

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程

软件工程

韩利凯 主编

高寅生 杨全 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软

A decorative floral illustration in the top right corner, featuring a branch with several small, five-petaled flowers and swirling lines.

软件工程

韩利凯 主编
高寅生 杨全 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书针对高校计算机相关专业软件工程课程的需要而编写,书中系统地介绍了软件工程的基础知识与应用技术,内容包括软件工程的基本概念和基础知识,软件生命周期与软件开发的各种模型,软件立项与合同,软件需求分析的概念、方法和工具,软件策划的规模、费用和资源的估计方法,软件建模的思想及三个模型分析,软件设计概论和设计方法,软件测试方法,软件实施及维护的方法,软件管理。本书在内容上注重科学性、先进性,强调实践性,提供了丰富的软件开发实例和素材,反映了软件工程的最新发展技术。

本书内容全面、深入浅出、理论和实践相结合,通过对本书的学习读者能够较好地掌握软件工程的基本知识和基本技术。本书可作为高等院校计算机科学与技术、软件工程等专业的软件工程课程教材,也可作为软件工程培训班教材或者软件开发及软件管理人员的自学参考书。

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/韩利凯主编.--北京:清华大学出版社,2013

21世纪高等学校规划教材·软件工程

ISBN 978-7-302-32785-1

I. ①软… II. ①韩… 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(2013)第136197号

责任编辑:郑寅堃 王冰飞

封面设计:傅瑞学

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:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19 字 数:460千字

版 次:2013年9月第1版 印 次:2013年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.00元

产品编号:049683-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

软件工程是将软件开发、维护和软件管理的理论应用于实践的一门工程科学,是计算机科学技术及相关专业的专业基础课。软件工程的观念主要是针对 20 世纪 60 年代发生的“软件危机”而提出的,自提出“软件工程”的概念以来,在四十多年的时间里,软件工程在软件开发模型、方法以及支持工具的研究方面都取得了长足的进步,在结构化程序设计、结构化方法、软件项目管理方法和工具研究等方面取得了大量研究成果,软件工程的应用水平已成为软件发展的关键因素。

随着计算机网络的发展和信息化水平的不断提高,大型软件系统的规模和复杂度与日俱增,软件技术面临着许多新的挑战。大型复杂软件的开发是一项特殊的工程,不仅与传统工程一样,需要按照工程化的方法去组织管理软件的开发,而且软件开发更具特殊性和复杂性。因此软件工程已经成为计算机科学与技术学科的重要基础学科。

在信息化趋势的引导下,随着各种大型软件的规模和复杂性的大幅度提升,软件质量可靠性的问题变得日益突出。几乎每个软件开发企业的软件产品在开发过程中都需要用到软件工程的相关知识,而这些工作必须依靠拥有娴熟技术的专业软件管理人员和开发人员来完成。软件项目管理人员就是这样的一个重要角色。但是目前国内,在大多数软件企业中,软件开发管理人员的工程管理水平远远落后于国外先进水平。

随着高等院校计算机相关专业软件工程课程的开设,软件工程教学在高校中已经广泛开展,使软件工程课程的教学得到进一步改善。由此,对软件过程课程教材的需求也与日俱增,特别是理论和实践相结合的优秀教材。

本书的编写特色有两个:

(1) 理论和实践相结合,在理论上拓展实践技能。本书的前面部分详细介绍了软件工程理论知识,中间部分穿插讲述实际软件项目的工程案例,将理论知识加以应用,以提高本书的实践性。

(2) 注重知识的多元性。全书贯穿了软件工程、软件质量管理和软件项目管理等知识,让读者体会到软件工程在整个软件生命周期中的地位和作用。

本书由“软件危机”引出软件工程概念,逐步分析了软件工程的发展状况:第 1 章主要介绍软件工程的基本概念、应用前景和相关理论;第 2 章详细讲解软件生命周期与开发模型,以及各种模型之间的关系;第 3 章主要讲述软件立项、签订合同、软件招投标等的方法;第 4 章详细描述软件需求分析的基本概念、需求分析的方法、工具箱过程管理等;第 5 章详细介绍软件策划概论,规模估计、费用与资源估计的方法;第 6 章详细讲述软件建模思想以及三个模型建模实例分析;第 7 章具体介绍软件设计概论和原理,详细讲述面向过程设计、面向对象设计、面向元数据设计的方法;第 8 章介绍软件测试概论、软件测试模型,黑盒测试、白盒测试和灰盒测试的方法;第 9 章重点介绍软件实施与维护的基本知识以及软件维

