绿色航空制造业发展纲要

（2023-2035 年）

发展绿色航空制造业是应对气候变化、实现航空产业可 持续发展的必然要求，是新一轮航空科技革命和产业变革的 重要方向，是提升航空制造业未来竞争力的重大战略举措。 党的二十大作出推进新型工业化，推动制造业高端化、智能 化、绿色化发展决策部署。为贯彻落实党的二十大精神，完 整、准确、全面贯彻新发展理念，抢抓航空动力变革机遇，

加快培育航空产业新业态，制定本纲要。

一、发展背景

（ 一 ）高质量发展对绿色航空制造业提出新要求

高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任 务，新时期对航空制造业发展提出了新的更高要求。一是绿 色化发展是实现航空产业可持续发展的必然要求，是提升航 空制造业未来竞争力的核心关键。全球主要发达国家高度重 视绿色航空发展，抢占航空动力变革新领域新赛道。二是绿 色航空制造业发展开辟了新的技术路径、产品形式和应用场 景，亟需加快构建适应绿色发展要求的高水平航空科技自立 自强创新体系。三是现有的航空技术标准体系、适航管理体

系、运营服务体系等亟需更新与提升，以适应绿色航空制造

业发展需要。

（ 二）我国绿色航空制造业发展面临重大战略机遇

大力推进制造强国、交通强国、航空强国建设，为我国 航空制造业开辟绿色航空新赛道提供了难得的历史性机遇。 一是我国航空运输、物流配送、城市空运、航空应急救援等 领域均具有巨大潜在市场。二是我国电动汽车、轨道交通等 新能源装备领域积累了技术优势，形成了先进工业基础，为 航空制造业绿色化发展提供了契机。三是新一轮科技革命推 动新能源、新材料、新一代信息技术与航空科学技术加速融 合， 电池、 电机、传感器、飞控系统等相关技术不断突破， 共享出行、智慧城市等新模式不断发展，为航空制造业绿色

化智能化转型带来了重大机遇。

（三）我国绿色航空制造业发展具备良好基础

党的十八大以来，在党中央、国务院的坚强领导和高度 重视下，各部门加强顶层谋划，央地协同加快布局，超前部 署绿色航空新技术、新产品，推进产业化进程，加快绿色航 空制造业发展，取得积极成效。绿色高效、安全低噪的飞行 器设计、制造与验证技术持续更新迭代；轻小型固定翼电动 飞机、多旋翼无人机发展水平居世界前列；电动垂直起降航 空器（eVTOL）、飞行汽车等产品迅速兴起，部分领域形成

产业优势。

总体来看，未来一段时期内，我国绿色航空制造业发展

既面临重要战略机遇，也面临诸多新的挑战，必须立足当前、 着眼长远，系统谋划、统筹推进，开拓绿色航空制造业高质

量发展新局面。

二、总体要求

（ 一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯 彻落实党的二十大精神和习近平生态文明思想，立足新发展 阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展 格局，紧扣实现碳达峰、碳中和目标， 以航空产业高质量发 展为主题， 以技术变革、动力变革、运营体系变革为主线， 统筹推进绿色航空制造业创新体系、产业体系、示范应用体 系和服务保障体系建设，培育航空产业绿色发展新业态，打 造航空制造业绿色发展新动能，为制造强国、航空强国建设

提供有力支撑。

（ 二）基本原则

市场主导，政府引导。充分发挥市场在资源配置中的决 定性作用，突出企业主体地位，加强产学研用深度融合，积 极探索新能源航空器的商业化路径。更好发挥政府作用，强 化顶层引导，加强行业管理和服务，优化产业布局，引导产

业规范发展，促进形成统一、竞争、有序的市场环境。

创新引领，融合发展。坚持创新驱动发展，准确把握绿

色航空创新发展方向，聚焦前沿领域加强新技术、新模式探

索和验证，建立健全协同高效的创新体系和产业链供应链， 不断提升产业竞争力和创新力。推进数字化、智能化、绿色 化融合发展，强化产业链上下游、大中小企业融通发展，加 强国内外协同合作，建设先进制造业集群，形成集智攻关新

