

# 基于双维驱动的海南重型运载火箭工程人才发展研究

崔亚妮<sup>1</sup>, 陈敏<sup>1</sup>, 张龙喜<sup>2</sup>, 尤志鹏<sup>2</sup>, 任佳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>海南大学信息与通信工程学院, 海南海口, 中国

<sup>2</sup>深空探测实验室, 北京, 中国

**【摘要】**随着重型运载火箭工程在海南的战略布局, 多层次高端人才成为产业落地的核心支撑。本文基于海南省航天产业与人才发展现状调研, 系统分析重型运载火箭工程人才需求特点, 揭示供给与产业需求间的结构性矛盾(针对性不足、培养体系薄弱、人才流失风险), 借鉴国内外航天人才发展经验(北京科研集群、上海产业融合、陕西师承体系), 提出“精准引才、系统育才、科学用才、生态留才”四维策略。研究表明: 需构建定制化引才策略、分层分类培养机制、科学人才评价体系及长效留用保障, 以打造本土化、高素质、创新型人才梯队, 赋能海南航天产业高质量发展与国家航天强国战略。

**【关键词】**重型运载火箭; 高端人才; 海南省; 人才战略; 航天产业

**【基金项目】**中国工程院院地合作项目(项目编号: 2024-DFZD-47)

## 1. 引言

重型运载火箭是我国由“航天大国”迈向“航天强国”的标志性工程, 被写入《国家中长期科技发展规划(2021-2035年)》和《航天强国建设纲要》。重型运载火箭是深空探测的核心装备, 其研发高度依赖多学科、多层次高端人才。海南省依托低纬度区位优势与自贸港政策红利, 正加速建设以文昌国际航天城为核心的航天产业集群, 成为国家唯一布局重型火箭全产业链的省份。

国家战略将重型运载火箭工程锚定海南, 绝非简单的地理选择, 而是一场面向深空探测与商业航天的综合国力竞赛。海南低纬度的天然发射优势、自贸港“零关税”制度红利, 以及文昌国际航天城“三区三链”规划, 共同构成了国家把10.6米直径部段研制、68亿元总装测试基地落地的深层逻辑。2030年首飞、2035年两级完全重复使用的路线图, 决定了海南必须同步扮演“国家任务承载地”和“全球航天资源集散地”的双重角色; 一旦成功, 这里将成为月球科研站、深空探测的桥头堡, 也将撬动万亿级商业航天市场。

然而, 战略蓝图与现实能力之间横亘着一条越来越宽的人才鸿沟。按产业链测算, 重型火箭从材料、部组件、总装到发射运营至少需要3000名高端人才, 而海南目前航天领域人才在总量、结构与国际化三维都存在较大缺口, 使海南在“国家任务时间表”面前面临系统性风险。“引不进、育不强、留不住”并非孤立现象, 而是制度引力、产业承载与文化粘合

三重失灵的连锁反应。制度优势若不能转化为人才体验, 自贸港政策就会沦为“纸面红利”。

因此, 本文计划构建“自贸港制度创新+航天产业集群”双轮驱动模型: 在供给侧, 用制度突破打破国籍、执业资格、科研资金跨境使用的壁垒, 让全球航天人才“进得来”; 在需求侧, 用“发射任务+技术攻关”捆绑、股权期权、首席科学家负责制, 让各类人才“长得快”; 在生态侧, 用国际社区、双语学校、共享实验平台, 让人才“留得下”。只有把政策高地转化为人才高地, 海南才能把国家战略的“时间表”变成“实景图”, 真正成为全球航天人才蓄水池与创新场。

## 2. 海南重型运载火箭工程人才需求画像

### 2.1 重型运载火箭工程产业需求人才构成

重型运载火箭的运载能力, 是实施月球探测和深空探测、开展大型空间基础设施建设和空间资源开发利用的重要基础。其产业链构成由上游——基础材料和元器件, 包括运载火箭结构、发动机所用的金属材料、复合材料等, 以及电子设备所需要的元器件等; 中游——分系统研制, 包括火箭结构、发动机、电子设备等, 产品为运载火箭的各个分系统; 下游——总装集成, 包括总体设计、总装集成与测试, 产品为整箭。围绕重型运载火箭产业链构成与建设内容, 所需人才产业构成如表1所示。

