

DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2024.02.031

装备科研项目研制过程中的风险分析与管理研究

张辰贝西, 杨涛, 赵尉清

(中电莱斯信息系统有限公司, 南京 210007)

摘要:随着形势发展的需要,重大型装备必然朝着复杂化、实战化的方向发展,研制的技术难度越大,潜在的风险也会越来越大。基于装备科研项目的特点,分析装备科研项目研制过程中的风险,给出风险管理的工作流程,提出提升风险管理与控制的建议。

关键词:装备科研项目;风险分析;风险管理;风险控制

中图分类号:E92 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2024)02-0148-05

Risk Analysis and Management Reserch on Equipment Research Project Development

ZHANG Chenbeixia, YANG Tao, ZHAO Weiqing

(CETC LES Information System Co., Ltd., Nanjing 210007, China)

Abstract: In pace with the development of large equipments inevitably in the direction of more complication and practical actual combat, the reserch and development technology concerned tend to be faced with greater difficulty and higher potential risks. Based on the characteristic of equipment research project, the risk of equipment research project development is analysed, the risk management workflow is given, and the suggestions for improving risk management and control are presented.

Keywords: equipment research project; risk analysis; risk management; risk control

0 引言

由于重大型装备科研项目技术难度大,复杂程度高,具有时间跨度大、经费投入多、涉及领域多、参与单位与投入人员多、外部制约因素多等特点,使其研制过程存在较大的不确定性和风险,任一环节出了问题,都可能对项目的研制周期、经费及功能性能指标等带来影响。因此,如何识别、应对和降低大型装备项目研制过程中的各种风险,寻找规避、控制风险的有效对策,对于保证项目研制任务按计划保质保量完成,具有重要的意义^[1]。

1 装备科研项目的特点

重大型装备科研项目的研制是捍卫国家主权和领土完整,防备外来侵略和颠覆的重要技术手段。装备的先进性是国防和军队现代化的重要标志。重大型装备科研项目从论证、设计、研制、生产到使用及退役是一个复杂的系统工程,在整个项目实施过程中,有合同、技术、人力、计划、成本、质量、采购等方面的组织、指挥、协调、沟通和调度的管理工作。其主要特点如下。

1) 研制周期长,重大型装备科研项目从立项论证到交付使用,一般需要数月、数年甚至更长的时间。

2) 技术难度大,为满足性能指标要求,需要采用新工艺、新材料,突破新的关键技术。因此,复杂程度高,技术难度大,增大了研制的实现风险。

3) 参研单位多,由于重大型装备科研项目涉及的技术领域多,需要不同领域的多家单位同步推进、协作开展,才能确保研制项目顺利完成。

4) 研制费用高,由于技术难度大、复杂程度高,需要进行大量的建模、仿真、计算、迭代以及集成、联试、试验验证等工作,参与人员多,且投入资金多。

5) 项目风险高,重大型装备科研项目研制时间控制严格、多领域的技术合作多,研制过程中的不可控因素随之增多,进一步增大了项目研制风险^[2]。

2 装备科研项目研制过程中的风险分析

重大型装备项目研制过程中,通常会遇到研制时间变长,经费超过预算,功能性能达不到规定要求等风险。因此,在项目研制过程中必须进行

第一作者简介:张辰贝西(1989—),男,江苏海安人,工程师,硕士,研究方向为系统项目管理、电子与通信工程和机电控制技术等, zqjam@163.com。

风险分析,为项目规避风险提供决策依据,采取措施避免、转移和减少风险的发生。装备科研项目研制过程中存在的风险主要有计划风险、成本风险、人力风险、进度风险、技术风险和质量风险等,且之间相互关联,如图 1 所示。

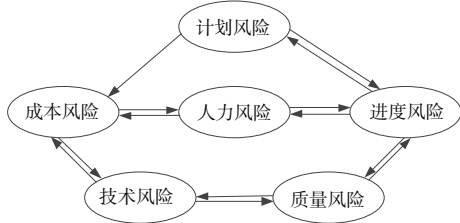


图 1 装备科研项目研制风险间关系图

1) 计划风险。计划就是为在预定的研制周期内完成规定的研制任务而制订的实施文件。在实际研制过程中,由于在项目前期预测得不够准确,实施过程控制不得力,人力、物力投入不均衡等,都会造成计划与实际不符,带来计划风险。