格局。

统筹布局，系统推进。坚持系统观念，全局性谋划、战 略性布局，统筹好绿色航空发展的当前和长远、宏观和微观。 将扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合，系统推 进航空制造业转型升级、产品供给、产业化发展、服务支持 保障，实现绿色航空制造业发展质量、结构、规模、效益、

安全相统一。

（三）发展目标

到 2025 年，国产民用飞机节能、减排、降噪性能进一 步提高，航空绿色制造水平全面提升，绿色航空产业发展取 得阶段性成果，安全有效的保障体系基本建成。使用可持续 航空燃料的国产民用飞机实现示范应用，电动通航飞机投入 商业应用， 电动垂直起降航空器（eVTOL）实现试点运行， 氢能源飞机关键技术完成可行性验证，绿色航空基础设施不 断夯实，形成一批标准规范和技术公共服务平台，有效支撑

绿色航空生产体系、运营体系建设。

到 2035 年，建成具有完整性、先进性、安全性的绿色

航空制造体系，新能源航空器成为发展主流，国产民用大飞

机安全性、环保性、经济性、舒适性达到世界一流水平， 以 无人化、电动化、智能化为技术特征的新型通用航空装备实

现商业化、规模化应用。

三、发展路径

坚持多技术路线并举，积极探索绿色航空新领域新赛 道。按照技术成熟度，稳步推进技术攻关，“十四五”期间， 小型航空器以电动为主攻方向，干支线等中大型飞机坚持新 型气动布局、可持续航空燃料和混合动力等多种路线并存； 同时，积极探索氢能源、液化天然气（LNG）等技术路线，

前瞻布局未来产业。

（ 一） “绿色**+** ”助推民机产业升级

推动现有国产民用飞机的优化改进，通过多种手段实现 国产通用飞机、直升机、干支线飞机的减重、减阻、降噪和 增升，提高多电水平，持续提高国产民用飞机经济性和环境 友好性。加快航空绿色制造体系建设，推动民机企业生产工 艺和流程的绿色化、智能化升级，发展航空再制造模式，完 善绿色航空技术/路径全生命周期管理，推动全产业链碳排放 足迹评估，降低能源资源消耗及二氧化碳等温室气体排放。 加强可持续航空燃料在国产民用飞机和发动机上的应用验

证。

（ 二）开辟电动航空新领域

面向城市空运、应急救援、物流运输等应用场景，加快

eVTOL 、轻小型固定翼电动飞机、新能源无人机等创新产品 应用，形成以典型场景为导向的电动航空器供给能力、运营 支持能力和产业化发展能力，打造新经济增长极。鼓励开展 绿色航空示范运营，推动轻小型固定翼电动飞机、eVTOL 实 现商业运营。加快将 eVTOL 融入综合立体交通网络，建立 统一的空地智联管理平台，打造低空智联网，初步形成安全、 便捷、绿色、经济的城市空运体系。针对市场应用场景需求， 结合纯电推进技术及涡轮混合电推进技术发展，由小到大开

展新能源商用飞机预先研究。

（三）布局氢能航空等新赛道

积极布局氢能航空关键技术研发，加快储氢装置、动力 装置等核心关键技术攻关，开展适用于氢能源飞机的新型结 构布局技术研究。推进氢燃料电池与氢内燃机、氢涡轮、氢 涡轮混合动力飞机理论研究与技术验证，打通与氢能源产业 上下游协同创新的技术应用模式。围绕氢能航空未来发展趋 势，探索商业化氢能源飞机运营体系新模式。积极探索 LNG

