

基于 IPv6 的校园网升级研究

罗辉琼, 聂瑞华, 郑 凯

(华南师范大学网络中心, 广东 广州 510631)

摘要:针对华南师范大学校园网 IPv6 技术升级进行研究。分析对比了 IPv4 和 IPv6 技术及 IPv4 向 IPv6 过渡的转换机制。在对华南师范大学校园网的网络现状进行详细分析的基础上,给出了校园网 IPv6 整体升级方案及纯 IPv6 子网建设方案,其中包括有校园网升级网络拓扑结构设计、大学城校区纯 IPv6 子网建设、三校区 IPv6 地址规划、IPv6 路由设计、接入主干网设计等,并进行了相关的部署实施,实现了华南师范大学校园网从 IPv4 到 IPv6 的平滑过渡。

关键词:IPv4; IPv6; 升级; 部署; 过渡

中图分类号:TP393.02

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)03-0132-04

Research on Campus Network Upgrade Based on IPv6

LUO Hui-qiong, NIE Rui-hua, ZHENG Kai

(Network Center, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: Research to the IPv6 campus network upgrade in South China Normal University. The analysis has contrasted IPv4 and the IPv6 technology and IPv4 to the IPv6 transition conversion mechanism. To South China Normal University campus net's network present situation analysis foundation, the campus net IPv6 whole promotion plan and the pure IPv6 subnet construction plan are proposed, which included upgrading the campus network topology design, pure IPv6 subnet construction in university city school district, IPv6 addresses planning in three school district, IPv6 routing design, and access to the backbone network design, etc. And has carried on the related deployment implementation, has realized the South China Normal University campus net from IPv4 to the IPv6 smooth transition.

Key words: IPv4; IPv6; upgrade; deployment; transition

0 引言

随着 Internet 的发展和普及, IPv4 协议已逐渐显现出其在地址资源、网络安全、网络结构的划分和管理及服务质量(QoS)方面的局限, IPv6 取代 IPv4, 已经成为互联网技术发展的必经之路。IPv6 以其在 IP 地址量、安全性、服务质量、移动性等方面的优势, 已经成为下一代互联网的核心技术。2003 年, 中国下一代互联网示范工程(CNGI 项目)正式启动, 标志着中国学术互联网的 IPv6 之路已经开始。其中, 教育部科技司选择 100 所全国著名的“211 工程”高校承担 CNGI 高校驻地网项目建设, 该项目采用 IPv6 协议高速接入 CNGI - CERNET2 主干网, 是 CNGI 示范网络的重要

组成部分。华南师范大学是 100 所 CNGI - CERNET2 高校驻地网建设学校之一, 文中正是针对华南师范大学校园网 IPv6 技术升级展开研究。

1 IPv4 与 IPv6 的技术分析

1.1 IPv4 与 IPv6 的对比

IPv4, 是互联网协议(Internet Protocol, IP)的第 4 版, 也是第一个被广泛使用, 构成现今互联网技术基石的协议, 其核心价值体现在简单、灵活和开放性。但随着新应用的不断涌现, 传统的 IPv4 协议已经难以支持互联网的进一步扩张和新业务的特性。其不足主要体现在几方面: 地址空间即将耗尽、路由表急剧膨胀、缺乏网络服务质量的支持、缺乏对移动服务的支持等。

IPv6^[1-3]是 IP 协议的第 6 版, 它的出现不仅彻底地解决了 IP 地址不足的问题, 同时在地址管理、移动性、安全及多媒体支持方面都有巨大的灵活性。与 IPv4 相比, IPv6 的优势体现在这几个方面: 简化的报头和灵活的扩展; 地址的自动配置; 采用了内置的 IP 通信安全协议, 在网络层对数据提供分组和加密服务; 支持组播方式; 提供了服务质量保证; 支持即插即用,

