

ELECTRONIC
ENGINEER

XIDIAN UNIVERSITY PRESS

IEEE 1394 Protocol and Interface Design

IEEE 1394 协议及接口设计

张大朴 王 晓 张大为 韦 旻 编著

*Specially Designed
for Engineers and Technicians of Electronics*



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

IEEE 1394 协议及接口设计

张大朴 王 晓 编著
张大为 韦 旻

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

本书在对 IEEE 1394 体系结构及协议进行分析的基础上,通过对几种有代表性的控制芯片功能的描述,从理论与实际应用相结合的角度出发,详细介绍了 1394 硬件接口及软件驱动程序的设计方法。注重实用性是本书的特点之一,作者总结了开发过程中的经验,尽量详细地介绍了实际过程中可能遇到的问题,以达到使读者可以更快地设计出自己产品的目的。本书共分为三部分,分别从协议、芯片及其硬件设计和驱动软件设计三方面对 IEEE 1394 接口的开发进行了阐述。

本书适合所有关心 IEEE 1394 开发的软件或硬件工程师使用,也可满足大专院校电子专业和计算机专业师生及广大电子技术爱好者学习 1394 技术的需要。

图书在版编目(CIP)数据

IEEE 1394 协议及接口设计/张大朴等编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2004.1
ISBN 7-5606-1311-X

I. I… II. 张… III. ①通信协议 ②电子设备—接口 IV. ①TN915.04 ②TN919.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 092504 号

策 划 臧延新

责任编辑 杨 璠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 8201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 29.75

字 数 707 千字

印 数 1~4000 册

定 价 45.00 元

ISBN 7-5606-1311-X/TN·0245

XDUP 1582001-1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前言

随着微机技术的发展,对总线带宽的要求越来越高。同时,出于对标准化的需要,还采用了标准接口技术,其目的是为了便于模块结构设计,可以得到厂商的广泛支持,便于生产与之兼容的外部设备和软件。IEEE 1394 正是在这种情况下应运而生。可是为什么作为一个串行总线标准,IEEE 1394 会受到如此的青睐呢?

首先,IEEE 1394 总线是一种比并行总线便宜的设计。也许有人会认为像 IDE 或 PCI 这样的并行总线似乎更加可取,因为更多的导线将提供更大的带宽。其实,并行接口非常复杂,相对于串行总线来说需要更多的软件控制,而且系统开销也很大,因此,并行接口不一定能够提供更快的传输速度。此外,价格也是一方面的因素,更多的控制软件和连接导线都会增加技术实现的成本,而且并行导线容易产生信号干扰,解决这一问题同样也需要增加费用。相对于并行总线,串行总线的另外一个优势就是节省空间,串联线体积更小,使用更加方便。

此外,IEEE 1394 的高速性也是其日益受到重视的原因之一,这是一般的串行总线所不能比拟的。作为一种数据传输的开放式技术标准,IEEE 1394 应用在众多的领域中。目前来说,IEEE 1394 技术使用最广的还是数字成像领域,支持的产品包括数字相机或摄像机等。然而 IEEE 1394 的潜在市场远非这些,无论是在计算机外设还是网络互联等方面都有其广阔的应用前景。

本书面向的对象

通过学习本书,你将对 IEEE 1394 的历史及现状有一个透彻的了解,对于想了解新技术的朋友来说是非常实用的。

本书是作者在实践的基础上完成的,所以本书可以对 IEEE 1394 协议规范进行深入浅出的阐述。同时,在此基础之上,也能针对实际开发过程中遇到的一些问题结合实例来说明其解决办法,所以对于从事具体的电路设计人员以及计算机软、硬件工程师来说,本书也是一本非常好的参考手册。

此外,本书还可作为大中专院校有关专业学习“微机接口技术”的参考书目来使用。

你能从本书中学到什么

本书的目的就是使读者能够很快地进入到 1394 总线的设计工作中去,提供的都是和实际动手设计有关的内容,并结合了驱动程序的设计,使你能很快地开始并完成你的设计,所需时间至少应该比我们在开始学习 1394 总线时的摸索时间加上走弯路所花费的时间少得多。

本书的组织结构

本书共分为三大部分。

第一部分介绍了 IEEE 1394 的体系结构,并对协议规范进行了详细的描述,其中笔者认为比较难懂的地方,加入了一些实例,使读者可以更加直观地了解 IEEE 1394 协议。

