

附件

# 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：**生物炼制教育部工程中心

**所属技术领域：**化工、冶金与材料

**工程中心主任：**谭天伟

**工程中心联系人/联系电话：**张栩 13126604680

**依托单位名称：**北京化工大学

2020年3月19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）

生物炼制教育部工程中心以发展生物炼制产业替代石油资源为战略目标，研究微生物物质代谢过程，发现并利用生物质转化的途径与规律，发展重要平台化合物与生物能源生产的细胞工厂，推动高效生物炼制技术的重大突破，为逐步减少石油资源消耗、实现经济增长模式的重组，进行自主技术创新，研制具有自主知识产权的系列生物炼制技术并产业化，在短时期内形成生物炼制研究方面的国家级骨干力量，为企业提供技术支持，为我国的新型工业化道路做出积极的贡献。

中心立足于在绿色生物制造方面的雄厚优势，致力于打造国际知名的生物炼制中心，主要的研究方向：

（1）突破非粮原料利用技术，提高工业微生物对秸秆、木薯等非粮原料的利用能力

重点突破非粮复杂原料高效预处理共性技术；非粮生物质的糖化技术，水解副产物及残渣中的木质素高值利用新技术；纤维素丁醇的先进发酵工艺和高产丁醇梭菌的高效培育技术；开发废弃物综合利用技术，建立生物炼制的技术平台，提高生物质利用的技术水平与综合效益。

（2）非粮油脂定向分子设计合成生物柴油技术

重点研究以米糠油加工过程产生的酸化油为原料的低品位油脂定向分子设计合成生物柴油技术，研发新型生物催化剂改造、制备和成型关键技术，突破生物物质的高效酶催化工艺和连续生产的高效反应器构建。建立连续无污染生产生物柴油的绿色工艺；突破生物柴油产品的高值化及综合利用关键技术。

（3）生物质发酵过程优化与能量优化技术

研究同步糖化与微生物发酵耦合技术（SSF）、反应分离耦合技术、高效有机醇分离工艺等。对现有生物反应器结构进行优化，研究规模放大技术，在大型生物反应器中应用计算流体力学和化工过程能量优化与耦合技术，节省能量，提高反应效率；开

展新型的高密度、高粘度生物反应器的研制，以提高发酵产率，降低原材料和能量消耗；提高传质、传热效率，探索环境变化对细胞生理的刺激及生物学代谢途径的变化，建立适合于生物细胞生长代谢的多参数检测、分析和控制模型，发展符合细胞代谢需要的动力学和控制模型。建立面向节能减排的化工过程强化和系统集成的关键共性技术及应用，显著提高产业技术水平。

#### (4) 高效生物分离与过程强化技术

研究工业废弃物或低值生物质原料的高值转化技术。研究生物产品的分离介质制备，过程强化以及反应-分离耦合等系统工程技术，实现大规模过程的控制与优化；大力推进膜材料与装备的研制，通过膜材料设计及膜结构调控，提高膜分离的选择性，开发具有可控孔径尺寸、孔径分布、孔径结构、电荷特性的低成本、抗污染分离膜，建立膜产品的规模化制备技术和装备。用自主开发的膜取代进口膜，实现生物过程工业中膜设备的国产化

#### (5) 污染物减排和清洁生产技术

研究生物反应阶段和生物分离阶段最优化的组合，从整个过程出发降低成本；研究原料、能源和各种资源的综合利用，研究不同尺度设备的匹配，避免由于设备容量和运行预测不准确造成的损失；研究整个过程的绿色或清洁性，降低水的用量，消除或最大限度地减少废气、废液、废渣的产生，或通过各种资源再生的技术实现废气、废液、废渣的循环及综合利用。

2020 年度，特别是上半年由于疫情的原因，中心工作的开展受到影响，随着疫情的控制，中心工作人员的共同努力，在重大化工产品的颠覆性绿色生物制造路线构建和低值原料绿色化原创性路线设计方面取得较大进展。

