

北大数院学习指南

『姑妄言之姑妄听之』

[PKUSMS-UndergradGuide \(qq.com\)](https://github.com/PKUSMS-UndergradGuide)

编写人员

1. 李通宇, 2016 级本科&2020 级北大数院直博, 概率(本)统计(博), scholar.pku.edu.cn/lity, 最后更新于 2022 年 9 月 19 日
2. 齐陈甲月, 2019 级本科, Analysis&PDE, jiayue@pku.edu.cn, 最后更新于 2022 年 8 月 16 日
3. 申武杰, 2018 级本科&2022 级清华数学直博, 几何&拓扑, 3480889726@qq.com, 最后更新于 2022 年 8 月 16 日
4. 郭纬, 2019 级本科, 统计, alexandreguo2001.github.io, 最后更新于 2022 年 8 月 19 日
5. 张益豪, 2020 级本科, 大数据, zhang-yihao.github.io, 最后更新于 2023 年 3 月 9 日
6. 胡泓昇, 2022 年数学中心博后, 代数—李理论和表示论, huhongsheng16@mails.ucas.ac.cn, 最后更新于 2022 年 8 月 20 日
7. 马允轩, 2019 级本科&(不出意外)2023 级北大 CFCS 直博, 大数据, charmingpku@163.com, 最后更新于 2022 年 8 月 26 日
8. 杨泓喆, 2018 级本科&2022 年 Stanford 大学读博, 几何拓扑, yanghongjian@pku.edu.cn, 最后更新于 2022 年 8 月 21 日
9. 栾晓坤, 2017 级本科&2021 级北大数院直博, 信息, luanxiaokun@pku.edu.cn, 最后更新于 2022 年 8 月 21 日
10. 王瑞, 2015 级预防医学(长学制)&2022 级 University of Washington 博士生, 生统, wangrui8@uw.edu, 最后更新于 2023 年 4 月 26 日

此文档将由数院团委学术科创部接管, 新链接 <https://flowus.cn/share/afd555bfd94-4124-988f-f98653dd3a52>, 原内容择期下架.

序

大学生活中学习仍然是极为重要的部分, 相当多的同学却又难以得门而入, 因此整理一份过来人的经验之谈是很有意义的; 可惜国内不像国外 (如剑桥大学 <https://www.maths.cam.ac.uk/undergrad/course>) 会给出官方的实时引导, 这就呼唤着同学们薪火相传。可以注意到, 清华的何通木 (<https://zhuanlan.zhihu.com/p/40333692>)、中科大的章俊彦 (<https://www.zhangjy9610.me/USTCdata.html>)、国科大的杨焯凯 (<https://ucaskernel.com/d/594-22>) 等都对数学系同学的学习规划给出了建议, 信科同学建设的 CS 自学指南 (<https://csdiy.wiki>) 也反响热烈, 那么贵校为什么不产生一份有

自身特色的数院学习指南呢？民间流传可以有比较大的自由度，欢迎各位 SMSer 畅所欲言贡献条目！

读者须知

这里是北大同学的数院专业**学业信息**留言板，分为**网络资源**、**新生探索**、**入门课程**、**专业方向**、**进阶课程**、**未来发展**六章，如果用电脑版打开则可在侧边栏看到目录。通过源网址打开此文档并且微信或 QQ 登录后即可查看/添加**侧边栏评注**，否则只能浏览正文。欢迎任何人加入 QQ 群 **594339311** 讨论相关内容（尤其是建言献策），不过希望此文档源网址仅限于北大学生间**传播**，分享至外部的只可以是网页（<https://tinyurl.com/PKUSMS-UndergradGuide> 或 <http://985.so/ba6jv>）或者导出 PDF（操作如下）。

此文档或为芹献，能够有所助益是对编写人员的极大慰藉；如果你也愿意留下些痕迹，请看下面

加入我们

合作文档便于群策群力，但也需要大家尽量遵守规范，尤其是不要涉及敏感内容以防被炸。目前的基本操作是：联系任意编写人员以加入编写组微信群，从而获得编辑权限；将个人信息按统一格式记在开头**编写人员**条目下；增添或编辑条目以段落为单位，每一段开头一般以标识，具体内容可以天马行空；同一条目下可以有多项子条目。【如果有补充建议也可以写入这段话。

<https://i.y.qq.com/n2/m/outchain/player/index.html?songid=107571415>

网络资源

图书

1. 北大数院中文教材电子版下载: <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3537408>
2. 电子书下载: <https://zlibrary.st/> & <https://www.ooopn.com/tool/libgen/> & - <https://annas-archive.org/> & <https://www.jiumodiary.com/> & - <https://cain.math.gatech.edu/textbooks/onlinebooks.html>
3. 官方（北大图书馆已购买）电子书下载：（新书要等一段时间才能获取）<https://www.lib.pku.edu.cn/> & <https://link.springer.com/search?package=11649> & <https://www.cambridge.org/core/browse->

[subjects/mathematics/listing](https://www.ams.org/boos/gsm) & <https://ems.press/books> & <https://www.ams.org/boos/gsm>

4. 北大数字教学参考资料: <https://www.lib.pku.edu.cn/portal/cn/zy/dzzy/dianzijiocan>
5. 参 考 书 推 荐 : <https://math.stackexchange.com/questions/tagged/reference-request> & <https://math.stackexchange.com/questions/tagged/book-recommendation> & <https://www.maa.org/press/maa-reviews/browse> 和 <https://www.amazon.com/b/node=13884> 的书评

软件

1. LaTeX 排版: <http://www.tug.org/begin.html>
 - a. 集 成 编 写 器 : (择 一 即 可) <http://texstudio.sourceforge.net/> & - <https://www.lyx.org/>
 - b. 学 习 资 料 : (直 接 拿 模 板 开 始 写 是 最 快 的 入 门 方 式) - <https://www.overleaf.com/learn> & <https://www.zhihu.com/topic/19568710/top-answers> & <https://math.ecnu.edu.cn/~jypan/Latex/> & - <https://elegantlatex.org/> & <https://texfaq.org/>
 - c. 速 查 : <http://www.cheat-sheets.org/#LaTeX> & <http://www.cheat-sheets.org/#TeX>
 - d. 在 线 平 台 : <https://www.overleaf.com/> & <https://www.texpage.com/> & - <http://latex.pku.edu.cn/> & <https://www.latexlive.com/> & <https://latex.codecogs.com/>
 - e. 公 式 识 别 : <https://simpletex.cn/> & <https://mathpix.com/> & - <http://webdemo.myscript.com/views/math/> & <http://detexify.kirelabs.org/classify.html>
 - f. 表 格 生 成 : <https://www.tablesgenerator.com/> & <http://www.latex-tables.com/> & <https://tableconvert.com/latex-generator>
2. PDF 阅读器: <https://www.sumatrapdfreader.org/download-free-pdf-viewer> & 学校门户上的 Adobe Acrobat 下载 https://its.pku.edu.cn/download_software.jsp
3. Mathematica: (符号计算, 物理人用得更多) <https://tiebamma.github.io/InstallTutorial>
 - a. 入 门 : <https://www.zhihu.com/question/25039966> & - <https://doi.org/10.1007/978-0-387-75477-2>
 - b. 速查: <http://www.cheat-sheets.org/#Mathematica>

4. MATLAB: (数值计算) https://its.pku.edu.cn/download_software.jsp
 - a. 入门 : <https://www.zhihu.com/question/19904418> & <https://nhigham.com/matlab-guide/>
 - b. 速查: <http://www.cheat-sheets.org/#MATLAB>
 - c. 北太天元: (国产替代品) <http://www.baltamatica.com/>
5. Python: (数据科学) <https://www.python.org/downloads/>
 - a. IDE: <https://docs.jupyter.org/en/latest/install.html> & <https://code.visualstudio.com/docs/languages/python>
 - b. 入门 : <https://www.zhihu.com/question/29138020> & <http://scipy-lectures.org/> & <https://numpy.org/learn/> & <https://github.com/rougier/scientific-visualization-book>
 - c. 速查 : <http://www.cheat-sheets.org/#Python> & <https://matplotlib.org/cheatsheets/>
 - d. 深度学习: <https://github.com/deep-learning-with-pytorch/dlwpt-code>
6. R: (统计) <https://cran.r-project.org/>
 - a. IDE: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>
 - b. 入门 : <https://pan.baidu.com/s/1pa4X6nbGcapGdwJl7rSdzg?pwd=rand> & <https://www.zhihu.com/question/516969807/answer/2351741458>
 - c. BookDown: <https://bookdown.org/>
7. SageMath: (免费开源数学软件系统) <https://www.sagemath.org/>
 - a. 入门: <https://doc.sagemath.org/html/en/>
 - b. 速查: <http://www.cheat-sheets.org/#SageMath>

网站

1. 课程测评: <https://courses.pinzhixiaoyuan.com/>
2. 搜题 : <https://approach0.xyz/> & <https://math.stackexchange.com/> & <https://mathoverflow.net/>
3. 学术翻译: <https://www.deepl.com/translator> & <https://wantwords.net/>
4. 画图: <https://www.mathcha.io/> & <https://excalidraw.com/>

5. 百科 : <https://handwiki.org/wiki/> & <https://mathworld.wolfram.com/> & <https://encyclopediaofmath.org/> & <https://planetmath.org/> & <https://ncatlab.org/nlab/>
6. 中文数学社区 : <https://math.fandom.com/zh/index.php?curid=14673> & <https://www.bananaspace.org/>
7. 资源辑录 : <https://math.stackexchange.com/questions/tagged/online-resources> & <https://math.stackexchange.com/questions/tagged/big-list> & <https://www.studocu.com>
8. 个人主页 : (中科大周潇翔搜集) <http://home.ustc.edu.cn/~xx352229/web/main/homepages.html>
9. 数学家信息 : <https://zbmath.org/authors/> & <https://mathscinet.ams.org/searchauthors.html> & http://www.mathnet.ru/php/person.phtml?option_lang=eng & <https://www.mathgenealogy.org/>
10. 数学学科分类 : <https://zbmath.org/classification/> & <https://mathscinet.ams.org/msc> & <https://xkfl.xhma.com/html/2.html>
11. 数学家职业发展建议 : <https://dmargalit7.math.gatech.edu/tsr/>
12. 论文预印本 : <https://www.arxivdaily.com/> & <https://ar5iv.labs.arxiv.org/> & <https://openreview.net/>
13. 机器学习顶会议论文集 : <https://proceedings.neurips.cc/> & <https://openreview.net/group?id=ICLR.cc> & <https://openreview.net/group?id=ICML.cc>
14. 学术报告 & 研讨会 : <https://www.math.pku.edu.cn/kxyj/xsbg/tlb/index.htm> & <https://bicmr.pku.edu.cn/index/events2.html> & <https://researchseminars.org>
15. 常用导航: (建议设为浏览器首页) <https://www.jianavi.com/>
16. 马克思主义文库 : <https://www.marxists.org/chinese/> (荐读示例 : <https://www.marxists.org/chinese/maozedong/marxist.org-chinese-mao-19530630.htm>)

17. 毒鸡汤: (自黑自乐) <https://du.shadiao.app> & <https://djt.cool/>
18. 整数序列百科: <https://oeis.org/>
19. 神经网络探索器: <https://playground.tensorflow.org/>
20. 人工智能创作: <https://wolfchen.top/tag/jump.html> & [NovelAI 信息并联计划](#)

新生探索

[风物长宜放眼量](#)

