

ICS 33.040.40

M 32

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2902-2015

具有路由交换功能的以太网交换机 节能参数和测试方法

Energy efficiency parameter and measurement method for
ethernet LAN switch with routing capability

2015-07-14 发布

2015-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 测试基本要求	2
4.1 测试环境	2
4.2 测试设备	2
5 具有路由交换功能的以太网交换机节能参数的定义	2
5.1 综合能效比	2
5.2 节能参数定义中参数选取说明	3
6 综合能效比测试方法	4
6.1 被测设备硬件配置要求	4
6.2 被测设备组网和业务要求	4
6.3 测试步骤举例	4
6.4 测试结果记录与表述	8
参考文献	9

前 言

“通信网络设备节能参数和测试方法”系列标准、“通信机房及其基础设施节能参数和测试方法”系列标准以及“通信终端设备节能参数和测试方法”系列标准共同构成“通信产品和系统运营使用阶段的节能参数和测试方法”标准体系。

本标准是“通信网络设备节能参数与测试方法”系列标准之一，该系列标准的预计结构和名称如下：

- 《具有路由交换功能的以太网交换机节能参数和测试方法》
- 《宽带网络接入服务器节能参数和测试方法》
- 《路由器节能参数与测试方法》
- YD/T 2403-2012《以太网交换机节能参数与测试方法》
- YD/T 2404-2012《移动通信设备节能参数和测试方法》
- 《光传送设备节能参数和测试方法 MSTP 设备》
- 《光传送设备节能参数和测试方法 OTN 设备》
- 《光传送设备节能参数和测试方法 PTN 设备》
- 《接入设备节能参数和测试方法 GPON》
- 《接入设备节能参数和测试方法 EPON》
- 《接入设备节能参数和测试方法 VDSL2》

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：杭州华三通信技术有限公司、中国信息通信研究院、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司。

本标准主要起草人：张宇华、许晓平。

引 言

随着中国通信产业的不断发展，通信已经成为国民经济发展的支柱产业。在国家大力开展节能减排，走可持续发展循环经济道路的大背景下，为了更好地引导通信产品向节能降耗方向发展，指导相关节能分级更加科学、合理，以切实达到节约能源、保护环境地目的，特制定了 GB/T 26262-2010《通信产品节能分级导则》。

GB/T 26262-2010《通信产品节能分级导则》中规定了节能参数是通信产品节能分级的依据，包括功耗、能效及辅助性参数，其中功耗和能效是节能分级的主要依据。

本标准在考虑到具有路由交换功能的以太网交换机设备的自身特点下，选取了综合能效比作为具有路由交换功能的以太网交换机设备的节能参数。

具有路由交换功能的以太网交换机节能参数和测试方法

1 范围

本标准规定了具有路由交换功能的以太网交换机设备节能参数的定义、评估及测试方法。

本标准适用于具有路由交换功能的以太网交换机设备，包括固定端口和模块化以太网交换机。本标准涉及的以太网交换机不包含无线接口或者无线端口已关闭。

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。

GB/T 26262-2010 通信产品节能分级导则

GB/T 28519-2012 通信产品能耗测试方法通则

IEEE802.3 CSMA/CD访问控制方法与物理层规范(Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection (CSMA/CD) Access Method And Physical Layer Specifications)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 26262-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

节能参数 Energy Efficiency Parameter

反映设备节能水平的参数。本文件的节能参数选用综合能效比。

3.1.2

具有路由交换功能的固定端口以太网交换机 Fix-Port Ethernet Switch With Routing Capability

指业务端口配置数量固定的具有路由交换功能的以太网交换机。

注：固定端口以太网交换机可配置一定数量的可扩展业务插槽。

3.1.3

具有路由交换功能的模块化以太网交换机 Modulized Ethernet Switch With Routing Capability

指业务端口配置数量可变化的具有路由交换功能的以太网交换机，在不配置业务模块情况下除主控板和网板外没有固定端口。

3.1.4

具有路由交换功能的模块化以太网交换机的基本单元 The Basic Unit of Modulized Ethernet Switch With Routing Capability

