



高等院校自动化新编系列教材

软件工程基础

RUANJIAN GONGCHENG JICHU

赵一丁 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

软件工程基础

编著 赵一丁

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书全面系统地阐述了自动化领域软件工程的基本概念、基本技术和基本方法。全书共 16 章, 主要内容包括: 软件开发过程和软件开发模型、软件需求分析、软件测试和软件维护、软件工程管理、软件设计基础、UML 建模语言、实时系统软件设计、工业自动化组态软件技术。组态软件技术的内容包括实时数据库设计和变量组态、图形界面设计、报表组态、设备驱动与管理、通讯组态、工控组态软件设计应用实例。附录包括软件文档格式、常用工控组态软件(力控 PCAuto、西门子 Win CC 和 MCGS)简介。

本书内容丰富, 图文并茂, 通俗易懂。本书可作为高等院校本科及专科自动化专业、测控专业、自控专业、机电专业、计算机相关专业的教材, 也可供软件工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程基础/赵一丁编著. —北京: 北京邮电大学出版社, 2006

ISBN 7-5635-1277-2

I. 软... II. 赵... III. 软件工程—高等学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 084839 号

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

北方营销中心: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

南方营销中心: 电话: 010-62282902 传真: 010-62282735

E - mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18.75

字 数: 439 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-1277-2/TP·238

定价: 28.00 元

· 如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

高等院校自动化新编系列教材

编委会

主任 汪晋宽

副主任 金海明 罗云林 张美金 崔光照

委员 (排名不分先后)

于丁文 王凤文 王建国 马淑华 石云霞

齐世清 任彦硕 张家生 张健 杨建忠

柳明丽 罗长杰 金伟 赵宏才 赵一丁

顾德英 舒冬梅 藏小杰 郑安平

秘书 顾德英(兼) 马淑华(兼)

编写说明

一本好的教材和一本好的书不同,一本好的书在于其内容的吸引力和情节的魅力,而一本好的教材不仅要对所介绍的科学知识表达清楚、准确,更重要的是在写作手法上能站在读者的立场上,帮助读者对教材的理解,形成知识链条,进而学会举一反三。基于这种考虑,在充分理解自动化专业培养目标和人才需求的前提下,我们规划了这套《高等院校自动化新编系列教材》。

本套系列教材共包括 21 册,在内容取舍划分上,认真分析了各门课程内容的相互关系和衔接,避免了不必要的重复,增加了一些新的内容。在知识结构设计上,保证专业知识完整性的同时,考虑了学生综合能力的培养,并为学生继续学习留有空间。在课程体系规划上,注意了前后知识的贯通,尽可能做到先开的课程为后续的课程提供基础和帮助,后续的课程为先开的课程提供应用的案例,以便于学生对自动化专业的理解。

《高等院校自动化新编系列教材》编委会

2005 年 8 月

前 言

软件工程作为一门有关软件开发的工程方法学,在软件开发中的指导意义与基础地位已经越来越多地得到了信息业界和自动化业界的高度重视。软件工程已经成为计算机及其相关专业的专业核心课程。

在自动化领域,随着嵌入式实时系统、工业控制计算机、PLC 和工业网络通讯应用的日益扩大,软件开发的规模也越来越大,对软件的可靠性和可维护性的要求也越来越高。采用软件工程的理论、方法和技术进行软件开发和软件项目管理,对自动化领域的软件开发同样是很重要的。

自动化领域的软件开发有其自身的特点。一是编程语言和开发工具多种多样。嵌入式系统的编程语言有汇编语言、C 和 C++ 语言、实时 Java (J2ME);在通用 PC 计算机上的编程语言有 C++、Java、C#、Visual Basic 等;在 PLC 中采用的编程语言有梯形图、指令表等。开发工具有编程语言的开发工具和工控组态软件开发平台。二是对软件的可靠性要求很高。在许多自动控制系统中,软件缺陷可能会导致严重后果。三是自动化系统往往要与许多硬件设备连接,软件调试和软件测试更加复杂和困难。

在自动化领域,采用组态控制技术,以组态软件为软件平台进行软件开发越来越受到用户的青睐。组态软件能以灵活多样的组态方式(而不是编程方式)提供良好的用户开发界面和简捷的使用方法,其预先设置的各种软件模块可以非常容易地实现和完成工控层的各项功能,并能同时支持各种硬件厂家的计算机和 I/O 设备。组态软件与其支持的硬件设备一起,为用户提供自动化系统的软硬件整体解决方案。嵌入式软件开发也是组态控制技术应用的领域。

本书介绍了软件工程的基础知识、基本理论、基本方法和基本技术,重点介绍了自动化领域软件的开发方法和技术,包括实时系统软件设计和用工控组态软件平台进行软件开发。在内容的叙述上,以理论联系实际为原则,注重简明扼要,通俗易懂。由于软件工程是一门实践性很强的学科,书中提供了许多范例供读者参考。