等其他能源在航空领域的应用方法和路径。

四、主要任务

（ 一）构建协同高效的绿色技术创新体系

**1.** 强化绿色航空关键核心技术攻关。持续推动总体、气 动、结构、发动机、机载、材料、制造工艺等领域技术升级

换代，加速发展混合动力推进系统，不断提升干支线飞机、

通用航空器节能减排降噪水平。加快发展高能量密度、高放 电效率、高安全性的航空动力电池技术， 以及高可靠性、高 功重比、高效率的航空电推进技术。加强高效燃气涡轮- 电能 融合技术研究。 引导优势企业和研究机构持续突破智能化、 高可靠性、轻量化、低成本能量控制和飞行控制技术，开展 新能源飞机总体设计、能源系统设计、全电机载系统等技术 攻关。持续探索氢燃料存储技术、氢燃料电池技术、氢内燃、 氢涡轮发动机技术、氢涡轮混合电推进技术、 能量综合管理 技术等氢能源飞机关键技术。面向国家绿色航空发展的战略 需要，加快布局基础研究和应用基础研究，解决制约绿色航

空发展的源头和底层技术问题。

|  |
| --- |
| 专栏 1：绿色航空技术创新工程 |
| **1.** “绿色**+** ”产品技术升级。 围绕国产民用飞机的进一步节能 减排降噪，开展 “绿色+ ”技术迭代升级。 围绕航空器气动布局， 开展分布式推进布局等技术攻关。围绕新型结构设计，开展翼身结 构、风扇结构等技术攻关。加快布局新一代机载技术。围绕能源高 效利用，开展能量综合管理、能量捕集/转换和储能技术攻关。围绕 智能化、体系化、网络化技术趋势，开展辅助驾驶、 自主飞控、智 能航电等技术攻关。结合新能源航空器性能优势和 5G 、大数据、 人工智能等新技术，推动机载技术跨越式升级。**2.**基于混合动力系统演示验证平台开发。开展混合动力系统的 原理验证、地面试验和样机开发，研发混合动力系统演示验证平台， 实现混合动力系统的飞行验证。突破新型航空材料、智能材料、功 能结构一体化材料等材料技术，多电系统集成、燃电 APU、电滑行、 空地融合运行系统等机载技术。**3.** 电动通用航空器工程化攻关。加快电动通用航空器系列化、 谱系化。突破高能量密度锂电池、高比功率氢燃料电池、高效率电 推进系统、高推重比涵道风扇、先进气动布局涵道风扇、太阳能无 人机等关键技术。满足电动航空器使用需求和适航要求的400Wh/kg |

|  |
| --- |
| 级航空锂电池产品投入量产，500Wh/kg 级产品小规模验证；250kW 级航空电机及驱动系统投入量产，500kW 级产品小规模验证，功重 比达到 20Nm/kg 。针对载人、物流城市空运航空器，突破适航安全 性设计、高效率气动布局设计、低噪声高效率电推进、电动倾转旋 翼高可靠性飞行控制、人在环垂直起降飞行控制等关键技术，开展 攻关和试飞验证。**4.**氢能源飞机可行性论证与关键技术攻关。开展氢内燃、氢涡 轮发动机、氢涡轮混合动力、高效储氢技术、机载设备与可靠性研 究，实现氢能源飞机关键技术验证。开展基础设施研究，提高地面 氢燃料运输、存储与加注的便利性、机动性和安全性。开展氢能源 系统原理验证、地面试验和样机开发，研发氢能源系统演示验证平 台。加快突破高效液氢存储系统、氢动力部件及整机试验装置、高 效低排放氢燃烧、精确氢控制、综合热管理等氢能源核心系统关键 技术。 |

**2.**建立健全协同创新机制。 强化绿色航空企业科技创新 主体地位，促进各类创新要素向企业集聚，支持企业提升创 新能力，全面激发企业创新活力。推动创新链和产业链深度 融合，构建以企业为主体、市场为导向、产学研用深度融合 的技术创新体系，建立商业化的绿色航空产业技术创新中心 和创新联合体，打造新型储能制造业创新中心，加快绿色航 空关键共性技术开发和新能源航空器产品研制。加强产业间 跨界融合，依托新能源汽车、船舶、轨道交通等行业的共性 技术和产业基础，推动绿色航空发展，构建互利互促的协同 关系。积极推动制造端与运营端协同，加快推广绿色低碳技