收稿日期:2009-07-16; 修回日期:2009-10-15

基金项目:中国下一代互联网示范工程 CNGI 示范网络高校驻地网建设项目(CNGI - CERNET2 - CPN - 2007 - 060); 教育科研基础设施 IPv6 技术升级和应用示范项目(GXTC - 0930004)

作者简介:罗辉琼(1981 -), 女, 广东梅州人, 工程师, 硕士, 研究方向为计算机网络与应用技术; 聂瑞华, 教授, 研究方向为计算机网络及应用、网络技术。

支持真正的移动性等。

1.2 IPv4 向 IPv6 的过滤技术

目前校园网的网络教学、资源及其他应用都是基于 IPv4 协议的,许多路由器、终端设备也不支持 IPv6,在相当一段时间内 IPv4 和 IPv6 会共存在一个网络环境下。IPv4 向 IPv6 的过渡要实现平稳的转换,同时尽可能地降低网络的变动对现有用户所增加的工作量。为此,IETF 推荐了双协议栈、隧道技术以及 NAT-PT 等转换机制^[4] IPv4 向 IPv6 过滤技术对比见表 1。

表 1 IPv4 向 IPv6 过滤技术的对比

过滤技术	原理	优点	缺点
双协议栈技术	双协议栈技术就是使 IPv6 网络节点具有一个 IPv4 栈和一个 IPv6 栈,同时支持 IPv4 协议和 IPv6 协议,可以同时收发 IPv4 和 IPv6 两种数据	互通性好,易于理解	对网元设备的要求较高,要求其维护大量的协议(包括 IPv4 和 IPv6)和数据
隧道技术	隧道技术将 IPv6 的数据报文在起始端(隧道的入口)封装至 IPv4 中,IPv4 报文的源地址和目的地址分别是隧道入口和出口的 IPv4 地址,利用 IPv4 的路由体系进行传输,然后在隧道的出口处,再将 IPv6 报文取出转发给目的节点,从而实现了利用现有的 IPv4 路由体系来传递 IPv6 数据的方法	只要求在隧道的入口和出口处进行修改,容易实现,所以它是 IPv4 向 IPv6 过渡的初期最易于采用的技术	不能实现 IPv4 主机与 IPv6 主机的直接通信
NAT-PT 转换机制	NAT-PT 是纯 IPv6 节点与纯 IPv4 节点之间的互通方式。将 IPv4 地址和 IPv6 地址看成是两个不同区域的地址空间,当发起通信请求时,NAT 服务器充当翻译,将请求者 IP 地址转换成目的主机的 IP 地址类型,并在服务器上形成一个 IPv4 与 IPv6 地址映射表	节点不需要改造,原有的 IPv4 节点不需要改造就能与 IPv6 进行通信	实现过程比较复杂,网络设备进行地址转换和协议转换开销太大

2 网络现状分析

目前,华南师范大学校园网覆盖了 3 个校区(石牌校区、大学城校区、南海校区)。其中大学城校区与石牌校区之间采用两条独立光纤通过双万兆互联,南海校区与石牌校区之间通过租用电信的千兆电路互联。华南师范大学校园网覆盖了学校的所有的教学、科研、行政办公、教师宿舍、学生宿舍楼宇,网络端口数量超过 4 万个,用户数达到 3 万多人。

在设备方面,2004 年起,华南师范大学全面更新了校园网设备从核心、汇聚到接入层的各类网络交换机。目前,石牌校区采用两台高性能双栈交换机 Foundry MG8 作为核心,4 台 Foundry RX4 作为主汇聚,核心层与汇聚层之间采用双万兆连接;大学城校区

采用两台锐捷 8610、一台华为 8512 及一台 Foundry RX4 构成核心体系,各交换机间也采用万兆冗余连接;南海校区采用锐捷 8610 作为核心。其校园网网络拓扑图如图 1 所示。

