远程桌面 概要设计说明书			
配置项编号	DRD-OV-2025	**版本号**	V1.0
文档密级	内部	**编制部门**	架构部
编制人	李昌泽	**日期**	2025 年 11 月 26 日
审核人	待定	**日期**	待定
批准人	待定	**日期**	待定

修订记录

序号	版本号	修订内容描述	修订日期	修订人	审核人	批准人
1	V1.0	首版	2025-11-26	李昌泽	待定	待定

目录

1. 概述

1.1. 目的

- deepin-remote-desktop（简称 drd）提供 Linux 上的现代 RDP 服务端，实现远程登录、桌面共享。本文件面向熟悉 GLib/FreeRDP 的工程师，说明系统设计原则、模块边界、关键流程及 LightDM 扩展，为后续详细设计、测试与部署提供统一基线。

1.2. 术语说明

- RDP：Remote Desktop Protocol，本项目基于 FreeRDP 3.x 服务器栈。
- Rdpgfx：Graphics Pipeline 虚拟通道，用于 Progressive/RFX 帧推送。
- NLA/CredSSP：网络级认证，控制凭据交付方式。
- LightDM SeatRDP：LightDM 中的远程 seat 实现。
- Routing Token：Server Redirection 使用的 msts cookie，用于系统守护识别重连上下文。
- SSO：Single Sign-On，即单点登录，客户端直接配置服务端账户用户名和密码完成登录，无需在 greeter 界面进行登录操作。
- PAM：Pluggable Authentication Modules，deepin 认证栈使用的可插拔框架。
- PDU：Protocol Data Unit，指 RDP 会话在虚拟通道或主通道上传输的结构化数据（如 Server Redirection PDU、Rdpgfx Frame PDU）。
- 桌面共享：RDP 客户端连接后直接复用当前已存在的本地图形会话，客户端和服务端的画面一致；
- 远程登录：RDP 客户端连接后登录一个未在本地登录的用户，创建一个远程图形会话；

1.3. 参考资料

1. FreeRDP 3.x API 文档。
2. LightDM Seat 与 DisplayManager 接口。
3. deepin systemd/DBus 规范。

2. 系统设计

2.1. 设计原则

- 使用 C 语言并基于 GLib 进行开发。
- RDP 协议栈依托 FreeRDP 3.x 库实现。
- 遵循 deepin/UOS systemd/DBus 规范。
- 遵循 SOLID：监听、会话、媒体、系统守护、LightDM Seat 均以单一职责交付，抽象层稳定，具体实现可替换。
- 安全默认开启：TLS + NLA，System/Handover 重定向链路加密。

