

硬件接口开发系列

The PROGRAMMER'S GUIDE TO SCSI

SCSI 程序员指南

【美】 Brian Sawert 著
袁潮 韩永彬 译



ADDISON-WESLEY



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

硬件接口开发系列

The Programmer's Guide To SCSI

SCSI 程序员指南

【美】 Brian Sawert 著

袁潮 韩永彬 译

中国电力出版社

内 容 提 要

SCSI(小型计算机系统接口)作为高性能计算机外围设备的接口, 已经被人们广泛接受并应用到各种规模的计算机设备中。

本书对 SCSI 的介绍偏重于软件开发方面。在介绍了 SCSI 的基本概念后, 介绍了 SCSI 编程的程序化方法, 并在 DOS 和 Windows 下研究了 ASPI(高级 SCSI 编程接口), 在 Windows 和 Windows NT 下研究了 ASPI32 的扩展, 在介绍 SCSI 在 UNIX 平台的应用时, 把重点放在了 Linux 平台上。

本书结构严谨、条理清晰、语言简洁、内容丰富, 是那些为 SCSI 外围设备编写支持软件的程序员的一本指导书和参考书, 也适合作为大中专院校教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

SCSI 程序员指南/(美) 萨维特著; 袁潮, 韩永彬译.—北京: 中国电力出版社, 2000.12

ISBN 7-5083-0478-0

I .S… II.①萨…②袁…③韩… III.电子计算机—接口—指南
IV.TP334.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 75027 号

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 15.75 印张 349 千字

定价 35.00 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)

前言

自从 SCSI（小型计算机系统接口）首次出现以来，在短短的几年中，作为高性能计算机外围设备的接口，它已经被人们所广泛接受了。SCSI 设备曾经只局限于大型机和高档工作站上使用，但是现在它已经被运行于个人电脑上的大多数操作系统所支持。

SCSI 接口受到如此广泛的支持的原因之一它是为许多种设备类型所设计的高性能接口。磁盘驱动器、光盘驱动器、磁带驱动器、扫描仪、打印机等设备都配备了 SCSI 接口。另外，计算机的速度越来越快，所以要求外围设备的速度也更快，而 SCSI 技术正好为此提供了解决办法。

尽管 SCSI 已经受到了设备制造商和最终用户的欢迎，但是目前关于 SCSI 设备编程方面的书籍仍然很少。本书是从一个程序员的视角来介绍 SCSI 的，希望它能够填补这方面的空白。

□ 读者对象

本书试图成为那些为 SCSI 外围设备编写支持软件的程序员的一本指导书和参考书。不管你是在为 SCSI 设备驱动编写低层代码还是为某个应用程序编写高层代码，你都能在本书中找到有用的信息。

也许你已经仔细阅读了 ANSI 规范说明文档的每个细节，也许你正在设法阅读别的程序员编写的源代码，毫无疑问，通过试验和在试验中出现的错误来学习 SCSI 编程基础会遭到无数次的失败。我们的目的是在你学习的道路上树立起一些路标，使你能够沿着正确的方向前进，使你在学习这一复杂但令人着迷的技术的过程中避开弯路，踏上捷径。

本书对 SCSI 的介绍偏重于软件开发方面。关于信号特征、时序协议和硬件细节的信息只有当它们直接和编程任务有关的时候才出现。我们假设在读本书的时候，你已经有了一些计算机方面的知识，而且你已经有了一些使用 C、C++、汇编语言进行编程的经历。

□ 本书的组织方式

本书的开始部分是对 SCSI 的一个概述。在介绍完 SCSI 的标准之后，我们将介绍它的设计原则以及它是如何发展演化，并把一些新的特性和功能加入进去的。我们还将谈到 SCSI 标准的某些变体，它们提供了更快的传输速率、更宽的数据通道和其他一些特性。

