

音频设备的通用串行总线设备 类定义

1.0版本

1998年3月18日

本次发布的范围

本文档是该设备类定义的1.0版本。

贡献者

Gal Ashour IBM公司

Billy Brackenridge微软公司Oren Tirosh Altec Lansing

克雷格·托德·杜比实验室

Remy Zimmermann Logitech

Geert Knapen Philips ITCL

Interleuvenlaan 74-76 B-3001 Leuven-
Heverlee比利时电话:+32 16 390 734传真:+
32 16 390 600电子邮件:Geert.Knapen@innet.be

修订历史

Revision	Date	Filename	Author	Description
0.1	Aug. 7, 95	Audio01.doc	Geert Knapen	Initial version.
0.2	Aug. 28, 95	Audio01.doc	Geert Knapen	Corrected typos. Attributes field from 8 to 16 bits. Auxiliary channel definition. Important issues added.
0.3	Oct. 9, 95	Audio03.doc	Geert Knapen	Intermediate version.
0.4	Nov. 29, 95	Audio04.doc	Geert Knapen	Change to Audio Function and Interface Property requests. Synch issues updated. Subclass divisions changed.
0.6	Dec. 19, 95	Audio06.doc	Geert Knapen	Listed remarks from last f2f Dec 7-8.
0.8	Dec. 12, 95	Audio08.doc	Geert Knapen	Incorporated changes, discussed at f2f Dec 6 95.
0.8a	Jan. 20, 96	Audio08a.doc	Geert Knapen	Incorporated changes discussed at f2f Jan 18 95. Feedforward/feedback endpoint is now called synch endpoint.
	Feb. 5, 96	usb_au8a.doc		Edited version of Audio08a.doc.
0.8b	June. 5, 96	Audio08b.doc	Geert Knapen	Introduced new mixer concepts etc.
0.8c	Oct. 1, 96	Audio08c.doc	Geert Knapen	Added appropriate descriptors and requests.
0.8d	Dec. 1, 96	Audio08d.doc	Geert Knapen	Included remarks on 0.8c

USB Device Class Definition for Audio Devices

Revision	Date	Filename	Author	Description
0.8e	Jan. 1, 97	Audio08e.doc	Geert Knapen	Included remarks on 0.8d. Added Dolby Prologic and Up/Down-mix Processing Units.
0.8f	Mar. 1, 97	Audio08f.doc	Geert Knapen	Removed associated interface. Added Set/Get Memory requests for all Entities. Introduced copyright protection, Audio Interface Collections. Added Stereo Widening Processing Unit. Added Reverb Processing Unit. Added Chorus Unit. Added Bass Boost and Loudness Controls.
0.9rc	Apr. 1, 97	Audio09rc.doc	Geert Knapen	Changed Section 5 structure. Removed many request codes. Added requests for Reverb and Chorus. Changed Terminal request structure. Included all remarks from last meeting.
0.9	May 1, 97	Audio09.doc	Geert Knapen	Added wLockDelay and bLockUnits fields to CS endpoint descriptor. Added bit to CS endpoint descriptor to indicate packet size restrictions. Revised endpoint descriptors according to new CCS layout. Added Dynamic Range Compressor PU.
0.9CE	Sep 1, 97	Audio09CE.doc	Geert Knapen	Copy-edited for publication on the web.
0.9a	Oct 1, 97	Audio09a.doc	Geert Knapen	Incorporated RRs
1.0RC	Mar 1, 98	Audio10RC.doc	Geert Knapen	Added examples and cleaned up the formatting.
1.0	Mar 18, 98	Audio10.doc	Geert Knapen	Changed all references to 1.0.

音频设备的USB设备类定义

USB实施者论坛版权所有©1997

知识产权免责声明

本规范“按原样”提供，不提供任何保证，包括任何适销性的保证、适用于任何特定目的的保证，或任何由任何建议、规格或样品引起的其他保证。

特此授权复制和分发本规范，仅供内部使用。没有其他明示或暗示的许可，以禁止反言或其他方式，授予或打算在此对任何其他知识产权。

本规范的作者不承担与本规范中信息的实施相关的所有责任，包括侵犯专有权利的责任。本规范的作者也不保证或表示这样的实施不会侵犯这样的权利。

杜比™、AC-3™、Pro Logic™和杜比环绕声™是杜比实验室公司的商标。所有其他产品名称均为其各自所有者的商标、注册商标或服务标志。

请将意见通过电子邮件发送到techsup@usb.org

目录表

这个版本的范围	二世
贡献者	二世
修订历史	二世
目录表.....	
名单表	八世
数据列表	十三世
1 介绍	14
1.1	14 范围
1.2 目的.....	14
1.3 有关文件	14
1.4 术语和缩写	14
2	17 管理概述
3 功能特征.....	18
3.1 音频接口课.....	18
3.2 音频接口子类和协议.....	18
3.3 音频同步类型.....	19
3.3.1 异步	19
3.3.2 同步	19
3.3.3 自适应	19
3.4 通道间同步	19
3.5 音频功能拓扑	20
3.5.1 输入终端	21
3.5.2 输出终端.....	21
3.5.3 混合单元.....	22
3.5.4 选择单元.....	22
3.5.5 功能单元.....	23
3.5.6 处理单元.....	23
3.5.7 扩展单元	28
3.5.8 相关接口	28
3.6 版权保护.....	28
3.7 操作模型	29
3.7.1 AudioControl接口	30
3.7.2 AudioStreaming接口	31
4 描述符	36
4.1 设备描述符	36
4.2 配置描述符	36
4.3 AudioControl界面描述符.....	36
4.3.1 标准AC接口描述符	36
4.3.2 类专用AC接口描述符	37
4.4 AudioControl端点描述符	57

4.4.1	AC控制端点描述符	57
4.4.2	交流中断端点描述符	58
4.5	音频流媒体接口描述	58
4.5.1	标准AS接口描述符	59
4.5.2	类专用的AS接口描述符	59
4.5.3	类专用的AS格式类型描述符	60
4.5.4	类专用作为特定格式的描述符	60
4.6	音频流媒体端点描述符	60
4.6.1	作为同步音频数据端点描述符	61
4.6.2	作为同步端点描述符	63
5	请求	65
5.1	标准请求	65
5.2	职业专用请求	65
5.2.1	请求布局	65
5.2.2	AudioControl请求	68
5.2.3	AudioStreaming请求	94
5.2.4	额外的请求	97
附录A.	音频设备类代码	99
一个.1	音频接口类代码	99
一个.2	音频接口子类代码	99
一个.3	音频接口协议代码	99
一个.4	音频类专用描述符类型	99
一个.5	音频类专用AC接口描述子类型	100
一个.6	音频类专用于AS接口描述子类型	100
一个.7	处理单元工艺类型	100
一个.8	音频类专用端点描述子类型	101
一个.9	音频类专用请求代码	101
一个.	控制选择器代码	102
10一个.1	终端控制选择器	102
0.1一个.1	功能单元控制选择器	102
0.2一个.1	处理单元控制选择器	102
0.3一个.1	扩展单元控制选择器	104
0.4一个.1	端点控制选择器	104
0.5		
附录B.	示例1:USB麦克风(信息量大)	105
B.1	产品描述	105
B.2	描述符层次	105
B.3	描述符	106
B.3.1	设备描述符	106
B.3.2	配置描述符	107
B.3.3	AudioControl接口描述符	107
B.3.4	音频流媒体接口描述符	109
B.3.5	字符串描述符	112
B.4	请求	113

B.4.1	标准请求	113
B.4.2	职业专用请求	113
附录C.	例2:USB电话(信息量大).....	114
C.1	产品描述	114
C.2	描述符层次	114
C.3	描述符	115
C.3.1	设备描述符	115
C.3.2	配置描述符	116
C.3.3	AudioControl接口描述符	116
C.3.4	音频流媒体接口1描述符	122
C.3.5	音频流媒体接口2描述符	125
C.3.6	字符串描述符	128
C.4	请求	129
C.4.1	标准请求	129
C.4.2	职业专用请求	129

表列表

表3-1:状态字格式.....	31
表3-2:Dolby Prologic集群描述符	34
表3-3:左组簇描述符.....	35
表4-1:标准AC接口描述符	36
表4-2:类专用AC接口头描述符	37
表4-3:输入终端描述符.....	39
表4-4:输出终端描述符.....	40
表4-5:混频器单元描述符.....	41
表4-6:选择器单元描述符	43
表4-7:特征单元描述符.....	43
表4-8:处理单元描述符的公共部分.....	45
表4-9:Up/Down-mix处理单元描述符.....	47
表4-10:杜比Prologic处理单元描述符	49
表4-11:3D-Stereo Extender处理单元描述符.....	50
表4-12:混响处理单元描述符.....	52
表4-13:合唱处理单元描述符	53
表4-14:动态范围压缩机处理单元描述符.....	54
表4-15:扩展单元描述符	56
表4-16:关联接口描述符	57
表4-17:标准交流中断端点描述符	58
表4-18:标准AS接口描述符	59
表4-19:类专用AS接口描述符	60
表4-20:标准AS等时音频数据端点描述符	61
表4-21:类专用的AS等时音频数据端点描述符	62
表4-22:标准AS等时同步端点描述符	63
表5-1:设置请求值.....	66
表5-2:Get请求值	67
表5-3:设置终端控制请求值.....	68
表5-4:获取终端控制请求值	68
表5-5:复制保护控制参数块.....	69
表5-6:设置混频器单元控制请求值.....	70
表5-7:获取混频器单元控制请求值	70
表5-8:混频器控制参数块的第一种形式	71
表5-9:混频器控制参数块第二种形式	72

表5-10:第三块形式的搅拌机控制参数	72年
表5-11:设置选择器单元控制请求值	73
表5-12:获取选择器单元控制请求值	73
表5-13:选择器控制参数块	74
表5-14:设置特征单元控制请求值	74
表5-15:获取特征单元控制请求值	75
表5-16:第一种形式的静音控制参数块	75
表5-17:第二种形式的静音控制参数块	76
表5-18:音量控制参数块第一种形式	76
表5-19:音量控制参数块的第二种形式	77
表5-20:低音控制参数块的第一种形式	78
表5-21:低音控制参数块的第二种形式	78
表5-22:中控参数块第一种形式	79
表5-23:中控参数块第二种形式	79
表5-24:中音控制参数块第一种形式	80
表5-25:第二种形式的高音控制参数块	80
表5-27:波段编号和中心频率(ANSI S1.11-1986标准)	80
表5-28:图形均衡器控制参数块	81
表5-29:自动增益控制参数块的第一种形式	82
表5-30:自动增益控制参数块的第二种形式	82
表5-31:第一种形式的延时控制参数块	83
表5-32:延迟控制参数块的第二种形式	83
表5-33:Bass Boost控制参数块的第一种形式	84
表5-34:第二种形式的Bass Boost控制参数块	84
表5-35:第一种形式的响度控制参数块	85
表5-36:响度控制参数块的第二种形式	85
表5-37:设置处理单元控制请求值	86
表5-38:获取处理单元控制请求值	86
表5-39:启用处理控制参数块	87
表5-40:模式选择控制参数块	87
表5-41:空间度控制参数块	88
表5-42:混响类型控制参数块	88
表5-43:混响电平控制参数块	89
表5-44:空间度控制参数块	89
表5-45:混响延迟反馈控制参数块	89

表5-46:合唱电平控制参数块	90
表5-47:合唱调制速率控制参数块.....	90
表5-48:合唱调制深度控制参数块.....	91
表5-49:动态范围压缩机比控制参数块	91
表5-50:动态范围压缩机MaxAmpl控制参数块	91
表5-51:动态范围压缩机阈值控制参数块.....	92
表5-52:动态范围压缩机攻击时间控制参数块	92
表5-53:动态范围压缩机释放时间控制参数块.....	93
表5-54:设置扩展单元控制请求值.....	93
表5-55:获取扩展单元控制请求值.....	94
表5-56:启用处理控制参数块	94
表5-57:设置端点控制请求值	95
表5-58:获取端点控制请求值.....	95
表5-59:采样频率控制参数块.....	96
表5-60:节距控制参数块.....	96
表5-61:设置内存请求值.....	97
表5-62:获取内存请求值	97
表5-63:获取状态请求值.....	98
表A-1:音频接口类代码	99
表A-2:音频接口子类代码	99
表A-3:音频接口协议编码.....	99
表A-4:音频类专用描述符类型.....	99
表A-5:音频类专用AC接口描述子类型.....	100
表A-6:音频类专用AS接口描述子类型.....	100
表A-7:处理单元进程类型.....	100
表A-8:音频类专用端点描述子类型.....	101
表A-9:音频类专用请求代码.....	101
表A-10:终端控制选择器	102
表A-11:功能单元控制选择器	102
表A-12: Up/ down混合处理单元控制选择器	102
表A-13:杜比Prologic/处理单元控制选择器	103
表A-14: 3D立体扩展器处理单元控制选择器.....	103
表A-15:混响处理单元控制选择器.....	103
表A-16:合唱处理单元控制选择器.....	103
表A-17:动态范围压缩机处理单元控制选择器	104

表A-18:扩展单元控制选择器	104
表A-19:端点控制选择器	104
表B-1: USB麦克风设备描述符	106
表B-2: USB麦克风配置描述符	107
表B-3: USB麦克风标准AC接口描述符	107
表B-4: USB麦克风类专用AC接口描述符	108
表B-5: USB麦克风输入终端描述符	109
表B-6: USB麦克风输出终端描述符	109
表B-7: USB麦克风标准作为接口描述符(Alt. Set. 0)	110
表B-8: USB麦克风标准作为接口描述符	110
表B-9: USB麦克风类特定作为通用接口描述符	111
表B-10: USB麦克风类型I格式类型描述符	111
表B-11: USB麦克风标准端点描述符	112
表B-12: USB麦克风类专用Isoc. 音频数据端点描述符 ..	112
表B-13: USB麦克风制造商字符串描述符	112
表B-14: USB麦克风产品字符串描述符	113
表C-1: USB电话设备描述符	115
表C-2: USB电话配置描述符	116
表C-3: USB电话标准AC接口描述符	117
表C-4: USB电话类专用接口描述符	117
表C-5: USB电话输入终端描述符(ID1)	118
表C-6: USB电话输入终端描述符(ID2)	118
表C-7: USB电话输入终端描述符(ID3)	119
表C-8: USB电话输出终端描述符(ID4)	119
表C-9: USB电话输出终端描述符(ID5)	120
表C-10: USB电话输出终端描述符(ID6)	120
表C-11: USB电话选择器单元描述符(ID7)	121
表C-12: USB电话选择器单元描述符(ID8)	121
表C-13: USB电话选择器单元描述符(ID9)	122
表C-14: USB电话标准接口描述符(Alt. Set. 0)	123
表C-15: USB电话标准AS接口描述符	123
表C-16: USB电话类特定的AS接口描述符	123
表C-17: USB电话类型I格式类型描述符	124
表C-18: USB电话标准端点描述符	124
表C-19: USB电话类特定的Isoc. 音频数据端点描述符	125

表C-20: USB电话标准接口描述符(Alt. Set. 0).....	125
表C-21: USB电话标准AS接口描述符.....	126
表C-22: USB电话类特定的AS接口描述符.....	126
表C-23: USB电话类型I格式类型描述符	127
表C-24: USB电话标准端点描述符	127
表C-25: USB电话类特定的Isoc。音频数据端点描述符	127
表C-26: USB电话制造商字符串描述符	128
表C-27: USB电话产品字符串描述符	128
表5-28:设置接口请求值.....	129
表C-29:设置选择器单元控制请求值	129
表C-30:获取选择器单元控制请求值.....	130

图表列表

图3-1:输入终端图标	21
图3-2:输出终端图标	22
图3-3:混频器单元图标.....	22
图3-4:选择器单元图标.....	23
图3-5:功能单元图标	23
图3-6:上/下混处理单元图标.....	24
图3-7:杜比Prologic处理单元图标	25
图3-8:3D-Stereo Extender处理单元图标.....	25
图3-9:混响处理单元图标.....	26
图3-10:合唱处理单元图标.....	26
图3-11:动态范围压缩机传递特性	27
图3-12动态范围压缩机处理单元图标	27
图3-13:扩展单元图标	28
图B-1: USB麦克风拓扑.....	105
图B-2: USB麦克风描述符层次结构.....	106
图C-1: USB电话拓扑	114
图C-2: USB电话描述符层次	115

1 介绍

1.1 范围

音频设备类定义适用于嵌入在复合设备中的所有设备或功能，这些设备或功能用于操作音频、语音和与声音相关的功能。这包括音频数据(模拟和数字)和用于直接控制音频环境的功能，如音量和音调控制。音频设备类不包括操作与音频数据再现相关的传输机制的功能，例如磁带传输机制或CD-ROM驱动器控制。通过USB处理MIDI数据流与音频直接相关，因此在本文中涵盖。

1.2 目的

本文档的目的是描述音频设备必须支持的最小功能和特性，以符合USB。本文档还提供了可选功能的建议。

1.3 相关文档

- *Universal Serial Bus Specification*, 1.0 final draft revision (also referred to as the *USB Specification*). In particular, see Section 9, “USB Device Framework.”
- *Universal Serial Bus Device Class Definition for Audio Data Formats* (referred to in this document as *USB Audio Data Formats*).
- *Universal Serial Bus Device Class Definition for Terminal Types* (referred to in this document as *USB Audio Terminal Types*).
- ANSI S1.11-1986 standard.
- MPEG-1 standard ISO/IEC 111172-3 1993.
- MPEG-2 standard ISO/IEC 13818-3 Feb. 20, 1997.
- Digital Audio Compression Standard (AC-3), ATSC A/52 Dec. 20, 1995. (available from <http://www.atsc.org>)
- ANSI/IEEE-754 floating-point standard.
- ISO/IEC 958 International Standard: *Digital Audio Interface and Annexes*.
- ISO/IEC 1937 standard.
- ITU G.711 standard.

1.4 术语和缩写

本节定义了贯穿本文档的术语。对于属于通用串行总线的附加术语，参见*USB规范*中的第2节“术语和缩写”。

音频信道集群 音频控制属性

一组逻辑音频通道，携带紧密相关的同步音频信息。
立体声音频流是双声道音频通道集群的典型例子。

音频控制的参数。例如音量控制的当前、最小、最大和分辨率属性。

音频控制

用于操作特定音频属性的逻辑对象。例如音量控制、静音控制等。

音频数据流

可以携带音频信息的传输介质。

Audio Function	Independent part of a USB device that deals with audio-related functionality.
Audio Interface Collection (AIC)	Grouping of a single AudioControl interface, zero or more AudioStreaming interfaces and zero or more MIDIStreaming interfaces that together constitute a complete interface to an audio function.
AudioControl interface (ACI)	USB interface used to access the Audio Controls inside an audio function.
AudioStreaming interface (ASI)	USB interface used to transport audio streams into or out of the audio function.
Entity	Addressable logical object inside an audio function.
Extension Unit (XU)	Applies an undefined process to a number of logical input channels.
Feature Unit (FU)	Provides basic audio manipulation on the incoming logical audio channels.
FUD	Acronym for Feature Unit Descriptor.
Input Pin	Logical input connection to an Entity. Carries a single audio channel cluster.
Input Terminal (IT)	Receptacle for audio information flowing into the audio function.
ITD	Acronym for Input Terminal Descriptor.
Logical Audio Channel	Logical transport medium for a single audio channel. Makes abstraction of the physical properties and formats of the connection. Is usually identified by spatial location. Examples are Left channel, Right Surround channel, etc.
MIDIStreaming interface (MSI)	USB interface used to transport MIDI data streams into or out of the audio function.
Mixer Unit (MU)	Mixes a number of logical input channels into a number of logical output channels.
MUD	Acronym for Mixer Unit Descriptor.
OTD	Acronym for Output Terminal Descriptor.
Output Pin	Logical output connection to an Entity. Carries a single audio channel cluster.
Output Terminal (OT)	An outlet for audio information flowing out of the audio function.
Processing Unit (PU)	Applies a predefined process to a number of logical input channels.
PUD	Acronym for Processing Unit Descriptor.
Selector Unit (SU)	Selects from a number of input audio channel clusters.
SUD	Acronym for Selector Unit Descriptor.

Terminal	Addressable logical object inside an audio function that represents a connection to the audio function's outside world.
Unit	Addressable logical object inside an audio function that represents a certain audio subfunctionality.
XUD	Acronym for Extension Unit Descriptor.

2 管理概述

USB非常适合传输音频(语音和声音)。基于pc的语音电话是USB技术的主要驱动力之一。此外，USB有足够的带宽来播放声音，甚至是高质量的音频。许多与语音电话、音频回放和录音相关的应用程序都可以利用USB。

原则上，像USB这样的通用总线规范提供了许多传播和控制数字音频的方法。然而，对于行业来说，在USB上很好地定义和标准化音频传输机制是非常重要的。只有这样，才能保证USB上许多可能的音频设备之间的互操作性。标准化的音频传输机制也有助于保持软件驱动程序尽可能通用。本文档中描述的音频设备类满足这些要求。它由音频领域的专家编写和修订。其他以某种方式处理音频的设备类应参考本文档以获取其音频接口规范。

音频中的一个基本问题是数据流的同步。的确，最小的伪影很容易被人耳检测到。因此，在同步传输上的一个健壮的不同步方案已被开发并纳入*USB规范*。音频设备类定义遵循这种同步方案，以便在总线上可靠地传输音频数据。

本文档包含了设计人员构建包含音频功能的usb兼容设备所需的所有信息。它指定了每个USB音频功能中必须存在的标准和特定于类的描述符。它进一步解释了允许完整音频功能控制的特定类请求的使用。列出了一些预定义的数据格式，并完整记录。每种格式都定义了通过USB传输音频的标准方式。但是，已经制定了规定，以便能够处理特定于供应商的音频格式和压缩方案。

3 功能特征

在很多情况下，音频功能并不是以独立设备的形式存在的。它是一种与其他功能一起构成“复合”设备的能力。CD-ROM播放器就是一个很好的例子，它可以集视频、音频、数据存储和传输控制于一体。因此，音频功能位于设备类层次结构中的接口层。它由许多接口组成，这些接口将相关的管道分组，一起实现音频功能的接口。

音频功能通过其音频接口进行寻址。每个音频功能都有一个AudioControl接口，可以有几个AudioStreaming和MIDIStreaming接口。AudioControl (AC)接口用于访问功能的音频控制，而AudioStreaming (AS)接口用于将音频流传输到功能的进出。MIDIStreaming(MS)接口用于将MIDI数据流传入和传出音频功能。单个AudioControl接口和属于同一音频功能的AudioStreaming和MIDIStreaming接口的集合称为音频接口集合(audio interface collection, AIC)。一个设备可以同时有多个活动的音频接口集合。这些集合用于控制位于同一组合设备中的多个独立音频功能。

注意:所有与midi相关的信息被分组在一个单独的文档中，*通用串行总线设备类定义 MIDIStreaming接口*，被认为是本规范的一部分。

3.1 音频接口类

Audio Interface类将所有可以与usb兼容的音频数据流交互的函数分组。所有在模拟和数字音频域之间转换的功能都可以成为这个类的一部分。此外，那些将usb兼容的音频数据流转换为其他usb兼容的音频数据流的函数可以是这个类的一部分。甚至通过USB控制的模拟音频功能也属于这类。

事实上，要使音频函数成为该类的一部分，唯一的要求是它公开一个AudioControl接口。虽然音频接口类中的大多数函数将支持一个或多个可选的AudioStreaming接口，用于消费或产生一个或多个同步音频数据流，但与该函数的进一步交互是强制性的。

音频接口类代码由USB分配。具体请参见A.1节“音频接口类代码”。

3.2 音频接口子类和协议

音频接口类被分成子类，这些子类可以通过接口协议代码进一步限定。但是，此时没有使用接口协议，必须设置为0x00。所有音频函数都是某个子类的一部分。以下三个子类目前在本规范中定义：

- AudioControl接口子类
- AudioStreaming接口子类
- midstream接口子类

分配的代码可以在本规范的章节A.2“音频接口子类代码”和A.3“音频接口协议代码”中找到。所有其他子类代码都是未使用和保留的，除了代码0xFF，它是根据规范为特定于供应商的扩展保留的。

3.3 音频同步类型

AudioStreaming接口中使用的每个同步音频端点都属于*USB规范第5节*中定义的同步类型。以下几节简要描述了可能的同步类型。

3.3.1 异步

异步同步音频端点以锁定到USB外部时钟或自由运行的内部时钟的速率产生或消耗数据。这些端点不能同步到帧开始(SOF)或USB域中的任何其他时钟。

3.3.2 同步

同步等时音频端点的时钟系统可以通过软sof同步实现外部控制。这样的端点必须做到以下之一：

- 从其采样时钟到1ms SOF滴答。
- 控制USB SOF生成速率，使其数据速率自动锁定到SOF。

3.3.3 适应性

自适应等时音频端点能够在其工作范围内以任何速率来源或接收数据。这意味着这些端点必须运行一个内部进程，允许它们将其自然数据速率匹配到在其接口上施加的数据速率。

3.4 通道间同步

在处理音频，特别是3-D音频时，一个重要的问题是不同物理音频通道之间的相位关系。的确，音源的虚拟空间位置与用于再现音源的不同物理音频通道的相位差直接相关并受其影响。因此，USB音频功能必须尊重所有相关音频通道之间的相位关系。然而，维护相位关系的责任是由USB主机软件、硬件和所有音频外围设备或功能共同承担的。