官网信息

1. 培养方案: <https://www.math.pku.edu.cn/bks/pyfa/>
2. 学院门户: (务必常看) <http://portal.math.pku.edu.cn/>
3. 教师列
表: https://www.math.pku.edu.cn/jsdw/js_20180628175159671361/index.htm & <http://bicmr.pku.edu.cn/content/lists/11.html>

前人经验

宏观教训: <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3915326>

@[南大]朱富海: 高中数学与大学数学衔接 <https://bilibili.com/video/BV1CS4y147HV>

@[中科大]龚昇: 数学基础选讲 <https://bilibili.com/video/BV17s411N79m> (又见 <http://home.ustc.edu.cn/~zyx240014/2021-Autumn/> 底端程艺的同名书)

@ 王 圣 阳 : 大 学 数 学 科 普
<https://space.bilibili.com/308190117/channel/seriesdetail?sid=2024229>

@ 申 武 杰 : 大 学 数 学 学 习 方 法
<https://space.bilibili.com/362893370/channel/seriesdetail?sid=2526405>

@郭纬: 数院萌新生存攻略 <https://bilibili.com/video/BV1L64y1c7A2>

@ 唐 珑 珂 & @ 林 挺 : 大 一 专 业 课 学 习 指 南
<https://mp.weixin.qq.com/s/eoLuRjIXcnUugsCYqG4Fww>

@ 陈泽坤: 用来劝退的伪安利文 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/22311037> (分析) & <https://zhuanlan.zhihu.com/p/22348210> (代数)

@普通同学: <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#2623775>

概念导引

(切记游词害艺)

1. 发微: <https://bilibili.com/video/BV1wa41187Wf> (陶哲轩大师课)
2. 张 本 : <https://infinitesimal.xyz> & <http://jd.hamkins.org/proof-and-the-art-of-mathematics/> & <http://www.people.vcu.edu/~rhammack/BookOfProof/>
3. 钩玄: <https://web.evanchen.cc/napkin.html>
4. 撷
英: <https://www.zhihu.com/question/418298713/answer/1754638085> & <https://www.theoremoftheday.org/>
5. 酌 古 : <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/> & <https://www.maa.org/press/maa-reviews/the-princeton-companion-to-mathematics> & <https://nhigham.com/the-princeton-companion-to-applied-mathematics/> & <https://zhuanlan.zhihu.com/p/391826533>
6. 骋
怀: <https://www.zhihu.com/question/62158566/answer/2654179425> & <http://plus.maths.org/>

书写规范

- ✧ <http://www.johnkerl.org/doc/ortho/ortho.html>
- ✧ <http://www.handwritingforkids.com/handwrite/cursive/animation/uppercase.htm>
- ✧ <https://www.covingtoninnovations.com/pens/#GREEK> & <https://www.foundalis.com/lan/hw/grkhandw.htm>
- <https://math.hmc.edu/su/writing-math-well/>
- <https://kconrad.math.uconn.edu/blurbs/proofs/writingtips.pdf>
- <https://www.southwestern.edu/live/files/4175-guide-for-writing-in-mathematics.pdf>
- <https://wwli.asia/downloads/MW-2014.pdf> & <https://wwli.asia/downloads/MW-2014-doc.pdf>
- <https://nhigham.com/handbook-of-writing-for-the-mathematical-sciences/>
- [http://staff.ustc.edu.cn/~jpq/writing/The Most Common Habits.pdf](http://staff.ustc.edu.cn/~jpq/writing/The%20Most%20Common%20Habits.pdf)

入门课程（分系前）

数学分析（微积分）

@李通宇：不负责的超高校级速成可以试试 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/448272913>，但是请注意数分应该训练严格证明的本领而非过快接触概念成为名词党。数分教材大同小异，伍胜健老师的应该是贵校通用，开篇实数理论会有点难懂不过其实不需要掌握，早点引入拓扑和泛函的观点能更自然地梳理所学；各经典教材的评价见 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/563317174>。如果愿意挑战自己，隔壁于品老师的讲义 (<https://www.bananaspace.org/wiki/讲义:数学分析>) 是很好的材料 (封面的文言文会让你想起资治通鉴么?)，他的早年作品 [Heroes in My Heart](#) 或许流传更广。刷题常推荐谢惠民的书，可惜没有官方答案 (民间流传可自行搜索)；下面说两个有解答的习题书，数 竞 圈 闻 名 的 Andreescu 编 写 的 *Problems in Real Analysis: Advanced Calculus on the Real Axis*，超 难 的 (Biler&Witkowski) *Problems in Mathematical Analysis*，主要适用于前两个学期。数分 3 或许内容有些陈旧，可以尝试实变函数和微分流形来刷新认知。

@胡泓昇：如楼上所说，初学微积分需要重视基本功，包括计算和证明。这需要对教材所有细节加以理解掌握，此外最直接的方法便是做题，据传苏步青院士在学习微积分时做了一万道习题。裴礼文《数学分析中的典型问题与方法》厚重如砖，是多数同学推崇的刷题神书，目前好像已出到第三版。另一套书《吉米多维奇数学分析习题集题解（全六册）》声名远扬，但也有不少争议，许多人认为书中只重视重复性的计算技巧而忽略了思想方法。挑选少数加以训练即可，也可作为“字典”使用。另外陈纪修等《数学分析（上下册）》是一套优秀的教材或参考书。

@张益豪：站在普通人的角度再多说一点（如果你学习三高基础课几乎没有困难或者正在实验班就读，请跳过我的讲述）：这门课是绝大多数数院处于 60%以后的同学的劝退课，比较平凡的“误入数院”的同学可能会在这里遇到大学生活的第一个困难。为在这门课程就开始遭受巨大挫折的同学提出两点简单易行的建议：（1）如果你真的觉得无法掌握数学分析这门课程的脉络，简单的提升水平的办法是把*课本习题*（特指小黄书，只要数院还在使用它）全部自己做一遍。当你达到可以闭卷完成任意一道书后数学分析习题的程度的时候，我想至少考试的通过是不用担心了，在比较正常的题目手下都能获得 80+ 的分数。这是一条很艰难，但是让我在完全没有学懂数学分析这门课程的情况下从及格线上升到 80+ 的稳定途径。基本上不太要求使用者的数学禀赋，但是需要下功夫去完成。（2）很多时候不要轻视往年题的力量，有时会出现很显然的往年题变体，且显著地和较近的年份题目更相关。即使不出现原题，也可以对开课老师喜欢考察什么有基础的把握（例如偏向计算与否或者是否要求课上所讲授的内容，例如杨家忠老师就擅长夹带课上所讲授书本外定理作为私货等等）。本人是吃过两次亏的，因而推荐学不会数

学分析的同学也把开课老师的往年题加进“题库”当中，熟练掌握它们的解题方法。最后推荐一点笔者本人的私货：杨家忠老师数分 II 笔记 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3208502>。王福正老师的高代 II 笔记 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3287556>。

高等代数（线性代数）

@李通宇：国内承袭苏联风格的线性代数教学需要极其扎实的习题来巩固，除了丘维声的指导书砖头，建议看看复旦大学谢启鸿的博客 <https://www.cnblogs.com/torsor/>（配有习题课视频 <https://bilibili.com/video/BV1X7411F7fK>），Prasolov 的习题集 <https://doi.org/10.1090/mmono/134> 前半部分也很有参考价值，此外 xidalapuda 高等代数葵花宝典 <https://max.book118.com/html/2019/0625/8053004003002032.shtm> 和熊锐的习题集 <https://www.cnblogs.com/XiongRuiMath/p/10752698.html> 展示了很多技巧性强的题目（主要适用于第二学期）。信科线代 A 与高代普通班内容相类，<https://tinyurl.com/la1-pku23f> 可供参考。李文威老师的讲义观点很高进度很快，作为补充可以看 http://www.math.clemson.edu/~macaule/classes/f21_math8530/。安金鹏老师的实验班见 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/anjp/algebra>，对于新生来说很有挑战性。提前自学想来 Axler 的 done right (<https://linear.axler.net/>) 比较好用也比较受到认可，而且有解答 <https://linearalgebras.com/>。线性代数的直观理解都要从线性映射或矩阵分解（<https://github.com/kenjihiranabe/The-Art-of-Linear-Algebra/blob/main/The-Art-of-Linear-Algebra.pdf>）出发，中文互联网流传的各种学习笔记说句不客气的话几乎都是垃圾。简明的总结可参考 http://holdenlee.github.io/coursework/math/linear_algebra.pdf 和 https://www.math.ucla.edu/~yanovsky/handbooks/linear_algebra.pdf。深入的代数学习请参考抽象代数条目，当然龚昇的线性代数五讲或者 Roman 的 Advanced Linear Algebra (GTM135) 总归是比较适宜的出发点；如果是“应用”导向的矩阵分析，可以学习 <https://case.edu/artsci/math/mwmeckes/matrix-analysis.pdf> 和 <https://www.zhihu.com/column/Topics-in-Matrix-Theory>，借机试图翻阅詹兴致矩阵论（<https://doi.org/10.1090/gsm/147>）或者 Horn&Johnson 矩阵分析之类，然后有个很好玩的正定矩阵专题课 <https://homes.cs.washington.edu/~jrl/teaching/cse599isp21/>（部分内容需要先修概率论）；真正应用不可错过 [Matrix Cookbook](#) 特别是其中第 2 章矩阵求导，另外 <https://aimath.org/~hogben/HLA.html> 是更全的手册。

@胡泓昇：柯斯特利金《代数学引论（第二卷）》、席南华《基础代数（第二卷）》、丘维声《高等代数（上下册）》、复旦的姚慕生-吴泉水-谢启鸿《高等代数学（第三版）》、S. Axler《Linear Algebra Done Right, 3rd ed.》（中译本题为《线性代数应该这样学》之

类的)等都是优秀的参考书。此外复旦有一本《大学数学学习指导方法丛书 - 高等代数 (第三版)》(姚慕生、谢启鸿), 里面收集了大量的习题, 其中不乏常用且重要的结论和方法。另外我认为线性代数作为本科入门课程, 更重要的是建立概念和思维, 而不是像中学时那样单纯地追求解难题技巧, 例如大佬 X 看重线性代数中与几何含义(线性空间、线性映射等)相关的观点和方法。

几何学

抽象代数/代数学实验班 1&2

@胡泓昇: 抽象代数一开始的群环域等内容, 教材很多, 这里只提几本有意思的书。黄兆镇老师推荐 M. Artin 《Algebra, 2nd ed.》, 此书可读性很强, 也涉及很多线性代数的内容。席南华《基础代数(全三卷)》在大多内容上遵循柯斯特利金《代数学引论(全三卷)》, 但在语言上做了改善, 并加入一些他自己的独到见解和有意思的材料, 其中 Galois 理论的部分主要跟随 M. Artin 《Galois Theory, 2nd ed.》, 即使学完这门课再来翻阅它也会有很大收获; 此书较新, 里面尚存有一些笔误等瑕疵, 可借此锻炼独立思考的能力。另有群论的入门书籍 M. A. Armstrong 《Groups and Symmetry》, 鉴于该作者其他书的水平, 以及从目录来看, 这应是一本很有趣的书, 从许多几何实例出发介绍群的知识, 直观具体, 不至于像普通抽代教材那样抽象晦涩。

