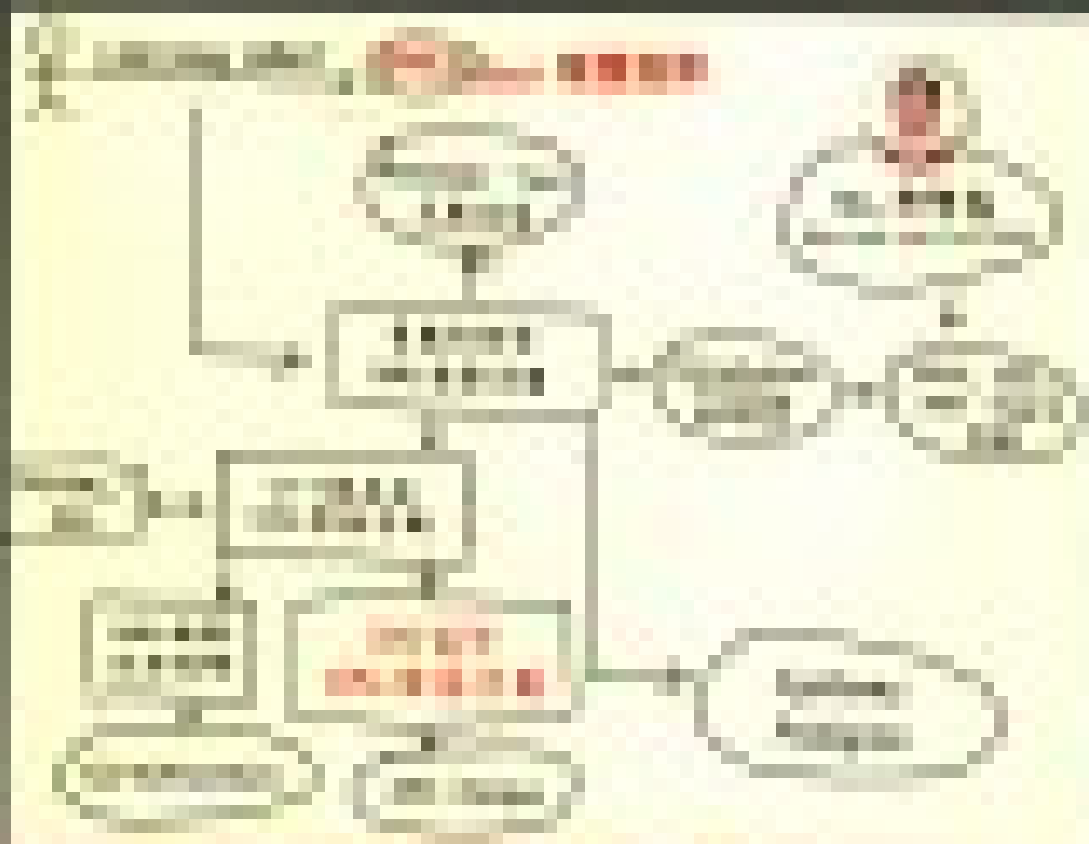


SOC设计 UML实务手册

邱郁惠 编著

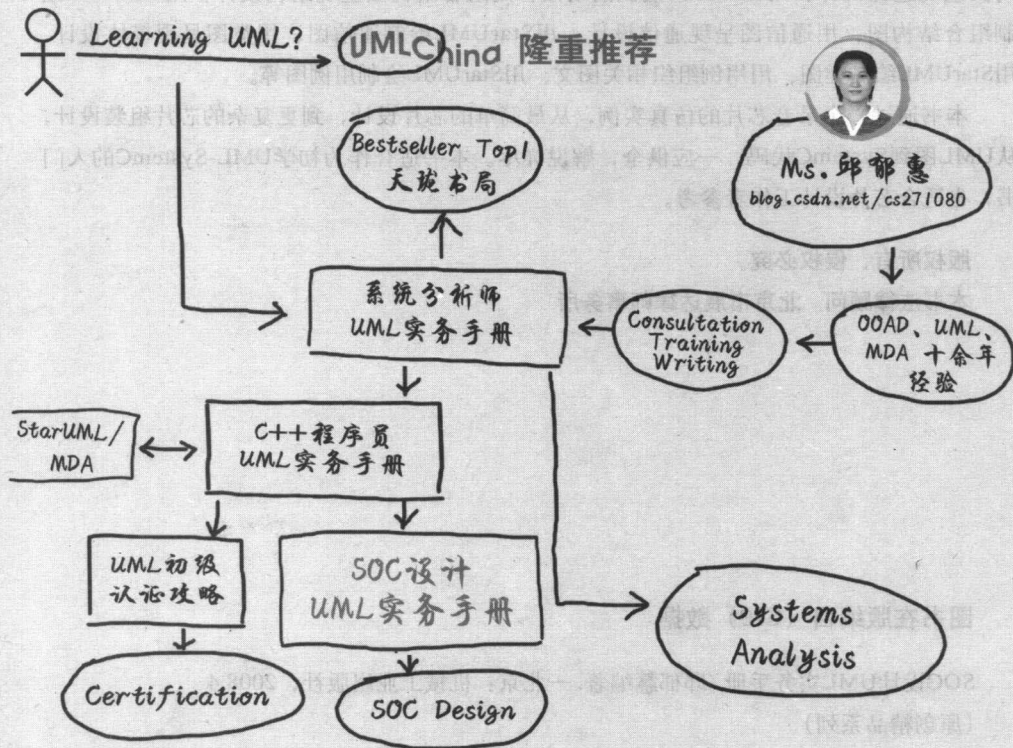




SOC设计 UML实务手册

作者：[作者姓名]

