

Mc
Graw
Hill
Education

实用空间系统工程

Applied Space Systems Engineering

威利·J·拉森 (Wiley J.Larson)

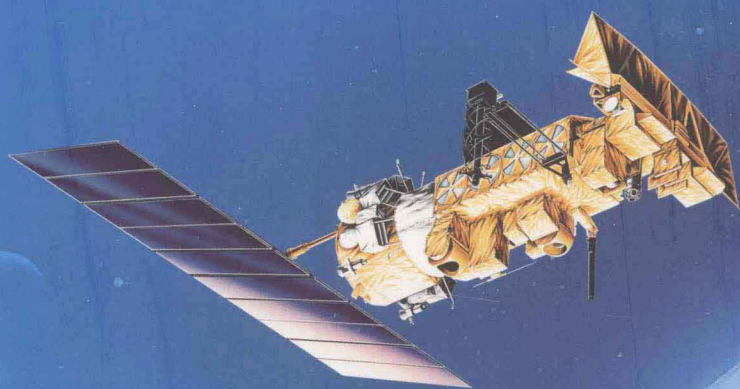
道格·柯克帕特里克 (Doug Kirkpatrick)

[美] 杰里·乔恩·塞勒斯 (Jerry Jon Sellers) 编

L·戴尔·托马斯 (L.Dale Thomas)

丹斯·维尔玛 (Dinesh Verma)

杨保华 等 译



中国宇航出版社

实用空间系统工程

Applied Space Systems Engineering

威利·J·拉森(Wiley J. Larson)

道格·柯克帕特里克(Doug Kirkpatrick)

[美]杰里·乔恩·塞勒斯(Jerry Jon Sellers) 编

L·戴尔·托马斯(L. Dale Thomas)

丹斯·维尔玛(Dinesh Verma)

杨保华 等 译



中国宇航出版社

·北京·

Edited by Wiley J. Larson, Doug Kirkpatrick, Jerry Jon Sellers, L. Dale Thomas and Dinesh Verma.
Applied Space Systems Engineering.
ISBN - 13: 978 - 0 - 07 - 340886 - 6.
Copyright©2009 by McGraw - Hill Education.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw - Hill Education (Asia) and China Astronautic Publishing House. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright© 2009 by The McGraw - Hill Asia Holdings (Singapore) and China Astronautic Publishing House.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和中国宇航出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权©2009 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与中国宇航出版社所有。
本书封面贴有 McGraw - Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。
北京市版权局著作权合同登记号:图字:01-2013-4595。

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

实用空间系统工程 / (美)拉森(Larson, W. J.) 等
编; 杨保华等译. -- 北京:中国宇航出版社, 2013.10
书名原文: Applied space systems engineering
ISBN 978 - 7 - 5159 - 0463 - 4

I. ①实… II. ①拉… ②杨… III. ①航天系统工程
IV. ①V57

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 173962 号

责任编辑 曹晓勇 彭晨光

责任校对 祝延萍 封面设计 文道思

出版
发行

中国宇航出版社

社址 北京市阜成路 8 号 邮编 100830
(010)68768548

网址 www.caphbook.com

经销 新华书店

发行部 (010)68371900 (010)88530478(传真)
(010)68768541 (010)68767294(传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
(010)68371105 (010)62529336

承印 北京画中国画印刷有限公司

版次 2013 年 10 月第 1 版
2013 年 10 月第 1 次印刷

规格 787 × 1092

开本 1/16

印张 44.75

字数 1004 千字

书号 ISBN 978 - 7 - 5159 - 0463 - 4

定价 150.00 元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

译 序

空间系统工程是一种集多种高技术于一体的大型、复杂的系统工程，它由航天器、航天运输系统、航天发射场、航天测控网和应用系统等组成，是一种完成特定航天任务的工程系统。空间系统工程兴起于20世纪60年代中期，经过40多年的发展，形成了一套具有航天特色的系统工程方法论，并极大地推动了航天科技工业的发展。

空间系统工程不仅包含技术过程，要求人们按照系统科学的理论和方法规划、研究、设计、制造、试验、运行和应用空间系统，还包含管理过程，要求人们按照系统科学的理论和方法有效地管理这一系统，从而使空间系统更好地为人类服务，达到以投入最少的人、财、物，直接或间接地获取最佳的经济、军事、科学和社会效益的目的。20世纪60年代著名的阿波罗登月计划采用了网络计划技术，使此耗资300亿美元、2万家企业参加、40万人参与、700万个零部件组成的项目顺利完成。随着信息时代的来临和空间技术的高速发展，空间系统工程和空间系统项目管理也在不断发展。

