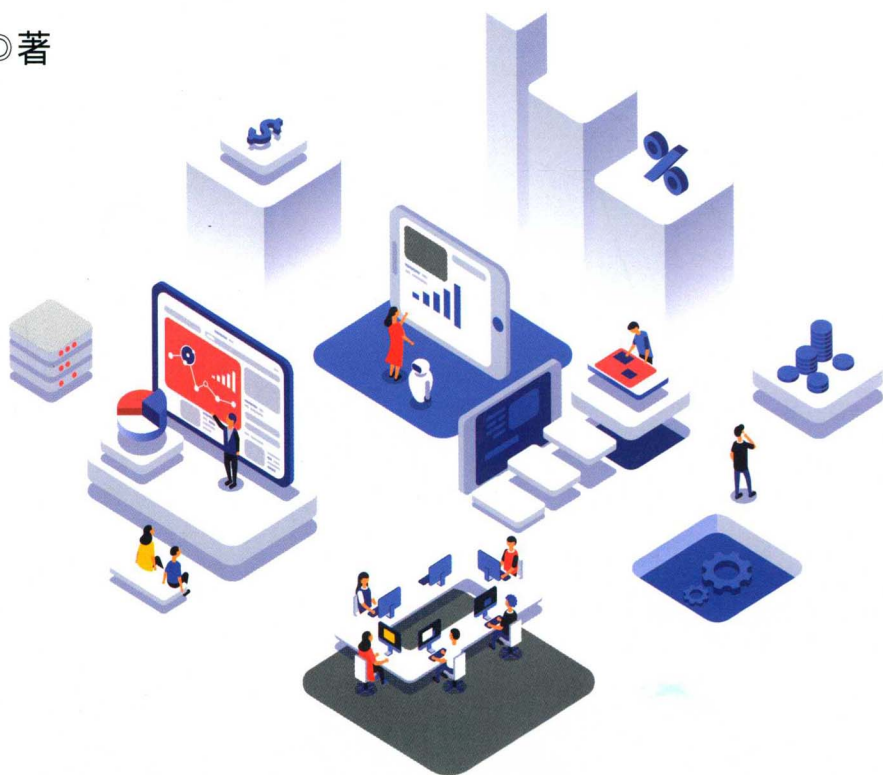


基于数据和度量的软件和信息技术管理

软件成本度量及 造价分析

SOFTWARE COST MEASUREMENT AND ANALYSIS

李华北 等◎著



基于数据和度量的软件和信息技术管理

软件成本度量及造价分析

李华北 吴小庆 韩 珊 李咏华
何建煌 张 旭 门轩庭 白 溥 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书针对现代软件工程的特点,结合金融、航空航天、电子政务、制造及互联网等行业特征,基于相关国际标准、国家标准和行业标准,建立了适用于软件成本度量的体系方法和模型。本书共 10 章,阐述了软件成本度量和造价的一般理论;引入了软件规模估算技术,包括 NESMA、SNAP、COSMIC 等方法的应用和实践;分析了基准数据库的建立及应用,包括生产率、费率、工作量、工期、质量等数据收集、分析和应用方法;建立了软件成本估算、造价分析模型,介绍了行业实施规则、整体案例等内容。

本书可作为各行业从事软件成本度量和造价分析工作人员的参考用书,也可作为从事信息技术及软件开发、软件运维工作人员的学习用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

软件成本度量及造价分析/李华北等著. —北京:电子工业出版社, 2018.6

(基于数据和度量的软件和信息技术管理)

ISBN 978-7-121-34349-0

I. ①软… II. ①李… III. ①软件开发—成本—度量 ②软件开发—造价管理 IV. ①TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 117600 号

策划编辑:徐蔷薇

责任编辑:徐蔷薇 特约编辑:劳嫦娟

印 刷:天津千鹤文化传播有限公司

装 订:天津千鹤文化传播有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22 字数:564 千字

版 次:2018 年 6 月第 1 版

印 次:2018 年 6 月第 1 次印刷

定 价:88.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: xuqw@phei.com.cn。

总

序

PREFACE

信息技术产业发展和应用已进入一个全新的时代，软件成为新一代信息技术产业的灵魂。当前，软件和信息技术服务是引领科技创新、驱动经济社会转型发展的核心力量，是建设制造强国和网络强国的核心支撑。“软件定义”是信息革命的新标志和新特征，其推动信息技术应用进入跨界融合，呈现“网构化、普适化、智能化”的新趋势，不断催生新平台、新模式和新思维，形成以云计算、大数据、物联网、人工智能等为主导的信息应用新业态，同时成为制造业转型升级的关键支撑。