护方法的比较;第10章讲述软件管理的相关知识,包括改进 CMMI 模型、软件配置管理、软件质量保证和软件项目管理的相关知识。

本书由韩利凯主编,高寅生、杨全任副主编。各章节编写安排如下:第1章、第2章:车鹏飞;第3章、第4章:刘鹰;第5章:徐东升;第6章:杨全;第7章、第8章:袁佳乐;第9章:任强;第10章:杨全。本书在编写过程中得到了多方面的帮助、指导和支持。感谢西安文理学院软件学院的各位领导和各位老师。

作者

2013年6月

目 录

第 1 章 软件工程概论	1
1.1 软件的定义	1
1.1.1 软件的概念及特点	1
1.1.2 软件分类	3
1.1.3 软件的发展历史	4
1.1.4 软件危机	5
1.2 软件工程	7
1.2.1 软件工程的定义	7
1.2.2 软件工程技术介绍	7
1.2.3 软件工程的基本原理	9
1.3 软件工程在软件行业中的作用	10
1.4 软件工程方法论	12
1.5 软件工程实践论	14
1.5.1 软件项目管理	14
1.5.2 软件测试	16
1.6 本章小结	16
习题 1	17
第 2 章 软件生命周期与开发模型	18
2.1 软件生命周期模型概论	18
2.1.1 软件定义期	18
2.1.2 软件开发期	19
2.1.3 软件运行与维护期	20
2.2 瀑布模型	20
2.2.1 瀑布模型的特点	21
2.2.2 瀑布模型的优缺点	22
2.2.3 瀑布模型的适用范围	22
2.3 增量模型	23
2.3.1 增量模型的特点	23
2.3.2 增量模型的优缺点	24
2.4 原型模型	24
2.4.1 快速原型方法	25

2.4.2	原型进化模型	25
2.5	迭代模型	26
2.5.1	迭代模型的阶段及核心流程	26
2.5.2	迭代模型的优缺点	27
2.6	螺旋模型	28
2.6.1	螺旋模型的特点	29
2.6.2	螺旋模型的优缺点	29
2.7	喷泉模型	29
2.7.1	喷泉模型的特点	30
2.7.2	喷泉模型的优缺点	30
2.8	XP 模型	30
2.8.1	XP 模型的特点	31
2.8.2	XP 模型的优缺点	31
2.9	各种模型之间的关系	31
2.9.1	瀑布模型与迭代模型	31
2.9.2	瀑布模型与增量模型	31
2.9.3	瀑布模型与原型模型	32
2.9.4	瀑布模型与螺旋模型	32
2.9.5	XP 模型与迭代模型	32
2.9.6	生命周期模型之间的关系总结	32
2.10	本章小结	32
习题 2		32
第 3 章	软件立项与合同	34
3.1	软件立项方法与文档	34
3.1.1	项目的基本概念	34
3.1.2	软件项目的特点	35
3.1.3	软件项目的立项	36
3.1.4	软件立项文档	39
3.2	签订合同的方法与文档	40
3.2.1	合同的基本概念	40
3.2.2	签订合同	40
3.2.3	合同的内容	41
3.3	软件招标与投标	44
3.3.1	项目招标与投标的基本概念	44
3.3.2	软件招标与投标的过程	45
3.3.3	软件招标书与投标书的编写	46
3.4	下达任务的方法与文档	48
3.5	本章小结	51

习题 3	52
第 4 章 软件需求分析	53
4.1 需求分析的基本概念	53
4.1.1 软件需求	53
4.1.2 软件需求分析	55
4.1.3 软件需求分析的基本要求	55
4.1.4 软件需求分析的重要性	55
4.2 软件需求分析的过程和任务	56
4.2.1 需求分析的过程	56
4.2.2 获取用户需求的主要内容	57
4.2.3 需求分析的任务	58
4.3 需求分析的方法	59
4.3.1 结构化分析方法	59
4.3.2 面向对象分析方法	62
4.3.3 统一建模语言	63
4.4 需求描述工具	67
4.4.1 数据流图	68
4.4.2 数据字典	69
4.4.3 结构化语言	70
4.4.4 判定表	71
4.4.5 判定树	72
4.5 需求过程管理	73
4.5.1 需求分析阶段的项目管理	73
4.5.2 需求过程管理的内容	75
4.6 需求分析文档	76
4.6.1 需求文档完成的目标	77
4.6.2 需求文档的特点	77
4.6.3 需求文档编写的一般原则	78
4.6.4 需求文档编写格式	79
4.7 需求评审	81
4.7.1 需求评审的方法	81
4.7.2 需求评审的内容	82
4.7.3 需求评审的测试	83
4.8 本章小结	83
习题 4	85
第 5 章 软件策划	86
5.1 软件策划概论	86

