

# 基于CPT单臂路由实验的设计与实现

张璐璐, 吴丽杰, 吴月勤

(安徽粮食工程职业学院, 合肥 230011)

**摘要:**为提高路由器接口的使用率,实现不同VLAN间的连通性,提出了基于CPT的单臂路由设计方案。在模拟环境的基础上,实现了单臂路由,并依据操作的便捷性对方案进行改进,实现了ip地址的自动分配。实验结果表明,改进方案能正确展示单臂路由功能,并进一步减少10%~20%的网络维护时间。

**关键字:**单臂路由;思科包跟踪程序;虚拟局域网;虚拟局域网中继协议

**中图分类号:**TP393.03 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2017)02-0040-04

## Design and Implementation of Routing Experiment on a Stick Based on CPT

ZHANG Lu-lu, WU Li-jie, WU Yue-qin

(Anhui Vocational College of Grain Engineering, Hefei 230011, China)

**Abstract:** In order to improve the utilization of router interface and achieve connectivity between different VLANs, a stick routing design scheme based on CPT is proposed. Based on the simulation environment, the stick routing is implemented and the scheme is improved according to the convenience of operation, the automatic allocation of IP address. The experimental results show that the improved scheme can correctly display the routing function, and further reduce the 10% -20% of the time of network maintenance.

**Keywords:** router on a stick; cisco packet tracer; Virtual Local Area Network; VLAN Trunk Protocol

单臂路由(router-on-a-stick)指的是通过配置接口(或“逻辑接口”,并不存在真正物理接口)的方式在路由器的一个接口上,实现原来相互隔离的不同VLAN(虚拟局域网)之间的互通。VLAN能有效分割局域网,实现各网络区域之间的访问控制<sup>[1]</sup>。在默认环境下,不同VLAN之间的数据是不能相互传输的。但是在实际应用环境中,VLAN之间往往又需要相互通信,需要配置某些网段之间的互联互通。比如,以某企业为例,其按业务需要划分为中心部、人力部、研发部、销售部、售后部、财务部、运输部,不同的业务部门各自配置了独立的VLAN,因而部门之间不能互访,这种做法有效地保证了部门运营的独立性及业务安全。但是在实际环境中经常需要中心部把握和指导各部门的业务进展,因此中心部需要跨越VLAN访问其他各个部门,需要进行VLAN间的互通,而这就要由三层设备进行路由转发来完成。目前主要使用的有路由转发功能的三层设备分别是三层交换机和路由器2种。单臂路

由主要实现由路由器来完成的路由转发。一般可以通过多个物理接口来实现路由器的路由转发,但是如果出现以下几种情况:路由器的物理接口较少;路由器接口容易频繁损坏;路由器接口速率的不能充分利用,这时我们选择单臂路由技术,即在路由器的单个接口配置单臂路由来实现不同网段的通信<sup>[2]</sup>。

### 1 CPT简介

思科包跟踪程序(Cisco Packet Tracer)属于思科公司的内部软件,是一种能模拟网络环境从而帮助网络技术学习的模拟工具。针对网络技术的各个知识点,该软件不仅能模拟网络环境设计网络;还能配置网络设备,从而还原各种网络协议;更能依据网络设备的通讯情况来排除网络故障等,从而使学习者得到实战级的锻炼<sup>[3]</sup>。使用该软件可以学习IOS的多种配置,锻炼网络故障排查能力。该软件界面简洁便于使用,用户只需要在用户图形

收稿日期:2017-03-23

基金项目:2014年度安徽省省级质量工程项目:计算机管理与安全专业综合改革(2014zy134);2016年度安徽省职业与成人教育学会课题:基于网络的信息化教学模式研究(azjxh1655);2017年度高校优秀青年人才支持计划项目:数字校园移动应用平台(gxyq2017192)。

作者简介:张璐璐(1983—),女,安徽阜南人,讲师,硕士,研究方向:计算机网络,数据挖掘。

界面上拖曳网络设备即可建立网络拓扑,且有实时和模拟2种状态,可提供静态或动态的数据包在网络中行进的过程,从而能观测网络实时运行情况。CPT作为网络仿真程序功能强大,不仅有多种允许使用的网络设备,还可以几乎无限数量地创建网络,从而鼓励实践,发现和排除网络故障。CPT允许模拟实验与网络行为,测试有多种可能性方案的问题,并且通过逐渐深入的学习网络技术,CPT中包示踪提供的仿真、可视化、编辑、评估和协作能力则更为重要,非常有利于复杂技术概念的理解和验证。

