

全过程非标准化考核改革

校级优秀案例申报材料

课程名称及代码:	[52001CC0J7]Linux 高级运维与管理
所属学院/专业团队:	人工智能学院/网络工程专业团队
课程负责人:	王飞
主要参与教师:	孙清闻、苗强、王晓天、靳海轶
面向年级/专业:	2023 级/网络工程专业
课程学分/学时:	3 学分/48 学时

改革亮点 (推荐理由)	重构“过程 + 终结”双轮驱动考核体系，以真实行业场景为依托，构建“多元命题 + 量化量规 + AI 赋能”非标准化考核模式。形成性考核占比 40%，记忆类题目压减至 25%，高阶能力考查占比 75%，学生学习主动性与成果创新性显著提升，完全契合改革评价指标核心要求。		
课程自评 得分	100 分	院级评审 得分	97 分

日期: 2026 年 1 月 3 日

一、改革背景与问题导向

(一) 课程原有考核痛点

本课程是网络工程专业核心课，定位为培养具备 Linux 服务器集群搭建、运维及故障处理能力的应用型人才，需达成知识掌握、工程实践、职业素养三维核心目标。改革前考核存在如下问题：

- 1、考核内容高度标准化，忽视学生作答答案个性化与独特性，过程培养缺失致能力断层；
- 2、命题局限教材理论，记忆类题目占比高，缺乏真实行业场景，难考实际问题解决能力；
- 3、评价标准模糊，无明确分级指标，教师主观判定为主，评阅偏差明显；
- 4、未关注学习主动性，成果同质化严重，创新思维难激发，与行业高阶人才需求脱节。

(二) 改革目标

- 1、优化形成性考核构成，新增课外自主学习考核，强化过程反馈，构建“以考促学”良性循环；
- 2、革新终结性考核命题，降低记忆类题目占比，提升高阶能力考查题目，融入真实行业场景；
- 3、设计非命题式三级项目，建立量化透明评价量规，实现标准可视化、可操作，降低主观偏差；
- 4、融入 AI 技术与行业资源，提升学生过程参与率，推动成果个性化、实践化；
- 5、构建“考核-反馈-改进”闭环，促进教学与考核协同优化。

二、考核改革设计实施

(一) 考核体系重构，强化过程导向

相较于上轮考核体系，本轮教学尝试做如下改变：一是新增“拓展任务”形成性考核项，开设课外第二课堂学习环境，提升学生课外自主学习意愿与团队协作能力；二是重新设计非命题式三级项目，并将其加入终结性考核项中。课程整体实现“知识 + 能力”综合评测。每阶段考核结果实时公示，针对薄弱环节提供个性化指导，推动学生能力阶梯式提升。

(二) 命题设计创新，凸显真实高阶

多元主体协同命题：建立“校内教师 + AI 工具 + 行业专家”命题机制，邀请大连诺达网络技术有限公司企业运维专家参与试题设计，确保场景真实性；

真实场景嵌入：所有非标准化试题均源于电商、金融科技等真实行业案例，如数据库双主复制场景适配、高并发 Web 集群设计等；

高阶能力聚焦：试卷中简述、分析、设计类非标准化试题占 70 分以上，记忆类题目不足 30 分，题目具有探究性和开放性，如“LVS DR 与 NAT 模式数据转发路径对比”等，考查知识迁移与复杂问题解决能力。

(三) 评价标准量化，保障公平开放

制定分级评价量规（含课程及三级项目专用量规），明确知识、能力、素养各维度评分指标：如三级项目从 PPT 制作、视频演示、功能实现、创新点等维度设置 5 级评分标准，每个指标可观察、可验证；

考前公示评价标准与 AI 使用规则，明确 AI 可用于辅助排错、数据可视化，但禁止直接生成核心代码与方案，杜绝作弊。

（四）技术赋能支撑，优化教学实施

过程培养阶梯化：设计“基础任务 - 进阶任务 - 拓展任务”三级学习任务，如从基础集群搭建到 AI 辅助性能优化；

AI 深度融合：利用 AI 工具辅助命题、排错案例库构建，通过信息化平台跟踪学习过程，验证成果真实性；

多元评价融合：采用“教师评价 + 学生互评 + 行业专家点评”模式，互评中设置成果贡献度量化指标，避免“搭便车”现象。

三、考核改革成效亮点

（一）量化与质性成效

量化成效显著：形成性考核全程参与率从 60% 提升至 92%，学生满意度达 90%；期末考试记忆类题目占比 25%，高阶能力试题得分率从改革前的 58% 提升至 76%；三级项目创新点实现率达 85%，其中大创新点（如 Docker 容器部署、Prometheus+Grafana 监控）实现率 32%；学生成绩复查量为 0，评阅偏差率降至 3% 以内，完全达成改革目标。

质性成效突出：学生从“被动应试”转向“主动探究”，自主排错、跨域知识整合能力显著提升；课程成果具备明确实践价值，如部分学生设计的高可用集群方案被合作企业采纳作为实训案例；职业素养同步提升，90% 以上学生能规范撰写技术报告，契合运维工程师职业要求。

（二）改革前后对比

对比维度	改革前	改革后
考核结构	单终结性考核，重期末	多终结性考核，形成性考核新增“拓展任务”，终结性考核重塑“三级项目”，过程 + 终结双驱动
命题模式	记忆类题目 55% 左右，教材导向	记忆类题目 25%，真实行业场景导向，高阶题占 75%
评价标准	模糊主观，无明确量规	量化透明，分级量规，提前公示
学生参与度	缺少团队协作机会，部分同学全程无参与	过程互动参与率 92%
成果特征	同质化严重，无创新	85% 含个性化创新点，具备实践价值
评阅偏差率	15%	≤3%

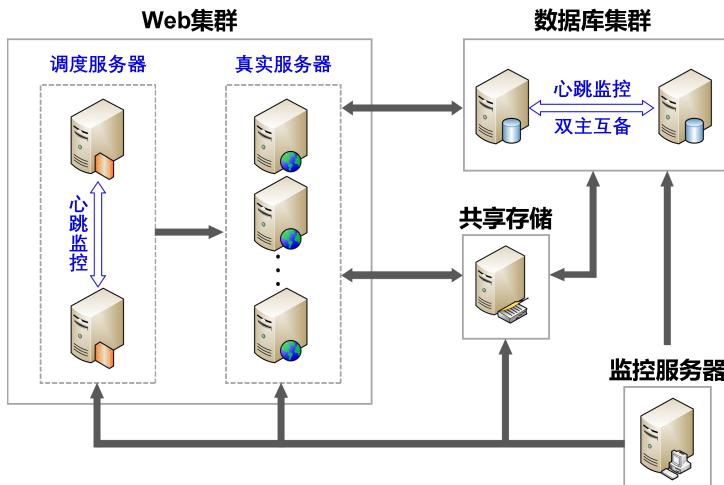
（三）学生优秀作答/成果

案例：期末考试设计题优秀作答

题目：为“启飞教育科技”设计高可用教育资源共享平台，需满足高并发、数据安全等核心需求。

作答成果：

服务器集群架构规划下图所示：



利用 Keepalived + LVS 搭建高可用负载均衡 Web 集群，集群中包含 5 个节点。其中，2 个节点为调度服务器，3 个节点为后端真实服务器（Nginx Web 服务器）。利用 MySQL 双主复制及 Keepalived 技术，实现数据库高可用。利用 NFS 提供 NAS 架构的集中存储，另外搭建一台 Zabbix 监控服务器。地址规划如下表所示。

角色	主机名	IP 地址	主要安装软件
Web 集群前端调度服务器	DS1	172.X.Y.5	keepalived、ipvsadm、zabbix-agent
	DS2	172.X.Y.7	
Web 集群后端真实服务器	Web1	172.X.Y.20	nfs-utils、nginx、php、php-mysqlnd、mysql、zabbix-agent
	Web2	172.X.Y.21	
	Web3	172.X.Y.22	
数据库服务器集群	DB1	172.X.Y.10	mysql-server、zabbix-agent
	DB2	172.X.Y.11	
存储服务器	Storage	172.X.Y.3	nfs-utils、zabbix-agent
监控服务器	Monitor	172.X.Y.15	zabbix-server 端需要的大量软件

详细设计如下描述：

得分

20

六、设计题：满分 20 分。

1. 数据库集群

① 需要 2 台服务器：DB1、DB2

IP 地址：DB1: 172.21.24.10

DB2: 172.21.24.11

虚拟 IP: 172.21.24.9

5

② 软件：mysql-server、keepalived、zabbix-agent

- ③ 编写 keepalived 配置文件, 生成虚拟IP, 定义服务器初始角色均为 BACKUP
④ 编写 数据库监控脚本, 判断数据库服务状态, 决定是否关闭 keepalived 和虚拟IP漂移, 实现高可用

2. Web 集群

- ① 需要 5台服务器: 2台 web 集群前端调度服务器 DS1、DS2
IP地址 3台 web 集群后端真实服务器 Web1、Web2、Web3
② 前端调度服务器: DS1: 172.21.24.5 DS2: 172.21.24.7 虚拟IP: 172.21.24.6
后端真实服务器: Web1: 172.21.24.20 Web2: 172.21.24.21 Web3: 172.21.24.22
③ 软件: 前端调度服务器: keepalived, ipvsadm, zabbix-agent
后端真实服务器: php, mysql, nginx, php-mysqlnd, nfs-utils, zabbix-agent
④ 编写 keepalived 配置文件, 生成虚拟IP, 定义服务器初始角色一个为 MASTER, 另一个为 BACKUP
⑤ 挂载存储服务器共享的网站资源目录, 编写 nginx 主配置文件定义站点根目录

3. 共享存储

- ① 需要 1台服务器
IP地址: Storage: 172.21.24.3
② 软件: nfs-utils, zabbix-agent
③ 编写 nfs 存储服务器的主配置文件, 定义存放网站资源的共享目录与可访问主机

4. 监控服务器

- ① 需要 1台服务器
IP地址: Monitor: 172.21.24.15
② 软件: 服务器安装 Zabbix Server 端必备的相关软件, 集群上的其他节点安装 Zabbix Agent 端必备的相关软件
③ 登录监控服务器的 Web 页面, 配置 自动发现 集群上的所有主机
④ 根据监控主机, 配置监控项和设置 邮件报警

优秀作答亮点：

基础能力：逻辑建构清晰，完整规划 Web 集群、数据库集群、共享存储、监控系统四大模块，IP 地址规划合理，配置步骤详实可落地；

高阶思维：创新性采用“Keepalived+LVS（DR 模式）”实现负载均衡，结合 MySQL 双主复制 + 定时备份保障数据安全，跨域整合网络、数据库、存储多领域知识；

实践创新：简化集群搭建流程，添加智能报警机制（邮件），突破常规方案；

价值延伸：方案兼顾成本与扩展性，可支持 10 万级并发访问，适配教育平台用户增长需求，具备直接落地应用潜力。

点评：该作答完全契合工程实际需求，既覆盖课程核心知识，又展现了复杂问题拆解、创新方案设计的高阶能力，充分体现非标准化考核的育人价值。

四、总结反思与持续改进

（一）反思与感悟

教师反思：非标准化考核的核心在于“以学生能力成长为中心”，真实场景与量化量规是关键支撑，AI 技术的融入有效提升了考核的精准度与效率，但需进一步优化 AI 使用边界的界定。

学生感悟：过程性考核让我们及时发现短板，真实场景试题让学习更有目标感，三级项目中不仅掌握了技术，更学会了工程化思维，这种考核方式真正提升了我们的实战能力。

（二）持续改进思路

后续将进一步完成如下优化：

- 1、提升形成性考核占比至 50%，增加行业真实项目实战考核环节；
- 2、扩充行业专家命题库，引入更多前沿技术场景；
- 3、优化 AI 命题与评阅工具，构建智能化考核平台；
- 4、深化“考核 - 教学”闭环，基于考核结果动态调整教学内容，持续提升育人质量。