为了向主机提供一个可管理的相位模型，需要一个音频函数为每个AudioStreaming接口报告其内部延迟。该延迟以帧数(ms)表示，这是由于音频功能必须缓冲至少一帧值的样本，以有效地消除一帧内的包抖动。此外，一些音频函数会引入额外的延迟，因为它们需要时间来正确地解释和处理音频数据流(例如压缩和解压缩)。然而，它要求音频函数只引入整数帧的延迟。在音频源函数的情况下，这意味着音频函数必须保证它在SOF_n(帧_n开始)之后完全获取的第一个样本是它在帧 $(n+\delta)$ 期间通过USB发送的数据包的第一个样本。 δ 是用ms表示的音频函数的内部延迟。同样的规则适用于音频sink函数。在帧_n期间通过USB接收的数据包中的第一个样本必须是帧 $(n+\delta)$ 期间完全再现的第一个样本。

根据这些规则，相位抖动限制在 ± 1 个音频样本范围内。考虑到涉及的所有音频功能的内部延迟，通过在正确的时刻调度正确的数据包来同步不同的音频流，这是由主机软件决定的。

3.5 音频功能拓扑

为了能够操作音频函数的物理属性，必须将其功能划分为可寻址的实体。这种通用实体有两种类型，称为单元和终端。

单元提供了基本的构建块来全面描述大多数音频功能。音频功能是通过将这些单元连接在一起而构建的。一个单元有一个或多个输入引脚和一个输出引脚，其中每个引脚代表音频函数内的一组逻辑音频通道。根据所需的拓扑结构，通过连接其I/O引脚将单元连接在一起。

此外，还引入了终端的概念。终端有两种类型。输入终端(Input Terminal, IT)是一个实体，它代表音频函数内部音频通道的起点。输出终端(OT)表示音频通道的终点。从音频功能的角度来看，USB端点是输入或输出终端的典型例子。它要么向音频功能(IT)提供数据流，要么使用来自音频功能(OT)的数据流。同样，内置在音频函数中的数字到模拟转换器在音频函数的模型中表示为输出终端。连接到终端是通过其单一的输入或输出引脚。

单元的输入引脚从1开始编号，直到单元上的输入引脚总数。输出引脚编号总是1。终端只有一个总是编号为1的输入或输出引脚。

通过I/O引脚传输的信息不一定是数字性质的。完全可以使用单元模型来描述完全模拟甚至混合音频功能。仅仅是I/O引脚连接在一起的事实(通过结构)就保证了在这些连接(模拟或数字)上使用的协议和格式在两端是兼容的。

音频功能中的每个单元都由其相关的单元描述符(UD)完全描述。单元描述符包含识别和描述该单元所必需的所有字段。同样，音频函数中的每个终端都有一个终端描述符(TD)。此外，这些描述符提供了关于音频功能拓扑结构的所有必要信息。它们完整地描述了终端和单元是如何相互连接的。

本规范描述了以下七种不同类型的标准单元和终端，它们被认为足以代表当今和不久的将来可用的大多数音频功能：

- 输入终端
- 输出端子
- 混频器
- 选择器
- 功能单元
- 处理单元
- 扩展单元

UDs和TDs的集成为主机提供了完整的音频功能描述。一个通用的音频驱动程序应该能够完全控制音频功能，除了由扩展单元表示的功能。这些需要对音频类驱动程序进行特定于供应商的扩展。

描述符在本文档的第4节“描述符”中有进一步详细说明。

在一个单元内部，通过音频控制进一步描述功能。控制通常提供对特定音频属性的访问。每个控件都有一组可以操作的属性，或提供有关控件行为的附加信息的属性。控件可以具有以下4个属性：

- 当前设置属性
- 最小设置属性
- 最大设置属性

· 分辨率属性

例如，考虑功能单元中的音量控制。通过发出适当的Get请求，主机软件可以获得音量控制属性的值，例如，使用它们在屏幕上正确显示控件。设置音量控制的当前属性允许主机软件更改音量控制的音量设置。

此外，音频功能中的每个实体(单位或终端)都可以具有内存空间属性。该属性可选地提供对该实体的内部存储空间的通用访问。这可用于通过通用提供的访问来实现对实体的特定于供应商的控制。

3.5.1 输入终端

输入终端(IT)用于连接音频函数的“外部世界”和音频函数中的其他单元。它充当音频信息流入音频功能的容器。它的功能是表示传入音频数据的一个来源，该数据已被正确地原始音频流中提取到嵌入在该流中的独立逻辑通道(解码过程)。逻辑通道被分组成音频通道集群，并通过单个输出引脚离开输入终端。

输入终端可以表示音频功能的输入，而不是USB OUT端点。音频设备上的Line-In连接器就是这种非usb输入的一个例子。但是，如果音频流通过USB OUT端点进入音频功能，则该端点与其关联的输入终端之间存在一对一的关系。特定于类的端点描述符包含一个字段，该字段保存对该输入终端的直接引用。主机需要同时使用端点描述符和输入终端描述符来全面了解输入终端的特征和功能。流相关的参数被存储在端点描述符中。控制相关的参数被存储在终端描述符中。

从传入的可能编码的音频流到逻辑音频通道的转换过程总是涉及某种解码引擎。这个规范定义了几种类型的解码。这些解码类型从相当琐碎的解码方案，如将交错立体声16位PCM数据转换为左、右逻辑通道，到非常复杂的方案，如将MPEG-2 7.1编码的音频流转换为左、左中心、中、右中心、右、右环绕、左环绕和低频增强逻辑通道。解码引擎被认为是实体的一部分，它实际接收编码的音频数据流(如USB AudioStreaming接口)。解码的类型因此隐含在**wFormatTag**值中，该值位于AudioStreaming接口描述符中。特定于解码引擎的请求必须定向到AudioStreaming接口。相关的输入终端在逻辑通道被解码后处理它们。

输入终端的符号如下图所示:

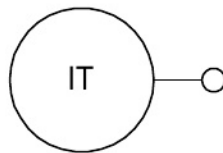


图3-1:输入终端图标

3.5.2 输出终端

输出终端(OT)用于音频功能内部单元与“外部世界”之间的接口。它作为音频信息的出口，从音频功能中流出。它的功能是在这些数据被正确地原始独立逻辑通道打包到传出的音频流(编码过程)之前，代表一个传出音频数据的sink。音频通道集群通过单个输入引脚进入输出终端。

输出终端可以表示USB IN端点以外的音频功能输出。内置在音频设备或Line Out连接器中的扬声器就是这种非usb输出的一个例子。但是，如果音频流通过USB IN端点离开音频功能，则该端点与其关联的输出终端之间存在一对一的关系。特定于类的端点描述符包含一个字段，该字段持有对该输出终端的直接引用。主机需要同时使用端点描述符和输出终端描述符来充分了解输出终端的特性和能力。流相关的参数被存储在端点描述符中。控制相关的参数被存储在终端描述符中。

从传入的逻辑音频通道到可能编码的音频流的转换过程总是涉及某种编码引擎。这个规范定义了几种类型的编码，范围从相当简单的到非常复杂的方案。编码引擎被认为是实体的一部分，它实际传输编码的音频数据流(如USB AudioStreaming接口)。编码类型因此隐含在**wFormatTag**值中，该值位于AudioStreaming接口描述符中。特定于编码引擎的请求必须定向到AudioStreaming接口。相关的输出终端在编码前处理逻辑通道。

输出终端的符号如下图所示:

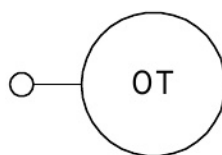


图3-2:输出端子图标

3.5.3 混频器单元

混频器单元(MU)将若干逻辑输入通道转换成若干逻辑输出通道。输入通道被分组成一个或多个音频通道簇。每个集群通过输入引脚进入混频器单元。逻辑输出通道被分组成一个音频通道集群，并通过单个输出引脚离开混频器单元。

每个输入通道实际上可以混合到所有的输出通道。如果 n 是输入通道的总数， m 是输出通道的数量，那么在混频器单元中有 $n \times m$ 个混音控制项。并非所有这些控制都必须在物理上实现。一些控制项可以有一个固定的设置，并且是不可编程的。混频器单元描述符在**bmControls**位图字段中报告哪些控制项是可编程的。使用此模型，可以通过报告控件为不可编程并在请求时返回0 dB的控件设置来实现永久连接。同样，缺失的连接可以通过报告控件为不可编程并通过返回 $-\infty$ dB的控件设置来实现。

混频器单元的符号如下图所示:

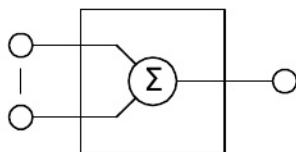


图3-3:混频器单元图标

3.5.4 选择单元

选择单元(SU)从 n 个音频通道集群(每个音频通道包含 m 个逻辑输入通道)中进行选择，并将它们不加更改地路由到包含 m 个输出通道的单个输出音频通道集群。它

表示一个多通道源选择器，能够在 n m 通道源之间进行选择。它有 n 个输入引脚和一个输出引脚。

选择单元的符号如下图所示：

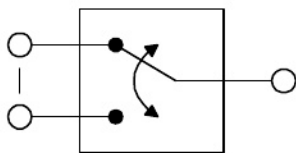


图3-4:选择单元图标

3.5.5 功能单元

特征单元(FU)本质上是一个多通道处理单元，它提供对传入逻辑通道的基本操作。对于每个逻辑通道，特征单元可选地为以下功能提供音频控制：

- 体积
- 静音
- 音调控制(低音，中，高音)
- 图形均衡器
- 自动增益控制
- 延迟
- 低音提升
- 响度

此外，特征单元可选地提供上述音频控制，但现在一次影响集群的所有通道。通过这种方式，可以实现“主”控制。主控制级联在各个通道控制之后。这种设置在多通道系统中特别有用，其中单个通道控制可用于通道平衡，主控制可用于整体设置。

集群中的逻辑信道编号从1到集群中的信道总数。“主”通道的通道编号为0，并且始终存在。

特征单元描述符报告特征单元中的每个通道和“主”通道中存在哪些控制。特征单元中的所有逻辑通道都是完全独立的。特征单元内的通道之间不存在交叉耦合。有多少输入通道，就有多少逻辑输出通道。这些音频通道集群通过单个输入引脚进入特征单元，并通过单个输出引脚离开单元。

特征单元的符号如下图所示：

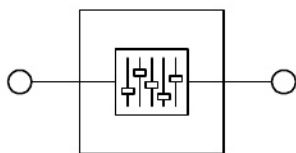


图3-5:特征单元图标

3.5.6 处理单元

处理单元(PU)表示音频功能内部的功能块，该功能块将若干逻辑输入通道(分组为一个或多个音频通道集群)转换为若干逻辑输出通道(分组为一个音频通道集群)。因此，处理单元可以有多个输入

引脚和有一个输出引脚。本规范定义了几个被认为是支持附加音频功能所必需的标准转换(算法);这些转换没有被其他单元类型所涵盖, 但已经足够常见, 可以包含在本规范中, 以便一个通用驱动程序可以为其提供控制。

处理单元被鼓励至少支持使能处理控制, 允许主机软件绕过处理单元中包含的任何功能。

3.5.6.1 上行/下混处理单元

上行/下混处理单元提供了从 n 个输入音频通道导出 m 个输出音频通道的设施。用于实现此目的的算法和变换不受本规范定义, 可以是专有的。输入通道被分组为一个输入通道集群, 该集群通过单个输入引脚进入处理单元。同样, 所有输出通道都被分组到一个输出通道集群中, 使处理单元在单个输出引脚上。

上行/下混处理单元可以支持多种操作模式(除了旁路模式, 由使能处理控制控制)。可用的输入音频通道由上行/下混处理单元所连接的单元或终端决定。Up/下混处理单元描述符通过 **waModes()** 数组报告该单元支持的Up/Down-mix模式。**waModes()**数组的每个元素表示输出集群中的哪些输出通道在特定模式下被有效地使用。输出集群中未使用的输出通道必须产生静音输出。模式选择使用Get/Set控制请求来实现。

例如, 考虑将上/下混处理单元连接到输入终端的情况, 产生杜比®AC-3 5.1解码音频。因此, 上/下混处理单元的输入音频通道集群包含左、右、中、左环绕、右环绕和LFE逻辑通道。

假设音频功能的硬件被限制为只能再现双声道音频。然后, 上/下混处理单元可以使用一些(复杂的)算法将可用的空间音频信息下混音到两个(“丰富的”)通道中, 以便仅使用两个通道就可以体验到最大的空间效果。根据上行/下混处理单元路由到的输出终端的物理性质, 音频功能可以自行决定使用适当的下行混合算法。例如, 无论“丰富”的立体声流是发送到一对扬声器还是耳机组, 都需要不同的下混算法。然而, 这些知识已经存在于音频功能中, 决定使用哪种降混算法不需要主机干预。

作为第二个有趣的例子, 假设硬件能够服务于8个离散的音频通道, 例如一个成熟的MPEG-2 7.1系统。现在, 上/下混处理单元可以使用某些技术为输出集群中存在的额外音频通道(中心左, 中心右)获得有意义的内容, 而输入通道集群(AC-3 5.1)中却缺失了这些内容。这是向上/向下混音情况的典型例子。

上行/下混处理单元的符号如下图所示:

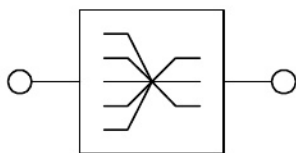


图3-6: 上行/下混处理单元图标

3.5.6.2 杜比Prologic处理单元

杜比Prologic®解码过程可以看作是单元输入集群的左、右逻辑通道上的操作符。它能够提取额外的音频数据(中心和/或环绕

通道)从透明地“叠加”在左右音频通道上的信息。因此，它不同于为输入终端定义的真正的解码过程。它可以应用于逻辑音频流中的任何音频功能。杜比Prologic处理单元是Up/Down-mix处理单元的专用衍生产品。

杜比Prologic处理器可以有以下工作模式(除了旁路模式，由使能处理控制控制):

- 左、右、中通道解码
- 左、右、环绕信道解码
- 左、右、中、环绕解码

杜比Prologic处理单元描述符报告该单元支持的模式。然后使用Get/设置控制请求实现模式选择。

杜比Prologic环绕延迟控制被认为不是杜比Prologic处理单元的一部分，必须由单独的功能单元处理。

杜比Prologic低音管理是音频功能的本地责任，不应该从主机控制。

杜比Prologic处理器的符号如下图所示:

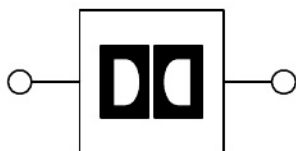


图3-7:杜比Prologic处理器图标

3.5.6.3 3d立体扩展处理单元

3d立体扩展器处理单元仅在左和右通道上运行。它处理现有的立体声(双声道)配乐，以增加空间感，并使其看起来像是来自左/右扬声器位置之外。扩展的立体声效果可以通过各种直接的方法来实现。用于实现这一效果的算法和变换并不由本规范定义，可以是专有的。3d立体扩展器处理单元的效果可以通过使能处理控制的操作在任何时候绕过。可以使用适当的Get/设置控制请求来控制收听区域(听众相对于扬声器所放置的区域，也称为最佳收听点)的大小。

3d立体扩展器单元的符号如下图所示:

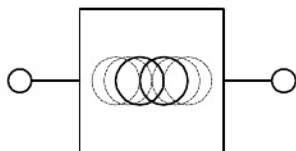


图3-8:3d立体扩展器处理单元图标

3.5.6.4 混响处理单元

混响处理单元用于将室内声学效果添加到原始音频信息中。这些效果可以是小房间的混响效果，也可以是大型音乐厅混响的模拟效果。可以通过操纵一些参数来获得想要的混响效果。

- 混响类型:Room1, Room2, Room3, Hall1, Hall2, 平板, 延迟和平移延迟。

- 混响水平:设置混响声音的数量。
- 混响时间:设置混响将继续的时间。
- 混响延迟反馈:使用混响类型延迟和延迟平移。设置的方式
延迟重复

混响处理单元的影响可以在任何时候通过使能处理控制的操作绕过。

原则上，产生期望混响效果的算法会影响所有通道作为一个整体。如何获得一定的混响效果，完全留给了设计师。本规范的意图并不是精确定义影响混响体验的所有参数(例如在多通道系统中，使用不同的算法和在所有通道上的参数设置，可以创建非常相似的混响印象)。

混响处理单元的符号如下图所示:

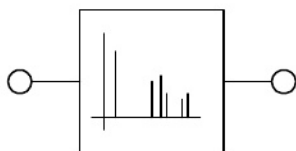


图3-9:混响处理单元图标

3.5.6.5 合唱处理单元

合唱处理单元用于在原始音频信息中添加合唱效果。可以通过操作多个参数来获得所需的合唱效果。

- 合唱等级:控制合唱效果声音的数量。
- 合唱调制速率:设置合唱调制器的速度(频率)。
- 合唱调制深度:设置合唱声音调制的深度。

合唱处理单元的效果可以在任何时候通过使能处理控制的操作绕过。

原则上，产生所需合唱效果的算法会影响所有通道的整体效果。如何获得某种合唱效果，完全是设计师的事情。这个规范的意图并不是要精确地定义影响合唱体验的所有参数。

合唱处理单元的符号如下图所示:

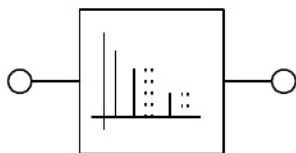


图3-10:合唱处理单元图标

3.5.6.6 动态范围压缩机处理单元

动态范围压缩机处理单元用于对原始音频信息的动态范围进行智能限制。可以通过操纵一些参数来影响所需的压缩。

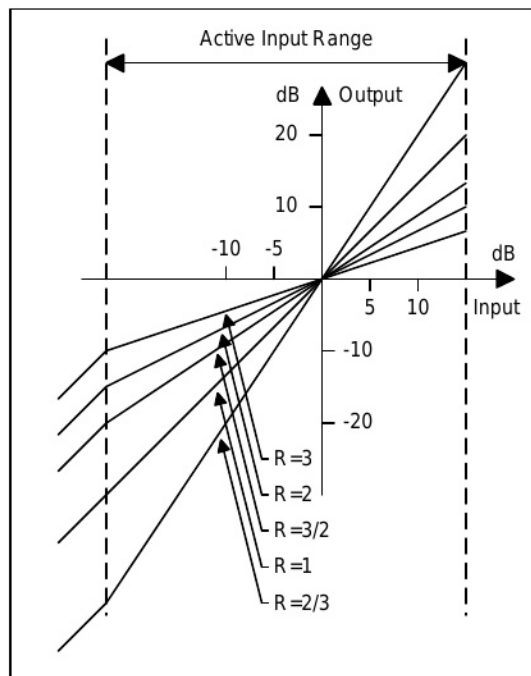


图3-11:动态范围压缩机传递特性

- 压缩比R:决定压缩机主动输入范围内静态输入输出传递特性的斜率。压缩是根据压缩比R来定义的, 当 P_O 和 P_I 以dB表示时, R是输出功率 P_O 作为输入功率 P_I 函数的导数的倒数。

$$R^{-1} = \frac{\partial \text{Log}(P_O / P_R)}{\partial \text{Log}(P_I / P_R)}$$

- P_R 是参考水平, 它被做成与所谓的线水平相等。所有电平都是相对于线电平(0 dB)表示的, 线电平通常比最高电平低15-20 dB。当 $R > 1$, $R = 1$ 不影响信号, $R < 1$ 引起膨胀时, 得到压缩。最大振幅:相对于线电平(0 dB)的有源输入范围的上边界。以dB表示。
- 阈值电平:主动输入电平的下边界, 相对于线路电平(0 dB)。攻击时间:确定压缩机对输入电平中一个阶跃的响应作为时间的函数。表示为ms。
- 释放时间:与压缩机的增益在一段噪声通过后的恢复时间有关。表示为ms。

动态范围压缩机处理单元的影响可以在任何时候通过操作使能处理控制绕过。

原则上, 该算法产生所需的动态范围压缩影响所有通道作为一个整体。如何获得一定的动态范围压缩完全留给设计者。

动态范围压缩机处理单元的符号见下图:

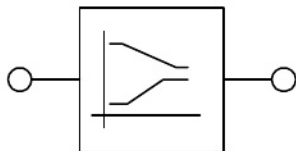


图3-12动态范围压缩机处理单元图标

3.5.7 扩展单元

扩展单元(XU)是本规范提供的方法，可以轻松地将特定于供应商的构建块添加到规范中。扩展单元提供一个或多个逻辑输入通道，分组成一个或多个音频通道集群，并将它们转换为若干个逻辑输出通道，分组成一个音频通道集群。因此，扩展单元可以有多个输入引脚，并有一个输出引脚。

需要扩展单元至少支持Enable处理控制，允许主机软件绕过扩展单元中包含的任何功能。

尽管通用音频驱动程序将无法确定扩展单元中实现了什么功能，更不用说操纵它了，但它仍然能够识别特定于供应商的扩展的存在，并为这些单元假定默认行为。

扩展单元的符号可以在下面的图中找到：

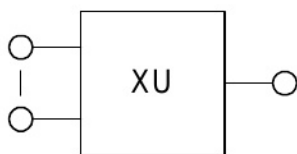


图3-13:分机图标

3.5.8 相关接口

在某些情况下，音频功能构建块(终端、混音器单元、特征单元等)需要与不属于音频接口集合的接口相关联。例如，考虑一个带有前面板音量旋钮的扬声器系统。制造商可能希望在前面板音量控制和扬声器系统的音量设置之间施加绑定。音量旋钮可以由与音频接口集共存的HID接口表示。要在处理主音量控制的音频函数中的特征单元和前面板音量旋钮之间创建绑定，特征单元描述符可以通过一个特殊的关联接口描述符来补充，该描述符保存到关联HID接口的链接。

一般来说，每个终端或单元描述符都可以由一个或多个可选的关联接口描述符补充，该描述符持有对某个接口的引用。这个接口是外部的音频功能，并以一定的方式与终端或单元进行交互。关联接口描述符的布局是开放式的，由它成功的实体类型和它引用的目标接口类类型限定。

目前，本规范没有定义任何具体的关联接口描述符布局。

3.6 版权保护

因为音频设备类主要处理数字音频流，保护这些通常是有版权的音频流的问题不能被忽视。因此，本规范提供了保护任何版权信息的手段。然而，主机软件有责任管理整个音频功能的拷贝保护信息流。

每当数字音频流进入或离开音频功能时，复制保护问题就会发挥作用。因此，在音频功能中，拷贝保护机制是在终端级实现的。进入音频功能的流可以伴随着具体的信息，描述该音频流的拷贝保护级别。同样，离开音频功能的流也应该伴随着适当的拷贝保护信息，如果硬件允许的话。本规范提供了两个专用请求，可用于管理拷贝保护机制。获取复制保护

请求可用于从输入终端检索复制保护信息，而设置复制保护请求用于预设输出终端的复制保护级别。

该规范提供了三个级别的拷贝权限，类似于CGMS(拷贝生成管理系统)和SCMS(串行拷贝管理系统)。

级别0:不受限制地允许复制。材料要么不受版权保护，要么不主张版权。

· 1级:可复制一代。本材料受版权保护，为原创。

二级:本材料受版权保护，不允许数字复制。

3.7 操作模型

一个设备可以支持多种配置。在每个配置中可以有多多个接口，每个接口可能具有可选的设置。这些接口可以属于同一复合设备中共存的不同功能。甚至几个独立的音频功能可以存在于同一个设备中。属于同一音频功能的接口被分组为音频接口集合。如果设备包含多个独立的音频功能，则必须有多多个音频接口集合，每个集合都提供对其相关音频功能的完整访问。

以复合设备为例，考虑配备内置立体声扬声器系统的PC显示器。这样一个设备可以配置为有一个接口处理设备显示器部分的配置和控制(HID类)，而两个其他接口的集合处理其音频方面。其中一个，AudioControl接口，用于控制功能的内部工作(音量控制等)，而另一个，AudioStreaming接口，处理数据流量，发送到监视器的音频子系统。

AudioStreaming接口可以配置为在单声道模式下操作(替代设置 x)，其中只有单个通道数据流被发送到音频功能。接收输入终端可以将此音频流复制到两个逻辑通道中，然后这些通道可以在两个扬声器上复制。从接口的角度来看，这样的设置需要AudioStreaming接口中的一个同步端点来接收单声道音频数据流，此外还需要AudioControl接口中的强制控制端点和可选中断端点。

同样的系统可以用来播放立体声音频。在这种情况下，必须选择立体声AudioStreaming接口(替代设置 y)。该接口也由单个等时端点组成，现在接收交错的左、右通道样本的数据流。接收输入终端现在将流分成左和右逻辑通道。AudioControl界面保持不变。

如果上面的AudioStreaming接口是异步接收器，那么还需要一个额外的等时同步端点。

音频接口集合可以是动态的。由于AudioControl接口及其关联的AudioStreaming接口构成了音频功能的“逻辑接口”，因此它们必须在同一时刻存在。

如前所述，音频功能位于设备类层次结构中的接口层。以下部分描述了音频接口集合，包含单个AudioControl接口和可选的AudioStreaming接口，以及用于音频功能控制和音频数据传输的相关端点。

3.7.1 AudioControl接口

为了控制特定音频函数的功能行为，主机可以操纵音频函数内部的单元和终端。为了使这些对象可访问，音频函数必须公开一个AudioControl接口。这个接口可以包含以下端点：

- 用于操作单元和终端设置和检索音频功能状态的控制端点。这个端点是强制性的，默认端点0用于此目的。
- 一个用于状态返回的中断端点。这个端点是可选的。

AudioControl接口是访问音频功能内部的单一入口点。所有与音频函数的单元或终端内某些音频控件的操作有关的请求必须指向音频函数的AudioControl接口。同样，所有与音频函数内部相关的描述符都是特定于类的AudioControl接口描述符的一部分。

音频功能的AudioControl接口可能支持多个备选设置。例如，AudioControl接口的备选设置可以用于实现支持多种拓扑的音频功能，方法是每个备选设置呈现不同的特定于类的AudioControl接口描述符。

3.7.1.1 控制端点

音频接口类使用端点0(默认管道)作为使用类特定请求控制音频函数的标准方法。这些请求总是被定向到组成音频功能的单元或终端之一。这些请求的格式和内容将在本文档中进一步详细说明。

3.7.1.2 状态中断端点

USB AudioControl接口可以支持一个可选的中断端点来通知主机关于音频功能内部不同可寻址实体(终端，单元，接口和端点)的状态。事实上，中断端点被整个音频接口集合用来向主机传递状态信息。它被认为是AudioControl接口的一部分，因为它是Collection的锚接口。

中断数据是一个2字节的实体。**bStatusType**字段包含D7中的信息，指示是否仍有中断挂起。该位保持置位，直到所有待定的中断都得到正确的服务。其他比特位用于更详细地报告中断的原因。**bStatusType**字段的D6位表示音频函数内可寻址实体之一的内存内容发生变化。这个比特位通过对适当实体的Get内存请求被清除。位D3..0表示当前中断的发起者。音频函数中的所有可寻址实体都可以是始发者。

bOriginator字段的内容必须根据D3中的代码进行解释。**bStatusType**字段值为0。如果始发者是AudioControl接口，**bOriginator**字段包含导致中断发生的实体的TerminalID或UnitID。如果**bOriginator**字段设置为0，则virtual Entity接口为发起者。这可以用于向主机报告全局AudioControl接口更改。如果发起者是AudioStreaming接口，则**bOriginator**字段包含AudioStreaming接口的接口号。同样，如果发起者是AudioStreaming端点，则它包含端点编号。

对中断的正确响应是Get状态请求(D6=0)或Get内存请求(D6=1)。向适当的发起者发出这些请求必须清除中断等待位和内存内容改变位(如果适用)。

下表指定了状态字的格式：

表3-1:状态字格式

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bStatusType	1	Bitmap	D7: Interrupt Pending D6: Memory Contents Changed D5..4: Reserved D3..0: Originator 0 = AudioControl interface 1 = AudioStreaming interface 2 = AudioStreaming endpoint 3..15 = Reserved
1	bOriginator	1	Number	ID of the Terminal, Unit, interface, or endpoint that reports the interrupt.

