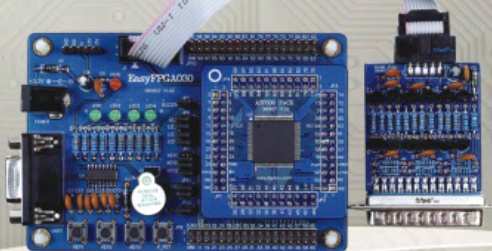


嵌入式对话 EMBEDDED DIALOGUE

2008年第 4 期

高性价比的FPGA开发套件

¥99

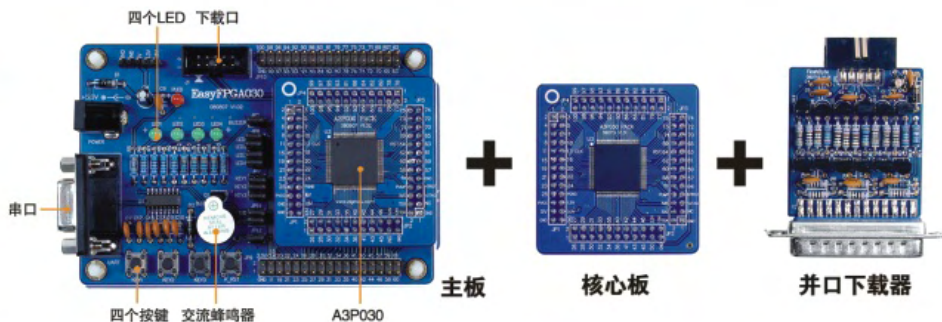
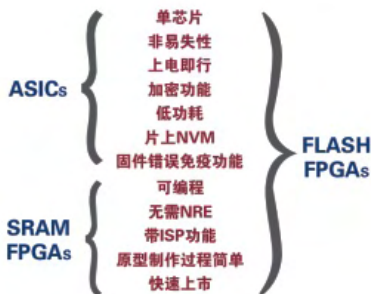


EasyFPGA030是广州周立功单片机发展有限公司为初学者“量身定做”的一款真正用得起的FPGA开发套件，外观精悍小巧、内则“学富五车”，硬件以裸板和散件形式提供，并提供丰富、详实的资料，在一个星期之内，您将亲自领略从FPGA硬件设计到软件开发的整个过程，惊喜、激动、兴奋、欢呼、呐喊将会是您这一个星期的切身感受，FPGA的设计之路将从“心”开始……

产品介绍

EasyFPGA030开发套件的核心FPGA芯片采用Actel公司ProASIC3系列中的A3P030成员，基于Flash架构，具有单芯片、高安全性、高可靠性、高性能、上电即行、低功耗、低系统成本等特点。

开发套件的主板、下载器上的元件都是以材料形式提供，让用户自主焊接；核心板可随意插拔，可充分发挥用户想象力进行二次开发，核心板已经包含了最小系统所需的所有部件，可以独立工作，无须焊接，可以直接提供给工程师使用；下载器需要连接电脑的并口，支持所有Actel第三代Flash架构的FPGA程序下载，例如：ProASIC3、Fusion、IGLOO等。



配套资料

- 免费提供五本电子版教程，总字数达十八万字以上，分别为：
A3P030中文数据手册、EasyFPGA030实验教程、EasyFPGA030设计使用指南、Libero集成开发环境使用教程、EasyFPGA030焊接安装指南；
- 配有Libero软件快速入门视频教程。10分钟学会Actel的开发软件；

- 配有详细丰富的实验例程，并提供源程序；
- 提供完整的设计原理图。帮助用户搭建完美的硬件电路，并提供相关物料清单；
- 提供EasyFPGA030教学PPT。包含了A3P030内核介绍、硬件电路设计以及Libero软件使用。



CONTENTS

目录

ARM

- 01 Actel FPGA上电即行之优势
- 05 耀眼夺目—Actel FPGA安全性
- 08 SC16IS752/762的原理与应用
- 14 SC28L202的原理与应用
- 25 SC28L202与LPC2000系列ARM的连接
- 28 绿色照明Lighting
- 30 PCB板上的杂质对低功耗应用的影响
- 32 非接触式IC卡读写芯片
- 40 LM3S316逆变电源应用方案

IPC

- 42 J1939总线在电动公交车超级电容监测系统中的应用
- 45 iCAN系统在DC-DC模块测试中的应用
- 48 EPC-8600工控机主板在舞台灯光控制中的应用
- 50 NDAM系列I/O模块在工厂自动化中的应用
- 52 以太网接入式CAN总线冗余方案
- 54 多串口卡在POS系统上的应用
- 55 设备远程监控和网络配置方案
- 57 以太网标准测试

Software

- 66 TKStudio观察调试信息

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12楼F4
电话：(020)38730916 38730917 38730976
技术支持：(020)22644358 22644359 22644360
传真：38730925
邮编：510630
网址：<http://www.zlgmcu.com>

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路158号12128室
电话：(027) 87168497 87168297 87168397
传真：(027) 87163755

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路113号银网中心A座
1207-1208室
电话：(010) 62536178 62536179 82628073
传真：(010) 82614433

深圳周立功

地址：深圳市深南中路2070号电子科技大厦C座
4楼D室
电话：(0755) 83781788 (5线)
传真：(0755) 83793285

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦
(赛格电子市场)1611室
电话：(023) 68796438 68796439
传真：(023) 68796439

成都周立功

地址：成都市一环路南二段1号数码同人港401室
(磨子桥立交西北角)
电话：(028) 85439836 85432683 85437446
传真：(028) 85437896

南京周立功

地址：南京市珠江路280号珠江大厦2006室
电话：(025) 83613221 83613271 83603500
传真：(025) 83613271

杭州周立功

地址：杭州市登云路428号浙江时代电子市场
205号
电话：(0571) 88009205 88009932 88009933
传真：(0571) 88009204

上海周立功

地址：上海市北京东路668号科技京城东座7E室
电话：(021) 53083452 53083453 53083496
传真：(021) 53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路54号太平洋大厦1201室
电话：(029) 87881296 83063000 85399492
传真：(029) 87880865

广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼
传真：(020)38601859
邮编：510660
电话：(020)22644249 28872342 22644261
22644372 28872569 28872524
网址：www.embedcontrol.com(嵌入式工控网)
www.embedtools.com(嵌入式系统产品)
www.ecardsys.com (楼宇自动化产品)



FPGA还是CPLD? 选择尽在一念之间

替换CPLD的上佳方案

方案一：A3P015替换128个及以下宏单元的CPLD

替换理由：

- 等效于128个宏单元；
- 单芯片，无需配置，非易失，上电即行；
- 安全性好，128位FlashLock加密技术；
- 可靠性高，固件错误免疫；
- 低功耗，功耗约为同等CPLD的 1/3；
- 非易失存储器，具有1Kbit的FROM；
- 最多49个可用I/O；
- 成本低；

方案二：A3P030替换128~256个宏单元的CPLD

替换理由：

- 等效于256个宏单元；
- 单芯片，无需配置，非易失，上电即行；
- 安全性好，128位FlashLock加密技术；
- 可靠性高，固件错误免疫；
- 低功耗，功耗约为同等CPLD的 1/3；
- 非易失存储器，具有1Kbit的FROM；
- 最多81个可用I/O；
- 低成本；

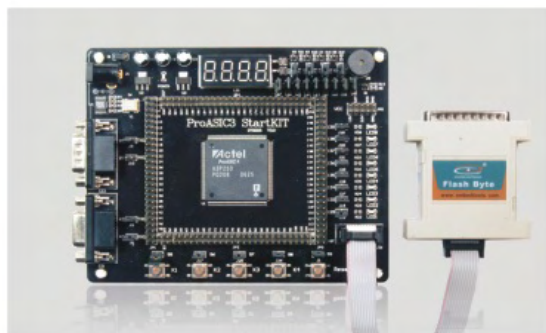
方案三：A3P060替换256~512个宏单元的CPLD

替换理由：

- 等效于512个宏单元；
- 单芯片，无需配置，非易失，上电即行；
- 安全性好，128位的AES和FlashLock加密技术；
- 可靠性高，固件错误免疫；
- 低功耗，功耗约为同等CPLD的 1/3；
- 丰富存储器，具有1Kbit的FROM和18Kbit SRAM；
- 具有1个PLL，可倍频到350MHz；
- 最多96个可用I/O；
- 成本低；

Actel

ProASIC3



ProASIC3 StartKit FPGA开发平台

>>> <http://www.zlgmcu.com>

Luminary强势出击中国市场，性价比卓越引人注目！



面对广阔的中国市场，Luminary Micro公司不断地提升产品功能的同时，还以低廉的价格投放中国市场。Luminary群星LM3S系列单片机以卓越的性价比、全面的功能以及独有的特性，为中国工程师量身定做了非常合适的产品。

群星LM3S系列微控制器典型特性

- **32位ARM Cortex™-M3内核**
 - 1.25DM/PS/MHZ,比ARM7/ARM9还快
 - 硬件除法和单周期乘法,最长12个系统时钟中断延迟
 - 支持MPU存储器保护
- **10M/100M以太网控制器**
 - 内部集成收发器(PHY)
 - 支持IEEE1588实时以太网协议
- **CAN控制器**
 - 传输速率可达1Mb/S
 - 32个消息对象,每个都带有独立的标识符屏蔽
- **PWM发生器**
 - 可编程死区控制器
 - 支持外部硬件禁能PWM输出
 - 每个PWM引脚可配置不同的周期
- **正交编码器**
 - 硬件检测电机的转速和方向
 - 检测到正交错误时产生中断
- **USB2.0全速**
 - 支持Host/Device/OTG
 - 支持DMA传输
 - 集成收发器 (PHY)
 - 提供驱动库和源代码
- **ADC数据采集**
 - 创新的采样序列,可任意设定AD转换的次序和触发采样
 - 创新的硬件求平均值电路
- **集成ROM**
 - 固化底层驱动库和Bootloader
- **其它特性**
 - 所有GPIO输入可触发中断
 - 支持IRDA的UART
 - 可编程2.25-2.75V LDO输出
 - 支持DMA



典型型号选型表

型号	Flash (KB)	SRAM (KB)	UART	DMA	以太网	CAN	温度传感器	通用定时器	ADC 10位采样通道数	PWM功能 10位采样通道数	正交编码器	USB	ROM
LM3S615	32	8	5	-	-	-	✓	3	2	-	-	-	-
LM3S2016	64	8	2	-	-	1	-	2	4	-	-	-	-
LM3S5749	128	64	2	✓	-	2	✓	4	8	8	1	H/D	✓
LM3S5769	128	64	2	✓	-	2	✓	4	8	8	1	OTG	✓
LM3S6916	256	64	3	-	1	-	-	4	6	2	-	-	-
LM3S8962	256	64	2	-	1	1	✓	4	4	6	2	-	-

更多型号请浏览公司网站

Luminary Micro半导体系列配套开发工具



EasyARM8962



EasyARM 615



LM LINK仿真器

出色的性能

LM3S系列共130多种芯片 全新的价格

>>> <http://www.zlgmcu.com>

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河区北路689号光大银行大厦12楼F4 电话：(020) 38730923 38730916 38732585 38730917
技术支持电话：(020) 22644252 28267819 E-mail: Luminary.support@zlgmcu.com Luminary.design@zlgmcu.com

上海周立功：(021) 53083451-812
北京周立功：(010) 62536178-126

南京周立功：(025) 83603500-811
成都周立功：(028) 85437446-803

杭州周立功：(0571) 88009201-307
深圳周立功：(0755) 83795904

重庆周立功：(023) 68796438
武汉周立功：(027) 87168297

广州专卖店：(020) 87569917
西安办事处：(029) 87881296

选择Cortex™-M3，当仁不让Luminary!



Luminary Micro公司率先推出采用了硅技术的Cortex™-M3处理器，为嵌入式开发商带来价格低廉的ARM芯片，是当今开放市场上一家可以实现硅安装Cortex™-M3处理器的公司。Luminary Micro公司秉承其对Cortex™-M3的专业和专注，以及富有创意的设计，已经推出了105款各具特色的单片机，覆盖面广泛，非常适合楼宇和家庭自动化、工厂自动化和控制、工控电源设备、步进电机、有刷和无刷DC马达、和AC感应电动机等应用，能满足各种需要。

Cortex™-M3内核简介

Cortex™-M3处理器率先推出基于ARMv7M架构，而且特别针对诸如微控制器、汽车车身系统、工业控制系统以及无线网络等对成本功耗极端敏感的嵌入式应用领域，以在这些应用领域中实现高系统性能为目的而专门设计的ARM内核。

与ARM7TDMI处理器相比，Cortex™-M3具有众多颇具吸引力的功能：

- 采用ARMv7M架构，在ARMv4T架构基础上拓展了36条新指令
- 具有更高的性能，Thumb-2指令集架构（SA）使其具有业界领先的代码密度
- 具有更低延迟的中断，标准化的存储器映射，存储器保护单元，并集成了嵌套向量中断控制器（NVIC）和内建系统时钟
- 增强了调试和跟踪的能力
- 更加节省功耗，具有两种睡眠模式
- 能够更好的支持带有CoreSight以及其他系统特性的多核系统

支持多种操作系统



国际认可

Luminary产品在国际市场上同样得到了认可与赞同，群星系列单片机以其使用方便、高效性能和革命性的价格受到了广泛的欢迎。

- Electronic Design杂志将Luminary Micro定级为占统治地位的32位ARM单片机的高端系列
- EDN将群星单片机命名为“2006年百大热销产品”
- Embedded Computing Design在“编辑选择”活动中，将群星单片机形容为“其多样的外设功能、以传统的8位和16位单片机的价格为嵌入式应用提供高性能的32位运算能力”
- 在EE Times的Qualified and eProductCenter的季度终端产品调查中，群星单片机被形容为“群星单片机给群雄逐鹿的单片机市场带来极大的冲击”

周立功公司优质、可靠的服务保障

作为Luminary Micro半导体代理商，周立功公司提供从完整的售前、售中和售后技术支持到整个供应链环节的整体服务保障，从个性化、零散式的技术服务到完整配套技术设计方案、开发工具及系列设计指导丛书。每个环节，我们都体现以客户需求为本、切实为客户解决实际问题的服务精神，解决客户开发路上的后顾之忧，帮助客户将设计快速变成现实，引导客户走向更可靠、更稳定、高品质的产品开发之路。

>>> <http://www.zlgmcu.com>

ZLG 广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河区北路689号光大银行大厦12楼F4 电话：(020) 38730923 38730916 38732585 38730917
技术支持电话：(020) 22644252 28267819 E-mail: Luminary.support@zlgmcu.com Luminary.design@zlgmcu.com

上海周立功：(021) 53083451-812
北京周立功：(010) 62536178-126

南京周立功：(025) 83603500-811
成都周立功：(028) 85437446-803

杭州周立功：(0571) 88009201-307
深圳周立功：(0755) 83795904

重庆周立功：(023) 68796438
武汉周立功：(027) 87168297

广州专卖店：(020) 87569917
西安办事处：(029) 87881296

相信周立功，选择Luminary!



Stellaris处理器电磁兼容性技术指标

客户对Luminary的选择

某国际知名厂家采用Luminary单片机开发清洁机器人 Robot Vacuums，在国际市场上倍受欢迎。

某著名空调压缩机厂采用Luminary单片机取代了以前的DSP控制PMSM交流同步电机，成本节省一半。

国内某著名专业电视机厂通过对市场现有单片机产品做性价比之后，选择了Luminary产品LM3S101，最终将其应用于音频解码方案。

某灯光音像器材厂发挥Luminary单片机在马达控制中的优势，采用LM3S310的12路PWM控制6路电机。

广州某运动控制设备厂家，采用LM3S818设计工业现场使用的交流电机矢量控制器，体现了Luminary单片机专业的运动控制特性及高性能、低成本的特点。

——更多知名厂商选择Luminary!

静电放电 (ESD) 抗扰

通过欧盟EN61000-4-2: 1995试验标准

辐射骚扰

通过欧盟EN55022: 1998的Class A试验标准

射频电磁场辐射抗扰

通过欧盟EN61000-4-3: 1996试验标准

传导骚扰

通过欧盟EN55022: 1998的Class A试验标准

周立功公司诚意推荐

经过这一年来对Luminary单片机的测试与开发，对群星(Stellaris)系列单片机的品质与功能有了较深的理解和把握。无论从芯片的稳定性、内核的性能、外设的功能，还是工具的使用上群星系列单片机都有很出色的表现。

群星系列单片机的EMC测试全部通过欧盟的标准，国内外有许多大厂在其产品中均大量使用群星系列单片机，他们都对群星系列单片机都进行了严格的测试，并在实际应用中得到很好的检验。已批量的客户对Luminary单片机性能和品质报有肯定的态度。

内核采用ARM公司32位Cortex™-M3，其为ARM7的优化内核，指令执行速度达到1.25 DMIPS/MHz，同时也提高了中断的响应速度，优化了指令架构，从而提高了指令效率和密度。Cortex™-M3在未来几年将替代8位单片机和ARM7。

丰富又极具创新功能的片内外设，简化了产品硬件电路设计，降低了软件编程的复杂度。如功能强大带死区的PWM控制器、QEI正交编码器、IEEE1588实时100M以太网、主流CAN内核和模拟比较器等等，实现部分产品单芯片的解决方案。

>>> <http://www.zlgmcu.com>



致远电子

嵌入式工控无处不在 应用无限

告别操作寄存器的开发模式
只要懂C语言
就会用ARM开发产品

广州致远电子有限公司
地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼
电话：(020)22644249 28872524

销售服务：(020)28872524 22644261
E-mail: MinilSA.sales@embedtools.com

技术支持：(020)28872347 28872377
E-mail: EPC2000@embedtools.com

客户定制开发：
(020)22644249 22644261

网址：www.embedtools.com

预装正版

MC/OS-II
The Real-Time Kernel

自主知识产权软件库

ZG/Driver
The MCU Drivers

ZG/FS
Embedded File System

ZG/CAN
The CAN-bus Driver

ZG/iCAN
Protocol Stack

ZG/Modbus
Protocol Stack

ZG/CF Card
Micro Storage Driver

ZG/Algorithm
Algorithm Library

ZG/TCP-IP
Protocol Stack



提供定制服务

产品型号	CPU类型	数据Flash	RS-232	CAN-bus	RS-485
EPC-2900	LPC2378	2MB	4路	2路	不支持
EPC-2901	LPC2378	2MB	4路	1路	不支持
EPC-2903	LPC2378	2MB	3路	1路	1路
EPC-2602	LPC2377	2MB	2路	不支持	2路
EPC-2601	LPC2377	2MB	3路	不支持	1路
EPC-2600	LPC2377	2MB	4路	不支持	不支持

EPC-2900 MiniISA工控主板

- 处理器：LPC2378
- 内置TCP/IP协议、FAT32文件管理系统
- 10/100M工业级以太网接口
- 支持CF卡读写
- 2路工业级带电气隔离的CAN接口
- 4路RS-232C接口，其中UART1支持Modem接口
- 512字节的I²C接口的铁电存储器
- 2MB数据Flash
- 4路数字量输出口，4路数字量输入口
- 6层PCB设计
- 支持MinilSA扩展总线
- 500多页详细配套资料与应用示例

预装正版

MC/OS-II
The Real-Time Kernel

自主知识产权软件库

ZG/Driver
The MCU Drivers

ZG/FS
Embedded File System

ZG/CAN
The CAN-bus Driver

ZG/iCAN
Protocol Stack

ZG/Modbus
Protocol Stack

ZG/CF Card
Micro Storage Driver

ZG/Algorithm
Algorithm Library

ZG/TCP-IP
Protocol Stack



提供定制服务

产品型号	CPU类型	数据Flash	RS-232	CAN-bus	RS-485
EPCM-2940	LPC2378	2MB	2路	2路	不支持
EPCM-2942	LPC2378	2MB	2路	1路	1路
EPCM-2944	LPC2378	2MB	4路	1路	不支持
EPCM-2640	LPC2377	2MB	2路	不支持	2路
EPCM-2643	LPC2377	2MB	3路	不支持	1路
EPCM-2644	LPC2377	2MB	4路	不支持	不支持

EPCM-2940数据采集工控主板

- 处理器：LPC2378
- 10/100M工业级以太网接口
- 2路工业级电气隔离CAN接口
- 2路RS-232接口，其中UART1支持Modem接口
- 支持CF卡读写
- 2M字节数据Flash
- 512字节的I²C接口的铁电存储器
- 扩展64K字节SRAM
- 低功耗实时时钟电路，带后备电池
- 具有独立硬件看门狗电路
- 支持MinilSA扩展总线
- 500多页详细配套资料与应用示例

模拟量规格

- 输入通道数：
8路单端输入或4路差分输入
- 输入类型：电压、电流可选
- 测量范围：
±10V、±5V(±20mA)
- 分辨率：12bit

数字量规格

- 输入：8路(其中4路可选为捕获输入)
- 输出：8路开漏输出(其中4路可选为PWM输出)

>>> 更多配套板卡



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872524 22644261 22644249 传真：(020)38601859
网址：http://www.embedtools.com E-mail: EPC2000@embedtools.com 技术支持：(020)28872347 28872377 28872684

各地分公司

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

嵌入式工控无处不在 应用无限

广州致远电子有限公司
地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼
电话：(020)22644249 28872524
销售服务：(020)28872524 22644261
E-mail: PC104.Sales@embedtools.com
技术支持：(020)28872412
E-mail: PC104@embedtools.com
客户定制开发：
(020)22644249 22644261

网址：www.embedtools.com

预装正版

Microsoft Windows CE 5.0 或
 MontaVista Realtime Linux 操作系统
 并提供所有板载外设驱动库



提供
定制服务

EPC-8000	板载5路RS232接口
EPC-8600	板载2路隔离RS485接口
EPC-8900	板载2路隔离CAN接口

EPC-8900 PC/104 嵌入式工控机主板 板载2路隔离CAN接口

- XScale™ PXA270 416Mz/520MHz 处理器
- 8/16位PC/104扩展总线接口, 8层PCB精心设计
- 板载160MB用户可用Flash 盘,64M SDRAM
- 板载CF卡插座、USB、AC97、数字I/O、触摸屏、10/100M工业级以太网接口
- 5路RS232满足多串口应用场合
- 板载2路隔离CAN-bus现场总线接口(集成ican协议)
- RTC与后备电池, 外置独立看门狗
- 显示接口最高可支持800 × 600 16bpp液晶或VGA
- 提供所有驱动库应用示例的详细说明
- 300多页的用户开发指南, 开发更加得心应手
- 可通过本地(CF卡或U盘)或Internet远程升级 Windows CE操作系统

预装正版

Microsoft Windows CE 5.0 或
 MontaVista Realtime Linux 操作系统
 并提供所有板载外设驱动库



提供
定制服务

EPCS-8980嵌入式工控机主板 板载2路隔离CAN接口/2路以太网接口

- XScale™ PXA270 416MHz/520MHz处理器
- 板载160MB用户可用Flash盘,64MB SDRAM
- 板载CF卡插座、AC97、数字I/O、触摸屏、3路RS232接口,RTC,独立看门狗
- 4路USB Host接口,1路USB Device接口
- 板载通用LCD/LVDS/VGA接口, 最高可支持800 X 600 16bpp分辨率
- 板载2路10/100M工业级以太网接口, 2路CAN-bus现场总线接口(集成ican协议)
- 提供所有驱动库应用示例的详细说明
- 300多页的用户开发指南, 开发更加得心应手
- 可通过本地(CF卡或U盘)或Internet远程升级 Windows CE操作系统

>>>更多配套板卡



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872524 22644261 22644249 传真：(020)38601859
网址：http://www.embedtools.com E-mail: PC104@embedtools.com 技术支持：(020)28872412 28267815

各地分公司

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

嵌入式工控模块应用无限

告别操作寄存器的开发模式

不需要从头到尾学习ARM

只要懂C语言，就会用ARM开发产品



提供
定制服务

预装正版

自主知识产权软件库

μC/OS-II
The Real-Time Kernel

Driver
The MCU Driver

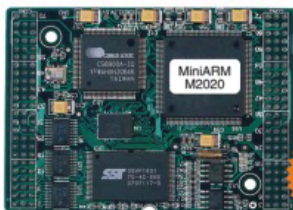
FS
Embedded File System

USB Device
The USB Device Driver

Modbus
The Modbus Driver

CAN
The CAN-bus Driver

TCP-IP
The TCP-IP Driver



提供
定制服务

预装正版

自主知识产权软件库

μC/OS-II
The Real-Time Kernel

Driver
The MCU Driver

FS
Embedded File System

CAN
The CAN-bus Driver

Algorithm
Algorithm Library

TCP-IP
The TCP-IP Driver

IICAN
The IICAN Driver

Modbus
The Modbus Driver

USB Device
The USB Device Driver

CF Card
The CF Card Driver



提供
定制服务

预装正版

自主知识产权软件库

μC/OS-II
The Real-Time Kernel

Driver
The MCU Driver

FS
Embedded File System

CAN
The CAN-bus Driver

Algorithm
Algorithm Library

TCP-IP
The TCP-IP Driver

IICAN
The IICAN Driver

Modbus
The Modbus Driver

USB Device
The USB Device Driver

CF Card
The CF Card Driver

TinyARM系列工控模块

- 处理器：LPC2300系列ARM
- 主频：48MHz
- 256K/504KBytes片内可硬件加密程序代码空间
- 可选配256K~2M字节数据Flash
- 集成4路工业异步串行口（UART）
- 集成2路CAN-bus接口
- 集成4个32位定时器，支持捕获和匹配输出功能
- 支持6路单边沿/3路双边沿PWM输出
- 集成RTC、看门狗、3路I²C，3路SPI/SSP和I²S接口
- 内置TCP/IP协议，可实现远程在线升级固件程序
- 内置SD/MMC驱动、FAT32文件管理系统
- 内置CAN-bus协议，可增加iCAN、DeviceNet高层协议等
- 内置ARM7底层基础驱动函数库

MiniARM M22A系列工控模块

- 内嵌μC/OS-II正版实时操作系统
- 内置TCP/IP协议、FAT32文件管理系统
- 支持CF卡、U盘，板载256MB电子硬盘
- 工业级10M以太网控制器
- 工业级2路CAN控制器
- 工业级USB Host控制器
- 2MB NOR Flash程序存储器
- 2MB/8MB内置SRAM
- 内置带256B E2PROM的复位监控电路
- 1个可校准的低功耗外置实时时钟
- 2路UART、1路I²C、SPI通信接口
- 4路10位A/D转换器
- 20个GPIO，可承受5V电压输入
- 支持24位地址和16位数据总线扩展
- 6层PCB工艺，尺寸70mm x 50mm
- 电压：3.3V ± 5%，5.0V ± 5%。

MiniARM M23A系列工控模块

- 32位ARM嵌入式平台，CPU使用LPC2378/LPC2377
- 预装正版μC/OS-II实时操作系统，无需解决版权问题
- 内置TCP/IP协议、工业级10/100M以太网
- 内置CAN协议，工业级2路CAN（仅M2378-CFNS20）
- FAT32文件管理系统，支持SD/MMC卡与CF卡
- 4路UART、3路I²C、3路SPI/SSP和I²S接口
- 集成4个32位定时器，支持捕获和匹配输出功能
- 支持6路单边沿/3路双边沿PWM输出
- 集成512字节铁电存储器
- 2M字节数据Flash
- 集成RTC、看门狗，GPIO可承受5V电压输入
- 集成8路10位A/D，其中一路支持10位D/A输出
- 支持16位地址和8位数据总线扩展

>>><http://www.embedtools.com>



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872524 22644261 22644249 传真：(020)38601859
网址：<http://www.embedtools.com> E-mail: ARM.support@zlgmcu.com miniARM.support@zlgmcu.com 技术支持：(020)28872377 28872684

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

Actel FPGA上电即行之优势



1. 什么是上电即行

随着系统的日趋复杂，在降低成本和缩短设计周期的压力下，系统设计正向着高效率、模块化和简洁的方向发展。当需要在应用中实现某项功能时，设计人员通常会根据成本和设计的简洁性，对市场中能够满足系统需要的解决方案进行选择。

一般地，系统上电之后，其中的元件必须进行初始化，还需要运行一些系统监管任务，比如设置微处理器环境、进行关键的系统启动任务，以及在系统电压稳定前，即上电电压攀升过程中的控制操作。在复杂的系统中，系统的监管任务可能包括配置内存块；系统初始化任务可能包括微控制器地址总线译码、对多系统元件的各种时钟进行合成和分配、分配复位或使能信号、管理总线活动传输以防止数据错误，以及执行对时序有较高要求的任务，将处理器的初始化时间减至最少。

PLD（可编程逻辑）器件由于具有上市时间短、系统内编程（ISP）、使用方便和能够快速构建原型等优点，因此得到了广泛的应用。采用更先进的工艺可以大幅削减PLD器件的成本，在系统设计中，PLD器件已经开始逐步取代上电即行的ASIC器件。

若系统需要采用PLD器件，设计人员应该考虑具有LAPU功能的器件，降低系统的尺寸和成本。

PLD器件需要配置存储器来启动器件的工作。基于非易失性存储器技术的PLD器件，如Flash、EEPROM和反熔丝等，会将其配置存储于芯片中。这样便无需下载配置，使PLD器件可以像ASSP和ASIC一样直接工作。

基于SRAM的易失性PLD器件在每次上电时都会从睡眠状态中被唤醒，并需要从外部的非易失性存储器件中下载配置。此外，还有一些具有SRAM FPGA架构及片上非易失性存储器的混合式SRAM器件，每次上电时，它们必须在内部加载配置。配置完成后，才能根据客户的应用进行工作。如果关电，或是意外断电，混合式器件中的配置就会丢失，需要在下次上电时重新加载。

LAPU PLD器件能简化设计，有利于完成系统初始化、设置系统环境及执行微控制器及其它系统操作的准备工作，因此能够缩短系统的初始化时间。这些PLD器件还能完成其它设置工作，如配置系统内存、为系统板卡上的元件提供稳定可靠的上电顺序、向各器件分配时钟，以及管理接口和总线。这样就提高了系统的设计效率，减少了元件数目，并降低了系统功耗。

Actel运用针对系统中半导体器件上电行为的分类系统，可帮助设计人员根据各种器件在系统上电阶段的运行情况和功能，来选择合适的PLD器件，如图1所示。

	加电	上电	系统初始化
级别	0	1	2
级别描述	上电即行	上电完成后运行	系统初始化后运行
活动	管理系统设置的关键任务，在系统电压快速上升直至系统上电期间提供时钟和关键逻辑功能	系统配置和初始化，监管已经监控工作。设置用于微处理器访问的存储器和接口	在环境设置完成后进行处理器初始化（启动）设置对于系统运行最不重要的外围器件
可在该级别使用的器件	- NVM FPGA（Flash和反丝） - 某些CPLD - ASIC - 某些ASSP	- 混合CPLD/FPGA（SRAM外加NVM） - 某些ASSP	- 基于SRAM的FPGA从PROM或从微控制器/处理器加载配置 - 处理器

图1 半导体器件上电行为的分类系统

能在系统加上电压到完成上电（电压已达到系统工作电压的下限并趋于稳定）期间工作的器件被视为0级LAPU器件。满足0级LAPU的器件包括非易失性存储器（NVM）PLD、ASIC和一些ASSP。1级LAPU器件需要下载配置或更高的系统电压下限才能工作，它们在上电完成后才能工作。这些器件一般是ASSP或其它能配置存储器或接口的器件。在系统环境完成初始化，而且时钟、复位、接口和存储器都准备就绪后才能工作的为2级LAPU器件。

经测试，反熔丝FPGA（0级LAPU）加电后进入工作状态的速度比SRAM FPGA（2级LAPU）通常快达4000倍。混合式（SRAM加NVM）FPGA在每次上电时都必须进行配置，并在上电后达到1级LAPU。虽然Flash FPGA（0级LAPU）的升压时间稍长，但一般也比混合式SRAM FPGA快20~40倍。

测试中，非易失性FPGA始终都能够在上电前工作，而且，从加电到工作所需的时间与器件的逻辑尺寸无关。SRAM和混合式器件从加电到工作所需的时间较长。由于器件配置的大小与器件的逻辑密度相关，因此，NVM和SRAM之间的差别在高密度的器件中更为明显。

2. 我们为什么需要上电即行

有些应用要求系统能快速完成初始化，以便即时进入工作状态。这类应用包括执行紧急操作的医疗和工业应用，如生命救助设备。采用电池供电且经常要上电和关电的便携式

设备也需要缩短初始化时间，以提高产品的可用性。其它要求在上电后即时进入运行状态的应用还包括汽车引擎的启动控制，以及一些军事应用，如导弹发射的启动控制。

一个系统往往由多个相互关联的元件组成，而设计人员的任务就是要确保所有元件能一起协同工作。在系统的关键路径上选择上电即行（live at power-up, LAPU）器件，对实现高效系统非常重要。如图 2 所示，LAPU 器件在系统电压达到其额定工作电压的下限前（称为上电阶段）已经能够正常工作，而其它器件必须在上电完成后才能工作。如果选择带有集成 PLL 的 LAPU 器件来进行时钟分配任务，不但能减少整体的系统启动时间，还省去了独立的 PLL。

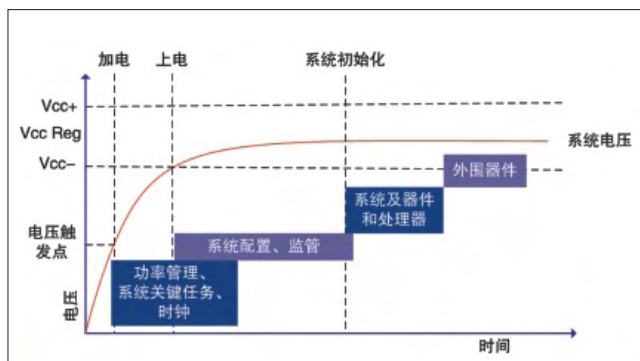


图 2 典型系统上电运行过程

除了能简化系统设计外，LAPU 功能还有助于减少板卡上的元件数目、降低功耗、减少系统整体成本及提高系统可靠性。

如果采用基于 SRAM 的 FPGA，那么系统中可能需要增加许多额外电路。除了启动 PROM 和/或用于存放配置代码的存储器外，还需要 LAPU CPLD 来进行系统配置和监管工作。系统上电后需要产生时钟和复位信号，以完成板卡上元件的初始化。这些问题将会增加系统设计的复杂性和成本，同时延缓产品的开发进度。

采用非易失性 FPGA 便能简化板卡和系统设计，并且降低成本。与采用 2 级 LAPU 器件相比，采用 0 级 LAPU 器件能将平均系统成本降低 1/3。

0 级 LAPU 的 FPGA 能够满足那些要求初始化时间短、终端用户在上电后即能应用产品功能的设计需求。这类 FPGA 能执行微处理器地址译码，FPGA 中的 PLL 能立即进入工作状态，无需外部 CPLD 及额外的晶振和复位处理电路，使系统设计更加简单、高效。同时，0 级 LAPU 的 FPGA 还能通过减少元件数来降低整体成本，提高最终产品的可靠性。采用 0 级 LAPU 器件的系统与采用 2 级 LAPU 器件的系统对比如图 3 所示。

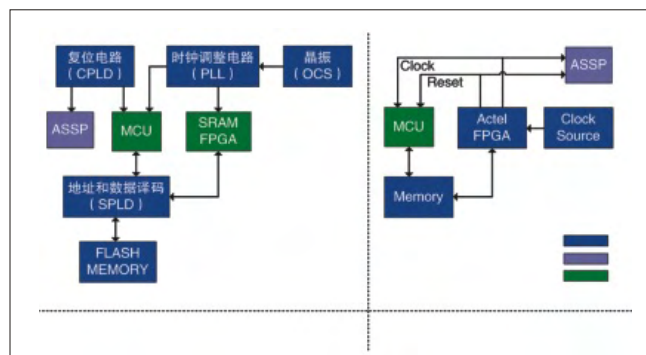


图 3 0级LAPU和2级LAPU的系统对比

3. 各种FPGA的上电即行为和时间对比

1. 各种FPGA的上电行为

SRAM FPGA 的上电行为

上电几百个毫秒后才能操作，满足 2 LAPU 等级，如图 4 所示。

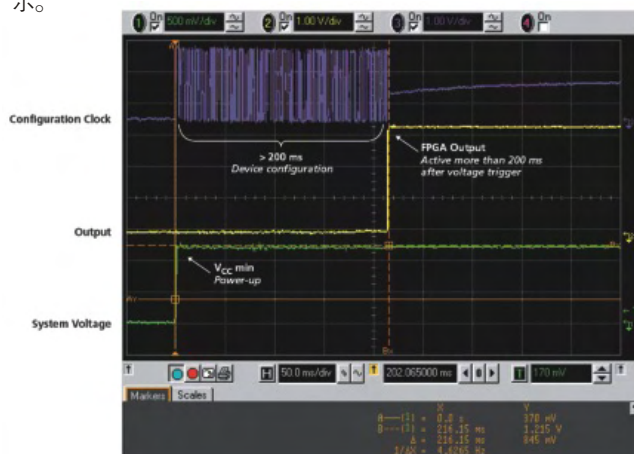


图 4 SRAM FPGA 的上电行为

混合 FPGA（SRAM 加 NVM）的上电行为

上电几百个微秒后激活——满足 1 LAPU 等级，如图 5 所示

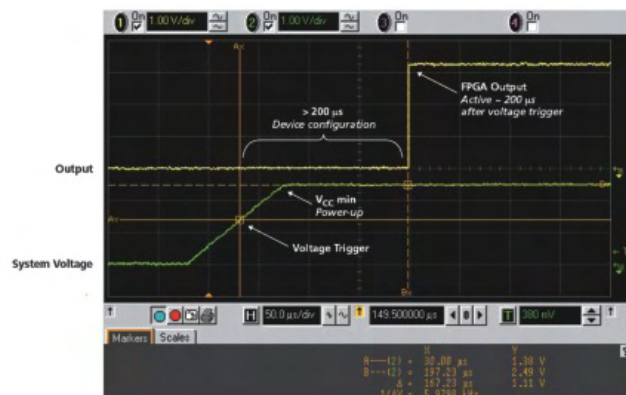


图 5 混合 FPGA（SRAM 加 NVM）的上电行为

反熔丝FPGA的上电行为

上电以前即可操作——满足0 LAPU等级，如图 6所示。



图 6 反熔丝FPGA的上电行为

非易失ProASIC3/E Flash FPGA的上电行为

上电以前即可操作——满足0 LAPU等级，如图 7所示。



图 7 非易失ProASIC3/E Flash FPGA的上电行为

Actel公司上电即行的FPGA是唯一能协助系统完成启动任务、系统配置和监控电压攀升工作的器件，同时可节省系统成本达50%以上。

2. 各种FPGA的上电时间对比

各个厂家的FPGA上电时间对比如表 1所示。

表 1 上电时间对比

器件型号		上电时间	LAPU 等级
Actel FPGA	Flash A3PE600	50 μ s	0
Actel FPGA	Antifuse AX250	60 μ s	0
SPLD (EEPROM)	22V10	70 μ s	0
CPLD (EEPROM)	MAX7000	70 μ s	0
Hybrid CPLD	MAX II, CoolRunner II	200 μ s	1
Lattice FPGA	LatticeXP, MachXO	>1ms	1
Xilinx FPGA	Spartan3/E XC3S200	>200ms	2
Altera FPGA	Cyclone, Cyclone II	>200ms	2
Lattice FPGA	Lattice EC/ECP	>200ms	2

4. 上电即行的典型应用—ETC

1. 什么是ETC

ETC是电子不停车收费（Electronic Toll Collection）的简称，是一种利用专用短程通信技术，通过路侧单元（RSU）与车载单元（OBU）的信息交换，自动识别车辆，采用电子支付方式，自动完成车辆通行费扣除的全自动收费方式，其形象描述图如图 7所示。ETC系统具有免停车快速通过、通行能力和服务水平高、免除现金交易、简化收费管理、降低环境污染等优点。是目前世界上最先进的路桥收费方式，是智能交通系统的服务功能之一，过往车辆通过道口时无须停车，即能够实现自动收费，它特别适于在高速公路或交通繁忙的桥隧环境下使用。

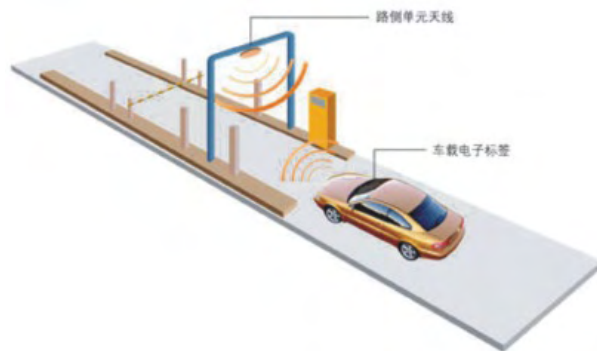


图 8 ETC系统效果图

2. ETC系统的构成

整个ETC系统分为RSU单元和OBU单元两部分。RSU用于收费站，采用强电220V供电，工作时对外不停地发射5.8GHz频率的信号。OBU属于车载单元，安装在汽车的挡风玻璃之下，在没有进入收费射频区域时候，只有部分电路处于工作中，其余电路电源全部被关断。进入收费区域后OBU内部的射频信号检测电路唤醒单片机，再由单片机控制其它模块的电源的接通，实现OBU与RSU之间的数据交换。大致架构图如图 9所示：

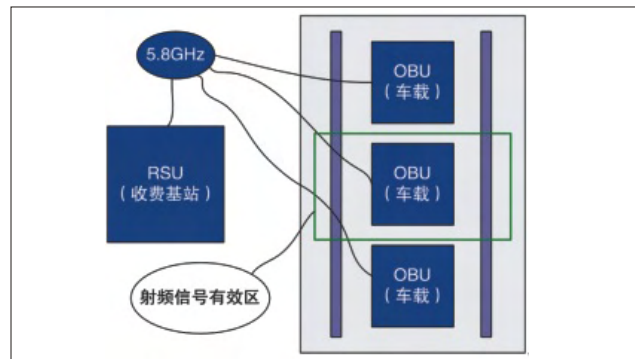
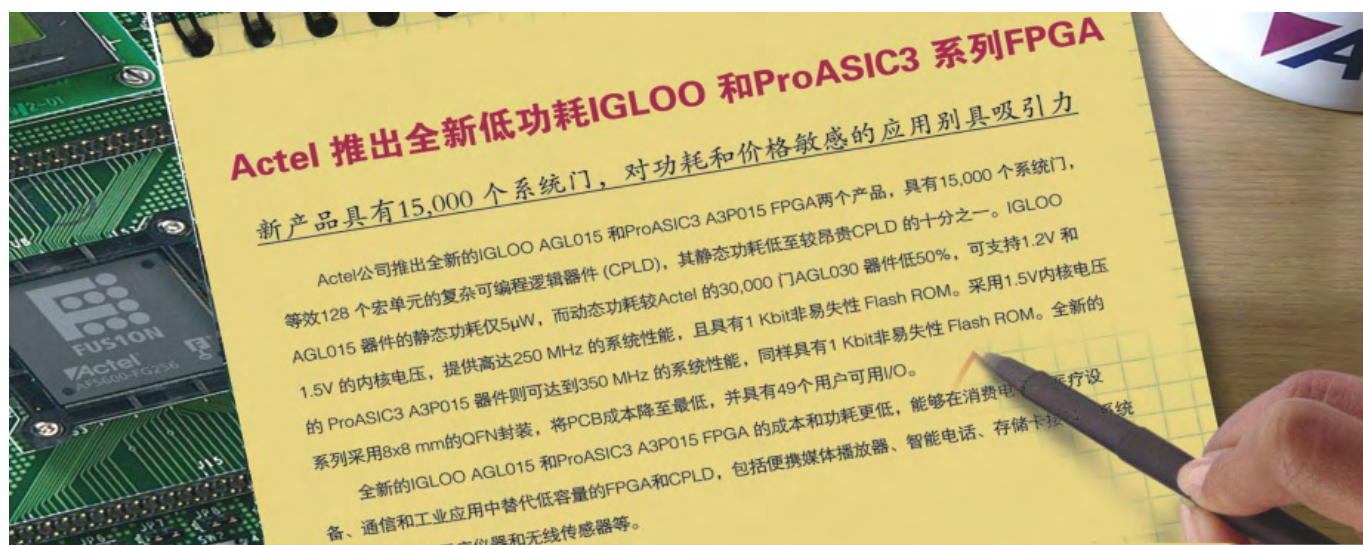


图 9 RSU与OBU之间的关系图

在图 9 中，浅红色方框代表RSU发射出的射频信号有效接受区域，汽车从进入这个区域到驶出这个区域所用的时间一般是0.5s，这里就对OBU对射频信号的快速响应提出了较高的要求。简单的说就是要求在汽车一进入射频信号有效接受区域，车载的OBU就应该立刻从空闲状态进入工作状态，且要在汽车未驶出射频信号有效接受区域前完成相应计费，

扣费等操作，这就要求OBU在0.5s之内完成所有要做的操作，显然只有处于LAPU 0等级的Actel FPGA（启动时间us级）能满足这种实时响应场合，像其他的CPLD或基于SRAM工艺的FPGA的启动时间都是ms级的，不足以在0.5s内的时间完成计费，扣费等操作，从而不能满足系统的基本要求。



Actel 推出全新低功耗IGLOO 和ProASIC3 系列FPGA

新产品具有15,000 个系统门，对功耗和价格敏感的应用别具吸引力

Actel公司推出全新的IGLOO AGL015 和ProASIC3 A3P015 FPGA两个产品，具有15,000 个系统门，等效128 个宏单元的复杂可编程逻辑器件（CPLD），其静态功耗低至较昂贵CPLD 的十分之一。IGLOO AGL015 器件的静态功耗仅5μW，而动态功耗较Actel 的30,000 门AGL030 器件低50%，可支持1.2V 和1.5V 的内核电压，提供高达250 MHz 的系统性能，且具有1 Kbit非易失性 Flash ROM。采用1.5V内核电压的ProASIC3 A3P015 器件则可达350 MHz 的系统性能，同样具有1 Kbit非易失性 Flash ROM。全新的系列采用8x8 mm的QFN封装，将PCB成本降至最低，并具有49个用户可用I/O。

