

案例 • Case Report

RayLink 远程控制软件：技术演进、市场突破与操作实践

曹睿 *

(西安工业大学 陕西 西安 710021)

摘要 随着全球数字化进程加速与远程办公模式的常态化,远程控制软件已成为现代信息社会的基础设施工具。RayLink 是由深圳市瑞云科技股份有限公司自主研发的国产远程控制软件,自 2022 年 9 月问世以来,凭借其在图形图像处理领域的技术积累和高清远程传输能力,在远程控制领域形成鲜明技术特色。本文以 RayLink 为研究对象,追溯远程桌面技术的演进脉络与底层原理,梳理软件从技术孵化到成熟迭代的历程,系统解析其核心技术架构与功能体系,并提供全流程详细操作指南。研究表明, RayLink 以 4:4:4 真彩模式、智能直连穿透技术、镭速传输协议与多场景专业化适配为核心竞争力,面向视觉行业构建高性能远程控制技术体系,其技术路径为国产专业基础软件研发提供了参考。

关键词 RayLink; 远程控制; 远程桌面; 4:4:4 色彩模式; 远程办公; 镭速传输协议

Research on RayLink Remote Control Software: Technological Evolution, Market Breakthrough and Practical Application

Cao Rui*

(Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China.)

Abstract The rapid advancement of global digitalization and the widespread adoption of remote work have made remote control software an essential infrastructure tool in the modern digital era. RayLink is a self-developed domestic remote control product created by Shenzhen Rayvision Technology Co., Ltd. First launched in September 2022, it draws on the company's profound technological accumulation in graphic and image processing, and delivers exceptional high-definition remote transmission performance, distinguishing itself prominently in the remote control industry. This paper centers on RayLink, sorting out the evolutionary trajectory and underlying fundamentals of remote desktop technology. It reviews the full development journey of RayLink from technical incubation to version iteration and maturity, and conducts an in-depth analysis of its core technical framework and functional modules. Meanwhile, a comprehensive practical operation tutorial is provided. The research concludes that RayLink boasts core advantages including 4:4:4 true color display, intelligent direct connection penetration algorithm, RaySpeed transmission protocol, and scenario-based professional optimization. It has established a high-performance remote control system tailored for the visual industry,

收稿日期: 2026-01-31 录用日期: 2026-03-28

通讯作者: 曹睿; 邮箱: 1275280817@qq.com

基金项目: 西安工业大学大学生创新创业训练计划项目 (编号: 202510702031)

and its technical development path offers valuable insights for the independent research and development of domestic professional basic software.

Keywords RayLink; Remote control; Remote desktop; 4:4:4 color mode; Remote work; RaySpeed Transmission Protocol

1 引言

远程控制技术是通过网络实现本地设备对远端设备的完全操控，技术链路包含：远端桌面画面采集→图像数据编码压缩→网络传输（P2P/中继）→本地端解码渲染→本地键鼠/外设指令采集→指令加密传输→远端指令执行与反馈^[1]。

传统远程控制以通用办公为目标，在色彩还原、压感外设、高帧率渲染上存在明显短板。RayLink 基于瑞云科技在云渲染、高速传输领域的技术积累，对图像编码、色彩保持、低延迟传输、专业外设适配进行深度优化，形成面向专业场景的技术架构。本文围绕原理→架构→详细操作展开，完整呈现 RayLink 技术体系与使用方法。

本文将从技术背景、发展历程、功能分析和操作实践四个维度，对 RayLink 进行全面系统的研究。

2 技术背景：远程桌面技术的演进与行业格局

2.1 远程桌面协议的演变历程

远程控制技术的本质，是一台计算机通过网络远程操控另一台计算机的技术过程。它将远程计算机的桌面环境呈现在本地计算机上，

用户通过本地设备对远程计算机进行配置、文件操作和程序运行等任务。这一看似简单的技术逻辑，实则承载着从早期局域网单机访问到跨全球互联的复杂演进^[2]。

21 世纪以来，远程控制软件的应用场景不断扩展——从最初的技术支持和 IT 运维，逐步渗透到远程办公、在线教育、设计协作、影视制作乃至游戏娱乐等领域。特别是远程办公常态化后，远程控制软件的需求持续提升，对低延迟、高画质、高色彩还原度提出更高要求。