3.7.2 AudioStreaming接口

AudioStreaming接口用于在主机和音频功能之间交换数字音频数据流。它们是可选的。一个音频函数可以有零个或多个与之关联的AudioStreaming接口，每个接口可能携带不同性质和格式的数据。每个AudioStreaming接口最多只能有一个同步数据端点。这种结构保证了AudioStreaming接口和与端点相关的单个音频数据流之间的一对一关系。在某些情况下，为了同步的目的，等时数据端点伴随着一个相关的等时同步端点。同步数据端点必须是AudioStreaming接口中的第一个端点。同步端点总是跟在它关联的数据端点之后。

AudioStreaming接口可以具有可用于更改接口和底层端点的某些特征的替代设置。替代设置的典型用途是提供一种方法来更改活动AudioStreaming接口对USB施加的带宽要求。通过为每个AudioStreaming接口合并低带宽甚至零带宽替代设置，设备向主机软件提供了通过切换到这种低带宽替代设置暂时放弃USB带宽的选项。如果实现了这样的替代设置，它必须是默认替代设置(替代设置零)。零带宽替代设置可以通过在标准AudioStreaming接口描述符中指定零端点来实现。在这种情况下，不需要指定所有其他接口和端点描述符(标准的和类专用的)。

AudioStreaming接口本质上用于为主机软件(驱动程序)提供访问点，以操纵它所代表的物理接口的行为。因此，即使是音频功能的外部连接(S/PDIF接口，模拟输入等)也可以由AudioStreaming接口表示，以便主机软件可以控制这些连接的某些方面。这种类型的AudioStreaming接口没有关联的USB端点。相关音频数据流没有使用USB作为传输介质。

此外，通用串行总线类规范中描述的动态接口概念可以用来通知主机软件外部连接发生了变化。这类似于在USB端点的AudioStreaming接口上切换备用设置，除了切换现在是设备启动的而不是主机启动的。

例如，考虑到音频功能的S/PDIF连接。如果没有连接到这个外部S/PDIF接口，AudioStreaming接口是空闲的，并报告自己是动态的和未配置的(bInterfaceClass=0x00)。如果用户将标准IEC958信号连接到音频功能，则音频功能内部的S/PDIF接收器检测到这一点，并通知主机AudioStreaming接口已切换到IEC958模式(备用设置x)

IEC1937信号，携带MPEG编码的音频连接，AudioStreaming接口切换到适当的设置(备用设置y)来处理MPEG解码过程。

对于任何AudioStreaming接口中定义的每个同步OUT或IN端点，必须在音频函数中定义相应的输入或输出终端。为了使主机充分了解连接的性质和行为，它必须同时考虑接口和端点相关的描述符以及终端相关的描述符。

3.7.2.1 等时音频数据流端点

一般来说，由等时音频数据流端点处理的数据流并不一定直接映射到存在于音频函数内的逻辑通道。举个例子，考虑一个“立体声”音频数据流，它包含音频数据，以Dolby Prologic格式编码。虽然只有一个数据流，携带着左右交错的样本(或者更准确地说是 L_T 和 R_T)，但这两个通道携带着四个逻辑通道(左、右、中、环绕)的信息。其他例子还包括多个逻辑音频通道被压缩为单个数据流的情况。这种数据流的格式可以与逻辑通道的原生格式完全不同(例如，256 Kbits/s MPEG1立体声音频与176.4 Kbytes/s 16 bit立体声44.1 kHz音频相对)。因此，为了正确地描述端点级的数据传输，逻辑通道的概念被音频数据流的概念所取代。这是AudioStreaming接口的责任，它包含OUT端点，在将数据移交给输入终端之前在音频数据流和嵌入式逻辑通道之间进行转换。在许多情况下，这个转换过程涉及某种形式的解码。同样，包含IN端点的AudioStreaming接口必须将来自输出终端的逻辑通道转换为音频数据流，通常使用某种形式的编码。

因此，控制音频函数中存在的属性(如音量或静音)的请求不能发送到AudioStreaming接口中的端点。AudioStreaming接口对音频数据流进行操作，并且不知道它最终服务的逻辑通道的数量。相反，这些请求必须通过AudioControl接口定向到适当的音频功能的单元或终端。

如前所述，AudioStreaming接口可以有零个或一个同步音频数据端点。如果主机和音频功能之间必须通信多个同步音频通道，则必须通过交织单个音频数据将其聚类为一个音频通道集群，并可将结果指向单个端点。此外，如果需要，单个同步端点可以为整个集群提供服务。通过这种方式，消耗最少数量的端点来传输相关的数据流。

如果一个音频功能需要多个集群来操作，每个集群都被定向到一个单独的AudioStreaming接口的端点，这些接口属于同一个音频接口集合(都服务于同一个音频功能)。如果需要将多个AudioStreaming接口作为一个整体来操作，则可以将这些接口捆绑在一起。应该使用通用串行总线类规范中描述的关联接口的技术来创建绑定。

3.7.2.2 同步端点

对于自适应音频源端点和异步音频sink端点，需要显式的同步机制来保持传输过程中的同步。有关同步的详细信息，请参见《USB规范》第5节“USB数据流模型”和《通用串行总线类规范》的相关部分。

同步路径上携带的信息由一个3字节的数据包组成。这三个字节包含一个10.14格式的 F_f 值，如USB规范的5.10.4.2节“反馈”所述。 F_f 表示端点每帧必须产生或消耗的样本的平均数量，以精确匹配所需的采样频率 F_s 。

每 $2^{(10-P)} \text{ ms(帧)}$ 提供一个新的 F_f 值, 其中 P 的范围可以从1到9(包括9)。样例时钟 F_s 总是源自设备中的主时钟 F_m 。 P 通过以下关系与那些时钟之间的比率有关:

$$F_m = F_s * 2^{(P-1)}$$

在最坏的情况下, 只有 F_s 是可用的, $F_m = F_s$, 给出 $P = 1$, 因为人们总是可以使用相位信息在半个时钟周期内解决 F_s 的估计。

端点中的自适应音频源伴随着一个相关的同步输出端点, 该端点携带 F_{fe} 异步音频sink OUT端点在端点中伴随有相关的等时同步。

对于自适应IN端点和异步OUT端点, 标准端点描述符提供**bSynchAddress**字段来建立到相关同步端点的链接。它包含了同步端点的地址。同步标准端点描述符的**bSynchAddress**字段必须设置为零。

如前所述, 每个 $2^{(10-P)}$ 帧都有一个新的 F_f 值, P 的范围从1到9。synch标准端点描述符的**bRefresh**字段用于向主机报告指数(10-P)。它的范围可以从9到1。(512 ms ~ 2 ms)

3.7.2.3 音频通道簇格式

音频通道簇是一组具有相同特征的逻辑音频通道, 如采样频率、位分辨率等。集群中的信道编号从通道1开始, 一直到集群中的信道数量。虚拟通道零用于寻址一个单元中的主控制, 有效地一次性影响所有通道。一个音频信道集群中独立信道的最大数量被限制为254个。实际上, 通道零用于引用主通道, 代码0xFF(255)用于请求, 以表明请求参数块保存所有可用的寻址控制的值。有关更多细节, 请参阅第5.2.2节, “AudioControl请求”和接下来的章节, 描述了请求的第二种形式。

在很多情况下, 音频集群中的每个声道也被绑定到收听空间中的某个位置。一个微不足道的例子是包含左、右逻辑音频通道的集群。为了能够以可管理的方式描述更复杂的情况, 本规范对音频通道集群中的逻辑通道的顺序施加了一些限制和限制。

有12个预定义的空间位置:

- 左前方(L)
- 右前(R)
- 前正中(C)
- 低频增强(LFE)[超级低音扬声器]
- 左环绕(L_s)
- 右环绕(R_s)
- 中间左侧(L_C)[在前面]
- 中间偏右(R_C)[前面]
- 环绕(S)[后方]
- 左侧(S_L)[左侧墙]
- 侧右(S_R)[右墙]
- 顶部(T)[头顶]

如果音频通道集群中存在与之前定义的一些空间位置对应的逻辑通道, 那么它们必须以上述列表中指定的顺序出现。例如, 如果a

集群包含逻辑通道Left、Right和LFE，那么通道1是Left，通道2是Right，通道3是LFE。

为了表征音频信道簇，引入了簇描述子。该描述子嵌入在下列描述子之一中：

- 输入终端描述符
- 混频器单元描述符
- 处理单元描述符
- 扩展单元描述符

集群描述符包含以下字段：

- **bNrChannels**: 一个数字，指定集群中存在多少个逻辑音频通道。
- **wChannelConfig**: 表示集群中存在哪些空间位置的位域。位分配如下：

§ D0: 左前方(L)

§ D1: 右前(R)

§ D2: 正前方(C)

§ D3: 低频增强(LFE)

§ D4: 左环绕(L_s)

§ D5: 右环绕(R_s)

§ D6: 中间偏左(L_c)

§ D7: 中右(R_c)

§ D8: 环绕(S)

§ D9: 左侧(S_L)

§ D10: 右侧(S_R)

§ D11: 上身(T)

§ D15 .. 12: 保留

- 在这个位图中设置的每个位表示集群中有一个承载音频信息的逻辑通道，以指定的空间位置为目标。簇中的通道顺序必须与上述预定义空间位置列表所施加的顺序相对应。如果集群中的通道比**wChannelConfig**字段中设置的位多(即**bNrChannels** > **[Number_Of_Bits_Set]**)，则第一个**[Number_Of_Bits_Set]**通道占据空间位置，在**wChannelConfig**中指示。剩余的通道具有“非预定义”的空间位置(不出现在预定义列表中的位置)。如果**wChannelConfig**中没有设置任何位，则所有通道都具有非预定义的空间位置。如果一个或多个通道具有非预定义的空间位置，则可以选择从**iChannelNames**字段派生其空间位置描述。
- **iChannelNames**: 指向字符串描述符的索引，该字符串描述符描述集群中第一个非预定义逻辑通道的空间位置。所有剩余逻辑通道的空间位置**必须**由字符串描述符描述，其索引紧跟在第一个非预定义通道描述符的索引之后。因此，**iChannelNames**本质上描述了一个字符串描述符索引数组，范围从**iChannelNames**到(**iChannelNames** + (**bNrChannels** - **[Number_Of_Bits_Set]**) - 1)

示例1:

携带杜比Prologic逻辑通道的音频通道集群具有以下集群描述符:

表3-2:杜比Prologic集群描述符

抵消	场	大小	价值	描述
----	---	----	----	----

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bNrChannels	1	4	There are 4 logical channels in the cluster.
1	wChannelConfig	2	0x0107	Left, Right, Center and Surround are present.
3	iChannelNames	1	Index	Because there are no non-predefined logical channels, this index must be set to 0.

示例2:

音频功能中的假设音频通道集群可以携带左、左环绕、中间偏左和两个辅助通道，其中每个辅助通道包含左、左环绕和中间偏左通道的不同加权混合。对应的簇描述符将是:

表3-3:左组簇描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bNrChannels	1	5	There are 5 logical channels in the cluster
1	wChannelConfig	2	0x0051	Left, Left Surround, Left of Center and two undefined channels are present. (bNrChannels > [Number_Of_Bits_Set])
3	iChannelNames	1	Index	Optional index of the first non-predefined string descriptor

可选字符串描述符:

String (Index) = ' Left Down Mix 1 ' String (Index+1) = ' Left Down
Mix 2 '

3.7.2.4 音频数据格式

用于通过USB传输音频数据的格式完全由代码决定，位于类特定接口描述符的**wFormatTag**字段中。因此，每个定义的格式标签必须详细记录它使用的音频数据格式。因此，需要特定于格式的描述符来完全描述格式。有关预定义格式标签和相关数据格式和描述符的详细信息，请参阅单独的文档，*USB音频数据格式*，该文档被认为是本规范的一部分。特定于供应商的协议必须由制造商提供完整的文档。

4 描述符

以下部分描述了音频接口类的标准和特定于类的USB描述符。

4.1 设备描述符

因为音频功能总是被认为驻留在接口层，所以这个类规范没有定义一个特定的音频设备描述符。对于只提供音频功能的设备，设备描述符必须表明类信息是在接口级找到的。因此，设备描述符的**bDeviceClass**字段必须包含0，以便枚举软件向下查看接口级别以确定接口类。

bDeviceSubClass和**bDeviceProtocol**字段必须设置为零。设备描述符的所有其他字段必须符合*USB规范第9.6.1节“描述符”*中的定义。没有特定于类的设备描述符。

4.2 配置描述符

与设备描述符类似，音频配置描述符仅适用于纯音频设备的情况。它与*USB规范*的第9.6.2节“配置”中定义的标准配置描述符相同。没有类专用的配置描述符。

4.3 AudioControl接口描述符

AudioControl (AC)接口描述符包含所有相关信息，以充分表征相应的音频功能。标准接口描述符描述了接口本身的特性，而特定于类的接口描述符提供了有关音频函数内部的相关信息。它指定修订级别信息，并列出了每个单元和终端的能力。

4.3.1 标准AC接口描述符

标准AC接口描述符与*USB规范第9.6.3节“接口”*中定义的标准接口描述符相同，除了一些字段现在有专用值。

表4-1:标准AC接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	INTERFACE descriptor type
2	bInterfaceNumber	1	Number	Number of interface. A zero-based value identifying the index in the array of concurrent interfaces supported by this configuration.
3	bAlternateSetting	1	Number	Value used to select an alternate setting for the interface identified in the prior field.
4	bNumEndpoints	1	Number	Number of endpoints used by this interface (excluding endpoint 0). This number is either 0 or 1 if the optional status interrupt endpoint is present.

Offset	Field	Size	Value	Description
5	bInterfaceClass	1	Class	AUDIO. Audio Interface Class code (assigned by the USB). See Section A.1, "Audio Interface Class Code."
6	bInterfaceSubClass	1	Subclass	AUDIOCONTROL. Audio Interface Subclass code. Assigned by this specification. See Section A.2, "Audio Interface Subclass Codes."
7	bInterfaceProtocol	1	Protocol	Not used. Must be set to 0.
8	iInterface	1	Index	Index of a string descriptor that describes this interface.

4.3.2 特定于类的AC接口描述符

特定于类的AC接口描述符是用于完整描述音频功能的所有描述符的连接，即所有单元描述符(ud)和终端描述符(td)。

特定类的AC接口描述符的总长度取决于音频函数中单元和终端的数量。因此，描述符以一个头开始，该头反映了**wTotalLength**字段中整个特定类的AC接口描述符的总长度(以字节为单位)。

bcdADC字段标识了这个音频函数及其描述符所符合的音频设备类规范的发布。**bInCollection**字段表示AudioControl接口所属的音频接口集合中有多少个AudioStreaming和MIDIStreaming接口。

baInterfaceNr()数组包含集合中所有AudioStreaming和MIDIStreaming接口的接口号。**bInCollection**和**baInterfaceNr()**字段一起提供了所有必要的信息，以确定哪些接口一起构成了音频功能的整个USB接口，即描述音频接口集合。

报告Unit和Terminal描述符的顺序并不重要，因为每个描述符都可以通过其**bDescriptorType**和**bDescriptorSubtype**字段来标识。**bDescriptorType**字段将描述符标识为特定于类的接口描述符。**bDescriptorSubtype**字段进一步限定了描述符的确切性质。

下表定义了特定于类的AC接口头描述符。

表4-2:类特定的AC接口头描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 8+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	HEADER descriptor subtype.
3	bcdADC	2	BCD	Audio Device Class Specification Release Number in Binary-Coded Decimal.

Offset	Field	Size	Value	Description
5	wTotalLength	2	Number	Total number of bytes returned for the class-specific AudioControl interface descriptor. Includes the combined length of this descriptor header and all Unit and Terminal descriptors.
7	bInCollection	1	Number	The number of AudioStreaming and MIDIStreaming interfaces in the Audio Interface Collection to which this AudioControl interface belongs: n
8	baInterfaceNr(1)	1	Number	Interface number of the first AudioStreaming or MIDIStreaming interface in the Collection.
...
8+(n-1)	baInterfaceNr(n)	1	Number	Interface number of the last AudioStreaming or MIDIStreaming interface in the Collection.

这个头后跟一个或多个单元和/或终端描述符。描述符的布局取决于它们所代表的单位或终端的类型。可能有七种类型的单元和终端描述符。它们将在以下几节中进行总结。前四个字段对于所有单元和终端描述符都是通用的。它们包含描述符长度、描述符类型、描述符子类型和单位或终端ID。

音频函数中的每个单元和终端都被分配一个唯一的标识号，即单元ID (UID)或终端ID (TID)，包含在描述符的**bUnitID**或**bTerminalID**字段中。为未定义的ID保留0x00，有效地限制了音频功能(单元和终端)中可寻址实体的总数为255。

除了唯一标识音频功能中的所有可寻址实体外，所述id还用于描述音频功能的拓扑结构;即，一个单元或终端描述符的**bSourceID**字段表示该单元或终端连接到哪个其他单元或终端。

4.3.2.1 输入终端描述符

输入终端描述符(ITD)向主机提供与输入终端的功能方面相关的信息。

输入终端由**bTerminalID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。这个值必须在指向终端的每个请求的**TerminalID**字段中传递。

wTerminalType字段提供了有关输入终端所代表的物理实体的相关信息。这可能是一个USB OUT端点，一个外部线In连接，一个麦克风等。终端类型代码的完整列表在单独的文档*USB 音频终端类型*中提供，该文档被认为是本规范的一部分。

bAssocTerminal字段用于将输出终端关联到该输入终端，从而有效地实现双向终端对。如果使用**bAssocTerminal**字段，关联的两个终端必须属于双向终端类型组。如果不存在关联，则**bAssocTerminal**字段必须设置为零。

主机软件可以将关联的终端视为物理上相关的。在许多情况下，一个终端不能离开另一个。这种终端对的一个典型例子是输入终端，它代表麦克风，输出终端，它代表耳机的耳机。

bNrChannels、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段共同构成了集群描述符。它们的特点是在单个输出引脚(“下游”连接)上离开输入终端的集群。有关集群描述符的详细描述，请参见第3.7.2.3节，“音频通道集群格式”。

提供了一个字符串描述符的索引来进一步描述输入终端。
下表给出了输入终端描述符的概要。

表4-3:输入终端描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 12
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	INPUT_TERMINAL descriptor subtype.
3	bTerminalID	1	Constant	Constant uniquely identifying the Terminal within the audio function. This value is used in all requests to address this Terminal.
4	wTerminalType	2	Constant	Constant characterizing the type of Terminal. See USB Audio Terminal Types.
6	bAssocTerminal	1	Constant	ID of the Output Terminal to which this Input Terminal is associated.
7	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the Terminal's output audio channel cluster.
8	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels.
10	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel.
11	iTerminal	1	Index	Index of a string descriptor, describing the Input Terminal.

4.3.2.2 输出终端描述符

输出终端描述符(OTD)向主机提供与输出终端功能方面相关的信息。

输出终端由**bTerminalID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。这个值必须在指向终端的每个请求的**UnitID**字段中传递。

wTerminalType字段提供了输出终端所代表的物理实体的相关信息。这可能是一个USB输入端点，一个外部线路输出连接，扬声器系统等。一个

终端类型代码的完整列表在单独的文档中提供，*USB音频终端类型*被认为是本规范的一部分。

bAssocTerminal字段用于将输入终端关联到该输出终端，从而有效地实现双向终端对。如果使用**bAssocTerminal**字段，关联的两个终端必须属于双向终端类型组。如果不存在关联，则**bAssocTerminal**字段必须设置为零。

主机软件可以将关联的终端视为物理上相关的。在许多情况下，一个终端不能离开另一个。这种终端对的一个典型例子是一个输入终端，它代表麦克风，一个输出终端，它代表耳机的耳机。

bSourceID字段用来描述这个终端的连接性。它包含该输出终端通过其输入引脚连接到的单元或终端的ID。这里不再重复描述进入输出终端的逻辑通道的集群描述符。它由主机软件跟踪“上游”连接，以定位与此音频通道集群有关的集群描述符。

提供了一个字符串描述符的索引来进一步描述输出终端。

下表给出了输出终端描述符的概要。

表4-4:输出终端描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	OUTPUT_TERMINAL descriptor subtype.
3	bTerminalID	1	Constant	Constant uniquely identifying the Terminal within the audio function. This value is used in all requests to address this Terminal.
4	wTerminalType	2	Constant	Constant characterizing the type of Terminal. See USB Audio Terminal Types.
6	bAssocTerminal	1	Constant	Constant, identifying the Input Terminal to which this Output Terminal is associated.
7	bSourceID	1	Constant	ID of the Unit or Terminal to which this Terminal is connected.
8	iTerminal	1	Index	Index of a string descriptor, describing the Output Terminal.

