

# 网络测试技术在校园网建设与维护中的应用

赵丽<sup>1,2</sup>

(1. 北京工业大学 软件学院, 北京 100022;

2. 新疆农业职业技术学院 软件技术学院, 新疆 昌吉 831100)

**摘要:**随着网络的快速发展和频繁应用,网络负荷量不断增加,人们越来越注意到网络测试的重要性。对于任何的网络和布线系统,测试工作都是不可或缺的。介绍网络系统测试技术的内容、方法和过程,并以以太网为例,具体分析系统测试的主要项目及其对校园网络性能的影响,同时给出解决问题的建议,如何确保校园网正常运行,快速有效地解决所有故障。网络系统测试为校园网的健康运行带来了有效的解决办法。

**关键词:**网络;系统测试;测试技术;应用;校园网

**中图分类号:**TP393.08

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2007)09-0174-04

## Application of Network Testing Technology to Campus Network Construction and Maintenance

ZHAO Li<sup>1,2</sup>

(1. School of Software Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China;

2. School of Software Technology, Xinjiang Agricultural Vocational Technical College, Changji 831100, China)

**Abstract:** Along with the fast development and the frequent application of network, the network load unceasingly increases, the people more and more pay attention to the importance of the network test. Regarding any network and the wiring system, the test work all is indispensable. Given a brief introduction about the content, method and process of system testing technology to network. Combining with the Ethernet, analyzed the main items of system testing and their influence to the performance of the network, at the same time, some advice about resolving trouble were given. How guarantees the campus net normal operation, fast effectively solves all breakdowns. The network system test has brought effective solution for the campus net health movement.

**Key words:** network; system testing; testing technology; application; campus net

## 0 引言

随着网络的迅猛发展,人们对网络的依赖程度进一步增强,对网络需求和期望不断提高,而网络的规模也在持续扩大,使得保持网络以最高性能运转变得越来越困难。网络瘫痪成为众多数据通信领域用户们不得不面对的问题。校园网由于自身的特点使得安全问题比较突出,因此校园网的安全管理也更为复杂、困难。如何确保校园网正常运行,快速有效地解决所有故障?在这个问题上,网络系统测试的日臻完善已显得越来越重要。

网络系统的测试问题贯穿了网络安装、维护、管理和故障诊断的整个过程。可以说,网络系统测试为校

园网的健康运行带来了有效的解决办法。

## 1 网络测试三要素

### 1.1 识别

测试网络线缆或端口,首先是要识别网络系统的类型和它所提供的服务,识别网络类型能够让用户了解网络系统能够支持的服务类型和在数据传输能力和容量方面的潜在问题,校园网维护和管理者能够方便地了解所使用网络设备的类型和性能参数等信息。简单的网络测试仪一般可以识别网线另一端的设备类型,是10兆、100兆或是1000兆的网络设备,以及双工状态等等。尽管网络识别是网络测试中最低的一个层面,但它却是一个重要和快速的方式使用户了解网络系统的目前状况。

### 1.2 验证

网络测试的更高层次是验证。在这个层面上,网

收稿日期:2006-03-16

基金项目:国家教育部研究课题(2003年c22)

作者简介:赵丽(1973-),女,河南人,讲师,硕士研究生,研究方向为网络信息管理与安全。

络维护者可以更深入地了解他们的网络系统。在这个阶段,跳线、插座、模块等网络系统中各个连接部件的实际物理特性都可以被了解,验证测试可以显示网络中每个连接部件和线缆敷设的具体路由。这样网络安装人员和维护者可以清楚地了解每根线缆是怎样被安装以及它们是否被正确端接。

绝大多数符合 ANSI/TIA/EIA-568 A/B 互连标准的验证测试仪都带有识别开路、短路、错对和分叉等线对故障的功能,这些常见故障很可能是在压接模块和打线过程中就出现了。通过显示每个独立线对状态可以容易地了解每根线缆端接是正常还是不正常。

除了判别布线错误,验证测试仪一般也具有测试线缆长度和配合远端识别器显示线缆路由的功能。这个线路图功能对于改变和重新配置现有网络结构是非常有用的。验证测试仪是每一个布线安装者和网络技术人员都应该配备的测试工具。验证测试仪可以解决基本的布线故障,及早发现布线安装中的问题和排除今后故障发生的可能性。

