

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1061—2000

同步数字体系(SDH)上传送 IP 的 LAPS 技术要求

(IP over SDH)

2000-05-31 发布

2000-10-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 2

4 缩略语 2

5 IP over SDH using LAPS 的协议框架 3

6 物理层及其原语 5

7 数据链路的服务设施及协议说明 6

附录 A(标准的附录)LAPS 规范 8

附录 B(标准的附录)网络层或其他高层协议与链路层以及物理层与链路层的服务原语 12

附录 C(标准的附录)自同步扰码/解扰($X^{43} + 1$)功能描述 14

附录 D(提示的附录)LAPS 与 PPP/HDLC 之间的主要差异 15

前 言

本标准参照了 ITU-T 建议 X.85/Y.1321 的内容,主要叙述 IP over SDH 的协议框架、物理层规范、链路层服务设施和规范,本标准在技术上与 ITU-T 建议 X.85/Y.1321 等同,但编写格式和顺序符合我国标准化工作导则的有关规定。

本标准由信息产业部电信研究院提出并归口。

本标准由武汉邮电科学研究院负责起草。

本标准的主要起草人:余少华

中华人民共和国通信行业标准

同步数字体系(SDH)上传送 IP 的 LAPS 技术要求

(IP over SDH)

YD/T 1061—2000

1 范围

本标准根据 ITU-T 建议 X.200 的内容,构造了用于 IP over SDH 的简单的 HDLC(高级数据链路规程)协议模型。并通过服务访问点标识符(SAPI)规定了多逻辑链路,以封装 IPv6,IPv4,PPP 和其他上层协议的数据包。本标准还定义了 IP over SDH 网中使用的各种物理接口和服务原语。

LAPS,IP 和 SDH 物理层之间的关系以及相关的服务原语如图 1 所示。

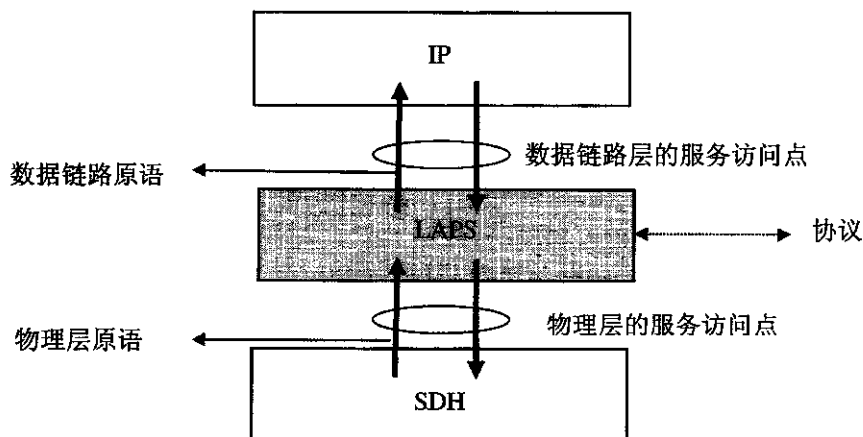


图 1 LAPS 和 IP 的关系以及 LAPS 和 SDH 的关系

本标准不规定从 LAPS 到 SDH 的映射,也不规定 LAN(局域网)如何接入“IP over SDH using LAPS”。所有的 IP 协议(包括 RFC791, RFC2460)以及 SDH 标准都不作任何改动。本标准可以在将来的修订中加以扩充,以便支持新的 Internet 业务。LAPS 不与 HDLC(ISO 3309 或 RFC1662)、LAPB/ITU-T X.25 和 LAPD/ITU-T Q.921 在同一个物理链路上共存,而只限制在 IP over SDH 和 Ethernet over LAPS(SDH)范围。

本标准适用于以 SDH 设备作为传输手段的公用电信网中的长途网、中继网和接入网,适用于以光纤光缆为基本的传输媒质,原则上也可以用于微波和卫星等。采用其他传输手段所产生的特殊要求将由其他相关文件规定。

2 引用标准

下列标准包括的条文,通过在本标准中引用而成为本标准的条文。在本标准发布时,所示的版本均为有效。下列所有的标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ITU-T G.703(1998)

同步数字接口的物理/电特性

ITU-T G.707(1996)	用于同步数字系列(SDH)的网络节点接口
ITU-T G.708(1999)	用于同步数字系列(SDH)的 SubSTM-0 网络节点接口
ITU-T G.957(1995)	用于同步数字系列相关设备和系统上的光接口
ITU-T Q.921(1997)	物理的/电的 ISDN 用户网络接口—数据链路层的协议规程
ITU-T X.25(1996)	在包模式和采用专线连接到公用数据网中,用于分组终端操作的数据终端设备(DTE)与数据电路终接设备(DCE)的接口
ITU-T X.200(1994) ISO/IEC 7498-1(1994)	信息技术—开放系统互连—基本参考模型:基本模型
ITU-T X.211(1995) ISO/IEC 7498-1(1996)	信息技术—开放系统互连—物理层定义
ITU-T X.212(1995) ISO/8886(1996)	信息技术—开放系统互连—数据链路服务定义
ISO/IEC3309(1991)	信息技术—在系统之间的电信和信息交换—高级数据链路控制规程—帧结构
RFC 791(1981)	因特网协议—因特网方案—协议规范
RFC 1662(1994)	在与 HDLC 类似的组帧中的点到点协议(PPP)
RFC 2460(1998)	因特网协议,第六版(IPv6)规范
RFC 2615(1999)	PPP over SONET/SDH

