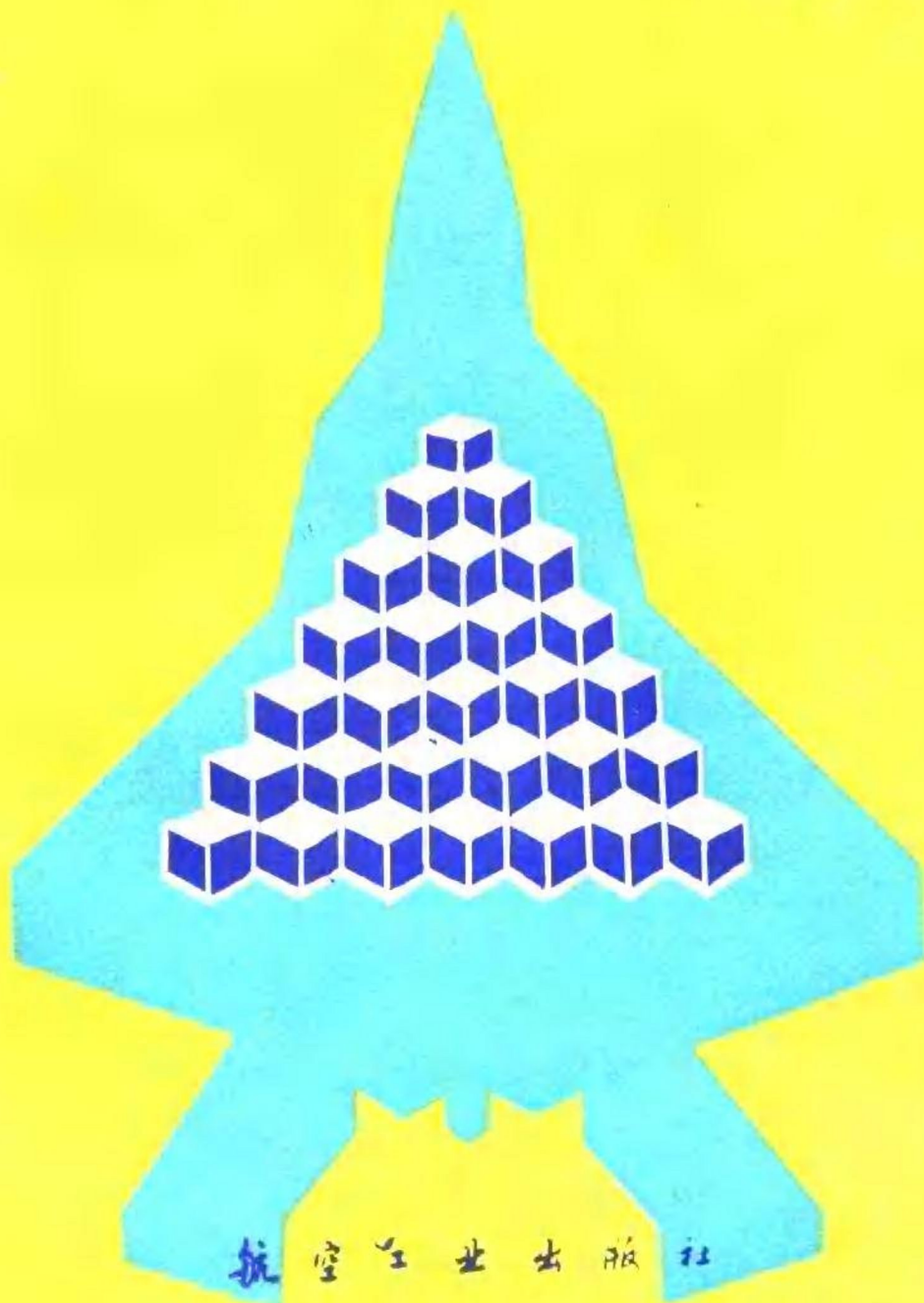


# 美国系统工程管理

[美] Booz, Allen &  
Hamilton Inc.



航空工业出版社

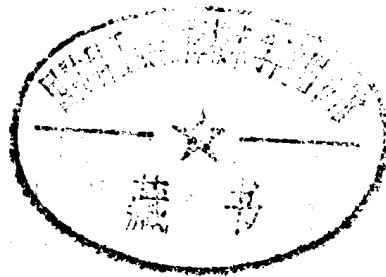
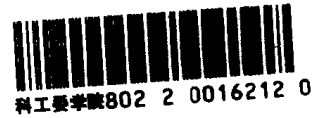
# 美国系统工程管理

[美] Booz, Allen & Hamilton Inc.

