

批准立项年份	2011
通过验收年份	2015

教育部重点实验室年度报告

(2019年1月——2019年12月)

实验室名称：工业生物催化教育部重点实验室

实验室主任：刘铮

实验室联系人/联系电话：邢新会/13901324869

实验室联系人 E-mail 地址：xhxing@tsinghua.edu.cn

依托单位名称 (盖章)：清华大学

依托单位联系人/联系电话：许文迪/62770216

依托单位联系人 E-mail 地址：xuwendi@tsinghua.edu.cn

2020年3月10日填报

填写说明

一、年度报告中各项指标只统计当年产生的数据，起止时间为1月1日至12月31日。年度报告的表格行数可据实调整，不设附件，请做好相关成果支撑材料的存档工作。年度报告经依托高校考核通过后，于次年3月31日前在实验室网站公开。

二、“研究水平与贡献”栏中，各项统计数据均为本年度由实验室人员在本实验室完成的重大科研成果，以及通过国内外合作研究取得的重要成果。其中：

1. “论文与专著”栏中，成果署名须有实验室。专著指正式出版的学术著作，不包括译著、论文集等。未正式发表的论文、专著不得统计。

2. “奖励”栏中，取奖项排名最靠前的实验室人员，按照其排名计算系数。系数计算方式为： $1/\text{实验室最靠前人员排名}$ 。例如：在某奖项的获奖人员中，排名最靠前的实验室人员为第一完成人，则系数为1；若排名最靠前的为第二完成人，则系数为 $1/2=0.5$ 。实验室在年度内获某项奖励多次的，系数累加计算。部委（省）级奖指部委（省）级对应国家科学技术奖相应系列奖。一个成果若获两级奖励，填报最高级者。未正式批准的奖励不统计。

3. “承担任务研究经费”指本年度内实验室实际到账的研究经费、运行补助费和设备更新费。

4. “发明专利与成果转化”栏中，某些行业批准的具有知识产权意义的国家级证书（如：新医药、新农药、新软件证书等）视同发明专利填报。国内外同内容专利不得重复统计。

5. “标准与规范”指参与制定国家标准、行业/地方标准的数量。

三、“研究队伍建设”栏中：

1. 除特别说明统计年度数据外，均统计相关类型人员总数。固定人员指高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员；流动人员指访问学者、博士后研究人员等。

2. “40岁以下”是指截至当年年底，不超过40周岁。

3. “科技人才”和“国际学术机构任职”栏，只统计固定人员。

4. “国际学术机构任职”指在国际学术组织和学术刊物任职情况。

四、“开放与运行管理”栏中：

1. “承办学术会议”包括国际学术会议和国内学术会议。其中，国内学术会议是指由主管部门或全国性一级学会批准的学术会议。

2. “国际合作项目”包括实验室承担的自然科学基金委、科技部、外专局等部门主管的国际科技合作项目，参与的国际重大科技合作计划/工程（如：ITER、CERN等）项目研究，以及双方单位之间正式签订协议书的国际合作项目。

一、简表

实验室名称		工业生物催化教育部重点实验室				
研究方向 (据实增删)		研究方向 1	工业生物催化剂构建技术			
		研究方向 2	工业生物催化过程强化			
		研究方向 3	工业生物催化系统集成			
实验室主任	姓名	刘铮	研究方向	工业生物催化过程强化		
	出生日期	1964 年 6 月	职称	教授	出生日期	1964 年 6 月
实验室副主任 (据实增删)	姓名	邢新会	研究方向	工业生物催化剂构建技术		
	出生日期	1963 年 11 月	职称	教授	出生日期	1963 年 11 月
学术委员会主任	姓名	林章凇	研究方向	工业生物催化剂构建技术		
	出生日期	1967 年 6 月	职称	教授	出生日期	1967 年 6 月
研究水平 与贡献	论文与专著	发表论文	SCI	46 篇	EI	4 篇
		科技专著	国内出版	部	国外出版	部
	奖励	国家自然科学奖	一等奖	项	二等奖	项
		国家技术发明奖	一等奖	项	二等奖	项
		国家科学技术进步奖	一等奖	项	二等奖	项
		省、部级科技奖励	一等奖	1 项	二等奖	项
	项目到账总经费	3573 万元	纵向经费	1135 万元	横向经费	2438 万元
	发明专利与成果转化	发明专利	申请数	14 项	授权数	16 项
		成果转化	转化数	2 项	转化总经费	265 万元
标准与规范	国家标准	5 项	行业/地方标准	项		
研究队伍建设	科技人才	实验室固定人员	35 人	实验室流动人员	17 人	
		院士	1 人	千人计划	长期 人 短期 人	

	长江学者	特聘 2 人 讲座 人	国家杰出青年基金	3 人
	青年长江	2 人	国家优秀青年基金	1 人
	青年千人计划	人	其他国家、省部级 人才计划	9 人
	自然科学基金委创新群体	个	科技部重点领域创新团队	个
国际学术 机构任职 (据实增删)	姓名	任职机构或组织		职务
	邢新会	Journal of Bioscience and Bioengineering		执行编辑
	陈国强	Journal of Biotechnology		副主编
	陈国强	Microbial Cell Factories		副主编
	陈国强	Biotechnology journal		副主编
	陈国强	Synthetic and Systems Biotechnology		副主编
	邢新会	Biochemical Engineering Journal		副主编
	卢元	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology		副主编
	陈国强	Metabolic engineering		编委
	陈国强	ACS Synthetic Biology		编委
	陈国强	Current Opinions in Biotechnology		编委
	陈国强	Applied Microbiology and Biotechnology		编委
	陈国强	Biomacromolecules		编委
	陈国强	Biomaterials		编委
	陈国强	Microbial Biotechnology		编委
	陈国强	Metabolic Engineering Communications		编委
	陈国强	Plos One		学术编委
	陈国强	Advanced Biosystems		编委
	陈国强	Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology		编委

		陈国强	Engineering Biology	编委	
		陈国强	Asia-pacific Biotech News	编委	
		邢新会	Enzyme and Microbial Technology	编委	
		邢新会	Journal of Biotechnology	编委	
		邢新会	Food Sciences and Human wellness	编委	
		邢新会	Industrial Biotechnology	编委	
		刘铮	ACS Industrial & Engineering Chemistry Research	顾问编委	
		刘铮	Bioprocess and Biosystems Engineering	编委	
		程易	Green Processing and Synthesis	编委	
		程易	International Journal of Chemical Reaction Engineering	顾问编委	
		刘德华	Biofuels	编委	
		戈钧	Applied Biochemistry and Biotechnology	编委	
		于慧敏	American Journal of Bioscience and Bioengineering	编委	
		杜伟	Journal of Engineering	编委	
		张翀	Journal of Bioscience and Bioengineering	执行编辑	
		于慧敏	Biotechnology Notes	副主编	
		卢元	Biotechnology Notes	编委	
		卢滇楠	Biotechnology Notes	编委	
		赵雪冰	Biofuel,Biopproduct and Biorefinery	编委	
		赵雪冰	International Journal of Polymer Science	客座编辑	
		赵雪冰	Recent Innovations in Chemical Engineering	编委	
	访问学者	国内	0 人	国外	0 人
	博士后	本年度进站博士后	3 人	本年度出站博士后	6 人

学科发展与人才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	生物化工	学科 2	化学工程	学科 3	微生物学
	研究生培养	在读博士生		82 人	在读硕士生		30 人
	承担本科课程	1056 学时			承担研究生课程		352 学时
	大专院校教材	2 部					
开放与运行管理	承办学术会议	国际	6 次		国内 (含港澳台)	1 次	
	年度新增国际合作项目				4 项		
	实验室面积	3286 M ²		实验室网址	ibc.tsinghua.edu.cn		
	主管部门年度经费投入	(直属高校不填)万元		依托单位年度经费投入		120 万元	

二、研究水平与贡献

1、主要研究成果与贡献

结合研究方向，简要概述本年度实验室取得的重要研究成果与进展，包括论文和专著、标准和规范、发明专利、仪器研发方法创新、政策咨询、基础性工作等。总结实验室对国家战略需求、地方经济社会发展、行业产业科技创新的贡献，以及产生的社会影响和效益。

实验室发挥清华大学的多学科优势，围绕工业生物技术产业的核心需求和技术难点开展原创性工作，并努力推进成果示范应用；服务国家需求，突破产业瓶颈，引领学科发展，培育一流人才，为我国生物技术产业和一带一路战略提供技术和人才支持。本年度内在酶催化剂基础研究以及金属-酶催化系统构建等方面继续取得原创性基础研究成果；细胞酶催化剂和无细胞合成系统开发平台进一步完善；气相酶催化的活性和应用取得突破。在数据驱动微生物细胞工厂的构建的基础方面取得重要突破，构建出多个合成专用化学平台和细胞工厂平台；高通量微生物育种技术与装备进一步完善，应用进一步拓展，获得轻工工业联合会技术发明一等奖；“下一代工业生物技术”系统继续完善，解决了发酵工业中含盐废水的循环和下游产品回收的重大问题，进一步丰富了下一代工业生物技术的理论和实践。

