

网络管理与技术丛书

信息管理系列

软件

体系结构

信息管理系列 编委会

领先于网络时代

尽晓电子商务

成功人士必读

组建未来生活



中国人民大学出版社
CHINA RENMIN UNIVERSITY PRESS

网络管理与技术丛书
信息管理系列

软件体系结构

信息管理系列 编委会

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

软件体系结构/信息管理系列 编委会编著

北京: 中国人民大学出版社, 2001

(网络管理与技术丛书·信息管理系列)

ISBN 7-300-03760-7/G·785

I. 网…

II. 信…

III. 计算机网络-应用软件

IV. TP393.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 15814 号

网络管理与技术丛书

信息管理系列

软件体系结构

信息管理系列 编委会

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部: 62515351 门市部: 62514148

总编室: 62511242 出版部: 62511239

经 销: 新华书店

印 刷: 北京密兴印刷厂

开 本: 787×960 毫米 1/16 印张: 18.75

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

字 数: 461 000 印数: 1~5000 册

定 价: 26.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

信息管理系列 编委会

门 明 刘子安 王中魁 王 萍 刘天宇 彭广冉
李 华 董成良 李有席 陈 宇 罗勇翔 李 颖
扬斌斌 林 捷 田 青 朱培标 杜晓阳 范 昕
张 电 陈 刚 曹景广 周 康 王庆辉 孙佳俊
马晓仁 刘 辉 郭佳宏

出版说明

20 世纪的偶像是原子，

21 世纪的偶像是网络，

网络就是我们的未来！

美国《连线》主编凯文·凯利在《网络经济的十种策略》中的这一论断令人发聋振聩。

我们的时代正走向信息时代、网络时代。网络已远远超出技术的层面，它渗透到我们生活的各个方面，它重塑了这个时代的政治、经济、文化，改变了我们的生活方式、交往方式和思维方式，它好像被激活的高速裂变的细胞，扩散到社会有机体的各个部位，像活跃的蜂群笼罩着我们这个星球的表面。网络代表着新时代，网络象征着新生活。

网络离不开技术。计算机信息技术是网络社会的主角，那么掌握计算机技术意味着应对未来挑战的必不可少的手段。计算机将是我们生活中不可缺少的内容，学会计算机技术也是在未来生活中生存的一个必不可少的条件。

但是，仅仅依靠技术的进步而忽视人文关怀，人就成了被异化的“单向度”的机器，互联网世界应是最具人性化的“以人为本”的世界，互联网一方面体现着技术的发展，它同时也推动着经济的繁荣、管理的创新、文化的丰富以及社会的全面进步。

作为在人文社会科学有影响的出版机构，中国人民大学出版社一直关注着这场网络革命，早在 1997 年就推出了一套在业界引起广泛影响的“网络文化丛书”。今天，我们又在 IT 行业在全球迅猛发展，向各行各业渗透并引发新一轮产业革命的时候，及时组织了很多专家、教授、编程人员，出版具有自己特色的电脑图书，即把技术及其技术在经济、管理、法律等方面的应用紧密结合，从而形成自己的出书特色。

中国人民大学出版社版计算机图书像其他人大版图书一样比较全面、严谨、严肃。本系列图书几乎全部是关于网络、信息方面的知识。丛书共计 5 个系列，40 余本——计算机综合知识、网页设计及网络编程、UNIX 系统及网络管理、Oracle 数据库、信息管理。内容涉及到网络的方方面面：网络基础知识、网页制作、网络编程、数据库工程、系统平台、网络信息系统、网络安全、软件体系结构以及网站的筹建、管理等等。

本套丛书从整体上具有计算机图书固有的特点：

新——正式的版本、最新的版本

博——最常用软件、功能最强大软件

势——论述网络、领导大势

快——最快捷的工具书

通——内容系统、深入浅出

雅——版面沉稳、雅致

实——内容丰富、尽晓网络

总之，这套丛书系统地、全面地介绍了网络方面的知识，用户可以选择适合于自己的图书，可以循序渐进地系统学习，同时也可以做为随身“博士”，随时帮助解决实际问题；既有“入门”知识，又可以达到“入室”水准。这样，通过这套丛书的系统学习，我们将在信息爆炸的未来占有一席之地，搏击，以网制胜未来。

