，实现了对 Mg-Zn-Zr 系合金热处理组织和力学性能的模拟预测。

关键词：Mg-Zn-Zr 系合金；热处理；显微组织；力学性能；人工神经网络

Cu-Al 微叠层复合材料设计与界面性能分析

材料科学与工程学院材料成型及控制工程 1401 班 张华炜

指导教师 张兴国

受类似“砖与泥”的贝壳珍珠层启发，微叠层复合材料应运而生。而铜/铝微叠层复合材料由于保留了铜材优良的导电、导热性能，同时继承了铝材质轻、耐腐蚀和廉价的优点，而被广泛应用于电力、热能行业。

本文以纯铜和纯铝为原材料，首先探究了保温时间对铜/铝微叠层复合材料界面结合状态的影响，然后研究了保温时间为 4h，热压温度为 530℃、550℃、570℃和 580℃的热压烧结工艺，并对所得样品进行变形率为 30%、40%、50%和 60%的热轧复合。采用 OM、SEM 对叠层材料结合界面进行显微形貌观察；采用 EPMA 表征了结合界面处元素分布，确定出扩散层的数量和种类；采用维氏硬度计分析了结合界面处的显微硬度；同时测试出不同工艺条件下所得叠层材料的导电率和导热系数。

结果表明，随热压温度升高，铜/铝微叠层复合材料结合界面处扩散层析出相种类逐渐变多、厚度逐渐增加。然而，扩散层析出相种类变多、厚度增加导致叠层材料导电率呈现出先升后降的趋势，而导热系数则保持单调下降的态势。此外，热压后轧制复合会使扩散层断裂，所生成的碎块嵌入到 Al 层中，从而产生铜铝纯金属直接接触的“通道”，使叠层材料的导电率和导热系数有所提高。然而随变形率逐渐增大，轧制后样品的导电性能和导热性能都单调下降，但是均优于单纯热压烧结样品。

最终确定最佳热压+轧制的制备工艺：热压温度为 570℃，保温时间 4h，轧制变形率为 30%。该工艺制备的叠层材料导电率为 67.57%IACS，导热系数为 257.4 W/(m·K)。

关键词：铜/铝微叠层复合材料；界面；金属间化合物；导电率；导热系数

NiS₂ 负极材料在钠离子电池中的应用

材料科学与工程学院金属材料工程 1401 班 周抒予

指导教师 黄 昊

能源与人类生存息息相关，近年来锂离子电池在能源领域得到了广泛的应用和推广，但它成本较高，而且安全性能无法得到保证。钠离子电池具有制备简便、成本较低、安全性能较好等优点，引起相关研究人员的关注。钠离子电池的负极材料是影响电池性能的关键因素之一。根据储钠机制，人们将负极材料分为合金类、嵌入类、转化类储钠负极材料，其中嵌入类储钠负极材料研究较早，目前硬碳纳米材料可逆容量可达到 355 mAh/g，但还存在比容量较低、倍率性能较差等问题。因此，探索新的高容量负极材料成为钠离子电池的主要研究方向之一。

本文对 NiS₂ 的制备及其用于钠离子半电池负极材料表现的电化学特性进行了初步的探索。由于 NiS₂ 理论容量较高、成本较低、能量存储方式环保，成为很有前景的钠离子电池负极材料。本实验中首先采用直流电弧等离子体放电法制备纯 Ni 纳米粉体作为硫化前驱体，与升华硫按一定质量比混合后放置于管式炉中进行热处理，反应后得到 NiS₂ 纳米粉体，并对反应产物进行形貌和结构表征。以 NiS₂ 纳米粉体作为活性物质制备电极片，并在手套箱中组装扣式电池，利用电化学工作站和蓝电电池测试系统对其进行一系列电化学测试。发现其在 100 mA/g 的电流密度下前 10 次的循环过程中比容量维持在 400 mAh/g 以上，并且从第三次循环开始库伦效率就达到 90% 以上，这说明 NiS₂ 具有库伦效率高、容量衰减慢、比容量较高的特点。

关键词：钠离子电池；负极材料；二硫化镍；纳米粒子

液滴冷火焰的引燃和稳燃数值模拟

能源与动力学院 能源与动力工程（内燃机）1401 班 张文艺

指导教师 刘有晟（校外） 田江平（校内）

本文基于冷火焰中的低温化学反应在发动机爆震燃烧以及燃料的高效利用以及减少排放方面的重要作用，利用 Fortran 语言，使用一维模型对于在微重力下正庚烷（n-Heptane, C₇H₁₆）液滴球型冷火焰进行数值模拟。求解具备较完整的物理液滴燃烧的物理方程，并适当的使用合理化假设进一步简化。数值方法上采用 Strang 拆分法将每一时间步长的化学源项和其他项分开处理。化学项采用 88 组分、387 个化学反应的动力学模型，此模型已提前在 CHEMKIN-PRO 中进行了零维等压引燃情况与实验数据的比较验证，模拟中直接通过 DVODE 求解器进行求解。运输项采用高斯消去法进行求解。数值模拟中使用的液滴尺寸（0.70 mm）及初始温场（650-1100 K）和压力（0.1-0.2 MPa）等工况来自文献中的实验条件。基于模拟结果与实验数据的比较，对冷火焰的引燃和稳燃过程中的温度和重要组分浓度的变化和影响进行分析。得到了热火焰和冷火焰不同的引燃和稳燃情况以及各时刻液滴周围温度和组分浓度，并且得到了与热火焰不同的冷火焰结构。验证了液滴冷火焰的引燃时间和液滴寿命，同时得到了冷火焰的动态引燃过程。可以观察到在引燃过程中重要组分的浓度在达到冷火焰的稳定燃烧状态前的动态发展趋势。

关键词：数值模拟；正庚烷；微重力；冷火焰

换热器折流板改进数值模拟分析

能源与动力学院 能源与动力工程（内燃机）1401 班 冯志飞

指导教师 王 正

换热器作为一种通用设备，在众多领域都有广泛的应用。其传热性能的好坏对能源节约和有效利用有重要作用。在各类换热器中，管壳式换热器占比高达 30%，是应用最为广泛的换热器之一。为了满足日益发展的工业需求，同时兼顾节能环保等因素，改进换热器，提高换热器换热性能迫在眉睫，已经成为行业发展的突破点。

本文对管壳式换热器进行研究，利用 UG 软件建模，用 ANSYS FLUENT 软件对不同折流板类型、不同折流板间距以及缺口高度的换热器进行流场分析，利用控制变量的方法，评估不同情况下换热器换热性能，得出合理的折流板结构形式。

对于单弓形折流板换热器，随着折流板间距增大，流动稳定性增大，扰动减小。折流板数目增多，随着折流板间距变小，流体流动剧烈，压降损失增大。得出在质量流量为 2.0kg/s 时，折流板间距 120mm 时，换热器性能最佳。随着折流板缺口高度降低，流体流动剧烈，换热效果增加，压降损失也增大。通过 JF 因子比较，缺口高度取 0.30D 时，换热器综合换热性能更好。

对于螺旋式折流板换热器而言，速度场分析结论同传统单弓形折流板换热器相同，随着螺距的减小，换热系数提高，换热效果上升，但是同时压降损失变大。但是比起换热效果的提升，随着螺距减小，压降损失增大的幅度更大。通过 JF 因子的比较，在较大螺距时换热器的换热性能反而会更好。因此，在螺旋式折流板换热器当中，选取折流板间距为 150mm 的换热器。

关键词：管壳式换热器；折流板类型；折流板间距；数值模拟

超临界 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 汽轮机在初凝区酸腐蚀初探 与实验方案设计

能源与动力学院能源与动力工程动叶 1401 班 马子越

指导教师 王晓放

超临界 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 混合工质热力发电多联产系统对煤炭的清洁利用有着重要意义，而超临界 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 汽轮机作为实现热工转换的关键装备，保障其可靠性至关重要。由于其工质的特殊性，在汽轮机低压段初凝区出现凝结水的情况下，工质中的二氧化碳溶解于水中形成碳酸，表现出强烈的酸腐蚀性，增大汽轮机叶片的腐蚀速率，显著降低其气动性能和安全可靠性。本文分析了影响二氧化碳腐蚀速率的因素，对汽轮机内非平衡凝结流动的数值模型和二氧化碳腐蚀反应的数值模型进行了分析与研究。

依据某 5 万千瓦超临界 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 汽轮机的热力计算结果进行汽轮机初凝区的三维实体建模，以 CFX 作为求解平台，求解汽轮机初凝区内的流场，得到了与二氧化碳腐蚀相关的热力参数的数据。

采用 Comsol Multiphysics 多物理场仿真软件进行二氧化碳腐蚀问题的建模，结合 CFD 计算结果，对汽轮机初凝区内各级的二氧化碳腐蚀速率进行研究。结果表明，在汽轮机初凝区内，影响二氧化碳腐蚀速率最主要的因素为温度与压力，其中压力影响了二氧化碳分压力。随着混合工质流动，腐蚀环境的温度和压力下降，腐蚀反应的速率逐级减小；但水蒸气的凝结使得工质气相中二氧化碳的比例增大，使得二氧化碳分压力增大，因此也会导致某些区域内的腐蚀速率与前一级相比有所上升；此外，叶片表面溶液厚度分布也会通过影响反应物质传递来影响腐蚀速率。

初步设计了腐蚀加速实验、电化学测试以及应力腐蚀试验，以进一步探究超临界 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 汽轮机初凝区内二氧化碳腐蚀规律，为下一步研究工作制定了初步计划。

关键词：超临界 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ ；汽轮机；初凝区；二氧化碳腐蚀

工业高盐废水处理系统试验台设计

能源与动力学院热能工程 1401 班 张留阳

指导教师 沈胜强

结合蒸汽再压缩技术设计工业高盐废水处理系统试验台，开发低成本高盐废水处理技术，达到零排放的目标。试验系统主要包含套管式换热器、闪蒸罐、蒸汽压缩机、离心机以及蒸发器。设计盐水流速范围是 $1\sim 4\text{m/s}$ ，套管式换热器中的蒸汽温度范围是 $55\sim 100^\circ\text{C}$ ，闪蒸罐盐水出口温度范围是 $50\sim 85^\circ\text{C}$ 。通过建立试验系统的数学模型，计算了不同条件下套管式换热器的出口盐水温度和系统设备的主要参数，完成了试验系统主要设备的设计和选型，完成了试验系统的整体设计。

通过分析换热器中的流速和闪蒸罐出口盐水温度对盐水在换热器中的温升等参数的影响发现，随着闪蒸罐出口的盐水温度的降低，换热器中的换热量、闪蒸罐的容积、蒸汽压缩机的实际功率和换热器中的盐水温升均增大，而随着流速的增大，换热量、闪蒸罐容积、压缩机实际功率增大，盐水温升减小；保持蒸汽温度和闪蒸罐出口盐水温度之差为 15°C ，随着出口盐水温度降低，闪蒸罐容积明显增大，换热器中的换热量和盐水温升略微减小，压缩机的实际功率基本不变。

为了减小占地面积，节省材料，采用双层的试验台合理布置各个设备。采用 SOLIDWORKS 绘制系统三维结构图和平面图。采用 AutoCAD 绘制套管式换热器和闪蒸罐的结构图。完成试验台的设计方案和说明书撰写，申请发明专利一项。

关键词：蒸汽再压缩；高盐废水；闪蒸；零排放

能动大楼空调系统设计

能源与动力学院能源与环境系统工程（制冷及低温工程）1401 班 邓遥逸

指导教师 李维仲

本设计任务为，根据大连市气象参数，为大连理工大学凌水校区能源与动力大楼设计空调系统。本建筑由 A 区主楼及 B 区实验楼组成，A 区一共十层，其中首层、二层的层高为 4.2m，3~10 层的层高为 3.9m；B 区单独为一层，层高为 6m。建筑面积为 25000m²，其中空调面积为 14328.56m²。

本设计的任务安排主要有：各房间冷、热负荷及湿负荷的计算；空调系统方案比选及确定依据；VAV 末端装置的设计计算；不同系统的新风设计；空气输送系统的计算与设备选型；空气处理装置的计算与设备选型。

能动大楼主要分为教学、办公、实验这三个功能区，人员密度大。针对不同区域的特色设计不同的空调系统，根据人员新风需求和室内空气质量设计送风方案。研究生工作间、教师办公室采用冷热型单风道 VAV 装置；会议室、教室采用串联风机动力型 VAV 装置；普通实验室采用全热交换器输送新风；复杂工艺实验室采用通风柜实现补、排风。根据不同空气输送方案进行系统负荷计算，结合制冷厂家提供参数进行产品选型计算。

本设计的特色在于华北地区较少使用的变风量空调系统及专为高校实验室设计的多联机系统。摒弃了常见的风机盘管系统，从根本上杜绝室内人员的吹风不适感和建筑中的“水患”、“霉菌”等问题。此外，新风设计时采用与国内传统人均新风量设计法截然不同的新风算法，尽可能降低新风能耗的同时，保证室内人员的健康与舒适。

关键词：暖通空调；变风量系统；多联机系统；空调系统设计

光催化脱盐燃料电池的构建及性能研究

能源与动力学院能源与环境系统工程 1401 班 李都禹

指导教师 李 林

本实验设计并构建了一种实验室规模的集产电、脱盐和废水处理功能于一身的光催化脱盐燃料电池，其阳极采用负载介孔 TiO_2 光催化层的导电玻璃，阴极采用负载铂黑的导电疏水碳布，电池通过阴阳离子交换膜分为阳极室，脱盐室和阴极室三个腔室。选取乙醇为光降解有机底物， 0.1mol/L KCl 溶液作为阴极电解液， 0.05mol/L Na_2SO_4 溶液作为阳极电解液，以 3.5% NaCl 溶液作为目标含盐水，在预实验初步了解电池产电性能和脱盐效率后，针对光辐照度、阳极电解质浓度、阳极电解质种类和目标含盐水浓度四个参数，对电池有选择性的进行 0.1mA 至 1.5mA 多电流恒流放电， 0.2mA 单电流恒流放电以及运行前后含盐水盐度和电导率的测试，随后通过 UI 曲线、功率曲线、连续放电曲线等进行表征和分析，最后得出以上参数对电池产电性能和脱盐效率的影响，发现随光辐照度的增大，电池产电性能和脱盐效率均提高；随阳极电解质浓度增大，最大功率增大，脱盐效率先增大后减小，最佳浓度为 0.1mol/L 。用氢氧化钾电解质替代硫酸钠发现其有助于提高电池产电能力而对脱盐效率提升不明显；目标盐水浓度对电池产电几乎没有影响，但随着含盐水浓度增大，脱盐效率先增大后减小，最佳浓度为 0.8mol/L 。

关键词：光催化；脱盐；电学性能；电解质；光辐照度

毫米波 MIMO 系统中的天线选择问题研究

电子信息与电气工程学部电子信息工程英语强化 1401 班 李宏宇

指导教师 李 明

过配置大规模天线阵列的毫米波通信系统由于具有丰富的频谱资源与高度集成的硬件结构，已被视为未来移动网络的关键技术之一。模拟波束成形器作为极有发展前景的硬件高效收发器架构，现被广泛应用于配备大规模天线阵列的毫米波通信系统中。在实际的生产生活中，使用连续相位或高分辨率移相器并不现实，因此一般采用低分辨率的移相器来有效降低硬件成本与系统功耗。但是，这使得实现精确的波束调整成为一大难题。近几年来在天线选择技术方面取得的成就启发我们利用大规模天线阵列的灵活分集来补偿由低分辨率移相器引起的波束控制精度损失。

本文考虑一个窄带多入单出 (Multiple-Input Single-Output, MISO) 下行毫米波通信系统。针对这一系统，本文旨在将天线选择与设计具有恒定幅度和离散相位约束的模拟波束成形器相结合，以最大化系统的频谱效率。具体地，本文首先提出一种基于复平面旋转的联合天线选择与模拟波束成形设计算法，并保证其能够提供优越的性能和较低的时间复杂度。除此以外，本文还提出了一种启发式天线选择与模拟波束成形设计算法，在保证系统性能的同时有效降低了时间复杂度。仿真结果表明两种算法与无天线选择的低分辨率模拟预编码方案相比，均有明显的性能提升。与此同时，所提出的启发式算法与基于复平面旋转的联合设计算法相比，具有更高的实用价值。

关键词：毫米波通信；模拟波束成形；天线选择；MISO

小型化高效率的医疗可植入天线研究

电子信息与电气工程学部信通学院电子 1401 班 王保懿

指导教师 李 慧

随着近年来医疗技术的迅速发展，移动医疗的生物遥测技术成为了研究的新方向。利用可植入体内的无线设备可以持续地监测人体生理参数。为了将体内监测的数据可靠地发送到体外的接收设备，需要植入设备中带有辐射性能较好的天线。最近几年已经开发出了一些可用于植入的天线，天线的尺寸较小符合人体植入的要求，并且能够在特定的医疗可用频段内工作。但是，在大多数可植入天线的辐射效率很低，限制了可植入天线的工作范围，需要接收装置在距离体表较近的位置接收辐射信号。于是如何提高天线辐射效率的问题就非常值得关注。

本文对现有的可植入天线设计进行了细致的研究，介绍了几种典型的可植入天线设计，比较了在仿真环境和真实环境测试的回波损耗及工作带宽的差异，分析了人体生物组织变化的电磁特性对天线辐射性能的影响。基于以上内容进行本次设计，内容如下：

首先，在软件中实现阶跃阻抗谐振天线的建模，仿真的回波损耗结果较好，工作带宽符合要求，能够与 $50\ \Omega$ 的馈线良好匹配。但将天线置于模拟人体环境的肌肉等效模型后，仿真的回波损耗曲线效果变差，所以考虑改变结构，改善天线的辐射性能。

其次，基于开口谐振器磁天线结构，设计一种带有集总参数电容器的可植入天线。对电容器的容值进行参数扫描，获得最佳工作状态。从仿真的回波损耗曲线可以看出，天线匹配程度较高，在医疗可用带宽工作，且经过计算后天线的辐射效率有所提高。

最后，为满足可植入设备的要求，再次调整天线结构，利用微带线结构等效替换天线中连接的电容器。通过仿真和实验验证，天线匹配良好，辐射效率进一步提高。天线的健壮性较好，能够抵消组织环境变化带来的频率偏移问题。

关键词：可植入天线；医疗可用带宽；磁天线；辐射效率

基于 Box2D 的游戏引擎开发与研究

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1401 班 瞿少颖

指导教师 朴永日

在过去，电子游戏虽然大多简单粗糙，但每款游戏的平均开发周期仍能达到 8 到 10 个月以上。其主要原因是每款游戏几乎都需要重新编写，增加了大量的重复工作。渐渐地开发者们将之前开发的游戏可复用的部分代码保留下来，作为新游戏的基础框架。游戏引擎的概念就是在这种流程化的作业背景下诞生的。

游戏引擎是指一些已编写好的可编辑电脑游戏系统或者一些交互式实时图像应用程序的核心组件。这些系统为游戏设计者提供各种编写游戏所需的各种工具，其目的在于让游戏能够更高效地做出游戏程序而不用由零开始。

本文的主要工作在于通过对计算机图形等知识的应用，结合 Box2D 等开源库实现一个使用 C++ 编写的，包含渲染系统、物理引擎、碰撞检测、逐帧动画以及场景管理的 2D 简单游戏引擎，并通过例程来验证其模块功能。本文的主要工作有以下几点：

第一，本文对目前游戏引擎的研究的国内外现状进行了一定的了解。对于本游戏引擎的开发方案进行讨论，根据需求确定采用什么样的项目结构、需要具体编写实现什么功能、引用哪些库以及确定预期的结果。

第二，根据要实现的指标，本文详细阐述了各个模块结构以及其设计与编写的过程。包括引擎模块框架概览、运行周期的设计思路、以及各具体模块如结点树、资源管理、精灵动画、物理引擎和渲染系统等模块的设计以及其中遇到的一些问题。

第三，本文以一个例程对引擎所实现的功能进行了验证和测试。通过实际例子来说明开发者可以使用该引擎来进行创作、开发。

关键词：游戏引擎；游戏开发；OpenGL；Box2D

基于 FPGA 的二值化神经网络运动物体检测与研究

电子信息与电气工程学部电子信息工程英语强化 1401 班 胡连宇

指导教师 冯 林

随着人工智能大潮席卷全球，神经网络在生活中的运用越来越多，在阿尔法狗和柯洁围棋大战，语音内容识别，搜索内容推荐，智能订餐等功能上都有神经网络的身影，近期推出的 Google Assistant 在语音对话的订餐，聊天，购物等场景下的对话已经令人觉得和真人难分差距。

与此同时将神经网络置入小型移动设备和小型处理器中也具有了更强的现实意义，使用神经网络完成的语音识别，文字识别，图像分析等功能在小型设备和处理器上运行，无疑能使人们获得更优的生活体验。

本文基于 Zedboard 开发平台完成摄像头采集数据存入 DDR 并在 VGA 显示屏上显示的工作，随后在 PC 端以 Tensorflow 神经网络运行神经网络输入层，卷积层，池化层，输出层等实现对图片的读入和处理，完成对图片的识别，之后探讨将神经网络迁移至 FPGA 时的步骤和几种优化方法。最终在 FPGA 上搭建神经网络完成对实体的识别，并和其他两种平台做准确率和速率的对比。

经测试在 Zedboard 开发平台上能在 VGA 显示屏上实时 30FPS 显示物体，在 PC 端神经网络和 FPGA 上运行神经网络能对图片完成 85%的准确率识别，但是在 FPGA 上运行时处理速度更优，随后探讨的几种优化方法对于提升运行速度和优化内存使用具有相当功效。本设计对于实现将神经网络移植至 FPGA 上具有一定的优化和促进效果。

关键词：FPGA；神经网络；移植；优化

基于深层神经网络的弱小目标检测

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1401 班 彭万里

指导教师 孙 怡

目标检测是指计算机通过一系列手段自动地获取目标在图像中的位置以及目标的类别，从而获取图像中含有的语义信息。随着深度学习技术尤其是深度卷积神经网络的发展，目标检测方法取得了重大突破，并被广泛地应用于人类生活的各个方面。然而，在军事和工业领域存在大量的弱小目标，传统自然光场景下的目标检测方法难以直接应用于对弱小目标的检测。为此，本文对现有的自然光场景下的目标检测方法进行改进，使其适应对弱小目标的检测。

本文利用大量的工业缺陷数据和空对地遥感数据构建了两个专门用于弱小目标检测的数据集，为对弱小目标检测方法的研究打下基础。针对弱小目标定位精度要求高的特点，本文以 Faster-RCNN 为基础，利用 k 均值聚类确定锚框尺度，使网络适应对小尺寸目标的检测；针对弱小目标特征不明显的特点，本文采用多尺度特征融合网络结构，使检测器可以同时获取目标自身特征和局部背景特征，从而提高对弱小目标的检测精度。

本文通过详尽的实验和理论分析验证了提出方法的正确性及可行性，使 Faster-RCNN 在弱小目标数据集上的检测性能有了大幅提升。

关键词：深度学习；目标检测；弱小目标检测

基于深度学习的遥感图像场景分类方法研究

电子信息与电气工程学部信息与通信工程学院通信 1402 班 路 岩

指导教师 马晓瑞

人类科技不断发展，对地球土地广袤资源的需求不断增加。人类为了增加对地球的了解，遥感图像成为了人们必须要研究的对象。不同类别遥感图像中可以获取很多有用的信息，若对其分类可以有很高的利用价值。遥感图像分类的关键是类内紧密性和类间稀疏性的问题，而遥感图像同一类别之间相似度较小和不同类别相似度较大的特点成为了分类难点。本论文利用卷积神经网络与度量学习规范相结合的方法来进行遥感图像场景分类任务。

在构建卷积神经网络部分，首先自行搭建简单 CNN 网络，然后将 SIFT、BoVW 和 LLC 三种经典的特征提取算法与深度特征提取算法进行比较，深度特征提取算法的准确度大大高于经典方法，体现了深度特征的优越性。本文接下来使用经典 VGG16 网络框架进行实验，采用微调或冻结网络参数的预训练方法对数据集进行分类测试，针对不同类型的数据集找到最合适的处理方法，使分类精度和分类效率进一步提高。

在度量学习规范部分，本文介绍了对比度量和三体度量两种经典度量学习方法，实验中将三元组约束与卷积神经网络结合，通过 Triplet Loss 与交叉熵同时优化和分开优化的两种方法进行了遥感图像场景分类实验。在三元组的基础上，本文继续推广到多元组约束，将其与卷积神经网络结合，进行遥感图像场景分类实验。

经过以上实验本文发现在加入度量学习规范后，卷积神经网络在遥感图像场景分类任务中精度有较大提升，并且多元组约束的加入使网络训练效率更高。

关键词：遥感图像场景分类；深度卷积网络；预训练网络；度量学习

基于强化学习的目标跟踪检测算法

电子信息与电气工程学部电子信息工程 1403 班 张新宇

指导教师 卢湖川

目标跟踪是计算机视觉领域的一个重要问题，这一问题要求算法在视频序列中对任意指定目标进行跟踪定位。通常在视频的第一帧中，通过给定初始目标框来指定所要跟踪的目标。在后续视频序列中，算法根据之前的跟踪的结果和当前视频图像信息确定目标在各帧中的位置。

在目标跟踪领域中，有很多算法通过训练一个区分目标和背景的分类器，以随机采样的方式获取目标候选区域，依据其分类结果选出最接近目标的候选区域作为跟踪结果。可以根据目标的外观和运动趋势策略性地调整目标框来找到最有可能是目标的区域，这样就避免了盲目的随机采样，减少了网络所要检测的候选区域数量。本文采用强化学习中的策略梯度方法学习一个动作决策网络来指挥目标框的调整，这种借助强化学习进行动作决策的方法，使得检测跟踪算法的速度有了大幅提升。在跟踪过程中，目标的宽高比常常会发生，据了解，在现有的此类算法中，并没有对目标框的宽高比进行调整的动作预测，本文采通过增加有调整宽高比能力的动作来应对目标的宽高比变化，使调整后的目标框能更好地贴合目标，减少背景噪声的引入。对于机器学习算法，更多的数据往往能训练出更好的模型，本文引入和改造 alov300 数据集以扩充训练样本，小幅改善了网络的性能。本文还尝试加深动作决策网络，以增加动作预测算法的非线性，进而使决策网络能够应对复杂的目标模态。为了提升网络的效率，不同功能的网络常常共享某些中间特征，但这也可能导致不同任务之间的相互干扰，本文通过分离不同功能的网络支路，减轻不同任务之间的相互干扰，提升了网络的性能。本文还通过自适应在线更新间隔，减少在线更新的次数，提升了网络预测速度，同时一定程度上防止过拟合。为了避免网络产生的某些不稳定的异常预测值对决策产生过大的影响，本文使用集成策略处理决策网络，进一步提升了网络的性能。

经过一系列改进，最终算法在 OTB-50 测试集上取得了 0.880 的准确率和 0.646 的 AUC。速度可以达到 10.83fps。

关键词：目标跟踪；强化学习；深度学习；神经网络

应用于毫米波雷达的压控振荡器的研究与设计

电子信息与电气工程学部集成电路设计与集成系统 1402 班 张 超

指导教师 黄正兴

近年来，随着物联网在全球兴起，毫米波雷达因其抗干扰能力强、多普勒分辨率高等优点，被广泛地应用于军事、工业、医疗等社会各个方面。射频接收机前端电路是毫米波雷达的主要部分，而压控振荡器可以为接收机提供本振信号，其性能对整个系统有着重要影响。多种制式的通信标准和网络协议，对集成压控振荡器的带宽提出了更高的要求。良好的通信质量同样要求压控振荡器有着较低的相位噪声。

论文从振荡器的基本结构出发，详细介绍了振荡器的工作原理，对几种常用的电感电容振荡器的电路结构进行了对比分析。随后，讨论了振荡器的经典相位噪声模型，说明了压控振荡器中相位噪声的来源以及产生过程，并在此基础上列出了一些可以降低相位噪声的方法。接着，概括性地叙述了压控振荡器中电感、电容及 MOS 器件的选取原则。

最后，基于 SMIC 55 nm 工艺，给出了一种宽频率调谐范围的 24GHz 压控振荡器的设计方法，对设计电路进行了前仿真分析，可以获得良好的性能。仿真结果表明：该压控振荡器输出频率范围为 20.82 到 27.60GHz，在 1.2V 工作电压下，电路工作于 24GHz 时，电流为 6.42mA，频偏 1MHz 处的相位噪声为-112.13dBc/Hz。

