阿里云
云服务器 ECS

最佳实践

文档版本：20190522

法律声明

阿里云提醒您在阅读或使用本文档之前仔细阅读、充分理解本法律声明各条款的内容。如果您阅读或使用本文档，您的阅读或使用行为将被视为对本声明全部内容的认可。

1. 您应当通过阿里云网站或阿里云提供的其他授权通道下载、获取本文档，且仅能用于自身的合法合规的业务活动。本文档的内容视为阿里云的保密信息，您应当严格遵守保密义务；未经阿里云事先书面同意，您不得向任何第三方披露本手册内容或提供给任何第三方使用。
2. 未经阿里云事先书面许可，任何单位、公司或个人不得擅自摘抄、翻译、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何方式或途径进行传播和宣传。
3. 由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。阿里云保留在没有任何通知或者提示下对本文档的内容进行修改的权利，并在阿里云授权通道中不时发布更新后的用户文档。您应当实时关注用户文档的版本变更并通过阿里云授权渠道下载、获取最新版的用户文档。
4. 本文档仅作为用户使用阿里云产品及服务的参考性指引，阿里云以产品及服务的”现状“、“有缺陷”和“当前功能”的状态提供本文档。阿里云在现有技术的基础上尽最大努力提供相应的介绍及操作指引，但阿里云在此明确声明对本文档内容的准确性、完整性、适用性、可靠性等不作任何明示或暗示的保证。任何单位、公司或个人因为下载、使用或信赖本文档而发生任何差错或经济损失的，阿里云不承担任何法律责任。在任何情况下，阿里云均不对任何间接性、后果性、惩戒性、偶然性、特殊性或刑罚性的损害，包括用户使用或信赖本文档而遭受的利润损失，承担责任（即使阿里云已被告知该等损失的可能性）。
5. 阿里云网站上所有内容，包括但不限于著作、产品、图片、档案、资讯、资料、网站架构、网站画面的安排、网页设计，均由阿里云和/或其关联公司依法拥有其知识产权，包括但不限于商标权、专利权、著作权、商业秘密等。非经阿里云和/或其关联公司书面同意，任何人不得擅自使用、修改、复制、公开传播、改变、散布、发行或公开发表阿里云网站、产品程序或内容。此外，未经阿里云事先书面同意，任何人不得为了任何营销、广告、促销或其他目的使用、公布或复制阿里云的名称（包括但不限于单独为或以组合形式包含”阿里云”、Aliyun”、“万网”等阿里云和/或其关联公司品牌，上述品牌的附属标志及图案或任何类似公司名称、商号、商标、产品或服务名称、域名、图案标示、标志、标识或通过特定描述使第三方能够识别阿里云和/或其关联公司）。
6. 如若发现本文档存在任何错误，请与阿里云取得直接联系。

通用约定

格式	说明	样例
	该类警示信息将导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 **禁止:** 重置操作将丢失用户配置数据。
	该类警示信息可能导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 **警告:** 重启操作将导致业务中断，恢复业务所需时间约10分钟。
	用于补充说明、最佳实践、窍门等，不是用户必须了解的内容。	 **说明:** 您也可以通过按Ctrl + A选中全部文件。
>	多级菜单递进。	设置 > 网络 > 设置网络类型
粗体	表示按键、菜单、页面名称等UI元素。	单击 确定。
`courier` 字体	命令。	执行 `cd /d C:/windows` 命令，进入Windows系统文件夹。
*## *	表示参数、变量。	`bae log list --instanceid` *`Instance_ID`*
[]或者[a|b]	表示可选项，至多选择一个。	`ipconfig` *`[-all|-t]`*
{}或者{a|b}	表示必选项，至多选择一个。	`swich` *`{stand | slave}`*

目录

法律声明.....I
通用约定.....I
1 安全..... 1
1.1 ECS安全组实践（一）.....1
1.2 ECS安全组实践（二）.....3
1.3 ECS安全组实践（三）.....8
1.4 ECS数据安全最佳实践..... 12
1.5 经典网络内网实例互通设置方法..... 14
1.6 修改服务器默认远程端口..... 19
1.7 使用Windows实例的日志..... 25
1.8 高级安全Windows防火墙概述以及最佳实践..... 32
1.9 安全组内网络隔离..... 47
1.10 安全组五元组规则..... 49
2 灾备方案.....51
3 数据恢复.....54
3.1 误删文件后如何恢复数据..... 54
3.2 Linux实例中数据恢复..... 57
3.3 Windows实例中数据恢复..... 64
4 实例配置.....71
4.1 ECS实例数据传输的实现方式..... 71
4.2 通过读写分离提升数据吞吐性能..... 77
4.3 为多台Windows实例配置语言偏好..... 85
5 监控.....89
5.1 使用云监控监控ECS实例..... 89
6 借助于实例RAM角色访问其他云产品.....93
7 GPU实例最佳实践..... 100
7.1 在gn5实例上部署NGC环境..... 100
7.2 在GPU实例上使用RAPIDS加速机器学习任务..... 105
8 FaaS实例最佳实践..... 117
8.1 使用f1 RTL..... 117
8.2 f1实例OpenCL开发最佳实践..... 120
8.3 f3实例OpenCL开发最佳实践..... 124
8.4 f3实例RTL开发最佳实践..... 133
8.5 faascmd工具..... 138
8.5.1 faascmd工具概述..... 138
8.5.2 安装faascmd..... 139
8.5.3 配置faascmd..... 140
8.5.4 使用faascmd..... 140

8.5.5 faascmd工具FAQ..... 146
9 磁盘缩容..... 151
10 ECS状态变化事件的自动化运维最佳实践..... 154
11 Terraform..... 163
11.1 什么是Terraform..... 163
11.2 安装和配置Terraform..... 164
11.3 创建一台ECS实例..... 165
11.4 创建多台ECS实例..... 167
11.5 部署Web集群..... 170
12 DevOps for small and medium web apps..... 174
12.1 General introduction..... 174
12.2 GitLab installation and configuration..... 175
12.3 Continuous integration..... 193

1 安全

1.1 ECS安全组实践（一）

本文主要介绍如何配置安全组的入网规则。

在云端安全组提供类似虚拟防火墙功能，用于设置单个或多个 ECS 实例的网络访问控制，是重要的安全隔离手段。创建 ECS 实例时，您必须选择一个安全组。您还可以添加安全组规则，对某个安全组下的所有 ECS 实例的出方向和入方向进行网络控制。

在配置安全组的入网规则之前，您应已经了解以下安全组相关的信息：

- 安全组限制
- 安全组默认规则
- 设置安全组 *In* 方向的访问权限
- 设置安全组 *Out* 方向的访问权限

安全组实践的基本建议

在开始安全组的实践之前，下面有一些基本的建议：

- 最重要的规则：安全组应作为白名单使用。
- 开放应用出入规则时应遵循“最小授权”原则，例如，您可以选择开放具体的端口（如 80 端口）。
- 不应使用一个安全组管理所有应用，因为不同的分层一定有不同的需求。
- 对于分布式应用来说，不同的应用类型应该使用不同的安全组，例如，您应对 Web、Service、Database、Cache 层使用不同的安全组，暴露不同的出入规则和权限。
- 没有必要为每个实例单独设置一个安全组，控制管理成本。
- 优先考虑 VPC 网络。
- 不需要公网访问的资源不应提供公网 IP。
- 尽可能保持单个安全组的规则简洁。因为一个实例最多可以加入 5 个安全组，一个安全组最多可以包括 100 个安全组规则，所以一个实例可能同时应用数百条安全组规则。您可以聚合所有分配的安全规则以判断是否允许流入或留出，但是，如果单个安全组规则很复杂，就会增加管理的复杂度。所以，应尽可能地保持单个安全组的规则简洁。

- 阿里云的控制台提供了克隆安全组和安全组规则的功能。如果您想要修改线上的安全组和规则，您应先克隆一个安全组，再在克隆的安全组上进行调试，从而避免直接影响线上应用。

  说明:

  调整线上的安全组的出入规则是比较危险的动作。如果您无法确定，不应随意更新安全组出入规则的设置。

设置安全组的入网规则

以下是安全组的入网规则的实践建议。

不要使用 0.0.0.0/0 的入网规则

允许全部入网访问是经常犯的错误。使用 0.0.0.0/0 意味着所有的端口都对外暴露了访问权限。这是非常不安全的。正确的做法是，先拒绝所有的端口对外开放。安全组应该是白名单访问。例如，如果您需要暴露 Web 服务，默认情况下可以只开放 80、8080 和 443 之类的常用TCP端口，其它的端口都应关闭。

```
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "80", "ToPort" : "80", "
SourceCidrIp" : "0.0.0.0/0", "Policy": "accept"} ,
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "8080", "ToPort" : "8080", "
SourceCidrIp" : "0.0.0.0/0", "Policy": "accept"} ,
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "443", "ToPort" : "443", "
SourceCidrIp" : "0.0.0.0/0", "Policy": "accept"} ,
```

关闭不需要的入网规则

如果您当前使用的入规则已经包含了 0.0.0.0/0，您需要重新审视自己的应用需要对外暴露的端口和服务。如果确定不想让某些端口直接对外提供服务，您可以加一条拒绝的规则。比如，如果您的服务器上安装了 MySQL 数据库服务，默认情况下您不应该将 3306 端口暴露到公网，此时，您可以添加一条拒绝规则，如下所示，并将其优先级设为100，即优先级最低。

```
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "3306", "ToPort" : "3306", "
SourceCidrIp" : "0.0.0.0/0", "Policy": "drop", Priority: 100} ,
```

上面的调整会导致所有的端口都不能访问 3306 端口，极有可能会阻止您正常的业务需求。此时，您可以通过授权另外一个安全组的资源进行入规则访问。

授权另外一个安全组入网访问

不同的安全组按照最小原则开放相应的出入规则。对于不同的应用分层应该使用不同的安全组，不同的安全组应有相应的出入规则。

例如，如果是分布式应用，您会区分不同的安全组，但是，不同的安全组可能网络不通，此时您不应该直接授权 IP 或者 CIDR 网段，而是直接授权另外一个安全组 ID 的所有的资源都可以直接访

问。比如，您的应用对 Web、Database 分别创建了不同的安全组：sg-web 和 sg-database。在 sg-database 中，您可以添加如下规则，授权所有的 sg-web 安全组的资源访问您的 3306 端口。

```
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "3306", "ToPort" : "3306", "
SourceGroupId" : "sg-web", "Policy": "accept", Priority: 2} ,
```

授权另外一个 CIDR 可以入网访问

经典网络中，因为网段不太可控，建议您使用安全组 ID 来授信入网规则。

VPC 网络中，您可以自己通过不同的 VSwitch 设置不同的 IP 域，规划 IP 地址。所以，在 VPC 网络中，您可以默认拒绝所有的访问，再授信自己的专有网络的网段访问，直接授信可以相信的 CIDR 网段。

```
{ "IpProtocol" : "icmp", "FromPort" : "-1", "ToPort" : "-1", "
SourceCidrIp" : "10.0.0.0/24", Priority: 2} ,
{ "IpProtocol" : "tcp", "FromPort" : "0", "ToPort" : "65535", "
SourceCidrIp" : "10.0.0.0/24", Priority: 2} ,
{ "IpProtocol" : "udp", "FromPort" : "0", "ToPort" : "65535", "
SourceCidrIp" : "10.0.0.0/24", Priority: 2} ,
```

变更安全组规则步骤和说明

变更安全组规则可能会影响您的实例间的网络通信。为了保证必要的网络通信不受影响，您应先尝试以下方法放行必要的实例，再执行安全组策略收紧变更。

说明:

执行收紧变更后，应观察一段时间，确认业务应用无异常后再执行其它必要的变更。

- 新建一个安全组，将需要互通访问的实例加入这个安全组，再执行变更操作。
- 如果授权类型为 安全组访问，则将需要互通访问的对端实例所绑定的安全组 ID 添加为授权对象；
- 如果授权类型为 地址段访问，则将需要互通访问的对端实例内网 IP 添加为授权对象。

具体操作指引请参见 经典网络内网实例互通设置方法。

1.2 ECS安全组实践（二）

本文将介绍安全组的以下几个内容：

- 授权 和 撤销 安全组规则。
- 加入安全组 和 离开安全组。

阿里云的网络类型分为 经典网络 和 VPC，它们对安全组支持不同的设置规则：

- 如果是经典网络，您可以设置以下几个规则：内网入方向、内网出方向、公网入方向和公网出方向。
- 如果是 VPC 网络，您可以设置：入方向 和 出方向。

安全组内网通讯的概念

本文开始之前，您应知道以下几个安全组内网通讯的概念：

- 默认只有同一个安全组的 ECS 实例可以网络互通。即使是同一个账户下的 ECS 实例，如果分属不同安全组，内网网络也是不通的。这个对于经典网络和 VPC 网络都适用。所以，经典网络的 ECS 实例也是内网安全的。
- 如果您有两台 ECS 实例，不在同一个安全组，您希望它们内网不互通，但实际上它们却内网互通，那么，您需要检查您的安全组内网规则设置。如果内网协议存在下面的协议，建议您重新设置。
  - 允许所有端口；
  - 授权对象为 CIDR 网段 (SourceCidrIp)：*0.0.0.0/0* 或者 *10.0.0.0/8* 的规则。 如果是经典网络，上述协议会造成您的内网暴露给其它的访问。
- 如果您想实现在不同安全组的资源之间的网络互通，您应使用安全组方式授权。对于内网访问，您应使用源安全组授权，而不是 CIDR 网段授权。

安全规则的属性

安全规则主要是描述不同的访问权限，包括如下属性：

- Policy：授权策略，参数值可以是 *accept*（接受）或 *drop*（拒绝）。
- Priority：优先级，根据安全组规则的创建时间降序排序匹配。规则优先级可选范围为 1-100，默认值为 1，即最高优先级。数字越大，代表优先级越低。
- NicType：网络类型。如果只指定了 SourceGroupId 而没有指定 SourceCidrIp，表示通过安全组方式授权，此时，NicType 必须指定为 *intranet*。

- 规则描述：
  - IpProtocol：IP 协议，取值：*tcp*、*udp*、*icmp*、*gre* 或 *all*。all 表示所有的协议。
  - PortRange：IP 协议相关的端口号范围：
    - IpProtocol 取值为 *tcp* 或 *udp* 时，端口号取值范围为 1~65535，格式必须是“起始端口号/终止端口号”，如“1/200”表示端口号范围为1~200。如果输入值为“200/1”，接口调用将报错。
    - IpProtocol 取值为 *icmp*、*gre* 或 *all* 时，端口号范围值为 -1/-1，表示不限制端口。
  - 如果通过安全组授权，应指定 SourceGroupId，即源安全组 ID。此时，根据是否跨账号授权，您可以选择设置源安全组所属的账号 SourceGroupOwnerAccount；
  - 如果通过 CIDR 授权，应指定 SourceCidrIp，即源 IP 地址段，必须使用 CIDR 格式。

授权一条入网请求规则

在控制台或者通过 API 创建一个安全组时，入网方向默认 *deny all*，即默认情况下您拒绝所有入网请求。这并不适用于所有的情况，所以您要适度地配置您的入网规则。

比如，如果您需要开启公网的 80 端口对外提供 HTTP 服务，因为是公网访问，您希望入网尽可能多访问，所以在 IP 网段上不应做限制，可以设置为 *0.0.0.0/0*，具体设置可以参考以下描述，其中，括号外为控制台参数，括号内为 OpenAPI 参数，两者相同就不做区分。

- 网卡类型（NicType）：公网（internet）。如果是 VPC 类型的只需要填写 intranet，通过 EIP 实现公网访问。
- 授权策略（Policy）：允许（accept）。
- 规则方向（NicType）：入网。
- 协议类型（IpProtocol）：TCP（tcp）。
- 端口范围（PortRange）：80/80。
- 授权对象（SourceCidrIp）：0.0.0.0/0。
- 优先级（Priority）：1。

说明：

上面的建议仅对公网有效。内网请求不建议使用 CIDR 网段，请参考 经典网络的内网安全组规则不要使用 *CIDR* 或者 *IP* 授权。

禁止一个入网请求规则

禁止一条规则时，您只需要配置一条拒绝策略，并设置较低的优先级即可。这样，当有需要时，您可以配置其它高优先级的规则覆盖这条规则。例如，您可以采用以下设置拒绝 6379 端口被访问。

- 网卡类型（NicType）：内网（intranet）。
- 授权策略（Policy）：拒绝（drop）。
- 规则方向（NicType）：入网。
- 协议类型（IpProtocol）：TCP（tcp）。
- 端口范围（PortRange）：6379/6379。
- 授权对象（SourceCidrIp）：0.0.0.0/0。
- 优先级（Priority）：100。

经典网络的内网安全组规则不要使用 CIDR 或者 IP 授权

对于经典网络的 ECS 实例，阿里云默认不开启任何内网的入规则。内网的授权一定要谨慎。

说明:

为了安全考虑，不建议开启任何基于 CIDR 网段的授权。

对于弹性计算来说，内网的 IP 经常变化，另外，这个 IP 的网段是没有规律的，所以，对于经典网络的内网，建议您通过安全组授权内网的访问。

例如，您在安全组 sg-redis 上构建了一个 redis 的集群，为了只允许特定的机器（如 sg-web）访问这个 redis 的服务器编组，您不需要配置任何 CIDR，只需要添加一条入规则：指定相关的安全组 ID 即可。

- 网卡类型（NicType）：内网（intranet）。
- 授权策略（Policy）：允许（accept）。
- 规则方向（NicType）：入网。
- 协议类型（IpProtocol）：TCP（tcp）。
- 端口范围（PortRange）：6379/6379。
- 授权对象（SourceGroupId）：sg-web。
- 优先级（Priority）：1。

对于 VPC 类型的实例，如果您已经通过多个 VSwitch 规划好自己的 IP 范围，您可以使用 CIDR 设置作为安全组入规则；但是，如果您的 VPC 网段不够清晰，建议您优先考虑使用安全组作为入规则。

将需要互相通信的 ECS 实例加入同一个安全组

一个 ECS 实例最多可以加入 5 个安全组，而同一安全组内的 ECS 实例之间是网络互通的。如果您在规划时已经有多个安全组，而且，直接设置多个安全规则过于复杂的话，您可以新建一个安全组，然后将需要内网通讯的 ECS 实例加入这个新的安全组。

安全组是区分网络类型的，一个经典网络类型的 ECS 实例只能加入经典网络的安全组；一个 VPC 类型的 ECS 实例只能加入本 VPC 的安全组。

这里也不建议您将所有的 ECS 实例都加入一个安全组，这将会使得您的安全组规则设置变成梦魇。对于一个中大型应用来说，每个服务器编组的角色不同，合理地规划每个服务器的入方向请求和出方向请求是非常有必要的。

在控制台上，您可以根据文档 加入安全组 的描述将一个实例加入安全组。

如果您对阿里云的 OpenAPI 非常熟悉，您可以参考 使用 OpenAPI 弹性管理 ECS 实例，通过 OpenAPI 进行批量操作。对应的 Python 片段如下。

```
def join_sg(sg_id, instance_id):
    request = JoinSecurityGroupRequest()
    request.set_InstanceId(instance_id)
    request.set_SecurityGroupId(sg_id)
    response = _send_request(request)
    return response
# send open api request
def _send_request(request):
    request.set_accept_format('json')
    try:
        response_str = clt.do_action(request)
        logging.info(response_str)
        response_detail = json.loads(response_str)
        return response_detail
    except Exception as e:
        logging.error(e)
```

将 ECS 实例移除安全组

如果 ECS 实例加入不合适的安全组，将会暴露或者 Block 您的服务，这时您可以选择将 ECS 实例从这个安全组中移除。但是在移除安全组之前必须保证您的 ECS 实例已经加入其它安全组。

说明:

将 ECS 实例从安全组移出，将会导致这个 ECS 实例和当前安全组内的网络不通，建议您在移出之前做好充分的测试。

对应的 Python 片段如下。

```
def leave_sg(sg_id, instance_id):
    request = LeaveSecurityGroupRequest()
    request.set_InstanceId(instance_id)
    request.set_SecurityGroupId(sg_id)
    response = _send_request(request)
    return response
# send open api request
def _send_request(request):
    request.set_accept_format('json')
    try:
        response_str = clt.do_action(request)
        logging.info(response_str)
        response_detail = json.loads(response_str)
```

```
        return response_detail
    except Exception as e:
        logging.error(e)
```

定义合理的安全组名称和标签

合理的安全组名称和描述有助于您快速识别当前复杂的规则组合。您可以通过修改名称和描述来帮助自己识别安全组。

您也可以通过为安全组设置标签分组管理自己的安全组。您可以在控制台直接 设置标签，也通过 API 设置标签。

删除不需要的安全组

安全组中的安全规则类似于一条条白名单和黑名单。所以，请不要保留不需要的安全组，以免因为错误加入某个 ECS 实例而造成不必要的麻烦。

1.3 ECS安全组实践（三）

在安全组的使用过程中，通常会将所有的云服务器放置在同一个安全组中，从而可以减少初期配置的工作量。但从长远来看，业务系统网络的交互将变得复杂和不可控。在执行安全组变更时，您将无法明确添加和删除规则的影响范围。

合理规划和区分不同的安全组将使得您的系统更加便于调整，梳理应用提供的服务并对不同应用进行分层。这里推荐您对不同的业务规划不同的安全组，并设置不同的安全组规则。

区分不同的安全组

- 公网服务的云服务器和内网服务器尽量属于不同的安全组

  是否对外提供公网服务，包括主动暴露某些端口对外访问（例如 80、443 等），被动地提供（例如云服务器具有公网 IP、EIP、NAT 端口转发规则等）端口转发规则，都会导致自己的应用可能被公网访问到。

  2 种场景的云服务器所属的安全组规则要采用最严格的规则，建议拒绝优先，默认情况下应当关闭所有的端口和协议，仅仅暴露对外提供需要服务的端口，例如 80、443。由于仅对属于对外公网访问的服务器编组，调整安全组规则时也比较容易控制。

  对于对外提供服务器编组的职责应该比较明晰和简单，避免在同样的服务器上对外提供其它的服务。例如 MySQL、Redis 等，建议将这些服务安装在没有公网访问权限的云服务器上，然后通过安全组的组组授权来访问。

  如果当前有公网云服务器已经和其它的应用在同一个安全组 SG_CURRENT。您可以通过下面的方法来进行变更。

  1. 梳理当前提供的公网服务暴露的端口和协议，例如 80、443。
  2. 新创建一个安全组，例如 SG_WEB， 然后添加相应的端口和规则。

     说明:

     授权策略：允许，协议类型：ALL， 端口: 80/80，授权对象: 0.0.0.0/0， 授权策略:允许，协议类型:ALL，端口: 443/443 授权对象: 0.0.0.0/0。
  3. 选择安全组 SG_CURRENT， 然后添加一条安全组规则，组组授权，允许 SG_WEB 中的资源访问SG_CURRENT。

     说明:

授权策略：允许，协议类型：ALL，端口：-1/-1，授权对象：SG_WEB，优先级：按照实际情况自定义[1-100]。

4. 将一台需要切换安全组的实例 ECS_WEB_1 添加到新的安全组中。
   a. 在 ECS 控制台中，选择 安全组管理。
   b. 选择 SG_WEB > 管理实例 > 添加实例，选择实例 ECS_WEB_1 加入到新的安全组 SG_WEB 中，确认 ECS_WEB_1 实例的流量和网络工作正常。
5. 将 ECS_WEB_1 从原来的安全组中移出。
   a. 在 ECS 控制台中，选择 安全组管理。
   b. 选择 SG_WEB > 管理实例 > 添加实例，选择 ECS_WEB_1 ，从 SG_CURRENT 移除，测试网络连通性，确认流量和网络工作正常。
   c. 如果工作不正常，将 ECS_WEB_1 仍然加回到安全组 SG_CURRENT 中，检查设置的 SG_WEB 暴露的端口是否符合预期，然后继续变更。
6. 执行其它的服务器安全组变更。

- 不同的应用使用不同的安全组

  在生产环境中，不同的操作系统大多情况下不会属于同一个应用分组来提供负载均衡服务。提供不同的服务意味着需要暴露的端口和拒绝的端口是不同的，建议不同的操作系统尽量归属于不同的安全组。

  例如，对于 Linux 操作系统，可能需要暴露 TCP（22）端口来实现 SSH，对 Windows 可能需要开通 TCP(3389) 远程桌面连接。

  除了不同的操作系统归属不同的安全组，即便同一个镜像类型，提供不同的服务，如果之间不需要通过内网进行访问的话，最好也划归不同的安全组。这样方便解耦，并对未来的安全组规则进行变更，做到职责单一。

  在规划和新增应用时，除了考虑划分不同的虚拟交换机配置子网，也应该同时合理的规划安全组。使用网段+安全组约束自己作为服务提供者和消费者的边界。

  具体的变更流程参见上面的操作步骤。

- 生产环境和测试环境使用不同的安全组

  为了更好的做系统的隔离，在实际开发过程中，您可能会构建多套的测试环境和一套线上环境。为了更合理的做网络隔离，您需要对不同的环境配置使用不同的安全策略，避免因为测试环境的变更刷新到了线上影响线上的稳定性。

  通过创建不同的安全组，限制应用的访问域，避免生产环境和测试环境联通。同时也可以对不同的测试环境分配不同的安全组，避免多套测试环境之间互相干扰，提升开发效率。

仅对需要公网访问子网或者云服务器分配公网 IP

不论是经典网络还是专有网络 (VPC) 中，合理的分配公网 IP 可以让系统更加方便地进行公网管理，同时减少系统受攻击的风险。在专有网络的场景下，创建虚拟交换机时，建议您尽量将需要公网访问的服务区的 IP 区间放在固定的几个交换机(子网 CIDR)中，方便审计和区分，避免不小心暴露公网访问。

在分布式应用中，大多数应用都有不同的分层和分组，对于不提供公网访问的云服务器尽量不提供公网IP，如果是有多台服务器提供公网访问，建议您配置公网流量分发的负载均衡服务来公网服务，提升系统的可用性，避免单点。

对于不需要公网访问的云服务器尽量不要分配公网 IP。专有网络中当您的云服务器需要访问公网的时候，优先建议您使用 *NAT* 网关，用于为 VPC 内无公网 IP 的 ECS 实例提供访问互联网的代理服务，您只需要配置相应的 SNAT 规则即可为具体的 CIDR 网段或者子网提供公网访问能力，具体配置参见 *SNAT*。避免因为只需要访问公网的能力而在分配了公网 IP(EIP) 之后也向公网暴露了服务。

最小原则

安全组应该是白名单性质的，所以需尽量开放和暴露最少的端口，同时尽可能少地分配公网 IP。若想访问线上机器进行任务日志或错误排查的时候直接分配公网 IP 或者挂载 EIP 虽然简便，但是毕竟会将整个机器暴露在公网之上，更安全的策略是建议通过跳板机来管理。

使用跳板机

跳板机由于其自身的权限巨大，除了通过工具做好审计记录。在专有网络中，建议将跳板机分配在专有的虚拟交换机之中，对其提供相应的 EIP 或者 NAT 端口转发表。

首先创建专有的安全组 SG_BRIDGE，例如开放相应的端口，例如 Linux TCP(22) 或者 Windows RDP(3389)。为了限制安全组的入网规则，可以限制可以登录的授权对象为企业的公网出口范围，减少被登录和扫描的概率。

然后将作为跳板机的云服务器加入到该安全组中。为了让该机器能访问相应的云服务器，可以配置相应的组授权。例如在 SG_CURRENT 添加一条规则允许 SG_BRIDGE 访问某些端口和协议。

使用跳板机 SSH 时，建议您优先使用 *SSH* 密钥对 而不是密码登录。

总之，合理的安全组规划使您在扩容应用时更加游刃有余，同时让您的系统更加安全。

1.4 ECS数据安全最佳实践

本文档从使用云服务器ECS的角度出发，结合相关产品和运维架构经验，介绍如何打造云端的数据安全。

适用对象

本文档适用于刚开始接触阿里云的个人或者中小企业用户。

主要内容

- 定期备份数据
- 合理设计安全域
- 安全组规则设置
- 登录口令设置
- 服务器端口安全
- 应用漏洞防护
- 安全情报收集

定期备份数据

数据备份是容灾的基础，目的是降低因系统故障、操作失误、以及安全问题而导致数据丢失的风险。云服务器ECS自带有快照备份的功能，合理运用ECS快照功能即可满足大部分用户数据备份的需求。建议用户根据自身的业务情况，制定适合自己的备份策略，您可以选择 手动创建快照，或者 创建自动快照策略，并 将此策略应用到指定磁盘。推荐每日做一次自动快照，每次快照最少保存7天。养成良好的备份习惯，在故障发生时，有利于迅速恢复重要数据，减少损失。

合理设计安全域

基于SDN（Software Defined Network）技术研发的VPC专有网络，可以供用户构建自定义专属网络，隔离企业内部不同安全级别的服务器，避免互通网络环境下一台服务器感染后影响到其它应用服务器。

建议用户 创建专有网络，选择自有 IP 地址范围、划分网段、配置路由表和网关等。用户可以将比较重要的数据存储在一个跟互联网网络完全隔离的内网环境，日常运维可以用弹性IP（EIP）或者跳板机的方式，对数据进行管理。

安全组规则设置

安全组是重要的网络安全隔离手段，用于设置单台或多台云服务器的网络访问控制。用户通过安全组设置实例级别的防火墙策略，可以在网络层过滤服务器的主动/被动访问行为，限定服务器对外/对内的的端口访问，授权访问地址，从而减少攻击面，保护服务器的安全。

例如Linux系统默认远程管理端口22，不建议向外网直接开放，可以通过 设置安全组配置ECS公网访问控制，只授权本地固定IP对服务器进行访问。您可以查看其它 应用案例，加深对安全组的熟悉程度。对访问控制有更高要求的用户或者也可以使第用三方VPN产品，对登录行为进行数据加密，更多软件尽在 云市场。

登录口令设置

弱口令一直是数据泄露的一个大症结，因为弱口令是最容易出现的也是最容易被利用的漏洞之一。服务器的口令建议至少8位以上，从字符种类上增加口令复杂度，如包含大小写字母、数字和特殊字符等，并且要不定时更新口令，养成良好的安全运维习惯。

服务器端口安全

服务器只要给互联网提供服务，就会将对应的服务端口暴露在互联网，从安全管理的角度来说，开启的服务端口越多，就越不安全。建议只对外开放提供服务的必要端口，并修改常见端口为高端口（30000以后），再对提供服务的端口做访问控制。

例如数据库服务尽量在内网环境使用，避免暴露在公网；如果必须要在公网访问，则需要修改默认连接端口3306为高端口，并根据业务授权可访问客户端地址。

应用漏洞防护

应用漏洞是指针对Web应用、缓存、数据库、存储等服务，通过利用渗透攻击而非法获取数据的一种安全缺陷。常见应用漏洞包括：SQL注入、XSS跨站、Webshell上传、后门隔离保护、命令注入、非法HTTP协议请求、常见Web服务器漏洞攻击、核心文件非授权访问、路径穿越等。这种漏洞不同于系统漏洞，修复存在很大难度，如果程序在设计应用之初，不能对这些应用安全基线面面俱到，服务器安全的堡垒，就往往在这最后一公里被攻破。所以我们推荐通过接入 Web应用防火墙（Web Application Firewall, 简称 WAF）这种专业的防护工具，来轻松应对各类Web应用攻击，确保网站的Web安全与可用性。

安全情报收集

在当今暗流涌动的互联网安全领域，安全工程师和黑客比拼的就是时间，云盾态势感知 可以理解为一种基于大数据的安全服务，即在大规模云计算环境中，对能够引发网络安全态势发生变化的要素进行全面、快速和准确地捕获和分析。然后把客户当前遇到的安全威胁与过去的威胁进行关联回溯和大数据分析，最终产出未来可能发生的威胁安全的风险事件，并提供一个体系化的安全解决方案。

所以，技术人员除了在做好日常安全运维的同时，还要尽可能掌握全面的信息，提升预警能力，在发现安全问题的时候可以及时进行修复和处理，才能真正保证云服务器ECS的数据安全闭环。

1.5 经典网络内网实例互通设置方法

安全组是实例级别防火墙，为保障实例安全，设置安全组规则时要遵循“最小授权”原则，下面介绍四种安全的内网实例互通设置方法。

方法 1. 使用单 IP 地址授权

- 适用场景：适用于小规模实例间内网互通场景。
- 优点：以IP地址方式授权，安全组规则清晰，容易理解。
- 缺点：内网互通实例数量较多时，会受到安全组规则条数 100 条的限制，另外后期维护工作量比较大。

- 设置方法：

  1. 选择需要互通的实例，进入 本实例安全组。
  2. 选择需要配置安全组，单击 配置规则。
  3. 单击 内网入方向，并单击 添加安全组规则。
  4. 按以下描述添加安全组规则：

     - 授权策略：允许。
     - 协议类型：根据实际需要选择协议类型。
     - 端口范围：根据您的实际需要设置端口范围，格式为“起始端口号/终止端口号”。
     - 授权类型：地址段访问。
     - 授权对象：输入想要内网互通的实例的内网 IP 地址，格式必须是 *a.b.c.d/32*。其中，子网掩码必须是 */32*。

方法 2. 加入同一安全组

- 适用场景：如果您的应用架构比较简单，可以为所有的实例选择相同的安全组，绑定同一安全组的实例之间不用设置特殊规则，默认网络互通。

- 优点：安全组规则清晰。
- 缺点：仅适用于简单的应用网络架构，网络架构调整时授权方法要随之进行修改。

方法 3. 绑定互通安全组

- 适用场景：为需要互通的实例增加绑定一个专门用于互通的安全组，适用于多层应用网络架构场景。
- 优点：操作简单，可以迅速建立实例间互通，可应用于复杂网络架构。
- 缺点：实例需绑定多个安全组，安全组规则阅读性较差。
- 设置方法：

  1. 新建一个安全组，命名为“互通安全组”，不需要给新建的安全组添加任何规则。
  2. 将需要互通的实例都添加绑定新建的“互通安全组”，利用同一安全组的实例之间默认互通的特性，达到内网实例互通的效果。

方法 4. 安全组互信授权

- 适用场景：如果您的网络架构比较复杂，各实例上部署的应用都有不同的业务角色，您就可以选择使用安全组互相授权方式。
- 优点：安全组规则结构清晰、阅读性强、可跨账户互通。
- 缺点：安全组规则配置工作量较大。

- 设置方法：

  1. 选择需要建立互信的实例，进入 本实例安全组。
  2. 选择需要配置安全组，单击 配置规则。
  3. 单击 内网入方向，并单击 添加安全组规则。
  4. 按以下描述添加安全组规则：

     - 授权策略：允许。
     - 协议类型：根据您的实际需要选择协议类型。
     - 端口范围：根据实际需求设置。
     - 授权类型：安全组访问。
     - 授权对象：

       ■ 如果您选择 本账号授权：按照您的组网要求，将有内网互通需求的对端实例的安全组 ID 填入 授权对象 即可。

       ■ 如果您选择 跨账号授权：授权对象 应填入对端实例的安全组 ID，账号 ID 是对端账号 ID（可以在 账号管理 > 安全设置 里查到）。

建议

如果前期安全组授权过大，建议采用以下流程收紧授权范围。

图中的删除 0.0.0.0是指删除原来的允许 `0.0.0.0/0` 地址段的安全组规则。

如果安全组规则变更操作不当，可能会导致您的实例间通信受到影响，请在修改设置前备份您要操作的安全组规则，以便出现互通问题时及时恢复。

安全组映射了实例在整个应用架构中的角色，推荐按照应用架构规划防火墙规则。例如：常见的三层 Web 应用架构就可以规划三个安全组，将部署了相应应用或数据库的实例绑定对应的安全组：

- Web 层安全组：开放 80 端口。
- APP 层安全组：开放 8080 端口。
- DB 层安全组：开放 3306 端口。

1.6 修改服务器默认远程端口

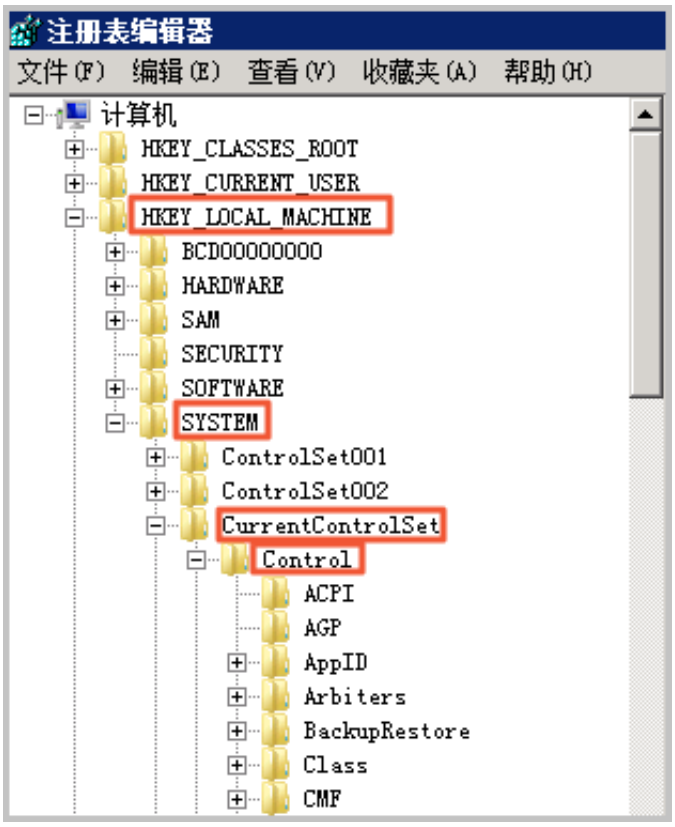
本文介绍如何修改 Windows 和 Linux 服务器的默认远程端口。

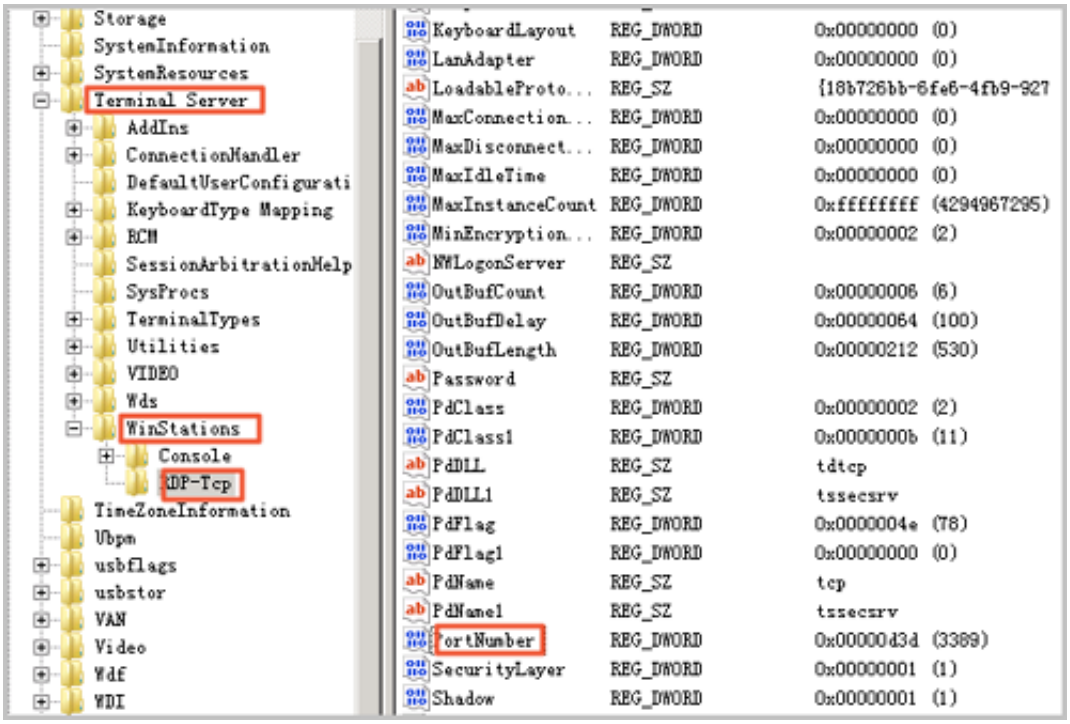
修改 Windows 服务器默认远程端口

本节以 Windows Server 2008 为例介绍如何修改 Windows 服务器默认远程端口。

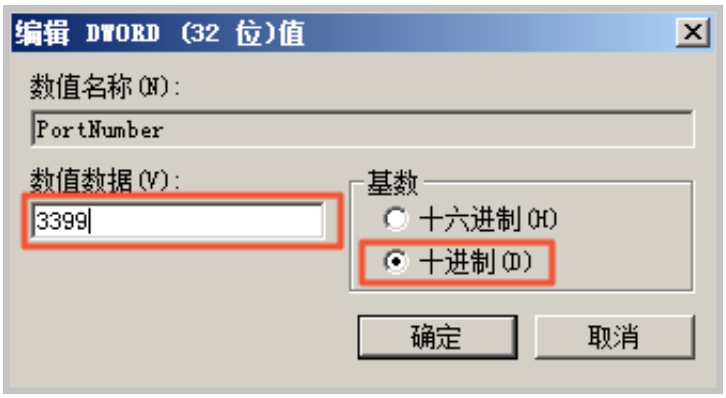
1. 远程连接并登录到 Windows 实例。
2. 运行*regedit.exe*打开注册表编辑器。

3. **找到如下注册表子项：***HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control\Terminal Server\WinStations\RDP-Tcp\PortNumber*





4. 在弹出的对话框中，选择十进制，在数值数据中输入新的远程端口号，在本例中即 3399。单击确定。



5. （可选）如果您开启了防火墙，需要将新的端口号添加到防火墙并设置允许连接。
6. 登录 ECS管理控制台，找到该实例，选择更多 > 重启。

7. 实例重新启动后，在实例的右侧单击管理，进入实例详情页面。选择本实例安全组。

8. 在安全组列表页面，找到相应的安全组，单击配置规则。

9. 在安全组规则页面，单击添加安全组规则。根据实际的使用场景来定义安全规则，允许新配置的远程端口进行连接。关于如何设置安全组参见添加安全组规则。

10.以上步骤完成后，远程访问服务器，在远程地址后面添加新远程端口号即可连接实例。例如：192.168.1.2:3399。

说明：

调整 3389 端口后，使用 Mac 的远程桌面连接客户仅支持默认的 3389 端口。

修改 Linux 服务器默认远程端口

本节以 CentOS 6.8 为例介绍如何修改 Linux 服务器默认远程端口。

说明：

不要直接修改 22 端口，先添加需要的默认远程端口。之所以先设置成两个端口，测试成功后再关闭一个端口，是为了防止在修改配置文件及网络调试过程中，万一出现新端口无法连接的情况下，还能通过 22 端口进行登录调试。

1. 远程连接并登录到 Linux 实例。
2. 运行 `vim /etc/ssh/sshd_config` 命令。
3. 在键盘上按“I”键，进入编辑状态。添加新的远程服务端口，本节以 1022 端口为例。在*Port 22*下输入*Port 1022*。
4. 在键盘上按“Esc”，输入：wq退出编辑状态。
5. 执行以下命令重启实例，之后您可以通过 22 端口和 1022 端口 SSH 登录到 Linux 实例。

```
/etc/init.d/sshd restart
```

6. （可选）配置防火墙。使用 CentOS 7 以前的版本并开启默认防火墙 iptables 时，应注意 iptables 默认不拦截访问，如果您配置了 iptables 规则，需要执行`iptables -A INPUT -p`

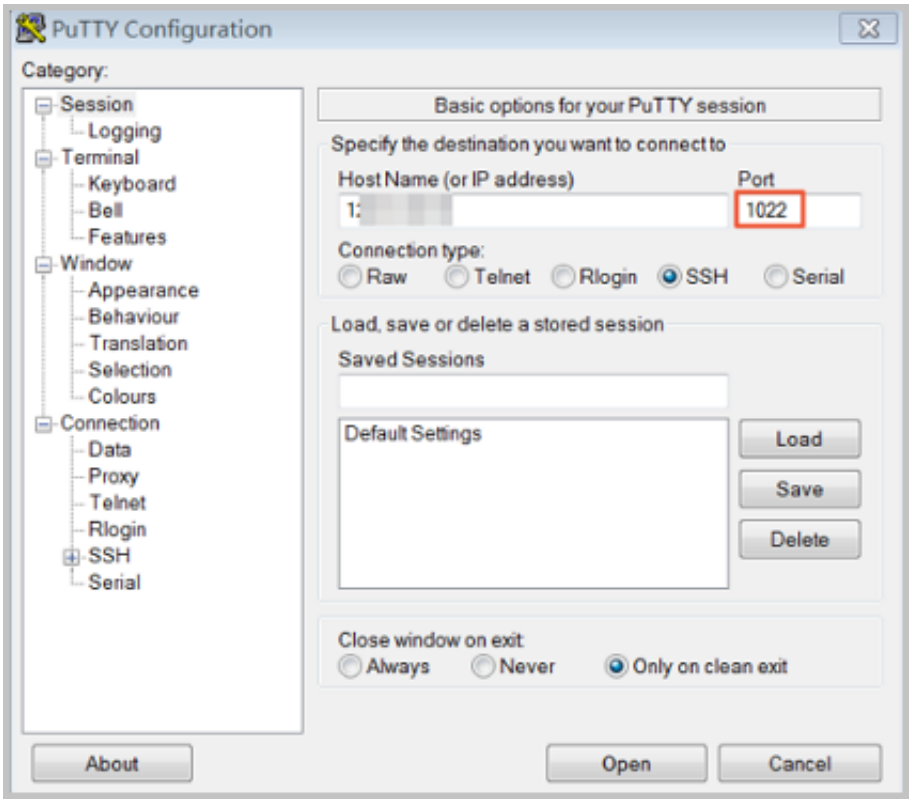
`tcp --dport 1022 -j ACCEPT`配置防火墙。然后执行`service iptables restart`重启防火墙。

> **说明:**
> CentOS 7 以后版本默认安装 Firewalld。如果您已经启用 firewalld.service，需要放行 TCP 1022 端口：运行命令 firewall-cmd --add-port=1022/tcp --permanent。返回结果为 success 即表示已经放行 TCP 1022 端口。

7. 登录 *ECS*管理控制台，找到该实例，选择管理。
8. 进入实例详情页面。选择本实例安全组。

9. 在安全组列表页面，找到相应的安全组，单击配置规则。
10. 在安全组规则页面，单击添加安全组规则。根据实际的使用场景来定义安全规则，允许新配置的远程端口进行连接。关于如何设置安全组参见添加安全组规则。

11.使用 SSH 工具连接新端口，来测试是否成功。登录时在 Port 一栏输入新修改的端口号，在本例中即 1022。



12.使用 1022 端口连接成功后，再次运行`vim /etc/ssh/sshd_config`命令，将 Port 22 删除。

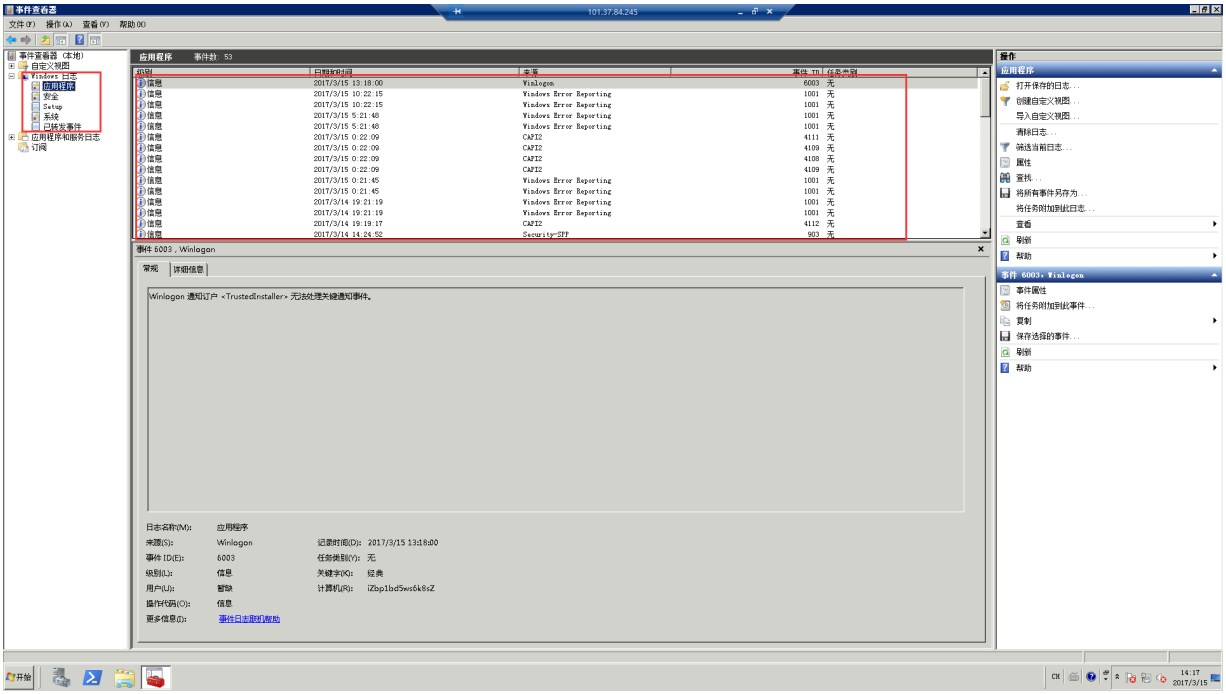
13.运行 `/etc/init.d/sshd restart` 命令重启实例，服务器默认远程端口修改完成。再次登录时使用新端口号登录即可。

1.7 使用Windows实例的日志

日志记录了系统中硬件、软件和系统问题的信息，同时还监视着系统中发生的事件。当服务器被入侵或者系统（应用）出现问题时，管理员可以根据日志迅速定位问题的关键，再快速处理问题，从而极大地提高工作效率和服务器的安全性。Windows系统日志主要分为：系统日志、应用程序日志、安全日志以及应用程序和服务日志。本文以Windows Server 2008 R2为例，简单地介绍四种日志的使用和简要分析。

进入事件查看器

进入事件查看器：打开 运行 窗口，输入 `eventvwr`，打开 事件查看器。



之后，您可以在 事件查看器 里查看以下四种日志。

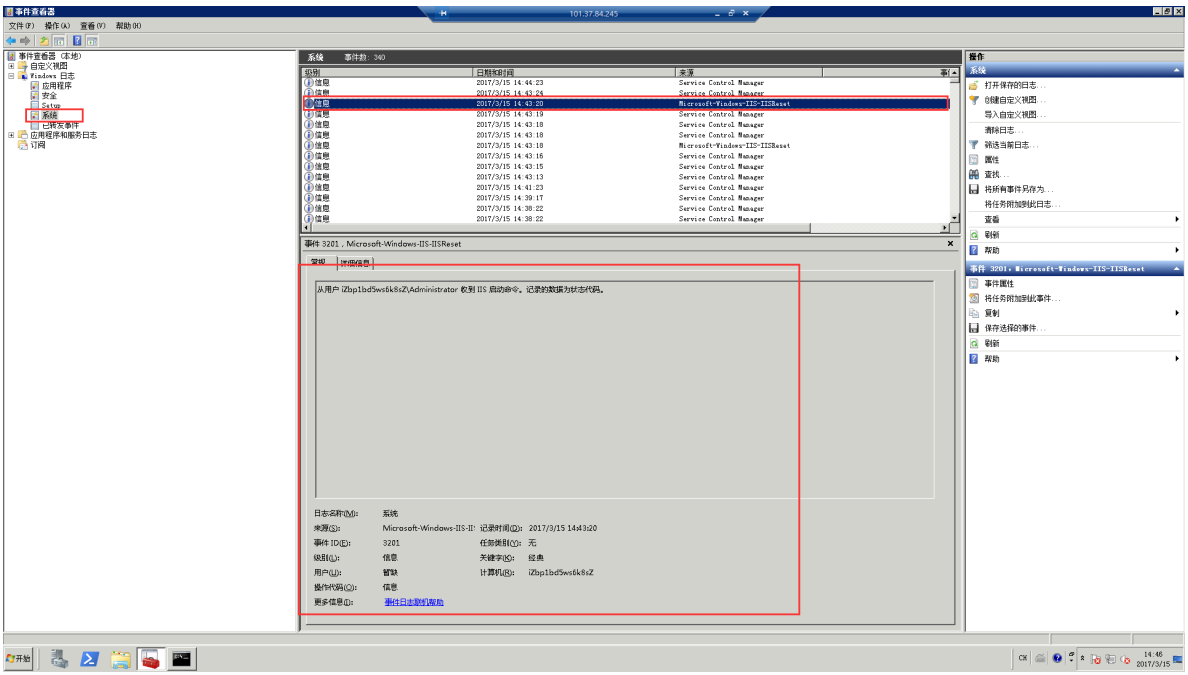
说明:

通过本文所述四种日志的查看方法找到的所有错误日志事件ID，您可以用于在微软知识库找到解决方法。

- **系统日志**

  系统日志包含Windows系统组件记录的事件。例如，系统日志中会记录在启动过程中加载驱动程序或其他系统组件失败。

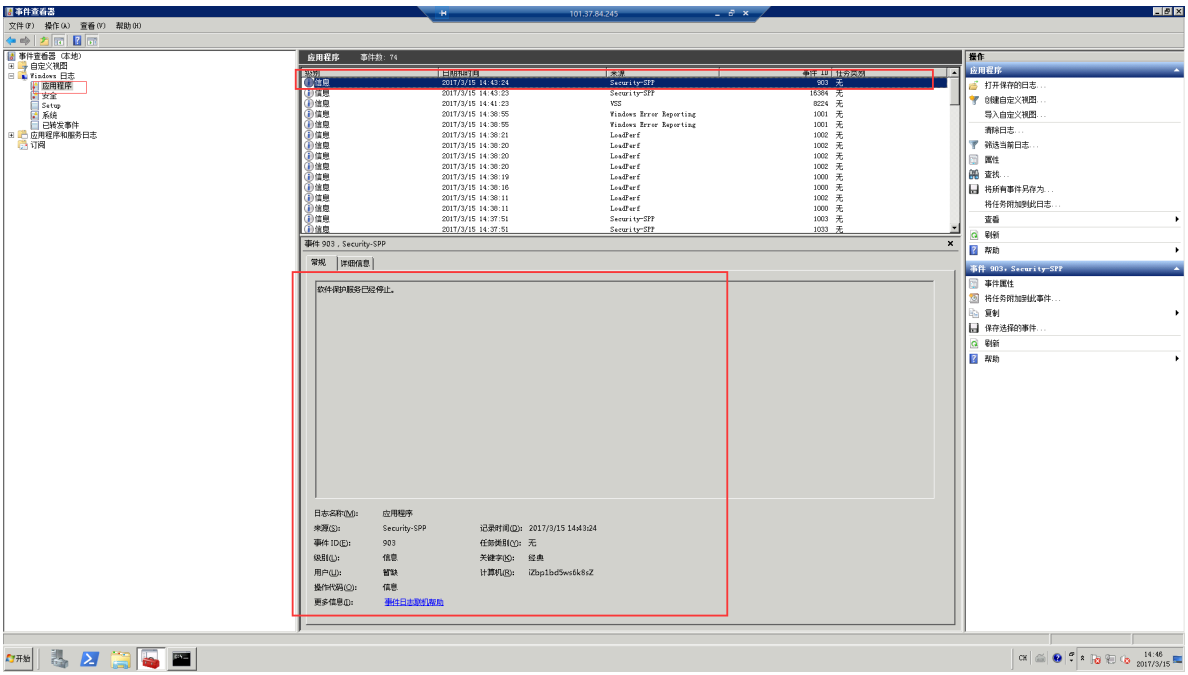
  系统组件所记录的事件类型由Windows预先确定。



- 应用程序日志

  应用程序日志包含由应用程序或程序记录的事件。例如，数据库程序可在应用程序日志中记录文件错误。

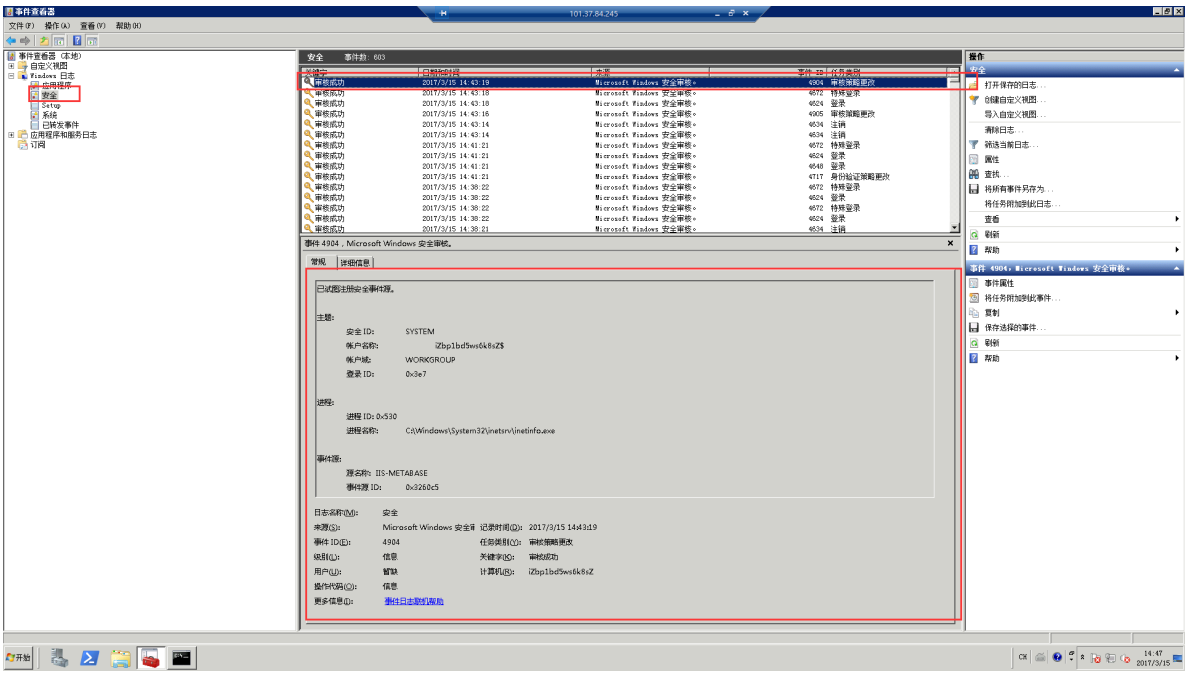
  程序开发人员决定记录哪些事件。

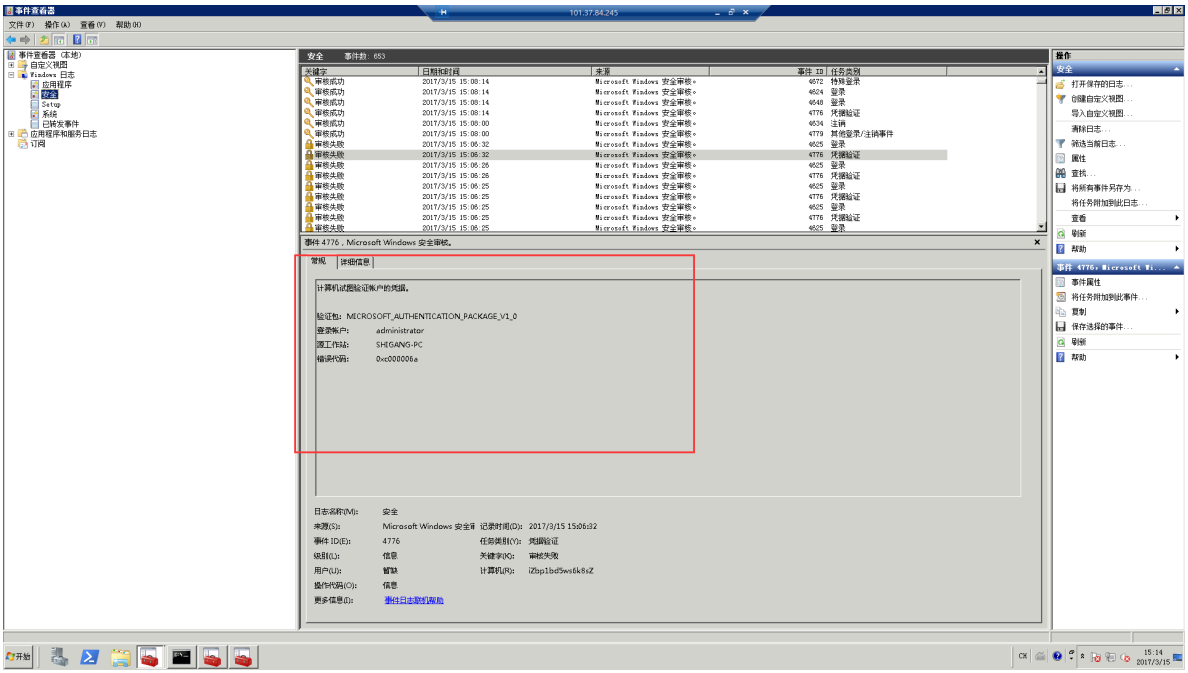


- 安全日志

  安全日志包含诸如有效和无效的登录尝试等事件，以及与资源使用相关的事件，如创建、打开或删除文件或其他对象。

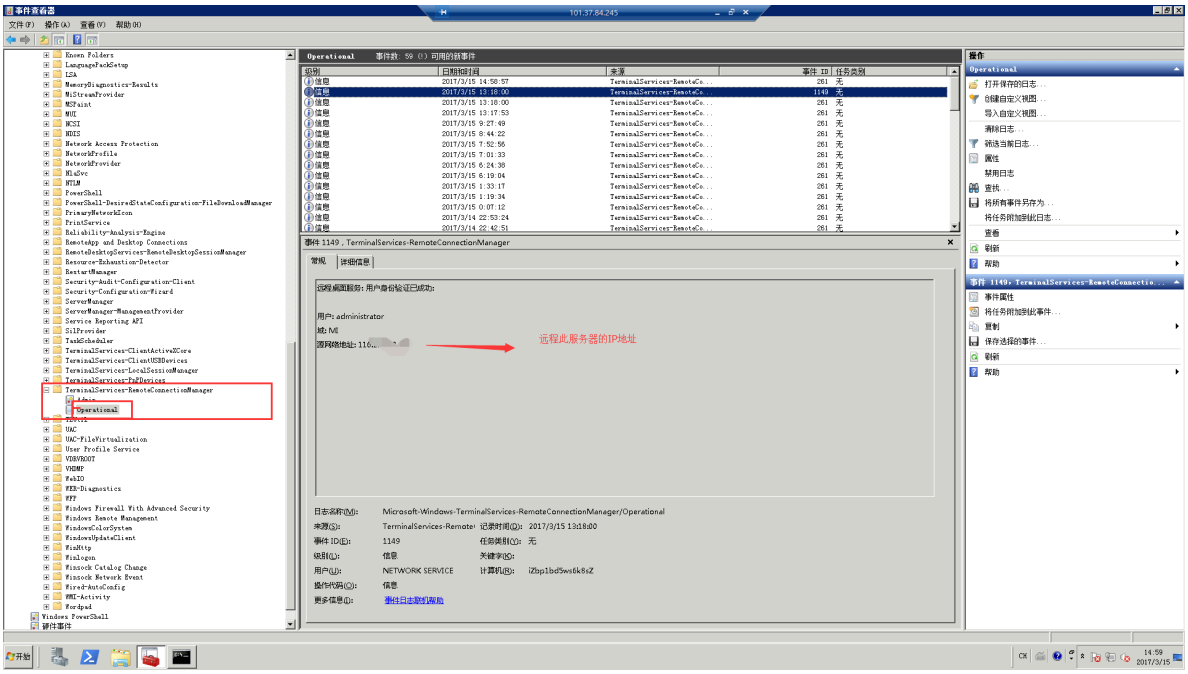
  管理员可以指定在安全日志中记录什么事件。例如，如果已启用登录审核，则安全日志将记录对系统的登录尝试。





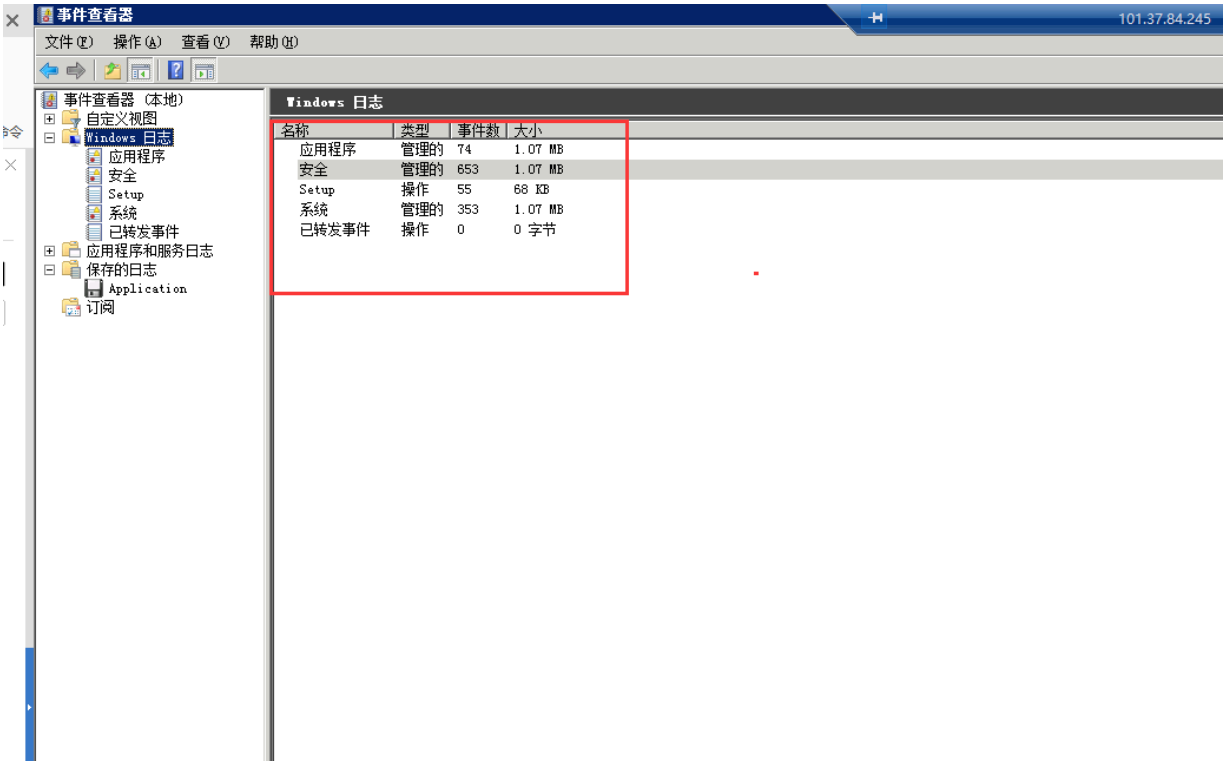
- 应用程序和服务日志

  应用程序和服务日志是一种新类别的事件日志。这些日志存储来自单个应用程序或组件的事件，而非可能影响整个系统的事件。



修改日志路径并备份日志

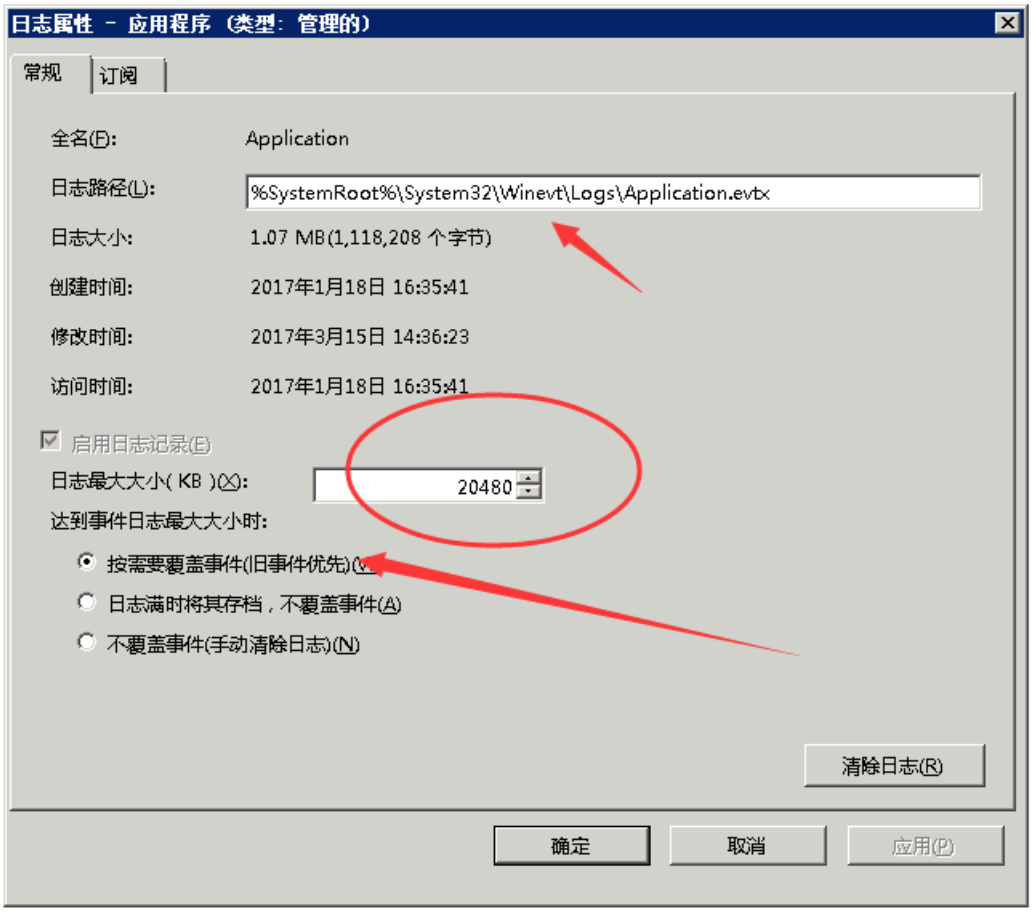
日志默认保存在系统盘里面。日志最大值默认是20 MB，超过20 MB时会覆盖之前的事件。您可以根据自己的需求修改。



按以下步骤修改日志路径并备份日志。

1. 在 事件查看器 窗口，在左侧导航栏里，单击 Windows 日志。
2. 在右边列表中，选中一个日志目录，右键这一类日志，如截图所示的 应用程序。

3. 在 日志属性 窗口，按界面显示修改以下信息：
   - 日志路径。
   - 日志最大大小。
   - 达到事件日志最大大小时系统应采取的操作。



1.8 高级安全Windows防火墙概述以及最佳实践

本文简单介绍Windows防火墙的概念，给出使用场景并列出了常见的防火墙操作。

简介

在Windows NT6.0之后微软推出了高级安全Windows防火墙(简称WFAS)，高级安全Windows防火墙是分层安全模型的重要部分， 通过为计算机提供基于主机的双向网络通讯筛选， 高级安全Windows防火墙 阻止未授权的网络流量流向或流出本地计算机。高级安全 Windows 防火墙 还是用网络感知，以便可以将相应安全设置应用到计算机连接到的网络类型。Windows 防火墙和 Internet 协议保护 (sec) 配置设置集成到名为 高级安全 Windows 防火墙 的单个 Microsoft 管理控制台 (MMC)，高级安全Windows防火墙也成为网络隔离策略的重要部分。

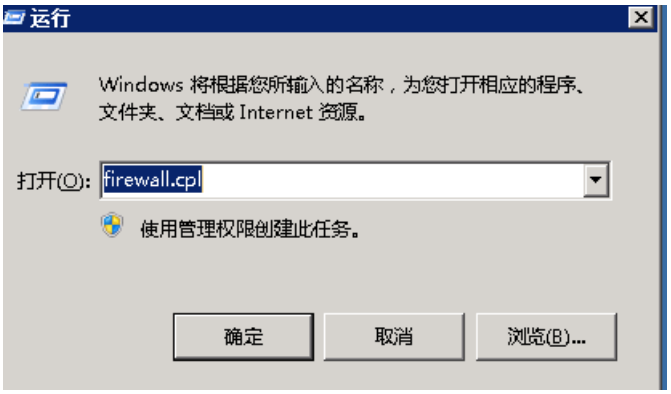
使用场景

作为一个运维人员，越来越多的用户反映服务器被恶意攻击，密码被暴力破解等等，其实大多数原因都是自己给那些“入侵者”留的“后门”导致的。入侵者通过扫描主机开放的端口，一旦发现可以利用的端口，就会进行下一步的入侵，例如Windows的远程端口（3389）和Linux的远程端口（22）。既然知道了问题的关键，那么我们也有相应的对策，我们可以通过修改默认的远程端口以及限制远程的访问来关闭所谓的“后门”。那么如何限制远程访问呢？接下来我们就以阿里云ECS实例Windows Server 2008 R2为例，来实现对远程桌面的限制。

操作步骤

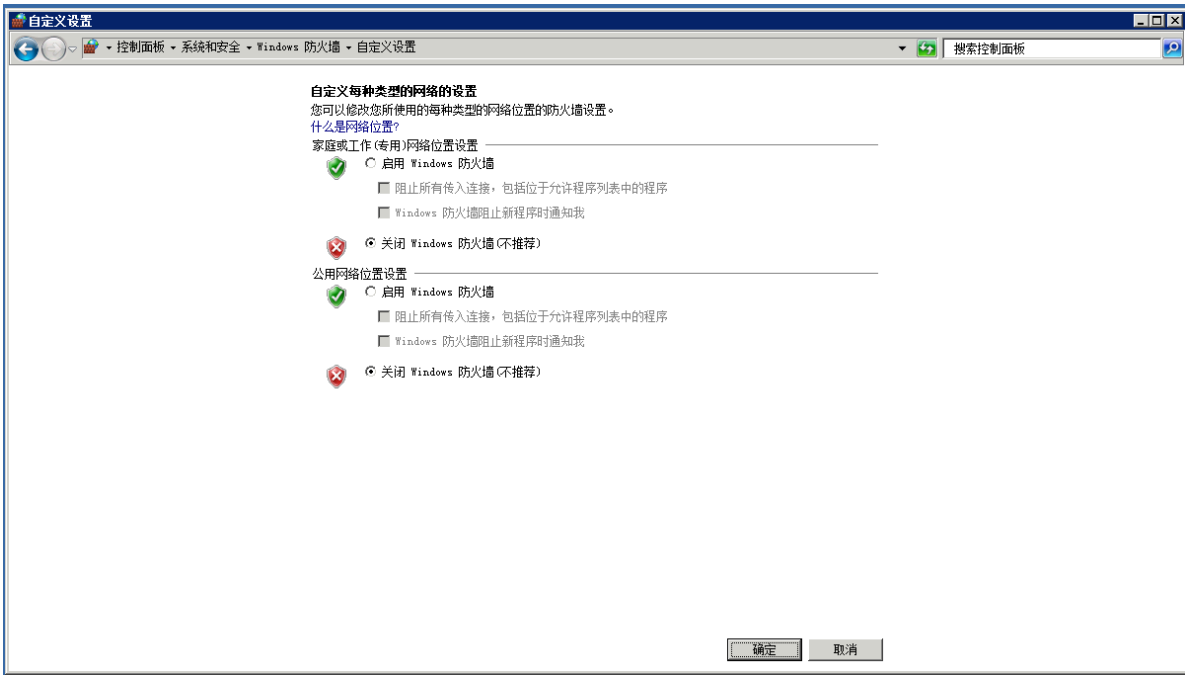
1. 查看防火墙状态

阿里云ECS实例Windows Server 2008 R2防火墙默认是关闭的，键盘输入Win+R打开运行输入`firewall.cpl` 回车来打开Windows防火墙控制台，见下图。



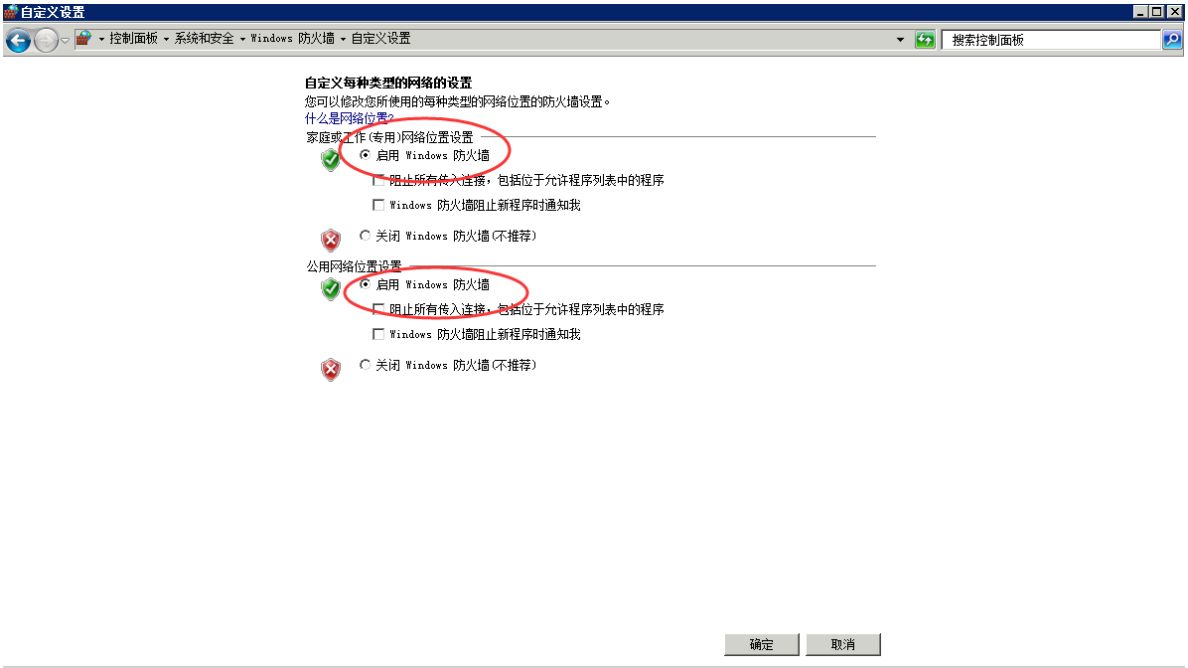
选择打开或关闭Windows防火墙。

如下图，我们看到防火墙是默认关闭的。


自定义设置
控制面板 ▸ 系统和安全 ▸ Windows 防火墙 ▸ 自定义设置
搜索控制面板
自定义每种类型的网络的设置
您可以修改您所使用的每种类型的网络位置的防火墙设置。
什么是网络位置?
家庭或工作(专用)网络位置设置
启用 Windows 防火墙
阻止所有传入连接，包括位于允许程序列表中的程序
Windows 防火墙阻止新程序时通知我
关闭 Windows 防火墙(不推荐)
公用网络位置设置
启用 Windows 防火墙
阻止所有传入连接，包括位于允许程序列表中的程序
Windows 防火墙阻止新程序时通知我
关闭 Windows 防火墙(不推荐)
确定
取消

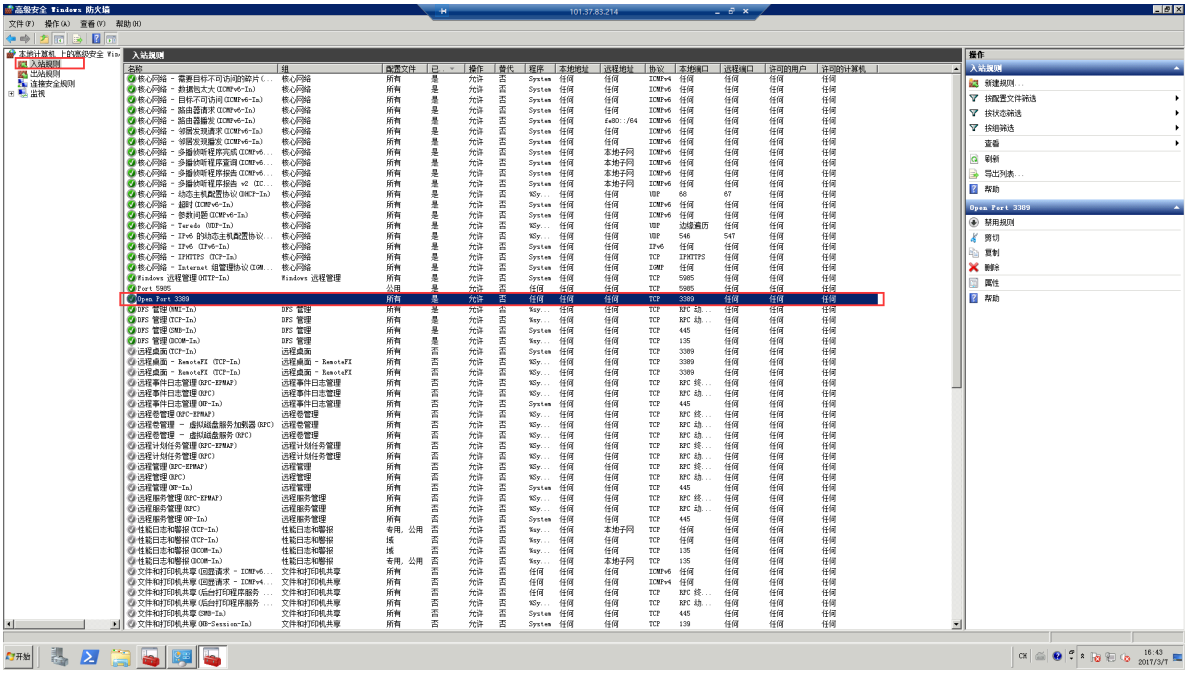
2. 启用防火墙

还是通过上面的步骤开启防火墙，见下图。



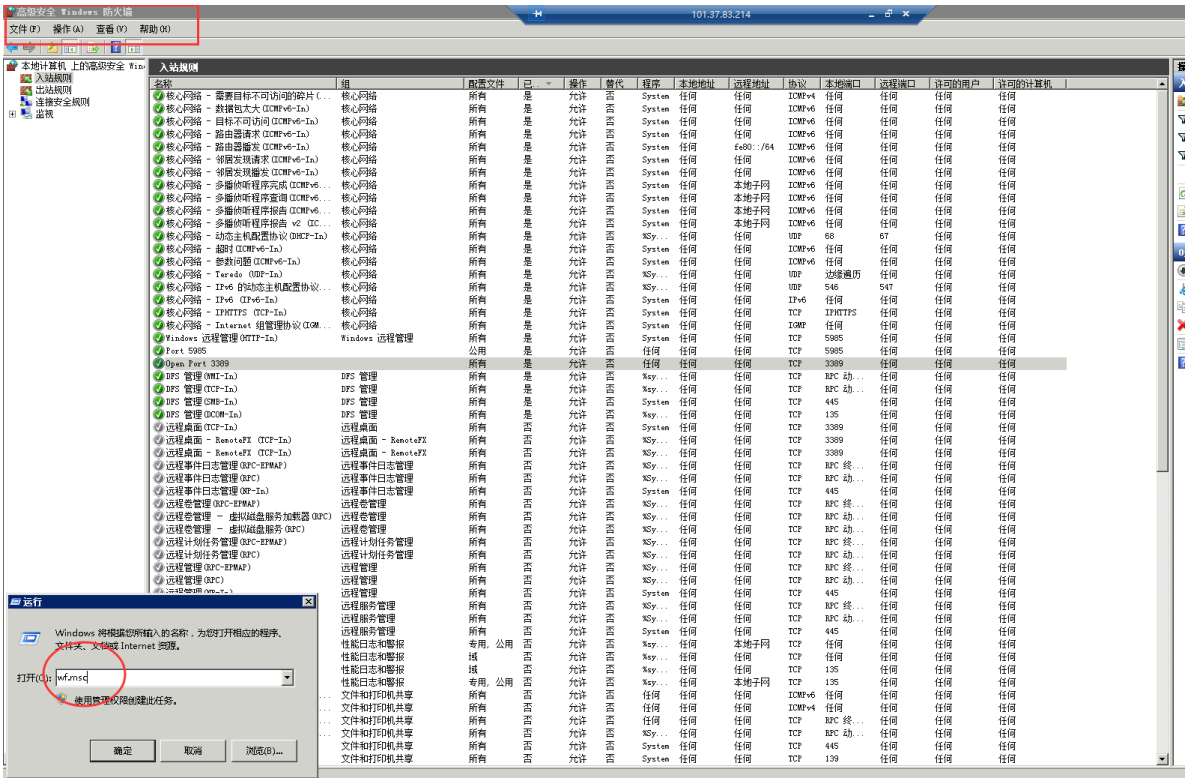
这里需要注意一点的是：启用之前请确认远程端口已经在里面，否则自己也将无法远程，不过高级安全Windows防护墙入站规则默认是放行3389端口的选择高级设置。

选择入站规则，我们看到open port 3389这条入站规则默认是放行3389端口的。

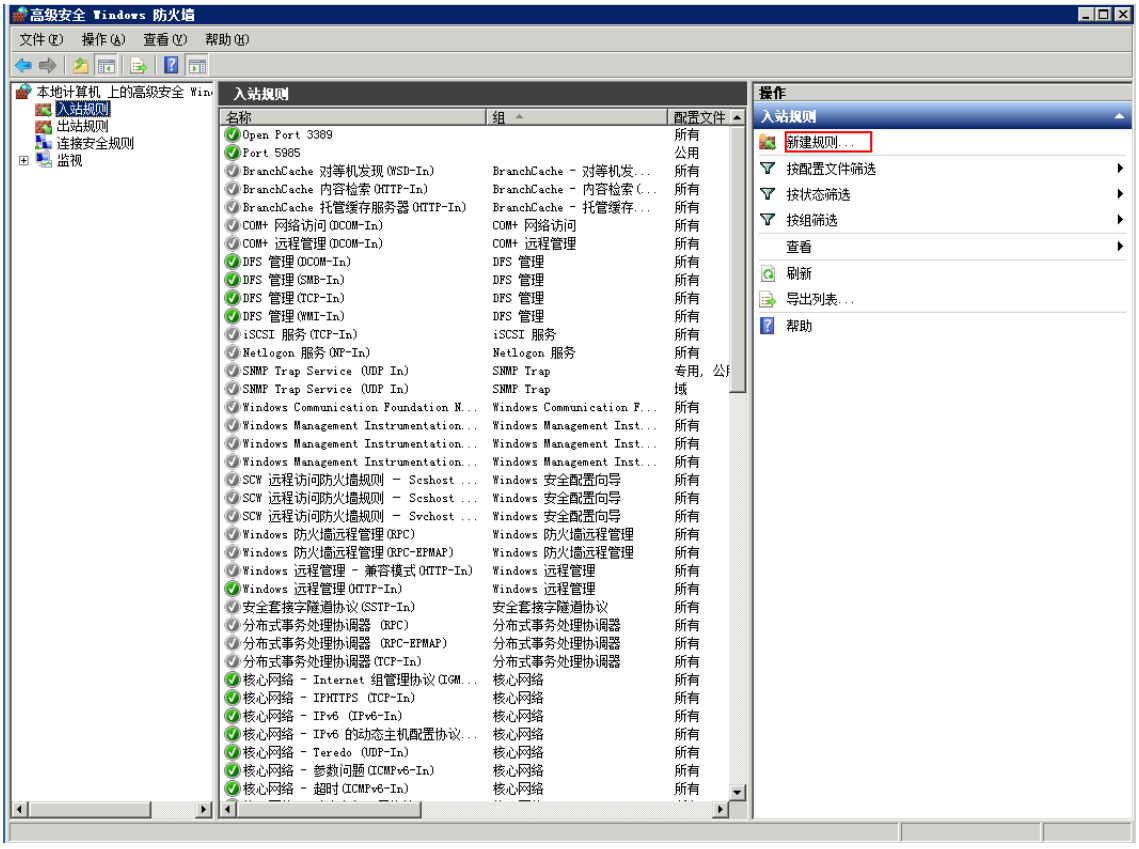


3. 配置高级安全Windows防火墙

键盘输入Win+R打开运行输入*wf.msc* 回车来打开高级安全Windows防火墙，如下图。

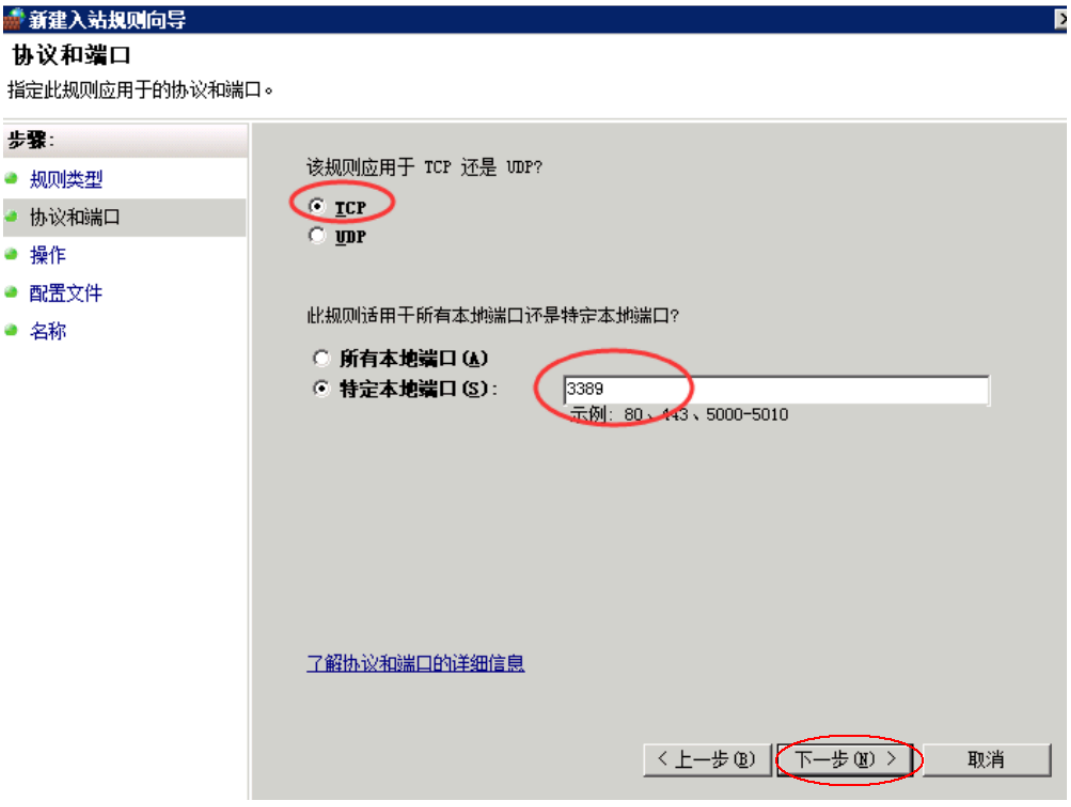


a. 通过手工新建入站规则

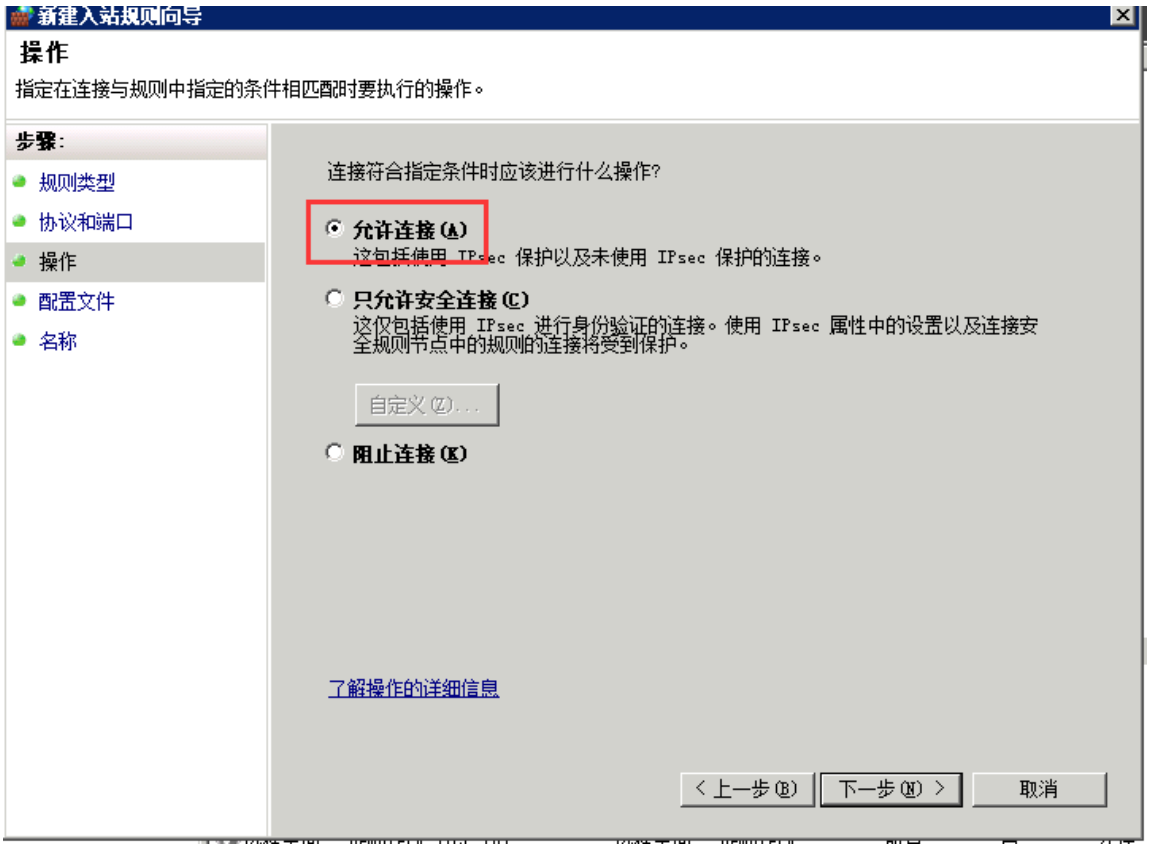


在弹出的新建入站规则向导窗口，选择 端口 然后鼠标左键单击下一步。

而后选择 TCP 并设置特定本地端口3389。

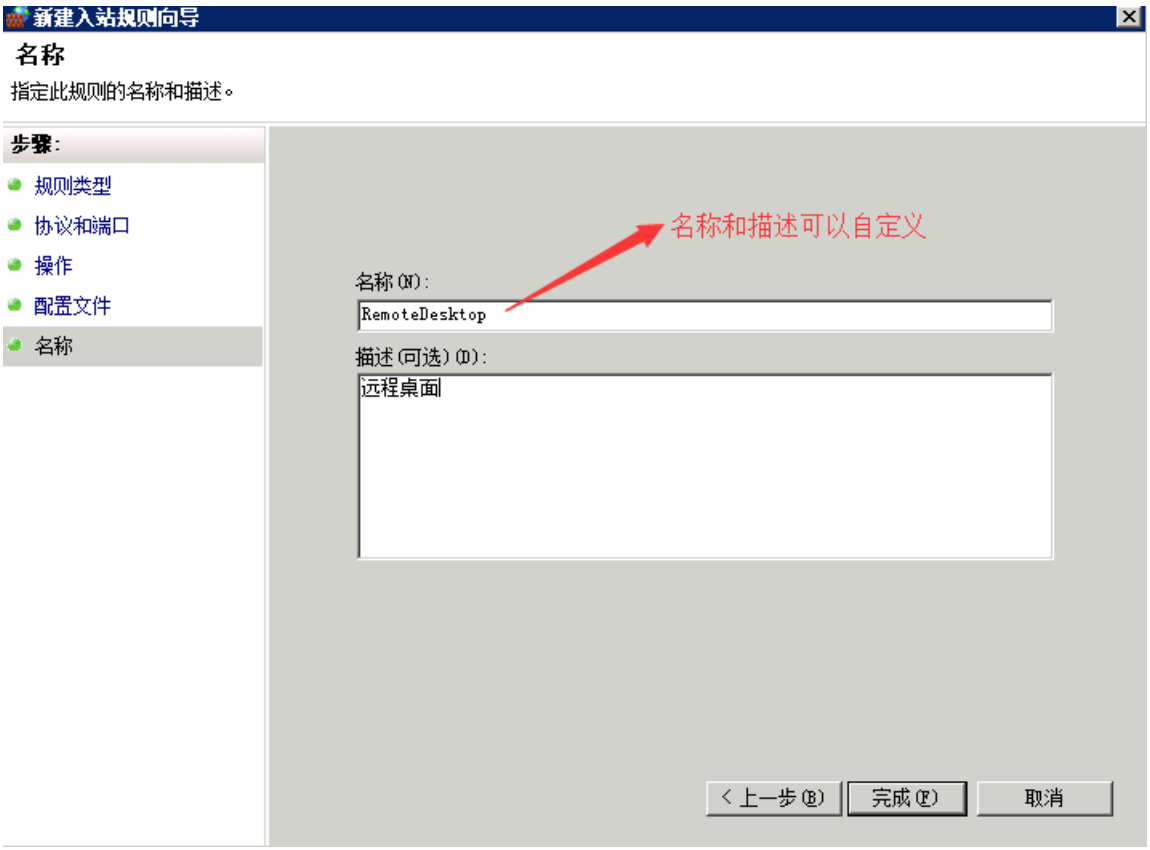


下一步选择允许链接。

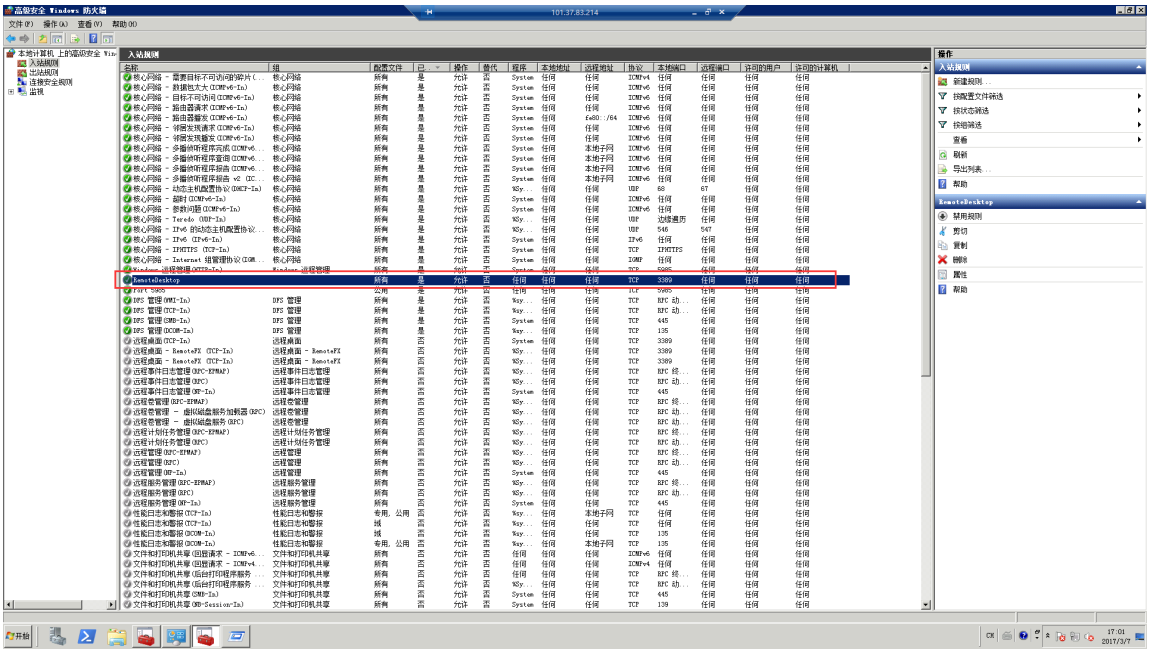


下一步 默认配置即可。

下一步 填写规则名称，例如 RemoteDesktop ,最后鼠标左键单击完成。



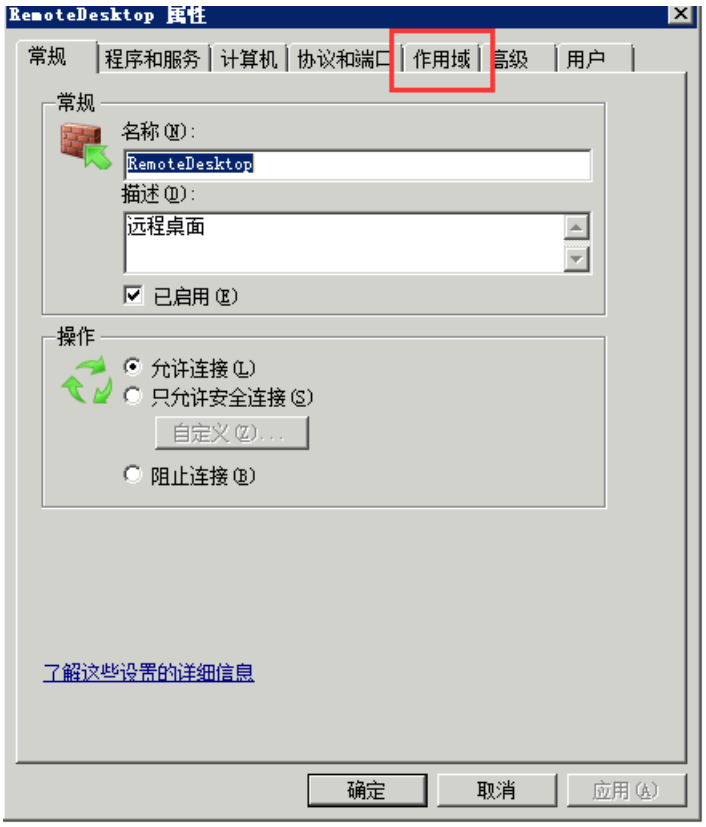
看到我们刚刚添加的规则。



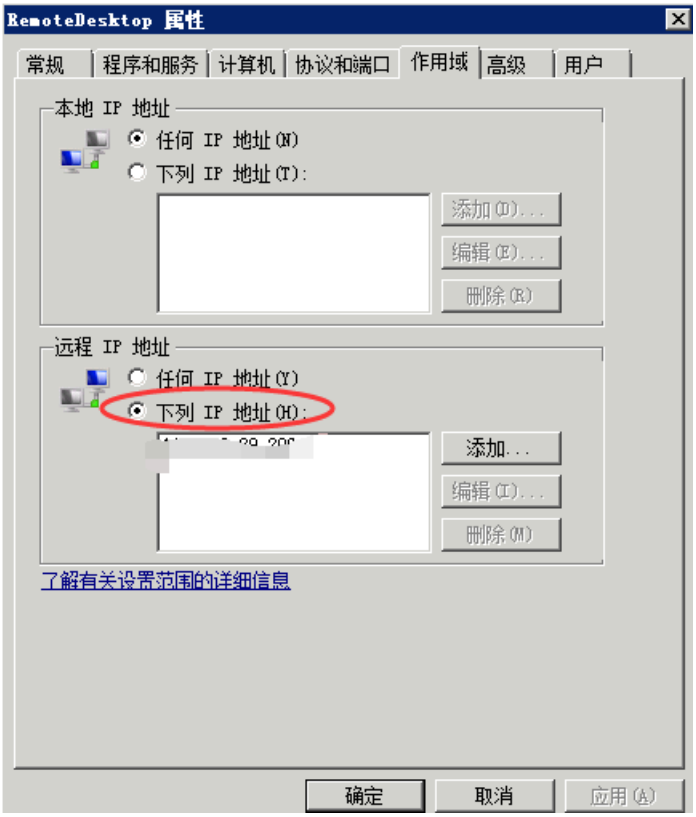
以上步骤就是把Windows远程端口加入到高级安全Windows防火墙了，但是依然没有实现我们的限制访问，接下来我们来实现访问限制。

b. 配置作用域

右键选中我们刚刚创建的入站规则，然后选择属性>作用域>远程IP地址>添加（将需要远程此服务器的IP地址填写进去，注意：一旦启用作用域，除了作用域里面的IP地址，别的地址将无法远程链接此服务器）。