【说明】因申报书字数限制，相关支撑材料详见附件 2-4（对应 3 个一级指标详细说明）：

附件 1：《Linux 高级运维与管理》全过程非标准化考核改革的评分表（院级评审）

附件 2：《Linux 高级运维与管理》考核设计说明

附件 3：《Linux 高级运维与管理》评价实施说明

附件 4：《Linux 高级运维与管理》改革成效说明

附件 1：《Linux 高级运维与管理》全过程非标准化考核改革的评分表（院级评审）

一级指标	二级指标	三级指标	指标解读	院评得分	申报材料是否佐证
考核设计 (30分)	1.1 目标适配性(10分)	1.1.1 培养目标对齐度	考核任务与课程目标高度一致，覆盖知识、能力、素养三个维度，无单一维度偏废。		
	1.2 场景任务设计真实性 (10分)	1.2.1 场景真实性	跳出传统经验命题局限，至少1个任务的背景、数据、问题源于真实行业、社会或前沿案例，贴近实践。		
		1.2.2 命题多元性	建立校内教师+AI+行业专家（至少1名）等多元主体协同命题机制。		
	1.3 命题高阶性(10分)	1.3.1 任务高阶能力导向	记忆类题目≤30%（根据课程目标调整），提升考查学生批判性思维、知识迁移与应用、创新实践、问题解决等高阶能力考查题目占比，问题具有灵活性、探究性和开放性。		
		1.3.2 任务综合性与挑战度	题目具有整合性，难易梯度清晰，能有效区分不同能力水平学生；无超纲或无意义难题，挑战度贴合学生认知水平与课程要求。		
评价实施 (40分)	2.1 评价标准开放性 (15分)	2.1.1 指标明确性与可视度	无“千人一面”的标准化要求，建立分级评价量表，每个维度的指标可观察、可考量、可评价、可验证，有效降低评阅人主观偏差，避免主观臆断。		
		2.1.2 开放性与限制性	高阶试题答案具有开放性（无现成答案可找），尊重学生思维和方法差异性，允许选择不同技术路径、研究方法或成果形式，预留创新空间；需在评价标准中明确AI工具的使用场景、使用边界及违规判定标准，避免AI抄袭。		
		2.1.3 标准公示及时性	评价标准（含评价维度、分级指标、评分权重等）在考核任务启动前向学生完整公示，明确告知“如何评、评什么”，避免学生学习方法偏差以及成果偏离要求，助力实现“评价即学习”。		
	2.2 过程培养有效性 (15分)	2.2.1 教学过程互动性与引导性	教学方法善于融入互动、引导探究、组织讨论，调动学生积极性，激发潜能；学习任务具有阶梯式，引导学生能力逐级提升，杜绝“教学空转、期末叠加难度”断层现象。		
		2.2.2 过程支持与技术赋能	依托信息化平台、AI等工具，赋能学生自学自评与能力提升，通过过程跟踪、成果答辩核验等方式验证成果真实性，避免成果代做。		
		2.2.3 及时个性化反馈	在学习任务关键节点嵌入精准反馈与及时指导，而非仅给出分数或笼统评语，提供学生个体的具体改进建议和学习支持，解决学生能力短板。		

一级指标	二级指标	三级指标	指标解读	院评得分	申报材料是否佐证
	2.3 评分公平性(10分)	2.3.1 评分客观公信度	试批试评校准评分尺度；运用 AI 等技术工具赋能评阅，提升效率与精准度；建立健全多层级评分复核机制，学生成绩复查量低且复查结果零差错。		
		2.3.2 多元评价融合	融合教师评价、学生互评、行业专家点评等多元主体；互评通过制定成果贡献度量化评分项、评价主体回避、异常值筛查等机制规则，避免“搭便车”、印象打分、成果归属或责任划分不清等现象。		
改革成效 (30分)	3.1 学生能力提升(15分)	3.1.1 学习主动性激发	学生参与过程性互动研讨、主动优化成果的比例显著提升，形成以考促学、以学促能的良性循环。		
	3.1.2 高阶能力达成		以学生作答及成果为核心证据，有效印证学生在理论联系实际的实践应用、跨域知识整合、复杂问题拆解、创新方案设计与实践落地等方面成效，无死记硬背、抄袭拼凑现象及 AI 作弊行为。		
	3.2 成果价值(10分)	3.2.1 实践应用价值	学生成果具备明确的问题解决逻辑与实践价值，或具备落地潜力，而非单纯的任务作业。		
	3.2.2 创新性与个性化		成果体现学生独特思考或个性化表达，具有原创突破，无同质化现象。		
	3.3 持续改进(5分)	3.3.1 教与学优化联动	学生满意度不低于 80%，学生自我评估良好；改革有效解决原有考核问题，并基于考核结果调整课程教学策略，实现以考促教的闭环。		
合计得分：				-	

说明：1. 总分采用 100 分制，按二级指标细化评分，求和计算最终得分。

2. 自评与评审给分：二级指标按三档评分——“达标”（满分）：完全符合指标要求，核心量化指标达标，无任何偏差、“基本达标”（满分的 60%—80%）：符合指标核心要求，次要量化指标存在轻微偏差（不超过 10%），无实质性影响；“不达标”（0—59%）：未满足指标核心要求，或触发相关否决项关联条件。

3. 核心否决项：若存在以下情形之一，直接判定为“不达标”（分数不高于 59 分）：

- ①命题开放性不足（如记忆类题目占比超过 30%且未设置开放性或高阶考查题目）；
- ②评价标准缺失，或标准表述模糊、无明确评判依据、无高阶能力评价、不可操作；
- ③过程评价缺乏有效支撑材料证明过程性培养学生能力发展；
- ④学生成果存在抄袭、拼凑行为，或经核查确认存在 AI 作弊情况。

目 录

1.1 目标适配性	错误！未定义书签。
1.1.1 培养目标对齐度	错误！未定义书签。
1.2 场景任务设计真实性	错误！未定义书签。
1.2.1 场景真实性	错误！未定义书签。
1.2.2 命题多元性	错误！未定义书签。
1.3 命题高阶性	错误！未定义书签。
1.3.1 任务高阶能力导向	错误！未定义书签。
1.3.2 任务综合性与挑战度	错误！未定义书签。

1.1 目标适配性

1.1.1 培养目标对齐度

2023 级网络工程专业《Linux 高级运维与管理》课程的教学目标如下所示：

目标分类	教学目标（预期学习效果）	支撑的 TOPCARES 3 级指标点
知识目标	【目标 1】学会使用 Linux 系统搭建数据库服务器、Web 服务器集群、网络存储服务器以及监控平台的相关方法、知识与技能，并熟知 Linux 运维工程师的职业道德规范。	1.3.1 专业核心知识、方法和工具
能力目标	【目标 2】团队协作共同完成课外知识扩展任务，学生将掌握持续学习新技术的方法，培养对 Linux 技术的自主与协作学习能力，合力探索学习课外新知识丰富服务器集群搭建的新技能需求。	3.2.3 实验性的探索
	【目标 4】能够依据具体业务需求有效设计并实施符合工程需求的服务器集群规划与部署方案。通过撰写规范的技术报告，学生将综合运用所学知识，解决实际运维问题，培养其系统性思维与工程实践能力。	8.5.7 实施过程的管理
素质目标	【目标 5】基于高性能 Linux 服务器集群运行状态需求，选择并应用合适的监控工具对服务器节点进行性能监控，发现服务器故障可以及时发送报警信息，实施系统化的服务器运维方案。过程中学生将综合运用系统性思维，形成对服务器运维全流程的深入理解，并具备独立处理复杂技术问题的能力。	8.6.6 运行管理
素质目标	【目标 3】针对操作过程中遇到的问题自主排错、主动学习解决方案，以此提升未来工作能力与职业责任感。形成自主学习与终身学习的意识，具备积极进取、严谨认真的学习态度，树立正确价值观与辩证思维习惯。	3.4.1 终身学习的态度（求知欲、主动性...）

基于上述课程教学目标，本轮教学考核方式设置如下：

1、课程总成绩构成

课程总成绩（100 分）=形成性考核成绩（40 分×100%）+终结性考核成绩（100 分×60%）

2、形成性考核与评价

考核项目	满分	促进教学目标	评价标准	备注
考勤	0	无	迟到一次扣 1 分，旷课 1 学时扣 2 分，使用考勤系统	扣分制，扣分上限不超过 20 分
课堂表现	0	课程目标 3	积极学习的同学、协助教师完成教学工作的同学由授课教师自行酌情加分	加分制，需保证形成性考核总成绩不超过 40 分
随堂测试	4	课程目标 1	标准答案	东软智慧教育平台共 6 次测试，最后按比例转换为 4 分满分进行计算成绩
拓展任务	4	课程目标 2	非标准化参考答案与评分细则表	小组合作选题进行学习主题汇报
四级项目	12	课程目标 5	非标准化参考答案与评分细则表	共 2 个项目，每个项目满分 6 分
五级项目	20	课程目标 4	非标准化参考答案与评分细则表	共 5 个项目，每个项目满分 4 分

3、终结考核与评价

(1) 终结性考核方式 1：闭卷笔试 考核时长：120 分钟 分数：100 分×70%

试卷计划共包含单选、判断、多选、简述、分析、设计六道大题

①客观题（单选、判断、多选），共计 30 分

单选题（每题 1 分，共 10 题）、判断题（每题 0.5 分，共 10 题）、多选题（每题 1.5 分，共 10 题）

该部分主要通过课堂理论讲解 Linux 服务器运维相关知识，通过将思政元素融入专业学习中，培养学生严谨辩证的思维习惯和正确的社会主义核心价值观，树立 Linux 运维工程师正确的职业道德观以完成培养过程。最终通过终结性考核项期末考试的客观题（单选题、判断题、多选题）考查学生的达成情况。

期末考试客观题全部为标准答案考核项，考核内容涵盖课程的全部知识点，主要完成对教学目标 1 的达成情况进行考核。能有效考核出学生对本课程的知识与技能的掌握情况，进而反馈出学生对于 Linux 运维工程师职业道德规范的了解情况，可以有效评价教学目标的达成。

②简述题，共计 32 分（每题 4 分，共 8 题）

该部分主要通过课后布置任务要求学生自学每一章内容的高阶部分，课外时间小组协作完成自选主题的学习与研究。最终通过终结性考核项期末考试的简述题考查学生的达成情况。

期末考试简述题全部为非标准化答案考核项，答案仅供参考，但涵盖基本采分点。考核内容涵盖课程的高阶知识点，且基于企业真实具体业务需求出题考核，主要完成对教学目标 2 的达成情况进行考核。据多数老师反馈，许多课程的课外自主学习或小组汇报作业的学习成果落地实现效果并不佳，很少实现全班学生的共同参与性。本课程尝试将这类小组课外拓展任务的汇报内容在期末考试中进行出题考查，以期实现学生平时上课积极聆听其他同学汇报。

试题样例如下：

数据库主从复制和双主复制分别适用于哪些企业场景，请从具体的企业业务需求分析？

在企业的真实应用中，开源软件 Nginx 主要都有哪些功能？

简述 Keepalived 是如何实现服务器集群的高可用性能的？

Prometheus 具有对监控数据进行分析与报警功能，为什么企业中还要将其与 Grafana 结合使用？

③分析题，共计 18 分（每题 3 分，共 6 题）

该部分主要通过号召学生使用 AI 工具自行解决难题，组织全体学生协力撰写排错案例文档，并尝试“举一反三”。最终通过终结性考核项期末考试的分析题考查学生的达成情况。

期末考试分析题命题基于学生整门课程遇到的所有操作问题进行融合设计，具有一定的高阶性，主要完成对教学目标 3 的达成情况进行考核。试题给出错误案例，命题要求学生分析错误原因并提出多元化的可行性解决方案。能够较好地考核学生积极进取、严谨认真的学习态度以及认真思考的高阶思维能力，间接性可以模拟考查学生未来的职业道德规范，可以有效评价教学目标的达成。

