



HUAWEI NetEngine40E 全业务路由器 V600R003C00

产品描述

文档版本 02
发布日期 2011-08-12

版权所有 © 华为技术有限公司 2011。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本档仅作为使用指导，本档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编： 518129

网址： <http://www.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 4008302118

前言

概述

本文档针对 HUAWEI NetEngine40E 设备，介绍了产品定位和特点、产品架构、链路特性、业务特性、应用场景、操作和维护、技术指标。

本文档提供 HUAWEI NetEngine40E 设备的总体情况，便于读者全面了解产品特征。

产品版本

与本文档相对应的产品版本如下所示。

产品名称	产品版本
HUAWEI NetEngine40E 全业务路由器	V600R003C00

读者对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 网络规划工程师
- 硬件安装工程师
- 调测工程师
- 数据配置工程师
- 现场维护工程师
- 网络监控工程师
- 系统维护工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 危险	以本标志开始的文本表示有高度潜在危险，如果不能避免，会导致人员死亡或严重伤害。
 警告	以本标志开始的文本表示有中度或低度潜在危险，如果不能避免，可能导致人员轻微或中等伤害。
 注意	以本标志开始的文本表示有潜在风险，如果忽视这些文本，可能导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
 窍门	以本标志开始的文本能帮助您解决某个问题或节省您的时间。
 说明	以本标志开始的文本是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

修订记录

修改记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本 02 (2011-08-12)

第二次正式发布，文档内容更新如下：

- **业务特性**
 - **7.14 时钟**，增加 1588v2 设备 Passive 端口的性能监控功能。
- **操作和维护**
 - **9.6 系统测试与诊断**，增加抓包功能。

文档版本 01 (2011-05-30)

第一次正式发布

目录

前言.....	ii
1 V600R003C00 版本的新增特性.....	1
2 产品定位.....	3
2.1 产品定位.....	4
3 产品架构.....	5
3.1 物理架构.....	6
3.2 逻辑架构.....	6
3.3 软件总体架构.....	7
3.4 转发流程介绍.....	9
4 技术指标.....	10
5 单板.....	13
5.1 灵活插卡.....	14
5.2 MSUI-100 集成线路处理板.....	16
5.3 LPUI-41 集成线路处理板.....	17
5.4 LPUI-100 集成线路处理板.....	17
5.5 LPUS-41.....	18
5.6 业务处理板 SPU.....	18
6 链路特性.....	19
6.1 E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 链路特性.....	20
6.2 以太链路特性.....	20
6.3 POS 链路特性.....	21
6.4 CPOS 链路特性.....	22
6.5 ATM 链路特性.....	22
6.6 FR 链路特性.....	24
7 业务特性.....	25
7.1 以太特性.....	26
7.1.1 二层以太网特性.....	26
7.1.2 三层以太网特性.....	26
7.1.3 QinQ 特性.....	26
7.1.4 灵活接入 VPN 特性.....	27

7.1.5 RRPP 链路特性.....	27
7.1.6 RSTP/MSTP 特性.....	28
7.1.7 BPDU Tunnel 特性.....	28
7.2 IP 特性.....	28
7.2.1 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈.....	28
7.2.2 IPv4 特性.....	29
7.2.3 IPv6 特性.....	29
7.2.4 GRE.....	29
7.2.5 IPv4/IPv6 过渡技术.....	29
7.2.6 IPSEC 特性.....	30
7.3 路由协议.....	30
7.3.1 单播路由特性.....	30
7.3.2 组播路由特性.....	32
7.4 MPLS 特性.....	33
7.5 VPN 特性.....	36
7.5.1 隧道策略.....	36
7.5.2 VPN 隧道.....	36
7.5.3 MPLS L2VPN.....	36
7.5.4 BGP/MPLS L3VPN.....	38
7.6 QoS 特性.....	39
7.7 流量负载分担.....	42
7.8 流量统计.....	43
7.9 多业务网关 MSE 特性.....	44
7.10 iVSE 特性.....	45
7.11 安全特性.....	46
7.12 移动承载特性.....	51
7.13 网络可靠性.....	52
7.14 时钟.....	57
8 应用场景.....	60
8.1 IP 承载网解决方案.....	61
8.2 IPTV 承载网解决方案.....	62
8.3 多业务 IP 城域网解决方案.....	63
8.4 IPv6 骨干网解决方案.....	64
8.5 IP RAN 解决方案.....	65
8.6 iVSE 解决方案.....	66
9 操作和维护.....	69
9.1 系统配置方式.....	70
9.2 系统管理维护.....	70
9.3 设备运行状态监控.....	70
9.4 HGMP.....	71
9.5 系统业务与状态的跟踪.....	71

9.6 系统测试与诊断.....	72
9.7 NQA.....	72
9.8 在线调试.....	73
9.9 升级特性.....	73
9.10 License 功能.....	73
9.11 其它运维特性.....	74
10 网管系统.....	75
A 缩略语.....	77

1 V600R003C00 版本的新增特性

新增硬件或特性	手册中的位置
<p>灵活插卡母板 LPUF-40 及以下灵活插卡：</p> <ul style="list-style-type: none">● 20 端口 10/100/1000Base-RJ45 灵活插卡(P40)● 4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡(P40) <p>灵活插卡母板 LPUF-100 及以下灵活插卡：</p> <ul style="list-style-type: none">● 5 端口 10GBase WAN/LAN-SFP+灵活插卡 A(P100-A,支持 1588v2)● 24 端口 100/1000Base-SFP 灵活插卡 (P100)● 48 端口 100/1000Base-CSFP 灵活插卡 (P100)	<p>5.1 灵活插卡</p>
<ul style="list-style-type: none">● 8 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板(LPUI-41)● 4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板(LPUI-41)● 48 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板(LPUI-41)● 2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 和 24 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板(LPUI-41)● 4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板(LPUI-41, 支持 1588v2)● 40 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板(LPUI-41, 支持 1588v2)● 2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 和 20 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板(LPUI-41, 支持 1588v2)	<p>5.3 LPUI-41 集成线路处理板</p>

新增硬件或特性	手册中的位置
<ul style="list-style-type: none"> ● 10 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板(LPUI-100,支持 1588v2) ● 16 端口 10GBase LAN-SFP+集成线路处理板(LPUI-100) 	5.4 LPUI-100 集成线路处理板
<ul style="list-style-type: none"> ● 8 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 线路处理板 S(LPUS-41) ● 4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 线路处理板 S(LPUS-41) ● 48 端口 100/1000Base-X-SFP 线路处理板 S(LPUS-41) 	5.5 LPUS-41
通用业务单板(VSUI-20-A)	5.6 业务处理板 SPU
IPSEC 特性	7.2.6 IPSEC 特性
移动承载特性	7.12 移动承载特性
NSR 特性	7.13 网络可靠性

2 产品定位

关于本章

2.1 产品定位

2.1 产品定位

HUAWEI NetEngine40E 全业务路由器（简称 NE40E）是华为公司推出的高端网络产品，主要应用在各种大型 IP 网络的边缘位置，IP 骨干网、IP 承载网以及 IP 城域网，与 NE5000E 核心路由器、CX600 城域业务平台、ME60 等产品配合组网，形成结构完整、层次清晰的 IP 网络解决方案。

NE40E 的操作系统采用功能强大的通用路由平台 VRP（Versatile Routing Platform），具有业务丰富、超大容量、高性能和高可靠性的特点。

包括四种产品形态：NE40E-X16、NE40E-X8、NE40E-X3 和 NE40E-8。



NE40E-X16



NE40E-X8



NE40E-X3(直流)



NE40E-X3(交流)



NE40E-8

3 产品架构

关于本章

- 3.1 物理架构
- 3.2 逻辑架构
- 3.3 软件总体架构
- 3.4 转发流程介绍

3.1 物理架构

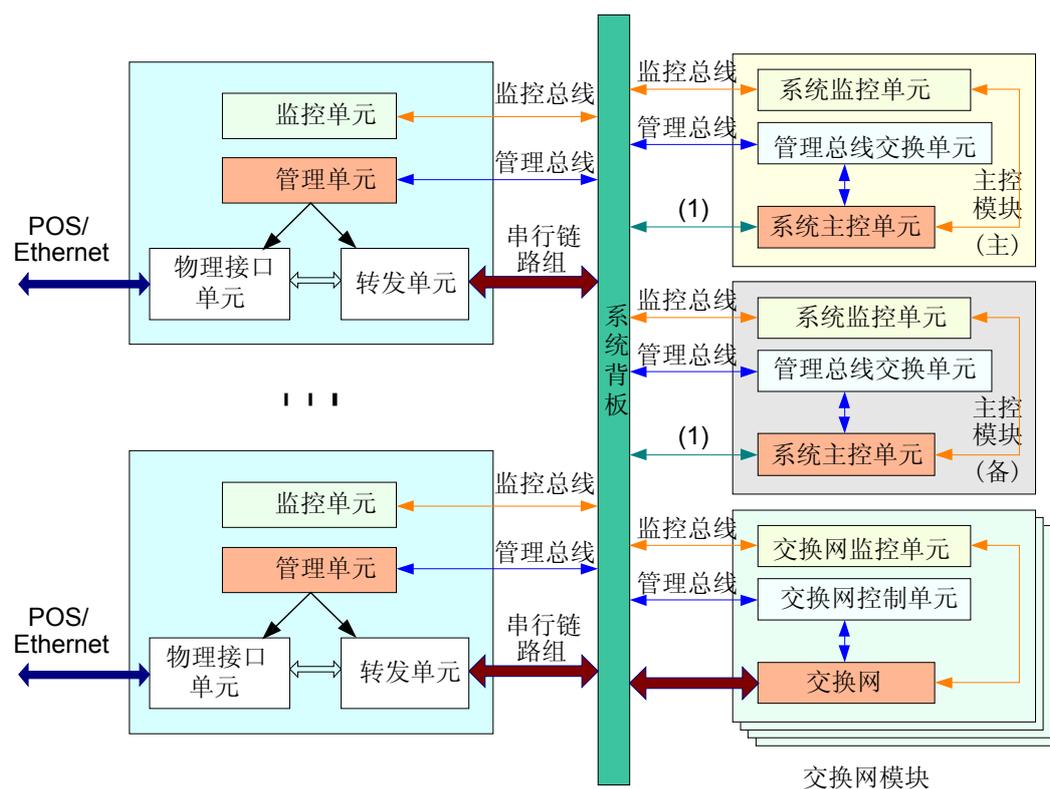
NE40E 的物理架构包括以下子系统：

- 电源配电子系统
- 功能主机子系统
- 风扇散热子系统
- 网管子系统

除了网管子系统外，系统的其它部分均在一体化机柜中。其中，电源配电子系统为 1+1 冗余配置。下面只介绍功能主机子系统。

功能主机子系统由系统背板和主控板、接口线路板 LPU 和交换网板 SFU 组成。主要完成数据处理功能，此外还完成对整个系统设备的监控和管理。包括控制管理电源配电子系统、风扇散热子系统，并通过网管接口连接到网管系统。功能主机框图如图 3-1 所示。

图 3-1 功能主机框图

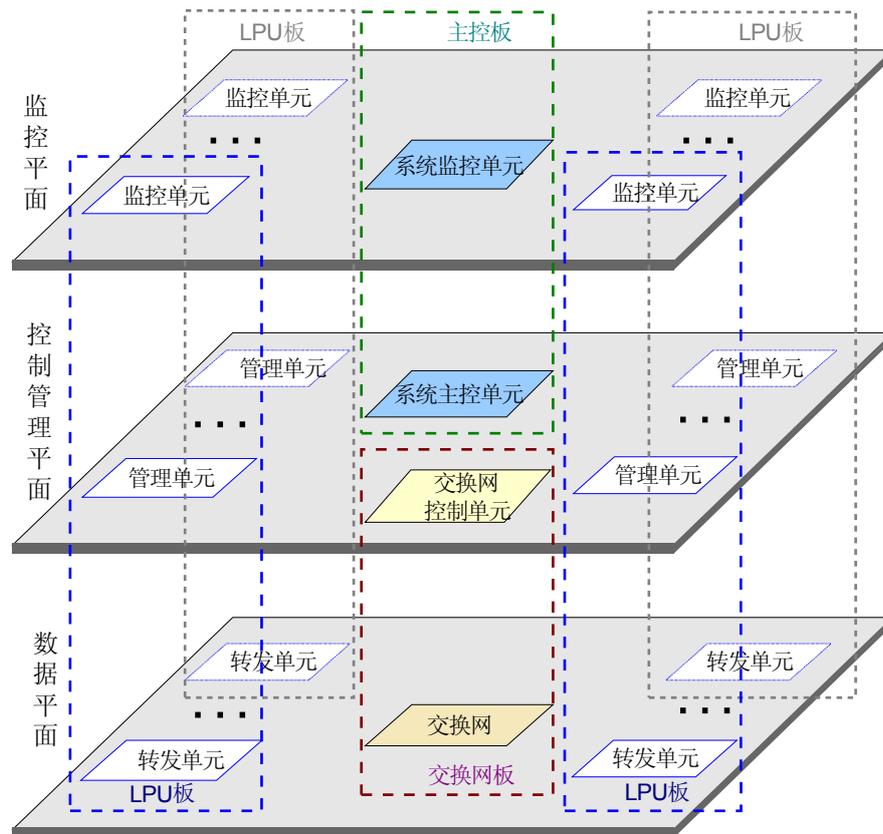


(1)：该链路连接到另一个主控模块的管理总线交换单元

3.2 逻辑架构

NE40E 的逻辑架构分为三个平面：数据平面、控制管理平面和监控平面。如图 3-2 所示。

图 3-2 逻辑框图

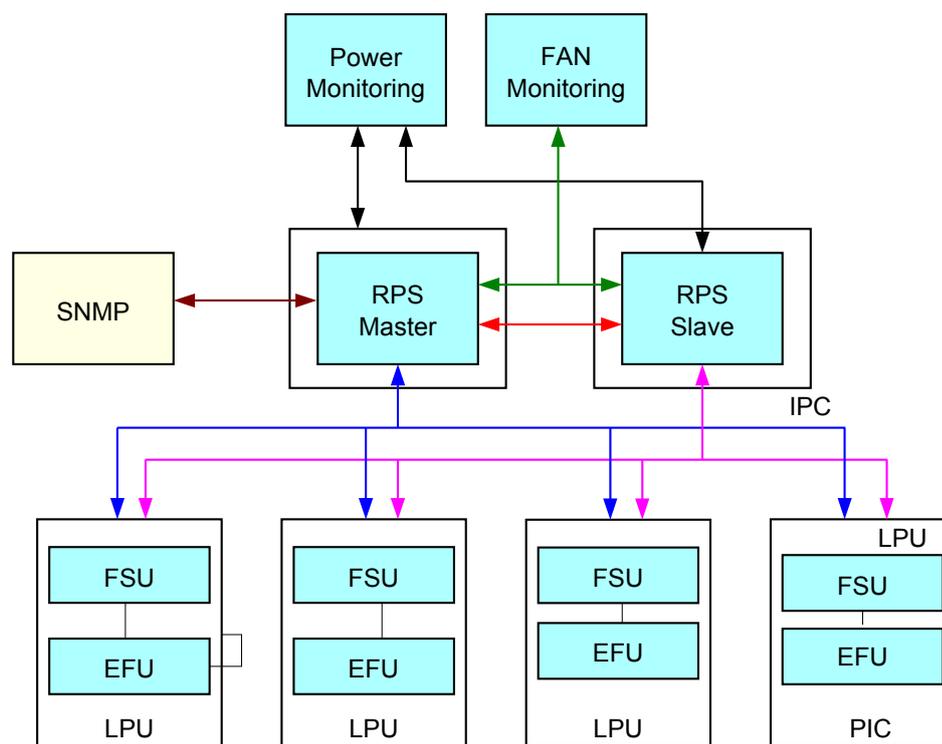


- 数据平面完成数据报文的高速处理和内部无阻塞交换。包括报文的封装与解封装、IPv4/IPv6/MPLS 转发处理、QoS 与调度处理、内部高速交换以及各种统计。
- 控制管理平面完成系统的控制管理功能，是整个系统的中枢神经系统。控制管理单元完成的功能包括协议和信令的处理、系统状态的配置与维护管理、系统状态报告与控制等。
- 监控平面独立完成系统的环境监控，包括电压检测、系统上下电控制、温度监测与风扇控制等，以保证系统的安全稳定运行，在出现单元故障的情况下及时隔离故障，保障系统其它部分的正常运行。

3.3 软件总体架构

NE40E 软件总体架构如图 3-3 和所示。

图 3-3 软件总体架构



NE40E 的软件由 RPS（Routing Process System）、电源监控、风扇监控、FSU（Forwarding Support Unit）和 EFU（Express Forwarding Unit）几部分组成：

- RPS 是系统的控制管理模块，运行于主控板，主用主控板和备用主控板的 RPS 模块互为备份，主要完成 IPv4/IPv6、MPLS、LDP 和路由协议的运行，进行路由计算、LSP 生成、组播树的建立，生成单播、组播和 MPLS 转发表，并将其下发至接口板。RPS 包括 IPOS 软件、VRP 软件及产品适配软件。
- FSU 主要完成接口链路层和部分 IP 协议栈的功能。
- EFU 主要完成基于硬件的 IPv4/IPv6 转发、组播转发、MPLS 转发和统计等功能。

4 技术指标

表 4-1 技术指标

项目	NE40E-X16	NE40E-X8	NE40E-X3	NE40E-8
外形尺寸（宽×深×高,机箱主体尺寸）	442mm× 650mm× 1420mm	442mm× 650mm× 620mm	直流机箱： 442mm× 650mm× 175mm 交流机箱： 442mm× 650mm× 220mm	442mm× 669mm× 886mm
外形尺寸（宽×深×高,包括机箱前后的装饰件、走线架等）	442mm× 770mm× 1420mm	442mm× 770mm× 620mm	直流机箱： 442mm× 750mm× 175mm 交流机箱： 442mm× 750mm× 220mm	
安装	可安装在 N68E 和 19 英寸标准机柜中			
重量（满配置）	267kg	130kg	直流机箱： ● 36kg(用 LPUF-21) ● 41kg(用 LPUF-40) 交流机箱： ● 46kg(用 LPUF-21) ● 51kg(用 LPUF-40)	147kg
最大功率	6500W	3300W	1100W	2200W

项目		NE40E-X16	NE40E-X8	NE40E-X3	NE40E-8
散热值		21089 BTU/ hour	10707 BTU/ hour	3569 BTU/ hour	7137 BTU/ hour
MTBF (年)		22.53	22.41	22.78	21.82
MTTR (小时)		0.5	0.5	0.5	0.5
可靠性		0.999997467	0.999997453	0.9999975	0.999997384
总槽位数量		22	11	5	12
业务槽位数量		16	8	3	8
转发能力		3200Mpps	1600Mpps	300Mpps	400Mpps
交换能力		12.58T (双向)	7.08T (双向)	1.08T (双向)	640G (双向)
背板带宽		30T	15T	1.35T	2T
端口容量 (双向)		3.2Tbps (双向)	1.6Tbps (双向)	240G (双向)	320G (双向)
SDRAM		2GB(可扩展到 4 GB)	2GB(可扩展到 4 GB)	2GB	2GB
Flash		32M	32M	32M	32M
CF Card		每块主控板有 2 块 CF 卡, 每块 1GB	每块主控板有 2 块 CF 卡, 每块 1GB	每块主控板有 2 块 CF 卡, 每块 1GB	每块主控板有 2 块 CF 卡, 每块 512MB
直流 (DC) 输入电压	额定电压	-48V			
	最大电压范围	-38V ~ -72V			
交流 (AC) 输入电压	额定电压范围	220V			
	最大电压范围	90V ~ 275V 175V ~ 275V(推荐)	90V ~ 275V 175V ~ 275V(推荐)	90V ~ 275V 175V ~ 275V(推荐)	90V ~ 275V 175V ~ 275V(推荐)
工作环境温度	长期	0° C ~ 45° C			
	短期	-5° C ~ 55° C 备注: 温度变化速率限制: 30° C/小时			
存储温度		-40° C ~ 70° C			
工作环境相对湿度	长期	5%RH ~ 85%RH, 无凝结			
	短期	5%RH ~ 95%RH, 无凝结			

项目	NE40E-X16	NE40E-X8	NE40E-X3	NE40E-8
存储相对湿度	0%RH ~ 95%RH, 无凝结			
长期工作海拔高度	小于 3000 米			
存储海拔高度	小于 5000 米			