校园网出口方面,我校与教育网有多条连接,其中大学城校区有一条万兆及一条千兆连接到广东教科网大学城汇接中心,并由汇接中心的万兆线路连入 CERNET 华南节点;石牌校区通过一条独立光纤千兆连接 CERNET 华南节点,另有一条独立光纤千兆连入 CERNET2。在 2008 年底我校与中国电信正式建立了 400Mbps 的连接。

早在 2005 年,我校就成为中日 IPv6 试验床建设项目承担单位之一,引进了 IPv4/IPv6 双栈设备,并逐步开展下一代互联网技术的试验和研究;在网络设备的购置中,我校从长远出发,引进了高端 Juniper 双栈高性能边界路由器,为华南师范大学校园网向 CERNET2 的接入和过渡做好准备。2007 年,我校承担了 CNGI 示范网络高校驻地网建设项目,按照项目建设要求,我校在全校范围内逐步推广 IPv6 的使用范围,目前,我校大学城校区 IPv6 在接入层得到了普遍支持,石牌校区 80% 网络接入层也可支持 IPv6,达到了项目建设的各项指标。

3 校园网 IPv6 升级技术方案

华南师范大学校园网 IPv6 升级^[5,6]采用的还是建设同时支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈网络的技术路线,通过对现有未支持 IPv6 交换机(接入、汇聚)的升级,努力扩大 IPv6 网络的覆盖范围,为更多用户提供 IPv4/IPv6 双栈服务,并逐步实现 IPv6 访问优先策略。同时,将建设一个小型纯 IPv6 子网,为网络中心及校内其他单位开展下一代互联网关键技术试验和应用示范提供试验环境。出口方面,继续采用两条独立专线分别接入教科网现有的 CERNET 主干网(IPv4)和 CNGI-CERNET2(IPv6)主干网,保证双栈网络的充足带宽。

(1) 校园网升级网络拓扑结构设计。

华南师范大学校园网采用环形拓扑,由接入、汇聚、核心三层构成,采用静态路由和 OSPFv3 相结合的路由方案,网络骨干采用 10Gbps 链路连接,汇聚到接入层采用 1Gbps 链路连接,接入层交换机到用户桌面采用 100Mbps 连接,部分节点实现千兆到桌面。

