

武器装备研制管理译丛之一

系统工程 管理指南

1990年最新版

防务系统管理学院 著
防科工委军用标准化中心译

武器装备研制管理译丛之一



0167341

系统工程管理指南

GF132/51

怀国模 题

〔美〕防务系统管理学院 著

国防科工委军用标准化中心 译



宇航出版社

(京) 新登字 181 号

内 容 简 介

本书是美国国防部防务系统管理学院技术管理系组织撰写的《系统工程管理指南》的中译本。原书是美国防务系统管理学院为大型工程项目实施系统工程管理而编写的教材，是美国大型项目系统研制管理人员的必修课。本书总结了美国 30 多年来系统工程管理的经验，对系统工程和系统工程管理作了系统、全面的论述。本书系 1990 年最新版本，内容较 1986 年版大为丰富充实。本书读者范围广泛，包括主管科技工业的各级领导干部，从事大型系统研制的军队、国防工业、民用工业科技干部和科技人员，大专院校有关专业研究生、大学生等。

SYSTEM ENGINEERING MANAGEMENT GUIDE

TECHNICAL MANAGEMENT DEPARTMENT

JANUARY 1990

系统工程管理指南

〔美〕防务系统管理学院 著

国防科工委军用标准化中心 译

责任编辑：宋兆武 王传臣

封面设计：于红薇

*

宇航出版社出版

北京和平里滨河路 1 号 邮政编码 100013

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/16 印张：13.625 字数：328 千字

1992 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数：1—8000 册

ISBN 7-80034-463-0/C·005 定价：7.50 元

译者的话

发达国家一贯重视武器装备研制的工程管理工作，积累了丰富的实践经验，并不断总结上升为理论，形成了一系列指南、手册等工程管理专著，对保障武器装备的高效能、高战备完好性和保障性、高效费比和低风险起到至关重要的作用。我国军工行业日益重视武器装备研制的工程管理工作，“管理出质量、出效益”已成共识。为了更好地借鉴国外经验，国防科工委军用标准化中心组织翻译的《武器装备研制管理译丛》，系统介绍了国外有关专著，供国内有关人员参考。这套翻译丛书中的《综合后勤保障指南》和《研究、研制、试验、评价采办管理指南》已经出版，《系统工程管理指南》是这套丛书中的一本。另外三本书（《工程项目管理手册》（暂定名）、《武器装备研制试验与评价指南》（暂定名）、《武器装备研制风险分析与管理》（暂定名））和其余各本书将陆续出版。

《系统工程管理指南》是美国国防部防务系统管理学院技术管理系组织撰写的技术管理指南之一，是美国国防部培训高级采办人员的必用教材。本书是根据原书1990年第三版翻译的。其第一版由美国国防部防务系统管理学院组织洛克希德公司编写，于1983年出版，中译本由航空工业出版社出版；第二版由美国国防部防务系统管理学院组织布兹·艾伦和汉密尔顿公司编写，于1986年出版，中译本由航空工业出版社出版。第三版对前两版作了较大修改和扩充，基本上以美国国防部指令DoDD5000.1《重大和非重大防务工程项目采办》和美国军用标准MIL-STD-499A《工程管理》为基础编写。它的最大特点是理论与实践相结合，论述透彻，实践性很强，是美国国防部30多年实践经验的总结。对把科技成果转化为生产力，实现武器装备系统的费用、进度、性能的综合优化，提高系统效能和战备完好性有着重要的借鉴作用。

本书第一、二、三章由吕慧敏翻译；第四、十五、十六、二十、二十一章由章引平翻译；第五、十、十一、十二、十七、十八章由甘立伟翻译；第六、七、八章由洪益群翻译；第九、十三章由张克军翻译；第十四、十九章由辜希翻译。全书由杨育中、吕慧敏审校。

本书的翻译出版得到国防科工委领导和综合计划部的大力支持，怀国模副主任为本书题写了书名，译者特致诚挚谢意。

本书出版过程中还得到王传臣、刘兰香、张凤英、李万生、陈小彬、李杰、李卫东等同志的大力协助，在此一并致谢。

由于译校者水平有限，错误或不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

译者

1991年9月

前 言

本书是采办管理指南教学丛书之一，这些指南是为国防部 (DoD) 而不是为某个单一军种撰写的，主要用作防务系统管理学院 (DSMC) 的教材，其次用作 DoD 采办管理工作的参考书。这套指南包括：1) 综合后勤保障指南；2) 任务关键计算机资源管理指南；3) 试验与评价管理指南；4) 风险管理概念和指南；5) DoD 制造管理手册；6) 转包合同管理手册。

系统工程管理指南 (SEMG) 旨在：1) 介绍最新的系统工程概念和技术；2) 明确相关的指令和参考文献。这些概念与常识和技术专长的结合就构成一个实实在在的系统工程项目的基础。SEMG 指导着从项目立项到系统退役的整个系统寿命周期的技术管理活动。所有这些活动都以系统本身为中心，因此，任何时候系统的技术状态与所有工程专业学科有关。这些活动通常分为四个功能区，即设计、试验、制造和后勤保障区。每个功能区的活动都贯穿于系统寿命周期。

