

CG 系统简明使用手册

CG 系统版本: 4.2.0 www.educg.net

分三个部分介绍 CG 系统功能,第一部分介绍系统管理员如何使用本系统;第二部分以任课教师的视角,按照教学流程介绍系统的基本操作;第三部分,介绍北航计算机学院如何利用 CG 系统进行程序设计类课程教学,在 CG 系统上开展并程序程序设计、软件工程、编译原理、操作系统、组成原理、人工智能和大数据等相关课程教学的示例随后补上。也非常欢迎各位老师在 QQ 群内上传 CG 系统的相关文档。

1. 系统管理员

1.1 系统管理→系统设置

(1) 页面外观。可以设置:

- a) 设置网站的标题与页脚。
- b) 网站 logo 和轮播图片。可以选择本校的校徽做 logo, 校园图片作为轮播图片。

(2) 首页风格。目前支持四种风格:

- a) 传统。
- b) 课程中心。类似当前的 MOOC 首页, 可以展现系统内所有课程信息。
- c) 精简。
- d) OJ。将 CG Online Judge 作为系统的首页。
- e) 实验中心风格。将实验作业内的实验以图文并茂的方式显示出来作为首页。适合人工智能和大数据类课程。

1.2 系统管理→课程设置

(1) 创建课程。若将首页定制为“课程中心”风格, 注意设置课程图片与标签。课程创建完注意创建任课教师的账号, 见 1.3 节。

(2) 如果系统内的课程数量比较多, 建议为每门课程设置标签, 系统管理员点开“课程管理”菜单后, 可以根据标签分类浏览课程。

1.3 系统管理→教师账号与权限

- (1) 添加教师账号，并分配角色（系统管理员或教师）。
- (2) 若角色为教师，可以至少分配一门课程（此处出现的课程在“课程设置”内创建）或者 CG Online Judge

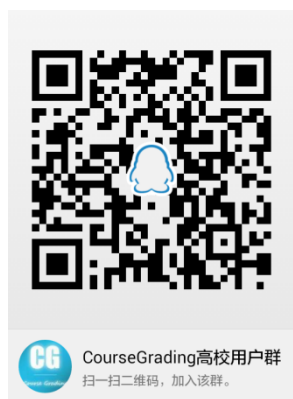
1.4 系统管理→系统维护

● 系统备份与恢复

- (1) 手动备份。可以直接在浏览器上启动备份，并下载备份数据。三种备份方式：
 - a) 考试数据（主服务器），只备份考试使用的数据，数据量比较小。
 - b) 考试数据（从服务器），作为考试临时使用的便携服务器，从(a)下载的数据上传到该从服务器，然后执行系统恢复；考试完，将该从服务器上的数据备份并下载，然后导入主服务器。
 - c) 全部数据，将全部系统数据备份下来，然后保存到本地。
- (2) 自动备份。配置自动备份路径，将数据自动备份到不同的磁盘设备上，即使服务器故障，也不会丢失系统数据，如果需要同时备份多个设备上，路径之间逗号隔开。推荐三种自动备份方式：
 - a) 可以在服务器上插一块移动硬盘(或优盘)，把备份路径设置到该移动硬盘上。
 - b) 如果有条件，可以挂载一个磁盘阵列，备份路径设置到该磁盘阵列上。
 - c) 可以在服务器上挂载一块独立的磁盘，备份路径设置到该磁盘设备上。

● 系统升级

- (1) 将 CourseGrading 的升级包直接上传即可。注意关注我们在 QQ 群和微信订阅号发布的升级通知。
 - a) QQ 群：214085215，在群内可以针对系统的问题进行咨询、分享资源、与其他高校的老师进行交流。群文件内有很多仅供教师使用的题库资源，入群一定要实名：学校 + 姓名，我们会严格审核入群教师的身份。



- b) 微信订阅号: `cjudge-net`, 微信订阅号主要是用于发布系统升级通知, 如果您不常用 QQ, 可以订阅此微信号。



1.5 系统管理→答疑论坛

- (1) 论坛概览。此处可以看到所有课程创建的论坛, 并可以对论坛信息进行维护。
- (2) 创建论坛。系统管理员创建的论坛是全局性的论坛, 所有课程的学生都会看到。

1.6 系统管理→公告

- (1) 一般公告, 将会出现在首页的公告栏内。
- (2) 首页重要通知, 将会出现在首页非常显著的位置。用于通知非常重要的事项。

1.7 系统管理→实验环境管理

1.7.1 桌面在线实验环境

系统管理员在此集中管理在线实验所用的镜像和虚拟机, CG 系统并没有真正管理虚拟机镜像(模板)或者实例, 只是获取必要的配置信息, 对虚拟机实例进行自动化的远程桌面部署和管理。真正的虚拟机的部署、网络配置、开关机由虚拟化软件负责(VMware、OpenStack、CloudStack、VirtualBox、Docker 等)。CG 系统可以对接基于任何虚拟化技术的虚拟机, 虚拟机可以位于本地的私有云, 也可以在公有云上(例如阿里云、腾讯云等)。有关实验的应用实例请参考网站: educg.net。

注意，如果是从 3.3.0 之前版本升级到当前版本的用户，初次使用需要做如下配置：

- Web 服务器上安装 sshpass 组件（ubuntu 执行 `apt-get install sshpass` | CentOS 执行 `yum install sshpass`）。
- 若是 CentOS 系统，防火墙打开 6080 端口。

(1) 镜像管理。此处的“镜像”可以理解为虚拟机管理平台的模板或者镜像。必须在录入实例之前录入镜像。镜像主要为了为虚拟机实例分类，方便教师布置实验的时候选择某类虚拟机。



图 1 镜像管理与制作

制作虚拟机模板或者镜像时，务必点开“参看镜像预备条件”，安装必需的组件。配置桌面开发环境分独占和多用户两类：

- 独占桌面。**一个用户独占一台虚拟机，预先创建账号，例如 `cg`，为 `cg` 用户配置好开发环境和桌面环境。录入实例的时候（图 5），用户名为 `cg`，用户数选择“独占”。操作系统的用户名可以随意命名，与学生账号不必对应，做实验的时候，学生账号与操作系统用户会自动绑定。下同。
- 多用户共享。**一台虚拟机可以有多个用户，这种方式是最为节省计算资源的方式。需要预先为所有的用户配置好桌面和开发环境，假设用户名规则设置为 `cg`，6 个用户共享虚拟机，那么需要预先创建好 `cg`, `cg2`, `cg3`, `cg4`, `cg5`, `cg6` 共六个用户，并为每个用户配置好开发环境和桌面环境。录入实例的时候（图 5），用户名为 `cg`，用户数选择“6”。

(2) VNC 代理。强烈推荐使用 VNC 代理。如不设置 VNC 代理，默认由 CG Web 服务器提供远程桌面代理服务，由于远程桌面服务占用网络带宽比较大，会对 Web 服务器造成较大的网络压力。一种基于 VMware Workstation 的虚拟化方案如图 2 所示，使用物理机主机作为 VNC 代理，该物理机配置公网 IP 或者校园网 IP，安装 VMware Workstation，所有的虚拟机实例的网络都配置 NAT 或者 Host-only，虚拟机都是自动分配内网 IP 地址。

如图 3 所示，VNC 代理的操作系统版本目前仅支持 4 种，必需的组件，请打开“查看详细安装配置”对照查看。完成必要的组件安装后，将 VNC 代理的 IP、root 密码等录入系统，打开“打开部署窗口”，点击“重新部署”，可以自动完成 VNC 服务配置。

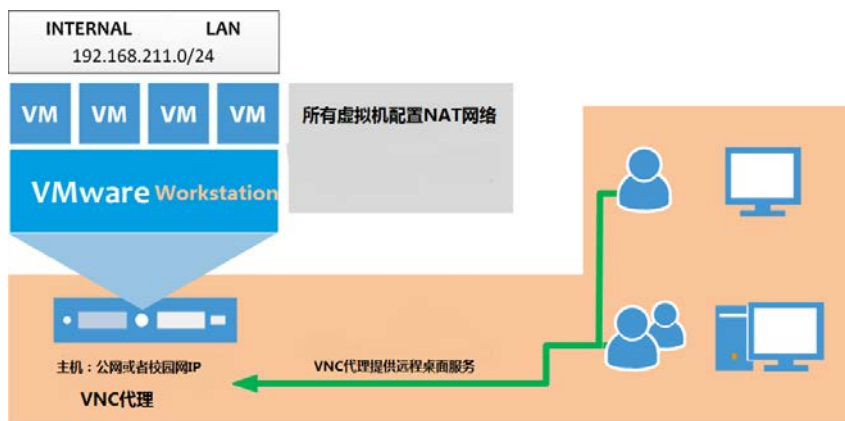


图 2 基于 VMware 的虚拟桌面架构



图 3 设置 VNC 代理

(3) 实例管理。虚拟机实例将会自动分配给参与实验的学生，实例数量由任课教师申请，管理员统一录入和管理，假设一届学生 30 人使用，若一个实例镜像支持的用户数为 N ，那么实例数量为 $30 / N$ ，虚拟机实例由虚拟机管理软件批量创建，创建完，将必要的信息录入系统，如图 4，如果录入实例比较多，推荐在 Excel 表内编写，然后批量导入系统。录入后，打开“部署”窗口，点击“重新部署”，自动配置远程桌面服务。



图 4 实例管理



图 5 录入实例

1.7.2 Jupyter 在线实验环境

从 4.0.0 版本开始，系统开始支持 Jupyter 笔记在线实验环境。初次使用，需要配置代理服务器，请参考在线帮助：“系统管理->实验环境管理->Jupyter 代理”，点击右上角的“Jupyter Web 代理详细指南”。

1.7.3 SQL 评测环境

从 3.8.0 版本开始系统开始支持 SQL 评测，初次使用必须安装数据库评测环境，具体安装方法请打开“评测数据库”，点开右上角的“查看帮助”，按照上面的步骤安装即可。目前支持 MySQL 和 SQL Server(Linux 版本)数据库的评测。

1.7.4 串程序评测环境

可以在此处查看各类支持语言的编译器版本，定制 C/C++编译器的编译选项、Python 的版本和依赖库。

2. 教师

2.1 某课程→学生

- (1) 在“学生分类”中，支持树形分类，推荐按照年级和班级分类。作业和考试可以指定布置给某一个分类，有条理的分类很重要。

(2) 批量导入学生账号。如图 6 所示, 点击对应分类的 Excel 图标, 上传学生名单。**如若学生账号已经存在, 不会修改学生已有的密码, 但是会修改学生姓名**, 导入时会有提示信息。

(3) 学生账号可以出现在同一门课程不同的分类下，例如某学生账号在分类“2016 / 1606 / 160601”下，期末考试不及格，那么可以建一个分类“2016 / 1606 / 补考”，将该学生账号导入“补考”分类，在线补考时，将考试分给“2016 / 1606 / 补考”分类即可。

(4) 如果需要调整分类，建议采用“学生分类”中的操作方法（分类重命名、分类迁移、账号批量迁移、账号批量复制）进行调整，而不要删除，除非您确定没有为该分类的学生布置作业或者考试。