2.2. 需求分析

本系统主要解决以下关键需求：

1. 远程桌面功能需求

- 支持 X11 环境下的桌面共享。
- 支持 X11 环境下的远程 Greeter 登录。
- 支持 X11 环境下的远程单点登录。

2. 技术目标

- 支持主流 RDP 客户端连接。
- 支持多客户端并发连接。
- 支持远程会话可重入。
- 控制 CPU/内存等资源占用在合理范围内。

3. 使用场景分析

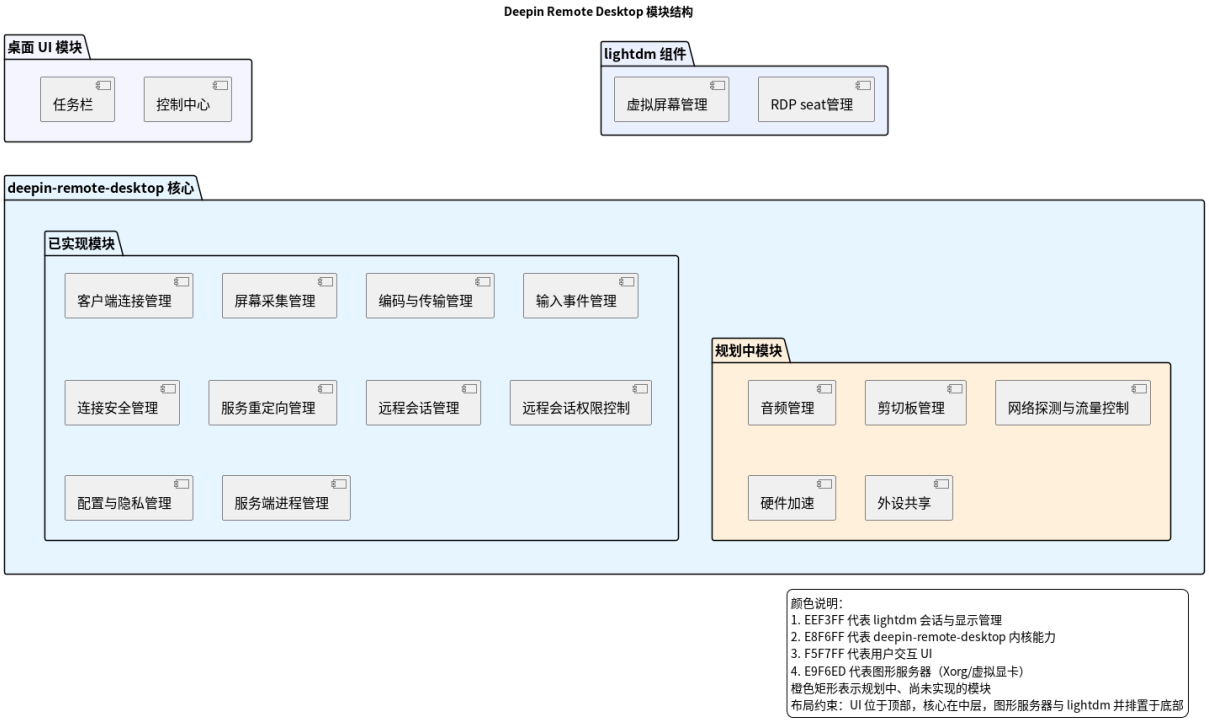
- TODO

4. 技术方案概述

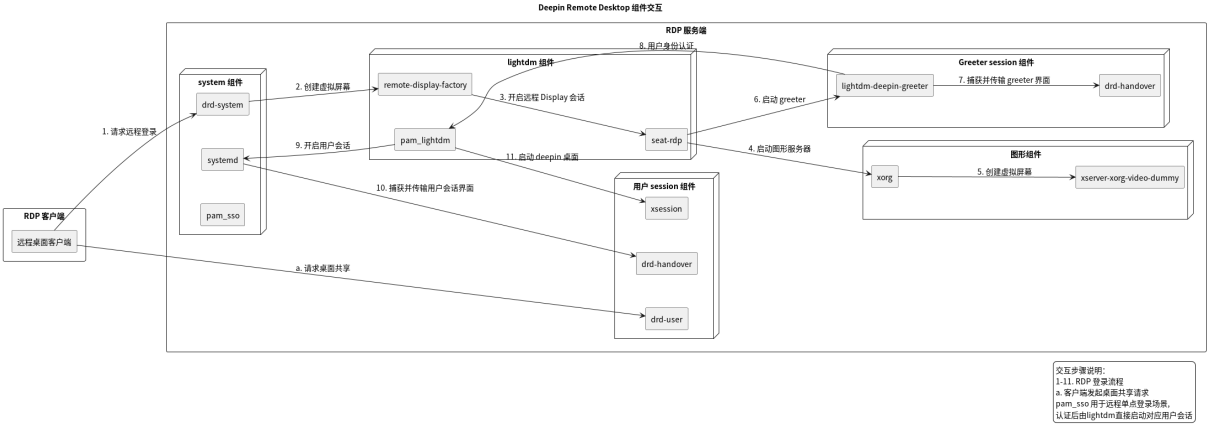
- 使用 XShm 与 XDamage 进行屏幕捕获。
- 采用 Rdpgfx Progressive 与 RemoteFX 两种方式进行编码与传输。
- 将画面拆分成 64×64 网格进行比对，仅更新变化区域以降低带宽占用。
- 通过 xserver-xorg-video-dummy 创建虚拟屏幕。
- 借助 LightDM 创建远程会话与单点登录会话。
- 使用 PAM 进行单点登录认证。
- 采用 RDP Server Redirection 策略，确保远程登录过程中客户端不断连并允许远程会话复用。
- 使用 XTest 模拟键鼠输入事件。

2.3. 主要模块

- 本系统主要包含两大模块：deepin-remote-desktop 约 10 个子模块，LightDM 约 2 个子模块。
- deepin-remote-desktop 的进程之间通过 DBus 通讯，deepin-remote-desktop 与 LightDM 及桌面 UI 组件之间同样通过 DBus 协作；LightDM 父子进程之间通过管道通信；deepin-remote-desktop 监听 3389 等网络端口与 RDP 客户端通讯。
- 本系统整体结构如下：



- 系统组件结构与组件交互如下：



- drd-system 为 deepin-remote-desktop --mode system 进程，作为 system 服务运行，使用 deepin-system-daemon 用户。
- drd-handover 为 deepin-remote-desktop --mode handover 进程，在登录会话和用户会话中按需启动。
- 远程登录依赖 drd-system 和 drd-handover 配合实现。
- drd-user 为 deepin-remote-desktop --mode user 进程，为桌面共享提供支撑。
- 远程登录和桌面共享在客户端连接、屏幕采集、编码传输、输入、安全以及配置与隐私管理等模块上完全复用，但除端口号外两者运行时不交叉。

2.3.1. 客户端连接管理

作用：

- 监听 RDP 客户端连接，并与客户端完成协商与握手。
- 对连接进行暂停、终止等管理。

机制：

- 通过 GSocketService 监听端口并注册 incoming 回调。
- 注册 freerdp_peer 回调完成 FreeRDP 配置、会话与上下文管理。
- 校验 routing token 以决定是否需要重定向本次连接。
- 未使用 freerdp_listener，因为该封装无法直接处理底层 fd。
- 在远程登录场景，可配置断开连接时自动注销当前用户。

2.3.2. 屏幕采集管理

作用：

- 持续采集桌面图像，向编码器提供统一帧源。

机制：

- 在独立线程订阅 XDamage 事件，并借助 XShm 共享内存复制像素，再以单帧阻塞队列交付最新画面。

2.3.3. 编码与传输管理

作用：

- 选择合适的编码格式并通过 Rdpgfx 或 SurfaceBits 推流。

机制：

- 启动 RDP Graphics Pipeline 虚拟通道。
- 虚拟通道就绪前使用 SurfaceBits + RemoteFX 进行编码与推流。

- 虚拟通道就绪后使用 RemoteFX Progressive（RLGR1） 进行编码与推流。
- TODO

2.3.4. 输入事件管理

作用：

- 将远程键鼠操作注入本地桌面，保持交互一致。

机制：

- 通过 FreeRDP 输入回调统一缩放坐标，再用 XTest 将事件注入 X11。

2.3.5. 连接安全管理

作用：

- 提供 TLS/NLA/PAM 的凭据认证方式，确保所有连接都在安全的信道中完成认证。

机制：

- 禁用纯 RDP Security。
- 桌面共享支持密码与免密两种方式：密码连接使用 NLA+TLS，凭据即 NLA 密码；免密连接采用 TLS+用户确认。
- 远程 Greeter 登录仅支持密码连接，使用 NLA+TLS，客户端展示服务端 Greeter 界面后由用户输入账户密码完成登录。
- 远程单点登录仅支持密码连接，采用 TLS+PAM 方案；客户端配置的凭据即服务端账户与密码，drd-system 进程获取后触发 pam_sso 认证，认证通过后向 LightDM 请求启动目标用户会话。
- 自动生成 TLS 证书和指纹，并支持周期性轮换。
- 支持自动生成 NLA 强密码。
- 将 NLA 密码存放于可信路径或设备。
- 服务重定向过程中使用随机密码和一次性 token。
  - handover 进程不会持有真实系统账户密码和 NLA 密码，可显著降低泄漏风险。
  - 每次重连都使用随机密码，不担心被截获。

2.3.6. 服务重定向管理

作用：

- 串联远程登录中从 Greeter 到用户会话的完整链路。
- 串联单点登录中 system 进程到 handover 进程的链路。
- 在整个链路中实现用户无感知的 RDP 服务端切换。