### 1.3 认证

认证是测试网络布线的最高层次技术,它具有认证线缆传输数据效率的能力。认证测试将确保网络的性能并保证网络可以始终运行在最佳状态。应用了最新科技成果的新型认证测试已经出现,能够更快速地评估线缆的实际性能指标,它除了包括 TIA/EIA 568 标准中所指定的电气参数外,还增加了网线性能和速度测试能力。

通过使用最新的千兆收发器,这类速度和性能认证测试仪不仅可以完成传统测试仪中近端串扰、衰减、回波损耗、延迟偏移等测试项目。还可以进行诸如误码率、信噪比、千兆网速认证等面向实际应用的测试功能。误码率测试(BERT)是通过在特定时间内在被测网线中所有四个线对上,同时发送高达数千兆的数据流量,并在接收端检测错误数据包数目和每个线对数据传输时间的差异。

通过这些高级的测试功能,可以确定是否被测试线缆能够以高达 1000Mb/s 或 100Mb/s 的速率传输数据,由于这些测试速率与目前所有以太网网络设备如交换机、集线器的端口速率吻合,因此如果线缆可以通过这项测试,那也就说明了在实际应用中它们也能够正常使用。

## 2 网络系统测试的方法与工具

### 2.1 测试方法

网络测试的方法分为被动测试和主动测试。被动测试就是用仪表监测网络中的数据,通过分析采集到

的数据判断网络性能状况,一般被动测试对网络正常工作影响很小,主动测试通过向网络中发送特定的数据包来分析网络系统的性能。

### 2.2 测试工具

网络测试工具主要有线缆测试仪、网络分析仪和协议分析仪等。一般来说,线缆测试仪用于检测电缆质量及电缆安全质量,能完成电缆的验证测试和认证测试,完成 OSI 7 层模型中第 1 层的测试工作,如 FLUKE DSP 2000、4000 等;低端网络分析仪完成第 1 到第 3 层的测试工作,如 FLUKE One Touch 网络故障一点通等;高端网络分析仪与协议分析仪则侧重完成第 2 至 7 层的测试工作,如 FLUKE Optiview 智能网络分析仪,Sniffer 协议分析仪等<sup>[1]</sup>。

此外,大多数网络操作系统或多或少地提供了一些简单和便捷的网络测试命令,如 Ping, Tracert 等,在校园网络测试中应用极为广泛。

## 3 网络系统测试的要点与过程

### 3.1 网络系统测试点的选取

最理想的网络测试点应具有以下特征:它能洞察网络上所有数据帧,同时不会因测试而影响网络正常运行或增加网络负担。但是在复杂的网络中,上述测试点是不大可能找到的。

可行的办法是根据校园网络结构建立一个测试点群,一般情况下可在核心层交换机上设置一个主干镜像端口作为主测试点,在分布层交换机上按广播域分布再选取若干个,需要注意各测试点应能透视到本层设备的绝大部分数据流。这样做的优点是可将网络故障查找范围“分割并缩小”。

VLAN 的存在给网络测试点的选取增加的难度,选点时要避免出现网络“盲区”,随着测试技术的发展,能够穿越 VLAN 的网络测试仪已经面世<sup>[2]</sup>。

网络测试点要求网络支持人员在透彻地了解网络结构的基础上精心选取。

### 3.2 建立系统状态基线并做文档备份

当网络系统加载运行并优化达到较为理想的程度后,就可以建立系统状态基线(Baseline)。系统状态基线就是经过优化后的系统在正常运行情况下各种测试参数的汇总。系统状态基线可以极大地简化今后的故障诊断过程,将实时测试数据与状态基线进行对比分析可以快速发现网络异常。因此,对系统状态基线做文档备份是非常重要的。

## 4 网络系统测试的具体应用

根据 OSI 参考模型(如图 1 所示),网络体系可以

分为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层<sup>[3]</sup>。第 4 到 7 层主要负责互操作性,第 1 到 3 层则是网络通信的基础。网络系统的性能测试则主要针对物理层、数据链路层和网络层进行。下面以目前应用广泛的以太网为例,介绍网络系统测试的具体参数及故障分析方法。