升级后的校园网拓扑如图 2 所示。

(2) 纯 IPv6 子网建设。

我校计划在大学城校区教学大楼建立一个支持超过 1000 个用户的纯 IPv6 子网,并将教学大楼里面的

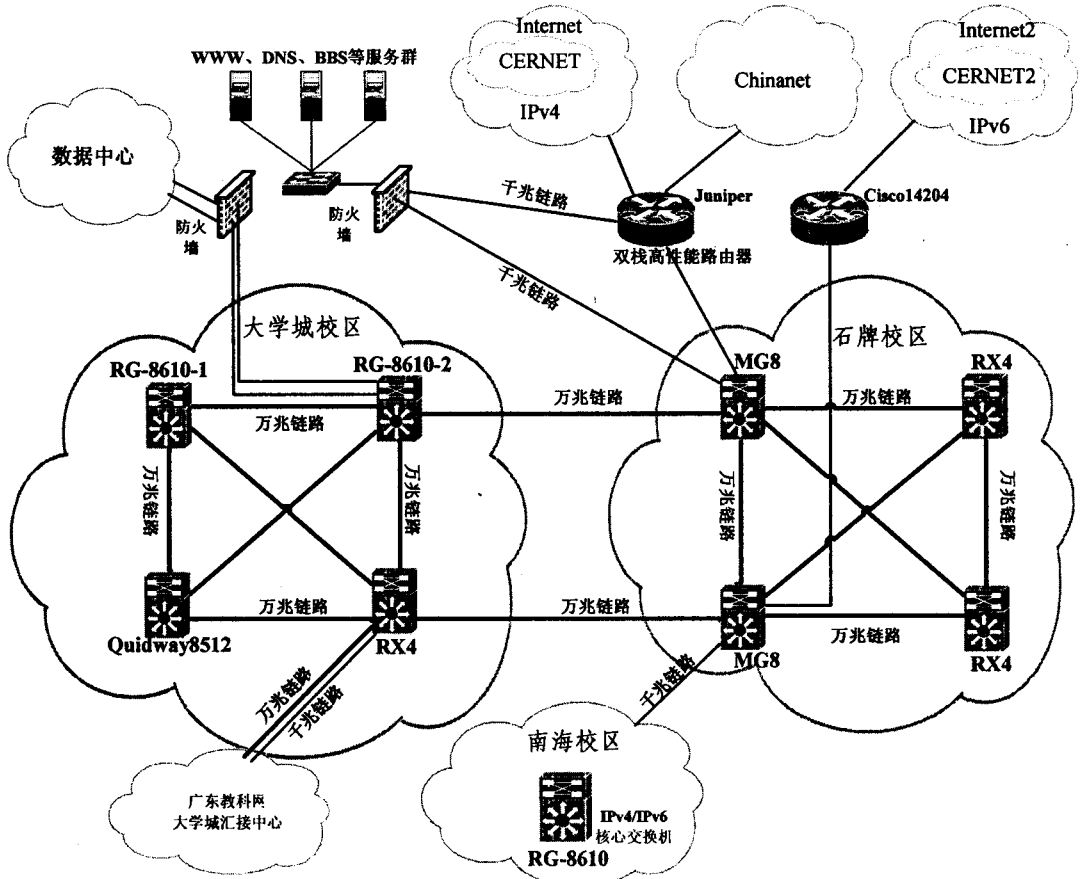


图 1 华南师范大学校园网拓扑结构图

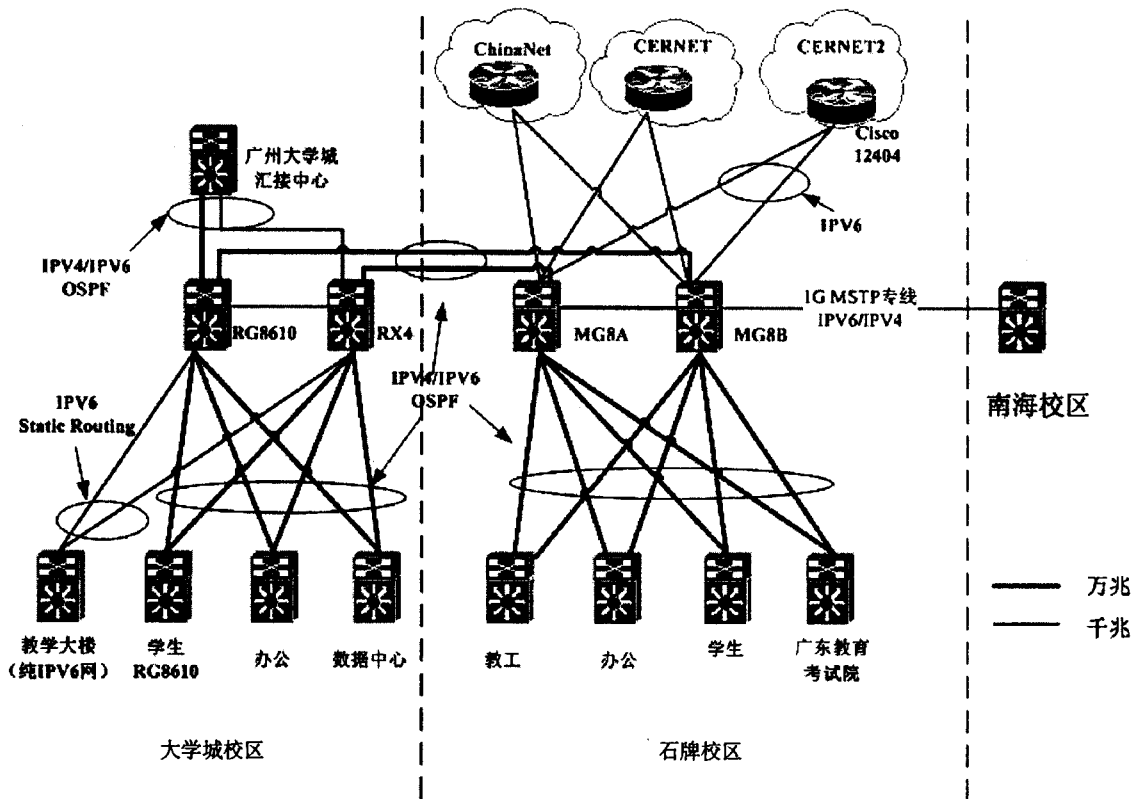


图 2 华南师范大学校园网 IPv6 升级拓扑结构图

学生机房(超过 1200 台电脑)建设成纯 IPv6 子网,为网络中心以及校内其他单位开展下一代互联网关键技术的研究、试验及示范提供环境。