设备能够完成交换功能的最少的单元，可包括机箱、风扇、主控板等。

3.1.5

加权功耗 Weighted Power Consumption

被测设备在不同加载负荷下功耗（功耗定义见GB/T 26262-20103.2节）的加权值。

3.1.6

吞吐量 Throughput

在一定时间内，设备不丢帧情况下转发某一帧长数据所能达到的最大速率。

3.1.7

加载负荷 Load

外部流量源向设备发送的实际流量负载。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACL	Access Control List	访问控制列表
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
EER	Energy Efficiency Ratio	综合能效比
Gbit/s	Gigabit per second	千兆比特每秒
IS-IS	Intermediate System-to-Intermediate System	中间系统到中间系统
OSPF	Open Shortest Path First	开放式最短路径优先
POE	Power Over Ethernet	以太网供电
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
uRPF	unicast Reverse Path Forwarding	单播反向路径转发

4 测试基本要求

4.1 测试环境

温度：被测设备应在23℃±2℃的温度下进行测试。

湿度：见GB/T 28519-2012 2.1.3。

大气压：见GB/T 28519-2012 2.1.4。

外电场和外磁场：应避免外电场或外磁场对测试结果产生影响，仪表应具有抗磁场、电场的能力。

4.2 测试设备

被测设备：见GB/T 28519-2012 3.1。

测量仪表：见GB/T 28519-2012 2.2。

5 具有路由交换功能的以太网交换机节能参数的定义

5.1 综合能效比

具有路由交换功能的以太网交换机设备的能效水平受设备的配置、业务流量大小、应用环境等因素的影响。充分考虑到产品的配置及流量对产品能效水平的影响，本标准采用综合能效比来评价具有路由交换功能的以太网交换机设备的能效水平。综合能效比的计算方法如下：

$$EER = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{P_i}{n}$$

$$P_i = \sum_{j=1}^m B_j P_j$$

式中：

EER ——设备综合能效比，单位：W/Gbit/s；

T_i ——产品在某一固定配置模型下的最大吞吐量，单位：Gbit/s；

P_i ——产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗，单位：W；

C_i ——产品在某一固定配置模型的应用权重， $C_1 \sim C_n$ 之和等于1；

B_j ——产品在某一固定配置模型下业务流量占比权重， $B_1 \sim B_m$ 之和等于1；

P_j ——设备在不同负荷水平：如100%、30%、0%等下的综合功耗，单位为W。0%代表设备无业务流量，但处于链接状态下的设备功耗；

n ——固定配置模型的个数；

m ——某一固定配置模型下不同负荷水平的个数。

注1： T_i 理论数据为某配置下所有端口吞吐量之和，实际数据以测试仪吞吐量验证结果为准。

注2：设备最大能效比参数：当 $n=1$ 时，具有路由交换功能的以太网交换机设备采用可以支持的最大线速端口容量进行测试，此情况下得到的是设备可能测试出来的最好的节能参数值。设备加权能效比参数：当 $n \geq 2$ 时，具有路由交换功能的以太网交换机设备采用 n 种配置模型加权的方法进行节能参数测试。

注3：具有路由交换功能的固定端口以太网交换机采用设备最大能效比参数进行节能参数测试；具有路由交换功能的模块化以太网交换机采用设备加权能效比参数进行节能参数测试。

5.2 节能参数定义中参数选取说明

5.2.1 n 、 C_i 参数的选取

n 参数代表衡量设备节能水平时，选取的设备配置模型的个数。主要目的是充分考虑设备配置对设备的影响，提高设备节能测试的公平性。 n 参数的选取有两种情况：

a) 具有路由交换功能的固定端口以太网交换机：由于具有路由交换功能的固定端口以太网交换机的配置多为固定模式，因此选择设备最大能效比参数，也就是 $n=1$ ； C_i 的选取见表1。

b) 具有路由交换功能的模块化以太网交换机： n 和 C_i 的选取建议见表1(具体选取方式可以根据实际测试需求进行调整)。

表1 n 和 C_i 的选取

业务板 总槽位数	测试配置 n	C_1 槽位数	C_2 槽位数	C_3 槽位数	C_1 权重	C_2 权重	C_3 权重
1	1	1	/	/	1	/	/
2	2	1	2	/	0.8	0.2	/
3~5	3	1	[50%业务板槽位数]+1	100%业务板槽位数	0.2	0.6	0.2
6~9	3	2	[50%业务板槽位数]+1	100%业务板槽位数	0.2	0.6	0.2
10~15	3	3	[50%业务板槽位数]+1	100%业务板槽位数	0.3	0.6	0.1
16及以上	3	4	[50%业务板槽位数]+1	100%业务板槽位数	0.3	0.6	0.1

5.2.2 B_j 、 P_j 参数的选取

B_j 、 P_j 代表设备在不同业务流量情况下的功耗水平，可依据现网设备流量的调查数据来选取不同的流量，并根据现网流量的比例来设定不同业务流量下 B_j 的取值。