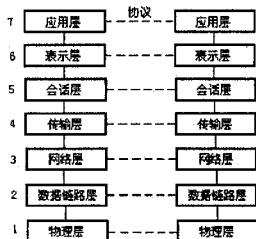


图 1 OSI 参考模型

#### 4.1 物理层测试

##### 4.1.1 综合布线系统

统计数据表明,50%以上的网络故障与综合布线系统有关。5类、超5类非屏蔽双绞线 UTP 和光纤是目前应用最广泛的通信介质。根据《EIA/TIA568B》布线标准、《TSB-67》测试标准以及《埋网光纤数字传输工程施工及验收暂行技术规定》,合格的 UTP 与光纤布线系统应满足如表 1 所示的测试指标。

表 1 UTP 与光纤布线系统测试指标

UTP	连通性	接线图	线缆长度	线路衰减	阻抗	近端串扰	环路电阻	线路延时
合格指标	良好	正确	<90m	<23.2dB	100±5Ω	>24dB	<40Ω	<1μs
光纤	500m,波长 1300nm			500m,波长 850nm				
衰减指标	<2.6dB			<3.9dB				

需要特别指出的是,串对错误是测试过程不容易发现的问题。串对错误表现为,接线过程中第 3、第 6 号线没有使用同一对双绞线,因此绞结所具有的消除串扰的作用就没有了。当在测试过程中如果发现接线图正确,近端串扰偏大或超标的现象,就要考虑串对问题。

##### 4.1.2 碰撞分析

碰撞(collision,或称冲突)是以太网中最常见的故障,碰撞是指两台机器同时监听到网络是空闲的,同时发送数据,就会发生碰撞,碰撞对于以太网来说是正常的。以太网采用的 CSMA/CD 访问协议不可避免地引发少量的碰撞,通常这种“正常错误”损失 0.5% 的网络带宽,但当平均碰撞率超过 5% 时,就意味着有较为严重的网络问题了,引起碰撞的原因主要来自 3 个方面:

(1)网络连接设备物理故障:当平均碰撞率与某一特定站点或设备有直接关系时,即可判断设备物理层故障,常见于网卡、交换机硬件故障或驱动程序问题。

(2)同一个广播域内集中了过多站点:过多的站点很容易引发碰撞问题,当平均碰撞率超过 5% 时,应考虑调整站点分布或使用 VLAN 技术。

(3)布线系统缺陷:当布线系统质量不过关时,常会引入一些随机能量,并以脉冲形式与正常的数据帧发生碰撞。当网络平均碰撞顽固性超标时,应考虑布线系统是否有缺陷并进行综合布线系统测试,并特别注意甄别串对问题。

##### 4.1.3 错误统计

以太网错误(error)包括以太网正常运行中不该出现的 FCS 错误、长帧和短帧等错误。错误的出现一般伴随着很高的网络碰撞率,它指示出网络上出现了严重的物理层错误或存在极高的网络利用率。错误出现的最常见起因是接线线序错误或遭受高强度网络攻击。

##### 4.1.4 噪声与幻象

噪声来源于电扇、复印机、UPS、电梯和各种电机等,常常会对数据产生恶劣影响。幻象是噪声的一种特例,它让网络站点误认为是有效帧且正在传送,幻象消除之前各站点都在等待,实际上它消耗了大量网络带宽。

当网络平均碰撞率过高或响应时间变慢时,应考虑噪声与幻象的影响。一般情况下,电缆最长的地方和劣质电缆最容易受到噪声干扰,通常还是间歇性的。

#### 4.2 数据链路层测试

##### 4.2.1 利用率

网络利用率指示了整体网络流量的观测值以及何时发生使用高峰,平均网络利用率对网络提供了一个评价参考。网络维护人员应对超过 60% 的突发利用率给予关注,如果平均网络利用率超过 40%,应考虑对网络进行扩容<sup>[4]</sup>。

突发的高利用率在很多情况下意味着网络正在遭受攻击,DOS 与 DDOS 攻击是最常见的情况。对于 DOS 攻击,利用网络测试技术中的强劲用户搜索手段,可以快速地确定攻击源并采取相应对策。而对于 DDOS 攻击,则可以综合数据链路层、网络层和应用层的测试结果,分析出攻击源并采取相应对策。

##### 4.2.2 MAC 层流量分析

MAC 层流量测试主要针对二层交换设备,一般是利用 SNMP 协议读取各交换机 MIB 库信息,并做出各交换机流量分布与流量统计分析<sup>[5]</sup>。RMON2 则对数据链路层及高层的流量监控给予了更有力的支持。

