



朱雀二号遥一发射

我在蓝箭造火箭

——一支清华工程师队伍与一家商业航天公司的成长

▶ 学生记者 胡睿 本刊记者 李彦

凌晨三点，戈壁的星空低垂如幕。远处，朱雀三号静静矗立在发射塔架上，不锈钢箭体在探照灯下泛着冷光。发射大厅里，屏幕曲线一条条跳动，参数窗口不断刷新。现场人员守在各自岗位上，各司其职：有人核对流程节点，有人调试运行程序，有人紧盯飞行状态，还有更多的人在现场、在直播厅前屏息等待。紧张没有被说出口，却写在昨晚的一夜未眠里，写在额头渗出的冷汗里，也写在微微发白的指尖上——深空之下的无形压力，正把每个人都牢牢罩住。

“十，九，八，七……”

当一切准备就绪，熟悉的倒计时从0号指挥员口中传出。一声巨响，火箭划破长空，如同朱雀一般浴火而飞。“光学跟踪正常；雷达跟踪正常；遥测信号正常。”当“大红屏”终于亮起，在场的人欢呼还来不及出口，眼泪已先一步夺眶而出：有人为梦想成真而落泪，有人为终于卸下重负而落泪。

发射看起来只是点火升空的那一瞬，但决定它能否离地入轨的，从来不是最后十秒，而是更早、更漫长的那些时刻：路线确定时判断是否清晰，系统论证时环节是否闭合，计划推进时信息是否打通，质量把关时识别是否全面，以及每一次关键问题出现时，工程师是否真的能直击问题



- | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|----|
| <p>1 戴政 火箭研发部总经理 / ZQ-3号运载火箭总指挥
2003级工程力学本科</p> <p>2 王昕岩 供应链管理部部长
1996级机械设计制造及其自动化本科</p> <p>3 龚安龙 火箭研发部总体工程部副总监 1997级工程力学本科</p> <p>4 蔡国瑞 质量安全部部长 2004级材料科学与工程研究生</p> <p>5 刘子腾 火箭研发部总体工程部总监 2013级能源与动力工程本科</p> <p>6 周伯豪 发动机电控工程师 2014级航空宇航科学与技术本科</p> <p>7 肖阳 火箭总体设计工程师 2016级工程力学本科</p> <p>8 褚文俊 热过程分析工程师 2017级核科学与技术博士</p> <p>9 包晗 总体工程师 2017级航空航天工程本科</p> <p>10 刘安琪 项目经理 2021级机械硕士</p> | <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>10</td> </tr> </table> | 1 | 2 | 7 | 5 | 3 | 8 | 6 | 4 | 9 | | | 10 |
| 1 | 2 | 7 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 3 | 8 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4 | 9 | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | | | | | | | | |

核心。过程中的每一步都伴随着压力，直到火箭发射成功的那一刻才得以释放。商业航天这条路很难，蓝箭航天能一直持续前行和领跑，靠的从来不是某一个人的单点突破，而是这一整套被搭起来、又在实践中不断磨合的工程能力，这些能力分落在不同的人身上，共同构成一家公司向上生长的骨架。

蓝箭基因就是“要做难而正确的事”

几乎所有受访者在谈到加入蓝箭航天时，都没有把自己的选择说成一次简单的求职或者职业跳转。更准确地说，他们做出的，是对行业方向、技术路径和个人价值实现方式的一次共同判断。

这种判断，最早也最完整地体现在蓝箭航天的创立过程中。2015年，美国太空探索技术公司（SpaceX）第一次尝试火箭回收成功，在国内航天业内掀起了轩然大波。那年之前，国家以不计成本的投入大力发展航天事业，人们对于“可重复使用”火箭要不要做、能不能做充满质疑。社会上对于商

