

30天机器学习学习计划

Python复习 · 李宏毅机器学习理论 · 小土堆PyTorch · D2L核心章节 · 博客与项目实践

学习周期	30天，每天约5小时，总投入约150小时
核心目标	完成Python复习、李宏毅剩余5节、小土堆PyTorch，并精学D2L第2-7章
实践产出	4篇博客、多个章节Notebook、1个规范PyTorch训练项目、1个综合图像分类项目
执行原则	视频/PDF输入不超过一半时间；每天必须产生代码、图表、笔记或项目提交

计划总览

主线：尽早清零基础课程，随后通过代码、博客和综合项目固化能力。

阶段	天数	重点	阶段成果
Python工具复习	1-3	Python、NumPy、Pandas、Matplotlib	数据分析小项目
李宏毅理论	4-9	5节课、NumPy验证、知识图谱	博客1 + 理论代码
小土堆PyTorch	10-15	数据管线、模型、训练、验证、GPU	博客2 + 训练项目
D2L核心	16-28	第2-7章核心内容	章节Notebook + 博客3
综合交付	29-30	CNN项目、博客和复盘	作品集项目 + 博客4

每日5小时模板

课程/PDF输入	1.5-2.5小时：带问题观看或阅读，禁止长时间无笔记播放
代码实践	1.5-2.5小时：跟敲一次、闭卷重写一次、修改参数至少一次
复盘输出	0.5-1小时：3个知识点、1个疑问、实验图或博客素材

里程碑：第3天完成Python复习；第8天完成李宏毅课程；第15天独立完成PyTorch训练流程；第30天交付图像分类项目。

版本：2026年9月 · 蓝白执行版

第 01-02 天 | 每日执行清单

DAY 01	Python基础复习
时间分配	- 第1段 1小时30分：课程快速学习 - 第2段 1小时30分：基础练习 - 第3段 1小时30分：小项目实践 - 第4段 30分钟：复盘与整理
今日事务	- 课程：Python基础，已掌握内容可1.5倍速 - 练习：容器、函数、类、文件读写、异常处理 - 小项目：命令行成绩管理系统
执行要求	- 课程中已熟悉部分可加速，但练习不得跳过 - 核心代码至少脱离视频独立写一次 - 当天代码按主题分类并保留运行结果
目标	确认能独立编写带文件保存和异常处理的程序
产出/验收	成绩管理程序 + 薄弱点清单
复盘问题	- 今天哪些操作仍需查资料？ - 能否不用示例独立完成一次？

DAY 02	NumPy核心
时间分配	- 第1段 1小时30分：课程快速学习 - 第2段 1小时30分：基础练习 - 第3段 1小时30分：小项目实践 - 第4段 30分钟：复盘与整理
今日事务	- 课程：数组、索引、切片、reshape与dtype - 练习：广播、axis、矩阵乘法、向量化 - 实验：MSE与线性模型 $y = Xw + b$
执行要求	- 课程中已熟悉部分可加速，但练习不得跳过 - 核心代码至少脱离视频独立写一次 - 当天代码按主题分类并保留运行结果
目标	掌握机器学习代码中最常见的数组运算
产出/验收	NumPy练习Notebook + 梯度下降初版
复盘问题	- 今天哪些操作仍需查资料？ - 能否不用示例独立完成一次？

第 03-04 天 | 每日执行清单

DAY 03	Pandas与Matplotlib
时间分配	- 第1段 1小时30分：课程快速学习 - 第2段 1小时30分：基础练习 - 第3段 1小时30分：小项目实践 - 第4段 30分钟：复盘与整理
今日事务	- 课程：Pandas约55分钟、Matplotlib约27分钟 - 实践：CSV读取、缺失值、筛选、分组统计 - 绘图：折线图、柱状图、散点图
执行要求	- 课程中已熟悉部分可加速，但练习不得跳过 - 核心代码至少脱离视频独立写一次 - 当天代码按主题分类并保留运行结果
目标	完成一次从数据清洗到可视化的完整流程
产出/验收	数据分析小项目 + README
复盘问题	- 今天哪些操作仍需查资料？ - 能否不用示例独立完成一次？

DAY 04	李宏毅理论第1节
时间分配	- 第1段 2小时：理论课程与笔记 - 第2段 1小时30分：公式对应代码 - 第3段 1小时：实验与参数观察 - 第4段 30分钟：闭卷复述
今日事务	- 观看课程并整理问题、模型、损失、参数 - 使用NumPy复现课程中的关键计算 - 闭卷口述本节知识链路
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录，再集中查证
目标	理解模型如何从数据中学习
产出/验收	1页理论笔记 + 可运行代码
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理？ - 公式中的每个量如何映射到代码？

