

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BT.1887 建议书

(03/2011)

**多媒体广播中MPEG-2传输流中
IP包的承载**

**BT 系列
广播业务
(电视)**



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2011年，日内瓦

© ITU 2011

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R BT.1887建议书

多媒体广播中MPEG-2传输流中IP包的承载

(ITU-R第45-2/6号课题)

(2011年)

范围

本建议书涉及数字多媒体广播中 MPEG-2 传输流中 IP 包的承载，具体就封装（encapsulation）技术和 IP 字头压缩技术做出规定。

国际电信联盟无线电通信全会，

考虑到

- a) 数字广播可提供种类繁多的多媒体业务信号；
- b) 已通过的ITU-T H.222.0建议书（MPEG-2系统）为多数数字广播系统提供了业务传输和业务多路复用方法；
- c) 随着基于IP的电信网络的不断发展，IP包已成为多种不同信号的另一种传送方法；
- d) 目前将广播业务与电信业务统一的需求与日俱增；
- e) 对于现有的仅支持将MPEG-2传输流作为其输入流格式的数字广播系统而言，有必要有能力将IP包传送至MPEG-2传输流中；
- f) 有必要限制各种不同广播系统的不同封装方案，

建议

1 对于多媒体广播中MPEG-2传输流中的IP的承载，应使用附件1描述的封装方案；

2 遵守本建议书是自愿行为，然而，本建议书可能也包含某些强制性规定（如确保互操作性或适用性），只有满足所有这些强制性规定的情况下才是遵守了本建议书。“须”或其它一些强制性措辞（如“必须”）及其否定形式均旨在表示要求，对这些措辞的使用不得以任何方式被理解为暗含着部分或全部遵守了本建议书。

附件1

多媒体广播中MPEG-2传输流中IP包的承载

参考文献

规范性参考文献

- [1] ITU-T H.222.0建议书（2006年） – 信息技术 – 活动图像及相关音频信息的通用编码：系统。
- [2] ISO/IEC 13818-6（1998年） – 信息技术 – 活动图像及相关音频信息的通用编码 – 第6部分：DSM-CC的扩展。
- [3] ITU-R BT.1869建议书（2010年） – 数字多媒体广播系统中可变长度数据包的复用方案
- [4] ETF RFC 3095（2001年7月）：强健字头压缩（ROHC）：框架及四种特性：RTP、UDP、ESP及不压缩
以下网址提供IETF的该标准：<http://www.ietf.org/rfc/rfc3095.txt>
- [5] IETF RFC 4326（2005年12月）：经MPEG-2传输流（TS）传送的单向轻量级封装（ULE）。
下列网站提供IETF的该标准：<http://www.ietf.org/rfc/rfc4326.txt>
- [6] ATSC A/90号文件（2000年7月）：ATSC数据广播标准。
- [7] ATSC A/92号文件（2002年1月）：ATSC标准：经ATSC数据广播提供IP组播会话。
- [8] 欧洲电信标准学会（ETSI）EN 301 192 v1.5.1（2009-11）：数字视频广播（DVB）；数据广播DVB规范。
- [9] IETF RFC 791（1981年9月）：互联网协议。
下列网站提供IETF的该标准：<http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>
- [10] IETF RFC 2460（1998年12月）：互联网协议，第6版本（IPv6）规范。
下列网站提供IETF的该标准：<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>
- [11] ISO/IEC 8802-2（1998年）：信息技术 – 系统之间的电信及信息交换 – 局域网与城域网 – 具体要求 – 第2部分：逻辑链路控制。
- [12] ISO/IEC TR 8802-1（2001年）：信息技术 – 系统之间的电信和信息交换 – 局域网与城域网 – 具体要求 – 第1部分：城域网标准概述。
- [13] ITU-T J.122建议书（2007年） – 交互式有线电视业务的第二代传输系统 – IP有线调制解调器。
- [14] ITU-T J.222.2建议书（2007年） – 交互式有线电视业务的第三代传输系统：MAC和上层协议。

