

附件 1:

第五届中国研究生“双碳”创新与创意大赛

赛题说明

目 录

赛道 1: 清洁能源	3
赛题 1.1: 清洁化石燃料	3
赛题 1.2: 可再生能源与核能	4
赛道 2: 新型电力系统、储能与氢能	5
赛题 2.1: 新型电力系统	5
赛题 2.2: 储能技术	6
赛题 2.3: 氢能与氢基燃料	7
赛道 3: 低碳农林业与自然碳汇	8
赛题 3.1: 低碳农业	8
赛题 3.2: 低碳林业	9
赛题 3.3: 湿地/草原/海洋碳汇	10
赛道 4: 低碳工业与绿色制造	11
赛题 4.1: 重点工业深度脱碳	11
赛题 4.2: 工业源与大气源 CCUS	12
赛题 4.3: 绿色制造	13
赛道 5: 低碳建筑与城市规划	14
赛题 5.1: 低零碳建筑设计与建造	14
赛题 5.2: 建筑能源系统与供热技术	15
赛题 5.3: 零碳城市与社区规划	16
赛道 6: 低零碳交通	17
赛题 6.1: 零碳道路交通	17
赛题 6.2: 航空与航运脱碳	18

赛道 7：减污降碳与循环经济	19
赛题 7.1：温室气体与大气污染监测控制	19
赛题 7.2：固废、废水与土壤低碳处理	20
赛题 7.3：循环经济与零碳园区	21
赛道 8：气候机理、韧性与适应	22
赛题 8.1：碳源汇监测与气候系统机理	22
赛题 8.2：气候风险、韧性与适应性建设	23
赛题 8.3：气候变化与健康影响	24
赛道 9：绿色经济、金融与治理	25
赛题 9.1：碳中和转型治理	25
赛题 9.2：碳足迹与碳市场	26
赛题 9.3：绿色经济与金融	27
赛题 9.4：关键矿产治理	28
赛道 10：数字智能赋能碳中和	29
赛题 10.1：赋能碳中和的 AI 方法创新	29
赛题 10.2：绿色数字基础设施	30
赛题 10.3：通用数字孪生与碳管理平台	31
赛道 11：绿色航空动力	32
赛题 11.1：航空混合电推进系统	32
赛题 11.2：航空发动机数字孪生	32
赛题 11.3：氢能航空发动机高效热管理	33
赛题 11.4：航空发动机低碳燃烧室设计	33

赛道 1：清洁能源

赛题 1.1：清洁化石燃料

背景介绍：

化石能源在较长时期内仍承担能源安全和工业原料保障功能，但其高碳排放特征与碳达峰碳中和目标存在突出矛盾。围绕煤、油、气等传统能源开展清洁高效利用、污染物协同控制、碳捕集利用与封存，是推动能源体系平稳低碳转型的重要基础。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 煤炭、油气等化石燃料清洁高效转化与梯级利用
2. 燃烧过程节能增效、低氮低碳燃烧与污染物协同控制
3. 煤油气领域碳捕集、利用与封存（CCUS）（CO₂驱油与地质封存、油气田伴生 CO₂回注与资源化利用、天然气联合循环烟气碳捕集 NGCC、煤化工过程碳捕集、煤油气 CCUS 全链条经济性与安全性评估等）
4. 煤化工、炼化、天然气利用等场景的碳排放核算与减排路径
5. 清洁化石燃料技术的经济性、安全性和工程适配性评估

请注意：“燃煤电厂烟气碳捕集”作品请投赛道 4.2。

赛题 1.2：可再生能源与核能

背景介绍：

可再生能源和先进核能是构建清洁低碳、安全高效能源体系的核心支撑。随着风电、光伏等新能源装机快速增长，资源波动性、消纳能力、设备可靠性和系统协同成为关键问题；同时，水能、地热能、生物质能、海洋能、先进核能等也需要在安全、经济和场景适配方面持续突破。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 风电、光伏、水能、地热、生物质、海洋能等资源开发与高效利用
2. 先进核能、小型模块化反应堆及核能综合利用技术
3. 可再生能源装备材料、运维监测和全生命周期低碳设计