2) 成本风险。这里的成本是指在规定的研制时长、技术要求下,完成项目研制所需的全部经费。由于研制各阶段可能存在费用分配不合理、某些关键技术的解决超出预设的时间和费用等,都会造成经费超支,带来成本风险。

3) 人力风险。人力是指项目研制过程中所需要的人员数量和每个人投入的工作时长。如果研发团队不稳定、人员职责分工不明确、成员技能不均衡或不满足需求等都会带来人力风险。项目成员同时参与多个项目的研制,可能会顾此失彼,不能保证有足够的精力和时间投入到每个项目中来,从而影响装备的研制成本和计划进度。

4) 进度风险。进度是指项目研制各阶段在分配的的时间内完成工作量的速度。如果系统研制各阶段所需的实际时间和分配的时间不符,将会带来进度风险。通常由于多家单位联合开发时,各研制单位与整体进度难以保持一致,会使实际研制进度与预期发生偏差,拖延项目进度,带来进度风险。

5) 技术风险。技术是指为实现项目功能、性能等研制要求所采用的技术原理和方法。由于现代装备具有高科技属性,未知领域多、探索性强,质量要求高,在新技术、新材料、新工艺运用等方面都会面临诸多难题。这些都是产生技术风险的根源。这些难题的攻克往往需要投入大量的人力和成本,还有可能带来人力风险和成本风险。

6) 质量风险。质量是指研制的产品满足研制

要求的程度。通常由于项目在设计、材料、工艺等方面存在缺陷、不符合相关标准和规范及试验验证不充分等带来质量问题而触发质量风险^[3]。

3 装备科研项目研制过程中的风险管理与控制

风险管理与控制的目的是对风险与机遇进行预先识别,并根据其发生概率、影响程度以及风险管理与控制所需资源、预期效益的综合权衡,采取相应的措施,减少和消除组织级或项目执行中的不确定因素和不利因素,将风险尽可能控制在可接受的范围内,同时充分利用机遇中的积极因素,提高目标实现的可能性^[4]。

风险管理过程的主要活动有:1) 策划项目风险管理;2) 识别项目风险;3) 跟踪、评估和排序风险;4) 制定风险缓解和应急措施;5) 启动风险缓解和应急措施。风险管理过程活动流程如图 2 所示。

