

# 教育部工程研究中心年度报告

(2020 年 1 月—2020 年 12 月)

工程中心名称：教育部超重力工程研究中心

所属技术领域：化工、冶金与材料

工程中心主任：陈建峰

工程中心联系人/联系电话：初广文/010-64412471

依托单位名称：北京化工大学

2021 年 3 月 16 日填报

## 编 制 说 明

- 一、报告由中心依托单位和主管部门审核并签章；
- 二、报告中主管部门指的是申报单位所属国务院有关部门相关司局或所在地方省级教育主管部门；
- 三、请按规范全称填写报告中的依托单位名称；
- 四、报告中正文须采用宋体小四号字填写，单倍行距；
- 五、凡不填写内容的栏目，请用“无”标示；
- 六、封面“所属技术领域”包括“机械与运载工程”“信息与电子工程”“化工、冶金与材料工程”“能源与矿业工程”“土木、水利与建筑工程”“环境与轻纺工程”“农业”“医药卫生”；
- 七、第八部分“年度与运行情况统计表”中所填写内容均为编制周期内情况；
- 八、报告提交一份 WORD 文档和一份有电子章或盖章后扫描的 PDF 文件至教育部科技司。

# 编制大纲

一、技术攻关与创新情况（结合总体定位和研究方向，概述中心本年度技术攻关进展情况和代表性成果，字数不超过 2000 字）

教育部超重力工程研究中心以中国工程院院士陈建峰教授为带头人，围绕碳达峰碳中和（节能减排）及绿色制造等战略需求，以“分子化学工程”为核心学术体系，以推动化学工业及流程工业可持续发展，支撑国家创新驱动发展战略，更好地服务经济社会发展为目标。研究复杂快速反应过程的传递与反应协同的科学基础和工程化技术，揭示物理限制过程强化机制，发展分子混合/传递强化与反应协调匹配新方法。丰富和拓展化学工程、多相传递和多相流体力学学科内容。

经过多年的建设，已构建了超重力法制备纳米材料及超重力反应与分离强化技术平台，并应用于化工、新材料、环保、能源等国民经济主战场，获得了国际同行的充分认同，吸引了美国 DOW 化学、ExxonMobil、德国 BASF、法国 TOTAL、瑞士 SBM Offshore 等跨国公司主动合作，为使我国成为世界上第一个掌握超重力商业化技术并保持国际工业引领的国家，做出了突出贡献。目前，已形成三个特色研究方向，包括：

## (1) 超重力法制备纳米材料及应用

基于超重力技术能够实现分子级快速均匀混合的特点，满足反应器特征分子混合时间小于成核诱导时间的要求，从而实现快速成核过程可控和产品高质化。目前，继纳米碳酸钙颗粒等材料实现产业化制备基础上，又研制了无机、有机、纳米分散体等 50 多种不同纳微颗粒材料，并实现了纳米材料分散体以及药物微细化的中试规模制备和纳米复合材料工业化生产，正在推进新型催化剂及应用基础研究。

## (2) 超重力反应强化

围绕受分子混合/传递限制的复杂多相快速反应体系，提出了在毫秒至秒量级内实现分子级混合均匀的新思想，形成了通过超重力强化混合/传递过程使之与反应相匹配的方法，发明了系列超重力反应强化新工艺，如缩合、磺化、聚合、贝克曼重排，成功应用于多种工业过程中，取得了显著的成效。正在推动面向精细化工行业的超重力反应强化变革性流程再造技术研发，为化工行业本质安全化水平提升贡献力量。

## (3) 超重力分离强化

面向国家节能减排的重大需求，利用超重力强化传质的特征优势，开发了超重力脱硫、脱碳、脱硝、除尘等新技术，并成功应用于尾气脱二氧化硫、天然气脱硫化氢、炼油行业废碱液氧化再生等方面，成功解决了企业面临的环保压力，为相关行业环保系统升级改造提供有力的技术支撑。面向国家碳达峰碳中和的重大需求，正在推动石化行业节能减排及二氧化碳回收利用技术。