5.2	软件策划过程	88
5.3	软件估计的方法	90
5.4	软件策划管理与软件策划管理文档	92
5.5	本章小结	97
	习题 5	98
第 6 章	软件管理	99
6.1	三个模型的建模思想	99
6.1.1	对象模型	100
6.1.2	动态模型	100
6.1.3	功能模型	100
6.1.4	三个模型之间的关系	101
6.2	数据模型设计概论	101
6.2.1	数据模型	101
6.2.2	概念数据模型	103
6.2.3	逻辑数据模型	107
6.3	数据库设计的理论与方法	111
6.3.1	数据库设计概述	111
6.3.2	数据库规划阶段	111
6.3.3	数据库需求分析	112
6.3.4	数据库概念结构设计	112
6.3.5	数据库逻辑结构设计	113
6.3.6	数据库物理结构设计	113
6.3.7	数据库实施、运行和维护	113
6.4	数据模型建模实例分析	113
6.4.1	设计局部 E-R 模型	114
6.4.2	设计总体 E-R 模型	116
6.4.3	消除冗余、优化总体 E-R 模型	117
6.5	三个模型建模实例分析	118
6.5.1	ATM 系统需求	118
6.5.2	建立对象模型	119
6.5.3	建立动态模型	124
6.5.4	建立功能模型	128
6.6	三个模型建模思想的总结	129
6.6.1	三个模型建模思想的优点	129
6.6.2	三个模型建模思想的缺点	130
6.6.3	值得思考的问题	130
6.7	本章小结	131
	习题 6	131

第 7 章 软件设计	132
7.1 软件设计概论	132
7.2 软件设计原理	133
7.2.1 模块化	133
7.2.2 抽象化	134
7.2.3 逐步求精	135
7.2.4 信息隐藏和局部化	136
7.2.5 模块独立性	136
7.2.6 模块层次化	139
7.2.7 启发式规则	139
7.3 面向过程设计	140
7.4 面向对象设计	144
7.4.1 面向对象方法概述	145
7.4.2 面向对象的概念	146
7.4.3 面向对象的模型	148
7.4.4 设计类	151
7.4.5 面向对象实现	151
7.5 面向元数据设计	152
7.6 软件设计方法总结	154
7.7 软件设计文档	155
7.8 本章小结	156
习题 7	156
第 8 章 软件测试	157
8.1 软件测试概论	157
8.1.1 测试的目的	157
8.1.2 测试的基本原则	158
8.2 软件测试模型	158
8.3 黑盒测试方法	162
8.3.1 等价类划分法	162
8.3.2 边界值分析法	163
8.3.3 错误推测法	164
8.3.4 因果图法	164
8.4 白盒测试方法	164
8.4.1 逻辑覆盖	165
8.4.2 基本路径测试	166
8.4.3 条件测试	167
8.4.4 循环测试	167

8.5	灰盒测试方法	168
8.6	测试过程与测试文档	168
8.6.1	测试过程	168
8.6.2	测试文档	169
8.7	本章小结	170
	习题 8	170
第 9 章	软件实施与维护	171
9.1	软件产品的分类	171
9.2	软件产品的发布	172
9.2.1	产品发布策略	172
9.2.2	产品发布流程规范	172
9.2.3	产品发布方式	174
9.3	软件产品的实施	174
9.3.1	软件产品实施步骤	175
9.3.2	实施过程中的整改处理	177
9.4	软件维护的传统方法	178
9.4.1	软件维护的定义	178
9.4.2	软件维护的特点	179
9.4.3	软件维护的过程	181
9.4.4	软件维护的副作用	185
9.4.5	软件可维护性	187
9.4.6	可维护性复审	191
9.4.7	提高软件的可维护性	192
9.5	软件维护的最新方法	195
9.5.1	软件的逆向工程和再工程	195
9.5.2	逆向工程	195
9.5.3	再工程	196
9.5.4	软件再工程风险	199
9.6	软件维护文档	200
9.6.1	软件文档	200
9.6.2	维护过程文档	201
9.7	本章小结	202
	习题 9	202
第 10 章	软件管理	204
10.1	软件过程改进模型 CMMI	204
10.1.1	软件过程能力	204
10.1.2	软件能力成熟度模型 CMM	205