1) 高通量生物育种技术与装备方面

本实验室从 2008 年开始研制基于新型大气压射频辉光放电等离子体发生系统的常温等离子体 (ARTP) 技术。在此基础上进一步发展了基于液滴微流控的微生物 (单细胞) 区室化培养 (MMC) 技术，并成功实现上述技术装备化。2019 年，ARTP 诱变育种技术与装备研制及其应用获得国轻工业联合会技术发明一等奖。为我国发酵行业提升菌种选育能力、参与国际产业竞争提供了关键技术支撑。在前述工作基础上，本年度进一步系统揭示 ARTP 诱变产生质粒基因双链断裂及其细胞内修复过程；并结合微流控微生物培养系统 (MMC) 开展合成甲基菌的诱变及自动化高通量进化方法研究，以降低其对糖利用的依赖性。继续推进 ARTP 诱变技术在农业育种领域的应用合作，获得了遗传稳定的鱼类突变库。在国家自然科学基金委仪器专项支持下，完成微生物微液滴培养仪的研发工作，设备实现产业化并销售 20 余台；制定《微生物诱变操作规范》等 5 项国家标准 (报批稿)。

2) 人工细胞工厂构建方面

围绕**细胞基因型与表型(生长性能/生产水平/底物利用)的关系**的研究主题，利用高通量技术实现海量基因型信息与特定表型关联；利用 FACS-seq 高通量分析技术研究细菌吡啶合成关键感受器 tnaC 的动态分子机制。在《Nature Chemical Biology》(DOI:10.1038/s41589-019-0430-3) 发表文章，将流式分选-测序 (FACS-seq) 方法引入前导肽类调控元件的高通量表征和机制研究中，首次利用该方法采集深度突变扫描数据用于动力学过程的解析，从而发现了 tnaC 响应过程的关键中间态，并由此建立了描述 tnaC 响应完整动力学过程的数学模型。该发现对于深入理解吡啶信号分子合成调控的分子机制，以及指导对于这一类生物传感器的工程改造具有重要意义。提出了高通量未知功能基因挖掘及基因精准编辑方法结合的研究范式，开展下一代谷氨酸棒状杆菌细胞工厂系统创制技术研究，并获得基金委重点项目立项支持。

构建高效细胞工厂合成化学品。利用重组谷氨酸棒杆菌合成糖胺聚糖：将透明质酸合

成代谢网络简要划分为葡萄糖转化和丙酮酸代谢两个核心模块，实现了透明质酸合成途径强化、糖酵解途径弱化、磷酸戊糖途径阻断、乳酸和乙酸合成途径敲除及 TCA 循环弱化，重构了细胞生长和透明质酸合成、副产物积累的代谢途径，透明质酸产量 28.8 g/L。进一步在谷氨酸棒杆菌中异源表达来自大肠杆菌 K4 的软骨素聚合酶 KfoC、UDP-葡萄糖脱氢酶 KfoF 和差向异构酶 KfoA，实现了重组谷氨酸棒杆菌胞内合成软骨素，产量达到 2.5g/L。枯草芽孢杆菌高效合成生物活性素：从基因调控层面上实现了无芽孢枯草芽孢杆菌高效合成 C14、C15 长链脂肪酸组分的新型表面活性素分子，实现了表面活性素分子中氨基酸（Cys）的引入与替换。开展 1,5-戊二醇非天然合成途径的从头设计与机理研究，构建出一种重组微生物合成 1,5-戊二醇。

3) 工业酶催化剂的构建方面

在酶催化基础理论研究领域，将 Markov 模型用于阐释酶催化过程的多路径，并通过量化计算和大数据辅助，对脂肪酶为代表的体系提出了人工改造策略，目前正在进行实验验证的相关工作。

在纳米酶催化剂构建及其应用方面，提出了酶催化剂工程改造新策略，利用化学结构及其效应调控酶分子催化微环境，深入阐述了化学结构及效应的影响机制，为高效酶催化剂设计提供了理论基础。开发了可控合成酶-亚纳米金属复合催化剂新方法，利用尺寸效应提高金属催化剂活性，利用邻近效应提高酶和金属催化耦合效率，构建了较低温度下具有高级联催化效率的酶-亚纳米金属复合催化剂，搭建了酶催化和多相催化间的桥梁；相关研究发表与 Nature Catalysis(2019,10)和 Nature Communications (2019,2:718)。基于上述方法，构建酶-金属耦合催化新路线用于手性药物分子一步合成；开发了基于细胞内酶催化的单细胞内代谢物原位检测新方法。

在气相酶催化剂构建和应用方面取得突破：开发出氧化石墨烯作酶的载体，显著提高脂肪酶的气相酶催化方面活性，相关研究发表于 Nature Communications (2019,10:2684)。对于氧化石墨烯对酶的结构和催化特性开展了分子模拟研究，结果显示了氧化石墨烯构建的微环境使得脂肪酶的结构柔性提高，促进了其催化活性的提升。氧化石墨烯对脂肪酶的结构和催化性能的影响机制研究前期有关气相酶催化的实验结果发表在本年度，

在细胞催化剂的开发和强化方面，红球菌细胞催化平台进一步发展和完善：成功建立了基于三质粒系统的红球菌 CRISPR-Cas9 基因组编辑方法，可以实现目标基因的敲除、插入和替换。在红球菌尿素诱导启动机制研究中，发现了三个调控蛋白，首次提出了红球菌尿素诱导机理的可能机制。基于红球菌具有良好的有机溶剂耐受性和尿素诱导高表达外源酶的特性，致力于以红球菌为普适性的平台宿主研究。正在进行以红球菌细胞为催化剂合成活性药物中间体的研究工作，致力于抗艾滋病药物度鲁特韦(Dolutegravir)、抗癌药（依鲁替尼）、降血糖药（阿格列汀）降血脂药物氟伐他汀(Fluvastatin)和阿托伐他汀(Atorvastatin)等手性中间体的红球菌催化合成。

在高效无细胞合成体系构建和应用方面，以原核或真核细胞为底盘，构建可直接操纵蛋白质翻译过程的高效无细胞合成体系，实现蛋白质复合体结构的精确构筑。以复合蛋白类病毒颗粒、复合酶等为研究对象，通过控制调节离子和氧化还原环境，同步实现蛋白合成、颗粒组装和二硫键形成，最终获得高量、精准组装和稳定的复合蛋白，并证明了该方法的普适性。发展了高效无细胞合成体系将非天然氨基酸嵌入蛋白质的新方法，突破了传统细胞表达体系存在的细胞膜屏障问题，且可人工直接控制翻译机器，将所有资源专用于非天然氨基酸在目标蛋白质的嵌入。利用无细胞合成体系，快速设计和筛选非天然翻译正交体系（非天然密码子/tRNA/氨基酸/氨酰-tRNA 合成酶/核糖体/延伸因子/释放因子），

以建立理性设计原则，实现了不同种类非天然氨基酸的高效嵌入。

4) 基于嗜盐微生物的连续发酵菌种与技术方面

常规工业微生物的生产过程存在耗用淡水量大、染菌风险大而灭菌耗能高、产物终浓度低而分离成本高，过程操作复杂且不连续劣势。本实验室研究发现嗜盐菌 *Halomonas bluephagenesis* TD01 可以在中浓度氯化钠和 pH 8-10 的营养液中快速生长，为解决上述问题提供了契机。由此提出基于嗜盐菌的下一代工业生物技术体系的概念并开展了系统工作。在前期构建的菌种和发酵工艺的基础上，本年度进一步解决了发酵工业中含盐废水的循环和下游产品回收的重大问题，进一步丰富了下一代工业生物技术的理论和实践。

5) 低品位生物资转化与利用方面

酶法催化生物柴油与发酵法生产 1,3-丙二醇联产关键技术应用继续拓广。与马来西亚棕油总署 (MPOB) 的合作取得实质性进展，联合启迪清洁能源集团与 MPOB 签署了三方首期合作项目——棕油基生物柴油在中国的适应性研究，为酶法生物柴油技术在马来西亚的产业化示范打下了基础。

继续开展木质纤维素化学和生物转化生产生物燃料和化学品的过程开发和基础原理研究，重点围绕木质纤维素的超微结构特性对其生物转化的影响进行分析，从微观、介观和宏观尺度上解析木质纤维素生物转化的多尺度效应及过程强化策略。基于木质纤维素组分的结构特性和转化特点，采用化学和生物转化技术，延伸木质纤维素产品链，提高产品附加值；进一步深化温和条件下木质纤维素联产乙醇和电能的新技术，以及直接木质素燃料电池与氧化还原液流电池相耦合的产电-储能新概念，通过构建氧化还原电子传递链，开发了在更为宽泛的酸碱度范围内可以有效将木质纤维素转化为电能的新技术。