任何一个致力于 SCSI 方面工作的人都必须明白一些基本概念。SCSI 设备如何进行通信？命令如何执行？数据如何传输？驱动器（initiator）和目标器(target)分别担当什么角

色？我们将通过对 SCSI 事务处理的某些描述来回答这些问题。以上这些为进一步详细讨论 SCSI 事务处理的元素提供了基础。

接着，我们介绍了 SCSI 编程的一个层次化的方法，它从高层编程接口开始。我们将在 DOS 和 Windows 下研究 ASPI（高级 SCSI 编程接口），在 Windows95 和 Windows NT 环境下研究 ASPI32 扩展。

Windows NT 提供了它自己内建的 SCSI 支持。我们将通过分析 Windows NT 的设备模型来研究它是如何工作的，并研究 ASPI 层是如何使用它的。

然后，当我们考虑用普通的 SCSI 处理器和类似于 Symbios Logic's SCRIPTS 这样的脚本语言进行低层编程的时候，我们将涉及到更多的高级内容。我们将演示对启动器和目标器的操作。

SCSI 在 UNIX 系统下得到了广泛的支持。但不幸的是，在不同的 UNIX 系统下对 SCSI 支持的详细说明书是迥然不同的。所以 UNIX 一章强调了 SCSI 在不同的 UNIX 系统下的支持，然后就把注意力集中在 Linux 系统上。因为 Linux 平台目前应用得很广，而且它的开放性允许在它上面进行试验。

最后，我们开发了一个 SCSI 类库，而且使用它开发了一个 Windows 环境下的应用程序实例。我们鼓励你为自己的项目使用和扩展这个类库。

最后一章为你提供了故障查找和调试方面的建议。附录 B 提供了 SCSI 各种形式的资源，包括各种书籍和许多网址。

你需要什么

本书中例程的代码是可移植的。我们的大多数代码是用 Microsoft Visual C++ 开发的。SCRIPTS 例程的代码要用 Borland's C++ 和 Turbo Assembler 来编译。每一个例程都无需你做许多的工作。应用程序例子用的是微软的基础类库（Microsoft's Foundation Classes library），它也适用于其他编译器。Linux 代码用的是操作系统自带的编译器。

我们推荐使用一个 Iomega Zip 驱动器作为例程的试验设备。某些例子演示了磁盘驱动器的操作。当你做试验的时候，在你的系统磁盘上最好有一些东西协同工作。

Zip 驱动器以 SCSI 或并行端口的形式出现。使用并行端口的 Zip 驱动器使用 ASPI 兼容的驱动程序。

低层代码使用 Symbios Logic SCRIPTS 编译器，而且主机适配器配备了 53C8XX 系列的处理器。这个编译器可以从 Symbios Logic FTP 站点获得。这些代码应该是和该系列的其他适配器兼容的。如果你的适配器用的是另外一个厂家的处理器，你就不能使用该代码。如果你想和 Symbios Logic 公司联系，请参考附录 B 中的制造商列表。

ASPI 代码几乎适用于所有的主机适配器，只要该主机适配器使用 ASPI 兼容的驱动程序。如果要进行更高级的开发工作，你可以从 Adaptec 公司购买 ASPI 开发人员工具包。若想和 Adaptec 公司联系，请参考附录 B 中的制造商列表。

如果你想用 SCSI 进行一些重要的工作，你就需要一份 ANSI SCSI-2 规范说明文档。尽管我们在本书中的讨论涵盖了 SCSI 的主要部分，并对一些编程的问题进行了深入的探讨，但是本书还是不能覆盖规范说明文档中的全部细节。本书是对 ANSI 文档的一个补充，而 ANSI 文档则可以从 Gloable Engineering Documents 中得到。这些文档已经在附录 B 中列了出来。

致谢

本书的完成是和很多人的贡献分不开的。Addison-Wesley 出版社的前任编辑 Kathleen Tibbetts 一开始就坚信本书的成功，这给了我莫大的鼓励。