2020 年度，中心承担的在研国家重点研究计划项目（课题）、国家自然科学基金项目等国家级项目共 35 项，年度新增合同额 1822 万元，发表论文 84 篇，新增授权发明专利 39 件。面向突如其来的新冠疫情，团队学术带头人陈建峰院士牵头，组织全国优势产学研力量，承担了“可重复使用防护口罩关键技术及产业化”应急攻关项目，“政产学研用”深度融合，为疫情防控提供有力支撑，团队获得北京市抗击新冠肺炎疫情先进集体。

## 二、成果转化与行业贡献

### 1. 总体情况（总体介绍当年工程技术成果转移转化情况及其对行业、区域发展的贡献度和影响力，不超过 1000 字）

中心以超重力技术为代表的过程强化技术历经近30年的发展，已构建了“科学基础-新技术（新工艺/新装备）-工程应用”为主线的全链条研发平台，并不断发展完善超重力反应器装备大型化、系列化、成套化新技术。形成了面向反应/分离过程强化需求的超重力反应器装备新技术，并实现了工程应用，服务于颗粒超微化、工业气体深度净化、碱液深度氧化循环利用等领域，取得了显著的成效。特别是，面对新冠疫情，围绕可重复口罩研发方向，提出了一种基于发光纳米材料的口罩荧光渗透探伤检测方法：将超小尺寸的发光纳米颗粒（ $<5\text{ nm}$ ）水相分散体作为造影剂，通过雾化器喷洒到被测口罩外层表面，纳米材料造影剂借助毛细作用渗入到口罩表面缺陷中，在紫外线照射下通过荧光成像，观察缺陷迹痕的渗透探伤，为口罩重复使用技术、可重复使用口罩材料研发和标准制定（团体标准 T/BJFX 0001-2020）提供了科学指导。

### 2. 工程化案例（当年新增典型案例，主要内容包括：技术成果名称、关键技术及水平；技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程；成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用）

**技术成果名称：船舶尾气超重力脱硫新技术**

**关键技术及水平：**针对船舶尾气脱硫净化的处理量大、液气比大等导致传统旋转填充床功率大增等难题，充分考虑船舶生存环境特殊、作业空间局限、能源供应受限等特殊要求，提出了大长径比、填料雾化式新型脱硫反应器研发思路，研发了船舶尾气超重力脱硫新技术，并与中船重工等合作，国内首个船舶柴油机超重力脱硫系统在青岛顺利完成台架性能试验，是全球第一套船舶超重力脱硫系统。在燃油硫含量3.5%(~725ppm)，脱硫效率为 $\geq 98.5\%$ 。

**技术成果名称：超重力强化技术在提升采收率方面的工程应用**

**关键技术及水平：**目前，国内老油田普遍进入三次采油阶段，聚合物驱油是提高油田采收率最常用方法。油田聚合物配制站采用“分散-熟化-外输”流程配制工艺，传统搅拌釜配制工艺熟化时间长，熟化罐数量多，场地要求高，能耗大，制约三次采油技术发展。根据油田“降成本，提效益”的聚驱开发思路，提出了超重力强化聚合物快速溶液的思路，开发了超重力快速溶解聚合物驱油母液的新技术方法和装备。目前，已在大庆油田采油厂实现了工业应用。30 立方/h 配制装置，聚合物配制时间由 2 小时缩短为分钟级，装置整体占地面积降低 83.93%，能耗下降 32.84%。

针对采油用石油磺酸盐制备过程所涉及的粘性快速反应体系传质/混合与反应不匹配而导致的过磺化、易结焦、废液产生量大等问题，提出了超重力强化粘性快速反应体系传质/混合使之与本征反应协调匹配新思路，研究揭示了超重力强化气液快速复杂反应体系传质/混合与反应协调匹配机制，发明了超重力气相磺化制备石油磺酸盐新工艺，创制出新结构超重力气相磺化反应器，并与中国石油大庆炼化公司合作，建成了万吨级超重力气相磺化制备石油磺酸盐示范装置。产品活性物含量达 41.2%，驱油实验结果表明综合驱油率达 35.5%-44.9%。

