

运载火箭精准化保成功管理模式研究

杨远成 杜伟 张婷婷

(首都航天机械有限公司)

摘要：1962年，中国自主工程设计的“东风”二号首飞失利，引发了航空控制系统的重大反省，为此，我们组建了“两总”体系，强化了总体部建设工作，并明确提出了“全部经过总体设计，全部经过地面测试”的研发设计原则。“十三五”时期，中国“长征”一系列运载火箭步入了一个新的时代，既有高密度发送机型，也有高强度研发机型。为了实现“两个一切”的目标，在R&D流程、方法和管理模式上存在着明显的差异，传统的依靠人工投入来保证成功的方式已经不能满足当前的需求，因此，探索和实践运载火箭保障成功的管理模式显得尤为重要。

关键词：运载火箭；精准化；精准化

前言

随着科学技术的不断快速发展，搭载火箭发射正在向着批量化和产业化的方向快速发展，研究任务呈现出多种机型、多种主要任务并存的特征，因此，必须全面考虑研发制造的全过程，进行顶层技术规划和科技整合，进一步优化研发过程，进行全周期测试计划，以保证搭载火箭发射能够应对高密度辐射和高强度研究的要求。

由于电子化科学技术的发展，为了保证模型的取得成功，我们应该更加注重研究效率，并采取更合理、更实效的方法。例如，可以将“人盯人”管理模式转化为过程控制的电子化管理，以确保生产研究和发射场管理工作的有效进行；也可以采用MBSE方法，以模型控制的方式，对型号研制工程进行全面控制，从而有效提升产品质量。

随着太空探索科技公司和蓝箭公司的迅猛发展，搭载火箭科技也发生了巨大变革。新科技，如可重复使用高新技术、液氧甲烷推进控制系统和航行过程天地镜像控制系统，正在逐渐广泛应用于运载火箭，使其向着工业发展和智能化的方向发展，而“惟有成功，才能专注发展”的成功实施则是这一发展的有力证明。

1. 精准化保成功管理模式

为了应对当前航天高密度发射和高强度研制的新挑战，我们采取了差别化的控制举措，并利用先进的技术手段来提高保成功工作能力，以此来突破以往依赖人员投资的模式，从而达到发射火箭发射的高质量保障和高效圆满完成各项任务，为“高质量、零缺陷、发发顺利”目标的实现提供有力的支持。采用精确的管理模式来确保运载火箭的顺利(参见图1.1)。

一是继续加强对成功思想意识的教育，以提升产品质量，使其成为确定火箭失败的关键因素。研发人员的品质能力是影响产品的关键，它取决于他们的行动，而行动又会直接威胁到生产品质，从而直接威胁到最终的产品。所以，继续强化成功思想意识指导操作重要，型号研制人员应当始终坚持“品质是政治，品质是生存，品质是利润”的品质信念，始终具有“如

履薄冰、如临渊藪”的危险信念，并且要坚定“每一个人员的操作都与一发箭的失败息息相关，操作职责在于自身，品质在于手下”的责任意识，以保证产品的取得成功。

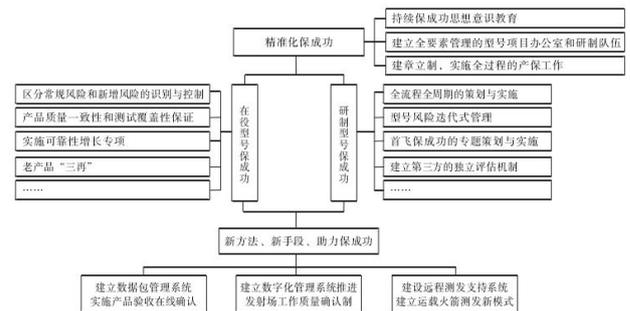


图 1.1 运载火箭精准化保成功管理模式

为了更好地管理型号项目，研发团队建立了一个全面的管理机构，负责技术、计划、产保和经费等方面的管理。该机构以风险识别和控制为核心，制定了“三步骤”业务流程，以便更好地实施顶层策划。“四师”队伍由主任师领导，产保师、专业师和产品师协同工作，“专业的人做专业的事”则强调确保设计方案的正确性和产品过程的有效控制。此外，为了提高研发能力，我们还强化了跨机型间的人才技术交叉协调，让参与研发的技术人员在参与在役型号研制和发送之前，能够迅速了解业务流程。

为了确保运载火箭领域产品的质量，我们建立了一套完善的生产保障管理工作标准系统，以运载领域一般产保规定和规格大纲需要为基础，将生产实现过程执行表单作为第二层次，涵盖产保基本要素的技术标准标准族群，建立完善的生产保障管理工作标准系统，进行全过程的生产保障管理工作，以此来建立规章制度，并将标准先行，以确保产品质量。确保所有工作都有合理的依据和可追溯性。

2. 精准化保成功主要举措

2.1 在役型号保成功主要举措

经过多次航行试验，在役型号运载火箭累积了大批的航行子样和资料，为了保证产品质量安全性，我们采取了“三再”

