

Construction and implementation of safety management system for whole life cycle of space construction projects

Pei Mao Ying Chen

China Aerospace Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract

As a core strategic domain of national development, aerospace construction projects bear the critical responsibility of achieving technological breakthroughs and ensuring mission execution. Effective safety management in these projects is paramount, with establishing a comprehensive lifecycle safety management system serving as a key measure to ensure smooth implementation and mitigate risks. This paper conducts an in-depth analysis of safety risks encountered at various stages of aerospace construction projects. It elaborates on the principles and methodologies for building a full lifecycle safety management framework, including setting safety objectives, establishing organizational structures, conducting risk assessment and control, and cultivating safety culture. Through practical case studies, the paper explores the implementation effectiveness and continuous improvement strategies of this system, aiming to provide theoretical and practical references for enhancing safety management standards in aerospace construction projects.

Keywords

space construction project; whole life cycle; safety management system; risk assessment

航天建设项目全生命周期安全管理体系构建与实施

毛培 陈颖

中国航天建设集团有限公司, 中国 · 北京 100071

摘要

航天事业作为国家战略核心领域, 航天建设项目肩负着突破关键技术、保障航天任务实施的重任。航天建设项目的安全管理至关重要, 构建全生命周期安全管理体系是保障项目顺利实施、降低风险的关键举措。本文深入分析了航天建设项目在各阶段面临的安全风险, 详细阐述了全生命周期安全管理体系的构建原则与方法, 包括安全管理目标设定、组织架构搭建、风险评估与管控、安全文化培育等方面, 并结合实际案例探讨了该体系的实施效果与持续改进策略, 旨在为提升航天建设项目安全管理水平提供理论与实践参考。

关键词

航天建设项目; 全生命周期; 安全管理体系; 风险评估

1 引言

航天工程是我国重要的战略工程, 技术密集、投资大、系统复杂、质量和安全要求高, 其安全管理直接影响着项目的成功和巨大的资产损失, 也影响着人民群众的生命安全和国家的形象。任何一次安全事件, 都会引起无法弥补的严重后果。同时, 伴随航天工程向深空探测、商业航天拓展, 建设项目规模扩大、技术迭代加速, 传统分段式安全管理已难适配全流程风险防控需求。建立一套完整的、科学的、全生命周期的安全管理系统, 是保证航天工程顺利进行, 达到预定目标的关键。

【作者简介】毛培 (1979-), 男, 中国陕西宝鸡人, 本科, 工程师, 主要从事安全咨询、评估和评价等研究。

2 航天建设项目全生命周期阶段划分

2.1 项目决策阶段

项目决策阶段需要进一步的研究和论证, 包括可行性、必要性和战略意义。同时, 对工程建设过程中可能遇到的各种内外安全风险进行综合考虑, 包括政策法规变化、技术可行性困难、经济可行性变动和社会环境冲击等。这些风险若在决策阶段未得到充分考量, 轻则导致项目建设中安全管理被动调整, 增加改造成本与工期压力; 重则可能引发项目夭折, 或为后续施工、运维阶段埋下重大安全隐患, 甚至威胁航天任务的顺利实施。从内部因素看, 技术可行性困难潜藏系统性风险, 如新型航天材料应用中的毒性评估不足、特种施工工艺的安全操作规程缺失等, 需通过技术预研降低不确定性; 社会环境冲击同样不容忽视, 项目选址若涉及生态敏感区或周边居民密集区, 需提前开展环境影响评价与公众沟

通,防范因生态破坏或舆情危机引发的安全风险。

因此,决策阶段的安全论证需形成闭环机制,通过专家评审、风险矩阵评估等方式,将安全要素转化为项目立项的刚性约束条件,确保航天建设项目从源头即具备“安全优先”的基因。

2.2 项目设计阶段

设计作为航天建设项目的蓝图,对项目的安全性具有举足轻重的意义。在设计过程中,要把安全观念贯彻到每个细节中,采用可靠性设计和冗余设计等手段,在材料、工艺和结构上都要考虑到安全性。同时,综合运用故障树分析(FTA)、失效模式与影响分析(FMEA)等方法,对系统中存在的安全隐患进行综合辨识,并对其进行优化,从而从根源上解决安全问题。

2.3 项目实施阶段

在工程项目建设中,项目的实施是建设中的一个重要环节,涵盖采购、施工、安装调试等多个具体过程。在采购过程中,要保证原料和设备的质量达到安全要求,并对供应商进行严格的甄选和质检。在施工期间,要加强施工场地的管理,对工人的作业进行规范,并采取相应的安全保护措施,防止发生高处坠落、物体打击、触电等常见的意外事故。在安装调试阶段,为保证设备的安装和安全生产,需制订详细的操作规程和应急预案。