### 2.2 重型火箭产业岗位人才需求特点

重型火箭工程作为航天领域的“皇冠明珠”, 代表着国家航天实力的顶尖水平, 其人才需求涵盖多学科、多层次, 对推动我国迈向

航天强国具有关键意义。

**表 1. 重型火箭产业需求人才构成**

单位	所需人才
研发与设计单位	航天动力工程师、电池工程师、火箭系统工程师、航天仿真系统工程师、测运控系统工程师、航天结构力学工程师、航天热控工程师、电子材料工程技术人员
支持与后勤单位	管理学研究人员、售后技术支持、设施管理员
装配与整合单位	总装工艺工程师、质量检测员/测试员、电子工程师
运输与物流单位	物流经理、运输工程师、安全监控员、机械维修工
生产与制造单位	数据分析处理工程技术人员、电子仪器与电子测量工程技术人员、计算机软件测试员、自动控制工程技术人员、嵌入式系统设计工程技术人员
测试与验证单位	计算机软件测试员、电子仪器与电子测量工程技术人员

火箭研发是航天发射的源头创新驱动力，需要航空航天工程、飞行器设计、动力工程等专业的高端人才。这类人才是重型火箭的“总设计师”，肩负统筹火箭整体架构、性能指标、任务适应性设计的重任。发动机研发是重型火箭的核心关键。突破大推力液氧煤油发动机、氢氧发动机等关键技术瓶颈，需要掌握先进燃烧理论、高效冷却技术、涡轮泵设计制造技术的航空宇航推进理论与工程热物理等专业人才，提高发动机比冲、推力与可靠性。材料科学与工程专业人才主要聚焦研发耐高温、高强度、轻量化的结构材料[1]。通过微观结构设计、先进制备工艺研发，提升材料性能，并运用有限元分析等手段进行结构强度优化，确保火箭箭体在承受巨大推力、振动与热冲击时安然无恙，保障发射任务安全。测控岗位则是航天发射的“千里眼”与“顺风耳”，负责火箭飞行全过程的跟踪、测量与控制。岗位所需人才涵盖通信工程、电子科学与技术、自动化等专业，熟练掌握雷达、光学、卫星测控等技术手段。发射指挥岗位如同航天发射的“大脑中枢”，肩负着统筹协调各方、精准决策发射时机的重任。指挥人员通常要求具备航天工程、电子信息工程等专业背景，拥有丰富的发射场实操经验与卓越的应急处置能力[2]。

### 2.3 海南重型运载火箭工程人才现状与短板

根据调研结果数据显示，2018年4月-2024年4月，海南省累计引进各类人才超70万人，分三批次遴选南海育才项目培养对象共1151人，建设168家省级院士创新平台，柔性引进83名院士和92个院士创新团队，全省共发放外国人工作许可9360人[3]，其中A类（外籍高端人才）946人。

其中，对重型火箭工程有直接支撑的文昌发射站近三年引进科技类人员平均年龄27.5

岁，硕士以上学历占比42%，在操作技能类人员中，大部分拥有职业技能鉴定证书。随着海南商业航天产业的发展，人才数量呈逐渐上升趋势。同时也呈现出以下特点：（1）人才逐渐增多但缺口仍然较大：文昌国际航天城入驻企业与研究院持续开展各类人才引进人才，但从产业高速发展的需求来看，航天技术人才仍较为缺乏，需要大量培养与引进来支撑产业发展；（2）聚集效应初步显现：以文昌国际航天城为核心，吸引了部分人才聚集。航天城聚焦航天领域、产业园区、“三链”聚集地，打造高层次人才干事创业平台，专业技术类人才储备逐渐增多，涵盖了多个专业，且呈现年轻化与经验型人才并重的特点[4]；（3）高学历人才数量增长明显：本科及以上学历人才占比比较高。如文昌国际航天城引进的各类人才中本科及以上学历占比96.86%，同时硕博学历人才占比不断攀升，2023年-2024年航空航天行业硕博学历人才占比近3成，博士学历人才同比增长19.86%[5]；（4）引才育人政策措施持续出台：海南出台了一系列优惠政策吸引高端人才。包括学历落户政策，子女入学，保障住房与补贴政策等。