业航天、民营航天也充满不解：一个“国之重器”，怎么能交给商业资本来运作？虽然国家已出台指导意见，“鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设”，但政策上仍处于灰色地带，多方都在驻足观望。同年，刚从清华大学 MBA 毕业的张昌武则敏锐地察觉到了巨大的机遇：市场认知的滞后，恰恰意味着竞争的蓝海——谁能率先布局、勇于突破，谁就能抢占先机，引领行业。这一年，“蓝箭航天（LandSpace）”在他的带领下正式成立，成为国内最早成立的民商火箭企业之一。

同样关注着 SpaceX 的成功、惊叹于这种商业模式对于成本显著降低的，还有 2009 年毕业后一直在中国运载火箭技术研究院工作的戴政。他凭着自己“对行业的长期思考和感知”，看到了这些故事背后蕴藏的未来趋势变化，与当时正在招兵买马的张昌武在亦庄——也就是现在蓝箭航天总部所在地——喝了一杯咖啡，便毅然投身了这个还不知道能不能做成的赛道。



朱雀三号遥一发射全景图

与戴政一起加入蓝箭的，还有十几个来自各研究院所、怀有同样判断和期许的航天人。不同单位、不同岗位的他们第一次近距离地坐在一起，探讨蓝箭这个新生儿的成长路径、探讨中国航天的新未来。“突然间大家都是被拴到一条小独木舟上的蚂蚱，远处就是波诡云谲，你都不知道是不是一个浪打来就葬身鱼腹了。这种状态下大家都是抱团取暖，每个人都贡献出自己120%的智慧和力量，把毕生所学都交底了，来让企业不死掉。”戴政如此描述那一段经历。

对于在航天体系里经验丰富的他们来说，要造一支火箭并不算难事。2018年，蓝箭成立刚过去三年，就发射了朱雀一号运载火箭，虽然没能完全成功，但让蓝箭成为国内首家走通民商火箭发射链路的企业。按照这个路径和发展速度走下去，蓝箭如果继续改进朱雀一号，“中国第一家成功发射固体火箭的民营企业”的光荣历史名号就将属于他们，但他们却做出了一个惊人的决定：改做液体火箭，研制液氧甲烷发动机。当时，国家队主流的燃料是液氢液氧和液氧煤油，液氧甲烷是一条全新的路线，只有国外在初步研究中，没有成功先例，也没有可参照的经验。但团队没有考虑难度，液氧甲烷成本低、易于重复使用的特点，让团队相信，这是未来要做可回收火箭、要降本增效必须要选择的方向。

2023年，朱雀二号成功发射，蓝箭航天成为全球首家实现液氧甲烷火箭入轨的企业，这不仅让国内航天人深受震撼，也影响着国内外同行企业纷纷进行燃料的转型。有人说这样的成功是偶然、是运气，但戴政知道，这是蓝箭基因所导向的必然：“我们不因简单而因正确去做，要做难而正确的事。”

这样的选择不够大众，但也因此天然会吸引着同样基因的一批人。刘子腾本科就读于清华能源



2023年10月15日，《科普中国·改变世界的30分钟》系列节目之《朱雀飞天 让人类在太空中飞的更远》在北京卫视科教频道黄金时间播出，创造了该严肃科普类节目的收视高峰。蓝箭航天火箭研发部总经理戴政受邀作为本期节目的主讲嘉宾，与观众分享了朱雀二号运载火箭从研制到发射过程的幕后故事

与动力工程系，因SpaceX的回收新闻开始关注商业航天，2019年从美国留学回来后第一家面试的就是蓝箭。在他看来，这家公司风格务实、重视技术突破，“比较符合我们清华的那种学术氛围”。2023年从航院博士毕业的周伯豪也有类似的感受，在面试时感受到蓝箭非常纯粹的技术主导、科学为本的氛围，有更加自由的空间可以施展，所以“义无反顾”地来了。而对于放弃了“铁饭碗”、从体制内跳入蓝箭的龚安龙来说，这种“正确”不仅因其技术方向有敢于追求的勇气，更因其有足够落地的踏实。他学流体力学出身，做了17年理论研究，一直苦于做的东西离实际应用太远。而商业航天真正实现技术快速落地的节奏，让他看到了大展拳脚的空间。“学了这么多的东西，要做工程的应用、要把价值实现，才有更好的成就感。”在这句话里，既有行业判断，也有一种典型的工程师心态：知识只有真正落到系统里、落到产品上，才算完成了它的价值闭环。

