

硬件接口开发系列

The SCSI Bus & IDE Interface
Protocols, Applications & Programming

SCSI 总线和 IDE 接口： 协议、应用和编程

(第二版)

【德】FRIEDHELM SCHMIDT 著
精英科技 译

 ADDISON-WESLEY

中国电力出版社

www.cepp.com.cn

硬件接口开发系列

TP364.7
05

The SCSI Bus & IDE Interface
Protocols, Applications & Programming

SCSI总线和IDE接口： 协议、应用和编程

(第二版)

【德】 FRIEDHELM SCHMIDT 著
精英科技 译

中国电力出版社

内 容 提 要

SCSI 和 IDE 接口都属于 ANSI 标准, 本书的目的就是对这两种接口进行精确的描述。全书分为三个部分, 共 25 章。第一部分为总体介绍, 能使读者对计算机外围设备及其接口和计算机总线有一大致了解。第二部分着重讲述了 IDE 接口, 从背景、协议、驱动器模型、命令及 ATAPI 接口等方面作了详细讲述。第三部分是 SCSI 总线, 分别介绍了体系结构、命令、设备、协议、接口、芯片等方面的知识。全书由浅入深, 叙述详尽, 可使读者对 IDE 接口和 SCSI 总线方面的技术知识有一个全面深入的了解。

本书适合于硬件及接口开发技术人员阅读, 也可作为其他相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

SCSI 总线和 IDE 接口: 协议、应用和编程/ (德) 舒密特编
著; 韩永彬, 袁潮译. -北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0510-8

I. S... II. ①舒...②韩...③袁... III. ①电子计算机-总线-
基本知识②电子计算机-接口-基本知识 IV. TP334.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 00487 号

著作权合同登记号 图字: 01-2000-1689 号

JS481/K3

本书英文版原名: The SCSI Bus & IDE Interface Protocols, applications & programming

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>)

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 26.5 印张 599 千字

定价 49.00 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)

第一版 前 言

毫无疑问，IDE 和 SCSI 接口是当今计算机和外围设备的接口中使用得最广泛的两种接口。在 IBM PC 兼容机上几乎都使用 IDE 接口。至于 SCSI 总线，它不单是为硬盘驱动器设计的，也可以应用于磁带驱动器、只读光盘（CD-ROM）驱动器、扫描仪和打印机。从个人电脑到工作站到大型机，几乎所有的现代计算机都配备了 SCSI 接口。

SCSI 和 IDE 都属于 ANSI 标准，然而目前除了 ANSI 的文档之外，对这两种规范几乎没有别的参考资料。这部书的目的就是对这两种接口进行详细而精确的描述，以填补这方面的空白。我们将介绍一些基本术语，并对命令和协议的细节进行详细介绍。为了节约起见，在一些章节中，某些不太重要的细节和可选内容将被忽略掉。ANSI 标准文档中的一些重要部分将在书中被引用，以便于读者和 ANSI 文档互相参考。读完这部书以后，你将很容易理解那些相关的技术文档，甚至包括 ANSI 规范本身。

首先，也是最重要的是应该对一些术语作完整和详细的介绍，对 SCSI 总线尤其是这样。因为有大量的术语和定义并不适用于别的场合，即使他们中的某一些在计算机的其他领域使用，往往也有别的含义。

这部书要求读者有较宽的知识背景，并怀有对这方面的强烈兴趣。例如，那些致力于大容量存储设备设计的技术人员，将发现这部书中关于协议的叙述是极为有用的；致力于编写软件或设备驱动程序的读者可能对别的方面更加感兴趣，他们将发现书中对硬件的叙述是十分有帮助的，比方说磁盘驱动器的物理结构。

本书的目的并不是要取代 ANSI 文档。另一方面，ANSI 文档与其说是解释这些技术，还不如说是定义它们。如果你不理解相关的主题，你会发现很难从原始的文档中找到解决方案。本书的索引表，术语表和详细、彻底的描述将在 IDE 和 SCSI 方面对你进行良好的指导，同时也能使你轻而易举地阅读 ANSI 标准文档。