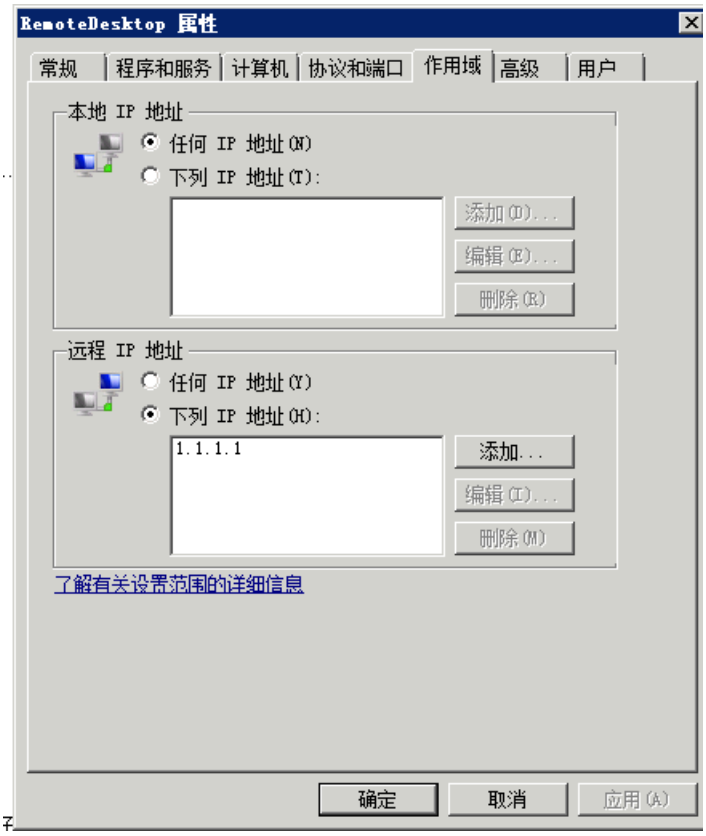


添加远程IP地址。

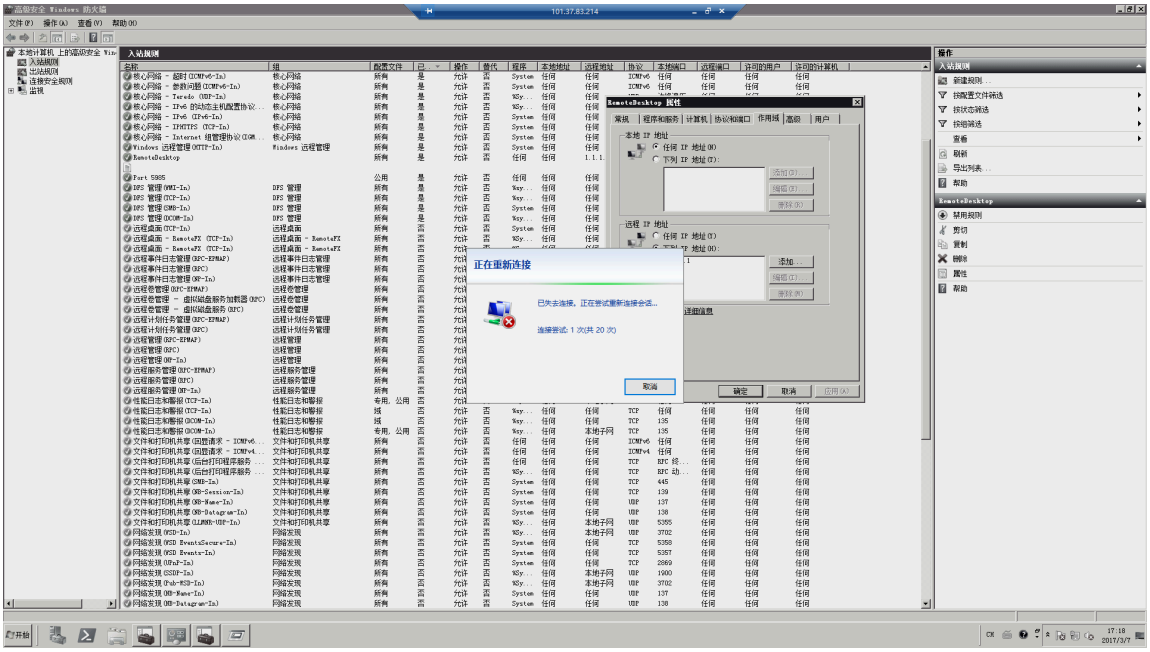


c. 验证作用域

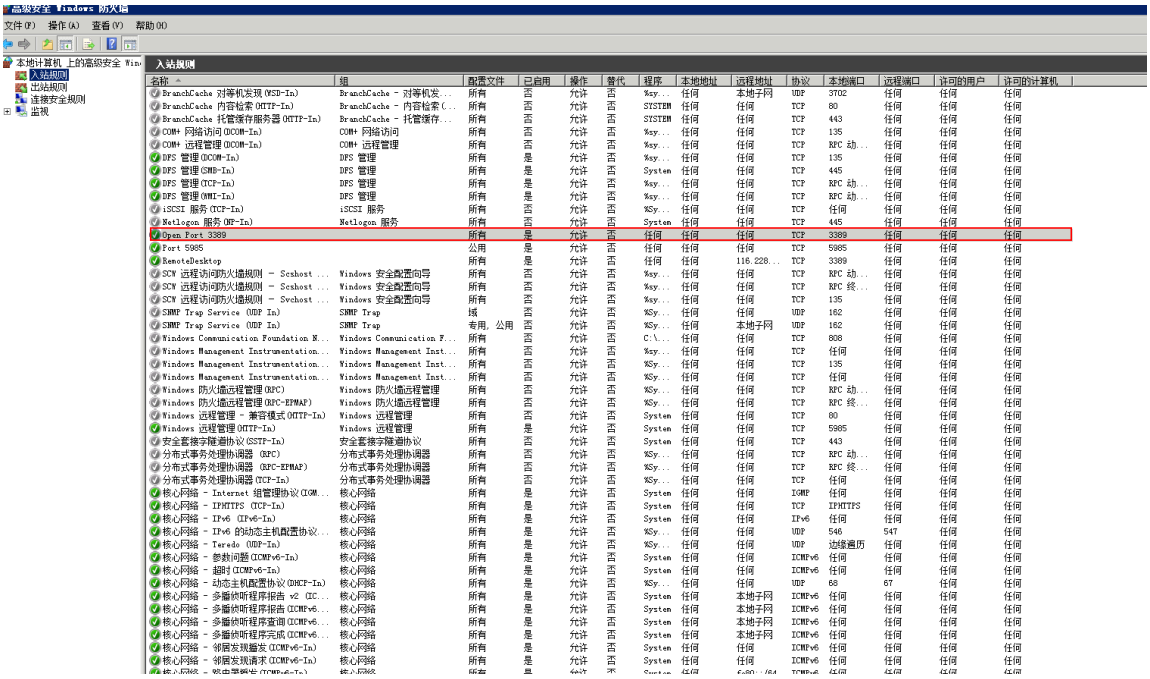
我们在作用域——远程IP地址里面随便写个地址，看看远程连接会发生什么。



远程连接断掉。



如果远程连接没有断开，让我们把下图中open port 3389这条入站规则禁用掉就可以了。



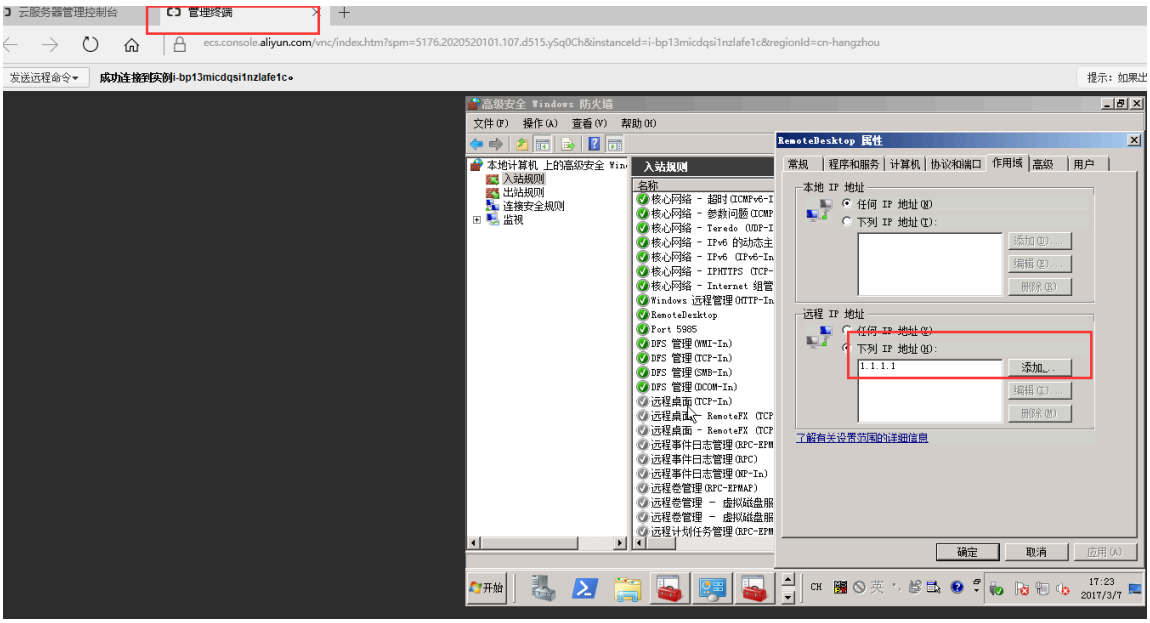
远程连接自己断开了，这就说明我们的作用域生效了，那现在自己都无法远程了，怎么办呢？别急，我们还有阿里云控制台，登录阿里云控制台，然后将上面的作用域地址换成自己

的地址（这里要写办公环境的公网地址，除非您的办公环境和阿里云线上的环境打通，）就可以正常远程了。

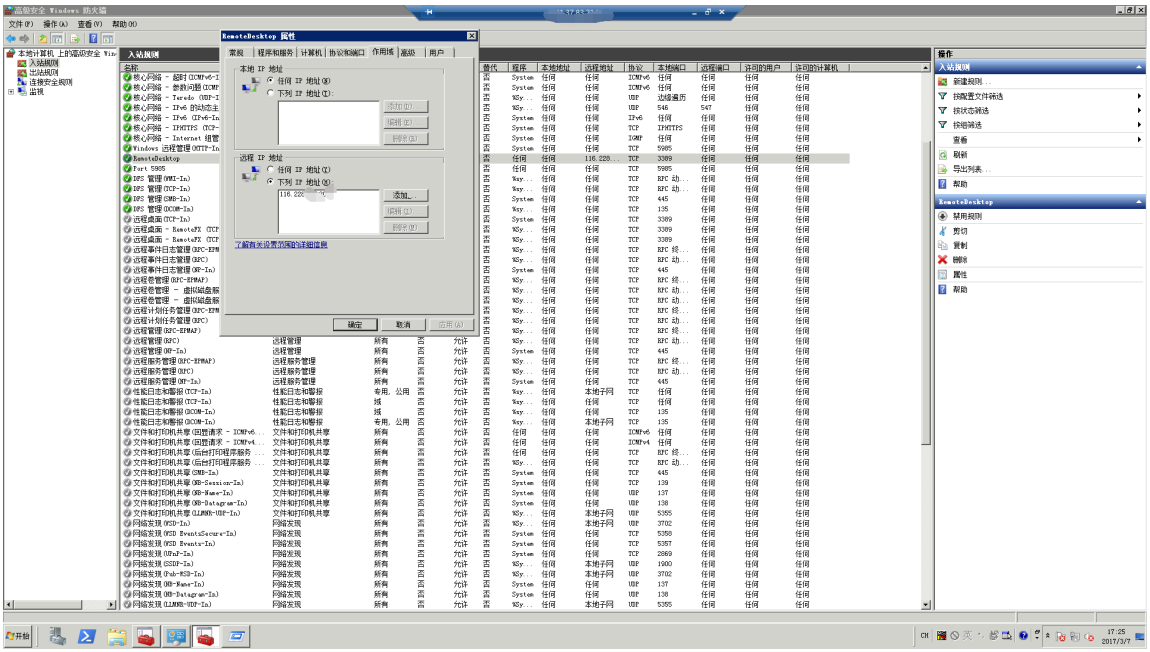
进入阿里云的控制台界面，找到相应实例打开远程连接。

登录系统。

与之前同样的方式，修改RemoteDesktop的作用域的远程IP地址，将之前测试设置的1.1.1.1换回自己的IP地址。



换回自己的IP地址后可以正常远程了，如果不知道自己的公网IP，可以点击此处查看。



以上就是使用高级安全Windows防火墙来实现对服务器远程访问的限制，其他的服务和端口都可以按照上面的方法来实现，例如，关闭不常用的135 137 138 445 端口，限制FTP和相关服务的访问等等，这样才能做到最大限度地保障服务器安全的运行。

命令行的方式

1. 导出防火墙配置到文件。

```
netsh advfirewall export c:\adv.pol
```

2. 导入防火墙配置文件到系统中。

```
netsh advfirewall import c:\adv.pol
```

3. 防火墙恢复默认设置。

```
Netsh advfirewall reset
```

4. 关闭防火墙。

```
netsh advfirewall set allprofiles state off
```

5. 开启防火墙。

```
netsh advfirewall set allprofiles state on
```

6. 在所有配置文件中设置默认阻挡入站并允许出站通信。

```
netsh advfirewall set allprofiles firewallpolicy blockinbound,
allowoutbound
```

7. 删除名为 ftp 的规则。

```
netsh advfirewall firewall delete rule name=ftp
```

8. 删除本地端口 80 的所有入则。

```
netsh advfirewall firewall delete rule name=all protocol=tcp
localport=80
```

9. 添加远程桌面入站规则允许端口3389。

```
netsh advfirewall firewall add rule name=远程桌面(TCP-In-3389)
protocol=TCP dir=in localport=3389 action=allow
```

相关链接

Windows防火墙限制端口/IP/应用访问的方法以及例外的配置

更多开源软件尽在云市场

1.9 安全组内网络隔离

安全组是一种虚拟防火墙，具备状态检测和包过滤功能。安全组由同一个地域内具有相同安全保护需求并相互信任的实例组成。为了满足同安全组内实例之间网络隔离的需求，阿里云丰富了安全组网络连通策略，支持安全组内实现网络隔离。

安全组内的网络隔离规则

- 安全组内网络隔离是网卡之间的隔离，而不是ECS实例之间的隔离。若实例上绑定了多张弹性网卡，需要在每个网卡上设置安全组隔离规则。
- 不会改变默认的网络连通策略。

  安全组内网络隔离是一种自定义的网络连通策略，对于默认安全组和新建的安全组无效。安全组默认的网络连通策略是：同一安全组内的实例之间私网互通，不同安全组的实例之间默认私网不通。
- 安全组内网络隔离的优先级最低。

  设置了组内网络隔离的安全组，仅在安全组内没有任何自定义规则的情况下保证安全组内实例之间网络隔离。以下情况设置了组内网络隔离但实例仍然互通：

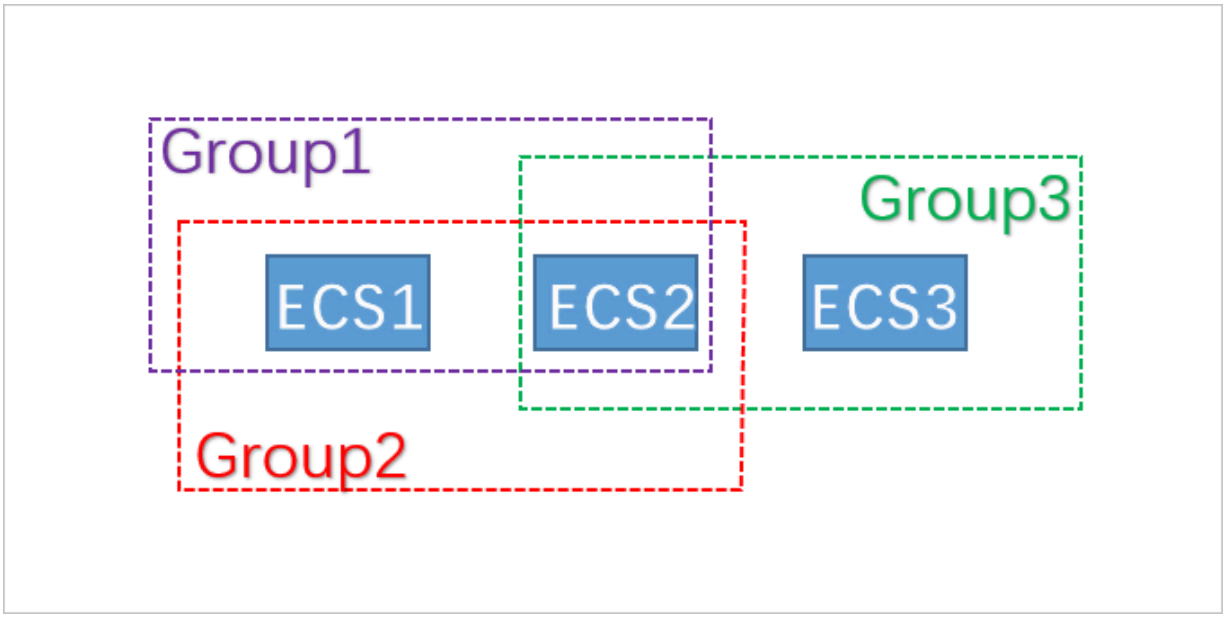
  - 安全组内既设置了组内隔离，又设置了让组内实例之间可以互相访问的ACL。
  - 安全组内既设置了组内隔离，又设置了组内互通。
- 网络隔离只对当前安全组内的实例有效。

修改策略

您可以使用*ModifySecurityGroupPolic*接口来修改安全组内的网络连通策略。

案例分析

实例和实例所属的安全组的关系如下：



本示例中，Group1、Group2、Group3分别为3个不同的安全组，ECS1、ECS2、ECS3分别为3个不同的ECS实例。ECS1和ECS2同属安全组Group1和Group2，ECS2和ECS3同属安全组Group3。

3个安全组内的网络连通策略设置如下：

安全组	内网连通策略	包含的实例
Group1	隔离	ECS1、ECS2
Group2	互通	ECS1、ECS2
Group3	互通	ECS2、ECS3

各实例间的网络连通情况如下：

实例	网络互通／隔离	原因
ECS1和ECS2	互通	ECS1、ECS2同时属于Group1和Group2。Group1的策略是隔离，Group2的策略是互通，由于网络隔离的优先级最低，所以ECS1和ECS2互通。
ECS2和ECS3	互通	ECS2和ECS3同时属于Group3。Group3的策略是互通，所以ECS2和ECS3互通。
ECS1和ECS3	隔离	ECS1和ECS3分属不同的安全组，不同安全组的实例之间默认网络不通。如果两个安全组之间需要互相访问，可以通过安全组规则授权。

1.10 安全组五元组规则

安全组用于设置单台或多台ECS实例的网络访问控制，它是重要的网络安全隔离手段，用于在云端划分安全域。安全组五元组规则能精确控制源IP、源端口、目的IP、目的端口以及传输层协议。

背景信息

在最初涉及安全组规则时，

- 安全组入规则只支持：源IP地址、目的端口、传输层协议。
- 安全组出规则只支持：目的IP地址、目的端口、传输层协议。

在多数应用场景下，该安全组规则简化了设置，但存在如下弊端：

- 无法限定入规则的源端口范围，默认放行所有源端口。
- 无法限定入规则的目的IP地址，默认放行安全组下的所有IP地址。
- 无法限定出规则的源端口范围，默认放行所有源端口。
- 无法限定出规则的源IP地址，默认放行安全组下的所有IP地址。

五元组规则定义

五元组规则包含：源IP地址、源端口、目的IP地址、目的端口、传输层协议。

五元组规则完全兼容原有的安全组规则，能更精确的控制源IP地址、源端口、目的IP地址、目的端口以及传输层协议。

五元组出规则示例如下：

```
源IP地址：172.16.1.0/32
源端口：22
目的IP：10.0.0.1/32
目的端口：不限制
传输层协议：TCP
授权策略：Drop
```

示例中的出规则表示禁止172.16.1.0/32通过22端口对10.0.0.1/32发起TCP访问。

应用场景

- 某些平台类网络产品接入第三方厂商的解决方案为用户提供网络服务，为了防范这些产品对用户的ECS实例发起非法访问，则需要在安全组内设置五元组规则，更精确的控制出流量和入流量。
- 设置了组内网络隔离的安全组，如果您想精确控制组内若干ECS实例之间可以互相访问，则需要在安全组内设置五元组规则。

配置五元组规则

您可以使用OpenAPI设置五元组规则。

- 增加安全组入规则，请参见 *AuthorizeSecurityGroup*。
- 增加安全组出规则，请参见 *AuthorizeSecurityGroupEgress*。
- 删除安全组入规则，请参见 *RevokeSecurityGroup*。
- 删除安全组出规则，请参见 *RevokeSecurityGroupEgress*。

参数说明

在授权或解除授权时，各参数的含义如下表所示。

参数	入规则中各参数含义	出规则中各参数含义
SecurityGroupId	当前入规则所属的安全组ID，即目的安全组ID。	当前出规则所属的安全组ID，即源安全组ID。
DestCidrIp	目的IP范围，可选参数。 · 如果指定DestCidrIp，则可以更精细地控制入规则生效的目的IP范围； · 如果不指定DestCidrIp，则入规则生效的IP范围就是SecurityGroupId这个安全组下的所有IP。	目的IP，DestGroupId与DestCidrIp二者必选其一，如果二者都指定，则DestCidrIp优先级高。
PortRange	目的端口范围，必选参数	目的端口范围，必选参数。
DestGroupId	不允许输入。目的安全组ID一定是SecurityGroupId。	目的安全组ID。DestGroupId与DestCidrIp二者必选其一，如果二者都指定，则DestCidrIp优先级高。
SourceGroupId	源安全组ID，SourceGroupId与SourceCidrIp二者必选其一，如果二者都指定，则SourceCidrIp优先级高。	不允许输入，出规则的源安全组ID一定是SecurityGroupId。
SourceCidrIp	源IP范围，SourceGroupId与SourceCidrIp二者必选其一，如果二者都指定，则SourceCidrIp优先级高。	源IP范围，可选参数。 · 如果指定SourceCidrIp，则会更精细地限定出规则生效的源IP。 · 如果不指定SourceCidrIp，则生效的源IP就是SecurityGroupId这个安全组下的所有IP。
SourcePortRange	源端口范围，可选参数，不填则不限制源端口。	源端口范围，可选参数，不填则不限制源端口。

2 灾备方案

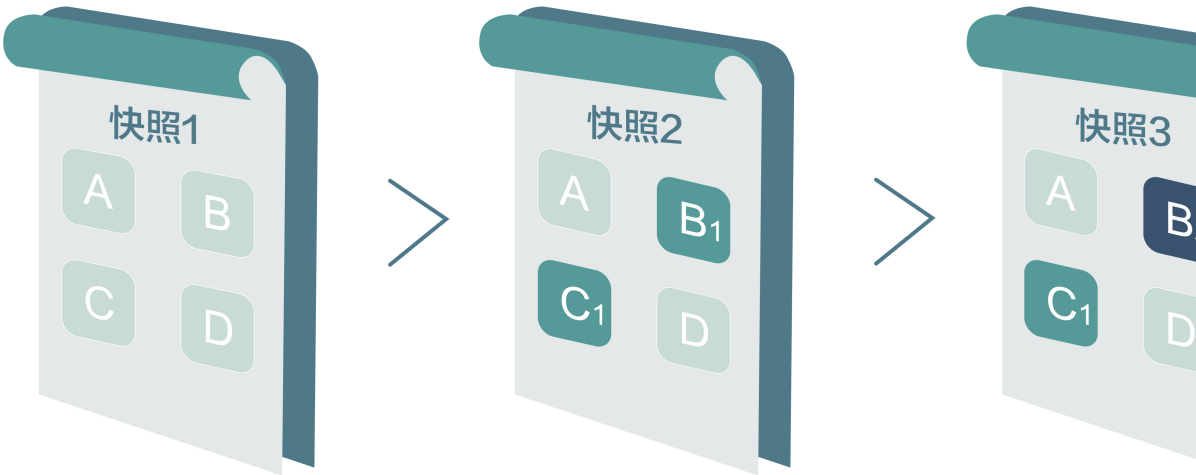
保障企业业务稳定、IT系统功能正常、数据安全十分重要，可以同时保障数据备份与系统、应用容灾的灾备解决方案应势而生，且发展迅速。ECS可使用快照、镜像进行备份。

灾备设计

- 快照备份

  阿里云ECS可使用快照进行系统盘、数据盘的备份。目前，阿里云提供快照2.0服务，提供了更高的快照额度、更灵活的自动任务策略，并进一步降低了对业务I/O的影响。快照备份实行增量原理，第一次备份为全量备份，后续为增量备份。增量快照具有快速创建以及存储容量小的优点。备份所需时间与待备份的增量数据体积有关。

  > 说明:
  > 快照创建遵循增量原理，为了提高您的备份速度，建议您在创建完毕新快照后，再删除最新的历史快照。



例如，快照1、快照2和快照3分别是磁盘的第一份、第二份和第三份快照。文件系统对磁盘的数据进行分块检查，当创建快照时，只有变化了的数据块，才会被复制到快照中。阿里云ECS的快照备份可配置为手动备份，也可配置为自动备份。配置为自动备份后可以指定磁盘自动创建快照的时间（24个整点）、重复日期（周一到周日）和保留时间（可自定义，范围是1-65536天，或选择永久保留）。

- 快照回滚

  当系统出现问题，需要将一块磁盘的数据回滚到之前的某一时刻，可以通过快照回滚实现，前提是该磁盘已经创建了快照。注意：

  - 回滚磁盘是不可逆操作，一旦回滚完成，原有的数据将无法恢复，请谨慎操作。
  - 回滚磁盘后，从所使用的快照的创建日期到当前时间这段时间内的数据都会丢失。

- 镜像备份

  镜像文件相当于副本文件，该副本文件包含了一块或多块磁盘中的所有数据，对于ECS而言，这些磁盘可以是单个系统盘，也可以是系统盘加数据盘的组合。使用镜像备份时，均是全量备份，且只能手动触发。

- 镜像恢复

  阿里云ECS支持使用快照创建自定义镜像，将快照的操作系统、数据环境信息完整的包含在镜像中。然后使用自定义镜像创建多台具有相同操作系统和数据环境信息的实例。ECS的快照与镜像配置请参考快照与镜像。

  > 说明:
  > 创建的自定义镜像不能跨地域使用。

技术指标

RTO和RPO：与数据量大小有关，通常而言是小时级别。

应用场景

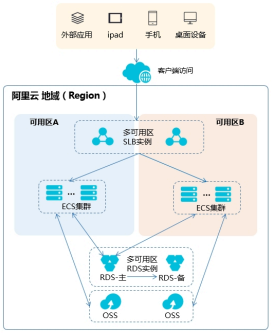
- 备份恢复

  阿里云ECS可通过快照与镜像对系统盘、数据盘进行备份。如果存储在磁盘上的数据本身就是错误的数据，比如由于应用错误导致的数据错误，或者黑客利用应用漏洞进行恶意读写，此时就可以使用快照服务将磁盘上的数据恢复到期望的状态。另外ECS可通过镜像重新初始化磁盘或使用自定义镜像新购ECS实例。

- 容灾应用

  ECS可以从架构上实现容灾场景下的应用。例如，在应用前端购买SLB产品，后端相同应用部署至少两台ECS服务器，或者是使用阿里云的弹性伸缩技术，根据自定义ECS自身资源的使用规则进行弹性扩容。这样即便其中一台ECS服务器故障或者资源利用超负荷，也不会使服务对外终

止，从而实现容灾场景下的应用。下图以同城两可用区机房部署ECS集群为例，所有通信均在阿里云千兆内网中完成，响应快速并减少了公网流量费用：



- 负载均衡SLB：设备侧通过多可用区级别SLB做首层流量接入，用户流量被分发至两个及以上的可用区机房，机房内均部署ECS集群。
- ECS集群：可用区机房部署的ECS节点是对等的，单节点故障不影响数据层应用和服务器管控功能。发生故障后系统会自动热迁移，另外的ECS节点可以持续提供业务访问，防止可能的单点故障或者热迁移失败导致的业务访问中断。热迁移失败后通过系统事件获知故障信息，您可以及时部署新节点。
- 数据层：在地域级别部署对象存储，不同可用区机房的ECS节点可以直接读取文件信息。若是数据库应用，使用多可用区ApsaraDB for RDS服务做承载，主节点支持多可用区读写，与应用层流量来源无冲突关系。同时，备节点支持多可用区读能力，防止主节点故障时，ECS无法读取数据。

3 数据恢复

3.1 误删文件后如何恢复数据

本文档主要以CentOS7操作系统为例，介绍如何使用开源工具Extundelete快速恢复被误删除掉的数据。

简介

在日常使用中有时难免会出现数据被误删除的情况，在这个时候该如何快速、有效地恢复数据呢？在阿里云上恢复数据有多种方式，例如：

- 通过阿里云控制台回滚备份好的快照，自定义镜像恢复等方式。
- 购买多台ECS，实现业务的负载均衡，高可用。
- 利用对象存储 *OSS#Object Storage Service#*，存储静态网页和海量图片、视频等重要数据。

在Linux下，基于开源的数据恢复工具有很多，常见的有debugfs、R-Linux、ext3grep、extundelete等，比较常用的有ext3grep和extundelete，这两个工具的恢复原理基本一样，只是extundelete功能更加强大。

Extundelete是基于linux的开源数据恢复软件。在使用阿里云的云服务器时，如果您不小心误删除数据，并且Linux系统也没有与Windows系统下回收站类似的功能，您可以方便快速安装此工具。

Extundelete能够利用inode信息结合日志去查询该inode所在的block位置，以次来查找和恢复所需的数据，该工具最给力的一点就是支持ext3/ext4双格式分区恢复，基于整个磁盘的恢复功能较为强大。

在数据被误删除后，第一时间要做的是卸载被删除数据所在的磁盘或磁盘分区。因为将文件删除后，仅仅是将文件的inode结点中的扇区指针清零，实际文件还存储在磁盘上，如果磁盘以读写模式挂载，这些已删除的文件的数据块就可能被操作系统重新分配出去，在这些数据块被新的数据覆盖后，这些数据就真的丢失了，恢复工具也回力无天。所以，以只读模式挂载磁盘可以尽量降低数据块中数据被覆盖的风险，以提高恢复数据成功的几率。

说明:

在实际线上恢复过程中，切勿将extundelete安装到您误删的文件所在硬盘，这样会有一定几率将需要恢复的数据彻底覆盖，切记操作前做好快照备份。

适用对象

- 磁盘中文件误删除的用户，且未对磁盘进行过写入等操作
- 网站访问量小、少量 ECS 实例的用户

使用方法

需安装的软件及版本：e2fsprogs-devel e2fsprogs gcc-c++ make（编译器等）Extundelete-0.2.4。

> **说明:**
> extundelete需要libext2fs版本1.39或更高版本来运行，但是对于ext4支持，请确保您有e2fsprogs版本1.41或更新版本（可以通过运行命令“dumpe2fs”并记录其输出的版本）。

以上版本是写文档时的软件版本。您下载的版本可能与此不同。

- 部署extundelete工具

```
wget  http://zy-res.oss-cn-hangzhou.aliyuncs.com/server/extundelete-0.2.4.tar.bz2
yum -y install  bzip2  e2fsprogs-devel  e2fsprogs  gcc-c++  make
 #安装相关依赖和库
tar -xvjf extundelete-0.2.4.tar.bz2
cd extundelete-0.2.4                                    #进入程序目录
./configure                                             #如下图表示安装成功
```

```
extundelete-0.2.4/src/Makefile.am
extundelete-0.2.4/configure.ac
extundelete-0.2.4/depcomp
extundelete-0.2.4/Makefile.in
extundelete-0.2.4/Makefile.am
[root@iZy930wmhyutc2Z ~]# cd extundelete-0.2.4
[root@iZy930wmhyutc2Z extundelete-0.2.4]# ./configure
Configuring extundelete 0.2.4
Writing generated files to disk
[root@iZy930wmhyutc2Z extundelete-0.2.4]#
```

```
make && make install
```

这个时候会出现src目录，下面有个extundelete可执行文件以及相应路径，如下图，其实默认文件安装在*usr/local/bin*下面，下面演示就在*usr/local/bin*目录下。

- 使用extundelete，模拟数据误删除然后恢复的过程

1. 检查ECS现有的磁盘和可用分区，并对/dev/vdb进行分区，格式化，此处不在介绍磁盘分区格式化方式，如果不会的话可以点击此文档查看操作方式格式化和挂载数据盘。

```
fdisk -l
```

```
Disk identifier: 0x0000efd2

   Device Boot      Start         End      Blocks   Id  System
/dev/vda1   *        2048    83886079    41942016   83  Linux

Disk /dev/vdb: 21.5 GB, 21474836480 bytes, 41943040 sectors
Units = sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
```

2. 将分区后的磁盘挂载到/zhuyun目录下，然后在/zhuyun下面新建测试文件hello,写入test。

```
mkdir /zhuyun                                    #新建zhuyun目录
mount /dev/vdb1 /zhuyun                          #将磁盘挂载到zhuyun目录下
echo test > hello                                #写入测试文件
```

3. 记录文件MD5值，md5sum命令用于生成和校验删除前和恢复后俩个文件的md5值。

```
md5sum hello
```

```
[root@iZbp13micdqsi2364umm8aZ zhuyun]# md5sum hello
d8e8fca2dc0f896fd7cb4cb0031ba249  hello
```

4. 模拟删除hello文件。

```
rm -rf hello
cd ~
```

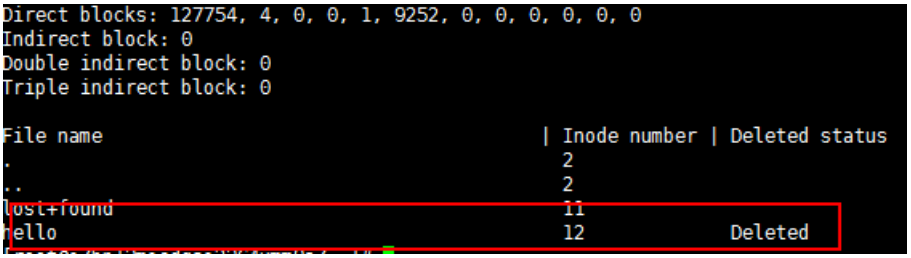
```
fuser -k /zhuyun                                    #结束使用某分区的进程树（确认没有资源占用的话，可以跳过此步）
```

5. 卸载数据盘。

```
umount /dev/vdb1                                    #任何的文件恢复工具，在使用前，均要将要恢复的分区卸载或挂载为只读，防止数据被覆盖使用
```

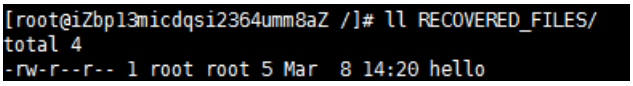
6. 使用Extundelete工具恢复文件。

```
extundelete --inode 2 /dev/vdb1          #为查找某i节点中的内容，使用2则说明为整个分区搜索，如果需要进入目录搜索，只须要指定目录I节点即可。这是可以看到删除的文件名和inode
```




```
/usr/local/bin/extundelete  --restore-inode 12  /dev/vdb1    #恢复删除的文件
```

这个时候会在执行命令的同级目录下出现RECOVERED_FILES目录，查看是否恢复。



通过md5值查看，前后俩个文件，一样说明恢复成功。

```
--restore-inode 12                  # --restore-inode 按指定的I节点恢复
--extundelete --restore-all         # --restore-all   全部恢复
```

3.2 Linux实例中数据恢复

在处理磁盘相关问题时，您可能会碰到操作系统中数据盘分区丢失的情况。本文介绍了Linux系统下常见的数据盘分区丢失的问题以及对应的处理方法，同时提供了使用云盘的常见误区以及最佳实践，避免可能的数据丢失风险。

在修复数据前，您必须先对分区丢失的数据盘创建快照，在快照创建完成后再尝试修复。如果在修复过程中出现问题，您可以通过快照回滚将数据盘还原到修复之前的状态。

前提条件

在修复数据前，您必须先对分区丢失的数据盘创建快照，在快照创建完成后再尝试修复。如果在修复过程中出现问题，您可以通过快照回滚将数据盘还原到修复之前的状态。

工具说明

在Linux实例里，您可以选择以下任一种工具修复磁盘分区并恢复数据：

- fdisk：Linux系统默认安装的分区工具。
- testdisk：主要用恢复Linux系统的磁盘分区或者数据。Linux系统默认不安装，您需要自行安装这个软件，比如，在CentOS系统里，您可以运行 `yum install -y testdisk` 在线安装。
- partprobe：Linux系统默认安装的工具。主要用于不重启系统时让kernel重新读取分区。

Linux系统下数据盘分区丢失和数据恢复处理办法

在Linux实例里，您重启系统后，可能会出现数据盘分区丢失或者数据丢失的问题。这可能是因为您未在 *etc/fstab* 文件里设置自动挂载。此时，您可以先手动挂载数据盘分区。如果手动挂载时报分区表丢失，您可以通过如下三种办法尝试进行处理：通过*fdisk*恢复分区、通过*testdisk*恢复分区 或者 通过*testdisk*直接恢复数据。

- 通过fdisk恢复分区

  对数据盘分区时，分区磁盘的起止扇区一般使用默认的值，所以可以先尝试直接使用 fdisk 新建分区进行恢复。具体操作，请参考 *Linux* 格式化和挂载数据盘。

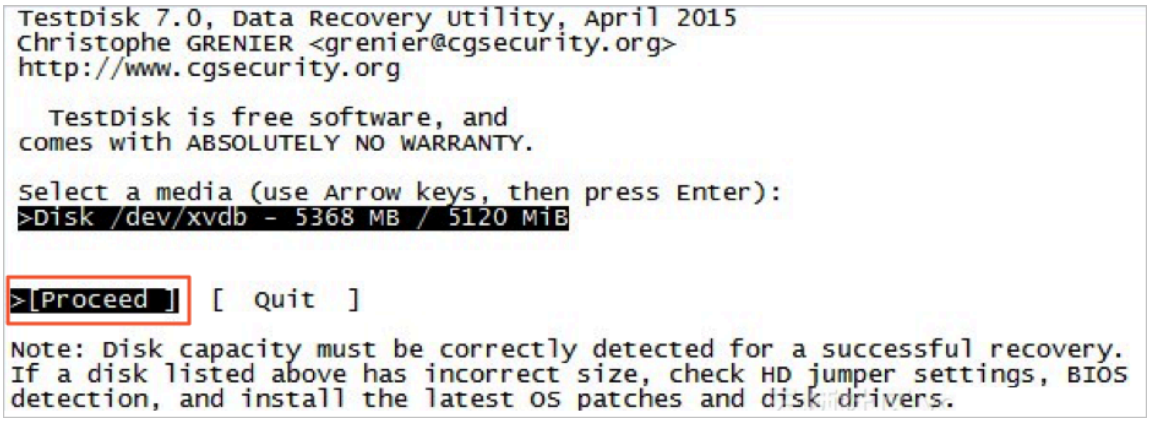
```
[root@Aliyun ~]# fdisk /dev/xvdb
Welcome to fdisk (util-linux 2.23.2).

Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.


Command (m for help): n
Partition type:
   p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
   e   extended
Select (default p): p
Partition number (1-4, default 1): 1
First sector (2048-10485759, default 2048):
Using default value 2048
Last sector, +sectors or +size{K,M,G} (2048-10485759, default 10485759):
Using default value 10485759
Partition 1 of type Linux and of size 5 GiB is set

Command (m for help): w
The partition table has been altered!

Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@Aliyun ~]# mount /dev/xvd
xvda   xvda1  xvdb   xvdb1
[root@Aliyun ~]# mount /dev/xvdb
xvdb   xvdb1
[root@Aliyun ~]# mount /dev/xvdb1 /mnt/
[root@Aliyun ~]# ls /mnt/
123.sh  configclient  data  diamond  install_edsd.sh  install.sh  ip.qz
```

  如果上述操作无效，您可以使用 testdisk 工具尝试修复。

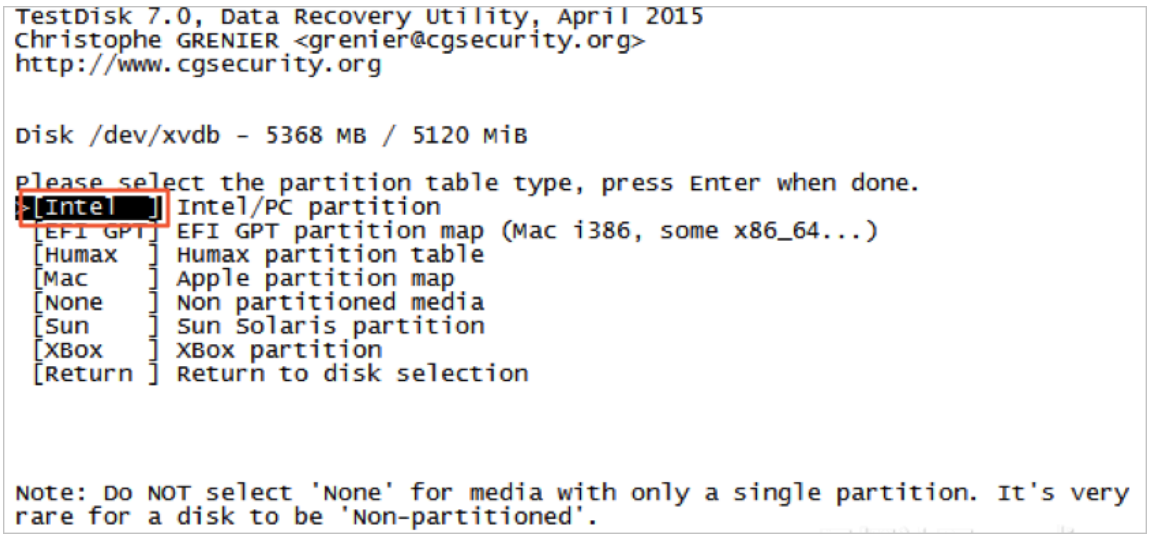
- **通过 testdisk 恢复分区**

  这里假设云盘的设备名为 *`/dev/xvdb`*。按以下步骤使用 testdisk 恢复分区：

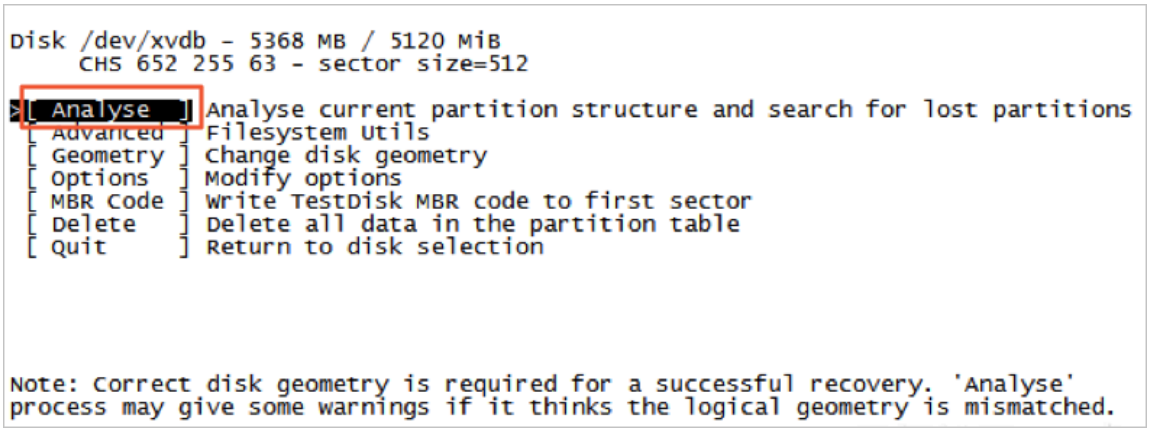
  1. **运行 `testdisk /dev/xvdb`（根据实际情况替换设备名），再选择 `Proceed`（默认值）后按回车键。**



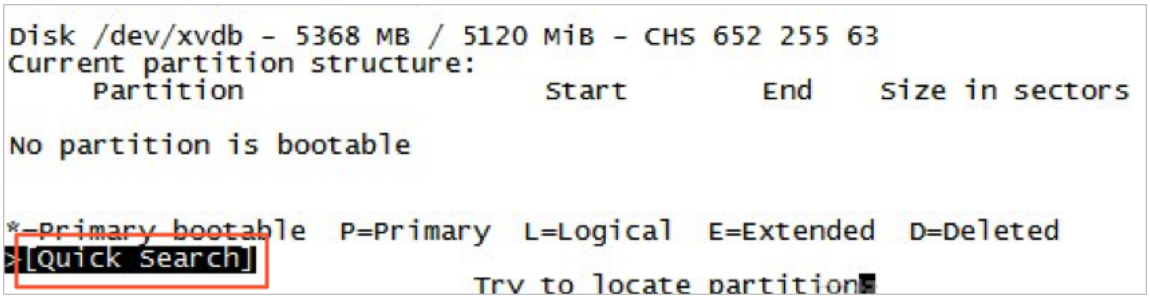
  2. **选择分区表类型进行扫描：一般选择 *`Intel`*（默认）。如果您的数据盘采用GPT分区，选择 *`EFI GPT`*。**



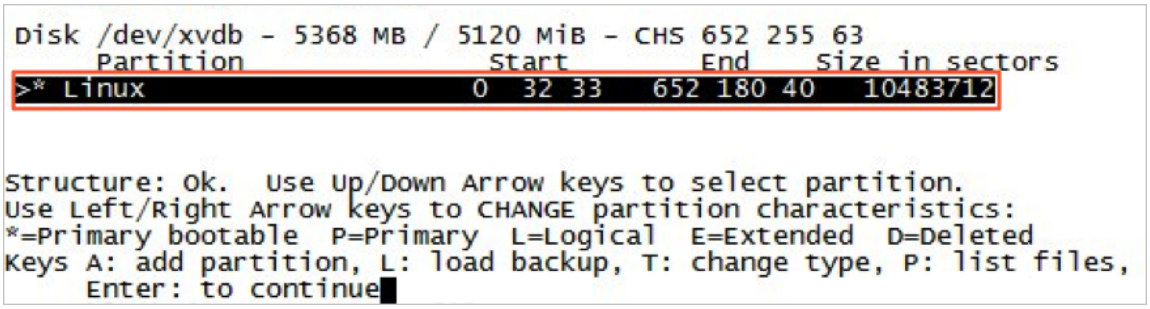
  3. **选择 *`Analyse`* 后按回车键。**



4. 如果您没有看到没有任何分区信息，选择 *Quick Search* 后按回车键快速搜索。



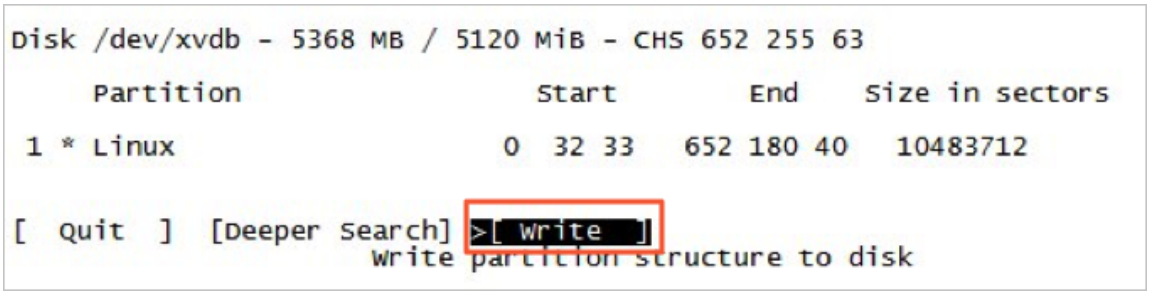
在返回结果中会显示分区信息，如下图所示。



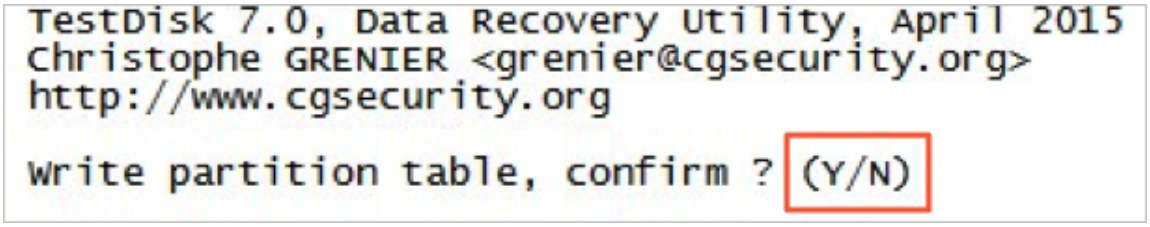
5. 选中分区后，按回车键。
6. 选择 *Write* 保存分区。

说明:

如果不是您需要的分区，可以选择 *Deeper Search* 继续搜索。



7. 按 Y 键确认保存分区。



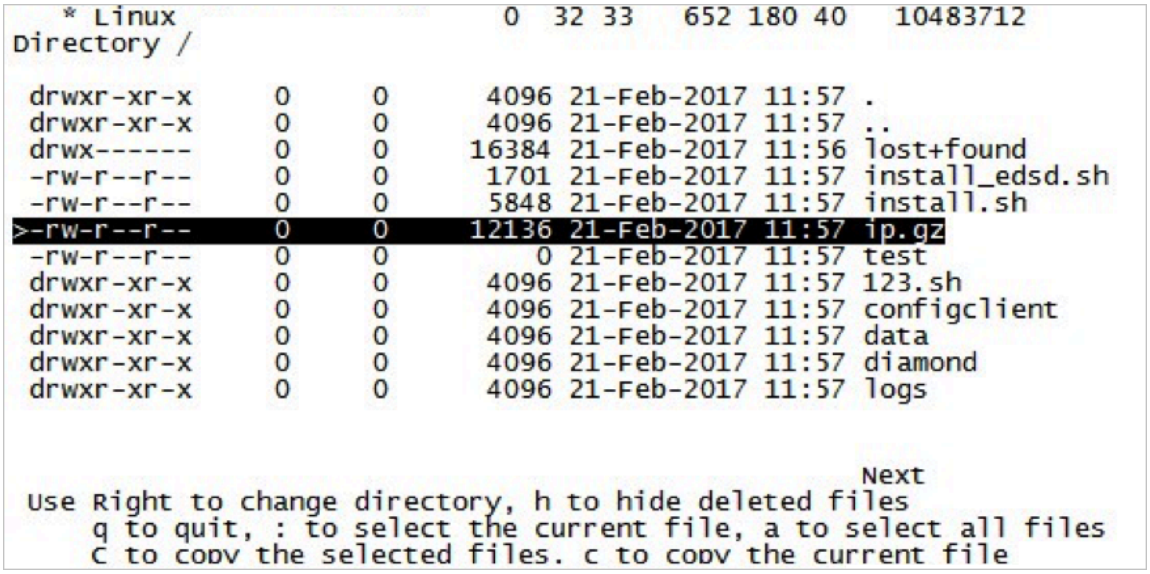
8. 运行 `partprobe /dev/xvdb`（根据实际情况替换设备名）手动刷新分区表。

9. 重新挂载分区，查看数据盘里的数据情况。

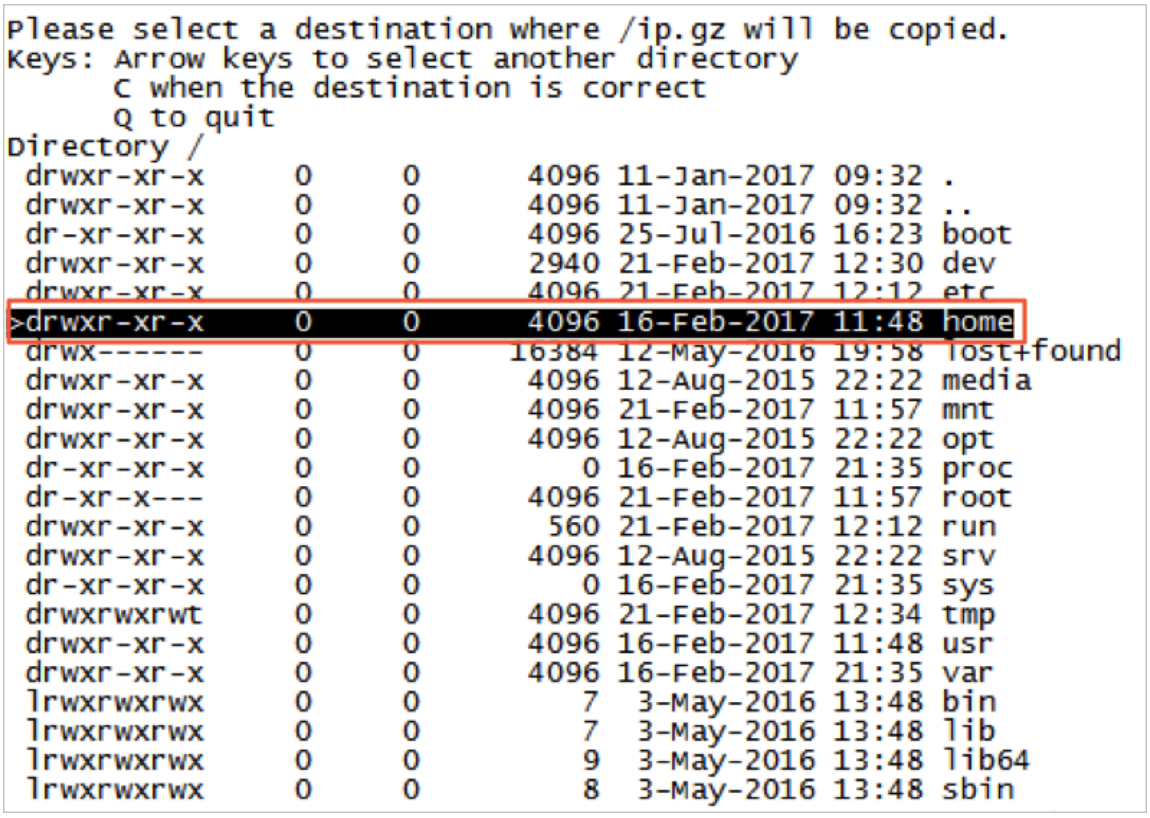
- 通过testdisk直接恢复数据

  在某些情况下，您可以用testdisk扫描出磁盘分区，但是无法保存分区，此时，您可以尝试直接恢复文件。具体操作步骤如下所示：

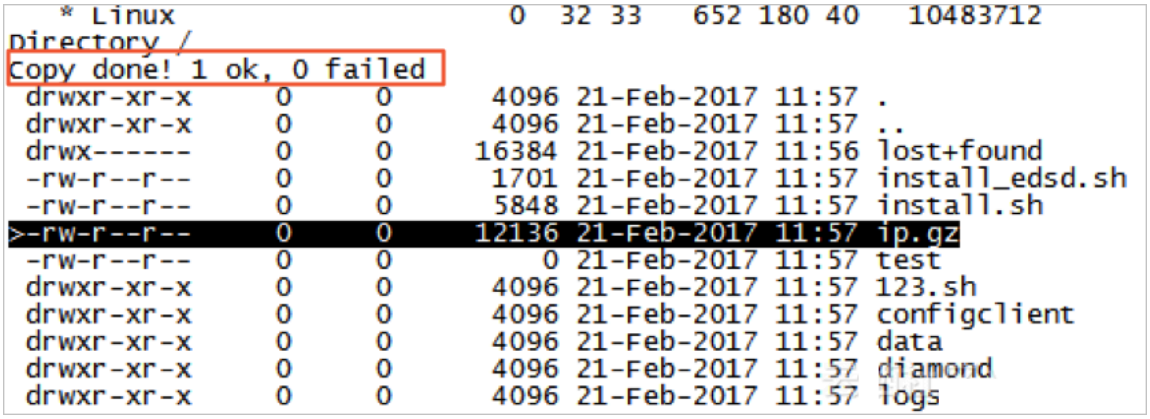
  1. 按 通过testdisk恢复分区 的第1步到第4步描述找到分区。
  2. 按 P 键列出文件。 返回结果如下图。



