

ICS 33.040.40
M 32



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3096-2016

数据中心接入以太网交换机设备技术要求

Data center access Ethernet switch technology specification

2016-07-11 发布

2016-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 缩略语.....1

4 接口类型及特性.....2

5 数据中心接入以太网交换机的典型应用.....3

6 数据中心接入以太网交换机设备功能要求.....5

7 性能要求.....8

8 操作管理要求.....9

9 环境要求.....10

10 电源与接地要求.....10

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 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：中国信息通信研究院、华为技术有限公司、华三通信技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团公司、中国电信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司。

本标准主要起草人：陈 昊、厉益舟、高 巍、魏月华、万小兰、李 晨、程 莹、刘 军。

数据中心接入以太网交换机设备技术要求

1 范围

本标准规定了数据中心接入以太网交换机的功能、协议、安全、性能指标、管理维护以及环境等方面的要求。

本标准适用于数据中心接入以太网交换机设备或集成了内容交换功能的网络设备。

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 1099-2005 以太网交换机技术要求

IEEE Std 802.1D (2004) 媒体接入控制 (MAC) 桥

IEEE Std 802.1Q (2005) 虚拟桥接局域网

IEEE Std 802.1aq (2005) 虚拟桥接局域网—最短路径桥接

IEEE Std 802.1Qbg (2012) 虚拟桥接局域网—边界虚拟桥接

IEEE Std 802.1Qbb (2011) 虚拟桥接局域网—基于优先级的流控

IEEE Std 802.1Qaz (2011) 虚拟桥接局域网—增强传输选择

IETF RFC 2460 (1998) INTERNET协议，第6版规范

IETF RFC 1157 (1990) 简单网络管理协议 (SNMP)

IETF RFC 1213 (1991) 基于TCP/IP的互联网的网络管理的管理信息库 (MIB-II)

IETF RFC 1902 (1996) 简单网络管理协议第2版 (SNMPv2) 的管理信息结构

IETF RFC 1906 (1996) 简单网络管理协议第2版 (SNMPv2) 的传输映射

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACL	Access Control List	访问控制列表
APP	APPLication	应用
ARP	Address Resolution Protocol	地址解析协议
DB	DataBase	数据库
FC	Fiber Channel	光纤通道
FCoE	Fibre Channel over Ethernet	以太网承载的光纤通道
ICMP	Internet Control Message Protocol Internet	控制消息协议
IGMP	Internet Group Management Protocol	Internet 组管理协议
IP	Internet Protocol	网络协议

YD/T 3096-2016

MAC	Media Access Control	介质访问控制子层协议
MTBF	Mean Time Between Failure	平均无故障时间
MTTR	Mean Time To Repair	平均修复时间
OS	Operation System	操作系统
OSPF	Open Shortest Path First	开放式最短路径优先
PIM	Protocol Independent Multicast	协议无关组播
QoS	Quality of Service	服务质量
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
SAN	Storage Area Network	存储区域网络
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
STP	Spanning Tree Protocol	生成树协议
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网

4 接口类型及特性

4.1 1000Base-T 以太网接口

数据中心接入以太网交换机设备应当具有1000Base-T类型的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 1000Base-T运行于双绞线缆上。
- 1000Base-T支持全双工操作。
- 1000Base-T的信号编码使用4D-PAM5编码机制。

4.2 1000Base-LX/SX 以太网接口

数据中心接入以太网交换机设备应当具有1000Base-Lx/SX类型的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 1000Base-LX/SX运行于光缆上。
- 1000Base-LX/SX支持全双工操作。
- 1000Base-LX/SX的信号编码使用8B/10B编码机制。

4.3 10GBase-T 接口(可选)

数据中心接入以太网交换机设备应当具有10GBase-T的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 10GBase-T运行于双绞线缆上。
- 10GBase-T支持全双工操作。
- 10GBase-T的信号编码使用PAM16及128-DSQ的组合编码机制。

4.4 10GBase-X 接口

数据中心接入以太网交换机设备应当具有10GBase-X的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 10GBase-X运行于光缆上。
- 10GBase-X支持全双工操作。
- 10GBase-X的信号编码使用8B/10B的组合编码机制。
- 提供10Gbit/s传输速度。