术。

**3.**加强专业人才培养。面向可持续航空燃料、 电动航空 器、氢能源航空器等领域，鼓励高校加强绿色航空相关领域

知识图谱构建，推进教学资源与示范课程建设。鼓励行业企

业与高校积极对接合作，加快培养绿色航空技术多学科交叉 复合型人才队伍，形成梯度化、多层次的支撑协同创新的人

才培养生态结构。

（ 二）构建开放融合的绿色航空产业体系

**4.**发展航空绿色制造。大力推行绿色设计技术，发展绿 色表面处理、清洁加工、低能耗工艺，构建面向环境、能源 和材料的绿色制造技术体系。促进航空制造技术与工业互联 网、大数据、5G 、通用人工智能等新一代信息技术融合，提 升能源、资源、环境管理水平，建设一批绿色智能制造工厂。 开发金属、复合材料、动力电池等回收利用方法，推动形成

航空装备报废拆解与再生利用的新业态。

**5.**构建绿色航空产业链。充分发挥绿色航空领域主机企 业主力军和中小企业生力军的作用，加强优质企业梯度培 育。发挥主机企业在技术、标准、资金、人才方面的优势和 中小企业在产业创新、强链稳链中的支撑作用，重点围绕电 动航空器，加快形成安全高效的电机、电池、飞控、材料等 现代化产业链，不断提升产业链韧性和安全水平。推动主机 企业制造运营一体化，探索安全、高效、经济的商业运营模

式。

**6.**深化绿色航空国际合作。加强绿色航空发展领域的政 策沟通、技术交流、项目（技术）合作、人才培训等，鼓励

研究机构、高校和企业积极参与国际相关标准、规则制定，

建设绿色航空国际技术创新合作平台。鼓励企业面向绿色航 空发展，积极 “ 引进来” 、 “走出去”，融入国际绿色航空

产业链供应链体系，开拓国际绿色航空市场。

（三）构建市场导向的绿色示范应用体系

**7.**推动新能源航空器区域应用试点示范。依托优势地区， 建设国产航空装备绿色升级示范区。鼓励各地区结合区域经 济发展基础和需求，开展电动通航飞机、eVTOL 试点示范应 用，探索技术和装备体系、应用场景、商业运营新模式。鼓 励有基础有条件的地区布局绿色航空关键技术、产品方案、

安全验证等试验基地。

|  |
| --- |
| 专栏 2：绿色航空创新应用试点示范工程 |
| 1.依托长三角、成渝黔、长株潭等优势地区民用航空产业集群， 建设国产航空装备绿色升级示范区，开展绿色智能制造工厂的论证 试点，提升国产航空装备经济性和环境友好性。2.鼓励珠三角、长三角、环渤海、成渝等优势地区，设立低空 经济示范区，开展轻小型电动飞机规模化示范运营，eVTOL 商业 示范运营，推动电动航空应用场景、产品规范、运营体系、客户服 务方案等领域的论证试点。3.鼓励京津冀、长三角、长株潭、成渝等有基础有条件的地区 布局氢能航空研制试验基地，开展国产民用飞机的氢动力改装，推 动氢能航空技术体系的论证试点。4.发挥中西部地区能源产地和空域资源丰富的区位优势，布局 绿色航空技术、产品、安全性等试验基地，推动绿色航空产品方案 和安全验证的论证试点。 |

