

# 基于 IEEE 802.15.4 网路的 IPv6 报文压缩格式

## 摘要

本文更新了 RFC4944, “在 IEEE 802.15.4 网路上传送 IPv6 报文”。本文描述了一个在低功耗无线个人局域网 (6LoWPANs) 上传送 IPv6 报文的 IPv6 报头压缩格式。这种压缩格式可以进行任意前缀的压缩因为它是依赖于共享上下文的。至于共享上下文的信息是如何维护的不在本文讨论范围内。本文描述的是多播地址的压缩和一个用于压缩下一报头的框架。UDP 报头压缩正是在这个框架内描述的。

## 文档说明

本文是一份因特网标准文档。

本文由因特网工程任务组 (IETF) 发布。它代表 IETF 社区言论。本文接收了公众的建议并由因特网工程指导委员会 (IESG) 改进和发行。关于因特网标准的更多信息请参阅 RFC5741 的节 2。

本文档的当前状态, 勘误表和如何提供反馈等信息可以从这个网址得到:  
<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6282>。

## 版权声明

Copyright (c) 2011, 本文版权归 IETF 组织和文档的指明作者所有。

本文从属于 BCP 78 和 IETF 组织法律相关的 IETF 文档 (<http://trustee.ietf.org/license-info>) 从本文发布之日起生效。请仔细审查这些文档, 它们描述了你对本文的权利和约束。从本文引用的代码必须包含简化 BSD 许可说明, 如信托法律规定 4.e 节所描述的那样, 本文提供的代码不会给出警告, 如简化 BSD 许可里描述的那样。

## 1、简介

[IEEE802.15.4]标准指定一个 MTU 是 127 字节, 只留下大概 80 字节用于带有安全选项的介质访问控制 (MAC) 载荷, 在一个最高速率只有 250kbps 或更少的无线链路上进行传输。考虑到在如无线传感器网路这样的应用中要求有限的带宽, 存储容量或电力资源, 6LoWPAN 适配层格式[RFC4944]描述了在这样一个受限的链路上传送 IPv6 报文。[RFC4944]定义了一个 Mesh 寻址报头以支持 sub-IP 转发, 一个分片报头用于支持 IPv6 最小 MTU 的要求 [RFC2460], 和 IPv6 报文的无状态报头压缩 (LOWPAN\_HC1 和 LOWPAN\_HC2) 以便把相对较大的 IPv6 和 UDP 报头减小到几个字节 (在最好情况下)。

LOWPAN\_HC1 和 LOWPAN\_HC2 对于在 6LoWPANs 中使用的 IPv6 有很多不足。LOWPAN\_HC1 对链路本地单播通信有很大作用, 因为 IPv6 地址包含链路本地前缀和一个直接从 IEEE802.15.4 地址产生的接口标识符 (IID)。在这种情况下, 两个地址都可以被完全

忽略。然而，尽管链路本地地址通常用于本地协议的交互，如 IPv6 邻居发现[RFC4861]，HDCPv6[RFC3315]，或者是路由协议，它们通常不会用于传输应用层数据，所以这种压缩机制的实现价值还是很有限的。

当与 6LoWPAN 以外的设备进行通信或在一个有路由配置也就是 6LoWPAN 内发生 IP 报文转发的环境下必须使用可路由的地址。对于可路由的地址，LOWPAN\_HC1 需要 IPv6 源地址和目标地址都包含前缀。在 mesh 地址报头没有使用的情况下，可路由地址必须包含一个 IID。然而，LOWPAN\_HC1 要求 IID 是 64 位的，并且是不能压缩的即使它是从 IEEE 802.15.4 的 16 位短地址产生的。当目标是一个 IPv6 多播地址时，LOWPAN\_HC1 必须包含 128 位的地址。

因此，本文定义了一个编码格式，LOWPAN\_IPHC，对基于上下文共享状态的唯一本地，全局和多播 IPv6 地址进行有效压缩。另外，本文还介绍了对于[RFC4944]中定义的报头压缩格式的大量改进。

LOWPAN\_IPHC 允许对一些常用的 IPv6 跳数限制值进行压缩。如果 6LoWPAN 是一个 mesh，一个跳数限制为 1 的入站和一个默认值如 64 为出站，这对于应用数据的传输是足够用的。此外，一个跳数限制为 255 的值通常用于验证一个单跳的通信。这种规定允许在这些情况下对 IPv6 跳数限制域进行压缩，而 LOWPAN\_HC1 是不支持的。

本文还定义了 LOWPAN\_NHC，一个任意下一报头的编码格式。LOWPAN\_IPHC 指明了下一报头是否使用 LOWPAN\_HNC 编码。如果是，那么在压缩的 IPv6 报头后紧接的是 LOWPAN\_NHC 编码。相反，LOWPAN\_HC1 能够扩展以支持下一报头使用 LOWPAN\_HC2 压缩，但只用于 UDP，TCP 和 ICMPv6。另外，LOWPAN\_HC2 位于 LOWPAN\_HC1 和未压缩的 IPv6 报头域之间。这个规定把下一报头编码移动到 IPv6 相关的报头后面，可以支持一个适当的层结构和对 IPv6 扩展报头的直接支持。