4.5 10GBase-R 接口

数据中心接入以太网交换机设备应当具有10GBase-R的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 10GBase-R运行于光缆上。
- 10GBase-R支持全双工操作。
- 10GBase-R的信号编码使用64B/66B的组合编码机制。
- 提供10Gbit/s传输速度。

4.6 40GBase-LR/SR 接口(可选)

数据中心接入以太网交换机设备具有40GBase-LR/SR的以太网接口。该接口具有以下特性：

- 40GBase-LR/SR运行于光缆上。
- 40GBase-LR/SR支持全双工操作。
- 40GBase-LR/SR的信号编码使用64B/66B的组合编码机制。
- 提供40Gbit/s传输速度。

4.7 FC 接口（可选）

数据中心接入以太网交换机设备可选支持FC接口。该接口具有以下特性：

- FC运行于光缆上。
- FC支持全双工操作。
- 目前可支持传输速率为1/2/4/8Gbit/s，最高可支持10Gbit/s。

4.8 FCoE 接口(可选)

数据中心接入以太网交换机设备应当具有FCoE接口。该接口具有以下特性：

- FCoE将FC数据封装进以太帧中，在以太网上运行FC协议。

以上接口类型的特性见YD/T 1099-2005中的相应规定。

5 数据中心接入以太网交换机的典型应用

5.1 数据中心接入以太网交换机在数据中心中的典型应用

如图1所示，互联网数据中心包括运维及管理层、业务接入层、汇聚层、互联网接入层几个部分。接入以太网交换机主要在业务接入层使用。

互联网数据中心在接入层部署各种应用业务服务器。这些服务器，包括机架式服务器和无内置交换机的刀片服务器，都通过接入层交换机接入。数据中心的存储网络，也通过接入层交换机接入。

接入交换机可接入多种业务，例如语音业务、视频业务等，然后将这些业务向上汇聚到上游汇聚层，在汇聚层进行业务流量的负载分担、防火墙过滤等处理，最终通过核心路由器接入互联网。

