



中国南方电网有限责任公司

变电站工业以太网交换机送样检测标准
（2020 版）

中国南方电网有限责任公司

2020 年 11 月

目 录

1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	5
4 检测要求.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 送检要求.....	6
4.2.1 送检设备配置要求.....	6
4.2.2 送检设备信息登记要求.....	7
5 检测项目.....	10
5.1 检测项目总表.....	10
5.2 检测项目分类表.....	17
6 测试方法.....	24
6.1 送检设备信息检查.....	24
6.2 基本性能测试.....	24
6.2.1 整机吞吐量.....	24
6.2.2 存储转发速率.....	24
6.2.3 存储转发时延.....	24
6.2.4 时延抖动.....	25
6.2.5 帧丢失率.....	25
6.2.6 背靠背帧.....	25
6.2.7 地址缓存能力.....	25
6.2.8 地址学习速率.....	26
6.2.9 队头阻塞.....	26
6.3 功能测试.....	26
6.3.1 虚拟局域网 VLAN.....	26
6.3.2 优先级 QoS.....	27
6.3.3 网络风暴抑制.....	27
6.3.4 镜像.....	27
6.3.5 静态组播.....	28
6.3.6 GMRP 组播.....	28
6.3.7 IGMP-Snooping 组播.....	28
6.3.8 多链路聚合.....	29
6.3.9 环网恢复.....	29
6.3.10 流量控制.....	30
6.3.11 交换机离线配置.....	30
6.3.12 SNTP 对时准确度.....	32
6.3.13 交换机建模.....	32
6.4 通信安全测试.....	33
6.4.1 错误源 MAC 地址过滤.....	33
6.4.2 CRC 校验错误过滤.....	33
6.4.3 MAC 地址冲突.....	33

6.4.4	MAC 地址绑定.....	33
6.4.5	管理安全.....	33
6.5	网络管理测试.....	34
6.5.1	简单网络管理协议.....	34
6.5.2	MIB 库信息.....	34
6.5.3	网络拓扑发现.....	40
6.5.4	运行状态信息上传.....	40
6.5.5	Web 网管.....	40
6.5.6	日志功能.....	40
6.6	光接口特性测试.....	41
6.6.1	工作波长.....	41
6.6.2	光功率.....	41
6.6.3	接收灵敏度测试.....	41
6.7	结构.....	42
6.7.1	出线方式.....	42
6.7.2	散热方式.....	42
6.7.3	指示灯.....	42
6.7.4	外壳防护.....	42
6.7.5	告警节点.....	42
6.7.6	双电源热备份.....	42
6.8	电源影响测试.....	42
6.8.1	直流电源影响.....	42
6.8.2	交流电源影响.....	43
6.9	功率消耗测试.....	43
6.10	温度影响试验.....	43
6.10.1	低温影响.....	43
6.10.2	高温影响.....	43
6.11	低气压试验.....	43
6.12	绝缘性能测试.....	44
6.12.1	绝缘电阻.....	44
6.12.2	介质强度.....	44
6.12.3	冲击电压.....	44
6.13	恒定湿热.....	45
6.14	机械性能测试.....	45
6.14.1	振动.....	45
6.14.2	冲击.....	45
6.14.3	跌落.....	46
6.15	电磁兼容测试.....	46
6.15.1	静电放电抗扰度.....	47
6.15.2	射频电磁场辐射抗扰度.....	47
6.15.3	电快速瞬变脉冲群抗扰度.....	47
6.15.4	浪涌（冲击）抗扰度.....	48
6.15.5	射频场感应的传导骚扰抗扰度.....	48
6.15.6	工频磁场抗扰度.....	48

6.15.7	阻尼振荡磁场抗扰度.....	48
6.15.8	阻尼振荡波抗扰度.....	49
6.15.9	0~150Hz 共模传导骚扰抗扰度.....	49
6.15.10	直流电源突降和中断抗扰度.....	49
6.15.11	交流电源暂降和短时中断抗扰度.....	49
6.15.12	辐射骚扰限值.....	50
6.16	DL/T 860 通信协议测试.....	50
6.16.1	文档检查.....	50
6.16.2	ICD 文件检查.....	50
6.16.3	基本功能检查.....	51
6.16.4	关联服务检查.....	51
6.16.5	读写服务检查.....	52
6.16.6	报告服务检查.....	54
6.16.7	文件服务检查.....	57
6.16.8	对时服务检查.....	58
6.17	长期运行稳定性试验.....	58
附录 A	59

变电站工业以太网交换机送样检测标准

1 范围

本标准适用于南方电网公司变电站工业以太网交换机的送样检测工作。

2 规范性引用文件

凡是注日期的引用文件，仅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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击

GB/T 2423.7 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法

GB/T 15153.2 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第2篇 环境条件（气候、机械和其它非电影响因素）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.16 电磁兼容 试验和测量技术 0Hz~150Hz 共模传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.18 电磁兼容 试验与测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 1241-2013 电力工业以太网交换机技术规范

DL/T 1912-2018 智能变电站以太网交换机技术规范

DL/T 1940-2018 智能变电站以太网交换机测试规范

YD/T 1141-2007 以太网交换机测试方法

RFC 2544 网络互联设备基准测试方法

RFC 2889 局域网交换设备基准测试方法

3 术语和定义

DL/T 1241-2013、DL/T 1912-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

存储转发 store and forward

当整个帧已完全接收，再进行冗余码校验、过滤和转发处理的一种转发方式。

[DL/T 1912—2018，定义3.1]

3.2

吞吐量 throughput

设备在不丢帧情况所能达到的最大传输速率。

[DL/T 1241—2013，定义3.3]

3.3

存储转发延时 store and forward latency

从输入帧的最后一个比特到达输入端口开始，至在输出端口上检测到该帧的第一个比特为止的时间间隔。

[DL/T 1912—2018，定义3.3]

3.4

交换延时 switch latency

从输入帧的第1个比特到达输入端口开始，至在输出端口上检测到该帧的第一个比特为止的时间间隔。

[DL/T 1912—2018，定义3.4]

3.5

延时抖动 latency jitter

存储转发延时的变化值。

[DL/T 1912—2018，定义3.5]

3.6

帧丢失率 frame loss rate

交换机端口以特定频率转发特定数量数据帧情况下帧丢失的比率。

[DL/T 1912—2018，定义3.5]

3.7

背靠背帧 back to back frame

最小帧间隔情况下，交换机一次能够转发的最多的长度固定的数据帧数。

[DL/T 1241—2013，定义3.5]

3.8

地址缓存容量 address caching capacity

交换机在无洪泛或丢帧情况下每n个端口、每模块或每设备能够缓存和转发的MAC地址数量。

3.9

地址学习速率 address learning rate

交换机在无洪泛或丢帧情况下能够学习新的MAC地址的最大速率。

[DL/T 1912—2018，定义3.9]

3.10

队头阻塞 head of line blocking

交换机端口接收队列中因前序帧目的端口拥塞导致队列中去向未拥塞端口的帧出现丢失或时延增大的现象。

[DL/T 1912—2018，定义3.10]

4 检测要求

4.1 一般规定

- 1) 产品质量检验工作应严格按照相关的国家标准、行业标准、南方电网公司企业标准和产品技术说明书进行，当产品技术说明书与相关国家标准、行业标准、南方电网公司企业标准有偏离时，应按照从严把关的原则，取用相对严格的技术指标进行检测。
- 2) 检测方应为具有交换机相应的检测能力和资质，通过国家实验室认可和计量认证认可的检测机构，所有仪器仪表均在检定有效期内。
- 3) 产品的质量检测既是南方电网公司委托检测机构开展的针对潜在供应商产品技术监督，也是对产品质量的全面检验，检测机构的检验不能代替用户对产品的质量验收。
- 4) 检测人员应熟悉产品的相关技术标准、技术条件、结构形式和检验方法。
- 5) 检测人员应严格按照相关技术标准和产品使用说明书开展检测工作。

4.2 送检要求

4.2.1 送检设备配置要求

表 4- 1 变电站工业以太网交换机送检设备配置要求

序号	设备类型		数量	配置要求	说明
1	变电站自动化系统	配置 1	5 台	1、安装方式为机架式； 2、配置双电源，DC220V 供电； 3、端口配置：24 个电口（百兆或更高速率），2 个千兆光口（多模）	1、提供配套文件：产品技术说明书、产品合格证、已获得的第三方型式检验报告（CNAS/CMA）； 2、提供满足测试需求的光模块、光纤、电源线等附件。
2		配置 2	5 台	1、安装方式为机架式； 2、配置双电源，DC220V 供电； 3、端口配置：16 个百兆光口（多模），2 个电口（百兆或更高速率）	
3	变电站视频及环境监控系统	配置 1	5 台	1、安装方式为机架式； 2、配置双电源，AC220V 供电； 3、端口配置：24 个电口（百兆或更高速率），2 个千兆光口（单模）	
4		配置 2	5 台	1、安装方式为机架式； 2、配置双电源，AC220V 供电； 3、端口配置：16 个百兆光口（单模），2 个电口（百兆或更高速率）	

变电站工业以太网交换机送检设备配置要求见表 4-1，其他具体要求如下：

- 1) 送检样品以型号进行划分，参检厂商需具备工业以太网交换机的生产能力，同种型号的产品应具有相同的外形尺寸、软件版本号、接口配置，每台交换机应具有独立出厂编号。
- 2) 送检样品的外观、硬件配置、软件版本应与该型号实际应用产品配置保持完全一致。
- 3) 本次检测采用公开检测方式，样品送检前应标明厂商名称、标识、标符、产品型号等信息。
- 4) 送检样品应配有用户手册、调试线缆。
- 5) 外包装箱应有防尘、防雨、防震措施。包装前应将交换机活动部分加以固定，外部用防水材料包裹，并以硬质泡沫塑料包装件可靠固定于包装盒内，随机文件、附件及易损件等应按制造商企业标准或说明书的规定检查齐全后一并装入。

4.2.2 送检设备信息登记要求

参检厂商应根据本标准测试内容提供原产品信息和新产品产品信息，包括主体部件、主要芯片及其他零部件的情况，登记送检设备信息（见表4-2）及关键元器件信息（见表4-3），相关信息可根据实际情况增加。

表 4-2 送检设备信息表

序号	登记项目	信息	备注
1	型号名称	（注明具体型号及名称）	
2	软件版本	（注明软件版本及校验码）	
3	网管软件	（型号/版本）	
4	外观尺寸	（长*宽*高）	
5	整机重量	（kg）	
6	材质	（外壳材质）	
7	防护等级	（防水/防尘）	
8	指示灯	（描述指示灯数量及用途）	
9	告警节点	（告警类型/节点数）	
10	电源配置	（电源兼容电压/电源数量）	
11	出线情况	（前出线、后出线）	
12	百兆光口	（光模块品牌/型号/支持数量）	
13	千兆光口	（光模块品牌/型号/支持数量）	
14	百兆电口	支持数量	
15	千兆电口	支持数量	
16	CPU	（品牌/型号/工业级证明/交换容量）	
17	内存	（品牌/型号/标称容量）	

序号	登记项目	信息	备注
18	交换芯片	(品牌/型号/主频)	
19	电容	(电容类型)	
20	电源模块	(品牌/型号/工作范围)	
21	Console 口	(有无/接口类型)	
22	快速配置接口	(有无/接口类型)	
23	扩展槽位数量	(个数)	

表 4-3 关键元器件信息表

序号	登记项目	信息	原设备版本元器件信息
1	产品型号名称	(由厂家提供)	
2	CPU	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
3	交换芯片	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
4	PHY	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
5	电源	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
6	电容	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
7	光模块	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如: 生产厂家, 国别, 型号 (包括尾缀), 产品级别, 如有多个供应商可分多行填写
8	接线端子类型	(由厂家提供), 配照片, 如有多个供应商可分多行填写	(由厂家提供), 配照片, 如有多个供应商可分多行填写
9	PCB 板	(由厂家提供), 主要描述 PCB 板工艺, 产品级别	(由厂家提供), 主要描述 PCB 板工艺, 产品级别
10	模块化接口配置情况描述	(由厂家提供), 每种模块均提供照片(如:百兆接口 8 个接口	(由厂家提供), 每种模块均提供照片(如:百兆接口 8 个接口一组,

		一组,可更换,接口可为 RJ45、ST、SC 或 LC 其中 1 种)	可更换,接口可为 RJ45、ST、SC 或 LC 其中 1 种)
--	--	-------------------------------------	----------------------------------

注：每个型号单独填写一张表，元器件应注明产品级别（军工级，工业级，民品级）。

5 检测项目

5.1 检测项目总表

“●”表示交换机必须满足的测试项目，“—”表示可选测试项目，若无特殊说明，检测项目适用于变电站自动化系统和变电站视频及环境监控系统。

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
1	送检设备信息检查		/	送检产品的软件和硬件应为新产品	●
2	基本性能	整机吞吐量	DL/T 1241-2013/5.5.1 DL/T 1912-2018/5.5.1 DL/T 1940-2018/6.9.1	100%×端口数	●
3		存储转发速率	DL/T 1241-2013/5.5.2 DL/T 1912-2018/5.5.2 DL/T 1940-2018/6.9.2	100%	●
4		存储转发时延	DL/T 1241-2013/5.5.5 DL/T 1912-2018/5.5.5 DL/T 1940-2018/6.9.5	平均时延≤10μs	●
5		时延抖动	DL/T 1241-2013/5.5.6 DL/T 1912-2018/5.5.6 DL/T 1940-2018/6.9.6	≤1μs	—
6		帧丢失率	DL/T 1241-2013/5.5.7 DL/T 1912-2018/5.5.7 DL/T 1940-2018/6.9.7	0 丢失/120s	●
7		背靠背帧	DL/T 1241-2013/5.5.8 DL/T 1912-2018/5.5.8 DL/T 1940-2018/6.9.8	2s/50 次/0 丢包	●

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
8		地址缓存能力	DL/T 1241-2013/5.5.3 DL/T 1912-2018/5.5.3 DL/T 1940-2018/6.9.3	≥4096 个	●
9		地址学习速率	DL/T 1241-2013/5.5.4 DL/T 1912-2018/5.5.4 DL/T 1940-2018/6.9.4	≥1000 个/s	●
10		队头阻塞	DL/T 1241-2013/5.5.9 DL/T 1912-2018/5.5.9 DL/T 1940-2018/6.9.9	应避免队头阻塞，不堵塞端口帧丢失为 0	●
11	功能	虚拟局域网 VLAN	DL/T 1241-2013/5.5.11 DL/T 1912-2018/5.4.6 DL/T 1940-2018/6.8.6	交换机应支持 IEEE 802.1q 定义的 VLAN 标准，应支持 4096 个 VLAN，应支持在转发的帧中插入标记头，删除标记头，修改标记头，支持 VLAN Trunk 功能	●
12		优先级 QoS	DL/T 1241-2013/5.5.12 DL/T 1912-2018/5.4.7 DL/T 1940-2018/6.8.7	应支持 IEEE 802.1p 流量优先级控制标准；应至少支持 4 个优先级队列，具有绝对优先级功能。	●
13		网络 风暴 抑制	DL/T 1241-2013/5.5.10 DL/T 1912-2018/5.4.5/5.5.10 DL/T 1940-2018/6.8.5	应支持，实际抑制结果不应超过抑制设定值的 110%	●
14					●
15					●
16		端口镜像	DL/T 1241-2013/5.5.14 DL/T 1912-2018/5.4.8 DL/T 1940-2018/6.8.8	支持单端口镜像和多端口镜像，镜像端口在不丢失数据的前提下应保证系统要求的转发速率。	●
17		组播	静态组播 DL/T 1912-2018/5.4.9/5.5.11 DL/T 1940-2018/6.8.9	应支持，不少于 512 个组播组	●（仅适用于自动化系统）