④设计题，共计 20 分

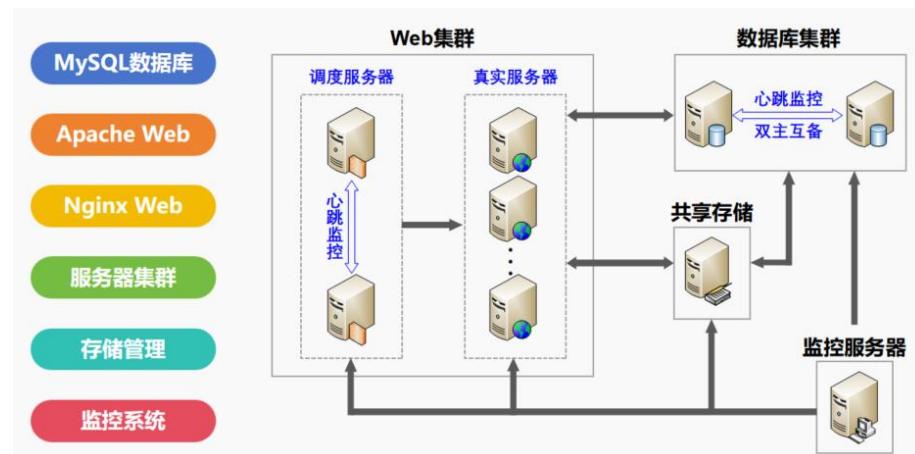
该部分主要通过学生随堂跟随教师实践操作，课后积极实操练习。最终通过终结性考核项期末考试的设计题考查学生的达成情况。

期末考试设计题命题全部基于工程背景，具有一定的综合性，试题给出具体问题背景并进行需求分析描述，考核内容要求学生具有问题分析能力，根据题干给出的企业具体业务需求给出具体可行的 Linux 服务器集群解决方案，包含规划设计、配置实现、功能测试，主要完成对教学目标 4 的达成情况进行考核。能够较好地考核学生工程问题分析与解决能力，可以有效评价教学目标的达成。

(1) 终结性考核方式 2：项目成果物 分数：30 分

学生提交成果物包含三级项目汇报 PPT、自述视频、成果物视频演示、项目论文四部分，主要完成对教学目标 5 的达成情况进行考核。

在《Linux 高级运维与管理》课程教学中，为适应时代发展需求，积极探索将 AI 技术融入课程考核评价体系，旨在更全面、科学地衡量学生的学习成果，激发学生的学习潜能与创新意识，培养具备高阶能力的网络工程专业 Linux 运维人才。“高性能 Linux 服务器集群运维”是本课程的三级项目，于 2025-2026-1 学期调整至终结性考核内容中，考核方式由原始的提交项目报告更改为项目验收与项目报告以及成果物演示视频，并要求学生自制 PPT 录制视频完成自述说明。



要求学生完成上图所示服务器集群搭建及运维工作，具体工作量要求如下：

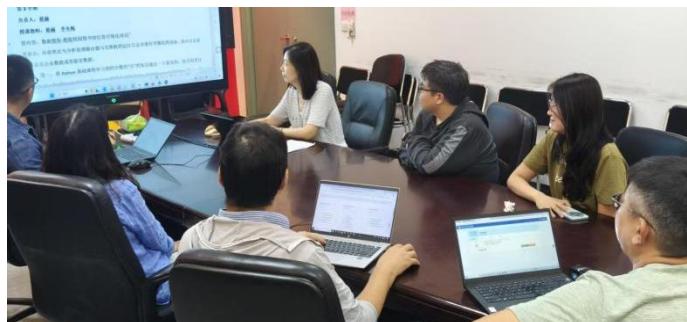
- 利用 Keepalived+LVS 搭建高可用负载均衡 Web 集群，实现高并发访问支持与服务容错（可结合 AI 算法实现动态负载预测，自动调整后端服务器权重，优化高并发场景下的请求分发效率）
- 配置 MySQL 双主复制集群，结合 Keepalived 实现数据库高可用，确保数据实时同步与故障切换（可引入 AI 驱动的故障预测模型，通过历史数据学习数据库性能趋势，提前预警潜在故障风险。）
- 通过 NFS 提供 NAS 架构的集中存储（可利用 AI 辅助的 RAID5 磁盘阵列管理实现数据保护，结合 LVM 实现智能存储扩容，根据资源使用模式自动触发扩容策略）
- 搭建 Zabbix 监控系统，实时监控服务器资源使用情况、服务状态及性能指标，设置阈值触发预警（可升级监控系统，集成 AI 异常检测模块，通过机器学习识别服务器指标的异常模式，替代传统阈值告警，减少误报率）

不同层次的实验任务完成要求如下：

- 基础任务：完成集群的搭建与配置，保证基本功能的实现
- 进阶任务：借助 AI 技术优化集群性能，提高系统的稳定性和可靠性
- 拓展任务：学习使用新技术实现集群的自动化部署与管理，以及与其他系统的集成

三级项目需要学生完全按照毕业论文的架构与标准撰写论文，涵盖需求分析、系统设计、系统实现、系统测试以及结论等章节，让学生提前体会毕业论文的撰写原则与过程。

课程组以及网络工程专业全体教师都参与了本次课程的改革讨论过程。



因课程考核方式相较于上轮教学做出较大改变，特向教务部提交 OA 申请，相关领导均已审批通过。

大连东软信息学院

课程考核改革申请单



课程考核改革申请单

注：教学单位请选择到团队（专业）

课程负责人	王飞			教学单位	人工智能学院-网络与物联网工程系
课程名称	Linux高级运维与管理			提交时间	2025-09-30
课程类别	必修课 ----- 限选课 ----- 任选课				
组织单位	学校组织 ----- 学院组织 ----- 教师随堂				
开设专业层次	2023级 网络工程专业				
开始学年学期	2025-2025-1学期				
改革前考核评价方式	单终结性考核（期末考试）		改革后考核评价方式	多元化终结性考核（期末考试+三级项目）	
改革目的及总体说明	因2023届网络工程专业培养方案调整，映射至本课程的TC指标与2022届相比有所改变。本课程的教学目标也由上一轮教学的2个目标修订新增至5个，更加关注学生的实践技能、创新思维以及工程问题的解决能力。故本轮教学计划将三级项目新增至终结性考核项，此外本课程今年也被选定为“非标准答案考核评价改革试点课程”，特申请更改课程考核方式。				
实施方案与问题预案	课程考核改革申请.pdf				
系部审核意见	同意 人工智能学院-网络与物联网工程系/王红 2025-09-30 10:55:19				
教务部审批意见	同意。 建议课程教学过程中坚持改革目标，注意评价标准的升级更新，积累典型试题和学生优秀作答，做经验总结和分享。 教务部/李薇 2025-09-30 11:15:07 同意。 教务部/熊耀华 2025-09-30 13:58:52				
签字意见					

1.2 场景任务设计真实性

1.2.1 场景真实性

期末考试简述题的命题均跳出传统经验命题局限，所有题目均被赋予具有一定产业约束条件的任务背景，问题源于真实行业、社会或前沿案例，贴近实践。下面为今年期末考试的部分简述题真题：

例题 1：某金融科技公司核心交易系统需处理大量用户充值、转账、查询等业务，其中查询类操作占比达 80%，且要求交易数据实时同步、故障时数据不丢失。技术团队在设计数据库架构时，需在主从复制和双主复制两种方案中选择适配场景。请分别说明数据库的主从复制和双主复制分别适用于哪些企业业务场景？

例题 2：某新能源企业采用 Prometheus 监控旗下数百座光伏电站的设备运行数据（如发电量、组件温度等），并基于 PromQL 实现了基础的报警功能。但运维人员反馈，监控数据仅能通过命令行查看，无法直观展示电站整体运行态势，故障排查时也难以快速定位问题根源。因此企业决定将 Prometheus 与 Grafana 结合使用。请分析：Prometheus 已具备数据采集、分析与报警功能，为什么企业还需将其与 Grafana 结合？

例题 3：某在线票务平台计划搭建 LVS 负载均衡集群，支撑节假日热门演唱会、体育赛事门票开售期间的高并发订单请求。该平台在热门场次开票瞬间，用户访问量会骤增，订单提交、支付确认等请求的峰值 TPS 超 10 万，技术团队在方案选型时，需在 DR 模式与 NAT 模式间做决策。请结合两种模式的数据包转发机制，思考二者在数据转发路径上有何区别？

1.2.2 命题多元性

课程建立“校内教师+AI+行业专家”多元主体协同命题机制，试题命题来源于大连东软信息学院网络工程团队校企合作单位“大连诺达网络技术有限公司”的企业运维专家，校企合作举办第十三届“诺达杯”网络技术大赛。期末考试部分试题取自本次比赛试题，并经过豆包等 AI 工具加以完善修改。



下面为本轮教学四级项目与五级项目需求描述：

例题 4：“存信”公司是一个专注于在线文档协作与企业数据管理平台。当前存在三重业务痛点：平台服务 10 万 +

企业用户，Web 集群多节点存储的文档模板、LOGO 等资源常出现版本不一致，导致用户体验混乱；数据库集群的备份文件分散存储，故障恢复时需逐个节点调取，效率低下；单块硬盘存储曾因硬件损坏丢失 3%的历史文档，造成企业客户投诉。为此需搭建“RAID5+LVM+NFS”共享存储架构：RAID5 通过多块硬盘组建冗余阵列，允许单盘故障而数据不丢失，保障文档与备份数据的可靠性，同时兼顾存储效率；LVM 可动态调整逻辑卷大小，应对企业文档数据（月增长 15%）的扩容需求，避免传统分区扩容的停机风险；NFS 提供标准化共享访问接口，让 Web 集群各节点实时读取统一资源（确保模板一致性），数据库集群可集中存储备份文件（简化恢复流程）。

例题 5：“智媒”公司聚焦企业数字化内容服务，核心业务涵盖品牌动态发布、行业资讯分享及用户评论互动。当前公司面临双重痛点：一是内容传播分散（社交媒体碎片化推送、邮件营销打开率低），导致品牌信息难集中沉淀；二是现有 HTTP 协议传输存在用户数据（如评论留言、账号信息）泄露风险，用户因安全顾虑互动意愿低，且浏览器对 HTTP 网站标注“不安全”，影响品牌公信力。为此，需搭建含 SSL 加密的 LNMP 平台（Linux+Nginx+MySQL+PHP）部署 WordPress 博客系统：技术层面，Linux 提供稳定安全的操作系统底座；Nginx 不仅擅长高并发静态资源处理以提升页面加载速度，还可配置 SSL 证书（如 Let'sEncrypt 免费证书）实现 HTTPS 加密传输，同时通过禁用弱 SSL 协议、开启防 XSS/CSRF 攻击、设置访问控制规则加固网站安全；MySQL 加密存储用户数据与博客内容，PHP 保障 WordPress 动态功能稳定运行，且 LNMP 开源架构降低成本、便于后期维护。业务层面，WordPress 的可视化编辑、SEO 优化功能满足内容高效输出需求，而 SSL 加密与 Nginx 安全配置能消除用户数据安全顾虑，提升互动意愿，HTTPS 标识还可增强浏览器信任度与品牌专业形象。项目目标为搭建“内容 + 安全”双核心的博客系统，实现品牌内容集中发布、用户数据加密传输、网站可信访问，助力公司沉淀内容资产、提升用户留存率，符合企业合规要求与长期发展需求。

1.3 命题高阶性

1.3.1 任务高阶能力导向

期末考试中记忆类题目均设置在客观题（单选、判断、多选）合计 30 分，但部分试题仅属于标准化答案试题，而非记忆类试题，尤其是多选题还是会角度考查学生的思维能力，例如：