请注意：有关“新能源发电预测、并网消纳与多能互补”的作品，请投赛题 2.1。

赛道 2：新型电力系统、储能与氢能

赛题 2.1：新型电力系统

背景介绍：

高比例新能源接入使电力系统从传统集中式供电向源网荷储互动转变，对灵活调节、预测控制、实时调度和市场机制提出更高要求。新型电力系统需要通过智能电网、微电网、虚拟电厂和需求响应等手段提升新能源消纳能力与供电安全水平。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 新型电力系统平衡（源网荷储协同互动、新型平衡技术、灵活调度、新能源消纳等）
2. 新型电力系统安全、稳定与韧性（新型电力系统稳定分析、智能电网状态感知、故障诊断、预测控制与安全防护、极端气候应对与韧性电网规划等）
3. 区域能源自治（微电网、能源互联网等）
4. 灵活负荷参与和分布式资源聚合（需求响应、负荷侧资源管理、虚拟电厂、电力市场机制设计等）
5. 关键电力器件装备（如换流变压器、换流阀）开发与绿色替代
6. 沙戈荒基地建设、绿电直连等创新政策与实践
7. 新型电力系统碳排放核算、可靠性与经济性综合评估

请注意：有关零碳园区的作品请投赛道 7.3。涉及 AI 与数字孪生的通用算法、技术方法、平台的作品，请投赛道 10 “数字智能赋能碳中和”，本赛道侧重行业应用场景的适配验证与行业知识问题。

赛题 2.2：储能技术

背景介绍：

储能技术是提升电力系统调节能力、促进新能源消纳、保障能源安全的核心支撑。随着可再生能源装机规模持续扩大，该技术在电网侧、电源侧、用户侧等场景应用前景广阔。不同储能技术路线在能量密度、功率响应、寿命、安全性、成本和适用场景上差异明显，需要面向电网侧、电源侧、用户侧开展系统设计，解决安全、效率、经济性等关键瓶颈。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 超短时储能（飞轮储能、超级电容、电磁储能）的材料、技术、系统控制与热管理
2. 短时储能（锂离子电池、钠离子电池、固态电池、液流电池）等电化学储能材料、系统安全与寿命预测
3. 长时储能（抽水蓄能、压缩空气储能、重力储能）的材料、技术、系统安全与工程应用
4. 储能系统回收与梯次利用
5. 多类型储能容量配置、调度策略和全生命周期成本评估

请注意：储热技术请投赛道 5.2。

赛题 2.3：氢能与氢基燃料

背景介绍：

氢能兼具能源载体、工业原料和储能介质属性，是难减排行业深度脱碳的重要路径。当前绿氢制备成本、储运安全、燃料电池寿命、氢基燃料转化效率、基础设施配套等仍是制约规模化应用的关键问题。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 可再生能源制绿氢、电解槽材料和系统效率提升
2. 高压、液态、固态、有机液体等储氢与输氢材料与技术
3. 氢燃料电池关键材料、寿命提升和系统集成
4. 氨、甲醇、合成燃料等氢基燃料制备与储运
5. 氢能全链条安全管理、碳排放核算和经济性评估

请注意：氢基燃料的发电应用（如燃气轮机、锅炉）请投赛道 1.2，氢能作为工业原料（如氢冶金、绿氢替代灰氢、合成氨）请投赛道 4.1，氢基燃料的交通应用（如燃料电池车、船舶、航空）请投赛道 6。

赛道 3：低碳农林业与自然碳汇

赛题 3.1：低碳农业

背景介绍：

农业既是温室气体排放源，也是固碳增汇的重要领域。种植业、养殖业、农机作业、水土资源利用、农业废弃物处理等环节均存在减排潜力，需要在保障粮食安全和农产品供给的基础上推进绿色低碳转型。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 化肥农药减量增效、节水灌溉和农业水土资源高效利用
2. 稻田甲烷减排、农田固碳扩容、畜禽养殖减排以及影响评估
3. 农产品低碳生产、加工、储运和供应链减损增效
4. 农机节能减排、电动农机和农业信息化技术
5. 生物质种植、收集及供应链、有机废弃物循环利用与碳核算

