

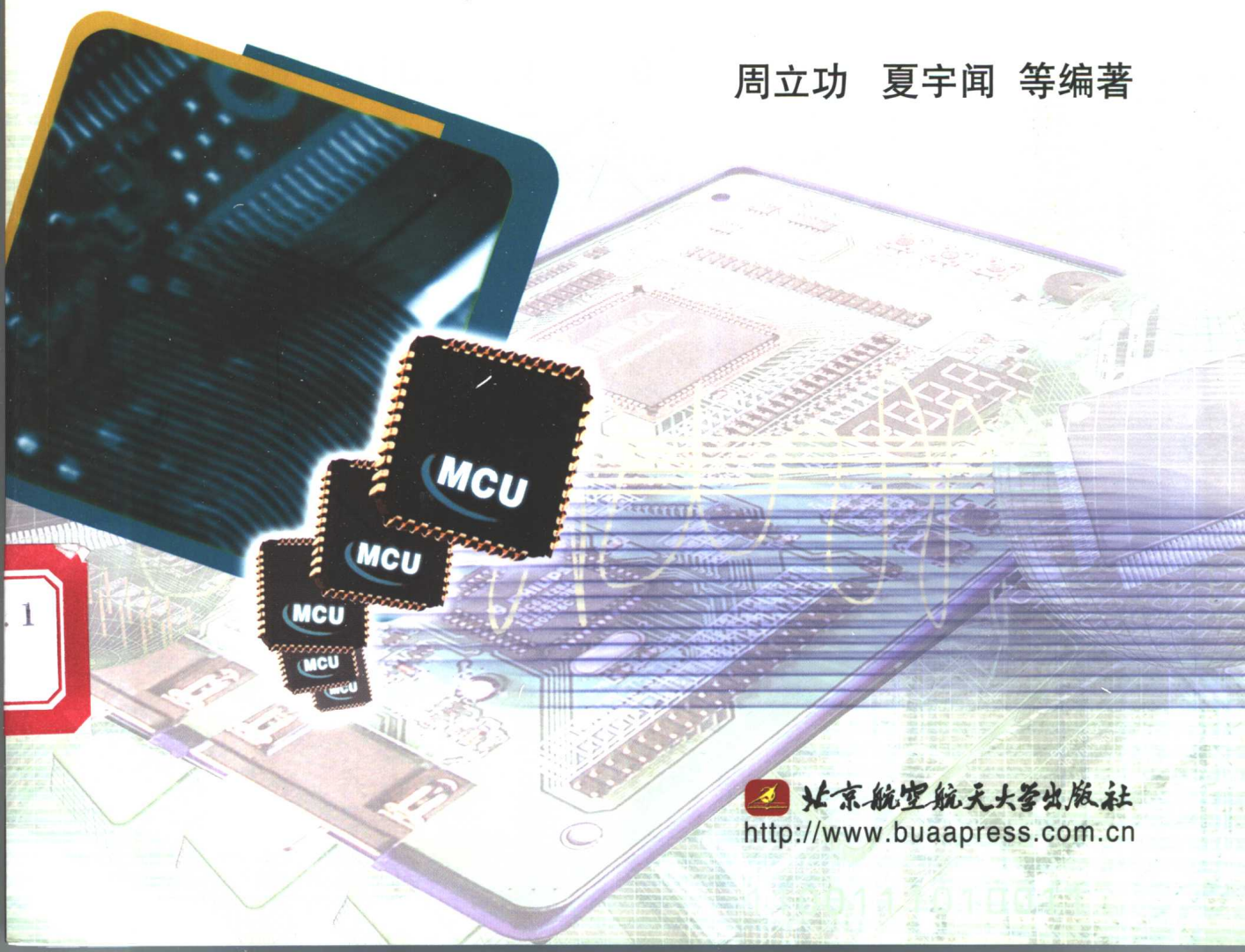


周立功单片机公司策划



单片机 与CPLD 综合应用技术

周立功 夏宇闻 等编著



 北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

单片机与 CPLD 综合应用技术

周立功 夏宇闻 等编著

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书详细介绍了 PHILIPS 公司最新、最常用的内置 ISP 下载功能的 64 KB 大容量 Flash 存储器和特大 RAM 的 P89C6xX2 6/12 时钟低价单片机的原理;同时还用大量篇幅介绍初学者最容易掌握的 Verilog HDL 语言,详细介绍了使用 Verilog 语言设计 CPLD 应用程序的方法,以及单片机与 CPLD 的综合应用设计技术。

本书以实战为主,提供了完整的程序源码和电路图,结合所配套的单片机与 CPLD 综合仿真实验仪,可以帮助初学者一边看书一边实践,从而达到快速掌握单片机与 CPLD 综合应用新技术的目的。

本书的主要读者是专门从事单片机应用系统开发的工程技术人员、大专院校电类及信息类专业专业的学生以及其他单片机爱好者,也可作为各类单片机中、高级培训教材,或大专院校的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机与 CPLD 综合应用技术/周立功等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2003. 8

ISBN 7-81077-316-X

I. 单… II. 周… III. 电子计算机—高等学校—
教学参考资料 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 034947 号

单片机与 CPLD 综合应用技术

周立功 夏宇闻 等编著

责任编辑 孔祥燮

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: bhpess@263.net

北京市云西华都印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:26.25 字数:672 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-316-X

定价:39.00

寻找一份好工作并不难

2002年11~12月间的一个多月时间里,我走访了全国各地的十几所大学,接触了300多名应届本科生与硕士生,面试的结果实在有点出人意外,至今仍然令人感慨万千,我的内心久久不能平静。

