

必备的 PC 系统体系参考手册

——《PC Magazine》杂志“Read Only”专栏

PC 系统体系丛书

FIREWIRE SYSTEM ARCHITECTURE



FireWire 系统体系

(第二版)
IEEE 1394a



MINDSHARE 公司

Don Anderson 著
姜汉龙 等 译


Addison
Wesley



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

PC 系统体系丛书

FIREWIRE SYSTEM ARCHITECTURE

FireWire 系统体系

(第二版)
IEEE 1394a

MINDSHARE 公司

Don Anderson 著
姜汉龙 等 译



中国电力出版社

内 容 提 要

本书深刻描述了基于 1394a 标准的 2.0 版的 IEEE 1394a 线缆环境。

本书共分六部分，二十七章。本书全面、详尽、精炼、结构分明地介绍了规范本身，并描述了随 FireWire 总线发展的系统体系结构、特征和操作。

本书适合于所有从事 IEEE 1394a 技术领域的工程师，也可作为计算机硬件、软件工程师的参考手册。

图书在版编目 (CIP) 数据

FireWire (IEEE 1394) 系统体系 / (美) 安德森编著; 姜汉龙等译. - 北京: 中国电力出版社, 2000

ISBN 7-5083-0483-7

I. F... II. ①安...②姜... III. 电子计算机-接口 IV. TP334.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 85591 号

著作权合同登记号 图字: 01-2000-1691

本书英文版原名: FireWire System Architecture IEEE 1394a

Published by Arrangement with Addison Wesley Longman, Inc.

All rights reserved.

本书中文版由美国培生集团授权出版, 版权所有。

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 3 月第一版 2001 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.5 印张 525 千字

定价 45.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

致 谢

感谢 Compaq、Intel 和 Jet Propulsion 实验室的工程师们，他们参加了 MindShare 举办的 FireWire pilot 1394 的课程，提出的建议和见解是极有价值的。

特别感谢 HP Ft. Collins 课程的参与者，他们发现了许多错误，并提出了很有见地的建议和忠告。

对本书的技术审校促使本书做得更好。面对审校期限和自己忙碌的时间安排，审校者几乎是“挤”出时间来阅读初稿，并提供了许多很有价值的改正、澄清和注释。特别感谢 IBM 公司的 Lou Fasano 审校这本书。

附录 1394 芯片解决方案由 Texas Instruments 公司的 Russell Crane 编写。

另外，还有很多建议来自 Ravi Budruk，他为本书的组织 and 加工投入了很大精力。

最后，特别感谢我的女儿 Tanya，在我专心投入写作时，她照顾了我的生活的其他方方面面。

前言

❏ MindShare 系统体系系列丛书

MindShare 系统体系系列丛书包括：《ISA 系统体系》、《80486 系统体系》、《PCI 系统体系》、《Pentium（奔腾）体系结构》、《PCMCIA 体系结构》、《Power PC 系统体系》、《“即插即用”系统体系》、《CardBus 系统体系》、《保护模式软件系统体系》、《Pentium Pro 与 Pentium II 系统体系》、《USB 系统体系》、《FireWire（IEEE 1394a）系统体系》、《AGP 系统体系》。本套丛书由 Addison-Wesley 出版。