赛题 3.2：低碳林业

背景介绍：

林业在固碳增汇、生物多样性保护和生态产品供给中具有基础作用。低碳林业需要兼顾森林经营质量、碳汇能力、林产品利用和灾害风险控制，通过科学经营和数字化监测提升森林生态系统长期碳汇稳定性。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 森林经营、退化林修复、人工林质量提升和碳汇增强
2. 林业碳汇计量监测、遥感反演和碳储量评估
3. 木竹材等林产品低碳加工、长期储碳和循环利用
4. 森林火灾、病虫害、极端气候风险对碳汇的影响评估
5. 林业碳汇项目开发、生态补偿和收益分配机制

赛题 3.3：湿地/草原/海洋碳汇

背景介绍：

湿地、草原、海洋等自然生态系统是重要碳库，对实现碳中和具有不可替代的支撑作用。自然碳汇受土地利用变化、生态退化、气候变化、人为活动等影响较大，需要提升监测精度、保护修复能力和长期稳定性。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 湿地、草原、海洋碳汇计量监测技术
2. 增强风化、海洋碱化等碳汇技术
3. 蓝碳生态系统、红树林、盐沼、海草床等保护修复
4. 陆海统筹的生态修复、固碳增汇和生物多样性协同提升
5. 自然碳汇长期稳定性、泄漏风险和气候影响评估

赛道 4：低碳工业与绿色制造

赛题 4.1：重点工业深度脱碳

背景介绍：

钢铁、水泥、化工、冶金等重点工业行业能源消耗大、过程排放高，是实现碳达峰碳中和的关键领域。深度脱碳需要同时推进节能增效、燃料替代、流程再造、余热余压利用、数字化管控等措施。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 钢铁、水泥、化工、冶金等行业碳排放核算和减排路径
2. 工业节能、余热余压回收、能效提升和系统优化
3. 低碳原燃料替代、电气化、氢冶金工艺和流程再造（请注意：制氢与储运环节请投赛道 2.3）
4. 重点工业设备智能监测、过程控制和能碳管理平台（请注意：涉及 AI 与数字孪生的通用算法、技术方法、平台的作品，请投赛道 10，本赛道侧重行业应用场景的适配验证与行业知识问题）
5. 深度脱碳技术经济性、产业链协同和工程示范方案

赛题 4.2：工业源与大气源 CCUS

背景介绍：

工业过程二氧化碳排放和高浓度二氧化碳排放源在部分行业中难以通过常规节能完全消除，碳捕集、利用与封存（CCUS）是支撑工业深度脱碳的重要技术组合。工业 CCUS 需要突破捕集能耗、运输安全、封存稳定性、二氧化碳利用和商业化成本等瓶颈。当前 CCUS 技术仍面临成本高、能耗高、监测核证难和规模化示范不足等挑战，亟需形成可验证、可持续的技术路线。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 水泥、钢铁、化工、燃煤电厂等非油气工业源二氧化碳捕集技术
2. 直接空气捕集（DAC）的材料、工艺、能耗优化与系统集成
3. 二氧化碳压缩、运输、管网布局和封存安全评价
4. 二氧化碳矿化、化学转化和资源化利用
5. 工业 CCUS 集群化示范、商业模式和政策机制设计
6. CCUS 全流程能耗、碳泄漏风险、生命周期评价和 MRV
7. 生物质能源利用与碳捕集封存耦合技术（BECCS）（请注意：涉及“生物质种植与收集”的作品，请投赛道 3）

赛题 4.3：绿色制造

背景介绍：

电子、纺织、塑料、陶瓷、日用消费品、生物医药、矿业等制造行业与居民生活紧密相关，普遍呈现产品迭代快、供应链层级多、用能节点分散、消费端影响大的特点。绿色制造需要从工艺改进、材料替代、产品设计、智能生产和回收利用等环节降低全生命周期碳排放，同时兼顾经济可行性与产业适配性。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 电子、纺织、塑料、陶瓷、日用消费品、生物医药、矿业等行业的低碳转型（材料替代、产品设计、生产工艺、能效提升、污染物协同控制与生态修复等）
2. 智能制造、柔性生产、数字化车间和能碳管理
3. 产品碳足迹核算、绿色供应链和低碳消费引导

