

新编学一门手艺丛书

MP3 播放机维修技术

王文林 编著



新时代出版社

<http://www.ntp.cn>

新编学一门手艺丛书

MP3 播放机

维修技术

王文林 编著

图书在版编目(CIP)数据

MP3 播放机维修技术 / 王文林编著. —北京: 新时代出版社, 2004. 1

(新编学一门手艺丛书)

ISBN 7-5042-0865-5

I . M . . . II . 王 . . . III . 音乐 - 应用软件, MP3 - 维修 IV . TN912.347

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 086816 号

新 时 代 出 版 社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14¼ 插页 1 351 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

出版者的话

“学一门手艺”丛书是我社自 1986 年起陆续出版的以家电维修技术为主的普及读物。十多年来,丛书出版了 20 多种近百万册,在本行业以其易学易会,针对性和实用性强而闻名。

鉴于新形势下家用电器技术飞速的发展,在原丛书基础上,我们又出版了本套“新编学一门手艺”丛书的第二批书。新编丛书具有以下特点:第一,被维修的对象,是近年来出现的新技术产品,如大屏幕彩电、VCD 机、环保冰箱、DVD 机、显示器、MP3 播放机、无线遥控器等。第二,先进的检修技术,如使用示波器以及数字电路的检修。第三,在方法上以机芯为主线,带动数百个品牌,使读者一通百通,做到了高效率地学习。

最后,我们衷心地期望,“新编学一门手艺”丛书将给家电维修行业带来新的活力!

前

言

本书所述的 MP3 播放机主要是指固态 MP3 播放机,为何叫固态 MP3 播放机呢?因为它是以存储器作为存储媒体的,它不需要光碟,只要下载电脑上的 MP3 文件,就可以进行播放。一般来说,存储器用 FLASH Memory,因此,固态 MP3 播放机又叫 FLASH MP3,而采用机芯的 Portable MP3 又叫 Disk MP3。随着电脑的普及和网上信息资源的越来越丰富,随着人们的生活水平的逐步提高,欣赏音乐成为人们生活的组成部分。此外,FLASH MP3 体积小、重量轻、便于携带、使用方便,它的使用价值就越来越体现出来了。FLASH MP3 的四大功能是 MP3 播放、录音、复读和 U-Disk,这四个基本功能正好符合时代发展的需要。随着半导体技术的逐步提高,存储器容量逐渐增大,而容价比越来越低,这样,FLASH MP3 的优势就体现出来了,因此,FLASH MP3 的销售量逐年增加,随之维修问题就提上议事日程。为了配合维修人员的工作,为了使读者对 FLASH MP3 有一个全面的了解,我花了一年多的时间从事 FLASH MP3 的开发和研究,才写出本书。现在,在我国推广 FLASH MP3 方案的公司主要有:WINBOND(华邦)、ATEMEL(阿塔梅尔)、TELECHIPS、PHILIPS、凌阳、三星、ST、华砂、SAGMATEL 和 TI 等。各个方案的基本原理大同小异,只要搞清楚其中一套方案,其它方案就可以融会贯通。在编写此书的过程中,得到了中山大学肖国屏教授、台州大学郑宏志教授、王式让教授、徐光章教授的指导;得到了海欣兴公司张元海总经理、樵风公司曾伦兴总经理、泽邦公司顾凌云先生的支持和帮助。对此,我表示感谢。此外,王刚、王璐、王海燕、王敏、王慧、王能、王挺、文世生、陶红涛、刘龙涛、谢帆、田联、江峰、林浩参加了本书的编写工作。

本书的特点是系统性强,全面铺开又有重点,学用结合,简明易懂,适用于家用电器维修人员、电子公司的开发人员、PE 和品质工程师、大中专院校的电子类师生、广大的业余电子爱好者阅读。

