

MP3 文件格式解析

MP3 文件数据由多个帧组成，帧是 MP3 文件最小组成单位。每个帧又由帧头、附加信息和声音数据组成。每个帧播放时间是 0.026 秒，其长度随位率的不同而不等。有些 MP3 文件末尾有些额外字节存放非声音数据的说明信息。MP3 文件结构如图 1 所。

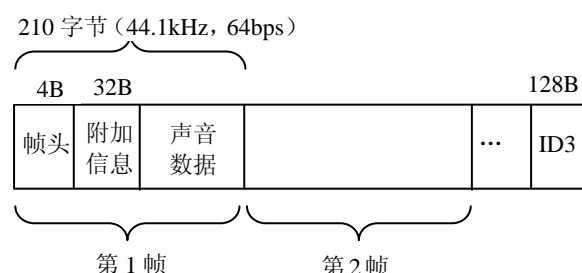


图 1 MP3 文件结构

1.1 帧头格式

帧头长 4 字节，对于固定位率的 MP3 文件，所有帧的帧头格式一样其数据结构如下：

```
typedef FrameHeader {
    unsigned int sync: 11;           //同步信息
    unsigned int version: 2;         //版本
    unsigned int layer: 2;           //层
    unsigned int error_protection: 1; //CRC 校验
    unsigned int bitrate_index: 4;    //位率
    unsigned int sampling_frequency: 2; //采样频率
    unsigned int padding: 1;          //帧长调节
    unsigned int private: 1;          //保留字
    unsigned int mode: 2;             //声道模式
    unsigned int mode_extension: 2;   //扩充模式
    unsigned int copyright: 1;        //版权
    unsigned int original: 1;         //原版标志
    unsigned int emphasis: 2;         //强调模式
}HEADER, *LPHEADER;
```

帧头 4 字节使用说明见表 1。

MP3 帧长取决于位率和频率，计算公式为：

```
. mpeg1.0    layer1 : 帧长= (48000*bitrate)/sampling_freq + padding
              layer2&3: 帧长= (144000*bitrate)/sampling_freq + padding
. mpeg2.0    layer1 : 帧长= (24000*bitrate)/sampling_freq + padding
              layer2&3: 帧长= (72000*bitrate)/sampling_freq + padding
```

例如：位率为 64kbps，采样频率为 44.1kHz，padding（帧长调节）为 1 时，帧长为 210 字节。

帧头后面是可变长度的附加信息，对于标准的 MP3 文件来说，其长度是 32 字节，紧接其后的是压缩的声音数据，当解码器读到此处时就进行解码了。

表 1 MP3 帧头字节使用说明

名称		位长	说 明						
同步信息	11	第 1、2 字节	所有位均为 1，第 1 字节恒为 FF。						
版本	2		00-MPEG 2.5 01-未定义 10-MPEG 2 11-MPEG 1						
层	2		00-未定义 01-Layer 3 10-Layer 2 11-Layer 1						
CRC 校验	1		0-校验 1-不校验						
位率	4	第 3 字节	取样率，单位是 kbps，例如采用 MPEG-1 Layer 3，64kbps 是，值为 0101。						
			bits	V1,L1	V1,L2	V1,L3	V2,L1	V2,L2	V2,L3
			0000	free	free	free	free	free	free
			0001	32	32	32	32(32)	32(8)	8 (8)
			0010	64	48	40	64(48)	48(16)	16 (16)
			0011	96	56	48	96(56)	56(24)	24 (24)
			0100	128	64	56	128(64)	64(32)	32 (32)
			0101	160	80	64	160(80)	80(40)	64 (40)
			0110	192	96	80	192(96)	96(48)	80 (48)
			0111	224	112	96	224(112)	112(56)	56 (56)
			1000	256	128	112	256(128)	128(64)	64 (64)
			1001	288	160	128	288(144)	160(80)	128 (80)
			1010	320	192	160	320(160)	192(96)	160 (96)
			1011	352	224	192	352(176)	224(112)	112 (112)
			1100	384	256	224	384(192)	256(128)	128 (128)
			1101	416	320	256	416(224)	320(144)	256 (144)
			1110	448	384	320	448(256)	384(160)	320 (160)
			1111	bad	bad	bad	bad	bad	bad
			V1 - MPEG 1 V2 - MPEG 2 and MPEG 2.5 L1 - Layer 1 L2 - Layer 2 L3 - Layer 3 "free" 表示位率可变 "bad" 表示不允许值						
			采样频率	2	采样频率，对于 MPEG-1: 00-44.1kHz 01-48kHz 10-32kHz 11-未定义 对于 MPEG-2: 00-22.05kHz 01-24kHz 10-16kHz 11-未定义 对于 MPEG-2.5: 00-11.025kHz 01-12kHz 10-8kHz 11-未定义				
帧长调节	1	用来调整文件头长度，0-无需调整，1-调整，具体调整计算方法见下文。							
保留字	1	没有使用。							
声道模式	2	第 4 字节	表示声道， 00-立体声 Stereo 01-Joint Stereo 10-双声道 11-单声道						
扩充模式	2		当声道模式为 01 是才使用。						
			Value	强度立体声		MS 立体声			
			00	off		off			
			01	on		off			
			10	off		on			
11	on		on						
版权	1	文件是否合法，0-不合法 1-合法							
原版标志	1	是否原版， 0-非原版 1-原版							
强调方式	2	用于声音经降噪压缩后再补偿的分类，很少用到，今后也可能不会用。 00-未定义 01-50/15ms 10-保留 11-CCITT J.17							

