

ICS 33.050

CCS M 30

# 团体标准

T/TAF 232—2024

## 网络设备节能参数和测试方法 交换机

Network equipment energy efficiency parameter and measurement method

—Switch

2024-05-13 发布

2024-05-13 实施

电信终端产业协会 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	2
5 测试基本要求 .....	2
5.1 测试环境 .....	2
5.2 测试设备 .....	2
6 能效评估基本原则 .....	2
7 以太网交换机节能参数的定义 .....	2
7.1 概述 .....	2
7.2 吞吐量能效比 .....	2
7.3 MAC 能效比 .....	3
7.4 路由能效比 .....	3
7.5 节能参数定义中参数选取说明 .....	4
8 综合能效比测试方法 .....	4
8.1 被测设备硬件配置要求 .....	4
8.2 被测设备组网和业务要求 .....	5
8.3 交换机能效比测试步骤举例 .....	5
8.4 业务板能效比测试步骤举例 .....	5
9 测试结果记录与表述 .....	6
参考文献 .....	8

## 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。

请注意本文件中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。

本文件由电信终端产业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、新华三技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、华为技术有限公司、博鼎实华（北京）技术有限公司、武汉网锐检测科技有限公司、成都泰瑞通信设备检测有限公司、上海泰峰检测认证有限公司、北京通和实益电信科学技术研究所有限公司、迈普通信技术股份有限公司、深圳信息通信研究院。

本文件主要起草人：罗丹、张治兵、李培、徐涛、梁世龙、王天栋、周继华、吴萍、龚志红、陈玺、刘刚、刘源、刘金良、甘露、吴翔宇、胡松、严云龙、王文友、唐伟生、李冠伟、宋祥烈、刘向东。



# 网络设备节能参数和测试方法 交换机

## 1 范围

本文件规定了以太网交换机节能参数的定义、评估及测试方法。

本文件适用于以太网交换机设备，包括固定端口交换机和模块化交换机。本标准涉及的以太网交换机不包含无线接口或者无线接口已关闭。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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
- YD/T 2403—2012 以太网交换机节能参数和测试方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**节能参数** energy efficiency parameter

反应设备节能水平的参数。

[来源:YD/T 2403—2012, 3.1]

### 3.2

**加载负荷** load

外部流量源向设备发送的实际流量负载。

[来源:YD/T 2403—2012, 3.1]

### 3.3

**固定端口交换机** fix-Port switch

指业务端口配置数量固定的交换机。

注：固定端口交换机可配置一定数量的可扩展业务插槽。

[来源:YD/T 2403—2012, 3.1]

### 3.4

**模块化交换机** modulized switch

指业务端口配置数量可变化的交换机，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。

[来源:YD/T 2403—2012, 3.1]

### 3.5

**带扩展槽位固定端口交换机** fixed port switch with expansion slot

指业务端口配置数量可变化的交换机，可配置一定数量的可扩展业务插槽。

### 3.6

**功耗** power consumption

被测设备在指定条件下正常工作的输入功率。

[来源:GB/T 26262—2010, 3.2]

### 3.7

**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。

[来源:YD/T 2403—2012, 3.1]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACL: 访问控制列表 (Access Control List)

EER : 综合能效比 (Energy Efficiency Ratio)

Gbps: 吉比特每秒 (Gigabit per second)

POE: 以太网供电 (Power Over Ethernet)

## 5 测试基本要求

### 5.1 测试环境

温度: 被测设备应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 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。

### 5.2 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。

## 6 能效评估基本原则

能效评估应遵循以下基本原则:

- a) 以太网端口数量小于总端口数量 50%的设备不进行能效测试;
- b) 带扩展槽位的固定端口交换机只评估主机能效, 不评估插卡能效;
- c) 只评估以太网端口进行流量转发的设备。

## 7 以太网交换机节能参数的定义

### 7.1 概述

交换机设备的能效水平受设备的配置、业务流量特性、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, 本标准采用三种主要参数来评估交换机设备的能效水平, 包括吞吐量能效比、MAC 表能效比及路由表能效比。

### 7.2 吞吐量能效比

吞吐量能效比计算见公式 (1)，产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗计算见公式 (2)：

$$EER1 = \frac{T}{P} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P = \sum_{i=1}^m B_i \times P_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$EER1$ ——吞吐量能效比，单位：Gbps/W；

