

# 區域路由交換器、區域交換器：功能、效能與互通性

測試計畫主持人：林盈達

測試人員：郭以謙

工研院交大網路測試中心

新竹市大學路 1001 號電子資訊大樓 604 室

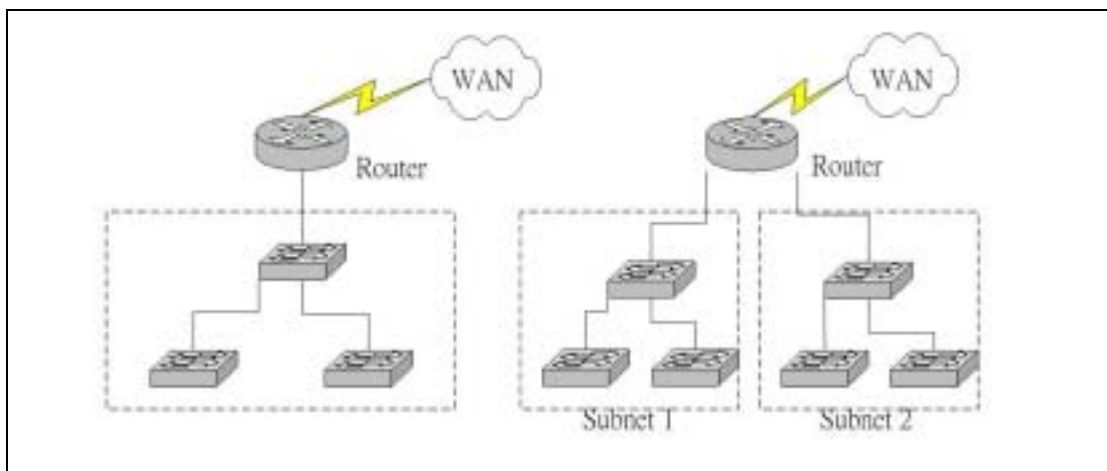
<http://www.nbl.org.tw/>

## 摘要

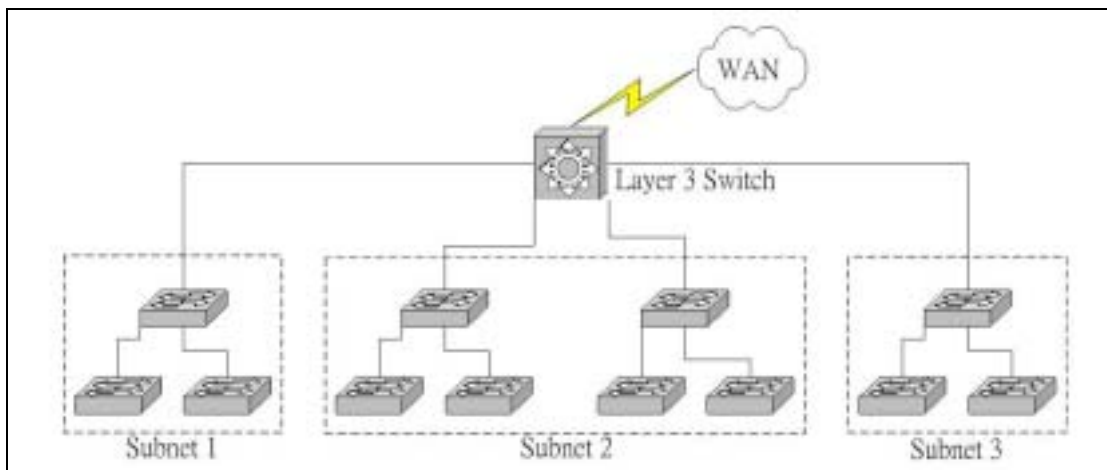
在區域網路及連上廣域網路的末端我們需要具有支援多種功能、價格平實的區域交換器來作為連結上網的第一線。延續先前的骨幹路由交換器測試活動，本次測試計畫的對象定位在 24 (10/100Mbps) + 2 (Gigabits Ethernet) port 之小型區域路由交換器(Layer 2、Layer 3 Small and Medium Enterprise Switch)。本次計六家廠商九項產品參與測試計畫：Layer 3 部分有 Cisco (Catalyst 3550-24 EMI)、D-Link(DES-3326S)、Foundry(FastIron Edge 2402 Premium)、SMC(6724L3)；Layer 2 部分有 3COM (SuperStack Switch 4400-24)、Cisco (Catalyst 2950G-24EI)、D-Link (DES-3226S)、HP(Procurve 2524)、SMC (6824M)。比較的項目計有三大類，功能性(Functionality)、效能性(Performance)、互通性(Interoperability)總共 12 項指標，包括管理功能(Management Function)、頻寬管理功能、Layer 2、Layer 3 及 Multicast 功能、安全性功能(Security Functions)、備援及其他功能(Redundancy and Other Functions)、價值比(Value-to-Price)、Layer 2 效能(Layer 2 Performance)、Layer 3 效能(Layer 3 Performance)、群播效能(Multicast Performance)、Spanning Tree 互通性、RIP(Routing Information Protocol)路由通訊協定互通性、OSPF(Open Path Shortest First) 路由通訊協定互通性。結果之圖表除 Cisco 外均經過受測廠商確認。從結果數據可看出各家廠商在效能方面皆能達到 wire-speed，互通性也差距不大，而功能的支援完整程度則有較大差距。考量各項指標後，測試之最後結果在不考慮價值比時，Layer 2 SME switch 部分(九項指標)以 Cisco Catalyst 2950G-24EI 最佳、D-Link 3226S 為第二，Layer 3 SME switch 部分(十一項指標)則是 Foundry FastIron 2402 Premium 及 Cisco Catalyst 3550-24EMI 並列第一。在考慮價格比時，Layer 2 SME switch 的 D-Link 3226S 為最優先選擇，Layer 3 SME switch 則以 D-Link 3326S 及 SMC 6724L3 為最優先選擇。

## 一、簡介

在中小企業網路或校園網路中,區域交換器(Layer 2 SME switch)之主要任務就是要能大量佈建提供使用者上網的連結功能,最簡單的網路架構如圖一(a)所示,當使用者人數增多到某個程度,僅靠 Layer 2 橋接(Bridge)方式通訊效能會因為大量廣播(flooding)而變得很差。為改善這種現象,我們會在 router 上切割網段如圖一(b)所示,此種方式可避免圖一(a)架構的 flooding 問題但其缺點是一般 router 的 port 數不多擴充性易受限,且與前者同樣都要另外再多採購一台 router。因此就有圖一(c)中區域路由交換器(Layer 3 SME switch)的需求,同時具備了 Layer 2 的 bridge 及 Layer 3 的 routing 功能,讓使用者能以合理的價格同時解決 bridge 效能不佳及擴充性受限的問題。



圖一(a)：Layer 2 switch 橋接方式；圖一(b)：使用 router 切割網段



圖一(c)：Layer 3 switch 網路架構

目前新的 switch 應該要能支援更多的安全性及頻寬管理功能,例如在安全性部分支援管理資料的加密(ex: SNMPv3、SSH、SSL),可以避免管理者設定的資料外洩,支援 port security 則可以透過限制 switch 每個 port 學習 MAC address 數量的方式來控制 switch 上每個 port 後面連線的電腦數量,對 RADIUS 或 TACAS+的支援則可以讓使用者一連接上 switch 要做登入驗證動作之後才能透

過 switch 對外連線，而 Access Control List 可以讓管理者控制誰可以使用網路資源，或在有病毒或駭客入侵時能及時將攻擊阻擋於 switch 外或對部分網段進行隔離。而中小企業對外頻寬有限，如何妥善分配有限的頻寬，讓重要的 traffic 獲得較高的優先權，就要靠 switch 對頻寬管理的妥善支援。而價格因素也是應該要考量的重點。本報告比較各家廠商區域路由交換器及區域交換器的功能、效能、及互通性，以提供讀者參考。測試之指標如下：

### 功能指標：六項

在功能方面各家廠商的各項功能支援有頗多差異性，我們選取(1)管理功能、(2)頻寬管理功能、(3)Layer 2、Layer3 及 Multicast 功能、(4)安全性功能、(5)備援及其他功能、(6)價值比(Value to Price)六項指標來進行比較。

