

C⁴ISR 体系结构工程概念研究*

黄 力 ,罗爱民 ,罗雪山

(国防科技大学人文与管理学院 ,湖南 长沙 410073)

摘 要 通过分析国内外 C⁴ISR 系统体系结构开发、研究中存在的问题 ,提出了 C⁴ISR 体系结构工程的设想 ,即采用工程的概念、原理、技术和方法 ,从技术和管理两方面研究如何更好地开发、维护 C⁴ISR 系统的体系结构。定义了 C⁴ISR 体系结构工程的相关概念 ,提出并详细介绍了体系结构的生命周期。

关键词 C⁴ISR ;体系结构 ;体系结构工程

中图分类号 TP302.1 ;E96 **文献标识码** B

Research on the Concept of C⁴ISR Architecture Engineering

HUANG Li ,LUO Ai-min ,LUO Xue-shan

(College of Humanities and Management ,National Univ. of Defense Technology ,Changsha 410073 ,China)

Abstract After studying the deficiency in C⁴ISR architecture development and research in the field , this paper puts forth the idea of C⁴ISR architecture engineering , i.e. applying the concepts , principles , techniques and methods of engineering to the development and maintenance of C⁴ISR architecture within cost and time constraints. We present the definition of C⁴ISR architecture engineering , and delineate the architecture life-cycle of C⁴ISR system.

Key words C⁴ISR ; architecture ; architecture engineering

体系结构是“组成系统各部件的结构、它们之间的关系以及制约它们设计和随时间演进的原则和指南^[1,2]”。它通过高层次的抽象使得对系统的表达变得简单化 ,有助于各类人员正确理解系统并进行交流 ,是系统用户需求的体现 ,是系统设计和实现人员对系统进行详细设计和实现的依据 ,是维护人员熟悉系统的切入点。

C⁴ISR 系统体系结构的开发是在 C⁴ISR 系统需求工程之后进行的 ,由军事人员、系统设计和实现人员等众多风险承担者参与的复杂活动 ,是一个系统的、协同的和反复的过程。体系结构设计者(或设计小组)在理解军事人员业务流程和业务需求的基础上 ,从总体上把握系统的概念结构 ,确定系统与外界环境之间以及系统内各组成部分之间的接口、通信和信息交换关系 ,而不涉及系统设计的细节。体系结构设计是保证 C⁴ISR 系统之间可集成、可互操作的关键环节^[3]。

1 体系结构工程概念的提出

长期以来 ,C⁴ISR 体系结构的研究、开发没有受到国内外学术界和工程界的足够重视 ,主要表现在 :对体系结构的概念、设计内容没有一个统一的认识 ;开发过程没有科学的、公认的方法论指导 ;术语不一致 ;文档不规范 ,缺乏有效的辅助工具支持 ,缺少规范化的管理机制等。这种状况不利于作战人员、系统设计者、系统实现者对体系结构设计结果的理解和交流 ,不能保证体系结构设计质量 ,开发效率低。并且 ,由于 C⁴ISR 系统的体系结构是由各军兵种独立设计的 ,这导致由不同机构(或组织)开发出来的体系结构不能比较 ,加大了实现多个 C⁴ISR 系统之间互操作的难度。

仔细分析上面提到的体系结构开发存在的问题 ,不难发现它们与软件领域在软件危机时的情形十分类似。软件领域解决软件危机的办法是提出软件工程^[4]的思想 ,采用工程化的原则和方法开发软件。

* 收稿日期 2003 - 06 - 02
作者简介 :黄力(1975—) ,男 ,博士生。

为此,本文借鉴软件危机的解决思路,提出 C⁴ISR 体系结构工程的设想,即按照工程化的原则和方法来开发、管理和维护 C⁴ISR 系统的体系结构,希望籍此提高体系结构设计质量和开发效率。