机制：

- drd-system 进程监听远程登录端口，并通过 DBus 信号协调整个服务重定向流程。
- 在 Greeter 会话和用户会话分别启动 drd-handover 进程承担屏幕捕获与传输，并基于 RDP Server Redirection 协议让客户端自动重连。
- 在重连阶段切换 RDP 服务端，例如从 Greeter handover 切换到用户会话 handover。
- drd-system 首次握手后，将 handover 密码与随机 routing_token 打包进 Server Redirection PDU 下发客户端；客户端按 token 第二次重连后，drd-system 将 accept 返回的 fd 通过 DBus 移交给 handover，由 handover 完成剩余握手并负责后续传输。
- 整个重定向过程中 routing_token 唯一且保持稳定。
- 单点登录遵循相同机制，将 system 进程收到的连接重定向到目标 handover 进程。

2.3.7. 远程会话管理

作用：

- 支持同时接收多个客户端连接请求。
- 确保客户端能够重复连接既有远程会话。

机制:
- 通过维护 routing token、client_id 以及 session_id 避免连接错配。
- routing token 与 client_id 一一对应。
- handover session：由 drd-system DBus 服务创建的对象，可通过 client_id 与 session_id 快速定位。
- remote session：由 LightDM DBus 服务创建的对象。
- handover session 与 remote session 一一对应，单个远程会话仅包含这一对对象。
- 根据 drd-handover 进程的 session_id 属性，可准确分配 handover session。
- 客户端重定向携带的 routing token 会被转换成 client_id，进而找到对应 handover session 并对其执行所需操作。

2.3.8. 远程会话权限控制

作用:
- 对系统中的远程会话的 polkit 鉴权进行统一管理。

机制:
- 使用 polkit 的 pkla 与 rules 机制覆盖远程会话的鉴权策略。

2.3.9. 配置与隐私管理

作用:
- 统一管理 drd-user/drd-system/drd-handover 三个进程的运行配置。
- 保护用户名、密码与登录密钥等敏感字段。

机制:
- 使用 INI 格式存储配置。
- 支持 drop-in 配置机制。
- 默认配置存放在 /usr/share/deepin-remote-desktop/conf.d 目录。
- 支持加载 /etc/deepin-remote-desktop/conf.d 下的配置覆写默认值。
- drd-user 进程需要加载 ~/.config/deepin-remote-desktop/conf.d 覆盖个人配置。
- 在日志中用** 掩码隐藏敏感内容。
- 提供 CLI 命令修改运行配置：
  - 端口号；
  - TLS 证书和 Key 文件路径；
  - 配置文件；
  - 编码器；
  - NLA 用户名和密码；
  - 运行模式；

2.3.10. 进程管理

作用:
- 对 drd-user/drd-system/drd-handover 三个进程的生命周期与权限进行统一管理。

机制:
- drd-user 进程由 systemd user 服务管理，默认不自启动；开启桌面共享后在 graphical-session-pre.target 中启动，断开连接不会立即退出。

- drd-system 进程由 systemd system 服务管理，默认不自启动；开启远程登录后在 graphical.target 中启动，运行用户为 deepin-system-daemon，其他服务满足 DBus 安全规范要求，并作为守护进程在后台持续监听端口。
- drd-handover 进程采用两套管理方案：
  - 登录会话：在 /etc/deepin/greeters.d 中放置 11-deepin-remote-desktop-handover 脚本，于 Greeter 启动前拉起。
  - 用户会话：由 systemd user 服务托管，默认不自启动；开启远程登录后在 graphical-session-pre.target 中启动，如无待接管连接会立即退出。
  - 通常在发出 Server Redirection PDU 后退出，断开连接时保持运行，远程会话结束由 session scope 统一回收。

2.3.11. 虚拟屏幕管理

作用：

- 管理虚拟屏幕的生命周期和 DISPLAY。

机制：

- LightDM 使用 xserver-xorg-video-dummy 创建虚拟屏幕，配置示例如下：

```
Section "Device"
  Identifier "dummy_device"
  Driver     "dummy"
  VideoRam   256000
EndSection

Section "Monitor"
  Identifier "dummy_monitor"
  HorizSync 30-80
  VertRefresh 60
  # 也可以添加 Modeline 指定自定义分辨率
  Modeline "1920x1080"  172.80  1920 2048 2248 2576 1080 1083 1088 1120 -hsync
+vsync
EndSection

Section "Screen"
  Identifier "dummy_screen"
  Device     "dummy_device"
  Monitor    "dummy_monitor"
  DefaultDepth 24
  SubSection "Display"
    Depth 24
    Modes "1920x1080"
  EndSubSection
EndSection
```

- 对 DISPLAY 进行管理，默认从 100 开始。

2.3.12. RDP Seat 管理

作用：

- 对 RDP 远程会话的进程与环境变量进行统一管理。

机制：

- 创建图形服务器。

- 设置环境变量：
  - 设置 `deepin-remote-session=TRUE`，便于 Greeter 和用户会话进程识别远程会话信息（可从 login1 获取）。
  - 设置 `XDG_SEAT` 为空，open session 时即可清空 seat 属性（polkitd 会据此判断是否为远程会话）。
- 创建 Greeter 会话。
- 启动用户会话。

2.3.13. UI 模块管理（Greeter、控制中心、任务栏）

作用：

- 为用户展示远程连接状态并提供操作入口。

机制：

- 根据环境变量对相关 UI 进行屏蔽或调整，保证本地与远程体验一致。

2.4. 关键接口设计

- CLI 支持以下运行参数：

```
  -p, --port=PORT            Bind port (default 3390 unless config overrides)
  --cert=FILE                TLS certificate PEM path
  --key=FILE                 TLS private key PEM path
  -c, --config=FILE          Configuration file path (ini)
  --encoder=MODE             Encoder mode (raw|rfx)
  --nla-username=USER        NLA username for static mode
  --nla-password=PASS        NLA password for static mode
  --enable-nla               Force enable NLA regardless of config
  --disable-nla              Disable NLA and use TLS+PAM single sign-on
  --mode=MODE                Runtime mode (user|system|handover)
```

- 配置文件支持如下参数：

```
## 深度远程桌面完整示例配置，覆盖所有支持的字段。
## 生产环境请根据实际网络、认证方式调整。

[server]
# 监听端口，默认为 3389
port=3389

[tls]
# 证书与私钥支持相对路径（相对当前配置文件目录）
certificate=/usr/share/deepin-remote-desktop/certs/server.crt
private_key=/usr/share/deepin-remote-desktop/certs/server.key

[encoding]
# 编码模式：raw 或 rfx（默认 rfx）
mode=rfx
# 是否启用帧间差分，默认为 true
enable_diff=true

[auth]
# NLA 凭据，仅在启用 NLA 时使用
```

```
username=uos
password=1
# 是否启用 NLA，设置为 false 可改用 RDP SSO
enable_nla=true
# 可选：覆盖默认 PAM Service 名称
pam_service=deepin-remote-sso

[service]
# 运行模式：user、system 或 handover
runtime_mode=handover
# 当启用 rdp_sso 时将自动禁用 NLA
rdp_sso=false
```