王若松 章国栋 阮 鐔 郁士光 译

期 限 表 阮 鐔 校

请于下列日期前将书\*



航空工业出版社

1991

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了系统工程和系统工程管理在工程项目中的应用。它论述了一个系统从立项到被弃置的全寿命期内各系统工程要素之间的关系,及其各发展阶段的评估与决策、管理与控制,并把它们与交付和保障一个最优系统的总目标联系起来。本书还提供了系统工程必须具备的观点和方法,以便有效地对工程项目实施全面管理。

本书是《系统工程管理指南》的第二版,与原版相比,新版吸取了1983年以来型号研制中的新经验,因而在系统工程管理体系的构成上有了新的发展,在其内容的深度和广度上也有扩延,如新增加了系统工程在软件开发中的应用等章节。

本书是美国国防系统管理学院培训型号管理人员的基本教材,也是美国军方和工业部门在现代工程系统研制中普遍采用的办法。

本书可供从事各种国防武器装备和民用工程项目的工程技术人员和管理人员学习使用,也可作为大专院校工程设计、工程管理、系统工程专业师生的教学参考书。

### 美 国 系 统 工 程 管 理

(美) Booz, Allen & Hamilton Inc.

王若松 章国栋 阮 镡 郁士光 译

章国栋 阮 镡 校

---

航空工业出版社出版发行

(北京市和平里小关东里14号)

— 邮政编码: 100029 —

全国各地新华书店经售

航空工业出版社印刷厂印刷

---

1991年10月第1版

1991年10月第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16

印张: 15.5

印数: 1-4000

字数: 397千字

ISBN 7-80046-380-X/Z·072

定价: 10.00 元

## 译 者 的 话

本书的出版为从事现代工程系统和武器装备研制的工程技术人员和管理人员提供了一本在型号研制中实施系统工程管理的指导性著作。

随着现代高科技的发展,工程系统(包括武器装备系统,下同)的技术日益复杂、费用不断增长,因而使型号研制中的技术、费用、进度风险越来越高。在经过了多次的失败和挫折之后,人们才认识到:如果在工程系统的研制中采用了系统工程管理方法的话,这些失败本来是可以避免的,或者至少是可以减缓的。

自从把系统工程方法引入工程系统研制的全过程后,取得了许多令人瞩目的成果。如航天领域中阿波罗登月计划和航天飞机计划的实现;航空领域中F-16、F-18战斗机和F-117隐身飞机的研制成功,并在现代化战争(如海湾战争)中发挥了巨大作用。这是因为,只有在型号研制中采用系统工程的原理和方法,才能使工程技术人员和管理人员在给定的任务要求和资源约束条件下,合理地确定系统的技术要求,选择出最优的技术状态,全面地管理工程的发展,正确地验证系统的技术性能;并使设计出来的系统顺利地投入生产;使生产出来的系统在使用中得到经济而又有效的保障。

本书是《系统工程管理指南》(System Engineering Management Guide)的第二版,原文是美国1986年12月出版的新版本。我们曾在1988年翻译出版了本书的第一版(1983年英文版第一版),该版的4000册书在短短数月中就销售一空。与1983年英文版第一版相比,新版本吸取了自1983年以来型号研制中的新经验,因而在系统工程管理体系的构成上有了新的发展,在其内容的深度和广度上也有了进一步的扩延,如新增加了系统工程在软件开发中的应用等章节。新版的结构和写法比原版更适合外国读者的习惯。

本书是美国国防系统管理学院培训型号管理人员的基本教材,也是美国军方和工业部门在现代工程系统研制中普遍采用的办法。书中阐述的系统工程原理和方法是普遍适用的,并已实际应用于各种军事的和民用的大型工程系统。

我们在学习先进工业国家的系统管理经验时,当然不能全盘照搬。在我国,型号研制的体制、环境、资源条件、人员素质都与美国有很大差异。但是,他们的经验对我国现代工程系统和新产品的研制工作都将有所帮助,并值得我们研究、学习和借鉴。

本书可供从事各种国防武器装备和民用工程项目的工程技术人员和管理人员学习、使用;也可作为大专院校工程设计、工程管理、系统工程专业学生的参考书。

参加翻译工作的主要有王若松、章国栋、阮镰、郁士光。庄毓菁、关锡镔、项红三同志翻译了有关章节的部分内容。感谢陆翠云同志为本书绘制了大量插图。特别是航空航天部科技司和科学技术研究院的鼓励与支持,使本书顺利翻译、出版,在此深表谢意。

译 者

1991.3

# 前 言

(摘 译)

……本书中所述的内容为在广泛的活动领域内对某一特定专业实施管理提供了有关的信息。在过去的几十年内，大型的、高度综合的国防系统日益增多，它们总是处于技术前沿的地位。这些系统都有其固有的发生和发展过程，或称之为全寿命期。在这个全寿命期的非常早期的阶段，若能采取某些行动或避开某些活动，就可能意味着在系统的后续发展过程中或是取得成功或是遭到失败。

系统的全寿命期涵盖了从立项到系统被弃置的整个时间区间。在采办过程中，所有的活动都是围绕着系统进行的。因而，在系统全寿命期内的任何时候，关于确定系统技术状态的陈述总是所有的专业都共同关注的内容。国防系统全寿命期内的各个阶段为：方案探索、论证和确认、全面发展、生产以及使用和保障。