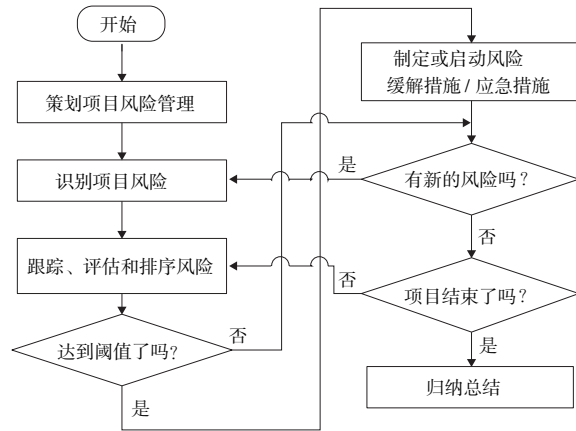


图 2 项目风险管理流程图

3.1 策划项目风险管理

策划项目风险管理活动主要包括:确定项目风险源和分类、确定风险参数和等级。

1) 确定项目风险源和分类

在项目启动初期,需要对项目研制过程中可能发生的风险进行统筹考虑、系统策划及顶层设计,确定项目风险源和分类,作为实施项目风险管理的依据。

风险源包括不确定的需求、不充分或不成熟的设计、不到位的评审、不充分的测试、供应商配套不到位、资金不能及时到位、交付产品不满足要求等。

2) 确定风险参数和等级

风险参数包括风险发生概率、风险影响严重程度及风险系数。

风险发生概率即风险发生的可能性,在综合考虑风险可能发生的时间段的情况下一般分为3个等级,每个等级的定义及其量化值如表1所示。

表1 风险发生概率等级及量化值定义表

项目	等级		
	大	中	小
发生概率	很大	较大	小
量化值	3	2	1

风险影响严重程度一般从风险对技术实现、进度和质量三方面综合考虑,等级及量化值定义如表2所示。

风险系数是将风险可能发生概率和风险影响严重程度的量化值相乘,根据风险系数定义的风险等级和应对措施如表3所示。

表2 风险影响严重程度等级及量化值定义表

项目	等级		
	高	中	低
技术实现	技术目标或关键技术实现相对难度大	技术目标或关键技术实现相对难度中	技术目标或关键技术实现相对难度小
进度	对完成科研生产计划进度要求有严重影响	对完成科研生产计划进度要求有较大影响	对完成科研生产计划进度要求影响小
质量	对产品质量影响大	对产品质量影响中	对产品质量影响小
量化值	3	2	1

表3 风险等级和应对措施定义表

项目	风险等级			
	一级	二级	三级	四级
风险系数	9	6	3或4	1或2
采取的措施	启动应急措施	跟踪风险、采取缓解措施、制定应急措施;如果启动缓解措施执行3次后量化值仍没有降低,则需要视情况重新制定缓解措施	跟踪风险、制定缓解措施	跟踪风险

3.2 识别项目风险

风险识别贯穿于项目研制的全过程。项目负责人和项目组成员应结合项目实际情况,识别所承担项目的风险。常用的风险识别方法如下:

1) 依据项目已确定的风险源和分类,识别出

项目的风险;

2) 依据项目分解的每一项活动和项目计划的每一个部分,分析项目在进度、人员、成本、需求、技术方案、性能目标、外购外协、利益相关方等方面存在的会造成危害的不确定因素,识别出项目的风险;

3) 项目负责人组织项目相关人员召开会议,参会人员根据自己所负责的工作,陈述各自考虑到的项目风险,项目负责人通过归纳总结,识别出项目的风险。

对识别出来的风险,需详细描述风险产生的背景信息、风险发生后带来的后果及产生的影响等,并将风险记录在识别分析跟踪风险总表或项目例会纪要中^[5]。

3.3 跟踪、评估和排序风险

项目负责人或项目组成员依据策划的跟踪时机对风险进行跟踪并记录跟踪结果。通常跟踪时机为项目例会、转阶段和项目结束时等。

通过项目例会、转阶段时跟踪识别的风险,分析其变化和趋势,对于采取措施的风险,跟踪缓解措施或应急措施的实施情况,按照项目风险参数定义,评定当前风险发生概率和风险影响严重程度,进而得到每个风险当前最新的风险系数,当风险系数达到规定的阈值时,制定或启动缓解、应急措施。同时识别新的风险,规避将发生的风险。

项目结束时,对风险管理工作归纳总结:审核所有风险的状态,确保所有识别的风险都已规避;分析已实施的风险缓解措施和应急措施有无改进点,提出具体的改进措施;对项目研制生产过程中出现的问题,要分析其是否可以作为风险被事先识别,总结提炼针对此风险的缓解措施和应急措施;将总结内容纳入到项目研制总结或其他总结文档中^[6]。

3.4 制定风险缓解和应急措施

项目负责人或指定的项目组成员在风险等级达到三级时需要制定风险缓解措施,在风险等级达到二级时需要制定风险应急措施。风险缓解措施和应急措施要具备可实施性,应指明责任人、时间和措施方法。当制定的缓解措施或应急措施实施后不起作用时,要重新制定。风险缓解措施和应急措施要记录到项目例会纪要中。