此部分共分为 14 章。第 1 章介绍了 IEEE 1394 的历史和现状,及其与 USB 总线相比的优缺点,并讨论了 IEEE 1394 的应用。第 2 章描述了 1394 的基本特征,同时总结了 1394 需要遵守的几个标准。第 3 章介绍了 1394 的两种重要事务——异步事务和等时事务的功能及其模型。第 4 章着重说明了 1394 的物理接口(包括线缆和连接器)和它的信号环境。第 5 章分析了 1394 各种数据包的结构和格式,对不同事务的数据包进行了对比。第 6 章介绍了 1394 总线的各种仲裁类型,说明了各事务仲裁的实现过程。第 7 章的主题是事务的重传,对接收方不能立即对请求作出响应或在数据包的传递过程中出现错误的情况作了详细的分析。第 8 章的重点放在对加电后总线上先后出现的几个过程——总线复位、树标识、自标识的分析上。第 9 章主要介绍总线的管理活动,并对等时资源管理器和总线管理器的功能进行了详细的说明。第 10 章对物理层和链路层芯片之间的接口从时序及规范上作了说明,解决了同一节点上分离式 1394 控制芯片的通信问题。第 11 章介绍了 CSR 寄存器结构。第 12 章的内容以配置 ROM 的内容为核心,并结合实例介绍了 ROM 的配置过程。第 13 章和第 14 章对 1394a 协议中新增加或改进比较大的挂起/恢复和电源管理环境部分作了一定的描述,因为该部分的协议内容还在不断完善中,所以对这两章我们尽量从宏观的角度进行说明。

第二部分通过对 TI 公司的通用物理层芯片 TSB41LV04A 和链路层芯片 TSB12LV01B 的分析,详细介绍了芯片的使用方法及电路设计时需要注意的问题。

第 15 章和第 16 章分析了物理层寄存器和物理层数据包的结构,之所以没有将它们放在协议部分描述,是因为这两部分实践性比较强。第 17 章主要介绍了物理层芯片 TSB41LV04A 的结构、特性及其使用时需要注意的问题,并从实际出发分析了它与一般链路层芯片的接口,同时还介绍了只有物理层芯片,而没有链路层芯片时节点作为转发器的使用。第 18 章介绍了链路层芯片 TSB12LV01B 的结构和使用方法。第 19 章从实际出发,针对 1394 速度比较快的特点,说明了布线过程中需要注意的一些方面,对于硬件设计人员来说,先看这一章对设计工作会有很大帮助。

第 20 章的重点放在 OHCI(开放式主机控制接口)方面,对其作了大致的描述,说明了主机端控制芯片设计需要注意的一些方面。第 21 章则对 1394 总线上信号的测试提出了一些看法,介绍了通过示波器观察波形的办法,在设备的调试过程中参照本章将会事半功倍。

第三部分介绍了 1394 驱动程序的设计方法。

第 22 章介绍了 Windows WDM 驱动程序模型,使读者对 WDM 模型有一个总体上的把握。第 23 章介绍了用 Windows 2000 DDK 开发基于 WDM 的 1394 设备驱动程序的方法。第 24 章介绍了用 DriverWorks 开发基于 WDM 的 1394 设备驱动程序的方法。

本书的一些约定

1. big endian 与 little endian

串行总线上数据传输时有两种格式：

- (1) big endian：高位优先，最高有效位(MSB)是第“0”位，最高有效字节是第“0”字节；
- (2) little endian：低位优先，最低地址存放低位字节，但字节内部的位与 big endian 一样。

两者的具体区别如表 1 所示。

表 1 big endian 和 little endian 的比较

	big endian	little endian
Byte	12H	12H
Doublet	12 34H	34 12H
Quadlet	12 34 56 78H	78 56 34 12H

如果没有特别的说明，本书都采用 big endian 的格式。

2. bit 和 byte

表示 bit(位)的符号用小写，如 100 Mb/s 表示 100 兆 bit 每秒。

表示 byte(字节)的符号用大写，如 66 MB/s 表示 66 兆 byte 每秒。

3. 各种数制及多字节的表示

十进制数一般不加后缀，需要时可以以“D”结尾。

十六进制数都以“H”结尾，如 1234H，0ABH。

二进制数都以“B”结尾，如 1010B。

各种数制的结尾的标识如表 2 所示。

表 2 数制的表示

十进制	十六进制	二进制
170 或 170D	0AAH	1010 1010B

表 3 为各种标准下不同长度字节的表示方法，为了统一起见，本书默认的数制是十进制，位长表示时采用 IEEE 标准表示法。

表 3 各种标准下不同位长的表示方法

大小(位)	16 位标准	32 位标准	IEEE 标准
8	Byte	Byte	Byte
16	Word	Half - word	Doublet
32	Long - word	Word	Quadlet
64	Quad - word	Double	Octlet

4. 物理单位

本书中用到了一些物理单位，这些单位都采用国际标准，并用符号表示，如表 4 所示。

表 4 物理单位的表示

单 位	符 号 表 示
电压	V
电流	A
时间	s、 μ s、ms

致谢

本书在编写的过程中得到了很多人的帮助，没有他们无私的指教及帮助，也就没有这本书的出版。在这里谨向对本书有过帮助的所有人表示感谢。

首先要感谢西安电子科技大学出版社的臧延新编辑、杨璠编辑和其他编审人员，感谢他们对本书所给予的热情支持和帮助。本书的所有内容都经过了他们斟酌句的审校。

其次要感谢和我一起工作的几位同志。林裕伦、陈亮、张琳、孙作治等人在我使用 1394 开发设备的实际工作中给予了我很大的帮助，另外张宏同志也在本书的编写方面提出了很多宝贵的意见。