该大楼纯 IPv6 网络将与大学城核心交换机 RG8610 连接,采用 OSPFv3 或者静态路由方式实现路由选择,子网的地址获得采用有状态的 IPv6 DHCP 地址分配技术实现。纯 IPv6 子网的具体网络拓扑图如图 3 所示。

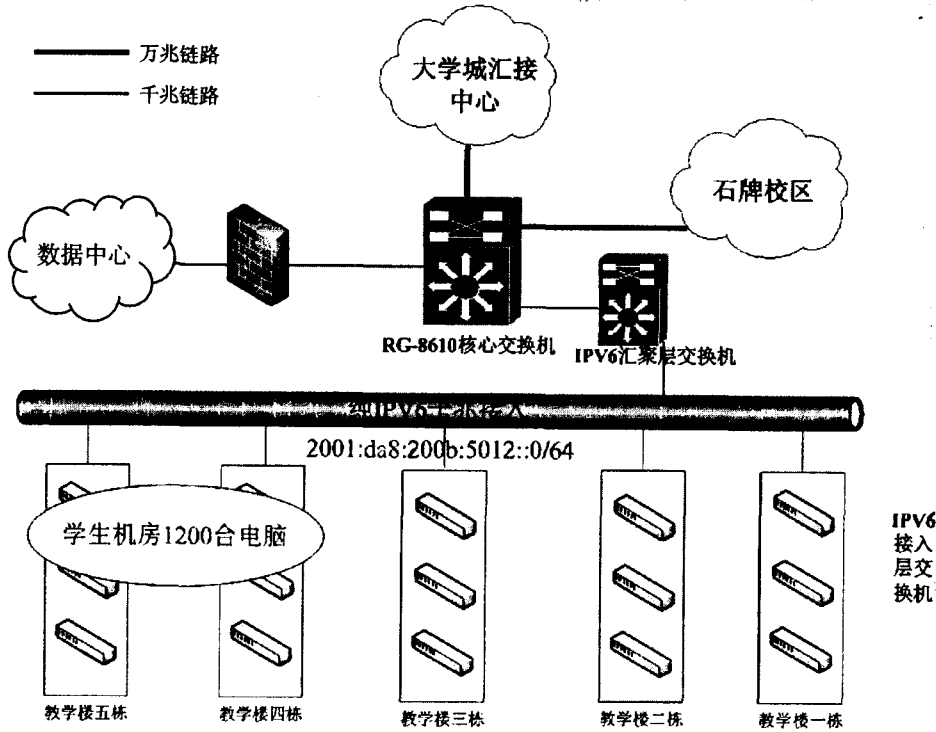


图 3 纯 IPv6 子网网络拓扑图

纯 IPv6 子网对于校内外 IPv4 资源的访问采用透明网关技术^[7]实现。纯 IPv6 用户可通过 IPv6 网络经过 IPv6 透明网关访问所有 IPv4 站点,通过此网关可达到较好的访问效果。

