

# 构建高可靠的医院网络

任皓<sup>1a</sup>, 刘敏超<sup>1a</sup>, 徐柳<sup>1b</sup>, 曾梅<sup>2</sup>, 杨俊<sup>1a</sup>

(1 解放军总医院 a. 计算机应用与管理科; b. 外科临床部, 北京 100853;  
2 62315 部队, 北京, 100842)

**摘要:** 高可靠网络能够保障医院医疗流程不间断运行。将网络改造成 MSTP + VRRP 的双交换机双链路架构, 解决了单点故障问题。为检查科室指定生成树, 解决了带宽瓶颈问题。网络改造大幅提高了的可靠性, 提升了医院的经济效益和社会效益。

**关键词:** 医院; 网络; 可靠性

**本文引用格式:** 任皓, 刘敏超, 徐柳, 等. 构建高可靠的医院网络[J]. 兵器装备工程学报, 2016(2): 162 - 164.

**Citation format:** REN Hao, LIU Min-chao, XU Liu, et al. Construction of Highly Reliable Hospital Network[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2016(2): 162 - 164.

**中图分类号:** R319; TP393

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006 - 0707(2016)02 - 0162 - 03

## Construction of Highly Reliable Hospital Network

REN Hao<sup>1a</sup>, LIU Min-chao<sup>1a</sup>, XU Liu<sup>1b</sup>, ZENG Mei<sup>2</sup>, YANG Jun<sup>1a</sup>

(1. a. Computer Section; b. Surgery Department, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China;  
2. The No. 62315<sup>th</sup> Troop of PLA, Beijing 100842, China)

**Abstract:** Highly reliable network can guarantee that medical process runs uninterruptedly. By using multiple spanning tree protocol (MSTP) and virtual router redundancy protocol (VRRP), transforming network into dual connections and dual switches architecture avoided a single point of failure. Specifying spanning tree for department of examinations solves problems for bandwidth bottleneck. Network transformation enhances reliability greatly and enhances economic and social benefits of the hospital.

**Key words:** hospital; network; reliability

## 1 引言

网络可靠性是指在规定时间内, 网络保持联通和满足通信要求的能力<sup>[1]</sup>。网络可靠性一般用 X 个 9 衡量 (X 代表数字), 表示网络正常运行时间与总时间之比。例如 3 个 9 指 99.9%, 即网络在连续运行 1 年时间里最多可能的中断时间是  $(1 - 99.9\%) \times 365 \times 24 = 8.76$  小时。

医院承担着救死扶伤的社会责任, 随时准备着抢救生命垂危的病人。现代医院的诊疗流程, 包括挂号、门诊、检查、检验、住院和收费等, 都需要 HIS、LIS、PACS 等信息系统的支

持, 信息系统只有通过医院网络连接数据库才能正常运行<sup>[2]</sup>。一旦网络发生故障, 将导致挂号、收费和看病流程中断, 大量病人滞留医院, 不仅给医院带来经济损失, 也造成了极其恶劣的负面社会效应影响。因此构建高可靠医院网络, 保证医院网络 7 × 24 小时不间断运行, 是维持医院的正常开展诊疗流程的生命线。

## 2 高可靠医院网络需求分析

### 2.1 我院原有网络介绍

我院原有医疗网于 2007 年建成并投入使用, 采用经典

收稿日期: 2015 - 08 - 20; 修回日期: 2015 - 09 - 06

基金项目: “863 计划”项目“数字化医疗关键技术集成与应用示范”(2012AA02A612)

作者简介: 任皓 (1986—), 女, 硕士, 助理工程师, 主要从事计算机研究。

的“核心-汇聚-接入”拓扑设计<sup>[3]</sup>,拓扑简化示意如图1所示。核心层位于医院外科大楼主机房,连接服务器,负责全院跨Vlan医疗数据的路由;汇聚层位于各大楼主机房,负责连接核心层和接入层;接入层位于大楼各层配线间,负责接入终端设备。各层交换机单机运行,核心层与汇聚层之间,汇聚层与接入层之间都采用单链路连接。