全新的IGLOO AGL015 和ProASIC3 A3P015 FPGA 的成本和功耗更低，能够在消费电子、医疗设备、通信和工业应用中替代低容量的FPGA和CPLD，包括便携媒体播放器、智能电话、存储卡接口、系统控制器、便携医疗仪器和无线传感器等。

Actel公司是单芯片FPGA 解决方案的领导性厂商，致力于从芯片和系统级层面处理功耗的问题，其创新的FPGA 和可编程系统芯片解决方案可以实现高效率的设计。Actel率先推出了基于ARM软核的FPGA，在ProASIC3、Fusion、IGLOO系列中可嵌入Cortex-M1、ARM7 软核，但是必须是带M1或者M7前缀的器件。

ProASIC3 高性能、低成本，替代ASIC的上佳选择



- 基于Flash架构FPGA
- 单个芯片、非易失性
- 上电即行、低功耗
- FlashLock 和AES加密功能
- 运行频率可达350MHz
- 高可靠性，固件错误免疫



Actel Fusion 融合技术：
释放创造力；简化设计；毋须妥协



- 具有ProASIC3所有特点
- 业界首个模数混合 FPGA
- 12位、30通道、最高600ksps的ADC
- 带有40位的RTC
- 可承受±12V电压的模拟I/O
- 最高8Mbit Flash Memory

ProASIC3L 新一代、高性能、低功耗的ProASIC3L



- 具有ProASIC3所有特点
- 比ProASIC3节省40%动态功耗
- 比ProASIC3节省90%静态功耗
- 支持1.2V或者1.5 V 内核电压
- 支持Flash*Freeze模式



来自冰岛的IGLOO
业界极低功耗FPGA，专为手持设备精心设计



- 具有ProASIC3所有特点
- 支持Flash*Freeze模式，最低功耗可达5μW，并能保存RAM数据
- 支持1.2V或者1.5 V 内核电压
- 最小封装μCS81 (4x4mm), 特为手持设备设计

耀眼夺目—Actel FPGA安全性



全球每年进出口和销售侵犯版权、商标和专利的产品，致使合法设计公司数十亿的美元的商业损失。因此，设计安全性一直是人们关注的一个话题。特别是电子产品，研发人员花费数月甚至数年的时间研发出来的产品，面市还不到几周，市面上就会出现其复制品。在窃取技术和攻击技术日益发达的今天，使得研发人员不得不在努力开发产品的同时，花费大量的精力去考虑加密算法的可靠性，并不断的投入精力去改进加密算法。因此，我们有必要分析一下攻击者的常见手段，以及针对这些攻击，我们应该如何去预防和避免。

攻击者的常见手段和分类

1. 克隆 (Cloning)

指攻击者复制PROM、串行Flash或在程序加载时截取其码流并进行复制。因此该类FPGA如果没有加密措施的话，该设计的安全性异常脆弱。下图以SRAM FPGA配置过程的示意图：

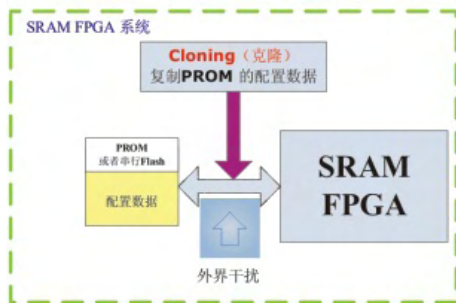


图 1 SRAM FPGA配置过程存在的克隆威胁

2. 篡改 (Tampering)

篡改属于恶意破坏的行为，攻击者通过重新编程您系统上的FPGA而使您的系统运行其他的程序或不能运行。篡改使厂家的声誉、产品的质量等形象遭到破坏。

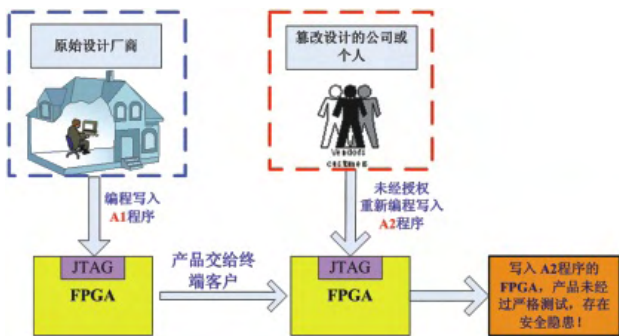


图 2 篡改威胁

3. 过建 (Over-building)

过建是指在把您的产品交给无道德的合同制造商生产时，他们在市场上购买额外的FPGA，然后在厂家没有允许的情况下，生产额外的产品，在无开发成本和无需技术支持的条件下，以更低的价格在市场上售卖，从而牟取利润。

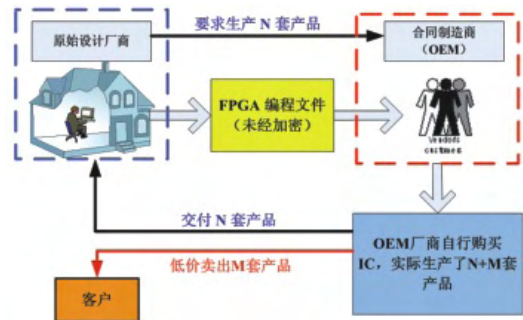


图 3 过建 (Over-building)

4. 反向工程 (Reverse Engineering)

指攻击者通过技术手段对您的器件进行解体和破坏性研究，通过各种光学和电子仪器，运用各种科学测试、分析手段，反向求解器件的结构机制、技术原理等，从而重建您的设计原理图或网表来达到复制您的设计的目的。

攻击者一般分为三类：第一类，个人或hacker；第二类，一般的公司；第三类，专业机构（如美国的FBI、CIA、NSA或政府机构）和专门从事反向工程的公司，专业机构拥有庞大资金进行反向工程活动，专门反向工程的公司为用户提供晶片分析服务、晶片分析软体和咨询服务。前两类的个人或者一般的公司，由于资金和设备有限，有可能通过租用专业机构的设备，对一些逻辑或者加密措施简单的IC进行反向工程工作，对于一些高安全性的芯片，由于研究需要花费大量的时间和金钱，代价高昂，一般的公司很难做到。

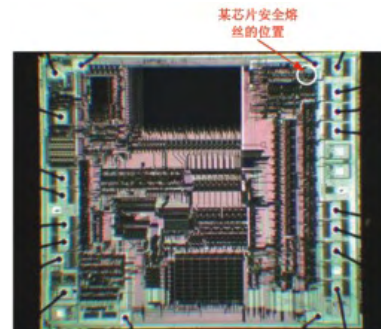


图 4 带安全熔丝保护的芯片内部结构

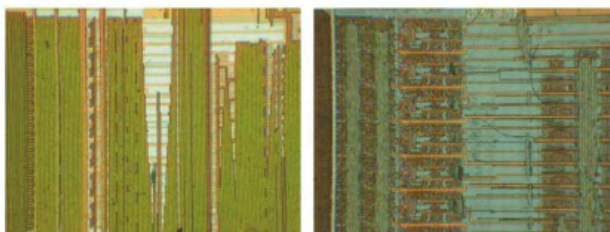


图 5 芯片的原始表面（左）和腐蚀掉表面金属层（右）

如何保护您设计的安全性

Actel基于Flash架构的FPGA，从物理结构和加密措施方面对各种攻击手段进行了预防，目前被公认为是业界保密性最好的FPGA，从以下的介绍我们可以看出Actel为什么被业界公认为保密性最好的FPGA，具体如下：

1. 先进的物理结构

◎ 单芯片

由于是单芯片，上电就运行，不需要重新配置程序，故没有加载的码流，因此攻击者根本找不到克隆的机会。

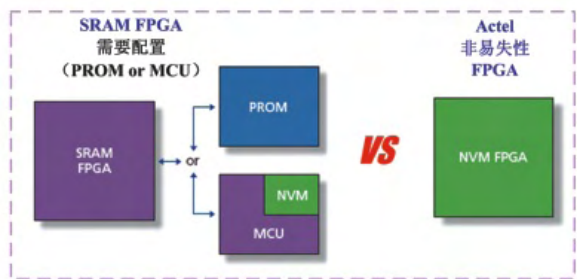


图 6 SRAM FPGA 与 Actel 非易失性FPGA系统架构对比



图 7 FPGA系统解决方案实际对比

◎ Flash开关位于七层布线金属层下

不可能在不干扰已被编程的Flash晶体管上的电荷的情况下移除这些金属层。这有效防止了反向工程这种攻击方式。Altera的MAXII器件仅有6层金属保护，安全性对比，不言而喻。

◎ Flash开关编程后，不会出现任何物理变化

因为它是通过改变浮动栅的电荷数来改变开关的状态，通过材料分析探测不到任何物理变化。有效防止了反向工程

这种攻击方式。



图 8 Actel 内部的晶体管编程后的横截面（左）和编程前的晶体管横截面（右）

◎ 无回读数据校验的机制

传统的FPGA都有一个回读校验功能，让器件可在编程后进行验证。Actel FPGA的数据校验是放在FPGA芯片的内部进行的，芯片内部通过对比两次编程下载的数据是否一致来校验数据的正确性。无回读功能避免了产生回读的码流，杜绝了克隆。

2. 双重128位加密措施

◎ FlashLock加密器件

采用由用户定义的密钥机制，设置了密钥，就不能对器件进行读、写、验证或擦除操作，有效防止了篡改的攻击方式。如图 9所示，在Custom level中选择要加密的操作，如:对Verify和Write进行保护，然后在Pass key中输入密钥，点击Generate random key可以产生随机码，最后生成带FlashLock加密保护的可编程下载文件。

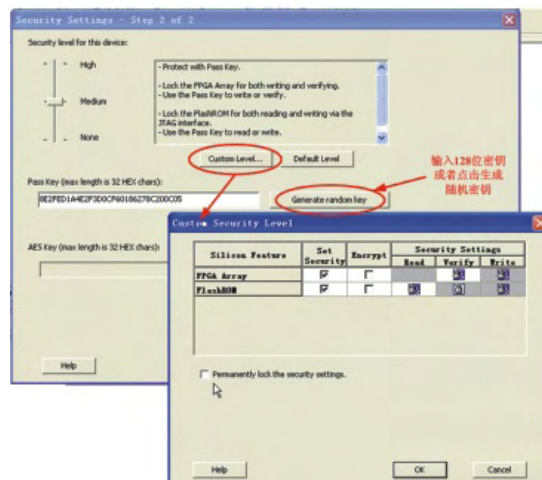


图 9 FlashLock 设置

◎ AES加密程序和数据

AES密钥存储在专门的片内非挥发性Flash内存中，不能被读取。将经AES加密的配置文件提供给代工厂商，只有与拥有正确密钥的器件配合时才能使用，如下图所示。通过AES加密，有效的防止了过建这种攻击方式，保护了其知识产权。同时，由于编程文件经过了加密，这就使得高度安全

的远程升级变为可能。

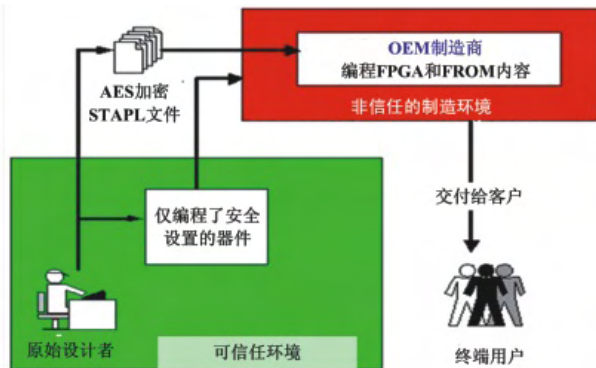


图 10 AES密钥保护

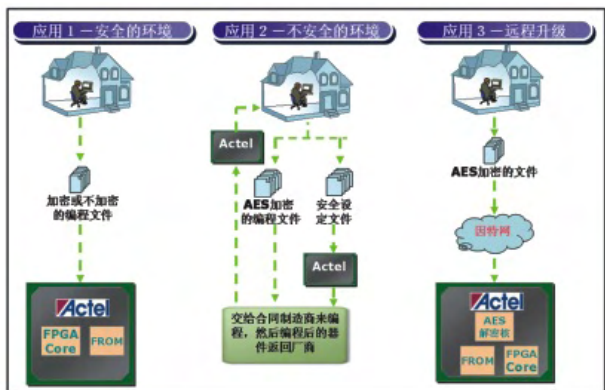


图 11 不同应用环境的解决方案

Actel应用案例

Actel FPGA目前是业界公认的安全级别最高的芯片，在消费领域，尤其是存在丰厚利润的游戏机领域得到的最广泛的应用，每年有超过500K的Actel FPGA在游戏机产品中应用。如果您打开目前最流行的游戏烧录卡，将会发现有超过90%都是用Actel FPGA做的。因为该行业利润是相当可观，所以对器件的安全性要求近乎苛刻。以下是Actel FPGA在一款游戏卡中应用，如图 12所示。

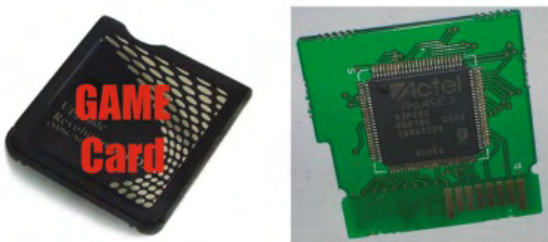


图 12 游戏烧录卡

游戏烧录卡的使用流程：



图 13 游戏烧录卡的使用流程

游戏烧录卡系统内部功能模块如下：

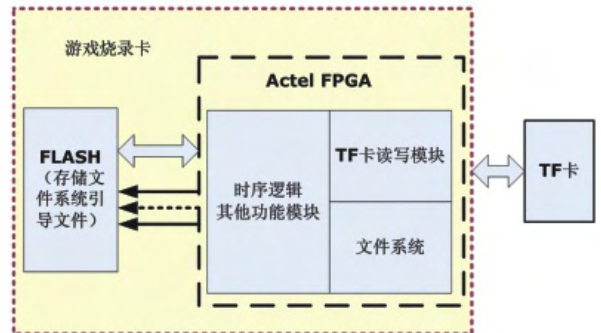


图 14 系统内部功能模块

小结

表 1 器件的加密级别

技术	加密级别	反向工程所需的时间
基于 SRAM 的 FPGA (SRAM-based FPGA)	低	小时
PLD, CPLD, EEPROM	低	天
掩膜 ASIC (Mask ASIC)	中	星期
门阵列 (Gate Array)	中	星期~月
基于 Flash 的 FPGA (Flash-based FPGA)	高	年
反熔丝 FPGA (Antifuse-based FPGA)	高	年

在窃取技术日益发达的今天，任何一个研发人员都不得不考虑设计的安全性，看完上面的分析和介绍，您是不是心动了呢？目前Actel的FPGA提供了各种先进的安全功能，在业界是首屈一指的。在CPLD/FPGA的行业里，也许您不知道Actel FPGA的具体开发流程，但作为行业里的资深工程师，您一定要知道Actel FPGA的安全性是最好的，这一点包括很多SRAM FPGA的代理商都是直言不讳的认同的。

由此可见，Actel FPGA的安全性，在整个行业都是最耀眼夺目的，无可否认，Actel 的Flash架构FPGA代表的是一种潮流！

所以，对产品选用Actel具有先进的安全性设计的器件将可以免除您的后顾之忧，让您可以将更多的精力投入到新产品的研发中去，加快产品的上市，获取更丰厚的利润，使得企业和个人都得到长足的发展。

更多的信息，您可以联系我们！我们可以和您一起把事情做得更好！



NXP low-power bridges
SC16IS750/52/60/62

SC16IS752/762的原理与应用

本文重点介绍NXP公司的一款UART器件——SC16IS752_762，主要从芯片的应用角度出发，详细讲解UART芯片的功能特点和应用解决方案。帮助用户深入了解芯片性能，快速掌握UART器件的软硬件设计方法。

芯片概述

现在很多MCU具有SPI、I²C、UART、RS-485等接口。这些协议使得MCU与MCU或者外围器件通讯起来非常方便，并且更为有效。当需要较多的UART，而此时仅剩SPI或I²C接口该怎么办呢？如果你有SC16IS752/762这块芯片那么问题就迎刃而解了。

SC16IS752/762是NXP公司生产的I²C/SPI转UART的桥梁器件，双通道全双工UART；I²C/SPI总线接口2.5V或3.3V工作电压；具备5V输入电压的承受能力；接收和发送FIFO都可存储多达64字符并且具有可选用或可编程的触发点；硬件和软件复位，上电复位POR；工业级的温度范围，小封装：HVQFN，TSSOP。

SC16IS752/762的内部寄存器集向后兼容广泛使用和普遍流行的16C450，使得软件可以容易编写或从另一个平台移植过来。它良好的性能和小巧的封装形式使得它的应用领域非常广泛：

- (1) 工业自动化和进程控制；
- (2) 便携式设备；
- (3) 配电终端、抄表终端、POS机；
- (4) PDA、GPS；
- (5) 高速视频传送等。

功能特点:

- ◎ 双路全双工UART；
- ◎ 可选的I²C总线或SPI接口；
- ◎ 3.3V或2.5V工作电压；
- ◎ 工业级温度范围：-40℃ ~ +85℃；
- ◎ 64字节的发送和接收FIFO；
- ◎ 与工业标准16C450完全兼容并等效；
- ◎ 在16×时钟模式下波特率高达5Mbit/s；
- ◎ 用 / 控制的自动硬件流控制；
- ◎ 带有可编程Xon/Xoff字符的自动软件流控制；
- ◎ 支持自动RS-485（自动从地址检测）；
- ◎ 多达8个可编程的I/O脚；
- ◎ 通过 信号控制RS-485驱动器的方向；

- ◎ RS-485驱动器方向控制翻转；
- ◎ 内置IrDA编码器和译码器；
- ◎ SC16IS752支持的IrDA速率高达115.2kbit/s；
- ◎ SC16IS762支持的IrDA速率高达1.152Mbit/s；
- ◎ 软件复位；
- ◎ 发送器和接收器可相互独立使能/禁能；
- ◎ 接收和发送FIFO电平；
- ◎ 可编程的特殊字符检测；
- ◎ 完全可编程的字符格式：
 - 5, 6, 7或8位字符；
 - 奇、偶或无奇偶格式；
 - 1, 1.5或2个停止位。
- ◎ Line break的产生和检测；
- ◎ 内部回送模式；
- ◎ 3.3V时的睡眠电流低于30μA；
- ◎ 工业和商业温度范围；
- ◎ 能承受5V的输入电压；
- ◎ 有HVQFN32和TSSOP28两种封装。

芯片框图:

图1.1为I²C总线接口结构框图，图1.2为SPI接口结构框图。

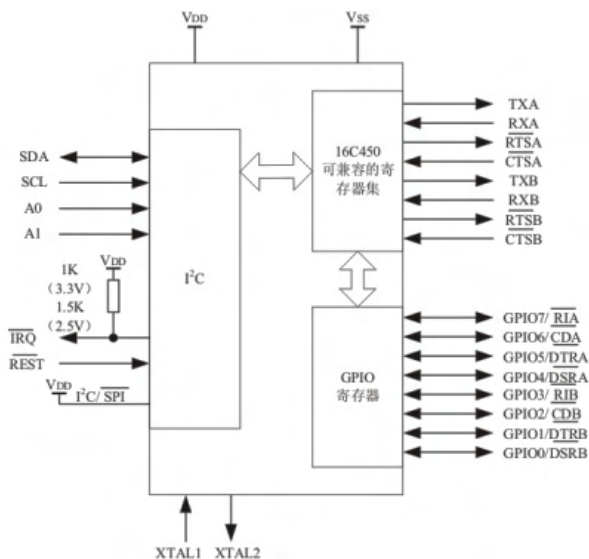


图1.1 I²C总线接口

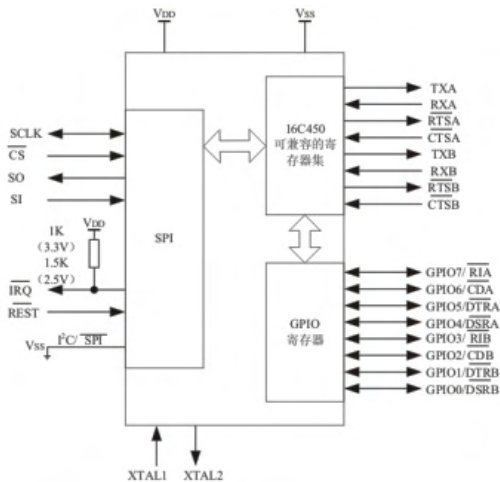


图1.2 SPI接口

寄存器

1. 寄存器总体结构框图

芯片的寄存器框图见图1.3。

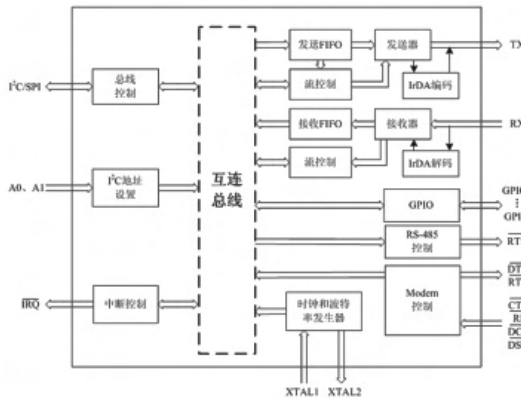


图1.3 寄存器总体框图

2. 寄存器结构描述

芯片的寄存器描述见表1.2。

表1.2 寄存器结构模块描述

功能模块	相关寄存器说明
发送 FIFO 与发送器	发送 FIFO 由 FIFO 控制寄存器 FCR、触发点寄存器 TLR 和发送控制寄存器 TCR 来控制，数据的传输格式由 LCR 来控制
接收 FIFO 与接收器	接收 FIFO 由 FIFO 控制寄存器 FCR 和触发点寄存器 TLR 来控制，数据的传输格式由 LCR 来控制
流控制	流控制分为硬件流控制和软件流控制。硬件流控制和软件流控制均需设置 EFR 和 MCR
IrDA 编码与解码	需设置 Modem 控制寄存器 MCR，额外特性寄存器 EFCR
GPIO	需设置 IOControl、IODir、IOIntEna，GPIO 引脚的状态可以通过读取 IOSState 来查看
RS-485 控制	自动 RS-485 有 RS-485 正常多点模式和自动地址检测模式。正常多点模式需设置 EFCR、LCR 和使能 FIFO。自动地址检测模式需设置 EFCR、LCR、EFR、XOFF2 和使能 FIFO
Modem 控制	需设置 IOControl 和 MCR
时钟和波特率发生器	需设置 MCR、DLL、DLH、LCR
中断控制	需设置 IER 或者 IOIntEna。中断相关的状态可以通过读取 IIR 来识别

3. 相同地址寄存器访问说明

SC16IS752/762芯片内部寄存器分为三组：通用寄存器、特殊寄存器和增强型寄存器。

- ◎ 通用寄存器只能在LCR[7] = 0时才可以访问；
- ◎ 特殊寄存器只有在LCR = 1，且LCR ≠ 0xBF时才可以访问；
- ◎ 增强型寄存器仅当LCR = 0xBF时才可以访问。

但是SC16IS752/762芯片有两个串口，它们具有完全相同的寄存器，他们寄存器地址相同，且在同一组寄存器中，有些寄存器的地址也是相同的。那么我们怎么来访问他们呢？虽然它们的地址相同，但是它们物理上却不同。通过设置通道来选择不同的UART的寄存器组，以及设置LCR来选择访问同一地址的不同寄存器。

图1.4以0x00地址（RHR、THR、DLL）为例进行说明，寄存器RHR、THR以及DLL具有相同的地址，都为0x00。

- ◎ 设置LCR[7] = 0，对0x00地址进行写操作时，访问THR寄存器；对0x00地址进行读操作时，访问RHR寄存器；
- ◎ 设置LCR[7] = 1且LCR ≠ 0xBF，可以访问DLL寄存器。

表1.3为相同地址寄存器访问说明。

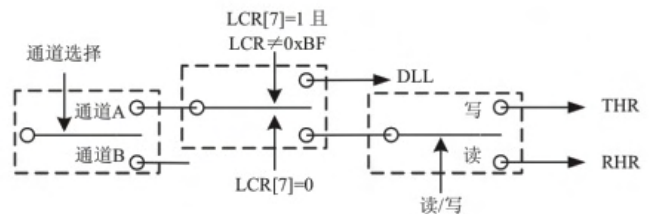


图1.4 同一地址寄存器说明

表1.3 相同地址的寄存器

寄存器地址	寄存器名称	如何访问
0x00	RHR	LCR[7] = 0，读操作时
	THR	LCR[7] = 0，写操作时
	DLL	LCR[7] = 1 且 LCR ≠ 0xBF 时
0x01	IER	LCR[7] = 0 时
	DLH	LCR[7] = 1 且 LCR ≠ 0xBF 时
0x02	FCR	LCR[7] = 0，写操作时
	IIR	LCR[7] = 0，读操作时
0x04	EFR	LCR = 0xBF 时
	MCR	LCR[7] = 0 时
0x05	XON1	LCR = 0xBF 时
	LSR	LCR[7] = 0 时
0x06	XON2	LCR = 0xBF 时
	MSR	LCR[7] = 0 时
0x07	XOFF1	LCR = 0xBF 时
	SPR	LCR[7] = 0 时
0x07	XOFF2	LCR = 0xBF 时

SPI转换

1. SPI简介

SPI (Serial Peripheral Interface——串行外设接口) 接口是一种同步串行全双工通讯接口，允许MCU与各种外围设备以串行方式进行通信、数据交换。外围设备包括FLASH、RAM、A/D转换器、网络控制器、MCU等。SPI接口已经成为一种标准的通讯接口，一般使用4条线：串行时钟线SCK、主机输入/从机输出数据线MISO、主机输出/从机输入数据线MOSI和低电平有效的从机选择线SSEL。

一个SPI总线可以连接多个主机和多个从机，但是同一时刻只允许有一个主机操作总线。在数据传输过程中，总线上只能有一个主机和一个从机通信。SPI总线时钟是由主机产生的。

2. SPI操作

SC16IS752/762芯片的SPI操作过程分两步：第一、发送读写寄存器命令字；第二、读或者写数据。而读写数据实际就是读写SC16IS752/762内部寄存器。SPI到UART之间的数据传输主要通过SC16IS752/762内部寄存器接收保存寄存器RHR、发送保存寄存器THR作为桥来传输。如图1.5所示，MCU把数据写入THR寄存器，SC16IS752/762自动将数据通过UART接口发送出去，这是MCU发送数据的过程；MCU读取数据的过程为：SC16IS752/762自动接收来自UART的数据，并将数据缓存在RHR寄存器中，MCU再将数据从RHR中读取出来。

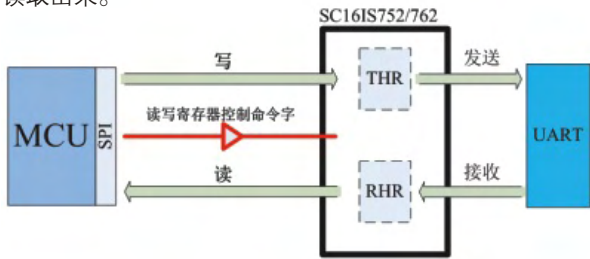


图1.5 SPI数据传输

SPI操作方式里的命令字其实就是寄存器地址，寄存器地址为一个字节，由三部分组成：读写位、芯片内部寄存器地址、通道选择，如图1.6所示。当MCU发送完命令字之后，SC16IS752/762根据MCU发送的命令字，选择相应的内部寄存器，判断是读还是写操作，并选择通道，如表1.4为寄存器地址描述。

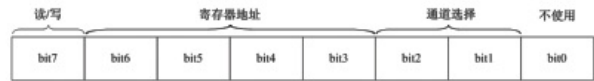


图1.6 寄存器地址格式

表1.4 寄存器地址描述

位	名称	功能
B[7]	R/ $\overline{W}$	读、写 0 = 写入 UART 1 = 从 UART 读
B[6:3]	A[3:0]	UART 内部寄存器选择
B[2:1]	CH1,CH0	通道选择 00 = 通道 A 01 = 通道 B 10 = 保留 11 = 保留
B[0]	-	不使用

例如：

命令字0xF0 (11110000)，那么该命令为：读通道A IOControl寄存器（其寄存器地址为0x0E）中的数据；

命令字0x02 (00000010)，那么该命令为：向通道B发送保存寄存器THR（其寄存器地址为0x00）中写入数据。

命令字发送完毕，之后就是数据传输。如果命令字为写指令，那么数据将写入命令字中所指定的寄存器，时序如图1.7所示；如果为读指令，那么读出命令字中所指定的寄存器的数据，时序如图1.8所示。不过在读的过程过程中还需要注意一个问题，因为SC16IS752/762只支持从机模式，所以在读取寄存器中的数据时，作为主机MCU必须要给从机提供SPI总线时钟，因此在读寄存器时，主机必须要发送大于或等于接收数据长度的任意数据，以此来提供时钟信号。

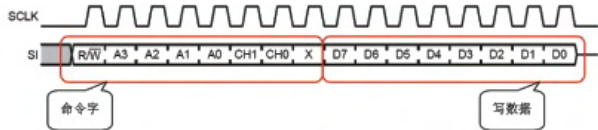


图1.7 SPI操作 - 写寄存器

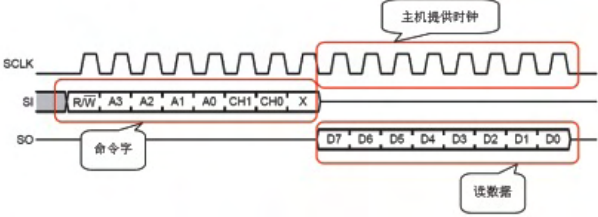


图1.8 SPI操作 - 读寄存器

I²C转换

1. I²C简介

I²C BUS (Inter IC BUS) 是Philips推出的芯片间串行传输总线，它以2根连线实现了完善的数据传送，可以极方便地构成多机系统和外围器件扩展系统。I²C总线采用了器件地

址的硬件设置方法，通过软件寻址完全避免了器件的片选线寻址方法，从而使硬件系统具有最简单而灵活的扩展方法。

I²C总线的2根线（串行数据——SDA，串行时钟——SCL）连接到总线上的任何一个器件，每个器件都应有一个唯一的地址，而且都可以作为一个发送器或接收器。此外，器件在执行数据传输时也可以被看作是主机或从机。

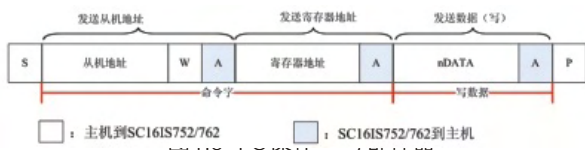
I²C总线是一个多主机的总线，即总线上可以连接多个能控制总线的器件。当2个以上控制器同时发动传输时，只能有一个控制器件能真正控制总线而成为主机，并使报文不被破坏，这个过程叫仲裁。与此同时，能同步多个控制器件所产生的时钟信号。

SDA和SCL都是双向线路。连接到总线的器件的输出级必须是漏极开路或集电极开路，都通过一个电流源或上拉电阻连接到正的电源电压，这样才能够实现“线与”功能。当总线空闲时，这2条线路都是高电平。总线速率越高，总线上拉电阻要越小。

2. I²C操作

SC16IS752/762芯片的I²C操作方式与SPI操作方式基本相同。操作过程也可分为两步：第一、发送读写寄存器命令字；第二、读或者写SC16IS752/762内部寄存器。但是由于SPI和I²C协议的不同，使得它们数据传输的格式稍有不同。

I²C写操作如图1.9所示，主机发送START信号启动I²C总线，然后主机发送带有方向位“写”的器件地址字节，从机应答后，主机发送寄存器地址，从机再次应答，接着主机发送要写入的数据，发送完毕之后，主机发送一个停止信号停止I²C总线。



I²C读操作如图1.10所示，从主机发送START信号开始到发送寄存器地址这个过程与I²C写操作一样，为了翻转数据传输方向，主机再次发送一个START信号，重新启动I²C总线，主机发送从机地址，但此时从机地址字节带着的方向位为“读”，紧接着从机发送一个应答信号，表明从机已准备好发送数据。从机每发送完一个字节数据，主机都会跟着发送一个应答信号，当数据传输完毕，主机发送一个非应答信号，停止数据传输，最后主机发送一个停止信号，停止I²C总线。



图1.10 I²C操作—读寄存器

需注意的“寄存器地址”字节并不仅仅是SC16IS752/762芯片的内部寄存器地址，它的格式如表1.5。

表1.5 寄存器地址

位	名称	功能
Bit[7]	-	不使用
Bit[6:3]	A[3:0]	UART 内部寄存器选择
Bit[2:1]	CH1,CH0	通道选择 00 = 通道 A 01 = 通道 B 10 = 保留 11 = 保留
Bit[0]	-	不使用

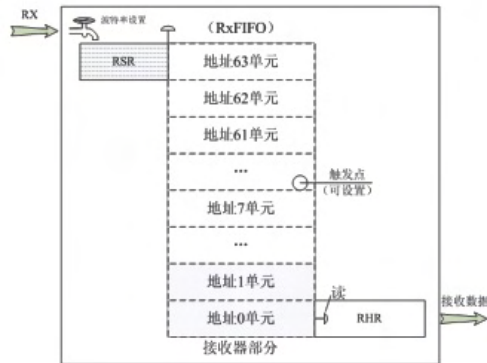
FIFO

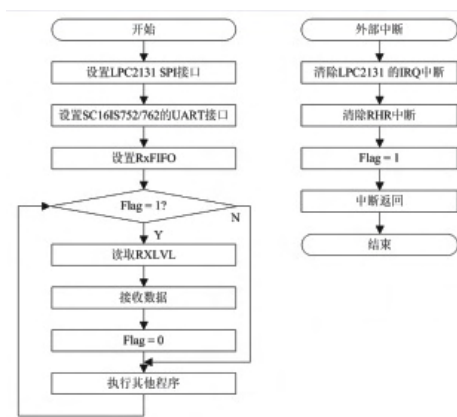
FIFO (First In First Out) 先进先出队列缓冲器。SC16IS752/762的FIFO设置主要由FCR和TLR控制。在使用FIFO前，建议先复位FIFO。

1. RxFIFO

RxFIFO是一个64字节的FIFO，如果被禁能，FIFO的地址0单元用来存储数据。SC16IS752/762芯片的接收器部分相当于一个水利装置，而RxFIFO就相当一个蓄水池，如图1.11所示。接收移位寄存器RSR接收RX端的串行数据，当接收到的数据达到8个bit时，数据并行存入RxFIFO；读取数据就等于打开RHR中的阀门放水的过程。当RxFIFO储存的“水”到达小球位置（可设置触发点）的时候，那么立即触发中断。

使用RxFIFO时，一般会与RHR中断以及查询RxFIFO状态结合使用，这样可以达到最好的效果，使用流程图如图1.12所示。

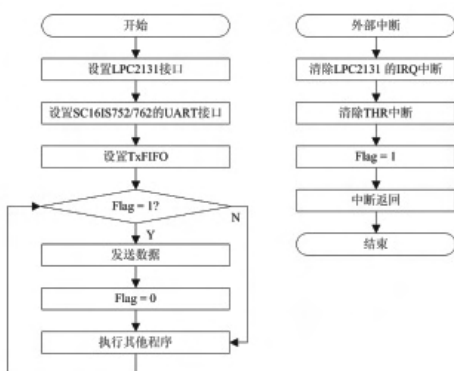
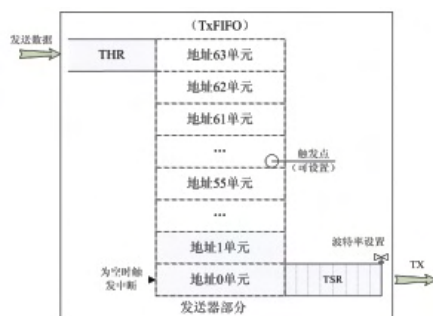




2. Tx FIFO

TxFIFO是一个64字节的FIFO，通过缓冲发送的字符可以降低主机过多的软件开销。TxFIFO也可看作为一个水利装置，如图1.13所示。数据发送至发送保存寄存器THR，THR中的“水”自动流入“地址0单元”，然后再经过发送移位寄存器TSR将并行数据转为串行数据，最后通过TX端发送出去；TxFIFO中的小球位置为触发点。不过需注意的，这里是以“空字节”为触发点，所以其触发的方式与Rx FIFO有些不同，THR触发中断详细过程见“THR中断”一节。

使用TxFIFO时，一般会与THR中断或查询TxFIFO状态结合使用，这样可以达到最好的效果，使用流程图如图1.14所示。



中断

SC16IS752/762共有9个中断源，分别为接收线状态中断、接收超时中断、接收保存寄存器（RHR）中断、发送保持寄存器（THR）中断、Modem中断、中断、中断、Xoff中断、输入引脚状态变化（GPIO）中断，如图1.15所示，它们分为7个中断优先级。所有的中断都可以通过IIR寄存器进行查询，其中GPIO中断状态需通过IOState寄存器来读出。SC16IS752/762中断使能由寄存器IER和IOIntEna来控制。

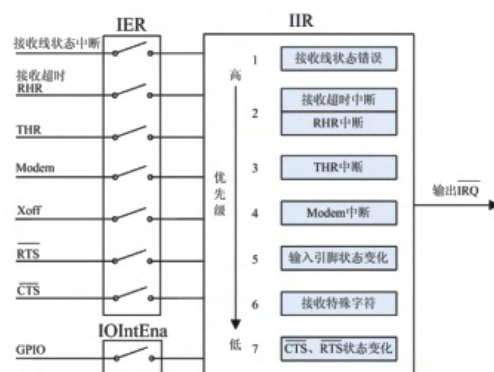


图1.15 中断使能与识别方框图

1. GPIO中断

要产生GPIO中断，首先要选择引脚的功能为GPIO，设置IOControl[2:1]；GPIO引脚要产生中断信号必须通过IOIntEna寄存器使能相应GPIO中断。设置好寄存器后，只要GPIO引脚的状态发生了改变，就会立即产生中断信号，当MCU响应中断信号后，可通过读芯片的中断标识寄存器IIR来识别中断源，因为IIR[5:1]的五个位的值标识了相应的中断源，在得知是GPIO中断后，还要读IOState引脚状态寄存器来识别具体是哪一个引脚引起的中断。外部GPIO引脚产生中断的流程如图1.16所示。

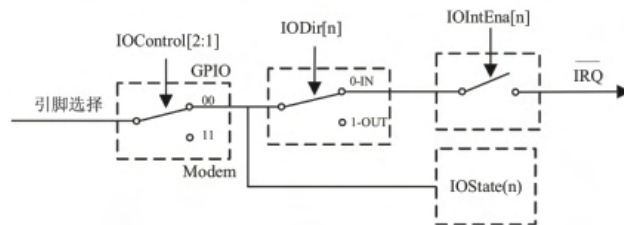


图1.16 GPIO中断

如果IOControl[0] = 0，那么GPIO的中断可以通过读IOState寄存器清除，如果在读取IOState寄存器之前，输入引脚状态返回其初始的逻辑状态，那么GPIO中断将自动清

除。如果IOControl[0] = 1，那么必须要通过读取IOState来清除中断。

2. RHR中断和接收超时中断

通过设置IER[0] = 1，使能RHR中断和接收超时中断，它们共用一个优先级。在FIFO禁能的情况下，RHR寄存器一接收到有效数据立即触发RHR中断；在FIFO使能的情况下，RxFIFO接收数据达到FIFO触发点立即触发RHR中断；当接收器中有数据且一定时间（接收到最后一个字符后4个字符时间）内未对其进行操作将产生接收超时中断。RHR中断和接收超时中断都可以通过读中断标识寄存器IIR来识别。当RxFIFO的深度低于触发点时，RHR中断被清除；对RxFIFO的任何操作（读或接收数据），接收超时中断都将被清除。

如图1.17所示，以8个字节触发为例，对RHR中断和接收超时中断的产生进行描述。

- (1) 当RxFIFO禁能时，如果接收到有效数据，那么立即触发RHR中断；
- (2) 当RxFIFO不为空，且一定时间内没有对RxFIFO进行操作，那么将触发RHR接收超时中断；
- (3) 当RxFIFO使能时，如果RxFIFO中存储的数据达到8个字符数据，那么将产生RHR中断。

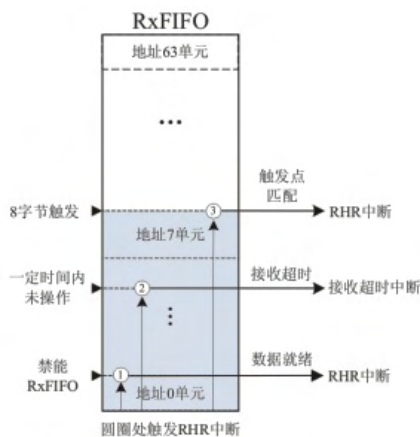


图1.17 RHR和接收超时中断

3. THR中断

如果要产生THR中断，首先要设置IER[1] = 1使能THR中断。THR中断和RHR中断一样有两种情况（FIFO是否使能）。不过需要注意的是RxFIFO和Tx FIFO触发方式是不一样的，RxFIFO是设置为字符触发方式，而Tx FIFO设置为字

符空间触发方式。它的触发是由字节空间来决定的，也就是由还剩余多少存储数据的字节空间来决定的。

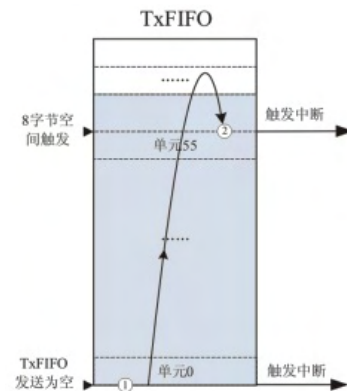


图1.18 THR中断触发

如图1.18所示，以8个字符空间触发为例，对THR中断的产生进行描述。

- (1) Tx FIFO为空，那么立即触发THR中断；
- (2) MCU向 SC16IS752/762发送 60个字节的数据，SC16IS752/762会将Tx FIFO中的数据依次发送出去，当Tx FIFO中剩下56个字节时（此时Tx FIFO的字符空间为64-56=8），将立即触发THR中断。

产生THR中断后，向发送保存寄存器THR中写数据，或者对IIR读操作都会清除THR中断。

4. 接收线状态中断

如图1.19所示，当接收FIFO中字符出现错误时，如溢出错误OE、帧错误FE、奇偶校验错误PE或间隔中断BI等，会产生接收线状态中断。

- ◎ 当RxFIFO已满，但仍有数据过来时，会产生溢出错误；
- ◎ 当接收字符的停止位为0时，产生帧错误；
- ◎ 当接收字符的奇偶位处于错误状态时，产生奇偶校验错误；

在发送整个字符（起始位、数据、奇偶位和停止位）过程中，如果RX管脚都保持为低，则产生间隔中断。

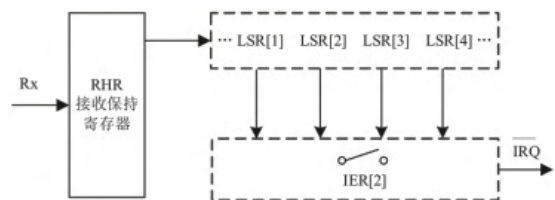


图1.19 线状态中断

SC28L202的原理与应用

SC28L202概述

SC28L202是一款具备实时数据错误检测以及智能中断仲裁功能、以及256个字节FIFO（1-2通道）的高速低功耗工业级UART芯片。它支持3.3V和5V两种供电方式，支持Motorola和Intel两种总线操作。SC28L202提供了两路完整的UART，16个功能强大的GPIO。同时它还兼容早期的SC28L92工业UART芯片。

SC28L202为每个接收器和发送器提供了非常灵活的波特率设置，可以通过固定波特率发生器选择27个固定波特率，也可以通过可编程波特率发生器或定时器设置任意的波特率。独立设置接收器和发送器工作速率的能力使DUART特别适合双速率通道的应用，例如群集的终端系统和网桥。

每个接收器/发送器具有256个字节的大容量FIFO，基本上消除了溢出和发送器为空的情况，并降低了中断驱动系统中的开销。另外，器件提供的流控制功能（Xon/Xoff和RTS/CTS），保证接收器不溢出。

SC28L202为每一个通道提供了8个多功能的I/O。在程序的控制下，这些I/O口可以用作通用I/O端口或者被指定为其他的特殊功能（例如时钟输入、状态和中断输出）。通常，它们被用作调试解调器控制或DMA接口。

实时数据错误检测用于实时验证到达目的正确性，减少了处理器逐字检测的负担以及在传输整块数据返回处理器检测时的延时，使串口通信更加可靠。

1. 功能特点

- ◎ IMPACT系列的一员：3.3V~5.0V的电源，工业级的温度范围（-40℃~+85℃），80xx或68K的总线接口（I/M模式）；
- ◎ 逐位实时传输错误检测实现高级数据系统的完整性；
- ◎ 2路独立全双工异步接收器/发送器；□
- ◎ 每个接收器/发送器都具有256个字节的FIFO；
- ◎ 上电后的状态：9600的波特率，1个停止位，无奇偶校验，中断禁止，所有的I/O都设置为输入；
- ◎ 可设置为68k或80xxx总线接口引脚；
- ◎ 每个通道有3字符的识别系统；
 - 通用字符的识别；
 - Xon/Xoff字符的识别；
 - 地址识别唤醒模式（多点（multi-drop）或‘9位’）；
 - 对于一个识别事件，系统提供了4个等级的自动控制。
- ◎ 可编程的数据格式；
 - 5到8个数据位加奇偶校验位或9位模式；