## 2 网络用例的实现

### 2.1 实验背景

单臂路由是借助路由器的单个物理接口来创建多个逻辑接口,然后以多个逻辑接口来充当相应的物理接口从而连通多个VLAN,实现VLAN间的互通。通过路由器的单个接口实现多个VLAN互连。当二层交换机被设置成2个VLAN时,在逻辑上就已经成为2个网络。而2个VLAN的通信,必须使用三层设备,本实验选用路由器,并采用其单臂路由技术。将不同网段的交换机等设备接入路由器的同一物理接口时,必须对该物理接口设置子接口才能分别与VLAN对应,且各个子接口上的数据在物理链路上传递时要进行802.1Q协议封装。同时与路由器相连的设备接口要设置为TRUNK,因为该接口要通过多个VLAN的数据包。CPT中模拟设备均支持ISL(交换链路内协议)和802.1Q协议。

实验以某企业为例,实现该企业内部的人事部门名为HR的VLAN5与销售部门名为Sales的VLAN10之间的互通,满足人事部门与销售部门的业务需求。通过路由器的单个接口连通中心交换机S1来实现,继而需要实现路由器的单臂路由功能<sup>[4]</sup>。同理,单臂路由实验可以实现多个VLAN对应多个业务部门的互通。

### 2.2 实验拓扑图

实验环境如图1~2所示,PC机8台分别为c1~c8、二层交换机3台为SW1~SW3、路由器1台为Router。各交换机间以及路由器和SW1间的链路设置为中继模式;3台交换机配置为CCNA的VTP域,密码是ccna;交换机SW1的VTP模式为Server,SW2和SW3的VTP模式为Client;在SW1上创建VLAN5名称是HR,创建VLAN10名称为Sales;C1、C2、C5和C6加入HR部门VLAN10,C3、

C4、C7和C8加入Sales部门VLAN5;VLAN5的IP网段为192.168.5.0/24,VLAN10的IP网段为192.168.10.0/24;路由器上配置单臂路由,使得2个VLAN可以互相通信。

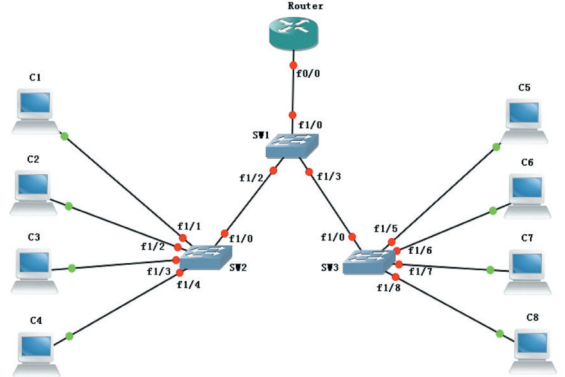


图1 实验拓扑图

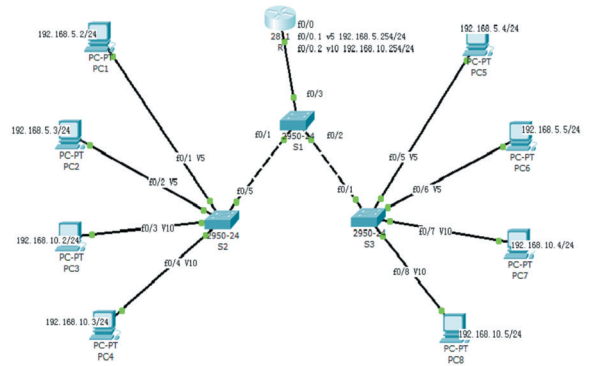


图2 CPT环境拓扑图

### 2.3 实验分析

该实验的设备环境如下:3台交换机S1、S2、S3均为二层交换机,支持VLAN划分;1台路由器huachen只有1个Ethernet接口。在实验中,PC1、PC2、PC5、PC6同属于Sales部门的VLAN10、PC3、PC4、PC7、PC8同属于HR部门的VLAN5。所以要在路由器huachen的f0/0这个接口中配置2个子接口(逻辑接口),这2个逻辑接口分别指向VLAN10和VLAN5的网段。因为这是不止一个网段的通信,所以交换机之间的接口都要配置成trunk模式,同时因为三层交换机和路由器相连的那个接口配置trunk时绑定了801.2Q协议,所以路由器的逻辑接口也要绑定才能通信<sup>[5]</sup>。