本年度发表 SCI 论文 46 篇，申请专利 14 项，授权专利 16 项（其中 1 项国际专利），获得国轻工业联合会技术发明一等奖一项，科技成果转化 2 项，具体如下：

发表论文：

- [1] Wang, TM; Zheng, X; Ji, HN; Wang, TL; Xing, XH; Zhang, C; Dynamics of transcription-translation coordination tune bacterial indole signaling. Nat. Chem. Biol., DOI:10.1038/s41589-019-0430-3
- [2] Ma, GJ; Dai, LM; Liu, DH; Du, W; Integrated Production of Biodiesel and Concentration of Polyunsaturated Fatty Acid in Glycerides Through Effective Enzymatic Catalysis. Front. Bioeng. Biotechnol., 2019, 7:, DOI:10.3389/fbioe.2019.00393
- [3] Chen, YK; Zhu, QF; Dong, XZ; Huang, WW; Du, CY; Lu, DN; How *Serratia marcescens* HB-4 absorbs cadmium and its implication on phytoremediation. Ecotox. Environ. Safe., 2019, 185:25425-, DOI:10.1016/j.ecoenv.2019.109723
- [4] Fu, ZW; Xu, WN; Chen, G; Wang, ZY; Lu, DN; Wu, JZ; Liu, Z; Molecular dynamics simulations reveal how graphene oxide stabilizes and activates lipase in an anhydrous gas. Phys. Chem. Chem. Phys., 2019, 21:22108-25430, DOI:10.1039/c9cp05271b
- [5] Cao, YF; Li, XY; Xiong, JR; Wang, LC; Yan, LT; Ge, J; Investigating the origin of high efficiency in confined multienzyme catalysis. Nanoscale, 2019, 11:-22117, DOI:10.1039/c9nr07381g
- [6] Zheng, Y; Meng, FK; Zhu, ZH; Wei, WJ; Sun, Z; Chen, JC; Yu, B; Lou, CB; Chen, GQ; A tight cold-inducible switch built by coupling thermosensitive transcriptional and proteolytic regulatory parts. Nucleic Acids Res., 2019, 47:528-, DOI:10.1093/nar/gkz785

- [7] Yong, Y; Ouyang, PK; Wu, JZ; Liu, Z; A Diffusion-Reaction Model for One-Pot Synthesis of Chemicals with Enzyme Cascades. *ChemCatChem*, 2020, 12:662-535, DOI:10.1002/cctc.201901161
- [8] Ma, CX; Tan, ZL; Lin, Y; Han, SY; Xing, XH; Zhang, C; Gel microdroplet-based high-throughput screening for directed evolution of xylanase-producing *Pichia pastoris*. *J. Biosci. Bioeng.*, 2019, 128:1096-668, DOI:10.1016/j.jbiosc.2019.05.008
- [9] Zhang, P; Wang, JQ; Ding, XW; Lin, J; Jiang, H; Zhou, HJ; Lu, Y; Exploration of the Tolerance Ability of a Cell-Free Biosynthesis System to Toxic Substances. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 2019, 189:-1107, DOI:10.1007/s12010-019-03039-5
- [10] Zhang, JZ; Cai, D; Qin, YL; Liu, DH; Zhao, XB; High value-added monomer chemicals and functional bio-based materials derived from polymeric components of lignocellulose by organosolv fractionation. *Biofuels Bioprod. Biorefining*, , :18582-, DOI:10.1002/bbb.2057
- [11] Wang, KD; Wu, C; Wang, F; Jing, N; Jiang, GQ; Co/Co₃O₄ Nanoparticles Coupled with Hollow Nanoporous Carbon Polyhedrons for the Enhanced Electrochemical Sensing of Acetaminophen. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 2019, 7:-18592, DOI:10.1021/acssuschemeng.9b04813
- [12] Wu, XL; Yue, H; Zhang, YY; Gao, XY; Li, XY; Wang, LC; Cao, YF; Hou, M; An, HX; Zhang, L; Li, S; Ma, JY; Lin, H; Fu, YA; Gu, HK; Lou, WY; Wei, W; Zare, RN; Ge, J; Packaging and delivering enzymes by amorphous metal-organic frameworks. *Nat. Commun.*, 2019, 10:1461-, DOI:10.1038/s41467-019-13153-x
- [13] Wang, MM; Qi, WJ; Xu, HP; Yu, HM; Zhang, SL; Shen, ZY; Affinity-binding immobilization of d-amino acid oxidase on mesoporous silica by a silica-specific peptide. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 2019, 46:31284-1467, DOI:10.1007/s10295-019-02210-5
- [14] Lin, M; Tan, J; Xu, ZB; Huang, J; Tian, Y; Chen, B; Wu, YD; Tong, Y; Zhu, YS; Computational design of enhanced detoxification activity of a zearalenone lactonase from *Clonostachys rosea* in acidic medium. *RSC Adv.*, 2019, 9:2203-31295, DOI:10.1039/c9ra04964a
- [15] Lin, YC; Zou, XZ; Zheng, YH; Cai, YZ; Dai, JB; Improving Chromosome Synthesis with a Semiquantitative Phenotypic Assay and Refined Assembly Strategy. *ACS Synth. Biol.*, 2019, 8:229-2211, DOI:10.1021/acssynbio.8b00505
- [16] Zhao, XB; Liu, DH; Multi-products co-production improves the economic feasibility of cellulosic ethanol: A case of Formiline pretreatment-based biorefining. *Appl. Energy*, 2019, 250:3233-244, DOI:10.1016/j.apenergy.2019.05.045
- [17] Yu, LP; Zhang, X; Wei, DX; Wu, B; Jiang, XR; Chen, GQ; Highly Efficient Fluorescent Material Based on Rare-Earth-Modified Polyhydroxyalkanoates. *Biomacromolecules*, 2019, 20:3303-3241, DOI:10.1021/acs.biomac.8b01722
- [18] Zhang, X; Li, ZH; Che, XM; Yu, LP; Jia, WY; Shen, R; Chen, JC; Ma, YM; Chen, GQ; Synthesis and Characterization of Polyhydroxyalkanoate Organo/Hydrogels. *Biomacromolecules*, 2019, 20:276-3312, DOI:10.1021/acs.biomac.9b00479
- [19] Cheng, FY; Yu, HM; Stephanopoulos, G; Engineering *Corynebacterium glutamicum* for high-titer biosynthesis of hyaluronic acid. *Metab. Eng.*, 2019, 55:-289, DOI:10.1016/j.ymben.2019.07.003
- [20] Li, XY; Cao, X; Xiong, JR; Ge, J; Enzyme-Metal Hybrid Catalysts for Chemoenzymatic Reactions. *Small*, , :2467-, DOI:10.1002/smll.201902751
- [21] Wang, XR; Ou, G; Zhou, K; Wang, XQ; Wang, LC; Zhang, XY; Feng, Y; Bai, YP; Wu, H; Xu, ZP; Ge, J; Targeted Heating of Enzyme Systems Based on Photothermal Materials. *ChemBioChem*, 2019, 20:718-2473, DOI:10.1002/cbic.201900267
- [22] Li, XY; Cao, YF; Luo, K; Sun, YZ; Xiong, JR; Wang, LC; Liu, Z; Li, J; Ma, JY; Ge, J; Xiao, H; Zare, RN; Highly active enzyme-metal nanohybrids synthesized in protein-polymer conjugates. *Nat. Catal.*, 2019, 2:13357-725, DOI:10.1038/s41929-019-0305-8
- [23] Guo, MZ; Hu, XJ; Yang, F; Jiao, S; Wang, YJ; Zhao, HY; Luo, GS; Yu, HM; Mixing Performance and Application of a Three-Dimensional Serpentine Microchannel Reactor with a Periodic Vortex-Inducing Structure. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2019, 58:78-13365,