管理是指一定组织中的人员在特定环境下，对组织所拥有的资源进行有效的计划、组织、领导和控制，以便实现组织既定目标的活动过程。管理是一种社会现象，具有明确的任务、职能和层次，其载体是组织，主体是管理者，核心是处理好人际关系，管理工作的有效性追求效率和效果两个方面。管理具有自然属性和社会属性，是科学性和艺术性的统一，包括计划、组织、人员配备、领导和控制等职能。

随着国家建设制造强国、网络强国战略的实施，以及信息产业和数字经济的推进，无论是传统行业还是新兴领域，软件和信息技术产品和服务的应用都越来越广泛，其质量的好坏将对行业产生重要的影响，这些影响体现了软件和信息技术组织的企业管理水平。但是，软件和信息技术组织的产品和服务与传统行业相比有很大的区别，其管理有其特殊性，如组织战略目标、组织结构形式、产品开发和服务模式、人员的组成及其管理方式、绩效管理和控制方法等，都与传统的管理模式有很大的区别。所以，针对上述问题，以及云计算、大数据、物联网、人工智能等新业态和环境所带来的变化，软件和信息技术组织管理形态如何定义、变化和控制，传统软件工程、硬件工程管理方法模式如何发展和更新，产品和服务的过程管理如何开展、运作等，是当前用户、厂商和产业链上的所有合作伙伴所面临的关键问题，亟须建立新的管理概念和模式，推动行业健康发展。

近年来，工业和信息化部电子第五研究所认证中心（以下简称赛宝认证中心）承担了大量产业政策研究、企业管理、两化融合任务，为软件和信息技术服务业、传统制造业等提供了快速、有效的服务，且深感管理技术及其工程实践经验对企业的重要性。

为了使广大管理人员和技术人员能够快速掌握新型管理的基本方法和模式并应用于管理、工程实践，同时顺应新技术、新方法应用的发展，解决上述变化产生的问题，赛

宝认证中心编写了“基于数据和度量的软件和信息技术管理”系列丛书。本系列丛书由四本著作组成，分别覆盖四个方面的内容。

(1) 新时代软件和信息技术产品研发模式和方法。认识“新业态下的产品和服务管理特点，分析常用的开发方法和生命周期，如迭代、顺序模式等，建立新时代的产品和服务开发理论。

(2) 软件和信息技术产品质量模型及工程。基于 ISO 25000 系列标准，建立现代 IT 产品质量度量模型，评价 IT 产品和服务质量；同时，建立产品和服务质量指标与工程过程的关联模型，通过过程管理实现产品和服务的质量目标。

(3) 度量方法及高成熟度管理。强化管理基于数据的概念，定义度量系统和方法，建立度量系统和管理过程的联系，建立高成熟度管理的基线和模型特征，实施量化管理方法，分析其根本原因，应用度量系统实现高成熟度管理目标。

(4) 软件成本度量及造价分析。体现软件价值，完善、建立软件产品造价模型、方法和评估机制，通过行业数据的采集和分析，深化软件工程造价标准的应用，引入第三方评估计价机制，改善低价竞标、恶性竞争的市场环境。

四个方面形成一个有机整体，根据新时代的产品和服务特点，建立开发模式和度量系统，使组织达到高成熟度管理水平，从而提高国际竞争力。

本丛书的主要目的是让读者了解软件和信息技术新时代的管理模式变化，以及度量在管理过程中的重要作用；指导读者应用度量系统等管理方法，使组织实现高成熟度的管理目标。

进入 21 世纪以来,软件和信息技术应用的飞速发展,已经广泛覆盖并渗透到了社会生活的方方面面。特别是近十年来,以云计算、大数据、物联网、人工智能等为代表的新一代信息技术推动信息技术应用进入跨界融合的繁荣期。无所不在的软件,正在走出信息领域的范畴,开始深度渗透到物理世界和人类社会的各个方面,并扮演着重新定义整个世界的重要角色,我们正在进入一个“软件定义一切”的时代。

如何科学、规范地对软件成本进行度量和计价,一直是业界的难题和关注重点。2013 年,工业和信息化部发布了行业标准《软件研发成本度量规范》(SJ/T 11463),提出了以功能点估算为基础的软件研发成本估算方法和标准,对软件研发成本的估算和度量工作做出了明确的指引和说明。经过多年的推广应用,很多政府部门、金融企业、信息技术企业等,均开展了基于行业标准的软件成本度量、计价和招标投标工作,并根据应用实践,形成了行之有效的、系统的实施办法。