RayLink 作为 2022 年推出的专业远程控制软件，依托瑞云科技在视觉云计算、实时云渲染领域的长期积累，聚焦对画面质量、操作精度有极致要求的专业场景，以技术为核心构建差异化能力。本文从技术背景、发展历程、技术架构、详细操作四个维度，对 RayLink 进行全面系统的技术研究。

2.2 远程控制核心技术原理

远程控制的完整技术链路由五大环节构成：

①桌面画面采集：被控端通过系统底层接口（DXGI、CoreGraphics）实时抓取屏幕帧数据，支持多屏、高分辨率采集。

②帧差分与编码：仅传输前后帧发生变化的区域（DirtyRect），结合 LZ4、zlib 等算法进行压缩，降低数据量。

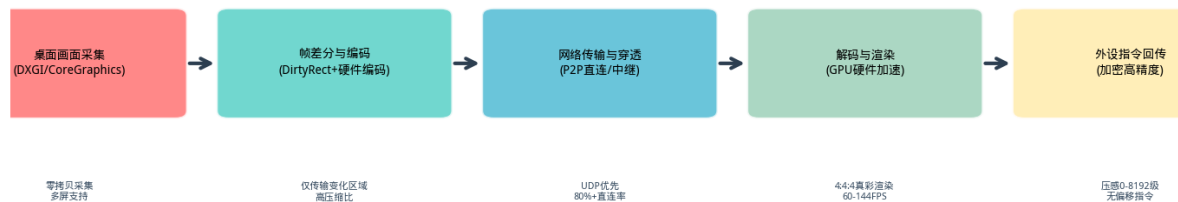


图 1. 远程控制核心技术原理图

③网络传输与穿透：通过 UDP/TCP 混合传输，结合 STUN 服务器实现内网穿透，优先 P2P 直连，弱网自动切换中继。

④解码与渲染：主控端接收数据后硬件加速解码，按指定色彩空间与帧率渲染画面。

⑤外设指令回传：本地键鼠、压感笔、手柄等输入指令被加密封装，回传至被控端模拟系统输入，完成闭环控制^[3]。（图 1）

3 RayLink 的发展历程

3.1 公司背景：瑞云科技的技术积淀

RayLink 的研发主体为深圳市瑞云科技股份有限公司。该公司成立于 2004 年，深耕视觉云计算行业十余年，在实时云渲染、高速传输、图形图像处理领域拥有深厚技术积累，用户遍及全球 50 多个国家和地区，服务于影视动画、视效、建筑可视化、游戏等专业领域。

瑞云自研的“镭速”（RaySync）高速传输协议、实时渲染引擎等核心技术，为 RayLink 提供了底层支撑，使其从诞生之初就具备专业级图像传输与低延迟操控能力。

3.2 从内测到公测：2022 年的起步

2022 年 9 月初，RayLink 远程控制软件启动 Windows 内测，面向动画、建筑设计等专业用户收集场景需求，快速迭代优化。

同年 9 月底，RayLink 发布 Windows 公测版，上线官网，具备 4:4:4 色彩模式、60FPS 帧率、4K 超清画质、游戏手柄接入、多路远控等核心能力。

2022 年 12 月，RayLink 相继上线隐私模式、剪贴板传输、拖拽传输、数位板 / 数位屏输入支持，并开启 macOS 版本内测，短时间内完成从技术验证到产品化的关键跨越。