另外一些论坛上的朋友，像张新雨、DEER、rifter、ROC999、边方等人在我工作过程中给予了我很多灵感和帮助，这本书的完成也有他们的一份功劳。

最后要感谢我的父母亲和家人，没有他们对我默默的支持，我无论如何也不会有今天的成就，这本书就算送给他们的一件小小礼物。

另外，本文一部分内容来源于互联网，由于不能一一列举，在此对其作者一并表示感谢。

本书中提到的 Windows、Windows 95、Windows 98、Windows 2000、Windows XP 都是微软公司的注册商标。TI 是德州仪器公司(Texas Instrument)的注册商标。Apple 是苹果公司的注册商标。其它提到的注册商标也归各自的公司所有，本书仅仅是引用其名称。相关的产品资料请到各公司的网站查询。

由于作者在 1394 总线接口的设计方面所做的工作并不能包括 1394 总线接口设计的所有方面，另外对 1394 总线协议的理解也不免出现一定的偏差，有些深入的问题还有待进一步的认识，所以希望读者能够针对书中的不足给予指正和谅解，另外对书中表达意思不清的地方也欢迎互相讨论。我的 E-mail 地址是 dapuzhang@hotmail.com，希望大家多提宝贵意见，共同进步。

编 著 者
2003 年 8 月

目 录

第 1 章 IEEE 1394 概述	1	4.2.1 线缆的信号	35
1.1 IEEE 1394 总线的出现	1	4.2.2 线缆的电气特征	35
1.2 什么是 IEEE 1394	2	4.2.3 线缆的物理结构	36
1.3 采用 1394 的原因	2	4.2.4 扩充槽(device bay)	36
1.4 IEEE 1394 与其他总线的比较	3	4.3 电气参数和接口	38
1.4.1 与同类总线 USB 的比较	3	4.3.1 信号幅度	39
1.4.2 IEEE 1394 与并行总线的比较	4	4.3.2 共模电压	40
1.4.3 IEEE 1394 与其他接口速度的比较	4	4.3.3 噪声	40
1.5 IEEE 1394 的主要特点	4	4.3.4 设备连接和拆卸的检测	41
1.6 IEEE 1394 的应用	5	4.3.5 速度信号的检测	41
第 2 章 1394 体系结构概述	7	4.3.6 仲裁信号	43
2.1 IEEE 1394 的拓扑结构	7	4.4 线缆电源和地	47
2.1.1 节点和模块体系	7	第 5 章 IEEE 1394 的数据包	49
2.1.2 拓扑结构	8	5.1 主数据包	50
2.1.3 寻址	9	5.2 异步数据包	52
2.2 协议结构	10	5.2.1 无数据的异步包	52
2.2.1 事务层	11	5.2.2 具有 4 字节数据的异步包	54
2.2.2 链路层	12	5.2.3 具有数据块的异步包	56
2.2.3 物理层	17	5.3 确认包	60
2.2.4 总线管理	18	5.3.1 确认代码	61
第 3 章 通信模型及服务	19	5.3.2 确认校验	61
3.1 异步传输模型和服务	19	5.4 等时数据包	62
3.1.1 请求子事务	20	5.5 异步数据流包	63
3.1.2 响应子事务	23	5.6 主数据包中的字段	64
3.2 等时传输模型和服务	26	第 6 章 仲裁	69
3.2.1 等时传输的建立和保持	27	6.1 概述	69
3.2.2 等时传输服务	28	6.1.1 仲裁信号	69
3.3 锁定事务	30	6.1.2 自然优先级	71
3.3.1 锁定事务的模型	30	6.2 异步仲裁	72
3.3.2 锁定操作提供的服务	31	6.3 等时仲裁	73
第 4 章 物理及电气接口	32	6.4 公平仲裁	74
4.1 连接器	32	6.5 混合仲裁	75
4.2 线缆	35	6.6 1394a 中关于仲裁的内容	75
		6.6.1 确认加速仲裁	75