Earle Associates 的 Pamela Thompson 和在 Symbios Logic 的 Lauren Unddenberg 慷慨地提供了关于 Symbios 产品的支持程序和信息。

感谢 Adaptec 公司的 Mike Berhan 和 Dan Polfer，他们审阅了和 ASPI 相关的内容。还要感谢 T10 技术委员会的主席 John Lohmeyer，他对 SCSI 规范说明部分的内容进行了审阅和注释。

特别要感谢的是本书的另外两个作者 Larry Martin 和 Gary Field。Larry 在关于 ASPI、Windows 设备支持和 SCSI 目标器模式的章节中提供了他宝贵的编程经验。Gary 负责维护 comp.periphs.scsi 新闻组的 SCSI FAQ 部分，并为关于 SCSI 设备的 UNIX 支持的章节提供了大量的资料。

最重要的是感谢我的妻子，在本书的写作过程中我得到了她的鼓励和支持，她使我获得了很多灵感。

作者

Brian Sawert

Brian Sawert 在 Northern Arizona University 获得物理学位。他致力于小型计算机接口的研究已有多年了，专门为 SCSI 设备开发应用程序和驱动程序。这些 SCSI 设备范围广泛，包括光盘驱动器和扫描仪等。他在 Dr. Dobb's Journal 和 DOS Developer's Journal 上发表了多篇论文，其中一篇标题为“高级 SCSI 编程接口”的论文研究了用 ASPI 进行 SCSI 编程的问题。

在生活中，Brian 喜欢骑车、收集 Jan 和 Dean 的磁带、陪他的妻子和他们的两只哈叭狗 Poco 和 Rocky。

Larry Martin

Larry Martin 在 1982 年拥有了他自己的第一台 IBM PC，从那时起，他就开始编程。他用这台机器给当地的企业编写软件，以此挣钱完成了他的大学学业。从那时开始，他就已经把精力集中在硬件和软件的接口问题上，特别是在嵌入式系统中的软硬件接口。Larry 自 80 年代后期工作于 Flagstaff Engineering 公司后，就致力于 SCSI 接口的研究。他主要为适配卡、扫描仪、磁盘驱动器和磁带驱动器编写驱动程序，也为不同的 SCSI 外围设备编写目标器模式的代码，甚至还写了一些 ASPI 兼容的驱动程序，用非 SCSI 设备来模拟一些流行的 SCSI 设备。Larry 目前正致力于新兴的 IEEE 1394 “FireWire” 串行总线接口的研究，而且他正和 3A International 合作，开发 1394 测试设备，该设备对于程序员是很有用的。

Larry 爱好滑雪、潜水，当他咒骂不精确的数据表时，他的脸就会涨得通红。

Garry Field

Garry Field 在 Northeastern University 获得计算机科学的学位。他从 1978 年开始致力于设备层软件的研究。1985 年，他在 Wang Laboratories 开始接触 DOS 环境下的 SCSI。后来，他领导了针对几个 UNIX 平台的一个 ANSI CAM 子系统的开发工作。另外，他负责维护新闻组网络系统 comp.periphs SCSI 的 FAQ 部分已经有好几年了。自从 1996 年以来，Garry 一直在数字设备公司（DEC）的 UNIX I/O 开发小组工作。

在家里时，他是一个侦察技术方面的爱好者。在业余时间，他喜欢搞无线电、电子设备的修理、摄影，以及和妻子一起野营、划船、钓鱼等。

绪 论

对 SCSI 外围设备进行编程不仅是一门科学，而且还是一门艺术。很多编程细节是很模糊的，在标准文档上也找不到，这就迫使新手向其他的程序员学习，很多细节性的东西就是这样通过口头相传的，例如如何处理一个特殊的消息？为什么一些命令不按照你所希望的那样去工作？这时候，只有一个在 SCSI 编程方面积累了无数经验的高手才能给你的这些问题提供答案。