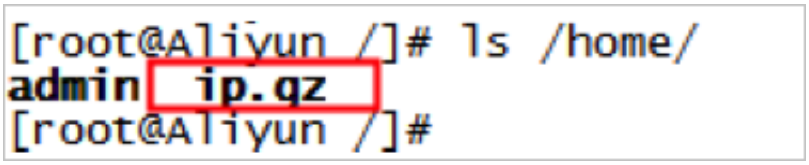
  3. 选中要恢复的文件，再按 C 键。
  4. 选择目标目录。本示例中以恢复到 */home* 为例。



如果您看到 `Copy done! 1 ok, 0 failed` 说明复制成功。如下图所示。



5. 切换到 */home* 目录查看。如果您能看到文件，说明文件恢复成功。



常见误区与最佳实践

数据是用户的核心资产，很多用户在ECS上构建网站、自建数据库(MYSQL/MongoDB/Redis)。数据丢失会给用户的业务带来巨大的风险。如下是在数据安全方面的常见误区和最佳实践。

- 常见误区

  阿里云的底层存储基于 三副本，因此有些用户认为操作系统内数据没有任何丢失风险。实际上这是误解。底层存储的三副本提供对数据磁盘的物理层保护，但是，如果系统内部使用云盘逻辑上出现问题，比如中毒、误删数据、文件系统损坏等情况，还是可能出现数据丢失。此时，您需要通过快照、异地备份等相关技术最大保证数据的安全性。

- 最佳实践

  数据盘分区恢复以及数据恢复是处理数据丢失问题最后的一道防线，但未必一定能够恢复数据。强烈建议您参考如下最佳实践，通过对数据创建快照（自动或手动）以及各类备份方案，最大程度地保证数据的安全性。

  - 启用自动快照

    根据实际业务，对系统盘、数据盘创建自动快照。注意，在更换系统盘、实例到期后或手动释放磁盘时，自动快照可能会被释放。

    您可以在ECS控制台上通过 修改磁盘属性 选择 自动快照随磁盘释放。如果想保留自动快照，您可以手动去掉该选项。

    详情请参考：*ECS云服务器自动快照FAQ*。

  - 创建手动快照

    在做下列重要或有风险的操作前，请手动为磁盘创建快照。例如：

    ■ 系统升级内核
    ■ 应用升级变更
    ■ 磁盘数据恢复

    在恢复磁盘时，一定要先对磁盘创建快照，快照完成后做相应的操作。

  - OSS、线下、异地备份

    您可酌情使用OSS、线下、异地等方式备份重要数据。

3.3 Windows实例中数据恢复

在处理磁盘相关问题时，您可能会碰到操作系统中数据盘分区丢失的情况。本文介绍了Windows系统下常见的数据盘分区丢失的问题以及对应的处理方法，同时提供了使用云盘的常见误区以及最佳实践，避免可能的数据丢失风险。

前提条件

在修复数据前，您必须先对丢失分区的数据盘创建快照，在快照创建完成后再尝试修复。如果在修复过程中出现问题，您可以通过快照回滚将数据盘还原到修复之前的状态。

工具说明

在Windows实例里，您可以选择以下任一种工具恢复数据盘数据：

- 磁盘管理：Windows系统自带工具，主要用于分区格式化数据盘等。

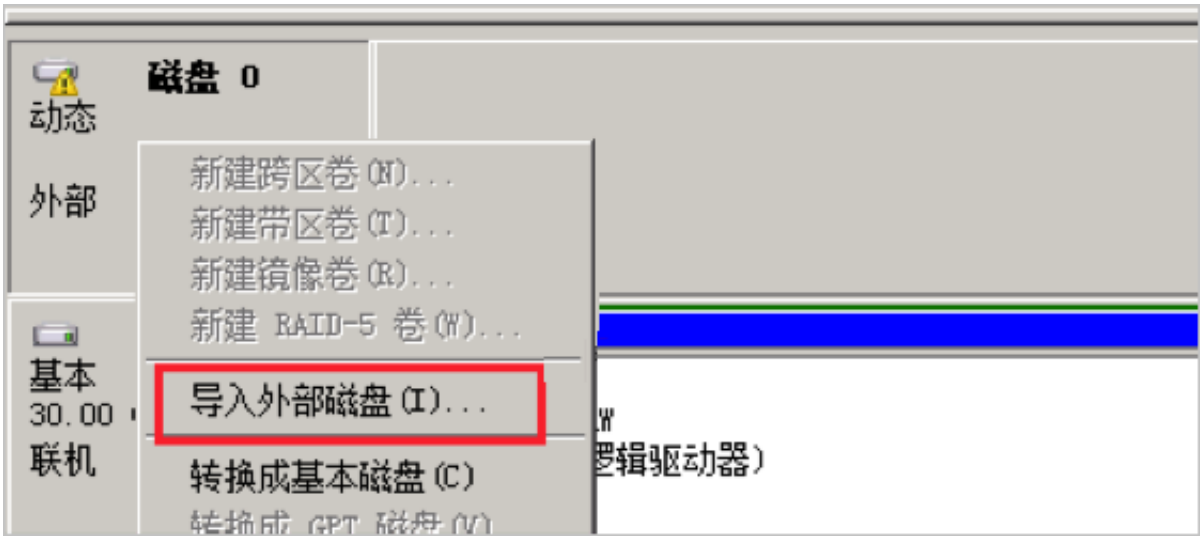
- 数据恢复软件：一般是商业软件，您可以去相应的官网下载使用。主要作用是文件系统异常恢复数据。

磁盘显示为“外部”，无法显示分区

在Windows系统中，您在 磁盘管理器 中看到磁盘显示为 外部，而且不显示分区情况，如下图所示。

此时，按以下方式处理：

在 外部 磁盘处，右键单击右边的空白处，选择 导入外部磁盘，再单击 确定。

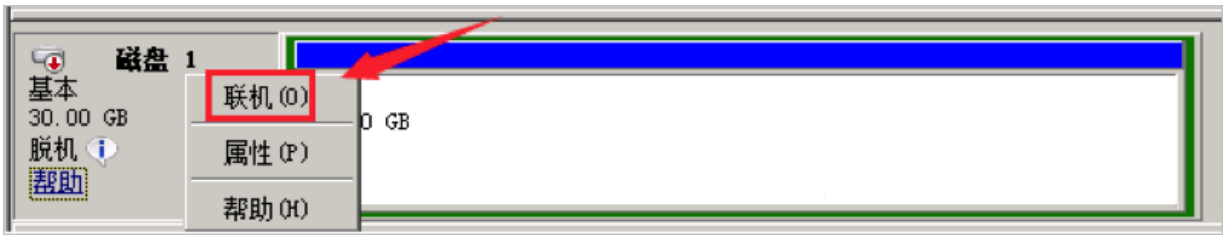


磁盘显示为“脱机”，无法显示分区

在Windows系统中，您在 磁盘管理器 中看到磁盘显示为 脱机，而且不显示分区情况，如下图所示。

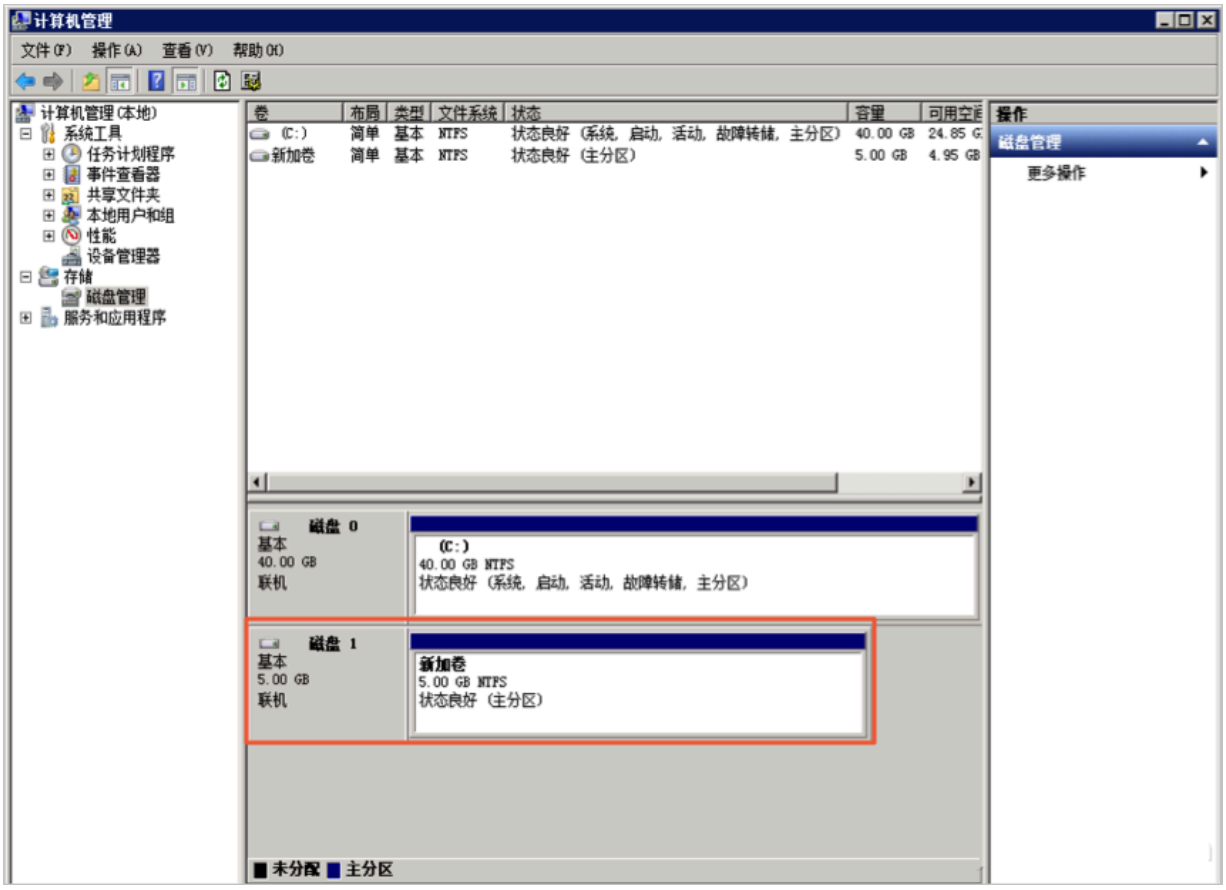
此时，按以下方式处理：

在 脱机 磁盘处，右键单击磁盘名称（如上图中的 磁盘1）周边的空白区，在弹出菜单中，选择 联机，再单击 确定。



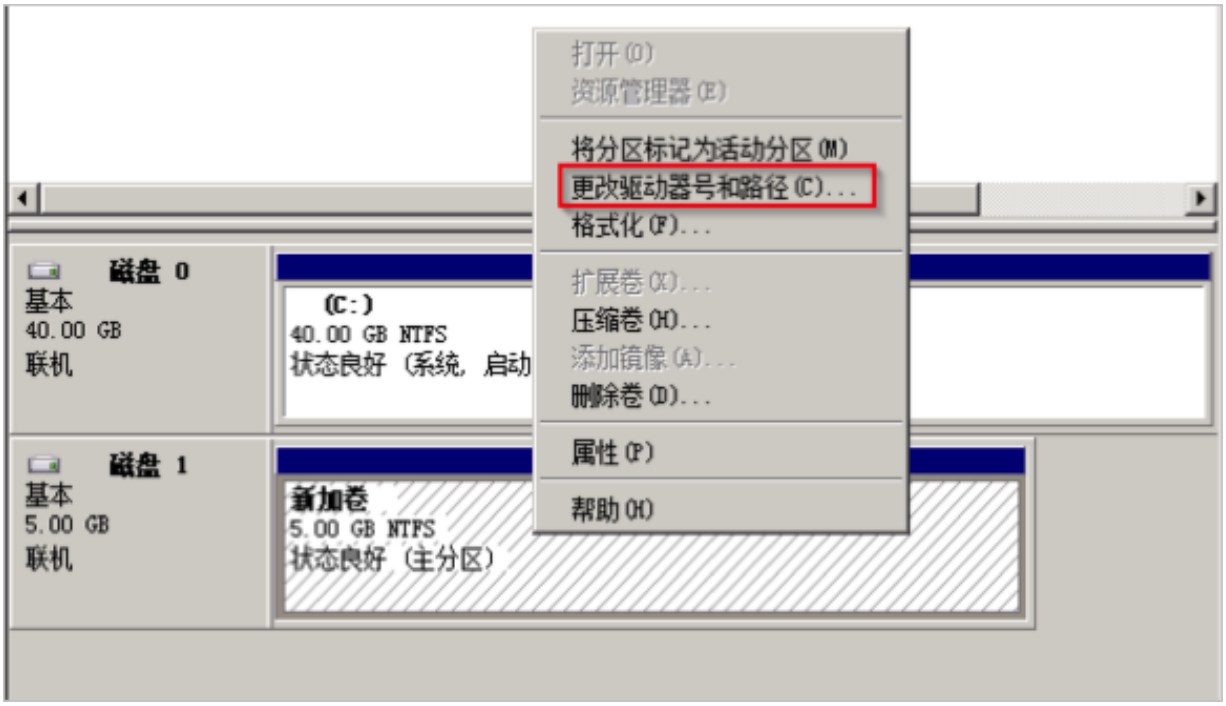
未分配盘符，无法显示分区

在Windows系统中，您在 磁盘管理器 中能看到数据盘的信息，但数据盘未分配盘符，如下图所示。



此时，按以下方式处理：

右键单击磁盘（如上图所示的 磁盘1）的主分区，在弹出菜单中，选择 更改驱动器号和路径，并按提示完成操作。

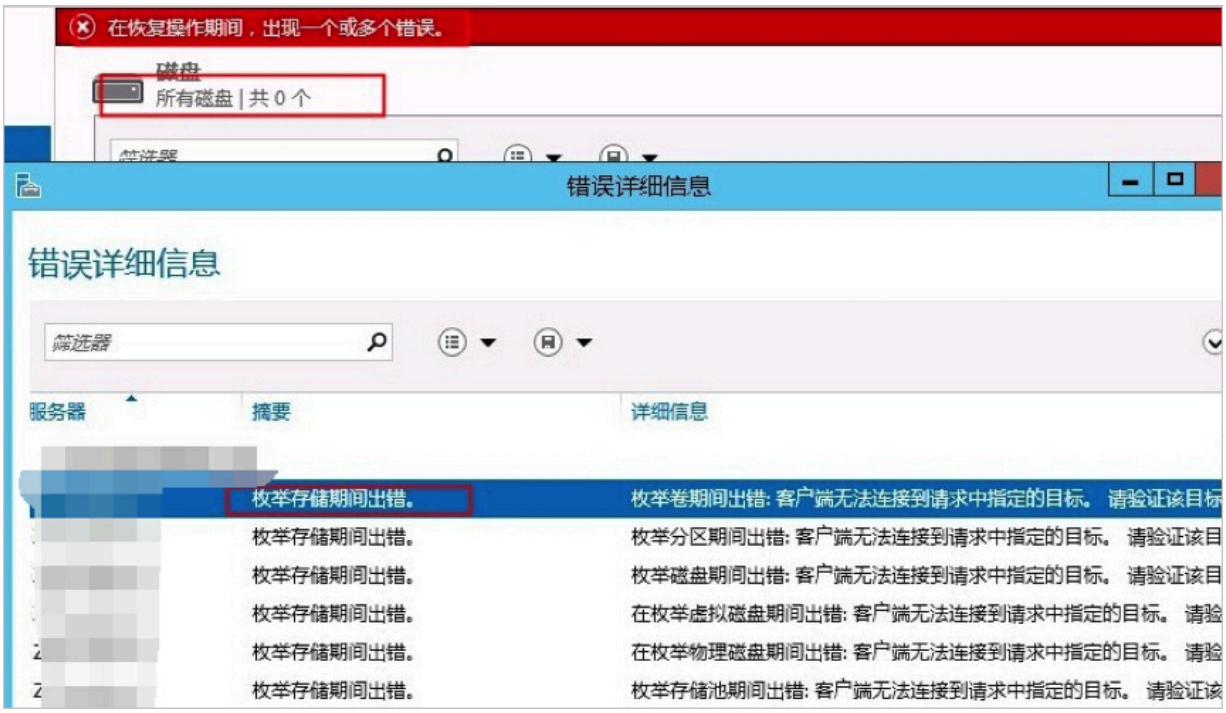


在磁盘管理器无法查看数据盘，报错“枚举存储期间出错”

在Windows系统中，您在 磁盘管理器 里无法查看数据盘。系统日志里报错“枚举存储期间出错”，如下图所示。

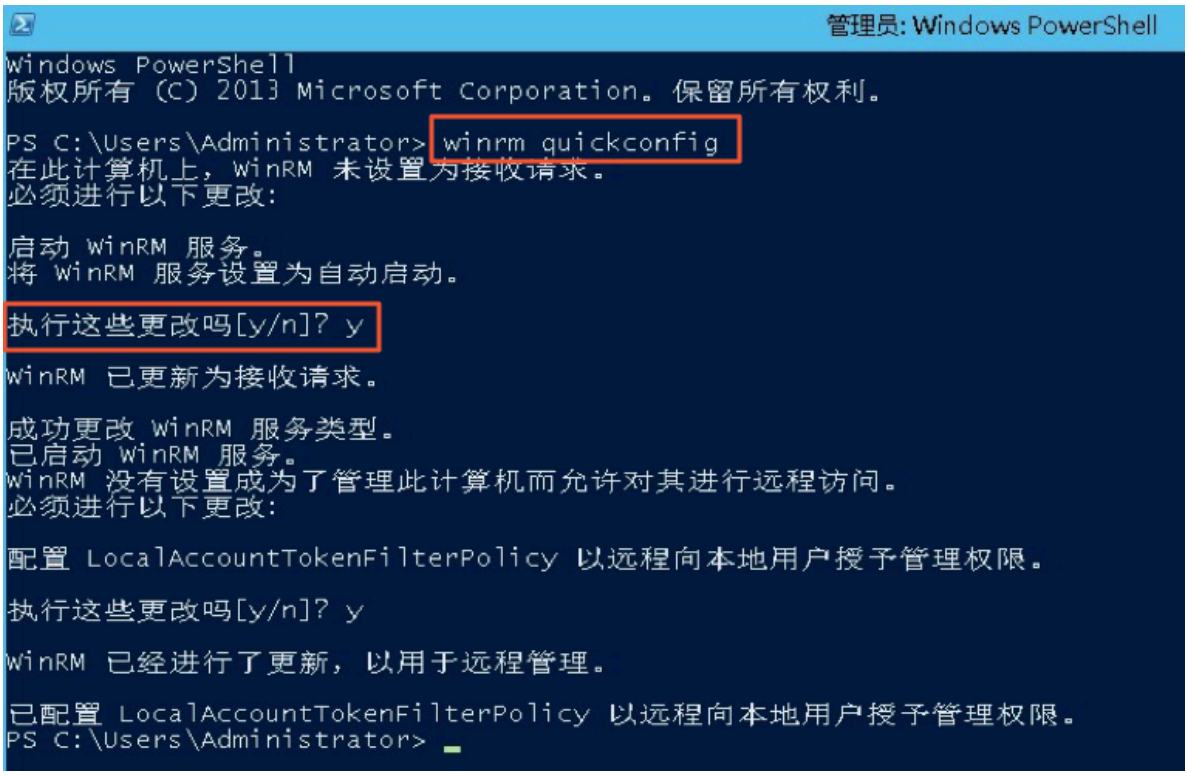
说明:

操作系统的版本不同，报错内容也可能是“枚举卷期间出错”。



此时，按以下步骤处理：

1. 启动Windows PowerShell。
2. 运行命令 `winrm quickconfig` 进行修复。当界面上询问“执行这些更改吗[y/n]?”时，输入 y 确认执行。



修复完成后，再打开 磁盘管理器，一般数据盘已经能正常显示。

数据盘变成RAW格式

在某些特殊情况下，您可能会发现Windows下磁盘变为RAW格式。

磁盘显示为RAW格式是因为Windows无法识别磁盘上的文件系统。一般是因为记录文件系统类型或者位置的信息丢失或者损坏，比如partition table或者boot sector。以下列出了一些比较常见的原因：

- 外接硬盘发生这种问题通常是因为没有使用 Safely remove hardware 选项断开磁盘。
- 意外断电导致的磁盘问题。
- 硬件层故障也可能导致磁盘分区信息丢失。
- 底层与磁盘相关的驱动或应用，例如您使用的diskprobe工具就可以直接修改磁盘的表结构。
- 计算机病毒。

您可以参考微软官方的 *Dskprobe Overview* 文档修复磁盘。

此外，Windows下有大量免费或商业的数据恢复软件可用于找回丢失的数据。例如，您可以尝试使用Disk Genius工具扫描，来尝试恢复相应的文件。

常见误区和最佳实践

数据是用户的核心资产，很多用户在ECS上构建网站、自建数据库(MYSQL/MongoDB/Redis)。如果出现数据丢失，会给用户的业务带来巨大的风险。如下是在数据安全方面的常见误区和最佳实践。

- 常见误区

  阿里云的底层存储基于 三副本，因此有些用户认为操作系统内数据没有任何丢失风险。实际上这是误解。底层存储的三副本提供对数据磁盘的物理层保护，但是，如果系统内部使用云盘逻辑上出现问题，比如中毒、误删数据、文件系统损坏等情况，还是可能出现数据丢失。此时，您需要通过快照、异地备份等相关技术最大保证数据的安全性。

- 最佳实践

  数据盘分区恢复以及数据恢复是处理数据丢失问题最后的一道防线，但未必一定能够恢复数据。强烈建议您参考如下最佳实践，通过对数据创建快照（自动或手动）以及各类备份方案，最大程度地保证数据的安全性。

  - 启用自动快照

    根据实际业务，对系统盘、数据盘创建自动快照。注意，在更换系统盘、实例到期后或手动释放磁盘时，自动快照可能会被释放。

    您可以在ECS控制台上通过 修改磁盘属性 选择 自动快照随磁盘释放。如果想保留自动快照，您可以手动去掉该选项。

    详情请参考：*ECS云服务器自动快照FAQ*。

  - 创建手动快照

    在做下列重要或有风险的操作前，请手动为磁盘创建快照。例如：

    ■ 系统升级内核

    ■ 应用升级变更

    ■ 磁盘数据恢复

    在恢复磁盘时，一定要先对磁盘创建快照，快照完成后做相应的操作。

  - OSS、线下、异地备份

    您可酌情使用OSS、线下、异地等方式备份重要数据。

4 实例配置

4.1 ECS实例数据传输的实现方式

在信息化高速发展的今天，服务器每天都会与其它单机交换大量文件数据，文件传输对大家来说是家常便饭。因此，其重要性就不言而喻了。文件传输方式各有不同，选择一款合适自己的文件传输工具，在工作中能起到事半功倍的效果。节省资源、方便传输、提升工作效率、加密保护等等。因此，很多文件传输工具应运而生，例如：NC、FTP、SCP、NFS、SAMBA、RSYNC/SERVERSYNC等等，每种方式都有自己的特点。本文将首先简单介绍一下文件传输的基本原理，然后，详细介绍类Unix/Linux、Windows平台上常用文件传输方式，并针对它们各自的特点进行比较，让读者对文件传输方式有比较详尽地了解，从而能够根据不同的需要选择合适的文件传输方式。

文件传输原理

文件传输是信息传输的一种形式，它是在数据源和数据宿之间传送文件数据的过程，也称文件数据通信。操作系统把文件数据提取到内存中做暂存，再复制到目的地，加密就是在文件外加了一个壳，文件本身还是一个整体，复制只是把这个整体转移到其它地方，不需要解密，只有打开压缩包时才需解密。一个大文件作为一个数据整体，是不可能瞬间从一台主机转移到其它的主机，传输是一个持续的过程，但不是把文件分割了，因此，如果在传输的过程中意外中断，目标路径中是不会有传输的文件，另外，如果传输的是多个文件，那么，这些文件是按顺序分别传输，如果中间中断，则正在传输的文件会传输失败，但是，之前已经传完的文件传输成功（如果传输的是文件压缩包，那么，不管里面有几个文件，它本身被视为一个文件）。

通常我们看到的 NC、FTP、SCP、NFS 等等，都是可以用来传输文件数据的工具，下面我们将详细介绍主要文件传输工具的特点以及用法。

NETCAT

在网络工具中有“瑞士军刀”的美誉，它功能强大，作为网络工具的同时，它传输文件的能力也不容小觑。

常用参数

参数	说明
-g <网关>	设置路由器跃程通信网关，最多可设置8个
-G <指向器数目>	设置来源路由指向器，其数值为4的倍数
-i <延迟秒数>	设置时间间隔，以便传送信息及扫描通信端口

参数	说明
-l	使用监听模式，管控传入的资料
-o <输出文件>	指定文件名称，把往来传输的数据以16进制字码倾倒成该文件保存
-p <通信端口>	设置本地主机使用的通信端口
-r	指定本地与远端主机的通信端口
-u	使用UDP传输协议
-v	显示指令执行过程
-w <超时秒数>	设置等待连线的时间
-z	使用0输入/输出模式，只在扫描通信端口时使用
-n	直接使用IP地址，而不通过域名服务器

用法举例

1.端口扫描21-24(以IP192.168.2.34为例)。

```
nc -v -w 2 192.168.2.34 -z 21-24
```

返回示例：

```
nc: connect to 192.168.2.34 port 21 (tcp) failed: Connection refused
Connection to 192.168.2.34 22 port [tcp/ssh] succeeded!
nc: connect to 192.168.2.34 port 23 (tcp) failed: Connection refused
nc: connect to 192.168.2.34 port 24 (tcp) failed: Connection refused
```

2. 从192.168.2.33拷贝文件到192.168.2.34。

- 在192.168.2.34上：`nc-l 1234 > test.txt`
- 在192.168.2.33上：`nc192.168.2.34 < test.txt`

3.用nc命令操作memcached。

- 存储数据：`printf “set key 0 10 6rnresultrn” |nc 192.168.2.34 11211`
- 获取数据：`printf “get keyrn” |nc 192.168.2.34 11211`
- 删除数据：`printf “delete keyrn” |nc 192.168.2.34 11211`
- 查看状态：`printf “statsrn” |nc 192.168.2.34 11211`
- 模拟top命令查看状态：`watch “echo stats” |nc 192.168.2.34 11211`

· 清空缓存：

```
printf “flush_allrn” |nc 192.168.2.34 11211        #谨慎操作，清空了缓存就没了
```

SCP 安全拷贝

SCP（ Secure Copy）命令的用法和 RCP 命令格式非常类似，区别就是 SCP 提供更安全保障，SCP 在需要进行验证时会要求你输入密码或口令，一般推荐使用 SCP 命令，因为它比 RCP 更安全。SCP 命令使用 SSH 来传输数据，并使用与 SSH 相同的认证模式，提供同样的安全保障，SSH 是目前较可靠得，为远程登录会话和其他网络服务提供安全性的协议，利用 SSH 协议可以有效防止远程管理过程中的信息泄露问题。SCP 是基于 SSH 的应用，所以进行数据传输的机器上必须支持 SSH 服务。

特点

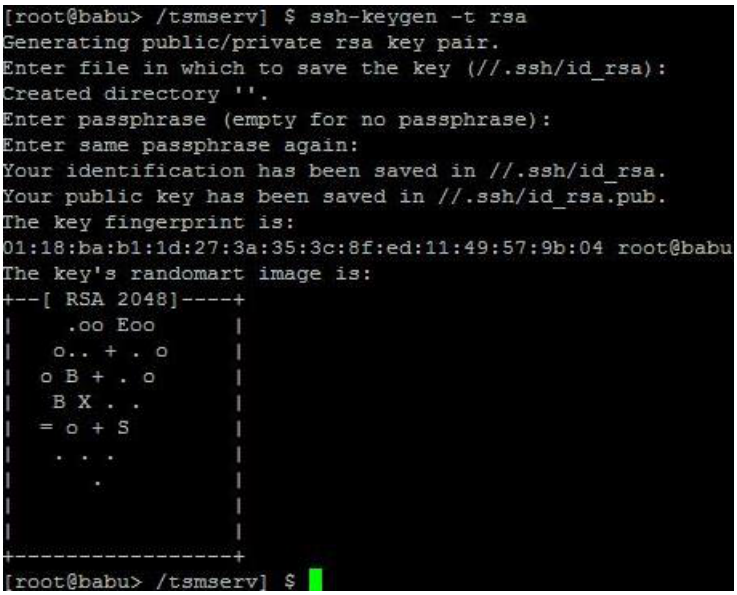
SCP 类似于RCP, 它能够保留一个特定文件系统上的文件属性，能够保留文件属性或者需要递归的拷贝子目录。

SCP它具备更好文件传输保密性。与此同时，付出的代价就是文件传输时需要输入密码而且涉及到 SSH 的一些配置问题，这些都影响其使用的方便性，对于有特定需求的用户，是比较合适的传输工具。

常用示例

使用 SCP 命令，需要输入密码，如果不想每次都输入，可以通过配置 SSH，这样在两台机器间拷贝文件时不需要每次都输入用户名和密码：

生成 RSA 类型的密钥：



上述命令生成 RSA 类型的密钥。在提示密钥的保存路径和密码时，可以直接回车使用默认路径和空密码。这样，生成的公共密钥保存/.ssh/id_rsa.pub，私有密钥保存在 /.ssh/id_rsa 。然后把这个密钥对中的公共密钥的内容复制到要访问的机器上的 /.ssh/authorized_keys 文件中。这样，下次再访问那台机器时，就不用输入密码了。

在两台Linux主机间复制文件

命令基本格式：

```
scp [可选参数] file_source file_target
```

从本地复制到远程（如下四种方式）：

```
scp local_file remote_username@remote_ip:remote_folder
scp local_file remote_username@remote_ip:remote_file
scp local_file remote_ip:remote_folder
scp local_file remote_ip:remote_file
```

 说明：

第1,2个指定了用户名，命令执行后需要再输入密码，第1个仅指定了远程的目录，文件名字不变，第2个指定了文件名。

第3,4个没有指定用户名，命令执行后需要输入用户名和密码，第3个仅指定了远程的目录，文件名字不变，第4个指定了文件名。

从远程复制到本地：

```
scp root@www.cumt.edu.cn:/home/root/others/music /home/space/music/i.
mp3
scp -r www.cumt.edu.cn:/home/root/others/ /home/space/music/
```

 说明：

从远程复制到本地，只要将从本地复制到远程的命令的后2个参数调换顺序即可。

Rsync

Rsync是linux/Unix文件同步和传送工具。用于替代rcp的一个工具，rsync可以通过rsh或ssh使用，也能以daemon模式去运行，在以daemon方式运行时rsync server会开一个873端口，等待客户端去连接。连接时rsync server会检查口令是否相符，若通过口令查核，则可以通过进行文件传输，第一次连通完成时，会把整份文件传输一次，以后则就只需进行增量备份。

安装方式

 说明：

可以使用每个发行版本自带的安装包管理器安装。

```
sudo apt-get  install  rsync       #在debian、ubuntu 等在线安装方法;
slackpkg  install  rsync           #Slackware 软件包在线安装;
yum install rsync                  #Fedora、Redhat 等系统安装方法;
```

源码编译安装:

```
wget http://rsync.samba.org/ftp/rsync/src/rsync-3.0.9.tar.gz
tar xf rsync-3.0.9.tar.gz
cd rsync-3.0.9
./configure && make && make install
```

参数介绍:

参数	说明
-v	详细模式输出
-a	归档模式，表示以递归的方式传输文件，并保持所有文件属性不变，相当于使用了组合参数-rlptgoD
-r	对子目录以递归模式处理
-l	保留软链接
-p	保持文件权限
-t	保持文件时间信息
-g	保持文件属组信息
-o	保持文件属主信息
-D	保持设备文件信息
-H	保留硬链结
-S	对稀疏文件进行特殊处理以节省DST的空间
-z	对备份的文件在传输时进行压缩处理

rsync六种不同的工作模式

- 拷贝本地文件，将/home/coremail目录下的文件拷贝到/cmbak目录下。

```
rsync -avSH /home/coremail/ /cmbak/
```

- 拷贝本地机器的内容到远程机器。

```
rsync -av /home/coremail/ 192.168.11.12:/home/coremail/
```

- 拷贝远程机器的内容到本地机器。

```
rsync -av 192.168.11.11:/home/coremail/ /home/coremail/
```

- 拷贝远程rsync服务器（daemon形式运行rsync）的文件到本地机。

```
rsync -av root@172.16.78.192::www /databack
```

- 拷贝本地机器文件到远程rsync服务器（daemon形式运行rsync）中。当DST路径信息包含”::”分隔符时启动该模式。

```
rsync -av /databack root@172.16.78.192::www
```

- 显示远程机的文件列表。这类似于rsync传输，不过只要在命令中省略掉本地机信息即可。

```
rsync -v rsync://192.168.11.11/data
```

rsync配置文件说明

```
cat/etc/rsyncd.conf                 #内容如下
port = 873                          #端口号
uid = nobody                        #指定当模块传输文件的守护进程UID
gid = nobody                        #指定当模块传输文件的守护进程GID
use chroot = no                     #使用chroot到文件系统中的目录中
max connections = 10                #最大并发连接数
strict modes = yes                  #指定是否检查口令文件的权限
pid file = /usr/local/rsyncd/rsyncd.pid         #指定PID文件
lock file = /usr/local/rsyncd/rsyncd.lock       #指定支持max connection的
锁文件，默认为/var/run/rsyncd.lock
motd file = /usr/local/rsyncd/rsyncd.motd       #定义服务器信息的，自己写
rsyncd.motd 文件内容
log file = /usr/local/rsyncd/rsync.log          #rsync 服务器的日志
log format = %t %a %m %f %b
syslog facility = local3
timeout = 300
[conf]                                          #自定义模块
path = /usr/local/nginx/conf                    #用来指定要备份的目录
comment = Nginx conf
ignore errors                                   #可以忽略一些IO错误
read only = no                                  #设置no，客户端可以上传文件，yes是
只读
write only = no                                 #no为客户端可以下载，yes不能下载
hosts allow = 192.168.2.0/24                    #可以连接的IP
hosts deny = *                                  #禁止连接的IP
list = false                                    #客户请求时，使用模块列表
uid = root
gid = root
auth users = backup                             #连接用户名，和linux系统用户名无关
系
```

```
secrets file = /etc/rsyncd.pass          #验证密码文件
```

4.2 通过读写分离提升数据吞吐性能

一般情况下，对数据库的读和写都在同一个数据库服务器中操作时，业务系统性能会降低。为了提升业务系统性能，优化用户体验，可以通过读写分离来减轻主数据库的负载。本文分别从应用层和系统层来介绍读写分离的实现方法。

应用层实现方法

应用层中直接使用代码实现，在进入Service之前，使用AOP来做出判断，是使用写库还是读库，判断依据可以根据方法名判断，比如说以query、find、get等开头的就走读库，其他的走写库。

优点

1、多数据源切换方便，由程序自动完成。

2、不需要引入中间件。

3、理论上支持任何数据库。

缺点

1、由程序员完成，运维参与不到。

2、不能做到动态增加数据源。

系统层实现方法

方式一：使用 *DRDS*实现读写分离

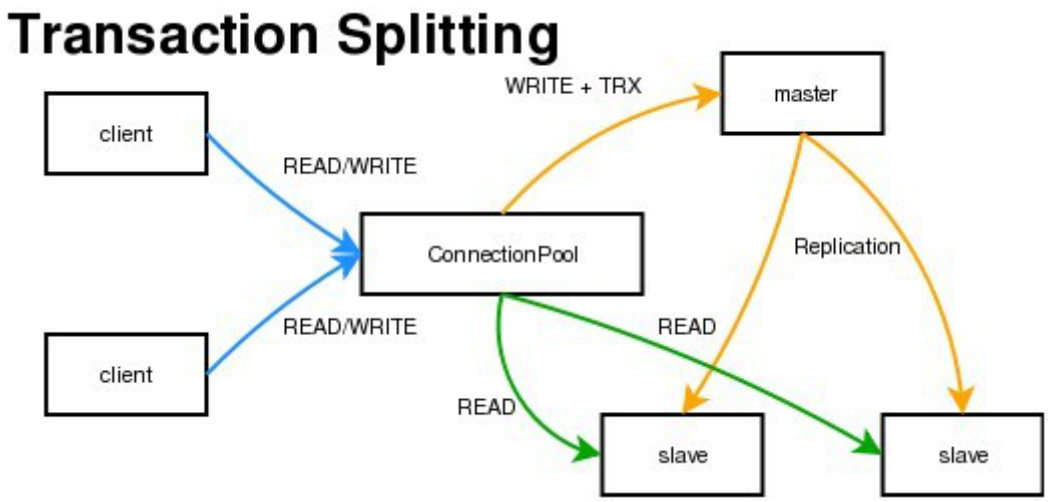
方式二：使用中间件MySQL-proxy实现

本教程使用MySQL-proxy实现读写分离。

MySQL-proxy

MySQL Proxy是一个处于Client端和MySQL server端之间的简单程序，它可以监测、分析或改变它们的通信。它使用灵活，没有限制，常见的用途包括：负载平衡，故障、查询分析，查询过滤和修改等等。

MySQL-proxy原理



MySQL Proxy是一个中间层代理，简单的说，MySQL Proxy就是一个连接池，负责将前台应用的连接请求转发给后台的数据库，并且通过使用lua脚本，可以实现复杂的连接控制和过滤，从而实现读写分离和负载平衡。对于应用来说，MySQL Proxy是完全透明的，应用则只需要连接到MySQL Proxy的监听端口即可。当然，这样proxy机器可能成为单点失效，但完全可以使用多个proxy机器做为冗余，在应用服务器的连接池配置中配置到多个proxy的连接参数即可。

优点：

- 源程序不需要做任何改动就可以实现读写分离。
- 动态添加数据源不需要重启程序。

缺点：

- 序依赖于中间件，会导致切换数据库变得困难。
- 由中间件做了中转代理，性能有所下降。

操作步骤

环境说明：

- 主库IP：121.40.18.26
- 从库IP：101.37.36.20
- MySQL-proxy代理IP：116.62.101.76

前期准备：

- 1、新建3台ECS，并安装mysql。
- 2、搭建主从，必须保证主从数据库数据一致。

主环境

1. 修改mysql配置文件。

```
vim /etc/my.cnf
[mysqld]
server-id=202                    #设置服务器唯一的id，默认是1
log-bin=mysql-bin                #  启用二进制日志
```

从环境

```
[mysqld]
server-id=203
```

2. 重启主从服务器中的MySQL服务。

```
/etc/init.d/mysqld restart
```

3. 在主服务器上建立帐户并授权slave。

```
mysql -uroot -p95c7586783
grant replication slave on *.* to 'syncms'@'填写slave-IP' identified by
 '123456';
flush privileges;
```

4. 查看主数据库状态。

```
mysql> show master status;
```

```
mysql> show master status;
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
| File             | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB | Executed_Gtid_Set |
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
| mysql-bin.000005 |      602 |              |                  |                   |
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

5. 配置从数据库。

```
change master to master_host='填写master-IP', master_user='syncms',
     master_password='123456', master_log_file='mysql-bin.000005',
master_log_pos=602;
```

6. 启动slave同步进程并查看状态。

```
start slave;
```

```
show slave status\G
```

```
mysql> show slave status\G
*************************** 1. row ***************************
               Slave_IO_State: Waiting for master to send event
                  Master_Host: 116.62.101.35
                  Master_User: syncms
                  Master_Port: 3306
                Connect_Retry: 60
              Master_Log_File: mysql-bin.000007
          Read_Master_Log_Pos: 154
               Relay_Log_File: iZbp17p8l1ul3oj2nztb4kZ-relay-bin.000003
                Relay_Log_Pos: 367
        Relay_Master_Log_File: mysql-bin.000007
             Slave_IO_Running: Yes
            Slave_SQL_Running: Yes
              Replicate_Do_DB:
          Replicate_Ignore_DB:
           Replicate_Do_Table:
       Replicate_Ignore_Table:
      Replicate_Wild_Do_Table:
  Replicate_Wild_Ignore_Table:
                   Last_Errno: 0
                   Last_Error:
```

7. 验证主从同步。

主库上操作

```
mysql> create database testproxy;
mysql> create table testproxy.test1(ID int primary key,name char(10)
not null);
mysql> insert into testproxy.test1 values(1,'one');
mysql> insert into testproxy.test1 values(2,'two');
mysql> select * from testproxy.test1;
```

```
mysql> create database testproxy;
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> create table testproxy.test1(ID int primary key,name char(10) not null);
Query OK, 0 rows affected (0.07 sec)

mysql> insert into testproxy.test1 values(1,'one');
Query OK, 1 row affected (0.02 sec)

mysql> insert into testproxy.test1 values(2,'two');
Query OK, 1 row affected (0.03 sec)

mysql> select * from testproxy.test1;
+----+------+
| ID | name |
+----+------+
|  1 | one  |
|  2 | two  |
+----+------+
2 rows in set (0.01 sec)
```

从库操作

从库中查找testproxy.test1表的数据，与主库一致，主从同步成功

```
select * from testproxy.test1;
```

```
mysql> select * from testproxy.test1;
+----+------+
| ID | name |
+----+------+
|  1 | one  |
|  2 | two  |
+----+------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

读写分离配置

1.安装MySQL-Proxy。

```
wget https://cdn.mysql.com/archives/mysql-proxy/mysql-proxy-0.8.5-
linux-glibc2.3-x86-64bit.tar.gz
mkdir /alidata
tar xvf mysql-proxy-0.8.5-linux-glibc2.3-x86-64bit.tar.gz
mv mysql-proxy-0.8.5-linux-glibc2.3-x86-64bit/  /alidata/mysql-proxy-0
.8.5
```

2.环境变量设置。

```
vim /etc/profile                          #加入以下内容
PATH=$PATH:/alidata/mysql-proxy-0.8.5/bin
export $PATH
source /etc/profile                       #使变量立即生效
mysql-proxy -V
```

```
[root@iZbp1ajyjlht1reyxsfu4xZ ~]# mysql-proxy -V
mysql-proxy 0.8.5
  chassis: 0.8.5
  glib2: 2.16.6
  libevent: 2.0.21-stable
  LUA: Lua 5.1.4
    package.path: /alidata/mysql-proxy-0.8.5/lib/mysql-proxy/lua/?.lua;
    package.cpath: /alidata/mysql-proxy-0.8.5/lib/mysql-proxy/lua/?.so;
-- modules
  proxy: 0.8.5
```

3.读写分离设置。

```
cd /alidata/mysql-proxy-0.8.5/share/doc/mysql-proxy/
vim  rw-splitting.lua
```

MySQL Proxy会检测客户端连接，当连接没有超过min_idle_connections预设值时，不会进行读写分离默认最小4个(最大8个)以上的客户端连接才会实现读写分离，现改为最小1个最大2个，便于读写分离的测试，生产环境中，可以根据实际情况进行调整。

调整前：

```
-- connection pool
if not proxy.global.config.rwsplit then
        proxy.global.config.rwsplit = {
                min_idle_connections = 4,
                max_idle_connections = 8,

                is_debug = false
        }
end
```

调整后：

```
-- connection pool
if not proxy.global.config.rwsplit then
        proxy.global.config.rwsplit = {
                min_idle_connections = 1,
                max_idle_connections = 2,

                is_debug = true
        }
end
```

4.将lua管理脚本（admin.lua）复制到读写分离脚本(rw-splitting.lua)所在目录。

```
cp /alidata/mysql-proxy-0.8.5/lib/mysql-proxy/lua/admin.lua /alidata/
mysql-proxy-0.8.5/share/doc/mysql-proxy/
```

授权

1.主库中操作授权，因主从同步的原因，从库也会执行。

```
mysql -uroot -p95c7586783
grant all on *.* to 'mysql-proxy'@'填写MySQL Proxy IP' identified by '
123456';
flush privileges;
```

2.开启MySQL-Proxy。

```
mysql-proxy --daemon --log-level=debug --log-file=/var/log/mysql-
proxy.log --plugins=proxy -b 填写master-IP:3306 -r 填写slave-IP:3306
 --proxy-lua-script="/alidata/mysql-proxy-0.8.5/share/doc/mysql-proxy
/rw-splitting.lua" --plugins=admin --admin-username="admin" --admin-
```

```
password="admin" --admin-lua-script="/alidata/mysql-proxy-0.8.5/share/
doc/mysql-proxy/admin.lua"
```

3.启动MySQL-Proxy之后，查看端口和相关进程。

```
netstat -tpln
```

```
[root@iZbp1ajyjlht1reyxsfu4xZ ~]# netstat -tpln
Active Internet connections (only servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State       PID/Program name
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN      826/sshd
tcp        0      0 0.0.0.0:4040            0.0.0.0:*               LISTEN      22767/mysql-proxy
tcp        0      0 0.0.0.0:4041            0.0.0.0:*               LISTEN      22767/mysql-proxy
```

```
ps -ef | grep mysql
```

```
[root@iZbp1ajyjlht1reyxsfu4xZ ~]# ps -ef | grep mysql
root     22767     1  0 10:59 ?        00:00:00 /alidata/mysql-proxy-0.8.5/libexec/mysql-proxy --
og-level=debug --log-file=/var/log/mysql-proxy.log --plugins=proxy -b 121.40.18.26:3306 -r 101.37.
6 --proxy-lua-script=/alidata/mysql-proxy-0.8.5/share/doc/mysql-proxy/rw-splitting.lua --plugins=
min-username=admin --admin-password=admin --admin-lua-script=/alidata/mysql-proxy-0.8.5/share/doc/
xy/admin.lua
root     22794 22602  0 11:02 pts/0    00:00:00 grep --color=auto mysql
```

测试读写分离

1.关闭从复制

```
stop slave;
```

2.MySQL-Proxy上操作，登录mysql-proxy后台管理。

```
mysql  -u  admin -padmin -P 4041 -h MySQL-Proxy-IP
select * from backends;                    #查看状态
```

```
MySQL [(none)]> select * from backends;
+-------------+--------------------+---------+------+------+-------------------+
| backend_ndx | address            | state   | type | uuid | connected_clients |
+-------------+--------------------+---------+------+------+-------------------+
|           1 | 121.40.18.26:3306  | unknown | rw   | NULL |                 0 |
|           2 | 101.37.36.20:3306  | unknown | ro   | NULL |                 0 |
+-------------+--------------------+---------+------+------+-------------------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

第一次连接，会连接到主库上。

```
mysql -umysql-proxy -p123456 -h 116.62.101.76 -P 4040
```

```
insert into testproxy.test1 values(3,'three');                    #新增一条数
```
据，由于测试需要，关闭了从复制，因此该数据在主库中存在，在从库中不存在

```
[root@iZbp1ajyjlht1reyxsfu4xZ ~]# mysql -umysql-proxy -p123456 -h 116.62.101.76 -P 4040
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 6
Server version: 5.7.17-log MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2016, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MySQL [(none)]> insert into testproxy.test1 values(3,'three');
Query OK, 1 row affected (0.03 sec)

MySQL [(none)]>
```

多开几个连接进行测试，当查询testproxy.test1表的数据显示是从库的数据时，读写分离成功。

```
mysql -umysql-proxy -p123456 -h 116.62.101.76 -P 4040
select * from testproxy.test1;
```

```
MySQL [(none)]> select * from testproxy.test1
    -> ;
+----+------+
| ID | name |
+----+------+
|  1 | one  |
|  2 | two  |
+----+------+
2 rows in set (0.00 sec)

MySQL [(none)]> insert into testproxy.test1 values(9,'nine')
    -> ;
Query OK, 1 row affected (0.02 sec)

MySQL [(none)]> select * from testproxy.test1
    -> ;
+----+------+
| ID | name |
+----+------+
|  1 | one  |
|  2 | two  |
+----+------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

4.3 为多台Windows实例配置语言偏好

本文使用公共镜像中的Windows Server 2016英语版操作系统为例，从Windows更新下载德语资源包，为多台实例设置德语语言偏好。创建使用德语和德语键盘设置的自定义镜像后，您可以使用该自定义镜像根据需要创建任意数量的实例。

背景信息

目前，阿里云ECS仅提供中文版和英文版的 Windows Server 镜像。如果要使用其他语言版本，如阿拉伯语、德语或俄语，可以按照本文设置和部署 ECS 实例。

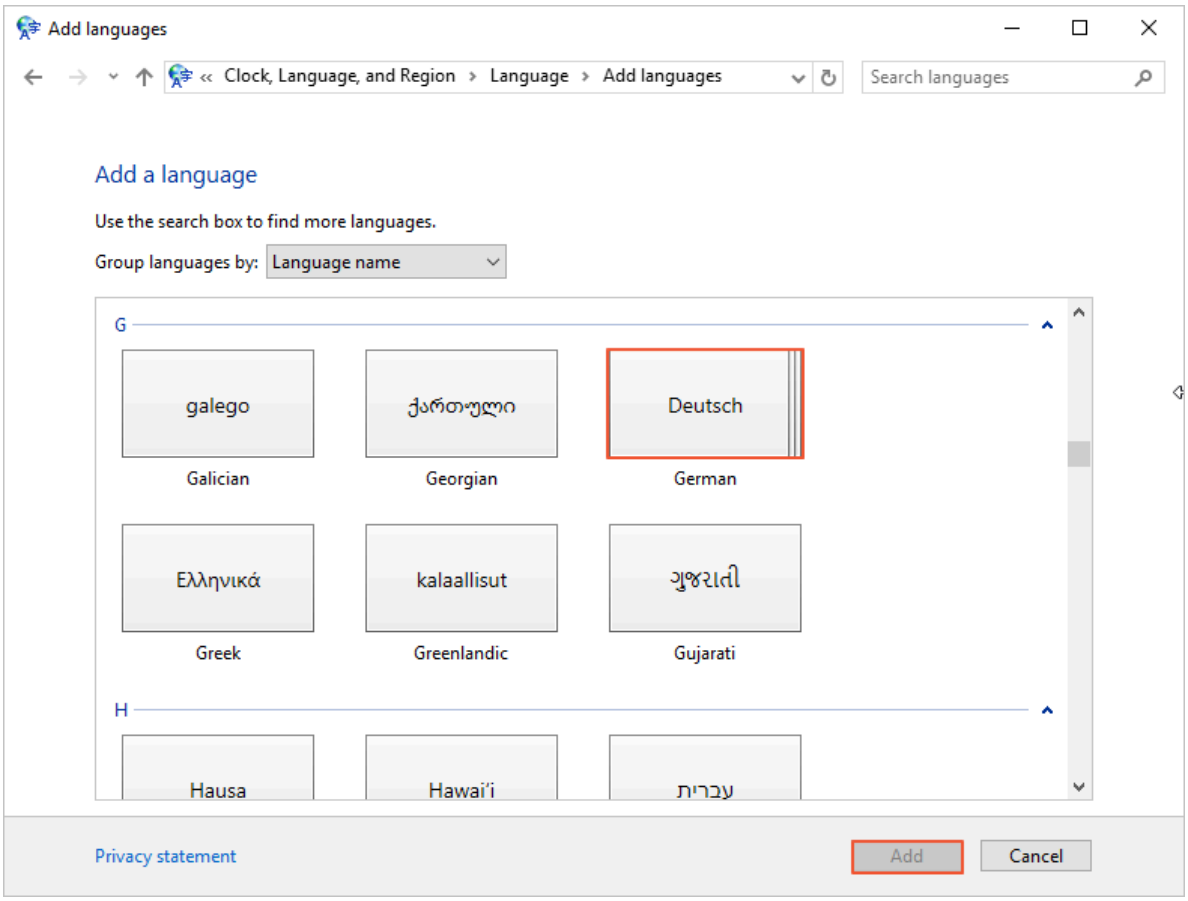
操作步骤

1. 连接到 *Windows* 实例。
2. 打开 PowerShell 模块。
3. 运行以下命令以临时禁用 WSUS。

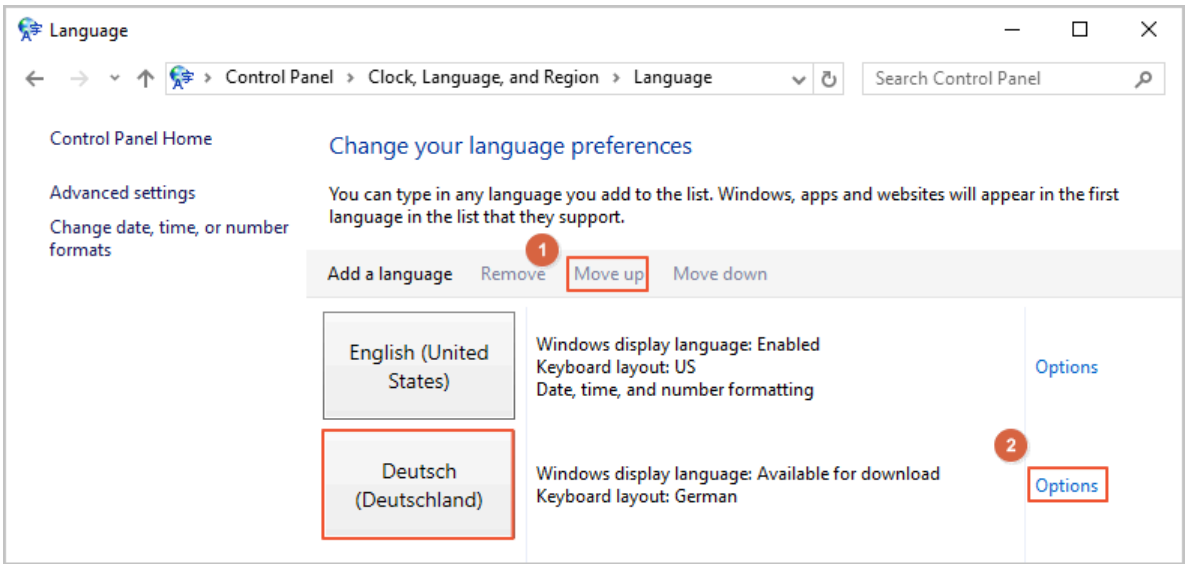
```
Set-ItemProperty -Path 'HKLM:\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows\
WindowsUpdate\AU' -Name UseWUServer -Value 0
Restart-Service -Name wuauserv
```