关键词：压控振荡器；可变电容；相位噪声；宽带

TVS 法绝缘栅可动离子电荷测量的补偿

电子信息与电气工程学部集成电路设计与集成系统 1401 班 付 浩

指导教师 王德君

SiC 是一种高临界击穿场强、高热导率的宽禁带半导体材料，在高温大功率电力电子领域广为关注。SiC MOS 器件存在严重的阈值电压漂移现象，这是器件产业化需要解决的关键问题。阈值电压漂移主要是由 MOS 氧化层中的可动离子电荷引起的，准确测量可动离子浓度是阈值电压漂移问题研究的基础。当前使用传统的 Si-TVS 法测量可动电荷存在测试条件不适配和测试曲线不理想等问题，因此探索适用于 SiC MOS 体系的测试条件，提高可动离子电荷的测量精度成为当前 SiC 半导体领域研究的重要课题。

本文针对上述问题，探究了可动离子 TVS 测量的准静态条件，建立了氧化层中可动离子分布随栅压变化的理想模型，分离了离子电流、电容电流和漏电流，优化了可动离子电荷浓度计算方法，使可动离子电荷测量精度大幅提高。其中：

1. 理论模型的建立 针对 SiC MOS 体系，联立扩散漂移方程、泊松方程和离子电荷电量守恒方程，以电势为边界条件，使用 MATLAB 软件求解，得到了在不同栅压下可动离子在氧化层中的浓度分布，为 SiC MOS 体系 TVS 法测试提供了理论基础。

2. 准静态条件探索 探究了可动离子测试的准静态条件，获得了 TVS 法应用于 SiC MOS 的最优测试参数。包括：测试温度、电压扫描速率和电压扫描范围。

3. TVS 法的优化 将 TVS 测试电流中的各成分分离，分析了电容电流和漏电流的性质，进一步提出了基线积分法，去除了电容电流和漏电流对离子电流峰的影响，将可动离子电荷测试精度提高了近 50%。为消除漏电流对正向扫描电流的影响，提出了线性电压扫描法，同时将测试时间缩短了一半。

上述工作为进一步研究 SiC MOS 阈值电压漂移问题奠定了基础。

关键词：碳化硅；MOS 电容；可动离子；三角波电压扫描法

心肌细胞膜结构的电子显微重构

电子信息与电气工程学部生物医学工程 1401 班 马昕蕾

指导教师 刘 蓉

随着显微切片技术的发展和计算机图像处理水平的提高，生物学电子显微图像的三维重建技术成为近年来显微切片技术发展的热点。其中，通过聚焦离子束扫描电子显微镜(Focused ion beam scanning electron microscope, FIB-SEM)的双束系统实现生物样品的自动切片得到二维断层图像，从而进行生物结构的三维重建成为目前电子显微镜领域发展最快的技术之一。

横管结构，作为心肌细胞膜的重要组成部分和心脏兴奋收缩耦联功能实现的结构基础，其在细胞中的三维形态和空间分布对心脏机理和功能实现至关重要。在二维电镜图像中，可以观察到横管结构与肌质网耦联，但是对于横管结构的三维形态和空间分布，只能依靠研究者人为的空间思维和想象力来实现。研究者对心肌细胞中的横管结构进行三维空间上的绘制，传统上主要是利用显微成像配套软件显示图像、人为层层勾选横管边界得到。采取这样的方式虽基本满足横管三维结构的还原，但是效率低下，而且具有很大程度上的主观性和软件依赖性。如果可以使用程序实现横管的自动识别和三维绘制，再加上人机交互式修改横管识别效果，对于研究者将是极大的解放。

在目前生物学图像分割和三维重建的基础上，本文主要包括以下内容：

1. 聚焦离子束扫描电子显微镜的制样、拍片，采集大鼠心肌细胞电镜图像。
2. 基于阈值分割法和区域生长算法实现对横管的自动识别，在 MATLAB 和 IDL 双平台上，利用鼠标左键、右键和中键实现人机交互式的横管识别。
3. 基于体绘制和面绘制方法，在 MATLAB 和 IDL 双平台上分别实现对分割得到的横管结构的三维绘制，并与传统利用软件 Amira 绘制方法的效果对比。
4. 通过细胞免疫荧光共定位实验的操作，在 MATLAB 平台上对大鼠心肌细胞的免疫荧光电镜图像进行傅里叶分析，提取横管结构的空间分布频率。

本文通过大鼠心肌细胞的 FIB-SEM 电镜图像数据的采集和处理，实现了心肌细胞膜结构的重要组成部分——横管结构的识别、分割与三维绘制，为今后进行电子显微镜断层切片的图像处理奠定了基础。

关键词：横管；电镜图像；区域生长；三维重建

基于因果关系的多元时间序列变量选择

电子信息与电气工程学部电自 1402 班 李柏松

指导教师 韩 敏

多元时间序列广泛存在于气象、金融、工业等诸多领域。虽然多元时间序列包含着更加丰富的系统信息，但变量之间一般也存在着复杂、多变的关联特性。因果分析方法通过分析变量间的内在联系，识别并剔除与预测对象不相关的无关变量以及对预测对象作用相同或相似的冗余变量，对输入变量进行有效选择，最终达到精简模型，提高模型预测精度的目的。

针对传统的 Granger 因果模型无法实现非线性时间序列的因果分析以及基于核方法的 Granger 因果模型对于多变量因果分析时其计算较为复杂的问题，本文提出了基于 Hilbert-Schmidt 独立性准则(Hilbert-Schmidt independence criterion, HSIC)-Lasso 的 Granger 因果模型，即 HSIC-Lasso-GC 模型，应用于非线性、多变量时间序列的因果分析。该模型基于 Hilbert-Schmidt 独立性准则，通过核方法的非线性映射，实现对非线性时间序列的因果分析，并采用 Lasso 回归模型实现多变量同时处理及变量选择。为验证本文所提方法的有效性，将其应用于两组标杆数据、大连市气象时间序列和北京海淀区空气污染指标(AQI)时间序列进行仿真分析。结果表明，本文所提方法可以有效分析出非线性、多变量时间序列的因果关系，剔除无关变量和冗余变量，为预测模型选择合适的输入变量，提高预测精度。

关键词：多元时间序列；变量选择；Granger 因果分析；HSIC-Lasso-GC 模型

航空发动机硬件在回路测试平台设计与搭建

电子信息与电气工程学部自动化 1402 班 刘小雨

指导教师 孙希明

本文首先介绍了航空发动机硬件在回路测试平台研究背景、意义及研究现状。接着介绍了本课题所采用硬件在回路测试平台研究方案，一种比较实用的开发方法——基于 Veristand 的硬件在回路测试平台的搭建。基本思想是：先在仿真软件上建模，验证控制算法是否满足实际课题要求，再移植到试车台上进行验证，以降低资源消耗，缩短开发周期。

紧接着本文介绍了硬件在回路测试平台的实现方法，硬件上选择 PXI 板卡来实现所需模拟量、数字量和频率量的输入输出功能；软件上通过在 Simulink 里创建自定义 Simulink Library Browser 库来替换模型的输入输出引脚，通过回调函数和脚本文件实现自动配置 Veristand 工程和模型输入输出与板卡引脚之间的自动映射，以此实现点击 Simulink 中的下载按钮即可一键式代码生成后下载到实时工控机。同时为实现工控机与外部设备的串口通信，使用 LabVIEW 来将串口功能集成到 Veristand 的 Custom Device 里。进而利用 Veristand 来实现界面编辑、变量监控、在线调参、数据记录等功能。

最后在仿真与验证环节，通过对板卡输入输出数据的观测以验证软件系统的整体功能。并搭建简单的模型和控制器以验证本文硬件在回路仿真平台的整体功能。结果证明本文中提出的关于硬件在回路仿真的设计思路和方法满足控制系统的实际需求。

关键词：硬件在环仿真；MATLAB/Simulink；Veristand；LabVIEW

基于机器学习的图像分割方法研究

电子信息与电气工程学部自动化 1403 班 申云凯

指导教师 张立勇

图像分割是图像预处理过程中的关键技术，是计算机视觉应用的第一步。传统的图像分割方法有着过程复杂，鲁棒性不强等诸多问题。近年来，得益于机器学习的长足发展，人们开始将机器学习的方法应用于图像分割的工作中，并取得了显著的成效。

本文在研究 Canny 算子边缘检测方法的基础上，将无监督学习与有监督学习算法应用到了图像分割与边缘检测中。首先，对无监督学习的模糊 C 均值（FCM）算法进行了研究，并利用该算法通过聚类实现了对图像的分割。然后，在研究全卷积神经网络具体架构及相关功能的基础上，通过训练集训练学习器来实现对图像的分割，并使用 IOU 指数与假阳性率两个指标对分割结果进行评估。

在实验的过程中，发现部分有监督图像分割结果存在着过分割的现象，而无监督分割结果通常可以作为补充。因此本文提出了有监督与无监督融合的方法，根据已完成的有监督和无监督方法对同一幅图像的分割结果，通过设定阈值来决定边缘像素点的选取，利用无监督分割结果对有监督过分割部分加以边缘重建。由实验结果可以看出，对于某些有监督过分割明显的图像，使用无监督与有监督融合方法所取得的图像分割结果具有更高的精度。

关键词：图像分割；边缘特征提取；模糊 C 均值；深度神经网络；监督融合

基于图变换的点云属性压缩算法研究与优化

电子信息与电气工程学部自动化 1403 班 晏 玮

指导教师 赵红宇

近年来，三维传感器和内容捕获技术得到了国内外研究者的广泛关注，并取得了长足的发展。因此，动态图像专家组（Moving Picture Experts Group，简称 MPEG）已经在沉浸式媒体方向发起了一项有关点云处理的工程，点云压缩是其中很重要的一部分。点云是空间中一组无规则分布的、表达三维物体或场景空间结构和表面属性的离散点集。点云中每个点的物理表达包括三维位置信息和属性信息，属性信息可以是颜色、反射率等。由于点云的分布不规则且数据量大，若要实现较好的压缩效果，仍然面临一系列的问题和挑战。

本文针对点云的颜色属性压缩进行深入的研究，搭建了点云属性压缩的处理框架，完成了一套混合结构的点云属性编解码器，其中编解码器均包含了预测、变换、量化和熵编码这些传统视频编解码的关键技术。本文对点云的颜色压缩使用了四种帧内预测模式和四种变换模式，其中的一种变换模式使用了目前变换效果较好的图变换，并采用计算测地线距离的方法对图变换进行了优化。预测和变换过程中，通过模式决策来选择最佳的预测和变换模式。最后，采用了 MPEG 提供的官方数据集进行测试，实验结果表明本文对点云颜色压缩的率失真表现超过了 R. Mekuria 首次提出的将点云属性映射至 JPEG 网格上使用 JPEG 进行属性压缩的点云编码框架。

关键词：点云；视频编解码；属性压缩；图变换；帧内预测

基于迁移强化学习的复杂场景下的策略选择

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1402 班 赵明德

指导教师 葛宏伟

将先前在任务中积累的知识迁移到新的任务环境中从而加速学习过程是智能体的重要能力之一。本毕业论文提出了基于知识继承和决策协助两个环节的迁移强化学习模型 trIA。在知识继承环节，trIA 使用了一个基于同时多任务多实例的模仿学习方式将各个任务环境中的专家智能体所学的知识压缩进一个多任务智能体中。在决策协助环节，trIA 使用了渐进神经网络结构。在保证先前知识没有损失的情况下，它可以自适应地调节新旧知识的比例，使用在第一个环节中得到的多任务智能体的知识辅助新的单任务智能体在新的任务环境中更加迅速且更加高质量地完成学习过程。实验数据及分析表明，提出的知识继承环节能够有效地继承源任务环境中专家的知识且能够在对应任务中展现出与对应专家相接近的表现水平。实验分析还表明，提出的辅助决策模型能够有效地利用并平衡新旧知识，完成从源任务集合向新任务的自适应知识迁移。两个环节联合使用，trIA 的知识迁移能力在与国际先进模型的比较中展现出了竞争性的表现水准。

关键词：迁移学习；强化学习；迁移强化学习；策略选择；复杂环境

时空数据预测算法设计及实现

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1403 班 汤浩洋

指导教师 申彦明

时空数据来源于人们生活中的各个方面，如有股票指数走势，城市交通流量，和气候天气的变化等等。城市每时每刻都会产生海量的数据，如何利用他们为我们的生活提供更多的便利，则显得尤为重要。

其中，最直观也最困难的问题，则是对时空数据进行准确的预测。比如，在交通流量预测的问题中，复杂的路网空间依赖关系会使空间特征难以提取；时间上，虽然在交通流量大致呈周期性关系，但是在异常情况发生时，如特殊节假日，交通事故，一般的周期性模型则很难预计到准确的流量变化。

本文设计了针对时空数据的预测算法，采用长短记忆网络提取时空数据中的时间特征，并尝试结合卷积神经网络提取空间的特征，利用它们预测未来一段时间内相应数据的变化趋势。

在实验过程中，我们测试上述两个网络均可较好的提取时空特性。其中对于时序数据特性，具有编码器解码器架构的长短记忆网络显示出极为优秀的结果。在与常规时间序列数据和时空数据预测方法进行比较后，得出本文所使用的网络能获得更好的预测结果。

因此，本文立题基于现有的众多机器学习及深度学习的算法，设计时空数据预测算法，能够直观的，切合实际的，解决时空数据的预测问题。

关键词：时空数据；卷积神经网络；长短记忆网络；预测问题

安全约束下硬实时系统调度算法设计与实现

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1402 班 刘传子

指导教师 任健康

一直以来，实时系统的安全性并未引起国内外学者们的足够重视，这是由传统实时系统的相对封闭性所决定的。而近年来，随着互联网+时代的到来，越来越多的实时系统终端被连接了起来，以满足扩展设备功能的需求。值得注意的是，实时系统之间的耦合也带来了巨大的潜在安全隐患，目前已经有一些对实时系统的安全漏洞成功攻击的案例。而硬实时系统作为代表，一旦其安全性得不到保障，后果将是灾难性的！

在人们对实时系统的研究历程中，曾涌现出很多高效的调度方法及扩展思路，但是其中的绝大多数都没有考虑到安全约束这一层面，故不能很好地满足当下人们对实时系统的安全要求。针对这一现状，本文就传统的实时调度方法和现代的安全约束方法的结合进行了深入分析，并给出了解决方案，即：基于超周期的执行延长和换序执行混合优化调度算法。本文主要有如下几个贡献点：

1. 本文系统地交代了实时调度相关领域的发展过程，并将实时调度前期研究中的有代表性的文献归纳整理成表格。

2. 本文给出了安全约束下硬实时系统的模型，并同时考虑到任务调度中的抢占开销和安全约束下的刷新开销，这使得我们的模型更加贴近真实情况，我们的算法也更具实用价值。

3. 本文中的调度算法创新地结合了两大原创优化手段——执行延长和换序执行，分别用于优化抢占开销和刷新开销。我们在各种不同的情况下对二者的优化性能、适用条件等方面，进行了比较全面的理论分析。经过我们的分析和实验，这两种优化手段既有各自的优势，又可互相结合。

4. 本文又运用了一定的数学手段，分析了我们的系统建模下实时任务的可调度性判定问题，并同时给出了针对我们的算法可调度性的一个宽松而十分简便的判定条件和一个严格但略有复杂的判定条件。

关键词：实时系统；安全约束；任务调度；优化算法

基于锚模板的视觉跟踪监测的设计与实现

电子信息与电气工程学部计算机科学与技术 1401 班 李金泽

指导教师 徐喜荣

随着计算机技术的不断发展，计算机视觉给人们的生活带来了极大的便利，视觉跟踪检测作为计算机视觉重要的研究方向，也被广泛应用于方方面面。例如：将视觉跟踪算法应用于自动驾驶中，当汽车遇到障碍物时能及时提醒并且规避，能极大的降低车祸发生的概率；将视觉跟踪算法应用于医疗诊断中，可以提高病灶的识别率，帮助医生更好地分析病情；将视觉跟踪用于智能家居中，做到智能操控、智能防盗；将视觉跟踪应用于交通工程，可以帮助交警计算车流量，记录不良驾驶行为。总之，视觉跟踪检测应用广泛，极大地便利了人们的生活。

本文详细的介绍了基于锚点的可变形部件模板算法(DPM)。通过实现 SVM（支持向量机）训练图片 HOG 特征的传统单滤波器监测方法，验证了传统单滤波器跟踪方法的缺点与不足之处。通过基于 DPM 的三组件可变形模板模型对图片进行了检测，验证了 DPM 算法的优秀的鲁棒性和高效率。通过引入基于 DPM 的单组件模型对医学 CT 图像中不同种类脏器进行跟踪监测，试验结果表明该方法能准确地检测出不同类别脏器的位置与轮廓，达到了脏器跟踪监测的要求。本人利用 QT+Opencv 以及 matlab 等开发工具实现了三个平台：传统单滤波器图片检测及视频目标跟踪平台、基于 DPM 行人跟踪监测平台以及基于 DPM 医学跟踪监测平台。总体来说，DPM 模型能很好的对目标进行识别，对视频中特定目标的跟踪结果也比较理想。

关键词：目标跟踪；DPM；HOG 特征；特征金字塔；隐藏支持向量机

旋转运动环境下无线供电系统的研制

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化 1404 班 李 陶

指导教师 陈希有

状态监控传感器对于工业设备非常重要，目前通常采用电池或电刷等传统方式进行供电，这种传统方式需要定期维护，在特殊环境下还会有产生电火花，发生爆炸等风险。因此本文使用无线电能传输技术对旋转的传感器进行无线供电，来解决传统方式带来的种种问题，并实现电源与负载完全隔离，提高设备的安全与可靠性。

阐述了为旋转运动的传感器无线供电技术的研究背景及国内外研究现状，介绍了各种无线电能传输方式的应用场合。选用磁感应耦合式作为本系统的传输方式，并对该方式的电路模型及各种补偿方式进行了计算与分析后，选用串联-串联补偿作为本系统的补偿方式。

提出了两种不同的耦合机构，并对线圈运动过程中产生的动生电动势进行了理论推导，对这两种方案进行了电磁场仿真，得到了动生电动势随时间变化的关系。其中一种方案完全由高频逆变电源供电，无法利用旋转的能量，但可以达到设计指标要求。另一种方案中的线圈在旋转的过程中会产生类似正弦的动生电动势，但由于实验装置研制，该电动势幅值较小，无法利用。

实验硬件方面设计了用于该系统的高频发射电源，拓扑结构使用全桥逆变电路，控制器采用低成本的 STM32 单片机，并可以通过按键调节频率，精度为 0.1kHz。以及以 Wi-Fi 作为传输方式的电压传感器，配合本文设计的无线供电系统使用。

关键词：旋转运动传感器；无线电能传输；感应耦合电能传输

基于直流电机驱动的平衡车复合控制系统设计

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化 1402 班 陈方亮

指导教师 张晓华

众所周知，由于燃油汽车不断增长所带来的环境污染、能源枯竭、交通拥堵等问题日渐严重，为我国现代化建设的可持续发展提出诸多挑战；自平衡两轮车以其自身方便灵巧、绿色节能的特点，已成为一种民众追捧、适合代步的现代化交通工具。因此，设计一种“经济、易维护、可拓展”的自平衡两轮电动车，无论是在欠驱动系统理论研究还是在“经济、实用”的产品及开发方面都有较大意义。

本文利用拉格朗日方程建立了自平衡两轮车的数学模型，并针对模型的有效性进行了仿真验证；针对直行工况下的平衡车运动控制，基于所建立的模型，给出了“摆角与速度的双闭环控制方案”，应用典型系统参数整定方法得到控制器的具体参数，仿真结果表明控制效果符合预期。控制系统选择有刷直流电机作为驱动电机，选用增量式电磁编码器为速度传感器，选用集成 MPU6050 电路为姿态检测器，选用 STM32F103ZE 为主控芯片；基于 PWM 技术设计了“H 桥式电机驱动电源”等硬件电路；基于 MATLAB/Simulink 仿真平台验证了 PID 控制算法的有效性后，在 Keil C 软件平台上编制了相关驱动程序，整车系统实验表明了系统软件设计的有效性。

本毕业设计还对设计出的平衡车整机性能进行了验证，结果表明，平衡车直行速率为 1km/h 至 7km/h；稳定时，最大车身摆角控制在 $\pm 2.5^\circ$ 之内。达到设计预期。

关键词：自平衡两轮电动车；Simulink 仿真；双闭环 PID 控制；STM32 单片机；

基于转速信号的开关磁阻电机转矩脉动抑制

电子信息与电气工程及其自动化电气1403班 贾璐维

指导教师 孙建忠

开关磁阻电机（SR电机）拥有诸多优点，但是其表现受制于较高的转矩脉动。这篇论文参考并优化了一种新的SR电机转矩脉动抑制方法，该方法基于对转速信号的处理。通过对转速信号进行求导可以获得其中包含的转矩脉动信息。对转矩信号进行合适的滤波、放大处理可以分别提取出其中包含的几种主要脉动成分，即使是在高转动惯量的系统中。使用经典的转速、电流双闭环控制思路，为抑制转矩脉动，对SR电机的各相进行提前导通。提前导通的各相电流，将对定子磁极进行提前充磁。提前充磁的磁极使得换相时刻的电流响应速度变得更快，这对减少转矩脉动至关重要。提前导通的角度设置存在最优值，各个转速区段下的最优导通角将被储存在MCU中。将各个主要成分的转矩脉动提取，分别进行补偿后汇入电流内环负反馈中。利用电流与转矩间具有的非线性正相关关系，电流给定将配置相应的相电流，分配转矩到各相并最大化抑制转矩脉动。本文所述的控制方法简单高效、稳定性好且调试便利。相关的仿真及实验结果在下文被列出。

关键词：转速信号；转速、电流双闭环；脉动频率补偿

电力机车自动过分相暂态影响及抑制方法研究

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化 1402 班 颜 超

指导教师 董恩源

随着电力机车运行速度的提高，自动过分相逐渐取代传统的手动过分相成为机车过分相的主流方式。地面自动过分相通过真空断路器的分合闸控制，使中性段由相邻供电臂轮流供电，大大缩减了机车过分相失电时间，成为目前最常用的自动过分相方式之一。然而，真空断路器频繁切换引发的暂态过程给机车本身和电力系统造成严重冲击，这成为限制其发展的首要因素。研究电力机车过分相暂态影响，寻求抑制方法对于促进地面自动过分相技术发展，保证电力机车安全可靠运行具有切实意义。

以 CRH₅ 型动车组地面自动过分相为研究对象，首先建立了机车过分相等效电路图，推导了暂态过电压和励磁涌流工程计算公式。根据暂态过程产生机理，提出了采用 RC 阻容电路、避雷器电路限制过电压，采用选相合闸技术、断路器加装合闸电阻限制励磁涌流的方法，并对比了各自优缺点。

基于 MATLAB/Simulink 仿真软件，建立了电力机车地面自动过分相仿真模型，仿真结果证明了上述方法的有效性。最后，搭建了小功率电力机车地面自动过分相实验平台，通过实验讨论了抑制方法的工程应用问题。

关键词：电力机车；地面自动过分相；暂态过电压；励磁涌流

电池储能系统参与电网一次调频控制策略研究

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化电气 1401 班 王 霞

指导教师 李卫东

风电、光伏等清洁能源通过电力电子设备与系统解耦，大规模并网会使电力系统频率响应能力下降。以锂电池为代表的功率型储能系统具有响应迅速、控制精度高和双向调节等技术特性，在参与快速频率控制方面具有显著优势。然而储能电池由于循环使用寿命有限，为响应频率波动而进行频繁充放电容易导致其性能衰退，造成储能系统运行、更换成本高昂等问题。针对上述情况，亟需对电池储能系统精细化管理以降低电池老化衰减，进而有效降低储能系统的投资和运行费用，最终提升其全寿命周期净收益。

本文对比分析了现有储能技术类型，明确了锂电池参与一次调频的技术经济优势。构建了面向电网调频的电池储能系统综合模型：系统层面，建立了电网频率响应需求模型，储能电池通过模拟传统机组下垂控制特性参与一次调频；元件层面，建立了电池老化模型，并通过雨流计数算法评估电池的等效循环寿命。通过对比分析不同启发式控制策略的优缺点，设计了兼顾调频效果及经济效益的改进型控制策略，并采用 Hooke-Jeeves 直接搜索算法对控制参数进行整定。

基于某电网全年实际频率数据对现有控制策略与本文所提出的控制策略从容量衰减、偏差电量和经济成本三个角度进行了对比。现有控制策略会使电池频繁充放电或深度充放电，均会加速电池老化，增加经济成本；而本文控制策略既达到了良好的调频效果，又有效降低了电池老化速率，减小了经济成本。最后，通过对配置容量进行参数灵敏度分析可知，容量衰减速率随配置容量的增大而降低，调频效果随配置容量增加而增加，根据运行成本变化曲线能够合理选取最优配置容量。

随着我国储能辅助调频服务市场机制的建立健全，相关工作能够为储能系统参与频率响应服务的运行与控制工作提供参考，具有重要的理论及工程实践意义。

关键词：电池储能；一次调频；控制策略；电池老化；成本

有源配电网过电压分析与控制

电子信息与电气工程学部电气工程及其自动化 1402 班 吴 昊

指导教师 孙 辉

为适应能源结构的发展，更加清洁、节能的分布式电源接入电网形成的有源配电网正逐渐改变传统配电网。但分布式电源接入配电网带来一系列挑战，其改变电网功率流动方向导致的过电压是突出的问题。

本文面向不对称配电系统，首先论述分布式电源并网影响电压水平的理论研究；考察了分布式电源的代入模型并编写了三相对称与不对称情况的有源配电网潮流计算程序；还引入了有源配电网的不确定性并通过概率潮流计算进行描述；在证明算法可行后通过实际仿真具体讨论过电压的原因，涉及接入分布式电源的数量、容量以及位置。

本文分析有源配电网节点电压对注入功率灵敏度，通过牛拉修正方程式推导灵敏度公式并使用算例验证准确性；通过灵敏度公式可知对配电网中节点的有功和无功注入的改变均会影响整体电压水平。该部分对三相对称和不对称的灵敏度分别进行推导，不对称情况的结果偏差证明有源配电网采用三相不对称模型研究的必要性。

最后，本文在上述研究的基础上，提出一种有功-无功协调优化策略，应用优化算法求解得出有源配电网运行方案，利用 IEEE33 节点三相配电网测试系统进行了仿真分析和研究，与多种情景对比以体现出策略的优势，并针对功率倒送的限制进行了进一步的补偿。其最终证明该优化策略能抑制配电网过电压并提高分布式电源的并网能力。

关键词：有源配电网；分布式电源；过电压；灵敏度；有功-无功协调优化

天津市某社区文体中心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土环 1402 班 李志伟

指导教师 张吉礼

本设计为天津市某社区文体中心中央空调及其监控系统 BIM 工程设计。设计内容包括负荷计算与分析、冷热源经济性分析、空调方案论证、气流组织计算、风系统与水系统设计、暖通空调系统监测控制系统设计等。

建筑为某社区文体中心，总建筑面积为 11660 m^2 ，地下一层，地上四层，局部五层。地下层主要为设备用房，首层为游泳馆、生态中庭、亲子乐园等；二至四层主要为羽毛球馆、健身房、老年大学、图书阅览室、多功能厅、报告厅等。经计算，本建筑总冷负荷 1095.5 kW ，冷负荷（含新风）指标 61.8 W/m^2 ，总热负荷 764.2 kW ，热负荷（含新风）指标 42.4 W/m^2 。

本设计重点为冷热源经济性分析，变风量集中式系统与独立新风系统对比，热回收技术制备淋浴热水。利用 DeST 软件进行建筑全年动态负荷计算，供暖季和空调季负荷时长统计，根据周边资源环境匹配可选择的冷热源方案，进行费用年值计算，确定经济最优方案。针对于变风量系统新风比过大问题，本设计比较变风量集中式系统末端再热减小新风比方式与独立新风控制方式的节能潜力，计算可知独立新风系统设备负荷可减小 533.3 kW ，且空气用干式冷却，空调季 82% 的时长可利用湖水冷却，减少了人工制冷的能耗。常规公共建筑生活热水一般采用热水燃气锅炉制备，本设计淋浴热水采用全热回收式冷水机组冷凝热进行加热，过渡季采用水源热泵热水机组对淋浴废热进行回收，节约了生活热水用热能耗。