由美国国防部和国家航空航天局组织编写的两本姊妹书——《实用空间系统工程》和《实用空间系统项目管理》，分别从工程和项目管理两个方面介绍了复杂空间系统工程研制、管理的经验、知识和方法，尤其是书中包含许多与空间有关的案例研究和经验教训，十分适合直接从事空间领域工作的工程研制人员和管理人员参考，也适合作为大学本科和研究生的课程教材。为方便国内读者使用，我们组织了部分科研人员对这两本书进行了翻译。本书为《实用空间系统工程》。

在本书的编译过程中，陈泓、原民辉、赵志纲、于森参与了策划和审核工作，张扬眉、王余涛、朱贵伟、李高峰、孙威昌、王宏群、刘悦、龚燃等参加了部分章节的翻译，杨维垣、田莉、徐映霞参加了全书的校对，在此一并表示感谢。

感谢中国空间技术研究院、北京空间科技信息研究所、中国宇航出版社等单位在本书翻译和出版过程中给予的大力支持，感谢孔丽萍、李华栋、郭筱曦、徐冰、高菲、周思卓、方杰等对本书做出的贡献。

由于时间仓促及译者水平有限，本书的内容难免有错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

杨保华

2013年6月30日

前 言

当前，复杂空间系统的设计、开发和实施正面临着惊人的挑战。每年仅国防部（DoD）、美国国家航空航天局（NASA）、联邦航空管理局（FAA）在航天产品与服务方面的投入就超过 500 亿美元（2008 财年美元）；从全球来看，各国政府每年的航天投入高达 740 亿美元。通信卫星、导航系统、成像系统以及载人航天领域的商业投入，在某些年份与政府航天投入持平甚至超过政府航天投入。技术复杂、组织数量多、地理分散、政治实体众多，预算周期多种多样，加之跨文化的活动，对即使是最富经验的工程和项目经理都形成了挑战。

《实用空间系统工程》（ASSE）一书的写作目的，是为在复杂空间系统设计、开发和运行中起领导作用的系统工程师们提供激励、过程、工具和信息。

本书提供了复杂空间项目系统工程师所必需的有关方法和信息，旨在帮助有抱负的系统工程师在系统的理解和绩效方面更上一个台阶。本书不仅对直接从事项目工作的实践者有意义，还可以作为研究生课程及发展计划的教科书或参考书。书中讲述了许多与空间项目有关的案例研究、示例及教训，为读者管理和指导现有的空间项目提供历史性借鉴和实践应用。FireSAT 的案例出现过多次，给出了每条技术基线的系统细节，并突出了系统工程师想要了解的内容。

对编者自身而言，《实用空间系统工程》是一个终于实现了的梦想。从事航天工作数十年后，我们有能力说服顶级项目执行系统工程师们贡献出自己的经验财富、成功工具和途径以及项目中吸取的教训。这对于作为编者的我们来说是件好事，但真正得到好处的是作为读者的你们，因为你们将从 350 多年的系统工程集体经验（指所有作者的经验之和——译者注）中受益！

《实用空间系统工程》是美国空军研究院空间技术系列丛书的第 17 本书，该研究院的宇航部连续领导该丛书计划。我想对鲍勃·吉芬（Bob Giffen）和迈克·德洛伦索（Mike DeLorenzo）陆军准将、马蒂·弗朗斯（Marty France）上校领导这一工作所做的展望和坚持表示最衷心的感谢。马克·查尔

顿 (Mark Charlton) 和蒂莫西·劳伦斯 (Timothy Lawrence) 中校作为执行领导, 使《实用空间系统工程》最终完成。谢谢你们!