4. 找到控制面板，单击 Clock, Language, and Region > Language > Add a language。

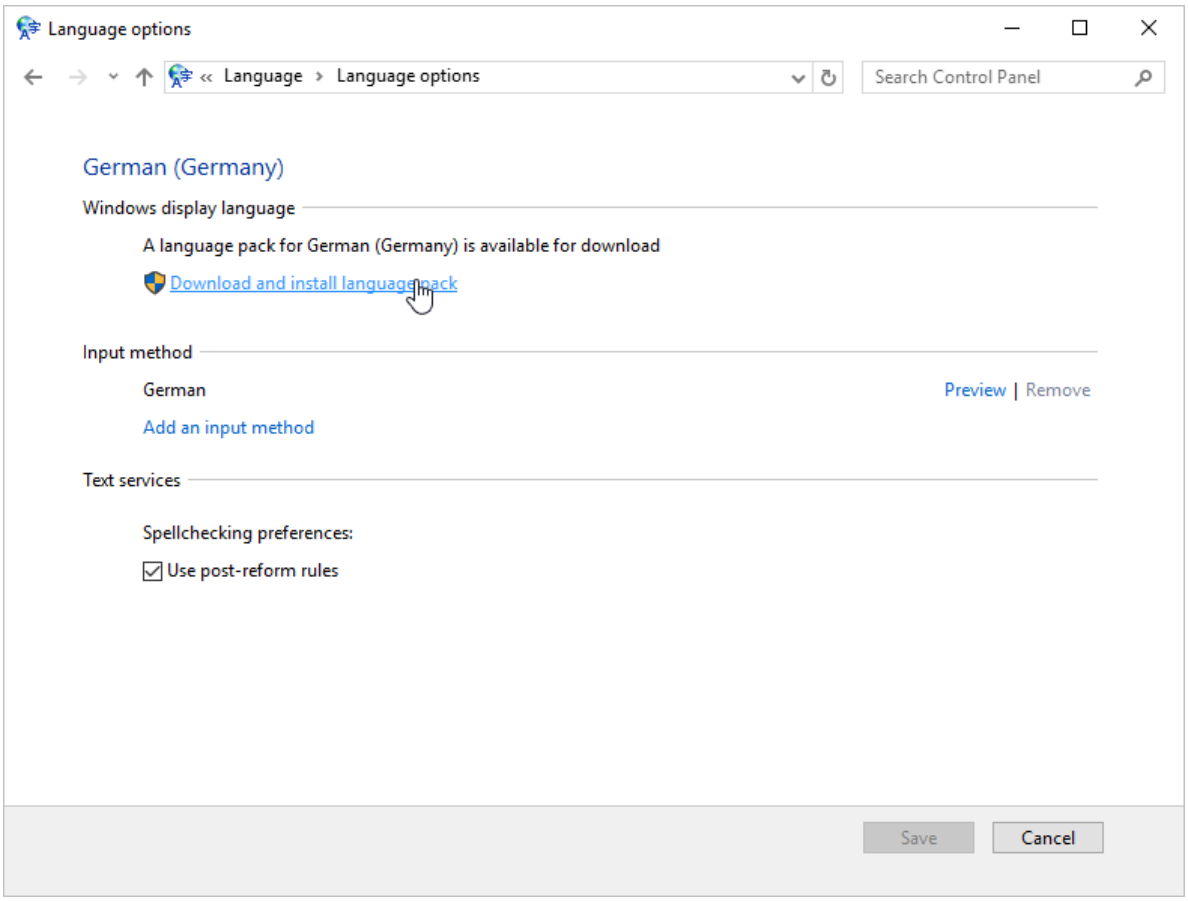
5. 在Add languages对话框中，选择一种语言，例如Deutsch (German) > Deutsch (Deutschland)，然后单击Add。

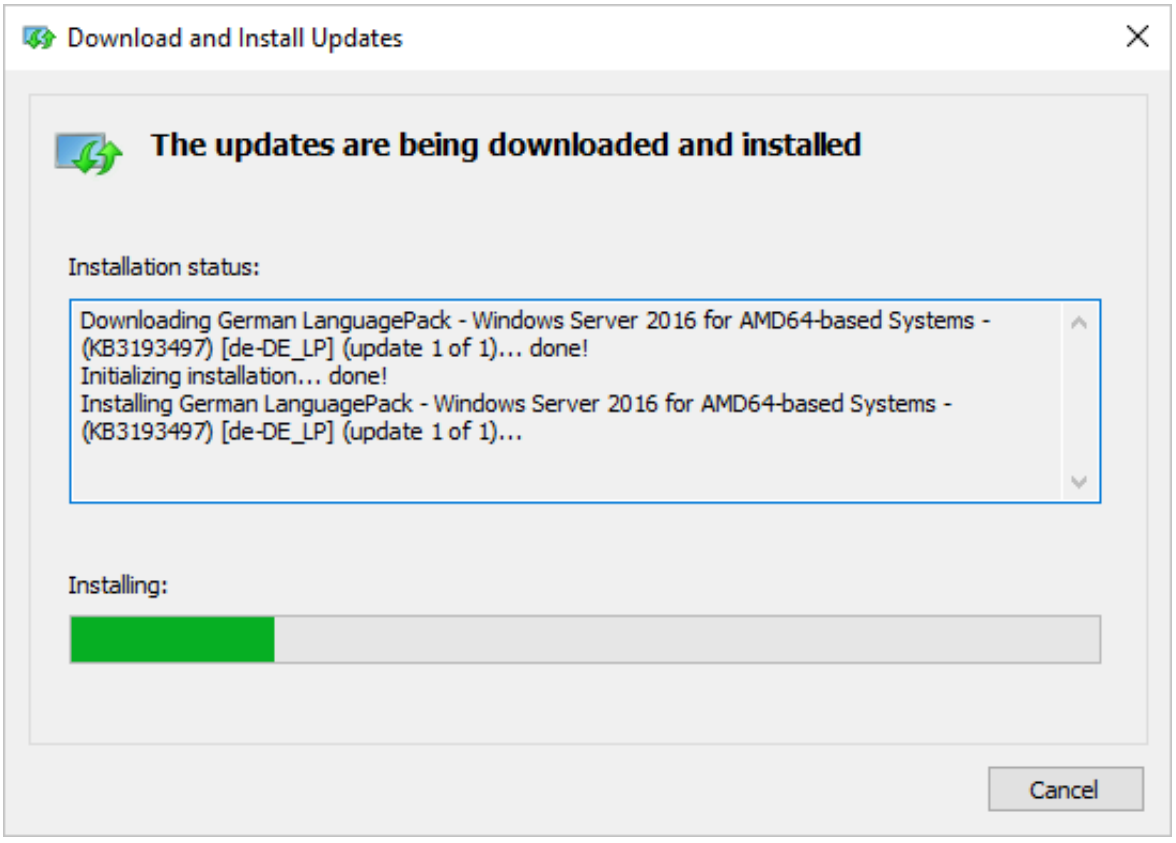


6. 选择语言，例如 Deutsch (Deutschland)，然后单击Move up以更改语言优先级。
7. 单击所选语言旁边的Options以在线检查语言更新。



8. 实例检查更新需等待大约 3 分钟。更新可供下载后，请单击Download and install language pack，然后等待安装完成。





9. 重新启动实例，显示语言会在下次登录时更改。
10. 再次 连接到 Windows 实例。显示语言现在为德语。
11. 打开 PowerShell ISE 模块，然后运行以下命令重新打开 WSUS。

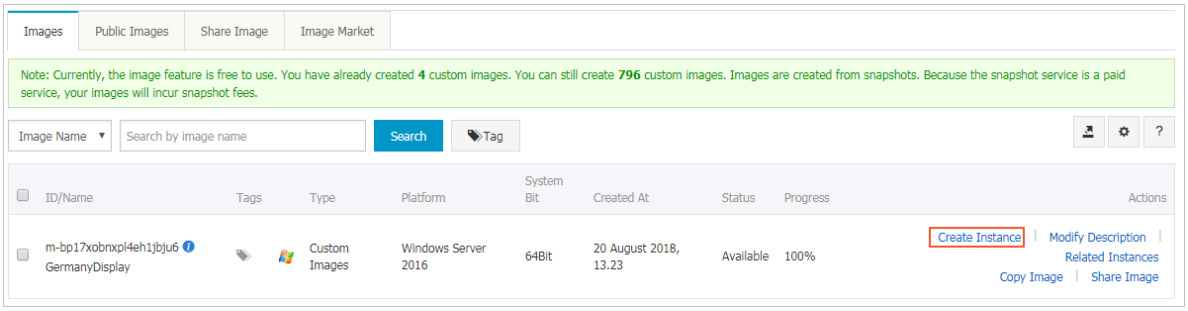
```
Set-ItemProperty -Path 'HKLM:\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows\
WindowsUpdate\AU' -Name UseWUServer -Value 1
Restart-Service -Name wuauserv
```

12. 打开Windows Update，检查安全更新，并重新安装配置语言设置之前已完成的所有安全更新。

后续操作

使用相同语言设置创建多台实例：

1. 登录ECS管理控制台。
2. 根据该Windows实例创建自定义镜像。
3. 通过自定义镜像创建指定数量的实例。

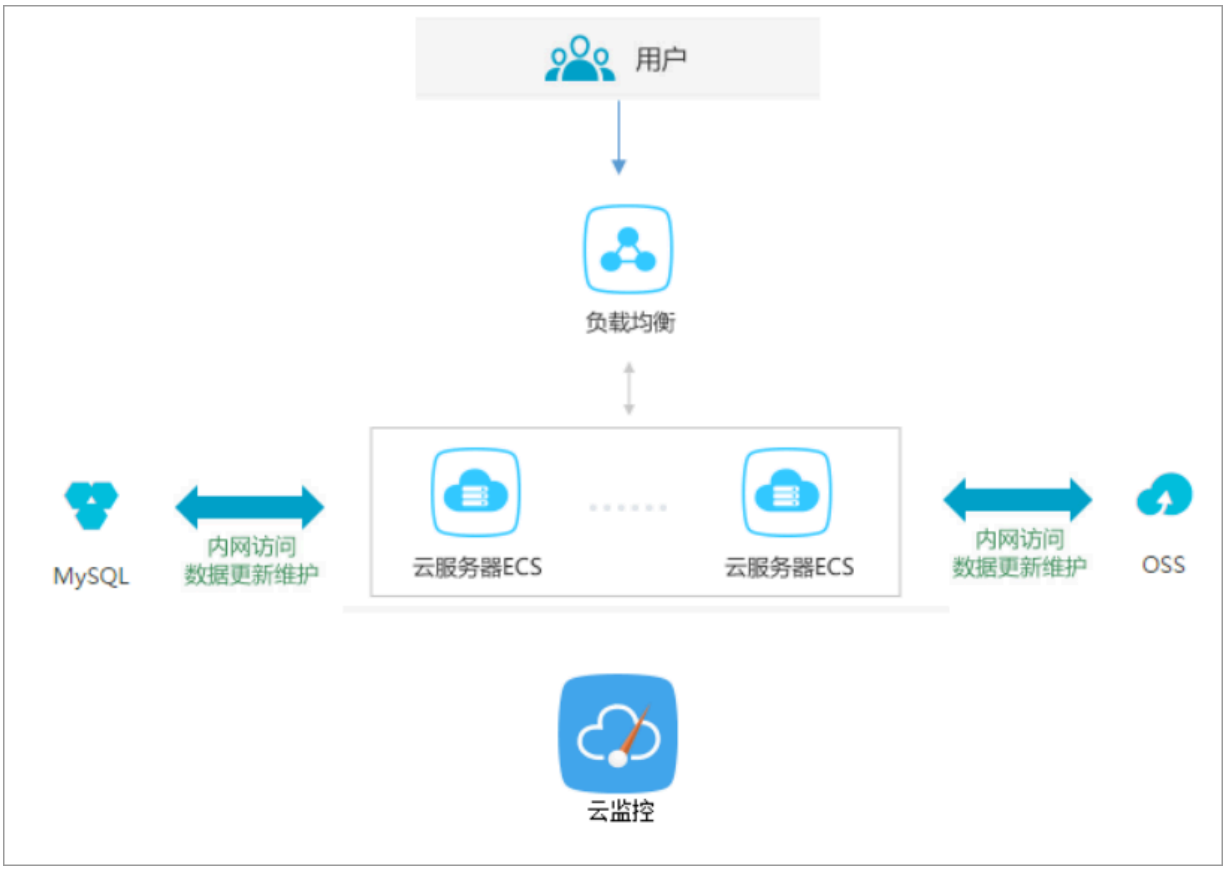


5 监控

5.1 使用云监控监控ECS实例

合理的监控设置能极大减轻云上业务的运维成本和压力。设置合理的监控可以让您实时了解系统业务的运行情况，并能帮助您提前发现问题，避免可能会出现的业务故障。同时，告警机制能让您在故障发生后第一时间发现问题，缩短故障处理时间，以便尽快恢复业务。

本文中以一个网站为示例，介绍如何配置使用云监控。本示例中，使用了ECS、RDS、OSS和负载均衡。



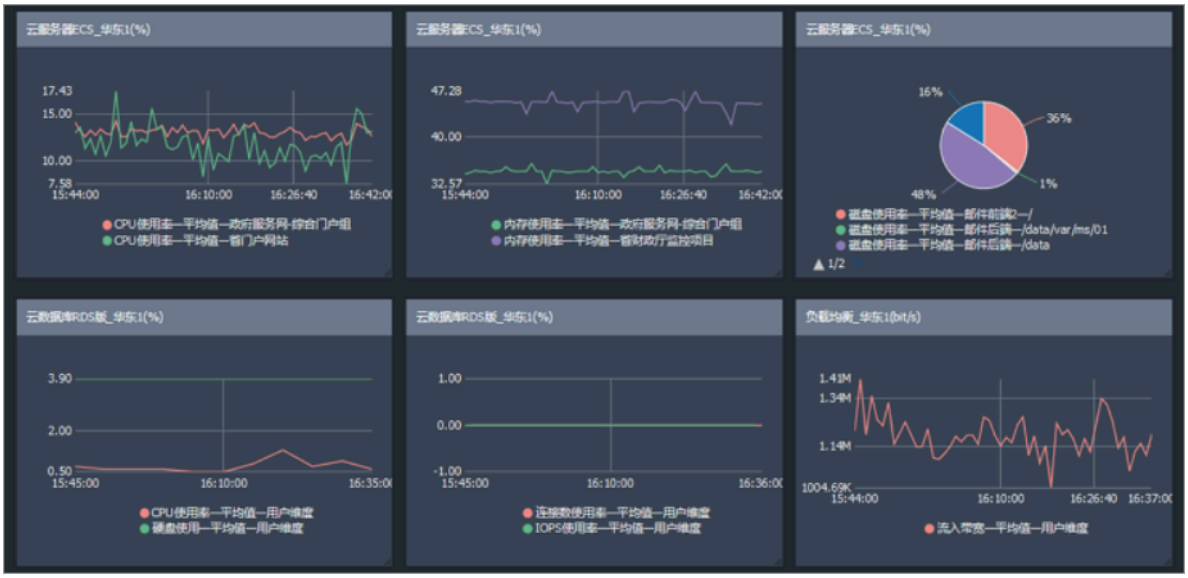
前提条件

在开始设置云监控前，您需要完成以下操作：

- 检查ECS监控插件运行情况，确保监控信息能够正常采集。如果安装失败需要手动安装，请参考云监控插件安装指南。
- 提前 添加报警联系人和联系组，建议设置至少2人以上的联系人，互为主备，以便及时响应监控告警。监控选项的设定，具体可参考 云服务资源使用概览和报警概览。

- 利用云监控的Dashboard功能，给您业务系统的云资源设置一个全局监控总览，可随时检查整个业务系统资源的健康状态。

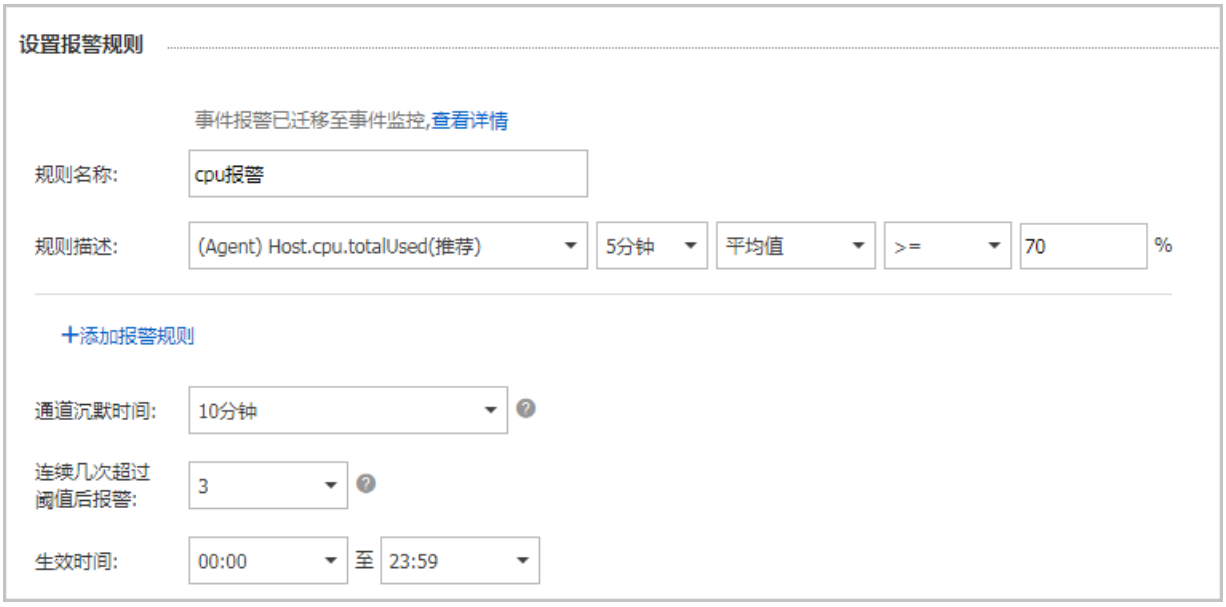
  为了更好地监控大屏展示效果，这里将ECS的CPU、内存、磁盘的使用率单独分组展示；将RDS的四项指标分两组展示。



设置报警阈值和报警规则

建议您根据实际业务情况设置各项监控指标的报警阈值。阈值太低会频繁触发报警，影响监控服务体验。阈值太高，在触发阈值后没有足够的预留时间来响应和处理告警。

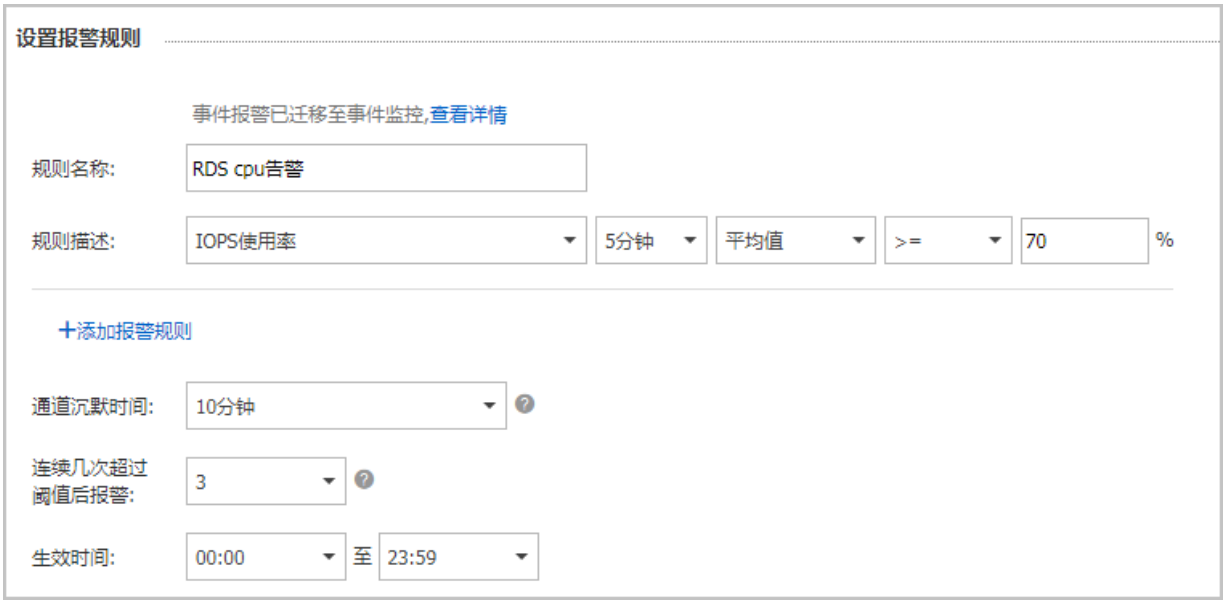
以CPU使用率为例，因为需要给服务器预留部分处理性能保障服务器正常运行，所以建议您将CPU告警阈值设置为70%，连续三次超过阈值后开始报警。



如果您还需要设置其他资源的报警规则，单击 添加报警规则，继续设置内存或磁盘的报警规则和报警通知人。示例：

设置RDS监控

建议将RDS的CPU使用率报警阈值设置为70%，连续三次超过阈值后开始报警。您可以根据实际情况设置硬盘使用率、IOPS使用率、连接数等其他 监控项。

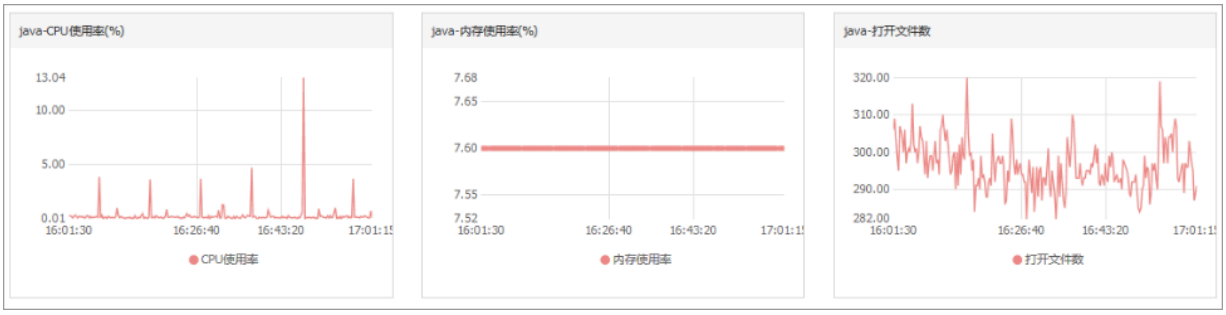


设置负载均衡监控

为了更好使用负载均衡的云监控服务，您需要先开启负载均衡的健康检查，将负载均衡带宽值的70%作为告警阈值，如下图所示。

设置进程监控

对于常见的web应用，设置 进程监控，不仅可以实时监控应用进程的运行情况，还有助于排查处理故障，下图是Java进程的相关监控示例。具体操作请参考 添加进程监控。



设置站点监控

在云服务器外层的监控服务，站点监控主要用于模拟真实用户访问情况，实时测试业务可用性，有助于排查处理故障。

如果以上监控选项不能满足您的实际业务监控需求，您可以使用 自定义监控。

6 借助于实例RAM角色访问其他云产品

以往部署在 ECS 实例中的应用程序如果需要访问阿里云其他云产品，您通常需要借助AccessKeyID 和 AccessKeySecret（下文简称 AK）来实现。AK 是您访问阿里云 API 的密钥，具有相应账号的完整权限。为了方便应用程序对 AK 的管理，您通常需要将 AK 保存在应用程序的配置文件中或以其他方式保存在 ECS 实例中，这在一定程度上增加了 AK 管理的复杂性，并且降低了 AK 的保密性。甚至，如果您需要实现多地域一致性部署，AK 会随着镜像以及使用镜像创建的实例扩散出去。这种情况下，当您需要更换 AK 时，您就需要逐台更新和重新部署实例和镜像。

现在借助于 ECS 实例 RAM 角色，您可以将*RAM角色*和 ECS 实例关联起来，实例内部的应用程序可以通过 STS 临时凭证访问其他云产品。其中 STS 临时凭证由系统自动生成和更新，应用程序可以使用指定的实例元数据URL 获取 STS 临时凭证，无需特别管理。同时借助于 RAM，通过对角色和授权策略的管理，您可以达到不同实例对不同云产品或相同云产品具有各自访问权限的目的。

本文以部署在 ECS 实例上的 Python 访问 OSS 为例，详细介绍了如何借助 ECS 实例 RAM 角色，使实例内部的应用程序可以使用 STS 临时凭证访问其他云产品。

> 说明:
> 为了方便您随本文样例快速入门，文档里所有操作均在*OpenAPI Explorer*完成。OpenAPI Explorer 通过已登录用户信息获取当前账号临时 AK，对当前账号发起线上资源操作，请谨慎操作。创建实例操作会产生费用。操作完成后请及时释放实例。

操作步骤

为了使 ECS 借助实例 RAM 角色，实现内部 Python 可以使用 STS 临时凭证访问 OSS，您需要完成以下步骤：

步骤 1. 创建 RAM 角色并配置授权策略

步骤 2. 指定 RAM 角色创建并设置 ECS 实例

步骤 3. 在实例内部访问实例元数据 URL 获取 STS 临时凭证

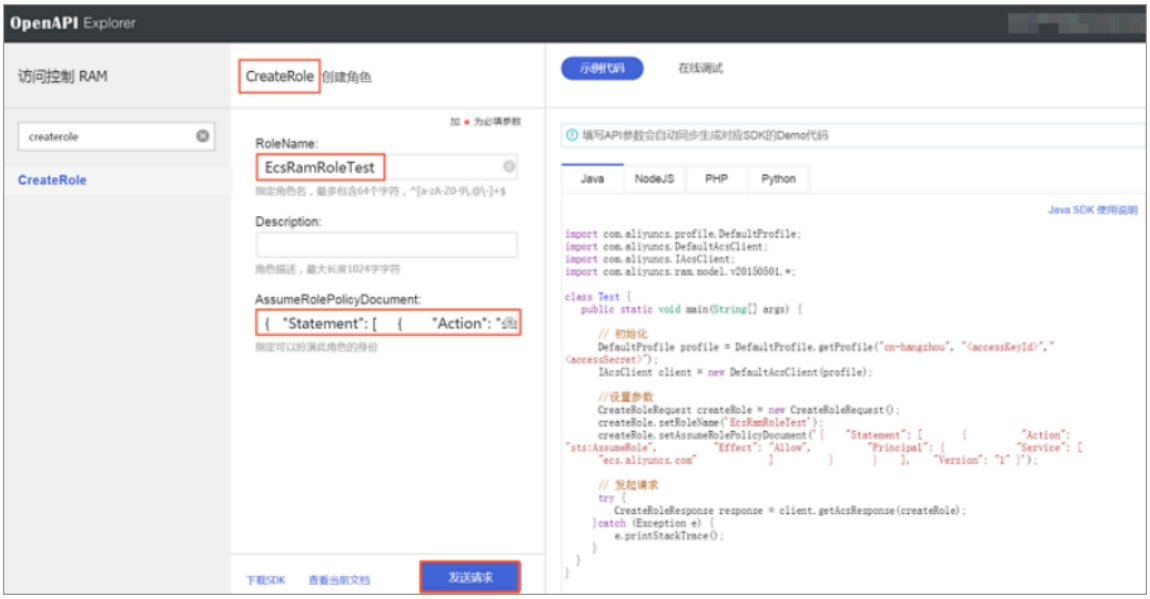
步骤 4. 基于临时凭证，使用 Python SDK 访问 OSS

步骤 1. 创建 RAM 角色并配置授权策略

按以下步骤创建 RAM 角色并配置授权策略。

1. 创建 RAM 角色。找到 OpenAPI Explorer RAM 产品下 CreateRole API。其中：
   - RoleName：设置角色的名称。根据自己的需要填写，本示例中为 EcsRamRoleTest。
   - AssumeRolePolicyDocument： 填写如下内容，表示该角色为一个服务角色，受信云服务（本示例中为 ECS）可以扮演该角色。

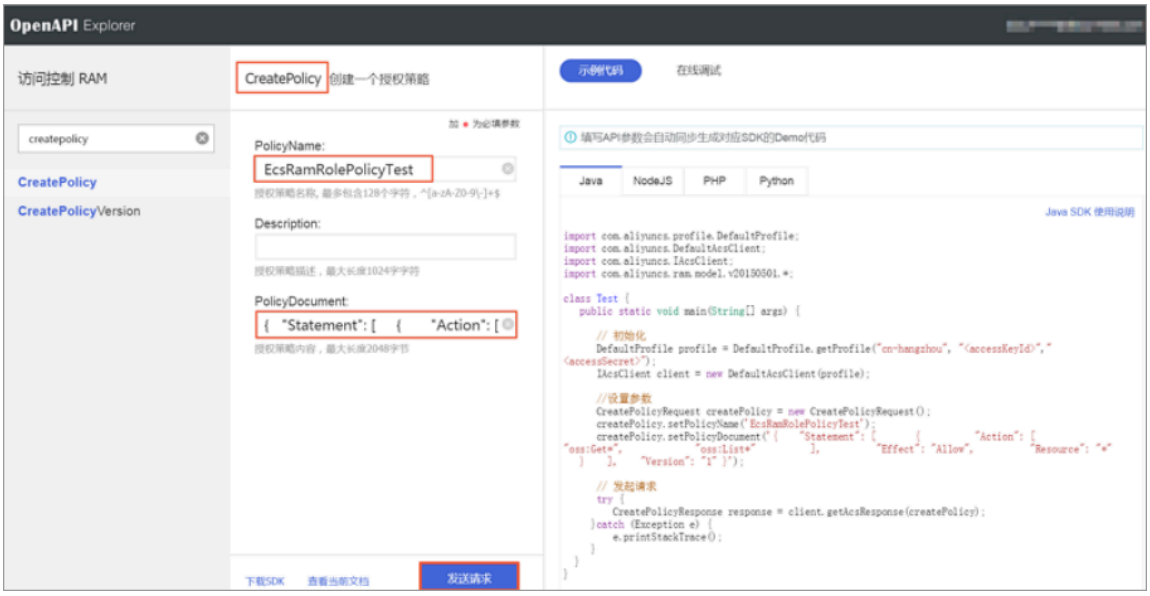
```
{
"Statement": [
{
"Action": "sts:AssumeRole",
"Effect": "Allow",
"Principal": {
  "Service": [
    "ecs.aliyuncs.com"
  ]
}
}
],
"Version": "1"
}
```



2. 创建授权策略。找到 OpenAPI Explorer RAM 产品下的 CreatePolicy API。其中：
   - PolicyName：设置授权策略的名称。本示例中为 EcsRamRolePolicyTest。
   - PolicyDocument：输入授权策略内容。本示例中填写如下内容，表示该角色具有 OSS 只读权限。

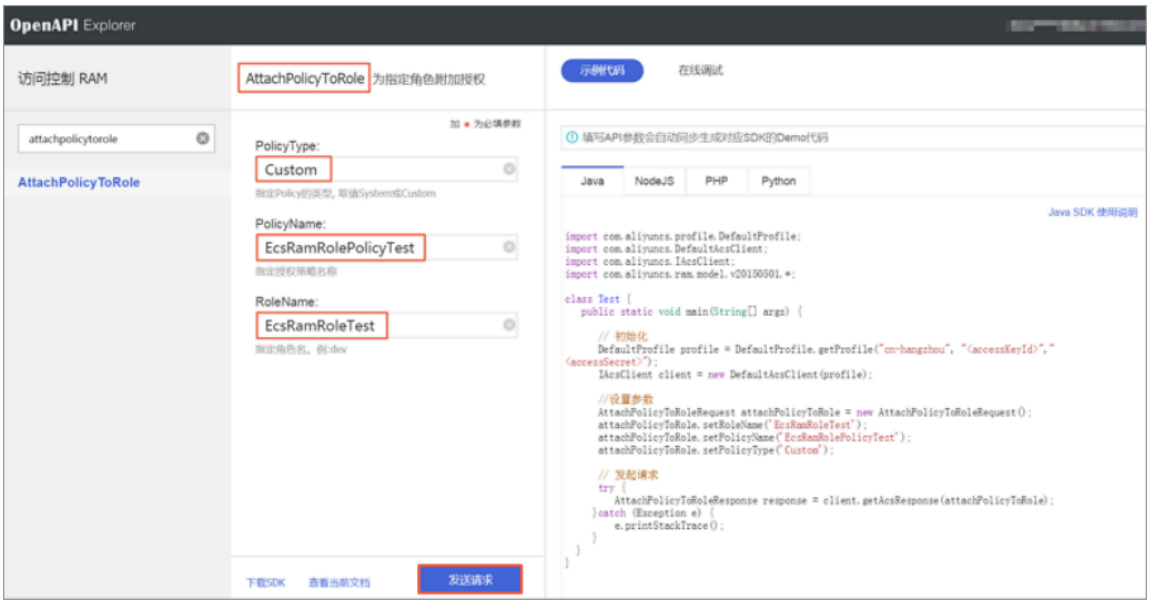
```
{
"Statement": [
{
"Action": [
  "oss:Get*",
  "oss:List*"
],
"Effect": "Allow",
"Resource": "*"
```

```
}
],
"Version": "1"
}
```



3. 为角色附加授权。找到 OpenAPI Explorer RAM 产品下 AttachPolicyToRole API。其中：

   - PolicyType：填写 Custom。
   - PolicyName：填写第 2 步创建的策略名称，如本示例中的 EcsRamRolePolicyTest。
   - RoleName：填写第 1 步创建的角色名称，如本示例中的 EcsRamRoleTest。



步骤 2. 为 ECS 实例指定 RAM 角色

您可以通过以下任一种方式为 ECS 实例指定 RAM 角色：

- **将实例 RAM 角色附加到一个已有的 VPC 类型ECS实例上**

- **指定 RAM 角色创建并设置 ECS 实例**

将实例 RAM 角色附加到一个已有的 VPC 类型ECS实例上

您可以使用 ECS 的 AttachInstanceRamRole API 附加实例 RAM 角色到已有的 VPC 类型 ECS 实例授权访问，设置信息如下：

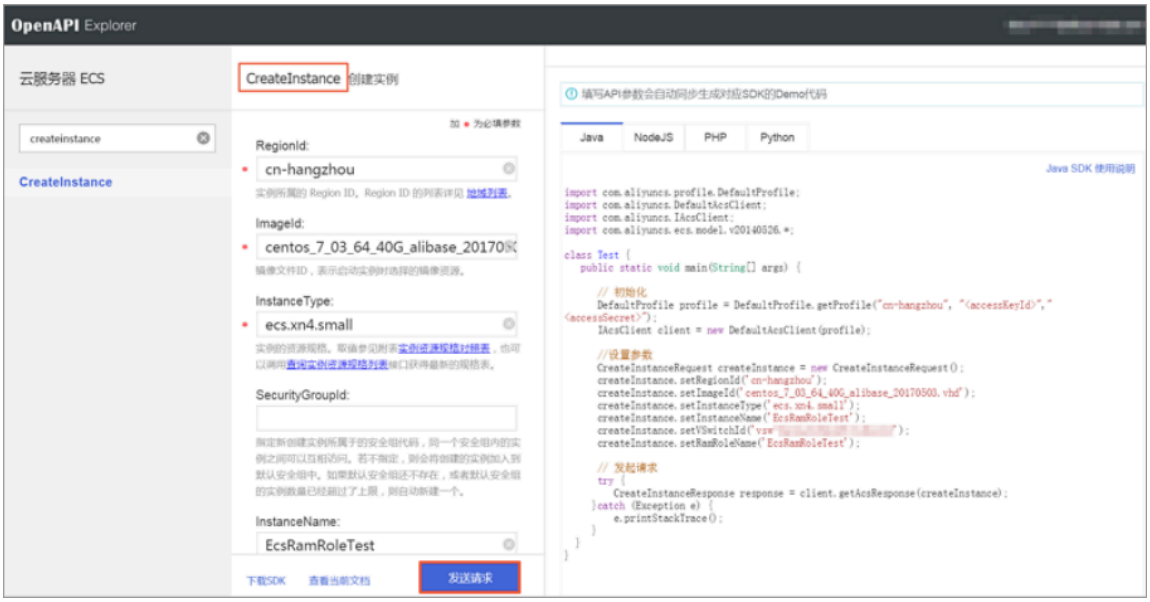
- `RegionId`：**为实例所在的地域 ID。**
- `RamRoleName`：**RAM 角色的名称。本示例中为** `EcsRamRoleTest`。
- `InstanceIds`：**需要附加实例 RAM 角色的 VPC 类型 ECS 实例 ID。本示例中为 ["i-bXXXXXXXX"]。**

指定 RAM 角色创建并设置 ECS 实例

按以下步骤指定 RAM 角色创建并设置 ECS 实例。

1. 创建实例。找到 OpenAPI Explorer ECS 产品下的 CreateInstance API，根据实际情况填写请求参数。必须填写的参数包括：

   - RegionId：实例所在地域。本示例中为 cn-hangzhou。
   - ImageId：实例的镜像。本示例中为 centos_7_03_64_40G_alibase_20170503.vhd。
   - InstanceType：实例的规格。本示例中为 ecs.xn4.small。
   - VSwitchId：实例所在的 VPC 虚拟交换机。因为 ECS 实例 RAM 角色目前只支持 VPC 类型 ECS 实例，所以 VSwitchId 是必需的。
   - RamRoleName：RAM 角色的名称。本示例中为 EcsRamRoleTest。



如果您希望授权子账号创建指定 RAM 角色的 ECS 实例，那么子账号除了拥有创建 ECS 实例的权限之外，还需要增加 PassRole 权限。所以，您需要创建一个如下所示的自定义授权策略并绑定到子账号上。如果是创建 ECS 实例，[ECS RAM Action] 可以是 `ecs:CreateInstance`，您也可以根据实际情况添加更多的权限。如果您需要为子账号授予所有 ECS 操作权限，[ECS RAM Action] 应该替换为 `ecs:*`。

```
{
"Statement": [
{
"Action": "[ECS RAM Action]",
"Resource": "*",
"Effect": "Allow"
},
{
"Action": "ram:PassRole",
"Resource": "*",
"Effect": "Allow"
],
"Version": "1"
```

```
}
```

2. 设置密码并启动实例。
3. 使用 API 或在控制台设置 ECS 实例能访问公网。

步骤 3. 在实例内部访问实例元数据 URL 获取 STS 临时凭证

按以下步骤获取实例的 STS 临时凭证。

说明:

STS 临时凭证失效前半小时会生成新的 STS 临时凭证，在这半小时内，新旧 STS 临时凭证均可使用。

1. 远程连接实例。
2. 访问 `http://100.100.100.200/latest/meta-data/ram/security-credentials/EcsRamRoleTest` 获取 STS 临时凭证。路径最后一部分是 RAM 角色名称，您应替换为自己的创建的 RAM 角色名称。

说明:

本示例中使用 `curl` 命令访问上述 URL。如果您使用的是 Windows ECS 实例，请参见实例元数据。

示例输出结果如下。

```
[root@local ~]# curl http://100.100.100.200/latest/meta-data/ram/
security-credentials/EcsRamRoleTest
{
"AccessKeyId" : "STS.J8XXXXXXXXX4",
"AccessKeySecret" : "9PjfXXXXXXXXBf2XAW",
"Expiration" : "2017-06-09T09:17:19Z",
"SecurityToken" : "CAIXXXXXXXXXXwmBkleCTkyI+",
"LastUpdated" : "2017-06-09T03:17:18Z",
"Code" : "Success"
}cess"
}
```

步骤 4. 基于临时凭证，使用 Python SDK 访问 OSS

本示例中，我们基于 STS 临时凭证使用 Python SDK 列举实例所在地域的某个 OSS 存储空间（Bucket）里的 10 个文件。

前提条件

您已经远程连接到 ECS 实例。

您的 ECS 实例已经安装了 Python。如果您用的是 Linux ECS 实例，必须安装 pip。

您在实例所在的地域已经创建了存储空间（Bucket），并已经获取 Bucket 的名称和 Endpoint。本示例中，Bucket 名称为 `ramroletest`，Endpoint 为 `oss-cn-hangzhou.aliyuncs.com`。

操作步骤

按以下步骤使用 Python SDK 访问 OSS。

1. 运行命令 `pip install oss2`，安装 OSS Python SDK。
2. 执行下述命令进行测试，其中：
   - `oss2.StsAuth` 中的 3 个参数分别对应于上述 URL 返回的 AccessKeyId、AccessKeySecret 和 SecurityToken。
   - `oss2.Bucket` 中后 2 个参数是 Bucket 的名称和 Endpoint。

```
import oss2
from itertools import islice
auth = oss2.StsAuth(<AccessKeyId>, <AccessKeySecret>, <SecurityToken
>)
bucket = oss2.Bucket(auth, <您的 Endpoint>, <您的 Bucket 名称>)
for b in islice(oss2.ObjectIterator(bucket), 10):
  print(b.key).key)
```

示例输出结果如下。

```
[root@local ~]# python
Python 2.7.5 (default, Nov  6 2016, 00:28:07)
[GCC 4.8.5 20150623 (Red Hat 4.8.5-11)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more informatio
n.
>>> import oss2
>>> from itertools import islice
>>> auth = oss2.StsAuth("STS.J8XXXXXXXXXX4", "9PjfXXXXXXXXXBf2XAW",
 "CAIXXXXXXXXXXXwmBkleCTkyI+")
>>> bucket = oss2.Bucket(auth, "oss-cn-hangzhou.aliyuncs.com", "
ramroletest")
>>> for b in islice(oss2.ObjectIterator(bucket), 10):
...     print(b.key)
...
ramroletest.txt
test.shh
```

7 GPU实例最佳实践

7.1 在gn5实例上部署NGC环境

本文以搭建TensorFlow深度学习框架为例详细介绍如何在gn5实例上搭建NGC环境。

背景信息

NGC（NVIDIA GPU CLOUD）是NVIDIA开发的一套深度学习生态系统，可以使开发者免费访问深度学习软件堆栈，建立适合深度学习的开发环境。

目前NGC在阿里云gn5实例作了全面部署，并且在镜像市场提供了针对NVIDIA Pascal GPU优化的NGC容器镜像。通过部署镜像市场的NGC容器镜像，开发者能简单快速地搭建NGC容器环境，即时访问优化后的深度学习框架，大大缩减产品开发以及业务部署的时间，实现开发环境的预安装；同时支持调优后的算法框架，并且保持持续更新。

NGC网站 提供了目前主流深度学习框架不同版本的镜像（比如Caffe、Caffe2、CNTK、MxNet、TensorFlow、Theano、Torch），您可以选择需要的镜像搭建环境。

前提条件

在开始搭建TensorFlow环境之前，必须先完成以下工作：

- 注册阿里云账号，并完成 实名认证 。
- 登录 *NGC网站*，注册NGC账号。
- 登录 *NGC网站*，获取NGC API key并保存到本地。登录NGC容器环境时需要验证您的NGC API Key。

操作步骤

1. 创建gn5实例。参考 创建ECS实例 创建一台gn5实例，注意以下配置信息：
   - 地域：只能选择 华北1、华北2、华北5、华东1、华东2、华南1、香港、亚太东南1（新加坡）、亚太东南2（悉尼）、美国西部1（硅谷）、美国东部1（弗吉尼亚）、欧洲中部1（法兰克福）。
   - 实例：选择gn5实例规格。
   - 镜像：单击 镜像市场，在弹出对话框里，找到 NVIDIA GPU Cloud VM Image 后，单击 使用。

   - 公网带宽：选择 分配公网IP地址。

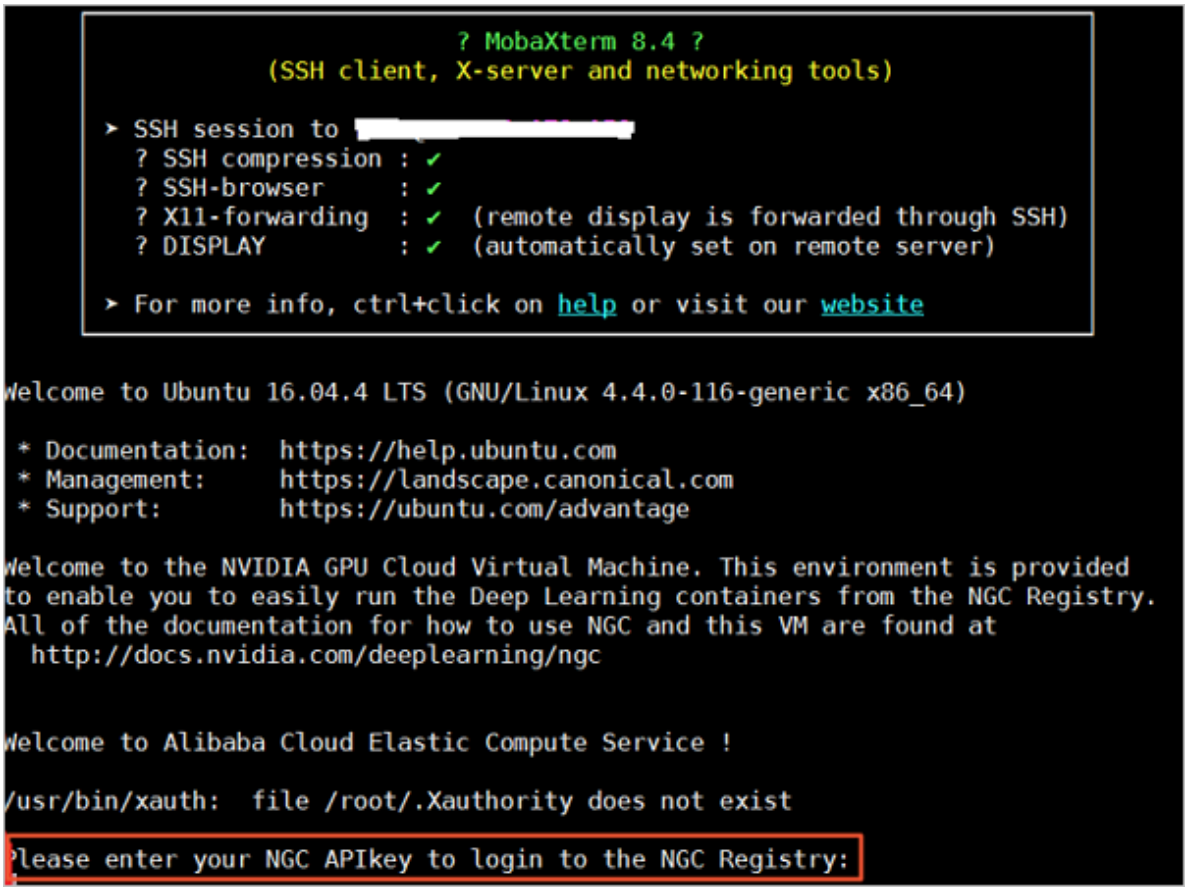
> 说明：
> 如果这里不分配公网IP地址，则在实例创建成功后，绑定EIP地址。

   - 安全组：选择一个安全组。安全组里必须开放 TCP 22 端口。如果您的实例需要支持HTTPS或 DIGITS 6 服务，必须开放TCP 443（用于HTTPS）或TCP 5000（用于DIGITS 6）端口。

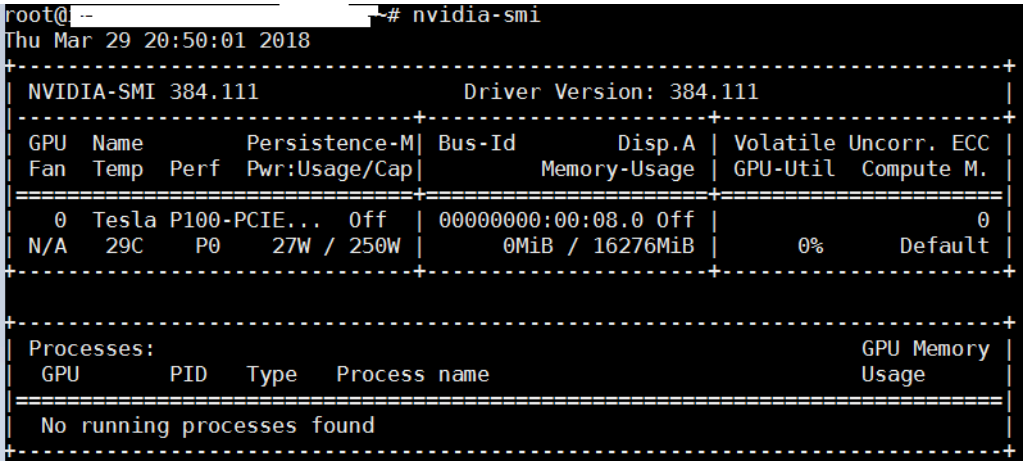
   ECS实例创建成功后，登录ECS管理控制台，记录实例的公网IP地址。

2. 连接ECS实例：根据创建实例时选择的登录凭证，使用密码验证连接ECS实例 或者 使用SSH密钥对验证连接ECS实例 。

3. 按界面提示输入NGC官网获取的NGC API Key后按回车键，即可登录NGC容器环境。

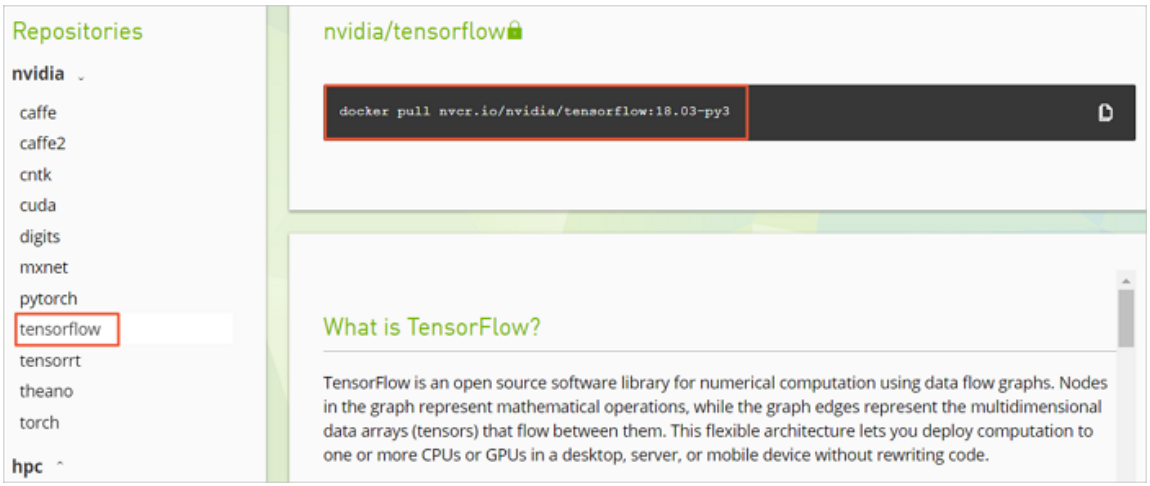


4. 运行 `nvidia-smi`。您能查看当前GPU的信息，包括GPU型号、驱动版本等，如下图所示。



5. 按以下步骤搭建TensorFlow环境：

   a. 登录 NGC网站，找到TensorFlow镜像页面，获取 `docker pull` 命令。



   b. 下载TensorFlow镜像。

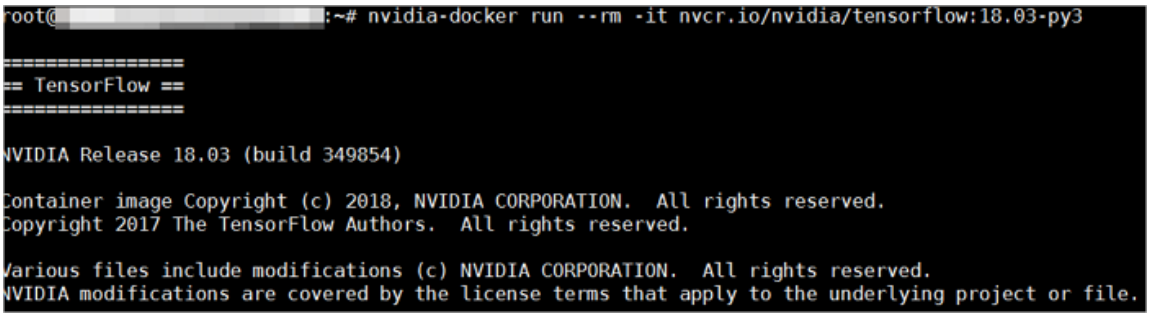
```
docker pull nvcr.io/nvidia/tensorflow:18.03-py3
```

   c. 查看下载的镜像。

```
docker image ls
```

   d. 运行容器，完成TensorFlow开发环境的部署。

```
nvidia-docker run --rm -it nvcr.io/nvidia/tensorflow:18.03-py3
```



