

系统工程的剪裁策略

温跃杰

中国空间技术研究院,北京 100086

摘要 介绍了系统工程在应用时剪裁的必要步骤,包括组织级和项目级的两级剪裁,指出了一种贴合实际的剪裁策略,即可先剪掉不必要的过程、活动和任务,然后再裁出适合自身需要的过程体系。归纳了剪裁时常用的方法和应当避开的常犯错误和陷阱,然后用一组不同领域的系统工程应用案例阐明了应用和剪裁的各自重点。

关键词 剪裁;系统工程;定制;组织;项目

近来,系统工程正在受到人们越来越多的关注。系统工程可以应用于各种大小、各种类型的组织或项目,在更为广泛的日常生活中甚至也都可以应用。系统工程师通常工作在一个特定的领域,采用系统工程的方法解决本领域内的特定问题^[1]。在系统工程的实践应用时,一定要根据具体的情况进行适应性的剪裁,这就需要有一个剪裁过程。

1 剪裁必要性

ISO 15288: 2015 标准对系统工程的 30 个过程提出了完备的指南^[2]。每个过程都有明确的目标、输入、输出和过程活动步骤,并给出常用的途径和提示^[3-4],这些信息可以给予组织和项目的两级管理和技术人员十分重要的指导。但这是否就意味着各个组织和项目必须严格按照该标准来推广诸项系统工程过程?事实并非如此。

各个组织所面临的环境千差万别,因此也应该根据自身情况,进行合理的定制和剪裁。有的过程甚至

需要进一步细化、严格标准,有的过程则需要适度地粗化、放松标准。而该标准中所规定的系统工程可以作为一个基准参考,在此基础上选择适当的正式化程度。例如,系统工程作为一种途径和方法,可以在头脑中思考运转,也可以在现实中外化为一系列的文档或组织活动。二者相比,后者所需要的时间和成本更高,但也更为严谨和规范,即正式化的程度更高。对于大型组织和复杂项目而言,如何使系统工程保持在适宜的程度便成为一个重大命题。

系统工程的正式化程度需要做好成本和风险的平衡,如图 1 所示。这就像是一个跷跷板,如果系统工程的投入不够,在产品的后期集成阶段,成本和进度的风险就会很高;如果系统工程的投入过大,这本身也会耗费巨大的时间和成本,而且到后期随着系统工程正式化程度的提高,所产生的边际附加值愈来愈小。因此,系统工程的投入度可谓“过犹不及”,把握好这个平衡:既不忽视系统工程的作用,又不夸大系统的价值,而是要根据组织和项目的实际来进行适当的剪裁。

就系统工程而言,ISO 15288: 2015 标准给出了应

收稿日期:2018-03-26;修回日期:2018-04-11

作者简介:温跃杰,高级工程师,研究方向为系统工程,电子邮箱:wenyuejie@126.com

引用格式:温跃杰. 系统工程的剪裁策略[J]. 科技导报, 2018, 36(20): 74-78. doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.20.011

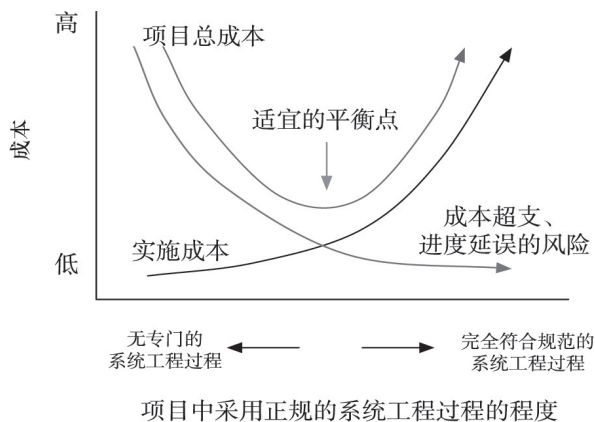


图1 系统工程的应用需要平衡风险与成本

对复杂系统的一整套的解决方案。全文一共有14个技术流程,8个管理流程,2个协议流程,6个使能流程。对于大多数企业来说,依然十分庞大和复杂,需要结合自己的组织和项目,进行合理的裁剪。否则,投入的时间精力等各项资源的成本急剧上升;或者到后期系统工程本身的工作量超负荷,难以维持。那么如何做好裁剪过程,怎样进行裁剪,这涉及裁剪的步骤。

