

基于 WBS-CBS 的航空发动机全生命周期经费管控方法与实践

Management and Control of Aero Engine Life Cycle Funds Based on WBS-CBS

■ 王梁 徐英鹏 石雅萍 / 中国航发商发

航空发动机研制作作为典型的大型复杂系统工程项目，其科研经费管控同样具有高度的复杂性，需要从项目全生命周期的角度来管控经费。

航空发动机研制项目是一项极其复杂的系统工程，具有技术含量高、制造难度大、研制周期长、供应商众多等特点。我国航空发动机研制长期采用计划管理模式，承研单位一般比较注重当年工作安排，容易忽视对项目全生命周期工作的策划，缺乏工作分解结构（WBS）的指引^[1]，或是建立了WBS而不进行动态维护，使得工作和经费安排的完整性和及时性较差。同时，项目管理部门与财务管理部门往往职能分离，计划管理与经费管理之间存在脱节现象，工作分解末端的任务和经费缺少关联。采用基于项目全工作范围、全成本要素范围内的层级分解结构（WBS-CBS）的航空发动机研制项目全生命周期经费管控方法，把具体的计划任务和成本要素联系起来，可以在研制过程中建立起一个相对稳定的结构，对任务执行、经费发生等数据进行综合记录、动态管控，为后续其他型号的研制工作提供可借鉴的经验。

基于WBS-CBS的经费管控方法

WBS是为实现项目目标、创建所需可交付成果而实施的全生命周期

工作范围的层级分解。成本要素是根据项目的经费管理、核算和审计要求，依据性质划分出来的会计科目。将成本要素与WBS相关联，就可以形成矩阵式的与项目WBS直接关联的成本分解结构，也就是WBS-CBS，是一种跨项目全生命周期的动态的经费管控结构。

首先，WBS-CBS是一种从项目论证到项目结束都可以使用的跨项目全生命周期的方法。在立项论证阶段，WBS-CBS可用于编制经费概算^[2]；立项后，从项目实施直到项目结束，WBS-CBS是实施经费管控的标准和工具。

其次，WBS-CBS的管理是动态的。这种动态有两个方面的含义：一是随着项目推进，在确定的总经费预算下，已使用经费和剩余经费的此消彼长是动态的，对于已使用经费可用WBS-CBS进行结构化归集，但对于剩余经费可以通过WBS-CBS进行结构化的分配；二是对于型号研制来说，由于不可预见因素较多，在实施过程中对WBS进行调整和变更是必然也是必需的，而WBS-CBS作为一种基于WBS的经费

分解结构，也需要随着WBS的调整而进行动态的调整。

基于WBS-CBS的经费管控，可以从项目全局而非仅按照日历时间（年、季度、月）对项目经费进行预测、分配、管控和记录；可以在项目研制任务和经费之间建立直接的联系，有效解决经费管理与计划任务脱节的问题；可以提供一种按照任务归集成本的经费归集模式，能够更贴近实际科研任务、更结构化地累计历史经费数据，提高研发单位或发动机制造商对后续科研项目经费预算的预测能力。

基于WBS-CBS的经费管控实践

中国航发商发，作为国内首个大涵道比涡扇发动机的主制造商，为了更好地管控项目经费、累计成本数据，经过项目立项之初的几年探索后，基于项目经费管理的实际需要，通过在研制项目中建立WBS、确立成本要素、构建WBS-CBS、估算工作包（WP）经费、设置成本控制账户、实施变更控制等一系列程序，实施了基于WBS-CBS的经费管理。



图1 航空发动机研制的顶层WBS框架

建立WBS

根据研制目标，项目团队对研制工作进行了全生命周期内的分解，并编制了WBS框架（见图1）及WBS词典。典型的以研制发动机产品为目标的研发项目的WBS一般以产品结构分解（PBS）为基础，按照产品的物理硬件组成来进行工作分解。但是仅按照PBS进行工作分解并不能涵盖全部的研制工作，还需要加入一些横向关联元素，如构型管理、标准化管理、项目经费管理、进度管理等工作。另外，市场、客户服务、研发体系等是为了民用大涵道比涡扇发动机项目技术成功、

产品成功、商业成功而必须在研制过程中开展的工作，根据WBS分解的100%规则，为项目的最终交付物而进行的活动都应该包含在WBS中。

为了针对研制工作开展成本和持续时间的估算和管理，针对WBS的最底层单元WP编制了工作包说明（WPD）。WPD是对WBS中的WP进行说明的文档，用于支持项目计划的编制和资源配置。WP是经费估算和管理的最小单元，WPD编制工作质量反映了项目团队对于WP的认知水平，在很大程度上也决定了经费估算和分配准确程度。民用大涵道比涡扇发动机项目的研制在缺少可