- LightDM 新增 DBus 接口：org.deepin.DisplayManager
- TODO 需要支持多屏参数

```
<!DOCTYPE node PUBLIC "-//freedesktop//DTD D-BUS Object Introspection 1.0//EN"
"http://www.freedesktop.org/standards/dbus/1.0/introspect.dtd">
<node>
  <interface name="org.deepin.DisplayManager.RemoteDisplayFactory.Session">
    <property name="UserName" type="s" access="read"/>
    <property name="Address" type="s" access="read"/>
    <property name="ClientId" type="s" access="read"/>
    <property name="SessionId" type="s" access="read"/>
  </interface>
  <interface name="org.deepin.DisplayManager.RemoteDisplayFactory">
    <method name="CreateRemoteGreeterDisplay">
      <arg name="ClientId" direction="in" type="u"/>
      <arg name="Width" direction="in" type="u"/>
      <arg name="Height" direction="in" type="u"/>
      <arg name="Address" direction="in" type="s"/>
      <arg name="SessionPath" direction="out" type="o"/>
    </method>
    <method name="CreateSingleLogonSession">
      <annotation name="org.gtk.GDBus.C.UnixFD" value="true" />
      <arg name="ClientId" direction="in" type="y"/>
      <arg name="Width" direction="in" type="u"/>
      <arg name="Height" direction="in" type="u"/>
      <arg name="PipeFd" direction="in" type="h"/>
      <arg name="Address" direction="in" type="s"/>
      <arg name="SessionPath" direction="out" type="o"/>
    </method>
  </interface>
</node>
```

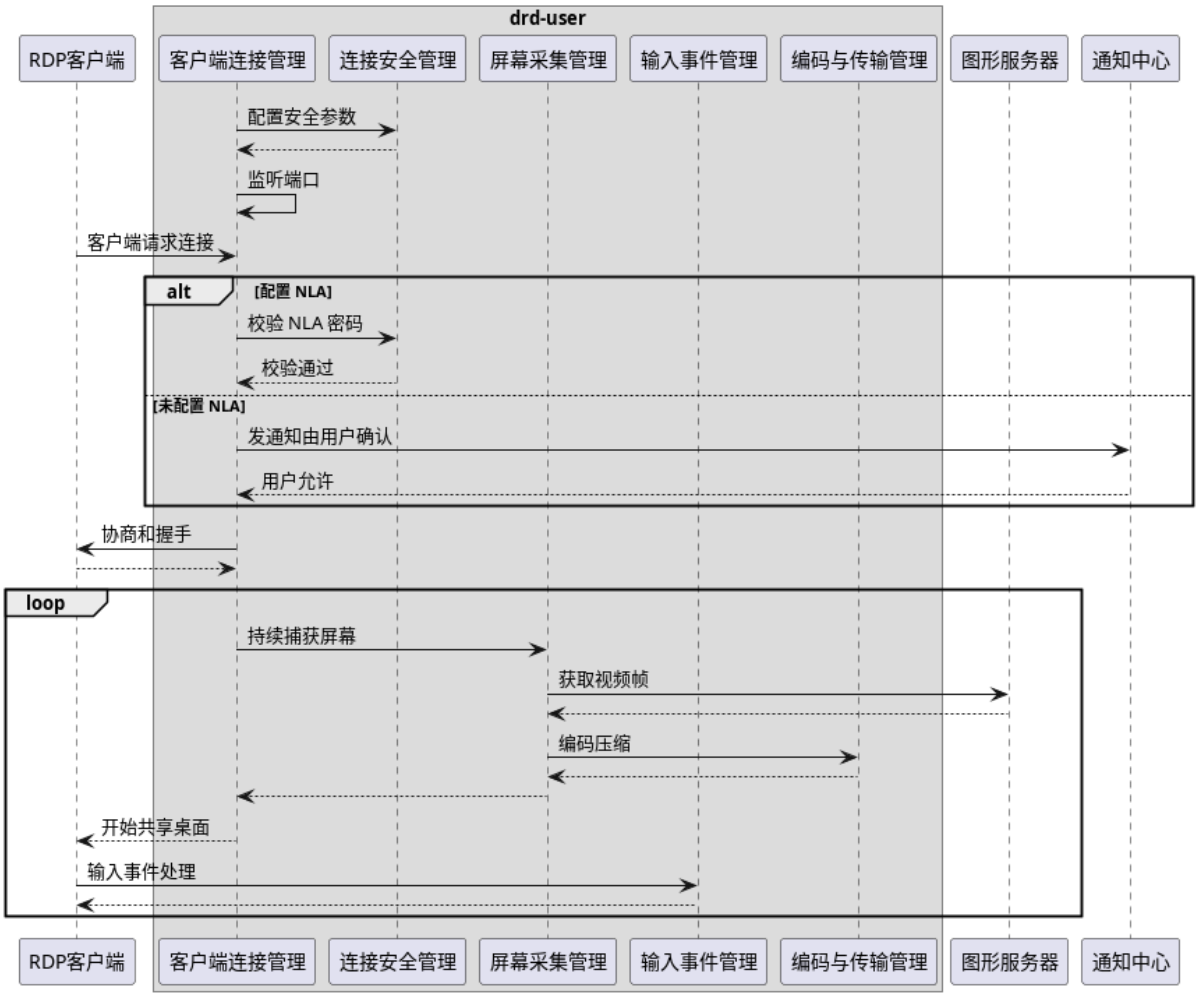
- deepin-remote-desktop 新增 DBus 接口：org.deepin.RemoteDesktop

```
<!DOCTYPE node PUBLIC
'-//freedesktop//DTD D-BUS Object Introspection 1.0//EN'
'http://www.freedesktop.org/standards/dbus/1.0/introspect.dtd'>
<node>
  <interface name="org.deepin.RemoteDesktop.Rdp.Server">
```