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
18		GMRP 组播		应支持，不少于 512 个组播组	●（仅适用于自动化系统）
19		IGMP-Snooping	YD/T 1141-2007/5.4.3	应支持，不少于 256 个组播组	●（仅适用于视频及环境监控系统）
20		多链路聚合	DL/T 1241-2013/5.4.4	宜支持，链路聚合时不应丢失数据	—
21		环网恢复	DL/T 1241-2013/5.5.13 DL/T 1912-2018/5.4.3 DL/T 1940-2018/6.8.3	支持环网恢复功能	●
22		流量控制	DL/T 1912-2018/5.4.11/5.5.13 DL/T 1940-2018/6.8.12	宜支持	—（仅适用于自动化系统）
23		交换机离线配置	DL/T 1912-2018/5.4.13 DL/T 1940-2018/6.8.14	宜支持采用 CSD 文件进行交换机的离线配置	—（仅适用于自动化系统）
24		SNTP 对时准确度	DL/T 1912-2018/5.4.10/5.5.12 DL/T 1940-2018/6.8.10	应优于 10ms	●
25		交换机建模	DL/T 1912-2018/5.4.1 DL/T 1940-2018/6.8.1	宜支持 DL/T 860 建模	●（仅适用于自动化系统）
26	网络管理	简单网络管理协议	DL/T 1241-2013/5.4.5 DL/T 1912-2018/5.4.4 DL/T 1940-2018/6.8.4	应支持 SNMP 协议	●
27		MIB 库信息		应支持南网《变电站自动化系统工业以太网交换机一体化运维配置技术规范》中规定的 MIB 节点	●
28		网络拓扑发现		应支持	—
29		运行状态信息上传		应支持（如端口掉线、电源失电、网络流量异常等）	●
30		WEB 网管		支持 web 界面配置，配置文件可导出保存	●
31		日志功能		应支持	●

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
32	通信安全	错误 MAC 源地址过滤	DL/T 1241-2013/5.4.6 DL/T 1912-2018/5.6 DL/T 1940-2018/6.8.6	应能过滤 MAC 源地址错误的数据帧	●
33		CRC 校验错误过滤		应能过滤 CRC 校验错误的数据帧	●
34		MAC 地址冲突		不出现死机、重启或功能丢失，除冲突端口外无丢包	●
35		MAC 地址绑定		应支持基于 MAC 地址的捆绑功能	●
36		管理安全		应支持	●
37	光接口特性	工作波长	DL/T 1241-2013/5.3 DL/T 1912-2018/5.3.1 DL/T 1940-2018/6.5.2	多模：百兆：1270nm-1380nm；千兆：770nm-860nm； 单模：百兆：仅供参考；千兆：1270nm-1355nm	●
38		光功率		多模：百兆：-14dBm~-20dBm；千兆：-9.5dBm~0dBm 单模：百兆：仅供参考；千兆：-11.5dBm~-3.0dBm	●
39		接收灵敏度		多模：百兆：≤-25dBm；千兆：≤-17dBm 单模：百兆：仅供参考；千兆：≤-19dBm	●
40	结构	出线方式	DL/T 1241-2013/5.11 DL/T 1940-2018/6.6	后出线	●
41		散热方式		自然散热	●
42		指示灯		前后面板应均设置指示灯	●
43		外壳防护		IP30	●
44		告警节点	DL/T 1241-2013/5.1 DL/T 1912-2018/5.3.1 DL/T 1940-2018/6.5.4	应提供电源告警输出节点	●
45		双电源热备份	DL/T 1241-2013/5.10 DL/T 1912-2018/5.3.3 DL/T 1940-2018/6.7	应支持冗余电源热备份	●
46		直流电源影响	DL/T 1241-2013/5.1 DL/T 1912-2018/5.1	220V/110V：-20%~20%	●（仅适用于自动化系统）

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
47		交流电源影响	DL/T 1940-2018/6.1	220V, -20%~20%	●（仅适用于视频及环境监控系统）
48	功率消耗		DL/T 1241-2013/5.6 DL/T 1912-2018/5.7 DL/T 1940-2018/6.11	满载时整机功耗宜不大于（10+1×电接口数量+2×光接口数量）W	●
49	温度影响	低温影响	GB/T 2423.1 DL/T 1912-2018/5.2 DL/T 1940-2018/6.2.2	-40℃/16h, 低温下进行开关机启动验证测试	●
50		高温影响	GB/T 2423.2 DL/T 1912-2018/5.2 DL/T 1940-2018/6.2.1	70℃/16h, 高温下进行性能测试	●
51	气压影响试验		GB/T 2423.21 DL/T 1912-2018/5.2.3 DL/T 1940-2018/6.3	70kPa/16h, 低气压下进行性能测试	●
52	绝缘性能	绝缘电阻	DL/T 1241-2013/5.7.1 DL/T 1912-2018/5.8 DL/T 1940-2018/6.12	施加 500V 于电源、告警和以太网电口； ≥20 MΩ	●
53		介质强度		施加于电源、告警和以太网电口等回路； >60V: 2kV, 各回路对地、各回路之间； ≤60V: 0.5kV, 各回路对地、各回路之间	●
54		冲击		施加于电源、告警和以太网电口等回路； >60V: 5kV, 各回路对地、各回路之间； ≤60V: 1kV, 各回路对地、各回路之间	●

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
55	恒定湿热		DL/T 1241-2013/5.7.2 DL/T 1912-2018/5.9 DL/T 1940-2018/6.13	40℃ /93% /48h, 试验后各导电回路对外露非带电导电部位及外壳之间、电气上无联系的各回路之间的绝缘电阻应不小于 1.5MΩ	●
56	机械性能	振动	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.1	Cm 级	●
57		冲击	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.2	Cm 级	●
58		跌落	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.3	Cm 级	●
59	电磁兼容	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	4 级, 测试过程中不允许性能下降	●
60		射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	3 级, 测试过程中不允许性能下降	●
61		电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	4 级, 测试过程中不允许性能下降	●
62		浪涌（冲击）抗扰度	GB/T 17626.5	4 级, 测试过程中不允许性能下降	●
63		射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6	3 级, 测试过程中不允许性能下降	●
64		工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	5 级, 测试过程中不允许性能下降	●
65		阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626.10	5 级, 测试过程中不允许性能下降	●
66		阻尼振荡波抗扰度	GB/T 17626.18	3 级, 测试过程中不允许性能下降	●
67		0Hz~150Hz 共模传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.16	3 级, 测试过程中不允许性能下降	●
68		直流电源突降和中断抗扰度	GB/T 17626.29	100ms, 0%, 测试过程中不允许性能下降	●（适用于自动化系统）

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
69		交流电源暂降和短时中断抗扰度	GB/T 17626.11	交流电源暂降：80%持续 250 周期，70%持续 25 周期，40%持续 10 周期，0%持续 1 周期，干扰过程中设备性能应无下降；交流电源短时中断：0%，250 周期，干扰结束后设备应能正常工作，性能无下降	●（仅适用于视频及环境监控系统）
70		辐射发射	GB/T 9254	A 级	●
71	DL/T860 通信协议测试	文档检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
72		ICD 文件检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
73		基本功能检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
74		关联服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
75		读写服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
76		报告服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
77		文件服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
78		对时服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	—
79	长期运行稳定性试验	运行稳定性试验	GB/T 13729-2019	装置应能在常温下连续正常运行 100 小时	●
80		整机吞吐量	DL/T 1241-2013/5.5.1 DL/T 1912-2018/5.5.1 DL/T 1940-2018/6.9.1	100%×端口数	●
81		存储转发速率	DL/T 1241-2013/5.5.2 DL/T 1912-2018/5.5.2 DL/T 1940-2018/6.9.2	100%	●
82		存储转发时延	DL/T 1241-2013/5.5.5 DL/T 1912-2018/5.5.5 DL/T 1940-2018/6.9.5	平均时延≤10μs	●

序号	测试项目		依据标准	要求	备注
83		帧丢失率	DL/T 1241-2013/5.5.7 DL/T 1912-2018/5.5.7 DL/T 1940-2018/6.9.7	0 丢失/120s	●

5.2 检测项目分类表

“●”表示交换机必须满足的测试项目，“—”表示可选测试项目，“√”表示检测类型适用项目；若无特殊说明，检测项目适用于变电站自动化系统和变电站视频及环境监控系统。

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
1	送检设备信息检查		/	送检产品的软件和硬件应为新产品	√			新增
2	基本性能	整机吞吐量	DL/T 1241-2013/5.5.1 DL/T 1912-2018/5.5.1 DL/T 1940-2018/6.9.1	100%×端口数	√	√		●
3		存储转发速率	DL/T 1241-2013/5.5.2 DL/T 1912-2018/5.5.2 DL/T 1940-2018/6.9.2	100%	√	√		●
4		存储转发时延	DL/T 1241-2013/5.5.5 DL/T 1912-2018/5.5.5 DL/T 1940-2018/6.9.5	平均时延≤10μs	√	√		●
5		时延抖动	DL/T 1241-2013/5.5.6 DL/T 1912-2018/5.5.6 DL/T 1940-2018/6.9.6	≤1μs	√	√		—
6		帧丢失率	DL/T 1241-2013/5.5.7 DL/T 1912-2018/5.5.7 DL/T 1940-2018/6.9.7	0 丢失/120s	√	√		●
7		背靠背帧	DL/T 1241-2013/5.5.8 DL/T 1912-2018/5.5.8 DL/T 1940-2018/6.9.8	2s/50 次/0 丢包	√			●

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注	
8		地址缓存能力	DL/T 1241-2013/5.5.3 DL/T 1912-2018/5.5.3 DL/T 1940-2018/6.9.3	≥4096 个	√	√		●	
9		地址学习速率	DL/T 1241-2013/5.5.4 DL/T 1912-2018/5.5.4 DL/T 1940-2018/6.9.4	≥1000 个/s	√	√		●	
10		队头阻塞	DL/T 1241-2013/5.5.9 DL/T 1912-2018/5.5.9 DL/T 1940-2018/6.9.9	应避免队头阻塞，不堵塞端口帧丢失为 0	√	√		●	
11	功能	虚拟局域网 VLAN		DL/T 1241-2013/5.5.11 DL/T 1912-2018/5.4.6 DL/T 1940-2018/6.8.6	交换机应支持 IEEE 802.1q 定义的 VLAN 标准，应支持 4096 个 VLAN，应支持在转发的帧中插入标记头，删除标记头，修改标记头，支持 VLAN Trunk 功能	√	√		●
12		优先级 QoS		DL/T 1241-2013/5.5.12 DL/T 1912-2018/5.4.7 DL/T 1940-2018/6.8.7	应支持 IEEE 802.1p 流量优先级控制标准；应至少支持 4 个优先级队列，具有绝对优先级功能	√	√		●
13		网络风暴抑制	广播风暴抑制	DL/T 1241-2013/5.5.10 DL/T 1912-2018/5.4.5/5.5.10 DL/T 1940-2018/6.8.5	应支持，实际抑制结果不应超过抑制设定值的 110%	√			●
14			组播风暴抑制			√			●
15			未知单播风暴抑制			√			●
16		端口镜像		DL/T 1241-2013/5.5.14 DL/T 1912-2018/5.4.8 DL/T 1940-2018/6.8.8	支持单端口镜像和多端口镜像，镜像端口在不丢失数据的前提下应保证系统要求的转发速率。	√	√		●
17		组播	静态组播	DL/T 1912-2018/5.4.9/5.5.11 DL/T 1940-2018/6.8.9	应支持，不少于 512 个组播组	√	√		●（仅适用于自动化系统）
18			GMRP 组播		应支持，不少于 512 个组播组	√			●（仅适用于自动化系统）
19			IGMP-Snooping	YD/T 1141-2007/5.4.3	应支持，不少于 256 个组播组	√			●（仅适用于视频及环境监控系统）

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
20		多链路聚合	DL/T 1241-2013/5.4.4	宜支持，链路聚合时不应丢失数据	√			—
21		环网恢复	DL/T 1241-2013/5.5.13 DL/T 1912-2018/5.4.3 DL/T 1940-2018/6.8.3	支持环网恢复功能	√			●
22		流量控制	DL/T 1912-2018/5.4.11/5.5.13 DL/T 1940-2018/6.8.12	宜支持	√			—（仅适用于自动化系统）
23		交换机离线配置	DL/T 1912-2018/5.4.13 DL/T 1940-2018/6.8.14	宜支持采用 CSD 文件进行交换机的离线配置	√			—（仅适用于自动化系统）
24		SNTP 对时准确度	DL/T 1912-2018/5.4.10/5.5.12 DL/T 1940-2018/6.8.10	应优于 10ms	√			●
25		交换机建模	DL/T 1912-2018/5.4.1 DL/T 1940-2018/6.8.1	宜支持 DL/T 860 建模	√			●（仅适用于自动化系统）
26	网络管理	简单网络管理协议	DL/T 1241-2013/5.4.5 DL/T 1912-2018/5.4.4 DL/T 1940-2018/6.8.4	应支持 SNMP 协议	√	√		●
27		MIB 库信息		应支持南网《变电站自动化系统工业以太网交换机一体化运维配置技术规范》中规定的 MIB 节点	√			●
28		网络拓扑发现		应支持	√			—
29		运行状态信息上传		应支持（如端口掉线、电源失电、网络流量异常等）	√			●
30		WEB 网管		支持 web 界面配置，配置文件可导出保存	√	√		●
31		日志功能		应支持	√			●
32	通信安全	错误 MAC 源地址过滤	DL/T 1241-2013/5.4.6 DL/T 1912-2018/5.6 DL/T 1940-2018/6.8.6	应能过滤 MAC 源地址错误的数据帧	√	√		●
33		CRC 校验错误过滤		应能过滤 CRC 校验错误的数据帧	√	√		●
34		MAC 地址冲突		不出现死机、重启或功能丢失，除冲突端口外无丢包	√	√		●

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
35		MAC 地址绑定		应支持基于 MAC 地址的捆绑功能	√			●
36		管理安全		应支持	√			●
37	光接口特性	工作波长	DL/T 1241-2013/5.3 DL/T 1912-2018/5.3.1 DL/T 1940-2018/6.5.2	多模：百兆：1270nm-1380nm；千兆：770nm-860nm； 单模：百兆：仅供参考；千兆：1270nm-1355nm	√	√		●
38		光功率		多模：百兆：-14dBm~-20dBm；千兆：-9.5dBm~0dBm 单模：百兆：仅供参考；千兆：-11.5dBm~-3.0dBm	√	√		●
39		接收灵敏度		多模：百兆：≤-25dBm；千兆：≤-17dBm 单模：百兆：仅供参考；千兆：≤-19dBm	√	√		●
40	结构	出线方式	DL/T 1241-2013/5.11 DL/T 1940-2018/6.6	后出线	√			●
41		散热方式		自然散热	√	√		●
42		指示灯		前后面板应均设置指示灯	√	√		●
43		外壳防护		IP30	√			●
44		告警节点	DL/T 1241-2013/5.1 DL/T 1912-2018/5.3.1 DL/T 1940-2018/6.5.4	应提供电源告警输出节点	√			●
45		双电源热备份	DL/T 1241-2013/5.10 DL/T 1912-2018/5.3.3 DL/T 1940-2018/6.7	应支持冗余电源热备份	√	√		●
46	电源影响	直流电源影响	DL/T 1241-2013/5.1 DL/T 1912-2018/5.1 DL/T 1940-2018/6.1	220V/110V：-20%~20%	√			●（仅适用于自动化系统）
47		交流电源影响		220V，-20%~20%	√			●（仅适用于视频及环境监控系统）