机械工业出版社



SOC设计 UML实务手册

邱郁惠 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书讲解UML在芯片设计上的应用，主要内容包括：SystemC程序的基本组成、用活动图呈现进程设计、用StarUML绘制活动图、用组合结构图呈现结构设计、用StarUML绘制组合结构图、用通信图呈现通信设计、用StarUML绘制通信图、用类图呈现模块设计、用StarUML绘制类图、用用例组织相关图文、用StarUML绘制用例图等。

本书通过一个录音芯片的仿真实例，从最简单的芯片设计，到更复杂的芯片组装设计，从UML图到SystemC代码，一应俱全，解说详尽。本书适合作为初学UML-SystemC的入门书，也适合芯片设计工作者参考。

版权所有，侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目 (CIP) 数据

SOC设计UML实务手册/邱郁慧编著. —北京: 机械工业出版社, 2008.4
(原创精品系列)

ISBN 978-7-111-23737-2

I. S… II. 邱… III. ①集成电路—芯片—设计 ②面向对象语言, UML—程序设计
IV. TN402 TP312

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第036285号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王春华

北京京北制版厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2008年4月第1版第1次印刷

186mm × 240mm · 15.5印张

标准书号: ISBN 978-7-111-23737-2

定价: 36.00元

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换
本社购书热线: (010) 68326294

推 荐 序


市场上已经有了很多UML书籍。在China-pub上搜“UML”关键词，已经有187个结果（2008年3月）。之前，台湾的OO领军人物高焕堂的UML书也在内地出版。既然如此，为什么还要购买和阅读邱郁惠老师带来的UML书籍呢？您可能会这样问。

因为这是由女性写就的建模书。软件开发这个行业，向来被认为不适合女性从事。在这个行业的开发人员，随着年纪增长，继续从事技术工作的本来就已经很少，女性更是少之又少，而邱郁惠老师10多年来一直研究OOAD、UML、MDA。由于作者是女性，所以本套书籍风格非常细腻，是真正的Step by Step。作者使用大量的截图，详细跟踪工具的每一步操作，一步步地画出UML图形；出现代码的地方，作者都给出了详细的、可以执行的代码。入门最难，对于新手来说，本书是极好的上手读物。

因为本套书籍的覆盖面广。《系统分析师UML实务手册》一书适合于开发企业应用的系统分析师阅读，通过一个基金系统的模拟案例，展示了从业务建模、需求到分析的过程；《C++程序员UML实务手册》一书专门为广大的C++程序员而写，使得C++程序员能借助UML进行建模，如虎添翼；《SOC设计UML实务手册》一书则面向硬件设计人员，通过一个录音芯片的模拟案例，展示UML如何与SystemC合作进行芯片设计。

因为本书使用的是开源的工具。有些UML书籍内容虽然不错，但是使用的是商业的UML工具来示例。商业工具往往价格不菲，出于学习需要的读者无法承受也不愿意付出代价来购买相应的工具来跟着实作，使得效果大打折扣。本书中所有的UML图都使用StarUML制作，这是一款开源、免费的UML工具，而且功能相当全面，这样，读者就免除了购买工具的苦恼。

希望本书成为真正能让您上手的第一本UML书。

 → UMLChina 首席专家 潘加宇

前 言

从iPod、iPhone、Wii的抢购风潮中可以发现，越来越多功能强大且复杂的数字产品、电子设备，正快步进入寻常百姓之家。这意味着，主宰这些数字系统的灵魂——芯片（chip）同样面临着开发更迅速、功能更强大、结构更复杂的现况。因此，我们急需新式的芯片设计方法，以加快芯片的设计速度。

在新式的芯片设计方法技术中，图形式的软硬件模型语言——UML（Unified Modeling Language）与C++式的软硬件模型语言——SystemC的携手合作是目前的主流趋势；同时，也已经有了许多成功的项目经验。

UML的核心观念大约在80年代底至90年代初期间已然抵定。然而，成为通行的OMG国际标准到火红局面，其实是1997年后的事情了。屈指一算，UML也从蹒跚学步进入青少年时期。青少年时期的UML，精力充沛，花样十足，从实时系统、嵌入式系统到芯片设计，UML都活跃地参与其中。

您现在看的这本书就是UML在芯片设计上结合另一项ISO标准（SystemC）一块展现出来的双国际标准且新颖火红的专业实务书籍，有别于一般UML书籍的观念性理论著述。SystemC在2005年通过IEEE国际标准，成为最夯的技术，吸引了欧美日许多专家学者。其实，SystemC是一个基于标准C++语言所开发出来的类别库（class library），并不是一个全新的程序语言。

但是，正因SystemC以C++为基础，所以SystemC立即获得了下列优势：

1. 原本C++就是软件工程师惯用的语言。一旦SystemC采用C++语法，就意味着软件工程师实作软件组件，以及硬件工程师仿真硬件组件将使用相同的语言，也使用相同的开发环境。如此一来，软硬件组件可以在同一时刻编码、编译、执行和除错，改善了软硬整合的设计程序并加快了设计时间。

2. C++具备着对象导向的特色，这使得SystemC同样具备了对象导向的特色，也因此所有的对象导向知识与技术全都能够为SystemC所用。而这也是SystemC能够与UML巧妙搭配的主因之一，对象导向是UML的基础，同时连带着所有支持UML的开发工具也都能够支持SystemC。

3. SystemC承袭了C++，也就承袭了C++大量可重复使用的程序代码。从C到加上对象导向特色的C++，一脉相承。在网络上，可以找到很多免费又好用的C++程序代码，而SystemC可以即刻承袭这一切现成的智财。

现在，藉由这本挟带着UML-SystemC双项国际标准的书，我们可以在芯片设计领域迎头赶上。

本书预设的读者

书里的UML及SystemC内容，兼顾入门与实务，适合作为初学UML-SystemC的入门书，也适合作为芯片设计工作者之实务手册。对于大专院校学生、初入芯片设计界之新人，翻阅此书，也都会增多您对UML-SystemC的认识，盼能有助于您的学术研究或实务工作。