把各种技术活动划分为设计、试验、制造和后勤保障等不同的职能领域是顺理成章的，而且通常在型号办公室内也相应地按此进行分工。由图 1 可见，每一个职能领域都在全寿命期的最早期阶段就积极地参与了活动，并且在型号全寿命期的大部分时间内都持续地参与活动。技术管理的推动作用要着重于：

- 进行使用性分析，确定应采取何种措施去保障、生产和试验该系统，借以明确是否有能力实现该系统。
- 通过实施可生产性工程、后勤保障分析、可测试性设计和按费用设计等去影响总的设计进程。制定技术规范并将技术要求转化为合同中的条款。
- 落实有关安排试验设施、采办并建立生产线以及设计和采办后勤保障项目等项工作。
- 试验、制造和保障等项工作的推进。

图 1 力图准确地表示出在型号研制的各个阶段内应予完成的和加以综合考虑的所有技术管理活动。

- 对各阶段都示出其对应的名义时间、活动目的、决策点和总的合同流向。
- 系统工程以及相关的跨专业的综合工作把贯穿各阶段的产品确定过程的进展集合到一起，内容涉及到系统一级、技术状态项目一级、具体细节、缺陷的纠正以及改型和产品改进。
- 制造方法与综合后勤保障要影响到设计工作，并在其后要由有关专业按所定的方针予以落实。
- 试验结果为进行性能方面的进展情况分析提供了反馈信息。

系统的采办工作是一个过程，该过程始自对需求的确认。系统采办的目标则是要及时地部署并维持一个有效的系统，以合理的费用满足需要。

在采办过程中所要进行的工作，可按其性质划归输入、过程处理和输出三个范畴。输出就是所需要的系统；输入是需求和其它相应的约束条件；过程处理则包含了对所有的技术活动实施的管理，以便在费用（用于系统的采办、生产、使用和保障以及弃置等方面的费用）、系统效能（系统能满足一系列给定的任务要求的程度）和进度间建立并保持均衡的关系。某

些国防型号之所以受到许多批评，都可归因于这些因素间存在着不均衡状态。

总之，可以把对采办过程实施的管理定义为：为把军事需求转换为实际可用的系统所需进行的具有逻辑性和系统性的工作整体。

一个系统的全寿命期可以延续30年或更长，例如M-60坦克和B-52飞机等就是这样。在整个全寿命期内的各种技术活动并非是互不相关的离散事件，其中每一项活动都是以某种形式出现并贯穿于整个的系统全寿命期内的。

成功地对一个系统进行采办和保障，需要政府和工业界双方的协同努力，基于现有工业基础的能力，能及时地而且经济上合算地生产出国防系统是采办过程的一个关键要素。

图1所示的关于系统全寿命期内的技术活动图表对相关的活动作了详细的描述。该图带有共性的框架，可以作为本书的论述起始点。考查一下图1的细节，立即可以看出，在开始多做工作，在以后就会得到更多的报偿。早期的技术决策会对整个系统的费用和进度产生深远的影响，即使如此仍然需要不断地开展重要的技术活动和进行综合。……

# 目 录

## 第一部分 系统管理

|                  |        |
|------------------|--------|
| 总论               | ( 1 )  |
| 第一章 系统工程总论       | ( 2 )  |
| 1.1 引言           | ( 2 )  |
| 1.2 系统工程的演进      | ( 2 )  |
| 1.3 系统工程的定义      | ( 3 )  |
| 1.4 系统工程过程       | ( 3 )  |
| 1.5 系统工程目标       | ( 4 )  |
| 1.6 系统工程的实施      | ( 4 )  |
| 1.7 参考文献         | ( 4 )  |
| 第二章 采办过程中的系统工程   | ( 5 )  |
| 2.1 引言           | ( 5 )  |
| 2.2 政府的采办政策      | ( 5 )  |
| 2.3 系统的全寿命期      | ( 5 )  |
| 2.4 参考文献         | ( 11 ) |
| 第三章 系统工程管理计划     | ( 12 ) |
| 3.1 引言           | ( 12 ) |
| 3.2 SEMP的内容      | ( 12 ) |
| 3.3 SEMP的实施      | ( 12 ) |
| 3.4 各相关的计划       | ( 13 ) |
| 3.5 文件编制         | ( 14 ) |
| 3.6 参考文献         | ( 14 ) |
| 第四章 系统工程过程中的工程综合 | ( 15 ) |
| 4.1 引言           | ( 15 ) |
| 4.2 综合框架         | ( 16 ) |
| 4.3 参考文献         | ( 21 ) |