5 单板

关于本章

- 5.1 灵活插卡
- 5.2 MSUI-100 集成线路处理板
- 5.3 LPUI-41 集成线路处理板
- 5.4 LPUI-100 集成线路处理板
- 5.5 LPUS-41
- 5.6 业务处理板 SPU

5.1 灵活插卡

灵活插卡母板 LPUF-10 和其灵活插卡

LPUF-10 提供 4 个子槽位。整板支持的最大带宽为 10Gbit/s。

LPUF-10 的灵活插卡支持热插拔，支持配置自动恢复，支持不同子卡的混插。

表 5-1 LPUF-10 支持的灵活插卡

灵活插卡名称	备注
1 端口 OC-192c/STM-64c POS-XFP 灵活插卡	占用两个子槽位
1 端口 OC-48c/STM-16c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
8 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
2 端口 OC-12c/STM-4c ATM-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
4 端口 OC-3c/STM-1c ATM-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
2 端口 OC-48c/STM-16c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
4 端口 OC-48c/STM-16c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
4 端口 OC-12c/STM-4c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
8 端口 OC-12c/STM-4c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
4 端口 OC-3c/STM-1c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
8 端口 OC-3c/STM-1c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
2 端口 Channelized OC-3c/STM-1c POS-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
4 端口 Clear Channel E3/Channelized T3-SMB 灵活插卡	占用一个子槽位。
24 端口 Channelized E1/T1-DB100 灵活插卡	占用一个子槽位。
8 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡 A (P10-A)	占用一个子槽位，支持 1588v2 特性。

灵活插卡母板 LPUF-21 和其灵活插卡

LPUF-21 母板提供 2 个子槽位。灵活插卡支持热插拔。整板支持的最大带宽为 20Gbit/s。

LPUF-21 有 A 和 B 两种。A 支持所有软件特性；B 不支持 L3VPN、MVPN 和 IPv6。
LPUF-21-B 板可以通过 License 升级，从而具备 LPUF-21-A 板的所有功能。

表 5-2 LPUF-21 支持的灵活插卡

灵活插卡名称	备注
1 端口 10GBase WAN/LAN-XFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
12 端口 100/1000Base-SFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
12 端口 10/100/1000Base-RJ45 灵活插卡	占用一个子槽位。
1 端口 10GBase WAN/LAN-XFP 光接口灵活插卡 A	占用一个子槽位，支持 1588v2 特性。
12 端口 100/1000Base-SFP 光接口灵活插卡 A	占用一个子槽位，支持 1588v2 特性。
1 端口 OC-192c/STM-64c POS-XFP 灵活插卡	占用一个子槽位。
40 端口 100/1000Base SFP 灵活插卡	占用两个子槽位。
40 端口 10/100/1000Base-RJ45 灵活插卡	占用两个子槽位
4 端口 10GBase WAN/LAN-XFP 灵活插卡	占用两个子槽位。
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP + 20 端口 100/1000Base-SFP 灵活插卡	占用两个子槽位。
1 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 B(P20-B)	占用一个子槽位。
12 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡 B (P20-B)	占用一个子槽位。
1 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 E(P20-E)	占用一个子槽位。
10 端口 1000Base-X-SFP 灵活插卡 E(P20-E)	占用一个子槽位。

灵活插卡母板 LPUF-40 和其灵活插卡

灵活插卡母板 LPUF-40 提供 2 个子槽位。灵活插卡支持热插拔。整板支持的最大带宽为 40Gbit/s。

LPUF-40 有 LPUF-40-A 和 LPUF-40-B 两种，LPUF-40-A 支持所有软件特性；相对 LPUF-40-A 板，LPUF-40-B 不支持 L3VPN、MVPN、IPv6 功能，LPUF-40-B 板可以通过 License 升级，从而具备 LPUF-40-A 板的所有功能。

灵活插卡母板 LPUF-40 和其灵活插卡只能在 NE40E-X16、NE40E-X8、NE40E-X3 上使用。

表 5-3 LPUF-40 支持的灵活插卡

灵活插卡名称	备注
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 (P40)	占用一个子槽位
20 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡 (P40)	占用一个子槽位
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 B(P40-B)	占用一个子槽位
20 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡 B (P40-B)	占用一个子槽位
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 A(P40-A, 支持 1588v2)	占用一个子槽位
20 端口 100/1000Base-X-SFP 灵活插卡 A (P40-A, 支持 1588v2)	占用一个子槽位
20 端口 10/100/1000Base-RJ45 灵活插卡 (P40)	占用一个子槽位
4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 灵活插卡 (P40)	占用一个子槽位

灵活插卡母板 LPUF-100 和其灵活插卡

灵活插卡母板 LPUF-100 提供 4 个子槽位。灵活插卡支持热插拔。整板支持的最大带宽为 100Gbit/s。

灵活插卡母板 LPUF-100 和其灵活插卡只能在 NE40E-X16 和 NE40E-X8 上使用。

表 5-4 LPUF-100 支持的灵活插卡

灵活插卡名称	备注
5 端口 10GBase LAN/WAN-SFP+灵活插卡 A(P100-A,支持 1588v2)	占用两个子槽位
24 端口 100/1000Base-SFP 灵活插卡 (P100)	占用两个子槽位
48 端口 100/1000Base-CSFP 灵活插卡 (P100)	占用两个子槽位

5.2 MSUI-100 集成线路处理板

MSUI-100 集成线路处理板只能在 NE40E-X16、NE40E-X8、NE40E-X3 上使用。

表 5-5 MSUI-100 集成线路处理板

单板名称	备注
1 端口 10GBase-CFP 集成线路处理板 (MSUI-100)	-
10 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板 (MSUI-100)	-

5.3 LPUI-41 集成线路处理板

LPUI-41 集成线路处理板只能在 NE40E-X16、NE40E-X8、NE40E-X3 上使用。

表 5-6 LPUI-41 集成线路处理板

单板名称	备注
8 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板 (LPUI-41)	-
4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板 (LPUI-41)	-
48 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板 (LPUI-41)	-
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 和 24 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板 (LPUI-41)	-
4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板 (LPUI-41, 支持 1588v2)	-
40 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板 (LPUI-41, 支持 1588v2)	-
2 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 和 20 端口 100/1000Base-X-SFP 集成线路处理板 (LPUI-41, 支持 1588v2)	-

5.4 LPUI-100 集成线路处理板

LPUI-100 集成线路处理板只能在 NE40E-X16 和 NE40E-X8 上使用。

表 5-7 LPUI-100 集成线路处理板

单板名称	备注
10 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 集成线路处理板(LPUI-100,支持 1588v2)	-
16 端口 10GBase LAN-SFP+集成线路处理板(LPUI-100)	-

5.5 LPUS-41

LPUS-41 只能在 NE40E-X16、NE40E-X8、NE40E-X3 上使用。

表 5-8 LPUS-41 集成线路处理板

单板名称	备注
8 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 线路处理板 S(LPUS-41)	-
4 端口 10GBase LAN/WAN-XFP 线路处理板 S(LPUS-41)	-
48 端口 100/1000Base-X-SFP 线路处理板 S(LPUS-41)	-

5.6 业务处理板 SPU

表 5-9 业务处理板 SPU

单板名称	备注
通用业务处理板 C	-
灵活插卡增值业务处理板(VSUF-10)	-
通用业务单板(VSUI-20)	-

6 链路特性

关于本章

[6.1 E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 链路特性](#)

[6.2 以太链路特性](#)

[6.3 POS 链路特性](#)

[6.4 CPOS 链路特性](#)

[6.5 ATM 链路特性](#)

[6.6 FR 链路特性](#)

6.1 E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 链路特性

NE40E 可提供 E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口。E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持创建串行接口，在串行接口下支持如下功能：

- E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持 PPP（Point-to-Point Protocol）。
- E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持 HDLC（High-level Data Link Control）。
- E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持 CRTP/ECRTP。
- E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持端口环回，包括本地环回和远端环回。
- E1/CE1/T1/CT1/E3/T3/CT3 接口支持配置 IPv4 和 MPLS 报文的 MTU。
- E1/CE1/T1/CT1 接口支持 ATM。
- E1/CE1/T1/CT1 接口支持 TDM。
- E1/CE1/T1/CT1 接口支持 ATM IMA。

串行接口上的 PPP 支持：

- LCP
- IPCP
- MPLSCP
- PAP 验证
- CHAP 验证

串行接口上的 PPP 支持 ML-PPP。

6.2 以太链路特性

NE40E 上的以太接口支持如下特性：

- GigabitEthernet 接口支持流量控制和速率自协商。
 - 最多可捆绑 16 个物理的以太网端口。捆绑后形成的 Eth-Trunk 接口与普通以太网接口一样支持各种业务。
 - 支持不同速率的端口捆绑。
 - 支持不同单板上的端口绑定到同一个 Eth-Trunk。
 - 支持主备工作模式，能够根据接口链路状态自动进行主备切换。
 - 支持向 Eth-Trunk 中手工添加或删除成员端口；同时 NE40E 能够感应成员端口的 Up 或 Down 状态变化，从而动态改变 Eth-Trunk 链路带宽。
 - 支持二层 Eth-Trunk 和三层 Eth-Trunk。
 - 支持跨设备的 Eth-Trunk，即 E-Trunk。
 - 支持 Eth-Trunk 和 BFD 联动。
 - 支持 LACP（802.3ad）。
- LACP 根据端口状态维护链路状态。在聚合条件发生变化时，自动调整或解散链路聚合。
- 虚拟以太接口。

NE40E 支持虚拟以太接口（Virtual-Ethernet）。通过将 ATM 的 PVC 映射到手工创建的 Virtual-Ethernet 的方法，来让以太报文承载在 AAL5 之上，从而在虚拟以太接口上支持以太二层交换式业务和三层 IP 业务。

- 支持以太时钟同步。
- 支持 1588v2 时钟。
- 支持 VLAN 子接口。
- 支持端口环回，包括本地环回和远端环回。

6.3 POS 链路特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持 SDH 和 SONET 两种封装。
- POS 接口支持 PPP（Point-to-Point Protocol）。

PPP 支持：

- LCP（Link Control Protocol）
- IPCP（Internet Protocol Control Protocol）
- MPLSCP（Multi-Protocol Label Switching Control Protocol）
- PAP（Password Authentication Protocol）验证
- CHAP（Challenge Handshake Authentication Protocol）验证

- POS 接口支持 HDLC（High-level Data Link Control）。
- POS 接口支持 FR（Frame Relay）。
- 支持 POS 子接口。

POS 子接口支持 P2P 模式。

- 支持 IP-Trunk。

NE40E 支持如下情况的 IP 捆绑：

- 支持跨板捆绑
- 支持跨框捆绑
- 支持不同速率通道的捆绑
- 支持 IP-Trunk 接口的动态创建和删除
- 物理接口上提供命令行将一个物理通道加入捆绑集

- 支持端口环回，包括本地环回和远端环回。
- 支持配置 IPv4、IPv6 和 MPLS 报文的 MTU。

POS 接口支持 SDH 告警，SDH 告警支持包括 Section 层、Line 层、Path 层。

POS 接口故障的处理流程如下：

- POS 接口提示故障并通过中断通知单板的控制软件。
- 单板的控制软件确认故障后将更新接口状态并上报 MPU。
- MPU 通知路由协议进行收敛。

为确保路由快速收敛和网络稳定，路由收敛可以和 SPF 定时器、LSP 定时器一起使用。

6.4 CPOS 链路特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持通道化。

CPOS 接口通道化粒度如下：

- 155M 的 CPOS 接口可通道化为 63 路 E1 通道，或者通道化为 84 路 T1 通道，或者通道化为 $N \times 64K$ 通道。
- 155M 的 CPOS 接口可通道化为 3 路 E3/T3 通道。

CPOS 通道化后的 E1 接口支持以 MPLS 为 PW 隧道对非结构化 TDM 业务透传，遵循 SAToP 协议。

CPOS 通道化后的 E1 接口支持以 MPLS 为 PW 隧道对结构化 TDM 业务透传，遵循 CESoPSN 协议。

- 支持 PPP/HDLC/ATM/TDM/ATM IMA。

NE40E 提供速率为 155M 的 CPOS 接口。在链路层，CPOS 支持以下协议：

- PPP
- HDLC
- TDM
- ATM
- ATM IMA
- FR

CPOS 接口上的 PPP 支持：

- LCP
- IPCP
- MPLSCP
- ML-PPP
- PAP 验证
- CHAP 验证

- CPOS 155M (通道化到 64K/E1/T1/T3/E3)支持 CRTP/ECRTP。
- 支持端口环回，包括本地环回和远端环回。

6.5 ATM 链路特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持 SDH 和 SONET 两种封装。

NE40E 的 ATM 接口支持 SONET/SDH 两种封装模式，并且支持 SONET/SDH 开销字节配置和相应的物理层告警。

- 支持创建 PVP/PVC。

ATM 接口支持创建 PVP/PVC：

- 支持基于 VP/VC 的流量整形。

- 支持 UNI 信令（User-to-Network Interface）。
- 支持 RFC1483: Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5。
- 支持 RFC1577: Classical IP and ARP over ATM。
- 支持 F4、F5 End to End Loopback OAM（Operation And Maintenance）。
主要功能是检查 PVP、PVC 链路的情况，也就是链路的通断状态。
- 支持 AAL5（ATM Adaptation Layer 5）。
- 支持 nrt_VBR（Nonreal-time Variable Bit Rate，非实时可变比特率）。
- 支持 UBR（Unspecified Bit Rate，不确定比特率）。
- 支持 rt_VBR（Real-time Variable Bit Rate，实时可变比特率）。
- 支持 CBR（Constant Bit Rate，确定比特率）。
- 支持 IPoA。
NE40E 支持两种方式建立 PVC 与对端设备 IP 地址之间的映射方式：
 - 静态映射
 - InARP（Inverse Address Resolution Protocol）
- 支持 IPoEoA 接入。
- 支持 ATM 子接口。
- 支持 1483B 特性。
NE40E 支持的 1483B 主要应用为 IPoEoA。IPoEoA 指在 AAL5 上承载 Ethernet 报文，Ethernet 承载 IP 报文，实现报文在 Ethernet 与 PVC 之间的 2 层转发。IPoEoA 实现 ATM 骨干网与 IP 网络的融合，能够支持各种 Ethernet 及 IP 业务。
- 支持 ATM 透传/级联功能。
NE40E 支持基于永久虚电路 PVC（Permanent Virtual Circuit）和永久虚通道 PVP（Permanent Virtual Path）的信元透传，以及 AAL5 SDU 透传。如下所示：
 - 基于接口方式的 ATM 信元透传。
 - 1 to 1 VCC 信元透传。
 - N to 1 VCC 信元透传。
 - 1 to 1 VPC 信元透传。
 - N to 1 VPC 信元透传。
 - ATM AAL5-SDU VCC 帧模式透传。
- 支持端口环回，包括本地环回和远端环回。
- 支持配置 IPv4 和 MPLS 报文的 MTU。
- 可提供线路时钟。
- 支持收发数据的加解扰功能。
- ATM 端口支持 shutdown/undo shutdown。
- PVC/PVP 支持 shutdown/undo shutdown。
- 子接口支持 shutdown/undo shutdown。
- 支持 AAL5 SNAP 封装。
- 同一 ATM 端口下可以使用不同的子接口分别做信元透传、IWF。

6.6 FR 链路特性

NE40E 支持帧中继特性，实现如下功能：

- 数据链路连接标识 DLCI
- 永久虚电路 PVC（Permanent Virtual Circuit）
- 帧中继地址映射
- 帧中继 LMI（Local Management Interface）协议
- 帧中继子接口
支持 option A 方式跨域 VPN。

7 业务特性

关于本章

- 7.1 以太特性
- 7.2 IP 特性
- 7.3 路由协议
- 7.4 MPLS 特性
- 7.5 VPN 特性
- 7.6 QoS 特性
- 7.7 流量负载分担
- 7.8 流量统计
- 7.9 多业务网关 MSE 特性
- 7.10 iVSE 特性
- 7.11 安全特性
- 7.12 移动承载特性
- 7.13 网络可靠性
- 7.14 时钟

7.1 以太特性

7.1.1 二层以太网特性

NE40E 的以太网接口可以工作在交换模式（二层）下，支持 VLAN、VPLS、QoS 业务，当二层以太网接口作为 UNI 时，可支持 MPLS VPN 业务。

NE40E 支持以下功能：

- 支持缺省 VLAN
- 支持 VLAN Trunk
- 支持 VLANIF
- 支持 VLAN 聚合
- 支持 VLAN 内部的端口隔离
- 支持以太子接口
- 支持 VLAN 聚合子接口
- 支持基于端口划分 VLAN
- 支持 VLAN Mapping
- 支持 VLAN Stacking
- 支持 MAC 表项限制
- 支持未知单播/组播/广播抑制
- 支持 STP/RSTP
- 支持 MSTP

7.1.2 三层以太网特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持 IPv4
- 支持 IPv6
- 支持 MPLS
- 支持组播
- 支持 VLAN 子接口
- 支持 QoS
- 支持以太子接口
- 支持 VLAN 聚合子接口

7.1.3 QinQ 特性

NE40E 支持丰富的 QinQ 特性，可以满足不同的组网需求。

- 可以识别两层 VLAN Tag，即内层 Tag 和外层 Tag。
- 支持修改外层 VLAN Tag。
- 支持剥掉两层 Tag 后再添加两层新的 Tag。

- 外层 VLAN Tag 支持 mapping。
- 支持修改外层 Tag 的 ethertype 和 802.1p 值，并且支持 2 层 Tag 时 802.1p 字段从内层 Tag 拷贝到外层 Tag。
- 支持基于外层 Tag 的 802.1p 进行流分类。
- 支持根据内层和外层 Tag 的 802.1p 进行端口限速。
- 基于端口的 QinQ。
基于端口的 QinQ 特性支持如下的应用：
 - 基于端口的 QinQ 接入 VPLS 透传私网 VLAN。
 - 基于端口的 QinQ 接入 L2VPN 和 PWE3 来透传私网 VLAN。
- 基于 VLAN 的 QinQ。
- QinQ 接口支持 802.1ag。
- QinQ 终结。
- QinQ 外层 Tag Etype 值与其他厂商设备兼容。
- 组播在 QinQ 网络中的应用。
- 支持主接口下基于 QinQ 的 VLAN Swapping。
- VLAN Stacking 支持如下的应用：
 - 支持接入 VPLS。
 - 支持接入 VLL、PWE3。
- 支持 translation 子接口，支持 1to1、1to2、2to1、2to2 VLAN tag 转换。
- QinQ 终结子接口支持 swap。
- Dot1Q 终结子接口，QinQ 终结子接口，QinQ stacking 子接口，Translation 子接口支持 block。
- 支持基于 Q 对和 802.1p 的 ACL。
- QinQ 终结对称方式接入 VPLS 支持 HQoS。
- QinQ 终结/Dot1Q 终结子接口上支持 IPV6 路由协议。
- BFDv6 支持绑定 QinQ 终结/Dot1Q 终结子接口。
- 支持 IPv6 场景下的动态 QinQ(包括基于 ND/DHCPv6 触发)。
- QinQ 终结/Dot1Q 终结子接口支持 VRRPv6。
- IPv4 URPF 支持 QinQ 终结子接口。
- IPv6 URPF 支持 QinQ 终结子接口。

7.1.4 灵活接入 VPN 特性

传统的接入识别，用户与业务识别信息都是基于单层 Tag 或两层 Tag。如内层 Tag 表示用户，外层 Tag 表示业务，不同的接口配置不同的两层 Tag 接入不同的 VPN。在某些场景中，由于接入的设备不支持 QinQ 或接入的单层 Tag 有多个业务在使用，接入设备可能把业务的接入信息填加在 802.1P/DSCP 字段中，此时 NE40E 的边缘设备需要在用户接入识别上加上 802.1P/DSCP 这一维度的信息作为接入识别，以区分接入不同的 VPN，作不同的 QoS 调度策略，或业务分流。

7.1.5 RRPP 链路特性

快速环网保护协议 RRPP（Rapid Ring Protection Protocol）支持以下功能：

- 支持 Polling 机制。
- 支持链路状态变化通知机制。
- 支持主环上的子环协议报文通道状态检查机制。

7.1.6 RSTP/MSTP 特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持 RSTP。
- 支持 MSTP。

MSTP 提供 BPDU 保护功能来防止这种攻击。交换机上启动 BPDU 保护功能后，如果边缘端口收到了 BPDU，交换机将关闭这些端口，同时通知网管系统。被关闭的端口只能由网络管理人员手动恢复。