首字母缩略语

ATSC	先进电视系统委员会
CRC	循环冗余校验
DSM-CC	数字存储媒体命令和控制
DVB	数字视频广播
ESP	封装安全有效荷载
ETSI	欧洲电信标准学会
HCfB	广播字头压缩
IEC	国际电工技术委员会
IETF	互联网工程任务组
IP	互联网协议
ISO	国际标准化组织
LLC	逻辑链路控制
MAC	媒体接入控制
MPE	多协议封装
MPEG	移动图像专家组
PDU	协议数据单元
PES	打包的基本码流
RFC	请求注解（IETF标准）
ROHC	强健字头压缩
RTP	实时传送协议
SNAP	子网附着点
SNDU	子网数据单元
TS	传输流
UDP	用户数据报协议
ULE	单向轻量级封装

1 引言

许多已部署的数字广播系统将MPEG-2 TS [1]作为其输入流格式，在此类广播系统中在MPEG-2 TS中承载IP包有两种可能程序：一种是封装为MPEG-2 TS专用流，如图1所示；另一种是封装为MPEG-2 TS的一段（section），如图2所示。

因为在广播信道上不一定需要IP字头信息，因此可在封装前对此进行压缩，以提高效率。

图 1

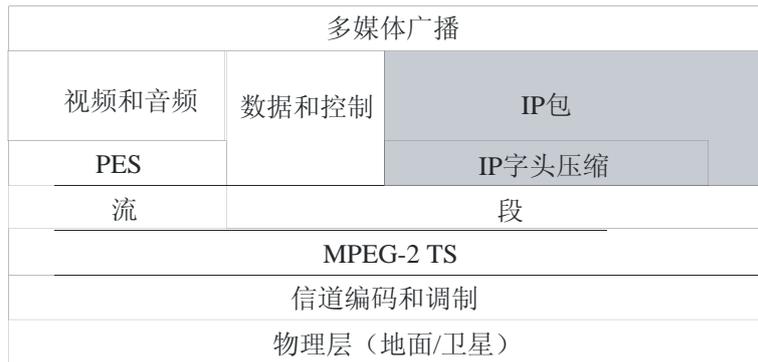
将IP封装为MPEG-2 TS专用流的协议栈



BT.1887-01

图 2

将IP封装为MPEG-2 TS段的协议栈



BT.1887-02

2 将IP封装为MPEG-2 TS的技术

2.1 将IP封装为MPEG-2 TS专用流

IETF RFC 4326 [5]规定的单向轻量级封装（ULE）是经MPEG-2传输流的、作为专用数据的IP包和其它网络协议包的封装技术。

IP包等得到传送的包称为协议数据单元（PDU）。每一个PDU均通过增加封装字头和完整性校验拖尾（trailer）而被封装为子网数据单元（SNDU）。表1所示为SNDU的语法（syntax）。一个SNDU被分解为一系列一个或多个MPEG-2 TS包。

表 1
SNDU语法

语法	位数	助记符
SNDU {		
destination_address_absent_flag	1	bslbf
length	15	uimsbf
type	16	uimsbf
if(destination_address_absent_flag=="0")		
destination_address	48	uimsbf
if(type==0x0800)		
IPv4_packet ()		
else if (type==0x86DD)		
IPv6_packet ()		
else if (type==[T.B.D])		
compressed_ip_packet ()		
else if (type==[T.B.D])		
compressed_ip_packet_ROHC ()		
CRC_32	32	rpchof
}		

destination_address_absent_flag – 表示缺乏目的地地址（destination_address）字段。数值“0”表示destination_address字段存在，数值“1”表示destination_address字段不存在。