MAC 层流量测试可采用两种方法:实际测试与长期统计,前者主要解决突发的拥塞现象,查明大流量数据集中心;后者的统计结果对网络优化具有重要意义。MAC 层流量分析结果对进行网络优化具有最重要的指导意义,一个设计并运行良好的网络系统应具有较为平均的 MAC 层流量分布,并拥有足够的带宽余量以应付突发的大数据流。

#### 4.2.3 强劲用户

强劲用户是指那些占用网络资源最多站点和设备,包括数据最多发送者和数据最多接收者。利用网络分析仪可以很方便搜索网络中的强劲用户并按资源占用率列表显示。一般情况下,处于强劲用户列表前列的都是各类应用服务器、路由器和交换机等设备。当网络发生异常,利用率突增时,新出现的强劲用户往往就是引起网络拥塞的罪魁祸首,通常它们感染了病毒并对网络发起了攻击。

#### 4.2.4 强劲 MAC 对

通过追踪任何两个站点之间的流量,可以迅速查明强劲 MAC 对,它对改善网络性能方案的制定,有决定性参考价值。

进行网络系统优化时,应遵循以下原则:尽量将强劲 MAC 对站点安排在同一网段中、同一交换机下,以减少网络主干和 3 层交换的流量压力。

### 4.3 网络层测试

#### 4.3.1 协议流量分析

与 MAC 层流量分析不同,协议流量分析是对数据流按 3 层协议分类(如 IP, IPX, RIP, OSPF 等等),并进行统计分析。网络操作系统、网络管理软件、网络分析仪以及协议分析仪都能够不同程度上提供这一信息。

网络管理与维护人员应该对本网络使用的各种协议以及对应流量的多少、特殊类型的帧以及它们在不同时间的出现情况等有一个基本概念,这些“正常”网络活动水平是至关重要的,它可以为任何新的测量提供进行比较的参考点。

协议流量分析结果通常指示出某些网络配置问题(如地址解析问题等)或标志着某种入侵。

#### 4.3.2 响应时间

网络层响应时间是一个非常重要的参数,由于网络层数据很容易跨过路由器,因此站点之间的路径较为复杂,响应时间的变化是很大的。

测试响应时间除了使用测试仪外,最常用也是最简单的手段就是 ping 命令。此外,利用 tracert 命令有助于快速定位网络故障。

#### 4.3.3 路由流量分析

路由流量分析其实是 3 层协议流量分析的一部分,之所以要做进一步的测试与分析,是因为它与 MAC 层流量分析一样,对网络优化决策有极为重要的指导意义。

网络层协议在每一帧中包括了足够的路由信息,它十分清楚地标明了源与目的地址,这些信息揭示了在逻辑网段之间数据流的效率。信息传输时所跨过的路由连接越少,响应时间就越快。

通过测试并检查数据流的路由信息,网络支持人员就可以得到给定网段负载的整体情况。当太多的远程流量出现时,如果可以提供一条更短的替代路径就可以改善本地网段的性能,因为它排除了不必要的 3 层流量。

#### 4.3.4 传输错误统计

网络层协议有一套特殊规则控制数据流传输过程中的错误,典型的情况是数据包的丢失。错误统计可以帮助发现网络变慢时,来自特定网络站点影响(如服务器过载等情况)。

## 5 结束语

网络测试的重要性是显而易见的,但是就目前情况来看,大多数用户认为只要网络建立起来,信息能够传输了,网络可以运行了,这就足够了,网络测试似乎显得多余。事物的认识总会有一个过程。相信随着网络的快速发展、网络应用的更加频繁,以及网络负荷量的增加,人们会越来越注意到网络测试的重要性。对于任何的网络和布线系统,测试工作都是不可或缺的。同时,更重要的是:将最新的技术进步应用于测试将显著地提高测试能力并且给用户带来更好的选择和更多便利。网络正在不断发展和进步,因此相应的网络测试产品也需要跟随网络技术的发展而更新和提高。随着校园网的不断发展,也要进一步加强网络测试技术在校网建设与维护中的应用。

### 参考文献:

- [1] Allen N. 网络维护与故障诊断指南[M]. 北京:中国科学技术出版社,1999.
- [2] 朱理森,张守连. 计算机网络应用技术[M]. 北京:专利文献出版社,2001.
- [3] 杨卫东. 网络系统集成与工程设计[M]. 北京:中国科学技术出版社,2002.
- [4] 胡道元. 计算机局域网[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [5] 赵庆斌,马素霞,赵庆玉. 网络测试深入解析[M]. 北京:清华大学出版社,2003.