

# 关于对本科生选课系统开展网络性能监控的报告

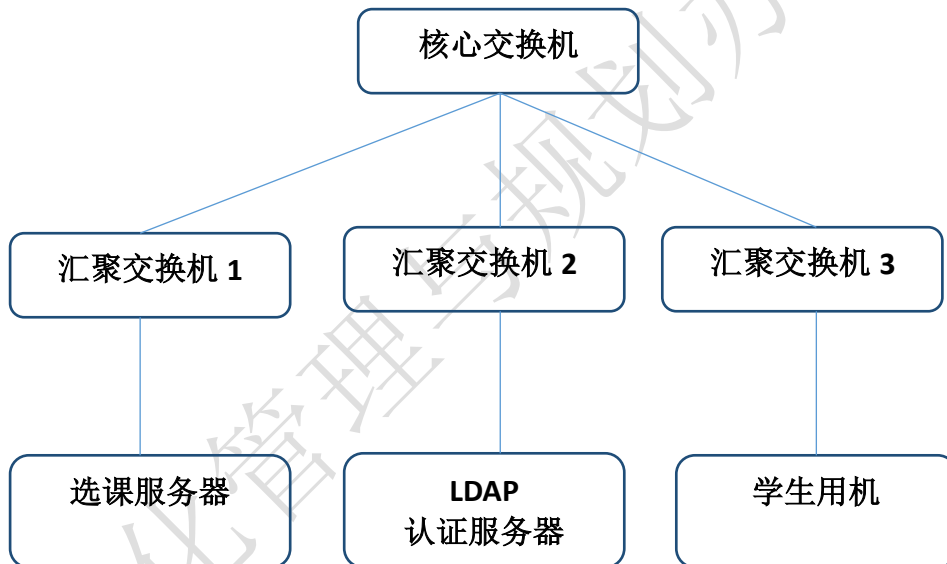
## 1. 背景

2014年6月，信息化办协同教务处开展了学期末本科生选课系统的监控与保障工作，以保障校园网及认证服务器在选课期间运行无故障，确认校园网及认证服务器不成为选课的性能瓶颈；作为技术保障手段，信息化办在此期间（在2014年6月24日—2014年6月30日）对校园网相关节点流量和认证服务器性能全程监控。

本文报告这一重点协同工作。

## 2. 网络拓扑结构

与选课系统相关的网络拓扑结构如下图所示。



选课时，学生用机通过交换机及校园网访问选课服务器，选课服务器通过 LDAP 认证服务完成对选课学生的身份认证。学生机通过身份认证后，与学生用机交互，直至完成选课。

本报告讨论范围限定在 LDAP 认证服务器性能及网络整体性能对选课用户体验可能造成的影响。除网络和 LDAP 认证服务器性能外，选课的用户体验也受到选课服务器的响应时间影响，这由服务器硬件、软件、算法性能决定。选课服务器由教务处委托公司维护，且算法属于商业机密，超出本报告讨论范围。

网络设备及 LDAP 认证服务器型号及性能参数如下。

设备	型号	性能参数
核心交换机	■■■■■	万兆交换
LDAP 认证服务器		千兆网卡，CPU：X5650，内存：4G，硬盘转速：15000
汇聚层交换机 1	■■■■■	千兆交换
汇聚层交换机 2	■■■■■	千兆交换
汇聚层交换机 3	■■■■■	千兆交换

### 3. 监控的指标

我们选择监控的指标包括：汇聚层交换机 1 的流量，LDAP 认证服务器的 CPU 占用率、内存占用率、LDAP 流量、网络流量、硬盘 IO 访问。

选择这些指标基于下述原因。

所有关键节点是监控的候选对象。关键节点，我们定义为一旦发生故障容易造成选课系统全局失败的单点，及可能造成选课体验较差的单点，包括 1.核心交换机，2.汇聚层交换机 1，3.LDAP 认证服务器，4.选课服务器。