关键字：经济性分析；独立新风系统；淋浴废水热回收

中国 PM_{2.5} 污染导致的疾病负担及室内控制效果估计

建设工程学部建筑环境与能源应用工程 1402 班 刘雨萌

指导教师 张腾飞 赵 彬（校外）

空气污染问题是世界各国共同面临的难题，中国作为世界范围内 PM_{2.5} 污染最严重的国家之一，其污染状况尤其需要社会大众的关注。目前已有大量研究表明，PM_{2.5} 污染会导致脑血管、呼吸系统、心肺系统等方面的疾病，在我国造成每年七十余万人的过早死亡。室内是现代人的主要活动场所，但有关我国室内 PM_{2.5} 污染现状和健康效应的研究却并不清晰。大多数我国全国范围内 PM_{2.5} 疾病负担的评估只细化到城市层面，未考虑到城市内部的人群暴露分布。

针对上述问题，本文首先建立了基于二维蒙特卡洛模拟的 PM_{2.5} 人群暴露分布及疾病负担计算模型，综合考虑不同城市间参数的差异性和人群行为模式的随机性，以实现全国范围内人群 PM_{2.5} 暴露和由 PM_{2.5} 污染引发疾病风险的定量评估。然后收集整理了该模型在全国范围内研究时所需的各城市相关输入参数，包括大气 PM_{2.5} 污染浓度、人群行为模式参数、颗粒物渗透系数、沉降参数、气象参数等等。基于以上参数和模型，本文研究了我国所有省会城市及港澳台共 34 座城市的 PM_{2.5} 人群暴露情况及其导致的人群过早死亡人数，并分析对比不同地区、不同年龄段间的差异。最后以北京市为例，评估了通过净化器干预将室内 PM_{2.5} 浓度控制到不同浓度限值下，人群的 PM_{2.5} 暴露浓度分布、潜在影响百分数及早死数的减少。

关键词：室内空气品质；PM_{2.5}；疾病负担；控制；蒙特卡洛

高混凝土坝强震破坏及抗震措施

建设工程学部 水利水电工程 1402 班 杨广进

指导教师 陈健云

能源是一个国家经济发展的命脉。随着我国经济与社会的飞速发展，我国能源供给结构的不理性开始显现出来。在传统石化能源总量有限且全球变暖形势逐渐严峻的情况下，大力发展水电等绿色可持续资源就显得尤为重要。我国目前未开发的水电资源大部分处于西南地震频发地区。为贯穿科学开发西南水电资源这一规划，我国现已有一批世界级高混凝土坝在该地区兴建与拟建。因此，进行高混凝土坝的强震破坏机理以及抗震措施的研究成为当前我国水电建设中研究的热点。基于此，本文主要做了以下几点工作：

1. 利用 ABAQUS 软件，以 Koyna 大坝为计算对象，基于线弹性模型和弹塑性损伤模型对混凝土坝进行地震动力响应分析，确定混凝土坝在强震中的薄弱部位：坝踵处，上下游折坡处坝面。因此对以上薄弱部位进行加固非常有必要。

2. 通过引入钢筋混凝土组合式模型来模拟大体积少筋混凝土中钢筋混凝土的作用，探究了坝体在进行抗震配筋加固后的抗震效果。同时探究了不同抗震配筋面积下的大坝动力响应，验证了抗震配筋的必要性与合理性。

3. 利用新型加固材料 UHTCC 来对大坝进行抗震加固，利用单线性硬化本构模型和混凝土塑形损伤模型探究了不同面积 UHTCC 加固情况下的坝体内部应力、坝顶相对位移以及损伤对比。通过与无加固措施坝体进行对比，验证了对坝体进行 UHTCC 加固能够有效减小坝体损伤，提高坝体抗震性能。

关键词：混凝土坝；抗震配筋；UHTCC

小湾水电站调度图设计

建设工程学部水利水电工程 1401 班 宋赞祯

指导教师 程春田

水库的工作情况与流域的水文情况息息相关，而天然径流情况是复杂多变的。现阶段，我国的水文长期预报发展还不是十分完善，这就对水电站的运行带来了更为艰巨的挑战。为了充分发挥水电站的防洪与兴利作用，有必要建立水电站调度图，从而达到最大的综合利用效益，并为电站运行者提供决策依据。

本文以小湾水电站为工程背景，研究了常规兴利调度图的绘制方法。目前，我国的相关规范对调度图的绘制方法和要求不尽相同。本文分别依据《水库调度设计规范（GB/T 50587-2010）》和《水电工程水利计算规范（DL/T 5105-1999）》，绘制了常规兴利调度图，并进行了比较分析。此外，本文还基于已获得的常规调度图，结合遗传算法，建立了相应的数学模型和约束条件，并对常规调度图进行了优化。对比分析了优化前后的总发电量、年平均发电量以及历时设计保证率。结果表明，相比于常规调度图，优化后的调度图在指导运行发电时能够取得更好的效果。

本文结合 JAVA 编程进行了模拟分析计算，简化了计算量，将水利水电工程与计算机语言有效地结合起来，这也是未来水库长期调度的发展趋势。

关键词：小湾水电站；兴利调度图；遗传算法；JAVA 编程；水利水电工程

新疆某水库工程放水灌溉洞进口检修闸井 结构分析（回填混凝土高程 1960m 方案）

建设工程学部水利水电工程 1401 班 张瑞达

指导教师 张运良

在对新疆某水库放水灌溉洞进口检修闸井进行结构分析时，由于本工程闸井高度大于 60m，利用 ANSYS 软件建立闸井-回填混凝土-基岩整体耦联静动力分析模型。考虑到工程场地所在的区域地震频发，必须计入地震因素的影响，采用振型分解反应谱法进行地震反应分析。建立实体计算模型，分析对象即闸井包括了主要的结构构件，忽略了尺寸较小的孔洞；在不对计算精度产生较大影响的情况下，对局部构造进行了适当的处理。

依据相关设计规范选择了典型计算工况。首先，进行整体静力分析，考虑了施工完建、正常运行、发生洪水等工况，区分闸门开或关两种情况。然后，依照现行的水电工程水工建筑物抗震设计规范（NB35047-2015）进行了地震动力分析。动力分析采用振型分解反应谱法，其中反应谱采用了加速度放大系数标准反应谱。由于工程结构为 1 级建筑物，在地震工况分析时也考虑了竖向地震作用。因闸井结构与水体之间存在动力相互作用，依据规范通过对相关有限元节点施加内、外动水附加质量进行地震动力工况分析。

最后，将正常水位运行工况下的静力计算结果与地震动力计算结果进行叠加，得到了结构的位移、应力和地基竖向应力，并进行了闸井结构的整体抗滑、抗倾覆、抗浮稳定性核算，得到了若干有意义的结论，可为结构设计提供参考。

关键词：闸井；结构分析；ANSYS；振型分解反应谱法；地震响应分析；

PPP 再谈判与政府补贴效率研究

建设工程学部工程管理 1401 班 朱雯雯

指导教师 石 磊

自 2014 年以来，我国 PPP 进入了高速发展阶段，并被广泛应用到交通、能源、污水处理等基础设施建设中。PPP 项目周期长、投资大、复杂性高等特点导致再谈判不可避免。然而国内外经验表明大多数再谈判是由企业的投机行为引起的，意图获取政府补贴避免承担风险，从而带来社会福利损失。因此，如何合理设置再谈判补贴提高项目效率是实践中亟待解决的问题。

本文研究再谈判补贴对企业道德风险乃至项目效率的影响。道德风险问题是指企业在事前（风险发生之前）为牟取私利而选择低努力水平。论文首先基于不完全契约理论与博弈论构建理论模型分析再谈判补贴对 PPP 项目事前效率的内在影响机制，进而讨论影响项目效率的关键因素，最后提出相应政策建议。研究表明：道德风险会增加风险发生的概率，但再谈判补贴使企业不必承担全部风险损失，从而增加企业发生道德风险的可能性。因此再谈判补贴过大会导致事前效率损失，即使仍能实现事后效率；将再谈判补贴控制在一定范围内可以避免企业道德风险发生，同时实现事后效率和财政效率；优化私利 B 、重新招标机会成本 τ 、企业利润 $R - I$ 等政策变量，能够降低对政府谈判力要求，更容易将补贴控制在上述范围内。研究结果可以为政府在 PPP 项目中的再谈判决策提供参考意见，为 PPP 再谈判的实践提供理论支持。

关键词：PPP；再谈判；补贴；道德风险

大连东港区某超高层建筑的抗震性能化设计

建设工程学部土木工程 1401 班 秦佩瑶

指导教师 高 嵩

本设计项目为大连东港区在建的某超高层框架-核心筒结构，房屋高度为 163.1 m，建筑面积为 57479 m²，是一栋多功能城市综合体。地下 1~2 层为设备用房，地上 1~2 层为商铺，3~31 层为写字间（包括两个避难层），32~36 层为公寓。

设计分为建筑设计、结构设计和基础设计三个部分。

建筑设计的重点在消防和功能。消防设计需满足建筑设计防火规范的要求，设置消防电梯和避难层；布局和功能划分合理，设备使用方便、安全。根据框架和核心筒的布置，确定建筑构造做法，利用基于 CAD 的天正建筑软件绘制建筑的平面图、立面图和剖面图。

结构设计的重点在抗震和安全性。采用 PKPM 建立结构模型。对结构模型进行多遇地震和风荷载作用下的弹性计算，完成弹性时程分析，并对结构进行设防烈度下的抗震性能化分析验算和罕遇地震下静力弹塑性分析验算，整理《超限结构抗震专项审查报告》。通过控制结构的轴压比、剪重比、刚度比、位移比/层间位移角、周期比、层间受剪承载力和刚重比等控制指标对构件进行不断调整，优化结构。

基础设计中核心筒下采用桩筏基础，柱下采用桩承台基础。计算单桩承载力，进行沉降验算，设计承台并完成承台的抗剪、抗冲切及配筋计算。

关键词：超高层建筑；框架-核心筒结构；抗震性能化设计

基于多源数据的出行 OD 时空分布及其影响因素研究

建设工程学部交通工程 1401 班 郭 瑾

指导教师 赵胜川 钟邵鹏

科学把握道路交通需求时空间分布是制定交通拥堵对策的先决条件。在此背景下，本文依托多源交通数据对城市功能区进行识别，获得各区域的空间结构属性并与城市建成环境结合，在此基础上进行出行 OD 时空分布及其影响因素研究。

本文首先以成都市中心区域的 10 个区为研究样本，依据最新的道路网络将研究样本划分为 329 个区域，对各区域内的兴趣点数据、建成环境数据以及交通环境属性数据采用语义挖掘方法，构建了潜在的狄利克雷分布模型（Latent Dirichlet Allocation, LDA）以及狄利克雷多项式回归（Dirichlet Multinomial Regression, DMR）模型；然后采用 k-means 聚类方法，对 LDA 模型和 DMR 模型的结果进行聚类，并根据聚类结果，进行城市功能分区的识别。最后将城市功能分区结果与建成环境属性结合，利用空间自回归模型（Spatial Autoregressive Model），将城市建成环境属性与居民出行 OD 点的时空分布建立联系，分析出行者出行 OD 时空分布模式。

关键词：出行 OD 时空分布；功能区；建成环境属性；DMR 模型；SAR 模型

大连港长兴岛港区 0#码头工程设计

建设工程学部港口航道与海岸工程 1401 班 冯 鹏

指导教师 宋向群

本设计以大连港长兴岛港区 0#码头实际工程为基础，按照现行行业标准对大连港长兴岛港区起步工程 0# ~ 3#泊位进行总平面设计，并对 0#泊位（70000DWT）码头结构和护岸结构进行设计。

该工程为起步工程，建成后，将以集装箱为主，兼顾件杂货运输。为兼顾不同货物的装卸船作业，本设计布置了三条装卸机械轨道，供门机、岸桥使用。同时，考虑港区未来发展，本设计中水工建筑物按兼顾 100000DWT 集装箱船设计，并在后方预留了 31.59 万 m² 的预留发展用地。

在结构设计上，根据该港区工程地质条件，并考虑到码头建筑物的整体稳定性，码头前沿距陆域较远，本设计选用梁板式宽桩台高桩码头型式。在码头结构计算中，本设计采用了多种新的计算方法，并得到了较为精确的结果。如：将横梁及桩基以横向排架的形式，利用结构力学求解器对其整体进行作用效应计算，使计算思路和过程更加清晰明了；利用理正岩土工程计算分析软件，对护岸及码头接岸结构的整体稳定性进行验算，提高了计算精度和速度。

本设计包含以下成果：

（1）设计计算书、说明书；

（2）工程设计图纸。包括：港区（0#~3#泊位）总平面布置图，0#码头平、立面图、标准断面图、桩位图、面板配筋图、护岸断面图等。

关键词：高桩码头；总平面布置；横向排架；整体稳定性

自动化集装箱码头水平运输车辆配置仿真分析

建设工程学部港口航道与海岸工程 1402 班 纪恩文

指导教师 周鹏飞

随着自动化集装箱码头的发展，受水平运输距离和码头吞吐量增加等因素影响，水平运输环节逐渐成为自动化集装箱码头生产作业系统的新瓶颈。与此同时，水平运输环节也在不断改进，不同方案下如何配置水平运输车辆以提高作业效率成为急需解决的问题。

本文以国内外典型自动化集装箱码头水平运输系统方案为主要依据，利用 Plant Simulation 软件构建仿真模型，分别分析水平运输系统交通网络布局方式、堆场布置形式、水平运输车辆和装卸设备性能等因素对水平运输环节作业能力及岸桥与水平运输车辆配比的影响，得到不同方案下水平运输车辆配置的最佳方案。

通过对仿真模型运行结果进行分析，研究发现：（1）水平运输系统交通网络在夹层式和环式布局方式下岸桥与 AGV 数量的最佳配比在 1:5~1:7 之间，前者比后者岸桥台时效率高 3%。（2）单悬臂堆场方案与无悬臂堆场方案下岸桥与 AGV 数量的最佳配比在 1:5~1:7 之间，前者与后者相比岸桥台时效率可以提高 10%。（3）在堆场垂直码头岸线布置时，场桥大车行走速度对码头作业效率影响程度最大。

本文的研究成果可以为后续自动化集装箱码头水平运输系统设计方案和车辆配置方式的选择提供参考依据。

关键词：自动化；集装箱码头；AGV；Plant Simulation；系统仿真

上海洋山港区自动化码头工程 2#泊位 BIM 设计

建设工程学部港口航道与海岸工程 1401 班 秦 明

指导教师 唐国磊

洋山深水港区近年来发展迅速，为适应绿色港口的发展趋势，新型自动化码头亟须建设。上海洋山港区自动化码头工程计划在洋山深水港区建设一个长 2350m 的全自动化集装箱码头。依据国家相关行业规范，对码头进行装卸工艺设计、总平面布置、2#泊位结构设计、施工工艺分析、工程概算，并引入工程建筑信息模型（BIM）技术建立上海洋山自动化码头工程 2#泊位的 BIM 模型。

本次设计根据吞吐量及集装箱类型，对自动化码头装卸机械进行比选，合理选择“双小车双吊具岸桥+自动导引车（AGV）+自动轨道式起重机”装卸工艺，提高作业效率；并结合货运量和自然条件，对整个港区进行平面布置；调整集装箱堆存期，解决陆域纵深狭窄的问题。本工程地基为淤泥质，结构形式采用高桩梁板式以适应码头前后方不协调变形。桩基采用打入式钢管桩，用以吸收水平力作用下码头的横向位移。在码头前沿超大型岸桥下方，使用高强度材料的大断面轨道梁，并在其下设置 3 根基桩以承受其超大荷载。在自动导引车（AGV）车道面层，采用抗磁干扰的筋材。设计过程中，综合应用结构力学求解器、理正结构工具箱、SlopeLE 等专业软件计算结构内力，用以提高计算效率；对主要施工工艺进行分析，利用 Autodesk Revit 绘制工程 BIM 模型，实现自动计算工程量以及工程概算。

设计成果包括：

- （1）设计计算书和说明书。
- （2）图纸：总平面布置图，码头平面、立面、断面图，桩位图以及面板配筋图。
- （3）上海洋山自动化码头工程 2#泊位的 BIM 模型。

关键词：自动化集装箱码头；装卸工艺；总体布置；结构设计；BIM 设计

营口市人民检察院办公楼设计

建设工程学部土木工程（国际班）1402 班 于泽伟

指导教师 王吉忠

The high-rise office building in this design is located in Yingkou, Liaoning. The over-ground part building area is 16632.0 m²; the underground part building area is 1663.2 m². The total area is 18295.2 m². The structural height is 33.6m. It consists of 10 floors.

The structure of the building is the frame-shear wall structure, and the foundation is the raft foundation. The whole design consists of architectural design, structural design, foundation design and check stage.

The first part is architectural design: This design is done to meet with the requirements of function. Each story consists of two stairs and six elevators. The elevator and staircase are in emergency functions. The underground floor is the underground garage; the first floor is the office hall. The 2 to 9 floors are the standard layer of different kinds of office; the area of the office room is 50-150 m². And the top floor is for some activities.

The second part is structural design. The focus of structural design is the whole structure arrangement. The first step is to evaluate the section dimension. The second step is load influx, from the structural members and non-structural members. The third step is the structure stiffness calculation, with the method of modified inflexion flexural point. The fourth step is the calculation under the action of wind load and earthquake. The fifth part is calculation of vertical load, using the moment distribution method. The sixth step, use the PKPM and YJK software to calculate the whole structure, to make a comparison on the result with the one which is calculated.

The third part is the foundation design. Based on the geological condition and the height of the building, raft foundation is used. The height of the pile foundation should firstly be estimated. After insert the data needed into the JCCAD software, the finite element method will be used to calculate the force and the reinforcement.

The fourth part is check stage, using YJK to conduct the elastic and elasto-plastic analysis.

Key Words: High Rise Building; Frame-Shear Wall Structure; Reinforced Concrete

钢管混凝土框架-RC 核心筒结构高层办公楼设计

建设工程学部土木工程 1401 班 王 健

指导教师 杨有福

本文设计了大连市一栋框架-核心筒结构的高层办公楼，并进行了结构方案对比分析。主要工作如下：

1. 建筑设计。本建筑地上 27 层，地下 2 层，高 97.5 m，总建筑面积约 34800 m²；依据建设任务和建筑功能进行了建筑设计，包括总平面、平面、立面、剖面及细部构造。

2. 结构设计。本工程选用钢管混凝土（CFST）框架-钢筋混凝土（RC）核心筒结构，利用 ETABS 和 PKPM 进行了结构内力计算，并依据规范进行了构件与节点的设计和验算；同时，根据等刚度原则设计了钢框架-RC 核心筒结构。

3. 基础设计。根据建筑功能与结构方案，选用了平板式筏板基础，并利用 PKPM 的 JCCAD 模块建立的有限元分析模型进行了筏板的内力计算，根据规范进行了筏板的截面配筋设计与承载力验算。

4. 抗震性能分析。利用通用有限元软件 ABAQUS 建立了 CFST 框架-RC 核心筒和钢框架-RC 核心筒两个混合结构的分析模型，并根据场地条件选取了相应的地震波，对两个结构进行了弹性时程分析，评估了两个结构的抗震性能并进行了比较分析。

5. 经济性分析。本文基于材料用量计算比较分析了两个结构方案的经济性，并在对比分析结构主要技术经济指标的基础上给出了框架-核心筒结构选型的建议。

6. 主要成果。毕业设计计算书 1 份、建筑施工图 8 张、结构施工图 10 张、英文翻译 1 份。

关键词：高层办公楼；框架-核心筒；筏板基础；抗震性能；经济性

高层钢框架结构的减震设计

建设工程学部土木工程 1401 班 张 延

指导教师 马 宁

本文共分为建筑设计、上部结构设计、PKPM 电算分析、弹塑性时程分析、耗能梁柱节点设计、基础设计六个部分。

1. 建筑设计：建筑设计从安全、适用、经济及美观的角度出发，地下两层为设备间、仓库以及消防设施间。地上一至三层为办公楼大堂、商业餐饮区和咖啡厅等，四层至二十五层为办公楼标准层，包含办公室、会议室及服务用房等办公空间。

2. 上部结构设计：第一步，结构方案布置及构件尺寸初估；第二步，荷载统计及重力荷载代表值计算；第三步，计算结构总刚度；第四步，计算地震作用及风荷载并计算结构内力；第五步，进行构件的内力组合；最后，进行构件验算及附属结构设计。

3. 电算分析：采用 PKPM 软件建立电算模型，进行结构的电算分析，与手算进行对比。

4. 弹塑性时程分析：第一步，选择地震动；第二步，使用 Sap2000 软件建立电算模型；第三步，进行结构的弹塑性时程分析；第四步，验算层间位移角及统计其余指标。

5. 耗能梁柱节点设计：第一步，计算节点截面尺寸及相关承载力参数；第二步，在 Sap2000 中设置耗能节点单元进行弹塑性时程分析；第三步，与原结构进行相关力与位移指标的对比。

6. 基础设计：根据工程地质资料选用筏板基础，对地基进行承载力计算及变形计算，对基础结构进行设计包括内力计算、截面设计及抗冲切验算。

文末，对结构设计进行梳理和总结。

关键词：框架-支撑结构；中心支撑；弹塑性时程分析；耗能梁柱节点

吉林市兰旗松花江特大桥主桥主梁纵向预应力筋设计

建设工程学部土木工程 1402 班 徐子兵

指导教师 邱文亮

本设计任务为吉林兰旗松花江大桥主桥设计，重点工作为主梁纵向钢筋设计及拉索参数设计。主要进行了方案比选、主桥主要构造设计、主桥模型建立、主桥的整体受力分析、荷载组合、计算索力及索力调整、纵向受力分析及配筋和斜拉索参数设计等工作。

在确定桥型之前，根据有关自然条件以及相关基本原则，提出了三个较为合理的主桥方案，即斜拉桥、连续梁桥、拱桥三个方案，并对三个方案进行了比选。最后将斜拉桥作为最终方案。

兰旗松花江大桥的斜拉桥方案，全长 622.5m，主桥主跨为 240m，边跨 100m，主梁为单箱三室预应力混凝土箱梁，采用悬臂施工法施工。

在本桥的设计过程中，采用 Midas Civil 2017 对主桥进行了有限元分析，通过查阅资料，对斜拉桥各部分构件的构造和受力特点进行了解，参照现行规范对桥梁的材料、截面进行合理的初步设计。

本设计任务重点主要有三点：一是整体结构计算；二是主梁的纵向受力分析及配筋；三是斜拉索参数设计。索力的计算和调整是整体结构计算的重点，首先采用“刚性支承连续梁法”获得理想索力，并以该理想索力为基础根据主梁的内力进行调整，直至获得使主梁受力良好状态下的索力。主梁的纵向受力分析和配筋，首先根据主梁的应力估算预应力钢筋，再根据应力图具体布置预应力钢筋，并采用 PSC 功能进行承载力极限状态、正常使用极限状态的内力及应力验算。

关键词：主梁；拉索；索力；预应力筋；验算

大连绿丰预制高层混凝土停车楼设计

建设工程学部土木工程 1402 班 虞 露

指导教师 何 政

在工业化极度发达的今天，人们对建筑的要求也上升到了一个更高的层次，相比于上世纪的中国，人们对建筑的诉求更多的是安全和实用，而如今的人们对建筑在外观、经济、功能、质量和施工效率上都有了更高的要求。本设计有两大特色，一是停车楼的建筑设计，二是装配整体式结构的设计，两者都在不同程度上体现了当代建筑发展的最新趋势。

停车楼一词在国内很少见，很大程度上体现了停车楼在中国的普及率不高，主要是在如今中国的大环境下，停车楼的经济效益不是很高。而在工业化相当发达的德国、芬兰等欧洲国家，停车楼的存在较为普遍。而停车楼的诉求主要在于其巨大的经济效益，所以当停车楼搭配装配式结构时，就能最大化地提升其经济效益。装配式结构才在中国刚刚普及开来，一是国家政策的推动，二是随着中国工业化的发展，装配式结构的优势也慢慢凸显出来。

本设计主要分建筑设计和结构设计两个部分，在满足建筑功能的同时，最大化地凸显出装配式建筑的设计特色和优势。结构设计部分又分为手算和电算两个部分。手算第一步是确定整体结构预制范围，完成结构平面布置和构件选型；第二步是完成整体结构的荷载汇集和重力荷载代表值的计算；第三步选取一榀框架，计算其刚度；第四步为内力计算，包括水平地震作用，风荷载作用以及竖向荷载作用，并将这些内力进行内力组合；第五步是构件的拆分与标准化，充分体现装配式建筑的特色；第六步是根据内力组合的结果进行梁、板、柱等构件的设计，以及构件连接节点的设计，楼梯设计等；第七步进入 PKPM 电算，将其结果与手算结果进行对比和分析；第八步是进行基础设计。

关键词：预制预应力框架结构；装配整体式；停车楼；叠合梁；世构体系

碧流河水库监测站供水工程规划与设计

建设工程学部水利水电工程 1402 班 谷 洋

指导教师 许士国

碧流河水库监测站坐落在水库中的朱屯岛上，该岛是青龙山的一部分，碧流河水库蓄水后变成了三面环水的长条形岛屿。朱屯岛上新建的监测站有 500m² 的建筑面积和多种功能设施，为了解决监测站和岛上的供水问题，毕设的主要任务是进行地表水方案的取水和输水工程规划与设计。在对朱屯岛周边流域概况和工程地质等资料进行分析的基础上，通过实地考察拟定三个取水口方案并采集水样。根据相关实验规范对水样中的 pH 值、浊度、化学需氧量、总磷、总氮、硝态氮、氨氮含量进行检测分析，结果显示所有水样中总氮均超标，地下水水样中氨氮均超标。结合水质情况、岸形地质和施工要求，最终选定取水口位置为朱屯岛北段、靠近碧流河左岸的主流深槽处。

本文通过多方案技术经济比较，选择湿井式泵房取水方案。设计内容主要包括取水头部、自流管、取水泵房的结构形式、细部尺寸、平面及高程布置。由于设计取水量仅为 2.5m³/d，故不设集水间，借助预制装配箱改进喇叭口取水头部，使其满足自流管和泵房要求。自流管和扬水管均采用 DN50mm 的钢管，水泵选用 100QJ5-36/9 型井用潜水泵，竖井的开挖深度为 18.50m，确保水泵在设计枯水位时仍可潜在水下工作。

本文设计从取水泵房出水口至监测站净水设备进水口，铺设 520m 管径为 50mm 的硬聚氯乙烯塑料管，管顶最小埋深为 1.22m。完成了设计图纸的绘制与详细设计说明书的撰写。设计最终根据概算定额和取费标准，结合施工组织设计计算出本设计方案的投资概算为 13.08 万元。

关键词：供水；地表水；水质；取水构筑物；输水管道

汉口历史街区与历史建筑改造再利用设计

建筑与艺术学院建筑学 1301 班 聂大为

指导教师 高德宏

本文通过对于日本 20 世纪 60 年代的新陈代谢运动中的代表人物的观点和代表建筑进行了简析，并将运动中涌现出的优点结合当下共享时代的特点相结合，分析出共享模式下的居住综合体的特色。共享生活模式可分为私密生活部分与公共生活部分，公共生活又可以等级化分为“于城市”、“于社区”和“于单元”三个层面。将其作为居住综合体空间设计的依据。结合待改造仓库的现状、当地的城市环境特征、文脉传承、气候条件影响等综合因素制定旧建翻新策略，确定最终的方案。之后对设计做相应热工模拟分析，确保设计的科学和合理。

旧建筑的旧有结构与新结构之间脱离开来，确保建筑的可实施，修旧如旧补新如新，确保历史建筑保留的同时，融入现代化生活。将新时代下的共享经济体的特性与居住性综合体建筑设计相融合，试探性的设计新型共生社区。设计特有的空间和流线，增加交往与交流的常说空间。以迎合高房价、高生活质量追求的居住类建筑设计。