## 第二部分 系统发展过程和发展方法

|               |        |
|---------------|--------|
| 总论            | ( 23 ) |
| 第五章 系统工程过程    | ( 24 ) |
| 5.1 引言        | ( 24 ) |
| 5.2 基本的系统工程过程 | ( 24 ) |
| 5.3 文件编制      | ( 26 ) |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 5.4 参考文献 .....                     | (29) |
| <b>第六章 功能分析</b> .....              | (30) |
| 6.1 引言 .....                       | (30) |
| 6.2 途径 .....                       | (30) |
| 6.3 功能确认 .....                     | (30) |
| 6.4 技术要求的分配 .....                  | (34) |
| 6.5 文件编制 .....                     | (40) |
| 6.6 小结 .....                       | (41) |
| 6.7 参考文献 .....                     | (42) |
| <b>第七章 系统综合</b> .....              | (43) |
| 7.1 引言 .....                       | (43) |
| 7.2 途径 .....                       | (43) |
| 7.3 概要框图 .....                     | (43) |
| 7.4 物理模型 .....                     | (45) |
| 7.5 数学模型 .....                     | (45) |
| 7.6 参考文献 .....                     | (46) |
| <b>第八章 评估与决策: 权衡研究</b> .....       | (47) |
| 8.1 引言 .....                       | (47) |
| 8.2 基本方法 .....                     | (48) |
| 8.3 权衡分析的应用 .....                  | (56) |
| 8.4 权衡研究报告 .....                   | (56) |
| 8.5 风险样板: 权衡研究 (DoD4245.7-M) ..... | (57) |
| 8.6 结论 .....                       | (59) |
| 8.7 参考文献 .....                     | (59) |

### 第三部分 系统的确定和控制

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>总论</b> .....          | (61) |
| <b>第九章 工作分解结构</b> .....  | (62) |
| 9.1 引言 .....             | (62) |
| 9.2 定义 .....             | (63) |
| 9.3 WBS 的制定 .....        | (65) |
| 9.4 工作包 .....            | (66) |
| 9.5 文件编制 .....           | (68) |
| 9.6 参考文献 .....           | (69) |
| <b>第十章 技术规范的拟定</b> ..... | (70) |
| 10.1 引言 .....            | (70) |
| 10.2 定义 .....            | (70) |
| 10.3 型号规范的拟定过程 .....     | (73) |
| 10.4 剪裁 .....            | (78) |

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| 10.5 风险样板: 资料要求 (DoD4245.7-M) .....   | (81)        |
| 10.6 参考文献 .....                       | (82)        |
| <b>第十一章 技术状态管理</b> .....              | <b>(83)</b> |
| 11.1 引言 .....                         | (83)        |
| 11.2 确立基线技术状态 .....                   | (83)        |
| 11.3 技术状态管理实施方法 .....                 | (85)        |
| 11.4 文件编制 .....                       | (90)        |
| 11.5 风险样板: 技术状态控制 (DoD4245.7-M) ..... | (92)        |
| 11.6 参考文献 .....                       | (92)        |
| <b>第十二章 技术评审和审核</b> .....             | <b>(94)</b> |
| 12.1 引言 .....                         | (94)        |
| 12.2 正式的设计评审 .....                    | (96)        |
| 12.3 非正式评审 .....                      | (102)       |
| 12.4 设计评审管理 .....                     | (102)       |
| 12.5 设计评审与型号规范的关系 .....               | (104)       |
| 12.6 风险样板: 设计评审 (DoD4245.7-M) .....   | (104)       |
| 12.7 结论 .....                         | (105)       |
| 12.8 参考文献 .....                       | (105)       |

## 第四部分 系统性能管理

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| <b>总论</b> .....                    | <b>(107)</b> |
| <b>第十三章 试验和鉴定在系统工程过程中的作用</b> ..... | <b>(108)</b> |
| 13.1 引言 .....                      | (108)        |
| 13.2 试验 .....                      | (109)        |
| 13.3 实施途径 .....                    | (111)        |
| 13.4 试验大纲的管理 .....                 | (116)        |
| 13.5 试验大纲报告 .....                  | (116)        |
| 13.6 试验与鉴定和系统工程过程文件的关系 .....       | (117)        |
| 13.7 试验与鉴定和技术性能测定计划的关系 .....       | (118)        |
| 13.8 试验与鉴定和软件开发过程的关系 .....         | (118)        |
| 13.9 文件编制 .....                    | (118)        |
| 13.10 参考文献 .....                   | (123)        |
| <b>第十四章 技术性能测定</b> .....           | <b>(124)</b> |
| 14.1 引言 .....                      | (124)        |
| 14.2 技术性能测定计划 .....                | (125)        |
| 14.3 选择TPM参数 .....                 | (126)        |
| 14.4 制定预期的分布曲线 .....               | (129)        |
| 14.5 评估方法 .....                    | (131)        |
| 14.6 报告的制定 .....                   | (132)        |

|       |             |       |
|-------|-------------|-------|
| 14.7  | 报告的频度和时间    | (132) |
| 14.8  | 技术进展评审      | (134) |
| 14.9  | TPM和系统工程的关系 | (134) |
| 14.10 | 报告格式        | (134) |
| 14.11 | 参考文献        | (134) |