YD/T 3096-2016

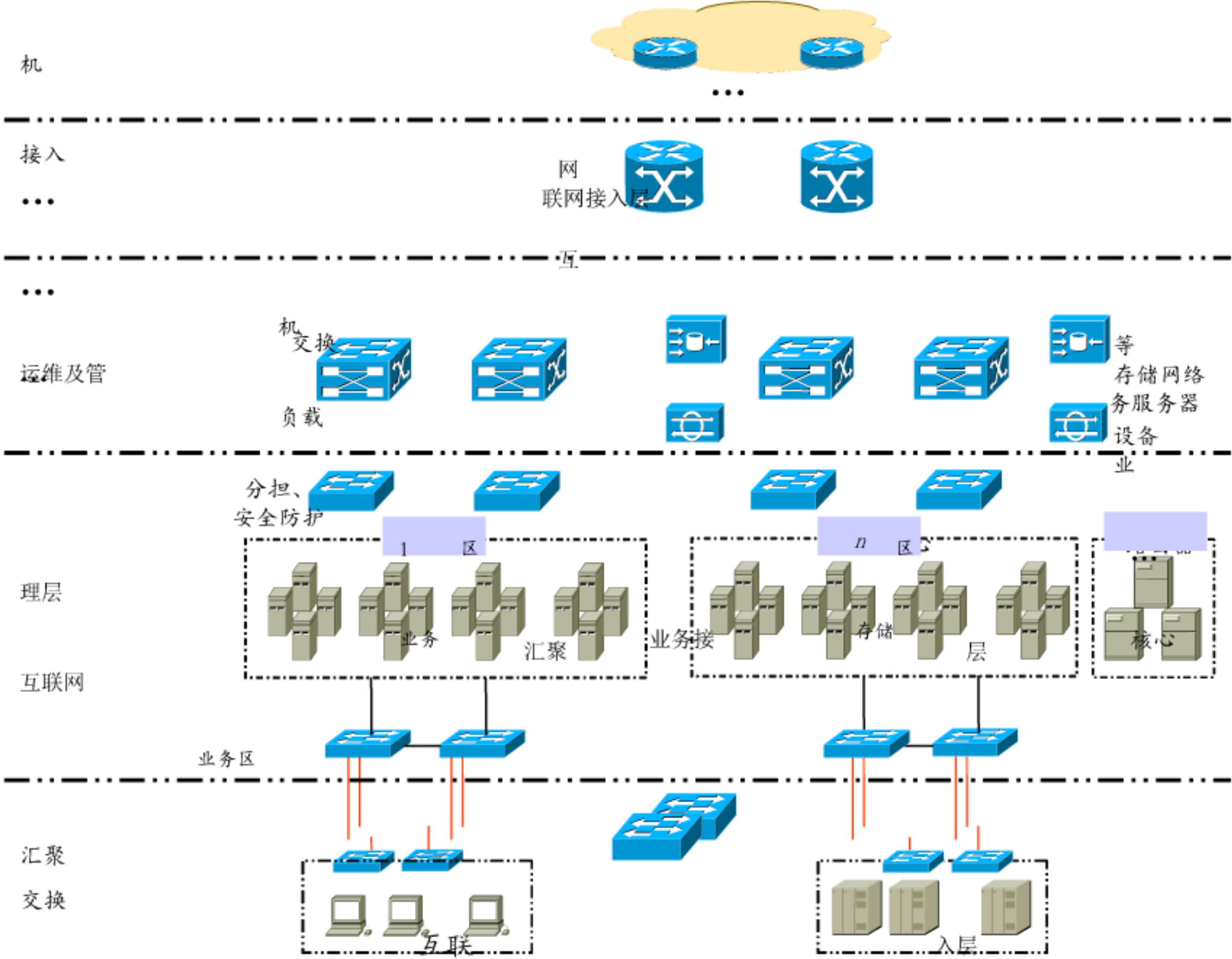


图 1 数据中心接入以太网交换机在数据中心中的应用

5.2 服务器的接入

数据中心的服务器部署有两种方式：扁平部署模式和多级部署模式。

服务器扁平部署模式下，所有服务器，同处一个平面。接入交换机通过一层或多层将这些服务器接入。服务器进行逻辑分级，需要根据接入交换机的VLAN、汇集层的防火墙等技术实现多个不同服务器级之间的分隔与访问控制。这种方式成本低，管理的设备比较少，比较适合于中小型数据中心服务器区设计。

对大型数据中心来说，数据中心业务系统通常是多级构架.这种多级构架往往要求数据中心的一个业务系统分别分布APP服务器、DB服务器和Web服务器。而各个服务器之间有严格的访问控制方法，所以在数据中心接入层的分布中可以采用服务器多级部署模式。

服务器多级部署把网络接入层再细分为三个不同的服务器层级：WEB服务器层、APP服务器层、DB服务器层，从而有助于保护不同层级服务器的安全。这种模式下，每个层都需要分布单独的接入交换机，同时层与层之间还需要部署防火墙，用于实现访问控制隔离。这种部署模式的三层之间由交换机分隔连接，结构清晰，扩展性也比较好，相对来说网络管理也比较复杂，成本较高。

5.3 到汇聚层的接入

根据部署的不同需求，接入交换机到汇聚层设备的连接有多种方式，例如单上行互联、双上行互联、全互联、支持虚拟化的连接等。相应的，接入层到汇聚层有多种网络组织形态。

5.4 存储网络的接入

存储网络大多以IP为基础，常见的存储网络包括IP SAN存储网络和FC SAN存储网络。数据中心接入以太网交换机应支持通过IP接口接入存储网络，可选支持通过FC接口或者FCoE接口接入存储网络，使用数据存储服务。