Friedhelm Schmidt

1993 年 2 月

第二版 前 言

自本书第一版出版至今，已过去了四年。尽管如此，这部书仍然具有现实意义，这在飞速发展的计算机工业领域似乎是不应该的。但我们可以看到，尽管 IDE 和 SCSI 也处于不断的发展中，IDE 领域的当前版本是 ATA-2，制定 ATA-3 标准的工作目前还正在进行中。

SCSI-3 标准也慢慢地变得越来越稳定，其中一些部分已经在一些串行产品中实现。例如，新型的宽 SCSI 总线可以在一条电缆上进行 16 位数据的传输并且在一条总线上同时挂接 16 个设备。还有 Ultra SCSI 总线 (Fast-20)，它的传输速率是原来的两倍，可达到 20Mb/s。

SCSI-3 标准真正重要的变化是把标准分解为接口、协议、设备模型和命令集。这就可以在不同的物理接口上使用相同的 SCSI 设备模型和命令集。特别是可用于光纤通道，光纤通道被看作是未来的物理接口。但是，即使对目前的 Fast-20 来说，目前的并行 SCSI 接口也还没有到达它吞吐量的上限。开发人员已经在考虑 Fast-40 和 Fast-80 标准。

本书第二版的结构已经被略微的重新安排过了。现在 SCSI 部分的结构面向于 SCSI-3 标准草案。加入了 SCSI-3 体系结构模型，并介绍了新的物理接口。现在正是学习这些新技术的时候，祝大家学习愉快。

Friedhelm Schmidt

1997 年 5 月

目 录

第一版 前言

第二版 前言

第一部分 介 绍

第 1 章 计算机和外围设备	3
1.1 大容量存储器	4
1.2 外围接口	5
第 2 章 传统外围设备接口	7
2.1 RS-232 串行接口	7
2.2 Centronics 打印机接口	10
2.3 硬盘和接口	13
2.4 ST506 接口	19
第 3 章 计算机总线	24
3.1 总线的特征	25

第二部分 IDE 接 口

第 4 章 背景	31
4.1 IDE 起源	31
4.2 概述	33
4.3 规范说明文档	35
第 5 章 IDE 物理接口	38
5.1 电气接口	38
5.2 时序特性	41

第6章 IDE 协议.....	45
6.1 IDE 控制器的寄存器模型	45
6.2 命令的执行	51
6.3 加电启动或软件复位	54
第7章 IDE 磁盘驱动器模型.....	57
7.1 介质结构	57
7.2 故障管理系统	59
7.3 扇区缓冲器	61
7.4 电源条件	62
第8章 IDE 命令.....	63
8.1 强制命令	65
8.2 可选命令	69
第9章 ATAPI 接口	77
9.1 ATAPI 体系结构	78
9.2 ATAPI 传输机制	79
9.3 ATAPI 传输协议	82
9.4 ATAPI 命令	84
9.5 CD-ROM 命令包	87

第三部分 SCSI 总线

第10章 绪论	93
10.1 SCSI 的演化发展.....	93
10.2 概览	96
10.3 文档	102
第11章 SCSI 体系结构.....	107
11.1 SCSI 体系结构模型.....	107
11.2 SCSI 命令模型.....	117
11.3 例外和错误处理	123
11.4 任务管理	125
11.5 任务集管理	127