赛宝认证中心作为标准起草和推广应用的核心单位,先后为国内很多知名企业和机构提供了不同成熟度级别的软件成本度量和计价的培训、咨询和评估业务,积累了丰富的实践经验。赛宝认证中心以此为基础,结合软件度量技术方法和标准,形成了适用于软件组织定制化、高效化的软件成本度量体系方法和模型。基于此,赛宝认证中心总结多年经验教训,创新性地建立适用性技术方法和标准,编写了本书,供软件成本度量和造价相关人员学习参考,以解决软件组织和管理人员的迫切需求,共同推动软件成本度量体系和方法在软件行业的实践与应用。

本书共 10 章,主要内容如下。

第 1 章 软件成本度量及造价概论。介绍了当今和未来社会软件的定义、地位和发展,以及软件成本度量和造价的基本思路,包括软件造价方法和标准的实践及完善。

第 2 章 规模计数方法。介绍了软件功能需求和非功能需求规模计数的常用方法,对各规模计数方法及应用范围进行了对比分析。

第 3 章 NESMA 应用。介绍了国际功能点方法 NESMA 标准的功能点分析基本步骤、三种估算方法(指示、估算、详细)、通用计数规则、规模调整等,通过案例分析具体说明 NESMA 应用。

第 4 章 SNAP 应用。介绍了软件非功能规模计数 SNAP 标准的基本概念、基本原

理、计数规则及方法的应用。

第5章 COSMIC 应用。介绍了国际功能点方法 COSMIC 标准的基本概念、度量基本模型、度量基本过程、方法应用及应用中的常见问题。

第6章 基准数据库的建立及应用。介绍了基准数据库的目的、建立与维护,基准数据库的常用工具和方法,包括测量元定义、基准数据分析方法、基准比对方法、功能点字典应用等,并通过基准数据库实例,具体说明数据库的应用。

第7章 工作量和工期估算。介绍了工作量估算的常用方法、估算模型及典型案例应用,以及工期估算的过程、方法和工期进度控制与分析等。

第8章 成本估算。介绍了软件成本的定义和构成,软件成本估算过程、估算常用方法、估算模型和典型案例应用,以及软件成本的测量与分析。

第9章 软件造价分析。介绍了软件产品及其价格特点,软件产品定价的主要影响因素、定价过程、定价策略、定价方法等。

第10章 行业实施规则及整体案例分析。通过项目预算、项目招投标、项目计划、项目管理、项目结算5个典型场景的完整案例,说明在实际业务中如何应用本书中介绍的方法、工具、经验,开展软件成本度量工作。

参与本书写作工作的人员有李华北、吴小庆、韩珊、李咏华、何建煌、张旭、门轩庭、白溥,参与本书审校工作的人员有李华北、谢映瑶,感谢上述人员对本书写作和审校工作的大力支持,希望本书能够给众多IT服务企业及从事软件成本度量和造价分析工作的相关人员提供帮助,也热忱欢迎广大读者对本书提出宝贵的意见和建议。

李华北

2018年4月16日

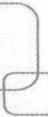
CONTENTS



第 1 章 软件成本度量及造价概论	1
1.1 软件的地位和发展	1
1.1.1 软件的定义	1
1.1.2 软件的地位	9
1.1.3 软件的发展	15
1.2 软件成本度量及造价	20
1.2.1 软件度量	20
1.2.2 软件成本	24
1.2.3 软件造价	27
1.2.4 实施意义	33
第 2 章 规模计数方法	36
2.1 功能点计数模型的发展和现状	36
2.2 商务性软件: IFPUG 方法和模型	38
2.2.1 IFPUG 功能点估算方法的由来	38
2.2.2 IFPUG 方法的基本原理	38
2.2.3 IFPUG 的具体计算方法	38
2.2.4 IFPUG 方法的工作流程	40
2.3 一般软件: NESMA 方法和模型	42
2.3.1 NESMA 背景及发展历史	42
2.3.2 NESMA 基本方法	43
2.3.3 NESMA 的主要特点	44
2.4 嵌入式软件: COSMIC-FFP 方法和模型	45
2.4.1 COSMIC-FFP 方法的起源与发展	45
2.4.2 COSMIC-FFP 方法的基本原理	46
2.4.3 COSMIC-FFP 方法的过程	47