NE40E 可以通过 CP-CAR 限制二层和三层协议报文，例如：RSTP 和 DHCP 报文。可以避免过量的协议报文影响设备性能。

7.1.7 BPDU Tunnel 特性

NE40E 支持如下方式的 BPDU 报文透明传输：

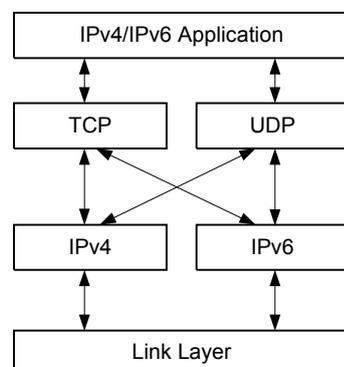
- 基于端口的 BPDU 报文透明传输。
- 基于 VLAN 的 BPDU 报文透明传输。
- 基于 QinQ 的 BPDU 报文透明传输。
- 基于 VLL 的 BPDU 报文透明传输。
- 基于 VPLS 的 BPDU 报文透明传输。

7.2 IP 特性

7.2.1 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈

IPv4/IPv6 双协议栈具有互通性好和实现简单的优点。它的结构如图 7-1 所示。

图 7-1 双协议栈结构



设备支持同一接口下配置 IPv4/IPv6 双栈协议（包括双栈 VPN）。

7.2.2 IPv4 特性

NE40E 支持的 IPv4 特性如下：

- 支持基本的 TCP/IP 协议栈，包括 ICMP、IP、TCP、UDP、Socket（TCP/UDP/Raw IP）、ARP。
- 支持静态 DNS 和指定 DNS 服务器。
- 支持 FTP Server/Client、TFTP Client。
- 支持 DHCP Relay Agent、DHCP Server。
- 支持 DHCP 泛洪抑制。
- 支持 Ping、tracert 和 NQA 操作。

NQA 可以探测 ICMP、TCP、UDP、DHCP、FTP、HTTP、SNMP 服务是否打开以及测试各种服务的响应时间。并且在 UDP Jitter 及 ICMP Jitter 测试中，支持基于接口板收发报文的 NQA 特性；支持发包的最小频率为 10ms，每块接口板最大支持并行 100 个 Jitter，整个系统最大支持并行 1000 个 Jitter。

- 支持 IP 策略路由，可基于流指定转发下一跳。
- 支持基于 IP 策略路由的负载分担。
- 支持 UCMP(非等价负载分担)。
- 所有物理接口和逻辑接口都可以配置从 IP 地址
接口下允许配置 31 位掩码的从 IP 地址。每个接口最多可配置 255 个从 IP 地址。

7.2.3 IPv6 特性

NE40E 支持的 IPv6 特性如下：

- 支持 IPv6 ND（Neighbor Discovery）。
- 支持 PMTU 发现（Path MTU Discovery）。
- 支持 TCP6、Ping IPv6、Tracert IPv6、Socket IPv6。
- 支持静态 IPv6 DNS 和指定 IPv6 DNS 服务器。
- 支持 TFTP IPv6 Client。
- 支持 IPv6 策略路由。
- 支持 Telnet、SSH 等协议。

7.2.4 GRE

通用路由封装 GRE（Generic Routing Encapsulation）可用于实现以下几种服务类型：

- 多协议的本地网可以通过单一协议的骨干网传输。
- 扩大跳数受限的网络工作范围。
- 将不连续的子网连接起来，用于组建 VPN。
- CE 采用 GRE 隧道接入 MPLS VPN。

如果要使用 GRE 隧道，设备需要安装 SPU 单板和 GRE License，并且设置 SPU 的单板模式为 Tunnel 模式。创建 GRE 隧道不依赖物理接口。

7.2.5 IPv4/IPv6 过渡技术

NE40E 支持以下功能：

- IPv6 over IPv4 隧道
NE40E 支持采用如下的 IPv6 over IPv4 隧道模式：
 - IPv6 手动隧道
 - IPv6 over IPv4 GRE 隧道
 - IPv4 兼容 IPv6 自动隧道（简称自动隧道）
 - 6 to 4 隧道
- IPv4 over IPv6 隧道
- 6PE 和 6vPE

7.2.6 IPSEC 特性

NE40E 支持以下功能：

- 支持传输模式和隧道模式两种转换方式
- 支持 IKEv1 和 IKEv2
- 支持 GRE over IPsec
- 支持 NAT 穿越
- 支持 VPN
- 报文分片和重组
- Peer 检测支持 keepalive、DPD
- 支持动态远程 IPSEC 接入
- 支持 IPsec PKI（Public Key Infrastructure）
- 支持预共享密钥

7.3 路由协议

7.3.1 单播路由特性

NE40E 支持的单播路由特性如下：

- 支持 IPv4 路由协议：RIP、OSPF、IS-IS 和 BGP4。
- 支持 IPv6 路由协议：RIPng、OSPFv3、IS-ISv6 和 BGP4+。
- 支持静态路由，由管理员手工配置，以简化网络配置，提高网络性能。
- 具有大容量的路由表项，有效支撑城域网的运营。
- 通过完备的路由策略功能决定最佳路由。
- 支持引入其他路由协议的路由信息。
- 支持发布和接收路由时应用路由策略，通过应用路由属性而过滤路由。
- 支持负载分担及配置最大等价路由条数。

在 LPUF-10/LPUF-21/LPUF-40/LPUF-41 单板上 IPv6 路由负载分担数量支持 32 路。

- 支持密码验证和 MD5 验证，提高网络的安全性。
- 支持通过命令行手动重启协议进程。
- 支持 RIP version1（有类别路由协议）和 RIP version2（无分类路由协议）。
- 支持配置 RIP 向邻居发布缺省路由，并且可设置该路由的度量值。

- 支持 RIP 触发更新特性。
- 支持抑制指定接口收发 OSPF 报文或 RIP 报文。
- 支持 OSPF-BGP 联动。
- 支持 OSPF-LDP 联动。
- 支持 OSPF 快速收敛，通过以下三种方式实现：
 - 调整 LSA 的时间间隔
 - 使能 OSPF GR
 - 配置 BFD for OSPF
- 支持 OSPF I-SPF 和 IS-IS I-SPF。I-SPF 是指增量路由计算，它每次只对变化的一部分路由进行计算，而不是对全部路由重新计算。
- 支持 OSPF PRC。
- OSPF 支持通过参考带宽计算链路开销。

链路开销可以手工配置，如果没有手工配置链路开销，系统会通过参考带宽自动计算，计算公式如下：

$$\text{链路开销} = \frac{\text{带宽参考值}}{\text{接口带宽}}$$

计算结果取整数（小于 1 时取 1）。可以通过更改参考带宽来修改链路开销。缺省情况下，NE40E 的参考带宽为 100Mbps，可以通过命令行在 1-2147483648Mbps 范围内修改。
- 支持 IS-IS 在路由域内采用两级的分层结构。
- 支持 IS-IS LDP 联动。
- 支持 IS-IS GR，OSPF GR，BGP GR，提供无间断转发 NSF（Non-Stop Forwarding）的高可靠性保障。
- 支持 BGP 下一跳分离和按组打包。
- 支持 IPv6 下一跳分离
- 当到达同一目的地存在多条路由时，支持 BGP 采用策略进行路由选择。
- 支持 BGP 路由反射器：当 IBGP 对等体数目很多时，建立全连接网的开销很大。使用路由反射器，可以解决这个问题。
- 支持配置发送 BGP 更新报文时不携带私有自治系统号。
- 支持配置 BGP 路由衰减，可以抑制不稳定的路由信息，不将这类路由加入到 BGP 路由表中，也不将这类路由向其他 BGP 对等体发布。
- 支持路由策略。
- 支持 BGP 路由快速收敛。

通过采用新的路由收敛机制和算法，大大提高了 BGP 路由的收敛速度。主要的优化措施包括：

 - 前缀与下一跳分离
 - 按需迭代
- 在多归属场景下，BGP 支持负载分担。
- 支持 NSR。

NE40E 支持以下不间断路由 NSR（Non-Stop Routing）：

 - IS-IS NSR
 - BGP NSR

在单个区域 LSA 占用接口带宽的计算方法如下。

以 10000 条路由和以太网接口为例，以太接口的 MTU 为 1500 字节。以太帧头为 18 字节，LSA 为 44 字节。

$(1500-18)/44=44$ 。即一个以太帧可携带 44 条路由，那么 10000 条路由大概需要使用 228 个以太帧。

7.3.2 组播路由特性

NE40E 提供如下组播特性：

- 支持的组播协议包括：IGMP(包括 IGMPv1、IGMPv2、IGMPv3)、PIM（包括 PIM-DM、PIM-SM）组播路由协议、MSDP（Multicast Source Discovery Protocol）组播源发现协议、MBGP 协议。
- 支持 RPF 检查。
- 支持 PIM-SSM。
- 支持 Anycast RP。
- 支持的 IPv6 组播协议包括：PIM-IPv6-DM、PIM-IPv6-SM 和 PIM-IPv6-SSM。
- 支持 MLD（Multicast Listener Discovery），MLD 有两个版本：
 - MLDv1（由 RFC2710 定义）
MLDv1 直接支持 ASM（Any-Source Multicast）；借助 SSM-Mapping 可以实现 SSM（Source-Specific Multicast）。
 - MLDv2（由 RFC3810 定义）
MLDv2 直接支持 ASM 和 SSM。
- 支持组播静态路由。
- 支持在以太网、POS 等物理接口和 Trunk 接口上配置组播协议。
- 组播路由模块在接收、引入、发布组播路由时，支持使用路由策略对路由进行过滤。在 IP 转发组播报文时，也支持按策略对组播报文进行过滤和转发。
- 支持组播 VPN，采用 MD（Multicast Domains）方案。
- 支持 Dummy 项添加和删除。
- 支持查询 PIM 邻居信息和控制消息数目。
- 支持 PIM 邻居过滤功能、转发边界控制，及 BSR 的服务和管理边界控制。
- 支持 PIM 注册信息的过滤规则和抑制。
- 支持 MSDP 认证。
- 支持 IGMP 报文限速和 IGMP Proxy 功能。
- 支持 IGMP 和 MLD 的组成员快速离开功能，及使用 Group-Policy 限制建立转发表项。
- 支持配置 ACL 实现组播的安全性，包括：源地址过滤、组播组数量控制、组播转发表项建立、Switch-MDT 切换等。
- 支持基于组播组、组播源、组播源组的负载分担，及稳定优先负载分担和均衡优先负载分担。
- 支持 IGMP Snooping。
- 支持组播流量控制。

对于未知组播报文，即组播转发表中不存在对应转发表项的组播报文，NE40E 支持根据需要进行丢弃或在端口所属 VLAN 内广播发送两种策略。同时，NE40E 还可以控制以太网端口上的最大组播流量百分比，从而控制组播业务的流量。

- 支持基于 VSI 配置 IGMP CPCAR。
- 支持分布式组播。
- 组播 fast join 和 fast leave 最大时延小于 4ms。
- 支持组播 VLAN。
NE40E 仅支持组播 VLAN 和基于 VLAN 的组播流 1+1 保护。
- 支持 Multicast over GRE。
- 支持组播 VPN。
关于组播 VPN 的详细描述请参见 [7.5 VPN 特性](#) 中的具体描述。
- 支持组播 CAC 功能
NE40E 支持组播 CAC (Call Admission Control) 特性，通过配置组播 CAC 规则，在接口、全局进行 IGMP Snooping 的组播组数量、带宽限制。

7.4 MPLS 特性

NE40E 支持 MPLS 特性，支持静态 LSP 和动态 LSP。静态 LSP 需要管理员对沿途的 LSR 进行相应配置，手工建立 LSP 隧道；动态 LSP 由 LDP 协议或 RSVP-TE 根据路由信息动态建立 LSP 隧道。

MPLS 业务对时延的控制包括两方面：

- NE40E 采用高速处理器，保证在没有流量拥塞的情况下流量线速转发和极低的转发时延。
- 在发生流量拥塞时，NE40E 通过多种机制保证高优先级流量优先转发和低时延。包括 QoS、HQoS、MPLS TE 和 DS-TE 等。

NE40E 的所有接口都支持 MPLS。

MPLS

NE40E 支持多协议标签交换 MPLS，特性包括：

- 支持 MPLS 的基本功能和转发业务，实现了 LDP 信令协议。MPLS 信令协议负责分发标签、建立 LSP 并传递 LSP 建立过程中需要的参数。
- 标签栈最大深度为 4 层。
- LDP 支持：
 - DU 和 DoD 两种标签发布方式。
 - 独立标签分配控制和有序标签控制方式两种标签分配控制方式。
 - 自由标签保持方式和保守标签保持方式两种标签保持方式。
 - 最大跳数和路径向量两种环路检测机制。
 - LDP 会话支持基本发现机制和扩展发现机制。
- 支持 MPLS Ping/Tracert，使用 MPLS echo request 和 MPLS echo reply 检测 LSP 的可用性。
- 支持基于 LSP 的流量统计，用于计算带宽利用率，支持 LSP 带宽门限告警。
- 支持 MPLS 逐包负载分担。
- 支持 32/64 路负载分担（包括头节点/中间节点）
- 支持 LSP 环路检测机制等管理功能。

- 支持 MPLS QoS，支持 IP 报文从 ToS 域到 MPLS 报文 EXP 域的映射，并且支持 MPLS Uniform、Pipe 和 Short Pipe 三种模式。
- 支持基于流分类静态配置 LSP，基于流分类进行标签转发。
- 支持 MPLS 的 TRAP 功能。
- 支持 MPLS MTU 修改功能。
- 支持 LDP-IGP 联动，通过同步 LDP 和 IGP 之间的状态，来保证在网络发生故障时，LDP 和 IGP 配合将流量丢失时间减到最低。
- NE40E 可以作为标签边缘路由器 LER（Label Edge Router）、标签交换路由器 LSR（Label Switch Router）。

LER 是指 MPLS 网络同其它网络的边缘设备，它具有业务分类、分发标签、封装或者剥去多层标签等多种功能。作为出节点时，可支持 PHP，出节点向倒数第二跳分配显式空标签或隐式空标签。

LSR 是 MPLS 网络的核心路由器，它提供标签交换、标签分发的功能。

- 不同 ISIS Level 的路由器之间可以建立 LSP，并且 LSP 和 LDP 能够和其他友商设备互通。
- NE40E 的 MPLS 遵循以下标准：
 - RFC 3031
 - RFC 3032
 - RFC 3034
 - RFC 3035
 - RFC 3036
 - RFC 3037

同时支持 CR-LDP 和 RSVP-TE，能够和其他友商设备互通。

MPLS TE

MPLS TE 结合了 MPLS 技术与流量工程，通过建立到达指定路径的 LSP 隧道进行资源预留，使网络流量绕开拥塞节点，达到平衡网络流量的目的。

在资源紧张的情况下，MPLS TE 能够抢占低优先级 LSP 隧道带宽资源，满足大带宽 LSP 或重要用户的需求。同时，当 LSP 隧道故障或网络的某一节点发生拥塞时，MPLS TE 可以通过备份路径和快速重路由 FRR（Fast Reroute）提供保护。通过自动重优化和自动带宽调节提高隧道的自适应能力，合理配置网络资源。

通过 TEDB 更新网络拓扑信息的过程如下：当链路 down 后，CSPF 失效链路定时器开启。如果在 CSPF 失效链路定时器超期前 IGP 删除或更改链路，CSPF 将删除定时器并更新 TEDB。如果在定时器超期后 IGP 都没有删除链路那么认为该链路为 UP。

MPLS TE 主要实现两类功能：

- 支持静态 LSP 的处理：创建和删除静态 LSP。这些 LSP 有带宽需求，但都是通过手工配置。
- 支持 CR-LSP（Constrained Route-Label Switched Path）处理：包括对不同类型 CR-LSP 的处理，支持 CSPF 算法的路径计算。

对于 CR-LSP，MPLS TE 在实现上主要包括如下几个部分：

- RSVP-TE RSVP 协议认证满足 RFC 3097。
- 自动路由

自动路由方式有两种：

- 转发捷径（IGP Shortcut）：不将这条 LSP 链路发布给邻居路由器，因此，其他路由器不能使用此 LSP。
- 转发邻接（Forwarding Adjacency）：将这条 LSP 发布给邻居路由器，因此，其他路由器能够使用此 LSP。

- 快速重路由

FRR 的切换速度可以达到 50 毫秒，能够最大程度减少网络故障时数据的丢失。

- 自动快速重路由

Auto FRR 是对 MPLS TE FRR 功能的扩展，通过在主隧道下配置旁路隧道的属性、全局 Auto-FRR 属性和接口 Auto-FRR 属性，可以在 LSP 上自动创建符合要求的旁路隧道。并且随着主隧道路径的变化，旧的旁路隧道会自动的删除，然后建立新的符合要求的旁路隧道。

- CR-LSP 备份

NE40E 支持两种备份方法：

- 热备份：创建主 CR-LSP 后随即创建备份 CR-LSP。主 CR-LSP 失效时，通过 MPLS TE 直接将业务切换至备份 CR-LSP。
- 普通备份：指主 CR-LSP 失效后创建备份 CR-LSP。

- LDP over TE

在现有网络中，并不是所有设备都支持 MPLS TE。可能仅有网络的核心部分支持 TE，而在边缘使用 LDP。由此产生了 LDP over TE 的应用。即 TE Tunnel 作为整个 LDP LSP 的“一跳”。通过转发邻接，可将一条 MPLS TE 隧道作为一条虚拟链路发布到 IGP 网络。

- make-before-break

Make-before-break 是一种高可靠性的 CR-LSP 切换技术。在创建新路径时，先不删除原有路径。在创建新的 CR-LSP 时，先不删除原有的 CR-LSP。当新的 CR-LSP 建立成功后，先将流量切换到新的 CR-LSP 上，再删除原来的 CR-LSP，保证业务流量不中断。

- DS-TE

NE40E 实现的 DS-TE 支持 Non-IETF 模式和 IETF 模式：

- Non-IETF（非标准）模式支持两种 CT（CT0 和 CT1）和 8 种优先级（0～7），带宽约束模型支持 RDM 和 MAM。

这里的 CT（Class-Type）对应业务流的服务等级。优先级是指 LSP 的抢占优先级。

- IETF 模式（标准）支持 8 种 CT（CT0～CT7）和 8 种优先级（0～7）。带宽约束支持 RDM、MAM 和 Extended 三种模型。

DS-TE 支持 TE FRR、Hot-Standby、保护组倒换，以及基于 CT 的流量统计。

MPLS OAM

MPLS OAM 主要提供了以下功能：

- MPLS OAM 基本检测功能：通过向待检测 LSP 和待检测 LSP 的反向通道发送 CV/FFD 和 BDI 报文检测连通性。
- OAM 自动协议功能。
- 保护倒换功能。

7.5 VPN 特性

7.5.1 隧道策略

隧道策略（Tunnel Policy）用于根据目的 IP 地址选择隧道。各种使用隧道的应用根据隧道策略选择合适的隧道。如果没有配置隧道策略，隧道管理模块将根据缺省策略寻找隧道。

NE40E 支持两种隧道策略：

- 顺序性选择的隧道策略可以配置选择隧道的顺序及负载分担的条数。对于顺序性选择的隧道策略，到同一目的端，排列在前的隧道只要是 Up 的就会被选中，不管它是否已经被其它业务选中；排列在后的一般不会被选中，除非要求负载均衡或者排在前面的隧道都是 Down 的。
- VPN 隧道绑定是指在 VPN 骨干网的 PE 设备上将 VPN 的对端与某条 MPLS TE 隧道相关联。VPN 到对端的数据固定地从专用的 TE 隧道传输。被绑定的 TE 隧道只承载指定的 VPN 业务，不再承载其它 VPN 业务，因此可以保证该 VPN 业务的 QoS。

7.5.2 VPN 隧道

NE40E 支持以下 VPN 隧道：

- LSP 隧道
- GRE 隧道
- TE 隧道

7.5.3 MPLS L2VPN

NE40E 提供基于 MPLS 网络的二层 VPN 服务，使运营商可以在统一的 MPLS 网络上提供不同介质的二层 VPN。

VLL

NE40E 支持以下功能：

- Martini 方式 VLL
Martini 方式使用两层标签，内层标签是采用扩展的 LDP 作为信令进行交互，这种方式遵循 RFC4096。
VC FEC 的类型为 128。VC 封装类型包括：0x0004 Ethernet Tagged Mode；0x0005 Ethernet；0x000B IP Layer2 Transport。
- Kompella 方式 VLL
Kompella 方式 VLL 的 VC 封装类型包括 ATM-1to1-VCC, ATM-1to1-VPC, ATM-AAL5-SDU, ATM-nto1-VCC, ATM-nto1-VPC, ATM-trans-cell, FR, ethernet、hdlc、ppp、vlan 和 ip-interworking。
Kompella 方式 VLL 支持 802.1Q 方式的本地跨板交换方案。
Kompella 方式 VLL 可以支持跨域 VPN 解决方案。
- CCC 方式 VLL

