



## 复旦大学：“1+N”在线教学模式实践

文 / 张凯

2020年2月初，教育部发布了高等学校在线教学组织与管理工作的指导意见（简称《指导意见》），提出高校要充分利用优质在线课程教学资源，依托各级各类在线课程平台、校内网络学习空间等，积极开展线上授课和线上学习等在线教学活动，保障疫情防控期间教学进度和教学质量，实现“停课不停教、停课不停学”。

为了确保如期开“学”，复旦大学早部署，早实施，早落实，确定了在充分利用好学校自有的在线教学平台基础上，与公有云平台互补的“1+N”在线教学模式，并在不到两周的时间内完成了方案制定、系统开发、架构调整、师生培训、应急预案等各项工作，打赢了开学第一战。

### 调研背景

在线教学对教师、学生、信息化部门、教学管理部门甚至公有云厂商来说都是一种全新的挑战。为了制定合理有效的在线教学方案，学校对在线教学的各个环节都进行了深入的调研。

#### 师生网络状况调研

在线教学的基础是师生要有相对稳定的网络环境。学校在网上办事大厅手机端面向全校一线教师和本科生、研究生发放了关于网络状况的调研问卷，共计回收教师问卷2000余份，学生问卷近30000份。问卷主

要了解了师生居住地的类型、上网方式、上网设备以及视频观看的体验等，同步也采集了师生用于网络教学平台身份校验的手机号码等关键信息。问卷数据分析显示，学生无法上网的人数小于10人，观看视频频繁卡顿的近2500人，自述学习有困难的学生近12400人，教学管理部门组织学、研工部门和学生进行一对一沟通，了解学生学习困难的原因，并提出相应方案来保障学生在线学习的基本条件。

#### 在线教学资源平台调研

在《指导意见》中，提到了防疫期间面向高校免费开放全部优质在线课程和虚拟仿真实验教学资源。信息化部门从技术角度对22个教学资源平台的主要服务对象、服务内容、面向重点学科、平台可靠性等进行了全面排摸，形成调研报告提交教学管理部门，通过优质在线资源的推荐减轻教师课程录制的压力，供教师在教学过程中选用。

#### 在线教学平台调研

在线教学方案的重中之重是在线教学平台的选型。信息化部门在1月底就开始了平台的选型工作，先后对近10个公有云在线会议系统、视频平台、在线教学平台、直播平台进行了调研，主要包括公有云平台在疫情防控期间可投放的资源、专有服务能力、用户访问控制、用户并发数量、存储空间、资金投入等进行了解和横向对比，并形成了初步的在校教学平台技术方案。

#### 在线教学需求调研

春节期间，学生选课工作还没有结束，信息化部

门和教学管理部门协作，分析了近几年开课和选课数据，春季学期周授课数据统计显示，同一节次本科生最大开设班次 260 门，最大选课人数 10000 人；同一节次研究生最大开设班次 130 门，最大选课人数 2700 人。在此基础上进一步分析实习 / 实践 / 实验类课程、体育课程等课程比例，最终确定在线教学平台的承载能力，要适用于 400 门课程，15000 人的并发能力要求。

## “1+N” 在线教学指导原则

通过一系列调研活动充分了解了在线教学的整体需求和平台能力后，本科生、研究生教学管理部门牵头，信息化部门配合研究制定了复旦大学“1+N”在线教学指导原则。

“1”：依托复旦大学自建的在线教学平台（以下简称 eLearning 平台），全量开通网上教学班级。教师进行网上教学时，应在学校 eLearning 平台上传课件和电子化教材等资料、公布用于在线指导答疑的平台信息，按课表规定时间在线指导答疑，并视需要布置学习任务和作业。在线指导答疑可选用 eLearning、微信群、QQ 群等合适平台进行文字或语音交流，并将考勤作为学生平时成绩评定依据之一。布置学习和作业可采用 eLearning、电子邮件等合适方式进行。

