游戏名：双联：火线尽头

英文名：TwinLink: End of the Fireline

项目名：Fireline

**一句话电梯稿**

**双人（Host/Client）局域网协作闯关：1 分钟探索解密 + 2–3 分钟直道尸潮。技术卖点：Netcode for Entities 预测/插值同步、ECS/Burst/Entities Graphics 千体渲染、兴趣管理与对象池、Cinemachine+Timeline 快速电影化演示、AudioMixer 动态混音、Profiler+Network HUD 可量化指标。**

**可玩流程（总时长 ≤ 5 分钟）**

**段 A｜探索解密（~1 分钟）  
两人在仓库区各自拉闸/装电池同步开门（双人协作门）。路遇 ≤30 只巡逻僵尸，拾取一个SMG 升级件（射速或弹容量）。**

**段 B｜直道尸潮（2–3 分钟）  
进入直道，3 波僵尸（150→250→350）。中段解锁加特林/机枪塔（二选一）压制推进，到终点关门过关。结算面板弹出性能与网络统计（峰值实体、平均/最低 FPS、下行带宽峰值）。**

**课程要点 → 项目“证据点”对照（拍得到、截得住）**

**1. 引擎/对象/脚本基础**

* **组件化脚本：玩家输入、武器开火、拾取与交互（序列化参数可调）。**
* **对象池：僵尸、命中特效、弹孔与弹壳，全用池化。**
* **证据：Inspector 展示序列化字段；对象池统计 HUD（Active/Inactive）。**

**2. 动画系统（Animator/层/子状态机/融合树/IK）**

* **玩家：Mecanim Blend Tree（Idle/Walk/Run）、动画层（上半身持枪）、Two-Bone IK 对齐持枪与瞄准。**
* **群体动画：近景僵尸用两段动作切换（Shamble/Attack），远景仅跑步循环（降复杂度保帧）。**
* **证据：Animator 窗口截图（层与子状态机），近/远景动画 LOD 对比图。**

**3. 渲染系统（URP/颜色空间/相机/灯光/阴影/材质/探针/渲染优化）**

* **URP + 线性空间；SRP Batcher 开启。**
* **直道场景用 1 盏主光 + 反射探针/光照探针；材质尽量合图、GPU Instancing。**
* **证据：URP Asset 勾选项截图（SRP Batcher/MSAA），场景与探针 Gizmo 截图。**

**4. 物理系统（碰撞/触发/典型约束）**

* **探索段全用 Trigger 与 Layer 筛选；命中判定用 服务端射线（非刚体飞行）。**
* **可选：近景僵尸死亡切换简易 Ragdoll（5 米内才启用）。**
* **证据：Physics Debug 叠加与 Layer 矩阵截图，近景 Ragdoll 慢放镜头。**

**5. 影视内容（Timeline/Cinemachine）**

* **开场 3–5 秒 Timeline：Logo→镜头推进到场景；战斗段用 Cinemachine FreeLook 或 Dolly 跟拍。**
* **过关用 Timeline 小镜头收束。**
* **证据：Timeline 轨道与虚拟机位 Inspector 截图。**

**6. 人工智能（巡逻/视野/追踪/有限状态机）**

* **少量巡逻僵尸：FSM（Patrol→Chase→Attack）+ 视野扇形检测。**
* **尸潮段：DOTS简化转向+ 目标点推进（不走全局寻路，保性能）。**
* **证据：FSM 状态 Debug 绘制、视野扇形 Gizmo 截图。**

**7. 特效系统（粒子/后处理/着色器）**

* **粒子：喷口火焰、命中血雾、地面尘土；**
* **后处理：Bloom + Vignette + 色彩调整；**
* **证据：Volume 面板截图（后处理参数），枪口火焰粒子预设图。**

**8. 脚本编程（执行顺序/序列化/协程/预制件）**

* **执行顺序标注（Update vs FixedUpdate），部分演出用 协程（如过场/提示淡入）。**
* **证据：Project Settings > Script Execution Order 截图、序列化字段可视。**

**9. 用户界面（HUD/物品提示/菜单动态）**

* **战斗 HUD（弹药/血量/波次）；物品提示 UI（“按 E 拾取”）；**
* **主菜单简单动态（Canvas 动画或 UI Toolkit 动效）。**
* **证据：HUD 录屏和“物品提示”截图。**

**10. 音频系统（AudioMixer/3D 音效/音量调节）**

* **AudioMixer：BGM/武器/环境/僵尸四组；战斗高峰切 Snapshot 加压缩与限幅。**
* **3D 音效：僵尸嘶吼与脚步随距离衰减；设置 音量滑块。**
* **证据：Mixer 面板与 Snapshot 切换录屏，设置菜单截图。**

**11. 联网（玩家连线/物体同步/角色同步）**

* **Host-Client：玩家为 Predicted Ghost（移动/开火预测+回放校正），僵尸/掉落为 Interpolated Ghost。**
* **兴趣管理：按距离/扇区裁剪快照；输入 60Hz、快照 20–30Hz。**
* **证据：双窗同屏或左右分屏；Network HUD（RTT/丢包/带宽）叠加截图。**