$T$  ——产品在某一固定配置模型下的吞吐量，单位：Gbps；

$P$  ——产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗，单位：W；

$B_i$  ——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；

$P_i$  ——设备在不同负荷水平：如 100%，30%，0%等级下的综合功耗，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；

$m$  ——某一固定配置模型下不同负荷水平的个数。

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

### 7.3 MAC 能效比

MAC 能效比计算见公式 (3)，MAC 表项参数见公式 (4)，产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗计算见公式 (5)：

$$EER2 = \frac{S_{mac}}{P} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$S_{mac} = \lg M \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$P = \sum_{i=1}^m B_i \times P_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$EER2$ ——MAC 能效比；

$P$  ——产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗，单位：W；

$S_{mac}$ ——MAC 表项参数；

$M$  ——MAC 表数量；

$B_i$  ——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；

$P_i$  ——设备在不同负荷水平：如 100%，30%，0%等级下的综合功耗，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；

$m$  ——某一固定配置模型下不同负荷水平的个数。

### 7.4 路由能效比

路由能效比计算见公式 (6)，路由表项参数见公式 (7)，产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗计算见公式 (8)：

$$EER3 = \frac{S_{route}}{P} \dots\dots\dots (6)$$

$$S_{route} = \lg R \dots\dots\dots (7)$$

$$P = \sum_{i=1}^m B_i \times P_i \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$EER3$  ——路由能效比；

$P$  ——产品在某一固定配置模型下的设备综合功耗，单位：W；

$S_{route}$  ——路由表项参数；

$R$  ——产品在某一固定配置模型下的路由表数量；

$B_i$  ——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；

$P_i$  ——设备在不同负荷水平：如 100%，30%，0%等级下的综合功耗，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，单位为 W；

$m$  ——某一固定配置模型下不同负荷水平的个数。

## 7.5 节能参数定义中参数选取说明

### 7.5.1 设备配置选取

设备配置选取应参照以下要求：

- a) 固定端口交换机：由于固定端口交换机的配置多为固定模式，选择设备固定端口最大规格测试参数；
- b) 模块化交换机：宜根据如下规则进行配置，也可根据厂家需求进行配置
  - 1) 如果设备业务板卡槽位数不小于8，按照半框配置业务板卡，冗余电源、冗余风扇、主控板卡和交换板卡满配；
  - 2) 如果设备业务板卡槽位数小于8槽位的机框按照满配业务板卡进行配置，冗余电源、冗余风扇、主控板卡和交换板卡满配。
  - 3) 按照厂家需求进行配置。

### 7.5.2 $B_i$ 、 $P_i$ 参数的选取

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

例如根据某一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； $B_i$  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  $B_1=0.3$ ， $B_2=0.6$ ， $B_3=0.1$ 。

## 8 综合能效比测试方法

### 8.1 被测设备硬件配置要求

被测设备硬件配置要求如下：

- a) 保证设备可靠性要求的模块，需要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。

## 8.2 被测设备组网和业务要求

被测设备组网和业务要求如下：

- a) 对于仅支持 IPv4 的被测设备，使用 IPv4 单播数据帧，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 64 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 64 字节:594 字节:1518 字节=7:4:1；
- b) 对于支持 IPv4 和 IPv6 的被测设备，使用 IPv4 和 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 64 字节/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 64 字节/78 字节:594 字节:1518 字节=7:4:1；
- c) 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；
- d) 测试时所有业务端口都应配置 MAC 地址表称值的 80%、路由表数量称值的 80%，ACL 条目数为端口的入、出方向称值的 80%，并以注入的路由为目的建立测试流量；
- e) 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；
- f) 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。

