

802.1AS_P2P 同步应用

使用手册

(版本 1.0)

OpenTSN 开源项目组

2022 年 5 月

版本历史

版本	修订时间	修订内容	修订人	文件标识
1.0	2022.5	初版编制	开源项目组	OpenTSN3.4

目录

1、概述	3
2、运行环境.....	3
2.1 硬件环境	3
2.2 软件环境	3
3、操作步骤.....	4
3.1 编译步骤	4
3.2 运行步骤	5
附录	8
1 用户组网示例	8
1.1 组网拓扑	8
1.2 配置文本	8
2 依赖库安装教程	10
3 虚拟机教程.....	12

1、概述

本节主要从 802.1AS_P2P 同步应用的运行环境和操作步骤两方面，对 802.1AS_P2P 的使用进行说明。

2、运行环境

802.1AS_P2P 的运行环境包括两部分：硬件环境和软件环境。硬件环境指对 OpenTSN 硬件工程版本提出要求，软件环境指对操作系统和依赖库提出要求。

2.1 硬件环境

802.1AS_P2P 需要和相应的 OpenTSN 硬件工程一起使用，OpenTSN 硬件工程版本要求也是 3.4 版本。

2.2 软件环境

802.1AS_P2P 的运行环境为 Linux 操作系统，且依赖以下库：

- (1) libpcap 库，用于接收数据报文。需要网卡开启混杂模式（开启方式参考附录 3）；
- (2) libnet 库，用于发送数据报文。需要网卡开启混杂模式（开启方式参考附录 3）；
- (3) libxml2 库，用于进行 xml 文件解析。要求 libxml2 库支持连续解析多个 xml 文本，建议使用 OpenTSN 项目组所提供的 libxml2 库压缩包进行安装和使用。

因此，运行 802.1AS_P2P 的控制主机，需要安装 Linux 操作系统

或 Linux 操作系统虚拟机，且还要安装 libpcap、libnet 和 libxml2 库，网卡开启混杂模式。

关于 libpcap、libnet 和 libxml2 库的安装教程，请参考附录 2 所述；Linux 操作系统虚拟机的安装和虚拟机如何开启混杂模式，请参考附录 3 所述。

3、操作步骤

802.1AS_P2P 的操作步骤，包括编译步骤和运行步骤。但是在使用 802.1AS_P2P 之前，需要满足以下前置条件：

- (1) OpenTSN 项目组所提供的 802.1AS_P2P 软件包，已拷贝至控制主机的用户指定目录，如/mnt/hgfs/tsn；
- (2) 控制主机已正确安装“1.2 软件环境”所述的依赖库；
- (3) 控制主机的网卡已开启混杂模式，且能正常收发报文；
- (4) 组网拓扑已搭建好；
- (5) 802.1AS_P2P 文件夹目录下的 link_info.xml 配置文本，已按照组网拓扑需求编写完成。

其中，关于如何根据组网拓扑编写配置文本，请参考“附录 1 组网示例”所述

3.1 编译步骤

802.1AS_P2P 软件包的编译步骤如下：

- (1) 提升至 root 权限，并进入 802.1AS_P2P 文件夹目录下。使用

ls 命令，可看到当前目录下有 makefile 文件；

```
[root@localhost 802.1as]#
[root@localhost 802.1as]# ls
8021AS_P2P.c      device.cfg      main.c          ser-udp.c
8021AS_PTP.h      link_info - 3交换机.xml  makefile        sim debug_error.txt
8021AS_PTP.h~    link_info_bc.xml  opensync        tsninsight
a.out            link_info.xml    ptp_app
client-udp.c      link_info.xml~   ptp_tsninsight.c
debug_error.txt  link_info - 副本.xml  ptp_tsninsight.h
[root@localhost 802.1as]#
```