### 效能指標：三項

在本測試報告中將區域路由交換器(Layer 2、Layer 3 SME Switch)的效能測試分為三項指標，包括(1)Layer 2 效能、(2)Layer 3 效能、(3)Multicast 效能。

### 互通性指標：三項

在符合性及互通性測試部分共三項指標，包括 (1)Spanning Tree、(2)RIP、(3)OSPF 互通性。

本報告的最後將依此十二項指標來進行評分。

## 二、測試對象及測試工具

### 測試對象

本次測試之對象我們主要以 24 (10/100Mbps) + 2 (Gigabits Ethernet) port 規格之區域路由交換器產品為邀請目標，同時撰寫測試計畫，並由網路通訊雜誌社對各廠商發出邀請函。表一及表二分別列出 Layer 2 及 Layer 3 SME Switch 所有受測產品型號基本資料，圖二為待測產品照片。

Device Under Test	Gigabits Modules	參考定價	國內代理商或通路商	備註
3COM SuperStack Switch 4400-24	1000BaseT module *2(3C17220)	NT 66,000	3COM Taiwan	各廠商之定價皆包含 2 ports 之 Gigabits 模組售價
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	1000BaseSX GBIC *2(WS-5484)	NT 174,750	其他管道取得	
D-Link 3226S	1000BaseT module*1(2 port per module)	NT 44,500	友冠資訊	
HP Procurve 2524	1000BaseT module*2 (J4834A)	NT 72,000	傳易科技	
SMC 6824M*	1000BaseT module*2(EM3626A-1GT-RJ45)	NT 43,000	傳易科技	
*SMC6824M 尚未但即將在市面上公開販售				

表一：Layer 2 SME switch 產品受測廠商及受測產品

Device Under Test	Gigabits Modules	參考定價	國內代理商或通路商	備註
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	1000BaseSX GBIC *2 (WS-5484)	NT299,500	其他管道取得	各廠商之定價皆包含 2 ports 之 Gigabits 模組售價
D-Link 3326S	1000BaseT module*1(2 ports per module)	NT 61,000	友冠資訊	
Foundry FastIron 2402 Premium	Built-in 1000BaseT Gigabits port	NT178,000	Foundry Taiwan	
SMC 6724L3	1000BaseT module*2(EM3626A-1GT-RJ45)	NT55800	傳易科技	

表二：Layer 3 SME switch 產品受測廠商及受測產品



圖二：待測產品

本次送測各廠商之待測產品硬體規格如表三、表四所示。其中 switch fabric 部分若以 24 (10/100Mbps) + 2 (Gigabits Ethernet) port 來計算最大資料量應為 8.8Gbps(full duplex)，而在本次測試中所有待測物均能達到 Wire-speed 傳送封包，故各家都有 8.8Gbps 以上的 switch fabric。

Device Under Test	Firmware Version	Port (10/100Mbps+Gigabits port)	Switch Fabric	MAC Table Size	RAM Buffer	Size and Weight (H x W x D)
3COM Switch 4400-24	3.02	24+2	8.8 Gbps	8K	32MB RAM	2.6 x 17.3 x 12 in 12 lb
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	12.1(11r)EA1	24+2	8.8 Gbps	8K	16MB SDRAM 8MB FLASH RAM	1.72 x17.5 x9.52in 6.5lb
D-Link 3226S	3.00-B15	24+2	8.8 Gbps	8K	8MB RAM	2.6 x 17.36 x 15.28 in. 13.23 lb
HP Procurve 2524	F.05.09	24+2	9.6 Gbps*	4K	6MB share packet buffer 26MB RAM, 2MB Flash	1.8x17.4 x 8.0 in. 6.0lbs
SMC 6824M	2.0.1.3	24+2	8.8 Gbps	8K	32MB RAM	1.73x 17.3x18.14 in. 10.58lb

表三：Layer 2 SME switch 硬體規格

Device Under Test	Firmware version	Port (10/100Mbps+Gigabits port)	Switch Fabric	Throughput	MAC Table Size	IP Routing Table Size	RAM Buffer	Size and Weight (H x W x D)
Cisco Catalyst	12.1(11)EA1	24+2(GBIC slot)	8.8 Gbps	6.6Mbps	8K	16000 unicast routes 2000 multicast routes	16MB Flash RAM 64MB DRAM	1.75 x 17.5 x 14.4 in.

<b>3550-24 EMI</b>								11lb
<b>D-Link 3326S</b>	3.00-B 15	24+2	8.8 Gbps	6.6Mpps	8K	2000	16MB	1.7x17.3 x 5.3 in. 6.2lb
<b>Foundry FastIron 2402 Premium</b>	01.0.0 0Tc3	24+2(Rj45)+2(min iGBIC slot)	38.4 Gbps	6.6Mbps	64K	200000 IP routes 8192 multicast routes	512 KB boot flash memory 16384 KB code flash memory 128 MB DRAM	2.63 x 17.5 x 19.6 in. 17.5lb
<b>SMC 6724L3</b>	0.0.4.1 4	24+2	8.8 Gbps	6.6Mpps	8K	2047	64MB RAM	1.73x 17.3x18.14 in

表四：Layer 3 SME switch 硬體規格

### 測試工具

本次測試中所使用的工具包括 Spirent SmartBits 6000B、Agilent RouterTester 900，表五中列出測試工具之硬體型號、相關軟體版本及各個工具應用的測試項目，圖三為測試儀器照片。

	模組型號	使用軟體及測試項目
<b>Spirent SmartBits 6000B</b>	1.SmartBits 6000B(Chassis) 2.LAN3101A (6ports 10/100Mbps module) 3.LAN3301A (2ports 10/100/1000Mbps module)	1.AST ver2.10.017 (Layer 2 效能及互通性測試) 2.SmartWindow ver7.40 (Layer 2 效能及互通性測試) 2.SmartFlow ver1.52 (Layer 3 效能) 3.SmartMulticastIP1.26(Multicast 效能)
<b>Agilent Router Tester 900</b>	1.E7900A(4 slots chassis) 2.E7906A (16 ports 10/100Mbps module)	Router Teser and QA Robot release 5.1

表五：測試工具列表



圖三： 測試儀器 Spirent SmartBits 6000B、Agilent Router Tester 900

### 三、功能比較

就產品功能面而言，我們將功能分為下列五項，並加上價值比項目共六項指標來進行評分，包括(1)管理功能、(2)頻寬管理功能、(3)Layer 2、Layer3 及 Multicast 功能、(4)安全性功能、(5)備援及其他功能、(6)價值比(Value to Price)，各家產品在功能支援上都不盡相同，故最後的評分我們以此六項指標進評分。

## 管理功能

在管理介面方面，我們檢視幾項工具，包括是否有 Web 介面，是否支援 SNMP(Simple Network Management Protocol)、RMON(Remote Monitoring)、可進行時間同步化的 NTP(Network Time Protocol)以及 port mirroring 和 firmware update 功能，其中 Web 介面可讓使用者以圖形化介面進行管理，SNMP 及 RMON 可讓網管人員能夠從遠端進行設定、監控操作，port mirroring 則使管理者可以在不干擾網路運作下監控其他 port 的封包內容。

表六為管理功能比較表，各家廠商皆內建有友善的 Web 控制介面，且功能都相當完備。而 CLI(Command Line Interface)介面各家皆有支援，其中 SMC、HP、Foundry 之操作介面與 Cisco 之操作界面頗為類似。在 SNMP 方面，SNMP v3 較 SNMPv1v2 多了驗證(authentication)及加密資料的功能，能提供較高的安全性。本次測試並未針對各家廠商 proprietary 管理工具進行評比。

Device Under Test	管理介面	Proprietary Tools	SNMP	RMON	Firmware Update	Network Time Protocol	Port Mirroring
3COM Switch 4400-24	Serial port, Telnet, Web	3COM Network Supervisor accompanying with switch	SNMP v1v2	Group 1,2,3,9	TFTP	No	Yes (Roving Analysis)
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	Serial port, Telnet, Web	Support CiscoWorks	SNMP v1v2v3	Group 1,2,3,9	TFTP	NTP	Yes(SPAN)
D-Link 3226S	Serial port, Telnet, Web	D-View	SNMP v1v2v3	Group 1,2,3,9	TFTP	No	Yes
HP Procurve 2524	Serial port, Telnet, Web	HP TopTools accompanying with switch	SNMP v1v2	Group 1,2,3,9	TFTP	No	Yes
SMC 6824M	Serial port, Telnet, Web	SMC EliteView	SNMP v1v2	Group 1,2,3,9	TFTP	No	Yes