请注意：有关关键矿产供应链治理的作品，请投赛题 9.4；有关废旧产品回收利用，请投赛题 7.3。

赛道 5：低碳建筑与城市规划

赛题 5.1：低零碳建筑设计与建造

背景介绍：

建筑领域碳排放贯穿建材生产、施工建造、运行使用、拆除回收等全过程。低零碳建筑设计与绿色建材能够从源头降低建筑全生命周期排放，并提升建筑舒适性、耐久性和资源利用效率。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 零能耗建筑、被动式房屋和近零碳建筑设计方法
2. 绿色建材、低碳水泥、再生材料和低碳结构体系
3. 围护结构保温隔热、自然通风、采光和建筑节能技术
4. 建筑全生命周期碳排放核算、设计优化和认证评价
5. 建筑拆除回收、装配式建造和材料循环利用

赛题 5.2：建筑能源系统与供热技术

背景介绍：

建筑运行阶段能源消耗主要来自供热、供冷、照明和设备系统，是建筑减碳的重点环节。通过高效暖通空调、光伏建筑一体化、清洁供暖供冷、区域能源站优化等途径，可显著降低建筑运行能耗与碳排放。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 暖通空调系统节能、热泵、余热利用和高效末端设备
2. 光伏建筑一体化、建筑储能和建筑柔性用能调控
3. 清洁供暖/供冷、区域能源站和冷热电联供系统
4. 建筑能源数字化监测、故障诊断和智慧运维（请注意：涉及 AI 与数字孪生的通用算法、技术方法、平台的作品，请投**赛道 10**，本赛道侧重行业应用场景的适配验证与行业知识问题）
5. 建筑能源系统碳排放核算、节能改造和经济性评估

赛题 5.3：零碳城市与社区规划

背景介绍：

城市是能源消费和碳排放的重要载体，社区是低碳生活和公共服务落地的基本单元。零碳城市与社区规划需要统筹空间结构、交通组织、能源系统、生态空间和居民行为，形成可实施、可评估的低碳发展路径。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 零碳城市、低碳社区和公园碳中和路径规划
2. 城市空间结构、功能混合、15 分钟生活圈和绿色出行协同
3. 通风廊道、蓝绿空间、热岛缓解和城市气候适应设计
4. 社区能源、垃圾分类、低碳生活和居民参与机制
5. 城市/社区碳排放清单、数字化管理和绩效评估

赛道 6：低零碳交通

赛题 6.1：零碳道路交通

背景介绍：

道路交通是交通运输碳排放的主要来源，车辆电动化、智慧化是降低道路交通排放的重要方向。随着智能新能源汽车规模扩大，动力电池、充换电设施、车网互动和交通运行效率成为系统减碳的关键。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 电动汽车、燃料电池车和低碳车辆关键技术
2. 动力电池安全、寿命、回收利用（请注意：有关关键矿产资源的回收利用请投赛道 7.3）
3. 充电换电设施布局、智能有序充电、车网互动（V2G）
4. 智慧交通、车路协同、拥堵治理和绿色出行激励
5. 道路交通碳排放核算、运营优化和减排效果评价

赛题 6.2：航空与航运脱碳

背景介绍：

航空与航运具有长距离、高能量密度需求和国际化运营特征，是交通领域深度脱碳的难点。可持续航空燃料（SAF）、电动/混合动力飞机、绿色船舶、低碳航运燃料、低碳港口和机场建设等，是推动航空航运减排的重要路径。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 可持续航空燃料（SAF）（HEFA、ATJ、PtL 等非氢基制备技术、与燃料特性优化、适航认证、全生命周期碳排放核算与可持续性评价等）
2. 电动飞机、混合电推进和航空能源管理
3. 低零碳船舶燃料（绿色甲醇/氨/氢等低零碳船舶燃料的储运、加注、发动机适配、船舶应用，液化天然气的减排潜力与甲烷逃逸控制等）
4. 绿色船舶技术（能效优化，风力辅助推进、空气润滑、废热回收等节能技术，岸电系统、船舶电气化与混合动力，船舶碳捕集与封存等）
5. 低碳港口与机场（港口岸电、自动化码头、绿色照明与能源管理，机场地面设备电动化、APU 替代、光伏/储能系统，港口/机场碳排放核算、碳管理与碳中和路径规划）
6. 航空航运全生命周期碳排放核算、认证和减排机制（CORSIA，绿色航运走廊、低碳航线优化，航空航运碳标签、碳信用与绿色金融机制等）