作 者

内 容 简 介

本书以理论联系实际为原则,对 FLASH MP3 的软件和硬件的各个方面进行了系统性的描述,对 MP3 的检测和维修进行了总结、分析及举例。本书共分五章,第一章介绍了 MP3 碟片、播放机功能、编解码原理、测试方法以及 MP3 播放机的基本组成;第二章介绍华邦方案的关键元器件,其中包括 W9986D、TC58128FT、W27L520、UDA1344TS、SMC、LMV358、LMV339、BH3544F、R3111XXX/A/C、IRF7404、R1210NXX2X、S6A0093 等;第三章以华邦方案为主线索,对 MP3 播放机的各个部分电路进行了分析,其中包括电源电路、MCU 及解码器电路、存储器电路、音频电路、按键电路、LCD 控制器/驱动器及其显示电路、收音机电路、USB 及 SMC 接口电路等;第四章阐述了 MP3 软件的若干问题,其中包括用户光碟制作、程序安装及使用、烧录程序、MP3 信源的产生和 USB 接口技术等;第五章介绍 MP3 播放机的检测及维修。

目

录

第一章 基础知识	1
第一节 概况	1
一、MP3 简介	1
二、MP3 碟片	1
三、MP3 播放机	1
四、MP3 产品方案	3
第二节 MP3 位流序列	4
一、位流	4
二、描述位流序列的方法	4
三、音频帧和位流帧	5
四、音频帧的结构	5
第三节 MP3 的音频解码过程	9
一、概述	9
二、同步	10
三、错误检查	10
四、边信息	11
五、主数据开始	11
六、缓冲器	12
七、比例因子	13
八、霍夫曼解码	13
九、反量化和改比例	13
十、重构	14
十一、立体声处理	14
十二、同步滤波存储单元	17
第四节 MP3 播放机功能综述	21
一、播放 MP3 歌曲	21
二、停止和关机	21
三、搜索操作	21
四、上、下曲	21
五、浏览模式	21
六、随机播放	21
七、重复放送	22

八、音场处理	22
九、音量控制	22
十、录音	22
十一、删除	22
十二、锁定	22
十三、切换存储器	23
十四、暂停	23
十五、循环放送	23
十六、模式选择	23
十七、复读	23
十八、跟读	23
十九、对比	23
二十、追述复读	24
二十一、转录	24
二十二、电话本	24
二十三、广告宣传	24
二十四、收音功能	24
二十五、电子辞典功能	24
二十六、其它扩展功能	24
第五节 MP3 技术指标及其测试方法	24
一、技术指标	24
二、测试方法	25
第六节 MP3 播放机的基本组成	27
第二章 华邦 MP3 方案关键元器件	28
第一节 单片 MP3 及 USB 解码器——W9986D	28
一、概述	28
二、特征	28
三、引脚图	29
四、引脚描述	29
五、系统图	35
六、模块图	35
第二节 CMOS NAND E²PROM——TC58128FT	37
一、概述	37
二、特征	37
三、引脚图	37
四、引脚描述	38
五、模块图	38
六、绝对最大范围	38
第三节 EPROM——W27L520	39

一、概述	39
二、特征	39
三、引脚图	39
四、模块图	39
五、引脚描述	40
六、功能描述	40
七、操作模式表	41
第四节 带 DSP 特征的低电压、低功耗、立体声音频编解码器——UDA1344TS	42
一、概述	42
二、特征	42
三、模块图	43
四、引脚图	43
五、引脚描述	43
六、功能描述	43
第五节 SMC 卡及其插座	55
一、SMC 卡	55
二、SMC 插座	58
第六节 运放集成电路——LMV358 和 LMV339	60
一、概述	60
二、特征	60
三、引脚图	60
四、引脚功能	60
第七节 耳机放大器——BH3544F	62
一、概述	62
二、特征	62
三、模块图	62
四、引脚功能	62
五、电性参数	63
第八节 低电压检测集成电路——R3111 × × × 1A/C 系列	63
一、概述	63
二、特征	64
三、模块图	64
四、定时曲线	64
五、输出延时时间的定义	65
六、选择指导	65
第九节 功率 MOSFET——IRF7404	66
一、概述	66
二、特征	66
三、引脚图	66
四、电特性	66