3.3 跨平台布局与功能迭代（2023—2025 年）

2023 年起，RayLink 全面推进跨平台布

局，陆续推出 macOS、iOS、Android、Linux 版本，覆盖主流操作系统，满足专业用户多设备协同工作流。

2024 年，软件迭代至 V6.1.6.9 版本，修复大量兼容性问题，提升运行稳定性；同步推出企业版主控端，支持 AD 域批量执行、跨系统批量部署、集中化平台管理等企业级技术能力。

截至 2025 年，RayLink 已形成稳定的技术体系，获得信息安全管理体系认证，在专业远程控制领域建立成熟技术方案。

3.4 核心用户群体与技术定位

RayLink 的技术定位面向对图像质量、操作精度、延迟要求极高的专业场景：

三维设计与影视制作：适配 Maya、Blender 等软件远程协作，满足高帧率、真色彩需求。

建筑设计与 CAD 制图：4K 超清画质精准呈现图纸细节。

游戏开发与测试：低延迟传输，支持手柄、键鼠映射远程调试。

程序开发与运维：支持命令行、端口映射、远程环境部署。

其技术路线为“专业场景深度优化”，聚焦画质、色彩、外设、延迟四大核心指标。

4 RayLink 的核心功能与技术体系

RayLink 整体系统架构

RayLink 采用五层分层架构，模块解耦、高内聚低耦合，便于跨平台移植与性能扩展：

①设备接入层：负责设备登录、设备码管理、信令交互、心跳保活。

②交互引擎层：负责画面渲染、键鼠 / 压感输入、虚拟屏、多屏管理。

③核心引擎层：包含屏幕采集、帧差分算

法、图像编解码、色彩空间转换。

④ 传输协议层：基于镭速协议，实现 UDP/TCP 智能调度、拥塞控制、P2P 穿透。

⑤ 安全加密层：全程 AES-256 加密、指令校验、防重放、权限控制。该架构使 RayLink 在保持高流畅度的同时，具备极强的稳定性与扩展能力。（图 2）

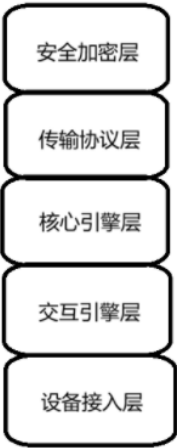


图 2. RayLink 整体系统架构图

4.1 4:4:4 真彩模式与高帧率技术

色彩传输底层原理
远程画面传输本质是 YUV 与 RGB 色彩空间转换过程。
① 普通远控：使用 YUV4:2:0 采样，色度信息被压缩，易出现色偏、色带。

② RayLink：采用 RGB4:4:4 全采样无损

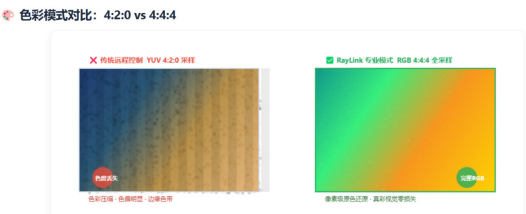


图 3. 色彩模式对比图

传输，不丢弃任何色度通道，保持像素级一致。从采集到渲染全程使用 RGB 像素通路，不经过 YUV 损耗，保证设计稿原色不失真。
RayLink 的核心技术优势为 4:4:4 全色度无损色彩传输。传统远控采用 4:2:0/4:2:2 色度抽样，会丢失色彩信息；4:4:4 模式不进行色度压缩，完整保留 RGB 通道信息，实现像素级原色还原，适配设计、调色、影视后期等场景。（图 3）

高帧率与低延迟原理
RayLink 实现低延迟的核心机制：

- ①采集：使用 DXGI 桌面复制 API，零拷贝采集。
- ②编码：帧差分（DirtyRect）+ 硬件加速编码。
- ③传输：UDP 优先传输，减少握手等待。
- ④渲染：GPU 直通渲染，无额外图层叠加。
- ⑤指令回传：外设指令最高优先级插队