他们的表述各不相同，但有一个共同点非常明显：吸引他们的，不仅是商业航天作为“新行业”的新鲜感，更是因为这里更强调技术迭代、更接近

蓝箭航天十年发展历程



工程文化、更能让个人工作直接转化为系统结果。相比体制内更长的周期、更细的分工，蓝箭提供的是另一种节奏。这里同样艰难，甚至更艰难，但也因此更接近他们想参与的那种“正在发生”的变化。

“最可怕的是不知道自己不知道”

“难而正确”并不只是一条技术路线，也是一种面对未知的工程态度。被问到面对火箭这样一个高度复杂的系统，研究过程中会不会担心“风险”时，戴政先把风险的边界划清：真正需要害怕的，不是风险本身，而是对风险的轻视。工程师大多知道问题可能出在哪些位置，只要遵循工程规律，把人和资源放到问题中心，一步步攻克，它就会从“压力”变成“任务”。

他把“不确定”分成两类：第一类是明知有风险，却没有按工程规律去做，这是不该发生的；第二类是“并不知道会有这样的风险”，它属于科学规律层面的未知，因此“允许科学试错”。区别不在于结果是否失败，而在于过程是否诚实、路径是否可追溯。对于这类问题，蓝箭更倾向于“积木式开发”的路径：先做小样实验，把边界摸清，再逐步放大；即使走到完整体，也仍要先用实验验证。

戴政用一种笃定的口吻强调：这个行业不存在“玄学”，很多“不确定”最终都会被拆解成可预测、可验证、可管理的确定性。

褚文俊在热状态分析的工作里，也不断遇到一些预想与实际出现偏差的“风险”时刻：很多时候每个组件单点计算都是对的，但在实际系统中，各组件耦合后的干扰项可能仍把状态拉偏。任何一个被忽略的细节，都可能让实验直接失败。复盘时的结论其实通常都是“我们没有想到这个问题。”但这样的失败正是“从不知道自己不知道”到“知道自己不知道”的过程，它的价值在于从错误中收集到了多少有效数据，能不能定位原因，下次能不能用工程手段把它修正和解决。

也因此，蓝箭的技术文化并不追求表面的“和气”。在部门和专业内部，针对技术问题大家总是激烈地讨论甚至辩论。周伯豪回忆到某次方案论证会，大黑板画了又擦、擦了又画，反复四五次，不带个人倾向，也不放过任何一个可能存在的逻辑漏洞。直到把所有犹豫与未想通的地方一一辩明，得到清晰、明确、甚至可以按步骤直接实施的方案，抬头一看已是晚上十点。对他们来说，这种争论不是“争输赢”，而是一种必要的仪式：事实不会被



王昕岩作为客户代表参加核心发动机阀门供应商 35 周年庆典活动并发言



2026年2月11日，蔡国瑞在奥地利维也纳参加联合国外空委科技小组委员会第63届会议

言辞改变，工程只能被真相推动。

有了技术方案，火箭“能做出来”还不够，在航天这样一个“差之毫厘、失之千里”的领域，“一个螺丝钉坏了，可能实验就完了”，龚安龙说这并不是夸张，而是对供应商和质量都提出了极高要求的事实，必须要让火箭“能稳定做出来”。