采办过程中包含的工作可模型化为输入、中间过程和输出。输入是用户提出的需求和约束条件；中间过程是通过建立并保持系统效能、进度和费用三者之间的平衡而对技术活动进行管理的过程，这要通过系统工程来实现；输出就是系统本身。因此，采办过程的目标就是及时地部署、使用和维护一个有效的系统，该系统在可承受的费用条件下满足特定用户的需求。

概括地说，采办过程管理可以定义为把一个军事需求转变为一个作战系统所需要进行的合乎逻辑的系统的工作，它需要政府和工业界通力合作。采办过程的关键是工业基础能力——经济地生产防务系统的基础。

本书主要由 DSMC 技术管理系系统工程教研组的下列职员撰写：

美国海军的弗兰克·R·科克勒 (Frank R. Kockler) 中校、托马斯·R·威瑟 (Thomas R. Withers) 中校、吉米·A·波蒂亚戈 (James A. Poodiack) 少校。还有米查尔·J·吉尔曼 (Michael J. Gierman) 先生。

目 录

第一章 系统工程概述 (1)	4.1 引言..... (18)
1.1 引言..... (1)	4.2 途径..... (18)
1.2 系统工程的发展..... (1)	4.3 工程专业综合..... (19)
1.3 系统工程的定义..... (1)	4.3.1 综合框架..... (19)
1.4 系统工程过程..... (2)	4.3.2 可靠性工程..... (22)
1.5 系统工程目标..... (2)	4.3.3 维修性工程..... (23)
1.6 系统工程实施..... (3)	4.3.4 系统安全性..... (24)
1.7 系统工程输出..... (3)	4.3.5 零件工程..... (24)
参考文献..... (4)	4.3.6 人素工程..... (25)
第二章 采办过程中的系统工程 (5)	4.3.7 电磁兼容性 (EMC) 和电磁干扰 (EMI)..... (25)
2.1 引言..... (5)	4.3.8 污染和腐蚀控制..... (25)
2.2 政府采办政策..... (5)	4.3.9 生存性/易损性..... (26)
2.3 系统寿命周期..... (5)	4.4 硬件/软件综合..... (26)
2.3.1 工程项目立项/任务需求决策..... (6)	4.5 接口管理..... (27)
2.3.2 方案探索/定义阶段..... (6)	4.6 小结..... (28)
2.3.3 方案论证/确认 (D/V) 阶段..... (8)	参考文献..... (32)
2.3.4 全面研制阶段..... (9)	第五章 系统工程过程 (33)
2.3.5 生产/部署阶段..... (10)	5.1 引言..... (33)
2.3.6 使用和保障 (O/S) 阶段..... (10)	5.2 基本系统工程过程..... (33)
参考文献..... (10)	5.2.1 功能分析..... (34)
第三章 系统工程管理计划 (12)	5.2.2 综合..... (35)
3.1 引言..... (12)	5.2.3 评价和决策..... (35)
3.2 SEMP 的内容..... (13)	5.2.4 系统要素说明..... (35)
3.2.1 工程项目技术规划和控制..... (13)	5.3 文件..... (35)
3.2.2 系统工程过程..... (14)	5.4 小结..... (37)
3.2.3 工程专业综合..... (15)	参考文献..... (37)
3.3 SEMP 的实施..... (15)	第六章 功能分析 (38)
3.4 有关的规划工作..... (16)	6.1 引言..... (38)
参考文献..... (17)	6.2 途径..... (38)
第四章 工程专业综合 (18)	6.3 确定功能..... (39)
	6.3.1 功能流程方块图 (FFBD)..... (39)
	6.3.2 N ² 图..... (40)
	6.3.3 时线分析..... (40)