## 第五部分 从发展到生产的过渡

|    |       |
|----|-------|
| 总论 | (137) |
|----|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| 第十五章 风险分析和管理 | (138) |
|--------------|-------|

|      |             |       |
|------|-------------|-------|
| 15.1 | 引言          | (138) |
| 15.2 | 实施途径        | (138) |
| 15.3 | 避免陷入常见的“陷阱” | (148) |
| 15.4 | 风险监控        | (149) |
| 15.5 | 文件编制        | (149) |
| 15.6 | 参考文献        | (151) |

|             |       |
|-------------|-------|
| 第十六章 改进改型管理 | (153) |
|-------------|-------|

|      |                 |       |
|------|-----------------|-------|
| 16.1 | 引言              | (153) |
| 16.2 | 途径              | (155) |
| 16.3 | 实施              | (156) |
| 16.4 | 专门的措施: 预规划产品改进  | (157) |
| 16.5 | 从改进改型工作中吸取的经验教训 | (160) |
| 16.6 | 文件编制: 系统改进改型计划  | (161) |
| 16.7 | 参考文献            | (161) |

|             |       |
|-------------|-------|
| 第十七章 全寿命期费用 | (163) |
|-------------|-------|

|      |                  |       |
|------|------------------|-------|
| 17.1 | 引言               | (163) |
| 17.2 | 实施途径             | (164) |
| 17.3 | 确立费用目标值          | (166) |
| 17.4 | 费用估算方法           | (166) |
| 17.5 | LCC分析            | (168) |
| 17.6 | 权衡分析在LCC与DTC中的应用 | (168) |
| 17.7 | 文件编制             | (170) |
| 17.8 | 参考文献             | (172) |

|              |       |
|--------------|-------|
| 第十八章 制造与可生产性 | (174) |
|--------------|-------|

|      |               |       |
|------|---------------|-------|
| 18.1 | 引言            | (174) |
| 18.2 | 途径            | (175) |
| 18.3 | 生产工程分析        | (178) |
| 18.4 | 可生产性权衡研究      | (179) |
| 18.5 | 制定制造计划的支持     | (181) |
| 18.6 | 具体应用: 生产设施的确定 | (182) |

|      |                       |       |
|------|-----------------------|-------|
| 18.7 | 生产方针和生产计划的制定 .....    | (183) |
| 18.8 | 可生产性工程与规划 (PEP) ..... | (184) |
| 18.9 | 参考文献 .....            | (185) |

## 第六部分 专门的运用

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| 总论 .....                            | (187)        |
| <b>第十九章 综合后勤保障在系统工程过程中的作用 .....</b> | <b>(188)</b> |
| 19.1 引言 .....                       | (188)        |
| 19.2 ILS与系统工程管理间的相互作用 .....         | (188)        |
| 19.3 系统工程与后勤保障分析间的联系 .....          | (192)        |
| 19.4 R&M对ILS的影响 .....               | (203)        |
| 19.5 保障系统的设计与系统工程间的联系 .....         | (203)        |
| 19.6 计算机软件的保障性与系统工程间的联系 .....       | (204)        |
| 19.7 小结 .....                       | (204)        |
| 19.8 参考文献 .....                     | (204)        |
| <b>第二十章 系统工程在计算机软件开发中的应用 .....</b>  | <b>(206)</b> |
| 20.1 引言 .....                       | (206)        |
| 20.2 软件的开发过程 .....                  | (207)        |
| 20.3 软件的全寿命期 .....                  | (213)        |
| 20.4 软件的文件编制 .....                  | (216)        |
| 20.5 技术要求的剪裁 .....                  | (217)        |
| 20.6 参考文献 .....                     | (218)        |
| <b>附录 A 缩写词汇 .....</b>              | <b>(220)</b> |
| <b>附录 B 文献目录 .....</b>              | <b>(228)</b> |

# 第一部分 系统管理

## 总 论

当今的军事系统发展型号几乎普遍地具有的特点是复杂、采用先进的科学技术以及利用遍布各地的军事部门和工业部门的技术能力。

为了适应这些特点和面对其它的挑战,在过去的20年间已经逐渐形成了更为先进的管理手段和管理程序。本书的这一部分综述了在采办过程中系统工程所起的技术管理作用,详细地论述了系统工程过程中的关键事件与整个的采办管理要求间的接口关系。这一部分还详细述及系统工程管理计划(SEMP)的目的和具体内容,该计划把系统工程过程剪裁得适用于一个具体的型号。SEMP是由承包商拟定的,是用来确定为达到系统工程的目标所应采用的工作过程、组织机构和工作程序的。SEMP还说明了为确保在进行设计时达到所要求的技术综合程度所需建立起来的基本的技术管理关系。这一部分还对各项系统综合任务以及主要的系统工程文件间的联系给出了具体的指导。