### 2.4 海南重型运载火箭工程人才建设短板

当前，海南航天产业人才引进虽有成效，但在航天科研氛围、项目资源、产业链完整程度与市场规模、人才自主培养等方面与航天产业发达地区相比仍存在差距，一定程度上影响了高端航天人才引进落地。（1）政策吸引力仍有提升空间。与一线城市相比，高端人才个税补贴、科研资助上限等方面竞争力稍显不足，子女入学在顶尖教育资源覆盖、国际教育衔接上有待完善，难以满足高端人才对子女教育多元化高要求，使部分高端人才引而难留。（2）高端领军人才、跨学科复合型人才培养成为

“痛点”。重型火箭研发、深空探测等前沿领域，国内国际顶尖专家难觅踪迹；商业航天运营、航天金融等新兴交叉领域，兼具技术、市场、金融知识复合型人才凤毛麟角，制约产业创新升级节奏与多元化拓展步伐。（3）人才与产业匹配度亟待优化，部分高校毕业生入职后实践能力与岗位需求脱节，需企业投入大量培训成本；社会招聘人才专业方向、经验与项目实际契合度不高，造成短期内人才效能难以充分释放，影响项目推进效率，迟滞产业发展速度[6]。（4）本地化培养航天类人才的高等院校或特色专业相对缺乏，本地培养能力有限。现阶段海南省航天产业相关人才主要依赖外部引进，本地缺少相关专业的高等院校支撑，这也造成引进人才学历提升与能力培训缺少通道。

### 3.国内外航天人才发展模式比较与启示

#### 3.1 国内经验萃取

##### （1）北京航天人才培养经验

北京依托雄厚科研院所与高校资源，构建起强大的航天人才集聚与协同创新生态，成为我国航天人才高地。科研院所集群是北京航天高端人才“引力场”。中国航天科技集团、中国航天科工集团总部及其众多研究院所扎根北京，汇聚大批两院院士、国家级专家等顶尖航天人才。高校人才培养为北京航天产业注入“源头活水”。高校与科研院所深度协同，共建联合实验室、研究生联合培养基地，实现人才培养与科研需求精准对接。如北航与航天院所联合开展“大飞机班”“宇航班”定制化培养，课程体系紧密围绕产业实际，学生参与院所课题研究，毕业后快速成长为航天各领域骨干力量，为北京航天产业持续创新发展提供充沛后备人才。人才政策协同创新为航天人才营造良好发展环境。北京市政府联合科研院所、高校出台系列政策，从人才引进落户科研项目资助、人才公寓保障到子女教育优待，全方位解决人才后顾之忧。

##### （2）天津航天产业人才引进经验

天津作为我国重要的航空航天产业基地之一，在航天产业人才引进方面独具特色，通过政策牵引、产业协同以及人才生态打造，为航天人才提供广阔发展空间，助力产业腾飞。政策精准发力，靶向吸引航天人才。天津市政府出台专项人才政策，针对航天领域高端人才、急需紧缺人才给予重点支持。产业协同联动，拓展人才发展平台。天津依托空客总装线、重型运载火箭基地等重大项目，构建起完整航空

航天产业链，为人才提供丰富多样岗位机会。人才生态优化，提升人才归属感。天津注重航天人才生活服务保障与职业成长环境营造，打造宜居宜业人才生态。在生活配套上，滨海新区等航天产业聚集区周边建设商业综合体、医院、学校，满足人才日常需求；职业发展方面，鼓励航天企业与高校、科研院所共建实训基地、博士后工作站。

##### （3）上海航天产业人才发展经验

上海立足国际化大都市优势，推动航天产业与金融、信息技术等多领域深度融合，通过创新人才发展模式，广纳贤才，为航天产业注入多元活力，迈向高质量发展新征程。产业融合催生复合型人才需求，上海精准施策，构建跨领域人才培养引进机制。国际化人才引入为上海航天产业“链接”全球资源。凭借优越地理位置、国际化营商环境与开放人才政策，上海吸引众多海外航天人才。人才激励创新激发人才活力。上海航天企业探索多元激励模式，除传统薪酬福利提升外，更注重股权激励、项目分红、荣誉表彰等长期激励。