概率论

@李通宇: 如果不是打定主意学代数或几何, 及早学习概率论是非常有益甚至有必要的。章复熹老师(应该是普通班)课件 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/zhangfxi/homepage/slidesProb.htm>, 陈大岳老师实验班主页 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/dayue/Homepage/instruction.htm>, 葛颢老师实验班主页 https://bicmr.pku.edu.cn/~gehao/Teaching/Probability_theory_honor_course.html。对于自我要求比较高或者打算读概率统计专业的同学, 建议参考 <https://www.zhihu.com/question/496409957/answer/2618462981> 和 <https://www.zhihu.com/question/434823161/answer/1627050881>。顺便推荐 <http://www.randomservices.org/random/> 和 <https://www.statlect.com/>, 后续学习时可能也会有用。

常微分方程

复变函数

@李通宇：说实话我都不记得啥东西了，不过中文互联网上实在没什么让我足够满意的建议所以还是来强行写写。个人认为初学者还是要搞清楚概念，<https://math.stackexchange.com/q/228938> 提问者就很有见地所以下面的回答也可以参考下，由此国内一大堆教材就难称合格了。复变的导向似乎是积分计算和几何，不太体现分析味（成因见 <https://math.stackexchange.com/q/616453>，于是如今看来并不很实用），故而无意基础数学或物理或工程的同学不妨适当省些心力给 ODE 和概率论。

应用

数学模型

应用数学导论（计算）

@李通宇：感觉 Top Ten Algorithms from the 20th Century 很有意思，参看 <https://pi.math.cornell.edu/~web6140/>。

统计思维

@李通宇：此课程看起来想要成为统计方向（或许也有大数据方向）的入门导引，然而出师不利未能得到大家的认可，且观后效。张志华老师课程主页为 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/zhzhang/stat.html>，个人感觉文章选取不是很恰当，同学们既没有建立传统思路又没有接触现代应用那么可能难以从二者联系处汲取营养；参考书中 All of Statistics 差强人意，Cox 的 Principles of Statistical Inference 只适合学完数理统计后欣赏先贤哲思，Casella&Berger 干脆就是数理统计教材，另外两本书应当用于后续课程；反正我很奇怪张老师为什么不讲他自己也激赏不已的 [Computer Age Statistical Inference](#)，其内容偏重统计思想的讨论而且也不乏数学的恰当运用，虽然需要花点功夫让同学们熟悉概率论计算。

机器学习基础（大数据必修）

@张益豪：此课程在基础课程体系当中属于“应用数学”系列（信息和大数据方向可以用来代替应用数学导论或数学模型），讲授机器学习方法的数学基础，是很不错的走向机器学习和深度学习的入门课，教材为传统的西瓜书——周志华《机器学习》<https://cs.nju.edu.cn/zhoush/zhoush.files/publication/MLbook2016.htm>。机器学习是现代人工智能的前沿方向，也是统计、科学计算等等的得力工具，基本上是现代统计和智能的一个大基础内容。课程本身侧重于机器学习算法的数学基础和推导，基本上依循西瓜书的脉络。同时推荐的参考书包括 Pattern Recognition and Machine Learning (PRML, 出版于 2006 年，是贝叶斯机器学习领域的经典之作) 和李航的统计学习方法。关于机

器学习的数学理论的进一步探讨延续到机器学习数学导引课程，或者《深入理解机器学习：从原理到算法》(<https://www.cs.huji.ac.il/~shais/UnderstandingMachineLearning/>，中译本水平一般)。深度学习是机器学习的一个方向，由于其高可用性已经占据主流，这部分内容的深入学习可以参照深度学习课程进行，主要研究通过神经网络拟合函数的方法。另外可以旁听信科王立威老师为图灵班开设的机器学习课程，也许能学到更多东西。

计算概论->数据结构与算法

※ (C/C++)

※ (Python)

普通物理

@李通宇：课程设置并不符合数院学生口味，除非想混大学生物理竞赛，为满足学分要求不如选一些刷分水课或者高级专题课。如果有高中物理基础并且希望了解物理理论，推荐 <https://www.zhihu.com/question/359181348/answer/2586582153> 和 <https://courses.maths.ox.ac.uk/course/index.php?categoryid=32>，特别是统计系同学可参考 <https://www.zhihu.com/question/427307877/answer/2326393187>。

@马允轩：培养计划要求理学部非数院 8 学分，其中 4 学分物理 4 学分随意（金融除外），要求是该院系的专业必修、限选或任选。为满足学分要求/刷分，物理之外的 4 学分除了普物之外，（括号内数字表示学分）可以选通选中的大学化学（2）、普通生物学 BC（BC 只能算一门），还可以考虑理学部其他院系对数院友好的课，比如：城环的应用数理统计方法（3）、地空离散数学（3），计算系同学可以考虑物院计算物理学（4）、地空计算数学（3），编程比较好的同学可以考虑地空计算机图形学基础（2）、软件工程原理（2），复变学得好的（还是说计算能力强的？）可以考虑物院数学物理方法（4），代数学得好的可以考虑物院群论（4），会机器学习的可以考虑化院机器学习及其在化学中的应用（2）、地空面向地球科学的机器学习入门（2）。以上都是秋季学期对数院友好的课（依据为课程介绍以及课程测评，并不代表本人上过这些课！），春季学期的我还没看，除此以外其他院系普物也可以考虑，不同老师有不同风格，具体可以浏览课程测评。还可以考虑现代物理前沿讲座（2），PF 制，但可能抢不上。

杂项

XX 讨论班

现代应用数学介绍

研究型学习

专业方向

✳注意参考最下方**未来发展**条目！

人类的认知总是片面的，面对重要关口请慎重思考！我们不妨欣赏《[未选择的路](#)》💡💡

@ 数 院 学 生 会 (pkumssu) : 分 系 手 册
https://pan.baidu.com/s/1ROvbkZiHcF_WABPUmFbOA?pwd=21pj

@ 数 院 门 户 : 博 士 生 资 格 考 试 大 纲 (2023 版)
<http://portal.math.pku.edu.cn/htdocs/showarticle.php?id=17258>

基础

@佚名：数论相关可以参考 <http://www.numbertheory.org/>

金融

@佚名： <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#2555993>

@佚名： <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3116212>

概率

@李通宇：前沿介绍 <https://www.zhihu.com/question/60288185/answer/1634006267>

统计

@ 郭 纬 : 统 计 学 方 向 分 系 讲 座 闲 谈
https://alexandreguo2001.github.io/talks/intro_stat.html & 统计/CS/数据科学自学指南
https://alexandreguo2001.github.io/self_learning.html

@ 李 通 宇 : 专 业 概 貌
<https://www.zhihu.com/question/342931175/answer/805711816> & 函数型数据分析入门介绍 <https://www.zhihu.com/question/534305600/answer/2512485313> & 期刊排序 <https://www.zhihu.com/question/21682742/answer/2358991723> & 术语别译 <https://www.zhihu.com/question/434589285/answer/2377440766> & 名人名言 <https://www.zhihu.com/question/21416877/answer/806968779>

@郭纬：统计之都的网站 <https://cosx.org/>不错，里面文章质量很高，可以培养一下统计思维。还是要多读读统计期刊的文章，CS 顶会的论文参差不齐，很多文章我们这些数学思维的人看了大概会高血压。

计算

信息

@马允轩：非信息系，不是很有发言权，只是随便说几句。我认为数院信息系基本上对标的是信科图灵班和清华姚班，关注点主要在计算机科学领域。不过图灵班和姚班发展很快，而数院的重点更多在基础数学领域，对信息系的重视明显不足，近几年信息系不但没有人才引进，反而有流失。本人非常支持计算机科学（以及信息系）的发展，因此也非常希望能有人能把我怼回去，怼得越狠越好。

大数据

@马允轩：以下内容全为个人观点，某种意义上也是夹带私货，请各位读者理性判断

1. 资源：不知道是不是大数据刚成立不久的原因，数院没有隶属于大数据系的老师，因此若想在数院里面寻求资源，就要去蹭其他系的 hhhh 比如大数据的专业选修基本是把统计的、计算的信息的一些课揉在一起而已，负责大数据的老师也都是其他系的老师，大数据某负责人甚至说过“因为大数据没有数学，所以不应该开在数院”这种话……总之，大数据是不受重视的一个系。不过不到一年前听老师说数院准备成立大数据教研室，到现在好像还没成立？不知道有没有在画大饼。18、19 级 dalao 貌似都不太想去大数据系，因此选择大数据系就代表着在数院你很难遇到科研方向跟你相似或者能讨论问题的同学，peer 资源也比较少，但 20 级貌似有改善？
2. 为什么选择大数据系？我列出几个可能的理由
 - a. 想转行，大数据系的培养方案比较交叉融合，更适合作为跳板
 - b. dalao 少，排名比较好看，推免也更容易，peer pressure 相对小（这种趋势 20 级及之后可能会减弱）
 - c. 别的系总有一些我不想选的课，大数据限制少（只有两门必修），并且专业选修覆盖范围极广
 - d. 大数据系更接近拥抱计算机时代的理念，具有应用价值（大数据有没有数学，就是一个仁者见仁智者见智的问题了）
 - e. 不喜欢数院对于数学的追求过于严谨的氛围
3. 为什么不选择大数据系？我列出几个可能的理由
 - a. 想搞较为理论的数学，想都没往这方面想，因此这部分人应该看不到这句话吧
 - b. dalao 少，学术氛围更差
 - c. 不喜欢计算机（or 编程）
 - d. 资源少，没有发展前途
 - e. 不如干脆转去信科
 - f. 怕被周围人瞧不起

进阶课程（分系后）

毕业学分要求选修系列课程通过下划线标识。

基础

实变函数 -> 实分析

@杨泓瞰：实变函数历史上的标准教材是《实变函数论》（周民强），近年亦有向 Real Analysis (Stein)转移的趋势。这是好的。本课程对初次学习的同学来说有一定难度，对 Lebesgue 微分定理等大定理应仔细体味其证明，但周民强上一些技巧性过强的习题不妨跳过；前置主要是数学分析，有志于基础数学（特别是分析相关方向）的同学可考虑在大二秋季选修。实分析标准教材可能是 Real Analysis (Folland)，此书直接引入抽象测度论，对此有需求或学有余力的同学可考虑在学习实变时就参考此书（实变讲课内容大致相当于此书前三章加上第六章一部分）。

@李通宇：大 Rudin 美则美矣然而很难啃并且技术训练有些散乱（个人感觉），或许偏好代数的人才会特别推崇这种务求精准的参考书，建议初学者避开。除了教材，Folland 还写过一本 A Guide to Advanced Real Analysis，可以用来概览实分析的核心内容。GTM282 (<https://measure.axler.net/>) 是近年的爆款，非常友好而且排版可能无出其右，但是内容少于 Folland。稍微进阶些（填充后续课程的 gap）还可考虑 Teschl 的 Topics in Real Analysis (<https://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ra/>)、Lieb&Loss 的 Analysis (<https://loss.math.gatech.edu/Analysis.html>)、Castillo&Rafeiro 的 An Introductory Course in Lebesgue Spaces。

@张益豪：实变笔记 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3037593>。

偏微分方程

泛函分析

@李通宇：张恭庆的教材或许有点难读，相应的补充辅助阅读材料可参考 <https://www.zhihu.com/question/429546167/answer/2583136861>，如果想换用其他中文书自学可能许全华的讲义是最优选择。顺便一提，为了供奉祖师爷，推荐概统同学买一本 Kolmogorov 的函数论与泛函分析初步用来镇宅（大误）。