2 体系结构工程的含义

C⁴ISR 体系结构工程是用工程化的原则和方法开发、维护 C⁴ISR 系统体系结构的有关技术及管理方法,是 C⁴ISR 系统工程的一个分支。它强调 C⁴ISR 系统体系结构开发不能单纯依靠体系结构设计者的个人技巧和创造性,而应该是一种组织良好、管理严密、各类人员协同配合、共同完成的工程项目。其主要目的是在给定成本、进度的前提下,开发出具有可理解性、可追踪性、可验证性和可修改性等特点,并满足军事人员需求(包括功能需求和非功能需求)的 C⁴ISR 系统体系结构,并使之能够有效地用于建立可互操作的和费效比合理的 C⁴ISR 系统。

C⁴ISR 体系结构工程由方法、工具和过程三部分组成。体系结构工程方法是开发体系结构的技术手段,它支持体系结构生命周期各个阶段的活动,如设计、验证、评价和维护等。体系结构工程工具是体系结构设计者在开发体系结构的活动中智力和体力的扩展和延伸,它为体系结构工程方法和体系结构管理提供自动的或半自动的软件支撑环境。体系结构工程过程则是将体系结构工程的方法和工具综合起来以达到合理、及时地进行体系结构开发的目的。过程定义了方法使用的顺序、要求交付的文档资料、为保证质量和协调变化所需要的管理以及体系结构开发各个阶段完成的里程碑等。

C⁴ISR 体系结构工程的主要结果是体系结构描述(或体系结构规格说明书),它是用来记录或表示特定 C⁴ISR 系统体系结构的文字、表格、图形等(统称为体系结构产品)的集合。体系结构描述可用于军事人员、体系结构设计者和系统设计者之间的交流,为系统的详细设计提供蓝图,并支持体系结构的验证和演化。一般来说,体系结构描述应该具有正确性、无二义性、可理解性、一致性、完备性、可追踪性、可验证性、可修改性等特点。

3 体系结构生命周期

如同任何事物一样,体系结构也有一个孕育、诞生、成长、成熟、衰亡的过程,称其为体系结构生命周期。根据体系结构所处的状态、特征以及体系结构开发活动的目的、任务,可以将体系结构生命周期划分为若干个阶段。我们认为 C⁴ISR 系统的体系结构生命周期主要包括问题定义、设计、验证、评价、使用维护和退役六个阶段,如图 1 所示。每个阶段都有相对独立的任务,前一个阶段任务的完成是开始进行后一个阶段工作的前提和基础。而且,体系结构生命周期各个阶段之间的关系不是顺序的,而是带有反馈的迭代过程。

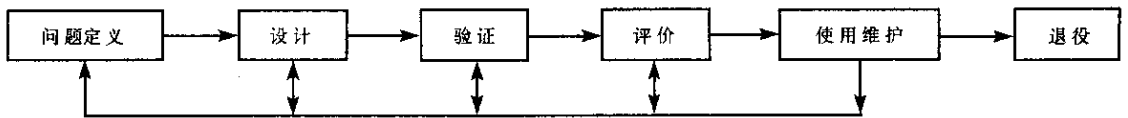


图 1 C⁴ISR 系统体系结构生命周期

Fig.1 Architecture life-cycle of C⁴ISR system

3.1 问题定义

通常,人们根据特定的目的来建立 C⁴ISR 系统的体系结构。因此,在开发体系结构之前,体系结构设计者必须了解其用途和目的^[2]。体系结构的开发目的决定了体系结构设计范围、时间帧等。

体系结构设计的主要依据是 C⁴ISR 系统需求分析阶段完成的系统规格说明书。体系结构设计者需要根据系统规格说明书了解系统需求,包括(1)了解系统的目的、任务、范围(2)熟悉军事人员的使命,对系统的要求,了解他们使用系统的作战想定(3)理解系统的功能和非功能需求(4)了解与该系统相关(如有交互关系)的其它已建/在建系统的情况,系统将来的升级、演化计划等。

同时,体系结构设计者还需要广泛收集领域信息,诸如作战中使用的通用术语,军事人员的业务流程、组织结构、指挥关系、战术条令、条例等。这些是设计体系结构所必需的军事背景知识。