丛书采用“搭积木”的方法，而不是在每本书中重复共性信息。《ISA 体系结构》是整套丛书的核心和基础。图 0-1 展示了各书之间的关系。

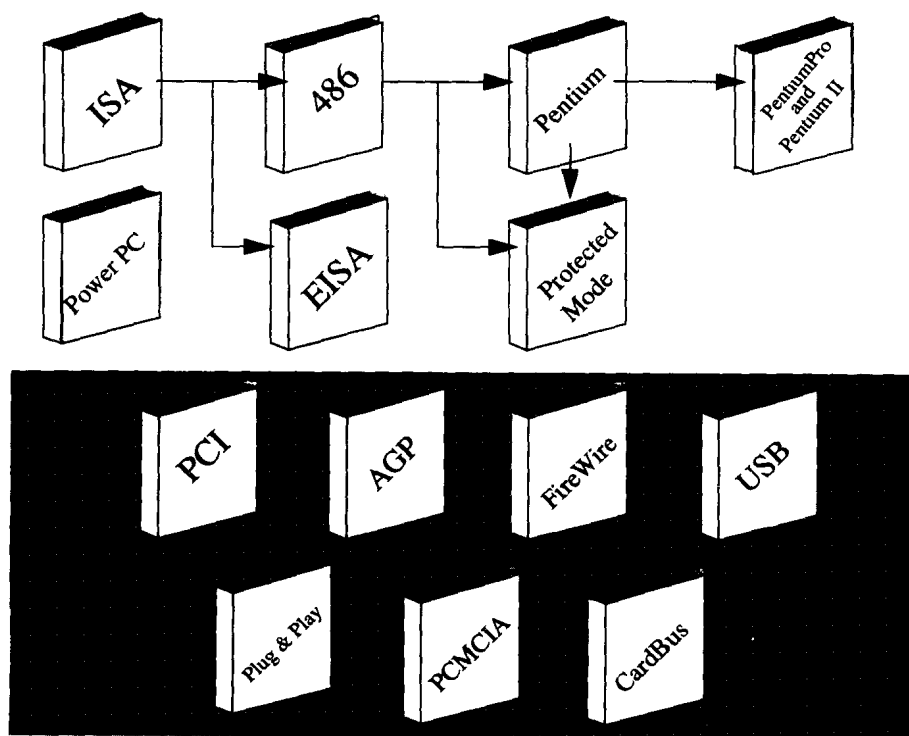


图 0-1 MindShare 体系结构中各书之间的关系

✓ 提 示

读者请注意，MindShare 系列丛书经常会涉及快速发展的技术。在 IEEE 1394 方面更是如此。本书遵循几个不尽完善的规范，因此，可以把本书看成是一个 IEEE 1394 技术在本书成书时的一个“快照”。我们力图在相关技术改述时及时更新每本书，但由于各种原因（例如，等待下一个版本的规范被“冻结”，做改动所需的时间以及制作和发行的时间等），总会有一些耽搁。

访问我们的 Web 站点（www.mindshare.com），可以获得 MindShare 系列丛书的勘误表以及其他的消息。由于技术和规范的变化，MindShare 保留了勘误表、说明以及本书的其他信息，以便使读者能够及时了解最新的研究进展。

📖 本书的组织

本书分为六部分和一个附录，每部分包含的章节和各章的主要内容如下。

✓ 第一部分：FireWire（IEEE 1394）介绍

第 1 章：为何采用 FireWire

本章介绍了 FireWire 规范（1394-1995 和 1394a 补充规范）的开发背景，讨论了 FireWire 的应用。

第 2 章：FireWire 体系结构概述

本章描述了 FireWire 串行总线实现的基本特征，同时回顾了 FireWire 串行总线遵循的几个标准：IEEE 1394 标准（IEEE 1394-1995 和 IEEE 1394a）和 IEEE ISO/IEC（ANSI/IEEE 1212）标准。

✓ 第二部分：串行总线通信

第 3 章：通信模型

本章给出了串行总线通信模型的概要，详细讲述了几种基本传输类型，介绍了规范定义的各通信层。

第4章：通信服务

本章描述了规范中定义的各种服务，这些服务用于执行每个事务时在层与层之间传递参数。异步事务和等时事务的各协议层和服务在本章中讨论。异步事务存在 3 种形式：“读”、“写入”和“锁定”，而等时事务只用“写入”形式来完成。