@齐陈甲月：私心给想做 PDE 的同学推荐一下 Haim Brezis 的泛函分析。

拓扑学

@申武杰：参考 Munkres 的拓扑学，这本书写得很好，适合零基础阅读。

@李通宇：教材一般是尤承业的基础拓扑学讲义，课时原因只教前 5 章。经典书籍的评价见 <https://www.zhihu.com/question/19708711/answer/20460739>。比较晚近的入门教科书 <https://www.math3ma.com/blog/topology-book-launch> 贯彻了范畴论的观点，或许更方便接轨现代数学。An Illustrated Introduction to Topology and Homotopy 图画丰富精致，而且有配套题解。习题集 <https://doi.org/10.1090/mbk/054> 是俄式教育的精华，且后半部分有提示与解答。点集拓扑的反例汇总于 <https://topology.jdabbs.com/>，可以玩味概念。

@胡泓昇：点集拓扑除了上面二位提到的 J. R. Munkres《Topology》、尤承业《基础拓扑学讲义》外，还有一本有趣的书，M. A. Armstrong《Basic Topology》，曾看过前面的章节，语言直观浅显，引人入胜，胃口大增。点集拓扑中公理化的处理是抽象的，初学者需要重视其直观含义。现在拓扑的体系也不是一蹴而就，历史上也是从直观需求发展起来的。AMS 和 LMS 在 2010 年将 H. Poincare 在拓扑领域的开山之作《Analysis Situs》和一些相关论文翻译出版成册《Papers on Topology - Analysis Situs and Its Five Supplements》，从中可以了解到人们为何要发展拓扑学，会发现很多代数拓扑中的概念其实是早于拓扑学出现的。代数拓扑方面见下面“同调论&同伦论”的词条。

微分几何（曲线曲面论）

@杨泓暾：本课程标准教材为《微分几何》（陈维桓），主要介绍三维空间中曲线和曲面，前置知识主要为数学分析和 ODE。本课程内容较为过时，对不有志于学习微分几何的同学可考虑水过去（即使有志于学习微分几何，也应应以 Riemann 几何作为起点）。如需备考丘赛，可参考《微分几何》（彭家贵）。

微分流形 -> 黎曼几何 -> 几何分析

@李通宇：包志强老师微分流形 2021 春授课内容 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/361032775>，进度较快以至于讲了向量丛上的联络。

@申武杰：黎曼几何建议参考伍鸿熙&虞言林《黎曼几何初步》；Petersen 的黎曼几何 gtm171 写得很好，从黎曼度量讲起，里面涵盖了很多经典结论，即使学过黎曼几何也应当看看。还想进阶的话，可以看看丘成桐&孙理察《微分几何讲义》。

@杨泓暾：微分流形课程视进度不一包含内容相差甚多，但要点是熟悉“抽象地”描述光滑空间的方式，在此推荐《流形导论》（杜武亮）作为入门书。除此之外微分流形导论（Lee, GTM218）系百科全书，适合在查找结论时参考，但个人觉得对初学者而言不易把握要点。

群与表示 → 群表示论

@ 胡泓昇：有限群表示论的经典著作应推 J. P. Serre 所著的《Linear Representations of Finite Groups》(GTM42) (顺便一提, Serre 是迄今为止最年轻的菲尔兹奖得主, 28 岁时获奖, 而在 2017 年左右 90 多岁高龄还飞来清华作报告, 2022 年还在 arXiv 上挂出自己的研究文章), 此书很薄, 内容精简而深刻, 除了基础知识和常表示理论 (特征零的表示), 模表示 (modular representations, 正特征域上的表示) 理论也介绍了不少。W. Fulton 和 J. Harris 的《Representation Theory - A First Course》(GTM129) 的 Part I 也是很好的教材。某外国教授评价, GTM42 读起来比较“crisp”, 像咬苹果那样咔嚓咔嚓, 而 GTM129 则更容易入门。对于刚想入门的同学, 大佬 X 也推荐 P. Etingof 等七人合著的《Introduction to Representation Theory》(SML59, AMS 出版, 2011), 这本书以比较浅显的语言介绍了许多表示论的基础知识、有限群表示论、箭图 (quiver) 表示等话题, 对初学者相当友好。表示论在某种意义上也可称为模 (module) 论, 一个代数结构的表示往往可以翻译为它的模, 因此关于表示论的 general 的基础知识少不了模论, 可参见抽象代数相关的词条。若对表示论早期发展历史感兴趣可翻阅 C. W. Curtis

《Pioneers of Representation Theory: Frobenius, Burnside, Schur, and Brauer》。在表示论中, 除了群表示论, 李结构 (如李代数、李群、代数群) 的表示论也是很重要且很热门的领域, 可参见李代数相关的词条。

@ 佚名: http://perso.ens-lyon.fr/sophie.morel/rep_theory_notes.pdf 可读性比 GTM42 要高, 也有一些 GTM42 省略的东西。

数论基础 → 数论 1&2

@ 胡泓昇: 中文的优秀数论教材有冯克勤《代数数论》, 里面包括三部分, 代数理论、解析理论、局部域理论 (赋值域等)。英文的教材有许多, 但我对数论的了解仅是“修过这门课”, 不胡说八道了。

基础代数几何 → 代数几何 1&2

@ 佚名: 推荐 <https://www.mathematik.uni-kl.de/~gathmann/en/alggeom.php> 和 <https://stacks.math.columbia.edu/browse>。

(上面靠左的九门课选至少七门方可纯数毕业)

调和分析

@ 齐陈甲月: 课程教材为 Duoandikoetxea 之 Fourier Analysis (<http://dx.doi.org/10.1090/gsm/029>)。整个调和分析领域大概分为 (具体?) 调和分

析与抽象调和与分析。具体调和与分析又大概有两个面向，一为与方程适定性正则性密切相关的理论与具体估计，一为纯调和与分析，如 Restriction Conjecture 等，这两个面向间也有很密切的关系。对于 PDE 面向的调和与分析（或许更应成为调和与分析之应用），笔者首推 Chemin 之 Fourier Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations (<https://doi.org/10.1007/978-3-642-16830-7>)，方程方面对于流体方程、色散方程均有涉及。苗长兴之《调和分析及其应用讲义》的方程面向更多指向色散方程，尤其是薛定谔方程，此书在色散方程方面涉猎较广，对于薛定谔方程的散射理论，陶哲轩等人对 KdV 方程的 I 方法均有讲述。苗长兴老师另外还有一本书《偏微分方程的调和分析方法》，不过笔者并未读过。苗老师的《讲义》一书，前言写得极为精彩，笔者力荐。

泛函分析 2

@齐陈甲月：课程教材为张恭庆泛函分析下册。除此之外，对于 Semi-group Theory，笔者推荐 Engel&Nagel 之 A Short Course on Operator Semigroups；薛定谔方程视角下的 Spectral Theory，可参考 Reed&Simon 之 Methods in Mathematical Physics IV，或 Hislop&Sigal 之 Introduction to Spectral Theory。非自伴算子的 Spectral Theory 可参考 Non-Self-Adjoint Differential Operators, Spectral Asymptotics and Random Perturbations。

变分学

@李通宇：张恭庆老师上课视频见 <https://bilibili.com/video/BV1f7411b74T>。

@齐陈甲月：笔者推荐 Struwe 之 Variational Methods，此书例子更偏重几何。张恭庆之《变分学讲义》则例子的种类更加丰富（这也是其非线性分析一书的特点）。

非线性分析

@齐陈甲月：课程教材为张恭庆 Methods in Nonlinear Analysis，笔者也力荐此书。John Nirenberg 之 Topics in Nonlinear Analysis 叙述了一些其他的非线性分析中拓扑方法，如 Cobordism, Stable Cohomotopy Theory 等。该领域核心内容就是寻找非线性算子的不动点/特定像点的原像存在性/非线性方程的解（三者基本是一体的）。讨论非线性算子的线性化可以使用隐函数定理将解延拓，线性化算子性质较差时则引入 Local Bifurcation 理论，在 Local Bifurcation 理论中 Lyapunov-Schmidt Reduction 则起到了弥合非线性算子与其线性化算子之间的扰动的作用。为了超越对解集的 Local Description，我们引入 Brouwer Degree 以及其在无穷维的推广，Leray-Schauder Degree。分析学中对 Degree 的定义与几何拓扑领域的定义，等价却有不同，分析学中 Degree 从对可微函数的逐点定义出发延拓到连续函数上，使得我们可以考虑在一个区域内解点的分布。将 Degree Theory 与 Bifurcation 理论中结合，我们便得到了

Global Bifurcation 理论；这种结合之可能便在于 Bifurcation 理论可以看作，对函数空间与参数空间的直和空间上，的 solution line 的描述；Global Bifurcation 中最重要的定理为 Rabinowitz's Theorem，此定理能够帮助我们证明分歧出的非平凡解曲线在全空间上无界，可以对于 Euler's Elastic Rod 问题做出一些很有趣的描述。此外非线性分析还有基于序关系与凸性的不动点方法，序关系方法主要基于 sub/super-solution existence&maximum principle&Compactness，凸方法主要基于 Ky Fan Inequality。此外该领域还包含变分方法，以及与 Degree Theory 结合后产生的大范围变分方法，但笔者尚不了解，故不赘述。

椭圆偏微分方程

@申武杰：Evans 的 PDE 作为入门教材写得不错，椭圆方程双曲方程都有，椭圆方程是几何分析方向必须掌握的东西。@齐陈甲月：Gilbarg&Trudinger 的 Second Order Elliptic Equations 是本大砖头，内容很全，可以用于部分阅读或参考。韩青&林芳华老师的 Elliptic Differential Equations 是个小薄本，内容主要集中在一些经典正则性估计和弱解存在性上。

双曲偏微分方程

最优传输（偏微分方程选讲）

遍历论

动力系统

@齐陈甲月：我选课的 2022 春是甘少波老师讲文兰院士的《微分动力系统》，主要集中在双曲动力系统的稳定流形与不稳定流形问题上。往年许地生老师的教材是 Brin&Stuck，覆盖更广一些，但似乎没有对流形上动力系统的详细探讨（而这是文兰院士一书的最主要内容）。

常微分方程定性理论

@佚名：理论上前置只需要常微分方程这门课，要比较熟悉 \mathbb{R}^n 中的点集拓扑；关于指标理论的部分需要知道覆叠映射是什么；如果有微分流形的基础，会对这门课理解得更好。内容一言以蔽之就是 \mathbb{R}^n 中连续流的理论，其中 $n=2$ 的情形具有特别的重要性。博资考大纲中关于定性理论的部分：向量场与动力系统，平面线性系统相图，双曲奇点的拓扑共轭分类，Poincare-Bendixson 环域定理，Hopf 分支，平面向量场的旋转数与奇点指数，Lyapunov 稳定性与 Lyapunov 第二方法，线性系统的 Floquet 理论，周期轨的 Poincare 映射，环面上的常微系统，旋转数，极限集与极小集。

复分析

多复变函数论

@杨泓暎: 本课程在北大多为关启安老师开设, 介绍其在开性猜想及相关问题上的工作。内容固然前沿, 但经过老师初等化翻译后不难为本科生理解。个人感觉有实变及复变基础即可考虑选课。至于通常多复变函数论, 标准选择似乎是《多复变函数论》(萧荫堂等), 此外 Demailly 的 Complex Analytic and Differential Geometry 一书(见 <https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~demailly/documents.html>) 也值得推荐。

复几何

@申武杰: Huybrechts 的复几何是经典的入门读物。

微分拓扑

@李通宇: 提及这门课的话不妨瞻仰一下张筑生老先生, 有回忆文章 <https://mp.weixin.qq.com/s/Q1fMFltDc9EJnNduQwFNSQ>。

@胡泓昇: 了解不多, 只是“修过这门课”, 列一些老师推荐的参考书。楼上提到的张筑生老师著有《微分拓扑新讲》(前身为《微分拓扑讲义》)。另有 J. W. Milnor 《Topology From the Differential Viewpoint》等, 是很薄的书, 详见张筑生老师书的序言。

经典力学的数学方法

@胡泓昇: 这个题目让我想起 V. I. Arnold《Mathematical Methods of Classical Mechanics》书中介绍到 Poincare 回归定理时, 有句类似这样的话(记不清了, 只写个大意): “当你放掉自行车胎的气后, 过段时间它会自动充满气, 不过这段时间可能比太阳系存在的时间还要长”。另外, 朗道: 年轻人, 你渴望力量吗?