供应链管理部部长王昕岩是在 2020 年左右加入蓝箭的，在这之前，即使他已经在供应链行业里摸爬滚打了十余年，面对蓝箭的工作依然感到困难重重：航天供货商基本都是体制内的下属部门，更多依靠行政协调，无法满足商业诉求；体制外又基本都是中小民营企业甚至“小作坊”，生产和管理都不成熟。这样的双重困境导致王昕岩接手工作时几乎是来“救火”：“产品交付质量不过关，整个部门的工作状态已经成为公司发展的瓶颈。”为了让零部件供应能跟得上周期、质量能跟得上保障，王昕岩基本从零重建了整个供应链体系。体系思想不符合商业逻辑，那就招聘有成熟经验的、有先进认知的大企业人员；小厂商产品质量不过关，那就自己派人去现场做过程管控，手把手教他们怎么管理……“供应链工作就像身体里某个器官，平常你

感觉不到它的存在，只有出问题、疼痛了才知道它的重要性”，王昕岩这样形容自己的工作。

作为清华工业工程系毕业的学生，运筹学的思维一直贯穿在王昕岩的工作里：做供应链需要在成本、进度、质量之间持续寻找平衡，就像寻找“多个外部约束条件下的最优解”。了解各方的诉求、想法、轻重缓急，就是在摸索优化问题的边界和限制条件。同样的话在质量安全部部长蔡国瑞嘴里也经常出现。质量安全体系是工程保障线最后、也最不能失守的一道防线。面对成本和进度的压力，蔡国瑞想要“让各方理解，达到认识上的统一”也存在很高的难度，但对于火箭来说，“质量和安全就是前面的 1，如果这个 1 不存在，后面再多的 0 都是徒劳。”围绕朱雀三号遥一，蔡国瑞带领团队开展了近 100 项质量专项复查和 40 多项大型实验验证，建立集团化质量管理体系，推进企业标准与行业标准建设。在蔡国瑞这里，质量从来不是末端挑错，而是全过程前移，是在每一次“要不要让步”的选择里“守住不影响火箭发射可靠性的底线”。

这一点，总体工程部工作的包晗在她的工作里也常常提到。在她看来，无论面对进度、质量还是

成本，首先要坚持的都是对问题本身的诚实。如果某个问题影响了可靠性，“必须要提出来，而不是去刻意地忽视它”。这其实不只是个人态度，也是一种组织文化：真正有效的协作，并不是让矛盾消失，而是让问题被及时“知道”、被认真讨论。

面对政策压力，蓝箭“把事情捅到天上”

做航天本就困难：复杂的系统集成、艰巨的技术攻坚、漫长的研制周期，高昂的试错成本……商业航天则更困难：它的难不只来自工程本身，还来自工程之外的“真空期”。政策尚未成形、规则尚未明确、资本尚未理解。不同维度的压力重重压在这个还在成长的公司身上。早期融资时，团队跟投资人讲得最多的不是商业模型，而是花大量口舌去证明“这个事情是合法的，不是非法的”，戴政带着点无奈地回忆道。即使打消了投资人关于合法性的疑虑，面对商业航天这样一个试错成本高、回报周期长的行业，他们也显得尤为谨慎。蓝箭几乎谈

过市面上 80% 以上的投资机构，最后投资的只有四五十家。

融资的困难，加上造火箭极高的成本、极快的烧钱速度，让蓝箭曾三次陷入资金链濒临断裂的黑暗时刻。其中一次就是公司下定决心自研液氧甲烷发动机的不久之后，在 2019 年下半年，公司几乎“快要撑不住了”。这时，张昌武敏锐的商业直觉再次推了蓝箭一把：他在电视上看到正在推进硬科技转型的碧桂园旗下创投基金的广告，“他们的口号是‘智慧创造生活’，说不定愿意投蓝箭”。抱着试一试的态度，团队去找碧桂园拉投资，原本只计划募两个亿，没想到碧桂园创始人杨国强“听完项目后说，两个亿太少了，要投五个亿，这个事情太有意义了，必须干。”这笔钱支撑着公司度过了最艰难的时间，也最终把朱雀二号送上了正轨。不同人对于未来的判断在此时殊途同归，仿佛命运之手推动了这家商业航天公司的开花结果。