表六 (a)、Layer 2 SME Switch 之管理功能比較

Device Under Test	管理方式	Proprietary Tools	SNMP	RMON	Firmware Update	Network Time Protocol	Port Mirroring
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	Serial port, Telnet, Web	Support CiscoWorks software	SNMP v1v2v3	Group 1,2,3,9	TFTP	NTP	Yes
D-Link 3326S	Serial port, Telnet, Web	D-View	SNMP v1v2v3	Group 1,2,3,9	TFTP	No	Yes
Foundry FastIron 2402 Premium	Serial port, Telnet, Web	No	SNMP v1v2v3	Group 1,2,3,9	TFTP	NTP	Yes
SMC 6724L3	Serial port, Telnet, Web	SMC EliteView	SNMP v1v2	Group 1,2,3,9	TFTP	SNTP	Yes

表六 (b)、Layer 3 SME Switch 之管理功能比較

## 頻寬管理功能比較

在頻寬管理的部分我們主要檢視其 802.1p QoS 設定是否能以 IP address、MAC address、application port 來區分 traffic，另外還有 switch 是否支援頻寬限制(Rate-Limiting)的功能。表七為頻寬管理功能比較表。

在 Layer 2 switch 部分 Cisco Catalyst 2950、3COM 4400 及 D-Link 3226S 三

家有支援完整的 802.1p QoS 設定，SMC 表示近期內會支援完整 802.1p QoS 設定。另外 Cisco Catalyst 2950 D-Link 3226S 及 SMC6824M 亦支援頻寬限制功能。Layer 3 switch 部分在 802.1p 設定方面皆有完整支援，而頻寬限制部分則以 Cisco3550 與 Foundry FastIron2402 設定較為完整。

Device Under Test	802.1p hardware queues per port	802.1p QoS configuration	Rate-limiting
3COM Switch 4400-24	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	No
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes
D-Link 3226S	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes
HP Procurve 2524	4	802.1p TOS, DSCP	No
SMC 6824M	4	802.1p TOS, DSCP*	Yes

\*SMC said to support full configurations of 802.1p QoS function in the next release.

表七(a)Layer 2 switch 頻寬管理功能比較表

Device Under Test	802.1p hardware queues per port	802.1p QoS configuration	Rate-limiting	Rate-limiting configuration
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes	Based on source/destination IP/MAC or Layer 4 port or any combination of these fields using QoS ACLS, class maps and policy maps
D-Link 3326S	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes	Input/Output rate-limiting on each port
Foundry FastIron 2402 Premium	4	TOS, DSCP, Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes	Based on source/destination IP/MAC or Layer 4 port or any combination of these fields using ACLS
SMC 6724L3	4	TOS,DSCP Source/destination IP/MAC or Layer 4 port	Yes	Input/Output rate-limiting on each port

表七(b)Layer 3 switch 頻寬管理功能比較表

### Layer 2、Layer 3 及 multicast 功能

表八為 Layer 2、Layer 3 及 multicast 功能比較表。由表八(a) 我們可以看到 Layer 2 SME switch 部分支援的 VLAN 個數以 Cisco Catalyst 2950 最多，而 multicast 及 link aggregation 功能支援則各家有些許不同。

Device Under Test	VLAN Support	Link aggregation	Multicast
3COM Switch 4400-24	60 VLANs	4 aggregate groups maximum 8 ports per aggregate group	IGMP snooping IGMP filtering
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	250 VLANs	6 aggregate groups maximum 8 ports per aggregate group	IGMP snooping IGMP filtering
D-Link 3226S	63 VLANs 255VLANs (GVRP)	6 aggregate groups maximum 8 ports per group	IGMP snooping
HP Procurve 2524	30 VLANs	1 aggregate group maximum 4 port per group	IGMP filtering

SMC 6824M	256VLANs	6 aggregate group maximum 4 port per group	IGMP snooping
--------------	----------	---	---------------

表八(a) : Layer 2 switch Layer 、 multicast 功能比較表

由表八(b)中在 Layer 3 SME switch 支援的 protocol 以 Cisco、 Foundry 最為完整都能支援至 BGP , 而在 VLAN 可切割個數支援上這兩家也是最多。

Device Under Test	VLAN support	Link aggregate support	L3 protocol support	Multicast	Other
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	1005 Active VLANs, 128 spanning tree per switch	12 aggregate groups, maximum 8 ports per aggregate group	RIPv1v2, IGRP, EIGRP, OSPF, BGP,IPX AppleTalk	IGMP, DVMRP, PIM-DM, PIM-SM	CDP, VRRP, HSRP, GVRP
D-Link 3326S	63VLANs 255 VLAN (GVRP)	6 aggregate groups, maxium 8 ports per aggregate group	RIPv1v2, OSPF	IGMP DVMRP PIM-DM	GVRP
Foundry FastIron 2402 Premium	1024 Active L3 VLANs, 4063 Active L2 VLANs, 128 spanning switch per switch	4 aggregate groups, maximum 4 ports per aggregate group	RIPv1v2, OSPF, BGP IPX, AppleTalk	IGMP, DVMRP, PIM-DM, PIM-SM	VRRP, FSRP, GVRP
SMC 6724L3	256 active VLANs	6 aggregate groups, maximum 4 ports per aggregate group	RIPv1v2 OSPF	IGMP DVMRP PIM-DM	GVRP

表八(b) : Layer 3 switch Layer 2、 Layer3、 multicast 功能比較表

### 安全性功能

在安全性功能比較上 , 我們主要看 switch 是否能支援 802.1x 並透過 TACAS+或 RADIUS server 來對使用者身份進行驗證 , 另外 port security 則是藉由限制每個 switch port 上能學習的最多 MAC address 數量來控制每個 switch port 上最多能連接多少個使用者。 Access Control List 讓管理者能對 traffic 做更完善的控管 , 在 Layer 3 SME switch 各廠商皆有支援 , Layer 2 SME switch 部分僅 Cisco Catalyst 2950、 D-link 3226S、 3COM 4400 有支援 Access Control List。 由表九中我們可以看到 Cisco Catalyst 2950 及 Catalyst 3550 在安全性功能的支援最為完善。 另據 SMC 表示近期內會完成 Access Control List 功能支援。

Device Under Test	TACAS+	RADIUS	Port Security	Management Data Security	Access Control List
3COM Switch 4400-24	No	Yes	Yes	No	Yes
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	Yes	Yes	Yes	SSH、 SNMPv3	Yes
D-Link 3226S	No	Yes	Yes	SNMPv3	Yes
HP Procurve 2524	Yes	Yes	Yes	SSH	No
SMC 6824M	Yes	Yes	Yes	No	No*

\*SMC said to support access control list function in the next release.