- - 奇校验、偶校验、无奇偶校验、及强制为奇或者偶校验
 - 9/16，1，1.5 或者2个停止位。□
- ◎ 16位可编程的计数器/定时器；
- ◎ 每个接收器和发送器的波特率都可灵活设置；
 - 27个固定的速率；
 - 50~2.0M波特率（包括MIDI速率）；
 - 通过外部时钟和C/T获得的其他波特率；
 - 可编程用户自定义的速率，通过一个可编程的计数器/定时器来获得；
 - 外部1X和16X时钟。
- ◎ 奇偶、帧和溢出检测；
- ◎ 线状态错误检测和产生，错误起始位检测；
- ◎ 可编程的通道模式；□
 - 正常模式（全双工）；
 - 自动回送模式；
 - 本地回送模式；
 - 远程回送模式；
 - 多点模式（又被称为‘唤醒’或‘9位’）。
- ◎ 多功能的8位I/O输入端口，可随意分配给每个通道；
 - 可作为时钟或输入控制；
 - 8个输入状态变化检测；
 - 输入通常有一个大于100MΩ的上拉电阻；
 - MODEM和DMA接口；
- ◎ 通用中断仲裁系统；
 - 中断系统完全支持“单一查询”；
 - 输出端口可以被配置成提供总共多达8个可以“线或”的独立中断类型输出（转换为开漏输出）；
 - 每个FIFO可以进行编程为256个中断级别中的任意一个
 - 每个接收器都有看门狗定时器。
- ◎ 最大数据传输速率：1X-3Mb/sec、16X-2Mb/sec；
- ◎ 自动唤醒模式（多点模式应用）；
- ◎ 起始或停止间隔中断/状态；
- ◎ 字符间隔检测；
- ◎ 单片晶体振荡器；
- ◎ 掉电模式的电流小于10μA；
- ◎ 接收器超时模式；
- ◎ +3.3V或+5V的单电源供电；
- ◎ SC28L202具有56脚TSSOP的封装形式。

2. 应用领域

- ◎ 电信/网络：路由器、服务器、以及VoIP系统等；

- ◎ 家用电子产品以及安防器件；
- ◎ 工业控制以及医疗设备；
- ◎ 便携式器件：手机、PDA、GPRS、以及游戏机等；
- ◎ 多点式工业远程控制站：显示、传感、仪表等；
- ◎ POS系统：交易系统、银行终端、加油站等；
- ◎ 远程访问路由器：控制台、终端、诊断、调制解调制等。

3. 引脚描述

SC28L202是IMPACT数据通信系列的一员，通过配置可编程功能引脚可以使器件兼容Intel（“x86”）和Motorola（“68K”）总线。本文只讨论“x86”总线的操作，“68K”总线模式只作简单介绍。“x86”总线接口管脚配置如表1.1所示。

表1.1 “x86”总线接口引脚

符号	引脚号码	引脚类型	名称和功能
I/M	21	I	总线配置：当为高电平时，选择 Intel 总线，接口配置如该表所示。为低电平时，选择 Motorola 总线。
D0-D7	20-17, 12-9	I/O	数据总线：双向 3 态数据总线用来传递 DUART 和 CPU 之间的命令，数据和状态。D0 是最低位。
CEN	29	I	片选引脚：低电平有效。该引脚为低时，D0-D7 使能后 CPU 与 DUART 之间可进行数据传送，D0-D7 的使能由 WRN、RDN 以及 A6-A0 输入控制；该引脚为高时，D0-D7 处于三态状态。
WRN	30	I	写选通：当 WRN 和 CEN 都为低电平时，数据总线的内容被传送到地址寄存器。传输开始于 WRN 的上升沿。
RDN	31	I	读选通：当 RDN 和 CEN 都为低电平时，地址寄存器的内容被送到数据总线上。读选通开始于 RDN 的下降沿。
A6 - A0	3-6, 23-25	I	地址输入：选择 DUART 内部寄存器和端口进行读写操作。
RESET	8	I	复位：一个高电平脉冲使内部寄存器(SR, A, SR, B, IMR, ISR, OPR, OPCR)设置 I/O[7:0]A 和 B 为输入高阻状态，停止计数/定时器，设置通道 A 和 B 为非选通状态，并且 TxDA 和 TxD8 输出为高电平。设置波特率为 9600，一个起始位，无奇偶位及一个停止位。
IRON	54	O	中断请求：低电平有效，开漏输出，只要 16 种可屏蔽中断中有一个或多个满足条件，就输出低电平。
IACKN	26	I	中断应答：低电平有效。输入低电平说明有一个中断应答周期出现。当总线上出现中断向量时，CPU 通常用它来响应中断请求。
X1/SCLK	55	I	晶体振荡器 1：晶体振荡器或外部时钟输入。在任何时候都应提供允许范围内的晶体振荡器或时钟信号。当使用晶体振荡器时，在这个引脚与地之间必须接入一个电容。
X2	56	O	晶体振荡器 2：接晶体振荡器的另一端。当使用晶体振荡器时，在这个引脚与地之间必须接入一个电容。如果 X1/SCLK 是由外部时钟驱动，那么此引脚必须悬空或者所接负载不多于两个 CMOS 或 TTL 器件。
RxDA	7	I	A 通道串行数据接收器：最低位接收在前。高电平时为 1，低电平时为 0。
RxDB	22	I	B 通道串行数据接收器：最低位接收在前。高电平时为 1，低电平时为 0。
TxDA	53	O	A 通道串行数据发送器：最低位发送在前。当发送器禁能，空闲或处在本地回送模式时，本引脚输出保持高电平。高电平时为 1，低电平时为 0。
TxDB	32	O	B 通道串行数据发送器：最低位发送在前。当发送器禁能，空闲或处在本地回送模式时，本引脚输出保持高电平。高电平时为 1，低电平时为 0。
I/O[7:0]A	45-52	I/O	A 通道通用输入输出端口：IOPCR 控制这些管脚的功能。它们可以输入或输出信号，可以传输许多内部时钟和中断信号，还可以作为 RTS、CTS、DTR、DSR 引脚等等。所有端口都有状态变化检测器并且输入功能总是被激活。当编程低 16 位地址空间时，这些引脚只能被设置为输入。当这些引脚用来传输中断信号（RxDY、TxDY、CTRDY），它们会设置成开漏输出。每个引脚有个很小的上拉“电阻”，以供给引脚大约 5mA 的电流。
I/O[7:0]B	33-40	I/O	B 通道通用输入输出端口：IOPCR 控制这些管脚的功能。它们可以输入或输出信号，还可以传输许多内部时钟和中断信号，还可以作为 RTS、CTS、DTR、DSR 引脚等等。所有端口都有状态变化检测器并且输入功能总是被激活。当编程低 16 位地址空间时，这些引脚只能被设置为输出。当这些引脚用来传输中断信号（RxDY、TxDY、CTRDY），它们会设置成开漏输出。每个引脚有个很小的上拉“电阻”，以供给引脚大约 5mA 的电流。
Vcc	1,13,27,41,42	Power	提供电源，输入电压 +3.3V 或 +5V，精度 ±10%。稳定的工作电压是从 2.97V 到 5.5V。定时器要求 Vcc 电压必须在 3.3 V ±10% 或 5.0 V ±10% 的范围内。
Vss	2,15,16,28,43,44	Power	地。
n.c.	14	-	未连接。

4. 芯片总体结构框图

SC28L202的总体结构框图如图1.1所示：

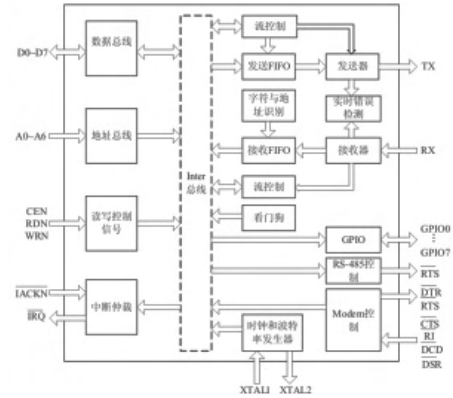


图1.1 芯片总体框图

5. 寄存器描述

SC28L202芯片兼容早期的SC28L92芯片的操作，SC28L202芯片的0x00~0x0F地址的寄存器是SC28L92寄存器集。因此，对于SC28L202功能操作有两套方案：一是采用SC28L92芯片操作方式；二是采用SC28L202新的操作方式。

1、I/O寄存器

SC28L202与I/O相关寄存器如表1.2所示。

表1.2 I/O相关寄存器

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
IOPCRn	I/O 配置寄存器。配置引脚功能，如选择 I/O、Modem 等功能。	IOPCR0	0x13	W
		IOPCR1	0x14	W
		IOPCR2	0x1B	W
		IOPCR3	0x1C	W
IPCRLn	输入端口变化寄存器。读取此寄存器，可获得当前 I/O 的逻辑电平状态，并可得知 I/O 的引脚状态是否发生了改变。	IPCR1A	0x14	R
		IPCR1B	0x1C	R
IPCRUn	读取后状态变化清零。	IPCR1A	0x13	R
		IPCR1B	0x1B	R
IPCEn	输入变化检测寄存器。使能 I/O 引脚状态变化检测。	IPCEA	0x32	W/R
		IPCEB	0x3A	W/R
IPRn	输入寄存器。读取当前 I/O 的逻辑电平状态。	IPRA	0x15	R
		IPRB	0x1D	R
SOPRn	输出置位寄存器。置位 OPR 寄存器。	SOPRA	0x10	W
		SOPRB	0x18	W
ROPRn	输出复位寄存器。复位 OPR 寄存器。	ROPRA	0x11	W
		ROPRB	0x19	W
OPRn	输出寄存器。不提供操作入口。	OPRA		
		OPRB		

2、计数器/定时器/时钟源相关寄存器

SC28L202与计数器/定时器/时钟源的寄存器如表1.3所示。

表1.3 计数器/定时器/时钟源

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
PBRGPHn	可编程波特率发生器设置寄存器。可灵活设置 UART 的波特率。	PBRGPH0	0x27	W/R
		PBRGPH1	0x37	W/R
PBRGPLn		PBRGPL0	0x26	W/R
		PBRGPL1	0x36	W/R
CTCSn	计数器、定时器时钟源设置寄存器。选择定时器/计数器模式，及选择时钟或字符计数。	CTCS0	0x24	W/R
		CTCS1	0x2C	W/R
CTVUn	计数器定时值设置寄存器。读这两个寄存器，可以读出当前计数值定时器的值。	CTVU0	0x16	R
		CTVU1	0x1E	R
CTVLn		CTVL0	0x17	R
		CTVL1	0x1F	R
PBRGCS	可编程波特率时钟源。设置可编程波特率发生器的时钟源。	PBRGCS	0x33	W/R
CTPUh	计数器定时器预置值。设置计数器/定时器的初始值。	CTPU0	0x16	W
		CTPU1	0x1E	W
CTPLn		CTPL0	0x17	W
		CTPL1	0x1F	W

3、UART相关寄存器

SC28L202与UART相关寄存器如表1.4所示。

表1.4 UART相关寄存器

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
MRn	模式寄存器。MR0 设置 UART 的波特率，FIFO，FIFO 中断，看门狗；MR1 设置数据位，奇偶校验，FIFO 中断，错误模式，RxFRTS 控制；MR2 设置停止位，CTS 控制，RTS 控制，通断模式（可选）；MR3 设置地址识别控制（唤醒），软件流控制，地址字符装载，流控制字符装载	MR0	0x20	W/R
		MR1	0x21	W/R
		MR2	0x22	W/R
		MR3	0x23	W/R
RxCsRn	接收器时钟选择寄存器。选择发送器的时钟源	RxCsRA	0x30	W/R
TxCsRn	发送器时钟选择寄存器。选择接收器的时钟源	RxCsRB	0x38	W/R
		TxCsRA	0x31	W/R
CRXn	命令扩展寄存器。使能收发器及发送器，及发送其他命令，它包含有命令寄存器 CR 的所有功能	TxCsRB	0x39	W/R
		CRXA	0x12	W
SRn	通道状态寄存器。反应通道当前状态，如接收帧错误，奇偶错误，溢出错误，空闲等	CRXB	0x0A	W
		CRA	0x01	R
ISRn	中断状态寄存器。中断产生后，读此寄存器，可以知道产生了何种中断，如接收中断，发送中断等	CHB	0x09	R
		ISRA	0x25	R
IMRn	中断屏蔽寄存器。使能或屏蔽 RxDY，TxRDY，间隔状态改变，C/T，字符识别，地址识别，看门狗，还有 I/O 状态改变的中断	ISRB	0x2D	R
		IMRA	0x25	W
RxFIFO	接收 FIFO。接收数据缓冲区	IMRB	0x2D	W
		RxFIOA	0x03	R
TxFIFO	发送 FIFO。发送数据缓冲区	RxFIOB	0x0B	R
		TxFIOA	0x03	W
RxFILn	接收 FIFO 触发电平寄存器。当 RxFIFO 中的字节个数超过此寄存器设置的值时，触发中断，并且它还具有调节优先级的功能，数值越大，优先级越高	TxFIOB	0x0B	W
		RxFILA	0x46	W/R
TxELn	发送 FIFO 触发电平寄存器。当 TxFIFO 中的字节个数超过此寄存器设置的值时，触发中断，并且它还具有调节优先级的功能，数值越大，优先级越高	RxFILB	0x4E	W/R
		TxFILA	0x47	W/R
TxELn	发送 FIFO 状态寄存器。读取此寄存器，可获得当前 TxFIFO 的状态	TxFILB	0x4F	W/R
		TxELA	0x11	R
RxFILn	接收 FIFO 状态寄存器。读取此寄存器，可获得当前 RxFIFO 的状态	TxELB	0x19	R
		RxFILA	0x10	R
RxFILn		RxFILB	0x18	R

4、字符识别寄存器

SC28L202与字符识别相关寄存器如表1.5所示。

表1.5 字符识别寄存器

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
XonCRn	Xon 字符寄存器。设置 Xon 字符识别，复位后为 0x11	XonCRA	0x41	W/R
		XonCRB	0x49	W/R
XoffCRn	Xoff 字符寄存器。设置 Xoff 字符识别，复位后为 0x13	XoffCRA	0x42	W/R
		XoffCRB	0x4A	W/R
ARCR	地址识别寄存器。设置多点模式识别地址，复位后为 0x00	ARCRA	0x43	W/R
		ARCRB	0x4B	W/R
XISRn	Xon/Xoff 中断状态寄存器。Tx/Rx 软件流控制状态，自动发送 Xon/Xoff 状态，接收 Xon/Xoff 状态	XISRA	0x44	R
		XISRB	0x4C	R
WCXERn	看门狗，字符，地址及 X 使能寄存器。使能看门狗，地址识别，Xon 识别，Xoff 识别	WCXERA	0x40	W
		WCXERB	0x48	W

5、通用寄存器

SC28L202的通用寄存器如表1.6所示。

表1.6 通用寄存器

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
GCCR	通用设置控制寄存器。控制 DACKN，中断向量控制 IVC，ISR 读模式	GCCR	0x66	W/R
SFRn	特殊功能状态寄存器。设置回送错误，远端回送错误检测	SFRA	0x45	W/R
TRR	调试校正寄存器。校正芯片	SFRB	0x4D	W/R
STCR	扫描测试寄存器。Idq 测试，扫描测试，内存测试	TRR	0x67	W/R
SES	系统使能状态寄存器。Xon，Xoff，地址识别，看门狗定时器，接收器，发送器	STCR	0x77	W/R
		SES A	0x40	R
EOS	增强操作状态寄存器。FIFO 优先级控制，Tx/Rx 时钟选择，定时器/计数器时钟选择，I/O 操作	SES B	0x48	R
		EOS	0x12	R

6、中断仲裁控制寄存器

SC28L202的中断仲裁寄存器如表1.7所示。

表1.7 中断控制寄存器

寄存器	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
ICR	中断控制寄存器。设置中断触发点，中断优先级超过此值时可产生中断	ICR	0x60	W/R
CIR	当前中断寄存器。捕获当前获得仲裁的中断	CIR	0x61	R
IVR	中断向量寄存器。设置中断向量	IVR	0x64	W/R
GICR	通用通道中断寄存器。与被捕获的中断的通道相关联	GICR	0x70	R
GIBCR	通用中断字节计数寄存器。与被捕获的发送中断或接收中断的 FIFO 字节数相关联	GIBCR	0x71	R
GITR	通用中断类型寄存器。与被捕获的中断的类型相关联	GITR	0x72	R
GRxFIFO	通用 RxFIFO 寄存器。设置 UART 通讯格式。通道有 CIR 寄存器决定	GRxFIFO	0x73	R
GTxFIFO	通用 Tx FIFO 寄存器。设置 UART 通讯格式。通道有 CIR 寄存器决定	GTxFIFO	0x73	W
BCRBRKn	仲裁控制寄存器 - 间隔变化。设置间隔变化的中断优先级	BCRBRK A	0x50	R
		BCRBRK B	0x58	
BCRCOSn	仲裁控制寄存器 - 状态变化。设置 I/O 状态变化的中断优先级	BCRCOS A	0x51	W/R
		BCRCOS B	0x59	
BCRCTn	仲裁控制寄存器 - 计数器/定时器。设置计数器/定时器的中断优先级	BCRCT A	0x52	W/R
		BCRCT B	0x5A	
BCRXn	仲裁控制寄存器 - Xon/Xoff。设置 Xon/Xoff 的中断优先级	BCRX A	0x54	W/R
		BCRX B	0x5B	
BCRAn	仲裁控制寄存器 - 地址识别。设置地址识别的中断优先级	BCRA A	0x54	W/R
		BCRA B	0x5C	
BCRLBEn	仲裁控制寄存器 - 接收回送错误。设置接收回送错误的中断优先级	BCRLBE A	0x55	W/R
		BCRLBE B	0x5D	

7、兼容SC28L92寄存器

兼容SC28L92的寄存器地址为0x00到0x0F。SC28L92的模式寄存器MR0~MR2地址都为0x00，如要操作MR0，则要通过命令寄存器把MR的指针设为0，即CR[7:4] = 0xB，如果需要操作MR1，则要将MR指针设为1，即CR[7:4] = 0x01；对MR1操作完毕后(任何操作)，MR指针将自动指向MR2，那么就可以对MR2操作了。兼容SC28L92的寄存器如表1.8所示。

表1.8 兼容SC28L92寄存器

寄存器组	寄存器描述	寄存器	地址	读/写
MRn	模式寄存器。MR0 设置 UART 的波特率，FIFO，FIFO 中断，看门狗；MR1 设置数据位，奇偶校验，FIFO 中断，错误模式，RxFRTS 控制；MR2 设置停止位，CTS 控制，RTS 控制，通断模式（可选）	MR0 A	0x00	W/R
		MR1 A	0x00	
		MR2 A	0x00	
		MR0 B	0x00	
		MR1 B	0x00	
		MR2 B	0x00	
SRn	状态寄存器。RxDY，F_FULL，TxEMT，溢出错误，奇偶错误，帧错误，接收空闲	SR A	0x01	R
		SR B	0x09	
CSRn	通道时钟选择寄存器。发送器，接收器时钟选择	CSR A	0x01	W
		CSR B	0x09	
CRn	命令寄存器。Tx/Rx 使能/禁能等	CR A	0x02	W
		CR B	0x0A	
IPCR	输入设置寄存器。只对 I/OA 有效	IPCR	0x04	R
ACR	辅助控制寄存器。I/O0~I/O3 中断使能，计数器/定时器选择，波特率设置选择	ACR	0x04	W
ISR	中断状态寄存器。读取可得 RxDY，TxRDY，间隔状态改变，C/T，字符识别，地址识别，看门狗和 I/O 状态改变中断的状态	ISR	0x05	R
IMR	中断屏蔽寄存器。使能或屏蔽 RxDY，TxRDY，间隔状态改变，C/T，字符识别，地址识别，看门狗，还有 I/O 状态改变的中断	IMR	0x05	W
CTPU	计数定时器预置计数值。设置计数定时器 0 的初始值	CTPU 0	0x06	W
		CTPL 0	0x07	
CTVU	计数定时器值。读取可得计数定时器 0 的数值	CTVU 0	0x06	R
		CTVL 0	0x07	

IVR	中断向量寄存器。用于 68K (Motorola) 模式	IVR	0x0C	W/R
IPR	输入寄存器：反应 I/O(6:0) A 的状态，读此寄存器时，位 7 为 0	IPR	0x0D	R
OPCR	输出设置寄存器。设置 I/O2B~I/O7B 的功能。I/O 功能，RxRDY, TxRDY 等等	OPCR	0x0D	W
SOPR	OPR 复位寄存器。OPR 置 1，输出为低电平。只对 I/OB 有效	SOPR	0x0E	W
ROPR	OPR 复位寄存器。OPR 复位为 0，输出为高电平。只对 I/OB 有效	ROPR	0x0F	W

芯片功能

1. 总线接口

SC28L202兼容 Intel和 Motorola总线接口。通过配置 I/M引脚 选择能选择 “x86” (Intel) 或者 “68K” (Motorola) 模式，默认状态是 “x86” 模式。

主机总线接口主要由 CEN, WRN, RDN (R/WN) , IACKN, DACKN, IRQN信号引脚, 7个地址引脚和8个3态数据总线引脚组成。DUART的很多功能是通过地址总线 A(6:0) 来访问的，数据通过8位数据总线来传输。

1、Intel总线

Intel总线是一种非常简单的总线，通常是由地址线，数据线，片选信号和读写控制信号组成。通过片选信号和读写信号控制数据流的运行方向。

在默认状态中，或者当 I/M引脚配置为 1 时，SC28L202 选择 “x86” 总线模式，DACKN信号无效。数据流的运行方向由 CEN, RDN, WRN引脚的组合状况控制。“x86” 总线模式中，信号的有效区如图 2.1 所示。

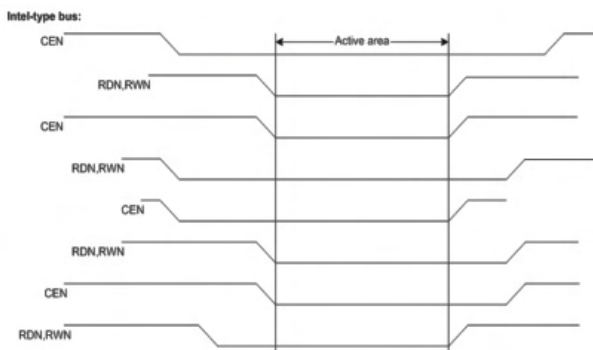


图 2.1 “x86” 总线信号有效区

由图 2.1 可知，只有当 CEN 为低电平，RDN 或 RWN 也为低时，才能进行有效的读或写操作。

“x86” 总线操作的时序图如图 2.2 所示。

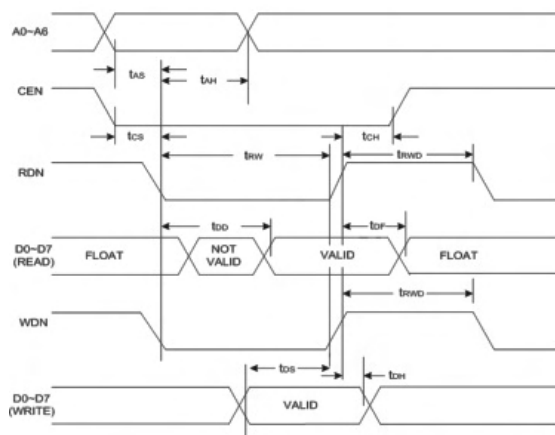


图 2.2 “x86” 总线时序图

图 2.2 中，从 A0~A6 建立到 RDN 或 WDN 为低电平之间的时间最少不能低于 10ns，当 RDN 或 WDN 为低电平时，还必须至少保持 10ns 以确保地址 A0~A6 有效。

在读操作中，当 RDN 刚变为低电平，由于地址总线上的地址仍然无效，此时读取数据总线上的数据也是无效的。等待一段时间 tDD 后 (10ns ≤ tDD ≤ 40ns)，才能读取有效的数据。当 RDN 变为高电平，等待 tDF (tDF ≤ 15ns) 后，数据总线上的数据将变得漂浮。

在写操作中，当 WDN 刚变为低电平时，由于地址总线上的地址仍然无效，此时往总线里写数据也是无效的。当地址被锁存后，并且在 WDN 或 CEN 变为高电平之前的一段时间 tDS (15ns ≤ tDS) 内，才能进行有效的写操作。当 WDN 变为高电平后的 tDH 时间内，数据仍然会保留。

2、芯片连接框图

SC28L202 是一个 7 位地址输入，8 位数据总线的器件。由于 LPC2200 系列 ARM 带有外部总线接口，因此本文将采用 LPC2200 系列 ARM 为开发平台。LPC2200 与 SC28L202 连接框图如图 2.3 所示。

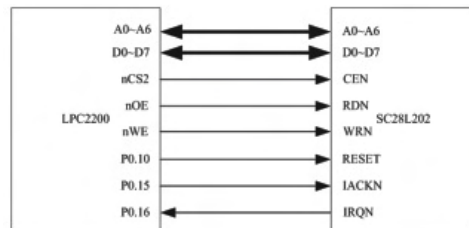


图 2.3 LPC2200 与 SC28L202 的连接框图

使用图 2.3 的连接方式，需要设置 RBLE = 1，否则在写数据时，WE 不会出现有效信号。此外，由于本例中使用的是 EasyARM2200 (或 SmartARM2200) 开发套件，BANK0 与

BANK1已分别给外部FLASH与外部RAM占用，因此把SC28L202的片选脚CEN与LPC2200的nCS2相连，使芯片挂在ARM的BANK2上。

2. 时钟源

1、时钟电路与晶体振荡器

SC28L202的时钟可由晶体振荡器或外部时钟提供。当使用晶体振荡器时，可直接把7.0MHz到16.2MHz的晶振从X1和X2接到芯片上。数据手册中时钟选择寄存器列出的固定波特率只适用于14.7456MHz晶体振荡器，因此当使用其它频率的晶振时，列表中波特率的值将根据实际使用的晶振频率和14.7456MHz的比例严格地改变。

外部时钟频率最高可达50MHz。当使用外部时钟代替晶体振荡器时，必须从X1输入，且X2需悬空或驱动不超过2个CMOS或TTL元件。X1的时钟信号给波特率发生器充当时钟基准，它也可供给可编程波特率发生器、计数器/定时器、控制逻辑和UART接收发送器等使用。需说明一下，外部时钟也可以由I/O口输入。各时钟源和接收器与发送器的关系如图2.4所示。

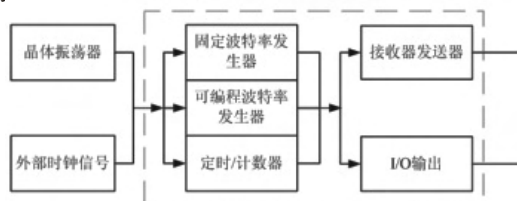


图2.4 各时钟源与收发器的关系

2、固定数率波特率发生器

波特率发生器通过晶体振荡器或X1输入的外部时钟产生27种通用数据通讯波特率（包括MIDI），如果外部晶振的频率为14.7456MHz时，它的范围从50波特到921.6K波特。当X1输入更高的时钟信号时，这些通用速率将会按比例提高（最高可达3000K波特）。X1/Sclk输入频率偏离14.7456MHz将导致产生的固定频率也随着这个偏差比发生变化。从波特率发生器输出的时钟是实际波特率的16倍。

可以通过发送器时钟选择寄存器TxCSR、接收器时钟选择寄存器RxCSR，或通过模式寄存器MR0及兼容SC28L92系列UART的时钟选择寄存器CSR、辅助寄存器ACR[7]的组合来选择这27种固定波特率。

3、计数器/定时器

SC28L202带有两个16位可编程递减的计数器/定时器。计数器/定时器为接收器和发送器提供各种各样的波特率，还可以计算接收器接收到的字符。当计数器为0x00，且在

IMR中使能了C/T中断时，则会产生中断。它的时钟周期还可以为接收器充当一个额外的看门狗定时器。它有8个来至内部和外部时钟信号的可编程时钟源。这些时钟信号可以使用在任意一个或所有DUART的接收器和发送器上，还可以发送到I/O引脚上给外部器件使用。

16位可编程计数器/定时器可以在四种模式中的任何一种模式下工作。这四种模式分是：字符计数、计数、计时及超时。

- ◎ 字符计数：用来计数字符数；
- ◎ 计数模式：用于产生一个延时；
- ◎ 计时模式：产生方波；
- ◎ 超时模式：监视接收到的两个字符之间的时间间隔。

通过开始/停止C/T,读写C/T低位寄存器和读写C/T高位寄存器六条指令就可以控制计数器/定时器。

当需要使用定时器为接收器或发送器提供波特率时，可以通过设置发送器时钟选择寄存器TxCSR、接收器时钟选择寄存器RxCSR选择定时器0或者1，然后在CTCS中选择定时模式和时钟源，再根据以下公式算出n的值，并且把n装载到CTPU和CTPL寄存器中，最后在命令扩展寄存器中启动C/T。整个工作流程如图2.5所示。

$$n = \frac{\text{C/T输入频率}}{2 \times 16 \times (\text{渴望得到的波特率})} - 1$$

(如果选择了脉冲形式，除数上的2应改为1。)

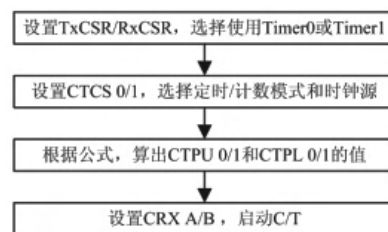


图2.5 使用定时器/计数器提供波特率的流程

4、可编程波特率发生器

SC28L202中带有两个可编程波特率发生器。两个可编程波特率发生器的定时器是可编程的16位分频器，可以产生各种不同的时钟信号。这些时钟可供任何一个或所有接收器和发送器使用，或从通用输出管脚GPO输出。

每个PBGR的定时器也有8个可编程时钟源，它们都源于内部和外部信号。当需要使用可编程波特率发生器为接收器或发送器提供波特率时，可以通过设置发送器时钟选择寄存器TxCSR、接收器时钟选择寄存器RxCSR选择使用可编程波特率发生器0或者1，然后在PBGRCS中使能PBGR和选择时

SC28L202带有两个256字节的TxFIFO。该FIFO只有在发送器使能时才能接收数据。

FIFO的中断优先级可独立设置，并且可以在0~255中任意设置。FIFO逻辑将可用的空位置进行编码，得到的值再与通道编号和中断类型标识符连接，应用于中断仲裁系统。例如：一个空闲TxFIFO的编码值是0；当有一个空位时编码值为1；当TxFIFO为满时，由于它没有一个空闲的位置，因此没有编码值。

通常，只要TxFIFO有一个或多个空位置，TxFIFO就发送这个信息给仲裁系统。TxFIFO中断触发等级寄存器（TxEIL）或MR0[5:4]允许用户修改TxFIFO的中断触发值，使TxFIFO的空闲位置大于或等于所设的触发值时才产生中断。此特性可用来改善中断服务的效率。

（3）发送器的工作

发送器把来自CPU的并行数据转换成了串行数据流，并从TxD引脚输出，如图2.9所示。在发送开始前，必需在命令寄存器CR或命令扩展寄存器CRX中使能发送器。当发送器使能后，发送数据时，它将自动发送一个开始位，后面跟随可编程的数据位，一个可选的奇偶位，及可编程的停止位，最低有效位最先发送。当发送完停止位后，在TxTxD中没有有效数据时，TxD输出保持高电平，且SR寄存器中的TxIdle位被置位。当CPU又向TxTxD中输入一个新数据时，发送重开始，且TxIdle位被清除。



图2.9 发送器-并行转串行

如果发送器被禁能，它将继续工作直到当前正在被发送的字符被完全发送出去为止。通过发送一个间隔命令，发送器将被强制发送一段连续的低电平。通过软件命令可以使发送器复位。如果它被复位，发送器将立即停止工作，在恢复操作之前它必须通过命令寄存器来再次使能发送器。

2、接收器

接收器也是独立的全双工单元。波特率、中断、状态都可以独立控制，并且接收器有RTS和Xon/Xoff流控制功能以及一个3字符识别系统。

（1）接收状态

接收器每接收一个字节有五个状态位反映其接收状况：接收间隔，帧错误，校验错误，溢出错误和间隔变化。前三

个被附加在每个接收字节后并存入RxTxD。

当RxTxD为全零字符时，表明这是接收间隔而不是零字符；当RxTxD为非零字符而停止位为零时，接收出现了帧错误；当RxTxD接收的校验位和发送校验位不一致时，接收出现了校验错误；当RxTxD有256个字节，接收移位寄存器有一个字节，而接收器又检测到第258个字节的起始位，这时第258个字节将覆盖第257个字节，溢出错误产生。当间隔被检测或者间隔状态被清除时，产生间隔变化。

中断状态寄存器（ISR）和状态寄存器（SR）的相应位能反映所接收到的数据的状态。而接收状态位通常被中断条件清理，或被Rx复位、Rx禁能命令和CR寄存器中的几个错误复位命令所清除。

（2）接收FIFO

SC28L202同样带有两个256字节的RxTxD。RxTxD每个字节空间实际是11个位宽度：8个数据位和3个状态位。接收器把接收移位寄存器的数据位和接收逻辑产生的状态位组合装载到RxTxD。当FIFO中一个字符长度小于8位时，未使用的位用0补齐，例如接收到一个长度为5位的字符时，RxTxD的字节结构如图2.10所示。FIFO逻辑将已填充的位置进行编码，得到的值再与通道编号和中断类型标识符连接，应用于中断仲裁系统。例如：一个满RxTxD的编码值是0；当有一个位被占用时，它的编码值为1，当RxTxD为空时，由于它没有一个填充位置，因此没有编码值。

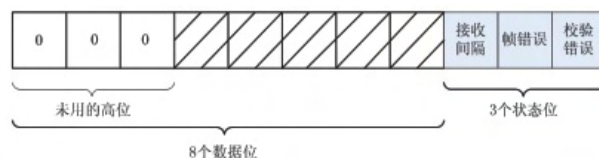


图2.10 数据位长度为5位时RxTxD的字节结构

通常，只要RxTxD中有一个或多个位置被占用，RxTxD将发送这个信息给仲裁系统。RxTxD中断触发等级寄存器（RxTxDIL）或MR0[6]和MR1[6]允许用户修改RxTxD的中断触发值，使RxTxD的填充值大于或等于所设的触发值时才产生中断。此特性可用来改善中断服务的效率。

RxTxD的前三位代表状态位，当把这三个位从RxTxD中取出时，它们将在状态寄存器中的三个位上体现出来。通过设置模式寄存器中的错误模式控制位（MR1[5]），可以设置状态报告模式为字符模式或者块模式，两者的区别如下。

◎ 字符模式

状态位是与字符一起一个接一个地从RxTxD中读出。这

个状态位只能代表即将从RxFIFO中被读出的数据的状态；此模式效率低。

◎ 块模式

反映的是从上次错误命令被复位以来进入RxFIFO中所有字符状态位的逻辑或的结果。RxFIFO中的每个字符的状态位都通过锁存器给保留下来，当任何字符的错误位置位，锁存器也置位；这个模式的目的是为了指示一个数据块的错误，而非一个字符的错误。这个模式提高了接收器服务的效率。例如接收256个字节的数据，在字符模式中，每读取一个数据字节前，都要先读取这个数据的状态，这样非常费时；而在块模式中，可以读取完256个数据字节后，再去读取这256个数据字节的状态，这样效率就大大提高了。在现代系统中，由于低错误率，使得它要求重新发送错误数据块，比一个字符一个字符的分析系统效率要更高。

(3) 接收器的工作

接收器通过RxD引脚接收串行数据，把串行数据转换成并行格式，如图2.11所示。当检测到正确的起始位后，开始接收数据和校验位，帧位，停止位和间隔状态。字符和相应状态位被装载进入RxFIFO。当接收到的字符少于8位，装入RxFIFO时，未用的高位用0补齐。当接收停止位后，接收器立即开始寻找下一个起始位。

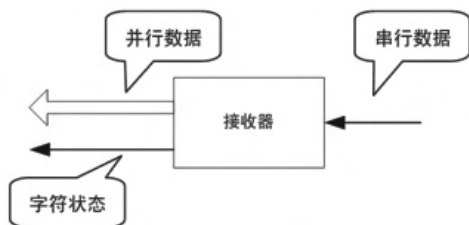


图2.11 接收器 - 串行转并行

如果发生了帧错误，且RxD的低电平状态至少保持了半个位时钟。接收器就会把它看成找到一个新的开始位，并继续识别下面的字符。

当刚接收完字符，它的奇偶错误，帧错误，溢出错误状态将被写入到SR寄存器中。这个过程发生在RxDY的状态位被置位前的一点点时间。例如接收到一个间隔，即一个字节全都为0（包括起始位和停止位），这个字节将被放入到RxFIFO中。在SR中接收间隔位和ISR中的间隔改变位都被置1，并且在SR中的接收器就绪位置1。

中断仲裁

1、中断仲裁结构

SC28L202拥有一个可编程的仲裁系统，中断仲裁用来处理一个中断请求是否要提交给主机。通常仲裁系统是以接收FIFO的填充数或发送FIFO空字节数为基础的。FIFO的等级被编码成一个8位的值，连接到通道号和中断源识别码，再与用户在ICR中定义的中断触发点进行比较，只要有一个中断源超过了规定的中断触发点，立即就会产生一个中断。

接收器和发送器的优先级由它们各自的FIFO填充数控制。RxFIFO包含越多的接收字符，优先级就越大；Tx FIFO包含越多的空闲位置，其优先级就越高。对于没有FIFO的中断源SC28L202都提供一个可编程字段，用来决定它们在仲裁系统的权限和优先级。例如：要修改I/O状态变化中断的优先级，可以修改BCRCOS寄存器的值，值越大，则优先级越高。

当中断源有了中断应答时，它拥有最高的优先级，且通过CIR更新，中断信息将被捕获进当前中断寄存器（CIR）。这个寄存器将包括完整的中断源信息：产生的通道，中断类型及FIFO填充状态。CIR寄存器中的值经常用来驱动中断向量和全局寄存器。

每个UART中与中断系统相关的寄存器有中断屏蔽寄存器（IMR）和中断状态寄存器（ISR）。IMR用来使能中断，只有在ISR中发出请求，且在IMR中的相关位被设为1，这个中断才能被允许进入仲裁过程。

2、设置中断优先级

在中断仲裁中，中断的优先级是由通道编号、中断源类型、FIFO填充数和可编程的字段的价值组成。各中断源的优先级如表2.2所示。

表2.2 各中断源的优先级

类型	Bit13	Bit12	Bit11:4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
接收 w/o 错误	-	-	RxFIFO 字节数	0	0	1	通道号
接收 w/错误	-	-	RxFIFO 字节数	1	0	1	通道号
接收器看门狗	-	-	RxFIFO 字节数	1	0	0	通道号
发送器	-	-	TxFIFO 空字节数	0	1	0	通道号
间隔变化	-	BCRBK[7]	BCRBK[6:0]	1	1	1	通道号
Rx 回送错误	-	BCRLB[7]	BCRLB[6:0]	1	1	1	通道号
状态改变	-	BCRCOS[7]	BCRCOS[6:0]	0	1	1	端口 0 或 1
Xon/Xoff	-	BCRFx[7]	BCRFx[6:0]	0	1	1	通道号
定时器/计数器	-	BCRCT[7]	BCRCT[6:0]	1	0	0	计数器
地址识别	-	BCRA[7]	BCRA[6:0]	1	0	1	通道号
无中断	-	0	0	0	0	0	
中断触发点	-	ICR[6]	ICR[5:0]	0	0	0	0

表2.2中，位0代表通道号。在同一种中断中，通道号高

的中断源可以获得更高的优先级，例如通道B比通道A拥有更高的优先级。位3到1代表中断类型。对于位12到14，本文分两部分进行描述。

(1) 带有FIFO的中断源

SC28L202中带有FIFO的中断源有：接收w/o错误，接收w/错误，接收器看门狗和发送器。由2.5.1节可知，在中断仲裁系统中，FIFO的填充值（对于Rx FIFO为填充字节数，对于Tx FIFO为空字节数）代表了它们的中断优先级，当FIFO的填充值大于中断触发点时，才有可能进入中断仲裁。由表2.2可知，FIFO的填充数与ICR中的中断触发点是这样比较的：FIFO填充数的BIT2对齐于中断触发点的BIT0，FIFO填充数的BIT7对齐于中断触发点的BIT5，如图2.12所示。因此如果中断触发点为x，那么只有FIFO的填充数大于或等于4x时，这些带有FIFO的中断源才能进入中断仲裁。

设置FIFO的触发点为y，如果 $y < 4x$ ，当FIFO中的填充数为y时，仍不能进入中断，只有当FIFO中的填充数大于或等于4x时，才能进入中断；如果 $y \geq 4x$ ，只有当FIFO中的填充数大于或等于y时，才能进入中断。

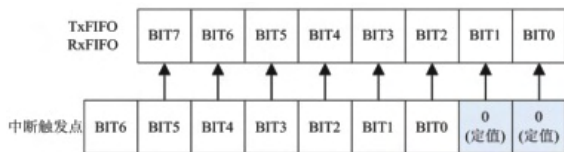


图 2.12 FIFO的填充数与中断触发点的对应关系

以RxRDY中断为例，当设置 $ICR = 1$ 时， $RxFIL = 0x01$ （ $RxFIL < 4 * ICR$ ）时，那么只有当Rx FIFO中的字符数大于或等于4时才能产生中断；当设置 $RxFIL = 0x06$ （ $RxFIL > 4 * ICR$ ）时，那么只有当Rx FIFO中的字符数大于或等于6时才能产生中断。

(2) 不含FIFO的中断源

SC28L202中不含FIFO的中断源有：间隔变化，Rx回送错误，状态改变，Xon/Xoff，定时器/计数器，还有地址识别。它们都带有一个可编程字段，用于设置中断的优先级。可编程字段与中断触发点是这样比较的：可编程字段的BIT1对齐于中断触发点的BIT0，可编程字段的BIT7对齐于中断触发点的BIT6，如图2.13所示。因此如果中断触发点为x，那么只有当可编程字段的数值大于或等于2x时，这些不含FIFO的中断源才能进入中断仲裁。

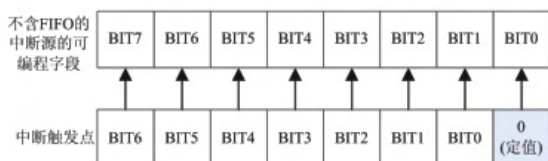


图2.13 可编程字段与中断触发点的对应关系

以地址识别为例，如果设置 $ICR=0x02$ ， $BCRA = 0x03$ （ $BCRA < 2 * ICR$ ），那么地址识别将不能进入中断。当设置 $BCRA = 0x05$ （ $BCRA > 2 * ICR$ ）时，地址识别才能进入中断。

3、中断仲裁的过程

当一个或一个以上的中断被使能，且都满足产生中断的条件时，系统自动进入中断仲裁。首先，设置各中断源的优先级，中断条件满足后，各中断源的优先级与ICR中设置的中断触发点进行比较。若中断源的优先级大于或等于触发点，则能进入中断仲裁；再根据各个中断源的优先级，决定哪个中断能赢得仲裁，赢得仲裁的高优先级中断则能进入中断处理程序，如图2.14所示。此时通过中断应答信号IACKN或者向CIR任意写一个数据来更新CIR，CIR将捕获中断仲裁优胜者。读取CIR的内容，可得知中断的类型和通道。在中断处理程序中，根据不同的中断类型，执行不同的任务。CIR的内容将一直保持，直到下一个IACKN信号或者更新CIR的指令出现。如果没有中断产生，CIR的值为0，不产生中断请求。

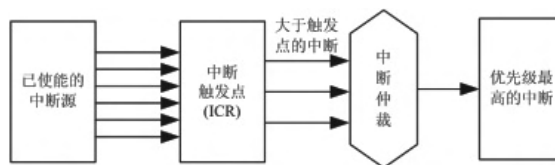


图2.14 中断仲裁过程

注：当使用LPC2200系列ARM开发平台时，向SC28L202的IACKN发送中断应答信号，将会影响外部总线的操作，因此当程序运行外部FLASH或外部RAM时，将会发生预取指或数据异常；当运行在内部RAM时，程序正常。建议使用向CIR发送数据的方法更新CIR。

多点模式

多点模式一般用于RS-485通讯中。SC28L202共有4种子模式，分别为正常模式、自动唤醒模式、自动睡眠模式、自动唤醒/睡眠模式。多点模式主要是通过地址识别系统，从而使主机与多从机通讯变得方便。多点模式下有两种类型的字符，一种为地址字符，另一种为数据字符。地址字符与数据字符由数据的奇偶位来决定，地址字符表明数据的奇偶位为1；数据字符表明数据的奇偶位为0。此外，奇偶位模式必须设置为多点模式。

1、正常模式

当识别到一个地址时，SC28L202自动将地址字节放入

RxFIFO中，并产生中断。之后可通过控制CPU读取RxFIFO中的地址字节，判断是否是CPU定义的ID，如果是，那么可以选择打开接收器（一般默认设置为关闭）接收后面的数据字节，当然也可以选择不开，此操作完全由CPU控制。

如图2.15所示，一般情况下，接收器默认初始状态设置为禁能，此时接收器只能接收地址字节，而不能接收数据字节。当接收到地址字节时，地址字节被装载到RxFIFO中，并产生RxRDY中断或地址识别中断（如果设置了RxRDY或地址识别中断）；控制CPU响应中断后，可以通过读取RxFIFO判断是否是自己的ID，如果是，CPU可选择打开接收器接收后面的数据字符。

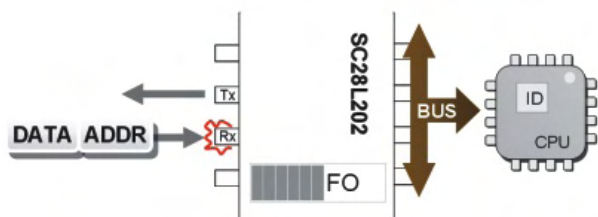


图2.15 正常模式

2、自动唤醒模式

当接收到地址字节，通过与地址识别字符寄存器ARCR比较，判断是否是自己的ID。如果是，那么SC28L202将自动打开接收器，自动接收后面主机发送过来的数据。此过程无须控制处理器的参与。在自动模式下（三种自动模式），通过设置MR3[6]可以设置地址字节数据是否要装载到RxFIFO中。MR3[6] = 0，不装载；MR3[6] = 1，装载。在正常模式下，设置无效，接收到地址字节后，地址字节将会自动被装载到RxFIFO中。自动唤醒模式如图2.16所示。

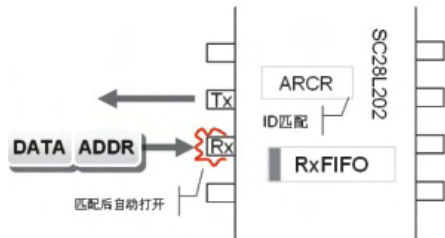


图2.16 自动唤醒模式

3、自动睡眠模式

当接收器接收到地址字节，通过与地址识别字符寄存器ARCR的内容比较，判断是否是自己的ID。如果不是，那么SC28L202将自动关闭接收器，停止接收数据字节。此过程也无须控制处理器的参与。自动睡眠模式如图2.17所示。