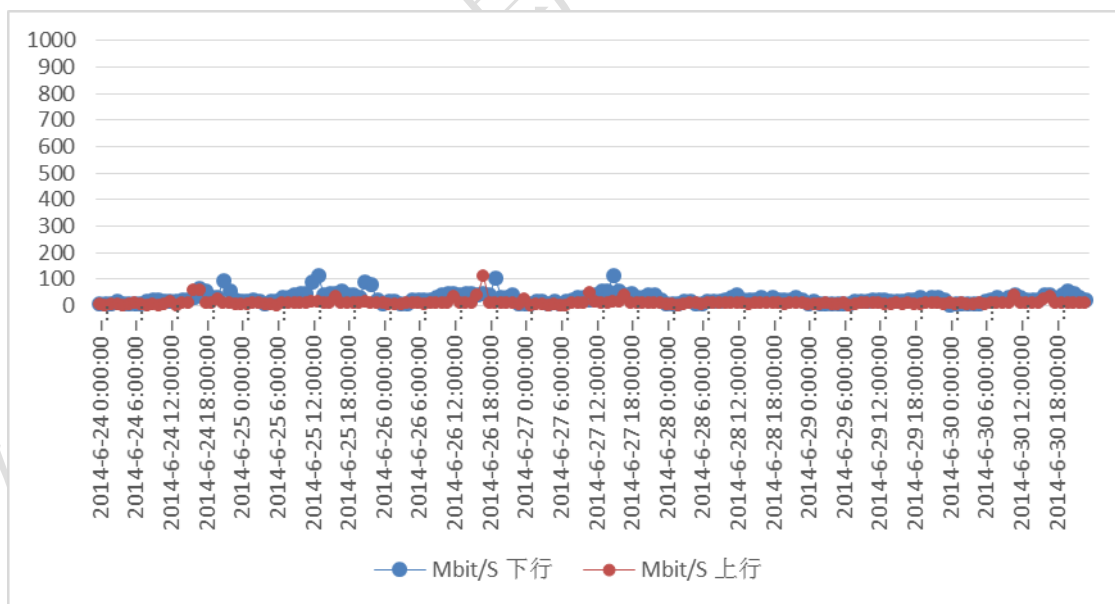
以下候选对象被排除在监控之外。设备选课服务器由教务处委托公司维护，信息化办无权监控。核心交换机，承载全部校园网的楼宇之间及对外流量的数据交换，因此始终处在保证 24\*7 监控之下；由于选课流量混杂在校园网其他流量之中，技术无法区分，因此不能通过核心交换机流量分析选课体验。

选课体验还与学生用机的性能、配置存在相关。选课体验的最直接的检测方法是测量学生每次操作的等待时间。上述两种测量需要在学生用机中安装程序，为避免对选课进程造成干扰，未进行测量。作为补充，2014 年 1 月信息化办已经联合教务处对选课系统进行了压力测试，并另行发布了报告。