2.5	非功能需求: SNAP 方法和模型	48
2.5.1	SNAP 方法的发展历史	48
2.5.2	SNAP 方法的目标及优点	49
2.5.3	SNAP 方法介绍	50
2.6	各规模计数方法的比较及应用范围	51
2.6.1	功能需求规模计数	51
2.6.2	非功能需求规模计数	54
第 3 章	NESMA 应用	57
3.1	FPA 分析基本步骤	57
3.1.1	第一步: 收集可用的需求文档	57
3.1.2	第二步: 确定软件用户	60
3.1.3	第三步: 确定估算类型	61
3.1.4	第四步: 识别功能部件并确定复杂度	64
3.1.5	第五步: 与用户验证	65
3.1.6	第六步: 与功能点专家验证	65
3.2	指示功能点计数	65
3.2.1	内部逻辑文件	66
3.2.2	外部接口文件	68
3.2.3	FPA 数据表	69
3.2.4	解规范化	71
3.2.5	指示功能点计数方法	75
3.3	估算功能点计数	76
3.3.1	基本过程	76
3.3.2	外部输入	77
3.3.3	外部输出	79
3.3.4	外部查询	82
3.3.5	估算功能点计数方法	83
3.4	详细功能点计数	83
3.4.1	确定相关参数	83
3.4.2	逻辑文件的复杂度	86
3.4.3	外部输入的复杂度	87
3.4.4	外部输出的复杂度	87
3.4.5	外部查询的复杂度	87

3.4.6 功能复杂度对照表	88
3.4.7 详细功能点计数方法	88
3.5 通用计数规则	88
3.6 规模调整	97
3.6.1 通用系统的调整因子	97
3.6.2 需求变更的调整因子	98
3.7 NESMA 与 IFPUG 的区别	98
3.8 实践经验	100
3.8.1 需求的完整性补充	100
3.8.2 功能点规模的公平性	101
3.8.3 常见问题	101
3.9 案例分析	102
3.9.1 指示功能点计数	102
3.9.2 估算功能点计数	103
3.9.3 详细功能点计数	105
第 4 章 SNAP 应用	107
4.1 SNAP 方法的背景及基本概念	107
4.1.1 SNAP 方法的背景	107
4.1.2 SNAP 方法的基本概念	108
4.2 基本原理	110
4.3 SNAP 方法的计数规则	111
4.3.1 确定评估目的、范围、边界和分区	112
4.3.2 关联类和子类并计算每个 SCU 的非功能规模	113
4.3.3 计算非功能规模	132
4.4 SNAP 方法的应用	133
4.4.1 内部数据备份和数据发送案例	133
4.4.2 用户界面案例	134
第 5 章 COSMIC 应用	136
5.1 COSMIC 的基本概念	136
5.2 功能性用户需求的获取	139
5.3 COSMIC 的两个基本模型	140
5.3.1 COSMIC 软件环境模型	140



- 5.3.2 通用软件模型 141
- 5.4 度量的基本过程 141
 - 5.4.1 度量策略阶段 143
 - 5.4.2 映射阶段 146
 - 5.4.3 度量阶段 148
- 5.5 COSMIC 应用中存在的主要问题及解决方法 150
 - 5.5.1 主要问题 150
 - 5.5.2 解决方法 153
- 5.6 COSMIC 方法的应用 155
 - 5.6.1 COSMIC 的应用场景 155
 - 5.6.2 COSMIC 应用案例分析 156
- 第 6 章 基准数据库的建立及应用 160
 - 6.1 背景及目的 160
 - 6.2 功能点字典 162
 - 6.2.1 功能点字典的概念 163
 - 6.2.2 建立功能点字典的方法 163
 - 6.2.3 功能点字典的应用 164
 - 6.2.4 功能点字典的样例 165
 - 6.2.5 更新功能点字典 165
 - 6.2.6 功能点字典的应用案例 165
 - 6.3 测量元定义 166
 - 6.3.1 定义测量元的基本方法 166
 - 6.3.2 相关国际、国内标准 168
 - 6.3.3 常用的度量元集 168
 - 6.4 基准数据分析的方法 172
 - 6.5 基准数据库的建立 173
 - 6.6 基准数据库的维护更新 175
 - 6.7 基准比对方法 176
 - 6.7.1 基准比对方法发展现状 176
 - 6.7.2 基准比对方法对软件企业的作用和意义 177
 - 6.7.3 基准比对方法实施流程 179
 - 6.8 基准数据库的实例 180
 - 6.8.1 ISBSG 的基本情况和提供的服务 181