3.5 启动风险缓解和应急措施

当风险系数达到采取措施规定的阈值时,风险措施责任人启动缓解措施或应急措施,将对应工作作为一项计划或任务分解到项目实施计划中并记录

处理情况,在项目例会或专项会议上跟踪通报措施进展情况,当启动的缓解措施不起作用时,要重新调整措施,直至风险得到控制和缓解^[7]。

4 某系统研制过程中的风险管理实例分析

4.1 项目角色与风险管理职责

在某系统项目策划时,明确项目角色在风险管理中的职责,人人树立风险意识,个个参与风险管理,从而降低风险带来的影响。项目角色与风险管理职责分工如表 4 所示。

4.2 项目风险管理计划

根据识别的风险源,该系统研制风险管理计划如表 5 所示(部分)。在项目实施过程中,持续进行风险监控,确保项目顺利交付。

表 4 项目角色与风险管理职责

项目角色	风险管理职责
分管领导	1) 审批项目风险管理计划 2) 为项目风险管理提供足够的资源 3) 审批项目研制生产过程中重大风险的处理方法 4) 评审风险管理工作
用户代表	需要时,会签项目风险管理计划
项目负责人/ 项目经理	1) 在项目早期策划风险管理过程 2) 组织制定项目风险管理计划 3) 组织识别、分析、缓解和跟踪项目风险 4) 组织解决风险发生带来的问题
项目组成员	1) 识别、分析项目风险 2) 制定风险应对具体措施 3) 协助项目负责人跟踪、处置项目风险
配置管理师	把风险管理活动所产生的工作产品进行受控管理
质量师/ 质量保证师	监督项目是否按照规范要求和项目计划来执行风险管理过程

表 5 某系统研制风险管理计划

风险分类	风险源	风险具体表现	风险应对措施	风险等级
计划风险	计划进度不合理	用户合同中交付期限明显不合理	提前和用户沟通,力争合理的交付期限	三级
成本风险	交付产品不满足要求	交付产品质量不满足用户要求,影响合同回收款	系统交付前,进行严格的所检	四级
人力风险	研发团队不稳定	团队成员同时承担多个项目的研发	定期召开项目例会,检查项目成员的研发进度,对存在多个项目冲突的成员进行协调	四级
进度风险	研制开发进度不能保证	与多家单位联合开发时,计划变更、开发进度、相互间的协调存在风险	定期召开总师会、协调会,及时解决多家单位联合开发时出现的进度不一致等问题	四级
技术风险	需求不确定	系统研发过程中,用户提出新的需求	对功能需求进行模块化设计,降低耦合性,便于增加新需求	三级
质量风险	评审不深入	对方案、需求、设计等评审不够深入,不能提前识别相关问题	邀请行业、领域专家参加评审,提早发现问题	四级

5 强化装备科研项目风险管理的几点建议

项目风险管理伴随着装备研制的整个过程,在确定项目风险源和分类后,需要对风险进行识别、跟踪,制定缓解和应急措施,随时监控项目的进展动态,及时妥善处理风险带来的不利影响,确保装备科研完成总体目标。

1) 提高风险管理的意识

重大型科研项目复杂程度高、风险大,为实现有效风险管理,需要提高整个项目团队的风险管理意识,明确风险管理的职责和程序,确保风险管理措施得到有效执行,提升项目整体风险管控的

能力和效率。

2) 加强关键技术的攻关

重大型科研项目新技术含量及信息化程度高,需要进行充分的预先研究及论证,组织骨干进行专项关键技术验证、攻关,降低研制技术风险,提高研制能力。

3) 加强项目团队内部沟通

定期召开项目例会、专题研讨会,建立有效的沟通模式,形成顺畅的沟通渠道,及时发布项目信息,预警项目可能存在的风险,提高整个项目团队的责任感。

4) 结合项目管理系统进行风险管理

将风险管理与项目研制过程管理同步推进,将识别的风险在项目管理系统中进行标识,使风险管理信息化、可视化和透明化,收集风险管理的应对措施、案例和数据,不断提高风险管理的效率。

6 结语

随着形势发展的需要,重大型装备必然朝着复杂化、实战化的方向发展,研制的难度、风险也会越来越大,只有通过科学的、合理的风险管理方法,对装备研制风险进行有效地管理与控制,才能减少或消除风险对装备研制的影响,确保装备研制工作高效、顺利地完成^[8]。

参考文献:

[1] 胡欣杰. 装备科研项目管理[M]. 北京:国防工业出版社,2019.