例如根据某一现网环境调查的数据结果表示，该环境下设备会处于100%、30%、0%三种不同的负荷水平，那么 P_1 、 P_2 、 P_3 代表该设备处于100%、30%、0%三种负荷时的功耗； B_j 代表设备在某一固定配置

模型下业务流量的占比权重,若根据上述现网环境流量的比例表示此设备处于100%、30%、0%业务流量时的比重分别为30%、60%、10%,那么 $B_1=0.3$ 、 $B_2=0.6$ 、 $B_3=0.1$ 。

6 综合能效比测试方法

6.1 被测设备硬件配置要求

a) 保证设备可靠性要求的模块,需要处在正常保护工作模式下,如备用电源、备用主控板、备用网板等,冗余模块应完全配置。

b) 对于同时支持交流电源和直流电源的设备,分别进行测试。

c) 对于提供POE供电的设备,测试过程应去掉POE电源或禁止使能POE供电功能。

d) 对于支持10km或以上传输距离的光接口,要求采用10km或以上的光模块测试,电端口网线测试长度不做要求;光电复用端口(Combo口)使用电端口进行测试。

e) 测试配置下的所有端口均要求处于工作状态,允许使能端口节能功能。

f) 本标准推荐采用如下配置:

1) 采用可达到设备最大吞吐量的板卡来进行测试;

2) 具体 C_i 的选择建议见表1;

3) B_i 的取值建议: $B_1=0.3$ (负载100%), $B_2=0.6$ (负载30%), $B_3=0.1$ (负载0%, 蛇形连线方式)。

6.2 被测设备组网和业务要求

a) 使用IPv4、IPv6混合单播数据帧(IPv4、IPv6数据帧的比例为1:1),加载双向流量,吞吐量值用单向流量表示,使用混合帧长进行测试,将帧长为78字节、594字节和1518字节的数据帧混合在一起发送给被测设备。这三类数据帧数量混合的比例依次为78字节:594字节:1518字节=7:4:1。测试数据包头要符合IEEE802.3,测试数据包的净荷不做要求。

b) 测试过程中不允许改变被测设备的软、硬件配置及运行状态。

c) 测试时所有业务端口都应启用动态路由协议,如RIP、OSPF、IS-IS、BGP等。

d) 测试时所有业务端口都应启用IPv4和IPv6的严格uRPF、ACL和流量采集功能,ACL条目数为端口的入、出方向标称的80%数量。

e) 测试前需向设备注入标称的80%数量的路由表,并以注入的路由为目的建立测试流量。

f) 当被测设备的业务板卡数量大于1的情况下,流量要求跨板转发。

g) 对于不支持三层蛇形组网的设备,要求Fullmesh组网方式进行测试。

6.3 测试步骤举例

假如被测设备具有8个业务槽位,每槽位可支持4个万兆以太网端口,测试拓扑如图1所示,设备配置如图2所示。

根据上述条件和表1中 n 和 C_i 参数的选取,得出: $n=3$, $C_1=0.2$, $C_2=0.6$, $C_3=0.2$ 。 C_1 时配置的业务板数量为2槽, C_2 时配置的业务板数量为5槽, C_3 时配置的业务板数量为8槽。