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
48	功率消耗		DL/T 1241-2013/5.6 DL/T 1912-2018/5.7 DL/T 1940-2018/6.11	满载时整机功耗宜不大于（10+1×电接口数量+2×光接口数量）W	√			●
49	温度影响	低温影响	GB/T 2423.1 DL/T 1912-2018/5.2 DL/T 1940-2018/6.2.2	-40℃/16h，低温下进行开关机启动验证测试	√	√		●
50		高温影响	GB/T 2423.2 DL/T 1912-2018/5.2 DL/T 1940-2018/6.2.1	70℃/16h，高温下进行性能测试	√	√		●
51	气压影响试验		GB/T 2423.21 DL/T 1912-2018/5.2.3 DL/T 1940-2018/6.3	70kPa/16h，低气压下进行性能测试	√			●
52	绝缘性能	绝缘电阻	DL/T 1241-2013/5.7.1 DL/T 1912-2018/5.8 DL/T 1940-2018/6.12	施加 500V 于电源、告警和以太网电口； ≥20 MΩ	√	√		●
53		介质强度		施加于电源、告警和以太网电口等回路； >60V：2kV，各回路对地、各回路之间； ≤60V：0.5kV，各回路对地、各回路之间	√	√		●
54		冲击		施加于电源、告警和以太网电口等回路； >60V：5kV，各回路对地、各回路之间； ≤60V：1kV，各回路对地、各回路之间	√	√		●
55	恒定湿热		DL/T 1241-2013/5.7.2 DL/T 1912-2018/5.9 DL/T 1940-2018/6.13	40℃ /93% /48h，试验后各导电回路对外露非带电导电部位及外壳之间、电气上无联系的各回路之间的绝缘电阻应不小于 1.5MΩ	√			●
56	机械性能	振动	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.1	Cm 级	√			●
57		冲击	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.2	Cm 级	√			●
58		跌落	GB/T 15153.2 DL/T 1912-2018/5.10 DL/T 1940-2018/6.14.3	Cm 级	√			●
59	电磁兼	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	4 级，测试过程中不允许性能下降	√	√		●

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
60	容	射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	3 级，测试过程中不允许性能下降	√	√		●
61		电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	4 级，测试过程中不允许性能下降	√	√		●
62		浪涌（冲击）抗扰度	GB/T 17626.5	4 级，测试过程中不允许性能下降	√	√		●
63		射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6	3 级，测试过程中不允许性能下降	√	√		●
64		工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	5 级，测试过程中不允许性能下降	√			●
65		阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626.10	5 级，测试过程中不允许性能下降	√			●
66		阻尼振荡波抗扰度	GB/T 17626.18	3 级，测试过程中不允许性能下降	√			●
67		0Hz~150Hz 共模传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.16	3 级，测试过程中不允许性能下降	√			●
68		直流电源突降和中断抗扰度	GB/T 17626.29	100ms, 0%，测试过程中不允许性能下降	√			●（适用于自动化系统）
69		交流电源暂降和短时中断抗扰度	GB/T 17626.11	交流电源暂降：80%持续 250 周期，70%持续 25 周期，40%持续 10 周期，0%持续 1 周期，干扰过程中设备性能应无下降；交流电源短时中断：0%，250 周期，干扰结束后设备应能正常工作，性能无下降	√			●（仅适用于视频及环境监控系统）
70		辐射发射	GB/T 9254	A 级	√			●
71	DL/T 860 通信协议测试	文档检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
72		ICD 文件检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
73		基本功能检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
74		关联服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—

序号	测试项目		依据标准	要求	通用测试	可用性测试	运行稳定性测试	备注
75		读写服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
76		报告服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
77		文件服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
78		对时服务检查	DL/T 860.10	应满足 DL/T 860.10 的要求	√			—
79	长期运行稳定性试验	运行稳定性试验	GB/T 13729-2019	装置应能在常温下连续正常运行 100 小时，或在+40℃下连续正常运行 72 小时。	√		√	●
80		整机吞吐量	DL/T 1241-2013/5.5.1 DL/T 1912-2018/5.5.1 DL/T 1940-2018/6.9.1	100%×端口数	√		√	●
81		存储转发速率	DL/T 1241-2013/5.5.2 DL/T 1912-2018/5.5.2 DL/T 1940-2018/6.9.2	100%	√		√	●
82		存储转发时延	DL/T 1241-2013/5.5.5 DL/T 1912-2018/5.5.5 DL/T 1940-2018/6.9.5	平均时延≤10μs	√		√	●
83		帧丢失率	DL/T 1241-2013/5.5.7 DL/T 1912-2018/5.5.7 DL/T 1940-2018/6.9.7	0 丢失/120s	√		√	●

6 测试方法

6.1 送检设备信息检查

技术要求：送检产品的软件和硬件应为新产品。

测试步骤：

- 1) 记录送检产品的软件和硬件信息。
- 2) 检查送检产品的软件信息，如操作系统、系统组件、数据库、应用软件和链接库等，并与之前的原产品信息进行对比，确认其是否为新产品。
- 3) 检查送检设备的硬件信息，如机箱、板卡、端子排、关键元器件等，并与之前的原产品信息进行对比，确认其是否为新产品。

6.2 基本性能测试

6.2.1 整机吞吐量

技术要求：整机吞吐量应达到 100%。

测试步骤：

- 1) 将交换机所有端口接入测试仪，按 RFC 2544 中规定进行吞吐量测试，测试仪以 full-meshed 拓扑构建整机转发的数据流；
- 2) 测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间为 60s。

6.2.2 存储转发速率

技术要求：交换机各类型端口应可按线速进行存储转发。

测试步骤：

- 1) 将交换机任意两个同类型端口与测试仪相连接，按 RFC 2544 中规定进行存储转发速率测试；
- 2) 两个端口同时以线速互相发送数据，测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间为 60s。

6.2.3 存储转发时延

技术要求：平均时延应小于 10μs。

测试步骤：

- 1) 将交换机任意两个同类型端口与测试仪相连接，按 RFC 2544 中规定进行存储转发时延测试；
- 2) 两个端口同时以相应负载互相发送数据，测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间为 60s，负载率设置为：重载 95%，轻载 10%；
- 4) 记录不同帧长的平均存储转发时延。

6.2.4 时延抖动

技术要求：时延抖动应小于 1μs。

测试步骤：

- 1) 将交换机任意两个同类型端口与测试仪相连接，按 RFC 2544 中规定进行时延抖动测试；
- 2) 两个端口同时以相应负载互相发送数据，测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间为 60s，负载率设置为 100%；
- 4) 记录不同帧长的转发时延抖动。

6.2.5 帧丢失率

技术要求：在端口转发速率达到 100%的情况下，丢包率应为 0。

测试步骤：

- 1) 将交换机任意两个同类型端口与测试仪相连接，按 RFC 2544 中规定进行帧丢失率测试；
- 2) 两个端口同时互相发送数据，测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间为 120s，负载率设置为 100%；
- 4) 记录不同帧长的丢包率。

6.2.6 背靠背帧

技术要求：交换机在无帧丢失率情况下能处理的最大突发帧个数，应能正常处理最小帧间隙的数据，无丢包。

测试步骤：

- 1) 将交换机任意两个同类型端口与测试仪相连接，按 RFC 2544 中规定进行背靠背帧测试；
- 2) 两个端口同时互相发送数据，测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 3) 每个帧长测试时间 2s，重复 50 次，进行双向测试；
- 4) 记录不同帧长时的背靠背帧数。

6.2.7 地址缓存能力

技术要求：交换机 MAC 地址缓存容量应不低于 4096 个。

测试步骤：

- 1) 将被测设备的三个端口连接至网络性能测试仪；
- 2) 按 RFC2889 标准规定的方法进行 MAC 地址容量的测试，测试帧长设置为 64bytes。

6.2.8 地址学习速率

技术要求：应不低于 1000 个/s。

测试步骤：

- 1) 将被测设备的三个端口连接至网络性能测试仪；
- 2) 按 RFC2889 标准规定的方法进行 MAC 地址学习速率的测试，测试帧长设置为 64bytes。

6.2.9 队头阻塞

技术要求：应支持避免队头阻塞的功能。不堵塞端口帧丢失为 0。

测试步骤：

- 1) 交换机任选 4 个端口与网络测试仪的 port1-port4 相连接；
- 2) 网络测试仪、交换机均关闭流控，网络测试仪 port1 与 port2 双向发送 100% 流量，port3 向 port2 发送 50%流量，port3 向 port4 发送 50%的流量；
- 3) 测试帧长分别设置为 64bytes、65bytes、128bytes、256bytes、512bytes、1024bytes、1280bytes、1518bytes；
- 4) 记录网络测试仪 port3 向 port4 发送数据帧的接收情况，应无丢包。

6.3 功能测试

6.3.1 虚拟局域网 VLAN

技术要求：交换机应支持 IEEE 802.1q 定义的 VLAN 标准，应支持 4096 个 VLAN，应支持在转发的帧中插入标记头，删除标记头，修改标记头，支持 VLAN Trunk 功能

测试步骤：

- 1) 交换机任选 4 个端口与网络测试仪的 port1~port4 相连接；
- 2) 测试帧长为 64 字节，测试时间为 30 秒，端口负载设置为 100%；
- 3) 网络测试仪 port4 构建如下 9 条数据流：
stream1: goose 报文，无 VID 标识；
stream2: goose 报文，VID 为 1；
stream3: goose 报文，VID 为 A（A 为 2~4094 中任意值）；
stream4: goose 报文，VID 为 B（B 为 2~4094 中任意值）；
stream5: IPv4 报文，无 VID 标识；
stream6: IPv4 报文，VID 为 1；
stream7: IPv4 报文，VID 为 A（A 为 2~4094 中任意值）；
stream8: IPv4 报文，VID 为 B（B 为 2~4094 中任意值）；
stream9: 广播报文，无 VID 标识；
- 4) 根据数据流设置交换机 4 个端口为不同的 VLAN（A、B、A、1），与测试仪 port4 连接的端口设置为 trunk 接口；
- 5) 网络测试仪 port4 向 port1、port2、port3 发送构建的数据流；

- 6) 记录不同数据流的发送与接收情况，判断 VLAN 是否划分成功；
- 7) 网络测试仪 port1 构建 4 条数据流 (stream1~stream4)、port2 构建 4 条数据流 (stream5~stream8)、port3 构建上 1 条数据流 (stream9)；
- 8) 网络测试仪 port1、port2 和 port3 向 port4 以一定负荷发送数据；
- 9) 记录不同数据流的发送与接收情况，判断 VLAN trunk 是否成功。

6.3.2 优先级 QoS

技术要求：应支持 IEEE 802.1p 流量优先级控制标准，应至少支持 4 个优先级队列，具有绝对优先级功能。

测试步骤：

- 1) 交换机任选三个端口与网络测试仪的 port1~port3 相连接；
- 2) 网络测试仪 port1 和 port2 共同构建 4 个不同优先级的数据流；
- 3) port1 和 port2 同时向 port3 发送数据；
- 4) 测试帧长度为 64 字节，测试时间 30s，端口负荷设置为 100%；
- 5) 记录不同数据流的帧丢失率，判断优先级是否设置成功。

6.3.3 网络风暴抑制

技术要求：应支持广播风暴抑制、组播风暴抑制和未知单播风暴抑制功能，网络风暴实际抑制值不应超过抑制设定值的 110%。

测试步骤：

- 1) 交换机任选两个端口与网络测试仪的 port1、port2 相连接；
- 2) 交换机分别开启广播风暴抑制、组播风暴抑制和未知单播风暴抑制功能；
- 3) 使用默认抑制值或者设置抑制值为 10M；
- 4) 网络测试仪 port1 向 port2 发送 3 条数据流，分别为 Stream1(广播帧)、Stream2(广播帧)、Stream3(IPv4 帧)，port2 向 port1 发送 2 条数据流，分别为 Stream1(组播帧)、Stream2(未知单播帧)；
- 5) 测试帧长设置为随机帧长，端口负载为线速，测试时间 30s；
- 6) 记录不同数据流的帧丢失率，判断网络风暴抑制功能是否设置成功；
- 7) 根据帧丢失率，计算网络风暴抑制比偏差。

6.3.4 镜像

技术要求：支持单端口镜像和多端口镜像，镜像端口在不丢失数据的前提下应保证系统要求的转发速率。

测试步骤：

- 1) 测试帧长度为 64 字节，测试时间不小于 30s；
- 2) 交换机任选四个端口与网络测试仪的 port1~port4 相连接；
- 3) 交换机与测试仪 port4 连接的端口设置成镜像端口，与 port1 和 port3 连接的端口设置为镜像源端口，镜像方式为输入和输出同时镜像；
- 4) 网络测试仪 port1 与 port2 双向发送数据，port2 与 port3 双向发送数据，负

载率分别为 25%;

- 5) 记录网络测试仪 port4 接收到的数据帧数量, 判断镜像功能是否设置成功。

6.3.5 静态组播

技术要求: 交换机宜支持静态组播功能。

测试步骤:

- 1) 交换机任选三个端口与网络测试仪的 port1~port3 相连接;
- 2) 配置交换机的静态组播地址表项并绑定至相应接口, 不少于 512 条;
- 3) 网络测试仪 port1 按交换机配置的静态组播地址表构建组播组流量 1 和静态组播地址表之外的组播组流量 2, 并以端口线速发送;
- 4) 记录组播组 1 和组播组 2 的接收情况, 组播组 1 应无丢包, 组播组 2 被丢弃。

6.3.6 GMRP 组播

技术要求: 交换机宜支持 GMRP 动态组播功能。

测试步骤:

- 1) 按图 1 搭建测试拓扑, 网络测试仪 port1~port3 与 DUT1 的 3 个端口相连, port4~port6 与 DUT2 的三个接口相连;
- 2) 网络测试仪 port1、port4 作为加入端口, port2、port5 作为组播源端口, port3、port6 作为监视端口, 被测设备与网络测试仪连接端口开启 GMRP 功能, DUT1 与 DUT2 之间连接的端口开启 GMRP 功能;
- 3) 网络测试仪 port2 与 port5 分别发送组播组 1 与组播组 2 (合计不少于 512 个组);
- 4) 网络测试仪 port1 发送组播组 1 的加入报文, port4 发送组播组 1 的加入报文与组播组 2 的加入报文, port1、port4 应能接收到相应的组播组报文;
- 5) 网络测试仪 port1 发送组播组 1 的离开报文, port4 发送数据改为组播组 1 的离开报文与组播组 2 的离开报文, port1、port4 应能停止接收相应的组播组报文。



图 1 GMRP 测试拓扑

6.3.7 IGMP-Snooping 组播

技术要求: 交换机应支持 IGMP-Snooping 组播功能。

测试步骤:

- 1) 交换机任选三个端口与网络测试仪的 port1~port3 相连接;
- 2) 交换机上禁用 IGMP Snooping 功能;
- 3) 网络测试仪 port1 发送组播组流量 (不少于 256 个组), 查看组播流量接收情况, port2、port3 应均能接收到组播组流量;
- 4) 交换机上启用 IGMP Snooping 功能, 抑制未知组播, port2、port3 应接收不到组播组流量;
- 5) 测试仪 port2 发送加入请求报文, 加入组播组, port2 应能接收到组播组流量;
- 6) 测试仪 port2 发送离开组请求报文, port2 应能停止接收组播组流量。

6.3.8 多链路聚合

技术要求: 交换机宜支持多链路聚合功能, 链路聚合时不应丢失数据。

测试步骤:

- 1) 两台交换机通过两条以太网接口链路对接;
- 2) 交换机上配置两条以太网链路静态聚合 (或 LACP 动态聚合), 设置聚合端口为负载分担模式;
- 3) 网络性能测试仪两个端口之间互相发送 64bytes 至 1518bytes 随机帧长的数据流, 负载分别设置为聚合端口带宽的 50%、100%和 200%, 查看并记录网络性能测试仪数据的接收情况;
- 4) 分别查看并记录两台交换机连接端口的流量统计情况, 端口聚合 100%带宽流量应无丢包, 并实现负载分担。

