

基于位索引的显示复制网络的操作管理维  
护技术要求

Technical requirements of Operations, Administration and Maintenance (OAM) in  
Bit Index Explicit Replication (BIER) Networks

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国电信集团公司、中兴通讯股份有限公司。

本文件主要起草人：龚霞、陈华南、朱永庆、熊泉、张征、伍佑明、唐宏、魏月华、肖敏、杨顺兴、杨冰。

# 基于位索引的显示复制网络的操作管理维护技术要求

## 1 范围

本文件规定了基于位索引的显示复制网络的操作管理维护技术要求，分析了操作管理维护的需求，数据面封装格式及处理机制，故障检测方案和性能测量方法等，并详细规范了相关的技术要求。

本文件适用于基于位索引的显示复制网络组网应用场景。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 3365-2018 位索引显式复制（BIER）技术要求

IETF RFC5880 双向连接检测方法（Bidirectional Forwarding Detection (BFD)）

IETF RFC8279 使用位索引显式复制的组播系统（Multicast Using Bit Index Explicit Replication (BIER)）

IETF RFC8296 在 MPLS 和非 MPLS 网络中的位索引显式复制的封装设计（Encapsulation for Bit Index Explicit Replication (BIER) in MPLS and Non- MPLS Networks）

IETF RFC8321 基于标记测量方法的混合性能监控（Alternate-Marking Method for Passive and Hybrid Performance Monitoring）

IETF RFC8401 基于BIER网络的IS-IS协议扩展（Bit Index Explicit Replication (BIER) Support via IS-IS）

IETF RFC8444 基于BIER网络的OSPFv2协议扩展（OSPFv2 Extensions for Bit Index Explicit Replication (BIER)）

## 3 缩略语

以下缩略语适用于本文件。

BFD	Bidirectional Forwarding Detection	双向连接检测
BFER	Bit Forwarding Egress Router	位转发出口路由器
BFIR	Bit Forwarding Ingress Router	位转发入口路由器
BFR	Bit Forwarding Router	位转发路由器
BIER	Bit Index Explicit Replication	位索引显示复制技术
BIFT	Bit Index Forwarding Table	位索引转发路由表
BitString	Bit String	位串
EVPN	Ethernet Virtual Private Network	以太网虚拟专用网
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议

IPTV	Internet Protocol Television	网络协议电视
IPv4	Internet Protocol Version 4	互联网协议第 4 版
IPv6	Internet Protocol Version 6	互联网协议第 6 版
IS-IS	Intermediate system to intermediate system	中间系统到中间系统
L3VPN	Layer 3 Virtual Private Network	三层虚拟专用网
MPLS	Multiple protocol Label Switching	多协议标签交换
MVPN	Multicast Virtual Private Network	组播虚拟专用网
OAM	Operations, Administration and Maintenance	操作管理维护
OSPF	Open Shortest Path First	开放式最短路径优先
P2MP	Point To Multiple Point	点到多点
PM	Performance Measurement	性能测量
PNPM	Packet Network Performance Monitoring	报文网络性能监控
RDI	Reverse Defect Indication	反向缺陷指示
SI	Set Identifier	集标识
TLV	Type Length Value	类型长度值
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网

#### 4 概述

BIER技术是一种新的组播技术架构，相对比传统基于组播路由协议构建分发树的转发模式，BIER采用BIFT（位索引转发路由表）进行转发，网络中间节点无需维护组播转发信息状态，消除了复杂的组播协议、组播转发表，可实现高效的组播分发，以解决在网络规模/用户规模持续高速增长情况下，传统组播技术在成本和运维等方面的重大难题。BIER技术通过对网络新型组播架构进行定义，具有部署简单，收敛迅速，支持超大容量业务的优点。同时，BIER技术可与各种VPN技术如MVPN，L3VPN和EVPN等结合，实现完善的VPN组播。BIER技术将在SDN新的网络架构下，为各类大视频业务如互联网直播、IPTV等提供高效的组播解决方案，从而提升网络效率。

在BIER网络中，支持BIER技术的路由器称为BFR，由BFR组成的一个组播转发域称为BIER域。BIER域中基于IGP路由生成的最短路径转发表即为BIFT，在BFIR上将一个或多个BFR的位标识组成BitString封装在BIER报文头中，通过BIER头指导报文按照BIFT进行转发，从而实现组播报文的传输。

随着BIER技术在组播业务的广泛应用及网络规模的扩大，为了保障BIER报文的有效传输，需要为BIER网络建立一套管理、维护的机制，它的主要功能是有效提升BIER网络的管理和维护能力，保障网络的稳定运行。具体来说，需要在BIER网络中实现保护机制及相关故障检测方法，当网络中出现异常时，自动检测BIER网络中存在的问题，利用相关保护机制保证报文的正常传输。