步骤1: 测试 C_1 槽位数=2时的最大吞吐量 T_1 ,及其100%、30%、0%负荷下的功耗值,根据 P_i 公式得出 P_1 。

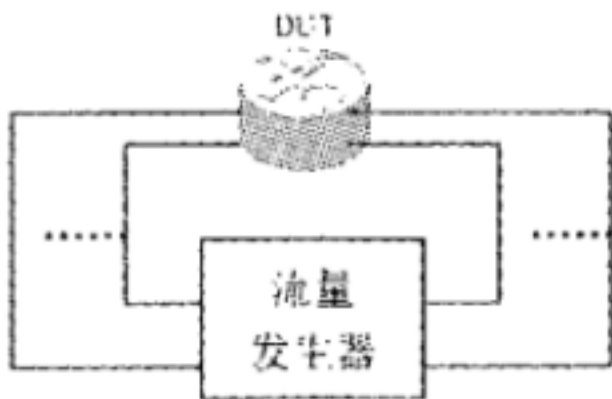


图1 测试拓扑

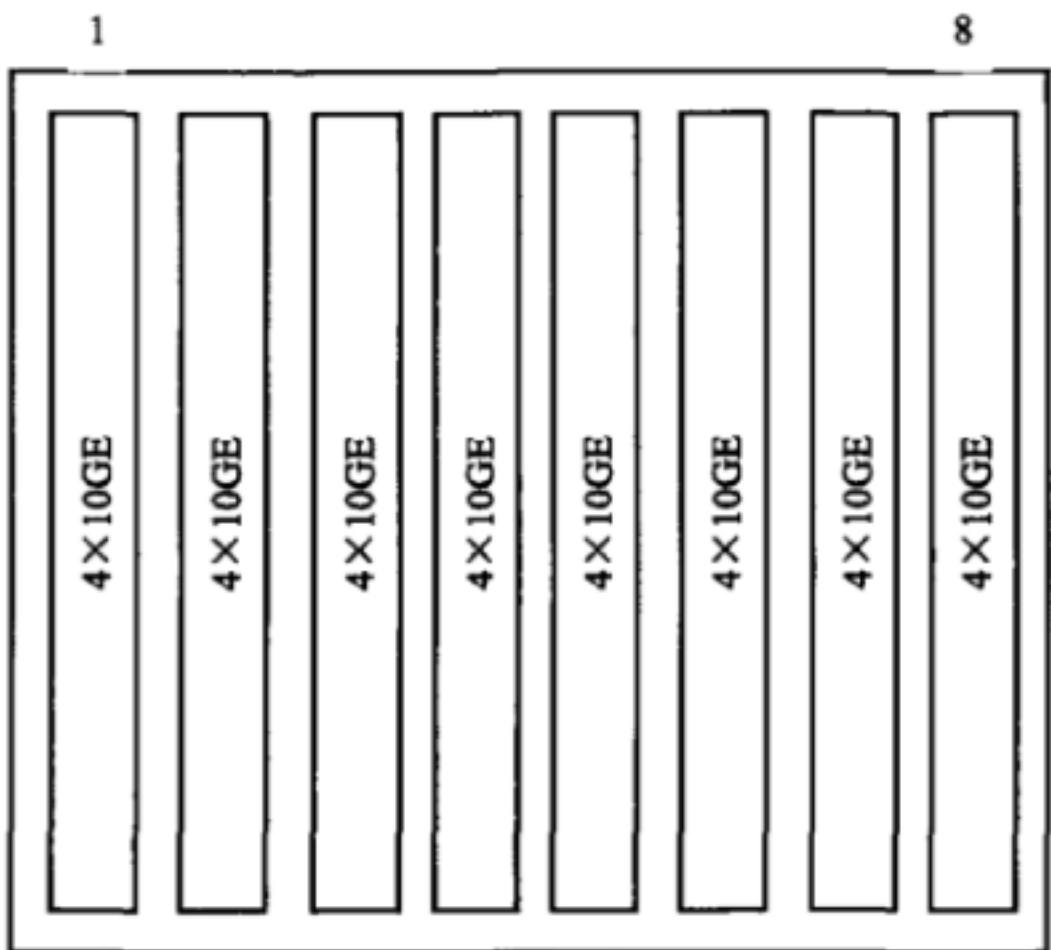


图2 被测设备配置

根据本标准6.1和6.2节的要求配置被测设备和仪表，被测设备和仪表的连线建议如下：蛇形流量连接方式，Slot1的Port1作为蛇形流量的入口，流量被重定向到Slot2的Port1流出。在Slot2的Port1和Slot1的Port2之间连线，将流量从Slot1的Port2导入，再重定向到Slot2的Port2流出；在Slot2的Port2和Slot1的Port3之间连线，将流量从Slot1的Port3导入，再重定向到Slot2的Port3流出；在Slot2的Port3和Slot1的Port4之间连线，将流量从Slot1的Port4导入，从Slot2的Port4流出。形成蛇形流量，如图3所示。需注意所有业务端口都应启用IPv4和IPv6的严格uRPF、ACL和流量采集功能，所有端口都应启用一种或多种动态路由协议，并通过仪表向设备注入标称的80%数量的路由条目数作为测试流量的目的。

