关键链在电子装备制造业项目进度管理中的应用研究

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】：电子装备制造业的项目进度管理存在诸多难点，其不仅容易受到资源的约束，在项目推进过程中也容易出现各种不确定因素。对此，企业可引入关键链法，提升项目进度管理效能，保障企业如期完成项目。文章结合关键链相关理论，探讨了电子装备制造业项目进度管理痛点及关键链的应用可行性，然后详细阐述了企业应当如何利用关键链进行项目进度管理，希望有助于提升电子装备制造企业项目进度管理效能，增强企业的市场竞争力。

【关键词】：电子装备制造业；关键链；项目进度管理；资源约束；缓冲机制

DOI:10.12417/3083-5526.25.10.021

引言

电子装备制造业项目不仅技术复杂度高，还极易受到资源投入的影响，在电子装备制造业转型升级的关键期，企业要重点加强项目进度管理工作，用关键链法这一新型管理方法，提升进度管理效能，解决资源约束和不确定性给项目开展带来的负面影响，确保项目如期交付。本文首先分析了电子装备制造业项目进度管理的痛点，评估了关键链的应用可行性，并系统阐述了关键链的具体应用，以供参考。

1 电子装备制造业项目进度管理痛点及关键链的应用可行性

1.1 电子装备制造业项目进度管理痛点

1.1.1 进度计划不够合理

电子装备制造业在开展项目进度管理时，对项目的资源约束以及项目开展过程中的诸多不确定因素的考虑不够充分，对任务的时间估算不够精准。在实际执行过程中，一旦出现突发情况，就有可能超出项目计划，出现延期现象。

1.1.2 项目资源约束突出

电子装备制造项目具有一定的特殊性，项目的开展往往高度依赖核心资源，但无论是元器件、生产设备还是专业技术人员，这些资源的数量是有限的，很容易出现资源冲突现象。部分项目对核心资源的需求考虑不周，容易出现资源调配不及时的问题，影响任务推进。

1.1.3 不确定性因素应对不足

在电子装备制造项目中，企业可能会面临诸多不确定因素，如供应链波动、需求变更等，这些因素会对项目的推进产生影响，甚至可能带来一定的风险。如果企业没有设置科学的缓冲机制，当风险发生时，企业就无法有效弥补进度拖延所造成的时间损失，导致项目总工期被影响。

1.2 关键链在项目进度管理中的应用可行性

在电子装备制造业项目进度管理工作中，关键链法的核心应用优势体现在多个维度：

1.2.1 有助于优化进度计划

项目进度管理的第一步就是要制定合理的进度计划。关键链法是一种较为先进的管理方法，其在关键路径法的基础上又进行了进一步的优化，更加深入地考虑了资源约束、瓶颈任务等因素[1]。因此，电子装备制造项目可以利用关键链法这一创新方法，对传统的进度计划编制模式进行调整，制定出更加科学合理、有可行性的方案。

1.2.2 有助于优化资源配置

与传统的关键路径法相比，关键链法的一个重大变化就是更加深入地考虑了资源约束这一因素。事实上，对于电子装备制造业来说，其项目开展需要应用到各种各样的资源，资源的短缺和瓶颈会对项目的开展产生极大的影响，而关键链法在项目管理之初，就充分考虑到了资源因素，并相应地开展资源缓冲管理工作，如此一来，当项目推进过程中出现资源约束时，管理人员就可以利用资源缓冲策略来弥补延期问题。

1.2.3 有助于应对不确定性

在电子装备制造项目进度管理中，除资源缓冲以外，关键链法还引入了另一种类型的缓冲机制，即项目缓冲。项目缓冲的作用是保护项目的整体完成时间，其能够有效应对项目开展过程中各种不确定因素可能造成的延迟问题。

1.2.4 有助于及时发现偏差

关键链法还能够帮助管理人员更加有效地开展进度监控工作，避免实际进度与计划进度之间出现过大的偏差。在项目管理中，关键链法的进度监控需要重点监控两个数据：一是关键链进度的完工比例，二是缓冲区的消耗比例，这两项数据结合起来，能够更加精准可靠地判断项目的实际推进状态以及后续任务的状态。

