



“生物质转化与轻工制造”基础 Research 发展战略思考 ——从科学基金资助布局到未来发展趋势

傅杰^{1,2}, 周晨^{1*}, 张国俊¹

1. 国家自然科学基金委员会化学科学部, 北京 100085

2. 浙江大学化学工程与生物工程学院, 杭州 310058

*通讯作者, E-mail: zhouchen@nsfc.gov.cn

收稿日期: 2023-08-02; 接受日期: 2023-09-09; 网络版发表日期: 2023-11-15

摘要 国家自然科学基金委员会于2021年启用了新的申请代码体系. 本文通过梳理“生物质转化与轻工制造”(B0811) 2021~2022年的申请和资助情况, 从原料、转化路径到产品几个维度, 总结了生物质化工基础研究的现状和存在问题, 并对该方向未来的发展和布局提出了建议.

关键词 国家自然科学基金, 生物质转化与轻工制造, 学科布局, 申请代码

1 引言

生物质是指由植物、动物或微生物生命体所合成得到的物质的总称, 属于可再生有机资源^[1,2]. 按来源分, 主要为农业生物质、林业生物质、工业废弃物、固体废弃物四大类; 按组分结构分, 包括植物纤维(纤维素、半纤维素、木质素)、油脂、蛋白、甲壳素、淀粉等. 油脂、蛋白、淀粉是人类生存的必需品; 皮革、羽毛、棉麻等是衣物的基础原料; 木质与草本优质纤维是纸张等用品的主要原料. 无法食用的植物纤维、陈储粮油、生物质加工副产物(木质素、废弃油脂、皮革加工边角料、海产皮壳等)则有待开发利用^[3].

生物质化工是利用化学工程的理论和技术将生物质原料转化为化学品、能源、材料的学科方向, 并由此衍生出日益蓬勃的生物炼制产业. 生物质的炼制离不开基础研究的发展, 科学基金的申请和资助情况在

一定程度反映领域发展现状. 生物质转化、轻化工相关的国家自然科学基金申请原来分散在各三级代码中, 2019~2020年期间, 化学科学部开展了申请代码调整工作, 化学五处遵循国家自然科学基金委员会改革精神, 于2021年取消了三级代码, 并对原二级代码进行了调整, 以原来农林及海洋产物加工与转化(B080705)、皮革与造纸化工(B080706)、生物质能源化工(B081003)、生物质资源高效转化(B081103) 4个三级代码为依托, 整合增设了“生物质转化与轻工制造”(B0811)二级代码^[4,5]. 本文基于2021~2022年的B0811的具体实施情况, 将论述其学科目标和内涵、申请和资助概况、发展布局、未来方向等.

2 生物质转化与轻工制造的目标和内涵

随着循环经济理念日益深入人心, 生物质的转化

引用格式: Fu J, Zhou C, Zhang G. Strategic perspectives on the future research development of “biomass conversion and light manufacturing”: insight from funding pattern of science foundation. *Sci Sin Chim*, 2024, 54: 287–294, doi: [10.1360/SSC-2023-0175](https://doi.org/10.1360/SSC-2023-0175)

和利用也受到广泛关注,由此衍生出一系列针对不同类型生物质资源定向转化利用的手段和路线。如图1所示,针对木质纤维、油脂、淀粉、蛋白质、藻类、甲壳、畜禽等生物质原料,利用化学、物理、生物等多种学科方法手段,可形成如下产品:(1)生物基功能材料,包括特种纸、新型纺织品、生物质皮革、功能纳米纤维复合材料、功能碳材料、仿生材料等;(2)生物能源,包括生物汽柴油、生物航煤、高密度特种燃料、生物质发电等;(3)大宗和精细化学品,包括三烯三苯、表面活性剂、高性能工程聚合物单体、医药中间体、食品原料等。这些产品范围广,呈现了多领域、多学科交叉的特点,不仅可接轨现有的石化行业,更可推动化工、医药、材料、轻工等重要工业产品向绿色低碳、可持续发展模式转型,对我国化学化工行业是挑战也是机遇。