对那些以前从来没有接触过 SCSI 的人来说，我们希望本书能为他们提供以上所说的帮助；对那些在 SCSI 设备编程方面已经有经验的人来说，也可以从本书中找到新的信息或不同的侧重点，也许它们将使你在以后的编程工作上取得更高的效率。

新手可能希望能够较为容易地看懂本书的内容，希望在开始的时候介绍一下 SCSI 的规范说明书，并且对 SCSI 的工作原理做一个概括性的简单介绍。如果你已经对 SCSI 很熟悉了，并且对以上这些内容的介绍不感兴趣，就请跳过前面的几章，直接到专题章节中去，像 ASPI、SCRIPTS 编程、在 UNIX 环境下的 SCSI 等章节。本书既可以作为教材，也可以作为工作参考手册。

如果你对 SCSI 产生了兴趣，你就可以去研究列于附录 A 和附录 B 中的其他资源。随着 SCSI 的日益普及，你每天都可以获得更多有关 SCSI 的信息。

祝学习愉快。

目 录

前言

作者

绪论

第一章 SCSI 技术概述	1
SCSI 的解决方案	1
SCSI-1	1
SCSI-1 的特性	3
SCSI-2 的诞生	4
SCSI-2 的新特性	4
改进的 SCSI-1 特性	6
正在升起的 SCSI-3	6
第二章 SCSI 基 础	11
SCSI 事务处理	11
第三章 SCSI 阶 段	13
SCSI 阶段	13
第四章 SCSI 消 息	18
消息类型	18
扩展消息	19
其他通用消息	21
第五章 SCSI 命 令	24
命令结构	24
字节顺序	25
强制 SCSI 命令	26
可选命令	30
设备类型特定命令	30
读和写	35
其他命令	36
第六章 状态、检测和错误	37
状态码	37
检测数据	38

第七章 ASPI	42
什么是 ASPI.....	42
为什么要用 ASPI.....	43
ASPI 概念.....	43
ASPI 命令.....	54
ASPI 错误和状态码.....	72
附加的 Win32 下的 ASPI 功能.....	79
第八章 用 SCRIPTS 进行低级 SCSI 编程	81
使用 SCRIPTS.....	81
SCRIPTS 概览.....	82
在 C 代码中嵌入 SCRIPTS.....	84
例程.....	95
第九章 SCSI 目标模式编程	101
硬件.....	101
处理 SCSI 阶段.....	102
目标模式 API.....	109
连接 TSPI 控制器.....	124
使用 TSPI 接口.....	126
第十章 Windows 环境下的 SCSI	132
Windows 3.x 下的 ASPI.....	132
Win 32 (Windows 95 和 NT) 下的 ASPI.....	133
Windows 95 和 NT SCSI 模型.....	133
Windows NT 中的 SCSI Pass-Through Interface.....	135
第十一章 Unix 环境下的 SCSI	144
UNIX 设备驱动程序的简单描述.....	145
UNIX 形式比较.....	147
Linux SCSI 磁盘驱动器.....	154
Linux SCSI Pass-Through 驱动程序.....	176
总结.....	192
感谢.....	193

第十二章 常见问题及解决方法	194
从硬件层开始	194
慎用电缆	195
不要简单地对待说明书	195
要注意平台的依赖性	196
测试工具	197
记录	198
第十三章 应用举例：SCSI Snooper	199
SCSI Snooper 的概观	199
ASPI 类库	203
使用 ASPI 类库	217
附录 A 缩写词汇表	222
通用词汇	222
SCSI-2 定义	222
SCSI-3 定义	223
SCSI 软件接口	224
附录 B SCSI 资源	225
书籍	225
杂志和日报	226
在线信息	226
制造商联系信息	229
附录 C 在 Windows NT 环境下安装 ASPI32 服务	230
附录 D 本书附带光盘的内容	232
例程代码	232
SCSI 规范说明书	233
SCSI 常见问题解答	233
Symbios SCRIPTS 支持	233
Linux SCSI 文献	233

