

高等学校计算机专业规划教材

软件工程基础与应用 (第2版)

马小军 张玉祥 编著

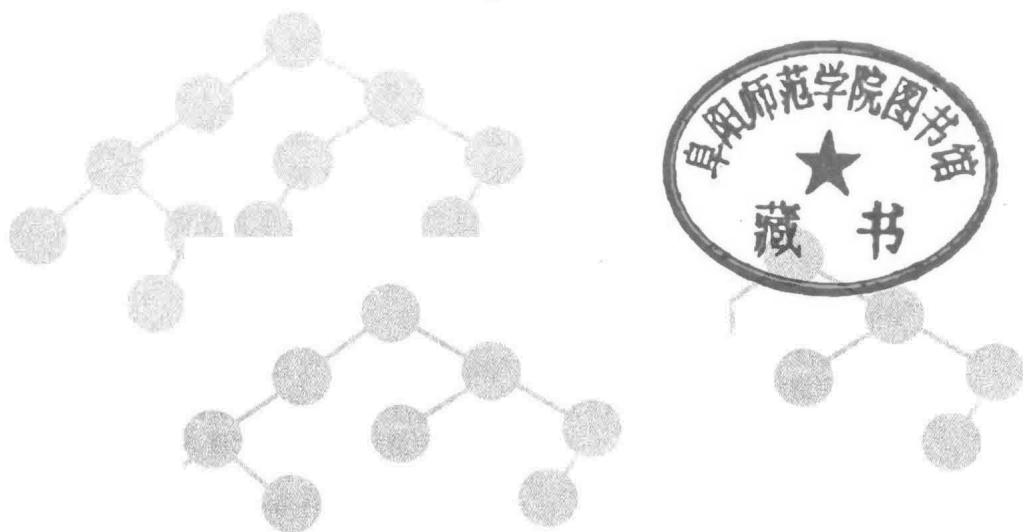
清华大学出版社



高等学校计算机

软件工程 基础与应用 (第2版)

马小军 张玉祥 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以软件工程基本理论知识的普及和常用开发方法的介绍为出发点,对软件工程的主要原理、基本概念、主流技术方法的特点和使用规则、软件测试与维护的一般方法以及软件规模估算与项目的管理等进行了全面描述。全书共 10 章,第 1、2 章是软件工程综述;第 3 章是需求调研与可行性分析;第 4~6 章是系统分析与设计,并重点介绍基于结构化技术的分析与设计方法以及编码实现的基本原则;第 7、8 章是基于面向对象技术的分析与设计方法以及统一建模语言 UML;第 9 章是软件测试技术与维护方法;第 10 章是软件项目管理。配合各章知识点的介绍,每章不但有简单举例和丰富的习题,而且还以一个规模和难度适中的项目为中心进行综合举例说明,并贯穿书中的主要章节,便于读者对所学内容的正确理解和实际应用的认识。

本书既注重理论也强调实际应用,所述内容讲解清晰、实用,所画图形规范、统一,所选案例简明、完整,本书既可作为高等院校相关专业本科生软件工程课程的教材或参考书,也可作为应用软件开发人员、项目管理人员和专业技术人员编写技术文档的参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件工程基础与应用/马小军,张玉祥编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2017
(高等学校计算机专业规划教材)
ISBN 978-7-302-47411-1

I. ①软… II. ①马… ②张… III. ①软件工程—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 126875 号

责任编辑:龙启铭

封面设计:何凤霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.5 字 数:359 千字

版 次:2013 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 2 版 印 次:2017 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

产品编号:073339-01



软件工程学科的发展有其历史的必然。近半个世纪以来,随着通信、计算机、网络应用的普及,作为其灵魂的软件的开发显得越来越重要。无数的反例证明,如果软件产品的质量达不到要求,带来的损失是极其严重的。为保证或提高软件产品的质量,最关键的问题就是从技术和管理两方面双管齐下,使用得到实际考验的一系列最佳软件开发实践,作为我们工作的指导原则,切实做好软件开发的各项活动。

有人讲,软件工程课程学不学没有用处。事实上是这样吗?绝对不是。我在给清华大学计算机系的工程硕士上软件工程课的时候,他们说,他们上的所有课程中,这门课最有用。因为他们都是从事软件开发多年的在职研究生,他们反映,多年来困惑他们的很多问题,从课程中都能找到对应的解决方法。有时,看上去是一句普通的“原则”,在实践上却能解决大问题。所以,虽然课本中讲了许多条条框框,其实都是有其实践背景的。