# 第一章 系统工程总论

## 1.1 引言

本指南的主要目的在于提供有关系统工程管理及其在整个技术管理中的作用方面的业务知识。已经发展出了许多工作手段和工作过程,用以协助系统工程师去确定技术要求、进行系统的总体设计、管理系统的发展工作以及验证设计方案所具有的性能。

本指南是根据MIL-STD-499A“工程管理”中所规定的工作任务和陆军专业手册(FM)770-78“系统工程”中所确定的概念与工作过程,并对上述文件颁发后受到国防部(DOD)特别关注的内容作了扩充后写出的。本指南把与系统工程相关的各类因素彼此间关联起来,并把这些因素与总的发展目标适时地联系起来,从而能以付得起的费用维持一个能满足规定要求的有效的系统。

## 1.2 系统工程的演进

自第二次世界大战中引入系统工程以来,它已得到越来越多的关注。由于型号的发展与采办费用的日益增加和技术上日益复杂;也由于有大量的型号发展工作产生失误,而如果应用了专业化的系统工程,这些失误可能是可以避免的,或者至少也是可以缓解的,从而更激发了对系统工程的关注。

虽然许多作者曾把系统工程的起源追溯到更早的年代,但对军事系统的发展工作而言,系统工程过程是在50年代中期在各种弹道导弹计划上开始正式形成的。以此为开端,在这些型号计划中,所处理过的典型问题就构成了提出要把系统工程的技术手段应用于工程发展计划这一需求的基础。这些典型的问题为:

- 需要大型的设计队伍;
- 设计者要高度专业化;
- 要涉及到许多承包商;
- 承包商遍布全国各地,致使进行沟通变得复杂起来;
- 许多相关的硬件和软件系统需要同时协调地予以发展;
- 使用以及后勤保障要求非常复杂;
- 发展时间受到严格的约束;
- 许多子系统在本质上都是需要高水平的先进技术的。

由这些早期的弹道导弹发展计划引出了大量的由系统工程与技术指导承包商发布的技术指令以及许多军种的军用标准和军用手册。

到了60年代中期,为了对许多承包商提出的希望应用各种合用的系统工程技术方面有更大的自由度的要求作出回答,颁发了带准则性的军用标准,即现行的MIL-STD-499A。陆军的FM770-78和MIL-STD-499A构成了现在将系统工程概念和系统工程要求应用于军事发展计划的基础。

50年代末和60年代在大多数发展计划中各种工程专业“专家”的涌现也标志着这一点。这种对专业化的强调有持续增长的趋势。至今已有超过250种不同的工程专业得到了认可,

这中间的每一个专业都需要从整个发展过程中取得资料，同时又都向该过程提供应予提出的技术要求和各种分析结果。

### 1.3 系统工程的定义

MIL-STD-499A是按国防部的脉络给系统工程下定义的：

“系统工程是对科学的和工程的成果的应用，以作到（a）通过利用反复迭代的定义、综合、分析、设计、试验和鉴定等过程将作战上的需求转换成对系统性能参数和系统技术状态的描述；（b）综合起相关的技术参数并保证所有物理的、功能的和计划的接口间具有相容性，以便优化整个系统的界限和设计方案；（c）将可靠性、维修性、安全性、生存性、人的因素以及其它有关因素综合到整个工程成果中去，以达到费用、进度和技术性能方面的目标。”

用最简单的说法，系统工程既是一个技术过程，也是一个管理过程。为了成功地完成系统的发展工作，在系统的全寿命期内所有两个方面的作用都必须予以实现。系统的全寿命期开始于用户提出新的需求，这种需求是以约束条件和为满足任务目标所需具有的性能要求加以表述的。在最早进行规划的时期，在构想系统的方案以及在确定系统的技术要求时，系统工程都是必不可少的。当开始进行详细设计时，系统工程师要保证全部所需的设计专业都能均衡地发挥作用，要解决有关接口的问题，要实施设计评审，要进行权衡分析，还要协助进行性能验证。在生产阶段中，系统工程要关心验证系统的性能和维持住系统的基线，并要为进行可生产性分析形成一个分析框架。在使用和保障阶段，系统工程要对拟议中的系统更改变作出评估，要确定出它们的效能，并要推进更改、改型和更新工作的有效结合。关于系统工程在国防部采办过程中所起的作用的进一步的详情述于本书的第二章。

### 1.4 系统工程过程

虽然各型号在所提出的技术要求方面是各有不同的，但为了更好地完成系统设计任务，它们都要经历一个始终如一的逻辑过程。图1-1示出了处于基本的系统工程过程中的各个活动。在本书第二部分中对该过程要加以详述。

