

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2016.03.020

基于大型飞机产品分解结构的工作分解结构编制方法研究

The Methods and Flows of Work Breakdown Structure Workout Based on Product Breakdown Structure for Large aircraft

刘建平 / LIU Jianping

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

为了建立一个大型飞机基础性的项目范围管理工具,清晰地描述大型飞机项目的工作范围,为研制计划、经费、组织管理奠定基础,对大型飞机产品分解结构和工作分解结构的内涵进行了分析,对工作分解结构的建立模式进行了比较分析,提出了基于产品分解结构的工作分解结构框架构建、编码规则、单元明细表、工作单元说明建立和编制的方法和流程,分析了工作分解结构在研制计划编制和组织分解结构中的应用。

关键词:大型飞机;产品分解结构;工作分解结构

中图分类号:F272

文献标识码:A

[Abstract] In order to establish basic program scope management tools of Large aircraft, clearly describe work scope of Large aircraft program, to ground research and manufacture planning management, outlay management, structure management, this paper analyzes comparatively the establish mode of large aircraft WBS, study and bring forward methods and flows of WBS frame, coding rule, cell list, work cell depiction establishment based on PBS, analyzes the application of research and manufacture planning workouting and OBS construction.

[Keywords] large aircraft; product breakdown structure; work breakdown structure

0 引言

大型飞机研制是一项复杂的系统工程,涉及总体、结构、强度、航电、电气、机械控制、环境控制、材料、标准件、适航等专业,且专业间关联度很高、研制周期长、风险高,要在研制过程中综合控制产品的性能、进度、质量和费用目标,需建立一个基础性的项目范围管理工具,清晰地展示大型飞机项目的产品范围、工作范围,并以此工具为基础编制项目的研制计划、明确项目的组织和责任架构、确定项目预算,提高项目的技术、进度、费用控制能力。

工作分解结构是项目范围管理的核心,通过建立工作分解结构对项目范围进行定义、确认和控制,给所有项目管理人员提供一个共同沟通协调的

基准、平台和基于产品的集成综合管控的手段。

1 PBS 和 WBS 的内涵

产品分解结构(Product Breakdown Structure,以下简称 PBS)是面向产品交付成果的分解,是针对大型飞机研制项目最终产品(软硬件交付物),从整机、系统、子系统到部组件、零件级进行的层次化树状结构分解。PBS 定义了产品中最终的产品及产品的组成单元,确定了产品中应包含的功能和结构,解决大型飞机“是什么”的问题。

工作分解结构(Work Breakdown Structure,以下简称 WBS)是以产品和服务为导向,按照一定的逻辑关系将为实现大型飞机研制目标所需实施的全部工作活动(含软硬件、服务、数据等)逐层分解为

工作包,工作包分解为工作作业所形成的层次化结构体系。WBS 解决大型飞机研制“做什么”的问题,可以详细定义项目的工作范围,工作分解结构中每一递降的层次表示了对项目工作范围和任务更加详细的定义。工作分解结构清晰地展示了大型飞机研制从顶层到具体的结构化的研制活动体系,让原来不可控的事情变得清晰可控。

2 WBS 建立比较分析

基于思路和理念,全球大型飞机研制的工作分解结构主要有两种模式。以空客为代表的项目重点关注产品的研制过程,先基于研制的流程和任务分工进行工程研制活动分解,然后分别按照产品结构进行层次分解,建立大型飞机项目的工作分解结构。以波音为代表的项目重点关注产品的交付和集成,按照产品结构进行层次分解,再按照研制工作进行分解细化,形成飞机产品实物的最终产品和研制体系、验证结果等辅助产品构成的层次体系。

基于研制过程的 WBS 比较适合在大型飞机研制初期,与实体单位的任务分工结合紧密,明确设计、试验、制造、总装、客服的工作界面,职能管理相对强势,复杂产品系统工程管理的特点显现不足。