**技术成果名称：“超重力+”法制备光功能纳米分散体**

**关键技术及水平：**针对微纳尺度物质转化现象原位表征与定量分析，提出了基于聚集荧光成像的纳微液滴聚并原位观测和定量表征新方法，制备了激光扫描共聚焦显微成像用原位观测芯片，实现了纳微尺度“颗粒乳化+聚合反应”全过程物质转化行为的原位观测和定量分析；通过纳米颗粒在液滴表面均匀包裹，构建了长寿命、易控温、结构稳定的“液滴实验室”，为微尺度流体精确操控及混合、传质与反应的定量分析提供了新的技术方法；结合理论计算分析与实验研究，揭示了微尺度液滴变化过程中纳

微结构形成、演化和反应动力学的规律，发现随着液滴微元尺寸缩小，相界面更新速率显著提升，有利于强化分子传质与混合，为纳微尺度上强化光功能纳米材料制备过程的传质-反应提供了理论基础。基于光功能纳米复合材料在组分/结构上具有“多组分掺杂型和多级结构核壳型”的特点，提出“超重力+”法制备光功能纳米分散体的新策略，形成相关材料制备平台：(1) 针对有机材料体系，通过超重力强化液-液不互溶体系乳化过程，利用超重力水平的变化调控乳滴破碎-聚结平衡，改善乳滴粒度分布，易于制备兼具高固含（54%）和低粘度（~500 mPa·s）性质的纳米分散体，在相同物料比条件下，均优于传统方法制备的产物，且能够实现连续化制备；(2) 针对无机材料体系，通过超重力强化水/油两相体系反应物分子及掺杂离子的混合、传质，批次产量可达克级至公斤级，所制备的纳米晶体颗粒粒径分布和分散稳定性均优于文献报道及商品化的同类材料产品，得到学术同行的高度评价和应用企业的充分肯定。

### 3. 行业服务情况（本年度与企业的合作技术开发、提供技术咨询，为企业开展技术培训，以及参加行业协会、联盟活动情况）

围绕染料行业环境污染严重、间歇操作工艺存在批量之间性能不稳定且存在安全隐患等问题，与我国染料行业排名第二大企业浙江闰土股份有限公司合作，针对硝化、氧化、烷基化等核心反应工艺以及精馏等分离工艺，合作开展超重力强化反应/分离新工艺研究，以提升反应目标产物的选择性、提高分离纯化效果，实现从根源上避免环境污染、提高产品品质、物料资源化利用以及提高过程安全性等多重目标。如超重力强化亚硝酰硫酸制备新技术，采用单台超重力反应器+单釜串联液相法新工艺代替原来的四釜串联气相法工艺，产品质量超过现有生产线水平，且从根本上避免了废气产生，具有明显的节能减排、提质增效的优势。

新冠肺炎疫情期间，口罩成为不可或缺的防控利器 and 战略物资，是保障人民群众健康的盾牌。如何在保证安全的情况下，让每一只口罩发挥最大效能，是“防疫”“复工”两大战役急需解决的关键科技问题。2020年2月以来，在中心负责人陈建峰院士的领导下，中心多位教师积极投身科技抗疫工作，用科技的力量为疫情防控做贡献。承担科技部新冠肺炎疫情应急科技攻关项目“可重复使用防护口罩关键技术及产业化”研究，发挥学科交叉专业优势，高质量完成应急科技攻关任务指标，取得了丰硕的科技抗疫成果：(1) 通过口罩熔喷层对颗粒物阻隔的多尺度数值模拟与实验研究，提出并

验证了“口罩荷电再生重复使用技术”，撰写的《口罩荷电再生重复利用技术实验报告》技术报告被中国工程院采纳并报中央领导，改项技术应用建议获得了国务院领导同志的重要批示和充分肯定，相关科普报道和视频得到工信部、新华网、中央电视台、英国工程院等广泛转载与宣传，助力缓解了2020年2-3月期间我国口罩供需矛盾；(2)根据北京市有关工作安排，王丹教授、陈建峰院士等作为起草人，制定国际首个《可重复使用民用口罩》团体标准，与企业合作研制出具有长效抗病毒功能的复合滤材及可多次使用的口罩示范产品，在北京、浙江、山东、河北、广东等地区推广应用，用户反馈使用效果良好，为疫情防控提供了科技支撑；(3)2020年9月，北京化工大学有机无机复合材料国家重点实验室获“北京市抗击新冠肺炎疫情先进集体”荣誉。