第一章 SCSI 技术概述

在 SCSI 出现以前, 计算机外围设备领域是十分混乱的, 特别是小型计算机上装备的磁盘驱动器、打印机和其他外围设备所采用的接口和通信协议的分类十分混乱。ST506 和 ESDI 接口都在争夺磁盘驱动器的市场, 希望自己能获得主导地位。并行接口和串行接口拥有各自的标准, 引出了广泛的兼容性问题。对软件开发者来说在小型计算机市场上, 每引入一种新的设备, 都意味着要做一个新的软件来支持它, 工作量很大。

SCSI 的解决方案

小型计算机系统接口 (SCSI) 就是试图为计算机的外围设备建立一个标准的接口和通信协议。SCSI 定义了电缆敷设要求、电气信号标准、一个事务处理协议和一个通用命令集。提出 SCSI 的目的是为了实现一种设备接口, 它能够适用于多种外围设备, 这些外围设备包括从磁盘驱动器、磁带驱动器等存储设备到打印机之类的输出设备。SCSI 规范说明书包含了该总线上的各种设备, 而且提供了对它们在不同的硬件平台和操作系统上的设备兼容性的展望。

实际上, 早期的 SCSI 设备并没有达到这种理想情况。在规范说明书中有很多定义得比较含糊或者松散的地方, 不同的制造商对这些地方有不同的解释。所以早期的 SCSI 设备只能够和某些特定的主机适配器协同工作。把不同类型的设备放到同样的总线上的做法仅仅适用于那些最可靠的系统集成器, 而且还需要大量的时间和专门的技术来使他们协同工作。

SCSI-1

SCSI 也被称为 SCSI-1, 它首先于 1986 年被定义在 ANSI 规范说明书 X3.131-1986 中。这份 200 多页的说明文档概述了在几个层上的新的接口。它提出了电缆敷设要求、连接器、信号电压的电气要求、时序以及在物理传输层的总线终端。除了以上这些对物理接口的规范说明之外, 它还对 SCSI 设备采用的通信协议作了概述。最后, 它还定义了一套强制实现和可选实现的设备命令。

图 1.1 是对小型计算机系统接口的一个图解表示。

SCSI 规范说明书并没有定义一个编程接口。后来, 出现了软件层的标准, 例如 Adaptec 的高级 SCSI 编程接口 (ASPI) 和通用存取方法 (CAM), 它们填补了这一空白 (在图 1.1

中这一层用虚线边框画出)。许多实际的标准其实是市场选择的结果。CAM 已经随着 SCSI-3 一起更新了,但是人们往往忽略这一点,因为在 PC 市场上大家更加偏爱 ASPI (高级 SCSI 编程接口)。但 CAM 仍然在许多 UNIX 操作系统上得到支持。

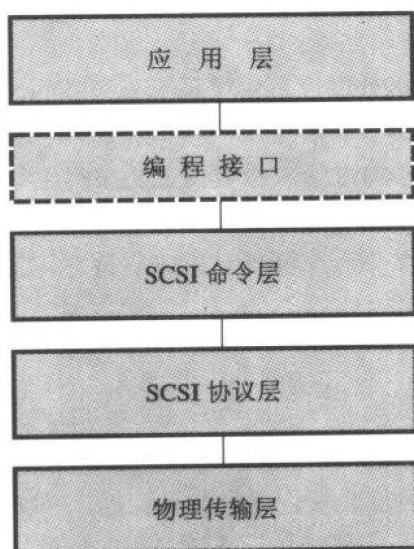


图 1-1 小型计算机接口

在实现 SCSI 的过程中有很多问题,它们集中在接口的物理特性和电气特性上,像电缆长度和信号端子这样的问题是很常见的。不同的制造商在相同的连接器上使用不同的管脚引出线。例如,Future Domain 和 Apple 计算机都使用 DB25 连接器来布线。但是因为他们的布线方式不同,所以如果布线不匹配的话,将有可能损坏 SCSI 设备。

