



“十三五”国家重点图书规划项目

# 需求工程

Requirements Engineering

【英】杰里米·迪克 (Jeremy Dick)  
【英】伊丽莎白·赫尔 (Elizabeth Hull) 著  
【英】肯·杰克逊 (Ken Jackson)

李浩敏 郭博智 等 译



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

巍巍交大 百年书香

www.jiaodapress.com.cn

bookinfo@sjtu.edu.cn



丛书策划 钱方针  
王 珍  
责任编辑 王 珍  
封面设计 朱 懿  
责任营销 张善涛



ISBN 978-7-313-20454-7



9 787313 204547 >

定价: 138.00元



# 需求工程

---

Requirements Engineering

【英】杰里米·迪克 (Jeremy Dick)

【英】伊丽莎白·赫尔 (Elizabeth Hull) 著

【英】肯·杰克逊 (Ken Jackson)

李浩敏 郭博智 等 译



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



大飞机读者俱乐部

## 内容提要

本书主要侧重描述什么是需求工程,如何指导设计师捕获和编制更高质量的需求。本书一大亮点在于提出了需求工程的一般过程,并分问题域和解决域将一般过程进行实例化。另一大亮点是引入基于模型的系统工程,以图形化的语言展现系统的设计过程,相比于文档,更便于设计人员理解和交流。本书不仅介绍了需求工程的技术领域,同时还介绍了需求管理及工具,强调了需求管理在项目管理中的重要性。以理论与实践相结合的方式,帮助读者理解需求工程及其作用。

First published in English under the title Requirements Engineering by Jeremy Dick, Elizabeth Hull and Ken Jackson, edition 4.

Copyright Springer International Publishing Switzerland, 2017 \* .

This edition has been translated and published under licence from Springer International Publishing AG, part of Springer Nature.

Springer International Publishing AG, part of Springer Nature takes no responsibility and shall not be made liable for the accuracy of the translation.

上海市版权局著作权合同登记号: 09-2018-233

## 图书在版编目(CIP)数据

需求工程/(英)杰里米·迪克(Jeremy Dick),(英)伊丽莎白·赫尔(Elizabeth Hull),  
(英)肯·杰克逊(Ken Jackson)著;郭博智等译. —上海:上海交通大学出版社,2019  
大飞机出版工程

ISBN 978-7-313-20454-7

I. ①需… II. ①杰…②伊…③肯…④郭… III. ①需求管理 IV. ①F014.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 257967 号

## 需求工程

著 者:[英]杰里米·迪克(Jeremy Dick)  
[英]伊丽莎白·赫尔(Elizabeth Hull)  
[英]肯·杰克逊(Ken Jackson)

译 者:郭博智等

出版发行:上海交通大学出版社

地 址:上海市番禺路 951 号

邮政编码:200030

电 话:021-64071208

印 制:苏州市越洋印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:15.25

字 数:255 千字

版 次:2019 年 6 月第 1 版

印 次:2019 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-313-20454-7/F

定 价:138.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0512-68180638

# 《需求工程》编译委员会

主 编

李浩敏 郭博智

副主编

张莘艾

编 委

(按姓氏笔画排序)

王 奕 王焕青 吴 晨

李力涛 张洁婧 张继英

张新宇 郭大可 颜万亿

# 译者序

随着信息化技术的不断发展和系统综合集成度的增加,企业对实施系统工程的要求日益增长。在项目开始阶段定义正确完整的高质量需求,并从利益相关方需要出发,以需求驱动设计研发工作,可以帮助项目减少设计迭代、降低成本和控制风险。

在国内,介绍需求工程和需求管理的书籍甚少。航空器尤其是大型民用飞机这一典型高度集成复杂系统的研制,需要采用需求工程的相关知识来进行系统开发,准确地捕获各利益相关方需要,并对顶层需求进行分解、分配,传递给供应商。无论是从项目管理、适航、市场和供应商管理的角度,都要吃透各阶段的需求,并通过需求管理,对需求进行有效传递和监控。中国商飞在2010年引入需求工程的概念,经过长时间的摸索,已初步形成了一套需求工程体系,并在CR929飞机、C919飞机和ARJ21飞机上进行了实践。