操作、管理和维护（OAM）功能是多协议标签交换（MPLS）网络可管理可运营的基本要求，BIER OAM基于MPLS OAM的机制进行扩展，在BIER网络中沿用了MPLS网络中的Ping及Traceroute等连通性检测及故障定位方法。同时，BIER OAM基于BIER网络扩展了双向转发检测（BFD）机制，可实现低开销的快速故障检测。除了故障检测，性能测量（PM）也是BIER OAM技术需关注的重点，BIER PM主要通过测量报文的延时、抖动和丢包率，实现BIER网络的性能测量。

## 5 BIER 操作管理维护功能需求

根据BIER OAM技术基本要求，其功能需求如下：

- a) BIER OAM 所列需求必须支持任意类型的传输层在 BIER 层之上实现 BIER 层功能；
- b) BIER OAM 需要支持从 BIER 域的任意 BFD 节点发起 BIER OAM 会话；
- c) BIER OAM 需要支持从集中控制器发起 BIER OAM 会话；
- d) BIER OAM 必须支持主动的和按需的 OAM 监控和测量方法；
- e) BIER OAM 必须支持单向的 OAM 方法，包括连通性检测和性能测量；
- f) BIER OAM 必须支持双向的 OAM 方法。该 OAM 方法可以结合正向的带内监控或测量和反向的带外通知，比如，从宿节点到源节点的 OAM 测试会话；
- g) BIER OAM 必须支持在给定 BIER 域的 BFD 节点的 BFER 可能性主动监控，比如，P2MP BFD active tail。
- h) BIER OAM 必须支持路径最大传输单元的发现；
- i) BIER OAM 必须支持 BFER 节点对 BFD 节点连通性检测的 RDI 通知，比如，在 P2MP BFD active tail 中使用 Diag；
- j) BIER OAM 必须支持主动和被动的性能测量方法；
- k) BIER OAM 必须支持单向性能测量方法，计算吞吐量、丢包率、时延属性等；
- l) BIER OAM 必须支持检测通知机制，比如，告警指示信号；
- m) BIER 域中任意 BFD 节点可以发起监测通知到域内任意的一组 BFD；
- n) BIER OAM 必须支持 BIER 层的生命周期。比如，需要支持保护倒换和恢复等。

## 6 BIER 操作管理维护定义

### 6.1 BIER OAM 报文格式定义

BIER OAM 报文紧随 BIER 头后，使用 BIER 头中的 Proto 字段来识别 BIER OAM 报文，如果 Proto 字段设置为 5，则表明为 BIER OAM 报文。BIER OAM 消息格式及字段定义见表 1 及表 2。

表 1 BIER OAM 消息格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version				Message Type				Proto				Reserved																			
OAM Message Length																															
Message Type Dependent Data																															

表 2 BIER OAM 消息字段定义

字段	长度 (bit)	说明
Version	4	版本号，当前为 1。
Message Type	8	消息类型，定义见下。
Proto	4	用来识别 BIER OAM 后的报文，如果没有报文则设置为 0。
Reserved	16	保留字段。
OAM Message Length	32	OAM 消息长度，包括消息头和消息体的长度。

Message Type		
Dependent Data	可变	OAM 消息内容。

Message Type 主要定义 BIER OAM 四种消息类型，定义见表 3。

表 3 BIER OAM 消息类型定义

值	定义	说明
1	BIER Echo Request	表明为 BIER OAM Echo Request 消息。定义见 6.1.1 节。
2	BIER Echo Reply	表明为 BIER OAM Echo Reply 消息。定义见 6.1.1 节。
3	BIER BFD	表明为 BIER BFD 消息。定义见 7.1 节。
4	BIER PM	表明为 BIER PM 消息。定义见 8.1 节。

### 6.1.1 Echo Request/Reply 格式定义

Echo Request/Reply 头格式及字段定义见表 4 及表 5。

表 4 Echo Request/Reply 消息头格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Ver				Echo Req/Rep				Proto				Reserved																			
QTF				RTF				Reply Mode				Return Code				Return Subcode															
Sender's Handle																															
Sequence Number																															
TimeStamp Sent																															
TimeStamp Sent																															
TimeStamp Received																															
TimeStamp Received																															
TLVs																															