关键词：新陈代谢运动；共享模式；居住综合体；旧建翻新

汉口历史街区与历史建筑改造再利用设计

建筑与艺术学院建筑学 1301 班 孟子婷

指导教师 张 宇

历史街区的保护和更新是城市发展的重要主题。城市更新规划包括三个方面：开发、恢复和保护。在经济、政治、文化高速发展的现代社会中，如何平衡旧城改造与新城市建设一直是人们关注的焦点。保护和维护历史环境与现代生活的统一是旧区改造的基本原则。

当我们重新审视外部扩张的问题时，我们会发现一个现象，城市中有大量的建筑物，结构完整，功能单一，利用率低，并且它们所占据的大量城市空间非常低甚至被完全抛弃。因此，城市的发展不应该盲目扩张，而是要在城市中寻求更大的发展空间。重塑历史建筑，使之成为城市活力的“源泉”，探索空间与功能的内在结合，将辐射延伸到周边地区，以我们倡导的方式赋予低利用空间的新价值和内涵。

本设计旨在为历史建筑的空间问题提供一个合适的解决方案，使这种空间不再是城市发展过程中的一个问题，而是城市演化过程中城市活力的“源泉”，为城市发展提供空间，提供更好的空间。为人们的工作和生活提供更有效的功能服务，激发场所感，重塑历史街区活力。

我们应该明白，设计不仅可以拓展，也可以向内生长，成为新的活力源泉。设计应该给人们更多的选择，人与城市共同繁荣，以及更多的可能性和未来。

关键词：城市旧区；建筑再生；历史建筑

大连东港某银行办公楼建筑设计

建筑与艺术学院建筑 1302 班 张铭哲

指导教师 王津红

随着城市现代化发展的增速以及金融贸易等领域的市场需求，大连的发展出一条从中山路沿线直至东港的 CBD 商务区，大连市政府决定对大连港东部地区进行搬迁改造，将城市的 CBD 向东部地区延伸和扩展。同时一批商业建筑投入建设，大连港又一次获得飞跃，在东港填海的基础上，实现了大连城市的又一个繁荣区域。

在整个大连市东港商务区，规划之后进行招商计划，许多商业集团已经入驻或建设，此次毕业设计是其中一项实际案例来进行模拟性的再设计，设计方向为高层银行办公大楼，是一次实际项目在教学中的试练。同时，施工领域应用的建筑信息模型（建筑信息模型，简称 BIM）是建筑工程管理系统，也是一个工程项目的技术系统，又是一种数据化工具，被认为是建筑业的又一场重要革命。此次设计通过应用到 BIM 的电脑建模以及基于其相关协同软件的数据分析等进行辅助建筑设计，实现最终的建筑图纸展示以及电子建筑建模等。

建筑名称为 DG 高层银行办公大楼，通过专业知识进行方案设计，在设计中通过相关规范以及著名已建成的建筑实际案例进行参考，解决设计中所遇到的问题。高层办公综合建筑设计有着它独特的要点，通过功能布局、形式美学、空间形态、结构选型、特种构造技术、场地设计等的综合矛盾进行考究，它将与 BIM 软件相结合，实现整体建筑设计的完美展示。

关键词：高层建筑；银行办公；建筑信息化模型 BIM

大连东关街历史地段保护更新规划设计(G 组团)

建筑与艺术学院城乡规划系 1301 班 袁 鉴

指导教师 孙 晖

历史街区的更新规划是近年来城市规划中的热点和难点。在全国规划领域从增量规划到存量规划背景下，历史街区因产权主体复杂、建筑质量参差不齐等因素存在很大的开发难度，大连市西岗区东关街地段的历史街区就面临着「留」或「拆」的城市更新挑战。

本次毕设的选题为《大连市西岗区东关街历史街区改造项目》，此地段定位于城市中心区的更新项目。由于东关街并非中山广场街区或俄罗斯风情街那样的「历史文化街区」，缺少《文物保护法》的政策保护。这片地段区位的历史街区在经济发展的压力下，开始变得岌岌可危。本次毕业设计在保证足够开发强度的前提下，侧重于保护历史街区传统风貌，营造传统里巷外部空间并且保证一定程度的商业开发，以「围城」的概念来重新设计东关街历史街区。

在本次设计中，我们先细致的分析了各个街区的建筑留存质量和建筑文化价值，充分调研了各类保护建筑的现存状况，并根据区位优势、保护等级等条件对街区内建筑选择了「传承、共生、嫁接」等改造手段。希望尽可能同时做到保护传统建筑文化和保证经济发展。在新建的高层建筑中，我们学习了传统建筑的立面开窗比例和建造方式，即保持了历史街区风貌的统一，也满足了现代化的使用需求。

关键词：城市更新；城市设计；历史街区；东关街

直接材料雕塑创作方向——《成就·瓦解》

建筑与艺术学院雕塑 1401 王 琼

指导教师 陈 健

陶瓷艺术在中国文化艺术发展史上占有重要的地位。它是一种人工形态。陶瓷形态的基本材料是土、水、火。土是人生存的基础，水，是人的命脉，火，使人类走向了文明。陶艺是土与火的相熔炼的艺术，土与火的痕迹纹路，通过泥坯的材质，釉色充分展示出来，是生命热情，注入土坯中的结晶。人只有掌握了水土揉合的可塑性，流变性，以及成型方法和烧结规律，使陶瓷器物产生美的形式。

创作选题运用现代陶艺材料与工艺将水、火的关系进行了理性的可视化的解读。以意大利著名画家莫兰迪的静物画为鉴，以格物致知的意识，力求探寻最平凡状态中的深层艺术。

本文从确定了作品的创作方向和研究理论内容、实践内容、材料内容之后开始出发，先写了关于作品的创作的背景、想法来源，介绍了陶瓷艺术的背景和对作者创作思路的影响。同时包含了作者创作作品的理论、实践的意义。并让作者产生了几个不同的想法和方案。接着详实的介绍了关于作品的创作方法，罗列了作者在创作过程中从草图的开始到中间的各种制备过程到最后完成作品的清晰思路、过程。

本文通过查找参考文献途径，包括老师的经验传授，先在黏土的材料使用上提升了掌握的能力，并在这基础上，通过实验研究法、模拟研究法、经验研究法完成了作品。

关键词：陶瓷艺术；静物雕塑；装置艺术；影像艺术

道路积水应急抢险车设计

建筑与艺术学院工业设计 1402 班 肖含月

指导教师 宋明亮

近年来我国极端天气频繁出现，洪涝灾害频发。城市内涝已然成为继交通堵塞、人口问题等之后的又一大城市病，内涝后的应急抢险工作仍然十分必要。

本文将重点放在城市内涝后的救灾环节，以道路积水应急抢险车为研究对象，解决了城市暴雨后的道路积水问题。文章共分五个层面对本设计研究进行论述，首先对研究背景及现状进行剖析以引出论题，其次对已有的研究、文献及专利进行概述，通过对现有产品分析，初步提出整合移动泵站和排水车的多功能抢险车的概念。第三部分的设计调研从用户调研、使用环境分析和工程类车辆的造型语义三方面展开，其中结合 A-KANO 模型对用户满意度调研确立功能点并利用感性工学进行造型语义的量化分析，旨在通过定量分析与定性分析的结合设计一款有据可依的多功能的道路积水应急抢险车。在已有调研的基础上，第四部分对本次设计各部分的功能点和创新点进行深入分析，明确设计内容。最后以设计实践作为本次研究的成果。

设计将小型移动排水设备、勘测无人机和排水车整合于一体，通过机械臂和移动排水设备实现全自动化排水，并通过车身过滤模块进行污水初步净化。同时优化了车身的功能分区，提高车辆空间利用率，实现高效环保的、自动化的、全方位的抢险工作。

关键词：应急抢险；排水车；概念设计；感性工学

AR 动态应用下的地标图形符号设计

建筑与艺术学院视觉传达设计 1401 班 马 逍

指导教师 张 耿

在科学技术的不断发展和互联网的兴用与普及的当今社会，虚拟现实和增强现实的技术被越来越多的使用到视觉传达设计的表现之中。为新媒体艺术、数字艺术等艺术领域增加了更加多元化的表达方式。2016 年曾被称之为“虚拟现实元年”，科技发展迅速，4G 互联网技术的发展与普及，更加为技术的应用覆盖提供了有力保障。

事实表明，许多传统媒介并不能够适应于当下正在高速进步与发展的社会。增强现实技术所具有的真实世界和虚拟的信息集成性、实时交互性、在三维尺度空间中增添定位虚拟物体等特性，符合当今时代视觉传达设计的表现趋向与要求。通过对站点进行分类，选择不同的视觉语言表现，进行二、三维动态图形，与标志的制作。为经济、文化、社会生活等方面大量信息高度集中的大连地铁二号线 20 个站点，从不同角度提供合适的设计，从而解决传统媒介所不能解决的问题。

集合了大量信息的地铁站地标的图形化，与 AR 的动态展示是在标志设计与动态视觉设计领域的全新尝试。此次尝试性的研究，实际上是一次地标信息与传播手段、设计表达与技术应用的研究过程。

关键词：动态图形；增强现实；地标；标志设计

基于共享理念下的社区微更新

建筑与艺术学院环境设计 1401 班 张 帆

指导教师 都 伟 陈 岩

共享经济的概念可以说早已有之。共享经济这个术语最早是由美国德克萨斯州立大学社会学教授马科斯·费尔逊（Marcus Felson）和伊利诺伊大学社会学教授琼·斯潘思（Joel Spaeth）于 1978 年发表的论文（Community Structure and Collaborative Consumption: A Routine Activity Approach）中提出。这种理论上的共享经济的主要特征为以下五种：闲置资源、使用权、连接、信息、流动性。本文以这一理念与我们项目基地相结合，探讨共享社区的建设与运营。

在进入 2017 年以来，我国的共享经济进行的如火如荼。共享经济产品的本质其实就是同一种资源的使用权分布在不同用户之间，来进行一种低成本的共有分享、轮流使用，它并不强调对于资源的一种所有权，只是在于注重资源的使用权和在不同用户之间的快速流通更替，从而增加整体的资源有效利用效率，在其本质上仍然是属于租赁经济，又借助于移动互联网的巨大用户基数的基础上，最后的目的是共享资源的一种使用的效率最大化，从而最终形成一种共享经济的史无前例的兴起。

本文通过对哈尔滨市南岗区亚麻头道街——亚麻二道街周边哈尔滨亚麻厂 50 年代职工新村的书面资料的搜集，实地的调研分析和引申到对整个历史建筑的保护基于共享理念下来进行一种应措施的探究。总结出历史保护街区建筑保护的现状和现今中国对古建筑保护中还存在的问题以及我们对于营造共享社区与历史保护建筑的协调中给予我们的设计，以及微更新需要改善和提高的地方。

关键词：历史建筑；社区；共享理念；城市文化；历史价值

行政合同立法研究

人文与社会科学学部法学 1401 班 吴雨菲

指导教师 陈国栋

随着当今社会的快速发展，行政合同作为一种新兴的柔性行政管理方式，为行政管理提供了新思路，正在并将持续影响我们的行政管理方式。2014 年《行政诉讼法》进行了修法，为这种行政合同提供了制度支持，但其新增的条文依旧未能解决行政合同制度与实践中的各种问题。为了从根本上解决行政合同中存在的问题，我们应明确定义行政合同。在定义时，应把握行政合同本质，从行政合同的公益性、处分公共资源的本质特征入手，将行政合同定义为行政主体作为一方当事人订立的处分公共资源的合同。只有这样正确把握行政合同的定义，才能使行政合同立法更为完善。在立法过程中应坚持问题导向，应分析国内广义、狭义行政合同立法的现状并总结其中存在的问题，正确思考民法与行政法认识不统一、行政法学界自身认识不深入的立法困境。思考并研究目前学界对行政合同理论的两大逻辑误区：其一是学界多数采用“目的说”限缩行政合同的范围，而不是从公益性的本质出发界定行政合同；其二是未能采用行政逻辑研究行政合同，未能正确理解相对人对行政主体的缔约权，未能将行政合同中的“合意、平等”等价值置于合理地位。因此在正确理解行政合同理论的基础上立法，应秉承着先易后难的立法原则，强化民事合同无法涉足的前合同阶段的立法规范，并采用类型化的方法进行立法。

关键词：行政合同；民事合同；立法困境；类型化立法

我国网络诽谤的法律责任研究

人文与社会科学学部法学 1401 班 孙嘉阳

指导教师 费艳颖

诽谤伴随人类社会发展而产生。随着人类逐渐进入信息网络时代，互联网、智能手机的使用越来越普及，诽谤也借助这些工具而逐渐转型，成为具有更大影响力与危害性的网络诽谤。而互联网的匿名性、非对面性的特质不仅使网络诽谤的行为人违法成本降低、被查证的困难提高，而且也对公民的名誉权产生更大的风险。网络诽谤较一般诽谤而言，侵权对象更为广泛、所涉及的责任主体更加多元、在不同主体的责任认定与承担上也更为复杂。我国在对其的立法上，将其逐渐吸纳进一般诽谤的法律规范中，并利用司法解释、部门规章等法律文件进行补充。但随着互联网的发展、实践案例的多样，我国对于网络诽谤法律责任的立法及实践还存在需要填补的漏洞与不足，这也是文章关注与解决的问题。

文章采用文献分析法、案例分析法以及比较分析法，对国内外的现行立法及实践进行分析与借鉴，从网络诽谤的刑事责任、民事责任、行政责任多视角下研究不同责任主体的不同法律责任，并对我国网络诽谤的立法及实践提出对策。

文章共分为五章。第一章阐述了国内外学者对网络诽谤法律责任的研究成果，并对本文的研究思路进行梳理。第二章主要介绍了网络诽谤的基础概念、特点，以及网络诽谤的法律责任类型与责任主体，为第三章、第四章的内容打好理论基础。第三章与第四章主要介绍了域外典型国家与地区有利于我国进行借鉴的立法及实践，并分析我国现行法下对于网络诽谤三大法律责任下不同主体的责任承担的立法实践及不足。第五章是通过上文的研究为我国网络诽谤法律责任的立法及实践提出对策，更好地完善我国立法及实践。

关键词：诽谤；网络诽谤；法律责任；责任主体；名誉权

大连庄河海绵城市建设问题与对策研究

人文与社会科学学部公共事业管理 1401 班 宁 雪

指导教师 马永驰

我国城市水问题日益严重，基于此背景，我国海绵城市建设方兴未艾。但海绵城市建设仍处于试点阶段，存在诸多问题，例如：虽然建设了海绵城市工程，但城市内涝、水污染等问题仍未缓解；工程建设成本高昂，建设资金缺口较大；建设过程中工期拖延，不能如期完成等。为提升海绵城市建设质量和效率，亟需识别建设过程中存在的问题，并加以调整。

本文旨在探究庄河市海绵城市建设过程中的问题，进而针对相关问题提出建议。通过文献研究，对海绵城市相关概念、技术方法、规划模式、资金筹集及使用、组织建设、绩效评估等方面进行分析，识别影响海绵城市建设的关键因素。基于形式系统模型（FSM），结合各关键因素，构建海绵城市建设问题分析理论框架，将实际问题概念化、系统化。结合实地调研及访谈情况，根据理论框架分析得出目前庄河市海绵城市建设问题为管理层组织建构不合理、未形成社会化运营体系、各利益相关方协调效率低下。最后根据相关问题，提出管理层组织模式优化设计方案、社会资本运行模式方案、外部主体间互动模式优化方案、工程质量优化建议以及激励惩罚机制改进建议。

关键词：海绵城市；组织建设；运营模式；对策建议

农民环境行为影响因素研究:以胶东地区为例

人文与社会科学学部公共事业管理 1402 班 王晓惠

指导教师 李 燕

自古以来,环境始终是人类生存和发展的物质基础。党的十八大强调了环境对于我国的重要意义,随后,2017年党的十九大报告指出“人与自然是生命共同体,人类必须尊重、顺应、保护自然”。其中农业经济的发展,农民消费方式的改变以及城市产业的转移,使得农村生态环境承受着前所未有的压力,而农民作为农村生态环境保护的重要参与者,有着不可推卸的责任。近年来,论述具体的环境问题并提出相应的改善措施是农村生态环境研究的主体,而从微观角度——农民出发进行剖析的却很少。由于农民是农村生活的主体,所以其行为与农村经济环境息息相关。因此,农民环境行为是否环保、生态将决定农村环境状况的好坏。

鉴于此,本文以保护动机理论和计划行为理论为基础,以农民环境行为为切入点,选取了相关的13个变量,采取文献研究法、问卷调查法、统计分析法,进行了影响该群体环境行为因素的探析。通过多层回归分析发现,环境知识、感知脆弱性、人际影响、大众传媒、自我效能和反应效能对农民环境行为具有显著正向影响。

针对上述结果,本文对农民环境行为的改进和治理农村环境污染提出以下建议:
(1) 加强环境知识的教育与培训;(2) 增强农民对农村环境污染严重性的认知;(3) 政府加强监督管理,建立有关举报、奖惩制度。

关键词: 农民; 环境行为; 胶东地区; 环境污染

我国网络自制综艺节目的内容创新研究

——基于对《明星大侦探》的分析

人文与社会科学学部广播电视学 1401 班 汪心馨

指导教师 刘 萍

网络自制综艺节目是中国互联网时代独特的产物，近几年随着各个视频网站对自制内容投入力度的不断加大、投资规模的连年攀升、传统人才的纷纷转型和政策环境的有力支持，更是加速步入“超级网综时代”。针对内容同质化、过度娱乐化等现实情况，我国网络自制综艺节目该如何进行内容创新，成为网络综艺行业必须解决的一大课题。

本文以《明星大侦探》这一成功的“现象级”节目为研究个案，将定量研究与定性研究相结合，就网络自制综艺节目的内容创新问题展开探讨。在具体分析其各项内容元素和三季节目收视效果的基础上，与卫视版《我是大侦探》加以对比，归纳《明星大侦探》在环节构成、节目嘉宾、主题剧情、叙事方式和场景布置等内容设置上的创新之处。并通过发放受众调查问卷和抓取豆瓣评论数据，分析受众构成特征、收看行为与内容偏好，以及导致受众对节目内容产生正面情感倾向或负面情感倾向的原因。最后在掌握《明星大侦探》的内容创新之处和受众内容偏好的基础上，结合“互联网+”时代的背景特征，从节目制作、受众需求、媒体联合这三个方面提出具有可行性的内容创新方式，以期促进我国网络自制综艺节目的发展。

关键词：网络自制综艺节目；内容创新；《明星大侦探》

健康类微信公众号的传播效果分析

人文与社会科学学部广播电视学 1401 班 江蒙梦

指导教师 王芳菲

微信在国内已经发展成了国民级社交 APP，影响力和传播力都可见一斑，健康类微信公众号成为了健康信息的一大重要载体，但其内容质量却良莠不齐，传播效果有待考量。本文就从用户的使用与满足情况来看健康类微信公众号的传播效果情况，据此来给健康类微信公众号运营方提供策略性建议与指导。

本论文首先将国内外健康传播效果相关文献进行梳理与归纳，了解其研究现状和核心观念。其次对 22 位健康类微信公众号用户进行深度访谈，充分挖掘用户需求，提取出相应用户需求维度和用户使用偏好情况，可供后期量化研究参考。随后便是基于使用与满足理论，进行健康类微信公众号的传播效果问卷调查统计与分析。

数据显示，健康类微信公众号用户的需求动机正向影响需求满足度；满足度越高，信息效用越高；积极浏览的用户需求满足度和信息效用更高；年轻用户的使用态度不积极；医务人员的需求和满足度更高。

据此给健康类微信公众号运营方提出建议：明确目标受众；了解用户的信息兴趣点，供需对应；提高内容的真实性、权威性、专业性和生活贴近性；加强与专业医疗机构和人员合作；增强与用户互动；吸引和培养医务用户群。

关键词：健康传播；微信公众号；传播效果；使用与满足

康德哲学中的自我观研究

人文与社会科学学部哲学 1401 班 徐静怡

指导教师 陈高华

“自我”是康德哲学中的一个重要问题。在康德的批判哲学体系中，自我既是抽象思维活动种的认识主体，又是实践活动中的行动主体，而自我的主体性则来自于本体自我的自由本质。在人类学中，康德将这种抽象的自我放到了人的经验性存在之中进行说明，通过个人以及整个人类的生存结构回答了“人是什么？”这一核心问题。

康德哲学把人理解为先天自由的理性存在者，自我意识标志着人类认识能力的主体性，并将人与动物区别开来，是人运用其理性获取自由的前提条件。拥有自我的人能够通过认识世界来确定自己的位置，但仅作为个人的自我并不是完善的，由于人具有内在的完善性，个人还需要把自身投射到人类群体中去，将自身的善良本性实现出来。康德在批判哲学中将自我从认知主体过渡到行动主体，实际上是具有道德性人格的人的自我实现的过程，而人之为人就体现在这过程中。

人的问题一直是哲学史上的核心问题，而一种自我观体现出来的就是一种对人的看法，康德的自我观实际上体现出了一种理性的人实现其内在善的终极目标的人的理想。当代哲学在现代性危机后为了突出人存在的实际形象而忽视了人的理想，忽视了对人内在本质的追寻，因此，反思康德的自我观对现代性危机后恢复对人本质的探讨有着重要的意义。

关键词：康德；自我；人之为人；自我实现

动物类名词与量词的组配研究

人文与社会科学学部汉语言文学 1401 班 李一凡

指导教师 徐 今

量词一直以来都是汉语研究的重点和难点，其中量词与名词的组配更是一个难解的谜题。在名量组配研究的传统阶段，名词与量词的组配被视为一种“约定俗成”的语言习惯，没有规律可循；而随着汉语语法研究的不断进步，名量组配是有据可循的观念逐渐得到了普遍的认同，关于名量组配规律的研究也不断增加，但目前依然缺少以大规模封闭名词系统为研究对象的研究实例。

为了便于发掘名量组配组合背后隐藏的规律，本文以动物类名词为一个封闭的名词系统，对不同种类动物类名词与量词的组配情况进行了分别讨论，以求在一个小的名词范围中对名词与量词匹配的实例进行大规模的、展开的、详细的讨论，进而对名量组配背后隐藏的规律进行探索。

本文从收集的语言材料出发，以原型理论和邵敬敏提出的语义双向选择理论为理论依据，以名量组配的语义分析为重点内容，在动物类名词与量词组配实例的基础上探寻名量组配语言形式背后隐藏的语法规律，证明名词与量词的组合组配不是约定俗成而是有迹可循的，这一选择从根本上说是语义的选择。

关键词：名量组配；动物类名词；量词；语义选择

新闻评论标题英译的态度及意识形态偏移研究

外国语学院翻译 1401 班 王一哲

指导教师 马泽军

当代国际社会，信息跨国界交流日趋频繁。尽管西方媒体在当今国际传播格局中占据主流地位，但随着中国国际影响力的增强和话语权的提升，西方世界对“中国声音”和“中国见解”的需求逐渐显现。新闻评论作为一种意见性信息能够起到社会观察和舆论引导的作用，新闻评论标题则旗帜鲜明地表达作者的立场。近年，西方媒体将中文作者的新闻评论文章译入英文提供给西方受众。然而，某些新闻评论标题的翻译产生了态度及意识形态的偏移。批评话语分析为语言的意识形态研究提供了理论支持，而系统功能语法中语言学层面的人际功能为此研究提供理论框架。

本研究在韩礼德系统功能语法三个纯理功能的指导下选取人际功能角度，搜集《纽约时报》新闻评论专栏从 2014 年 4 月至 2018 年 4 月间原中文作者，译者为美国人的新闻评论标题，从语气与情态两个方面着重分析英语译文在语气选择和情态表达上的改变，归纳了译者的翻译策略，深入至态度和意识形态偏移的探讨，并在传播学层面寻找可能的原因。

研究发现，在新闻标题英译过程中，译文在语气选择和情态表达选择上均发生了改变。其中，在语气选择上，与中美关系相关的新闻标题多从疑问句译为陈述句；与中国国内问题相关的新闻评论标题多从陈述句译为疑问句。文本分析通过实例指出译者运用增译、减译、假象信息等值和重写的翻译策略，实现态度和意识形态的偏移，具体表现为，与中美关系相关的新闻评论标题翻译态度趋向肯定，而与中国国内热点问题相关的新闻评论标题翻译态度趋向怀疑。意识形态偏移则表现为光环化美国形象和污名化中国形象。而在情态表达选择上，中国国内问题相关的新闻评论标题翻译的情态表达相比原文本大幅减少，其中在情态动词的翻译中出现了情态量值的改变。通过研究发现新闻评论标题中的人际意义对于意见性传播具有引导作用，也证实了系统功能语法在语言的意识形态研究中的可行性，同时也有着重要的传播学意义。

关键词：人际功能，新闻标题翻译，意识形态，偏移

“中国大妈”在新闻报道中的表征和身份建构

外国语学院英语 1401 班 马魁梓

指导教师 刘文字

在全球化背景下，随着跨国界交流的日益加强以及中国硬实力和软实力的不断提升，中国现象受到全球性关注。近年来，“中国大妈”作为独特的中国群体被国内外媒体频繁报道。因此，探讨“中国大妈”集体身份在媒体中的话语表征不仅有利于深入解读这一特殊群体，而且有助于了解中国在全世界范围内的国家和民族形象。

批评性话语分析（简称 CDA）的主要概念为话语、批评、权力和意识形态，旨在分析以语言为主要形式的社会交往活动，并通过语篇揭示其隐含的意识形态意义与权力的关系。新闻语篇的批评性话语分析可以进一步帮助人们了解作者所隐含的观点，并掌握所述事件的真实情况。

为探究“中国大妈”集体身份在报纸媒体中的表征及话语建构，本文以批评话语分析理论为基础，依托费尔克劳的三维分析框架，以英语媒体中“中国大妈”相关报道为研究语料，运用语料库语言学的方法，从微观层面的网络图、搭配词、索引行和新闻标题，中观层面的社会行动者表征和宏观层面的社会语境三个层面展开研究。研究发现：报纸媒体从整体上塑造了一个拥有强大购买力、热衷于广场舞的“中国大妈”的集体身份；报道多呈现的是“富有”、“时髦”等积极或中性刻板印象的“中国大妈”群体，但也有部分报道刻画了具有“吵闹”、“令人厌恶”等消极刻板印象的“中国大妈”；“丈夫”和“年轻人”等的行动者表征对于大妈的身份建构有着重要影响；报纸媒体掌握着绝对的话语权力，传统文化、“大妈”自身的生活经历以及经济发展等是影响“中国大妈”话语建构的重要社会语境因素。

关键词：批评性话语分析；中国大妈；身份建构；语料库语言学方法

论拜厄特小说《占有》中的元小说与互文性

外国语学院英语 1401 班 田雨祁

指导教师 秦明利

《占有》是英国学院派作家、批评家拜厄特将文学创作与文学批评融为一体的一部历史主义元小说。互文性作为元小说《占有》的基本特征，既连接了小说内在的各个时空，又为元小说潜在的对话性提供了可能。本文借用互文性与巴赫金的对话理论，对小说中丰富多样的文本进行互文性与元小说特征分析，充分展现其后现代写作特点。通过对小说的丰富意蕴与互动关系的探讨，本文试图分析其多样的历史性对话，在展示作者高超的艺术手法和深邃的思想意识的同时，为读者从互文性与元小说角度提供新的欣赏视野。

本文包括引言、主体、结论三个大部分。主体部分共有三章。第一章首先从内互文性的角度分析不同叙述层面的相互指涉，指出前后两代主人公之间的联系与颠覆，并通过这种互文，拜厄特借以讽刺当代社会缺乏的热情与浪漫的现象。第二章从文本的外互文性出发，通过分析小说中的卷首语以及作者以角色之笔戏仿而作的文本，探究拜厄特对女性生存状态的多角度探索和思考。第三章在前两章对互文性探讨的基础上，运用巴赫金的对话理论解释分析《占有》的元小说特征，小说为各种文本提供了争辩的场所，并探讨其中传统与现代、虚构与现实的对话性。