3 定义

3.1 IP over SDH:是一种将 IP 与 SDH 网络结合起来的数据通信体系结构。物理层、数据链路层和网络层分别定以为 SDH、LAPS 和基于 IP 的协议或 PPP 协议。

3.2 LAPS:HDLC 的一个子集,包括数据链路服务和协议规范,主要用于 IP over SDH 网络和以太网在 SDH 上运行。

3.3 UI frame:UI frame 主要指在数据链路层,以不确认信息传送方式来传送包括第三层用户数据或其他协议的用户数据,包括基于 IPv4 的数据包(见 RFC791)、基于 IPv6 数据包(见 RFC2460)或 PPP 帧。

4 缩略语

CRC	循环冗余校验
DS	细分业务
FCS	帧校验序列
HDLC	高级数据链路控制规程
ICMP	因特网网制报文协议
IETF	Internet 工程任务组
IP over SDH	同步数字系列上的因特网协议
IPv4	因特网协议(版本 4)
IPv6	因特网协议(版本 6)
LAN	局域网
LAPB	平衡链路接入规程
LAPS	链路接入规程-SDH
LLC	逻辑链路控制
MAC	介质访问控制
MRU	最大接收单元
PPP	点到点协议

RFC	请求评论(IETF 标准代号)
SAP	服务访问点
SAPI	服务访问点标识符
SDH	同步数字体系
PDU	协议数据单元
sSTM	子类同步传输模式
STM	同步传输模式
TCP	传输控制协议
UDP	用户数据报
UI	无编号信息(一种数据链路帧,用于传送第三层用户数据)
UTS	不确认式信息传送服务
VC	虚容器

5 IP over SDH using LAPS 的协议框架

IP over SDH using LAPS 是一种把 IP 协议或其他协议同 SDH 传输网络结合起来的一种数据通信体系结构。物理层、链路层和网络层或其他协议分别由 SDH, LAPS 和 IPv4/IPv6 类协议或 PPP 等协议类来定义, IP over STM-*N* 的分层模型/协议栈如图 2 所示, IP over STM 的分层模型/协议栈如图 3 所示。图 4 和图 5 描述的是协议配置和相应的网络示例。