作为过来人思前想后,我感到完全有责任将发自心底的感受传递给年轻一代——一名企业家心灵深处对优秀人才的渴望和由此而引发的深层次的叹息、痛苦和感受。千万不要等到毕业求职时才觉得自己能力太差,世界上从来就没有后悔药。当然,如果现在看了这篇文章可能还不算晚,因为还有机会在以后的岁月里奋起直追——亡羊补牢,尤未晚矣。对于现在刚进入大学的学生,应该更加珍惜美好的求学机会,因为眨眼之间几年就过去了,很快就会感到来自全社会生存竞争的压力,面临的对手再也不仅仅是身边的同学。即使今天在班上的成绩是前几名,但一走到社会上去,才感到是多么地脆弱而又多么地不堪一击。

在面试大多数本科生时,我仅仅询问了一些有关51系列单片机的基本原理,但却很少有人能够完全答对,答案简直是五花八门。很多即将毕业的自动化专业本科生,还不知道单片机是这个专业的核心基础。这难道不可悲吗?这些学生水平不高,我心中完全有底,其实我只要求他们能够掌握单片机应用开发的基本技能,用汇编和C51语言写过一些基本的程序,真正动手做过一些简单的项目,然后将自己做过的项目写成比较规范的文档。我想,这种形式的“自我介绍”肯定要比写得千篇一律的“八股文”简历不知要强多少倍。古人言:“一叶知秋”,其实讲的就是这个道理。平心而论,只有具备这样基础的学生,才配得上企业花钱进行二次“开发”。事实上,很多学生根本就不听老师的劝导。我认为只要平时善于做一个有心人,主动找老师请教,然后从大学三年级开始帮老师打打下手,就一定能提高自己的能力。还有一个途径就是自己花钱购买一些学习开发实验板,加强动手能力的训练;但也有很多学生说没有钱,可事实上并非如此。现在的学生购买手机成风,我不知道手机对学生来说到底有多大的用途?事实上,很多学生家庭条件其实不太好,可这些孩子们的攀比心理却十分严重和可怕。到即将毕业之际才感到找工作太难。父母辛辛苦苦攒下一些钱给孩子购买电脑容易吗?望子成龙——可怜天下父母心!父母希望孩子能够学到一些真本事,而孩子更多时间可能都在玩游戏,上网聊天。实际上,花几百元买一块实验板对于您来说仅仅是举手之劳,辛苦一个暑假的时间强化实践,可能就会与众不同。与此同时,可能您的信心大增,前途一片光明。俗话说得好:仓库有粮,心中不慌!如果平时没有准备,那么临时匆匆忙忙地上阵面试,肯定是要败下阵来的。2003年是全国第一次扩招之后毕业人数最多的一年,以后的毕业生还会更多,同时还会有更多的研究生与本科生抢饭碗。面对就业的困境,压力不能说不大,痛苦自在其中。

还有就是,我每天都要面临那些看不完的自我介绍简历,很可惜几乎都是清一色的“八股文”。其实只要学习成绩不是太差,分数不是应聘成功的关键,重要的是做人要踏实,不要有水分。实际上,只要将平时做过的小制作写成一篇心得,再带上作品,“事实胜于雄辩”,这样更能打动人。

还有很多经历了四年本科又三年研究生阶段学习行将毕业的硕士生,不仅不知道嵌入式

操作系统是什么东西,而且连 C++ 都不能熟练掌握,驱动程序开发的能力就更不用提了,仅仅做了一个单片机的应用设计就拿到硕士文凭,术业缺乏而专攻泛泛而谈。说句实在话,怎么样也叫人无法接受啊!对于我来说,如果学生没有特别的才能,我宁愿用三年时间培养一个好的本科生,他肯定不比一般的硕士生差。所以,考上了研究生之后,要时刻明白加强动手能力的培养和前沿科学技术的学习是至关重要的,这是将来面试的“杀手锏”。因为研究生毕业之后要求的工资待遇起码是一般本科生的两倍,但是这个钱不是那么好拿的。顶多 3~5 年的时间,大家肯定能够看到一个现实,那就是如果您还不能熟练地掌握嵌入式操作系统应用开发技术,那只能拿 2000 元的月薪。即便您是硕士或是博士,那又有什么稀奇的呢?邓小平有句名言:不管白猫还是黑猫,抓住老鼠就是好猫!我们知道企业家是要赚钱的,否则这个企业就留不住人才,无情的市场竞争机制将会毫不犹豫地将这个老板淘汰出局。一个可持续发展的企业,如果离开了富有聪明才智的优秀人才,那是不可想象的。光有几个还不行,而是要有一个卓越的军团。