实验中各设备的逻辑规划如下:VLAN5的IP段是192.168.5.0/24,成员PC1、PC2、PC5和PC6,其IP分别为192.168.5.2,192.168.5.3,192.168.5.4,192.168.5.5;成员网关是192.168.5.1。

VLAN10的IP段是192.168.10.0/24,成员PC3、PC4、PC7和PC8,其IP分别为192.168.10.2,

192.168.10.3, 192.168.10.4, 192.168.10.5;成员网关是192.168.10.1。

VLAN1的IP段是192.168.0.0/24,成员SW1和SW2其IP分别为:192.168.0.2和192.168.0.3;成员网关是192.168.0.1。

### 2.4 实验配置

下面将给出设备配置的主要命令。

#### 1) 路由器配置

给路由器配置单臂路由及封装。

Router(config)#hostname huachen //修改主机名称为huachen

huachen (config)#int f0/0 //进入和交换机连接的接口f0/0

huachen (config-if)#no ip address

huachen (config-if)#no shutdown //激活该接口,主接口一定要激活,否则子接口激不活

huachen (config-if)#int f0/0.1 //配置子接口1,这是本实验配置的关键,子接口是个逻辑接口,不是实际存在的物理接口,但其功能和物理接口是一样的。

huachen (config-subif)#encapsulation dot1Q 5 //配置子接口1的802.1Q协议封装,命令中的5是vlan号。注意,一定要先封装协议,再配置ip地址

huachen (config-subif)#ip address 192.168.5.254 255.225.255.0 //为子接口1划分ip地址

huachen (config-subif)#no shutdown //激活该子接口,

huachen (config-subif)#exit

huachen (config)#in f0/0.2 //配置第2个子接口

huachen (config-subif)#encapsulation dot1Q 10 //配置802.1Q协议,其后的10是vlan号

huachen (config-subif)#ip address 192.168.10.254 255.255.255.0 //为子接口2划分ip地址

huachen (config-subif)#no shutdown

huachen (config-subif)#end

% SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by console //完成配置

#### 2) 交换机配置

在S1上配置接口中继模式,创建VTP域,Sales对应的VLAN5和hr对应的VLAN10;在S2上配置接口中继模式,配置为vtp域的客户模式,并将相关接口分配至不同VLAN中。