#### 3.2 国际范式参考

##### （1）美国硅谷模式

美国硅谷作为全球顶尖的高新技术产业集聚区，在航天科技人才与产业技术人员培育方面成效显著，主要来源于硅谷独特的产学研融合模式、活跃的风险投资驱动以及宽松包容的创业环境营造[7]。产学研融合是硅谷航天类人才集聚的核心动力。斯坦福大学等高校与周边航天企业紧密合作，构建起知识创新与技术转化的高速通道。风险投资为硅谷航天产业注入了源源不断的资金活力，为人才创业创新加注了“动力燃料”。以红杉资本、凯鹏华盈为代表的风投机构独具慧眼，敢于在航天初创企业早期阶段果断投资。宽松包容的创业环境是硅谷留住人才的关键“磁石”。政府秉持鼓励创新、包容失败的理念，出台系列政策简化行政审批流程，降低创业门槛[8]。

##### （2）欧洲航天中心模式

欧洲航天中心作为欧洲航天事业的核心枢纽，凭借跨国人才协作、技术共享以及标准化人才培养体系，为区域航天产业蓬勃发展筑牢人才根基[9]。跨国人才协作是欧洲航天中心的显著特色。欧洲各国航天机构紧密协同，整合资源，汇聚来自德国、法国、意大利等不同国家的顶尖人才。技术共享机制促进人才交流成长。欧洲航天中心搭建统一技术交流平台，成员国科研团队在此分享最新研究成果、前沿

技术与工程经验。标准化人才培养体系为欧洲航天产业可持续发展提供稳定人才供给。欧洲航天局联合高校、职业院校制定统一航天人才培养标准,涵盖专业课程设置、实践技能要求、职业资格认证等方面[10]。

#### 4.海南特色多层次高端人才双轮驱动战略框架

针对海南重型运载火箭工程人才现状,以及国内外人才建设经验,本研究提出“双维驱动”框架,旨在系统阐释海南重型运载火箭工程中人才战略与航天产业的深度互动关系。该框架试图突破传统单向政策分析局限,揭示“自贸港政策”与“航天产业集群”如何通过制度创新和技术外溢双维驱动,最终实现“人才能力跃迁-产业效能提升”的正向循环,从以下两方面来开展和实施。

##### 4.1 精准引才“三靶向”

###### (1) 靶向领域

基于海南省航天产业发展战略与人才需求预测,精准绘制人才画像,强化人才引进精准度至关重要。针对重型火箭研发,需招揽航空航天工程、飞行器设计等专业博士学位人才,具备10年以上大型运载火箭总体设计经验,掌握先进结构力学、热防护技术,曾主导或深度参与国家级重大火箭项目攻关;卫星应用领域聚焦地理信息科学、通信工程硕士以上人才,熟悉卫星遥感数据处理算法、卫星通信链路优化,拥有相关领域成功应用案例实践。

###### (2) 靶向人群

运用大数据、人工智能技术深度剖析产业人才需求特征,搭建人才数据库,为靶向引才提供精准指引。拓展引才渠道,构筑多元化引才网络。深化与国内外知名高校、科研院所合作,设立“航天人才联合培养基地”,选派海南航天企业技术骨干赴顶尖院校进修,吸引高校优秀学生、科研人员来琼实习就业;积极参与国际航天学术交流、展会活动,举办“海南航天国际人才论坛”,搭建国际人才交流平台,面向全球招揽高端人才;借助专业猎头公司、人才中介机构力量,精准挖掘航天领域“高精尖缺”人才;鼓励航天企业员工内部推荐,对成功引荐关键人才给予丰厚奖励,激发全员引才积极性。

提升引才政策竞争力,对标国际国内人才高地。进一步优化个税优惠政策,对航天高端人才个税补贴不设上限,确保人才实际税负显著降低;加大科研资助力度,设立“航天科技创新专项资金”,对顶尖人才领衔重大项目给

