

中国科学院《全球工程前沿 2020》

报告围绕机械与运载工程、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、工程管理 9 个领域，遴选出年度工程研究前沿 93 项和工程开发前沿 91 项。

▲ 9 个领域前沿数量分布

领域	工程研究前沿 / 个	工程开发前沿 / 个
机械与运载工程	10	10
信息与电子工程	10	10
化工、冶金与材料工程	10	10
能源与矿业工程	12	12
土木、水利与建筑工程	10	10
环境与轻纺工程	10	10
农业	11	9
医药卫生	10	10
工程管理	10	10
合计	93	91

机械与运载工程领域

机械与运载工程领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿涉及机械工程、船舶与海洋工程、航空宇航科学技术、兵器科学与技术、动力及电气设备工程与技术、交通运输工程等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	数字孪生驱动的智能制造
2	增减材复合制造方法
3	吸气式高超声速飞行器
4	基于机器学习的故障监测与诊断
5	连续纤维增强复合材料增材制造
6	超声速燃烧室技术研究
7	空间大型可展开天线
8	基于 5G 的车联网与实时交通管理方法
9	作业型飞行机器人
10	高功率无线电能传输

序号	工程开发前沿
1	基于 5G 技术的无人驾驶系统开发
2	水下无人航行器及其舰载技术
3	柔性电子制造技术
4	基于大数据的智能制造系统生产调度技术
5	复杂曲面超精密加工技术
6	可穿戴多功能集成传感器开发
7	仿生软体机器人开发
8	高超声速飞行器热防护技术
9	有人机 / 无人机协同控制技术
10	智能电网运行与调度技术

信息与电子工程

信息与电子工程领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿涉及电子科学与技术、光学工程与技术、仪器科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、控制科学与技术等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	类脑智能芯片
2	多尺度时空超分辨医学成像仪器
3	边缘计算
4	6G 无线传输与网络构架
5	碳基集成电路
6	天地一体化定位导航体系
7	对抗学习
8	超精密三维显微原理与仪器
9	面向信息物理融合系统的软件自动化
10	长距离水下无线光通信

序号	工程开发前沿
1	用于集成电路芯片纳米光刻的 EUV 光源开发
2	无线通信与感知一体化技术
3	智能机器人集群协作系统设计与实现
4	虚拟现实 / 增强现实近眼显示技术
5	用于精密测量与时间计量的光梳技术
6	大规模天线阵列与射频一体化技术
7	智能移动机器人自主环境感知与场景认知
8	全固态车载相控阵激光雷达
9	太赫兹核心器件及超高速无线应用
10	基于区块链的分布式网络安全与管理

化工、冶金与材料工程领域

化工、冶金与材料工程领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿显示，与能源相关的研究和技术开发备受关注，环保仍是大家广泛关注的领域。

序号	工程研究前沿
1	用于肿瘤诊疗的智能纳米药物
2	可快速充电电池 - 电容器储能体系电极材料结构调控及制备
3	强磁场下冶金和材料过程及功能材料制备
4	用于骨修复的高性能新型多孔生物材料制备
5	基于二维材料的下一代先进电子元器件研究
6	高效稳健合成太阳燃料
7	高能量密度有机系钾离子电池
8	高超声速导弹天线罩陶瓷材料
9	人工结构量子材料与器件
10	大线能量焊剂基础研究

序号	工程开发前沿
1	废塑料降解与回收循环利用
2	基于固态锂电池与锂电容器技术的全天候“功”“能”兼备的电化学储能系统
3	新一代舰船钢铁材料制造技术
4	半导体精密蚀刻技术
5	跨尺度、多维度、原位动态分析技术
6	航空用高温钛合金体系及零部件的开发和应用
7	重大装备核心大构件低成本高品质增材制造
8	高洁净超细化超级轴承钢
9	具有高适应性智能制造装备的智能材料与技术开发
10	多元复合固废精细化分选技术及装备

能源与矿业工程领域

能源与矿业工程领域的 Top12 工程研究前沿和 Top12 工程开发前沿涉及能源和电气科学技术与工程、核科学技术与工程、地质资源科学技术与工程、矿业科学技术与工程等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	可再生合成燃料
2	先进乏燃料后处理工艺研究
3	石油资源就地转化与高效利用研究
4	智能钻井基础理论与方法
5	基于纳米相变材料的太阳能光伏/光热耦合系统
6	智能电网信息物理系统安全性研究
7	数字化反应堆及核电站智能化模拟研究
8	基于脉冲功率技术的 Z 箍缩驱动惯性约束聚变机理研究
9	压裂裂缝诊断评估方法
10	地幔柱相关关键金属矿床研究
11	低浓度瓦斯安全直接燃烧利用理论与技术
12	深地固体矿产资源流态化开采及其过程调控机制

序号	工程开发前沿
1	电动汽车与智能电网耦合关键技术
2	可控核聚变实验堆工程化关键技术
3	三维立体对地勘查成像系统
4	煤矿灾害智能监测预警信息采集系统
5	高比例可再生能源未来电网关键技术
6	高能量密度、长寿命、界面可控全固态锂电池
7	乏燃料后处理和核燃料循环
8	核电池系统和应用
9	固体矿产资源立体找矿技术
10	基于压缩感知的地震数据采集和处理技术
11	油气智能钻井系统与工具研发
12	深地开采过程多尺度孔裂结构无扰动探测系统