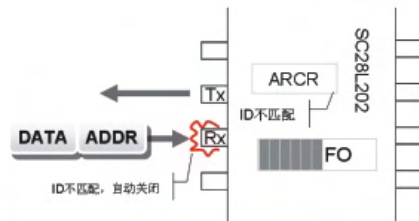


图2.17 自动睡眠模式

4、自动唤醒与睡眠模式

自动唤醒与睡眠模式是自动唤醒和自动睡眠的组合。当接收到数据字节，通过与地址识别字符寄存器ARCR比较，判断是否是自己的ID。如果是，那么SC28L202将自动打开接收器接收后面的数据字节；如果不是，SC28L202将自动关闭接收器。

测试模式

SC28L202有四种测试模式，用于检测芯片UART功能和处理器接口是否良好，检验数据传输的正确性。这四种测试模式分别是：自动回送、本地回送、远端回送和实时错误检测。

1、自动回送

在自动回送模式下，接收到的数据再次在时钟控制下重新通过Tx输出脚发送，让远程发送器检验数据发送是否正确。自动模式下，要注意以下几点。

- ◎ 接收器时钟同时用于发送器，接收器必须使能，发送器不必使能；
- ◎ TxRDY和TxIdle状态无效；
- ◎ 接收到的奇偶位被校验，但不能由发送器重新产生，即发送的奇偶位就是接收到的奇偶位；
- ◎ 字符帧被校验，停止位在接收时被重新发送，Rx数据发送到RxFIFO中；
- ◎ “接收间隔”在接收时立即被回送，直到检测到下一个有效起始位；
- ◎ CPU与接收器之间的通讯正常，但是与发送器之间的连接是禁能的。
- ◎ 自动回送模式的原理如图2.18所示。

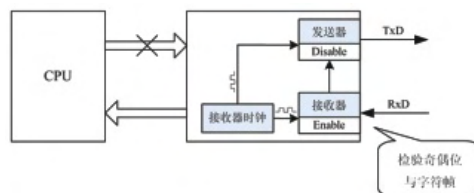


图2.18 自动回送模式

2、本地回送

在本地回送模式下，发送器输出端在内部连接到接收器输入端。发送器的时钟同时用于接收器接收。TxD输出保持为高，RxD输入无效。在此模式下，发送器必须使能，接收器不必使能；CPU到发送器和接收器的通讯仍然正常。本地回送模式的原理如图2.19所示。此模式一般用于检验软件的中断和流控制，同时也可以检验硬件中所有的时序及引脚连接是否正常。

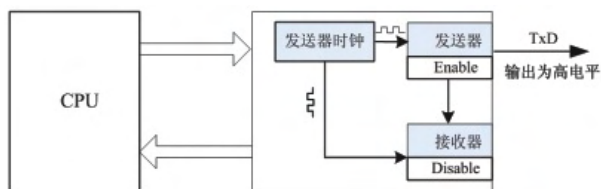


图2.19 本地回送

3、远端回送

远端回送与自动回送模式非常相似。在自动回送模式中，接收数据时会检测奇偶位和字符帧，并且接收器与CPU能正常的通讯，而在远端回送模式中，没有这些功能。远端回送的原理如图2.20所示。在远端模式下，需注意以下几点。

- ◎ 接收到的数据再次在时钟控制下重新通过TxD输出发送；
- ◎ 接收器的时钟用于发送数据；
- ◎ 接收到的数据不能发送到本地CPU，错误状态条件无效；
- ◎ 接收到的奇偶位不校验，且不重新产生，即发送的奇偶位就是接收到的奇偶位；
- ◎ 接收器必须使能，但发送器不需要使能；
- ◎ 字符帧不校验，停止位在接收时被重新发送；
- ◎ “接收间隔”在接收时立即被回送，直至检测到下个有效的起始位。

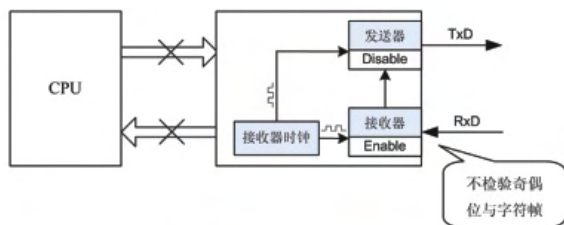


图2.20 远端回送

4、实时数据错误检测

通过特殊功能寄存器SFR可以设置实时数据错误检测模式。在这个模式中，当主机发送数据时，发送器会自动储存被发送的数据，远端接收器接收到数据后，在半个位时间延

迟器收到的数据进行比较，在这种情况下的错误（数据不匹配、奇偶错误或帧错误）将会导致SFR中的回送错误位置位，并产生中断。当需要发送和接收确认，此模式将完全减轻处理器逐字检测的负担。实时错误检测的原理如图2.21所示。

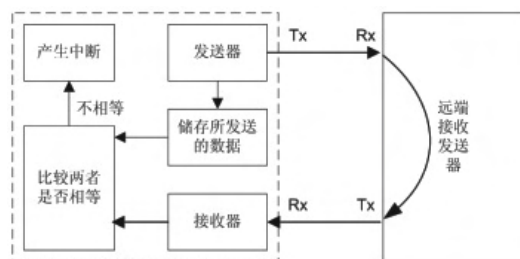


图2.21 实时错误检测

硬件流控制

硬件流有三种模式，自动RTS硬件流、自动CTS硬件流及以上两种方式的组合。自动RTS硬件流和自动CTS硬件流两种方式通常状态下会配合使用。用于高效率快速的发送和接收数据。

1、自动RTS

接收器控制RTS输出。

- ◎ 当RxFIFO的填充值达到240或以上时，RTS无效（置高）
- ◎ 当RxFIFO的填充值降至240以下时，RTS重新有效（置低）

2、自动CTS

发送器发送数据前检测CTS输入是否有效，如果有效（为低），则开始传输数据；如果无效（为高），则屏蔽发送器，直到CTS重新有效，数据才会被发送。如果数据已经存入移位寄存器，而此时CTS无效，那么不影响移位寄存器里的数据发送。CTS无效时，不影响数据写入Tx FIFO中，但是数据不会被放入移位寄存器发送出去。

软件流控制

SC28L202软件流控制有4种模式：主机模式、自动发送流控制、自动接收流控制、自动发送与自动接收流控制。这4种模式都由Xon/Xoff逻辑控制。当接收端接收到远程发送端发送的Xon字符时，说明远程接收端可以接收数据，此时允许发送端发送数据；而当接收到远程发送端发送的Xoff字符时，说明远程接收端接收已满，不能再接收数据，此时发送端需要停止发送。

1、主机模式

主机模式下，Xoff/Xon逻辑完全由控制处理器发送命令到命令扩展寄存器CRx进行控制。控制处理器控制Xoff/Xon字符的发送。如图2.22所示，控制处理器可以控制UART1发送Xon/Xoff字符至UART2。也可以通过发送CRTXoff命令控制UART1停止发送数据。UART1接收到一个CRTXoff命令之后，只能通过CRXoffRe命令或者复位恢复UART1发送。

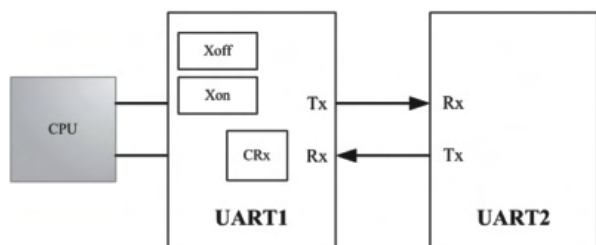


图2.22 软件流控制-主机模式

2、自动发送流控制

当接收器接收到Xoff命令时，发送器将当前正在移位寄存器中的数据发送完毕之后停止发送。此时数据可以写入Tx FIFO中，但是数据不会被发送出去。而当接收到Xon字符时，发送器恢复发送。在此模式下，当设置了把Xon/Xoff字符装载到Rx FIFO时，Rx FIFO必须为Xoff/Xon预留足够的空间，以免Rx FIFO溢出而接收不到Xon/Xoff字符。

3、自动接收流控制

- ◎ 当Rx FIFO接收到的字符超过第一触发点（固定值240字节）时，发送器自动发送Xoff字符；
- ◎ 当Rx FIFO的填充值降至第二触发点（固定值128字节）时，发送器自动发送Xon字符。

4、自动发送与接收流控制

自动发送与接收流控制是自动发送流控制和自动接收流控制的组合。

SC28L202与LPC2000系列ARM的连接

1. 复位电路

SC28L202在Intel模式下为高电平复位，复位期间，高电平必须要维持100ns以上，如图3.4所示。SC28L202的复位引脚与LPC2200的P0.10相连。SC28L202芯片的外部复位电路如图3.5所示。

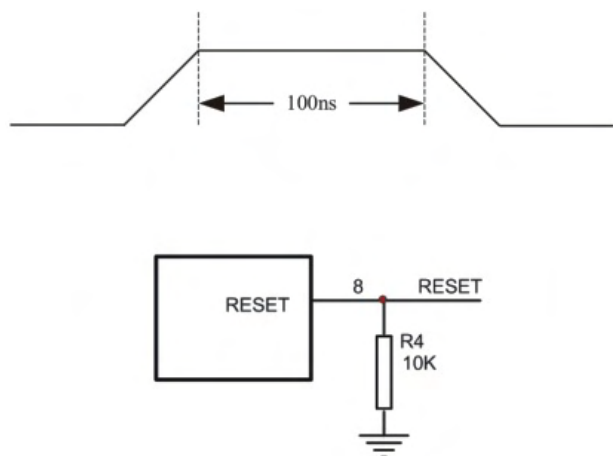


图3.5 外部复位电路

2. 系统时钟电路

SC28L202可以使用外部晶振或外部时钟源。通常，SC28L202使用14.7456MHz的外部晶振。使用外部晶体振荡器时，可直接把7.0MHz到16.2MHz的晶振接到芯片的X1和X2的引脚。SC28L202所接的外部晶振电路如图3.6所示。

如果使用外部时钟信号，必须从X1输入，且X2悬空或驱动不超过2个CMOS或TTL元件。外部时钟频率最高可达50MHz。X1的时钟信号给波特率发生器充当时钟基准，它也可供给可编程波特率发生器、计数器/定时器、控制逻辑和UART接收发送器使用。

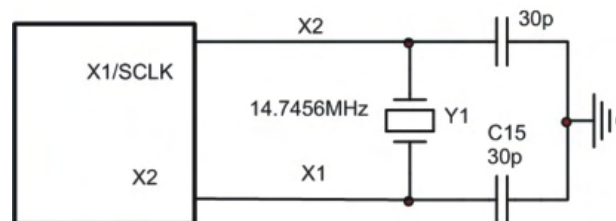


图3.6 SC28L202 PACK 晶振电路

3. 总线接口电路

SC28L202支持Intel和Motorola两种总线的操作。本文采用的是Intel总线操作方式，因此SC28L202的I/M引脚接高电平，选择为Intel总线模式。LPC2200的引脚与芯片对应引脚连接如图3.7所示。

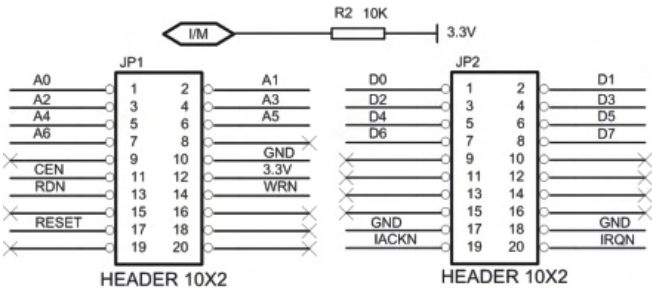


图3.7 总线连接电路

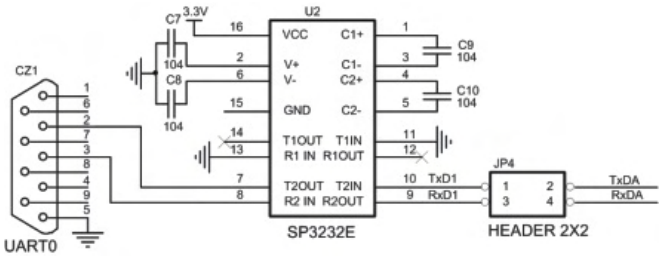
4. 串口及Modem接口电路

在日常生活中，通常把UART和计算机COM口都称为串口，但是在电气特性上它们是不同的。标准RS-232中任何一条信号线的逻辑为：逻辑“1”，-5到-15V；逻辑“0”，+5到+15V，噪声容限为2V。而UART采用的逻辑是：逻辑“1”，+3.0V到+5.5V；逻辑“0”，0V。为了使UART与PC机串口可以正常通讯，这里采用SP3232E芯片进行电平转换，从而进行正负逻辑的转换。常用的9针D型插头的引脚定义如表3.1所示。一般情况下只使用RXD、TXD和GND信号。

表3.1 Rs232接口定义（9针）

引脚	符号	功能
1	DCD	数据载波检测
2	RXD	接收数据
3	TXD	发送数据
4	DTR	数据终端检测就绪
5	GND	信号地
6	DSR	数据设备准备就绪
7	RTS	请求发送
8	CTS	清除发送
9	RI	振铃指示

如图3.8所示，JP4连接到UART接口，当需要使用串口功能时，应将JP4全部短接。



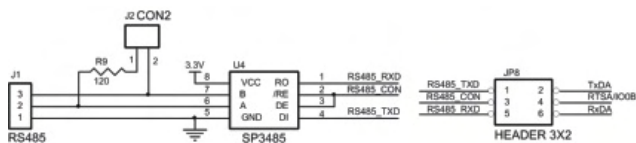


图3.10 RS-485接口

6. 按键与LED

SC28L202 PACK板上有2个按键和2个LED，分别与GPIO[2]A、B和GPIO[0]A、B相连，图3.11为LED显示电路图，图3.12为按键电路图。

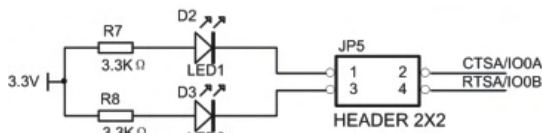


图3.11 LED灯显示电路

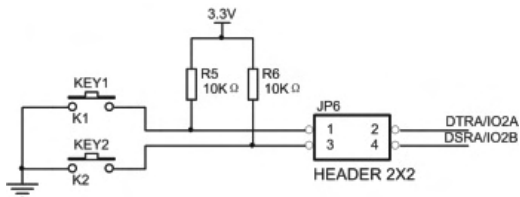


图3.12 按键电路

由于GPIO引脚与Modem引脚复用，因此在使用GPIO引脚前，必须对GPIO进行初始化以及将Modem功能跳线断开。这两部分电路通过JP5、JP6、JP7跳线器进行选择连接。

7. 跳线及接口说明

SC28L202 PACK板共有10个连接器，分别为J1-J2，JP1-JP8，其中J1、JP1-JP3为芯片对外部CPU的连接器，J2、JP4-JP8为SC28L202芯片本身的功能选择器，具体说明见表3.2。

表3.2 跳线器说明

名称	功能	说明
J1	RS485 外接器	进行 RS485 通讯
J2	RS485 匹配电阻	添加终端电阻
JP1	总线接口	与 LPC2200 EMC 相连接
JP2	总线接口	与 LPC2200 EMC 相连接
JP3	I/O 接口	16 个 I/O 接口
JP4	选择 UART 功能	用跳线帽连接使芯片选择串口功能
JP5	选择 LED 功能选择	用跳线帽连接使芯片选择 LED 功能
JP6	选择按键功能选择	用跳线帽连接使芯片选择按键功能
JP7	选择 Modem 功能选择	用跳线帽连接选择 Modem 功能
JP8	选择 RS-485 功能选择	用跳线帽选择 RS-485 功能



NXP Advanced UARTs
SC28L201 and SC28L202

NXP Advanced UARTs SC28L201 and SC28L202

Offering very high data integrity over a broad range of operating conditions, these Advanced UARTs interface directly with standard microprocessors for high efficiency in polled and interrupt-driven systems.

绿色照明Lighting



随着时代的发展，照明深入到千家万户的日常生活中。近几年，国家提出了绿色照明的概念，照明已经不再是传统意思上的提供光源，而是要最大效率地节省能耗，减少光污染。我国的照明灯具行业正处于一个高速发展时期，年增幅达10%以上。

为了满足照明设备持续不断的需求，NXP提供丰富多样的集成型照明镇流器控制与驱动解决方案（NXP提供有CFL、HFTL、CCFL、EEFL、HID及LED方面的驱动解决方案），产品涵盖各种不同的应用范围，从传统家庭与办公室所使用的 TL 照明及省电灯泡（紧凑型荧光灯）到最新应用在投影机的高压气体放电灯（HID, High Intensity Discharge）等。

所有产品都由NXP自有的设计专业做为支持，通过各种功能演示电路板可以让您的产品符合最严格的 EMC 标准，并且满足各个地区不同电压与频率的需求。我们最新推出的产品提供轻巧的智能型电源控制，不仅外部器件的使用量是市场上最低，而且可以直接由市电供电运作。

1. CFL、HFTL

节能灯又叫紧凑型荧光灯（国外简称CFL灯），由于它具有光效高（是普通灯泡的5倍），节能效果明显，寿命长（是普通灯泡的8倍），体积小，使用方便等优点，受到各国人民和国家的重视和欢迎，自从其问世以来，产量迅速增长，质量稳步提高。目前，我国已经把它作为国家重点发展的节能产品（绿色照明产品）作为推广和使用。

节能灯是利用气体放电的原理运作，它的术名叫自镇流荧光灯，除了白色（冷光）的外，现在还有黄色（暖光）的。一般来说，在同一瓦数之下，一盏节能灯比白炽灯节能80%，平均寿命延长8倍，热辐射仅20%。非严格的情况下，一盏5瓦的节能灯光照可视为等于25瓦的白炽灯，7瓦的节能灯光照约等于40瓦的，9瓦的约等于60瓦的。下图为CFL灯的内部结构图。



图1 CFL灯驱动电路结构

高频荧光灯（HFTL），最大的特点在于提高荧光灯的能效，延长荧光灯的发光时间，且具有明暗调节灯特点。

下表为NXP CFL及HFTL驱动芯片选型表。

表1CFL及HFTL驱动芯片选型表

型号	特点
UBA2014	600V 驱动芯片，高频荧光灯 HFTL
UBA2021	630V 驱动芯片，CFL 及 TL
UBA2024	CFL 灯，半桥电源 IC

2. CCFL、EEFL

CCFL冷阴极灯是一种新型照明光源；由于CCFL灯管具有灯管细小、结构简单、灯管表面温升小、灯管表面亮度高、易加工成各种形状(直管形、L形、U型、环形等)；使用寿命长、显色性好、发光均匀等优点；所以是当前TFT-LCD(液晶屏)理想的光源,同时广泛应用于广告灯箱、扫描仪和背光源等用途上。

冷阴极荧光灯灯内充满惰性气体和微量水银，并在玻璃管内壁涂有荧光物质。当加高电压到管两端的电极上时，两极便开始放电。水银会因电子或充入的惰性气体的原子等相互碰撞而被激活，发出紫外线（主要波长为253.7nm），紫外线再激活荧光物质。因荧光物质的组成材料不同，故能发出不同颜色的光。

冷阴极荧光灯CCFL是采用冷阴极代替钨丝等热阴极的低气压汞-稀有气体放电灯,在强电场的作用下，依靠离子轰击由镍钡和锶等金属组成的电极来发射电子，使汞原子激发和电离，形成丰富的253.7nm紫外线和足够的电流，紫外辐射再激发管壁上的荧光粉涂层而发光。

EEFL是外置电极荧光灯（External Electrode Fluorescent Lamp）的简称，其结构特点是灯管内部没有安放电极，玻管内除充有工作气体及内表面涂有荧光粉层之外，可以说是根“空管”。EEFL玻管两端的外表面包裸了一层导电层或金属套管，形成对灯管放电有重要影响的外电极，EEFL的名称亦由此而来。下图为CCFL灯在汽车电子中的应用。



图2 CCFL灯在汽车电子中的应用

下表为NXP CCFL驱动芯片选型表

表2 CCFL驱动芯片选型表

芯片型号	特性
UBA2070	600V CCFL 整流驱动 IC

3. HID

HID就是High intensity Discharge 高压气体放电灯的英文缩写，可称为重金属灯或氙气灯。它的原理是在UV-cut抗紫外线水晶石英玻璃管内，以多种化学气体充填，其中大部份为氙气（Xenon）与碘化物等惰性气体，然后再透过增压器（Ballast）将车上12伏特的直流电压瞬间增压至23000伏特的电流，经过高压震幅激发石英管内的氙气电子游离，在两电极之间产生光源，这就是所谓的气体放电。而由氙气所产生的白色超强电弧光，可提高光线色温值，类似白昼的太阳光芒，HID工作时所需的电流仅为3.5A，亮度是传统卤素灯泡的三倍，使用寿命比传统卤素灯泡长10倍。

近几年来，欧洲对HID氙气灯的需求正高速增长，在汽车电子行业中、高档车都安装了HID氙气大灯，而在香港这种氙气车灯更为普及，国产车中目前有奥迪A6和帕萨特2.8等高级轿车安装了HID氙气大灯。HID氙气车灯在美国、日本需求量日益上升，居世界需求量前两位。

HID氙气灯不单可应用于车辆头灯照明，也可应用于消防紧急照明系统，军警野外照明，船舶夜间领航系统，火车头灯照明，工业建筑夜间主要照明，民间轻型手提户外照明等等。HID氙气车灯取代卤素灯式大势所趋，将成为21世纪新潮流。

下图为HID灯在汽车电子的应用。



图3 HID灯在汽车电子中的应用

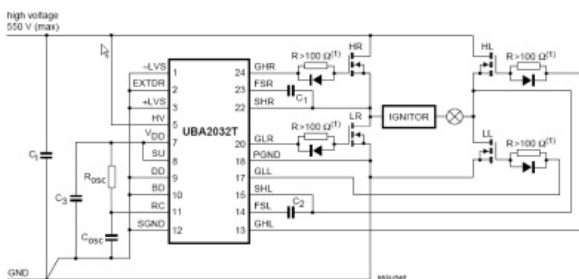


图4 HID驱动器应用简图

下表为NXP HID灯驱动芯片选型表。

表3HID驱动IC选型表

型号	特性
UBA2032	全桥驱动 IC
UBA2033TS/N2	HF(高频)全桥驱动 IC

4. LED

发光二极管(LED)是电子产业的一项重大革命，这些功能多样的器件带来了许多新的创意与应用，同时也提供了其它方式无法达成的照明解决方案，包括小型化、高适应性、省电以及色彩与亮度控制等。

NXP半导体在提供集成型固态照明驱动解决方案上拥有独特的战略地位，作为移动电话与液晶电视等消费类应用产品的整体系统供应商，恩智浦半导体在许多固态照明受到好评的应用领域，例如照相用闪光灯以及LED背光等，拥有丰富的系统集成专业知识，同时在为各项传统照明源提供集成驱动解决方案上，也拥有受到业界尊重且历史悠久的传统。

凭借这些专业与传统，NXP半导体为移动电话用闪光灯、消费类电子、汽车照明以及通用照明市场提供了一系列高效能固态照明解决方案，这些解决方案将能够帮助您带来拥有更低功耗、更长使用时间、更小尺寸、更佳稳固度以及更智能型功能的照明产品。

产品线涵盖单独器件以及完整的参考设计，我们的所有解决方案都能够简易集成到产品中，因此设计工程师并不需要拥有丰富的电子知识与技术，这种简单轻松的集成方式不但能够缩短产品上市时程，同时也可以加快固态照明在通用照明市场的普及。

下图为LED在照明装饰行业中的应用。



图5 多媒体图书馆，法国 LaRoche sur Yon，照明设计：飞利浦照明

下表为NXP LED驱动器选型表。

表4 LED驱动器选型表

芯片型号	特性
PCA9530	2 位 I ² C LED 调光器
PCA9531	8 位 LED 调光器
PCA9532	16 位 I ² C LED 调光器
PCA9533	4 位 LED 调光器
PCA9550	2 位 I ² C LED 闪频驱动器
PCA9551	8 位 I ² C LED 闪频驱动器
PCA9553	4 位 I ² C LED 闪频驱动器
PCA9633	4 位 I ² C LED 控制器 (带 5 路 PWM)
PCA9634	8 位 I ² C LED 控制器 (带 9 路 PWM)
PCA9635	16 位 I ² C LED 控制器 (带 17 路 PWM)

PCB板上的杂质对低功耗应用的影响

在设计低功耗产品时，经常有客户会反映：所有的功能正常，但是测量功耗时，发现实测功耗与理论设计有很大差距时，这是什么原因？有经验的工程师往往会将整个系统划分许多模块，逐个模块地去测量分析，一般有以下原因可能导致功耗异常：

- ◎ 一些元器件（元器件出现品质问题）；
- ◎ 电路设计问题（采用不合理的元器件，采用不合理的电源电路或外围应用电路，PCB布板不合理）；
- ◎ PCB品质不良（PCB做工不好导致漏电，PCB板上杂质导致漏电）；
- ◎ 外围磁场对系统的影响（也可以说是PCB设计不合理）

下文我们介绍PCB板上的杂质影响低功耗的一个案例。

案例介绍

曾经有一位客户遇到低功耗问题，其使用的DC/DC降压稳压器（SP6650）的静态电流过大（3mA），而导致功耗一直没降下来。客户始终找不到原因，因此便与我们部门联系。

为了让大家更深入地了解这个案例，我们首先介绍一下SP6650 DC/DC降压稳压器。

1. SP6650 DC/DC降压稳压器概述

SP6650非常适合使用锂电池或3到4节碱性/NiCd/NiMH电池输入的便携式应用。SP6650利用它独特的控制环路机制延长电池寿命，这种机制维持着器件在较宽范围的输出电流范围内的高效率(<90%)。SP6650具有以下特性：电感峰值电流控制、保护电源以防止过载或短路条件、控制启动电流来防止输出过冲和电池电压过度降低以及使用户能更灵活地选择合适的线圈来优化方案的成本、规模和性能。除此之外，SP6650器件还包括专用的手动关断管脚、电池电压过低指示器和热保护等特性。

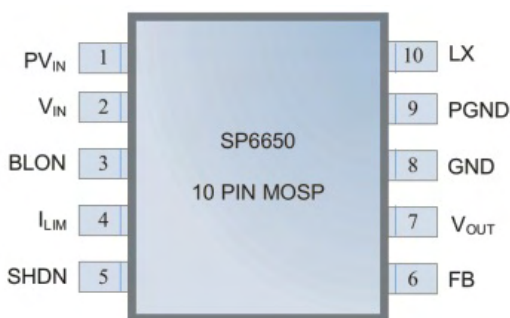


图 1.1 SP6650的管脚图

2. 特性

- ◎ 输入电压范围：2.7V-6.5V；
- ◎ 输出电压：3.3V或1.25V-5.0V；
- ◎ 输出电流：600mA；

- ◎ 可编程峰值电流：0.95A or 0.5A；
- ◎ 有高达95%的转换效率；
- ◎ 静态电流：70uA；
- ◎ 锁闭输入输出电流：0.5uA；
- ◎ 芯片自带控制回路；
- ◎ 输入电压低于3V提示；
- ◎ 低于2.7V电压停止输入电源工作；
- ◎ 输出精度：2%。

3. 应用范围

- ◎ PDA
- ◎ Cd播放器
- ◎ ADSL Modem
- ◎ 数码相机



图 1.2 Sp6650应用范围

4. 典型应用电路

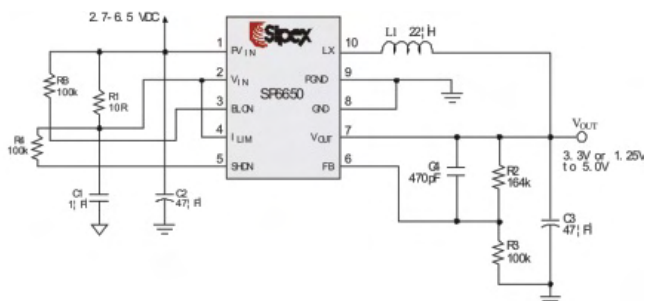


图 1.3 SP6650典型应用电路

问题分析

首先我们请客户对板子进行逐级分析，对板上的元件进行逐个替换，问题依然存在。

在远程沟通无效的情况下，客户给我们发了一块已经焊好的板子，及几块没用过的PCB和一些重要元器件（如电源IC，电感等）：

得到客户PCB板后，我们首先对已经焊好的板子进行测量，发现功耗的确为3mA。根据以前的经验，我们按照以下步骤进行分析：

1. 是系统的其他元件导致功耗异常么？我们逐个去除板上的元件及负载，如发光二极管、A/D转换器、485芯片外围器件等，逐个排查，发现SP6650静态电流仍有3mA（正常时是70uA），功耗依然异常。
2. 我们在未用过的PCB板上，重新焊接了3块电源电路（如图4所示），测量后发现有一块为3mA，有一块为2mA，有一块为8mA，功耗都不正常。
3. 我们担心后级PCB存在漏电流情况，于是我们用刀将电源

电路与后级别电路完全割断，现象还是一样。

4. 是芯片的问题么？我们把客户的元件焊到自己产品的PCB板上，发现静态电流完全正常，只有65uA左右，电源芯片没有问题。
5. 是外围元器件的问题么？我们换了3种型号的电感，电容也轮换了一遍，问题依然存在。

这时我们部门的一位同事提醒我，是不是上面的杂质导致了这种情况呢？于是我对客户板子进行了清洗、烘干。静态电流终于正常了，达到了68uA，这时我把还有其它块剩余那块板子同样进行清洗，发现也正常了。

我想大家都知道什么原因了——PCB上的杂质漏电。

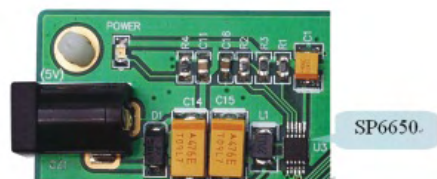


图 1.4 Sp6650电源模块

解决方案和小结

其实这个客户的运气也比较好，PCB上的杂质漏电了，板子其他功能还正常，只是功耗降不下来。但是有的应用设计中，如果漏电流过大，可能在意想不到的情况下驱动外围电路，小则烧毁芯片，大则导致事故发生。

曾有不少的工程师在做低功耗设计时，功耗一直降不下来，可能有一些就是这种原因导致的。还有些工程师的应用设计中，某些部件莫名其妙地损坏，跟PCB板上的杂质也脱不了关系。

为了防止出现类似问题，最好在焊接前对PCB板进行清洗，在焊接后再次清洗，当然应该遵守基本的清理标准。清洗PCB板所用的有机溶剂很多有酒精、TCE（四氯乙烯）等，不过，如用洗手液、洗碗剂等的效果更好。然后用把板子放入烤炉中，用160℃烘干。后者的PCB阻抗可高达1013Ω，这符合S/H电路的PCB设计。



嵌入式工控无处不在 应用无限

预装正版
Microsoft Windows CE 5.0 或
 MontaVista Realtime Linux 操作系统
并提供所有板载外设驱动库

EPC-8900 PC/104 嵌入式工控机主板
板载2路隔离CAN接口



提供
定制服务

非接触式IC卡读写芯片

Mifare系列非接触式IC卡

NXP（原PHILIPS）半导体公司是世界最早研制非接触式IC卡芯片的公司之一。其不断推出的各种系列化非接触式IC卡芯片可适应不同领域、不同层次的不同应用要求。其代表性的产品有：

- ◎ Mifare 系列；
- ◎ SmartMX系列；
- ◎ HiPerSmart系列。

Mifare系列卡芯片可以分为以下几类：

- ◎ 1K/4K字节E²PROM的逻辑加密卡芯片 Mifare Standard；
- ◎ 384位/64字节E²PROM的缩减型的逻辑加密卡芯片 Mifare Light和Mifare UltraLight；
- ◎ 4K/8K字节E²PROM的CPU卡芯片 Mifare DESFire；
- ◎ 双界面卡芯片 Mifare PLUS、Mifare PRO和Mifare Prox系列

本章将对目前在全球影响最大、应用最广泛的Mifare Standard中的Mifare1 S50非接触式逻辑加密卡的MF1 IC S50芯片的特点和原理加以介绍，然后介绍支持3DES加密算法的Mifare DESFire中的MF3 IC D40。

1. Mifare Standard

1. 概述

Mifare Standard卡分1K字节和4K字节2种卡，使用的核心芯片分别是MF1 IC S50和MF1 IC S70。其中1K字节非接触式逻辑加密卡是全球最早商业化应用的标准非接触式IC卡产品，也是目前应用最广泛的非接触式IC卡之一。也将其为Mifare 1 S50卡、Mifare 1卡或M1卡。其所取理念和技术，不仅形成经典Mifare标准，而且成为ISO/IEC 14443等国际标准的构建基础。MF1 IC S50和MF1 IC S70的内部结构相同，区别在于内部E²PROM的容量不同，后文中均以Mifare 1 S50卡（MF1 IC S50）为例。

Mifare 1 S50卡与读写器天线之间的工作距离≤100mm，数据传输率为106kbit/s，完成一次交易（包括备份）的时间可小于0.1秒。该卡具有防冲突功能，工作频率为13.56MHz，整个电路（除线圈外）集成在一个芯片内。

2. 主要特性

- ◎ 符合ISO/IEC 14443标准的第2、3部分；
- ◎ 工作距离：可达100mm(取决于天线尺寸结构和调谐)
- ◎ 工作频率：13.56 MHz；
- ◎ 快速数据传输：106 kbit/s；
- ◎ 典型票务交易：< 100 ms（包括备份管理）；

- ◎ 卡内1 K字节E²PROM，分为16个区，每区4个块，每块16字节；□
- ◎ 高度数据完整性保护：16 Bit CRC，奇偶校验，位编码，位计数；
- ◎ 具有防冲突功能；
- ◎ 用户可定义内存块的读写条件；
- ◎ 相互三轮认证（ISO/IEC 9798-2）；
- ◎ 支持CRYPTO1加密；
- ◎ 每区(每应用)两个密钥，支持密钥分级的多应用场合；
- ◎ 在传输过程中以传输密钥保护对E²PROM的访问权；
- ◎ 每卡一个唯一序列号；
- ◎ 数据耐久性10年；
- ◎ 写入耐久性100000次。

3. Mifare 1 S50非接触式IC卡的组成

在Mifare 1 S50卡中，芯片连接到一个几匝的天线线圈上，并嵌入塑料中，形成了一个无源的非接触卡。不需要电池。当卡接近读写器天线时，高速的RF通讯接口将以106 kBit/s 的速率传输数据。

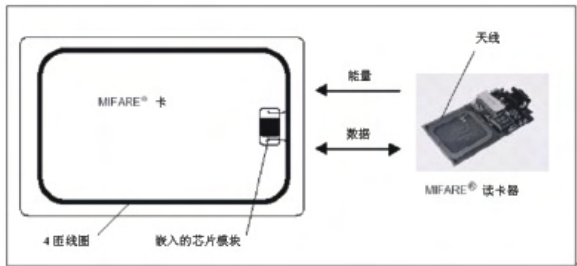


图 5.1 Mifare 1 S50卡应用示意图

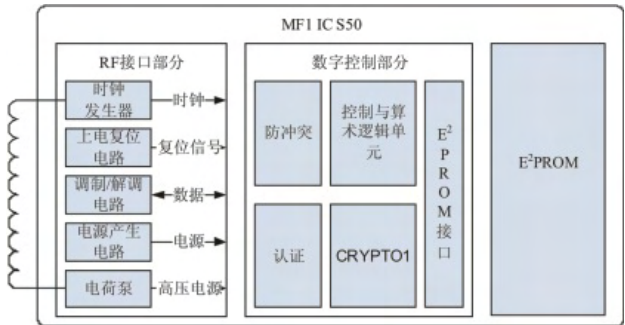


图 5.2 Mifare 1 S50卡内部框图

如图 5.1和图 5.2所示，Mifare 1卡内的电路由天线和专用芯片组成，天线可采用金属丝粘贴嵌入或腐蚀、印刷等工艺制成；专用芯片（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）即MF1 IC S50，则由RF接口、数字控制单

元和E²PROM 3部分组成。数据保存在E²PROM中，数字控制单元负责控制对E²PROM的读写，包括密钥验证、读写权限控制以及数据加密等。

1. Rf接口部分主要功能

- ◎ 由于是无源卡，卡片所需的工作电压均由该部分的电源产生电路提供，该部分电路对经天线获取的13.56MHz的载波信号，经整流稳压后为卡其他部分供电；
- ◎ 时钟发生器经由13.56MHz的载波生成芯片工作所需的系统时钟；
- ◎ 由上电复位电路提供芯片工作所需的初始化复位脉冲；
- ◎ 调制/解调电路将接收到的信号解调后得到通信数据，在时钟的配合下经接口送至数字控制单元。对于从数字控制单元传来的数据，也是经调制解调电路将数据加载到射频载波信号发射出去；
- ◎ 电荷泵提供擦写E²PROM所需的高压电源。

2. 数字电路部分主要功能

- ◎ 防冲突（反碰撞）——当有多张卡同时进入读写器天线感应区时，防冲突机制启动，读写器先冲中选择一张作为处理对象，返回被选中卡的序列号，并通过防冲突电路使未选中的卡置于等待状态，随时准备与读写器进行通信；
- ◎ 认证与存取控制——验证密钥和访问权限，防止对E²PROM的“非法”访问；
- ◎ 控制与算术逻辑单元是ASIC的核心部分，用于对各个部件的配置、控制和收/发数据的运算处理。
- ◎ CRYPTO1加/解密单元实现通信数据的CRYPTO1加/解密。

3. 存储器部分

及IC卡的数据存储区，由E²PROM存储器及接口电路组成。MF1 IC S50的E²PROM存储容量为1Kbyte，共分为16个分区。

4. Mifare 1 S50卡的E²PROM存储结构

表 5.1 MF1 IC S50的E²PROM的存储结构

扇区号	说明
扇区 0	块 0 (厂商代码)
	块 1
	块 2
	块 3 (KeyA + AC +KeyB)
扇区 1	块 0 (
	块 1
	块 2
	块 3 (KeyA + AC +KeyB)
...	...
扇区 15	块 0
	块 1
	块 2
	块 3 (KeyA + AC +KeyB)

Mf1 IC S50的1K字节E²PROM存储空间分为16个扇区，如表 5.1所示。每个扇区4块，每块16个字节。每个扇区的第3块为控制块，存储6字节的密钥A（ Key A）、6字节的密钥B（ Key B）和4字节访问条件（ Access Conditions， A C）。除0扇区块0外的其余3块均用于数据存储。

① 厂商代码块

0扇区块0固化存放不可更改的厂商代码，其中第0～3字节为卡片序列号（ Serial Number， SN）；第4字节为序列号校验字节（ Block Check Character， BCC， 为前4字节的异或值）；第5字节为卡片容量（ SIZE）；第6、7字节为卡片类型（ Tag Type， 用于区分卡片的类型，对MF1 IC S50为0004H）；其他字节由厂商自定义。

如一张Mifare 1 S50卡的扇区0中的块0存储的内容为“16 41 85 7A A8 88 04 00 46 8E 25 50 59 00 17 03”，其中“16 41 85 7A”为序列号；“A8”为序列号异或校验码；“88”为容量“SIZE”字节；“04 00”为卡类型号。

② 数据块

除扇区0的块1、2和其他15个扇区的块0～2均为数据块，每块有16字节。通过对块3中的访问控制的设置可以将数据块配置为读、写块或数值块。

◎ 读写块

做为一般的数据保存，可直接读、写整个块。

◎ 数值块

作为数值块可以支持读、写、加值、减值、传送和恢复功能，特别适宜用作计费消费、小额消费、电子钱包等。数值块具有固定的数据格式，易于实现纠错和备份管理。

表 5.2 数值块的数据格式

字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
说明	数值				数值				数值				地址	数据	地址	数据

如表 5.2所示，数值是4字节有符号数，低字节存储在低地址，出于数据完整性和安全原因，数值存储三次，两次不取反，一次取反。地址为1字节，可保存块的地址。地址保存4次，2次取反，2次不取反。在加值、减值、传送和恢复操作时地址保持不变，只有通过写命令改变。

通常存储于Mifare 1 S50卡中的数据都有安全性的要求，要访问存储数据均须符合该存储块的访问条件并通过该分区的密码认证。密码认证保证数据的安全性，数据的重复存储是为了保证数据的完整性。

③ 控制块.每个区的块3为控制块，其数据格式如表 5.3所示。

表 5.3 控制块数据存储格式

字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
说明	密钥 A						读写条件				密钥 B（可选）					

密钥A/B都是6字节，其中密钥B是可选，无论什么时候读取密钥A，读出的数据均为“00 00 00 00 00 00”，密钥B在没有使能的情况下可以做数据存储单元，此时可以读写，使能后读出的数据也为“00 00 00 00 00 00”。

控制块的字节6~9为访问控制块，用于设置该扇区4个块的访问条件，和类型。其中第9字节是保留字节，也可以用作数据存储单元，这个字节的访问权限与字节6~8相同。

密钥A的和密钥B的默认值均为“FF FF FF FF FF FF”，访问控制字节的默认值“FF 07 80 69”，即读一张没做任何修改的Mifare 1 S50卡的块3（扇区0的块3例外），读出的数据的为“00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF”，其中密钥A为“FF FF FF FF FF FF”，但读出的数据始终为“00 00 00 00 00 00”。

5. Mifare 1 S50卡控制块的设置

对每个扇区块3的第6~9字节的访问条件位的设置，则决定该扇区各块能否被访问以及访问密钥是密钥A还是密钥B

表 5.4 控制字节的组成

位	0	1	2	3	4	5	6	7
字节 6	C1X0	C1X1	C1X2	C1X3	C2X0	C2X1	C2X2	C3X3
字节 7	C3X0	C3X1	C3X2	C3X3	C1X0	C1X1	C1X2	C1X3
字节 8	C2X0	C3X1	C2X2	C2X3	C3X0	C3X1	C3X2	C3X3
字节 9	BX0	BX1	BX2	BX3	BX4	BX5	BX6	BX7

如表 5.4所示，访问条件的每一位都用符号来表示，每个数据块和控制块的访问权限用3位定义。其中C1X3、C2X3、C3X3用来控制块3的访问条件；C1X0、C2X0、C3X0用来控制块0的访问条件；C1X1、C2X1、C3X1用来控制块1的访问条件；C1X2、C2X2、C3X2用来控制块2的访问条件。

为了可靠起见，访问条件的每一位同时用原码和反码存储，访问条件的最后一个字节(BX0~7)可以做数据区使用。

表 5.5 访问控制位控制的功能

读写控制位			有效命令			块	说明
C1X3	C2X3	C3X3	读、写			3	控制块
C1X2	C2X2	C3X2	读、写、加值、减值、转存、传送			2	数据块
C1X1	C2X1	C3X1	读、写、加值、减值、转存、传送			1	数据块
C1X0	C2X0	C3X0	读、写、加值、减值、转存、传送			0	数据块

表 5.6 控制块的访问条件

访问控制位			所控制的访问对象						备注
			Key A		访问控制位		Key B		
C1	C2	C3	读	写	读	写	读	写	
0	0	0	禁止	Key A	Key A	禁止	Key A	Key A	Key B 可读
0	1	0	禁止	禁止	Key A	禁止	Key A	禁止	Key B 可读
1	0	0	禁止	Key B	Key AIB	禁止	禁止	Key B	
1	1	0	禁止	禁止	Key AIB	禁止	禁止	禁止	
0	0	1	禁止	Key A	Key A	Key A	Key A	Key A	Key B 可读
0	1	1	禁止	Key B	Key AIB	Key B	禁止	Key B	
1	0	1	禁止	禁止	Key AIB	Key B	禁止	禁止	
1	1	1	禁止	禁止	Key AIB	禁止	禁止	禁止	

如表 5.6所示，KeyA是不可读的，KeyB没有被使能时

是可以读写的。表 5.6中的“KeyAIB”表示KeyA或者KeyB。访问控制位管理着使用密钥A和B读写存储器的权限。如果知道相关的密钥，并且当前读写条件允许，读写条件是可以更改的。

注：

- (1) 当密钥B能够被读出来时，即使用密钥B验证后通过后也不能进行数据操作，即不能对数据块进行操作。
- (2) 在每一次存储器读写时，内部逻辑会验证存储条件的格式。如果发现是个错误，这个区将被永久性锁死。

表 5.7 数据块的访问条件

访问控制位			所控制的访问操作				用途
C1	C2	C3	读	写	加值	减值、传输、恢复	
0	0	0	key AIB	key AIB	key AIB	key AIB	传输配置状态
0	1	0	key AIB	禁止	禁止	禁止	读写块
1	0	0	key AIB	key B	禁止	禁止	读写块
1	1	0	key AIB	key B	key B	key AIB	数值块
0	0	1	key AIB	禁止	禁止	key AIB	数值块
0	1	1	key B	key B	禁止	禁止	读写块
1	0	1	key B	禁止	禁止	禁止	读写块
1	1	1	禁止	禁止	禁止	禁止	读写块

6. Mifare 1 S50卡操作指令与交易流程

针对Mifare 1卡（包括Mifare 1 S50和Mifare 1 S70卡）的操作指令有：

① 请求应答（Answer to Request, ATR）指令

该类指令用于在读写器的天线感应区内搜索卡片，若有卡，则卡返回2字节卡的类型号请求指令有Request std和Request all（指令代码分别为26H和52H）两个，其中：

- ◎ Request std指令，该指令只有处于IDLE状态的卡才响应，已被设置成暂停模式（HALT）的卡不响应该指令；
- ◎ Request all指令，该指令IDLE状态和HALT状态的卡都会响应。

注意：连续2次的Request命令，卡片只响应其中的一次。

② 防冲突（Anticonllision）指令

发送该指令（指令代码93H，参数≠70H）具体的命令帧可以参考3.1.2中的面向比特的防冲突帧），可启动一次防冲突循环，用于获取读写器天线感应区内一张卡的5字节序列号□Serial Number，也即唯一识别码（UID），其前4字节为真正序列号（SN），最后一字节为SN的异或校验码（BCC）。读写器应对获取的信息做BCC校验，以判断计收的序列号是否正确。