### 4. 实测数据

#### 4.1 汇聚层交换机 1 的流量数据

汇聚层交换机 1 的流量在选课期间如下图所示。

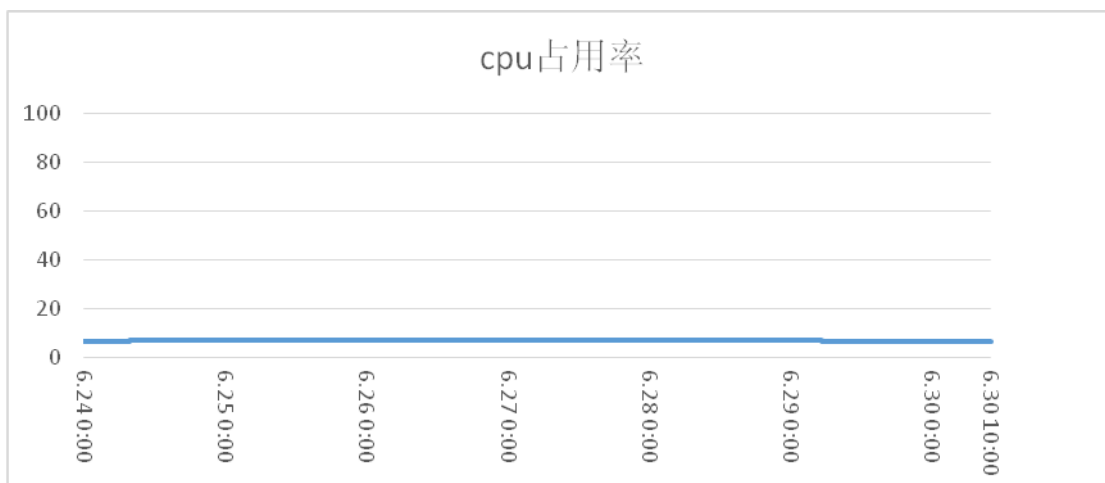


该交换机提供每秒双向 1000M 比特交换能力，其中上行代表学生机向教务处服务器提交请求，下行代表教务处服务器向学生机返回的数据。上图表明，下行数据绝大多数时间网络流量 0M 比特至 30M 比特之间分布，占汇聚层交换机 1 性能上限的 3%；个别高峰可达 50M 比特，占汇聚层交换机 1 性能上限的 5%。极个别突发高峰仅 100M 左右，与交换机整体性能相比，不足以形成瓶颈。上行数据低于下行数据，不足以形成瓶颈。

这说明，在整个选课期间网络流量稳定低于汇聚层交换机 1 的能力上限，因此不会

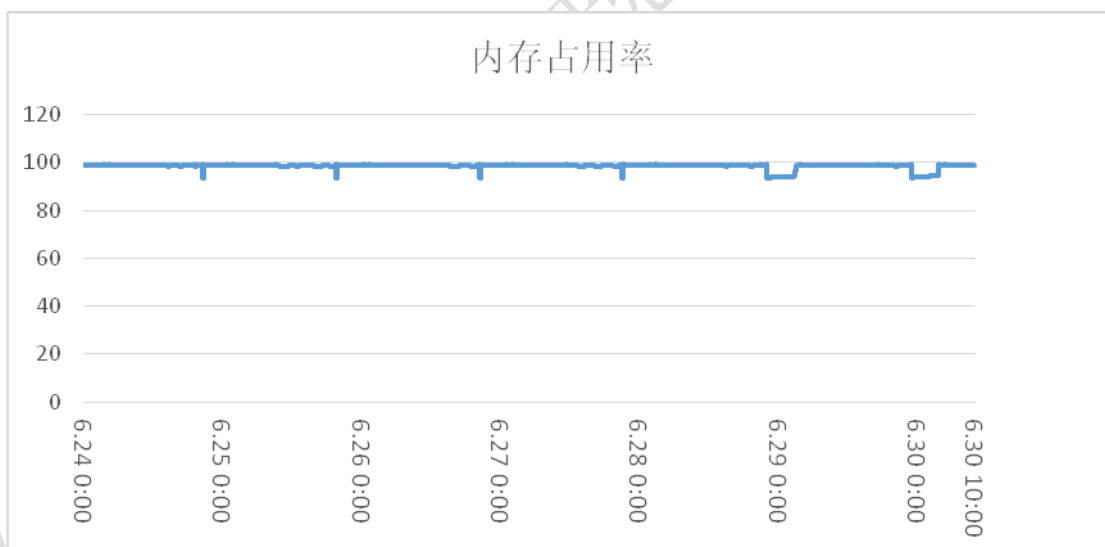
对选课体验造成负面影响。

#### 4.2 LDAP 服务器 CPU 占用率



从 CPU 的占用率可以看出，在选课期间，CPU 的占用率一直维持着不到 10%的水平上，没有明显的波动，因此选课系统对 LDAP 认证服务器的 CPU 占用率没有什么影响。CPU 不是影响选课系统的瓶颈，未对选课体验造成负面影响。