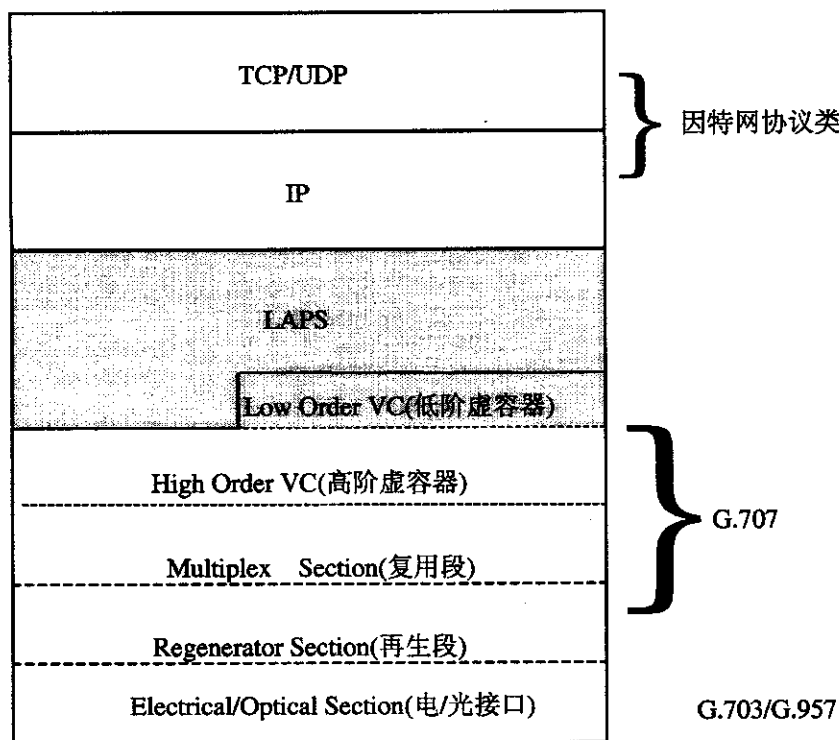


图 2 IP over STM-*N* using LAPS 的分层模型/协议栈

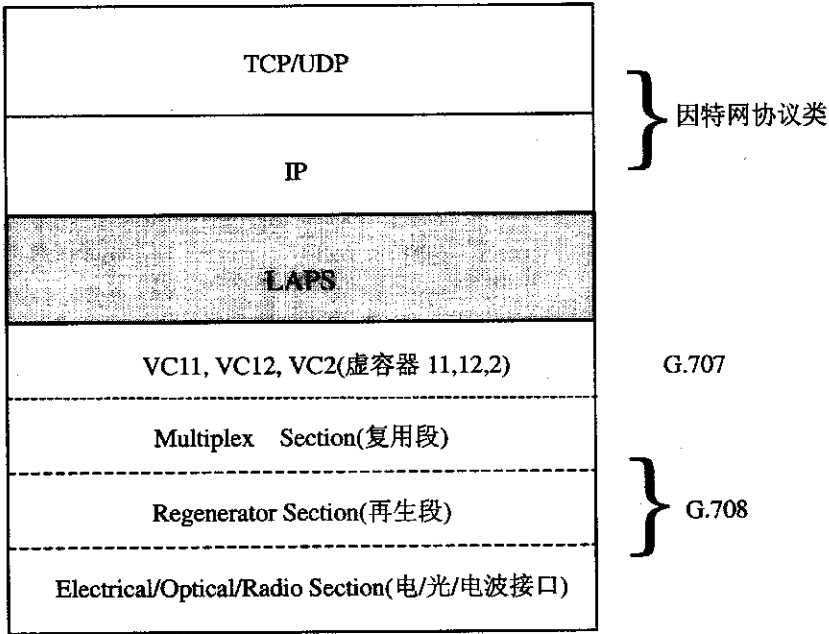


图 3 IP over sSTM using LAPS 的分层模型/协议栈

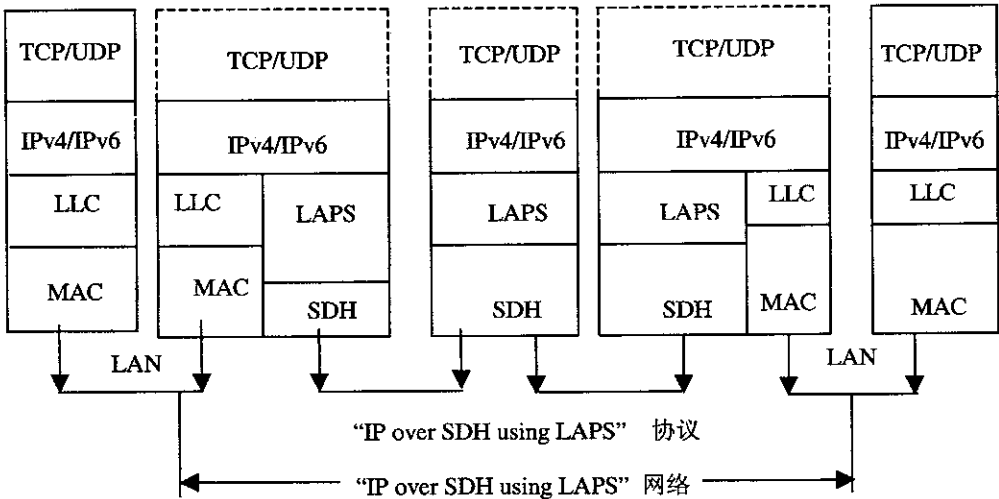


图 4 IP over SDH using LAPS 的协议配置

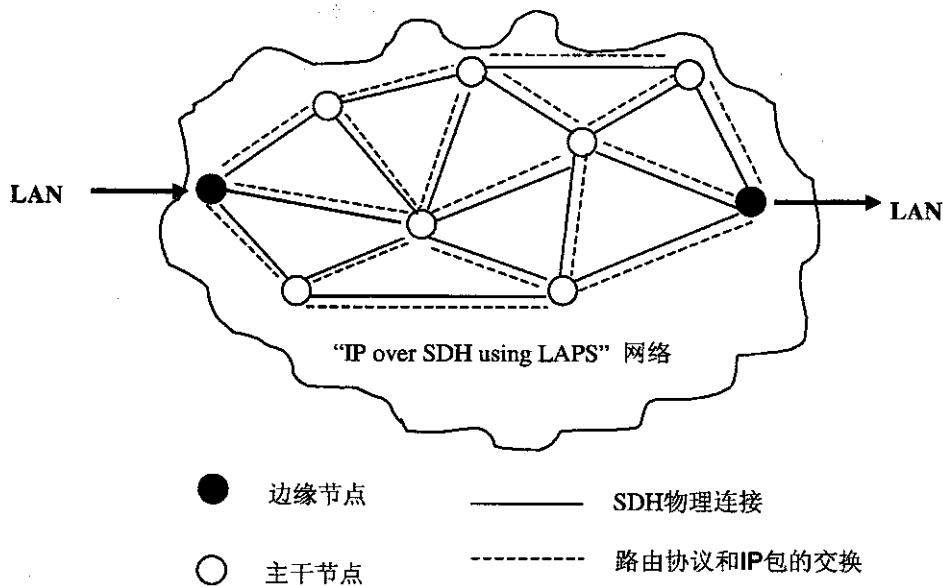


图 5 IP over SDH using LAPS 网络示例

6 物理层及其原语

本标准把 SDH 传输看成是面向八位组的同步点到点链路。同时,SDH 帧也是一种面向八位组的同步映射结构,该帧结构规定了一系列的标准速率、格式和映射方法。虚容器的传输带宽如表 1 所示,目前规定的同步传输模式如表 2 所示。在这里不要求使用物理层的控制信号。在从同步净荷包封中插入/提取码流时,要用到同步扰码和解扰(扰码函数为 $x^{43} + 1$)(参见附录 C)。本标准使用 G.707 新版本所定义的虚容器的级联。数据链路层和物理层之间的通信服务设施是由 ITU-T 建议 X.211 定义的原语来完成的(见表 3)。表 3 的原语规定了数据链路层及物理层请求和提供服务的互操作。

