

XRE 安装手册

1 法律声明

欢迎使用昆仑芯（北京）科技有限公司（以下简称“昆仑芯”）产品，在您即将使用昆仑芯的产品或服务前，您同意接受下列条款和条件的约束。

一、免责声明：

客户对昆仑芯产品或服务的使用承担风险，昆仑芯对此不作任何类型的担保，不论是明确的或隐含的。昆仑芯不对任何直接、间接、特殊及附带的损害承担责任，这些损害可能来自：未按本说明书要求使用昆仑芯产品，或客户自行变更设计等。

二、信息准确性

昆仑芯对通过本产品所获得的资源均按现状提供，对其准确性、内容、完整性、合法性、可靠性、可操作性或可用性不承担任何责任。昆仑芯对通过本产品所获得的产品或服务以及通过本产品任何链接而得到的任何讯息不做任何担保。昆仑芯保留在任何时候不经通知对本说明书或本说明书所述产品作出修改和变更的权利。

三、知识产权声明

本说明书中所有官方产品、技术、软件、程序、数据及其他信息（包括文字、图标、图片、照片、音频、视频、图表、色彩组合、版面设计等）的所有权利（包括著作权、商标权、专利权）均归昆仑芯及/或其关联公司所有，受法律法规保护。未经昆仑芯事先许可，任何人擅自使用上述内容、信息等，视为对昆仑芯知识产权等合法权益的侵犯，昆仑芯将会追究侵权者的法律责任。

四、版权声明

© 昆仑芯（北京）科技有限公司保留一切权利。

2 概述

2.1 文档概述

本文介绍了XRE（昆仑芯片基础运行环境库）安装、升级和卸载的过程，设备相关信息的查看以及常见问题的说明。通过阅读本手册，用户可以完成对XRE的安装、升级和卸载，并顺利解决安装过程中遇到的相关问题。

2.2 读者对象

本文档的主要读者对象包括但不限于：

- 企业网络管理员
- 企业系统工程师
- 企业系统管理员

3 安装 XRE

3.1 环境要求

- 体系结构：x86_64、aarch64、sw64等
- 操作系统：CentOS 7、CentOS 8、Ubuntu 16.04 ~ 22.04、银河麒麟服务器版等
- 内核版本：<见附件表格release_kernel_list>
- 支持设备型号列表：

系列	型号
昆仑芯1代系列产品	K200、K100
昆仑芯2代系列产品	R200、R300、R200-8F、R200-8FS等

3.2 获取方式

XRE目前以gzip压缩包形式发布，其中包含预编译的驱动和库等二进制文件，支持范围覆盖常见平台，且在持续完善中。如果用户主机采用的体系结构、操作系统或内核版本不在上述支持列表中，请联系昆仑芯技术支持。

XRE安装包命名形如xre-<os>_<arch>.tar.gz，<os>表示操作系统，字母采用全小写，<arch>表示体系结构，如x86_64。下表列举了目前XRE安装包与所属平台的对应关系。

XRE安装包	操作系统	体系结构
xre-bdcentos_x86_64.tar.gz	百度定制CentOS	x86_64
xre-centos7_x86_64.tar.gz	CentOS 7	x86_64
xre-centos8_x86_64.tar.gz	CentOS 8	x86_64
xre-ubuntu_1604_x86_64.tar.gz	ubuntu 1604	x86_64
xre-ubuntu_1804_x86_64.tar.gz	ubuntu 1804	x86_64
xre-ubuntu_2004_x86_64.tar.gz	ubuntu 2004	x86_64
xre-ubuntu_2010_x86_64.tar.gz	ubuntu 2010	x86_64
xre-ubuntu_2104_x86_64.tar.gz	ubuntu 2104	x86_64
xre-ubuntu_2110_x86_64.tar.gz	ubuntu 2110	x86_64
xre-ubuntu_2204_x86_64.tar.gz	ubuntu 2204	x86_64
xre-kylin_x86_64.tar.gz	kylin v10	x86_64
xre-kylin_v4_server_aarch64.tar.gz	kylin v4 server	aarch64
xre-kylin_v10_server_aarch64.tar.gz	kylin v10 server	aarch64