6.8.2 CSBSG 的基本情况和提供的服务	182
6.8.3 SPIBSP 的基本情况和提供的服务	183
第 7 章 工作量和工期估算	188
7.1 工作量估算概述	189
7.2 工作量估算原则	190
7.3 工作量估算准备	194
7.4 工作量估算方法	198
7.4.1 类推法	198
7.4.2 类比法	199
7.4.3 基于专家经验的估算方法	202
7.4.4 WBS 法	205
7.4.5 算法型估算方法	206
7.4.6 小结	231
7.5 工作量监控、测量与分析	232
7.5.1 工作量测量	233
7.5.2 工作量监控	234
7.5.3 工作量评价与改进	235
7.5.4 工作量验证	235
7.5.5 小结	236
7.6 工期估算	236
7.6.1 工期估算的原则与要点	237
7.6.2 工期估算过程	237
7.6.3 工期估算技术	241
7.7 项目进度控制	245
7.7.1 进度跟踪	245
7.7.2 里程碑进度	245
7.7.3 挣值法	246
7.7.4 进度偏差分析	249
7.7.5 分析结果应用	251
第 8 章 成本估算	252
8.1 软件项目成本管理	252
8.1.1 软件项目成本管理的基本概念	252

8.1.2	软件项目成本管理过程	252
8.1.3	软件项目的特点	253
8.1.4	软件项目成本估算的特点	254
8.2	软件成本定义及构成	254
8.2.1	直接人力成本	256
8.2.2	直接非人力成本	256
8.2.3	间接人力成本	256
8.2.4	间接非人力成本	257
8.3	软件成本估算的一般过程	257
8.4	软件研发成本常用估算方法	260
8.4.1	专家判断法	260
8.4.2	类比法	260
8.4.3	COCOMO 模型	260
8.4.4	功能点分析法	261
8.5	行业软件成本估算模型	261
8.5.1	直接人力成本的估算	261
8.5.2	直接非人力成本的估算	262
8.5.3	间接人力成本的估算	263
8.5.4	间接非人力成本的估算	263
8.5.5	行业软件研发成本估算模型	263
8.5.6	软件成本估算过程	264
8.5.7	案例	266
8.6	成本测量	269
8.7	成本分析	270
8.8	数据应用	270
8.8.1	软件成本估算常用的数据	271
8.8.2	企业自建基准	271
第 9 章	软件造价分析	273
9.1	软件产品及其价格的特点	274
9.1.1	软件产品的特点	274
9.1.2	软件定价的特点	275
9.2	影响软件产品定价的主要因素	277
9.2.1	影响价格的内部因素	277

9.2.2 影响价格的外部因素	277
9.3 软件产品的定价过程	278
9.4 软件产品的定价方法	279
9.4.1 传统的定价方法	279
9.4.2 SaaS 定价方法	283
9.5 软件产品的定价策略	283
9.5.1 撇脂定价策略	284
9.5.2 渗透定价策略	285
9.5.3 捆绑定价策略	285
9.5.4 交叉补贴定价策略	286
9.5.5 免费使用策略	287
9.5.6 “歧视”定价策略	287
9.5.7 尾数定价策略	288
9.5.8 小结	289
第 10 章 行业实施规则及整体案例分析	290
10.1 预算场景	290
10.1.1 制定预算的依据	291
10.1.2 估算方法	291
10.1.3 上报预算	295
10.1.4 审批预算	295
10.1.5 应用示例	295
10.2 招/投标场景	297
10.2.1 应用范围	297
10.2.2 招标	297
10.2.3 投标	298
10.2.4 应用示例	299
10.3 项目计划场景	308
10.3.1 项目规模估算在制订项目计划中的作用	308
10.3.2 项目计划场景下估算的特点	309
10.3.3 项目计划场景下的估算要点	309
10.3.4 项目计划场景下的估算案例	314
10.3.5 软件计划估算的戒律	315
10.4 项目管理场景下的估算	316

10.4.1 采用功能点方法进一步明确需求	317
10.4.2 在项目各阶段对数据进行采集	317
10.4.3 软件研发成本分析	319
10.5 项目结算场景下的估算	321
10.5.1 结算分类	321
10.5.2 项目结算估算方法	323
10.5.3 结算后数据的应用	327
附录	329
参考文献	336