本中心负责人陈建峰院士承担中国工程院、国家自然科学基金委联合支持的咨询课题“面向2035的绿色化工科学与技术发展战略研究”，撰写完成的“面向2035的绿色化工发展技术路线图”报告，作为《中国工程科技2035发展战略研究——技术路线图卷(三)》中第12章，已交付印刷出版；与华东理工大学钱锋院士共同承担中国工程院“制造强国”重大咨询项目专题“面向2035绿色制造发展战略研究”，与中国石油天然气集团有限公司戴厚良院士共同承担中国工程院化工冶金与材料工程学部重点咨询项目“石化工业高质量发展战略研究”，与清华大学郝吉明院士等共同承担中国工程院咨询课题“长江经济带产业绿色发展战略研究”，形成相关咨询研究报告；2021年1月，工信部规划司致信北京化工大学，向本中心陈建峰院士、王丹教授等参与制造业有关咨询研究表示感谢，特别指出“撰写的报告材料，为编制（‘十四五’及中长期制造业领域）相关规划提供了重要支撑，相关材料纳入到规划中”。

### 三、学科发展与人才培养

#### 1. 支撑学科发展情况(本年度中心对学科建设的支撑作用以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况，不超过1000字)

通过超重力工程研究中心的建设，聚焦微纳直至分子尺度的传递现象和反应规律，面向分子定向反应及高效分离中的关键科学问题，基本创建了微纳尺度下分子及其聚集体的流动传递反应行为的科学描述方法，构建了从分子尺度向宏观尺度递延的跨尺度理论框架体系，开拓了“分子化学工程”前沿学科，创建了特色鲜明的超重力强化多相反应、反应结晶、反应分离等平台性新技术，为解决化工本质安全、绿色生产及高

端关键化学品的“卡脖子”问题提供科学支撑。在此过程中，培养了大批具有大化工特色、创新意识强的研究生，也培育了一批奋斗在科学前沿和创新成果工业应用主战场的青年学术骨干。通过持续地跨学科、跨领域的交叉融合、优势互补，开展基础理论-关键技术-工业应用全链条的创新研究，预计可在重大科技难题和工程应用中取得突破，持续为化学工程学科发展做出贡献。

## 2. 人才培养情况（本年度中心人才培养总体情况、研究生代表性成果、与国内外科研机构 and 行业企业开展联合培养情况，不超过 1000 字）

中心非常重视人才的培养工作，针对学生的不同情况、不同需求进行了因材施教的个性化培养。除了注重研究生的专业培养，同时也非常重视学生关于工程伦理道德的教育。每个学期对学生进行专门的安全培训，通过集体培训、单独分组讨论等对学生进行全方位的安全教育，针对不同实验室的不同情况，采用多层次管理的模式，让学生深感化工安全的重要性。依托学生党建工作与教工党支部结合，在学生中发挥党员学生的带头作用，积极做好学生的整体培养传帮带工作。

通过向化工专业学生开展专题讲座、新学期第一堂课等方式，培养与提升学生知专业、爱专业的兴趣与热情。通过一周一小会，一月一总结，一学期一大汇报的方式督促学生对于所学内容进行归纳总结。依托行业内的合作企业，为中心在读研究生提供到企业进行实习的机会，使学生能够在读书期间进行工程化教育，为未来的工程化人才培养打下良好基础。研究生代表性成果：

1) 何相磊，博士生，研究内容为 LED 封装用有机无机复合材料的制备以及性能研究。针对无机纳米填料和有机基材相容性差的问题，主动设计了多种无机纳米粒子的表面改性工艺，并利用汉森溶解度参数分析改性后纳米粒子的分散性。针对目前 LED 封装胶折射率较低的问题，设计了相容性良好的高折射率有机无机复合封装材料，并用于 LED 器件中，提升了整体器件的出光率并达到节能的效果。相关成果发表论文 6 篇，申请专利 8 项。获得 2020 年度博士研究生国家奖学金。

2) 李燕斌，博士生，研究内容为面向脱挥过程强化的旋转填充床内流动与传质性能研究。针对聚合物脱挥关键工程问题，构筑了新型圆盘分布式旋转填充床。采用 CFD 模拟和实验研究相结合，对装置内的流体流动特征进行深入研究，并根据流动的基础数据，对反应器结构进行针对性的优化设计。在此基础上，进行了超重力法脱除聚氨酯预聚体中 TDI 和低气味车用聚丙烯制备工艺开发两项应用研究，产品品质提升明