CCC 方式 VLL 支持 802.1Q 方式的本地跨板交换方案。

- SVC 方式 VLL
- VLL 异种介质互通

VLL 异种介质互通主要用于同一 L2VPN 两端 CE 链路类型不一致的情况。对报文的主要处理过程为：PE 收到来自 CE 的报文，解除链路层封装后，将 IP 报文传递给 MPLS 网络；IP 报文通过 MPLS 网络透明传输到对端 PE；对端 PE 根据自己的链路层协议类型重新对 IP 报文封装，发送给与自己相连的 CE。CE 发送的链路层控制报文由 PE 处理，不进入 MPLS 网络传输。非 IP 报文（如 MPLS、IPX 等协议的报文）一律丢弃，不进入 MPLS 网络。

- 支持透传特殊的链路层协议报文
支持接口下配置透传特殊的链路层协议报文，包括 BPDU、STP、LLDP、UDLD、CDP、HGMP。
- VLL 的跨域
 - SVC、Martini 和 Kompella 方式都可以实现 OptionA（VRF-to-VRF）方式的跨域。
 - Option B 需要在 ASBR 处对内层和外层标签都做交换，并不适合 VLL。
 - Option C 是最好的解决方案
- VLL over TE ECMP

VPLS

在 VPLS 网络中，通过 PE 之间全连接和水平分割功能来避免二层环路。

使用 BGP 或 LDP 实现 VPLS 的控制平面的功能，分别称为 Kompella 方式的 VPLS 和 Martini 方式的 VPLS。

- Kompella 方式的 VPLS
采用 BGP 作为信令，可以通过配置 VPN Target 实现 VPLS 成员的自动发现，增加 PE 或删除 PE 时，所需的额外操作很少，因而具有较好的扩展性。
- Martini 方式的 VPLS
采用 LDP 作为信令，需要手工指定 PE 的各对等体，由于同一 VPLS 中各 PE 之间需要建立全连接，每当有新的 PE 加入时，所有相关 PE 上都修改配置，导致可扩展性较差。由于 PW 实际是点到点链路，使用 LDP 进行 PW 的建立、维护和拆除更为有效。

NE40E 支持以下功能：

- 支持以 QinQ 方式接入到 VPLS
- 支持 H-VPLS
- IGMP Snooping for VPLS
- 支持每个 VSI 实例有一个 MAC 地址空间。VPLS 在学习 MAC 地址的时候有两种模式：
 - Unqualified 模式是一个 VSI 中允许多个 VLAN，他们共享一个 MAC 地址空间和一个广播域，学习的时候需要学习 VLAN。
 - Qualified 模式是一个 VSI 中允许一个 VLAN，有独立的 MAC 地址空间和广播域，学习的时候无需学习 VLAN。
- 支持 VPLS/H-VPLS 等值负载分担

- 支持组播流量快速切换
- 支持 mVPLS
- 支持 STP over PW
- 支持 STP over VPLS
- 支持透传特殊的链路层协议报文
支持接口下配置透传特殊的链路层协议报文，包括 BPDU、STP、LLDP、UDLD、CDP、HGMP。
- 支持以太网环路检测

PWE3

NE40E 支持以下功能：

- 支持 VCCV-PING（Virtual Circuit Connectivity Verification PING）
NE40E 支持在 U-PE 上手工检测 LDP PW 的连接性（VCCV-PING），包括检测静态 PW、动态 PW、单跳 PW 和多跳 PW 的连通性。
- 支持 PW 模板
NE40E 支持 PW 和 PW template 的绑定。并且支持 PW 的 reset 机制。
支持异种介质互连特性。目前，NE40E 支持的 PWE3 透明传输的数据类型包括 ATM AAL5 SDU VCC transport、Ethernet、HDLC、ATM n-to-one VCC cell transport、IP Layer2 Transport、ATM one-to-one VCC Cell Mode。
- 支持 ATM 信元透传
- 支持 PW Redundancy
- 支持 ATM IWF
ATM IWF 运行在 L2VPN 上，根据实际组网不同有两种实现方式：交叉电路连接 CCC 本地连接方式和 PW 方式。
 - CCC 本地连接方式
 - PW 方式
- 支持 PWE3 技术实现 CES 业务。
支持结构化仿真模式 CESoPSN（Structure-aware TDM Circuit Emulation Service over Packet Switched Network）和非结构化仿真模式 SAToP（Structure-Agnostic TDM over Packet）业务。

7.5.4 BGP/MPLS L3VPN

NE40E 实现了基于 MPLS/BGP 的 L3VPN，向运营商提供 VPN 的端到端的解决方案。使运营商把 VPN 作为一种新的增值服务提供给客户，给用户提供了更灵活的选择。

- 支持 CE 路由器通过三层接口接入 L3VPN，如 Ethernet、VLAN 等接口。
- 支持 CE 和 PE 之间使用静态路由、BGP、RIP、OSPF、IS-IS 路由协议。
- 支持运营商的运营商。
- 支持跨域 VPN。

NE40E 支持 RFC2547bis 中提出的三种跨域 VPN 解决方案：

- VPN Instance to VPN Instance：ASBR 间使用子接口管理 VPN 路由，也称为 Inter-Provider Backbones Option A。

- EBGP Redistribution of labeled VPN-IPv4 routes: ASBR 间通过 MP-EBGP 发布标签 VPN-IPv4 路由, 也称为 Inter-Provider Backbones Option B。
- Multihop EBGp redistribution of labeled VPN-IPv4 routes: PE 间通过 Multi-hop MP-EBGP 发布标签 VPN-IPv4 路由, 也称为 Inter-Provider Backbones Option C。
- 支持组播 VPN。
- 支持 IPv6 VPN。
目前 NE40E 支持的 IPv6 VPN 组网方案主要有 Intranet VPN、Extranet VPN、Hub&Spoke、跨域 (Inter-AS 或 Multi-AS Backbones) VPN 及运营商的运营商 (Carriers' Carrier)。
- 支持 HoVPN。
- 支持资源隔离 VPN。
- 支持多角色主机。

7.6 QoS 特性

NE40E 支持对各种 QoS 机制进行流量流计, 并提供相应的 display 命令显示统计结果。

NE40E 支持以下功能:

支持 Diff-serv 模型

多个业务流可以汇聚成一个行为集合(Behavior Aggregate), 在路由器上使用相同的 PHB 进行转发处理, 由此简化了业务的处理和存储过程。

在 Diffserv 核心网络, 由于 QoS 保证是基于每个报文的, 因此省略了信令处理。

支持简单流分类

目前, NE40E 不仅支持在物理接口及其子接口实现简单流分类, 而且支持在 VLANIF 成员口、Trunk 等逻辑接口实现简单流分类。

支持复杂流分类

- 支持基于报文的二层信息和三层信息进行流分类。
- 支持根据以太报文头中的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、报文链路层承载的协议号、带 TAG 报文的优先级进行分类; 支持根据 IPv4 报文的 IP 优先级/DSCP/ToS 域值、源 IP 地址前缀、目的 IP 地址前缀、IP 报文承载的协议号、分片标志、TCP SYN 标志、TCP/UDP 源端口号或端口范围、TCP/UDP 目的端口号或端口范围进行分类。
- 支持根据 IPv6 报文的信息进行流分类。
- 除了物理接口, 还支持在多种逻辑接口上实现复杂流分类, 包括子接口、Trunk 接口。

支持流量监管

速率限制功能是 CAR 的主要功能。主要是通过使用令牌桶对流经端口的数据流进行度量, 使得在特定时间内只有得到令牌的流量通过, 从而实现限速功能。也就是说它可以限制接口入和出两个方向的流量的最大速率。同时我们还可以根据特定的数据特征来对特定的数据流进行速率控制, 如针对数据的 IP 地址, 端口号, 优先级等。不符合条件的数据流设备将不进行限速处理, 以端口原速率转发。

CAR 技术主要应用于网络边缘，从而保证核心设备的正常数据处理。NE40E 支持在上下行两个方向上做 CAR。

支持队列调度

NE40E 支持 FIFO、PQ 和 WFQ 队列技术，实现端口的队列调度。

NE40E 支持按照报文的不同优先级映射到不同队列，且每个接口采用轮询的方式进行接口调度。

PQ 将优先级队列分为四类：分别为高优先队列 Top、中优先队列 Middle、正常优先队列 Normal 和低优先队列 Bottom。它们的优先级依次降低。在报文出队的时候，PQ 首先让高优先队列中的报文出队并发送，只要高优先队列有报文，就一直从高优先队列取报文。直到高优先队列中的报文发送完，然后才发送中优先队列中的报文，同样，直到发送完，然后依次是正常优先队列和低优先队列。这样，分类时属于较高优先级队列的报文将会得到优先发送，而较低优先级的报文将会在发生拥塞时被较高优先级的报文抢先，使得关键业务的报文能够得到优先处理，非关键业务的报文在网络处理完关键业务后的空闲中得到处理，既保证了关键业务的优先，又充分利用了网络资源。

加权公平队列（以下简称 WFQ）是一个复杂的排队过程，可以保证相同优先级业务间公平，不同优先级业务间加权。队列的数目可以预先配置，范围是 16 ~ 4096。WFQ 在保证公平（带宽、延迟）的基础上体现权值，权值大小依赖于 IP 报文头中携带的 IP 优先级（precedence）。WFQ 对报文按五元组信息（或者 TOS 域值）进行动态的流分类。相同源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口号、目的端口号、协议号和 TOS 域值的报文属于同一个流。每一个流被分配到一个队列，该过程称为散列。WFQ 在入队过程采用 HASH 算法来自动完成，尽量将不同的流分入不同的队列。在出队的时候，WFQ 按流的优先级（precedence）来分配每个流应占有出口的带宽。优先级的数值越小，所分得的带宽越少。优先级的数值越大，所分得的带宽越多。这样就保证了相同优先级之间业务的公平，体现了不同优先级业务之间的权值。

支持拥塞避免

拥塞避免（Congestion Avoidance）是通过监视网络资源（如队列或内存缓冲区）的使用情况，在拥塞有加剧的趋势时，主动丢弃报文，通过调整网络的流量来解除网络过载的一种流量控制机制。

拥塞避免常用的方法是 RED（Random Early Detection，随机早期检测）或 WRED（Weighted Random Early Detection，加权随机早期检测）。

在 RED 算法中，为每个队列都设定一对低限和高限值，并规定：

- 当报文占队列的长度小于低限时，不丢弃报文。
- 当报文占队列的长度超过高限时，丢弃所有到来的报文。
- 当报文占队列的长度在低限和高限之间时，开始随机丢弃到来的报文。方法是为每个到来的报文赋予一随机数，并用该随机数与当前队列的丢弃概率比较，如果大于丢弃概率则被丢弃。队列越长，丢弃概率越高，但有一个最大丢弃概率。

与 RED 不同，WRED 生成的随机数是基于优先权的，它引入 IP 优先级区别丢弃策略，考虑了优先上送高优先级报文并使其被丢弃的概率相对较小。

RED 和 WRED 通过随机丢弃报文避免了 TCP 的全局同步现象。NE40E 采用 WRED 作为拥塞避免的方法。

NE40E 在接口的入方向和出方向支持拥塞避免。在接口的出方向可以应用 WRED 模板，入方向业务会按照系统缺省的调度策略进行调度。NE40E 还支持对分布式组播 VPN 绑定的 MTI (Multicast Tunnel Interface)应用 WRED。

NE40E 支持基于业务的拥塞避免，系统为每个端口预留 8 个业务队列，分别对应 BE，AF1 至 AF4，EF，CS6，CS7 等业务类别。NE40E 提供红、黄、绿三种报文丢弃级别。

支持 HQoS

NE40E 实现了如下的 HQoS 特性：

- 五级调度机制实现了丰富的业务能力。
- 可配置流队列的最大队列长度、WRED、低时延、SP/WRR 权重、带宽突发度 CBS、PBS 和统计使能等参数。
- 可配置每个用户的 CIR、PIR、流队列数目、流队列之间的调度算法等参数。
- 完善的流量统计功能，使用户可以看到各种业务的带宽使用情况，并通过分析流量，合理的划分各业务的带宽分配。
- 在 VPLS、L3VPN、VLL、TE 场景下支持 HQoS。
- 支持基于端口、基于 VLAN、基于用户和基于业务的 HQoS 调度。

支持 QPPB (QoS Policy Propagation Through the Border Gateway Protocol)

对于 BGP 路由的接收者来说：

- 可基于 BGP 路由属性为 BGP 路由设置 QoS 参数，包括 IP 优先级和特定的流行为。
- 可以通过匹配 QoS 参数对流量进行分类，并对分类后的流配置 QoS 流量策略。
- 可以在报文转发时根据本地配置的 QoS 策略进行转发，从而实现通过 BGP 传播 QoS 策略。

BGP 路由接收者可以根据以下路由属性设置 QoS 参数，即 IP 优先级和关联特定的流行为：

- ACL
- 路由信息的 AS 路径列表
- 路由信息的团体属性列表
- 路由信息的路由权值
- 地址前缀列表

支持以太网 QoS

- 二层简单流分类

NE40E 支持根据 VLAN 报文中的 802.1p 字段进行简单流分类。此时在入口 PE，二层报文中的 802.1p 字段可以被映射到 IP 的 DSCP 字段、或 MPLS 的 EXP 字段等上层协议的优先级字段，以便在骨干网上享受相应的 DiffServ 服务。在出口 PE，上层协议的优先级字段，可以被映射回 802.1p 字段，以便保持其原有的以太优先级。

- QinQ 简单流分类

实现 QinQ 时，需要能够同时感知内层 VLAN 的 802.1p 配置。NE40E 可以通过命令设置感知条件，主要有以下三种方法：

- 忽略用户数据已有的内层 VLAN 的 802.1p 配置，重新设置外层 Tag 的 802.1p。
- 自动将用户已有的内层 VLAN 的 802.1p 的配置转化为外层 VLAN 的 802.1p 的配置。

- 根据不同的内层 VLAN 已有的 802.1p 的配置，重新决定外层 VLAN 的 802.1p 的配置。

根据上述的三种方法，考虑内层到外层的映射，QinQ 对 802.1p Remark 的支持主要有以下三种功能。

- 指定一个确定的值。
- 指定完全采用内层的 802.1P 的值。
- 根据内层 802.1P 值映射到另外一个 802.1P 的值。可以多个内层的值对应到一个外层的值，但不能一个内层的值对应多个外层的值。

ATM QoS

- ATM 简单流分类

在接口或 PVC、PVP 使能 ATM 简单流分类，可以在上行根据 ATM 网络的业务类型和 CLP 值映射到路由器的内部优先级；在下行根据路由器的内部优先级映射出 ATM 网络的业务类型和 CLP 值。从而实现 QoS 的丰富的业务服务在不同 ATM 网络中的传递。

ATM 简单流分类支持信元透明传输、1483R 和 1483B。1483R 协议封装 IP 报文，实现 IPoA 业务。1483B 协议封装以太报文，实现 IPoEoA 业务。

- ATM 强制流分类

在 ATM 网络中，虽然 ATM 信元本身携带有优先级的信息，但是如果根据 ATM 信元的优先级来实现 IPoA、信元透明传输、IWF 简单流分类功能，实现难度比较大。可以采用强制流分类的方案，在信元的上行接口，通过配置强制流分类命令，强制为某个 PVC、某个接口（包括主接口和子接口）或者某个 PVP 的流量指定优先级和颜色，并将优先级和颜色带到下行口。

ATM 物理接口、ATM 子接口、ATM PVC 模式和 ATM PVP 模式支持强制流分类。

MPLS HQoS

MPLS HQoS 提供一个比较完整的 L2VPN/L3VPN QoS 解决方案，借助各种 QoS 技术，来满足 VPN 用户多样化和精细化的 QoS 需求。在 MPLS Diffserv 网络中提供相对的 QoS 保证，在 MPLS TE 网络中提供端到端的 QoS 保证。具体应用中用户可以根据自己的整网 QoS 策略进行选择。

- L3VPN 结合 QPPB
- L2VPN/L3VPN 结合 MPLS Diffserv
- L2VPN/L3VPN 结合 MPLS TE
- L2VPN/L3VPN 结合 MPLS DS-TE
- L2VPN/L3VPN 网络侧基于 VPN 进行 QoS 服务

7.7 流量负载分担

在实际网络中，如果有多条等价路径可以到达同一目的地，NE40E 支持在这些路径上对流量进行负载分担。根据网络及客户的要求不同，既支持等值（均衡）负载分担，也支持非等值（按接口带宽比例）负载分担。

等值负载分担

NE40E 支持在 IP-Trunk 或 Eth-Trunk 的成员链路间对流量进行均衡负载分担；当有多条等价路由可以到达同一目的时，NE40E 也支持在这些等价路由间对流量进行均衡负载分担。

流量的负载分担方式分为逐流和逐包负载分担两种方式。缺省情况下，使用逐流负载分担。

非等值负载分担

NE40E 支持如下方式的非等值负载分担：

- 通过路由分担：如果直连路由的 Cost 值相同，可以配置负载分担权重。
- 通过接口分担：在 Trunk 中，可以配置成员链路间的负载分担权重。
- IGP 基于链路带宽的非均衡负载分担：支持在负载分担路径出接口上按照链路带宽实现非等值逐流负载分担，在各个路径上的流量分担比例接近或等于各条链路的带宽比例。这种方式充分考虑了链路带宽的因素。有效地解决了低带宽链路过分拥塞而带宽链路空闲的问题。

NE40E 不仅支持流量在物理接口之间进行负载分担，同时也支持流量在物理接口和逻辑接口之间进行负载分担。并且，系统能够感知逻辑接口由于人工配置或成员链路 Up/Down 状态变化引起的带宽动态变化。当逻辑接口带宽变化后，流量会自动按照接口变化后的带宽比例重新进行负载分担。

7.8 流量统计

NE40E 提供多种的流量统计功能，可以对不同用户接入网络的流量进行统计。

流量统计功能有助于运营商分析网络的流量模型、为部署及维护 Diffserv TE 提供参考数据、并可以支持按流量对非包月用户进行计费。

URPF 流量统计

NE40E 支持对符合 URPF 规则的总流量进行统计，同时也支持对不符合 URPF 规则被丢弃的流量进行统计。

ACL 统计

NE40E 支持 ACL 统计功能，当创建的 ACL 用于 QoS 和策略路由等特性中时，使能 ACL 统计功能后，NE40E 就能够基于 ACL 的编号进行统计，并且提供命令可以查询 ACL 匹配成功次数和报文字节数。

CAR 流量统计

NE40E 支持流分类、流量监管（CAR）、队列调度等多种 QoS 特性。针对这些 QoS 特性，NE40E 提供了相应的 QoS 流量统计功能。

- 在流分类中，支持分别对命中规则 and 没有命中规则的流量进行统计。
- 在流量监管中支持的流量统计形式如下：
 - 支持对符合 CAR 规则的总流量进行统计。
 - 支持分别对 CAR 动作通过和丢弃的流量进行统计。

- 支持基于接口的流量策略统计功能。
- 相同的流量策略应用到不同的接口时，流量策略中的 CAR 统计是基于接口的。

HQoS 流量统计

支持用户流队列的统计，包括 8 个优先级的转发报文数、字节数和丢弃报文数。

支持用户组的转发报文数、字节数和丢弃报文数。

支持端口队列 8 个优先级的转发报文数、字节数和丢弃报文数。

接口流量统计

所有接口都支持流量统计，包括物理接口、子接口、loopback 接口、Null 接口、逻辑通道接口和虚拟以太网接口等。

支持 IPv4 和 IPv6 统计，包括单播、组播、广播等。

所有支持的协议都有相应的报文统计，比如 MPLS、ARP、IGP、BGP、PIM、DHCP 等。

NE40E 采用 64 位寄存器存储接口流量统计数据。以 10G 接口为例，可存储 58.5 年的流量统计数据。

VPN 流量统计

在 VPLS 网络中，NE40E 做为 PE 设备时可以对接入的 L2VPN 用户的出入流量进行统计。

在 L3VPN 网络中，NE40E 做为 PE 设备可以对多种接入用户的出入流量进行统计，这些用户包括：

- 通过接口（包括逻辑接口）接入网络的用户。
- 多角色主机。
- 通过 VPLS/VLL 接入网络的用户。
- 在配置 MPLS HQoS 业务时，作为入口 PE 设备可以提供网络侧发送流量的统计。