6.6.2	Fly-by 连接	76	9.4.2	等时资源管理器的使用	132
6.6.3	优先级仲裁	77	9.5	总线管理器	135
6.7	多速度数据包连接	78	9.5.1	总线管理器的确定	135
6.8	一个仲裁的简单例子	78	9.5.2	拓扑结构图	136
6.9	小结	81	9.5.3	间隔计数	137
第 7 章	事务重传	82	9.5.4	速度图	139
7.1	概述	82	9.6	串行总线管理服务	139
7.2	事务重传次数限制	83	9.6.1	串行总线控制请求	139
7.3	数据包错误及其处理	84	9.6.2	串行总线控制确认	141
7.4	单步重传协议	85	9.6.3	串行总线事件指示	142
7.4.1	单步输入重传	85	9.7	串行总线管理变量	144
7.4.2	单步输出重传	86	9.8	总线管理状态机	145
7.5	两步重传协议	87	9.8.1	循环控制器状态机	145
7.5.1	两步输入重传	87	9.8.2	等时资源管理器状态机	146
7.5.2	两步输出重传	92	9.8.3	总线管理器状态机	148
第 8 章	总线配置	94	第 10 章	物理层和链路层接口	150
8.1	总线初始化	94	10.1	概述	150
8.1.1	总线复位状态机	96	10.2	接口之间的操作	152
8.1.2	1394a 对总线复位的一些改进	97	10.2.1	请求操作	153
8.2	树标识过程	99	10.2.2	状态操作	156
8.2.1	树标识的信号	99	10.2.3	传输操作	157
8.2.2	树标识状态机	100	10.2.4	接收操作	158
8.2.3	树标识进程	101	10.3	初始化和复位	159
8.3	自标识过程	105	10.4	链路层开启和中断指示	162
8.3.1	自标识的主要功能	106	10.5	加速仲裁控制	162
8.3.2	自标识状态机	106	第 11 章	CSR 寄存器	164
8.3.3	自标识进程	108	11.1	CSR 核心寄存器	164
8.3.4	拓扑结构的分析	115	11.2	依赖于串行总线的寄存器	170
8.3.5	自标识数据包	117	11.3	单元寄存器	179
8.4	线缆环境下的总线配置	120	11.4	复位对 CSR 寄存器的影响	182
8.4.1	总线中有总线管理器和等时资源 管理器时总线的配置	121	第 12 章	配置 ROM	183
8.4.2	仅有等时资源管理器时总线的 配置	125	12.1	概述	183
8.4.3	等时资源管理器和总线管理器 为同一节点的情况	126	12.2	配置 ROM 的一般格式	184
第 9 章	总线管理及其服务	127	12.3	循环冗余校验码(CRC)	192
9.1	概述	127	12.3.1	算法原理	192
9.2	网络中节点的几种功能	128	12.3.2	算法分析	193
9.3	循环控制器	130	12.3.3	程序实现	193
9.4	等时资源管理器	131	12.4	配置 ROM 的例子	194
9.4.1	等时资源管理器的确定	131	12.4.1	实例一	195
			12.4.2	实例二	196
			12.4.3	标识符的确定	200

第 13 章 挂起和恢复	201	第 17 章 物理层控制芯片	245
13.1 概述	201	17.1 概述	245
13.2 端口挂起操作	201	17.2 芯片管脚的功能	249
13.2.1 端口的挂起	201	17.3 内部寄存器配置	251
13.2.2 挂起的连接	203	17.3.1 基本寄存器	251
13.2.3 挂起域	204	17.3.2 扩展寄存器	253
13.3 恢复操作	204	17.4 使用时注意的问题	257
13.3.1 端口的恢复	204	17.5 TSB12LV01B 与 TSB41LV04A	
13.3.2 边界节点	206	的接口	261
13.4 挂起和恢复的例子	207	17.5.1 概述	261
第 14 章 电源管理	209	17.5.2 接口之间的互操作	262
14.1 概述	209	17.5.3 接口的复位和禁止	271
14.2 线缆电源分配	211	17.6 物理层芯片用作转发器	274
14.2.1 电源提供者	212	第 18 章 链路层控制器	278
14.2.2 电源消耗者	214	18.1 概述	278
14.2.3 自身提供电源者	214	18.2 结构单元	282
14.2.4 注意事项及示例	214	18.3 内部寄存器	284
14.2.5 小结	216	18.4 FIFO 的存取访问	295
14.3 电源状态管理	217	18.4.1 概述	295
14.4 新增加的 CSR	219	18.4.2 ATF 的存取	296
14.5 新增加的配置 ROM 项	224	18.4.3 ITF 的存取	297
14.5.1 节点电源目录配置项	224	18.4.4 通用接收 FIFO(GRF)的存取	299
14.5.2 元件电源级别配置项	226	18.4.5 RAM 测试模式	301
第 15 章 物理层寄存器	227	18.5 数据包格式	302
15.1 1394-1995 物理层寄存器	227	18.5.1 异步发送包(数据由主机发往	
15.2 1394a 物理层寄存器	229	芯片)	302
15.3 附加寄存器	232	18.5.2 接收包(数据由芯片发往主机)	
15.3.1 端口状态寄存器页	232		307
15.3.2 生产商标识寄存器页	234	18.5.3 等时数据包	311
15.3.3 与生产商有关的信息页	235	18.5.4 其他类型的数据包	313
第 16 章 物理层数据包	236	18.6 批量数据接口(某些芯片的功能)	315
16.1 物理层数据包格式	236	18.6.1 BDIF 的结构	315
16.1.1 自标识数据包	237	18.6.2 BDIF 控制寄存器的配置	317
16.1.2 开启链路包	237	18.6.3 BDIF 的工作模式	319
16.1.3 物理层配置包	238	第 19 章 芯片的布局和布线	323
16.2 扩展物理层数据包	239	19.1 概述	323
16.2.1 试通包	239	19.2 布局的规则	323
16.2.2 远程存取包	240	第 20 章 1394 OHCI 简介	330
16.2.3 远程应答包	241	20.1 概述	330
16.2.4 远程命令包	241	20.2 硬件描述	331
16.2.5 远程确认包	242	20.3 软件接口概述	335
16.2.6 恢复包	243	20.4 1394 OHCI 节点偏移址映像图	336