例题 6：在 Apache Web 服务器上虚拟主机的配置文件如下图所示，假设 httpd 服务运行正常，客户端浏览器的地址栏输入什么内容可以访问该网站？（忽略域名解析存在问题的情况） ()

```
<VirtualHost 172.20.0.14:80>
    ServerAdmin webmaster@dummy-host.example.com
    DocumentRoot "/var/bbs000"
    DirectoryIndex index.php
    <Directory "/var/bbs000">
        Options Indexes FollowSymLinks
        AllowOverride None
        Require all granted
    </Directory>
    ServerName bbs.wangfei.com
    ErrorLog "/var/log/httpd/bbs_error_log"
    CustomLog "/var/log/httpd/bbs_access_log" common
</VirtualHost>
```

- A. 172.20.0.14 B. 172.20.0.14:80 C. bbs.wangfei.com D. bbs.wangfei.com:80

例题 7：若要创建数据库用户 user 允许其在客户机（IP：172.20.0.10）登录数据库服务器（IP：172.20.0.11），在

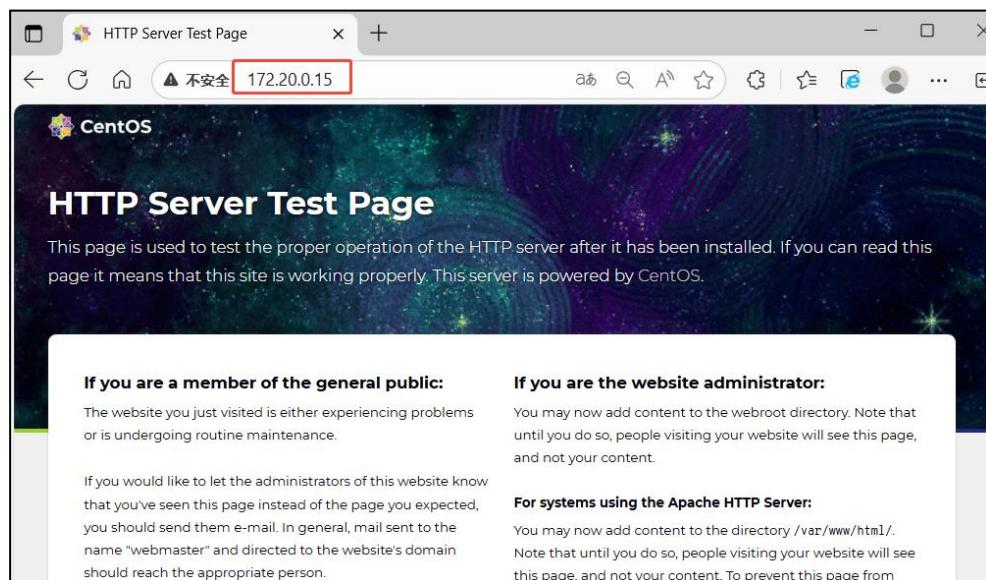
不考虑安全性的前提下，服务器端输入以下哪些 SQL 命令能实现上述功能

()

- A. create user 'user'@'172.20.0.10' identified by '123';
- B. create user 'user'@'172.20.0.11' identified by '123';
- C. create user 'user'@'172.20.0.%' identified by '123';
- D. create user 'user'@'%' identified by '123';

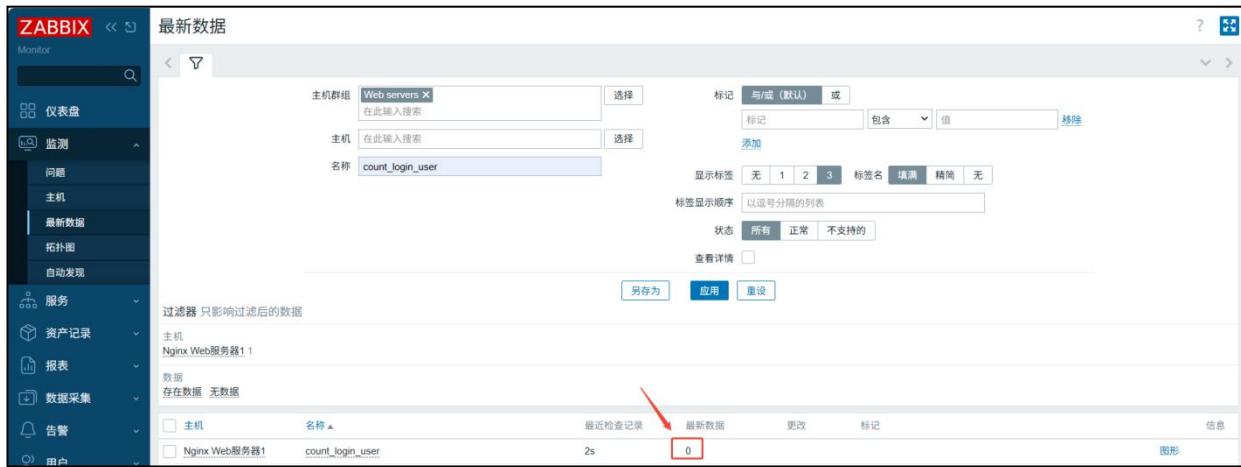
此外，期末考试的分析题均源于学生日常遇到的实践操作错误问题，学生日常解决方法大多选择 AI 辅助，期末考试考查此类题意在考查学生是否真正掌握 AI 解决问题的根源，此类问题的答案不唯一，进而提升考查学生批判性思维、知识迁移与应用、创新实践、问题解决等高阶能力，问题具有灵活性、探究性和开放性，例如：

例题 8：世伟同学学习 Apache Web 服务器虚拟主机功能后，尝试创建基于 IP 的虚拟主机（IP 地址为：172.20.0.15），站点根目录的文件内容为“test”，已知 Apache 服务器虚拟主机配置文件无语法错误，且服务已经正常启动，网络也并无问题，但浏览器访问网站却始终进入 Apache 服务的默认测试页面，结果如下图所示，请分析可能是什么原因导致的错误产生？



例题 9：怡宁同学在 Zabbix 监控服务器上通过自动发现规则，顺利监控到 3 台 Nginx Web 服务器并采集到最新监控数据，如下图所示。

由于 Zabbix 自带的内嵌监控模版监控项有限，她创建了一个自定义监控项，用于获取访问服务器的用户数目，但却无法获取到该监控项的最新数据，如下图所示，请分析可能是什么原因导致的错误产生？



1.3.2 任务综合性与挑战度

期末考试设计题具有整合性，考核内容涵盖课程所有章节。要求学生依据所学知识设计集群架构，无标准答案，学生只要作答内容全面，符合企业真实业务需求，有理有据就算正确。题目设计难易梯度清晰，能有效区分不同能力水平学生，学习能力强的学生可以引入新技术完善集群搭建，无超纲或无意义难题，挑战度贴合学生认知水平与课程要求。例如：

例题 10：“启飞教育科技”是一家专注于教育领域的创新型科技公司，致力于通过先进的信息技术提升教育质量和效率。公司的目标是通过构建一个全面、互动、高效的在线教育平台，促进教育资源的均衡分配，提高教育的可达性和个性化水平。为满足不同地区、不同背景学生的学习需求，需要一个稳定、可靠且易于扩展的教育资源共享平台。具体要求如下：

- **高并发访问支持：** 平台能处理大量学生同时在线学习，确保学习资源快速加载和流畅交互。
- **易于扩展与维护：** 随着用户数量的增长和资源的增加，平台需要灵活扩展，便于维护升级。
- **数据实时更新与备份：** 学习资源和数据需要实时更新，并且有可靠备份机制，防止数据丢失。
- **系统高可靠性与容错性：** 即使在部分服务器的情况下，平台也需要保证服务的持续可用。
- **教育资源一致性：** 无论学生身在何处，都需要确保他们能够访问到最新一致的学习资源。
- **数据安全与冗余：** 保障数据的安全性和冗余性，在兼顾成本的同时确保在硬件故障时数据的完整性和可用性。
- **监控与预警系统：** 平台需要集成监控系统，实时监控服务状态和性能指标，确保在问题发生前能够预警，并在问题发生时快速响应。

通过深入分析项目需求，考虑使用以下技术来构建智慧教育科技的教育资源共享平台。

■ **Web 高可用负载均衡技术：** 为应对高并发访问，采用 LVS (DR 模式) 负载均衡技术来分散用户请求到多个服务器，提高系统的处理能力和可用性，必要时可随时扩展节点，提供可扩展性。并采用 Keepalived 高可用技术增加一台备份调度服务器与原始主调度服务器之间互相进行心跳监控，以备发生调度服务器单点故障时，可以随时进行业务切换，防止服务器集群瘫痪。

■ **数据库高可用技术：** 为实现数据的实时更新和热备份，采用数据库的双主复制技术结合 Keepalived 双机热备，确保数据在多个节点间的一致性和实时同步，防止数据丢失，且当工作节点出现故障时，可切自动换至另一节点提供

服务。

- **文件共享和存储技术：**为保证教育资源的一致性和可访问性，采用 NAS 架构的文件共享技术，实现数据的集中管理和快速分发。
- **监控系统：**部署 Zabbix 服务器，用于监控整个教育平台的健康状况。通过 Zabbix 代理部署在各个服务器上，收集性能数据和日志信息，实时监控服务器负载、响应时间、服务可用性等关键指标。利用 Zabbix 的图形和报表功能，为运维团队提供直观的性能趋势和历史数据，便于分析和报告。

请根据上述业务需求相关描述、服务器集群架构规划图以及服务器集群地址规划表，完成如下四部分的设计描述：

- (1) 数据库集群； (2) Web 集群； (3) 共享存储； (4) 监控服务器

目 录

2.1 评价标准开放性	错误！未定义书签。
2.1.1 指标明确性与可视度	错误！未定义书签。
2.1.2 开放性与限制性	错误！未定义书签。
2.1.3 标准公示及时性	错误！未定义书签。
2.2 过程培养有效性	错误！未定义书签。
2.2.1 教学过程互动性与引导性	错误！未定义书签。
2.2.2 过程支持与技术赋能	错误！未定义书签。
2.2.3 及时个性化反馈	错误！未定义书签。
2.3 评分公平性	错误！未定义书签。
2.3.1 评分客观公信度	错误！未定义书签。
2.3.2 多元评价融合	错误！未定义书签。

2.1 评价标准开放性

2.1.1 指标明确性与可视度

三级项目今年重新改革设计，不再出现上轮教学的标准化要求，会多方面多角度考察学生的完成情况，建立分级评价量表，每个维度的指标可观察、可考量、可评价、可验证，有效降低评阅人主观偏差，避免主观臆断。三级项目评分量规如下所示：

《Linux 高级运维与管理》三级项目评分量规

本次项目满分 30 分，直接计入终结性考核成绩，主要考核项包含：1、汇报 PPT；2、自述视频；3、成果物演示视频；4、报告（论文）

一、汇报 PPT（满分 2 分）

基本要求：PPT 应包含项目介绍、需求分析、系统设计、实现与测试等环节

等级	得分	要求
一等	2	制作精良美观，页面设计色彩清晰美观，图文并茂，能充分表达内涵，每页内容量适中，布局合理，重点突出
二等	1.5	排版风格统一，每页内容量适中，有较恰当的图片展示，能表达文字量较多，观赏性尚可，逻辑清晰
三等	1	排版风格较统一，有一定逻辑性，内容不够全面，让观赏者不便理解
四等	0.5	与项目要求内容相关，排版不统一，内容凌乱或不全面，前后不一致，可观赏性差
五等	0	与项目要求内容无关或严重不可看