TE 隧道流量统计

NE40E 做为 MPLS TE 网络中的 PE 设备时，支持对出入 Tunnel 隧道的流量进行统计。对于 VPN 静态绑定 TE 的情况，可以统计 TE 上承载的每一个资源隔离 VPN 的流量，以及 TE 的总流量。

DS-TE 支持隧道内每个 CT 的流量统计。

7.9 多业务网关 MSE 特性

基于 IPv4 的 IPoX 用户接入

NE40E 支持以下功能：

- 支持 IPoEoVLAN(IP over Ethernet over VLAN)、IPoEoQ(IP over Ethernet over QinQ) 接入。

- 支持 ARP trigger、IP trigger and DHCP trigger 触发上线方式。
- 支持 web 认证、快速认证、绑定认证。
- 支持缺省域和漫游域。
- 支持典型的 Option 选项功能：Option60、Option82 等。
- 支持静态用户。
- 支持 IPv4 地址分配。
- 支持强制 Portal。

AAA(Authentication、Authorization and Accounting)

NE40E 支持以下功能：

- 支持灵活的认证、授权和计费策略：认证策略包括不认证、本地认证、远端认证、组合认证。
授权方式包括：HWTACACS 服务器授权、认证授权、本地授权、用户在线授权。
计费策略包括：不计费、远端（Radius/Radius+、TACACS）计费、后付费、预付费。
- 支持域管理。
- 支持 IPv4&IPv6 用户管理。
- 支持本地账单功能。

RADIUS(Remote Authentication Dial in User Service)

支持灵活的 Radius(+)认证、授权和计费策略。

地址管理

NE40E 支持以下功能：

- IPv4 地址池管理(DHCP Server、DHCP relay 和 DHCP Proxy)

可靠性

NE40E 支持以下功能：

- 支持 Trunk 用户接入（同板）。

用户安全

NE40E 支持以下功能：

- 支持用户仿冒接入（基于 IP、IP+MAC）。
- 支持基于用户 MAC 地址的 CAR。

7.10 iVSE 特性

NE40E 支持以下功能：

- 在 L3/L3VPN/VPLS 场景下支持 BTV 节目 FCC(快速频道切换)和 RET(丢包重传)。

- 支持视频质量监控，包括 MDI(Media Delivery Index)/V-MOS 2.0。
- 在 L3/L3VPN/L2VPN 场景下支持 BTV/VOD 节目集中式质量监控功能。
- 支持与华为公司的 IPTV 对接。
- 支持 SOAP 协议。
- 支持 ECMP(Entitlement Control Message)协议。
- 支持 DIP 协议。
- 支持处理 RRS 调度的 FCC 请求。
- FCC 支持选择性推送频道数据。
- 在 L3/L3VPN/L2VPN 场景下，LPUF-21/LPUF-40/LPUF-41 单板支持对 BTV 和 VOD 的随板 MDI 质量监控。
- 在 L3/L3VPN/L2VPN 场景下，LPUF-41 支持对 BTV 和 VOD 的随板 VMOS2.0 质量监控。
- 支持 BTV 频道信息配置。
- 支持 VOD 节目信息配置。

7.11 安全特性

安全验证

NE40E 支持以下功能：

- 支持 AAA。
- PPP 支持 PAP 和 CHAP 验证方式。
- 路由协议（RIPv2、OSPF、IS-IS、BGP）支持报文明文认证和 MD5 密文认证。
- LDP 和 RSVP 支持 MD5 密文认证。
- SNMPv3 支持加密和认证。

URPF 检测

IPv4 和 IPv6 支持单播反向路径查找 URPF（Unicast Reverse Path Forwarding）。

MAC 地址限制

NE40E 支持对 MAC 地址的学习限制功能，包括：

- 限制最多允许学习的 MAC 数量
- 限制 MAC 学习的速度
- 基于端口的 MAC 地址限制
- 基于 PW 的 MAC 地址限制
- 基于 VLAN+端口的 MAC 地址限制
- 基于端口+VSI 的 MAC 地址限制
- 基于双层 VLAN（QinQ）的 MAC 地址限制

MAC 地址表的表项分为三类：

- 动态表项
接口学习到的 MAC 地址存储到接口板硬件中。表项会被老化。系统复位、接口板热插拔或接口板复位后，表项将丢失。
- 静态表项
由用户配置，下发到各接口板。表项不被老化。在配置并保存后，系统复位、接口板热插拔或接口板复位表项不会丢失。
- 黑洞表项
用于丢弃含有特定目的 MAC 地址的数据帧，由用户配置，下发到各接口板。表项不被老化。在配置和保存后，系统复位、接口板热插拔或接口板复位表项不会丢失。

MAC 地址删除

NE40E 提供如下的 MAC 地址表项删除功能：

- 基于端口+VSI 删除 MAC 地址
- 基于端口+VLAN 删除 MAC 地址
- 基于 Trunk 接口删除 MAC 地址
- 基于 QinQ 出接口删除 MAC 地址

未知流量限制

NE40E 提供的未知流量限制功能，可以在 VPLS 和二层组网中完成如下的功能：

- 对用户的流量进行管理。
对于非 LPUI-41 和 LPUF-100 单板，未知流量限制功能仅基于 VSI 用户和 VLAN 用户的流量进行管理。
- 对用户的带宽进行分配。

从而达到合理的利用网络的带宽和保证网络安全的目的。

IGMP Snooping

NE40E 支持在二层接口、三层接口、QinQ 接口、STP 和 VPLS PW 上的 IGMP Snooping 特性。

DHCP Snooping

DHCP Snooping 主要是解决设备应用 DHCP 时遇到 DHCP DoS 攻击、DHCP Server 仿冒攻击、ARP 中间人攻击及 IP/MAC Spoofing 攻击的问题。

根据不同的攻击类型，DHCP Snooping 提供不同的工作模式，见[表 7-1](#)。

表 7-1 攻击类型与 DHCP Snooping 工作模式对应表

攻击类型	DHCP Snooping 工作模式
DHCP 饿死攻击	MAC 地址限制
DHCP Server 仿冒者攻击	信任 (Trusted) /不信任 (Untrusted)

攻击类型	DHCP Snooping 工作模式
中间人攻击/IP/MAC Spoofing 攻击	DHCP Snooping 绑定表
改变 CHADDR 值的 DoS 攻击	检查 DHCP 报文的 CHADDR 字段

本机防攻击特性

NE40E 提供统一的本机防攻击功能模块完成整个设备防攻击策略的管理和维护，可以为用户提供一套可操作和可维护的全方面防攻击解决方案。

NE40E 支持以下功能：

- 白名单
- 黑名单
- CPU Total CAR
- IGMP VLAN CAR
- 用户自定义流
- 动态链路保护特性

NE40E 支持通过白名单特性保护所有基于 TCP 的应用层协议的 Session 数据。

- 统一的 CAR 参数配置

NE40E 提供更加方便的 CAR 参数配置方法：

- 可以对不同接口板提供统一的 CAR 参数配置。
- 对用户提供统一的配置界面。
- 并且提供常用协议的协议级粒度的 CAR 参数配置，使用户配置界面更加友好。

- 最小包补偿

NE40E 通过最小包补偿功能有效解决小报文攻击问题。路由器收到上送 CPU 的报文后，进行报文长度检测：

- 如报文实际长度小于预设的最小包长，便使用设定长度计算报文上送速率。
- 如报文实际长度大于预设的最小包长，便使用报文实际长度计算报文上送速率。

- 应用层联动
- 本机 URPF
- 管理和业务平面保护
- TCP/IP 类网络报文防攻击

NE40E 支持的 TCP/IP 类网络攻击的防范功能分为四类：

- 畸形报文攻击防范

包括：空 IGMP 报文、TCP 标志位非法攻击、LAND 攻击、IP 空载荷和 Smurf 攻击。

- 分片报文攻击防范

包括：分片数量巨大的攻击和巨大 offset 报文的攻击、重复分片报文攻击、Tear Drop 攻击、syndrop 攻击、nesta 攻击、fawx 攻击、bonk 攻击、NewTear 攻击、Rose 攻击、死亡之 ping 攻击、Jolt 攻击。

- TCP SYN 报文速率限制

- UDP FLOOD 报文泛洪攻击防范
- 攻击溯源特性
NE40E 支持在设备自身受到恶意攻击时，提取、存储可疑报文，并能格式化显示（包括设备命令行和离线工具显示两种手段），为安全攻击定位攻击源头提供一种简单、易用的辅助手段。
在攻击发生时，系统自动将攻击报文裁剪掉传输层后面的数据，缓存在内存中。当内存中缓存的报文数目到达一定数量（如 20000 条/板）时，覆盖最先缓存的数据。

GTSM

目前网络上的一些攻击者模拟一些“有效报文”对路由器进行攻击，导致路由器设备有限资源（如主控板 CPU）的过载和消耗。例如，攻击者模拟真实的 BGP 协议报文，对一台路由器不断地发送报文，路由器接口板收到这些报文后，发现是发送给本机的报文，则直接上送给主控板的 BGP 协议处理模块进行处理，而不辨别其合法性，这样导致路由器主控板因为处理这些“合法”报文，系统异常繁忙，CPU 占用率高。

为了防止以上的攻击方式，NE40E 提供 GTSM（Generalized TTL Security Mechanism），即通用 TTL 安全保护机制。GTSM 通过检查 IP 报文头中的 TTL 值是否在一个预定的范围内，对 IP 层以上业务进行保护。在实际应用中，GTSM 主要用于保护建立在 TCP/IP 基础上的控制层面（路由协议等）免受 CPU 利用（CPU-utilization）类型的攻击，如 CPU 过载（CPU overload）。

NE40E 支持 BGP GTSM、OSPF GTSM 和 LDP GTSM。

ARP 防攻击

NE40E 支持以下功能：

- 基于接口的 ARP 表项限制
- 基于 ARP 目的 IP 和源 IP 时间戳抑制
- ARP 目的 IP 地址检查
对于接口上接收的 ARP 报文，检查其目的 IP 地址。如果检查正确则上送，否则丢弃。
- ARP 双向分离
- 过滤非法 ARP 报文
目前 NE40E 支持对三种 ARP 报文进行过滤，这三种 ARP 报文为：
 - 非法 ARP 报文。包括：目的 MAC 地址为单播的 ARP 请求报文、源 MAC 地址为非单播的 ARP 请求报文、目的 MAC 地址是非单播的 ARP 响应报文。
 - 免费 ARP 报文。
 - 请求 MAC 地址为非空的 ARP 请求报文。可以通过命令行配置同时对上述一种或几种非法报文进行过滤。
- ARP 报文动态 CAR

本地镜像

对于本地镜像，系统一个接口板允许配置一个物理观测端口以及多个逻辑观测端口；一个接口板允许配置多个镜像端口。

在进行本地镜像时，系统支持跨板镜像，即观测端口和镜像端口可以配置在不同的单板上。

远端镜像

NE40E 支持做为远端镜像的隧道类型有 MPLS LSP, MPLS TE 和 GRE。

对于远端镜像, 系统一个接口板支持配置多个观测端口和多个镜像端口。

远端镜像同时提供对镜像报文的截取功能。

Netstream

Netstream 支持如下应用:

- 计费
- 网络规划和分析
- 网络监控
- 应用监控和分析
- 异常流量检测

Netstream 主要包括三个设备 NDE (Netstream Data Exporter), NSC (Netstream Collector), NDA (Netstream Data Analyzer)。

NE40E 设备实现的是 NDE 功能, 需要完成报文采集、流聚合和流输出功能。根据报文采集和流处理的位置不同, NE40E 的 Netstream 功能分为分布式 NetStream 和集中式 NetStream 两种。集中式 Netstream 可以支持多块 Netstream 板进行负载分担。

- 分布式 Netstream: 部分 LPU 单板可以独立完成报文的采集、流聚合和流输出功能, 在本板支持完整的 Netstream 功能, 因此称为分布式 Netstream。
- 集中式 Netstream: 部分 LPU 单板不支持 Netstream 流处理功能, 只支持对报文进行采样, 然后将采样报文送到 Netstream SPU 板集中进行流聚合和流输出的处理。因此称为集中式 Netstream。

在采样方面主要支持如下的功能:

- 支持入接口和出接口两个方向的采样。
- 支持简单的接口采样和基于流分类策略采样。
- 支持 IPv4 单播/组播报文、分片报文、MPLS、MPLS L3VPN、L2VPN VLL 等多种报文的采样。
- 支持固定报文、随机报文、固定时间、随机时间四种采样方式。
- 支持多种接口的采样: 包括 POS、Ethernet、VLAN 子接口、CPOS 接口提供的 Serial/MP/FR PVC/FR MP 等接口、ATM、FR、Trunk、VLANIF、GRE 等各种物理接口和逻辑接口。

在聚合输出方面主要支持如下功能:

- 支持 as、as-tos、protocol-port、protocol-port-tos、source-prefix、source-prefix-tos、destination-prefix、destination-prefix-tos、prefix、prefix-tos、VLAN-ID、index-tos、BGP-nhp-tos、source-index-tos 聚合方式。
- MPLS 报文支持基于三层标签的聚合。
- 对生成的统计信息可以按照 V5、V8、V9 三种报文格式输出。支持 16 位和 32 位 AS 号 (可通过命令行控制 16/32 位 AS 号)。并且, 在采用 V9 报文格式输出时, 既支持 16 位 Netstream 接口索引, 也支持 32 位 Netstream 接口索引。可以根据实际情况通过命令行控制选择。

- 每种聚合流可以配置输出到两个网管服务器。

NE40E 支持 Netstream IPv4 和 Netstream IPv6。

合法监听

合法监听是指执法机构通过相应的授权，合法的对用户的信息进行监听。

NE40E 在合法监听业务中用于运营商网络中的监听设备。支持提供 X1 与 X3 接口与 LIG 设备的信令接口和数据接口连接。NE40E 的 X3 接口可以与多个 LIG 设备共用，最多连接 10 个 LIG 设备。

SSHv2

NE40E 支持 STelnet 的客户端和服务端，以及 SFTP 的客户端和服务端，均支持 SSH1（SSH1.5）协议和 SSH2（SSH 2.0）协议。

7.12 移动承载特性

即插即用



说明

即插即用特性目前只在 NE40E 系列中的 X3 设备上支持。

PNP 是 Plug-and-Play（即插即用）的缩写，是网管通过 DHCP 协议自动配置网络中新运行的设备，实现远程集中调测设备。

移动承载接入设备数量大，工程开局成本高，尤其是软调进站造成的成本对利润的侵蚀比较严重。此方案推出解决了此问题，为路由器在移动承载各类组网方案中提供了一个有竞争力的即插即用方案。

即插即用特性，可以有效减少设备现场软调时间，同时使员工免受了室外恶劣的工作环境，大大提升工程进度和质量。

Y.1731

Y.1731 支持以下功能：

- 支持 ITU-T 协议的 Y.1731 双端统计、单端统计、单向时延、双向时延功能、单向抖动；
- 支持 VLL AIS（Alarm Indication Signal）和 VPLS AIS；
- 支持组播 MAC ping。

MPLS-TP OAM

MPLS-TP OAM 支持以下功能：

- 基本连通性检测
- LB(LoopBack)
- 远端缺陷指示（Remote Defect Indication，RDI）
- 单端和双端统计

- 单向和双向时延功能
- APS 1:1 功能

7.13 网络可靠性

NSR

NE40E 支持如下 NSR (Non-Stop Routing) :

- NSR OSPF
- NSR LDP
- NSR RSVP-TE
- NSR PIM
- NSR PPP
- NSR ARP
- NSR LACP
- NSR for L2VPN
- NSR for L3VPN
- ISIS/ISIS6 NSR
- BGP/BGP4+ NSR
- 组播 (PIM/MSDP) NSR
- 支持 NSR for IPv6

APS

NE40E 目前实现的 APS (Automatic Protection Switching) 保护功能:

- 支持 1+1 单向和 1:1 双向两种保护倒换模式
- 支持基于 APS Group 的手工倒换。
- 支持基于 APS Group 的强制倒换。
- 支持基于 APS Group 的锁定功能。
- 支持接口级的 APS 保护倒换。
- 支持同板、跨板的 APS 保护倒换。
- 支持跨设备的 APS 保护倒换, 即 E-APS (Enhanced Automatic Protection Switching)。
- 支持将 APS Group 的工作接口和保护接口加入 Trunk 口, 所有业务都将在 Trunk 口上配置。

FRR

NE40E 提供多种快速重路由特性, 可以根据网络的需求在不同的组网环境中进行部署, 从而提高网络的可靠性。

- IP FRR
快速重路由功能, 也称为 FRR (Fast ReRoute), 它的切换速度可以达到 50ms, 能够最大程度减少网络故障时数据的丢失。

NE40E 提供的快速重路由功能，可以使系统实时监视并保存接口线路板和端口的状态，并在转发过程中检查端口的状态。在端口发生异常时 NE40E 可以迅速地切换到另外一条路由（预先建立），从而提高了无故障运行时间，减少了丢包数量。

- LDP FRR

LDP FRR 切换速度可以达到 50ms。

- 混合 FRR

NE40E 支持将同一个 VPN 实例中的 IP 路由和 VPN 路由做成 FRR，即提供混合 FRR 功能。

在承载网接入网络中，在 CE 双归属到 PE 设备之间部署 IP FRR 时，如果存在多个语音 VPN，并且两台 PE 设备之间封装 POS 链路时，无法通过划分子接口分别绑定到不同的 VPN 的方式，为返程流量提供备份链路。

此时，NE40E 可以通过在两个 PE 间部署 BGP VPNv4 Peer，把备份路径以私网路由的形式在两个 PE 间进行交换，并使用这种 VPNv4 路由与到 CE 的 IP 路由形成备份关系，执行 FRR 功能，实现流量的 50ms 快速切换。

- TE FRR

TE FRR 是 MPLS TE 中实现网络局部保护的技术，只有速率在 100Mbps 以上的接口才支持 TE FRR。TE FRR 的切换速度可以达到 50ms，能够最大程度减少网络故障时数据的丢失。

但 TE FRR 只是一种临时性保护措施，一旦被保护的 LSP 恢复正常或建立了新的 LSP，流量就会切换回原 LSP 或新建立的 LSP。

对 LSP 配置 TE FRR 功能后，当 LSP 上的某条链路或某个节点失效时，流量会被切换到保护链路上，同时 LSP 入节点尝试建立新的 LSP。

根据保护的对象不同，TE FRR 分为两类：

- 链路保护
- 节点保护

- Auto FRR

Auto FRR 是对 MPLS TE FRR 功能的扩展，通过在主隧道下配置旁路隧道的属性、全局 Auto-FRR 属性和接口 Auto-FRR 属性，可以在 LSP 上自动创建符合要求的旁路隧道。并且随着主隧道路径的变化，旧的旁路隧道会自动的删除，然后建立新的符合要求的旁路隧道。

- VLL FRR

VLL FRR 切换速度可以达到 50ms。

- VPN FRR

VPN FRR 切换速度可以达到 50ms。

关键部件冗余备份

NE40E-X16 提供部件冗余备份：

- NE40E-X16 有两块 MPU，支持 1:1 备份。
- NE40E-X16 有 4 块 SFU，支持 3 + 1 备份。在有 1 块 SFU 发生故障的情况下，其它三块可以承担整个设备的数据交换。SFU 主备倒换不会引起 LPU 复位，不会触发路由表重新计算。
- 在 NE40E-X16 机箱后部有 8 块 PEM，支持 4 + 4 备份。

- NE40E-X16 有 4 个风扇模块，每个风扇模块有 1 个风扇。NE40E-X16 有两个散热区，每个散热区有两个风扇模块，支持 1 + 1 备份，当其中一个风扇模块发生故障后，在外部环境温度小于 40℃ 时，短期内系统可以正常工作。

NE40E-X8 提供部件冗余备份：

- NE40E-X8 有两块 SRU，支持 1:1 备份。
- NE40E-X8 有 3 块 SFU，其中两块分别集成在两块 SRU 上，支持 2 + 1 备份。在有 1 块 SFU 发生故障的情况下，其它两块可以承担整个设备的数据交换。SFU 主备倒换不会引起 LPU 复位，不会触发路由表重新计算。
- 在 NE40E-X8 机箱后部有 4 块 PEM，支持 2 + 2 备份。
- NE40E-X8 有两个风扇模块，每个风扇模块有 1 个风扇。风扇模块支持 1 + 1 备份，当其中一个风扇模块发生故障后，在外部环境温度小于 40℃ 时，短期内系统可以正常工作。

