**线性代数：**

在机器学习中，线性代数无处不在。要理解用于机器学习的优化方法，需要掌握许多主题，比如主成份分析(PCA)、奇异值分解(SVD)、矩阵特征分解、LU分解、QR分解/因式分解、对称矩阵、正交化/标准正交化、矩阵运算、投影、特征值和特征矢量、矢量空间，以及范数。资源：

《[麻省理工公开课-线性代数](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/opencourse/daishu.html)》、

《[可汗学院公开课：线性代数](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/Khan/linearalgebra.html)》、

《[同济大学公开课：线性代数](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2019/4/9/M/MEC1UPOHH_MEC1USS9M.html)》、

《[山东大学MOOC-线性代数](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.icourse163.org/course/sdu-55001)》、

《[线性代数讲义 - 华东师范大学数学系](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//math.ecnu.edu.cn/~hryuan/preprint/la.pdf)》、

《[线性代数-北京大学出版社](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.pup.cn/ztpage/gzgz/PDF/book/%25E9%25AB%2598%25E8%2581%258C%25E6%2595%25B0%25E5%25AD%25A6/13.%25E7%25BA%25BF%25E6%2580%25A7%25E4%25BB%25A3%25E6%2595%25B0.pdf)》、

[线性代数-维基百科](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//link.juejin.im/%3Ftarget%3Dhttps%253A%252F%252Fen.wikipedia.org%252Fwiki%252FLinear_algebra)、

[MIT-18.06-线性代数-完整笔记](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//github.com/apachecn/18.06-linalg-notes) 、

[两小时讲完线性代数](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av7564112%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D10663434405036315716) 、

《[矩阵编码：线性代数在计算机科学中的应用](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//codingthematrix.com/)》、

《[线性代数应用](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.edx.org/course/applications-linear-algebra-part-1-davidsonx-d003x-1)-戴维森学院》

**概率论和统计学：**

机器学习需要的一些基本的统计和概率理论包括组合学、概率规则和公理、贝叶斯定理、随机变量、方差和预期、假设检验、A / B检验、置信区间、p值、线性回归、正则化、概率分布函数、条件和联合分布、标准分布（伯努利、二项式、多项式、均匀和高斯分布）、矩母函数、最大似然估计(MLE)、先验和后验、最大后验概率估计(MAP)，以及采样方法。

资源：

《[可汗学院公开课：统计学](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/Khan/khstatistics.html)》、

《[加利福尼亚大学伯克利分校公开课：统计学](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2017/5/0/8/MCJQECVBF_MCJSVSQ08.html)》、

《[浙江大学公开课：概率论与数理统计](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2019/4/R/6/MEC1U20OT_MEC1U8MR6.html)》、

《[可汗学院公开课：概率](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/Khan/probability.html)》、

《[概率论与数理统计-重庆大学公开课](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.xuetangx.com/courses/course-v1%3ACQU%2BMATH20041X%2B2018_T2/about)》、

《[概率论与数理统计-北京大学公开课](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av34021718/)》、

[《概率论与数理统计》浙大版（第四版）](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//github.com/Thinkgamer/books/blob/master/7%25E3%2580%2581%25E7%25BB%259F%25E8%25AE%25A1%25E5%25AD%25A6%25E4%25B8%258E%25E6%25A6%2582%25E7%258E%2587%25E8%25AE%25BA/%25E3%2580%258A%25E6%25A6%2582%25E7%258E%2587%25E8%25AE%25BA%25E4%25B8%258E%25E6%2595%25B0%25E7%2590%2586%25E7%25BB%259F%25E8%25AE%25A1%25E3%2580%258B%25E6%25B5%2599%25E5%25A4%25A7%25E7%2589%2588%25EF%25BC%2588%25E7%25AC%25AC%25E5%259B%259B%25E7%2589%2588%25EF%25BC%2589%25E6%2595%2599%25E6%259D%2590.pdf) 、

《[概率论与数理统计-中科大公开课](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av3781284/)》、

《[商务与经济统计-北师大公开课](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.icourse163.org/course/BNU-1003604001)》、

《[哈佛大学](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//projects.iq.harvard.edu/stat110/youtube)统计学110讲稿》、

《[概率论和统计学](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.khanacademy.org/math/probability)-Khan Academy》

**微积分：**

一些必要的主题包括微积分、偏微分、矢量-值函数、方向梯度、海赛函数、雅可比行列式、拉普拉斯算子和拉格朗日分布等。

资源：

《[麻省理工学院公开课：微积分重点](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/opencourse/weijifen.html)》、

《[清华大学微积分主讲-刘坤林](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av29845488/)》、

《[微积分-浙江大学](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av39156411%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D11125098883390790554)》、

《[麻省理工学院公开课：多变量微积分](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/opencourse/multivariable.html)》、