2 裁剪的步骤

在实践中建议将向下的裁剪作为主流,再根据自身特点增加定制的修改。需要说明的是,为了表述方便,在本文中统一用“剪裁”一词来代称,但这两个字其实有细微的差别。“剪”通常指切断原本相连的大片或长条状物品,使其断开为较小的片段,以便更好地后期处理;“裁”不仅包括去除多余物,还包括着设计、判断、约束、合身等内涵。从图2可以看出,裁剪的这种一般顺序。量身定制是这一过程的主要原则。在剪裁之前,通常要拿着尺子在人的身上量一量,组织或项目的度量过程在一定程度上与此相似;在剪裁了之后,还要穿针引线将若干个部分“缝合”起来,才能做出一套满



图2 服装的剪、裁、度量与缝合操作

意的衣服。先剪后裁,用尺度量,缝合成衣,这便是一个完整的裁剪过程。

在系统工程的实践中也可以采用这种顺序。首先是“剪”。15288标准明确了30个过程,十分清晰;只要查阅标准,便可以一目了然。在应用时可以根据自身情况和所面临的环境不同,挑选那些对于本组织或项目有重大参考价值的过程,作为实施的重点及对照依据,剩余的仅作为一般性的参考。当然,在此过程中需要注意“剪”对标准整体性、完善性的影响,以及是否会产生不利的后果,不要产生可能导致严重后果的大的漏洞。然后是“裁”。例如,以挑选出来的标准过程集为基准,结合实际情况进行专门定制,甚至可以增加一些个性化的过程,最终生成一套适合本组织或项目特点的生命周期标准模型集,实现量体裁衣。

3 两级裁剪

裁剪通常可以分为组织级裁剪和项目级裁剪。前者针对某一组织,适用于该组织的所有项目;后者仅限定在某一个项目的特定范围内。

组织级的裁剪要注意下面5点:第一,搞懂组织。否则最好不要轻易做出裁剪或改革的决定。第二,搞懂新标准。理清新标准主要内容是什么,有哪些关键点,出发点是什么。第三,使标准适应组织的需要,而不是反过来,不能削足适履。第四,必要的裁剪。这个世界是运动的,因此一定要与时俱进,不断改进。第五,制度化固定。用制度化的形式将标准在组织内的符合性达到适当的水准。

项目级的裁剪需要注意4个方面:第一,项目预算、进度、要求等约束;第二,利益相关方和客户;第三,风险承受度;第四,系统复杂度。例如,中国载人航天工程因其影响大、投资大、风险高、复杂度高,要求在实践中采用更加严格的系统工程。