表九(a) : Layer 2 SME switch 安全性功能比較表

Device Under	TACACS+	RADIUS	Port Security	Management Data Security	Access Control List
--------------	---------	--------	---------------	--------------------------	---------------------



Test					
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	Yes	Yes	Yes	SSH, Kerberos, SNMPv3, SSL	Yes
D-Link 3326S	No	Yes	Yes	SNMPv3	Yes
Foundry FastIron 2402 Premium	Yes	Yes	Yes	SSH, SNMPv3	Yes
SMC 6724L3	No	Yes	No	No	Yes

表九(b) : Layer 3 SME switch 安全性功能比較表

### 備援及其他功能

在備援及其他項目功能中，Layer 2 SME switch 部分由表十(a)我們可以看到 3COM 4400、Cisco Catalyst 2950、SMC6824M 有支援外接式 redundant power 。從表十(b)，在 Layer 3 SME switch 部份，SMC 6724L3 內建了 DHCP server 之功能，另外 Cisco Catalyst 3550、Foundry FastIron 2402 則支援備援的 VRRP/HSRP 協定。

Device Under Test	802.1w RSTP	redundant power
3COM SuperStack Switch 4400-24	Yes	Yes
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	Yes	Yes
D-Link 3226S	Yes	No
HP Procurve 2524	Yes	No
SMC 6824M	Yes	Yes

表十(a) : 備援及其他功能

Device Under Test	DNS relay	DHCP server	DHCP relay	802.1w RSTP	HSRP/VRRP	Redundant power
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
D-Link 3326S	Yes	No	Yes	Yes	No	No
Foundry FastIron 2402 Premium	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
SMC 6724L3	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes

表十(b) : 備援及其他功能

## 四、效能比較

效能比較主要包括三大類:(1)Layer 2 效能 (2)Layer 3 效能 (3)Multicast 效能。

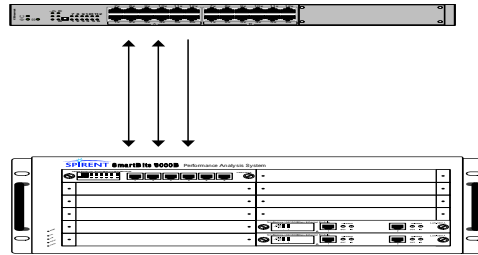
### Layer 2 效能

Layer 2 的效能測試部分共分為四個項目，分別是(1)address learning、

(2)address caching、(3)layer 2 forwarding 及(4)layer 2 broadcasting 測試。

**(1) Address Learning Test**

本測試測試待測物單一 port 的最佳 MAC(Media Access Control)位址的學習速度為何，在本測試中設定 MAC Table 大小為 4000。測試之架構如圖四而測試使用工具為 AST ver. 2.10.017，AST 的設定參數如表十一所示。



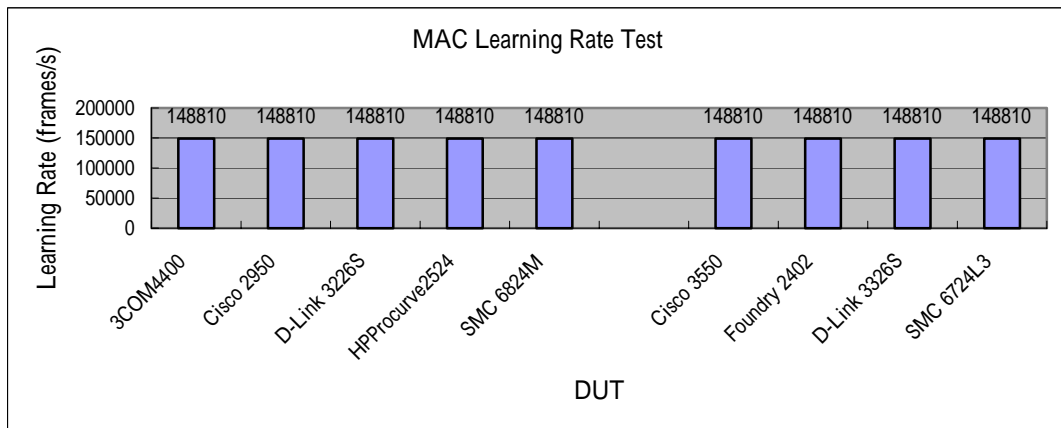
圖四：MAC Address Learning 測試架構圖

參數項目	設定值	參數項目	設定值
Number of Addresses 設定 MAC 位址變動的數目	4000	Port Offset	0
Frame size	64	Node Offset	3
Burst size	1	Port Increment	1
Aging Time	10sec		

表十一：Address Learning 測試參數設定

一開始將待測物的 MAC address aging time 一律設成 10000 秒，並且確認待測物 MAC address table 內是清空的，然後在 AST 中選定某一個 learning rate，啟動 AST 開始測試，若在此速率下能將所有 4000 MAC Addresses 都學習到，則將 learning rate 提高，否則予以降低，以此方式逼近最高的 learning rate。再測試一個新的 learning rate 前，必須將待測物的 MAC address table 清空。

測試結果如圖五，本次參加測試之九家產品皆能以 wire-speed 來學習到 4000 個 MAC addresses。



圖五：MAC address learning 測試結果

(2) Address Caching Test

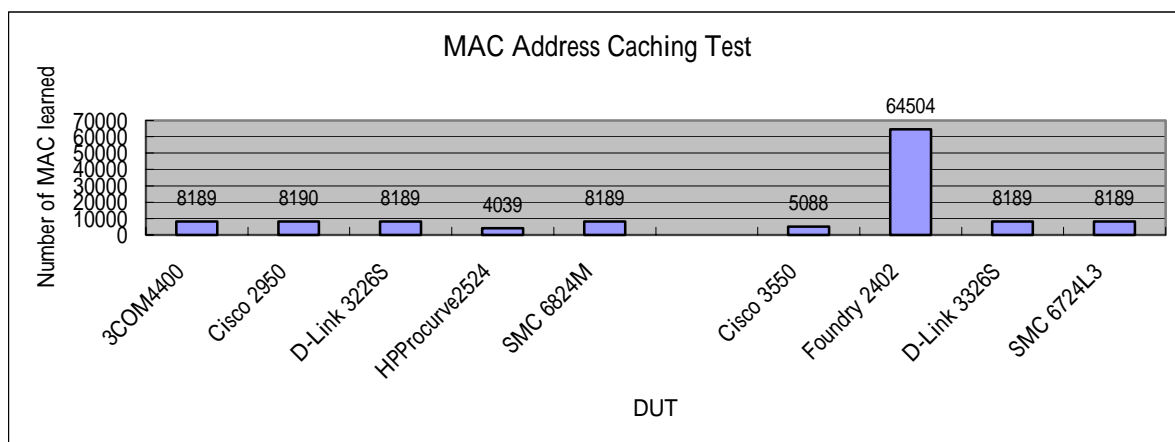
本測試測試待測物單一 port 的最大 MAC 位址的學習數目為何。測試之架構與 address learning 相同，測試使用工具為 Smart Windows ver. 7.4Q SmartWindows 參數設定如表十二所示。

參數項目	設定值	參數項目	設定值
Frame size	60 bytes (without 4 bytes CRC)	Utilization (frame sending rate)	1% (即 1488 frame per second)
Cycle count	由測試者輸入以測試待測物是否能 Cache 此數目之 MAC addresses		
<b>Sending port configuration</b>			
Source MAC address	incremental(從最右邊一個 byte 開始變動)	Destination MAC address	static(固定不變，將右邊數過來第三個 byte 設成 1)
<b>Receiving port configuration</b>			
Source MAC address	static(固定不變，將右邊數過來第三個 byte 設成 1)	Destination MAC address	incremental(從最右邊一個 byte 開始變動)

表十二：Address Caching 測試參數設定

一開始將待測物的 MAC address aging time 一律設成 10000 秒，並且確認 MAC address table 內是清空的，然後在 Smart Windows 中選定某一個 cycle count, 即 MAC 的變動數目，並將 Smart Windows 傳送 frame 的速度設成 1488 fps, 啟動 Smart Windows 開始測試，若能將所有的 MAC Address 都學習到，則將 cycle count 提高，否則予以降低，以此方式逼近最高的 cycle count。在測試一個新的 cycle count 前，必須將待測物的 MAC address table 清空。

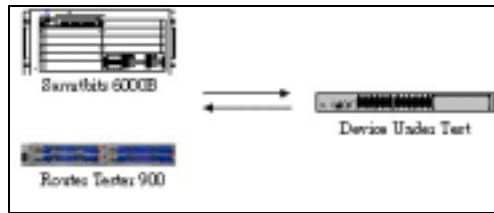
測試結果如圖六，其中以 Foundry 可以學習到超過 64000 個 MAC address 最佳，其他各家產品則分別為四千多或八千多個位址，Cisco Catalyst 3550 實測僅可學 5088 個 MAC Address 位址(其型錄上宣稱可調整至八千個 MAC)。



圖六：Layer 2 Address Caching 測試結果

### (3) Layer 2 Forwarding Test

本測試測試待測物是否能達到 layer2 部分 wire-speed forwarding 的速度。測試之架構如圖七所示，我們同時使用 SmartBits 與 Router Tester 對待測物灌送封包，來驗證是否待測物在所有 24(10/100Mbps)+2(Gigabits Ethernet) port loading 滿載下是否能達到 wire-speed。SmartBits 上之測試工具為 AST ver. 2.10.017，AST 的設定參數如表十三，Router Tester 則利用其 GUI 介面建立 full mesh traffic。測試架構如圖七。