本套丛书编写时间较短，书中难免有不足之处，请读者指出，我们会尽快改进。

中国人民大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了网络软件的概念、体系结构的相关理论知识和主要的软件工程方法与实例：网络软件的结构功能、网络通信协议以及网络通信技术；网络操作系统：UNIX、FreeBSD 和 Linux、Netware、Windows NT 和 Win 2000；常用网络应用软件：BBS、网络聊天软件 OICQ、网络下载软件 Netant 等。

本书的特点是叙述上由浅入深、循序渐进，内容上系统全面、重点突出，在概念上简洁明晰，既重视理论，又突出实践。

本书既可以作为上网冲浪者的初级读物，又可以作为计算机软件和信息系统工程的大学生、研究生的教材或参考资料。对软件开发从业人员也具有启发和帮助价值！

前 言

人类正行进在信息时代的快车道！今天，计算机网络和通讯技术作为一种“信息基础设施”（Information Infrastructure）受到人们的极大关注，成为大众的宠儿。计算机网络和通信正以空前的速度、广度和深度发展，遍及政治、经济、军事、科技和生活等几乎人类社会的方方面面，并正对社会发展、生产结构以及人们的日常生活方式产生深刻的影响和冲击。世界范围内 IT 产业发展一日千里，网络新经济更是热浪袭人！其中软件业受到世界前所未有的关注。各国政府不惜投入巨大人力和财力，出台优惠政策，竞相发展本国软件产业。软件的开发和研制能力已成为一国科技、经济和国防实力的重要标志。与此同时，软件开发人员成为世界人才市场上争夺的重要对象。提高软件开发从业人员的素质，培育大量高素质的软件开发人才队伍是发展软件产业的关键课题和当务之急。

网络软件体系结构是一个复杂而又抽象的课题，受到市场的公认也还是近期的事情。本书力图用通俗的语言，翔实的操作和实例，理论结合实际，全面介绍网络软件的有关概念和理论。

本书可以分为四大部分。

第一部分，在介绍软件概念的基础上，介绍了网络软件体系结构的有关概念、风格和类型等理论，同时又本着“学以致用”的原则，结合实例和应用介绍了部分现代软件开发方法，特别是结构化设计方法。

第二部分，介绍了网络软硬件的结构功能、网络通信协议及网络通信技术，包括联网的有关概念、网络通信体系结构 TCP/IP、OSI 等。

第三部分，介绍了网络操作系统，包括 UNIX、FreeBSD、Netware、Windows NT 和 Windows 2000 等。

第四部分，介绍了常用的网络应用软件：BBS、网络聊天软件 OICQ 等。

由于成书仓促和水平有限，书中错误在所难免，热切希望广大读者批评指正。

编 者

2001 年 7 月

目 录

第1章 网络软件综述	1
1.1 软件的概念、特点和分类	1
1.1.1 软件的概念与特点	1
1.1.2 软件的分类	3
1.2 软件的发展和软件危机	6
1.3 软件工程过程和软件生存期	8
1.3.1 软件工程过程	8
1.3.2 软件生命周期	9
1.3.3 软件工程的基本目标	10
1.4 网络软件的概念	11
第2章 计算机网络基本概念介绍	12
2.1 计算机网络的定义	12
2.2 计算机网络的发展简史	12
2.2.1 面向终端的计算机网络——通信与计算机的初次结合	13
2.2.2 分组交换网的出现	13
2.2.3 计算机网络体系结构的成果——互联网	14
2.3 网络连接方式	15
2.3.1 点到点连接	15
2.3.2 多点连接	15
2.4 网络的拓扑结构	16
2.4.1 物理拓扑结构	16
2.4.2 逻辑拓扑结构	20
2.5 网络类别介绍	21
2.5.1 广域网	21
2.5.2 局域网	22
2.5.3 城域网	24
2.6 网络体系结构和 OSI	25
2.6.1 网络体系结构概述	25

2.6.2	ISO/OSI 开放系统互连参考模型	28
2.7	Internet 和 TCP/IP	47
2.7.1	TCP/IP 协议概述	47
2.7.2	TCP/IP 的体系结构	48
2.7.3	TCP/IP 的三个参数	50
2.7.4	TCP/IP 的相关概念	54
第 3 章	网络软件体系结构	56
3.1	软件体系结构	56
3.1.1	软件体系结构的概念	56
3.1.2	研究软件体系结构的必要性	59
3.2	匹配问题	62
3.2.1	软件部件	62
3.2.2	连接	63
3.2.3	全局体系结构	64
3.2.4	构造过程	64
3.2.5	解决途径	64
3.3	软件体系结构的描述	65
3.3.1	软件体系结构描述的必要性	65
3.3.2	体系结构模型	66
3.3.3	体系结构描述语言	68
3.4	软件体系结构风格	68
3.4.1	概述	68
3.4.2	软件体系结构风格的基本类型	72
第 4 章	结构化设计方法	87
4.1	软件设计的目标和内容	87
4.1.1	软件设计的重要性	87
4.1.2	软件设计的具体任务	88
4.2	结构化设计方法	91
4.2.1	结构化设计的概念	91
4.2.2	结构化设计的基本原理	92
4.3	面向对象的开发方法	95
4.3.1	概述	95