第 12 章	SCSI 基本命令	129
12.1	SCSI 的目标器模型	129
12.2	命令结构	132
12.3	所有 SCSI 设备的通用命令	135
12.4	对所有的设备的模式参数	154
12.5	SCSI 处理机设备模型	157
12.6	处理机设备的命令	159
第 13 章	面向块的设备	162
13.1	SCSI 磁盘驱动器模型	162
13.2	硬盘命令	168
13.3	磁盘驱动器的模式参数页	178
13.4	光介质存储器和 WORM 驱动器的 SCSI 模式	185
13.5	光介质存储器和 WORM 驱动器的命令	186
13.6	光介质存储器驱动器和 WORM 驱动器的模式参数	192
第 14 章	面向流的设备	194
14.1	SCSI 磁带驱动器模型	194
14.2	磁带设备的命令	197
14.3	磁带设备的模式参数	207
14.4	SCSI 打印机的模型	211
14.5	打印机命令	213
14.6	打印机的模式参数	216
14.7	SCSI 通信设备的模型	218
14.8	SCSI 通信设备的命令	219
14.9	SCSI 通信设备的模式参数页	221
第 15 章	图形设备	222
15.1	SCSI 扫描仪的模型	222
15.2	SCSI 扫描仪命令	224
15.3	扫描仪的模式参数	227
第 16 章	介质转换设备	228
16.1	SCSI 介质转换设备的模型	228
16.2	介质转换器的命令	230
16.3	介质转换器的模式参数页	236

第 17 章	存储阵列控制器	239
17.1	SCSI 存储阵列的模型	239
17.2	存储阵列控制器的命令	243
17.3	存储阵列控制器的模式参数页	246
第 18 章	多媒体设备	248
18.1	SCSI CD-ROM 驱动器模型	248
18.2	CD-ROM 的命令	251
18.3	CD-ROM 的音频命令	255
18.4	CD-ROM 的模式参数	257
18.5	CD 记录器	260
18.6	CD 记录器的命令	261
第 19 章	并行 SCSI 接口	263
19.1	概述	263
19.2	SCSI 信号	265
19.3	电缆和连接器	269
19.4	单端 SCSI 接口	272
19.5	差动 SCSI	279
19.6	低压差动接口 (LVD)	283
19.7	SCSI 扩展槽	286
19.8	SCSI 总线阶段	289
19.9	服务模型	302
19.10	同步传输和 Fast SCSI	303
19.11	Ultra-SCSI 或 Fast-20	307
19.12	Ultra-2 SCSI 或 Fast-40 及更高	307
19.13	宽 SCSI	307
19.14	SCAM	308
19.15	即插即用 SCSI	316
第 20 章	SCSI 互锁协议	318
20.1	信息系统	318
20.2	I/O 过程 (任务)	320
20.3	SCSI 指针	324
20.4	断路/重接: 释放总线	325
20.5	传输选项	327
20.6	标志队列	329

20.7	I/O 过程的结束.....	331
20.8	消息系统中的错误处理.....	332
20.9	异步事件标志.....	333
第 21 章	新型 SCSI-3 接口	335
21.1	并行 SCSI 接口的主要问题.....	336
21.2	Fibre Channel	337
21.3	从 Fibre Channel 到 SCSI-3.....	342
21.4	Fire Wire (IEEE P1394)	343
21.5	从 P 1394 到 SCSI-3: 串行总线协议 (SBP)	346
21.6	SSA.....	348
21.7	从 SSA 到 SCSI-3: 串行存储协议 (SSP)	353
第 22 章	ASPI 软件接口.....	355
22.1	ASPI 的概念	356
22.2	SCSI 请求块 (请求分程序)	356
22.3	ASPI 初始化和函数调用	361
第 23 章	SCSI 监控程序.....	365
第 24 章	测量和测试	372
24.1	SCSI 分析器.....	372
24.2	SCSI 模拟器.....	373
24.3	工业上的例子	374
第 25 章	SCSI 芯片.....	377
25.1	NRC 5385.....	378
25.2	PC 主机适配器: FUTURE DOMAIN TMC-950	379
25.3	从 PCI 总线到 Fast-20: 共生逻辑 SYM53C860.....	382
附录 A	SCSI-2 命令 (按操作码排序)	384
附录 B	SCSI-2 命令 (按字母排序)	388
附录 C	SCSI-2 检测码.....	392
附录 D	SCSI 公告板.....	398
附录 E	SCANSCSI.PAS 的源代码.....	400
	术语表.....	407