6.4	要求分配	(42)	9.3	工作包	(71)
6.4.1	要求分配单 (RAS)	(44)	9.4	文件编写	(72)
6.4.2	执行技术分配	(47)		参考文献	(73)
6.5	文件	(49)			
6.6	小结	(49)	第十章 标准与规范		(74)
	参考文献	(49)			
第七章 系统综合		(50)	10.1	引言	(74)
7.1	引言	(50)	10.2	规范	(74)
7.2	综合手段	(50)	10.2.1	通用规范	(74)
7.2.1	示意方块图	(51)	10.2.2	工程项目专用规范	(74)
7.2.2	物理模型	(52)	10.3	军用标准和国防部 (DoD) 标准	(75)
7.2.3	数学模型	(52)	10.4	手册	(75)
7.3	图样和清单	(53)	10.5	图样	(76)
	参考文献	(54)	10.6	工程项目规范编制过程	(76)
第八章 评价与决策：权衡研究		(55)	10.7	规范术语	(78)
8.1	引言	(55)	10.8	采办合理化和剪裁	(78)
8.2	基本方法	(56)	10.8.1	通用采购标准的应用和剪裁	(80)
8.2.1	确定目标和要求	(56)	10.9	风险区块：资料要求	(80)
8.2.2	明确备选方案	(56)		参考文献	(81)
8.2.3	提出选择准则	(58)	第十一章 技术状态管理		(82)
8.2.4	准则加权	(58)	11.1	引言	(82)
8.2.5	制定效用函数	(60)	11.2	建立技术状态基线	(82)
8.2.6	评价备选方案	(61)	11.2.1	功能基线	(82)
8.2.7	进行灵敏度检查	(62)	11.2.2	分配基线	(82)
8.3	权衡分析的应用	(63)	11.2.3	产品基线	(83)
8.4	权衡研究报告	(64)	11.2.4	技术状态控制委员会	(83)
8.5	风险区块：权衡研究 (DoD 4245.7-M)	(64)	11.3	技术状态管理惯例	(83)
8.6	小结	(65)	11.3.1	技术状态标识和状况记实	(83)
	参考文献	(66)	11.3.2	技术状态控制	(84)
第九章 工作分解结构		(67)	11.3.3	接口管理	(86)
9.1	引言	(67)	11.3.4	技术状态审核	(86)
9.1.1	纲要性 WBS	(67)	11.4	文件	(87)
9.1.2	项目纲要性 WBS	(68)	11.4.1	技术状态管理计划	(87)
9.1.3	合同 WBS (CWBS)	(68)	11.4.2	CCB 文件	(87)
9.1.4	项目 WBS	(68)	11.4.3	更改控制表格	(87)
9.2	WBS 的编制	(70)	11.5	风险区块：技术状态控制	(88)
				参考文献	(89)
			第十二章 技术审查		(90)
			12.1	引言	(90)

12.2 正式技术审查	(90)
12.2.1 系统要求审查 (SRR)	(92)
12.2.2 系统设计审查 (SDR)	(93)
12.2.3 初步设计审查 (PDR)	(94)
12.2.4 软件规范审查 (SSR)	(94)
12.2.5 关键设计审查 (CDR)	(95)
12.2.6 测试准备状态审查 (TRR)	(95)
12.2.7 功能技术状态审核 (FCA)	(95)
12.2.8 物理技术状态审核 (PCA)	(96)
12.2.9 生产准备状态审查 (PRR)	(96)
12.2.10 正式合格鉴定审查 (FQR)	(96)
12.3 非正式审查	(97)
12.4 技术审查的管理	(97)
12.4.1 技术审查文件	(98)
12.4.2 技术审查会议记录	(98)
12.5 技术审查与工程项目规范的关系	(99)
12.6 技术审查的风险	(99)
12.7 小结	(99)
参考文献	(100)

第十三章 试验与评价在系统工作过程中的作用..... (101)

13.1 引言	(101)
13.2 试验	(102)
13.2.1 研制试验与评价	(102)
13.2.2 使用试验与评价	(104)
13.3 途径	(105)
13.3.1 方案探索/定义阶段的活动	(106)
13.3.2 方案论证/确认阶段的活动	(106)
13.3.3 全面研制阶段的活动	(108)
13.3.4 生产和部署阶段的活动	(108)
13.4 试验大纲的管理	(109)
13.5 试验大纲的报告	(109)
13.6 T&E 与系统工程文件的关系	(110)
13.7 T&E 与技术性能度量大纲的关系	(110)
13.8 T&E 与软件开发过程的关系	(110)
13.9 文件	(111)
13.9.1 试验与评价总计划	(111)
13.9.2 试验要求单	(115)
参考文献	(115)

第十四章 技术性能度量..... (116)

14.1 引言	(116)
14.2 TPM 的规划	(117)
14.3 TPM 参数的选择	(118)
14.4 制定计划剖面	(121)
14.5 评估方法	(122)
14.6 报告的产生	(124)
14.7 报告频度及时间	(125)
14.8 技术进展审查	(126)
14.9 TPM 与系统工程的关系	(126)
14.10 报告格式	(128)
参考文献	(128)

第十五章 风险分析和管理..... (129)

15.1 引言	(129)
15.2 途径	(129)
15.2.1 风险规划	(129)
15.2.2 风险评估	(129)
15.2.3 风险分析	(136)
15.2.4 风险控制	(137)
15.3 避开共同陷阱	(138)
15.4 风险监控	(138)
15.5 文件	(138)
15.5.1 风险管理大纲计划	(140)
15.5.2 风险灵敏度分析	(140)
15.5.3 风险降低报告	(141)
参考文献	(141)

第十六章 改型管理..... (143)

16.1 引言	(143)
16.2 途径	(144)
16.3 实施	(144)
16.4 专门应用: 预规划产品改进	(146)
16.5 在改型工程项目上得到的教益	(148)
16.6 文件: 系统改型计划	(148)
参考文献	(149)

第十七章 寿命周期费用..... (150)

17.1 引言	(150)
---------------	-------

17.2	途径	(150)
17.3	建立费用目标	(152)
17.4	费用估算程序	(153)
17.4.1	参数分析法	(154)
17.4.2	类推法	(154)
17.4.3	自下而上法	(154)
17.5	LCC 分析	(155)
17.6	在 LCC/DTC 中应用权衡分析	(155)
17.7	文件	(157)
17.7.1	寿命周期费用计划 (LCCP)	(158)
17.7.2	寿命周期费用估算	(158)
17.7.3	工程权衡研究报告	(159)
17.7.4	与费用有关的设计指标状态 数据	(159)
	参考文献	(159)