本书结构

本书的编写独特，透过一个录音芯片的仿真实例，从最简单的芯片设计到更复杂的芯片组装设计，从UML图到SystemC程序代码，一应俱全，程序解说详尽，并且附有范例程序文件。

本书的第1章首先介绍UML-SystemC的流行风潮；然后在第2章中将UML与SystemC的对应浓缩成一个案例；第3~13章是本书的核心，将详细说明SystemC与UML的搭配；最后在第14章中会提出一个完整的范例。

第1章主要介绍UML-SystemC目前的发展状况，并且重点介绍UML及SystemC的特色，以及搭配的情况。

第2章主要将本书提到的UML与SystemC的对应浓缩成一章，让您可以先睹为快，只要花费一会儿的功夫就可以知道整本书的着重方向。

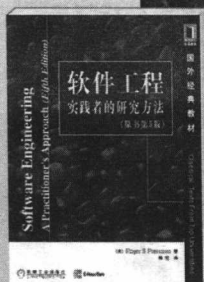
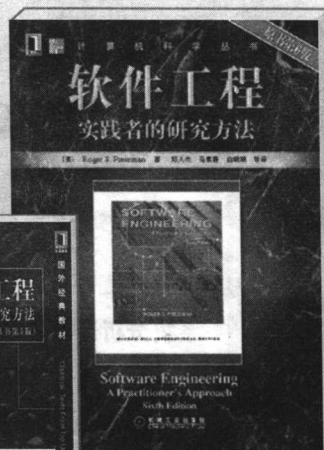
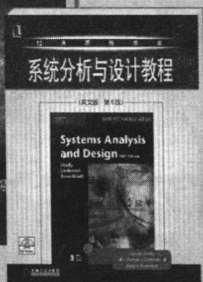
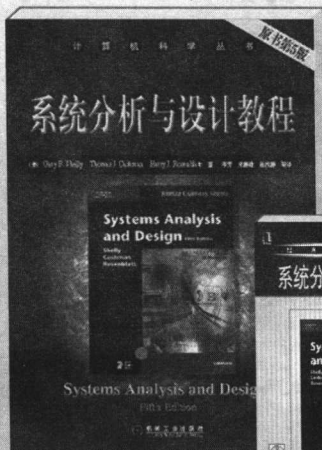
第3~13章将分别详细讨论SystemC的核心概念，以及SystemC与UML活动图、组合结构图、通讯图、类别图、使用案例图文之间的对应，同时还会提到免费的UML工具——StarUML如何绘制UML图。

第14章提出一个完整的语音备忘器的芯片设计范例，从UML图到SystemC程序代码一气呵成。



一本打开的书，
一扇开启的门，
通向科学圣殿的阶梯，
托起一流人才的基石。

华章经典 服务中国教育



系统分析与设计教程，原书第5版

作者：[美] Gary B. Shelly

译者：李芳

中文版：7-111-13863-5 定价：55.00元

英文版：7-111-12914-8 定价：58.00元

■本书被公认为是系统分析员的最佳选择，也是作为教材的最佳选择

软件工程：实践者的研究方法

作者：[美] Roger S. Pressman 等

译者：郑人杰

中文版：7-111-19400-4 定价：69.00元

英文版：7-111-10437-4 定价：59.00元

■Roger Pressman 编写的这部翔实而全面的软件工程指南，广泛适合软件工程专业的学生及投身软件工程实践或需要参与这种实践的软件开发人员和管理人员——《IEEE Software》



设计模式——可复用面向对象软件的基础(双语版)

作者：[美] Erich Gamma

译者：李英军

中文版：978-7-111-21126-6

定价：69.00元

■设计模式开山之作，广大技术人员的圣经

■十年来不断重印，销售逾七万册



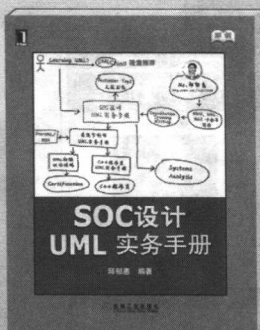
欲了解更多华章计算机图书出版动态，敬请您访问华章IT官方博客：<http://blog.csdn.net/hzbooks>

聆听UML培训专家的声音
C++程序员学习UML的最佳选择
繁体版天珑书局销售排行第1名



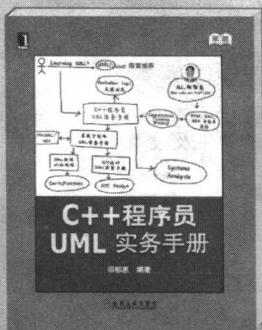
本书为系统分析师量身定做，介绍如何用好UML这一工具，圆满完成系统分析这项工作。

《系统分析师UML实务手册》
作者：邱郁惠
书号：978-7-111-23738-9
定价：29.00元



本书为SOC设计人员量身定做，从最简单的芯片设计到更复杂的芯片组装设计，从UML图到SystemC代码，一应俱全，解说详尽，并且提供范例程序文件。

《SOC设计UML实务手册》
作者：邱郁惠
书号：978-7-111-23737-2
定价：36.00元



本书为广大的C++程序员量身定做，介绍了如何利用UML进行建模，进而更好地支持C++程序设计。

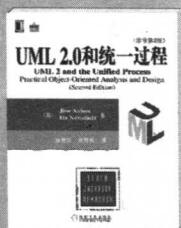
《C++程序员UML实务手册》
作者：邱郁惠
书号：978-7-111-23739-6
定价：39.00元