生物质转化与轻工制造的主要任务是认识生物质转化过程中传递现象和规律及其对反应本身和目标产品性能的影响,研究绿色高效地进行生物质转化的工艺、流程和设备,建立使之工业化(规模)的设计、放大和调控的理论和方法,并关注化学与化工的交叉融合,将新理论、新概念、新方法应用于生物质转化

过程。

生物质转化与轻工制造针对各类生物质结构和组分的特点,探究生物质转化过程中的传质、传热、传动机制,强化其反应过程,研究新的反应路径,提升反应效率,建立适用性强的热力学平衡模型,开发高效的单元操作工艺和全流程工艺,探索新的综合利用路线和模式,为生物质利用技术的放大和产业化提供理论和技术支撑,并为国民经济的其他行业如医药、运输、食品、纺织、服装、包装等行业提供原材料和工业品(图1)。

3 2021~2022年生物质转化与轻工制造的资助概况

3.1 面上、青年和地区基金

面上项目(面上)、青年科学基金项目(青年)和地区科学基金项目(地区)三大类基金是基金委项目中涵盖面最广、数量最多的基金类型。表1总结了2021~2022年生物质转化与轻工制造学科方向的面上、青年和地区项目的申请与资助情况,2021年是新代码实施的第一年,面上、青年和地区项目申请总数573项,在

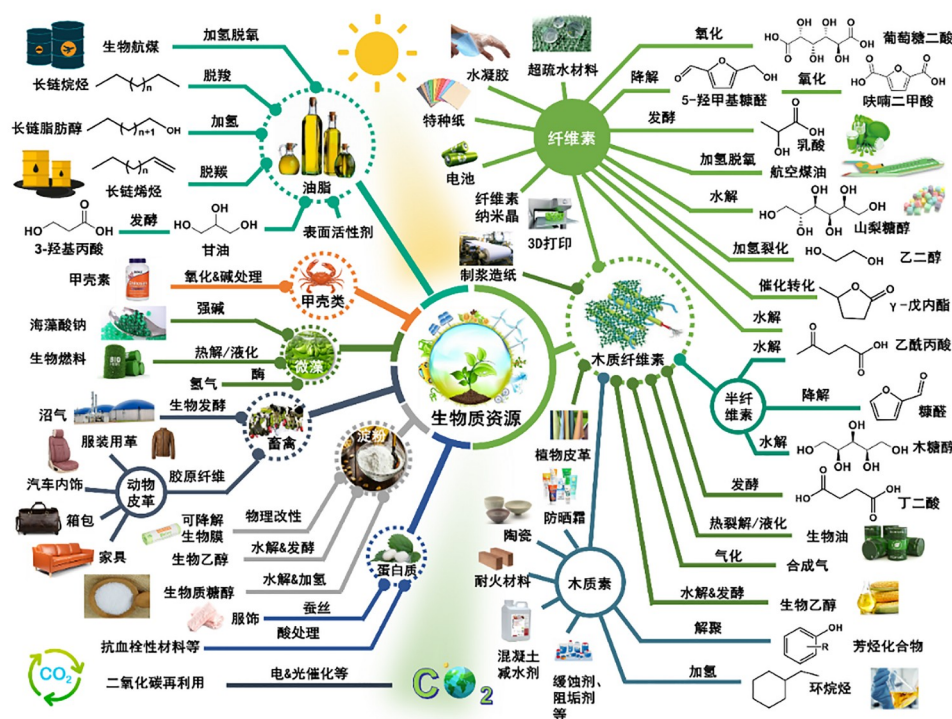


图1 生物质转化与轻工制造技术路线汇总图(网络版彩图)

Figure 1 Technical routes of biomass conversion and light manufacturing (color online).