第十八章 制造与生产性 (161)

18.1	引言	(161)
18.2	途径	(162)
18.3	生产工程分析	(163)
18.4	生产性权衡研究	(164)
18.5	制造规划	(164)
18.6	生产设施的标识	(167)
18.7	生产策略/计划的制订	(167)
18.8	生产性工程和规划 (PEP)	(168)
	参考文献	(168)

第十九章 综合后勤保障 (169)

19.1	引言	(169)
19.2	ILS 与系统工程管理的相互作用	(169)
19.3	计算机辅助采办和后勤保障 (CALS)	(171)
19.4	系统工程与后勤保障分析	(174)
19.5	R&M 对 ILS 的影响	(174)
19.6	保障系统设计与系统工程	(176)

19.7	计算机软件的保障性	(176)
19.8	小结	(177)
	参考文献	(177)

第二十章 软件开发过程 (178)

20.1	引言	(178)
20.2	开发活动概述	(178)
20.3	系统要求分析/设计	(179)
20.3.1	系统设计	(181)
20.4	软件开发	(181)
20.4.1	软件要求分析	(182)
20.4.2	初步设计	(182)
20.4.3	详细设计	(183)
20.4.4	编码和 CSU 测试	(184)
20.4.5	CSC 综合和测试	(184)
20.4.6	CSCI 测试	(186)
20.5	系统综合和测试	(187)
20.6	剪裁	(187)
20.7	工程研究	(188)
20.8	小结	(190)
	参考文献	(190)

第二十一章 计算机辅助技术管理

(191)

21.1	引言	(191)
21.2	计算机辅助技术管理 (CATM)	(192)
21.2.1	管理信息系统 (MIS)	(192)
21.2.2	计算机辅助工程 (CAE)	(193)
21.2.3	计算机辅助制造 (CAM)	(193)
21.2.4	计算机辅助采办和后勤保障 (CALS)	(194)
21.3	小结	(194)
	参考文献	(194)

缩略语 (195)

图表目录 (200)

第一章 系统工程概述

1.1 引言

本指南旨在使读者了解系统工程在武器系统研制中的作用，它主要集中阐述技术管理过程和系统工程过程之间的关系。本指南以军用标准 MIL-STD-499A^[1]规定的任务和《系统工程和分析》^[2]一书中所定义的概念和过程为依据。为了有效地对工程项目进行全面管理，力图通过指南提供必要的系统工程前景和背景资料。本指南不仅涉及系统工程诸要素之间的相互关系，而且涉及到在以可承受的费用满足规定的用户需求的前提下，系统工程诸要素与整个系统效能的关系。

1.2 系统工程的发展

在过去几十年里，已经出现了相互影响大并处于技术前沿的大型系统。这一发展的结果和数字系统（计算机和软件）使用的增多，使系统工程概念进一步得到重视。这是因为利用系统工程原理，将可以避免一些大型工程项目的失败，至少是可以减少些损失。现代系统的复杂性要求自觉地应用系统工程概念，确保获得可生产、可使用和可保障的系统，满足任务的需求。

尽管许多作者曾追溯系统工程的根源到较早的时期，但对于军事发展来说，系统工程过程的最初定形始于 20 世纪 50 年代中期的弹道导弹工程项目。这些早期弹道导弹研制工程项目促使了工程专业学科“专家”的出现，此后这类专家不断成长。这些专家各自不仅在整个研制过程中需要得到有关资料的，同时也以需求和分析结果的形式，向研制过程提供资料。

这些研制工程项目的一项成果是制定了大量的技术指南、军用标准和规范以及手册。特别是 1969 年颁布的 MIL-STD-499，有助于政府和承包商为保障防务采办工程项目而进行系统工程师工作。1974 年，该标准更改为 MIL-STD-499A^[1]，形成了当前军事研制工程项目应用系统工程原理的基础。

1.3 系统工程的定义

MIL-STD-499A^[1]对系统工程的定义如下：

“科学和工程师工作应用于：(a) 通过运用定义、综合、分析、设计、试验和评价的反复迭代过程，将作战需求转变为一组系统性能参数和系统技术状态的描述；(b) 综合有关的技术参数，确保所有物理、功能和程序接口的兼容性，以便优化整个系统的定义和设计；(c) 将可靠性、维修性、安全性、生存性、人素工程和其它有关因素综合到整个工程师工作之中，以满足费用、进度、保障性和技术性能指标。”

简言之，系统工程既是一个技术过程，又是一个管理过程。上述定义集中于技术方面。为

了成功地完成系统的研制，在整个系统寿命周期内，技术和管理两方面都必须应用。从政府的工程项目管理观点出发，防务系统管理学院更赞成从管理角度来研究，并且对系统工程作如下定义：