20.5 系统需求	337	23.3.1 DDK 简介	411
20.6 物理请求	338	23.3.2 内存管理	412
第 21 章 1394 总线的测试	340	23.4 客户应用程序的设计	414
21.1 简介	340	23.4.1 枚举设备接口	414
21.2 配置环境的设置	340	23.4.2 客户应用程序与 1394 设备之间 的通信	416
21.3 循环开始	341	第 24 章 利用 DriverWorks 开发 1394 设备驱动程序	418
21.4 总线复位	342	24.1 DriverWorks 介绍	418
21.5 树标识	343	24.1.1 DriverStudio 简介	418
21.6 自标识	344	24.1.2 DriverWorks 特点	418
21.7 数据传输	346	24.1.3 DriverStudio 的安装与配置	419
第 22 章 Windows WDM 驱动程序 模型	348	24.2 DriverWorks 提供的类	420
22.1 驱动程序概述	348	24.2.1 WDM 驱动类	420
22.2 操作系统概述	351	24.2.2 IEEE 1394 类	422
22.3 WDM 驱动程序的基本结构	353	24.3 DriverWorks 的使用	424
22.3.1 驱动程序中的对象	353	24.4 DriverWorks 驱动开发策略	432
22.3.2 I/O 缓冲策略	358	24.4.1 PDO 和 FDO	432
22.3.3 WDM 的层次化体系结构	360	24.4.2 设备接口	433
22.3.4 IRP	364	24.4.3 即插即用	434
22.3.5 WDM 驱动程序的结构和 基本例程	369	24.4.4 电源管理	435
22.3.6 WDM 驱动程序的安装	374	24.4.5 异步传输	436
第 23 章 利用 Windows 2000 DDK 开发 1394 设备驱动程序	378	24.4.6 等时传输	438
23.1 Windows 对 IEEE 1394 的支持	378	24.4.7 WMI 例程	440
23.1.1 1394 的硬件资源	378	附录	442
23.1.2 IEEE 1394 驱动程序栈	378	附录 A 电缆接口时常数	442
23.1.3 IEEE 1394 总线支持的 内部 IOCTL	379	附录 B 链路层芯片与 DSP 芯片接口实例	446
23.1.4 IEEE 1394 设备的异步传输	382	B.1 功能描述	446
23.1.5 IEEE 1394 设备的等时传输	388	B.2 一般读/写功能描述	448
23.2 设备驱动程序的例程	392	B.3 TMS 320AV7100 微处理器接口的 时序要求	450
23.2.1 初始入口点	392	B.4 TMS320AV7100 握手模式	451
23.2.2 AddDevice 例程	393	B.5 TMS320AV7100 盲访问模式	454
23.2.3 即插即用(PnP)的实现	399	附录 C 有关 1394 的一些问题	457
23.2.4 电源管理	404	附录 D 名词解释	460
23.2.5 分发例程	408	参考文献	465
23.3 Windows 2000 DDK	411		

随着计算机技术的迅速发展,各种标准的、非标准的总线层出不穷。总线技术之所以能够得到迅速发展,是由于采用总线结构在系统设计、生产、使用和维护上有很多优越性。概括起来有以下几点:

- (1) 便于采用模块结构设计方法,简化了系统设计;
- (2) 标准总线可以得到厂商的广泛支持,便于生产与之兼容的硬件板卡和软件;
- (3) 模块结构方式便于系统的扩充和升级;
- (4) 便于故障诊断和维修,同时也降低了成本。

先进的总线技术对于解决系统瓶颈,提高整个微机系统的性能有着十分重要的影响,因此在 PC 机 20 多年的发展过程中,总线结构也在不断地发展变化。当前总线结构方式已经成为微机性能的重要指标之一。

1.1 IEEE 1394 总线的出现

总线是微处理器与外围设备之间传送信息的一组信号线,也是微处理器与外部硬件接口的核心。按总线在微机系统中的位置可分为机内总线和外设总线(peripheral bus),其中外设总线指与外部设备接口的总线,实际上是一种外设的接口标准。目前在 PC 机上流行的接口标准大概有 IDE、SCSI、USB 和 IEEE 1394 四种。