③ 选择（Select）指令

Anticonllision指令引起的防冲突循环仅获取处于天线感应区的某一张卡片的序列号，只有经Select指令（指令代码93H，和Anticonllision指令代码相同，参数为70H）再次发此序列号，才能与该卡建立真正通信联系。

表 5.8 Select命令帧

字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8
说明	93H	70H	SN				BCC	CRC	

Select命令帧如表 5.8所示, 其中“CRC”是一帧数据的CRC校验码, 对应的卡片收到Select命令帧后, 则回应SAK(Select AcKnowledge, 该字节包含卡片容量等信息)。

④ 认证 (Authentication) 指令

用于卡机双向鉴别, 防止对卡片相关区域的非法访问。指令代码分别是60H和61H, 当选用“60H”时, 只能选择密钥A; 当选用“61H”时, 只能采用密钥B。

⑤ 读 (Read) 指令

在正确通过认证操作后, 即可利用读 (Read) 指令 (指令代码30H) 是将卡片内相应数块 (16字节) 数据读出。

注: Mifare 1卡的所有数据块的操作都是以块为目标, 即使只需要更改某一个字节, 也需要先读出该块的数据 (16字节), 再修改指定的字节, 然后将16字节数据写回该块。

⑥ 写 (Write) 指令

在正确通过认证操作后, 即可利用写 (Write) 指令 (指令代码A0H) 是将16字节数据写入卡片内指定的数块。

⑦ 增值/减值/转存(Increment/Decrement/Restore)指令

该3条指令可用于数值操作, 以实现电子钱包功能, 其中:

- ◎ 增值 (Increment) 指令 (指令代码C1H), 用于增加卡中某数值分组内容, 并将结果存于数据 (DATA) 寄存器;
- ◎ 减值 (Decrement) 指令 (指令代码C0H), 用于减少卡中某数值分组内容, 并将结果存于数据 (DATA) 寄存器;
- ◎ 转存 (Restore) 指令 (指令代码C2H), 用于增加卡中某数值分组内容传送至数据 (DATA) 寄存器;

注: 当增/减操作导致数据溢出, 即大于最大正数或小于最小负数时, 卡片将停止操作并返回NACK代码。

⑧ 传送 (Transfer) 指令

增值、减值和转存指令的操作结果均置于DATA寄存器中, 并未真正传送至E²PROM, 在上述指令后, 必须伴随传送 (Transfer, 指令代码B0H), 将操作结果传送至E²PROM。该指令不会改变DATA寄存器的内容。

⑨ 停止 (HALT) 指令

该指令 (指令代码50H) 使卡进入停止 (挂起) 模式, 退出使用, 直至再次上电复位。

注: Request all指令可以使卡退出Halt模式, 再次进入防冲突和选择流程。

选卡后, 读写器指定后续读写的存储器位置, 并用相应密钥进行三轮认证。认证成功后, 所有的存储器操作都是加密的。

在上述指令作用下, 卡-读写器间的处理流程如所图 5.3所示。

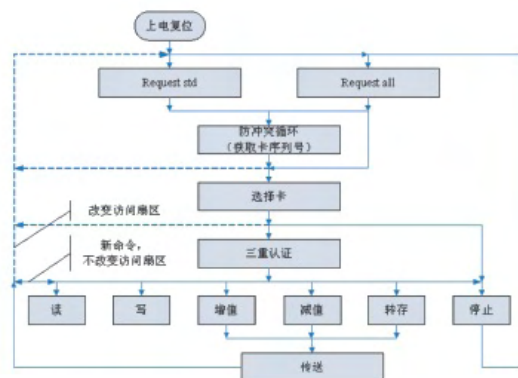


图 5.3 Mifare 1卡操作流程图

7. 安全可靠

① 数据完整性

- ◎ 针对传送数据的每个字节的奇偶校验和每帧数据的2字节CRC校验;
 - ◎ 位计数检验
 - ◎ 信道监视 (协议序列和位流分析)
- ### ② 抗攻击能力
- ◎ 每卡都有一个全球唯一的序列号;
 - ◎ 所有传输数据均加密, 不以易被窃听泄密的明文形式出现
 - ◎ 每个扇区独立拥有2个密钥和访问控制条件;
 - ◎ 符合ISO/IEC 9798-2国际标准卡-机双向三重认证。

2. Mifare DESFire

NXP (原PHILIPS) 半导体公司开发了MIFARE DESFire系列可用于符合ISO/IEC 14443 TypeA的近耦合设备的非接触式IC卡芯片。传输协议遵循ISO/IEC 14443-4; 支持3DES加密算法, 主要是为安全的非接触式传输应用设计的。

同Mifare Standard卡相同, Mifare DESFire卡也是由天线、ASIC和卡基片组成, 只是ASIC的功能不同。下文以该系列中的MF3 IC D40为例 (后文中所说的Mifare DESFire卡均指用这种芯片的卡), 介绍该系列卡片的特点。

1. 主要特性

- ◎ 符合ISO/IEC 14443 TypeA协议 (包括ISO/IEC 14443-4传输协议);
- ◎ 通过RF场实现数据非接触式传输和供电 (无需电池);
- ◎ 操作距离: 最大100mm (取决于天线的形状和调谐);
- ◎ 载波频率: 13.56MHz;
- ◎ 快速数据传输: 106kbit/s, 424kbit/s;
- ◎ 具有防冲突功能;
- ◎ 高数据完整性: 4字节MAC、16位CRC、奇偶校验、位编码、位计数;

- ◎ 支持3DES加密算法；
- ◎ 7字节的唯一标识符(符合ISO14443-3的级联第二层)
- ◎ 4K字节非易失性存储器；
- ◎ 数据耐久性10年；
- ◎ 写入耐久性100,000次。

2. 安全性

- ◎ 每个器件有唯一的7字节序列号；
- ◎ 符合ISO/IEC 9798-2国际标准卡-机双向三重认证；
- ◎ RF信道的硬件DES/3DES数据加密,可防止重放攻击
- ◎ 通过4字节MAC进行数据验证；
- ◎ 应用级验证；

3. 防冲突

智能的防冲突机制允许同时处理多个PICC。防冲突算法单独选择每个PICC并确保与选择的PICC正确执行处理，不会因为场中的其它PICC而导致数据被破坏。详细的防冲突循环操作流程请参阅《ISO/IEC 14443-3》。

4. UID/序列号

全球唯一的7字节序列号（UID）编程到厂商保留的一个NV存储器锁定部分。由于安全性和系统的要求，这些字节在生产编程之后处于写保护状态。

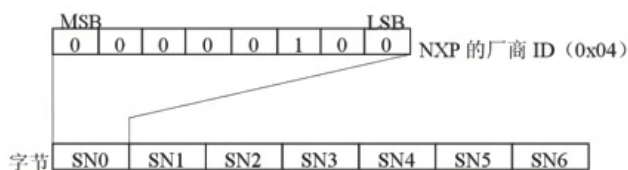


图 5.4 MF3 IC D40的SN示意图

根据ISO/IEC 14443-3，第一个防冲突循环将返回级联标签0x88和UID的前3个字节、SN0~SN2和BCC。第二个防冲突循环将返回字节SN3~SN6和BCC。

根据ISO/IEC 14443-3和ISO/IEC 7816-6 AM1，SN0保存厂商ID，NXP为04H。

5. Mifare DESFire非易失性存储器组织

4K字节非易失性（NV）存储器通过灵活的文件系统来组织。文件系统允许单个PICC上存在最多28个不同的应用。每个应用最多提供16个文件。每个应用由它的3字节应用标识符（AID）表示。

支持5种不同的文件类型，见5.2.6。

每个文件可在PICC初始化时或者应用中创建。

如果文件或应用在被操作中废弃，可使它永久无效。

对文件结构本身产生影响的命令（例如，建立或删除一个应用，改变密钥）会启动一个自动的恢复机制，它可保护文件结构不会被破坏。

如果需要使用恢复机制，它在下一个命令执行之前完成，不需要用户的交互操作。

为了确保应用级的数据完整性，所有5个带备份的文件类

型都实现了面向处理的备份。在一个应用中，可以混合带备份和不带备份的文件类型，因此备份只用于文件0~7，而文件8~15不支持备份机制。

6. Mifare DESFire 安全编码、应用和文件相关特性

① 文件类型编码

应用中的文件可具有下列不同的类型：

- ◎ 标准数据文件（编码为0x00）
- ◎ 备份数据文件（编码为0x01）
- ◎ 带备份的值文件（编码为0x02）
- ◎ 带备份的线性记录文件（编码为0x03）
- ◎ 带备份的循环记录文件（编码为0x04）

② 通信设定的编码 - 加密等级

通信设定定义了PCD与PICC之间通信的安全等级。通信设定总是适用于文件级。

设定编码为1个字节，编码格式如表 5.9所示。

表 5.9 MF1 IC D40通信模式编码

通信模式	bit7-bit2	bit1	bit0
明码通信	RFU=0	忽略	0
DES/3DES MAC 所确保的明码通信	RFU=0	0	1
完全 DES/3DES 加密的通信	RFU=0	1	1

DES和3DES密钥都保存在16个字节的字符串中：

- ◎ 如果密钥串的后半部分等于前半部分，密钥作为单个DES密钥进行处理；
- ◎ 如果密钥串的后半部分不等于前半部分，密钥作为1个3DES密钥进行处理；
- ◎ 所有基于密钥的操作（验证，MACing，加密）分别使用DES或3DES方法进行进一步处理。

单个DES密钥的例子:0x00 11 22 33 44 55 66 77 00 11 22 33 44 55 66 77
0x00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 *

3DES密钥的例子:0x00 11 22 33 44 55 66 77 88 99 AA BB CC DD EE FF
0x00 11 22 33 44 55 66 77 00 00 00 00 00 00 01 00
0x00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 00

注：*所有0x00字节都是MF3 IC D40的默认密钥，而单个DES操作定义为默认操作。

③ 访问权限

应用中的每个文件都有4种不同的访问权限（每个文件2字节权限编码）：

- ◎ 读访问
- ◎ 写访问
- ◎ 读&写访问
- ◎ 改变访问权限

表 5.10 权限编码格式

位	0:3	4:7	8:11	12:15
权限	改变配置	读&写访问	写访问	读访问

表 5.10中，“读访问”和“读&写访问”权限允许执行读操作；“写访问”和“读&写访问”权限允许执行写操作。

每种访问权限都编码为4位，半字节。每个半字节代表与对应的应用密钥文件中的一个密钥的连接。半字节可实现16个不同值的编码，访问权限遵循以下规则：

- ◎ 如果设定为0~13之间的数(最多14个密钥)，它对应于应用的密钥文件中一个特定的密钥，前提是该密钥存在（不允许配置一个不存在的密钥）；
- ◎ 如果编码为14（0xE），则表示“自由的”访问。在选择应用之后，不管之前是否进行验证，都允许进行相关的访问；
- ◎ 如果只有“读”和“读&写”访问（或“写”和“读&写”访问）密钥中的一个设定为0xE，其它密钥的值都不同于0xE，在有效验证的情况下通信以MAC/加密的方式执行，在没有有效验证的情况下通信以明码的方式执行，在第二种情况下，通信的设定被PICC所忽略；
- ◎ 如果编码为15（0xF），表示访问永远被禁止，因此各个连接的访问权总是被拒绝；
- ◎ 必须知道权限参数代码的最高4位以获取读访问权（可使用GetValue和Debit命令），接下来的4位用于获取写访问权（可使用GetValue, Debit和LimitedCredit命令），低字节的高半部分用于获取读&写访问权，在值文件中，该权限允许完全访问（可使用GetValue, Debit, LimitedCredit和Credit命令）；
- ◎ 最低4位保存密钥的参考号码，当改变文件的访问权限和将每个访问权限连接到密钥号时，需要对它进行验证；
- ◎ 如果访问一个文件时没有有效的验证，但至少可通过一个相关的访问权限实现自由访问（0xE），那么通信模式被强制为明码通信。

④ 状态编码和错误代码

注：*这些错误在正常操作中是不期望出现的。

代码	状态	描述
0x00	OPERATION_OK	成功的操作
0x0C	NO_CHANGES	备份文件不改变，不需要 CommitTransaction 和 AbortTransaction
0x0E	OUT_OF_EEPROM_ERROR	完成命令所需的 NV 存储器不足
0x1C	ILLEGAL_COMMAND_CODE	不支持的命令代码
0x1E	INTEGRITY_ERROR	CRC 或 MAC 与数据不匹配，填充字节无效
0x40	NO_SUCH_KEY	指定的密钥无效
0x7E	LENGTH_ERROR	命令串长度无效
0x9D	PERMISSION_DENIED	当前的配置/状态拒绝执行所请求的命令
0x9E	PARAMETER_ERROR	参数值无效
0xA0	APPLICATION_NOT_FOUND	请求的 AID 不存在
0xA1	APPL_INTEGRITY_ERROR	应用中不可恢复的错误，应用将被禁止`
0xAE	AUTHENTICATION_ERROR	当前验证状态不允许执行请求的命令
0xAF	ADDITIONAL_FRAME	期待发送额外的数据帧
0xBE	BOUNDARY_ERROR	试图读取/写入的数据超出文件/记录的边界。
0xC1	PICC_INTEGRITY_ERROR	PICC 内不可恢复的错误，PICC 将被禁止`
0xCD	PICC_DISABLED_ERROR	PICC 因为一个不可恢复的错误而被禁止`
0xCE	COUNT_ERROR	应用的数目限制为 28，CreateApplication 不再可用
0xDE	DUPLICATE_ERROR	因为已经存在相同编号的文件/应用，因此文件/应用的创建失败。
0xEE	EEPROM_ERROR	因为电源故障而无法完成 NV 写操作，启动内部备份/恢复机制。
0xF0	FILE_NOT_FOUND	指定的文件名不存在。
0xF1	FILE_INTEGRITY_ERROR	文件中不可恢复的错误，文件将被禁止`

7. Mifare DESFire命令集

Mifare DESFire支持ISO/IEC 14443-3/4的命令，以及基于ISO/IEC 14443-4传输协议的命令。

① 命令集ISO/IEC 14443-3

和 Mifare 1 S50卡 相同，Mifare DESFire卡 ISO/IEC 14443-3的指令有3类：

- ◎ 请求应答指令
- ◎ 防冲突指令
- ◎ 选择指令

其中请求应答指令和Mifare 1 S50卡完全相同，请求回应为0x0344。由于Mifare DESFire卡的UID为7字节，而一次完整的防冲突循环只能获取4字节的UID，因此需要级联防冲突和选择。

表 5.11 防冲突、选择命令帧的组成

代码	参数	数据	完整性机制	响应
级联第 1 级 防冲突	0x20~0x67	部分 UID	奇偶校验	部分 UID
代码: 0x93 选择	0x70	级联标签, UID 的前 3 个字节	奇偶校验,BCC, CRC	SAK(0x24)
级联第 2 级 防冲突	0x20~0x67	部分 UID	奇偶校验	部分 UID
代码: 0x95 选择	0x70	UID 的后 4 个字节	奇偶校验,BCC, CRC	SAK(0x20)

如表 5.11所示，若把级联标签（代码为0x88，详细格式请参阅《ISO/IEC 14443-3》）字节看着UID的一部分，那么级联第一级防碰撞和选择指令Mifare 1 S50卡完全相同，其回应的SAK中的bit2为表示UID不完整。等级2防碰撞和选择命令和等级1相同，只是指令代码和UID所取的部分不同。MF3 IC D40只在完成等级1选择命令后才接受等级2的防碰撞和选择命令。

② 命令集ISO/IEC 14443-4

- ◎ Mifare DESFire卡提供下列符合ISO14443-4的命令集

- ◎ 请求应答以选择（RATS）
- ◎ 协议和参数选择请求（PPS）
- ◎ 帧等待延长（WTX）

注：MF3 IC D40的所有应用命令都是基于ISO/IEC 14443-4传输协议的命令，将单独介绍。

RATS命令的响应提供PICC的类型使PCD进行识别。参数字节使用两个不同的参数编码进行通信：

- ◎ FSDI：参数字节的高半字节编码为PCD与PICC通信所支持的最大帧规格；
- ◎ CID：参数字节的低半字节编码为被寻址的PICC的逻辑编号，范围为0x00~0x0E，该CID用于区分单个PCD同时选择的几个PICC。
- ◎ DESFire PICC完全支持CID,它使用TC(1)进行编码。

表 5.12 RATS命令帧的组成

代码	参数	数据	完整性机制	响应
0xE0	高半字节: FSDI 低半字节: CID	-	CRC	ATS, 不超过 16 字节数据

MF3 IC D40对RATS命令的响应就是ATS。ATS包含下面的字节:

- ◎ TL: “长度字节”, 长度字节TL指定传输的ATS的长度(包括它自身), TL不包括2个CRC字节, 对于MF3 IC D40芯片来说, TL设置为0x06;
- ◎ T0: “格式字节”, T0定义随后的字节TA(1), TB(1)和TC(1)是否存在, 3个字节都存在, 那么高半字节为0x7, 低半字节(FSCI)指定帧的最大规格, MF3 IC D40接受的最大帧为64字节, 编码为0x5, 因此格式字节为0x75;
- ◎ TA(1): “接口字节TA(1)”编码PICC所支持的最大数据传输速率, MF3 IC D40支持的双向传输速率达到424kbaud, 因此TA(1)字节编码为0x33;
- ◎ TB(1): 高半字节编码帧等待时间(FWT), 对于DESFire, 设为0x6, 表示19.33ms, 低半字节编码启动帧保护时间(SFGT), 设置为0x2, 表示1.21ms, 因此TB(1)字节编码为0x62;
- ◎ TC(1): 支持CID, 不支持NAD, 因此TC(1)设置为0x02;
- ◎ T1: DESFire PICC发送一个字节作为历史的字符, 该字符应被应用软件所忽略。

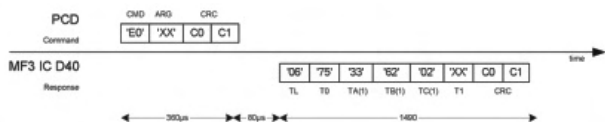


图 5.5 RATS命令帧及回应帧示意图

PPS命令允许独立选择PCD和PICC之间的通信波特率。对于DESFire, 可以在两个方向独立设置波特率。也就是说, DESFire允许非对称的数据交换速度。

表 5.13 PPS命令帧的组成

代码	参数	数据	完整性机制	响应
PPSS: DX	PPS0 PPS1	-	CRC	PPSS: 'D0'

PPS命令由起始字符PPSS和参数2部分组成:

- ◎ PPSS: PPSS的高半字节为RFU(保留将来之用), 必须设置为'D', 低半字节指示所选择的PICC的CID, 范围为0x00~0x0E;
- ◎ PPS0: PPS参数0字节指示PPS1的存在并因此设置为0x11;

- ◎ PPS1: PPS参数1字节定义PCD和PICC之间定时的分频系数, 它直接定义每个方向的波特率。
- ◎ PPS1的高半字节为RFU, 必须设置为0。bit b3和b2编码PICC到PCD方向的分频系数, 称为DSI, bit b1和b0编码PCD到PICC方向的分频系数, 称为DRI。

表 5.14 DRI和DSI的编码定义

DRI, DSI 位编码	00	01	10	11
分频系数	1	2	4	8
波特率(Kbit/s)	106	212	424	848

DESFire支持双向高达424Kbit/s的波特率。请注意两个方向可以分别设置通信速度, 例如, 允许PCD到PICC方向使用106Kbit/s (DRI=00)进行通信, 而PICC到PCD使用424Kbit/s进行通信 (DSI=10)。

如果双向都使用106Kbit/s进行通信, PPS1应当设置为00。如果PICC没有接收到PPS命令, 这将是它的默认值。

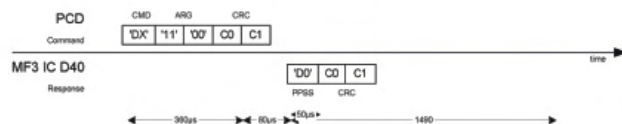


图 5.6 PPS帧及回应帧的结构

如果PICC需要比定义的FWT更长的时间来响应PCD的命令, 它会发送一个等待时间延长的请求。

PICC发送一个14443-4 S-块。根据ISO/IEC 14443-4, INF包含0x01, 请求另一个FWT间隔。

PCD必须通过发送另一个INF为0x01的S-块来确认该请求。

注: 详细的RATS、PPS以及ISO/IEC 14443-4传输协议请参考《ISO/IEC14443-4》。

③ 基于ISO/IEC 14443-4传输协议的命令

A) MF3 IC D40命令集—安全性相关功能的命令:

- ◎ Authenticate验证命令, 验证过程中PICC和读卡器都以加密的方式显示它们拥有相同的密钥, 该过程不仅确认两个允许互相操作的实体, 而且还创建一个会话密钥用于保持进一步的安全通信, 正如“会话密钥”这个名字所明确表明的, 每次一个新的验证过程成功结束后, 会获得一个新的密钥用于下一步加密的操作;
- ◎ ChangeKeySettings命令, 该命令根据当前选择的AID改变主密钥的设定;
- ◎ GetKeySettings命令, 该可获取PICC和应用主密钥设置的信息;
- ◎ ChangeKey命令, 该命令允许更改PICC上保存的任何密钥;
- ◎ GetKeyVersion命令, 该命令允许读出任何保存在

PICC上的密钥的当前版本。

B) MF3 IC D40命令集 – PICC级命令：

- ◎ CreateApplication命令，该命令允许在PICC上建立新的应用；
- ◎ DeleteApplication命令，该命令允许使PICC上的应用永久失效；
- ◎ GetApplicationIDs命令，该命令返回PICC上所有有效应用的AID；
- ◎ SelectApplication命令，该命令用于选择一个指定的应用作进一步的访问，在正常操作中，这通常是一个随后的验证命令；
- ◎ FormatPICC命令，该命令释放PICC用户存储器；
- ◎ GetVersion命令，该命令返回PICC与制造有关的数据。

C) MF3 IC D40命令集 – 应用级命令：

- ◎ GetFileIDs命令，该命令返回当前所选应用中所有有效文件的文件标识符；
- ◎ GetFileSettings命令，该命令可以从指定文件属性获得信息；
- ◎ ChangeFileSettings命令，该命令改变一个现有文件的访问参数；
- ◎ CreateStdDataFile命令，该命令在PICC现有的一个应用中创建用于保存无格式用户数据的文件；
- ◎ CreateBackupDataFile命令，该命令在PICC现有的一个应用中创建用于保存无格式用户数据的文件，另外还支持集成的备份机制特性；
- ◎ CreateValueFile命令，该命令在PICC的一个现有文件中创建文件，该文件用于保存和处理32位有符号整数；

- ◎ CreateLinearRecordFile命令，该命令在PICC的一个现有文件中创建文件，该文件用于结构相似的数据的多次存储；
- ◎ CreateCyclicRecordFile命令，该命令在PICC的一个现有文件中创建文件，该文件用于结构相似的数据的多次存储；
- ◎ DeleteFile命令，该命令使当前所选应用的文件目录中的一个文件永远失效。

D) MF3 IC D40命令集 – 数据处理命令

- ◎ ReadData命令，该命令可从标准数据文件或备份数据文件中读出数据；
- ◎ WriteData命令，该命令可以将数据写入标准数据文件或备份数据文件；
- ◎ GetValue命令，该命令可以从值文件中读出当前保存的值；
- ◎ Credit命令，该命令用于增加值文件中保存的值；
- ◎ Dedit命令，该命令用于减少值文件中保存的值；
- ◎ LimitedCredit命令，该命令在对文件没有完全的读&写访问权限的情况下，可以使值文件中保存的值实现有限的增加；
- ◎ WriteRecord命令，用于将一条记录写入一个循环或线性的记录文件；
- ◎ ReadRecords命令，该命令从一个循环或线性记录文件中读出一条完整的记录；
- ◎ ClearRecordFile命令，该命令将一个循环或线性记录文件复位为清空的状态；
- ◎ CommitTransaction命令，该命令使应用中备份数据文件、值文件和记录文件的写操作生效；
- ◎ AbortTransaction命令，该命令使对应用中备份数据文件、值文件和记录文件的写操作无效。



非接触式IC卡读写芯片





LUMINARY MICRO

LM3S316逆变电源应用方案

目前，逆变电源大多采用正弦波脉宽调制方案，即所谓的“SPWM”的技术。长期以来其控制电路大多采用模拟的方式来实现。模拟控制技术虽然已经非常成熟，但是其存在很多固有的缺点：控制电路的元器件比较多，电路复杂，体积较大，产品升级换代不方便等。由于这些缺点，我们的逆变电源的数字化控制方案也就应运而生了，这也必将是现代逆变电源研究的一个热点。

在本方案中重点就是讨论设计一种全数字化三相PWM逆变电源。这其中三相SPWM发生器是逆变电源的核心部分，他的性能的好坏，直接关系到整个逆变电源的工作状况。因此在本方案中我们选用了流明诺瑞公司推出的这个带有硬件死区PWM的Cortex-M3内核的32位ARM单片机LM3S316作为波形发生器。系统结构图如下图1所示。

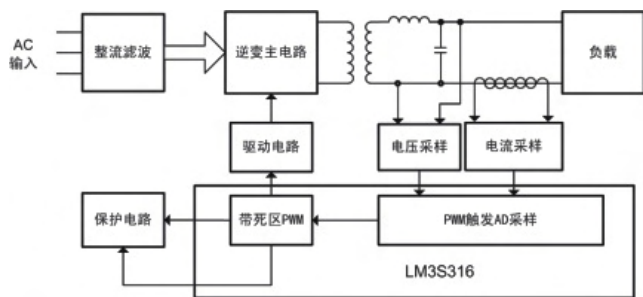


图1 系统结构图

系统结构

功率流程：市电输入经输入保护电路滤除噪声后，进行整流、滤波变成直流电压，然后这个直流电压输入到桥式逆变电路。PWM发生器在单片机的控制下，通过驱动电路对输出脉冲进行调制就可改变输出电压和频率，再经输出变压器隔离后供给负载。

主电路中根据磁路集成原理，将变压器和滤波电感集成为一个磁性元件，再在变压器的次级并以适当的电容，组成滤波网络以获得正弦波形输出。

整个电路分为五大部分：整流滤波、全桥逆变电路、驱动电路以及将单片机控制PWM产生器的控制电路和保护电路。另外在输入和输出端还有输入滤波和输出滤波电路。

逆变电路

逆变器是整个系统的核心，本方案采用电压型全桥电路，如图2所示：

功率开关器件是逆变电源的核心之一，逆变电源的发展

和应用依赖于功率电子器件的发展。功率电子器件的大功率化、高的可靠性和控制性能是逆变电源得以应用的重要条件。现阶段常用的功率开关器件有功率晶体管、功率场效应管和IGBT。IGBT是一种复合型半导体器件，具备功率晶体管和功率场效应管两者的优点。它的特点是速度快、输入阻抗高、容易控制、通态电压低、耐压性好和电流容量大。

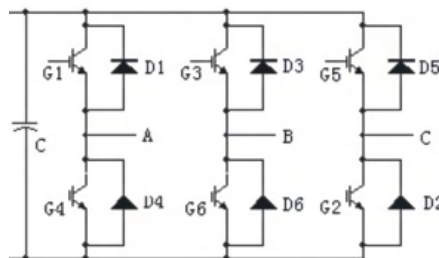


图2 主电路原理图

该方案中的功率器件初版选用的是日本富士公司的第三代U系列IGBT模块。其耐压可达600V，集电极最大允许电流100A，安全工作区较宽，驱动功率小、开关频率高、饱和压降低。另外该模块还具有带过流控制、滤波器体积小、噪声低、易散热、可靠性高等特点。该模块内含有两个IGBT，其中一个的发射极与另一个的集电极相连，形成全桥电路的一个桥臂。因此，在本方案中，逆变桥只需要用三个这样的模块即可组成。

驱动电路

驱动电路采用IR2110构成IGBT的驱动电路，该驱动电路实现了抗干扰能力强、速度快等优异特点。同时在这个电路中我们采用广州致远电子有限公司推出的高性能DC/DC模块：ZY0505BLS-1W和ZY0505BLS-W5。对所有的输入电源信号做隔离，这样确保我们产品工作的稳定可靠。

控制电路

控制电路主要实现以下功能：

- ◎ 控制逆变器的SPWM驱动信号。
- ◎ 过流、过压、过热、短路保护。

本电路采用ARM公司最新推出的Cortex-M3内核的32位微处理器。该内核是ARM公司推出的业界首款用8位的成本实现32位高性能的最新产品。采用该芯片做为开发节省了传统意义上的外扩一个带死区功能的PWM发生芯片，将驱动信号的产生和保护电路都由单芯片来实现，操作将更加简单。

选择流明诺瑞微处理器的理由和注意事项:

Luminary Micro的Stellaris（群星）系列微控制器包含运行在50MHz频率下的ARM Cortex-M3 MCU内核、嵌入式Flash和SRAM、一个低压降的稳定器、集成的掉电复位和上电复位功能、模拟比较器、10位ADC、SSI、GPIO、看门狗和通用定时器、UART、I²C、运动控制PWM以及正交编码器输入。提供的外设直接通向管脚，不需要特性复用，这样对于我们工程师的设计就相当灵活了。

当然在该方案中选用我们这个系列的单片机的最重要的原因是如下：

强大的硬件PWM特性：

- ◎ 多至六路的16比特的PWM；
- ◎ 带死区控制和错误控制输入，永不“炸管”；
- ◎ 带同步功能，确保信号的一致性，这一点在逆变电源行业也是应用相当重要的；
- ◎ 空闲状态可为高电平或低电平；
- ◎ 多种中断事件源，可在PWM的不同时刻产生中断；
- ◎ 直接触发AD转换，无需中断程序触发；
- ◎ 错误检测引脚，直接关闭PWM，无需中断程序处理。

优秀的AD转换模块也是选择我们这个芯片的主要原因：

- ◎ ADC的输入可以是单端输入和差分输入配置，当作单端输入是，含0~8个10通道，这样对于我们这个逆变电源方面不需要速度太快的情况下就可以将

精度做的更高。

- ◎ 采样率：250K/500K/1M采样每秒；
- ◎ 创新的采样序列器，可任意设定AD转换的顺序。只要一个写命令，所有的结果将顺序放入专门的FIFO中；无需软件处理。这种方式对于电源控制的反馈回路的电源检测部分的操作就非常灵活了。
- ◎ 每个序列都可由软件或内部事件（定时器或GPIO）触发，这一点在我们的这个应用方案中也是重点采用的。因为我们的PWM可以触发AD，因此在我们整个系统中就是仅仅引入了一个时钟源（PWM定时器）。这样由于系统中仅仅使用到一个时钟源，所以我们在后续其他的操作中就避免了很多的同步的问题。
- ◎ 创新的硬件平均值电路，可对同一个通道进行多至64次的连续的采样，然后硬件求平均值。这个特性就是专门用来满足我们这项目中的高精度、低速率的应用的。

所有的这些性能的优势，再加上我们这个Cortex-M3内核系列微处理器的极大的价格优势，也最终促使我们这个在业界起“领头羊”角色的客户最终选择了我们这个系列的微处理器LM3S316来开发他们的产品。

小结

本方案采用了流明诺瑞公司推出的一款基于Cortex-M3内核的微处理器，用于“逆变电源”控制电路的设计。采用这种设计方法，具有结构简单，外围器件数量少，调试方便的优点，并极大地提高了系统的可靠性。



Luminary Micro

串口设备联网服务器

一旦拥有 别无所求



<<<< 让串口设备迅速联网

IPort嵌入式串口设备联网服务器（专有技术）是具有RJ45的以太网串口转换模组，仅需极小的集成空间和很简单的连接方式，就能为产品增加网络功能。

功能特点

1. 紧凑

- 尺寸(L×W×H): 33×16.8×14.6(mm)
- 内置嵌入式实时操作系统, TCP/IP协议, Web服务器

2. 高速

- 32位高速CPU, 10/100M网口
- 最高波特率可达230.4kbps
- 最小串口分包间隔TCP模式<2ms, UDP模式<200us

3. 方便易用

- 配置方式多样化: 支持Web配置、软件配置、AT命令配置、串口配置
- 工作方式多样化: TCP Server、TCP Client、UDP和Real Com等工作模式, 目标IP和端口均可设置
- 支持AUTO MDI/MDIX, 可使用交叉网线或平行网线连接
- 支持DNS域名解析

- 灵活的串口分帧方式, 满足用户各种分包需求
- 支持本地和远程的系统固件升级

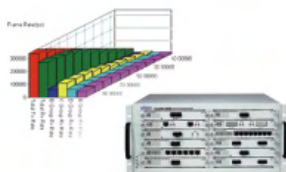
4. 安全

- 支持先进的安全机制, 提供防火墙IP地址筛选, 防止未授权的非法访问, 及网络层病毒攻击
- 支持TCP连接密码校验, 防止非法用户建立连接及盗取数据
- 配置可设置密码认证, 防止误操作及恶意修改

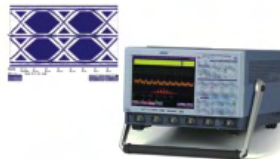
5. 稳定可靠

- 支持网络自动诊断, 并快速自动恢复
- 经过标准的物理层一致性测试及网络流量测试
- 经过严格的高低温带老化测试及振动测试
- EMC测试符合IEC 61000-4-2 level-4及IEC 61000-4-4 level-4 标准
- 工作温度: -25~75℃

质量保证体系



数据链路层测试采用思博伦公司 SmartBits 6000C网络流量测试仪, 完成专业标准的网络流量测试。



物理层测试采用美国力科公司 WavePro 7100示波器, 配合 QualiPHY_ENET保证呈现完美以太网波形。

广州致远电子有限公司

地址: 广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编: 510660 电话: (020)28872342 28872524 22644249 传真: (020)38601859
网址: <http://www.embedcontrol.com> E-mail: ZNE@zigmcu.com 技术支持: (020)22644385

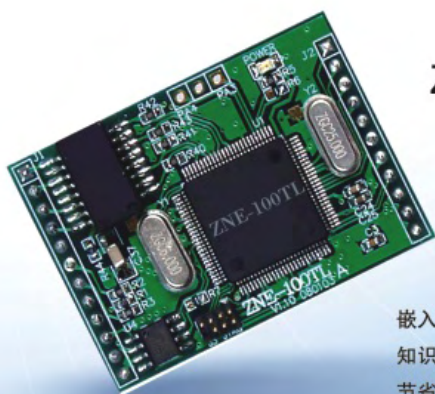
上海周立功: (021) 53083452-804
北京周立功: (010) 62536178-112

杭州周立功: (0571) 88009203-308
南京周立功: (025) 83603500-822

成都周立功: (028) 85437876-813
深圳周立功: (0755) 83795907

重庆周立功: (023) 68797619
武汉周立功: (027) 87168497

广州专卖店: (020) 87578634
西安办事处: (029) 87881296



ZNE系列串口设备联网模块

让串口设备迅速联网

配置简单，性能卓越，值得信赖

嵌入式串口设备联网模块内部集成了TCP/IP协议栈，该模块对用户透明，用户不需要了解复杂的网络知识以及TCP/IP协议。用户利用它可方便的为设备增加以太网接口，可以轻松完成设备的网络功能，节省人力、物力和开发时间，使产品更快的投入市场，增强竞争力。



透明传输



Web Server



虚拟串口



远程I/O



远程A/D

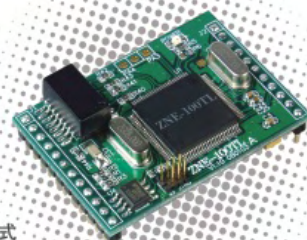


个性化设计

ZNE-100TL嵌入式串口设备联网模块，全新的解决方案，全新的性能

功能特性

- 10/100M自适应以太网
- 串口波特率在300bps~230.4kbps之间任意设置
- 支持先进的安全机制，防止未授权者的非法访问
- 可选择TCP Server、TCP Client、UDP和虚拟串口工作模式
- 内置WEB服务器，方便客户进行网页配置
- 灵活的串口数据分帧设置，满足多种分包需求
- 支持连接校验密码和连接后发送特定数据
- TCP支持多连接
- 支持AUTO MDI/MDIX
- 提供通用配置函数库，方便二次开发
- 支持本地和远程系统固件升级
- 支持DNS
- 支持串口、WEB浏览器、超级终端等多种配置方式



客户对ZNE系列串口设备联网模块的选择

- 某著名电源厂商采用ZNE系列模块开发电源产品，实现了电源的网络化检测和管理，在市场上倍受欢迎
- 某专业衡重器制造商通过对市场现有串口设备联网模块做性价比分析后选择ZNE串口设备联网模块，实现了衡重器的以太网联网功能
- 某知名医疗设备管理系统制造商使用ZNE系列串口设备联网模块，实现了医疗设备管理系统的网络化，增强了产品的竞争力
- 某机械设备制造商采用ZNE系列串口设备联网模块，使用以太网通信来实现工业现场设备的联网管理，充分发挥ZNE模块在工业控制中的优势

订购信息

型号名称	ZNE-100TL	ZNE-300TI	ZNE-300T	ZNE-200T	ZNE-100T	ZNE-100PT	ZNE-100TI	ZNE-10T
产品图片								
以太网接口	10/100M	10/100M	10/100M	10/100M	10M	10M	10M	10M
串行接口	TTL	TTL	TTL	TTL	TTL	TTL	TTL	TTL
串口波特率	≤230.4K	≤1.15M	≤1.15M	≤1.15M	≤115K	≤115K	≤115K	≤115K
远程I/O	-	×5	×5	×5	×5	×5	×5	×4
远程AD	-	2-ch/10-bit	2-ch/10-bit	2-ch/10-bit	-	-	2-ch/10-bit	-
工作模式	TCP Server	√	√	√	√	√	√	√
	TCP Client	√	√	√	√	√	√	√
	TCP Auto	-	-	-	√	√	√	-
	UDP	√	√	√	√	√	√	√
	虚拟串口	√	√	√	√	√	√	-
	组播	-	-	-	√	√	√	-
最大连接数(TCP)	×4	×4	×4	×1	×1	×1	×1	×1
用户网页下载(web server)	-	1.3M	1.3M	112K	-	-	-	-
工业级	-	√	-	-	-	-	√	-
DNS(域名解析)	√	√	√	-	-	-	-	-



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872342 28872524 22644249 传真：(020)38601859
 网址：http://www.embedcontrol.com E-mail: ZNE@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644385

上海周立功：(021) 53083452-804
 北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
 南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
 深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
 武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
 西安办事处：(029) 87881296

NETCOM系列串口设备联网服务器

轻松应对恶劣应用环境，让串口设备迅速联网

工业级

网口内建2KV浪涌保护

串口提供15KV ESD保护和2.5KV电磁隔离

3KV DC-DC电源隔离



www.embedcontrol.com

让多个串口设备同时联网

标准型多串口设备联网服务器 NETCOM-400M

- 10/100M以太网，内建2KV电磁隔离
- RS-485/422接口 × 4
- 灵活的串口数据分帧设置
- 支持DNS



为信息的安全保驾护航

安全型多串口设备联网服务器 NETCOM-400MEF

- AES加密方式,256位密钥
- 10/100M以太网，内建2KV电磁隔离
- RS-485/422接口 × 4



复杂电磁干扰下的常胜将军

隔离型多串口设备联网服务器 NETCOM-400ME

- 增强的端口高速电气隔离保护
- 增强的端口防浪涌ESD保护
- 电气隔离耐压高达DC 2500V
- 10/100M以太网，内建2KV电磁隔离
- RS-485/422接口 × 4



二次开发的正确选择

可编程多串口设备联网服务器 NETCOM-400SDK

- 提供大量软硬件接口
- 应用层代码完全公开
- 详尽的开发文档
- 10M以太网，内建2KV电磁隔离
- RS-232接口 × 4



多串口设备联网服务器性能一览表

型号名称	NETCOM-800S/M	NETCOM-400S/M	NETCOM-800SEF/MEF	NETCOM-400SEF/MEF	NETCOM-800ME	NETCOM-400ME	NETCOM-800SDK
以太网接口	10/100M	10/100M	10/100M	10/100M	10/100M	10/100M	10M
串口波特率	≤ 230K	≤ 230K	≤ 230K	≤ 230K	≤ 230K	≤ 230K	≤ 115K
串行通讯接口	RS-232 × 8(S系列)	× 4(S系列)	× 8(S系列)	× 4(S系列)	-	-	× 4
	RS-485/422 × 8(M系列)	× 4(M系列)	× 8(M系列)	× 4(M系列)	× 8	× 4	-
工作模式	TCP Server	√	√	√	√	√	√
	TCP Client	√	√	√	√	√	√
	UDP	√	√	√	√	√	√
	虚拟串口	√	√	√	√	√	-
最大TCP连接数	× 8	× 4	× 8	× 4	× 8	× 4	× 4
DNS	√	√	√	√	√	√	-
加密	-	-	√	√	-	-	-
隔离	-	-	-	-	√	√	-
可编程	-	-	-	-	-	-	√



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872342 28872524 22644249 传真：(020)38601859
网址：http://www.embedcontrol.com E-mail: ZNE@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644385

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

迅速联网 轻松连接工业现场

NDAM数据采集模块

- ✓ 多种通信网络可选
- ✓ 标准Modbus协议
- ✓ 多种I/O类型可选
- ✓ 模块化结构



www.embedcontrol.com

NDAM是全新一代基于各种通信网络的刀片式数据采集系统，采用积木化结构，使用标准DIN导轨安装，大大降低了安装和维护的难度。通信模块和各种数据采集模块自由组合，应对各种复杂应用。NDAM支持标准Modbus协议，兼容大多数PAC和PLC系统。

通信模块型号列表

模块型号	模块功能
NDAM-9000	以太网通信模块
NDAM-9020	CAN-bus通信模块
NDAM-9010	RS-485/422/232通信模块

数据采集模块型号列表

模块型号	模块功能
NDAM-4055	8路DI, 8路DO
NDAM-4052	8路DI
NDAM-1804	12路DI
NDAM-2808	8路DO(继电器)
NDAM-4017	6路16位AI(差分), 2路16位AI
NDAM-3800	8路12位AI(差分)
NDAM-4400	4路12位AO
NDAM-3402	8路16位AI或4路16位AI(差分), 2路12位AO, 2路DO, 2路DI
NDAM-3412	应变片测量, 4路AI(差分), 1路AO, 4路DO, 2路DI
NDAM-5508	5路AI(热电阻), 8路DO
NDAM-6608	6路AI(热电偶), 8路DO
NDAM-7204	计数/测频模块, 2路隔离输入或2路可编程门限输入32位计数器, 4路DO

相关产品



RSM系列RS-485
数据采集模块



ICAN系列CAN总线
数据采集模块



CADAM系列DeviceNet
数据采集模块

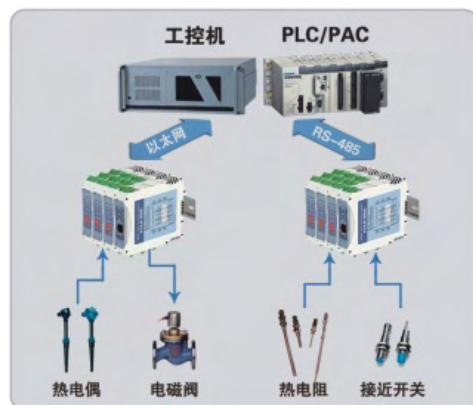


CANopen
数据采集模块



AnyCAN
数据采集模块

网络拓扑



广州致远电子有限公司

地址: 广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编: 510660 电话: (020)28872342 28872524 22644249 传真: (020)38601859
网址: <http://www.embedcontrol.com> E-mail: ZNE@zgmcu.com 技术支持: (020)22644385

上海周立功: (021) 53083452-804
北京周立功: (010) 62536178-112

杭州周立功: (0571) 88009203-308
南京周立功: (025) 83603500-822

成都周立功: (028) 85437876-813
深圳周立功: (0755) 83795907

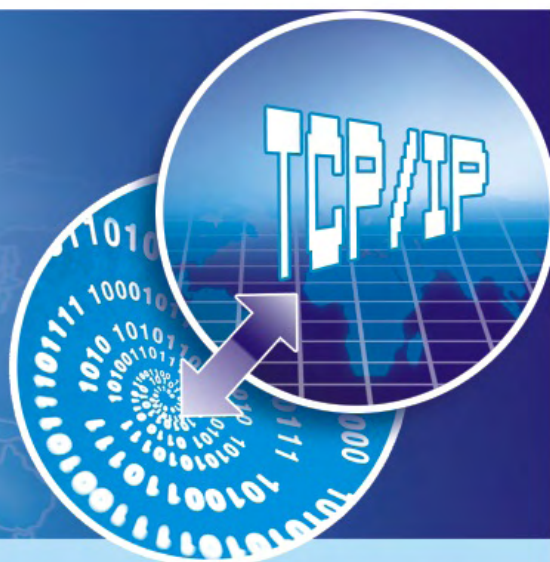
重庆周立功: (023) 68797619
武汉周立功: (027) 87168497

广州专卖店: (020) 87578634
西安办事处: (029) 87881296

CANET系列以太网-CAN转换器

双网冗余，更安全

- 网口内建2 KV电磁隔离
- CAN接口光电隔离，2.5KV电磁隔离
- 工业级



现场总线CAN-bus由于其数据传输高可靠性和数据传输高实时性，在世界范围得到了广泛的应用，CAN-bus已经成为了工业现场数据传输方式的事实标准。而以太网作为全球泛网标准，同样也深入应用到了各个领域。建立CAN-bus现场总线和以太网两层网络系统，既能保证工业现场数据的可靠实时传输，又能满足数据信息的分析、记录、管理以及远程共享管理，是目前跨地区大型分布式监控网络系统的首选通信架构。