“系统工程是为了达到**所有系统要素的优化平衡**，控制整个系统研制工作的管理功能，把作战需求转变为一组系统参数的描述，并综合这些参数以**优化整个系统效能**的过程。”

系统寿命周期从用户需求开始，用户需求以约束条件和满足任务目标所需的能力要求来表述。在构想系统方案和确定系统要求的最初规划阶段，系统工程是基本的活动。

在详细设计时，系统工程师们要保证：

- 1) 平衡所有需要的各设计专业的影响；
- 2) 解决接口问题；
- 3) 进行设计评审；
- 4) 完成权衡分析；
- 5) 协助证实系统性能。

在生产阶段，系统工程涉及：

- 1) 系统能力的证实；
- 2) 系统基线的保持；
- 3) 生产性分析分解框图的建立。

在使用和保障（O/S）阶段，系统工程要：

- 1) 评价建议的系统更改；
- 2) 确定更改的有效性；
- 3) 促进各种更改、改型和更新的有效实施。

1.4 系统工程过程

尽管工程项目的基本要求各不相同，但对圆满完成系统设计任务，却存在着一个一致的合乎逻辑的过程。图 1-1 表明了基本的系统工程过程的各项活动。本指南第五到第八章对这一过程还有详细的阐述。

系统工程过程是反复应用的过程。它包括四项主要活动：1) 功能分析；2) 综合；3) 评价和决策；4) 系统要素描述。随着每一次应用，产品要素说明变得更加详细，并且保障了随后的系统工程设计循环。最后的输出是所有系统要素的生产准备文件。

1.5 系统工程目标

由于实行系统工程过程要求可能引起重大的预算投入并影响预定的研制进度，因此，了解系统工程的固有目标是十分重要的。其目标包括：

a. 确保系统定义和设计反映系统**所有要素**的要求，即设备、软件、人员、设施和资料的要求。

b. 综合设计队伍中各专家的技术工作，以产生一个**优化平衡**的设计。

c. 提供全面的有从属关系的系统要求框架，作为性能、设计、接口、保障、生产和试验

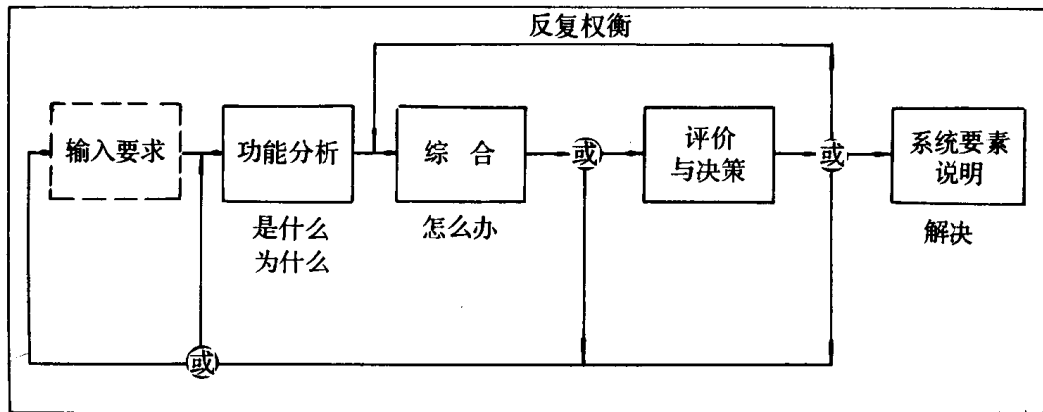


图 1-1 系统工程过程

的准则。

- d. 为制定技术计划和合同工作说明提供原始资料。
- e. 为后勤分析、综合后勤保障（ILS）的权衡研究和后勤文件提供系统框架。
- f. 为生产工程分析、生产性权衡研究以及生产/制造文件提供系统框架。
- g. 确保在设计过程的所有阶段充分考虑寿命周期费用的问题和要求。

1.6 系统工程实施

为成功地应用系统工程，要求：

- a. 军方和承包商双方工程项目经理的相互理解和支持。他们必须下决心把系统工程过程作为整个研制工程项目的主要支柱。
- b. 了解在各工程专业大纲之间定义和相互联系的需要。
- c. 认识到 MIL-STD-1521B⁽³⁾中规定的正式技术审查和审核的作用，包括每一正式审查和审核的价值、目标和独特的作用。
- d. 具备工程项目目标方面的知识。
- e. 透彻理解用户要求。

1.7 系统工程输出

系统工程过程的输出是成套的文件，这些文件是控制系统研制发展的手段。系统工程制订许多技术管理和工程专业计划，以规划采办周期各阶段的运行。计划草案通常与建议书一起提交，最终计划根据合同资料要求单（CDRL）交付。政府用这些计划来确保与合同的一致性，承包商用这些计划来制订详细的进度和资源分配。提交的各种规范形成设计和研制工作的基础。顶层规范编入工作说明（SOW）并提供给研制者。研制者将这些顶层要求分配给下一层系统部件（硬件和软件），并提交有关的各种规范和设计文件，由政府批准。系统研制进展状况以技术审查资料包、技术性能度量（TPM）报告、分析和模拟报告和其它与工程项目有关技术文件的形式进行跟踪并给予证明。这些文件可包括：