表 1 虚容器的带宽

虚容器类型	虚容器带宽 (kbit/s)	虚容器净负荷 (kbit/s)
VC-11	1 664	1 600
VC-12	2 240	2 176
VC-2	6 848	6 784
VC-3	48 960	48 384
VC-4	150 336	149 760
VC-4-4c	601 304	599 040
VC-4-16c	2 405 376	2 396 160
VC-4-64c(*)	9 621 504	9 584 640
注:(*)表示留待以后研究。		

表 2 同步传输模式接口速率

同步传输模式类型	同步传输模式比特率(kbit/s)
sSTM - 11	2 880
sSTM - 12	5 184
sSTM - 14	9 792
sSTM - 18	19 792
sSTM - 116	37 444
sSTM - 21	7 488
sSTM - 22	14 400
sSTM - 24	28 224
STM - 0	51 840
STM - 1	155 052
STM - 4	622 080
STM - 16	2 488 320
STM - 64	9 953 280

表 3 物理层原语

原语名称	原语类型
PH-DATA	请求 指示

7 数据链路的服务设施及协议说明

数据链路协议是 LAPS,它提供在 SDH 虚容器及接口速率上的点到点传输。UTIS(不确认式信息传送服务)是 LAPS 所支持的无连接模式服务。

数据链路层和网络层的通信是由 ITU-T 建议 X.212 定义的原语来完成的(见表 4)。

表 4 LAPS 向第三层提供的服务原语(注 1)

原语名称	原语类型(参数)
DL-UNACK-DATA	请求(第三层用户数据,DS 码点) 指示(第三层用户数据)
注 1:原语的基本功能参见附录 B。	

7.1 UTIS 及其规范

UTIS 遵循面向八位组的同步规程以及附录 A 中规定的不确认式信息传送规范。表 5 中定义了相关协议要素。UTIS 服务设施通过服务访问点向网络层或其他上层协议提供的是 DL-UNACK-DATA 请求原语,它带有“用户数据”(主要是 IP 包)和“DS 码点”两个参数,或者向网络层或其他上层协议提供 DL-UN-

ACK-DATA 指示原语,随之带有“用户数据”(主要是 IP 包)一个参数。

“用户数据”是指那些即将发出的或即将收到的 IP 数据包(IP 包头及其用户数据不做任何改动)。第二个参数是“6 比特的 DS 码点”,这个参数执行一些链路层功能以支持细分业务,它不用于任何组帧。

表 5 UITS 规范

a)	UI 帧总是采用命令帧的形式。
b)	服务访问点标识符(SAPI)值(十进制):用 6 表示 IPv6,用 4 表示 IPv4, 255 表示 PPP。当包装 PPP 协议时: (1) FCS-32 或 FCS-16 两种校验可以通过指配功能设置。FCS-32 可用于所有 SDH 速率。对于 STM-1c/ VC-4,推荐使用 FCS-32,但也可以采用 FCS-16。 (2) 关于 SDH 通道的信号标签(C2 字节),为了与 RFC2615 兼容, $(x^{43}+1)$ 扰码的信号标签值应从 24(18H)改为 22(16H)。另外,LAPS 也提供信号标签值 207(c4H)以指示不扰码的 PPP。
c)	默认的最大帧长应能够支持 1600 个八位组的信息字段的传送,对 IPv4 和 IPv6 包均应该能够适用。

附录 A

(标准的附录)

LAPS 规范

A1 概述

本附录规定了帧结构、规程要素、字段格式和 LAPS 中面向八位组的同步操作规程。

A2 对等通信的帧结构

A2.1 概述

所有数据链路层对等通信都在图 A1 所示的帧格式中进行。

注:对于 10Gbit/s 的情况,为了提供帧定界、透明传送和差错检测,LAPS 应该封装在面向字符的 32bit 帧中。STM-64 或 VC-4-64 的帧格式需要进一步研究。

A2.2 标志序列

所有的帧用标志序列来标识帧的起始和结束。标志序列为 01111110。地址字段前的标志序列表示帧的开始,校验字段后的标志序列表示帧的结束。结束标志序列在某些应用中也可以表示下一帧的开始。所有接收方都能够接收一个或多个连续的标志序列。此外,在帧与帧的空载期间,可连续发送标志序列,以作填充之用。

A2.3 地址字段

地址字段包含如图 A1 所示的单个八位组。地址字段的格式在 A3.2 中定义。

A2.4 控制字段

控制字段由包含 0x03(十六进制)的八位组构成。其他控制值的用法保留。含有单个八位组的控制字段的帧格式如图 A1 所示。

A2.5 信息字段

如果信息字段存在,应该在控制字段(见 A2.4)和帧校验序列(见 A2.7)之间。信息字段可以传送多个八位组。

A2.6 透明性

采用八位组填充过程。每一帧以标志 0x7E 开始和结束。数据链路层实体在传送过程中检查开始和结束标志序列间的字段(地址字段,控制字段,信息字段和帧校验序列字段)。如果在信息字段中出现了 0x7E,它将被转换为序列 0x7D 0x5E。如果出现 0x7D,它将被转换为 0x7D 0x5D。在接收方,删除插入的八位组,恢复原字段。

A2.7 帧校验序列字段

帧校验序列字段是一个 32 位的序列。它是一个模二和的补码:

$x^m(x^{31} + x^{30} + \dots + x + 1)$ 除以生成多项式(即模二除法)所得余数的补码,式中的 m 表示由循环冗余校验码所校验的信息比特数;生成多项式是 x^{32} 和循环冗余校验码所校验信息码的多项式相乘的结果。32 比特 FCS 生成多项式为:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