系统工程过程是反复实践的过程，每一次的实践都会使对于产品的要素的描述变得更为

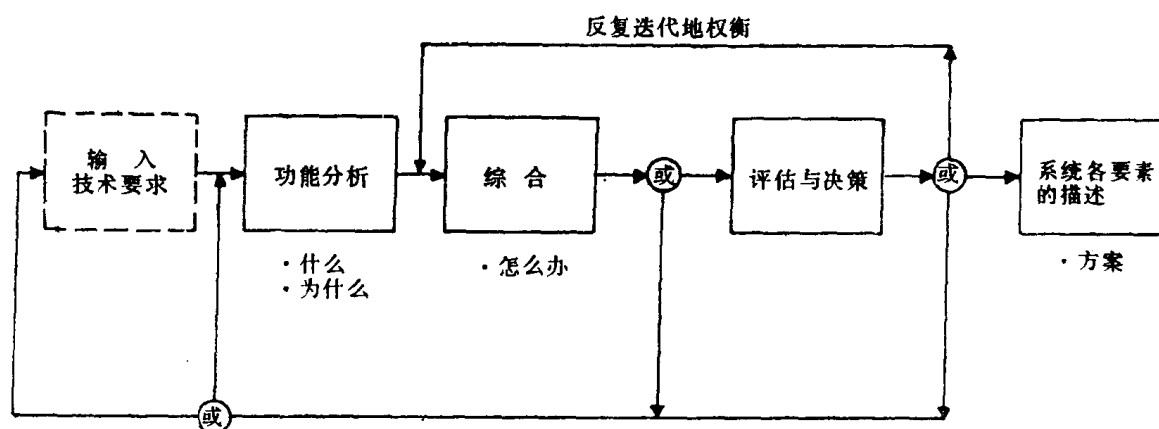


图 1-1 系统工程过程

详尽，并以此支持后续的系统工程设计循环。最终的成果则是关于全部系统要素的具备投产条件的文件。

## 1.5 系统工程目标

由于要建立并支持一个正式的系统工程过程的要求可以代表一个重大的预算上的承诺，而且要影响到各项前沿发展工作的进程，所以通晓系统工程过程的固有的目标是重要的：

- 保证系统的确定和设计能反映全部系统要素的技术要求，即设备、软件、人员、设施以及程序性资料的技术要求；
- 综合起设计队伍中的专家们的技术工作成果，以获得均衡的设计；
- 提供一个全面的关于系统技术要求的有约束力的框架，以之作为性能、设计、接口和试验等方面的准则；
- 为拟定技术计划和编制合同工作说明提供原始资料；
- 为进行后勤分析、后勤权衡研究和后勤文件的编制（如编制技术手册等）提供一个系统框架；
- 保证在设计过程中的所有阶段都能充分地顾及到对于全寿命期费用的考虑和提出的技术要求。

## 1.6 系统工程的实施

要想成功地推行系统工程，就需要：

- 军方的和承包商的型号经理双方要互相理解和互相支持，他们必须要使系统工程过程成为整个发展计划的支柱；
- 军方的和承包商的系统工程人员要具有多种多样的工程背景，他们都通晓需要确定出具有工程特性的计划的复杂的内在关系；
- 认识到要由军方和合同方的型号管理人员进行的各项正式设计评审的作用，包括每一项正式评审的价值、目标及其独具的特点；
- 具有关于型号发展目标方面的认识。

## 1.7 参考文献

1. MIL-STD-499A, Engineering Management (USAF) .
2. Army Field Manual 770-78, System Engineering.
3. Chase, W.P. Management of System Engineering, New York, John Wiley & Sons, 1974,

## 第二章 采办过程中的系统工程

### 2.1 引言

遍及任何设计过程，都利用系统工程的手段去确认与确定系统的硬件、软件、设施、资料以及人员的功能特性。这是一个以力求用费用效能最好的方式满足作战任务需求为目标的、设计与分析相互作用的过程。通过系统工程过程，分析任务要求，并将这些任务要求逐级地转换成更低层次上的设计要求。

本章循着国防部（DoD）采办过程的脉络来讨论系统工程问题，包括有关政府采办政策的叙述以及一个典型的系统相应于系统工程过程的全寿命期。

### 2.2 政府的采办政策

国防部利用一种系统化的技术管理过程去控制采办计划的实施，有如前面图 1 中所示出的那样。国防部针对重大系统所推行的采办过程是以联邦政府的政策为根据的。

在 70 年代初期，就建立了联邦采购政策办公室（OFPP），为所有的行政机构提供用于资产与技术服务的采办的政策、方法和准则。1976 年，管理与预算办公室（OMB）发表了 A-109 号通报，旨在提高对于重大系统的采办过程实施管理的效能。该通报奠定了政府采办过程标准化的基础，并推行了公正的方案确定过程。OMB 通报 A-109 号要求政府的业务部门要针对某种所需的“能力”，提出并有依据地确立起有效力的技术要求，在工业将界卷入系统采办过程以前，所提要求必须由行政机构的首脑（国防部长（SECDEF）、NASA 局长等）予以批准。