注: 同种类型的端口可通过设置端口限速实现 100%、200%的聚合带宽流量。

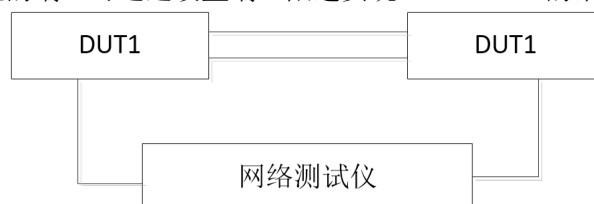


图 2 多链路聚合测试图

6.3.9 环网恢复

技术要求: 应支持环网恢复, 测试的恢复时间供参考。

测试步骤:

- 1) 将 4 台交换机按图 4 连接, 交换机配置环网协议, 设置链路 D 为冗余路径;
- 2) 在整个试验过程中, 测试仪 port1、port2 互发数据流, 测试帧长度为 64 字节, 负荷率分别为 10%和 95%;
- 3) 分别拔插 A、B、C 路径, 测试环网恢复时间。

- 4) 环网倒换时间 (ms) = $\frac{\text{帧丢失数}}{\text{总发送帧数}} \times \text{测试时间 (ms)}$

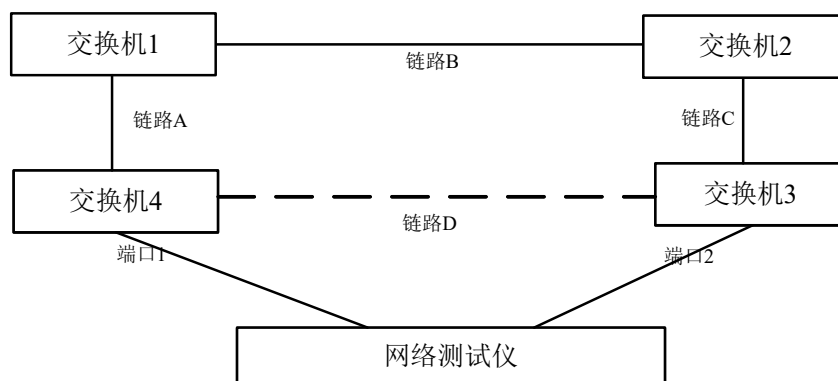


图3 环网恢复测试拓扑

6.3.10 流量控制

技术要求：交换机宜支持组播流量控制功能，根据组播 MAC 地址自动识别不同的组播组并按设定的阈值进行流量控制，流量控制阈值的取值范围在 0~100Mbit/s 之间可选，最小设置单位不大于 64kbit/s。

测试步骤：

- 1) 连接测试仪与交换机，测试仪端口 1~3 分别接交换机端口 1~3；
- 2) 网络测试仪测试端口 1 发送 2 路 GOOSE 报文，每路负载 10Mbit/s，测试端口 2 发送 2 路 SV 报文，每路负载为 40Mbit/s，记录各路 SV、GOOSE 报文的接收情况；
- 3) 开启被测设备为基于组播 MAC 地址的流量控制功能（GOOSE、SV 报文的流量控制阈值默认设置应为 2Mbit/s 和 15Mbit/s）；
- 4) 开启被测设备为基于组播 MAC 地址的流量控制功能，设置 GOOSE、SV 报文的流量控制阈值为最小设置值（应不小于 64kbit/s）。

6.3.11 交换机离线配置

技术要求：交换机应支持离线配置功能。

测试步骤：

- 1) 按图 4 规定的端口连接 5 台交换机，IED1~IED7 由网络测试仪模拟，各 IED 间的订阅关系见表 1，根据拓扑及订阅关系生成总 CSD 文件及各个交换机的 CSD 文件；
- 2) 各交换机分别导入总 CSD 文件，用网络测试仪验证网络拓扑流量转发的正确性；
- 3) 更换交换机 SW1 与 SW2 的位置，并导入相应的交换机的 CSD 文件，用网络测试仪验证流量转发的正确性；
- 4) 更换交换机 SW4 与 SW5 的位置，并导入相应的交换机的 CSD 文件，用网络测试仪验证流量转发的正确性。

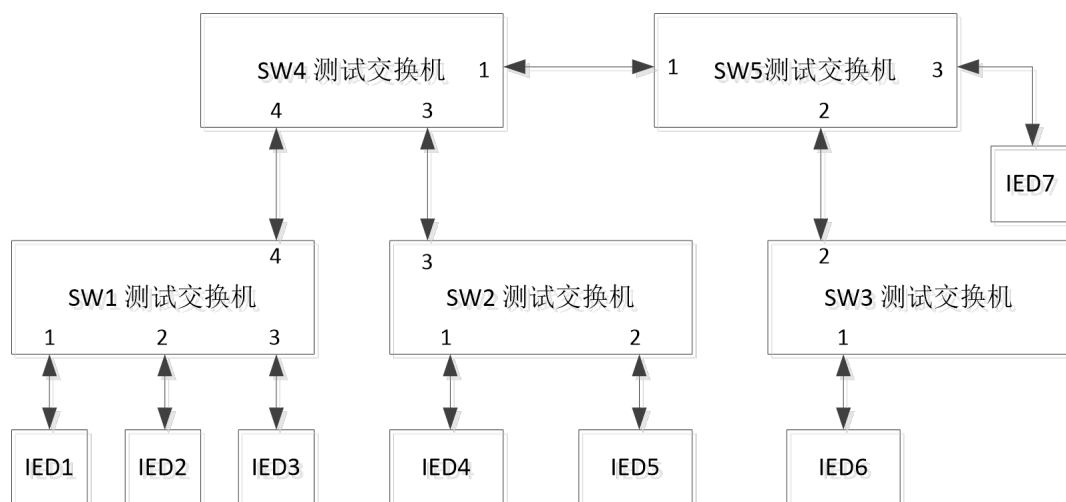


图 4 交换机离线配置测试拓扑

表 1 交换机转发关系列表

IED 设备	发送报文	接收报文
IED1	01:0C:CD:04:00:01 01:0C:CD:01:00:01	01:0C:CD:04:00:03 01:0C:CD:04:00:05 01:0C:CD:01:00:06
IED2	01:0C:CD:04:00:02 01:0C:CD:01:00:02	01:0C:CD:04:00:05 01:0C:CD:04:00:06 01:0C:CD:01:00:06
IED3	01:0C:CD:04:00:03 01:0C:CD:01:00:03	01:0C:CD:01:00:01 01:0C:CD:01:00:02 01:0C:CD:01:00:06
IED4	01:0C:CD:04:00:04 01:0C:CD:01:00:04	01:0C:CD:04:00:01 01:0C:CD:01:00:01 01:0C:CD:01:00:06
IED5	01:0C:CD:04:00:05 01:0C:CD:01:00:05	01:0C:CD:04:00:02 01:0C:CD:01:00:02 01:0C:CD:01:00:03
IED6	01:0C:CD:04:00:06 01:0C:CD:01:00:06	01:0C:CD:04:00:02 01:0C:CD:04:00:04 01:0C:CD:01:00:05
IED7	/	接收 IED1~IED6 所有报文

6.3.12 SNTP 对时准确度

技术要求：交换机应支持 SNTP 协议，对时时间准确度应优于 10ms。

测试步骤：

- 1) 按图 5 搭建测试拓扑，SNTP 时钟源与时间同步测试仪均同步于标准源，环境交换机透传 SNTP 报文；
- 2) 被测设备调试口配置为 SNTP 客户端，SNTP 时钟源同步后作为 SNTP 服务器通过调试口为被测设备授时；
- 3) 被测设备调试接口配置为 SNTP 服务器，用时间同步测试仪测试被测设备授时的时间准确度。

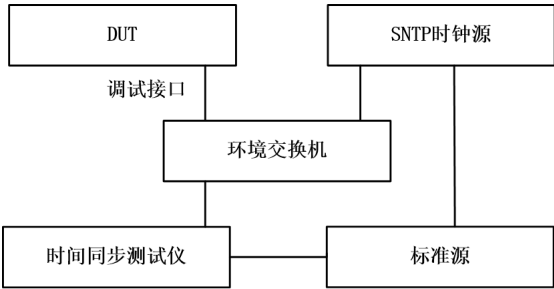


图 5 SNTP 时间同步测试连接示意图

6.3.13 交换机建模

技术要求：交换机宜支持 DL/T 860 建模，具备自描述功能，实现交换机的配置、工作状态和告警信息的上送，模型应符合 DL/T 1912-2018 智能变电站网络交换机技术规范中附录 A 的规定。

测试步骤：根据 DL/T 1912-2018 智能变电站网络交换机技术规范中附录 A 的要求查看下表所列逻辑点的信息（见附录 A）。

类别	逻辑节点	节点描述	M/O
状态类	LPHD	物理装置信息节点	M
	LLNO	公共信息逻辑节点	M
	APST	各端口统计信息逻辑节点	M
	APNE	各端口邻居信息逻辑节点	M
	GGIO	告警信息逻辑节点	M
	SFDB	转发表信息逻辑节点	O
配置类	ZRLN	流量控制信息逻辑节点	O
	ZNSR	网络风暴抑制信息逻辑节点	M
	ZPRO	优先级信息逻辑节点	M

注：“M”表示交换机需具备的逻辑节点，“O”表示可选的逻辑节点。

6.4 通信安全测试

6.4.1 错误源 MAC 地址过滤

技术要求：交换机应支持对源 MAC 地址错误帧的过滤功能。

测试步骤：

- 1) 任选交换机两个端口连接至网络测试仪的 port1、port2；
- 2) 网络测试仪 port1 向 port2 发送源 MAC 地址错误帧，观察数据帧接收情况，port2 端口应接收不到数据帧。

6.4.2 CRC 校验错误过滤

技术要求：交换机应支持对 CRC 校验错误帧的过滤功能。

测试步骤：

- 1) 任选交换机两个端口连接至网络测试仪的 port1、port2；
- 2) 网络测试仪 port1 向 port2 发送源 CRC 校验错误的数据帧，查看数据帧接收情况，port2 端口应接收不到数据帧。

6.4.3 MAC 地址冲突

技术要求：交换机应能正确处理 MAC 地址冲突，不出现死机、重启或功能丢失的现象，除冲突端口外应无数据包丢失。

测试步骤：

- 1) 任选交换机四个端口连接至网络测试仪的 port1~port4，port1、port2 设置相同的 MAC 地址；
- 2) 网络测试仪 port1 与 port3、port3 与 port4 双向发送数据流，负载为 50%；
- 3) 查看交换机工作状态及数据帧接收情况，交换机应正常工作，port4 端口数据帧无丢失。

6.4.4 MAC 地址绑定

技术要求：交换机应支持基于 MAC 地址的捆绑功能。

测试步骤：

- 1) 任选交换机两个端口连接至网络测试仪；
- 2) 网络测试仪 port1 构建并发送两条数据流，源 MAC 地址分别为 A、B，查看 port2 的接收情况，应能接收到所有的数据流；
- 3) 交换机配置与测试仪 port1 相连端口的 MAC 地址绑定功能，仅允许源 MAC 地址为 A 的数据流接入；
- 4) 查看 port2 的接收情况，应只接收到源 MAC 地址为 A 的数据流。

6.4.5 管理安全

技术要求：交换机应支持用户权限管理，至少支持管理员权限和普通用户权限，普通用户不能修改设置；具备密码管理，密码不少于 8 位，为字母、数字或特殊字

符组合而成；提供日志查阅功能，可以对交换机登录、修改设置等进行查阅。

测试步骤：通过 Web、Telnet、SNMP 等方式管理交换机，验证用户权限设置、密码管理和日志查阅功能。

6.5 网络管理测试

6.5.1 简单网络管理协议

技术要求：交换机应支持 SNMP 协议的网络管理能力。

测试步骤：通过网管软件分别采用 SNMP V1、SNMP V2、SNMP V3 版本协议对交换机进行网络管理，应能够连接交换机并进行管理；

6.5.2 MIB 库信息

技术要求：交换机的 MIB 库信息应符合南网企标《变电站自动化系统工业以太网交换机一体化运维配置技术规范》的要求。

测试步骤：根据变电站自动化系统工业以太网交换机一体化运维配置技术规范核对交换机支持的 MIB 库信息，如下表所示。

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
csgCpu	csgCpuBusy5Per	最近 5 秒钟内总的 CPU 利用率	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.1.2	INTEGER；单位：%；取值范围：{0-100}	read-only
	csgCpuBusy10Per	最近 10 秒钟内总的 CPU 利用率	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.1.3	INTEGER；单位：%；取值范围：{0-100}	read-only
	csgCpuBusy30Per	最近 30 秒钟内总的 CPU 利用率	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.1.4	INTEGER；单位：%；取值范围：{0-100}	read-only
	csgCpuBusy60Per	最近 60 秒钟内总的 CPU 利用率	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.1.5	INTEGER；单位：%；取值范围：{0-100}	read-only
csgMemory	csgTotalMemory	内存总量	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.3.1	INTEGER；单位：字节	read-only
	csgAvailableMemory	空闲内存	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.3.2	INTEGER；单位：字节	read-only
	csgMaxUtilmemory	内存最大用量	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.3.3	INTEGER；单位：%	read-only
LLDP	lldpMessageTxInterval	报文发送间隔	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.1.1	INTEGER；单位：秒；取值范围：5-32768	read-write
	lldpMessageTxHoldMultiplier	老化系数	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.1.2	INTEGER；单位：次；取值范围：2-10	read-write
	lldpRemChassisIdSubtype	邻居框 ID 子类型	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.4	INTEGER	read-only
	lldpRemChassisId	邻居框 ID	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.5	IOCTET STRING	read-only
	lldpRemPortIdSubtype	邻居端口 ID 子类型	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.6	INTEGER	read-only
	lldpRemPortId	邻居端口 ID	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.7	IOCTET STRING	read-only
	lldpRemPortDesc	邻居端口描述	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.8	IOCTET STRING	read-only
	lldpRemSysName	邻居系统名称	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.9	IOCTET STRING	read-only
	lldpRemSysDesc	邻居系统描述	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.10	IOCTET STRING	read-only
	lldpRemIpAddress	邻居系统的 IP 地址	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.1.1.4.1.1.13	IP Address	read-only

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
	csgLldpEnable	全局使能	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.2.1.1	TrueValue	read-write
	csgLldpPortIndex	端口索引	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.2.2.1.1.1		not-accessible
	csgLldpPortEnable	功能端口使能	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.57.2.2.1.1.2	TrueValue	read-write
QOS	csgQosQueueScheduler	全局调度模式	1.3.6.1.4.1.9636.1.33.1.3	INTEGER ;取值范围: sp(1) , wrp(2) (权重模式, 现默认为8:4:2:1)	read-write
	csgQosCosValue	cos 优先级	1.3.6.1.4.1.9636.1.33.1.13.1.1	INTEGER; 取值范围: 0-7	not-accessible
	csgQosCosLocalPriority	COS 到本地优先级的映射	1.3.6.1.4.1.9636.1.33.1.13.1.2	INTEGER; 取值范围 0..7	read-write
VLAN	csgdot1qMaxVlanId	最大 VLAN ID	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.1.2	Integer32	read-only
	csgdot1qMaxSupportedVlans	能够支持的最大 VLAN 个数	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.1.3	Unsigned32	read-only
	csgdot1qNumVlans	已配置的VLAN个数	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.1.4	Unsigned32	read-only
	csgdot1qVlanCurrentEgressPorts	该 VLAN 的出端口	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.2.1.4	PortList	read-only
	csgdot1qVlanCurrentUntaggedPorts	该 VLAN 的 UNTAG 端口	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.2.1.5	PortList	read-only
	csgdot1qVlanStatus	VLAN 状态	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.2.1.6	INTEGER ;取值范围: other (1), permanent (2)	read-only
	csgdot1qVlanStaticName	VLAN 名称	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.3.1.1	SnmpAdminString	read-create
	csgdot1qVlanStaticEgressPorts	VLAN 出端口列表	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.3.1.2	PortList	read-create
	csgdot1qVlanStaticUntaggedPorts	UNTAG 出端口列表	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.3.1.4	PortList	read-create
	csgdot1qVlanStaticRowStatus	VLAN 行状态	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.3.1.5	RowStatus	read-create
	csgdot1qPvid	PVID	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.43.2.4.5.1.1	VlanIndex	read-write
端口管理	csgPortIndex	物理端口索引	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.4.1.1.1	INTEGER	not-accessible
	csgPortDesc	物理端口描述	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.4.1.1.2	SYNTAX OCTET STRING	read-only
	csgPortAdminStatus	端口管理状态	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.4.1.1.5	INTEGER; 取值范围: up (1), down (2)	read-write
	csgPortOperStatus	端口操作状态	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.4.1.1.6	INTEGER; 取值范围: up (1), down (2)	read-only
	csgPortDuplexSpeed	双工操作状态	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.4.1.1.7	INTEGER ;取值范围: autonegotiate (1), half-10 (2), full-10 (3), half-100 (4), full-100 (5), half-1000 (6),	read-write