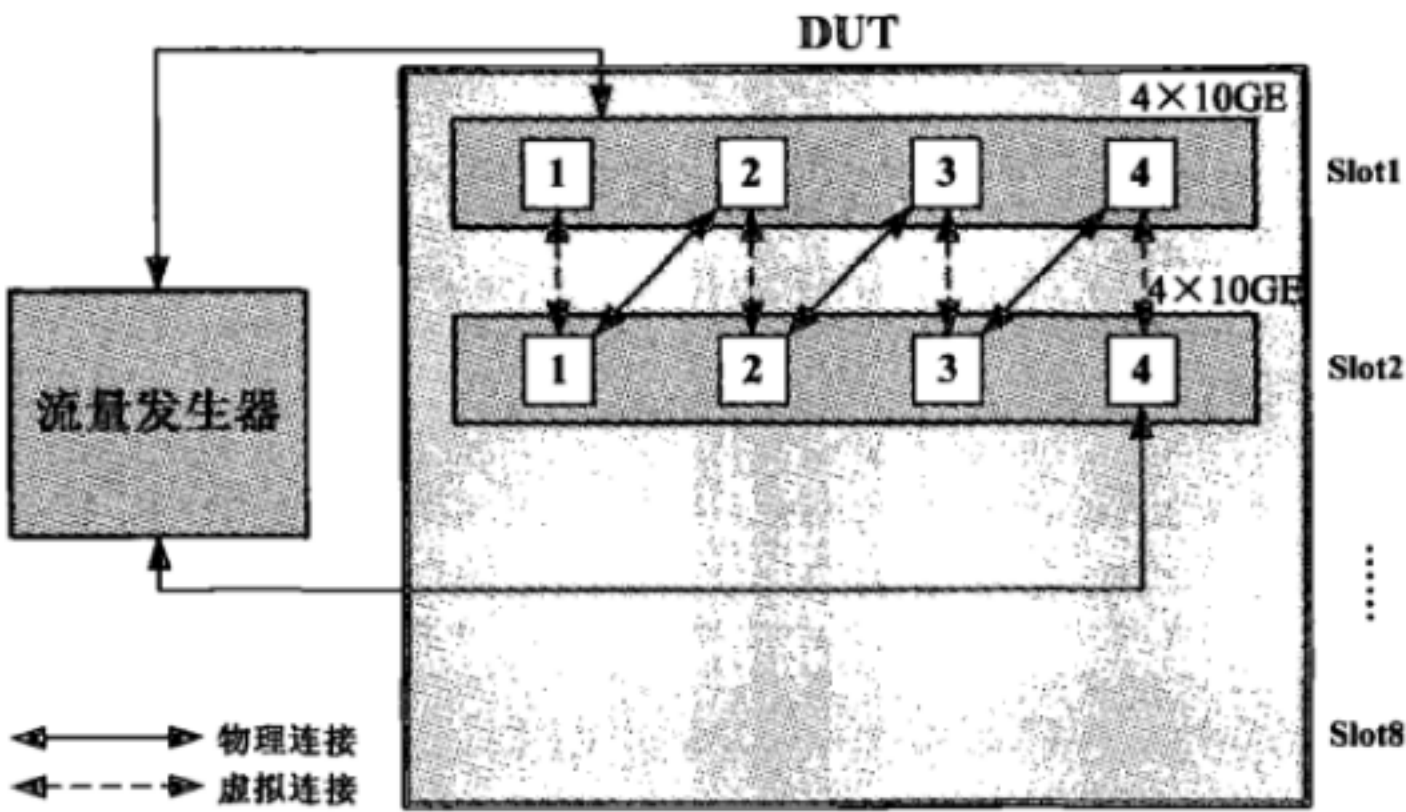


图3 $C_1=2$ 时测试组网

测试被测设备在 C_1 配置下的最大吞吐量。使用通过测试得到的最大吞吐量作为业务负荷验证5分钟，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到最大吞吐量。

使用得到的最大吞吐量作为100%的加载负荷，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_1$ 时的功耗值。

降低每个端口的加载负荷为30%（实际最大吞吐量值的百分比来计算），待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_2$ 时的功耗值；

降低每个端口的加载负荷为0%，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_3$ 时的功耗值；具体功耗的测试方法依据GB/T 28519-2012规定。