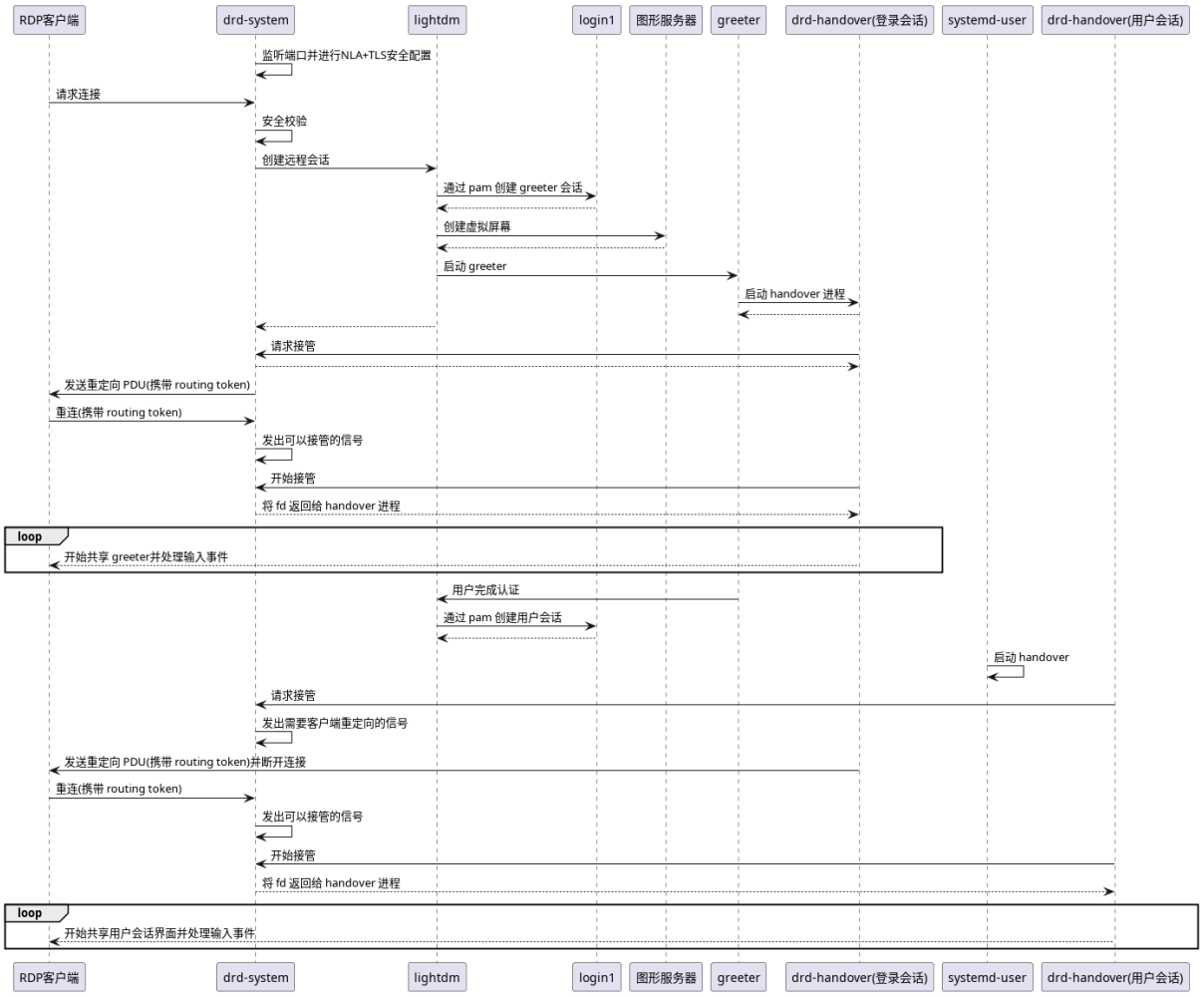
```
    <property name="Enabled" type="b" access="read" />
    <property name="Port" type="i" access="read" />
    <property name="TlsCert" type="s" access="read" />
    <property name="TlsFingerprint" type="s" access="read" />
    <property name="TlsKey" type="s" access="read" />
    <property name="ViewOnly" type="b" access="read" />
  </interface>
  <interface name="org.deepin.RemoteDesktop.Rdp.Dispatcher">
    <method name="RequestHandover">
      <arg name="HandoverPath" direction="out" type="o" />
    </method>
  </interface>
  <interface name="org.deepin.RemoteDesktop.Rdp.Handover">
    <method name="StartHandover">
      <arg name="Username" direction="in" type="s" />
      <arg name="Password" direction="in" type="s" />
      <arg name="Certificate" direction="out" type="s" />
      <arg name="Key" direction="out" type="s" />
    </method>
    <signal name="RedirectClient">
      <arg name="RoutingToken" type="s" />
      <arg name="Username" type="s" />
      <arg name="Password" type="s" />
    </signal>
    <signal name="TakeClientReady">
    </signal>
    <method name="TakeClient">
      <annotation name="org.gtk.GDBus.C.UnixFD" value="true" />
      <arg name="Fd" direction="out" type="h" />
    </method>
    <signal name="RestartHandover" />
  </interface>
</node>
```