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
				full-1000(7)	
端口镜像	csgPortMirrorEnable	镜像开关	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.4.1.1	EnableVar	read-write
	csgMirrorToPort	监视端口	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.4.1.2	INTEGER	read-write
	csgIngressMirrorPorts	端口列表	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.4.1.4	PortList	read-write
	csgEgressMirrorPorts	端口列表	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.4.1.5	PortList	read-write
风暴抑制	csgStormControlBroadcastEnable	广播风暴抑制标志	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.2	EnableVar	read-write
	csgStormControlMulticastEnable	组播风暴抑制标志	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.3	EnableVar	read-write
	csgStormControlDlflEnable	DLF 风暴抑制标志	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.4	EnableVar	read-write
	csgStormControlpps	风暴抑制 pps 阈值	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.5	INTEGER; 取值范围: 1-262143	read-write
	csgStormControlbps	风暴抑制 bps 阈值	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.6	INTEGER; 取值范围: 0-1073741823	read-write
	csgStormControlUnit	支持风暴抑制方式	1.3.6.1.4.1.9636.6.1.1.3.7	INTEGER; 取值范围: pps (1), bps (2)	read-only
光模块数字诊断	csgOpticalTransceiverDDMEnable	设备数字诊断使能	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.1.2	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgOpticalTransceiverType	光模块的类型	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.1	SYNTAX INTEGER; 取值范围: unknown (1), gbic (2), ordered (3), sfp (4), xbi (5), xnpak (6), 光模块 (7), xff (8), 光模块_e (9), xpak (10), x2 (11)	read-only
	csgOpticalTransceiverConnectorType	光模块的连接器类型	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.2	SYNTAX INTEGER; 取值范围: unknown (1), sc (2), db9 (3), hssdc (4), bnc_tnc (5), fiber_coaxial_head (6), fiber_jack (7), lc (8), mt_rj (9), mu (10), sg (11), fiber_pigtail (12), mpo_parallel_optic (13), hssdcII (14), copper (15), rj45 (16)	read-only
	csgOpticalTransceiverVendorName	光模块厂商名字	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.3	OCTET STRING	read-only
	csgOpticalTransceiverVendorPN	光模块的型号	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.4	OCTET STRING	read-only

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
	csgOpticalTransceiverMediaType	光模块的介质类型	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.6	SYNTAX INTEGER; 取值范围: single_mode(1), multi_modeE50(2), multi_mode50(3), multi_mode625(4), copper(5), single_modeKm(6), multi_modeOM3(7)	read-only
	csgOpticalTransceiverTransmissionDistance	光模块的传输距离	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.7	Integer32	read-only
	csgOpticalTransceiverBRMax	光模块数据速率的最大值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.13	INTEGER	read-only
	csgOpticalTransceiverWavelength	光模块的波长	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.1.1.1.16	Integer32	read-only
	csgOpticalTransceiverParameterType	光模块监控参数类型	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.1	OpticalParameterType: 监控三个参数: 光模块温度, 光模块发射功率, 光模块接收功率	not-accessible
	csgOpticalTransceiverParameterValue	光模块监控参数值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.2	OpticalParameterValue	read-only
	csgOpticalTransceiverParamHighAlarmThresh	光模块参数的高告警门限值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.3	OpticalParameterValue	read-only
	csgOpticalTransceiverParamHighWarningThresh	光模块参数的高预警门限值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.4	OpticalParameterValue	read-only
	csgOpticalTransceiverParamLowAlarmThresh	光模块参数的低告警门限值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.5	OpticalParameterValue	read-only
	csgOpticalTransceiverParamLowWarningThresh	光模块参数的低预警门限值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.6	OpticalParameterValue	read-only
	csgOpticalTransceiverParamAlarmStatus	光模块参数的告警状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.2.1.1.7	SYNTAX INTEGER ; 取值范围: normal(1), high-alarm(2), high-warning(3), low-alarm(4), low-warning(5)	read-only
	csgOpticalTransceiverAlarmIndex	光模块告警索引	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.1	取值范围: 1-50, 总共记录 50 条历史告警信息	not-accessible
	csgOpticalTransceiverHistAlarmPortIndex	光模块监控告警端口索引	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.2	INTEGER	read-only
	csgOpticalTransceiverHistAlarmParameterType	光模块监控告警参数类型 支持三个参数类型: 光模块温度, 光模块发射功率, 光模块接收功率。	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.3	OpticalParameterType	read-only
	csgOpticalTransceiverHistAlarmParameterValue	光模块监控告警参数值	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.4	OpticalParameterValue	read-only

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
	sceiverHistAlarmParameterValue	数值	9.1.1.4	lue	
	csgOpticalTransceiverParamHistAlarmStatus	光模块参数的告警状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.5	SYNTAX INTEGER ; 取值范围: normal (1), high-alarm (2), high-warning (3), low-alarm (4), low-warning (5)	read-only
	csgOpticalTransceiverParamHistAlarmTime	光模块参数的告警发生时间	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.9.1.1.6	按照如下格式上送时标: Thu Apr 6 07:07:13 2017	read-only
	csgOpticalTransceiverHwInfoAbsStatus	光模块硬件控制信息在位状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.18.2.4.1.1.1	SYNTAX INTEGER; 取值范围: absent (1), present (2)	read-only
监控及告警	csgTemperatureValue	设备温度值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.2.1	SYNTAX INTEGER; 单位: °C	read-only
	csgTemperatureMin	设备历史最低温度值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.2.2	SYNTAX INTEGER ; 单位: °C	read-only
	csgTemperatureMax	设备历史最高温度值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.2.3	SYNTAX INTEGER; 单位: °C	read-only
	csgTemperatureThresholdLow	低温告警阈值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.2.5	SYNTAX INTEGER; 单位: °C; 取值范围: 由设备属性确定	read-write
	csgTemperatureThresholdHigh	高温告警阈值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.2.6	SYNTAX INTEGER; 单位: °C; 取值范围: 由设备属性确定	read-write
	csgVoltIndex	电电压参数列表索引	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.1	SYNTAX INTEGER	read-only
	csgVoltReference	参考电压	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.2	SYNTAX INTEGER; 单位: mV	read-only
	csgVoltValue	当前电压值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.3	SYNTAX INTEGER; 单位: mV	read-only
	csgVoltMin	历史最低电压值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.4	SYNTAX INTEGER; 单位: mV	read-only
	csgVoltMax	历史最高电压值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.5	SYNTAX INTEGER; 单位: mV	read-only
	csgVoltThresholdLow	低压告警阈值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.7	SYNTAX INTEGER; 单位: mV 取值范围: 由设备属性确定	read-write
	csgVoltThresholdHigh	高压告警阈值	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.3.1.1.8	SYNTAX INTEGER; 单位: mV 取值范围: 由设备属性确定	read-write
	csgAlarmInformationTrap	告警信息 trap	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.1.1		
	csgAlarmCurtIndex	告警信息当前表索引	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.8.1.1.1	SYNTAX INTEGER	not-accessible
	csgAlarmCurtSource	告警信息源	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.8.1.1.2	SYNTAX INTEGER	read-only
	csgAlarmCurtDescribe	告警信息描述	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.8.1.1.3	OCTET STRING	read-only

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
	csgAlarmCurtTimestamp	告警信息时间	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.8.1.1.4	OCTET STRING	read-only
	csgAlarmCurtType	告警信息类型	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.8.1.1.5	告警信息类型定义： dev-power-down(0), power-abnormal(1), high-temperature(2), low-temperature(3), high-volt(4), low-volt(5), link-down(6)	read-only
	csgAlarmTrapEnable	告警信息 Trap 使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.2.1	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmSyslogEnable	告警信息 syslog 使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.2.2	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmClear	清除所有告警信息	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.2.3	TruthValue (1: True 表示执行清除动作) (2: false 表示不执行清除动作)	read-write
	csgAlarmPowerTrapEnable	电源掉电告警 Trap 使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.3.1	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmPowerRelayEnable	电源掉电告警继电器输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.3.2	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmPowerSyslogEnable	电源掉电告警系统日志输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.3.3	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmPowerStatus	电源告警状态（单路双路均可实现）	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.3.6	SYNTAX INTEGER; 取值范围： dualpoweron(1), dualpoweroff(2), powerloff(3), power2off(4)	read-only
	csgAlarmTemperatureTrapEnable	温度告警信息 trap 输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.4.1	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmTemperatureRelayEnable	温度告警继电器输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.4.2	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmTemperatureSyslogEnable	温度告警系统日志输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.4.3	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmVoltageTrapEnable	电压告警信息 trap 输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.5.1	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmVoltageRelayEnable	电压告警继电器输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.5.2	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmVoltageSyslogEnable	电压告警系统日志输出使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.5.3	SYNTAX EnableVar	read-write
	csgAlarmPortIndex	告警端口表索引	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.6.1.1.1	SYNTAX INTEGER	not-accessible
	csgAlarmPortSyslogEvList	系统日志输出的端口告警事件列表	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.6.1.1.2	SYNTAX BITS	read-write
	csgAlarmPortNotifiesEvList	Trap 输出的端口告警事件列表	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.6.1.1.3	SYNTAX BITS	read-write
	RaisecomAlarmPortRelayEvList	继电器输出的端口告警事件列表	1.3.6.1.4.1.9636.1.1.4.7.6.1.1.4	SYNTAX BITS	read-write
组播	csgMulticastFilterEnable	未知组播报文过滤使能状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.1.1	EnableVar	read-write
	csgL2Multicast	硬件支持的二层组	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.	INTEGER	read-only

项目	MIB 节点	中文名称	OID	取值范围或格式定义	节点权限
	MaxGroupNum	播表的组播组的最大个数	2.1		
	csgL2MulticastCurrentGroupNum	当前二层组播表的组播组的个数	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.2	INTEGER	read-only
	csgL2MulticastMVlan	组播 vlan	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.3.1.1	INTEGER; 取值范围: 1..4094	not-accessible
	csgL2MulticastAddress	组播 mac 地址	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.3.1.2	MacAddress	not-accessible
	csgL2MulticastEgressPortlist	指定组播报文的出端口号	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.3.1.3	Portlist 缺省为全 0	read-only
	csgL2MulticastStaticPortlist	指定组播报文的静态出端口号	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.3.1.4	Portlist 缺省为全 0	read-create
	csgL2MulticastRowStatus	二层组播地址表的行状态	1.3.6.1.4.1.9636.1.27.2.2.3.1.5	RowStatus	read-create

6.5.3 网络拓扑发现

技术要求: 具备网络拓扑发现功能。

测试步骤:

- 1) 通过网管软件管理多台相互连接的交换机;
- 2) 检查网络拓扑发现功能。

6.5.4 运行状态信息上传

技术要求: 交换机应支持 SNMP 协议的 trap 功能实现运行状态信息的上传, 如端口掉线、电源失电、网络流量异常等。

测试步骤:

- 1) 网管软件连接交换机, 配置交换机 trap 功能;
- 2) 制造交换机端口掉线、电源失电等异常情况;
- 3) 网络测试仪向被测设备发送 1Mbit/s 已知单播流量 1 分钟, 将流量速率突增至 100Mbit/s 并维持 10 秒, 然后再将流量恢复至 1Mbit/s;
- 4) 检查交换机的 trap 信息以及网管接收到的状态信息。

6.5.5 Web 网管

技术要求: 应支持 Web 页面配置, 配置范围应包括 VLAN、优先级、网络风暴抑制、链路聚合、端口镜像、组播配置、生成树协议配置等, 配置文件可导出保存。

测试步骤:

- 1) 检查交换机 WEB 网管的配置范围是否涵盖 VLAN、优先级、网络风暴抑制、链路聚合、端口镜像、组播配置、生成树协议配置等;
- 2) 导出交换机配置文件, 更改交换机配置, 导入保存的配置文件, 检查交换机配置是否与配置文件一致。

6.5.6 日志功能

技术要求: 交换机应支持日志功能。

测试步骤: 通过网管软件检查交换机的日志功能, 包括用户行为、配置改变等。

6.6 光接口特性测试

6.6.1 工作波长

技术要求：多模：百兆：1270nm-1380nm；千兆：770nm-860nm；
单模：百兆：仅供参考；千兆：1270nm-1355nm。

测试步骤：

- 1) 分别将被测设备不同类型的光接口接入光谱分析仪；
- 2) 光谱分析仪分别设置适当的幅度及波长分辨率，使得光接口输出信号的频谱显示于屏幕中央；
- 3) 光谱分析仪设置中心波长测量选项，记录实测的光接口的中心波长。

6.6.2 光功率

技术要求：多模：百兆：-14dBm~-20dBm；千兆：-9.5dBm~0dBm；
单模：百兆：仅供参考；千兆：-11.5dBm~-3.0dBm。

测试步骤：

- 1) 分别将被测设备不同类型的光接口接入光功率计进行测试；
- 2) 光功率计分别设置对应波长的测试窗，在光功率计上直接读出光接口的输出功率。

6.6.3 接收灵敏度测试

技术要求：多模：百兆： $\leq -25\text{dBm}$ ；千兆： $\leq -17\text{dBm}$ ；
单模：百兆：仅供参考；千兆： $\leq -19\text{dBm}$ 。

测试步骤：

- 1) 按图 6 连接测试拓扑；
- 2) 被测设备光接口的接收端通过光衰减器接至网络性能测试仪，光衰减器初始值设置在最小位置；
- 3) 网络性能测试仪两个端口连续互相发送数据，数据发送过程中缓慢增大光衰减器的衰减值，观察测试仪两个端口数据的接收情况，直到开始出现丢包时为止；
- 4) 将光衰减器与被测设备光接口接收端连接的光纤取下，接入光功率计，测出此时的光功率即为光接口的接收灵敏度。

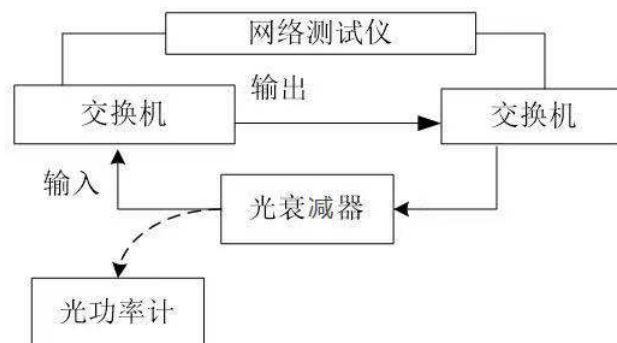


图 6 光口接收灵敏度测试拓扑

6.7 结构

6.7.1 出线方式

技术要求：以太网交换机应采用后出线方式。

测试步骤：检查出线方式。

6.7.2 散热方式

技术要求：散热方式为自然散热、无风扇。

测试步骤：检查散热方式。

6.7.3 指示灯

技术要求：交换机应在前后面板设置指示灯，前面板应具有电源指示灯、告警指示灯和以太网接口状态指示灯，后面应具有以太网接口指示灯。

测试步骤：检查交换机前、后面板的指示灯及标识。

6.7.4 外壳防护

技术要求：以太网交换机外壳防护等级不低于 GB/T 4208-2008 规定的 IP30；

测试步骤：用直径 2.5mm 试棒进行测试，应不能进入外壳。

6.7.5 告警节点

技术要求：当电源断电或故障时应能够提供硬接点输出。

测试步骤：

- 1) 交换机电源未上电状态下，用万用表检查告警硬接点状态；
- 2) 交换机电源上电，用万用表检查告警硬接点状态，应发生变化。

6.7.6 双电源热备份

技术要求：交换机应支持冗余电源，在电源切换过程中数据端口应不产生数据丢失。

测试步骤：

- 1) 交换机通过双电源供电；
- 2) 电源 1 断电，测试端口 100%负载率，应无丢包，用万用表检查，应无反送电；
- 3) 电源 1 恢复，电源 2 断电，测试端口 100%负载率，应无丢包，用万用表检查，应无反送电。