空间技术系列丛书是美国航天界发起并资助的, 至今已有 20 年。自 1988 年开始以来, 已有 23 个国家级组织对这一工作表示支持。美国空军导弹与航天中心、多个工程办公室和美国空军分支机构、国家侦察局、美国国家航空航天局总部 (包括多个任务理事会)、美国国家航空航天局哥达德航天中心、联邦航空管理局、海军研究实验室以及其他众多机构的领导、出资和支持, 才使得这一工作能够开展, 谢谢你们一贯的支持。

几名策划者对于这本书的编写提供了关键的灵感、指导和激励, 他们是: 美国国家航空航天局总工程师迈克·赖施凯维茨 (Mike Ryschkewitsch); 首席技术官员道格·洛维欧 (Doug Loverro); SMC 总工程师科洛尼·吉姆·霍赖吉斯 (Colonel Jim Horejsi) 以及 NRO 总工程师弗农·格雷珀 (Vernon Grapes)。

在这里我必须对本书 68 位作者的坚韧和辛苦表示肯定。4 年里, 为达到编辑要求, 他们构思、起草、重新组织、评审并对所写材料再次加工。没有他们的专业知识、坚持和耐心, 这本书不可能完成。作为编辑人员, 我们的目标是制作出作者们引以为豪的、有价值的专业图书。

此书的真正英雄是安尼塔·舒特 (Anita Shute) 和玛丽莲·麦奎德 (Marilyn McQuade)。作为一个团队, 他们逐字逐句地编辑, 为拿出真正反映作者和编辑团队工作质量的模范版本做着应做的工作。玛丽·托斯塔诺斯基 (Mary Tostanoski) 制作了许多复杂的图表及封面, 佩里·勒基特 (Perry Luckett) 完成了早期的编辑工作。安尼塔·舒特亲自对书中的每个词和句子进行检查和排版, 就像她做其他 13 本书时一样。感谢你们的专注和出色表现!

由美国国家航空航天局哥达德航天中心的马克·戈德曼 (Mark Goldman) 领导的由 17 名经验丰富的政府和工业系统工程师组成的团队为本书的编写奠定了基础, 他们与美国国家航空航天局的项目和工程领导学院合作, 辛苦地总结了为成功完成复杂系统的设计、研制和运行系统工程师所必需的能力。这些能力通过了来自国际系统工程委员会 (INCOSE)、国防采办大学以及美国国家航空航天局系统工程工作组代表的审查。

多个团队（100 多人）参与了本书草稿的审定工作以确保其准确性，这些团队包括：星座计划舱外活动系统团队以及美国国家航空航天局艾姆斯和约翰逊空间中心的获得航天系统研究生学位的人员。玛丽亚在哥达德航天中心领导了一支高效的评审团队对本书的内容进行了详细的评审，提出了一整套完整的注释和改进意见。我们衷心地感谢他们！

最后，我们要向我们的妻子、孩子和朋友们表示衷心的感谢，是他们给予我们强大的支持和鼓励，与我们一起为梦想付出。

《实用空间系统工程》及其姊妹书《实用空间系统项目管理》的著者和编者希望我们的同行，无论年长年少，都能从这些著作中发现更好地应对国防、民用及商业企业管理复杂空间系统面临的挑战所需的知识。

威利·J·拉森

博士，空间技术系列丛书总编

道格·柯克柏特里克

博士，美国空军研究院

杰里·乔恩·塞勒斯

博士，科学与技术教师

L·戴尔·托马斯

博士，美国国家航空航天局约翰逊空间中心

丹斯·维尔玛

博士，斯蒂文斯理工学院

目 录

第 1 章 空间系统工程	1
1.1 系统的艺术和科学	2
1.1.1 系统的范围	3
1.1.2 系统工程师所需具备的特质	4
1.1.3 复杂系统设计的现实情况	7
1.1.4 系统工程师的流程	11
1.1.5 应对系统工程挑战	12
1.2 全生命周期中应用系统工程	13
1.2.1 定义	14
1.2.2 NASA 模型	14
1.2.3 DoD 模型	16
1.3 创建并保持技术基线	17
1.4 建立系统工程框架	20
1.5 识别系统工程师的能力	23
1.6 FireSAT 卫星终端-终端案例研究导论	25
1.7 关键点小结	27
参考文献	28
第 2 章 利益相关方期望与要求定义	30
2.1 确定客户初始期望	31
2.1.1 客户期望来源	32
2.1.2 明确表述客户期望	32
2.1.3 传统背景	34
2.2 确定利益相关方	36
2.2.1 主动利益相关方	36
2.2.2 被动利益相关方	36
2.2.3 赞助者	37
2.3 征求和综合利益相关方的期望与要求	38
2.3.1 利益相关方期望与要求的优先级	38
2.3.2 客户意见	39
2.3.3 与利益相关方的面谈	42