资金支持之外，要把一件这么大的、关乎“国



湖州发动机热试中心俯瞰图



无锡工厂



嘉兴火箭制造基地

之重器”的事做成，国家政策的许可和支持必不可缺。朱雀一号恰恰是政策落地之前的项目。它能走到发射许可那一步，不只是一次技术动作，更是一次制度性的“开路”：蓝箭凭此拿下了国内第一张民营火箭发射许可证，这是国家层面对民营企业参与航天发射的首次认可。在没有成熟法规与审批流程的情况下，蓝箭把这套流程推动着构造起来、再一点点规范化。后来国家出台的《促进商业运载火箭规范有序发展的通知》，也在很大程度上沿着这条路径被写出来。



清华校花紫荆花映衬下的蓝箭航天北京总部办公大楼

而朱雀二号面临的政策复杂性更高。由于这是国内第一个准备研制发射的新型燃料液体火箭，必须要重新新建发射工位，但这背后意味着巨额的资金投入与无法预判的执行风险。2020年，张昌武和团队经过反复调研和讨论，决定企业自己出资在酒泉卫星发射中心建设工位。这一破天荒的计划被层层上报，最终得到了国家决策层的批准。这让戴政意识到，他们已经“被历史推到了台前”：这不再只是某一家企业的工程项目，而是国家层面对于“让民营企业进入航天领域”的明确表态。不仅如此，2023年国家发文要求各级政府支持商业航天，在制度层面把地方政府的积极性调动了起来。

对蓝箭来说，这意味着曾经束缚他们的那张大网已被他们冲破，那条最早靠“硬闯”打开的路，也逐渐变成行业共同的宽广大道，正等着他们和更多的企业一起走向中国商业航天的星辰大海。

“蓝箭最核心的产品是我们这个组织，这个团队”

坚持技术正确、坚持工程落地的目标，也塑造了蓝箭平等、开放、“扁平化”的管理风格：尽量“不搞和技术本身无关的事情”。非航天背景出身的张

昌武常把“我不是来管理大家的，而是来服务大家的”挂在嘴边，日常总是亲切地了解同事的工作与生活近况；已经身居火箭研发负责人的戴政平常也丝毫没有架子，甚至在女生节时穿着青蛙玩偶服给大家送祝福。

这种气质也延伸到了来清华招聘的技术人员与面试官身上。作为应届生最早接触公司的入口，他们的平易近人点燃了年轻人的向往：在清华当过辅导员的包晗坚定选择蓝箭，因为“和公司聊得比较契合，在这里能够真正实现想法和价值，不会受到资源或者管理上固化的限制”；去年入职的肖阳是此次采访中最年轻的一位，选择蓝箭不仅因为公司在国内已积累多项成功案例，更因被对方接地气、聊得来的交流方式打动，“聊薪酬非常坦诚”；曾任清华航院研究生会主席的刘安琪则更早在活动拉赞助时就与蓝箭有接触，很早就对公司形成了“大气、办事痛快”的印象，因而相信“来到这儿不会错”。

而在入职后，蓝箭对他们的培养也没有辜负这份信任。在公司对应届生的重视和培养下，每个人入职后都会匹配1-2年的导师，并且快速上手型号任务，在工程实践中操练真本事。肖阳才加入公司



包晗在酒泉卫星发射中心发射现场工作中

不到一年，就已经受到了两位导师的指导，感受到导师们“专业能力非常强，也非常细心，甚至手把手讲解过程，跟着他们不愁没东西学”。除了导师带教，蓝箭团队内部乃至跨团队之间都有相当良好的交流氛围。从核科学与技术专业毕业的褚文俊就是通过自学加上同事们的帮助交流快速了解了火箭系统原理，很快将自己所学的反应堆热过程知识迁移到了火箭研究中去。