二、自述视频（满分 3 分）

基本要求：录制自己讲解 PPT 的视频，要求视频清晰，格式为 MP4，视频时长不超过 8 分钟

等级	得分	要求
一等	3	在规定时间内，清晰表述完整的项目设计及问题解决方案，服务器集群设计合理，架构图清晰明了，IP 地址规划合理，展示出了项目实施成果，且成果可表现出充分解决了项目背景中描述的问题，自述逻辑性强，声音清晰
二等	2	清晰表述项目设计及问题解决方案，展示出了项目实施成果，但从过程看，设计/实现/测试部分内容缺失或不一致，自述逻辑性一般，声音模糊
三等	1	展示出项目运行成果，且成果可表现出解决了项目背景中描述的核心问题，但未对项目设计及问题解决方案做任何表述，或表述的内容与项目不符、不注重逻辑关系，自述效果差
四等	0	表述逻辑混乱，无项目演示成果，或成果严重偏离项目需求，完全听不清或听不到自述过程
五等	0	与项目要求内容无关或严重不可看。

三、成果物演示视频（满分 15 分）

基本要求：录制讲解系统实现与测试的全过程，要求视频清晰，格式为 MP4，无视频时长限制

采分点	得分	小采分点，每个小采分点各 1 分，最后一项大创新点每个 2 分
DNS	2	采分点 1：部署 1 台 DNS 服务器实现对 Web 集群虚拟 IP 的域名解析 采分点 2：完成小创新点例如部署主辅 DNS 域名解析或者学习使用更多此部分的新技术以丰富系统的功能实现
Web	3	采分点 1：Keepalived + LVS / HAProxy / Nginx 高可用负载均衡集群 采分点 2：搭建 LAMP / LNMP 架构 Web 平台 采分点 3：完成小创新点例如搭建 SSL 安全 Web 网站、负载均衡集群使用除轮询外其他调度策略或者学习使用更多此部分的新技术以丰富系统的功能实现
数据库	3	采分点 1：双主复制 Keepalived 双机热备 采分点 2：Crontab 周期性计划执行 Shell 脚本完成数据库定时备份 采分点 3：完成小创新点例如 MySQL 读写分离或者学习使用更多此部分的新技术以丰富系统的功能实现
存储	3	采分点 1：NFS 集中存储 采分点 2：底层存储使用 RAID、LVM 等技术 采分点 3：完成小创新点例如 iSCSI 与 GFS 集群文件系统结合实现多节点访问同一共享节点或者学习使用更多此部分的新技术以丰富系统的功能实现
监控	4	采分点 1：监控集群所有节点，必须包含自动发现功能配置且实现 采分点 2：监控项性能异常自动报警 采分点 3：使用 Grafana 数据可视化工具，添加多种合适类型的仪表盘 JSON 文件，实现可视化监控 采分点 4：完成小创新点例如监控项多元化（即根据服务器自身需求自定义添加多个监控项）与报警方式多样化（钉钉、邮件、企业微信多种报警方式）或者学习使用更多此部分的新技术以丰富系统的功能实现

采分点	得分	小采分点，每个小采分点各 1 分，最后一项大创新点每个 2 分
大创新点	0	注意：此部分在【成果物演示视频】考核项中额外加分，每实现一个大创新点加 2 分，本项考核满分 15 分 完成大创新点例如 Ansible 自动化部署、Docker 容器、Git 代码仓库、Prometheus + Grafana 可视化监控并故障报警、实现智能 DNS 域名解析、部署分布式对象存储系统等或者学习使用更多新技术以丰富系统的功能实现

四、报告（论文）（满分 10 分）

基本要求：完全按照模版要求及优秀论文样例撰写，Word 版和 PDF 版均需提交

采分点	得分	要求
排版完整性	2	采分点 1（排版）：使用报告模板，且按模板要求完成了表、图及文字的排版，字号、字体、目录、摘要、正文等格式完全符合模版要求，此项 1 分 采分点 2（完整性）：每个章节撰写丰富饱满，论述有理有据，图文结合、图表结合，有对图、表相应的引用，内容前后一致，前后不冲突，此项 1 分
系统分析	2	完全按照模版要求及优秀论文样例撰写，若内容有不足，酌情扣分
系统设计	2	完全按照模版要求及优秀论文样例撰写，若内容有不足，酌情扣分
系统实现	2	完全按照模版要求及优秀论文样例撰写，若内容有不足，酌情扣分
系统测试	2	完全按照模版要求及优秀论文样例撰写，若内容有不足，酌情扣分

2.1.2 开放性与限制性

三级项目学生完成内容具有开放性，无固定答案，尊重学生思维和方法差异性，允许选择不同技术路径、研究方法实现三级项目。实验指导书的实验任务及原理以及实验过程（实验方案）如下：

【实验任务及原理】

使用多台虚拟机实现如下功能：

- 1、域名解析：主 DNS / 主辅 DNS / 智能 DNS
- 2、Web 集群：Keepalived + LVS / HAProxy / Nginx 高可用负载均衡集群
- 3、后端真实 Web 服务：LAMP / LNMP
- 4、数据库：双主复制 Keepalived 双机热备、数据库定时备份（shell 脚本）
- 5、共享存储：NFS 集中存储 / iSCSI 共享存储、底层存储使用 RAID、LVM 等技术
- 6、监控系统：Zabbix / Prometheus + Grafana 可可视化监控所有节点（必须实现对服务状态的监控）、故障报警

【实验过程（实验方案）】

要求搭建高性能的 Linux 服务器集群，必须完成“实验任务及原理”中描述的 6 项工作，鼓励应用 AI 工具、B 站等学习资源，丰富自己的系统实现功能。创新点加分分为大创新点和小创新点。

大创新点包含使用新型技术完成服务部署，例如 Ansible 自动化部署、Docker 容器、Git 代码仓库、Prometheus + Grafana 可可视化监控并故障报警、实现智能 DNS 域名解析、部署分布式对象存储系统等。

小创新点包含对 6 项基本服务功能模块进行深入研究，例如 MySQL 数据库中间件实现读写分离、搭建 SSL 安全 Web 网站、负载均衡集群使用除轮询外其他调度策略、部署主辅 DNS 域名解析、iSCSI 与 GFS 集群文件系统结合实现多节点访问同一共享节点、监控系统自主发现监控主机、监控项多元化与报警方式多样化等。

必须完全按照工程问题的解决思路撰写论文，严格遵循模版要求完成论文，部分内容可以使用 AI 撰写，但必须写完自己阅读检查是否合适。

2.1.3 标准公示及时性

评价标准（含评价维度、分级指标、评分权重等）在第 1 教学周第一次课前便已向学生完整公示，明确告知“如何评、评什么”，避免学生学习方法偏差以及成果偏离要求，助力实现“评价即学习”。如下是课程导学 PPT 页面：

你最关注的课程考核



Linux高级运维与管理

总成绩 (100分) = 形成性考核成绩 (40分) + 终结性考核成绩 (100分 × 60%) + 加分

形成性考核

随堂测试 (4分)：东软智慧教育平台多次测试

平时成绩实时公示，绝对公平

拓展任务 (4分)：小组选题汇报，主题为课程扩展学习内容

四级项目 (12分)：交电子版项目报告，共2次，每次6分

五级项目 (20分)：交电子版项目报告，共5次，每次4分

考勤：扣分项，迟到1次扣1分，旷课1学时扣2分（请假自行找辅导员审批通过，考勤系统会自动销假，不用和我说）

注意：只要是缺勤（含请假）超过三分之一学时，便取消考试资格

课堂表现：加分项，课代表、每节课按时完成任务、撰写排错案例、课堂发言都有加分

终结性考核

三级项目 (30分)：每个人单独项目验收汇报、交电子版项目报告、PPT、成果物演示视频

期末考试 (100分×70%)：120分钟纯闭卷笔试（单选、判断、多选、简述、分析、设计六道大题）



大连东软信息学院 Dalian Neusoft University of Information

人工智能学院 网络与物联网工程系 王飞

你最关注的课程考核



Linux高级运维与管理

总成绩 (100分) = 形成性考核成绩 (40分) + 终结性考核成绩 (100分 × 60%) + 加分

加分

1、学科竞赛加分，完全按照学校政策加分

(1) 学生学科竞赛获奖类型分为 A、B、C3 类，获奖奖励级别分为国际/国家级、省级 2 级。各获奖等级奖励加分明细见下表。

获奖等级	竞赛类型	国际/国家级			省级		
		A	B	C	A	B	C
一等奖		40 分	15 分	10 分	15 分	10 分	-
二等奖		30 分	12 分	8 分	12 分	8 分	-
三等奖		25 分	10 分	3 分	10 分	3 分	-

说明：金奖（冠军）视同一等奖、银奖（亚军）视同二等奖、铜奖（季军）视同三等奖；特等奖为最高等级时，其他获奖等级依次递推。

2、红帽认证加分



(初级) 红帽认证系统管理员
10分



(中级) 红帽认证工程师
15分



(高级) 红帽认证架构师
20分

我的
雷区



最鄙视：盗用他人作业或P图无成绩，这是做人的品质道德问题

最讨厌：逾期未提交作业无机会补交，我必须保证对其他按时提交的同学予以公平的成绩



大连东软信息学院 Dalian Neusoft University of Information

人工智能学院 网络与物联网工程系 王飞

三级项目是在第 11 教学周开始进行，开始之前将三级项目考核的所有相关材料以及评分标准相关文档全部发布在企业微信课程群中，告知所有学生。如下是企业微信课程群信息截图：

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶了
@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有... 共2条

⑤ @所有人 大家可以看一下这是去年本课程的三级项目需要完成的内容，我们今年和去年大体内容不变，但我们最后不要求自己提交40多张截图，大家需要在明天上课前看一下这个文档要完成的项目工作量内容，我们今年三级项目有所调整，但大体内容不变，发这个文档是因为我们 最后讲的监控部分没有布置项目，很多人不知道需要做什么，所以大家课前可以看一下监控部分的工作量

⑥ @所有人 明天上课不允许缺勤，我们上课内容讲解怎么撰写最后的三级项目提交论文，涵盖word文字排版相关内容，要不然最后你不会写论文，最后论文格式太差会影响你的终结性考核成绩

2025年11月13日 20:01

⑦ @所有人 明天上课我们以WPS为例讲解论文格式排版，如果自己电脑上没有的可以提前下载一个，WPS和Microsoft Word编辑略微还是有点区别

2025年11月14日 10:07

⑧ 项目8（三级）：高性能Linux服务器集群运维.pdf
200.4K
三级项目报告模版.doc
1.47M
pass.zip
138.1K

群成员 · 57
王飞
毕梓焯
常怡宁
初佳琪
储仕杰
崔洛赫
崔展赫
邓皓峰
丁军源
郭玉
黄晓月
黄耀文
胡深
胡月
姜信凯
林彤
刘美然
刘斯奇
刘桐伟
刘晓源
刘益辰
刘芷芮
李鑫

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶了
@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有... 共2条

课程群小助手
「Linux高级运维与管理」将于15分钟之后开始上课。

2025年11月14日 13:05

四、实验环境

使用多台虚拟机实现如下功能：
1. 域名解析：主 DNS / 主辅 DNS / 负责 DNS
2. Web 集群：Keepalived + LVS / HAProxy / Nginx 高可用负载均衡集群
3. 后端真实 Web 服务：LAMP / LNMP
4. 数据库：双主复制 Keepalived 双机热备，数据库定时备份（shell 脚本）
5. 共享存储：NFS 集中存储 / iSCSI 共享存储。底层存储使用 RAID、LVM 等技术
6. 监控系统：Zabbix / Prometheus + Grafana 可视化监控所有节点（必须实现对服务质量的监控）。故障报警

2025年11月14日 14:16

newpass.zip
232.8K

2025年11月14日 14:24

《Linux高级运维与管理》三级
项目评分量规.pdf
177.7K

群成员 · 57
王飞
毕梓焯
常怡宁
初佳琪
储仕杰
崔洛赫
崔展赫
邓皓峰
丁军源
郭玉
黄晓月
黄耀文
胡深
胡月
姜信凯
林彤
刘美然
刘斯奇
刘桐伟
刘晓源
刘益辰
刘芷芮
李鑫