表 1 2021~2022年度生物质转化与轻工制造(B0811)各研究方向面上、青年、地区项目的申请和资助情况
Table 1 Applications and funding of general, youth, and regional programs in each research direction of biomass conversion and light manufacturing (B0811) from 2021 to 2022

年份		面上			青年			地区		
		申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)
2021	生物质能源	46	9	19.6	53	5	9.4	11	1	9.1
	生物质基化学品-化学转化	63	11	17.5	95	10	10.5	11	2	18.2
	生物质基化学品-生物转化	28	2	7.1	18	3	16.7	3	0	0
	生物质基材料	58	10	17.2	75	10	13.3	9	1	11.1
	造纸化工	35	8	22.9	28	6	21.4	4	1	25.0
	皮革化工	17	5	29.4	18	4	22.2	1	0	0
	总计	247	45	18.2	287	38	13.2	39	5	12.8
2022	生物质能源	47	5	10.6	49	3	6.1	10	1	10.0
	生物质基化学品-化学及热转化	81	12	14.8	77	17	22.1	8	2	25.0
	生物质基化学品-生物转化	17	4	23.5	24	1	4.2	6	1	16.7
	生物质基材料	62	15	24.2	97	22	22.7	15	3	20.0
	造纸化工	45	6	13.3	34	9	26.5	10	3	30.0
	皮革化工	22	6	27.3	13	5	38.5	0	0	—
	染整化工	6	1	16.7	5	0	0	0	0	—
	制糖化工	1	0	0	0	0	—	0	0	—
	纤维化工	0	0	—	1	0	0	0	0	—
	总计	281	49	17.4	300	57	19.0	49	10	20.4

B08所有二级学科代码中列第二位，仅次于分离工程(B0804)。2022年三类项目的申请数相较2021年均有所增长，面上项目由2021年247项增长至281项，青年项目由287项增长至300项，地区项目由39项增长至49项，总申请数630项，占B08申请项目总量的14.3%。2021年面上、青年和地区项目的资助率分别为18.2%、13.2%、12.8%，2022年三类项目的资助率趋于稳定，分别为17.4%、19.0%、20.4%。

基金委代码改革在二级代码下设相关研究方向，并可根据研究趋势变化而适时调整。2021年，B0811代码下设的研究方向为：生物质能源、生物质基化学品-化学转化、生物质基化学品-生物转化、生物质基材料、皮革化工、造纸化工。2021年底，化学科学五处组织相关专家研讨后，将2022年B0811代码下设的研究方向更新为：生物质能源、生物质基化学品-化学及热转化、生物质基化学品-生物转化、生物质基材料、皮革化工、造纸化工、染整化工、纤维化工、制糖化工，较2021年划分更为细致。表1列举了2021~2022年度B0811各研究方向面上、青年、地区项目的申请和资助情况。三类项目在这两年的申请均较集中于生物质

能源、生物质基化学品-化学及热化学转化、生物质基材料、造纸化工4个方向。以2022年为例，面上、青年和地区项目在生物质能源的申请量分别为47、49和10项，生物基化学品-化学及热化学转化分别为81、77和8项，生物质基材料分别为62、97和15项，造纸化工分别为45、34和10项，生物质基化学品-生物转化分别为17、24和6项，皮革化工分别为22、13和0项。资助率方面，2022年面上、青年、地区项目的生物质能源方向资助率均较低，分别为10.6%、6.1%、10.0%，“生物基化学品-化学及热化学转化”方向的面上项目资助率由2021年的17.5%下降至14.8%，青年及地区项目资助率有大幅度提升，分别为22.1%和25%；生物质基材料方向的三类项目资助率相较2021年显著提升，面上项目由17.2%上升至24.2%，青年和地区分别由13.3%和11.1%上升至22.7%和20%。生物质能源、生物质基化学品-化学及热化学转化、生物质基材料、造纸化工大量且稳定的申请体现了生物质资源作为未来能源、化学品和材料的潜力。2022年新设立的染整化工、纤维化工、制糖化工这三个研究方向，申请量仍较少，需要更多的科研工作者的关注。