当使用 LOWPAN\_NHC，本文为 UDP 定义了一个压缩机制。[RFC4944]为 UDP 定义了一个压缩机制，它并不支持当使用上层机制如上层消息完整性校验 (MIC) 时对检验和进行压缩。本规定增加了功能可以忽略在 6LoWPAN 中的 UDP 校验和，这就节省了两个字节。

同样的，当使用 LOWPAN\_NHC，本文定义了 IPv6-in-IPv6 封装和 IPv6 扩展报头的编码格式。使用 LOWPAN\_HC1 和 LOWPAN\_HC2 时，下一报头域不能有效的编码。

## 1.1、词语说明

本文使用的关键词 “MUST”、“MUST NOT”、“REQUIRED”、“SHALL”、“SHALL NOT”、“SHOULD”、“SHOULD NOT”、“RECOMMENDED” “MAY” 和 “OPTIONAL” 请参考 [RFC2119]的描述。

## 2、对 RFC 4944 具体更新

本文定义了一种报头压缩格式用于替代[RFC4944]节 10 所定义的压缩方法。实施[RFC4944]节 10 的方法是不建议的。新的实施可以对[RFC4944]节 10 的方法进行解压缩，但不应该再

发送[RFC4944]节 10 所定义的压缩包。

由本文更新的一个兼容[RFC4944]的实施必须能够正确处理所收到的旧版本的数据包。一个兼容的实施可以增加额外的 LOWPAN\_NHC 类型（节 4），这可能在未来注册（节 5）。一个压缩者怎么知道解压缩者有额外的功能不在本文讨论范围内。

[RFC4944]的节 5.3 同样定义了对大于单个链路帧的 IPv6 报文的分片压缩。[RFC4944]的节 5.3 定义了分片报头的 datagram\_size 和 datagram\_offset 值为未压缩的 IPv6 数据报的大小和偏移。因此，除了第一个分片以外的所有分片的载荷必须包含它们各自的压缩前的 IPv6 数据报信息。本文不会改变那个要求。当使用[RFC4944]节 5.3 所描述的分片机制时，所有不能放在第一个分片的报头不可以被压缩。

本文定义的报头压缩格式取代了[RFC4944]节 5.3 里定义的 ESC 分派值。反而，值 01 000000 保留用于 ESC，最后分配了第一个分配的扩展字节。

### 3、IPv6 报头压缩

在这一节，我们定义了用于压缩 IPv6 报头的 LOWPAN\_IPHC 编码格式。为了进行高效压缩，LOWPAN\_IPHC 依赖于与整个 6LoWPAN 相关的信息。LOWPAN\_IPHC 假设以下是 6LoWPAN 通信的一个通用例子：版本是 6；交通等级和流量标签都是 0；载荷长度可以从低层的 6LoWPAN 分片报头或 IEEE 802.15.4 报头中得到；跳数限制由源端设置成 well-known 值；分配给 6LoWPAN 接口的地址使用链路本地前缀或一个分配给整个 6LoWPAN 的可路由前缀的形式；分配给 6LoWPAN 接口的地址使用一个从 64 位扩展地址或 IEEE 802.15.4 的 16 位短地址得到的 IID。

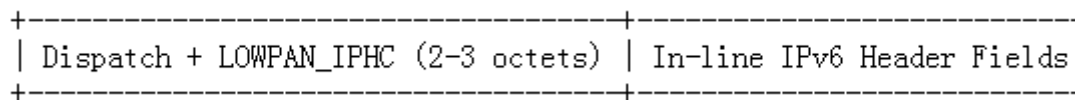


图 1：LOWPAN\_IPHC 报头

LOWPAN\_IPHC 编码使用 13 位，其中 5 位是分派值的最右边的 5 位。这个编码可以扩展另一个字节以支持额外的内容。任何未压缩的 IPv6 报头域的信息在 LOWPAN\_IPHC 编码后面，如图 1 所示。在最好的情况下，LOWPAN\_IPHC 可以在链路通信上把 IPv6 报头压缩到 2 个字节（分派值和 LOWPAN\_IPHC 编码）。

当在多个 IP 节点上进行路由时，LOWPAN\_IPHC 可以把 IPv6 报头压缩到 7 个字节（1 字节分派值，1 字节 LOWPAN\_IPHC，1 字节跳数限制，2 字节源地址和 2 字节目标地址）。跳数限制可能不是压缩的，因为它在每一跳后减小，这有可能是任何值的。有状态的地址压缩必须应用于源和目标的 IPv6 地址，因为它们和中间节点的链路层无状态的源和目标地址不相符合。

#### 3.1、LOWPAN\_IPHC 编码格式

本节描述了 LOWPAN\_IPHC 编码格式，具体说明了一个 IPv6 报头是如何压缩的。这个编码

对于基本的编码来说是 2 字节长，如果有附加内容编码长度为 3 字节。没有完全被忽略的 IPv6 报头域出现在 LOWPAN\_IPHC 后面，或者是压缩的如果这个域是部分忽略的，或者是完全的。