2.2 过程培养有效性

2.2.1 教学过程互动性与引导性

课程授课整体采用 BOPPPS 教学模式，教学方法善于融入互动、引导探究、组织讨论，调动学生积

极性，激发潜能；学习任务具有阶梯式，引导学生能力逐级提升，需要学生课前、课中、课后以及全班协力完成学习任务，详细教学设计过程如下：

课程要怎么学



Linux高级运维与管理

预习微课（课前） + 模仿案例（课中） + 项目作业（课后） + 全班协力撰写排错案例（借助AI工具）

课次	001班日期	002班日期	教学内容	微课（课前预习）	案例（随堂实践）	项目（课后作业）	拓展任务（小组汇报）
1-1	9月4日	9月1日	1 课程导学 2 数据库概述、数据库基本操作、用户管理与授权、MySQL管理工具	1.1 账户管理 1.2 用户权限管理 1.3 管理工具	1.1 安装配置MySQL数据库服务器 1.2 数据库基本操作练习 1.3 数据库用户管理 1.4 数据库权限管理 1.5 数据库备份与还原【时间若不够，课下完成】		
1-2	9月5日	9月5日	1 备份与还原【上节课可能没讲完】 2 主从复制、双主复制	1.4 MySQL高可用 1.5 MySQL主从复制	1.6 MySQL主从复制	五级项目1：MySQL双主复制	任务1：MySQL读写分离
2-1	9月11日	9月8日	1 任务1汇报（MySQL读写分离） 2 Web概述、Apache基础、虚拟主机（IP地址、域名）	2.1 使用默认配置的Apache服务 2.2 Apache基于IP地址的虚拟主机配置 2.3 Apache基于域名的虚拟主机配置	2.1 部署默认配置的Apache服务器 2.2 域名访问Web服务器的自定义站点页面 2.3 使用别名机制，将站点根目录以外的内容加入站点 2.4 基于IP地址的虚拟主机		
2-2	9月12日	9月12日	1 虚拟主机（域名、端口）【上节课可能没讲完】 2 Apache与PHP整合、LAMP架构		2.6 基于端口的虚拟主机 2.7 Apache与PHP的整合 2.8 搭建LAMP架构Web平台	五级项目2：搭建LAMP平台	任务2：基于SSL/TSL的Apache安全网站
3-1	9月18日	9月15日	1 任务2汇报（基于SSL/TSL的Apache安全网站） 2 Nginx基础、虚拟主机		3.1 部署默认配置的Nginx服务器，并修改主页信息 3.2 添加虚拟主机 3.3 使用虚拟目录，将站点根目录以外的内容加入		
3-2	9月19日	9月19日	1 Nginx与PHP整合、LNMP架构、SSL Nginx安全网站	3 Nginx与PHP整合	3.4 Nginx与PHP的整合 3.5 搭建LNMP架构Web平台 3.6 基于SSL的Nginx安全网站	五级项目3：搭建LNMP平台	任务3：Nginx URL 重写
4-1	9月25日	9月22日	1 任务3汇报（Nginx URL 重写） 2 服务器负载均衡集群概述、Nginx负载均衡、HAProxy负载均衡		4.1 Nginx负载均衡集群 4.2 HAProxy负载均衡集群【时间若不够，课下完成】		
4-2	9月26日	9月26日	1 LVS负载均衡（NAT模式）		4.3 LVS（NAT模式）负载均衡集群		任务4：LVS（TUN模式）负载均衡集群
5-1	节前补课	9月29日	1 LVS负载均衡（DR模式） 2 任务4汇报（LVS（TUN模式）负载均衡集		4.4 LVS（DR模式）负载均衡集群	四级项目4：负载均衡Web集群	任务5：负载均衡调度策略 任务6：负载均衡方法对比分析



人工智能学院 网络与物联网工程系 王飞

2.2.2 过程支持与技术赋能

课程整体依托“东软智慧教育平台”完成智慧化教学全过程。随堂测试、课堂练习作业、五级项目、四级项目、三级项目等均使用该平台完成智慧教学。智慧平台课程信息如下所示：

返回 | 课程详情

开课学期：2025-2026学年 第1学期 负责教学班级：2 学生数：116

课程类别：必修课 学分：3 学时：48

课程简介：
《Linux高级运维与管理》是网络工程专业的核心课程。课程主要讲解MySQL数据库服务器搭建与主从复制技术、Apache与Nginx Web服务器搭建、LAMP与LNMP平台部署、集群设计与实现（LVS负载均衡、Nginx负载均衡、HAProxy负载均衡、Keepalived高可用）、LVM逻辑卷管理与iSCSI存储、Zabbix与Prometheus监控系统应用等内容。

教学班级 教学统计 课程考核 基础设置

240797-002	男学生管理	...	240797-001	男学生管理	...
学生：56			学生：60		

任务完成率 **71.5 %**

已发布 • 资料 13 • 测验 9 • 作业 2 • 项目（任务） 0 (0)

资料完成率 53.23 %	测验完成率 93.56 %	作业完成率 91 %	项目完成率 94.99 %
未开始 0	未开始 0	未开始 0	未开始 0
进行中 12	进行中 0	进行中 0	进行中 0
已截止 1	已截止 9	已截止 2	已截止 10



返回 | 项目详情

keepalived数据库双机热备 网络工程 五级项目

实践时间: 2025-10-24 13:41:14 ~ 2025-10-24 15:00:00 教师: 王飞 完成方式: 个人完成 授课班级: 240797-002

任务管理 资料管理 评分管理 数据统计

请输入任务名称 任务类型

任务状态	任务名称	任务描述	完成度	操作
最终成果	任务1 双主复制	双主复制	68%	讲解 监控
最终成果	任务2 高可用测试	高可用测试	21%	讲解 监控
最终成果	任务3 客户端访问虚拟IP测试	客户端访问虚拟IP测试	13%	讲解 监控

2.2.3 及时个性化反馈

在学习任务完成后，授课教师会仔细评阅学生的完成成果物，进行精准反馈与及时指导，提供学生个体的具体改进建议和学习支持，解决学生能力短板。详细企业微信群信息截图如下：

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶了

@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有人都可以看...）

共2条

{(1) 大连东软信息学院 2469} (2) 王飞 (3) 毕梓焯 (4) 常怡宁 (5) 初佳琪 (6) 储仕杰 (7) 崔洺赫 (8) 崔展赫 (9) 邓皓峰

2025年9月5日 15:19

大家遇到问题，自行解决后可以把问题和AI后解决办法写在共享文档中，如果有相同的问题就不要重复写了，要写一些有难度的很难解决的问题记录进去，不要把一些用户名、IP、命令错误等问题记录进去。

② @所有人 智慧平台上1-2讲微课视频1.5 录制了主从复制的配置实现视频，建议所有人课下看一看，再自己做

群成员 · 57
王飞 毕梓焯 常怡宁 初佳琪 储仕杰 崔洺赫 崔展赫 邓皓峰

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶了

@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有人都可以看...）

共2条

2025年10月20日 14:20

④ @所有人 学院要求从第8周开始，每周都要进行课程答疑，本周答疑时间定在周二9、10节课（仅第8周在这个时间）。明天晚上6点在A1-301教室，进行课程《Linux高级运维与管理》和《存储与虚拟化技术》课程答疑，有问题的同学可以去找我

2025年10月21日 17:04

⑤ 今天晚上6点A1-301答疑，有问题的同学可以来啊

群成员 · 57
王飞 毕梓焯 常怡宁 初佳琪 储仕杰 崔洺赫 崔展赫 邓皓峰 丁军源

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶了

@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有人都可以看...）

共2条

拓展任务7：独立冗余磁盘阵列 RAID.pdf

107.0K



主题	A	B	C	D	E	F	G
1. MySQL进阶操作	410-如何理	401-如何理	403-操作符	301-操作符	322-操作符	328-操作	
2. 基于SSL/TLS的Apache安全网站	209-启用了	312-配置文	304-配置	310-启用了	301-了配置	301-了配置	
3. Nginx SSL配置	405-种方法	401-配置	408-配置	321-配置	322-配置	322-配置	
4. 磁盘常见配置	319-李浩洁	318-李晓峰	320-何青霞	314-吴培康	313-吴伟	306-严广	
5. 盘均衡策略配置	410-孙海光	417-孙海	416-王帆帆	413-王锐	414-王锐	413-王一凡	
6. 磁盘均衡方法优缺点	209-何静伟	381-刘洋	203-卢海燕	419-丁丽娟	404-丁丽娟		
7. RAID 1与RAID 10区别	411-王昊鹏	402-李晓林	410-张洪林	409-张九阳	412-张九阳	322-张青萍	
8. RAID 1与RAID 10区别	425-宋浩波	424-刘玲琪	426-张红玉	313-张红琪	310-李旭东		

⑥ 明天上课第7组需要汇报这个拓展任务

⑦ 具体内容参考教材65到73页，很快就可以完成

群成员 · 57
王飞 毕梓焯 常怡宁 初佳琪 储仕杰 崔洺赫 崔展赫 邓皓峰 丁军源 郭玉 黄晓月 黄耀文 胡深 胡月 姜信凯 林彤 刘美然 刘斯奇 刘桐炜 刘晓源

王要曾

收到

尤其这个内容我们存储虚拟化课程讲过，相当于把实验重新做一下，结合我们这个课程内容，给大家讲一下，因为我们项目7涉及到RAID 的相关操作

2.3 评分公平性

2.3.1 评分客观公信度

形成性考核项（随堂测试）成绩全部由智慧平台自动批阅，无需复议，详细如下：

《Linux高级运维与管理》随堂测试成绩

序号	学号	姓名	总分	测试1 (35)	测试2 (35)	测试3 (35)	测试4 (35)	测试5 (35)	测试6 (35)
1	19001030226	杨盛鑫	3.43	24	33	25	31	35	32
2	23001030101	石跃骞	3.62	26	33	29	35	35	32
3	23001030102	凌浩然	3.41	29	27	29	31	33	30
4	23001030103	陈宏星	3.75	30	35	33	31	35	33
5	23001030104	董晟玮	2.74	26	27	0	29	29	33

形成性考核项（四级项目、五级项目）成绩全部由课代表批阅，批阅标准由授课教师给出参考答案，批阅后成绩公示，支持复议，详细如下：

项目5（五级）：LVS（NAT模式）负载均衡Web集群														
序号	学号	姓名	是否提交	设计	图1 安装软件	图2 LVS规则列表	图3 查看文件	图4 路由转发	图5 网关	图6 负载均衡	原始得分	加分	最终得分	备注
				得分	得分	得分	得分	得分	得分	得分				
		参考答案者的评分	按时提交	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	4	0	4	如有作弊，在此列标注
1	22001030115	胡深	按时提交	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	4	0	4	
2	22001030118	赵庆喆	按时提交	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	作弊，没有一张图是自己的
3	22001030123	郭玉	按时提交	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	4	0	4	
4	22001030317	刘斯奇	按时提交	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	2.6	0	2.6	
5	22001030318	卢东	按时提交	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	作弊，所有ip与学号不符
6	23001030301	王涛	按时提交	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	2.6	0	2.6	
7	23001030302	丁军源	按时提交	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	3.7	0	3.7	
8	23001030303	严彬	按时提交	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	2.7	0	2.7	

形成性考核项（拓展任务）成绩全部由教师批阅，评阅后成绩公示，不支持复议，详细如下：

《Linux高级运维与管理》拓展任务成绩

学号	姓名	选题	总分	PPT成绩 (1)	自述成绩 (1)	理论基础完成分 (1)	实践操作完成分 (1)
23001030313	张烜毅	选题9：Docker容器	3.3	1	1	1	0.3
23001030314	吴堉濛	选题4：Ansible自动化部署	3.7	1	0.7	1	1
23001030315	王建扬	选题4：Ansible自动化部署	3.7	1	0.7	1	1
23001030316	李旭东	选题9：Docker容器	3.3	1	1	1	0.3
23001030318	邓皓峰	选题4：Ansible自动化部署	3.7	1	0.7	1	1
23001030319	李宗浩	选题4：Ansible自动化部署	3.7	1	0.7	1	1
23001030320	刘益辰	选题4：Ansible自动化部署	3.7	1	0.7	1	1
23001030321	刘芷芮	选题3：Nginx URL重写	3.8	0.8	1	1	1
23001030322	诸葛凤萍	选题9：Docker容器	3.3	1	1	1	0.3