本书共分 16 章。第 1 章软件工程的基本概念,第 2 章需求工程,第 3 章软件测试,第 4 章软件维护与软件进化,第 5 章软件工程管理,第 6 章软件设计基础,第 7 章 UML 建模语言,第 8 章实时软件设计基础,第 9 章组态软件

技术基础,第10章工控过程的图形画面设计,第11章实时数据库与变量组态,第12章输出报表组态,第13章通讯组态,第14章工控系统中的设备管理,第15章工控组态软件的通讯网络,第16章工控组态软件设计应用实例。每章后附有习题。

本书由赵一丁主编,聂钢主审。参加编写的有范立娜、赵玉倩、刘秀田、曹毅。本书第1、8、9、14、15章由赵一丁编写,第3、4、5、6章由范立娜编写,第11、12、13、16章由赵玉倩编写,第2章由刘秀田编写,第7章由曹毅编写。全书由赵一丁统稿,西安交通大学聂钢教授审阅全稿。聂教授对本书提出了许多宝贵意见和建议,对此表示衷心的感谢。在本书的编写过程中,我们还得到了汪晋宽教授和江南大学张秋菊教授的热情关心和指导,在此一起表示感谢。

本书参考教学时数为56学时,其中授课46学时,上机实习10学时。

限于编者水平,书中的缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年7月

目 录

第 1 章 软件工程的基本概念

1.1 引言	1
1.1.1 什么是软件	1
1.1.2 软件危机	1
1.1.3 什么是软件工程	2
1.2 软件工程	2
1.2.1 软件工程的目标	2
1.2.2 软件工程技术	3
1.2.3 软件工程管理	4
1.2.4 软件工程文化	4
1.3 软件开发过程	5
1.3.1 软件开发的特点	5
1.3.2 软件开发规格文档	5
1.3.3 软件复用技术	6
1.3.4 计算机辅助软件工程	7
1.4 软件生命周期	8
1.5 软件开发模型	9
1.5.1 瀑布模型	9
1.5.2 原型进化模型	10
1.5.3 螺旋模型	11
习 题	12

第 2 章 需求工程

2.1 需求工程的任务	14
2.1.1 软件需求的定义	14
2.1.2 需求工程的任务	15
2.2 需求获取	15
2.2.1 通过业务需求确定系统目标和范围	16
2.2.2 制订调研计划	17
2.2.3 组织实施调研	18

2.2.4 编写调研报告	19
2.3 需求分析	19
2.3.1 需求分析的任务	20
2.3.2 需求分析的原则	20
2.3.3 需求分析方法	22
2.3.4 结构化分析方法	23
2.3.5 定义软件的质量属性	27
2.3.6 确定需求优先级	29
2.4 需求文档	30
2.5 需求评审	30
2.6 需求管理	31
2.6.1 需求变更管理	31
2.6.2 需求跟踪	33
习 题	34

第3章 软件测试

3.1 软件测试目标与测试方法	35
3.1.1 测试目标	35
3.1.2 测试方法	36
3.1.3 测试阶段的信息流	36
3.2 软件测试过程	37
3.2.1 单元测试	38
3.2.2 集成测试	39
3.2.3 确认测试	42
3.2.4 系统测试	43
3.3 软件测试	44
3.3.1 黑盒测试	44
3.3.2 白盒测试	49
3.4 软件调试	51
3.4.1 调试的过程	52
3.4.2 测试和调试的区别	53
3.4.3 调试的方法	54
3.5 软件可靠性评估	55
3.5.1 基本概念	55
3.5.2 估算平均无故障时间的方法	56
习 题	58

第4章 软件维护与软件进化

4.1 软件的可维护性	59
4.1.1 软件维护的概念	59
4.1.2 软件可维护性的定义	62
4.1.3 提高可维护性的方法	64
4.2 软件维护的实施	65
4.2.1 软件维护的申请报告	66
4.2.2 软件维护的工作流程	66
4.2.3 维护文档整理	67
4.2.4 维护评价	68
4.3 逆向工程与重构工程	69
4.4 软件配置管理	71
4.4.1 基线	71
4.4.2 软件配置标识	72
4.4.3 变更控制	72
4.4.4 版本控制	74
4.4.5 配置审核	74
4.4.6 配置状态报告	75
4.5 软件进化	75
习 题	76

第5章 软件工程管理

5.1 项目可行性分析	77
5.1.1 可行性分析的任务	77
5.1.2 可行性分析的步骤	78
5.2 计算机系统分析	79
5.2.1 计算机软件系统	79
5.2.2 系统分析方法	81
5.2.3 系统流程图	81
5.3 项目规划	83
5.3.1 项目规划的内容	83
5.3.2 项目进度表	84
5.4 软件质量管理	86
5.4.1 软件质量的概念	86
5.4.2 软件质量保证	86
5.5 软件经济学	88