### 3.1.1、基本格式

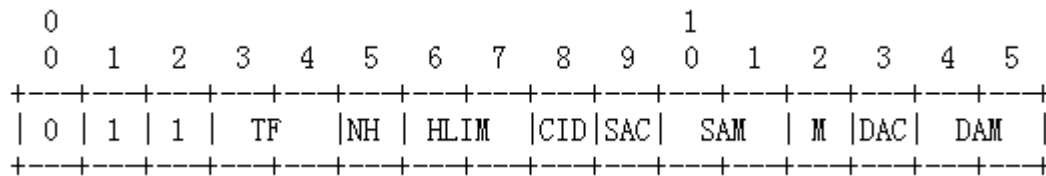


图 2: LOWPAN\_IPHC 基本编码

**TF:** 交通等级，流量标签：如[RFC3168]所述，8 位的 IPv6 交通等级域被分为两个域：2 位的显示拥塞通告（ECN）和 6 位的差分服务代码点（DSCP）。

00: ECN + DSCP + 4 位 Pad + 流量标签（4 字节）

01: ECN + 2 位 Pad + 流量标签（3 字节），DSCP 被忽略。

10: ECN + DSCP（1 字节），流量标签被忽略。

11: 交通等级和流量标签被忽略。

**NH:** 下一报头：

0: 下一报头是全 8 位的。

1: 下一报头域是压缩的，并且下一报头是使用 LOWPAN\_IPHC 编码的，这在节 4.1 进行讨论。

**HLIM:** 跳数限制：

00: 跳数限制域是不压缩的。

01: 跳数限制域是压缩的并跳数限制是 1。

10: 跳数限制域是压缩的并跳数限制是 64。

11: 跳数限制域是压缩的并跳数限制是 255。

**CID:** 上下文标识符扩展

0: 没有使用额外的 8 位上下文标识符扩展。如果基于上下文的压缩出现在源地址压缩

(SAC) 或目标地址压缩 (DAC) 中, 那么将会使用 0。

1: 一个额外的 8 位上下文标识符扩展域出现在目标地址模式 (DAM) 域后面。

SAC: 源地址压缩:

0: 源地址压缩使用无状态压缩。

1: 源地址压缩使用有状态的, 基于上下文的压缩。

SAM: 源地址模式:

如果 SAC=0:

00: 128 位。使用完整地址。

01: 64 位。地址的前 64 位被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。剩下的 64 位包含在报文里。

10: 16 位。前 112 位被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。后 64 位是 0000:00ff:fe00:XXXX, XXXX 是包含在报文的 16 位。

11: 0 位。整个地址被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。后 64 位从封装报头中得到 (例如, 802.15.4 或 IPv6 源地址), 如节 3.2.2 所述。

如果 SAC=1:

00: 未指定地址, ::

01: 64 位。地址从上下文信息中得到, 64 位包含在报文。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从报文中得到。其他位全是 0。

10: 16 位。地址从上下文信息中得到, 16 位包含在报文。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从相应位中得到, 16 位到 IID 映射是 0000:00ff:fe00:XXXX, XXXX 是包含在报文的 16 位。其他位全是 0。

11: 0 位。整个地址被忽略, 它从上下文信息和封装报头 (如 802.15.4 或 IPv6 源地址) 中得到。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从节 3.2.2 所述的报头中得到。其他位全是 0。

M: 多播压缩

0: 目标地址不是一个多播地址。

1: 目标地址是一个多播地址。

**DAC:** 目标地址压缩

0: 目标地址压缩使用无状态压缩。

1: 目标地址压缩使用有状态的，基于上下文的压缩。

**DAM:** 目标地址模式:

如果  $M=0$  且  $DAC=0$  这种情况与  $SAC=0$  相符，但对于目标地址有:

00: 128 位。使用完整地址。

01: 64 位。地址的前 64 位被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。剩下的 64 位包含在报文里。

10: 16 位。前 112 位被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。后 64 位是 0000:00ff:fe00:XXXX, XXXX 是包含在报文的 16 位。

11: 0 位。整个地址被忽略。前 64 位是链路前缀用 0 填充。后 64 位从封装报头中得到（例如，802.15.4 或 IPv6 源地址），如节 3.2.2 所述。

如果  $M=0$  且  $DAC=1$ :

00: 保留

01: 64 位。地址从上下文信息中得到，64 位包含在报文。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从报文中得到。其他位全是 0。

10: 16 位。地址从上下文信息中得到，16 位包含在报文。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从相应位中得到，16 位到 IID 映射是 0000:00ff:fe00:XXXX, XXXX 是包含在报文的 16 位。其他位全是 0。

11: 0 位。整个地址被忽略，它从上下文信息和封装报头（如 802.15.4 或 IPv6 目标地址）中得到。通常会使用上下文信息覆盖位。任何 IID 位没有被上下文信息覆盖的会直接从节 3.2.2 所述的报头中得到。其他位全是 0。