总线的主要参数有以下几种。

1. 总线的带宽

总线的带宽指的是一定时间内总线上可传送的数据量,即我们常说的每秒钟传送多少 Mb 的最大稳态数据传输率。与总线带宽密切相关的两个概念是总线的位宽和总线的工作时钟频率。

2. 总线的位宽

总线的位宽指的是总线能同时传送的数据位数,即我们常说的 32 位、64 位等总线宽度的概念。总线的位宽越宽则总线每秒数据传输率越大,也即总线带宽越宽。

3. 总线的工作时钟频率

总线的工作时钟频率以 MHz 为单位,工作频率越高则总线工作速度越快,也即总线带宽越宽。

举个例子,高速公路上的车流量取决于公路车道的数目和车辆行驶速度,车道越多、车速越快则车流量越大。总线带宽就像是高速公路的车流量,总线位宽仿佛高速公路上的车道数,总线时钟工作频率相当于车速,总线位宽越宽、总线工作时钟频率越高则总线带宽越大。

但是,单方面提高总线的位宽或工作时钟频率都只能部分提高总线的带宽,而且由于技术上的原因,很容易达到各自的极限。只有两者配合才能使总线的带宽得到更大的提升。

1.2 什么是 IEEE 1394

IEEE 1394 最初是由 Apple(苹果)公司提出的,当时的目的是简化其计算机的连线,并且为实时数字数据传输提供一个高速接口。最初 Apple 公司将其命名为 FireWire(火线)。FireWire 是 Apple 公司的商标,与后来 Sony(索尼)公司的 i.Link 一样,实际上所有的商标名称都是指同一种技术——IEEE 1394。图 1-1 为 1394 接口和电缆的实物图。

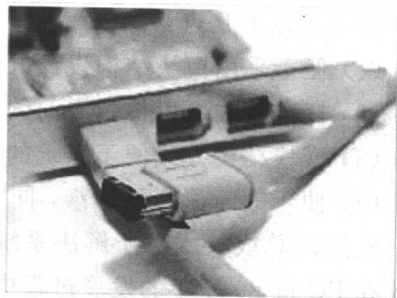


图 1-1 1394 接口及电缆

IEEE(电气和电子工程师协会)在 1995 年认可 FireWire 为 IEEE 1394-1995 规范,但是在 IEEE 1394-1995 中存在一些模糊的定义,所以后来又有一份补充文件来澄清疑点,解决了一些兼容性的问题,更正了错误并添加了一些功能。经过改进的规范被称为 1394a。本书中所叙述的规范正是基于 IEEE 1394-1995 的,同时对 1394a 改进的地方也作了说明。

2001 年,更新的 1394 规范——1394b 也被推出,它以“IEEE 1394-1995”和“1394a”为基础,目标是“在新型应用中普及多媒体标准规格”。其带宽、传输速度、距离和成本效率等都有了大幅度提高。1394b 共分为“beta”和“bilingual”两种模式,bilingual 模式具有与 1394a 及 IEEE 1394-1995 的设备向下兼容的特点。

1.3 采用 1394 的原因

目前已经有很多种总线和接口,如 VESA 总线、PCI 总线、AGP 总线,SCSI 接口、RS232 接口和 USB 接口等。为什么在已经有了如此多的接口后还要开发 IEEE 1394 总线呢?这主要基于以下几点原因:

(1) 构成一个系统的各种模块之间有可能工作于不同的底板环境下,但是它们也需要协同工作,互相通信,这时就需要一个统一的接口标准,来提高系统的总体性能;

(2) 冗余的数据通路增加了错误发生的概率,系统可以使用串行总线来隔离并分析错误;

(3) 很多系统并不需要并行总线提供的那么高的带宽,从而可以使用串行总线来降低成本。

同时, IEEE 1394 的开发主要考虑了以下几点:

- (1) 支持高速传输;
- (2) 使用更加方便;
- (3) 可升级性;
- (4) 可以独立于主机, 支持点到点的连接。

1.4 IEEE 1394 与其他总线的比较

1.4.1 与同类总线 USB 的比较

IEEE 1394 和 USB 都是串行总线, 因此它们有不少相似之处, 主要表现在:

- (1) 都可以提供即插即用及热插拔的功能, 安装十分简单;
- (2) 都提供统一的通用接口, 都可提供总线供电方式;
- (3) 都采用了串接方式, 可以连接多台设备。

它们之间的主要差别在于:

(1) IEEE 1394 是一种高速串行总线, 是面向高速外设的, 而 USB 是面向中低速外设的。1394 的传输速率很高, 可达 100~400 Mb/s, 因此可连接高速设备, 如 DVD 播放机、数码相机和硬盘等; 而 USB 受 12 Mb/s 传输速率的限制, 它只能连接低速设备, 如键盘、麦克风、软驱和电话等。所以它们的应用领域不同。