4.3.2.3 混合器单元描述符

混合器单元由混合器单元描述符(MUD)的**bUnitID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置内的任何其他单元或终端都不能具有相同的ID。这个值必须在指向混合器单元的每个请求的**UnitID**字段中传递。

bNrInPins字段包含混合器单元的输入引脚数(p)。这显然等于进入混频器单元的音频通道簇的数量。输入引脚的连通性通过包含 p 个元素的**baSourceID()**数组来描述。数组中的索引 i 以1为基,与输入引脚编号直接相关。**BaSourceID(i)**包含输入引脚 i 所连接的单元或终端的ID。集群描述符,描述进入混频器单元的逻辑通道在这里不再赘述。它由主机软件跟踪“上游”的连接,以定位属于音频通道集群的集群描述符。

如前所述,每个输入通道实际上可以混合到所有输出通道中。如果 n 是逻辑输入通道的总数,包含在所有进入混音单元的音频通道簇中:

$$n = \sum_{i=1}^{\text{Number of clusters}} (\text{number of logical channel in cluster } i)$$

m 为逻辑输出通道数,则混频器单元中有 $n \times m$ 个混音控件,其中一些可能不可编程。

注意: n 和 m 都必须限制为254。

因为一个混频器单元可以重新定义包含在其输出集群中的逻辑输出通道的空间位置,所以需要有一个混频器输出集群描述符。**bNrChannels**, **wChannelConfig**和**iChannelNames**描述了将混频器单元留在单个输出引脚(“下游”连接)上的集群。有关集群描述符的详细描述,请参见第3.7.2.3节,“音频通道集群格式”。

混合器单元描述符在**bmControls**位图字段中报告哪些控件是可编程的。该位图必须解释为一个二维位数组,每个逻辑输入通道有一行,每个逻辑输出通道有一列。如果在位置 $[u, v]$ 处设置了一个位,这意味着混频器单元包含一个可编程的混音控制,连接输入通道 u 和输出通道 v 。如果位 $[u, v]$ 明确,这表明输入通道 u 和输出通道 v 之间的连接是不可编程的。它的固定值可以通过适当的请求检索出来。 u 的有效范围是从1到 n , v 的有效范围是从1到 m 。

bmControls字段一行接一行地存储位数组,其中第一个字节的MSb对应于输入通道1和输出通道1之间的连接。如果 $(n \times m)$ 不是8的整数倍,位数组被填充0,直到占用整数个字节。用于存储比特数组 N 的字节数可以按如下方式计算:

IF $((n \times m) \text{ MOD } 8) \neq 0$ THEN

$$N = ((N \times m) \text{ DIV } 8) + 1$$

其他的

$$N = ((N \times m) \text{ DIV } 8)$$

提供了一个字符串描述符的索引,以进一步描述混合器单元。

下表详细说明了混合器单元描述符的结构。

表4-5:混合器单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: $10+p+N$
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	MIXER_UNIT descriptor subtype.

Offset	Field	Size	Value	Description
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: p
5	baSourceID(1)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the first Input Pin of this Mixer Unit is connected.
...
$5+(p-1)$	baSourceID (p)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the last Input Pin of this Mixer Unit is connected.
$5+p$	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the Mixer's output audio channel cluster.
$6+p$	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels.
$8+p$	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel.
$9+p$	bmControls	N	Number	Bit map indicating which mixing Controls are programmable.
$9+p+N$	iMixer	1	Index	Index of a string descriptor, describing the Mixer Unit.

4.3.2.4 选择器单元描述符

选择器单元由选择器单元描述符(SUD)的**bUnitID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。此值必须在指向选择器单元的每个请求的**UnitID**字段中传递。

bNrInPins字段包含选择器单元的输入引脚(p)的数量。输入引脚的连通性通过包含 p 个元素的**baSourceID()**数组来描述。数组中的索引 i 以1为基，与输入引脚编号直接相关。**BaSourceID(i)**包含输入引脚 i 所连接的单元或终端的ID。

这里不再重复描述进入选择器单元的逻辑通道的集群描述符。为了使选择器单元合法连接，进入选择器单元的**所有**音频通道集群**必须**具有相同数量的通道。然而，这些通道簇的空间位置可能因簇而异。因此，主机软件应该跟踪所有输入引脚，以找到它们的“上游”连接，以定位进入选择器单元的所有输入引脚的群集描述符。这进一步意味着与选择器单元的输出引脚相关联的集群描述符可以动态更改，这取决于选择器单元当前选择的位置。

提供了一个字符串描述符的索引来进一步描述选择器单元。

下表详细说明了选择器单元描述符的结构。

表4-6:选择器单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 6+p
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	SELECTOR_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: p
5	baSourceID(1)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the first Input Pin of this Selector Unit is connected.
...
5+(p-1)	baSourceID (p)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the last Input Pin of this Selector Unit is connected.
5+p	iSelector	1	Index	Index of a string descriptor, describing the Selector Unit.

4.3.2.5 特征单元描述符

特征单元由特征单元描述符(FUD)的**bUnitID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。这个值必须在每个定向到特征单元的请求的**UnitID**字段中传递。

bSourceID字段用于描述该特征单元的连通性。它包含该特征单元通过其输入引脚连接到的单元或终端的ID。这里不再重复描述进入特征单元的逻辑通道的集群描述符。它由主机软件跟踪“上游”连接，以定位与此音频通道集群有关的集群描述符。

bmacontrols()数组是位图数组，每个位图表示特定逻辑通道或主通道0的某些音频控件的可用性。为了将来的可扩展性，**bmacontrols()**数组的每个元素所占用的字节数(n)在**bControlSize**字段中表示。集群中的逻辑通道数用*ch*表示。

提供了一个字符串描述符的索引来进一步描述特征单元。
特征单元描述符的布局详见下表。

表4-7:特征单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 7+(ch+1)*n

Offset	Field	Size	Value	Description
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	FEATURE_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	bSourceID	1	Constant	ID of the Unit or Terminal to which this Feature Unit is connected.
5	bControlSize	1	Number	Size in bytes of an element of the bmaControls() array: n
6	bmaControls(0)	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported for master channel 0: D0: Mute D1: Volume D2: Bass D3: Mid D4: Treble D5: Graphic Equalizer D6: Automatic Gain D7: Delay D8: Bass Boost D9: Loudness D10..(n*8-1): Reserved
6+n	bmaControls(1)	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported for logical channel 1.
...
6+(ch*n)	bmaControls(ch)	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported for logical channel ch.
6+(ch+1)*n	iFeature	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Feature Unit.

4.3.2.6 处理单元描述符

处理单元由处理单元描述符(PUD)的**bUnitID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。这个值必须在每个定向到处理单元的请求的**UnitID**字段中传递。

wProcessType字段包含一个完全标识处理单元的值。有关所有支持的处理单元类型的列表，请参见章节a.7，“处理单元过程类型”。

bNrInPins字段包含处理单元的输入引脚(p)的数量。输入引脚的连通性通过包含p个元素的**baSourceID()**数组来描述。数组中的索引i以1为基，与输入引脚编号直接相关。**BaSourceID(i)**包含单元或的ID

连接输入引脚*i*的端子。集群描述符，描述进入处理单元的逻辑通道在这里不再赘述。它由主机软件跟踪“上游”连接，以定位与音频通道集群有关的集群描述符。

因为一个处理单元可以自由地重新定义包含在其输出集群中的逻辑输出通道的空间位置，所以需要有一个输出集群描述符。**bNrChannels**、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段描述了通过单个输出引脚(“下游”连接)离开处理单元的集群。有关集群描述符的详细描述，请参见章节3.7.2.3，“音频通道集群格式”。

bmControls字段是一个位图，指示处理单元中某些音频控制的可用性。为了将来的可扩展性，**bmControls**字段占用的字节数在**bControlSize**字段中表示。一般来说，所有控制都是可选的。但是，某些处理类型可能会将某些控制项定义为强制性的。在这种情况下，**bmControls**字段中的适当位必须设置为1。

bmControls字段中位的含义由**wProcessType**字段限定。然而，位D0总是表示所有处理单元类型的使能处理控制。使能处理控制用于绕过处理单元的整个功能。当设置为off时，默认行为被假定。在单个输入引脚的情况下，进入该单元的逻辑通道被未更改地传递给那些在输出集群中也存在的通道。在输出簇中不可用的逻辑通道被处理单元吸收。在输出集群中存在但在输入集群中不可用的逻辑通道将被静音。在多个输入引脚的情况下，相应的逻辑输入通道在被传递到输出之前被平等地混合在一起。

如果处理单元中存在使能处理控制，则D0位必须设置为1。否则，它被设置为零，表示处理单元不能被绕过。

提供对字符串描述符的索引，以进一步描述处理单元。

前面的字段对所有处理单元都是通用的。然而，根据**wProcessType**字段中的值，一个特定于进程的部分被添加到描述符中。下面的段落描述了这些特定于进程的部分。

下表概述了处理单元描述符的公共部分。

表4-8:处理单元描述符的公共部分

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 13+p+n+x
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	Constant identifying the type of processing this Unit is performing.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: p

Offset	Field	Size	Value	Description
7	baSourceID(1)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the first Input Pin of this Processing Unit is connected.
...
7+(p-1)	baSourceID (p)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the last Input Pin of this Processing Unit is connected.
7+p	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the audio channel cluster of the Processing Unit.
7+p+1	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the audio channel cluster of the Processing Unit.
7+p+3	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor that describes the name of the first logical channel in the audio channel cluster of the Processing Unit.
11+p	bControlSize	1	Number	Size in bytes of the bmControls field: n
12+p	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1..(n*8-1): process-specific allocation.
12+p +n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.
13+p +n	Process-specific	x	NA	A process-specific descriptor is appended to the common descriptor. See the following paragraphs.

4.3.2.6.1 上行/下行混合处理单元描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含UP/DOWNMIX_PROCESS值。

(见附录A.7 “处理单元工艺类型”)

上/下行混合处理单元有一个输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。**bNrChannels**、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成Up/下行混合处理单元的输出集群描述符。它描述了哪些逻辑通道物理上存在于处理单元的输出。根据所选的工作模式，一个或多个通道可能未被使用。

bmControls字段是一个位图，表示上行/下行混合处理单元中某些音频控制的可用性。为了将来的可扩展性，**bmControls**字段占用的字节数在**bControlSize**字段中表示。

bmControls字段的D0位表示使能处理控制。模式选择控制(D1)通过选择不同的操作模式来改变处理单元的行为。

上/下行混合处理单元的特定于进程的描述符描述了该处理单元支持的操作模式。通过发出设置模式请求来选择操作模式。支持模式的数量(m)包含在**bNrModes**字段中。这个字段后面跟着一个模式字段数组，**waModes()**。该数组的索引 i 是以1为基础的，并且与条目**waModes(i)**所描述的模式数直接相关。必须使用值 i 作为设置模式请求的参数来选择模式 i 。

waModes()字段中的位分配非常类似于集群描述符中的**wChannelConfig**字段(参见第3.7.2.3节，“音频通道集群格式”)，即**waModes(i)**字段中的位设置表明，对于模式 i ，Up/下行混合处理单元为与设置位的位置相关的逻辑通道产生有意义的音频数据。在输出集群中存在但没有在某种模式中使用的逻辑通道被认为是不活动的，并且在该模式中最多产生静音。

每个**waModes(i)**字段只能包含输出通道集群中存在的那些逻辑通道的设置位。换句话说，所有**waModes()**字段只能包含单元的集群描述符的**wChannelConfig**字段的一个子集。此外，具有非预定义空间位置的逻辑通道不能在**waModes()**字段中标记为活动。因此，默认情况下假定它们是活动的。

下表概述了通用和特定于进程的上行/下行混合处理单元描述符的组合。

表4-9:上行/下行混合处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: $15+n+2*m$
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	UP/DOWNMIX_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the Processing Unit's output channel cluster.

Offset	Field	Size	Value	Description
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Mode Select. D2..(n*8-1): Reserved
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.
14+n	bNrModes	1	Number	Number of modes, supported by this Processing Unit: m
15+n	waModes(1)	2	Bitmap	Describes the active logical channels in mode 1.
...
15+n+(m-1)*2	waModes(m)	2	Bitmap	Describes active the logical channels in mode m.

4.3.2.6.2 杜比Prologic Processing Unit描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含值DOLBY_PROLOGIC_PROCESS。

(参见附录A.7 “处理单元进程类型”)

杜比Prologic Processing Unit有一个单一的输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。

bNrChannels, **wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成了杜比Prologic Processing Unit的输出集群描述符。它描述了哪些逻辑通道物理上存在于处理单元的输出。根据所选的工作模式，一个或多个通道可能未被使用。

bmControls字段的D0位表示启用处理控制。模式选择控制(D1)通过选择不同的操作模式来改变处理单元的行为。

虽然输入集群可能包含许多逻辑通道，但杜比Prologic Processing Unit仅使用左和右逻辑输入通道作为解码过程的输入。显然，这两个逻辑通道必须存在于输入集群中，这样该单元才能正常工作。所有其他的逻辑通道都会被丢弃。

输出簇可能包含除左、右、中和/或环绕(这些必须存在)以外的逻辑通道，以促进音频功能内的连接。在输出集群中存在但不参与所选操作模式的通道必须静音。

杜比Prologic Processing Unit的进程特定描述符描述了处理单元支持的操作模式。支持模式的数量(m)包含在**bNrModes**字段中。这个字段后面跟着一个模式字段数组，**waModes()**。**waModes()**字段中的位分配非常类似于集群描述符中的**wChannelConfig**字段(参见第3.7.2.3节，“音频通道集群格式”)，即，**waModes(i)**字段中的位设置表明，对于模式*i*，杜比Prologic Processing Unit为与设置位的位置相关的逻辑通道产生有意义的音频数据。

杜比Prologic Processing Unit最多支持以下三种不同的模式:

- 左、右、中通道解码 **waModes()** = 0x0007
- 左、右、环绕通道解码 **waModes()** = 0x0103
- 左、右、中、环绕解码 **waModes()** = 0x0107

Unit的集群描述符的**wChannelConfig**字段必须至少包含为所有支持模式设置的所有位的并集。

下表概述了通用和特定于进程的杜比逻辑处理单元描述符的组合。除了一些字段值外，它与Up/Down-mix处理单元描述符相同。为清晰起见，在此重复说明。

表4-10:杜比逻辑处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 15+n+2*m
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	DOLBY_PROLOGIC_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the Processing Unit's output channel cluster. At least Left, Right, Center and/or Surround must be set.
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the Processing Unit's output channel cluster.
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Mode Select. D2..(n*8-1): Reserved

Offset	Field	Size	Value	Description
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.
14+n	bNrModes	1	Number	Number of modes, supported by this Processing Unit: m A maximum of 3 different modes is possible.
15+n	waModes(1)	2	Bitmap	Describes the active logical channels in mode 1.
...
15+n+(m-1)*2	waModes(m)	2	Bitmap	Describes active the logical channels in mode m.

4.3.2.6.3 3d立体扩展处理单元描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含值3D-STEREO_EXTENDER_PROCESS。 (参见A.7节“处理单元进程类型”)

3d立体扩展处理单元有一个单一的输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。

bNrChannels, **wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成了3d立体扩展处理单元的输出集群描述符。它描述了哪些逻辑通道物理上存在于处理单元的输出。

bmControls字段的D0位表示启用处理控制。D1位表示空间控制的可用性。

虽然输入集群可能包含多个逻辑通道，但3d立体扩展处理单元仅使用左、右逻辑输入通道作为扩展过程的输入。显然，这两个逻辑通道必须存在于输入集群中，这样该单元才能正常工作。所有其他的逻辑通道都会被流程丢弃。

输出集群可能包含除左、右(这些必须存在)以外的逻辑通道，以促进音频功能内的连接。在输出集群中存在但在输入集群中不存在的通道必须静音。在输入簇和输出簇中同时存在的左、右以外的通道可以不加改变地从输入传递到输出。只存在于输入簇中的通道被处理单元吸收。

3d立体扩展处理单元没有特定于进程的描述符。

下表概述了3d立体扩展处理单元描述符。除了一些字段值之外，它与常见的处理单元描述符相同。为了清晰起见，这里重复一遍。

表4-11:3d立体扩展处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 14+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.

Offset	Field	Size	Value	Description
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	3D-STEREO_EXTENDER_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the Processing Unit's output channel cluster.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the output channel cluster of the Processing Unit. At least Left and Right must be set.
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the Processing Unit's output channel cluster.
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Spaciousness. D2..(n*8-1): Reserved
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.

4.3.2.6.4 混响处理单元描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含值REVERBERATION_PROCESS。

(参见章节A.7 “处理单元工艺类型”)

混响处理单元具有单个输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。**bNrChannels**、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成混响处理单元的输出集群描述符。它描述了在处理单元的输出中物理地存在哪些逻辑通道。在大多数情况下，这将与输入通道集群的配置相同。

bmControls字段表示在混响处理单元中有效地实现了与混响相关的控制。

下表概述了混响处理单元描述符。除了一些字段值之外，它与通用处理单元描述符相同。为了清晰起见，这里重复一遍。

表4-12:混响处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 14+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	REVERBERATION_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the output channel cluster Processing Unit.
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Reverb Type. D2: Reverb Level. D3: Reverb Time. D4: Reverb Delay Feedback. D5..(n*8-1): Reserved.
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.

4.3.2.6.5 合唱处理单元描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含值CHORUS_PROCESS。（参见章节A.7“处理单元工艺类型”）

合唱处理单元有一个输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。**bNrChannels**、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成了输出集群

合唱处理单元的描述符。它描述了在处理单元的输出中物理地存在哪些逻辑通道。在大多数情况下，这将与输入通道集群的配置相同。

bmControls 字段指示在合唱处理单元中有效地实现了哪些与合唱相关的控制。

下表概述了合唱处理单元描述符。除了一些字段值之外，它与通用处理单元描述符相同。为了清晰起见，这里重复一遍。

表4-13:合唱处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 14+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	CHORUS_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the output channel cluster of the Processing Unit.
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Chorus Level. D2: Chorus Modulation Rate. D3: Chorus Modulation Depth. D4..(n*8-1): Reserved

Offset	Field	Size	Value	Description
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.

4.3.2.6.6 动态范围压缩机处理单元描述符

公共处理单元描述符的**wProcessType**字段包含DYN_RANGE_COMP_PROCESS值。

(参见章节A.7“处理单元工艺类型”)

动态范围压缩机处理单元具有单个输入引脚。因此，**bNrInputs**字段必须包含值1。**bNrChannels**、**wChannelConfig**和**iChannelNames**字段一起构成了动态范围压缩机处理单元的输出集群描述符。它描述了在处理单元的输出中物理地存在哪些逻辑通道。在大多数情况下，这将与输入通道集群的配置相同。

bmControls字段表示在动态范围压缩机处理单元中有效地实现了哪些控制。

下表概述了动态范围压缩机处理单元描述符。除了一些字段值之外，它与常见的处理单元描述符相同。为了清晰起见，这里重复一遍。

表4-14:动态范围压缩机处理单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 14+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	PROCESSING_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wProcessType	2	Constant	DYN_RANGE_COMP_PROCESS process type.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: 1
7	bSourceID	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the Input Pin of this Processing Unit is connected.
8	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the output channel cluster of the Processing Unit.
9	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the output channel cluster of the Processing Unit.

Offset	Field	Size	Value	Description
11	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the output channel cluster of the Processing Unit.
12	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n
13	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0: Enable Processing. D1: Compression Ratio. D2: MaxAmpl. D3: Threshold. D4: Attack time. D5: Release time. D6..(n*8-1): Reserved
13+n	iProcessing	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Processing Unit.

4.3.2.7 扩展单元描述符

扩展单元由扩展单元描述符(XUD)的**bUnitID**字段中的值唯一标识。在AudioControl接口的相同替代设置中，没有其他单元或终端可以具有相同的ID。此值必须在指向扩展单元的每个请求的**UnitID**字段中传递。

扩展单元描述符为通用驱动程序提供了关于扩展单元的最少信息，至少可以注意到音频功能中存在特定于供应商的组件。**wExtensionCode**字段可能包含特定于供应商的代码，用于进一步标识扩展单元。如果未使用，则应将其设置为零。

bNrInPins字段包含扩展单元的输入引脚数(p)。输入引脚的连通性通过包含 p 个元素的**baSourceID()**数组来描述。数组中的索引 i 以1为基，与输入引脚编号直接相关。**BaSourceID(i)**包含输入引脚 i 所连接的单元或终端的ID。这里不再重复描述进入扩展单元的逻辑通道的集群描述符。它由主机软件跟踪“上游”连接，以定位属于音频通道集群的集群描述符。

由于扩展单元可以自由地重新定义包含在其输出集群中的逻辑输出通道的空间位置，因此需要一个输出集群描述符。**bNrChannels**, **wChannelConfig**和**iChannelNames**字段描述了在其单个输出引脚(“下游”连接)上离开扩展单元的集群。有关集群描述符的详细描述，请参见第3.7.2.3节，“音频通道集群格式”。

bmControls字段是一个位图，指示扩展单元中某些音频控制的可用性。为了将来的可扩展性，**bmControls**字段占用的字节数在**bControlSize**字段中表示。一般来说，除了启用处理控件之外，所有控制都是可选的。每个扩展单元都必须支持此控件。

启用处理控件用于绕过扩展单元的整个功能。这个控件是强制性的，因为它允许一个通用驱动程序在不进一步了解扩展单元内部的情况下操作音频功能。(当然，附加功能提供的

在这种情况下，扩展单元不可用，因为它被绕过了)。当设置为off时，默认行为被假定。在单个输入引脚的情况下，进入扩展单元的逻辑通道对于也出现在输出集群中的那些通道是不变的。输出集群中不可用的逻辑通道由扩展单元吸收。在输出集群中存在但在输入集群中不可用的逻辑通道被静音。在多个输入引脚的情况下，相应的逻辑输入通道在传递到输出之前均匀地混合在一起。

提供了一个字符串描述符的索引来进一步描述扩展单元。

下表概述了扩展单元描述符。

表4-15:扩展单元描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 13+p+n
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	EXTENSION_UNIT descriptor subtype.
3	bUnitID	1	Number	Constant uniquely identifying the Unit within the audio function. This value is used in all requests to address this Unit.
4	wExtensionCode	2	Constant	Vendor-specific code identifying the Extension Unit.
6	bNrInPins	1	Number	Number of Input Pins of this Unit: p
7	baSourceID(1)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the first Input Pin of this Extension Unit is connected.
...
7+(p-1)	baSourceID (p)	1	Number	ID of the Unit or Terminal to which the last Input Pin of this Extension Unit is connected.
7+p	bNrChannels	1	Number	Number of logical output channels in the audio channel cluster of the Extension Unit.
7+p+1	wChannelConfig	2	Bitmap	Describes the spatial location of the logical channels in the audio channel cluster of the Extension Unit.
7+p+3	iChannelNames	1	Index	Index of a string descriptor, describing the name of the first logical channel in the audio channel cluster of the Extension Unit.
11+p	bControlSize	1	Number	Size, in bytes, of the bmControls field: n

Offset	Field	Size	Value	Description
12+p	bmControls	n	Bitmap	A bit set to 1 indicates that the mentioned Control is supported: D0 Enable Processing D1..(n*8-1) Reserved
12+p+n	iExtension	1	Index	Index of a string descriptor, describing this Extension Unit.

4.3.2.8 关联接口描述符

关联接口描述符提供了一种方法来指示终端或单元与音频函数外部接口之间的关系。它直接跟随与之相关的实体描述符。

bInterfaceNr字段包含关联接口的接口编号。描述符的其余部分既取决于与之相关的实体，也取决于目标接口的接口类。目前，本规范没有定义具体的布局。

下表概述了关联接口描述符。

表4-16:关联接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 4+x
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	ASSOC_INTERFACE descriptor subtype.
3	bInterfaceNr	1	Number	The interface number of the associated interface.
4	Association-specific	x	Number	Association-specific extension to the open-ended descriptor.

4.4 AudioControl端点描述符

以下部分描述了AudioControl接口的所有可能的端点相关描述符。

4.4.1 交流控制端点描述符

4.4.1.1 标准交流控制端点描述符

因为端点0被用作AudioControl控制端点，所以没有专用的标准控制端点描述符。

4.4.1.2 特定于类的交流控制端点描述符

没有专用的类专用控制端点描述符。

4.4.2 交流中断端点描述符

4.4.2.1 标准交流中断端点描述符

中断端点描述符与USB规范第9.6.4节“端点”中定义的标准端点描述符相同，并进一步扩展为通用串行总线类规范中定义的端点描述符。它的字段被设置为反映端点的中断类型。这个端点是可选的。

下表概述了标准的交流中断端点描述符。

表4-17:标准交流中断端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	ENDPOINT descriptor type
2	bEndpointAddress	1	Endpoint	The address of the endpoint on the USB device described by this descriptor. The address is encoded as follows: D7: Direction. 1 = IN endpoint D6..4: Reserved, reset to zero D3..0: The endpoint number, determined by the designer.
3	bmAttributes	1	Bit Map	D3..2: Synchronization type 00 = None D1..0: Transfer type 11 = Interrupt All other bits are reserved.
4	wMaxPacketSize	2	Number	Maximum packet size this endpoint is capable of sending or receiving when this configuration is selected. Used here to pass 2-byte status information. Set to 2 if not shared, set to the appropriate value if shared.
6	bInterval	1	Number	Left to the designer's discretion. A value of 10 ms or more seems sufficient.
7	bRefresh	1	Number	Reset to 0.
8	bSynchAddress	1	Endpoint	Reset to 0.