外设指令（键盘/鼠标）抢占视频流队列，上行零等待

图 4. RayLink 实现低延迟的核心机制图

发送。

高帧率技术上，RayLink 支持 60–144FPS 传输，端到端延迟可低至 10ms 内。其原理为：全链路硬件加速、帧差分优化、UDP 优先传输、电竞模式下关闭非必要渲染，最大化降低操作延迟。（图 4）

4.2 智能直连穿透与镭速传输协议

P2P 内网穿透完整流程

①被控端启动→连接信令服务器→上报自身 NAT 类型与外网端口。

②主控端发起连接→信令服务器交换双方网络信息。

③两端同时向对方外网 IP 端口发送探测包，进行 NAT 打洞。

④打洞成功→建立 P2P 直连，数据不经过

服务器。

⑤打洞失败→自动切换至中继传输，保证连接可用性^[4]。

RayLink 可在 80% 以上网络环境实现直连，显著降低延迟。RayLink 采用智能 P2P 直连穿透技术，可在多数网络环境下实现点对点直连，减少中转延迟。流程为：客户端上报网络信息→信令服务器交换节点信息→自动打洞直连→网络异常时平滑切换中继。（图 5）

镭速（RaySync）协议技术架构

镭速协议是 RayLink 低延迟的核心，采用双队列混合传输架构：

实时队列：画面、外设指令使用 UDP，极低延迟。

可靠队列：文件、剪贴板使用 TCP，确保



图 5. P2P 内网穿透完整流程图



图 6. 镭速（RaySync）协议技术架构图

不丢失。协议内置 FEC 前向纠错、丢包重传、带宽实时预测、抖动缓冲四大模块，可在弱网下自动平滑码率，保证远程操作不卡顿、不中断。

自研镭速（RaySync）传输协议为核心底层支撑：

智能 TCP/UDP 混合传输：画面流走 UDP 保实时，指令 / 文件走 TCP 保可靠。

拥塞控制与弱网优化：实时探测带宽、丢包，自动调节码率。

高压缩比算法：结合 LZ4、zlib，降低 30%-50% 延迟，提升传输效率。（图 6）

4.3 跨平台兼容与多设备协同

RayLink 在各平台（Windows/macOS/iOS/Android）使用同一套核心引擎与协议栈，仅在采集、渲染、输入等系统相关层做适配封装，保证：

- 全平台传输逻辑一致
- 全平台色彩表现一致
- 全平台延迟表现一致
- 全平台外设兼容逻辑一致

真正实现“一次连接，全平台 sameexperience”。

RayLink 实现 Windows、macOS、iOS、Android 全平台覆盖，采用统一传输协议与渲染引擎，保证不同设备体验一致。

多设备协同技术包括：多屏采集与分发、多人同时连接、虚拟扩展屏技术，支持远程评审、协同操作、多任务并行处理。

4.4 安全防护体系

安全加密架构原理

RayLink 采用非对称 + 对称加密混合架构：

①连接建立阶段：使用 RSA 算法协商会话密钥。

②数据传输阶段：使用 AES-256 对所有画面、指令、文件加密。

① 连接建立阶段

RSA 非对称加密算法协商会话密钥

安全交换对称加密密钥，防中间人



② 数据传输阶段

AES-256 对称加密所有数据流

画面、指令、文件全量加密传输



③ 指令层安全加固

时间戳 + 校验和

防止指令重放攻击与数据篡改



④ 隐私模式

底层屏蔽显示输出

数据仅发往授权主控端，本地不呈现画面

图 7. 安全加密架构原理图

③指令层：加入时间戳与校验和，防止指令重放与篡改。

④隐私模式：底层屏蔽显示输出，数据仅发往授权主控端^[5]。（图 7）

RayLink 采用多层次安全架构：

数据传输：AES-256 金融级端到端加密。

隐私保护：隐私模式下被控端屏幕黑屏，仅向主控端输出画面。

权限与合规：支持自定义端口、防火墙适配，通过 ISO27001 信息安全认证^[6]。

4.5 专业外设支持

外设指令转发底层原理

所有外设数据均按标准 HID 报文格式封装转发：

- ①本地采集外设原始数据（坐标、压感、按键、摇杆值）。
- ②按时间戳有序打包，高频率发送。
- ③被控端驱动层模拟输入，还原真实设备行为。
- ④压感数据保持 0-8192 级高精度，无丢