其实就业的问题,对于一个努力的人来说是何等地简单。我面试了 300 多名本科生,我只对其中几个成绩中等的本科生感兴趣。他们都是参加过 2001 年全国电子大赛,利用平时业余时间、暑假及寒假都在跟老师干活的学生。与他们聊天真是一种莫大的享受和欣慰,对于我来说真的是如获至宝。于是,我就立即劝他们,成绩中等确实难以考上好的学校和导师,还不如不考研究生以免浪费时间;同时也充满自信告诉他们:“我就是伯乐!我愿意给您机会和花钱培养您”。事实上,即便考上研究生,如果没有遇上具有超前眼光和经费充足的导师,读了也白读。更何况现在的研究生扩招得这么多?一个导师带那么多研究生,有那么多课题吗?即便有的话,他应付得过来吗?可能残酷的现实将会让您看到,毕业之后回头一看,还远远不如当年一道毕业的同班同学。确实也是,人家的机会比您好得多,关键是人家对待机会比您把握得好,可以说:恰到好处。难道非要读研究生,理论水平才能提高吗?不!我们知道电子与计算机技术的发展日新月异,大学的更新速度一定就快吗?回答是否定的。比如说推广 PHILIPS 的最新单片机和 USB 技术吧!他们的更新速度肯定比一个可持续发展的企业要慢得多。难道说我们的人才水平不够高吗?我们公司就有这样一批在各个领域里出类拔萃的年轻专家。从 2003 年开始,我们将会有一系列的专著在北京航空航天大学出版社出版,大多数的著作都源于我们长期的基础研究和应用开发。可以毫不夸张地说,这些都是我们这个年轻团队合作的结晶。他们是卓越的人才,他们没有就业的压力,他们不怕炒鱿鱼。相反我倒要想尽办法加强公司的管理,从工资、奖金、福利、生活和事业成就感等各个方面绞尽脑汁善待人才和留住人才,这么努力的人才根本就不需要过多地为工作和生活发愁。对于这个问题,当然是仁者见仁,智者见智,也就是下面我要讲到的问题:一个人如何根据自己的特点、条件和机遇对自己定位的问题,这也是至关重要的。

比如说,如果您对单片机的理解仅仅是入门水平,那么首先就应该低调一些,因为这时候主要的任务是为了寻找一个可以学习的机会。说句实在话,此时此刻您一定要清醒地意识到:寻找伯乐比眼前的利益更加重要!因为您现在确实还没有可以骄傲的资本,您一定要想尽办法取得第一次正式踏入社会的入场券,这对您来说是何等重要啊!俗话说得好:“万丈高楼平地起”。您一定要寻找机会通过业绩表现出自己的能力,表现出与众不同之处。这样您就可能在一个公司里树立您的“信用”,有了信用之后随之而来的机会将会越来越多,到那时就根本不用发愁自己的待遇和地位问题;所以对于一个刚刚步入社会的年轻人来说,能够做到以“诚信”

打天下,将来的前途肯定是无限光明的。千万不要以为自己在班上的成绩是前几名,或者相对来说自己的动手能力比同学强,或者自己在读书期间贷了多少款,或者家里是多么地缺钱,就要求高薪。因为当您加入整个社会的竞争之后,这些都不是要求高薪的理由,这个时候的心态将可能会决定命运,必须对自己要有充分的认识和正确的估价。经常是很多学生用这些理由向我开出高价,我无话可说,只好摇头和叹息。

如果您的水平还不够,我认为也不要自卑,要知道机会是时刻属于有准备的年轻人的,但也不可掉以轻心。此时此刻,应该振作起来,立即拿起书本努力学习和加强实战的训练。待到羽翼丰满之时,大胆地走出去闯荡,让社会来对您做一个恰当的评价,然后再根据现实的情况不断地调整自己,继续学习和实践。由于电子和计算机科学的发展呈现日新月异的变化局势,一定要明白:您距离失败永远只有 6 个月!

基于此我们写作了这本《单片机与 CPLD 综合应用技术》一书和设计了 2 种配套的单片机与 CPLD 综合开发实验仪:DP-MCU/Xilinx 和 DP-MCU/Altera。一般来说,使用单片机的场合将无时无刻地伴随着 CPLD 的应用,单片机与 CPLD 就像一对亲姐妹一样,如何结合两者的应用开发对于初学者来说显得十分重要。本书详细地介绍了最新、最常用的内置 ISP 下载功能的 64 KB 大容量 Flash 存储器和特大 RAM 的 P89C6xX2 6/12 Clock 低价单片机的原理,同时还用大量篇幅介绍初学者最容易掌握的 Verilog HDL 语言。如果您具有 C 语言的基础,那么只要 2~3 个月的时间就能完全学好 CPLD 的应用设计。而且 Verilog HDL 语言的最大好处就是不受最终器件的限制,只要写的程序没有问题,就可以完全无障碍移植到任何其他半导体公司的 CPLD 上去使用。更重要的是本书完全以实战为主,通过实践的方法帮助您加深理解单片机与 CPLD 的基本知识,更重要的是通过实战可以帮助您时刻保持对学习的兴趣。

通过对本书的深入学习,同时进一步加强实战的训练,确实能够帮助您掌握 CPLD、I²C、串行通信、RTOS 及其 Keil C51 等相关的知识和基本技能,您将会很快登堂入室。与此同时,我们在随机的开发实验仪光盘之中,为您免费提供了商业化和傻瓜化的 I²C 软件包、串行通信软件包、大量的实践范例及其规范化的文档,达 300 页之多。

本书继承了已经在北京航空航天大学出版社出版的《PDIUSB12 USB 固件编程与驱动开发》、《增强型 80C51 单片机速成与实战》的写作风格,每一本书都自成体系,但各有特色。本书主要是以综合性的实战为主,基础性的实践知识渗透得比较少。由于篇幅有限,我们已经将常用的基础训练实战的范例放在随机的光盘之中,而且还会不断在光盘中增加更多的实战例子,从而帮助读者达到从基础训练入门最终提升到综合设计能力的目的。本书的主要读者对象是面向有一些单片机基础的初学者,因此建议读者结合我们编写的系列实战丛书的其他相关内容学习,以达到融会贯通的目的。从我多年来学习、开发、创办公司及服务客户的经验来看,单片机与 CPLD 的综合应用技术是一门实战非常强的学科,除了不断地学习之外,唯一的办法就是:实践! 实践!! 再实践!!!