XRE安装包采用4位版本号，第一位用于重大颠覆性更新，第二位用于重大功能变动，第三位用于一般功能变动和bugfix，第四位用于发布时增加内核版本支持。

用户可通过百度云对象存储链接下载XRE安装包，下载链接形如https://klx-sdk-release-public.su.bcebos.com/xre/release/<version>/xre-<os>_<arch>.tar.gz。举例，XRE当前最新版本号为4.0.20.1，则CentOS 7 + x86_64平台对应安装包xre-centos7_x86_64.tar.gz的下载链接为https://klx-sdk-release-public.su.bcebos.com/xre/release/4.0.20.1/xre-centos7_x86_64.tar.gz。

3.3 安装方式

用户可执行一键安装脚本install_rt.sh，把所有XRE组件（包含驱动、头文件、库等）安装至系统默认路径，也可选择手动安装，仅复制特定组件至自定义路径。

执行一键安装脚本后，驱动被复制到系统默认搜索路径/lib/modules/(uname -r)/extra，此时可使用 modprobe kunlun 命令装载驱动，使用 modprobe -r kunlun 命令卸载驱动。头文件和库被复制到默认路径/usr/local/xpu-\$(version)/{include, so, lib}，便于用户使用。实用程序和运维工具被复制到默认路径/usr/local/xpu-\$(version)/{bin, tools}，如需从命令行直接调用，请将相应路径添加至PATH环境变量。

运行时库 (libxpurt.so) 安装后，遵循以下链接规则：

1. 除非显式指定，使用xpu-clang编译昆仑芯程序将默认链接系统默认路径中的libxpurt.so；
2. 执行动态链接的昆仑芯可执行程序时，除非更高优先级搜索路径中存在libxpurt.so，否则执行时将默认链接系统默认路径中的libxpurt.so。

3.4 安装前检查

安装前，请使用 lspci 命令检查昆仑芯设备是否已被主机和操作系统正确识别，以及设备状态是否正常，包括以下事项：

1. 首先确认操作系统识别到的昆仑芯设备数量与实际主机安装的设备数量一致，否则驱动装载后会提示缺少设备文件。一台安装有一张R200和一张K100的主机应有类似以下输出。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ /sbin/lspci -d 1d22: -nv
   01:00.0 0780: 1d22:3684 (rev 02)
     Subsystem: 0002:0001
     Flags: bus master, fast devsel, latency 0, IRQ 158, IOMMU group 13
     Memory at 623800c000 (64-bit, prefetchable) [size=16K]
     Memory at 6210000000 (64-bit, prefetchable) [size=256M]
     Memory at 6200000000 (64-bit, prefetchable) [size=256M]
     Capabilities: <access denied>

   06:00.0 1200: 1d22:3684 (rev 01)
     Flags: bus master, fast devsel, latency 0, IRQ 159, IOMMU group 16
```

```
Memory at a0800000 (64-bit, non-prefetchable) [size=4M]
Memory at 6000000000 (64-bit, prefetchable) [size=8G]
Memory at a0c00000 (64-bit, non-prefetchable) [size=2M]
Capabilities: <access denied>
```

输出结果说明:

- VendorID: 1d22 表示该板卡为昆仑芯公司的产品。
 - DeviceID: 3684 表示该板卡为AI计算设备。目前昆仑芯1/2代均采用3684作为DeviceID。
 - Subsystem: 0002:0001 表示该板卡为昆仑芯2代系列产品中的R200。
 - 无Subsystem表示该板卡为昆仑芯1代系列产品中的K100或K200。
2. 其次确认所有板卡的 BAR 地址均正确分配, 否则驱动无法初始化该设备。每张板卡有 3 个 Memory类型的BAR, 一台单卡主机应有类似以下输出。如有任何 Memory 地址显示为 0或ignored, 则表明BAR地址分配失败, 请联系昆仑芯技术支持。在一些特殊体系结构主机上, BIOS支持的 Memory IO地址空间受限, 导致BAR地址分配失败, 可尝试更换定制版本固件解决。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ sudo /sbin/lspci -d 1d22: -v | grep Memory
Memory at b0000000 (64-bit, non-prefetchable) [size=128M]
Memory at bb200000 (64-bit, non-prefetchable) [size=64K]
Memory at ba000000 (64-bit, non-prefetchable) [size=2M]
```