6 数据中心接入以太网交换机设备功能要求

6.1 数据中心接入以太网交换机设备功能概述

接入以太网交换机承担着业务服务器接入、存储网络接入、向上的汇聚层连接以及向下的运维管理信息输送的任务，是数据中心接入层的重要设备。

接入交换机负责接入多种业务并汇聚到上游设备，实现数据的链路层传输和网络层传输。对接入以太网交换机，有以下基本功能要求：

——以太网帧封装和转发：

设备应支持ETHERNET II 帧封装形式，并支持以存储转发模式完成数据包的交换转发。

——端口速率：

以太网端口应支持全双工模式及端口速率可配，并支持设备间端口工作模式的自协商（AUTO-NEGOTIATION）。建议电口能支持MDI/MDI-X自适应。

——MAC 地址学习：

设备应支持MAC 地址的手工配置和动态学习功能，动态学习模式下地址老化时间可调。

——异常帧检测：

设备应具备异常帧检测功能，可识别并过滤超短帧、CRC 校验错帧等各种异常帧，同时保证正常帧的转发。

——超长帧转发：

设备应支持超常帧转发（帧长大于1518byte），可转发的最大帧长不小于1536byte。建议设备支持最大9000byte的巨帧（JUMBO 帧）的转发。

——流量控制：

设备各以太网端口应支持流量控制功能，在产生拥塞时可向发送源发出通告要求其降速或暂停发送。在全双工方式下可选支持IEEE Std 802.3定义的PAUSE机制，或IEEE Std 802.1Qbb规定的基于优先级的流量控制协议。

接入以太网交换机在数据中心内应用，应提供大容量的数据交换能力，满足电信级低时延抖动、高可靠性的需求。同时还应该支持组播业务，提供良好的QoS机制和多种保护倒换技术，实现良好的带宽保证和多业务支持能力。

面对众多的服务器，接入以太网交换机应当具备用户分类和管理能力，因此接入以太网交换机还应支持访问控制ACL功能。

建议接入以太网交换机支持接入层虚拟化功能，例如可选支持IEEE Std 802.1Qbg等多种服务器接入虚拟化国际标准。建议接入以太网交换机可选支持设备多虚一功能，将多台接入交换机虚拟化为一个接入单元，逻辑上将多个物理网络节点虚拟化成一台交换机，简化网络，节约资源。

YD/T 3096-2016

6.2 链路层数据交换

6.2.1 设备多虚一

接入交换机应支持设备多虚一技术,实现数据中心接入交换机大数据量转发和网络高可靠性,在避免接入层产生环路的同时,并给运营商带来了如下明显的收益:

- 扩容网络时,保护已有投资。
- 扩容的同时,将多台物理设备虚拟为一台设备,简化了设备的配置和管理。

多台设备间冗余、备份,提高系统的可靠性。

6.2.2 VLAN 功能

VLAN功能是接入以太网交换机的重要功能,用于隔离不同服务器层级,并且在虚拟化技术中用于识别虚拟机。对接入以太网交换机有如下功能要求:

- 设备应支持VLAN 功能,应支持IEEE Std 802.1Q协议规定的VLAN 帧封装形式。各以太网端口支持VLAN tagged 和untagged两种工作方式,其中tagged端口可配置允许通过VLAN范围。

- 设备应支持基于端口划分VLAN,各物理端口可通过配置不同的VLAN ID分属不同VLAN。设备所有以太网端口应支持VLAN tagged和untagged两种工作方式,tagged方式下默认VLAN (NATIVE VLAN)的VLAN ID可配置。

- 设备应支持通过配置启用或禁用指定的 VLAN,可配置的VLAN ID范围为1~4094。
- 设备应支持端口隔离功能,同一VLAN 中不同端口之间可配置为隔离状态,互相不能通信。

6.2.3 二层组播

接入以太网交换机接入众多服务器,需要实现组播,对此有如下要求:

- 设备应支持 VLAN UNTAG 和VLAN TAG 接口下的组播复制功能,以及组播组的快速离开。
- 设备应具备组播业务控制机制,如组播组访问控制、组播用户数限制、单个用户加入的组播组数限制等。

- 设备应支持跨 VLAN 的组播复制能力,可将一个VLAN 组播业务复制到多个不同的用户VLAN 中。

- 设备可选支持 IGMP PROXY 二层组播复制功能或IGMP SNOOPING 二层组播功能,以实现组播包的二层复制。

6.2.4 生成树协议

数据中心接入以太网交换机应支持生成树协议、快速生成树协议和多生成树协议。具体协议内容参考IEEE Std 802.1D和IEEE Std 802.1Q国际标准。

6.2.5 接入层虚拟化(可选)