作者简介

邱郁惠 中国台湾资深UML教育培训专家和畅销书作者。邱老师研究OOAD、UML和MDA十余年，自UML诞生起一直从事UML的普及和指导工作，从事过专案、教学及写作。曾担任《物件导向杂志》主编。邱老师编著有《系统分析师UML实务手册》、《C++程序员UML实务手册》、《SOC设计UML实务手册》，其繁体版一经出版在天珑书局登上销售排行第1名。邱老师目前正在从事UML认证的培训工作。邱老师的简体中文博客是<http://blog.csdn.net/cs271080>。



UML China专家强力推荐



《UML 2.0和统一过程》
(原书第2版)
作者：Jim Arlow; Ila Neustadt
书号：7-111-18775-X
定价：55.00元



《UML参考手册》
(第2版)
作者：James Rumbaugh
书号：7-111-16560-8
定价：75.00元



《UML和模式应用》
(原书第3版)
作者：Craig Larman
书号：7-111-18682-6
定价：66.00元



目 录

前言	
第1章 新式的芯片设计方法	1
1.1 概述	1
1.2 SystemC简介	5
1.2.1 SystemC的官方网站	6
1.2.2 以C++为基础	6
1.2.3 软硬件整合设计	8
1.2.4 相对于其他硬件建模语言	11
1.3 UML简介	13
1.3.1 UML的发展	13
1.3.2 图形式的建模语言	14
1.3.3 UML方言	17
1.3.4 UML开发工具	20
1.4 迈向最新潮的MDA技术	23
1.4.1 MDA的主张	23
1.4.2 MDA的开发程序	24
1.4.3 MDA在芯片设计的应用	25
1.4.4 MDA在信息系统上的应用	26
1.5 本书重点内容	29
第2章 UML-SystemC绝妙搭配	30
2.1 UML-SystemC先睹为快	30
2.2 Memory芯片设计	35
2.3 组装可重用的设计	39
第3章 SystemC程序的基本组成	48
3.1 准备好相关环境	48
3.2 编译出systemc.lib	48
3.3 新增并设置项目	50
3.4 编写Hello World程序	53
3.5 SystemC程序的基本组成	56
3.5.1 模块	56
3.5.2 进程	57
3.5.3 事件	61
3.5.4 通道	62
3.5.5 端口与接口	65
3.5.6 sc_main	67
第4章 用活动图呈现进程设计	68
4.1 活动图	68
4.2 进程	72
4.3 事件	74
4.4 通道	77
第5章 用StarUML绘制活动图	84
5.1 新增活动图	84
5.2 绘制Recorder模块活动图	85
5.3 绘制Input子活动图	94
5.4 绘制Record子活动图	97
5.5 绘制PlayOnce子活动图	99
第6章 用组合结构图呈现结构设计	100
6.1 组合结构图	100
6.2 结构设计	101
6.3 端口与通道	107
6.4 进程	114
第7章 用StarUML绘制组合结构图	120
7.1 新增组合结构图	120
7.2 绘制Memory模块的组合结构图	121
7.3 绘制DAC模块的组合结构图	126
7.4 绘制Recorder模块的组合结构图	128

第8章 用通信图呈现通信设计	133	11.3 绘制个体类图	194
8.1 通信图	133	第12章 用用例组织相关图文	200
8.2 序列图	135	12.1 用例	200
8.3 案例说明	137	12.2 Memory模块与用例	202
8.4 介绍sc_export端口	144	12.3 ADC模块与用例	208
第9章 用StarUML绘制通信图	152	12.4 组装可重用的模块	212
9.1 新增通信图	152	第13章 用StarUML绘制用例图	217
9.2 绘制Playback通信图	153	13.1 新增用例图	217
9.3 转出序列图	160	13.2 绘制用例图	218
第10章 用类图呈现模块设计	162	13.3 编写用例叙述	220
10.1 类与对象	162	第14章 案例研究——语音备忘器	224
10.2 类图	165	14.1 项目简介	224
10.3 介绍sc_signal	167	14.2 用例	225
10.4 应用案例	173	14.3 模块设计	225
第11章 用StarUML绘制类图	184	14.4 结构设计	228
11.1 新增类图	184	14.5 线程设计	229
11.2 绘制整体类图	185	14.6 编写SystemC代码	230

第 1 章 新式的芯片设计方法

1.1 概述

从 iPod、iPhone、Wii 的抢购风潮中可以发现，越来越多功能强大且复杂的数字产品、电子设备，正快步进入寻常百姓之家。这意味着，主宰这些数字系统的灵魂——芯片，同样面临了开发更迅速、功能更强大、结构更复杂的情况。也因为如此，所以我们急需新式的芯片设计方法，以加快芯片的设计速度。

在新式的芯片设计方法技术中，图形式的软硬件建模语言——UML (Unified Modeling Language, 统一建模语言) 与 C++ 式的软硬件建模语言——SystemC 的携手合作，是目前的主流趋势，同时，也已经有了许多成功的项目经验。

例如，在 2002 年发表的《New SoC Design Methodology based on UML and C Programming Language》一文中，作者提到参与日本富士通研究所 (Fujitsu Laboratories Limited) 的项目时，采用新式的 UML-SystemC 方法获得成功的经验。此外，作者还绘制了图 1-1 和图 1-2，展示出新式设计方法改善传统方法的部分。