予千万级资金支持;完善人才荣誉体系,设立“海南航天功勋奖”等荣誉称号,配套高额奖金、专属科研资源,增强人才荣誉感与归属感;在子女教育方面,引入国际教育资源,建设国际化学校,开设航天特色课程,满足高端人才子女多元教育需求,全方位提升海南对航天人才吸引力。

###### (3) 靶向政策

创新人才激励机制,激发人才创新活力。在薪酬福利方面,探索多元化薪酬体系,设立项目专项奖励、成果转化分红,对攻克关键技术难题、推动重大项目落地团队给予高额奖励;完善股权激励计划,扩大股权期权授予范围,向核心技术人才、创新团队倾斜;打造特色福利体系,为航天人才提供高端体检、定制化商业保险、带薪学术休假等福利。

职业发展激励上,拓宽人才晋升通道,建立技术与管理双通道晋升体系,技术人才可依技术创新成果、项目贡献晋升技术专家、首席科学家等职级,享受相应薪酬待遇与科研资源;为人才提供丰富项目历练机会,选派优秀人才参与国际合作项目、国家级重点工程,在实战中锤炼能力、积累经验;搭建人才交流展示平台,举办航天技术创新大赛、学术成果分享会,提升行业知名度与影响力。

完善人才服务保障体系,营造良好发展环境。优化生活配套服务,在航天产业园区周边建设高品质人才社区;完善交通网络,方便人才出行;打造休闲文化设施,建设航天主题公园、图书馆、咖啡馆,丰富人才业余生活,提升人才生活品质。

科研支持服务方面,加大科研设施投入,建设航天共性技术研发平台、超算中心、仿真实验室,面向企业、高校开放共享;建立科研服务专员制度,为人才提供项目申报、知识产权保护、技术交易等一站式服务;加强产学研合作对接,定期举办产学研合作洽谈会,推动高校、科研院所成果在企业落地转化,为航天人才科研创新提供全方位支持。

打造航天人才集聚文化氛围,增强人才归属感。弘扬航天精神,建设航天文化博物馆、科普馆,展示中国航天发展历程、海南航天成就,传承航天先辈艰苦奋斗、勇于探索精神,激发人才爱国情怀与使命担当;举办航天文化节、航天主题文艺演出、体育赛事等活动;培育开放包容创新文化,鼓励人才勇于尝试、宽容失败,营造宽松自由科研环境,让各类人才在海南航天舞台安心逐梦、绽放光彩。

## 4.2 系统育才“双链融合”

### (1) 教育链

完善高校航天学科建设,优化学科布局与课程体系。海南高校应整合资源,重点打造航空航天特色学科群,增设深空探测技术、商业航天运营管理等前沿专业;加强与航天企业联合课程开发,将企业实际项目案例融入教学,确保课程内容紧密对接产业需求;强化实践教学环节,提高实践学分占比,建设校内航天模拟实验室、校外实习实训基地,为学生提供沉浸式实践环境;选派高校教师赴航天企业挂职锻炼,邀请企业资深专家进校授课,打造“双师型”师资队伍,提升人才培养质量。

### (2) 实践链

强化校企深度合作,创新人才协同培养模式。推动“订单式”人才培养规模化发展,航天企业提前介入高校人才培养过程,依据岗位需求定制课程、选拔学生,实现招生即招工、毕业即就业;开展现代学徒制试点,学生入学后与企业签订学徒协议,校企双导师全程指导,在企业真实项目中锤炼技能;共建产业学院,整合校企资源,联合开展科研攻关、技术创新,实现人才培养、技术研发、产业服务一体化发展;设立校企合作奖学金,激励学生积极参与企业实践、创新项目,为航天产业输送高素质应用型人才。

构建航天人才终身学习培训体系,助力人才持续成长。依托行业协会、专业培训机构,针对在职人员开设短期进修班、专题培训课程,涵盖航天新技术应用、项目管理、质量管理等内容;利用线上教育平台,整合高校、科研院所优质课程资源,打造航天人才在线学习社区,实现碎片化学习、个性化提升;鼓励航天企业建立内部培训学院,开展岗位技能培训、职业技能竞赛,对优秀学员给予晋升、奖励,营造全员学习、追求卓越的企业氛围,为航天人才终身发展提供坚实保障。