(3)三校区地址规划。

我校 IPv6 驻地网地址段为 2001:da8:200b::/48,在 IPv6 技术升级中,我校 IPv4 地址分配方案保持不变,对三个校区的 IPv6 地址进行了详细的规划分配

表 2 华南师范大学三校区地址规划表

IPv6 地址分配		
本部校区	大学城校区	南海校区
2001:da8:200b:1000/52	2001:da8:200b:4000/52	2001:da8:200b:B000/52
2001:da8:200b:2000/52	2001:da8:200b:5000/52	2001:da8:200b:C000/52
2001:da8:200b:3000/52	2001:da8:200b:E000/52	2001:da8:200b:D000/52
2001:da8:200b:6000/52	2001:da8:200b:F000/52	
2001:da8:200b:7000/52		
2001:da8:200b:8000/52		
2001:da8:200b:9000/52		
2001:da8:200b:A000/52		

(下转第 139 页)

(见表 2)。

(4)IPv6 路由设计^[8]。

1)单播 IPv6 路由设计。

华南师范大学校园网 IPv6 的路由设计,充分考虑用户使用习惯、网络中心管理的统一性和方便性、主流的应用模式、协议支持的广泛程度等因素,IPv6 单播的路由设计我校将采用静态路由和 OSPFv3 相结合的方式,实现路由的冗余,简化校内业务子网总多带来的管理困扰和维护开销。

2)组播 IPv6 路由设计。

IPv6 对组播有很好的支持,并分配了大量的组播地址空间。在校园网中,随着 IPTV、视频点播等应用的大规模开展,校园网中组播技术的应用越来越广泛了。组播技术的广泛应用,将推动 IPv6 技术在校园网中大规模的开展。

我校校园网整体范围内计划采用双栈技术组播。双栈的组播实际上是 IPv4 和 IPv6 组播网的叠加。将组播源配置成双栈,同时向

IPv4 组和 IPv6 组发送数据流,使运行不同协议栈的所有主机都能接收组播报文。

IPv4 和 IPv6 组播能同时运行在路由器和主机上,并且能同时存在于同一网络链路;路由器也能同时成为 IPv4 组和 IPv6 组的汇聚点(RP)。因此双栈网络上 IPv4 和 IPv6 组播可以同时部署。同时,在纯 IPv6 试验环境中部署组播进行试验。设备的核心、汇聚、接入均采用支持 IPv6 的设备,同时组播源采用 IPv6 组发

能性,并且大于门限值 α , 所以将 Rp_3 作为响应结果输出。第二种情况,即所有的响应有着不同发生的概率,出错服务器产生此种响应的概率相同出现的时候,由计算结果可以看出出现的最大可能性不再是 Rp_3 而是 Rp_5 , 并且大于门限值 α , 因此把 Rp_5 作为最终的输出结果输出。第三种情况,即所有的响应有着相同的发生的概率,出错服务器产生此种响应的概率不相同,由计算结果可以看出出现的最大可能性不再是 Rp_3 而是 Rp_5 , 因此把 Rp_5 作为最终的输出结果进行输出。由此可见对 r_i 进行细微的改变, Rp_5 是正确的可能性由不到 0.11 上升到 0.72。应用普通的大数表决算法产生的输出是 Rp_3 , 普通的大数表决算法没有考虑到每个错误服务器产生响应的概率是改变的, 它们产生错误的结果作为输出的概率达到了 3/4, 出现了低的准确性。

3 结束语

基于概率的入侵容忍表决机制实现了系统的安全性、可靠性,为系统提供了容忍入侵能力,与普通大数表决方法相比,基于概率的表决能输出更准确的响应结果。显然,文中提出的这种容忍入侵结构与模型具有一定的理论价值和实验应用价值,特别适合应用于对系统准确性、可靠性、可生存性的分布式环境中。