2 关键链在电子装备制造业项目进度管理中的应用策略

2.1 前期准备阶段

电子装备制造业在开展项目进度管理时，要把握好关键链应用的前期准备阶段，为后续的管理活动奠定良好的基础。

2.1.1 项目调研，明确目标

电子装备制造企业在项目正式开始之前，要对项目进行全方位的调研，企业要组建专门的项目管理团队，深入了解项目的核心目标和工期要求，从而对项目进行系统性研判。

具体来说，项目团队要利用项目资料和相关信息，准确了解项目的交付成果、技术要求和质量标准，明确项目团队需要“做什么”；项目团队还要分析项目的总工期，对项目各阶段的时间节点进行细化。其次，项目团队要根据项目的主要要求，评估项目所需的核心资源，然后对自身现有的资源进行梳理，明确每一类资源的数量和可用时间[2]。很多电子装备制造企业同时开展多个项目，但部分资源是多项目共用的，在这种情况下，项目团队还要分配好每类资源的使用优先级。最后，项目团队要根据项目的特点，评估项目推进过程中可能面临的各类不确定性因素，为后续关键链识别与缓冲设置提供依据。

2.1.2 项目工作分解

项目团队要将调研成果整合为项目调研报告，为项目进度计划的编制做好准备。在这一环节，项目团队的核心任务就是要利用工作分解结构法，将项目分解为具体的任务单元，明确每个任务的范围、负责人和资源需求。

项目团队在进行工作分解时，可以采用自上而下、层层分解的方式，将总任务逐步拆解为多项子任务，并确保拆解细致，无遗漏或重复现象。以某电子设备研发项目为例，项目团队将该项目分解为项目立项与需求分析、方案设计与验证、样机制作与测试、工程开发与优化、生产准备与质量控制、产品上市与后续维护 6 大任务，然后在此基础上进一步细化，分解为更加具体的子任务。任务分解完成后，项目团队要将所有任务整理为工作分解清单，以便后续进行关键链识别、时间估算和资源分配。

2.2 核心实施阶段

在做好前期准备后，电子装备制造项目的进度管理工作即进入核心实施阶段，关键链法能否顺利落地，就需要依赖这一阶段。

2.2.1 任务逻辑关系梳理和时间估算

项目团队要结合关键链法相关理论，对项目分解后的各个任务进行逻辑关系梳理和时间估算。

在逻辑关系梳理上，项目团队要结合电子装备项目的技术流程，梳理每项任务之间的逻辑关系，明确各任务的先后顺序，确保各项任务之间逻辑合理、衔接顺畅。梳理完成后，项目团队可将梳理成果绘制成一张完整的任务逻辑网络图。

在时间估算上，项目团队可以采用关键链理论中的“50%概率乐观时间估算方法”。这一方法是在三点估算法的基础上，对期望工期进行计算的一种方法。在实际应用中，项目团队要组织团队成员和技术专家，对每项任务的持续时间进行三点估算，分别计算出乐观时间、最可能时间和悲观时间，然后用β分布计算平均期望工期，这样算出的工期数值就是有 50%完成概率的工期时间[3]。

2.2.2 关键链识别

关键链法最重要的环节自然就是关键链识别，项目团队需要根据任务的逻辑关系和资源约束，准确识别出项目的关键链。

关键链识别一般分为三个步骤，首先是在不考虑资源约束的情况下，判断出项目的最长任务序列，这就是项目的关键路径；接着，项目团队要引入资源约束这一条件，明确关键路径上的任务和其他任务对资源的需求，判断这些资源需求中是否存在冲突点；最后，项目团队要适当调整任务进度，解决资源冲突问题，然后重新梳理任务序列，找出受资源约束条件下的最长任务序列，这就是整个项目的关键链。

综上所述，项目团队在进行关键链识别时，最重要的就是要关注资源约束问题，尤其是核心资源的约束。项目团队要深入考量项目开展过程中可能出现的资源约束，如核心元器件的采购任务、精密设备加工任务等。识别完成后，项目团队要编制关键链上的任务清单，并将每个任务的负责人、资源需求和时间节点标注出来，以便后续开展管控工作。

2.2.3 资源优化配置

关键链法和关键路径法的核心差异就在于关键链法考虑到了资源约束这一条件。因此，电子装备制造项目在应用关键链法时，要重点做好资源优化配置工作，优先保障关键链上任务的资源需求。

具体来说，项目团队要做好资源优先级的分配工作。关键链上的任务是最高优先级的任务，在资源分配上应当具有优先地位。项目团队要将核心资源分配给关键链任务，确保任务顺利执行。项目团队还要做好资源协同调度工作，有些资源存在短缺和共享问题，对此，项目团队要合理调整任务进度，适当调整非关键链任务的执行时间，让资源优先应用在关键链任务上[4]。项目团队还要建立资源监控机制，实时跟踪资源的实际使用情况，一旦发现资源冲突，要立刻采取调整措施。