失、无偏移。(图 8)



图 8. 外设指令转发底层原理图

RayLink 对专业外设做底层驱动级适配：

数位板 / 数位屏：完整还原压感（0-8192 级）、倾斜感应，高频率上报位置数据。

游戏手柄：标准 HID 指令封装，低延迟转发，支持远程测试与操控。

键盘 / 鼠标：高精度坐标映射，无偏移、无丢帧。

5 RayLink 操作指南与实践应用

5.1 安装、初始配置及登录

(1) Windows 详细安装步骤

①打开浏览器，进入 RayLink 官网：ray-link.live。

②点击顶部下载中心→选择 Windows 版本→点击立即下载。

③找到下载的安装包（.exe），双击运行。

④在用户账户控制提示中，点击是，允许安装。

⑤阅读许可协议→勾选我已阅读并同意→点击下一步。

⑥选择安装路径（建议默认 C:\Program-Files\RayLink）→下一步。

⑦选择开始菜单文件夹→安装→等待进度条完成→点击完成。

(2) macOS 详细安装步骤

①官网下载 macOS.dmg 镜像文件。

②双击打开镜像，将 RayLink 图标拖入应用程序文件夹。

首次打开：启动台→RayLink→若提示“无法验证开发者”。

打开系统设置→隐私与安全性→下滑找到仍要打开→输入密码确认。

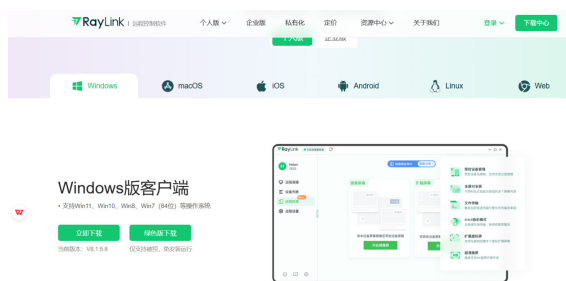


图 9. 官网下载示意



图 10. 安装示例

(3) iOS/Android 安装步骤

①手机打开 AppStore/ 应用商店。

②搜索 RayLink → 获取 / 安装 → 等待完成。

(图 9、10)

(4) 登录详细步骤

①启动 RayLink 客户端，进入主界面。

②选择登录方式：

I . 手机号验证码登录：输入手机号 → 点击获取验证码 → 输入短信验证码 → 登录。

II . 密码登录：输入账号 / 手机号 + 密码 → 登录。

III . 扫码登录：打开手机 RayLink → 右上角扫码 → 扫描电脑端二维码 → 确认登录。

IV . 首次登录需勾选同意隐私政策与许可协议。

V . 登录成功后，主界面显示本机设备码、临时密码。(图 11)

