

## 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、人才培养等，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。