表 5 Echo Request/Reply 消息头字段定义

字段	长度(bit)	说明
Ver	4	版本号，当前为 1。
Echo Req/Rep	8	消息类型为 BIER Echo Request 或 BIER Echo Reply。
Proto	4	设置为 0。
Reserved	16	保留字段。
QTF	4	查询时间戳格式，当设置成 2 时，发送字段按照 NTP 格式，单位为 s 或 ms，当设置成 3 时，时间戳按照 IEEE1588-2008 PTP 格式。
RTF	4	应答时间戳格式，当设置成 2 时，发送字段按照 NTP 格

		式，单位为 s 或 ms，当设置成 3 时，时间戳按照 IEEE1588-2008 PTP 格式。
Reply Mode	8	定义见 6.1.2 节。
Return Code	8	当消息为 BIER Echo Request 时，设置为 0，当消息为 BIER Echo Reply 时设置为非 0，定义见 6.1.3 节。
Return Subcode	8	待定。
Sender's Handle	32	发送标识，由发起者创建，用于匹配请求和应答消息。
Sequence Number	32	序列号，由发起者创建，用于检测乱序。
TimeStamp Sent	64	发送 Echo Request 消息的时间戳。
TimeStamp Received	64	接收 Echo Reply 消息的时间戳。
TLVs	可变	TLV 内容。定义见 6.2 节。

### 6.1.2 Reply Mode 定义

Reply Mode 主要用于指示接收节点回复的操作，Reply Mode 类型定义见表 6。

表 6 Reply Mode 类型定义

值	定义	说明
1	Do not Reply	表明接收节点不需要回复。
2	Reply via IPv4/IPv6 UDP packet	表明接收节点需要将 Echo Reply 报文封装到 IP 头中。
3	Reply via BIER packet	表明接收节点需要将 Echo Reply 报文封装到 BIER 头中。

### 6.1.3 Return Code 定义

Return Code 主要用于指示消息的返回码，定义见表 7。

表 7 Return Code 字段定义

值	定义	说明
0	No return code	消息为 BIER Echo Request 时设置。
1	Malformed Echo Request received	表明接收到的 Echo Request 消息格式错误。
2	One or more of the TLVs was not understood	表明接收节点无法识别 TLV。
3	Replying BFR is the only BFER in header Bitstring	表明接收节点是 BFER，报文未转发到其他节点。
4	Replying BFR is one of the BFER in header Bitstring	表明接收节点是 BFER，报文转发到其他节点。
5	Packet-Forward-Success	表明中间 BFR 节点转发报文成功，在 traceroute 模

		式使用。
6	Invalid Multipath Info Request	表明接收到的 Echo Request 消息含有多路径信息。
8	No matching entry in forwarding table.	表明接收的 Echo Request 消息中的 BitString 无法与本地转发表匹配。
9	Set-Identifier Mismatch	表明接收的 Echo Request 消息中的 SI 与 Original SI-BitString TLV 中分配的 SI 不一致。
10	DDMAP Mismatch	表明接收的 Echo Request 消息中 DDMAP 不匹配。

## 6.2 BIER OAM TLV 定义

本节介绍了多种 BIER OAM TLV，携带于 BIER OAM 报文头，基本格式及字段定义见表 8 及表 9。

表 8 BIER OAM TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type																Length															
Value																															

表 9 BIER OAM TLV 字段定义

字段	长度(bit)	说明
Type	16	TLV 类型
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度
Value	32	TLV 值，具体定义见下。

### 6.2.1 Original SI-BitString TLV 定义

Original SI-BitString TLV 用于携带一组 BFER 和与 BIER 头中相同的 BitString。该 TLV 必须在 Echo Request 报文中携带，TLV 格式及字段定义见表 10 及表 11。

表 10 Original SI-BitString TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type = 1																Length = variable															
Set ID								Sub-domain ID								BS Len				Reserved											
BitString																															

表 11 Original SI-BitString TLV 字段定义

字段	长度(bit)	说明
----	---------	----



Type	16	TLV 类型，表明为 Original SI-BitString TLV。
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度。
Set ID	8	设置为 BitString 所属的 SI。
Sub-domain ID	8	设置为该 BFER 所属的子域标识。
BS Len	4	设置为 BitString 的长度。
Reserved	12	保留字段。
BitString	可变	发起者在 BIER 头中创建的代表一组 BFER 的字符串。

### 6.2.2 Target SI-BitString TLV 定义

Target SI-BitString TLV 携带了一组 BFER 信息，指示该组 BFER 需要应答 BIER OAM Echo Request 消息，TLV 格式及字段定义见表 12 及表 13。

表 12 Target SI-BitString TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type = 2																Length = variable															
Set ID								Sub-domain ID								BS Len				Reserved											
BitString																															