采用固相合成新技术生产聚天冬氨酸，天冬氨酸转化率>95%，分子量在 8000-100000 道尔顿范围内可控，生产过程绿色，无任何三废排放。分子量 8000 左右聚天冬氨酸应用于肥料增效剂，生产含聚天冬氨酸尿素（又名多肽尿素，增效尿素等）增加肥料企业收入的同时，减少氮素的流失。取得了良好的经济效益和社会效益。高分子量的聚天冬氨酸用于合成聚氨基酸保水剂，吸水倍率高达自重的 500 倍（纯水）和 200 倍（自来水）。产品在新疆生产建设兵团开展 100 亩以上的大田实验，在节水 10-20%的条件下，红枣、棉花不减产，优果率提高 16%，增收提高 20%。取得了良好的经济效益和社会效益。

## 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)

中心立足于在绿色生物制造方面的雄厚研究优势，致力于打造国际知名的生物炼制中心，在重大化工产品的颠覆性绿色生物制造路线构建和低值原料绿色化原创性路线设计方面具有核心优势。

围绕重大化工产品的绿色生物制造，打造了高效生物催化剂的分子机制与设计平台技术，利用生物信息学和计算生物学技术整合各种组学数据，建立工业生产菌株的代谢网络和调控网络模型；解析了重要化合物生物合成的分子机制，为高效催化过程的设计提供理论和方法基础。

河北青龙县为丹参主要产地，但是青龙丹参加工简单粗放、产品单一，附加值低，缺乏高科技水平的医药产品。工程中心经过大量筛选工作首次发现了丹参的脂溶性二萜菲醌类活性成分具有极强的抗变异链球菌活性。2020 年依托该项目申报了河北省科技厅重点研发计划项目，并获得 50 万元经费支持。目前与华北制药联合开展相关实验，拟进一步开发丹参系列化妆品，提升丹参的经济价值。通过研发青龙丹参高附加值医药制品，可以扩展销售渠道和知名度。此外，项目所用材料为丹参中药饮片加工过程的下脚料，对于促进资源有效利用，增加就业和农民收入，促进产业升级和发展地方经济具有重要的推动作用。

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）

### 1、天然橡胶生物质资源综合利用

针对云南省橡胶产业相关资源，特别是天然橡胶生物质资源未得到高效开发利用的现状，在云南省开展了天然橡胶生物质资源高值化利用及关键生产技术开发、橡胶树籽高值化综合利用关键技术及产业化示范相关工程研究项目。相关研究成果在省内企业中进行了产业化示范。橡胶籽高值化综合利用新工艺已依托企业于云南省西双版纳州完成生产示范，并建成 1 条万吨级橡胶籽精深加工生产线，开发橡胶籽油和橡胶籽多肽新产品 2 个，并均已经实现上市销售。同时，针对天然橡胶木等生物质资源开发了 1 条预处理制糖工艺，为实现橡胶木质资源的高值化利用奠定了基础。

### 2、聚氨基酸工程化与推广应用

采用固相合成新技术生产聚天冬氨酸，天冬氨酸转化率>95%，分子量在 8000-100000 道尔顿范围内可控，生产过程绿色，无任何三废排放。分子量 8000 左右聚天冬氨酸应用于肥料增效剂，生产含聚天冬氨酸尿素（又名多肽尿素，增效尿素等）增加肥料企业收入的同时，减少氮素的流失。取得了良好的经济效益和社会效益。高分子量的聚天冬氨酸用于合成聚氨基酸保水剂，吸水倍率高达自重的 500 倍（纯水）和 200 倍（自来水）。产品在新疆生产建设兵团开展 100 亩以上的大田实验，在节水 10-20%的条件下，红枣、棉花不减产，优果率提高 16%，增收提高 20%。取得了良好的经济效益和社会效益。