根据 $P_i = \sum_{j=1}^m B_j P_j$ 来计算 $P_i=P_1$ 时的结果。

步骤2：测试 C_2 槽位数=5时的最大吞吐量 T_2 ，及其100%、30%、0%负荷下的功耗值，根据 P_i 公式得出 P_2 。

根据本标准6.1和6.2节的要求配置被测设备和仪表，被测设备和仪表的连线建议如下：蛇形流量连接方式，Slot1的Port1作为蛇形流量的入口，流量被重定向到Slot2的Port1流出。在Slot2的Port1和Slot1的Port2之间连线，将流量从Slot1的Port2导入，再重定向到Slot3的Port1流出；在Slot3的Port1和Slot2的Port2之间连线，将流量从Slot2的Port2导入，再重定向到Slot4的Port1流出；在Slot4的Port1和Slot3的Port2之间连线，将流量从Slot3的Port2导入，再重定向到Slot5的Port1流出；在Slot5的Port1和Slot4的Port2之间连线，将流量从Slot4的Port2导入，再重定向到Slot5的Port2流出；在Slot5的Port2和Slot1的Port3之间连线，将流量从Slot1的Port3导入。依次类推，直到倒数第二个Slot的Port4流入后，将流量从最后一个Slot的Port4流出，形成蛇形流量，如图4所示。需注意所有业务端口都应启用IPv4和IPv6的严格uRPF、ACL和流量采集功能，所有端口都应启用一种或多种动态路由协议，并通过仪表向设备注入标称的80%数量的路由条目数作为测试流量的目的。

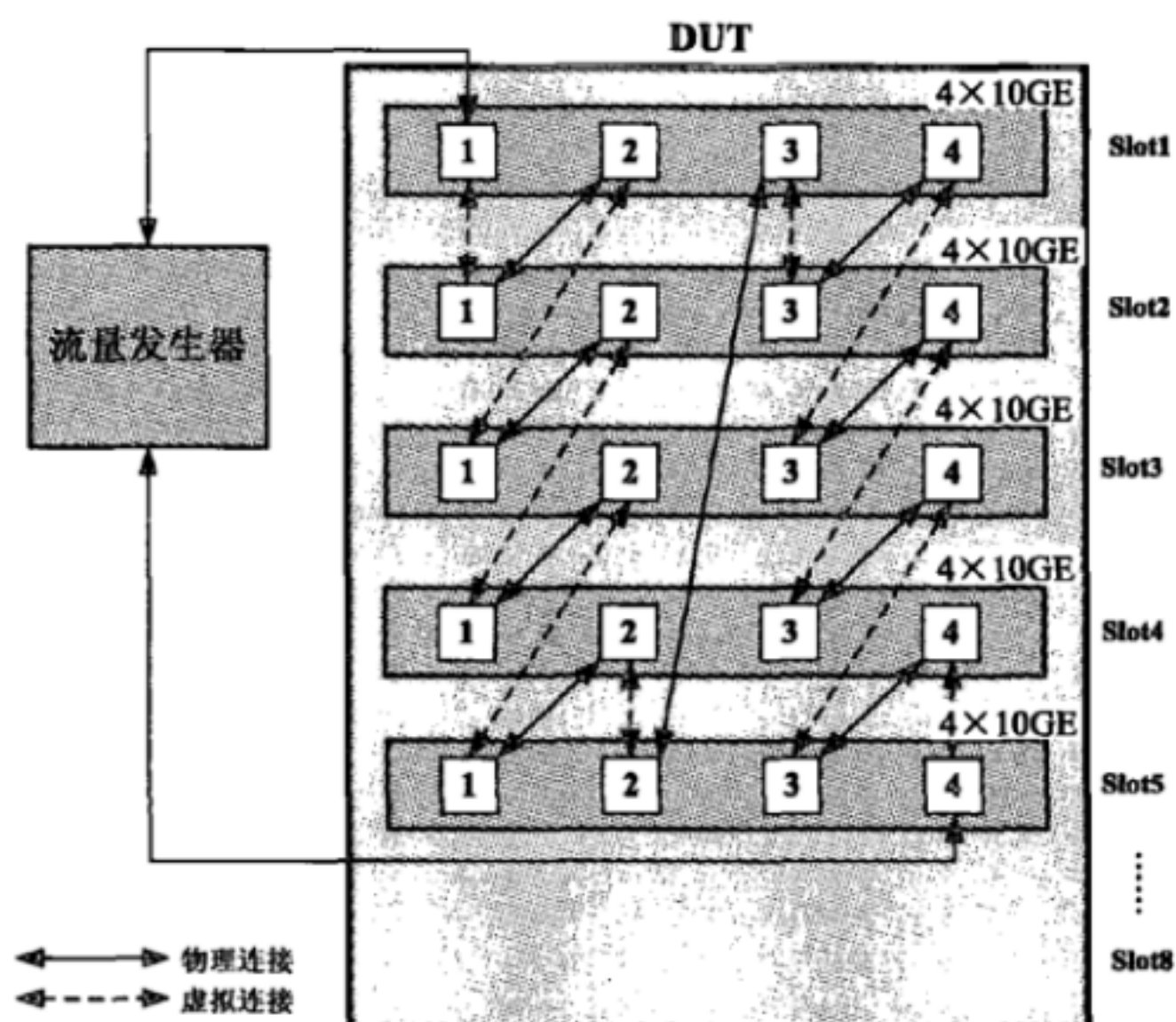


图4 $C_2=5$ 时测试组网

测试被测设备在 C_2 配置下的最大吞吐量。使用通过测试得到的最大吞吐量作为业务负荷验证5分钟，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到最大吞吐量。