CRC 计算的结果是在它的右边最低位被调整后置入帧校验序列字段。作为一种典型的实现方式,在发送方一端,计算余数的设备寄存器其初始值预置为全“1”,然后用一个除数修改,该除数由地址字段、控制字段和信息字段合起来除以生成多项式(生成多项式如上述),将所得的余数的补码放入 32 位的 CRC 字段。

作为一种典型的实现方式,在接收方一端,计算余数的设备寄存器其初始值预置为全“1”。最后的余数乘以 x^{32} ,再除以(按模 2)串行输入比特的生成多项式和 FCS,所得的结果在无差错的情况下应为:

$$C(x) = x^{31} + x^{30} + x^{26} + x^{25} + x^{24} + x^{18} + x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$$

当 LAPS 包装 PPP 时,FCS - 16 的计算方法参见 RFC2615。在这种情况下,图 A1 和图 A4 的 FCS 长度应改为两个八位组。

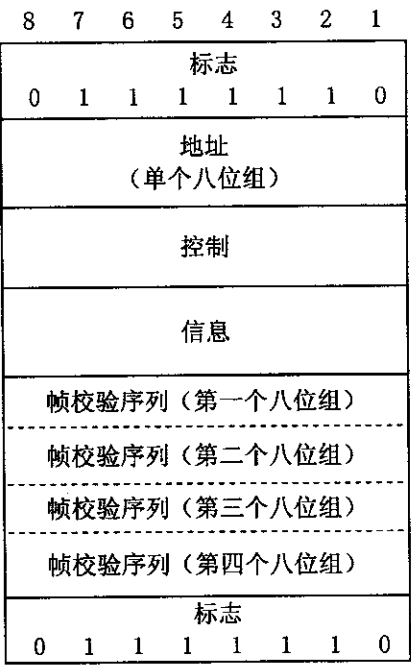


图 A1 帧格式

A2.8 格式规范

A2.8.1 编码规范

附录 A 采取的基本格式规范在图 A2 中说明。将比特位分成多个八位组,每个八位组按水平方向显示,从 1~8 编号;多个八位组垂直显示,从 1~N 编号。

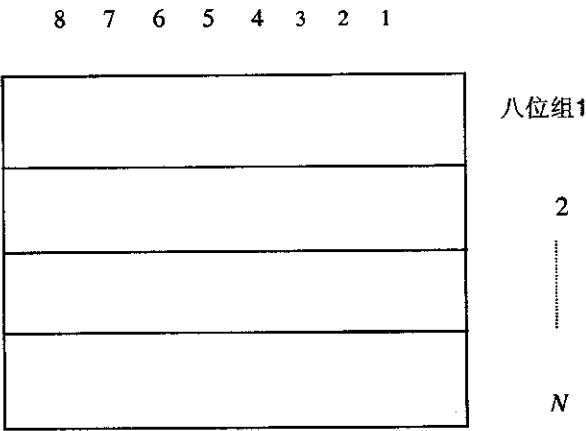


图 A2 格式规范

A2.8.2 比特发送顺序

八位组按编号升序发送;而在每一八位组中,比特 8 首先传送。

A2.8.3 字段映射规范

当字段在单个八位组中时,字段的最低位比特代表最低阶数。当一个字段跨越多个八位组时,在每个八位组中,比特位的阶数随着八位组编号的增大而减小。该字段中的最低位代表最低阶数。

例如,比特位编号可表示为数值对(o,b),o 表示八位组的编号,b 表示该八位组中相关的位编号。图

A3 表示从比特位(1,3)到比特位(2,7)的字段。该字段的高阶比特为(1,3),低阶比特为(2,7)。

		2^4	2^3	2^2	第1个八位组
2^1	2^0				第2个八位组

图 A3 字段映射规范

数据链路层帧校验序列字段是上述情况的一个例外。它包含 4 个八位组。此时,第 1 个八位组的最低位为高阶比特,第 4 个八位组的最高位为低阶比特(见图 A4)。

2^{24}	2^{31}	第1个八位组
2^{16}	2^{23}	第2个八位组
2^8	2^{15}	第3个八位组
2^0	2^7	第4个八位组

图 A4 32 位帧校验序列映射规范

A2.9 无效帧

无效帧是指满足下列条件之一或多项的帧：

- 1) 没有以两个标志序列定界；
- 2) 标志序列之间的八位组数少于 6；
- 3) 包含有一个错误的帧校验序列；
- 4) 包含一个与接收者不匹配或不被其支持的服务访问点标识符；
- 5) 包含一个不可识别的控制字段值；
- 6) 结束标志为超过 6 个 1 的序列。

无效帧可不必通知发送方而丢弃且不产生任何动作。

A3 规程要素和链路层字段格式

A3.1 概述

本节的规程要素定义了用在 SDH 虚容器和接口速率上的数据链路连接的命令。
本规程要素在 A4 中描述。

A3.2 地址字段和数据链路业务访问点标识

地址字段的格式如图 A5 所示。除了 0x7E 和 0x7D 外,其他二进制序列都可作为数据链路业务访问点标识符。

A3.3 服务访问点标识符

服务访问点标识符表示数据链路层实体向第三层(例如 IP, ICMP)或其他上层协议提供数据链路服务的一个点。因此,服务访问点标识符规定了处理数据链路帧的一个数据链路层实体类型。LAPS 地址的字段可以提供 253 个不同的服务访问点。