4.3.2	责任驱动的设计方法	105
4.3.3	对象模型技术	113
4.3.4	Coad 与 Yourdon 方法	119
4.3.5	分级的面向对象设计	124
4.3.6	Booch 方法	125
第 5 章	客户机/服务器介绍	129
5.1	服务器/客户端介绍	129
5.2	Client/Server 计算模型的产生背景	129
5.3	Client/Server 计算模型的概念	130
5.4	Client/Server 的特点	131
5.5	Client/Server 的体系结构	132
第 6 章	网络操作系统介绍	134
6.1	NetWare 介绍	134
6.1.1	Novell 网	134
6.1.2	NetWare 的发展过程	134
6.1.3	NetWare 的特点	135
6.2	UNIX 介绍	139
6.2.1	UNIX 的发展过程	139
6.2.2	UNIX 的特点	141
6.2.3	UNIX 的基本概念	142
6.2.4	UNIX 操作入门	145
6.3	Windows NT 和 Windows 2000 介绍	149
6.3.1	Windows NT	149
6.3.2	Windows 2000	158
6.4	FreeBSD 介绍	166
6.4.1	FreeBSD 的起源和发展	167
6.4.2	FreeBSD 的功能特点和应用	168
6.4.3	FreeBSD 的版本	171
第 7 章	数据库的介绍	173
7.1	数据库的基础知识介绍	173
7.1.1	数据库的有关概念	173
7.1.2	关系数据库	175

7.1.3	全文数据库.....	177
7.2	ODBC、RDO、ADO 的介绍.....	180
7.2.1	数据库的访问和 ODBC.....	180
7.2.2	OLE DB 的概念.....	186
7.2.3	RDO 介绍.....	188
7.2.4	ADO 介绍.....	191
第 8 章	BBS (电子公告栏).....	194
8.1	BBS 概念介绍.....	194
8.1.1	上站.....	194
8.1.2	加入.....	198
8.2	BBS 详细功能介绍.....	201
8.2.1	讨论区.....	201
8.2.2	交友聊天.....	202
8.2.3	收发邮件.....	205
8.2.4	文件传送.....	205
8.2.5	信息布告栏.....	206
8.2.6	在线游戏.....	206
8.2.7	与其他 BBS 互联.....	206
8.3	Cterm 简介.....	219
8.4	BBS 软件设计的结构.....	223
8.4.1	关于 CGI 与 WWW 的接口技术.....	223
8.4.2	用户查询 BBS 内的消息.....	224
第 9 章	OICQ 的崛起.....	227
9.1	OICQ 的功能和使用.....	227
9.1.1	OICQ 的功能.....	228
9.1.2	OICQ 的安装.....	229
9.1.3	申请号码.....	229
9.1.4	OICQ 的使用.....	230
9.1.5	OICQ 的设置.....	231
9.2	聊天室.....	238
9.2.1	进入聊天室.....	238
9.2.2	聊天室的使用.....	239

9.2.3 聊天室常用命令一览表.....	240
9.2.4 聊天室发言技巧.....	240
第 10 章 网络社区	249
10.1 网络社区的基本概念.....	249
10.1.1 网络社区特点.....	249
10.1.2 社区服务内容.....	250
10.1.3 发表文章.....	251
10.1.4 灌水文章和十大热门话题.....	251
10.2 网络办公.....	252
10.2.1 系统功能简介.....	253
10.2.2 应用解决方案简述.....	253
第 11 章 网络智能代理的使用	255
11.1 网络搜索 BOTS 和 SPIDER.....	255
11.2 搜索引擎.....	261
11.2.1 搜索引擎的实现.....	261
11.2.2 实现 Web 站点上增加搜索功能的有关问题.....	261
11.2.3 建立搜索功能的后续工作.....	263
11.2.4 搜索自身网站.....	264
11.2.5 外包他人的搜索引擎实现全部网站的搜索.....	265
11.2.6 利用程序代码调用著名的搜索引擎.....	265
11.3 智能代理的介绍.....	268
11.3.1 人工智能简介.....	268
11.3.2 人工智能的实现方法.....	268
11.3.3 智能代理者.....	270
11.4 HTTP、FTP 下 E-Mail 编程.....	271
11.4.1 电子邮件的主要功能.....	272
11.4.2 电子邮件系统及传输协议 SMTP.....	273
11.4.3 电子邮件的编码.....	274
11.4.4 电子邮件地址的组成.....	276
11.4.5 电子邮件的几个常用术语.....	277
11.4.6 UNIX 下电子邮件程序.....	277