10.1.3	软件能力成熟度模型集成 CMMI	214
10.2	软件配置管理	223
10.2.1	软件配置管理概述	223
10.2.2	软件配置管理的基本概念	224
10.2.3	软件配置管理的内容	233
10.2.4	软件配置管理的功能	233
10.2.5	软件配置管理的流程	234
10.2.6	版本控制	237
10.2.7	变更控制	239
10.3	软件质量保证	240
10.3.1	软件质量	240
10.3.2	软件质量保证概述	242
10.3.3	软件质量保证活动	245
10.3.4	软件质量保证的措施	248
10.4	软件项目管理	251
10.4.1	软件项目管理概述	251
10.4.2	软件项目成本管理	253
10.4.3	软件项目时间管理	266
10.4.4	软件项目人力资源管理	275
10.4.5	软件开发质量管理	283
10.5	本章小结	285
习题 10		286
参考文献		287

第 1 章

软件工程概论

在计算机软件技术发展初期,程序与软件的概念基本等同,开发软件也被认为是编写程序。随着计算机及软件技术应用的不断发展与推广扩大,软件逐渐发展成为独立的产业、产品。软件工程就是为适应软件的产业化发展需要,而逐步发展起来的,成为计算机和信息产业的重要支柱。本章主要介绍软件和软件工程的相关概念,概要介绍软件开发的过程及方法。

1.1 软件的定义

1.1.1 软件的概念及特点

1. 软件的概念

“软件(Software)”一词是在 20 世纪 60 年代出现的。人们普遍认为,软件是计算机系统中的一个重要组成部分,与计算机硬件系统共同组成计算机系统。早期的软件系统主要用于一些科研机构的科学工程计算,任务单一、应用领域很小。因此早期的软件开发主要侧重于程序编写,程序也成为早期软件的代名词。但随着软件系统功能的扩展,软件应用范围与规模的扩大,软件系统越来越复杂了。

就当前来讲,软件对于我们并不陌生,但是软件的含义并不明确,还有不少人错误地认为“软件就是程序,软件开发就是编写程序”。今天的软件系统已经具有了更多内容,包含计算机程序、用于设置程序正常工作的配置文件、描述软件构造的系统文档、指导软件使用的相关文档等。

人们普遍认可的软件的传统定义为:软件是计算机系统中与硬件相互依存的一部分,软件包括程序、数据及其相关文档的完整集合。其中,程序是按事先设计的功能和性能要求执行的指令序列,数据是程序能够正确地处理信息的数据结构,文档是与程序开发、维护和使用有关的图文资料。

软件是用户与硬件之间的接口,使用计算机就必须有软件,用户通过软件与计算机系统进行交互。软件在计算机系统的作用就是指挥和管理,计算机系统是否工作、怎么工作都是由软件系统决定的。

2. 软件的特点

软件是计算机系统逻辑成分,相对于硬件有形的物理特征,软件是无形的抽象概

念。例如,程序是操纵计算机工作的指令的集合,但它并不能以一种特殊的物理形态独立存在,必须通过物理存储介质,如通过硬盘等才能保存,当需要程序工作时将它调入到计算机内存中,并且通过计算机的中央处理器才能工作。

软件虽然也是由人工编写的产品,但与普通的人工制品有着很大差异,具有许多突出的特点。

1) 形态特性

软件是无形的、不可见的逻辑实体,不是具体的物理实体,具有抽象性。

2) 智能特性

软件是一系列的智力劳动的产品,软件的开发过程凝聚了大量的脑力劳动,它本身也体现了知识、实践经验和人类的智慧,具有一定的智能。软件可以帮助人类解决复杂的数学、分析、决策、管理等问题。

3) 开发特性

软件是开发出来的,不是制造出来的。与传统的制造业或硬件开发不同,软件没有明显的制造过程,因此软件的质量完全取决于软件的开发过程。在开发过程中通过智力劳动和有效管理,可将知识和技术转化为软件产品。尽管现在已经有了一些软件开发工具用于辅助开发,但还是无法实现自动化生产。况且软件产品大多是根据功能需求进行定制开发的个性化产品。软件产品一旦开发完成,在后期就可以大量复制相同内容生成副本,再将副本进行应用。