为解决虚拟化环境下虚拟机与网络之间连接与管理边界问题,接入以太网交换机应可选支持IEEE Std 802.1Qbg等多种服务器接入虚拟化国际标准。

其中IEEE 802.1Qbg协议具体内容包括:

- 设备支持VSI发现与配置协议(VDP),实现VSI的检测与配置。
- 设备支持多通道发现与配置协议(CDCP),建立多通道模式下S-Component与网络连接的通道。
- 设备支持边界控制协议(ECP),为VDP协议提供在终端和邻接桥之间的高可靠传输。

其中IEEE802.1BR协议具体内容包括:

- 支持port extender;
- 基于新增Tag识别VM。

6.3 路由协议

网络层数据交换根据网络层IP地址来完成端到端的数据交换，主要应用于不同VLAN子网间的路由。对接入以太网交换机有如下要求：

- a) 建议支持RIP1/2、OSPFv2 等路由协议；
- b) 建议支持PIM-DM/SM 等组播路由协议；
- c) 支持IPv6 基本协议，符合IETF RFC 2460—INTERNET协议第6版。

1) 建议设备的以太端口支持IPv6地址的访问控制功能，可根据MAC 地址、IP地址、端口号等信息进行访问控制。

2) 建议设备具备IPv6地址的业务分类能力，能识别数据包中MAC 地址、VLAN ID、IP地址等字段，作为划分业务等级的依据。

6.4 存储网络接入

接入以太网交换机应支持IP接口接入存储网络，可选支持通过FC接口或FCoE接口接入存储网络。

a) 支持以太网交换与存储网络交换功能，可选支持FC协议通过以太网帧进行承载，支持大数据帧的转发。

b) 可选支持基于优先级的链路流量控制功能（IEEE Std 802.1Qbb），交换机能够对指定的等级的流量进行发送抑制。

c) 可选支持改进的传送选择功能（IEEE Std 802.1Qaz），包括ETS和DCBX协议，支持在链路层实现基于优先级的带宽分配功能，提高链路层资源利用效率。

6.5 数据流量控制

当交换机上的流量超过交换机的最大传输能力时，交换机吞吐量可能下降。此时会导致网络拥塞，表现为延时增加、丢包、重传增加等，使得网络资源不能有效利用。

在数据中心网络中，存在这样的可能性：多个端口向某一端口发送流量，或者具有较大速率的端口向具有较小速率的端口发送流量。因此，接入以太网交换机应实现数据流量控制。

流量控制的实现机制有多种方式，包括设置缓存器上限、修改发送速率以及关闭发送源一段时间后再继续发送等。流量控制机制的触发参数可以根据流量情况静态设置或动态调整。

流量控制性能衡量有三个常用指标：

- 吞吐量。吞吐量是设备处理网络负载的能力。
- 包延时。包延时和吞吐量相关，吞吐量下降时，包延时可能增加。
- 丢包率。丢包率用来衡量因重传超时、过多的冲突、缓冲区一处而造成的数据包丢失。

接入以太网交换机应该支持上述流量控制机制。

全双工下接入以太网交换机可选支持IEEE Std 802.3定义的流控技术（也即PAUSE机制）。PAUSE机制具体内容参考IEEE Std 802.3协议规范的附件31B。

全双工下接入以太网交换机可选支持IEEE Std 802.1Qbb定义的流控技术，也即基于优先级的流量控制机制。具体内容参考IEEE Std 802.1Qbb协议规范。

6.6 二层多路径技术（可选）

可选支持基于最短路径的二层多路径桥接功能（例如IEEE Std 802.1aq、IETF TRILL等），交换机之间能够主动学习二层拓扑结构，支持到达同一目的地址的多条二层路径，并可选择最优转发路径。

7 性能要求

7.1 端口数量

接入以太网交换机拥有的端口数量。本标准对端口数量不做具体规定，但端口数量应满足业务接入和存储网络接入的需求。

接入以太网交换机的端口密度。该处对设备进行分类描述，将接入以太网交换机分为吉比特每秒级交换机和 10 吉比特每秒级交换机：对于吉比特每秒级交换机，设备应支持 GE 电口或光口，可选支持 10GE 光口或 40GE 光口；对于 10 吉比特每秒级交换机，设备应支持 10GE 电口或光口，可选支持 40GE 光口。