4.4.2.2 类特定的交流中断端点描述符

没有类专用的AudioControl中断端点描述符。

4.5 AudioStreaming接口描述符

AudioStreaming (AS)接口描述符包含了描述AudioStreaming接口的所有相关信息。

4.5.1 标准AS接口描述符

标准的AS接口描述符与USB规范第9.6.3节“接口”中定义的标准接口描述符相同，除了一些字段现在有专用值。

表4-18:标准AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	INTERFACE descriptor type
2	bInterfaceNumber	1	Number	Number of interface. A zero-based value identifying the index in the array of concurrent interfaces supported by this configuration.
3	bAlternateSetting	1	Number	Value used to select an alternate setting for the interface identified in the prior field.
4	bNumEndpoints	1	Number	Number of endpoints used by this interface (excluding endpoint 0).
5	bInterfaceClass	1	Class	AUDIO Audio Interface Class code (assigned by the USB). See Section A.1, "Audio Interface Class Code."
6	bInterfaceSubClass	1	Subclass	AUDIO_STREAMING Audio Interface Subclass code. Assigned by this specification. See Section A.2, "Audio Interface Subclass Codes."
7	bInterfaceProtocol	1	Protocol	Not used. Must be set to 0.
8	iInterface	1	Index	Index of a string descriptor that describes this interface.

4.5.2 类特定的AS接口描述符

bTerminalLink字段包含了该接口所连接的输入或输出终端的唯一终端ID。

bDelay字段持有一个值，该值是音频数据流中由于音频函数内部对信号的处理而引入的延迟的度量。当由不同的音频函数处理的音频流之间的相位关系很重要时，主机软件可以考虑这个值。

wFormatTag字段保存了与该接口通信时应该使用的音频数据格式的信息。如果接口有一个与之关联的USB同步端点，**wFormatTag**字段描述了在与该端点交换数据时应该使用的音频数据格式。如果接口没有端点，则**wFormatTag**字段描述在该接口表示的(外部)连接上使用的音频数据格式。

该规范定义了许多标准格式，范围从单声道8位PCM到MPEG2 7.1编码音频流。支持的音频数据格式的完整列表在单独的文档*USB音频数据格式*中提供，该文档被认为是本规范的一部分。进一步具体

关于这个接口的音频数据格式的信息在一个单独的特定类型描述符中报告，参见章节4.5.3，“类特定的AS格式类型描述符”。这可以选择性地通过特定于格式的描述符来补充特定于格式的信息，参见第4.5.4节，“类特定即特定于格式的描述符”。

表4-19:类特定的AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor in bytes: 7
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_INTERFACE descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	AS_GENERAL descriptor subtype.
3	bTerminalLink	1	Constant	The Terminal ID of the Terminal to which the endpoint of this interface is connected.
4	bDelay	1	Number	Delay (δ) introduced by the data path (see Section 3.4, “Inter Channel Synchronization”). Expressed in number of frames.
5	wFormatTag	2	Number	The Audio Data Format that has to be used to communicate with this interface.

4.5.3 类特定的AS格式类型描述符

特定于类的AS接口描述符中的**wFormatTag**字段隐式地指示应该使用哪种格式类型与该接口所代表的连接(USB或外部)进行通信。(每种音频数据格式都属于特定的格式类型，如*USB音频数据格式*所述。)

每种格式类型都有一个与之相关联的特定格式类型描述符。这个类专用的AS格式类型描述符遵循类专用的AS接口描述符，并将格式类型专用的信息传递给主机。每种支持的格式类型的描述符的详细信息和布局可在*USB音频数据格式*中找到。

4.5.4 类特定作为特定格式的描述符

如前所述，特定于类的As接口描述符中的**wFormatTag**字段不仅描述了接口所属的格式类型。它还准确地说明了应该使用什么音频数据格式与该接口所代表的连接(USB或外部)进行通信。一些音频数据格式需要额外的特定于格式的信息传递给主机。因此，格式类型描述符后面可能跟着一个类特定的作为格式特定描述符。需要它的音频数据格式的描述符的详细信息和布局在*USB音频数据格式*中概述。

4.6 AudioStreaming端点描述符

以下部分描述了AudioStreaming接口的所有可能的端点相关描述符。

4.6.1 AS等时音频数据端点描述符

标准和特定于类的音频数据端点描述符提供音频数据流如何传递给音频函数的相关信息。此外，还报告了特定的端点功能和属性。

4.6.1.1 标准AS同步音频数据端点描述符

标准AS同步音频数据端点描述符与*USB规范*第9.6.4节“端点”中定义的标准端点描述符相同，并进一步扩展为*通用串行总线类规范*中定义的端点描述符。**bEndpointAddress**字段的D7表示端点是音频源(D7 = 1)还是音频接收器(D7 = 0)。**bmaAttributes**字段位的设置反映端点的同步类型。同步类型由D3表示。2，必须设置为“异步”、“自适应”或“同步”。更多细节请参考5.10.4.1节，*USB规范*中的“同步类型”。

表4-20:标准AS同步音频数据端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	ENDPOINT descriptor type
2	bEndpointAddress	1	Endpoint	The address of the endpoint on the USB device described by this descriptor. The address is encoded as follows: D7: Direction. 0 = OUT endpoint 1 = IN endpoint D6..4: Reserved, reset to zero D3..0: The endpoint number, determined by the designer.
3	bmaAttributes	1	Bit Map	D3..2: Synchronization type 01 = Asynchronous 10 = Adaptive 11 = Synchronous D1..0: Transfer type 01 = Isochronous All other bits are reserved.
4	wMaxPacketSize	2	Number	Maximum packet size this endpoint is capable of sending or receiving when this configuration is selected. This is determined by the audio bandwidth constraints of the endpoint.
6	bInterval	1	Number	Interval for polling endpoint for data transfers expressed in milliseconds. Must be set to 1.
7	bRefresh	1	Number	Reset to 0.

Offset	Field	Size	Value	Description
8	bSynchAddress	1	Endpoint	The address of the endpoint used to communicate synchronization information if required by this endpoint. Reset to zero if no synchronization pipe is used.

4.6.1.2 类特定的AS同步音频数据端点描述符

bmattributes字段通过位D6..0指示该端点支持哪些特定于端点的控件。D7表示终端是否总是需要**wMaxPacketSize**长度(D7 = 1)的USB报文，还是可以处理短报文(D7 = 0)，无论哪种情况，终端都需要支持空报文。主机软件必须使用这个位来确定驱动程序是否应该在将所有潜在的短数据包(除了空数据包)发送到OUT端点之前，将它们以零字节填充到**wMaxPacketSize**长度。同样地，当从输入端接收数据时，主机软件必须准备好接收比预期更多的字节，并丢弃多余的零字节。

bLockDelayUnits和**wLockDelay**字段用于向主机指示该端点的时钟恢复电路锁定并可可靠地产生或消耗音频数据流需要多长时间。主机可以使用这些信息来采取适当的行动，这样在锁定期间就不会有有意义的数据丢失。(例如，在锁定期间发送数字静音)

根据实现方式的不同，锁定周期可以是固定的时间，也可以与采样频率成比例。在这种情况下，通常需要固定数量的样本才能被锁定。为了适应这两种情况，**bLockDelayUnits**字段指示**wLockDelay**字段是用时间(毫秒)表示还是用采样数表示。

注意:有些实现可能使用的锁定策略不会导致固定时间或固定数量的样本锁定延迟。在这种情况下，可以将最坏情况下的值报告给主机。

bLockDelayUnits和**wLockDelay**字段只适用于同步和自适应端点。对于异步端点，时钟是在音频函数内部生成的，是完全独立的。在这种情况下，**bLockDelayUnits**和**wLockDelay**必须设置为零。

表4-21:特定于类的AS同步音频数据端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 7
1	bDescriptorType	1	Constant	CS_ENDPOINT descriptor type.
2	bDescriptorSubtype	1	Constant	EP_GENERAL descriptor subtype.
3	bmAttributes	1	Bit Map	<p>A bit in the range D6..0 set to 1 indicates that the mentioned Control is supported by this endpoint.</p> <p>D0: Sampling Frequency D1: Pitch D6..2: Reserved</p> <p>Bit D7 indicates a requirement for wMaxPacketSize packets.</p> <p>D7: MaxPacketsOnly</p>

Offset	Field	Size	Value	Description
4	bLockDelayUnits	1	Number	Indicates the units used for the wLockDelay field: 0: Undefined 1: Milliseconds 2: Decoded PCM samples 3..255: Reserved
5	wLockDelay		Number	Indicates the time it takes this endpoint to reliably lock its internal clock recovery circuitry. Units used depend on the value of the bLockDelayUnits field.

4.6.2 AS同步端点描述符

该描述符仅在实现自适应源类型或异步sink类型的一个或多个等时音频数据端点时才存在。

4.6.2.1 标准AS同步端点描述符

同步端点描述符与USB规范第9.6.4节“端点”中定义的标准端点描述符相同，并进一步扩展为通用串行总线类规范中定义的端点描述符。**bmAttributes**字段位被设置为反映端点的同步类型和同步类型。

表4-22:标准AS同步端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	Number	Size of this descriptor, in bytes: 9
1	bDescriptorType	1	Constant	ENDPOINT descriptor type.
2	bEndpointAddress	1	Endpoint	The address of the endpoint on the USB device described by this descriptor. The address is encoded as follows: D7: Direction. 0 = OUT endpoint for sources 1 = IN endpoint for sinks D6..4: Reserved, reset to zero D3..0: The endpoint number, determined by the designer.
3	bmAttributes	1	Bit Map	D3..2: Synchronization type 00 = None D1..0: Transfer type 01 = Isochronous All other bits are reserved.
4	wMaxPacketSize	2	Number	Maximum packet size this endpoint is capable of sending or receiving when this configuration is selected.

Offset	Field	Size	Value	Description
6	bInterval	1	Number	Interval for polling endpoint for data transfers expressed in milliseconds. Must be set to 1.
7	bRefresh	1	Number	This field indicates the rate at which an isochronous synchronization pipe provides new synchronization feedback data. This rate must be a power of 2, therefore only the power is reported back and the range of this field is from 1 (2 ms) to 9 (512 ms).
8	bSynchAddress	1	Endpoint	Must be reset to zero.

4.6.2.2 特定于类的AS同步端点描述符没有特定于类的AS同步端点描述符。

5 请求

5.1 标准要求

音频设备类支持USB规范第9节“USB设备框架”中描述的标准请求。音频设备类对标准请求的值没有特定的要求。

5.2 职业专用的请求

大多数特定于类的请求用于设置和获取与音频相关的控件。这些控件主要分为两大类:一类是控制音频功能的控件,如音量、音调、选择器位置等;另一类是影响同步端点上数据传输的控制项,如当前采样频率。

- **AudioControl请求**。音频函数的控制是通过操作嵌入在音频函数单元中的单个控件的属性来执行的。特定于类的AudioControl接口描述符包含一组单元描述符,每个描述符表示每个单元中存在哪些控件。AudioControl请求总是指向音频函数的单个AudioControl接口。该请求包含足够的信息(单元ID、通道号和控制选择器),用于音频功能决定特定请求必须路由到何处。相同的请求布局可用于特定于供应商的扩展单元请求。但是,它们不在本规范的涵盖范围内。
- **AudioStreaming请求**。对AudioStreaming接口的类特定行为的控制是通过操作接口控件或端点控件来执行的。这些可以是本规范中定义的标准控件,也可以是特定于供应商的。在这两种情况下,可以使用相同的请求布局。AudioStreaming请求被定向到控件所在的接收方。这可以是接口或其相关的同步端点。

音频设备类支持额外的类特定请求:

- **内存请求**。音频函数中的每个可寻址实体(终端、单元和端点)都可以暴露一个内存映射接口,该接口提供了通用操作实体的方法。特定于供应商的控制实现可以基于这种类型的请求。
- **Get Status请求**是对AudioControl接口或音频流接口中的实体的一般查询,不操作控件。

原则上,所有请求都是可选的。如果某个音频功能不支持某个请求,它必须在该请求发出给该功能时通过暂停控制管道来表明这一点。然而,如果支持某个Set请求,则关联的Get请求也必须支持。在不支持关联的Set请求的情况下,Get请求也可能被支持。

本节的其余部分描述用于操作音频控件和端点控件的特定于类的请求。

5.2.1 请求布局

下面几段描述了Set和Get请求的一般结构。后续段落详细介绍了Set/Get请求对不同请求类型的使用。

5.2.1.2 Get请求

此请求返回音频函数实体内部特定控件的属性设置。此外，实体本身的内存空间属性可以通过这个请求返回。

表5-2 Get请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	See following paragraphs	Entity ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block
10100010B	GET_MEM		Endpoint		

bmRequestType字段指定这是一个GET请求(D7=0b1)。它是一个特定于类的请求(D6..5=0b01)，定向到音频函数的AudioControl接口或AudioStreaming接口(D4..0=0b00001)或AudioStreaming接口的同步端点(D4..0=0b00010)。

bRequest字段包含一个常量，用于标识要返回的地址控件或实体的哪个属性。控件的可能属性有：

- 当前设置属性 (GET_MIN)
- 最小设置属性 (GET_MA
- 最大设置属性 X) (GET_RE
- 分辨率属性 S)
- 一个实体的可能属性是: (GET_MEM)
- 内存空间属性(GET_CUR)

如果所寻址的控件或实体不支持某个属性的读出，则当试图读取该属性时，控制管道必须指示暂停。有关请求常量的列表，请参阅A.9节，“音频类特定的请求代码”。

wValue字段解释由**wIndex**字段中的值限定。根据所寻址的实体，**wValue**字段的布局会发生变化。下面的段落分别描述了每个实体的**wValue**字段的内容。在大多数情况下，**wValue**字段在高字节中包含控制选择器(CS)。它用于处理可以包含多个控件的实体中的特定控件。如果实体只包含单个控件，则不需要指定控制选择器，并且**wValue**字段可用于传递其他参数。

wIndex字段在低字节中指定要寻址的接口或端点，在高字节中指定实体ID或零。在对接口进行寻址时，可以通过在高位字节中指定零来对虚拟实体“接口”进行寻址。**wIndex**中的值必须适合于接收方。只能对音频功能中的现有实体进行寻址，并且只能使用适当的接口或端点编号。如果请求指定未知或非实体ID或未知接口或端点编号，则控制管道必须指示失速。

Get请求的实际参数在控制传输的数据阶段被返回。返回的参数块的长度在请求的**wLength**字段中指明。如果参数块比**wLength**字段中指示的长度长，则只返回参数块的初始字节。如果参数块比**wLength**字段中指示的长度短，则当请求进一步的数据时，设备通过发送一个短数据包来指示控制传输的结束。参数块的布局由**bRequest**和**wIndex**字段限定。有关所有可能的实体的参数块布局的详细描述，请参阅以下部分。

5.2.2 AudioControl请求

下面的部分描述了可以用来操作音频函数通过其单元暴露的音频控件的可能请求。参数块的相同布局用于Set和Get请求。

5.2.2.1 终端控制请求

下面的段落描述了设置和获取终端控制请求。

5.2.2.1.1 Set终端控制请求

此请求用于设置某个终端控件内某个终端的音频功能的属性。

表5-3:设置终端控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	CS	Terminal ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN, MAX和RES属性。

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求操作的控制类型。如果请求为该终端指定了未知的或不支持的CS，则控制管道必须指示停止。

有关终端控件参数块的描述，请参见章节5.2.2.1.3，“终端控件”。

5.2.2.1.2 获取终端控制请求

此请求返回特定终端控件内某终端音频功能的属性设置。

表5-4:获取终端控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	CS	Terminal ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求正在寻址的控件类型。如果请求为该终端指定了未知的或不支持的CS，则控制管道必须指示停止。

有关终端控件参数块的描述，请参见章节5.2.2.1.3，“终端控件”。

5.2.2.1.3 终端控件

目前，本规范只定义了一个终端控件。下一节将给出详细描述。

5.2.2.1.3.1 复制保护控制

复制保护控制用于操纵与特定终端相关联的复制保护级别(CPL)。并非所有终端都需要支持此控制。只有代表与音频功能连接的终端，其中音频流以允许无损复制的形式进入或离开音频功能，才应该考虑复制保护控制。此类别中的输入终端应仅支持获取终端复制保护控制请求，而同一类别中的输出终端应仅支持设置终端复制保护控制请求。

复制保护控制只支持CUR属性。CUR属性的取值范围是0 ~ 2。这意味着：

0: CPL0:允许不受限制地复制。该材料要么不受版权保护，要么不主张版权。

CPL1:可以复制一代。本材料是受版权保护的原创作品。

CPL2:本作品受版权保护，不允许数字复制。

复制保护控制尽其所能地尊重这一要求。它可以将**bCopyProtect**属性值四舍五入到最接近的可用设置。当在Get控制请求期间查询时，它将报告此设置。

表5-5:复制保护控制参数块

Control Selector		COPY_PROTECT_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bCopyProtect	1	Number	The setting for the CUR attribute of the CopyProtect Control. 0x00: CPL0 0x01: CPL1 0x02: CPL2

5.2.2.2 混频器单元控制请求

以下各段描述了集合和获取混频器单元控制请求。集合混合器单元控制请求可以有两种形式。第一种形式必须支持，而第二种形式可以选择性地实现。Get混合器单元控制请求可以有三种形式。第一种形式必须得到支持，而第二种和第三种形式可以有选择地实现。如果实现了Set请求的第二种形式，也必须实现Get请求的第二种形式。

5.2.2.2.1 Set混频器单元控制请求

此请求用于设置一个属性的混频器控制内的混频器单元的音频功能。

表5-6:设置混音单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	ICN and OCN	Mixer Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段表示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN, MAX和RES属性。

因为混频器单元只包含单一类型的控制，不需要控制选择器。相反，**wValue**字段指定要受影响的混频器控制的高字节中的输入通道号(ICN)和低字节中的输出通道号(OCN)。根据章节4.3.2.3“混合器单元描述符”中建立的规则，ICN由输入集群号和该集群内的逻辑通道号导出。(ICN=u, OCN=v)如果请求为该单元指定了未知的ICN或OCN，或指的是混频器单元中的不可编程混频器控制，则控制管道必须指示失速。

当输入通道号和输出通道号都设置为0xFF时，会出现一种特殊情况。然后，一个单一的设置混频器单元控制请求可用于设置单元内所有可编程混频器控制的属性。参数块中传递的参数数量必须与单元中可编程混频器控制的数量完全匹配。如果不是这样，控制管道必须指示失速。参数块中参数的排序遵循与混合器单元描述符的**bmControls**字段中位排序相同的规则。参数块必须包含在**bmControls**字段中设置其位的每个Mixer Control的属性设置。前面的描述被称为集合混频器单元控制请求的第二种形式。

关于设置混频器单元控制要求的参数块描述，请参见5.2.2.2.3节“混频器控制”。

5.2.2.2.2 获取混频器单元控制请求

此请求返回某个特定混音单元控制内的音频功能的属性设置。

表5-7:获取混频器单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	ICN and OCN	Mixer Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段表示请求正在读取的属性

因为混合器单元只包含单一类型的控制，不需要控制选择器。相反，**wValue**字段指定要检索的混频器控制的高字节中的输入通道号(ICN)和低字节中的输出通道号(OCN)。根据规则，ICN由输入集群号和该集群内的逻辑通道号派生

在4.3.2.3 “混合器单元描述符” 中建立。(ICN=u, OCN=v)如果请求为该单元指定了未知的ICN或OCN，则控制管道必须指示失速。对于获取混频器单元请求，处理一个不可编程的混频器控制是合法的。

当输入通道号和输出通道号都设置为0xFF时，会出现一种特殊情况。然后，单个获取混频器单元控制请求可用于检索单元内所有可编程混频器控制的属性设置。参数块中参数的排序遵循与混合器单元描述符的bmControls字段中位排序相同的规则。前面的描述称为获取混频器单元控制请求的第二种形式。

当输入通道号和输出通道号都设置为0x00时，会出现另一种特殊情况。然后，可以使用单个获取混频器单元 Control请求来检索单元内所有混频器控制(可编程和不可编程)的属性设置。参数块中参数的排序遵循与混合器单元描述符的bmControls字段中位排序相同的规则。参数块现在包含了混合器单元中每个混合器的一个设置。上述描述称为获取混频器单元控制请求的第三种形式。

有关获取混频器单元控制请求的参数块的描述，请参见章节5.2.2.2.3，“混频器控制”。

5.2.2.2.3 混合控制

混合器单元由若干可编程或固定的混频器控制组成。混合器控件可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围为+127.9961 dB (0x7FFF)到-127.9961 dB (0x8001)，步长为 1/256 dB 或 0.00390625 dB (0x0001)。CUR属性的范围由代码 0x8000扩展，表示沉默，即-∞dB。RES属性的设置只能取正值，范围从1/256 dB (0x0001)到+127.9961 dB (0x7FFF)。混频器控制最大限度地满足了该请求。它可以将wMixer属性值舍入到最接近的可用设置。在获取混频器单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

在混合器单元控制请求的第一种形式中，通过设置/获取混频器单元控制请求的单元ID、输入通道号和输出通道号字段来寻址混合器单元中的特定混合器控制。

表5-8:混频器控制参数块的第一种形式

wLength	2
---------	---

Offset	Field	Size	Value	Description
0	wMixer	2	Number	<p>The setting for the attribute of the addressed Mixer Control:</p> <p>0x7FFF: 127.9961 dB</p> <p>...</p> <p>0x0100: 1.0000 dB</p> <p>...</p> <p>0x0002: 0.0078 dB</p> <p>0x0001: 0.0039 dB</p> <p>0x0000: 0.0000 dB</p> <p>0xFFFF: -0.0039 dB</p> <p>0xFFFE: -0.0078 dB</p> <p>...</p> <p>0xFE00: -1.0000 dB</p> <p>...</p> <p>0x8002: -127.9922 dB</p> <p>0x8001: -127.9961 dB</p> <p>0x8000: -∞ dB (CUR attribute only)</p>

在第二种形式中，输入和输出通道号字段都设置为0xFF。参数块包含了在混频器单元中所有可编程混频器控制的属性的设置列表。

表5-9:混频器控制参数块的第二种形式

wLength		(Number of programmable Controls: NrPr)*2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wMixer(1)	2	Number	The setting for the attribute of the first programmable Mixer Control.
...
(NrPr-1)*2	wMixer(NrPr)	2	Number	The setting for the attribute of the last programmable Mixer Control.

在第三种形式中，输入和输出通道号字段都设置为0x00。参数块包含了Mixer Unit中所有Mixer Controls的一个属性的设置列表。

表5-10:混频器控制参数块的第三种形式

wLength		(Number of Controls: NrCo)*2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wMixer(1)	2	Number	The setting for the attribute of the first Mixer Control.
...
(NrCo-1)*2	wMixer(NrCo)	2	Number	The mixer setting for the attribute of the last Mixer Control.

5.2.2.3 选择器单元控制请求

下面的段落描述了设置和获取选择器单元控制请求。

5.2.2.3.1 设置选择器单元控制请求

这个请求用于在音频函数的选择器单元中设置选择器控件的属性。

表5-11:设置选择器单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	Zero	Selector Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN、MAX和RES属性。

wValue字段不使用，必须设置为零(因为选择器单元只包含一个控件，所以不需要控件选择器)。

关于设置选择器单元控制请求的参数块的描述，参见章节5.2.2.3.3，“选择器控制”。

5.2.2.3.2 获取选择器单元控制请求

这个请求返回音频函数的选择器单元内的选择器控件的属性设置。

表5-12:获取选择器单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	Zero	Selector Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性。RES属性通常不受支持，如果实现应该返回一个。

wValue字段不使用，必须设置为零。

关于获取选择器单元控制请求的参数块的描述，参见章节5.2.2.3.3，“选择器控制”。

5.2.2.3.3 选择器控制

选择器单元表示多通道源选择器，能够在许多相同配置的音频通道集群之间进行选择。CUR、MIN和MAX属性的有效范围是从一个到选择器单元的输入引脚数。这个值可以在选择器单元描述符的**bNrInPins**字段中找到。RES属性的值只能为1。选择器控件尽其所能地满足请求。它可以将**bSelector**属性值舍入到最接近的值

可用的设置。当在Get选择器单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-13:选择器控制参数块

wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bSelector	1	Number	The setting for the attribute of the Selector Control.