NE40E-X3 有两块 MPU，支持 1:1 备份。

NE40E 支持主控板单配置和双配置（冗余方式）两种工作方式。且主控板支持热备份功能。当主控板双配置时，主用板正常工作，备用板处于 Standby 状态。备用板的管理网口不允许用户访问，Console 口和 AUX 口也不接受用户的配置命令。备用主控板只和主用主控板交互信息（包括心跳信息和备份数据），和其它单板（或设备）没有信息交互。

系统支持两种倒换方式：自动倒换和强制倒换两种方式。自动倒换的触发条件包括：主用板发生严重故障、主用板复位。强制倒换通过控制台命令触发。另外，用户可以通过控制台命令强行禁止主控板的主备倒换。系统会产生告警，将故障记录到日志文件并通知 NMS。主备倒换的原因和处理方式被记录到系统诊断信息库供用户分析。

系统提供两块时钟板主备备份，如果系统检测到主用时钟板出现故障或通过命令行复位，系统会自动进行主备倒换。在主备倒换的过程中不会产生相位偏移，不会影响正常业务。

所有关键部件的主备倒换时间都小于 100us

接口线路板的高可靠性

NE40E 实现了主要业务接口上同类业务接口的协议备份功能，包括：

- 在以太网口上提供 VRRP 功能。NE40E 可以通过扩展的 VRRP 协议，对处于同一路由器或者不同路由器上的两个接口进行相互备份，保证 NE40E 在以太网侧接口上的高可靠性。
- 在 Eth-Trunk 和 IP-Trunk 上支持成员端口采用组内备份和组外备份。
- 在进行 Trunk 捆绑时，支持跨板捆绑：
 - 用户可以通过双链路接入不同 LPU 板卡，进行跨板捆绑，确保业务高可靠性。
 - 跨板捆绑功能是通过高性能硬件引擎实现，从而可以在多条链路上实现报文的负载分担转发。
 - 基于源+目的 IP 地址 HASH 算法，实现各链路流量均衡转发。
 - 链路故障情况下无缝切换，不影响业务转发。

NE40E 通过协议扩展，在主要的业务接口类型上实现了接口备份，从而保证了核心路由器在承载局域、城域和广域业务时，都可以实现接口运行状态的监控与备份，达到了需要备份的接口状态发生变化不影响路由表的变化、提高业务恢复速度的目的。

告警抑制

告警抑制功能可以有效实现对告警信号进行过滤和抑制，避免接口的反复振荡。同时提供告警定制功能，使得告警对接口状态变化的影响可以有效控制。

告警定制与抑制具体实现的功能如下：

- 实现对告警的定制，可以指定哪些告警能够引起接口状态变化等。
- 实现对告警的抑制，可以达到过滤毛刺、抑制网络反复振荡的目的。

双机热备份

NE40E 支持以下功能：

- ARP 支持 1 + 1/1:1 热备份。

以太网 OAM 故障管理

以太网 OAM 故障管理支持以下功能。

- EFM OAM (Ethernet in the First Mile OAM)

NE40E 遵循 IEEE 802.3ah 提供点到点以太网故障管理功能，可以用于检测用户侧最后一公里以太网直连链路上的故障。目前，NE40E 支持 802.3ah 中的邻居自动发现、链路故障监控、远端故障通知、远端环回设置功能。

- CFM OAM (Connectivity Fault Management)

下面从分级 MD 和端到端的故障检测和定位两方面介绍端到端以太网故障管理。

- 分级 MD

每个 MD 有一个级别，取值范围是 0 ~ 7，值越大 MD 的级别越高。低级别 MD 的 802.1ag 协议报文进入高级别的 MD 后被丢弃，高级别 MD 的 802.1ag 协议报文可以穿越低级别的 MD。

- 端到端的故障检测和定位

NE40E 支持两种方式来提供端到端的以太网故障管理，即遵循 IEEE 802.1ag 实现和脱离 IEEE 802.1ag 来实现。

遵循 IEEE 802.1ag 的故障检测和定位包括通过 802.1ag 提供的 LB (LoopBack) 和 LT (Link Trace) 报文来实现 MAC Ping 和 MAC Trace 功能。脱离 IEEE 802.1ag 的故障检测和定位包括通用 MAC Ping 和通用 MAC Trace。

以太网 OAM 性能管理

NE40E 提供以太网性能管理功能，通过在 802.1ag 的 LB 报文中插入时间戳可以测量传输过程中的时延、抖动、丢包率等指标，从而对指定时间段、指定网段进行性能检测，来获取某业务流端到端的性能参数。性能参数的测量可以配置为定时任务，并和网管信息结合共同输出报表。

有了性能管理工具，ISP 可以通过网管站实时监测网络运行情况，确认网络的转发能力是否符合与用户签订的 SLA (Service Level Agreement)，并快速定位网络故障。由于不需要在用户侧执行这些检测操作，所以极大降低了网络维护费用。

VRRP

VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) 将该虚拟路由器动态关联到承担传输业务的物理路由器上, 当该物理路由器出现故障时, 再次选择新路由器来接替业务传输工作, 整个过程对用户完全透明, 实现了内部网络和外部网络不间断通信。

NE40E 支持以下功能:

- mVRRP
- VGMP
- E-VRRP
- VRRP for IPv6

GR

GR (Graceful Restart) 是提供 HA 的一个关键技术, 基于无间断转发 NSF (Non-Stop Forwarding) 思想设计。管理员或故障都可触发 GR 倒换和后续重启。GR 在发生故障倒换时既不删除路由表/转发表中的路由信息也不复位接口板, 因此整个系统可以不中断业务。

NE40E 支持系统级 GR 和协议级 GR。协议级 GR 包括:

- BGP 协议级 GR
- OSPF 协议级 GR
- ISIS 协议级 GR
- MPLS LDP 协议级 GR
- VLL GR (martini 方式)
- VPLS GR (martini 方式)
- L3VPN GR
- RSVP GR
- PIM GR

BFD

BFD (Bidirectional Forwarding Detection) 是一套全网统一的检测机制, 用于快速检测、监控网络中链路或者 IP 路由的转发连通状况。

BFD 在双向链路两端同时发送检测报文, 检测两个方向上的链路状态, 实现毫秒级别的链路缺陷检测。支持 BFD 单跳检测和多跳检测。

NE40E 的 BFD 特性支持以下的应用。

- BFD for VRRP
使用 BFD 检测、监控网络中链路或者 IP 路由的转发连通状况, 触发 VRRP 快速切换。
- BFD 触发快速重路由
 - BFD for LDP FRR
 - 可以通过 BFD 检测被保护的接口, 触发 LDP FRR 切换。
 - BFD for IP FRR 以及 BFD for VPN FRR
 - 在 NE40E 中, 通过 BFD 检测故障的上报, 可以触发 IP FRR 以及 VPN FRR。

- BFD for 静态路由
- BFD for IS-IS
NE40E 支持使用静态配置的 BFD 会话对 IS-IS 邻居关系进行检测。通过 BFD 检测 IS-IS 邻居节点间的链路故障，快速报告给 IS-IS 协议，从而触发 IS-IS 路由快速收敛。
- BFD for OSPF/BGP
支持 OSPF 和 BGP 协议动态创建和删除 BFD 会话。
- BFD for PIM
- BFD 对 Trunk 的检测
NE40E 的 BFD 实现对 Trunk 和 Trunk 成员链路的分别检测，既可以检测整个 Trunk 的连通情况，也可以检测 Trunk 中某条重要成员链路的连通情况。
- BFD for LSP
BFD for LSP 通过对 LSP、TE 隧道和 PW 三种逻辑链路故障的快速检测和传递，可以实现 VPN FRR、TE FRR、VLL FRR 等各种 MPLS 业务的快速倒换。
- BFD for dot1q 子接口
- BFD for 管理 VSI(M-VSI)
- 多跳 BFD
- BFD For IPv6
支持 BFD for OSPFv3, BFD for ISISv6, BFD for BGP4+, BFDv6 支持 default IPv6。
- 支持 BFD for VPLS PW
- 支持 BFD for VPLS/VLL PW

7.14 时钟

NE40E 目前支持以下时钟特性：

- CES ACR
- CES DCR
- 以太网时钟同步
目前 NE40E 的以太接口支持以太时钟同步功能，可以保证网络中时钟的质量和等级要求。
- 1588v2
1588v2 特性的相关规格如下：
 - 支持外同步时间输入，支持外同步时间输出。
 - 支持以太网接口：10M/FE/GE/10GE，支持 10M/100M/1000M 自适应。
 - 支持 ETH-TRUNK。
 - 支持 OC、BC、E2ETC、P2PTC、E2ETCOC、P2PTCOC、TCandBC。
 - 设备可作为 GrandMaster。
 - OC 支持 Slave-only。
 - 支持 BMC 动态选源算法。
 - 支持 Delay 和 PDelay 两种时延度量方式。
 - 支持 one-step 和 two-step 两种报文携带时间戳的模式。

- 支持组播 MAC 封装（VLAN 和 802.1p 优先级可配）。
- 支持组播 UDP 封装（源 IP、VLAN 和 DSCP 优先级可配）。
- 支持单播 MAC 封装（目的 MAC、VLAN、802.1p 优先级可配）。
- 支持单播 UDP 封装（源 IP、目的 IP、目的 MAC、VLAN、DSCP 优先级可配）。
- 支持以 PTP 恢复时钟作为时钟源；支持动态选源算法（优先级、时钟等级）。
- 支持 1588v2 设备 Passive 端口的性能监控功能。
- 时钟恢复性能满足 G.813 相关指标。
- 频率恢复满足 G.823 SEC 同步接口要求。
- 1588 ACR
 - 1588 ACR 仅支持频率同步。
 - 1588 ACR 支持选源倒换。
 - 1588 ACR 支持 UDP 单播封装（支持 DSCP）。
 - 1588 ACR 参照 G.8261 组网建议、业务模型建议测试，时钟恢复指标满足 G.823 的精度要求。
 - 1588 ACR 叠加 1588v2 处理，不降低原有转发能力。
 - 1588 ACR 支持主控板主备倒换，倒换不影响业务。
 - 1588 ACR 支持接口板/子卡热插拔。
- NTP 时钟

NE40E 支持 NTPv4 的 4 种工作模式：

 - 服务器/客户端模式
 - 对等体模式
 - 广播模式
 - 组播模式

NE40E 支持两种 NTP 安全机制：

 - 访问权限

NE40E 提供 4 个等级的访问限制，当 1 个 NTP 访问请求到达本地时，按照最小访问限制到最大访问限制依次匹配，以第 1 个匹配的为准，匹配顺序如下：

peer:（最小访问限制）可以对本地 NTP 服务进行时间请求和控制查询，本地时钟也可以同步到远程服务器。

server: 可以对本地 NTP 服务进行时间请求和控制查询，但本地时钟不会同步到远程服务器。

synchronization: 只允许对本地 NTP 服务进行时间请求。

query:（最大访问限制）只允许对本地 NTP 服务进行控制查询。
 - 验证功能

在配置 NTP 验证功能时，应注意以下原则：

客户端和服务器端均需要完整配置，NTP 验证才能生效。如果使能了 NTP 验证功能，应同时配置密钥，并声明可信的密钥。

服务器端和客户端应配置相同的密钥。
- 内部时钟

NE40E 提供内部时钟，并且可以从接口板提取时钟信息。时钟精度达到 4.6ppm（即 0.00002s）。

8 应用场景

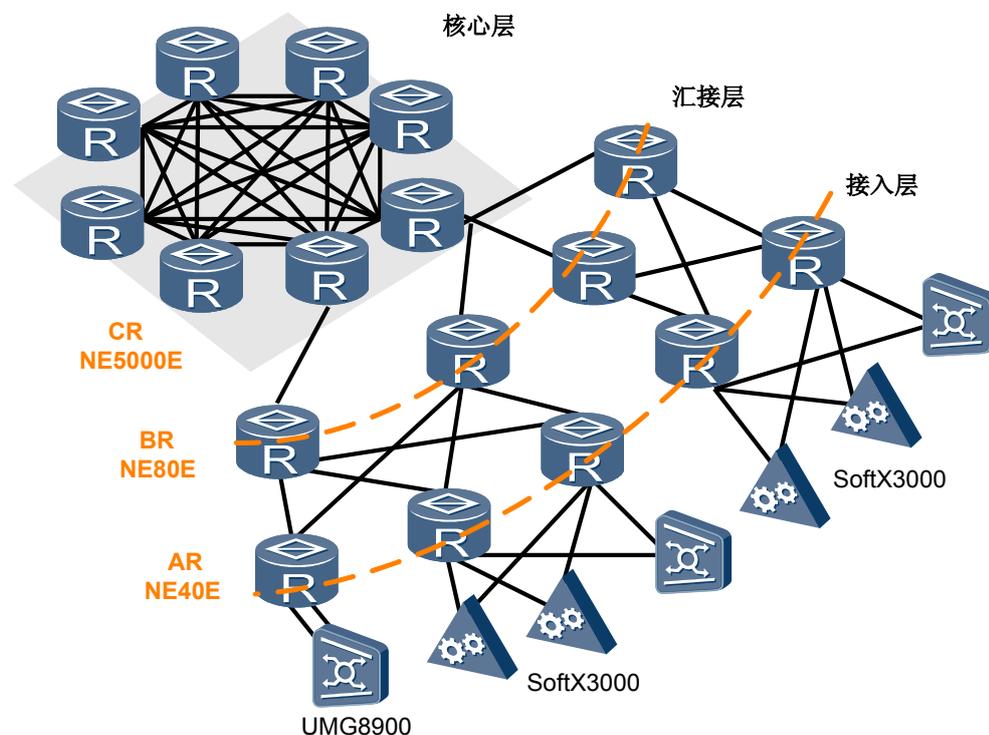
关于本章

- 8.1 IP 承载网解决方案
- 8.2 IPTV 承载网解决方案
- 8.3 多业务 IP 城域网解决方案
- 8.4 IPv6 骨干网解决方案
- 8.5 IP RAN 解决方案
- 8.6 iVSE 解决方案

8.1 IP 承载网解决方案

IP 承载网解决方案如图 8-1 所示。

图 8-1 IP 承载网解决方案



CR: Core Router

BR(ER): Edge Router

AR: Access Router

针对目前承载网的现状，运营商有必要面向 NGN 长途网以及未来的 3G 业务，新建一套定位于 NGN 多业务的核心承载网。新建的承载网将在新的市场竞争环境、新业务发展和新技术的促进下，成为同时支持语音、数据、视频等下一代多业务核心承载平台，具体将承载 NGN、视频会议、视频电话、流媒体、企业互连、3G 等主要业务，是运营商进行网络融合，实现网络转型的关键环节。

本方案中，NE5000E 作为核心节点路由器提供高速数据转发和高可靠性，NE80E/40E 作为汇聚路由器，完成 NGN 语音、信令、网管及大客户业务的接入。

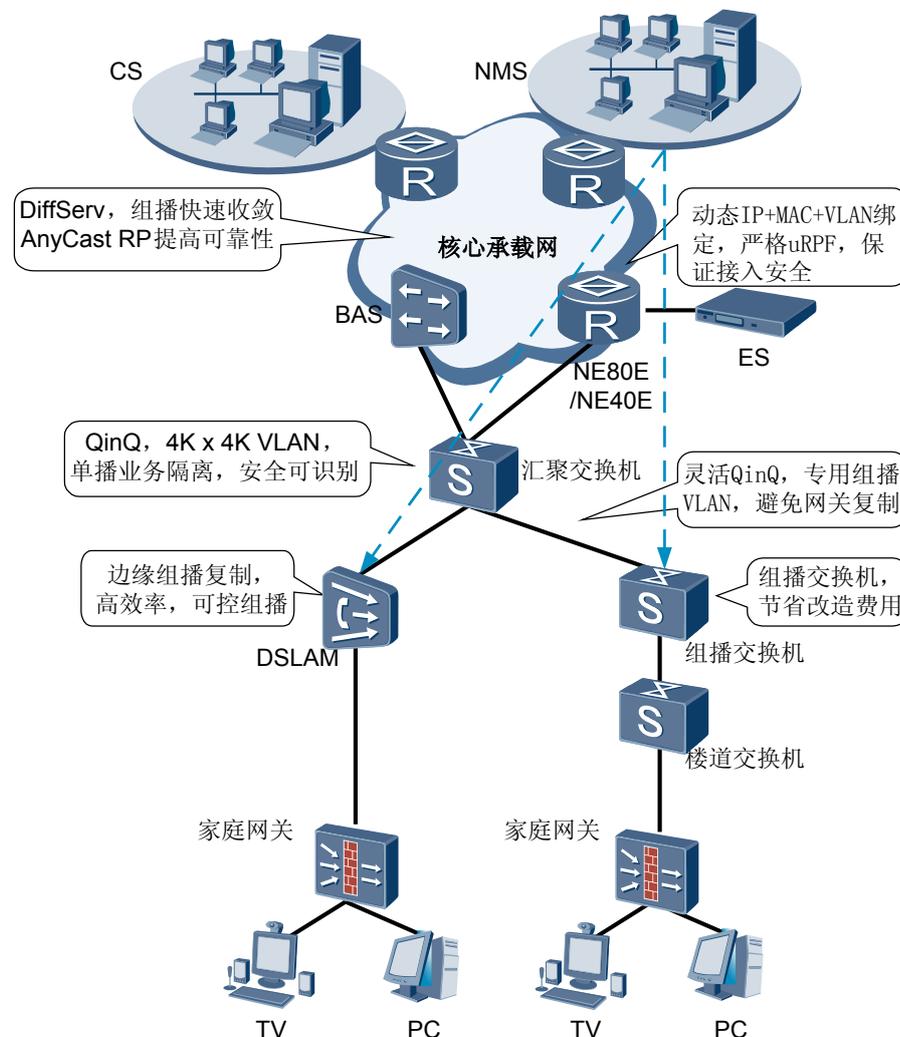
本方案有如下特点：

- 核心层采用双平面结构，核心设备 NE5000E 之间采用 full-mesh 全连接；
- 汇聚层设备 NE80E 与核心设备 NE5000E 之间采用双归属连接；
- 重要节点部署两台设备进行备份；
- 全网统一规划 MPLS VPN，实现用户和业务的隔离；
- PE 节点部署 VPN FRR 技术；
- 全网统一部署 TE FRR、GR、BFD for VRRP、IGP 快速收敛等高可靠性技术。

8.2 IPTV 承载网解决方案

IPTV 承载网解决方案如图 8-2 所示。

图 8-2 IPTV 承载网解决方案



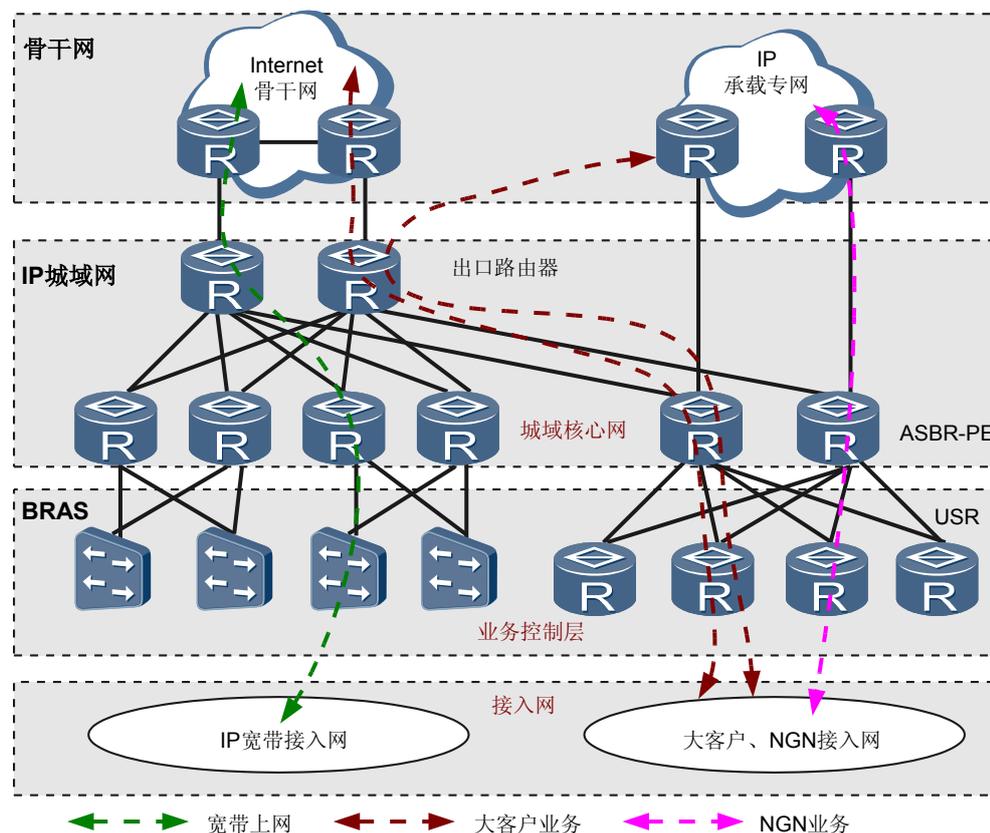
本方案有如下特点：

- IPTV 承载网可以和原有城域接入网共用一个平台，融合在运营商的整个网络架构中。
- 核心层：采用高端路由器 NE80E/40E 组建的 MPLS VPN 网络，构建不同业务的逻辑平面。同时能够提供高速度的数据转发和高性能的 QoS 能力。
- 业务控制层的 BRAS 设备的部署需要分为两个时期考虑：
 - 在 IPTV 其其其它务发展初期，普通业务和 IPTV 业务共用一个 BRAS 设备接入并分流，这样对整网改动小，业务开展快。
 - 业务大规模发展时期，需要设立专门的 IPTV BRAS 设备，宽带上网业务通过原有 BRAS 接入；IPTV 业务通过专用的 IPTV BRAS 接入。这样既消除了 IPTV 业务和其他业务之间的相互影响，也保证了大流量 IPTV 业务自身的需要。同时，