如果读者在学习中遇到什么困难,请及时给我们的专业技术支持工程师来信或来电话,互相交流,通过这样的途径解决学习中遇到的实际问题,可能会比自己一个人琢磨要快得多。我们技术支持工程师的 E-mail 地址:dp51@zlgmcu.com。如果书中有什么错误或者您有更好的建议,也请一并告诉我们,我们希望能够得到您的参与和帮助。

参与工作的主要人员有周立功、黄晓清、刘英斌、曾成奇、钟伊峰、戚军、朱旻、叶皓贲、邹思

韵、李仕兵等,其中 Verilog HDL 语言一章由北京航空航天大学 EDA 实验室著名的专家夏宇闻教授撰写。如果没有他的帮助和努力,这本书不可能这么快完成,在此表示衷心的感谢。最后的方案和本书的定稿由周立功和黄晓清负责。

如果读者在阅读本书中有什么问题,或需要技术支持,或需要购买与本书配套的 DP-MCU/CPLD 单片机综合仿真实验仪(在随该实验仪配套的光盘中,免费提供商业化和傻瓜化的 I²C 软件包、串行通信软件包及大量的程序范例源代码),可直接与我公司联系,现将我公司的联系方式列在下面:

广州周立功单片机发展有限公司

地址:广州市天河区天河北路 689 号光大银行大厦 16 楼 D2 (邮编:510630)

电话:(020)38730916 38730917 38730976 38730977 传真:(020)38730925

电子邮箱:info@zlgmcu.com 网址: <http://www.zlgmcu.com>

技术支持

电话:(020)85520995 85539796 85547386 85541621 85541773 85571663

电子邮箱:dp51@zlgmcu.com

广州周立功专卖店

地址:广州市天河区新赛格电子城 203~204 室 (邮编:510630)

电话:(020)87578634 传真:(020)87578842

深圳周立功

地址:深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 18 楼 D2 (邮编:518031)

电话:(0755)83287588 传真:(0755)83274266

成都周立功

地址:成都市一环路南一段 57 号金城大厦 618 室 (邮编:610041)

电话:(028)85499320 传真:(028)85439505

北京周立功

地址:北京市海淀区知春路 113 号银网中心 715 室 (邮编:100086)

电话:(010)82628073 传真:(010)82614433

上海周立功

地址:上海市中山西路 827 号东华大学上海喜天游大酒店 4 楼 C31 室 (邮编:200051)

电话:(021)62199015 传真:(021)62199016

杭州周立功

地址:杭州市教工路 2 号杭州电子市场仪器仪表城二楼 555 室 (邮编:310012)

电话:(0571)88271834 传真:(0571)88271326

南京周立功

地址:南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室 (邮编:210018)

电话:(025)3613221 传真:(025)3641103

周立功

2003 年 2 月 25 日

目 录

第 1 章 系统概述

1.1 DP 系列 MCU 与 CPLD 综合仿真实验仪	(1)
1.1.1 DP-MCU/Xilinx 综合仿真实验仪	(1)
1.1.2 DP-MCU/Altera 综合仿真实验仪	(1)
1.1.3 DP-MCU/Xilinx 与 DP-MCU/Altera 的共同特点	(1)
1.2 DP 系列 MCU 仿真实验仪	(3)
1.2.1 DP-TEST 下载实验仪	(3)
1.2.2 DP-51S 单片机仿真实验仪	(4)
1.2.3 DP-51 单片机仿真实验仪	(5)
1.2.4 DP-668 单片机与 TCP/IP 综合仿真实验仪	(6)
1.3 DP 系列 CPLD 开发实验仪	(7)
1.3.1 DP-Xilinx 下载开发实验仪	(7)
1.3.2 DP-Altera 下载开发实验仪	(8)

第 2 章 DP-MCU/CPLD 综合仿真实验仪

2.1 DP-MCU/Xilinx 综合仿真实验仪	(9)
2.1.1 电路布局	(9)
2.1.2 主要器件	(9)
2.1.3 应用接口	(10)
2.1.4 跳线接口	(14)
2.2 DP-MCU/Altera 综合仿真实验仪	(15)
2.2.1 电路布局	(15)
2.2.2 主要器件	(16)
2.2.3 应用接口	(17)
2.2.4 跳线接口	(17)
2.3 硬件原理分析	(19)
2.3.1 时钟电路	(19)
2.3.2 复位电路	(19)
2.3.3 工作模式切换电路	(20)
2.3.4 键盘和 LED 发光管	(21)
2.3.5 全局按键	(21)
2.3.6 蜂鸣器	(21)
2.3.7 数码管 LED 显示	(22)

2.3.8 LCD 液晶显示接口	(22)
2.3.9 红外接近开关	(23)
2.3.10 实时时钟 PCF8563	(24)
2.3.11 E ² PROM 存储器	(24)

第 3 章 DP-MCU/CPLD 快速入门

3.1 Keil C51 软件的安装和使用	(26)
3.1.1 Keil C51 软件的安装	(27)
3.1.2 Keil C51 软件的使用	(29)
3.2 ZLGICD 软件的安装和使用	(39)
3.2.1 ZLGICD 软件简介	(39)
3.2.2 ZLGICD 软件的安装方法	(40)
3.2.3 ZLGICD 软件的使用方法	(42)
3.3 ISD51 在线仿真调试	(45)
3.3.1 ISD51 简介	(45)
3.3.2 使用 ISD51 的准备工作	(45)
3.3.3 ISD51 仿真调试功能的使用	(47)
3.4 Xilinx 开发软件 WebPACK 的安装和使用	(49)
3.4.1 WebPACK 软件的安装	(49)
3.4.2 WebPACK 软件的使用	(53)
3.5 Altera 开发软件 MAX+plus II 的安装和使用	(60)
3.5.1 MAX+plus II 软件的安装	(61)
3.5.2 MAX+plus II 软件的使用	(65)