对于固定位率（CBR, Constant Bitrate）的 MP3 文件，并不是所有的帧都是等长的，有的帧可能多一个或几个字节。还有一种可变位率(VBR, Variable Bitrate)的 MP3 文件，是为了使 MP3 文件长度最小同时又保证声音质量，与 CBR 文件相比，除了第一帧不同外，其余的都一样。VBR 的第一帧不包含声音数据，其长度是 156 个字节，用来存放标准的声音帧头（4 字节）、VBR 文件标识、帧数、文件字节数等信息，具体结构说明见表 2。

1.2 ID3 标准

MP3 帧头中除了存储一些象 private、copyright、original 的简单音乐说明信息以外，没有考虑存放歌名、作者、专辑名、年份等复杂信息，而这些信息在 MP3 应用中非常必要。1996 年，FricKemp 在“Studio 3”项目中提出了在 MP3 文件尾增加一块用于存放歌曲的说明信息，形成了 ID3 标准，至今已制定出 ID3 V1.0, V1.1, V2.0, V2.3 和 V2.4 标准。版本越高，记录的相关信息就越丰富详尽。

表 2 VBR 文件第一帧结构

字 节	说 明
1—4	与 CBR 相同的标准声音帧头

5—40	存放 VBR 文件标识“Xing”(58 69 6E 67)，此标识具体位置视采用的 MPEG 标准和声道模式而定。标识的前后字节没有使用。	
	36—39	MPEG-1 和非单声道(常见)
	21—24	MPEG-1 和单声道
	21—24	MPEG-2 和非单声道
	13—16	MPEG-2 和单声道
41—44	标志，说明是否存储了帧数、文件长度、目录表和 VBR 规模信息，如果存储了，则 01 02 04 08。	
45—48	帧数（包括第一帧）	
49—52	文件长度	
53—152	目录表，用来按时间进行字节定位。	
153—156	VBR 规模，用于位率变动	

ID3 V1.0 标准并不周全，存放的信息少，无法存放歌词，无法录入专辑封面、图片等。V2.0 是一个相当完备的标准，但给编写软件带来困难，虽然赞成此格式的人很多，在软件中真正实现的却极少。绝大多数 MP3 仍使用 ID3 V1.0 标准。此标准是将 MP3 文件尾的最后 128 个字节用来存放 ID3 信息，这 128 个字节使用说明见表 3。

表 3 ID3 V1.0 文件尾说明

字节	长度 (字节)	说 明
1-3	3	存放“TAG”字符，表示 ID3 V1.0 标准，紧接其后的是歌曲信息。
4-33	30	歌名
34-63	30	作者
64-93	30	专辑名
94-97	4	年份
98-127	30	附注
128	1	MP3 音乐类别，共 147 种。