length – 表示从类型字段后字节算起的SNDU的长度（单位为字节），并包括CRC_32字段。

type – 表示SNDU承载的有效荷载类型，或下一个字头的存在。

destination_address – 旨在识别处理收到的SNDU的接收机。

IPv4_packet () –表示IPv4包，具有RFC791 [9]定义的IPv4字头。

IPv6_packet () –表示IPv6包，具有RFC 2460 [10]定义的IPv6字头。

compressed_ip_packet () – 表示一个具有本建议书第3.1段和ITU-R BT.1869建议书第4节所述的压缩字头的IP包。

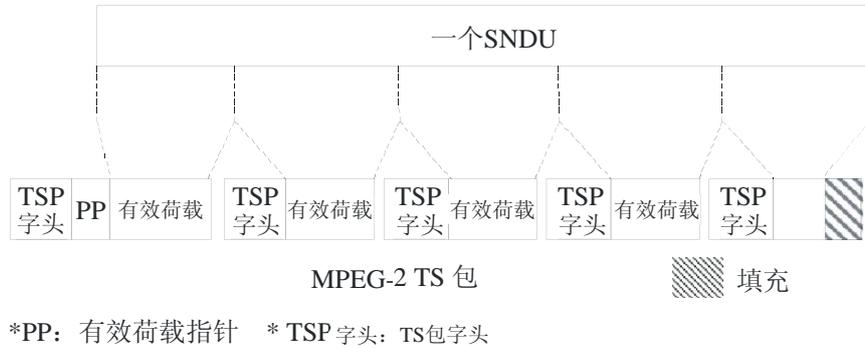
compressed_ip_packet_ROHC () – 表示具有本建议书第3.2段所述的、使用强健字头压缩（ROHC）[4]压缩字头的IP包。

CRC_32 – 该字段符合ITU-T H.222.0建议书。

SNDU被分配为一系列TS包有效荷载。分配程序有两个：填充（padding）和打包（packing），打包和填充程序概述分别见图3和图4。打包程序为可选程序，可根据每个会话或每个SNDU情况予以确定。

在填充程序中，在将一个SNDU封装为一系列MPEG-2 TS包后，另一个SNDU不会立即得到封装，即使在部分填满的TS包中还有空间时依然如此。该程序改进了时延，但降低了效率。

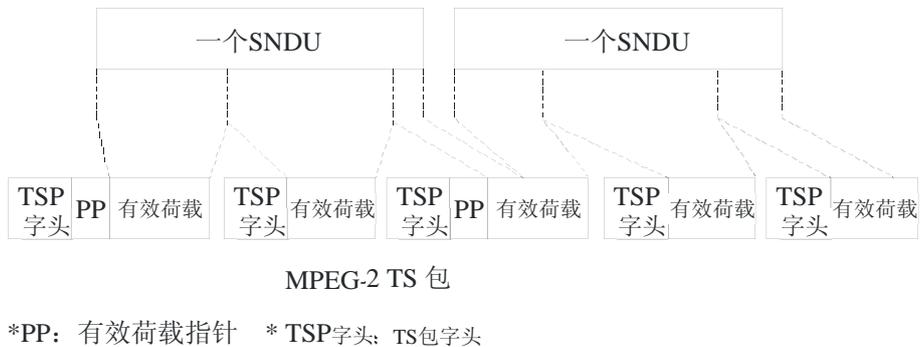
图3
使用填充程序将SNDU封装为MPEG-2 TS包



BT.1887-03

另一方面而言，在打包程序中，当多个SNDU等待传送，且MPEG-2 TS包在有效荷载中依然剩有足够空间时，则此前得到封装的SNDU后面会有另一个使用TS包有效荷载下一个可用字节的SNDU。

图4
使用打包程序将SNDU封装为MPEG-2 TS包



BT.1887-04

2.2 将IP包封装为MPEG-2 TS的一段

可采用下列两个方案将IP包封装为MPEG-2 TS的一段。

2.2.1 多媒体协议封装[6]; [7]

IP包被封装为DSM-CC的可得到寻址的一段。表2所示为封装IP包的DSM-CC可寻址的语法。ITU-T H.220.0建议书规定了将该段映射至MPEG-2 TS包的技术。

表 2

DSM-CC_可寻址_段的语法

语法	位数	助记符
DSMCC_addressable_section () {		
table_id	8	uimsbf
section_syntax_indicator	1	bslbf
error_detection_type	1	bslbf
reserved	2	bslbf
section_length	12	uimsbf
deviceID[7...0]	8	uimsbf
deviceID[15...8]	8	uimsbf
reserved	2	bslbf
payload_scrambling_control	2	bslbf
address_scrambling_control	2	bslbf
LLC_SNAP_flag	1	bslbf
current_next_indicator	1	bslbf
section_number	8	uimsbf
last_section_number	8	uimsbf
deviceID[23...16]	8	uimsbf
deviceID[31...24]	8	uimsbf
deviceID[39...32]	8	uimsbf
deviceID[47...40]	8	uimsbf
if (LLC_SNAP_flag=="1") {		
LLC_SNAP()		
} else {		
for (j=0; j<N; j++) {		
IPv4_packet ()		
}		
}		
if(section_number == last_section_number) {		
for(j=0; j<N; j++) {		
stuffing_byte	8	bslbf
}		
}		
if (error_detection_type=="1") {		
checksum	32	uimsbf
} else {		
CRC_32	32	rpchof
}		
}		