还有人讲,软件工程这门课程太枯燥,听不懂,做不会,学习起来提不起兴趣。这就是学习方法问题了。软件工程有一条主线,即软件生命周期过程。它的特点是分阶段、有迭代。

从软件开发方法来看,不论是传统的结构化方法,还是面向对象方法,或新的面向服务架构,它们都有各自的适用领域,有不同的视角、不同的活动组织方式和不同的架构。

从软件工程过程来看,最基本的是开发过程、运行过程和维护过程,此外还有各种支持过程和组织过程,它们为基本过程提供辅助支持和各种保证。

从软件工程管理来看,有整体管理,包括启动、计划、执行、控制和收尾 5 大过程,此外,还要考虑需求、成本、进度、质量、人员、沟通和风险等方面的管理活动。

如果我们明确了软件工程的主要方面,就可以有目的、系统地进行课程的学习了。

总之,对于软件工程,应首先想到它是有用的,也可能将来工作后用不到操作系统原理、计算机原理等课程所讲的内容,但只要是从事软件开发,软件工程就是回避不了的。其次,要有它不难学的思想。关键是对将来自己工作的领域要有规划,找准方向,有针对性地学习。特别地,由于社会需求



是不断变化的,软件开发技术是不断进步的,软件开发工具是层出不穷的,我们不要一味追求新的,而应该从最成熟、最可靠的技术和工具学起。在学校里打好基础,将来在工作中就很容易接受新东西。

马小军老师从事软件工程的教學已经20多年了,我与她的相识是在20世纪90年代初她听我的软件工程课的时候。她是一位对工作很认真的老师,在这么多年的教学中已经积累了丰富的教学经验,并领导了许多软件开发项目,从如何培养应用型技术人才角度出发,对软件工程的教學体系、课程内容选材和实践活动组织等各方面都有很好的想法,这本教材的编写就体现了她的教學思路和多年教學的体会,有理论,有案例,全书在内容组织方面注重科学性和系统性,在行文叙述方面颇具简洁性和可读性。我推荐同学们认真阅读,切实领会其实质,不断进步。

清华大学计算机系教授 殷人昆

2013年7月

第2版前言

基于近几年来使用本书第1版开展“软件工程”课程教学的感受以及师生们对一些问题的认识与研讨,同时结合软件领域技术的使用状况,本书第2版更注重软件工程基本理论和技术在当前软件开发领域中的实用性、学生在学习过程中的易理解性以及核心概念和技术的拓展应用,主要做了如下调整:

(1) 增加了对软件工程师职业道德及基本素质的论述,使学生对未来成为一名软件工程师有初步的了解。

(2) 略掉了近几年较少使用且容易造成学习和理解障碍的概念和形式化使用,例如受限关联、链属性等。

(3) 对一些常用且很重要的概念、名词和技术使用方法等,则调整了论述的方式,增强了条理性,并加大举例说明的力度,同时也更注重举例的可理解性与前后连贯性,例如模块结构图的最佳与最差设计、UI设计、面向对象技术与UML建模过程中类的抓取等。

(4) 针对测试工作重要性的不断提升,特别是Web类软件和游戏类软件的大量推出,测试技术与方法也得到了不断的扩充与完善,增加了自动化测试技术和工具的介绍。

(5) 伴随各章进行系统化应用学习的综合案例被完整替换,选择的是国内所有高校大学生每年都会亲身参与的体能测试活动作为背景,分别采用结构化技术和面向对象技术,进行了项目需求定义、系统分析和系统设计等开发过程的系统化详细论述。对于其他非高校学生读者,鉴于一般也都有体测的经历,与此案例有极大的相似之处,学习理解应该也比较容易。选择此项目的另一个考虑是,测试活动很有可能随着要求和地域的不同发生变化,学生则可以根据已给出的分析和设计成果进行相应的方案调整练习,从而达到理论与实践及时的结合。

(6) 对各章后的练习题都做了调整,不仅增加了对一些容易混淆概念的对比理解题,还增加了一些激励学生结合实际体会或兴趣进行分析思考的题目,以期使学生将原以为枯燥的学习、抽象的技术概念能够马上用于实际问题的解决,提高继续学习的兴趣和热情。