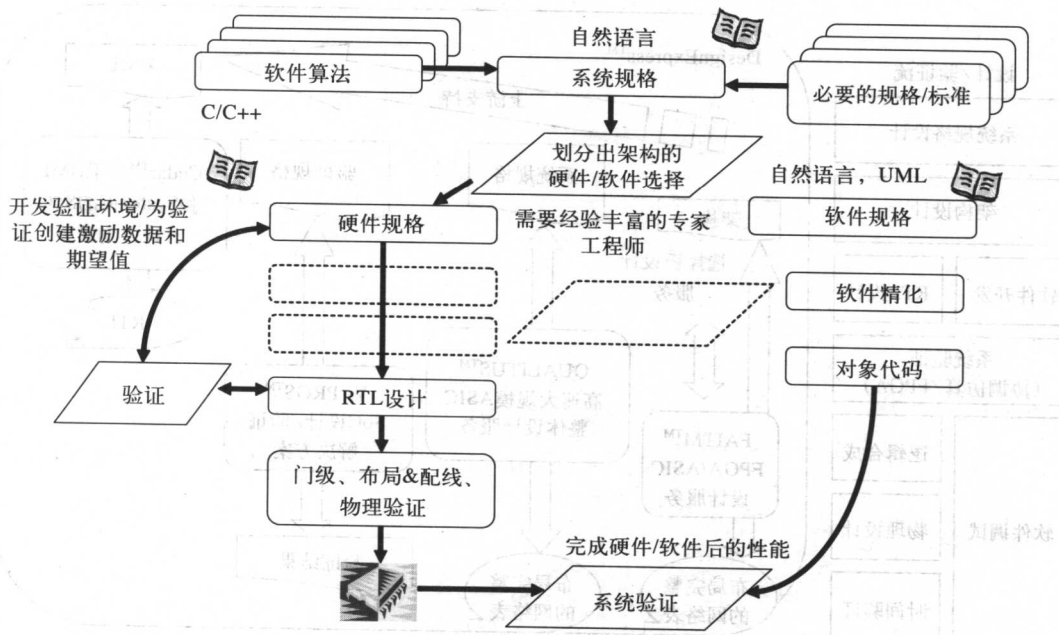


图 1-1 传统的设计方法

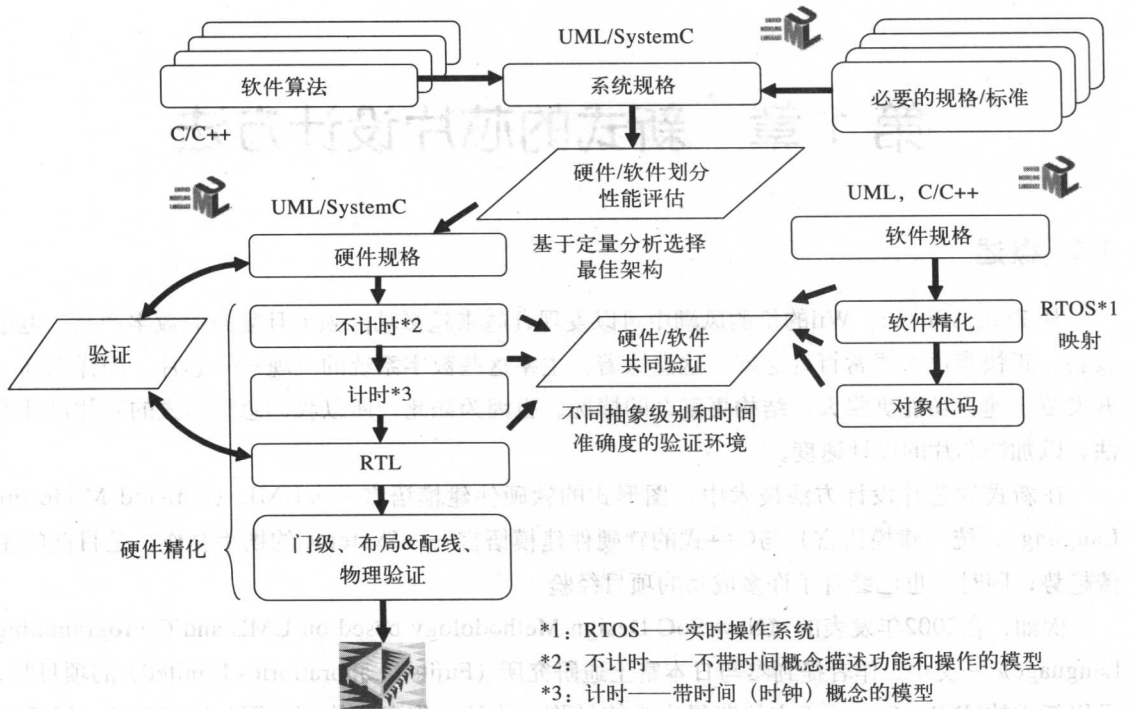


图1-2 UML-SystemC新式的设计方法

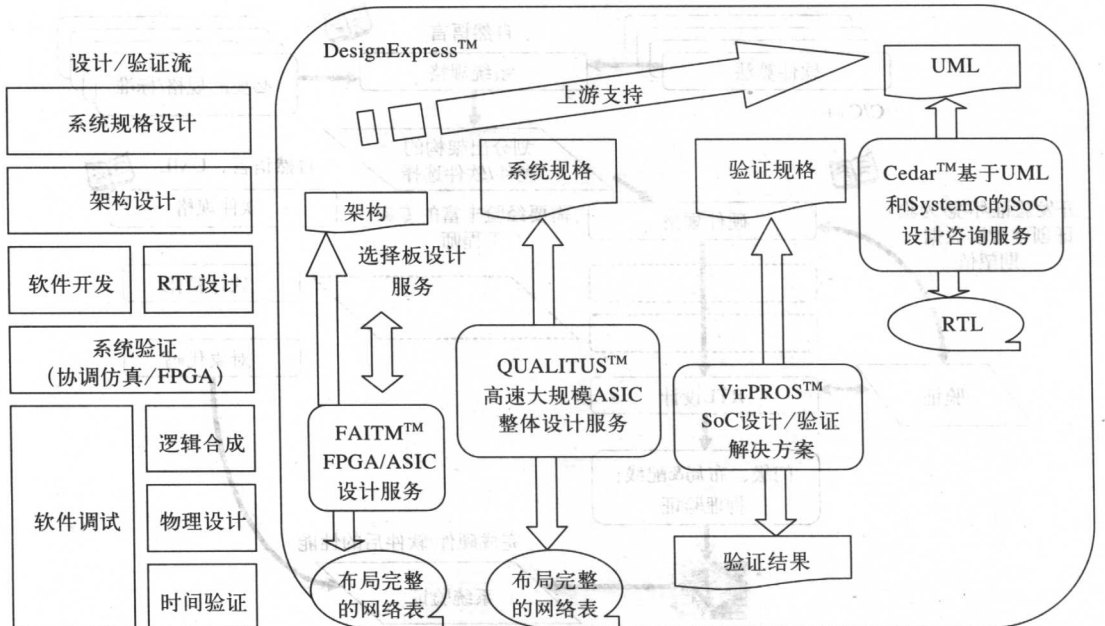


图1-3 UML-SystemC用于家用产品的开发

后来，在2004年发表的另一篇《Cedar: A Consulting Service for SoC Design Based on UML and