从分布上看,申请生物质转化与轻工制造(B0811)的研究单位较为集中.2021年,申请生物质转化与轻工制造面上项目总数前三名高校及研究单位分别为陕西科技大学(34项)、华南理工大学(34项)、齐鲁工业大学(28项),其中分别获得资助9、7及7项,资助率为26.4%、20.6%、25%.2022年,申请生物质转化与轻工制造面上项目总数前三名高校及研究单位分别为齐鲁工业大学(37项)、华南理工大学(36项)、陕西科技大学(34项),其中共获得资助5、9及8项,资助率分别为13.5%、25%、23.5%.2022年,面上项目申请单位数量有所增加,生物质转化与轻工制造(B0811)受到广泛关注.

表2归纳了生物质转化与轻工制造的面上、青年、地区项目的技术路线类型.化学转化细分为热化学、均相催化、多相催化、光电化学,其中多相催化申请数量最多,2022年面上、青年、地区项目的申请

数分别为67、85和13项,且与生物质多官能团的特点一致,针对特定基团设计制备定向转化催化剂、强化反应过程、调控产品组分和单一产物的选择性、探索高值利用途径、提高整体工艺的经济性.光电化学三类项目2021年申请数分别为16、25、0项,2022年显著增长,分别为27、30和4项,表明光电化学与生物质化工的交叉融合势头良好.2022年面上和青年的材料申请数分别为95和86项,申请量最大且逐年增长,占总申请数比例分别达到34.9%及28.6%,资助率分别从2021年的17.4%和15.1%提高至20.0%和18.6%.生物转化的三类项目申请数量较多,但有降低趋势,2021年面上、青年的申请数分别从43和47项下降至2022年的34和37项,且资助率均低于B0811方向的平均资助率,须在未来充分发挥化学法和生物法的优势,对生物和化学过程开展耦合研究,促进生物-化学组合转化新方法的发展;造纸、皮革相关内容的三类项目2021年的申

表2 生物质转化与轻工制造(B0811)面上、青年、地区项目的技术路线类型

Table 2 Types of technical routes for general, youth, and regional programs in biomass conversion and light manufacturing (B0811)

年份		面上			青年			地区		
		申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)
2021	热化学	19	2	10.5	16	1	6.3	3	0	0.0
	均相催化	9	1	11.1	12	2	16.7	0	0	—
	多相催化	56	12	21.4	79	10	12.7	5	1	20.0
	生物转化	43	6	14.0	47	4	8.5	11	1	9.1
	材料	69	12	17.4	86	13	15.1	13	2	15.4
	光电化学	16	2	12.5	25	4	16.0	0	0	—
	分离	5	2	40.0	13	2	15.4	4	1	25.0
	造纸	19	5	26.3	3	1	33.3	2	0	0.0
	皮革	9	3	33.3	6	1	16.7	1	0	0.0
	污水处理	2	0	0.0	0	0	—	0	0	—
总计		247	45	18.2	287	38	13.2	39	5	12.8
2022	热化学	15	2	13.3	10	3	30.0	0	0	—
	均相催化	16	3	18.8	18	5	27.8	1	0	0
	多相催化	67	11	16.4	85	14	16.5	13	3	23.1
	生物	34	4	11.8	37	5	13.5	10	0	0.0
	材料	95	19	20.0	86	16	18.6	19	6	31.6
	光电化学	27	5	18.5	30	4	13.3	4	1	25.0
	分离	9	1	11.1	25	6	24.0	0	0	—
	造纸	9	0	0.0	0	0	—	2	0	0.0
	皮革	8	4	50.0	9	4	44.4	0	0	—
	污水处理	1	0	0.0	0	0	—	0	0	—
总计		281	49	17.4	300	57	19.0	49	10	20.4