第1章 网络软件综述

当今世界,伴随全球化的浪潮,Internet 迅速席卷全球。网络发展一日千里,网络的触角日益渗入人们的日常工作和生活中。据估计,全球约有 1.48 亿人在 Internet 上冲浪。数不清的大中小型企业应用网络进行管理与服务,难以计数的科研、教育与军事部门在运用网络办公和通信,甚至在日常生活中人们也频繁地谈论起网络。网络已经使整个地球变成了一个虚拟的村落。随着网络的迅猛发展,数字化和信息时代的曙光已经初现端倪并将引领世界发展的潮流。如今方便快捷、丰富多彩、足不出户而尽知天下事的网络世界令无数人如痴如醉、流连忘返。网络已不再是军事领域或实验室里的怪兽,它一跃成为大众的宠儿,更有人认为它是一位大众情人。可以毫不夸张的说,在网络越来越普及的明天,离开网络,我们的生活将变得枯燥乏味、黯然失色,不了解网络将成为未来网络时代的文盲。因此了解网络及网络软件的有关内容,掌握网络软件的特点和应用是网络时代发展的必然要求之一,也是网络时代高级人才必备素质之一。为此我们通过本文全面介绍网络及其软件的有关概念和体系结构,以及现代软件开发方法,力图使广大读者能有所斩获。“万丈高楼平地起”,让我们从最基本的地方——软件开始介绍。

1.1 软件的概念、特点和分类

1.1.1 软件的概念与特点

“软件”(software)是一个外来词,在 60 年代初从国外传来,当时一般人还不理解它的确切含义。有人将它译为“软制品”,也有人将它译为“软体”,而现在我国大陆地区统一译为“软件”。从功能上讲,软件是指利用计算机本身提供的逻辑功能、合理地组织计算机的工作、简化或代替人们在使用计算机过程中的各个环节、提供给用户一个易于掌握操作的工作环境等的程序。因此不论是支撑计算机工作还是支持用户应用的程序都是软件。这个定义是基于手工方式进行软件开发而提出的。到了 20 世纪 80 年代,为了加强工程化、规范化,从软件工程的概念上更为全面地给软件下了定义,认为:计算机程序、实现此程序功能所采用的方法、规则以及与其相关联的文档和在机器上运行它所需要的数据都是计算机软件。现在一般认为软件是计算机系统中与硬件相互依存的另一部分,它是一个包括程序、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；数据是使程序能正常操纵信息的数据结构；文档是与程序开发、维护和使用有关的图文材料。尽管这种认识并不是计算机软件的精确定义，然而却与广义的软件有某种相通之处，因为相对于机器设备、原材料这样的有形实体来说，广义的软件则可以理解为包括技术条件、管理法规以及人员素质这样的无形因素。

为了能全面、正确地理解计算机和软件，有必要了解软件的一些特点。

(1) 软件是一种逻辑实体，而不是具体的物理实体，因而它具有抽象性。这个特点使它和计算机硬件或是其他工程对象有着显著差别。人们可以把它记录在纸面上，保存在计算机的存储器内部，或是保留在磁盘、磁带和可写光盘上，但却无法看到软件的具体形态。要认识软件必须通过观察、分析、思考、判断等去了解它的功能、性能及其他特性。它是一种看得见却摸不着的东西。

(2) 软件是高度复杂的。有人认为，人类能够创造的最复杂的产物莫过于计算机软件。软件的复杂性可能来自它所反映的实际问题的复杂性。一方面是因为它本身所反映的自然规律，或人类社会的事务，都具有一定的复杂性，毕竟我们生活在一个复杂多变的社会中；另一方面，其复杂性也可能来自程序逻辑结构。例如，一个系统软件要能处理各种可能出现的情况，这使该系统软件显得庞大而复杂。因此具有开发这样复杂的操作系统能力的公司在世界范围内也并不是很多。软件开发，特别是应用软件的开发常常涉及到其他领域的专门知识，这对软件人员提出了很高的要求。软件的复杂性与软件技术的发展不相适应的状况越来越明显。软件技术的发展落后于复杂的软件需求，并且随着时间的推移，这个差距日益加大。