5.5.1 软件规模估算	88
5.5.2 软件效益估算	90
5.5.3 软件开发成本估算	90
习 题	94
第6章 软件设计基础	
6.1 系统的概要设计	95
6.1.1 概要设计过程	95
6.1.2 概要设计的内容	96
6.1.3 软件的构架设计	98
6.2 软件结构设计	98
6.2.1 软件的模块化	98
6.2.2 结构建模	103
6.2.3 软件结构的优化	105
6.3 数据库结构设计	107
6.3.1 数据库结构设计概述	107
6.3.2 概念结构设计	108
6.3.3 逻辑结构设计	111
6.3.4 物理结构设计	114
6.4 面向对象分析与设计	115
6.4.1 面向对象的概念	115
6.4.2 面向对象的分析	118
6.4.3 面向对象的设计	121
6.5 人-机界面设计	124
6.5.1 用户使用需求分析	124
6.5.2 界面类型	126
6.5.3 界面的基本原则	128
6.5.4 界面设计过程	130
6.6 快速原型设计方法	130
6.6.1 原型方法概述	131
6.6.2 快速原型开发方法	134
习 题	136
第7章 UML 建模语言	
7.1 基于 UML 的软件开发过程	137
7.1.1 过程概述	137
7.1.2 初始阶段	138

7.1.3 细化阶段	138
7.1.4 构造阶段	142
7.1.5 移交阶段	143
7.1.6 何时使用迭代式开发方法	143
7.2 基于 UML 的需求分析	144
7.2.1 建立用例模型	145
7.2.2 UML 静态建模机制	147
7.2.3 UML 动态建模机制	148
7.2.4 完善静态模型	148
7.2.5 需求分析总结	149
7.3 UML 建模与类图设计	149
7.3.1 类和对象	149
7.3.2 类图	151
习 题	158
第 8 章 实时系统软件设计	
8.1 什么是实时系统	160
8.2 实时操作系统	161
8.2.1 任务管理	162
8.2.2 时钟管理	164
8.2.3 中断管理	164
8.2.4 资源管理	164
8.3 实时系统设计	165
8.3.1 实时系统的状态机模型	165
8.3.2 数据采集系统	165
8.3.3 监控系统	169
8.3.4 实时软件的设计方法	170
习 题	172
第 9 章 组态软件技术基础	
9.1 工控组态软件技术概述	173
9.2 工控组态软件的结构	174
9.3 组态软件的功能和特点	175
9.3.1 工控组态软件的特点	175
9.3.2 工控组态软件的功能	175
9.4 实时数据库	176
9.4.1 实时数据库的主要特征	176

9.4.2 实时数据库的功能	177
9.5 脚本语言	178
9.5.1 动作脚本的触发器	178
9.5.2 动作脚本的变量和对象	179
9.5.3 VBScript 脚本语言要素	179
9.6 设备驱动	186
9.6.1 组态软件与设备的通讯方式	186
9.6.2 设备通道与实时数据库的连接	187
9.7 组态软件的可扩展性和开放性	188
9.7.1 软件开发平台	188
9.7.2 构造企业信息平台	189
9.7.3 嵌入式应用	189
9.8 使用组态软件开发应用系统的步骤	189
习 题	190
第 10 章 工控过程的图形画面设计	
10.1 组态软件的画面编辑器	191
10.1.1 画面编辑器的主要功能及特点	191
10.1.2 画面编辑器中的基本概念	191
10.1.3 画面编辑器的工作环境	192
10.2 图形控件的使用	193
10.2.1 内部图形控件	193
10.2.2 图库对象的使用	194
10.2.3 ActiveX 控件的管理和使用	195
10.3 图形动画	196
10.3.1 图形动画的概念及分类	196
10.3.2 参与动画连接的主体变量	196
10.3.3 建立图形动画的基本步骤	197
10.4 报警与事件	198
10.4.1 报警处理过程	198
10.4.2 报警的类型和优先级	199
10.4.3 报警的组态	200
10.4.4 事件的记录和显示	201
10.4.5 报警和事件的输出	202
10.5 配方管理	202
习 题	203

第 11 章 实时数据库与变量组态

11.1 变量管理器	205
11.2 变量的类型与类别	205
11.2.1 变量的类型	205
11.2.2 变量的类别	206
11.2.3 变量数组	207
11.3 创建与编辑变量	208
11.3.1 创建新变量	208
11.3.2 编辑变量	209
11.3.3 删除变量	209
11.3.4 搜索变量	209
11.4 实时数据库组态	211
11.4.1 实时数据库的数据结构	211
11.4.2 实时数据库的组态	213
11.5 利用 ADO/ODBC 访问通用数据库	214
11.5.1 ADO/ODBC 的基本概念	214
11.5.2 ADO/ODBC 的使用方法	215
11.5.3 ODBC 组件的组态和使用方法	218
习 题	220