本书主要侧重描述什么是需求工程,如何指导设计师捕获和编制更高质量的需求。文中第一部分给出了需求工程的定义,介绍了需求工程的一般过程,介绍基于模型的系统工程方法来对系统进行建模,并探讨了需求文档的结构安排以及需求陈述的语言表达。第二部分采用大量的实例,分别从问题域和解决域阐释需求过程。最后,描述了需求管理的可追溯性方法、需求管理流程和需求管理工具。

本书最大的亮点在于提出了需求工程的一般过程,并分问题域和解决域将一般过程进行实例化。在问题域,需求工程中主要以利益相关方需求作为主要关注点,确定各利益相关方和场景,并捕获利益相关方需求。在解决域,需求工程关注于系统需求再向下展开到子系统级和组件需求。将系统先作为“黑盒子”开始讨论外部可观察的行为,之后通过架构设计将黑盒子层层打

开。这种方式使读者更加清楚理解需求工程。本书另一个亮点是引入基于模型的系统工程,以图形化的语言展现系统的设计过程,相比于文档,更便于设计人员理解和交流。本书不仅介绍了需求工程的技术领域,同时还介绍了需求管理及工具,强调了需求管理在项目管理中的重要性。以理论与实践相结合的方式,帮助读者理解需求工程及其作用。

这本书可以帮助我们快速地了解需求工程,以及如何在项目中实施需求工程,是一本具有指导意义的书籍。本书介绍的方法和流程具有通用性,不管是在航空领域还是软件领域等,都可以作为参考。中国商飞实施需求工程的几年,其间很多心路历程在这本书中都有所体现,在翻译过程中也产生很多共鸣。并且国内需求工程的书籍甚少,这也是我们决定翻译此书的原因之一。希望通过这本书的翻译,可以让更多的人参与到需求工程领域中来,可以在实践中对需求工程进行改进,促进国内需求工程领域的发展。

感谢编译委员会所有成员:李浩敏、郭博智、张莘艾、张新宇、王奕、王焕青、李力涛、吴晨、郭大可、张洁婧和张继英,感谢他们在百忙之中对本书做的翻译、编辑和校对工作。同时,感谢上飞院退休专家颜万亿研究员对本书做出的编译指导。

《需求工程》编译委员会

2018年12月

## 第 4 版序言

感谢众多学生和职业人士购买此书,使得本书第 4 版得以发行。

我们当中的两位作者,伊丽莎白·赫尔和肯·杰克逊现已退休,只有杰里米·迪克仍在实践以及工具支持的“需求工程”中积累经验。

本书第 4 版得益于两大推动力:一是从不断的体验中取得的新见解,二是本书所引用工具的不断演变。

具体来说,我们对此书做出以下修改:

——通过引入“设计的不可知论”这一概念来着重讨论问题域及解决方案域。

——增加了关于系统建模语言(SysML)有关的内容,即统一建模语言(UML)在系统工程建模中的扩展。

——使用 Sparx Systems 的 Enterprise Architect 重新设计了某些模型的大多数示意图。

——在第 7 章中增加了可追溯性的最新资料,均取自实际应用。

——重新编写了 DOORS 章节,将 IBM Rational DOORS Next Generation 作为本章的基础。

——调换了第 8 章和第 9 章的顺序,以管理章节作为本书的结尾。

希望读者在阅读本书后能有新的收获,并能适应当今系统工程的变革。

杰里米·迪克  
伊丽莎白·赫尔  
肯·杰克逊  
2017 年 5 月

## 第3版序言

我们希望本书能够与时俱进,再版的主要动机是想与 DOORS 最新版保持同步。本书第2版发布之后,DOORS 的开发公司 Telelogic 已被 IBM 收购,该工具已成为 IBM/Rational 产品群的一部分。这个工具的基本功能没有变化,但界面外观大为改进。因此,第9章根据 DOORS 9.2 版进行了更新。

同时,我们认为应该对需求工程做出更加清晰的定义。我们在查阅文献的过程中并未发现满意的定义,所以在第1章中提出了这个问题。

除此之外,第8章中对产品群管理做了扩展描述,通篇还有多处细微更正。

我们希望此书能够继续为学生和从业人员提供有价值的帮助,增进他们对需求工程的理解。

伊丽莎白·赫尔

肯·杰克逊

杰里米·迪克

2010年4月

## 第 2 版序言

第 1 版出版之后不久便推出了第 2 版,这也反映了本学科的快速发展和变化。过去两年中学科取得了显著进步,这些进步在新版中得以体现。

从根本上来讲,新版更强调建模,介绍了更多的系统建模方法。本书介绍了对象管理组织(OMG)最新批准的统一建模语言(UML2)标准。书中还着重论述了需求管理与建模之间的关系,这与追溯性概念密切相关。