“N”：教师开展网上教学，推荐选用教育部或学校认可的在线课程资源作为自己的课程资源。未选用在线课程资源的通识专项、通识核心、大类基础和专业必修类理论课程，应在云平台上上传讲课视频供学生下载学习。为平衡云平台负载，学校推荐人文社科教师首选超星平台，理工医科教师首选阿里钉钉平台上上传讲课视频，并推荐各科教师将讲课视频同时上传华为 WeLink 平台备用。针对有直播需求的课程，通过网上办事大厅（eHall）进行申请后，开通 ZOOM 系统在线直播教室开展在线教学。

## eLearning 平台技术攻关

eLearning 平台是基于 Canvas 开源软件在校内部署的在线教学平台，与学校的统一身份认证系统、统一消息平台、本科生 / 研究生选课系统、本科生 / 研究生教学管理系统对接，可实现人员与课程信息的自动同步，教师可一键开通网上课程。截止上个学期，eLearning 平台一直定位于教学辅助平台，教师自己决定是否选用该平台辅助教学，每学期本科生教学班级开通比例为 40%

左右，研究生教学班级开通比例为 30% 左右。

疫情防控期间，eLearning 作为基础承载平台，所有在线课程均需开通站点，对其系统功能和可靠性、安全性提出了挑战，信息化部门及时组建在线教学保障团队，通过多次在线技术研讨，多轮压力测试，不断调整和优化部署架构，进行了一系列技术攻关，使 eLearning 平台并发服务能力提升了 30 倍。

### 功能开发

eLearning 平台在 2019 年完成了从旧系统（基于 Sakai）到新系统（基于 Canvas LMS）的迁移工作，原计划于今年上半年完成全部课程迁移，在疫情防控的新形势下，取消了新老系统并行的原定计划，春季课程全部使用新平台，这就要求加快新平台的功能开发，包括邮件群发功能、消息发送机制、讨论区回复功能的完善和优化，校领导和教学管理部门巡课功能、数据统计功能的扩展等来应对完全在线教学的管理模式。

### 部署架构调整

在疫情防控期间，师生普遍是从校外访问 eLearning 平台。传统的压测主要是在内网环境使用压力测试工具对系统进行高并发访问测试，新形势下用户并发访问的行为模式和内网模拟并发的行为模式并不相同，分布在全国各地的学生，同一时刻对服务器发起的请求，会经过复杂的网络路径，包括运营商接入网、校园骨干网、防火墙、负载均衡设备等，而这些路径在内网环境下是无法模拟出来的。以 eLearning 教学平台课件下载功能为例，最初在 5100 并发时仅有 73.2% 的可用性，经过对平台组件、页面代码和文件分发方式的优化，最终在 28000 并发的压力下可用性仍达到 97.97%。

eLearning 平台充分利用了成熟的虚拟化技术和容器化技术进行部署，横向扩展能力强。此次教学从压力测试过程中查找用户访问的瓶颈所在，进行了部署架构的调整。

首先是容器云平台扩展，由 8 台 32 核 256G 内存配置的服务器搭建，最高可支持 120 个容器云服务；其次是将系统数据和容器镜像存储在有 SSD 加速的 FC 存储上，业务数据存储在分布式对象存储中，提供 20T 空间配额，可拓展空间达到 300T，可提供 10Gbps 业务数据带宽，大大提高文件上传下载的速度和稳定性；第三，将所有校内存储的课件在公有云对象存储上进行镜像，引导公网用户访问公有云存储平台下载文件，降低校内存储服务器负载；第四，eLearning 平台的系统文件使用公有云 CDN 服务，将页面加载速度从 3000