以借鉴的先例时，很难在项目初始就对所有的WP进行详细的定义，因此，将尚不能定义出活动明细且近期不会启动的工作任务定义为规划包（PP），按照渐进明晰的原则，留待条件成熟后再进行详细定义，逐步完成整个研制项目全生命周期的工作定义。

确定成本要素

成本要素是对项目可能发生成本类别的划分，是项目经费归集和财务会计核算的依据。根据企业管理要求，不同项目的成本要素可以有不同的划分方式。中国航发商发承担的民用大涵道比涡扇发动机研

制项目按照《国防科技工业科研经费管理办法》(财防〔2019〕12号)实施经费管理,因此其成本要素也按照财防〔2019〕12号文中的要求建立,包括材料费、专用费、外协费、燃料动力费、固定资产折旧费、事务费、管理费、工资及劳务费等8项内容,加上作为项目管理储备的不可预见费(机动费),这些内容就涵盖了该项目全部的成本要素。特别需要说明的是,按照财防〔2019〕12号文中的规定,在编制项目概算时,可以按照一定的比例规划项目预计收益,这部分经费虽然是项目总经费的一部分,但与项目任务本身并没有直接关系,也不在成本要素之中。

建立WBS-CBS

将成本要素和项目WBS进行关联,形成该项目矩阵式的成本分解结构(见图2),WBS-CBS是基于WBS和全成本要素形成的成本分解结构,是项目全工作范围、全成本要素范围内的层级分解结构,为项

目经费管理提供了一种可以自下而上进行经费估算和分配的框架,是发动机研制经费估算、分配、管理的基础。

经费分配

WBS-CBS是在项目全生命周期都可以使用的工具,在项目的不同阶段发挥着不同的作用。在项目的总体经费尚未明确时,民用大涵道比涡扇发动机项目按照初始的WBS,进行了经费概算;在获得立项批复并确定了总体经费后,则需要在进一步更新WBS的基础上按照WP进行预算分配。无论是经费概算还是预算分配,都需要对可能发生的成本进行估算,该项目主要采用的估算方法有工程法、参数法以及估算法。上述3种方法各有优劣,在该项目的不同阶段、针对不同的工作任务和不同场景都有不同程度的应用。总的来说,在项目初期主要是采用估算法和参数法,随着发动机设计的不断深入和工作任务细节的逐步明晰,项目中后期更多采用的是工程法。

建立控制账户

在WBS-CBS结构框架下完成各WP的经费估算后,就形成了项目全生命周期的经费管控基线。在理想状态下,建立基线后应该针对每一个最底层WP的全部成本要素进行控制,但这样做需要付出很大的管理成本,而且固定资产折旧、管理费等间接费用是按照一定规则分摊计入,这些成本直接在最底层WP上进行控制既不符合实际情况,也不利于成本管理责任的区分,因此在平衡管理需要和管理成本后,建立了控制账户(CA)。CA是在项目经费管理中使用的WBS组件,基于不同类型的成本要素,控制账户的设置也不尽相同(见图3),在该型项目的经费管理实践中,对于外协费、材料费等易于进行直接管理和核算的直接费用,CA建立在WBS的最底层WP上;而对于折旧费、管理费等相对抽象且一般需要通过一定的会计分摊规则才能核算的间接费用,将其CA建立在相对较高的层级