(3) 软件的研制生产与硬件不同。在软件的开发过程中没有明显的制造过程，也不像硬件那样一旦研制成功，可以重复制造。硬件产品的质量是在制造过程中通过质量控制来保证的。而软件是通过人们的智力活动，把知识与技术转化成信息的一种产品。一旦某一软件项目研制成功，以后就可以大量地复制同一内容的副本。对软件的质量控制，必须着重在软件开发阶段下功夫。可见二者在质量控制方面有很大的不同。同时由于软件的复制传播是件非常容易的事情，因此出现了软件产品的保护问题。为了使软件开发的复杂劳动受到社会的承认和尊重，维护软件开发公司和个人的正当权益，促进软件业的合理规范发展，必须在技术上和法律上采取有力的措施，对于任意复制、盗版软件的行为进行有效防范，而硬件生产则没有这些问题。

虽然近年来国内外也都有建立“软件工厂”、“软件联盟”的说法，但它们毕竟只是为软件开发创造更优越的环境和条件，提供更有效的手段，以利于高效地开发软件，它并不意味着要按硬件生产的模式组织生产软件，更不是生产软件专门的工厂。

(4) 软件成本极高。软件的研制工作需要投入大量的、复杂的、高强度的脑力劳动，它的成本极高，同时软件开发人员的培训也是一笔不小的开支。与此同时，值得注意的是硬件软件的成本比例 40 年来发生了戏剧性的变化。无论研制也好，向厂家购买也好，在 20 世纪 50 年代末，软件的开销大约占总开销的百分之十几，大部分成本要花在硬件上；但 80 年代，随着硬件成本的大幅度下降，这个比例完全颠倒过来，软件的开销大大超过硬件的开销，如图 1-1 所示。今天——二十一世纪情况更是这样。美国

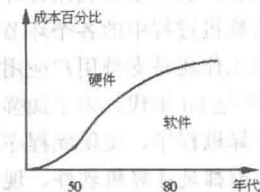


图 1-1 计算机系统硬、软件成本比例的变化

每年投入软件开发的经费有几百亿美元，而且并非在所有软件开发上的花费都能获得成果，具有很大的风险性。

(5) 软件的维护与硬件不同。在软件的运行和使用期间，没有硬件那样的机械磨损和老化问题。任何机械、电子设备在运行和使用中，其失效率大都遵循 U 型曲线。因为在刚刚投入使用时，各部件尚未做到配合良好、运转灵活，常常容易出现故障。经过一段时间运行，就可以稳定下来。而当设备经历了相当长时间的运转，就会出现磨损、老化等问题，使失效率越来越大。当失效率达到一定程度，就到达了寿命的终点。而软件的情况与此不同，它没有 U 型曲线的右半翼，因为它不存在磨损和老化问题。然而它存在退化问题。在软件的生存期中，为了使它能够克服以前没有发现的故障、使它能够适应硬件、软件环境的变化以及用户新的要求，必须要多次修改（维护）软件，而每次修改不可避免地引入新的错误，这样一次次修改，导致软件失效率升高，从而使得软件退化。究其原因，新的错误多在设计或程序编码阶段产生。因此，软件维护比硬件维护要复杂得多，与硬件的维修有着本质的差别。

(6) 软件的开发和运行常常受到计算机系统的限制，对计算机系统有着不同程度的依赖性，面临一个可移植性问题。软件不能完全摆脱硬件独立活动，在开发和运行软件过程中必须以提供的硬件条件为依据。有的软件这种依赖性大些，为某个型号的计算机所专用，显然这对软件的使用和传播会带来许多不利影响。有很多软件依赖于某个操作系统，例如有的软件只能运行于 Windows 98 而不能运行在 Windows 2000 上。为了解除这种依赖性，在软件开发中提出了软件移植的问题，并且把软件的可移植性作为衡量软件质量的因素之一。这是软件商品化、市场化的客观要求。