图 3-1 当前目录下有 makefile 文件

(2) 执行 make 指令，生成可执行文件 ptp_app。

对于仿真环境，执行 make TYPE=TSN_SIM 指令；对于真实的 FPGA 上板环境，执行 make TYPE=TSN_FPGA 指令。

再次使用 ls 命令，可看到当前目录下有 ptp_app 文件。

```
[wmw@localhost ptp_bc]$
[wmw@localhost ptp_bc]$ ls
8021AS_P2P.c      debug_error.txt  main.c          ptp_tsninsight.h
8021AS_PTP.h      link_info - 3交换机.xml  makefile        ser-udp.c
8021AS_PTP.h~    link_info_gm.xml  opensync        sim debug_error.txt
a.out            link_info.xml    ptp_app        tsninsight
client-udp.c      link_info - 副本.xml  ptp_tsninsight.c
[wmw@localhost ptp_bc]$
```

图 3-2 当前目录下有 ptp_app 文件

说明：需要注意的是，对于仿真环境和真实的 FPGA 上板环境，源代码 802.1AS_P2P 软件包下的 opensync/include/opensync.h 头文件中的 SIM 宏定义有所区别。

仿真环境 opensync.h 中的 SIM 宏定义为 1，即“#define SIM 1”；真实的 FPGA 上板环境，需要将 opensync.h 中的 SIM 宏修改成 0，即“#define SIM 0”。

3.2 运行步骤

802.1AS_P2P 程序的运行步骤如下：

- (1) 提升至 root 权限，并进入 802.1AS_P2P 文件夹目录下；
- (2) 执行 ifconfig 指令，查看设备网卡名称。如图 1-3 所示，网卡名称为 em2。

```
[wmw@localhost ptp]$ ifconfig
em1      Link encap:Ethernet  HWaddr 34:48:ED:FA:21:5C
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
          Interrupt:35

em2      Link encap:Ethernet  HWaddr 34:48:ED:FA:21:5D
          inet addr:202.197.162.36  Bcast:202.197.162.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::3648:edff:fe2a:215d/64  Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:7958508 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:19362298 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1275277741 (1.1 GiB)  TX bytes:26917374267 (25.0 GiB)
          Interrupt:38

em3      Link encap:Ethernet  HWaddr 34:48:ED:FA:21:5E
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
```

图 3-3 查看设备网卡名称

- (3) 执行 ./ptp_app [interface] 命令，运行 ptp_app 程序。若网卡名称为 em2，则执行命令 ./ptp_app em2，如下图所示。

```
[wmw@localhost ptp]$ ./ptp_app em2
*****device_info*****
dev_type 0
dev_mid 6
*****gm_info*****
gm_mid 0
sync_period 100000
next_class_link mid 1
next_class_link mid 2
next_class_link mid 3
*****slave_info*****
slave_mid 2
link_delay 0
*****slave_info*****
```

图 3-4 运行 ptp_app 程序

说明：需要注意的是，ptp_app 程序应当在 TSNLight 正确完成基础配置之后，才能执行 ptp_app 程序。并且 TSNLight 的配置文件

tsnlight_init_cfg.xml 中的 TSMP 转发表应当包含所有 PTP 报文转发路径。

OpenTSN

附录

A 用户组网示例

本小节通过列举一个组网示例，以说明配置文本如何编写。

A.1 组网拓扑

网络拓扑示例如图附 1-1 所示，一个交换机和两个网卡组成，并且交换机内置有 CPU。交换机 S 为 master，网卡 A 和网卡 B 为 slave。在本示例中，交换机上的 CPU 为控制主机，运行 ptp_app 程序，且为全集中式控制模式。