2.4	明确表述利益相关方的期望与要求	45
2.5	任务要求排序和确定关键验收准则	45
2.5.1	任务要求的优先次序	45
2.5.2	验收准则	46
2.6	综合基本任务要求	48
2.7	确认要求和确定要求基线，并转化为技术要求	48
参考文献		50
第3章	运行方案和系统运行体系	51
3.1	确认任务范围和系统边界	52
3.2	描述系统运行环境、主要约束条件与驱动因素	56
3.3	制定运行情景与时间线	59
3.4	综合、分析与评估系统及其要素的关键实施方案	63
3.5	记录运行方案和系统运行体系；应用体系框架	66
3.6	确认系统运行体系并制定基线	70
参考文献		73
第4章	建立和管理系统要求	74
4.1	制定要求之前的工作	76
4.1.1	理解范围	76
4.1.2	综合系统运行方案	79
4.1.3	识别实施驱动因素和约束条件	80
4.1.4	确认外部接口	81
4.2	制定系统要求	82
4.2.1	把握客户需求	83
4.2.2	导出和开发系统要求	84
4.2.3	制定要求的工具	87
4.2.4	性能要求	87
4.2.5	制定组件要求	93
4.3	记录要求	93
4.3.1	什么是好的要求	94
4.3.2	如何改进要求	96
4.4	制定要求的基线	99
4.4.1	确认范围	99
4.4.2	确认要求达到基线	100
4.4.3	使确认具有连续性	100

4.4.4 遵守断续确认的流程	101
4.5 要求管理	102
4.5.1 管理和测量要求属性	103
4.5.2 管理变更	104
参考文献	108
第 5 章 系统功能划分与物理划分	109
5.1 明确系统背景	115
5.2 定义功能划分	116
5.2.1 理解术语和要素	117
5.2.2 确定功能划分的方法	119
5.2.3 确定功能	121
5.2.4 确定哪些功能接收外部输入，哪些功能产生外部输出	127
5.2.5 使用情景追溯来验证功能互动	128
5.2.6 对整个功能体系迭代应用相同的流程	133
5.3 建立物理划分，并对物理组件分配功能	134
5.3.1 了解如何定义物理体系	134
5.3.2 建立物理划分	136
5.3.3 对物理组件分配功能	138
5.3.4 定义物理接口	141
5.4 评估体系	143
5.4.1 建立体系评估的方法与度量标准	143
5.4.2 系统或分系统建模	146
5.4.3 基于评估结果更新系统体系和风险规划	148
5.5 对组件分配要求，并产生详细规范	148
5.5.1 将要求追溯到物理组件	149
5.5.2 处理功能要求和非功能要求	149
5.6 追溯要求	150
5.6.1 使用要求管理工具	150
5.6.2 开发要求和可追溯性验证矩阵	153
5.7 小结	153
参考文献	155
第 6 章 决策	156
6.1 确定我们需要决策什么	157
6.2 构建决策框架	159

6.2.1	对风险和不确定性的处理	160
6.2.2	了解组织和任务的背景	161
6.3	选择各种方案的评估方法	163
6.3.1	力场分析	164
6.3.2	决策树	165
6.3.3	决策准则	165
6.3.4	评分和加权	167
6.3.5	层次分析	167
6.3.6	优化法	169
6.4	产生各种方案	170
6.5	选择最佳解决方案	171
6.5.1	决策中直觉和逻辑过程的使用	171
6.5.2	避免认知偏差和决策陷阱	172
6.6	试验与评估	175
6.7	案例研究	175
6.7.1	产生各种方案	176
6.7.2	树立目标和构建决策框架	177
6.7.3	挑选最佳方法	178
6.7.4	评估各种方案	178
6.7.5	选择方案并评估	180
参考文献		183
第7章 生命周期成本分析		184
7.1	建立工作分解结构	186
7.2	收集空间系统特征	188
7.3	计算系统研制成本	194
7.3.1	新设计百分比	194
7.3.2	学习和效率的影响	197
7.3.3	SLaTS基准运输器的成本估算	198
7.4	估算运行和支持成本	204
7.4.1	运行和支持成本的因素——哪些应该考虑	205
7.4.2	运行和支持问题	207
7.4.3	运行和支持成本分析流程	209
7.4.4	样本案例——估算 SLaTS 基准运输器的运行和支持成本	213
7.5	估算发射场基础设施的研制成本	227
7.6	估计全生命周期成本和评估成本风险	230