服务访问点标识符值列如表 A1 中所示。

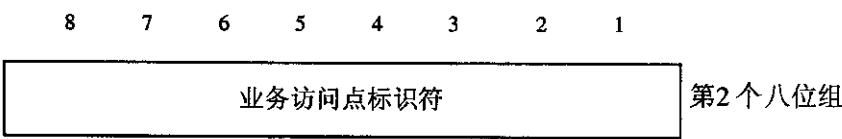


图 A5 地址字段格式
表 A1 服务访问点标识符值

服务访问点标识符值	相关的第三层
4	基于 IPv4 的协议
6	基于 IPv6 的协议
8	基于 IS-IS 的协议
12	基于 Ethernet IEEE802.3 的协议
16	基于 MPLS 的协议
255	基于 PPP 的协议
其他	保留为将来扩展使用(不包括 0x7E,0x7D)

A4 数据链路层对等层规程的定义

数据链路层采用不确认式信息传输方式进行链路之间的通信。

A4.1 不确认式信息的传送

LAPS 的用户使用 DL-UNACK-DATA 请求原语将 SDU_s(服务数据单元)以不确认信息传送的方式传送到数据链路层。

注：“UI 帧的传送”指的是 UI 帧从数据链路层到物理层的发送。

A4.2 不确认信息的接收

一旦接收方收到所支持的含有 SAPI 的 UI 帧,信息字段将通过使用数据链路 DL-UNACK-DATA 指示原语将 UI 帧传送到第三层或其他高层协议。否则,将该 UI 帧丢弃。

A4.3 与连接管理实体有关的规程

连接管理实体提供一个可选功能来监视链路层实体接收链路帧的状态。对于这一功能的实现,不需要规定任何帧,它只是一个本地事件。

— 链路实体在初始化完成后(T200 和 N200 的默认值分别设为 1s 和 3),链路实体进入正常的收发状态;

— 如果在收到任何帧(包括信息帧和帧与帧之间的标志)之前定时器 T200 到期,链路实体将重新启始 T200 并把 N200 的值减 1;

— 如果在收到任何帧之前定时器 T200 到期并且 N200 也被减到 0,链路实体将用 MDL-ERROR indication 原语把这一事件向连接管理实体和系统管理报告,重新启始 T200 并把 N200 的值恢复为默认值 3;

— T200 和 N200 的值可根据用户或网络的需要通过配置功能改变。T200 和 N200 可配置改变的最小单位分别为 100ms 和 1。

附录 B

(标准的附录)

网络层或其他高层协议与链路层以及物理层与链路层的服务原语**B1 概述**

本标准所规定的不同层间的通信是通过原语完成的。原语,抽象地说,就是表示数据链路层和网络层或其他协议层间信息和控制的逻辑交换。它们并不规定或限制具体实现的方法。

B2 网络层或其他高层协议和数据链路层间的原语

DL-UNACK-DATA(请求和指示)原语用来请求和指示由数据链路层实体使用 UITS 传送或接收的网络层 IP 包(用户数据)或其他高层协议的用户数据。

B3 物理层和数据链路层间的原语

PH-DATA 原语用来请求和指示对等层的物理层传送来的或将要传送到物理层去的数据链路帧。

B4 连接管理实体与数据链路层之间的原语

MDL-ERROR 原语由链路实体向连接管理实体提供,指示在对等的链路通信实体之间有一个差错发生。

B5 参数定义

参数与原语联系在一起,包含与服务相关的信息。在数据原语中,参数的数据值应包含服务数据单元(SDUs)。这个服务数据单元允许其服务用户将协议数据单元传送到对等服务用户实体。例如,DL-UNACK-DATA 参数包含第三层信息。PH-DATA 原语的参数包含数据链路层的帧。本标准规定了两个参数:用户数据和用于细分业务的 6 比特 DS 码点。