7.2 设备吞吐量

接入以太网交换机设备所有端口同时收发数据速率能力的总和。本标准对设备吞吐量不做具体规定。

7.3 转发性能

接入以太网交换机设备的以太网端口对于各种帧长的数据流具备 100%线速转发能力，各端口间实现无阻塞转发。

在高负载条件下（端口流量大于 90%），64 字节以太网帧丢失率小于 10^{-5} 。

接入以太网交换机应支持以太网交换与存储网络交换功能，支持大数据帧的转发。

接入以太网交换机应支持改进的传送选择功能，支持在链路层实现基于优先级的带宽分配功能，提高链路层资源利用效率。

7.4 MAC 地址学习和缓存能力

在高负载情况下，MAC 地址的学习速度仍能保持线速。

可选支持二层多路径桥接技术（例如 IEEE Std 802.1aq、IETF TRILL 等），交换机之间能够主动学习二层拓扑结构，并选择最优转发路径。

数据中心以太网接入交换机采用集中转发结构，整机 MAC 地址表容量为：不小于 32k 个。

7.5 VLAN 能力

单台接入以太网交换机应支持 4094 个 VLAN 同时启用，在开启大量 VLAN 的情况下不影响设备转发性能。

接入以太网交换机所有接口同时开启选择性 VLAN 嵌套功能时，每端口可识别的用户标签数量不低于 4K 个，识别和分配标签过程不能影响设备转发性能。

7.6 组播处理能力

接入以太网交换机可同时支持的组播数目不少于 64 个。

各端口应事先对组播流的线速转发，且转发单、组播混合流量时不出现性能下降。

每 GE 端口的跨 VLAN 组播复制能力不小于 200 条，且不影响设备性能。

7.7 可靠性

接入以太网交换机在数据中心应保证设备冗余，同时做到均衡负载。

设备可选支持电源模块的冗余，工作电源模块切换时业务无中断。

设备平均无故障工作时间（MTBF）应大于 175200h，系统故障恢复时间（MTTR）应小于 3h。

空配置环境下，设备重启动时间不大于 10min。

7.8 延迟

接入以太网交换机设备应符合数据中心对网络转发延迟的需求。

8 操作管理要求

8.1 操作管理定义

在接入以太网交换机上，操作管理功能使得管理员能够对交换机设备进行操作和管理，包括本地执行和远程执行。操作管理模块的呈现方式可以是命令行方式，也可以是Web界面方式。用户通过该功能，对设备执行访问、配置、故障检测以及保护切换等操作和管理行为。

8.2 操作管理方式

8.2.1 命令行方式

接入以太网交换机应支持提供命令方式的操作管理界面。管理者可通过本地串行接口或远程网络接口登录和操作设备。

命令行方式下，应该能完成设备所有功能的配置。

除此之外命令行应具备以下维护功能：

- 查询设备当前的软硬件版本、各模块及端口工作状态；
- 对MAC缓存表、ARP缓存表、端口流量统计等系统表项完成显示、查询和清除的操作；
- 查询当前运行协议的工作状态；
- 提供ICMP PING、TRACEROUTE等OAM工具。

8.2.2 Web 界面方式（可选）

接入以太网交换机可以提供Web配置管理，客户端通过浏览器对设备进行配置等操作。

8.3 参数配置

——接入以太网交换机应提供各种参数的配置功能，例如设备管理、接口管理、VLAN管理等，支持完成下列功能的配置：

- 端口的打开和关闭、协商参数设置、流控等；
- VLAN的创建和删除、关联端口配置等；
- 生成树功能的开启和关闭、节点和端口权值的设置；
- 访问控制列表的配置和应用；
- 优先级队列、速率限制等QoS功能配置；
- 网管协议、地址的配置。