- [2] 吕建伟,陈霖,郭庆华. 武器装备研制的风险分析与风险管理[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [3] 周榜兰. 高度综合化航空电子信息系统项目风险管理研究及思考[J]. 项目管理技术,2020,18(1):110-115.
- [4] 曹涛. 航空型号研制项目风险管理探索与思考[J]. 航空科学技术,2016,27(6):67-70.
- [5] 吕惠文,张炜,王铭坤. 大型装备研制风险管理及对策[J]. 四川兵工学报,2014,35(12):52-55.
- [6] 张宏,林红斌,王晓剑. 对装备科研重点项目风险管理控制的思考[J]. 国防技术基础,2009(8):8-11.
- [7] 田丰. 装备研制进度风险管理研究[J]. 船舶,2006,17(5):51-53.
- [8] 张宁,杨芳菲. 新装备研制风险管理分析与方法[J]. 论证与研究,2006(2):18-22.

收稿日期:2023-08-11

(上接第138页)

3 结语

本文利用 VB.Net 编程语言,以 SolidWorks 软件为平台进行二次开发,分析了齿轮从设计到建模再到制造的参数化设计原理,并建立了铣齿刀盘的参数化设计系统。该系统能够实现渐开线齿轮的自动建模以及根据齿轮齿廓参数得到配套的铣齿加工刀具,从而缩短了设计人员设计齿轮及铣齿刀盘的时间。本文的主要贡献有:

1) 建立齿轮及铣齿刀盘的参数化建模系统,完善了齿轮从设计到建模再到制造的整体工艺,实现了标准模块化零件快速成形的设计目标,缩短了研发周期,并且有利于实现齿轮及刀盘生产的系列化和通用化;

2) 优化了对齿轮的处理工艺,本系统不仅可以自动生成圆柱外直/斜齿轮,还可生成圆柱内直/斜齿轮,对渐开线圆柱齿轮的参数化建模进行了统一,同时对齿根过渡曲线和圆角进行优化处理,设置有齿根圆角半径输入的操作功能;

3) 所开发的系统可以实现对不同参数的齿轮和不同规格的铣齿刀盘进行参数化建模的要求,不再局限于单一规格零件的设计,增加了设计人员在进行齿轮和刀盘建模时的选择性,丰富了铣齿的制造工艺。

参考文献:

[1] 陈毅. 基于 SolidWorks 二次开发的齿轮参数化系统设计

- 计[J]. 机械制造与自动化,2009,38(1):26-28.
- [2] 邓琨,赵霖,林建邦. 基于 SolidWorks 二次开发的渐开线齿轮参数建模系统[J]. 科技创新与应用,2018(10):10-13.
- [3] 张湘,郭坤州,夏宏玉,等. 基于 SolidWorks 的渐开线齿轮建模方法研究[J]. 现代机械,2008(4):37-39.
- [4] 焉兆超,管殿柱,何西阳,等. 基于 SolidWorks 的圆柱齿轮设计系统研究[J]. 青岛大学学报(工程技术版),2015,30(4):86-90.
- [5] CHOE T C, RI C N, JO M J, et al. Research on the engagement process and contact line of involute helical gears[J]. Mechanism and Machine Theory, 2022, 171: 104778.
- [6] FENG G S, XIE Z F, ZHOU M. Geometric design and analysis of face-gear drive with involute helical pinion[J]. Mechanism and Machine Theory, 2019, 134:169-196.
- [7] 王平,陈莲华,王星云,等. 基于 Pro/E Wildfire 4.0 斜齿圆柱齿轮参数化设计及二次开发模型库建立[J]. 机械与电子,2008(10):47-49.
- [8] 李刚. 齿轮粗加工用盘铣刀参数化建模与齿形对比[J]. 河北科技师范学院学报,2019,33(3):147-149.
- [9] 朱柏林,张剑. 盘铣刀参数化设计系统研究与开发[J]. 黑龙江科技信息,2013(22):6-8.
- [10] 陈善国,邱全奎,黄英茹. 盘形齿轮铣刀三维参数化自动设计系统[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版),2005,22(6):612-614.
- [11] 王东海,易为,袁美娟. 渐开线齿轮参数化建模及可转位盘形齿轮铣刀的设计[J]. 硬质合金,2018,35(3):212-218.
- [12] 彭岳奇. 盘型可转位齿轮铣刀设计[J]. 工具技术,2012,46(8):68-70.

收稿日期:2022-09-05