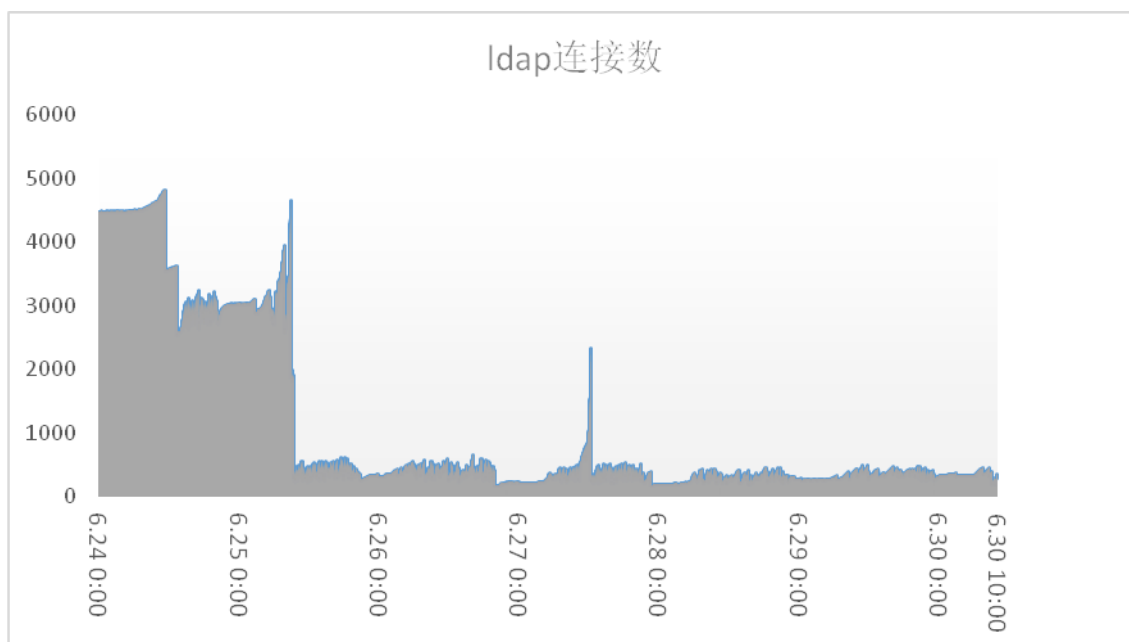
#### 4.3 LDAP 服务器内存占用率



从图示可以看出 LDAP 服务器的内存占用率一直维持在比较高的水平上，和 LDAP 服务器空载时的内存占用率一致，选课期间内存占用率没有明显的波动。更长时间的监控数据表明，内存占用率由服务器算法，在非选课期间也维持在较高水平。

因此，LDAP 服务器不是选课系统的瓶颈，未对选课体验造成负面影响。

#### 4.4 LDAP 服务器建立的 LDAP 协议连接数



图示表明，选课期间的前两天，LDAP 连接数保持在 4000-5000 连接；接下来的时间段内，连接数下降并保持在 800 左右。作为对比，此前信息化办与教务处联合进行的压力测试中，同样软硬件配置下，仿真 8000 名学生同时在线选课，LDAP 连接数在 92-94 间波动。选课期间实际发生的连接数是压力测试期间的 40 倍以上。

