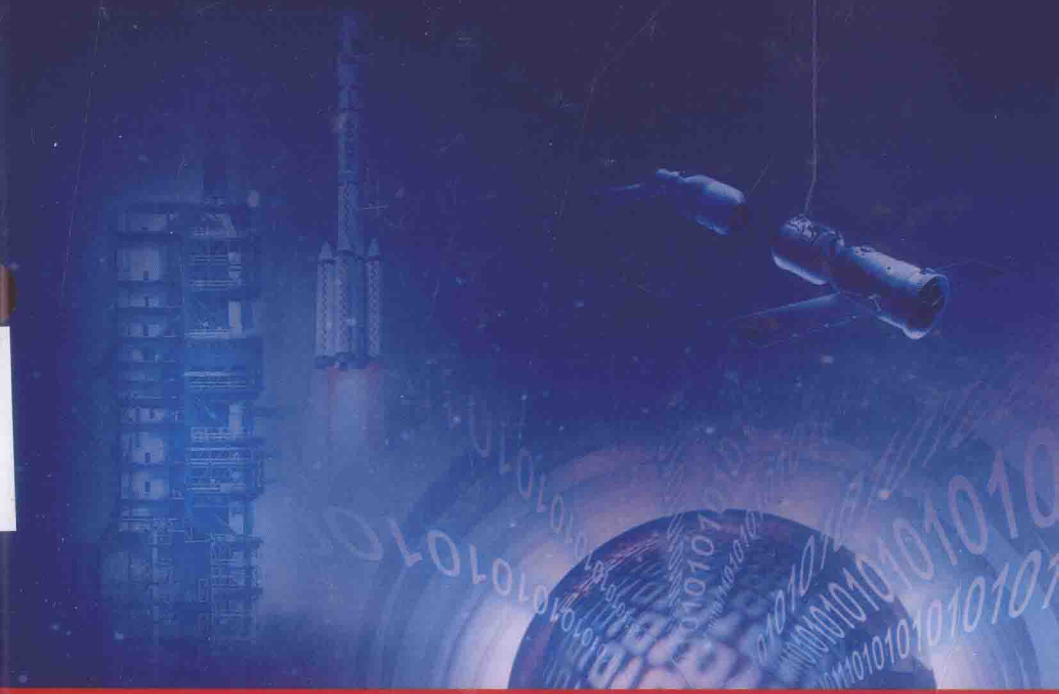
航天科技图书出版基金资助出版

# 航天型号软件工程方法与技术

王忠贵　刘　姝　编著

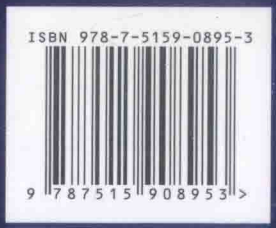


中国宇航出版社

软件工程使软件开发效率和质量取得了质的飞跃。航天型号软件研制引入软件工程思想是任务顺利实施的重要保障。本书在分析国内外航天软件工程实施情况的基础上，全面介绍了航天型号软件研制过程和管理内容，并深入阐述了软件研制各阶段、软件项目管理与计划、软件配置管理和软件质量保证等涉及的理论、方法和相关技术，详细分析了模型驱动软件开发方法和形式化软件开发方法在我国航天软件工程中的应用前景。本书不仅能够系统、全面地指导航天型号软件工程的实施，还对航天型号软件工程的发展提出了有益的建议。

本书可供航天型号软件的设计人员、开发人员、测试人员、管理人员，以及相关专业人员阅读参考。

ISBN 978-7-5159-0895-3



定价：98.00元

航天科技图书出版基金资助出版

# 航天型号软件工程方法与技术

王忠贵　刘　姝　编著

中国宇航出版社

**图书在版编目（CIP）数据**

航天型号软件工程方法与技术/王忠贵，刘姝编著．--北京：中国宇航出版社，2015.3

ISBN 978-7-5159-0895-3

Ⅰ.①航… Ⅱ.①王… ②刘… Ⅲ.①航天-应用软件工程 Ⅳ.①V4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 045987 号

**责任编辑**　易　新
**责任校对**　王　妍　　**封面设计**　文道思

| | | | |
|---|---|---|---|
| 出　版<br>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 | 北京画中画印刷有限公司 | | |
| 版　次 | 2015 年 3 月第 1 版 | | 2015 年 3 月第 1 次印刷 |
| 规　格 | 880×1230 | 开　本 | 1/32 |
| 印　张 | 13.25 | 字　数 | 380 千字 |
| 书　号 | ISBN 978-7-5159-0895-3 | | |
| 定　价 | 98.00 元 | | |

# 航天科技图书出版基金简介

航天科技图书出版基金是由中国航天科技集团公司于2007年设立的，旨在鼓励航天科技人员著书立说，不断积累和传承航天科技知识，为航天事业提供知识储备和技术支持，繁荣航天科技图书出版工作，促进航天事业又好又快地发展。基金资助项目由航天科技图书出版基金评审委员会审定，由中国宇航出版社出版。