需求管理工具 DOORS 一章有修改,改用了该工具第 7 版,并以 DOORS/Analyst 工具实例作为补充,该工具可演示如何在 DOORS 中获取并创建建模概念。

本书的读者仍然是那些渴望掌握需求工程使用知识进行系统开发的学生和从业人员。

与以往相同,可通过访问以下网站获取更多资料:

<http://www.requirementsengineering.info>。

伊丽莎白·赫尔  
肯·杰克逊  
杰里米·迪克  
2004 年 6 月

# 第 1 版序言

需求工程具有普遍意义,但是对其认知确有难度,并且一直未能被很好地理解。又鉴于此,故未能得到很好应用。企业承受着日益增大的压力,这常常成为未能为需求工程推出一种更严谨方法的主要原因,但是目的又是要正确完成此项工作,因此需求工程师的任务是尽力协助企业去实现其目标。

系统工程对今天的工业界至关重要,而需求工程是此整个过程的一个重要阶段。对于需求工程而言,良好的过程是关键所在,它决定了如何高效而快速地出成品。这在全球竞争市场中尤为重要,此时“上市时间”和满足利益相关方需求则是取得成功的关键因素。

需求工程也涉及管理,因此应协调处理与需求及与管理有关的问题,以表明如何使用需求来管理系统的开发。

本书关注工程需求以及如何协助系统工程师创建更好的需求。首先,书中提出了通用过程的概念,这有助于读者对需求工程的本质有较好的理解。然后,针对系统开发的问题域和解决方案域使这一过程实例化。本书还提出系统建模概念,并介绍已广泛使用的各种技术和方法。本书一个重要的特点是陈述可追溯性的方法,获取可追溯性的方法,并讨论可能源自可追溯性的度量标准。最后,本书对需求管理工具 DOORS 给予综述。图解说明通常用来研究本书中所陈述的过程以及工具的特点。

本书可供工业界渴望获得使用需求工程的知识而成为系统开发从业者的那些系统工程师(需求工程师)阅读。本书还会得到计算机科学、软件工程和系统工程学专业研读需求工程课程的本科生的青睐,本书也可供计算机科学或工程学的研究生阅读。

本书所采用的方法基于现有的需求工程研究成果,然而它不仅依据学术观点,而且还大量汲取了工业界现有的工作经验,以使系统工程师能够更成功地管理需求(和项目)。在这一快速发展的主题中,本书提供了一张快照,可视为当今需求工程范畴内的最佳实践。

# 致 谢

感谢以下几位个人和几个企业以不同方式提供协助：

Richard Stevens,他在需求管理方面的工作启发了我们,他为本书的工作奠定了基础。他是需求工程有限公司(Requirements Engineering Limited,后来的质量系统和软件有限公司)的创始人,开发了 DOORS 工具。

莱斯·奥利弗(Les Oliver)(当时在 Astrium 公司工作),感谢他在发展协议、资格和满意度方面的帮助。

Praxis 关键系统(Praxis Critical Systems)(现在为 Altran Praxis),感谢 Praxis 为设计合理性初始观点作出的贡献,后来成为可扩展追溯性。

Keith Collyer, Jill Burnett, Telelogic Limited 及其同事,感谢他们对本书观点的贡献,以及对本书的点评、建议和鼓励。

我们的不同雇主,例如阿尔斯特大学、电讯有限公司、IBM、集成系统工程有限公司和合众系统工程师有限公司以及超过 20 年的客户,他们给了我们足够的空间和机会来完善本书的观点、材料和示例。

# 目 录

- 1 绪论 1**
  - 1.1 需求简介 1
  - 1.2 系统工程简介 4
  - 1.3 定义需求工程 7
    - 1.3.1 需求的定义 7
    - 1.3.2 利益相关方的定义 8
    - 1.3.3 需求工程的定义 8
  - 1.4 需求和质量 10
  - 1.5 需求与生命周期 10
  - 1.6 需求追溯 13
  - 1.7 需求与建模 17
  - 1.8 需求与测试 18
  - 1.9 问题域和解决域的需求 19
  - 1.10 需求和设计的不可知论 21
  - 1.11 需求与接口 26
  - 1.12 如何阅读本书 27
  