第 1 章 软件成本度量及造价概论

1.1 软件的地位和发展

1.1.1 软件的定义

软件是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。一般来讲，软件可划分为系统软件、应用软件和介于这两者之间的中间件。软件不仅包括可以在计算机（这里的计算机是指广义的计算机）上运行的电脑程序，与这些电脑程序相关的文档一般也被认为是软件的一部分。简单地说，软件就是程序加文档的集合体。另外，软件也泛指社会结构中的管理系统、思想意识形态、思想政治觉悟、法律法规，等等。计算机软件的含义包括如下三个方面：

- （1）运行时，能够提供所要求功能和性能的指令或计算机程序集合。
- （2）程序能够满意地处理信息的数据结构。
- （3）描述程序功能需求及程序如何操作和使用的文档。

软件具备如下特点：

- （1）软件是无形的，没有物理形态，只能通过运行状况来了解其功能、特性和质量。
- （2）软件渗透了大量的脑力劳动，人的逻辑思维、智能活动和技术水平是软件产品的关键。
- （3）软件不会像硬件一样老化、磨损，但需要进行缺陷维护和技术更新。
- （4）软件的开发和运行必须依赖于特定的计算机系统环境，且对于硬件也有依赖性，为了减少依赖，在开发软件过程中提出了软件的可移植性。
- （5）软件具有可复用性，软件开发出来很容易被复制，从而形成多个副本。

软件也是用户与硬件之间的接口界面。用户主要是通过软件与计算机进行交互。软件是计算机系统设计的的重要依据。为了方便用户和使计算机系统具有较高的总体效用，在设计计算机系统时，必须通盘考虑软件与硬件的结合，以及用户的要求和软件的要求。

计算机软件与一般硬件产品相比有很大的区别，主要包括如下几个方面：

- （1）硬件有形，有色，有味，看得见，摸得着，闻得到。而软件无形，无色，无味，

看不见，摸不着，闻不到。软件大多存在于人们的脑中或纸面上，它的正确与否，是好是坏，一直要到程序在机器上运行才能知道。这就给设计、生产和管理带来了许多困难。

(2) 计算机软件生产方式不同，软件需要开发，它是人的智力的高度发挥，不是传统意义上的硬件制造。尽管软件开发与硬件制造之间有许多共同点，但这两种活动是根本不同的。

(3) 计算机软件要求不同。硬件产品允许有误差，而软件产品却不允许有误差，但软件产品允许存在缺陷。

(4) 计算机软件维护不同。硬件是会用旧、用坏的，理论上，软件是不会用旧、用坏的，但实际上，软件也会变旧、变坏。因为在软件的整个生命周期中，一直处于更新、维护状态。

长期以来，软件的应用已渗透到各个行业，其种类繁多。软件的分类目前尚没有统一、科学的标准。常用的软件分类方法包括以下几种。

1. 按照软件的应用对象分类

1) 系统软件

系统软件为计算机使用提供最基本的功能，可分为操作系统和支撑软件，其中操作系统是最基本的软件。系统软件负责管理计算机系统中各种独立的硬件，使得它们可以协调工作。系统软件使得计算机使用者和其他软件将计算机当成一个整体而不需要顾及底层每个硬件是如何工作的。

操作系统是管理计算机硬件与软件资源的程序，同时也是计算机系统的内核与基石。操作系统身负诸如管理与配置内存、决定系统资源供需的优先次序、控制输入与输出设备、操作网络与管理文件系统等基本事务。操作系统也提供一个让使用者与系统交互的操作接口。

支撑软件是支撑各种软件的开发与维护的软件，又称为软件开发环境(SDE)。它主要包括环境数据库、各种接口软件和工具组。著名的软件开发环境有 IBM 公司的 Web Sphere，微软公司的 Studio.NET 等。这些支撑软件包括一系列基本的工具，如编译器、数据库管理、存储器格式化、文件系统管理、用户身份验证、驱动管理、网络连接等方面的工具。

2) 应用软件

系统软件并不针对某一特定应用领域，而应用软件则相反，不同的应用软件根据用户和所服务的领域提供不同的功能。应用软件是为了某种特定的用途而被开发的软件。它可以是一个特定的程序，如一个图像浏览器；也可以是一组功能联系紧密、可以互相协作的程序的集合，如微软的 Office 软件；还可以是一个由众多独立程序组成的庞大的软件系统，如数据库管理系统。

如今智能手机得到了极大的普及，运行在手机上的应用软件简称手机软件，它能完