继续利用 BRAS 强大的控制能力，保证 IPTV 业务的安全接入，IPTV 业务和其他业务在二层汇聚设备进行分流。

8.3 多业务 IP 城域网解决方案

图 8-3 多业务 IP 城域网解决方案



如图 8-3 所示，IP 城域网分为核心层、业务控制层和接入层三个层面。

NE80E 主要应用在 IP 骨干网、IP 城域网以及各种大型 IP 网络的核心位置，本方案中可以用在 IP 城域核心网的出口位置；NE40E 主要用在 IP 城域网的核心或汇聚位置，本方案中可以用在 IP 城域核心网的汇聚路由器位置。

核心层主要提供用户数据的高性能、大容量转发，同时要求网络结构设计简单，提供多业务的安全可靠传送。华为公司在核心层全网启用三层路由化建设，整网启用 IP/MPLS 技术，使同一个物理平面通过 MPLS VPN 技术实现多个逻辑业务承载平面，为了保证网络的安全可靠，在核心网采用大量可靠性技术，包括设备高可靠、网络高可靠，跨域高可靠等。在满足上述要求的前提下，提供大容量、高密度端口及高转发性能的核心网设备，满足核心网的各项功能需求。

NE40E 提供如下的特性，可以很好的满足城域网核心层的要求：

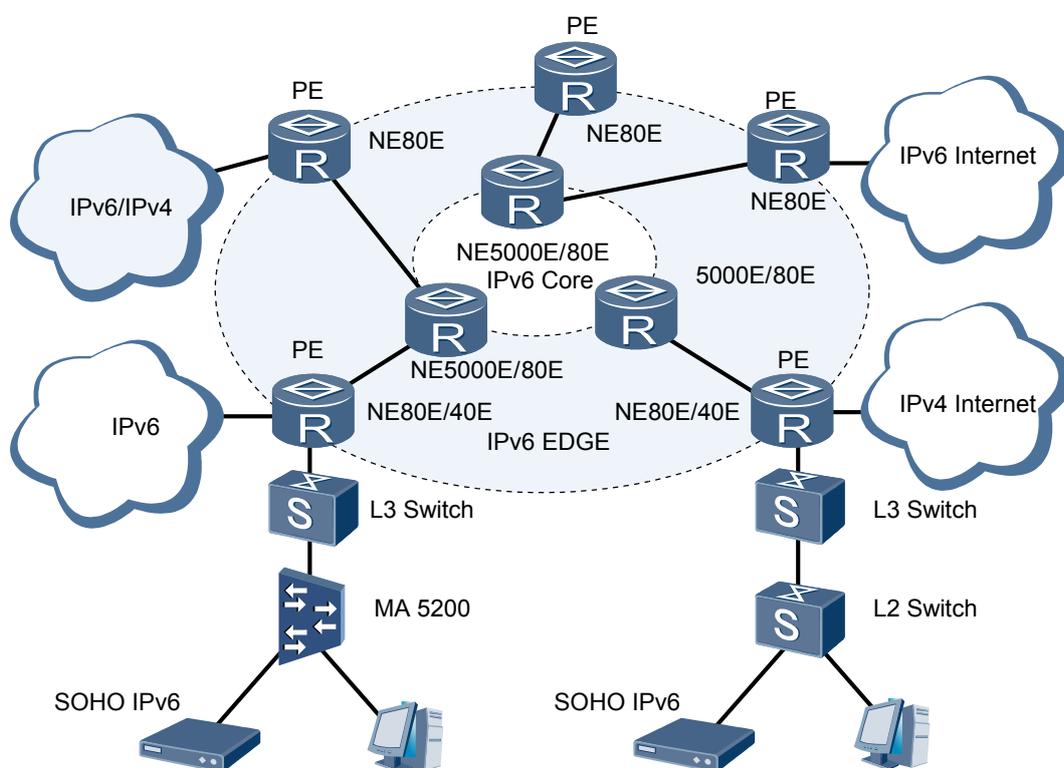
- NE40E 具有强大的交换能力，单机系统接口容量可达 640Gbps，可提供线速 10G 端口。NE40E 同时可提供高密度 GE 端口，可以满足核心网大容量高性能转发的需求；
- NE40E 产品具有强大的路由能力及支持各种路由协议，满足路由化建网的思路。同时提供 IP/MPLS 技术，支持多种 VPN 方案，包括 MPLS/BGP 三层 VPN 及 MPLS

二层 VPN，保证了多业务在核心网逻辑承载平面的实现，达到了业务隔离和安全的目的；

- 在 VPN 业务跨域的情况下，NE40E 支持 OPTIONA/B/C 的跨域技术，为全网跨域的业务可靠运行提供保证等。
- NE40E 提供电信级的可靠性，包括关键部件冗余，热补丁技术。另外 NE40E 支持多种 FRR 技术，包括 IP FRR，LDP FRR，TE FRR 等，有效保证了网络运行的可靠性。

8.4 IPv6 骨干网解决方案

图 8-4 IPv6 骨干网解决方案



IPv6 骨干网解决方案中，骨干网络中原 IPv4 业务不受影响，采用 IPv4 转发或者 MPLS VPN 均可以继续采用，需要解决的应用包括两个方面：

- IPv6 孤岛之间的互通。
- IPv6 与 IPv4 之间的互通。

为解决上述两种应用需求，实现 IPv6 的几个主要技术，这几种技术组成可选的解决方案如下：

- 骨干网中所有的路由器支持双栈，IPv4 的业务采用 IPv4 转发，IPv6 的业务采用 IPv6 转发，这样 IPv6 孤岛互连和 IPv4 与 IPv6 互通两种需求都可以解决；
- IPv6 孤岛互通采用 L3 隧道技术，可以采用手工配置隧道和 6to4 隧道两种技术，核心路由器只需要支持 IPv4 转发，不需要进行升级。

- IPv6 孤岛互通采用 MPLS L2 隧道技术，可以采用 VPLS、CCC 等 MPLS L2 VPN 技术，核心路由器只需要支持 MPLS 转发，IPv6 与 IPv4 互通通过网关设备支持 NAT-PT 解决。

8.5 IP RAN 解决方案

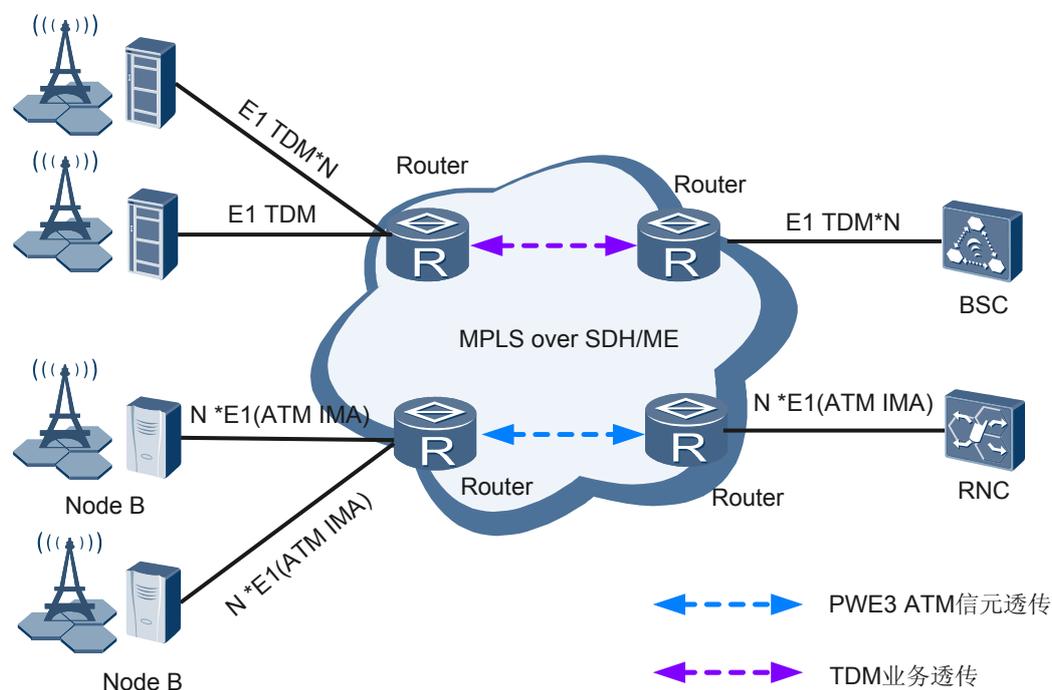
接入方案

2G RAN 承载于 TDM 上，以语音业务为主，流量不大。基站 BTS 通过 1-3 个 E1 接口与基站控制器 BSC 相连是最普遍的情形。部分无线运营商没有固网基础设施，须租用固网运营商的 E1 专线，费用较高。TDM 业务透传技术可以通过简单、便宜的城域以太网和 TDM 业务透传技术实现同城区域内基站和基站控制器之间的业务传送。

对于 2G RAN 网络，在 BTS（Base Transceiver Station）和 BSC（Base Station Controller）之间由 NE40E 构建 PSN 网络。NE40E 通过 $n \times E1$ 链路下行连接 BTS，NE40E 通过 $n \times E1$ 上行连接 BSC。

全球范围内移动运营商不断地扩建无线接入网（Radio Access Network，RAN）。2G RAN 承载主要基于 TDM/SDH 构建，存在着带宽利用率低、扩展困难和配置不够灵活等弊端。RAN 的 IP 承载是今后的发展趋势，UMTS R99/R4 规范定义 Node B（基站）与 RNC（控制器）之间业务的承载协议为 ATM，而 E1 IMA 接口是主要连接方式之一，如图 8-5 所示。

图 8-5 2G/3G RAN 解决方案



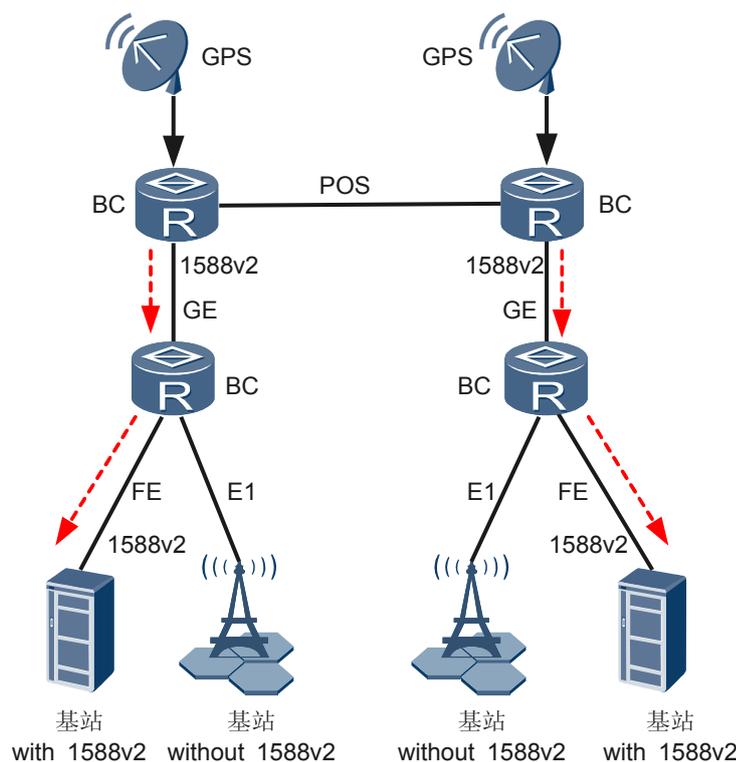
使用路由器配合基于 Metro Ethernet 的 MPLS 网络可解决带宽统计复用问题。在 Node B 侧部署支持 E1 IMA 接口的路由器与之相连，终结 IMA 后将单一高速 ATM 信元流经 ATM PWE3 透传至 RNC 侧路由器上；后者再把 ATM 信元流拆分进 $N \times E1$ ，发给 RNC。路由器和 MPLS 网络对 Node B、RNC 是透明的，等效于 Node B 与 RNC 的多个 E1 经 TDM 直连。

1588v2 时钟方案

如图 8-6 所示，承载网通过 GPS 或外置时间源全网时间统一，向外提供时钟或时间，基站支持组播 MAC 封装。

核心节点支持 BITS 时间接口。承载网所有节点的时间从核心节点开始以 BC 方式进行承载网时间统一，所有 BC 结点支持路径延迟测量机制以适应链路快速切换；对于不支持 1588 的节点，如只有 POS/ATM 链路相连的节点，可以在该节点支持 GPS。通过 BC 方式以组播 MAC 封装向 Node-B 授时。对于不支持 1588 的 Node-B，通过同步以太网或 WAN 接口进行频率同步。

图 8-6 1588v2 时钟解决方案



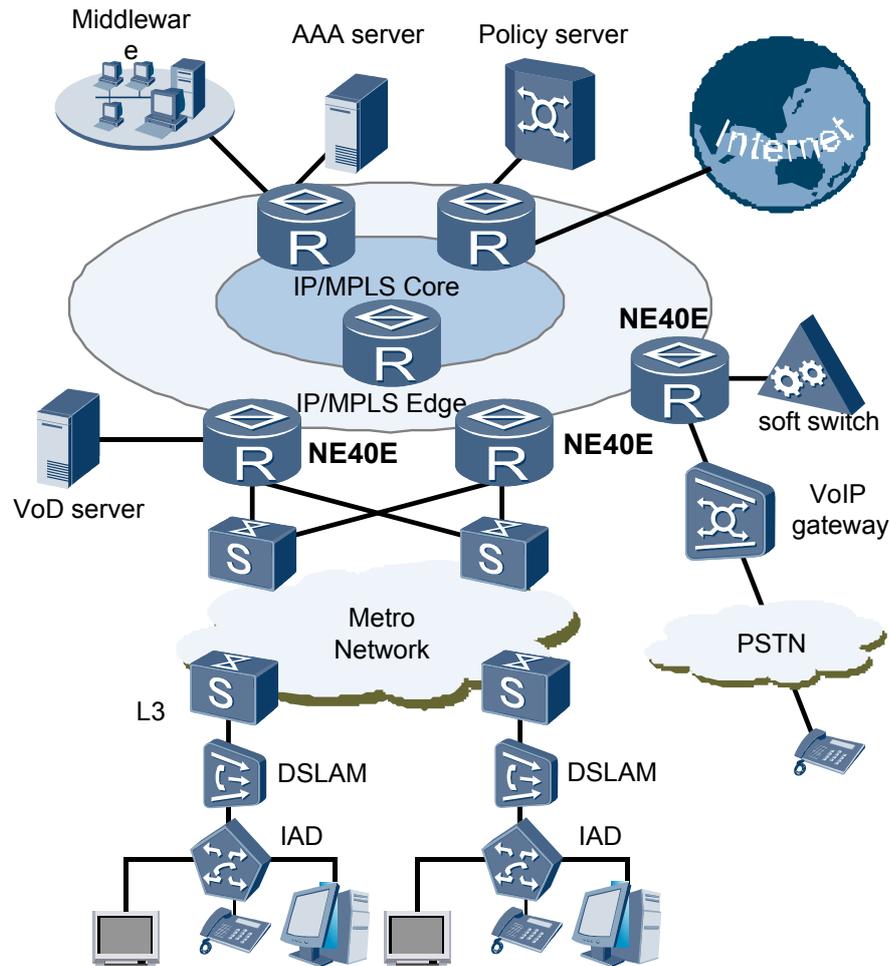
8.6 iVSE 解决方案

NE40E 传统的 IPTV 解决方案中，视频业务中的一些问题没有得到很好的解决，如：频道切换时间慢、马赛克、静帧、黑屏等。这样会严重影响用户的体验；同时，运营商对视频业务的质量缺乏很好的监控手段。

通过在 NE40E 部署 iVSE 功能，可以提供视频快速切换、视频数据丢包重传以及视频质量监控功能。

当用户进行频道切换时，STB 设备向具备 iVSE 功能的 NE40E 设备发送快速切换请求，由 NE40E 向 STB 快速推送频道数据，并通知加入新的频道；STB 发送 IGMP 加入请求到 DSLAM 或组播交换机；DSLAM 或组播交换机向 STB 推送新的频道组播数据。

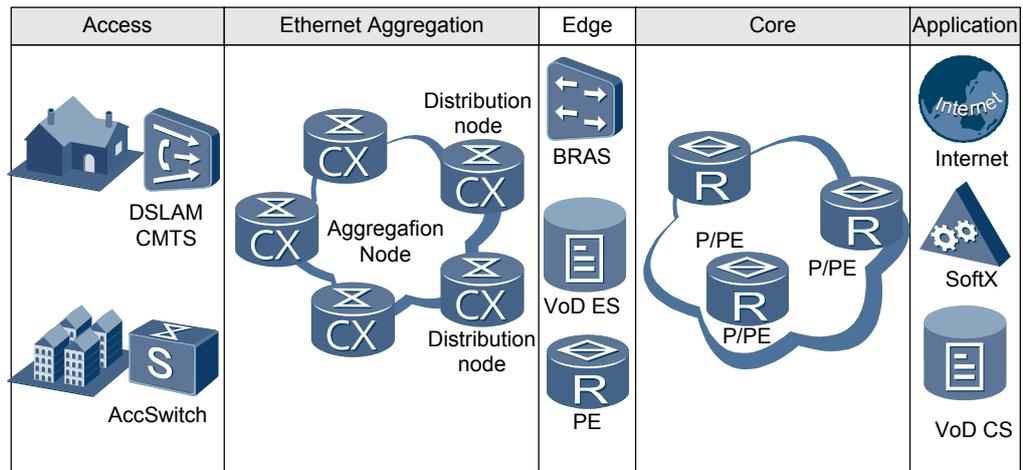
图 8-7 iVSE 解决方案



当 STB 收到频道数据发现有丢包时，向 NE40E 节点发送重传请求，NE40E 从缓存的频道数据中查找需要重传的报文，向 STB 发送其需要的数据。

具备 iVSE 功能的 NE40E 设备也可以提供视频质量监控的功能：对从源端发下来的节目流，在 NE40E 节点进行质量监控计算，获得质量监控结果。该结果显示视频流在 NE40E 节点时的质量情况。

图 8-8 iVSE 解决方案



NE40E 作为 Aggregation Node（汇聚节点）、Distribution Node（分发节点）接入 IPTV 业务，并将业务进行三层转发；此时，可以在汇聚节点、分发节点分别部署 iVSE，可以提供视频快速切换、视频数据丢包重传以及视频质量监控功能：

- 当用户进行频道切换时，STB 设备向具备 iVSE 功能的 NE40E 发送快速切换请求，由 NE40E 向 STB 快速推送频道数据，并通知加入新的频道；STB 发送 IGMP 加入请求到 DSLAM 或组播交换机；DSLAM 或组播交换机向 STB 推送新的频道组播数据。
- 当 STB 收到频道数据发现有丢包时，向 NE40E 节点发送重传请求，NE40E 从缓存的频道数据中查找需要重传的报文，向 STB 发送其需要的数据。
- 同时通过 iVSE 功能的 NE40E 也可以提供视频质量监控的功能：对从源端发下来的节目流，在 NE40E 节点进行质量监控计算，通过获取质量监控数据，监控视频流在 NE40E 节点时的质量。

当 NE40E 作为 Aggregation Node（汇聚节点）、Distribution Node（分发节点）接入 IPTV 业务，并通过 VPLS 将业务透传到 BRAS 或集中式 PE 设备时，可以通过在汇聚节点、分发节点上单独部署视频质量监控功能，来提供端到端的视频监控功能：