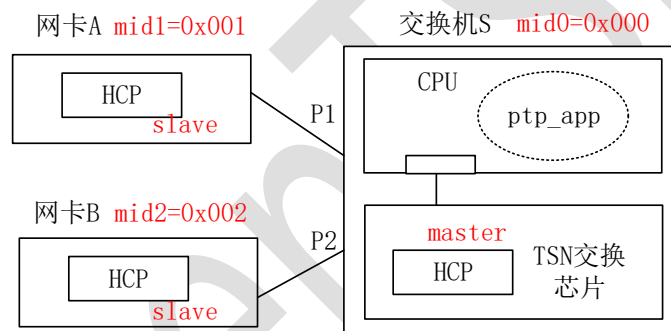


图 A-1 网络拓扑示例

假设交换机 S、网卡 A 和网卡 B 的 MID 值依次为 0、1、2。因此，mid0=0x000、mid1=0x001、mid2=0x002。关于 MID 的编址规则，请参考《OpenTSN 控制架构规范》文档的“2.3 控制帧交换寻址”所述。

A.2 配置文本

ptp_app 通过加载静态配置文件 link_info.xml 来获取交换机链路信息。图 A-1 所示的网络拓扑，使用 link_info.xml 描述时间同步节点配置信息，如表 A-1 所示。

表 A-1 link_info.xml 文本

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<sync_info>

    <!-- PTP 应用运行的设备信息 -->

    <device_info>

        <device_type>CTL</device_type> <!-- CTL: 集中式同步, GM: 主时钟,
        BC: 边界时钟, SLAVE: 从时钟 -->

        <mid>0</mid> <!-- 运行 PTP 应用的设备 MID 编号, 十进制
        主机序 -->

    </device_info>

    <!-- 主节点信息 -->

    <GrandMaster>

        <mid>0</mid> <!-- 主节点的 MID 编号, 十进制主机序
        -->

        <sync_period>100000000</sync_period> <!-- 同步周期, 单位 ns, 十进
        制主机序 -->

        <next_class_info_table> <!-- 下一级同步节点信息 -->

            <mid>1</mid>

            <mid>2</mid>

        </next_class_info_table>

    </GrandMaster>

    <!-- 从节点信息 -->

    <slave>

        <mid>1</mid> <!-- 从节点的 MID 编号, 十进制主机序 -->

        <link_delay>840</link_delay> <!-- 链路延迟, 单位 ns, 必须是 8 的倍
        数, 十进制主机序 -->

    </slave>

    <slave>

        <mid>2</mid> <!-- 从节点的 MID 编号, 十进制主机序 -->

        <link_delay>840</link_delay> <!-- 链路延迟, 单位 ns, 必须是 8 的倍
        数, 十进制主机序 -->

```

```
</slave>  
</sync_info>
```

B 依赖库安装教程

libxml2 库的安装步骤如下：

- (1) 把 OpenTSN 项目组所提供的 libxml2 库压缩包，拷贝到控制主机；
- (2) 解压 libxml2 库压缩包；
- (3) 提升 root 权限，进入 libxml2-2.6.2 文件夹目录；
- (4) 依次执行以下命令：

```
./configure  
make  
make install
```

至此，libxml2 库安装完成。

注意事项：由于开源的 libxml2 库有些版本不支持连续解析多个 xml 文本，因此 OpenTSN 项目组基于开源的 libxml2-2.6.2 版本进行了修改以支持连续解析多个 xml 文本。所以建议使用 OpenTSN 项目组所提供的 libxml2 库。

libpcap 库的安装步骤如下：

- (1) 在 <https://github.com/the-tcpdump-group/libpcap> 下载 libpcap 压缩包，并拷贝到控制主机；

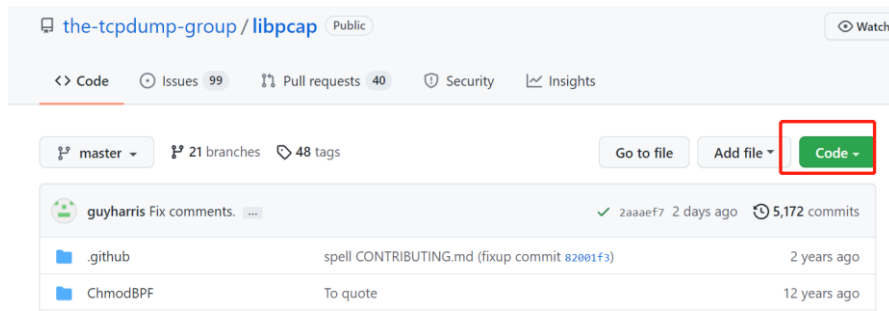


图 B-1 libpcap 下载

- (2) 解压 libpcap 库压缩包;
- (3) 提升 root 权限, 进入 libpcap-master 文件夹目录;
- (4) 依次执行以下命令:

```
./configure
```

```
make
```

```
make install
```

至此, libpcap 库安装完成。

libnet 库的安装步骤如下:

- (1) 解压 libnet 库压缩包;
- (2) 提升 root 权限, 进入 libnet 文件夹目录;
- (3) 依次执行以下命令:

```
./configure
```

```
make
```

```
make install
```

至此, libnet 库安装完成。

C 虚拟机教程

为了方便用户能够尽快搭建运行环境，OpenTSN 项目组提供了一个已安装 libpcap 库和 libxml2 库的 Linux 虚拟机。搭建虚拟机的步骤如下：

（1）下载百度网盘中的文件

从百度网盘中下载全部文件，百度网盘链接：

<https://pan.baidu.com/s/1bMmHftW92MbIuC7lyXxaVw>，提取码：8dgn



图 C-1 虚拟机下载

（2）安装 VirtualBox

在导入虚拟机之前，需要先安装 VirtualBox 软件，安装后再在 VirtualBox 软件下导入需要安装的虚拟机。

（3）导入虚拟机

在 VirtualBox 中导入下载的虚拟机，首先在界面中点击“管理”，在管理中选择“导入虚拟电脑”，然后选择需要导入的文件（从百度网盘中下载的文件），然后选择“导入”。导入大约需要花费 5 分钟左右。

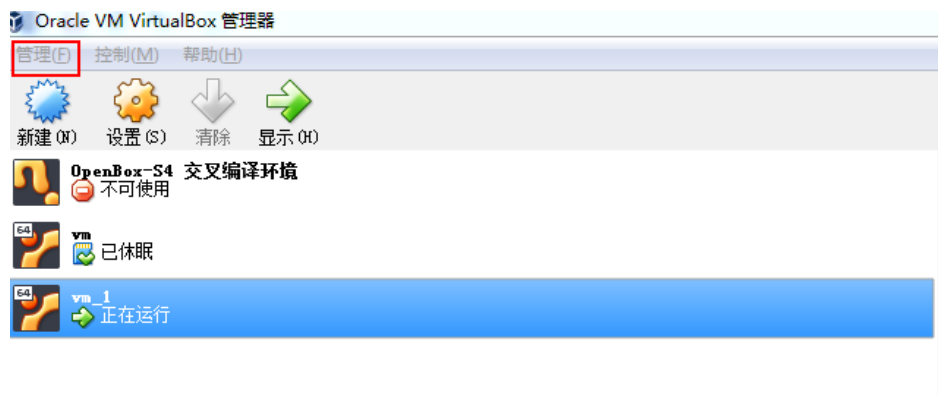


图 C-2 管理选项

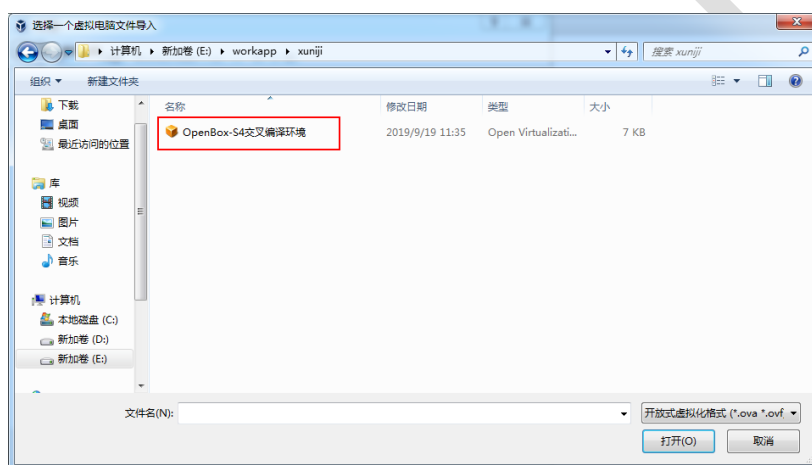


图 C-3 需要导入的文件

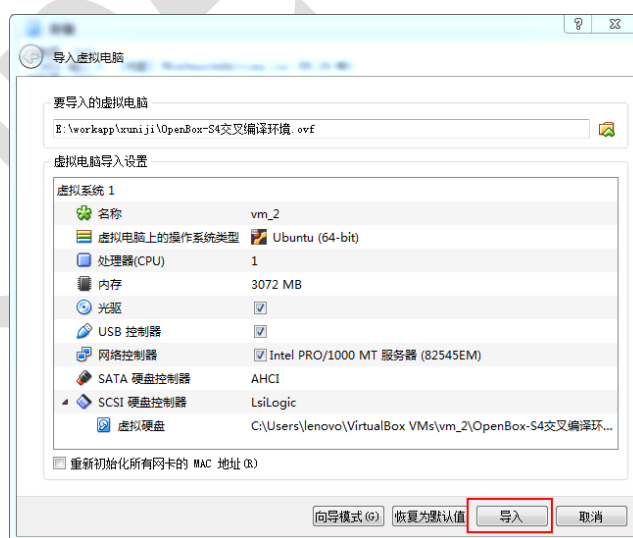


图 C-4 确认导入

(4) 虚拟机设置

导入成功后,需要对虚拟机进行设置。在 vbox 界面,点击“设置”,依次对存储、网络、共享文件夹进行设置。