6. 选择以下任一种方式测试TensorFlow：

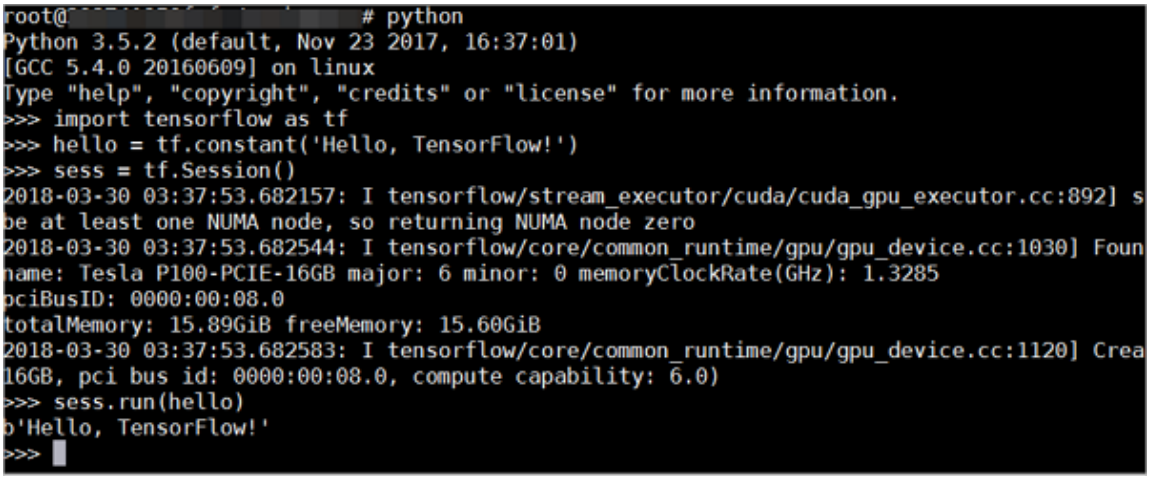
   · 简单测试TensorFlow。

```
$python
```

```
>>> import tensorflow as tf
>>> hello = tf.constant('Hello, TensorFlow!')
>>> sess = tf.Session()
```

```
>>> sess.run(hello)
```

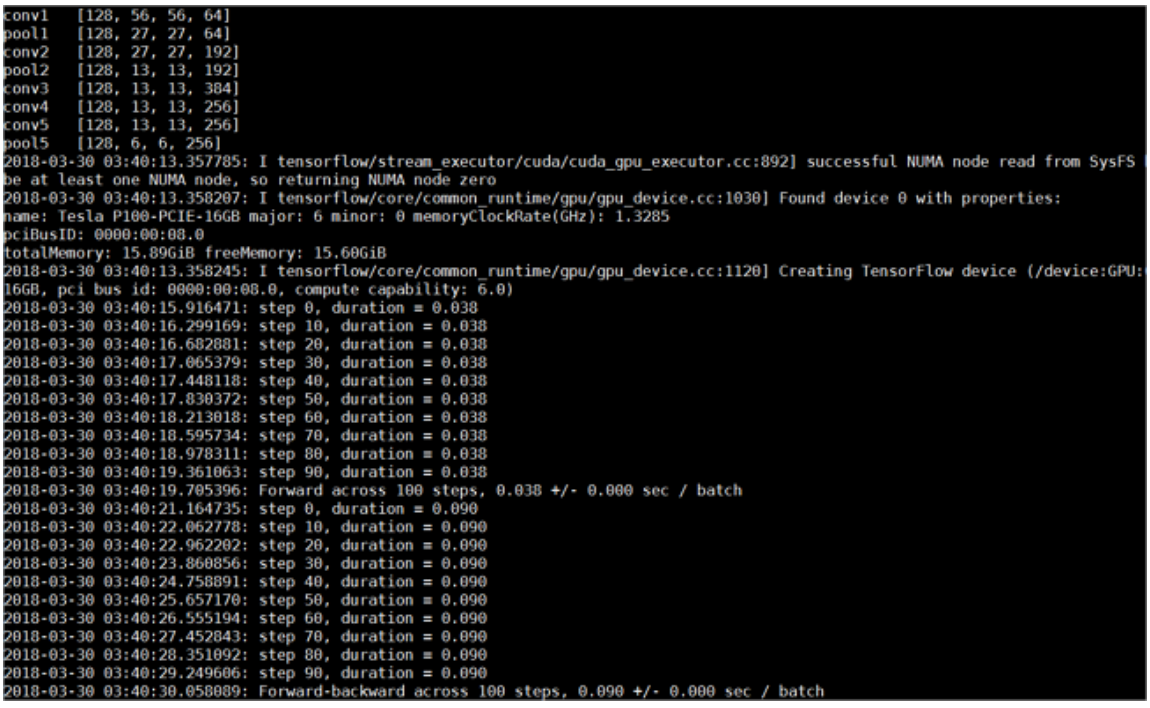
如果TensorFlow正确加载了GPU设备，返回结果如下图所示。



- 下载TensorFlow模型并测试TensorFlow。

```
git clone https://github.com/tensorflow/models.git
cd models/tutorials/image/alexnet
python alexnet_benchmark.py --batch_size 128 --num_batches 100
```

运行状态如下图所示。



7. 保存TensorFlow镜像的修改。否则，下次登录时配置会丢失。

7.2 在GPU实例上使用RAPIDS加速机器学习任务

本文介绍了如何在GPU实例上基于NGC环境使用RAPIDS加速库，加速数据科学和机器学习任务，提高计算资源的使用效率。

背景信息

RAPIDS，全称Real-time Acceleration Platform for Integrated Data Science，是NVIDIA针对数据科学和机器学习推出的GPU加速库。更多RAPIDS信息请参见官方网站。

NGC，全称NVIDIA GPU CLOUD，是NVIDIA推出的一套深度学习生态系统，供开发者免费访问深度学习和机器学习软件堆栈，快速搭建相应的开发环境。NGC网站提供了RAPIDS的Docker镜像，预装了相关的开发环境。

JupyterLab是一套交互式的开发环境，帮助您高效地浏览、编辑和执行服务器上的代码文件。

Dask是一款轻量级大数据框架，可以提升并行计算效率。

本文提供了一套基于NVIDIA的RAPIDS Demo代码及数据集修改的示例代码，演示了在GPU实例上使用RAPIDS加速一个从ETL到ML Training端到端任务的过程。其中，ETL时使用RAPIDS的cuDF，ML Training时使用XGBoost。本文示例代码基于轻量级大数据框架Dask运行，为一套单机运行的代码。

> 说明:
> NVIDIA官方RAPIDS Demo代码请参见Mortgage Demo。

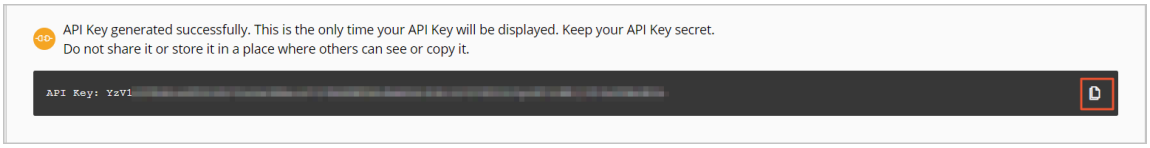
前提条件

- 注册阿里云账号并完成实名认证，请参见阿里云账号注册流程和 个人实名认证 。
- 在NGC注册页面注册NGC账号。
- 获取NGC API Key。
  1. 登录NGC网站。
  2. 前往CONFIGURATION，单击Get API Key。
  3. 单击Generate API Key。
  4. 在Generate a New API Key中，单击Confirm。

> 说明:

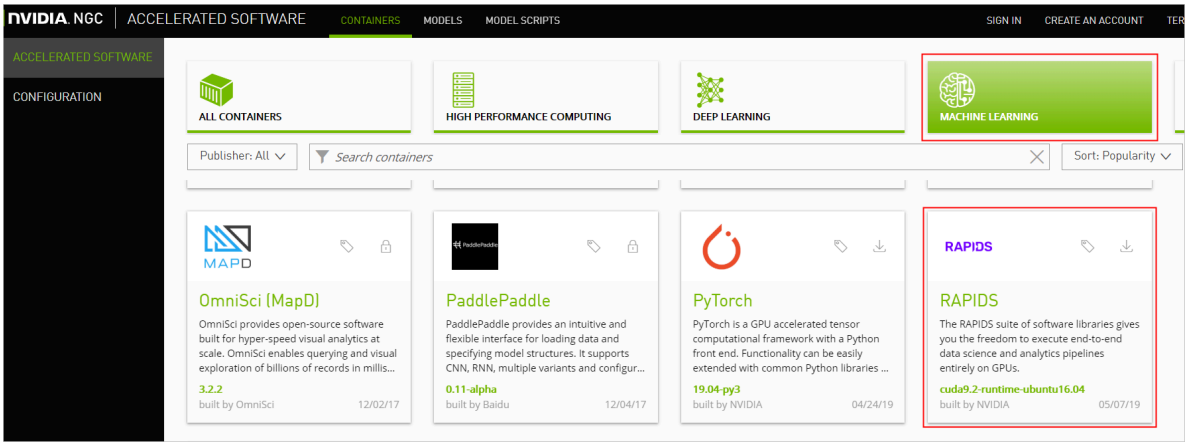
> 新的NGC API Key会覆盖旧的NGC API Key。如果您已持有NGC API Key，请确保不再需要旧的NGC API Key。

5. 复制API Key并保存到本地。



步骤一：获取RAPIDS镜像下载命令

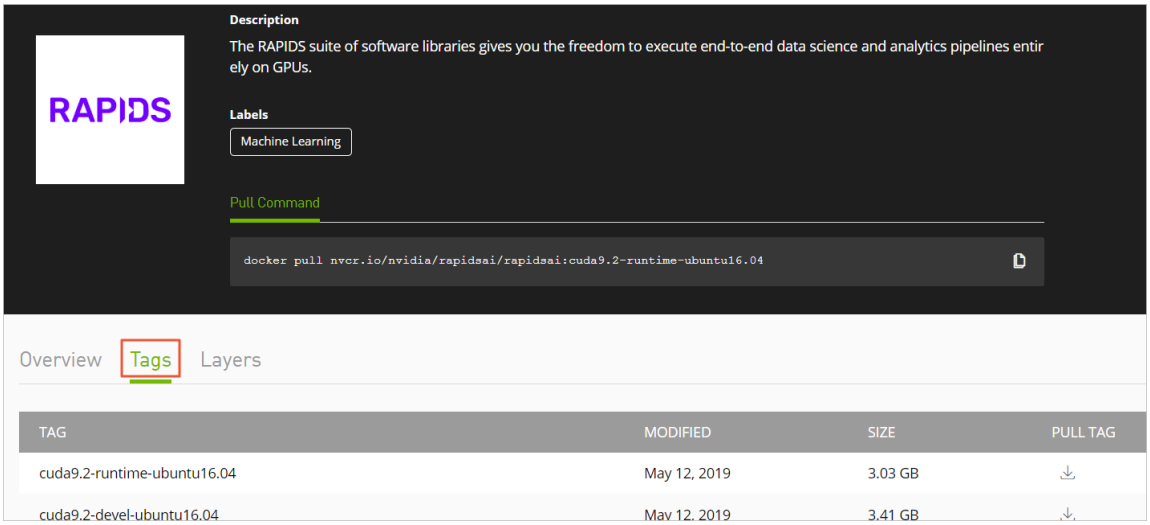
1. 登录NGC网站。
2. 打开MACHINE LEARNING页面，单击RAPIDS镜像。



3. 获取docker pull命令。

   本文示例代码基于RAPIDS 0.6版本镜像编写，因此在运行本示例代码时，使用Tag为0.6版本的镜像。实际操作时，请选择您匹配的版本。

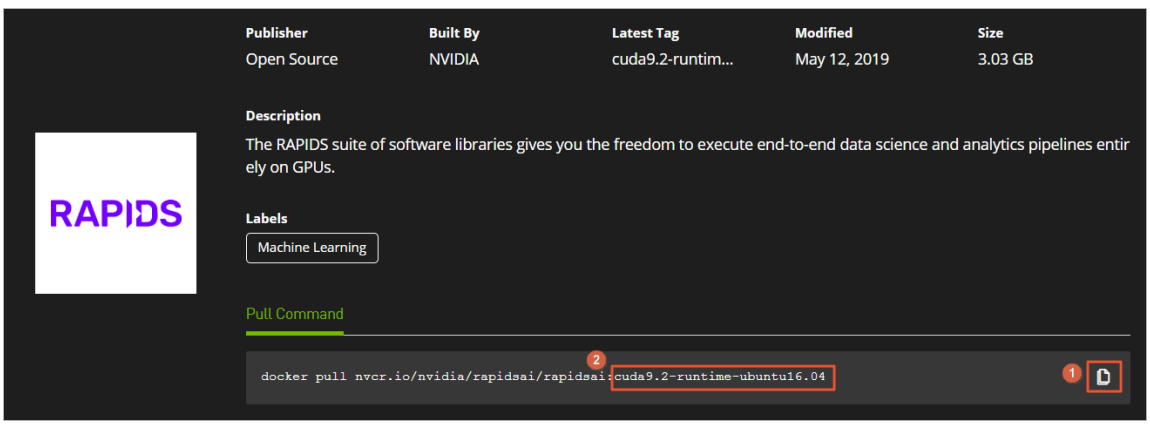
   a. 选择Tags页签。



   b. 找到并复制Tag信息。本示例中，选择`0.6-cuda10.0-runtime-ubuntu16.04-gcc5-py3.6`。

   c. 返回页面顶部，复制Pull Command中的命令到文本编辑器，将镜像版本替换为对应的Tag信息，并保存。 本示例中，将`cuda9.2-runtime-ubuntu16.04`替换为`0.6-cuda10.0-runtime-ubuntu16.04-gcc5-py3.6`。

   保存的docker pull命令用于在步骤二中下载RAPIDS镜像。

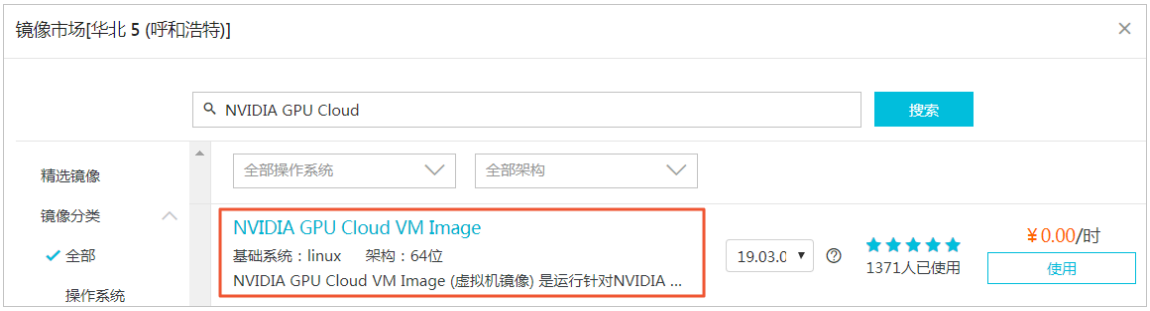


步骤二：部署RAPIDS环境

1. 创建一台GPU实例。

   详细步骤请参见创建ECS实例。

   - 实例：RAPIDS仅适用于特定的GPU型号（采用NVIDIA Pascal及以上架构），因此您需要选择GPU型号符合要求的实例规格，目前有gn6i、gn6v、gn5和gn5i，详细的GPU型号请参见实例规格族。建议您选择显存更大的gn6i、gn6v或gn5实例。本示例中，选用了显存为16 GB的GPU实例。
   - 镜像：在镜像市场中搜索并使用`NVIDIA GPU Cloud VM Image`。

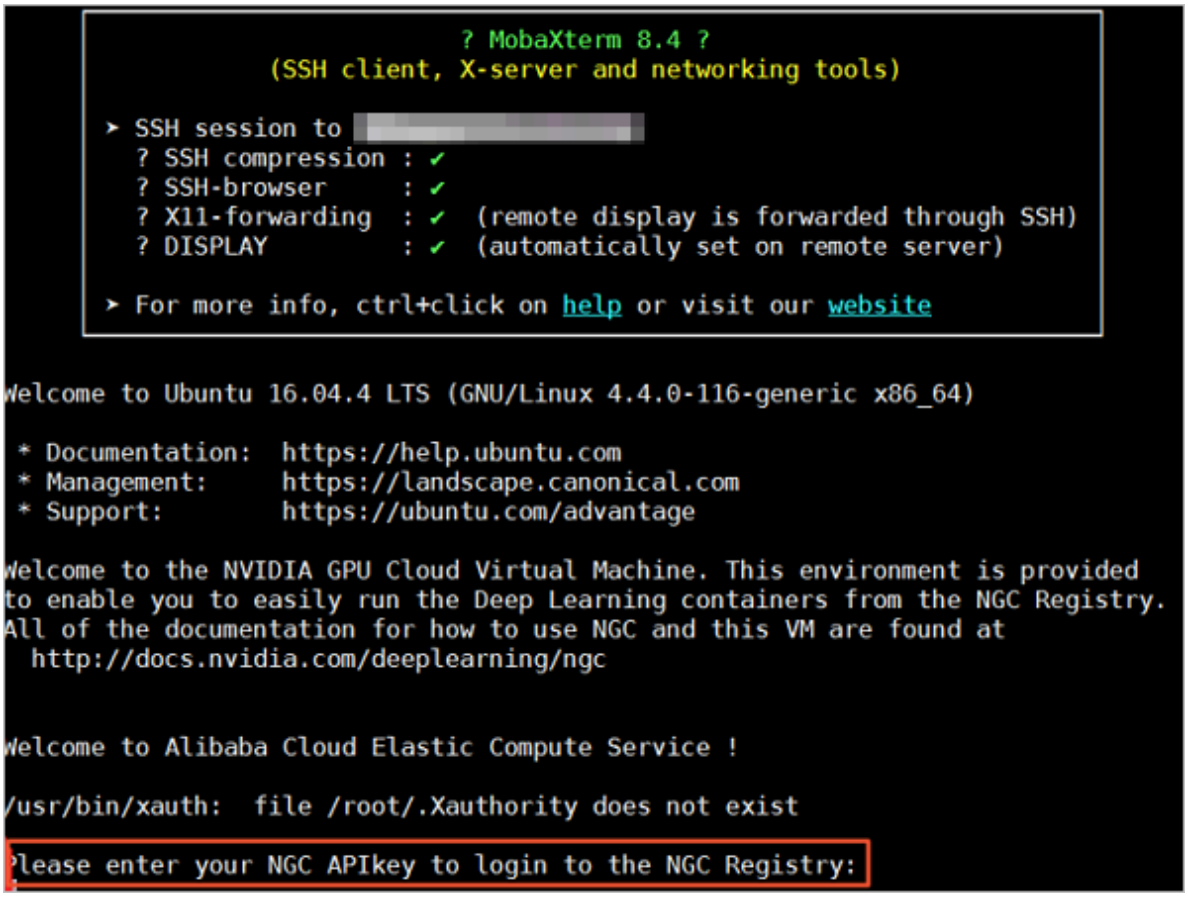
     

   - 公网带宽：选择分配公网IPv4地址或者在实例创建成功后绑定EIP地址。
   - 安全组：选择的安全组需要开放以下端口：
     - TCP 22 端口，用于SSH登录
     - TCP 8888端口，用于支持访问JupyterLab服务
     - TCP 8787端口、TCP 8786端口，用于支持访问Dask服务

2. 连接GPU实例。

   连接方式请参见连接Linux实例。

3. 输入NGC API Key后按回车键，登录NGC容器环境。



4. （可选）运行nvidia-smi查看GPU型号、GPU驱动版本等GPU信息。

   建议您了解GPU信息，预判规避潜在问题。例如，如果NGC的驱动版本太低，新Docker镜像版本可能会不支持。

5. 运行在步骤一中获取的docker pull命令下载RAPIDS镜像。

```
docker pull nvcr.io/nvidia/rapidsai/rapidsai:0.6-cuda10.0-runtime-ubuntu16.04-gcc5-py3.6
```

6. （可选）查看下载的镜像。

   建议您查看Docker镜像信息，确保下载了正确的镜像。

```
docker images
```

7. 运行容器部署RAPIDS环境。

```
docker run --runtime=nvidia \
        --rm -it \
        -p 8888:8888 \
        -p 8787:8787 \
        -p 8786:8786 \
```

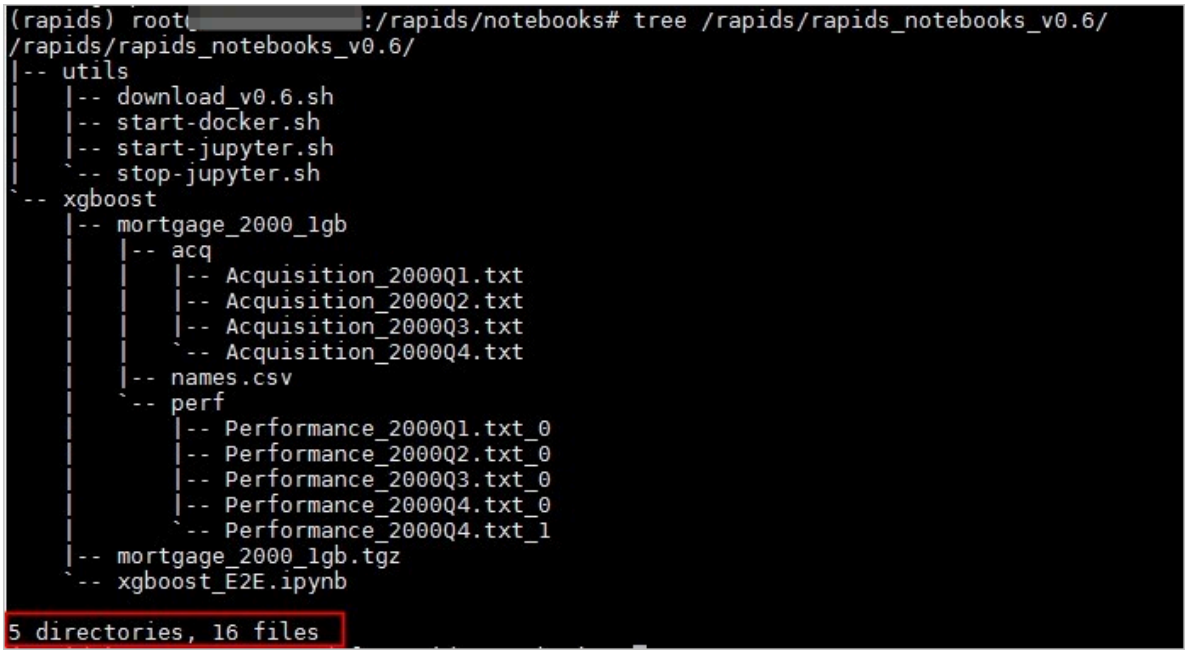
```
        nvcr.io/nvidia/rapidsai/rapidsai:0.6-cuda10.0-runtime-
ubuntu16.04-gcc5-py3.6
```

步骤三：运行RAPIDS Demo

1. **在GPU实例上下载数据集和Demo文件。**

```
# 获取apt源地址并下载脚本（脚本功能：下载训练数据、notebook、utils）
$ source_address=$(curl http://100.100.100.200/latest/meta-data/
source-address|head -n 1)
$ source_address="${source_address}/opsx/ecs/linux/binary/machine_le
arning/"
$ wget $source_address/rapids_notebooks_v0.6/utils/download_v0.6.sh
# 执行下载脚本
$ sh ./download_v0.6.sh
# 切换到下载目录查看下载文件
$ apt update
$ apt install tree
$ tree /rapids/rapids_notebooks_v0.6/
```

下载成功后的文件结构如下图，共5个文件夹、16个文件：



2. **在GPU实例上启动JupyterLab服务。**

   推荐直接使用命令启动。

```
# 切换到工作目录
$ cd /rapids/rapids_notebooks_v0.6/xgboost
# 启动jupyter-lab，直接使用命令启动，并设置登录密码
$ jupyter-lab --allow-root --ip=0.0.0.0 --no-browser --NotebookApp.
token='登录密码'
# 退出
```

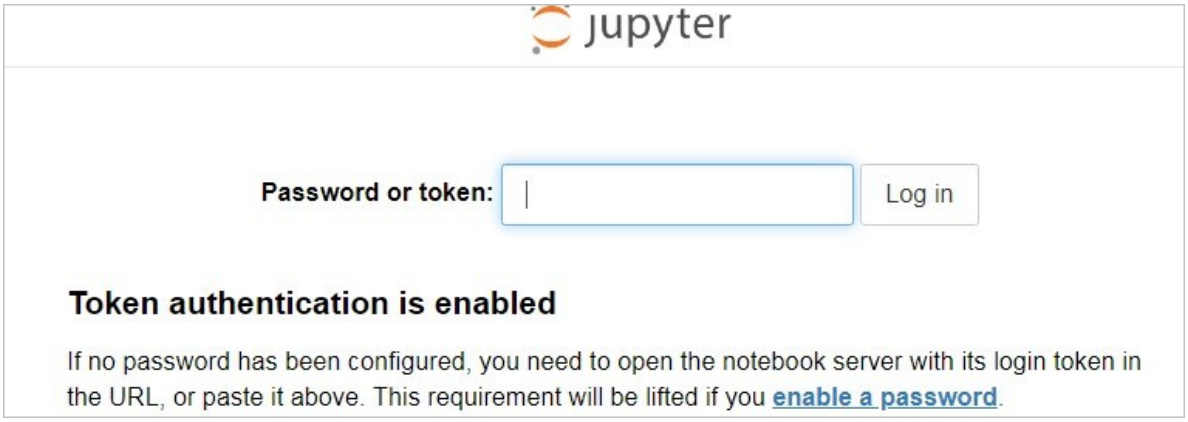
```
$ sh ../utils/stop-jupyter.sh
```

- 除使用命令外，您也可以执行脚本`$ sh ../utils/start-jupyter.sh`启动jupyter-lab，此时无法设置登录密码。
- 您也可以连续按两次`Ctrl+C`退出。

3. 打开浏览器，在地址栏输入`http://您的GPU实例IP地址:8888`远程访问JupyterLab 。

> **说明:**
> 推荐使用Chrome浏览器。

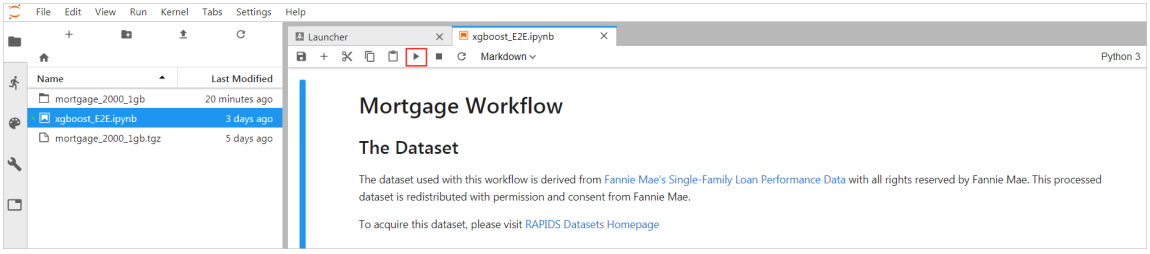
如果您在启动JupyterLab服务时设置了登录密码，会跳转到密码输入界面。



4. 运行NoteBook代码。

该案例是一个抵押贷款回归的任务，详细信息请参见代码执行过程。登录成功后，可以看到NoteBook代码的代码包括以下内容：

- *mortgage_2000_1gb*文件夹：存储解压后的训练数据。该文件夹下包含：acq文件夹、perf文件夹和names.csv文件。
- *xgboost_E2E.ipynb*文件： XGBoost Demo文件。双击文件可以查看文件详情，单击下图中的执行按钮可以逐步执行代码，每次执行一个Cell。



- *mortgage_2000_1gb.tgz*文件： 2000年的抵押贷款回归训练数据（1G分割的perf文件夹下的文件不会大于1G，使用1G分割的数据可以更有效的利用GPU显存）。

代码执行过程

该案例基于XGBoost演示了数据预处理到训练的端到端的过程，主要分为三个阶段：

- ETL（Extract-Transform-Load）：主要在GPU实例上进行。将业务系统的数据经过抽取、清洗转换之后加载到数据仓库。
- Data Conversion：在GPU实例上进行。将在ETL阶段处理过的数据转换为用于XGBoost训练的DMatrix格式。
- ML-Training：默认在GPU实例上进行。使用XGBoost训练梯度提升决策树 。

NoteBook代码的执行过程如下：

1. 准备数据集。

   本案例的Shell脚本会默认下载2000年的抵押贷款回归训练数据（*mortgage_2000_1gb.tgz*），并解压到*mortgage_2000_1gb*文件夹。

   如果您想获取更多数据用于XGBoost模型训练，可以设定参数download_url指定下载路径，具体下载地址请参见*Mortgage Data*。

   示例效果如下：

```
# 登录到数据下载页面：https://docs.rapids.ai/datasets/mortgage-data，官方提供了两种格式的数据集："Dataset"和"1GB Splits"，
# 其中"1GB Splits"适用于多GPU训练场景，这里建议下载"1GB Splits"格式数据集。只需将相应的下载链接地址赋值给 download_url 即可进行下载、解压。
# eg: download_url = 'http://rapidsai-data.s3-website.us-east-2.amazonaws.com/notebook-mortgage-data/mortgage_2000_1gb.tgz'

download_url = ''  # 如果 download_url = ''，则使用之前脚本已下载且解压好的数据集(数据已解压到文件夹:mortgage_2000-2001_1gb)。

if download_url != '':
    # 从url中截取要下载的文件名
    download_filename = download_url.split('/')[-1]
    # 数据文件解压目录， 默认使用文件名：如下载文件为 mortgage_2000-2001_1gb.tgz，则创建并解压到 mortgage_2000-2001_1gb 目录。
    mortgage_dir = '/rapids/rapids_notebooks_v0.6/xgboost/' + download_filename.split('.')[0]
    # 传入url并下载数据文件，如果 /rapids/rapids_notebooks_v0.6/xgboost/ 目录下已有下载文件，则不重新下载
    download_file_from_url(download_url, download_filename)
    # 将下载的文件解压到 mortgage_dir，如果文件夹mortgage_dir已经存在，则不重新解压。
    decompress_file(download_filename, mortgage_dir)
else:
    # 使用已下载的 mortgage_2000_1gb 数据集
    mortgage_dir = '/rapids/rapids_notebooks_v0.6/xgboost/mortgage_2000_1gb'
```

2. 设定相关参数。

参数名称	说明
start_year	指定选择训练数据的起始时间，ETL时会处理start_year到end_year之间的数据。
end_year	指定选择训练数据的结束时间，ETL时会处理start_year到end_year之间的数据。
train_with_gpu	是否使用GPU进行XGBoost模型训练，默认为True。
gpu_count	指定启动worker的数量，默认为1。您可以按需要设定参数值，但不能超出GPU实例的GPU数量。

参数名称	说明
part_count	指定用于模型训练的performance文件的数量，默认为 2 * gpu_count。如果参数值过大，在Data Conversion阶段会报错超出GPU内存限制，错误信息会在NoteBook后台输出。

示例效果如下：

3. 启动Dask服务。

   代码会启动Dask Scheduler，并根据gpu_count参数启动worker用于ETL和模型训练。

   示例效果如下：

4. 启动ETL。

ETL阶段会进行到表关联、分组、聚合、切片等操作，数据格式采用cuDF库的DataFrame格式（类似于pandas的DataFrame格式）。

示例效果如下：

ETL

Perform all of ETL with a single call to

```
process_quarter_gpu(year=year, quarter=quarter, perf_file=file)
```

```
%%time

# NOTE: The ETL calculates additional features which are then dropped before creating the XGBoost DMatrix.
# This can be optimized to avoid calculating the dropped features.

gpu_dfs = []
gpu_time = 0
quarter = 1
year = start_year
count = 0
while year <= end_year:
    for file in glob(os.path.join(perf_data_path + "/Performance_" + str(year) + "Q" + str(quarter) + "*")):
        gpu_dfs.append(process_quarter_gpu(year=year, quarter=quarter, perf_file=file))
        count += 1
    quarter += 1
    if quarter == 5:
        year += 1
        quarter = 1
wait(gpu_dfs)
```

```
CPU times: user 560 ms, sys: 28 ms, total: 588 ms
Wall time: 20.9 s
```

5. 启动Data Conversion。

   将DataFrame格式的数据转换为用于XGBoost训练的DMatrix格式，每个worker处理一个DMatrix对象。

   示例效果如下：

Load the data from host memory, and convert to CSR

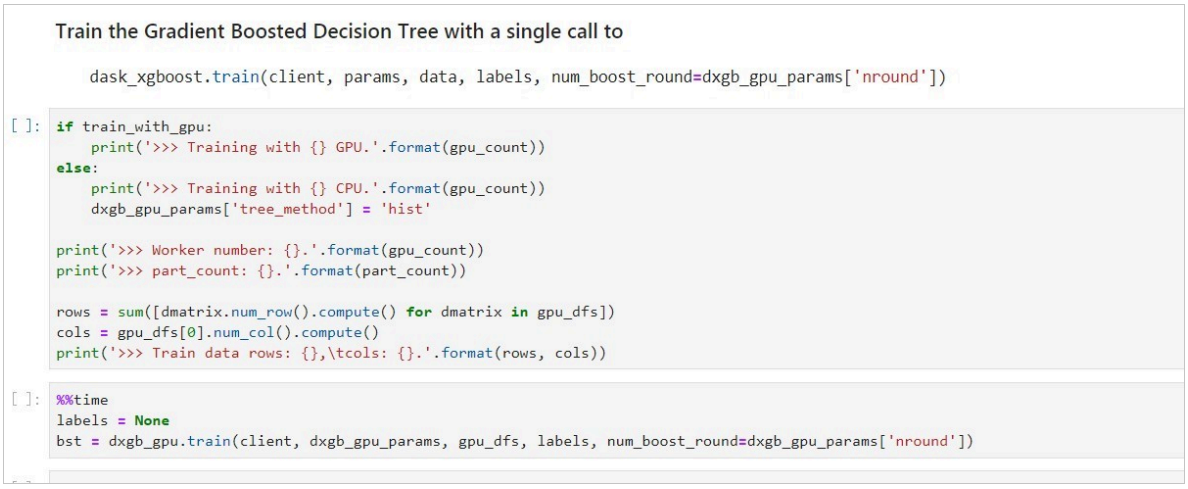
```
%%time

gpu_dfs = [delayed(DataFrame.from_arrow)(gpu_df) for gpu_df in gpu_dfs[:part_count]]
gpu_dfs = [gpu_df for gpu_df in gpu_dfs]
wait(gpu_dfs)

tmp_map = [(gpu_df, list(client.who_has(gpu_df).values())[0]) for gpu_df in gpu_dfs]
new_map = {}
for key, value in tmp_map:
    if value not in new_map:
        new_map[value] = [key]
    else:
        new_map[value].append(key)

del(tmp_map)
gpu_dfs = []
for list_delayed in new_map.values():
    gpu_dfs.append(delayed(cudf.concat)(list_delayed))

del(new_map)
gpu_dfs = [(gpu_df[['delinquency_12']], gpu_df[delayed(list)(gpu_df.columns.difference(['delinquency_12']))]) for gpu_df in gpu_dfs]
gpu_dfs = [(gpu_df[0].persist(), gpu_df[1].persist()) for gpu_df in gpu_dfs]

gpu_dfs = [dask.delayed(xgb.DMatrix)(gpu_df[1], gpu_df[0]) for gpu_df in gpu_dfs]
gpu_dfs = [gpu_df.persist() for gpu_df in gpu_dfs]
gc.collect()
wait(gpu_dfs)
```

```
CPU times: user 200 ms, sys: 4 ms, total: 204 ms
Wall time: 4.3 s
```

6. 启动ML Training。

   使用dask-xgboost启动模型训练，dask-xgboost负责多个dask worker间的通信协同工作，底层仍然调用xgboost执行模型训练。

   示例效果如下：



Train the Gradient Boosted Decision Tree with a single call to

```
dask_xgboost.train(client, params, data, labels, num_boost_round=dxgb_gpu_params['nround'])
```

[ ]:
```
if train_with_gpu:
    print('>>> Training with {} GPU.'.format(gpu_count))
else:
    print('>>> Training with {} CPU.'.format(gpu_count))
    dxgb_gpu_params['tree_method'] = 'hist'

print('>>> Worker number: {}.'.format(gpu_count))
print('>>> part_count: {}.'.format(part_count))

rows = sum([dmatrix.num_row().compute() for dmatrix in gpu_dfs])
cols = gpu_dfs[0].num_col().compute()
print('>>> Train data rows: {},\tcols: {}.'.format(rows, cols))
```

[ ]:
```
%%time
labels = None
bst = dxgb_gpu.train(client, dxgb_gpu_params, gpu_dfs, labels, num_boost_round=dxgb_gpu_params['nround'])
```

相关函数

函数功能	函数名称
下载文件	def download_file_from_url(url, filename):
解压文件	def decompress_file(filename, path):
获取当前机器的GPU个数	def get_gpu_nums():
管理GPU内存	· def initialize_rmm_pool(): · def initialize_rmm_no_pool(): · def run_dask_task(func, **kwargs):
提交DASK任务	· def process_quarter_gpu(year=2000, quarter=1, perf_file=""): · def run_gpu_workflow(quarter=1, year=2000, perf_file="", **kwargs):
使用cuDF从CSV中加载数据	· def gpu_load_performance_csv(performance_path, **kwargs): · def gpu_load_acquisition_csv(acquisition_path, **kwargs): · def gpu_load_names(**kwargs):
处理和提取训练数据的特征	· def null_workaround(df, **kwargs): · def create_ever_features(gdf, **kwargs): · def join_ever_delinq_features(everdf_tmp, delinq_merge, **kwargs): · def create_joined_df(gdf, everdf, ** kwargs): · def create_12_mon_features(joined_df , **kwargs): · def combine_joined_12_mon(joined_df, testdf, **kwargs): · def final_performance_delinquency(gdf, joined_df, **kwargs): · def join_perf_acq_gdfs(perf, acq, ** kwargs): · def last_mile_cleaning(df, **kwargs):

8 FaaS实例最佳实践

8.1 使用f1 RTL

本文描述如何使用f1 RTL（Register Transfer Level）。

> 说明:
>
> - 本文所述所有操作都必须由同一个账号在同一地域里执行。
> - 强烈建议您使用RAM用户操作FaaS实例。为了防止意外操作，您需要让RAM用户仅执行必要的操作。在操作FPGA镜像及下载时，因为您需要从指定的OSS Bucket下载原始DCP工程，所以您必须为FaaS管理账号创建一个角色，并授予临时权限，让FaaS管理账号访问指定的OSS Bucket。如果需要对IP加密，必须授予RAM用户KMS相关权限。如果需要做权限检查，必须授予查看用户资源的权限。

前提条件

- 创建f1实例，确保实例能访问公网，并且实例所在安全组中已经添加规则放行SSH（22）端口的访问。

  > 说明:
  > f1实例只能使用镜像市场的FaaS F1基础镜像。详细信息，请参见 创建f1实例。

- 您已经在 云服务器ECS管理控制台 f1实例的详情页上获取实例ID。
- 您必须先开通OSS服务，并 创建一个OSS Bucket 用于上传您的文件。Bucket与f1实例必须属于同一个账号、同一个地域。
- 如果需要加密服务，您还需要 开通密钥管理服务#KMS#。
- 使用RAM用户操作FPGA，必须完成以下操作：
  - 创建RAM用户 并 授权。
  - 创建RAM角色 并 授权。
  - 获取AccessKey ID和AccessKey Secret。

操作步骤

按以下步骤使用f1 RTL。

第 1 步. 远程连接f1实例

远程连接Linux实例。

第 2 步. 配置基础环境

运行以下脚本配置基础环境。

```
source /opt/dcp1_1/script/f1_env_set.sh
```

第 3 步. 编译工程

运行以下命令：

```
cd /opt/dcp1_1/hw/samples/dma_afu
afu_synth_setup --source hw/rtl/filelist.txt build_synth
cd build_synth/
run.sh
```

说明：

编译时间较长，请耐心等待。

第 4 步. 制作镜像

按以下步骤制作镜像：

1. 运行命令初始化 `faascmd`。

```
#如果需要，添加环境变量及运行权限
export PATH=$PATH:/opt/dcp1_1/script/
chmod +x /opt/dcp1_1/script/faascmd
# 将hereIsYourSecretId替换为您的AccessKey ID，hereIsYourSecretKey替换为您的AccessKey Secret
faascmd config --id=hereIsYourSecretId --key=hereIsYourSecretKey
# 将hereIsYourBucket换为华东1地域里OSS Bucket名称
faascmd auth --bucket=hereIsYourBucket
```

2. 确认在/opt/dcp1_1/hw/samples/dma_afu目录下，运行以下命令上传gbs文件。

```
faascmd upload_object --object=dma_afu.gbs --file=dma_afu.gbs
```

3. 运行以下命令制作镜像。

```
# 将hereIsYourImageName替换为您的镜像名称
faascmd create_image --object=dma_afu.gbs --fpgatype=intel --name=
hereIsYourImageName --tags=hereIsYourImageTag --encrypted=false --
shell=V1.1
```

第 5 步. 下载镜像

按以下步骤下载镜像到f1实例：

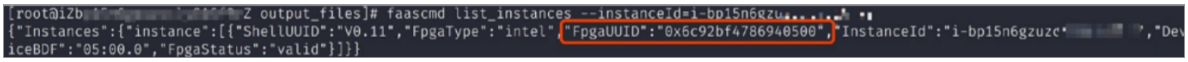
1. 查看镜像是否制作成功：运行命令 `faascmd list_images`。

   返回结果里，如果出现`"State":"success"`，表示镜像制作成功。请记录返回结果里显示的FpgaImageUUID，稍后会用到。

2. 运行命令获取FPGA ID。

```
# 将hereIsYourInstanceId替换为您的f1实例ID
faascmd list_instances --instanceId=hereIsYourInstanceId
```

   以下为返回结果。请记录FpgaUUID。



3. 运行命令下载FPGA镜像到f1实例。

```
# 将hereIsYourInstanceID替换为刚刚保存的实例ID；将hereIsFpgaUUID替换为上一条命令中记下的FpgaUUID；将hereIsImageUUID替换为上一步记下FpgaImageUUID
faascmd download_image --instanceId=hereIsYourInstanceID --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --fpgatype=intel --imageuuid=hereIsImageUUID --imagetype=afu --shell=V0.11
```

4. 运行命令检查是否下载成功。

```
# 将hereIsYourInstanceID替换为刚刚保存的实例ID；将hereIsFpgaUUID替换为上一条命令中记下的FpgaUUID;
faascmd fpga_status --instanceId=hereIsYourInstanceID --fpgauuid=hereIsFpgaUUID
```

   如果返回结果里出现`"TaskStatus":"operating"`时，且FpgaImageUUID和下载镜像时的FpgaImageUUID一致，说明下载成功。

第 6 步. 测试

依次运行以下命令。

```
cd /opt/dcp1_1/hw/samples/dma_afu/sw
make
sudo LD_LIBRARY_PATH=/opt/dcp1_1/hw/samples/dma_afu/sw:$LD_LIBRARY_PATH ./fpga_dma_test 0
```

如果您看到如图所示的输出结果，说明测试完成。

```
[root@iZ[redacted]Z sw]# ./fpga_dma_test use_ase=0
Running test in HW mode
Buffer Verification Success!
Buffer Verification Success!
Running DDR sweep test
Allocated test buffer
Fill test buffer
DDR Sweep Host to FPGA
Measured bandwidth = 5726.623061 Megabytes/sec
Clear buffer
DDR Sweep FPGA to Host
Measured bandwidth = 4473.924267 Megabytes/sec
Verifying buffer..
Buffer Verification Success!
```

说明:

如果没有开启Huge pages，运行以下命令启用Huge pages。

```
sudo bash -c "echo 20 > /sys/kernel/mm/hugepages/hugepages-2048kB/
nr_hugepages"
```

8.2 f1实例OpenCL开发最佳实践

本文介绍如何在f1实例上使用OpenCL（Open Computing Language）制作镜像文件，并烧写到FPGA芯片中。

说明:

- 本文所述所有操作都必须由同一个账号在同一地域里执行。
- 强烈建议您使用RAM用户操作FaaS实例。为了防止意外操作，您需要让RAM用户仅执行必要的操作。在操作FPGA镜像及下载时，因为您需要从指定的OSS Bucket下载原始DCP工程，所以您必须为FaaS管理账号创建一个角色，并授予临时权限，让FaaS管理账号访问指定的OSS Bucket。如果需要对IP加密，必须授予RAM用户KMS相关权限。如果需要做权限检查，必须授予查看用户资源的权限。

前提条件

- 创建f1实例，确认实例能访问公网，并且实例所在安全组中已经添加规则放行SSH（22）端口的访问。

  说明:

f1实例只能使用镜像市场的FaaS F1基础镜像。详细信息，请参见 创建f1实例。

- 您已经在 云服务器ECS管理控制台 f1实例的详情页上获取实例ID。
- 您必须先开通OSS服务，并 创建一个OSS Bucket 用于上传您的文件。Bucket与f1实例必须属于同一个账号、同一个地域。
- 如果需要加密文件，开通密钥管理服务（KMS）。
- 使用RAM用户操作FPGA，必须完成以下操作：
  - 创建RAM用户 并 授权。
  - 创建RAM角色 并 授权。
  - 获取AccessKey ID和AccessKey Secret。

操作步骤

按以下步骤在f1实例上使用OpenCL Example制作镜像文件，并烧写到FPGA芯片中。

第 1 步. 远程连接实例

远程连接Linux实例。

第 2 步. 安装基础环境

运行以下脚本安装基础环境。

```
source /opt/dcp1_1/script/f1_env_set.sh
```

第 3 步. 下载官方的OpenCL Example

按以下步骤下载官方的OpenCL Example。

1. 创建并切换到*/opt/tmp*目录。

   ```
   mkdir -p /opt/tmp
   cd /opt/tmp
   ```

   此时，您在*/opt/tmp*目录下。

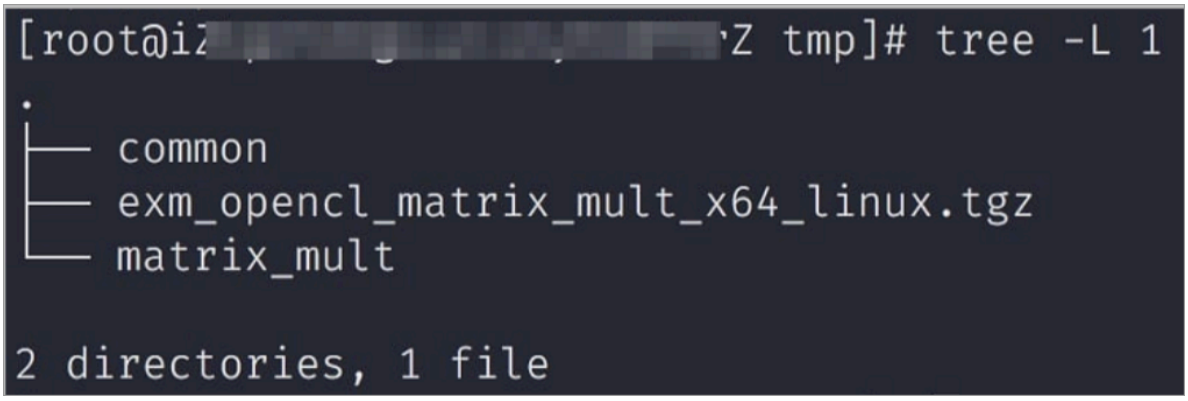
   

2. 依次执行以下命令下载并解压Example文件。

   ```
   wget https://www.altera.com/content/dam/altera-www/global/en_US/
   others/support/examples/download/exm_opencl_matrix_mult_x64_linux.
   tgz
   ```

```
tar -zxvf exm_opencl_matrix_mult_x64_linux.tgz
```

解压后的目录如下图所示。



3. 进入*matrix_mult*目录下，执行编译命令。

```
cd matrix_mult
aoc -v -g --report ./device/matrix_mult.cl
```

编译过程可能会持续数个小时，您可以再开一个会话，使用 `top` 命令监控系统占用，确定编译状态。

第 4 步. 上传配置文件

按以下步骤上传配置文件。

1. 运行以下命令初始化faascmd。

```
# 如果需要，要添加环境变量及运行权限
export PATH=$PATH:/opt/dcp1_1/script/
chmod +x /opt/dcp1_1/script/faascmd
# 将hereIsYourSecretId换为您的AccessKey ID，hereIsYourSecretKey替换为您的AccessKey Secret
faascmd config --id=hereIsYourSecretId --key=hereIsYourSecretKey
# 将hereIsYourBucket换为华东1OSS的Bucket名称
faascmd auth --bucket=hereIsYourBucket
```

2. 进入matrix_mult/output_files，上传配置文件。

```
cd matrix_mult/output_files # 此时您应该在/opt/tmp/matrix_mult/matrix_mult/output_files
faascmd upload_object --object=afu_fit.gbs --file=afu_fit.gbs
```

3. 使用gbs制作FPGA镜像。

```
# 将hereIsYourImageName换为您的镜象名，将hereIsYourImageTag替换为您的镜像标签
```

```
faascmd create_image --object=dma_afu.gbs --fpgatype=intel --name=
hereIsYourImageName --tags=hereIsYourImageTag --encrypted=false --
shell=V1.1
```

4. 查看镜像是否制作成功：运行命令`faascmd list_images`。返回结果里，如果显示`"State":"success"`，表示镜像制作成功。请记录返回结果里显示的FpgaImageUUID，稍后会用到。

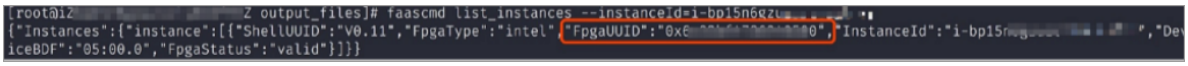
第 5 步. 下载镜像到f1实例

按以下步骤将镜像下载到f1实例。

1. 运行命令获取FPGA ID。

```
# 将hereIsYourInstanceId替换为您的FPGA实例ID
faascmd list_instances --instanceId=hereIsYourInstanceId
```

以下为返回结果。请记录FpgaUUID。



2. 运行命令下载镜像到f1实例。

```
# 将hereIsYourInstanceID替换为刚刚保存的实例ID；将hereIsFpgaUUID替换为上一
条命令中记下的FpgaUUID；将hereIsImageUUID替换为上一步记下的FpgaImageUUID
faascmd download_image  --instanceId=hereIsYourInstanceID --fpgauuid
=hereIsFpgaUUID --fpgatype=intel --imageuuid=hereIsImageUUID --
imagetype=afu --shell=V0.11
```

3. 运行命令检查是否下载成功。

```
# 将hereIsYourInstanceID替换为刚刚保存的实例ID；将hereIsFpgaUUID替换为上一
条命令中记下的FpgaUUID;
faascmd fpga_status --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --instanceId=
hereIsYourInstanceID
```

如果返回结果里显示`"TaskStatus":"operating"`，说明下载成功。

第 6 步. 将FPGA镜像烧录到FPGA芯片

按以下步骤将FPGA镜像烧录到FPGA芯片。

1. 打开第2步环境的窗口。如果已关闭，重新执行第2步操作。

2. 运行命令配置OpenCL的运行环境。

```
sh /opt/dcp1_1/opencl/opencl_bsp/linux64/libexec/setup_permissions.
sh
```

3. 返回上级目录。

```
cd ../.. # 此时您在/opt/tmp/matrix_mult
```

4. 执行编译命令。

```
make
# 输出环境配置
export CL_CONTEXT_COMPILER_MODE_ALTERA=3
cp matrix_mult.aocx ./bin/matrix_mult.aocx
cd bin
host matrix_mult.aocx
```

当您看到如下输出时，说明配置完成。请注意，最后一行必须为`Verification: PASS`。

```
[root@iZbpXXXXXZ bin]# ./host matrix_mult.aocx
Matrix sizes:
  A: 2048 x 1024
  B: 1024 x 1024
  C: 2048 x 1024
Initializing OpenCL
Platform: Intel(R) FPGA SDK for OpenCL(TM)
Using 1 device(s)
  skx_fpga_dcp_ddr : SKX DCP FPGA OpenCL BSP (acl0)
Using AOCX: matrix_mult.aocx
Generating input matrices
Launching for device 0 (global size: 1024, 2048)
Time: 40.415 ms
Kernel time (device 0): 40.355 ms
Throughput: 106.27 GFLOPS
Computing reference output
Verifying
Verification: PASS
```

8.3 f3实例OpenCL开发最佳实践

本文介绍如何在f3实例上使用OpenCL（Open Computing Language）制作镜像文件，并烧写到FPGA芯片中。

说明:

- 本文所述所有操作都必须由同一个账号在同一地域里执行。
- 建议您使用RAM用户操作FaaS实例。您需要为FaaS管理账号创建一个角色，并授予临时权限，让FaaS管理账号能访问指定的OSS Bucket。

前提条件

- 已创建f3实例。

  > 说明:
  > - f3实例只能使用我们共享给您的镜像。
  > - 创建实例时选择分配公网IP，确保实例能访问公网。
  > - 实例所在安全组中已经添加规则放行SSH（22）端口的访问。