(2) 1394 的拓扑结构中, 不需要集线器(HUB)就可连接 63 台设备, 并且可以由网桥(bridge)再将这些独立的子网连接起来, IEEE 1394 并不强制要用电脑控制这些设备; 而在 USB 总线的拓扑结构中, 必须通过 HUB 来实现多重连接, 每个 HUB 有 7 个连接头, 整个 USB 网络中最多可连接 127 台机器, 而且一定要有主机的存在。

(3) 1394 的拓扑结构在其外部设备增减时会自动重设网络, 其中包括网络短暂的等待状态; 而 USB 以 HUB 来判明其连接设备的增减, 因此可以减少 USB 网络动态重设的状况。

新推出的 USB 2.0 的速度大大提高, 最高可达 480 Mb/s, 并且向下兼容 USB 1.1, 它与 1394 将在某些方面产生竞争。但 1394 并不是专为电脑用途设计的。USB 为电脑设备提供廉价的即插即用, 1394 却被电子业接纳为下一代消费电子产品(CE)的连接方式。一条 1394 线缆就可使不同设备构成家庭影院系统, 完全消除了设备背后的困扰。一些 CE 厂商视 1394 为构筑“家庭 A/V 网络”的捷径, 通过它可将丰富的内容传送到家庭的每个角落。因此, 未来二者必将在这种合作和竞争的环境中长期并存下去。表 1-1 列出了两种总线的物理层差别。

表 1-1 1394 与 USB 串行总线的比较

比较的内容	IEEE 1394 总线	USB 总线
传输速率	100 Mb/s, 200 Mb/s, 400 Mb/s	12 Mb/s, 480 Mb/s
可连接节点数	63	127
节点间距离	4.5 m	5 m
信号线	6 条(电源、地、两对双绞线)	4 条(电源、地、两条信号线)
编码方式	D/S NRZI 编码	NRZI(差分不归零编码)

1.4.2 IEEE 1394 与并行总线的比较

1394 是一种比并行总线便宜的设计,与大多数并行总线相比,1394 具有以下优点:

- (1) 串行总线比并行总线更容易实现,成本减少,而且具有更大的灵活性;
- (2) 统一的标准可以消除各种协议之间的局限,使总线的性能有所提高。

通过表 1-2 可以对 1394 与并行总线对比。

表 1-2 1394 与并行总线的比较

比较的内容	IEEE 1394 总线	PCI、IDE 总线
优点	1. 支持即插即用 2. 最多可以连接 63 台外设 3. 可以作为内接或外接的接口	1. 支持的设备更多 2. 速度快,PCI 为 132 Mb/s, ATA - 100 为 100 Mb/s
缺点	1. 现有可用的设备较少 2. 1394a 规格速度最高为 400 Mb/s, 比 PCI、ATA - 100 慢(1394b 已将速度提升至 3.2 Gb/s)	1. 不支持热插拔 2. IDE 最多可连接四台外设 3. 若欲提高传输频率,信号同步问题不易解决,且总线长度受限 4. 仅有内接方式

1.4.3 IEEE 1394 与其他接口速度的比较

IEEE 1394 与其他接口速度的比较如表 1-3 所示。

表 1-3 IEEE 1394 与其他接口速度的比较

传输接口	传送速度
IEEE 1394a	100 Mb/s, 200 Mb/s, 400 Mb/s
IEEE 1394b	800 Mb/s, 1.6 Gb/s, 3.2 Gb/s
USB1.1	1.5~12 Mb/s
USB 2.0	480 Mb/s
SCSI - 1	40 Mb/s
Fast SCSI	80 Mb/s
Fast Wide SCSI	160 Mb/s
Ultra SCSI	160 Mb/s
Ultra Wide SCSI	320 Mb/s

1.5 IEEE 1394 的主要特点

IEEE 1394 有如下特点。

高速可升级:支持 100 Mb/s、200 Mb/s 和 400 Mb/s 的传输速率。

支持点到点传输:各个节点可以脱离主机自主执行事务。

即插即用:可以在任何时候向 IEEE 1394 网络添加或拆除设备,既不用担心影响数据的传输,也不需要重新配置,总线会重新枚举,节点也可以自动配置,无需主机干预。

热插拔：无需将系统断电就可以加入和移除设备。

距离限制：节点之间的距离不能超过 4.5 m。如果加上中继器，两个端点之间的最大距离为 72 m。

支持两类事务：包括等时(isochronous)和异步(asynchronous)数据传输方式。等时传输应用于实时性的任务，而异步传输可将数据传送到特定的地址。

拓扑结构：设备间采用树形或菊花链拓扑结构，每条总线最多可以连接 63 台设备，考虑到两个节点之间 4.5 m 的最大距离限制，IEEE 1394 并不适合在广域网中使用。