7.7 进行成本-风险分析	232
7.8 总结	233
参考文献	234
第8章 技术风险管理	235
8.1 准备技术风险管理策略	239
8.2 识别和记录技术风险	240
8.2.1 识别风险	240
8.2.2 制定重大风险清单	241
8.3 进行技术风险评估	242
8.3.1 定性评估方法	242
8.3.2 定量评估方法	243
8.4 确定初始风险处理方法	255
8.5 策划风险减轻和触发器	256
8.6 监控风险状态	258
8.6.1 风险早期预警工具	258
8.6.2 报告项目风险	260
8.7 实施风险减轻	261
8.8 获得技术风险管理产品	261
参考文献	262
第9章 产品实现	264
9.1 准备产品实现	265
9.1.1 确定建造、采购或重新使用策略	267
9.1.2 理解赞助商、主承包商和分包商之间的合作	267
9.1.3 计划长线采购	269
9.2 参与产品采购	269
9.2.1 赞助商-主承包商的接口管理	269
9.2.2 审视主承包商-分包商的接口	270
9.2.3 分系统或部组件验证与确认的监督	271
9.2.4 采办产品	271
9.2.5 实施告别评审	273
9.2.6 支持设备	273
9.3 参与可重复使用产品的采办	273
9.4 评估使能产品实现项目的准备状况	274
9.5 制造产品	274

9.5.1	技术状态控制	275
9.5.2	制造和装配的策划	275
9.5.3	开展制造评审	276
9.5.4	成立材料评审委员会	277
9.5.5	编制软件	277
9.5.6	软硬件集成	278
9.5.7	验证分系统或组件	279
9.5.8	开展告别评审	280
9.6	准备合适的产品支持文档	280
9.7	获取产品实现工作产品	280
9.8	确保有效沟通	281
9.9	总结	282
参考文献		283
第 10 章 系统集成		284
10.1	定义系统工程中系统集成的作用	284
10.1.1	系统集成定义	285
10.1.2	系统集成的目标和挑战	286
10.1.3	系统工程与结构中的集成	286
10.1.4	过程视图	287
10.2	选择系统集成方法和策略	288
10.2.1	接口规范	288
10.2.2	从组件向系统集成	288
10.2.3	集成方法	289
10.3	制定测试与集成计划	295
10.3.1	装配、集成与验证	295
10.3.2	模型理念	295
10.3.3	试验类型	296
10.3.4	试验方法	298
10.3.5	试验级别	299
10.3.6	试验建议	299
10.3.7	并行集成	300
10.4	有未知情况下的进度	301
10.4.1	集成计划与进度	301
10.4.2	评审	301
10.4.3	解决中断性事件	302

10.5 成立集成小组	302
10.6 技术状态变化管理	303
10.6.1 集成试验和重复生产的并行性	304
10.6.2 试验环境和分析技术的作用	304
10.6.3 变化的影响和传播	305
10.7 使集成满足项目规范要求	305
10.7.1 集成商业现货产品	306
10.7.2 分包和外购	306
10.7.3 小型空间项目的集成	306
10.8 解决典型问题	306
10.9 小结	308
参考文献	309
第 11 章 验证与确认	310
11.1 确认要求	314
11.2 确认模型	318
11.2.1 准备模型确认	321
11.2.2 实施模型确认	323
11.2.3 记录模型确认结果	324
11.3 验证产品	324
11.3.1 准备产品验证	327
11.3.2 实施产品验证	344
11.4 确认产品	347
11.4.1 准备产品确认	348
11.4.2 实施产品确认	355
11.5 飞行认证产品	356
11.6 应对商业现货和非开发项验证中的特殊挑战	361
11.7 验证与确认软件	364
11.7.1 软件特有的验证与确认挑战	367
11.7.2 软件验证与确认的开发方面	368
11.7.3 软件验证与确认在系统级的几个问题	376
11.7.4 其他验证与确认论题	377
11.8 文件与归档	378
参考文献	382
第 12 章 产品转运	384