- a. 系统工程管理计划（SEMP）；

- b. 规范（系统、系统段、研制、产品、工艺、材料）；
- c. 设计文件；
- d. 接口控制文件（ICDs）；
- e. 风险分析管理计划；
- f. 生存性/易损性（S/V）加固计划；
- g. 任务分析报告；
- h. 可靠性计划；
- i. 维修性计划；
- j. 综合后勤保障计划（ILSP）；
- k. 软件开发计划（SDP）；
- l. 试验与评价总计划（TEMP）；
- m. 生产性计划；
- n. 功能流程方框图（FFBD）；
- o. 要求分配单；
- p. 审核报告；
- q. 电磁干扰/电磁兼容（EMI/EMC）控制计划；
- r. 人素工程计划；
- s. 权衡研究报告。

参 考 文 献

1. MIL-STD-499A, "Engineering Management", 1 May 1974.
2. Blanchard, Benjamin S. and Fabrycky, Wolter J. , "Systems Engineering and Analysis", Englewood Cliffs, New Jersey; Prentice-Hall Inc. , 1981.
3. MIL-STD-1521B, "Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments, and Computer Software", 4 June 1985.

第二章 采办过程中的系统工程

2.1 引言

在任何设计的全过程中，都应用系统工程来标识和定义系统硬件、软件、设施、资料 and 人员的功能特性。系统工程是分析和设计相互影响的过程，其目的是以最佳的费用效能方式，满足作战任务需求。系统工程过程用于分析任务需求，并把这些任务要求逐级转换成设计要求。

本章讨论在国防部 (DoD) 范围内采办过程中的系统工程，包括政府采办政策的说明和系统工程过程与典型系统寿命周期的关系。

2.2 政府采办政策

如图 2-1 所示，国防部用系统技术管理过程来控制采办工程项目。重大系统的国防部采办过程是建立在联邦政策基础之上的。

20 世纪 70 年代初，建立了联邦采购政策办公室 (OFPP)，该室为所有执行机构制订有关物资采办和维护的政策、方法和准则。1976 年，颁布了“管理和预算办公室 (OMB) 的通报 A-109”，其目的是提高重大系统采办的管理效能。通报为政府采办过程的标准化和促进公正方案的确定打下了基础，还要求政策执行机构对欲采购的重大系统能力，提出正确要求并进行论证。该要求必须在工业部门进入系统采办过程之前得到执行机构首长（如国防部长、国家航空航天局局长等）的批准。

防务系统采办的两个主要指导文件是 DoDD5000.1——《重大和非重大防务采办工程项目》^[1]和 DoDI5000.2——《防务工程项目采办程序》。这些文件反映了以下采办管理原则和目标：

- a. 确保有效的设计和价格竞争；
- b. 改进系统战备完好性和持续性；
- c. 通过制定有效的长期规划，采用循序渐进的备选方案，切实确定全寿命周期内工程项目的预算和资金，以及规划达到经济生产额等途径，来提高工程项目的稳定性；
- d. 授权给军兵种中能够对工程项目进行全面审查的最低一级组织；
- e. 从应该完成的任务的角度，在采办费用、所有权费用与系统效能之间达到费用和效能的平衡。

2.3 系统寿命周期

图 2-1 示出由 DoDD5000.1 和 DoDI5000.2 规定的重大防务系统的采办过程。它包括 5 个主要阶段：方案探索/定义 (C/E)、方案论证/确认 (D/V)、全面研制 (FSD)、生产/部署

(P/D) 以及使用/保障 (O/S)。在国防部内,对重大系统的定义为:按照 1980 财政年度 (FY-80) 定值美元计算,当系统的研究、研制、试验和评定的预算费用超过 2 亿美元,或预计采购费用超过 10 亿美元时,该系统定义为重大系统。系统采办过程从确定用户的任务要求和进行任务范围分析工作开始。随后,对新工程项目批准立项并授权编制预算(里程碑 0 决策)。接着,工程项目通常进入 C/E 阶段。在这一阶段中,探索所有合理的系统备选方案。然后,工程项目进入 D/V 阶段(里程碑 I 决策)。在这一阶段中,要对所推荐的系统方案进行选择和试验,以便确定风险区,并且要演示所有的试验性工作已经完成。这些工作的结果经过审查后,允许工程项目进入 FSD 阶段(里程碑 II 决策)。在这一阶段进行详细设计和试验。一旦完成,即批准系统进入全额生产和初始部署 (P/D) 阶段(里程碑 III 决策)。在这一阶段中,进行正式生产或建造。初始部署也标志着 O/S 阶段的开始。在开始部署后 1~2 年进行一次审查,以保证战备完好性和保障性目标已经达到(里程碑 IV 决策)。以后,在 O/S 阶段,常常进行改型和产品改进。在开始部署后 5~10 年之间,将进行另一次评审(里程碑 V 决策),以确定是否需要作重大改进。