5.2.2.4 特征单元控制请求

下面的段落描述了Set和Get特征单元控制请求。这些特征单元控制请求可以有两种形式。第一种形式必须得到支持，而第二种形式可以有选择地实现。

5.2.2.4.1 设置特征单元控制请求

这个请求用于在音频函数的特征单元中设置音频控件的属性。

表5-14:设置特征单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	CS and CN	Feature Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN, MAX和RES属性。关于支持哪些属性的控件的更多细节可以在章节5.2.2.4.3，“特征单元控件”中找到。

wValue字段在高字节指定控制选择器(CS)，在低字节指定通道号(CN)。控件选择器指示此请求正在操作的控件类型。(音量、静音等)CN (Channel Number)表示影响集群的哪个逻辑通道。如果请求为该单元指定了未知或不支持的CS或CN，则控制管道必须指示失速。

当通道号设置为0xFF时，会出现一种特殊情况。然后，可以使用单个设置特征单元控件请求来设置单元内某种类型(由CS指示)的所有可用控件的属性。参数块中传递的参数数量必须与单元中可用控件的数量完全匹配(由**bmaProps()**数组中为某个控件设置的位数表示)。如果不是这样，控制管道必须指示失速。参数块中的第一个参数被分配给第一个可用控件的属性，即具有最低通道号的控件(包括通道号0，主通道)。上述描述称为设置特征单元控制请求的第二种形式。

关于不同控件的参数块的描述，可以通过设置特征单元控制请求来处理，参见章节5.2.2.4.3，“特征单元控件”。

5.2.2.4.2 获取特征单元控制请求

这个请求返回音频函数特征单元中特定音频控件的属性设置。

表5-15:获取特征单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	CS and CN	Feature Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性。

wValue字段在高字节指定控制选择器(CS)，在低字节指定通道号(CN)。控件选择器指示此请求正在寻址的控件类型。(Volume、Mute等)CN (Channel Number)表示需要寻址的集群逻辑通道。如果请求为该单元指定了未知或不支持的CS或CN，则控制管道必须指示失速。

当通道号设置为0xFF时会出现一种特殊情况。然后，可以使用单个Get特征单元控件请求来检索单元内某种类型(由CS指示)的所有可用控制项的属性设置。在参数块中返回的第一个参数对应于第一个可用控件的属性，即具有最低通道号(包括通道号0，主通道)的那个。上述描述称为获取特征单元控制请求的第二种形式。

关于不同控制项的参数块的描述，可以通过Get特征单元控制请求来处理，参见章节5.2.2.4.3，“特征单元控制项”。

5.2.2.4.3 特征单元控制项

以下段落详细描述了特征单元可以包含的所有可能的控制。对于每个控件，参数块的布局以及适当的控制选择器都为所有形式的Get/Set特征单元控件请求列出。控制选择器代码在章节A.10.2“特征单元控制选择器”中定义。

5.2.2.4.3.1 静音控制

静音控制是特征单元的一个组成部分。静音控件只能具有当前设置属性(CUR)。静音控制CUR属性的位置可以是TRUE或FALSE。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段对特征单元内的特定静音控制进行寻址。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-16:静音控制参数块的第一种形式

Control Selector	MUTE_CONTROL
wLength	1

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bMute	1	Bool	The setting for the addressed Mute Control's CUR attribute. Muted when TRUE, not muted when FALSE.

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用的静音控制项的CUR属性的设置列表。

表5-17:第二种形式的静音控制参数块

Control Selector		MUTE_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bMute(1)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the first Mute Control.
...
NrAv-1	bMute(NrAv)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the last Mute Control.

5.2.2.4.3.2 音量控制

音量控制是特征单元的一个组成部分。音量控制可以支持所有可能的控制属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围为+127.9961 dB (0x7FFF)到-127.9961 dB (0x8001)，步长为1/256 dB或0.00390625 dB (0x0001)。CUR属性的范围由代码0x8000扩展，表示沉默，即-∞dB。RES属性的设置只能取正值，范围从1/256 dB (0x0001)到+127.9961 dB (0x7FFF)。音量控制最大限度地满足了请求。它可以将**wVolume**属性值四舍五入为最接近的可用设置。当在Get控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定音量控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-18:音量控制参数块的第一种形式

Control Selector	VOLUME_CONTROL
wLength	2

Offset	Field	Size	Value	Description
0	wVolume	2	Number	<p>The setting for the attribute of the addressed Volume Control:</p> <p>0x7FFF: 127.9961 dB</p> <p>...</p> <p>0x0100: 1.0000 dB</p> <p>...</p> <p>0x0002: 0.0078 dB</p> <p>0x0001: 0.0039 dB</p> <p>0x0000: 0.0000 dB</p> <p>0xFFFF: -0.0039 dB</p> <p>0xFFFE: -0.0078 dB</p> <p>...</p> <p>0xFE00: -1.0000 dB</p> <p>...</p> <p>0x8002: -127.9922 dB</p> <p>0x8001: -127.9961 dB</p> <p>0x8000: -∞ dB (CUR attribute only)</p>

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用音量控制项属性的设置列表。

表5-19:音量控制参数块的第二种形式

Control Selector		VOLUME_CONTROL		
wLength		(Number of available Controls: NrAv)*2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wVolume(1)	1	Number	The setting for the attribute of the first Volume Control.
...
(NrAv-1)*2	wVolume(NrAv)	1	Number	The setting for the attribute for the last Volume Control.

5.2.2.4.3.3 低音控制

低音控件是特征单元的构建块之一。低音控制影响特征单元的一般低音行为。低音控件可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围可以从+31.75 dB (0x7F)到-32.00 dB (0x80)，步骤为0.25 dB (0x01)。RES属性的设置只能取正值，范围从0.25 dB (0x01)到+31.75 dB (0x7F)。Bass控制最大限度地满足了请求。它可以**将bass属性值四舍五入到最接近的可用设置**。当在Get控制请求期间查询时，它将报告此设置。其他也影响低音控制行为的参数，如截止频率，不能通过此请求更改。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定低音控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-20:低音控制参数块的第一种形式

Control Selector		BASS_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bBass	1	Number	The setting for the attribute of the addressed Bass Control: 0x7F: +31.75 dB 0x7E: +31.50 dB ... 0x00: 0.00 dB ... 0x82: -31.50 dB 0x81: -31.75 dB 0x80: -32.00 dB

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用低音控制项的设置列表。

表5-21:低音控制参数块的第二种形式

Control Selector		BASS_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bBass(1)	1	Number	The setting for the attribute of the first Bass Control.
...
NrAv-1	bBass(NrAv)	1	Number	The setting for the attribute of the last Bass Control.

5.2.2.4.3.4 中期控制

中间控件是特征单元的组成部分之一。中间控件影响特征单元的一般中间行为。中间控件可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围可以从+31.75 dB (0x7F)到-32.00 dB (0x80)，步骤为0.25 dB (0x01)。RES属性的设置只能取正值，范围从0.25 dB (0x01)到+31.75 dB (0x7F)。中控最大限度地满足了这个要求。它可以将**bMid**属性值四舍五入到最接近的可用设置。当在Get音频控制请求期间查询时，它将报告此设置。其他也会影响中控行为的参数，如截止频率，不能通过此请求更改。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定中间控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-22:中间控制参数块的第一种形式

Control Selector		MID_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bMid	1	Number	The setting for the attribute of the addressed Mid Control: 0x7F: +31.75 dB 0x7E: +31.50 dB ... 0x00: 0.00 dB ... 0x82: -31.50 dB 0x81: -31.75 dB 0x80: -32.00 dB

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用的中间控件的设置列表。

表5-23:中控参数块的第二种形式

Control Selector		MID_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bMid(1)	1	Number	The setting for the attribute of the first Mid Control.
...
NrAv-1	bMid(NrAv)	1	Number	The setting for the attribute of the last Mid Control.

5.2.2.4.3.5 高音控制

高音控件是特征单元的构建模块之一。高音控制影响特征单元的一般高音行为。高音控件可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围可以从+31.75 dB (0x7F)到-32.00 dB (0x80)，步骤为0.25 dB (0x01)。RES属性的设置只能取正值，范围从0.25 dB (0x01)到+31.75 dB (0x7F)。高音控制荣誉的要求，以最好的能力。它可以将**bTreble**属性值四舍五入为最接近的可用设置。当在Get控制请求期间查询时，它将报告此设置。其他也会影响高音控件行为的参数，如截止频率，不能通过此请求更改。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定高音控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-24:高音控制参数块的第一种形式

Control Selector		TREBLE_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bTreble	1	Number	The setting for the attribute of the addressed Treble Control: 0x7F: +31.75 dB 0x7E: +31.50 dB ... 0x00: 0.00 dB ... 0x82: -31.50 dB 0x81: -31.75 dB 0x80: -32.00 dB

在第二种形式中，通道编号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用高音控件的设置列表。

表5-25:高音控制参数块的第二种形式

Control Selector		TREBLE_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bTreble(1)	1	Number	The setting for the attribute of the first Treble Control.
...
NrAv-1	bTreble(NrAv)	1	Number	The setting for the attribute of the last Treble Control.

5.2.2.4.3.6 图形均衡器控制

图形均衡器控制是特征单元的可选构建模块之一。音频设备类定义提供了对第三倍频程图形均衡器的标准支持。这些波段是根据ANSI S1.11-1986标准定义的。频带编号从14(中心频率25赫兹)到43(中心频率20,000赫兹)，总共30个可能的频带。下表列出了波段编号和它们的中心频率

表5-26:频带编号和中心频率(ANSI S1.11-1986标准)

Band Nr.	Center Freq.	Band Nr.	Center Freq.	Band Nr.	Center Freq.
14	25Hz	24*	250Hz	34	2500Hz
15*	31.5Hz	25	315Hz	35	3150Hz

Band Nr.	Center Freq.	Band Nr.	Center Freq.	Band Nr.	Center Freq.
16	40Hz	26	400Hz	36*	4000Hz
17	50Hz	27*	500Hz	37	5000Hz
18*	63Hz	28	630Hz	38	6300Hz
19	80Hz	29	800Hz	39*	8000Hz
20	100Hz	30*	1000Hz	40	10000Hz
21*	125Hz	31	1250Hz	41	12500Hz
22	160Hz	32	1600Hz	42*	16000Hz
23	200Hz	33*	2000Hz	43	20000Hz

注:标有星号(*)的波段是出现在倍频均衡器中的波段。

支持图形均衡器控制的特征单元并不需要实现全套滤波器。可以实现一个子集(例如, 倍频带)。在Get Control请求期间, 参数块中的**bmBandpresent**字段是一个位图, 指示哪些频带被有效实现, 从而在返回的参数块中报告。因此, 在这个字段中设置的比特数决定了返回的参数块的总长度。在Set Control请求期间, **bmBandpresent**字段中的位设置表示在后面的参数块中有该频带的新设置。新值必须是升序排列的。如果在**bmBandpresent**字段中设置的比特数与下面块中指定的参数数不匹配, 则控制管道必须指示一个失速。

图形均衡器控制可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。但是, 如果支持某个属性, 它必须对所有单个波段都支持。CUR、MIN和MAX属性的设置范围可以从+31.75 dB (0x7F)到-32.00 dB (0x80), 步骤为0.25 dB (0x01)。RES属性的设置只能取正值, 范围从0.25 dB (0x01)到+31.75 dB (0x7F)。图形均衡器控制荣誉的要求, 以最好的能力。它可以四舍五入**bBandxx**属性值到他们最接近的可用设置。当在Get控制请求期间查询时, 它将报告这些设置。

只支持图形均衡器控制的特征单元控制请求的第一种形式。特征单元内的特定图形均衡器控制通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段进行寻址。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-27:图形均衡器控制参数块

Control Selector	GRAPHIC_EQUALIZER_CONTROL
wLength	4+(number of bits set in bmBandsPresent : NrBits)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bmBandsPresent	4	Bit Map	A bit set indicates the band is present: D0: Band 14 is present D1: Band 15 is present ... D29: Band 43 is present D30: Reserved D31: Reserved
4	bBand(Lowest)	1	Number	The setting for the attribute of the lowest band present: 0x7F: +31.75 dB 0x7E: +31.50 dB ... 0x00: 0.00 dB ... 0x82: -31.50 dB 0x81: -31.75 dB 0x80: -32.00 dB
...
4+(NrBits-1)	bBand(Highest)	1	Number	The setting for the attribute of the highest band present.

5.2.2.4.3.7 自动增益控制

自动增益控制(AGC)是特征单元的组成部分之一。自动增益控制只能具有当前设置属性(CUR)。自动增益控制CUR属性的位置可以是TRUE或FALSE。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定自动增益控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-28:自动增益控制参数块的第一种形式

Control Selector		AUTOMATIC_GAIN_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bAGC	1	Bool	The setting for the attribute of the addressed Automatic Gain Control. On when TRUE, off when FALSE.

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用AGC控件的设置列表。

表5-29:自动增益控制参数块的第二种形式

Control Selector		AUTOMATIC_GAIN_CONTROL		
-------------------------	--	------------------------	--	--

wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bAGC(1)	1	Bool	The setting for the attribute of the first Automatic Gain Control.
...
NrAv-1	bAGC(NrAv)	1	Bool	The setting for the attribute of the last Automatic Gain Control.

5.2.2.4.3.8 延迟控制

延迟控制是特征单元的一个组成部分。延迟控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围从0 (0x0000)到1023.9844ms (0xFFFF)，步长为1/64 ms或0.015625 ms (0x0001)。延迟控制最大限度地满足了请求。它可以将**wDelay**属性值四舍五入为最接近的可用设置。当在Get控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定延迟控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-30:延迟控制参数块的第一种形式

Control Selector		DELAY_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wDelay	2	Number	The setting for the attribute of the addressed Delay Control: 0x0000: 0.0000 ms 0x0001: 0.0156 ms 0x0002: 0.0312 ms ... 0x0040: 1.0000 ms ... 0xFFFD: 1023.9531 ms 0xFFFE: 1023.9687 ms 0xFFFF 1023.9844 ms

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用延迟控制项的设置列表。

表5-31:延迟控制参数块的第二种形式

Control Selector		DELAY_CONTROL		
wLength		(Number of available Controls: NrAv)*2		

Offset	Field	Size	Value	Description
0	wDelay(1)	1	Number	The setting for the attribute of the first Delay Control.
...
(NrAv-1)*2	wDelay(NrAv)	1	Number	The setting for the attribute of the last Delay Control.

5.2.2.4.3.9 低音升压控制

低音升压控制是特征单元的组成部分之一。低音升压控制只能具有当前设置属性(CUR)。低音升压控制CUR属性的位置可以为TRUE或FALSE。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定低音升压控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-32:低音升压控制参数块的第一种形式

Control Selector		BASS_BOOST_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bBassBoost	1	Bool	The setting for the addressed Bass Boost Control's CUR attribute. On when TRUE, off when FALSE.

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用低音升压控制项的CUR属性的设置列表。

表5-33:低音升压控制参数块的第二种形式

Control Selector		BASS_BOOST_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bBassBoost(1)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the first Bass Boost Control.
...
NrAv-1	bBassBoost(NrAv)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the last Bass Boost Control.

5.2.2.4.3.10 响度控制

响度控制是特征单元的组成部分之一。响度控制只能具有当前设置属性(CUR)。响度控制CUR属性的位置可以是TRUE或FALSE。

在请求的第一种形式中，通过设置/获取特征单元控制请求的单元ID和通道号字段来寻址特征单元内的特定响度控制。通道号字段的有效范围是从零(“主”通道)到音频通道集群中的逻辑通道数量。

表5-34:响度控制参数块的第一种形式

Control Selector		LOUDNESS_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLoudness	1	Bool	The setting for the addressed Loudness Control's CUR attribute. On when TRUE, off when FALSE.

在第二种形式中，通道号字段设置为0xFF。参数块包含特征单元中所有可用响度控制的CUR属性的设置列表。

表5-35:响度控制参数块的第二种形式

Control Selector		LOUDNESS_CONTROL		
wLength		Number of available Controls: NrAv		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLoudness(1)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the first Loudness Control.
...
NrAv-1	bLoudness(NrAv)	1	Bool	The setting for the CUR attribute of the last Loudness Control.

5.2.2.5 处理单元控制请求

以下部分描述了设置和获取处理单元控制请求。它们用于操纵处理单元内的音频控制。

5.2.2.5.1 设置处理单元控制请求

此请求用于设置音频功能处理单元内的音频控件的属性。

表5-36:设置处理单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	CS	Processing Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN, MAX和RES属性。

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求正在操作的控制类型(使能处理，模式选择等)。如果请求为该处理单元指定了未知或不支持的CS，则控制管道必须指示停止。

有关处理单元控制的参数块的描述，请参见章节5.2.2.5.3，“处理单元控制”。

5.2.2.5.2 获取处理单元控制请求

此请求返回音频功能处理单元内部特定音频控件的属性设置。

表5-37:获取处理单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	CS	Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性。

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求正在寻址的控件类型。(使能处理，模式选择等)如果请求为该单元指定了未知或不支持的CS，则控制管道必须指示一个失速。

有关处理单元控制的参数块的描述，请参见章节5.2.2.5.3，“处理单元控制”。

5.2.2.5.3 处理单元控制

处理单元控制原则上是特定于处理单元实现的过程类型的。然而，与其在每个进程的基础上指定所有支持的控制项，不如创建一个可能的控制项的“池”。这样，发生在不同处理单元中的控制只需要指定一次。然而，控制选择器代码和处理单元描述符的**bmControls**字段中的位位置是在每个进程类型的基础上分配的。向处理单元发出不受支持的控制选择器会导致控制管道失速。

以下段落详细描述了处理单元可以包含的所有可能的控制。对于每个控件，参数块的布局以及适当的控制选择器都为所有形式的Get/Set处理单元控制请求列出。控制选择器代码在章节A.10.3“处理单元控制选择器”中定义。

5.2.2.5.3.1 使能处理控制

使能处理控制用于使能处理单元的功能或完全绕过处理单元。在后一种情况下，假定默认行为。使能处理控制只能具有当前设置属性(CUR)。使能处理开关的位置可以是TRUE或FALSE。可以使用Get处理单元控制请求查询控制的当前设置。

表5-38:启用处理控制参数块

Control Selector		XX_ENABLE_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bEnable	1	Bool	The setting for the Enable Processing Control CUR attribute. Enabled when TRUE, disabled when FALSE.

5.2.2.5.3.2 模式选择控制

模式选择控制用于改变处理单元的行为。模式选择控制可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的有效范围是从1到模式数，由处理单元支持(通过处理单元描述符的**bNrModes**字段报告)。RES属性的值只能为1。模式选择控制尽其所能满足要求。它可以将**bMode**属性值四舍五入为最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-39:模式选择控制参数块

Control Selector		XX_MODE_SELECT_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bMode	1	Number	The setting for the attribute of the Mode Select Control.

5.2.2.5.3.3 空间控制

空间控制用于改变立体图像的空间外观，由3d立体扩展处理单元产生。空间控制可以支持所有可能的控制属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的有效范围为0~255%。空间控制系统尽其所能地满足这一要求。它可以将**bSpaciousness**属性值四舍五入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-40:空间控制参数块

Control Selector		SPACIOUSNESS_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bSpaciousness	1	Number	The setting for the attribute of the Spaciousness Control.

5.2.2.5.3.4 混响类型控制

混响类型控制是一个宏参数，允许混响处理单元内的混响参数的全局设置。当选择某个混响类型时，每个混响参数将被设置为最合适的值。混响类型控件可以支持所有可能的控件属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的有效范围是0到255。RES属性的值只能为1。

从0到7的CUR属性子范围具有预定义的行为：

- 0:房间1 -模拟小房间的混响。
- 1:房间2——模拟中等房间的混响。
- 2:房间3——模拟大房间的混响。
- 3:1号厅——模拟中型音乐厅的混响。
- 4:2号厅——模拟大型音乐厅的混响。
- 5:板——模拟板反射(一种使用金属板的录音室设备)。
- 6:延迟——产生回声效果的常规延迟。
- 7:平移延迟-特殊延迟，其中延迟的声音移动左右。

混响类型控制荣誉的要求，以最好的能力。它可以将**bReverbType**属性值四舍五入为最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-41:混响类型控制参数块

Control Selector		REVERB_TYPE_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bReverbType	1	Number	The setting for the attribute of the Reverb Type Control.

5.2.2.5.3.5 混响电平控制

混响电平控制用于设置混响处理单元引入的混响声音的数量。混响电平控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。与原始信号的电平相比，CUR、MIN、MAX和RES属性的有效范围从0到255%。混响电平控制荣誉的要求，以最好的能力。它可以将短波**级别属性值四舍五入**到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-42:混响电平控制参数块

Control Selector		REVERB_LEVEL_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bReverbLevel	1	Number	The setting for the attribute of the Reverb Level Control.

5.2.2.5.3.6 混响时间控制

混响时间控制用于设置混响的时间，由混响处理单元引入，将继续。混响时间控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围为0 (0x0000)到255.9961秒(0xFFFF)，步长为1/256秒或0.00390625秒(0x0001)。混响时间控制荣誉的要求，以最好的能力。它可以将**wReverbTime**属性值舍入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-43:空间度控制参数块

Control Selector		REVERB_TIME_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wReverbTime	2	Number	The setting for the attribute of the Reverb Time Control.

5.2.2.5.3.7 混响延迟反馈控制

当混响类型设置为混响类型6，延迟或混响类型7，平移延迟时，使用混响延迟反馈控制。它设置了延迟重复的方式。混响延迟反馈控制范围可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的有效范围为0 ~ 255%。更高的值会导致更多的延迟重复。

注:实际应用中，延迟反馈量应限制在75%以内，以避免意外的反馈失真和连续的延迟循环。

混响延迟反馈控制荣誉的要求，以最好的能力。它可以将短波**反馈**属性值四舍五入到其最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-44:混响延迟反馈控制参数块

Control Selector		REVERB_FEEDBACK_CONTROL		
wLength		1		

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bReverbFeedback	1	Number	The setting for the attribute of the Reverb Delay Feedback Control.

5.2.2.5.3.8 合唱电平控制

合唱电平控制用于设置合唱处理单元引入的合唱效果声音的数量。合唱电平控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。与原始信号的电平相比, CUR、MIN、MAX和RES属性的有效范围从0到255%。合唱电平控制荣誉的要求, 以最好的能力。它可以将**bChorusLevel**属性值四舍五入到其最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时, 它将报告此四舍五入设置。

表5-45:合唱电平控制参数块

Control Selector		CHORUS_LEVEL_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bChorusLevel	1	Number	The setting for the attribute of the Chorus Level Control.

5.2.2.5.3.9 合唱调制速率控制

合唱调制速率控制用于设置合唱调制器的速度(频率), 由合唱处理单元引入。值越高, 调制速度越快。合唱调制速率控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围为0 (0x0000)到255.9961 Hz (0xFFFF), 步长为1/256 Hz或0.00390625 Hz (0x0001)。合唱调制速率控制荣誉的要求, 以最好的能力。它可以将**wChorusRate**属性值四舍五入到其最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时, 它将报告此四舍五入设置。

表5-46:合唱调制速率控制参数块

Control Selector		CHORUS_RATE_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wChorusRate	2	Number	The setting for the attribute of the Chorus Modulation Rate Control.

5.2.2.5.3.10 合唱调制深度控制

合唱调制深度控制用于设置由合唱处理单元引入的合唱声音被调制的深度。更高的值会导致更深的调制。合唱调制深度控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围可以是0 (0x0000)到255.9961 ms (0xFFFF), 步长为1/256 ms或0.00390625 ms (0x0001)。合唱调制深度控制荣誉的要求, 以最好的能力。它可以将**wChorusDepth**属性值舍入到最接近的值

可用的设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-47:合唱调制深度控制参数块

Control Selector		CHORUS_DEPTH_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wChorusDepth	2	Number	The setting for the attribute of the Chorus Modulation Depth Control.

5.2.2.5.3.11 动态范围压缩机压缩比控制

压缩比控制用于影响动态范围压缩机处理单元静态输入输出传输特性的主动部分的斜率。压缩比控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的有效范围是从0 (0x0000)到255.9961 dB/dB (0xFFFF)，步长为1/256 dB/dB或0.00390625 dB/dB (0x0001)。压缩比控制尽其所能满足要求。它可以将**wRatio**属性值四舍五入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-48动态范围压缩机组速比控制参数块

Control Selector		COMPRESSION_RATIO_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wRatio	2	Number	The setting for the attribute of the Compression Ratio Control.

5.2.2.5.3.12 动态范围压缩机MaxAmpl Control

MaxAmpl Control用于设置压缩机主动输入范围的上边界。MaxAmpl Control可以支持所有可能的Control属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围为-128.0 万dB (0x8000)到127.9961 dB (0x7FFF)，步长为1/256 dB或0.00390625 dB (0x0001)。RES属性的设置只能取正值，范围从1/256 dB (0x0001)到+127.9961 dB (0x7FFF)。MaxAmpl Control尽其所能满足要求。它可以将**wMaxAmpl**属性值四舍五入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-49:动态范围压缩机MaxAmpl Control参数块

Control Selector		MAXAMPL_CONTROL		
wLength		2		

Offset	Field	Size	Value	Description
0	wMaxAmpl	2	Number	The setting for the attribute of the MaxAmpl Control.

5.2.2.5.3.13 动态范围压缩机阈值控制

“阈值控制”用于设置压缩机主动输入范围的下限。阈值控制可以支持所有可能的控制属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围为-128.0万dB (0x8000)到127.9961 dB (0x7FFF)，步长为1/256 dB或0.00390625 dB (0x0001)。RES属性的设置只能取正值，范围从1/256 dB (0x0001)到+127.9961 dB (0x7FFF)。阈值控制尽其所能地尊重请求。它可以将**wThreshold**属性值四舍五入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-50:动态范围压缩机阈值控制参数块

Control Selector		THRESHOLD_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wThreshold	2	Number	The setting for the attribute of the Threshold Control.