12.1	制定转运计划	386
12.1.1	确定转运流程	386
12.1.2	转运后勤	387
12.1.3	确定产品转运输入	388
12.1.4	明确产品转运输出	389
12.2	验证产品具备转运条件	390
12.3	准备将产品运输到发射场	391
12.4	运输到发射场	391
12.4.1	空间系统运输	392
12.4.2	产品转运演练(探路)	393
12.5	产品卸货和储存	394
12.5.1	在发射场进行产品接收和测试	394
12.5.2	运行准备状态评审	395
12.6	与运载火箭总装	397
12.7	将运载火箭转运到发射塔架	399
12.8	在发射塔架上总装	399
12.9	产品发射和早期运行	401
12.10	转交给终端用户	404
12.10.1	发射后评估评审	404
12.10.2	产品转运后的保障	404
12.11	记录转运	405
	参考文献	406
	第 13 章 计划和管理技术工作	407
13.1	准备技术策划	408
13.1.1	明确相关系统	408
13.1.2	对相似的研制进行总结	411
13.2	定义技术工作	412
13.2.1	明确可交付产品	412
13.2.2	使技术基线不断成熟	413
13.2.3	决定技术集成方法	419
13.2.4	计划硬件和软件集成	422
13.3	技术工作的进度安排、组织和成本	425
13.3.1	制定工作分解结构	425
13.3.2	组织技术团队	426
13.3.3	制定责任分配矩阵	428

13.3.4	安排技术工作进度	430
13.3.5	确定工作包	436
13.3.6	对技术资源进行评估	438
13.4	准备系统工程管理计划和其他技术计划	440
13.4.1	确定分散的技术计划	440
13.4.2	准备系统工程管理计划	440
13.4.3	准备软件管理计划	441
13.4.4	准备安全和任务保证计划	442
13.5	使利益相关方认可技术计划	442
13.6	执行技术计划	444
13.6.1	发布经批准的技术工作指令	444
13.6.2	报告技术状态	444
13.7	编制文件和归档	445
13.8	总结	446
	参考文献	447
第 14 章	技术指导和管理的：研制中的系统工程管理计划	453
14.1	系统工程管理计划简介	453
14.1.1	目的、目标和任务	454
14.1.2	时间线	454
14.2	确定系统工程管理计划的内容	455
14.2.1	通用结构	455
14.2.2	扩展大纲	455
14.3	制定系统工程管理计划	463
14.3.1	责任和权力	464
14.3.2	编写系统工程管理计划	464
14.3.3	裁剪和超差放行	465
14.3.4	与其他计划的关系	468
14.3.5	获得利益相关方的承诺	469
14.3.6	项目过程中的持续改进	471
14.4	好计划和差计划的特征	471
14.4.1	清晰	471
14.4.2	简洁	472
14.4.3	完整	473
14.4.4	时效	474
14.4.5	正确	474

14.5 执行系统工程管理计划的必要元素	474
14.5.1 领导	475
14.5.2 技术管理准则	475
14.5.3 协作环境	477
14.5.4 范围控制	477
14.5.5 利益相关方的参与	477
14.6 国防部系统工程计划简介	478
参考文献	482
第 15 章 管理接口	483
15.1 准备或更新接口管理程序	485
15.2 从物理上和功能上分解系统	487
15.3 列出接口并准备初级接口要求文件	490
15.4 开发 $N \times N$ 和 $I \times I$ 框图	491
15.5 开发针对生命周期接口设计与验证任务的分级工作分解结构	496
15.6 为每个接口开发接口控制文件	496
15.6.1 软件接口控制文件	498
15.6.2 接口控制文件模板	499
15.7 在产品集成期间管理接口	503
15.8 设计接口、迭代与权衡	505
15.9 建造接口	506
15.10 验证接口, 包括接口与系统的集成	507
15.11 记录、迭代与控制技术状态	507
15.12 开发操作程序和培训	508
15.13 小结	510
参考文献	511
第 16 章 管理技术状态	512
16.1 技术状态管理流程	512
16.2 制定技术状态管理计划	514
16.2.1 建立组织的技术状态管理政策和计划	515
16.2.2 剪裁项目技术状态管理, 满足特定的项目需求	515
16.2.3 确定项目技术状态管理计划内容	515
16.3 建立技术状态标识	519
16.3.1 选择和指定技术状态项	519
16.3.2 分配专用的标识符	521