本书第2版的编写依然遵循内容实用和系统化、图形规范和一致的原则,融入了多年的教学和实践经验,并采用通俗易懂的语言和简明完整的举例进行表述。书中所有图形(除界面截图以外)均采用Microsoft Office Visio 2007或2010绘制。

本书共计10章,马小军作为总负责人,提出了总体修改方案,并修改、编写了第1~6章,第7~10章由张玉祥修改、编写。

在本书第2版的修改编写过程中,获得了“北京联合大学‘十三五’规划教材建设项目”的资助,也得到了张冰峰、马楠和廖礼萍三位老师的支持和协助,同时又参阅了大量的文献和资料,为最终内容的筛选与论述提供了丰富的借鉴,在此向这些老师、北京联合大学领导和专家以及文献资料的作者再次表示衷心的感谢。

由于时间关系且作者水平有限,书中难免会存在问题和不妥之处,真诚地希望广大读者和软件工程领域的专家能够提出宝贵的意见和建议,我们会虚心地接受并认真思考、修正。作者联系方式: xxtxiaojun@bnu.edu.cn。

编 者

2017年6月于北京



第1版前言

软件工程以研究如何高效率地开发高质量、高可靠性、易维护的软件产品为核心内容,自从20世纪60年代末推出以来,对软件产业的发展起到了巨大的推动作用。软件工程思想的严谨性、开发过程的规范化,为软件项目开发提供了理论保障;各种开发技术和开发方法的涌现和使用,计算机硬件性能的极大提高,以及网络技术和多媒体技术等的不完善,为开发功能健全、性能良好、用户满意的软件,提供了技术支持。由此也促进了软件在各行各业、各个领域中的广泛应用,成为企事业单位全面实现信息化建设的核心内容。随着软件应用的广泛化与内部功能更新的频繁化,用户对软件质量和健壮性的要求更加突出,只有严格遵循工程化和规范化思想的指导,软件开发才可能获得成功。

在很多人的概念里,软件开发就是编写程序,即便是一些公司里面的技术人员,对软件工程也缺乏正确的认识,项目开发过于随意,导致公司虽然能够获得了眼前的经济效益,但因产品在后期不断出现问题,直接影响了企业的形象,长远收益大打折扣。21世纪以来,软件工程作为独立的学科体系,与计算机科学、信息工程、计算机工程等并存,体现出国家对软件技术人才的培养更加重视。信息化发展步伐的迈进,使软件人才的社会需求量也显著提高。软件开发不再是软件专业学生独自掌握的知识和专有技能,而变得更加大众化和普遍化。因软件工程不仅强调技术及其应用,也是一种分析问题和解决问题的思想和方法。所以,系统学习软件工程的知识,对任何专业、将来做任何工作的人而言,都是十分有意义和必要的。

目前市面上出版的软件工程教材比较多,所介绍的理论知识和开发技术也很全面,但各部分的举例不够系统性,特别是对于一些非计算机专业的学生而言,欠缺很多软件方面的专业基础知识,理解起来有一定困难。其结果导致对各章节知识的理解和持续性,特别是技术方法的完整运用,学生难以体会和感受。

为此,我们结合对软件工程的了解与感悟以及多年的教学体会与经验,对软件工程的基本概念、基本理论和主流技术进行系统梳理后编写了本书,书中不仅进行了理论、技术和工具的介绍,同时选择了一个难度和规模适中且学生容易理解的项目作为综合案例,在书中的主要章节贯穿描述,目的是帮助学生正确理解所学内容,系统化地掌握和认识软件工程的思想和技术在实际开发中的具体运用,从而使教材的阅读、学习达到理论与实践的密切

结合。

全书共10章,依照软件生存周期的理念展开叙述,具体内容如下。

第1、2章是软件工程综述,主要介绍软件的概念和特点,软件工程提出的背景和基本原理,几种主流开发方法,软件生存周期的组成和开发模型,以及常用的建模工具等。

第3章是需求调研与可行性研究,主要介绍需求调研的基本方法、用户业务流程的描述、项目可行性分析及软件成本/效益分析的常用方法等。

第4、5章是系统分析与设计,重点介绍基于结构化技术的分析与设计方法,包括主要任务、工作原理、基本原则,以及数据流程图、数据字典和软件结构图的构建与优化等。

第6章是详细设计与编码实现,主要介绍算法的常用描述工具、界面设计需要注意的问题以及一般编码原则等。

第7、8章是基于面向对象技术的分析与设计方法以及统一建模语言UML,主要介绍面向对象分析与设计的基本原理、工作过程以及面向对象技术和UML中的主要视图模型与构建方法等。