并发时的18.174秒提升到了在26000并发时的10.26秒，响应能力大大提升。

### 运维保障

为了保障在线教学平台的高可用性，校园网接入、网络带宽资源、计算存储资源保障都需要进行充分保障。

首先，增强校园网接入服务能力。完成学生VPN和教师VPN的集群搭建，电信网、教育网双域名接入，增加学生并发授权数至20000，教师并发授权数至2000；对校园网认证在线时长做了调整，暂停每天强制下线限制；加强校园网出口边界的网络信息安全管控。

其次，扩大校园网接入带宽。扩容教育网网络出口带宽，公网出口带宽，保障大规模网络授课服务。

第三，计算和存储资源保障。充分统筹现有资源，对数据中心的资源进行了扩容和提升，保障在线教学服务稳定运行。

### 用户培训

“1+N”的在线教学模式增加了平台操作的复杂性，留给师生准备的时间不足两周，为了做好师生培训和引导，教学管理部门牵头，在平台确定后立刻组织实施。

此次在线教学培训也采用在线方式进行，可以归纳为六个步骤：第一，由各个平台提供视频版和文字版最简功能操作手册，只涵盖开展基本教学的功能，介绍简单、清晰、明确；第二，从各个院系召集近百名学生志愿者，组建骨干培训团队，进行操作手册的在线学习，并进行在线考试；第三，院系动员教师报名，统一开设系列培训课程，对学校推荐的平台分别开展2~3次相同内容的直播培训，让教师快速掌握平台的使用功能；第四，学生志愿者进入多个累计超过千人的教师微信群，对遇到问题的教师进行在线辅导；第五，每个平台保障至少6人的服务团队，全天在线提供服务，确保问题及时得到解答；第六，每个平台的培训负责人将高频问题整理成可参阅文档、教学视频，供师生自主学习和查阅。

### 实施效果

3月2日是复旦大学线上正式开学日，据后台监测显示，3月2日eLearning平台开课数达到3452个教学班，仅3月2日当天，eLearning系统共发送29989封电子

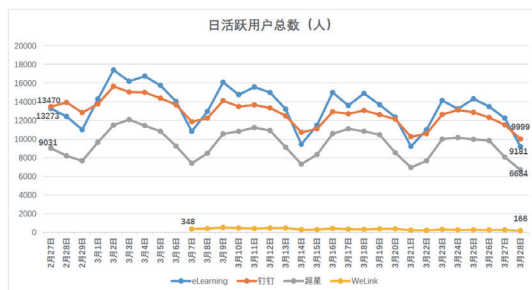


图1 在线教学平台日活跃用户数

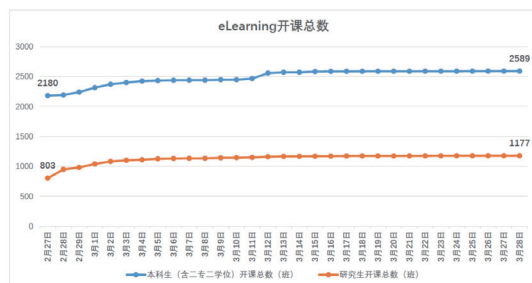


图2 eLearning平台开课总数



图3 eLearning文件上传数

邮件，17712条微信消息提醒，活跃用户数达17394人。从系统日活跃用户数（图1）、开课班级数（图2）以及文件上传（图3）等统计数据来看，系统在开学以来保持平稳的运行态势，学校教学工作有序进行中。

这场突如其来的疫情对高校信息化工作，尤其是在线教学工作既是一次巨大的挑战，也是一次重大的发展机遇。复旦大学在这次疫情防控期间，在进行安全加固的基础之上，合理调配软硬件资源，利用“1+N”的多个教学平台协作的模式，确保了学校教学工作的顺利开展，助力学校在线教学工作上了一个新台阶。

未来，在线教学平台的使用将从应急状态逐步转换为常规保障，随着在线教学模式的普遍使用，师生的信息化素养短期内得到了极大提升。学校也将继续探索和实践，逐渐形成基于混合云架构的以自主研发为特色的在线教学服务体系。CEN

（作者单位为复旦大学信息化办公室）