第5章：线缆和连接器

本章论述了线缆的特征和 IEEE 1394 线缆环境下的连接器。另外，本章还提到 PC 环境下规范化的 Device Bory 的距离实现。

第6章：电气接口

本章详细介绍了串行总线的信号环境，包括设备连接和移除的确认、仲裁信号、速度信号和数据/选通信号等。

第7章：仲裁

本章详细介绍了仲裁过程，包括等时和异步仲裁在内的各种仲裁类型，以及 1394a 补充规范中定义了的新仲裁类型。

第8章：异步包

异步事务有三种基本形式：“读取”、“写入”和“锁定”。本章详细介绍了在总线上传送的这些数据包。

第9章：等时包

等时事务是预定的，因此等时包每间隔 $125\mu s$ 出现。本章论述了等时事务期间使用的包格式。

第10章：PHY 包格式

本章论述了各种类型的 PHY 包。对每种数据包的任务、格式和字段都做了详细说明。

第11章：链路层到 PHY 层的接口

本章详细介绍了链路层到 PHY 层控制芯片的信号接口。为实现物理层和链路层芯片的分离，1394a 补充规范对此作出了强制性规定。

第12章：事务重试

本章论述了事务重试。事务重试一般发生在数据包的接收者繁忙时（例如缓冲已满）。1394 规范定义了两种重试机制：单一相位和二重相位。每种相位在本章中都有论述。另外，当事务失败时软件也可以启动重试。

✓ 第三部分：串行总线配置

第 13 章：配置进程

本章概述了配置进程，包括初始化、树标识和自身标识阶段。自身标识完成后，就能以总线管理者的形式有选择地增加附加的配置。对此本章也做了介绍。

第 14 章：总线复位（初始化）

本章详细介绍了线缆配置进程中的总线复位阶段。初始化由总线上某一节点发出的总线重置请求声明开始，本章讨论了 1394a 附加规范引入重置的增加情况：偏向变化检测，仲裁（短）总线重置和新的定时参数。

第 15 章：树标识

总线初始化后，树标识进程开始决定哪个节点将成为根节点。本章详细介绍了用于决定串行总线拓扑的协议。

第 16 章：自身标识

本章内容集中描述自身标识进程。在自身标识进程中，所有节点都被赋予一个地址，并通过广播自身标识包来详细说明它们的容量。

✓ 第四部分：串行总线管理

第 17 章：循环控制

本章描述了循环控制节点的任务，说明了循环控制是如何识别和启动的。

第 18 章：等时资源管理器

本章描述了等时资源管理器的任务：它如何识别和启动以及其他节点如何与它交互。

第 19 章：总线管理器

本章描述了总线管理器的功能，包括电源管理、拓扑映射图和速度映射图的产生和访问。

第 20 章：总线管理服务

本章描述了总线管理器和等时资源管理器用来完成其总线管理任务的总线管理服务。

✓ 第五部分：寄存器和配置 ROM

第 21 章：CSR 体系结构

本章论述了 ISO 13213 规范定义的 CSR 寄存器，主要集中在 1394 规范需要的寄存器上。

第 22 章：PHY 寄存器

本章介绍了 PHY 寄存器映射图和端口寄存器。1394-1995 和 1394a 都详细描述了 PHY 寄存器。

第 23 章：配置 ROM

本章详细介绍了 ISO/IEC 13213 需要的配置 ROM 的内容。串行总线也依赖其容量定义节点需要的 ROM 入口。

✓ 第六部分：电源管理

第 24 章：电源管理介绍

本章是 1394a 补充规范引入的电源管理环境的简要介绍。本章还简要介绍在随后三章将详细讨论的总线管理规范：线缆电源分配、挂起/恢复机制和电源状态管理。

第 25 章：线缆电源分配

本章论述了线缆环境的电源分配问题。本章讨论四种节点的电源分配：电源提供者、备用电源提供者、电源消费者和自供电设备，也包括关于节点电源实现的详细内容。

第 26 章：挂起和恢复

这一章中将讨论挂起和恢复机制。这种功能能使节点中的物理层在软件控制（本地节点上的软件或来自别的节点上的软件）下处于低功耗状态。详细地说，用来实现挂起和恢复的机制包括：命令和确认数据包、挂起启动器动作、挂起目标动作及相关的挂起和恢复的信号发送。这些机制对物理层和端口中的寄存器的定义所产生的影响在这一章中也有所讨论。