- DOI:10.1021/acs.iecr.9b01573
- [24] Zhang, P; Feng, HB; Yang, JZ; Jiang, H; Zhou, HJ; Lu, Y; Detection of inorganic ions and organic molecules with cell-free biosensing systems. *J. Biotechnol.*, 2019, 300:9759-86, DOI:10.1016/j.jbiotec.2019.05.011
- [25] Abe, S; Ito, N; Maity, B; Lu, CL; Lu, DN; Ueno, T; Coordination design of cadmium ions at the 4-fold axis channel of the apo-ferritin cage. *Dalton Trans.*, 2019, 48:69-9764, DOI:10.1039/c9dt00609e
- [26] Chen, Y; Chen, XY; Du, HT; Zhang, X; Ma, YM; Chen, JC; Ye, JW; Jiang, XR; Chen, GQ; Chromosome engineering of the TCA cycle in *Halomonas bluephagenesis* for production of copolymers of 3-hydroxybutyrate and 3-hydroxyvalerate (PHBV). *Metab. Eng.*, 2019, 54:117-82, DOI:10.1016/j.ymben.2019.03.006
- [27] Shen, R; Ning, ZY; Lan, YX; Chen, JC; Chen, GQ; Manipulation of polyhydroxyalkanoate granular sizes in *Halomonas bluephagenesis*. *Metab. Eng.*, 2019, 54:-126, DOI:10.1016/j.ymben.2019.03.011
- [28] Xu, WN; Fu, ZW; Chen, G; Wang, ZY; Jian, YP; Zhang, YF; Jiang, GQ; Lu, DN; Wu, JZ; Liu, Z; Graphene oxide enabled long-term enzymatic transesterification in an anhydrous gas flux. *Nat. Commun.*, 2019, 10:177-, DOI:10.1038/s41467-019-10686-z
- [29] Xing, YF; He, D; Wang, Y; Zeng, W; Zhang, C; Lu, Y; Su, N; Kong, YH; Xing, XH; Chemical constituents, biological functions and pharmacological effects for comprehensive utilization of *Eucommia ulmoides* Oliver. *Food Sci. Human Wellness*, 2019, 8:1439-188, DOI:10.1016/j.fshw.2019.03.013
- [30] Hu, XY; Lu, DN; Intensification of chemical separation engineering by nanostructured channels and nanofluidics: From theories to applications. *Chin. J. Chem. Eng.*, 2019, 27:39-1448, DOI:10.1016/j.cjche.2019.02.005
- [31] Tang, LJ; Yang, J; Chen, J; Zhang, J; Yu, HM; Shen, ZY; Design of salt-bridge cyclization peptide tags for stability and activity enhancement of enzymes. *Process Biochem.*, 2019, 81:-47, DOI:10.1016/j.procbio.2019.03.002
- [32] Gao, W; Cho, E; Liu, YY; Lu, Y; Advances and Challenges in Cell-Free Incorporation of Unnatural Amino Acids Into Proteins. *Front. Pharmacol.*, 2019, 10:-, DOI:10.3389/fphar.2019.00611
- [33] Tan, ZL; Zheng, X; Wu, YA; Jian, XJ; Xing, XH; Zhang, C; In vivo continuous evolution of metabolic pathways for chemical production. *Microb. Cell. Fact.*, 2019, 18:1067-, DOI:10.1186/s12934-019-1132-y
- [34] Yao, Y; Zhang, WH; Zhang, M; Jin, SH; Guo, YY; Zu, YM; Ren, K; Wang, K; Chen, GQ; Lou, CB; Wu, Q; A Direct RNA-to-RNA Replication System for Enhanced Gene Expression in Bacteria. *ACS Synth. Biol.*, 2019, 8:-1078, DOI:10.1021/acssynbio.8b00521
- [35] Hou, JL; Zhang, XY; Wang, GX; Sun, ZH; Du, W; Zhao, YX; Si, F; Wang, LY; Xing, XH; Wang, YF; Novel breeding approach for Japanese flounder using atmosphere and room temperature plasma mutagenesis tool. *BMC Genomics*, 2019, 20:49-, DOI:10.1186/s12864-019-5681-6
- [36] Liang, YX; Jiao, S; Wang, MM; Yu, HM; Shen, ZY; Overexpression of epoxide hydrolase in *Rhodococcus ruber* with high robustness for the synthesis of chiral epichlorohydrin. *Process Biochem.*, 2019, 79:805-56, DOI:10.1016/j.procbio.2018.12.023
- [37] Ling, C; Qiao, GQ; Shuai, BW; Song, KN; Yao, WX; Jiang, XR; Chen, GQ; Engineering self-flocculating *Halomonas campaniensis* for wastewaterless open and continuous fermentation. *Biotechnol. Bioeng.*, 2019, 116:392-815, DOI:10.1002/bit.26897
- [38] Cheng, FY; Luozhong, SJ; Yu, HM; Guo, ZG; Biosynthesis of Chondroitin in Engineered *Corynebacterium glutamicum*. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 2019, 29:587-400, DOI:10.4014/jmb.1810.10062
- [39] Zhong, WQ; Zhang, Y; Wu, WJ; Liu, DH; Chen, Z; Metabolic Engineering of a Homoserine-Derived Non-Natural Pathway for the De Novo Production of 1,3-Propanediol from Glucose. *ACS Synth. Biol.*, 2019, 8:77-595, DOI:10.1021/acssynbio.9b00003

- [40] Wu, WJ; Zhang, Y; Liu, DH; Chen, Z; Efficient mining of natural NADH-utilizing dehydrogenases enables systematic cofactor engineering of lysine synthesis pathway of *Corynebacterium glutamicum*. *Metab. Eng.*, 2019, 52:1927-86, DOI:10.1016/j.ymben.2018.11.006
- [41] Yong, Y; Qiao, MY; Chiu, A; Fuchs, S; Liu, QS; Pardo, Y; Worobo, R; Liu, Z; Ma, ML; Conformal Hydrogel Coatings on Catheters To Reduce Biofouling. *Langmuir*, 2019, 35:251-1934, DOI:10.1021/acs.langmuir.8b03074
- [42] Wang, MM; Yu, HM; Shen, ZY; Antisense RNA-Based Strategy for Enhancing Surfactin Production in *Bacillus subtilis* TS1726 via Overexpression of the Unconventional Biotin Carboxylase II To Enhance ACCase Activity. *ACS Synth. Biol.*, 2019, 8:618-256, DOI:10.1021/acssynbio.8b00459
- [43] Che, XM; Wei, DX; Chen, GQ; Superhydrophobic Polyhydroxyalkanoates: Preparation and Applications. *Biomacromolecules*, 2019, 20:645-624, DOI:10.1021/acs.biomac.8b01176
- [44] Yao, H; Wu, LP; Chen, GQ; Synthesis and Characterization of Electroconductive PHA-graft-Graphene Nanocomposites. *Biomacromolecules*, 2019, 20:13868-652, DOI:10.1021/acs.biomac.8b01257
- [45] Xue, J; Huang, XQ; Zhu, YS; Using molecular dynamics simulations to evaluate active designs of cephradine hydrolase by molecular mechanics/Poisson-Boltzmann surface area and molecular mechanics/generalized Born surface area methods. *RSC Adv.*, 2019, 9:-13877, DOI:10.1039/c9ra02406a
- [46] O'Day, E; Hosta-Rigau, L; Oyarzun, DA; Okano, H; de Lorenzo, V; von Kameke, C; Alsafar, H; Cao, C; Chen, GQ; Ji, WZ; Roberts, RJ; Ronaghi, M; Yeung, K; Zhang, F; Lee, SY; Are We There Yet? How and When Specific Biotechnologies Will Improve Human Health. *Biotechnol. J.*, 2019, 14:-, DOI:10.1002/biot.201800195

申请专利

- [1] 陈国强;凌晨.一种循环利用废水连续发酵培养微生物的方法及其所用具有自凝絮和自沉降特性的细菌.中国发明专利.CN109486710A.20190319
- [2] 陈国强;欧阳鹏飞;郭瑛瑛;毅万;李天;兰陆红.一种利用血红蛋白提高发酵细胞密度的方法.中国发明专利.CN105349561B.20190205
- [3] 陈国强;李梦怡;陈祥斌.一种微生物生产短中链聚羟基脂肪酸共聚物的方法.中国发明专利.CN109266597A.20190125
- [4] 陈国强;蒋笑然;王颖;吴弘;谭丹.一种通过增大细菌体积而增加微生物胞内内含物积累量的方法.中国发明专利.CN105331568B.20190104
- [5] 于慧敏, 成方宇.一种高产透明质酸的重组菌及其构建方法与应用.中国发明专利.201910495504.8. .2019.6.10
- [6] 张建安, 吴晶, 程可可, 刘宏娟, 周玉杰.微生物高效催化 5-羟甲基糠醛生产 2,5-呋喃二甲醇的方法.中国发明专利.2019103330294.2019.5.,27
- [7] 张建安, 吴晶, 周玉杰, 刘宏娟.生产 2,3-丁二醇和有机酸的菌株和方法.中国发明专利.2019101949859.2019.3.14
- [8] 赵雪冰; 戴玲妹; 刘德华.秸秆原料联产纤维素材料、糠醛和木质素的方法.中国发明专利.2019105498459.20190624
- [9] 于慧敏; 王苗苗; 许春梦.一种强化脂肽合成的基因工程菌构建与应用.中国发明专利.2019105492895.20190624
- [10] 张敏莲; 王婧.基于液滴和体相观测的豆腐制作条件确定方法及制作方法.中国发明专利.2019105376112.20190620