在上述各阶段结束时,要应用里程碑决策审查。在国防部长或军兵种首长批准追加资源之前,重新确认工程项目的的需求。每次审查时,决策部门可以决定继续进行现阶段、转入下一阶段或者取消该工程项目。在特殊情况下,国防部长也可以指示某国防部工程项目省略 C/E 和(或) D/V 阶段,而直接进入 FSD 阶段。

由主管采办的国防部副部长 (USD (A)) 任主席的防务采办委员会 (DAB) 协助国防部长行使这种决策权力。DAB 有从里程碑 I 直至里程碑 V 广泛的审查职责,在规定的确认新系统要求、审查费用与性能之间的权衡,探索新的研究和研制开始时的备选方案,并在建议全面研制和全额生产等问题上协助国防部长。

下面着重讨论重大防务系统的采办过程。对非重大的或非研制型的系统,各军兵种使用各自的经过修改的采办程序。尽管非重大系统的批准不需要 USD (A) 这样高的层次,但工程项目必须论证的内容是完全相同的。非重大系统可以不完全沿用重大系统采办的所有阶段,但必须有适合该项目性质和范围的研制和审查周期,该过程与本指南第十章概括的合理化过程相一致。非重大系统的采办由军兵种或有关的重要司令部管理。各军兵种都有自己的实现目标的审查和批准系统,相似于国防部系统。

2.3.1 工程项目立项/任务需求决策

任务范围分析 (MAA) 是一项不断进行的活动,它确定现有防务能力的缺陷,或在指定的任务范围内决定更有效地完成指定任务的方法。当缺陷或机遇可以确定时,就提出系统性能要求。MAA 要注意国家防务政策、外来威胁和技术能力等方面的变化。这个分析要考虑用一些代用方案去替代新的研制,诸如重新部署现有军事资源,采用商用系统或者改变战术等。当没有其它可用的备选方案时,这一活动的成果就是制定的任务需求说明(书) (MNS)。MNS 规定任务需求,确定约束条件并提出初始采办策略纲要。

2.3.2 方案探索/定义阶段

C/E 随着 MNS 由 DAB 批准和采办决策备忘录 (ADM) 的发布而开始。USA (A) 把 ADM 呈交国防部长,经他批准,新建议项目立项,并指定为重大系统。通常, MNS 包括在军兵种的工程项目目标备忘录 (POM) 中。

在 C/E 阶段,要定义和选择系统方案,以便于下一步研制。在私营工业和国防部研究和研制 (R&D) 机构工作的系统工程师,要标识所有能够满足任务需求的合理的系统备选方案,