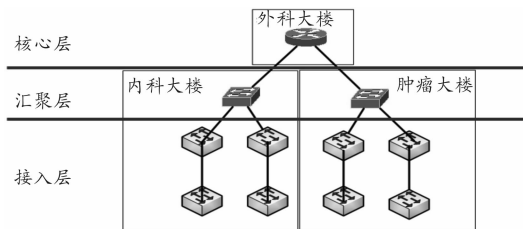


图1 改造前网络示意图

## 2.2 我院原有网络隐患分析

1) 核心层和汇聚层交换机均是单机运行,没有冗余,存在单机故障。一旦交换机损坏,轻则整个大楼断网,重则全院断网。断网后只能临时将库存交换机从库房搬运至机房,再上电配置,完全恢复至少需要半个小时。

2) 核心层与汇聚层之间,汇聚层与接入层之间都采用单链路连接,没有冗余,存在单链路故障。链路故障的排查和修复比起交换机故障更加困难,如果是链路管道移位造成的链路故障,还需要重新布线,完全恢复至少需要半天。

3) 交换机使用年限长,老化严重。首批交换机投入使用已经七八年了,早已超过了规定使用年限,部分型号厂商甚至已经停产。因为网络的稳定性要求,目前这些交换机还在超长服役中,但是统计数据显示,目前每个月平均在上班期间损坏一台,网管人员已经疲于奔命。

4) 接入层交换机串行级联普遍,其中一台损坏将导致下行网络瘫痪。由于汇聚层到接入层的主干线路接口有限,当某一层终端数目超过48时,不得不采用接入交换机串行级联的方式来解决联网需求。这样一旦最上层接入交换机损坏,将导致下联的所有接入交换机断网。

5) 早期网络规划并没有预见到检查科室的带宽需求,并没有针对PACS图像传输做特别网络优化,容易在检查科室上传图像时形成带宽瓶颈。检查不仅是诊疗流程的重要环节,还是流程中相对耗时的环节,网络拥塞导致上传图像慢,不仅将延长病人排队检查的时间,还将影响到其他诊疗环节。

## 3 网络改造方案

借着我院新门诊楼建设的东风,计算机室对以上隐患进行了分析讨论,重新设计优化了医疗网。这次改造本着可靠性、可扩展性和经济性三个原则<sup>[4]</sup>。可靠性指网络不间断运

行的能力,着力解决单机故障和单链路故障问题。可扩展性一是指网络规模的可扩展性,按功能划分网络区域,各区域通过核心层交换机互联。未来只需增加和完善各区域功能,无需改动整体网络规划;二是指网络技术的可扩展性,尽量采用公有协议,兼容其他厂商设备,也为以后技术升级留下空间。经济性是指考虑医院自身的经济实力,尽量复用原有设备和线路,最大限度的保护原有投资。

改造后医疗网拓扑如图2所示。在复用原有核心层和汇聚层交换机的基础上,采购了冗余的核心层交换机和汇聚层交换机。新的核心层交换机是H3C 12508交换机,支持万兆链路,比原有核心Cisco 6509交换机具有更强的路由转发能力。利用新门诊楼新建的从新门诊楼到其他大楼的通讯管道,改造后医疗网由单链路单核心变成了双链路双核心星型拓扑结构。改造后医疗网以新门诊楼大楼主机房核心交换机为主核心,原有外科大楼主机房核心交换机作为辅助核心,连接医院新门诊大楼,外科大楼,内科大楼等大楼的汇聚层交换机。主核心与辅助核心之间通过两路单模光纤连接。各大楼汇聚层除复用原有汇聚交换机之外,还采购了同一型号的新交换机作为热备份,每台汇聚交换机分别通过单模光纤连接到主核心和辅助核心。每台汇聚层交换机通过两路双绞线连接接入层交换机。