形成性考核成绩在结课前全部公示，支持复议，详细如下：

[240797-002]Linux高级运维与管理

王飞置顶
@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有人都可以看到... 共2条

2025年12月1日 13:18 四级项目成绩明细.xlsx 26.2K X

2025年12月1日 14:04 五级项目成绩明细.xlsx 44.4K X

2025年12月1日 14:28 随堂测试成绩明细.xlsx 13.3K X

2025年12月1日 15:07 4手册记录-多终结性考核.xlsx 17.4K X

王飞置顶
@所有人 平时成绩全部公示，大家自行查阅，目前仅剩最后一项终结性考核还未结束（三级项目），截止时间是12月14日，大家自行提交4个材料到可道云盘（所有人都可以看到共享目录，包括重修学生），因为是终结性考核内容，到期未交成绩直接登记为0分，不会有任何补交机会，所有人请注意！！！

群成员 - 57 王飞 毕梓焯 常怡宁 初佳琪 储仕杰 崔洛赫 崔展赫 邓皓峰 丁军源 郭玉 黄晓月 黄耀文 胡深 胡月 姜信凯 林彤 刘美然 刘斯奇 刘桐炜 刘晓源 刘益辰 刘芷芮 李鑫

经过成绩公示，学生无复查申请。

2.3.2 多元评价融合

为避免出现学生“搭便车”现象产生，在评阅时会综合考虑团队所有人员的贡献度后给出成绩，由小组组长为每一位成员打分，此外进行拓展任务汇报的学生也会有所加分。

课堂表现加分全部对标的每一个人，单人次加分，详细如下：

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
学号	姓名	随堂练习 总加分	1 数据库	2 Apache Web	3 Nginx Web	4 服务器集群									5 存储管理		6 监控系统					
			MySQL主从复制	Apache虚拟主机	Apache整合PHP	3.1 Nginx虚拟主机	3.2 SSL加密安全网站	4.1 Nginx负载均衡	4.2 HAProxy负载均衡	4.3 LVS(DR)负载均衡	4.4 LVS(NAT)负载均衡	4.5 Keepalived+VS(NAT)高可用负载均衡	4.6 Keepalived+LVS(DR)高可用负载均衡	4.7 Keepalived数据库高可用	5.1 LVM逻辑卷管理	5.2 iSCSI共享存储	6.1 Zabbix可视化监控	6.2 Zabbix部件报警	6.3 Zabbix自动发现	6.4 Prometheus监控	6.5 Grafana可视化监控	
23001030302	丁军源	1.1		0.2	0.1			0.1					0.2			0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	
23001030303	严彬	0.5		0.1	0.1											0.1		0.1	0.1			
23001030304	张洪莹	1.1		0.2	0.2			0.1								0.2		0.1	0.1	0.1		
23001030305	毕梓焯	1.8		0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2			0.2		0.1	0.2	0.1	0.1	0.1			
23001030306	窄广欣	1.4		0.2	0.1	0.2	0.1	0.1								0.1	0.2	0.1	0.1	0.1		
23001030307	崔展赫	0.5														0.1	0.2	0.1	0.1			
23001030309	吕殿宇	2.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		0.2	0.2	0.2		0.2		0.1	0.2	0.1	0.1	0.1			
23001030310	农钧翔	0.2		0.1												0.1						
23001030312	黄耀文	1.2		0.2	0.2							0.2				0.2		0.1	0.1	0.1		
23001030313	张烜毅	1.8	0.2	0.2			0.1				0.2		0.2		0.1	0.2	0.1	0.1	0.1			
23001030314	吴培濛	0.4		0.2												0.2						
23001030315	王建扬	0.2		0.2																		
23001030316	李旭东	0.7		0.1	0.2											0.2				0.1	0.1	
23001030318	邓皓峰	0																				
23001030319	李宗浩	1.6		0.1	0.2	0.2	0.1	0.1		0.2					0.1	0.2	0.1	0.1				
23001030320	刘益辰	0.6		0.1	0.2												0.1		0.1		0.1	
23001030321	刘芷芮	1.3		0.1	0.2					0.2	0.2		0.2		0.1	0.2					0.1	
23001030322	诸葛凤萍	1.1		0.2	0.2		0.2									0.2			0.1	0.1		
23001030323	林彤	1.7		0.2			0.1	0.1	0.2	0.2		0.2	0.1	0.1	0.2	0.1		0.1	0.1			
23001030325	易佳润	1.6		0.2	0.1				0.1	0.2		0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		
23001030326	胡月	1.2		0.2	0.2			0.1	0.1						0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
23001030327	常怡宁	2	0.2	0.2		0.2				0.2	0.2				0.1	0.2	0.1	0.1	0.1			
23001030328	黄晓月	2.3		0.1	0.2	0.2	0.1		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		
22001030405	李鑫	0																				
23001030401	张家贺	1.9		0.2	0.2	0.2	0.2	0.1							0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		

A	B	C	D	E	F
序号	学号	姓名	总成绩	分项成绩	说明(原因)
1	23001030301	王涛	1.2	1.2	随堂练习加分详见后表
2	23001030302	丁军源	1.1	1.1	随堂练习加分详见后表
3	23001030303	严彬	0.5	0.5	随堂练习加分详见后表
4	23001030304	张洪莹	1.1	1.1	随堂练习加分详见后表
5	23001030305	毕梓焯	5.28	1.8 0.99 1.65 0.84	随堂练习加分详见后表 协助批阅项目2报告11份，9个工作量 协助批阅项目3报告15份，11个工作量 协助批阅项目5报告12份，7个工作量
6	23001030306	窄广欣	4.74	1.4 1.54 1.8	随堂练习加分详见后表 协助批阅项目1报告11份，14个工作量 协助批阅项目7报告12份，15个工作量
7	23001030307	崔展赫	0.5	0.5	随堂练习加分详见后表
8	23001030309	吕殿宇	4.08	2.4 1.68	随堂练习加分详见后表 协助批阅项目6报告12份，14个工作量
9	23001030310	农钧翔	0.2	0.2	随堂练习加分详见后表
10	23001030312	黄耀文	1.2	1.2	随堂练习加分详见后表
11	23001030313	张烜毅	3.6	1.8 1.8	随堂练习加分详见后表 协助批阅项目7报告12份，15个工作量
12	23001030314	吴培濛	0.4	0.4	随堂练习加分详见后表

目 录

3.1 学生能力提升	29
3.1.1 学习主动性激发	29
3.1.2 高阶能力达成	30
3.2 成果价值	31
3.2.1 实践应用价值	31
3.2.2 创新性与个性化	31
3.3 持续改进	32
3.3.1 教与学优化联动	32

3.1 学生能力提升

3.1.1 学习主动性激发

课程全程开启 AI 助力排错文档撰写任务，面对课程实践操作任务遇到的多种多样错误难题，多数学生愿意将自己 AI 查询的解决办法分享给全班其他同学，详细如下：

1、23001030405-杨世伟

解决主从复制的Slave_IO_Running: connecting的问题，将主库的复制账号改成 mysql_native_password
如果用户已经存在

```
ALTER USER 'rp_yangshiwei'@'172.24.5.%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY '123';
```

重新开启复制即可解决问题

4、23001030420-刘晓源

HTTPS连接不上的 (刘晓源)

```
server {  
    listen      80;  
    server_name www.liuxiaoyuan.com;  
    rewrite ^(.*)$ https://www.liuxiaoyuan.com$1 permanent;  
}
```

之前的配置文件rewrite这一行加上\$1， #将 HTTP 重定向到 HTTPS

同时在 web 服务器 抓包：

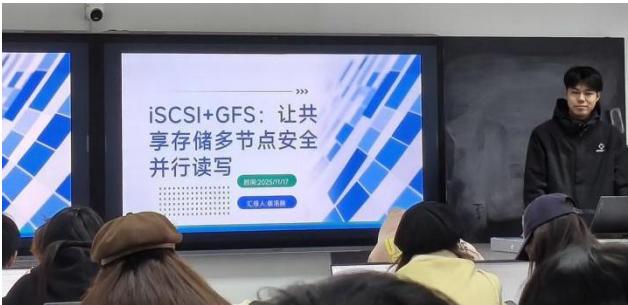
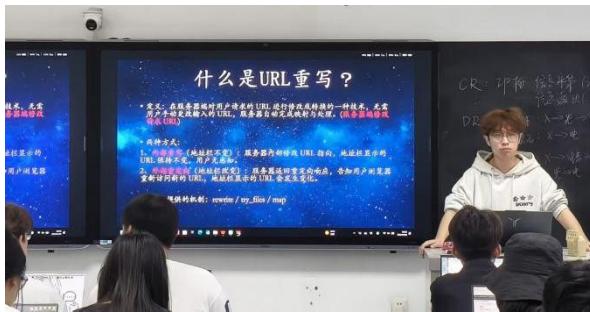
```
tcpdump -i any -nn host 172.24.20.1 and port 80
```

我抓到包大概如下

```
5:02:32.569306 ens192 In ifindex 3 00:50:56:f9:2a:54 ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569313 ens192 Out ifindex 3 00:0c:29:d0:41:6d ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569331 ens192 In ifindex 3 00:50:56:f9:2a:54 ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569338 ens192 Out ifindex 3 00:0c:29:d0:41:6d ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569358 ens192 In ifindex 3 00:50:56:f9:2a:54 ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569364 ens192 Out ifindex 3 00:0c:29:d0:41:6d ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.53246 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 3490210910, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0 15:02:32.569382 ens192 In ifindex 3 00:50:56:f9:2a:54 ethertype IPv4 (0x0800), length 72: 172.24.20.1.50064 > 172.24.20.8.80: Flags [S], seq 2692136023, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 8,nop,nop,sackOK], length 0
```

抓包结果已经说明问题——调度器（DS）确实收到了 SYN，也原样转发给了真实服务器，但一直没收到 SYN/ACK 回来。

拓展任务小组成员协力完成，为全班同学完成一次精彩的分享：



3.1.2 高阶能力达成

学生提交的优秀三级项目报告（论文）如下所示：

《Linux 高级运维与管理》课程三级项目报告（论文）

第3章 系统分析

3.1 业务需求分析

“安云”公司聚焦智慧城市服务平台运营，当前存在三重业务痛点：平台服务 80 万市民，社保办理、证件查询等峰值时段，单 Web 服务器 CPU 负载超 95%，页面响应延迟达 8 秒；数据库与负载均衡器均为单点部署，季度内 3 次设备故障导致服务中断，引发市民不满；政务表单模板、政策宣传图片等静态资源分散存储于各 Web 节点，出现“同一业务不同办理入口界面不一致”的问题。

为此需搭建“Keepalived+LVS (NAT 模式)+Docker+Proxysql+MySQL”读写分离 + Prometheus + NFS + iSCSI 架构：LVS (NAT 模式) 承担四层转发，凭借轮询调度均衡多 Web 节点负载，结合 Keepalived 实现调度器双机热备，故障切换时间 <1 秒，消除单点风险；Web 服务容器化：三台后端 Web 服务器采用 Docker 容器化部署政务应用，通过 Dockerfile 标准化环境，Docker Compose 编排多容器依赖，确保环境一致性与部署效率；数据库层通过 Proxysql 实现 MySQL 读写分离，主库处理写操作（如市民信息录入），从库承担读请求（如政策查询），提升数据库并发能力；Prometheus 实时监控集群各节点 CPU、内存、数据库连接等指标，及时预警性能瓶颈；采用 NFS 集中存储政务静态资源，Web 节点统一挂载访问保障界面一致性，融合 iSCSI 提供块级