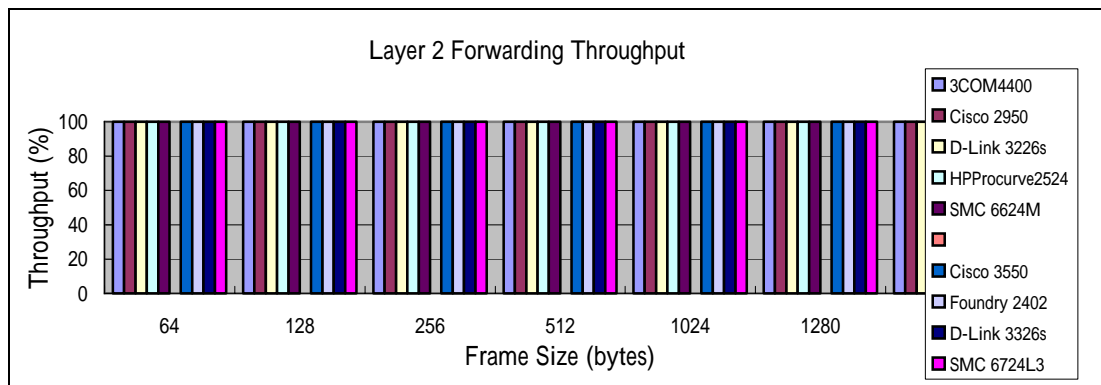


圖七：Layer 2 Forwarding 測試架構

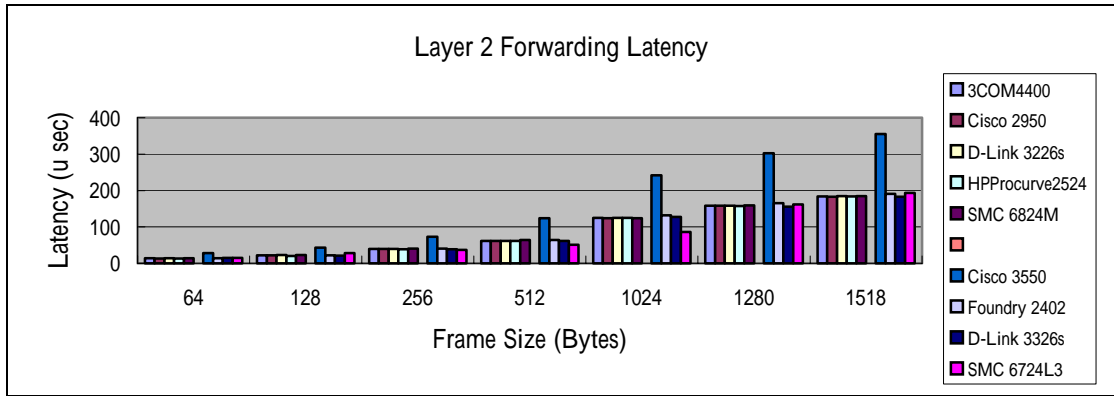
參數項目	設定值	參數項目	設定值
Duration	10 sec	Load	100%
Frame size	64, 128, 256, 512, 1024, 1518	Traffic type	Fully Meshed
Burst size	1		

表十三：Layer 2 Forwarding 測試參數設定

測試結果如圖八，各待測物皆可以達到 wire-speed 之速度。圖九中顯示各待測物之 latency 數值，其中 Cisco 3550 之 Latency 表現較差，其餘八家之 Latency 數值則都極為相近。



圖八：Layer 2 Forwarding 測試結果



圖九：Layer 2 Forwarding Latency 測試結果

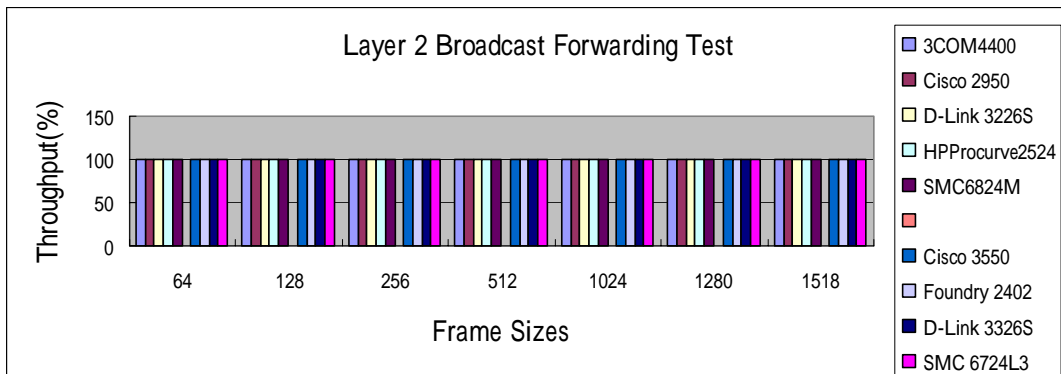
#### (4) Broadcast Performance Test

此測試項目測試待測物對於 broadcast traffic 是否能達到 wire speed forwarding 的速度。測試使用 SmartBits 傳送廣播封包至待測物。本測試項目使用工具為 AST 版本是 2.10.017 相關 AST 的設定參數如表十四。

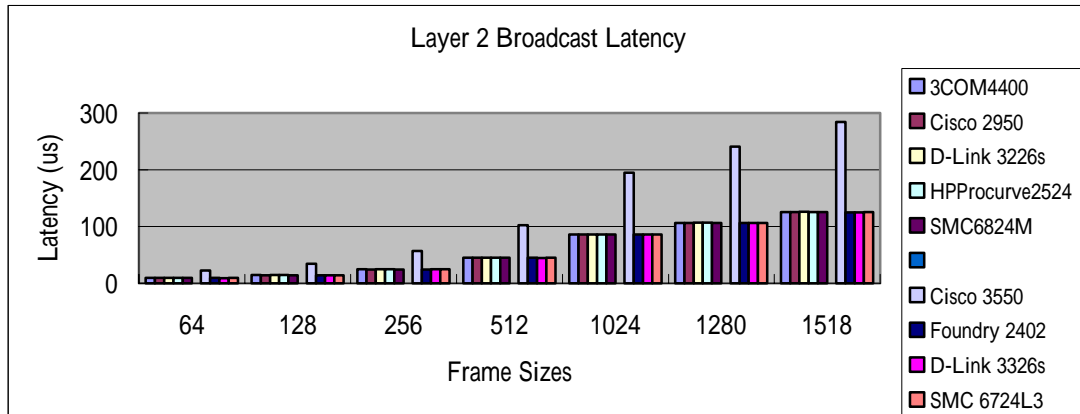
參數項目	設定值	參數項目	設定值
Duration	10 sec	Load	100%
Frame size	64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518	Traffic type	1 to many
Burst size	1		

表十四：Broadcast 測試參數設定

測試結果如圖十，各家產品都能達到 wire-speed 傳送廣播封包。而各廠商產品之 Latency 如圖十一所示都相當接近，僅 Cisco Catalyst 3550 表現比較不好。