**12. 性能优化（审查/代码/内存/渲染）**

* **ECS + Burst + IJobChunk/IJobEntity 覆盖刷怪/转向/受击结算；**
* **Entities Graphics 实例化 + LOD；**
* **内存：静态配置放 BlobAsset，对象池避免 GC；**
* **证据：Profiler（CPU/GPU Timeline）、Stats（Batches/SetPass/Tris）与 HUD“ZombiesAlive 600+、FPS 60±”。**

**可选补点：**

* **地形系统：直道使用一个简易 Terrain（坡地+贴图两层），在视频开头 2 秒扫过即可。**
* **小地图（2D）：正交顶摄 + RenderTexture 叠在 UI 角落（给“二维/UI”加分）。**

**演示视频脚本（1–3 分钟，按镜头拍）**

* **0:00–0:05 Timeline 开场，Cinemachine 推进；左上叠：FPS/Entities/Ghost/SnapshotHz/RTT/RecvKBs。**
* **0:05–0:25 探索：双人同步开门（UI 提示、协作门动画），Animator 叠加窗口一闪展示层与 BlendTree。**
* **0:25–0:45 小规模战斗：客户端即时开火手感（预测），0.3s 后服务端回执修正血量；Mixer 切战斗 Snapshot。**
* **0:45–2:15 直道尸潮：波次 1→2；HUD 显示 ZombiesAlive 上升、FPS 稳；镜头切加特林/机枪塔压制。**
* **2:15–2:40 波次 3 高峰：Profiler Overlay + Stats 面板并排几秒（量化“60FPS±/带宽峰值”）。**
* **2:40–2:55 终点关门，结算面板（Max Zombies / Avg FPS / Max Bandwidth / Total Kills）。**
* **2:55–3:00 Logo+收尾。**

**“最骄傲的亮点”截图（挑 6 张）**

1. **联机一致性：同一击杀帧的 Host vs Client 对比。**
2. **性能：Profiler + 场景叠加，ZombiesAlive 600±、FPS 60±。**
3. **渲染：URP+SRP Batcher 勾选、探针/反射球与实例化批展示。**
4. **动画：Animator 层/Blend Tree/IK 结构图。**
5. **AI：视野扇形与 FSM Debug 绘线。**
6. **音频：AudioMixer 与 Snapshot 面板。**

**技术栈（最小闭环）**

* **Unity 2022/2023（URP，线性）**
* **DOTS：Entities、Entities Graphics、Jobs、Burst**
* **Netcode for Entities + Unity Transport（LAN）**
* **Physics：Unity Physics（触发/射线）；近景可选 Ragdoll**
* **动画：Animator（BlendTree/Layer/IK）、少量僵尸走 Animator，海量僵尸走轻量循环**
* **影视/相机：Timeline + Cinemachine**
* **VFX：Shuriken 粒子 + URP 后处理**
* **音频：AudioMixer + Snapshots**
* **UI：UGUI 或 UI Toolkit（HUD/提示/菜单）**

**指标目标（视频里必须出现的数字）**

* **探索段：≤30 敌，同屏 120 FPS 左右。**
* **尸潮段：峰值 500–800 敌，60 FPS±；单客户端下行带宽峰值 < 200 KB/s。**
* **丢包≤1% RTT≤15ms（局域网示意）。**

**开发排期（4 周，带“可拍里程碑”）**

**第 1 周｜骨架 & 联机基线**

* **Host/Client 可进房；玩家移动/开火预测；HUD v1（FPS/RTT/快照）。**
* **场景白盒 + 协作门可用（Trigger+UI 提示）。**
* **✅ 里程碑：录到“连上局域网、预测移动与协作门”的 20 秒片段。**

**第 2 周｜敌群 & 动画/AI**

* **僵尸 Archetype + 对象池 + 插值 Ghost；巡逻 FSM + 视野扇形。**
* **玩家 Animator（BlendTree/Layer/IK）；近景僵尸动画循环。**
* **✅ 里程碑：录到“小规模战斗 + Animator 层/IK 截图”。**

**第 3 周｜直道尸潮 & 渲染/性能**

* **波次系统（3 波）；加特林/机枪塔（二选一）。**
* **URP 优化（SRP Batcher、实例化、LOD、探针），兴趣管理裁剪。**
* **✅ 里程碑：录到“ZombiesAlive 500± 且 60FPS±”的 15 秒片段 + Profiler 截图。**

**第 4 周｜影视/音频/打包出片**

* **Timeline/Cinemachine 演出；AudioMixer 与 Snapshot；结算面板。**
* **✅ 里程碑：按上方脚本剪出 1–3 分钟视频，导出 6 张“亮点截图”。**

**资产与关卡（极简主义）**

* **僵尸：1 模型 + 2–3 种贴图/调色（利于实例化批）。**
* **玩家：1 套持枪动画（Idle/Walk/Run/Aim/Fire/Reload）、IK 绑定。**
* **武器：SMG +（加特林或机枪塔）二选一；共 1–2 张材质。**
* **场景：小型仓库（探索）+ 一条直道（尸潮）。可在直道地面用极简 Terrain（两层纹理）以覆盖“地形系统”。**

**风险与备援**

* **帧率不稳：先降波次峰值，再加大兴趣裁剪半径、降快照频率（30→20Hz）。**
* **网络抖动：僵尸保持“只插值”，玩家位置校正做小阈值平滑。**
* **时间不够：放弃 Ragdoll 与机枪塔二者之一；优先保证联机一致性+性能数字能拍到。**