table_id – 该字段标识相关段所属的DSM-CC段类型。在DSM-CC可寻址段中，该字段设为“0x3F”。

section_syntax_indicator – 这是一个1位标记。当设为“1”时，表示存在CRC_32字段；当设为“0”时，表示存在校验和字段。

error_detection_type – 这是一个1位标记。当设为“1”时，表示存在校验和字段；当设为“0”时，表示存在CRC_32字段。

reserved – 这是一个2位标记，设为“11”。

section_length – 该字段具体规定section_length（段长度）字段后直到该段结束之间的段的剩余字节数，包括校验和字段或CRC_32字段。

deviceId – 这是一个48位的字段，对计划的接收装置进行标识。装置身份（deviceId）字段通过装置身份[47...40]、装置身份[39...32]、装置身份[31...24]、装置身份[23...16]、装置身份[15...8]和装置身份[7...0]字段的级联顺序进行重建，分别代表47至40码位、39至32码位、31至24码位、23至16码位、15至8码位和7至0码位。

payload_scrambling_control – 该字段定义有效荷载的扰码模式，其中包括装置身份[47..40]字节之后开始的有效荷载，且不包括校验和或CRC_32字段。

address_scrambling_control – 该字段定义装置身份的扰码模式。

LLC_SNAP_flag – 这是一个1位标记。如果该标记设为“1”，则有效荷载承载装置身份[47..40]字段后的一个LLC/SNAP封装数据报。LLC/SNAP结构表明所输送的包的类型。如该标记设为“0”，则该段包含没有LLC/SNAP封装的一个IPv4包。

current_next_indicator – 这是一个1位标记。如table_id字段的数值含有0x3A至0x3C范围的一个数值，则该位设为“1”，如若不然，则由用户确定该字段的数值及其使用。

section_number – 该字段的数值和使用由用户确定。

last_section_number – 该字段设为在section_number字段（用于同一个table_id字段）中的得到编码的最大数值。

LLC_SNAP() – 该结构含有符合ISO/IEC 8802-2逻辑链路控制（LLC）[11]和ISO/IEC 8802-1子网附着点（SNAP）标准[12]的数据报。

IPv4_packet() – 表示一个IPv4包，它拥有RFC 791 [9]定义的IPv4字头。

stuffing_byte – 这是一个可选的8位字段，其数值未予具体规定。

checksum – 在整个DSMCC_addressable_section上计算的一个32位校验和。具体计算方法是将DSMCC_addressable_section作为一个32位的整数序列加以处理，并在所有整数上进行一的补充加法--异运算（Exclusive-Or operation），首先是最主要字节，然后为结果的一的补充。

CRC_32 – 该字段符合ITU-T H.222.0建议书规定。

2.2.2 多协议封装[8]

IP包被封装为符合DSMCC_section格式[2]的数据报段（datagram_section）。表3所示为datagram_section的语法。ITU-T H.222.0建议书规定了将该段映射至MPEG-2 TS包的技术。

表 3

datagram_section语法

语法	位数	助记符
datagram_section () {		
table_id	8	uimsbf
section_syntax_indicator	1	bslbf
private_indicator	1	bslbf
reserved	2	bslbf
section_length	12	uimsbf
MAC_address_6	8	uimsbf
MAC_address_5	8	uimsbf
reserved	2	bslbf
payload_scrambling_control	2	bslbf
address_scrambling_control	2	bslbf
LLC_SNAP_flag	1	bslbf
current_next_indicator	1	bslbf
section_number	8	uimsbf
last_section_number	8	uimsbf
MAC_address_4	8	uimsbf
MAC_address_3	8	uimsbf
MAC_address_2	8	uimsbf
MAC_address_1	8	uimsbf
if (LLC_SNAP_flag == "1") {		
LLC_SNAP()		
} else {		
for (j=0; j<N; j++) {		
IPv4_packet ()		
}		
}		
if(section_number == last_section_number) {		
for(j=0; j<N; j++) {		
stuffing_byte	8	bslbf
}		
}		
if (section_syntax_indicator == "0") {		
checksum	32	uimsbf
} else {		
CRC_32	32	rpchof
}		
}		