- [11] 于慧敏; 成方宇.一种高产透明质酸的重组谷氨酸棒杆菌及其构建方法与应用.中国发明专利.2019104955048.20190610
- [12] 戈钧; 侯淼.一种蛋白质与无定形金属有机骨架复合物及其制备方法.中国发明专利.2019103847188.20190509
- [13] 戈钧; 张原宇; 吴晓玲.基于新型酶-无定形金属有机骨架复合物的活细胞胞内葡萄糖浓度的检测方法.中国发明专利.2019103841872.20190509
- [14] 杜伟; 戴玲妹; 刘德华.添加可分解性铵盐提高酶促油脂制备生物柴油的工艺.中国发明专利.2019100068187.20190104

授权专利

- [1] 陈振; 刘德华, 产 3-羟基丙酸的重组谷氨酸棒杆菌、其构建方法及应用. 中国发明专利, 2016104749704, 授权时间 20190805
- [2] 杜伟; 戴玲妹; 刘德华, 油脂联产生物柴油和多元不饱和脂肪酸酯. 中国发明专利, 2016105295408, 授权时间 20190403
- [3] 刘德华; 杜伟; 朱罗乐, 酶促油脂制备生物柴油过程中的在线脱水和降酸工艺. 中国发明专利, 201510004985X, 授权时间 20190211
- [4] 邢新会; 王怡; 季洋; 张翀; 常智杰, 去抗凝肝素衍生物. 中国发明专利, 2018101004690, 授权时间 20190723
- [5] 邢新会; 朱文明; 张翀, 黏液的采集装置. 中国发明专利, 2017209950437, 授权时间 20190926
- [6] 邢新会; 张翀; 和建伟, 一种产氢污泥复性方法. 中国发明专利, 2016108839076, 授权时间 20190213
- [7] 邢新会; 王成华; 张翀, 一种黄嘌呤脱氢酶截断体及其应用. 中国发明专利, 2015100482757, 授权时间 20190507
- [8] 邢新会; 王成华; 张翀, 一种黄嘌呤脱氢酶及其编码基因与应用. 中国发明专利, 2014107648405, 授权时间 20190202
- [9] 于慧敏; 孙继哲; 陈杰; 罗晖; 沈忠耀, 双基因敲除重组红球菌、构建方法及其应用. 中国发明专利, 201510946072X, 授权时间 20191204
- [10] 朱玉山; 黄小强; 何金文, 头孢拉定合成酶突变体及其编码基因. 中国发明专利, 201710451848X, 授权时间 20190808
- [11] 朱玉山; 田野; 黄小强, 头孢菌素酰化酶突变体及其编码基因与应用. 中国发明专利, 2016105156316, 授权时间 20190507
- [12] 陈国强; 蒋笑然; 王颖; 吴弘; 谭丹, 一种通过增大细菌体积而增加微生物胞内内含物积累量的方法. 中国发明专利, 2014102607752, 授权时间 20190104
- [13] 陈国强; 郭瑛瑛; 李天, 一种提高维生素 B12 产量重组菌的构建方法及其应用. 中国发明专利, 2014106452695, 授权时间 20190712
- [14] 陈国强; 欧阳鹏飞; 郭瑛瑛; 毅万; 李天; 兰陆红, 一种利用血红蛋白提高发酵细胞密度的方法. 中国发明专利, 2015108454543, 授权时间 20190205
- [15] 张建安, 程可可, 林樟楠, 周玉杰, 严翔, 吴晶, 刘宏娟, 王根宇, 制备丁醇的系统及其应用. 中国发明专利, ZL2016110641415, 授权时间 2019.6.5
- [16] 蒋国强; 张健涛; 于常军; 丁海川, Apparatus and method for absorbing and mineralizing carbon dioxide. 美国专利, 美国 US15/276218, 授权时间 20190118

获得奖励:

邢新会、李和平、张翀、王立言、薛正莲、韩祎君. 清华大学、洛阳华清天木生物科技有限公司、无锡源清天木生物科技有限公司、安徽工程大学、内蒙古神舟生物科技有限责任公司. 常压室温等离子体 (ARTP) 诱变育种技术与装备研制及其应用. 中国轻工业联合会技术发明奖一等奖, 2019.

科技成果转化:

- [1] 完成人: 刘德华, 杜伟, 赵雪冰, 戴琳妹, 等. 成果名称: 脂肪酶催化生物柴油相关技术 (含 2 项专利技术, 专利权人清华大学), 转化方式及金额: 作价 132 万元, 占股 39.2% 成立 北京启迪德清生物能源有限公司, 转化 (合同) 日期 (2019.5)
- [2] 完成人: 蒋国强, 丁富新, 等. 成果名称: 二氧化碳矿化综合利用工艺和关键设备 (含 5 项专利, 共同专利权人清华大学, 占 50%), 转化方式及金额: 作价 133 万元, 置换自然人丁海川持有的原初科技 (北京) 有限公司的 10.5% 的股份, 转化 (合同) 日期 (2019.10)

2、承担科研任务

概述实验室本年度科研任务总体情况。

本年度新增科研项目 34 项: 其中, 新增国家科技部重点研发计划专项 (合成生物学专项) 4 项 (项目牵头 2 项, 子课题负责 2 项), 负责项目经费共计 5433 万元; 新增重点研发计划-创新特区项目 1 项, 新增国家重点研发计划子课题 2 项; 新增国家自然科学基金委重点项目 1 项, 面上类项目 6 项, 负责项目经费共计 597 万元; 新增重大横向合作 (含国际合作, 100 万以上) 项目 8 项, 合同额 1336 万元。

本年度在研科研项目 (不含新增) 32 项, 其中纵向项目 15 项, 累计经费 3465 万元, 横向项目 17 项, 合同额 3515 万元。

本年度到账经费 3573 万元, 其中纵向项目到账经费 1135 万元, 横向项目到款 2438 万元。

请选择本年度内主要重点任务填写以下信息:

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费 (万元)	类别
1	微生物合成聚羟基脂肪酸酯的机制	31430003	陈国强	2014.1.1-2019.12.31	325	自然科学基金重点
2	抗体-低分子量肝素偶联物治疗炎症性肠炎的创新药物设计及给药途径选择	20161351224	邢新会	2016.10-2019.9	166	自然科学基金委国际合作
3	海水代替淡水制造生物塑料和应用技术	21761132013	陈国强	2018.1-2020.12	199	自然科学基金国际(地区)合作与交流项目
4	面向绿色合成的纳米酶催化剂的分子工程与过程工程基础研究	20151310551	刘铮	2016.1-2020.12	250.8	自然科学基金委重点国际(地区)合作研究项目

5	高通量微生物进化仪的研制	20161310536	邢新会	2017.1-2020.12	631.79	自然科学基金委重大科研仪器设备研制专项
6	下一代谷氨酸棒状杆菌细胞工厂系统创制技术	20191310516	邢新会	2020/1/1-2024/12/31	300	基金委重点项目
7	指纹识别	20194242088	卢元	2019/7/1-2022/6/30	450	重点研发计划-创新特区项目
8	设计与开发	20184242136	张翀	2018/12/1-2020/12/31	150	重点研发计划-创新特区项目
9	有机碳一原料高效利用和转化人工合成细胞的构建	20191230450	邢新会	2019/7/1-2024/6/30	2334	重点研发计划
10	先进非细胞生物合成系统酶元件设计及超稳酶库建立	20191251088	卢元	2019/7/1-2024/6/30	633	重点研发计划
11	人工多细胞体系功能调控、重构与强化	20191250633	于慧敏	2019/7/1-2024/6/30	600	重点研发计划
12	有机碳一原料生物利用元件库及人工分子机器创建	20191240451	邢新会	2019/7/1-2024/6/30	560	重点研发计划
13	生物-化学复合纳米催化剂体系应用基础研究	20161240677	戈钧	2016.7-2021.6	500	重点研发计划
14	生物育种过程控制与检测技术标准研究	20161251145	张翀	2016.7-2019.6	290	重点研发计划
15	重组谷氨酸棒杆菌发酵高产透明质酸产业化技术	20182000904	于慧敏	2018/6/5-2023/8/8	800	重大横向合作
16	高性能红球菌细胞催化剂高效合成丙烯酰胺	20182001871	于慧敏	2018/12/10-2021/12/10	500	重大横向合作
17	1,3-丙二醇绿色合成生物技术及产业化		刘德华	2016.12.1-2019.11.30	351	重大横向合作
18	基因工程枯草芽孢杆菌制备脂肽表面活性剂	20182001216	于慧敏	2018/7/30-2023/12/30	300	重大横向合作
19	高产 1,3-丙二醇的重组谷氨酸棒杆菌的开发		陈振	2017.7.1-2020.6.30	300	重大横向合作
20	北京金鲵紫康生物科技有限公司	20192000421	邢新会	2019/3/1-2020/3/8	300	重大横向合作
21	重组谷氨酸棒杆菌发酵高产透明质酸技术	20182000905	于慧敏	2018/6/5-2019/12/30	200	重大横向合作
22	基因工程红球菌生物催化高产丙烯酰胺技术	20182001797	于慧敏	2018/11/15-2020/3/31	200	重大横向合作
23	好氧-厌氧微生物反复耦合处理污水新工艺		邢新会	2015.1.8-2024.9.29	200	重大横向合作
24	发酵法生产 1,3-丙二醇相关专利技术		刘德华	2015.4.1-2024.12.31	200	重大横向合作
25	新疆红枣生物活性成分的提取与生物学功能研究	20192000168	刘铮	2020/3/31-2020/1/31	150	重大横向合作