可提供电源：一些低功耗设备可以通过总线取得电源，而不必为每一台设备配置独立的供电系统。

公平仲裁：使等时传输具有较高优先级，同时异步传输也能获得对总线的公平访问。

提高系统性能：将资源看作寄存器和内存单元，可以按照 CPU—内存的传输速率进行读/写操作，因此具有高速的传输能力。

1394b 对 1394a 的一些改进：

(1) 传输速率为 800 Mb/s~1.6 Gb/s。使用塑料光纤时可能提高到 3.2 Gb/s。

(2) 采用 CAT-5 UTP5 线(5 类非屏蔽双绞线)时，可在保证传输速率在 100 Mb/s 的前提下将传输距离延长到 100 m 以上。使用玻璃光纤时可在 3.2 Gb/s 的前提下延长至 50 m。

IEEE 1394 的一些特点在实际应用中显示了强大的优越性，很多产品都采用了 1394 接口作为它们的标准接口。目前我们已经看到许多的产品如数字摄录像机、Digital VCR、外挂硬盘、DVD-ROM 和 CD-RW Drive 等都利用 IEEE 1394 作为传输接口，而在 PC 端的使用者也可以轻易地升级拥有 IEEE 1394 接口。Microsoft 也在其操作系统中(Windows 98 之后)以 WDM(Windows Driver Model)的方式取代 VxD 来提供驱动程序，在链路层也有符合开放式主机接口的标准(Open Host Controller Interface Release 1.1)来支持 IEEE 1394 接口。

1.6 IEEE 1394 的应用

IEEE 1394 作为一项与平台无关的技术，可以同时应用于 Mac 和 PC 中。正是凭借这种与众不同的跨平台能力，自其面市以来，得到许多世界知名 IT 厂商的支持，除作为 IEEE 1394 标准开发者的 Apple 公司对其倾注了极大的心血外，包括 Microsoft 和 Intel 在内的众多 IT 厂商也已经开始了面向 IEEE 1394 的产品开发。这都将极大推动 IEEE 1394 技术的普及和推广。

由于要求相应的外部设备也具有 IEEE 1394 接口功能才能连接到 1394 总线上，机外总线将改变当前电脑本身拥有众多附加插卡和连接线的现状，它把各种外设和各种家用电器连接起来。

此外，随着时代和技术的发展，消费类电子产品与个人计算机的融合已成为一种不可逆转的大趋势。当电脑家电化之后，未来的电脑将如同现在的电视机一样，只需拿起遥控器便可快速完成上 Internet、玩游戏、控制视听影音器材甚至控制家里的电灯、电话等电器，真正实现居室智能化。

综上所述, 1394 无论是在视频传输还是在计算机外设、网络互联等方面, 都将有其广阔的市场。

当前, 1394 使用的主要方向有:

大容量存储器/磁盘阵列;

视频会议;

小型网络系统;

高速打印机/扫描仪;

多媒体设备;

机顶盒;

数码相机/摄像机;

计算机的一些其他外设。

图 1-2 显示了这些设备的互连方法。

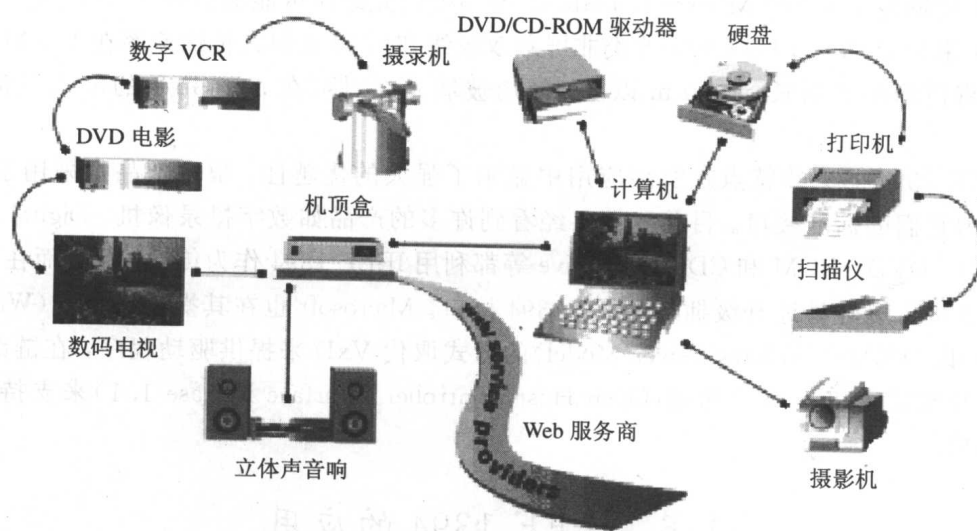


图 1-2 一些常见的 1394 设备及其互连