SystemC》文章中，作者提到富士通以当年的成功经验（命名为Cedar）为基础，扩大应用到家用产品的开发上，更是硕果丰盛，如图1-3和图1-4所示。

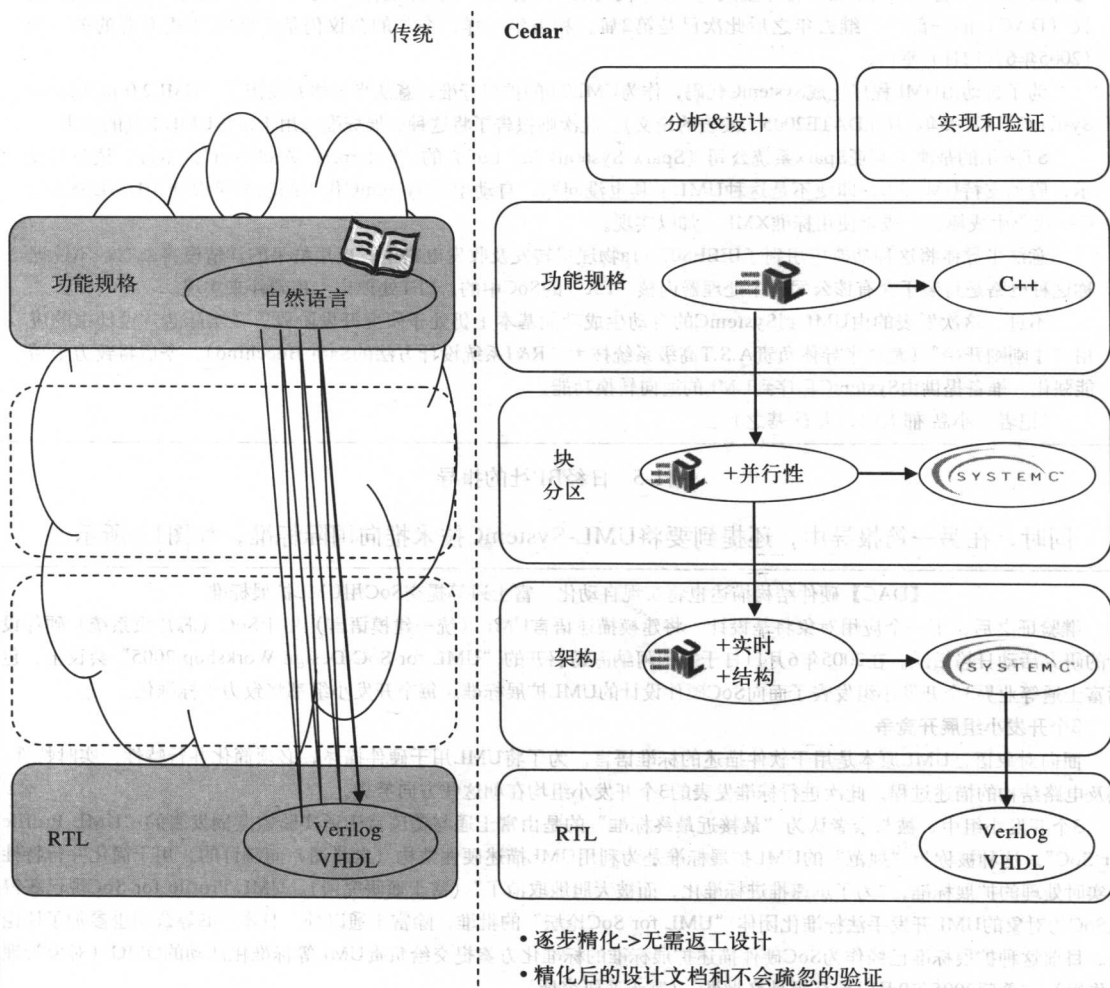


图1-4 新旧设计方法相比

当然，无独有偶，不只是邻近的日韩企业，欧美许多企业同样主张采用UML-SystemC来设计芯片，并纷纷投入资金，试图打造出更完善的芯片设计环境。

请看图1-5，这是日经BP社在2005年的一篇报导，内容提到著名的半导体业者“法国意法半导体”（ST Microelectronics）提出了一套开发工具，可于绘制UML模型后自动产出SystemC的代码。