《Linux 高级运维与管理》课程三级项目报告（论文）

第4章 系统设计

4.1 服务集群设计

为确保系统运行的高可用性与高性能，平台采用分布式集群架构进行设计与部署。通过合理划分不同功能模块，实现了各类服务的独立运行与协同工作，从而提升系统的可靠性、可扩展性及资源利用率。服务器集群 IP 地址相关规划如表 4.1 所示，服务器集群架构规划如图 4.1 所示。

表 4.1 服务器集群地址规划表

角色	主机名	IP 地址	安装软件
Web 集群前端调度服务器	DS1-420	172.24.20.5	keepalived、ipvsadm、chrony
	DS2-420	172.24.20.7	
Web 集群后端真实服务器	web1-420	172.24.20.20	nfs-utils、nginx、php、php-mysqld、docker-re、mysql、chrony
	web2-420	172.24.20.21	
	web3-420	172.24.20.22	
	web4-420	172.24.20.23	

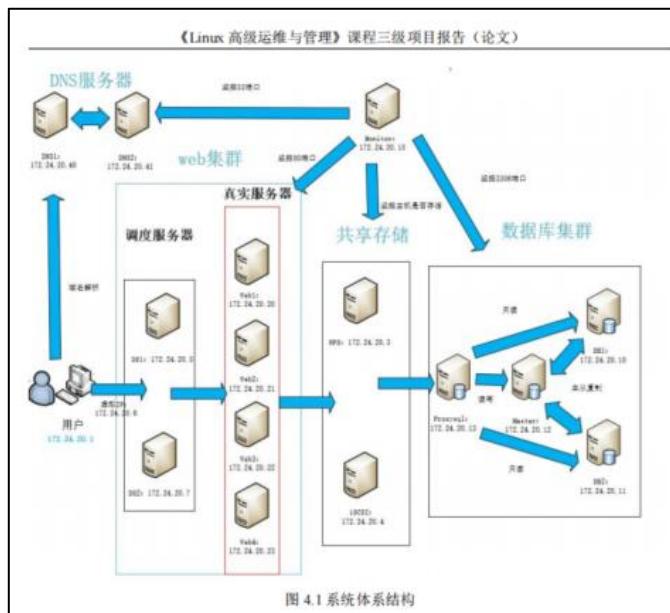


图 4.1 系统体系结构

第 5 章 系统实现

5.1 Web 集群部署

在 Linux 服务器上部署 Nginx 作为 Web 中间件，结合 PHP 动态脚本语言处理业务逻辑，并使用 MySQL 作为后端数据库进行数据存储，构建完整的 LNMP（Linux + Nginx + MySQL + PHP）环境。Nginx 负责处理客户端的 HTTP 请求，将动态请求交由 PHP-FPM 解析执行，PHP 通过 MySQL 实现数据的增删改查操作，从而保证网站动态内容的稳定运行。为了提高系统的高可用性与可靠性，采用 Keepalived 实现双机热备（HA）。

5.1.1 前端调度器实现

通过部署虚拟 IP (VIP) 并配置主备节点，当主服务器发生故障时，Keepalived 会自动将虚拟 IP 漂移到备用节点，实现无缝切换，确保网站在线服务持续稳定运行。Keepalived 的配置文件位于 /etc/keepalived/keepalived.conf，需要根据主备服务器的角色分别修改关键参数，以保证调度服务器能够同时监控并连接主、从 Web 节点。查看软件安装如图 5.1 与 5.2 所示，具体配置如下所示，查看配置虚拟 IP 地址和 LVS 规则列表

第 6 章 系统测试

6.1 Web 集群性能测试

6.1.1 Keepalived 高可用测试

在 Web 集群测试阶段，通过 Keepalived 实现了主备调度器的高可用。当关闭主服务器后，虚拟 IP 成功漂移至备用服务器，系统访问不中断，验证了高可用机制的有效性。测试结果如图 6.1，图 6.2，图 6.3 所示。

```
[root@OS1-429 ~]# ip a
1: lo: <LOOPBACK,NOQUEUE,BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 brd 00:00:00:00:00:00 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 ::/128 brd 00:00:00:00:00:00 scope host
    link/ether 00:0c:29:db:41:63 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname ens3s0
    altname ens3
    inet 172.24.20.5/24 brd 172.24.20.255 scope global noprefixroute ens3
        link/ether 00:0c:29:db:41:63 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
        valid_lft forever preferred_lft forever
inet 172.24.20.6/24 brd 172.24.20.255 scope global secondary ens3s0
        link/ether 00:0c:29:db:41:63 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
        valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fe80::e00c:29ff:fe41:63%ens3s0/64 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff scope link
    link/ether 00:0c:29:db:41:77 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname ens3s0
    altname ens3
    inet 20.24.20.5/24 brd 20.24.20.255 scope global noprefixroute ens22
        link/ether 00:0c:29:db:41:77 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
        valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fe80::e00c:29ff:fe41:77%ens22/64 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff scope link
    link/ether 00:0c:29:db:41:77 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname ens22
    altname ens3
[root@OS1-429 ~]#
```

图 6.1 检查调度服务器虚拟 IP 地址情况

通过学生的优秀作答成果来看，有效印证了学生在理论联系实际的实践应用、跨域知识整合、复杂问题拆解、创新方案设计与实践落地等方面均有成效，能够完全按照工程问题的解决思路，按照系统分析、设计、实现、测试等一系列环境给出项目描述的解决方案。

3.2 成果价值

3.2.1 实践应用价值

所有学生的三级项目均是自立公司背景需求，学生明确自己的项目工作有什么用途，成果具备明确的问题解决逻辑与实践价值，或具备落地潜力，而非单纯的任务作业。

1.1 研究背景与意义

在“互联网 + 政务服务”战略向纵深推进的当下，政务服务平台已成为连接政府与市民的核心纽带，其服务效能直接关系到公众获得感与政务服务形象。“安云”公司聚焦智慧政务服务平台运营，承载着 80 万市民的社保办理、证件查询、表单提交等高频核心业务，是保障民生服务落地的关键载体。然而，随着市民对政务服务“线上化、便捷化”需求的持续提升，平台现有架构已难以应对业务增长带来的多重挑战，一系列痛点问题直接影响了政务服务的质量与效率。

在此背景下，针对智慧政务服务场景构建“Keepalived+LVS (DR 模式) +Docker+Proxysql + MySQL 读写分离 + Prometheus + NFS + iSCSI”的一体化高可用集群架构，具有重要的理论价值与实践意义。从实践层面来看，该架构通过多重技术手段精准破解现有痛点：LVS 结合 Keepalived 的双机热备方案，能在 1 秒内完成故障切换，彻底消除单点风险，保障服务连续性；Docker 容器化部署 实现后端 Web 服务的标准化、可移植性部署，解决环境不一致问题，提升开发与运维效率；Proxysql 支撑的 MySQL 读写分离 模式，将市民信息录入等写操作集中于主库，政策查询等读请求分流至从库，大幅提升数据库并发处理能力，确保峰值时段响应延迟控制在 2 秒以内；NFS 集中存储 静态资源实现了各 Web 节点访问的一致性，从源头解决界面差异问题；iSCSI 构建的块级共享存储集群，为网站文件、应用日志等核心数据提供高可靠存储支撑，与 NFS 形成存储层级互补；Prometheus 的实时监控 则为集群性能瓶颈预警提供支撑，助力运维团队实现主动式管理。这些技术落地将直接推动平台服务质量的跃升，提升 80 万市民的业务办理体验，增强“安云”公司在智慧政务领域的核心竞争力。

3.2.2 创新性与个性化

要求每个学生撰写出自己项目的创新点汇总，每个人使用技术以及对高深领域的探索深度均有不同，

成果体现学生独特思考或个性化表达，具有原创突破，无同质化现象。

本文的创新点主要体现在四个方面：一、定制化负载均衡协同方案：针对政务峰值访问特性，采用 LVS（DR 模式）+ Keepalived 架构，通过轮询调度算法确保请求分配均衡，同时优化 VRRP 协议参数将故障切换时间控制在 1 秒以内，既解决了单 Web 节点性能瓶颈，又彻底消除了调度层单点风险，适配政务服务高并发、高可靠的需求。二、Docker 容器化 Web 服务部署模式：在三台后端 Web 服务器上采用 Docker 容器化部署政务应用，通过 Dockerfile 标准化应用运行环境，Docker Compose 编排多容器依赖，实现应用的快速部署、迭代与环境一致性保障，同时降低运维成本。三、政务场景化数据库优化策略：基于 Proxysql 构建智能读写分离中间件，结合政务业务特点定制请求分流规则——将高频次的政策查询、信息核验等读请求全部导向从库，将低频次但高重要性的市民信息录入等写请求分配至主库，同时通过中间件实现读写请求的自动切换与故障转移，提升数据库并发能力的同时保障数据安全。四、静态资源标准化管理模式：融合 NFS 与 iSCSI 技术构建分层式集中存储体系，先依托 iSCSI 为为核心网站资源提供高性能块级存储底座，再基于该底座搭建 NFS 集中存储节点。两台 Web 节点均以只读权限挂载 NFS 存储节点，既保障政务表单、政策宣传图片等全量静态资源在各办理入口业务界面的一致性，又通过权限管控规避节点误操作引发的资源损坏风险，同时高 IO 需求的核心资源可通过直接挂载 iSCSI 块设备进一步提升访问效率。五、业务导向的全链路监控体系：在 Prometheus 基础监控之上，设计“警告-严重-紧急”三级告警机制，通过邮件、短信等多渠道推送告警信息，实现从硬件故障到业务异常的全链路感知，大幅提升故障处理效率。

3.3 持续改进

3.3.1 教与学优化联动

教师反馈：

教学从来都不是单向的知识传递，而是一场双向的奔赴。老师把自己的所学所思分享给学生，而学生的专注、热情与奇思妙想，也不断启发着教师对教学内容的新思考。更要感谢所有学生在这一过程中给予老师的充分信任与全力支持——无论是课堂上的积极回应，还是对教学安排的理解配合，都让老师的教学工作得以顺利推进，也让老师感受到了作为教师的价值与温暖。看着学生从最初对知识点的懵懂，到如今能够熟练运用、灵活拓展，顺利完成这门课程的所有学习任务，老师心里的欣慰与骄傲，远比不舍来得更强烈。

——网络与物联网工程系 王飞老师

学生反馈如下：

之前只觉得 Linux 是输入命令的黑窗口，现在才明白，从命令操作到系统优化，再到网络管理和自动化脚本，它处处都体现着实际的价值。这门课不仅为我毕设提供了扎实的技术支持，也让我对将来从事运维类工作更有底气。上课时您总是耐心演示，把复杂的流程讲得清晰易懂，让我这个命令行小白也慢慢建立了信心。虽然课程有挑战，但整个过程干货满满，特别有成就感！衷心感谢老师的指导，这是我的荣幸！

——网络 23001 班 罗馨

学完这门课程收获太实了，课程每个内容模块的实操都精准踩中运维核心。这些技能既能支撑我毕业论文做运维课题，也让我对就业运维岗更有底气。感谢王飞老师把服务部署、集群管理讲得透彻落地，这门课是专业能力的硬核加持！

——网络 23002 班 梁凯铭

学完本课程，我收获远超预期！从命令行实操到系统运维实战，老师深入浅出的讲解让抽象知识变得易懂，丰富的案例练习也让我夯实了技术基础。这门课不仅为后续毕业论文的实验部署提供了有力支撑，更提升了我在网络工程领域的就业竞争力。感谢老师的悉心指导，这段学习经历将成为我职业道路上的宝贵财富！

——网络 23003 班 毕梓焯

翻阅着课程的结课笔记，心中满是成长的充实。从最初对命令行的生疏，到如今能独立部署和调优，每一步跨越都离不开老师的耐心指引与伙伴们的并肩作战。它赋予我的不仅是简历上的技能，更是直面技术难题的自信与从容。感谢这段旅程，为我们未来的学术与职业道路打下了最坚实的基石。

——网络 23004 班 谢明洋