第9章是软件测试技术与维护,主要介绍测试的概念与方法、软件调试的步骤与方法以及软件维护的概念、影响维护的因素和提高可维护性的方法。

第10章是软件项目管理,主要介绍软件规模估算方法、风险分析与监控、人员的组织与管理、进度与软件质量的控制等。

作为主编,马小军负责本书的结构组织、综合案例的确定和统稿,并编写了第1章、第2章和第4章,廖礼萍编写了第5章、第7章和第8章,第3章、第9章和第10章由张冰峰编写,第6章由马楠编写。全书由马小军统稿。

在本书的编写过程中,参阅了大量的文献和资料,在此向这些文献资料的作者深表崇敬之意并衷心的感谢。

本书的编写以北京联合大学信息学院软件工程平台课教学改革为依托,突出内容的实用性和系统化以及图形的规范化和一致性,语言通俗易懂,结构编排合理;所有举例简明、完整,同时,书后配有丰富的习题。书中所有图形(除界面截图以外)均是用Microsoft Office Visio 2007绘制的。

本书既可作为高等院校相关专业本科生软件工程课程的教材或参考书,也可作为项目管理人员、应用软件开发人员和专业技术人员的技术参考资料。

我们希望读者通过阅读本书,了解软件工程的理念,理解二种主流技术的特点和基本原则,掌握各种模型和建模工具的使用。同时,通过综合举例,感受软件项目开发过程中系统分析和系统设计的关系与具体实施方法,为今后独立从事一个小型软件项目的开发提供参考和帮助。但由于时间关系且作者水平有限,书中难免会存在问题和不妥之处,真诚地希望读者和软件工程领域专家能够提出宝贵的意见和建议,以帮助我们逐步完善和修正。作者联系方式: xxtxiaojun@bnu.edu.cn。

编 者

2013年5月于北京



第 1 章 概述 /1

1.1 软件的基本概念及特点	1
1.1.1 软件是什么	1
1.1.2 软件的分类	3
1.1.3 软件的发展	5
1.2 软件工程的提出	6
1.2.1 软件工程提出的导火索	6
1.2.2 软件工程的原理	8
1.2.3 软件工程的目标	9
1.3 软件开发方法	10
1.3.1 结构化方法	10
1.3.2 原型化方法	11
1.3.3 面向对象方法	12
1.3.4 敏捷开发方法	13
1.4 软件工程师的职业道德与素质	14
本章小结	15
习题	16

第 2 章 软件生存周期模型 /17

2.1 软件生存周期及其组成	17
2.1.1 软件生存周期的概念和提出的意义	17
2.1.2 软件生存周期的划分与组成	18
2.2 软件开发模型	19
2.2.1 瀑布模型	20
2.2.2 快速原型模型	21
2.2.3 增量模型	22
2.2.4 螺旋模型	22
2.2.5 喷泉模型	23
2.3 常用软件建模工具	24
2.3.1 Microsoft Visio	24



2.3.2 Rational Rose	27
本章小结	28
习题	29

第3章 用户需求调研与可行性分析 /30

3.1 用户需求调研.....	30
3.1.1 关于需求	30
3.1.2 用户需求调研的必要性	30
3.1.3 需求调研方法	32
3.1.4 调研内容和步骤	32
3.2 业务描述.....	35
3.2.1 业务流程定义	35
3.2.2 业务流程图	36
3.3 软件项目可行性分析.....	39
3.4 成本/效益分析	41
3.4.1 软件开发成本估算	41
3.4.2 软件效益分析	42
本章小结	44
习题	44