(5) 默认情况下,只能修改和删除自己创建的分类,除非其他老师在“设置/共享权限”内与您分享权限。

(6) 重置密码。若学生忘记密码，在“学生概览”找到该学生账号，点“编辑”，就可以重新设置学生的密码。

(7) 我的班级。若多位老师共享一门课程，勾选自己的班级分类，用于偏好设置，只看到自己班级的作业和考试。

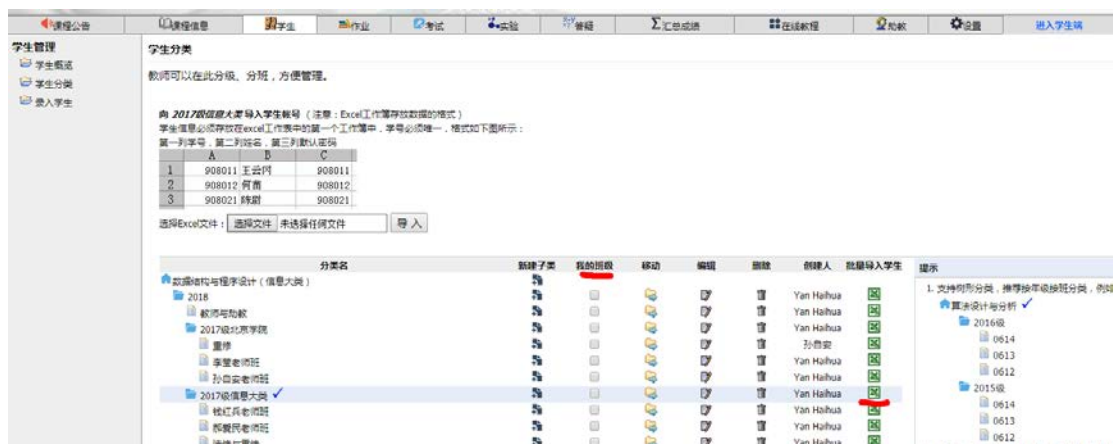


图 6 批量导入账号

2.2 某课程→课程信息

(1) 录入课程简介, 先导课程, 教学计划, 参考书目等信息。

(2) 在"上传课件"中,可以上传本课程的课件等资源供学生下载。

2.3 某课程→作业/考试→题库

(1) 作业/考试题库。作业题库和考试题库分类管理,可以互相复制。

(2) 导入题库, 导入方法如图 7 所示。

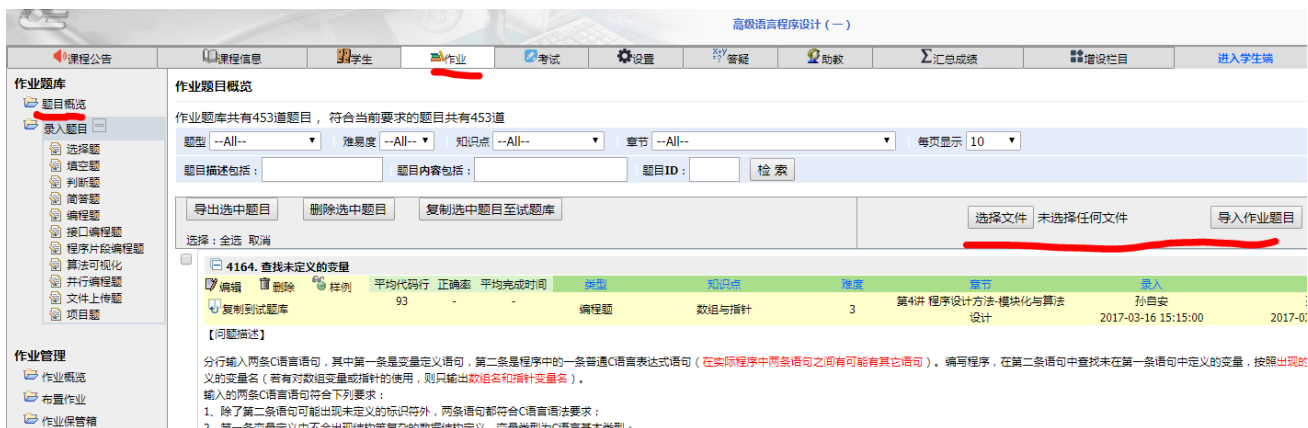


图 7 导入题库

(3) 录入题目。选择图 7 左侧的题目类型，录入相应的题目。作业有 11 类题型，考试有 8 类题型。其中选择题、填空题和判断题比较简单不再赘述。若本课程不需要某些题型，打开“设置->题型定制”。

- a) **简答题**。若提供参考答案，评阅的时候，系统将自动将学生答案与参考答案进行相似性比较，利用相似度辅助判分。学生答题的时候，有可能会忘记点提交按钮，简答题会自动保存答案。
- b) **文件上传题**。若有多个文件，可以压缩打包上传。布置作业或者出试卷的时候，可以指定是否对压缩包内的文档或者源代码进行相似性比较（图 8）。后台评阅时，可以在线浏览压缩包内的文件。



图 8 文件上传题的相似性比较

- c) **编程题**。根据题目描述编写完整的程序。
 - 判分依据。判分依据默认是“正确性”，若选择“性能”作为判分依据，务必注意测试数据量要足够大，具体原因参考旁边的帮助信息。QQ 群文件内有一道大数据性能评测题目“词频统计”，下载后直接导入题库使用，大数据评测题可以作为项目题，贯穿于课程始终，让学生持续优化。
 - 输出结果验证。默认是“精确匹配”，如果选择“模糊匹配”，可以使用通配符（*和?）表达期望输出，例如圆周率只需要保留 3 为小数，期望输出为：3.141*；“模糊匹配”也可以用

于答案“多选一”的场景，期望输出把所有可能的正确结果按行列出，用户程序的输出行，只要是期望输出的子集就判正确。例如正确答案可能是 0~9 中的任意一个或者几个数字，那么期望输出为：0~9 按行列出。

- 提交样例代码。题目录入完毕，在”题目概览“内找到该题目，点击“样例”提交代码样例，如图 9 所示，代码提交之后，会给出基本评判结果，点“详细评判结果”链接系统给出更加详细的评测结果（动态测试、代码风格检查、性能剖析、代码静态分析）。



图 9 提交代码样例

- d) **程序片段编程题**。补充缺失的语句、函数。类似程序填空题。可以插入调试打印语句，以打印的数据作为正确性评判依据，类似集成开发环境中的断点调试。QQ 群内有程序片段编程题的示例。其它选项参考编程题的描述。
- e) **接口编程题**。定义好接口，学生编写实现。需要录入头文件（c）、接口（Java）、基类（C++ 或者 Java）。提交代码的时候，不必提交接口文件。其它选项参考编程题的描述。QQ 群内有接口编程题的示例。
- f) **算法可视化**。共 45 种数据结构和算法的交互可视化，该类题目不支持自动评判。
- g) **并行编程题**。针对并行计算课程的题目，可以自动评测多线程或者 MPI 分布式程序的性能和可扩展性。并行编程题的可扩展性测试依赖集群（或者虚拟机构建的虚拟集群）环境，需要单独部署至少一台较为高档的服务器评判并程序。具体的硬件环境和评判策略参考题目目录处的论文。

- h) **项目题**。一般用于软件工程类课程。其中 Github 是要求学生利用 github.com 托管代码协同工作。
- i) **SQL 评测题**。用于数据库相关课程。支持数据库定义语言与操作语言义的自动评测。

2.4 某课程→作业

(1) 布置作业。作业必须指定布置给某一个学生分类。有四种类型的作业：

- a) 手工选题。
- b) 自动出题。根据知识点、章节、难度、使用频度等规则自动出题。
- c) 随机作业。教师指定题目集，学生根据题目难度等规则随机抽取题目。
- d) 分组作业。学生可以分组协作完成项目或者作业，支持组间互评。一般用于软件工程类的课程。

(2) **测试布置作业的小技巧**。如果您布置完作业，想到学生端先看看效果，但又不想学生看到，您可以专门建一个分类（见 1.1 节），例如“教师与助教”，录入一个账号，将作业先布置给“教师与助教”分类，如图 10 所示，然后点击“进入学生端”，选择该分类下的账号进入学生端，浏览作业。该技巧在考试中同样适用。



图 10 测试布置作业小技巧

(3) **作业概览**。在作业概览界面，可以选择某次作业进行“评阅与分析”。若作业内有编程题、文件上传题或者项目题，会出现“相似性比较”链接，点击进去执行相似性比较。相似性比较的计算量比较大，为了不影响 Web 服务器的正常运转，只使用了 1 个 CPU 核运算，一般需要较长的时间，可以离开页面稍后再来查看。还提供了“邮件通知”功能，用于提醒学生及时完成作业。

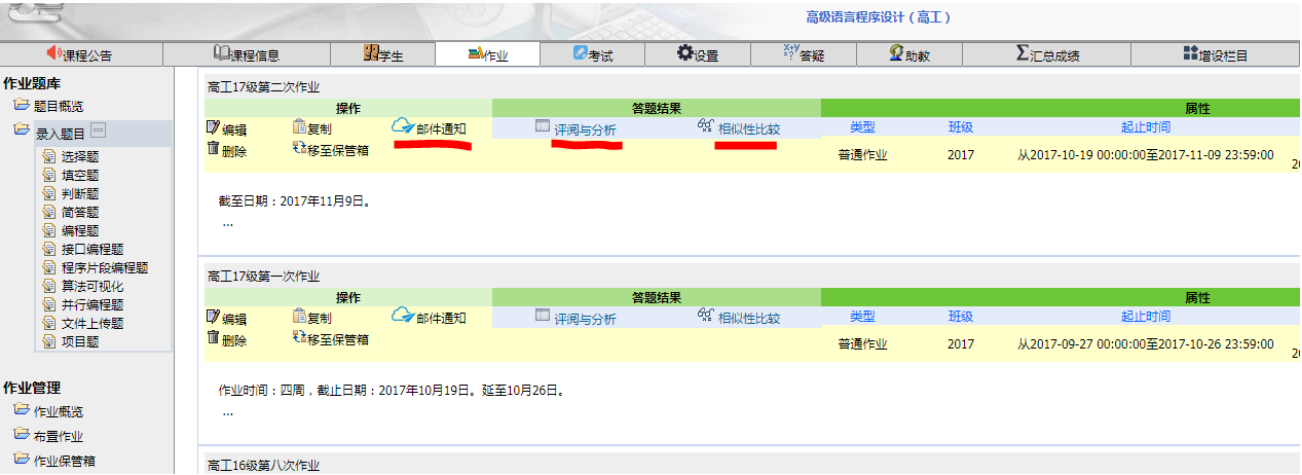


图 11 作业评阅与相似性比较

(4) 作业评阅与分析。从作业概览页面进入“评阅与分析”，有两种视图：

- a) 学生视图。如图 12 所示，可以按照学生分类浏览成绩和统计信息。并提供三个功能“成绩导出 Excel 表”，“下载电子归档”，“打开学生端成绩查询”，前两个功能顾名思义，**第三个功能按钮默认是关闭的，打开以后，学生端就能看到过期作业的成绩、评语、题目的正确答案。**