## 8.3 交换机能效比测试步骤举例

交换机能效比测试步骤举例如下：

- a) 步骤1：测试设备吞吐量。根据 7.1 和 7.2 要求配置被测设备和仪表，测试被测设备的吞吐量。使用通过测试得到的吞吐量作为业务负荷验证 5min，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到吞吐量。
- b) 步骤2：测试设备 MAC 表数量。根据 7.1 和 7.2 a)、b) 要求配置被测设备和仪表，在被测设备不丢包情况下，测试 MAC 表数量。使用测试过程中得到的最大 MAC 表数量业务负荷验证 5min，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到的 MAC 表数量。
- c) 步骤3：测试设备路由表数量。根据 7.1 和 7.2 a)、b) 要求配置被测设备和仪表，在被测设备不丢包情况下，测试路由表数量。使用测试过程中得到的最大路由表数量业务负荷验证 5min，如果在此过程中，被测设备丢包，则需要重新测试得到的路由表数量。
- d) 步骤4：测试不同负荷水平的功耗。使用步骤 4 得到的最大吞吐量作为 100% 的加载负荷，待设备工作稳定后 (1 分钟内，设备功耗变化不超过 1%)，测试 5min 内设备的平均功耗。降低每个端口的加载负荷为 30%，待设备工作稳定后 (1 分钟内，设备功耗变化不超过 1%)，测试 5min 内设备的平均功耗。降低每个端口的加载负荷为 0%，待设备工作稳定后 (1 分钟内，设备功耗变化不超过 1%)，测试 5min 内设备的平均功耗。根据公式 (2) 来计算 P 的结果。
- e) 步骤5：计算能效参数。根据步骤 1~步骤 4 得到的 MAC 表数量、路由表数量、吞吐量、综合功耗 P；根据公式 (1) 计算出设备的吞吐量能效比，根据公式 (3) 计算出设备的 MAC 能效比，根据公式 (6) 计算出设备的路由能效比。

## 8.4 业务板能效比测试步骤举例

业务板能效比测试步骤举例如下：

- a) 业务板卡数配置为大于等于4的机框：机框插4个槽位业务板卡，进行跨板流量转发，测试整机功耗W2；拔掉2个槽位业务板卡，进行跨板流量转发，测试整机耗W1；(W2-W1)/2即为该业务板卡的转发功耗。
- b) 业务板卡数配置为3的机框：机框插3个槽位业务板卡，进行跨板流量转发，测试整机功耗W2；拔掉2个槽位业务板卡，进行板内流量转发，测试整机耗W1；(W2-W1)/2即为该业务板卡的转发功耗。
- c) 业务板卡数配置为2的机框：机框插2个槽位业务板卡，进行跨板流量转发，测试整机功耗W2；拔掉1个槽位业务板卡，进行流量转发，测试整机耗W1；(W2-W1)即为该业务板卡的转发功耗。
- d) 业务板卡数配置为1的机框：机框插1个槽位业务板卡，进行板内流量转发，测试整机功耗W2；拔掉1个槽位业务板卡，测试整机耗W1；(W2-W1)即为该业务板卡的转发功耗。
- e) 业务板槽位能效比计算见公式（9），业务板卡的综合功耗计算见公式（10）：

$$EER4 = \frac{T}{P} \dots\dots\dots (9)$$

$$P = \sum_{i=1}^m B_i \times P_i \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- $EER4$  ——业务板卡能效比，单位：Gbps/W；
- $T$  ——单块业务板卡的吞吐量，单位：Gbps；
- $P$  ——业务板卡的综合功耗，单位：W；
- $B_i$  ——业务板卡流量占比权重， $B_1 \sim B_m$  之和等于 1；
- $P_i$  ——设备在不同负荷水平：如 100%，30%，0%等级下的综合功耗，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，单位为 W；
- $m$  ——不同负荷水平的个数。

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

## 9 测试结果记录与表述

测试时需详细记录测试环境、设备配置、测量结果信息，具体包括。

- a) 测试环境应包含以下内容：
  - 温度；
  - 气压；
  - 湿度。
 以上信息需在测试现场实测。
- b) 设备配置应包含以下内容：
  - 设备的供电方式（交流或直流）；
  - 路由协议的类型；
  - $B_i$ 的取值。
 以上信息需在测试现场实测。
- c) 测量结果应包含以下内容：
  - 吞吐量能效比；

- MAC 能效比；
- 路由能效比；
- 业务板能效比；
- 交换机的吞吐量。



## 参 考 文 献

- [1] YD/T 1255—2013 具有路由功能的以太网交换机技术要求
- [2] ATIS-0600015. 03. 2023 Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for Measurement and Reporting For ROUTER AND ETHERNET SWITCH PRODUCTS 通信设备能效:路由器和以太网交换机产品的测试和报告方法
- 



电信终端产业协会团体标准

网络设备节能参数和测试方法 交换机

T/TAF 232—2024

\*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发

地址：北京市西城区新街口外大街 28 号

电话：010-82052809

电子版发行网址：[www.taf.org.cn](http://www.taf.org.cn)