2.2.4 缓冲设置和优化

电子装备制造项目的不确定性因素较多，项目团队可合理设置三种缓冲机制，并对缓冲的大小进行优化，确保缓冲切实有效。

（1）项目缓冲

项目缓冲一般设置在关键链的末端，其主要作用是防范关键链上的任务延误问题，最大程度降低延迟对项目总工期的影响。一般来说，项目缓冲大小设置为关键链总工期的 10%-20%，

项目团队可以根据项目的风险等级进行调整，如果项目的风险等级较低，可以将缓冲比例降至 10%-15%，如果风险等级较高，则可提高至 20%-25%。

（2）接驳缓冲

接驳缓冲一般设置在非关键链和关键链的交接处，其作用是为了缓解非关键链任务延误对关键链任务的影响。项目团队在设置接驳缓冲的大小时，要考虑非关键链任务的长度和风险程度两大因素。在常规任务中，接驳缓冲一般是非关键链最长任务序列工期的 10%-15%。

（3）资源缓冲

资源缓冲的作用是应对关键链上任务的资源供应不及时问题，避免因为资源短缺、员工离职等因素导致任务不能及时完成。项目团队不需要提前设置具体的时间缓冲，但要做好提前预警和资源预留工作，确保关键链任务所需资源能够及时到位[5]。

缓冲设置完成后，项目团队即可将缓冲时间纳入到项目的总工期之中，编制为最终的项目进度计划。同时，项目团队还要建立缓冲监控机制，对各种缓冲的实际消耗情况进行实时跟踪和动态调整。

2.3 监控优化阶段

在电子装备制造项目推进的过程中，项目管理人员要对项目进度开展实时监控，并及时优化管理策略，严控偏差。

2.3.1 进度实时监控

项目团队可引入项目管理软件，构建项目进度监控体系，对项目的实际进度进行跟踪，并实时比对其与计划进度之间的偏差。

在关键链下，项目团队要重点加强对关键链上的任务进度和缓冲消耗情况的监控工作。一方面，项目团队要实时收集各任务的实际完成时间和资源使用情况，并将其与计划进度进行对比，计算出其中存在的进度偏差；另一方面，项目团队要监控缓冲消耗率，并将其与缓冲预警阈值进行比对，一旦超过预警阈值，要立刻进行预警。

此外，项目团队还要建立定期进度汇报机制，每周召开进度例会，各任务负责人要在例会上汇报任务完成情况，确保项目管理团队能够及时、准确地掌握项目进度动态。

2.3.2 偏差分析和纠偏措施

电子装备制造项目的不确定因素较多，因此项目执行时很容易出现进度偏差。项目团队要重点做好偏差分析工作，找准造成偏差的根因，并制定合理的纠偏措施。

在关键链视角下，偏差主要分为关键链偏差和非关键链偏差两类，如果是关键链偏差，项目团队可以优先利用项目缓冲或接驳缓冲进行调整，同时调整资源配置，在关键链任务上投入更多资源，保障任务及时完成。如果偏差较大，缓冲无法弥补，项目团队就要重新评估关键链，调整进度计划。如果是非关键链偏差，项目团队要评估这种偏差对关键链的影响，如果不影响，可利用非关键链的自由时间调整；如果有影响，则要利用接驳缓冲进行纠偏。

3 结束语

在电子装备制造业项目进度管理工作中，关键链有着十分突出的应用价值。企业要准确把握关键链法的应用要点，重点做好项目的前期准备、落地实施和监控优化工作，深入考量项目的关键链任务，以及资源约束、不确定性等因素对项目开展的影响，有序保障项目的顺利推进。未来，企业还要进一步挖掘关键链的创新应用，探索出更加契合电子装备制造业特点的应用路径。

参考文献：

[1] 周璇. 敏捷项目管理方法在军工电子装备项目中的应用[J].中国军转民,2025,(04):21-22.

[2] 李建国,王涛. 改进关键链法在某项目群进度管理中的应用[J].项目管理技术,2023,21(05):153-159.

[3] 张怀亮,任志慧. 基于关键链的非标自动化设备制造项目进度管理研究[J].自动化应用,2024,65(S1):444-447.

[4] 徐云岫,陈小卫,徐颖. 基于关键链的多项目管理方法研究现状与发展趋势浅析[J].价值工程,2025,44(31):54-57.

[5] 史亮,曲燕,张倩,等. 电子装备研制阶段程序管理现状研究[J].军民两用技术与产品,2023,(09):30-33.