除了保障新人有陡峭的学习曲线，蓝箭还给予他们“机会上的支持和信任”，允许年轻人大胆尝试和突破。刚三十出头就已经担任总体工程部总监的刘子腾便是蓝箭敢于用人、充分给予年轻人成长空间的最好印证。而他也把这样的信任传递给了更多的后来者：在他看来，年轻设计师不能只被要求按既定规范一步步去做，还必须被允许在责任中形成自己的解决方法，“要给大家非常宽广的空间放手去试，在可能超出现有水平的工作中探索可塑性，才能找到每一个人更擅长的道路”。

这种空间不是放任，而是一种有前提的信任：导师给予自由度大胆去做，同时也在后面兜底支持。包晗 2024 年从项目经理的岗位进入蓝箭，目前在火箭研发部总体工程师岗位轮岗，正是在刘子腾的支持下，她入职没多久就第一次独立承担发射场主管岗位，白天独立工作，遇到不确定的问题便一一

记录下来，晚上与他电话沟通。这样的责任担当让她不可避免地紧张，但更多地是一种努力想把工作做好的正向激励。同年加入公司、已经回到项目经理岗位的刘安琪也说，作为新人去与各个部门沟通协调、整合资源时，部门领导给予了她非常大的支持，就像一个“强有力的后盾”，在背后支撑着她。

而年轻人的意见在这里也得到了充分尊重。包晗用“实事求是”来形容这

样的氛围：“在团队里，意见只要是有价值的，大家就会充分考虑，年轻人不会被看轻”。而这在当今的职场中是一个难能可贵的环境。刘安琪也有类似的经历：在遇到一个产品需要紧急投产的情况时，她首先发现了这个问题的紧急性，快速识别风险、向领导汇报争取支持、组织多次会议打通各部门信息链，最终及时完成了任务。这种以事实为导向而不以辈分论高低的文化，让每个人都能真正走到问题中心，也让他们对自己的工作更有归属感和成就感。

这种尊重不仅体现在给予年轻人发声的机会，也体现在让每个人都享有平等的信息获取权。马斯克曾说过：“人人都应该是总工程师”，意思是每个人都应该获得总工程师能获得的视野和信息。作为总指挥的戴政很认同这一点，“很多时候一个问题之所以没有做到优化或者说没有规避掉潜在的风险，就来自于信息不对称。”为了解决团队变大过程中信息传递的复杂性和不透明性增加的问题，CEO 张昌武很早就坚持要做数字化建设、做设计工具的自研开发，让信息更平权化。目前蓝箭正大力推进技术资料在设计团队内广泛同步，这在我国航天史上或许是第一回。而被问及是否担心有人离职带走信息，戴政说团队之前也曾有过激烈讨论，但最终认为“蓝箭需要开放土壤。工程师的最大价值



民勤着陆场坪航拍



酒泉工位全景 - 暮色和灯光



朱雀三号遥一发射

就是不断跟别的专业交互，不断成长。人走了产品可以带走，但组织是带不走的。”

“我们这个公司最核心、最重要的产品是我们这个组织，这个团队。而我们的火箭产品是在打磨好我们这个组织基础上附带产生的。”

“商业航天流淌的还是国之重器的血脉”

火箭是一个正在经历巨大变革的行业。在戴政的判断里，未来十年左右，运载火箭会经历一次“三步走”：从一次性火箭（1.0），到“部分重复使用”的2.0，再到“全重复使用”的3.0。每一代迭代都在成本和发射频次上对上一代形成“降维打击”：因为液体火箭的成本结构决定燃料只占极小比例，