显，经济效益可观。相关成果发表论文 1 篇，申请专利 3 项。获得 2020 年度博士校长奖学金。

3) 李凌燕，硕士生，研究内容为基于皮胶原纤维的纳米发电机的研究和应用。提取并利用醛鞣革屑的皮胶原纤维，静电纺丝法制备了胶原基纳米纤维膜，可应用于摩擦纳米发电机为小型低功率器件供电和收集机械能等。在此基础上掺杂银纳米线共纺，进一步增加材料的导电性能和抗菌性能，可应用于制备柔性电子皮肤。相关成果已撰写专利 1 篇。获得 2020 年度国家奖学金。

### 3. 研究队伍建设情况(本年度中心人才引进情况, 40 岁以下青年教师培养、成长情况, 不超过 1000 字)

本中心团队人才培养及队伍建设稳定发展。每位年轻教师均承担有国家自然科学基金、重点研发计划项目、课题或子课题、国家军工项目等国家/国际重大项目，并且均承担了包括化工原理、化工热力学、化学反应工程(中/英文)、化工工艺学、化工原理课程设计、过程工程学、工程伦理学、能源与环境、环境评价等课程教学任务。在此过程中，中青年教师得到了成长。

1) 团队骨干王洁欣教授，获得中国石油和化学工业联合会“青年科技突出贡献奖”和第十届中国颗粒学会“青年颗粒学奖”；王洁欣教授面向光电信息、生物医药等战略产业需求，重点围绕高性能透明纳米分散体低成本宏量可控制备与应用科学，开展了以“科学基础-新方法-工程应用”为主线的系统创新工作。基于颗粒表面主动设计和修饰调控表面特性，利用超重力强化分子混合结晶过程的方法，有机耦合表面改性-萃取分离过程，提出超重力反应结晶-萃取分离耦合法(“超重力+”法)制备透明纳米分散体的新技术，实现了纳米颗粒尺寸、形貌、晶型、分散介质极性匹配性等的调控，创制成功高性能透明纳米复合材料、生物纳微制剂和拟均相纳米催化剂，实现了在高透明节能纳米复合膜、纳米药物制剂等中的工程应用。

2) 团队骨干孙宝昌教授，入选 2020 年度“教育部长江学者奖励计划”青年学者项目。孙宝昌教授围绕国家能源化学工业节能减排、提质增效、本质安全以及产品高端化的重大需求，针对新时期低压含硫气体深度净化和多组分污染物同时深度脱除的新挑战，提出“超重力+物理场”强化新思路，并从“科学基础-新技术-工业应用”展开了系统研究。揭示了“超重力+”装置内“三传一反”规律及强化机制，发明了系列“超重力+”新装备和含硫气体深度净化新工艺，并成功被中石油、中石化、中海油等公司采纳使用，共 17 台套，节能减排效果显著。“超重力+”新技术被中国石油和化学工业联合会评价为“装备及新工艺为国内外首创，工业应用技术指标处于国际领先

水平”。

3) 团队骨干罗勇教授, 获得 2020 年侯德榜化工科学技术青年奖、获得 2020 国家优秀青年基金。罗勇教授围绕超重力反应器工程及过程强化, 重点开展“强化机制-构效关系-反应器创制及应用”的研究工作: 提出了填料表面高强度微纳结构构筑的新策略, 揭示了其“点/线”剪切分散液体的强化机制; 阐明了超重力环境下填料/转子微观结构与传质/混合性能的构效关系及匹配方法, 显著提升了气液及液液体系的反应效果; 构建了高效超重力反应器数学模型, 实现了反应器科学放大并成功应用于 80 万吨/年液化气脱硫碱液氧化再生工程, 在中石油等累计应用 9 台/套。