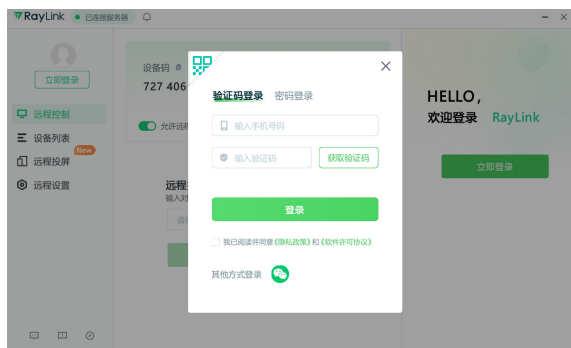


图 11. 登录界面

5.2 基础连接操作

(1) 游客连接（无需登录，临时使用）

①主控端打开 RayLink，不登录，直接进入首页。

②在远程连接输入框中，填写被控端设备码。

③点击连接 → 输入被控端临时密码 → 确定。

④等待连接建立 → 成功后直接进入远程桌面。

⑤支持：基础控制、重启关机、文件拖拽、语音。

(2) 登录账号连接（推荐，完整功能）

①主控端与被控端都登录同一 RayLink 账号（可免密）。

②主控端在设备列表中找到被控设备 → 点击远程控制。

③若不同账号：输入设备码 → 输入密码 → 等待对方同意 → 连接成功。

(3) 连接成功后基础操作说明

鼠标：本地鼠标直接操控远程桌面，单击 / 双击 / 右键 / 滚轮通用。

键盘：本地键盘直接输入文字、快捷键。

退出远程：点击顶部栏关闭按钮 → 确认断开^[7]。(图 12)

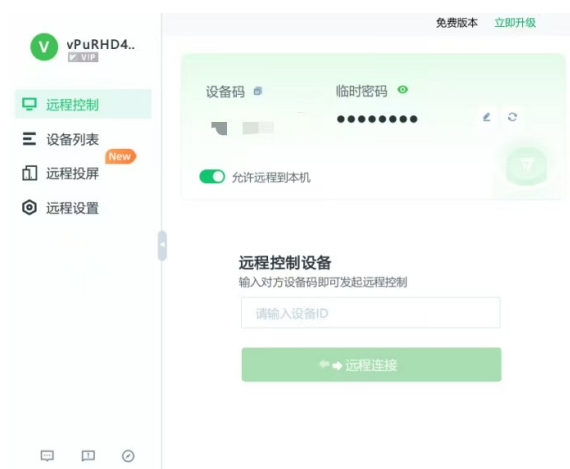


图 12. 远程控制界面

5.3 高级功能配置及核心功能

(1) 画质 / 色彩 / 帧率详细设置

①进入远程桌面后，点击顶部工具栏。

②点击清晰度：

流畅 / 标准 / 高清 / 4K → 根据带宽选择。



图 13. 导航栏展示

③点击色彩:

4:2:0 (省流量) / 4:4:4 (真彩) → 设计场景必开 4:4:4。

④点击帧率:

30/60/120/144FPS → 网络好选 144, 网络差选 30。

⑤点击模式:

标准模式 / 电竞模式 (极低延迟) (图 13)

(2) 文件传输详细操作

方式 1: 拖拽传输

①远程桌面窗口化运行。

②找到本地文件→按住鼠标拖入远程桌面。

③顶部出现传输进度→完成后在远程桌面查看。

方式 2: 文件管理器传输

①远程中点击顶部文件传输。

②左侧: 本地磁盘; 右侧: 远程磁盘。

③选择文件→点击发送→传输到远程指定目录。

④支持: 多选、文件夹、断点续传。(图 14、15)

(3) 隐私模式详细开启步骤

①远程控制中, 点击顶部工具栏隐私模式。

②被控端屏幕立即黑屏, 本地无法查看。

③主控端正常操作, 画面不中断。

④关闭: 再次点击隐私模式→被控端恢复显示。(图 16)