- 已在ECS控制台f3实例的详情页上，获取实例ID。
- 使用同一个账号创建了与f3实例在同一地域的OSS Bucket。详细信息参见开通OSS服务和创建一个OSS Bucket。
- 如果您使用RAM用户操作FPGA，确保已经完成以下操作：
  - 创建RAM用户并授权。
  - 创建RAM角色并授权。
  - 获取AccessKey ID和AccessKey Secret。

操作步骤

您需要按以下步骤在f3实例上使用OpenCL制作镜像文件，并烧写到FPGA芯片中。

步骤 1. 配置环境

您需要按以下步骤配置环境：

1. 远程连接f3实例。

   > 说明:
   > 后面步骤中的编译工程可能会持续数小时，建议您使用screen或者nohub等方式登录，防止ssh超时退出。

2. 运行以下命令安装Screen。

```
yum install screen -y
```

3. 运行以下命令进入Screen。

```
screen -S f3opencl
```

4. 运行以下命令配置环境。

```
source /root/xbinst_oem/f3_env_setup.sh xocl  #每打开一个终端窗口就需要执行该命令一次
```

说明:

- 配置环境主要包括安装xocl驱动，设置vivado环境变量， 检查vivado license， 检测aliyun-f3 sdaccel平台，2018.2 runtime配置和faascmd版本检测。
- 如果您要运行sdaccel的仿真，请勿运行以上命令配置环境。您只需要单独配置vivado的环境变量即可。
- 推荐您使用Makefile方式仿真。

步骤 2. 编译二进制文件

- 示例一：vadd

  您需要按以下步骤编译vadd二进制文件：

  1. 复制`example`目录。

     ```
     cp -rf /opt/Xilinx/SDx/2018.2/examples ./
     ```

  2. 进入`vadd`目录。

     ```
     cd examples/vadd/
     ```

  3. 运行命令`cat sdaccel.mk | grep "XDEVICE="`查看`XDEVICE`的值，确保其配置为`XDEVICE=xilinx_aliyun-f3_dynamic_5_0`。

  4. 按以下步骤修改`common.mk`文件。

     a. 运行`vim ../common/common.mk`命令打开该文件。

     b. 在第 61 行代码（参数可能在 60-62 行，视您的文件而定）的末尾添加编译参数`--xp param:compiler.acceleratorBinaryContent=dcp`，修改后的代码为：

     ```
     CLCC_OPT += $(CLCC_OPT_LEVEL) ${DEVICE_REPO_OPT} --platform ${
     XDEVICE} -o ${XCLBIN} ${KERNEL_DEFS} ${KERNEL_INCS} --xp param:
     compiler.acceleratorBinaryContent=dcp
     ```

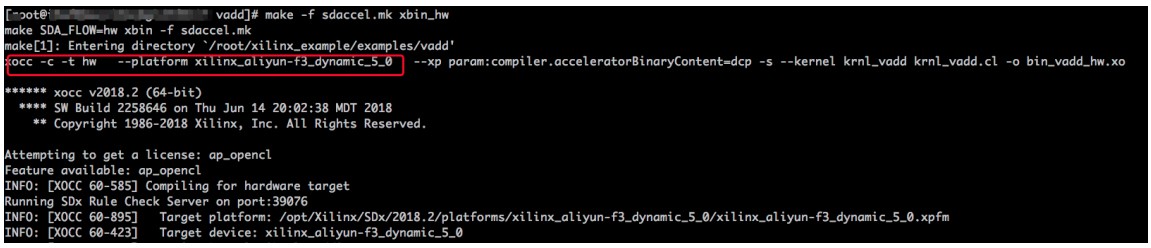
     说明:

     由于您必须向编译服务器提交DCP文件，所以需要添加`--xp param:compiler.acceleratorBinaryContent=dcp`编译参数，使得Xilinx® OpenCL™ Compiler（xocc）编译生成一个布局布线后的DCP文件，而不是bit文件。

  5. 运行以下命令编译程序。

     ```
     make -f sdaccel.mk xbin_hw
     ```

     如果您看到如下界面，说明二进制文件编译已经开始。编译过程可能会持续数个小时，请您耐心等待。

- 示例二：kernel_global_bandwidth

  您需要按以下步骤编译kernel_global_bandwidth二进制文件：

  1. 克隆 `xilinx 2018.2 example`。

     ```
     git clone https://github.com/Xilinx/SDAccel_Examples.git
     cd SDAccel_Examples/
     git checkout 2018.2
     ```

     说明:
     git分支必须为2018.2版本。

  2. 运行`cd getting_started/kernel_to_gmem/kernel_global_bandwidth/`命令进入目录。
  3. 按以下步骤修改`Makefile`文件。

     a. 运行`vim Makefile`命令打开该文件。

     b. 设置`DEVICES=xilinx_aliyun-f3_dynamic_5_0`。

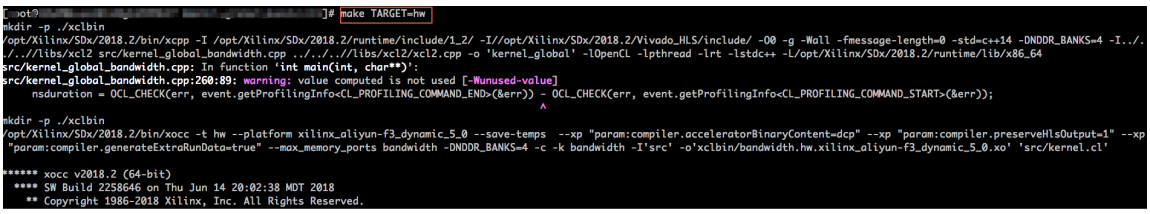
     c. 在第33行代码中添加编译参数`--xp param:compiler.acceleratorBinaryContent=dcp`，修改后的代码为：

     ```
     CLFLAGS +=--xp "param:compiler.acceleratorBinaryContent=dcp" --
     xp "param:compiler.preserveHlsOutput=1" --xp "param:compiler
     .generateExtraRunData=true" --max_memory_ports bandwidth -
     DNDDR_BANKS=$(ddr_banks)
     ```

  4. 运行以下命令编译程序。

     ```
     make TARGET=hw
     ```

     如果您看到该界面，说明二进制文件编译已经开始。编译工程可能会持续数小时，请您耐心等待。

步骤 3. 检查打包脚本

您需要运行以下命令检查打包脚本是否存在。

```
file /root/xbinst_oem/sdaccel_package.sh
```

如果返回结果中包含 `cannot open (No such file or directory)`，说明不存在该文件，您需要运行以下命令手动下载打包脚本。

```
wget http://fpga-tools.oss-cn-shanghai.aliyuncs.com/sdaccel_package.sh
```

步骤 4. 制作镜像

您需要按以下步骤制作镜像文件。

1. 运行以下命令配置OSS环境。

```
faascmd config --id=hereIsYourSecretId --key=hereIsYourSecretKey #将hereIsYourSecretId和hereIsYourSecretKey替换为您的RAM用户AK信息
faascmd auth --bucket=hereIsYourBucket # 将hereIsYourBucket替换为您创建的OSS Bucket名称
```

2. 运行`ls`，获取后缀为`.xclbin`的文件名。

```
[root@...dd]# ls
bin_vadd_hw.xclbin          krnl_vadd.cl  vadd.cpp
description.json            README.md     vadd.h
Export_Compliance_Notice.md sdaccel.mk    _xocc_krnl_vadd_bin_vadd_hw.dir
```

3. 打包二进制文件。

```
/root/xbinst_oem/sdaccel_package.sh -xclbin=/opt/Xilinx/SDx/2017.4.op/examples/vadd/bin_vadd_hw.xclbin
```

打包完成后，您会在同一目录下看到一个打包好的文件，如下图所示。

```
[root@... vadd]# ls
17_10_28-021904-primary.bit          krnl_vadd.cl
..._SDAccel_Kernel.tar.gz            README.md
17_10_28-021904-xclbin.xml           sdaccel.mk
bin_vadd_hw.xclbin                   to_aliyun
description.json                     vadd.cpp
Export_Compliance_Notice.md          vadd.h
header.bin                           _xocc_krnl_vadd_bin_vadd_hw.dir
```

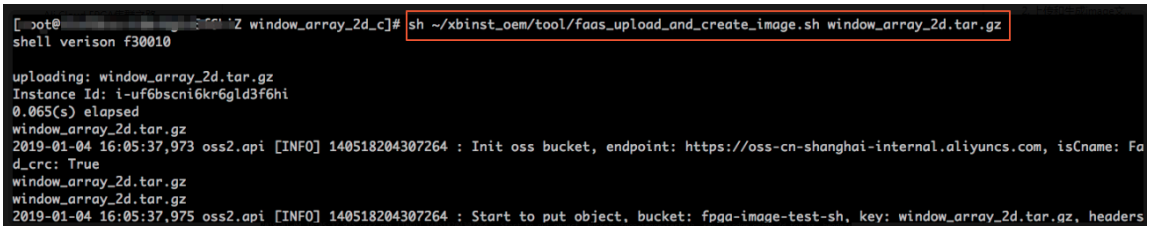
步骤 5. 下载镜像

您可以采用脚本化流程或者单步操作流程来上传网表文件，并下载FPGA镜像。

- 脚本化流程：仅适用于配备单块FPGA卡的f3实例。

  1. 运行以下命令上传并生成镜像文件。

     ```
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_upload_and_create_image.sh <bit.tar.gz需要上传的压缩包文件名>
     ```

  2. 下载镜像文件。

     ```
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> <0/1> # 最后的数字<0/1>为实例中fpga的序号
     ```

     0为FaaS实例中的第一个FPGA，单芯片实例序号一律为0，对多芯片实例，例如4芯片的序号为0，1，2，3。

     如果需要对多个FPGA下载同一个镜像，可以在命令的末尾添加相应的序号。例如，对4芯片FPGA下载同一镜像的命令为：

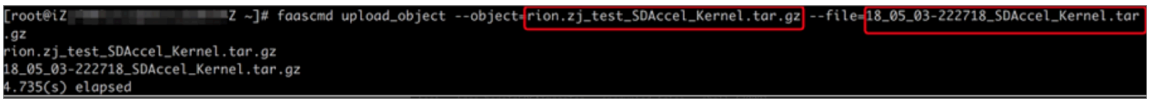
     ```
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 0
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 1
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 2
     sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 3
     ```

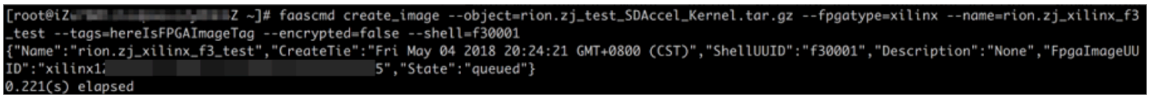
- 单步操作流程：使用faascmd工具进行操作。

  1. 运行以下命令，将压缩包上传到您个人的OSS Bucket，再将存放在您个人OSS Bucket中的gbs上传到FaaS管理单元的OSS Bucket中。

     ```
     faascmd upload_object --object=bit.tar.gz --file=bit.tar.gz
     ```

```
faascmd create_image --object=bit.tar.gz --fpgatype=xilinx --name=
hereIsFPGAImageName --tags=hereIsFPGAImageTag --encrypted=false --
shell=hereIsShellVersionOfFPGA
```

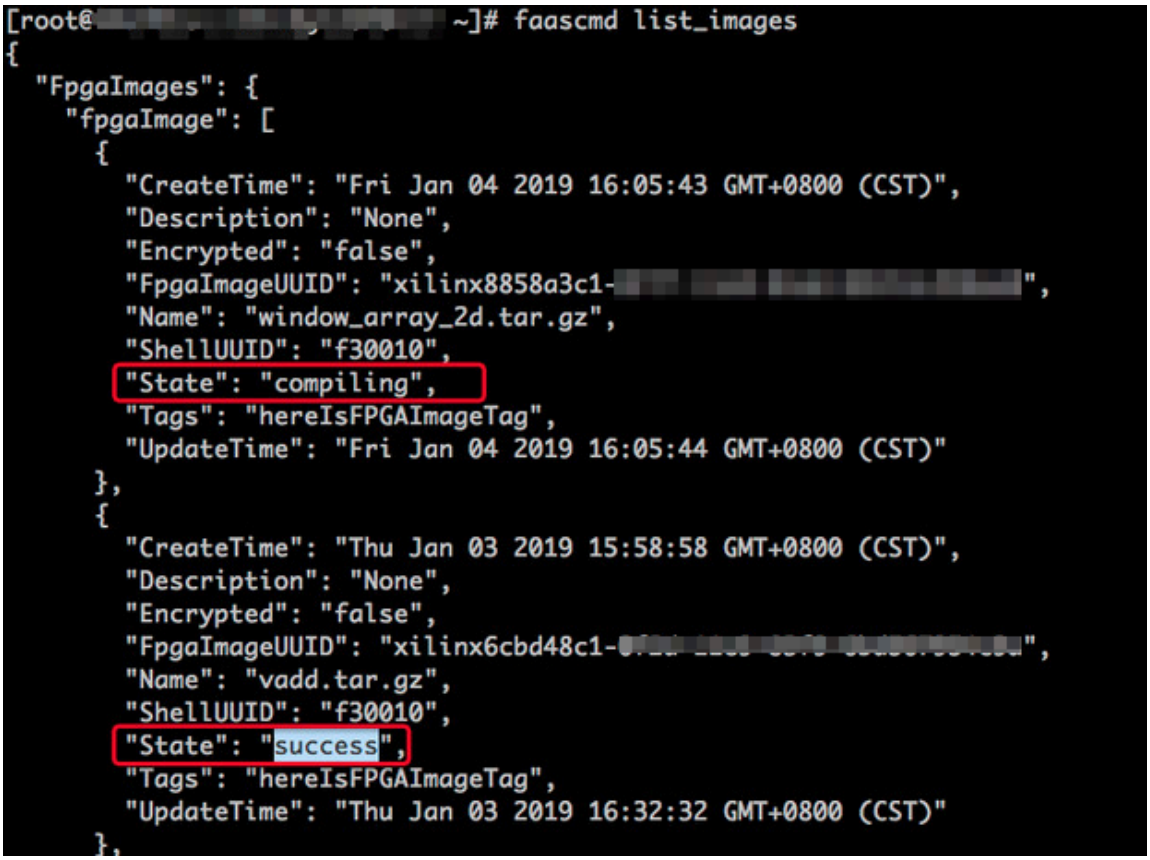




2. 运行命令查看FPGA镜像是否处于可下载状态。

```
faascmd list_images
```

在返回结果中，如果State为compiling，表示FPGA镜像处于编译状态，您需要继续等待。如果State 为success，表示FPGA镜像已经可以下载。您需要找到并记录FpgaImageUUID。



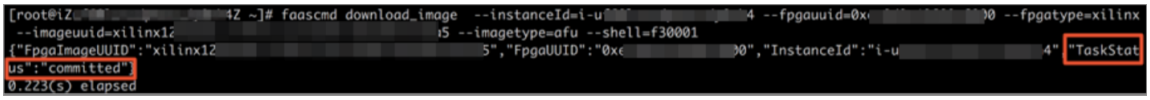
3. 运行以下命令。在命令返回结果中，您需要找到并记录FpgaUUID。

```
faascmd list_instances --instanceId=hereIsYourInstanceId # 将
hereIsYourInstanceId替换为f3实例ID
```

4. 运行以下命令下载FPGA镜像。

```
```

```
faascmd download_image --instanceId=hereIsYourInstanceId --
fpgauuid=hereIsFpgaUUID --fpgatype=xilinx --imageuuid=hereIsImag
eUUID --imagetype=afu --shell=hereIsShellVersionOfFpga
# hereIsYourInstanceId替换为f3的实例ID，hereIsFpgaUUID替换为您获取的
FpgaUUID，hereIsImageUUID替换为您获取的FpgaImageUUID
```



5. 运行以下命令查看镜像是否下载成功。

```
faascmd fpga_status --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --instanceId=
hereIsYourInstanceId # hereIsFpgaUUID替换为您获取的FpgaUUID，
hereIsYourInstanceId替换为f3实例ID。
```

以下为返回结果示例。如果显示的FpgaImageUUID与您获取的FpgaImageUUID一致，并且显示 `"TaskStatus":"valid"`，说明镜像下载成功。

步骤 6. 运行Host程序

您需要按照下列步骤运行Host程序。

1. 运行以下命令配置环境。

```
source /root/xbinst_oem/f3_env_setup.sh xocl  #每打开一个终端窗口就需要
执行该命令一次
```

2. 配置sdaccel.ini文件。

在Host二进制文件所在目录下，运行`vim sdaccel.ini`命令创建sdaccel.ini 文件并输入下列内容。

```
[Debug]
profile=true
[Runtime]
runtime_log = "run.log"
hal_log = hal.log
ert=false
kds=false
```

3. 运行host。

- vadd运行命令为：

```
make -f sdaccel.mk host
```

```
./vadd bin_vadd_hw.xclbin
```

- kernel_global_bandwidth 运行命令为：

```
./kernel_global
```

如果返回结果中出现`Test Passed`，说明测试通过。

其他操作

这里介绍 FPGA 实例部分常用的操作。

任务	命令
查看帮助文档	`make -f ./sdaccel.mk help`
软件仿真	`make -f ./sdaccel.mk run_cpu_em`
硬件仿真	`make -f ./sdaccel.mk run_hw_em`
只编译 host 代码	`make -f ./sdaccel.mk host`
编译生成可以下载的文件	`make -f sdaccel.mk xbin_hw`
清理工作目录	`make -f sdaccel.mk clean`
强力清除工作目录	`make -f sdaccel.mk cleanall`

说明：

- 仿真时只需要按照Xilinx标准流程操作，不需要配置f3_env_setup环境。
- SDAccel runtime和SDAccel开发平台已在阿里云f3官方镜像中提供。 您也可以点击后面的链接直接下载*SDAccel runtime*和*SDAccel*开发平台。

8.4 f3实例RTL开发最佳实践

本文描述基于f3实例的RTL（Register Transfer Level）开发流程。

说明：

- 本文所述所有操作必须由同一个账号在同一个地域执行。
- 强烈建议您使用RAM用户操作FPGA实例。 基于最小授权原则，建议您不要对RAM用户过度授权，而只授予RAM用户刚好满足其工作所需的权限。 使用FaaS服务，需要您授权FaaS服务账号访问您指定的OSS bucket，所以您需要在RAM控制台创建一个服务角色faasRole，并授予其faasPolicy权限。 如果您需要使用KMS服务对IP进行加密，必须在faasPolicy里授予KMS相关的权限。

前提条件

- 您已经 创建f3实例，实例能访问公网，并且实例所在安全组中已经添加对SSH（22）端口访问放行的规则。
- 登录 云服务器ECS管理控制台，在f3实例的详情页上，获取实例ID。
- 在华东2 创建一个OSS Bucket，专门用于FaaS服务。

  说明:

  这个Bucket会对FaaS管理账号开通读写权限，因此不建议您存储与FaaS无关的内容。
- 如果使用RAM用户操作FPGA，必须完成以下操作：
  - 创建RAM用户 并 授权。
  - 创建RAM角色 并 授权。
  - 获取AccessKey ID和AccessKey Secret。

操作步骤

1. 远程连接Linux实例。

   说明:

   编译工程时需要 2 ~ 3 小时。建议您使用nohup或者VNC连接实例，以免编译时意外退出。
2. 下载并解压 RTL参考设计。
3. 配置环境。
   - 如果驱动为 `xdma`，需要运行以下命令来配置环境。

     ```
     source /root/xbinst_oem/F3_env_setup.sh xdma #每打开一个终端窗口就需要执行该命令一次
     ```
   - 如果驱动为 `xocl`，则需要运行以下命令来配置环境。

     ```
     source /root/xbinst_oem/F3_env_setup.sh xocl #每打开一个终端窗口就需要执行该命令一次
     ```

   说明:

   配置环境主要包括安装xdma驱动或xocl驱动，设置vivado环境变量，检查vivado license，检测aliyun-f3 sdaccel平台，2018.2 runtime配置和faascmd版本检测 。
4. 指定OSS存储空间。

   ```
   faascmd config --id=hereIsYourSecretId --key=hereIsYourSecretKey #将hereIsYourSecretId和hereIsYourSecretKey替换为您的RAM用户AK信息
   ```

```
faascmd auth --bucket=hereIsYourBucket # 将hereIsYourBucket替换为您创建的OSS Bucket名称
```

5. 运行以下命令编译RTL工程。

```
cd <您之前解压的路径>/hw/ # 进入解压后的hw路径
sh compiling.sh
```

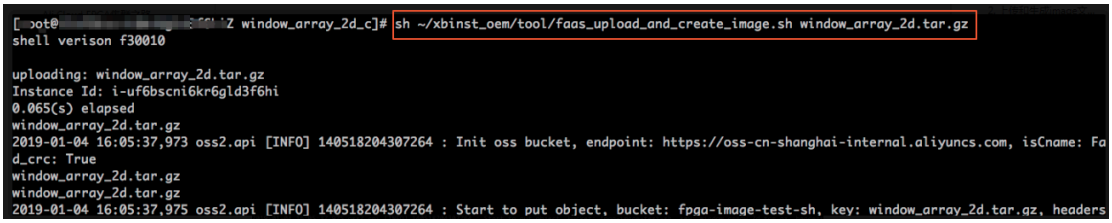
> 说明:
> 编译工程需要2 ~ 3小时。

6. 上传网表文件，并下载FPGA镜像。您可以采用脚本化流程或者单步操作流程完成该步骤。

   · 脚本化流程：仅适用于配备单块FPGA卡的f3实例。

   a. 运行以下命令上传并生成镜像文件。

   ```
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_upload_and_create_image.sh <bit.tar.gz需要上传的压缩包文件名>
   ```

   b. 下载镜像文件。

   ```
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> <0/1> # 最后的数字<0/1>为实例中fpga的序号
   ```

   0为FaaS实例中的第一个FPGA，单芯片实例序号一律为0，对多芯片实例，例如4芯片的序号为0,1,2,3。

   如果需要对多个FPGA下载同一个镜像，可以在命令的末尾添加相应的序号。例如，对4芯片FPGA下载同一镜像的命令为：

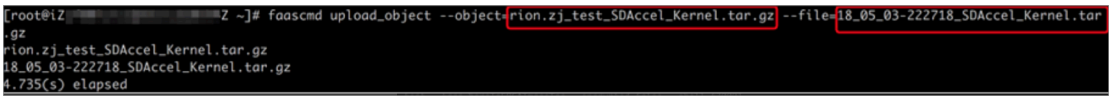
   ```
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 0
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 1
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 2
   sh /root/xbinst_oem/tool/faas_download_image.sh <bit.tar.gz压缩包的文件名> 3
   ```

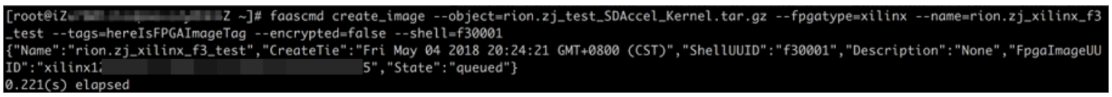
   · 单步操作流程：使用*faascmd*工具 进行操作。

   a. 运行以下命令，将压缩包上传到您个人的OSS Bucket，再将存放在您个人OSS Bucket中的gbs上传到FaaS管理单元的OSS Bucket中。

   ```
   faascmd upload_object --object=bit.tar.gz --file=bit.tar.gz
   ```

```
faascmd create_image --object=bit.tar.gz --fpgatype=xilinx --
name=hereIsFPGAImageName --tags=hereIsFPGAImageTag --encrypted=
false --shell=hereIsShellVersionOfFPGA
```

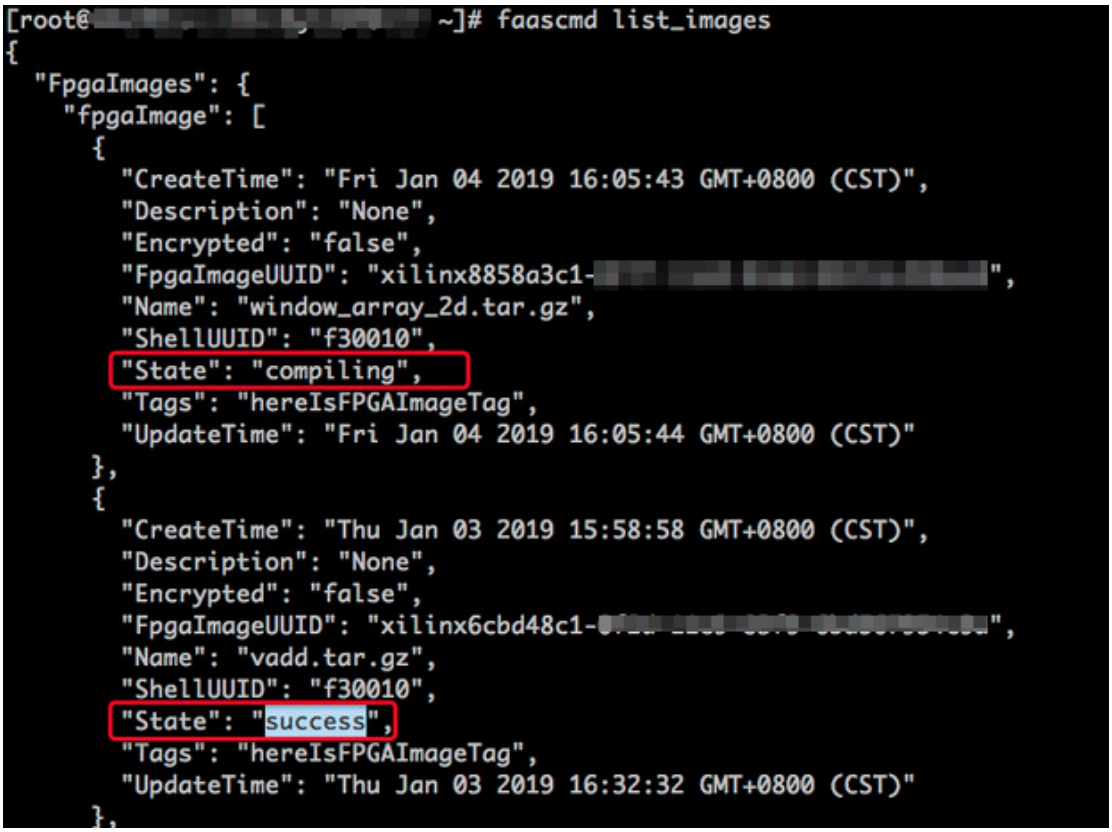




b. 运行命令查看FPGA镜像是否处于可下载状态。

```
faascmd list_images
```

在返回结果中，如果State为 compiling，表示FPGA镜像处于编译状态，您需要继续等待。如果 State 为 success，表示FPGA镜像已经可以下载。您需要找到并记录FpgaImageUUID。



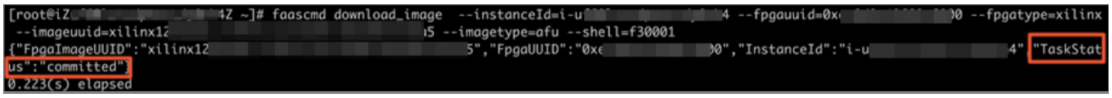
c. 运行以下命令。在命令返回结果中，您需要找到并记录FpgaUUID。

```
faascmd list_instances --instanceId=hereIsYourInstanceId # 将
hereIsYourInstanceId替换为f3实例ID
```

d. 运行以下命令下载FPGA镜像。

```
faascmd download_image --instanceId=hereIsYourInstanceId
 --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --fpgatype=xilinx --imageuuid=
```

```
hereIsImageUUID --imagetype=afu --shell=hereIsShellVersionOf
Fpga
# hereIsYourInstanceId替换为f3的实例ID，hereIsFpgaUUID替换为您获取的
FpgaUUID，hereIsImageUUID替换为您获取的FpgaImageUUID
```



e. 运行以下命令查看镜像是否下载成功。

```
faascmd fpga_status --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --instanceId=
hereIsYourInstanceId # hereIsFpgaUUID替换为您获取的FpgaUUID，
hereIsYourInstanceId替换为f3实例ID。
```

以下为返回结果示例。如果显示的FpgaImageUUID与您获取的FpgaImageUUID一致，并且显示 `"TaskStatus":"valid"`，说明镜像下载成功。

FAQ

上传镜像时出现异常，如何查看异常详情?

如果您的工程在上传生成镜像的过程中出现异常，例如云上编译服务器编译报错，你可以通过以下两种方式来查看异常详情：

- 查看faas_compiling.log。使用上传脚本faas_upload_and_create_image.sh时，如果编译失败会自动下载并打印faas_compiling.log到terminal中。
- 手动执行命令查看编译log文件：`sh /root/xbinst_oem/tool/faas_checklog.sh <bit.tar.gz之前上传的压缩包文件名>`

如何重新加载镜像?

您可以参考以下步骤重新加载镜像：

1. 卸载驱动。
   - 如果您安装了`xdma`驱动，需要在实例中运行`sudo rmmod xdma`命令卸载驱动。
   - 如果您安装了`xocl`驱动，则需要在实例中运行`sudo rmmod xocl`命令卸载驱动。

2. 下载镜像。您可以使用以下两种方式之一：

   · 使用脚本：

   ```
   sh faas_download_image.sh bit.tar.gz <0/1> #最后的数字为实例中FPGA的序号
   ```

   · 使用faascmd：

   ```
   faascmd download_image --instanceId=hereIsYourInstanceId --fpgauuid=hereIsFpgaUUID --fpgatype=xilinx --imageuuid=hereIsImageUUID --imagetype=afu --shell=hereIsShellVersionOfFpga
   ```

3. 安装驱动。

   · 如果您需要安装 `xdma` 驱动，运行以下命令。

   ```
   sudo depmod
   sudo modprobe xdma
   ```

   · 如果您需要安装 `xocl` 驱动，则需要运行以下命令。

   ```
   sudo depmod
   sudo modprobe xocl
   ```

8.5 faascmd工具

8.5.1 faascmd工具概述

faascmd是阿里云FPGA云服务器（FaaS）提供的一个命令行工具，是基于python SDK开发的脚本。

您可以使用faascmd工具：

· 进行授权及相关操作
· 管理和操作FPGA镜像
· 查看和上传objects
· 获取FPGA实例信息

8.5.2 安装faascmd

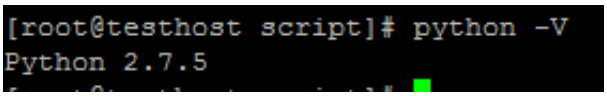
本文为您介绍如何下载安装faascmd工具。

准备工作

- 您需要在运行fasscmd的实例上完成以下准备工作。

  1. 检查Python版本，需为2.7.x。

     ```
     python -V
     ```

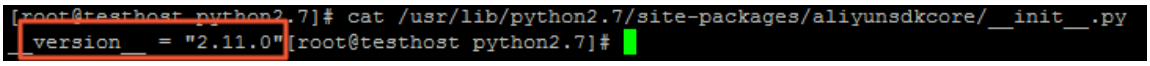
     

  2. 运行以下命令安装python模块。

     ```
     pip -q install oss2
     pip -q install aliyun-python-sdk-core
     pip -q install aliyun-python-sdk-faas
     pip -q install aliyun-python-sdk-ram
     ```

  3. 运行以下命令检查aliyun-python-sdk-core的版本号，需为2.11.0或以上版本。

     ```
     cat /usr/lib/python2.7/site-packages/aliyunsdkcore/__init__.py
     ```

     说明:

     如果版本号低于2.11.0，运行 `pip install --upgrade aliyun-python-sdk-core` 命令升级至最新版本。

- 获取RAM用户的AccessKey ID和AccessKey Secret

操作步骤

1. 登录实例后，您可以在当前目录或任意目录下运行`wget http://fpga-tools.oss-cn-shanghai.aliyuncs.com/faascmd`命令下载faascmd。

   说明:

   在 配置faascmd 时，您需要把faascmd所在目录的绝对路径添加到PATH变量中。

2. 运行以下命令为faascmd添加可执行权限。

```
chmod +x faascmd
```

8.5.3 配置faascmd

在使用faascmd之前，您需要配置相关环境变量和RAM用户的AccessKey。

操作步骤

1. 登录您的实例后，运行以下命令配置PATH环境变量。

```
export PATH=$PATH:<faascmd工具所在路径>
```

2. 运行下列命令配置AccessKey ID和AccessKey Secret。

```
faascmd config --id=<yourAccessKeyID> --key=<yourAccessKeySecret>
```

```
[root@testhost script]# faascmd config --id=                --key=
Your configuration is saved into /root/.faascredentials .
[root@testhost script]#
```

8.5.4 使用faascmd

您可以通过本主题了解faascmd命令的用法。

前提条件

使用faascmd工具之前，您需要先 配置*faascmd* 。

语法说明

- faascmd工具提供的所有命令和参数都严格区分大小写。
- faascmd命令中各参数“=”前后不能有多余空格。

授权

`faascmd auth` 命令用于授权faas admin访问用户的OSS bucket。

前提条件

1. 为FaaS新建一个OSSbucket，用于上传原始编译的DCP文件。
2. 在该FaaSOSSbucket中，新建一个名为compiling_logs的文件夹。

命令格式

```
faascmd auth --bucket=<yourFaasOSSBucketName>
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd auth --bucket=juliabucket
faasRole has existed!
RAMSECTION has existed!
OSSSECTION has existed!
RoleArn: acs:ram::[redacted]:role/faasrole
Create role success
faasPolicy has not existed! Create it Now!
Create policy success
Attach policy to role success
0.459(s) elapsed
```

说明:

如果同一主账户下有多个子账户，建议子账户间共享一个OSS bucket，以避免重复修改或覆盖授权策略。

查看授权策略

`faascmd list_policy` **命令用来查看指定的OSS bucket是否已添加到相应的授权策略（faasPolicy）里。**

命令格式

```
faascmd list_policy
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd list_policy
VersionId : v1   CreateTime : 2018-11-09T03:22:01Z   IsDefaultVersion : True
{
  "Statement": [
    {
      "Action": "ecs:DescribeInstances",
      "Effect": "Allow",
      "Resource": "acs:ecs:*:*:*"
    },
```

说明:

请关注您的OSS Bucket和OSS Bucket/compiling_logs是否出现在列出的策略信息中。

删除授权策略

`faascmd delete_policy` **命令用于删除授权策略（faasPolicy）。**

命令格式

```
faascmd delete_policy
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd delete_policy
Detach faasPolicy from faasRole successfully!!!
Delete the faasPolicy successfully!!!
0.306(s) elapsed
```

说明:

如果同一主账户下有多个子账户，建议您去RAM控制台操作，以避免误删授权策略。

查看OSS Bucket下所有的objects

`faascmd list_objects` 命令用于查看用户OSS Bucket下所有的objects。

命令格式

```
faascmd list_objects
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd list_objects
compiling_logs/
juliabucket
juliafile
0.081(s) elapsed
[root@testhost script]# faascmd list_objects |grep "julia"
0.082(s) elapsed
juliabucket
juliafile
```

说明:

您可以配合grep命令筛选出您想要的文件。例如: `faascmd list_objects | grep "xxx"` 。

上传原始编译文件

`faascmd upload_object` 命令用于将本地编译的原始文件上传到用户指定的OSS bucket中。

命令格式

```
faascmd upload_object --object=<newFileNameinOSSBucket> --file= <
your_file_path>/fileNameYouWantToUpload
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd upload_object --object=juliaOSSFile1 --file=julia_test.tar
juliaOSSFile1
julia_test.tar
0.091(s) elapsed
[root@testhost script]# faascmd upload_object --object=juliaOSSFile2 --file=/opt/dcp1_0/testfile.tar
juliaOSSFile2
/opt/dcp1_0/testfile.tar
0.089(s) elapsed
```

说明:

- 如果需上传的文件在当前目录下，则无需提供路径。
- intel fpga的本地编译原始文件为.gbs格式；xilinx fpga的本地编译原始文件为脚本处理后得到的tar包。

下载OSS Bucket中的object

`faascmd get_object` 命令用来下载OSS Bucket中指定的object。

命令格式

```
faascmd get_object --obejct=<yourObjectName> --file=<your_local_path>/
<yourFileName>
```

示例代码

```
[root@ ~]# faascmd get_object --object=juliaOSSFile3 --file=vivado1.log
2018-12-04 10:09:47,342 oss2.api [INFO] 140410558318400 : Init oss bucket, endpoint: https://oss-cn-hangzhou-internal.aliyuncs.com, isCname: False, connect_timeout: None, app_name: , enabled_crc: True
juliaOSSFile3
vivado1.log
2018-12-04 10:09:47,344 oss2.api [INFO] 140410558318400 : Start to get object to file, bucket: juliabucket, key: juliaOSSFile3, file_path: vivado1.log
2018-12-04 10:09:47,344 oss2.api [INFO] 140410558318400 : Start to get object, bucket: juliabucket锛? key: juliaOSSFile3, range: , headers: {}, params: {}
2018-12-04 10:09:47,456 oss2.api [INFO] 140410558318400 : Get object done, req_id: 5C05E1EB874F5A9B75E1728B, status_code: 200
0.117(s) elapsed
```

说明:

如果您不提供路径，则默认下载到当前文件夹。

新建fpga镜像

`faascmd create_image`命令用来提交制作fpga镜像的请求。请求成功时，返回fpga imageuuid。

命令格式

```
faascmd create_image --object=<yourObjectName>
--fpgatype=<intel/xilinx>  --encrypted=<true/false>
--kmskey=<key/如果encrypted为true，必须；否则可选>
--shell=<Shell Version/必选> --name=<name/可选>
--description=<description/可选> --tags=<tags/可选>
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd create_image --object=juliabucket --fpgatype=intel --encrypted=false --shell=V1.1
{"Name":"None","CreateTie":"Fri Nov 09 2018 11:42:47 GMT+0800 (CST)","ShellUUID":"V1.1","Description":"None","FpgaImageUUID":"                                    ","State":"queued"}
0.250(s) elapsed
```

查看fpga镜像

`faascmd list_images`命令用于查看用户制作的所有fpga镜像的信息。

命令格式

```
faascmd list_images
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd list_images
{
  "FpgaImages": {
    "fpgaImage": [
      {
        "CreateTime": "Fri Nov 09 2018 11:42:47 GMT+0800 (CST)",
        "Description": "None",
        "Encrypted": "false",
        "FpgaImageUUID": "                                                ",
        "Name": "None",
        "ShellUUID": "V1.1",
        "State": "success",
        "Tags": "None",
        "UpdateTime": "Fri Nov 09 2018 11:43:53 GMT+0800 (CST)"
      }
    ]
  }
}
0.076(s) elapsed
```

说明:

每个子账户最多允许保留10个fpga镜像。

删除fpga镜像

`faascmd delete_image`命令用于删除fpga镜像。

命令格式

```
faascmd delete_image --imageuuid=<yourImageuuid>
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd delete_image --imageuuid=
{"Status":200,"FpgaImageUUID":"i                                ","Message":"delete succeed!"}
0.143(s) elapsed
```

下载fpga镜像

`faascmd download_image`命令用于提交下载fpga镜像的请求。

命令格式

```
faascmd download_image  --instanceId=<yourInstanceId>
--fpgauuid=<yourfpgauuid> --fpgatype=<intel/xilinx>
--imageuuid=<yourImageuuid> --imagetype=<afu>
```

```
--shell=<yourImageShellVersion>
```

示例代码

```
faascmd download_image --instanceId=XXXXX --fpgauuid=XXXX --fpgatype=
intel --imageuuid=XXXX
```

查看fpga镜像下载状态

`faascmd fpga_status`命令用于查看当前fpga板卡状态或fpga镜像的下载进度。

命令格式

```
faascmd fpga_status --fpgauuid=<fpgauuid> --instanceId=<instanceId>
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd fpga_status --fpgauuid=                    --instanceId=
{"shellUUID":"V1.0","FpgaImageUUID":"                                      ","FpgaUUID":"                    ",
askStatus":"invalid","Encrypted":"false"}
0.310(s) elapsed
```

发布fpga镜像

`faascmd publish_image` 命令用来提交发布fpga镜像的请求。

命令格式

```
faascmd publish_image --imageuuid=<yourImageuuid> --imageid=<
yourFPGAImageid>
```

说明:

- `imageuuid` 是您要发布到云市场的镜像id。您可以通过 `faascmd list_images` 命令查看。
- `imageid` 是fpga镜像id。您可以通过ECS控制台的实例详情页查看。

查看fpga实例的信息

`faascmd list_instances`命令用于获取fpga实例的基本信息，包括实例id、fpga板卡信息和shell版本。

命令格式

```
faascmd list_instances --instanceId=<yourInstanceId>
```

示例代码

```
[root@testhost script]# faascmd list_instances --instanceId=
{
  "Instances": {
    "instance": [
      {
        "DeviceBDF": "05:00.0",
        "FpgaStatus": "invalid",
        "FpgaType": "intel",
        "FpgaUUID": "",
        "InstanceId": "",
        "ShellUUID": "V1.1"
      }
    ]
  }
}
0.275(s) elapsed
```

8.5.5 faascmd工具FAQ

本文介绍使用faascmd工具时常见的问题与解决办法。

常见问题

- Name Error:global name'ID' is not defined.

  原因：faascmd没有获取到您的AccessKeyID或AccessKeySecret信息。

  解决办法：执行`faascmd config`命令，此命令执行后，会将您输入的AccessKeyID和AccessKeySecret信息保存在文件`/root/.faascredentials`中。

- HTTP Status:403 Error:RoleAccessError. You have no right to assume this role.

  原因：faascmd没有获取到roleArn信息，或者roleArn信息与当前的AccessKeyID和AccessKeySecret信息不属于同一个账户。

  解决办法：检查`/root/.faascredentials`文件是否包含以下信息。

  ```
  [FaaSCredentials]
  accessid=xxxxxxxxxx
  accesskey=xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
  [Role]
  role=acs:ram::1234567890123456:role/xxxxxx
  [OSS]
  bucket=xxxx
  ```

  说明:

  - 如果上述信息存在，确认该role信息与AccessKeyID/AccessKeySecret的云ID是否一致。
  - 如果上述信息不存在，执行 `faascmd auth bucket=xxxx` 命令授权。

- HTTP Status: 404 Error: EntityNotExist. Role Error. The specified Role not exists .

  原因：您的云账户下的faasrole角色不存在。

  解决办法： 登陆RAM控制台查看faasrole角色是否存在。

  - 如果faasrole角色不存在，您需要执行 `faascmd config` 和 `faascmd auth` 命令创建该角色并为其授权。
  - 如果faasrole角色存在，请提交工单处理。
- SDK.InvalidRegionId. Can not find endpoint to access.

  原因：获取不到faas服务的endpoint地址。

  解决办法：您需要逐项检查是否满足以下配置。

  - 运行`python -V`命令检查python版本是否为2.7.x。
  - 运行`which python`命令检查python的默认安装路径是否为 `/usr/bin/python` 。
  - 运行`cat /usr/lib/python2.7/site-packages/aliyunsdkcore/__init__.py`命令检查aliyunsdkcore版本是否为2.11.0及以上。

    说明:

    如果aliyunsdkcore版本号低于2.11.0，您需要运行`pip install --upgrade aliyun-python-sdk-core`命令升级至最新版本。
- 下载镜像时返回 HTTP Status:404 Error:SHELL NOT MATCH. The image Shell is not match with fpga Shell!Request ID:D7D1AB1E-8682-4091-8129-C17D54FD10D4

  原因：要下载的fpgaImage和指定fpga上的shell版本不匹配。

  解决办法：您需要按下列步骤逐项检查。

  - 运行`faascmd list_instances --instance=xxx`命令检查当前fpga的shell版本号。
  - 运行`faascmd list_images`命令检查指定的fpgaImage的shell版本号。

    说明:

    ■ 如果以上两个shell版本号不同，您需要重新制作一个与fpga的shell版本号相同的fpgaImage，然后下载。

    ■ 如果确定两个shell版本一致，请提交工单。

- 下载镜像时返回HTTP Status:503 Error:ANOTHER TASK RUNNING . Another task is running,user is allowed to take this task half an hour Request ID: 5FCB6F75-8572-4840-9BDC-87C57174F26D

  原因：您之前提交的下载请求异常失败或中断导致fpga的状态还停留在operating状态。

  解决办法：建议您等待10分钟，直至下载任务自动结束，然后再次提交下载镜像请求。

   说明:
  如果问题仍旧没有解决，请提交工单。

- 运行faascmd list_images命令时，发现镜像状态是failed。

  解决方法：您可以通过以下方式获取编译日志，以定位相关错误。

```
faascmd list_objects|grep vivado
faascmd get_object --obejct=<yourObjectName> --file=<your_local_path
>/vivado.log  #路径选填，默认下载到当前文件夹。
```

常见错误码

faascmd命令	API名字	错误信息	错误描述	错误码
适用所有命令	适用所有API	PARAMETER INVALIDATE	输入参数有误。	400
适用所有命令	适用所有API	InternalError	未知错误，提交工单。	500
auth	auth	NoPermisson	没有访问某个openAPI的权限。	403
create_image	CreateFpgaImage	IMAGE NUMBER EXCEED	镜像列表不能超过10个镜像，删除不需要的镜像即可。	401
		FREQUENCY ERROR	目前提交镜像请求的时间间隔为30min一次。	503
		SHELL NOT SUPPORT	输入的shell版本不支持，请检查shell版本是否正确。	404
		EntityNotExist.RoleError	用户账户没有创建faasRole。	404
		RoleAccessError	用户输入的roleArn为空，或者roleArn信息与AccessKey ID/AccessKey Secret不属于同一个云账号。	403

faascmd命令	API名字	错误信息	错误描述	错误码
		InvalidAccessKeyIdError	AccessKey ID/AccessKey Secret不合法。	401
		Forbidden.KeyNotFoundError	找不到指定的KMS key，请登陆KMS控制台检查输入的keyId是否存在。	503
		AccessDeniedError	faas admin 账户没有访问当前bucket的权限。	
		OSS OBJECT NOT FOUND	指定的oss bucket/object不存在，或者不具备访问权限。	404
delete_image	DeleteFpgaImage	IMAGE NOT FOUND	指定的fpgaImage找不到。	400
list_instances	DescribeFpgaInstances	NOT AUTHORIZED	指定的instance不存在或者不属于当前的云账户。	401
		RoleAccessError	用户输入的roleArn为空，或者roleArn信息与AccessKey ID/AccessKey Secret不属于同一个云账号。	403
		INSTANCE INVALIDATE	指定的instance不属于fpga实例。如果确定是fpga实例，请提交工单。	404
fpga_status	DescribeLoadTaskStatus	NOT AUTHORIZED	找不到指定的instanceId，请检查输入参数。	401
		FPGA NOT FOUND	找不到指定fpgauuid，请检查输入参数。	404
download_image	LoadFpgaImage	ANOTHER TASK RUNNING	之前提交的下载镜像任务还在operating状态。	503
		IMAGE ACCESS ERROR	指定的image不属于当前云账户。	401
		YOU HAVE NO ACCESS TO THIS INSTANCE	指定的instance不属于当前的云账户。	401
		IMAGE NOT FOUND	指定的fpgaImage找不到。	404
		FPGA NOT FOUND	指定的fpga找不到。	404

faascmd命令	API名字	错误信息	错误描述	错误码
		SHELL NOT MATCH	镜像的shell版本和指定的fpga上的shell版本不匹配。	404
		RoleAccess Error	用户输入的roleArn为空，或者roleArn信息与AccessKey ID/AccessKey Secret不属于同一个云账号。	403
		Image not in success state	指定的image不是success状态，只有状态为success的image才可以下载。	404
publish_image	PublishFpgaImage	FPGA IMAGE STATE ERROR	指定的image不是success状态。	404
		FPGA IMAGE NOT FOUND	指定的image没有找到或者不属于当前用户。	404

9 磁盘缩容

由于目前云服务器 ECS 不支持系统盘或者数据盘缩容，如果您有磁盘缩容的需求，可用通过 阿里云迁云工具 达成目的。

迁云工具的研发初衷是为了平衡阿里云用户的云上及线下业务负载，但是您可以利用其工作原理，绕道实现云服务器 ECS 磁盘缩容。

迁云工具可以根据您的 ECS 实例重新制作一份自定义镜像，在制作过程中通过重新指定磁盘大小，以达到缩容的目的。除了将目标对象换成了 ECS 实例之外，磁盘缩容和迁云这两种场景的工具 使用方法和使用限制 完全一致。甚至因为使用对象为已经虚拟化的 ECS 实例，会更加方便，报错机率更低。

然而，这种缩容方式，会引起原有 ECS 实例的部分属性发生变化，例如，实例 ID（`InstanceId`）和 公网 IP。如果您的实例为 专有网络*#VPC#* 实例，可以将 公网*IP*转换为弹性公网*IP* 以保留该公网 IP。因此，建议使用 弹性公网 *IP#EIP#* 或者对公网 IP 依赖程度较轻的用户使用该方式缩容。

前提条件

- 当磁盘挂载的是 Linux 实例时，您需要预先在实例内安装远程数据同步工具 rsync。
  - CentOS 实例：运行 `yum install rsync -y`
  - Ubuntu 实例：运行 `apt-get install rsync -y`
  - Debian 实例：运行 `apt-get install rsync -y`
  - 其他发行版：参考发行版官网安装相关的文档
- 您需要预先在控制台 创建 *AccessKey*， 用于输出到配置文件 *user_config.json* 里。

  > **说明:**
  > 由于 AccessKey 权限过大，为防止数据泄露，建议您 创建 *RAM* 用户子账号，并使用 RAM 用户子账号 创建 *AccessKey*。

- 其他更多前提条件和限制条件，请参阅 使用迁云工具迁移服务器至阿里云。

操作步骤

1. 使用管理员/root 账号 远程连接 到目标 ECS 实例。
2. 下载 阿里云迁云工具 ZIP 压缩包。
3. 解压迁云工具，并进入对应操作系统及版本的客户端文件目录找到配置文件 user_config.json 。

4. 参阅段落 *#unique_101/unique_101_Connect_42_section_p5x_xzz_jfb* 完成配置。

   该配置文件 Linux Shell 显示效果如下图所示。

   在磁盘缩容的场景中，您需要重点关注的参数有：

   - *system_disk_size*：该参数可以置为缩容系统盘的预期数值，单位为 GB，该值不能小于系统盘实际使用空间大小。
   - *data_disks*：该参数可以置为缩容数据盘的预期数值，单位为 GB，该值不能小于数据盘实际使用空间大小。

   > 说明：
   >
   > - 当 Linux 实例自带数据盘时，即使您不考虑缩容数据盘，也需要配置参数 `data_disks`，否则迁云工具默认将数据盘的数据拷贝到系统盘中。
   > - 当 Windows 实例自带数据盘时，如果没有缩容数据盘的需求，可以不配置参数 `data_disks`。

5. 执行客户端主程序 go2aliyun_client.exe：

   - Windows 实例：右击 go2aliyun_client.exe，选择 以管理员身份运行。
   - Linux 实例：

     a. 运行 `chmod +x go2aliyun_client` 赋予客户端可执行权限。

     b. 运行 `./ go2aliyun_client` 运行客户端。

6. 等待运行结果：

   - 当出现 `Goto Aliyun Finished!` 提示时，前往 *ECS* 控制台镜像详情页 查看经过缩容后的自定义镜像。如果自定义镜像已生成，您可以释放原实例，然后使用生成的自定义镜像 *创建 ECS 实例*，创建完成后，磁盘缩容工作已完成。
   - 当出现 `Goto Aliyun Not Finished!` 提示时，检查同一目录下 Logs 文件夹下的日志文件 *排查故障*。修复问题后，重新运行迁云工具即可恢复缩容工作，迁云工具会从上一次执行的进度中继续迁云，无需重头开始。