本文在最后的结论部分中指出，通过互文性的写作手法和元小说的体裁，读者可以站在 20 世纪观察 19 世纪，并以当代的新思维评价维多利亚时代。

关键词：拜厄特；占有；元小说；互文性

汉日新闻转述话语比较研究

外国语学院日语系 1402 班 孙雨琦

指导教师 孙成志

转述话语在提高新闻语篇的可信度和真实性的同时，也往往隐含着报道者对某一新闻事件的立场与态度。近年来，新闻语篇的转述话语研究也逐渐受到关注。本研究的目的是，基于《每日新闻》《人民日报》中“英国脱欧”相关中文、日文新闻报道，自建小型新闻语料库，对中日新闻语篇中转述话语的使用情况进行调查研究，并尝试分析中日语言产生差异的原因。

基于“英国脱欧”事件，日中新闻语篇中转述话语使用情况的对比结果如下：

信源使用方面，中日两国报纸媒体都倾向于转述“权威人士”关于“脱欧”事件的言论与想法。但，不同于中文语料，日语的新闻语料中出现了大量的“零形式”信源。

转述动词使用方面，相对于具有极性的转述动词，中日两国新闻语篇对“中性转述动词”的使用频率明显均偏高，但日语中的转述动词类型比中文更加丰富。

引语使用方面，中文新闻语篇中“间接引语”的使用频率最高，而日语中“直接引语”与“间接引语”的使用频率较高，且比例相近。

基于转述者“视点”的角度对转述话语进行分析发现，即使对同一信息进行转述，利用不同的引语与转述动词可以达到影响读者心理的效果。而无论是多么客观的报道，也会受到国家状况以及社会背景的影响，隐含着转述者的意识形态。因此，作为读者，在阅读新闻时不仅要关注新闻语篇的内容，更需要注重新闻背后所隐含的价值取向。

关键词：脱欧；新闻语篇；转述话语；语料库；视点

考虑工人信誉的众包质量动态检测模型

软件学院软件工程 1416 班 杨发雪

指导教师 陆 坤

随着智能手机等移动设备的普及以及各种嵌入式感知应用的广泛使用，利用移动设备与各种传感器来收集数据的移动感知任务得到了广泛的研究。由于移动感知类型的任务对感知数据的高度依赖性，如何提高工人提交的感知数据的质量是一个重要的问题。

在现有的研究成果中有很多方法来激励工人提交高质量的感知结果。其中最常使用的两种方法分别是：对工人进行建模，然后在选择执行任务的工人时，使用工人模型挑选出高质量的工人来执行任务；每一个任务都雇佣多个工人来执行，然后分析多个工人提交的感知结果，通过答案聚集得到高质量的任务结果。

通过对现有的研究成果的分析，本文我们提出了一种将工人信誉与动态检测方法相结合的众包模型来进行众包数据质量的研究。即，在众包任务执行前，通过对众包平台上的工人按照信誉进行排序，选择信誉高的工人执行任务；在任务执行过程中，设置检测点，阶段式动态检测每一位工人执行任务的表现，淘汰那些低质量的工人，从而确保众包任务被高质量的完成。本文通过对任务执行者的选择和任务执行的过程两个阶段加以控制来达到进一步提高众包数据质量的目的。

通过仿真实验发现，本文提出的模型与之前的研究成果相比有更高的准确性，通过本文的模型获得的任务结果也更加接近任务的标准结果。并且本文提出的方法与常用的多数投票算法和期望最大化算法相比有更好的稳定性。

关键词：工人信誉；动态检测；数据质量；移动感知

基于深度矩阵分解的多视图聚类算法

软件学院软件工程（大类）英语强化 1414 班 崔蓓蓓

指导教师 于 红

在自然生活中存在着大量的聚类问题需要研究，其中涉及的真实数据往往由多个不同的表示或视图描述。多来源的数据在拥有更加详细信息的同时，也容易受到各种因素的干扰破坏（如噪声等）。这也是多视图聚类领域的重要研究问题。近年来，深度学习逐渐发展成熟并在多个领域取得成就，人们开始考虑是否能把深度学习方法的思想应用到多视图聚类问题中去，以解决数据易被破坏的难题。

本文提出了一种基于深度矩阵分解的多视图聚类算法。在深入探究 K-means 聚类算法与 semi-NMF 关系的前提下，通过更改相关的条件，扩展 K-means 聚类框架得到 semi-NMF 目标函数，再应用深度学习的理念，建立深度矩阵分解结构。

该框架以分层的方式学习多视图数据所有特征的有效信息，排除异构数据带来的干扰，最终得到所有视图特征共识的本质矩阵（簇指示矩阵）。它主要作为原始数据的近似替代为其他算法提供更加有效的输入，从而提升算法性能。论文也表明了针对不同数据集，通过调整层次参数都能够达到最优效果，因此算法可在任何类型的数据集上发挥优良作用，尤其是高维数据集。同时，本文对算法的收敛性进行了分析，并讨论了相关参数。应用三个不同领域的数据集进行了测试，实验结果表明本算法在各方面均明显优于其他对比算法。

关键词：深度矩阵分解；多视图 K-means 聚类；半非负矩阵分解

基于信号处理的图探测与定位算法研究

软件学院软件工程日语强化 1405 班 孙宇宸

指导教师 万良田

随着人们每日在生产生活中产生的数据量的飞速增长，如何对这些庞大的数据进行有效的处理并从中挖掘出有用的信息成为了我们亟待解决的问题之一。许多数据相关的处理方法，例如数据挖掘，机器学习等大数据相关的内容的广泛应用推进了数据处理方面的发展与进步。而在近几年中，随着图信号处理（Graph Signal Processing,GSP）成为学界的热门主题，相关理论的发展也表现出了非常令人惊喜的态势。

在本文中我们首先叙述了信号处理的发展过程以及图信号处理在近几年迅猛的发展势头，同时对我们所要研究的主题图信号探测进行了说明，并对在图信号探测方面的一些热门方向的发展进行了分类及简要介绍。接下来我们介绍了图信号处理的基础知识，并对除该部分外我们所需要用到的理论进行了简要介绍。下一部分我们介绍了两个局部信号探测的算法，图小波统计和图扫描统计，这两个算法分别基于标准生成树小波构造方法及洛瓦兹扫描统计方法发展而成，二者采用了不同的思想对问题进行解决。对于每一个算法，基于我们的思考对其进行了一定程度的修改，对算法的健壮性以及约束条件进行了尽可能合理的完善。接下来我们用这两个方法对实际和模拟生成的数据进行了处理，验证他们的效果，最终取得了不错的成果。同时针对处理的数据对结果成因进行了合理的分析和推断。

关键词：图信号；探测；小波处理；似然比检验

一个基于点的 POMDP 近似解的求法

软件学院软件工程 1414 班 万柳影

智能规划是人工智能领域的重要研究问题，在现实生活中有着很重要的应用价值，传统的如机器人决策问题，当前火热的如无人车规避行人问题等都属于智能规划的研究范畴。计算机软硬件的发展也为智能规划提供了有力的技术支持。早期的智能规划只能处理较为简单的小规模，环境确定的问题。但真实环境中的规划问题一般有如下几个特征：规模大，环境存在噪音等等问题，为了能让规划应用到具体的工业环境中，研究学者转向新的研究领域-POMDP。该模型考虑了环境的部分可观察性，同时利用巧妙的算法，摒弃了早期的精确值求解，改为求最优解的近似值，算法将误差控制在一定范围内。POMDP 已成为当前领域的热点研究问题。

POMDP 的不同类算法多种多样，本文主要研究基于点的近似解算法，在正文中，论文会详细讨论各类算法的优缺点并与本文所提算法进行比较。传统算法多基于单一标准，这简化了运算，但会导致对模型中信息利用度不充分。基于以上的考虑，在本文中，作者提出了一种新的杂合解法，该解法同时考虑了两个标准并将其杂合起来求解相关解，分别为值函数的上下界标准和密度标准。实验显示，该算法性能优越，效果显著。

本文提出的算法较之 PBVI 和 HSVI 等算法在时间和空间效率上有明显优越性。未来工作的研究方向是如何让近似解算法能应用于大规模的实际生产环境中。当前剪枝算法虽然一定程度上减少了时间复杂度，但对于指数级增长的向量数目依然无计可施，POMDP 的两个灾难依然存在。目前距离让算法真正应用到大规模生产实践中，还存在着不小的挑战，这也是我们未来工作的努力方向。

关键词：POMDP，近似求解，杂合标准

恶劣环境下图像与视频实时增强系统

软件学院数字媒体技术软数 1401 班 程佳尧

指导教师 刘日升

随着计算机视觉技术融入从国防安全到社会生产与生活的各个领域，如何获得可被计算机识别的清晰图像视频开始成为一个重要的课题。严重的雾霾天气与暴雨天气会使通过手机获取的图像视频变得模糊不清，影响了智能设备的正常运行。在此种情况下，一种在嵌入式端的恶劣天气下的图像增强系统就显得格外有价值。

本篇论文设计并开发了一种基于安卓平台的恶劣天气下图片与视频的画质增强系统，通过对拍摄的因浓雾与暴雨而模糊的图像与视频进行相应处理，去除浓雾与雨水条纹，还原出清晰的图像。

由于去雾相关的算法已经相对成熟且稳定，我们着重对于单幅图像去除雨水条纹的算法进行了研究。本文提出通过深度 ADMM 展开的图像去雨算法，并将我们的算法通目前最先进的几种图像去雨算法进行定量的对比，我们的算法在准确度和速度上都是更优的。同时我们的算法在测试中显示具有更良好的鲁棒性。

为了使我们的系统更具实用性，我们亦添加了一些日常生活中需要的功能。我们的恶劣天气条件下图像与视频增强系统还添加了美颜相机、各式各样的滤镜以及天气查询功能。这使我们的系统成为一个完善的安卓端应用。

经过我们的研发与测试，功能运行良好，成功实现了浓雾与暴雨天气下的图像和视频的增强功能，有效的提升了恶劣天气条件下拍摄的图像与视频的可视情况。

关键词：图像去雨；图像增强；深度学习

基于混合云计算的网络卸载模型研究

软件学院网络工程软网 1403 班 董沛然

指导教师 宁兆龙

随着延迟敏感型应用程序（如增强现实）的不断发展，延迟限制成为在移动设备上运行复杂应用程序的一大障碍。为了提升用户服务质量，云计算与边界计算相继问世，给用户提供了丰富的计算与存储资源，并成为下一代移动通信的核心框架。计算卸载技术依托于云计算或边界计算的丰富资源，实现移动应用程序设备外执行，大幅降低了用户设备的时间与能耗开销。现有大多数工作集中于云计算或边界计算单独作为卸载平台。在本文中，我们将他们两者结合起来考虑混合云计算网络模型，这项工作是研究云计算和边界计算合作的开创性工作。我们从单用户计算卸载问题入手，假定边界计算资源是不受约束的，该问题可以通过分支定界算法轻松解决。然后，我们将多用户计算卸载问题建模为混合整数线性规划（MILP）问题，这比经典的卸载任务调度问题复杂得多。由于 MILP 问题高计算复杂度，我们设计了一个迭代启发式移动边界计算资源分配（IHRA）算法来求解 MILP 问题并做出卸载决策。仿真结果表明，本文提出的 IHRA 算法在应用程序运行延迟和卸载效率方面优于基准算法。

关键词：计算卸载；移动云计算；移动边界计算

电能表数字识别算法实验研究

软件学院数字媒体技术 1402 班 窦 智

指导教师 李豪杰

随着社会的发展，电能表作为我们日常生活中的统计设备，其使用范围极为广泛。而以往基于由专业人员抄表统计的方式会造成大量社会资源的铺张浪费。因此研究并实现一款高性能的自动抄表系统受到了工业界和学术界的共同关注。

而在深度学习得到飞速发展的今天，深度神经网络已经极大的促进了计算机视觉很多基础领域的研究。而电表读数作为计算机视觉中目标的一种。对于它的检测和识别研究也从目标检测等任务中受到了极大的启发和提升。

本文将对电表读数的检测和识别算法进行深入理解和研究。在检测方面，本文实现了基于边缘检测的传统定位方式，并探索了 YOLO, EAST 等深度学习方式在电表数字检测上的应用。在识别方面，本文对 Le-Net 架构的识别方式添加了连接识别的改进，进行了性能的提升。对 CRNN 架构的识别方式探索了不同的数据集对于识别模型性能的影响。除此之外，本文还进行实验分析，探索各算法的优劣，并找到一套针对电表读数检测和识别任务的可行方案。同时能够理解所应用算法领域的发展趋势。

关键词：电能表读数检测识别；文本检测；目标检测；文本识别；深度学习

基于深度学习的交互式实时图像上色

软件学院数字媒体技术 软数 1401 班 周家华

指导教师 叶昕辰

本论文提出了一种深度学习方法，用以用户指导下的黑白图像着色。该系统利用卷积神经网络（CNN）直接将一张灰度图像以及稀疏点，即本地用户输入映射到着色输出。并非完全采用手工定义的规则，该网络从大规模数据中学习，通过融合低级线索和高级语义信息，传送用户编辑。训练集为大量黑白图像，以及仿真模拟的用户输入的稀疏点。为了引导用户进行更有效率的输入选择，系统在输入图像和当前用户输入的基础上推荐了可能的颜色。该着色系统是在一个单一的前馈过程中进行的，所以可以实时实用。虽然使用了随机的仿真模拟的用户输入，经过实验显示，本文提出的模型可以帮助新手用户快速地创造出符合现实性的着色，并且在仅仅几分钟的使用后着色效果会有大幅度提升。除此之外，也展示了在全局提示网络下色彩直方图转换的应用，实现了基于全局提示下的自动化着色。

关键词：神经网络；交互式着色；深度学习；计算机视觉

结合用户画像的情感分析研究

软件学院软件工程英语强化 1405 班 欧阳亚文

指导教师 徐秀娟

情感分类作为自然语言处理领域的热点任务之一，具有重要的社会意义和商业价值。基于词典的情感分类方法需要维护高质量的词典，基于机器学习的往往伴随着复杂的特征工程，所以都需要巨大的成本，基于深度学习的的方法虽无需人为地进行特征提取，但随着模型复杂度的提高，标记海量且高质量的样本昂贵且费时。

近年来，迁移学习的发展为解决以上难题提供了新的思路，作为迁移学习的一个重要分支，多任务学习更强调相关任务之间同时学习，本文主要研究以用户画像为辅助任务的多任务情感分类。本文将从基于深度学习词向量的发展和基于深度学习的情感分类方法开始探究，进而介绍多任务学习和基于深度学习的多任务学习在自然语言处理领域的发展，最后针对情感分类任务和用户画像任务设计了三个多任务模型：Naïve MTL，OutputSharing MTL 和 Attention MTL。实验结果表明，多任务模型相比单任务能够进一步提高文本情感分类的性能。

关键词：情感分类；深度学习；多任务学习；

基于深度网络的图形引擎实现

软件学院软件工程英语强化 1403 班 余乐天

指导教师 樊 鑫

在图形学的真实感渲染领域，渲染令人信服的图像是该领域的目标，真实感渲染依据所应用的领域所具有的特性分裂成了离线渲染和实时渲染两个分支，离线渲染主要应用在影视领域，由于对渲染耗时没有非常严苛的要求，离线渲染往往采用蒙特卡洛的渲染方法，它需要做大量的采样和路径追踪才能够渲染出令人信服的图像。而与离线渲染相反，实时渲染往往应用在游戏，实时交互的多媒体领域，为了能获得交互级的渲染效率，在实时渲染中往往采用基于光栅化的渲染技术，这类渲染技术对光照方程做了过度的简化使得渲染图像并不够真实，并且由于只对直接照明进行较精确的计算，因此很难刻画如折射，焦散，颜色溢出，距离软阴影，体积光，大气雾等物理光学现象。

人们总是追求更真实的实时渲染图像，如何在实时渲染中引入基于蒙特卡洛的光线追踪算法从而能以实时的速度渲染出令人信服的图像一直是没能很好解决的问题。

为了解决这个问题，本文提出了一种混合蒙特卡洛渲染和光栅化渲染的渲染架构，将蒙特卡洛渲染方法与基于光栅化的渲染方法混合在了一起。本文从底层的操作系统图形 API 开始，编写了一个多线程高性能的跨平台图形引擎，同时实现了目前主流的延迟渲染管线和基于物理的着色模型。并在此基础上，本文开发了一套混合蒙特卡洛渲染和光栅化渲染的渲染系统，它使用蒙特卡洛渲染器来生成 1spp 的噪声图像，并使用生成对抗网络学习一个滤波器对 1spp 的蒙特卡洛渲染图像进行降噪，由于混合了光栅化渲染器得到的 GBuffer 图元几何信息，降噪图像的高频特征得以保留。

实验证明，本文的这种方法能够在近实时的速度下渲染出令人信服的图像，最终的结果接近采用蒙特卡洛渲染方法得到的 nspp 图像。

关键词：实时渲染；真实感渲染；生成对抗网络

基于 node.js 的多媒体教育网站系统设计与实现

随着互联网技术的不断发展，“互联网+”这一国家重要发展战略的提出，各个传统行业都积极利用互联网技术提高自身行业的生产力和效率。而教育行业经过原始形态、古代学校教育发展到如今现代学校教育的阶段，社会知识的不断积累、科学技术的不断发展，使终身学习对每个人都变得十分必要。在教育急需普及和发展的今天，结合互联网技术，发展和创新新型教育方式，无疑对教育的质量提升和效率提高十分有效。

在线多媒体教育平台是以 `node.js` 作为后端开发语言、以 `Vue.js` 作为前端框架开发的 `Web` 应用程序。系统采用前后端分离的开发方式，前端使用原生组件和 `Element-ui` 框架开发，`Webpack` 进行项目构建打包，后端使用轻量化 `Web` 框架 `Koa2` 开发，`Mysql` 数据库进行服务器数据存储。前后端通过接口 `JSON` 数据进行交互，相互独立。

在线多媒体教育平台主要供教师和学生使用，并设有管理员角色来维护系统。教师可以通过平台创建课程、布置作业、发布考试，学生可以通过平台学习开课课程、完成作业、参加考试。管理员可以通过教师、学生、课程列表分别进行相应管理。

传统课堂教学和线上教育都各有特点，但是它们之间绝不是对立关系，而是互相补充，相互促进的关系。希望在线教育平台能够提升教师教学效率、激发学生学习兴趣。

关键词：互联网+；多媒体教育；前后端分离

灰度图像融合方案研究与优化

近年来，计算机视觉得到了迅速发展，一直吸引着众多学者持续的研究兴趣。计算机视觉的突出特点是其多样性和不完善性，对采集到的图像做相关处理是必不可少的，而图像融合是图像处理的重要组成部分。

图像融合为信息的高效提取提供了良好的处理手段，取得了明显的效益，提高结果图像的清晰度及信息含量，能够更为可靠、更为准确、更为全面地获取目标或场景的信息并进行处理。灰度图像融合是图像融合的一种，本文所完成的内容是将两张拍摄的不清晰的图片进行融合，尽量呈现出一张清晰的图片。图像融合算法有很多种，本文所做的图像融合方案包括 3 种图像融合算法：基于加权的简单图像融合算法、基于小波变换的图像融合算法、基于拉普拉斯金字塔的图像融合算法。对待不同的图片，选择了不同的算法进行图像视觉处理。对小波变换进行优化，以区域为单位，针对图像的高频和低频分别选择不同的融合规则，图像清晰度有所提高，并采用客观值熵评判实验结果。利用 Matlab 作为图像处理平台，对方案进行了实现，实现结果表明，本文提出的方案 QoE-IFS 可以在针对不同的用户在清晰度、运行时间的不同要求下，满足用户的需求，实现灰度图像的融合。

关键词：图像融合；小波变换；拉普拉斯金字塔；用户质量体验

室内无源定位系统

如今，基于位置的服务成为了人们生活中常见的智能服务之一。随着近年来 WiFi 的普及，基于 WiFi 的室内定位技术已经成为了人们关注的热点。在 OFDM 和 MIMO 技术的支持下，CSI 以其细粒度的信道特性，成为了室内无线环境下人们研究信道特征的理想选择。

本文实现了一种基于 CSI 指纹和 AOA 的联合定位的室内无源定位系统。系统分为离线学习和在线定位两个阶段。离线识别阶段需要用户将目标房间划分为若干个正方形小块，然后在站在每一个块内进行数据采集，并将使用机器学习处理结果，生成对应的训练器。在线识别阶段无需用户做任何操作，在设备开启的情况下，只要用户位于房间内，系统就能根据实时 CSI 和 AOA 的变化，显示定位结果。我们的系统在传统的“指纹训练-定位”模式的基础上我们使用了拉依达准则和 AOA 作为辅助定位手段，以提高系统的可用性和定位的精准性。室内无源定位系统的创新点主要有以下两点：(1)引入了统计学的方法拉依达准则处理 CSI 信号。(2)提出了 CSI 指纹和动态 AOA 联合定位的想法。

本文论述了室内无源定位系统的设计与实现。系统能够成功实现在线收集数据、离线学习、离线定位、在线定位、和用户自定义配置的功能。系统能实现平均定位精度为一米的精确室内定位。定位精度明显优于传统的基于 RSSI 的方法。

关键词：无源定位；室内定位；AOA；CSI 指纹

面向智能建筑控制节点的检测软件设计与实现

软件学院英语强化 1404 班 许有才

指导教师 吴国伟

基于无中心计算网络的智能建筑控制管理系统是由清华大学建筑节能研究中心提出的一种新型系统，新系统不同于传统集中式建筑自控系统，是一种扁平化，没有中央控制，自识别，自组织的组网和控制方式。其中，无中心计算节点（Computing Process Node）是整个系统实现信息交互，正常管理和控制的基础，CPN 好比一台计算机中 CPU 的一个内核，能否正常工作决定了系统是否正常运行。

基于这个原因，本文面向智能建筑控制节点设计与实现了一个 CPN 检测软件，用户能够使用这个软件模拟空间单元或大型机电设备（冷机、水泵、冷却塔、干管协调处理器、定压补水系统、多联机设备、空气处理设备）的本地控制器 DCU（Drive Control Unit）与 CPN 建立连接和进行信息交互，通过对信息变量的设定值和查询值进行匹配从而检测 CPN 是否能正常工作。这个软件是基于 Android 平台开发的，方便用户能够使用手机方便、随时随地的对 CPN 进行检测，软件分为三个主要内容：一是基于 CPN 内制定的标准信息集和通信协议规则生成与 CPN 通信的数据帧；二是通过 Wi-Fi 与 CPN 进行物理连接，使用 TCP 协议进行数据的发送与接收；三是根据对 CPN 信息集变量的设定值与查询值进行匹配。

最后，通过将 CPN 检测软件与已部署好的 CPN 控制节点连接和进行黑盒测试，结果表明软件可以正常运行和正确检测 CPN 能否正常工作。

关键词：智能建筑；无中心计算节点；Android 开发

基于博客画像的技能分析与智能推荐系统

指导教师 李豪杰

基于博客技能画像的技能分析与智能推荐系统是一个以数据贯穿始终的流程化的系统。通过应用各种爬虫技术来实现数据的获取，通过分类算法来实现对数据的清洗，进而通过推荐算法来实现对前台用户的数据反馈。

系统以分成次，模块化为架构理念，辅以测试驱动开发的实践，降低了模块之间耦合性的同时，提升了模块的高内聚特性，模块与模块之间通过数据接口的形式进行消息传递以及数据处理，同时这也使得系统的稳定性更强。

系统分多个模块，不同分层下模块之间的调用也是不同的。系统前台的请求调度模块会将来自终端的用户请求进行识别，然后根据不同的子模块进行处理。异步模块的存在是为了降低服务器的负载压力，将无需实时得到反馈的请求交给异步队列进行处理，可大大降低系统的整体负载以及响应时间，来提升用户体验。缓存模块是对带有虚拟节点的一致性哈希算法的实现，将缓存服务器映射到哈希环的众多虚拟节点上，提升了缓存子系统的稳定性，分散性，均匀性以及高可用性，降低了缓存失效的概率，对整个系统的良好运转起到了很好的支持作用。爬虫模块是对目前爬虫，反爬虫，反反爬虫技术的综合实现，使得数据获取的准确性得到了提高，保证系统可靠的数据来源。分类模块是对朴素贝叶斯分类算法的实现，通过对先验数据集的处理，提升后续数据的分类准确度。推荐模块中提出的低阶相似度矩阵算法，通过对分类算法中清洗好的数据进行建模，规整，为反馈给终端用户更精准更有效的数据打下了基础。

本文针对系统的整体架构、模块实现、测试驱动等方面进行展开，最终装配出高可用，低成本，易于维护且对用户友好的系统实现。

关键词：技能画像；推荐；爬虫技术；架构

工业机器人示教器通用示教功能设计与实现

示教器是工业机器人的重要组成部分，其设计与研究均由各个工业机器人厂家自行研制。著名的公司有：瑞典的 ABB，日本的 FANUC 和德国的 KUKA 等。国内工业机器人起步较晚，与国外差距很大，自主研发能力相对落后。工业机器人示教器系统主要包括通用示教功能、专用示教功能和语言编辑器，本文主要完成工业机器人示教器通用示教功能的设计与开发。

通过研究市面上广泛使用的工业机器人示教器，结合公司自主研发的机器人产品功能需求，将工业机器人示教器的通用示教功能划分为机器人运行条件和应用条件设置、机器人服务参数设置和机器人系统参数设置这三大模块，并在三个模块中进行功能细化。项目开发过程中主要采用 Qt 开发框架和 C++ 开发语言，完成单元化测试之后，集成到机器人示教器系统，使在集成测试后能实现示教器正常化使用。

项目实现了对工业机器人运行过程中参数的设定，应用特定功能（如焊接、装卸等）时参数的设定。完成对机器人姿势、输入输出信号等参数的监控和程序变量的设置。以及在系统参数中对用户、控制器和机器人主体环境变量的配置。工业机器人示教器通用示教功能是示教器开发的基础环节，也是完成示教器系统的重要环节之一。

关键词：机器人示教器；工业机器人；Qt 开发框架

基于深度学习的艺术风格转化应用

深度学习这几年的发展使其在很多领域都取得了显著的成果，其中图像处理方面更是如此，特别是卷积神经网络（Convolutional Neural Network, CNN）在图像识别，图像内容语义分割以及图像生成方面的表现尤为出色。本文主要研究的图像艺术风格转化问题同样结合 CNN 作为图像特征的提取器。图像艺术风格转化问题可以被描述为，将一张图像（称为内容图像）的风格转化为给定的风格图像的风格样式，同时尽量保留内容图像的图像内容。这种风格转化可以有绘画风格和真实风格两种，分别采用两种不同的算法进行实现。更为具体的，每一种算法都有快速和慢速两种实现方式。算法可以将任意图像转化为给定艺术绘画作品或者精美摄影图像的风格。

本文结合 VGG19（一种用于图像识别的成熟的 CNN 结构）提取图像特征，采用 Content Loss 和 Style Loss 作为主要的损失函数，利用基于梯度下降法的迭代优化方法对算法进行优化，最终重现了现有算法的成果，并提出了新的模型结构以实现快速真实风格转化。为了让算法运用于应用场景中，开发了一个轻量级的网站。由于结合了多个算法，重现算法的效果不劣于原算法。新模型结构的效果虽没有原算法好，但是实现了快速转化，可达到实时转化的程度，同时达到了端到端（End-to-End）的封装程度，而不用另外进行数据的特殊处理。

关键词：图像风格转化；深度学习；端到端；网站应用

基于深度学习的多标签图像分类

软件学院数字媒体技术 1402 班 李斯文

指导教师 于 红

多标签的图像分类问题是计算机视觉与模式识别领域一个重要的课题。因为与单标签分类相比，多标签的图像分类是一个更加实际、更加复杂的问题。现实世界的场景通常是多标签的，而且不同的标签之间又经常会有着各种各样的联系。如何模拟这种标签之间的联系是多标签分类算法的一个重要的挑战。

鉴于循环神经网络（RNN）在解决自然语言处理的问题上表现出了优异的性能，本文采用的分类框架将循环神经网络这种可以保持长时依赖的特性应用到图像的多标签分类任务中，用来模拟标签之间的依赖关系。在此基础上，本文采用的框架使用注意力机制，对图像的分类过程进行引导，使用一种统一的 CNN-RNN 多标签图像分类框架，由在 ImageNet 上预训练的卷积神经网络和长短时记忆模型（LSTM）共同完成分类任务。

本文采用的框架引入的循环神经网络可以有效地处理低维空间中的高阶的标签依赖关系，不仅可以利用标签之间的共生关系，也可以较好地处理标签之间的冗余关系。在大规模数据集上预训练的卷积神经网络可以很好地缓解训练数据较少时产生的过拟合问题。而注意力机制的引导作用，可以使框架在处理小物体时更加容易。