第一部分

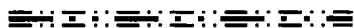
介 绍

第 1 章 计算机和外围设备

第 2 章 传统外围设备接口

第 3 章 计算机总线

第 1 章



计算机和外围设备

一台计算机是由一些彼此依赖的功能模块组成的。其中最重要的是中央处理单元（CPU），主存储器，输入/输出（I/O）设备和大容量存储设备。CPU 执行程序指令时，指令代码和必要的数 据必须放在主存储器内。因而，在程序运行之前，指令必须从大容量存储器内调到主存储器内。而必要的数 据可以来自大容量存储器也可以来自输入设备，例如键盘。为了读取相应的机器指令，每执行一步程序，CPU 至少对主存储器存取一次。事实上，为了读写数 据，通常需要作几次存取。因此，CPU 和主存储器必须很严密地耦合在一起：就是要求存取过程简单，其中最重要的是要有很快的存取速度。

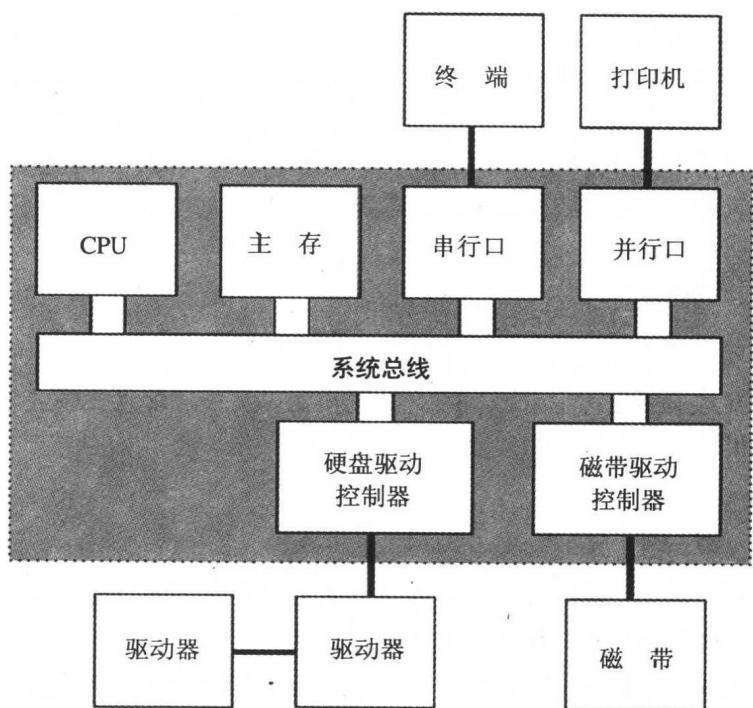


图 1.1 带有外围设备的计算机系统

相对于主存而言，大容量存储器和输入/输出设备离 CPU 则要远得多，所以我们称之为“外围设备”。如图 1.1 所示为带有外围设备的计算机系统。系统对这些设备中的数据存取要慢得多，而且更加复杂。与这些设备之间的通信是通过 IDE 或 SCSI 接口进行的。接口的另一端是控制器，它轮流和 CPU 及主存进行通信。

1.1 大容量存储器

一个大容量存储器的存储容量是主存储器的许多倍。另外，存储在这里的数据不易丢失。即使在断电时，数据仍可保持原样。

硬盘

磁盘驱动器或者硬盘通过把数据写入旋转的盘片来存储数据。信息被分为固定长度的块，对每一块数据都可以相对迅速地进行存取，一般的存取时间在 30ms 左右。为此，硬盘被称为是随机存取式的大容量存储设备。这种类型的存储设备包括硬盘、可交换介质驱动器、软盘、光盘和 CD-ROM。