注：请依次以国家重大科技专项、“973”计划（973）、“863”计划（863）、国家自然科学基金（面上、重点和重大、创新研究群体计划、杰出青年基金、重大科研计划）、国家科技（攻关）、国防重大、国际合作、省部重大科技计划、重大横向合作等为序填写，并在类别栏中注明。只统计项目/课题负责人是实验室人员的任务信息。只填写所牵头负责的项目或课题。**若该项目或课题为某项目的子课题或子任务，请在名称后加*号标注。**

三、研究队伍建设

1、各研究方向及研究队伍

研究方向	学术带头人	主要骨干
1 工业生物催化剂构建技术	邢新会	李春, 戈均, 张翀, 卢元, 李强, 陈振, 朱玉山, 李强, 吴琼, 王怡
2 工业生物催化过程强化	刘铮	于慧敏, 程易, 卢滇楠, 赵雪冰, 杜伟, 蒋国强
3 工业生物催化系统集成	陈国强	杨万泰, 刘德华, 张建安, 吴赴清, 胡山鹰, 陈定江

2.本年度固定人员情况

序号	姓名	类型	性别	学位	职称	年龄	在实验室工作年限
1	刘 铮	研究人员	男	博士	教授	55	2012.1-至今
2	邢新会	研究人员	男	博士	教授	56	2012.1-至今
3	杨万泰	研究人员	男	博士	院士	65	2019.7 至今
4	陈国强	研究人员	男	博士	教授	56	2012.1-至今
5	刘德华	研究人员	男	博士	教授	57	2012.1-至今
6	李 春	研究人员	男	博士	教授	49	2019.10-至今
7	于慧敏	研究人员	女	博士	教授	46	2012.1-至今
8	杨振忠	研究人员	男	博士	教授	51	2019.7-至今
9	程 易	研究人员	男	博士	教授	49	2012.1-至今
10	胡山鹰	研究人员	男	博士	教授	54	2012.1-至今
11	杜 伟	研究人员	女	博士	副教授	44	2012.1-至今
12	李 强	研究人员	男	博士	副教授	57	2012.1-至今
13	吴赴清	研究人员	男	博士	副教授	38	2019.1-至今
14	朱玉山	研究人员	男	博士	副教授	48	2012.1-至今
15	卢滇楠	研究人员	男	博士	副教授	41	2012.1-至今
16	戈 钧	研究人员	男	博士	副教授	37	2012.1-至今
17	张 翀	研究人员	男	博士	副教授	40	2012.1-至今
18	吴 琼	研究人员	男	博士	副教授	46	2012.1-至今
19	赵雪冰	研究人员	男	博士	副教授	38	2012.1-至今

序号	姓名	类型	性别	学位	职称	年龄	在实验室工作年限
20	陈 振	研究人员	男	博士	副教授	36	2012.1-至今
21	蒋国强	研究人员	男	博士	副教授	42	2012.1-至今
22	张建安	研究人员	男	博士	副教授	56	2012.1-至今
23	刘宏娟	研究人员	女	博士	副教授	43	2012.1-至今
24	张敏莲	研究人员	女	博士	副教授	46	2012.1-至今
25	陈定江	研究人员	男	博士	副教授	44	2012.1-至今
26	卢 元	研究人员	男	博士	助理教授	36	2016.8-至今
27	王 怡	研究人员	女	博士	助研	35	2018.12-至今
28	戴玲妹	研究人员	女	硕士	高工	44	2012.1-至今
29	周玉杰	研究人员	女	博士	高工	45	2012.1-至今
30	花秀夫	技术人员	男	博士	高工	39	2018.1-至今
31	刘华娟	技术人员	女	硕士	工程师	32	2015.10-至今
32	苏 楠	技术人员	男	博士	工程师	36	2015.6-至今
33	陈亚奎	技术人员	女	硕士	工程师	29	2018.6-至今
34	徐粲然	技术人员	女	硕士	工程师	30	2018.3-至今
35	吕化南	管理人员	男	本科	工程师	32	2018.4-至今

注：（1）固定人员包括研究人员、技术人员、管理人员三种类型，应为所在高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员。（2）“在实验室工作年限”栏中填写实验室工作的聘期。

3、本年度流动人员情况

序号	姓名	类型	性别	年龄	职称	国别	工作单位	在实验室工作期限
1	何东	博士后	男	33	中级	中国	清华大学化工系	2016.9-至今
2	周斌	博士后	男	30	中级	中国	清华大学化工系	2017.5-至今
3	曹逊	博士后	男	28	中级	中国	清华大学化工系	2017.9-至今
4	张敬芝	博士后	女	32	中级	中国	清华大学化工系	2017.10-至今
5	马一鸣	博士后	男	27	中级	中国	清华大学生命学院	2017.7-至今
6	AHMED ELSAYED IBRAHIM GOMAA	博士后	男	33	中级	埃及	清华大学化工系	2018.1-至今
7	王洛洋	博士后	男	28	中级	中国	清华大学化工系	2018.1-至今

序号	姓名	类型	性别	年龄	职称	国别	工作单位	在实验室工作期限
8	KHAN MUHAMMAD	博士后	男	30	中级	巴基斯坦	清华大学化工系	2018.1-至今
9	张会敏	博士后	女	34	中级	中国	清华大学化工系	2018.1-至今
10	梁咏诗	博士后	男	31	中级	中国	清华大学化工系	2018.3-至今
11	王会姣	博士后	女	28	中级	中国	清华大学化工系	2018.7-至今
12	管纪鹏	博士后	男	29	中级	中国	清华大学化工系	2018.9-至今
13	周自圆	博士后	女	27	中级	中国	清华大学化工系	2018.9-至今
14	许可	博士后	男	35	中级	中国	清华大学化工系	2018.11-至今
15	李付龙	博士后	男	29	中级	中国	清华大学化工系	2019.7-至今
16	李璐	博士后	女	28	中级	中国	清华大学化工系	2019.9-至今
17	廖锡豪	博士后	男	28	中级	中国	清华大学化工系	2019.9-至今

注：（1）流动人员包括“博士后研究人员、访问学者、其他”三种类型，请按照以上三种类型进行人员排序。（2）在“实验室工作期限”在实验室工作的协议起止时间。

四、学科发展与人才培养

1、学科发展

简述实验室所依托学科的年度发展情况，包括科学研究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。

实验室依托的生物化工学科是国家重点学科。实验室生物催化剂工程、生物催化过程工程、生物催化系统集成等重点研究领域是清华大学生物化工学科的主要学科方向。本实验室整合上述研究力量，形成了特点研究团队，推动了上述研究方向的积极发展；作为清华大学化学工程一级重点学科的重要支撑，为清华化工学科的发展做出积极贡献，清华大学化工工程学科在 2012-2019 年 QS 的全球排名中始终位列全球前 20，2019 年位列 11，是国内唯一进入 QS 前 20 的化学工程学科。

实验室人才和队伍建设为学科发展提供有力支持，本年度引进了杨万泰院士和杨振忠教授（杰青），和两位，极大地提升实验室在工业生物技术系统集成等方面的研究实力，引进李春教授（杰青），提升实验室在催化剂构建核心领域的研究能力。张翀老师获得青年长江学者项目支持；陈国强教授获得 2019 年国际代谢工程学会“Xueming ZHAO”奖；邢新会教授获得国际生物过程学会（The International Bioprocessing Association, IBA）会士奖（Fellow Award）；

积极推进推动学科交叉和新兴建设。本实验室作为清华大学系统与合成生物学研究中心（校级研究中心，中心主任陈国强、执行主任林章凛均为本实验室成员）的主要单位，与信息国家实验室、生命学院、化学系以及清华长庚医院等单位相关研究力