关键词：卷积神经网络；循环神经网络；多标签图像分类

基于深度学习的时空数据预测关键技术研究

随着大数据时代的到来，深度学习在近些年获得了飞速发展，这种复杂的模型可以挖掘出海量数据中蕴藏的丰富信息。而近年来类似于“滴滴打车”的网约车服务平台的兴起，使出租车成为城市内人们出行的主要交通方式，网约车公司也掌握了海量的出租车轨迹数据、订单数据等具有时间和空间属性的时空数据。司机希望可以尽快接到乘客，而乘客希望能尽快打到车，但现实是出租车司机很难预先知道哪些区域在未来会有高需求量。对于司机来说可能会造成出租车空载的情况，对于乘客可能会出现“打车难”的情况。为了解决这一问题，可以通过构建深度学习模型对城市内未来时刻各个区域的出租车需求量进行预测。

本文研究应用于出租车需求量这一时空数据预测问题的深度学习方法，对一些常用的深度学习模型进行介绍，分析“滴滴打车”订单数据在时间和空间上具有的特性，同时在一些现有模型上进行实验。其中，效果最好的 STDN 模型，使用卷积神经网络（CNN）处理时空数据的空间依赖关系，使用长短期记忆网络（LSTM）处理短期和长期时间依赖关系。本文在 STDN 模型的基础上，对模型进行改进，加入一个为长期历史信息分配权值的注意力机制（Attention），同时结合通过一个爬虫程序在网站上爬取到的天气状况等额外信息，得到改进后的 ST-LTSN 模型。这种模型不仅可以应用于出租车需求量预测，也可以应用于其他时空数据的预测问题上。最终实验结果优于 ARIMA、VAR 等传统机器学习方法和 ConvLSTM、DeepST、STDN 等深度学习方法。

关键词：深度学习；时空数据预测；卷积神经网络；长短期记忆网络；注意力机制

基于生成对抗网络的图像风格迁移

软件学院数字媒体技术 1401 班 何 斌

指导教师 叶昕辰

风格迁移算法已经被成功地运用到了照片到西方油画的风格迁移上。然而，由于西方画作和中国水墨画在技法上的巨大差异，直接将之前的风格迁移算法运用在照片到中国水墨画的转换上，并不能获得令人满意的结果。本文提出了一个端到端的基于生成对抗网络的照片到中国水墨画风格迁移结构。本文的模型主要包括三个核心约束部分：留白约束、笔触约束、墨色和扩散约束，以此来模拟三个中国水墨画常用的技法。留白技法通过结合对抗损失和循环一致损失来实现。然而，仅仅采用上述损失可能导致留白区域过多而丢失关键笔触并且墨色也不够自然。为了在生成画作中合理运用笔触，本文提出了依赖于物体不同尺度下的关键边缘信息的笔触约束。而水墨的色调和晕染主要借助图像处理技术和添加额外的判别器来实现。为了使上述实验顺利开展，本文根据生成对抗网络的特点，收集了不同物象的中国水墨画数据集。同时，本工作还开展了风格化结果的主观测试，请水墨画专家来评测生成画作和真实画作的相似程度。在直观的视觉效果上、以及专家的量化测评的结果中，本文提出的网络结构都展现出了巨大的优势。

关键词：深度学习；生成对抗网络；风格迁移

自动驾驶场景下的车辆检测与 3DBounding-Box 回归

软件学部软件工程 1402 班 盛 涛

指导教师 刘日升

车辆检测在诸如自动驾驶一类的视觉感知应用中处于重要地位，而 3D 边框回归在与现实进行交互并做出决策的机器人应用中也显得尤为重要。

论文提出了一种多路残差（MBR）模块，这一模块可以显著地提高 2D 物体检测器的检测精度，同时保持单步检测器的高速。MBR 模块主要采用残差和可嵌入的结构设计，这一设计使得 MBR 模块具有以下优势：1）能学习到更深层的语义信息并且扩大了感受野；2）在训练期间可以做到快速收敛并且相比于原始的 SSD 模型不会增加太多的前向传播时间；3）可以灵活地将 MBR 模块插入到现有的任何网络中。对于 3D 检测任务，论文使用另一个神经网络来回归 3D 物体的属性，并将这些估计值与几何约束相结合，生成完整的 3D 边框。

在将 MBR 模块插入到 SSD 网络之后，模型取得了良好的检测精度，超过了其他先进的单步检测器，如 DSSD 和 RefineDet 模型。为了验证 2D 物体检测器在实际室外场景下的有效性，我选择 UA-DETRAC 数据集作为车辆检测实验的基准数据集。在 3D 物体检测任务中，KITTI 数据集上的 2D 检测结果被用来生成 3D 边框。

关键词：车辆检测；神经网络；3D 回归

基于种群训练的卷积神经网络超参数研究

自从 1998 年 LeCun 使用 LeNet-5 卷积神经网络解决数字识别问题以来，卷积神经网络已经被应用于解决各种各样的问题。图片物体分类问题是计算机视觉研究中一个重要的基础问题。近年来，卷积神经网络已经成为解决图像物体分类问题的主要方式。为了提高分类的正确率并加速收敛，近些年已经提出了很多不同的网络结构。但是不管是什么结构的网络，都有一个共同的问题需要解决：超参数优化问题。

超参数的选择会直接影响网络的性能。但是，迄今为止还没有一种令人满意的超参数优化方式。为了解决超参数的优化问题，我们对多种超参数优化方法做了研究。谷歌公司的 DeepMind 团队提出了一种基于种群的优化方法，并在深度强化学习、机器翻译上证明了方法的可行性。本篇论文将面向分类问题，验证基于种群的卷积神经网络中的超参数调整策略的有效性。

我们分别对使用基于种群的优化算法和不使用基于种群的优化算法的模型做了很多实验。未使用基于种群的优化算法时，我们根据以往训练的经验对超参数进行调整。使用基于种群的优化算法时，我们根据不同的种群大小，使用不同的“抢夺”方式进行了实验。对比原有实验方法，基于种群的超参数优化算法在发现优秀的超参数清单方面是有效的，并且可以提高模型的分类准确率。当种群大小设置合适的时候，这种优势会更加明显。

关键词：卷积神经网络；基于种群的训练；超参数优化；分类任务

高精度图像天气识别系统的设计与实现

天气情况影响着人类生活的方方面面，如果通过对天气情况的分析，及时捕捉到天气情况的变化，可以对人类的生产与生活起到很大的帮助。本文利用在图像识别领域中展现了强大实力的深度学习（Deep Learning）方法，并对图像进行一定的处理，实现对于晴、雨、云、雪四类天气情况的识别，并将其实现成一套天气识别系统。

本文基于 Windows 环境，使用 Caffe 深度学习框架，运用卷积神经网络（Convolutional Neural Network, CNN）进行对天气图像的训练，并利用 MATLAB 数学软件进行图像处理过程与系统实现。

论文围绕相关知识、图像收集、图像处理、模型生成、系统构成等方面进行了阐述。通过对晴、雨、云、雪四类天气图像的分析，对这些天气图像进行一定的处理，并通过模型精度分析图像处理对天气识别性能的影响。从生活中的实际需求出发，设计天气识别系统的功能。系统不仅能识别被选择的图像的天气情况，也能将视频帧以图像的形式进行分析并识别其所处的天气情况。验证结果表明，本系统具有一定程度的识别精度，体现了本系统的有效性。

关键词：天气识别；深度学习；卷积神经网络；系统实现

基于高通量测序技术对微卫星不稳定性（MSI）进行检测

微卫星不稳定性（Microsatellite instability, MSI）是由于 DNA 错配修复（Mismatch repair, MMR）基因的缺陷导致长度约为 6 bp 的 DNA 片段出现增加、缺失或者替换，这是肿瘤基因组上一种常见的特征。

MSI 在肿瘤免疫治疗领域占据着非常重要的地位，它可以预测肿瘤病人对免疫检查点治疗的效果，是实现肿瘤精准免疫治疗的重要分子标记物。传统检测 MSI 的主要方法是基于 PCR 的 5 个微卫星位点进行检测，这种方法获得的信息非常有限，受主观影响较大，而且对样本质量要求高，样本特定位点的降解可能会影响结果的可靠性。随着高通量测序技术以及生物信息学的发展，基于测序数据采用合适模型检测肿瘤基因中 MSI 的状态已经可以实现。

本文采用 MSIsensor、MSIseq 以及 mSINGS 三个不同软件对 37 对肿瘤-正常结直肠癌样本数据进行 MSI 的检测并整合分析。结果显示，三个软件得到的结果有 68% 以上是一致的，虽然一致性不高但是该项技术验证实验方法检测 MSI 具有很大的帮助。基于高通量测序技术对 MSI 进行检测不仅克服了传统方法所遇到的难题而且将检测速率大大提升。该项检测技术是一种简单、快捷、有效的方法，为肿瘤基因组分子标记物的鉴定提供了一种新思路。

关键词：MSI；高通量测序技术；MSIsensor；MSIseq；mSINGS

DNA 损伤修复关键分子 Mre11 的翻译后修饰对其功能的

影响研究

盘锦校区生命与医药学院生物科学 1401 班 李含笑

指导教师 王嘉东 刘宇博

基因组的遗传稳定性是维持细胞正常复制、增殖和分化的基础，但在内外因素的作用下，机体会产生多种类型的 DNA 损伤。其中 DNA 双链断裂是最为严重的一种损伤。如果 DNA 双链断裂不能被及时正确的修复，就很容易导致基因组不稳定性的增加，从而导致癌症的发生。DNA 双链断裂主要有两种修复方式，一种是非同源末端连接修复，另一种是同源重组的修复。

MRN 复合体由 Mre11, Rad50 和 NBS1 三个蛋白组成，在 DNA 损伤的识别、信号传导以及修复等过程中发挥着重要功能。Mre11 是 MRN 复合体的核心成分，可以对 DNA 断裂末端进行切割处理，并招募一系列下游蛋白参与 DNA 损伤修复。大量研究证明，核酸结合蛋白的翻译后修饰对其功能具有重要的调节作用，有研究报道过 Mre11 的甲基化、乙酰化能够影响其在 DNA 损伤应答中功能的发挥。因此，研究 Mre11 的翻译后修饰对于肿瘤发生发展以及临床上治疗方案的选择至关重要。

本研究利用液相色谱-质谱联用的分析方法，发现未被报道过的与 Mre11 存在相互作用的蛋白 P33；然后通过实验证实了二者确实存在相互作用，且在 DNA 双链断裂发生后相互作用增强；之后设计实验探究了这一相互作用对 Mre11 翻译后修饰的影响，并得出结论：P33 与 Mre11 之间存在相互作用，这一相互作用会增加 Mre11 蛋白的稳定性，从而保障其正常参与 HR 修复。

本研究对于 DNA 损伤修复机制的深入研究具有重要参考意义，也为某些疾病的治疗提供了一些理论基础。

关键词：DNA 损伤修复；MREN 复合体；Mre11 的翻译后修饰

以组蛋白读体 bromo 为靶向的小分子初步研究

以溴结构域 Bromodomain 家族蛋白 (BRDs) 为代表的特异性识别赖氨酸乙酰化 (Kac) 的读体蛋白在表观遗传调控进程中有着重要的作用, 如 BRD4 蛋白能够与 RNA 聚合酶 II (Pol II) 结合并参与癌基因 MYC、BCL2 和 BCL6 等基因的转录过程。能够与 BRD 结构域的识别位点特异结合的小分子可以作为抑制剂, 阻止 BRD 蛋白与乙酰化位点的识别, 从而影响基因的表达调控, 有着药物开发的潜力。进行年来针对 BRD4 蛋白的抑制剂如 JQ1、BI-7273 等已被开发出来, 但对于 BRD 家族其他成员的抑制剂开发仍处于空白阶段。

本论文, 首先以克隆表达蛋白纯化技术纯化出 7 种有代表性的 BRD 家族蛋白及其突变体为靶蛋白分子, 通过分子互作结合技术, 对 FDA 数据库中 1761 种小分子进行初步筛选; 然后, 依次通过表面等离子共振成像技术、热漂移检测技术、等温滴定量热技术不断对筛选结果进行收敛; 最终筛选出能与靶蛋白稳定结合的两种小分子 BI2536 和 BI6727。进一步, 将小分子与 BRD 蛋白混合组装形成复合物并制备获得了复合物结晶。该晶体的获得为进行小分子与蛋白结合机制的结构分析, 并为后续成药性的研究和抑制剂的开发奠定基础。

关键词: 乙酰化修饰; 组蛋白读体; 高通量筛选; 抑制剂开发

整合多组学数据初探中药复方治疗糖尿病的机制

糖尿病已成为继癌症和心脑血管疾病之后的第三大威胁人类健康的公共卫生疾病，其中 2 型糖尿病占糖尿病总体人群 95% 以上。中药复方葛根芩连汤治疗 2 型糖尿病效果良好，但机制尚未明确。

为初步探究葛根芩连汤治疗 2 型糖尿病的机制，本文以 39 例原发性 2 型糖尿病患者为实验对象，利用生物信息学方法分析患者服药前后肠道菌群、炎症因子、糖尿病因子、糖脂指标等多组数据，结合其治疗效果初步探讨可能的治疗机制。

分析过程中，使用宏基因组学为中心的多元统计分析方法，分析服药前后患者肠道菌群、临床指标的变化，以及各组数据之间的相关性。分析结果显示，患者经葛根芩连汤治疗后，肠道菌群结构改变，伴随着致病菌的减少和有益菌的增加，推测患者肠道屏障功能得到一定的修复。服药后，患者体内多项炎症因子、糖尿病因子水平降低，关联分析显示该变化与肠道菌群相关。除此之外，患者服药 12 周后糖脂指标显著下降，且关联分析显示该变化与炎症因子及肠道菌群均相关。

基于分析结果，得出结论：中药复方葛根芩连汤可以通过调节、改善肠道菌群结构，上调肠道内有益菌的数量，修复肠道屏障功能，减少体内有害菌的入侵，降低患者体内的炎症因子及糖尿病因子水平，从而缓解患者的糖尿病症状。除此之外，推测肠道菌群的改变一定程度上可直接影响患者对糖原的吸收及脂肪的合成，从而降低患者糖脂水平。

关键词：2 型糖尿病；葛根芩连汤；肠道菌群；细胞因子；多元统计分析

集装箱式罐车应力分析设计研究

随着能源工业的迅速发展，鉴于液化天然气（LNG）、液氢、液氧等可高效运输的优越性，低温液体的公路运输多采用罐式集装箱。罐式集装箱是一种被广泛应用的散装货物运输工具，其主要由罐体与行走机构组成，具有装载能力强，运输成本低的特点。作为一种移动式压力容器，罐式集装箱的设计必须安全性与经济性并重。

本文利用有限元软件以项目方提供的结构为基础，按照实际尺寸建立 1/8 含有封头及加强筋的罐体三维有限元模型。在 0.4 MPa 内压下进行应力分析，并完成罐体周向圆角、封头形状及深度、壁厚、加强筋型号、数量及分布位置等一系列优化。最终确定 M-3 模型满足强度要求，并在此结构上开设直径为 543 mm 的人孔重新完成补强及校核。

校核罐体的静力学强度本文采用弹塑性分析中的极限载荷分析和安定性载荷分析，同时利用模态分析探究了约束条件及充装比等因素对罐体固有频率的影响。并通过模拟罐车经历加速-匀速-制动过程后罐体内的液体晃动，对结构响应进行分析，得出相关规律。

本文还通过对优化后的罐体与圆筒形罐体两种结构罐车进行经济核算，最终提出一套安全性与经济性兼顾的优化方案。

关键词：罐式集装箱；有限元；弹塑性分析；模态分析；液体晃动

盘锦瑞德重苯-加氢工段换热器网络改造

随着当代社会的发展，能源危机与社会发展的矛盾供求问题已经日益成为一个我们不得不关注的问题。我们必须注意到，在当代化工的发展进程当中，有大量的能源是在过程中被浪费掉。因此，研究过程集成便成为了热点问题。而作为过程集成技术的核心，对于夹点分析理论的研究更是重中之重。

本文应用夹点分析技术，对盘锦市瑞德工厂的重苯-加氢两个工段进行换热网络的研究和改造。文章依托于夹点技术，分析了两个工段的用能不合理之处，并提出具体建议。

根据夹点设计原则分析了重苯精馏单元，发现其节能潜力为 41.49%，有非常大的节能空间。优化改进后热节约公用工程 2136 kw，冷公用工程 2140 kw，换热面积节约 145.6 m²，节约率达到了 17.14%，每年总共可节约 571.3 万元。

重芳精细加工单元能耗通常很大，我们通过对加氢单元的夹点分析，发现其用能存在不合理之处，根据夹点设计原则对其不合理之处进行改造和优化之后发现，一共能节约热公用工程 116 kw，节约比例达到 3.4%，冷公用工程量 120 kw，换热面积从 6930 m²减少到 4825 m²，减少量达到 2105 m²，减少率达到了 30.4%，累积每年可以节约 418.4 万元，节约潜力在 13.3%。

我们将夹点分析后得到的换热网络重新设计，并重新设计了换热器，来更好的构建一个可操作的换热网络。

关键词：过程集成；换热网络；夹点分析；节能

COF 识别甲醛的理论研究

方便快捷的检测室内污染物——甲醛，我们选择使用发光共价有机骨架（Covalent Organic Framework, COF）材料 TP-COF，进行研究，通过使用计算化学的方法研究其作为光学传感器检测甲醛的可能性。客体分子甲醛通过氢键作用与 TP-COF 材料进行相互作用，对材料的发光行为产生影响，因此，研究氢键基态与激发态的行为至关重要。

从几何构型，红外振动光谱和电子光谱三个方面验证截取出的结构基元可以代表整个 TP-COF 的性质。通过前线分子轨道理论与电子组态说明在基态与激发态，甲醛的存在与否的情况下，各个原子轨道对分子轨道的贡献百分数以及电子密度分布的变化。说明氢键的形成使复合物体系的电子分布产生影响。通过计算电子激发能，从激发态下氢键动力学的电子光谱变化规律，可判断出从氢键复合物体系的电子光谱发生红移，推测出在激发态下氢键增强。从几何构型、 ^1H NMR 化学位移和氢键结合能三个方面，来研究复合物氢键在激发态下的行为。这三方面结果一致说明氢键在 S_1 态下是增强的，这与从电子激发能上推测的结果一致。由此定性地说明 TP-COF 与甲醛作用后会导致荧光淬灭。此外，从定量的角度，通过计算得知甲醛复合物体系使得 TP-COF 的荧光发射速率系数减小。由以上两方面说明 TP-COF 是可以用于检测甲醛的荧光材料。

本课题通过理论计算解释了激发态下的氢键行为，阐明氢键作用对 TP-COF 发光行为的影响机理，探索 TP-COF 光化学下的化学传感与分子识别机制。通过对氢键 COF 体系发光性质进行研究与解释，可为研发技术人员对发光 COF 功能材料的进一步的使用提供理论指导。

关键词：氢键；荧光共价有机骨架；甲醛；分子识别

钯催化稠环化合物的高效合成反应研究

芳香化合物广泛分布于自然界，价廉易得。通过有机反应将结构简单的芳香族化合物转化成天然产物以及精细化学品具有重要意义。然而芳香化合物的性质稳定，因此有必要利用脱芳构化反应来达到活化芳烃的目的。过渡金属钌催化的烯丙基化-脱芳构化反应，具有反应条件温和、产率高、产物性质稳定等特点。烯炔复分解反应是独特的碳碳骨架重排反应，Grubbs 第二代催化剂可以高效率地催化烯炔复分解反应。

本论文以三（二亚苄基丙酮）二钌为催化剂，萘甲醛、2-甲基-1-萘甲醛和 4-溴-1-萘甲醛为反应物引入烯丙基进行脱芳构化反应，再在 Grubbs 第二代催化剂催化下发生烯炔复分解反应，最终生成多环的芳香族化合物。实验发现，烯丙基化-脱芳构化产率为 55%-66%，烯炔复分解产率为 25%-30%。本类脱芳构化反应区域选择性好，烯丙基键联在萘环的 2-位。吸电子基利于反应进行，产率较高；空间位阻不利于反应进行，产率较低。烯基复分解反应中，空间位阻的存在，利于反应的进行。本论文为杂环有机化合物的合成提供了一条新的途径。

关键词：钌催化；脱芳构化反应；烯炔复分解

多巴胺聚合改性微滤膜及其缓释性能研究

随着环境督查与污染物排放处罚力度日益严格，污水处理领域迫切需要低能高效的分离技术来处理废水。膜分离技术由于其环保灵活等优点已广泛应用于污水处理，膜分离需要的疏水膜的亲水改性是目前膜技术领域研究的重要内容之一。聚多巴胺 PDA 表面涂覆亲水改性技术由于操作简单，绿色无污染而且能够完成对很多材料的表面改性而备受关注。然而，PDA 改性技术仍有部分问题需要解决。第一个问题是 PDA 改性的聚合速率仍很低，完全改性时间超过了 12 h。第二个问题是 PDA 涂层在强酸碱溶液或强极性溶剂中很容易脱落而造成滤液的二次污染，并且 PDA 改性膜的性能下降。针对这两个问题本文从 PDA 聚合机理的分析并逐一针对性的进行解决。

从 PDA 聚合机理分析，整个过程氧化起着重要作用，因此本文第二章通过使用强度不同的氧化剂 O_2 ， $NaIO_3$ ， $NaClO$ ， $KMnO_4$ 催化 PDA 改性 PVDF 膜，结果表明，随着氧化剂活性的提高，PDA 改性膜的涂覆速率提高，亲水性和水通量也增大。其中 $KMnO_4$ 催化改性膜的接触角最小为 38° ，水通量高达为 $1780 L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$ ，表现出超高的亲水性和超好的纯水渗透能力。从渐释前后对比分析，氧化剂也有助于提高 PDA 改性膜的稳定性，其中 $KMnO_4$ 催化改性的膜稳定性最好在去离子水中浸泡 24 h 后损失率仅为 3%。

本文第三章使用亲水聚合物 PVA 和 PEI 二次交联改性 PDA-PVDF 膜，通过亲水聚合物将通过共价键和非共价键路径形成的不稳定的 PDA 分子固定在改性膜表面。结果表明，亲水聚合物二次交联改性后的膜不仅稳定性大大提高，膜表面 PDA 涂层在去离子水中浸泡 24 h 几乎不脱落，而且其亲水性也因 PDA 分子中亲水羟基和羧基量的进一步提高而达到最佳状态，接触角最小为 30° ，水通量高达为 $2200 L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$ 。因此，亲水聚合物二次交联 PDA 涂层将有助于工业化 PDA 改性技术的推广和应用。

关键词：多巴胺；亲水改性；渐释行为

新型双齿金属配合物的合成

目前工业生产仍主要是以化石燃料来提供能量。大量 CO₂ 的排放使得空气中 CO₂ 浓度不断增高，进而引起了温室效应。因此，实现 CO₂ 的有效利用不仅在环境保护中是热点问题，更在实现可持续发展战略中占据重要地位。然而，CO₂ 的热力学稳定性及动力学惰性非常高，这就给其有效转化造成了一定程度的阻碍。目前，使用均相过渡金属配合物催化 CO₂ 加氢还原反应的研究备受关注。在弱碱性 KHCO₃ 溶液中，金属配合物可以使 CO₂ 在相对温和的条件下被还原生成甲酸，而甲酸是十分重要的化工原料和储氢材料。

本文利用 *N, N'*-羰基二咪唑（CDI）活化羧酸制备酰胺的方法，制备了一系列双齿配体。其中合成了几种吡咯烷结构的酰胺配体，为今后设计合成新型金属配合物奠定了基础。之后利用吡啶结构的酰胺配体，尝试与金属钕、金属铈等进行配位，合成了具有良好水溶性的金属配合物，并对其进行了初步的催化性能测试。最后，对金属配合物催化 CO₂ 加氢还原生成甲酸的反应机理进行初步探究，推测配合物 **Cat. 4** 的碱性侧坠有利于 H₂ 异裂，进而提高催化活性。

经发现，所合金属配合物均可作为催化剂，实现 CO₂ 在 KHCO₃ 溶液中的有效加氢还原。这为日后设计合成新型金属配合物催化 CO₂ 加氢还原奠定了实验基础，同时也提供了研究思路。

关键词：双齿配体；过渡金属配合物；酰胺；CO₂ 加氢还原

微波法合成 N、S 共掺杂的荧光碳点及其性质研究

近些年来，不少研究者对合成掺杂的碳点产生兴趣。相对于未掺杂的碳点，N、S 共掺杂碳点（N/S Co-doped Carbon Dots, N/S-CDs）不仅显著提高了量子产率而且增强了水溶性，在生物医学、光电子、催化和传感器等众多领域得到广泛应用。

以柠檬酸钠（CAS）为前驱体，谷胱甘肽（GSH）为氮源和硫源，采用微波法制备出一种水溶性的、具有良好荧光性能的 N、S 共掺杂碳点（N、S-碳点）。N、S 共掺杂碳点的荧光强度受反应物计量之比、反应温度、反应时间等因素的影响。经过实验，得到制备 N、S 共掺杂碳点最佳反应条件（CA:GSH=1:5, 200℃, 15min）。通过紫外可见吸收光谱，傅里叶红外光谱（FTIR）表征 N、S 共掺杂碳点。结果显示以柠檬酸钠、谷胱甘肽为原料制备的碳点荧光强度高，表面富含亲水性基团如羟基和氨基等。

本实验原料简单易得，微波法制备简便，快捷。所合成的 N、S 共掺杂碳点在 NaCl 水溶液中保持荧光强度稳定，因此具有良好的耐盐性。在碱性 pH 下，N、S 共掺杂碳点荧光强度稳定，具有较好的耐碱性。在一定酸性 pH（3.41-6.41）范围内，荧光强度之比（ F/F_0 ）与 pH 具有优异的线性相关性，且当 pH 减小荧光强度也随之减小。因此可有成为测定酸性的荧光探针的潜力。

关键词：N、S 共掺杂碳点；荧光；微波法；酸性探针

无机纳米粒子/聚电解质复合膜的研究

层层组装技术是一种基于物质之间的相互作用进行交替沉积而建立起来的多层膜制备方法。层状组装薄膜的功能和性质主要取决于其结构和组成。为探索组装条件及不同构筑基元对多层膜的性质及性能的影响，我们采用旋涂组装方法成功制备了多种层状组装薄膜，并对多层膜的组装行为、组成结构以及性能进行了表征。

本论文主要工作包括以下两个方面：首先，我们构筑了不同聚电解质种类及不同转速下制备的层状组装薄膜；其次，我们成功组装了掺杂多种无机纳米粒子的聚电解质复合膜，包括金纳米粒子、二氧化硅纳米粒子以及二氧化锆纳米粒子，并对所得膜进行表征。

根据实验结果，我们发现：随着转速增加多层膜表面粗糙度降低，但膜厚并没有明确的变化规律；金纳米粒子与聚电解质组装成膜后，由于发生岛形聚集导致排列紧密的金纳米粒子形成表面等离子共振，使其对紫外可见光的最大吸收波长发生红移；引入刚性的无机纳米粒子能够提高多层膜的机械强度，加入二氧化锆纳米粒子则会因引入刚性基团而提高层状组装复合膜的耐刮擦性能。

关键词：层层组装；无机纳米粒子；复合膜；聚电解质

钛片表面润滑—载药功能化

钛及其合金具有独特的力学性能和生物相容性，在过去 50 年中，钛材料已经作为生物医用材料被广泛应用于骨科移植和口腔种植领域，但在实际应用过程中仍然存在着一些问题，例如钛合金的生物惰性导致其与植入部位的整合性较差，容易造成植入失败；钛材料对于微动磨损和黏着磨损非常敏感，容易导致移植体的磨损；移植手术过程中可能存在的感染现象等。而阳极氧化法作为一种简单而通用的制备技术，很容易在 Ti 基底上形成垂直排列、形貌可控的 TiO_2 纳米管（TNTs），而且这种材料特殊的纳米管状结构为其自身载药性能以及表面新功能涂层的制备带来了极大的发展空间，因此，本文利用阳极氧化的方法制备 TNTs，包覆特定功能的新型涂层以起到对 TNTs 表面润滑、载药功能化改性。