2.4 项目运营维护阶段

工程投入运营后,安全管理工作仍不可松懈。要建立完善的设备设施的日常巡视,定期的维修和更换,以保证设备的运行稳定性和可靠性。同时,还应加强对作业工人的技术和安全教育,以增强他们的应变能力。通过对工程现场的实时监控和数据的分析,能够及时地发现和解决项目中存在的安全隐患,从而保证工程的长期安全^[1]。

3 航天建设项目全生命周期安全管理体系构建

3.1 安全管理目标设定

明确且具体的安全管理目标是构建安全管理体系的基石。目标应具有可衡量性、可实现性、相关性与时效性。例如,设定在项目全生命周期内,将事故发生率控制在极低水平;重大安全隐患整改率达到100%;安全培训覆盖率达到100%等量化目标。同时,确保安全目标与项目整体目标紧密结合,为项目的顺利实施提供有力保障。

3.2 安全管理组织架构搭建

建立完善的安全管理组织架构,明确各部门与人员的安全职责,是安全管理体系有效运行的组织保障。在工程建设过程中,应设置安全监督管理部门,对工程建设过程中的安全生产进行全面协调。在决策阶段,建立以项目负责人为组长,有关部门主要负责人为成员的安全生产工作小组,定期研究解决重大安全事故。在工程执行层面,由专人负责安全生产管理,并深入施工现场,督导各项安全措施的执行情

况,形成横向到边、纵向到底的安全管理网络。

3.3 风险评估与管控机制建立

在安全生产过程中,风险评价和控制是关键。采用定性与定量相结合的方法,对项目全生命周期各阶段的安全风险进行全面识别、评估与分析。在进行风险识别时,组织专家小组、一线操作人员等,采用“头脑风暴法”、“检查表法”、“流程图法”等方法,对存在的安全隐患进行全方位的排查。在风险评价阶段,利用风险矩阵、层次分析等方法,根据风险等级和风险等级划分风险等级;根据风险等级,有针对性地采取风险规避、降低风险、转移风险和接受风险的控制策略。同时,对的风险进行动态监测,对的风险进行动态监测,并对其进行相应的调整。

3.4 安全管理制度与流程完善

健全的安全管理体制和程序,为安全生产提供有力的支持。建立一个覆盖整个工程的安全管理体系,包括安全责任制、安全操作规程、安全检查制度、隐患排查治理制度、应急管理制度等,使安全管理工作有章可循。同时,结合工程实际和相关法律、法规的要求,不断地修改和完善相关的制度和程序,以满足工程建设的需求。

3.5 安全文化培育

安全文化作为安全管理系统的灵魂,在潜移默化中影响着操作人员的安全行为。通过各种形式的安全教育和培训,加强安全文化建设,培养职工的安全意识和责任感。通过开展安全知识讲座,开展安全技术培训和应急演练,提升操作人员安全知识和应急处理能力。通过宣传栏、内部刊物、网络平台等多种途径,广泛开展安全文化建设,形成良好的安全环境。对在安全生产中取得优异成绩的单位和个人给予表彰和奖励,以调动职工的热情和积极性^[2]。

4 航天建设项目全生命周期安全管理体系实施

4.1 项目决策阶段安全管理实施

在项目决策阶段,由专家组成的专家组对工程进行综合的安全性预测。通过查阅有关数据,分析同类工程实例,进行实地调研,对工程中潜在的安全风险进行辨识,并提出解决方案。同时,为了保证工程的顺利进行,把安全评估的结果纳入到工程建设中。此外,积极与政府部门及各利益相关方进行交流和协调,取得政策上的支持和社会的谅解,为工程建设提供有利的外部条件。

4.2 项目设计阶段安全管理实施

在工程的设计过程中,要严格执行设计方案的安全审核。组织设计单位、安全专家等对设计方案进行多次审核,主要包括:设计满足安全规范的要求,采用了先进的安全技术和措施,对建设和运行阶段的安全要求进行了充分的考虑。对评审过程中出现的问题,及时向设计院提出改进意见。同时,要强化设计变更的管理,对所有的设计变更进行严格的安全性评价和审核,以避免出现新的安全隐患。

4.3 项目实施阶段安全管理实施

4.3.1 采购环节安全管理

对供应商的资质、信誉、产品质量等方面的质量进行严格的审核。在采购过程中,要对产品的安全性、品质和违约责任进行明确规定,以保证所供应的原料和设备达到安全标准。强化原材料的质量检测,关键物资的第三方测试,避免不合格产品流入工程。