4 常用裁剪方法

裁剪的标准过程可以参考ISO 15288国际标准和INCOSE系统工程手册。常用的裁剪方法或技巧如下。

1) 去除不必要的输出物、活动、任务,并添加一些新的输出物、活动和任务。对很多组织或项目来说,这是最基本的裁剪操作。

2) 寻求独立的第三方来批准决策。这样有助于保障裁剪的合法性和正当性。

3) 诉诸决策管理过程帮助进行裁剪相关的决策。裁剪的决策过程本身也是比较复杂的。

4) 每个阶段至少裁剪一次。对于复杂的长周期项目尤其如此。

5) 基于生命周期各个阶段的环境,来驱动裁剪过程。当外部环境发生重大变化时,有必要对原有的流程体系进行裁剪。

6) 将裁剪限定在组织之间已经达成的框架协议内。这样可以减小因本组织、本项目的裁剪所导致的组织间连锁反应。

7) 裁剪要考虑到各方的利益,客户和组织的目标、政策以及相关法律。

8) 随着相互信任水平的提升,去除一些多余的活动。这样可以降低交易或运行成本,提升协作效率。

9) 在裁剪过程结束时,颁布一套新的流程。这有助于各方的理解和执行。

10) 识别裁剪过程的假定前提和准则,在全生命周期中不断优化流程。一些不当的假定前提和准则,可能导致整个裁剪过程偏离正常的轨道。

11) 将个性化定制的内容在系统工程管理计划(SEMP)文档中加以明确。

可以将本组织或本项目修改过的地方列成一张符合性矩阵(compliance matrix)或表格,并加以简要的理由说明,以促进理解或便于上级审核批准。

5 裁剪常犯的错误

在裁剪的过程中,由于种种原因,人们经常会在实践中经历反复和曲折,常见的错误包括以下3种。

1) 未经裁剪过程就直接重用另一系统裁剪过的基准。适合系统A的裁剪方式,未必适合系统B。或者周围的环境已经发生了变化,再采用旧的制度已经无法适应新的形势,因而必须进行新的裁剪。在组织的层面上看,这便是改革,定期审视现有的流程体系并做出调整和修改。

2) 为了“安全”起见,套用全部流程和活动。看起来照搬最稳妥,实则不然,因为这省去了对本系统自身特点的分析,掉入了“大而全”的陷阱。在实践中,这样的错误也较为常见,会带来严重的损失。

3) 未能代表全部的利益相关方。这样的裁剪方式有可能会引起部分利益相关方的抵触,导致裁剪过的基线在实践中受阻。为了避免这个问题,一定要广泛而又虚心地征求意见,最大程度地获得各方的理解与支持,才能使做出裁剪后的决策被各方积极拥护,确保实践顺利。

6 不同领域的裁剪案例

系统工程在不同的专业领域(domain)的成熟度有所不同,也有各自特点。下面从6个典型的领域出发,初步勾勒出裁剪的要点。

1) 航天工业。

航天系统的典型特征是要研制的系统离开地球大气层,发射后维修成本极高。故而要求系统具有高可靠性,最好是首次部署就确保成功,否则有可能导致无法挽回的灾难性后果^[5]。为此,航天系统工程向来十分重视产品质量、测试验证和确认(V&V)过程。由于航天系统高投入、高风险的特质,风险管理得到了很大的推崇,尤其是引入了新技术、新工艺、新状态、新产品的时候。

国内外的组织也纷纷推出了各自的系统工程相关标准^[6],以提升系统工程的能力。在国际标准化组织(ISO)发布的15288标准基础上,美国宇航局(NASA)和欧洲宇航局(ESA)也都发布了众多的标准,并产生了很大的影响。以NASA为例,早在1995年就专门发布了自己的系统工程手册,2007年进行过一次修订,并在2016年又进行了第二次修订。中国航天领域的各级组织也都制定了自己标准^[7],并积极开展系统工程相关的各类培训以提升能力。

2) 兵器工业。

除了航天工业以外,兵器工业是系统工程的另一个已经深入应用的领域。武器系统的典型特征是经常面临各种极短工况,且大多要求较长的生命周期,战场生存能力强,要求其好用、易用、耐用^[8]。因其涉及众多的利益相关方,故而还强调人因工程和后勤保障。在兵器工业中,系统工程的相关标准也可以发挥重要作用。只是需要注意,15288标准作为由国际标准化组织发布的一项面向各个行业的公共标准,为了做到中性化而删除了很多条款,兵器工业在本领域内应用系统工程时应当从专业方面继续严格要求,以适应兵器系

统的苛刻工作环境^[9-10]。

3) 汽车工业。

相对于汽车工业的众多标准,15288等系统工程相关标准为非强制性标准。汽车工业的流水生产线模式不同于航天,在投资回报(ROI)曲线方面有其自身的鲜明特点。对于系统工程在汽车工业的应用,更加需要结合其领域实际,尤其注意全球化背景下成套设备(OEM)的组织间协议过程。