(再产品设计、再分析、再检验)等精细化过程控制措施,以不断提升产品可靠性,从而达到成功的目的。

一是识别和控制常规风险,以及本发任务所特有的风险,以确保任务的顺利完成。

尽管在役型号存在无法完全消除的危险项目,但通过多次航行试验,我们发现,按照各种射击目标的风险特征,可以将其分成一般危险和本发目标特殊危险。其中,常规风险主要是由型号本身的特性所决定的,比如火工品试验安装、推进剂加注、箭体吊装对接等,因此,我们应该加强对这些风险的防范,不断完善和固化控制措施,并严格执行和确认。由于每次火箭发射目标都有所不同,例如构型变化、星箭接口变化、新技术应用等,因此,必须全面识别风险,制定明确的控制措施,并对其进行跟踪落实,以确保经营风险得到有效控制。

二是产品质量一致性保证

通过对多个子样产品的全生命周期测试数据进行分析 and 对比,建立产品质量评价模型,可以有效地评估运载火箭产品的一致性,从而为产品的 R&D 提供重要的参考依据。经过大量的飞行子样数据积累,已形成稳定的成功包络线,但要想达到产品质量统一,关键在于对新批次企业商品进行全面的质量检测,并对超出实现包络线的重要技术参数进行详细的分析和必要的补充测试。

“三再”是一款经典的产品,其开发过程通常采用一个完整的“V”字模型,以确保产品的高效性和可靠性

经过多轮迭代、不断完善和提升,“三再”是航天产品“W”研发模式的重要组成部分,它通过“三再”的方式,不断改进和优化老产品,以确保其可靠性和质量,从而不断提升产品的成熟度。

2.2 研制型号保成功主要举措

为了确保首飞成功,我们将重点投入研制型号,并通过全面的策划和实施,不断识别、控制和消除风险,同时组建第三方专家团队进行独立评估,制定首飞保成功专题计划,以确保首飞风险得到有效控制。

一是全面规划和实施,包括整个过程和周期。

在 R&D 初期,应当制定全面的 R&D 计划,并进行全周期的试验顶层设计,以确保技术流程、R&D 计划流程和产品保证流程的一致性,并将工作分解成若干阶段,以确保 R&D 进程的顺利实施和 R&D 过程的有效控制。

研制产品的风险管理是一个复杂的过程,需要不断地深入分析、迭代更新,以保证其可控性。为此,我们采取了多种措施,包括:对方案、初样、试样等不同阶段的重点风险项目加以鉴别,并经过反复迭代,减少和控制风险;同样,根据发射场的实际工作,采取有效的措施,以保证产品首飞的安全性。

2.3 新方法、新手段助力保成功

采用数字化技术,以过程控制和智能分析方法取代常规的

手段,实行新的质量管理理念和办法,如生产检验和发射场质量 ACK 制,以提高运载火箭型号的测发效率。通过“前方指令检测和执行、后部数据判读和解析”的管理模式,达到更高效的测发管理。

首先,建立一个数据包管理系统,实施在线产品验收 ACK,以确保质量和可靠性。

通过采用“数据包计划—数据采集—资料控制—数据分析运用”的流程,生产数据包管理系统可以完成对企业全生命周期资料的收集、储存、管理工作、控制和运用,并且可以通过数字化技术完成企业研制质量资料的构件化在线提交 ACK,从而有效地支持型号在线产品确认,进而提升了中国航天科技集团公司“生产检验由会议检验向生产成果 ACK”生产模式的优化升级能力。

通过建立数字化管理系统,加强发射场工作质量的监督和评估,以提升发射场的效率和效能。

借助现代数字化管理系统,我们可以根据射击场施工手册、产品质量管理工作业务流程、产品质量 ACK 制度及其型号研发步骤的规范,完成对射击场全流程、全要素的精准控制,完成型式测试工作过程中各个阶段管理工作的数字化转变,从而提高运输火箭射击场的效率和质量。

三是构建远距离测发支撑体系,开创运输火箭测发新模式,以提升效率和安全性。

为了更有效地利用人力资源,解决高密度射击任务和研发制造之间的问题,我们在借鉴国内宇航型号组织经验的基本上,根据搭载火箭测发现状的特征,构建了一整套远程测发支撑体系,并组成了一支专职的测发队伍,以实现前后方协同、背后支援前方的远程检测与支援,这样一来,就可以大大提高搭载火箭型号射击队伍的效率,而且比以往临时组成射击实验队更加有效率。“远程测发+专职检测”的发射团队经过精简,工作效率极高。

参考文献

- [1]史会涛,王立扬,李金鑫,博伟,李芳培.运载火箭去任务化工作探索与实践[J].中国航天,2022(S1):76-80.
- [2]贺峻华,黄永生,陈翼江,何超凡.运载火箭产品去型号化组批投产管理模式研究[J].中国航天,2021(05):27-30.
- [3]杨楠,徐珊珊,岳晓飞,李斌,史鑫.重型运载火箭关深阶段管理实践[J].航天工业管理,2019(09):105-108.
- [4]覃艺,金志强,贾大玲,胡炜,程博.运载火箭去任务化研究与实践[J].航天工业管理,2018(08):148-153.
- [5]王文龙,郭立,李亮.新一代火箭发动机试车管理模式研究[J].中国航天,2015(12):37-40.
- [6]金志强.当前运载火箭批产管理模式与问题探讨[J].航天工业管理,2006(05):18-22.