2.5. 关键流程

2.5.1. 桌面共享流程



2.5.2. 远程 Greeter 登录



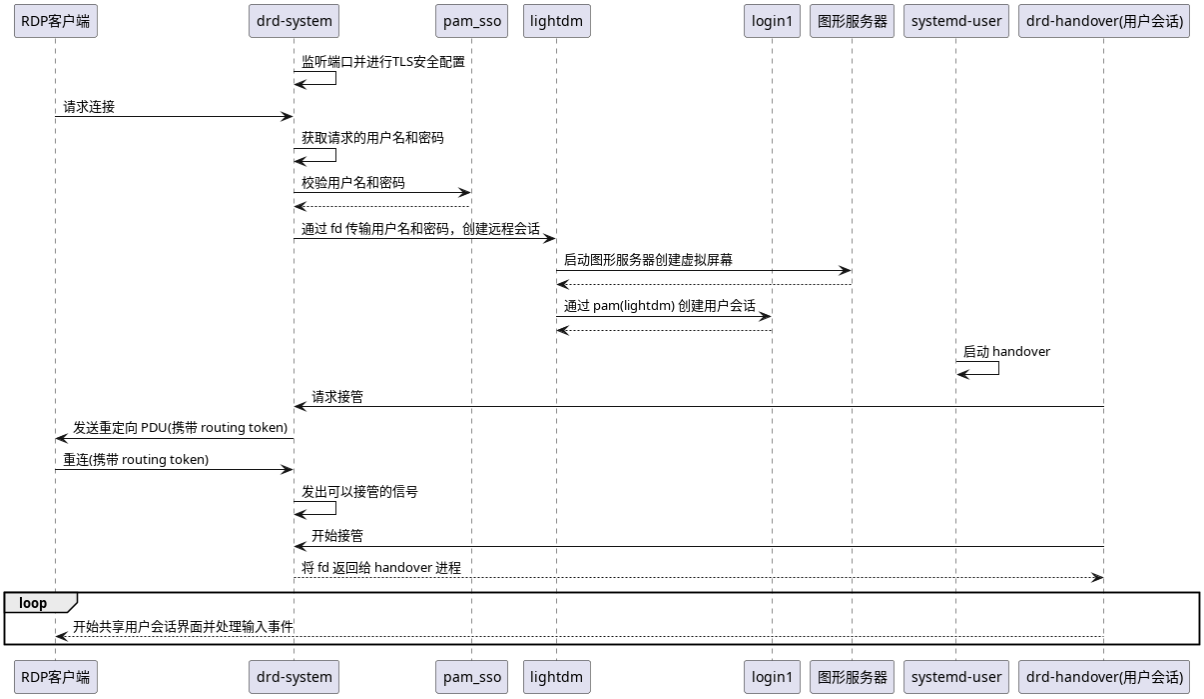
- 屏幕共享相关步骤与 2.5.1 一致，本节不再重复。

细节描述

- 客户端每次请求远程登录连接时，drd-system 进程都会生成一个 UUID 作为 client_id，并据此生成 routing token。
- drd-system 进程会创建并导出 handover session DBus 对象，该对象持有 client_id，仅处理对应客户端的事件。
- drd-system 调用 LightDM 接口创建 remote session，该对象包含 client_id 与 session_id；session_id 与 login1 的 session id（open_session 之后更新属性）保持同步，handover session 在监听属性变更后也会更新为同一 session_id。
- Greeter handover 调用 drd-system 的 RequestHandover，根据进程的 session_id 获得对应 handover session 的 DBus path 并开始监听。
- Greeter handover 调用 handover session 的 StartHandover，system 进程向客户端发送携带 routing token（即 client_id）的 Redirect PDU。
- 客户端再次连接时（携带 routing token），system 依据 routing token 还原 client_id，找到对应 handover session，发送 TakeClientReady 信号，greeter handover 随后调用 TakeClient 接管新连接的 fd 并完成握手。
- 在 Greeter 界面完成认证之后，LightDM 开启新的用户会话，并将原有 remote session 的 session_id 更新为新用户会话的 ID。

- system 进程监听到 remote session 的 session_id 变化信号后，会同步更新对应 client_id 的 session_id。
- 用户会话的 handover 进程启动后，再次调用 system 的 RequestHandover，并根据自身的 session_id 获得对应 handover session 的 DBus path（即刚刚更新 session_id 的 handover session）。
- handover 进程调用 handover session 的 StartHandover，system 进程发送 Redirect 信号，Greeter handover 收到后发送 Redirect PDU 并退出。
- 客户端再次连接时，system 根据新的 client_id 找到对应 handover session，发出 TakeClientReady 信号，随后用户 handover 调用 TakeClient 接管新连接的 fd 并完成握手。

2.5.3. 远程单点登录



- 屏幕共享相关处理与 2.5.1 中一致，在此不再重复。
- 通过 session_id 的比对，可以正确把 handover session 分配给对应的 drd-handover 进程。

2.5.4. 登录已存在远程会话用户

2.5.4.1. 远程 greeter 登录已经存在远程会话的用户

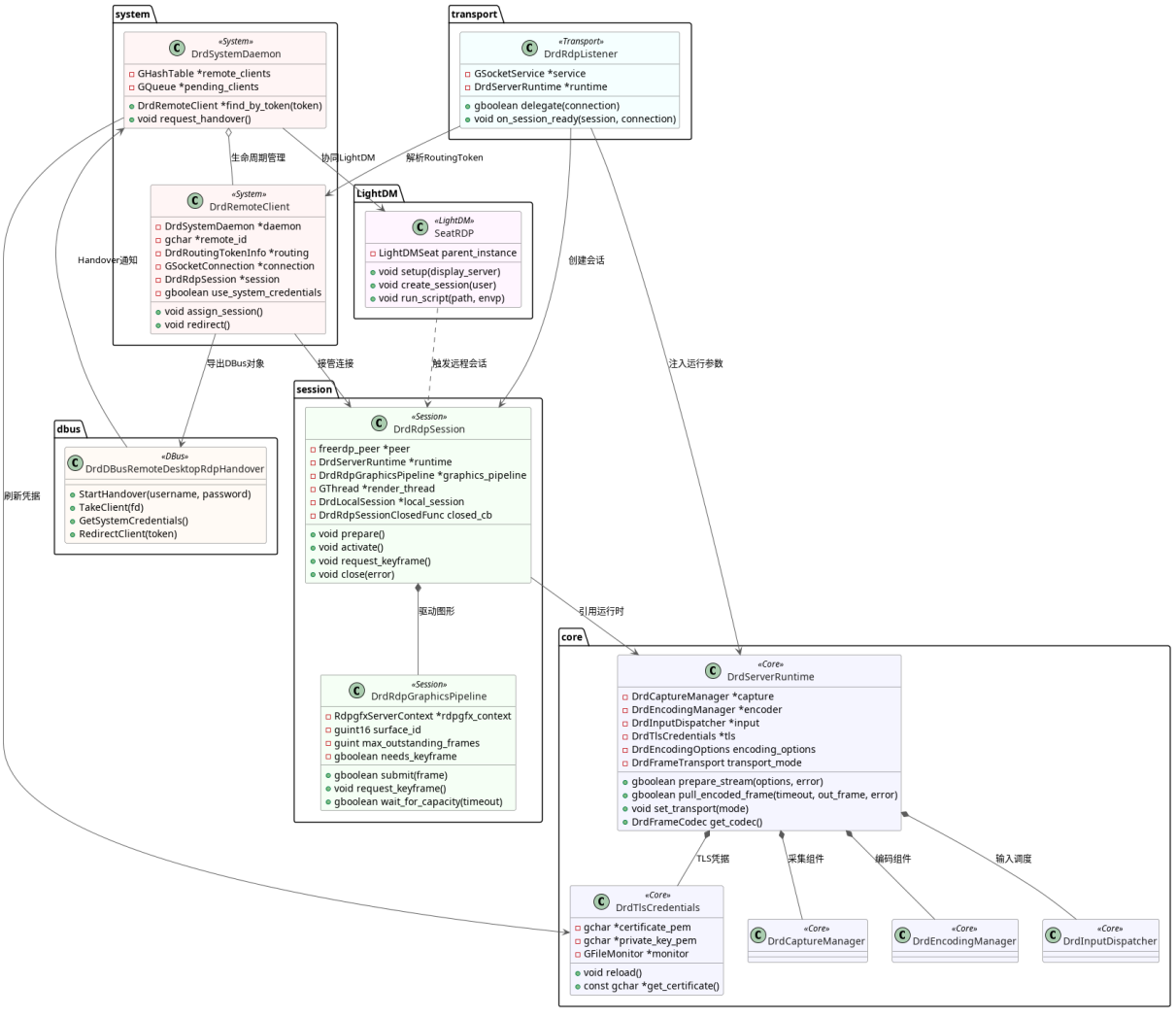
- Greeter 界面认证之前的流程与 2.5.2 相同，不再赘述。
- 新建的 Greeter remote session 持有新的 client_id 和 session_id (Greeter)，原 remote session 持有旧的 client_id 和正在运行的 session_id。
- 在 Greeter 界面完成认证后，若检测到用户已存在远程会话，LightDM 不再 open session 和 run session。
- 根据 session_id 找到原 remote session，并把新的 Greeter remote session 上报的 client_id 写回原 remote session。
- system 进程监听到 client_id 变化后，对应 handover session 同样更新 client_id，并发出 RestartHandover 信号，handover 进程重新调用 handover session 的 StartHandover。