磁带设备

和硬盘相比，磁带设备（或者磁带驱动器）是把数据顺序写到磁带上。存取一个指定信息块所需要的时间取决于当前位于读写头下的是磁带的哪一个位置。如果有必要对磁带进行大量的回卷或者快进操作的话，对磁带上信息的访问可能会花费多达几分钟的时间。磁带驱动器被归为顺序式大容量存储设备一类。顺序式大容量存储设备包括轴对轴驱动器、盒式磁带驱动器、录像带式驱动器、4mm 数字音频带（DAT）驱动器。

输入/输出设备

键盘和显示器是常用的输入/输出设备。它们用于用户和计算机之间的通信。其他输出设备还有打印机、绘图仪和用来输出声音的扬声器。另外，输入设备还包括鼠标、模数转换器、扫描仪和用于语音录入的麦克风。

其他设备

网络连接器属于这个范畴。特别是在今天，大容量存储器被网络上的文件服务器所取代。不自带大容量存储器的计算机被称为无盘工作站。

有许多设备都要和计算机交换数据。虽然很少有人把计算机控制的机床或音乐电子合成器称为计算机的外围设备，但是它们的工作情况和计算机外围设备很类似，都是通过 I/O 接口和计算机进行通信。

1.2 外围接口

外围设备通过接口和计算机系统相连。外围接口的抽象模型由许多层组成，然而层与层之间的分界并不是很明显，对旧的接口而言更是如此。事实上，还有一些层在某些接口定义中被忽略掉了。在本书中，我坚持 SCSI 接口定义的四层模型，它在 SCSI-3 标准中首次被美国国家标准化组织（ANSI）所批准。整个层次是自底向顶设计的。下面几层用于接口的实现，最顶层在某些情况下可以被忽略。高层接口指的是所有可能的层都已经被实现的情况。

在最低层定义的有电缆和连接器类型、信号电平、驱动器所需要的电流，还有时钟以及总线上所有信号的互相协调的方法。最低层被称为是物理接口层。

直接位于物理层之上的是协议层。一个接口的协议层包括数据字节和命令字节之间的差别信息，设备之间如何交换消息的信息等。如果想要通过数据校正的办法来纠正被破坏的数据，这种办法就要在协议层定义。

协议层顶上是外围设备模型层。在这一层，描述了设备连接到接口上的行为，这些行为可以是非常详细而精确的。SCSI 总线就是这样一个细节化模型的很好的例子。在这些模型上，除了通用的 SCSI 设备的特性之外，还分别定义硬盘驱动器、磁带驱动器、打印机等外围设备的模型的特性。

最后，一些接口还定义了哪些命令能够被接口设备所理解。这就是命令集，它定义在设备模型层上，属于接口的第四层。

接口代表所有已经实现的层的整体，有些完全不同的外围设备接口使用不同的协议层但是却建立在同一个物理层之上。对一个接口来说，在同一个物理层上进行不同的操作也是有可能的。

打印机接口是一个四层接口的很好的例子。图 1.2 清楚地展示了四个层次之间的关系。两个底层组成了 Centronics 接口，这种并行接口包括物理层和协议层的定义。图中的打印机模型是一个页式打印机。这种打印机在打印之前先在它的内部存储器内建立整个页的映像，然后再打印出来。它不同于行打印机，后者可以把一页的行按任意顺序输出，只要这些行属于同一页。然而，对页式打印机而言，当一页开始打印后，就不可以为了要作修改而取消打印。

页描述语言 PostScript 是一个庞大而且复杂的命令集的很好的例子。它建立在一个页式打印机的模型上，既可以输出文本又可以输出各种各样的图像元素。这些图像元素可以随意地放在当前页上的任何位置。当然，还有为以页式打印机模型而写的其他格式的语言。这就使得设备模型和命令集之间的分界不是那么的直观。