CANET系列以太网CAN-bus数据转换器可以很方便地实现CAN网络和以太网网络之间的连接，轻松实现以太网-CAN两层网络系统架构。

以太网冗余 + CAN网络冗余 轻松构建冗余网络



CANET-200T

- CAN接口支持冗余功能，提高CAN网络的可靠性
- 支持以太网冗余功能，增强系统可靠性
- 1路10/100M以太网接口
- 2路CAN通道
- CAN通道波特率5k~1000kbps任意设定
- 工作方式可选择为TCP Server、TCP Client、UDP
- 工作端口，目标IP和目标端口均可设定
- 支持DNS，满足通过域名实现通讯的需求
- 网络断开后自动恢复连接资源
- TCP支持多连接，支持心跳和超时断开功能
- UDP方式下支持IP段访问模式
- 支持协议ETHERNET、ARP、IP、ICMP、UDP、DHCP、DNS、TCP
- 多种数据分帧设置，满足用户各种分包需求
- 可使用Windows平台配置软件配置工作参数
- 免费提供Windows平台配置软件函数库、API函数库
- 支持本地系统固件升级
- 专为工业环境设计



CANTE-100T



CANTE-100



CANET-200

CAN冗余网络拓扑结构



CANET-200T默认CAN1接口为主通讯接口，CAN2接口为备用通讯接口，正常情况下使用主接口CAN1进行通信。当主通信接口通信出现故障时，CANET-200T将在极短的时间内启用备用通信接口CAN2进行通信，极大的提高了网络的稳定性和可靠性。当故障修复后，主通信接口在需要的时候能被自动启用。

订购信息

产品型号	CAN通道	CAN波特率	以太网带宽	每路数据吞吐量 扩展帧/Mbps	工作方式	支持CAN 网络冗余	支持以太 网冗余	支持目标 IP段	支持域名访问 (DNS)	支持心跳和超 时断开功能	支持CAN数据 分帧设置
CANET-100T	1	5k~1000Kbps	10M/100M	4000帧/秒	TCP、UDP	√	√	√	√	√	√
CANET-200T	2	5k~1000Kbps	10M/100M	4000帧/秒	TCP、UDP	-	√	√	√	√	√
CANET-100	1	5k~1000Kbps	10M	4000帧/秒	UDP	-	-	-	-	-	-
CANET-200	2	5k~1000Kbps	10M	4000帧/秒	UDP	-	-	-	-	-	-

www.embedcontrol.com

广州致远电子有限公司 地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872342 28872524 22644249 传真：(020)38601859
网址：http://www.embedcontrol.com E-mail：ZNE@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644385

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

让您的安防设备迅速联网

嵌入式联网模块ZNE-200T

嵌入到用户设备中，为用户设备增加以太网接口

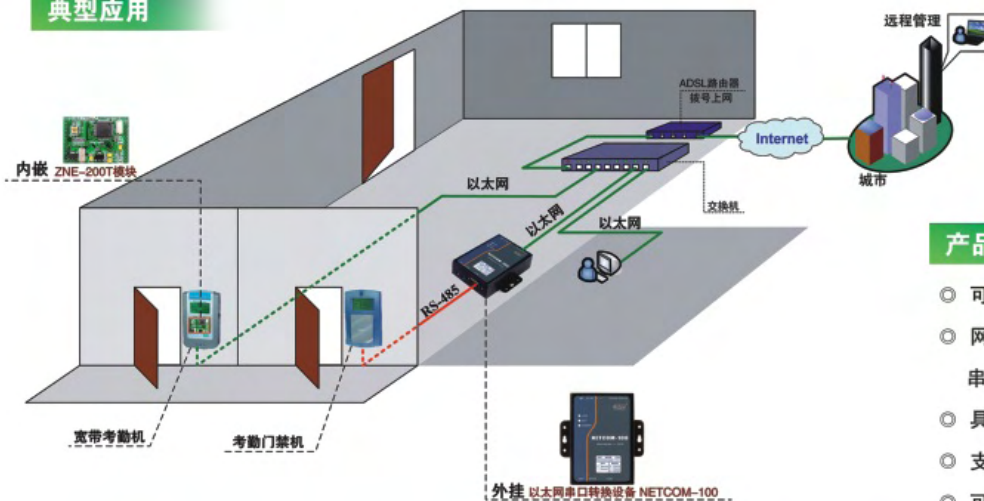


单串口设备联网服务器NETCOM-100

用户可以不要做任何开发工作就迅速完成网络升级

带考勤和网络考勤是当前市场热点，市面上的许多宽带考勤机、宽带门禁控制器和消费机都是通过内嵌ZNE嵌入式联网模块来实现宽带或网络功能的。另外，不具备网络或宽带功能的考勤机、门禁控制器如要获得网络功能的话，则可以通过外挂NETCOM串口设备联网服务器来实现。

典型应用



产品特性

- ◎ 可以通过虚拟串口方式访问；
- ◎ 网口支持10/100M，
串口通讯波特率300 bps 至1.15M bps；
- ◎ 具有网络自检自维护功能；
- ◎ 支持远程固件升级；
- ◎ 可专为门禁、考勤公司产品作个性化设计。

为国内外众多系统集成商提供极具性价比的产品；

为国内外众多工程商提供稳定可靠的产品和贴身式服务；

为国内众多一卡通企业提供全面的网络解决方案；

产品丰富，覆盖全面，可适应各种复杂应用环境和满足各种功能需求。



更多以太网产品请浏览 www.embedcontrol.com



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)28872342 28872524 22644249 传真：(020)38601859
网址：http://www.embedcontrol.com E-mail: ZNE@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644385

上海周立功：(021) 53083452-804
北京周立功：(010) 62536178-112

杭州周立功：(0571) 88009203-308
南京周立功：(025) 83603500-822

成都周立功：(028) 85437876-813
深圳周立功：(0755) 83795907

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168497

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

J1939总线在电动公交车超级电容监测系统中的应用

随着国际市场油价一路上涨，以及全球气候变暖的加剧，汽车行业对于清洁能源的需求越来越紧迫，而电动汽车作为下个世纪重要的发展方向，其市场呼声也日益高涨。

但是目前电动汽车的主要储能器件—电池，仍存在一些未能突破的关键技术，如铅酸电池寿命太短，锂电池不安全等，而且都存在充电时间太长的致命缺陷。超级电容作为替代铅酸电池和锂电池的新产品，利用电容快速充放电原理，可以在2~3分钟内完成车辆的充电工作。相对于传统电池驱动车辆，已经商业化的超级电容电动汽车有着更广阔的前景。

基于J1939总线设计的超级电容监测系统可用于实时监测车用超级电容的各种参数。系统由监控系统主节点（以下简称主节点）、电容检测子节点（以下简称子节点）、LCD诊断仪和CAN bus网络组成。采集到的电容电压、电流、温度等数据通过符合J1939协议的CAN总线与整车仪表系统连接。

超级电容公交车的构成

超级电容公交车由多节超级电容串联组成的电容组替代常规动力的燃油箱，通过变频器驱动直流电机作为动力源。电容的充电由设在公交车站内的充电站或者使用无轨电车的供电网提供。使用超级电容替代燃油的公交车噪音低、零排放，对环境无任何污染。

每辆公交车使用27箱超级电容，每箱由18或者14节单体电容构成。总电压可以达到500~600V，工作时最大放电电流可达到300A。

超级电容监测系统简介

由于一辆公交车使用的超级电容数量庞大，在长期运行过程中难免会有损坏或者其它异常现象发生，为保证车辆及乘客人身安全，必须使用专用的监测系统对运行过程中的单体电压、温度、总电压、总电流等参数进行实时监控。

超级电容监测系统主要由主节点与子节点构成。主节点监测超级电容总电压、总电流，控制报警、制冷空调继电器等，同时承担网关作用，实现电容系统J1939网络到整车J1939网络的通讯转换；子节点用于监测每箱电容的单体电压和表面温度，通过J1939总线上传数据至主节点；与整车仪表的通信由主节点上的另一路J1939总线接口完成。系统组成框图如图1所示。

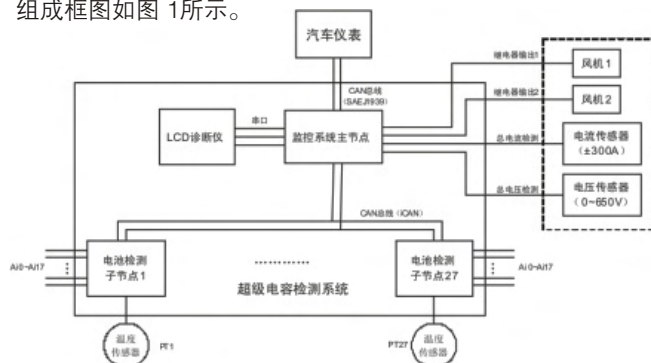


图1 超级电容监测系统组成框图

SAE J1939总线介绍

CAN规范只包括了物理层和数据链路层，是一个可以封装在通信控制器集成电路芯片内部的规范。J1939协议由美国SAE（Society of Automotive Engineer）组织维护和推广。J1939/7x定义了标准的汽车内信息和诊断信息和数据类型：数据的范围，数据重复率等，以及相应的参数组号码，它们确定各自的信息标识符。此外J1939还定义了信息映射如何到参数组CAN数据区。

SAE J1939以CAN为基础，其物理层和数据链路层基本上沿用了CAN规范，并增加了网络层、应用层和网络管理规范。

SAE J1939目前已经发布的规范如下：

- ◎ J1939/01 卡车、公共汽车控制与通信网络
- ◎ J1939/12 物理层，250Kbps，四线双绞线
- ◎ J1939/13 物理层，诊断连接器
- ◎ J1939/31 网络层
- ◎ J1939/71 车辆应用层
- ◎ J1939/72 虚拟终端应用层
- ◎ J1939/73 应用层—诊断
- ◎ J1939/81 J1939网络管理协议

物理连接与网络拓扑：

总线由CAN-H、CAN-L、CAN-SHLD导线组成；CAN-H为黄色、CAN-L为绿色。网段由屏蔽双绞线对组成，允许用分支短线将每个ECU连接到总线上，不要求每个ECU直接接入总线。根据现有规范对电气参数的规定，在一个给定的网段上，ECU的最大数量被限制为30，网段以250 Kbps的数据传输速率运行。J1939网络可以由一个或多个网段组成，网段间由网络互连ECU(如网桥)连接。

目前，随着汽车电子行业在国内的兴起，J1939在国内也进入了研究开发阶段。将来可以用于实现基于J1939汽车控制仪表、控制模块等汽车电子设备的国产化。

主节点设计

在超级电容监测系统中，主节点主要完成总电压、总电流的测量，控制报警信号、制冷空调的开停，以及电容系统J1939通讯网络与车载仪表J1939通讯网络的网关转换，同时通过Modbus接口与故障诊断仪通讯，实时显示系统工作状态，保存各种参数设置等。

1. 主节点硬件设计

主节点硬件结构框图如图 2所示，节点由CPU（LPC2368）、模拟采集电路、双路隔离CAN总线接口、RS232通讯接口、4路继电器接口和隔离电源组成。

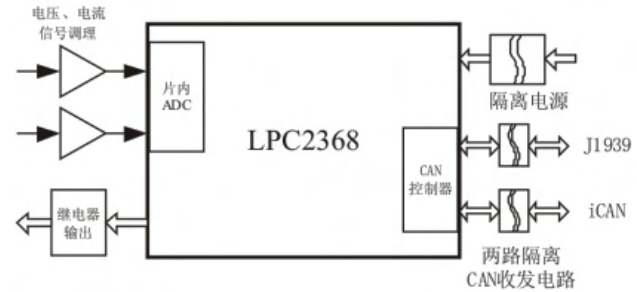


图 2 主节点硬件结构框图

LPC2368是NXP公司最新23系列ARM7微控制器中的一款芯片，其功能强大且性价比高。在LQFP100脚的封装内集成了10/100 Ethernet、全速（12Mbps）USB 2.0和CAN 2.0B，具有高达512KB的ISP/IAP Flash、58KB的SRAM、10位A/D和D/A转换器和一个RC振荡器。

模拟部分电路根据电动汽车的实际情况，总电压测量范围为直流0~650V，总电流测量范围为-300V~+300V。通过前端信号调理获得0~2500mV范围的电压信号供CPU片内10位ADC转换成测量结果。

在本系统中利用LPC2368内部集成的双路CAN控制器来完成监测系统与仪表通信中的CAN bus协议转换；RS232接口用于与LCD故障诊断仪的Modbus通讯；主节点还具有多路继电器输出和数字量输入功能，用于完成系统报警、制冷空调启停等功能。

2. 主节点软件设计

主节点的软件设计主要工作是作为J1939通讯网关完成数据的处理与转发，同时还要完成ADC数据采集、处理，以及各种系统参数的配置、保存、报警处理等。

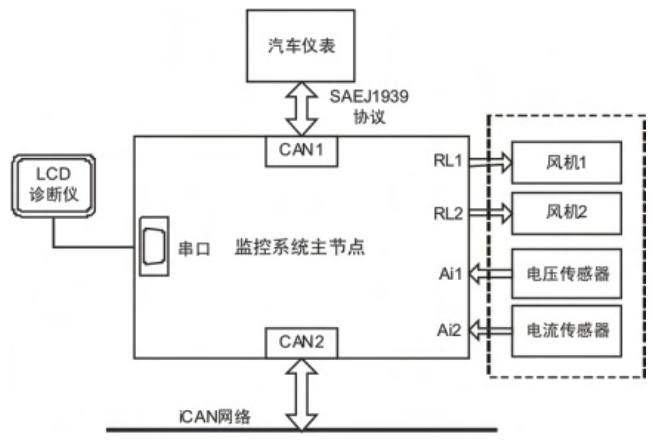


图 3 监测系统结构示意图

a) J1939网关数据转发

在超级电容车检测系统中，电容系统内部的J1939网络实现主节点与子节点的通讯，采集18箱电容单体电压、温度数据。而整车J1939网络完成与电车仪表的通讯，将电容系统采集到的数据传输到电车仪表去显示，其结构如图 3所示。

B) ADC数据采集

LPC2368片内ADC具有10位转换精度，转换时间为2.44 μS，完全可以满足总电压、总电流要求1%的测量精度。

将采样到的数据ui1, ui2, ui3, ……，ui200进行200次简单取平均值处理，即可获得很稳定的测量结果Ui。

$$U_i = (u_{i1} + u_{i2} + u_{i3} + \dots + u_{i200}) / 200$$

c)系统参数配置

由于部分系统配置参数，如报警电压、电流、电容类型等需要动态修改并保存，在该主节点的设计中利用了LPC2368的IAP功能，将配置参数保存在芯片的片内Flash中，可以省去外置E2PROM，且几乎不受容量限制。

LCD故障诊断仪

LCD故障诊断仪提供给维护人员使用，采用320×240单色触摸屏，用于查看系统运行的各种状态，并完成参数的设置。图 4中所示分别是诊断仪在显示总电压/总电流、单体电压、配置参数和设置密码页的部分运行画面。





图4 诊断仪部分运行画面

子节点设计

子节点的任务是实时监测每箱电容的单体电压和表面温度，并通过J1939网络上传至系统主节点。

1. 子节点硬件构成

子节点组成如图5所示，由前端单体电压采集电路、温度采集电路、MCU和隔离CAN收发电路组成。前端单体电压采集电路部分通过切换开关将18节串联在一起的单体电容电压采集至ADC，转换成数字量后送至MCU处理。

温度采集使用数字温度传感器DS18B20，可以达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 精度和 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 的超宽工作温度范围，完全可以满足公交车使用环境要求。

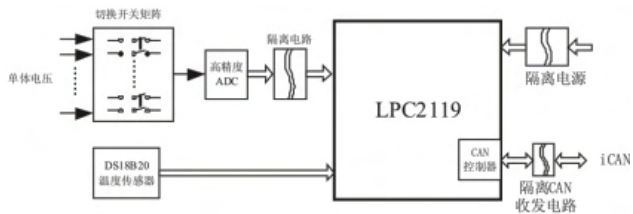


图5 子节点硬件结构框图

2. 子节点软件设计

子节点的软件功能相对简单，只需轮询电压监测和温度测量，再响应主节点的请求，发送对应的数据J1939 CAN报文上传数据至主节点。子节点的程序流程图如图6所示，实际的系统中由于采用 $\mu\text{C/OS-II}$ 实时操作系统，程序的执行与图中所示略有区别。

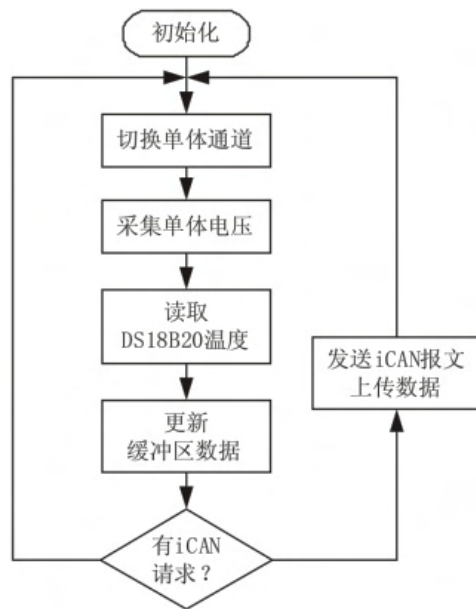


图6 子节点程序流程图

结束语

本文介绍了超级电容公交车的构成、SAE J1939总线的特点、超级电容监测系统主节点和子节点软硬件设计方法、以及J1939网关的实现。使用J1939线技术的公交车超级电容监测系统目前已经进入商用阶段，成功运用于超级电容环保公交车系统。

基于J1939总线的超级电容监测系统具有一定的平台通用性，通过对J1939协议的研究与应用，可以推动汽车电子设备的国产化发展，同时该系统也可以应用于其他行业电池系统的监控，具有一定的推广价值。

iCAN系统在DC-DC模块测试中的应用

CAN-bus总线简介

CAN-bus 总线是国际上应用最广泛的现场总线之一，最初被设计用作汽车电子控制单元（ECU：Electric Control Unit）的串行数据传输网络，现已被广泛应用于欧洲的中高档汽车中。近几年来，由于CAN-bus 总线极高的可靠性、实时性，CAN-bus 总线开始进入中国各个行业的数据通讯应用，并于2002 年被确定为电力通讯产品领域的国家标准。

CAN-bus 网络使用普通双绞线作为传输介质，采用直线拓扑结构，单条网络线路至少可连接110 个节点，当通讯距离不超过40米时，数据传输速率可达1Mbps，最远通讯距离可达10公里(使用标准CAN 收发器PCA82C250/251 芯片)。

CAN-bus 网络为多主结构网络，根据信息帧优先级进行总线访问，大大提高了系统的性能；CAN总线采用短帧报文结构，实时性好，并具有完善的数据校验、错误处理以及检错机制，此外CAN总线节点在严重错误下会自动脱离总线，对总线通讯没有影响。CAN-bus 网络中，数据收发、硬件检错均由CAN 控制器硬件完成，大大增强了CAN-bus 网络的抗电磁干扰能力。

CAN-bus 总线的适用范围：可适用于节点数目很多，传输距离在10 公里以内，安全性要求高的场合；也可适用于对实时性、安全性要求十分严格的机械控制网络。

目前，国内的汽车、电梯行业已是CAN-bus 应用的典型领域，工业控制、智能楼宇、煤矿设备等行业也得到了广泛的应用。

MCGS系统介绍

1. MCGS软件简介

MCGS(Monitor and Control Generated System，通用监控系统)是一套用于快速构造和生成计算机监控系统的组态软件，它能够在基于Microsoft(各种32位Windows平台)上运行，通过对现场数据的采集处理，以动画显示、报警处理、流程控制、实时曲线、历史曲线和报表输出等多种方式用来解决实际工程问题的方案。它充分利用了Windows图形功能完备、界面一致性好、易学易用的特点，比以往使用转用机开发的工业控制系统更具有通用性，在自动化领域有着更广泛的应用。

2. MCGS的主要特点和基本功能

- ◎ 简单灵活的可视化操作界面。
- ◎ 实时性强、良好的并行处理能力。
- ◎ 丰富、生动的多媒体画面。
- ◎ 开放式结构，广泛的数据获取和强大的数据处理功能。
- ◎ 完善的安全机制。
- ◎ 强大的网络功能。
- ◎ 多样化的报警功能。
- ◎ 实时数据库为用户分步组态提供极大方便。
- ◎ 支持多种硬件设备，实现“设备无关”。
- ◎ 方便控制复杂的运行流程。
- ◎ 良好的可维护性和可扩充性。
- ◎ 用数据库来管理数据存储，系统可靠性高。
- ◎ 设立对象元件库，组态工作简单。
- ◎ 实现对工控系统的分布式控制和管理。

DC-DC电源模块参数的测试

1. 部分参数说明

(1) 效率：

标称输入和额定负载下输出功率与输入功率的比值。

计算公式：

$$\eta = \frac{I_{OUT} \cdot V_{OUT}}{I_{IN} \cdot V_{IN}} \times 100\%$$

(2) 输出电压精度：

实际输出电压与标称值的差比上标称值。

$$V_a = \frac{V_{OUT} - V_{STAN}}{V_{STAN}} \times 100\%$$

(3) 线性电压调节率：

输入电压为额定值，负载为满载时在允许变化范围内调节输入电压，测量输出电压的最大值与最小值之差的比。

$$V_{LINEREG} = \left| \frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \right|$$

(4) 负载调节率：

输入电压为额定值时，负载电流从零变化到最大时，输出电压的最大相对变化量。

$$V_{LOADREG} = \frac{V_{L1} - V_{L2}}{V_{STAN}} \times 100\%$$

2. 测试方法

上述的参数我们按照安规中的开关电源测试规范测试。除此之外，我们还需向用户提供某些参数的曲线图。当被测参数有一个或多个在某范围连续变化时需要记录多个数据，然后绘制成曲线。这种传统的测试方法非常烦琐，特别在数据量比较大而测试时间又很长的时候。

例如在测试模块工作温度适应性的时候，通常需要测试的参数有，输入电压，输出电压及工作的环境温度。测试时间长达几个小时甚至更长。而在现有的设备条件下。传统的测试方法无法知道模块的输出如何变化。而通常模块在不同的温度下其带负载的能力是不一样的，即使是输出稳压的模块，其输出电压在不同的温度下出会有不同的值。产品在某个温度内其输出特性不能满足设计要求，用这样的测试方法是无法测出实验结果的。而如果采用iCAN系统测试并记录数据。则能得到更多宝贵的测试数据。该系统使用了iCNA数据采集模块对模块的输出电压和测试温度进行采样，通过USBCNA将数据送到PC机，而在PC机上使用组态软件通过OPC接口与iCAN系统通信。该系统将采集数据以曲线的形式在用户界面上画出，并将数据实时保存到数据库。

传统测试方法的缺点

- ⊙ 无法获得更详细的测试数据；
- ⊙ 测试数据无法保存；
- ⊙ 无法直观的测出模块的输出参数的变化；
- ⊙ 如果模块有问题，很难定位故障原因所在；
- ⊙ 需要测试人员一刻不离的观察。
- ⊙ 采用iCAN系统测试的优点
- ⊙ 可以获得很详细的测试数据(包括温度，电压及电流)；

应用实例：DC-DC模块温度适应性测试记录系统

DC-DC模块的工作温度是DC-DC模块的一个重要技术指标，它表明了该DC-DC模块能在什么温度范围内可靠的工作。其结果决定了模块的温度等级。测试时间长达十几小时。需要测试的数据有测试环境温度，模块输入电压，输出电压，输出电流（使用恒电阻负载转化为电流）。

1. 解决方案

该温度适应性测试记录系统的CAN-bus解决方案为：

系统采用一块USB CAN2双路CAN分析仪、若干个iCAN-4017 AI功能模块以及一个iCAN-5303 3通道热电阻功能模块：

- ⊙ 数据实时保存，过后可调出分析；
- ⊙ 数据以曲线在PC机界面上显示，很直观的看出模块的变化以及不同模块性能的差别；
- ⊙ 对于出现问题的模块很容易定出问题和解决方案；
- ⊙ 无需测试人员守在现场。

3. iCAN功能模块

表 3.1 iCAN功能模块型号

iCAN 功能模块型号	功能说明
iCAN-4050 DI/DO 功能模块	8 通道数字量输入 8 通道数字量输出
iCAN-4017 AI 功能模块	8 通道 16bit 模拟量输入
iCAN-4400 AO 功能模块	4 通道 12bit 模拟量输出
iCAN-5300 RTD 功能模块	3 通道热电阻输入
iCAN-6200 Thermocouple 功能模块	2 通道热电偶输入
iCAN-2404 Relay 功能模块	4 通道继电器输出
iCAN-7080 COUNTER 功能模块	4 通道计数器输入
iCAN-8400 PWM 功能模块	4 通道 PWM 输出

iCAN系列功能模块针对工业应用设计，适用于各种工业控制领域。iCAN系列功能模块通过隔离电源供电，在模块内部输入输出单元与控制单元之间采用光电隔离，并对输入信号采取滤波措施，极大地降低了工业现场干扰对模块正常运行的影响，使模块具有良好的可靠性，完全符合工业应用的需要。此外iCAN系列功能模块采用表面安装工艺，大大提高了系统在恶劣环境中使用的可靠性。

iCAN系列功能模块的底座上配有导轨架，可以直接安装在标准的DIN导轨上，用户也可以采用其它简便的安装方式。

iCAN系列功能模块包括多种产品，如开关量输入模块、继电器输出模块、模拟量输入模块、模拟量输出模块、温度测量模块等，用户可根据需要选用或者定制合适的iCAN功能模块。

- ⊙ 采用iCAN-4017 AI功能模块的模拟量输入通道用于采集被测模块的输出电压及电流（在恒电阻负载转换为电压）、模块的输入电压；
- ⊙ 采用iCAN-5303 3通道热电阻功能模块采集测试环境的温度；
- ⊙ 采用USB CAN2双路CAN作为CAN网络主控设备，实现对于数据采集模块的管理。
- ⊙ 采用MCGS组态软件对采集的数据存储和处理，将数据以曲线形式在PC机是实时显示。

DC-DC温度适应性测试记录系统示意图如下图 4.1所示：

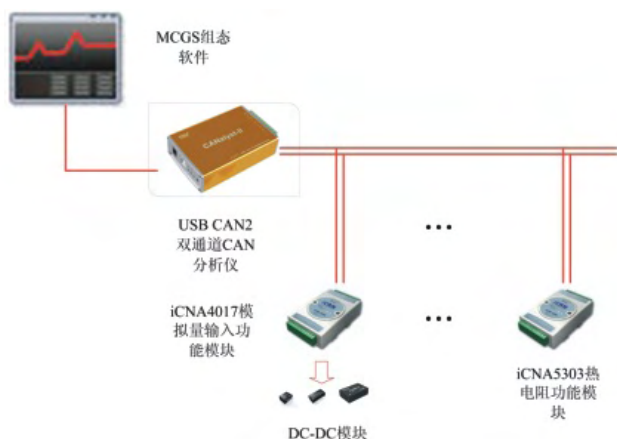


图 4.1 DC-DC测试适应性测试记录系统原理图

◎ 组态软件与iCAN系统通信

组态软件通过OPC接口与iCAN系统通信。iCAN系统中的每一个被测信号和被控信号都映射到OPC服务器中。组态软件连接到OPC服务器，将iCAN系统中的被测和被控信号映射成一个变量。在组态软件中，对这些变量的操作等同于对iCAN系统中被测和被控信号的操作。如图 4.2所示。

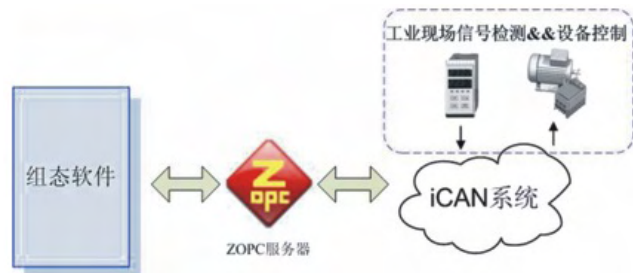


图 4.2 组态软件与iCNA系统的连接

◎ 方案的特点

通过CAN-bus总线实现对各种测试数据的采集，使得系统十分容易构建，布线安装十分方便；同时系统抗干扰能力强、可靠性高、实时响应性好。同时数据被组态软件实时保存到数据库中，使整个测试过程实现自动化，只需启动iCAN系统和组态软件即可自动测试。测试完成后，工程师只要将数据库的数据调出来分析，便可轻而易举的找到问题的解决方案。

系统测试的数据曲线如图 4.3所示。



图 4.3 测试曲线图

CTM 系列隔离 CAN 收发器芯片

独特创新价值 惊喜让您心动

标准 CAN 收发器
+
超强电源隔离
高速信号隔离
TVS 总线保护

将干扰拒之城外，让 CAN 总线产品“固若金汤”

EPC-8600工控机主板在舞台灯光控制中的应用

适用范围

该应用笔记适用于广州致远电子有限公司的EPC-8000系列嵌入式工控机主板上带RS-485总线接口的工控机主板，如EPC-8600、EPCM-8960等。

该应用笔记同时也适用于广州致远电子有限公司的EPC-8000系列嵌入式工控机主板上带PC/104扩展总线接口的工控机主板，(需扩展RS-485 PC/104模块)。如EPC-8000、EPC-8900等。

原理概述

1. 背景

现代的舞台灯光系统，设计者对舞台灯光提出了一个新的管理理念——统一管理，集中控制。就是把多台功能效果各异的数字灯光设备连接起来由一部数字调光台控制。譬如把数字调光硅箱、数字换色器、电脑效果灯、电脑换色灯、数字烟机、数字泡泡机等统统连接到一个电脑控制台上，由一位灯光师来控制。

然而灯光控制系统并非灯光工程系统，它主要包括调光台、调光立柜或调光硅箱、换色器、功率放大器等指挥灯具按信号指令产生上、下、左、右、旋转动作以及光线按信号指令发生强、弱、明、暗，色彩，图案变化的多种光控设备的配接。它的安全可靠性将直接导致晚会能否正常顺利进行。灯光控制系统一旦出现故障，演出将无法进行，如若导致现场一片漆黑，后果将是灾难性的。我们所做的一切都将前功尽弃，所有的努力也都负之东流。可以说，灯光控制系统是影视舞台文艺演出的命脉，它的安全性能是否可靠，是文艺演出和演出现场成败与安全的根本保证。

因此，要设计稳定可靠的舞台调光系统，不仅需要高亮度高稳定性的舞台灯，更需要一个运行稳定可靠控制系统。

2. 对控制台的要求

首先，要求控制台要能够稳定可靠地长期运行。并尽可能地降低运行功耗，在此基础上，还要求控制系统有良好的总线接入能力，最好能直接连接目前流行的DMX512灯光控制协议(要求具备RS-485总线接口)，再次是要求它能有一个优秀的人机界面，以方便操作人员对灯光进行调节并及时了解到舞台灯光的效果。在适当的时候，还能输出一些错误或提示信息，以提示出现的错误或指导调光师进行正确的操作。再次就是要求控制系统有一定的数据转移能力，以方便

调光师能将保存好的调光数据方便转移到另一个类似的灯光系统中。减少系统调试时间。最后，就是要考虑系统应该要具备一些可扩展性。为以后的扩展应用打下基础。

3. 应用方案

该方案使用EPC-8600嵌入式工控机主板作为舞台灯光控制的控制中心，EPC-8600嵌入式工控机主板使用PXA270嵌入式CPU作核心，具有运行稳定可靠，功耗低等特点。板载两路RS-485接口，可以方便地与当前流行的DMX512灯光控制协议相连，且板载LCD液晶接口，方便实现人机交互。加上预装的Windows CE操作系统，编写用户界面方便快捷。

板载的声卡可对操作人员播放错误信息和提示性的语音信息。减少调光师在操作中的错误。而数字I/O接口可用来控制/指示主要灯光的状态，确保关键灯光控制的正确性。板载的CF卡接口可以将调试好的灯光控制信息保存下来，方便地转移到另一个同类型的灯光控制系统中，加快系统调试过程。

另外，该方案还为以后的扩展应用打下了基础，板载的PC/104扩展总线为以后的扩展应用留下了足够的空间。

4. 系统结构

该应用方案的系统结构如图4.1所示。该系统中，使用EPC-8600板载的两路RS-485总线接口连接位于舞台上的各种灯光，两路RS-485总线最多可以连接64个灯具，这对于一般有舞台灯光控制来说，能够充分满足节点数的要求，而对于更大型的舞台灯光控制系统，可以通过增加RS-485的PC/104扩展板卡来增加RS-485的节点数。

EPC-8600的LCD和触摸屏可以用作控制台的人机界面部分，可以使操作者方便地控制各灯光的亮度及角度等。

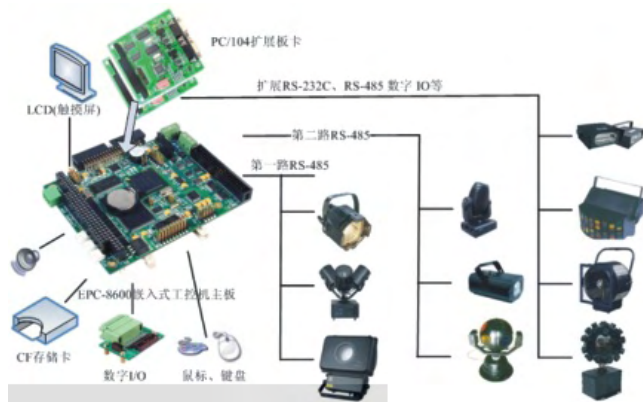


图 4.1 基于EPC-8600的舞台灯光控制系统结构图

开发环境

1. 硬件环境

本系统使用一台EPC-8600嵌入式工控机主板作为舞台灯光控制的控制中心。

● 控制主机

EPC-8600是由广州致远电子有限公司开发的EPC-8000系列工控机主板的一个型号，实物如图3.1所示。EPC-8600工控机主板基于XScale处理器，产品架构设计符合PC/104规范V2.5，具有丰富的资源、低功耗、高可靠性、接口有ESD保护等特点，预装正版Microsoft Windows CE 5.0或MontaVista Realtime Linux操作系统并提供所有板载外设驱动库，可通过本地(CF卡或U盘)或Internet远程升级Windows CE操作系统。

EPC-8600提供了一路10/100M自适应以太网接口和双路RS-485总线接口，可以在工业温度范围(-40℃~85℃)内稳定工作，可以满足各种条件苛刻工业应用，特别是在对通信有很高要求的领域，如在工业控制、现场通信、智能仪表、医疗仪器等领域中等到广泛应用。



图3.1 EPC-8600工控机主板实物图

● EPC-8600嵌入式工控机主板的主要特点

- ◎ CPU使用高性能的PXA270，工作频率高达416/520MHz。
- ◎ 板载两路RS-485接口，集成ModBus协议。
- ◎ 64MSDRAM/256M电子硬盘。
- ◎ LCD接口（最高可支持800X600）。
- ◎ 3路RS-232C接口。
- ◎ CF卡接口。
- ◎ 板载16路GPIO（8路输入、8路输出）。
- ◎ 集成AC97声卡。
- ◎ 10/100M自适应以太网。
- ◎ USB Host、USB Device接口。

- ◎ -40~+85℃工业级的工作温度。
- ◎ 多级看门狗：硬件看门狗监视操作系统运行，系统看门狗监视用户应用程序的运行。
- ◎ 预装正版操作系统,无需再购买操作系统的费用。
- ◎ 用户应用程序可加密,有效防止盗版。
- ◎ 多种选配件,功能扩展灵活多样。
- ◎ 单5V电源供电,典型电流值仅550mA。

2. 软件环境

本系统软件使用eMbedded Visual C++ 4.0集成开发环境开发，并运行在EPC-8000系列工控机主板的Windows CE 5.0系统上。其中，EPC-8600嵌入式工控机主板已经提供了Windows CE系统下的RS-485驱动。

技术实现

1. 解决方案

本文的舞台灯光控制系统的解决方案采用一块EPC-8600工控机主板作为控制主机，利用EPC-8600板载的RS-485总线接口连接各种舞台灯光。将EPC-8600的LCD和触摸屏等用作舞台灯光控制系统的人机界面部分，实现一个调光师轻松控制多台灯光。并能对灯光进行智能场景控制。

2. 系统软件

舞台灯光控制系统控制软件采用eMbedded Visual C++ 4.0开发，运行在EPC-8600工控机主板的Windows CE 5.0系统上。该软件通过RS-485总线把各个舞台灯连接到EPC-8600嵌入式工控机主板上，用EPC-8600的LCD及触摸屏作为控制系统的人机界面部分，可以用来监视各灯光的亮度及角度，并能给出一个效果图，通过触摸屏，灯光师还能对灯光的角度及亮度进行调整，产生强、弱、明、暗，色彩，图案变化的多种舞台灯光效果。

3. 结论

本文的舞台灯光控制系统通过RS-485总线实现对各舞台灯光角度、亮度等进行控制，使得系统十分容易构建，布线安装十分方便，同时系统抗干扰能力强，可靠性高。由于EPC-8600良好的可扩展性。使得整个系统具有良好的可扩展性，能够根据需要灵活地调整或扩展灯光数量；EPC-8000系列工控机软硬件资源丰富、低功耗、高可靠性和具有多种通信接口等优点，使系统的使用、维护更加灵活和方便，也使系统便于和别的系统融合到一起。

NDAM系列I/O模块在工厂自动化中的应用

现代工厂向着综合自动化系统的方向发展，其控制涉及从底层现场设备到上层管理各个方面。如何以经济指标为目标，以生产过程优化运行、优化控制与优化管理为核心技术，实现在线成本的预测、控制和校正，形成以生产成本为控制中心，保证生产过程的优化运行，实现生产安全的优化调度、统一指挥和生产过程的质量跟踪、安全监控，形成质量管理体系和设备保证体系是综合自动化的目标。

在互联网时代，以太网技术在工厂综合自动化解决方案中起到了至关重要的杠杆作用。通过以太网，可以将工厂的底层现场设备和上层管理有机地组成一个完整的系统，改变了过去生产管理和现场相互隔离的状况，使工业现场的各个生产环节和生产参数一览无余的展现在管理者的面前。

全新设计的NDAM以太网I/O模块，采用统一的组件，可以根据不同的现场情况提供不同的采集和控制模块，将以太网延伸到工业现场的最底层，为工厂综合自动化提供了经济可行的解决方案。

进行连接。

通过以太网，中心控制室对现场的数据进行实时监控，随时了解现场的情况，并对整个工厂的运行进行调度控制。在远方的办公室，也可以通过以太网随时了解工厂的运行情况，随时根据现场情况进行生产管理。

推荐产品

NDAM系列以太网数据采集控制模块可以通过以太网实现对现场各种传感器的数据采集和设备的远程控制，是新一代基于网络通讯的刀片式数据采集控制系统。采用积木化结构，简单、灵活，通讯模块和各种数据采集控制模块自由组合，应对各种现场应用，如图1所示。

NDAM系统采用标准的Modbus/TCP协议，兼容大多数的PAC和PLC系统。



图1 NDAM产品外形图

模块组成

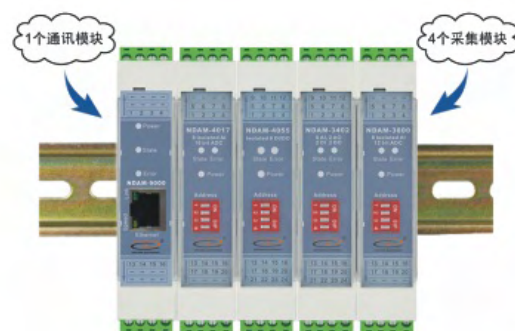
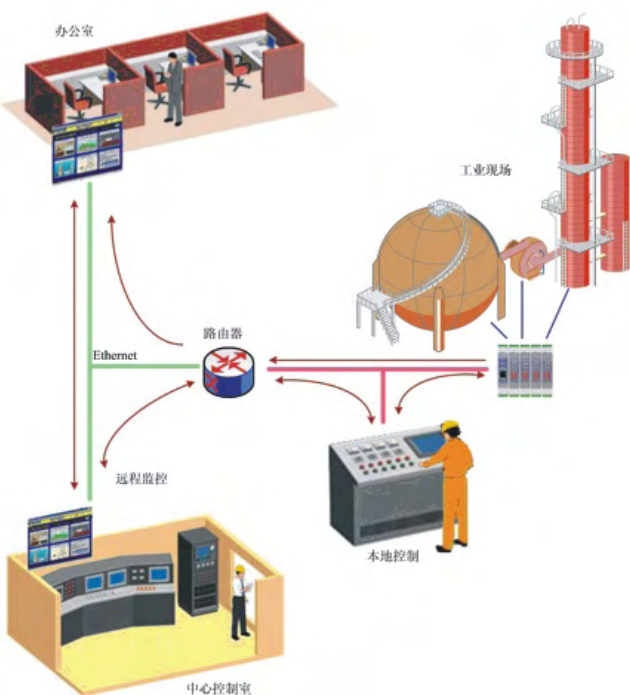


图2 NDAM模块组成示意图



在图示的系统中，NDAM模块在现场进行数据采集，采集的数据发送给本地的控制器进行控制算法处理，本地控制器对现场数据进行处理后又通过NDAM系列模块进行控制。它们之间通过以太网

NDAM的模块分为通讯模块和采集模块两大类。通讯模块可选以太网、或RS-485/422/232等通讯方式。1个通讯模块最多可与8个采集模块组合，组合之后成为1个分布式采集终端。图2所示的就是，1个以太网通讯模块与4个采集模块组合。

产品特点

- 模块化结构，便于安装、使用和维护；
- 模块内部使用32位ARM处理器、嵌入式实时操作系统，保障模块快速且可靠地工作；
- 可以通过以太网、CAN-bus或RS-485/RS-422/RS-232等实现数据采集和远程控制；
- 标准Modbus协议，兼容大多数的PAC和PLC系统；
- 提供Windows操作系统DLL动态链接库，支持二次开发；
- 提供OPC服务器，支持组态环境开发；
- 安装方式：标准DIN导轨安装；
- 支持远程升级

通讯模块	
NDAM-9000	以太网通讯模块
NDAM-9010	RS-485/RS-422/RS-232 通讯模块
数字输入/输出模块	
NDAM-4055	8 路数字量输入，8 路数字量输出，电气隔离
NDAM-1804	12 路数字量输入，电气隔离，通道间隔离
继电器输出模块	
NDAM-2808	8 路继电器输出
模拟输入/输出模块	
NDAM-4017	6 路差分及 2 路单端模拟量输入，16 位 ADC，电气隔离
NDAM-3800	8 路差分模拟量输入，12 位 ADC，电气隔离
模拟输出模块	
NDAM-4400	4 路模拟量输出，12 位 DAC，电气隔离
模拟量输入/输出模块	
NDAM-3412	应变片测量模块，4 路差分模拟量输入，1 路模拟量输出，4 路数字量输出，2 路数字量输入，电气隔离
热电阻输入模块	
NDAM-5508	5 路热电阻输入，8 路数字量输出，电气隔离
热电偶输入模块	
NDAM-6608	6 路热电偶输入，8 路数字量输出，电气隔离
计数/测频模块	
NDAM-7204	计数/测频模块，2 路隔离输入或 2 路可编程门限输入（可配置），32 位计数器，4 路数字量输出



以太网接入式CAN总线冗余方案

应用需求

CAN总线通讯方式作为一种技术先进、可靠性高、功能完善的通讯控制方式，已被广泛应用到各个自动化控制系统中。例如，在自动控制、智能大厦、电力系统、安防监控等领域，CAN-bus都具有不可比拟的优越性。而以太网作为全球泛网标准，同样也深入应用到了各个领域。建立CAN-bus现场总线和以太网两层网络系统，既能保证工业现场数据的可靠实时传输，又能满足数据信息的分析、记录、管理以及远程共享管理，是目前跨地区大型分布式监控网络系统的首选通信架构。

CAN总线协议是典型的现场总线，虽然本身有很强的检错纠错能力，但是在一些恶劣的应用环境下特别是在工业控制现场中，通讯线路受到拉、压、砸、挤现象会经常出现，从而导致线路的连接断开，传输介质的损坏，甚至是总线驱动器或控制器的损坏，最终影响CAN总线的正常通讯，影响整个的系统正常工作。

目前解决这一问题的有效方法就是设计冗余的CAN总线结构，每路总线都有独立收发器和独立的通讯线路。当其中工作的CAN总线出现故障时，马上切换到另一路CAN总线，以保证通讯的正常进行。

传统解决方案

CAN-bus&Ethernet通讯网络中，传统的CAN总线冗余需要两个或两个以上CANET设备（实现CAN总线数据和Ethernet数据双向透明转换设备），其网络拓扑结构如图1所示。开机后，系统默认为其中一路CAN总线为工作状态，另一路为备份状态。服务器利用工作状态的CAN总线同现场设备进行通讯。通常情况下，服务器通过同现场设备的数据交换来判断CAN总线工作是否正常，如果服务器向现场设备请求数据时，没有收来自现场设备的数据，重试几次后，还是没有收到来自现场设备的数据。服务器就认为当前工作CAN总线出现故障，从而进行CANET设备的切换，利用另一路CAN总线继续通讯。

这种方案从总线出现故障到切换总线需要较长的时间，在有的系统中其总线切换所需的时间长达数十秒，实时性太差，并且还可能会出现大量的数据丢失现象。在实际的应用中，受到较多的限制，并且服务器需要考虑故障的识别，设备的切换，丢失数据处理等意外情况，大大提高服务器软件编程的复杂度。

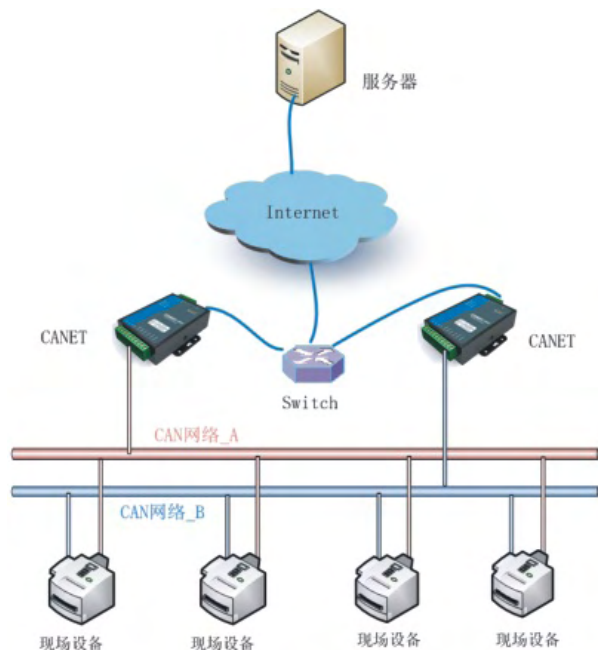


图1 传统的以太网接入式CAN总线冗余方案

推荐方案

致远电子推出的CANET-200T以太网CAN-bus转换器，在同一设备上集成两路CAN口，并且这两路CAN口可以通过配置使它们工作在冗余状态。利用它来实现CAN总线的冗余和以太网的接入十分方便、可靠，其拓扑结构如图2所示。