输出结果说明:

- BAR 0为64位非预取Memory类型, 大小为128MB, BAR地址分配在0xb0000000。
 - BAR 2为64位非预取Memory类型, 大小为64KB, BAR地址分配在0xbb200000。
 - BAR 4为64位非预取Memory类型, 大小为2MB, BAR地址分配在0xba000000。
3. 最后确认板卡 PCIe 链路速度正常, 否则将影响设备的 DMA 和计算性能。正常情况下, 昆仑芯1代系列产品 (K100和K200) Link Speed 为 8GT/s, Link Width 为 x8。昆仑芯2代系列产品 (R200、R300等) Link Speed 为 16GT/s, Link Width 为 x16。一台安装有一张R200和一张K100的主机应有类似以下输出, 其中第一行对应R200, 第二行对应K100。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ sudo /sbin/lspci -d 1d22: -vv | grep LnkSta:
LnkSta: Speed 16GT/s (ok), Width x16 (ok)
LnkSta: Speed 8GT/s, Width x8, TrErr- Train- SlotClk+ DLActive- BWMgmt- ABWMgmt-
```

3.5 脚本一键安装

运行时提供一键安装脚本 `install_rt.sh` 和卸载脚本 `uninstall_rt.sh`, 均位于安装包根目录。一键安装脚本把所有XRE组件安装到系统默认路径, **必须**使用 root 权限执行该脚本。

运行时支持多种常见体系结构和操作系统组合, 安装包使用 `xre-<os>_<arch>.tar.gz` 命名规则, 请使用与组合严格对应的安装包。下文以 Ubuntu 1604 + x86_64 为例进行说明, 其他组合步骤类似。

1. 解压安装包。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ tar -xzf xre-ubuntu_1604_x86_64.tar.gz
```

2. 进入安装包根目录。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ cd xre-ubuntu_1604_x86_64/
```

3. 执行一键安装脚本。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ sudo bash install_rt.sh
Driver file installed.
System modules map regenerated.
Udev rules installed.
Kunlun Runtime installed successfully.
Now load KUNLUN driver...
Done
Please execute 'export PATH=/usr/local/xpu/bin:$PATH' or add it to your .bashrc to be able to run Kunlun binaries anywhere.
```

4. 修改PATH环境变量（如为bash shell则添加至\$HOME/.bashrc）。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ export PATH=/usr/local/xpu/bin:$PATH
```

5. 确认驱动正确加载。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ lsmod | grep kunlun
   kunlun          655360  0
```

6. 查看计算设备。昆仑芯1代系列产品的 K100 对应一个计算设备，K200 对应两个计算设备；昆仑芯2代系列产品的 R200、R300等均对应一个计算设备。/dev/xpuctrl为特殊设备文件，不对应物理板卡，仅用于控制用途。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 $ ls -al /dev/xpu*
crw-rw-rw- 1 root root 243,  0 Dec 15 14:12 /dev/xpu0
crw-rw-rw- 1 root root 243,  1 Dec 15 14:12 /dev/xpu1
crw-rw-rw- 1 root root 243, 128 Dec 15 14:12 /dev/xpuctrl
```

7. 执行 xpu_smi 可见计算设备详细信息。

```
Runtime Version: 3.6
Driver Version: 3.6
DEVICES
```

PCI Addr	Model	SN	INODE	UseRate	L3	Memory	Power(W)	Temp	Freq(MHz)	Firmware Version	CPLD Version
0000:86:00.0	K200	500030	/dev/xpu0	0 %	0 / 16 MB	0 / 8064 MB	36	27	900	0001.0001.0021	e71702
0000:86:00.0	K200	500030	/dev/xpu1	0 %	0 / 16 MB	0 / 8064 MB	36	30	900	0001.0001.0021	e71702
0000:af:00.0	K200	500024	/dev/xpu2	0 %	0 / 16 MB	0 / 8064 MB	37	28	900	0001.0001.0021	e71702
0000:af:00.0	K200	500024	/dev/xpu3	0 %	0 / 16 MB	0 / 8064 MB	37	28	900	0001.0001.0021	e71702