图2 WBS-CBS矩阵示意图

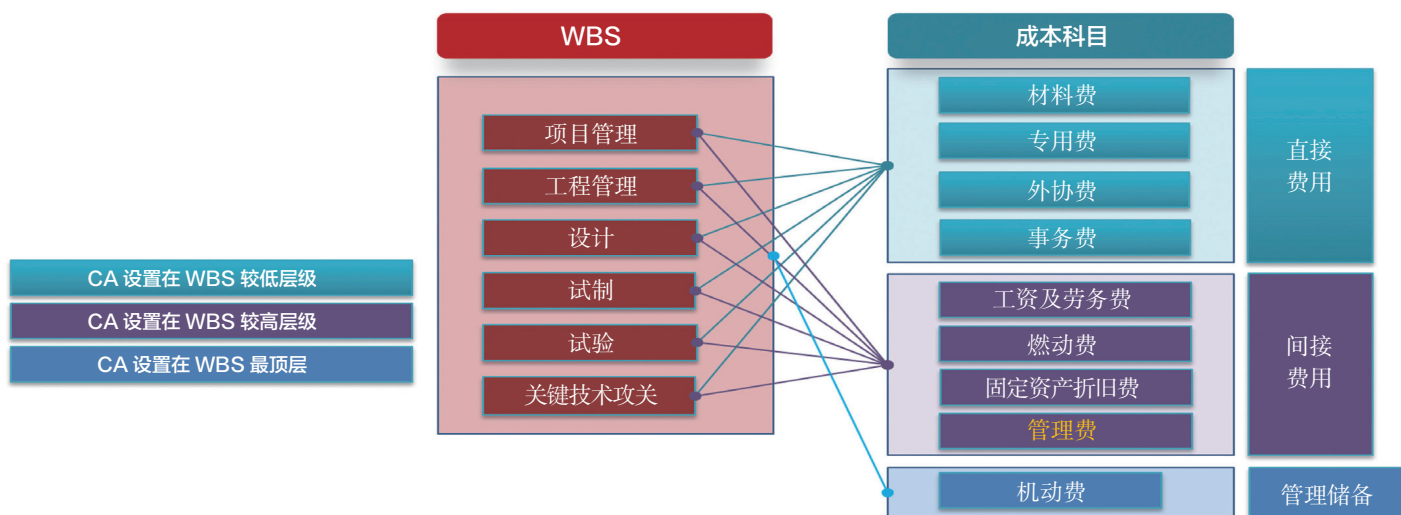


图3 WBS-CBS中CA设置示意

(一般是建立在WBS的第二层级和第三层级)。需要特别说明的是,由于项目的收益与WBS没有直接的关联,其CA是建立在WBS之外。

实施变更控制

设立了控制账户后,需要对每个控制账户明确直接负责人,并根据需要按照一定的变更程序进行控制账户的调整和维护。一般来说,控制账户的变化、控制账户内以及之间的经费调整都需要进行变更控制管理,且根据变更的重要程度也需要由不同权限的负责人进行变更批准。根据变更经费金额的大小、重要程度以及是否动用项目管理储备(机动费)等因素,设立了一般、重要、重大3级控制类别,并根据项目中角色和权限的不同,设置了各级变更的批准者。这样分层分级的变更控制机制,既保证了控制基线的严肃性又具有一定的灵活性,能够适应项目不确定性带来的变化。对所有的变更过程进行记录,就可以反映出整个项目经费从启动之初到项目结束的变化情况。

基于WBS-CBS的经费管控效果

基于WBS-CBS的应用,使得民用大涵道比涡扇发动机项目在任何时刻都可以保持着全生命周期经费使用的概念,提供了项目管理人员与会计人员之间沟通的平台,经费使用与研制任务之间的联系更加的一目了然,动态的变更控制也让经费管理更具时效性,更能够适应复杂系统工程研发过程中不确定因素多的特点。

在实施WBS-CBS管理时,信息化使能支撑是必不可少的,由民用大涵道比涡扇发动机项目分解出的WBS数量本身就已经非常庞大,加入成本要素形成WBS-CBS矩阵后信息体量更加复杂。由于前期可借鉴经验少、项目的不确定因素多,项目任务、经费相对初始基线变更频繁,若没有可供多人交互的高效信息化系统的支撑,仅靠单机人工的表格管理,WBS-CBS这套相对复杂的管理逻辑实现起来难度是很大的。

结束语

基于WBS-CBS的经费管控方法可以建立起任务和经费间的有机联系,对经费实施持续的动态管理,可以按照科研任务实际情况结构化地积累历史数据,在具有复杂系统工程特征的大型研发项目中都有很好的适用性。随着型号研制精细化管理的需求越来越高^[1],WBS-CBS经费管控方法定将得到越来越多的应用和推广。

航空动力

(王梁,中国航发商发,工程师,主要从事项目科研经费和产品成本管理工作)

参考文献

- [1] 于海,顺赵娜.航空发动机工作分解结构(WBS)构建方法[J].航空发动机,2018(3):97-102.
- [2] 李佳妮,唐正佳.涡桨发动机方案阶段经济可承受性分析[J].燃气涡轮试验与研究,2020(5):58-62.
- [3] 徐英鹏.大型复杂航空产品研制项目成本管控模式研究与实践[J].航空财会,2019(3):42-47.