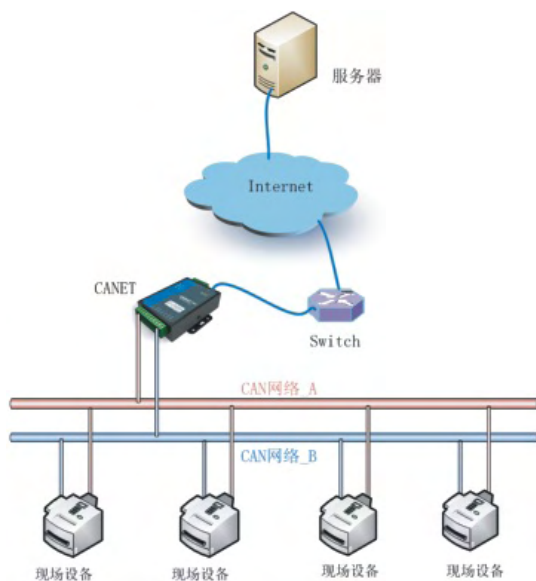


图2 推荐的以太网接入式CAN总线冗余方案

当CANET-200T工作在冗余模式时，默认其中一路CAN口为“活动CAN口”，利用该CAN口进行正常的数据收发，另一路为“监听CAN口”，监听该CAN口上的数据，以便在总线出现故障时，快速实现总线的切换。CANET-200T在两种情况下会自动进行总线切换，而不需要服务器的干预，大大减少上位机编程的复杂度。

- ◎ 当CANET-200T利用当前的“活动CAN口”发送数据时，出现数据发送不成功或总线关闭错误时，就认为当前通讯CAN总线出现故障，自动进行“活动CAN口”和“监听CAN口”的切换，并且没有被发送成功的数据会被自动重发。
- ◎ 当CANET-200T在其“监听CAN口”上收到数据时，就认为现场设备主动发现了“活动CAN口”所连接的总线出现故障，自动进行“活动CAN口”和“监听CAN口”的切换。

按此中方案设计的CAN-bus&Ethernet双层CAN冗余网络，相对传统方案有很多优点：

- ◎ 总线自愈速度快
CANET-200T主动通讯时能在毫秒级的时间范围内发现总线故障，自动进行总线切换。
- ◎ 数据完整性好
CANET-200T主动通讯时，当前工作总线出现故障，会在另一总线自动重发先前没有发送成功的数据
- ◎ 上位机编程简单
由于CANET-200T能够在出现故障时，自动进行总线切换，对于服务器而言就不需要考虑CAN总线冗余，大大减化了服务器编程。
- ◎ 可靠性高、成本低廉、安装方便
将两个CANET设备整合到一起，既提高了系统的可靠性、又节约采购运输成本，并且能减少布线，安装起来也方便很多。

CANET-200T档案

1. 概述

CANET-200T以太网-CAN转换器实现CAN-bus数据和Ethernet数据相互透明传输的功能，它内部集成了2路CAN-bus接口和1路Ethernet接口，并自带TCP/IP协议栈，用户利用它可以轻松完成CAN-bus网络和Ethernet网络的互

连互通，建立以太网-CAN两层网络架构，大大扩展CAN-bus网络的应用范围。CANET-200T为工业级产品，可以工作在-25℃~75℃的温度范围内。它具有10M/100M自适应以太网接口，CAN口通信最高波特率为1Mbps，具有TCP Server、TCP Client、UDP等多种工作模式，支持2个TCP连接或6个IP段，多达6×254个UDP“连接”，支持以太网冗余和CAN网络冗余。

用户可以通过配套的ZnetCom Utility配置软件，在计算机上对CANET-200T的各项参数进行配置，包括工作模式、工作端口、目标IP和端口、CAN通信波特率等参数均可方便设定。同时提供对CANET-200T的配置函数库和详细的配置库函数说明，方便用户应用。配置函数库支持在VC、VB、Delphi和C++ Builder四种开发环境下调用；支持在Windows98/ME/NT/2000/XP操作系统下调用。

2. 产品特性

- ◎ 支持静态或动态IP获取；
- ◎ 支持DNS，满足通过域名实现通讯的需求；
- ◎ 网络断开后自动恢复连接资源，可靠地建立TCP连接；
- ◎ TCP支持多连接，满足2个以内用户的同时管理一个串口设备；
- ◎ UDP方式下每个CAN口同时支持3个目标IP段，支持单机或多机通讯，最多可满足3×254个用户同时管理一个CAN设备；
- ◎ 支持协议包括ETHERNET、ARP、IP、ICMP、UDP、DHCP、DNS、TCP；
- ◎ 兼容SOCKET工作方式(TCP Server、TCP Client、UDP等)，上位机通讯软件编写遵从标准的SOCKET规则；
- ◎ 支持以太网冗余和两路CAN口冗余，网络接口提供2KV电磁隔离，CAN接口提供2.5KV电磁隔离，可以大大提高系统的可靠性；
- ◎ 灵活的CAN口数据分帧设置，满足用户各种分包需求
- ◎ 可使用Windows平台配置软件配置工作参数；
- ◎ 免费提供Windows平台配置软件函数库，包含简单易用的API函数库，方便用户编写自己的配置软件；
- ◎ 支持本地的系统固件升级；

多串口卡在POS系统上的应用

应用与需求

在当代，POS系统的应用是无处不在的，不管是银行办公还是超市收银，都能看到它们的身影，单独一个POS机工作的场合是很少的，很多时候都是几个甚至十几个POS机同时一起工作，这样，就涉及到多个独立的工作POS机之间怎么构成一个能互相通讯的POS系统，对每个POS机的管理，当然离不开上位机软件的设计，但作为最基本的通讯网络，如果不稳定的话，往往会造成通讯的阻塞，甚至数据的丢失，这对整个系统所造成的危害无疑是巨大的，在一般应用中，RS-485/422通讯模式，是经历了无数实际应用检验的、相对简单而有效的通讯模式，只需两线或者四线，就能保证通讯的正常进行。

方案介绍

以下是某公司POS系统的应用方案，每个收银机都预留有一个RS-485通讯接口，每个收银机无论何时，只要需要，都可以把本机当天的收银情况反馈给服务器进行数据备份、存储，然后做出汇总并核算当天的营业额情况。作为主机服务器，只需要一个具有RS-485电平协议的串口卡，而致远电子的PCI-1681B的多串口卡，就具有8个这样的RS-485接口，同一主机上，可以同时安装8个这样的串口卡，完全可以满足此类客户的需求。



要能保证数据传输的稳定和可靠，除了可以使用如MODENBUS协议外，最重要的还是选择一个能稳定工作的串口卡，如果硬件都不能稳定工作，那么软件的保证就显得过于苍白。我们都知道，对电子设备稳定性的威胁很大部分都来自于空气或者我们人体本身的静电，PIC-1681B多串口卡是在抗静电方面无疑是经得住考验的，我们以115200的波特率，正负10KV的接触电压进行测试，数据收发完成正常，不存在任何数据丢书或者串扰，而在同等条件下，在对某知

名品牌的同一产品做测试时，明显在10KV条件下出现数据丢失。

PCI-1681B档案

1. 概述

PCI-1681B工业PCI多串口卡提供有8个DB9格式的RS-485/422通讯端口，任一端口的通讯速率可高达921.64Kbps。同一PC可安装多达8块PCI-1681B工业PCI多串口卡。

多串口卡采用工业级设计，每一个通讯端口都集成防浪涌30KV ESD保护，保护设备在出现突波和浪涌时不被破坏；同时，集成高速电气隔离保护，隔离耐压DC 2500V，保护PC免受持续危险电压的损坏，并杜绝大地环流的产生。PCI-1681B工业PCI多串口卡采用SMT工艺，多层板技术，先进的生产流程，标准PCI短卡尺寸，是应用多串口通讯的可靠选择



2. 产品特性：

- ◎ 兼容PCI 2.2规范，即插即用；
- ◎ PCI 5V和3.3V接口兼容；
- ◎ 集成8个RS-485/422串行通讯端口；
- ◎ 采用EXAR 多串口驱动芯片；
- ◎ RS-485/422端口最高速率可达921.64Kbps；
- ◎ 每个端口提供128字节FIFO缓冲区；
- ◎ 增强的端口高速电气隔离保护；
- ◎ 电气隔离耐压：DC 2500V；
- ◎ 增强的30KV端口防浪涌ESD保护；
- ◎ 支持Windows 2000/XP/Vista系统；
- ◎ 工作温度：-40℃ ~ +85℃。

设备远程监控和网络配置方案

应用需求

对于电信设备、电视广播设备等行业设备，往往都分布的比较远，并且通讯不一定使用以太网接口，此时管理监控和配置这些设备必须靠本地的配置和管理，显得不是很方便。

需求分析

这些行业设备往往都安装在具有以太网的环境里（城市内部，一般在公司附近），因此为这些设备增加以太网接口就很容易接入到以太网，实现远程管理监控以及配置。

传统解决方案

过去，管理这些设备相当不便，需到现场进行配置管理，监控整个系统设备相当困难，并且出现问题后，发现和处理出现问题显得十分困难。

推荐方案

以太网已经成为使用最广泛和成熟的技术，为这些行业设备增加以太网接口，通过以太网来监控管理和配置这些设备显得十分方便。

自带TCP/IP协议栈的串口服务器，一端是传统的UART串行通信的TTL电平接口，一端是10/100M自适应网口，通过您的设备CPU的串行接口很容易的就实现了和远程监控中心的计算机之间通信，您可以方便将您的监控数据发往以太网同时也可方便的接收远程监控中心发下来的配置数据进行参数设置。

致远电子推出的ZNE系列嵌入式串口服务器，提供高可靠性的以太网通信，利用灵活的串口分帧技术实现双向透明传输，同时提供通用配置函数库，方便用户上位机二次开发。这样您的这些设备很容易的就可以增加以太网接口，实现远程监控和配置。

方案一：电信设备的远程管理

某城区需要安装数字电视广播系统，在电视广播设备中安装ZNE-100模块实现网络接口，通过以太网进行远程设备管理，实现远程监控和配置。这样使得系统管理方便并且可靠。如图1所示。

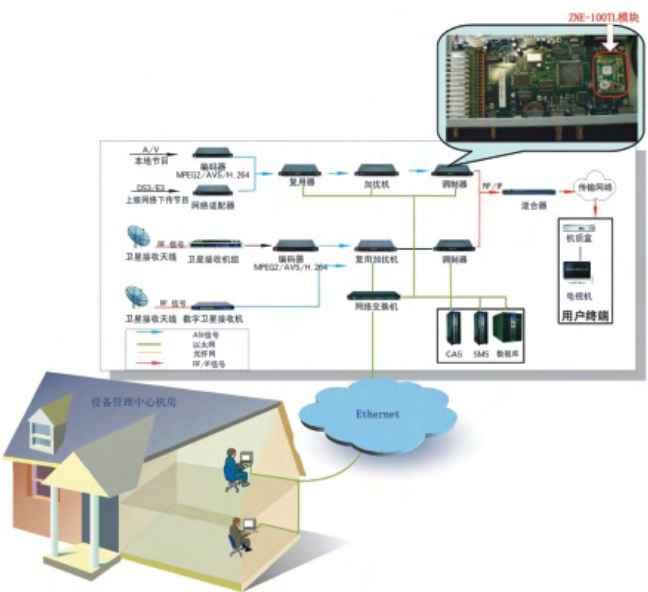


图 1 数字电视广播设备的远程管理方案

ZNE-100TL档案

1. 概述

ZNE-100TL 是广州致远电子有限公司开发的一款多功能型嵌入式以太网串口数据转换模块，它内部集成了TCP/IP协议栈，用户利用它可以轻松完成嵌入式设备的网络功能，节省人力物力和开发时间，使产品更快的投入市场，增强竞争力。

该模块集成10/100M 自适应以太网接口，串口通信最高波特率高达230.4Kbps,具有TCP Server, TCP Client, UDP 和 Real COM driver 等多种工作模式,支持最多四个连接,支持域名访问、心跳包检测、IP过滤等功能，同时支持多种配置方式，用户可方便的使用该模块为您的设备增加网络接口，实现远程通讯、配置和监控。

2. 规格参数

● 32 位ARM CPU

LAN

- ◎ 以太网:10 /100Mbps, Rj45
- ◎ 保护:内建2KV 浪涌保护 串口
- ◎ 信号类型:TTL: TXD、RXD、GND
- ◎ 校验:None,Even,Odd,Space,Mark
- ◎ 数据位:5, 6, 7, 8
- ◎ 停止位:1, 1.5, 2

- ◎ 流控:无
- ◎ 波特率:300bps 至230.4Kbps

软件

- ◎ 支持协议:ETHERNET、ARP、IP、ICMP、IGMP、UDP、TCP、HTTP、DHCP、DNS
- ◎ 工具软件:NetCom2 配置软件、ZNetCManage 虚拟串口服务器软件、TCP/UDP测试工具
- ◎ 配置方式:ZNETCOM2配置软件、WEB 浏览器、Windows 超级终端、Telnet、串口

电源

- ◎ 电源输入:5V DC 机械参数
- ◎ 尺寸 (W×D×H):44.5×31.7(mm) 环境
- ◎ 工作温度:0~65℃, 5~95%RH
- ◎ 存储温度:25~85℃, 5~95 % RH

方案二：数字电视广播设备的远程管理

在电信设备中安装IPort模块增加以太网接口，实现远程监控，通过观察与设置通讯设备的状态参数来管理网络设备，使得网络能够可靠运行。

IPort档案

1. 概述

IPort嵌入式串口设备联网服务器（专利产品）是具有RJ45的以太网串口转换模组，提供全面的网络解决方案，尺寸极小，比一般人拇指还小，只需极小的集成空间，仅用很简单的集成方式，就能为客户产品增加网络功能，帮助客户产品快速上市提升竞争力。



IPort嵌入式串口设备联网服务器

2. 产品特性

● 紧凑

- ◎ 尺寸(L×W×H): 33×16.8×14.6(mm);
- ◎ 内置完整TCP/IP协议栈，具备ZNE模块完全功能；
- ◎ 32位CPU，64KB RAM，以太网MAC+PHY。

● 快速

- ◎ 32位高速CPU,10/100M网口；
- ◎ 波特率在300bps~230.4kbps之间可任意设定；
- ◎ 最小串口分包间隔2ms。

● 方便易用

- ◎ 连接方便，只需要
- ◎ 内置WEB服务器，方便客户进行网页配置；
- ◎ 免费提供Windows平台配置软件函数库,包含简单易用的API函数库,方便用户编写自己的配置软件；
- ◎ 支持虚拟串口工作方式,提供WINDOWS虚拟串口驱动,让用户串口设备无缝升级至以太网通讯方式,无需修改原有串口软件。
- ◎ 支持本地和远程的系统固件升级；

● 安全

- ◎ 支持连接校验密码
- ◎ 支持先进的安全机制,防止未经授权者的非法访问,提供防火墙IP地址筛选,最多设置8个认证IP或IP段。

● 工业级

- ◎ 坚硬RJ45外壳；
- ◎ EMC测试达到IEC 61000-4-2 level-4
- ◎ 以太网端口的群脉冲等级达到IEC 61000-4-4 level-4；
- ◎ 工作温度：-25~75℃。

以太网标准测试

以太网组件在网络上协同工作，单个节点的性能也会很大程度的影响整个网络的性能，因此，网络产品需要根据其在7层网络模型中位置，进行严格的相应层级的测试，如交换机要做两层测试，路由器要做三层测试。

几乎所有正规的以太网产品都必须经过数据链路层和物理层测试，但是详细的测试原理解析和实际操作介绍比较少看到，为此，本文通过详细的介绍物理层的一致性测试，以及二层数据链路层测试，为大家解开网络产品测试的神秘面纱。

以太网物理层一致性测试介绍

引言

随着计算机网络通信技术的发展，以太网已经在各个领域得到广泛的应用，成为全球通讯技术的主流。

符合规范的网络产品必须要满足网络一致性（Compliance）的测试，这些测试包括设备输出的波形（数据波形，协商连接脉冲波形，空闲波形，帧结束波形等）和时序是否满足国际标准IEEE802.3的要求。

网络设备连入网络后，需要与网络中的其他设备协同工作，网络设备的一致性将会影响到整个网络系统的运行效率。通常情况下，以太网网络设备的一致性差错通常不容易表现出来，基本上可以被更上层的协议差错控制机制自动校正。以太网网络设备一致性差错至多是影响网络的运行效率，而在以交换机、路由器环境（共享带宽）或网络负载较低时，这种效率的下降更不容易被用户感知。然而在某些特殊的场合，比如以太网网段接近100米或网络负载过重时，网络设备一致性差错对网络效率的影响就很突出。

网络设备的一致性在某些场合直接影响到网络设备的可靠性和标准性，特别是在工业现场控制场合，实验室环境下测试都不能严格满足标准的产品，更加难以在有干扰源的工业现场使用。同时，即使有上层协议的差错控制，其产生的延时也是工业控制要求的实时性所不能接受的。

为了提高整个以太网的运行效率和网络设备的可靠性，网络设备接口物理层特性的一致性测试就显得特别重要。

测试规范简介

以太网物理层一致性测试参照了IEEE802.3国际标准，主要描述了ISO网络模型中底层的数据链路层和物理层的原理、构成、测试方法和参数规范，各大测试机构在根据此标准，制定出满足测试规范的软硬件系统，这些机构包括各种实验室，如InterOperability Lab实验室（制定测试规范《Fast Ethernet consortium PMD Test Suite》），以及各大测试厂商（安捷伦，力科，泰克等）。

以太网一层测试规范分为信号输出测试部分和信号输入测试部分。信号输出测试部分有：差模输出电压测试、上升下降时间测试、占空比失真测试、发送抖动测试、波形过冲测试等。信号输入测试部分有差分输入电阻测试、自适应均衡测试、基线漂移测试等。



测试设备介绍

测试设备使用美国力科公司发布的WavePro 7100数字存储示波器。该WavePro 7100示波器配备了Window XP操作系统，提供了精密的分析能力，内置抖动和定时测量、X-Stream创新技术、独特的波形分析能力。示波器带宽高达1G，所有通道上10GS/s的单次取样速率（最大20G/s），每通道2Mpts存储，最高可达48 Mpts存储。

为配合以太网一致性测试，力科公司还根据网络设备客户需要，发布了专门针对以太网测试的测试组件，包括硬件测试板和配套的QualiPHY_ENET全自动测试软件，一致性测试一旦进入全自动测试阶段，标准化和可操作性都大大增强。

致远电子为研发测试配备了WavePro 7100和以太网测试相关套件，以保证给客户id提供满足国际一致性标准的网络产品。



图 1.1 WavePro 7100及以太网一致性测试套件

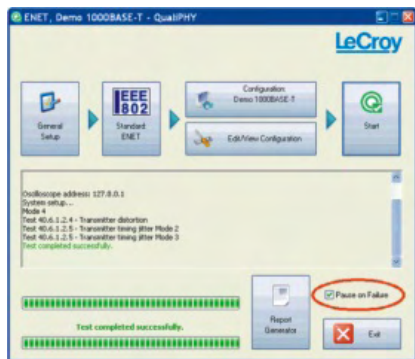


图 1.2 QualiPHY_ENET全自动测试界面

测试内容

1. 10Base-T测试

IEEE 802.3标准是目前以太网行业产品的国际标准，在网络的底层，由数据链路层和物理层构成以太网的物理层，其中，物理层在10M标准中，分为PLS，PMA和MEDIUM三层。

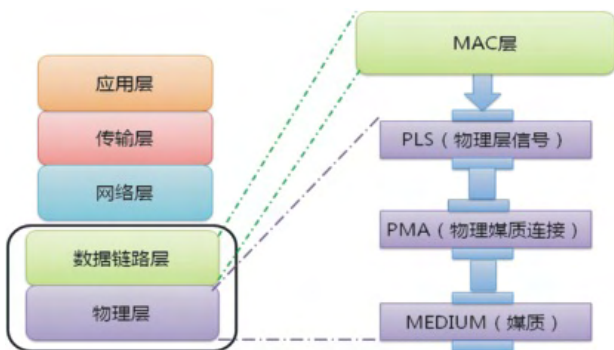


图 1.3 10M网络物理层结构

- ◎ PLS层主要完成收发、编解码(曼彻斯特编码)及监听功能
- ◎ PMA层主要完成冲突检测、超长控制、收发比特流等功能（提取符号定时时钟）。
- ◎ MEDIUM媒质层，即UTP(非屏蔽双绞线)，光纤等介质。

如图 1.16所示，10M网络的波形看起来类似两种正弦波的交替，当然这只是所有波形中的一小部分，其他的还包括各种状态（空闲，就绪，连接检测和帧结束等）下的波形，一层测试主要检测这些波形是否符合规范。

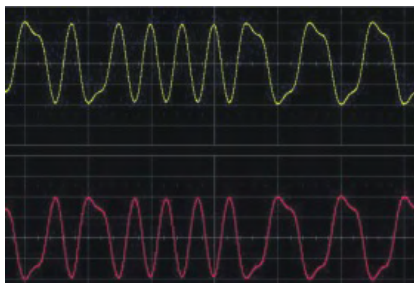


图 1.4 10M网络波形

以下几小结介绍各个测试项目。

① 差分电压输出测试（DOV Mask and Voltage Test）

该测试测量在100Ω终端阻抗情况下，差分输出电压的绝对值。网络设备输出的数据需要“杂乱”到一定的程度，即不能发送长度太短而重复周期时间很短的数据（N值至少为511位的伪随机序列），使得输出的波形具有足够的任意性，以提高模拟现场环境的真实性。

该测试使用类似眼图叠加的方法，将捕获到的波形反复输出到模板中，从而检测出统计意义上的波形，以下降沿对齐，将波形叠加，在标准波形不可能出现的区域划出来，然后就得到了模板，如图 1.5所示。

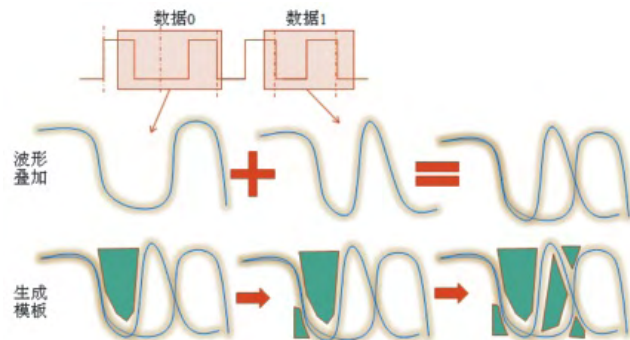


图 1.5 模板的生成

曼彻斯特编码每个时钟周期都会跳变，○1线条表示数据“1”（由高变低），○2线条则为数据“0”的波形。

在输出端有模板（波形每时刻的波形上下限）用以评估脉冲波形，图示中的绿色部分是不达标区域，波形不应当进入该区域，否则测试不达标。

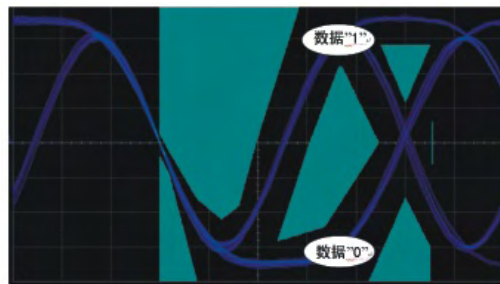


图 1.6 10M差分电压输出模板

② 双绞线空闲就绪信号波形测试（TP_IDL Mask Test）

该测试测量Phy芯片输出的TP_IDL信号波形，这个信号表示“帧结束指示”，用以指示被测设备（DUT）进入接收就绪状态。对它的要求为：以2.5到4.5位的位传输时间的高电平开始，变低后要持续45位bit的传输时间。

该测试分为两部分，头和尾（模板如图 1.7，图 1.8所示），头部20位bit时间，尾部要20位bit时间以上。

同样有如下的模板，波形不能接触或者超过绿色区域。



图 1.7 头部测试



图 1.8 尾部测试

③ 连接检测脉冲模板（Link Test Pluse Mask）连接检测脉冲是一个正向的，在网卡芯片激活之后，第一个数据发送之前发送的脉冲，这个脉冲在和上节（双绞线空闲就绪信号波形测试（TP_IDL Mask Test））中的测试类似，也分为两个部分。



图 1.9 连接检测脉冲头部测试



图 1.10 连接检测尾部测试

④ 输出时序抖动（Output Timing Jitter）以太网网络传输并没有时钟线，因此时钟是由下降沿来同步的，该测试即测试这种时序的矫正偏差，方法为检测基准过零点之后8到8.5比特的过零点是否准确。在示波器显示屏上将会有一条竖线对准这个位置，并在状态栏上显示该点的时间和是否通过测试的标志。

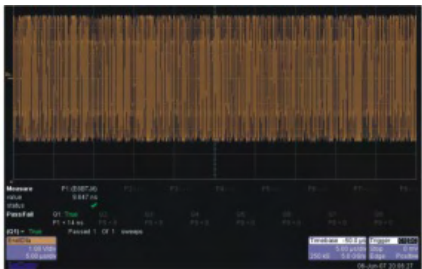


图 1.11 输出时序偏差测试（8bit位置）



图 1.12 输出时序偏差测试（8.5bit位置）

⑤共模输出电压测试（Common Mode Output Voltage Test）

这项测试用于确保输出到MDI（媒质相关接口）的共模输出电压从0到峰值都符合标准。这些电压都要在最坏情况下不能超过最低最高值。

测试结果大于50mv即可认为通过该项测试。

2. 100Base-T测试

100M网络相比于10M网络，要多出个PMD层，并且物理性好层也由原先的PLS变成PCS,这是因为100M网络的物理层编码方式已经不再是曼彻斯特编码了，它采用块编码（4B5B）+线路编码（MLT-3），因此电平转换和整形也需要做相应的调整。

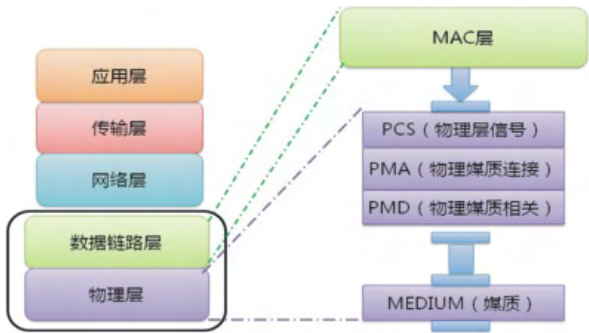


图 1.13 百兆网络物理层结构

100M的波形如图 1.14所示，以下的测试基本上测试类的波形。



图 1.14 100M网络波形

① 差分输出电压测试

差分输出电压测试部分检测网络设备输出波形的幅度是否满足一致性要求，参考波形如图 1.15所示。在使用 UTP（非屏蔽双绞线）的网段中，所有波形正电压的幅度必须在950mV和1050mV之间。正电压和负电压的幅度保持平衡，他们之间的比率需要满足下面的条件：

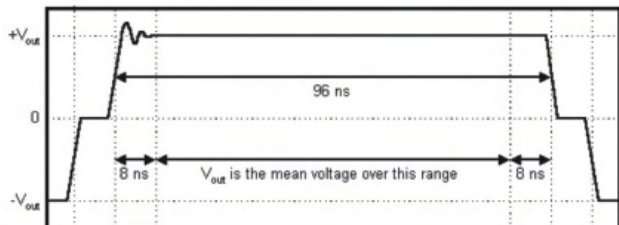


图 1.15 差分输出电压波形

实际测试的波形如图所示，画面虽然未放大，但是可以通过下方的绿色勾号看出，输出电压测试已经通过。

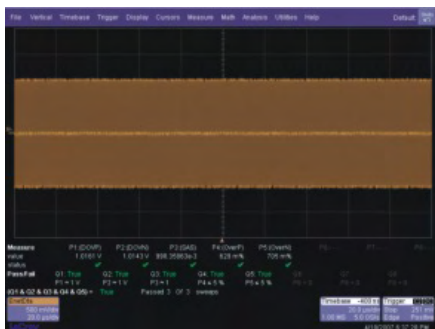


图 1.16 差分输出电压与过冲波形

② 上升下降时间测试

上升下降时间测试主要检测设备发送波形上升和下降的

变化时间是否满足一致性要求，参考波形如图 1.17所示。上升和下降的时间是指波形在振幅10%~90%之间的所消耗的时间。所有被检测到的上升下降时间必须在3~5ns之间，且最大的上升或下降时间与最小的上升或下降时间的时间差不大于0.5ns。

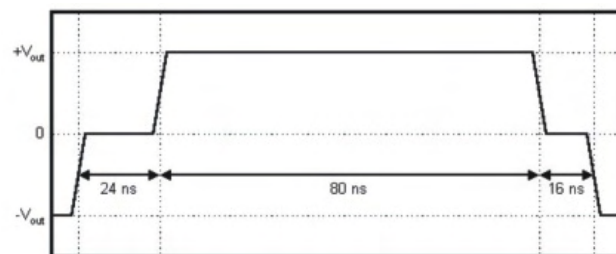


图 1.17 上升下降参考波形

测试上升下降时间需满足：

$$3ns \leq \text{上升沿} \leq 5ns$$

$$3ns \leq \text{下降沿} \leq 5ns$$

$$\text{最大边沿时间} - \text{最小边沿时间} \leq 0.5ns$$

实际测试中，往往会使用测试模板来进行，IEEE 802.3和ANSI标准并没有对此做出严格要求，但是符合一致性的波形都不会接触模板的非正常区域，模板在微观上表征了波形任何时刻的上下限。如图 1.18所示



图 1.18 使用测试模板

③ 占空比失真测试

占空比测试主要验证设备波形的占空比是否满足一致性要求，这里说的“占空比”指的是码元宽度，标准波形的占空比为16ns，如图 1.19所示。测试波形是通过NRZ码01010101控制MTL-3波形发生器产生，tn标识了被测波形的50%震幅点。

被测波形的占空比失真em为实际码元宽度与标准宽度的差，要求 $em \leq 0.5ns$ ，即一个码元的宽度在15.5ns到16.5ns之间，才可通过测试，或每个50%震幅点相对16ns网格的占空比误差不超过 $\pm 0.25ns$ 。

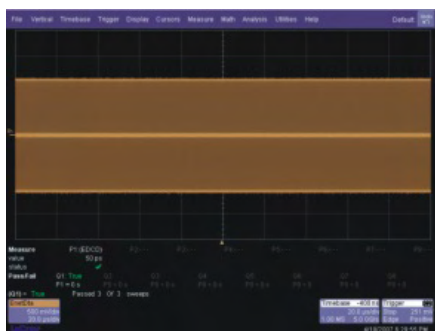


图 1.19 占空比失真波形

实际测试时使用多次测量的均值，图 1.20所示的偏差值在50皮秒，失真非常小。

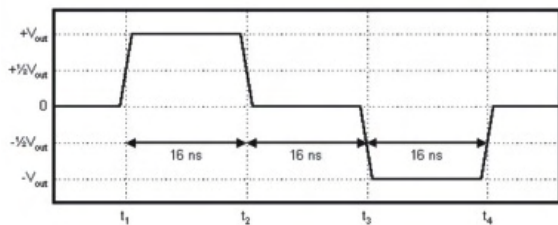


图 1.20 占空比失真测试

④ 发送抖动测试

发送抖动测试主要验证设备发送信号的抖动时间是否满足一致性要求。抖动是指一个信号过零点在理论上应该出现的时间与实际通信中出现的时间之间的偏差。在数据通信中，理论上通信设备发送的数据信号应该与时钟信号同步，但是在实际的通信过程中，数据信号可能相对时钟信号发生延迟，这个延迟就是抖动，如图 1.21所示。

抖动时间小于1.4ns即可通过测试。



图 1.21 抖动示意图

图 1.22显示的抖动时间为213皮秒。



图 1.22 发送抖动测试结果

⑤ 波形过冲测试

在快速以太网波形的每一个上升沿的前8ns中，波形超过其稳定幅度值(Vout)的部分就称为波形过冲。波形过冲部分最大的电压值即为Vpeak，Vpeak需要满足下面的条件：

$$5\% \geq \left| \frac{V_{peak} - V_{out}}{V_{out}} \right| * 100\%$$

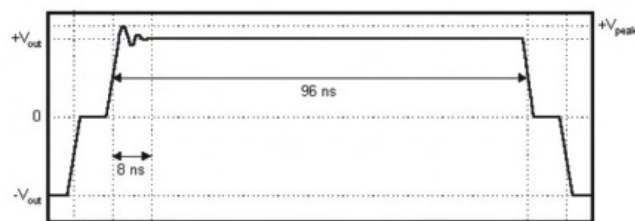


图 1.23 波形过冲

注：图 1.24所示的96ns为最短帧间隔，并不是一个码元（之前已经介绍，标准码元宽度是16ns）。

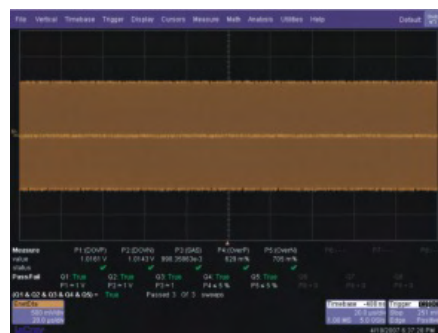


图 1.24 差分输出电压与过冲波形

小结

通过以上的介绍，相信大家对于以太网测试的项目和过程都有了一定的了解，但是完成这些测试不仅靠这些基础知识，一定要使用标准而权威的测试工具，或者到配备这些设备的实验室进行测试。

要全部通过这些测试，需要选择好的芯片方案，并且要注意网络信号线的走线问题，曾经有的客户虽然使用了业界认为波形较好的芯片方案，但是在布板的时候，本应并行的差分信号线却在板上分开走线，测出来的波形非常差。

至此，以太网一层测试，即对硬件部分的考核已经完成，在下一期我们将沿着网络模型往上走，详细的为大家介绍以太网二层测试的相关知识。

以太网二层测试介绍

引言

网络设备的二层分组交换测试，对于网络产品的生产，维护和销售，有着重要的意义。

二层交换测试在以太网物理层以上，TCP/IP协议栈以下，既涉及底层硬件资源（网络芯片的运行速度、数据处理能力和硬件缓存大小等），又涉及网络协议栈的设计（如广播包和底层Qos服务），在很大程度上决定了一个网络产品的档次。

在研发生产过程中，拥有一个严格而权威的二层测试设备和测试方法，有足够的依据为产品功能结构的设计做出指导，在研发初期即可减少和避免设计缺陷，同时也是为减少产品生产测试维护方面的问题，缩短了整个产品的出厂周期，增加使用周期，网络产品符合国际及行业标准，不但是产品销售环节中的有力保障，更可以成为产品的亮点，各大认证机构、专业测评网站的测评报告对于产品的宣传，起着非常重要的作用。

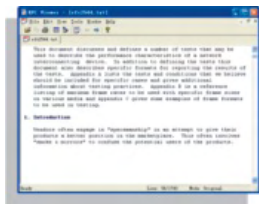
网络产品市场竞争激烈，有着悠久历史的网络设备大公司，各种研发测试资源丰富，只有经过严格的测试，产品规范化，才能拿到网络设备市场的准入证。同时，国际上针对网络设备标准也是相当严格的，将产品的质量和国际标准挂钩，产品才有机会进军国际市场。

严格的二层交换测试，保证用户手中的产品质量和性能，是赢得客户信赖的保障。

测试规范简介

过去，对于网络设备的测试比较混乱，各个厂家对自己产品的网络特性的描述，没有一个统一的标准，横向比较很困难，并且产品特性参差不齐，于是业界采用RFC文档，后来的标准测试都根据RFC文档规定的测试环境和参数，这些测试标准中，规定了以下测试的内容：

- ◎ 测试拓扑结构；
- ◎ 测试协议类型；
- ◎ 数据流流向及大小；
- ◎ 测试数据包类型及字节长度；
- ◎ 测试次数及结果统计方法。



例如，针对网络设备的吞吐量测试，需要在测试设备（Tester）和被测设备（Device under Test, DUT）之间构造

一条源地址和目的地址都为测试仪器的数据流，在图 2.1所示的几个拓扑图中，该测试使用第一个图。

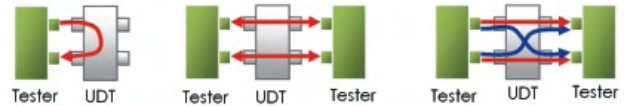


图 2.1 测试的拓扑结构

在64字节的数据包长度下，收发10%递增的数据流负载，观测被测设备的丢帧情况，测试到100%之后，再进行下一个包长（128字节）的测试，所有的包长包括：64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518。统计结果根据测试项目的不同，会使用均值，标准差等统计学算法统计。最后，为直观显示测试结果，往往可以使用三维图表来显示，如图 2.2所示。

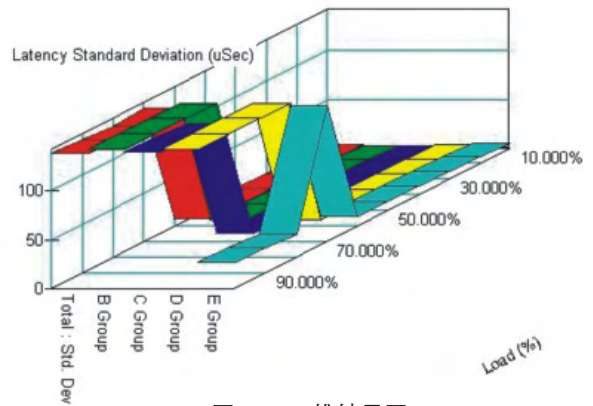


图 2.2 三维结果图

具体的测试RFC包括：网络基准测试（Rfc2544）和局域网交换设备基准方法论（Rfc2889）。

1. 网络基准测试（RFC2544）

该RFC文档制定于1999年3月份，主要测试交换机的性能（转发率、时延、吞吐量等），

主要测试项目有四项：

- ◎ 最大背靠背长度；
- ◎ 时延；
- ◎ 吞吐量；
- ◎ 帧丢失率。

2. 局域网交换设备基准方法论（RFC2889）

RFC2889发布于2000年8月份，主要测试网络设备的特性和参数（支不支持拥塞控制、特定的错误帧过滤、地址缓存大小等）。

主要测试项目有：

- ◎ 地址学习速度(Address Learning Rate);
- ◎ 地址缓存容量(Address Caching Capacity);
- ◎ 拥塞控制(Congestion Control);
- ◎ 广播帧转发与延迟(Broadcast frame Forwarding and Latency);
- ◎ 错误帧过滤(Errored frames filtering)。

另外，各大的网络测试设备提供商根据自己的网络测试经验，在自己的测试设备上设计了许多别的测试项目，综合的反映了被测设备的网络特性。

测试设备介绍

SmartBits 是数据通讯领域广泛认同的、能够对于网络及设备进行性能测试和评估分析的标准测量仪表，在北美洲、欧洲、亚洲和中国，它被广泛的用于各国标准机构和认证实验室、政府实验室、运营商、网络通讯制造商、大学科研机构等相关单位中。SmartBits成为网络设备从业人员梦寐以求的测试工具之一。



致远电子为了提高网络产品的质量，为客户献上严格遵循国际标准的网络产品，已经在自己的网络产品中使用了SmartBits 6000C测试仪。

SmartBits 6000C数据网络测试平台是目前SmartBits产品的6系列产品，具有非常高的端口密度，支持包括以太网、光纤通道、POS、ATM在内的多种接口，能够提供2-7层的性能测试应用，机箱提供GPS/CDMA支持。

SmartBits 6000C机箱是业界端口密度最高的网络性能分析测试系统，每个SmartBits机箱上共有12个测试槽位，最多可支持96个10/100 Mbps以太网端口、48个千兆以太网口、24个OC-3C/OC/12C POS端口、12个OC-48c POS端口，24个光纤通道端口、12个10G万兆端口或上述端口的任意组合。

配套使用的软件包括smartflow，smartapplication，AST II，smartwindows等，为完成标准的二层测试（RFC2544,RFC2889）提供了方便而直观的测试方法。

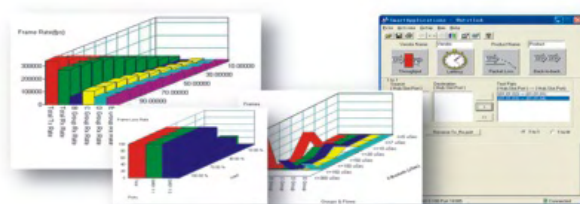


图 2.3 SmartBits 配套的二层测试软件

在每份的测试报告之后，还会附着思博伦的测试标签，如图 2.4所示



图 2.4 思博伦认证标签

测试内容

1. RFC2544测试项目

① 最大背靠背长度（Back-to-Back burst length）

该项测试使用最小帧间隔向被测设备（Device under Test, DUT）连续发送数据包，直到DUT出现丢包，这时已连续发送的帧数，称为最大背靠背长度。

对于线速设备，没有最大背靠背长度，因为无论怎么发，都不会丢包。

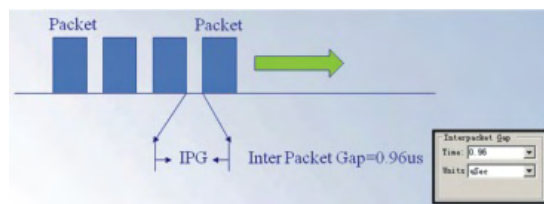


图 2.5 最小帧间隔

② 吞吐量(Throughput)

该项测试在DUT设备的两个端口之间构造流量，按照线速（10M或者100M）的10%递增，观察设备在那种流量负载下出现丢包，该负载大小即为DUT的吞吐量，测试过程如图所示

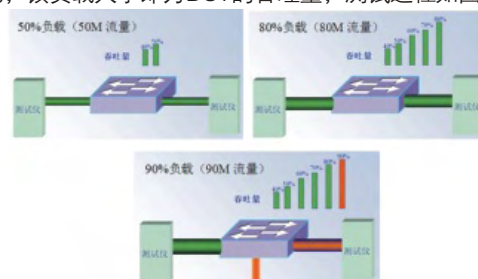


图 2.6 吞吐量测试过程

③ 时延(Latency)

该项测试项目用于测试网络设备的转发延时，即数据包转发的处理时间。



图 2.7 时延测试过程

④ 帧丢失率(Frame Loss Rate)

该测试在设备达到吞吐量之后，即出现丢包的情况下，各个负载的丢帧率，用于检测设备在超载之后的包处理能力。

该项目仅对非线速设备设备，因线速设备吞吐量等于线速

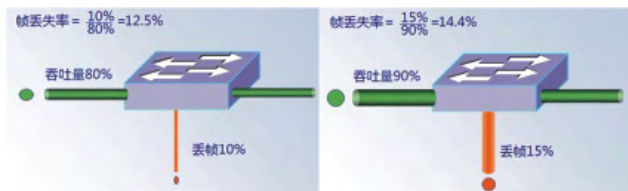


图 2.8 帧丢失率测试过程

2. RFC2889测试项目

① 地址学习速度(Address Learning Rate)

交换机和路由器的MAC地址学习速度，是交换机性能的一个比较重要的参数，学习速度越快，交换机就能更少地使用广播方式投递，就像在一个人员不停变动的公司里，前台随时更新所有职员的房间号码表，那样送邮件的时候，就不需要经常询问了。

学习速度快的设备，具有更短的故障恢复时间（如重新上电到恢复正常工作的时间间隔）。

② 地址缓存容量(Address Caching Capacity)

该项测试与上一项测试相似，但是测试的是网络设备的MAC地址缓存表的大小，再以同样的例子解释，前台用于记录职员的单子足够长，才能记录下所有的信息，否则就要擦掉一些老的记录，这样也会出现经常询问的情况。

测试拓扑结构如图 2.9所示，蓝线所示为测试数据流，如果出现学习速度不够快，或者MAC地址缓存不够大，那么就会出现红线所示的流量，这个时候即达到了DUT的学习极限。

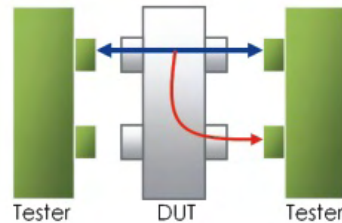


图 2.9 MAC缓存及学习速度测试拓扑

③ 拥塞控制(Congestion Control)

当网络交换设备使用FIFO型输入输出缓存时，会出现线头阻塞现象，因为交换结构总是优先处理缓存头部的数据包，因此若头部缓存的目的端口繁忙，会造成别的目标地址的数据包无法发送。

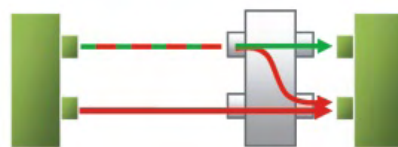


图 2.10 拥塞控制测试拓扑图

从图 2.10我们可以看出，以上红绿颜色标记的流量分别流向不同的端口，就像一条只有一个车道的十字路口，通往十字路口右边的车流（红色流量）堵在前面，后面去往路口正前方的车子也被堵塞了，虽然通往正前方的路很空闲。

能够处理这种情况，不因为一个端口的阻塞而影响其他端口的，这是优质的交换机的特性。

④ 广播帧转发与延迟(Broadcast frame Forwarding and Latency)

这项测试在端口间发送大量的广播包，用以检测交换设备对广播包的处理性能，之所以使用广播包，是因为它最耗资源（向所有端口转发），因而更能体现网络设备的性能。如表 2.1所示，该交换机在10%到100%的负载下，没有丢包。

表 2.1 广播帧转发测试表

Frame Loss	10.00 %	55.00 %	77.50 %	88.75 %	94.38 %	97.19 %	98.59 %	99.30 %	100.00 %
Rate									
Total	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SMB1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-2									