对比压力测试期间的连接数，实际发生的连接数如此之高，**值得慎重注意**。以下是详细分析。

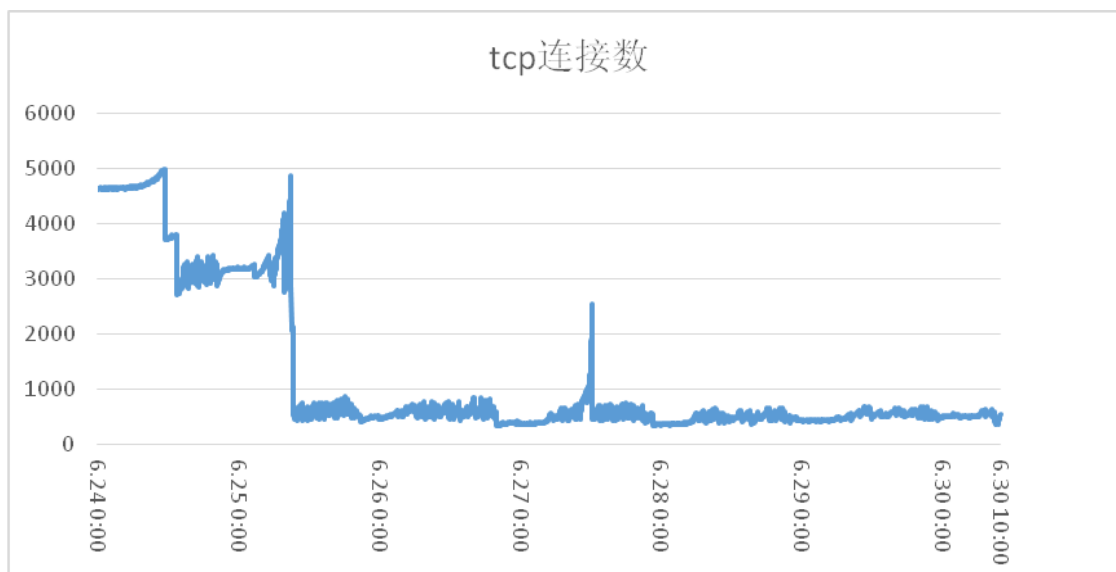
包括 LDAP 服务连接数在内的网络资源都只能提供有限服务，而不能假设可以无限和无计划使用。压力测试的目的，即是仿真实际工作时的资源消耗，并按此准备实际工作中需要的资源。为保护 LDAP 服务器为其他关键服务（比如电子邮件服务器）正常，设置特性服务（如选课系统的）LDAP 连接数上限是合理做法。如果信息化办设置上限为 3000（超出压力测试提出资源申请的 3 倍），而选课系统按上述实测发生连接，那么选课系统运行中极可能发生故障，根据公司的代码不同，从系统整体崩溃，到单个用户无法登录，或者用户登录缓慢，都有可能发生。

造成连接数差异巨大这一现象，信息化办推测可能是由于公司在压力测试和实际选课期间所使用的算法（包括不限于连接池建立、分配、释放的方法）不同。信息化办已就此向教务处给出通报：公司不应就差异对教务处隐瞒，而应通过教务处向信息化办申请更多连接数资源，甚至技术帮助；信息化办已就此向教务处预警：连接数资源并非可无限分配，超出预期的连接可能被拒绝，并导致选课体验较差。