### 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）

中心积极与本领域内相关企业合作，深度参与技术开发，为企业发展提供项目咨询，推动相关技术落地转化。本年度，中心先后与多家企业签署技术服务合同和技术开发合同 8 项，总额达 412 万元，解决了部分企业的发展瓶颈问题，有效推动了企业的原始创新，为领域发展注入了活力。

2020 年 7 月，中心主任谭天伟院士赴秦皇岛市，就工程中心与秦皇岛市加强校地合作、促进成果转化等工作进行专项推进，与秦皇岛市合作企业进行洽谈。积极配合好教育部在青龙县的科技扶贫工作，助力青龙县滨海升华有限公司在獾油产品深加工等方面积极开展科学研究和推广应用等。还分别与中国-阿拉伯化肥有限公司、河北省中薯集团、宝硕集团、秦皇岛通益生物有限公司分别就土壤保水剂的合作、甘薯产品综合利用、蜂蜜相关产品的深加工等项目进行了研讨交流。要进一步创新思路，拓宽渠道，多措并举，继续加大科技成果孵化和转化力度，推动一批重大科技成果在秦皇岛市转化落地，尽快在秦皇岛市形成示范性产业化项目。

2020 年 9 月，中心主任谭天伟院士担任大会主席的 2020 中国可再生能源学术大会在云南省昆明市召开。大会以“绿色能源·创新引领”为主题，对“十四五”可再生能源发展趋势进行研判探讨、政策解读，交流前沿技术创新发展趋势。形成了《云南绿色能源高质量发展报告》研究报告，聚焦云南绿色能源发展的难题、重点与机遇，提出战略目标及重大技术创新、重点工程示范和政策支撑等具体实施实践路径和政策建议，为云南绿色能源全产业链高质量发展和全国能源转型与能源绿色发展提供参考。

## 三、学科发展与人才培养

采用固相合成新技术生产聚天冬氨酸，天冬氨酸转化率>95%，分子量在 8000-100000 道尔顿范围内可控，生产过程绿色，无任何三废排放。分子量 8000 左右聚天冬氨酸应用于肥料增效剂，生产含聚天冬氨酸尿素（又名多肽尿素，增效尿素等）增加肥料企业收入的同时，减少氮素的流失。取得了良好的经济效益和社会效益。高分子量的聚天冬氨酸用于合成聚氨基酸保水剂，吸水倍率高达自重的 500 倍（纯水）和 200 倍（自来水）。产品在新疆生产建设兵团开展 100 亩以上的大田实验，在节水 10-20%的条件下，红枣、棉花不减产，优果率提高 16%，增收提高 20%。取得了良好的经济效益和社会效益。

### 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）

中心积极与本领域内相关企业合作，深度参与技术开发，为企业发展提供项目咨询，推动相关技术落地转化。本年度，中心先后与多家企业签署技术服务合同和技术开发合同 8 项，总额达 412 万元，解决了部分企业的发展瓶颈问题，有效推动了企业的原始创新，为领域发展注入了活力。

2020 年 7 月，中心主任谭天伟院士赴秦皇岛市，就工程中心与秦皇岛市加强校地合作、促进成果转化等工作进行专项推进，与秦皇岛市合作企业进行洽谈。积极配合好教育部在青龙县的科技扶贫工作，助力青龙县滨海升华有限公司在獾油产品深加工等方面积极开展科学研究和推广应用等。还分别与中国-阿拉伯化肥有限公司、河北省中薯集团、宝硕集团、秦皇岛通益生物有限公司分别就土壤保水剂的合作、甘薯产品综合利用、蜂蜜相关产品的深加工等项目进行了研讨交流。要进一步创新思路，拓宽渠道，多措并举，继续加大科技成果孵化和转化力度，推动一批重大科技成果在秦皇岛市转化落地，尽快在秦皇岛市形成示范性产业化项目。