五、波形图·····	68
第十节 PWM 提升 DC/DC 转换器——R1210N××2×系列 ·····	70
一、概述·····	70
二、特征·····	70
三、模块图·····	70
四、选择指导·····	71
五、引脚图·····	71
六、引脚描述·····	71
第十一节 LCD 驱动器——S6A0093 ·····	71
一、概述·····	71
二、特征·····	72
三、模块结构·····	73
四、引脚描述·····	73
五、功能描述·····	76
第三章 华邦 MP3 方案电路分析 ·····	84
第一节 概述 ·····	84
一、组成·····	84
二、作用·····	84
三、整机浅析·····	86
第二节 电源电路 ·····	87
一、组成·····	87
二、各部分电路分析·····	87
第三节 单芯片 USB 和 MP3 解码器及其外围电路 ·····	94
一、电源供电、检测及控制·····	94
二、LCD 接口·····	94
三、按键电路接口·····	94
四、程序存储器接口·····	94
五、FLASH 存储器接口·····	95
六、音频编解码器接口·····	101
七、USB 接口控制器·····	103
八、通用输入/输出·····	105
九、定时器·····	106
十、时钟控制器·····	107
十一、复位电路·····	110
十二、振荡电路·····	110
十三、其它电路·····	110
第四节 存储器及其外围电路 ·····	110
一、EPROM 及其外围电路·····	110
二、E ² PROM 及其外围电路·····	110

第五节 音频电路	117
一、音频编解码器	117
二、板对板连接器	120
三、耳机功放电路	120
四、话筒音放大电路	120
五、信号传送浅析	121
第六节 按键电路	124
一、功能描述	124
二、电路分析	125
三、键扫描波形描述	127
第七节 LCD 控制器/驱动器及其显示电路	128
一、模式控制	128
二、LCD 驱动电源电路	129
三、LCD 及其驱动电路	131
四、MPU 接口	135
五、LCD 及驱动机理	136
第八节 FM 收音机电路	141
一、TDA7088T 介绍	141
二、电路分析	144
第四章 软件操作基础知识	147
第一节 编程前的准备	147
一、用户接口操作	147
二、 μ P 和 DSP 通信	154
三、音频编解码器	159
四、USB 控制	162
五、文件系统(FS)	163
第二节 用户光碟制作	165
一、简述	165
二、制作用户光碟所需要做的工作	165
三、刻录母片	166
四、批量生产	166
第三节 程序的安装及使用	166
一、安装	166
二、检查及快捷方式选择	166
三、添加新硬件	166
四、MP3 播放机与计算机的连接	167
五、使用安装程序	167
六、主要功能操作	170
七、软件安装维护程序	171

第四节 烧录程序	171
一、设备和工具	171
二、安装程序	171
三、烧录程序	171
第五节 MP3 信息来源及产生方法	172
一、MP3 信源	172
二、CD 转换 MP3 的方法	173
第六节 USB 接口技术	177
一、概述	177
二、USB1.1 的体系结构	177
三、USB 规格 2.0 版的基本算法规则	184
四、USB 接口软件操作实践	184
第五章 MP3 播放机检测及维修	186
第一节 检测综述及方法	186
一、外观及结构检查	186
二、功能检查	186
三、系统测量	186
四、电性能指标测试	187
五、环境试验	189
六、可靠性试验	192
七、电磁兼容性试验	192
八、其它测试	193
第二节 MP3 播放机维修综述	193
一、因装配错误而导致整机不能工作	193
二、开机电流大	193
三、无显示	193
四、显示不良	193
五、电池电量检测显示不正常	193
六、按键不起作用	194
七、显示正常,但无声	195
第三节 故障实例分析	196
一、放音故障	196
二、录音故障	198
三、显示故障	201
四、按键故障	204
五、USB 故障	206
六、存储器故障	206
七、MCU 和 MP3 解码器及其外围元件故障	207
八、电源电路故障	208

第一章 基础知识

第一节 概 况

一、MP3 简介

MPEG 是 Moving Picture Experts Group 的缩写,意为活动图像专家组。它是一种压缩比较大的活动图像和声音的编码标准。现今已发展至 MPEG-7。MPEG-1 和 MPEG-2 都是数字音、视频压缩标准,这两个标准的第三部分对音频压缩方法和编码格式进行了定义,它们都把音频压缩分成了 3 个层次。即 Layer-1、Layer-2 和 Layer-3。Layer-1 的压缩比是 1:4,每个音轨的数据传送速率是 192kb/s;Layer-2 的压缩比是 1:6~1:8,每个音轨的数据传送速率是 128kb/s~96kb/s;Layer-3 的压缩比是 1:10~1:12,每个音轨的数据传送速率是 64kb/s~56kb/s。随着层数的增加,其压缩倍数越大,数据传送速率(即码率)越低,回放质量也就越差。MP3 是 MPEG Audio Layer-3 的简称,意为 MPEG 第三层音频编码标准,使用 MP3 技术既可以获得较大的音乐数据压缩比,又可以得到较高的音乐回放质量。比如将 CD 格式的音乐数据压缩成 MP3 格式,音效相差无几(除非你有很好的音响和听力),文件至少可压缩至 1/10,每首 PCM 格式的 CD 歌曲大约有 40MB~50MB 的数据量,而采用 MP3 格式,每首歌曲的数据量只有 4MB~5MB。正是由于 MP3 音乐的较小数据量和近似完美的播放效果,使得以 MP3 为后缀的音乐文件在网络上传输得以实现。