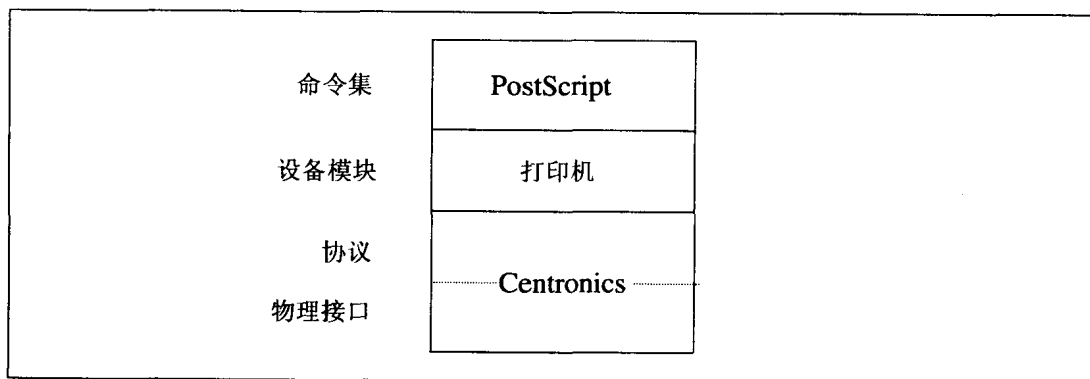


图 1.2 打印机接口的层次

正如我们前面所说的，打印机接口是完整的，因为它包括了接口的全部四层。如果你买了一个有这样接口的打印机，那么你所选择的各种品牌的打印机之间是没有差异的。只要它符合接口规范，它就可以和任何配备了这种打印机接口的计算机一起工作。但是，如果你省略了即使是四层中的最高层，接口描述就是不完整的了。当然，打印机和计算机仍然可能连接得上。但是，能否正常工作就要看你的运气了。

IDE 接口和 SCSI 总线都具有完整的四层接口定义。然而，在介绍它们之前，我将在第 2 章里先介绍一些外围接口的经典例子。它们中的大多数仅仅包含接口模型的下面几层。通过对下一章的学习将有助于强调传统的接口和完整的 IDE 及 SCSI 接口之间的区别。

第 2 章



传统外围设备接口

本章将帮助你熟悉计算机工业中几种典型的外围设备接口。就像在第 1 章中提到的打印机接口一样，我们将利用分层接口模型的框架来描述它们。这些描述并不复杂，而且很容易理解。因为如果我们对这些内容进行详细介绍的话，本书的厚度将增大几倍。

通过介绍这些接口我想达到两个目的。首先，由于接口非常简单，它们将有助于你熟悉那些包括计算机总线在内的接口的通用特征。第二，在某种程度上，它们的一些规范是 IDE 和 SCSI 总线的早期形式，具有这些传统接口的知识背景将有助于你更加容易地理解这些先进的接口，而这恰恰是本书的主题所在。

2.1 RS-232 串行接口

在串行接口中 RS-232C 是应用最广泛的。“串行”的意思是只有一根数据线，而且每次仅传送一位数据。RS-232C 主要应用在计算机和打印机之间的通信连接上，但它同时也适用于计算机之间的通信。机械工具和测量工具也经常通过 RS-232C 接口连到计算机上。因此，我们可以理解，它不是专门针对某种设备的接口。RS-232C 的标准是由电子工业协会（EIA）制定的。

RS-232C 的规范包括物理层和硬件协议，另外还有软件协议。当然软件协议比较少，而且是建立在硬件协议之上的。这就导致了 RS-232C 和其他一些串行接口产生一些不寻常的情况——实际应用中并不一定使用所有的信号。通常电缆仅仅被用来传输很少一些已经定义好的信号，而这种情形在 IDE 和 SCSI 中是难以想像的。在这里，我主要讨论一下 RS-232C 的一种变体，它仅仅采用三种信号，它被称为 mini-RS-232。

物理接口

mini-RS-232 在设备之间建立了一个双向点到点的连接，每个方向有自己的数据信号，但他们共用一个地信号。数据信号被称作 TD（发送数据）和 RD（接收数据），