量，在合成生物学方向紧密合作，以期在医学应用和工业等方面取得具有国际影响力的重要学术成果，并积极推动科研成果产业化。在国家重点研发计划“合成生物学”重点专项中，本实验室成员牵头项目 2 项，主持 4 个课题，清华经费 2644 万元。

依托“发展中国家杰出青年科学家来华工作计划”和“中拉青年科学家交流计划”培训；主办了两期针对发展中国家的气候变化与清洁能源培训班，培训来自拉丁美洲、非洲和亚洲等 20 多个发展中国家的 56 名学者，为这些国家的生物化工学科和产业发展提供了人才支持，产生了深远的国际影响。

2、科教融合推动教学发展

简要介绍实验室人员承担依托单位教学任务情况，主要包括开设主讲课程、编写教材、教改项目、教学成果等，以及将本领域前沿研究情况、实验室科研成果转化为教学资源的情况。

主讲本科生课 21 门，包括《生物化学》、《生物化工基础》、《化工热力学》（国家精品课）、《化工原理》（北京市精品课）等核心课程，本年度授课 1056 学时；研究生课 16 门，本年度授课 352 学时。负责清华大学教改项目 1 项（“清华—东工大研究生联合培养项目”创新发展项目，邢新会）。编写出版教材一部：李春、卢元等，《合成生物学》，化学工业出版社，2019。翻译国外教一部材：Harold·H.Schobert 著，赵雪冰，郑宗明 译. 化石燃料与生物燃料化学. 中国水利水电, 2019-05-01。

在化工实验课“挑战性“教学模式研究改革项目中，加强实验课程中的“因材施教”力度，开展“问题-解决”模式教学活动，提出“代谢物生物传感器”、“微液滴恒化培养仪”、“未培养微生物单细胞液滴喷墨打印机”等挑战性实验课题，重点培养学生综合分析与解决问题能力，在高新技术领域发展前沿科技意识与技术创新能力，取得显著的教学成果。

积极将实验室前沿研究成果转化为教学资源：①将紫色杆菌素的改造及发酵培养项目研究成果转化为本科生生物化工实验课程的一个大实验，包含上下游过程，并有许多需要学生设计的过程，提高的生物化工实验课程的趣味性和挑战性②基于工业微生物菌种改造成果，在《工业微生物及应用》课程中引入基础实验与探索实验，内容源自贴近生活和科技前沿的题材。基础实验从普通原料出发，设计乙醇发酵、乳酸发酵、土壤微生物分离与鉴定等实验让学生了解奇妙的微生物反应过程；探索实验通过让学生自主设计生物酶催化藻油、地沟油、鱼油等不同油脂原料制备生物柴油和富集多不饱和脂肪酸的实验过程，进一步增加学生对工业微生物实际应用的探索。

3、人才培养

(1) 人才培养总体情况

简述实验室人才培养的代表性举措和效果，包括跨学科、跨院系的人才交流和培养，与国内、国际科研机构或企业联合培养创新人才等。

清华大学化学工程本科教育 2015 年通过了美国工程技术认证委员会（ABET）的

认证，本实验室和生物化工学科是重要组成部分。基于 ABET 的课程和教育质量管理体系将进一步保证人才培养的质量。

努力培养基础扎实、创新力强、具有国际视野和工程实践能力的高水平研究生。

积极推进在人才培养领域的国际交流合作。实施“清华—东工大研究生联合培养项目”创新发展教改项目，探索国际化培养的新模式，本年度通过该项目互派学生 3 名；TKT“亚洲校园”项目（清华大学-东京工业大学-韩国技术研究院）入选首批亚洲校园试点项目，为研究生提供在上述两所学校联合培养和短期交流的机会；清华大学设立博士研究生短期交流资助项目，资助研究生进行国际交流；在此基础上，实验室教师利用各种国际合作途径，为研究生创造国际交流机会。。为积极布局未来大健康领域培养优秀人才，启动**生物医药与健康工程国际研究生培养项目**。该项目依托生物化工等学科建设。项目通过与英国帝国理工、美国耶鲁及美国麻省理工学院、日本东京大学及东京工业大学等国际名校的紧密联合，多学科交叉融合及技术创新，服务于高水平人才培养及地方产业经济发展。该项目以全日制工学博士研究生教育和全日制工程专业硕士研究生为主，非全日制教育为辅，面向全球招收优秀研究生，首批 15 名研究生将于 2019 年 8 月入学。

持续建设学术论坛，拓展研究生的学术视野：开设清华工业生物催化论坛和曹祖宁再生资源论坛，邀请国内外在工业生物催化领域内的知名学者及青年学者演讲并进行学术交流，为研究生提供与知名、活跃学者的对话与交流平台，拓展研究生的学术视野，要求研究生的参与率达到 80%以上。工业生物催化论坛本年度举行 21 次，邀请美国 Richard N. Zare 院士等国际知名学者 8 名、国内知名学者 13 名开展讲座，曹祖宁再生资源论坛本年度举办 2 次。

3) **设立工业生物催化研究生奖学金：**自 2017 年起设立了工业生物催化研究生“学风奖”（奖学金 5000 元）及“创新奖”（奖学金 10000 元）奖学金，鼓励学生严谨、踏实、勤奋的学风，敢于“啃硬骨头”的创新精神。学风奖学金评定不以论文和专利发表为评定原则，而评定标准主要是研究生学术研究的创新性，独立思考解决问题和努力奋斗挑战困难的积极态度，采取导师推荐与答辩结合的评定方式，通过答辩展示也让获奖研究生的优良学风感染和带动更多的研究生；年度贡献奖是由老师提名产生，获得年度贡献奖的研究生，将在工业生物催化论坛做学术报告。本年度评选学风奖获得者 4 名，2015 级博士生黎晓阳获得创新奖。

(2) 研究生代表性成果（列举不超过 3 项）

简述研究生在实验室平台的锻炼中，取得的代表性科研成果，包括高水平论文发表、国际学术会议大会发言、挑战杯获奖、国际竞赛获奖等。

- 1) 2015 级博士生黎晓阳，基于实验室平台的良好设备条件和理论培训，积极开展科研工作，提出了酶-高分子结合物限域空间中可控合成酶-金属亚纳米团簇复合催化剂的新方法，揭示了复合催化剂中蛋白官能团对金属亚纳米颗粒的界面调控机制，解决了酶催化和金属催化在常温下活性难以匹配的关键难题。该工作成果发表在催化领域顶级期刊 Nature Catalysis, 2019, 2, 718-725。2019 年度重点实验

室“创新奖”获得者。

- 2) 2015 级博士生徐伟娜，受国家留学基金（CSC）资助，于 2018.8-2019.4 赴 ETH Zurich 材料系 Peter Walde 课题组进行联合培养，并在气相酶催化方面取得重要研究成果，NATURE COMMUNICATIONS (2019,10:2684)
- 3) 微流控平台建设学生团队：微流控平台是我实验室承担“双一流”学科建设的重要任务，陈政霖、马春玄、剪兴金组成的团队，在微流控高通量微生物恒化培养平台建设中，发挥重要作用。其中，陈政霖同学为马来西亚留学生、清华—东京工业大学联合培养项目硕士生，获清华大学优秀硕士毕业生等奖励。

(3) 研究生参加国际会议情况（列举 5 项以内）

序号	参加会议形式	学生姓名	硕士/博士	参加会议名称及会议主办方	导师
1	口头报告	周益康	博士	第 9 届日中化工学术研讨会, 主办方: 日本化工学会	张翀
2	其他	王开东	博士	美国化学工程师学会年会, 主办方: 美国化学工程师学会	蒋国强
3	口头报告	李继鹏	博士	美国化学学会全国会议, 主办方: 美国化学学会	卢滇楠
4	其他	梁有向	博士	美国化学学会全国会议, 主办方: 美国化学学会	于慧敏
5	口头报告	郭佳荟	博士	第 8 届国际工业生物工艺论坛, 主办方: 国际生物工艺协会	邢新会