二、MP3 碟片

MP3 碟片是根据 MP3 标准制作的,它的压缩比高,因此,相同容量的碟片,MP3 碟片所储存的内容就要多得多。例如,一张容量为 680MB 的碟片,CD 格式碟片只能存十多首歌曲,而 MP3 格式的碟片却能存一百多首歌曲。

三、MP3 播放机

MP3 播放机是根据 MP3 标准制作的放音机,它是在磁带放音机基础上发展的产物。目前,MP3 播放机有两种方式,一种是以光碟作为存储媒体的,它有光头拾取系统和机械传动机构,结构比较复杂;另一种是以存储卡和内部存储器作为存储媒片的,体积可以做得很小。MP3 播放机是以娱乐和学习为一体的电子产品,由于具有网上下载、录音、播放等特殊功能,因此,在市场上有较大的份额,并且销量逐渐增多。关于 MP3 的情况,具体介绍如下:

1. 产品发展概况

从 1995 年,MP3 格式的数字音乐开始在网上传播,原先 MP3 音乐的播放主要是通过类似“Win Amp”的播放软件进行的。这种不可脱离 PC 机的音乐播放方式为人们欣赏音乐带来极大的不便,因而 1998 年 8 月美国 Diamond 公司和韩国的 Saehan 公司首先推出了 MP3 随身听,正式启动了 MP3 播放机市场。

经过两年的发展,MP3 随身听逐渐被消费者所熟悉。目前在国外已经获得了较大的市场,

但是由于当前国内网络带宽的限制,国内的市场销售量还只是国际上产品销售量的零头,但应该坚信,随着网络的发展和人们接受网络程度的增加,在不远的将来,必将迎来国内 MP3 市场的繁荣。

早先推出的 MP3,比如 RIO300 和 F10 等机型只是实现了播放 MP3 音乐的简单功能,随着技术的发展,人们对 MP3 播放机的要求也越来越高,因而 MP3 播放机的生产厂商从各个方面提升了 MP3 播放机的功能,扩大了 MP3 播放机的适用领域,生产出了各种各样的 MP3 播放机。下面从几个方面介绍一下这几年来 MP3 产品的发展。

最早推出的 MP3 播放机大多采用内置(Build-in)的闪存(Flash Memory)作为存储介质,基于当时存储器生产工艺的限制,大多采用每片 64Mb 或 128Mb 的 Flash,因而大大限制了 MP3 本身的内置存储容量。随着半导体生产工艺的进步,现在已有每片 256Mb 甚至 512Mb 的 Flash 面市,使用这些高容量的 Flash 一方面减小了 MP3 播放机的体积,另一方面也可以带来更佳的性能价格比。

此外,为了方便消费者扩充存储器容量,当前生产的 MP3 播放机大多数都能够使用 Flash 卡外扩存储器,目前主要是 SMC(Smart Media Card)、MMC(Multi Media Card)、SD 存储卡(Secure Digital Memory Card)和 CFC(Compaet Flash Card)。但也有些厂商可能为了获得更大的商业利润,没有使用这些标准的 Flash 卡,而使用了自己定义标准和生产的外插 Flash 存储器,像 Sony 公司出品的 MS 系列 MP3 就使用了自己的存储条(Memory stick)作为存储介质,而 Toshiba 和 Panasonic 公司生产的 MP3 却使用了 SD 作为存储介质。但从各个商家使用的 Flash 卡总体情况以及设计的方便性和可扩充能力来看,SMC 最有希望成为未来的主流。