第 4 章 CPLD 系列器件

4.1 XC9500 系列 CPLD 简介	(75)
4.2 XC9500 系列器件结构描述	(76)
4.2.1 功能模块	(77)
4.2.2 宏单元	(77)
4.2.3 乘积项分配器	(79)
4.2.4 FastCONNECT 开关矩阵	(81)
4.2.5 I/O 模块	(81)
4.2.6 引脚锁定功能	(84)
4.2.7 在系统编程	(84)
4.2.8 耐久性	(84)
4.2.9 IEEE 1149.1 边界扫描(JTAG)	(85)
4.2.10 保密设计	(85)
4.2.11 低功耗模式	(85)
4.2.12 时序模型	(85)

4.2.13 上电特性	(87)
4.2.14 Xilinx CPLD 器件的命名	(87)
4.3 XC95108 在系统可编程 CPLD	(88)
4.4 MAX 7000 系列器件的特点及性能	(94)
4.5 MAX 7000 系列器件功能概述	(96)
4.5.1 MAX 器件简介	(96)
4.5.2 功能描述	(99)

第 5 章 Verilog HDL 硬件描述语言

5.1 Verilog HDL 的基本知识	(109)
5.1.1 硬件描述语言 HDL	(109)
5.1.2 Verilog HDL 的历史	(110)
5.1.3 总 结	(115)
5.2 Verilog HDL 语法的基本概念	(116)
5.2.1 简单的 Verilog HDL 模块	(117)
5.2.2 总 结	(121)
5.3 模块的结构、数据类型及变量和基本运算符	(121)
5.3.1 模块的结构	(121)
5.3.2 数据类型及其常量和变量	(124)
5.3.3 总 结	(133)
5.4 各种运算符、赋值语句和结构说明语句	(133)
5.4.1 逻辑运算符	(133)
5.4.2 关系运算符	(134)
5.4.3 等式运算符	(134)
5.4.4 移位运算符	(135)
5.4.5 位拼接运算符	(136)
5.4.6 缩减运算符	(136)
5.4.7 优先级别	(137)
5.4.8 关键词	(137)
5.4.9 赋值语句和块语句	(137)
5.4.10 总 结	(142)
5.5 条件语句和循环语句	(143)
5.5.1 if_else 语句	(143)
5.5.2 case 语句	(146)
5.5.3 设计中生成了并不希望有的锁存器	(149)
5.5.4 循环语句	(150)
5.5.5 总 结	(153)
5.6 结构语句、函数语句和系统任务	(153)
5.6.1 结构说明语句	(153)

5.6.2	task 说明语句	(156)
5.6.3	function 说明语句	(158)
5.6.4	系统函数和任务	(159)
5.7	调试用系统任务和常用编译预处理语句	(163)
5.7.1	系统任务 \$ monitor	(164)
5.7.2	时间度量系统函数 \$ time	(164)
5.7.3	系统任务 \$ finish	(166)
5.7.4	系统任务 \$ stop	(166)
5.7.5	系统任务 \$ readmemb 和 \$ readmemh	(166)
5.7.6	系统任务 \$ random	(168)
5.7.7	编译预处理	(168)
5.7.8	总 结	(176)
5.8	语法概念回顾与练习	(176)

第 6 章 CPLD 应用设计

6.1	基本输出实验	(189)
6.1.1	点亮发光二极管	(189)
6.1.2	闪烁灯	(191)
6.1.3	流水灯	(194)
6.2	基本输入/输出实验	(196)
6.2.1	基本的逻辑门实验	(196)
6.2.2	键盘、LED 发光管实验 1	(198)
6.2.3	键盘、LED 发光管实验 2	(201)
6.3	静态 LED 数码管显示	(202)
6.4	动态 LED 数码管显示	(205)
6.5	蜂鸣器声响实验	(209)
6.5.1	输出报警声	(210)
6.5.2	数字电子琴	(212)
6.6	PWM 输出控制	(215)
6.6.1	由 PWM 实现的 D/A 转换	(215)
6.6.2	由 PWM 实现的 D/F 转换	(217)
6.7	数字时钟实验	(219)
6.8	频率计实验	(223)
6.9	交通灯实验	(227)
6.10	RS-232 实验	(232)
6.10.1	发 送	(232)
6.10.2	接 收	(236)