5.2.2.5.3.14 动态范围压缩机攻击时间控制

攻击时间控制用于确定压缩机对输入信号电平阶跃增加的响应。攻击时间控制可以支持所有可能的控制属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围可以是0 (0x0000)到255.9961 ms (0xFFFF)，步长为1/256 ms或0.00390625 ms (0x0001)。攻击时间控制系统会尽其所能地执行请求。它可以将**wAttackTime**属性值四舍五入到最接近的可用设置。在获取处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-51动态范围压缩机攻击时间控制参数块

Control Selector		ATTACK_TIME_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wAttackTime	2	Number	The setting for the attribute of the Attack Time Control.

5.2.2.5.3.15 动态范围压缩机释放时间控制

释放时间控制用于确定压缩机对输入信号电平阶跃降低的恢复响应。释放时间控制可以支持所有可能的控制属性(CUR、MIN、MAX和RES)。CUR、MIN、MAX和RES属性的设置范围可以是0 (0x0000)到255.9961 ms (0xFFFF)，步长为1/256 ms或0.00390625 ms (0x0001)。释放时间控制尽其所能地尊重请求。它可以将**wReleaseTime**属性值舍入为its

最近的可用设置。当在Get处理单元控制请求期间查询时，它将报告此四舍五入设置。

表5-52动态范围压缩机释放时间控制参数块

Control Selector		RELEASE_TIME_CONTROL		
wLength		2		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	wAttackTime	2	Number	The setting for the attribute of the Release Time Control.

5.2.2.6 扩展单元控制请求

由于该规范不了解扩展单元的内部工作原理，因此不可能定义能够操作特定扩展单元控件的请求。但是，本规范定义了扩展单元必须或能够支持的一些控件。

5.2.2.6.1 设置扩展单元控制请求

此请求用于在音频函数的特定扩展单元内设置音频控件。

表5-53:设置扩展单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	CS	Extension Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN、MAX和RES属性。

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求操作的控制类型。(使能处理等)如果请求指定了一个未知的或不支持的CS到该单元，控制管道必须指示一个失速。

有关扩展单元控制选择器的参数块的描述，请参见章节5.2.2.6.3，“扩展单元控件”。

5.2.2.6.2 获取扩展单元控制请求

这个请求返回音频函数的扩展单元内的特定音频控件的属性设置。

表5-54:获取扩展单元控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	CS	Extension Unit ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性

wValue字段在高字节中指定控制选择器(CS)，在低字节中指定零。控制选择器指示此请求正在寻址的控件类型。(使能处理等)如果请求指定了一个未知的或不支持的CS到该单元，控制管道必须指示一个失速。

有关扩展单元控件的参数块的描述，请参见章节5.2.2.6.3，“扩展单元控件”。

5.2.2.6.3 扩展单元控件

目前，该规范只定义了一个通用的扩展单元控件，即使能处理控件。向扩展单元发出不受支持的控制选择器会导致控制管道失速。

5.2.2.6.3.1 使能处理控制

使能处理控制用于使能扩展单元的功能或完全绕过扩展单元。在后一种情况下，假定默认行为。使能处理控制只能具有当前设置属性(CUR)。使能处理开关的位置可以是TRUE或FALSE。控件的当前设置可以使用Get扩展单元控件请求来查询。

表5-55:使能处理控制参数块

Control Selector		XU_ENABLE_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bOn	1	Bool	The setting for the Enable Processing Control. Enabled when TRUE, disabled when FALSE.

5.2.3 AudioStreaming请求

AudioStreaming请求既可以定向到AudioStreaming接口，也可以定向到相关的同步数据端点，具体取决于要操作的控件的位置。

5.2.3.1 接口控制请求

目前，该规范仅处理特定于格式的AudioStreaming接口请求。根据接口使用的音频数据格式(反映在特定于类的AS接口描述符的**wFormatTag**字段中)，控制接口的请求集可能会有所不同。作为一个例子，考虑一个能够接受AC-3编码数据流的接口。这样的接口显然包含了

AC-3解码器将传入的数据流转换成最终通过相关输入终端进入音频功能的逻辑通道。对于能够接受MPEG-2编码数据流的接口，也会产生相同的结果。但是，控制AC-3解码器所需的参数集与控制MPEG-2解码器所需的参数集有很大的不同。因此，在*USB音频数据格式*中描述了特定格式的接口控制请求，以及特定格式描述符的定义。

5.2.3.2 端点控制请求

以下部分描述了音频函数可以为其AudioStreaming端点支持的请求。Set和Get请求都使用相同的参数块布局。

5.2.3.2.1 设置端点控制请求

此请求用于设置音频函数的特定端点内的端点控件的属性。

表5-56:设置端点控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100010B	SET_CUR SET_MIN SET_MAX SET_RES	CS	endpoint	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在操作的属性。Set请求通常不支持MIN、MAX和RES属性。

wValue字段指定高字节中的控制选择器(CS)，低字节必须设置为零。控制选择器指示此请求正在操作的控制类型(采样频率、螺距控制等)。如果请求为该端点指定了未知的CS，则控制管道必须指示失速。

有关端点控制选择器的参数块的描述，请参见章节5.2.3.2.3，“端点控制”。

5.2.3.2.2 获取端点控制请求

此请求返回音频函数端点内特定端点控件的属性设置。

表5-57:获取端点控制请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100010B	GET_CUR GET_MIN GET_MAX GET_RES	CS	endpoint	Length of parameter block	Parameter block

bRequest字段指示请求正在读取哪个属性。

wValue字段指定高字节中的控制选择器(CS)，低字节必须设置为零。控制选择器指示此请求操作的控制类型(采样频率，

如果请求为该端点指定了未知的CS，则控制管道必须指示失速。

有关端点控制选择器的参数块的描述，请参见章节5.2.3.2.3，“端点控制”。

5.2.3.2.3 端点控制

5.2.3.2.3.1 采样频率控制

采样频率控制用于为等时音频数据端点设置初始采样频率。这允许端点的时钟恢复系统以更快的速度锁定进入的时钟。自适应端点可以从中受益。采样频率控制可以支持所有可能的控制属性(CUR, MIN, MAX和RES)。CUR、MIN和MAX属性的设置范围为0 Hz (0x000000)到8388607 Hz (0x7FFFFFFF)，步长为1 Hz (0x0001)。采样频率控制尽其所能满足要求。如果端点以固定的采样频率工作，设置此控制无效。如果端点支持离散数量的采样频率，则将**tSampleFreq**值设置为不支持的值会导致控件将其舍入到最接近的可用值。当采样频率设置在连续采样频率端点的范围之外时，也会发生这种情况。当在Get控制请求期间查询时，它将报告舍入设置。

表5-58:采样频率控制参数块

Control Selector		SAMPLING_FREQ_CONTROL		
wLength		3		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	tSampleFreq	3	Number	The sampling frequency expressed in Hz.

5.2.3.2.3.2 螺距控制

螺距控制启用或禁用自适应端点动态跟踪其采样频率的能力。这种控制是必要的，因为时钟恢复电路必须被告知它是否应该允许采样频率的相对较大的波动。螺距控制只能具有当前设置属性(CUR)。螺距控制CUR属性的位置可以是TRUE或FALSE。

表5-59:节距控制参数块

Control Selector		PITCH_CONTROL		
wLength		1		
Offset	Field	Size	Value	Description
0	bPitchEnable	1	Bool	Pitch Control on when TRUE, off when FALSE.

5.2.4 额外请求

5.2.4.1 内存请求

主机可以以一种非常通用的方式与音频功能内的可寻址实体(终端、单元或端点)进行交互。实体向主机呈现一个内存空间，主机的布局依赖于实现。内存请求提供对这个内存空间的完全访问。

5.2.4.1.1 设置内存请求

这个请求是用来下载一个参数块到某个特定实体的音频功能。

表5-60:设置内存请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
00100001B	SET_MEM	Offset	Entity ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block
00100010B			Endpoint		

bRequest字段表示对实体的MEM属性进行寻址。

wValue字段指定了一个基于零的偏移值，该偏移值只能用于访问实体的部分内存空间。

参数块的布局依赖于实现。设备需要在每次设置内存请求结束时重新评估其内存空间。

5.2.4.1.2 获取内存请求

此请求用于从音频功能的特定实体上传参数块。

表5-61:获取内存请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_MEM	Offset	Entity ID and Interface	Length of parameter block	Parameter block
10100010B			Endpoint		

bRequest字段表示对实体的MEM属性进行寻址。

wValue字段指定了一个基于零的偏移值，该偏移值只能用于访问实体参数空间的一部分。

参数块的布局依赖于实现。

5.2.4.2 Get状态请求

此请求用于从音频函数内的实体检索状态信息。

表5-62:获取状态请求值

bmRequest Type	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data
10100001B	GET_STAT	Zero	Entity ID and Interface	Status message length	Status message
10100010B			Endpoint		

bRequest字段包含GET_STAT常量，在章节A.9“音频类特定请求代码”中定义。

wValue字段目前未被使用，必须设置为零。

wLength字段指定要返回的字节数。如果状态消息比**wLength**字段长，则只返回状态消息的初始字节。如果状态消息短于**wLength**字段，则在请求进一步数据时发送短报文，表示控制传输结束。

状态消息的内容被保留以备将来使用。在控制传输的数据阶段，暂时应该返回一个空包。

附录A.音频设备类代码

A.1 音频接口类代码

表A-1:音频接口类代码

Audio Interface Class Code	Value
AUDIO	0x01

A.2 音频接口子类代码

表A-2:音频接口子类代码

Audio Subclass Code	Value
SUBCLASS_UNDEFINED	0x00
AUDIOCONTROL	0x01
AUDIOSTREAMING	0x02
MIDISTREAMING	0x03

A.3 音频接口协议代码

表A-3:音频接口协议代码

Audio Protocol Code	Value
PR_PROTOCOL_UNDEFINED	0x00

A.4 音频类特定描述符类型

表A-4:音频类专用描述符类型

Descriptor Type	Value
CS_UNDEFINED	0x20
CS_DEVICE	0x21
CS_CONFIGURATION	0x22
CS_STRING	0x23
CS_INTERFACE	0x24
CS_ENDPOINT	0x25

A.5 音频类特定的AC接口描述子类型

表A-5:音频类专用AC接口描述子类型

Descriptor Subtype	Value
AC_DESCRIPTOR_UNDEFINED	0x00
HEADER	0x01
INPUT_TERMINAL	0x02
OUTPUT_TERMINAL	0x03
MIXER_UNIT	0x04
SELECTOR_UNIT	0x05
FEATURE_UNIT	0x06
PROCESSING_UNIT	0x07
EXTENSION_UNIT	0x08

A.6 音频类专用的AS接口描述子类型

Descriptor Subtype	Value
AS_DESCRIPTOR_UNDEFINED	0x00
AS_GENERAL	0x01
FORMAT_TYPE	0x02
FORMAT_SPECIFIC	0x03

A.7 处理单元进程类型

表A-7:处理单元工艺类型

wProcessType	Value
PROCESS_UNDEFINED	0x00
UP/DOWNMIX_PROCESS	0x01
DOLBY_PROLOGIC_PROCESS	0x02
3D_STEREO_EXTENDER_PROCESS	0x03
REVERBERATION_PROCESS	0x04

wProcessType	Value
CHORUS_PROCESS	0x05
DYN_RANGE_COMP_PROCESS	0x06

A.8 音频类专用端点描述子类型表A-8:音频类专用端点描述子类型

Descriptor Subtype	Value
DESCRIPTOR_UNDEFINED	0x00
EP_GENERAL	0x01

A.9 音频类专用的请求代码

表A-9:音频类专用请求代码

Class-Specific Request Code	Value
REQUEST_CODE_UNDEFINED	0x00
SET_CUR	0x01
GET_CUR	0x81
SET_MIN	0x02
GET_MIN	0x82
SET_MAX	0x03
GET_MAX	0x83
SET_RES	0x04
GET_RES	0x84
SET_MEM	0x05
GET_MEM	0x85
GET_STAT	0xFF

A.10 控制选择器代码

A.10.1 终端控制选择器

表A-10:终端控制选择器

Control Selector	Value
TE_CONTROL_UNDEFINED	0x00
COPY_PROTECT_CONTROL	0x01

A.10.2 功能单元控制选择器

表A-11:功能单元控制选择器

Control Selector	Value
FU_CONTROL_UNDEFINED	0x00
MUTE_CONTROL	0x01
VOLUME_CONTROL	0x02
BASS_CONTROL	0x03
MID_CONTROL	0x04
TREBLE_CONTROL	0x05
GRAPHIC_EQUALIZER_CONTROL	0x06
AUTOMATIC_GAIN_CONTROL	0x07
DELAY_CONTROL	0x08
BASS_BOOST_CONTROL	0x09
LOUDNESS_CONTROL	0x0A

A.10.3 处理单元控制选择器

A.10.3.1 Up/ down混合处理单元控制选择器

表A-12: Up/ down混合处理单元控制选择器

Control Selector	Value
UD_CONTROL_UNDEFINED	0x00
UD_ENABLE_CONTROL	0x01
UD_MODE_SELECT_CONTROL	0x02

A.10.3.2 杜比Prologic处理单元控制选择器

表A-13:杜比Prologic处理单元控制选择器

Control Selector	Value
DP_CONTROL_UNDEFINED	0x00
DP_ENABLE_CONTROL	0x01
DP_MODE_SELECT_CONTROL	0x02

A.10.3.3 3D立体扩展器处理单元控制选择器

表A-14: 3D立体扩展器处理单元控制选择器

Control Selector	Value
3D_CONTROL_UNDEFINED	0x00
3D_ENABLE_CONTROL	0x01
SPACIOUSNESS_CONTROL	0x03

A.10.3.4 混响处理单元控制选择器

表A-15:混响处理单元控制选择器

Control Selector	Value
RV_CONTROL_UNDEFINED	0x00
RV_ENABLE_CONTROL	0x01
REVERB_LEVEL_CONTROL	0x02
REVERB_TIME_CONTROL	0x03
REVERB_FEEDBACK_CONTROL	0x04

A.10.3.5 合唱处理单元控制选择器

表A-16:合唱处理单元控制选择器

Control Selector	Value
CH_CONTROL_UNDEFINED	0x00
CH_ENABLE_CONTROL	0x01
CHORUS_LEVEL_CONTROL	0x02
CHORUS_RATE_CONTROL	0x03

Control Selector	Value
CHORUS_DEPTH_CONTROL	0x04

A.10.3.6 动态范围压缩机处理单元控制选择器

表A-17:动态范围压缩机处理单元控制选择器

Control Selector	Value
DR_CONTROL_UNDEFINED	0x00
DR_ENABLE_CONTROL	0x01
COMPRESSION_RATE_CONTROL	0x02
MAXAMPL_CONTROL	0x03
THRESHOLD_CONTROL	0x04
ATTACK_TIME	0x05
RELEASE_TIME	0x06

A.10.4 扩展单元控制选择器

表A-18:扩展单元控制选择器

Control Selector	Value
XU_CONTROL_UNDEFINED	0x00
XU_ENABLE_CONTROL	0x01

A.10.5 端点控制选择器

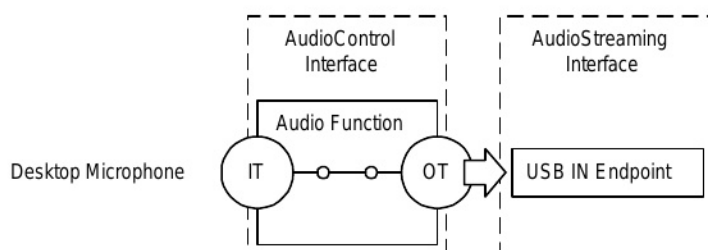
表A-19:端点控制选择器

Control Selector	Value
EP_CONTROL_UNDEFINED	0x00
SAMPLING_FREQ_CONTROL	0x01
PITCH_CONTROL	0x02

示例1:USB麦克风(参考)

B.1 产品描述

这里描述的设备是一个USB麦克风。这是一个非常简单的设备，没有音频控制。它通过AudioStreaming接口向主机提供单声道音频数据流。使用的音频数据格式是16位8KHz PCM。同步类型为异步源。它使用其内部时钟作为参考。下图为麦克风的内部拓扑结构。

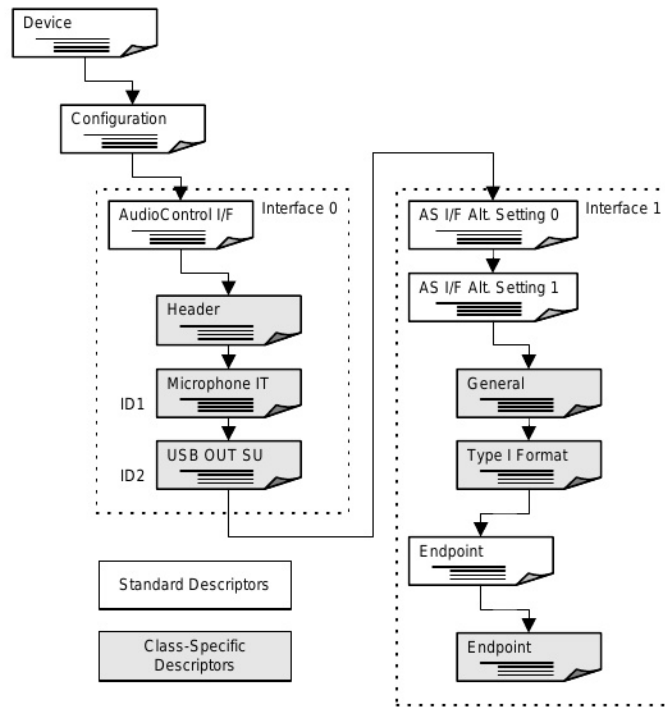


图B-1: USB麦克风拓扑

音频功能包含一个输入终端，它代表实际的麦克风拾取元件，然后是模数转换器(ADC)。ADC的数字输出流通过输入终端的单个输出引脚进入音频功能。由于音频流上没有进一步的处理，因此输入端直接连接到输出端的输入引脚。输出终端是USB IN端点音频功能中的表示形式，它最终将音频数据流传送到主机。音频功能的内部通过(强制)AudioControl接口呈现给主机，而USB IN端点驻留在AudioStreaming接口中。

B.2 层次结构描述符

此USB麦克风设备包括AudioControl接口(接口0)和单个AudioStreaming接口(接口1)。AudioStreaming接口具有两个可选设置。第一个备选设置(备用设置0)与它关联的带宽为零，因此切换到此备选设置有效地释放了USB上为该设备分配的所有带宽。零带宽表示缺少流媒体端点。备用设置1是接口的操作部分，它有一个同步的IN端点。图中显示了描述符的层次结构。



图B-2: USB麦克风描述符层次结构

B.3 描述符

以下各节介绍用于描述该设备的所有描述符。

B.3.1 设备描述符

表B-1: USB麦克风设备描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x12	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x01	DEVICE descriptor.
2	bcdUSB	2	0x0100	1.00 - current revision of USB specification.
4	bDeviceClass	1	0x00	Device defined at Interface level.
5	bDeviceSubClass	1	0x00	Unused.
6	bDeviceProtocol	1	0x00	Unused.
7	bMaxPacketSize0	1	0x08	8 bytes.
8	idVendor	2	0XXXXX	Vendor ID.
10	idProduct	2	0XXXXX	Product ID.

Offset	Field	Size	Value	Description
12	bcdDevice	2	0XXXXX	Device Release Code.
14	iManufacturer	1	0x01	Index to string descriptor that contains the string <Your Name> in Unicode.
15	iProduct	1	0x02	Index to string descriptor that contains the string <Your Product Name> in Unicode.
16	iSerialNumber	1	0x00	Unused.
17	bNumConfigurations	1	0x01	One configuration.

B.3.2 配置描述符

表B-2: USB麦克风配置描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x02	CONFIGURATION descriptor.
2	wTotalLength	2	0x0064	Length of the total configuration block, including this descriptor, in bytes.
4	bNumInterfaces	1	0x02	Two interfaces.
5	bConfigurationValue	1	0x01	ID of this configuration.
6	iConfiguration	1	0x00	Unused.
7	bmAttributes	1	0x80	Bus Powered device, not Self Powered, no Remote wakeup capability.
8	MaxPower	1	0x0A	20 mA Max. power consumption.

B.3.3 AudioControl接口描述符

AudioControl接口描述设备结构(音频功能拓扑), 并用于操作音频控制。

B.3.3.1 标准AC接口描述符

AudioControl接口没有与之关联的专用端点。它使用默认管道(端点0)进行所有通信。特定于类的AudioControl请求使用默认管道发送。没有提供状态中断端点。

表B-3: USB麦克风标准AC接口说明

Offset	Field	Size	Value	Description
--------	-------	------	-------	-------------

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x00	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x00	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x00	0 endpoints.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x01	AUDIO_CONTROL.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

B.3.3.2 特定于类的AC接口描述符

特定于类的AC接口描述符总是以包含有关AudioControl接口的一般信息的Header描述符开头。它包含描述音频接口集合所需的所有指针，与所描述的音频函数相关联。

表B-4: USB麦克风特定于类AC接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	HEADER subtype.
3	bcdADC	2	0x0100	Revision of class specification - 1.0
5	wTotalLength	2	0x001E	Total size of class specific descriptors.
7	bInCollection	1	0x01	Number of streaming interfaces.
8	baInterfaceNr(1)	1	0x01	AudioStreaming interface 1 belongs to this AudioControl interface.

B.3.3.3 输入终端描述符

这个描述符描述了代表麦克风胶囊的输入终端，其次是A-to-D转换器。由此产生的数字音频流通过单个输出引脚离开输入终端。音频通道集群包含一个单一的逻辑通道(bNrChannels=1)，并且没有与这个单通道相关联的空间位置(wChannelConfig=0x0000)。

表B-5: USB麦克风输入终端描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0C	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	INPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x01	ID of this Input Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0201	Terminal is Microphone.
6	bAssocTerminal	1	0x00	No association.
7	bNrChannels	1	0x01	One channel.
8	wChannelConfig	2	0x0000	Mono sets no position bits.
10	iChannelNames	1	0x00	Unused.
11	iTerminal	1	0x00	Unused.

B.3.3.4 输出终端描述符

这个描述符描述了输出终端，它代表到主机PC的USB管道。它的输入引脚直接连接到输入终端的输出引脚(bSourceID=输入终端ID)。

表B-6: USB麦克风输出终端描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x03	OUTPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x02	ID of this Output Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0101	USB Streaming.
6	bAssocTerminal	1	0x00	Unused.
7	bSourceID	1	0x01	From Input Terminal.
8	iTerminal	1	0x00	Unused.

B.3.4 AudioStreaming接口描述符

AudioStreaming接口有两种可能的替代设置。

B.3.4.1 零带宽备用设置0

备用设置0是零带宽设置，用于在没有使用麦克风时放弃总线上所要求的带宽。这是开机后的默认设置。通过指定这个接口的替代设置没有与之关联的端点 (bNumEndpoints=0)来实现零带宽。这个替代设置的描述符集合归约为标准接口描述符。

B.3.4.1.1.1 标准AS接口描述符

表B-7: USB麦克风标准AS接口描述符(Alt. Set. 0)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x00	Index of this alternate setting.
4	bNumEndpoints	1	0x00	0 endpoints.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

B.3.4.2 操作替代设置1

Alternate setting 1是界面的操作设置。它包含标准和类特定的接口和端点描述符。

B.3.4.2.1.1标准作为接口描述符

表B-8: USB麦克风标准AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x01	Index of this alternate setting.
4	bNumEndpoints	1	0x01	One endpoint.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.

Offset	Field	Size	Value	Description
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

B.3.4.2.1.2类专用作为通用接口描述符

表B-9: USB麦克风类专用作为通用接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE descriptor.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL subtype.
3	bTerminalLink	1	0x02	Unit ID of the Output Terminal.
4	bDelay	1	0x01	Interface delay.
5	wFormatTag	2	0x0001	PCM Format.

B.3.4.2.1.3 Type I格式类型描述符

表B-10: USB麦克风类型I格式类型描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0B	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE descriptor.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	FORMAT_TYPE subtype.
3	bFormatType	1	0x01	FORMAT_TYPE_I.
4	bNrChannels	1	0x01	One channel.
5	bSubFrameSize	1	0x02	Two bytes per audio subframe.
6	bBitResolution	1	0x10	16 bits per sample.
7	bSamFreqType	1	0x01	One frequency supported.
8	tSamFreq	3	0x01F40	8000Hz.

B.3.4.2.1.4 标准端点描述符

表B-11: USB麦克风标准端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x05	ENDPOINT descriptor.
2	bEndpointAddress	1	0x81	IN Endpoint 1.
3	bmAttributes	1	0x01	Isochronous, not shared.
4	wMaxPacketSize	2	0x0010	16 bytes per packet.
6	bInterval	1	0x01	One packet per frame.
7	bRefresh	1	0x00	Unused.
8	bSynchAddress	1	0x00	Unused.