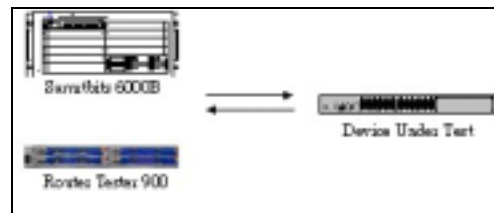
圖十：Layer 2 Broadcast 測試結果



圖十一：Layer 2 Broadcast Latency

### Layer 3 效能

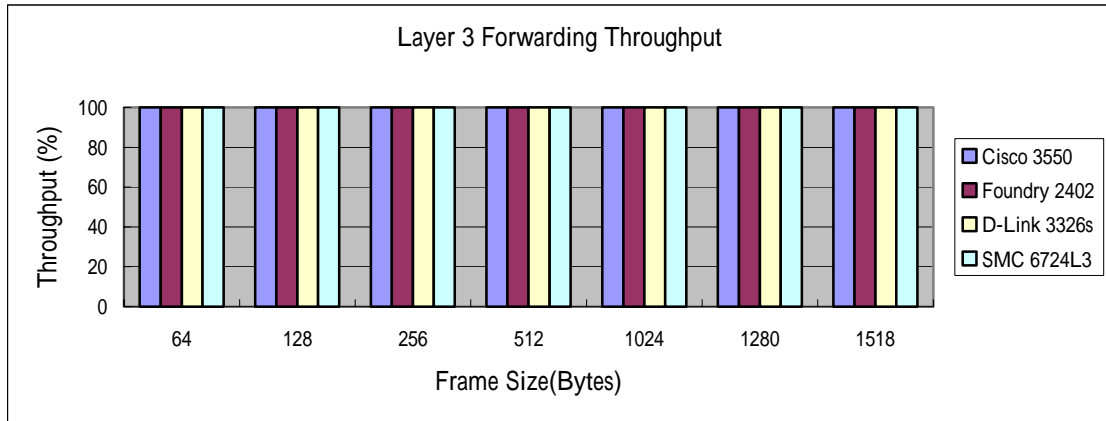
Layer 3 效能測試是利用 SmartBits6000B 及 Router Tester 900 模擬不同 subnet 上的主機，並傳送封包至待測物各個 subnet，測試環境如圖十二所示。



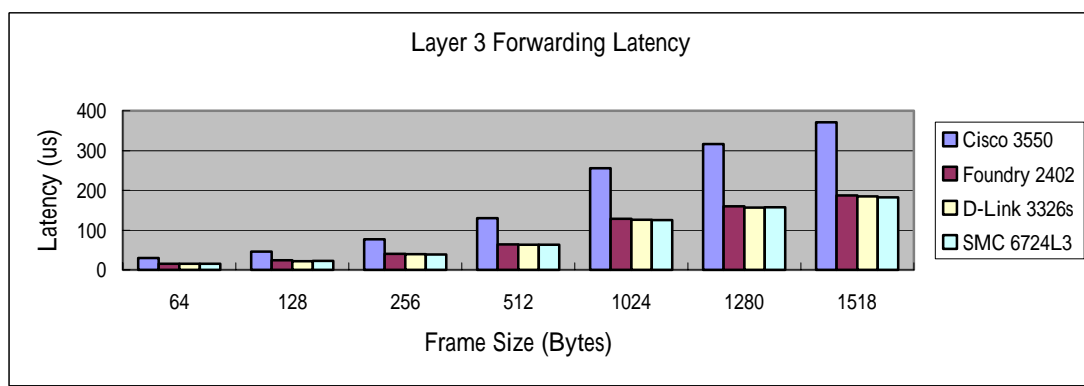
圖十二：Layer 3 效能測試架構

由測試儀器上每個 port 分別傳送七種不同大小的封包(64 bytes、128 bytes、256 bytes、512 bytes、1024 bytes、1280 bytes 與 1518 bytes)，我們量測無封包遺失的最大輸出效能(zero-loss maximum throughput)與 latency 兩個主要的結果。SmartFlow 測試軟體會以 binary search 方式尋找測出待測物之 zero-loss throughput。待測物的設定為每個 port 切割為一個網段，並設定一 IP address。

圖十三及圖十四顯示測試的結果，由圖十三我們可以看到各待測物皆可以達到 wire-speed layer 3 封包傳送。圖十四中為 Fast Ethernet port 所測得之可見 Cisco Catalyst3550 約為其他 switch 之兩倍，其餘各之 latency 則相當接近。



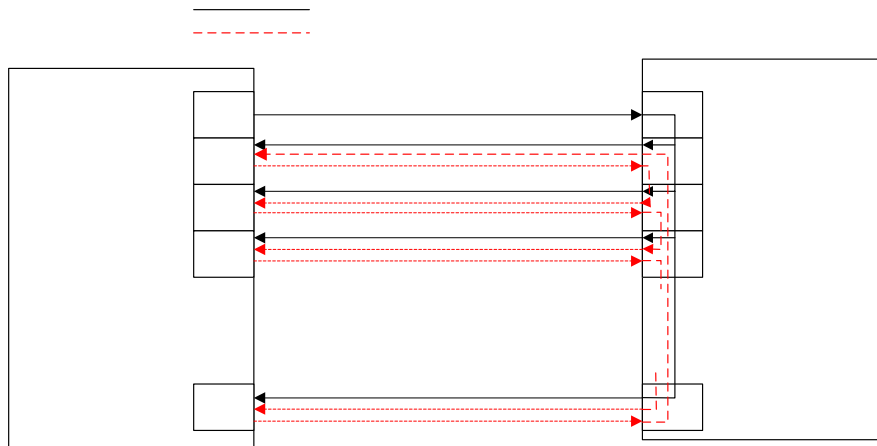
圖十三：Layer 3 Forwarding 測試結果



圖十四：Layer 3 Forwarding Latency

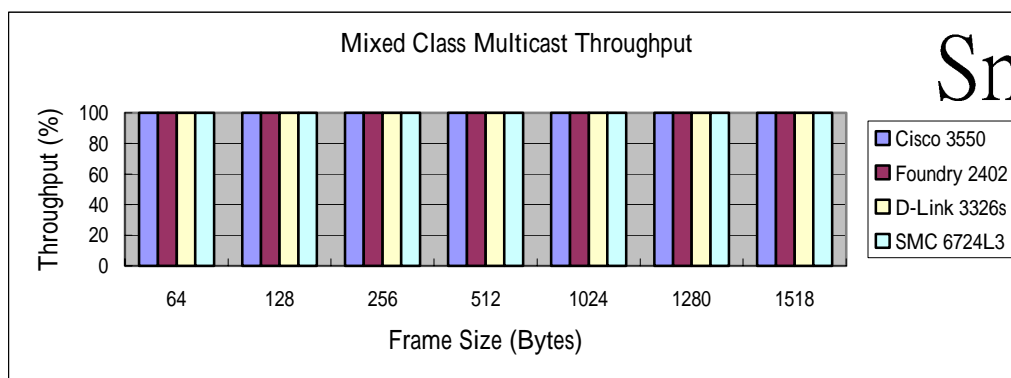
### Multicast 效能

Multicast 效能測試部分，我們將骨幹路由交換器設定開啟 IGMP 與 DVMRP 之 multicast 功能支援，使用軟體 SmartMulticastIP 在 SmartBits 中由第一個 port 傳送七種不同大小的 multicast 封包(64 bytes、128 bytes、256 bytes、512 bytes、1024 bytes、1280 bytes 與 1518 bytes)到其餘各 ports，並且在這其餘 ports 之間有 Unicast 封包傳送（固定封包大小為 64 bytes），測試封包流向如圖十五所示，而 unicast 的封包流量設定為與 multicast 的流量相同，且同步變動。我們量測到無封包遺失的最大輸出效能(zero-loss maximum throughput)與 latency 兩個主要的結果。SmartFlow 測試軟體會以 binary search 方式尋找測出待測物之 zero-loss 最大輸出。區域路由交換器的設定為將各個 port 切割為獨立的 VLAN。封包須在各個網段中正確傳送，以檢測區域路由交換器傳送 multicast 封包時的效能。



圖十五：Multicast 效能測試架構

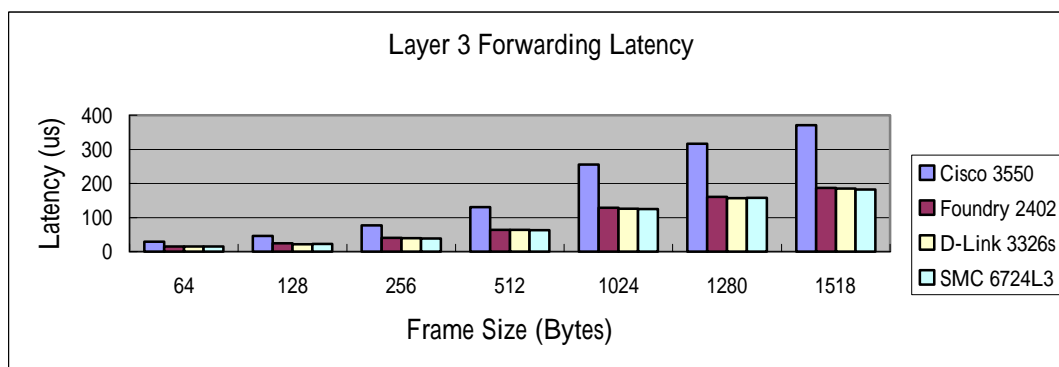
圖十六及圖十七是測試的結果。由圖十六中可看出各 switch 在此測試架構下傳送混合 multicast 及 unicast traffic 之封包都能達到 wire-speed。