6.8 电源影响测试

6.8.1 直流电源影响

技术要求：直流供电电压 220V/110V，允许波动-20%~+20%，电源电压在允许范围内变化应对交换机性能无影响。

测试步骤：通过可调直流电压源为交换机供电，在-20%~+20%范围内变化供电电压，测

试端口 100%负载率应无丢包。

6.8.2 交流电源影响

技术要求：交流供电电压 220V/110V，允许波动-20%~+20%，电源电压在允许范围内变化应对交换机性能无影响。

测试步骤：通过可调交流电压源为交换机供电，在-20%~+20%范围内变化供电电压，测试端口 100%负载率应无丢包。

6.9 功率消耗测试

技术要求：交换机满载时整机功耗宜不大于 $(10+1 \times \text{电接口数量}+2 \times \text{光接口数量}) \text{ W}$ 。

测试步骤：在交换机供电回路中串入一个高精度电流表，利用伏安法测量交换机满负荷工作下的整机功耗。

6.10 温度影响试验

6.10.1 低温影响

技术要求：交换机在-40℃环境下应能正常工作，存储转发速率应能达到 100%。

测试步骤：交换机在不通电状态下放入环境试验箱中央，在温度偏差不大于±2℃条件下以不超过 1℃/min 的变化率降温，待温度降低至-40℃后保持 2h，交换机上电应能正常工作，再使设备连续通电 16h，测试过程中数据交换性能不降低，不重启、100%负载流量时不丢包、指示灯工作正常。

6.10.2 高温影响

技术要求：交换机在 70℃环境下应能正常工作，存储转发速率应能达到 100%。

测试步骤：交换机在通电状态下放入环境试验箱中央，在温度偏差不大于±2℃条件下以不超过 1℃/min 的变化率升温，待温度升高至 70℃后保持 16h，测试过程中数据交换性能不降低，不重启、100%负载流量时不丢包、指示灯工作正常。

6.11 低气压试验

技术要求：交换机在 70kPa 环境下应能正常工作，存储转发速率应能达到 100%。

测试步骤：以不超过 1kPa/min 变化率降低气压，待气压达到规定值后，开始计时，并连续运行 16h 后进行测试，测试过程中数据交换性能不降低，不重启、100%负载流量时不丢包、指示灯工作正常。

6.12 绝缘性能测试

6.12.1 绝缘电阻

技术要求：各导电回路与地之间，以及无电气连接各导电回路之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ 。

测试步骤：

- 1) 绝缘电阻的测量应在以下部位进行：
每个电路与外露导电部位之间（每个独立电路的端子连接在一起）；
每个独立电路之间（每个独立电路的端子连接在一起）；
- 2) 当具有相同绝缘电压的电路对外露导电部位测量时，这些电路可以连接在一起；
- 3) 测量电压应直接施加于端子；应施加 $500 \times (1 \pm 10\%) \text{V}$ 的直流电压并达到稳定值至少 5s 后测量直流电阻。

6.12.2 介质强度

技术要求：各导电电路对地之间，以及无电气连接的各导电电路之间，应能承受有效值 2kV （额定绝缘电压 $>60\text{V}$ ）或有效值 500V （额定绝缘电压 $\leq 60\text{V}$ ）的交流工频试验电压，历时 1min 的工频耐压试验而无击穿、闪络及元器件损坏现象。

测试步骤：

- 1) 试验应施加于：
每个电路与外露导电部分之间，每个独立的电路端子连接在一起；
各独立电路之间，各个独立电路的端子连接在一起；
- 2) 试验电压频率应为 50Hz 的正弦波，也可采用直流电压，直流电压为交流额定电压的 1.4 倍；
- 3) 将电压施加于被测回路，从初始值均匀上升至被测回路并保持 1min，然后尽快平降至零，在试验过程中，不应出现击穿或闪络。

6.12.3 冲击电压

技术要求：装置各导电电路与地之间，以及无电气联系的各导电电路之间，应能承受标准雷电波的短时冲击电压试验。当额定绝缘电压 $\leq 60\text{V}$ 时，开路试验电压为 1kV ；当额定绝缘电压 $>60\text{V}$ 时，开路试验电压为 5kV 。试验后，装置的性能应符合规定。

测试步骤：

- 1) 除施加冲击电压的回路外，其他电路和外露导电部分应连接在一起并接地；
- 2) 检验电气间隙的试验时，每个极性至少施加 3 个脉冲，每个脉冲间隔至少 1s；

3) 除非有特殊规定外, 冲击电压应在下列部位进行:

在每个电路(或规定的冲击电压相同的每组电路)与外露导电部件之间; 对该电路(或该组电路)施加规定的冲击电压;

在独立电路之间, 每个独立电路的端子连接在一起。

6.13 恒定湿热

技术要求: 试验温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, 湿度 $(93 \pm 3)\% \text{RH}$, 试验持续时间 2 天。试验结束前 1h 进行绝缘电阻试验, 绝缘电阻应不小于 $1.5\text{M}\Omega$ 。

测试步骤: 按 GB/T 2423.3-2006 中第 7 章的规定进行恒定湿热的试验, 试验温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, 湿度 $(93 \pm 3)\% \text{RH}$, 试验持续时间 2 天。在试验结束前 1h 进行绝缘电阻试验, 绝缘电阻应不小于 $1.5\text{M}\Omega$ 。

6.14 机械性能测试

6.14.1 振动

技术要求: 交换机进行振动耐久试验, 试验后交换机应无损伤或变形, 能正常工作, 性能指标不受影响。

测试步骤: 按 GB/T 2423.10 规定的方法进行扫频耐久试验, 试验参数如下:

频率范围: $2\text{Hz} \sim 9\text{Hz}$, 位移幅值: 7mm ;

频率范围: $9\text{Hz} \sim 200\text{Hz}$, 加速度幅值: 20.0m/s^2 ;

频率范围: $200\text{Hz} \sim 500\text{Hz}$, 加速度幅值: 15.0m/s^2 ;

每一次扫频循环时间: 6min ;

每一轴线方向的扫频循环数: 10 次;

三个互相垂直方向的轴线试验持续时间: 180min 。

试验结束后, 被测设备应无损伤或变形, 能正常工作, 测试端口存储转发速率应达到 100%。

6.14.2 冲击

技术要求: 交换机进行冲击试验, 试验后交换机应无损伤或变形, 能正常工作, 性能指标不受影响。

测试步骤: 按 GB/T 2423.5 规定的方法进行冲击试验, 试验参数如下:

半正弦脉冲持续时间: 11ms ;

峰值加速度: 300m/s^2 ;

对被测设备三个垂直方向的每一个方向连续时间三次冲击, 共 18 次。

试验结束后, 被测设备应无损伤或变形, 能正常工作, 测试端口存储转发速

率应达到 100%。

6.14.3 跌落

技术要求：交换机进行自由跌落试验，试验后交换机应无损伤或变形，能正常工作，性能指标不受影响。

测试步骤：按 GB/T 2423.7 规定的方法进行自由跌落试验，试验参数如下：

跌落高度：0.25m；

按照规定的姿态跌落 2 次。

试验结束后，被测设备应无损伤或变形，能正常工作，测试端口存储转发速率应达到 100%。

6.15 电磁兼容测试

试验按照 GB/T 17626 规定的方法进行，测试部位参照表 2，试验过程中施加网络负荷不小于端口转发速率，干扰过程中设备性能应无下降，不丢包、不重启、指示灯工作正常。

表 2 交换机电磁兼容测试项目及部位

试验项目	参考标准	测试部位			
		电源	外壳	以太网电接口	告警
静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	—	●	—	—
射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	—	●	—	—
电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	●	—	●	●
浪涌（冲击）抗扰度	GB/T 17626.5	●	—	—	●
射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6	●	—	●	●
工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	—	●	—	—
阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626.10	—	●	—	—
阻尼振荡波抗扰度	GB/T 17626.18	●	—	—	—
0Hz~150Hz 共模传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.16	●	—	—	—
直流电源暂时中断抗扰度	GB/T 17626.29	●	—	—	—
交流电源暂降和短时中断抗扰度	GB/T 17626.11	●	—	—	—
辐射骚扰限值	GB/T 9254	—	●	—	—
注：“●”表示适用；“—”表示不适用。					

电磁兼容中被试设备接线图：

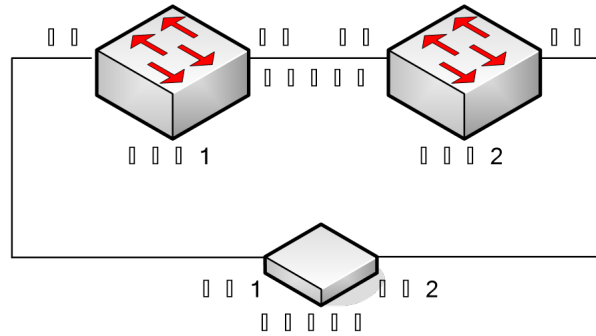


图7 电磁兼容测试设备连接图

6.15.1 静电放电抗扰度

技术要求：达到4级要求，干扰过程中设备性能应无下降，100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤：

- 1) 按图7接好试验电路。按GB/T 17626.2的规定和方法，进行静电放电试验，查看设备工作情况；
- 2) 干扰过程中测试丢包率，记录丢包率；
- 3) 干扰结束后测试丢包率，记录丢包率。

6.15.2 射频电磁场辐射抗扰度

技术要求：达到3级要求，干扰过程中设备性能应无下降，100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤：

- 1) 按图7接好试验电路。按GB/T 17626.3的规定和方法，进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，试验频率80MHz-1GHz，查看设备工作情况；
- 2) 干扰过程中测试丢包率，记录丢包率；
- 3) 干扰结束后测试丢包率，记录丢包率。

6.15.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

技术要求：达到4级要求，干扰过程中设备性能应无下降，100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤：

- 1) 按图7接好试验电路。按GB/T 17626.4的规定和方法，进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，重复频率为5kHz，查看设备工作情况；
- 2) 干扰过程中测试丢包率，记录丢包率；

- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.4 浪涌（冲击）抗扰度

技术要求: 达到 4 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626.5 的规定和方法, 进行浪涌抗扰度试验, 查看设备工作情况;
- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

技术要求: 达到 3 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626.6 的规定和方法, 进行射频场感应的传导骚扰抗扰度试验, 查看设备工作情况;
- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.6 工频磁场抗扰度

技术要求: 达到 5 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626.8 的规定和方法, 进行工频磁场抗扰度试验, 查看设备工作情况;
- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.7 阻尼振荡磁场抗扰度

技术要求: 达到 5 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626.10 的规定和方法, 进行阻尼振荡磁场抗扰度试验, 查看设备工作情况;

- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.8 阻尼振荡波抗扰度

技术要求: 达到 3 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626. 18 的规定和方法, 进行慢速阻尼振荡波抗扰度试验, 查看设备工作情况;
- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.9 0~150Hz 共模传导骚扰抗扰度

技术要求: 达到 3 级要求, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626. 16 的规定和方法, 进行 0~150Hz 共模传导骚扰抗扰度试验, 查看设备工作情况;
- 2) 干扰过程中测试丢包率, 记录丢包率;
- 3) 干扰结束后测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.10 直流电源突降和中断抗扰度

技术要求: 直流电源: 0% /100ms, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常。

测试步骤:

- 1) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626. 29 的规定和方法, 控制电压跌落及短时中断, 查看设备工作情况;
- 2) 试验过程中测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.11 交流电源暂降和短时中断抗扰度

技术要求: 交流电源暂降: 80%持续 250 周期, 70%持续 25 周期, 40%持续 10 周期, 0%持续 1 周期, 干扰过程中设备性能应无下降, 100%负载不丢包、不重启、指示灯工作正常; 交流电源短时中断: 0%, 250 周期, 干扰结束后设备应能正常工作, 性能无下降, 100%负载不丢包。

测试步骤:

- 3) 按图 7 接好试验电路。按 GB/T 17626.11 的规定和方法, 控制电压暂降及短时中断, 查看设备工作情况;
- 4) 试验过程中测试丢包率, 记录丢包率。

6.15.12 辐射骚扰限值

技术要求: 交换机辐射骚扰限值应满足 A 级要求。

测试步骤: 按 GB/T 9254 规定进行试验, 试验过程中施加网络负荷应不小于端口转发速率, 被测设备在 10m 测量距离处辐射骚扰限值应符合 A 级 ITE 的要求。

6.16 DL/T 860 通信协议测试

6.16.1 文档检查

技术要求: 交换机应按 IEC 61850 标准建模, 设备供货供应商应提供 ICD 文件, 完整的装置说明文档, 包括模型一致性说明文档、协议一致性说明文档、协议补充信息说明文档等。

测试步骤:

- 1) 检查制造商提供的 PICS, MICS, PIXIT 和 TICS 文件与 DUT 的硬件或软件版本相符: a) PICS; b) MICS; c) PIXIT; d) TICS; e) 硬件或软件版本相符;
- 2) 检查 MICS 是否描述了非标准的逻辑节点、数据对象、数据属性和枚举类语义;
- 3) 检查制造商提供的 PIXIT 文档中包含的条目项来源于 PIXIT 模版。

6.16.2 ICD 文件检查

技术要求: 应符合 DL/T 860.6 附录中 Schema 校验规则的 SCL 语法格式, 数据类型模板满足 DL/T 860.73、DL/T 860.74 的定义。

测试步骤:

- 1) 检查 ICD 模型文件是否与 SCL 文件类型定义(schema version 1.7)一致 (DL/T 860.6);
- 2) 检查每个 LN 的强制数据对象都存在;
- 3) 检查每个 LN 的存在条件为 TRUE 的有条件存在数据对象是否存在;
- 4) 检查每个 LN 的存在条件为 False 的有条件存在数据对象是否存在;
- 5) 检查数据模型应按照 SCSM 相关的命名长度和对象扩展原则进行映射;
- 6) 检查数据模型是否按照 SCSM 相关的功能组件进行组织;
- 7) 检查数据模型是否按照 SCSM 相关的控制块和日志命名原则进行映射;
- 8) 检查每个 LN 的所有数据对象的数据类型 (参照 DL/T 860.73, DL/T 860.74);
- 9) 检查装置的数据属性值在规定范围内 (可在一致性测试中连续检查);

- 10) 检查制造商的数据模型扩展是否按照 DL/T 860.74 附录 A 的扩展原则实施（如果进行了扩展）；
- 11) 检查数据对象类型的数据属性是否按照 DL/T 860.73 排序；
- 12) 检查逻辑节点类型的数据对象是否按照 DL/T 860.74 排序；
- 13) 检查数据模型中采用 61850 第一版标准的装置正确实现第二版标准规定的数据模型。

6.16.3 基本功能检查

技术要求：应支持 DL/T 860 的网络关联服务、数据读写服务、报告服务、文件服务，可采用 MMS 或 GOOSE 通信机制，应符合附录 A 的 DL/T 860 模型要求；交换机宜支持 DL/T 860 建模，具备自描述功能，采用 DL/T 860 规定的通信服务机制通信，实现交换机配置、工作状态和告警信息的上送。