《[可汗学院公开课：微积分预备](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/Khan/precalculus.html)》、

《[麻省理工学院公开课：单变量微积分](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/sp/singlevariablecalculus.html)》、

《[HACC公开课：微积分1](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2018/12/0/H/ME19860FO_ME1AUHF0H.html)》、

《[HACC公开课：微积分II](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2018/12/1/S/ME2SKV6B0_ME2UJ1G1S.html)》、

《微积分—多元函数与重积分-清华大学》、

《[数学分析讲义 - 南京大学数学系](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//math.nju.edu.cn/~meijq/calculus/notes.pdf)》、

《[7天搞定微积分](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.rsqdz.net%3A907/upload/userfile/naturalism/shuxue/7%25E5%25A4%25A9%25E6%2590%259E%25E5%25AE%259A%25E5%25BE%25AE%25E7%25A7%25AF%25E5%2588%2586.%25E6%259D%258E%25E5%25B7%25A7%25E4%25B8%25BD.%25E6%2589%25AB%25E6%258F%258F%25E7%2589%2588.pdf)》、

《[托马斯微积分](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//github.com/gnuhub/books-1/blob/master/%25E6%2595%25B0%25E5%25AD%25A6%25E2%2597%258F%25E5%259F%25BA%25E7%25A1%2580%25E6%2595%25B0%25E5%25AD%25A6%25E2%2597%258F%25E6%2595%25B0%25E5%25AD%25A6%25E5%2588%2586%25E6%259E%2590/%25E6%2589%2598%25E9%25A9%25AC%25E6%2596%25AF%25E5%25BE%25AE%25E7%25A7%25AF%25E5%2588%2586.pdf)》

**算法和复杂优化：**

这对理解机器学习算法的计算效率和可伸缩性，以及利用数据集的稀疏性都很重要。需要数据结构（二叉树、哈希运算、堆、堆栈等）、动态编程、随机化和次线性算法、图表、梯度/随机下降，以及原对偶方法的知识。资源：

《[麻省理工学院公开课：算法导论](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/special/opencourse/algorithms.html)》、

《[北京大学公开课：程序设计与算法基础](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//open.163.com/movie/2018/11/S/3/MDVKV3H5A_MDVL8KVS3.html)》、

《[算法学习笔记 - GitHub](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//github.com/nonstriater/Learn-Algorithms)》、

《[算法导论 中文版](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//github.com/mymmsc/books/blob/master/%25E7%25AE%2597%25E6%25B3%2595%25E5%25AF%25BC%25E8%25AE%25BA%25E4%25B8%25AD%25E6%2596%2587%25E7%2589%2588.pdf)》、

《[机器学习导论-上海交通大学 张志华](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.bilibili.com/video/av41541089%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D12355695230814427198)》、

《[机器学习算法基础](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.bilibili.com/video/av37947862%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D12355695230814427198)》、

《[机器学习（Machine Learning）- 吴恩达](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.bilibili.com/video/av9912938%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D12355695230814427198)》、

《[十大算法精讲](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//www.bilibili.com/video/av18109226%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D16252172619907580424)》、

《[MIT算法导论全套](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av8481187/)》

**最优化和运筹学：**

这些主题与应用数学中的传统话语没什么不同，因为它们在专业领域——理论计算机科学、控制理论或运筹学中最为相关和最广泛使用。实际上，每种机器学习算法旨在最小化受各种约束影响的某种估计误差，这就是优化问题。要学习的内容包括：优化的基础-如何制定问题、最大值、最小值、凸函数、全局解、线性规划、单纯形算法、整数规划、约束编程、背包问题等等。

资源：

《[运筹学-黄丽娟](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av39694189%3Ffrom%3Dsearch%26seid%3D18037088225780311856)》、

《[运筹学-江西财经大学](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.baidu.com/link%3Furl%3DMiG9oDEDaNkis0ANPhw5WEkOH4Wh4INrIxLvzMJUofvNRv8wT16D8JQ5tyvIqdHxvbbc_g96-wcLmYKbhr9tSK%26wd%3D%26eqid%3Ddeaa95e50002311a000000045d358794)》、

《[运筹学-陆军工程大学](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.icourse163.org/course/PAEU-1001694005)》、

《[西安交通大学 运筹学](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.bilibili.com/video/av21922685/)》、

《[Linear Programing简略版](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.math.ucla.edu/~tom/LP.pdf)》、

《[斯坦福大学-凸优化](https://link.zhihu.com/?target=http%3A//stanford.edu/~boyd/cvxbook/)》、

《[优化](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//www.ibm.com/developerworks/community/blogs/3302cc3b-074e-44da-90b1-5055f1dc0d9c/entry/%2522ht)-Khan Academy》

1. 微积分
2. 线性代数
3. 概率统计