B6 原语关系描述

原语规程确定了相邻层间的相互作用以便调用和提供服务。服务原语代表了规程要素。图 B1 表示第三层和第二层,第二层和第一层间的原语关系。

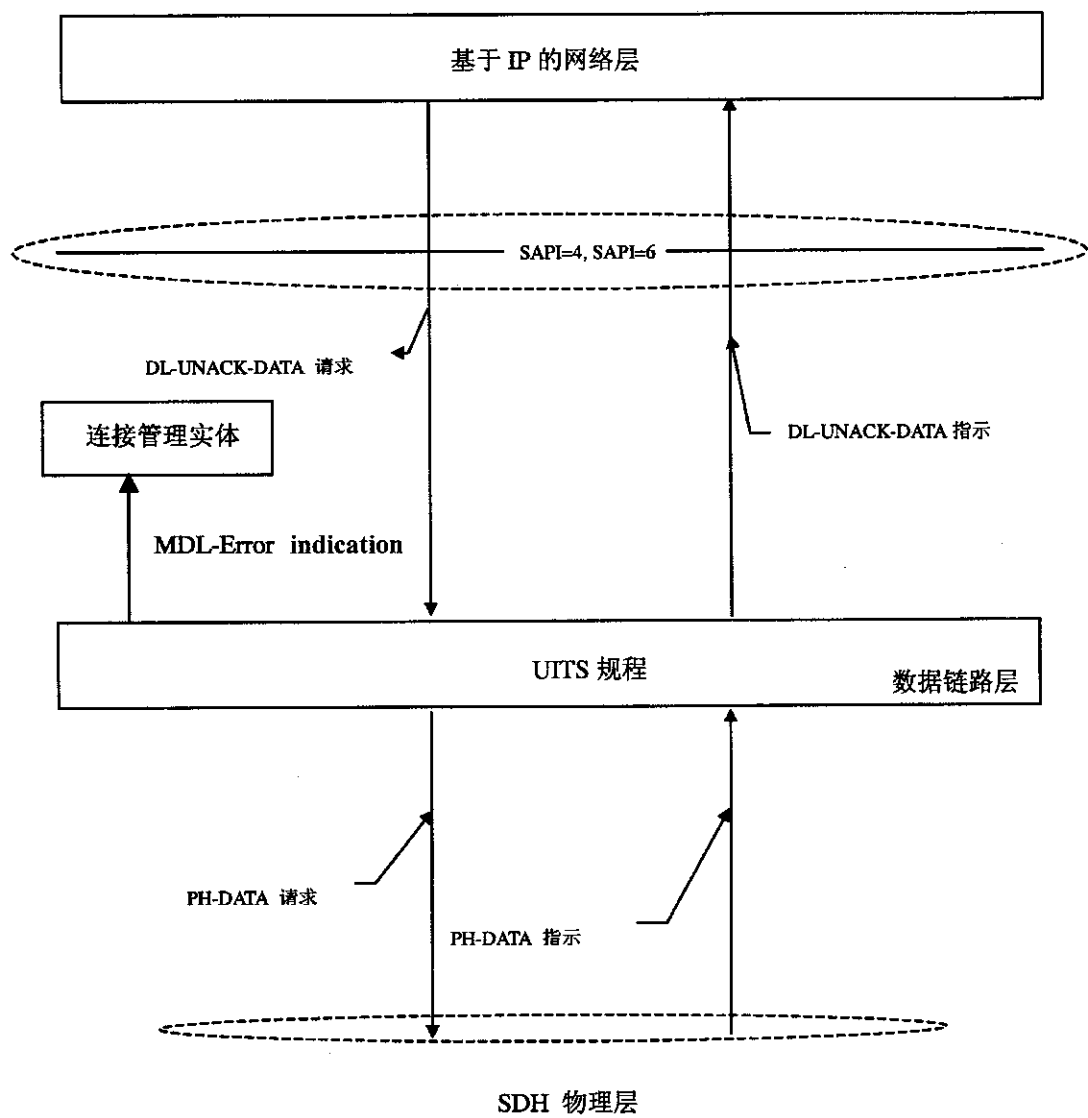


图 B1 原语关系

附录 C

(标准的附录)

自同步扰码/解扰($X^{43} + 1$)功能描述

C1 自同步扰码/解扰($X^{43} + 1$)

($X^{43} + 1$)自同步扰码传送机和接收机的框图如图 C1 和 C2 所示。XOR 是异或门功能。输出比特与原来的输入比特异或后产生发送比特位。在八位组中比特发送的顺序是首先传送最高位。执行扰码/解扰功能是为了保证网络的正常运作。扰码/解扰码操作对 SDH 高阶 VC-n 是必须的。高阶通道信号标签(C2 字节)(见 IT-UTG.707 建议)可表征同步净负荷包封的内容。建议用“24”(十六进制为 18H)来指示使用了($X^{43} + 1$)扰码的 LAPS。当 LAPS 的 SAPI 被设为“11111111”时,(即 LAPS 包装 PPP 以便与 RFC2615 兼容),SDH 通道信号标签的值要求能采用配置功能从“24”(十六进制为 18H)改变到“22”(十六进制为 16H),另外,LAPS 也能够提供信号标签的值“207”(十六进制为 cfH)以指示不扰码的 PPP。低阶通道信号 V5 字节编码目前未定义(见 IT-UTG.707 建议)。对于低阶 VC-2,VC-12 和 VC-11 不要求使用扰码/解扰功能。