测试步骤：

- 1) 检查装置支持的通信规约类型为 61850 规约。
- 2) 检查装置各应用数据上送对应的通信服务：
 - a) 测量值（非缓存报告服务）；
 - b) 开关量（缓存报告服务）；
 - c) 设备参数（数据集）；
 - d) 装置硬件信息、装置软件版本信息(读服务)；

备注：VLAN MAC 地址限制不做强制要求，模型中 VLAN 配置最少为 128 个，静态组播配置最少为 256 个。

6.16.4 关联服务检查

技术要求：a) 使用 Associate（关联）、Abort（异常中止）和 Release（释放）服务；
b) 至少支持与 4 个客户端同时建立连接；
c) 当服务器与客户端的通讯意外中断时，服务器通讯故障的检出时间不大于 1 分钟；
d) 客户端应能检测服务器端应用层是否正常运行，如果通讯故障客户端检出时间不大于 1 分钟；
e) 各个客户端使用的报告实例号使用预先分配的方式。

测试步骤：

- 1) 建立（Associate）和释放关联（Release）250 次，应全部成功；
- 2) 建立（Associate）和异常中止关联（Abort）250 次，应全部成功；
- 3) 验证被测装置最大支持的 MMS PDUSIZE，应不小于 64000 字节(PIXIT As7)；
- 4) 检查客户端使用错误的关联参数请求时，被测装置应拒绝关联（DL/T 860.72 中的 7.4，PIXIT As5）；

- 5) 装置最大关联客户端数量 ≥ 16 个(PIXIT As1); 在装置同时与最多数量的客户端成功建立应用关联时, 当至少一个客户端异常终止应用关联后, 装置能再次接受客户端建立应用关联的时间不应超过 1 分钟;
- 6) 被测装置检测链路中断的时间 ≤ 1 分钟(PIXIT As3);
- 7) 检查装置掉电重启时间应与 PIXIT As8 描述一致;
- 8) 检查 ICD 模型文件中报告控制块<ReportControl/>元素下<RptEnabled/>元素的 max 属性值与在线获取被测装置动态模型中对应报告控制块的实例化个数应相同。

6.16.5 读写服务检查

- 技术要求:
- a) 使用 GetServerDirectory(读服务器目录)、GetLogicalDeviceDirectory(读逻辑设备目录)、GetLogicalNodeDirectory(读逻辑节点目录)、GetDataDirectory(读数据目录)、GetDataDefinition(读数据定义)、GetDataValues(读数据值)、SetDataValues(设置数据值)、GetDataSetDirectory(读数据集目录)和 GetDataSetValues(读数据集值)服务;
 - b) 所有数据和控制块都应支持 GetDataDirectory(读数据目录)、GetDataDefinition(读数据定义)和 GetDataValues(读数据值)服务;
 - c) 只允许可操作数据 SetDataValues(设置数据值), 可操作数据包括控制块、遥控、修改定值、取代数据等。

测试步骤:

- 1) 客户端下发 GetServerDirectory (LOGICAL-DEVICE) 请求并检查被测装置响应 (DL/T 860.72 的 6.2.2);
- 2) 对 GetServerDirectory (LOGICAL-DEVICE) 响应的每一个 LD 下发 GetLogicalDeviceDirectory 请求并检查被测装置响应 (DL/T 860.72 的 8.2.1);
- 3) 对 GetLogicalDeviceDirectory 响应的每一个 LN 下发 GetLogicalNodeDirectory (DATA) 请求并检查被测装置响应 (DL/T 860.72 的 9.2.2);
- 4) 对 GetLogicalNodeDirectory (DATA) 的响应的每一个 DO 下发
 - a) GetDataDirectory 请求并检查响应 (DL/T 860.72 的 10.4.4)
 - b) GetDataDefinition 请求并检查响应 (DL/T 860.72 的 10.4.5)
 - c) GetDataValues 请求检查响应 (DL/T 860.72 的 10.4.2)
- 5) 客户端下发一个 GetDataValues 请求, 读取最大数目的数据对象值, 并读取不同结构复杂程度的数据值, 检查被测装置响应;
- 6) 对 GetLogicalDeviceDirectory 响应的每一个 LN 下发 GetLogicalNodeDirectory (DATA-SET) 请求, 检查被测装置响应;

- 7) 对 GetLogicalNodeDirectory (DATA-SET) 响应的每一个 DataSet, 发送请求 GetDataSetValues 和 GetDataSetDirectory 请求(DL/T 860.72 的 11.3.2、DL/T 860.72 的 11.3.6), 检查被测装置响应;
- 8) 验证 GetDataValues 数据集成员的值与 GetDataSetValues 获得的值应一致;
- 9) 客户端对每个可写 DATA 对象下发 SetDataValues 请求, 检查被测装置响应并验证写入值 (DL/T 860.72 的 10.4.2)
- 10) 客户端下发一个 SetDataValues 请求, 写入最大数目对象的数据值, 检查被测装置响应并验证写入值;
- 11) 对每个功能约束 FC 请求 GetAllDataValues, 并检查被测装置响应(DL/T 860.72 的 9.2.3)
- 12) 评估选择的模拟量测量值的语义 (电压/电流):
 - a) 检查模拟量值 (正确性检查, 不检查精度)
 - b) 检查品质位 (强制模拟特定品质位的情况)
 - c) 检查 (UTC) 时标值和品质 (正确性检查, 不检查精度)
 - d) 检查比例、量程和单位, 改变设置并确认结果
 - e) 检查死区值, 改变死区值并确认结果
 - f) 检查极限指示
- 13) 评估选择的状态量的语义:
 - a) 检查状态值
 - b) 检查品质位, 强制模拟特定的品质位情况
 - c) 检查 (UTC) 时标值和品质 (正确性检查, 不检查精度)
- 14) 下发带有错误参数 (对象未知, 名称用例不匹配, 逻辑设备错误或逻辑节点错误) 的下列数据服务请求, 检查被测装置服务差错响应的错误类型为 “object-non-existent”:
 - a) ServerDirectory (LOGICAL-DEVICE) (DL/T 860.72 的 6.2.3)
 - b) GetLogicalDeviceDirectory (DL/T 860.72 的 8.2.1)
 - c) GetLogicalNodeDirectory (DATA) (DL/T 860.72 的 9.2.2)
 - d) GetAllDataValues (DL/T 860.72 的 9.2.3)
 - e) GetDataValues (DL/T 860.72 的 10.4.2)
 - f) SetDataValues (DL/T 860.72 的 10.4.3)
 - g) GetDataDirectory (DL/T 860.72 的 10.4.4)
 - h) GetDataDefinition (DL/T 860.72 的 10.4.5)
 - i) GetDataSetValues (DL/T 860.72 的 11.3.2)
 - j) GetDataSetDirectory (或回复差错类型为 “object-undefined”) (DL/T 860.72 的 11.3.6)
- 15) 下发 SetDataValues 请求写入超出数值范围的 ENUMERATED 枚举值, 检查被测装置服务差错响应的错误类型为 “object-value-invalid” (DL/T 860.72 的 10.4.2);

- 16) 下发 SetDataValues 请求写入不匹配数据类型（假如 int-float）的数据，检查被测装置服务差错响应的错误类型为“type-inconsistent”（DL/T 860.72 的 10.4.2）；
- 17) 下发 SetDataValues 请求写只读数据，检查被测装置服务差错响应的错误类型为“object-access-denied”（DL/T 860.72 的 10.4.）。)

6.16.6 报告服务检查

技术要求：a) 使用 Report（报告）、GetBRCBValues（读缓存报告控制块值）、SetBRCBValues（设置缓存报告控制块值）、GetURCBValues（读非缓存报告控制块值）、SetURCBValues（设置非缓存报告控制块值）服务；

b) 支持 IntgPd 和 GI；

c) 支持客户端在线设置 OptFlds 和 TrgOps；

d) BRCB 和 URCB 均采用多个实例可视方式，报告实例数应不小于 12；

e) ICD 文件中 rptID 赋值应为“LdName/LNReference\$FC\$cbName”，例如：“PROT/LLN0\$BR\$brcbRelayDin”。实际通信时，客户端将 rptID 属性写为空（长度为 0 的字符串）时，装置应自动将其改为报告控制块路径。

测试步骤：

- 1) 客户端下发 GetLogicalNodeDirectory（URCB/BRCB）请求，被测装置应能正确响应；对每个响应的报告控制块下发 GetURCBValues/GetBRCBValues 请求读取属性值，报告控制块初始化触发选项值中总召位应为 1；
- 2) 检查报告控制块按照 PIXIT 描述支持的触发条件正确上送报告，
 - a) 配置和使能 URCB/BRCB 具有全部有用的可选域：sequence-number，report-time-stamp,reason-for-inclusion,data-set-name,data-reference，（buffer-overflow，entryID 仅对 BRCB）（TISSUE #453 Subclause 1.2.3.2.2.1），并检查报告按照以下触发条件被传送：
 - 完整性周期
 - 数据更新（dupd）
 - 完整性周期和数据更新
 - 数据变化（dchg）
 - 数据和品质变化
 - 带有完整性周期的数据和品质变化
 - b) 检查报告中 ReasonCode 应与实际触发条件一致；
 - c) 检查当多个触发条件同时满足时只产生一个报告（（TISSUE #453 Subclause 1.2.3.2.3.2））；
 - d) 检查当 RptEna 设置为 True 时才发送报告（TISSUE #453 Subclause 1.2.2.5），停止使能报告时，不传送报告；
3. 配置报告控制块包含所有可选域的组合：sequence-number，report-time-stamp,reason-for-inclusion,data-set-name,data-reference，（buffer-overflow，和/或 entryID 仅对 BRCB）（TISSUE #453 Subclause 1.2.3.2.2.1），检查报告控制块上送的报告应包含配置的可选域；

- 4) 设置报告控制块的 GI 属性启动总召唤过程, 报告控制块将发送包含所有数据集成员的当前数据值报告。总召唤启动以后, GI 属性复位为 False;
- 5) 检查如果报告太长不能在一个报文中传送, 报告控制块可将报告分成几个子报告上送, 发生分段的报告应包含相同的 SqNum 值、report time stamp 值和 EntryID 值, SubSqNum 应从 0 开始并递增, 除了最后一个发送的分段报告中 MoreSegmentsFollow=FALSE 外, 之前发送的分段报告中 MoreSegmentsFollow=TRUE;
- 6) 检查被测装置重启后, ConfRev 值应返回到当地初始配置或是保留为重启之前的值 (PIXIT Rp12);
- 7) 检查报告控制块能够发送带有数据对象/数据属性的报告 (PIXIT Rp9);
- 8) 检查报告控制块引用 DATA-SET 同一元素 (成员) 在 bufTm 时间内发生第二个内部提示, 服务器将:
 - a) 对于状态信息, 如同 BufTm 已经到一样, 立即传输报告, 以值 BufTm 重新启动定时器, 处理第二个提示;
 - b) 对于模拟信息, 如同 BufTm 已经到一样, 立即传输报告, 以值 BufTm 重新启动定时器, 处理第二个提示, 或用新值代替挂起报告中的当前值 (PIXIT Rp4);
- 9) 检查报告控制块可在完整性报告前先上送 bufTm 时间内缓存的所有事件报告;
- 10) 检查报告控制块可在收到总召唤请求时先上送 bufTm 时间内缓存的所有事件报告再上送总召报告;
- 11) 检查被测装置支持发送数据集中包含不同层级数据结构成员 (TISSUE #453 Subclause 1.2.2);
- 12) 检查 BRCB 下列行为满足 (TISSUE #453 的 1.2.2 图 24) 定义状态机的要求:
 - a) 被测装置与客户端通信连接断开后所有的事件均被缓存, BRCB 处于未使能状态、不向外发送报告, BRCB 属性 EntryID 值与通信中断前上送报告中的 EntryID 不相同;
 - b) 被测装置对客户端下发 SetBRCBValues 服务写入 EntryID 值的响应类型分两种: 当写入 EntryID 值在报告队列中存在时回复肯定响应, 当写入 EntryID 值在报告队列中不存在时回复差错响应, 错误类型为 “object-value-invalid”;
 - c) 被测装置对客户端写入 EntryID 值回复肯定响应的前提下使能 BRCB, BRCB 应按照事件发生的正确时间顺序上送写入 EntrID 值事件后的所有事件报告 (TISSUE #453 Subclause 1.2.1, TISSUE #453 Subclause 1.2.2.5);
 - d) 若 BRCB 在重新使能前先进清除缓存队列, 则通信连接断开过程中产生的事件在 BRCB 在使能后不上送 (TISSUE #453 Subclause 1.2.2.14);
 - e) 检查通信连接断开过程中产生大量的数据变化直至缓存队列溢出 (PIXIT Rp7), 则 BRCB 在使能后按照正确的时间顺序上送事件报告, 但只有上送的第一个报告中 buffer-overflow=True (TISSUE #453 Subclause 1.2.3.2.2.8);
- 13) 检查在通信连接恢复后, 若客户端不设置 EntryID 就使能 BRCB, 则 BRCB 在使能后按照正确的时间顺序上送缓冲队列中所有已发送过和未发送过的事件报告, 且只有上送的第一个报告中 buffer-overflow=True, 报告上送过程中 sqNum 不应出现跳变;
- 14) 检查被测装置与客户端通信连接断开后产生的完整性报告应缓存, 客户端在使能前写入中断前收到最后一个完整性报告的 EntryID 值, 则被测装置通信中断过程中缓存的完整性周期事件应在 BRCB 使能后从写入 EntryID 条目的下一个开始按照正确的时间顺序上送;

- 15) 检查在 BRCB 下列属性 (RptID, BufTm, TrgOps, IntgPd, DatSet) 支持通过 SetBRCBValues 服务可以在线修改的前提下,修改 BRCB 的 RptID, BufTm, TrgOps, IntgPd, DatSet 属性起到清除报告缓存队列的效果。修改 OptFlds 属性不应该清除缓存队列(IEC 61850 - 7 - 2 表 37);
- 16) 检查写入 BRCB 的 EntryID 值未知(不存在)、全 0 时,被测装置的响应:
 - a) 写入 EntryID 值未知(不存在)时,被测装置回复差错响应,错误类型为“object-value-invalid”;
 - b) 写入 EntryID 值全为 0 时,被测装置回复肯定响应;被测装置响应客户端 GetBRCBValues (EntryID) 服务为最后一个进入报告缓存队列的 EntryID 值;BRCB 使能后,按照正确的时间顺序上送缓冲队列中所有已发送过和未发送过的事件报告,且只有上送的第一个报告中 buffer-overflow=True;
- 17) 检查 BRCB 属性 RptEna=FALSE 时,被测装置对客户端 GetBRCBValues(EntryID) 服务返回的 EntryID 值应为最后一个进入的报告缓存队列中的条目号值;当 RptEna=TRUE 时,被测装置对客户端 GetBRCBValues (EntryID) 服务返回的 EntryID 值应为队列中刚发送过报告的 EntryID 值;
- 18) 检查 BRCB 在使能状态下连续收到多次 GI 请求上送的多次 GI 报告,但在 BRCB 条目队列中却只存有最后一次的 GI 报告,因此在 BRCB 设置 EntryID 值全为 0 并重新使能后,按照时序上送的所有报告中只包含最后一次 GI 报告;
- 19) 客户端下发带有错误参数(对象未知,名称用例不匹配,逻辑设备错误或逻辑节点错误)的 GetURCBValue/GetBRCBValue 请求,检查被测装置服务差错响应的错误类型为“object-non-existent”;
- 20) 检查被测装置不配置任何触发选项,报告控制块使能后即使有事件产生也不发不发送报告;
- 21) 报告控制块完整性周期属性值为 0 时,即使触发选项中完整性周期位为 1,使能报告控制块也不发送完整性报告;
- 22) 报告控制块仅设置触发选项中总召位为 1 其他触发选项位为 0,使能报告控制块后产生事件不上送任何报告;
- 23) 配置报告控制块属性为错误值,检查被测装置应能按标准正确响应服务差错;
- 24) 配置 URCB 并设置 Resv 属性并使能它。另一个客户端应不能设置这个 URCB 的任何属性,被测装置对另外一个客户端的 SetURCBValues 请求写可写属性回复否定响应,错误类型为“temporarily-unavailable”;
- 25) 配置并使能 BRCB。另一个客户端不能设置这个 BRCB 的任何属性,被测装置对另外一个客户端的 SetURCBValues 请求写可写属性回复否定响应,错误类型为“temporarily-unavailable”;
- 26) 检查
 - a) 客户端使能触发选项中 GI 位为 0 的报告控制块,设置属性 GI=TRUE 进行总召唤,被测装置回复肯定响应但不上送总召报告;
 - b) 客户端停止报告控制块同时置触发选项中 GI 位为 1,设置属性 GI=TRUE 进行总召唤,被测装置回复否定响应,错误类型为“temporarily unavailable”;
 - c) 客户端使能触发选项中 GI 位为 1 的报告控制块,设置属性 GI=False,被测装置回复肯定响应但不上送总召报告;
 - d) 客户端使能触发选项中 GI 位为 1 的报告控制块,设置属性 GI=TRUE,被测装置回复肯定响应并上送总召报告。