请量总和分别为24和16项, 2022年分别为11和17项, 申请数有一定程度的降低, 应在未来挖掘皮革、造纸等传统方向研究的新内涵和新范式, 形成绿色低碳化、功能智能化的发展方向. 2022年分离的面上和青年申请数分别为9和30项, 虽较2021年有所增加, 占B0811申请总数比率仍低于10%. 在化工过程中, 分离能耗可占总能耗的70%, 高效的分离技术是推动生物质转化产业化重要环节, 特别是复杂原料及产物体系的分离及纯化, 如固体木质纤维素三素拆分和高黏生物体系下多组分分离精制, 同时应关注针对生物质特性的分离装备设计制造, 加快生物质化工产业落地.

生物质资源种类多样、结构复杂, 围绕生物质种类的不同, 表3汇总了生物质转化与轻工制造生物质原料类型. 各类项目的原料主要集中于木质纤维素类、木质素、纤维素这三类原料及其衍生物, 2021~2022年面上、青年、地区项目中, 木质纤维素及

衍生物、木质素及衍生物、纤维素及衍生物三类原料总和占申请数均超过60%, 2022年面上、青年、地区项目木质纤维素类原料申请数分别为188、223、36项, 占申请总数66.9%、74.3%、73.4%; 半纤维素及衍生物、皮革、油脂申请书分别为67、39、39项, 占申请总数10.6%、6.2%、6.2%; 藻类、甘油、甲壳素、植物多酚的申请数总和分别为12、14、0项, 占比均不超过5%. 木质纤维素(包括木质素和纤维素、半纤维素)在自然界含量及分布最广, 同时三维结构更为复杂, 转化利用困难, 因此受到科研工作者的广泛关注, 基金申请量集中于相应方向. 虽然这有利于木质纤维素研究方向形成技术突破, 但易导致研究同质化现象, 不利于生物质产业的整体发展及技术创新. 应鼓励关注藻类、甘油、甲壳素等相对小众的生物质资源和转化方式, 加强地方特色生物质转化研究, 促进地方生物质产业升级.

表 3 生物质转化与轻工制造(B0811)面上、青年、地区项目的生物质原料类型汇总
Table 3 Summary of biomass feedstock types for general, youth, and regional programs in biomass conversion and light manufacturing (B0811)

年份	原料	面上			青年			地区		
		申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)	申请	批准	资助率(%)
2021	木质纤维素及衍生物	48	6	12.5	49	7	14.3	11	0	0.0
	木质素及衍生物	72	17	23.6	92	15	16.3	10	1	10.0
	纤维素及衍生物	66	10	15.2	61	5	8.2	8	4	50.0
	半纤维素及衍生物	16	1	6.3	31	4	12.9	1	0	0.0
	皮革(胶原)	18	7	38.9	18	3	16.7	1	0	0.0
	油脂	12	4	33.3	12	0	0.0	5	0	0.0
	藻类	6	0	0.0	8	1	12.5	2	0	0.0
	甘油	6	0	0.0	9	2	22.2	0	0	—
	甲壳质	1	0	0.0	3	0	0.0	1	0	0.0
	植物多酚	2	0	0.0	4	1	25.0	0	0	—
	总计	247	45	18.2	287	38	13.2	39	5	12.8
2022	木质纤维素及衍生物	47	3	6.4	48	8	16.7	14	1	7.1
	木质素及衍生物	71	15	21.1	96	15	15.6	15	5	33.3
	纤维素及衍生物	70	11	15.7	79	16	20.2	7	2	28.6
	半纤维素及衍生物	27	6	22.2	36	10	27.8	4	2	50.0
	皮革(胶原)	32	8	25.0	16	4	25.0	3	0	0.0
	油脂	22	4	18.2	11	0	0.0	6	0	0.0
	藻类	2	1	50.0	1	0	0.0	0	0	—
	甘油	6	1	16.7	4	1	25.0	0	0	—
	甲壳质	3	0	0.0	3	1	33.3	0	0	—
	植物多酚	1	0	0.0	6	2	33.3	0	0	—
	总计	281	49	17.4	300	57	19.0	49	10	20.4