注：请依次以参加会议形式为大会发言、口头报告、发表会议论文、其他为序分别填报。所有研究生的导师必须是实验室固定研究人员。

五、开放交流与运行管理

1、开放交流

(1) 开放课题设置情况

简述实验室在本年度内设置开放课题概况。

本年度未设置开放课题。

注：职称一栏，请在职人员填写职称，学生填写博士/硕士。

(2) 主办或承办大型学术会议情况

序号	会议名称	主办单位名称	会议主席	召开时间	参加人数	类别
1	第六届中拉科技创新与技术转移论坛暨首届塞阿拉州国际创新研讨会	中拉清洁能源与气候变化联合实验室、巴西塞阿拉州政府	刘德华	2019.12.11-2019.12.14	260	全球
2	中拉农业科技合作圆桌会议	中国科技部、联合国拉丁美洲经委会、联合国粮农组织	刘德华	2019.12.13-2019.12.14	100	全球
3	iBioT 2019: The 10th Symposium on Innovative Bioproduction	清华大学工业生物催化教育部重点实验室	Jo-Shu Chang, Akihiko KONDO, Xin-Hui Xing 等	2019.11.7-9, Tunghai University, Taichung	60	全球
4	The 9th Japan-China Symposium on Chemical Engineering,	日本化工学会, 中国化工学会, 清华大学	Yasuyuki Sakai, Xin-Hui Xing	2019.3.14-15, 日本东京	50	双边
5	Tsinghua University&Tokyo University Forum on Health Biotechnology and Engineering,	清华大学, 东京大学, 工业生物催化教育部重点实验室	邢新会	July10-11, 2019, Tsinghua	40	双边
6	TSIGS-U Tokyo Joint Workshop on Biomedical and Health Engineering,	清华大学, 东京大学,	邢新会	Dec. 3-5, 2019, Shenzhen	20	双边
7	生物炼制与工业生物催化研讨会	东莞深圳清华大学研究院创新中心, 工业生物催化教育部重点实验室	刘德华	2019.11.17-2020.11.19	60	全国

注：请按全球性、地区性、双边性、全国性等类别排序，并在类别栏中注明。

(3) 国内外学术交流与合作情况

请列出实验室在本年度内参加国内外学术交流与合作的概况，包括与国外研究机构共建实验室、承担重大国际合作项目或机构建设、参与国际重大科研计划、在国际重要学术会议做特邀报告的情况。请按国内合作与国际合作分类填写。

1. 国际合作交流：

1) 共建实验室：① **中拉清洁能源与气候变化联合实验室**：受科技部支持于2015年成立，2016年批准为“国家国际科技合作基地”；目标是促进中国和拉美国家在清洁能源、气候变化和可持续发展等方面的学术交流、人才培养及产业合作。中心在本年度首次与拉美国家省/州政府合作，联合主办了第6届“中拉科技创新与技术

转移”论坛暨巴西塞阿拉州首届国际创新论坛；承办了首届中拉农业科技合作圆桌会议（大会共同主席）；随同科技部李萌副部长所率团队参加中国-巴西及中国-巴拿马科技创新高层对话；接待拉美国家政府、教育届、学术界及产业界团组来访 10 余次，进一步加深并扩大了与拉美国家的交流与合作；拓展中拉实验室与一带一路伙伴国家的合作，与马来西亚棕油总署签署了三方首期合作项目——棕油基生物柴油在中国的适应性研究。②**中国-巴西气候变化与能源技术创新研究中心**：2010 年由中国、巴西两国政府支持成立，2018 年续签第三期合作（2019-2023）协议。在促进中巴可再生能源技术交流及人才培养、可持续发展政策对话等方面成绩突出。

2) 重大国际交流项目：承担国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目 3 项（616 万元），新增科技部海外专项 2 项（70 万元）；依托“发展中国家杰青计划”吸收 5 名古巴学者来华培训。

3) 学术论坛与国际学术会议邀请报告

在各类国际学术会议中发表大会邀请报告 15 次。实验室成员担任国际代谢工程高峰会 MES2019（500+人）、中拉农业科技合作圆桌会议、第 9 届中日化学工程论坛等重要国际会议的主席。在工业生物论坛邀请包括 Richard Zare、Doraiswami Ramkrishna 院士在 8 位国际知名学者前来进行专题讲座和学术报告。

2.国内合作交流：

“江苏先进生物与化学制造协同创新中心”、国家酶工程中心参与单位，与东莞深圳清华大学研究院创新中心建立生物炼制工程研究中心（被认定为广东省生物炼制工程技术中心和东莞市生物燃料重点实验室）。工业生物催化论坛邀请国内知名学者 13 名开展讲座，曹祖宁再生资源论坛本年度举办 2 次。

(4) 科学传播

简述实验室本年度在科学传播方面的举措和效果。

积极通过参与科普著作创作、实验室网站等努力传播与生物催化及化学工程相关的科学。实验室网站设立“了解工业生物催化”栏目（http://ibc.tsinghua.edu.cn/column/kf_ljswch），向公众介绍工业生物催化的基础和最新进展。实验室成员在参与由中国科协和工程院组织的《探索化学化工未来世界》系列科普片及配套科普书（第一册）撰写与制作的基础上，参与《探索化学化工未来世界》（第二册）矿化固碳的撰写和科普片制作。实验室成员参与中央电视台科普下乡科普片的制作。

2、运行管理

(1) 学术委员会成员

序号	姓名	性别	职称	年龄	工作单位	是否外籍
1	欧阳平凯	男	院士	74	南京工业大学	否
2	陈丙珍	女	院士	83	清华大学	否

3	谭天伟	男	院士	55	北京化工大学	否
4	孙宝国	男	院士	58	北京工商大学	否
5	陈坚	男	院士	57	江南大学	否
6	陈薇	女	院士、少将	53	军事医学科学院	否
7	任其龙	男	院士	60	浙江大学	否
8	苏志国	男	教授	65	中国科学院过程工程研究所	否
9	元英进	男	教授	56	天津大学	否
10	许建和	男	教授	55	华东理工大学	否
11	林章凛	男	教授	52	华南理工大学	否
12	陈国强	男	教授	56	清华大学	否
13	刘铮	男	教授	55	清华大学	否
14	邢新会	男	教授	56	清华大学	否
15	刘德华	男	教授	57	清华大学	否

(2) 学术委员会工作情况

请简要介绍本年度召开的学术委员会情况，包括召开时间、地点、出席人员、缺席人员，以及会议纪要。

学术委员会会议时间：2019.8.13

会议地点：英士楼 201 会议室

参会人员：学术委员会参会专家：欧阳平凯，谭天伟（苏海佳代），苏志国，任其龙，刘铮，林章凛，陈国强，邢新会，刘德华（9人）；实验室人员 19人

会议程序及主要内容：

- 1) 化工系副系主任王玉军致欢迎辞
- 2) 刘铮教授做实验室年度工作汇报
- 3) 学术委员会讨论

学术委员会的主要意见和建议：

1. 学术委员会专家一致认为：实验室在过去一年中，在基础研究、产业应用方面均取得了突出的工作成绩；育种平台、下一代生物技术、生物柴油等技术符合国家重点需要，对产业发展具有重要意义；基因编辑和化学再造方法，工业酶催化剂的构建原理，在国际上引起学术界广泛关注，具有引领作用。
2. 学术委员会专家认为目前实验室的研究方向布局合理，研究特色突出；
3. 学术委员会专家对实验室的发展提出以下建议：
 - 1) 进一步凝练实验室的研究方向，特别是各研究方向间的协同推进，以取得整合性的成果。

- 2) 实验室的一个特点是人员少，本年度在人才引进上有较显著的成果，但在青年人才和青年领军人才的引进和培养方面还需要进一步下功夫。
- 3) 国际交流方面很有特色，特别是在支持国家“一路一带”建设方面的国际合作，具有非常重要的意义，应该进一步总结提高。

(3) 主管部门和依托单位支持情况

简述主管部门和依托单位本年度为实验室提供实验室建设和基本运行经费、相对集中的科研场所和仪器设备等条件保障的情况，在学科建设、人才引进、团队建设、研究生培养指标、自主选题研究等方面给予优先支持的情况。

清华大学通过日常运行经费、自主科研项目、学科建设经费等方式，为实验室建设提供经费支持，本年度各项经费支持总计 120 万元（具体见下表）。本实验室拥有集中的科研场所（英士楼 2-6 层）和公共设备平台。清华大学对教育部重点实验室配有研究生培养指标，用于支持实验室的建设。清华大学科研院按年度对实验室工作进行考核与指导，促进了实验室的建设发展。

实验室建设和基本运行经费情况：

经费类别	合同额/预算（万元）	本年度到账（万元）
自主科研	24.4	10
教重运行及评估经费	100	100
双一流	10	10
合计	134.4	120

3、仪器设备

简述本年度实验室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。

1) 仪器开放共享：本年度开放共享大型仪器设备共计 14 台，其中基因工程专用设备有流式细胞仪、双向电泳仪等，大型分析测试仪器有液相色谱仪、气相色谱仪、离子色谱仪、圆二色光谱仪等，制备设备包括冻干机等。共享设备平均使用率达到 71%，服务校内外共 5 个研究机构，测试费收入 2.72 万。

2) 设备购置及升级改造：本年度购置及升级设备费共计 23.78 万元。

六、审核意见

1、实验室负责人意见

实验室承诺所填内容属实，数据准确可靠。

数据审核人： 蒋保强
实验室主任：程毅
(单位公章)

2020年3月10日

2、依托高校意见

依托单位年度考核意见：

(需明确是否通过本年度考核，并提及下一步对实验室的支持。)

依托单位负责人签字：
(单位公章)
年 月 日