监控表明，选课结束后教务处选课系统仍在持续发起 700-800 的 LDAP 连接。经教务处审查，选课系统公司承认在选课后忘记关闭 LDAP 连接。

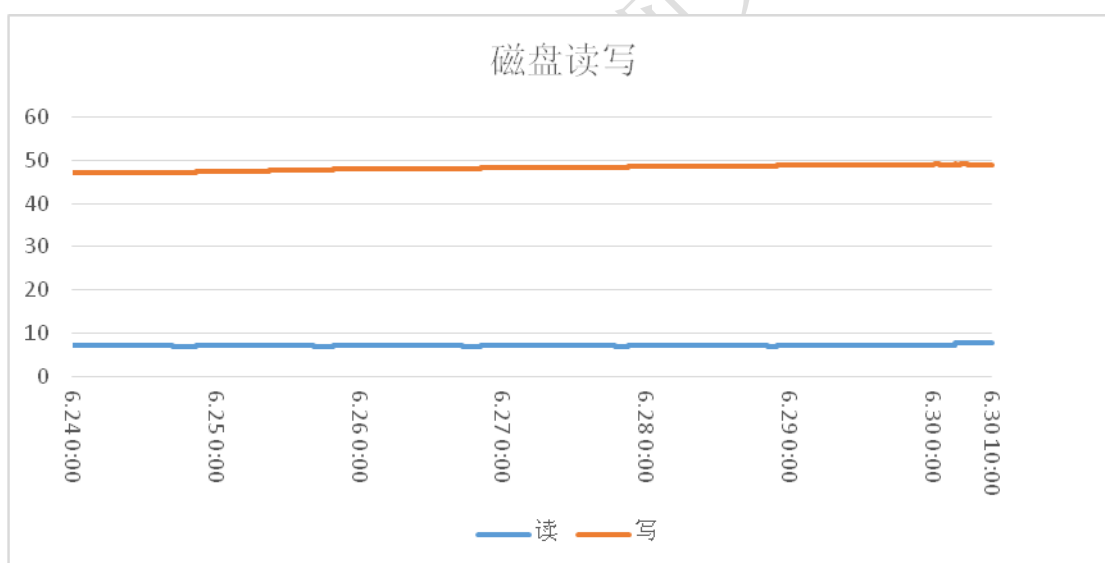
在选课期间，虽然选课系统消耗了远超过预计的 LDAP 连接资源，LDAP 服务器运行正常，同时仍在稳定地为邮件服务器、上网认证等服务提供，未监控到响应延迟。这表明 LDAP 连接数不是选课系统的瓶颈，未对选课体验造成负面影响。

#### 4.5 LDAP 服务器建立的 TCP 协议连接数



图示表明 TCP 的连接数和 LDAP 连接数和趋势基本一致。这说明 LDAP 服务器的 TCP 连接的主体部分来自 LDAP 连接，旁证上节对 LDAP 连接数的监控真实有效。

#### 4.6 硬盘 IO 操作。



图示表明，在选课期间，磁盘的读写操作都维持稳定。

读操作分析如下。LDAP 身份验证所需要用户的密码信息由磁盘的读操作完成。LDAP 所需的磁盘读数据量可按如下方法计算得出。按平均每用户 20 字节的密码保存量、每用户登录 100 次、选课涉及 10000 用户计算，读取磁盘总数据量为  $20\text{Bytes} \times 10000 \times 100 = 20\text{Mbytes}$ 。

LDAP 服务器这一级别的设备不会成为 20M 字节数据量的瓶颈，因此不会对选课体验造成负面影响。

写操作分析如下。图示中写操作高于读操作的原因，是由于写操作主要由 LDAP 服务器生成日志产生。生成日志在服务器磁盘写操作中，是资源消耗微小的类别，而在选课期间的 LDAP 产生的读操作甚至远小于日志写操作。这旁证了 LDAP 服务器的磁盘读操作对服务器资源消耗非常小，因此磁盘读操作不会对选课体验造成负面影响。

## 5. 结论

在选课期间，信息化办对教务处选课工作重点协同，保障网络和身份验证服务器不成为选课瓶颈，并 24\*7 监控关键设备和服务器。

各项监控数据表明，校园网及身份认证服务器不是选课体验的瓶颈，未对选课体验造成负面影响。

监控数据中的 LDAP 连接数异常，对比此前信息化办与教务处联合进行的压力测试期间的连接数过高。信息化办推断这是由于选课系统的开发公司在选课期间采用了与压力测试不同的算法，并且未向东北师范大学通报。这一超出预计的资源消耗可能成为选课体验中的隐患。不过，所幸在 LDAP 连接数异常的压力下，LDAP 身份验证服务器在本次选课期间运行正常，未对选课体验带来负面影响。

信息化管理与规划办公室