更直观的显示如图 2.11所示，红色部分是各个测试实例的总和（Total），这里只有一个端口，所以两种颜色显示的结果一样。

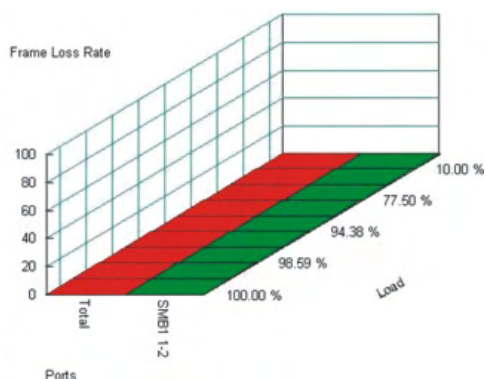


图 2.11 广播帧转发与延时丢包率

⑤ 错误帧过滤(Error frames filtering)

对于网络上出现的错误帧，一般要求交换机要有对错误帧的检测过滤功能，这些错误帧包括：长度错误（超长或者超短），CRC校验错误帧等。

测试结果如下所示，接收到的数据为0包，证明该设备具有错误帧过滤功能：

Burst Size: 1, Load: 10.0000, Error: Oversize

From	Test Frames Transmitted	To	Total Frames Received	Test Frames Received	Test Status
SMB1 1-1	8101.0000	SMB1 1-2	0.0000	0.0000	PASS

Burst Size: 1, Load: 10.0000, Error: Undersize

From	Test Frames Transmitted	To	Total Frames Received	Test Frames Received	Test Status
SMB1 1-1	150602.0000	SMB1 1-2	0.0000	0.0000	PASS

Burst Size: 1, Load: 10.0000, Error: CRC Error 2.5

From	Test Frames Transmitted	To	Total Frames Received	Test Frames Received	Test Status
SMB1 1-1	148809.0000	SMB1 1-2	0.0000	0.0000	PASS

小结

以太网二层测试项目大都针对交换机，路由器等交换设备，RFC2889项目基本上测试的是交换机路由器芯片本身的功能，但是不能认为这些测试对于非交换型的网络设备就没有意义，二层测试是检测网络模型中的数据链路层的功能和特性，是适用于所有网络设备的。

致远电子使用SmartBits 6000C，根据其强大而灵活的收发包能力，制定出了一系列的针对非交换网络设备的二层测试项目，用实际测试数据体现出其产品完善的软硬件设计，为客户奉上满意的产品。

工业以太网教学实验开发平台

工业以太网教学，竟然如此简单

工业以太网教学实验开发平台是由众多工业以太网控制系统提炼而成，集成了所有工业控制系统中常用的数据采集和远程控制功能，提供串行工业控制网络与工业以太网互联的完美解决方案。实验平台通过GPRS短信收发模块实现了远程无线监控。



NDAM通用配置软件



OPC服务器



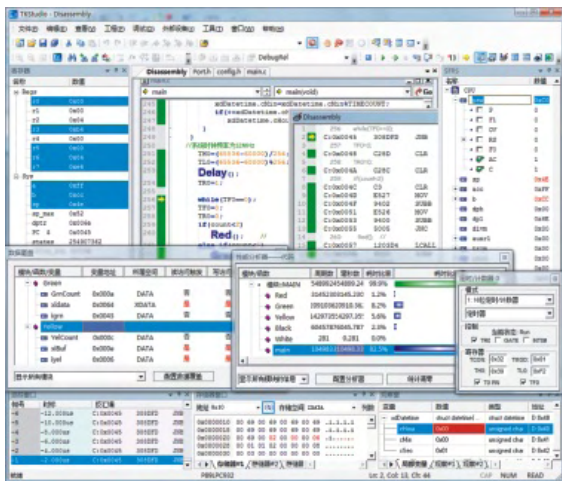
Modbus测试分析软件



www.embedcontrol.com

TKStudio观察调试信息

TKStudio调试器是一个功能强大的工具，它使您可以观察程序的运行时行为并确定逻辑错误的位置。调试器包括一个高速模拟器，您可以使用它模拟整个系统，包括片上外围器件和外部硬件。可利用多种调试方式，其中，最为常用的调试方法，如设置断点或控制程序执行都可以通过方便的鼠标点击来实现，同样程序列表以及数据察看等都可以提供立即可视的界面来显示。

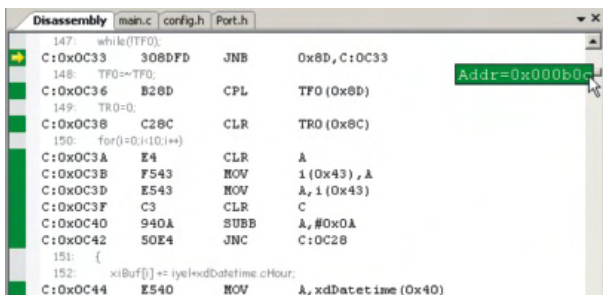


反汇编窗口

反汇编窗口显示与编译器所创建的指令对应的汇编代码。除汇编指令外，反汇编窗口还可显示如下可选信息：

- 每条指令所在的内存地址。
- 程序集代码派生于的源代码。
- 代码字节 — 实际计算机或 MSIL 指令的字节表示形式
- 内存地址的符号名。
- 对应于源代码的行号。

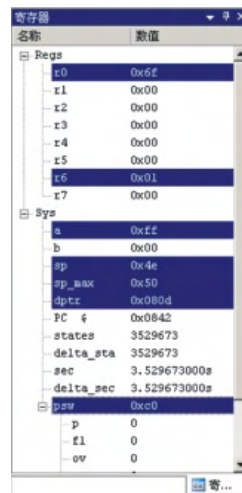
汇编语言代码严重依赖处理器的寄存器，同时使用反汇编窗口、寄存器窗口和特殊功能寄存器将能更好地分析程序。



寄存器窗口

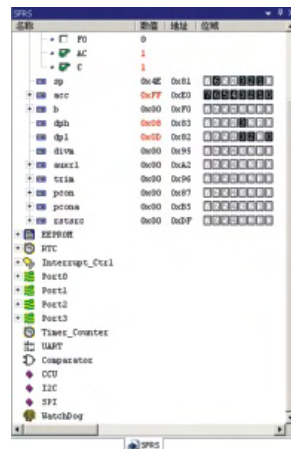
通过寄存器窗口不仅可以看到寄存器的内容，还可以更改寄存器的值。

寄存器窗口中显示了工作寄存器R0~R7、累加器A、辅助寄存器B、堆栈指针SP、数据指针DPTR、当前程序计数器的值PC\$、截至当前指令为止所用时间（秒）SEC、程序状态字PSW。上述各值将随程序语句的执行而改变。变化了的数值将以高亮显示。



特殊功能寄存器

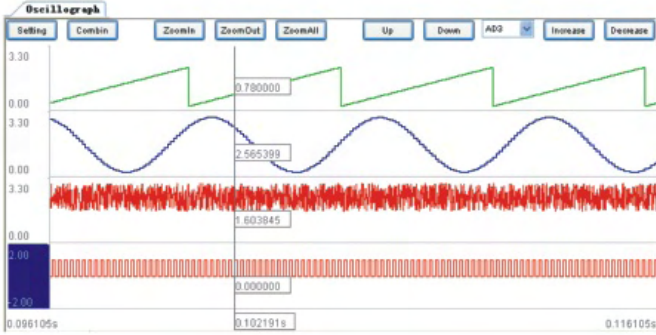
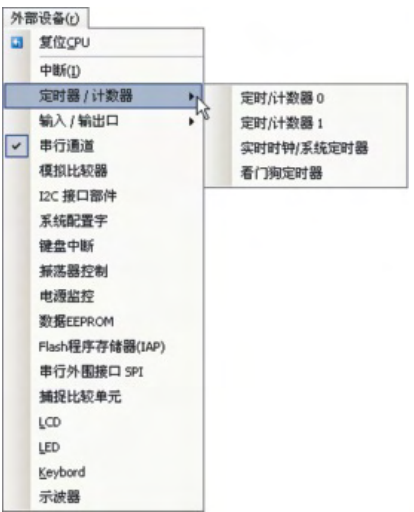
特殊功能寄存器是指与IDATA空间重叠的高128个字节（地址范围80H~FFH）。TKStudio在调试中可以直接观察特殊功能寄存器。这是很多IDE都没有的一项杰出功能。特殊功能寄存器将随选择的目标CPU不同而不同。其中地址和位域两项可以选择隐藏或显示。图示为NXP的P89LPC932芯片的特殊功能寄存器。



外围设备

可以支持非常多的外设模拟，这样开发者就可以在没有硬件的条件下，进行软件的开发，大大节省项目的开发时间和成本。

不同型号的单片机具有不同的外围集成功能，TKStudio根据选择的目标CPU装入相应的CPU动态驱动库文件来实现对各种单片机外围集成功能的仿真。因此TKStudio的外部设备菜单会根据装入CPU动态驱动库文件的不同而有所变化，目标CPU为NXP的P89LPC932调试时的外围设备菜单如下。



中断系统						
中断源	向量	模式	请求	使能	优先级	仲裁顺序
Serial PE	0023H	0	0	0	12	
Serial BR	0023H	0	0	0	12	
Serial OE	0023H	0	0	0	12	
Brownout	002BH	0	0	0	2	
I2C	0033H	0	0	0	5	
Keyboard	003BH	0	0	0	8	
Analog Com1	0043H	0	0	0	9	
Analog Com2	0043H	0	0	0	11	
SPI	004BH	0	0	0	14	
RTC	0053H	0	0	0	7	
Watchdog	0053H	1	0	0	3	
CCU Capture A	005BH	0	0	0	6	
CCU Capture B	005BH	0	0	0	6	

选中的中断: ☐ EA ☒ INT0 ☐ INT1 ☐ INT2 ☐ INT3 ☐ INT4 ☐ INT5 ☐ INT6 ☐ INT7 ☐ INT8 ☐ INT9 ☐ INT10 ☐ INT11 ☐ INT12 ☐ INT13 ☐ INT14 ☐ INT15 ☐ INT16 ☐ INT17 ☐ INT18 ☐ INT19 ☐ INT20 ☐ INT21 ☐ INT22 ☐ INT23 ☐ INT24 ☐ INT25 ☐ INT26 ☐ INT27 ☐ INT28 ☐ INT29 ☐ INT30 ☐ INT31 ☐ INT32 ☐ INT33 ☐ INT34 ☐ INT35 ☐ INT36 ☐ INT37 ☐ INT38 ☐ INT39 ☐ INT40 ☐ INT41 ☐ INT42 ☐ INT43 ☐ INT44 ☐ INT45 ☐ INT46 ☐ INT47 ☐ INT48 ☐ INT49 ☐ INT50 ☐ INT51 ☐ INT52 ☐ INT53 ☐ INT54 ☐ INT55 ☐ INT56 ☐ INT57 ☐ INT58 ☐ INT59 ☐ INT60 ☐ INT61 ☐ INT62 ☐ INT63 ☐ INT64 ☐ INT65 ☐ INT66 ☐ INT67 ☐ INT68 ☐ INT69 ☐ INT70 ☐ INT71 ☐ INT72 ☐ INT73 ☐ INT74 ☐ INT75 ☐ INT76 ☐ INT77 ☐ INT78 ☐ INT79 ☐ INT80 ☐ INT81 ☐ INT82 ☐ INT83 ☐ INT84 ☐ INT85 ☐ INT86 ☐ INT87 ☐ INT88 ☐ INT89 ☐ INT90 ☐ INT91 ☐ INT92 ☐ INT93 ☐ INT94 ☐ INT95 ☐ INT96 ☐ INT97 ☐ INT98 ☐ INT99 ☐ INT100 ☐ INT101 ☐ INT102 ☐ INT103 ☐ INT104 ☐ INT105 ☐ INT106 ☐ INT107 ☐ INT108 ☐ INT109 ☐ INT110 ☐ INT111 ☐ INT112 ☐ INT113 ☐ INT114 ☐ INT115 ☐ INT116 ☐ INT117 ☐ INT118 ☐ INT119 ☐ INT120 ☐ INT121 ☐ INT122 ☐ INT123 ☐ INT124 ☐ INT125 ☐ INT126 ☐ INT127 ☐ INT128 ☐ INT129 ☐ INT130 ☐ INT131 ☐ INT132 ☐ INT133 ☐ INT134 ☐ INT135 ☐ INT136 ☐ INT137 ☐ INT138 ☐ INT139 ☐ INT140 ☐ INT141 ☐ INT142 ☐ INT143 ☐ INT144 ☐ INT145 ☐ INT146 ☐ INT147 ☐ INT148 ☐ INT149 ☐ INT150 ☐ INT151 ☐ INT152 ☐ INT153 ☐ INT154 ☐ INT155 ☐ INT156 ☐ INT157 ☐ INT158 ☐ INT159 ☐ INT160 ☐ INT161 ☐ INT162 ☐ INT163 ☐ INT164 ☐ INT165 ☐ INT166 ☐ INT167 ☐ INT168 ☐ INT169 ☐ INT170 ☐ INT171 ☐ INT172 ☐ INT173 ☐ INT174 ☐ INT175 ☐ INT176 ☐ INT177 ☐ INT178 ☐ INT179 ☐ INT180 ☐ INT181 ☐ INT182 ☐ INT183 ☐ INT184 ☐ INT185 ☐ INT186 ☐ INT187 ☐ INT188 ☐ INT189 ☐ INT190 ☐ INT191 ☐ INT192 ☐ INT193 ☐ INT194 ☐ INT195 ☐ INT196 ☐ INT197 ☐ INT198 ☐ INT199 ☐ INT200 ☐ INT201 ☐ INT202 ☐ INT203 ☐ INT204 ☐ INT205 ☐ INT206 ☐ INT207 ☐ INT208 ☐ INT209 ☐ INT210 ☐ INT211 ☐ INT212 ☐ INT213 ☐ INT214 ☐ INT215 ☐ INT216 ☐ INT217 ☐ INT218 ☐ INT219 ☐ INT220 ☐ INT221 ☐ INT222 ☐ INT223 ☐ INT224 ☐ INT225 ☐ INT226 ☐ INT227 ☐ INT228 ☐ INT229 ☐ INT230 ☐ INT231 ☐ INT232 ☐ INT233 ☐ INT234 ☐ INT235 ☐ INT236 ☐ INT237 ☐ INT238 ☐ INT239 ☐ INT240 ☐ INT241 ☐ INT242 ☐ INT243 ☐ INT244 ☐ INT245 ☐ INT246 ☐ INT247 ☐ INT248 ☐ INT249 ☐ INT250 ☐ INT251 ☐ INT252 ☐ INT253 ☐ INT254 ☐ INT255 ☐ INT256 ☐ INT257 ☐ INT258 ☐ INT259 ☐ INT260 ☐ INT261 ☐ INT262 ☐ INT263 ☐ INT264 ☐ INT265 ☐ INT266 ☐ INT267 ☐ INT268 ☐ INT269 ☐ INT270 ☐ INT271 ☐ INT272 ☐ INT273 ☐ INT274 ☐ INT275 ☐ INT276 ☐ INT277 ☐ INT278 ☐ INT279 ☐ INT280 ☐ INT281 ☐ INT282 ☐ INT283 ☐ INT284 ☐ INT285 ☐ INT286 ☐ INT287 ☐ INT288 ☐ INT289 ☐ INT290 ☐ INT291 ☐ INT292 ☐ INT293 ☐ INT294 ☐ INT295 ☐ INT296 ☐ INT297 ☐ INT298 ☐ INT299 ☐ INT300 ☐ INT301 ☐ INT302 ☐ INT303 ☐ INT304 ☐ INT305 ☐ INT306 ☐ INT307 ☐ INT308 ☐ INT309 ☐ INT310 ☐ INT311 ☐ INT312 ☐ INT313 ☐ INT314 ☐ INT315 ☐ INT316 ☐ INT317 ☐ INT318 ☐ INT319 ☐ INT320 ☐ INT321 ☐ INT322 ☐ INT323 ☐ INT324 ☐ INT325 ☐ INT326 ☐ INT327 ☐ INT328 ☐ INT329 ☐ INT330 ☐ INT331 ☐ INT332 ☐ INT333 ☐ INT334 ☐ INT335 ☐ INT336 ☐ INT337 ☐ INT338 ☐ INT339 ☐ INT340 ☐ INT341 ☐ INT342 ☐ INT343 ☐ INT344 ☐ INT345 ☐ INT346 ☐ INT347 ☐ INT348 ☐ INT349 ☐ INT350 ☐ INT351 ☐ INT352 ☐ INT353 ☐ INT354 ☐ INT355 ☐ INT356 ☐ INT357 ☐ INT358 ☐ INT359 ☐ INT360 ☐ INT361 ☐ INT362 ☐ INT363 ☐ INT364 ☐ INT365 ☐ INT366 ☐ INT367 ☐ INT368 ☐ INT369 ☐ INT370 ☐ INT371 ☐ INT372 ☐ INT373 ☐ INT374 ☐ INT375 ☐ INT376 ☐ INT377 ☐ INT378 ☐ INT379 ☐ INT380 ☐ INT381 ☐ INT382 ☐ INT383 ☐ INT384 ☐ INT385 ☐ INT386 ☐ INT387 ☐ INT388 ☐ INT389 ☐ INT390 ☐ INT391 ☐ INT392 ☐ INT393 ☐ INT394 ☐ INT395 ☐ INT396 ☐ INT397 ☐ INT398 ☐ INT399 ☐ INT400 ☐ INT401 ☐ INT402 ☐ INT403 ☐ INT404 ☐ INT405 ☐ INT406 ☐ INT407 ☐ INT408 ☐ INT409 ☐ INT410 ☐ INT411 ☐ INT412 ☐ INT413 ☐ INT414 ☐ INT415 ☐ INT416 ☐ INT417 ☐ INT418 ☐ INT419 ☐ INT420 ☐ INT421 ☐ INT422 ☐ INT423 ☐ INT424 ☐ INT425 ☐ INT426 ☐ INT427 ☐ INT428 ☐ INT429 ☐ INT430 ☐ INT431 ☐ INT432 ☐ INT433 ☐ INT434 ☐ INT435 ☐ INT436 ☐ INT437 ☐ INT438 ☐ INT439 ☐ INT440 ☐ INT441 ☐ INT442 ☐ INT443 ☐ INT444 ☐ INT445 ☐ INT446 ☐ INT447 ☐ INT448 ☐ INT449 ☐ INT450 ☐ INT451 ☐ INT452 ☐ INT453 ☐ INT454 ☐ INT455 ☐ INT456 ☐ INT457 ☐ INT458 ☐ INT459 ☐ INT460 ☐ INT461 ☐ INT462 ☐ INT463 ☐ INT464 ☐ INT465 ☐ INT466 ☐ INT467 ☐ INT468 ☐ INT469 ☐ INT470 ☐ INT471 ☐ INT472 ☐ INT473 ☐ INT474 ☐ INT475 ☐ INT476 ☐ INT477 ☐ INT478 ☐ INT479 ☐ INT480 ☐ INT481 ☐ INT482 ☐ INT483 ☐ INT484 ☐ INT485 ☐ INT486 ☐ INT487 ☐ INT488 ☐ INT489 ☐ INT490 ☐ INT491 ☐ INT492 ☐ INT493 ☐ INT494 ☐ INT495 ☐ INT496 ☐ INT497 ☐ INT498 ☐ INT499 ☐ INT500 ☐ INT501 ☐ INT502 ☐ INT503 ☐ INT504 ☐ INT505 ☐ INT506 ☐ INT507 ☐ INT508 ☐ INT509 ☐ INT510 ☐ INT511 ☐ INT512 ☐ INT513 ☐ INT514 ☐ INT515 ☐ INT516 ☐ INT517 ☐ INT518 ☐ INT519 ☐ INT520 ☐ INT521 ☐ INT522 ☐ INT523 ☐ INT524 ☐ INT525 ☐ INT526 ☐ INT527 ☐ INT528 ☐ INT529 ☐ INT530 ☐ INT531 ☐ INT532 ☐ INT533 ☐ INT534 ☐ INT535 ☐ INT536 ☐ INT537 ☐ INT538 ☐ INT539 ☐ INT540 ☐ INT541 ☐ INT542 ☐ INT543 ☐ INT544 ☐ INT545 ☐ INT546 ☐ INT547 ☐ INT548 ☐ INT549 ☐ INT550 ☐ INT551 ☐ INT552 ☐ INT553 ☐ INT554 ☐ INT555 ☐ INT556 ☐ INT557 ☐ INT558 ☐ INT559 ☐ INT560 ☐ INT561 ☐ INT562 ☐ INT563 ☐ INT564 ☐ INT565 ☐ INT566 ☐ INT567 ☐ INT568 ☐ INT569 ☐ INT570 ☐ INT571 ☐ INT572 ☐ INT573 ☐ INT574 ☐ INT575 ☐ INT576 ☐ INT577 ☐ INT578 ☐ INT579 ☐ INT580 ☐ INT581 ☐ INT582 ☐ INT583 ☐ INT584 ☐ INT585 ☐ INT586 ☐ INT587 ☐ INT588 ☐ INT589 ☐ INT590 ☐ INT591 ☐ INT592 ☐ INT593 ☐ INT594 ☐ INT595 ☐ INT596 ☐ INT597 ☐ INT598 ☐ INT599 ☐ INT600 ☐ INT601 ☐ INT602 ☐ INT603 ☐ INT604 ☐ INT605 ☐ INT606 ☐ INT607 ☐ INT608 ☐ INT609 ☐ INT610 ☐ INT611 ☐ INT612 ☐ INT613 ☐ INT614 ☐ INT615 ☐ INT616 ☐ INT617 ☐ INT618 ☐ INT619 ☐ INT620 ☐ INT621 ☐ INT622 ☐ INT623 ☐ INT624 ☐ INT625 ☐ INT626 ☐ INT627 ☐ INT628 ☐ INT629 ☐ INT630 ☐ INT631 ☐ INT632 ☐ INT633 ☐ INT634 ☐ INT635 ☐ INT636 ☐ INT637 ☐ INT638 ☐ INT639 ☐ INT640 ☐ INT641 ☐ INT642 ☐ INT643 ☐ INT644 ☐ INT645 ☐ INT646 ☐ INT647 ☐ INT648 ☐ INT649 ☐ INT650 ☐ INT651 ☐ INT652 ☐ INT653 ☐ INT654 ☐ INT655 ☐ INT656 ☐ INT657 ☐ INT658 ☐ INT659 ☐ INT660 ☐ INT661 ☐ INT662 ☐ INT663 ☐ INT664 ☐ INT665 ☐ INT666 ☐ INT667 ☐ INT668 ☐ INT669 ☐ INT670 ☐ INT671 ☐ INT672 ☐ INT673 ☐ INT674 ☐ INT675 ☐ INT676 ☐ INT677 ☐ INT678 ☐ INT679 ☐ INT680 ☐ INT681 ☐ INT682 ☐ INT683 ☐ INT684 ☐ INT685 ☐ INT686 ☐ INT687 ☐ INT688 ☐ INT689 ☐ INT690 ☐ INT691 ☐ INT692 ☐ INT693 ☐ INT694 ☐ INT695 ☐ INT696 ☐ INT697 ☐ INT698 ☐ INT699 ☐ INT700 ☐ INT701 ☐ INT702 ☐ INT703 ☐ INT704 ☐ INT705 ☐ INT706 ☐ INT707 ☐ INT708 ☐ INT709 ☐ INT710 ☐ INT711 ☐ INT712 ☐ INT713 ☐ INT714 ☐ INT715 ☐ INT716 ☐ INT717 ☐ INT718 ☐ INT719 ☐ INT720 ☐ INT721 ☐ INT722 ☐ INT723 ☐ INT724 ☐ INT725 ☐ INT726 ☐ INT727 ☐ INT728 ☐ INT729 ☐ INT730 ☐ INT731 ☐ INT732 ☐ INT733 ☐ INT734 ☐ INT735 ☐ INT736 ☐ INT737 ☐ INT738 ☐ INT739 ☐ INT740 ☐ INT741 ☐ INT742 ☐ INT743 ☐ INT744 ☐ INT745 ☐ INT746 ☐ INT747 ☐ INT748 ☐ INT749 ☐ INT750 ☐ INT751 ☐ INT752 ☐ INT753 ☐ INT754 ☐ INT755 ☐ INT756 ☐ INT757 ☐ INT758 ☐ INT759 ☐ INT760 ☐ INT761 ☐ INT762 ☐ INT763 ☐ INT764 ☐ INT765 ☐ INT766 ☐ INT767 ☐ INT768 ☐ INT769 ☐ INT770 ☐ INT771 ☐ INT772 ☐ INT773 ☐ INT774 ☐ INT775 ☐ INT776 ☐ INT777 ☐ INT778 ☐ INT779 ☐ INT780 ☐ INT781 ☐ INT782 ☐ INT783 ☐ INT784 ☐ INT785 ☐ INT786 ☐ INT787 ☐ INT788 ☐ INT789 ☐ INT790 ☐ INT791 ☐ INT792 ☐ INT793 ☐ INT794 ☐ INT795 ☐ INT796 ☐ INT797 ☐ INT798 ☐ INT799 ☐ INT800 ☐ INT801 ☐ INT802 ☐ INT803 ☐ INT804 ☐ INT805 ☐ INT806 ☐ INT807 ☐ INT808 ☐ INT809 ☐ INT810 ☐ INT811 ☐ INT812 ☐ INT813 ☐ INT814 ☐ INT815 ☐ INT816 ☐ INT817 ☐ INT818 ☐ INT819 ☐ INT820 ☐ INT821 ☐ INT822 ☐ INT823 ☐ INT824 ☐ INT825 ☐ INT826 ☐ INT827 ☐ INT828 ☐ INT829 ☐ INT830 ☐ INT831 ☐ INT832 ☐ INT833 ☐ INT834 ☐ INT835 ☐ INT836 ☐ INT837 ☐ INT838 ☐ INT839 ☐ INT840 ☐ INT841 ☐ INT842 ☐ INT843 ☐ INT844 ☐ INT845 ☐ INT846 ☐ INT847 ☐ INT848 ☐ INT849 ☐ INT850 ☐ INT851 ☐ INT852 ☐ INT853 ☐ INT854 ☐ INT855 ☐ INT856 ☐ INT857 ☐ INT858 ☐ INT859 ☐ INT860 ☐ INT861 ☐ INT862 ☐ INT863 ☐ INT864 ☐ INT865 ☐ INT866 ☐ INT867 ☐ INT868 ☐ INT869 ☐ INT870 ☐ INT871 ☐ INT872 ☐ INT873 ☐ INT874 ☐ INT875 ☐ INT876 ☐ INT877 ☐ INT878 ☐ INT879 ☐ INT880 ☐ INT881 ☐ INT882 ☐ INT883 ☐ INT884 ☐ INT885 ☐ INT886 ☐ INT887 ☐ INT888 ☐ INT889 ☐ INT890 ☐ INT891 ☐ INT892 ☐ INT893 ☐ INT894 ☐ INT895 ☐ INT896 ☐ INT897 ☐ INT898 ☐ INT899 ☐ INT900 ☐ INT901 ☐ INT902 ☐ INT903 ☐ INT904 ☐ INT905 ☐ INT906 ☐ INT907 ☐ INT908 ☐ INT909 ☐ INT910 ☐ INT911 ☐ INT912 ☐ INT913 ☐ INT914 ☐ INT915 ☐ INT916 ☐ INT917 ☐ INT918 ☐ INT919 ☐ INT920 ☐ INT921 ☐ INT922 ☐ INT923 ☐ INT924 ☐ INT925 ☐ INT926 ☐ INT927 ☐ INT928 ☐ INT929 ☐ INT930 ☐ INT931 ☐ INT932 ☐ INT933 ☐ INT934 ☐ INT935 ☐ INT936 ☐ INT937 ☐ INT938 ☐ INT939 ☐ INT940 ☐ INT941 ☐ INT942 ☐ INT943 ☐ INT944 ☐ INT945 ☐ INT946 ☐ INT947 ☐ INT948 ☐ INT949 ☐ INT950 ☐ INT951 ☐ INT952 ☐ INT953 ☐ INT954 ☐ INT955 ☐ INT956 ☐ INT957 ☐ INT958 ☐ INT959 ☐ INT960 ☐ INT961 ☐ INT962 ☐ INT963 ☐ INT964 ☐ INT965 ☐ INT966 ☐ INT967 ☐ INT968 ☐ INT969 ☐ INT970 ☐ INT971 ☐ INT972 ☐ INT973 ☐ INT974 ☐ INT975 ☐ INT976 ☐ INT977 ☐ INT978 ☐ INT979 ☐ INT980 ☐ INT981 ☐ INT982 ☐ INT983 ☐ INT984 ☐ INT985 ☐ INT986 ☐ INT987 ☐ INT988 ☐ INT989 ☐ INT990 ☐ INT991 ☐ INT992 ☐ INT993 ☐ INT994 ☐ INT995 ☐ INT996 ☐ INT997 ☐ INT998 ☐ INT999 ☐ INT1000 ☐ INT1001 ☐ INT1002 ☐ INT1003 ☐ INT1004 ☐ INT1005 ☐ INT1006 ☐ INT1007 ☐ INT1008 ☐ INT1009 ☐ INT1010 ☐ INT1011 ☐ INT1012 ☐ INT1013 ☐ INT1014 ☐ INT1015 ☐ INT1016 ☐ INT1017 ☐ INT1018 ☐ INT1019 ☐ INT1020 ☐ INT1021 ☐ INT1022 ☐ INT1023 ☐ INT1024 ☐ INT1025 ☐ INT1026 ☐ INT1027 ☐ INT1028 ☐ INT1029 ☐ INT1030 ☐ INT1031 ☐ INT1032 ☐ INT1033 ☐ INT1034 ☐ INT1035 ☐ INT1036 ☐ INT1037 ☐ INT1038 ☐ INT1039 ☐ INT1040 ☐ INT1041 ☐ INT1042 ☐ INT1043 ☐ INT1044 ☐ INT1045 ☐ INT1046 ☐ INT1047 ☐ INT1048 ☐ INT1049 ☐ INT1050 ☐ INT1051 ☐ INT1052 ☐ INT1053 ☐ INT1054 ☐ INT1055 ☐ INT1056 ☐ INT1057 ☐ INT1058 ☐ INT1059 ☐ INT1060 ☐ INT1061 ☐ INT1062 ☐ INT1063 ☐ INT1064 ☐ INT1065 ☐ INT1066 ☐ INT1067 ☐ INT1068 ☐ INT1069 ☐ INT1070 ☐ INT1071 ☐ INT1072 ☐ INT1073 ☐ INT1074 ☐ INT1075 ☐ INT

项目完成，产品上市！

拥有TKScope,一切轻松掌握！

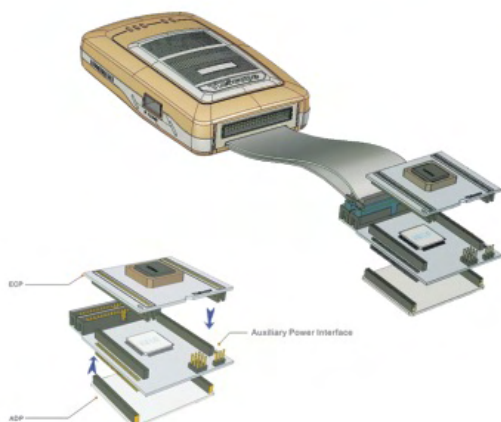


TKScope支持众多厂商和海量芯片的仿真

TKScope已经或近期陆续支持的芯片，厂商按照字母顺序排列。

- **Acer Labs** M6759等全系列8051内核.
- **Aeroflex UTM** UT69RH051等全系列8051内核.
- **Analog Device** ADuC81x, ADuC82x, ADuC83x, ADuC84x等全系列8051内核.
ADuC70xx等全系列ARM内核.
- **ATMEL** 全系列标准8051内核/全系列ARM内核/AVR内核
- **Cirrus Logic** 全系列ARM内核
- **CML Microcircuits** CMX850等全系列8051内核.
- **Cybernetic Micro** P-51等全系列8051内核.
- **Dallas** DS80C310, DS80C320, DS80C323, DS80C390
DS80C400, DS80C410, DS80C411
DS89C420, DS89C430, DS89C440, DS89C450
DS8xC520, DS8xC530, DS87C550等全系列8051内核.
- **Freescale** 全系列ARM内核
- **Honeywell** HT83C51等全系列8051内核.
- **Hynix** GMS90系列, GMS97系列
- **Infineon** 全系列8051内核/C166, C167内核.
- **Intel** 全系列8051内核
- **ISSI** 全系列8051内核
- **Luminary Micro** 全系列ARM内核
- **Megawin** 全系列8051内核
- **NXP** 全系列8051内核/全系列MX内核/全系列ARM内核
- **OKI** MSM8xC154S, MSM8xCx1F等全系列8051内核/全系列ARM内核
- **Samsung** 全系列ARM内核
- **SST** SST89E, SST89V等全系列8051内核
- **ST** 全系列ARM内核
- **STC** 全系列标准8051内核
- **SyncMOS** 全系列8051内核
- **TI** 全系列标准8051内核/全系列DSP内核/全系列ARM内核
- **Winbond** W77系列, W78系列, W79系列全系列标准8051内核/全系列ARM内核

更多仿真开发工具请浏览 www.embedtools.com



TKScope得到授权或使用下列公司的软件专用接口，保证硬件和软体的无缝嵌接：TKStudio、zlgLogic、IAR、CCS、Keil、ADS、RealView、AVRStudio。

TKScope得到授权或使用下列公司的专用仿真技术，保证仿真的稳定性与先进性。ARM、ATMEL、Dallas、Hynix、NXP、SST、SynMos、TI、Winbond

标准模块化设计，节省你的POD购置费用

兼容性结构设计，极少的POD添置即可覆盖全部仿真芯片。

名称	功能特性
POD-8051HS	可仿真不同厂商/各种封装的8051芯片
POD-JTAG-ARM	可仿真不同厂商的全部ARM芯片
POD-JTAG-DSP-TI	可仿真包括DaVinci(达芬奇)在内的全部DSP芯片
POD-JTAG-AVR	可仿真全部的JTAG方式的AVR芯片
POD-OneWire-ADI	可仿真全部的ADI增强型51内核芯片
其它或陆续推出的高性能POD组件	



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)22644372 22644249 22644399 传真：(020)38601859
E-mail: Sales@embedtools.com TKS@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644360 22644361

深圳周立功：(0755) 83783155-3155
杭州周立功：(0571) 88009201-303

南京周立功：(025) 83603500-819
成都周立功：(028) 85439836-809

上海周立功：(021) 53083451-815
北京周立功：(010) 62635573-115

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168397

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296



星期三	加班!
星期四	加班!
星期五	加班!
星期六	加班!
星期日	加班!
换平台、换工具.....	

到底需要多少硬件开发平台?
8051、ARM、DSP.....

到底需要多少软件IDE?
Keil、IAR、ADS、CCS.....

软硬件怎么都互不兼容?

TKScope嵌入式系统智能开发平台 你我的梦想

TKScope仿真器是广州致远电子有限公司推出的一款全新概念的高级专业通用型仿真开发平台，支持仿真全系列8051、ARM、DSP、AVR、C166、51MX等内核。

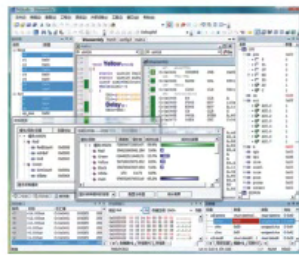
性能概述

- 与全部主流IDE无缝连接:TKStudio、zlgLogic、IAR、CCS、Keil、ADS、RealView、AVRStudio
- 独创的新概念仿真框架，囊括超过3000多种主流芯片
- 高速USB联机通讯，500K字节/秒下载速度
- 80MHz的仿真频率，20K - 120MHz的内部时钟
- 全球率先推出全资源On the fly，真正运行中无插入操作
- 全球率先推出SuperTrace/SuperView/SuperBreak特色调试
- 真正的IAP/ISP功能仿真支持，涵盖Flash数据操作和代码运行
- 内部1M字节程序和数据空间，并支持代码数据分组调试

内嵌zlgLogic专业逻辑分析仪：最大64通道、200MHz采样频率、1M×64路存储深度



zlgLogic逻辑分析仪环境



TKStudio集成开发环境

全资源On the fly,运行中结果可见

- 最大512KB代码覆盖分析
- 最大512KB轨迹加彩显示
- 最大512KB数据覆盖分析
- 最大512KB代码性能分析
- 最大512KB数据性能分析

专业分析工具

- 最大512KB超级代码跟踪，48-bit位同步时间记录和PC记录，SFR和R0-R7记录跟踪
- 复杂断点设计：数据读写操作、地址范围判断、堆栈溢出等断点
- 时间断点功能，600小时/10ns精度

TKStudio最佳支持TKScope的集成开发环境

TKStudio是由广州致远电子有限公司开发的，集文件编辑处理、编译连接、项目管理、窗口和工具引用、调试于一体的嵌入式系统开发平台。

更多仿真开发工具请浏览 www.embedtools.com



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660 电话：(020)22644372 22644249 22644399 传真：(020)38601859
E-mail: Sales@embedtools.com TKS@zlgmcu.com 技术支持：(020)22644360 22644361

深圳周立功：(0755) 83783155-3155
杭州周立功：(0571) 88009201-303

南京周立功：(025) 83603500-819
成都周立功：(028) 85439836-809

上海周立功：(021) 53083451-815
北京周立功：(010) 62635573-115

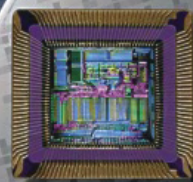
重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168397

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

怕烧坏芯片，选SmartPRO®



SmartPRO 5000U
研发、量产两用智能极速通用编程器



SmartPRO 5000U研发、量产两用智能极速通用编程器



可靠烧录。采用独一无二的管脚保护电路和管脚自动检测技术，并配合电气性能更为优良的时序发生电路、成熟可靠的过流保护电路和可编程的过流阈值控制电路，满足各种高低电压芯片和低品质芯片的编程，在各种环境下有效保护编程器和被烧录芯片；



数据安全。采用创新的工程加密技术，用户可将要编程的数据进行加密处理，并将加密后的数据存入SmartPRO 5000U内置电子盘，软硬加密相结合，双重防护，有效防止数据泄密；

极速编程。采用第七代时序发生电路加上IC厂商认证算法，在高速CPU+FPGA的架构下，使编程时间精确到ns级，达到速度巅峰。编程+校验一片32Mbits FLASH存储器（INTEL 28F320W18）为13秒，微视群雄；

脱机编程。采用CF卡存储编程文件，无需连接电脑，方便携带到各种现场，使用灵活。并内置32Mbits电子盘，烧录较小容量芯片无需另购CF卡；

产量控制。用户在进行编程的时候，不但可以看到已被编程芯片的次数显示，还可以在编程工程中预先设置编程芯片的次数。当编程次数达到用户预设次数时，此工程将无法继续编程芯片。可达到产量控制的目的；

集群量产。支持一拖八集群量产，支持用户自定义的编程步骤，芯片即插即写，轻松创造高效能；

远程产量控制功能(需授权)。可将加密后的程序源文件和芯片烧录数量做成脱机工程，并保留成磁盘文件。程序开发方可以直接将此文件通过EMAIL传递给芯片烧录方，并有效控制芯片的每次烧录数量。

采用USB2.0 (High Speed) 通信。通信带宽高达480Mbps，解决数据传输瓶颈，领先同行；

逻辑测试功能。可测试标准TTL/CMOS逻辑电路和用户自定义测试向量的非标准逻辑电路；

时序升级。根据客户需求，提供各类新芯片的编程支持；

48脚万能全驱。支持各种通用适配器对不同封装芯片进行编程，256级程控IO电平，支持1.8V低压器件；

独立的ICP下载线接口。可对电路板上芯片进行在线路编程，更加方便工程师现场调试；

半导体厂商支持。获得ALTERA、RENESAS、AMIC、ATMEL、Cypress、EON、Infineon、ISSI、NXP、Sunplus、SyncMOS、Luminary、WINBOND等众多半导体厂商的时序验证及好评；

支持各大半导体公司的ARM芯片编程，并有完整的编程适配器插座系列产品供客户选配使用；

各种适配器，一应俱全



更多编程器请浏览 www.embedtools.com



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660
E-mail: Sales@embedtools.com Tools@embedtools.com

电话：(020)22644372 22644249 22644399 传真：(020)38601859
技术支持：(020)22644375 28872624

深圳周立功：(0755) 83783155-3155
杭州周立功：(0571) 88009201-303

南京周立功：(025) 83603500-819
成都周立功：(028) 85439836-809

上海周立功：(021) 53083451-815
北京周立功：(010) 62635573-115

重庆周立功：(023) 68797619
武汉周立功：(027) 87168397

广州专卖店：(020) 87578634
西安办事处：(029) 87881296

化繁为简，真相原来如此简单

将重点放在产品设计上，测试分析工作交给LA系列逻辑分析仪吧！



精密测试夹 (选配件)

LA2532 = 逻辑分析仪 + 总线分析仪 + 协议分析仪 + 逻辑笔 + 频率计

- 硬件指标：200MHz采样频率，32路输入通道，32Mbit存储深度；
- 200M采样频率：更加有效捕捉实时瞬态信号；
- 32Mbit存储深度 + 数据压缩算法：让您总能看到更多信息，处处领先。

分析功能

- UART协议分析
- I²C协议分析
- SPI协议分析
- SSI总线分析
- A/D转换分析
- 1-Wire协议分析
- 变形米勒编码分析
- MODBUS协议分析
- 双相曼彻斯特编码分析
- SD/MMC卡分析
- CF卡True IDE模式分析
- 8051反汇编代码分析

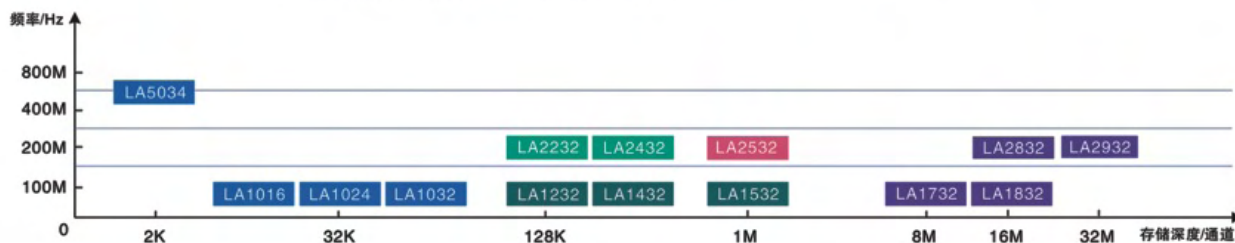
多种触发选择

- 256级触发
- 边缘触发
- 数据触发
- 总线触发
- 数据队列触发
- 数据宽度触发
- 延时触发
- 数据出现次数触发
- 数据>, <比较
- 可视触发
- 高级触发
- 插件触发

选择致远逻辑分析仪就是选择标准！

广州致远电子有限公司是中华人民共和国逻辑分析仪行业标准委员会委员。

广州致远电子有限公司LA系列逻辑分析仪整合了USB2.0、CPLD、FPGA、嵌入式系统等技术，集逻辑分析仪、总线分析仪、协议分析仪、频率计、逻辑笔等多种仪器之大成于一身，具有高性能低价格、携带方便、简单易用、扩展性好等优点。



更多逻辑分析仪请浏览 www.embedtools.com



广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼 邮编：510660
 E-mail: Sales@embedtools.com Tools@embedtools.com

电话：(020)22644372 22644249 22644399 传真：(020)38601859
 技术支持：(020)22644375 28872624

深圳周立功：(0755) 83783155-3155
 杭州周立功：(0571) 88009201-303

南京周立功：(025) 83603500-819
 成都周立功：(028) 85439836-809

上海周立功：(021) 53083451-815
 北京周立功：(010) 62635573-115

重庆周立功：(023) 68797619
 武汉周立功：(027) 87168397

广州专卖店：(020) 87578634
 西安办事处：(029) 87881296

第 二 届 Actel杯 中国大学生 FPGA设计竞赛

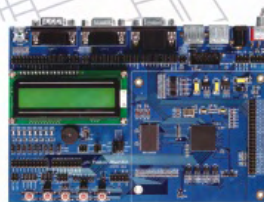
www.zlgmcu.com

国内嵌入式知名企业周立功公司和单芯片FPGA解决方案的领导者Actel公司08年下半年隆重举办“第二届‘Actel杯’中国大学生FPGA设计竞赛”，诚邀您的参加！
本竞赛由周立功公司和Actel公司共同提供软硬件竞赛平台，相信通过本次竞赛，能够提高您在FPGA上的设计能力、实际动手能力以及就业竞争能力！

本竞赛完全免费，并有高额奖金等你来拿，赶快报名参加吧！

竞赛套件

免费提供Fusion StartKit FPGA开发套件及配套教材



奖项设置

- 1等奖2名：**奖金5000元 + 证书 + Actel奖杯
- 2等奖5名：**奖金2000元 + 证书
- 3等奖10名：**奖金1000元 + 证书
- 优胜奖若干名：**证书

时间安排

报名时间：2008年9月~2008年10月25日
比赛时间：2008年11月~2009年3月31日
评审并颁奖：2009年4月

报名方式：在www.zlgmcu.com/js网站上在线报名；

电话：020-28872346

第 届“ZLG杯”中国大学生 ARM嵌入式系统电子设计竞赛

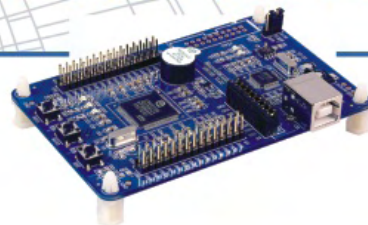
把握“核”“心”，放飞梦想

由广州周立功单片机发展有限公司主办，Luminary Micro半导体公司、ARM公司和北京航空航天大学出版社协办的“第三届‘ZLG杯’中国大学生ARM嵌入式系统电子设计竞赛”将于08年下半年正式开赛，诚邀您的参加！本竞赛由周立功公司免费提供软硬件开发平台并配备相关指导书籍，通过竞赛，能够提高您在ARM嵌入式系统上的设计、实际动手能力以及就业竞争能力。

本竞赛完全免费，并有高额奖金等你来拿，赶快报名参加吧！

竞赛套件

免费提供EasyARM1138 开发板及配套教材。



奖项设置

1等奖5名：奖金3000元 + 证书 + ZLG奖杯

2等奖10名：奖金1500元 + 证书

3等奖20名：奖金1000元 + 证书

优胜奖若干名：证书

时间安排

报名时间：2008年7月初~2008年10月25日

比赛时间：2008年11月~2009年3月31日

评审并颁奖：2009年4月

详情请查看网站：www.3jia1.com/js

 **周立功单片机**