第4章 基于结构化方法的需求分析 /45

4.1 需求分析简述.....	45
4.1.1 何为需求分析	45
4.1.2 需求分析的主要任务	46
4.1.3 需求分析的原则	47
4.1.4 需求分析方法的分类	48
4.2 结构化分析.....	48
4.2.1 结构化分析的特点和原则	48
4.2.2 结构化分析的主要工具	49
4.3 数据流程图的构建.....	50
4.3.1 构建数据流程图的作用	50
4.3.2 数据流程图的基本符号	51
4.3.3 构建数据流程图的步骤	52
4.3.4 构建数据流程图需要注意的问题	53
4.4 数据字典.....	56
4.4.1 构建数据字典的意义和用途	56
4.4.2 数据字典的主要内容	56
4.4.3 构建数据字典使用的符号	57



4.4.4 数据字典举例	58
4.5 结构化分析建模综合举例	58
4.5.1 系统数据流程图	58
4.5.2 系统数据字典	61
本章小结	64
习题	64

第 5 章 系统概要设计 /66

5.1 简述	66
5.1.1 概要设计基本任务	66
5.1.2 概要设计基本方法	67
5.2 概要设计基本原理	69
5.2.1 模块化	69
5.2.2 抽象	70
5.2.3 逐步求精	70
5.2.4 信息隐藏和局部化	71
5.2.5 模块独立性	71
5.3 结构化系统设计	74
5.3.1 软件结构图种形式	74
5.3.2 数据流程图的分类	75
5.3.3 变换型设计	76
5.3.4 事务型设计	77
5.4 软件结构的其他描述工具——HIPO 图	81
5.5 软件结构的优化准则	83
5.6 结构化设计综合举例	85
本章小结	88
习题	88

第 6 章 详细设计与编码实现 /90

6.1 详细设计的基本任务	90
6.2 详细设计的常用工具	90
6.2.1 程序流程图	91
6.2.2 盒图	92
6.2.3 PAD 图	93
6.2.4 判定表与判定树	93
6.2.5 过程设计语言的使用	95
6.3 人机界面的设计	96
6.3.1 人机界面一般风格	97



6.3.2	人机界面设计原则及相关问题	99
6.3.3	人机界面设计过程	100
6.4	详细设计综合举例	100
6.4.1	人机界面	100
6.4.2	数据库表设计	101
6.4.3	模块设计	103
6.5	编码实现	106
6.5.1	编码工具介绍	106
6.5.2	编码工具的选择	107
6.5.3	编码原则	107
6.5.4	编码举例	108
	本章小结	111
	习题	112

第7章 面向对象技术 /113

7.1	面向对象概述	113
7.1.1	面向对象提出的背景	113
7.1.2	面向对象方法简介	114
7.1.3	面向对象基本概念	115
7.1.4	面向对象的特征	118
7.2	面向对象分析	119
7.2.1	面向对象分析任务概述	119
7.2.2	面向对象分析模型	120
7.2.3	面向对象分析过程	126
7.3	面向对象设计	128
7.3.1	面向对象设计任务	128
7.3.2	面向对象设计与面向对象分析的关系	129
7.3.3	面向对象设计基本原则	130
7.3.4	面向对象设计模型	132
7.3.5	面向对象设计过程	132
	本章小结	135
	习题	135

第8章 UML建模 /137

8.1	UML概述	137
8.1.1	发展历史	137
8.1.2	UML简介	138
8.1.3	视图	138



8.1.4	UML 中的图	139
8.2	用例模型的构建	140
8.2.1	用例图的模型元素	141
8.2.2	确定参与者	142
8.2.3	确定用例	142
8.3	静态模型的构建	146
8.3.1	类图和对象图	146
8.3.2	标识类的方法	150
8.3.3	包图	153
8.4	动态模型的构建	156
8.4.1	顺序图	156
8.4.2	协作图	157
8.4.3	状态图和活动图	158
8.5	物理体系结构的构建	161
8.5.1	组件图	161
8.5.2	部署图	162
8.6	综合实例	163
8.6.1	系统分析	163
8.6.2	系统设计	172
8.6.3	物理结构设计	176
	本章小结	180
	习题	181

第 9 章 测试与维护 /183

9.1	软件测试简介	183
9.1.1	测试定义	183
9.1.2	软件测试的原则	184
9.1.3	软件测试的对象	185
9.2	软件测试模型	185
9.2.1	V 模型	185
9.2.2	W 模型	186
9.3	软件测试的一般过程	187
9.3.1	测试需求分析阶段	187
9.3.2	测试计划阶段	187
9.3.3	测试方案设计阶段	188
9.3.4	测试用例实现阶段	188
9.3.5	测试执行阶段	188
9.3.6	评价与关闭阶段	189