基于产品交付集成的 WBS,更加强调产品的整体集成,突出强矩阵的项目管理,易呈现产品的结构层次,最终产品和辅助产品一目了然,产品的实现路径比较清晰。

3 基于大型飞机 PBS 的 WBS 建立方法和流程研究分析

大型飞机的研制涉及到几十甚至上百家国内外供应商、科研院所、高校等研制单位,采用强矩阵的项目管理模式,强化全生命周期内产品交付和系统集成管控,加强机体和系统工作包的内部集成,是我国大型飞机研制发展到一定阶段的必然选择。与强矩阵的项目管理模式对应的基础管理工具和方法是基于 PBS 的 WBS 的体系。

3.1 产品结构树建立

产品分解结构是按国际规范 ATA100 和 ATA2200 的产品定义建立的。结合大型飞机产品的特点,运用系统工程的思想,根据“实物可见、具备功能”的原则,依据大型飞机研制技术方案和研制配套表,将大型飞机从“全机 - 系统 - 子系统 -

零部件”逐级分解为功能单一、结构独立的便于实现的简单产品。将分解后的全机软硬件按照树形结构化组织起来,形成产品结构树,描述飞机产品构成的全貌,如图 1 所示。

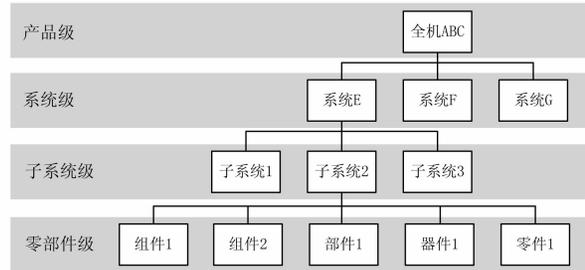


图 1 大型飞机产品结构树示例图

3.2 PBS 编号规则建立

为唯一地标识产品结构树中的各系统、子系统,需建立 PBS 代码规则,既要表示不同产品单元的划分,又要清晰体现上下层级的隶属和分解关系。PBS 编号由项目代码、PBS 代码和各级产品单元代码组成,形式为 XX(项目代码) + PBS + XX(各级产品单元代码),如图 2 所示。如液压系统XXPBS010401,表示液压系统在 XX 项目 PBS 架构第 3 层级。

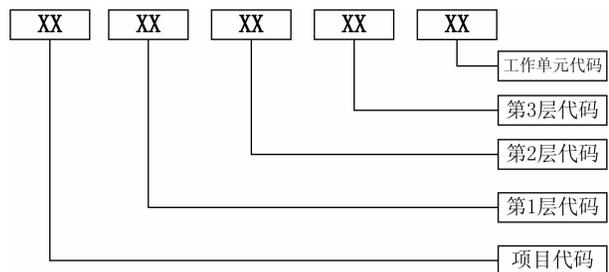


图 2 PBS 编号规则图

3.3 PBS 单元说明建立

PBS 产品单元说明描述各产品单元的功能、产品构成、接口、材料标准件、专用规范等基本功能属性。

在 PBS 产品结构树、PBS 编号规则基础上建立各级产品单元说明表,见表 1。功能描述主要描述该产品单元的基本特征、功能特性;产品构成描述该产品单元的物理组成,描述到下一级的 PBS 单元;安装区位主要描述该产品单元涉及的物理协调区域;接口主要描述与其他同级别产品单元的机械接口、功能接口、电接口;材料标准件描述该产品单元的材料选择和标准件选取;专用规范主要描述该产品单元/工作包要考虑的适航规章、工业标准、通

用技术规范、系统/工作包技术规范、设计要求、技术状态管理要求等,以及在研制中需重点考虑的其他因素,如新材料、技术成熟度等事项。

表1 PBS产品单元说明表

产品名称		PBS 编号	
功能描述			
产品构成			
安装区位			
接口			
材料标准件			
专用规范			

3.4 PBS 构建

将各层级 PBS 单元说明按照层级关系进行汇总,形成整机 PBS 单元说明,和产品结构树一起构成整个产品分解结构。

3.5 基于 PBS 的 WBS 框架构建

在 PBS 的基础上,按照“自顶向下、逐层分解、逐项检查、不能重叠、不能漏项”原则,根据大型飞机研制程序,科学、完整定义各层级产品实现的工作要素和过程要求,构建 WBS 体系。将围绕最终产品的全机集成、集成试验、飞行试验、客服工程、项目管理等辅助产品进行逐层分解。将辅助产品的分解结构与最终产品的分解结构按层级进行整合,形成工作分解结构框架树,如图3所示,确保每个 WBS 单元无法进一步分解。