SCSI-1 的规范说明书在这些层的定义上并不是很明确。例如,它虽然定义了终端负载的电源特性,但是并未指出哪些设备需要提供这个特性。由此产生的后果就是:某些 SCSI 主机适配器提供一个 TERMPWR 信号,但另外一些则不提供这一信号。当主机适配器和附属设备都不提供终端负载电源的时候,就会出现問題。

总线终端负载是一个经常被误解的功能部件。这可能是因为规范说明书的说明较为含糊,也可能是读者的误解。不管是出于哪一种原因,最普遍的问题常常集中在 SCSI 安装中的故障查找和处理 SCSI 链上的设备对终端负载的支持上。

在命令层,SCSI-1 也有很多没作解释的东西。它定义了一个最小的命令集,声明了一些强制实现的、可选的、和厂商自定的命令。强制实现的命令要处理设备辨认、状态报告、错误报告、以及错误恢复。其他的命令基本上都属于可选的或厂商自定义的命令一类。虽然对制造商来说不同的设备类型缺乏标准命令集这一情况有利于他们在自己的设备上实现 SCSI,但是这对软件开发人员来说却意味着大麻烦。如果一个程序员想在一个应用程序中支持 SCSI 扫描仪,那么他就必须知道每个扫描仪的命令集;如果他想使用任何一条可选命令,他就必须知道哪些设备支持这条命令。SCSI 简化了硬件设计的工作,但是程

序员还不能从这个标准设备接口中获益。

缺乏一个标准命令集并不是 ANSI X3T9.2 委员会方面的疏忽所至。在这个规范说明书出现之前, SCSI 的外围设备出现在市场上已经好几年了。这就为完整地宣布这个标准制造了压力,但是这不会在未来的修订中造成阻碍。一个过渡期工作小组开发了一个通用命令集 (CCS),但是它仅仅面向磁盘驱动器。很多其他类型 SCSI 设备的命令集在 SCSI-2 的规范说明书中才出现。

SCSI-1 的特性

尽管 SCSI-1 有它的缺点,但是它还是为小型计算机带来了从其他接口所不能获得的特性。

智能设备

在 SCSI 模型中,外围设备使用智能型的板载控制器。这就把命令处理的任务从系统处理器转移到了设备自身。每个设备都要负责错误报告和错误恢复。直接存取设备(例如磁盘驱动器)的命令使用逻辑块寻址。设备自己负责把逻辑地址映射为物理地址,补偿缺陷扇区和异常的几何结构。在 DOS 下把它和老式的 ST506 接口作比较,ST506 强迫操作系统维护有坏扇区的磁道,而且它仅能支持对磁盘驱动器的有限的配置。

多任务 I/O

SCSI-1 在它多任务 I/O 的支持上为小型计算机提供了一些新的东西。例如,断开连接/重新连接的特性对磁盘驱动器的操作来说就特别有效,它使设备能够在长时间的操作过程中从总线上断开,在完成该操作之后再进行重新连接。当磁盘驱动器收到一个读请求的时候,在寻址和读取数据的过程中,它可以从总线上断开。在此过程中,总线是空闲的,可以被其他设备使用或用于其他操作。当设备已经为传输数据作好准备时,它就重新连接驱动器,并完成这个操作。在多任务操作系统中,该特性能够极大地提高吞吐量。

同步数据传输

在 SCSI-1 下,默认的数据传输方式是异步传输,它靠握手(handshaking)的方式来确认每个字节的传输。在异步传输模式下,8 位宽的 SCSI 总线上的传输速率约为 1.5MB/s。SCSI-1 定义了一种同步传输选项,它可以使传输速率激增至 5MB/s。也许从今天的标准来看,它显得有些慢,但是它代表了一种超越当时主流技术的技术进步。