土木、水利与建筑工程领域

土木、水利与建筑工程领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿涉及结构工程、土木建筑材料、交通工程、市政工程、测绘工程和水利工程等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	基于地理时空大数据的智慧城市与智慧流域综合感知
2	风-浪-流和地震作用下海洋工程结构与海床地基系统的耦合响应机理
3	基于大数据的城市空间分析和优化方法
4	面向适应性热舒适与室内空气品质营造的通风理论
5	地下工程的动力灾变跨尺度预测
6	纳米改性土木工程材料
7	减缓城市热岛效应的规划原理
8	道路、轨道材料与结构的性能演变及耐久性设计原理
9	极端水文事件的形成机理与演变规律
10	深部能源开采灾变效应与力学行为调控

序号	工程开发前沿
1	应对突发公共卫生事件的规划与设计技术
2	极端条件下地下工程智能建造技术与装备
3	水利工程隐患深水探测与处理技术
4	地震可恢复功能结构体系设计与建造技术
5	城市信息模型（CIM）技术
6	极端环境下水泥基材料性能及微结构调控技术
7	可调控超高性能混凝土设计
8	高速列车精确定位与安全导航技术
9	城市给排水管网漏损监控与原位修复技术和装备
10	对地观测与地理空间信息区块链处理技术

环境与轻纺工程领域

环境与轻纺工程领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿涉及环境科学工程、气象科学工程、海洋科学工程、食品科学工程、纺织科学工程以及

轻工科学与工程等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	环境中抗生素抗性基因的微界面行为与共选择机制
2	复合污染过程的微界面行为
3	纳米复合材料在废水处理中的催化性能及机理研究
4	微塑料对环境水体的污染与毒理
5	热岛效应与城市规划
6	气象与可持续发展
7	海洋生物固氮的新空间格局和调控机制
8	基于肠道菌群干预的精准膳食调控技术
9	染料基工业污染物降解潜力的研究
10	制浆造纸污染超低排放技术

序号	工程开发前沿
1	土-水污染协同修复技术
2	用于废水处理的微生物制剂
3	多介质污染协同治理
4	空气传播病原体探测器系统和方法
5	自然灾害预防预警和恢复决策工程
6	纳米复合海洋防污涂料
7	离岸式波浪发电技术
8	食品智能制造技术
9	碳纤维材料电子器件
10	制浆造纸污染超低排放技术

农业领域

农业领域的 Top11 工程研究前沿主要分为两类：一是传统深入研究前沿，二是新兴研究前沿；Top9 工程开发前沿主要分为 3 类：与农业生产装备相关的开发前沿，与环境治理相关的开发前沿，与促进农产品生产及保障食品安全相关的开发前沿。

序号	工程研究前沿
1	动物病毒的溯源、进化、遗传变异
2	农业生物信息、环境信息的智能感知
3	农业机器人作业对象识别与定位
4	动植物精准设计育种
5	作物功能性基因组结构的挖掘
6	农业资源高效利用与循环经济
7	土壤生物多样性与生态系统功能
8	动物重要病毒与宿主相互作用
9	病原菌与作物相互作用机制
10	森林土壤碳循环微生物驱动机制
11	水产养殖生物性别和发育的分子基础与调控机制

序号	工程开发前沿
1	无人农场智能装备
2	高效安全动物疫苗与诊断试剂研制
3	农业先进传感机理与技术
4	农业农村有机废弃物绿色资源化利用
5	土壤有机污染物修复
6	人工智能辅助育种
7	植保无人飞机病虫害智能识别与精准对靶施药
8	经济林高产株型构建
9	水产人工配合饲料开发应用

医药卫生领域

医药卫生领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿涉及公共卫生与预防医学、基础医学、临床医学、医学信息学与生物医学工程、中药学等学科方向。

序号	工程研究前沿
1	完善公共卫生防疫体系和应急机制
2	新型冠状病毒及潜在新发高致病病毒的全球研究
3	肠道微生态失衡与疾病
4	干细胞疗法临床转化
5	医用机器人与智能医学
6	类脑智能研究
7	人类单细胞图谱构建
8	基于大数据的真实世界研究支持药物研究及临床应用
9	中药活性成分的新靶标发现与转化研究
10	中国人群遗传性肿瘤的发病机制、精准诊疗技术与新药研发

序号	工程开发前沿
1	突发重大传染病疫苗与药物研发
2	突发重大传染病诊断试剂与设备研发
3	人体类器官芯片技术
4	新型抗耐药菌抗生素的研发
5	肿瘤免疫治疗小分子药物开发
6	5G + 健康医疗
7	基于 AI 的临床诊断决策支持系统
8	新型基因编辑技术脱靶效应与对策
9	针对实体瘤的 CAR-T 治疗技术
10	人体微生物组诊断预防及干预技术

工程管理领域

工程管理领域的 Top10 工程研究前沿和 Top10 工程开发前沿分别是：

序号	工程研究前沿
1	重大突发公共卫生事件下的医疗物资供应与配置研究
2	供应链韧性
3	重大工程社会责任研究
4	未来极端降雨条件下城市洪涝风险管理研究
5	协同驾驶控制与管理问题研究
6	基于区块链的工程管理研究
7	基于大数据的工业智能化研究
8	城市生命线系统级联失效模拟仿真与韧性耦联分析技术研究
9	电动汽车充电基础设施布局与优化研究
10	人工智能背景下的仿真优化研究

序号	工程开发前沿
1	基于区块链技术的供应链管理系统与方法
2	基于高速率移动网络的远程诊疗系统与方法
3	面向城市安全的综合应急技术
4	基于大数据的流行病调查技术与方法
5	基于数字孪生的仿真系统及方法研究
6	基于物联网的农业跟踪监控系统
7	智慧城市数字孪生技术与方法
8	微电网优化智能调度系统
9	基于大数据的基础设施健康状态监测系统与方法
10	智能配送服务管理系统和方法

中国工程院自 2017 年起联合科睿唯安、高等教育出版社开展全球工程前沿研究，既关注工程科技的研究动向，也关注工程科技的开发趋势。

报告每年发布一次。