4) 质量特性

软件产品的质量在开发中很难控制,主要原因有以下几个方面:

(1) 软件的需求在软件开发初期经常是不确切的,用户的需求和技术人员的理解有一定的差异性,而且需求在开发过程中往往会有所变更,使得软件的质量控制很难有个参照标准。

(2) 软件的测试工作和测试技术有客观的局限性,软件的测试工作一方面是开发过程中的一个重要环节,另一方面任何测试只能在极大数量的应用实例以及应用情况中,选择有限的用例进行测试,无法做到对全部或者大多数实例进行测试工作,也就无法得到完全没有缺陷的软件产品。

(3) 软件产品在长期使用中可能会出现无法预知的问题。

5) 管理特性

软件开发的成功与否,不仅仅取决于技术层面,开发过程的管理是更为重要的。这种管理主要是对大规模知识型技术人员的智力劳动的管理,包括必要的培训、指导、激励、工作规范、过程以及进度的监控,此外还有沟通、协调等。

6) 维护特性

任何实际使用中的产品都需要维护,但是软件产品的维护与其他的产品的维护有很大的差异。传统产品的维修或维护基本都是由于使用造成了老化、磨损等问题,通过维修维护恢复功能或性能。软件产品出现问题一般并非使用造成,也不是使用时间长久造成的,软件维护往往是修正开发时遗留的、隐蔽的、没有发现的功能或性能缺陷。还有一种可能就是为了扩展和增加软件功能或性能,以及运行环境或特定运行需求的改进。

7) 废弃特性

软件不会用坏,但可能被废弃。当软件运行的环境变化太大,或者用户提出了很多、很大的新需求时,如果对软件进行升级维护已经不现实或者不划算,该软件就存在失效与退化的问题。随着时间的推移,该软件将走到它的生命终点而被废弃。

1.1.2 软件的分类

计算机系统经常需要许多不同种类的软件协同工作,软件工程人员也会承担各种不同种类的软件开发、维护任务。不同种类的软件,对其进行开发和维护有着不同的要求和处理方法,现在还找不到一个统一的确定分类标准。因此可以从多个不同角度来划分软件的类别。

1. 按照功能划分

(1) 系统软件:是计算机系统的必要成分,它跟计算机硬件紧密配合,使计算机系统的各个部分协调、高效地工作。例如操作系统、数据库管理系统等。

(2) 支撑软件:是用来协助用户开发与维护软件系统的工具性软件,也称做工具软件。包括帮助程序人员开发软件产品的工具、帮助项目管理人员控制开发进度与质量的工具,支撑软件又可分为纵向支撑软件和横向支撑软件。纵向支撑软件是指支持软件生命周期各个阶段的软件工程活动所使用的软件工具,如需求分析工具、设计工具、编码工具、测试工具、维护工具等。横向支撑软件是指支持整个软件生命周期各个活动所使用的软件工具,如项目管理工具、配置管理工具等。20世纪90年代中后期发展起来的软件开发环境以及后来开发的中间件是现代支撑软件的代表。

(3) 应用软件:是在系统软件的支持下,在特定领域内开发,最终为用户特定的目的提供服务的一类软件。例如商业数据处理软件、工程设计制图软件、办公自动化软件等。

(4) 可复用软件:最早的典型可复用的软件是各种标准函数库,通常是由计算机厂商提供的系统软件的一部分。后来可复用软件的范围扩展到算法之外,数据结构也可以复用。20世纪90年代,可复用的范围从代码复用发展到体系结构的复用、开发过程的复用。面向对象开发方法的核心思想就是基于复用,为此建立了可复用的类库、应用程序库以及可复用的设计模式等。

2. 按照软件工作方式划分

(1) 实时处理软件:能够及时进行数据采集、反馈和迅速处理数据的软件,主要用于特殊设备的监控等场合。例如,汽车的自动驾驶控制软件系统。

(2) 分时处理系统:能够把计算机CPU工作时间轮流分配给多项数据处理任务的软件。例如,多任务操作系统。

(3) 交互式软件:能够实现人机对话式操作的软件。此类软件通常通过一定的操作界面接收用户输入的信息,并进行数据操作。这类软件在时间上没有严格的限定,但在操作上给了用户很大的灵活性。例如,商业数据处理软件系统的客户端程序。

(4) 批处理软件:能够把一组作业按照输入顺序或作业优先级等方式进行排队处理,并以成批加工的方式处理作业中的数据。例如,汇总报表打印程序。