```
PROCESSES
-----
| Device | PID | Streams | L3 | Memory | Command |
```

图 3-1 计算设备详细信息

图 3-1 运行环境为一台安装有两张 K200 的主机，每张 K200 暴露两个计算设备，因此xpu_smi输出四个计算设备信息。

3.6 手动安装

3.6.1 安装和装载驱动

本文档中，**安装**是指把驱动对应的 ko 文件注册到操作系统搜索路径，使操作系统知晓名为 kunlun 的驱动；而**装载**是指把 ko 文件中的可执行代码加载进当前操作系统内核。只有完成安装，驱动才能在操作系统重启后自动装载；只有完成装载，昆仑芯计算设备才可正常使用。安装和装载两个步骤相互独立，用户可以安装但并不装载，也可以装载但不安装。在测试场景，可以选择跳过安装直接装载；在正式部署场景，长期稳定使用情形下，优先选择安装并自动装载。

3.6.1.1 安装驱动

- 复制与内核版本严格对应的ko文件（路径位于xre-<os>_<arch>/kunlun_module/kunlun-\$(uname -r).ko）至 /lib/modules/\$(uname -r)/extra 目录。
- 在 /lib/modules/\$(uname -r) 目录执行 depmod 更新驱动注册信息。

如需从操作系统删除已安装的驱动，则把 ko 文件从 /lib/modules/\$(uname -r)/extra 目录删除，然后再次执行 depmod。

3.6.1.2 装载驱动

- 如果驱动已经安装，执行如下命令。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # modprobe kunlun
```

- 如果驱动尚未安装，执行如下命令。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # insmod xre-<os>_<arch>/kunlun_module/kunlun-$(uname -r).ko
```

3.6.1.3 卸载驱动

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # modprobe -r kunlun
2 或
3 # rmmod kunlun
```

3.6.2 复制 udev 规则文件

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # cp xre-<os>_<arch>/udev_rules/99-kunlun.rules /etc/udev/rules.d/
```

Linux的udev 子系统根据rules文件内容设置设备文件的访问权限。如果未将rules文件复制至系统路径 /etc/udev/rules.d，驱动装载后创建的设备文件默认访问权限为 `crw-rw----`，即只能使用 root 权限访问。如果不希望复制rules文件或修改系统目录/etc，也可通过以下命令修改设备文件访问权限，授权普通用户正常访问，但该修改将在驱动重新装载或主机重启后失效。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # chmod 666 /dev/xpu*
```

3.6.3 安装运行时库

运行时库包含头文件、动态库和静态库三个部分，默认安装路径为 /usr/local/xpu/。安装运行时库仅需将头文件复制至 /usr/local/xpu/include/，将库文件 (.so 和 .a) 复制至 /usr/local/xpu/lib64/，然后将 /usr/local/xpu/lib64/ 添加至 LD_LIBRARY_PATH 环境变量。

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 # cp -r include /usr/local/xpu/
2 # mkdir -p /usr/local/xpu/lib64
3 # cp so/* /usr/local/xpu/lib64
4 # cp lib/* /usr/local/xpu/lib64
5 # export LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/xpu/lib64:$LD_LIBRARY_PATH
```

4 升级 XRE

1. 执行 `modprobe -r kunlun`，卸载可能已装载的旧版本驱动。
2. 执行旧版本安装包内的 `uninstall_rt.sh`，从系统中卸载旧版本 XRE。
3. 执行新版本安装包内的 `install_rt.sh`，把新版本 XRE 安装到系统内。

说明：

- 步骤1和2必须执行，彻底卸载旧版本，避免引起安装包版本冲突。
- 执行该升级操作可更新为最新版本，无跨级升级限制。
- 因目前新版本更为完善稳定，暂时不提供降级操作。

5 重新装载驱动

某些场景中，需要重新装载驱动，只需先进行 [3.6.1.3 卸载驱动](#)，然后再进行 [3.6.1.2 装载驱动](#) 即可。

6 xpu_smi使用说明

6.1 显示设备信息

xpu_smi 可以用来显示昆仑芯计算设备信息，运行结果如图 6-1 所示。