4) 团队骨干王丹教授, 获得教育部霍英东教育基金会第十七届高等院校青年教师奖, 一等奖。基于光功能纳米复合材料在组分/结构上具有“多组分掺杂型和多级结构核壳型”的特点, 提出“超重力+”法制备光功能纳米分散体的新策略, 形成相关材料制备平台: (1) 针对有机材料体系, 通过超重力强化液-液不互溶体系乳化过程, 利用超重力水平的变化调控乳滴破碎-聚结平衡, 改善乳滴粒度分布, 易于制备兼具高固含(54%)和低粘度( $\sim 500 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ )性质的纳米分散体, 在相同物料比条件下, 均优于传统方法制备的产物, 且能够实现连续化制备; (2) 针对无机材料体系, 通过超重力强化水/油两相体系反应物分子及掺杂离子的混合、传质, 批次产量可达克级至公斤级, 所制备的纳米晶体颗粒粒径分布和分散稳定性均优于文献报道及商品化的同类材料产品, 得到学术同行的高度评价和应用企业的充分肯定。

#### 四、开放与运行管理

1. 主管部门、依托单位支持情况 (主管部门和依托单位本年度为中心提供建设和运行经费、科研场所和仪器设备等条件保障情况, 在学科建设、人才引进、研究生招生名额等方面给予优先支持的情况, 不超过 1000 字)

本中心在主管部门及学校的支持及中心团队的努力下, 保持比较稳定的发展。学校 2020 年以项目建设形式, 给予了超重力中心 12 万元的建设和运行费用支持。

2. 仪器设备开放共享情况 (本年度中心 30 万以上大型仪器设备的使用、开放共享情况, 研制新设备和升级改造旧设备等

方面的情况)

本中心的仪器设备按学校关于大型仪器设备的要求进行使用、开放共享。依托超重力装置的研发经验，面向高体积比、高压气液反应过程，研制了新结构超重力反应器，有望进一步提高超重力反应器的能效，拓展超重力强化技术的应用领域。

### 3. 学风建设情况(本年度中心加强学风建设的举措和成果,含讲座等情况)

2020年是特殊的一年,疫情防护新常态下,中心对于研究生的管理格外重视,停课不停学,在家不停科研工作。通过在线视频等多种形式进行学生的培养工作。

同时不断坚持学风建设。良好的学风建设是教育的根本,也是衡量教师职业道德、教学水平的重要标准。超重力中心在主任的带领及要求下,非常重视学生的学风建设。中心严格执行学校的各项学生学风建设规章制度,对于违反规定的学生严肃处理绝不姑息。

一方面中心非常重视教师的师德教育。中心主任亲自给老师们解读一些国家的方针政策。中心也借助每周教师主题教育活动,多次强调学生学风建设的重要性,给各位老师讲解相关各种学术不端的实际案例,让教师对于学风建设有着更深刻的体会,做到以身作则。通过教师对学风建设重要性认知水平的提升,再反馈到学生的培养工作中去。

另一方面,针对学生,多次、全面的进行学风建设活动。针对学校提出各种要求,要求学生端正学习态度,一年级研究生上课考试坚决不得违反学校研究生手册中的相关规定。中心规定,对于进入实验室的学生,首先进行安全教育和诚信教育的培训讲座,要求学生每人都签署诚信责任书。并通过各种真实的案例,给学生讲述学术造假所导致的严重后果,对学生进行多方面的诚信教育。同时,严格把关实验室的各项管理政策,要求学生做好实验记录,坚决不得造假。发挥党员学生、高年级研究生的带头作用,在中心建立起传帮带的良好学习氛围,坚决杜绝学术造假、学术不端行为。

### 4. 技术委员会工作情况(本年度召开技术委员会情况)

本中心在2020年12月28日在北京化工大学科技大厦1313召开了“教育部超重

力工程研究中心 2020 年度学术委员会会议”。会议议程如下：

时间	议程	主持人	
9:00-9:10	北京化工大学校领导致辞	陈建峰院士	
9:10-9:15	全体人员合影		
9:15-9:35	年度工作报告：初广文 教授（常务副主任）	谢在库院士	
9:35-9:55	学术报告：乐园 教授 超重力技术用于难溶性药物纳米制剂的临床转化		
9:55-10:15	学术报告：郑言贞 副教授 钙钛矿电池的界面调控及全空气制备工艺研究		
10:15-10:35	学术报告：张亮亮 副教授 多相反应过程强化		
10:35-10:50	休息		
10:50-11:40	中心建设规划、研讨与建议		
11:40-11:50	学术委员会主任总结		