【DAC】意法半导体试制可自动由UML生成SystemC的EDA系统
DATE 2005/06/15【日经BP社报导】

意法半导体（ST）在日前召开的“UML for SoC Design Workshop 2005”会议上宣布，成功构建了可自动由芯片的UML（统一建模语言）程序生成SystemC代码的EDA系统。该工作组会议是EDA业界最大的设计自动化会议（DAC）的一部分，继去年之后此次已是第2届。和去年一样，今年的会议仍是在DAC正式开幕的前一天（2005年6月12日）举行。

为了自动由UML程序生成SystemC代码，作为UML2.0的扩展标准，意法半导体开发出了“UML2.0 profile for SystemC”（2005年3月在DATE2005上发表的论文）。此次则报告了将这种扩展标准应用于市售UML工具的结果。

ST所用的是澳大利亚Sparx系统公司（Sparx Systems Pty Ltd.）的“Enterprise Architect”。不过，该公司表示，假如支持UML2.0，即使不是这种UML工具也没问题。自动生成SystemC代码的功能可以使用UML工具的C++代码生成模板，或者使用标准XML，加以实现。

意法半导体将这种功能应用到了IEEE802.11a物理层转发及收发电路中。应用结果的详情没有公布，不过据称这种电路是封装于含有该公司自主处理器内核“LX”的SoC中的。FFT处理由专用硬件来实现。

不过，这次发表的由UML到SystemC的自动生成功能基本上仍处于研究开发阶段。在实际芯片设计中的应用“才刚刚开始”（意法半导体负责A.S.T高级系统技术、R&I系统设计方法的Sara Bocchino）。今后将致力于功能强化。准备提供由SystemC程序到UML的逆向转换功能。

（记者：小岛 郁太郎，大石 基之）

图1-5 日经BP社的报导

同时，在另一篇报导中，还提到要将UML-SystemC技术推向国际标准，如图1-6所示。

【DAC】硬件结构描述也将实现自动化，富士通等提交SoC用UML扩展标准

继验证之后，下一个应用对象将是设计。将建模描述语言UML（统一建模语言）用于SoC（芯片级系统）硬件设计的研究活动日趋活跃。在2005年6月11日于美国阿纳海姆召开的“UML for SoC Design Workshop 2005”会议上，包括富士通等业界3个开发小组发表了面向SoC硬件设计的UML扩展标准。每个开发小组都将致力于标准化。

3个开发小组展开竞争

面向对象语言UML原本是用于软件描述的标准语言。为了将UML用于硬件描述，必须简化并行特性、实时特性，以及电路结构的描述过程。此次进行标准发表的3个开发小组均在朝这些方向努力。

3个开发小组中，被与会者认为“最接近最终标准”的是由富士通与美国富士通实验室共同发表的“UML Profile for SoC”。这种被称为“规范”的UML扩展标准是为利用UML描述硬件结构（电路图）而制订的。用于简化并行特性及实时处理的扩展标准，“为了迅速推进标准化，而被大胆地取消了”（富士通研究所）。UML Profile for SoC现已获得以SoC为对象的UML开发手法标准化团体“UML for SoC论坛”的批准，除富士通以外，日本Cats等公司也参加了该论坛。目前这种扩展标准已经作为SoC硬件描述扩展标准的标准化方案提交给负责UML等标准化活动的OMG（对象管理工作组），“希望2005年9月以前获得最终批准”（富士通研究所）。

其他2个开发小组均制订了可用来表现SoC的性能要求的UML扩展标准。比利时Katholieke Universiteit Leuven公司提出了能够表现SoC硬件性能要求的扩展标准“SysML”。比如，当图像处理电路中每秒所需处理的帧数已经确定时，就能将这个值与UML的用例图和序列图（sequence diagram）等关联起来。旨在利用序列图等表现并行及实时特性的UML扩展标准“MARTE”是由法国INRIA公司的开发小组发表的。对于这2项提案，与会人员中有人表示“性能方面的表现手法存在各种意见。所以标准化工作并不容易”。

UML最近已经开始在半导体制造商内部作为SoC验证语言来使用。比如，富士通在2004年6月召开的“UML for SoC Design Workshop 2004”会议上宣布，在手机用图像处理芯片的开发过程中，利用UML进行验证，成功地大幅提高了验证效率。

（记者：大石 基之，小岛 郁太郎）

图1-6 日经BP社的另一篇报导

一直到了2006年，负责维护UML的组织OMG (Object Management Group)，终于决定采纳“UML Profile for SoC”规格文件，如图1-7所示。这份文件是由Fujitsu、IBM、NEC、CANON、CATS、Forte Design Systemc、Metabolics、RICOH、Toshiba、Artisan Software Tools、Adaptive、88 Solutions、Unisys、Accelerated Technology、Siemens等众多IT界知名企业，联合提出，是专门用于SoC设计的标准规格文件。