请注意：氢基燃料（氨、甲醇、合成燃料）的生产制备请投赛道 2.3（氢能）；航空发动机燃烧室设计请投赛道 11.4（低碳燃烧室）。

赛道 7：减污降碳与循环经济

赛题 7.1：温室气体与大气污染监测控制

背景介绍：

温室气体排放与大气污染物排在能源燃烧、工业生产和交通运输等环节高度同源。开展碳排放监测、大气污染物控制和源解析，有助于实现减污降碳协同增效，提升环境治理和气候治理的一体化水平。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 温室气体在线监测、遥感监测和排放清单构建
2. 大气污染物与温室气体协同控制技术
3. 源解析、排放因子、排放核算和数据质量控制
4. 重点行业、园区、城市多尺度监测网络与预警平台
5. 减污降碳协同效益评估和治理策略优化

赛题 7.2：固废、废水与土壤低碳处理

背景介绍：

固废、废水和污染土壤处理既承担环境治理功能，也会产生能源消耗、甲烷、氧化亚氮和二氧化碳排放。通过低碳工艺、资源能源回收和过程优化，可以在污染治理中同步实现碳减排。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 垃圾焚烧、填埋的甲烷控制和固废资源化利用
2. 污水处理节能降耗、污泥资源化和能源回收
3. 污染土壤低碳修复、植物修复和稳定化技术
4. 废水、固废、土壤处理过程碳排放核算和工艺优化
5. 减污、降碳、资源化协同的综合治理方案

赛题 7.3：循环经济与零碳园区

背景介绍：

循环经济通过减少资源消耗、延长产品寿命和提升废弃物利用效率，从源头降低全社会碳排放。关键矿产（锂、钴、镍、稀土等）的回收与再生利用是循环经济的重要组成部分，可减少对原生矿产的开采需求，降低能源转型对资源供应的依赖和碳排放。零碳工厂和零碳园区聚焦于工厂和园区尺度，追求能源、物料、废弃物、产业链和管理平台之间的系统协同，以同时实现净零排放目标和产业集群经济效益。零碳园区是循环经济理念在区域产业组织中的具体应用场景，借助资源的高效循环和闭环流动，支撑园区排放最小化。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 废弃物资源化回收与再制造技术（湿法冶金、火法冶金、直接回收等关键矿产回收技术、电池正极材料再生制备、稀土金属提纯等）
2. 产业共生、余热余压利用和园区物质能量耦合
3. 零碳工厂/园区能源系统与碳管理（可再生能源替代、储能配置、工厂/园区净零排放路径设计与认证）
4. 循环经济商业模式、产品全生命周期和绿色供应链
5. 园区碳排放核算、绩效评价和认证标准体系

赛道 8：气候机理、韧性与适应

赛题 8.1：碳源汇监测与气候系统机理

背景介绍：

准确理解碳源汇变化和气候系统机理，是制定减排政策和适应策略的科学基础。全球与区域碳循环、温室气体遥感、气候模式和极端事件归因等研究，可支撑碳中和目标评估和气候风险预警。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 全球/区域碳循环过程、碳源汇格局和驱动机制
2. 温室气体遥感反演、地面观测和多源数据融合
3. 地球系统模式、陆-气-海-冰多圈层耦合与情景模拟
4. 极端天气气候事件归因、动力诊断、预测和影响评估
5. 碳源汇监测数据同化产品、模型验证和不确定性分析

赛题 8.2：气候风险、韧性与适应性建设

背景介绍：

气候变化正在增加洪涝、热浪、干旱、海平面上升等风险，对城市安全、基础设施、农业生产和公共服务产生影响。开展气候风险评估和韧性建设，有助于提升社会系统对极端气候和慢性气候变化的适应能力，保障社会和经济的可持续发展。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 洪涝、热浪、干旱、海平面上升等单一和复合气候风险评估
2. 城市、沿海、流域和基础设施韧性评估与韧性提升方案
3. 气候适应型规划、预警系统和应急管理机制
4. 自然基解决方案、海绵城市和生态缓冲空间设计
5. 适应措施的成本效益分析、分配公平性评估与转型路径设计