B.3.4.2.1.5类专用的等时音频数据端点描述符

表B-12: USB麦克风类专用Isoc。音频数据端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x25	CS_ENDPOINT descriptor
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL subtype.
3	bmAttributes	1	0x00	No sampling frequency control, no pitch control, no packet padding.
4	bLockDelayUnits	1	0x00	Unused.
5	wLockDelay	2	0x0000	Unused.

B.3.5 字符串描述符

有两个可用的字符串描述符。第一个字符串描述符包含制造商信息，第二个包含产品相关信息。下面几节将展示这些描述符的样例。

B.3.5.1 制造商字符串描述符

表B-13: USB麦克风制造商字符串描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x18	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x03	STRING descriptor.

Offset	Field	Size	Value	Description
2	bString	1	0x0054 0x0048 0x0045 0x0020 0x0043 0x004F 0x004D 0x0050 0x0041 0x004E 0x0059	"THE COMPANY"

B.3.5.2 产品字符串描述符

表B-14: USB麦克风产品字符串描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x18	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x03	STRING descriptor.
2	bString	1	0x004D 0x0069 0x0063 0x0072 0x006F 0x0070 0x0068 0x006F 0x006E 0x0065	"Microphone"

B.4 请求

B.4.1 标准要求

麦克风支持所有必要的标准要求。

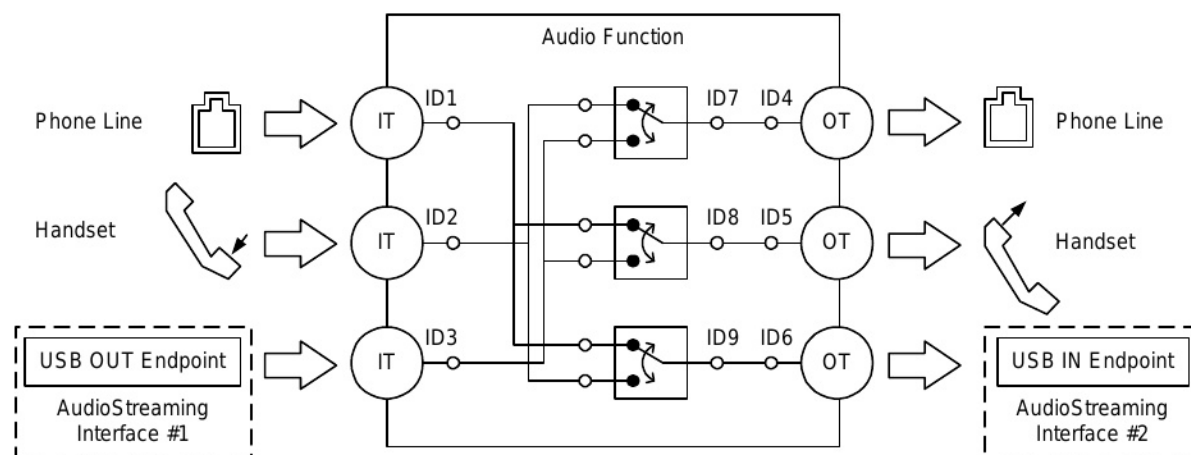
B.4.2 职业专用的请求

不支持特定类的请求。

例二:USB电话(资料性)

C.1 产品描述

这是一个16位8KHz输入输出的USB电话。它有一个手机和电话线的输入和输出连接器。选择器单元用于允许主机直接与电话线通话或允许手持设备与主机一起用于Internet电话呼叫。这是一种模拟装置。电话线和手机信号都是模拟信号，所有的切换都是在模拟域中进行的。来自AudioStreaming接口1的数字USB音频流在通过输入终端ID3进入音频功能之前转换为模拟域。同样，来自选择器单元ID9的模拟信号被传送到输出终端ID6并转换回数字域，然后再传送到AudioStreaming接口2。

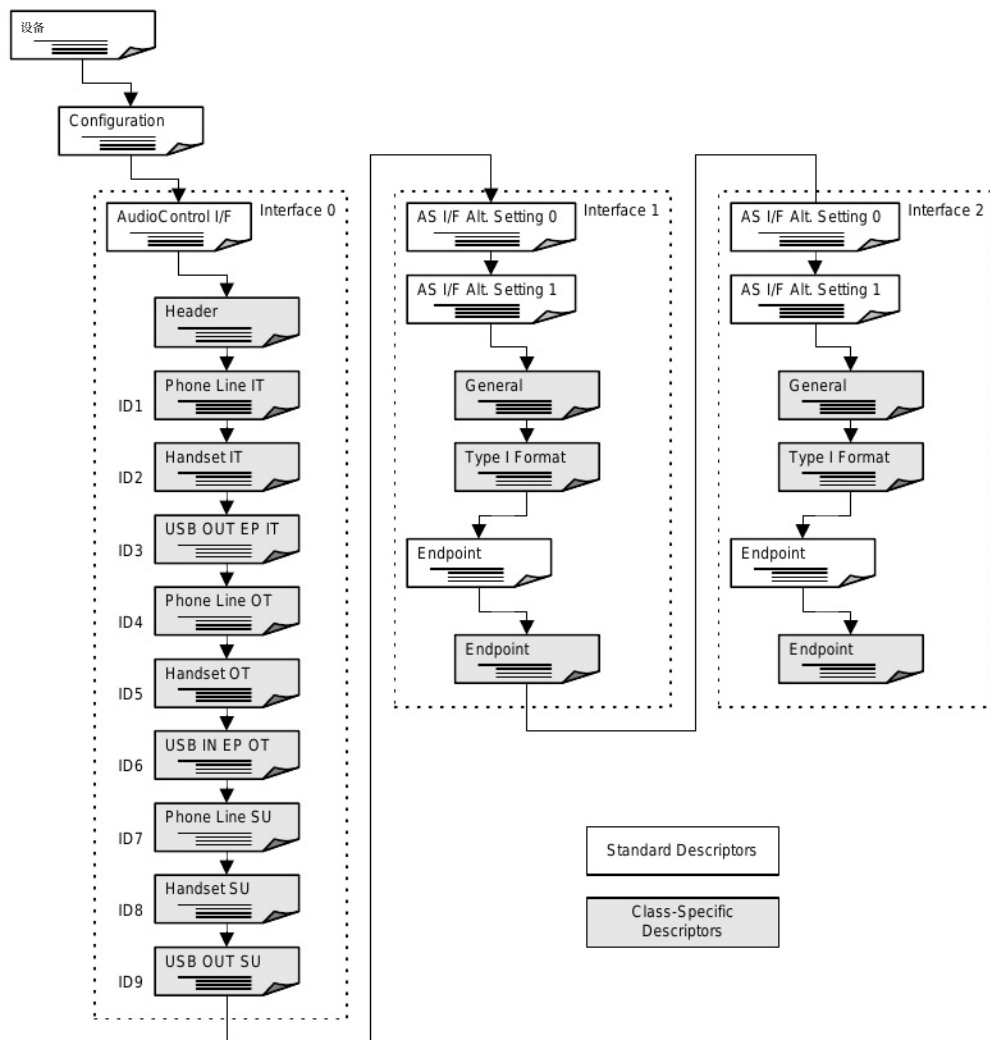


图C-1: USB电话拓扑

这是一个整洁的设备，但更精致的电话可以通过扬声器和声学回声抵消相结合的方式构造。

C.2 层次结构描述符

这个USB电话设备包括一个AudioControl接口(0)和两个AudioStreaming接口(1&2)。AudioStreaming接口都有两个可选的设置。第一个备选设置(备用设置0)与它关联的带宽为零，因此切换到此备选设置有效地释放了USB上为该设备分配的所有带宽。零带宽表示缺少流媒体端点。备用设置1是接口的操作部分，它有一个同步端点。图中展示了描述符的层次结构。



图C-2: USB电话描述符层次

C.3 描述符

以下各节介绍用于描述该设备的所有描述符。

C.3.1 设备描述符

表C-1: USB电话设备描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x12	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x01	DEVICE descriptor.
2	bcdUSB	2	0x0100	1.00 - current revision of USB spec.
4	bDeviceClass	1	0x00	Device defined at Interface level.

Offset	Field	Size	Value	Description
5	bDeviceSubClass	1	0x00	Unused.
6	bDeviceProtocol	1	0x00	Unused.
7	bMaxPacketSize0	1	0x08	8 bytes.
8	idVendor	2	0XXXXX	Vendor ID.
10	idProduct	2	0XXXXX	Product ID.
12	bcdDevice	2	0XXXXX	Device Release Code.
14	iManufacturer	1	0x01	Index to string descriptor that contains the string <Your Name> in Unicode.
15	iProduct	1	0x02	Index to string descriptor that contains the string <Your Product Name> in Unicode.
16	iSerialNumber	1	0x00	Unused.
17	bNumConfigurations	1	0x01	One configuration.

C.3.2 配置描述符

表C-2: USB电话配置描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x02	CONFIGURATION descriptor.
2	wTotalLength	2	0x00XX	Length of the total configuration block, including this descriptor, in bytes.
4	bNumInterfaces	1	0x03	Three interfaces
5	bConfigurationValue	1	0x01	ID of this configuration
6	iConfiguration	1	0x00	Unused.
7	bmAttributes	1	0x60	Self Powered Remote Wakeup capable.
8	MaxPower	1	0x00	Not applicable.

C.3.3 AudioControl接口描述符

AudioControl接口描述设备结构，并用于操作音频控件。

C.3.3.1 标准AC接口描述符

AudioControl接口没有与之关联的专用端点。它使用默认管道(端点0)进行所有通信。特定于类的AudioControl请求使用默认管道发送。没有提供状态中断端点。

表C-3: USB电话标准AC接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x00	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x00	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x00	0 endpoints.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x01	AUDIO_CONTROL.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

C.3.3.2 特定于类的接口描述符

特定于类的AC接口描述符总是以包含有关AudioControl接口的一般信息的Header描述符开头。它包含描述音频接口集合所需的所有指针，与所描述的音频函数相关联。

表C-4: USB电话特定于类接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0A	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	HEADER subtype.
3	bcdADC	2	0x0100	Revision of class specification - 1.0
5	wTotalLength	2	0x0064	Total size of class specific descriptors.
7	bInCollection	1	0x02	Number of streaming interfaces
8	baInterfaceNr(1)	1	0x01	AudioStreaming interface 1 belongs to this AudioControl interface.
9	BaInterfaceNr(2)	1	0x02	AudioStreaming interface 2 belongs to this AudioControl interface.

C.3.3.3 输入终端描述符(ID1)

这个描述符描述了代表模拟电话线输入的输入终端。单输出引脚上的音频通道集群包含一个单一的逻辑通道(bNrChannels=1)，并且没有与这个单通道相关联的空间位置(wChannelConfig=0x0000)。

这是双向终端的输入部分，因此有一个相关的输出终端(ID4)。

表C-5: USB电话输入终端描述符(ID1)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0C	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	INPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x01	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0501	Terminal is Phone Line In.
6	bAssocTerminal	1	0x04	Associated with Phone Line Out Terminal.
7	bNrChannels	1	0x01	One channel.
8	wChannelConfig	2	0x0000	Mono sets no position bits.
10	iChannelNames	1	0x00	Unused.
11	iTerminal	1	0x00	Unused.

C.3.3.4 输入终端描述符(ID2)

这个描述符描述的是电话听筒输入麦克风。单个输出引脚上的音频通道集群包含单个逻辑通道(bNrChannels=1)，并且没有与此单声道相关的空间位置(wChannelConfig=0x0000)。

这是双向终端的输入部分，因此有一个相关的输出终端(ID5)。

表C-6: USB电话输入终端描述符(ID2)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0C	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	INPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x02	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0401	Terminal is Handset In.
6	bAssocTerminal	1	0x05	Associated with Handset Out Terminal.

Offset	Field	Size	Value	Description
7	bNrChannels	1	0x01	One channel.
8	wChannelConfig	2	0x0000	Mono sets no position bits.
10	iChannelNames	1	0x00	Unused.
11	iTerminal	1	0x04	Unused.

C.3.3.5 输入终端描述符(ID3)

这个描述符描述了从主机到电话机的USB流。单个输出引脚上的音频通道集群包含单个逻辑通道(bNrChannels=1)，并且没有与此单声道相关的空间位置(wChannelConfig=0x0000)。

这是双向终端的输入部分，因此有一个关联的输出终端(ID6)。

表C-7: USB电话输入终端描述符(ID3)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0C	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	INPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x03	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0101	Terminal is USB Streaming In.
6	bAssocTerminal	1	0x06	Associated with USB Streaming out Terminal.
7	bNrChannels	1	0x01	One channel.
8	wChannelConfig	2	0x0000	Mono sets no position bits.
10	iChannelNames	1	0x00	Unused.
11	iTerminal	1	0x05	Unused.

C.3.3.6 输出终端描述符(ID4)

这个描述符描述了表示模拟电话线输出的输出终端。单个输入引脚上的音频通道集群包含单个逻辑通道。

这是双向终端的输出部分，因此有一个相关的输入终端(ID1)。

表C-8: USB电话输出终端描述符(ID4)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.

Offset	Field	Size	Value	Description
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x03	OUTPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x04	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0501	Terminal is Phone Line Out.
6	bAssocTerminal	1	0x01	Associated with Phone Line In Terminal.
7	bSourceID	1	0x07	From Phone Line Selector Unit.
8	iTerminal	1	0x06	Unused.

C.3.3.7 输出终端描述符(ID5)

这个描述符描述的是电话机输出耳机。单个输入引脚上的音频通道集群包含单个逻辑通道。

这是双向终端的输出部分，因此有一个相关的输入终端(ID2)。

表C-9: USB电话输出终端描述符(ID5)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x03	OUTPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x05	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0401	Terminal is Handset Out.
6	bAssocTerminal	1	0x01	Associated with Handset In Terminal.
7	bSourceID	1	0x08	From Handset Selector Unit.
8	iTerminal	1	0x00	Unused.

C.3.3.8 输出终端描述符(ID6)

这个描述符描述了从电话机到主机的USB流。单个输入引脚上的音频通道集群包含单个逻辑通道。

这是双向终端的输出部分，因此有一个相关的输入终端(ID3)。

表C-10: USB电话输出终端描述符(ID6)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.

Offset	Field	Size	Value	Description
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x03	OUTPUT_TERMINAL subtype.
3	bTerminalID	1	0x06	ID of this Terminal.
4	wTerminalType	2	0x0101	Terminal is USB Streaming Out.
6	bAssocTerminal	1	0x03	Associated with USB Streaming In Terminal.
7	bSourceID	1	0x09	From USB Selector Unit.
8	iTerminal	1	0x00	Unused.

C.3.3.9 选择器单元描述符(ID7)

这个描述符描述连接到电话线路输出终端的选择器单元。可选择“Handset In”或“USB In”信号。

表C-11: USB电话选择器单元描述符(ID7)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x05	SELECTOR_UNIT subtype.
3	bUnitID	1	0x07	ID of this Unit.
4	bNrInPins	1	0x02	Number of input pins.
6	baSourceID(1)	1	0x02	From Handset In Terminal.
7	baSourceID(2)	1	0x03	From USB Streaming In Terminal.
8	iSelector	1	0x00	Unused.

C.3.3.10 选择器单元描述符(ID8)

这个描述符描述连接到手持设备输出终端的选择器单元。可选择“电话线输入”或“USB输入”信号。

表C-12: USB电话选择器单元描述符(ID8)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.

Offset	Field	Size	Value	Description
2	bDescriptorSubtype	1	0x05	SELECTOR_UNIT subtype.
3	bUnitID	1	0x08	ID of this Unit.
4	bNrInPins	1	0x02	Number of input pins.
6	baSourceID(1)	1	0x01	From Phone Line In Terminal.
7	baSourceID(2)	1	0x03	From USB Streaming In Terminal.
8	iSelector	1	0x00	Unused.

C.3.3.11 选择器单元描述符(ID9)

这个描述符描述连接到USB流输出终端的选择器单元。可选择“电话线入”或“手柄入”信号。

表C-13: USB电话选择器单元描述符(ID9)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x05	SELECTOR_UNIT subtype.
3	bUnitID	1	0x09	ID of this Unit
4	bNrInPins	1	0x02	Number of input pins.
6	baSourceID(1)	1	0x01	From Phone Line In Terminal.
7	baSourceID(2)	1	0x02	From Handset In Terminal.
8	iSelector	1	0x00	Unused.

C.3.4 AudioStreaming接口1描述符

AudioStreaming接口1用于将音频从主机流式传输到USB电话设备。AudioStreaming接口1有两个可选的设置。第一种是零带宽备用设置(备选设置0)，用于回收USB带宽。也是默认的备用设置。第二个备用设置(1)是主机到设备流通信的完全可操作设置。

C.3.4.1 零带宽备选设置

C.3.4.1.1.1 标准接口描述符

表C-14: USB电话标准接口描述符(Alt. Set. 0)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x00	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x00	0 endpoints.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

C.3.4.2 操作备选设置

C.3.4.2.1.1 标准作为接口描述符

表C-15: USB电话标准AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x01	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x01	1 endpoint.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

C.3.4.2.1.2 类专用的AS接口描述符

表C-16: USB电话类特定的AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
--------	-------	------	-------	-------------

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE descriptor.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL.
3	bTerminalLink	1	0x03	Linked to USB Streaming In Terminal.
4	bDelay	1	0x01	Interface delay.
5	wFormatTag	2	0x0001	PCM format.

C.3.4.2.1.3 Type I格式类型描述符

表C-17: USB电话类型I格式类型描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0B	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	FORMAT_TYPE.
3	bFormatType	1	0x01	FORMAT_TYPE_I.
4	bNrChannels	1	0x01	One channel.
5	bSubFrameSize	1	0x02	Two bytes per slot.
6	bBitResolution	1	0x10	16 bits.
7	bSamFreqType	1	0x01	One sampling frequency.
8	tSamFreq	3	0x01F40	8000Hz is the sampling frequency.

C.3.4.2.1.4 标准端点描述符

表C-18: USB电话标准端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x05	ENDPOINT descriptor.
2	bEndpointAddress	1	0x01	OUT Endpoint 1.
3	bmAttributes	1	0x0B	Isochronous transfer type, synchronous synchronization type.
4	wMaxPacketSize	2	0x0010	16 bytes per packet (8 two-byte

Offset	Field	Size	Value	Description
				samples).
6	bInterval	1	0x01	One packet every frame.
7	bRefresh	1	0x00	Unused.
8	bSynchAddress	1	0x00	Unused.

C.3.4.2.1.5类专用的等时音频数据端点描述符

表C-19: USB电话类特定的Isoc。音频数据端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x25	CS_ENDPOINT.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL.
3	bmAttributes	1	0x00	No sampling frequency control, no pitch control.
4	bLockDelayUnits	1	0x00	Unused.
5	wLockDelay	2	0x0000	Unused.

C.3.5 AudioStreaming接口2描述符

AudioStreaming接口2用于将音频从USB电话设备流式传输到主机。AudioStreaming接口2有两个可选的设置。第一种是零带宽备用设置(备选设置0)，用于回收USB带宽。也是默认的备用设置。第二个备选设置(1)是设备托管流通信的完全可操作设置。

C.3.5.1 零带宽备选设置

C.3.5.1.1 标准接口描述符

表C-20: USB电话标准接口描述符(Alt. Set. 0)

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x00	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x00	0 endpoints.

Offset	Field	Size	Value	Description
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

C.3.5.2 操作备选设置

C.3.5.2.1.1 标准作为接口描述符

表C-21: USB电话标准AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x04	INTERFACE descriptor.
2	bInterfaceNumber	1	0x01	Index of this interface.
3	bAlternateSetting	1	0x01	Index of this setting.
4	bNumEndpoints	1	0x01	1 endpoint.
5	bInterfaceClass	1	0x01	AUDIO.
6	bInterfaceSubclass	1	0x02	AUDIO_STREAMING.
7	bInterfaceProtocol	1	0x00	Unused.
8	iInterface	1	0x00	Unused.

C.3.5.2.1.2 类专用的AS接口描述符

表C-22: USB电话类特定的AS接口描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE descriptor.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL.
3	bTerminalLink	1	0x06	USB Streaming Out Terminal
4	bDelay	1	0x01	Interface delay.
5	wFormatTag	2	0x0001	PCM format.

c. 3.5.1.3 Type I格式类型描述符

表C-23: USB电话Type I格式类型描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x0B	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x24	CS_INTERFACE.
2	bDescriptorSubtype	1	0x02	FORMAT_TYPE.
3	bFormatType	1	0x01	FORMAT_TYPE_I.
4	bNrChannels	1	0x01	One channel.
5	bSubFrameSize	1	0x02	Two bytes per slot.
6	bBitResolution	1	0x10	16 bits.
7	bSamFreqType	1	0x01	One sampling frequency.
8	tSamFreq	3	0x01F40	8000Hz is the sampling frequency.

C.3.5.2.1.4 标准端点描述符

表C-24: USB电话标准端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x09	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x05	ENDPOINT descriptor.
2	bEndpointAddress	1	0x81	IN Endpoint 1.
3	bmAttributes	1	0x0B	Isochronous transfer type, synchronous synchronization type.
4	wMaxPacketSize	2	0x0010	16 bytes (8 two-byte samples).
6	bInterval	1	0x01	One packet every frame.
7	bRefresh	1	0x00	Unused
8	bSynchAddress	1	0x00	Unused.

C.3.5.2.1.5类特定的同步音频数据端点描述符

表C-25: USB电话类特定的Isoc。音频数据端点描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x07	Size of this descriptor, in bytes.

Offset	Field	Size	Value	Description
1	bDescriptorType	1	0x25	CS_ENDPOINT.
2	bDescriptorSubtype	1	0x01	GENERAL.
3	bmAttributes	1	0x00	No sampling frequency control, no pitch control.
4	bLockDelayUnits	1	0x00	Unused.
5	wLockDelay	2	0x0000	Unused.

C.3.6 字符串描述符

有两个可用的字符串描述符。第一个字符串描述符包含制造商信息，第二个包含产品相关信息。下面几节将展示这些描述符的样例。

C.3.6.1 制造商字符串描述符

表C-26: USB电话制造商字符串描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x18	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x03	STRING descriptor.
2	bString	1	0x0054 0x0048 0x0045 0x0020 0x0043 0x004F 0x004D 0x0050 0x0041 0x004E 0x0059	"THE COMPANY"

C.3.6.2 产品字符串描述符

表C-27: USB电话产品字符串描述符

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bLength	1	0x16	Size of this descriptor, in bytes.
1	bDescriptorType	1	0x03	STRING descriptor.
2	bString	1	0x0054 0x0065 0x006C 0x0065	"Telephone"

Offset	Field	Size	Value	Description
			0x0070 0x0068 0x006F 0x006E 0x0065	

C.4 请求

C.4.1 标准要求

支持操作设备所需的所有标准请求。下一节将以设置接口请求为例。

C.4.1.1 设置界面

此请求选择接口1或接口2上的备用设置来控制带宽分配。

表5-28:设置接口请求值

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bmRequestType	1	0x01	D7: 0 = Host to Device. D6..5: 00 = Standard Request. D4..0: 00001 = Recipient is interface.
1	bRequest	1	0x0B	SET_INTERFACE.
2	wValue	2	0x0000 or 0x0001	0x00 is zero bandwidth alternate setting. 0x01 is normal isochronous operation.
4	wIndex	2	0x0001 or 0x0002	Interface number of one of the AudioStreaming interfaces.
6	wLength	2	0x0000	No Parameter Block

C.4.2 特定于类的请求

唯一支持的特定于类的请求是设置/获取选择器控制请求。以下章节将详细描述这些请求。

C.4.2.1 设置选择器单元控制请求

此请求将选择器单元控制设置为所需的值。

表C-29:设置选择器单元控制请求值

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bmRequestType	1	0x21	D7: 0 = Host to Device. D6..5: 01 = Class Request.

Offset	Field	Size	Value	Description
				D4..0: 00001 = Recipient is interface.
1	bRequest	1	0x01	SET_CUR.
2	wValue	2	0x0000	Must be zero.
4	wIndex	2	0x0000	Interface number of the AudioControl interface.
6	wLength	2	0x0001	Parameter Block Length

一个字节的参数块包含选择器控件的新**bSelector**值。由于所有选择器单元都有两个输入引脚，因此**bSelector**的有效范围为[1,2]。

C.4.2.2 获取选择器单元控制请求

这个请求检索选择器单元控制参数。

表C-30:获取选择器单元控制请求值

Offset	Field	Size	Value	Description
0	bmRequestType	1	0xA1	D7: 1 = Device to Host. D6..5: 01 = Class Request. D4..0: 00001 = Recipient is interface.
1	bRequest	1	0x81 0x82 0x83 0x84	GET_CUR. GET_MIN. GET_MAX. GET_RES.
2	wValue	2	0x0000	Must be zero.
4	wIndex	2	0x0000	Interface number of the AudioControl interface.
6	wLength	2	0x0001	Parameter Block Length

选择器控件的实际设置在一个字节的参数块中返回。因为所有的选择器单元都有两个输入引脚，返回值的范围是[1,2]。