图 C-5 虚拟机设置



图 C-6 设置内容

设置存储,添加虚拟硬盘,依次按照红色方框进行选择。

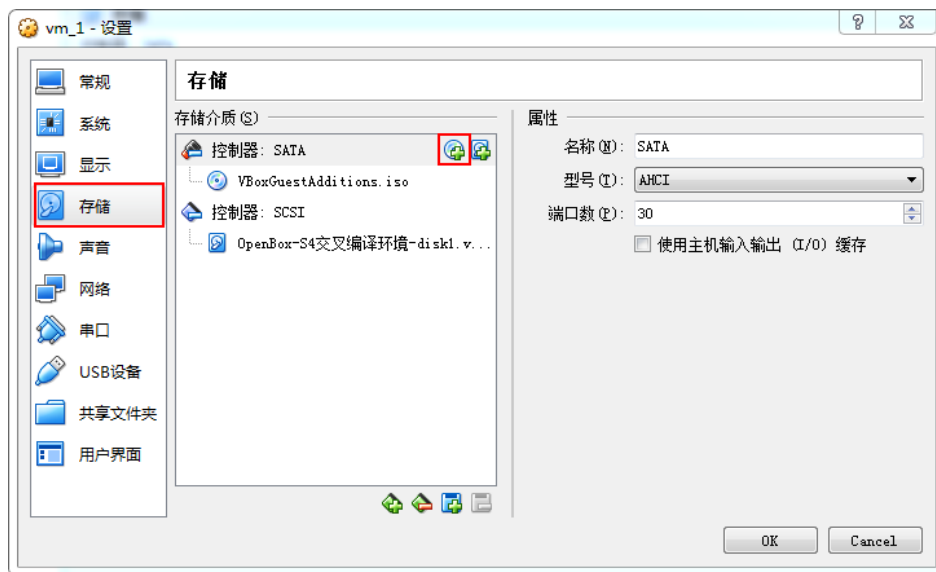


图 C-7 存储设置

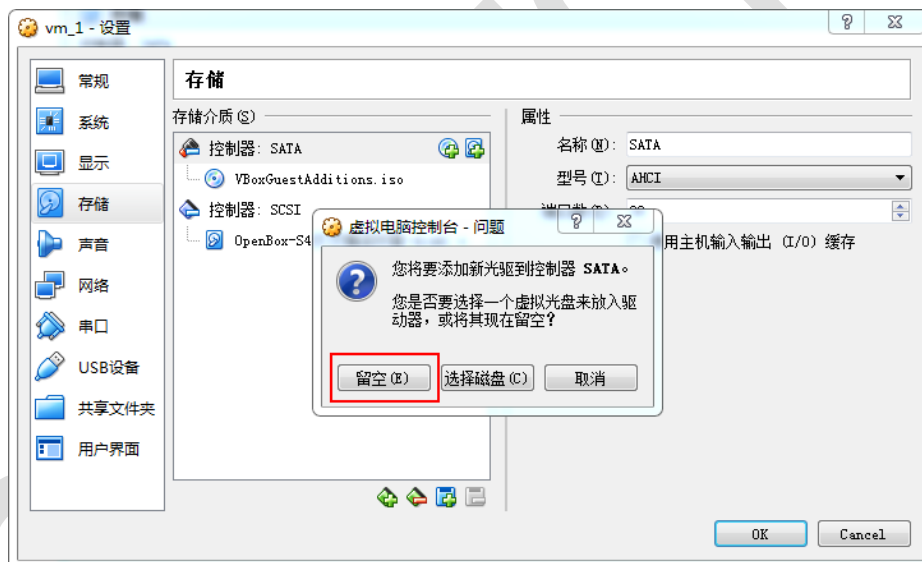


图 C-8 选择留空

设置网络，需要设置混杂模式，以便能够捕获到所有报文。



图 C-9 网卡设置

设置共享文件夹，用于 Windows 主机与虚拟机共享文件。

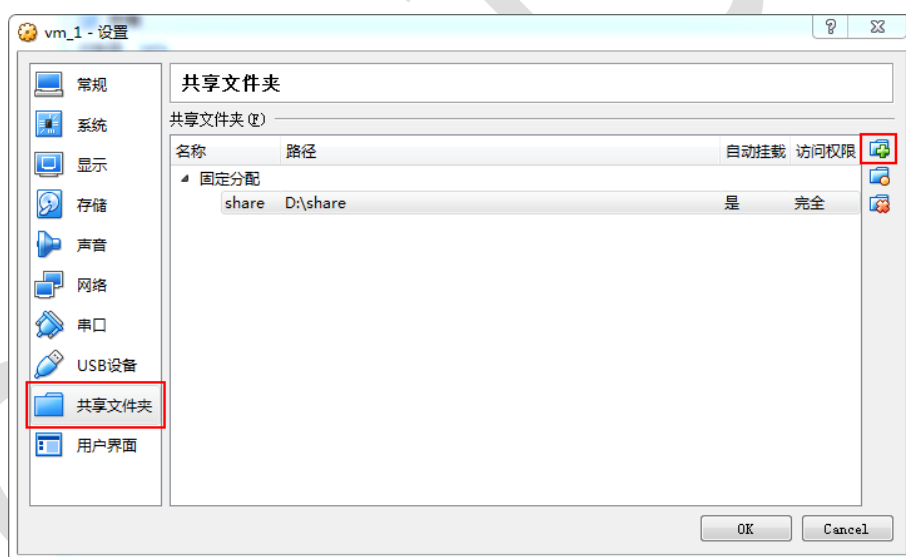


图 C-10 共享文件夹设置

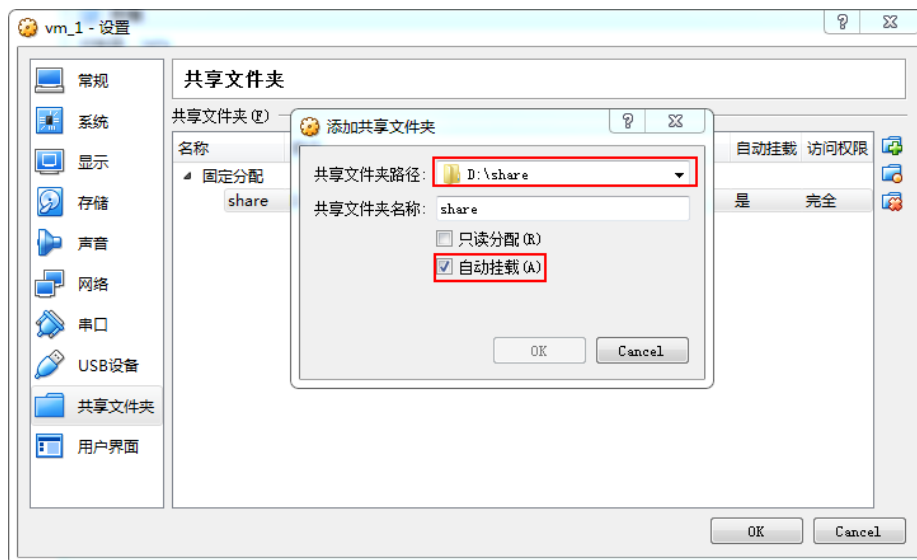


图 C-11 共享文件夹选项

(5) 进入虚拟机

然后打开虚拟机，打开时选择“无界面启动”，如正常启动电脑一样，启动后需要输入密码进入系统，密码为“970904”



图 C-12 无界面启动