第7章 内置 WDT 与 ISP 功能的 80C51 Flash 单片机

7.1 P89C6xX2 单片机概述	(240)
7.1.1 P89C6xX2 单片机的特性	(240)
7.1.2 P89C6xX2 单片机的内部结构及引脚排列	(241)
7.2 Flash 存储器	(248)
7.2.1 Flash 存储器结构与操作	(248)
7.2.2 Flash 的编程和擦除	(248)
7.3 振荡和复位电路	(254)
7.3.1 时钟电路及其配置	(254)
7.3.2 可编程时钟输出	(255)
7.3.3 复位电路	(255)
7.4 低功耗模式	(255)
7.4.1 时钟停止模式	(255)
7.4.2 空闲模式	(255)
7.4.3 掉电模式	(256)
7.4.4 ONCE 模式	(256)
7.5 定时器/计数器的使用	(256)
7.5.1 定时器 0 和 1	(256)
7.5.2 定时器 2 的操作	(259)
7.6 全双工增强型 UART 串口	(265)
7.6.1 串口的模式	(265)
7.6.2 多机通信	(269)
7.6.3 增强型 UART 操作	(273)
7.7 中断系统	(276)
7.7.1 中断源	(276)
7.7.2 中断优先级配置	(277)
7.7.3 中断的处理	(279)
7.7.4 外部中断	(280)
7.8 其他功能的使用	(281)
7.8.1 双 DPTR 的使用	(281)
7.8.2 附加数据 RAM 的使用	(282)
7.8.3 硬件看门狗定时器 WDT	(283)
7.9 P89C51RX2 与 P89C6xX2 单片机的异同点	(283)
7.9.1 P89C51RX2 单片机概述	(283)
7.9.2 P89C51RX2 的特性、内部结构和引脚排列	(284)
7.9.3 P89C51RX2 与 P89C6xX2 功能特性比较	(289)
7.10 P89C66x 与 P89C6xX2 单片机的异同点	(289)
7.10.1 P89C66x 单片机概述	(289)

7.10.2 P89C66x 单片机的特性、内部结构和引脚排列	(290)
7.10.3 P89C66x 与 P89C6xX2 功能特性比较	(294)

第 8 章 I²C 总线的应用

8.1 I ² C 总线介绍	(296)
8.1.1 I ² C 总线的特性	(296)
8.1.2 标准模式 I ² C 总线规范	(297)
8.2 模拟 I ² C 软件包	(301)
8.2.1 汇编程序软件包	(301)
8.2.2 特殊应用情况	(307)
8.2.3 C51 程序软件包	(307)
8.3 24WC 系列 E ² PROM 的应用	(314)
8.3.1 概 述	(314)
8.3.2 引脚描述	(314)
8.3.3 串行 E ² PROM 芯片的寻址	(315)
8.3.4 写操作方式	(317)
8.3.5 读操作方式	(318)
8.3.6 硬件电路分析	(320)
8.4 PCF8563 时钟芯片的应用	(323)
8.4.1 PCF8563 的基本原理	(324)
8.4.2 PCF8563 的操作	(330)
8.4.3 PCF8563 实现的数字钟	(336)

第 9 章 单片机与 CPLD 综合应用

9.1 键盘、LED 显示实验	(338)
9.1.1 键盘、LED 发光管实验	(338)
9.1.2 键盘、LED 数码管实验	(345)
9.2 单片机控制的 PWM 输出	(353)
9.2.1 由 PWM 实现的 D/A 转换	(353)
9.2.2 由 PWM 实现的 D/F 转换	(359)
9.3 数字时钟	(366)
9.3.1 由单片机+CPLD 实现的数字钟	(366)
9.3.2 由 PCF8563+MCU+CPLD 实现的数字钟	(377)
9.4 液晶显示屏 LCD 显示	(384)
9.4.1 点阵字符型 LCD 简介	(384)
9.4.2 TC1602A 液晶显示器的应用	(388)
9.5 RS-232 全双工串口	(396)

第1章 系统概述

DP-MCU/CPLD 综合仿真实验仪是由广州致远电子有限公司设计的单片机和 CPLD 综合仿真实验仪,是一种功能强大的单片机和 CPLD 应用技术学习、调试及开发工具,为单片机和 CPLD 初学者的学习提供了一条捷径。

单片机和 CPLD 已经成为大学生必备的知识。如何快速掌握 CPLD 与单片机的综合应用技术,是每位电子工程师迫切希望知道的。DP-MCU/CPLD 综合仿真实验仪的主要特色是集成了具有 ISP 功能的单片机和 CPLD,同时可以完成单片机和 CPLD 的实验,也可以从中学会怎样把单片机和 CPLD 结合起来形成一个应用系统。DP-MCU/CPLD 综合仿真实验仪为用户提供了丰富的外围器件和设备接口,可使用户快速掌握单片机和 CPLD 原理及其实用接口技术。

1.1 DP 系列 MCU 与 CPLD 综合仿真实验仪

1.1.1 DP-MCU/Xilinx 综合仿真实验仪

DP-MCU/Xilinx 综合仿真实验仪采用了 Xilinx 公司的 XC9500 系列 CPLD 作为目标器件。XC9500 在系统可编程(ISP)CPLD 系列具有如下优点:高性能,高密度,5 V ISP,可擦除多达10 000次,增强型的引脚锁定功能,灵活的 36V18 功能模块,支持 JTAG 边界扫描,每个宏单元的功率可以单独配置,个别引脚输出速度可控,可驱动 24 mA 输出,采用先进的 5 V FastFlash 工艺等。学习实验仪上使用的是一个 PLCC84 封装的 XC95108。XC95108 内部有 108 个宏单元和 2 400 个门电路。