辛几何

@杨泓暎: 本课程在北大多为范辉军老师开课, 标准参考书为 Introduction to Symplectic Topology (McDuff, Salamon), 此书例子丰富, 汪洋肆意, 值得推荐。本课程前置知识大致为微分流形, 对同调论、Riemann 几何、复几何等有了解更好, 亦可同时学习。此外 Lectures on Symplectic Geometry (Cannas da Silva) 较前书相对容易, 可考虑用于自学。范老师大致在前半学期讲 McDuff 书前五章, 随后讲一些他感兴趣的话题, 近年多为 Maslov 指标相关文献, 如有更多时间(基本不可能)可能简要介绍 Floer 同调乃至 Fukaya 范畴等内容, 对有志于本方向的同学而言值得一听。

同调论 & 同伦论

@申武杰：这是几何和拓扑方向的基础课，这个方向的学生一定要非常熟悉同调论。参考 Hatcher 的 Algebraic Topology (<https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html>)，里面从基础的代数拓扑开始，第一章讲基本群和复叠空间，这很重要，第二三章讲同调论，第四章讲同伦论。

@李通宇：同调论课程教材一般是姜伯驹院士的同名书（据说大体承袭自 Dold 的 Lectures on Algebraic Topology），包志强老师有编过题解。代数拓扑的网传资料有 <https://forum.acssz.org/d/141-algebraic-topology-1-by-prof-will-j-merry>、<https://math.mit.edu/~hrm/papers/lectures-905-906.pdf>、<https://people.maths.ox.ac.uk/ritter/algebraic-topology.html>、<https://math.berkeley.edu/~nadler/215afall2020.html>。

@胡泓昇：如上同样推荐 A. Hatcher 《Algebraic Topology》，比较现代化，用直观的语言解释很多东西。另有 J. R. Munkres 《Elements of algebraic topology》，专注于同调论，可读性也很强，也适合入门。代数拓扑的学习过程中一定要重视例子的计算，以增强直观感受，打牢基础。

纤维丛与示性类

@申武杰：Milnor 的经典著作 Characteristic Classes 写得不错。

黎曼曲面

双曲几何

抽象代数 2

@胡泓昇：李文威教授的讲义《Yanqi Lake Lectures on Algebra - Part 1》不到两百页，包含 Galois 理论、模论、非交换环论、有限群表示论四部分，对我个人来说在大多数情况下已足够使用。他的主页上有许多有用和有趣的内容，讲义上的一些用语也体现出他的幽默。据传他曾拿他写的某书（可能是代数学方法）草稿向大佬 X 征求意见建议，X 高度评价为这是国内相关领域最优秀的教材，李老师答：我也是这么想的（可以脑补出他脸不红心不跳的平静神态）。优秀且经典的工具书也包括 N. Jacobson 大砖头《Basic Algebra, 2nd ed. (全两册)》、S. Lang《Algebra, 3rd ed.》(GTM211)、T. Y. Lam（林节玄）《Lectures on Modules and Rings》(GTM189) 和《A First Course in Noncommutative Rings》(GTM131)、M. Artin《Galois Theory, 2nd ed.》、S. Mac Lane《Categories for the working mathematician, 2nd ed.》(GTM5) 等等。

群论

李群与李代数

@ 胡 泓 昇：李代数的入门教材首推 J. E. Humphreys 的《Introduction to Lie Algebras and Representation Theory》(GTM9)。此书虽薄但内容丰富，包括一般理论、有限维复单李代数的结构和分类、相关的组合（如根系、Weyl 群等）、李代数的表示论基础等等。需要的基础不高，大概线性代数就足以对付。大量的习题中富含许多重要知识，强烈推荐做掉所有习题（部分习题有一定难度，欢迎来信交流）。另一本经典的教材是 N. Jacobson 的《Lie Algebras》(1962)，比较古老也较厚，适合做工具书。李理论中涉及关于根系等知识，比较组合，据我所知最早也是最经典的教材为 Bourbaki 学派的《Groupes et algebres de Lie, Chapitres 4-6》(1968)，有英文翻译版本《Lie Groups and Lie Algebras, Chapters 4-6》。在那个年代把根系、Weyl 群等知识系统性地整理在专门的一本书中，如今看来这表现出 Bourbaki 的远见卓识。J. E. Humphreys 将这些内容（以及后续的发展）整理成较易阅读的《Reflection Groups and Coxeter Groups》，也是一本广受欢迎的教材（这两本书不直接涉及李代数，只是李理论中需要使用的重要工具）。关于李代数表示论中范畴 \mathcal{O} 的内容，我所知的只有 Humphreys 写的一本教材，但多人（包括我）认为写得不好，再加上这已是比较专门的内容，不多做介绍，欢迎来信交流。李群的部分我了解有限，不在此误人子弟，但列出曾经使用过的教材，包括 F. W. Warner《Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups》（微分几何口味）和 A. L. Onishchik、E. B. Vinberg《Lie Groups and Algebraic Groups》、M. R. Sepanski《Compact Lie Groups》(GTM235)（后两本偏李理论的风格）。与李群“平行”的是代数群的理论，经典著作包括 A. Borel《Linear Algebraic Groups, 2nd ed.》(GTM126)、T. A. Springer《Linear Algebraic Groups, 2nd ed.》、J. C. Jantzen《Representations of Algebraic Groups, 2nd ed.》（这几位都是数学大家）。另有比较新的大部头 J. S. Milne《Algebraic Groups - The Theory of Group Schemes of Finite Type over a Field》，语言和观点比较现代化。李理论一开始是从微分方程的需求中发展起来的，若对李理论早期发展历史感兴趣，可翻阅 A. Borel《Essays in the History of Lie Groups and Algebraic Groups》。另外，在李理论的学习过程中切记不可眼高手低，只追求一般化的论述而忽视实例（包括矩阵的经典例子）的计算。夸张一点说，有限型的李理论就是四类经典例子加五个特例组成的。

交换代数

@ 胡 泓 昇：交换代数不得不提 M. F. Atiyah 与 I. G. Macdonald 合著的《Introduction to Commutative Algebra》。书很薄，但很经典。有大量的习题（有些章

节习题篇幅和正文不相上下），习题中含有许多重要的知识。有人认为读了这本书而不做习题，相当于没读。另有 H. Matsumura 《Commutative Algebra, 2nd ed.》和《Commutative Ring Theory》也是很经典的参考书 (<https://mathoverflow.net/q/25411>)。交换代数是代数几何和代数数论的基础，若与它们一起学习，有助于理解交换代数中的许多概念和结论。

同调代数

@ 胡泓昇：大佬 X 推崇大数学家 S.I. Gelfand 与 Y.I. Manin 合著的《Methods of Homological Algebra》，我虽没有通读，但从翻阅的感觉看，是一本可读性较强的书。在学习同调代数之前如果对代数拓扑（特别是其中的同调论）有所了解，对理解同调代数中很多抽象概念的由来将很有帮助。

@杨泓暾：本课程在北大近年（2018 年至今）授课教师两两不同，十分奇妙。前置大致是抽象代数及范畴语言，对同调论有了解更好。不管怎么说，同调代数对大多数人而言是拿来用的，因而往往是在学习阅读后续内容时逐渐内化。《同调代数方法》（Gelfand, Manin）一书观点现代、叙述精炼，值得推荐。此外 Weibel《同调代数导论》较之前书门槛更低，同时具体例子更多，也许更适合第一遍学习。

有限域

组合数学

@李通宇：教材是贵校的小黄书，算是精简但全面的一个讲义，宋春伟老师上课应该会略过第五章 Pólya 计数定理和第八九章代数组组合初步。生成函数方法比较初等但是有很多奇妙的应用（回味一下高中数竞），参看 [generatingfunctionology](https://mathweb.ucsd.edu/~tkemp/247A.Notes.pdf)；计数组组合中最有影响力的是 Catalan 数（甚至出现在随机矩阵的 Wigner 半圆律证明中，见 <https://mathweb.ucsd.edu/~tkemp/247A.Notes.pdf>），Stanley 的上万引用的名著 <https://math.mit.edu/~rstan/ec/> 甚至专门为此写了个 addendum；图论是组合的巨大热点话题，近年来也不断涌现各种讲义和专著（例如赵宇飞的 <https://yufeizhao.com/gtacbook/>）；组合的概率方法和离散概率交叉颇多，参考现代概率方法课程；组合的线性代数方法介绍参看 <https://www.zhihu.com/question/35676529/answer/149805428>。组合向来是叙述通俗而思想深刻的数学分支，很多同学会听说过 Proofs from THE BOOK，有意于此道的话可以向贵校校友[黄皓 \(03 本\)](#)、[姜子麟 \(07 本\)](#) 等人看齐~

金融

必修[金融数学引论](#)以及[概率-应用随机过程](#)和[统计-数理统计](#)三门课。

金融数学引论

金融数据分析导论

时间序列分析

@李通宇：分为本科生和硕士生两个层次，均由李东风老师开课，课程主页<https://www.math.pku.edu.cn/teachers/lidf/course/>。关于本科课程，何书元的教材基本涵盖于李东风老师的讲义所以其实用不太到，需要掌握的先修知识主要为概率论，并且至少同时在学数理统计，如果有回归分析中模型选择的部分则更好但不是必要的。本科课的内容非常古典，都是成熟的线性理论，2019秋的个人题解见<http://scholar.pku.edu.cn/sites/default/files/lity/files/ts19f.zip>；最近发现一门类似课程https://web.stat.tamu.edu/~suhasini/teaching673/teaching673_2022.html，为了深入理解可以参看 Brockwell&Davis 的 Time Series: Theory and Methods，有 Hilbert 空间(特别是 L_2 空间)的知识储备会轻松些；统计专业的同学可能会觉得味道比较熟悉。只学习本科课程对金融业工作应该是没什么帮助的，不打算研究时序的话可能很难用上相关理论，应用层面的想必归于硕士生课程或者经院和光华的同名课。

@王瑞：贵校很多学院都会开设时间序列分析的课程，例如数院李东风老师开设的《[应用时间序列分析](#)》、光华管理学院的《时间序列分析》（涂云东老师教授）以及《金融时间序列分析》（王亚平老师教授）、新结构经济学研究院胡博老师开设的《金融计量经济学》，如对时间序列分析感兴趣可以选择其一选修。我曾经上过涂云东老师的时间序列分析，前半学期主要讲授 ARIMA，侧重理论推导。后半学期会涵盖时间序列中的一些其它话题，包括格兰杰因果、VAR、季节性、ARCH、GARCH 等，主要偏应用。使用的教材主要是 Analysis of Financial Time Series （Ruey Tsay）以及 Time series analysis（James Hamilton）。

金融经济学

证券投资学

衍生证券基础

寿险精算

非寿险精算

风险理论

量化交易

固定收益证券实务

概率

必修应用随机过程（实验班）和统计-数理统计两门课。

@ 李通宇：略微过时的修课官方指导有陈大岳老师的 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/dayue/Homepage/for-beginner.htm> 和刘勇老师的 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/liuyong/teaching/prob-course.pdf>，宜更多关注离散概率。