6.16.7 文件服务检查

技术要求：a) 使用 GetFile（读文件）和 GetFileAttributeValues（读文件属性值）服务；

b) 文件服务的参数应按 DL/T 860.81 标准中的规定执行；

c) FileName 参数不应为空；

d) File-Data 参数应包含被传输的数据，File-Data 的类型为八位位组串；

e) 读文件目录时，参数为目录名，不可使用“*.*”参数；

f) 一个客户端一次不应读多个文件；

g) 下载到交换机中的配置文件应默认保存到 config 目录下。

测试步骤：

1) 用正确参数请求 GetServerDirectory(FILE)，检查被测装置响应（DL/T 860.72 的 6.2.2）：

a) 若客户端请求 GetServerDirectory 请求中参数为空，被测装置应返回根目录下的文件和文件列表（文件及文件目录的定义方式按 PIXIT Ft1 描述）；

b) 对于返回的文件目录，客户端发送 GetServerDirectory 请求每一个文件目录下的文件列表；

2) 对于每个响应文件：

a) 用正确参数请求 GetFileAttributeValues 获取单个文件属性，检查被测装置应以单个文件属性响应（DL/T 860.72 的 20.2.4）；

b) 用正确参数请求 GetFile，检查被测装置回复肯定响应，并能打开文件并返回文件内容（DL/T 860.72 的 20.2.1）；

c) 用正确参数请求 DeleteFile，检查被测装置响应（DL/T 860.72 的 20.2.3）；

3) 客户端使用 SetFile 请求重复下装大小不同的同名文件，检查被测装置的响应；

4) 2 个不同客户端同时发送 GetFile 服务获取被测装置中的同一文件，被测装置对客户端 1 的请求回复肯定响应，并能在文件内容传输过程中对客户端 2 的 GetFile 请求回复肯定响应，同时向客户端 2 传输文件内容（PIXIT Ft8）；

5) 使用下列文件传输服务请求带有错误路径或未知文件名的文件，并检查响应为服务差错，错误类型为“file-non-existent”：

a) GetFile（DL/T 860.72 的 20.2.1）；

b) GetFileAttributeValues（DL/T 860.72 的 20.2.4）；

c) Delete File（DL/T 860.72 的 20.2.3）；

6) 检查被测装置可以通过 MMS 文件服务上召、下装 CSD 文件，文件在：config/目录下。

6.16.8 对时服务检查

- 技术要求：a) 保护装置应能通过 NTP 服务提供装置时钟信息；
- b) 保护装置上送站控层数据所带的时标，应采用标准零时区，不应采用当地时区，人机界面应采用当地时区；
- c) 时标 TimeStamp 在网络上传输时应采用 UTC 时间信息格式。EntryTime 在网络上传输时应采用 6 个字节 BINARY-TIME 时间格式。

测试步骤：

- 1) 检查被测装置支持 SCSM 时间同步 (SNTP)，当对时服务器时间发生变化时，被测装置应能更新装置时间，装置时间与装置所处时区时间一致；
- 2) 被测装置上送事件报告中数据成员的时标类型为 UTC 时标；事件条目的时标为 6 个字节 BINARY-TIME 时间格式；
- 3) 检查被测装置配置时区为非 0 时区时，保存的录波文件记录时标按 PIXIT Tm8 描述；
- 4) 检查报告/记录中 UTC 时标准确度符合 PICS 文档中标称值，时标品质应与 PIXIT Tm1 文档中描述一致；
- 5) 检查被测装置与对时服务器通信中断一定时间之后，被测装置能够检测到时间服务器同步信号丢失并在发生数据变化时置时标品质位 ClockNotSynchronized=1；
- 6) 检查被测装置认为当前采用的时标信息不可信时，能置发生数据变化的数据时标品质位 ClockFailure=1。

6.17 长期运行稳定性试验

技术要求：验证装置运行可靠性及可用性，进行装置长期运行试验，试验过程中不应出现性能下降。

测试步骤：装置在常温下连续带电运行 100 小时，试验过程中每隔 12 小时测试下表所列性能项目。

序号	项目
1	整机吞吐量
2	存储转发速率
3	存储转发时延
4	帧丢失率

附录 A

交换机建模

A.1 总体建模原则

A.1.1 物理端口建模（PhysConn）原则

交换机属于多物理端口设备，为了规范端口连接在建模中的描述方式，交换机多物理端口描述如下：

采用“PhysConn”元素定义，定义示例如下：

```
<PhysConn type="Connection/RedConn">
  <P type="Plug">LC</P>
  <P type="Port">1</P>
  <P type="Type">FOC</P>
</PhysConn>
```

PhysConn 元素的“type”属性值为“Connection”时定义第一个物理网口，“RedConn”为其它冗余物理连接网口定义。当采用冗余连接或多个连接时，PhysConn 元素可重复出现，但“type”属性应为“RedConn”。

<P type="Plug">元素表明插头类型，如 ST、SC、LC、FC、MTRJ、RJ45；<P type="Port">元素表明端口号，如 1；<P type="Type">元素表明接口类型，如 FOC、Radio、100BaseT。

<P type="Port">元素为必选，其它三个可选。物理端口应由厂家在 ICD 文件预先描述，ICD 文件按访问点预先填写访问点物理端口。如果一个物理端口支持多个访问点，该物理端口描述应出现在多个访问点中。

A.1.2 物理设备建模（IED）原则

一个物理设备，应建模为一个 IED 对象。该对象是一个容器，包含 server 对象。server 对象中至少包含一个 LD 对象，每个 LD 对象中至少包含 3 个 LN 对象：LLN0、LPHD、其他应用逻辑接点。

装置模型 ICD 文件中 IED 名应为“TEMPLATE”。实际工程系统应用中的 IED 名由系统配置工具统一配置。

A.1.3 逻辑设备（LD）建模原则

交换机逻辑设备采用单 LD，其 inst 为“SWI”。

A.1.4 逻辑节点（LN）建模原则

交换机模型按照状态、配置两个方面进行分类，状态类用于显示交换机的当前硬件和软件功能的运行状态，配置类用于显示交换机开启的功能配置情况。交换机逻辑节点分类见表 A.1。

表 A.1 逻辑节点分类

状态类		配置类	
逻辑节点	节点描述	逻辑节点	节点描述
LPHD	物理装置信息节点	ZRLN	流量控制信息逻辑节点
LLN0	公共信息逻辑节点	SDTM	交换延时累加控制信息逻辑节点
APST	各端口统计信息逻辑节点	SPDM	端口延时补偿信息逻辑节点
APNE	各端口邻居信息逻辑节点	ZNSR	网络风暴抑制信息逻辑节点
GGIO	告警信息逻辑节点	ZPRO	优先级信息逻辑节点
SFDB	转发表信息逻辑节点		

A. 1. 5 公共数据类扩充

统一扩充两个公用数据类：ENG 和 STG，见表 A.2 和 A.3，扩充命名空间为“SESS MODEL: 2016”。其中，ENG 参照 IEC 61850(ed2) 7-3 中 ENG 格式扩充。在本规范中，ENG 仍然作为扩充公用数据类。

表 A. 2 枚举型 numerated status setting (ENG)

属性名	属性类型	功能约束	触发条件	值/范围	M/O/C
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
数据属性					
Setting					
setVal	ENUMERATED	SP	dchg		AC_NSg_M
setVal	ENUMERATED	SG,SE			AC_Sg_M
configuration, description and extension					
d	VISIBLE STRING255	DC	Text		
dU	UNICODE STRING255	DC			
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDa_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDa_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLN_M

表 A. 3 字符整定 String setting (STG)

属性名	属性类型	功能约束	触发条件	值/范围	M/O/C
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
数据属性					
Setting					
setVal	UNICODE STRING255	SP			AC_NSg_M
setVal	UNICODE STRING255	SG,SE			AC_Sg_M
configuration, description and extension					
d	VISIBLE STRING255	DC	Text		
dU	UNICODE STRING255	DC			
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDa_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDa_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNa_M

注：M/O/C 所示属性见 IEC 61850-7-3 第 5 章定义。

A. 2 状态类逻辑节点定义

A. 2. 1 物理装置信息节点

物理装置信息节点 LPHD 类结构见表 A.4。

表 A.4 物理装置信息节点 LPHD 类结构

LPHD 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M

PhyName	DPL	物理装置铭牌	M
---------	-----	--------	---

表 A.4 (续)

LPHD 类			
PhyHealth	INS	物理装置健康	M
Proxy	SPS	说明该逻辑节点是否为代理	M

注：“M”表示“必须属性”；“O”表示“可选属性”，下同。

A.2.2 公共信息逻辑节点 (LLN0)

公共信息逻辑节点 LLN0 类结构见表 A.5。

表 A.5 公共信息逻辑节点 LLN0 类结构

LLN0 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承 (参见 IEC61850-7-2)	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
参数 (SP 约束, 不可修改)			
DevType	STG	装置型号	M
DevDescr	STG	装置描述	M
Company	STG	生成厂商	M
PortNum	ING	端口数量	M
HWVersion	STG	硬件版本	M
FWVersion	STG	固件版本	M
SWVersion	STG	软件版本	M
IPAddr	STG	IP地址	M
MACAddr	STG	MAC地址	M
测量信息			
CpuUsage	MV	CPU使用率 (乘以100上送)	M
VoltSv	MV	板卡电压	M
BoardTmpSv	MV	板卡温度	M
CPUTmpSv	MV	CPU温度	M

A.2.3 各端口统计信息逻辑节点 (APST)

端口统计信息逻辑节点 APST 类结构见表 A.6。

表 A.6 端口统计逻辑节点 APST 类结构

APST 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承 (参见 IEC61850-7-2)	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M

表 A.6 (续)

APST 类			
测量信息			
IfIndex	ING	端口索引	M
IfDescr	STG	端口描述	M
IfSpeed	MV	端口速率 (Mbps)	M
IfStatus	SPS	端口状态	M
IfInOcts	MV	输入端口字节数	M
IfInUniPs	MV	输入端口单播帧数	M
IfInMulPs	MV	输入端口多播帧数	M
IfInBroPs	MV	输入端口广播帧数	M
IfOutOcts	MV	输出端口字节数	M
IfutUniPs	MV	输出端口单播帧数	M
IfutMulPs	MV	输出端口多播帧数	M
IfutBroPs	MV	输出端口广播帧数	M
InRate	MV	输入端口实时速率	M
OutRate	MV	输出端口实时速率	M
TmpSv	MV	端口 SFP 模块温度	O
VoltSv	MV	端口 SFP 模块电压	O
LightSvT	MV	端口 SFP 模块发送光强	O
LightSvR	MV	端口 SFP 模块接收光强	O

A. 2. 4 各端口邻居信息逻辑节点 (APNE)

端口邻居信息逻辑节点 APNE 类结构见表 A.7。

表 A.7 端口邻居信息逻辑节点 APNE 类结构

APNE 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承 (参见 IEC61850-7-2)	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
测量信息			
IfIndex	ING	端口索引	M
LocPortID	STG	本地端口 ID	M
RmtDevIP	STG	远方装置 IP 地址	M
RmtDevMAC	STG	远方装置 MAC 地址	M
RmtPortID	STG	远方装置端口 ID	M
RmtDevType	STG	远方装置类型	M
RmtDevDesc	STG	远方装置描述	M

A. 2. 5 告警信息逻辑节点 (GGIO) (扩展信息)

告警信息逻辑节点 GGIO 类结构见表 A.8。

表 A.8 告警信息逻辑节点 GGIO 类结构

GGIO 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
状态信息			
Alm	SPS	电源1失电	M
Alm1	SPS	电源2失电	M
Alm2	SPS	装置告警	M

A. 2. 6 转发表信息逻辑节点（SFDB）

转发表信息逻辑节点 SFDB 类结构见表 A.9。

表 A.9 转发表信息逻辑节点 SFDB 类结构

SFDB 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
FDBInd	ING	静态组播组序号	M
McastAddr	STG	组播MAC地址	M
VlanId	ING	VLAN ID	M
APPID	ING	组播 APPID 值	M
PortBits	ING	转发端口列表（Bit0代表端口1，Bit31代表端口32）	M

A. 3 配置类逻辑节点定义

A. 3. 1 流量控制信息逻辑节点 (ZRLN)

流量控制信息逻辑节点 ZRLN 类结构见表 A.10。

表 A.10 流量控制信息逻辑节点 ZRLN 类结构

ZRLN 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			

表 A.10（续）

ZRLN 类			
--------	--	--	--

公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
GoLimitSpeed	ING	每路GOOSE 流量限制值（单位：kbps）	M
SvLimitSpeed	ING	每路SV 流量限制值(单位：kbps)	M

A. 3. 2 交换延时累加控制信息逻辑节点 (SDTM)

交换延时累加控制信息逻辑节点 SDTM 类结构见表 A.11。

表 A.11 交换延时累加控制信息逻辑节点 SDTM 类结构

SDTM 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
GoBpEna	SPG	GOOSE Bypass功能	M
SvBpEna	SPG	SV Bypass功能	M

A. 3. 3 端口延时补偿信息逻辑节点 (SPDM)

端口延时补偿信息逻辑节点 SPDM 类结构见表 A.12。

表 A.12 端口延时补偿信息逻辑节点 SPDM 类结构

SPDM 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
PortDesc	STG	端口描述	M
InDlTmms	ING	端口输入报文延时时间	M
OutDlTmms	ING	端口输出报文延时时间	M

A. 3. 4 网络风暴抑制信息逻辑节点 (ZNSR)

网络风暴抑制信息逻辑节点 ZNSR 类结构见表 A.13。

表 A.13 网络风暴抑制信息逻辑节点 ZNSR 类结构

ZNSR 类			
数据对象	CDC	说明	M/O

ZNSR 类			
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
StormRst	ASG	风暴抑制设置值 注：该数据模型无61850标准单位；实际单位为62.5倍kbps	M
BdCtRstEna	SPG	广播报文流量限制选项	M
MtCtRstEna	SPG	组播报文流量限制选项	M
UiCtRstEna	SPG	未知单播报文流量限制选项	M

A. 3. 5 优先级信息逻辑节点（ZPRO）

优先级信息逻辑节点 ZPRO 类结构见表 A.14。

表 A.14 优先级信息逻辑节点 ZPRO 类结构

ZPRO 类			
数据对象	CDC	说明	M/O
逻辑节点名		应从逻辑节点类继承（参见 IEC61850-7-2）	
数据			
公用逻辑节点信息			
		逻辑节点应继承公用逻辑节点类全部指定数据	M
定值			
QuePrio	ENG	设置交换机采用的优先级策略，取值范围： 1=Weight Fair（8:4:2:1）、2=Strict	M
MsgCos	ING	报文中的优先级；取值范围：0~7	M
PrioQueSet	ING	交换机中的优先级队列，取值范围：0~3或0~7	M