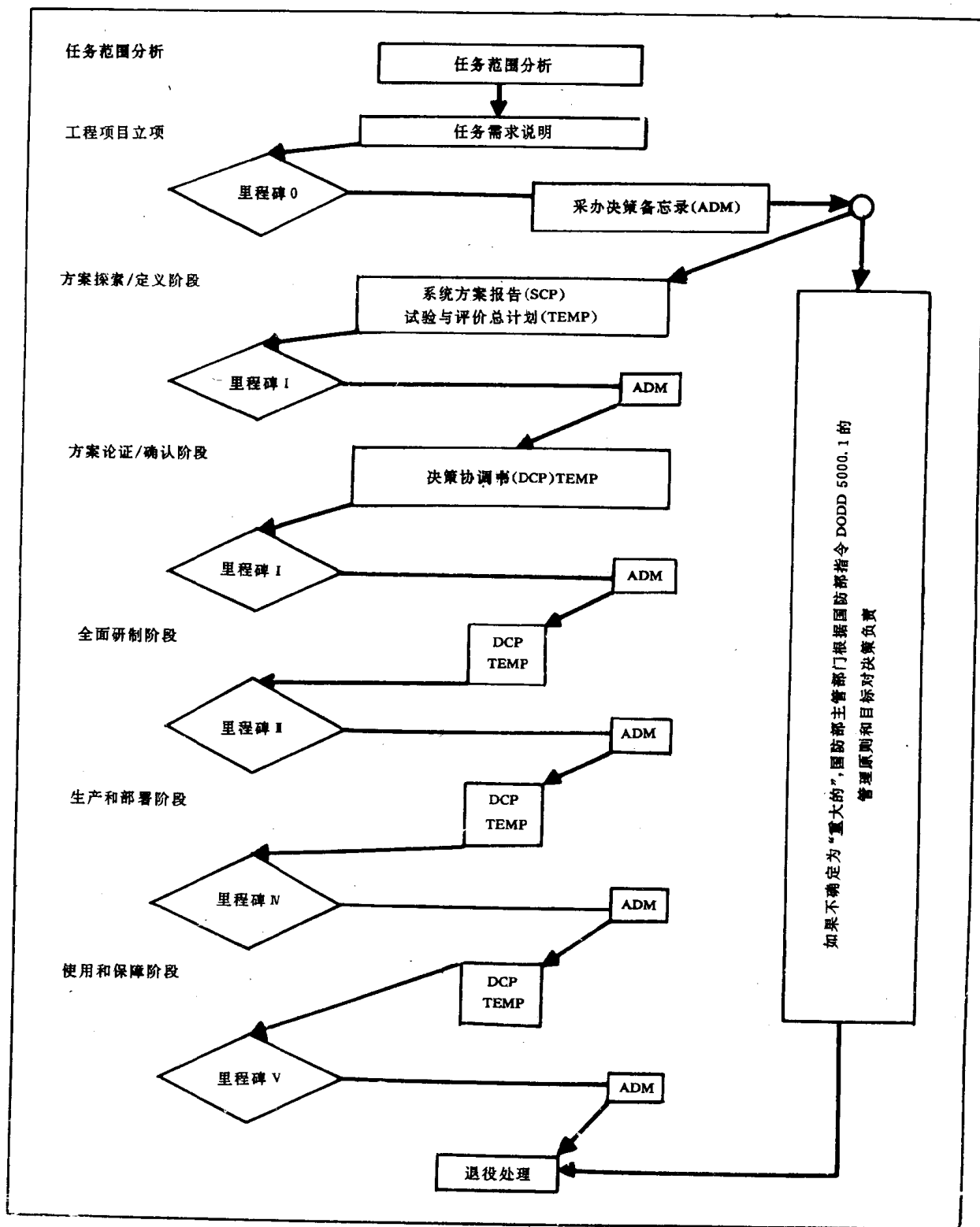


图 2-1 重大防务系统的采办过程

并推荐给工程项目办公室。然后，工程项目经理选择那些能够满足费用、风险、进度和战备完好性目标的备选方案。

各备选系统的设计方案通过竞争、对比、短期合同等方式来探索；各种备选的后勤保障方法通过后勤保障分析来核查；生产性通过生产性工程和规划来分析。作战使用意图、任务性能准则和寿命周期费用（LCC）的估算因素要提供给承包商，要评估承受能力并对各竞争的备选方案进行早期的粗略的 LCC 估算。采用定费用设计（DTC）方法表明需要哪种生产性和生产效率。

在此期间，工业部门根据工作说明（SOW）提出的系统要求开展系统工程活动，通过功能分析、综合和权衡分析将这些要求转换成备选设计方案。系统工程的成果是为设计方案的各部分制定出分配的要求、接口标识和技术预算。工业部门的成果在以下方面要经政府审查：

- a. 建议的系统在满足任务需求和工程项目目标方面的能力，包括所需的资源及相应的风险水平。
- b. 在技术性能、作战性能和适用性（系统效能）、LCC（包括寿命和使用）与进度（研制、制造和外场部署时间）之间进行权衡后得到的利益。
- c. 各竞争对象有关的研制经历和成绩记录，以及竞争者的关键的系统工程和设计人员的能力。

政府通过使用系统说明书和相关风险、费用和研制时间的预估建立功能基线。该基线通常采用 A 类系统规范的形式（参考 MIL-STD-490A^[31]）。功能基线不应构成对一个具体设计方案的选定，而是标示可行的、可承受的费用范围和系统效能。由于在实际竞争中，要求一个系统级规范能被几种设计方案所满足，因此，对一个有效的采办策略来说，恰当的标示是最关键的。

系统工程管理计划（SEMP）、综合后勤保障计划（ILSP）、计算机资源寿命周期管理计划（CRLCMP）、试验与评价总计划（TEMP）和其它功能计划通常在这个阶段起步。应完成系统要求审查（SRR），以确定选定的承包商的设计方案满足规定任务需求的程度。

为了支持里程碑 I 决策，应编制系统方案报告（SCP），以总结方案探索阶段的成果，还应编制初始的试验与评定总计划（TEMP），以说明工程项目试验要求。同时，还应编制其它文件，以建立工程项目大纲。必要时，改善工程项目采办策略。

重大系统的 SCP 首先由军兵种的系统采办审查委员会（SSAPC）进行审查。如被批准，则再呈报 DAB 审查。DAB 在里程碑 I 所作的审查要再次确认工程项目的需求，确认对工程项目风险已作了充分考虑，并已经确定技术性能、保障性、试验与评价、生产性和寿命周期费用的详细规划。当 SCP 满足了所有这些目标时，它将连同转入 D/V 或 FSD 的建议一起呈送国防部长。国防部长的批准要以文件形式写入 ADM，并授权军兵种编写和发布批准阶段的招标书（REP）。

2.3.3 方案论证/确认（D/V）阶段

D/V 阶段通常从 ADM 发布时开始。D/V 阶段的 RFP 可以在 ADM 之前发布，然而，合同必须在 ADM 发布后签订。D/V 阶段的 RFP，包括系统级规范、工程项目管理途径和阐述承包商工作范围的工作说明。在对建议书进行评价并签订合同后，系统工程就成为承包商的工作，通常由两个或多个承包商进行。而政府通常承担系统工程管理的角色。

D/V 阶段的目标是标识和分析重大系统备选方案，检查有风险的分系统，并决定是否转入 FSD。这一阶段的主要工作成果通常是经确认的用来确定系统功能基线的系统规范（A