4.3.2 施工环节安全管理

加强施工现场的安全管理,在施工现场上设立明显的安全警示标志,对施工现场进行合理的布置,保证施工道路畅通,物料堆放有序。在新入职的施工人员中,要经过三级的安全教育,特别是特殊工种作业人员,都要有相应的资格证书。严格遵守操作规程,不违章指挥。要加强设备的管理,做好设备的日常维修和检查,保证设备的正常工作和安全运行。同时,增加安全投资,为操作人员提供安全帽、安全带、安全网、消防器材等必要的安全设备。

4.3.3 安装调试环节安全管理

在设备投入使用之前,编制具体的安装调试计划和安 全操作规程,并对操作人员进行技术交底和安全培训。在设备的安装调试中,严格按计划和规程进行,并有专业人员在现场监督。要加强对生产过程中的设备状况进行监控,及时发现和解决生产中存在的问题和安全问题。同时,建立相应的应急预案,并配备相应的应急物资,以保证一旦出现安全事故,能够快速反应,高效处置。

4.4 项目运营维护阶段安全管理实施

建立健全的设施和设施维修体系,制订详尽的维修计划,并定期进行设备和设施的巡检和维修工作。要加强对设备、设备的运行情况的监控和分析,并对其进行数据分析,使其能够及早地发现隐患,以便及早检修和更换。与此同时,要强化对操作人员的管理,使操作人员的工作行为标准化,定期对操作人员进行技能培训和评估,保证操作人员对设备的操作规程和安全防范措施都了如指掌。此外,要建立应急响应机制,并定期开展应急演练,以提升应急处置能力^[1]。

5 航天建设项目全生命周期安全管理体系持续改进

5.1 绩效监测与评估

建立健全的安全管理业绩监控和评价系统,对安全管理目标的实现、安全管理制度和程序的实施、风险管控措施的效果进行监督和评价。通过对安全事故统计数据、安全检查记录、隐患排查治理等数据的搜集和分析,对安全管理系统的工作状态有一个完整的认识。采用 KPI、平衡计分卡等手段,定量评价安全经营业绩,及时发现安全经营中的问题

和缺陷。

5.2 问题整改与优化

根据在业绩监测和评价中找到的问题,制订具体的整改措施和优化计划,对整改的责任部门和责任人、整改的时限和要求进行详细的说明。适时地调整和完善安全管理系统的制度、流程和措施,以保证安全管理系统能够满足工程的实际需要和安全管理需要。同时,建立整改工作的后续跟进机制,定期对整改工作进行督查和通报,以保证问题的彻底解决。

5.3 经验总结与推广

定期对安全管理工作进行总结与反思,提炼成功经验与有效做法,形成案例集与知识库。在项目内部及行业内进行经验交流与推广,促进安全管理水平的整体提升。与此同时,还要密切注意国内外航天工程安全管理的新动向,对先进的安全管理思想、技术和方法进行学习和吸收,使安全管理制度得到进一步的提高^[4]。

6 结语

在我国航天工程建设中,由于其自身的特殊性和复杂性,使得其在工程设计中的应用受到了越来越多的关注。通过明确安全管理目标、搭建合理的组织架构、建立有效的风险评估与管控机制、完善安全管理制度与流程、培育良好的安全文化,并在项目全生命周期中严格实施安全管理措施,能够有效提升航天建设项目的安全管理水平,降低安全风险,保障项目的顺利实施与长期安全运行。同时,持续改进安全管理体系,不断适应项目发展与安全管理需求的变化,是实现航天建设项目安全管理长效化的必然要求。在今后的航天建设项目建设中,要强化对全寿命周期安全管理系统的研究和应用,持续地进行安全管理的方式和方法的创新,为国家航天事业的繁荣发展提供可靠的安全保证。

参考文献

- [1] 谢艳华,赵宾杰. 新工科背景下“建筑工程估价”示范课程建设探讨——以桂林航天工业学院为例[J].西部素质教育,2025,11(02):1-5.
- [2] 谢艳华,王延伟,赵宾杰. 工程管理专业“建筑工程估价”课程思政建设探索——以桂林航天工业学院为例[J].西部素质教育,2024,10(04):1-5.
- [3] 张俊,毛浩浩. 高校科研建筑设计思考——以南航航天类学科教学实验与研究中心设计为例[J].美术馆,2023,4(04):88-90.
- [4] 朱克勤,许睿,徐小辉,等.基于开放性理念的航天发射场指挥控制中心设计策略[C]//中冶建筑研究总院有限公司.2022年工业建筑学术交流会论文集(下册).北京特种工程设计研究院,2022:143-146.