1.1.2 DP-MCU/Altera 综合仿真实验仪

DP-MCU/Altera 综合仿真实验仪采用了 Altera 公司的 EPM7128S 系列 CPLD 作为目标 CPLD。Altera 公司的 EPM7128S 系列 CPLD 是基于第二代 MAX 结构体系的高性能 E²PROM 结构的 CPLD。它完全符合 IEEE 1149.1 JTAG 边界扫描标准,具有 5 V ISP 的功能;具有最小 5 ns 的引脚到引脚的逻辑时延,最高 175.4 MHz 的计数频率;引脚可配置为开漏输出;每个宏单元都有独立的可编程电源控制,最多可以节省 50%的功耗;宏单元内的寄存器具有单独的时钟和复位等信号以及支持多种电压接口。学习实验仪上使用的是一个 PLCC84 封装的 EPM7128S。EPM7128S 内部有 128 个宏单元、8 个逻辑阵列块和 2 500 个门电路。

1.1.3 DP-MCU/Xilinx 与 DP-MCU/Altera 的共同特点

- 采用 P89C61X2 Flash 高性能单片机,用户也可以自行换成 P89C51RX2 和 P89C66x 等 Flash 单片机,适用范围更广。P89C61X2 器件采用高性能的静态 80C51 设计,以先

进的 CMOS 工艺制造并包含非易失性 Flash 程序存储器,可通过并行编程或在系统编程(ISP)的方法进行编程,支持 6 时钟和 12 时钟模式。内部包含 64 KB Flash 程序存储器、1 KB RAM、32 个 I/O 口、3 个 16 位定时/计数器、6 中断源-4 中断优先级-嵌套的中断结构、1 个增强型 UART、片内振荡器和时钟电路。此外,器件的静态设计使其具有非常宽的频率范围,甚至可低至零。它具有 2 个软件可选的节电模式——空闲模式和掉电模式。空闲模式冻结 CPU 的运行,但允许 RAM、定时器、串口和中断系统继续保持其功能;掉电模式保持 RAM 的内容,但冻结振荡器,以使其他片内功能都停止工作。由于是静态设计,因此即使时钟停止也不会使用户的数据丢失。操作可从时钟停止点恢复运行。

- 所有外围器件既可以独立用于单片机,也可以用于 CPLD,而且还可以作为单片机和 CPLD 综合应用的部件。
- 预留 1 个 LCD 字符液晶显示的标准接口,可连接各种型号的字符液晶显示屏。
- 拥有 11 个按键、8 个 LED 发光二极管和 4 个 LED 数码管,使用 CPLD 实现 PWM。
- 使用红外检测反射技术,例如可以用来检测电机转速等一系列实验。
- 无源蜂鸣器,可以通过改变输出的频率来产生不同的音乐。
- 扩展 I²C 接口的实时时钟芯片 PCF8563T 以及 E²PROM 芯片 CAT24WC02,并提供完整的模拟 I²C 汇编和 C51 源程序软件包,可以帮助开发人员快速使用 I²C 器件,避免做不必要的重复开发工作。
- 配合 Keil C51 或 TKStudio 集成调试环境软件仿真 P89C61X2 单片机,同时可以使用随机附带的 ZLG ICD 下载软件在线运行程序。
- 扩展了 2 个 RS-232 接口,分别连接到单片机和 CPLD。其中,RS-232A 连接到单片机,用于给单片机进行 RS-232 通信和进行 ISP 下载。RS-232B 可以通过跳线连接到 CPLD,可以用 CPLD 设计一个 UART 来进行通信。提供完整的动态链接库软件包及源码完全公开的程序范例,可以帮助开发人员快速使用 RS-232,避免做不必要的重复开发工作。
- 提供所有外围电路的原理图、汇编程序和 C51 程序,使用户迅速掌握各种设计方法。
- 进行实时操作系统的学习,如 RTX Tiny 实时操作系统、μC/OS-II 实时操作系统和 Small RTOS51 实时操作系统等。RTX Tiny 实时操作系统是德国 Keil Software 公司设计的。Small RTOS51 实时操作系统的源码可在 <http://www.zlgmcu.com> 网站下载。其详细的设计思想、应用设计实例和中间件,请参考《嵌入式实时操作系统 Small RTOS51 原理及应用》一书。有了这样的基础,读者就有了从 8 位单片机过渡到 32 位 ARM 的扎实功底。如果读者的基础比较好,还可以深入学习 μC/OS-II 实时操作系统。该操作系统不仅可以在 80C51 单片机上使用,而且可以被方便地移植到 32 位 ARM 上使用。
- 可选配件:DS1602 16×2 字符型 LCD 液晶显示器,A/D、D/A 转换板,步进电机、伺服电机控制板和语音模块。

1.2 DP 系列 MCU 仿真实验仪

1.2.1 DP-TEST 下载实验仪

DP-TEST 下载实验仪主要用作 TKS 系列单片机实时在线仿真器的配套实验板,供用户在 Keil μ Vision2 环境下学习和调试单片机程序,从而构成一套性价比很高的 MCU 综合实验系统。

DP-TEST 下载实验仪向用户提供了众多外围器件和设备接口,可使用户快速掌握单片机原理及其实用接口技术;同时,预留的 ISP 接口使 DP-TEST 下载实验仪还具有 ISP 编程器的功能。