3.2 其他项目

2021~2022年其他项目类型申请和资助情况如下:重点项目申请5项、资助1项;优秀青年科学基金申请34项,资助3项;联合基金重点支持项目申请15项,资助3项;专项项目申请5项,资助1项;国际(地区)合作研究与交流项目申请21项,资助1项;外国学者研究基金项目申请9项,资助1项。

4 生物质转化与轻工制造的发展布局

我国化石资源具有富煤、贫油、少气的特点,从我国化石资源近年消费数据看(图2),煤炭消费占比逐渐下降,2018年降至60%以下;石油消费占比重趋于平稳,天然气消费占比呈现一定的增长态势^[6]。总体而言,我国化石资源消费结构中高排放的煤炭仍处于主体地位,而石油和天然气的对外依存度高,碳排放和资源安全性均需提升。“碳达峰、碳中和”战略目标的提出,促使我国由化石资源为主导的能源和工业结构向可再生能源和工业结构转型,采用负碳的生物质资源制备相应的生物燃料、精细化学品、功能材料及药物中间体等,用于补充化石基产品,是实现我国能源和工业可持续发展的重要途径之一^[7]。

经过多年发展,已经形成了多条由生物质脱氧制备生物燃料工艺路线,如油脂脱氧、木质素加氢脱

氧、纤维素基平台化合物偶联-加氢、生物乙醇脱氢偶联等^[8-11]。保留生物质分子结构,对其特有官能团改造,制备精细化学品及医药中间体是近年来生物质转化利用的又一重要趋势^[12,13]。此外,研究人员开始利用生物质制备绿色可持续大分子材料,如利用木质素制备可持续碳电极材料^[14],以及可降解的生物基单体和聚合物,包括聚乳酸(PLA)、聚氨酯(PU)、聚呋喃二甲酸乙二醇酯(PEF)等^[13,15]。

目前,生物质转化利用方式仍处于基础研究阶段,面临如下问题:(1)生物质种类繁多、结构致密,解聚困难;(2)生物质含氧量高,化学键多样,定向转化难;(3)反应网络复杂,产物副产物众多,定量检测难,反应机理及动力学研究难;(4)反应过程涉及混合组分的成分、浓度、物相变化,反应热力学测定困难,化工基础数据缺乏;(5)转化路线选择性低,分离提纯难,过程资源消耗高,生物质炼制的经济性偏低^[16,17]。因此,需对生物质全组分解构、转化、分离、综合利用等开展系统研究,建议未来在以下方面开展重点研究和布局。

(1) 生物质转化的微观基础。首先要明确生物质的化学结构,对生物质进行全面解译,明晰生物质的微观结构、区域化学及键合机制,建立解聚及预处理的通用模式。生物质转化技术关键在于如何实现生物质分子的定向转化,其中涉及如何创制高效催化剂及催化体系,如何选择性调控生物质分子中C-O、C=O和C-C等化学键活化、精准断裂及相关合成反应。借助光谱、电子能谱等先进原位表征技术,结合新理论计算方法,揭示生物质选择性转化分子层面机制和规律,以此指导廉价高效的催化剂设计和新型精细化学品合成路线的构筑。