应用随机过程

@ 李通宇：陈大岳老师的教材正在由章复熹老师 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/zhangfxi/> 更新，其中许多证明细节被省略可能造成学习困难，为此可参考 *Markov Chains* by Norris，*An Introduction to Markov Processes* by Stroock (尽管序言对 Norris 书的评价完全错误)，*Markov Chains and Mixing Times* by Levin & Peres，*Random Walks and Electric Networks* by Doyle & Snell, *Brownian Motion* by Schilling, 个人认为这门课最重要的是首步分析和利用停时的技术。离散时间连续状态空间的 Markov 链受关注较少，希望了解这部分知识的同学可参看 <https://www.zhihu.com/question/547447903/answer/2615901856>。另推荐补充材料 <https://www.zhihu.com/question/435887518/answer/1710254485>。

测度论

@李通宇：指定教材是程士宏的测度论与概率论基础，刘勇老师 2018 春的课件见 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/liuyong/asa/measure%20theory-2018.pdf>，章复熹老师的课件见 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/zhangfxi/homepage/slidesMeas.htm>。国内最全面的教材是严加安的测度论讲义，不过中文教材的通病就是干涩堆砌；国外的书个人推荐 *Measure Theory* by Cohn，相当有可读性而且适用于概率背景的学生，像 *Real Analysis and Probability* by Dudley 尽管有不少独到的内容但确实难啃（仿佛国内教材）。另外 <http://www.probability.net/> 有一套适合自学且颇具启发性的课件，参看 <https://www.zhihu.com/question/443184939/answer/2268122658>。测度论学到够用就行，

没必要像 Schilling 的 *Measures, Integrals and Martingales* 那样加实分析的内容，更没必要钻研 Bogachev 的还有 Fremlin 的巨著，当然我们也不能否定其参考意义。

应用随机分析

@ 李通宇：此课程基本依赖刘勇老师的讲义 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/liuyong/teachingindex.html>，主要知识点在于条件期望、鞅、随机微分方程的初等介绍和应用，更严格的版本将由高等概率论和随机过程论覆盖，数学成熟度足够的话完全可以逆练功法最后拿这门课刷分。我自己少不更事时用 Evans 的 Intro to SDE 入门，实在内容太简省只够走马观花，事实上什么都没学会，所以还是建议搭配适量的习题。或嫌 Øksendal 的 SDE 工科味略重，可以尝试 Baldi 的 Stochastic Calculus，其习题全部附有详解。

高维概率论

@ 李通宇：主要参考 Vershynin 的 HDP 书，葛颢老师课程主页 https://bicmr.pku.edu.cn/~gehao/Teaching/High_dimensional_probability.html，大部分作业答案见 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/338822722>，速成可以用陈宇凡的视频 <https://bilibili.com/video/BV1ey4y187xN>，同类课程有 <https://case.edu/artsci/math/mwmeckes/math382-20s/>、<https://warwick.ac.uk/fac/sci/math/currentstudents/ughandbook/year3/ma3k0>、<https://people.math.wisc.edu/~roch/hdps/>。其他参考资料有（集中不等式）<https://ece.iisc.ac.in/~htyagi/course-E2207-2017.html>、（矩阵集中不等式及计算应用）<http://users.cms.caltech.edu/~jtropp/books/Tro14-Introduction-Matrix-FnTML-rev.pdf> 与 https://hdpa2019.sciencesconf.org/data/pages/Tro19_Matrix_Concentration_LN.pdf，经验过程部分参看高统 2 课程相关。

离散概率（现代概率方法）

@ 佚名：讲组合问题导向的概率，比较有趣，前置知识也不多；章复熹老师开课伊始在组织同学们做课件。教材是 Alon&Spencer 的 The Probabilistic Method (4ed)，大部分习题答案见 <https://github.com/bokveizen/The-Probabilistic-Method>，基于这本书的网课有 <https://bilibili.com/video/BV1634y1Q7W6> 和 <https://bilibili.com/video/BV15U4y1p7Z6>。更丰富现代的内容可参考 <https://user.eng.umd.edu/~abarg/MDP> 和 <https://tselischramm.org/random-processes/stats221-winter22.html>。

生物数学物理

高等概率论

@齐陈甲月：可能想聊些内容之外的事情。这门课程，或者说这门课程的知识，其实很多很多领域都会需要。专业概率或者统计的同学自然不用说，PDE 方向的同学可能也会在很多时候遇到相关的知识：比如大概是从 Boltzmann Equation 发展起来的 Kinetic Equation/Fokker-Planck Equation，其描述的是一个系统概率测度的演变（与之相对的 Navier-Stokes 等流体方程，自然不是研究测度的演变），这些 PDE 通常是从 SDE（随机微分方程）中演变出来的，很多关键的分析量都可以通过概率手段研究（这方面可能高概还不够，你还需要学一下随机过程论）；再比如你的 PDE 可能是极端扭曲的，导致你只能研究作为弱解的测度，或者你在寻找一族 PDE 的极限系统，导致最终的 PDE 变成了某种在无穷维空间上的方程，而无穷维空间没有 Lebesgue 测度，所以你拥有的只有测度解，这些时候你都需要高概的知识来处理，Kolmogorov Extension、Martingale Convergence 等；更不用说近些年兴盛的 Stochastic Partial Differential Equation 方向，可以理解为对 PDE 的时间演化加上了随机扰动/random distribution（在函数空间上的测度/随机变量）。说了这么多，其实还是觉得，学弟学妹们可以在还没有进入科研阶段的时候多学一些不同的分支，因为你很难预料你之后做科研会用到什么工具，进入科研后你使用的工具可能和你之前预料的很不一样。

随机过程论

随机分析

@李通宇：刘勇老师 2021 秋讲授内容可见于 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/448760383>，页面底端有 pdf 链接。前置要求主要是连续鞅，是离散鞅的自然推广，一个快速而比较全面的(p)review 见 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/76804737>，评论区有 pdf 链接。虽然老师没提过，但是 Le Gall 的 GTM274 广受好评，习惯了符号的话也适于新手自学，<https://jupiter.math.nctu.edu.tw/~sheu/Solution.pdf> 是其题解。

随机过程 2

@齐陈甲月：笔者并没有选这门课，但是围观了一下。2022 年春丁剑老师授课，内容应该是丁老师自己工作的诸多偏离散的概率领域（Percolation、Gaussian Free Field 等）诸多结果的一个介绍，还是很有趣的。考核方式是自己做科研，期末根据你的科研成果来给分。本研方向在离散概率的同学应该可以考虑一下。（可惜笔者完全不是此科研方向，没有机会体验这样有趣的课程了 hhhh）

随机过程选讲（渗流、Malliavin Calculus、）

统计/生统

统计方向必修数理统计和概率-应用随机过程两门课；生统方向必修数理统计和应用回归分析两门课。

@李通宇：张志华老师近年在推动教学改革，其设想<https://www.math.pku.edu.cn/teachers/zhzhang/modernStat.pdf>意在拥抱大数据时代，引入更多现代计算机科学的成果。尽管如此，旧有的成熟方案不可能骤然更新，想要尽快接轨国际也可以参考国外的课程设计（<https://www.zhihu.com/question/482817400/answer/2599653253>）。

数理统计 -> 高等统计学

@李通宇：实验班始于<https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#2512034>，普通班同学也可参考。高统大致为本科所学在测度论基础上的严格化，席瑞斌老师 2020 秋的授课内容见<https://zhuanlan.zhihu.com/p/338887816>，评论区有作业 pdf 链接。

应用回归分析 -> 现代统计模型

@李通宇：最优秀的回归分析课程见<https://icourse.club/course/1350/>。只开放给研究生的统计必修课统计模型请参看<http://scholar.pku.edu.cn/lity/classes/21s-statmodel-ta>，进一步学习可尝试 *Nonparametric Models for Longitudinal Data* by Wu&Tian (统计圈华人超多，如果有知道中文名的烦请替代之) 和 *Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications* by 蒋继明。

多元统计

@李通宇：应用多元统计分析参看<https://github.com/kellyt/multiSTAT>，涉及大量统计学习方法的经典原型。

贝叶斯理论与算法

@齐陈甲月：这门课内容和统计计算重叠的稍微有些多（因为都是一位老师开）。主要思路就是，在复杂高维数据结构的贝叶斯推断中，相关积分难以使用 deterministic method 进行运算，从这里我们就引入了 Markov Chain Monte Carlo，利用 Ergodic Stochastic Process 的时间平均等于空间平均的性质，克服计算问题中的维数灾难。MCMC 只是一个开始，除去其一些离散过程的变种外，还讲述了利用连续型随机过程 (Stochastic Differential Equation) 进行随机模拟/Monte Carlo，如 Langevin Dynamics、Hamiltonian Monte Carlo、Riemannian Monte Carlo 等等。核心思想其实都是利用随机过程的遍历性/连续型随机过程的 Fokker-Planck 方程的稳态收敛性，当然这里有一个很自然的问题，我们的随机过程什么时候能把整个空间遍历？也就是我们如何在不同

node 间跳跃的问题（你的随机过程/Particle 会不会一直卡在一个地方不出来），MC 的诸多变种也正是基于此动机而生。在 Monte Carlo 之外，张成老师还介绍了 Variational Inference 等利用优化方法的计算手段。不管什么工具，随机方法还是优化方法，其实最终目的都是想办法在各种指标下逼近我们想要的概率分布。这个角度看，其实一些内容和李铁军老师的“随机模拟”课程很相关，笔者也在这里顺带推荐一下鄂维南老师和李铁军老师合著的 Applied Stochastic Analysis，贝叶斯一课所需要的 SDE 和 Fokker-Planck 相关内容也可以在其中学得。关于贝叶斯一课自身的参考书，笔者推荐刘军《Monte Carlo Strategies in Scientific Computing》。（一点小建议：课程最后要做一个 Project，建议选此课的大二同学多和博士学长学姐交流选题合作科研，这个领域的科研感觉门槛之一就是你要见多识广，不然比较难以提出有价值的问题）

统计计算

@ 李通宇：与计算系专业课的区别见 <https://www.zhihu.com/question/506962700/answer/2534866219>。目前应该是张成老师授课，相较于国外课程（如 <https://www.stats.ox.ac.uk/~rebesch/teaching/AdvSim/> 和 <http://www.ltcc.ac.uk/courses/advanced-computational-methods-in-statistics/>）整体取材更加高级且前沿，课程主页见 <https://zcrabbit.github.io/pages/courses.html>，需要熟悉 Python 而且编程工作量非常大。关于 Monte Carlo 的基础性深入讨论可参考 <https://artowen.su.domains/courses/362/>。

统计学习

@李通宇：显然 learning 很火热啦，不过好像没有标准课纲所以下面只列一些自学资源。常用的教材是 <https://hastie.su.domains/ElemStatLearn/>，个人感觉一副脚手架的样子很难说有多好有多坏，反正极其经典而且讨论非常多，中译见 <https://esl.hohoweiya.xyz/>。抛开 ESL 不谈，比较全面的入门材料有吴英年的 231B 讲义（<http://www.stat.ucla.edu/~yw/teaching.html>）和 CMU 的课件（<https://www.stat.cmu.edu/~ryantibs/statml/>与 <https://www.stat.cmu.edu/~larry/=sml/>），简单的可考虑 <https://www.cs.ubc.ca/~schmidtm/Courses/LecturesOnML/>。理论似乎不应该属于这门课的任务，然而 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/linw/2892f21.html> 用过 <https://cs.nyu.edu/~mohri/mlbook/>；其实林伟老师考试题就一直挺魔鬼的，到处多学学有益无害。