1. 功能特点

- 采用坚固耐用的进口 DIP-40 圆孔插座,可与 TKS 系列仿真器的仿真插头直接相连;或者,用户可选配具有 ISP 功能的 PHILIPS C51 单片机作为学习目标 MCU。工作晶振频率可选:1~12 MHz。
- 板上集成众多常用接口电路:32 KB SRAM 芯片 62C256;2 个独立 LED 显示、3 个独立按键;6 个 8 段数码管与 8 按键组成的键盘/显示电路; I^2C 接口实时时钟芯片 PCF8563T; I^2C 接口 E²PROM 芯片 24WC02;RS-232 串行通信接口芯片 MAX232;串行显示 2 个 8 段数码管电路;8 位并行 D/A 转换电路 DAC0832;8 位并行 A/D 转换电路 ADC0809;8 位串行 A/D 转换电路 TLC549;字符液晶显示屏接口;无源蜂鸣器电路 BUZZER;红外接收电路 RFIN;阻容复位电路、电源监控电路 MAX809。这些实用接口电路涵盖了 MCU 的各个应用领域,能够提供领先的应用设计方法。
- 电路信号的切换可以通过跳线器进行选择,可靠性高,使用方便。
- 提供实验电路的各部分原理图,提供各实验课题的 A51 程序和 C51 程序,浅显易懂,入门方便,可使用户快速掌握应用系统的设计方法。
- 预留 ISP 接口,支持 PHILIPS ISP 单片机(如 P89C51RX2、P89C66X 和 P89C66X2 等)的 ISP 编程功能。

2. 实验课题

DP-TEST 下载实验仪集成有强大的软件、硬件资源,可向使用者提供多种实验课题:

- 学习 80C52 单片机,在 Keil μ Vision2 调试环境下,进行各类 80C52 软件实验和定时器实验等;
- 设有 3 位独立按键和 2 个独立 LED,实现 I/O 接口实验和中断实验等;
- 设有 6 个 8 段数码管和 8 个按键,按动态扫描方式进行控制,实现键盘/显示实验;
- 通过全译码电路扩展 32 KB RAM 作为 XDATA 空间,实现存储器实验;
- 串口扩展 RS-232 通信电路,实现 PC 通信实验;
- 两台或多台 DP-51S 的串口相连,实现单片机的主/从通信网络实验;
- 串口扩展 2 个 8 段数码管显示电路,实现串行方式 0 扩展接口实验;
- 扩展 I^2C 接口的 E²PROM 芯片 24WC02,实现 I^2C 接口实验;
- 扩展 I^2C 接口的实时时钟芯片 PCF8563,实现时钟实验;

- 扩展 8 位并行 D/A 转换电路 DAC0832, 实现各类 D/A 转换实验;
- 扩展 8 位并行 A/D 转换电路 ADC0809, 实现各类 A/D 转换实验;
- 扩展 8 位串行 A/D 转换电路 TLC549, 实现串行 A/D 转换实验;
- 扩展字符液晶显示屏接口, 提供 16×2 字符液晶屏, 实现液晶显示实验;
- 扩展 1 个无源蜂鸣器 BUZZER, 实现音乐输出和 PWM 输出实验;
- 扩展 1 套红外接收电路 RFIN, 实现定时器捕获和信号采样实验;
- 合理分配 DP-TEST 的部分硬件资源, 模拟实际运行目标, 实现 MCU 大型综合实验。

1.2.2 DP-51S 单片机仿真实验仪

DP-51S 单片机仿真实验仪向用户提供了众多外围器件和设备接口, 可使用户快速掌握单片机原理及其实用接口技术; 同时, DP-51S 单片机仿真实验仪集成有 MON51 调试接口, 用户可在 Keil μ Vision2 调试环境下调试、运行单片机程序。预留的 ISP 接口使 DP-51S 单片机仿真实验仪还具有 ISP 编程器的功能。

1. 功能特点

- 采用 PHILIPS P87C52 普通型 8 位微处理器芯片作为学习目标 MCU, 256 B RAM, 双 DPTR, 内置 3 个定时器, 可选用 1~12 MHz 的晶振频率。
- 板上集成众多常用接口电路: 32 KB SRAM 芯片 62C256; 2 个独立 LED 显示、3 个独立按键; 6 个 8 段数码管与 8 按键组成的键盘/显示电路; I²C 接口实时时钟芯片 PCF8563T; I²C 接口 E²PROM 芯片 24WC02; RS-232 串行通信接口芯片 MAX232; 8 位并行 D/A 转换电路 DAC0832; 8 位并行 A/D 转换电路 ADC0809; 字符液晶显示屏接口; 无源蜂鸣器电路 BUZZER; 红外接收电路 RFIN; 阻容复位电路、电源监控电路 MAX809。这些实用接口电路涵盖了 MCU 的各个应用领域, 能够提供领先的应用设计方法。
- 内置 Keil MON51 调试器接口, 可与 Keil C51 联机, 在 Keil μ Vision2 调试环境下运行实际的程序, 提供单步、断点和连续等多种调试方式, 可提供学习单片机的 A51 和 C51 程序设计方法。
- MCU 的 40 引脚信号全部引出到仿真插座, 可用于连接、调试自行设计的实际应用系统, 也可以作为方便的 80C52 仿真器。
- 通过跳线器进行电路信号的切换, 可靠性高。
- 提供实验电路的各部分原理图, 提供各实验课题的 A51 和 C51 程序, 浅显易懂, 入门方便, 使用户快速掌握应用系统的设计方法。
- 预留 ISP 接口, 支持 PHILIPS ISP 单片机(如 P89C51RX2)的 ISP 编程功能。

2. 实验课题

DP-51S 单片机仿真实验仪集成有强大的软件、硬件资源, 可向使用者提供多种实验课题:

- 学习 80C52 单片机, 在 Keil μ Vision2 调试环境下, 进行各类 80C52 软件实验和定时器实验等;
- 设有 3 位独立按键、2 个独立 LED, 实现 I/O 接口实验和中断实验等;
- 设有 6 个 8 段数码管和 8 个按键, 按动态扫描方式进行控制, 实现键盘/显示实验;