```

Runtime Version: 3.9
Driver Version: 3.9
DEVICES
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| DevID | PCI Addr | Model | SN | INODE | State | UseRate | L3 | Memory | Power(W) | Temp | Freq(MHz) | Firmware Version | CPLD Version |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0 | 0000:3b:00.0 | K200 | 0200210101000631 | /dev/xpu0 | N | 96 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 39 | 37 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 1 | 0000:3b:00.0 | K200 | 0200210101000631 | /dev/xpu1 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 39 | 39 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 2 | 0000:86:00.0 | K200 | 0200210101000679 | /dev/xpu2 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 38 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 3 | 0000:86:00.0 | K200 | 0200210101000679 | /dev/xpu3 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 38 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 4 | 0000:af:00.0 | K200 | 0200210101000682 | /dev/xpu4 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 39 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 5 | 0000:af:00.0 | K200 | 0200210101000682 | /dev/xpu5 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 38 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 6 | 0000:d8:00.0 | K200 | 0200210101000580 | /dev/xpu6 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 38 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
| 7 | 0000:d8:00.0 | K200 | 0200210101000580 | /dev/xpu7 | N | 0 % | 0 / 16 MB | 0 / 8064 MB | 38 | 37 | 900 | 0001.0010.0021 | ce3002 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
PROCESSES
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| DevID | PID | Streams | L3 | Memory | Command |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0 | 33495 | 1 | 0 MB | 0 MB | test_launch |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
    
```

图 6-1 昆仑芯计算设备信息

DEVICES 表格逐行显示驱动创建的计算设备，每列含义分别为：

- DevID: 计算设备序号
- PCI Addr: 物理设备 PCI 地址
- Model: 设备型号
- SN: 设备序列号
- INODE: 设备文件路径
- State: 设备状态, N表示Normal, E表示Error, R表示Reset
- UseRate: 设备利用率
- L3: 高速内存用量
- Memory: 设备内存用量
- Power(W): 设备功率
- Temp: 设备温度
- Freq(MHz): 设备频率
- Firmware Version: 设备固件版本
- CPLD Version: 设备板载器件版本

PROCESSES 表格显示当前正使用计算设备的进程信息，每列含义分别为：

- DevID: 计算设备序号
- PID: 计算进程号
- Streams: 计算进程创建的Stream数量 (包含一个默认Stream)
- L3: 计算进程高速内存用量
- Memory: 计算进程设备内存用量
- Command: 计算进程名

图 6-1 中主机安装有四张 K200，驱动共创建出八个计算设备 (/dev/xpu0-7)。相邻两个计算设备的 PCI 地址、SN信息一致，说明其隶属于同一张 K200。

6.2 设置SR-IOV虚拟化

6.2.1 SR-IOV虚拟化简介

部分昆仑芯设备支持SR-IOV虚拟化，该功能可让单个昆仑芯物理设备 (Physical Function, PF) 虚拟出多个昆仑芯虚拟设备 (Virtual Function, VF)。每个VF设备拥有所属物理设备的部分或全部算力和设备内存，可独立工作，与其他VF设备不会相互影响。

6.2.2 SR-IOV板卡支持

板卡型号	芯片型号	内存大小	最大可支持VF数量
R200	KLX2-S1P	16GB	3
R200-8F	KLX2-S1P	32GB	3
R200-8FS	KLX2-S1P	32GB	3
R300	KLX2-S1P	32GB	3

6.2.3 SR-IOV资源分配

资源SR-IOV模式	PF/1VF	2VF	3VF

Cluster	8	3	2
SDNN	6	3	2
L3	64M	32M	16M
Device Memory	16G	8G	约5G
Dec/Enc/Img	9/3/6	4/1/3	3/1/2

上表中，Device Memory为关闭ECC状态时的值，若开启ECC，Device Memory将减少约1/8（以xpu_smi显示为准）。

6.2.4 SR-IOV配置方式

使用 `xpu_smi -d <device_id> -V <num_vfs>` 或 `xpu_smi -s <pci_addr> -V <num_vfs>` 命令设置指定昆仑芯设备的SR-IOV虚拟化功能。其中参数`num_vfs`表示目标虚拟设备（VF）数量，若`num_vfs`为0，则关闭SR-IOV虚拟化。修改配置时需确保PF及相关VF当前均未被计算进程占用，否则配置失败。以下是在一张R200（/dev/xpu0）上开关SR-IOV虚拟化的示例：

1. 开启SR-IOV

使用 `xpu_smi -d 0 -V 3` 命令在设备0开启SR-IOV，开启后设备状态如下（已省略部分信息）：