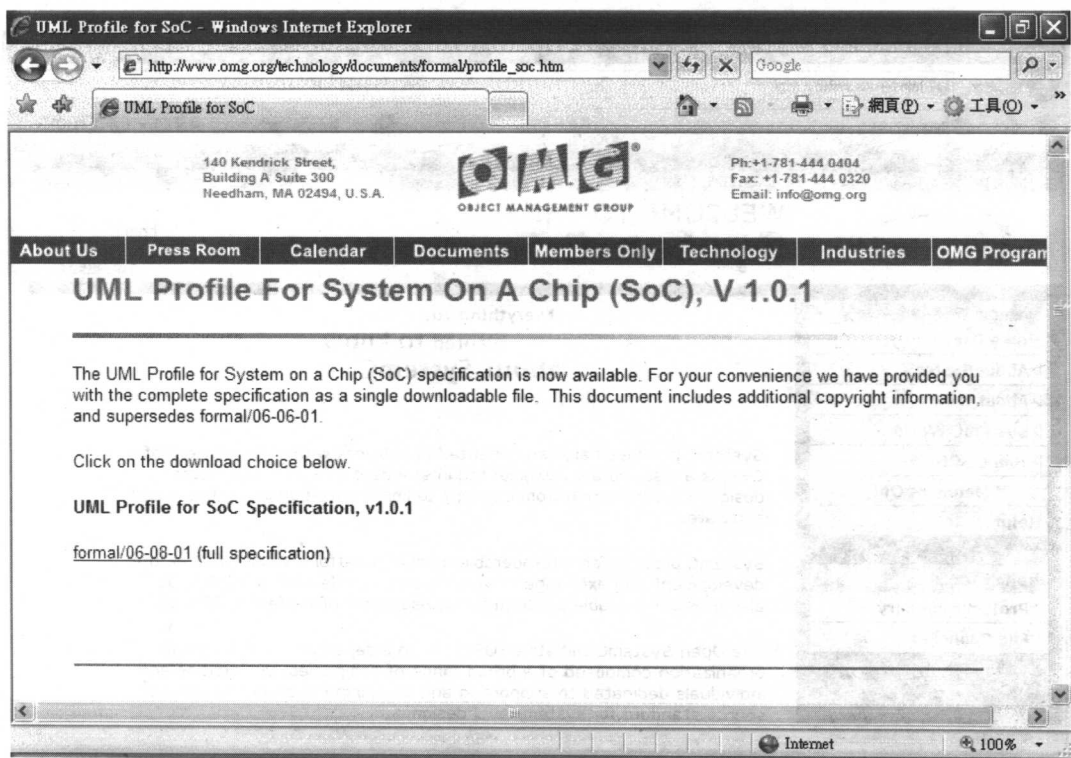


图1-7 UML Profile for SoC

这份标准规格的出现，除了意味着UML-SystemC将逐步成为业界所采用的标准之外，同时还意味着，原本在市场上流通的所有UML开发工具，也都能够快速扩展，成为支持UML-SystemC芯片设计方法的开发工具。

所以，从这种种报导及文献来看，UML-SystemC有方兴未艾、愈演愈烈的迹象，现在投入和学习，正是时候！

1.2 SystemC简介

在本节中，我们要进一步来探讨SystemC的特色，以了解它所带来的效益。

1.2.1 SystemC的官方网站

由于SystemC属公共财产，所以能够迅速吸引许多企业、组织、专家学者以及用户的投入，因而加快了与SystemC相关开发工具的诞生，这是一大好处。目前，SystemC由OSCI（Open SystemC Initiative）负责推广与维护，所有人都可以在它的官方网站（<http://www.systemc.org>）下载相关的文件或代码，如图1-8所示。

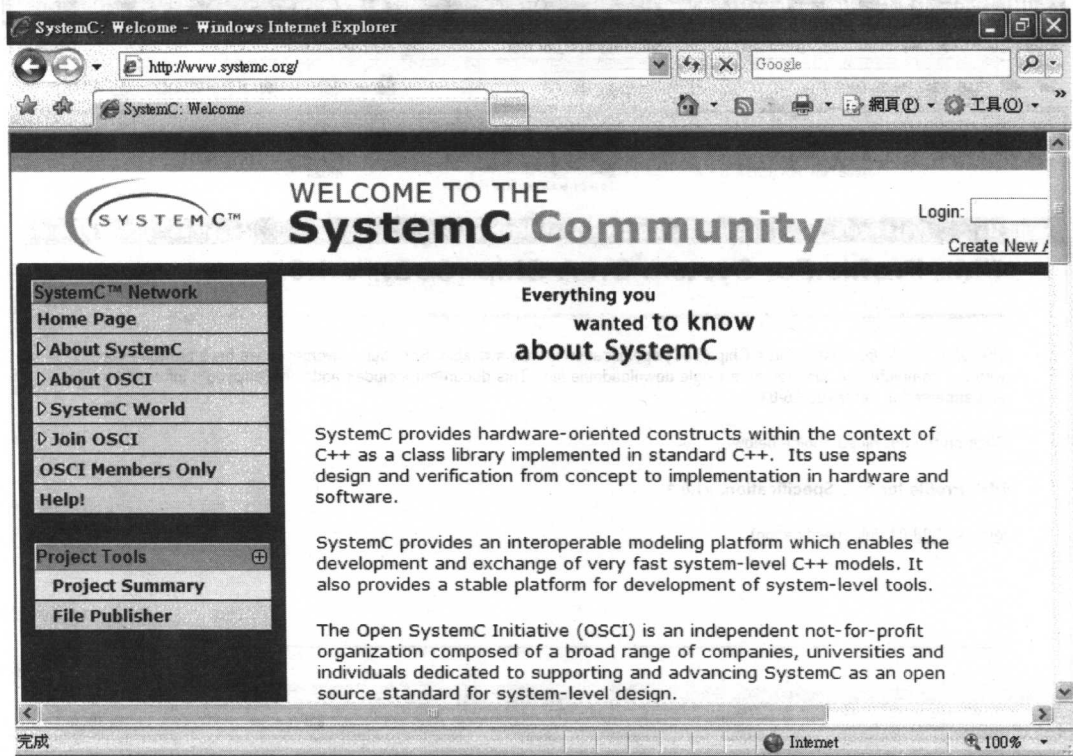


图1-8 SystemC的官方网站

而且，在2005年12月中旬，SystemC就已经通过IEEE标准协会(IEEE Standards Association)的审查，取得IEEE 1666标准，如图1-9所示。这也使得SystemC成为更炙手可热的技术，值得我们尽情投入。

1.2.2 以C++为基础

在SystemC官网的首页上，开宗明义就写到，SystemC是一个基于标准C++语言所开发出来的类库，并不是一个全新的程序语言。在SystemC的规格文件中，也清楚地表示出SystemC的语言架构以C++为基础，如图1-10所示。