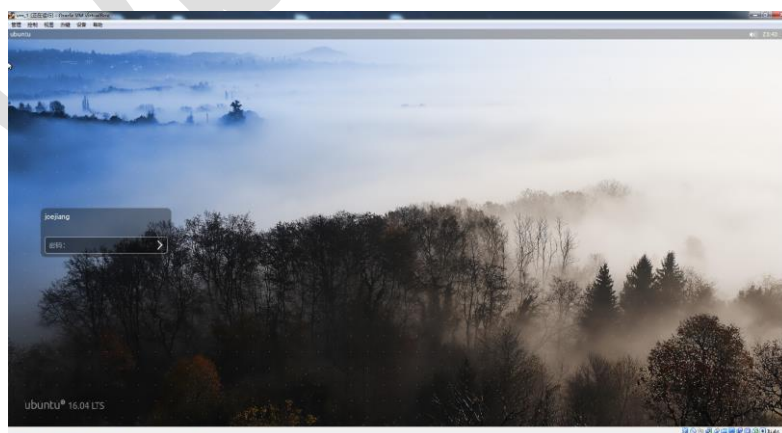


图 C-13 虚拟机启动画面

（6）安装增强功能

在进入系统后安装增强功能，在选择设备后，点击“安装增强功能”，然后一直“enter”键进行下一步，直至安装成功。



图 C-14 安装增强功能

（7）设置共享文件夹

输入“sudo su”进入 root 权限，输入密码“970904”

输入“mount -t vboxsf share /mnt/hgfs”其中 share 为共享文件夹的名称，然后 Windows 主机与虚拟机共享 share 文件夹。也就是说，把 TSNLight 文件拷贝至 Windows 主机的 share 文件夹，虚拟机也可以看到此文件。

输入“cd /mnt/hgfs”进入共享文件夹。

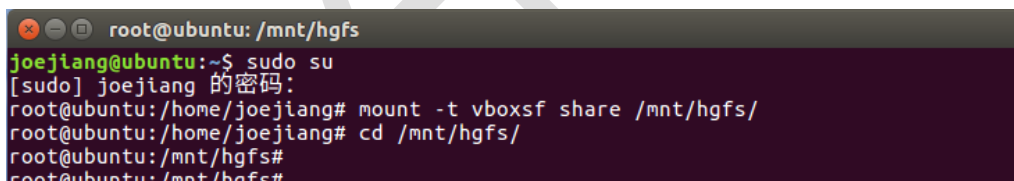


图 C-15 虚拟机共享文件夹设置

至此，虚拟机安装完成。