2020 年 9 月，中心主任谭天伟院士担任大会主席的 2020 中国可再生能源学术大会在云南省昆明市召开。大会以“绿色能源·创新引领”为主题，对“十四五”可再生能源发展趋势进行研判探讨、政策解读，交流前沿技术创新发展趋势。形成了《云南绿色能源高质量发展报告》研究报告，聚焦云南绿色能源发展的难题、重点与机遇，提出战略目标及重大技术创新、重点工程示范和政策支撑等具体实施实践路径和政策建议，为云南绿色能源全产业链高质量发展和全国能源转型与能源绿色发展提供参考。

## 三、学科发展与人才培养

中心坚持“引进和培养相结合，以培养为主”的方针，形成了一支学术水平高、结构合理、富有创新精神的专业人才队伍。目前中心拥有工作人员 30 人，包括中国工程院院士 1 人，教育部长江学者奖励计划 1 人，国家杰出青年基金获得者 2 人，新世纪人才 3 人，海外兼职教授和特聘专家 4 人，如 Jens Nielsen、Jan Baeyens、毕晓涛院士、和刘世界。Jens Nielsen 入选中国工程院外籍院士，Jan Baeyens 入选高被引科学家，毕晓涛院士获得获得国家友谊奖提名。

研发中心立足多学科交叉与融合，通过强强联合，打造国际化合作交流平台，强化产学研协同育人，打造创新创业人才培养平台，中心多名教授获得中国化工学会 2020 年侯德榜化工科学技术奖，李群生教授获得成就奖，秦培勇教授获得创新奖，吕永琴教授获得青年奖。

中心年轻教师刘子鹤副教授为第一作者，在国际顶级学术期刊《Nature Catalysis》发表了题为《Third-generation biorefineries as the means to produce fuels and chemicals from CO<sub>2</sub>》的文章。通讯作者是中心主任谭天伟院士和兼职教授延斯·尼尔森院士，该论文融合生物炼制和合成生物学的现有进展和技术，创新性提出第三代生物炼制（Third-Generation Biorefineries）。第三代生物炼制旨在利用大气中的 CO<sub>2</sub> 及绿色清洁能源（光、废气中的无机化合物、光电、风电等）进行绿色生物制造。相较于以粮食等高效碳源为原料的第一代生物炼制和以不可食用和/或木质纤维素生物质为原料的第二代生物炼制，第三代生物炼制会降低原料处理成本、减少对食物和水等资源的需求等，进一步推进可持续的清洁绿色生物制造，发展和建立以低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济模式。

## 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）

无运行经费和招生名额方面的支持。

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)

中心配备有高性能计算机群、催化剂测试设备、全二维气-质联用色谱、高通量筛选平台、液质联用、流式细胞仪、原子力显微镜和扫描电子显微镜等多种高精密仪器；建有逐级放大发酵系统、智能发酵系统、太阳能干燥装置及百吨级发酵/酶催化中试平台；中心在秦皇岛经济技术开发区，拥有按国家标准建造的 1500 平米标准厂房，并通过了环保、消防、劳动安全设施等各方面验收，建有千吨级生物炼制系统和百吨级生物油加氢中试系统。以上设施都对外进行开放，运行正常。

### 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)

中心着重从学术诚信、学术探索精神和开拓创新能力方面加强学风建设；通过制作网站、视频、在报纸、杂志及新媒体撰文等方式加强学风建设宣传；采用定期举办讲座、开展内部交流等方式提高学风建设水平；同时鼓励研究生积极参加线上和线下的学术交流活动。

### 4. 技术委员会工作情况(本年度召开技术委员会情况)

技术委员会是工程中心的技术咨询机构，主要负责审议有关工程中心研究开发工作计划、评价工程设计实验方案、解决重大科学技术问题，提出科研成果转化为生产力过程中的重大措施、以及提供技术经济咨询及市场信息等。

2020 年 12 月，在湖南长沙，通过线下与线上结合方式召开了技术委员会年会，会议对中心正在承担项目的进展情况进行咨询讨论，并确定了下一步组织实施的方案希望能按预期目标完成一些示范项目。