使用得到的最大吞吐量作为100%的加载负荷，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_1$ 时的功耗值。

降低每个端口的加载负荷为30%（实际最大吞吐量值的百分比来计算），待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_2$ 时的功耗值。

降低每个端口的加载负荷为0%，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_3$ 时的功耗值；

根据 $P_i = \sum_{j=1}^m B_j P_j$ 来计算 $P_i=P_2$ 时的结果。

步骤3：测试 C_3 槽位数=8时的最大吞吐量 T_3 ，及其100%、30%、0%负荷下的功耗值，根据 P_i 公式得出 P_3 。

根据本标准6.1和6.2节的要求配置被测设备和仪表，被测设备和仪表的连线建议如下：蛇形流量连接方式，Slot1的Port1作为蛇形流量的入口，流量被重定向到Slot2的Port1流出。在Slot2的Port1和Slot1的Port2之间连线，将流量从Slot1的Port2导入，再重定向到Slot3的Port1流出；在Slot3的Port1和Slot2的Port2之间连线，将流量从Slot2的Port2导入，再重定向到Slot4的Port1流出；在Slot4的Port1和Slot3的Port2之间连线，将流量从Slot3的Port2导入，再重定向到Slot5的Port1流出；在Slot5的Port1和Slot4的Port2之间连线，将流量从Slot4的Port2导入，再重定向到Slot6的Port1流出；在Slot6的Port1和Slot5的Port2之间连线，将流量从Slot5的Port2导入，再重定向到Slot7的Port1流出；在Slot7的Port1和Slot6的Port2之间连线，将流量从Slot6的Port2导入，再重定向到Slot8的Port1流出；在Slot8的Port1和Slot7的Port2之间连线，将流量从Slot7的Port2导入，再重定向到Slot8的Port2流出；在Slot8的Port2和Slot1的Port3之间连线，将流量从Slot1的Port3导入。依次类推，直到倒数第二个Slot的Port4流入后，将流量从最后一个Slot的Port4流出，形成蛇形流量，如图5所示。需注意所有业务端口都应启用IPv4和IPv6的严格uRPF、ACL和流量采集功能，所有端口都应启用一种或多种动态路由协议，并通过仪表向设备注入标称的80%数量的路由条目数作为测试流量的目的。