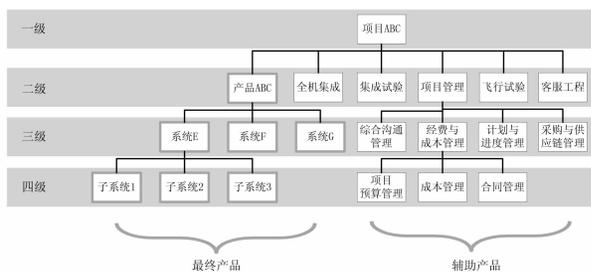


图3 WBS 框架图

3.6 WBS 编码规则建立

为唯一地标识 WBS 框架图中的所有工作单元,要建立 WBS 代码规则,要清晰体现 WBS 中的层级关系和同级的关联关系。下一层级的单元与上一层级的单元之间是隶属关系,同层级单元之间是并列关系。上一层级单元包括由它派生出来的下一层级的全部单元;同层级单元之间不应重复和交

叉。项目代码、WBS 单元代码组成 WBS 编号规则,项目代码可由字母代码组成, WBS 单元代码由数字代码构成,形式为 YY(项目代码) + XX(各级 WBS 单元代码)。数字型代码用十进制数字表示,每2位数字为一组。各组分别对应层次结构中的一个层级。每一层级的编码从“01”开始,最多可编至“99”,如图4所示。

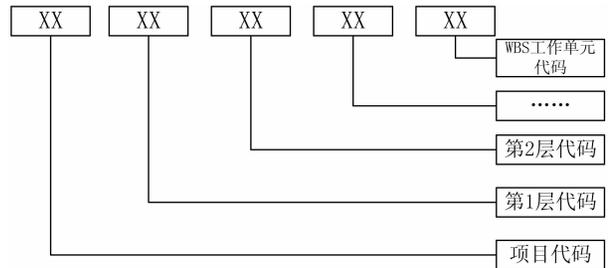


图4 WBS 编码结构示例图

如液压系统 XXPBS010401,表示液压系统在 XX 项目 PBS 架构第3层级。

3.7 WBS 单元明细表建立

将工作分解结构框架树的所有节点按照层次和归属关系进行 WBS 编码, WBS 层级、WBS 编码、WBS 名称构成 WBS 单元明细表,单元明细表中要明确单元之间的层次关系,如表2所示。WBS 单元明细表是对某个型号飞机研制项目全生命周期的研制工作进行结构化的概括和总揽。

表2 WBS 单元明细表

序号	层级					WBS 编码	WBS 单元
	1	2	3	4	5		
1	1					X01	项目 ABC
2		2				X0100	产品 ABC
3			3			X010001	系统 E
4				4		X01000101	子系统 1

3.8 WBS 工作单元说明编制

对工作分解结构框架树中的每个节点单元进行工作单元说明。工作单元说明规定各 WBS 单元的工作内容以及单元之间的关联关系,主要明确该 WBS 单元的代码、名称、层级、各研制阶段的目标和研制任务、各研制阶段的实施路径、各研制阶段的输入、各研制阶段的输出、进度、质量、成本、适航、工期、相关联 WBS 等各要素,如表3所示。其中各研制阶段的目标和研制任务、实施路径、输入、输出要按照立项论证、可行性论证、产品定义、产品开发

和验证、批生产和产业化阶段分开描述每个阶段的目标和研制任务、实施路径、输入、输出。

表3 WBS 单元说明

WBS 编号	单元名称	版次
1、概述		
2、各研制阶段目标和任务(含进度、质量、成本)		
3、各研制阶段的实施路径(含进度、质量、成本)		
4、各研制阶段的输入(含进度、质量、成本)		
5、各研制阶段的输出(含进度、质量、成本)		
相关联的 WBS 单元		
WBS 编号	单元名称	