申请出版基金资助的项目包括航天基础理论著作，航天工程技术著作，航天科技工具书，航天型号管理经验与管理思想集萃，世界航天各学科前沿技术发展译著以及有代表性的科研生产、经营管理译著，向社会公众普及航天知识、宣传航天文化的优秀读物等。出版基金每年评审1～2次，资助10～20项。

欢迎广大作者积极申请航天科技图书出版基金。可以登录中国宇航出版社网站，点击“出版基金”专栏查询详情并下载基金申请表；也可以通过电话、信函索取申报指南和基金申请表。

网址：http://www.caphbook.com

电话：(010) 68767205，68768904

# 序

多年来我国航天事业的伟大成功经验表明，在复杂的航天型号系统研制中，全面推行软件工程化是保证软件任务完成的关键。本书作者王忠贵作为我国载人航天工程、探月工程（二期）的参与者和领军人物，长期从事航天软件工程的总体设计和软件工程化工作，在相关理论、技术和标准制定等方面积累了丰富的实践经验，因此本书具有很好的成书条件和基础。

本书认真总结了作者们多年的工作经验，详细分析了国内外航天软件工程的实施情况，全面介绍了航天型号软件的研制过程和管理内容，深入阐述了软件研制各阶段、软件项目管理与计划、软件配置管理和软件质量保证等涉及的理论、方法和相关技术，并探讨了模型驱动软件开发方法和形式化软件开发方法等软件工程新技术在我国航天领域可能的应用前景。

我认为，本专著内容丰富全面，理论易读好懂，方法安全实用，标准严格不二，是一本值得有关专业人员一读的好书。

我由衷地祝福本书的出版，期望本书的出版对航天型号软件工程化工作起到大的促进作用。

何新贵

2015 年 2 月 26 日

# 前　言

软件工程是一门工程化的学科，它研究软件的本质、大规模软件开发的途径和方法学、软件行为和软件工程实践背后的理论和规律，有助于提升软件研发效率和软件质量。国内外航天实践都充分证明，航天型号软件研制引入软件工程思想是任务顺利实施的重要保障。

我国航天软件工程的发展是一个不断探索创新的过程。笔者在载人航天软件工程的工作中感触良多。载人航天工程是我国航天发展史上规模最大、系统组成最复杂、技术难度最大、可靠性安全性要求最高的大型系统工程。该工程启动初期，研制队伍中重硬件轻软件的传统观念仍然比较浓厚，个人方法理念主导的工作模式占据主流，软件开发过程不透明，质量不可控，与载人航天工程的要求有很大差距。因此，工程总体下决心引入软件工程管理思想，并作出全面推行软件工程化的决定。通过分管领导主抓、成立软件专家组和充分调研，创新性地建立并实践了工程软件标准规范，走出了一条既符合中国国情、又充分体现复杂系统工程特点的软件工程道路，软件产品质量得到切实保障。我国载人航天工程实施 20 多年来，圆满完成了 6 次无人和 5 次载人飞行任务，实现了中华民族千年的飞天梦和载人航天技术的持续突破，取得了举世瞩目的成就，软件工程功不可没。

本书结合笔者多年从事载人航天工程软件工程工作的实践，系统地总结和介绍了航天型号软件工程的方法与技术。全书共分为

17章：

第1章介绍软件工程的基本概念，分析航天型号任务中软件工程的重要性。

第2章介绍航天型号软件的分类，总结航天型号软件工程的核心要素以及软件工程的管理内容。

第3章至第4章概述国内外软件工程化情况，分析NASA、ESA软件工程的组织、标准体系和主要内容，并以载人航天工程为例，详细介绍我国航天软件工程化的发展历程和成果。

第5章至第12章介绍航天型号软件的研制过程，并详细介绍系统级软件分析与设计、软件需求分析、软件设计、软件实现、软件测试、软件运行维护等阶段的工作内容、原理和方法，涵盖了目前型号软件研制中采用的结构化软件开发方法和面向对象软件开发方法。其中，软件研制过程中的安全可靠性相关工作在第12章专题介绍。

第13章至第15章围绕航天型号软件项目管理与计划、软件配置管理、软件质量保证展开，详细介绍了其实现过程和方法，包括软件开发成本估算、进度安排、风险管理、技术状态控制、软件评审等。

第16章和第17章分别介绍模型驱动软件开发方法和形式化软件开发方法，这两项软件工程技术在欧美航天型号软件研发中已经取得一定应用效果，是未来进一步改进软件研发过程、提升软件质量的有效途径。

本书主要面向的读者是航天型号软件系统的设计人员、开发人员、测试人员及管理人员。对于非型号软件系统的开发人员而言，本书也不失为一本有助于了解和掌握航天软件工程知识的教材。

本书的编写工作得到了很多同志的帮助，参阅了大量的国内

外图书、标准、规范、报告、论文，吸纳借鉴了许多专家和学者的研究成果。感谢何新贵院士为本书作序，感谢载人航天工程软件专家组专家对本书提出的宝贵建议，感谢张丽艳、程胜、李书良、李尚杰等同志对本书编写与出版工作的支持；同时也感谢航天科技图书出版基金的资助和中国宇航出版社的大力支持。

因学识有限，时间紧迫，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评与指正。

王忠贵

2015 年 2 月

# 目　录