本研究利用阳极氧化工艺，在钛片表面制备了一系列高长径比的有序 TNTs 阵列结构，通过简单的浸泡法将模型药物罗丹明 B（RhB）负载在其中；合成了甲基丙烯酸多巴胺与 2-甲基丙烯酰氧基乙基磷酸胆碱的二元共聚物（DMA-MPC），并采用滴加法将该聚合物包覆在 TNTs 表面进行药物封装，利用紫外可见分光光度计追踪药物的释放情况。实验表明：该负载方法提高了药物的缓释性能并降低了 TNTs 表面的摩擦系数，提高了其润滑性能。

关键词：TNTs；DMA-MPC；载药/释药；润滑

组氨酸磷酸化肽段富集新方法的建立与应用

组氨酸磷酸化作为一种重要的 N-磷酸化修饰，不仅调控原核生物的信号传导，还参与哺乳动物的很多细胞活动，但是目前缺乏有效的富集策略。本论文致力于制备新型富集材料，并建立高效的组氨酸磷酸化肽段的富集方法。

通过合成双二甲基吡啶胺双锌功能分子，将其固载到具有较快传质速率的介孔核壳硅球上，制备得到的 $2(\text{Zn}^{2+}\text{-dpa})$ 功能材料粒径接近 $1.3 \mu\text{m}$ ，Zeta 电势约为 43 mV，具有较高的正电性。静电引力和配位化学的协同作用使 $2(\text{Zn}^{2+}\text{-dpa})$ 功能分子与磷酸化肽段的结合力较强。材料的吸附孔径为 3.8 nm，孔径分布较窄，比表面积为 $121.4 \text{ m}^2/\text{g}$ ，总孔容为 0.2 cc/g ，有利于快速结合磷酸化肽段，可以实现快速分离和富集。在酸性条件（ $\text{pH} = 2.3$ ）下建立组氨酸磷酸化肽段的富集方法，采用高浓度 ACN 和 NaCl 减弱因疏水或静电作用产生的非特异性结合，焦磷酸钠由于竞争配位作用可以实现有效洗脱。

$2(\text{Zn}^{2+}\text{-dpa})$ 功能材料对 O-磷酸化和组氨酸磷酸化肽段都具有较好的富集效果。在非磷酸化肽段干扰下，功能材料仍具有较高的选择性。将 $2(\text{Zn}^{2+}\text{-dpa})$ 功能材料和酸性富集方法应用到大肠杆菌体系中，可鉴定到 128 条磷酸化肽段。其中有 19 条组氨酸磷酸化肽段，对应 12 个磷酸化蛋白质，通过优化有望实现组氨酸磷酸化肽段的规模化分析。将该方法与质谱定量技术结合起来，将有利于推动组氨酸磷酸化蛋白质组学的发展。

关键词：组氨酸磷酸化肽段；功能材料；富集方法

两级冷凝朗肯循环的研究

近五年来，新兴发展中国家天然气市场增速显著，沿海地区陆续建成了大批 LNG 接收站， $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的 LNG 在供应给消费端之前需要根据应用情况气化为不同压力的管道气运输，该过程释放大量的可回收冷量，将部分冷量作为冷源参与构建低温朗肯循环发电系统是一种较为有效的回收利用方式。本文基于此对 LNG 冷能在朗肯循环发电系统中的回收应用进行设计优化，具体完成的工作内容如下：

针对文献指出的通过减少冷凝过程换热温差从而提高冷能利用率的设计原则，本文提出了四种以泵和透平排布形式不同为基础的两级冷凝朗肯循环构型，以净输出功率为目标函数，比较了在相同工况下四种循环的优劣。得出：泵的布置形式对循环净输出功率的影响不大，透平的布置形式对循环净输出功率有显著影响，且两级冷凝朗肯循环法较传统单级朗肯循环联合发电效率至少提高 46%。

研究了冷凝温度，工质蒸发温度，LNG 蒸发压力，工质选择对净输出功率等目标函数的影响，分析显示均存在最佳两级冷凝温度，工质蒸发温度使目标函数最大，LNG 蒸发压力不同使得性能曲线出现拐点，最佳操作工况发生改变。

使用遗传算法，优化不同工质在不同 LNG 蒸发压力下的最佳冷凝温度。不同操作条件下最优工质的选择发生变化，但工质 R125，R245 在模拟中整体表现较好。

对系统中的各级换热器进行工艺设计，确定了其换热面积、管长、管径、TEMA 类型等工艺参数。

关键词：两级冷凝；朗肯循环；遗传算法；工质；换热器设计

生物质基碳材料的制备及其应用探索

生物质是一种具有清洁性高储能性且分布广泛的可再生能源。在如今，煤、石油、天然气等传统化石燃料消耗量大日渐枯竭的情形下，生物质能源越来越多的被人类所利用，生物质碳材料是生物质能源的主要利用形式。金属-有机骨架(metal-organic frameworks, MOFs)是一类易于组装与修饰的碳材料。将其作为超级电容器的电极材料也引起了研究人员的广泛关注。传统的生物质材料不具有导电性或者电化学性能较差。且与诸多碳材料复合后其电化学性能并未达到理想结果，因此本文主要利用金属有机骨架材料含碳量高易于聚合交联及组装的特性，将其作为前驱体与三聚氰胺生物质复合制备生物质基碳材料。运用 SEM 表征和分析生物质基碳材料制备过程，反映碳结构的组装情况和形貌特点并尝试改变诸如加入三聚氰胺的量、碳化温度、反应时间等制备条件或通过复合碳纳米管、聚苯乙烯小球来提高被测生物质基碳材料的电化学性能，旨在将该种复合碳材料应用于超级电容器的电极材料，为超级电容器的发展提供一定的理论帮助。

关键词：生物质；金属-有机骨架；电化学性能

零价铁/钛酸铋/石墨烯基材料的光生电荷性质

近年来，由于能源危机和环境污染的加剧，无污染的可再生能源成为人们的研究焦点。大量的研究表明，钛酸铋材料由于其特殊的物理化学性质而被广泛应用于环境修复和污染治理等方面。但是单一的钛酸铋材料存在光生电荷转化率低，禁带宽度较大等问题，因此，通过各种材料的掺杂和修饰改性钛酸铋成为研究热点。

本文采用钛酸四丁酯为钛源，硝酸铋为铋源，同时掺杂零价铁和还原氧化石墨烯，通过两种水热合成法——偶联法与原位合成法成功制备了零价铁/钛酸铋/石墨烯基三元复合材料，并利用透射电子显微镜，X 射线衍射，X 射线光电子能谱等对制备的复合材料进行相关的表征。表征结果表明：这两种方法都可以成功合成零价铁/钛酸铋/石墨烯基三元复合材料。同时，还利用瞬态光电压，漫反射光谱，表面光电压等方法对材料进行光生电荷性质的检测。通过相关检测我们发现，石墨烯和零价铁的加入对复合材料的光生电荷性质具有显著地提高效果：减少光生电子-空穴对的复合，延长其寿命，大约提高两个数量级；提高光生电荷的光电压响应值约 2-4 倍；拓宽光响应范围，光响应波长出现 50-100 nm 的红移至可见光区。其中原位合成法效果最好，还原氧化石墨烯最宜掺杂量为 2 wt.%，零价铁最宜掺杂量为 1 wt.%。

关键词：钛酸铋；石墨烯；光生电荷性质

三角形金纳米板 LSPR 对 CO 光电催化氧化研究

石油与化学工程学院应用化学 1403 班 迟 晨

指导教师 夏兴华 陈 波

金纳米粒子具有独特的吸收光的能力，可以与特定波长光相互作用，激发传导电子的集体振荡，发生局域表面等离子体共振（LSPR）。共振产生的高能热电子可应用于太阳能电池和光电催化等领域；电子云振荡辐射的电磁波对纳米结构和微观环境变化敏感，可在宽可见光范围内连续调节，用于光谱增强和细胞标记等方向；共振还可以在纳米粒子表面产生强烈的近场电磁效应，场强可达入射光强的 1000 倍以上，用于电化学和分子动力学研究等。同时，纳米尺寸的金具有更大的比表面积，更多的不饱和配位原子数，在常温下就能表现出很高的催化反应活性。

本文采用一步无核成长法，高效快速合成了具有各向异结构的三角形金纳米板，探究了各种合成条件对三角形尺寸以及其等离子共振带的影响，并结合傅里叶变换衰减全反射红外光谱法及电化学循环伏安法，证明了边长为 60 nm 的三角形金纳米板，可以吸附 CO，在无光照时催化 CO 于 1V 处氧化；光照时催化 CO 于 0.96V 处氧化，且氧化电流为无光照条件下的两倍，表明三角形金纳米板的 LSPR 效应可以有效催化 CO 氧化，扩展了局域表面等离子体共振在金属及其吸附物方面的应用。

关键词：局域表面等离子体共振；三角形金纳米板；一氧化碳；光电催化

锂离子电池组散热性能探究及其结构优化

动力电池是新能源汽车的关键性技术。锂离子电池因比功率高、比能量大、无记忆效应、无环境污染等特点而广泛应用。锂离子电池在工作时会产生大量热量，如果不及时进行热防护，容易引起火灾、爆炸等事故。风冷技术作为有效的热管理技术，因结构简单、成本较低，备受关注。

本文以 18650 型 LiFePO_4 电池为研究对象，探讨单体电池的生热机理与传热特性，拟合电池内阻随 SOC、环境温度的变化式，编程得到电池生热源 UDF；运用计算流体力学方法对风冷式锂离子电池组的散热性能进行探究，考察不同环境温度、放电倍率情况下锂离子电池的热效应；建立 4×6 并行通风散热的锂离子电池组三维瞬态模型，探究进口风量、电池间距对电池组散热效果的影响，分析电池组温度场以及流场变化，采用 Nu 与 Re 的关系式验证了模型的合理性和准确性。

针对电池组散热温差大、温度分布不均匀等现象，提出一种新型的增设分流片的动力电池组风冷式散热结构，并探究分流片倾斜角度对散热效果的影响；通过对电池箱体开设圆倒角加以改进流场分布，并分析圆倒角半径对电池组散热效果的影响。结构优化后，电池组最高温度降低 2.52K，温差和非均匀度分别降低 36.66% 和 36.50%，很大程度上改善了电池组的散热效果。

关键词：锂离子电池；风冷式散热；计算流体力学；温度场

化学镀法合成负载型磷化镍催化剂及性能研究

石油与化学工程学院资源循环科学与工程 1401 班 张 鑫

指导教师 王安杰

当今世界常规能源资源有限、开采难度大、品质低。生物质能源应用广泛且其资源分布广泛、可再生、对环境污染小。但生物质快速热裂解所产生的生物油中包含了大量含氧物质，有较强腐蚀性、较差的稳定性和较低的热值。使用加氢脱氧技术减少生物油中氧的含量，提升生物油的物理和化学性质。加氢脱氧技术开发关键在于开发出一种活性高、稳定性好且成本低的催化剂。近年来， Ni_3P 展现出了上述特质受到研究者的关注。针对传统方法制备 Ni_3P 条件苛刻、耗能大的缺点，本文着重研究了 Ni_3P 的新型制备方法，进一步研究了所合成催化剂在苯酚加氢脱氧反应中的催化性能。

本文使用化学镀方法，成功将 Ni_3P 沉积在载体 Al_2O_3 上，制备了负载型 Ni_3P 催化剂。在制备过程中，研究 pH 值、络合剂种类以及络合剂配比、磷源配比等对于生成 Ni_3P 的影响。研究发现，化学镀法合成 Ni_3P 中总是伴生少量金属镍，为了得到纯的 Ni_3P 相，需要通过酸洗将金属镍溶出。研究了酸种类和酸洗时间对于催化剂中金属镍的洗除效果。为了考察络合剂和残留 Ni 对催化剂加氢脱氧性能的影响，分别在不加络合剂、柠檬酸钠为络合剂和磷酸酸洗 12 h 条件下制备了负载型 Ni_3P 催化剂。结果表明 Ni_3P 催化剂对苯酚的加氢脱氧有很高活性，转化率与选择性均很高。 Ni_3P 的加氢脱氧反应活性高于 Ni 金属。

关键词：生物油；化学镀； Ni_3P 催化剂；加氢脱氧；苯酚

知识产权交易中确权制度研究

盘锦校区知识产权学院知识产权 1401 班 申昊鑫

指导教师 陶鑫良

我国关于知识产权确权的现有规则尚有诸多缺陷，无法满足于交易中侵权与确权纠纷解决的迫切需要。就专利、商标而言，广义的确权包括授权程序和无效宣告程序两个方面，我国现行的确权机制中存在着确权周期长、环节多、易反复等问题。基于权利自动取得原则，有关著作权确权的研究多围绕登记制度展开，而我国的著作权登记制度极不完善，登记的确权效力十分有限。从整体上看，确权成本过高、交易秩序混乱是我国知识产权交易中确权面临的主要困境。

区块链技术基于去中心化与去信任化、时间戳功能、不可篡改性等特点，应用于知识产权交易确权将前所未有地实现权利信息的透明化，并使交易不再受限于传统的信任机制，基于区块链的智能合约也因此而受到广泛关注。

本文以提升交易中确权的效率为出发点，对不同类型的知识产权在确权路径和模式上进行了梳理，并进一步明确了区块链技术应用在知识产权交易确权中的角色和定位，归纳得出了完善我国知识产权交易中确权制度的三个可行路径：其一，对现有的专利、商标确权机制进行优化，提升确权效率；其二，着眼于交易过程中权利流转及相关的确权争议，构建基于区块链的专利、商标交易和确权规则；其三，在不撼动权利自动取得原则的前提下，为交易之考量，构建基于区块链的著作权交易确权制度。

关键词：知识产权确权；确权困境；确权效率；区块链技术

我国知识产权信托制度研究

盘锦校区知识产权学院知识产权 1401 班 姚博展

指导教师 栾春娟

随着社会的发展，知识产权在经济市场中发挥着越来越重要的作用，更有学者提出了现在已从原先的工业时代转向了知识产权时代的观点。然而，国内存在着有效专利创造不足，知识产权产业化程度低下等问题。究其原因，是知识产权成果转化率低。对于大部分知识产权研发组织来说，是不具有知识产权的管理能力的。因此，想要解决这些问题，应当首先从知识产权融资入手。知识产权融资有多种方式，而知识产权信托由于其风险隔离、各司其职等特点，在国外深受欢迎。但是在我国，由于法律制度的不完善，知识产权评估等辅助制度的不足，导致知识产权信托在开展的时候常受掣肘。因此，笔者寄希望通过本文的研究，对完善我国知识产权信托制度提供一定的参考意见。

全文分为四个部分展开，第一部分是全文的综述，涵盖研究的背景和意义，以及研究的思路和方法。同时对国内外相关的文献进行整理，得到知识产权信托的文献综述。第二部分是对我国现有知识产权信托制度的分析，包括对武汉国际信托投资公司知识产权信托案例的分析。第三部分是对英美日等知识产权信托制度发展较为完善的国家的知识产权信托制度的分析以及启示。最后是对我国知识产权信托制度提出的改进意见，以期对知识产权信托制度的建设贡献微薄的力量。

关键词：知识产权信托；融资；评估机构

订单驱动的重大装备资源配置决策逆优化方法

商学院电子商务 1402 班 娄 媛

指导教师 张莉莉

随着国家工业转型战略的不断升级，制造业逐步向自动化、智能化方向迈进，制造资源配置问题已经成为影响国民经济发展的重要问题。一方面，信息技术与高端科技的不断发展使得重大装备在生产制造过程中发挥着愈发重要的作用，而依托重大装备进行的生产活动的资源配置问题不仅关乎企业效益，更是决定供应链运行效率的关键因素。另一方面，新形势下的制造业生产活动已逐步从单纯“生产制造”向“供应链纵向协作”转型，以市场需求即生产下游订单为生产依据进行的生产活动对降低企业因供需不平衡而带来的损失具有重要作用。

因此，本文结合订单驱动与重大装备特点，构建基于市场需求的重大装备资源配置决策逆优化模型，并在模型构建过程中开发“三阶段约束”法确定生产线额定生产能力，旨在解决以重大装备为核心制造设备的生产企业通过修订原生产计划、调整资源配置方案满足下游消费需求从而最小化生产成本的决策问题。同时，在逆优化模型目标函数中引入正则化参数以降低资源变动项数降低调整成本。通过算例验证结果证明该方法在降低企业生产成本、提高市场竞争力、促进供应链良性运转方面具有可行性与有效性。

关键词：订单驱动；市场需求；重大装备；制造资源配置；逆优化

考虑竞争者的企业绿色运营策略研究

商学院电子商务 1403 班 刘辰阳

指导教师 石 丹

随着环境问题成为全球商业活动关注的重要问题之一，众多的企业将绿色运营活动集成到其战略计划中。在绿色竞争者和消费者环保意识的双重压力下，制造企业势必会面临一场由传统生产到绿色生产的深刻变革，因此探究企业在竞争者威胁下如何进行绿色运营具有深刻的理论和实践意义。

本文分析在消费者存在环境偏好和品牌敏感度的情况下，面对竞争企业的绿色产品威胁，传统制造商是否应当引入绿色产品生产以及如何进行绿色产品定价等问题。通过消费者效用构造需求函数，基于利润最大化，构建了企业不引入和引入绿色产品两种策略下在位者与竞争者的决策模型。通过对比两种策略下在位者的利润情况，探讨企业是否应该引入绿色产品以及在位者的绿色产品应该采取的最优定价策略。研究表明：在位者是否应该引入绿色产品取决于消费者品牌敏感度。消费者对品牌越敏感，在位者引入绿色产品的利润优势越大；反之，不引入绿色产品所获得的利润会更高。此外，消费者环境偏好，品牌敏感度及单位绿色产品成本都对制造商的绿色产品定价顺序和运营策略有一定的影响。本文研究结论能够为传统制造商向绿色生产过渡提供生产和运营策略的决策参考。

关键词：绿色供应链；绿色产品；定价策略；竞争策略

面向在线教育平台的用户异常行为分析

商学院电子商务 1403 班 周一卓

指导教师 王旭坪

在线教育的兴起，改变了人们对教育行业的定义。在线教育突破时空限制，满足移动信息时代学习时间碎片化的需求，加大了社会化协同。但随着在线教育发展规模的扩大，课程的增多，若不对潜在流失用户进行精细化管理，势必会因辍学导致平台用户流失。针对这些管理问题，本文对用户异常学习行为的识别展开以下研究：

首先，经过文献梳理及参考在线教育行业人员的建议识别出可能影响用户辍学的因素，界定异常行为表现特征。其次，以某在线教育大数据公司用户数据为研究样本，通过对训练数据的单变量分析初步得出这些因素与辍学的相关性，同时指出单变量分析的弊端。进而采用生存分析下的 Cox 比例危险模型进行多因素分析，筛选出预测能力显著并满足比例危险假定的变量作为预测辍学的特征变量。最后通过累计增益、留存数预测、下期辍学用户预测等评估模型应用能力，利用 K-S 值验证模型预测能力。结果表明，在线学习辍学经历、观看视频数量、视频进度条操作次数、试题操作次数、登录频次、付费等级六个变量都对辍学行为有显著影响。

本文利用上述六个变量分析在线教育平台用户数据，对潜在辍学用户加以个性化管理，推行更有效的服务来提高潜在流失用户的留存率，这对在线教育的长远发展具有十分重要的意义。

关键词：在线教育；辍学；异常行为；生存分析；Cox 比例危险模型

企业异质性与对外直接投资决策关系研究

盘锦校区商学院经济学 1402 班 刘 敏

指导教师 薛星群

随着国际化进程的加快及我国“走出去”战略的提出，我国企业在近十几年内迅速融入全球经济一体化中。自 2001 年我国鼓励企业进行对外投资起，我国对外投资流量、存量均持续增加。目前对外直接投资已成为我国经济高速发展的重要手段，而企业是对外直接投资的基石。因此，现阶段基于企业层面，研究企业异质性与对外投资决策间的关系，不仅可以丰富国内相关研究，而且对于我国企业进一步又好又快地发展对外直接投资具有指导意义。

本文采用我国 2011-2013 年企业数据，运用 Probit 回归模型分析企业生产率对对外投资决策的影响；运用倾向得分匹配法挑选出与处理组企业在投资前各项异质性特征均相同或十分相近的企业作为对照组，通过 DID 回归检验对照组与处理组企业对外投资前后生产率和利润率的变化。最终发现：（1）我国企业同样满足生产率越高越倾向对外投资的经典理论。且企业资本密集度、经营时间、出口贸易也可促进企业对外投资。（2）相比于东部和西部地区，中部地区企业内生产率对对外投资决策的影响偏弱。（3）生产率相同时，出口企业和国有企业比非出口企业和非国有企业更倾向于对外投资。（4）对外投资在短期内便可提高企业的生产率水平，但在短期内无法提高企业的利润率水平。

关键词：企业异质性；对外直接投资；Probit 模型；倾向得分匹配与倍差法

城市住宅价格的空间效应研究

商学院经济学 1402 班 李若思

指导教师 薛星群

城市住宅价格的空间效应为空间依赖性（空间自相关性），其经济学意义为交易方对邻近的历史成交价格的依赖。本文采用了特征价格模型，并考虑到时间维度的影响，构建了以空间距离为基础的空间权重矩阵和以时间差为基础的时间权重矩阵的哈达马积矩阵作为时空权重矩阵。另外，为了区分小区内和小区间的自相关性的不同，本文构建了两区制模型。

接下来，本文采用了北京市、上海市、深圳市近年来的住宅交易数据进行实证研究。结果表明：（1）城市住宅价格的全局自相关性均为显著正向，并且随着住宅价格的增高逐渐降低。这可能是由于高价房一般在城区中心地段，导致高价房的邻居过多，而其中一部分的住宅并不具有可比性；这也可能是因为高价房具有特别的优势，使得它有极高的价值，因此其它住宅和它的可比性很弱。（2）城市住宅价格的自相关聚集分布不同。有环绕分布也有东西分布。这可能和城市规划有关。（3）排除特征变量的影响，三座城市的空间自相关性仍然十分显著，并为空间正向自相关。（4）城市住宅价格在小区内的依赖性弱，而在小区间的依赖性强。这是由于房地产行业的不流动性。近期的小区内可供参考的交易记录过少，导致参考价值低，使人们更倾向于依赖其他小区。

关键词：住宅价格；特征价格模型；空间效应；空间自相关；小区

产融结合对企业 R&D 投资影响的实证研究

盘锦校区商学院经济学 1401 班 金识开

指导教师 王 昱

制造业是我国经济发展的支柱产业，但大部分制造业企业受制于资金约束追求短期盈利，关键技术大多依靠从国外引进，依靠人口红利以劳动密集型产业为主，处于整个产业价值链的中后端，面临较大的产业转型升级压力。本研究选取了 2010—2014 年期间“中国制造 2025”相关的八个高端制造业子行业近千家企业作为研究样本。实证分析产融结合对企业 R&D 投资强度的影响，希望产融结合这种方式可以助推高端制造业企业创新驱动发展。

本研究通过金融资本理论、融资约束理论、协同效用理论等多个层面理论分析，认为产融结合对 R&D 投资会产生正向影响。并引入企业规模效应、知识产权发展水平、产业聚集效用等调节机制具体化研究成果，并根据调节机制和产融结合的作用效果进行分析并做出对应假设。最后本研究通过系统 GMM 方法估计动态面板数据，并根据估计结果进行区域研究和非线性研究进行深入分析和论证。本研究结论如下：产融结合对 R&D 投资有着正向的影响，并且在知识产权发展程度较高和产业聚集水平较高的地区这种正向影响会更为显著。但是企业的规模效应在本研究中的表现并不显著，这与我国小规模企业产融结合程度较低，大规模企业主要为国有企业并且其产融结合动因与政府干预有关。

关键词：产融结合；R&D 投资；知识产权发展；产业聚集；系统 GMM 估计

创业生态系统指标体系构建及度量研究—以辽宁省为例

商学院人力资源管理 1402 班 康璧成

指导教师 高 洋

随着创业活动研究的不断深入以及组织生态学的发展，基于生态学的创业研究越来越受学界的关注，创业生态系统理论为创业活动研究提供了全局性的视角，但是囿于研究时间与研究层面的局限性，现有研究对于如何评价区域创业系统活力的问题尚不明晰。这会使创业要素的投入缺少针对性和系统性。

为了解决该问题，本文通过系统的文献梳理，结合国内情景，立足于区域发展层面提炼评价维度，以创业生态系统的多样性、密度性、连通性作为区域创业生态系统的活力特征，根据特征含义选取代表性指标，通过专家调研确定指标权重，构建区域创业生态系统活力评价体系。

使用上述评价体系对辽宁省创业生态系统活力现状进行实证分析，辽宁省创业活动在服务体系，人才吸引，科技创新，创业氛围等方面存在不足，本文针对以上现存问题，结合评价体系中各个特征指标最优地区的创业政策，为提高辽宁省创业生态系统活力提出增强创新力度，加强创业教育，完善政府制度，改善服务体系等建议。

关键词：创业生态系统；评价体系；区域发展；创业活力

《经济学人》商业新闻板块的语篇分析研究

文法学院商务英语 1402 班 林紫怡

指导教师 温 婷

《经济学人》杂志创刊 170 余年，因其精准凝练的语言和鲜明独特的观点，在全球范围内享有极高的关注度和认可度。虽然该杂志主要面向精英群体，但其丰富的知识内涵及成熟的文笔吸引了广大英语爱好者。很多权威商务英语专业教材就有收录其文章；不少学生也在课外通过阅读该杂志学习英文语言表达、丰富自身知识储备。

然而，该杂志的定位和商业新闻的专业性也从某种程度上对学生群体的阅读理解造成了困难。在学习过程中，多数学生都有这样的体会：即便查阅、备注了生词，仍旧难以理解段落含义，遑论掌握语篇的观点。

本文通过应用韩礼德的系统功能语言学理论，来探究《经济学人》中商业新闻是如何连贯语篇、阐述观点的。本文通过对所收集的新闻语篇的主位推进模式及语篇衔接手段两方面进行分析，总结出《经济学人》商业新闻语篇衔接、谋篇布局的特点，并最终得出文章理解和生成的逻辑思维，以期对学生的英文阅读和写作都有所裨益。

目前，学术界对《经济学人》商业新闻进行语篇分析的研究仍较为有限。希望本文能够从一定角度推进拓展该主题的研究并对学生理解该类语篇起到一定的指导作用。

关键词：功能语篇分析；经济学人；主位推进模式；语篇衔接

基于 5C 标准的学生跨文化交际能力的培养

文法学院商务英语 1403 班 陈斐如

指导教师 牛晓春

随着全世界的社会融合化，增强的地域与职业流动性，以及英语使用的全球化，中国学生跨文化交际能力的训练成为一项重大课题。尽管年轻一代的跨文化意识正在加强，中国学生在跨文化知识与能力上仍然欠缺。因此，有必要在以英语为外语的课堂上培养学生的跨文化交际能力。

基于美国《21 世纪外语学习标准》中的 5C 理论——交际、文化、联系、比较、实践，作者对大连理工大学商务英语专业两个大二班级实行对照实验。作者以《跨文化交际》课程为例，通过课堂学习材料和活动、课后作业、跨文化交际能力的应用进行课程设计，旨在探索大连理工大学《跨文化交际》课程的现状，找寻有效调动学生学习跨文化知识积极性及全面提升其跨文化交际能力的培养。通过课堂观察、自评问卷和非正式采访，得出结论。

在大连理工大学的《跨文化交际》课堂中，老师引领课堂，商务英语专业二年级学生习惯性地遵循老师。学生目前的跨文化交际能力处于中等以上水平，易感知跨文化交际的不同元素，并能够对不同文化环境做出相应反应，学生仍有更大空间加强其跨文化交际能力并补足跨文化技能和知识上的不足。5C 标准的全面实施加快学生跨文化交际能力各个层面的提升。

根据两个课堂的教学效果对比和师生对教学的反馈，通过以 5C 标准为基础的教学，此研究为外语教学中跨文化交际能力的提升提供了一些初步的经验性的参考建议。

关键词：跨文化交际能力；5C 标准；课程设计；外语教学

谈中国特色用语翻译策略

文法学院商务英语 1402 班 邓文婷

指导教师 谭 芳

在一带一路大背景下，其官网上的双语文件对于国家利益和良好声誉的实现发挥着不可或缺的重要作用。中国特色用语是双语文件中最值得关注的语言表达形式之一。中国特色用语的翻译将直接影响着译文受众对中国政治，经济和文化的了解。因此中国特色用语的英译意义重大，需要选择适当的翻译策略才能够将信息准确流畅的传达给译文读者。