理论机器学习

@李通宇：作为张志华老师在 2022 春的新开课，尚未产生成熟的教授内容（同学笔记见 <https://www.overleaf.com/read/trzbdvydkrxt>），据说主要截取自 https://www.di.ens.fr/~fbach/lftp_book.pdf 和 [A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression](#)），由于各种原因考核也有点儿戏。推荐 <http://www.stat.ucla.edu/~arashamini/teaching/231c> 和 <https://www.stats.ox.ac.uk/~rebesch/teaching/AFoL>，大概能学得系统些。

非参数统计

@李通宇：教材是孙山泽那本有点古老的书，不如转而使用 <http://math.sjtu.edu.cn/faculty/chengwang/files/2018fall/2018NonParameterAnalysis.pdf> 并且学习高统 2 与理论机器学习课程（此思路见于 http://faculty.washington.edu/yenchic/18W_stat425.html），最重要的是理解 distribution-free 的观点，而且不要局限于某些过气的统计问题。时下流行的非参聚焦于函数逼近问题（包括深度学习里的神经网络），既要处理统计关心的可解释性和估计(收敛)效率，又要克服计算上的维度诅咒等成本问题，这些或许要在科研中才能更深体会。从统计角度出发，Wasserman 的 *All of Nonparametric Statistics* 简要地介绍了很多传统方法的步骤，理论学习的话建议 <http://www.stat.columbia.edu/~bodhi/Talks/Intro&NP-Stat.pdf> 以及其中推荐的文献，特别是 Tsybakov 的 *Introduction to Nonparametric Estimation*，此外非参与稳健统计结合可以看 <https://www.stat.berkeley.edu/~jsteinhardt/stat240/>。

大样本理论 → 高等统计学 2

@李通宇：大概会用 vdV 渐近统计书的一小部分，推荐补充材料：vdV 授课讲义 <https://staff.fnwi.uva.nl/p.j.c.spreij/onderwijs/TI/AsympStat-LecNotes2010.pdf>、陈家骅讲义 <https://www.stat.ubc.ca/~jhchen/stat522B/2016Note.pdf>、邹长亮讲义 http://web.stat.nankai.edu.cn/chlzou/Note_AS.pdf、Ferguson 题解 <https://www.math.ucla.edu/~tom/Stat200C.html>。高统 2 内容相当丰富，见 <https://courses.pinzhiyao.com/courses/view/5749>，也可参考 <https://www.stat.berkeley.edu/~aditya/resources/FullNotes210BSpring2018.pdf>、<https://www.stat.berkeley.edu/~bartlett/courses/2013spring-stat210b/>、<https://stanford.edu/class/stats300b/>、<http://www.stat.ucla.edu/~arash.amini/teaching/200c>、<https://www.stat.cmu.edu/~arinaldo/Teaching/36709&https://www.stat.cmu.edu/~arina>
[ldo/Teaching/36710](https://www.stat.cmu.edu/~arinaldo/Teaching/36710)、<https://math.mit.edu/~rigollet/IDS160/>、http://www.statslab.cam.ac.uk/~nickl/Site/_files/stat2013.pdf，经验过程部分补充

<http://www.bios.unc.edu/~kosorok/teaching.html>、
<http://www.stat.columbia.edu/~bodhi/Talks/Emp-Proc-Lecture-Notes.pdf>、
<https://stat.ethz.ch/lectures/ss22/EPT.php>，半参模型部分见半参数统计课程相关。

因果推断

@王瑞：北大数院的因果推断课程由周晓华老师开设，使用的教材为 Imbens&Rubin 的 Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences。这门课对因果推断做了一个入门级别的介绍，但是所涵盖的范围实在有限，建议对因果推断感兴趣的同学进一步参考以下资料：斯坦福大学商学院的讲义 <https://web.stanford.edu/~swager/stats361.pdf>（比较偏向计量经济学里的方法）、哈佛的讲义 <https://imai.fas.harvard.edu/teaching/cause.html>（也比较偏向计量经济学的方法）、哈佛生统系的教材 <https://www.hsph.harvard.edu/miguel-hernan/causal-inference-book/>（因果推断的祖师爷级别的人物之一 Robins 所著，感觉全面且系统）、加州伯克利 <https://alejandroschuler.github.io/mci/index.html>（与半参数理论结合）。如果想做因果推断相关的研究，可以在对因果推断有一个基本的了解后上手读 paper，比看书的效率要高。

@李通宇：贵校周晓华老师和苗旺老师的课程资料见 <http://scholar.pku.edu.cn/sites/default/files/lity/files/causal-pkucourse.zip>，另外放一下作为行外人听说并收集的资料 <http://scholar.pku.edu.cn/sites/default/files/lity/files/causal-ref.zip>，仅供学习参考。

生物统计

生物信息中的数学模型与方法

生存分析

半参数统计

@李通宇：苗旺老师课程主页为 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/mwfy/Teaching/Semiparametrics/Semiparametrics.html>，主要参考 Tchetgen Tchetgen 的短课 <https://www.stat-center.pku.edu.cn/xwdt/zxxw/1345633.htm>。更有可读性的便于自学的材料是 Sen 的 <http://www.stat.columbia.edu/~bodhi/Talks/SPTThNotes.pdf>，抽象理论的入门宜考虑 vdV 渐近统计最后一章。

@王瑞：一个非常好的半参数理论的 tutorial: <https://arxiv.org/abs/2203.06469> 这个 tutorial 对于想做 causal inference 研究的人尤其有用。

试验设计

@李通宇：目前贵校开设的过时课程意义不大（相关概念如需接触现学即可），但是值得注意的是吴建福(COPSS 奖得主)和方开泰(王元院士合作者)在这个领域做出过重大贡献。自学推荐 <https://artowen.su.domains/courses/363/>，并且应当发掘和因果推断的联系。

抽样调查

@李通宇：过时课程意义不大（相关概念如需接触现学即可），要学的话推荐短课 <https://math.nenu.edu.cn/info/1010/6233.htm> 以速成。

计算

数值分析

数值代数 -> 数值代数 2

@李通宇：自学或可尝试 <https://math.ecnu.edu.cn/~jypan/Teaching/MatrixComp/>。

最优化方法（凸优化） -> 最优化理论与算法

（上面靠左的三门课必修方可计算毕业）

大数据分析中的算法

随机模拟方法

@李通宇：课程名称并不完全符合实际内容，教材是鄂维南和李铁军的 Applied Stochastic Analysis (<https://doi.org/10.1090/gsm/199>)，堪称计算风味的概统补习速成，除了可以水应用拔尖计划的学分外感觉对我个人没有什么帮助，其内容不算（几乎没时间好好讲的）SDE 数值解和物理应用的话可以被概率论+应用随机过程+统计计算(或贝叶斯)+应用随机分析涵盖，而且刘勇老师应用随机分析课的训练会让这门课的期末考试变轻松很多。李铁军老师主页 <http://dsec.pku.edu.cn/~tieli/> 上这门课 (applied stochastic analysis) 的用户名与密码均为“lasa????”其中“????”为当年年份如“2021”，大概有两个上机大作业不过对总评成绩影响不是很大，期末当做概率考试准备就好，注意教材上 SDE 的习题。

应用偏微分方程

偏微分方程数值解

流体力学引论

计算流体力学

计算系统生物学

图像处理中的数学方法

数学物理中的反问题

差分方法（II）

有限元方法（II）

谱方法

组合最优化算法

并行计算（II）

信息

必修人工智能、程序设计技术与方法两门课。

理论计算机科学基础

@栾晓坤：主要讲可计算理论、自动机和计算复杂度三部分，教材是张立昂的可计算性与计算复杂性导引，学有余力的同学可以看 Michael Sipser 的计算理论导引作为补充。课程整体难度不大，是一门导论性质课程，曾是信息方向的必选课程，后改为限选，建议对理论计算机、形式化方法、编程语言感兴趣的同学选修。

程序设计技术与方法

@马允轩：河北工业大学不在河北，程序设计技术与方法不教编程，因此不要被这门课的名字误导了 hhhhhh，个人感觉对非信息系同学来说没什么用，不建议选，求轻喷

@栾晓坤：课程内容与课程名字相关性不是很大，曾讲授过模型检查，后来改为约束求解，对形式化方法感兴趣的同学可以选修。

@张益豪：信息系必修。孙老师的理念是考试对于考查学生的掌握水平而言意义有限，所以完全采取了论文+Presentation 的给分体系，没有平时作业（我个人的一个不负责任

的猜想是他之前开设的课程被往年题影响了)。适合两种情况: 缺 3 学分毕业的同学 (至少需要有独立完成一篇综述论文的能力) 和希望了解形式化方法与约束求解等可能在软件科学领域具有强烈意义的内容的同学。如果想真正学到一点东西, 强烈建议认真阅读老师提供的讲义, 否则按照我的观察很容易变成一门学术论文撰写入门课。这门课很有货, 但是货不对板。

算法设计与分析

@栾晓坤: 一门不用写代码的算法课程, 杨建生老师自编讲义, 课程难度适中, 主要讲授分治算法、贪心算法、动态规划、图周游算法等经典算法, 曾经是必修课程后改为限选。平时作业对完成度要求较为宽松, 考试内容几乎真含于讲授内容, 课上可能还会补充高级数据结构、概率算法、NP 完全问题等内容, 是一门只要肯投入时间就能收获很多的课程。

集合论与图论

@张益豪: 杨建生老师的课程, 讲义是自编的, 讲授传统集合论和图论的内容。信息方向限选课, 其内容可能相对陈旧。课程主要意义在于图论对于现代算法和二元关系等概念对于计算机科学的数学基础奠基作用。有图论基础者学习会更为顺利, 整体是一门难度不高的课程。

信息科学基础

数字信号处理

@栾晓坤: 教材属于北大小黄书系列, 主要讲授数字信号处理的基本概念和方法, 包括傅里叶变换、采样定理、Z 变换等。毛珩老师对课堂纪律要求较为严格, 例如不允许迟到, 不允许上课看手机等, 但考试前可能会发巧克力。曾经是必修课后改为限选课, 如果你看了课程名字不知道要不要选, 那么你大概率是不需要选修这门课的。

@李通宇: 听说过开放的教科书 <https://fourierandwavelets.org/>。近年来人们越来越多地从统计角度理解信号处理, 参看 <https://web.stanford.edu/class/ee378a/> 和 <https://people.eecs.berkeley.edu/~jiantao/225a2020spring/>, 或者由信息出发也可以试着涉足统计学, 当前时代应用数学逐渐交叉融合的趋势还是挺明显的。

模式识别

数理逻辑

@ 李 通 宇 : 林 作 铨 老 师 长 期 讲 授 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/linzq/teaching/ml/ml.html>, 教材影印版似乎不再发行, 但是只需掌握课件内容。此方向如今并不热门, 最大的意义可能是让同学们得以欣赏 Gödel 的智慧, 另外侯世达的著名科普书 GEB 可以配合 <https://bilibili.com/video/BV1MK4y1v72y> 食用。