第 27 章：电源状态管理

本章描述了 CSR 寄存器和有关的 ROM 配置项。这些项规定了电源管理的性能且提供了用来控制节点和节点内部本地元件电源状态的机制。

✓ 附 录

1394 芯片解决方案举例

附录由 Texas Instruments 提供，讨论了一系列 1394 组件的实现。

🚗 读者对象

本书供硬件和软件设计人员使用，由于采用了比较简洁明了的方法描述每个主题，本书对设计领域之外的人员也很有用。

🚗 必要前提

读者需要熟悉计算机体系结构。

🚗 行文约定

✓ 多字节块标志和数字符号

CSR 体系和 IEEE 1394 标准试图消除在多字节块方面技术术语的差别。根据不同的制造商，一个“字”(Word)可能是指 2 字节或 4 字节。IEEE 标准选择了如下术语：

nibble (4-bits, 半字节)

byte(8-bits, 字节)

doublet(two bytes, 译为“字”)

quadlet(four bytes, 译为“双字”和“四字节”)

octlet (eight bytes, 译为“四字”或“八字节”)

十六进制符号：所有十六进制数都以“h”结尾，如：9A4Eh、0100h

二进制符号：所有二进制数都以“b”结尾，如：0001 0101b、01b

十进制符号：十进制数一般不加后缀，需要时可以“d”结尾，如 16、255、256d、128d

✓ bit 和 byte 的符号

有关 bit 的符号一律小写，如：1.5Mb/s（1.5 兆比特每秒）、2Mb（2 兆比特）

有关 byte 的符号一律大写，如：10MB/s（10 兆字节每秒）、1KB（1K 字节）

✓ 位字段标识（位或信号的逻辑组）

所有位字段都是设计成 big-endian 顺序的。考虑到串行总线既可在 big-endian 也可在 little-endian 的环境实现，所以没有指定位的位置标签（position label）。位组一般显示为最重要的位在左边，最次要的位在右边，而无需标明位的序号。用位数而不是用位的范围指定字段的大小来说明文字区域，如图 0-2 所示。

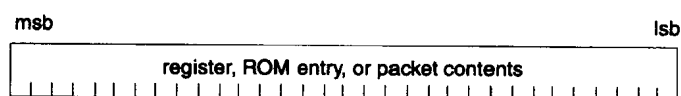


图 0-2 位字段标识

✓ 访问我们的网页

我们的网站上有所有课程和书籍的清单。另外，网站上还有一些书籍的勘误表和指定出版者网站或课程介绍的链接。

www.mindshare.com

出版者的网页包含了书籍的定价和定单等信息的清单。他们的主页在：

www.aw.com/cseng/minshare

📬 期待您的回馈

MindShare 很重视您的评论和建议。请通过电子邮件与我们联系。

E-mail: don@mindshare.com

访问我们的网站可以核实获得电话、传真和电子邮件地址。

目 录

致 谢
前 言

第一部分 FireWire (IEEE 1394) 介绍

第 1 章 为何采用 FireWire	3
概述	3
发展 FireWire 的动机	3
1394 应用	5
IEEE 1394 改进	6
主要特点	6
第 2 章 IEEE 1394 体系结构的总介	8
IEEE 1394 概述	8
规范及相关的文档	9
IEEE 1394 拓扑结构	10
ISO/IEC13213 规范	12
自动配置	19

第二部分 串行总线通信

第 3 章 通信模型	23
概述	23
传送类型	25
协议层	27
异步事务一例	39
等时事务一例	40
第 4 章 通信服务	42
概述	42
异步事务的功能	42
等时事务的功能	51

