

电子装备项目研发阶段进度风险识别与管控研究

谢 飞

中国电子科技集团公司第三十八研究所 安徽 合肥 230088

【摘要】：电子装备研发项目以其技术复杂度高、创新性强、供应链长、跨学科协作紧密等特点，面临着远超常规工程项目的进度不确定性。传统的、基于确定性假设的进度管理方法在实践中往往力不从心，导致项目延期、成本超支乃至市场机遇错失。本文旨在构建一套适用于电子装备研发的、系统化的进度风险识别与管控体系。科技企业需要从技术、管理、资源、供应链及外部环境等多维度深入剖析进度风险的根源，引入动态、全员参与的风险识别方法，并提出一套涵盖科学规划、动态监控、敏捷调整、全要素保障的综合性管控策略，提升电子装备研发项目的按时交付成功率与整体韧性。

【关键词】：电子装备项目；研发阶段；进度风险；识别与管控

DOI:10.12417/2982-3846.26.02.043

引言

电子装备涵盖从军用雷达、通信设备到高端工业控制器、医疗影像系统等广泛领域，其研发本质上是将前沿电子技术、复杂软件算法与精密机械结构深度融合的创新过程。与普通消费电子产品相比，电子装备研发具有周期更长、投入更高、技术不确定性更大、质量与可靠性要求极端严苛等特征，这些特征共同决定了电子装备研发进度管理要求较高，只有做好风险管控，才能有效降低研发中的风险，保障电子装备研发项目的效益。在传统的常规型项目中，对项目进度的控制较常应用关键路径法、甘特图法等，而这些控制方法需要假设任务历史确定且任务逻辑关系稳定。但是，电子装备的研发难以遵循这一假设，因为在研发过程中，每一个环节都可能出现不可预测性的问题，其研发过程无法依照设计逻辑推进，甚至还有部分研发项目可能会因为客户的需求或市场需求变化而出现较大的技术路线分歧。因此，科技企业在参与电子装备研发项目时，需要重新制定进度风险识别及控制机制，对风险进行动态性的管控。

1 电子装备研发阶段项目进度风险识别与管控意义

1.1 构建高效、稳健的研发管理体系

高效、稳健的研发管理体系是提高科技企业研发成功率的核心要素之一，科技企业在推进电子装备研发项目的过程中需要投入较多的技术资源与经济资源，倘若项目无法落地或拿到理想成果，则无法为企业带来经济收益。因此，为了提高科技企业的项目成功率，企业需要持续完善研发管理体系，那么，电子装备研发阶段项目进度风险识别与管控，就是不可或缺的一环。在传统的企业项目中，大部分企业都会通过事后弥补的方式降低风险造成的损失，而对于科技企业来说，其在研发电子装备的过程中需要保证电子装备的功能完善与技术先进，研发阶段出现任何纰漏，都可能会导致电子装备无法进入市场，科技企业也必须将风险的控制前置于研发之前及研发的过程中。过度拉长电子装备的研发周期可能会导致电子装备的技术与功能落后，无法满足市场用户的需求。企业需要持续规避项

目推进过程中影响进度的风险，用高效且稳健的研发管理体系保证电子装备能够如期问世，达到理想营销效果^[1]。

1.2 直接守护项目商业价值与组织财务健康

进度风险最直观的后果就是工期延误和成本超支，其经济影响是立竿见影且倍数效应的。从成本的角度上来看，如果电子装备项目研发阶段进度延缓，则可能会在研发过程中投入大量的技术设备人工成本，增大项目预算失控的风险；从电子装备项目研发成果营销及销售的角度上来看，技术正处于日新月异的时代环境中，如果电子装备延后问世，则可能会有其他科技企业研发同类产品或对产品进行升级优化，导致电子装备产品在市场中的受关注度降低，损失市场机会。甚至有部分电子装备的研发项目与科技企业签订了销售合同，电子装备的研发延后可能会面临合同的违约金。做好电子装备项目研发阶段进度风险识别与管控能够直接规避影响项目进度的因素，而不是当风险发生之后，为了追赶进度而持续压缩电子装备的测试时间或验证，导致电子装备可能存在隐性缺陷，有效守护电子装备项目的商业价值。

2 电子装备研发进度风险的多维度识别体系

2.1 风险识别的核心原则与方法

科技企业电子装备研发人员需要明确，研发进度风险具有动态性特点，项目在不同阶段时，可能面临的风险以及风险等级具有差异性，研发人员应当根据项目的进展现状以及市场环境，对可能影响项目研发进度的风险进行判断与规避。并且，完成电子装备研发进度风险识别工作还应当遵循全员性原则，换言之，不仅研发人员需要主动识别或了解风险因素，电子装备的订购方、用户代表和参与研发项目的各级技术管理人员均应当对项目风险进行实时分析，基于自身的工作结构逐层检查与探讨。