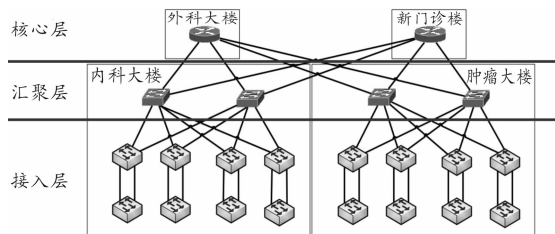


图2 改造后网络示意图

双核心和双链路网络方案采用MSTP+VRRP实现设备链路备份和负载均衡<sup>[5]</sup>。MSTP是多生成树协议,可以为每个实例生成不同的生成树,每个实例可以包含多个Vlan<sup>[6]</sup>。VRRP是虚拟路由协议,支持多台交换机联合组成一个虚拟网关,实现网关的冗余备份<sup>[7-8]</sup>。在改造后的医疗网中,核心层和汇聚层之间跑OSPF动态路由协议实现链路备份和设备备份,同一个大楼两台汇聚层交换机之间运行VRRP作为终端的冗余网关,汇聚层和接入层之间运行MSTP进行链路备份和负载分担。这样在复用了老交换机的同时,解决了单机故障和单链路故障的问题。以上协议均是公有协议,兼容各个品牌交换机。

由于预算有限,接入层交换机并没有采用同样的双机热备份方案,而是采用了IRF堆叠的方案<sup>[9-10]</sup>。对于串行级联的接入层交换机,把最下层交换机再级联回最上层的交换机,然后把这些交换机堆叠虚拟为一台设备,然后再分别从两台物理交换机连接两台汇聚交换机。这样即使某一台物

理交换机发生故障,其他物理交换机依然可以正常联网。

为检查科室划分单独的 MSTP 实例来解决其上传图像的带宽瓶颈问题。所有不同楼宇的检查科室流量为一个实例,其他流量为另一个实例,两个实例采用不同的交换机作为生成树主根,如图 3 所示。检查科室流量(灰色)与非检查科室的流量(黄色)走的是不同路径,不会造成网络拥塞。

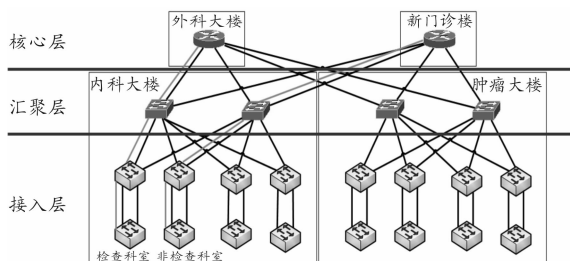


图3 负载均衡示意图

## 4 总结

改造过后,网络的可靠性得到了大幅提高。可靠的医院网络保障了医院医疗流程的顺利进行,提升了医院的经济效益和社会效益。

1) 核心层和汇聚层均采用双机双链路热备份,提供了冗余性,即使其中一个交换机或一条链路损坏,网络能够在几十秒内自动切换到另一条可用链路。

2) 接入层交换机采用堆叠技术,避免了串行级联带来的隐患。

3) 针对检查科室单独指定生成树,实现了负载均衡,有效缓解了检查科室上传图像的带宽瓶颈问题。

单点故障时代一旦交换机故障或链路故障,网络就断网

了。改造过后网络中一台交换机损坏后网络依然正常,因此下一阶段网络管理工作的重点是提高网络的监控水平,保证实时发现交换机故障,实时发现异常流量等。

## 参考文献:

- [1] 章冶,徐伟. 浅谈计算机网络可靠性优化设计[J]. 科技资讯,2006,35:173-174.
- [2] 李岳峰,胡建平,周光华等. 我国卫生信息化建设:现状与发展[J]. 中国卫生信息管理杂志,2012,9(5):7-109.
- [3] 张震江. 我院网络管理平台架构浅析[J]. 中华医院管理杂志,2006,22(8):563-565.
- [4] 姜嫄,陈功,诸明. 医院网络扩建的方案与实现[J]. 医疗卫生装备,2013,34(5):57-59.
- [5] 曾毅. 设计和部署可靠的医院网络[J]. 福建电脑,2009(2):124-125.
- [6] 朱壮普. 多生成树协议 MSTP 在交换网络中的应用[J]. 太原城市职业技术学院学报,2012(11):148-149.
- [7] 黄伟强,孟克勋. VRRP 路由协议的应用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版),2004(4):53-58.
- [8] 张勇. 现代化医院的网络建设[J]. 硅谷,2011,20:195.
- [9] 张宇,周治. 基于堆叠技术实现核心交换机冗余设计及分析[J]. 网络安全技术与应用,2014(8):23-26.
- [10] 钱硕,姜磊芬,郑庆祥,等. 基于 IRF 技术的医院网络设计[J]. 医疗卫生装备,2013,34(9):44-45.

(责任编辑 周江川)