注:上述的 V5 编码的确定需要与 IT-UT SG15 一起进一步协商,待新的 ITU-T G.707 出台后,可分配该值。

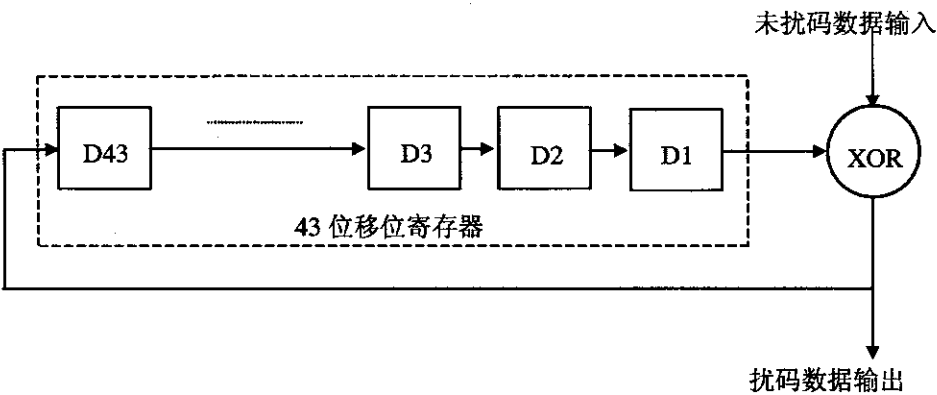


图 C1 发送端扰码框图

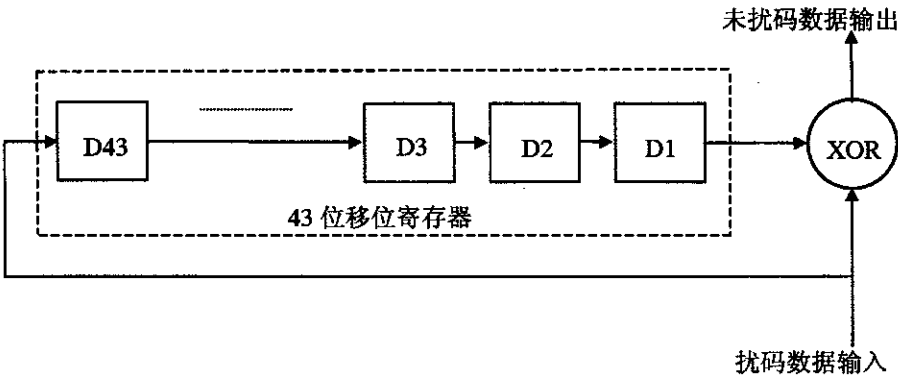


图 C2 接收端扰码框图

附录 D
(提示的附录)
LAPS 与 PPP/HDLC 之间的主要差异

表 D1 LAPS 与 PPP/HDLC(RFC 1662)的比较

	LAPS	PPP/HDLC
多协议封装	使用链路地址作为一组服务访问点标识符 (SAPI)	采用 PPP 协议
帧标志	0x7E	0x7E
帧的地址字段	单个八位组, 全站地址是 0xFF, 单个地址已分配给 IPv4(0x04), IPv6(0x06), 具有不可识别地址的帧将被丢弃	单个八位组, 全站地址是 0xFF, 单个地址不分配作它用, 具有不可识别地址的帧将被丢弃
帧的控制字段	0x03	0x03
16/8 比特协议字段	不用	采用字段
填充字段	不用	在发送时, 信息字段可以被填充到任意数量的八位组, 可到最大接收单元 (MRU), MRU 的默认值是 1500
魔数和相关的配置设施	不用	这一配置选项提供一种方法检测链路环回和其他异常
链路起始控制	不用	采用
协议字段压缩	不用	RFC1619/RFC2615 不用
地址和控制字段压缩	不用	RFC1619/RFC2615 不用
重启定时器	不用	采用, 但到目前为止仍然没有规定。该值取决于不同 SDH 线路的往返时延
FCS 字段长度	32bit	32 或 16bit, 由指配功能确定
控制逃逸八位组	0x7E 和 0x7D	0x7E 和 0x7D
无效帧	定义为短于 6 个八位组的帧, 或没有控制字段的帧, 或帧标志违例的帧, 或 FCS 差错	定义为短于 4 个八位组的帧 (采用 16 比特 FCS), 或逃逸八位组后紧跟一帧结束标识, 或帧标志违例的帧, 或 FCS 差错
八位组同步	采用	采用
帧间填充	采用	采用
净荷扰码	只有高阶通道采用扰码, 分配的高阶通道标记 (C2 字节) 为 24(0x18), 低阶通道标记不需扰码功能, 标记的分配待新的 G.707 确定后即可确定	采用扰码和不扰码两种方式。采用扰码时, 高阶通道标记 (C2 字节) 为 22(0x16), 关闭扰码功能时, 高阶通道标记 (C2 字节) 为 207 (0xCF)

LAPS 与 PPP/HDLC 帧格式的比较如图 D1 所示。

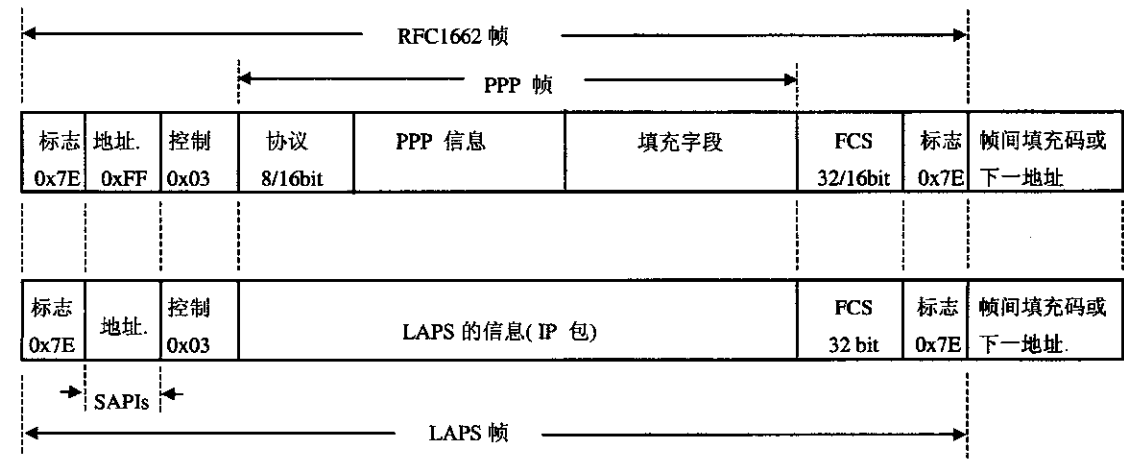


图 D1 LAPS 和 RFC 1662 的 PPP/HDLC 的帧格式的比较