如果  $M=1$  且  $DAC=0$ :

00: 128 位。使用完整地址。

01: 48 位。地址形式如 ffXX::00XX:XXXX:XXXX。

10: 32 位。地址形式如 ffXX::00XX:XXXX。

11: 8 位。地址形式如 ff02::00XX。

如果 M=1 且 DAC=1:

00: 48 位。这种格式设计用于基于单播前缀的 IPv6 多播地址，如[RFC3306]和[RFC3956] 所述 那 样 的 。 多 播 地 址 的 形 式 如 ffXX:XXLL:PPPP:PPPP:PPPP:PPPP:XXXX:XXXX。X 是包含在报文里的，如这个格式所示的顺序里。P 代表本身的前缀编码。L 代表前缀长度。前缀信息的 P 和 L 是从上下文中得到的。

01: 保留

10: 保留

11: 保留

### 3.1.2、上下文标识符扩展

本文要求在一个对报文进行压缩的节点和对报文进行解压的节点之间共享一个概念上的上下文。上下文是如何共享和维护的不在本文的讨论范围内。一个上下文信息包含了什么信息不在本文的讨论范围内。对未知的和/或无效的上下文的响应不在本文的讨论范围内。本文允许节点使用最多 16 个上下文。源地址编码使用的上下文不一定与目标地址编码使用的上下文一样。

在 LOWPAN\_IPHC 编码中如果 CID 域设置为“1”，那么一个扩展 LOWPAN\_IPHC 编码的额外的字节出现在 DAM 域和 IPv6 报头域之间。这个额外的字节指明了当 IPv6 源和/或目标地址压缩时使用的一对上下文。每一个地址的上下文标识符是 4 位的，并支持 16 个上下文。上下文 0 是一个默认的上下文。它的编码如图 3 所示。

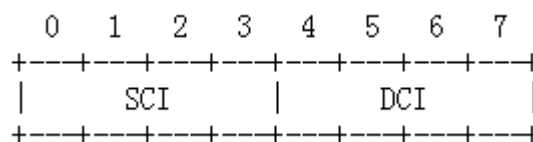


图 3: LOWPAN\_IPHC 编码

SCI: 源上下文标识符。指定当 IPv6 源地址是有状态压缩时所使用的。前缀。

DCI: 目标上下文标识符。指定当 IPv6 目标地址是有状态压缩时所使用的。前缀。

### 3.2、IPv6 报头编码



报文里包含的域（部分或全部）与 IPv6 报头格式[RFC2460]的次序是一样的。版本域通常是被忽略的。单播 IPv6 地址可以压缩到 64 或 16 位或完全忽略。多播 IPv6 地址可以压缩到 8, 32 或 48 位。IPv6 载荷长度域必须忽略并从底层的 6LoWPAN 分片报头或 IEEE 802.15.4 报头中得到。

### 3.2.1、交通等级和流量标签压缩

IPv6 报头里的交通等级域包含 6 位的区分服务扩展[RFC2474]和 2 位的显示拥塞通告(ECN) [RFC3168]。LOWPAN\_IPHC 编码里的 TF 域指明了压缩的 IPv6 报头里是否包含交通等级和流量标签。当包含流量标签并且交通等级是压缩的，那么会有一个额外的 4 位域来维持字节对齐。4 位中的 2 位包含交通等级域里的 ECN 位。

为了保证 ECN 位在所有包含 ECN 的编码里的位置是一样的，在压缩的 IPv6 报头里交通等级域向右移了 2 位。如下所示：

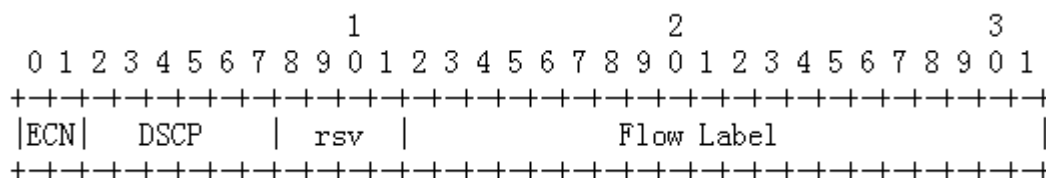


图 4: TF=00: 包含交通等级和流量标签

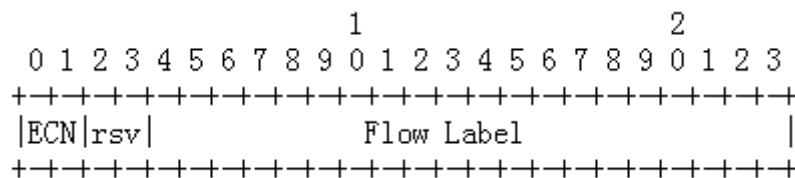


图 5: TF=01: 包含流量标签

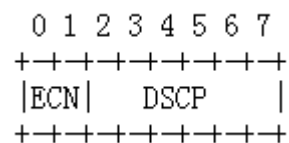


图 6: TF=10: 包含交通等级

### 3.2.2、从封装报头导出 IIDs

LOWPAN\_IPHC 忽略了源地址或目标地址的 IIDs 分别当 SAM=3 或 DAM=3 的时候。在这种方式下，IID 从封装报头中导出。当封装报头包含 IPv6 地址，源和目标地址从 IPv6 报头封装的源和目标地址中复制得到。