——需要配置的参数更新后应尽可能少地重新启动交换机，当某些参数改变后需要重启交换机时，应当保证对周边网络的影响最小。

交换机应实现机制，检查错误配置并作出反应，提供性能监视、告警和快速的故障定位能力。命令没有正确运行的情况下，交换机应给出错误信息。当命令本身格式错误时，交换机不执行该命令。

交换机可以提供远程配置功能，在允许远程配置前，交换机应当要求有效的授权，且该种授权不能在网络上传输明文，以确保安全性。

交换机应可选支持自动化部署能力。

8.4 安全性考虑

当配置改变时，交换机应当能记录配置的改变，并提供改变配置的时间记录。并且，交换机应当能够处理与安全性相关的失败与冲突：

- a) 授权失败：错误口令，无效的SNMP通信，非法的授权。
- b) 对控制策略的违反：被过滤掉的目的地址。
- c) 授权通过：正确口令，远程登录带内访问，配置口访问。

交换机提供的安全机制，实现的方法可以有多种，例如在可能存在的控制口列出冲突、计数或写入日志，通过SNMP trap机制送到远程安全服务器等。交换机应至少实现上述方法的一种，也可以实现多种方法。

8.5 网络管理协议

接入以太网交换机应支持SNMPv1/v2/v3网络管理协议，并符合IETF RFC 1157、IETF RFC 1902 – IETF RFC 1906标准的规定。

接入以太网交换机应支持SNMP访问地址限制，只允许特定地址范围的主机对设备的访问。

接入以太网交换机应支持安全试图的功恩能够，为不同的网络管理着设置相应的MIB视图。

接入以太网交换机应支持IETF RFC 1213规定的标准管理信息库。

9 环境要求

9.1 温度、湿度条件

数据中心接入以太网交换机正常工作的温度保持 0~40℃、相对湿度保持 20%~90%。

注：交换机的正常工作工作的温度和相对湿度的测量点指在地板以上 2m 和交换机前方 0.4m 处测量值。

9.2 防尘要求

机房内灰尘粒子应是非导电，非导磁和非腐蚀性的。

9.3 防电磁干扰要求

数据中心接入以太网交换机产生的电磁干扰应符合 GB 9254-2008《信息技术设备的无线电骚扰限制和量测方法》的相关规定。

9.4 抗电磁干扰的能力

数据中心接入以太网交换机的抗电磁干扰能力应符合GB/T 17618-1998《信息技术设备抗扰度限值和测量方法》的相关规定。

9.5 防雷击能力

数据中心接入以太网交换机设备防雷击能力应当符合GB/T 3482-2008《电子设备雷击实验》的相关规定。

10 电源与接地要求

10.1 电源

- a) 直流电压及其波动范围要求：

额定电压：为-48V 的直流电源

电压波动范围：在直流输入端子处测量-48V 电压允许变动范围为-57~-40V。数据中心接入以太网交换机在此范围内应工作正常。

b) 杂音电压指标:

在直流配电盘输出端子处测量的限值如下:

0~300Hz 峰峰值, 杂音电压 $\leq 400\text{mV}$

300~3400Hz, 杂音电压 $\leq 2\text{mV}$

3.4~15kHz 宽带, 杂音电压 $\leq 100\text{mV}$ 有效值

150kHz~30MHz 宽带, 杂音电压 $\leq 30\text{mV}$ 有效值

c) 离散频率杂音电压

3.4~15kHz, $\leq 5\text{mV}$ 有效值

150~200kHz, $\leq 3\text{mV}$ 有效值

200~500kHz, $\leq 2\text{mV}$ 有效值

500kHz~2MHz, $\leq 1\text{mV}$ 有效值

d) 交流电压及其波动范围要求

单相 $220\text{V}\pm 10\%$, 频率 $50\text{Hz}\pm 5\%$

线电压波形畸变率小于 5%

10.2 接地要求

数据中心接入以太网交换机的接地要求:

a) 接地方式应符合工作地、保护地和建筑防雷接地公用一组接地体的联合接地方式;

b) 接地线截面积: 接地线截面积根据可能通过的最大电流负荷确定。应采用良导体导线, 不能使用裸导线布放;

c) 接地电阻值: 联合接地的电阻值应小于 0.1Ω 。