@栾晓坤: 补充一点, 课程主要讲授一阶逻辑和数学系统, 如果你对逻辑或是对定理证明很感兴趣, 建议你通过这门课学习最基础的一阶逻辑。

人工智能

@ 张 益 豪 : 林 作 铨 老 师 长 期 讲 授 <https://www.math.pku.edu.cn/teachers/linzq/teaching/ai/ai.html>。参考书为世界知名的 [Artificial Intelligence: A Modern Approach](#), 有成体系的习题答案和培养方案。这门人工智能课程其实是信科 AI 引论的一个数院版本, 因林作铨本人系数理逻辑专家, 此课程有明显的对于逻辑和符号主义的偏好, 内容偏于古典, 可以对人工智能作一个整体的认识。信息系必修课, 选修此课程可能面临成绩上的风险, 请谨慎。作业题来自课后题, 全英文讲义/考试, 有余力的同学可以把全书的课后题尽可能多地完成。不推荐为了了解现代联结主义人工智能发展的同学选修此课程, 可以通过更多深度学习和机器学习课程加深了解。

@马允轩: 不太同意张同学对于该课程的某些看法。林作铨本人是符号主义派, 而目前的人工智能的应用领域大多采取深度学习为代表的连接主义派, 本课程的内容与人工智能前沿不太搭。但鉴于符号主义曾在上世纪末期因专家系统而成为当时的 sota, 并且当前诸如 LeCun 等 AI 研究者逐渐认识到符号主义在逻辑、推理等认知层级的重要性, 信科一些团队也有将符号主义和连接主义融合的研究方向(诸如知识图谱), 我认为符号主义并非如此不堪, 因此此课尚也值得一学, 而深度学习(机器学习)并不等价于人工智能, 想全面了解人工智能只学深度学习的课是不够的。不过林作铨老师给分爆雷, 作业几乎是文科(哲学)题并且标准迷, 考试题干语义不清晰, 这几点没得洗。能力强的可以考虑信科 AI 引论, 据说内容跟这门课差不多但是没有上述缺点。

@张益豪: 感谢马同学的补充。我同意这些内容作为人工智能的基础性, 也认可符号主义的重要性。关于“不适合为了了解现代人工智能……选修”的言论并不完全出于林作铨老师的符号主义立场, 仅仅是来自部分同学在上完这门课之后对于这部分内容的批评, 并非说这门课程全无用处, 只是强调不推荐从这门课程入手; 毕竟大部分选修本课程的同学只是处于必修课程所限, 倘若希望全面了解人工智能的知识体系, 确实不建议通过学习这门课来完成。快速入门可以通过阅读林老师上课所用教材来完成, 或者参看知名大学的人工智能开放课程。在 PKU 校内的良好方案是旁听或者修读信科 AI 引论。从**实

用主义**的角度来讲，还是应当先以目前应用较广泛的人工智能来入手，之后再回头按需要去考察这些内容。毕竟早期智能确实几乎完全依赖启发式搜索等方法才能得到实现，这些想法到现在都还是有好处的。

人工神经网络

@栾晓坤：课程讲授内容基本都是上世纪的神经网络，其主要意义在于了解神经网络领域的发展过程，感受算力进步带来的巨大影响。

计算机图像处理

计算机图形学

密码学

大数据

几乎都是计入毕业学分的课程，故而只下划线标出**计算方法 B**、**并行与分布式计算基础**两门必修课。

计算方法 B

@马允轩：课程讲授基本的计算方法，是一些计算问题上最基础的数学工具，对于培养计算思维很有帮助。相比于计算系的三门课程中的任意一门，该课程理论性更弱，实用性更强。教材选用《数值线性代数》，《数值分析》，《数值最优化算法》三本小黄书，亦是计算系三门必修的教材。课程大约覆盖《数值线性代数》的 80%，《数值分析》和《数值最优化算法》各 60%，合计大约 2 本书的知识点，任务量偏大，与计算系专业课不同的是基本不会拓展课外内容，都是干货。上机作业较多，书面作业以计算题为主。课程主要考察对计算方法的运用，而对定理证明要求不高。期中期末大部分是计算题，少部分是证明题以及伪装成证明题的计算题，不难但计算量很大（比如手算 QR 分解，手算共轭梯度法以及手算 KKT），会经常遇到大有理数以及根号有理数的计算。此课授课方式为板书，不过个人认为该课程更适合 PPT，因为板书会浪费很多写字的时间...个人感觉成绩基本上取决于你计算能力有多快以及对计算方法的掌握有多熟练，可以说是努力和成绩成正相关的一门课。

并行与分布式计算基础

@栾晓坤：主要讲授并行计算的基本理论和 MPI、OpenMP 和 CUDA 三种并行编程框架，以及 Linux 的入门知识，是并行计算的入门课程，要求有一定的 C 语言基础。课程会介绍最基本的并行理论，有助于加深对现代计算机架构以及编程的理解，课程提供了

对于三种并行编程框架的近乎手把手的教学，还会补充最基本的 Linux 知识。（授课老师杨超曾获 Gordon Bell 奖）

机器学习（!=机器学习基础）

机器学习数学导引

@郭纬：课程内容主要是理论机器学习，主要包括三大块：1. 经典方法：统计学习（回归与分类问题，线性回归、支持向量机、核函数方法等）、优化理论（介绍主流的几种基于梯度的优化算法及其理论分析）；2. 模型：神经网络（介绍主要的神经网络类型、梯度反向传播、pytorch 基本用法）、生成模型（GAN、VAE 等）；3. 泛化与逼近理论：集中不等式、泛化误差界（Rademacher 复杂度、覆盖数）、再生核 Hilbert 空间相关理论分析、两层神经网络逼近性质分析。理论非常多，不过门槛不高，不需要很多前置知识，作为一门理论机器学习的入门课非常不错，内容相对统计系大部分古董课也前沿一些。

@张益豪：理论机器学习的进阶性课程。内容郭同学已经介绍得很清楚了，我个人只建议两点（依据已经选课的同学们的经验）：一是有了机器学习的基本知识的基础之后再修读，并且不要完全把它当成一门入门课（课程的理论机器学习内容还是很硬核的，需要相当程度的数学，有好多同学抱着入门的态度来，并且两节课之后就被作业干碎了。当然课程本身难度没那么大，大佬随意。）；二是不要抱着学完之后就能够上手写代码的思想来，尽管存在上机实践作业，但是这门课绝非为了锻炼你的代码能力而设计的，最直接且明显的应用性优点是能够帮助你在科研论文当中给你的方法提出漂亮的理论 Bound。

深度学习与强化学习

@马允轩：新开课，先挖个坑，以后再填（如果选得上课的话）

程序设计实习（信科）

@马允轩：可以算作大数据限选课学分。前部分讲 C++ 面向对象编程，偏技术，后部分讲算法，算法难度远高于数据结构与算法（B），有点考验智商。教材《新标准 C++ 程序设计》（好像叫这个？信科的郭炜编的），分面向对象和算法两册，不过个人感觉参考价值不大。网上有郭炜开的慕课 <https://www.icourse163.org/course/PKU-1001894005>，该课程对应（二）（三）内容，与校内讲授内容基本一致但比较节约时间。该课程任务量相比于数院课程平均来说偏大，不过课程干货满满，对进一步提高编程能力很有帮助。希望提高代码能力的同学可以考虑选修，不过选修该课程可能面临被信科大佬暴杀的风险。

未来发展

(在专业方向条目下意犹未尽的内容也可呈现于此)

@数院门户: [毕业去向统计](#)

通用

@ 郭 伟 : G&T 英 语 考 试 攻 略
https://alexandreguo2001.github.io/english/english_main.html (四六级这种破考试尽量大一早点考, 因为大学英语基本都是吃老本, 时间越久忘得越多。GRE 和 TOEFL 不出国的同学没必要费钱考, 树洞上攻略其实挺多的, 准备考试的同学多参考人家的经验以及搜刮人家的资料, 英文基础可以且比较自律的没必要花钱报班。欢迎戳我交流法语学习经验[dog])

@佚名: 推荐信的请求和草拟方法 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#1821508> (附【如何选择你的导师 by 清华刘思齐】<https://www.bilibili.com/video/BV1js4y167x6/>)

基础

@申武杰: 大部分同学保研北大清华等国内名校或出国读博, 博士毕业后在高校当老师, 从事学术研究工作。也有少数同学转行金融计算机等领域去业界或去知名机构当竞赛教练。

金融

@依嘉: 量化行业介绍 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#4156944>

概率

统计

@冀文龙: 出国建议 <https://pkuhelper.pku.edu.cn/hole/#3247528>

计算

信息

大数据

@马允轩: 本人对出国几乎不了解, 因此以下所有表述主要针对保研。如果研究生目标北大, 出路基本上只有三个: 数院、叉院、信科。18 级保研去向情况是 2 个信科, 2 个数院信息系, 2 个中科院, 19 级尚不清楚, 但信科的优秀营员名单中应该有 3 个人。

1. 叉院：个人认为大数据的出路基本对标叉院（但实际上没什么人去），理由是大数据系是叉院大数据中心在数院信科元培底下开的本科生基地。但是从今年的情况看，叉院基本被大多数人放在信科的下置位。17 级及之前叉院听说很容易进，但 18 级叉院初审卡的很严，19 级初审和复试又都挺松，个人感觉是因为被去信科的咕咕太多了，20 级及以后不作判断。叉院同时还有缩招的趋势，并且 19 级在叉院招生的老师相比于 18 级了不少。以上内容都针对叉院大数据研究中心，但鄂维南又开设了国际机器学习研究中心，也隶属于叉院招生，不清楚这个地方会怎么样。
2. 数院：数院是没有大数据的研究生的，如果想保到数院就要蹭其他系的名额，具体可参考数院直博的普遍建议（这种资料貌似很多了）。BTW 其他系的老师一般更偏向自己系的本科生，所以可能不是那么容易？（这点存疑，毕竟我也只是道听途说，并且我也没有感受到来自其他系老师的歧视）
3. 信科：都说数学转行 cs 容易，我起初也是这么认为的，后来被现实狠狠打脸。这种容易只是“相对”的，即数学转行 cs 比 cs 转行数学容易，这一点我不否认，但个人认为数院保到信科并不比信科土著容易。不过这么说容易造成误会，比如有些人会认为数院 3.5 就是比信科 3.5 厉害啊，而且貌似身边这么认为的不在少数，但我想说的是数院 3.5 如果一开始就在信科可以拿到 3.7，数院 3.5 和信科 3.7 谁更容易保研就说不好了（当然这只是一个比方...）

数院的同学如果想保信科，自然相比于信科土著有信息差劣势，除非你有一个关系很好的信科朋友。我认为信科相比于数院的主要差别在于，做出研究成果对基础知识的需求量更少，保研对科研经历以及成果更为看重，信科的导师也常常都在夏令营之前在组里确定好名额分配，因此提前进组对于保研信科来说是非常有必要的（而在数院有本研经历貌似并不是一个很大的加分项，但在信科，没有本研经历是一个很大的减分项！），并且这也是减小信息差的有效手段（我就是因为没进组吃大亏了 hhhh）.....不过这里还有个问题，在数院的培养方案下，前两年都在打基础，就算在大数据系也是如此，很容易培养出只会做题的学生，而信科同级此时已经具备了较强的科研技能，如果考虑在大二下进组科研，大学前两年需要有培养科研技能和综合素质的意识。

4. 其他：如果你的目标并非以上三者，那么实际上你的情况和国内大多数 985 保研 er 是类似的，可以关注“保研人”等公众号，里面的内容对于大数据系同样适用，不过北大 title 或许是一个极大的加分项。（注：18 级大数据拿推免的同学至少有中科院保底）
5. 关于出国仅有的信息量：数据科学相比于数学和 cs 没那么卷，更好申一些