第 05-06 天 | 每日执行清单

DAY 05	李宏毅理论第2节
时间分配	- 第1段 2小时：理论课程与笔记 - 第2段 1小时30分：公式对应代码 - 第3段 1小时：实验与参数观察 - 第4段 30分钟：闭卷复述
今日事务	- 观看课程并标记公式的输入输出 - 实现或修改一个对应算法 - 记录3个概念和1个疑问
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录，再集中查证
目标	把公式与代码变量建立对应关系
产出/验收	实验代码 + 公式解释
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理？ - 公式中的每个量如何映射到代码？

DAY 06	李宏毅理论第3节
时间分配	- 第1段 2小时：理论课程与笔记 - 第2段 1小时30分：公式对应代码 - 第3段 1小时：实验与参数观察 - 第4段 30分钟：闭卷复述
今日事务	- 课程学习约2小时 - 完成对应损失函数或优化实验 - 复习前两节核心概念
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录，再集中查证
目标	理解训练、验证和泛化的联系
产出/验收	实验结果图 + 笔记
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理？ - 公式中的每个量如何映射到代码？

第 07-08 天 | 每日执行清单

DAY 07	李宏毅理论第4节
时间分配	- 第1段 2小时：理论课程与笔记 - 第2段 1小时30分：公式对应代码 - 第3段 1小时：实验与参数观察 - 第4段 30分钟：闭卷复述
今日事务	- 完成课程与代码实践 - 调整学习率或模型复杂度 - 分析训练曲线变化
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录，再集中查证
目标	能用实验解释欠拟合或过拟合
产出/验收	对照实验 + 周复盘
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理？ - 公式中的每个量如何映射到代码？

DAY 08	李宏毅理论第5节
时间分配	- 第1段 2小时：理论课程与笔记 - 第2段 1小时30分：公式对应代码 - 第3段 1小时：实验与参数观察 - 第4段 30分钟：闭卷复述
今日事务	- 完成最后一节课程 - 整理5节课的概念关系 - 完成一次闭卷自测
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录，再集中查证
目标	尽早完成全部基础理论课程
产出/验收	理论知识图谱 + 自测答案
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理？ - 公式中的每个量如何映射到代码？

第 09-10 天 | 每日执行清单

DAY 09	理论整合与博客1
时间分配	- 第1段 1小时: 查漏补缺 - 第2段 2小时: 完善代码与实验 - 第3段 1小时30分: 博客写作 - 第4段 30分钟: 验收与归档
今日事务	- 复查5节课中的不懂问题 - 完善NumPy算法实现 - 博客: 从线性回归到梯度下降
执行要求	- 每个公式都标清输入、输出和参数含义 - 至少用一个小数据例子验证结论 - 遇到疑问先记录, 再集中查证
目标	把分散理论组织成自己的解释
产出/验收	博客1 + 完整NumPy代码
复盘问题	- 能否用自己的话讲清核心原理? - 公式中的每个量如何映射到代码?

DAY 10	PyTorch数据管线
时间分配	- 第1段 2小时: PyTorch课程 - 第2段 2小时: 跟练与独立重写 - 第3段 30分钟: 参数实验 - 第4段 30分钟: 笔记与提交
今日事务	- 小土堆: P1-P8及Transforms入门 - 实践Dataset、DataLoader、TensorBoard - 比较batch_size和shuffle效果
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	理解单样本、批量加载与可视化
产出/验收	dataset_demo + TensorBoard日志
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

第 11-12 天 | 每日执行清单

DAY 11	Transforms与网络层
时间分配	- 第1段 2小时: PyTorch课程 - 第2段 2小时: 跟练与独立重写 - 第3段 30分钟: 参数实验 - 第4段 30分钟: 笔记与提交
今日事务	- 学习Transforms、torch.nn、卷积、池化、激活 - 逐层打印输入输出shape - 组合一个不训练的CNN
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	能追踪数据在网络中的形状变化
产出/验收	transforms_demo + model_layers.py
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

DAY 12	损失、优化与模型保存
时间分配	- 第1段 2小时: PyTorch课程 - 第2段 2小时: 跟练与独立重写 - 第3段 30分钟: 参数实验 - 第4段 30分钟: 笔记与提交
今日事务	- 学习Sequential、损失、反向传播、优化器 - 比较SGD与Adam - 练习state_dict保存与读取
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	理解训练步骤中每行代码的职责
产出/验收	CNN骨架 + 优化器对照实验
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