- 根据该 client_id 找到 Greeter handover session，发送 RedirectClient 信号，Greeter handover 接收到信号后发送 Redirect PDU 并退出。
- 再次连接时，drd-system 进程依据 client_id 找到 handover session，发出 TakeClientReady 信号，用户 handover 进程调用 TakeClient 接管新连接的 fd 并完成握手。

2.5.4.2. 远程单点登录已经存在远程会话的用户

- LightDM 在判断远程单点登录用户已存在远程会话时，不再 open session 和 run session。
- 根据既有 session_id 找到 remote session，并把新的 client_id 写入该对象。
- system 进程监听到 client_id 变化后，对应 handover session 同样更新 client_id，并发 RestartHandover 信号，drd-handover 进程重新调用 handover session 的 StartHandover。
- drd-system 进程向客户端发送 Redirect PDU。
- 客户端再次连接时，drd-system 依据 client_id 找到 handover session，发出 TakeClientReady 信号，然后用户 handover 进程调用 TakeClient 接管新连接的 fd 完成握手。

2.6. 关键数据结构设计



- DrdServerRuntime：核心运行时对象，集中持有 `DrdCaptureManager`、`DrdEncodingManager`、`DrdInputDispatcher` 与 `DrdTlsCredentials`，并保留当前 `DrdEncodingOptions` 与 `DrdFrameTransport`。`drd_server_runtime_prepare_stream()` 会原子化启动编码/输入/采集链路，失败时按相反顺序回滚；`drd_server_runtime_pull_encoded_frame()` 负责串行化“等待捕获帧 → 以当前 codec 编码 → 返回 `DrdEncodedFrame`”，避免额外缓存造成延迟；`drd_server_runtime_set_transport()` 会在切换传输模式时强制刷新关键帧。
- DrdRdpSession：面向单个 RDP 客户端的 GLib 对象，封装 `freerdp_peer`、事件线程、renderer 线程与 `DrdRdpGraphicsPipeline`。会话 `Activate` 时启动 renderer 线程读取 runtime 并驱动图形管线；`DrdLocalSession` 和 `passive_mode` 字段确保同一个进程下既能复用现有用户桌面，也能在 system 模式下仅转发 TLS/NLA/PAM。`drd_rdp_session_set_runtime()` 会立即尝试初始化图形通道，确保连接时序稳定。
- DrdRdpGraphicsPipeline：包装 Rdpgfx Server Context，并通过 `GMutex + GCond` 管理 `outstanding_frames` 背压。`needs_keyframe` 标记在 Rdpgfx Reset/失败后禁止增量帧；`max_outstanding_frames` 显式限制同时在路上的帧数，`drd_rdp_graphics_pipeline_wait_for_capacity()` 坚持等到客户端发送 ACK 才允许新帧，保证编码速率与客户端解码能力一致。
- DrdRemoteClient（system 守护）：以 `remote_id` 和 `routing_token` 为索引，跟踪 `GSocketConnection`、关联的 `DrdRdpSession`、DBus handover skeleton 以及 `use_system_credentials` 等运行状态。`assigned` 与 `handover_count` 帮助 system 守护判断是继续排队还是立即交给 handover 进程，保证多段重定向不丢连接。
- DrdTlsCredentials：负责加载、缓存并热更新 TLS PEM 证书/私钥，向 runtime、listener 与 handover 暴露 `rdpCertificate`、`rdpPrivateKey` 以及原始 PEM 文本；当路径发生变化时可以在不中断会话的前提下刷新内存快照，满足“安全默认开启”的约束。
- LightDM SeatRDP：在 SeatRDPClass 中覆写 `setup()`、`create_display_server()`、`create_session()` 与 `run_script()`，用于创建 remote seat、设置 `XDG_SEAT` 等环境变量，并通过 `RequestHandover` 与 system/handover 交互，实现远程登录、greeter 登录与单点登录的统一入口。

2.7. 数据库设计

2.7.1. 数据库设计概述

系统不引入数据库，配置来自 INI + CLI，临时状态驻留内存，LightDM 通过 DBus 交流；若未来需要持久化审计，将单独设计 KV/SQL。

2.7.2. 数据库信息

当前无数据库实例；部署中无需维护数据库连接池或权限。

2.7.3. 数据库 ER 图设计

不适用。

2.7.4. 数据库表结构

不适用。

2.7.5. 表结构约束

不适用。

2.7.6. 数据库视图
不适用。

2.7.7. 存储过程
不适用。

2.7.8. 触发器
不适用。

2.7.9. 函数
不适用。

2.7.10. 数据安全
未存储数据库数据；凭据通过 TLS/NLA/PAM 即时处理，SAM 文件使用后删除。

2.8. 主要人机交互设计
- deepin-remote-desktop 支持通过命令行工具进行配置与运行。
- 控制中心可配置桌面共享与远程登录。
- 远程登录时在 Greeter 界面进行用户选择和登录。
- 桌面共享时在任务栏提供状态提示。