3.9 WBS 构建

将所有工作单元说明按照工作分解结构树的层次分解关系进行汇总整合。工作分解结构框架树、WBS 单元明细表、结构化的工作单元说明构成工作分解结构体系。

4 WBS 的应用

4.1 基于 WBS 的研制计划编制

基于 WBS 可以进行项目研制计划的分解、编制和统筹,各个产品团队和任务团队按照层级对所管理的 WBS 进行计划任务的分解,团队之间互相协同,共同完成项目整体研制计划的编制,各层级 WBS 的深度和颗粒度,与各级项目计划形成对应关系,如图 5 所示。0 级团队负责编制项目研制计划的主要节点和计划分解编制的要求,1 级产品团队负责根据分解要求分解编制系统级研制计划,1 级任务团队分解编制飞行试验、客服等研制计划。2 级产品团队和任务团队分别负责按照分解要求分解编制子系统级研制计划、飞行试验等研制计划,并保证 2 级计划与 1 级计划、0 级研制计划主要节点的衔接和协调。

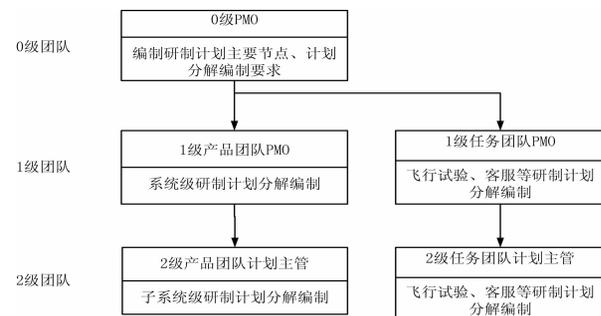


图5 基于 WBS 的研制计划编制流程图

4.2 基于 WBS 的 OBS 建立

组织分解结构(Organization Breakdown Structure, 以下简称 OBS)是项目组织的一种层级描述,展示了项目活动与执行这些活动的组织单元之间的关系。根据建立的项目 WBS 进行任务责任分解,与各层级 IPT 团队建立起对应关系,明确每个 WBS 单元的责任团队和责任人,可建立组织分解结构(OBS)。将项目各层级 IPT 团队对应附着在各层级 WBS 元素上,与 WBS 同步形成树状层级关系,如图 6 所示。

项目组织分解结构 OBS 可以动态变化,随项目的进展进行调整。

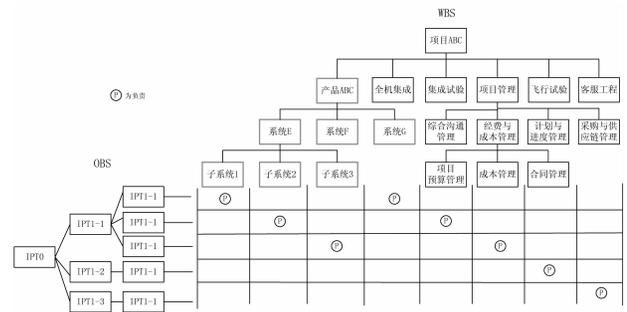


图6 基于 WBS 的 OBS 构建图

5 总结和展望

本文在对大型飞机工作分解结构建立的模式进行对比分析的基础上,提出了 PBS 构型方法、基于 PBS 的工作分解结构体系建立的方法和流程,提出基于 WBS 的各级研制计划编制和组织分解结构的建立方法和应用。通过 WBS 单元的成本、工期等要素数据的积累,逐步应用在大型飞机项目的计划编制和经费测算,另外后续结合型号应用不断完善 WBS 体系,形成一套中国民用航空工业的规范标准是今后研究和应用的努力方向。

参考文献:

- [1] 聂亚军. 工作分解结构(WBS)在发动机型号研制中的应用[J]. 航空发动机,2007,33:51-54.
- [2] 陈刚. 工作分解结构及其在波音公司的应用[J]. 航空制造工程,1998,2:33-35.
- [3] 杜淮林,张广海. 整车研发项目中 WBS 矩阵的运用[J]. 上海汽车,2009,2:29-31.
- [4] 黄智辉. 浅谈工作分解结构(WBS)在项目管理控制中的应用[J]. 建设管理,2012,10:33-35.