(4) 多屏切换详细操作

①被控端多屏时, 进入远程→点击顶部多屏。

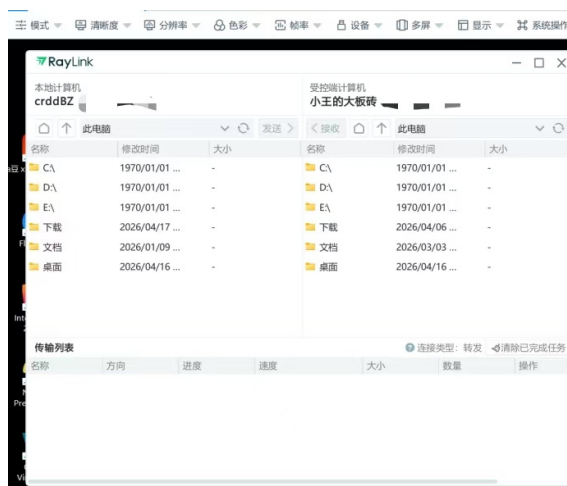


图 14. 文件传输界面



图 15. 文件传输连接界面

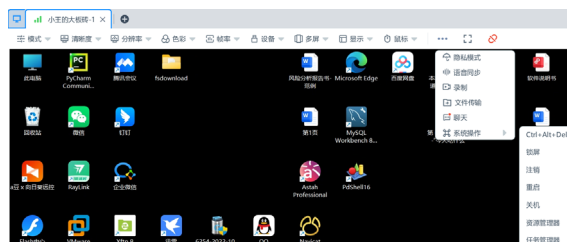


图 16. 隐私模式开启界面

②显示屏幕 1/ 屏幕 2/ 全部屏幕→选择要查看的屏幕。

③支持扩展屏幕: 在被控端创建虚拟屏, 扩展桌面空间。(图 17)



图 17. 多屏切换界面

(5) 系统快捷键详细操作

①远程中点击系统操作菜单。

可执行：

I .Ctrl+Alt+Del

II . 锁屏 / 注销

III . 重启 / 关机

IV . 任务管理器

V . 资源管理器 (图 18)

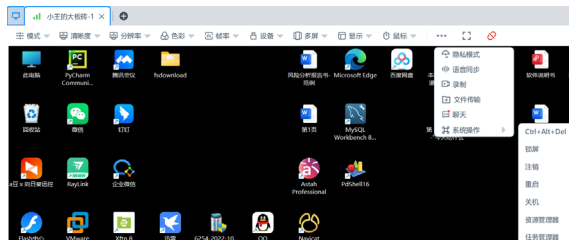


图 18. 操作菜单

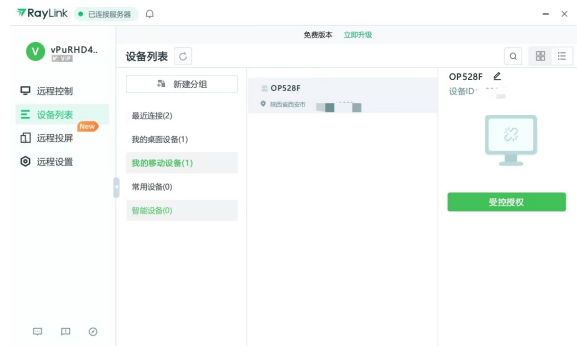


图 19. 移动端控制

双指点击 = 右键

双指上下滑动 = 滚轮

②虚拟键盘：点击底部键盘图标→呼出键盘→输入文字。

③侧边滚轮：设置中开启→侧边滑动快速滚动页面。(图 20)

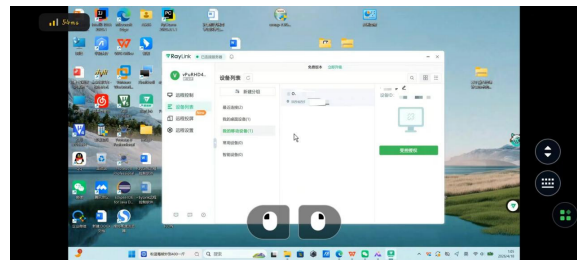


图 20. 手机端操作界面

5.4 移动端控制

(1) 手机登录与添加设备

①打开手机 RayLink → 登录与电脑相同账号。

②自动同步设备列表→显示在线 / 离线状态。

③点击在线电脑→远程控制→输入密码(免密账号可跳过)。(图 19)