真正昂贵的是火箭本体。只要能把最“值钱”的那部分重复用起来，成本就会出现数量级的下降。

这也是为什么“重复使用”不只是一个工程技巧，而是一套产业逻辑。2.0阶段，最先被回收的是体量最大、成本占比高达70%的一级，一旦一级能重复用，发射单价就会被迅速拉低。3.0阶段进一步把二级也纳入复用体系，最终只剩下极少的消耗品。这就将带来更关键的第二重收益：高频次。传统模式下，一发火箭的制造周期动辄以年计，即使再快也很难突破产能天花板；而复用的本质，是把“制造一枚火箭”变成“维护一架飞行器”。当回收和复用逐渐稳定，发射会越来越像航空业：检查、维护、加注、起飞，进入轨道、绕地球一圈



酒泉技术厂房深夜星轨



酒泉工位技术区眺望发射区全景

再入大气层，接着执行下一次飞行任务——火箭将具备“日级甚至小时级”再次出动的能力，而发射卫星的单价也将大幅降低。进一步，成本的下降将推动卫星制造转向更工业化的方式，运载流量入口的打开允许卫星一定比例的失效，系统通过规模而非单点可靠性来维持服务。这样的商业前景并不是痴心妄想：马斯克的 SpaceX 通过复用火箭构建起的低轨互联网星座“星链（Starlink）”，已经在近期实现全球用户的爆发式增长并开始盈利。

在 AI 时代，同样的逻辑还被延伸到了“万物互联”“太空算力”这类更长线的想象：通过卫星互联网，实现“天地一体化”，当世界上所有东西、所有数据都能上网，AI 才能更高效、更智慧地调配资源；由此带来的算力问题同样可以利用太空资源解决：数据中心运营的电力成本占比极高，而太空里太阳能供给更稳定，具备新的成本结构优势。但无论是低轨星座还是太空算力，基础都只有一个：你必须先“上得去”，而且要“上得起”“上得勤”，让火箭成为“淘金时代的铲子”。

而蓝箭的路线规划，似乎每一步都沿着这条逻辑在走：朱雀二号对应一次性火箭的 1.0 阶段，通过研制液氧甲烷发动机为后续复用做好准备；朱雀三号对标部分复用的 2.0，首次采用不锈钢箭体，并且同步研制“蓝焱”220 吨级液氧甲烷全流量补

燃循环发动机，为之后做更大型的全复用 3.0 运载火箭提供研究支持；而真正决定能否从“跟跑”变为“入场”的，是更远处的 3.0。戴政无法对全复用火箭给出确定的年份承诺，但他期待在 2030 年前后能看到关键产品与重大进展，也将这份期待作为蓝箭未来技术方向的研判。

继续往深处推演，发射能力带来的不仅仅只是商业竞争力，更是国家战略能力：谁掌握了低成本、高频次的入轨“流量入口”，谁就握住了未来太空基础设施的门票。SpaceX 就靠着猎鹰 9 号一级火箭高达 34 次的复用，一家企业就占领了全球卫星入轨质量的 80%，如果其他国家和企业没能跟上这样的重复使用能力，这个差距还将进一步拉大。这套系统天然具有全球属性，一旦在关键时刻被“掐断”，影响的就不仅是商业通信，更会扩展到国家安全、信息对抗等层面。在未来的全球博弈中，要保持自身的独立性，“太空主权”必将成为新的白热化焦点，也将成为国家战略安全体系的重要布局，必须要坚持全线自研自主可控。

从这个视角看，“商业航天”表面上讲的是市场与效率，但“骨子里流淌的仍是国之重器的血脉”。这十年来，蓝箭航天选择液氧甲烷、选择可复用火箭，并非源于某个天才的预言，而是一种朴素的危机意识和爱国情怀：当对手把成本拉低、把频次变

高，我们原本的优势会在短时间内被瓦解，太空布局和国家安全也将随之受到威胁。于是，“难而正确”的路线必须提前押注，商业航天的效率优势才可能在关键窗口期里转化为国家能力的组成。

“听到蓝箭有清华人，就觉得很靠谱”