本次学术委员会会议，对中心发展给予了肯定，并对重点发展方向的凝练给予了建设性的建议，对年轻教师的发展给予了指导。

### 五、下一年度工作计划（技术研发、成果转化、人才培养、团队建设和制度优化的总体计划，不超过 1500 字）

下一年度，中心将围绕研究方向，在科学基础、新工艺/新技术、工业应用等方面开展持续创新研究工作。并不断推进知识产权等制度和人才培养方面建设，计划如下：

(1) 持续丰富“分子化学工程”基本理论框架体系，夯实超重力技术工程应用科学基础。

通过构建理论模型、数值模拟和科学实验等研究方法，不断完善对分子传递、微观和宏观尺度的混合机理的认知，发展建立可定量模拟预测混合反应效果的模型，揭示多相体系微纳尺度上混合传递规律，形成通过强化传递进而提高多相反应选择性的科学方法。

(2) 面向制造业高质量发展重大需求，创制超重力反应强化新技术

通过建立可工程应用的耦合反应器内不同尺度的混合、流动、传递和反应特性的模拟方法，认识多相快速复杂反应过程的传递与反应速率的影响和控制机制，指导产品工程与化工绿色制造工业反应器的设计改造和优化调控，应用于纳微材料制备、精

细化工流程再造、节能环保升级改造、海洋工程等领域，实现新材料宏量可控制备，提高反应收率、实现单元过程节能降耗。

(3) 不断完善知识产权保护策略，提升国内外影响力

梳理已有专利及状态，针对性地布局发明专利，不断完善知识产权体系。在国际期刊和会议上发表 30 篇以上高水平的学术论文，培养研究生 40 名以上。

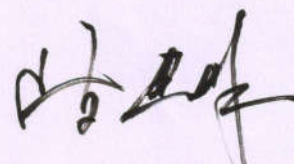
六、问题与建议（工程中心建设运行、管理和发展的的问题与建议，可向依托单位、主管单位和教育部提出整体性建议）

无。

七、审核意见（工程中心负责人、依托单位、主管单位审核并签章）

情况属实。

工程中心负责人



情况属实。

2021年3月16日



## 八、年度运行情况统计表

研究方向	研究方向 1	超重力法制备纳米材料及应用		学术带头人			
	研究方向 2	超重力反应强化		学术带头人			
	研究方向 3	超重力分离强化		学术带头人			
工程中心面积	2398.2 m <sup>2</sup>		当年新增面积		0 m <sup>2</sup>		
固定人员	23 人		流动人员		0 人		
获奖情况	国家级科技奖励	一等奖	项	二等奖	项		
	省、部级科技奖励	一等奖	2 项	二等奖	1 项		
当年项目到账总经费	1822 万元	纵向经费	870 万元	横向经费	952 万元		
当年知识产权与成果转化	专利等知识产权持有情况	有效专利	204 项	其他知识产权	3 项		
	参与标准与规范制定情况	国际/国家标准	0 项	行业/地方标准	0 项		
	以转让方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利转让		项	
		合同金额	万元	其中专利转让		万元	
		当年到账金额	万元	其中专利转让		万元	
	以许可方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利许可		项	
		合同金额	万元	其中专利许可		万元	
		当年到账金额	万元	其中专利许可		万元	
	以作价投资方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利作价		项	
		作价金额	万元	其中专利作价		万元	
产学研合作情况	技术开发、咨询、服务项目合同数	13 项	技术开发、咨询、服务项目合同金额		778 万元		
当年服务情况	技术咨询	4 次		培训服务		5 人次	
学科发展与人才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	化学工程与技术	学科 2	环境工程	学科 3	
	研究生培养	在读博士	45 人		在读硕士		280 人
		当年毕业博士	15 人		当年毕业硕士		110 人
学科建设 (当年情况)	承担本科课程	860 学时	承担研究生课程	65 学时	大专院校教材 部		
研究队伍建设	科技人才	教授	19 人	副教授	4 人		讲师 0 人
	访问学者	国内		0 人	国外		0 人
	博士后	本年度进站博士后		0 人	本年度出站博士后		1 人