第 13-14 天 | 每日执行清单

DAY 13	完整训练与GPU
时间分配	- 第1段 2小时: PyTorch课程 - 第2段 2小时: 跟练与独立重写 - 第3段 30分钟: 参数实验 - 第4段 30分钟: 笔记与提交
今日事务	- 学习完整训练套路、GPU训练和验证 - 独立写epoch循环与验证准确率 - 统一使用device处理CPU/GPU
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	完成可运行、可验证、可保存的训练流程
产出/验收	train.py + evaluate.py + checkpoint
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

DAY 14	闭卷重构PyTorch项目
时间分配	- 第1段 2小时: PyTorch课程 - 第2段 2小时: 跟练与独立重写 - 第3段 30分钟: 参数实验 - 第4段 30分钟: 笔记与提交
今日事务	- 不看视频重写数据、模型、训练和验证 - 完善配置、日志与README - 排查遗漏后再核对课程源码
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	从“跟着写”转为“独立写”
产出/验收	结构化Fashion-MNIST/CIFAR-10项目
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

第 15-16 天 | 每日执行清单

DAY 15	博客2与PyTorch验收
时间分配	- 第1段 1小时: 查漏补缺 - 第2段 2小时: 完善代码与实验 - 第3段 1小时30分: 博客写作 - 第4段 30分钟: 验收与归档
今日事务	- 博客: 从Dataset到完整训练流程 - 整理代码截图和训练曲线 - 修复尚不能独立完成的步骤
执行要求	- 每个Tensor关键节点打印shape - 训练代码必须包含验证、保存与恢复 - 至少改变一个参数并比较结果
目标	能够解释并复现完整PyTorch工作流
产出/验收	博客2 + PyTorch阶段验收表
复盘问题	- 数据到损失的shape是否全部清楚? - 能否闭卷写出训练与验证循环?

DAY 16	D2L 2.1-2.2
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读数据操作与数据预处理 - 练习Tensor变形、索引、广播、拼接 - 完成CSV缺失值处理
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	将NumPy经验迁移到PyTorch Tensor
产出/验收	D2L章节Notebook
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 17-18 天 | 每日执行清单

DAY 17	D2L 2.3-2.4
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读线性代数与微积分 - 练习点积、矩阵乘法与范数 - 数值求导并绘制函数曲线
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	理解训练所需的数学工具及其用途
产出/验收	数学实验Notebook
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 18	D2L 2.5-2.7
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读自动微分、概率与查阅文档 - 练习requires_grad、backward和梯度分离 - 模拟常见概率分布
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	能够正确获取、清空和解释梯度
产出/验收	autograd练习 + 概率实验
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 19-20 天 | 每日执行清单

DAY 19	D2L线性回归
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读3.1-3.3 - 分别从零和用nn实现线性回归 - 比较参数与损失变化
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	理解数据、模型、损失、优化器的闭环
产出/验收	两个版本的线性回归
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 20	D2L Softmax回归
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读3.4-3.7 - 处理Fashion-MNIST - 从零与简洁实现Softmax分类
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	掌握多分类和交叉熵
产出/验收	Softmax双版本 + 准确率
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 21-22 天 | 每日执行清单

DAY 21	D2L MLP
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读4.1-4.3 - 从零和用nn实现MLP - 比较ReLU、Sigmoid、Tanh
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	理解隐藏层和非线性的必要性
产出/验收	MLP双版本 + 激活函数对比
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 22	过拟合与正则化
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读4.4-4.6 - 实验权重衰减和Dropout - 绘制训练集/验证集曲线
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	能够识别并缓解过拟合
产出/验收	正则化对照实验
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 23-24 天 | 每日执行清单

DAY 23	反向传播与博客3
时间分配	- 第1段 1小时: 查漏补缺 - 第2段 2小时: 完善代码与实验 - 第3段 1小时30分: 博客写作 - 第4段 30分钟: 验收与归档
今日事务	- 阅读4.7-4.9 - 复习初始化、计算图和分布偏移 - 博客: 过拟合、正则化与Dropout
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	用自己的语言解释训练稳定性
产出/验收	博客3 + 实验图表
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 24	层、块与参数管理
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读5.1-5.3 - 自定义网络块并遍历参数 - 尝试不同参数初始化
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	掌握模块化网络的组织方式
产出/验收	自定义Block + 参数报告
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 25-26 天 | 每日执行清单