Smartbits

圖十六：Multicast Mixed Class Throughput

圖十七為各 switch 傳送純 multicast traffic 負載為 10%時的 latency 數據，在測試 latency 時我們傳遞純 multicast 負載 10%封包，所得之 latency 會隨封包 size 變大而增長。測試結果仍然是 Cisco Catalyst 3550 之 latency 較長，其餘各家之 latency 差異甚小。



圖十七：Multicast Forwarding Latency 測試結果



本測試綜觀而言，在 multicast 傳送效能測試中，在 throughput 部分四家區域路由交換器皆相當稱職，而 Cisco Catalyst3550 則在 latency 表現較不理想。

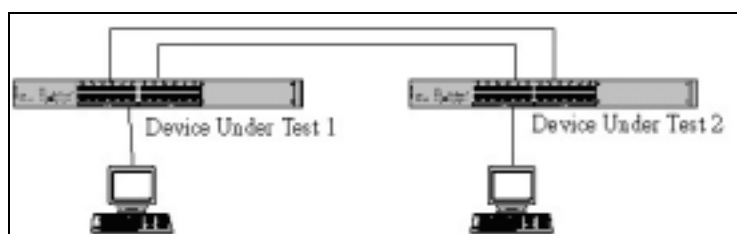
## 五、互通性比較

在互通性測試分面我們對全部九家產品的 SpanningTree Protocol 進行互通性的測試，另外也考量區域路由交換器的角色針對其最常會用到的 RIP、OSPF 兩種路由通訊協定進行測試。

### *Spanning Tree Protocol*

當兩個終端機之間有兩條以上的路徑的時候，Spanning Tree Protocol 可以用來解決無窮迴圈的問題，在兩條路徑中，如果其中一條路徑突然斷線了，這個時候 Spanning Tree Protocol 便會偵測出這種狀況，並自動使用另一條路徑傳送資料，而不會讓網路線路一直中斷下去。

圖十八描述測試 Spanning Tree Protocol 的測試環境，兩台交換器之間連接了兩條線路，然後各在兩台交換器上連接一部終端機，持續以 ping 測試兩台交換器之間的路徑有沒有中斷，然後將交換器之間的連線，拔掉正在運作的那條線路，這時候 ping 會發生錯誤，而交換機的 Spanning Tree Protocol 開始運作，找出替代性的路徑之後，ping 又會回復正常。



圖十八：spanning tree protocol 測試架構

Spanning Tree 互通性結果如表十五所示，九家產品間都能正確互通。

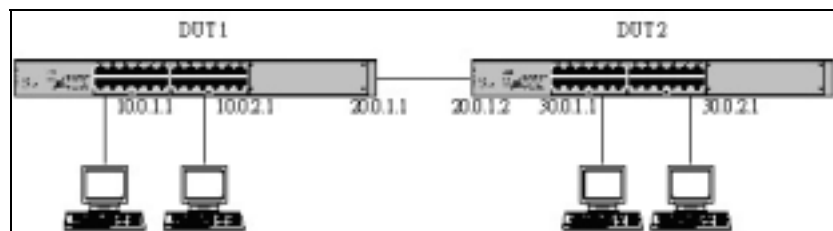
Device Under Test	3COM 4400	Cisco Catalyst 2950	D-Link 3326S	HP Procurve 2524	SMC 6824M	Cisco Catalyst 3550	D-Link 3326S	Foundry FastIron 2402	SMC 6724L3
3COM 4400	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Cisco Catalyst 2950	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
D-Link 3326S	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
HP Procurve 2524	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

SMC 6824M	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Cisco Catalyst 2950	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
D-Link 3326S	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Foundry FastIron 2402	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SMC 6724L3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

表十五：spanning tree protocol 互通性測試結果

### RIP 互通性測試

在 RIP 通訊協定互通上我們測量四家區域路由交換器可否以 RIP 通訊協定正確交換路由資訊。測試的架構如圖十九所示，我們將兩路由交換器連結在一起，檢視未直接相鄰之網段是否有正確出現在兩路由交換器的路由表內，並利用連結在交換器之主機以 ping 方式測試是否可與連結在另一交換器上的主機相通。



圖十九：RIP 路由通訊協定測試架構

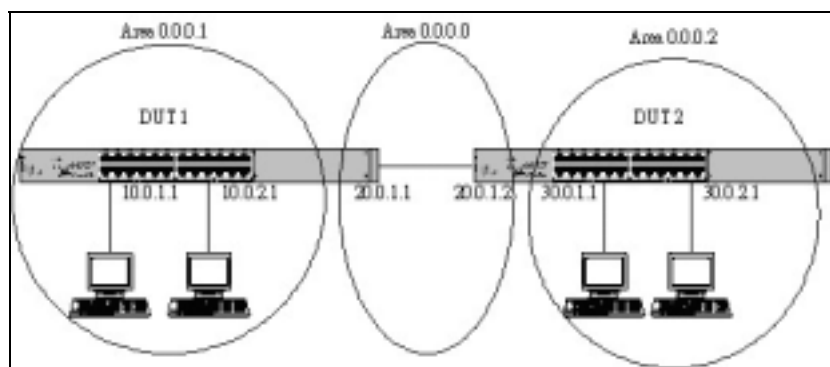
測試結果如表十六，四家路由交換器產品皆能正確進行 RIP 路由資訊的交換。

Device Under Test	Cisco Catalyst 2950	D-Link 3326S	Foundry FastIron 2402	SMC 6724L3
Cisco Catalyst 2950	Yes	Yes	Yes	Yes
D-Link 3326S	Yes	Yes	Yes	Yes
Foundry FastIron 2402	Yes	Yes	Yes	Yes
SMC 6724L3	Yes	Yes	Yes	Yes

表十六：RIP 互通性測試結果

### OSPF 互通性測試

OSPF 通訊協定互通性測試上我們測量四家區域路由交換器可否以 OSPF 通訊協定正確交換路由資訊。測試的架構如圖二十所示，我們將兩路由交換器連結在一起，檢視未直接相鄰網段之路由是否有正確出現在兩路由交換器的路由表內，並利用連結在交換器之主機以 ping 方式測試是否可與連結在另一交換器上的主機相通。



圖二十：OSPF 互通性測試架構

OSPF 的互通性測試之結果如表十七所示，四家廠商皆能正確交換路由。

Device Under Test	Cisco Catalyst 2950	D-Link 3326S	Foundry FastIron 2402	SMC 6724L3
Cisco Catalyst 2950	Yes	Yes	Yes	Yes
D-Link 3326S	Yes	Yes	Yes	Yes
Foundry FastIron 2402	Yes	Yes	Yes	Yes
SMC 6724L3	Yes	Yes	Yes	Yes

表十七：OSPF 互通性測試結果

## 六、總結評比

關於測試報告的結論，我們對所有比較的功能、效能及互通性做評分，滿分為五顆星。每項指標評分依據前面所述各項測試結果來評比，在價值比部分以其他各項成績之總和除以定價計算，價值比項目僅佔總分之 1/6(Layer 3 switch)或 1/5(Layer 2 switch)。在效能上由於 24+2 port switch 的 8.8Gbps traffic 流量並不大，所以在效能部分並沒有顯著的差異性，而在互通性的部分由於測試的路由協定都是發展很成熟的 protocol，所以在各家產品互通性上沒有問題，而在功能面上，由於安全性控管的能力及頻寬控制的能力越來越受到重視，對新的需求廠商反應的速度就有所不同，所以在功能面會有較多差異。考量各項指標後，測試之最後結果在不考慮價值比時，Layer 2 SME switch 部分(九項指標)以 Cisco Catalyst 2950G-24EI 最佳、D-Link 3326S 為第二，Layer 3 SME switch 部分(十一項指標)則是 Foundry FastIron 2402 Premium 及 Cisco Catalyst 3550-24EMI 並列第一。在考慮價格比時，Layer 2 SME switch 的 D-Link 3326S 為最優先選擇，Layer 3 SME switch 則以 D-Link 3326S 及 SMC 6724L3 為最優先選擇。