```
</> Plain Text | 收起 ^

1 $ xpu_smi
Runtime Version: 4.0
Driver Version: 4.0
DEVICES
-----
|DevID | PCI Addr | Model | ... | INODE | ... | L3 | Memory | ...
-----
| 0 | 0000:01:00.0 | R200-SRIOV-PF | ... | /dev/xpu0 | ... | 0 / 63 MB | 0 / 13568 MB |
| 1 | 0000:01:01.0 | R200-SRIOV-VF-1/3 | ... | /dev/xpu1 | ... | 0 / 15 MB | 0 / 4006 MB | ...
| 2 | 0000:01:01.1 | R200-SRIOV-VF-1/3 | ... | /dev/xpu2 | ... | 0 / 15 MB | 0 / 4006 MB |
| 3 | 0000:01:01.2 | R200-SRIOV-VF-1/3 | ... | /dev/xpu3 | ... | 0 / 15 MB | 0 / 4006 MB |
-----
```

设备0开启SR-IOV（`num_vfs=3`）后，其Model从R200变为**R200-SRIOV-PF**，同时新增了三个设备（DevID分别为1、2、3），对应Model均为**R200-SRIOV-1/3**。此时，设备0不再具备计算能力，仅用作SR-IOV功能控制及设备状态查询。

2. 关闭SR-IOV

使用 `xpu_smi -d 0 -V 0` 命令关闭设备0的SR-IOV，关闭后设备状态如下（已省略部分信息）：

```
</> Plain Text | 收起 ^

1 $ xpu_smi
Runtime Version: 4.0
Driver Version: 4.0
DEVICES
-----
| DevID | PCI Addr | Model | ... | INODE | ... | L3 | Memory | ...
-----
| 0 | 0000:01:00.0 | R200 | ... | /dev/xpu0 | ... | 0 / 63 MB | 0 / 13568 MB | ...
-----
```

设备0已经恢复初始状态，Model变回R200。

7 运维工具使用说明

7.1 test_dma

`test_dma`用于测试主机到设备间双向DMA的正确性和速度。AveragePCleSpeed表示PCIe链路上进行单纯数据传输测得的带宽，size大于16MB时接近PCIe链路速率，AverageUserSpeed表示实际读写到进程用户态地址测得的带宽，一般小于AveragePCleSpeed。

```
</> C | 收起 ^

1 xre-<os>_<arch>/tools/test_dma --value <pattern> <dev_id> <size>
```

7.2 test_launch

test_launch用于测试从主机向设备下发计算任务，测试任务内容为求两个float类型向量的计算加和。如果通过，则在log末尾输出Pass。

```
</> C | 收起 ^
1 xre-<os>_<arch>/tools/test_launch <dev_id>
```

7.3 soft_reset

soft_reset用于在设备陷入错误状态时软复位设备。如果xpu_smi显示设备状态为E，可以尝试通过soft_reset恢复，执行后设备状态变为N。

```
</> C | 收起 ^
1 xre-<os>_<arch>/tools/soft_reset <dev_id>
```

7.4 dump_mem

dump_mem用于打印设备内存指定地址范围内的数据。

```
</> C | 收起 ^
1 xre-<os>_<arch>/tools/dump_mem <dev_id> <addr> <size>
```

7.5 rr/rw

rr用于读取设备指定内部寄存器数值，rw用于写入设备指定内部寄存器数值。

```
</> C | 收起 ^
1 xre-<os>_<arch>/tools/rr <dev_id> <reg address>
2 xre-<os>_<arch>/tools/rw <dev_id> <reg address> <value>
```

7.6 br/bw

br用于读取设备BAR指定偏移处数值，bw用于写入设备BAR指定偏移处数值。