9.4	软件测试常用方法	189
9.4.1	黑盒测试与白盒测试	189
9.4.2	黑盒测试法	189
9.4.3	白盒测试法	194
9.5	面向对象测试	197
9.6	软件测试自动化与测试工具	199
9.6.1	软件测试自动化	199
9.6.2	软件测试工具	200
9.7	软件调试	201
9.7.1	软件调试基本概念	201
9.7.2	软件测试和软件调试的区别	201
9.7.3	软件调试的步骤	201
9.7.4	软件调试方法	202
9.8	软件维护	203
9.8.1	软件维护的定义	203
9.8.2	影响维护工作量的因素	203
9.8.3	软件维护成本	204
9.8.4	软件维护过程	204
9.8.5	软件的可维护性与提高方法	206
	本章小结	207
	习题	207

第 10 章 软件项目管理 /209

10.1	软件规模估算	209
10.1.1	软件规模估算概述	209
10.1.2	软件规模估算常用方法	210
10.2	风险管理	211
10.2.1	软件项目风险定义及管理重要性	211
10.2.2	风险识别	212
10.2.3	风险分析及量化	212
10.2.4	风险应对计划	212
10.2.5	风险监控	213
10.3	人员组织	213
10.3.1	团队管理概述	213
10.3.2	软件项目组织计划	213
10.3.3	项目组织形式	214
10.3.4	团队的组建	215
10.3.5	团队合作与沟通	217



- 10.4 进度管理..... 217
 - 10.4.1 进度管理定义..... 217
 - 10.4.2 进度管理过程..... 217
 - 10.4.3 软件项目任务分解..... 218
 - 10.4.4 软件项目进度计划..... 219
 - 10.4.5 进度控制..... 223
- 10.5 质量管理..... 224
 - 10.5.1 软件质量的定义..... 224
 - 10.5.2 软件质量模型..... 225
 - 10.5.3 软件质量保证..... 226
 - 10.5.4 软件质量控制..... 226
- 本章小结..... 228
- 习题..... 228

随着软硬件技术的发展,在软件工程思想指导之下进行软件开发,已经被广大软件技术人员和管理人员普遍认可、接受并在实际项目中运用。了解和学习软件工程的知識,对于开发出高质量的软件产品至关重要。

自世界上第一台电子计算机在美国诞生至今,计算机技术的发展和應用已经完全超出了当时发明团队成员的预期,特别是近几年各种形式的计算机设备,如笔记本、平板电脑、iPad、智能手机等的相继问世,给人们的工作和生活带来了极大的便捷,已经成为日常不可或缺的必需品和工具。但是,没有安装软件的计算机(通常称之为裸机)是无法为人提供任何服务的,硬件设备作用的发挥是离不开软件的控制的。软件是什么?与程序有何区别和联系?为何要提出软件工程?软件工程的提出对软件开发领域带来了怎样的影响呢?在强调信息化建设的时代,软件技术的先进性与实用性对信息化的发展、文化与系统安全有怎样的影响呢?如何才能成为一名合格的软件工程师?本章将对这些问题进行详细论述。

本章要点:

- 软件的基本概念及具有的特点;
- 软件工程的提出背景与主要思想;
- 主流的软件开发技术与方法;
- 软件工程师的基本素质。

1.1 软件的基本概念及特点

世界上第一台电子计算机 ENIACK 诞生于 1946 年,占地 170 平方米,重量约 $3 \times 10^4 \text{ kg}$,计算能力为每秒可执行 5000 次的加法运算。当时,人们见到这个体积庞大、能够代替人完成数据分析计算的设备,其内心的兴奋和神奇感难以言表。虽然相比于今天我们使用的 PC 和笔记本等计算机而言,ENIACK 内部结构非常简单,但它为人类在现代化计算设备领域的创新发展开拓了方向,在数据处理技术的提出和改进方面奠定了基础,对整个社会进步带来了重要的影响。

1.1.1 软件是什么

在硬件设备不断发展、改进的同时,能否充分发挥它的作用、在其上完成更复杂的工作,是那个年代技术人员的理想和梦想,“软件”这一术语也正是在这个追梦的过程中于