table_id – 该字段标识相关段所属的DSM-CC段类型。在包含专有数据的DSM-CC段的情况下，该字段设为“0x3E”。

section_syntax_indicator – 这是一个1位标记。设为“1”时，表示存在CRC_32字段；设为“0”时，表示存在校验和字段。

private_indicator – 这是一个1位标记，被设为section_syntax_indicator标记的补充值。

reserved – 这是一个2位标记，设为“11”。

section_length – 该字段具体规定section_length（段长度）字段后直到该段结束之间的段的剩余字节数，包括校验和字段或CRC_32字段。

MAC_address – 这是一个包含目的地MAC地址的48位字段。MAC地址分为6个8位字节，分别被标为MAC_address_1至MAC_address_6。

payload_scrambling_control – 该字段定义有效荷载的扰码模式，其中包括MAC_address_1字节之后开始的有效荷载，且不包括校验和或CRC_32字段。

address_scrambling_control – 该字段定义MAC地址的扰码模式。

LLC_SNAP_flag – 这是一个1位标记。如果该标记设为“1”，则有效荷载承载MAC_address_1字段后的一个LLC/SNAP封装数据报。LLC/SNAP结构表明所输送的包的类型。如该标记设为“0”，则该段包含没有LLC/SNAP封装的一个IPv4包。

current_next_indicator – 这是一个1位标记。如table_id字段的数值含有0x3A至0x3C范围的一个数值，则该位设为“1”，如若不然，则由用户确定该字段的数值及其使用。

section_number – 如数据报在多段中承载，则该字段表示在分解过程中的段的位置，如若不然，将其设为“0”。

last_section_number – 该字段表示用于承载数据报的上一段的号码，即分解过程中上一段的号码。

LLC_SNAP() – 该结构含有符合ISO/IEC 8802-2逻辑链路控制（LLC）[11]和ISO/IEC 8802-1子网附着点（SNAP）标准[12]的数据报。

IPv4_packet() – 表示一个IPv4包，它拥有RFC 791 [9]定义的IPv4字头。

stuffing_byte – 这是一个可选的8位字段，其数值未予具体规定。

checksum – 在整个DSMCC_addressable_section上计算的一个32位校验和。具体计算方法是将DSMCC_addressable_section作为一个32位的整数序列加以处理，并在所有整数上进行一的补充加法–异运算（Exclusive-Or operation），首先是最主要字节，然后为结果的一的补充。

CRC_32 – 该字段符合ITU-T H.222.0建议书规定。

3 IP字头压缩

通常每一个IP包均含有至少20个字节的一个IPv4字头或40个字节的一个IPv6字头。电信网络路由器需根据这些字头决定将每一个包传送至何方，因此，在电信网络中，这些字头极为重要。

另一方面而言，对广播信道而言这些字头并非必要，因为广播信道中的所有包均只传至接收机。如果该不被使用的字头信息得到压缩则可提高传输吞吐量。

字头压缩包可在使用ULE或MPE的MPEG-2 TS包中承载。目前存在以下两个压缩IP字头信息的方案，有必要明确将使用哪种字头压缩方案。

3.1 广播字头压缩[3]

ITU-R BT.1869建议书第4节规定的本字头压缩技术以多数数据包的3或5个字节的压缩字头代替IP和UDP字头。当内容在IP包中提供时，这些字头的多数字节在连接过程中是恒定不变的。一旦传送不压缩字头，则在以下包中具有相同数值的这些字节可能不一定得到传送。在这一原则基础上，具有所有信息的IP和UDP字头在间隔很长的情况下得到传送，而得到压缩的字头则几乎在所有包中得到传送。

在接收端将压缩字头予以恢复，具体做法是在这些字头中填充拥有全部字头信息的前一个包的字头。

3.2 强健字头压缩U模式[4]

这是RTP/UDP/IP、UDP/IP和ESP/IP字头的非常强健和有效的字头压缩技术。之所以开发这一技术是因为现有字头压缩技术在用于误码率高且来回回程时间长的链路时不能很好工作。

为实现强健性，根据具体情况确定和使用三种操作模式：单向模式（U模式）、双向乐观模式（O模式）和双向可靠模式（R模式）。虽然该字头压缩技术通常用于双向信道，但如采用U模式，也可用于诸如广播等的单向信道上。