```
</> C | 收起 ^
1 xre-<os>_<arch>/tools/br <dev_id> <bar_id> <offset>
2 xre-<os>_<arch>/tools/bw <dev_id> <bar_id> <offset> <value>
```

8 PROC 文件系统

除了 xpu_smi 命令，驱动也通过 PROC 文件系统向用户暴露设备相关信息，用户可使用 cat 命令查看这些文件。部分文件可写，用户可使用 echo 命令修改其内容。完整的PROC文件系统目录如下所示：

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 | auto_reset
  | dev0
  | | errinfo
  | | errtask
  | | info
  | | limits
  | | mminfo
  | | profile
  | | regular_timer_toggle
  | | stash_for_ltloop
  | | state
  | | tqinfo
  | | use_ratio
  | load_time
  | probe_error
  | version
```


└─ wait_mode

根目录 (/proc/xpu) 下的文件体现驱动相关信息，设备目录 (如/proc/xpu/dev0) 下的文件体现设备相关信息。设备目录与设备文件一一对应，如 /proc/xpu/dev0 就对应 /dev/xpu0。

驱动相关信息包括：

文件名	描述
auto_reset	是否开启自动复位功能，0代表否，1代表是。可通过 echo 0 或 1 动态修改配置（仅对昆仑芯1代系列产品生效）。
load_time	设备驱动加载时内核jiffies计数值。
probe_error	设备初始化时产生的错误信息，每行对应一个错误设备。每行信息自左向右依次为：PCI地址、SN号、设备编号、板卡型号、错误码、错误原因。如无错误发生，输出为空。
version	驱动版本。
wait_mode	内部实现相关，客户无需关注（仅对昆仑芯1代系列产品生效）。

设备相关信息包括：

文件名	描述
errtask	设备错误任务信息。记录上一次触发异常的计算核 (Kernel) 信息，包括具体异常的原因、计算核名称、配置、参数等。主要用于调试和记录问题，多为内部使用，客户一般无需关注。
info	设备基本信息，包括板卡型号、PCI地址、SN、固件版本、硬件版本、驱动版本等。
limits	容器化相关，容器可用设备资源限制。
mminfo	设备可用内存资源信息，包括L3高速内存和Memory设备内存。
profile	性能分析工具。
regular_timer_toggle	常规定时器开关。
stash_for_itloop	内部实现相关，客户无需关注。
state	设备状态，正常为 RUNNING。
tqinfo	设备硬件队列状态。
use_ratio	设备利用率。

9 更新固件

9.1 固件说明

在安装包firmware目录下存放昆仑芯1代系列产品和昆仑芯2代系列产品发布的各版本固件。

装载驱动后，可使用 xpu_smi 命令查看设备当前固件版本，如下表所示：

Firmware Version
0001.0002.0022
对应固件版本为1.2.22。

固件版本分为三部分，分别对应三个烧写文件。

版本号	昆仑芯1代系列产品	昆仑芯2代系列产品
第一位(1)	flash_burner.online	pbl.1.x.x.ota
第二位(2)	flash_init_bootloader.online.x.2.x	pciefw.x.2.x.ota
第三位(22)	main.online.x.x.22	sbl.x.x.22.ota

昆仑芯1代系列产品

当前稳定版本为 1.20.22 (x86_64平台)，1.15.22 (飞腾平台)。

昆仑芯2代系列产品

当前稳定版本为 2.9.26。

9.2 固件烧写

昆仑芯1代系列产品使用ota工具（位于 tools/kunlun1/ota）烧写固件，详细操作可执行 `./ota -h` 查看。

昆仑芯2代系列产品使用mcu_util工具(位于 tools/kunlun2/mcu_util) 烧写固件，操作命令为 `./mcu_util <dev> ota <file_path>`。

固件烧写完成，需重启主机方能生效。一般情况下，计算设备交付时自带稳定版本的固件，用户无需更改。如遇特殊需求，请在联系昆仑芯技术支持且得到确认后，严格遵照下文流程操作。

9.2.1 昆仑芯1代系列产品固件烧写

- 正常模式，需装载设备驱动，可更新第三位固件版本。

```
</> | 收起 ^
1 # 装载设备驱动
2 modprobe kunlun
3
4 # 正常模式，更新第三位固件版本
5 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun1/ota <dev_id> xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun1/main.online.x.x.22
6
7 # 重启后生效
8 reboot
```