在了解体系结构的开发目的、熟悉系统和领域信息的基础上,确定体系结构设计的范围、详细程度和时间帧,制定体系结构开发计划,包括选用资源(如开发工具)、定义任务、确定拟采用的体系结构描述规范、选择体系结构开发方法(包括设计方法、验证方法和评价方法等)以及进度安排等。

3.2 设计

运用上一阶段确定的设计方法,遵循体系结构工程原则,根据系统规格说明书中的系统需求,建立系统的总体结构,确定系统与外界环境之间以及系统内各组成部分之间的接口、通信和信息交换关系,并按照系统规格说明书的要求规定系统实现必须遵循的技术标准。

体系结构设计内容需要符合某种体系结构描述规范,体系结构设计者必须按照体系结构描述规范的要求描述或记录体系结构设计结果,并注意保证体系结构描述内容符合一定的语法规则和语义规则,并且是一致的。体系结构设计完成后,还要对体系结构描述进行语法正确性检查、语义(逻辑)正确性检查和一致性、完备性检查。

3.3 验证

验证阶段的主要任务是检查体系结构设计的正确性,即确定体系结构描述是否满足系统的功能需求和非功能需求,据此可初步判断依据体系结构设计出来的系统能否满足军事人员的需求。C⁴ISR 系统的详细设计、实现与体系结构设计结果是密切相关的,体系结构设计正确与否,直接影响到系统的设计、实现质量。通过体系结构验证活动,可以发现体系结构设计中的不足,进而回到前一阶段,修改体系结构设计。这样,有助于剔除、避免早期设计错误,降低设计风险,提高设计质量,保证 C⁴ISR 系统的研制进度。

3.4 评价

通常,在体系结构开发过程中需要为 C⁴ISR 系统设计多个备选体系结构方案。每种方案对系统开发的成本、时间、人员、技术、设备等都有一定的要求。评价是评述客体达到既定需求的过程,是根据既定的准则体系来测评客体各种属性的量值及其满足主体需求的效用,以综合评价原定需求满足程度的活动。体系结构评价的任务是根据决策者的要求建立一套评价指标体系,选择合适的评价方法,评判各个设计方案的优劣,并加以比较分析,为决策者从多种体系结构候选方案中选择较优方案提供科学的依据。有时,在评价过程中可以发现体系结构设计中的不足,需要修改体系结构描述,优化体系结构设计。

3.5 使用维护

该阶段将设计好的体系结构用于特定的目的。体系结构维护是对体系结构描述进行修改或对系统需求变化作出响应的过程。当发现体系结构描述中的潜伏错误,用户提出修改系统需求,或系统的演化升级,都需要对体系结构进行维护。体系结构的生命周期随着 C⁴ISR 系统生命周期的结束而结束。

4 结束语

本文借鉴工程学科的成熟思想,在 C⁴ISR 系统体系结构研究、开发领域首次提出了 C⁴ISR 体系结构工程的概念,划分了体系结构的生命周期,研究了每个阶段的活动,其思想有助于正确指导 C⁴ISR 系统体系结构开发实践,提高体系结构设计者对体系结构开发的重视程度。同时,借助体系结构工程这个概念,可将体系结构研究分为方法研究、工具研究、过程研究三大类,这三类研究在体系结构生命周期的不同阶段又有不同的内容,从而为深入研究 C⁴ISR 系统体系结构指明了方向。

参考文献:

- [1] C⁴ISR ITF Integrated Architectures Panel. C⁴ISR Architecture Framework Version 1.0[R]. U.S.: Department of Defense, Jun. 7, 1996.
- [2] C⁴ISR Architecture Working Group. C⁴ISR Architecture Framework Version 2.0[R]. U.S.: Department of Defense, Dec. 18, 1997.
- [3] Curtis R J, Campbell D E. Architecture: The Road to Interoperability[A]. 1999 Command and Control Research and Technology Symposium, United States Naval War College, 1999.
- [4] 齐治昌,谭庆平,宁洪. 软件工程[M]. 北京:高等教育出版社,1997.