基于 WBS 的检查表法、德尔菲法、因果图分析以及借鉴历史项目的类比分析法是项目研发进度风险识别的主要技术方式。如何选定具体的识别方法需要依照电子装备项目的进度

及发展特点进行方法的选择,并且,科技企业需要获取项目研发过程中的完整数据信息,结合当下的市场因素、客户需求等多方数据进行比对,寻找具体的风险引发因素及风险可能造成的危机,针对风险逐一进行预警机制的完善。

2.2 主要进度风险维度剖析

(1) 技术复杂度与需求变更风险:在电子装备研发项目中,技术的复杂性与技术需求变更是最为核心的内生性风险,许多电子装备研发项目中有技术的理想应用成果,其并没有在市场中得到验证,因此技术的成熟度和方案的可行性无法在项目落地前进行精准判断。许多具有创新意义的电子装备项目可能会在研发过程中出现反复设计、反复验证失败的状况,这会极大程度延长项目的研发周期,也会持续增大科技企业在项目中的投资成本。例如,在毫米波雷达或高速 SerDes 设计中,信号完整性、电磁兼容等问题若在早期未被充分评估,后期整改将耗费大量时间。

另外,在电子装备研发周期内,客户对电子装备的需求与要求可能会发生变化。因为科技市场在持续创新、技术也在不断优化,市场中可能会诞生全新的技术或技术应用方式,导致客户需求发生变化,研发团队需要根据客户需求对电子装备进行重新设计或返工。一项未经评估的变更,可能导致设计推倒重来,使前期投入付之东流。

(2) 团队协作与人力资源风险:电子装备研发是对专业知识要求较高的工作,高度依赖专业性人才。在研发过程中,倘若遇到难以攻克的难题,需要不同岗位的工作人员团队协作思考或创新才能达成。在科技企业中的人才力量不充足时,可能会导致电子装备项目研发周期延长、研发速度缓慢。系统架构师、FPGA 高级工程师和射频专家等专业性人才在电子装备项目研发过程中出现流失会导致研发团队的知识断层和项目推进乏力,引发项目进度延误的问题。

(3) 供应链与外部依赖风险:电子装备的研发需要应用到许多高性能、专用性或军规级的元器件,这些元器件往往需要提前订购,科技企业能够选择的供应商较少,甚至有部分元器件会在研发的过程中出现厂家停产的风险。一旦出现关键元器件或芯片涨价、缺货、无法如期交付等问题,则会直接导致电子装备项目研发停滞。并且,在装备研发的关键阶段,科技企业需要将电子装备进行外包的测试认证服务,比如安规认证、EMC 检测等,外包检测或认证的进度与质量也成为了可能会诱发项目延期、发进度风险的因素^[2]。

(4) 项目管理与过程控制风险:项目管理机制虽然能够把控项目的风险,但如果管理机制本身存在缺陷或漏洞,会让风险的把控难度更高,也会使风险的影响范围扩大。在许多电子装备项目建设初期,科技企业为其制定的项目方案过于理想化,没有充分考虑研发过程中的技术不确定性和技术引入延迟

时间,导致进度跟踪机制没有发挥出其应有的效能,无法在项目研发过程中对项目进行督促作用,甚至可能会让项目研发成果落实周期远远超过预计的研发周期。另外,当科技企业的项目组没有对项目进行全面的市场预估时,传统的项目管理机制没有依照项目特性进行修改或完善,可能会影响机制的实际管理效果,难以做好项目研发过程中的控制与风险识别。

3 电子装备项目研发阶段进度风险管控策略

3.1 科学规划与前端防控:奠定稳健基础

电子装备项目本身就具备投资成本高,研发周期长的特性,科技企业在筹备项目时就需要对电子装备项目进行科学的规划并持续完善前端防护,给予项目更加稳健的基础,为项目研发阶段的进度做出更高的保障。企业应当在组建项目研发团队时,为电子装备项目的研发过程制定详细的工作说明书,并对项目研发工作进行明确的分解,让每位参与研发的技术人员明确自身的任务。在实践研发中,每个任务都有着特定的技术要求与验收标准,研发人员需要根据进度计划中的规划如期交付相应的阶段性产品,降低延缓电子装备项目的研发进度的可能性。对每一项任务的完成时间或研发阶段的预估,科技企业可以借鉴 PERT 方法进行三点估算,估算出每项任务的乐观、悲观、最可能完成时间,任务完成时间视为一个范围而非一个点,使研发阶段的安排与计划更加贴近现实^[3]。