考虑到目前 Flash 的价格偏高,有些厂家还使用了光介质存储器或磁介质存储器作为 MP3 播放机的存储介质。但是由于普通光盘不具有可重复擦写的功能以及体积较大、怕震动,因而该产品在市场上没有获得令人振奋的消息。据悉,Diamond 也正在设计一款使用“微光碟(microoptical discs)”的 MP3,一张微光碟的容量大约为 500MB 左右,可以存入数小时的 MP3,但是否比使用普通光盘好,最终还需要由市场来检验。

由于磁介质存储器与普通光盘相比,既能满足较大的容量又可重复擦写,这就促使一些厂商生产使用硬盘作为存储介质的 MP3 播放机,比如:Creative 公司刚推出的一款 MP3 播放机就使用了笔记本电脑内置的 2.5 英寸(1 英寸=2.54cm)硬盘;也有一些厂商考虑使用 IBM 公司新推出的仅有 1 美元硬币大小的 170MB 或 340MB 小硬盘作为 MP3 的存储介质;宏棋公司旗下的立棋公司还推出了一款用 Zip 磁盘的 MP3 播放机。使用磁存储器作为存储介质虽然有较大的容量、可重复擦写,但其致命弱点就是怕震动、不方便随身携带,而且通常磁盘驱动器的功耗较大,使用一般的电池难以长时间工作。

2. 功能日益强大

以上介绍了最早的 MP3 播放机只有播放功能,随着技术的发展和市场的需求,现在推向市场的新型 MP3 在功能上已经大大增强,且应用领域也大大扩展了。

首先,MP3 的通信方式已从 PC 并口的 Normal1 方式过渡到 ECP 或 EPP 方式,上下载速度从 100kB/s 上升到 300kB/s;最新的产品像 Sanhan 公司的 F-30 已经使用了支持热插拨的 USB 接口,通信速度最高可达 400kB/s~500kB/s,用户下载 32MB 的 MP3 音乐只需大约一分半钟时间,大大地缩短了用户上下载 MP3 音乐的时间。

其次,MP3 从单纯的播放 MP3 音乐发展到同时可以播放各种格式的数字音乐,比如 RCA 公司的 MP3 就能够播放除了 MP3 之外的 WMA(Windows Media Audio;20:1 压缩倍数)和 AAC

(Advanced Audio Coding;20:1 压缩倍数)格式等具有 1/20 压缩倍数的数字音乐,目前正在研制的 MP3 甚至还能够播放 MD 使用的 ATRAC(Adaptive Transform Acoustic Coding;5:1 压缩倍数)格式的数字音乐。

在播放数字音乐的同时,消费者还希望能够一机多用,比如用于实时记录语音信号等等,因此一些厂商在他们的 MP3 中又加入了使用 G.726 标准的 ADPCM 语音编码算法,实现了 MP3 的实时语音录音功能,由于该算法的编码速率为 32kb/s,因而可以在 32MB 的 Flash 中连续录音 2h 左右,能够满足一般记录语音的质量要求。但是该算法对于频谱成分复杂的音乐信号就显得无能为力了,而有些用户又希望 MP3 能够脱离 PC 机环境,直接从其它途径获得 MP3 音源,正基于此,ATWA 公司推出了其 MM-FX500 型 MP3,该 MP3 的最大特点是内置实现了 MP3 硬件编码器,无需 PC 即可直接把各种音源(如:CD、Walkman、MD 等)转换为 MP3 格式在 MP3 机上播放。

除此之外,市面上还出现了嵌入 MP3 播放机功能的形式各样的电子产品,如能够播放 MP3 的手机、PDA、车载音响和数字相机等。

3. 外型更加丰富多彩

MP3 播放机刚刚面市时,其外观相对比较单一,随着更多生产厂家的加入,从外观上将 MP3 产品的个性化也表现得淋漓尽致。MP3 播放机的外观不仅包括颜色、体积、重量,还有按钮设计、整机外观效果等等一系列的细节。一个 MP3 播放机外观在决定了其具备了时尚性的同时,更拥有便利性和舒适性。颜色越亮丽、体积越小、重量越轻、形状越美观的 MP3 越能获得消费者的青睐。