第 5 章 线缆和连接器	55
线缆和连接器类型.....	55
线缆特征	58
Device Bay（设备插架）	61
第 6 章 电气接口	62
概述	62
设备连接和拆卸的确认.....	64
端口接口	66
差模信号规范	69
仲裁信号	69
复位信号	72
线状态配置	73
正常仲裁期间的信号线状态.....	74
启动和结束数据包的传送.....	76
附加信息位	76
端口状态控制	77
速度信号	77
数据/选通信号（Data/Strobe Signaling）	81
间隔时间（Gap Timing）	83
电缆接口定时常数.....	84
挂起和恢复	88
线缆电源	89
第 7 章 仲裁	93
概述	93
仲裁信号	94
仲裁服务	97
异步仲裁	97
等时仲裁	100
等时和异步混合仲裁.....	100
1394a 仲裁的增强内容.....	106
仲裁类型总结	110
第 8 章 异步数据包	111
异步包	111
异步数据流包	116

读数据包	117
锁定操作	121
响应编码	125
确认包	126
异步事务总结	127
循环开始包	129
第 9 章 等时包	131
数据流包	131
等时数据包的大小	133
等时事务总结	133
第 10 章 物理层包格式	135
概述	135
物理层的包格式	136
自标识包	137
开启链路包	140
物理层配置包	141
扩展物理层包	142
第 11 章 链路层与物理层间的接口	147
概述	147
接口信号	148
共享接口	149
确定链路层和物理层之间的传送速率	151
给链路层加电	152
数据包传送	152
接收数据包	158
物理层报告状态	159
加速仲裁控制	161
访问物理层寄存器	162
在物理层和链路层之间的电隔离	164
第 12 章 事务重传	165
概述	165
忙时重传	166
事务错误	173

第三部分 串行总线配置

第 13 章 配置进程	179
概述	179
总线初始化（总线重置）	180
树标识（家族树）	181
自标识	183
总线管理	184
第 14 章 总线复位（初始化）	185
概述	185
总线重置起因	186
总线重置信号	187
总线重置影响	188
1394-1995 和复位通道	190
第 15 章 树标识	195
概述	195
树标识信号	195
树标识进程	197
3 个示例计划书	199
环形拓扑结构的检测	209
第 16 章 自标识	210
概述	210
自标识信号	211
选择物理标识	211
自标识数据包	221

第四部分 串行总线管理

第 17 章 循环控制器	229
概述	229
确定并启用循环控制器	230
循环开始数据包	230
第 18 章 等时资源管理器	232

概述	232
确定等时资源管理器.....	233
等时资源管理器的最低要求.....	233
启用循环控制器	234
资源分配寄存器	234
电源管理	239
第 19 章 总线管理	240
概述	240
确定总线管理器	241
电源管理	241
拓扑结构图	243
速度图	245
总线带宽预留	246
第 20 章 总线管理服务	247
概述	247
串行总线请求	249
串行总线控制确认.....	251
串行总线事件指示.....	251
 第五部分 寄存器和配置 ROM	
第 21 章 CSR 体系结构.....	255
概述	255
核心寄存器	256
串行总线决定的寄存器.....	265
单元寄存器	274
第 22 章 物理层寄存器	277
概述	277
1394-1995 寄存器映射图	278
1394a 物理层寄存器映射图.....	280
第 23 章 配置 ROM	287
概述	287
最小 ROM 格式	288

一般 ROM 格式	288
公司标识符值的管理.....	297

第六部分 电源管理

第 24 章 电源管理介绍	301
概述	301
1394-1995 中与电源相关的内容回顾	302
1394a 电源扩充规范的目标.....	302
第 25 章 线缆电源分配	304
电源分配	304
第 26 章 挂起/恢复	314
概述	314
挂起一个端口	317
恢复完全操作	321
第 27 章 电源状态管理	324
电源管理	324
附录 A 1394 芯片解决方案实例.....	338
概述	338
PC 环境下的 1394.....	338
数字相机中的 1394.....	345
附录 B 术语表.....	350
本书简介	