S1上的配置

Switch(config)#hostname S1//修改主机名称为

S1

S1(config)#int f0/1 //配置与S2相连的接口f0/1,设置其中续模式

S1(config-if)#switchport mode trunk

S1(config-if)#no shutdown

S1(config-if)#exit

……//同理为接口f0/2,接口f0/3设置中续模式

S1(config)#vtp domain ccna

S1(config)#vtp mode server

S1(config)#vtp password ccna //在S1上建立VTP域

S1#vlan database

S1(vlan)#vlan 5

S1(vlan)#vlan 10

S1(vlan)#vlan 5 name HR

S1(vlan)#vlan 10 name SALES //建立vlan5和vlan10,并给vlan5改名为SALES vlan10改名为HR S2上的配置

Switch#conf t

Switch(config)#hostname S2

S2(config)#int f0/5

S2(config-if)#switchport mode trunk

S2(config-if)#no shutdown //给接口设置中续模式

S2#conf t

S2(config)#vtp domain ccna

S2(config)#vtp mode client

S2(config)#vtp password ccna //设置为vtp域的客户模式

S2(config)#int f0/1

S2(config-if)#switchport mode access

S2(config-if)#switchport access vlan 5

S2(config-if)#exit

S2(config)#int f0/2

S2(config-if)#switchport mode access

S2(config-if)#switchport access vlan 5

S2(config-if)#exit//把S2中接口f0/1, f0/2划分到vlan5中

……//同理把接口f0/3, f0/4划分到vlan5中

实验中需要对交换机S3作类似配置,并按实验分析要求将PC1~PC8的IP地址作出相应配置即可。

### 2.5 实验结果

图3~图5是测试结果:通过分别对2台子互相ping命令的测试,发现VLAN内部及VLAN之间



均能够ping通,说明单臂路由实验成功。

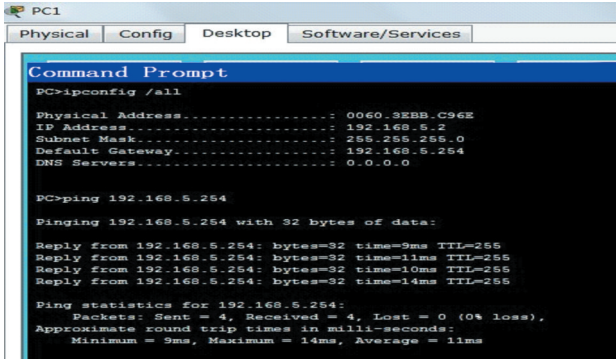


图3 VLAN5内部互通

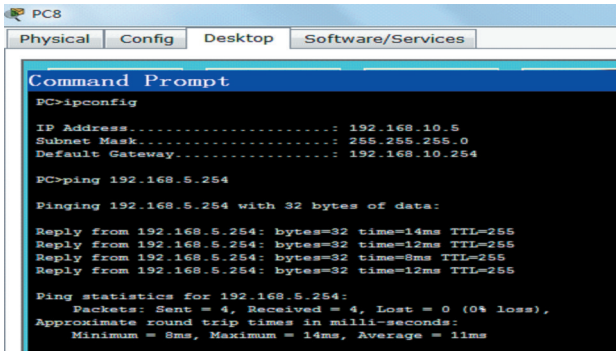


图4 VLAN5与VLAN10间互通

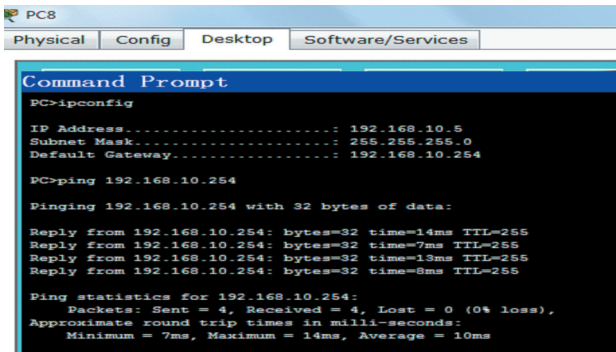


图5 VLAN10内部互通

### 3 实验的改进

在上面的配置中,客户机都是手动指定的IP地址,如果VLAN里成员多的话,维护起来工作量会很大。可以在路由器上为各VLAN配置DHCP地址池,为各VLAN自动分配IP和相关信息。

huachen (config)#ip dhcp pool v2 //建一个地址池名称叫v2,名称任意

huachen (dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0 //地址池v4为vlan1配置,分配vlan1地址范围

huachen(dhcp-config)#default-router

#### 参考文献:

[1] Cisco Systems, Inc. Device Manager Guide: Cisco ACE 4700 Series Application Control Engine Appliance[R].OL-26645-02, CA, USA: Cisco Systems, Inc., 2014.

192.168.1.1//分配默认路由,也是相应VLAN的网关地址

huachen (dhcp-config)#lease 5 //租约5天

huachen (dhcp-config)#exit

……//同理配置为vlan5配置地址池v3,为vlan10配置地址池v4

huachen (config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.1 //排除不分配的地址,这些地址通常都是网关地址。

huachen (config)#ip dhcp excluded-address 192.168.5.1

huachen (config)#ip dhcp excluded-address 192.168.10.1

在交换机上为各VLAN配置IP帮助者地址,通过该地址访问DHCP,该地址可以是任意的DHCP服务器地址,例如是一台WindowsDHCP服务器,只要该服务器是可以被访问的,而且该DHCP上定义了相关VLAN的地址域信息,否则VLAN成员会得不到正确的IP地址。

S1(config)#int vlan1

S1(config-if)#ip helper-address 192.168.1.1 //这里设置成VLAN 1的网关地址,可以设置成用意VLAN的网关地址。

S1(config-if)#int vlan5

S1(config-if)#ip helper-address 192.168.5.1

S1(config-if)#int vlan10

S1(config-if)#ip helper-address 192.168.10.1

在客户机上将IP设置成自动获取就可以得到正确的地址了。在上面的配置中还可以配置其它参数,可以根据具体情况配置网络。例如:

huachen (dhcp-config)#dns-server 202.106.196.115 //分配DNS

huachen (dhcp-config)#client-identifier MAC //MAC绑定

### 4 结语

本文采用CPT环境实现单臂路由器配置VLAN间路由,并提出了依据需要进行改进的方法。但这种方法容易出现瓶颈,就是当VLAN数目多,且PC成员多而路由器以太口的速率又受到限制时就容易出现拥塞。为了解决这种问题可以采用三层交换来提供VLAN间的路由。