DAY 25	自定义层、读写与GPU
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读5.4-5.6 - 自定义无参数层和带参数层 - 保存、恢复并迁移设备
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	具备基础模型工程能力
产出/验收	自定义层 + 模型恢复测试
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 26	卷积基础
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读6.1-6.3, 并看原Python课程DNN/CNN补充 - 手写二维互相关 - 实验卷积核、填充和步幅
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	理解卷积如何提取局部特征
产出/验收	卷积可视化Notebook
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 27-28 天 | 每日执行清单

DAY 27	通道、池化与LeNet
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 阅读6.4-6.6 - 训练LeNet并记录每层shape - 绘制loss和accuracy
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	完成第一个规范CNN实验
产出/验收	LeNet项目 + 训练曲线
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

DAY 28	现代CNN重点
时间分配	- 第1段 2小时: D2L PDF精读 - 第2段 2小时: 代码复现 - 第3段 30分钟: 对照实验 - 第4段 30分钟: 总结与自测
今日事务	- 选读AlexNet、VGG、NiN、GoogLeNet - 精读BatchNorm与ResNet - 实现残差块并验证shape
执行要求	- 先阅读概念, 再运行书中代码, 最后闭卷重写 - 记录实验条件, 确保结果可复现 - 本日Notebook保留结论与错误修复过程
目标	理解现代网络的关键设计思想
产出/验收	ResidualBlock + 月末查漏
复盘问题	- 本章解决了什么问题? - 实验结果是否支持今天的结论?

第 29-30 天 | 每日执行清单

DAY 29	综合图像分类项目
时间分配	- 第1段 30分钟：拆解当日目标 - 第2段 3小时：综合项目开发 - 第3段 1小时：评估与修复 - 第4段 30分钟：文档与复盘
今日事务	- 选择Fashion-MNIST或CIFAR-10 - 完成训练、验证、混淆矩阵和错误样本 - 支持模型保存与单图预测
执行要求	- 先完成最小可运行版本，再逐项增强 - 保留最佳模型、指标和失败实验 - README必须让他人能够复现项目
目标	形成可展示、可复现的完整项目
产出/验收	综合项目代码 + README + 图表
复盘问题	- 项目能否在新环境重新运行？ - 当前最值得继续改进的环节是什么？

DAY 30	博客4与月度复盘
时间分配	- 第1段 1小时：查漏补缺 - 第2段 2小时：完善代码与实验 - 第3段 1小时30分：博客写作 - 第4段 30分钟：验收与归档
今日事务	- 完善综合项目 - 博客：从零完成PyTorch图像分类 - 闭卷自测并制定下月计划
执行要求	- 先完成最小可运行版本，再逐项增强 - 保留最佳模型、指标和失败实验 - README必须让他人能够复现项目
目标	验证是否能独立完成端到端项目
产出/验收	博客4 + 月度复盘 + 下月计划
复盘问题	- 项目能否在新环境重新运行？ - 当前最值得继续改进的环节是什么？

月度验收与执行规则

每日完成标准

☐	完成当天课程或PDF阅读，并标记未懂问题
☐	不看答案重写核心代码，不把复制粘贴视为实践
☐	修改至少一个超参数或网络结构并记录结果
☐	写下3个知识点、1个疑问，保存训练曲线或输出截图
☐	整理当天代码目录，并进行一次Git提交或本地版本备份

四篇博客

第9天	从线性回归到梯度下降：机器学习模型如何学习
第15天	从Dataset到完整训练流程：小土堆PyTorch学习总结
第23天	过拟合、正则化与Dropout：训练准确率高为何还不够
第30天	从零完成一个PyTorch图像分类项目

落后时的取舍顺序

优先删减现代CNN中的非核心网络、博客排版美化、重复练习和复杂调参；不要删减NumPy、自动微分、训练循环、过拟合与评估、CNN基础和综合项目。

最终达标标准

能够不依赖教程，独立完成：数据读取 → 预处理 → 模型构建 → 损失计算 → 反向传播 → 参数更新 → 验证评估 → 可视化 → 模型保存与预测。

月度评分表

评估维度	达标标准	自评
课程完成	Python、李宏毅、小土堆与D2L核心内容按计划完成	/ 20
代码实践	可独立写出数据处理、训练、验证和保存流程	/ 30
输出表达	完成4篇博客，关键概念能够脱稿说明	/ 20
综合项目	项目可复现，包含指标、图表、预测和README	/ 30

下月衔接建议

根据本月评分选择一条主线：①项目薄弱则重构综合项目；②理论薄弱则复习优化与泛化；③工程薄弱则学习配置管理、实验追踪与部署。每周保留一次博客或项目复盘。