在团队中，蓝箭人天然有一种为同一个梦想而奋斗的凝聚力，而接受采访的这些来自清华的工程师们，在谈到共同的清华身份时，更是有一种“亲上加亲”的感觉，交流格外地亲切自然。刘安琪特别提到，作为项目经理在与供应链部门协调时，很多问题其实可以直接跟下面的同事们对接，但总经理王昕岩会跟她说，“有问题随时找师哥”；作为质量部门负责人的蔡国瑞由于工作原因总是要和各个部门打交道，经常感受到和同为清华出身的其他负责人“支持、配合的默契度都很高”。这种共同的身份非但没有让沟通显得“碍于情面”，而是让大家都敢于发挥清华人实事求是的精神，面对问题直言不讳、全力解决。

对于褚文俊而言，“清华人”则更多代表一种信心的来源——“听到蓝箭有清华人，就觉得很靠谱，知道这件事我们是要认真干的，而且我相信只要大家努力，我们肯定能干出来”。周伯豪也提到，“校友网络会使得大家基本基于同一个技术水平，有着相同的经历，会天然存在亲近感，在跨部门的交流中会不自觉地信任等级置于较高的位置上”。

而清华人身上的精神，在这一代代航天人和一代代蓝箭人身上也得到了某种传承。龚安龙谈到清华学生时，首先提到的是敬业、勤奋、学习能力强、成长快。他对自己参与面试和培养的肖阳印象深刻，“能力都非常突出”。戴政也对公司里的清华学生赞赏有加，评价他们“学习能力和基础素质很强，能快速理解和重新学习”，而这对于火箭这样一个复杂和快速迭代的系统来说是格外重要的。王昕岩则认为，清华人最可贵的一点是有强烈的意愿把某

一件事情做好做精，“做事要对得起自己，对自己有要求”。作为供应链的负责人，他时常感受到压力很大，但他从不向身边的同事抱怨，反而常常积极帮各个部门处理问题。这背后正是清华“自强不息”的精神鼓励着他：“这种自强更多是我要把自己应该做的事先做好，不能简单的去把自己面临的难处和压力传给别人。”在刘子腾、肖阳、包晗这些年轻一代身上，这种精神更直接转化成了一种工作方式：个性品质坚韧，愿意迎难而上，也愿意承担责任。

在来到蓝箭前，许多人都有一个“航天梦”：刘子腾看过四五遍《星际穿越》，对电影里所描述的宇宙感到震撼；褚文俊从小喜欢科幻小说，甚至会在空闲时间自己创作，来到蓝箭后虽然“自己还没有上天，但思绪和情感已经跟着自己参与研制的火箭飞上了天，那种感觉是非常激动而自豪的”；他希望通过他们的努力，在未来“人和太空可以靠得更近，上太空、探索宇宙更容易”。肖阳从上学起就一直在关注 SpaceX 和商业航天进展，看到2016年以来的这十年间 SpaceX 在某些领域超越中国，更多的是感到不服气：“同样都是两个肩膀一个脑袋，我要证明我们不比他们差”；身为共产党员的包晗的原动力则来自于“共产主义理想”：在这个星辰大海的时代，要为国家打开太空空间、要以发展新质生产力为引擎，推动航天高质量发展，“投射到的是我们所有为同样一个理想去努力的共产党人的态度”。

未来，当这群来自清华的工程师们努力朝着这样的航天梦想而奋斗，当更大规模、更高频次、更低成本的发射逐渐成为现实，当太空成为大国博弈的新“战场”，人们记住的也许仍然会是那束划过夜空的火焰。但在那束火焰之前，更值得被看见的，是这些敢于选择难而正确的方向，也有耐心把它一点一点做成的人。他们并不总站在最显眼的位置上，却共同决定了火箭如何升空，也共同定义了一家公司为什么能够披荆斩棘，勇往直前。🌱