☞ 多种设备类型使用一种接口

SCSI-1 定义的接口在链式配置下可以最多支持 8 个设备。系统设计者可以用 SCSI-1 在一个主机适配器上最多连接 7 个外围设备, 而且, 这些外围设备并不局限于一种设备类型。SCSI-1 的一个独有的特性是它能够用一个通用接口支持磁盘驱动器、磁带驱动器、扫描仪和其他设备。实际上, 由于设备兼容性和其他因素在 SCSI-1 下要达到这个目标是很困难的。

SCSI-2 的诞生

像 SCSI-1 一样, SCSI-2 也有很多的创新, 但也有其局限性。SCSI-2 标准允许在奇偶校验、消息处理、命令处理上有些例外。利用这些例外的制造商经常会发现其产品和别人的不兼容。

在计算机工业的标准中, 速度是一个很重要的因素。当工业界在个人计算机上采用 16 位的体系结构时, 原来的 8 位标准看上去就有些过时了。在使用了更新的体系结构后, 处理器的性能提高了, 以至于 5MB/s 的同步传输速率甚至也不能跟上新的处理器的速度。

在 SCSI-1 成为官方认可的正式标准之前, 在市场上人们已经对产品提出了进一步的要求, 并且部分已经被实现了。这些技术进步被放在标准中, 并且成为 SCSI-2 标准的一部分。在一个经过官方正式认可的 SCSI-2 标准出现之前, 人们在购买设备时注意发票上一定要写着“SCSI-2 兼容”, 因为这一点是很重要的。很多不兼容的原因是因为设备制造商使用了一些标准草案中的特性, 而这些特性最后没有被批准。当许多人使用新的标准的时候, 他们会发现这一点。

SCSI-2 的新特性

SCSI-2 的新规范主要定位在一些 SCSI-1 的缺点上, 它提供了一些改进, 并且包含了一些新的特性。这些特性包括以下几个方面。

☞ Fast SCSI

SCSI-2 用一个可选的快速传输率来提高异步传输速度。这项被称为 Fast SCSI (快速 SCSI) 的特性把最大异步数据传输速率提高到 10MB/s。但是同时它也对时序提出了更加严格的要求, 从而 Fast SCSI 对电缆和电气特性要求也就更高了。

从第一份 SCSI 规范说明书开始, 就有两种可选的配线方案。单端的配线方案适用于短程线路, 它的最大电缆长度为 6 米。差分 SCSI 则是为远距离通信设计的, 它的最大电

缆长度为 25 米。一般情况下, 差分配线方案能够提供更好的信号完整性和时序, 对快速传输来说, 它是一个较好的选择。即便如此单端 SCSI 设备仍然比差分 SCSI 设备用得更为广泛。

☞ Wide SCSI

SCSI-2 引入了 16 位和 32 位宽的 SCSI 数据总线选项。Wide SCSI (宽带 SCSI) 突破了 SCSI-1 的单字节传输限制, 使传输速率变为原来的 2 到 4 倍。使用 Wide SCSI 选项, 必须定义新的电缆才能提供这种功能。老式的 SCSI-1 电缆指定使用 A 电缆, 在 SCSI-2 中附加了一条 B 电缆, 作为附加的信号线, 从而把数据总线的宽度变为 16 位或者 32 位。

增加数据线的结果是可以对更多的设备进行编址。从原理上来说, 16 位的总线可以支持 16 个设备, 32 位的总线可以支持 32 个设备。然而, 电气因素和其他因素限制了一条总线实际可以支持的的设备数目。实际上, 只有 16 位的 Wide SCSI 产品已经进入了市场, 很少有制造商做出 32 位的 Wide SCSI 产品。这项产品的空白使得我们可以假定 Wide SCSI 这一术语一般指的是它的 16 位版本。