表 4 MP3 音乐类别：

0 'Blues'	20 'Alternative'	40 'AlternRock'	60 'Top 40'
1 'Classic Rock'	21 'Ska'	41 'Bass'	61 'Christian Rap'
2 'Country'	22 'Death Metal'	42 'Soul'	62 'Pop/Funk'
3 'Dance'	23 'Pranks'	43 'Punk'	63 'Jungle'
4 'Disco'	24 'Soundtrack'	44 'Space'	64 'Native American'
5 'Funk'	25 'Euro-Techno'	45 'Meditative'	65 'Cabaret'
6 'Grunge'	26 'Ambient'	46 'Instrumental Pop'	66 'New Wave'
7 'Hip-Hop'	27 'Trip-Hop'	47 'Instrumental Rock'	67 'Psychadelic'
8 'Jazz'	28 'Vocal'	48 'Ethnic'	68 'Rave'
9 'Metal'	29 'Jazz+Funk'	49 'Gothic'	69 'Showtunes'
10 'New Age'	30 'Fusion'	50 'Darkwave'	70 'Trailer'
11 'Oldies'	31 'Trance'	51 'Techno-Industrial'	71 'Lo-Fi'
12 'Other'	32 'Classical'	52 'Electronic'	72 'Tribal'
13 'Pop'	33 'Instrumental'	53 'Pop-Folk'	73 'Acid Punk'
14 'R&B'	34 'Acid'	54 'Eurodance'	74 'Acid Jazz'
15 'Rap'	35 'House'	55 'Dream'	75 'Polka'
16 'Reggae'	36 'Game'	56 'Southern Rock'	76 'Retro'
17 'Rock'	37 'Sound Clip'	57 'Comedy'	77 'Musical'
18 'Techno'	38 'Gospel'	58 'Cult'	78 'Rock & Roll'
19 'Industrial'	39 'Noise'	59 'Gangsta'	79 'Hard Rock'
80 Folk	81 Folk/Rock	82 National Folk	83 Swing
84 Fast-Fusion	85 Bebob	86 Latin	87 Revival
88 Celtic	89 Bluegrass	90 Advantgarde	91 Gothic Rock
92 Progressive Rock	93 Psychadelic Rock	94 Symphonic Rock	95 Slow Rock
96 Big Band	97 Chorus	98 Easy Listening	99 Acoustic
100 Humour	101 Speech	102 Chanson	103 Opera

104 Chamber Music	105 Sonata	106 Symphony	107 Booty Bass
108 Primus	109 Porn Groove	110 Satire	111 Slow Jam
112 Club	113 Tango	114 Samba	115 Folklore

Any other value should be considered as 'Unknown'

1.3 文件实例

在 VC++ 中打开一个名为 test.mp3 文件，其内容如下：

```
000000 FF FB 52 8C 00 00 01 49 09 C5 05 24 60 00 2A C1
000010 19 40 A6 00 00 05 96 41 34 18 20 80 08 26 48 29
000020 83 04 00 01 61 41 40 50 10 04 00 C1 21 41 50 64
.....
0000D0 FE FF FB 52 8C 11 80 01 EE 90 65 6E 08 20 02 30
0000E0 32 0C CD C0 04 00 46 16 41 89 B8 01 00 08 36 48
0000F0 33 B7 00 00 01 02 FF FF FF F4 E1 2F FF FF FF FF
.....
0001A0 DF FF FF FB 52 8C 12 00 01 FE 90 58 6E 09 A0 02
0001B0 33 B0 CA 85 E1 50 01 45 F6 19 61 BC 26 80 28 7C
0001C0 05 AC B4 20 28 94 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
.....
001390 7F FF FF FF FD 4E 00 54 41 47 54 45 53 54 00 00
0013A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
.....
0013F0 00 00 00 00 04 19 14 03 00 00 00 00 00 00 00
001400 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
001410 00 00 00 00 00 00 00 4E
```

该文件长度 1416H（5.142K），帧头为：FF FB 52 8C，转换成二进制为：

```
11111111 11111011
01010010 10001100
```

对照表 1 可知，test.mp3 帧头信息见表 5。

表 5 test.mp3 文件帧头信息

名称	位值	说 明
同步信息	1111111111	第 1 字节恒为 FF，11 位均为 1。
版本	11	MPEG 1
层	01	Layer 3
CRC 校验	1	不校验
位率	0101	64kbps
频率	00	44.1kHz
帧长调节	1	调整，帧长是 210 字节。
保留字	0	没有使用。
声道模式	10	双声道
扩充模式	00	未使用。
版权	1	合法
原版标志	1	原版
强调方式	00	未定义

第 1397H 开始的三个字节是 54 41 47，存放的是字符“TAG”，表示此文件有 ID3 V1.0 信息。

139AH 开始的 30 个字节存放歌名，前 4 个非 00 字节是 54 45 53 54，表示“TEST”；

13F4H 开始的 4 个字节是 04 19 14 03，存放年份“04/25/2003”；

最后 1 个字节是 4E，表示音乐类别，代号为 78，即“Rock&Roll”；

其它字节均为 00，未存储信息。