Device Under Test	管理功能	頻寬管理功能	Layer 2、layer3 及 multicast 功能	安全性功能	備援及其他功能	價值比
3COM SuperStack	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★★

Switch 4400-24	★	★	★ ↓	↓	★★	★
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
D-Link 3226S	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
HP Procurve 2524	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
SMC 6824M	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★
D-Link 3326S	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
Foundry FastIron 2402 Premium	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★
SMC 6724L3	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★★

表十八：基本功能總評

Device Under Test	Layer 2 效能	Layer 3 效能	Multicast 效能
3COM SuperStack Switch 4400-24	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	★★★★★	★★★★★	★★★★★
D-Link 3226S	★★★★★	★★★★★	★★★★★
HP Procurve 2524	★★★★★	★★★★★	★★★★★
SMC 6824M	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	★★★★	★★★★★	★★★★★
D-Link 3326S	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Foundry FastIron 2402 Premium	★★★★★	★★★★★	★★★★★
SMC 6724L3	★★★★★	★★★★★	★★★★★

表十九：效能比較總評

Device Under Test	Spanning Tree Protocol 互通性	RIP 互通性	OSPF 互通性
3COM SuperStack Switch 4400-24	★★★★★		
Cisco Catalyst 2950G-24-EI	★★★★★		
D-Link 3226S	★★★★★		
HP Procurve 2524	★★★★★		
SMC 6824M	★★★★★		
Cisco Catalyst 3550-24 EMI	★★★★★	★★★★★	★★★★★
D-Link 3326S	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Foundry FastIron 2402 Premium	★★★★★	★★★★★	★★★★★

SMC 6724L3	★★★★★	★★★★★	★★★★★
---------------	-------	-------	-------

表二十：互通性總評

Device Under Test	3COM SuperStack Switch 4400-24	Cisco Catalyst 2950G-24EI	D-Link 3226S	HP Procurve 2524	SMC 6824M
總分(不考量價值比)	41	45	42.5	38.5	41
總分(考量價值比)	49	49	52.5	44.5	51

表二十一：Layer 2 SME switch 產品總分表

Device Under Test	Cisco Catalyst 3550-24EMI	D-Link 3326S	Foundry FastIron 2402 Premium	SMC 6724L3
總分(不考量價值比)	53	50	53.5	49.5
總分(考量價值比)	55	60	57.5	59.5

表二十二：Layer 3 SME switch 產品總分表

## 七、參考文獻

### 廠商

- [1] 3COM, <http://www.3COM.com>
- [2] Cisco, <http://www.cisco.com>
- [3] D-Link, <http://www.dlink.com.tw>
- [4] Foundry, <http://www.foundrynet.com>
- [5] HP, <http://www.HP.com/>
- [6] SMC, <http://www.smc.com/>

### 工具

- [7] SmartBits, <http://www.netcomsystems.com>
- [8] AST , <http://www.netcomsystems.com>
- [9] SmartFlow, <http://www.netcomsystems.com>
- [10] SmartWindow, <http://www.netcomsystems.com>
- [11] SmartMulticastIP, <http://www.netcomsystems.com>

### 其他

- [12] RFC Documents, <http://www.ietf.org/rfc.html>

## 廠商回應

### 3COM 回應(3COM Taiwan)

3Com 於 1979 年由乙太網路科技發明人所創立，一直以來提供功能豐富且使用簡易之網路解決方案為職志。日前 3Com 宣佈已出貨 100 萬台 SuperStack 3 Switch 3300s，為了持續強化在 10/100 LAN 交換領域的優勢，3Com 推出 24-port SuperStack 3 Switch 4400 交換器，具備無阻斷高速 Layer 2 傳輸能力，完整支援 Layer 4 QoS 交換器，實現了 3Com 提供企業更高應用效能的承諾。雖然此次 3Com 並沒有參與 10/100 Layer 3 Switch 的測試，但是我們深信將各式不同應用程式在 Edge 端做好品質分流，路由交付給上層的 Gigabit 交換器去處理，各司其職！SuperStack3 4400 軟體已全新升級至 V3.0 的版本，新增 IEEE 802.3ad 自動偵測聚集鏈路，IEEE 802.1x 及 RADIUS 加強安全認證，Backup & Restore 提供設定檔的備份與回存等。除了功能面外，3Com 的 Price/Performance 比，更是有目共睹的。最後謝謝交大給予 3Com 這次參與測試的機會！（3Com 產品技術經理 林家德 Justin\_Lin@3Com.com）

### D-Link 回應(友冠資訊)

Access Layer Switch 肩負網路接取的第一線任務，隨著網路的重要性及安全性需求日增，產品的定位也從過去單純偏重 per port cost，演變到滿足多功能的需求。D-Link 看到這樣的趨勢，所以在產品上實現完整的網管、QoS、及網路接取管理解決方案（Network Access Management Solution）。最重要的是我們兼顧產品性能與價格，使得大量建置變得可能。很感謝交大網路實驗室此次的測試，不但檢視了產品的效能，更從市場面出發評比功能面，可喜的是 D-Link 不論是 L2 or L3 switch，都獲得十份優異的成績。這也印證了 D-Link 近年在全球市場上耀眼的成長。

### Foundry 回應(Foundry Taiwan)

Foundry FastIron 邊際交換器(FES)讓您投入更少,做到更多.精簡的結構,優秀的性能. 相較於其他產品,FastIron 邊際交換器可在您的佈線機架裡提供更多交換能力.它提供您可調整的功能性,可升級至 Layer3 支援完整的多協定路由功能,可擴展的多點廣播功能,同時提供內建 1000Base-T Uplink,可設定的安全性及簡化的管理.其 96-埠的型號具有其他同級產品兩倍的容量.FastIron 邊際交換器由於共同的使用者介面,標準的網路管理支援,熱交換式的電源備援供應及通用軟體組件,為您帶來最低的擁有成本及最高的投資效益. 想要擁有競爭優勢 – 就是擁有 FastIron 邊際交換器. 來電請打 (02) 8712-7271 或上網查詢 [www.foundrunetworks.com](http://www.foundrunetworks.com).

### **HP 回應(傳易科技)**

感謝工研院交大網測中心針對目前市場上區域路由交換器所做的詳盡測試。HP Procurve 產品向來著重於品質與可靠度，結合直覺化的設計與使用的簡易性、提供軟硬體解決方案，能保證企業級網路順利運作。每款產品均隨附免費的 HP Tootools for Hubs & Switchs 軟體。透過 Web 提供的免費支援包括:軟體更新、主動以 mail 通知新軟體發行、透過 mail 提供產品技術支援。同時，提供全系列產品均為「終身免費保固」(除 HP Procurve 9300 系列外)、升級與安裝服務，次一營業日換新，獨佔業界鰲頭。HP Procurve Switch 2524，2512 是一款低成本，可堆疊兼具網管功能的新一代 L2 交換器。HP 一向以網路安全為考量，具備 Port security 與 802.1x、RADIUS、TACACS+ 等網路安全協定。展望未來網路應用上日益重視安全考量，HP Procurve Switch 2524，2512 在網路安全與價格效能比的優勢，將是投資效益最高的新一代企業級網路基本需求。

### **SMC 回應(智邦科技)**

首先感謝交大網路測試中心為各家廠商的產品做測試，並列出其各家廠商的優劣點，由於網路晶片的蓬勃發展，各家的晶片組合均能達到標準的 Performance，在此上下，各家系統廠商為了提高其產品的優越性，均在韌體上做更多、更好的功能，以凸顯其產品的效益。智邦科技也是基於此理念來服務廣大的消費者，並不斷提升新的技術與功能，在此次的評比中，並駕齊驅它系統廠商中，智邦科技會再接再勵創造更優質的產品來滿足消費者的需求。