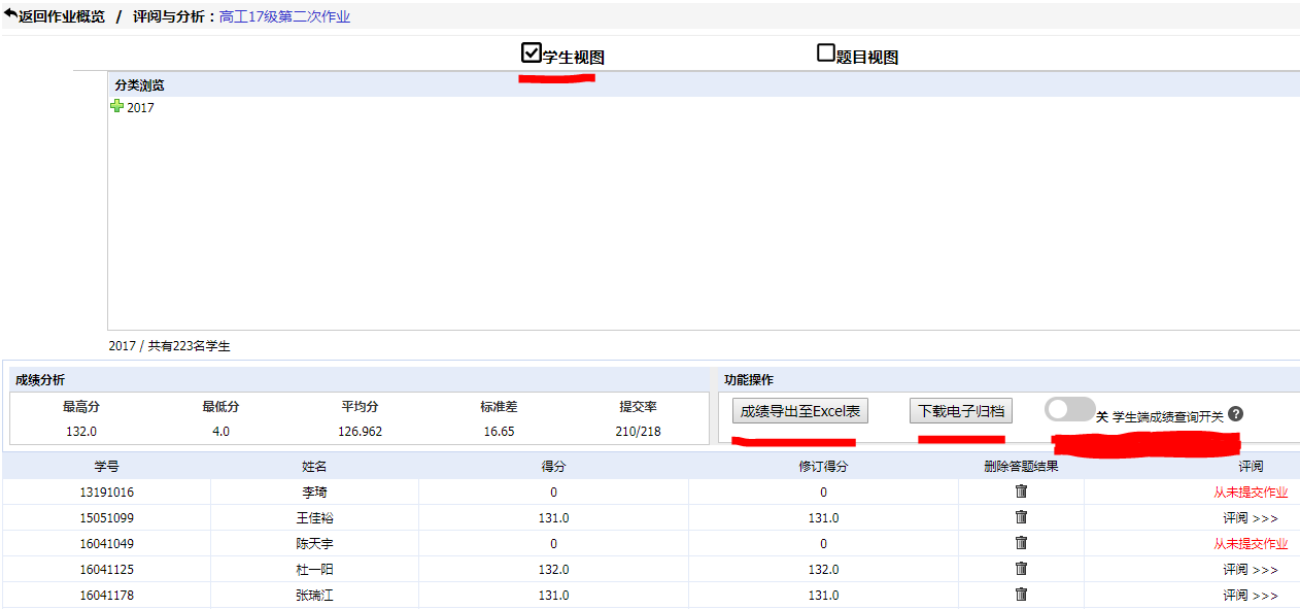


图 12 作业评阅与分析-学生视图

- b) 题目视图。如图 13 所示。浏览每道题目的成绩和统计信息。提供了 4 种功能操作，其中“**重新评判**”一般用于题目答案错误（选择、填空、判断等）或者更改测试数据（编程题），批量重新评测学生提供的答案。“批量导入离线评判数据”，如果作业中有主观题（文件上传、项目等题型），老师偏好在纸上打分，或者打分规则非常细，就可以脱离系统评分，最后将分数使用 Excel 表导入系统。

返回作业概览 / 评阅与分析: 16级第九次作业 (图)

☐ 学生视图
 ☒ 题目视图

4161. 图遍历 (图-基本题)

统计分析							学生分类过滤	功能操作	
最高分	最低分	平均分	标准差	正确率	平均代码行	平均完成时间(分钟)	2017	导出成绩	重新评判
20.0	0.0	18.36	5.39	204/220	108	70		批量下载源文件	批量导入离线评判数据

学号	姓名	最后提交时间	完成时间(分钟)	分数	修订得分	删除答题结果	评阅
12005052	马汉虎		-	0.0	0.0	重	未提交作业
13005002	田哲	2017-07-02 16:05:52	12	20.0	20.0	重	评阅 >>>

图 13 作业评阅与分析-题目视图

2.5 某课程→考试

(1) 试卷命题。可以手工从试题库内选题，也可按照知识点、章节、难易度、使用频度等规则，自动抽题组卷。在试卷概览内浏览所有的试卷，如图 14 所示，每套试卷都可以“复制”，方便出多套试卷；也可以“导出”，在新的页面内显示一张空白试卷，全选/粘贴到 Word 内就可以编辑。试卷内有“试卷保密”选项，选定以后，只有出题人才能看到试卷内容。

The screenshot shows the 'Exam Management' (试卷管理) section of a software system. It displays a list of exams with the following details:

- Exam 126:** 2014级"高级语言程序设计(一)"期末补考试题A卷 (考试时间3小时). It has options for 'Edit' (编辑), 'Delete' (删除), 'Export' (导出), and 'Copy' (复制). The 'Copy' button is highlighted with a red circle. The creation time is 2015-03-12 10:47:19.
- Exam 123:** 2014级高级语言程序设计(一)"期末试题B卷 (考试时间3小时). It has options for 'Edit' (编辑), 'Delete' (删除), 'Export' (导出), and 'Copy' (复制). The creation time is 2015-01-08 15:06:48.
- Exam 122:** 2014级高级语言程序设计(一)"期末试题A卷 (考试时间3小时). It has options for 'Edit' (编辑), 'Delete' (删除), 'Export' (导出), and 'Copy' (复制). The creation time is 2015-01-08 15:03:29.

Each exam entry also includes a brief description of the exam content and its total score.

图 14 试卷复制与导出

- (2) 组织考试。支持两种组织考试的方式：
- a) 组卷考试。从试卷库内选择试卷，一场考试可以使用任意多套试卷，这种组卷方式较为常用。
 - b) 随机组卷考试。不需要事先组卷。根据知识点和难度分布情况，设置出题规则，学生进入考试后，自动随机组卷。这种考试方式的优点是，参与考试场次较多时，可以降低教师出卷的工作量；缺点是无法保证绝对的公平，而且不存在的固定的试卷。
- (3) 考试设置。如图 15 所示，如下的考试设置只针对参加考试的班级有效，该课程下的其它班级可以正常使用，考试结束所有设置自动解除。



图 15 组织考试

- 试卷分发策略。可以从试卷库内选择任意多套试卷，支持按照“IP 地址”或者“学号”分发试卷。
特别注意，如果选择按照 IP 地址分发试卷，而且机房以 NAT 联网方式访问 CG 服务器，务必勾选“启用内网 IP 监控”。
- 评判结果。编程题的评判信息也可以定制，可以只显示编译信息，不告诉对与错。
- 考试辅助功能。“显示服务器时间”考试时间以服务器时间为准；“显示提前交卷按钮”学生提前交卷，点击该按钮后，无法再进入考试栏目，若出现特殊情况，允许学生再次进入考试，教师在“考试概览→在线监考”解锁即可；“考试临近结束前 X 分钟提醒”，勾选此选项，临近考试结束，学生的答题页面的显著位置会显示考试时间倒计时。
- 如果学生在机房内通过 NAT 方式访问 CG 服务器，注意勾选“启用内网 IP 监控”，否则在“在线监考”内无法监测到学生交换账号抄袭，**如果不确定是否是 NAT 访问，在机房内，点击监考设置项中的“点击此处自动监测”**（见图 15），系统自动告知。特别注意，内网 IP 监控对浏览器版本有要求。**如果第一次开展考试，考试前注意到机房测试一下，浏览器版本是否支持内网 IP 地址获取。**风险提醒：如果是学生自带笔记本考试，学生机可能做了安全设定，禁止浏览器获取内网 IP 地址，此时只能放弃使用内网监控功能。
- 考试 IP 绑定。学生一旦进入考试之后，该账号就与当前客户机绑定。如果客户机出故障，需要更换，教师在“考试概览→在线监考”解除绑定即可。

- f) IP 地址过滤。可以限定只允许哪些 IP 地址访问考试，地址范围使用正则表达式表示。使用 IP 地址过滤是为了防止学生不到现场，在其它场所进入考试，或者在其它场所登录替考，若有其它手段可以避免此种情形，可以不用设置。
- g) 考试期间可以关闭栏目，禁止学生下载资料或者在答疑论坛内交流。
- h) 互联网访问限制。一般机房的路由都是可以限定访问的 IP，考试期间设置只能访问 CG 服务器的 IP，这样机房的机器就无法访问互联网。

(4) 在线监考。考试开始以后，打开在线监考，见图 16。在线监考的内容包括：

- a) 学生是否交换账号登录。
- b) IP 绑定情况与解除。
- c) 提前交卷的学生列表。
- d) 非法 IP 登录报警。

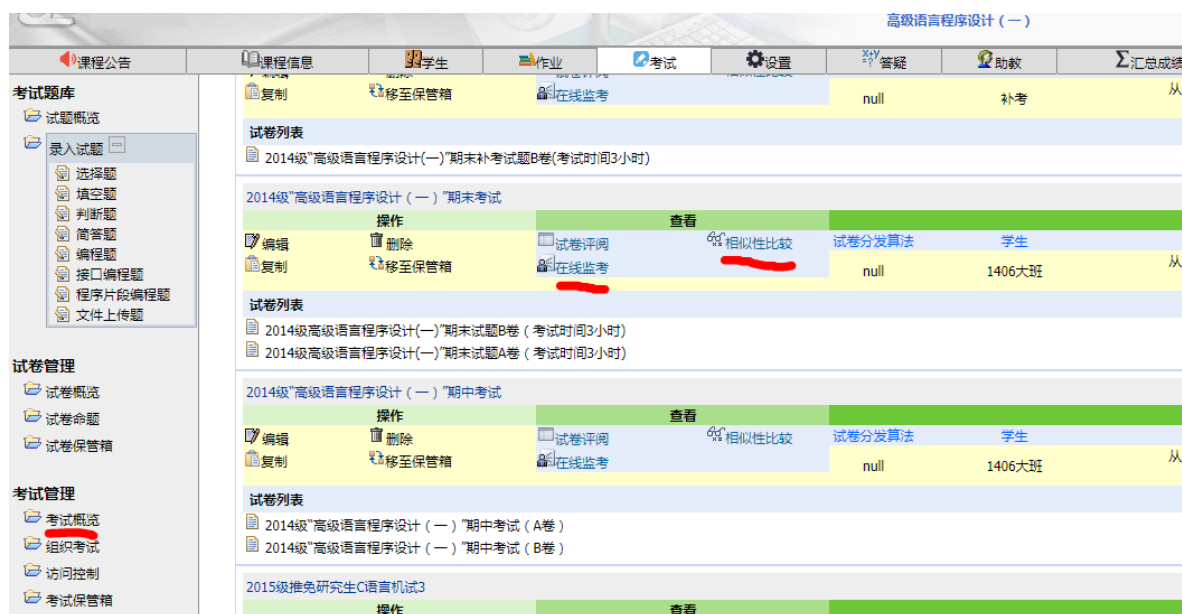


图 16 考试中的在线监考

2.6 某课程→答疑

- (1) 在“答疑”内创建新论坛“，本课程的学生可以在您创建的论坛内探讨问题。
- (2) 课程论坛数量不限，可以为每一届学生创建一个论坛，如图 17。点击“访问答疑论坛”，可以教师身份到学生端答疑。



2.7 某课程→汇总成绩



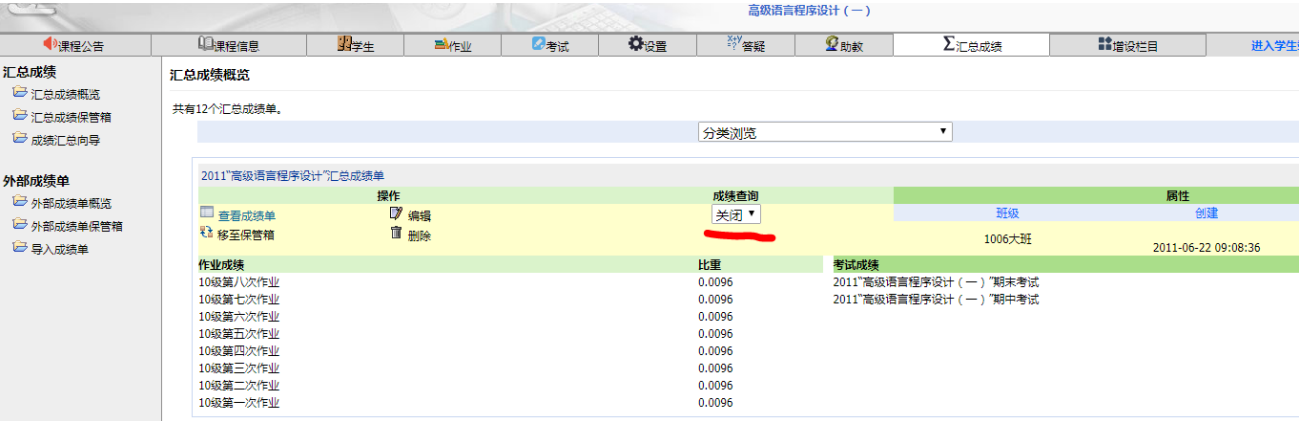


图 19 打开/关闭汇总成绩查询

2.8 某课程→设置

- (1) 共享权限。如果多位老师共用一门课程，可以在此设置哪些老师可以修改或删除您创建的题目，作业或者考试等。
- (2) 知识点和章节管理。可以在此管理本课程的知识点、章节数和名称等。

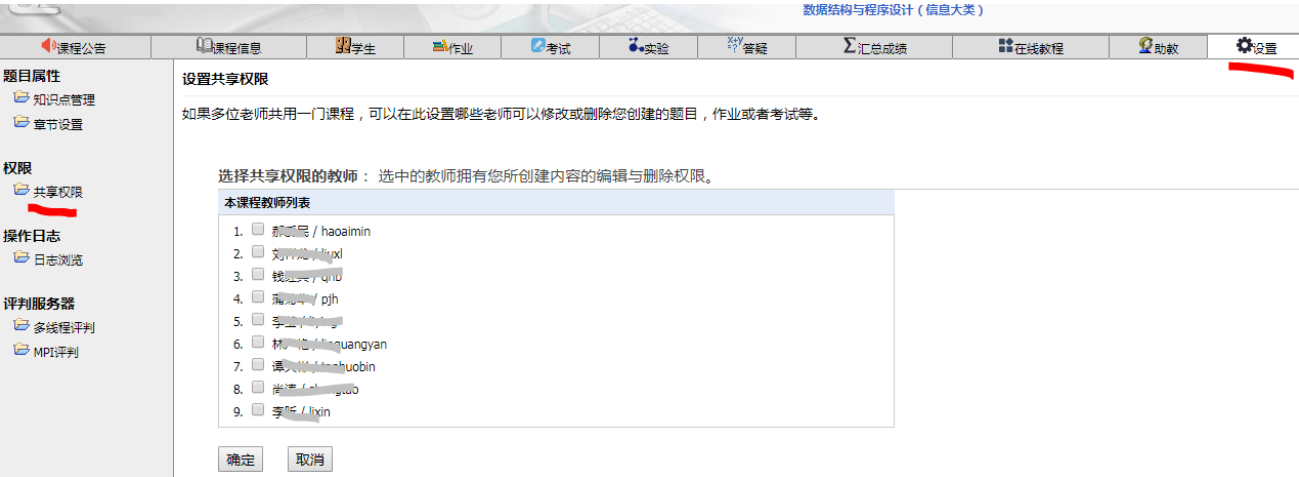


图 20 共享权限

2.9 某课程→助教

- (1) 可以添加助教账号。可以根据需要细粒度控制助教的权限。需要特别注意：提醒助教账号设置复杂的密码，防止被学生破解。

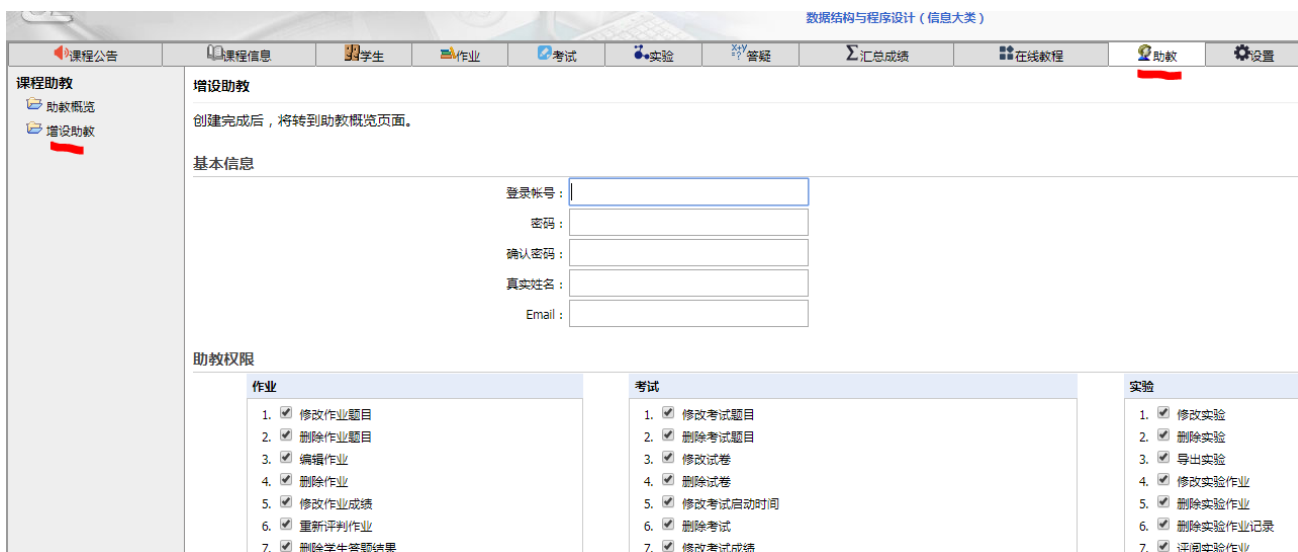


图 21 助教

2.10 某课程→在线教程

(1) 教师创建一个在线学习栏目。栏目内容可以播放 MOOC 视频、音频等多媒体内容。例如，教师想把自己录制的 MOOC 视频给学生学习，就可以增设一个新教程“学习视频”，把视频上传。

(2) 录入 ppt 的小技巧。如果想在教程内录入 ppt，并呈现出幻灯片的播放效果。可以按照如下方式操作：

- 全选(Ctrl + a)一页 ppt 的内容，然后复制(Ctrl+c)，直接粘贴在在线教程的编辑器内（Ctrl + v），会自动转换为高清图片并加入编辑器。然后插入分页标记，如图 22。
- 所有的 ppt 页面按照前一步骤操作即可。录好的教程可以自由导入导出。

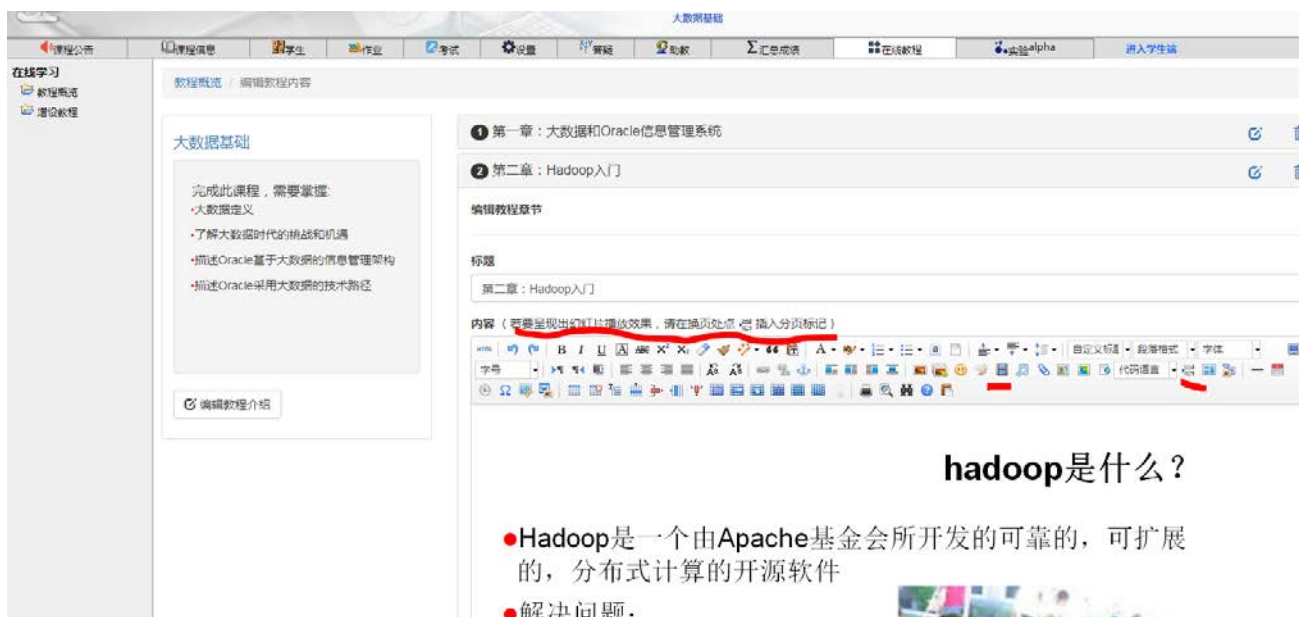


图 22 在线教程

2.11 某课程→实验

有关实验的形态请参阅"4.15 实验模块用来做什么的？"。

(1) **实验资源库**。类似题库，可以录入和管理本课程的实验。一个完整的实验分为两部分：实验介绍+实验流程。如图 23，首先添加实验介绍，实验图片是为了更好的展示效果。实验环境是系统已经录入的镜像，有关如何制作镜像请参考“1.7 系统管理→虚拟机管理”，任课教师可以在本地制作镜像并配置好桌面之后，交由管理员统一录入系统，并配合管理员将镜像部署到服务器上，根据本学期上课人数批量创建足量的虚拟机实例，实例信息也录入系统，CG 系统将自动为每一个参与实验的学生分配虚拟桌面。

一个实验可以添加任意多个步骤，如图 24 所示。学生做实验时，实验步骤会出现在浏览器的左侧（如图 26），右侧为虚拟机桌面。

录完实验，在“实验概览内”，点击实验图片，可以预览实验效果。

(2) **实验作业**。只有布置了实验作业，学生端才能看到实验栏目，如图 25 所示，在规定的时间内完成教师布置的实验。进入在线实验环境之后，学生在虚拟桌面内根据实验指导开展练习，撰写实验报告。如果学生看不到实验桌面，点击工具栏下拉菜单的“重置桌面”（如图 26）尝试修复桌面连接。

在实验作业概览内可以点击“评阅”，可以进入评阅学生实验的界面，如图 27，在这里可以进入学生的实验桌面、浏览学生实验的数据记录，评阅的时候可以综合实验报告以及实验记录给出综合评分。

实验概览 / 填写实验介绍 / 添加实验步骤

实验名称

实验介绍

上传实验图片 使用图片是为了呈现出更好的展现效果。建议尺寸：280 × 157

实验环境

☐ 持久化
若不勾选持久化，完成实验之后，实验环境将被删除。如果持久化，实验环境将会一直保存，由系统管理员决定什么时候删除。

设置标签

图 23 添加实验介绍



图 24 添加实验-添加实验流程



图 25 学生端的实验作业

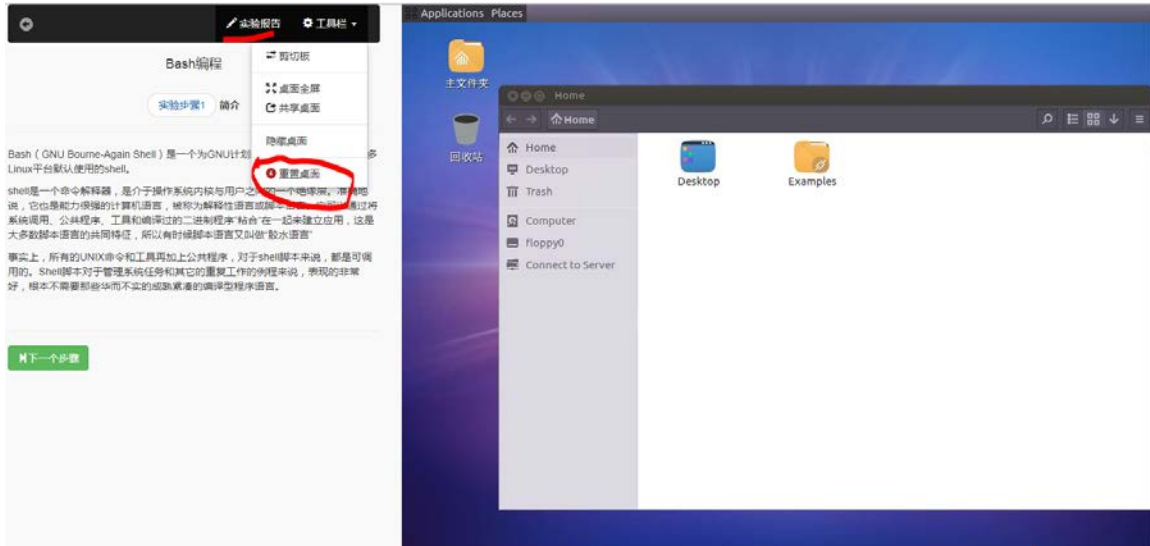


图 26 在线实验环境

学号	姓名	实验时间	在线时间(分钟)	评分	实验桌面	更多操作	状态	总得分
stu	stu	2018-03-06 10:14:53 - 2018-03-11 11:51:15	170	0.00	0.00	更多操作	参与实验	0.00
test	test	2018-03-04 11:11:32 - 2018-03-07 11:44:06	52	0.00	0.00	更多操作	参与实验	0.00
test1	test1	2018-03-06 13:46:03 - 2018-03-10 14:10:49	108	0.00	0.00	更多操作	参与实验	0.00
test2	test2	2018-03-11 11:35:12 - 2018-03-11 11:43:12	8	0.00	0.00	更多操作	参与实验	0.00

图 27 评阅实验作业

3. 应用实例

本节介绍北航计算机学院多年应用 CG 系统的经验，从 2003 年至今课程目标一直没有变化：“对于一般问题，具备分析问题、解决问题的能力，在 40~60 分钟内编写并调试通过、能正确运行、一般在 40~50 行有效代码以内的程序；通过学习让学生能够了解程序设计思想以及初步接受到程序设计方法、技巧、风格的训练，并逐步了解工程化要求。”

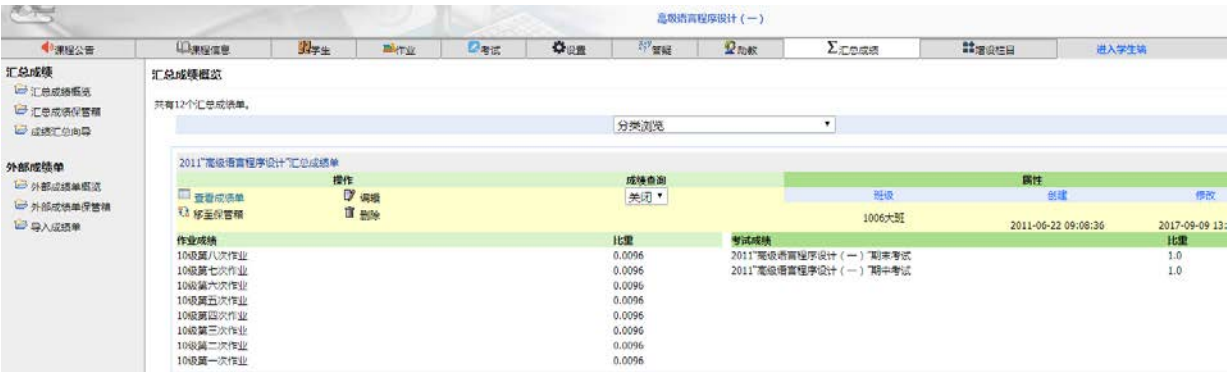
在北航比较偏重编程训练，知识点讲授时间很短，引导学生在编程练习的时候自己查阅参考书，课堂上主要是讲解编程题目，由编程问题引出知识点。2015 年以前高级语言程序设计与数据结构是两门课，2016 开始程序设计和数据结构合为一门课。下面分别介绍两门课使用 CG 的方式。

3.1 高级语言程序设计

共 32 个上课学时，一个学期学生要完成 8 次作业和两次考试，最后的成绩进行加权汇总，如图 28。学生共计完成 53 道编程题，39 道填空题，87 道选择题。

- **8 次作业（10 分）。**每次作业 4 道填空、8 道选择、6 道编程题，要求 4 周内完成。每次作业结束后启动相似性检测，检查出抄袭 0 分计算（抄袭者和被抄袭者都为 0 分），课堂上公布抄袭名单作为警示。需要注意的是：前两次作业的个别题目非常简单，教师可以忽略相似性检测的结果。作业临近结束，如果有学生没有提交作业或者成绩非常低，老师凑课间时间找学生了解情况，并提醒学生，如果不认真完成作业，靠期末突击，考试不可能通过。
- **期中考试（30 分）。**2 道填空、8 道选择、2 道编程题，考试时间 2 个小时。考试分为 AB 卷，为确保考试公平性，试卷题目是一样的，但是编程题的要求特别是输出格式方面有所区别。
- **期末考试（60 分）。**5 道填空、15 道选择、3 道编程题，考试时间 3 个小时。考试也分为 AB 卷，试卷题目一样，编程题格式要求有差异。学校机房是采用 NAT 方式访问 CG 系统服务器（机房的所有客户端通过 2 个公用 IP 访问 CG 服务器），需要打开内网 IP 监控；关闭作业、答疑等栏目；启用 IP 地址绑定；机房路由处设置，所有客户端只能访问 CG 服务器 IP，禁止上网。并打开“在

线监考”，实时监控考场的异常情况。考试结束后，使用相似性检测，检查是否有抄袭。由于平时作业学生已经体验到相似性检测的威力，很少发现再有敢抄袭的。



操作	成绩查询	班级	属性
查看成绩单	关闭	1006大班	2011-06-22 09:08:36
移至保管箱	删除		2017-09-09 13:00:00
作业成绩	比重	考试成绩	比重
10级第八次作业	0.0096	2011'高级程序设计(一)'期末考试	1.0
10级第七次作业	0.0096	2011'高级程序设计(一)'期中考试	1.0
10级第六次作业	0.0096		
10级第五次作业	0.0096		
10级第四次作业	0.0096		
10级第三次作业	0.0096		
10级第二次作业	0.0096		
10级第一次作业	0.0096		

图 28 北航应用实例-程序设计

3.2 数据结构与程序设计

共 48 个上课学时，一个学期学生要完成 8 次作业、1 个项目、两次考试，最后的成绩进行加权汇总，如图 29。学生共计完成 50 道编程题、1 道性能综合题、60 道填空题、138 道选择题。

- 1 次项目（5 分）。系统内的大数据性能编程题，测试数据一般超过几十 MB，把程序的运行时间作为评分标准。学期开始就布置出来，一直持续到学期末，学生利用学到数据结构和算法支持不断优化程序，在性能排行榜上的名次越高（如图 30），得分越高。
- 8 次作业（15 分）。每次作业 7 道填空、14 道选择、5~6 道编程题，要求 3~4 周内完成。每次作业结束后启动相似性检测，检查出抄袭 0 分计算（抄袭者和被抄袭者都为 0 分），课堂上公布抄袭名单作为警示。需要注意的是：前两次作业的个别题目非常简单，教师可以忽略相似性检测的结果。作业临近结束，如果有学生没有提交作业或者成绩非常低，老师凑课间时间找学生了解情况，并提醒学生，如果不认真完成作业，靠期末突击，考试不可能通过。
- 期中考试（30 分）。10 道选择、2 道编程题，考试时间 2 个小时。
- 期末考试（50 分）。4 道填空、16 道选择、3 道编程题，考试时间 3 个小时。



操作	成绩查询	班级	属性
查看成绩单	关闭	计算机学院1606	2017-06-20 10:50:20
移至保管箱	删除		2017-07-07 17:24:55
作业成绩	比重	考试成绩	比重
16级第九次作业(图)	0.020833	2016级'数据结构与程序设计基础'期末考试(计算机学院)	1.0
16级第八次作业(查找与排序)	0.02193	2016级'数据结构与程序设计基础'期中考试	1.0
16级第七次作业(树)	0.016667		
16级第六次作业(栈与队)	0.017921		
16级第五次作业(线性表)	0.016667		
程序设计综合作业(选做题,不计分)	0.0		
16级数据结构综合作业	1.0		
16级第四次作业	0.011905		
16级第三次作业	0.011905		
16级第二次作业	0.011905		
16级第一次作业	0.011905		

图 29 北航应用实例-数据结构与程序设计

性能在排行榜上的名次，决定最后得分			
学号-姓名	执行时间(S)	得分	优化次数
1506	0.093	5.0	709
1506	0.133	4.1050124	704
1506	0.401	2.6981711	688
1506	0.107	4.616511	349
1506	0.115	4.4344926	347
1506	0.122	4.294809	303
1405	0.097	4.886254	299
1506	42.714	2.0065544	14
1506	45.167	2.0061984	118
1518	45.898	2.0060997	10
1518	54.191	2.0051663	13
1506	59.833	2.004679	21
1406	66.41	2.0042157	34
1518	70.144	2.0039911	25
1527	88.342	2.003169	24
1518	155.912	2.0017955	25

图 30 综合题性能排行榜

4. 常见问题

4.1 编程题评判结果的含义，以及得分规则

CG 评测结果给出每个测试数据的通过情况，题目得分=（题目分数 / 测试数据对数） * 通过数。CG 教学平台的作业和考试不限制提交次数。

- **完全正确。**用户程序的输出与期望输出匹配。
- **输出错误。**用户程序的输出与期望输出不一致。如果是作业，点击“详细评判结果”，在动态测试中，会列出错误输出和期望输出，方便学生调试自己的程序。
- **格式错误。**用户程序的输出结果中的不可见字符（例如空格、制表符等）与期望输出不一致，布置作业或者出试卷时，可以设置格式错误是否给分，如图 31 所示。
- **程序运行时间过长。**程序运行的时间已经超出了这个题目的时间限制，一般是存在死循环。
- **运行时错误。**程序运行期间崩溃，如果 C/C++ 程序，常见的错误类型有：

✧ **SIGFPE：**零作为除数。

✧ **SIGSEGV：**非法内存访问，是最为常见的错误，一般这些问题在小规模测试的时候不会发现，而在大规模数据测试时候就容易暴露出来，所以请自行构造一些数据来调试程序。可能原因 (1)数组越界使用;(2)指针的错误使用，一般是对非用户区的地址空间进行读或者写操作;(3)越权操作文件指针，程序中却未捕捉该类错误;(4)栈溢出，一般是因为过多的递归调用或者过大的临时变量导致;(5)程序使用的内存超过了题目设定的上限。

✧ **SIGXFSZ：**程序输出过多数据，有可能存在死循环。

- ✧ **SIGABRT**: 程序中止运行, 原因可能是 (1) 由于严重的错误(例如内存重复释放 double free 或者 heap corruption), 库函数调用 abort 中止程序运行; (2) 断言(assert)使用 abort 实现, 断言条件为 false。

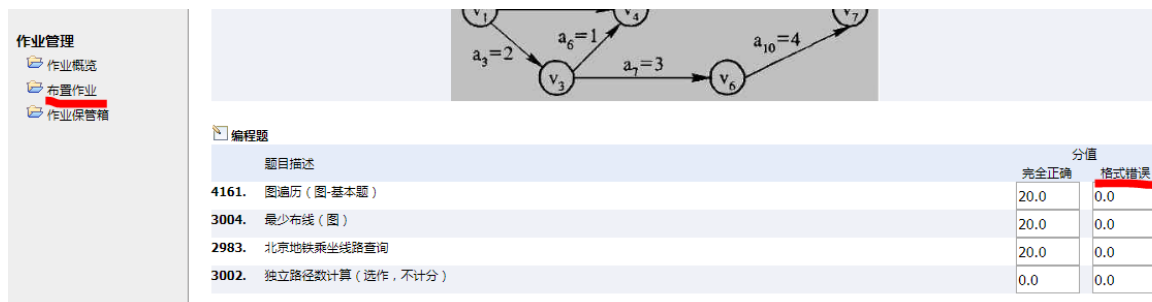


图 31 布置作业-设置格式错误分值

- **系统繁忙**。提示服务器忙是系统忙于评判提交的程序, 后台是个大进程池并行评判的, 偶尔遭遇大量并发提交, 而且同时出现了很多死循环的程序。系统做了并发控制, 避免把 Web 服务器击垮, 返回系统繁忙的提示, 如果偶尔出现类似的评判结果, 不用担心, 再次提交即可。

4.2 评判结果中的编译警告是否可以忽略?

编译警告不会影响正确性评判和得分, 如图 32, 编译警告中给出代码规范提示或者风险提醒, 可能意味着程序中隐含的大错误, 也可能确实没有问题。建议引导学生关注警告信息, 尽量消灭警告信息, 提升代码质量。

几种典型的编译警告示例以及处理办法:

- **warning: 'param' might be used uninitialized in this function**。变量可能未初始化 (或者未被赋值) 就使用。此类错误有可能在某些时候能够通过正确性测试, 有些时候错误, 依赖于当时内存空间的初始值。
- **warning: unused variable 'param'**。定义了一个变量, 但未使用, 可以删除。
- **warning: control reaches end of non-void function**。函数没有返回值, 或者在某些分支条件下忘记返回值。
- **warning: suggest parentheses around && within ||**。代码里写了一个复杂的条件判断, 例如:
if (no[i][7] >= 'A' && no[i][7] <= 'Z' || (no[i][7,] - '0') %2 == 0) 最好改为:
if (((no[i][7] >= 'A') && (no[i][7] <= 'Z')) || ((no[i][7,] - '0') %2 == 0)) 增强代码的可读性和可移植性。

```

成功编译,但有警告信息.
telsort.c: In function 'main':
telsort.c:17:3: warning: format '%s' expects argument of type 'char *', but
argument 2 has type 'char (*)[1000]' [-Wformat]
telsort.c:17:3: warning: format '%s' expects argument of type 'char *', but
argument 3 has type 'char (*)[1000]' [-Wformat]
共有测试数据:5
平均占用内存:1.648K  平均CPU时间:0.00500S  平均墙钟时间:0.00543S

```

测试数据	评判结果
测试数据1	完全正确
测试数据2	完全正确
测试数据3	完全正确
测试数据4	完全正确
测试数据5	完全正确

图 32 评判结果中的编译警告

4.3 同一门课程下，如果不让别的老师看到我出的试卷内容？

出试卷时，勾选试卷保密，如图 33 所示。从 4.1.0 版本开始，也可以设置题目保密，在试题概览内勾选“试题保密”，只有出题人能够看到试题。

课程公告 | 课程信息 | 学生 | 作业 | 考试 | 设置 | 答疑

考试题库

- 试题概览
- 录入试题
 - 选择题
 - 填空题
 - 判断题
 - 简答题
 - 编程题
 - 接口编程题
 - 程序片段编程题
 - 文件上传题

试卷管理

- 试卷概览
- 试卷命题
- 试卷保管箱

返回试卷概览 / 编辑试卷

基本信息

试卷简述: 2016级“高级语言程序设计”期末补考试题(考试时间3小时)

详细描述: (可选)
简答题20道，每道1分，编程题3道，第一道题30分，第二道题25分，第三道题25分，总分100分。

试卷保密: ☒ (若选定，试卷内容只有出题人能看到)

题目列表 (分值分布: 总分 100.00 = 填空题 8.00 + 选择题 12.00 + 编程题 80.00)

☒ 填空题 (题目中“序号”为整数，代表该题目在学生端呈现的相对顺序，值越小，呈现的顺序越靠前)

图 33 试卷保密

4.4 为何使用源文件而不是文本框提交代码？

CG 系统从 2003 年起一直坚持使用源文件代码提交方式，我们认为源文件提交有两个好处：

- 符合工程实际。训练学生使用 IDE 编写和调试代码，而不是在文本框内填写代码，不经过调试直接提交。
- 支持多源文件提交，复杂问题的源文件组织也是一种工程训练。特别是 Java 代码，一般一个类对应一个文件，如果使用文本框提交就会破坏 Java 的编程规范。

4.5 系统是否支持程序填空题？

“程序片段编程题”可以用作程序填空题，参看手册的 2-1.3 节。

4.6 作业中详细评判有什么必要性？

作业和题目样例中，会有详细评判，如果输出错误，会告知与期望输出的差异。目的是降低初学者的挫折感，帮助学生调试程序。考试时不会有详细评判。

4.7 能否批量导出学生的答题试卷？

教务处要求归档学生的答卷，如图 34 所示，点击“下载电子归档”按钮就可以下载所学生的答题试卷，试卷内容以 HTML 图文展示，并附有学生的答案和正确答案，学生上传的文件也可以离线下载浏览。

如果需要打包下载某道题目的源文件，在图 34 中的“题目视图”内，选择该题目，点击“打包下载”即可。

作业也可以归档，操作方法与试卷归档类似。

课程公告

课程信息

学生

作业

考试

设置

答疑

助教

汇总成绩

建设栏目

进入学生端

考试题库

试题概览

录入试题

选择题

填空题

判断题

简答题

编程题

接口编程题

程序片段编程题

文件上传题

试卷管理

试卷概览

试卷命题

试卷保管箱

考试管理

考试概览

组织考试

考试保管箱

返回考试概览 / 试卷评阅：17班模拟考试

☒ 学生视图

☐ 题目视图

分类浏览

172317

172317/共有27名学生

成绩分析

最高分

30.0

最低分

11.5

平均分

16.5

标准差

5.0479183

功能操作

成绩导出到Excel表

下载电子归档

学号	姓名	试卷	得分	修订得分	删除答题结果
17231170	吴睿	16级第一次模拟考试	14.5	14.5	盲
17231171	赵伟碧	16级第一次模拟考试	15.0	15.0	盲

图 34 批量导出学生试卷

4.8 学生端如何看到作业的正确答案和得分？

如图 35 所示，作业过期以后打开“学生端成绩查询开关”，才会显示正确答案和得分，默认是关闭的。

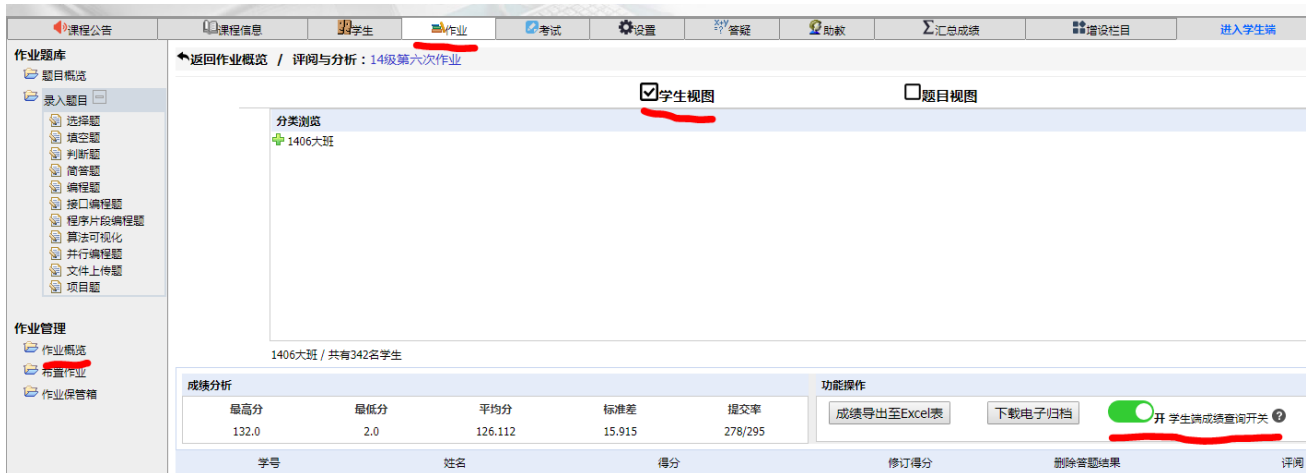


图 35 作业答案和成绩查询开关

4.9 考试/作业结束后发现题目的正确答案有错或者编程题的测试数据有问题，怎么办？

CG 提供了**重新评判**功能来补救，题目的答案或者编程题的测试数据修正后，如图 36，进入“题目视图”，选择该题目，然后点击“重新评判”，所有的学生答题结果会被重新评测。

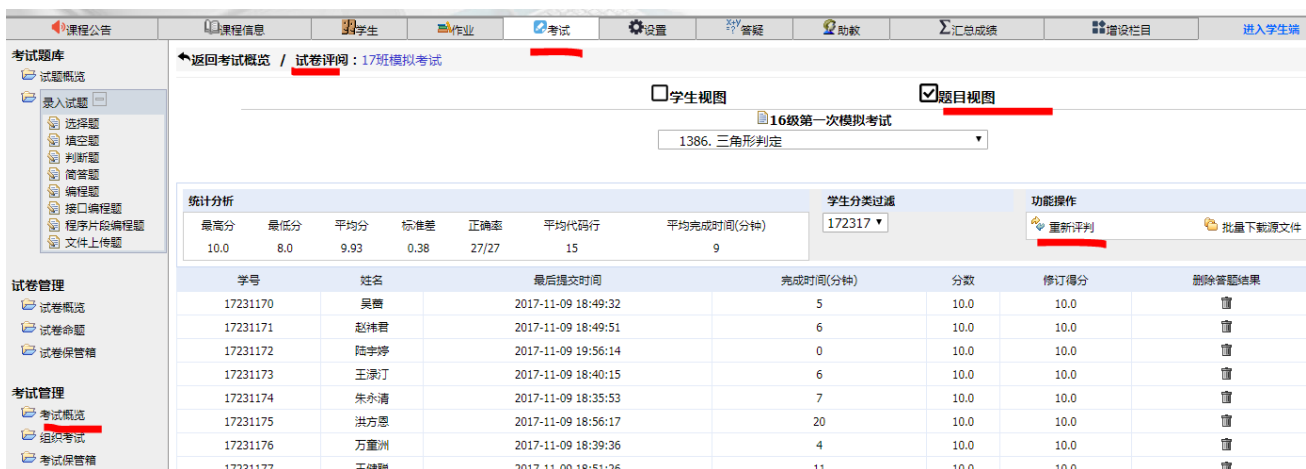


图 37 题目重新评判

4.10 如何重置学生登录密码？

为了减轻管理员的负担，重置学生密码的权限开放给了任课教师，如果学生忘记自己密码，直接与当前的任课老师联系，任课教师在“学生概览”找到该学生账号，点“编辑”，就可以重新设置学生的密码。学生的密码经过单向加密存放在数据库内，密码不能找回，只能重置。

4.11 系统支持上传并在线播放视频吗？

支持。如图 38，为本课程增加一个在线学习的栏目，编辑栏目内容，并上传视频。视频格式建议为 mp4 或者 wmv。

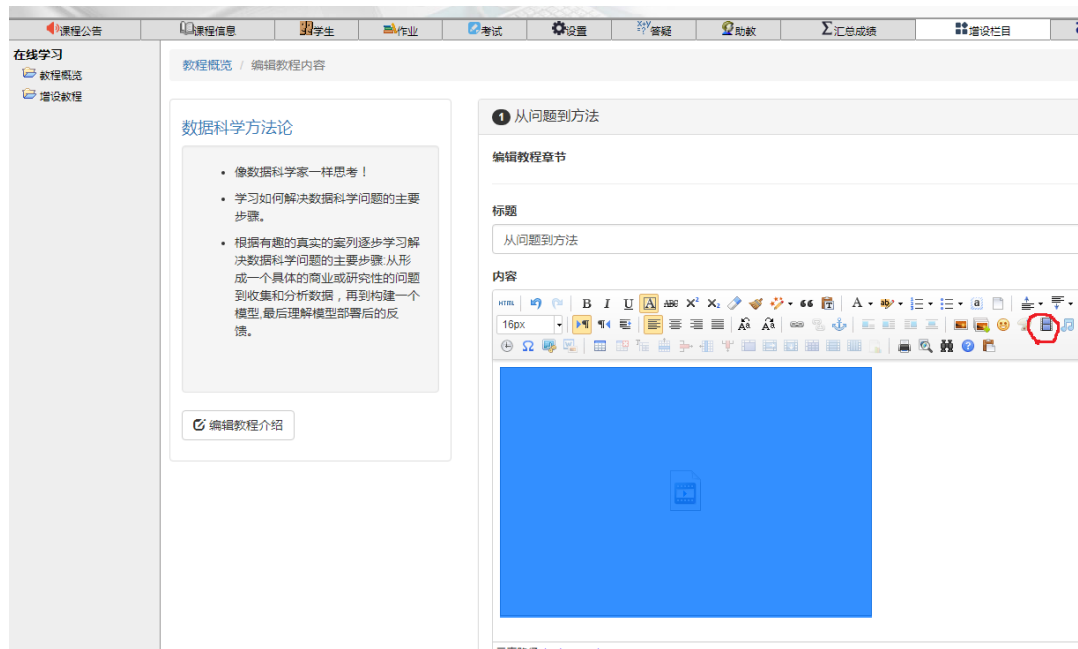


图 38 在线教程-在线视频

4.12 如何方便的测试自己录入的编程题？



图 39 编程题样例

编程题描述和测试数据录入完毕之后，在题目概览内打开该题目的“样例”链接（如图 39），在新开的窗口内上传源程序，以此验证测试数据是否正确，此外上传的源程序也可以作为参考答案。提交的时候打开“详细评判结果”，能够辅助调试程序。

4.13 有关 Java 源文件的编码问题

务必不要使用 Windows 的记事本撰写代码。如果提交 Java 源文件，提示中文编码的问题，一般是使用 Windows 的记事本编辑过 Java 源文件，引入了 Javac 不支持的字符编码引起。具体原因可以参考知乎文章 <https://www.zhihu.com/question/20650946>

4.14 学生提交过代码之后，代码行统计信息为什么没有更新？

学生提交过代码之后，系统会在夜间自动统计每道题的平均代码行、系统共提交的代码行、作业的平均代码行、考试的平均代码行等，所以第二天才会看到更新过的统计信息。

4.15 对于填空和选择，如何解决学生直接使用编译器生成结果？

具体问题：考题的构成有选择，填空，编程。一般在选择填空里面有一些题目是类似于读程序写结果，但是很多同学就利用，编译器直接把题干上的一些程序编译后得到运行的结果。大家在利用进行考试的时候，是不是都要把编译器给禁掉？

这是一个开放性的问题，很多老师问过类似问题，把各位老师的回复列出，供参考。

北航计算机学院赵：我们这里考试的时候不太在意这个事情，一方面填空和选择占分比较低，另外这样的题目很少，分数主要在编程题上。

中国石油大学张老师：我们非计算机专业期末考试全是编程题。90 分钟 8 个题。

湖南大学杨老师：我们也是参照 ccf 考试，全是编程题和片段编程题，90 分钟 4 道题。反过来出题也可以试试，要得到什么结果，该填写什么语句，用片段编程题型。

4.16 实验模块是用来做什么的？

有关实验的详细介绍和演示请参考：<http://educg.net/exp.html>。如图 40，学生可以直接在浏览器上访问远程的虚拟桌面，左侧为实验教程（包含详细实验步骤），右侧为已经配置好开发环境的虚拟机。这种实验形态充分利用了当今流行的云计算相关技术，学生无需配置环境随时随地直接动手练习，极佳的使用体验，是与 CG 系统的作业、考试平行的一个模块，承载项目开发与实训相关的需求。支持任何虚拟化技术，可以充分利用学校现有的计算中心（云计算中心）物理设备，为学校打造计算机实验在线机房。

实验需要有服务器（集群）和虚拟化平台支撑，具体部署方式参阅 1.7 系统管理→虚拟机管理。

实验模块的技术路线

实验

- 通过VNC协议调用计算环境
- 录入与导出实验手册
- 记录学习数据



图 40 实验的展现形式和技术架构

学生根据实验教程在虚拟桌面上开展实验，实验过程中，还能在线撰写报告，抓屏实验桌面，如图 41。

教师可以选择部分实验以类似作业的形式布置给学生，如图 42 所示，在后台可以进入学生的桌面、浏览学生详细的在线活动数据、查看实验报告，并综合以上信息为学生的实验打分。

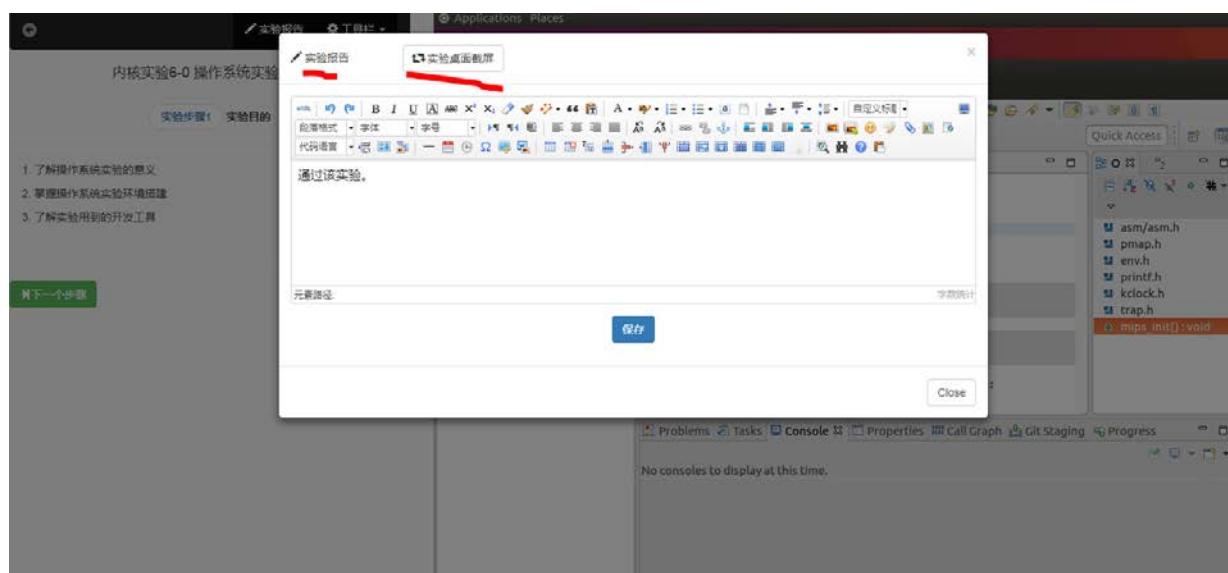


图 41 撰写实验报告

实验作业概览 / 评阅 实验1									
分类:	C1	状态:	Any	Go			导出成绩	更多	
学号	姓名	实验时间	在线时间(分钟)	评分	实验桌面	更多操作	状态	总得分	
stu	stu	2018-03-06 10:14:53 - 2018-03-07 17:05:28	102	评分	桌面	更多操作	参与实验	0.00	
test	test	2018-03-04 11:11:32 - 2018-03-07 11:44:06	52	评分	桌面	更多操作	参与实验	0.00	
test1	test1	2018-03-08 15:35:29 - 2018-03-08 21:26:33	6	评分	桌面	更多操作	参与实验	0.00	

图 42 评阅实验作业

4.17 CG 在线实验环境是如何解决资源耗费问题的？

CG 系统支持两类在线实验环境：**虚拟桌面实验环境**和 **Jupyter 实验环境**。

虚拟桌面实验环境用的远程桌面来实现的，即将操作系统桌面通过 VNC 协议呈现在浏览器内。常规做法是一人一台虚拟机，一人一台虚拟机的优点是隔离性好，技术实现简单，而且 OpenStack 等开源软件都已经直接集成了远程桌面，大家见到的类似实验环境都是这么实现的。但**缺点是资源耗费巨大**，可以简单测算，现在的 64 位桌面版操作系统要求至少 4GB 内存与 2 个物理核，如果再安装开发环境，至少 6GB 内存，如果遇到大数据环境，那么至少 8GB 内存和 4 个物理核。推算一下，如果一门课有 100 人，至少需要 800GB 内存 400 个 CPU 核心。现在比较的高档服务器一般 30 个物理核 128GB 内存，也就是一门**大数据课程**需要至少 13 台高档服务器。这样的资源消耗对于教学是不可接受的。

CG 的虚拟桌面实验环境通过多用户共享和集群计算资源的分时动态调度技术，来解决资源耗费问题。不是每个用户独占虚拟机，而是多个用户共享一台虚拟机，虚拟机内只部署开发环境，每人的内存资源消耗可以降至 1GB，**100 人的课程，1 台服务器就绰绰有余！**对于大数据，特别是人工智能这类需要耗费巨大计算资源的课程实验，只需要部署一台或者几台服务器作为计算集群，学生在实验桌面开发的实验代码通过 CG 的调度系统发送到集群上执行即可，这也是目前工业界的工作模式。

CG 的 Jupyter 实验环境，是基于 Docker 实现的，相比操作系统桌面，Jupyter 只是个 Web 服务，资源消耗很小，一般一台服务器可以支撑 300 人同时在线做 Jupyter 实验。

4.18 浏览器版本的问题

微软 IE 浏览器不兼容 HTML5，建议使用非 IE 浏览器，例如 Chrome、Firefox、360（**极速模式**）、搜狗等。

4.19 服务器频繁断电的问题

凡是涉及磁盘操作比较多的应用，突然断电，很可能会损伤磁盘，会导致系统无法访问。如果本地部署 CG 系统，特别注意电源供应的问题，推荐加装 UPS 或者将系统部署在学院统一管理的服务器上。

4.20 在线实验环境，一门课（假设每届 200 人）应该部署多少台虚拟机？

由于是 B/S 架构，学生可以在“任何地点、任何时间”开展实验，不是局限在某个实验室内，所以很难精确计算并发数。简单的计算方法，就是按照最大人数来规划资源，例如某一门课不可能超过学院一届的招生人数。创建的实例用户数等于每届人数即可，一般情况下，一门课只需要一台桌面服务器。如果是 Jupyter 实验环境，一台服务器可以支撑 400~500 人。

具体请参考在线文档，教师登录之后，点击右上角的“用户指南”→“在线实验环境帮助”。

一台服务器，10个虚拟机，20用户/虚拟机，每用户消耗存储资源一般为：30GB（虚拟机实例） / 20

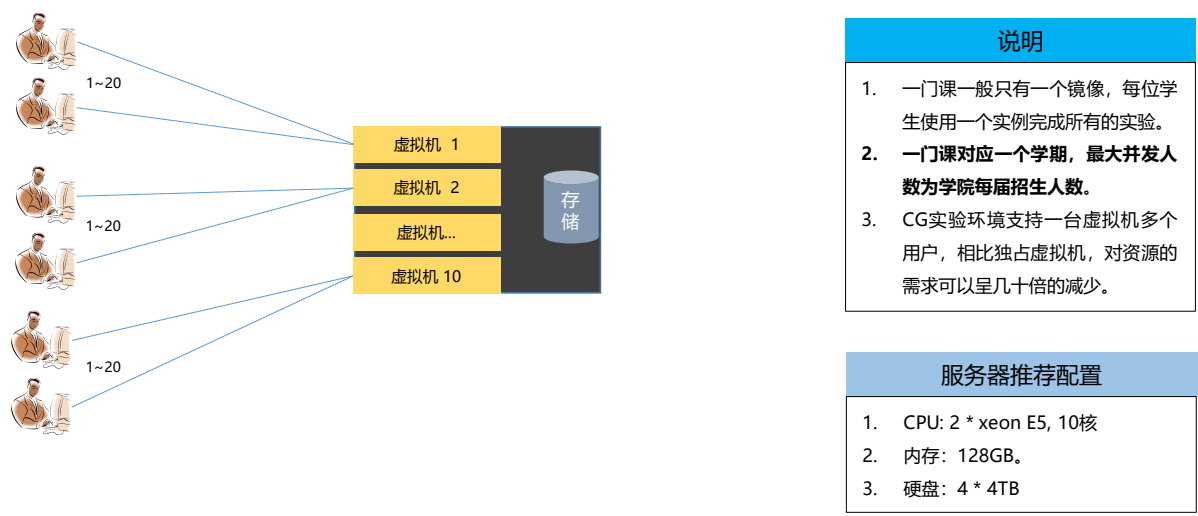


图 43 在线实验虚拟机配置计算方法

4.21 实验栏目和作业栏目有什么区别？

CG 系统的在线实验特指依赖远程桌面或者 Jupyter 环境的实验。类似编程题、SQL 评测、组成原理等都作为一种题型出现，放到作业或者考试栏目内。

4.22 使用 CG-OJ 模块组织编程竞赛时，如何为每位参赛队员随机生成账号和密码？

推荐使用 Excel 表生成随机账号和密码，然后导入系统即可。

4.23 编程题是否支持特殊情况的评测，例如一题多解、无关提示信息过滤、浮点数格式匹配等问题？

编写测试点时，选择“模糊匹配”，除了通配符，还支持多解，只需要把所有正确答案在期望输出里面按行列出即可。具体参考 2.3 节。

4.24 考试结束，学生如何查阅试卷/成绩？

系统提供了两种方式。

方式 1，考试完，在考试概览内，打开“试卷查阅”，默认是关闭。如图 45 所示，学生在考试栏目内就能看到本次考试的答题情况，并附有正确答案。

方式 2，进入“汇总成绩”，可以将历次（或者某几次）作业和考试加权汇总，学生可以在成绩查询栏目，查看成绩。方式 2 只能查看成绩，看不到答题情况。

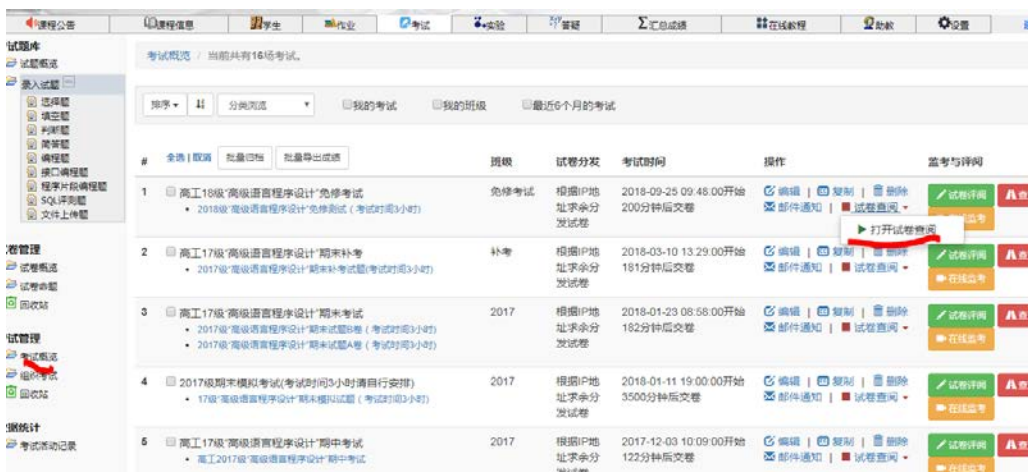


图 44 试卷查询开关

4.25 不想让重修学生看到历史作业，如何关闭过期的作业？

默认情况下，学生端能够显示过期的作业，如果不想让本课程重修学生看到历史作业，如图 45 可以批量关闭历史作业。

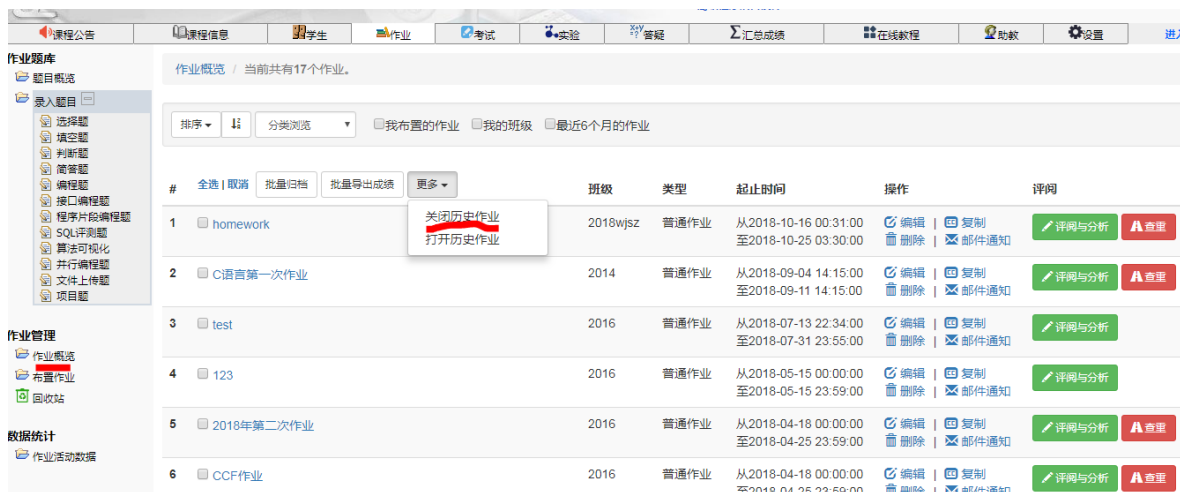


图 45 学生端关闭过期作业

4.26 编程题中的性能评测有什么限定条件，适用于哪些课程？

如果要用性能评测，一定要注意测试数据量必须大（超过 CPU Cache）或者时间复杂度比较高。在现代 CPU 上，执行时间太短的程序（运行时间在毫秒以下），评测误差和不确定性非常大。

一般应用于算法与数据结构课程（<http://www.educg.net/ds.html>），可以用于计算机组成原理和体系结构课程，让学生通过微架构优化，体验指令流水、寄存器、Cache 等对程序性能的影响（参考《深入理解计算机系统》）。

4.27 学生提交编程题之后，“显示正在评判....，请稍等”，一直不出评判结果，这是为什么？

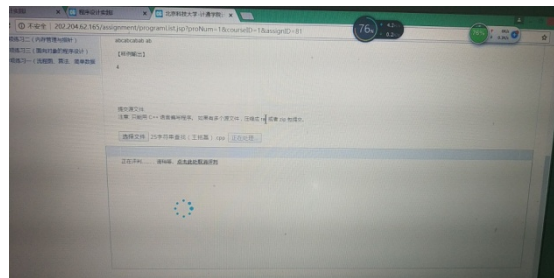


图 46 排队评判

是因为这道编程题设置的最长运行时间过长（超过 10 秒），导致大家排队评测，而不是并行评测。在现代的 CPU 上运行超过 2 秒程序都是计算复杂度很高的算法了，一般不要修改，除非要做性能评测（参考 4.26）。

4.28 第一次使用 CG 开展在线考试，有哪些注意事项？

请参阅：2.5 某课程→考试