3. 非功能性设计

3.1. 安全性
- 默认启用 TLS + NLA，禁止 RDP Security，SAM 文件按连接生成一次性凭据后即清理。
- 敏感信息在 DBus 中使用 fd 进行传输。
- 日志中不输出用户敏感信息。
- drd-system 进程的运行用户为 deepin-system-daemon（非 root），并遵循 DBus/systemd 安全规范配置相关参数。

3.2. 性能
- 事件驱动的帧采集：订阅 XDamage，只有检测到脏矩形才触发 XShm 拷贝，并使用只保留一帧的 `DrdFrameQueue` 把最新像素交给 runtime，避免积压造成额外内存占用。
- 单帧编码管线：在 renderer 线程内直接完成编码，确保 `freerdp_peer` 与 capture 线程之间只有一次 memcpy。
- 瓦片差分 + codec 自适应：编码器默认生成 64×64 tile 的差分区域，与 Rdpgfx Progressive/RFX 阶段性数据完全对齐，通过哈希 + 按需逐行比较的方式避开整帧 memcmp，减少冗余编码。
- 背压与批次控制：精准控制推流速率，只有客户端回传 FrameAcknowledge 才继续发送，杜绝“编码完成却因未 ACK 被丢弃”的浪费。SurfaceBits 回退策略会依据客户端的 `negotiated_max_payload` 拆包，遵循 mstsc/FreeRDP 的最优 payload。
- 输入/事件路径：输入注入不绑在 renderer 线程上，采用独立线程与队列，实时更新缩放矩阵，保证网络延迟变化不影响本地事件刷新。

3.3. 可靠性
- 重定向与回收：system/handover 依赖 `routing_token` → `remote_id` 的互逆映射维护 `DrdRemoteClient`，即便 handover 崩溃也可借助 token 在 system 端重新登记；

`RestartHandover` 和 `RedirectClient` 信号使得同一客户端可以在 greeter/user 会话间无缝移动。
- 线程生命周期管理：`drd_rdp_session_stop_event_thread()`、`drd_rdp_session_disable_graphics_pipeline()` 在连接关闭时先停止事件线程、再释放 pipeline，确保不会引用失效的 `freerdp_peer`；`DrdServerRuntime` 在 `stop()` 中按 capture → encoder → input 的顺序清理资源，确保 X11 fd、共享内存与编码上下文都能正确落地。

3.4. 易用性
- Meson 一键构建/测试/安装；`meson setup build && meson compile -C build`。
- 配置文件遵循分段结构，适配 config management。
- CLI 带有 `--help` 描述，日志统一格式方便筛查。
- LightDM SeatRDP 直接复用现有 Greeter，人机交互一致。

3.5. 可用性
- systemd unit（system/handover/user）提供自动重启与日志整合。
- DBus 接口支持 RestartHandover、RedirectClient，可由桌面环境主动恢复。

3.6. 兼容性
- FreeRDP 3.x/mstsc/Remmina 均可连接；SurfaceBits Raw 回退兼容旧客户端。
- 输入层支持扩展扫描码、AltGr、滚轮缩放；LightDM SeatRDP 兼容现有 logind/polkit。
- 配置文件遵循标准 INI，可被现有管理工具处理。

3.7. 韧性
- Rdpgfx 超时/ACK 丢失自动降级 Raw，确保画面可恢复。
- System/Handover crash 后可通过 systemd 重启 + routing token 缓存恢复连接。

3.8. 隐私
- NLA 凭据、SAM 文件与一次性密码使用完立即擦除；日志严禁输出明文密码。
- TLS 证书路径配置可指向受管密钥仓。
- 将 NLA 密码存放于可信路径或设备。
- 服务重定向过程中使用随机密码和一次性 token。
  - handover 进程不会持有真实系统账户密码和 NLA 密码，可降低泄漏风险。
  - 每次重连都使用随机密码，不担心被截获。
- LightDM SeatRDP 通过 PAM_RHOST 告警潜在来源，便于审计。

3.9. 可维护性
- 目录分层明确（core/capture/encoding/input/security/session/system/transport/utils/doc/upstream），architecture 与本文档同步更新。
- `.codex/plan` 管理任务，doc/changelog.md 记录所有文档/代码变更。
- 代码规范需遵循《deepin 开源风格指南》。
- 日志规范应参考《正确使用日志记录》。

4. 部署与实施
1. 依赖：

```
sudo mk-build-deps --install  # 安装依赖
```

2. 构建：

```
dpkg-buildpackage -us -uc -nc
```

3. 安装：

```
sudo dpkg -i ./*.deb
```

4. 关键文件路径：

```
├── etc
│   ├── dbus-1
│   │   └── system.d
│   │       └── org.deepin.RemoteDesktop.conf
│   └── deepin
│       └── greeters.d
│           └── 11-deepin-remote-desktop-handover
└── usr
    ├── bin
    │   └── deepin-remote-desktop
    ├── lib
    │   └── systemd
    │       ├── system
    │       │   └── deepin-remote-desktop-system.service
    │       └── user
    │           ├── deepin-remote-desktop-handover.service
    │           └── deepin-remote-desktop-user.service
    └── share
        ├── deepin-remote-desktop
        │   ├── certs
        │   │   ├── server.crt
        │   │   └── server.key
        │   └── config.d
        │       ├── default-handover.ini
        │       ├── default-pam-system.ini
        │       ├── default-system.ini
        │       ├── default-user.ini
        │       └── full-example.ini
        └── doc
            └── deepin-remote-desktop
                ├── architecture.md.gz
                ├── changelog.Debian.gz
                ├── changelog.md.gz
                └── README.md.gz
```

5. 专利

- 当前未计划申请专利，若未来涉及编码/安全算法专利将单独立项评估。
- 以目前掌握的现状，在已知 Linux 发行版中，本系统是唯一一个集成了 X11 桌面共享、X11 远程 Greeter 登录与 X11 远程单点登录的方案。

6. 附录

- 暂无