四、MP3 产品方案

MP3 从技术上已经远远超前了市场的发展,消费者总是希望买到的产品具有最高的性价比,希望拥有的产品不至于过早地被淘汰,这就给设计者和生产厂家带来了很大的难度,要求他们设计和生产的 MP3 产品既要能够向下兼容又要有很强的可升级性。目前,向生产厂家推广的 MP3 方案有:凌阳、华邦、ST、三星、大华等,将它们的方案概括总结如下:

MP3 音乐的播放、语音的实时录音和回放等是 MP3 播放机所能实现的最基本的功能,而着重考虑的是以下功能。

1. 支持不同的通信方式

利用并口和 USB 口可复用通信特性,使得不同连接电缆和适配器都能实现与 PC 机不同的通信方式,对于 PC 仅有并口的用户和具有 USB 口的用户均能使用。使用 PC 并口通信时,最高可达 300kB/s 的通信速度;使用 USB 通信时,最高可达 400kB/s~500kB/s 的通信速度。

2. 支持不同的录音方式

基本型 MP3 播放机中嵌入了使用 G.726 标准的 ADPCM 实时压缩算法,对语音支持 24kb/s 或 32kb/s 的编码速率,在 32MB 的 Flash 中可以连续录制两个多小时语音。但由于 8kHz 的采样频率难以胜任对模拟音乐信号的采集,所以在某些需要直接录制音乐信号的场合就显得不足了,针对这种需求,设计一个可实时录制音乐节目并将之压缩成 MP3 格式的硬件适配器,有了这一适配器,用户的 MP3 播放机就可以脱离 PC 环境,直接将其其它的音源(如:CD、Walkman、MD、音乐会现场等)转换为 MP3 格式并播放。

3. 其它功能的扩展

设计其它一些产品附件,做到一机多用。比如,消费者将数字摄像头附件插在 MP3 的通信接口上,两者合二为一,MP3 播放机就成了数码相机;将可直接上网的 PDA(个人数字助理)数据

通信口与 MP3 的数据通信口相连,MP3 播放机就成了 PDA 的电子硬盘,使得 PDA 有了一个容量的数据存储空间,能够存储 PDA 从网上下载的大批量数据,或接收通过 PDA 从网络上下载的 MP3 音乐。此外,把复读机的功能运用到 MP3 上,MP3 播放机就具有复读功能。

第二节 MP3 位流序列

一、位流

所谓位流,是指按最小单元位来进行传输的信息流。MP3 位流是按 MP3 格式进行传输的信息流。它是按名称、位流长度、类型、记忆体和传输序列来进行描述的。在位流中,解码数据元所引起的行为是由数据元的值和前一个解码数据元来决定的。位流序列是指位流按一定的规范而进行排列。

二、描述位流序列的方法

在正常类型下,下列概念用于表达当数据元被预置时的条件。用 C 码转换的这个序列,可变的或表达评估的一个非零值是相当于一个条件是真的。

1. While 描述

在数据元条件期间,如果这个条件是真,那么,这个数据元所引起的下一个数据元在数据流中,并且重复进行,直到这个条件不真为止。

2. If 描述

对于条件数据元,如果这个条件是真的,那么,数据元的第一个群引起下一个在数据位流中。

3. Else 描述

如果这个条件不真,那么,数据元的第二个群引起下一个出现在数据位流中。

4. For 描述

For(expr1;expr2;expr3){data-element...}

expr1 是特指环初始化的一种表示。在正常情况下它特指计数器初始化的状态。

expr2 是在这个环的每一次循环前特定测试模式的条件。当条件非真时,这个环终止。

expr3 是执行环的每一个循环结束时的一种表述。在正常情况下它增加一次计数。

For 结构的最普通的用途如下:

For($i = 0, j < 0, j++$){data-element, ...}

数据元的群出现 n 次。在数据元的群内的条件结构可能取决于环控制可变数 i 的值,设置 0 作为第一次发生,增加 1 作为第二次发生,以此类推。

为了定义一个正确的和错误的自由输入位流,为了寻找序列中的开始码的正确解码,用数据结构来表示是非常必要的。

data-element[$m \cdots n$]:

表示在数据元中位 m 和位 n 之间的位所涉及到的范围。

data-element[]:

表示一个数据序列。数据元的数目是由上下文所指定的。

data-element[n]:

表示数据序列中的第 $n + 1$ 个元素。

data-element[m][n]: