

蜗壳 365

余庆杯项目报告

姓名（组长）	孙旭磊	学号	PB21000270
姓名（组员 1）	张学涵	学号	PB21000079
姓名（组员 2）	赵弈	学号	PB21000033
子项目	蜗壳大雾实验工具 & 蜗壳排课工具 & 我的科大		

1 项目需求分析

1.1 蜗壳大雾实验工具

大物实验在[评课社区](#)、[知乎](#)等网站上一直饱受争议，有多名同学指出实验报告撰写耗时长、专业作图软件难以使用、Word 中打数学公式麻烦等问题。鉴于此，曾经有学长在开发过一款[大物实验数据处理工具](#)，这是非常好的创意。但是，这款软件入门成本太高，故了解它的人很少。

本小组开发的[大雾实验工具](#)是一款网页应用，无需安装任何软件，更不需要有编程基础，没有任何学习成本。本工具的目标用户是中国科学技术大学一本本科生，着力于解决其撰写实验报告时最耗时的三件事情，即“绘制图像”“计算不确定度”“在电脑上书写公式”。

当然，一些高级软件也能出色地完成上述的本工具的功能，如专业绘图软件 Origin, 专业计算软件 Matlab 等。但我们的项目不是去取代这些强大的软件，而是将它们本地化。这些软件功能繁多，故学习成本相对较高，但我们的软件为每一个大物实验都写了专门的处理工具，封装到只需要用户上传数据表格的程度。相比动辄几个 GB 的专业软件来说，我们的工具更加友好，更加便捷，更加有针对性——更加有效。

1.2 蜗壳排课工具

在每学期开始选课前，同学们会精心规划一份理想的课程表。而为了选上心仪的课堂，往往需要花费大量的时间和精力来避免时间冲突，在一个 Excel 表格中反复修改，将一个课堂又换成另一个课堂，这个过程就像在解一道复杂的华容道难题。

本小组开发的[蜗壳排课工具](#)也是一款网页应用，致力于解决同学们的这一难题。

1.3 我的科大

科大的网络资源非常丰富，但网站零散，犹如点点繁星，散落在浩瀚的网络宇宙中。我们经常在各种 QQ 群看到有人询问各网站地址。而[我的科大](#)如同一颗璀璨的北斗，引领方向，将常用的科大网站汇聚一处，点击即可直接访问。

其次，科大网站大都没有考虑小屏幕设备的浏览，因此在手机上难以阅读，需要缩放才能看清文字。在有些浏览器上，由于元素交叠，甚至无法点击功能按钮。为此，我们的软件进行了深度定制，以适应手机查看，使得包括课程表、考试信息等页面在手机上的浏览体验得到极大的提升。同时，这些页面无需进入教务系统即可查看，方便快捷。同学们甚至可以创建桌面快捷方式，从系统桌面一触即达。

2 项目功能设计

2.1 蜗壳大雾实验工具

2.1.1 总体功能说明

本工具通过腾讯云服务器搭建于网页平台，支持任何设备自由访问。传入实验数据后，本工具立刻完成绘制图像、计算不确定度、生成计算公式等一系列操作，并将最终结果整理成一份 Word 文档，下载后即可直接使用。本实验工具支持一级大物的 25 个实验，如图 1 所示，这大大提升了学生们撰写实验报告的效率。由于本工具只是将传入的实验数据进行自动分析，故其不会造成抄袭、造假等学术不端问题。

2.1.2 具体功能点说明

使用本工具时，用户只需输入他们做实验时测量到的原始数据，而无需任何额外的计算处理，用户所要做的只有按照规定的格式上传 Excel 文档。本工具支持 `xlsx`, `csv` 等各种格式的数据表格。具体而言，每个实验都会有一张示例数据表供用户参考，如图 2 的界面所示。用户也可以直接下载示例数据，并直接在它的基础上进行修改。因此，本工具没有任何学习成本，是一款即点即用、免安装的简单轻应用。

另外，本工具贴心地提供了不确定度表格与通用的计算工具，并且每个实验都附有可在线浏览的实验指导。

• 绘制图像

本工具根据输入的数据以及实验原理，自动生成美观的实验图像，支持平滑去噪、数据拟合、双 y 图等多种图像生成需求，如图 3 所示。

• 计算不确定度与生成计算公式



图 1: 大雾实验工具网站主界面

本工具在生成的 Word 文档中渲染了各种公式，如图 4 所示。用户可以直观看到不确定度每一步的计算过程，并在自己的报告中直接使用这些算式与结果。

在 Word 文档中除了有已经渲染好的公式外，我们还提供了它们的 L^AT_EX 源码，如图 5 所示。这极大方便了用 L^AT_EX, Markdown 等排版实验报告的用户，使他们无需手动敲入每一个算式。



图 2: “拉伸法测钢丝杨氏模量”的工具界面

2.1.3 功能点设计细节

本工具后端使用 Python 编写，使用的包与模块如表 1 所示。前端由 HTML 编写，并使用了 Flask Web 应用框架。以下将详细介绍各功能的实现，分为图像绘制、数据处理和文档生成三部分。

表 1: 本工具使用的全部 Python 包与模块

Python 包或模块	用途
chardet	检测用户上传的数据表格的编码
collections	通过 <code>namedtuple</code> 使代码更清晰
Flask	Web 应用框架
latex2mathml	L ^A T _E X 代码转换为 MathML 代码
lxml	MathML 代码转 Office MathML
math, numpy	不确定度数字运算
Matplotlib	绘制物理图像
os, random, shutil	后台文件操作与管理
pandas	数据表格处理
python-docx	生成 Word 文档
SciPy	数据拟合
SymPy	不确定度符号运算
time, threading	定时删除生成的 Word 文档
traceback	打印运行错误以便调试

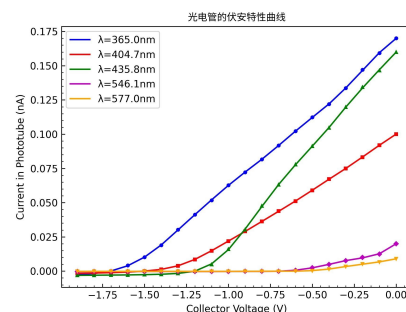


图 3: 平滑连接的光电效应伏安特性曲线

钢丝直径 d 的平均值:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i = \frac{0.291 + 0.292 + 0.293 + 0.294 + 0.295}{5} \text{ mm} = 0.293 \text{ mm}$$

钢丝直径 d 的标准差:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.291 - 0.293)^2 + (0.292 - 0.293)^2 + (0.293 - 0.293)^2 + (0.294 - 0.293)^2 + (0.295 - 0.293)^2}{5-1}} \text{ mm}$$

$$= 0.0015811 \text{ mm}$$

钢丝直径 d 的 B 类不确定度:

$$A_{d,B} = \sqrt{A_{d,A}^2 + A_{d,C}^2} = \sqrt{0.004^2 + 0.005^2} \text{ mm} = 0.0064031 \text{ mm}$$

钢丝直径 d 的展伸不确定度:

$$U_{d,P} = \sqrt{(t_P \frac{\sigma_d}{\sqrt{n}})^2 + (k_P \frac{A_{d,B}}{C})^2} = \sqrt{(2.78 \times \frac{0.0015811}{\sqrt{5}})^2 + (1.96 \times \frac{0.0064031}{3})^2} \text{ mm}$$

$$= 4.6222 \times 10^{-3} \text{ mm}, P = 0.95$$

图 4: 不确定度计算的详细过程

```

0.293)^2+(0.295-0.293)^2/(5-1))\mathrm{mm})\\
&=0.0015811\mathrm{mm})
\end{aligned}
$$

钢丝直径 d 的 B 类不确定度:

$$
\Delta_{(B,d)}=\sqrt{(\Delta_{\text{仪}})^2+(\Delta_{\text{估}})^2}
=\sqrt{(0.004^2+0.005^2)\mathrm{mm}}=0.0064031\mathrm{mm}
$$

钢丝直径 d 的展伸不确定度:

$$
\begin{aligned}
U_{(d,P)}&=\sqrt{(\frac{\sigma_d}{\sqrt{n}})^2+(\frac{k_P}{\sqrt{n}})\Delta_{(B,d)}} \\
&=\sqrt{(2.78\times\frac{0.0015811}{\sqrt{5}})^2+(1.96\times\frac{0.0064031}{\sqrt{3}})^2}\mathrm{mm}=0.0064031\mathrm{mm} \\
&=4.6222\times 10^{-3}\mathrm{mm}, P=0.95
\end{aligned}

```

图 5: 不确定度算式的 L^AT_EX 源码

2.1.4 图像绘制

图像由 Matplotlib 绘制。我们的规范如下:

- 面向绘图对象作图: `fig, ax = matplotlib.pyplot.subplots()`
- 设置副刻度为主刻度的一半, 主刻度为默认:
`ax.xaxis.set_minor_locator(matplotlib.ticker.AutoMinorLocator(2))`
- 刻度朝内: `matplotlib.rcParams["xtick.direction"] = matplotlib.rcParams["ytick.direction"] = "in"`
- 若一张图有且只有一组点线, 则点使用红色 (`color="r"`), 线使用蓝色 (`color="b"`), 且线覆盖在点的上面; 若一张图有多组点线, 则同一组点线的颜色应当相同, 并依次使用蓝(`b`)、红(`r`)、绿(`g`)、紫(`m`)、橙(`orange`)、青(`c`)。
- 点的类型使用实心圆 ("`o`") , 若一张图有多组点线, 则依次使用实心圆(`o`)、正方形(`s`)、上三角(`^`)、菱形(`D`)、下三角(`v`)、星号(`*`)。

- 线条粗细使用 `linewidth=1.5`, 点的大小使用 `markersize=3`, 可视数据量、数据组数适当调整, 但应保持统一性。
- 绘制双 y 轴图使用 `matplotlib.axes.Axes` 对象的 `twinx()` 方法。
- 只有一组点线的图, 一般不显示图例。
- 图像字体: `SourceHanSansSC-Regular.otf`
- 轴标签和标题中的物理量名称与单位应使用 L^AT_EX。

2.1.5 数据处理

无论使绘制图像时的线性拟合, 还是计算不确定度的大小, 都绕不开数据处理。我们利用 `pandas`, `SciPy`, `SymPy` 等包自主编写了 `calc.py` 应用程序接口, 它提供以下函数:

科学计数法输出 `numlatex`: (`num`: float,

`prec`: int = 5) -> str

返回一个数的科学计数法形式的 L^AT_EX 代码

`num`: 要转成科学计数法的数字

`prec`: 有效数字位数 (默认值: 5)

不确定度计算 `analyse`: (`data`: `pandas.DataFrame`,

`delta_b1`: float = 0., `delta_b2`: float

= 0., `symbol`: str = "x", `unit`: str = "",

`confidence_C`: float = 3., `confidence_P`:

float = 0.95) -> `AnalyseData`

计算一组数据的平均值、标准差、不确定度

`data`: 要处理的一组实验数据

`delta_b1`: 仪器最大允差 $\Delta_{\text{仪}}$ (默认值: 0)

`delta_b2`: 估读最大允差 $\Delta_{\text{估}}$ (默认值: 0)

`symbol`: 数据的物理符号 (默认值: "x")

unit: 数据的单位 (默认值: "")
confidence_C: 置信系数 C (默认值: 3)
confidence_P: 置信概率 P (默认值: 0.95)
AnalyseData: 数据计算结果的集合

confidence_P: 置信概率 P (默认值: 0.95)
AnalyseComData: 不确定度合成结果的集合

最小二乘法线性回归 analyse_lsm: (data_X: pandas.DataFrame, data_Y: pandas.DataFrame, symbol_X: str = "X", symbol_Y: str = "Y", unit_m: str = "", unit_b: str = "") -> AnalyseLsmData
将一组数据用最小二乘法拟合成一条直线
data_X: x轴数据 (自变量数据)
data_Y: y轴数据 (因变量数据)
symbol_X: 自变量物理符号 (默认值: "X")
symbol_Y: 因变量物理符号 (默认值: "Y")
unit_m: 斜率的单位 (默认值: "")
unit_b: 截距的单位 (默认值: "")
AnalyseLsmData: 直线拟合结果的集合

不确定度合成 analyse_com: (exp: str, varr: tuple = (), constt: tuple = (), unit: str = "", confidence_P: float = 0.95) -> AnalyseComData
根据表达式计算物理量的值和不确定度
exp: 物理量计算表达式 (字符串), 为一个物理量=一些物理量 (或常量) 之积与之商的形式, 如 $E=4\pi^2 l/T^2$ 代表 $E = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$
varr: 物理量 (元组), 元组的每个元素均为元组, 该子元组的第 1 个元素为物理量名, 第 2 个元素为物理量值, 第 3 个元素为其不确定度 (默认值: ())
constt: 常量 (元组), 元组的每个元素均为元组, 该子元组的第 1 个元素为常量名, 第 2 个元素为常量值 (默认值: ())
unit: 要计算的物理量的单位 (默认值: "")

2.1.6 文档生成

Word 文档由 python-docx 生成。我们的规范如下:

- 字体使用微软雅黑: `document.styles['Normal'].font.name = "微软雅黑"`
- 文档第一行是实验名称:
`document.add_paragraph(name())`
随后注明:
“【Latex 代码在下面, 请向下翻阅】”
- 内容跨度较大的段落之间应当用一个空行。
- 文档中插入的数据一般保留 4 或 5 位有效数字: `"%.5g"%x`, 线性拟合的相关系数 r 保留 8 位有效数字。
- 若某张图片正好在第 2 页开头, 而第 1 页尾部有很多空白区域, 为避免误解, 应在第 1 页的最后一个段落之后注明 “【本文档不只有一页, 请向下翻阅】”。
- 插入表格使用 `docx.document.Document` 对象的 `add_table()` 方法。

鉴于不确定度的计算方法是固定的、算法化的, 我们利用 lxml 等包自主编写了 insert.py 应用程序接口, 这样只需调用几个函数, 就可以在 Word 文档中完成数学算式的渲染与添加。具体可见公式插入 API 的说明文档, 这里不再赘述。

2.2 蜗壳排课工具

本工具也是一款网页应用，即点即用。主页面呈现了已添加的课程列表，在此可以点击“添加课程”“编辑课程”或“开始排课”进入相应页面，如图 6 所示。



图 6: 蜗壳排课工具主页

图 7 展示了本工具的“添加课程”页面。在此页面，用户可以通过课程编号、课程名称、授课教师等信息来搜索课程，本网站已收录 2500 多个课堂，并定期自动从教务系统同步。额外地，我们引入了评课社区的课程评分，以供用户参考。添加课程时可以输入每个课堂的倾向度，工具将根据倾向度和课堂时间自动排课。

本工具呈现的排课方案，既有清晰的列表形式，也有直观的课程表形式。课程表样式与教务系统基本相同，但我们进行了样式的优化，使之更加清晰明了，且对小屏幕设备更为友好。

2.3 我的科大

我的科大包含教室查询、学校周边、校园导航等 34 项链接功能，以及任务清单、资料分享等 7 项自研功能，如图 8 所示。然而，软件安装包仅有 2.5 MB，安装后体积也仅 5 MB，可谓“麻雀虽



图 7: 蜗壳排课工具“添加课程”页面

小，五脏俱全”。

为了实现自动登录统一身份认证和科大邮箱，我的科大将密码加密存至本地，即便手机中潜藏病毒软件，也难以窃取信息，可谓“一夫当关，万夫莫开”。除了用于统计用户量、启动次数、版本分布等而收集的去敏化的设备信息外，我们没有将任何用户信息上传至服务器。即便如此，我们仍编写了 APP 隐私政策，APP 将严格按照该隐私政策保护用户的信息。软件已完成了工信部 ICP 备案并放置备案号。反观市场上的软件目前几乎均未放置备案号，在这一点上，我们遥遥领先。此外，我的科大基于 Kotlin 语言开发，它是一门具有朝气和活力的语言。

细节决定成败。我的科大在图标、文本的布局、气泡提示、按钮位置等方面，均遵循人体工学设计。初次登录邮箱时输入的邮箱地址，我们贴心地预先加上了“@mail.ustc.edu.cn”，避免同学们——尤其是新生——遗漏或忘记输入“mail.”；当然，之后的每次登录，账号密码都会自动填充。积微成著，聚沙成塔，这些细节的精雕细琢，为用户带来了极致体验。

我们倾听用户的声音。一方面，APP 中设有



图 8: 我的科大主页

反馈选项，用户可以通过填写问卷向我们反馈；另一方面，我们还通过用户交流群发布群投票，以不断优化我们的产品。我们采纳了用户的许多有益意见，例如实现了网页内文件下载功能，添加了“科大影院”功能，课程表添加了自定义课程的功能。我们始终将用户体验置于首要位置，不断创新，不断前行。

3 测试、运行情况

3.1 蜗壳大雾实验工具

本程序的每一个实验模块由组员完成后，组

长会进行代码审核与测试，如果发现问题则要求继续修改，直到所有问题被解决后该实验模块才会发布。我们还建立了用户 QQ 群，并即时反馈用户提出的任何问题。

另一方面，各种 API 的编写与模块化编程也让我们的程序在编写过程中更不容易出错，同时规范、统一的码风也让调试变得轻松。

工具网站的访问统计如图 9 所示，可以看出我们的工具有 1000 名稳定用户。同时，本工具在 GitHub 上开源，同学们可以进一步完善其功能。

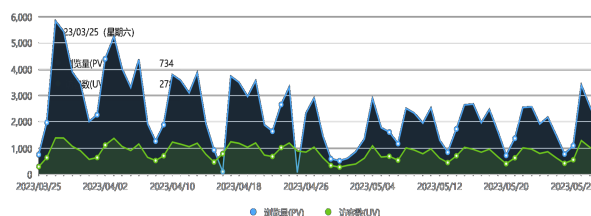


图 9: 蜗壳大雾实验工具网站的统计数据

3.2 蜗壳排课工具

我们深知用户隐私的重要性，因此，排课算法完全在本地通过 JavaScript 运行，任何信息均不会上传至服务器。借助 Microsoft Edge 将本站点作为应用安装，随后可以断网访问使用。

蜗壳排课工具的推广才刚刚开始，即便如此，在本学期选课周的日浏览量峰值将近 2000，我们相信前路灿灿。

3.3 我的科大

我们产品的鲁棒性是各位同学有目共睹的。无论用户进行胡乱输入，或者有意做任何非常规操作，我们的应用均不会奔溃。

APP 推广之路道阻且长，但如今，我的科大总用户量已超过 5000 人，八月份新增用户超千人，日活跃用户 2000 人，日启动次数约 2 万。

4 总结与收获

本次实践不仅能帮助其他同学更轻松地完成大物实验报告，我们自己也受益良多。

分工与合作 我们分工明确，每个人的任务都有截止时间，这使我们小组的进度有序推进。以往的经历中，代码与相关工作往往都是独立完成，代码规范与项目进程完全由自己安排。但是在这种大工程中，相关代码需要符合规范，需要与队友交接，工作进度也要与队友进度相符。在这种分工体系下，每个人都要完成自己的任务，并顾及与他人的交互。

代码规范性 我们建立了统一的码风，并制定了自主编写的 API 的使用说明。这样做一方面可以使得产品最终具有一致性——不同人写的代码能够基本一致；另一方面也使得最终的检验与调整能够更加方便——规范的代码提高了代码的可读性，降低了代码的审核成本。

软件开发技巧 在本次实践中，我们使用 git 进行协作，代码注释清楚，帮助文档详细。这大大提高了我们的开发效率。