赛题 8.3：气候变化与健康影响

背景介绍：

气候变化通过高温热浪、空气污染、传染病媒介扩散、极端天气和心理压力等路径影响公众健康。气候健康研究需要横跨气象、环境、医学和公共卫生领域，建立监测预警、风险评估和干预机制。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 热相关疾病、热暴露风险和高温健康预警
2. 气候变化对传染病媒介、过敏原和公共卫生风险的影响
3. 空气质量变化与呼吸、心血管健康效应评估
4. 极端事件后的心理干预、社区支持和脆弱人群保护
5. 气候-健康数据平台、健康风险沟通和适应性干预策略

赛道 9：绿色经济、金融与治理

赛题 9.1：碳中和转型治理

背景介绍：

碳中和转型涉及能源、产业、区域、社会和国际合作等多重维度，需要在减排目标、发展质量、能源资源安全和社会公平之间形成统筹。科学的转型治理有助于明确路线图、政策工具和利益协调机制。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 国家、区域、行业碳中和战略与路径设计
2. 重点行业转型政策、就业影响和公正转型机制
3. 全球气候治理、国际规则和绿色贸易影响研究
4. 碳中和治理绩效评估、政策组合和协同机制
5. 碳中和相关法律法规制度建设、绿色诉讼与企业合规
6. 生物多样性、水、粮食等与碳协同治理

赛题 9.2：碳足迹与碳市场

背景介绍：

碳足迹是对产品、组织或活动在全生命周期中产生的温室气体排放量的量化评估，为识别排放热点、推动减排行动提供了科学依据，是碳市场中碳排放核算、报告与核查（MRV）体系的重要技术基础。碳市场通过设定碳排放总量并允许配额交易，以市场化机制实现减排成本的最小化配置，碳市场的价格信号能引导各主体优先降低碳足迹较高的环节。当前国际碳边境调节机制倒逼碳足迹标准互通、以及数字化核查技术提升碳市场透明度，但同时面临不同区域与行业的碳足迹方法学尚未统一、碳市场覆盖范围有限、中小企业参与门槛较高等挑战。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 产品、企业、供应链碳足迹核算和碳标签方法
2. 第三方核查和数字化碳管理平台
3. 碳市场配额分配、交易机制、价格形成和履约管理

赛题 9.3：绿色经济与金融

背景介绍：

绿色经济以资源节约和环境友好为核心特征，强调经济增长与碳排放脱钩，是全球可持续发展的关键支柱。绿色金融通过信贷、债券、基金、保险等金融工具，为绿色经济活动提供风险定价与融资服务，引导资本投向低碳技术、绿色产业和生态保护，是绿色经济规模化发展的关键引擎。当前，绿色经济与金融面临标准不统一、信息披露不足、绿色溢价偏高等挑战，同时也迎来碳市场扩容、转型金融兴起及数字化赋能等重大机遇。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 企业 ESG、碳信息披露和气候风险管理
2. 低碳产业经济政策、绿色消费和贸易规则影响
3. 绿色信贷、债券、期货、期权、回购等绿色金融产品和风险管理
4. 碳普惠、个人碳账户、居民低碳行为干预等消费端碳减排机制

赛题 9.4：关键矿产治理

背景介绍：

风电、光伏、电动车、储能、氢能等低碳技术高度依赖锂、钴、镍、稀土、铜、石墨等关键矿产。全球能源转型将推动关键矿产需求大幅增长，但资源分布高度集中、地缘政治风险、开采加工碳排放、ESG 争议、回收体系不完善等问题，对供应链韧性和绿色属性构成挑战。建立安全、可持续、可追溯的关键矿产与绿色供应链，是支撑碳中和目标的基础性议题。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 关键矿产供需预测与供应链韧性风险评估
2. 关键矿产碳足迹与碳治理（全生命周期碳排放核算、矿区生态修复、ESG 评级与信息披露等）
3. 绿色供应链管理与国际合作（海外矿产投资、国际合作与资源外交等）