- 无驱动模式，必须在主机重启后且未装载设备驱动时执行，可更新第二位和第三位固件版本。

```
</> | 收起 ^
1 # 重启并确保未装载设备驱动
2 reboot
3
4 # 使能设备并确认
5 echo 1 > /sys/bus/pci/devices/<domain:bus:dev.func>/enable
6 cat /sys/bus/pci/devices/<domain:bus:dev.func>/enable
7
8 # 只更新第二位固件版本
9 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun1/ota -s <domain:bus:dev.func> -f xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun1/flash_burner.online -b xre-
os_arch/firmware/kunlun1/flash_init_bootloader.online.x.20.x
10 # 或只更新第三位固件版本
11 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun1/ota -s <domain:bus:dev.func> -f xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun1/flash_burner.online -m xre-
os_arch/firmware/kunlun1/main.online.x.x.22
12 # 或同时更新第二位和第三位固件版本
13 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun1/ota -s <domain:bus:dev.func> -f xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun1/flash_burner.online -b xre-
os_arch/firmware/kunlun1/flash_init_bootloader.online.x.20.x -m xre-os_arch/firmware/kunlun1/main.online.x.x.22
14
15 # 重启后生效
16 reboot
```

9.2.2 昆仑芯2代系列产品固件烧写

需装载设备驱动，可更新第一位、第二位和第三位固件版本。

```
</> | 收起 ^
1 # 装载设备驱动
2 modprobe kunlun
3
4 # 更新第一位固件版本
5 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun2/mcu_util <dev_id> ota xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun2/pbl.2.x.x.ota
6 # 或更新第二位固件版本
7 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun2/mcu_util <dev_id> ota xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun2/pciefw.x.9.x.x.ota
8 # 或更新第三位固件版本
9 xre-<os>_<arch>/tools/kunlun2/mcu_util <dev_id> ota xre-<os>_<arch>/firmware/kunlun2/sbl.x.x.31.ota
10
11 # 重启后生效
```

12 reboot

10 常见问题

10.1 驱动装载

10.1.1 缺少设备文件

驱动装载后，如果 `/dev/xpu*` 设备文件显示不完整（`xpu_smi` 仅能看到部分设备文件），或者 `/proc/xpu/probe_error` 文件非空，说明驱动装载、初始化设备过程中出错。

这种情况下应首先排查硬件连接和操作系统环境，根据 [3.4 安装前检查](#) 中的步骤，检查操作系统是否识别到全部昆仑芯设备，且每个设备均正确分配了 BAR 地址。

- 如果有未识别的卡，可尝试断电重启，重启后依然未识别可再尝试对卡做重新插拔或更换槽位。多次尝试均失败，大概率卡已损坏；
- 如果有设备未正确分配 BAR 地址，也可尝试断电重启，并确认 BIOS 中“Above 4G decoding”选项已开启。如果 BIOS 选项开启后依然无效，可能是主机上安装计算设备过多导致硬件 IO 地址空间不足；

如果硬件连接没有问题，则查看 `/proc/xpu/probe_error` 文件和 `dmesg` 中给出的错误原因，多数情况下设备初始化失败的原因有：

- **CPU memory not enough**，分配 CPU 内存失败，可重启后再次尝试；
- **System error**，大概率是设备未正确分配 BAR 地址。

10.1.2 缺少当前内核版本驱动

如果执行 [3.5 脚本一键安装](#) 时提示：

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 Cannot find kunlun driver file ***
```

说明安装包中缺少与当前内核版本匹配的驱动，可尝试更换支持列表中的内核版本（`kunlun_module` 目录有对应 ko 文件），或联系昆仑芯技术支持获取与所需内核版本匹配的驱动。

10.1.3 驱动与当前内核版本不匹配

如果在手动安装 [3.6.1.2 装载驱动](#) 时提示：

```
</> Plain Text | 收起 ^
1 insmod: error inserting 'output/kunlun_module/kunlun.ko': -1 Invalid module format
```

说明装载的驱动与当前内核版本不匹配。可使用 `modinfo kunlun.ko` 命令查看 `vermagic` 字段确认 ko 对应内核版本，`vermagic` 须与 `uname -r` 输出匹配。