## 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)

2021年是“十四五计划”的开局之年，中心将以生物能源及生物基化学品相关任务为工作重心，进一步提升中心的管理水平；充分利用平台资源和人才优势，紧紧围绕生物炼制科研团队建设和科研水平的提升，不断申报和引进项目，广纳人才，逐步把中心建设成为能源生物炼制的研究、推广、应用中心和人才培养中心。

2021年，中心将重点研究木质纤维基、油脂基和含碳气体的生化转化，研发重要生化产品，特别是生物醇、高能量密度烯烃和酯基化合物的制备及分离工艺。在木质纤维基原料转化方面，拟构建高效纤维解聚糖化途径，通过引入多官能团协同、催化解聚等概念，合理设计“木质素优先”路线，探究木质纤维的断键机制，显著降低纤维糖平台的酶制剂成本、三废排放和能耗。通过组学研究，构建多菌协同转化途径，理性设计低成本耐水催化剂，实现戊糖己糖共转化。以膜分离、精馏系统为基础，进一步探索生物基化学品的下游纯化和分离技术；开发若干重点醇类化合物的生化转化-分离耦合平台，研究耦合过程的强化机制，并开发相关生物-化学催化级联技术，丰富生物炼制产品链。此外，针对木质素单体的生化加氢过程和转化途径进行研究。在油脂基原料转化方面，优先开发脂肪酸加氢脱氧、生物基增塑剂、生物基润滑油等技术，并实现新型生物基增塑剂的产业示范。拟对含碳气体，特别是针对合成气、CO<sub>2</sub>等的生化转化进行探索，强化一碳气体的光电催化、生化催化转化，打通“一锅法”制备多碳平台化合物的转化途径。

**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）**

缺少实验室面积和研究生招生名额支持。

**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。

情况属实。

工程中心负责人签字 谭天伟



依托单位盖章

## 八、年度运行情况统计表

研究方向	研究方向 1	生物基化学品	学术带头人		谭天伟	
	研究方向 2	生物能源	学术带头人		秦培勇	
	研究方向 3	生化过程强化	学术带头人		张栩	
工程中心面积	5000 m <sup>2</sup>		当年新增面积		0 m <sup>2</sup>	
固定人员	30 人		流动人员		5 人	
获奖情况	国家级科技奖励	一等奖	0 项	二等奖	0 项	
	省、部级科技奖励	一等奖	2 项	二等奖	0 项	
当年项目到账总经费	3320.76 万元	纵向经费	2908.76 万元	横向经费	412 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	56 项	其他知识产权	0 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	0 项	其中专利转让		0 项
		合同金额	0 万元	其中专利转让		0 万元
		当年到账金额	0 万元	其中专利转让		0 万元
	以许可方式转化科技成果	合同项数	0 项	其中专利许可		0 项
		合同金额	0 万元	其中专利许可		0 万元
		当年到账金额	0 万元	其中专利许可		0 万元
	以作价投资方式转化科技成果	合同项数	0 项	其中专利作价		0 项
		作价金额	0 万元	其中专利作价		0 万元
	产学研合作情况	技术开发、咨询、服务项目合同数	8 项	技术开发、咨询、服务项目合同金额		412 万元

当年服务情况		技术咨询		3次		培训服务		0人次	
学科发展与人才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	生物工程	学科 2	化学工程与技术	学科 3	轻工技术与工程		
	研究生培养	在读博士	22人		在读硕士		76人		
		当年毕业博士	5人		当年毕业硕士		28人		
	学科建设 (当年情况)	承担本科课程	576学时	承担研究生课程	164学时	承担本科课程	576学时		
研究队伍建设	科技人才	教授	8人	副教授	5人	讲师	4人		
	访问学者	国内		0人	国外		0人		
	博士后	本年度进站博士后		2人	本年度出站博士后		0人		