请注意：有关废旧电池、电子废弃物中的关键矿产资源回收与利用技术，请投赛道 7.3。

赛道 10：数字智能赋能碳中和

赛题 10.1：赋能碳中和的 AI 方法创新

背景介绍：

本赛道聚焦可跨行业复用的数字智能方法学创新，包括新网络结构、新训练策略、新生成范式等，赋能双碳科学发现和应用。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. AI 辅助低碳材料开发（如碳捕集吸附材料、催化剂、储能材料等）
2. AI 辅助实验设计、自动优化、反应条件预测
3. AI 赋能气候科学（降尺度、极端事件预测、模式参数化）
4. 生成式 AI 用于低碳设计（建筑、交通、工业流程）
5. 大语言模型在双碳知识管理、政策分析中的应用

赛题 10.2：绿色数字基础设施

背景介绍：

本赛题聚焦数据中心、大模型、区块链、通信网络等数字基础设施本身的碳排放治理。

可涵盖方向（包括但不限于）：

1. 数据中心节能技术（液冷、余热回收、潮汐调度等）
2. 大模型低碳训练（模型压缩、知识蒸馏、高效微调等）
3. 边缘计算、端侧 AI 与算力下沉
4. 绿色区块链（PoS、分片、零知识证明）
5. 太空计算、光计算等新型低功耗计算范式
6. 通信网络节能（基站节能、绿色 5G/6G）

赛题 10.3：通用数字孪生与碳管理平台

背景介绍：

可跨行业复用的通用平台、框架、协议。

方向：

1. 通用数字孪生建模框架（数据融合、仿真引擎、模型降阶等）
2. 跨行业物联网感知架构与边缘计算平台
3. 区块链可信碳数据、碳资产管理与核证追溯
4. 企业/园区/城市通用能碳管理平台
5. 数据安全、隐私保护、标准接口与互操作性

请注意：有关行业专用数字孪生（如航空发动机、电网、建筑）的行业验证和行业知识问题，请投对应行业赛道。

赛道 11：绿色航空动力

赛题 11.1：航空混合电推进系统

背景介绍：

航空混合电推进是提升航空动力效率、降低燃油消耗和排放的重要方向。该方向涉及发动机、储能、电机、电力电子、热管理、控制和飞行器总体的深度耦合，需要在性能、安全、重量和可靠性之间综合优化。

可涵盖方向（包括但不限于）：

新概念新型循环发动机、分布式电推进构型、总体性能分析、能量管理优化、储能系统热管理、多变量控制、故障诊断与容错控制、飞发一体化控制、无人机协同控制、带飞轮储能的涡轮电动力、电机与逆变器控制等。

赛题 11.2：航空发动机数字孪生

背景介绍：

航空发动机具有高复杂度、高可靠性要求和长寿命周期特征，数字孪生可通过虚实映射提升设计、试验、运行维护和减排评估能力。将碳排放全生命周期评估纳入数字孪生，有助于形成绿色航空动力的精细化管理工具。

可涵盖方向（包括但不限于）：

碳排放全生命周期评估、碳排放评估模型、总体性能/振动/滑油数字孪生、性能评估与衰退预测、数字化试验、险情提前预警、数字

化设计工具等。

请注意：涉及 AI 与数字孪生的通用算法、技术方法、平台的作品，请投**赛道 10**，本赛道侧重行业应用场景的适配验证与行业知识问题。

赛题 11.3：氢能航空发动机高效热管理

背景介绍：

氢能航空发动机有望降低航空碳排放，但液氢储存、燃料供给、热管理和高温部件防护带来新的工程挑战。高效热管理需要利用氢燃料低温特性并解决冷却结构、热流耦合和安全控制等关键问题。

可涵盖方向（包括但不限于）：

新型冷却结构设计、热管理设计、氢燃料预冷再利用、涡轮热防护、高温部件热流耦合分析等。

赛题 11.4：航空发动机低碳燃烧室设计

背景介绍：

燃烧室是航空发动机效率、排放和稳定性的关键部件。面向低碳航空，需要兼容可持续航空燃料和氢燃料等新型燃料，同时降低氮氧化物排放、控制燃烧不稳定并保障宽工况安全运行。

可涵盖方向（包括但不限于）：

燃料喷嘴优化、燃烧组织模式创新、富油/贫油分区设计、氮氧化物排放抑制、可持续航空燃料燃烧、氢燃料低排放燃烧、燃烧不稳定性控制等。