的交点位置,可以确定场区7月份降水量在1980—1985年的增加是一种突变,时间大致在1982年前后。

图3d给出的是场区8月份降水量的Mann-Kendall统计曲线。由UF曲线可知,场区8月份降水量在1982年以前并无显著变化;1982—1990年,场区降水量有明显增加趋势,到1990年左右年UF值已经超过显著性95%的临界线,表明降水量增加趋势显著;从上世纪90年代前期至后期,场区降水量表现出一定的减少趋势,但并不明显;2000年之后,场区降水量的变化趋势变得不明显。此外,UF和UB曲线在置信区间内并无明显的交点,可以确定场区8月份降水量不存在突变现象。

图3e给出的是场区9月份降水量的Mann-Kendall统计曲线。从图中可看出,UF曲线的变化始终在置信区间之内,表明近40 a来场区9月份降水量并无显著的变化。此外,UF和UB曲线在置信区间内并无明显的交点,可以确定场区9月份

降水量不存在突变现象。

### 3 结论

(1)近40 a来场区在雨季及其各月(6、7、8、9月)的最大降水量均是最小降水量的2倍以上,这表明场区降水量年际差异大,存在显著的年际变化特征。

(2)Morlet小波分析表明,近40 a来场区降水量在雨季、8和9月的年代际周期要比年际周期显著,其年代际周期为9~16 a,7月份的年代际周期最弱;此外,场区降水量的年际周期基本为2~7 a,而6和9月份的年际周期相对比较明显,均为4~7 a。

(3)Mann-Kendall统计检验结果表明,近40 a来场区在雨季、6、7和8月的降水量在上世纪80—90年代呈增加趋势,但7月份的增加趋势不显著;进入2000年代,场区的降水量的变化趋势不明显。此外,雨季、6和7月份存在突变现象,但8和9月并不存在突变现象。

#### 参考文献:

- [1] 江晓华,汪正林,党建涛,等. “北斗二号”导航卫星(GEO-2)发射短时气象保障[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2009, 23(3): 68-72.
- [2] 江晓华,党建涛,汪正林,等. 第九颗北斗导航卫星发射日强对流天气临近气象保障分析[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2011, 25(3): 44-47.
- [3] 江晓华,党建涛,李刚,等. 嫦娥五号飞行试验器发射日雷雨天气过程气象保障分析[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2015, 29(1): 28-31.
- [4] 李永华,卢楚翰,徐海明,等. 热带太平洋—印度洋海表温度变化及其对西南地区东部夏季旱涝的影响[J]. 热带气象学报, 2012, 28(2): 145-156.
- [5] 周秀华,肖子牛. 我国西南周边地区夏秋季节降水变化及相应环流特征分析[J]. 大气科学, 2015, 39(4): 653-666.
- [6] 张武龙,张井勇,范广洲. 我国西南地区干湿季降水的主模态分析[J]. 大气科学, 2014, 38(3): 590-602.
- [7] 徐栋夫,李栋梁,曲巧娜,等. 西南地区秋季干湿时空变化特征及其成因分析[J]. 热带气象学报, 2013, 29(4): 570-580.
- [8] 张顾炜,曾刚,倪东鸿,等. 西南地区秋季干旱的年代际转折及其可能原因分析[J]. 大气科学, 2016, 40(2): 311-323.
- [9] 白涛,施萧,李刚. 西昌发射场区雨季降水气候特征分析[J]. 气象水文装备, 2015, 26(5): 23-26.
- [9] TORRENCE C, COMPO G. P. A Practical Guide to Wavelet Analysis[J]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 1998, 79(1): 61-78.
- [10] GERSTENGARBE F W, WERNER P C. Estimation of the Beginning and End of Recurrent Events Within a Climate Regime[J]. Climate Res., 1999(11): 97-107.

(上接第43页)

- [2] 薛琴. 基于Packet Tracer的计算机网络仿真实验教学[J]. 实验室研究与探索, 2010(2): 57-59.
- [3] 杨功元. Packet Tracer使用指南及实验实训教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [4] 刘晓辉. 网络设备规划、配置与管理大全[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [5] 叶阿勇. 计算机网络实验与学习指导——基于Cisco Packet Tracer模拟器[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [6] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.