本节接下来会定义从 IEEE802.15.4[IEEE802.15.4]链路层地址映射到 IIDs，用于短地址和扩



展的 IEEE 802.15.4 地址。IID 位没有包含上下文信息时，如果与链路层地址映射一致则可以忽略，如果不一致则不可忽略。

一个扩展的 IEEE 802.15.4 地址有 IEEE EUI-64 地址格式。从一个扩展地址生成一个 IID 与 [RFC4291]附录 A 里定义的一样。把一个 IEEE EUI-64 标识符转化为一个接口标识符唯一要改变的是反转全局/本地位。

一个 IEEE 802.15.4 短地址是 16 位长的。短地址映射到了 IEEE EUI-64 的限制空间里，中间 16 位是 0xfffe，后 16 位是短地址，其余的都是 0。因此，从一个短地址中生成的 IID 如下形式：

0000: 00ff: fe00: XXXX

其中 XXXX 是短地址。全局/本地位是 0 表示这是本地的。

这个映射对于非 EUI-64 标识符的与[RFC4291]附录 A 是不一样的。使用限制空间保证了从无限限制的 IEEE EUI-64 地址生成的 IIDs 不会产生重叠。同样，在 IID 中间包含 0xfffe 也避免了与其他本地的 IIDs 产生重叠。

这种从 IEEE 802.15.4 短地址到 64 位的 IIDs 的映射也同样用于重建 IID 的不包含上下文信息的其他部分。

### 3.2.3、无状态多播地址压缩

LOWPAN\_IPHC 支持无状态多播地址压缩当 M=1 和 DAC=0。一个 IPv6 多播地址可以压缩到 48, 32 和 8 位当使用无状态压缩。这种格式支持请求节点多播地址 (ff02:: 1: ffXX: XXXX) 压缩，同样也支持 IPv6 多播地址压缩当多播组标识符的前导位是 0。8 位的压缩形式只包含了最小重要的多播组标识符。48 位和 32 位的压缩形式包含除了最小重要的多播组标识符外还有多播范围和标志。

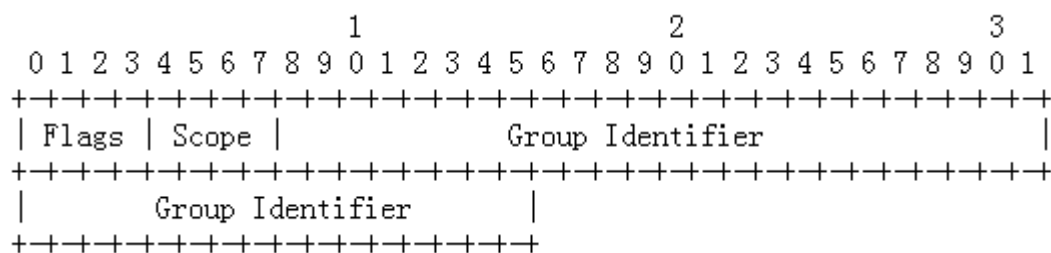


图 7: DAM=01。48 位压缩的多播地址 (ffFS:: 00GG: GGGG: GGGG)

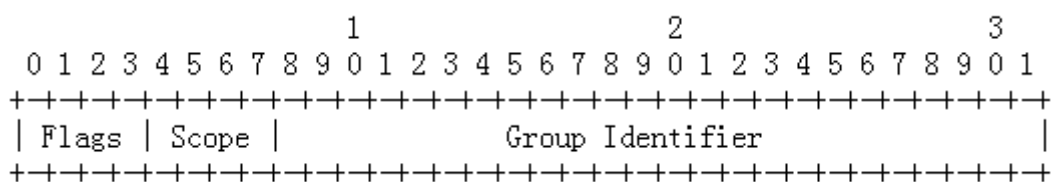


图 8: DAM=10。32 位压缩的多播地址 (ffFS:: 00GG: GGGG)

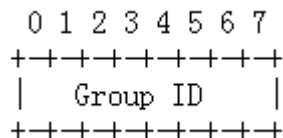


图 9: DAM=11。8 位压缩的多播地址 (ff02:: GG)

### 3.2.4、有状态的多播地址压缩

LOWPAN\_IPHC 支持有状态的多播地址压缩当 M=1 和 DAC=1。本文目前定义 DAM=00: 基于单播前缀的 IPv6 多播地址的基于上下文的压缩方法[RFC3306][RFC3956]。特别地, 前缀长度和网络长度可以从上下文得到。因此, LOWPAN\_IPHC 能够压缩一个基于单播前缀的 IPv6 多播地址到 6 个字节, 只包含 4 位标志、4 位范围、8 位会合点接口 ID (RIID) 和 32 位的组标识符。