表 13 Target SI-BitString TLV 字段定义

字段	长度(bit)	说明
Type	16	TLV 类型，表明为 Target SI-BitString TLV。
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度。
Set ID	8	设置为 BitString 所属的 SI。
Sub-domain ID	8	设置为该 BFER 所属的子域标识。
BS Len	4	设置为 BitString 的长度。
Reserved	12	保留字段。
BitString	可变	发起者期望应答回复的一组 BFER 的字符串。

### 6.2.3 Incoming SI-BitString TLV 定义

Incoming SI-Bit String TLV 在应答节点回复的 Reply 消息中携带，TLV 头格式及字段定义见表 14 及表 15。

表 14 Incoming SI-BitString TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type = 3																Length = variable															
Set ID								Sub-domain ID								BS Len				Reserved											
BitString																															

表 15 Incoming SI-BitString TLV 字段定义

字段	长度(bit)	说明
Type	16	TLV 类型，表明为 Incoming SI-BitString TLV。
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度。
Set ID	8	设置为 BitString 所属的 SI。
Sub-domain ID	8	设置为该 BFER 所属的子域标识。
BS Len	4	设置为 BitString 的长度。
Reserved	12	保留字段。
BitString	可变	复制 Echo Request 消息的 BIER 头中的 BitString。

#### 6.2.4 Downstream Mapping TLV 定义

Downstream Mapping TLV 在 Echo Request 消息中携带，用于携带下游映射信息，当该 TLV 携带时，Target SI-BitString TLV 也必须携带在 Echo Request 消息中，TLV 格式及字段定义见表 16 表 17。

表 16 Downstream Mapping TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type = 4																Length = variable															
MTU																Address Type								Flags							
Downstream Address																															
Downstream Interface Address																															
Sub-TLV Length																List of Sub-TLVs															

表 17 Downstream Mapping TLV 字段定义

字段	长度 (bit)	说明
Type	16	TLV 类型，表明为 Downstream Mapping TLV。
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度。

MTU	8	出端口的 MTU 值。
Address Type	8	下游端口的 IP 地址长度和类型。具体见下。
Flags	4	格式见下。
Downstream Address	32	下游地址。
Downstream Interface Address	32	下游端口地址。
Sub-TLV Length	16	子 TLV 长度。
List of Sub-TLVs	可变	子 TLV 内容, Downstream Detailed Mapping Sub-TLVs, 定义见 6.2.4.1 节。

Address Type 字段定义见表 18。

表 18 Address Type 字段定义

值	定义	下游地址字段长度	下游端口地址字段长度
1	IPv4 Numbered	4	4
2	IPv4 Unnumbered	4	4
3	IPv6 Numbered	16	16
4	Reply via BIER packet	16	4

Flags 格式及字段定义见表 19 及表 20。

表 19 Flags 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7
Reserved							I

表 20 Flags 字段定义

字段	长度(bit)	说明
Reserved	7	保留字段。
I	1	当 I 比特置 1, 表明 BFR 回复 Echo Reply 消息中需要携带 Incoming SI-BitString TLV, 置 0 时不需要。

#### 6.2.4.1 Downstream Detailed Mapping Sub-TLVs 定义

Downstream Detailed Mapping Sub-TLVs 可以携带于 Downstream Mapping TLV 中， Sub-TLV Type 有两种类型，定义见表 21。

表 21 Downstream Detailed Mapping Sub-TLVs 类型定义

值	定义	说明
1	Multipath Entropy Data Sub-TLV	多路径数据子 TLV
2	Egress BitString Sub-TLV	尾节点位串子 TLV

Multipath Entropy Data Sub-TLV 格式及字段定义见表 22 及表 23。

表 22 Multipath Entropy Data Sub-TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Type = 1																Length = variable																					
M	Reserved								Multipath Information																												

表 23 Multipath Entropy Data Sub-TLV 字段定义

字段	长度 (bit)	说明
Type	16	TLV 类型，设置为 1，表明为 Multipath Entropy Data Sub-TLV。
Length	16	TLV 长度，仅包括 Value 部分的长度。
M	1	设置为 0 时表明所有报文从该 TLV 定义的出口转发，设置为 1 时表明定义了多路径信息。
Reserved	8	保留字段
Multipath Information	可变	Entropy 数据信息。

E  
gre  
ss  
Bit  
Str

ing Sub-TLV 格式及字段定义见表 24 及表 25。

表 24 Egress BitString Sub-TLV 格式定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Type = 2																Length = variable															
Set ID								Sub-domain ID								BS Len				Reserved											
BitString																															

表 25 Egress BitString Sub-TLV 字段定义

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/295314033324011234>