第 12 章 输出报表组态

12.1 报表编辑器	221
12.2 组态变量实时记录报表	221
12.2.1 报表常用的概念	221
12.2.2 万能报表	222
12.2.3 总貌报表	223
12.2.4 实时趋势、历史趋势及 x - y 曲线	223
12.3 组态变量历史记录报表	225
12.3.1 历史报表的组态过程	225
12.3.2 查询历史报表	228
12.3.3 打印报表	229
12.3.4 自绘历史报表表头	229
12.4 组态报警消息报表	229
习 题	230

第 13 章 通讯组态

13.1 过程通讯原理	231
13.1.1 通讯术语	231
13.1.2 组态软件通讯原理	232
13.2 OPC 通讯	232
13.2.1 OPC 产生的背景及其特点	232
13.2.2 OPC 体系结构	234
13.2.3 OPC 的适用范围	235
13.3 DDE/OLE 通讯标准	235
13.3.1 DDE 通讯的过程及原理	235
13.3.2 OLE 概述	236
习 题	237

第 14 章 工控系统中的设备管理

14.1 设备分类	238
14.2 安装驱动程序	238
14.3 设备管理	239
14.3.1 增加 I/O 设备	239
14.3.2 连接 I/O 设备	240
14.3.3 修改 I/O 设备参数或删除设备	240
习 题	241

第 15 章 工控组态软件的通讯网络

15.1 客户机/服务器结构	242
15.1.1 客户机/服务器功能概述	242
15.1.2 客户机/服务器组态	242
15.1.3 数据连接	243
15.1.4 双机冗余	244
15.2 浏览器/服务器结构	246
15.2.1 PCAuto 的 B/S 结构组态	246
15.2.2 WinCC 的 B/S 结构组态	247
习 题	247

第 16 章 工控组态软件设计应用实例

16.1 行星运动仿真	248
16.1.1 工程要求	248

16.1.2 组态步骤.....	248
16.2 自动板厚控制系统仿真.....	249
16.2.1 板厚控制系统功能及要求.....	249
16.2.2 板厚控制系统的组态过程.....	250
16.2.3 系统的总体组态效果.....	252
16.3 组态软件在工业锅炉控制系统中的应用.....	257
附录 1 软件文档格式	
A 可行性研究报告.....	259
B 项目计划说明书.....	263
C 软件需求规格说明书.....	265
附录 2 常用组态软件简介	
A 力控组态软件 PCAuto 简介.....	267
B WinCC 组态软件简介.....	273
C MCGS 组态软件简介.....	276
参考文献	281

第 1 章 软件工程的基本概念

1.1 引言

现在,人们工作、生活、生产的各个方面都离不开计算机系统。计算机系统包括计算机硬件和软件两部分。计算机硬件在软件的控制下进行逻辑处理和数学运算,实现规定的功能。初期的软件只是简单的程序,软件的开发即是程序的设计。开发人员的组织形式是个体的。随着硬件规模的不断增长,软件的规模和复杂度也随之增加,软件从早期的程序发展成复杂的软件产品,软件的开发逐步产业化,参与软件开发的人员越来越多,软件开发开始面临许多新的问题,如软件开发的规范化管理、软件的开发方法和技术、软件开发的质量管理、开发成本控制等。软件工程即是为适应软件的产业化发展需要,逐步发展起来的一门有关软件项目开发的工程方法学。

1.1.1 什么是软件

计算机软件不仅仅是程序。目前,计算机软件公认的解释是程序、数据及其相关文档的完整集合。也就是说,软件由两部分组成:程序与文档。程序是机器可以执行的程序及有关的使程序能正常操纵信息的数据,文档是用于描述程序和数据以及使用和维护程序所需要的图文资料。

按软件功能可将软件划分为系统软件、支撑工具软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件是计算机系统的底层管理软件,它与计算机硬件紧密配合,管理与硬件相关的数据输入输出和数据处理,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. 支撑工具软件

包括用于协助用户软件开发和进行软件测试、维护的工具性软件(如:源程序代码编辑器、程序代码编译器、程序调试器、构件库)和用于工业监控系统软件开发的工控组态软件。

3. 应用软件

根据用户需求为最终用户提供事务处理、工程计算、信息管理、工业控制的软件。如:文字处理软件、CAD 软件、城市交通监管系统、生产设备的自动控制系统软件等。

1.1.2 软件危机

在 20 世纪 60~70 年代,出现了软件危机。所谓软件危机,是指在软件开发和维护过程中所遇到的一系列严重问题。随着计算机硬件技术的进步和用户需求愈来愈复杂,一