4) 基建工业。

基础设施建设类系统的特点是周期长,一般不做出样品而直接生产,对社会和生态环境影响较大,涉及的利益相关方群体人口基数也比较大。通过实施系统工程,可以提升基础设施的效费比。国际系统工程咨询委员会(INCOSE)发布了针对基础设施建设项目的系统工程应用指南。

5) 医疗产业。

生物制药、医疗健康是系统工程应用的一个新领域。其特点是复杂度高、人身风险大。各种疫苗药物在人体内发生复杂反应,一旦出现失误会使患者遭受生命风险;许多医疗设备结构复杂,价格高昂。为了应对这种复杂性,系统工程在医疗领域可以发挥重要作用,尤其是需求管理相关过程值得深入应用。

6) 服务产业。

21世纪是技术密集的全球服务时代,其特征是信息驱动、电子商务、提升效率、以客户为中心。这要求组织不仅要交付优质产品,还要提供优质的服务,更加重视服务客户和改善用户体验。

服务本身就是产品,具有实时涌现性,在被生产的同时被消费,几乎没有中间环节,例如教育、培训、娱乐等。知识密集型的服务更加强调价值共创,满足个体或组织价值成长的需求。从系统工程的角度来看,服务系统可以被视作一个体系或者系统之系统(SoS)^[11],其各个要素之间处于松散集成状态。从体系的视角来看,整个服务系统可以分为服务实体层、信息传递层、机制权限层,各自都是可独立运转的系统。在系统工程的知识框架下,体系的相关内容可以为服务产业的发展起到指导作用。

从以上几个领域的应用分析可以看出,系统工程均可发挥重要作用,但是必须结合各自领域的特点和实际,有所侧重和裁剪。

7 结论

系统工程的应用不要求全责备,裁剪十分有必要。裁剪可以分为组织级裁剪和项目级裁剪。在具体裁剪时,建议根据自身需求先剪后裁,不仅要借鉴相关的成熟做法,而且要小心谨慎,不要犯常见的错误。在开展细致的调查研究的基础上,结合各自领域的特点进行裁剪,从而找到一条适合本领域、本组织或本项目的系统工程的最佳实践途径。

参考文献(References)

- [1] BKCASE Editorial Board. Guide to the systems engineering body of knowledge(SEBoK)[M/OL]. v1.6. 2016. https://www.sebokwiki.org/wiki/Download_SEBoK_PDF.
- [2] Systems and software engineering—System life cycle processes: ISO/IEC/IEEE 15288[S]. Geneva: International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2015.
- [3] INCOSE. Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities [M]. 4th ed. Hoboken NJ: Wiley, 2015.
- [4] 张新国. 系统工程手册: 系统生命周期流程和活动指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [5] NASA. Systems engineering handbook[M]. Washington DC: NASA Headquarter, 2016.
- [6] 系统工程系统生存周期过程: GB/T 22032—2008[S]. 北京: 中国电子技术标准化研究所, 2008.
- [7] 谭维焯. 航天器系统工程[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2009: 585—588.
- [8] 杨青, Ulrich KT. 产品设计与开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [9] Mitre. Systems engineering guide[M]. Bedford M A: Mitre, 2014.
- [10] DoD. System of systems engineering—defense acquisition guidebook[M]. Washington DC: DoD, 2014.
- [11] Maier M W. Architecting principles for systems-of-systems [J]. Systems Engineering, 1998, 1(4): 267—284.

Tailoring strategy of systems engineering

WEN Yuejie

China Academy of Space Technology, Beijing 100086, China

Abstract This paper briefly introduced the necessary steps of tailoring during the application of systems engineering. There are two levels of tailoring: organization-level tailoring and project-level tailoring. A practical tailoring strategy is proposed, cutting unnecessary processes/activities and tasks at first, then adjusting or calibrating in accordance with precise needs. On the basis of references of mature methods, some mistakes and traps are listed to be avoided. At last, in the light of tailoring strategies, a series of domain cases are analyzed from the view of systems engineering application. These research results could be reference for the proper application of systems engineering in the new domains.

Keywords tailoring; systems engineering; customize; organization; project ●



(编辑 徐丽娇)