如果在电子装备项目研发周期中,客户或市场驱动造成了项目的需求变更,企业需要快速对变更任务进行预估与判断,构建相应的模型,了解电子装备项目研发方向转变可能造成的进度影响,只有在变更必要性高且影响范围可控的状况下能够批准变更。随之需要改变的是科技企业与客户之间签订的合同,合同细则应当根据变更的技术项目或电子装备功能进行完善。另外,供应链风险也需要在项目研发的早期阶段进行防控,企业的电子装备项目研发人员应当提前了解项目研发过程中需要的元器件,并要求企业的采购部门与供应商签订长周期的器件供应合同。

3.2 动态监控与实时预警:掌握项目脉搏

对于电子装备研发过程只是动态监控能够及时预警风险,让项目管理人员高度掌握项目的进展与现状,对项目的研发过程支持合理的安排及调控。科技企业中应全面普及线上工作平台,并要求电子装备项目研发团队应用线上平台记录项目的研发进展与研发现状,详细反馈电子装备当下任务状态、缺陷与推进状况。所有参与研发的人员应当在每日例会或每周项目例会中进行信息的沟通,确保信息同步与研发工作之间的协同配合。项目的管理人员应当始终关注关键路径上的任务,确保其资源优先保障。对于大型复杂电子装备项目,管理人员与研发人员可引入挣值管理(EVM),通过计算计划价值(PV)、挣值(EV)和实际成本(AC),定量分析进度绩效(SPI)和

成本绩效（CPI），从而更早、更客观地预测项目完工趋势，为决策提供数据支持。线上平台对各项数据的收集与比对可以关联预警系统，一旦个别数值达到预设标准时及时做出预警。项目的管理人员则需要立即组织研发团队进行分析，启动预案，有效控制风险的影响范围，将可能诱发进度风险的因素消灭于萌芽状态。

3.3 敏捷响应与闭环调整：驾驭变化艺术

虽然科技企业能够针对电子装备项目研发过程进行全流程、全方位的进度风险管控，但是依旧可能存在不受控的因素，影响整体进度与节奏。企业不仅需要具备风险管控的能力，还需要在风险发生之后具备快速且有效干预风险的能力。企业在开设每一个电子装备项目时，都需要为项目预设缓冲时间，针对项目已识别的不同等级风险，预先制定应对预案。当风险发生时，根据预案迅速启动响应，如：为关键任务增加资源、调整任务逻辑关系、启用备选技术方案或备用供应商等^[4]。为了避免项目在研发得到初步成果之后才发现初期构建的框架不合理，或后期时发现原有的设计理念不合理等大问题，科技企业可以将测试左移，每一个研发环节及研发阶段都需要进行评审和检测，尽早发现电子装备设计过功能的缺陷，减少颠覆性问题影响电子装备成果诞生。

3.4 全要素保障与持续优化：构建韧性体系

项目研发进度管控的成效最终依赖于组织、人才、工具和

文化的整体保障，企业需要持续完善基础保障。为了避免企业研发团队人才的流失，企业需要给予研发人员合理的薪资报酬，并根据人员的岗位需求、职业规划为其安排培训或给予其岗位晋升的路径，激发研发人员的工作积极性，提升研发团队人才稳定性。此外，企业还需要选择适配电子装备研发全流程的专业管理平台，实现需求、任务、设计文档、测试用例、缺陷、物料清单的一体化管理和追溯，并利用数字化工具进行模拟仿真和数据分析，提升项目研发中决策的科学性^[5]。

4 总结

综上所述，电子装备项目研发的进度风险管控要求管理者从传统的、基于确定性的“计划-执行”模式，转向基于风险的、动态适应的“识别-规划-监控-调整-学习”新模式。成功的管控，始于企业对技术、团队、供应链、管理等多维度风险的深刻且动态的识别，成于一套融合了科学规划、透明监控、敏捷响应和全要素保障的综合性策略。科技企业必须正视并拥抱“不确定完成时间”这一电子装备研发的本质特征，在规划阶段就采用更贴合现实的模型与方法，在研发过程中，始终保持清晰的沟通、维护团队的稳定、开展深度协作，最大程度地保障项目按时交付，赢得先机，创造价值。

参考文献：

- [1] 党展展.高新技术企业研发费用加计扣除风险管理与应对实践探析[J].市场瞭望,2025,(07):160-162.
- [2] 吴小育.创新管理理论视角下研发项目经费风险识别与防控策略探究[J].投资与创业,2025,36(05):145-147.
- [3] 黄贻鹤.检测企业项目研发经费的核算与管理的探讨[J].投资与创业,2025,36(03):43-45.
- [4] 徐小东,韩颖.研发项目进度风险评估及应对方法探讨[J].现代制造技术与装备,2016,(06):179-181+184.
- [5] 杨青,乔黎黎,吕杰峰.基于迭代的项目进度风险分析[J].项目管理技术,2009,7(08):33-36.