本文以一带一路官网中的中国特色用语为切入点分析其翻译策略。作者从目的论视角以一带一路官网双语文件为语料采用定性分析法为研究方法，对一带一路官网双语文件中的中国特色用语进行统计分类并进行个案研究。分析时，既从横向中国特色用语分类角度入手，也从纵向的目的论角度分析并总结出使用的微观具体的直译和意译的翻译方法以及延伸出来的宏观归化和异化的翻译策略。与此同时，作者对每一分类使用的微观翻译方法进行对比分析，归纳总结出针对不同分类的两种微观翻译方法的使用倾向性。最后作者总结全文，提出主要研究发现和现存的局限性，以期为进一步研究一带一路官网双语文件翻译的提供一定的启示。

关键词：中国特色用语；目的论；归化异化；直译意译；一带一路官网

目标指向动作速度、准确性与肌电特征研究

文法学院运康 1401 班 申冰一

指导老师 元文学

目的：探究在冠状面和矢状面内进行目标指向动作时，运动节奏和目标间距对准确性的影响，上肢移动速度变化趋势以及三角肌和肱桡肌的时频域活化响应特点，深入了解上肢完成三维目标指向动作的运动控制模式。

方法：采用 Vicon 三维运动捕捉分析系统和 Noraxon 表面肌电测试仪同步测量运动学和肌电参数，包括目标和指点设备的空间坐标，三角肌前束和肱桡肌的肌电数据。结合文献资料法、实验法和数理统计法对 8 名受试者的实验结果进行分析讨论。

结论：1)运动模式相同。每次指向动作过程中速度先加快后减慢，在动作末期速度调整更加频繁。减速大致出现在每次运动时间的中间阶段，难度高的运动会投入更多的时间成本用于校正瞄准。2)准确性在冠状面运动情境下随目标间距增加而显著下降 ($P < 0.05$)，在矢状面运动情景下受目标间距影响不显著 ($p > 0.05$)。无论运动方向如何设置，准确性随运动节奏加快而显著下降 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。3)本实验不同运动方向的准确性未发现具有统计学意义的差异 ($p > 0.05$)，即视线移动方向对准确性影响不显著。4)在冠状面运动和在矢状面指向近侧目标时，三角肌前束先激活；在矢状面指向远侧目标时，肱桡肌先激活。在校正瞄准阶段，肱桡肌比三角肌前束更多的参与完成细微的运动控制。

关键词：目标指向动作；速度；准确性；肌电特征

多功能小型无人船的测控系统设计

海洋科学与技术学院海洋技术 1402 班 刘弼恒

指导教师 王振宇

进入 21 世纪以来，海洋的地位空前提高，各国都将海洋发展战略纳入到国家发展战略之中。为顺应世界潮流，在十八大中我国领导人提出了海洋强国战略，这极大的激发了各公司及高校对于海洋开发的热情。由于开发海洋的需要，无人船开始走进大家的视野。

该论文设计的多功能小型无人船的测控系统，采用模块化设计理念，对各功能模块进行独立的电路和程序设计。测控系统主控芯片采用 STM32F103ZET6，4G 通信和定位模块采用 SIM7600CE 芯片，运动控制模块采用 STM32F103RCT6 芯片。相关软件设计基于 Keil 集成开发环境将各模块的功能进行独立编程，最大可能的提高系统实时处理能力。该无人船作为一款基础型无人船平台，具备遥控和自动控制两种模式，带有自主巡航和超声波避障功能，自主巡航模式下只需在上位机中输入目的地坐标即可自行到达且自动避让障碍物。该船配备了 GPS 全球定位系统和以 MPU6050 和 HMC5883 为基础的电子罗盘，可以实时显示无人船的运动状态和运行轨迹。为便于操控，还加装了图像采集模块，可以辅助使用者进行远程操控。为测量该平台的可扩展性，该船配备了基于 485 总线通信的多参数水质测量系统。

作为一种基础框架，该无人船可以结合实验室的水下机器人以及无人机进行协同工作，亦可作为一个可扩展平台，加装声呐侧扫系统、水样采集系统和气象监测系统等设备。

关键词：无人船；测控系统；智能巡航；自主避障；水质监测

深海立管涡激振动抑制结构的研究

过程装备与控制工程（海洋石油装备）1401 班 刘津玮

指导教师 刘 杨

随着人类对深海石油的不断探索和发展，立管作为海洋石油开采中必不可少的一部分，其安全性关乎着海洋石油工业的发展以及对海洋生态环境的保护。水流经过立管两侧时会形成有规律的涡街脱落，对立管产生有规律的振荡力，从而引起涡激振动现象，这是导致立管疲劳损坏的主要原因之一。因此，现在常在立管管体上加装涡激振动抑制装置来减弱涡激振动，达到延长海洋管使用年限的效果。

首先，本文对光管的圆柱绕流进行了数值模拟研究，验证了数值模拟计算模型的准确性，并分析所获得的升力系数、曳力系数、涡街脱落频率，以及通过计算得到的斯特罗哈尔数和升力系数的均方根值，从而找到雷诺数与这些数值的变化规律。并通过观察光管绕流的涡量云图，了解不同雷诺数下涡街脱落的情形。

其次，在光管的圆柱绕流计算实验基础之上，选取了四种涡激振动抑制装置，并以此建立计算模型。模拟每种装置在不同参数下涡街脱落频率，升力系数和曳力系数等参数的变化规律，并将其与光管的实验数据进行对比，从而对每种涡激振动抑制装置的效果进行研究。结果显示，在低雷诺数下，每种涡激振动抑制装置均能对海洋立管的涡激振动产生一定的抑制效果。随着雷诺数的增加，四种装置的抑振效果都在减弱。通过综合比较分析，Z3 型整流罩在整体上较其余三种的抑振效果更好。

关键词：深海立管；涡激振动；抑振装置；数值模拟

LiCoO₂ 体系脱锂过程中结构稳定性的研究

海洋科学与技术学院海洋技术 1402 班 聂志伟

指导教师 郑家新（校外） 贾非（校内）

随着能源产业的快速发展和日常生活中对电池能源需求的日益提高，研究新能源电池有着重要的意义，而锂离子电池又是电池研究领域中的重中之重。本文基于杂化密度泛函理论和第一性原理，以 VESTA、Materials Studio 和基于 GPU 加速的 PWMat 计算软件为工具，深入地研究了 LiCoO₂ 和 Li₂MnO₃ 这两大层状材料的脱锂（充放电）机理。在对 LiCoO₂ 进行探究时，使用控制变量法，研究了相结构、脱锂位置、磁性这三个因素对体系的影响；在对 Li₂MnO₃ 进行探究时，首先研究了如何构建合适大小的超胞，紧接着探究第一个脱锂的位点，在探究如何脱去两个锂离子时，使用 FORTRAN 语言和 Python 语言编写了一套枚举算法，程序的核心思想是通过比较原子间的角度和距离来判断两个结构是否是一样的，从而找到了 37 种不同的脱锂结构，计算其体系能量，整理分析数据可得结论如下：①隔两层脱锂能量较低；②在同一层内，脱去蓝色（4h）位点的锂能量最低，其次是绿色（2b）位点，最后是黄色（2c）位点；③从脱两个锂的规律推断脱去三个锂的规律，肯定是三个蓝色（4h）位点的锂离子隔两层脱去一个，以此类推。

该研究成果从机理上解释了前人合成的层间混合电池具有更高储电量的原因，可指导实验合成和实际生产，从而制作出储能量更高、充放电速度更快的锂离子电池，为人类的生活带来更大的便利，方便日常生活，促进产业进步和社会发展！

关键词：杂化密度泛函；第一性原理；脱锂机理；PWMat；枚举算法

FPSO 软刚臂系泊系统故障诊断方法研究

海洋科学与技术学院过控海洋 1401 班 欧曙东

指导教师 王延林

FPSO 软刚臂系泊系统对于 FPSO 的安全生产以及人员安全有着重要作用。然而，现场复杂的海洋环境容易造成 FPSO 软刚臂系泊系统的损伤，从而影响正常生产与平台人员安全。因此对 FPSO 软刚臂系泊系统进行监测和故障诊断有着重要的工程意义和应用价值。

系泊腿推力滚子轴承是 FPSO 系泊系统结构中的重要一环，轴承故障将会使 FPSO 无法正常工作甚至造成重大安全事故。由于其结构的特殊性，暂时无法在现场快速而又准确地对轴承的故障进行判别，容易引发次生安全事故，造成严重的后果。因此，有必要引入一种新的理论方法对 FPSO 软刚臂系泊系统的轴承故障进行快速准确的判别。

本文以 FPSO 软刚臂系泊系统结构中的系泊腿推力滚子轴承为研究对象，针对推力滚子轴承振动信号传递路径长，衰减大的特征，引入最小熵解卷积的理论，结合时域指标分析与包络谱分析对研究对象进行诊断。主要内容如下：

首先从熵的角度引入，并介绍了幅值谱熵的特性，说明了幅值谱熵在信息处理领域的应用，以此为理论基础设计了 FIR 滤波器；其次，利用轴承故障仿真方法对最小熵解卷积的滤波与降噪能力进行了考证，同时，验证了时域指标分析和包络谱分析的适用性和有效性；最后，设计了模型实验论证本文方法的有效性和普适性。结论表明，最小熵解卷积理论结合时域指标分析和包络谱分析方法对于 FPSO 系泊系统系泊腿推力滚子轴承故障诊断有一定的效果，前者能很好地突出振动信号的脉冲冲击成分，后者能对轴承工作状态进行准确判断，具有一定的工程应用价值。

关键词：FPSO；软刚臂系泊系统；最小熵解卷积；轴承故障诊断；推力滚子轴承

冰载荷作用下半潜平台立管性能研究

海洋科学与技术学院过程装备与控制过程（海洋石油装备）1402 班 王亿桦

指导教师 张大勇

随着全球各个国家的联系越来越紧密，变得越来越一体化，导致了各国的经济迅猛发展，能源消耗量的激增。石化产品作为经济发展的基础，开采量日益攀升，陆上的石油产量已不能满足经济的增长，人们开始转向海洋石油的开发。19 世纪末期，美国建造第一个海洋石油钻井平台，从此，人们开始进入海洋石油开发的工业发展。随着科技的不断提高，人们把目光投向了深水、超深水和极地的油气开发。立管作为连接海底井口与平台、油气运输船的唯一设备，在海洋油气的开发中占据着重要的位置，其研发也是深水油气开发中最具挑战的。目前，国内外对深海立管的相关研究还比较少，而在极地海域对立管抗冰性能的研究几乎空白。本文以极地环境为背景，半潜平台为基础，研究海洋柔性立管的抗冰性能，为极地海洋立管的研究做一些基础研究。在极地，柔性立管不仅受到平台的运动、动力环境条件，还要受到海洋冰的作用。

本文主要研究海洋冰对柔性立管的作用，以极地冰的数据为基础，运用离散元软件计算出冰力时程，然后运用 ANSYS 分析立管的响应。通过对不同冰速的冰载荷的分析，得到了在极地，冰力的破坏模式为随机模式，且不大可能会发生共振现象。当冰与柔性立管相互作用时，立管发生偏移，随着偏移量的增加，立管的回复力也不断增大，当立管受到的力超过冰的破碎力时，在偏移位置等效于固定结构与冰相互作用，冰发生脆性破碎，柔性立管回复到原处。

关键词：柔性立管；极地；冰荷载；离散元分析；有限元分析

基于并联机构的 ROV 矢量推进器设计与研究

海洋科学与技术学院过程装备与控制工程（海洋石油装备）1402 班 张贵伟

指导教师 曾 岑

基于并联机构的水下机器人（ROV）矢量推进技术因其广阔的发展前景，逐渐吸引机器人界的关注。本文总结出各类并联机构的优缺点，以此为依据设计一款新型并联 UPR-UPU-RPU 机构式水下矢量推进器，定义并联机构的材料并确立螺旋桨型号。针对此并联机构展开了运动学分析，承载能力校核以及动力学分析。

运动学分析方面，首先基于螺旋理论分析并联机构的过约束数目，并计算得到该机构具有三个自由度。接着基于矢量闭环法分析并联机构的位置逆解，得到各支链杆长的变化方程。然后利用 SimMechanics 工具箱仿真出并联机构的运动轨迹，借助 Simulink 模块验证位置逆解方程的正确性。最后计算出各驱动杆件移动速度和动平台位姿变化的映射关系，即速度的雅可比矩阵。

承载能力校核方面，首先基于 SimMechanics 工具箱确定出并联机构在水下 500 米沿给定轨迹运动时动平台关节受力和力矩最大时的危险位姿。接着利用 Solidworks 对危险位姿有限元分析，验证出该机构在水下 500 米具有良好的承载能力。

动力学分析方面，首先建立并联机构的拉格朗日动力学方程。接着对在在水下作业的矢量推进器受力分析，将其受力简化为螺旋桨的推进力和力矩，以及水动力三类。最后运用 SimMechanics 进行动力学仿真，分析不同船速和不同螺旋桨转速对并联机构驱动杆件力和力矩的影响。

关键词：ROV 矢量推进技术；并联机构；运动学分析；承载能力；动力学分析

激光吸收光谱法测量液膜厚度研究

海洋科学与技术学院过程装备与控制工程（海洋石油装备）1402 班 赵 羽

指导教师 王振宇 徐海涛（校外）

在我们的生产生活与科学研究中经常会出现各类液体薄膜，能够准确测量这些液体薄膜的厚度对于我们来说是十分重要的。在众多的液膜厚度测量方法中，激光吸收光谱法有着非接触性、实时性、高灵敏度、高精度等许多优点。本文研究的主要目的就是基于激光吸收光谱技术，给出一种新颖的吸收率标定方法，并完成对特定配比溶液所形成液膜的厚度测量。

本文首先选取了波长为 4566 nm 的红外激光作为吸收激光，并完成了数据采集系统的编写、红外激光与红光激光的共线调节、绿光激光的扩束调节和实验台的搭建等实验准备工作。然后利用由 CaF_2 玻璃搭建成的光学劈尖进行了对待测溶液吸收率的标定工作。具体的，我通过测量干涉条纹间距的方法推导出劈尖的角度，然后结合红外激光从劈尖不同位置入射后的透射率拟合出待测溶液在 4566 nm 波长处的吸收率为 405.19 cm^{-1} 。

在吸收光谱法中，光线在界面处的反射是测量误差的主要来源，为此我对反射所导致的光强损失进行了数学推导，并给出了定量的表达式，从而可以去除掉光学反射对厚度测量结果的影响。

综合上述的实验标定与理论推导，我对由铁架圈构造成的稳定水平液膜进行了厚度测量，测量出液膜的厚度为 $1.44 \mu\text{m}$ ，至此我完成了激光吸收光谱法测量液膜厚度的研究工作。

关键词：激光吸收光谱法；液膜厚度；吸收率标定

硫氧化菌群的金属硫化物浸出性能及功能菌株筛选

食品与环境学院环境生态工程 1401 班 杨丽楠

指导教师 周 豪

硫在自然界及工业生产中广泛存在。硫化物的生物氧化是实际应用中的一大热点。石化、造纸、粘胶纤维等工厂废水和废气中常含有具有难闻气味、腐蚀性及生物毒性的硫化氢（ H_2S ）和二硫化碳（ CS_2 ），给环境造成很大的负担。在冶金行业，金属离子常常需要从硫化矿石中提取。生物法氧化硫化物，相比化学和物理的方法具有环境友好，节省能源，成本低，操作简单等优点，这个过程主要依赖于硫氧化菌（Sulfur-oxidizing bacteria, SOB）。

本实验利用无机培养基从茶卡盐湖的底泥中富集得到了具有硫氧化性能的菌群 LN-1，重点研究了其对于硫化铜（ CuS ）的浸出能力，考察了底物浓度、碳源和氮源类型、培养基 pH 对菌株浸出 Cu^{2+} 效果的影响，发现：（1）LN-1 的浸出 Cu^{2+} 效果与底物浓度呈正相关；（2）LN-1 利用 KNO_3 做氮源的 Cu^{2+} 浸出效果较 NH_4Cl 更好；（3）LN-1 与 NN-1 在无机培养基中的 Cu^{2+} 浸出效果好于添加不同的有机物做碳源。（4）LN-1 在 pH 6-9 的条件下浸出 Cu^{2+} 效果基本相同，pH 较低时效果不好，最高在 24 d 达到 19.6% 的浸出率。最后对细菌降解含硫无机物的底物广谱性进行了探索，实验结果证明 LN-1 对单质硫的氧化能力远高于-2 价的硫化物，说明从-2 价到 0 价的过程可能是细菌氧化的限速步骤。

与此同时，尝试从菌群 LN-1 中进行功能单菌的筛选和鉴定，得到了一株硫氧化放线菌 NN-1，经 16S rRNA 鉴定为深红红球菌（*Rhodococcus ruber*）。对其氧化 CuS 的能力与菌群 LN-1 做了比较，发现 NN-1 与 LN-1 浸出 CuS 能力基本相同，以 100 mg/L 的 CuS 为底物，在第 24 d Cu^{2+} 溶出量达 13 mg/L，溶出率可以达到 17% 以上。

关键词：硫氧化菌；硫化铜；化能自养；深红红球菌

聚苯乙烯微塑料与环境污染物的联合毒性作用

食品与环境学院环境生态工程 1402 班 郭 淼

指导教师 易先亮

微塑料（MPs）被定义为粒径小于 5 mm 的塑料颗粒，海洋中 MPs 的含量在近十几年急剧增大，引起了各国学者对 MPs 的普遍关注。不仅是 MPs 本身的毒性引起各方关注，其与环境污染物的联合毒性更是引起了研究热潮。聚苯乙烯塑料不仅产量大，而且是环境中观察到的塑料碎片的主要成分。本实验以环境中常见的重金属镉（Cd）、铅（Pb）及塑料中常见的抗氧化剂添加剂丁基羟基甲苯（BHT）作为实验物质，以中肋骨条藻、小球藻、丰年虾为受试生物，通过急性毒性实验、生长抑制实验研究聚苯乙烯微塑料（Polystyrene microplastics, PS）的粒径、浓度对其与环境污染物的联合作用的影响。实验结果表明 PS 会增强 Pb 对中肋骨条藻的作用，且与 PS 的浓度有关，而与其粒径无关。且 PS 在 1-100 mg/L 浓度范围内对中肋骨条藻无明显的致死作用，而 PS 在较低浓度下对小球藻具有致死作用，且随着小球藻粒径的增加毒性作用减小。PS 减小了 BHT 对中肋骨条藻的毒性作用，且当 PS 粒径增大时，其对 BHT 的毒性作用无明显影响。PS 在较低浓度时不会影响 Cd 对小球藻的毒性作用，利用相加指数法和等效线图法模型得出 0.1 μm PS 与 Cd 的联合毒性作用为拮抗作用，而 0.55 μm PS 与 Cd 的联合作用表现为拮抗作用或相加作用，但并不明显。PS 不会显著影响 Cd 对中肋骨条藻的毒性作用。PS 可增大 Cd 对丰年虾的毒性作用，且 PS 与 Cd 对丰年虾的联合作用与 PS 的粒径、浓度均有关。

关键词：聚苯乙烯微塑料；重金属；中肋骨条藻；小球藻；丰年虾；联合毒性

同位素标记结合 LC-MS 分析水中的藻毒素 BMAA

食品与环境学院环境生态工程 1403 班 景思源

指导教师 吴明火

β -N-甲氨基-L-丙氨酸(β -methylamino-L-alanine, BMAA)是一种的非蛋白质氨基酸,最早在关岛地区的种子里以及查莫罗人的传统食物中发。已有研究表明, BMAA 是神经性退行性疾病的潜在致病原因,因此需要准确、灵敏、稳定的方法对各类复杂基质中 BMAA 进行检测。本课题提出了一种基于多重稳定同位素标记及液相色谱-高分辨质谱联用(LC-HRMS)的方法,对 BMAA 进行检测。实验中先合成一组可用于五重标记的新型同位素试剂,即对二甲氨基苯-N-羟基琥珀酰氨基乙酸酯(4-(dimethylamino)phenylacetic-N-hydroxysuccinimidyl aminoacetate, MAPA),随后用该标记试剂对 BMAA 进行衍生标记。通过对 BMAA 及其两同分异构体的衍生,提高了其在反相色谱柱上的保留,实现了对 2,3-二氨基丁酸(DAB)和 N-(2-氨基乙基)甘氨酸(AEG)异构体中 BMAA 的色谱分离。利用该五重 MAPA 试剂,可实现对 4 个实际样品及一个标准样品中 BMAA 及其异构体 DAB 和 AEG 的平行标记。在标记完成后,将 5 个样品混合后在 LC-HRMS 上进行分析,最终实际对样品中这些目标分析物的高效准确定量。该标记技术有望应用于到其它复杂样品中含氨基化合物的定性及定量分析。

关键词: BMAA; 稳定同位素标记; RP-UHPLC-HRMS; 同分异构体

翅碱蓬与芦苇富集区微生物群落比较分析

食品与环境学院环境生态工程 1403 班 张立航

指导教师 张旭旺

河口湿地中微生物群落结构与功能直接影响其吸收利用有机与无机物质的能力。因此，本研究于 2018 年 10 月，在辽宁辽河口国家级自然保护区采样，通过环境因子测定与高通量测序分析，探究辽河口湿地不同区域微生物群落的结构与功能。

COD、TOC、NO₃-N 等某些环境因子含量在不同区域展现出明显差异。其中混合区 TOC、NO₂-N，翅碱蓬区 COD、NO₃-N 含量明显较高。NMDS 和 PCA 表明，不同区域微生物群落存在差异。DCA、RDA 和 Mantel 显著性检验指出，翅碱蓬区与 NO₃-N、TP 显著正相关，与 TN、pH 具负相关关系，芦苇区则相反。

群落结构方面，三区域在不同分类水平下均有明显差异。门水平下，变形菌门丰度最高（45.7%~58.0%），拟杆菌门丰度次之（7.09%~12.4%），其中翅碱蓬区变形菌门丰度高达 58.0%，拟杆菌门仅为 8.5%；芦苇区变形菌门仅 45.7%，拟杆菌门却为 12.4%。属水平下，*Thiopfundum*、*Exiguobacterium*、*Gillisia*、*Citrobacter*、*Desulfomonile*、*Thiohalomonas* 含量较高，相对丰度为 8.34%、4.23%、2.64%、2.60%、2.47%、2.43%。

利用 PICRUSt 和 FAPROTAX 进行群落功能预测分析，丰度最高为糖代谢基因（ $>10^6$ ），最低为磷代谢基因（ $<10^4$ ）。三区域可降解苯甲酸等 7 种外源物。此外，样品中检出氮代谢功能基因，芦苇区硝化作用基因丰度相对较高。硫代谢中检出相关的功能基因以硫酸盐同化代谢为主，丰度占据硫代谢基因总丰度的 70%，缺少硫氧化物代谢功能基因。

关键词：翅碱蓬；芦苇；高通量测序；微生物群落结构；功能分析

利用超声均质制备米糠蛋白乳化液的研究

食品与环境学院食品科学与工程 1403 班 陈慈航

指导教师 孙丽慧

作为农业大国，我国米糠资源丰富，然而对于米糠资源的深加工再利用却处于落后水平。目前，在我国米糠主要是被用作动物饲料或者被直接焚烧，这造成了资源的极大浪费。米糠蛋白作为一种优质蛋白，可以为人类的食物来源扩充良好的选择。蛋白质具有两亲性，是一种良好的乳化剂，而目前对于米糠蛋白用作乳化剂的研究相对较少。超声均质化技术是一种具有成本效益的新兴技术，其被广泛应用于食品行业。基于以上分析，本研究拟采用米糠蛋白作为乳化剂，通过超声均质技术制备米糠蛋白乳化液，并对米糠蛋白乳化液的理化性质进行初步分析，研究结果如下：

(1) 相比于大豆蛋白和大米蛋白，米糠蛋白具有良好的乳化活性（20.21 m²/g）和乳化稳定性（17.04 min）。因此，米糠蛋白具有用作食品乳化剂的潜能。

(2) 超声均质化技术是一种有效的生产米糠蛋白乳化液的方法。当超声功率低于 200 W 时，生产的米糠蛋白乳化液稳定性随超声功率和超声时间的增加而增加，当超声功率大于 200 W 时，米糠蛋白乳化液的稳定性出现下降。超声均质技术制备米糠蛋白乳化液最佳工艺条件为：超声功率 200 W，超声时间 20 min。

(3) 米糠蛋白乳化液具有良好的抗环境变化稳定性。当米糠蛋白乳化液中离子（氯化钠）浓度达到 500 mM 时或米糠蛋白乳化液在 90℃下加热 30 min 时，其依然保持良好的稳定性。

(4) 米糠蛋白乳化液在酸性条件下其稳定性会被严重破坏，而碱性条件却有利于其稳定性的提高，且其稳定性随着 pH 值增大而提高。

关键词：米糠蛋白；超声均质；蛋白乳化液；稳定性

贻贝类体内微塑料含量快速检测方法的研究

食品与环境学院食品科学与工程 1402 班 张 蔚

指导教师 单佳佳

微塑料是环境污染中的常见物质，其相关研究已成为重大环境课题之一。在对我国沿海的海洋生物调查中，发现生物体内积累了大量的微塑料，其经由食物链进行传递，进而损害海洋生态系统的健康与稳定，甚至危害人体健康。因此，如何检测微塑料成为目前亟待解决的问题。

本研究的目的是建立一种高效而又准确的微塑料检测方法，以贻贝为实验对象，主要对常见的五种塑料 PE、PS、PET、PP、PC 进行了检测。将微塑料置于贻贝的消化道组织中，利用高光谱扫描光谱信息，再利用 ENVI 软件对数据进行处理。数据采用平滑、中值滤波进行预处理，使用主成分分析和 SVM 分类器对数据分类，检出并鉴别微塑料种类。通过改变微塑料粒径重复实验，直到检出率过低，确定此方法的检测限在 0.1-0.2 mm。本研究还采用生活中的塑料作为样品进行方法验证，发现在检测限允许的粒径范围内，不同形态、颜色的塑料均能被检测出，证明此方法具有可行性。

利用这种方法可以快速检测贻贝体内微塑料含量，并对其种类进行鉴定，进而获知某片海域的贝类被微塑料污染的程度。这种检测方法可以推广到其他贝类，作为分析微塑料污染状况必不可少的参数，是进一步研究微塑料的生态效应及毒理学作用的基础，对微塑料的研究具有深远意义。

关键词：微塑料；高光谱成像系统；检出率；光谱信息

年产 2000 吨即食杂粮营养早餐粥工艺设计

食品与环境学院食品科学与工程 1403 班 黄思儒

指导教师 包永明

本设计产品面向有减肥瘦身意向的年轻女性，通过精确控制热量，使消费者在减肥期间也能放心摄取早餐的能量，保证正常的学习工作。设计包含了三个主要阶段，分别是配方设计、成分检测、工厂设计。

配方设计阶段内，首先调查各种原料的营养成分含量，然后根据年轻女性早餐所需营养，对原料进行搭配得到能满足营养需求的配方。然后对得到的配方进行制作，对产品的感官进行评价，再对不足的地方进行修改，调整配方再制作，最后得到令人满意的配方。

成分检测阶段内，对按配方制作的成品的各项营养成分含量进行检测。使用直接灼烧法测得灰分，直接烘干法测得水分，酸水解法测得粗脂肪，粗纤维仪法测得粗纤维，凯氏定氮仪测得蛋白质，然后用总含量减去以上成分含量得到碳水化合物含量。通过计算比对实际测得的含量与配方设计时的理论含量的差别，以此来确保设计时的计算无误且营养不会在生产过程中损失过多。

工厂设计阶段内，要完成年产 2000 吨工厂的产品方案的设计、生产工艺的设计、物料衡算、设备选型、水电汽衡算、技术及经济分析，最后要绘制工厂总平面布置图(CAD)、生产车间平面布置图(CAD)和生产工艺设备流程图(CAD)。

关键词：配方设计；成分检测；工厂设计