(2) 生物质转化的化工问题。大部分生物质形态以固态为主,结构致密,不仅需要模型化合物在分子转化层面上的研究,更需要生物质真实物料相关的化工基础研究。此类研究须从介观和宏观层面挖掘化工的关键科学问题,聚焦生物质催化转化过程中的纳微介观结构、界面与介尺度调控、观测和模拟。探究反应及分离过程的传质、传热,探索复杂转化体系的动力学及热力学,构建具有可靠理论基础的状态方程和基础性数据库,使化工基础理论扩展至多种生物质体系的转化和分离。此外,为提高技术经济性,需系统研究主产品制备、副产品升级、废水废渣利用,针对反应、分离等单元操作开发绿色高效的配套设备,提高

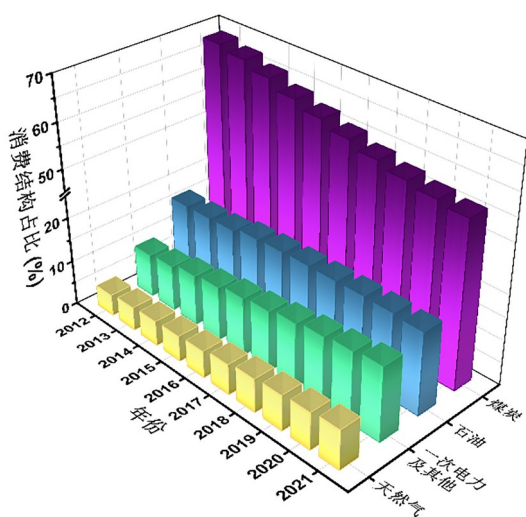


图2 我国2012~2021年化石资源消费结构图(网络版彩图)
Figure 2 China's fossil resources consumption structure from 2012–2021 (color online).

特定生物质资源利用的系统性,降低生物质化工产品的综合制备成本,凸显生物质绿色低碳的特性,推动生物质化工学科方向的整体发展.

此外,生物质资源物种种类、地域环境及种植等因素带来的结构及成分差别,导致相同转化工艺无法适用不同来源的原料,无法形成程序化的转化工艺流程.从源头出发,结合基因工程和种质资源工程,定向培育生物质,有望为生物质资源的高效转化及利用提供稳定组分,是未来生物质转化利用中极具潜力的研究方向.

5 结论

(1) 生物质转化与轻工制造学科方向秉承以基础

研究推动技术产业化的理念,突出支撑生物质化工领域前沿聚焦和需求牵引的内在特征.通过进一步优化学科方向布局,建立了兼容并包、开放融通的申请体系,并需建立申请代码动态调整机制,积极吸纳学界建议,体现前沿新方向和学科方向发展空间.

(2) 研究方向是开展科学基金项目申请、评审、资助和管理的工具.建议申请人在充分理解申请代码内涵的基础上选择合适的研究方向和关键词,利于基金管理工作 and 项目评审的精准化.

(3) 生物质转化与轻工制造是承接基础研究与产业利用的学科方向,建议申请人从国家重大需求和经济社会发展的实际问题中切入,更加关注生物质真实原料,结合国际科学前沿的先进表征方式和转化手段,凝练生物质化工的关键科学问题.