## 5. 结论与展望

本研究通过对海南省航天产业发展与人才引进、培养、管理现状的深入剖析,得出以下结论:

在产业发展方面,海南省凭借独特的地理优势与政策机遇,构建起“北文昌发射、南三亚应用”的协同发展格局,一系列重点项目稳步推进,产业规模逐步扩大。自贸港政策与产业专项扶持政策为航天产业注入强大动力,吸引众多企业入驻。然而,产业发展仍面临技术自主可控、产业链协同、市场竞争、资金与人

才瓶颈等挑战。

人才需求呈现多元化、高端化、复合型、国际化趋势,不同细分领域对专业技能人才要求各异。航天发射领域需精通火箭研发、发射指挥与测控的专业人才;卫星应用领域聚焦卫星遥感、通信、导航等多方向专业人才;航天科技服务领域涵盖知识产权、科技金融、法律咨询等服务型人才;重型火箭工程领域对多学科顶尖人才求贤若渴。

国内外先进地区为海南航天产业人才发展提供诸多可鉴经验。美国硅谷依托产学研融合、风险投资、宽松创业环境吸引人才;欧洲航天中心凭借跨国协作、技术共享、标准化培养体系筑牢人才根基。国内北京、上海、天津等地分别借助科研院所高校资源、产业融合、政策牵引打造人才高地,实现人才与产业协同发展。

人才引进上,海南省级与地方配套政策颇具吸引力,通过校招、社招等渠道招揽人才成效初显,但政策竞争力有待提升,高端领军与复合型人才稀缺,人才与产业匹配度需优化。人才培养层面,高校专业设置逐步优化,校企合作不断深化,职业技能培训多元发展,但仍需强化实践教学、拓展培训范畴、搭建继续教育平台。人才管理实践中,薪酬福利与职业发展激励、生活科研服务保障等措施助力人才发展,但人才流失、团队融合、服务精准度等问题亟待解决。

展望未来,海南省航天产业人才发展前景广阔。随着我国航天强国战略深入推进,海南自贸港建设持续发力,航天产业将迎来更多政策利好与市场机遇,对人才的吸引力有望进一步增强。通过精准引才、系统育才、科学管才,海南有望逐步攻克当前人才发展困境,构建起一支规模宏大、结构合理、素质优良的航天人才队伍,为航天产业腾飞提供坚实智力支撑。

## 参考文献

- [1] 钟山,魏晓曦,常俪.“产教融合”人才培养模式的探索——以中国运载火箭技术研究院为例[J].航天人才,2023(02):102.
- [2] 鲁佳.航天特色工程领军人才培养的探索与实践[J],黑龙江科学,2015:58-59.
- [3] 海南日报.六年,超70万人![J/OL].海南日报,2024-06-04.
- [4] 海南文昌奋力谱写国际航天城建设新篇章 加快推进高质量发展[N].人民日报,2022-06-01(016).DOI:10.28655/n.cnki.nrmrb.2

- 022.005652.
- [5] 权贵杰, 戴科彬, 郑颖美. 基于猎聘大数据的航空航天产业发展与人才供需分析[J]. 中国大学生就业, 2024, (09): 34-42. DOI: 10.20017/j.cnki.1009-0576.2024.09.003.
- [6] 王琦, 刘颖焯, 马觅洋, 等. 航天企业高技能人才队伍建设的对策与实践[J]. 航天工业管理, 2025, (02): 57-59.
- [7] 杨慧. 优势与挑战: 当前美国硅谷创新创业环境[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(07): 26-30.
- [8] 尹国俊, 周玉荣. 美国硅谷科技成果产业化机制研究--文献评述与研究展望[J]. 生产力研究, 2017, (01): 150-153. DOI: 10.19374/j.cnki.14-1145/f.2017.01.038.
- [9] 郭筱曦. 欧洲一体化进程对欧洲航天战略的影响分析[J]. 国际太空, 2021, (11): 20-24.
- [10] 解索非, 曾俊杰, 罗天巡, 等. 国际航天合作现状与未来走向[J]. 载人航天, 2024, 30(01): 135-142. DOI: 10.16329/j.cnki.zrht.2024.01.005.