- 视频质量监控部署在分发节点 随板质量监控部署在分发节点，对进入 VPLS 隧道之前的 IPTV 流进行质量监控计算，计算结果表征的是视频流在分发节点上的质量状况。
- 视频质量监控部署在汇聚节点，随板质量监控部署在汇聚节点，对出 VPLS 隧道之后的 IPTV 流进行质量监控计算，计算结果表现的是视频流在汇聚节点上的质量状况。
- 视频质量监控同时部署在 VPLS 组网中分发节点和汇聚节点。为了逐段检查网络中视频质量状况，可将随板质量监控功能部署在 VPLS 的入、出隧道节点，即分发节点和汇聚节点，获得多个节点计算本节点的视频质量状况。通过对反馈来逐段定位引起视频质量差的原因。

9 操作和维护

关于本章

- 9.1 系统配置方式
- 9.2 系统管理维护
- 9.3 设备运行状态监控
- 9.4 HGMP
- 9.5 系统业务与状态的跟踪
- 9.6 系统测试与诊断
- 9.7 NQA
- 9.8 在线调试
- 9.9 升级特性
- 9.10 License 功能
- 9.11 其它运维特性

9.1 系统配置方式

NE40E 提供两种配置方式：命令行配置和网管配置。

命令行配置方式支持：

- 用户可以通过 Console 口本地配置
- AUX (Auxiliary) 口 Modem 远程配置
- Telnet 远程登录

Console 接口作为 CLI 输入接口可以向控制平面发送命令行。

Console 接口作为调试接口，可以从控制平面和数据平面接收各种 debug 信息，也可以下发调试命令和控制命令。

网管配置支持基于 SNMP 协议的网管系统对 NE40E 进行配置。

9.2 系统管理维护

NE40E 提供强大的系统管理和维护功能：

- 支持即插即用；
- 提供单板在位检测、热插拔检测、Watch Dog、单板复位、系统运行指示灯、风扇监控、电源监控、系统调试、主备倒换控制和版本查询等功能；
- 提供本地、远程软件升级/数据加载，升级回退、备份、保存和清除等功能；
- 提供分级的用户权限管理、操作日志管理、命令行在线帮助及命令注释等功能；
- 支持三种用户鉴权模式：本地验证、RADIUS 服务器验证和 HWTACACS 服务器验证，可对用户身份进行验证，并可通过命令行和 SNMP 网管进行合理授权。
- 支持带内网管和带外网管。
- 支持多用户操作；
- 支持二层、三层接口信息查询；
- 提供告警分级管理、告警分类和告警过滤等功能。
- 接口和光模块支持 shutdown 和 undo shutdown。

9.3 设备运行状态监控

NE40E 通过信息中心提供完备的设备运行状态监控功能。Syslog 是信息中心 (info-center) 的一个子功能。Syslog 使用 UDP 进行传输，使用端口号 514 将日志信息输出到日志主机中。

信息中心可以接收和处理 3 类信息：

- log 类：即日志信息
- debug 类：即调试信息
- trap 类：即告警信息

根据信息的严重等级或紧急程度，信息分为 8 个等级，信息越严重，其严重等级值越小。详细信息见下表。

显示值	严重等级	描述
0	Emergency	设备致命的异常，系统已经无法恢复正常，必须重启设备。如程序异常导致设备重启，内存的使用被检测出错误等。
1	Alert	设备重大的异常，需要立即采取措施。如设备内存占用率达到极限等。
2	Critical	设备重大的异常，需要采取措施进行处理或原因分析。如设备内存占用率超过告警线，温度超过告警线，BFD 探测出设备不可达，检测出错误的消息（消息是由本设备内部生成）等。
3	Error	错误的操作或设备的异常流程，不会影响后续业务，但是需要关注和原因分析。如用户的错误指令，用户密码错误，检测出错误协议报文（报文是由其他设备获得）。
4	Warning	设备的异常运转的异常点，可能引起业务故障的流程，需要引起注意。如用户关闭路由进程，BFD 探测的一次报文丢失，检测出错误协议报文等。
5	Notice	用于设备正常运转的关键操作信息。如用户执行 shutdown 命令，邻居发现，协议状态机的正常跳转等。
6	Informational	用于设备正常运转的一般性操作信息。如用户使用 display 命令等。
7	Debugging	设备正常运转的一般性信息，用户无需关注。

信息中心支持 10 个通道，其中，通道 0 ~ 5 有缺省通道名。并且，这 6 个信息通道缺省与 6 个输出方向分别关联。设备上的 CF 卡缺省情况下，日志信息输出到日志文件使用通道 9，即，共支持 7 个缺省输出方向。

在配置多日志主机的情况下，用户可以配置日志信息通过一个通道或多个通道输出到不同的日志主机中。例如配置部分日志信息通过通道 2（loghost）输出到日志主机，部分日志信息从通道 6 输出到日志主机，还可以更改通道 6 的名称，便于对信息通道的管理。

NE40E 所有的告警信息都存储到日志文件中，日志文件存储在 CF 卡中。告警信息存储的时间是由告警数量决定的，一般情况下可以存储数月的告警信息。

9.4 HGMP

NE40E 提供 HGMP 功能。HGMP（Huawei Group Management Protocol）是华为公司制定的集群管理协议。

HGMP 把与 NE40E 连接的二层设备组成一个统一的管理域，即集群。同时 HGMP 提供了一种自动收集设备拓扑的方法以及集中的维护管理通道，使一个集群对外只用一个 IP 地址，从而简化设备的管理并节约了 IP 地址。

9.5 系统业务与状态的跟踪

NE40E 提供了系统业务与状态的跟踪功能：

- 监控路由协议的状态机迁移变化；
- 监控 MPLS 协议 LDP (Label Distribution Protocol) 的状态机迁移变化；
- 监控 VPN 相关的状态机的迁移变化；
- 监控转发引擎上送控制层面的协议报文类型，并可通过调试开关显示报文的详细信息；
- 监控异常报文的出现，并对异常报文进行计数统计；
- 支持 HGMP(Huawei Group Management Protocol)；
- 异常处理流程生效时，提供显示的通知；
- 各特性系统所占用的系统资源，并进行统计。

9.6 系统测试与诊断

NE40E 提供业务运行的 Debugging 功能，在线记录用户指定的业务运行时刻的关键事件、报文处理、报文解析、状态切换等信息；为用户在调测设备及组网方案提供了有利的支持；Debugging 可以根据指定业务（如某一路由协议）、指定接口（如某一路由协议在特定接口上的信息）通过控制台打开或者关闭。

NE40E 的软件运行检测和诊断提供系统操作的 Trace 功能，在线记录系统的任务切换、中断、队列读写、系统异常等重要事件，系统发生故障重起后，可以读出 Trace 信息作为故障定位参考。Trace 功能可以通过控制台命令打开或关闭。

NE40E 还可以实时查询主控板和接口线路板的 CPU 占用率。

NE40E 的 Debugging 和 Trace 功能在系统中统一进行分级，不同级别的敏感信息可以根据用户配置定向到不同的输出目的地，如控制台显示、Syslog 服务器、SNMP Trap 触发报警等。

在网络维护中，如果出现通话质量下降，视频马赛克等现象，怀疑可能是由 NE40E 设备存在错包或丢包引起的，这时就需要配置抓包功能，抓取原始报文进行故障定位。抓包功能，支持对上送 CPU 的多种协议报文的抓取，同时支持对转发报文入出方向的双向抓取。与端口镜像网络维护手段相比，抓包功能的配置简单、快速。

9.7 NQA

NE40E 还提供 NQA (Network Quality Analysis) 功能。NQA 可以测量网络上运行的各种协议的性能，使运营商能够实时采集到各种网络运行指标，例如：HTTP 的总时延、TCP 连接时延、DNS 解析时延、文件传输速率、FTP 连接时延、DNS 解析错误率等。通过对这些指标进行控制，运营商可以为用户提供不同等级的网络服务，收取不同的费用。同时，NQA 也是网络故障诊断和定位的有效工具。

NQA 支持以下功能：

- 支持 PWE3 TraceRoute
- 支持 Multicast Ping
- 支持 Multicast Tracert
- 支持通过 DISMAN-TRACEROUTE-MIB 进行 traceroute 操作
- 支持通过 DISMAN-PING-MIB 进行 ping、udp、tcp、snmp 业务测试
- 支持 ce-ping(在 VPLS PE 上 ping 主机)

- 支持 VPLS MAC ping 和 VPLS MAC trace
- 支持 VPLS MAC purge 和 VPLS MAC populate
- 支持 LSP ping、LSP traceroute 和 MPLS jitter
- 支持通过 Disman-NSLookUp-Mib 验证 DNS 功能
- 通过 NQA-MIB 支持全部 NQA 功能通过 NMS 管理
- 一次测试支持连续发送 3000 报文模拟语音
- 最短 10ms 的发包频率

9.8 在线调试

NE40E 提供端口镜像功能，用于将特定的流量映射到某个监控端口，支持在线调试，可供高级维护人员调试分析网络的运行状况。

9.9 升级特性

在线升级

NE40E 支持软件在线升级的功能。同时，还提供软件在线补丁的功能，可以只针对需要修改的特性进行升级。

整机升级

NE40E 对升级过程进行了优化。整个升级过程由一条命令自动完成升级全过程，为客户节省了宝贵的时间。升级过程给出进度提示，并在升级结束后可以查看升级结果。

回退功能

在升级系统过程中，新的系统软件无法启动时，系统可以使用上一次成功启动的系统软件进行启动。

NE40E 提供的回退功能可以避免系统升级失败对业务的影响。

9.10 License 功能

随着 NE40E 软件功能的多样化以及软件成本占用总成本的比例越来越高，现有提供的服务模式不能适应客户和运营商的发展需求：

- 普通用户需要降低购买成本；
- 升级扩容用户需要实现容量和功能的有效性控制。

要解决不同用户的实际需求就需要 NE40E 实现对业务模块的灵活授权。

针对业务模块的授权控制，NE40E 提供了 License 授权管理平台。通过 License 授权模式：

- 普通用户可以根据需要购买相应的业务功能模块，降低购买成本；
- 升级扩容用户可以在扩容时通过申请新的 License 达到容量的扩充和功能的支持和维护。

9.11 其它运维特性

NE40E 除具备上述功能特性外，还具有以下配置特性：

- 配置命令分级保护，确保未授权用户无法侵入设备；
- 用户可以随时键“？”而获得在线帮助；
- 提供种类丰富、内容详尽的调试信息，帮助诊断网络故障；
- 提供类似 DosKey 的功能，可以执行某条历史命令；
- 命令行解释器对关键字采取不完全匹配的搜索方法，用户只需键入无冲突关键字即可解释，如 `display` 命令，键入 `disp` 即可。

10 网管系统

SNMP

NE40E 系统中支持网管站通过 SNMP 协议实现对设备的操作和管理。

NE40E 支持 SNMPv1、SNMPv2c 和 SNMPv3 三个版本。

- SNMPv1
 - 在 SNMPv1 中支持基于团体名的访问控制。
 - 在 SNMPv1 中支持基于 MIB 视图的访问控制。
- SNMPv2c
 - 在 SNMPv2c 中支持基于团体名的访问控制。
 - 在 SNMPv2c 中支持基于 MIB 视图的访问控制。
- SNMPv3
 - SNMPv3 继承了 SNMPv2c 的基本操作，并定义了一种管理框架，引入了 USM，为用户提供了更加安全的访问机制。
 - SNMPv3 中支持用户组。
 - SNMPv3 中支持基于组的访问控制。
 - SNMPv3 中支持基于用户的访问控制。
 - SNMPv3 支持鉴别和加密机制。

NMS

NE40E 网管系统采用华为 iManager U2000 网管系统，支持 SNMP(V1/V2c/V3) 协议和客户机/服务器体系结构，可独立运行于多种操作系统之上，支持的操作系统包括：WindowsNT/2000/XP、UNIX（SUN、HP、IBM）。可提供多语言支持、图形化的操作界面。

LLDP

链路层发现协议 LLDP（Link Layer Discovery Protocol）是 IEEE 802.1ab 中定义的第二层发现协议。该协议规定设备的每个接口上都存储着本端状态信息，并且设备可以向其邻居节点发送本端状态信息，当需要时接口还可以向它们邻居节点发送状态更新的信息，邻居节点将接收到的信息存储在标准的 SNMP（Simple Network Management Protocol）MIB（Management Information Base）中。网管系统可从 MIB 处查询出当前第

二层的连接情况。IEEE 802.1ab 标准中还规定网管系统利用 LLDP 所提供的信息去发现第二层的不合理的配置。

通过运行该协议网络系统可以清晰地得知与之相连所有设备的二层信息，既有利于网管规模迅速扩大，同时掌握更详细的网络拓扑信息、变化信息。LLDP 协议还有助于发现网络中实际存在的不合理的配置并上报给网管系统，及时消除错误配置。

A 缩略语

A

AAA	Authentication, Authorization and Accounting	认证、授权和计费
AAL5	ATM Adaptation Layer 5	ATM 适配层 5
AC	Access Controller	接入控制
ACL	Access Control List	存取控制列表
AF	Assured Forwarding	确保转发
ANSI	American National Standard Institute	美国国家标准组织
AP	Access Point	接入点
ARP	Address Resolution Protocol	地址解析协议
ASBR	Autonomous System Boundary Router	自动系统边界路由器
ASIC	Application Specific Integrated Circuit	专用集成电路
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
AUX	Auxiliary (port)	备份口
B		
BE	Best-Effort	尽力而为
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
BGP4	BGP Version 4	第 4 版 BGP 协议
C		
CAR	Committed Access Rate	承诺访问速率
CBR	Constant Bit Rate	恒定比特率，固定比特率

CE	Customer Edge	用户边缘
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	质询握手验证协议
CoS	Class of Service	服务等级
CPU	Center Processing Unit	中央处理单元
CR-LDP	Constrained Route - Label Distribution Protocol	约束路由 LDP
D		
DAA	Destination Address Accounting	按目的地址计费
DC	Direct Current	直流电
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	动态主机配置协议
DNS	Domain Name Server	域名服务器
DS	Differentiated Services	有差别服务
E		
EACL	Enhanced Access Control List	增强访问控制列表
EF	Expedited Forwarding	加速转发 EF
EMC	EElectroMagnetic Compatibility	电磁兼容性
F		
FCC	Fast Channel Change	快速频道切换
FE	Fast Ethernet	快速以太网
FEC	Forwarding Equivalence Class	转发等价类
FIB	Forward Information Base	转发信息库
FIFO	First In First Out	先进先出
FR	Frame Relay	帧中继
FTP	File Transfer Protocol	文件传输（送）协议
G		
GE	Gigabit Ethernet	千兆比特以太网
GRE	Generic Routing Encapsulation	通用路由封装协议
GTS	Generic Traffic Shaping	通用流量整形

H

HA	High availability	高可用性
HDLC	High level Data Link Control	高级数据链路控制（规程）
HTTP	Hyper Text Transport Protocol	超级文本传送协议

I

iVSE	Integrated Value-added Service Engine	综合增值业务引擎
ICMP	Internet Control Message Protocol	因特网控制报文协议
IDC	Internet Data Center	Internet 数据中心
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师学会[美]
IETF	Internet Engineering Task Force	因特网工程师任务组
IGMP	Internet Group Management Protocol	因特网组管理协议
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议
IP	Internet Protocol	互联网协议
IPoA	IP Over ATM	ATM 上承载 IP
IPTN	IP Telephony Network	IP 电话网
IPTV	Internet Protocol Television	IP 电视
IPv4	IP version 4	IP 版本 4
IPv6	IP version 6	IP 版本 6
IPX	Internet Packet Exchange	因特网分组交换协议
IS-IS	Intermedia System-Intermedia System;	IS-IS 路由协议
ISP	Interim inter-switch Signaling Protocol	网间、内交换信令协议
ITU	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector	国际电信联盟-电信标准部

L

LAN	Local Area Network	局域网，本地网
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示屏
LCP	Link Control Protocol	链路控制协议
LDP	Label Distribution Protocol	标记分发协议/标签分发协议

LER	Label switching Edge Router	标签交换边缘路由器
LPU	Line Processing Unit	线路处理单元
LSP	Label Switched Path	标签交换路径
LSR	Label Switch Router	标签交换路由器
M		
MAC	Media Access Control	MAC 地址(网卡硬件地址)
MBGP	Multiprotocol Border Gateway Protocol	多协议边界网关协议
MD5	Message Digest 5	一种 Hash 算法
MIB	Management Information Base	管理信息库
MP	Multilink PPP	多链接点到点协议 (PPP 协议)
MPLS	Multi-protocol Label Switch;	多协议标记交换
MSDP	Multicast Source Discovery Protocol	组播源发现协议
MSTP	Multiple Spanning Tree Protocol	多路生成树协议
MTBF	Mean Time Between Failures	平均故障间隔时间
MTTR	Mean Time To Repair	平均修复时间
MTU	Maximum Transmission Unit	最大传输单元
N		
NAT	Network Address Translation	网络地址转换
NLS	Network Layer Signaling	网络层信令
NP	Network Processor	网络处理器
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
NVRAM	Non-Volatile Random Access Memory	非易失随机读写存储器
O		
OSPF	Open Shortest Path First	开放最短路径优先
P		
PAP	Password Authentication Protocol	密码验证协议
PE	Provider Edge	运营商边缘
PFE	Packet Forwarding Engine	报文转发引擎
PIC	Parallel Interference Cancellation	并行干扰抵消

PIM-DM	Protocol Independent Multicast-Dense Mode	密集模式协议无关组播
PIM-SM	Protocol Independent Multicast-Sparse Mode	稀疏模式协议无关组播
POP	Point Of Presence	访问点、存在点
POS	Packet Over SDH/SONET	基于 SDH/SONET 的报封装
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
PQ	Priority Queue	优先队列
PT	Protocol Transfer	协议转换
PVC	Permanent Virtual Channel	永久虚通路
Q		
QoE	Quality of Experience	体验质量
QoS	Quality of Service	服务质量
R		
RADIUS	Remote Authentication Dial in User Service	远端用户拨入鉴权服务
RAM	Random-Access Memory	随机访问内存
RED	Random Early Detection	随机早期检测
RFC	Requirement for Comments	征求意见稿
RH	Relative Humidity	相对湿度
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
RMON	Remote Monitoring	远端监视
ROM	Read Only Memory	只读存储器
RP	Rendezvous Point	汇集点
RSVP	Resource Reservation Protocol	资源预留协议
RSVP-TE	RSVP-Traffic Engineering	RSVP-流量工程
S		
SAP	Service Advertising Protocol	服务公告协议
SCSR	Self-Contained Standing Routing	自约束持续路由
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系

SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory	同步动态随机存储器
SFU	Switch Fabric Unit	交换网单元
SLA	Service Level Agreement	服务水平协议
SNAP	SubNet Attachment Point	子网接入点
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
SONET	Synchronous Optical Network	同步光网络
SP	Strict Priority	绝对优先权
SPI4	SDH Physical Interface	SDH 物理接口 4
SSH	Secure Shell	安全外壳
STM-16	SDH Transport Module -16	SDH 传输模块 -16
SVC	Switching Virtual Connection	交换虚连接
T		
TCP	Transfer Control Protocol	传输控制协议
TE	Traffic Engineering	流量工程
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	简单文件传输协议
TM	Traffic Manager	流量管理
ToS	Type of Service	服务类型
TP	Topology and Protection packet	拓扑和保护
U		
UBR	Unspecified Bit Rate	未指定比特率
UDP	User Datagram Protocol	用户数据包协议
UNI	User Network Interface	用户网络接口
UTP	Unshielded Twisted Pair	非屏蔽双绞线
V		
VBR-NRT	Non-Real Time Variable Bit Rate	非实时 VBR
VBR-RT	Real Time Variable Bit Rate	实时 VBR
VC	Virtual Circuit	虚电路
VCI	Virtual Channel Identifier	虚通道标识符

VDC	Variable Dispersion Compensator	可变色散补偿器
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VLL	Virtual Leased Line	虚拟租用线
VPI	Virtual Path Identifier	虚通道标识
VPLS	Virtual Private LAN Service	虚拟专用局域网业务
VPN	Virtual Private Network	虚拟私有网,虚拟专用网
VRP	Versatile Routing Platform	通用路由平台
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol	虚拟路由冗余协议
W		
WAN	Wide Area Network	广域网
WFQ	Weighted Fair Queuing	加权公平排队
WRED	Weighted Random Early Detection	加权随机早期检测
WRR	Weighted Round Robin	加权轮询算法