(7) 软件的开发至今尚未完全摆脱手工艺的开发方式。软件产品大多是根据需要“定做”的，很少能利用现成的部件组装成所需的软件。近年来软件工程和软件技术虽然取得了不少进展，提出了许多新的开发方法，如充分利用现成软件的自动生成技术、复用技术，也研制了一些有效的软件开发工具或软件开发环境，但在软件项目中采用的比率仍然很低。由于传统的手工艺开发方式仍然占据统治地位，软件开发的效率整体上受到很大的限制。对于软件人员来说，开发工作是一种高强度的脑力劳动，没有哪一个软件人员认为这是轻松的工作。

(8) 软件开发工作涉及到社会因素。软件是人类智慧的结晶，不可避免地要受到人类社会的影响。类似于企业管理类型的软件具有强烈的社会烙印，这是不言而喻的。另外许多软件的开发和运行涉及机构、体制及管理方式等问题，甚至涉及到人的观念和人们的心理。对于这些人的因素重视得不够，常常是软件工作遇到问题的原因之一。即使是对软件的看法不同也会有很大的影响，例如，由于主管部门对正在开发的软件理解不够，因而软件开发得不到应有的重视和必要的支持，造成人力和资金上的运作困难，这无疑将直接影响到项目的成败。

1.1.2 软件的分类型

在实际应用中存在众多软件，那么究竟软件有哪些类型呢？正如对于不同类型的工程对象进行开发和维护有着不同的要求和处理方法一样，我们需要对软件的类型进行必要的划分。事实上，就像要给软件作一个统一的定义是很困难的一样，要给计算机软件作一个统一的划分也并不是件容易的事。

通常我们只能从不同角度对软件进行分类。

1. 按软件的功能进行划分

(1) 系统软件：能与计算机硬件紧密配合在一起，使计算机系统各个部件、相关的软件和数据协调、高效地工作的软件，例如数据库管理系统、操作系统、设备驱动程序以及通信处理程序等。系统软件的工作通常伴随着：频繁地与硬件交互、资源的共享、复杂的进程管理以及复杂数据结构的处理。系统软件是计算机系统必不可少的一个组成部分，是支撑软件和应用软件的工作平台。

(2) 支撑软件：是协助用户开发软件的工具性软件，其中包括帮助程序人员开发软件产品的工具和帮助管理人员控制开发进程的工具，例如 VC、VB 等。

(3) 应用软件：是在特定领域内开发，为特定目的服务的一类软件。现在几乎所有的国民经济领域都使用了计算机，为这些计算机应用领域服务的应用软件种类繁多。其中商业数据处理软件是所占比例最大的一类，而工程与科学计算软件大多属于数值计算问题。此外，应用软件在计算机辅助设计/制造 (CAD/CAM)、系统仿真、智能产品嵌入软件（如仪表盘数字显示、汽车刹车系统）以及人工智能软件（如专家系统、模式识别）等方面大显神通，使得传统的产业部门面目一新，带给我们惊人的生产效率和巨大的经济效益。事务管理、办公自动化方面的软件也在企事业单位迅速推广。中文信息处理、计算机辅助教学 (CAI) 等软件使得计算机向家庭普及。

2. 按软件工作方式划分

(1) 实时处理软件：指在事件或数据产生时，立即予以处理并及时反馈信号，控制需要监测和控制的过程的软件。它主要包括数据采集、分析、输出三部分，其处理时间是应严格限定的，如果超出了这一限制，都将造成事故，比如民航管制控制系统和导航系统。

(2) 分时软件：允许多个联机用户同时使用计算机。系统把处理机时间轮流分配给各联机用户，使各用户都感到只有自己在使用计算机的软件。如多用户操作系统 UNIX、Linux 和 FreeBSD 等。

(3) 交互式软件：能实现人机通信的软件。这类软件接收用户给出的信息，但在时间上没有严格的限定如 MS-DOS 系统。这种工作方式给予用户很大的灵活性。近年来，终端设备更加普及，交互式软件到处可见。一个重要的问题日益显得突出，这就是用户界面设计。良好的用户界面设计将给用户带来极大的方便。

(4) 批处理软件：把一组输入作业或一批数据以成批处理的方式一次运行，按顺序逐个处理完的软件。这是最传统的工作方式。

3. 按软件服务对象的范围划分

完成软件工程项目后可以按两种方式提供给用户：

(1) 项目软件：也称定制软件，是受某个特定客户（或少数客户）的委托，由一个或多个软件开发机构在合同的约束下开发出来的软件。这类项目软件中有的软件带有试验研究性质，完成项目后