用于国防系统的采办的主要指南就是 DoDD 5000.1，“重大系统的采办”。这个文件反映了如下一些采办管理原则和目标：

- 确保实现有效的设计与价格竞争；
- 改善系统的战备完好性和可持续维持性；
- 通过制定有效的长期规划、利用逐渐涌现的备选方案、制定现实的预算和从全寿命期出发筹集型号资金以及按达到经济的生产率的原则拟定计划等措施，提高发展计划的稳定性；
- 向部队的基层授权，使之对型号的发展提供内容广泛的评审；
- 根据所要执行的任务，在采办费用、维修保养费用及系统的效能之间达到费用效能好的平衡。

### 2.3 系统的全寿命期

图 2-1 所示为重大的国防系统的采办过程。在国防部内部，按 1980 财年美元计，凡系统所预期的用于研究、发展、试验和鉴定上的资金超过 2 亿美元的，或是所预期的采购费超过 10 亿美元的，这类系统都被定为是重大系统。当每个军种部队内的任务范围分析工作进行时，采办过程就开始了，而任务范围分析工作要一直进行到作出型号计划起步的决策（里程

碑0)，正式肯定了任务需求。自此，型号发展计划进入了方案探索（CE）阶段，在这一阶段内要对所有合理的系统备选方案加以探索。紧跟着的就是论证与确认（D/V）阶段，在这一阶段内要选择和考查合意的各系统方案，判明风险所在并完成实际验证的全部实验性工作。此后，型号发展计划就进入了全面发展（FSD）阶段，在此期间对系统进行详细的设计并开展试验工作。在实施了里程碑Ⅲ的评审之后，系统发展工作即进入了生产阶段，在这一阶段要在使用与保障阶段开始之前即实现实际的生产。在使用与保障阶段内，通常要进行改进改型和产品的改进工作。

在头四个阶段的每一个阶段的末尾，在得到批准能取得更进一步的资源之前，都需要由SECDEF或三军部长对有关型号的需求再次予以肯定。OMB通报A-109号特别要求在对选择来进行试验和演示验证的设计方案予以批准（里程碑Ⅰ）时、在将设计工作推向全面发展状态（里程碑Ⅱ）前、以及在将系统投入生产（里程碑Ⅲ）前，都需要对任务需求再次予以肯定。在进行每一项评审时，决策当局都要作出决定，是把现在这阶段的工作继续下去，还是推进到下一个阶段，或是取消该型号发展计划。SECDEF还可以在特殊的情况下发出指示，将某个国防部的型号计划中的CE和（或）D/V阶段省去而径直进入FSD阶段。

在SECDEF进行决策时，他会得到技术要求与管理联合委员会（JRMB）的协助。JRMB负有对里程碑Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ进行里程碑评审的责任；要协助SECDEF确定并确认新系统的技术要求；要对费用与性能间的权衡进行审查；要探索针对新的研究与发展项目的替换方案；还要为开展全面发展工作和实现高生产率的生产提出建议。

下面进行的讨论集中于重大国防系统的采办过程上。对每一个军种，还各有其独特的经过了修订的方式，用于“次重大”或非发展性的系统。虽然对于这些次重大系统给予批准的官方机构的层次不如国防部长办公室（OSD）的层次高，但作为必须予以论证的有关型号计划的各个方面则是完全一样的。次重大系统可能不一定要像下面各节针对重大系统所述的那样，即不一定经历重大系统所要经历的采办过程的所有阶段。它们要按照第十章中所述的合理化过程，根据该计划的性质和涉及的范围，具有适合它的发展的阶段与评审周期。

次重大系统的采办，要视具体情况由军种的司令部或由其它主要的司令部加以指挥。每个军种都有其自己的评审与审批系统，用以达到类似于国防部的相应系统所要达到的目标。例如，海军通过将型号计划归四类采办类别（ACAT）中的某一个类别，把采办管理过程的管理责任加以分散，每一个ACAT都按照型号计划的优先级和资源需求情况建立起决策权威机构并提出对文件编制工作的要求。

### 2.3.1 任务范围分析与型号计划起步

任务范围分析是个持续推进的活动，其作用在于判明现有国防能力的缺陷或是在指定的任务范围内确定出更为有效的执行给定工作任务的手段。当存在的缺陷或技术时机被判明后，系统的性能要求也就可以确立出来了。进行任务范围分析要认识到在国家防卫政策、外部威胁以及技术能力等方面的变化。任务范围分析考虑了适应新发展状况的各种选择余地，而所谓新的发展状况指的是现有军事资源的重新部署、商业系统的利用或战术上的变更等。当找不到其它的选择余地时，任务范围分析的成果就是提出重大系统立项论证书（JMSNS）。JMSNS确定了任务需求，明确了约束条件而且概要地说明了初始的采办方针。

### 2.3.2 方案探索阶段

当将经由SECDEF批准的JMSNS列入军种的型号目标备忘录（POM）时，概念探索阶