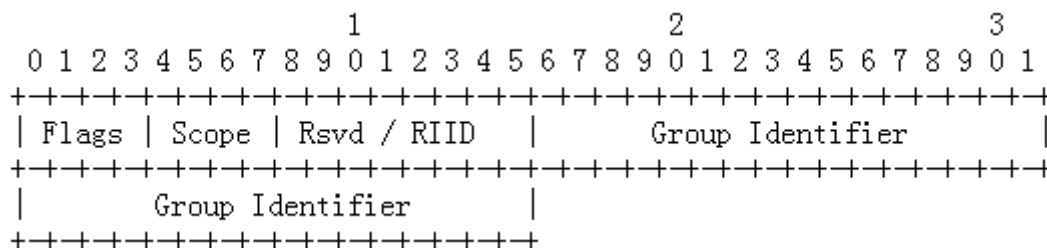


图 10: DAM=00。基于单播前缀的 IPv6 多播地址压缩

注意保留域必须包含[RFC3306]里定义的多播地址格式的保留位。当一个会合点用[RFC3956]里定义的多播地址来编码时, 保留域包含 RIID 位。

## 4、IPv6 下一报头压缩

LOWPAN\_IPHC 忽略 IPv6 下一报头域当 NH 位设置为 1。这同样指明使用了 6LoWPAN 下一报头压缩, LOWPAN\_NHC。IPv6 下一报头的这个值从 LOWPAN\_NHC 的第一位开始恢复。图 11 显示了使用 LOWPAN\_IPHC 和 LOWPAN\_NHC 压缩的 IPv6 数据报格式。

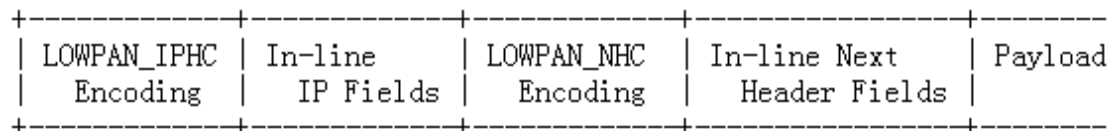


图 11: 经典的 LOWPAN\_IPHC/LOWPAN\_NHC 报头配置

### 4.1、LOWPAN\_NHC 格式

在 LOWPAN\_IPHC 报头后面出现了由 variable-length 位序列确定的对不同的下一报头的压缩方法。当定义一个下一报头压缩格式, 所使用的位数应该由这种格式的使用频度来确定。然

而,使用的位数和任何的编码位应该保持字节对齐。下面的位序表示了下一报头的压缩格式。本文定义了 IPv6 扩展和 UDP 报头的压缩格式。

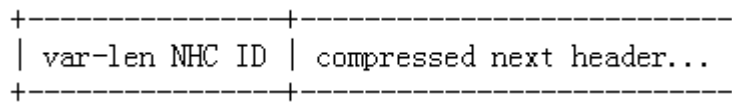


图 12: LOWPAN\_NHC 编码

4.2、IPv6 扩展报头压缩

使用 LOWPAN\_NHC 报头编码的一个前提条件是前面的报头使用的编码方式是 LOWPAN\_IPHC 或 LOWPAN\_NHC。换句话说,所有使用本文所定义的 6LoWPAN 编码格式的报头必须是连续的。因此,为了使用 IPv6 扩展报头,本文定义了一个 LOWPAN\_NHC 编码集,这样在节 4.3 定义的 UDP 报头压缩就可以在那些扩展报头中使用。

IPv6 扩展报头中使用的 LOWPAN\_NHC 编码组成了一个单独的 LOWPAN\_NHC 字节,后面紧跟的是 IPv6 扩展报头。LOWPAN\_NHC 字节的格式如图 13 所示。头 7 位是一个标识符指明在 IPv6 扩展报头后是一个 LOWPAN\_NHC 字节。剩下的位指明接下来的报头是否使用 LOWPAN\_NHC 编码。

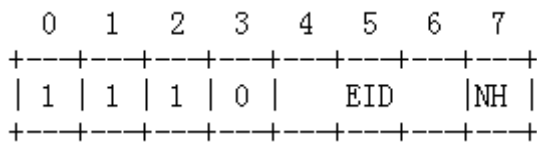


图 13: IPv6 扩展报头编码

EID: IPv6 扩展报头 ID:

- 0: IPv6 Hop-by-Hop 选项报头[RFC2460]
- 1: IPv6 路由报头[RFC2460]
- 2: IPv6 分片报头[RFC2460]
- 3: IPv6 目标选项报头[RFC2460]
- 4: IPv6 移动性报头[RFC6275]
- 5: 保留
- 6: 保留
- 7: IPv6 报头

NH: 下一报头:

0: 下一报头包含全 8 位

1: 下一报头域被忽略且下一报头使用 LOWPAN\_NHC 编码, 这在节 4.1 讨论。

对于大多数情况, 在 LOWPAN\_NHC 字节后 IPv6 扩展报头是未修改的, 有两个重要的选项: 长度域和下一报头域。

包含在 IPv6 扩展报头里的下一报头域被忽略当在 LOWPAN\_NHC 字节里 NH 位被设置。注意这样做使得 LOWPAN\_NHC 使用比非编码的 IPv6 扩展报头更少的开销。