**8.**开展可持续航空燃料在国产民用飞机上的试点应用。

基于成熟的可持续航空燃料应用情况，在国产民用飞机上开

展不同掺混比例的试点验证。积极开展可持续航空燃料在国

产民用飞机上使用的标准、体系和规范建设。

（四）构建安全有效的服务保障体系

**9.**构建绿色航空工业法规标准体系。坚持标准法规先行、 标准法规引领，对照工业领域碳达峰碳中和相关标准体系， 加快推动可持续航空燃料、绿色制造、飞机拆解等领域标准 研制，促进关键技术产业化发展。围绕新能源航空器产品安 全、技术性能、市场运营等，加快行业标准制定，大力发展 团体标准。开展氢能相关标准前期论证，研究建立氢能航空 标准体系。推动绿色航空计量体系建设，加强绿色航空相关 计量基准研究，推动计量标准能力提升和关键领域计量技术

突破。

**10.**建设绿色航空适航审定体系。完善可持续航空燃料适 航审定方法，积极推进替代燃料的适航审定。加强工业方与 适航审定方协作，加快推动建立新能源航空器适航审定体系 和持续适航体系。强化电动航空器等在飞行性能、结构强度、 机载配套等领域初始适航审定，加速满足市场急需的新能源 航空器适航取证。开展氢能航空适航审定技术预先研究，加

速氢能航空发展。

|  |
| --- |
| 专栏 3：绿色航空标准与适航符合性验证体系建设工程 |
| **1.**可持续航空燃料适航审定体系。制定可持续航空燃料技术标 准和可接受的符合性方法。开展国产可持续航空燃料的储运加注以 及在国产航空器上的适应性研究，并进行试飞验证和试点示范工 作。**2.**新能源航空器适航审定体系。开展基于风险的新能源航空器 |

|  |
| --- |
| 适航符合性设计与验证体系研究，建立符合国情的新能源航空器适 航审定标准及符合性技术路径。 |

**11.**建立绿色航空安全监管体系。利用 5G 、北斗、低轨 卫星互联网、ADS-B 等技术手段，开展星基通信导航监视应 用，加强有人机和无人机融合运行研究验证，推进绿色航空 服务监管数字化智慧化，构建设施互联、信息互通的低空物 联网络。加强新能源航空器市场监管，建立健全新能源航空 器设计质量保障体系，研究论证新能源航空器安全管理政

策。推动建立第三方技术检测检验机构。

**12.**推动建设新型地面基础设施配套体系。根据各地既有 的基础设施条件和经济承受能力，研究论证城市空运、物流 配送等设施网络，推动纳入城市交通基础设施布局规划。统 筹新能源干支线飞机技术发展与现有机场设施的适配性。研 究建设多场景、多层次的起降点网络，具备保障 eVTOL 等

航空器起降、停放、充电等功能。

五、组织实施

（ 一）强化纲要落实

加强对绿色航空制造业发展的组织和推动，强化资源统 筹和政策协调。加强部门协同和央地联动，积极推动有关部 门细化落实举措，有关地区可根据纲要部署，结合本地实际 情况，研究制定地方绿色航空制造业发展实施指南、行动计

划，制定细化支持政策和配套措施。

（ 二）加强政策支持

发挥政府采购作用，推动相关部门、地方政府积极采购 和使用绿色航空装备。通过首台（套）重大技术装备保险补 偿，支持绿色航空装备推广应用。发挥国家产融合作平台作 用，鼓励企业用好绿色基金、绿色债券、绿色信贷、绿色保 险等金融扶持政策。鼓励企业充分利用好市场化投融资渠 道。推动社会资本以融资租赁、股权投资等方式积极参与绿

色航空装备研制和运营服务。

（三）加强宣传引导

支持行业协会、产业联盟、专业机构等通过科技创新活 动、航空文化科普等方式大力宣传推广绿色航空，提高全社 会对绿色航空的认可度和接受度。支持举办绿色航空领域国 际性专业化展会、论坛，推动行业交流和信息共享，为绿色 航空制造业发展营造良好氛围。强化前瞻性、战略性重大问

题研究和决策咨询，引导形成产业发展共识。

（四）强化安全发展

坚持安全为先，开展新能源航空安全宣传教育，提升企 业和相关从业人员安全意识。引导企业建立健全新能源航空 器质量管理体系，落实安全管理责任制，确保新能源航空器

质量可靠及运营安全。