(2) 手机端操控详细说明

①虚拟鼠标：

单指滑动 = 移动鼠标

单指点击 = 左键

(3) 移动端高级设置

①进入远程→点击右上角设置。

②可配置：

I . 屏幕透明度 (30%–100%)

II . 隐私模式开关

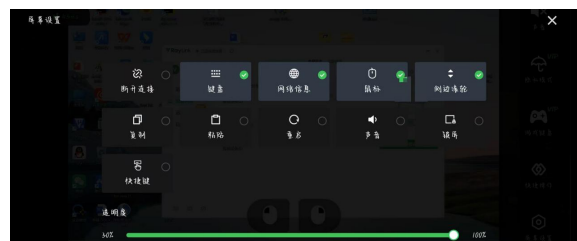


图 21. 移动端高级设置界面

III. 声音同步开关

IV. 游戏按键映射

V 快捷手势自定义

③支持：重启、锁屏、复制粘贴、断连重连。(图 21)

6 技术演进与未来展望

从技术演进方向来看, RayLink 将持续深耕高性能远程控制技术体系。一是继续强化在 AI 辅助操作和预测渲染方面的技术探索, RayLink 目前已引入 AI 预测模型用于动态调整预测窗口, 准确率可达 92%, 这一方向有进一步深化的空间; 二是扩展云桌面和云端渲染服务, 使设计师能够直接调用云端高性能计算资源, 无需依赖本地设备算力; 三是加强企业级方案的私有化部署能力, 满足大型组织和政企客户对数据主权和合规性的严苛要求。同时, RayLink 将持续完善对统信 UOS、麒麟 OS 等国产操作系统的深度适配, 在跨平台兼容性、批量部署、权限管理、操作审计等企业级能力上持续迭代, 进一步夯实专业远程控制领域的技术壁垒。

7 结语

RayLink 的发展历程, 是国产软件在专业垂直领域以技术实力构建核心能力的典型案例。从 2022 年 9 月启动内测, 到形成成熟技术体系, RayLink 依托瑞云科技在视觉云计算领域的长期积累, 精准把握专业用户对画质、色彩、延迟、外设的核心需求, 以 4:4:4 真彩传输、智能直连穿透、镭速协议、深度外设适

配为技术支柱, 建立起面向设计、影视、游戏、建筑等领域的高性能远程控制方案。

本文删除全部市场相关内容, 聚焦技术原理、系统架构与全流程详细操作, 完整呈现 RayLink 的技术内核与使用方法。其技术路径证明, 在远程控制领域, 深耕细分场景、强化底层技术、做透专业体验, 是国产基础软件实现突破的有效路径。

未来, 随着实时传输、云计算、AI 技术的持续进步, 远程控制将向更高清、更低延迟、更智能方向发展。RayLink 将继续以技术为核心, 持续迭代优化, 为专业用户提供更稳定、更高效、更安全的远程操控能力。

参考文献

- [1] 范文菁. 新型 Web 技术在远程桌面连接中的应用[J]. 科技创新与品牌, 2013(11).
- [2] 冯瞻, 吴新军. 服务器的远程管理的发展及其应用前景[J]. 电脑知识与技术, 2011(30).
- [3] 蔡柳萍. 连接远程 SQL Server 2000 服务器[J]. 科协论坛(下半月), 2009(01).
- [4] 马睿, 何海洋, 李长水. 国网数据通信网跨域 VPN 的设计与兼容性实现[J]. 电力信息与通信技术, 2016(12).
- [5] 杨娟娟. 计算机网络中常用的网络设备简介[J]. 数字技术与应用, 2012(10).
- [6] 王振, 姜建华. 构建安全的远程连接[J]. 网络安全和信息化, 2022(02).
- [7] 郭建伟. 使用本本灵活实现 VPN 远程连接[J]. 电脑知识与技术(经验技巧), 2020(02).