- 2 需求工程的通用过程 29**
  - 2.1 引言 29
  - 2.2 开发系统 29
  - 2.3 通用过程的上下文 32
    - 2.3.1 输入需求和衍生需求 33

- 2.3.2 验收标准与验证策略 34
  - 2.4 通用过程介绍 34
    - 2.4.1 理想的开发过程 35
    - 2.4.2 变更环境中的开发 35
  - 2.5 通用过程信息模型 37
    - 2.5.1 信息类别 37
    - 2.5.2 协商状态 39
    - 2.5.3 验证状态 40
    - 2.5.4 满足状态 40
    - 2.5.5 信息模型约束条件 40
  - 2.6 通用过程的细节 41
    - 2.6.1 协定需求 41
    - 2.6.2 分析与模型 43
    - 2.6.3 导出需求和验证策略 44
  - 2.7 总结 46
- 3 需求工程的系统建模 48**
- 3.1 引言 48
  - 3.2 需求工程的表现形式 49
    - 3.2.1 数据流图 49
    - 3.2.2 实体关系图 55
    - 3.2.3 状态转换图 56
    - 3.2.4 面向对象法 57
  - 3.3 方法 59
    - 3.3.1 观点式方法 59
    - 3.3.2 面向对象法 68
    - 3.3.3 UML 符号 69
    - 3.3.4 系统建模语言 73
    - 3.3.5 形式化方法 77
  - 3.4 基于模型的系统工程 78
  - 3.5 建模和验证 79
  - 3.6 总结 79

- 
- 4 编写和审阅需求 80
    - 4.1 引言 80
    - 4.2 需求的要求 81
    - 4.3 构建需求文档 82
    - 4.4 关键需求 83
    - 4.5 使用属性 84
      - 4.5.1 需求表达的定义 84
    - 4.6 确保需求一致性 86
    - 4.7 需求值 87
    - 4.8 需求的语言 88
    - 4.9 需求模板 90
    - 4.10 需求粒度 92
    - 4.11 需求与建模 93
    - 4.12 需求陈述的编写标准 94
    - 4.13 需求编写指南 95
    - 4.14 总结 97
  
  - 5 问题域中的需求工程 99
    - 5.1 什么是问题域? 99
    - 5.2 利益相关方需求通用过程 100
    - 5.3 与客户约定需求 101
    - 5.4 分析与建模 102
      - 5.4.1 确定利益相关方 102
      - 5.4.2 创建使用模型 104
      - 5.4.3 设定系统范围 107
    - 5.5 衍生需求 107
      - 5.5.1 定义需求集的结构 108
      - 5.5.2 捕获需求 111
      - 5.5.3 确定验收标准 117
      - 5.5.4 确定验证策略 117
    - 5.6 总结 118

- 6 解决域的需求工程 119
  - 6.1 什么是解决域 119
  - 6.2 从利益相关方需求到系统需求的工程需求 120
    - 6.2.1 生成系统模型 121
    - 6.2.2 创建派生系统需求的系统模型 122
    - 6.2.3 银行示例 127
    - 6.2.4 汽车示例 129
    - 6.2.5 从系统模型中衍生需求 133
    - 6.2.6 与设计团队约定系统需求 135
  - 6.3 从系统需求到子系统需求的需求工程 135
    - 6.3.1 创建系统架构模型 136
    - 6.3.2 借助架构设计模型衍生需求 136
  - 6.4 使用设计架构的其他转换 137
  - 6.5 总结 138
- 7 高级可追溯性 139
  - 7.1 引言 139
  - 7.2 基本可追溯性 140
  - 7.3 理由 141
  - 7.4 满足关系申明 143
  - 7.5 可扩展追溯性 143
  - 7.6 支持信息和证据 146
  - 7.7 充分性和必要性 147
  - 7.8 评审可追溯性 148
  - 7.9 满足关系申明的表达 149
  - 7.10 可扩展追溯性分析 150
  - 7.11 需求向下展开 150
  - 7.12 用于验证的可扩展追溯性 152
  - 7.13 实现可扩展追溯性 152
    - 7.13.1 单层可扩展追溯性法 152
    - 7.13.2 多层可扩展追溯性 153