☞ Fast Wide SCSI

当我们把 Fast SCSI 和 Wide SCSI 结合在一起的时候, 将会发生什么事呢? SCSI-2 的规范说明书定义了一个 Fast Wide SCSI 高速宽带选项。使传输速率飚升至 20MB/s 或 40MB/s, 具体使用哪种传输速率取决于总线宽度。它对电缆的要求和 Fast SCSI 一样。

和 Wide SCSI 的情况一样, 市场上有很多 16 位的 Fast Wide SCSI 产品, 32 位的 Fast Wide SCSI 更多的只是作为书面标准而不是实际的产品出现。

☞ 排队 I/O 进程

SCSI-2 为无标签的和有标签的两种类型的 I/O 进程队列增加了一个选项。无标签队列允许设备在从一个启动器 (initiator) 那里执行 I/O 进程的时候, 从另一个启动器处接收命令。标签队列使目标器能够从同一个或者不同的启动器那里接收一系列的 I/O 进程。它们的执行顺序是由一个队列管理算法而来的, 或者是按照一个指定的顺序。

排队和命令连接是不同的, 命令连接是 SCSI-1 所支持的。在一个单独的 I/O 操作中使用命令连接, 可以使几个命令按照一定的顺序执行。对一个磁盘驱动器来说, 一个连接的命令可能包含一个 seek 命令, 后接一个 read 命令。连接的命令在一个 I/O 进程队列中被作为一个整体存储。

☞ 新的命令集

SCSI-2 为没有包含在原始规范说明书中的设备定义了命令集。对 CD-ROM 驱动器、

扫描仪、光驱、介质转换器和通信设备的支持都出现在 SCSI-2 的文档中。所有的命令集都被扩展和增强，反映了人们对更复杂特性的要求。

改进的 SCSI-1 特性

SCSI-1 几年来的实践，除了显示出它的很多优点之外，也逐渐暴露出了一些缺点。在这些实践经验的指导下，ANSI X3T9.2 任务小组在原来的标准中提出了一些改进方案。几个新的低层的要求就出现了。

数据奇偶校验

SCSI-2 要求使用数据奇偶校验，但在 SCSI-1 中它是可选的。

要求支持消息

SCSI-2 要求支持消息作为事务处理协议的一部分。在 SCSI-1 中，它是可选的，但是在 SCSI-2 中它是高级特性，要求在启动器和目标器之间进行协商。

SCSI-2 使用 Identify 消息在目标器和启动器之间协商断开连接的权力。异步和宽数据传输、排队操作和其他特性也通过在启动器和目标器之间传递消息进行协商。

启动器为终端负载供电

SCSI-2 解决了终端负载的供电问题，它强制要求启动器为终端负载供电。它也概述了一种活动终端负载的方法，活动终端负载比通常使用的无源终端负载更为有效。

总的来说，新的 SCSI 规范说明书弥补了原来的漏洞，加强了更为严格的兼容性需求，增加了对新的设备和特性支持。

正在升起的 SCSI-3

SCSI 规范说明书不是固定不变的，它在不断被修改以适应计算机外围设备的更新和更快的速度需求。随着 SCSI-2 在 1994 年最终完成并成为 ANSI 文档 X3.131-1994，关于它的下一个版本的修订工作也就马上开始了。虽然整个 SCSI-3 的规范说明书还没有被通过，但是 SCSI-3 的一些特性以及与 SCSI-3 兼容的硬件已经在市场上出现了。

就像从 SCSI-1 到 SCSI-2 一样，SCSI-2 和 SCSI-3 之间的划分也并不是很明显，SCSI-3 的一些特征是 SCSI-2 没有及时出现而成为老的标准的一部分的那些特性的扩展。其他特性被标记为 SCSI 体系结构的新方法，这就保证了这种接口在未来的几年内仍然将富有活力。改进再一次把焦点集中在提高传输速率上，同时还扩展了 SCSI 的体系结构。就像它