参考文献

- 1 Zhou M, Liu W. *Chem Eng Des*, 2022, 32: 11–14 (in Chinese) [周明灿, 刘伟. 化工设计, 2022, 32: 11–14]
- 2 Qamar OA, Jamil F, Hussain M, Al-Muhtaseb AH, Inayat A, Waris A, Akhter P, Park YK. *Chem Eng J*, 2023, 454: 140240
- 3 Culaba AB, Mayol AP, San Juan JLG, Ubando AT, Bandala AA, Concepcion II RS, Alipio M, Chen WH, Show PL, Chang JS. *Bioresource Tech*, 2023, 369: 128256
- 4 Zhou C, Fu J, Zhang GJ. *Chem Ind Eng Prog*, 2023, 42: 553–558 (in Chinese) [周晨, 傅杰, 张国俊. 化工进展, 2023, 42: 553–558]
- 5 Fu J, Zhao ZJ, Zhang GJ. *Chem Ind Eng Prog*, 2022, 41: 513–518 (in Chinese) [傅杰, 赵志坚, 张国俊. 化工进展, 2022, 41: 513–518]
- 6 Zheng H, Wang H, Wang JP, Li YH, Wang WT. *Chin J Popul Resour Environ*, 2023, 33: 67–79 (in Chinese) [郑惠泽, 王辉, 王金平, 李宇航, 王文涛. 中国人口·资源与环境, 2023, 33: 67–79]
- 7 Ning YC, Yang YF, Yin F, Wu SH. *Chem Ind*, 2022, 40: 33–35 (in Chinese) [宁艳春, 杨雨富, 尹富, 吴世慧. 化学工业, 2022, 40: 33–35]
- 8 Yao X, Strathmann TJ, Li Y, Cronmiller LE, Ma H, Zhang J. *Green Chem*, 2021, 23: 1114–1129
- 9 Jing Y, Dong L, Guo Y, Liu X, Wang Y. *ChemSusChem*, 2020, 13: 4181–4198
- 10 Dowson GRM, Haddow MF, Lee J, Wingad RL, Wass DF. *Angew Chem Int Ed*, 2013, 52: 9005–9008
- 11 Lynd LR, Beckham GT, Guss AM, Jayakody LN, Karp EM, Maranas C, McCormick RL, Amador-Noguez D, Bomble YJ, Davison BH, Foster C, Himmel ME, Holwerda EK, Laser MS, Ng CY, Olson DG, Román-Leshkov Y, Trinh CT, Tuskan GA, Upadhyay V, Vardon DR, Wang L, Wyman CE. *Energy Environ Sci*, 2022, 15: 938–990
- 12 Rong Y, Ji N, Yu Z, Diao X, Li H, Lei Y, Lu X, Fukuoka A. *Green Chem*, 2021, 23: 6761–6788
- 13 Espro C, Paone E, Mauriello F, Gotti R, Uliassi E, Bolognesi ML, Rodríguez-Padrón D, Luque R. *Chem Soc Rev*, 2021, 50: 11191–11207
- 14 Beaucamp A, Muddasar M, Amiin IS, Moraes Leite M, Culebras M, Latha K, Gutiérrez MC, Rodríguez-Padrón D, del Monte F, Kennedy T, Ryan KM, Luque R, Titirici MM, Collins MN. *Green Chem*, 2022, 24: 8193–8226
- 15 Cui Y, Deng C, Fan L, Qiu Y, Zhao L. *Green Chem*, 2023, 25: 5836–5857
- 16 Liu HF, Wang F. *China Basic Sci*, 2023, 25: 1–9 (in Chinese) [刘慧芳, 王峰. 中国基础科学, 2023, 25: 1–9]
- 17 Tian Y, Shan M, Kong G, Ma L, Shao S. *Chin J Eng Sci*, 2021, 23: 133–140 (in Chinese) [田宜水, 单明, 孔庚, 麻林巍, 邵思. 中国工程科学, 2021, 23: 133–140]

Strategic perspectives on the future research development of “biomass conversion and light manufacturing”: insight from funding pattern of science foundation

Jie Fu^{1,2}, Chen Zhou^{1*}, Guojun Zhang¹

¹Department of Chemical Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China;

² College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

*Corresponding author (email: zhouchen@nsfc.gov.cn)

Abstract: The National Natural Science Foundation of China (NSFC) launched a new application code system in 2021. This article reviews the application and funding profiles under the new secondary code “biomass conversion and light manufacturing” (B0811) from the past two years. Through detailed analysis from the perspectives of raw materials, conversion path and final products, we summarize the current research status and challenges confronted by the area of biomass chemical engineering and provide suggestions for future development and strategic management.

Keywords: National Natural Science Foundation of China, biomass conversion and light manufacturing, discipline layout, application code

doi: [10.1360/SSC-2023-0175](https://doi.org/10.1360/SSC-2023-0175)