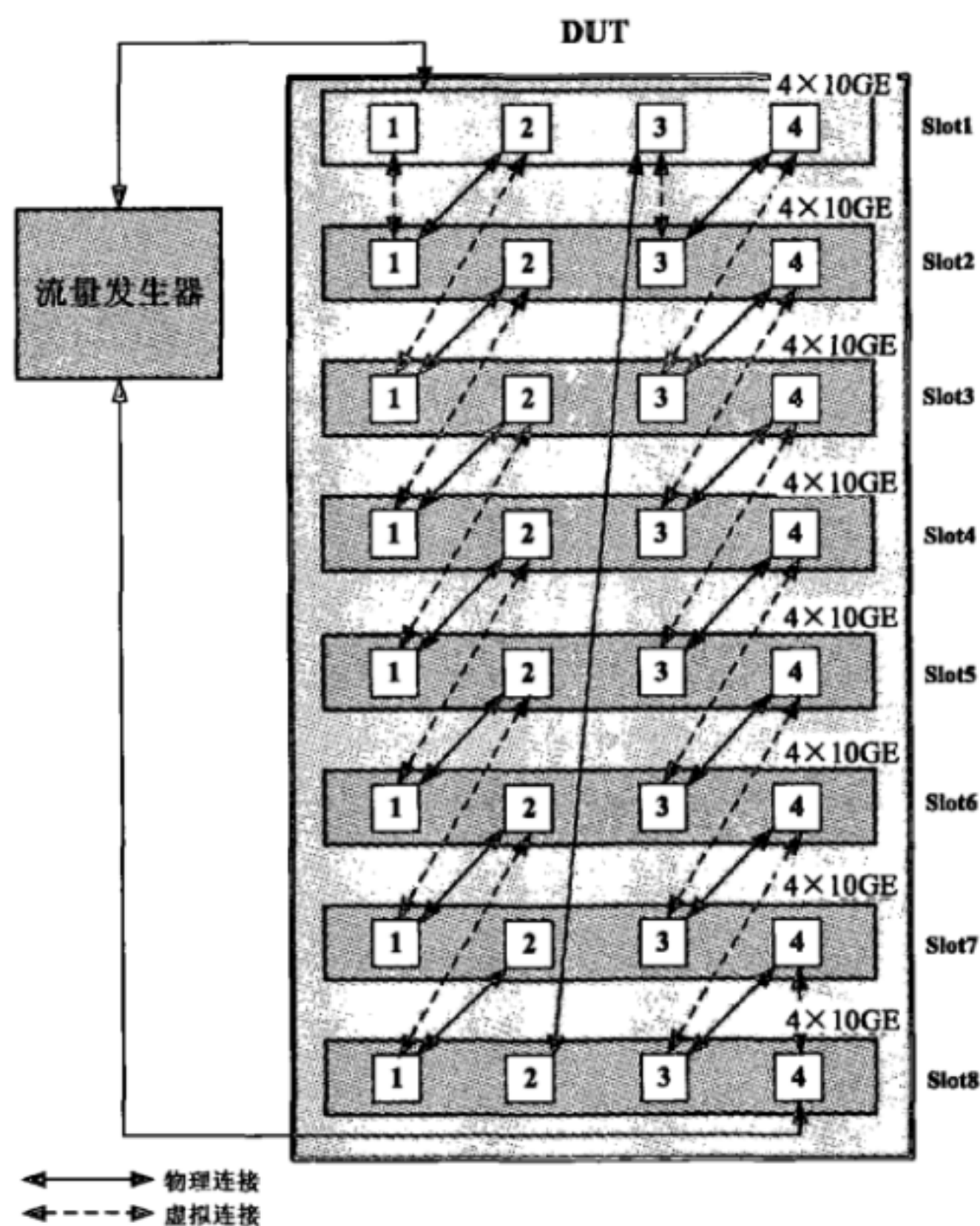


图5 $C_3=8$ 时测试组网

测试被测设备在 C_3 配置下的最大吞吐量。使用通过测试得到的最大吞吐量作为业务负荷验证5分钟，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到最大吞吐量。

使用得到的最大吞吐量作为100%的加载负荷，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_1$ 时的功耗值。

降低每个端口的加载负荷为30%（实际最大吞吐量值的百分比来计算），待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_2$ 时的功耗值。

降低每个端口的加载负荷为0%，待设备工作稳定后（设备功耗变化不超过1%），测试5分钟内设备的平均功耗，即 $P_j=P_3$ 时的功耗值。

根据 $P_i = \sum_{j=1}^m B_j P_j$ 来计算 $P_i=P_3$ 时的结果。

步骤4：根据上述步骤的测试结果，计算设备综合能效比 EER 。

根据 $EER = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{P_i}{P_i}$ ，得到设备最终的综合能效比。

6.4 测试结果记录与表述

测试时需详细记录测试环境、设备硬件配置以及测量结果信息。

测试环境应包含以下内容：

- a) 温度；
- b) 湿度。

以上信息需在测试现场实测。

设备配置应包含以下内容：

- a) 设备的供电方式（交流或直流）；
- b) C_i 、 B_j 的取值。

测量结果应包含以下内容：

- a) 综合能效比；
- b) 测得综合能效比时设备的单板容量；
- c) 测得综合能效比时设备的整机吞吐量。

参 考 文 献

- [1] VZ.TPR.9207 TEEER Metric Quantification 通信设备能效比评估方法
- [2] ATIS-0600015.03.2013 Energy Efficiency for Telecommunication Equipment:Methodology for Measurement and Reporting For ROUTER AND ETHERNET SWITCH PRODUCTS 通信设备能效：路由器和以太网产品的测试和报告方法
-

中 华 人 民 共 和 国
通 信 行 业 标 准
具有路由交换功能的以太网交换机节能参数和测试方法
YD/T 2902-2015

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦
邮政编码：100164
北京康利胶印厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2015 年 12 月第 1 版
印张：1.25 2015 年 12 月北京第 1 次印刷
字数：25 千字

15115 • 820

定价：15 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492