一个压缩的 IPv6 扩展报头里的长度域指明了在长度域后的扩展报头（压缩的）的字节数。注意这会改变[RFC2460]里定义的长度域指明报头长度是以 8 字节为单位的, 不包含头 8 字节。改变长度域以字节为单位可以减少内部碎片的浪费。

IPv6 Hop-by-Hop 和目标选项报头可以在尾部使用 Pad1 或 PadN 来达到 8 字节对齐。当一个单独的 7 字节或更少的尾部 Pad1 或 PadN 选项, 且报头是一个几个 8 字节长度的, 那么尾部 Pad1 或 PadN 选项可被压缩者忽略。解压缩者必须保证报头在长度上是由多个 8 字节组成的, 如有需要则使用 Pad1 或 PadN 选项。注意 Pad1 和 PadN 选项必须出现在的位置不是在最后, 因为它们是用来序列对齐的。

注意指定字节单元意味着 LOWPAN\_NHC 不可以用于在压缩后长度大于 255 字节的 IPv6 扩展报头编码。

当指定的下一报头是一个 IPv6 报头 (EID=7), LOWPAN\_NHC 编码的 NH 位是不使用的并要设置为 0。后面的字节必须使用节 3 所定义的 LOWPAN\_IPHC 编码。

#### 4.3、UDP 报头压缩

本文定义了使用 LOWPAN\_NHC 的 UDP 报头压缩格式。UDP 压缩格式如图 14 所示。位 0 到 4 表示 NHC ID, “11110” 表示本节所定义的 UDP 报头压缩格式。

##### 4.3.1、压缩 UDP 端口

本文允许对一些特别的端口号 (0xf0b0~0xf0bf) 压缩到 4 位。这是一种从[RFC4944]继承的无状态压缩, 与有状态压缩是相反的。

可以被压缩到 4 位的这些端口并不在保留的端口范围内。当设计一个用 6LoWPAN 通信的协议栈时应该尽可能避免使用这些端口为动态端口。

考虑到这些端口是 16 个连续的端口, 那么有很多相互独立的应用会使用相同的端口来进行端到端的通信。因此, 一个端口号在 (0xf0b0~0xf0bf) 范围内只能提供很少远端应用的信息。

相对于 IANA 保留的端口号，超出 0xf0bX 的端口号将增加风险于得到错误的载荷类型和误解内容。因此，推荐使用与一些安全机制相关的端口号，如传输层安全（TLS）[RFC5246]消息完整性校验（MIC）以保证内容是所期待的并得到校验的。

#### 4.3.2、压缩 UDP 校验和

UDP 校验和操作是 IPv6[RFC2460]对所有报文强制要求使用的。正因如此，[RFC4944]不允许对 UDP 校验和进行压缩。

在本文里，源传输端的压缩者可以忽略 UDP 校验和如果得到了上层的授权。压缩者不可以设置 C 位除非它收到了授权。请求上层授权保证了传输双方有足够的方法来处理到达目标前发生的任何数据错误。上层只有达到以下条件之一时才可以进行授权：

隧道技术：在这种情况下，6LoWPAN 作为一个无线的伪现场总线，把现有的协议通过 UDP 进行隧道。如果隧道协议数据单元（PDU）处理了自己的地址，安全和完整性校验（如，IPsec 封装安全载荷隧道模式[RFC4303]或基于 UDP 封装的 IP），隧道技术机制可以授权忽略 UDP 校验和以便节省封装开销。

消息完整性校验：在这种情况下，在 UDP 载荷里的 IPsec 授权报头[RFC4302]或其他形式的完整性校验用于取代相同信息的如 UDP 校验和（伪报头，数据）也具有至少同样的强度。

为了在使用一个 6LoWPAN 报文时保证 UDP 校验和可以正确的恢复，必须使用一个额外的完整性校验（如，一个层 2（L2）消息完整性校验）当传输链路帧包含一个压缩的没有校验和的 UDP 数据报。如果没有这个额外的完整性校验，UDP 报文可能会传送到一个错误的目标因为被伪报头覆盖的冲突数据可能检测不出来。

压缩者必须在忽略前验证 UDP 校验和，并保证在校验和忽略校验和之前额外的完整性校验已在正确的位置上。如果 UDP 校验和验证失败，压缩者必须丢弃报文。

一个解压缩者对一个设置了 C 位的 6LoWPAN 报文进行解压时必须代表源节点计算 UDP 校验和并把这个值放置在恢复的 UDP 报头里，如现在的标准[RFC0768]，[RFC2460]所述。解压者必须明确地决定额外的完整性校验已被压缩者正确放置并验证这个完整性校验，并应该在恢复 UDP 校验和后进行这操作。如果解压者不能明确决定出现的这个完整性校验或验证失败，它必须丢弃这个报文。