(上接第 135 页)

送组播数据,在小规模的范围内采用 IPv6 PIM-DM 的部署方式,配置和管理较为容易。

(5) 接入主干网设计。

在石牌校区采用两条 1Gbps 独立光纤分别接入教科网现有的 CERNET 主干网华南核心节点华南理工大学和 CNGI-CERNET2 主干网华南核心节点华南理工大学,目前线路已经正常使用。在纯 IPv6 子网建设中,我校将把大学城校区到大学城汇接中心的出口也升级为双栈协议,并通过动态路由协议实现多路由出口。

4 结束语

目前,我校已经完成了校园网 IPv6 的升级部署,而我校 CNGI 驻地网建设子项目也已经顺利通过验收。通过 CNGI 驻地网子项目建设,我校校园网出口完成与下一代互联网的高速对接,各项基础设施已逐步升级更新,IPv6 试验和应用范围逐步扩大,各项 IPv6 的应用开始逐步实施。接下来将进一步完善 IPv6 网络服务与网络管理,进一步研发 IPv6 应用系统,在新一代 IPv6 网络上实施高性能流媒体传输应用

参考文献:

- [1] 朱建明,马建峰. 基于容忍入侵的数据库安全体系结构[J]. 西安电子科技大学学报,2003,30(1):85-89.
- [2] 彭文灵,王丽娜,张焕国,等. 基于角色访问控制的入侵容忍机制研究[J]. 电子学报,2005,33(1):91-95.
- [3] 张险峰,张峰秦. 入侵容忍技术现状与发展[J]. 计算机科学,2004,31(10):20-22.
- [4] 柴争义. 入侵容忍技术及实现[J]. 计算机技术与发展,2007,17(2):229-231.
- [5] 殷丽华,何松. 一种入侵容忍系统的研究与实现[J]. 通信学报,2006,27(2):137-142.
- [6] Reynolds J, Just J, Lawson E. The design and implementation of an intrusion tolerant system[C]//Proceedings of Int'l Conference on Dependable Systems and Networks. Washington D. C. :[s. n.], 2002:258-290.
- [7] Musa J D. Tools for measuring software reliability[J]. IEEE Spectrum, 1989,26(2):9-42.
- [8] Brocklehurst S, Littlewood B. New ways to get accurate reliability measures[J]. IEEE Software, 1992,9(4):34-42.
- [9] Sheldon F T, Kavi K M, Tausworthe R C. Reliability measurement: From theory to practice[J]. IEEE Software, 1992,9(4):13-20.
- [10] Leung Y W. Maximum likelihood voting for fault-tolerant software with finite output-space[J]. IEEE Trans. Rel, 1995,44(3):419-427.

等,为我校启动下一代互联网的全面建设和应用及进一步参与国家下一代互联网的研究积极做好准备工作。

参考文献:

- [1] 王相林. IPv6 技术新一代网络技术[M]. 北京:机械工业出版社,2008:12-56.
- [2] Li Qing. IPV6 Advanced Protocols Implementation[M]. 北京:人民邮电出版社,2009:23-49.
- [3] Childress B, Cathey B, Dixon S. The adoption of IPv6[J]. Journal of Computing Sciences in Colleges,2003,18(4):39-51.
- [4] 张乐,夏昕,陈萌. IPv4 向 IPv6 过渡策略研究综述[J]. 科技广场,2008(12):94-95.
- [5] 张五红,王宇. 高校 IPv6 校园网的部署与配置[J]. 计算机工程与设计,2007,28(13):3106-3110.
- [6] 张天云. IPv6 技术及其在校园网的部署[J]. 信息技术,2007,35(1):25-26.
- [7] 郭东恩,沈燕. ORACLE 透明网关技术实现异构数据库互连[J]. 电脑开发与应用,2008,21:68-126.
- [8] 张宏科,苏伟. IPv6 路由协议栈协议栈原理与技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2006:50-125.