这里推荐的对 UDP 校验和和额外的完整性校验的计算和验证保证的内存上数据永远是正确的。实际上，不同层之间的功能分离可以排除上述的推荐顺序。然而，实施者应该特别注意和理解当处理未保护的数据被伪报头覆盖时的风险。

为了使中间节点可以对 UDP 校验和进行压缩，一个转发节点可能对一个接收到的报文推测上层授权如果它设置了 C 位并能够明确决定当 UDP 校验和被忽略时一个完整性校验已放置在了正确的位置上。一个转发节点不可以推测授权如果它不能明确决定当 UDP 校验和被忽略时验证完整性校验的。

## 4.3.3、UDP LOWPAN\_HNC 格式

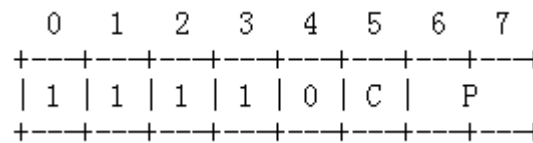


图 14: UDP 报头编码

C: 校验和:

0: 包含 16 位校验和。

1: 全 16 位校验和被忽略。校验和在 6LoWPAN 终端节点重新计算得到。

P: 端口:

00: 包含源端口和目标端口的全 16 位。

01: 包含源端口 16 位。目标端口的前 8 位是 0xf0 将被忽略。剩下的 8 位目标端口包含在报文。

10: 源端口的前 8 位是 0xf0 将被忽略。剩下的 8 位源端口包含在报文。目标端口全 16 位被忽略。

11: 源端口和目标端口的前 12 位都是 0xf0b 并被忽略。剩下的 4 位包含在报文。

报文包含的域（部分或全部）次序与[RFC0768]所定义的 UDP 报头格式的次序是一样的。UDP 长度域必须是忽略并从低层的 6LoWPAN 分片报头或 IEEE 802.15.4 报头中得到。

## 5、IANA 事项

本文为 6LoWPAN 定义了一个新的 IPv6 报头压缩格式。本文为 LOWPAN\_IPHC 分配了下面 32 个分派类型域值:

01 100000  
到  
01 111111

这个分配优先于[RFC4944]里为 ESC 分配的 01 111111;这个优先权可能是因为可以使能 ESC 的扩展字节还未被分配。反而, 这个值:

01 000000

是保留于给 ESC 用的，作为最终分配的第一个分配扩展字节。

本文同样为 LOWPAN\_NHC 报头类型创建了一个新的 IANA 注册，有以下的初始值：

00000000 到 11011111：（未分配）		
1110000N：	IPv6 Hop-by-Hop 选项报头	[RFC6282]
1110001N：	IPv6 路由报头	[RFC6282]
1110010N：	IPv6 分片报头	[RFC6282]
1110011N：	IPv6 目标选项报头	[RFC6282]
1110100N：	IPv6 移动性报头	[RFC6282]
1110111N：	IPv6 报头	[RFC6282]
11110CPP：	UDP 报头	[RFC6282]
11111000 到 11111110：（未分配）		

上述位置中的大写字母表示指定等级的位分配。N 表示后在是否有额外的 LOWPAN\_NHC 编码，如节 4.2 所定义的。CPP 表示 UDP 报头压缩的指定变量，如节 4.3 所定义。

这个注册[RFC5226]的规则是 IETF 标准文档。在这个过程，新的值应该以一种保护 NHC ID 摘要形式分配，如节 4（也就是，k 个 1 后跟 1 个 0，指明 NHC 的普通等级，后面是等级位分配）。

## 6、安全事项

在 LOWPAN\_IPHC 的定义里，允许对通信上的报头信息压缩，也可以发生在没有压缩的情况下，即使是用一种低效率的形式。注意到一个 IEEE 802.15.4 PAN 可能通过共享上下文与几个前缀相关联。共享上下文如何分配和管理不在本文的讨论范围内。

相对于 IANA 保留端口，超过 0xf0bx 的端口增加了载荷的错误类型和内容误解的风险。所以建议使用那些端口时要同时使用安全机制如传输层安全（TLS）[RFC5246]消息完整性校验（MIC）来确认收到内容是正确的并校验过完整性的。

## 7、致谢

感谢 Julien Abeille, Robert Assimiti, Dominique Barthel, Carsten Bormann, Robert Cragie, Stephen Dawson-Haggerty, Mathilde Durvy, Erik Nordmark, Christos Polyzois, Joseph Reddy, Shoichi Sakane, Zach Shelby, Dario Tedeschi, Tony Viscardi, 和 Jay Werb 提出的有用的设计建议和实施反馈。特别感谢 David Black, Lars Eggert, 和 Carsten Bormann 对 UDP 压缩部分提出的安全事项所做的贡献。

## 8、参考文献

（参见原文：<http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6282.txt>）



本文由 zucheng10 翻译,

Email:[zucheng10@qq.com](mailto:zucheng10@qq.com)

<http://blog.csdn.net/zucheng10>

2014 年 9 月 14 日

**PS:**仅以学习目的翻译此文档，由于水平有限，翻译难免有错漏之处，标准文档请参考英文原文。