参考链接

- 关于迁云工具的具体介绍，请参阅**什么是阿里云迁云工具**。
- 关于迁云工具的操作说明，请参阅**使用迁云工具迁移服务器至阿里云**。

10 ECS状态变化事件的自动化运维最佳实践

本文通过实践案例为您介绍云监控如何利用MNS消息队列实现自动化处理ECS状态变化事件。

背景信息

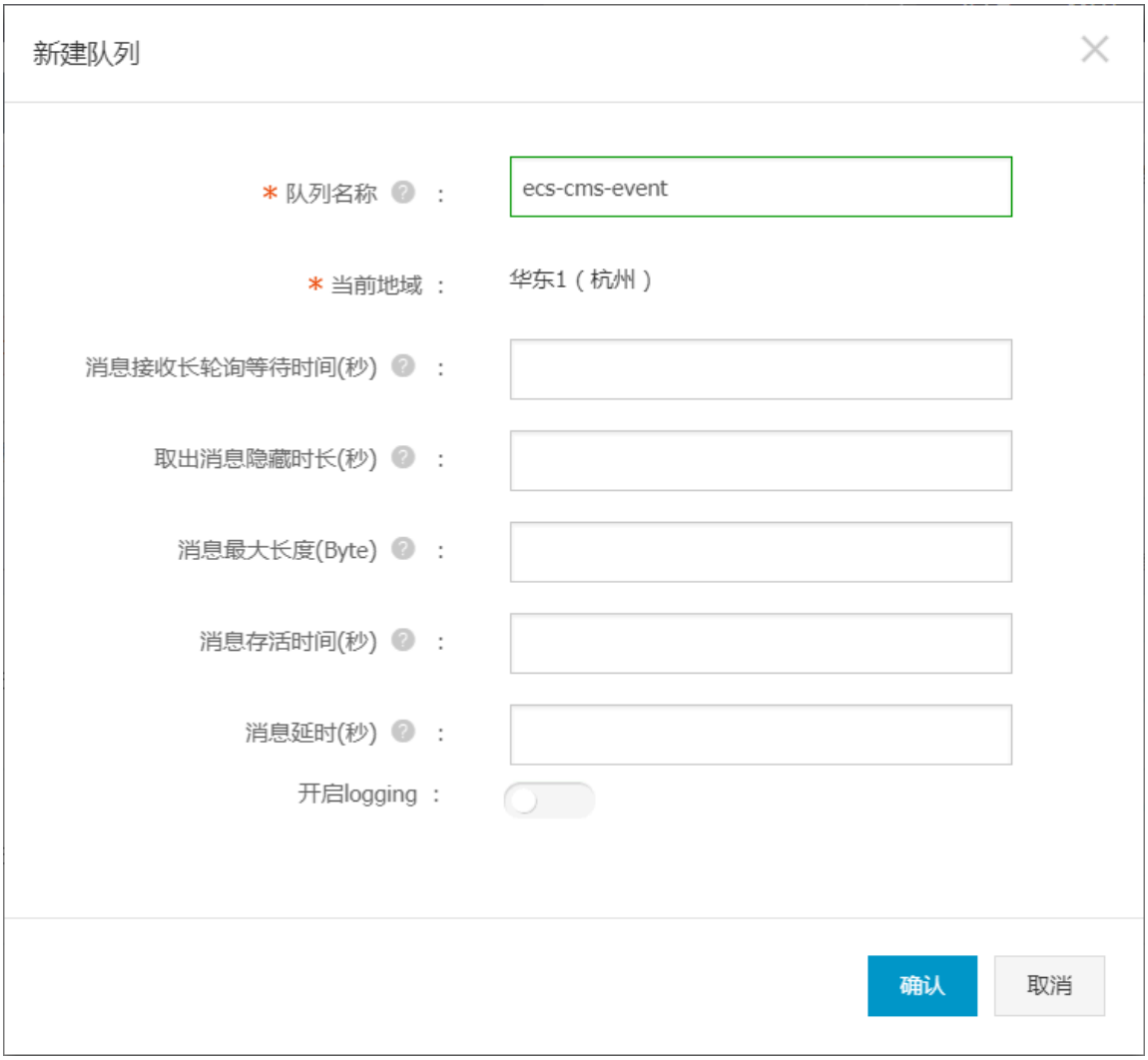
阿里云ECS在已有的系统事件的基础上，通过云监控新发布了状态变化类事件和抢占型实例的中断通知事件。每当ECS实例的状态发生变化的时候，都会触发一条ECS实例状态变化事件。这种变化包括您在控制台/OpenAPI/SDK操作导致的变化，也包括弹性伸缩或欠费等原因而自动触发的变化，还包括因为系统异常而触发的变化。

云监控以前发布的系统事件，主要针对告警后人工介入的场景，而这次新发布的事件属于正常类的信息通知，适合自动化的审计运维等场景。为了自动化处理ECS状态变化事件，云监控提供了两种主要途径：一种是通过函数计算，另一种是通过MNS消息队列。本文将为您介绍利用MNS消息队列自动化处理ECS事件的三种最佳实践。

自动化处理ECS状态变化事件的准备工作

- 创建消息队列

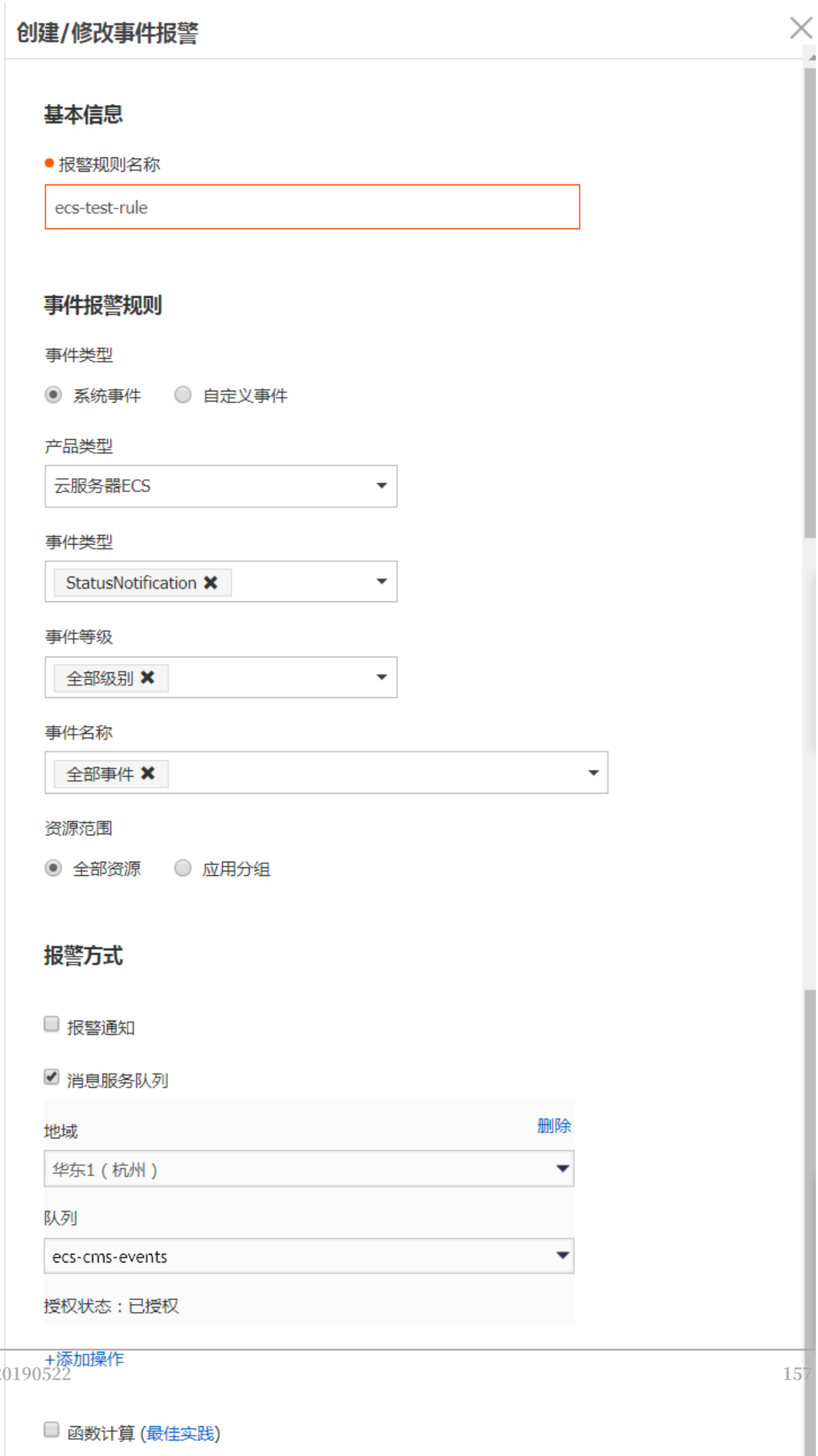
1. 登录MNS控制台。
2. 在队列列表页面，选择地域，单击右上角的创建队列，进入新建队列页面。



3. 输入队列的名称（例如“ecs-cms-event”）等信息，单击确认即可完成创建消息队列。

- 创建事件报警规则

  1. 登录云监控控制台。
  2. 单击左侧导航栏中的事件监控，进入事件查询页面
  3. 单击报警规则页签，然后单击右上角的创建事件报警，弹出创建/修改事件报警对话框。


创建/修改事件报警
基本信息
报警规则名称
ecs-test-rule
事件报警规则
事件类型
系统事件
自定义事件
产品类型
云服务器ECS
事件类型
StatusNotification
事件等级
全部级别
事件名称
全部事件
资源范围
全部资源
应用分组
报警方式
报警通知
消息服务队列
地域
删除
华东1（杭州）
队列
ecs-cms-events
授权状态：已授权
+添加操作
函数计算 (最佳实践)

4. 在基本信息区域，填写报警规则名称，例如如“ecs-test-rule”。
5. 设置事件报警规则：选择事件类型为系统事件。
   - 产品类型、事件等级、事件名称：产品类型选择云服务器ECS，事件类型选择StatusNotification，其余按照实际情况填写。
   - 资源范围：选择全部资源时，任何资源发生相关事件，都会按照配置发送通知；选择应用分组时，只有指定分组内的资源发生相关事件时，才会发送通知。
6. 在报警方式中，选择消息队列，然后选择地域和队列（例如ecs-cms-event）。
7. 完成以上设置后，单击确定按钮即可完成创建事件报警规则。

· 安装Python依赖

本文所有的代码均使用Python 3.6测试通过，您也可以使用Java等其他编程语言。

请使用Pypi安装以下Python依赖:

- aliyun-python-sdk-core-v3>=2.12.1
- aliyun-python-sdk-ecs>=4.16.0
- aliyun-mns>=1.1.5

自动化处理ECS状态变化事件的实施步骤

云监控会把云服务器ECS所有的状态变化事件都投递到MNS里面，接下来我们需要通过编写代码从MNS获取消息并进行消息处理。

实践一：对所有ECS的创建和释放事件进行记录

目前ECS控制台无法查询已经释放的实例。如果您有查询需求，可以通过ECS状态变化事件把所有ECS的生命周期记录在自己的数据库或者日志里。每当创建ECS时，会首先发送一个Pending事件，每当释放ECS时，会最后发送一个Deleted事件。我们需要对这两种事件进行记录。

1. 编辑一个Conf文件。需包含mns的endpoint（可以登录MNS的控制台，在队列列表页，单击获取Endpoint得到）、阿里云的access key和secrect、region id（例如cn-beijing）以及mns queue的名字。

```
class Conf:
    endpoint = 'http://<id>.mns.<region>.aliyuncs.com/'
    access_key = '<access_key>'
    access_key_secret = '<access_key_secrect>'
    region_id = 'cn-beijing'
    queue_name = 'test'
    vsever_group_id = '<your_vserver_group_id>'
```

2. 使用MNS的SDK编写一个MNS Client用来获取MNS消息。

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import json
```

```
from mns.mns_exception import MNSExceptionBase
import logging
from mns.account import Account
from . import Conf


class MNSClient(object):
    def __init__(self):
        self.account =  Account(Conf.endpoint, Conf.access_key, Conf
.access_key_secret)
        self.queue_name = Conf.queue_name
        self.listeners = dict()

    def regist_listener(self, listener, eventname='Instance:
StateChange'):
        if eventname in self.listeners.keys():
            self.listeners.get(eventname).append(listener)
        else:
            self.listeners[eventname] = [listener]

    def run(self):
        queue = self.account.get_queue(self.queue_name)
        while True:
            try:
                message = queue.receive_message(wait_seconds=5)
                event = json.loads(message.message_body)
                if event['name'] in self.listeners:
                    for listener in self.listeners.get(event['name
']):
                        listener.process(event)
                queue.delete_message(receipt_handle=message.
receipt_handle)
            except MNSExceptionBase as e:
                if e.type == 'QueueNotExist':
                    logging.error('Queue %s not exist, please create
 queue before receive message.', self.queue_name)
                else:
                    logging.error('No Message, continue waiting')


class BasicListener(object):
    def process(self, event):
        pass
```

上述代码只是对MNS消息进行拉取，调用Listener消费消息之后删除消息，后面的实践也会用到。

3. **注册一个Listener进消费指定事件。这个简单的Listener判断收到Pending和Deleted事件时，打印一行日志。**

```
 # -*- coding: utf-8 -*-
import logging
from .mns_client import BasicListener


class ListenerLog(BasicListener):
    def process(self, event):
        state = event['content']['state']
        resource_id = event['content']['resourceId']
        if state == 'Panding':
```

```
            logging.info(f'The instance {resource_id} state is {
state}')
        elif state == 'Deleted':
            logging.info(f'The instance {resource_id} state is {
state}')
```

Main函数可以这么写：

```
mns_client = MNSClient()

mns_client.regist_listener(ListenerLog())

mns_client.run()
```

实际生产环境下，可能需要把事件存储在数据库里，或者利用SLS日志服务，方便后期的搜索和审计。

实践二：ECS的关机自动重启

在某些场景下，ECS会非预期的关机，您可能需要自动重启已经关机的ECS。

为了实现这一目的，我们复用实践一里面的MNS Client，添加一个新的Listener。当收到Stopped事件的时候，对该ECS执行一个Start命令。

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import logging
from aliyunsdkecs.request.v20140526 import StartInstanceRequest
from aliyunsdkcore.client import AcsClient
from .mns_client import BasicListener
from .config import Conf


class ECSClient(object):
    def __init__(self, acs_client):
        self.client = acs_client

    # 启动ECS实例
    def start_instance(self, instance_id):
        logging.info(f'Start instance {instance_id} ...')
        request = StartInstanceRequest.StartInstanceRequest()
        request.set_accept_format('json')
        request.set_InstanceId(instance_id)
        self.client.do_action_with_exception(request)


class ListenerStart(BasicListener):
    def __init__(self):
        acs_client = AcsClient(Conf.access_key, Conf.access_key_secret
, Conf.region_id)
        self.ecs_client = ECSClient(acs_client)

    def process(self, event):
        detail = event['content']
        instance_id = detail['resourceId']
        if detail['state'] == 'Stopped':
```

```
            self.ecs_client.start_instance(instance_id)
```

在实际生产环境下，执行完Start命令后，可能还需要继续接收后续的Starting/Running/Stopped等事件，再配合计时器和计数器，进行Start成功或失败之后的处理。

实践三：抢占型实例释放前，自动从SLB移除

抢占型实例在释放之前五分钟左右，会发出释放告警事件，您可以利用这短暂的时间运行一些业务不中断的逻辑。例如，主动从SLB的后端服务器中去掉这台即将被释放的抢占型实例，而不是被动等待实例释放后SLB的自动处理。

我们还是复用实践一的MNS Client，添加一个新的Listener，当收到抢占型实例的释放告警时，调用SLB的SDK。

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from aliyunsdkcore.client import AcsClient
from aliyunsdkcore.request import CommonRequest
from .mns_client import BasicListener
from .config import Conf


class SLBClient(object):
    def __init__(self):
        self.client = AcsClient(Conf.access_key, Conf.access_key
_secret, Conf.region_id)
        self.request = CommonRequest()
        self.request.set_method('POST')
        self.request.set_accept_format('json')
        self.request.set_version('2014-05-15')
        self.request.set_domain('slb.aliyuncs.com')
        self.request.add_query_param('RegionId', Conf.region_id)

    def remove_vserver_group_backend_servers(self, vserver_group_id,
instance_id):
        self.request.set_action_name('RemoveVServerGroupBackendServers
')
        self.request.add_query_param('VServerGroupId', vserver_gr
oup_id)
        self.request.add_query_param('BackendServers',
                                     "[{'ServerId':'" + instance_id +
 "','Port':'80','Weight':'100'}]")
        response = self.client.do_action_with_exception(self.request)
        return str(response, encoding='utf-8')


class ListenerSLB(BasicListener):
    def __init__(self, vsever_group_id):
        self.slb_caller = SLBClient()
        self.vsever_group_id = Conf.vsever_group_id

    def process(self, event):
        detail = event['content']
        instance_id = detail['instanceId']
        if detail['action'] == 'delete':
```

```
            self.slb_caller.remove_vserver_group_backend_servers(self.
vsever_group_id, instance_id)
```

注意:

抢占型实例释放告警的event name与前面不同，应该是“Instance:PreemptibleInstanceInterruption”， mns_client.regist_listener(ListenerSLB(Conf.vsever_group_id), 'Instance:PreemptibleInstanceInterruption')

在实际生产环境下，您可能需要再申请一台新的抢占型实例，挂载到SLB上，来保证服务能力。

11 Terraform

11.1 什么是Terraform

Terraform是一种开源工具，用于安全高效地预配和管理云基础结构。

HashiCorp Terraform 是一个IT基础架构自动化编排工具，可以用代码来管理维护 IT 资源。Terraform的命令行接口 (CLI) 提供一种简单机制，用于将配置文件部署到阿里云或其他任意支持的云上，并对其进行版本控制。

它编写了描述云资源拓扑的配置文件中的基础结构，例如虚拟机、存储帐户和网络接口。Terraform 的命令行接口（CLI）提供一种简单机制，用于将配置文件部署到阿里云或任何其他支持的云并对其进行版本控制。

Terraform是一个高度可扩展的工具，通过 Provider 来支持新的基础架构。您可以使用Terraform来创建、修改、删除ECS、VPC、RDS、SLB等多种资源。

优势

- 将基础结构部署到多个云

  Terraform适用于多云方案，将相类似的基础结构部署到阿里云、其他云提供商或者本地数据中心。开发人员能够使用相同的工具和相似的配置文件同时管理不同云提供商的资源。
- 自动化管理基础结构

  Terraform能够创建配置文件的模板，以可重复、可预测的方式定义、预配和配置ECS资源，减少因人为因素导致的部署和管理错误。能够多次部署同一模板，创建相同的开发、测试和生产环境。
- 基础架构即代码（Infrastructure as Code）

  可以用代码来管理维护资源。允许保存基础设施状态，从而使您能够跟踪对系统（基础设施即代码）中不同组件所做的更改，并与其他人共享这些配置 。
- 降低开发成本

  您通过按需创建开发和部署环境来降低成本。并且，您可以在系统更改之前进行评估。

应用场景

Terraform的应用场景请参见 *Terraform详情页*。

使用Terraform

Terraform能够让您在阿里云上轻松使用 简单模板语言 来定义、预览和部署云基础结构。以下为Terraform在ECS中预配资源的必要步骤：

1. 安装Terraform。
2. 配置Terraform。
3. 使用Terraform创建一台或多台ECS实例。

更多资料

- *Terraform Alibaba provider*文档
- *Terrafrom Alibaba github*
- *Terraform Registry Alibaba Modules*

11.2 安装和配置Terraform

在使用Terraform的简单模板语言定义、预览和部署云基础结构前，您需要安装预配置Terraform。

操作步骤

1. 前往 *Terraform*官网 下载适用于您的操作系统的程序包。
2. 将程序包解压到`/usr/local/bin`。

   如果将可执行文件解压到其他目录，按照以下方法为其定义全局路径：

   - Linux：参见 在*Linux*系统定义全局路径。
   - Windows：参见 在*Windows*系统定义全局路径。
   - Mac：参见 在*Mac*系统定义全局路径。
3. 运行`terraform`验证路径配置。

   将显示可用的Terraform选项的列表，类似如下所示，表示安装完成。

   ```
   username:~$ terraform
   ```

```
Usage: terraform [-version] [-help] <command> [args]
```

4. 为提高权限管理的灵活性和安全性，建议您创建RAM用户，并为其授权。

   a. 登录 RAM控制台。

   b. 创建名为*Terraform*的RAM用户，并为该用户创建AccessKey。具体步骤参见 创建RAM用户。

   c. 为RAM用户授权。在本示例中，给用户*Terraform*授予`AliyunECSFullAccess`和`AliyunVPCFullAccess`权限，具体步骤参见 为RAM用户授权。

5. 创建环境变量，用于存放身份认证信息。

```
export ALICLOUD_ACCESS_KEY="LTAIUrZCw3********"
export ALICLOUD_SECRET_KEY="zfwwWAMWIAiooj14GQ2************"
export ALICLOUD_REGION="cn-beijing"
```

11.3 创建一台ECS实例

本文介绍如何使用Terraform创建一台ECS实例。

操作步骤

1. 创建VPC网络和交换机。

   a. 创建*terraform.tf*文件，输入以下内容，并保存在当前的执行目录中。

```
resource "alicloud_vpc" "vpc" {
  name       = "tf_test_foo"
  cidr_block = "172.16.0.0/12"
}

resource "alicloud_vswitch" "vsw" {
  vpc_id            = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
  cidr_block        = "172.16.0.0/21"
  availability_zone = "cn-beijing-b"
}
```

   b. 运行`terraform apply`开始创建。

   c. 运行`terraform show`查看已创建的VPC和VSwitch。

   您也可以登录VPC控制台查看VPC和VSwitch的属性。

2. 创建安全组，并将安全组作用于上一步创建的VPC中。

   a. 在*terraform.tf*文件中增加以下内容。

```
resource "alicloud_security_group" "default" {
  name = "default"
  vpc_id = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
}

resource "alicloud_security_group_rule" "allow_all_tcp" {
```

```
  type                = "ingress"
  ip_protocol         = "tcp"
  nic_type            = "intranet"
  policy              = "accept"
  port_range          = "1/65535"
  priority            = 1
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id}"
  cidr_ip             = "0.0.0.0/0"
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的安全组和安全组规则。

您也可以登录ECS控制台查看安全组和安全组规则。

3. 创建ECS实例。

a. 在*terraform.tf*文件中增加以下内容。

```
resource "alicloud_instance" "instance" {
  # cn-beijing
  availability_zone = "cn-beijing-b"
  security_groups = ["${alicloud_security_group.default.*.id}"]

  # series III
  instance_type        = "ecs.n2.small"
  system_disk_category = "cloud_efficiency"
  image_id             = "ubuntu_140405_64_40G_cloudinit_20161115.
vhd"
  instance_name        = "test_foo"
  vswitch_id = "${alicloud_vswitch.vsw.id}"
  internet_max_bandwidth_out = 10
  password = "<replace_with_your_password>"
}
```

说明:

- 在上述示例中，指定了`internet_max_bandwidth_out = 10`，因此会自动为实例分配一个公网IP。
- 详细的参数解释请参见 阿里云参数说明。

运行`terraform apply`开始创建。

b. 运行`terraform show`查看已创建的ECS实例。

c. 运行`ssh root@<publicip>`，并输入密码来访问ECS实例。

```
provider "alicloud" {}

resource "alicloud_vpc" "vpc" {
  name       = "tf_test_foo"
  cidr_block = "172.16.0.0/12"
}

resource "alicloud_vswitch" "vsw" {
```

```
  vpc_id            = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
  cidr_block        = "172.16.0.0/21"
  availability_zone = "cn-beijing-b"
}


resource "alicloud_security_group" "default" {
  name = "default"
  vpc_id = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
}


resource "alicloud_instance" "instance" {
  # cn-beijing
  availability_zone = "cn-beijing-b"
  security_groups = ["${alicloud_security_group.default.*.id
}"]

  # series III
  instance_type        = "ecs.n2.small"
  system_disk_category = "cloud_efficiency"
  image_id             = "ubuntu_140405_64_40G_cloudinit
_20161115.vhd"
  instance_name        = "test_foo"
  vswitch_id = "${alicloud_vswitch.vsw.id}"
  internet_max_bandwidth_out = 10
}


resource "alicloud_security_group_rule" "allow_all_tcp" {
  type              = "ingress"
  ip_protocol       = "tcp"
  nic_type          = "intranet"
  policy            = "accept"
  port_range        = "1/65535"
  priority          = 1
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id
}"
  cidr_ip           = "0.0.0.0/0"
}
```

11.4 创建多台ECS实例

本文介绍如何使用Terraform模块批量创建多台ECS实例。

操作步骤

1. **创建VPC网络和交换机。**

   a. **创建*terraform.tf*文件，输入以下内容，保存在当前的执行目录中。**

```
resource "alicloud_vpc" "vpc" {
  name       = "tf_test_foo"
  cidr_block = "172.16.0.0/12"
}

resource "alicloud_vswitch" "vsw" {
  vpc_id            = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
  cidr_block        = "172.16.0.0/21"
```

```
  availability_zone = "cn-beijing-b"
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的VPC和VSwitch。

您也可以登录VPC控制台查看VPC和VSwitch的属性。

2. 创建安全组，并将安全组作用于上一步创建的VPC中。

a. 在*terraform.tf*文件中增加以下内容。

```
resource "alicloud_security_group" "default" {
  name = "default"
  vpc_id = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
}

resource "alicloud_security_group_rule" "allow_all_tcp" {
  type              = "ingress"
  ip_protocol       = "tcp"
  nic_type          = "internet"
  policy            = "accept"
  port_range        = "1/65535"
  priority          = 1
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id}"
  cidr_ip           = "0.0.0.0/0"
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的安全组和安全组规则。

你也可以登录ECS控制台查看安全组和安全组规则。

3. 使用Module创建多台ECS实例。在本示例中，创建3台ECS实例。

a. 在*terraform.tf*文件中增加以下内容。

```
module "tf-instances" {
  source = "alibaba/ecs-instance/alicloud"
  vswitch_id = "${alicloud_vswitch.vsw.id}"
  group_ids = ["${alicloud_security_group.default.*.id}"]
  availability_zone = "cn-beijing-b"
  disk_category = "cloud_ssd"
  disk_name = "my_module_disk"
  disk_size = "50"
  number_of_disks = 7

  instance_name = "my_module_instances_"
  host_name = "sample"
  internet_charge_type = "PayByTraffic"
  number_of_instances = "3"
  password="User@123"
}
```

说明:

- 在上述示例中，指定了`internet_max_bandwith_out = 10`，因此会自动为实例分配一个公网IP。
- 详细的参数解释请参见 参数说明。

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的ECS实例。

d. 运行`ssh root@<publicip>`，并输入密码来访问ECS实例。

```
provider "alicloud" {}

resource "alicloud_vpc" "vpc" {
  name       = "tf_test_foo"
  cidr_block = "172.16.0.0/12"
}

resource "alicloud_vswitch" "vsw" {
  vpc_id            = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
  cidr_block        = "172.16.0.0/21"
  availability_zone = "cn-beijing-b"
}

resource "alicloud_security_group" "default" {
  name = "default"
  vpc_id = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
}


resource "alicloud_security_group_rule" "allow_all_tcp" {
  type              = "ingress"
  ip_protocol       = "tcp"
  nic_type          = "intranet"
  policy            = "accept"
  port_range        = "1/65535"
  priority          = 1
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id
}"
  cidr_ip           = "0.0.0.0/0"
}

module "tf-instances" {
  source = "alibaba/ecs-instance/alicloud"
  vswitch_id = "${alicloud_vswitch.vsw.id}"
  group_ids = ["${alicloud_security_group.default.*.id}"]
  availability_zone = "cn-beijing-b"
  disk_category = "cloud_ssd"
  disk_name = "my_module_disk"
  disk_size = "50"
  number_of_disks = 7

  instance_name = "my_module_instances_"
  host_name = "sample"
  internet_charge_type = "PayByTraffic"
  number_of_instances = "3"
  password="User@123"
```

```
}
```

11.5 部署Web集群

部署一个网站或者API应用时，需要部署一系列的节点，并根据访问数量或者资源使用的情况来自动伸缩，SLB对各个节点分配请求。本文介绍如何使用Terraform部署Web集群。

背景信息

在本示例中，整个应用部署在一个可用区，并且只提供8080端口访问hello world网页。

操作步骤

1. 创建VPC网络和交换机。
   a. 创建*terraform.tf*文件，输入以下内容，并保存在当前的执行目录中。

```
resource "alicloud_vpc" "vpc" {
  name       = "tf_test_foo"
  cidr_block = "172.16.0.0/12"
}

resource "alicloud_vswitch" "vsw" {
  vpc_id            = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
  cidr_block        = "172.16.0.0/21"
  availability_zone = "cn-beijing-b"
}
```

   b. 运行`terraform apply`开始创建。
   c. 运行`terraform show`查看已创建的VPC和VSwitch。

   您也可以登录VPC控制台查看VPC和VSwitch的属性。

2. 创建安全组，并将安全组作用于上一步创建的VPC中。
   a. 在*terraform.tf*文件中增加以下内容。

```
resource "alicloud_security_group" "default" {
  name = "default"
  vpc_id = "${alicloud_vpc.vpc.id}"
}

resource "alicloud_security_group_rule" "allow_all_tcp" {
  type              = "ingress"
  ip_protocol       = "tcp"
  nic_type          = "internet"
  policy            = "accept"
  port_range        = "1/65535"
  priority          = 1
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id}"
  cidr_ip           = "0.0.0.0/0"
```

```
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的安全组和安全组规则。

你也可以登录ECS控制台查看安全组和安全组规则。

3. 创建负载均衡实例，为其分配公网IP。在本示例中，为负载均衡实例配置了从前端80端口到后端8080端口的映射，并输出公网IP用于后续测试。

a. 创建*slb.tf*文件，并增加以下内容。

```
resource "alicloud_slb" "slb" {
  name       = "test-slb-tf"
  vswitch_id = "${alicloud_vswitch.vsw.id}"
  internet = true
}
resource "alicloud_slb_listener" "http" {
  load_balancer_id = "${alicloud_slb.slb.id}"
  backend_port = 8080
  frontend_port = 80
  bandwidth = 10
  protocol = "http"
  sticky_session = "on"
  sticky_session_type = "insert"
  cookie = "testslblistenercookie"
  cookie_timeout = 86400
  health_check="on"
  health_check_type = "http"
  health_check_connect_port = 8080
}

output "slb_public_ip"{
  value = "${alicloud_slb.slb.address}"
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

c. 运行`terraform show`查看已创建的负载均衡实例。

你也可以登录SLB控制台查看新建的负载均衡实例。

4. 创建弹性伸缩。

   在本示例中，将创建以下资源：

   - 伸缩组：在模版中指定伸缩最小为2，最大为10，并将伸缩组与新建的负载均衡实例绑定。由于伸缩组的配置要求SLB必须有相应配置的监听器，因此模版中用depends_on属性指定了部署顺序。
   - 伸缩组配置：在模版中指定ECS实例的具体配置。在初始化配置（user-data）中生成一个Hello World的网页，并在8080端口提供服务。为简化操作，本示例中会为虚拟机分配公网IP，并且设置`force_delete=true`用于后续删除环境。
   - 伸缩规则：定义具体的伸缩规则。

   a. 创建*ess.tf*文件，并增加以下内容。

```
resource "alicloud_ess_scaling_group" "scaling" {
  min_size = 2
  max_size = 10
  scaling_group_name = "tf-scaling"
  vswitch_ids=["${alicloud_vswitch.vsw.*.id}"]
  loadbalancer_ids = ["${alicloud_slb.slb.*.id}"]
  removal_policies   = ["OldestInstance", "NewestInstance"]
  depends_on = ["alicloud_slb_listener.http"]
}

resource "alicloud_ess_scaling_configuration" "config" {
  scaling_group_id = "${alicloud_ess_scaling_group.scaling.id}"
  image_id = "ubuntu_140405_64_40G_cloudinit_20161115.vhd"
  instance_type = "ecs.n2.small"
  security_group_id = "${alicloud_security_group.default.id}"
  active=true
  enable=true
  user_data = "#!/bin/bash\necho \"Hello, World\" > index.html\
nnohup busybox httpd -f -p 8080&"
  internet_max_bandwidth_in=10
  internet_max_bandwidth_out= 10
  internet_charge_type = "PayByTraffic"
  force_delete= true

}

resource "alicloud_ess_scaling_rule" "rule" {
  scaling_group_id = "${alicloud_ess_scaling_group.scaling.id}"
  adjustment_type  = "TotalCapacity"
  adjustment_value = 2
  cooldown = 60
```

```
}
```

b. 运行`terraform apply`开始创建。

创建成功后，会输出SLB的公网IP。

c. 等待大约两分钟，弹性伸缩将自动创建ECS实例。

d. 输入命令`curl http://<slb public ip>`进行验证。

如果看到`Hello, World`，表示成功通过负载均衡实例访问ECS实例提供的网页。

5. 运行`terraform destroy`删除测试环境。经确认后，整个部署的环境将被删除。

使用Terraform可以便捷地删除和重新部署一个环境。如果您想重新部署，运行`terraform apply`即可。

12 DevOps for small and medium web apps

12.1 General introduction

The intended audience of this document are independent development teams that need to develop and maintain a small/medium web application on Alibaba Cloud. The goal is to keep things simpl. Necessary technologies and best practices are introduced step by step.

Introduction

More complex tooling is mentioned near the middle of this tutorial, for example *infrastructure as code tools* are explained in *Continuous delivery*.

The sample web application that comes with this tutorial is composed of two parts:

- A backend written in Java with *Spring Boot*.
- A frontend written in Javascript with *React*.

This document addresses the following points:

- How to automate compilation, testing, code analysis and packaging with a *CI pipeline*.
- How to extend this pipeline to *deploy the application automatically*.
- How to setup a highly-available architecture on Alibaba Cloud.
- How to backup periodically (and restore!) the database and the *version control system*.
- How to upgrade the application and the database.
- How to centralize logs and monitor your cluster.

Prerequisites

To follow this tutorial:

- Familiarize yourself with *Git* and install it on your computer.
- Make sure you have an Alibaba Cloud account.
- Download the *related resources* before moving to the next part.

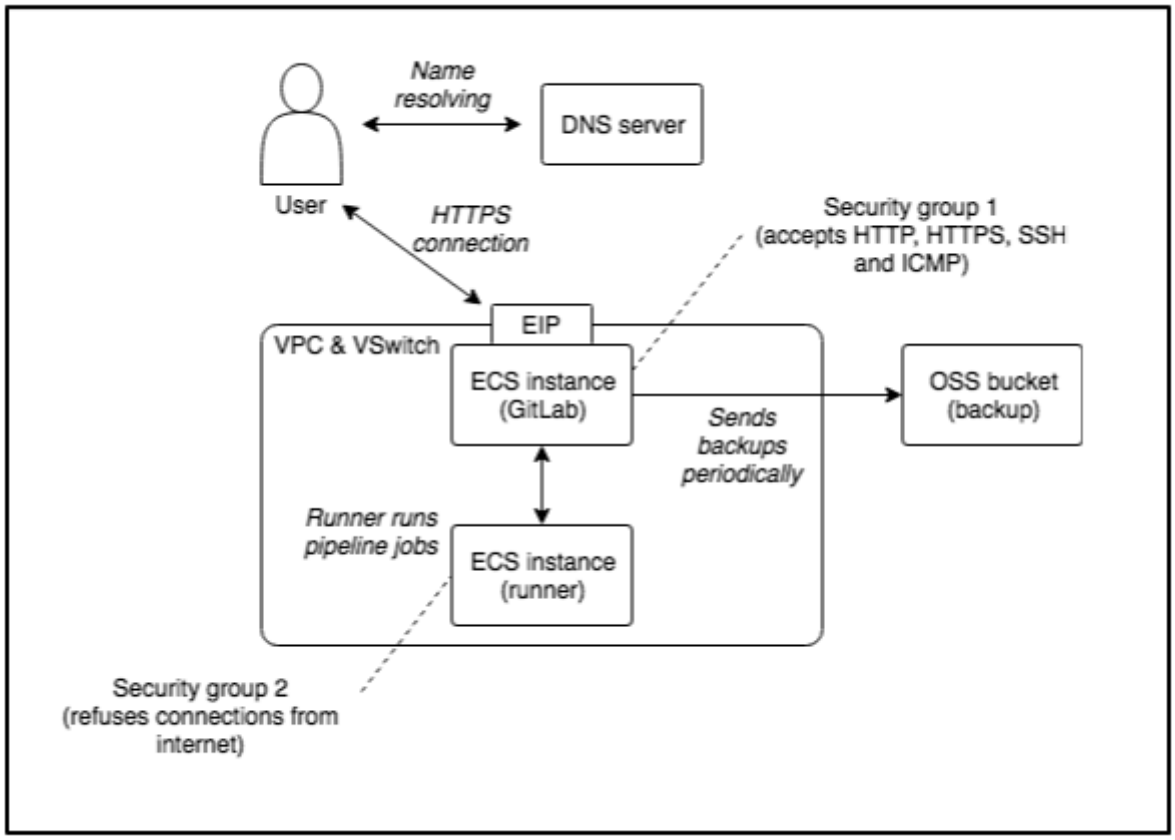
12.2 GitLab installation and configuration

Introduction

GitLab CE edition is a free open-source tool that will help us to host Git repositories and run our CI/CD pipeline.

To keep it simple, we will install GitLab on an ECS instance with a direct access to internet. Although the servers will be protected via encryption and restrictive security group rules, you might also want to isolate your virtual machines from internet by using a VPN Gateway.

The following diagram illustrates the architecture we will put in place for GitLab:



Cloud resources creation

The first step is to buy a domain name. This is necessary if you want to enable security on your servers:

1. Log on to the Domain console.
2. Click Purchase.

3. Choose a domain, such as my-sample-domain.xyz and follow the instructions to buy it.
4. Return to the console and refresh the page in order to see your new domain.

> **说明:**
> Due to a limitation in Direct Mail, choose a domain name with less than 28 characters.

The second step is to create ECS instances and related resources:

1. Log on to the *VPC console*.
2. Select the region where you want to create the VPC on top of the page, for example, Singapore.
3. Click Create VPC.
4. Fill in the new form with the following information:
   - VPC name = devops-simple-app-vpc
   - VPC destination CIDR Block = “192.168.0.0/16”
   - VSwitch name = devops-simple-app-vswitch
   - VSwitch zone = first zone of the list
   - VSwitch destination CIDR Block = “192.168.0.0/24”
5. Click OK the create the VPC and the VSwitch.
6. In the VPC list, click the VPC you have just created.
7. Scroll down and click 0 at the right of Security Group.
8. In the new page, click Create Security Group.
9. Fill in the new form with the following information:
   - Template = Web Server Linux
   - Security Group Name = devops-simple-app-security-group
   - Network Type = VPC
   - VPC = select the VPC you just created (with the name devops-simple-app-vpc)
10. Click OK to create the security group and the rules from the template. Note that the rules open the ports for *SSH*, *HTTP*, *HTTPS* and *ICMP* to any computer on Internet.
11. Log on to the *ECS console*.
12. Click Create Instance.
13. If needed, select Advanced Purchase (also named Custom).

14.Fill in the wizard with the following information:

- Billing Method = Pay-As-You-Go
- Region = the same as your VPC and the same availability zone as the VSwitch
- Instance Type = filter by vCPU = 2, Memory = 4 GiB, Current Generation tab, and select a remaining type such as ecs.n4.large
- Image = Ubuntu 18.04 64bit
- System Disk = Ultra Disk 40 GiB
- Network = VPC, select the VPC and VSwitch you have just created
- Do NOT assign a public IP (we will create an EIP instead, which is more flexible)
- Security Group = select the group you have just created
- Log on Credentials = select Password and choose one
- Instance Name = devops-simple-app-gitlab
- Host = devops-simple-app-gitlab
- Read and accept the terms of service

15.Finish the instance creation by clicking Create Instance.

16.Go back to the console, click Instances from the left-side navigation pane, and select a region. Now you can see your new instance.

17.Click EIP from the left-side navigation pane.

18.On the new page, click Create EIP.

19.Fill in the wizard with the following information:

- Region = the region where you have created your ECS
- Max Bandwidth = 1 Mbps
- Quantity = 1

20.Click Buy Now, check the agreement of service, and click Activate.

21.Go back to the console and check your new EIP.

22.Next to you new EIP, click Bind.

23.In the new form, select:

- Instance Type = ECS Instance
- ECS Instance = devops-simple-app-gitlab/i-generatedstring
- Click OK to bind the EIP to your ECS instance.

24.Copy the IP address of your EIP (for example, 47.88.155.70).

The ECS instance is ready for GitLab. Now register a sub-domain for this machine:

1. Log on to the *Domain console*.
2. On the row corresponding to your domain (for example, my-sample-domain.xyz), click Resolve.
3. Click Add Record.
4. Fill in the new form with the following information:
   - Type = A- IPV4 address
   - Host = gitlab
   - ISP Line = Outside mainland China
   - Value = The EIP IP Address (for example, 47.88.155.70)
   - TTL = 10 minute(s)
5. Click OK to add the record.

GitLab installation

We can now finally install GitLab! Open a terminal on your computer and type:

```
# Connect to the ECS instance
ssh root@gitlab.my-sample-domain.xyz # Use the password you set when
you have created the ECS instance

# Update the machine
apt-get update
apt-get upgrade

# Add the GitLab repository for apt-get
cd /tmp
curl -LO https://packages.gitlab.com/install/repositories/gitlab/
gitlab-ce/script.deb.sh
bash /tmp/script.deb.sh

# Install GitLab
apt-get install gitlab-ce

# Open GitLab configuration
nano /etc/gitlab/gitlab.rb
```

说明:

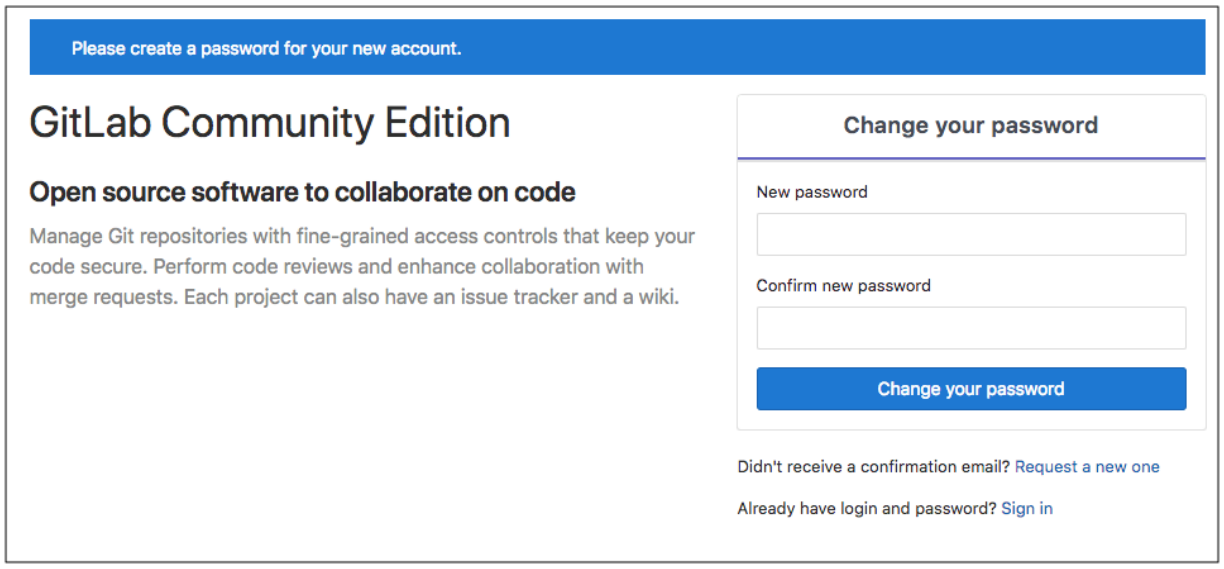
If you use MAC OSX, you must first disable the setting Set locale environment variables on startup in Preferences > Profiles > Advanced.

In the GitLab configuration file, replace the value of `external_url` by `http://gitlab.my-sample-domain.xyz` (the domain you have just purchased and configured), and then save and quit by pressing Ctrl + X.

Now start GitLab and try it. In your terminal, run the following command:

```
gitlab-ctl reconfigure
```

Open your web browser on `http://gitlab.my-sample-domain.xyz`. You can see the following screen:



Congratulation if you get a similar screen! In case it does not work, first make sure you did not miss a step, and then *raise an issue* if the problem persists.

Do not enter your new password yet because you are using an unencrypted connection. Now fix this problem.

HTTPS configuration

Open your terminal and enter the following commands:

```
# Connect to the ECS instance
ssh root@gitlab.my-sample-domain.xyz # Use the password you set when
you have created the ECS instance

# Install dependencies
apt-get install ca-certificates openssh-server
apt-get install postfix # During the installation, select "Internet
Site" and set your domain (for example, gitlab.my-sample-domain.xyz)

# Open GitLab configuration
nano /etc/gitlab/gitlab.rb
```

The last command allows you to edit GitLab configuration:

1. Modify the value of `external_url` by adding an `s` to `http://` into `https://` (for eample, https://gitlab.my-sample-domain.xyz).

2. Scroll to Let’s Encrypt integration and insert the following lines:

```
letsencrypt['enable'] = true
letsencrypt['contact_emails'] = ["john.doe@your-company.com"] # Your
 email address
letsencrypt['auto_renew'] = true
letsencrypt['auto_renew_hour'] = 11
letsencrypt['auto_renew_minute'] = 42
letsencrypt['auto_renew_day_of_month'] = "*/14"
```

Quit and save the file by pressing Ctrl + X, and then apply the configuration change and restart GitLab with:

```
gitlab-ctl reconfigure
```

Check it worked by opening your web browser to https://gitlab.my-sample-domain.xyz (with the `s` in https).

You can now enter your new password and sign in with the username `root` and your new password. You can now access to the GitLab dashboard.

Before going further we still need to configure two things:

- An email server so that GitLab can send emails.
- Automatic backup in order to avoid loosing data.

Mail server configuration

> **说明:**
> Direct Mail is not available in all regions, but you can configure it in a different one from where you have created your ECS. At the time of writing, Direct Mail is available in China (Hangzhou), Singapore and Australia (Sydney). Contact us if you need it in another region.

Go back to the Alibaba Cloud web console and execute the following instructions:

1. Log on to the *Direct Mail console*.
2. Select the region on top of the page.
3. Click Email Domains from the left-side navigation pane.
4. Click New Domain.
5. In the new form, set the `domain as mail.my-sample-domain.xyz` (the domain you chose earlier with the prefix `mail`).
6. The page must be refreshed with your new email domain. Click Configure link on its right side.

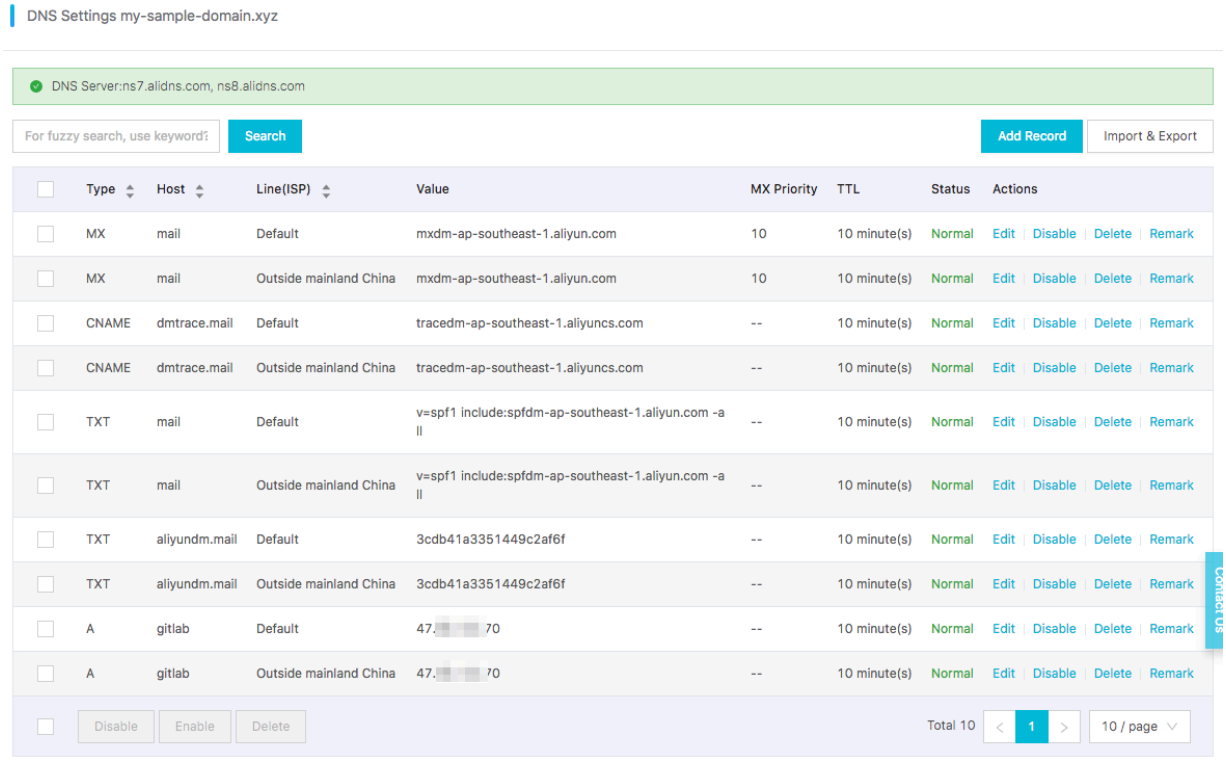
7. The new page explains you how to configure your domain. Keep this web browser tab opened, open a new one and go to the *Domain console*.
8. Click Resolve link next to your domain.
9. Click Add Record.
10. Fill the new form with the following information:
    - Type = TXT- Text
    - Host = the Host record column under 1,Ownership verification in the Direct Mail tab (for example, aliyundm.mail)
    - ISP Line = Outside mainland China
    - Value = the Record value column under 1,Ownership verification in the Direct Mail tab (for example, 3cdb41a3351449c2af6f)
    - TTL = 10 minute(s)
11. Click OK and click Add Record again.
12. Fill the new form with the following information:
    - Type = TXT- Text
    - Host = the Host record column under 2,SPF verification in the Direct Mail tab (for example, mail)
    - ISP Line = Outside mainland China
    - Value = the Record value column under 2,SPF verification in the Direct Mail tab (for example, v=spf1 include:spfdm-ap-southeast-1.aliyun.com -all)
    - TTL = 10 minute(s)
13. Click OK and click Add Record again.
14. Fill the new form with the following information:
    - Type = MX- Mail exchange
    - Host = the Host record column under 3,MX Record Verification in the Direct Mail tab (for example, mail)
    - ISP Line = Outside mainland China
    - Value = the Record value column under 3,MX Record Verification in the Direct Mail tab (for example, mxdm-ap-southeast-1.aliyun.com)
    - MX Priority = 10
    - TTL = 10 minute(s)
    - Synchronize the Default Line = checked
15. Click OK and click Add Record again.

16.Fill the new form with the following information:

- Type = CNAME- Canonical name
- Host = the Host record column under 4,CNAME Record Verification in the Direct Mail tab (for example, dmtrace.mail)
- ISP Line = Outside mainland China
- Value = the Record value column under 4,CNAME Record Verification in the Direct Mail tab (for example, tracedm-ap-southeast-1.aliyuncs.com)
- TTL = 10 minute(s)

17.Click OK.

You should probably have a domain configuration that looks like that:



Continue the email server configuration:

1. Go back to the Direct Mail console (the web browser tab you kept opened).
2. Click Cancel to go back to the email domain list.
3. Click Verify next to your new domain, and confirm when the prompt appears.
4. Refresh the page after 20 sec. If the status of your domain is still To Be Verified, click Configure and check which step is still in the To Be Verified status, fix your domain configuration and re-do the previous step (Verify). Sometime the

verification step is a bit slow and you need to retry several times. When the email domain status is Verification successful, you can continue to the next step.

5. Click Sender Addresses from the left-side navigation pane.
6. Click Create Sender Address.
7. Fill the new form with the following information:
   - Email Domains = mail.my-sample-domain.xyz (the email domain you just configured)
   - Account = gitlab
   - Reply-To Address = your email address (for example, john.doe@your-company.com)
   - Mail Type = Triggered Emails
8. Click OK to close the form.
9. Your new sender address should be added to the list. click Set SMTP password next to it.
10. Set the SMTP password and click OK.
11. Click Verify the reply-to address next to your new sender address, and confirm when the prompt appears.
12. Check your mailbox corresponding to the address you set in the Reply-To Address field, you should have received an email from directmail.
13. Click on the link in this email in order to see a confirmation message.
14. Go back to the sender addresses page and save the SMTP address and port at the end of the description, it should be something like SMTP service address: smtpdm-ap-southeast-1.aliyun.com . SMTP service ports: 25, 80 or 465(SSL encryption).

Now that the email server is ready, let’s configure GitLab to use it. Open a terminal on your computer and enter the following commands:

```
# Connect to the ECS instance
ssh root@gitlab.my-sample-domain.xyz # Use the password you set when
you have created the ECS instance

# Open GitLab configuration
nano /etc/gitlab/gitlab.rb
```

Scroll down to ### Email Settings and insert the following lines:

```
gitlab_rails['gitlab_email_enabled'] = true
gitlab_rails['gitlab_email_from'] = 'gitlab@mail.my-sample-domain.xyz'
 # The sender address you have just created
gitlab_rails['gitlab_email_display_name'] = 'GitLab'
```

```
gitlab_rails['gitlab_email_reply_to'] = 'gitlab@mail.my-sample-domain.
xyz'
```

Scroll down to ### GitLab email server settings and insert the following lines:

```
gitlab_rails['smtp_enable'] = true
gitlab_rails['smtp_address'] = "smtpdm-ap-southeast-1.aliyun.com"   #
SMTP address written in the Direct Mail console
gitlab_rails['smtp_port'] = 465                                     #
SMTP port written in the Direct Mail console
gitlab_rails['smtp_user_name'] = "gitlab@mail.my-sample-domain.xyz" #
Sender address
gitlab_rails['smtp_password'] = "HangzhouMail2018"                  #
SMTP password for the sender address
gitlab_rails['smtp_domain'] = "mail.my-sample-domain.xyz"           #
Your email domain
gitlab_rails['smtp_authentication'] = "login"
gitlab_rails['smtp_enable_starttls_auto'] = false
gitlab_rails['smtp_tls'] = true
```

Apply the configuration change and restart GitLab:

```
gitlab-ctl reconfigure
```

You can test the configuration like this:

1. Go to GitLab and sign in as root: https://gitlab.my-sample-domain.xyz/
2. Click Admin area in the top menu (the wrench icon).
3. Click Users from the left-side navigation pane.
4. Click Administrator user.
5. Click Edit.
6. Change the Email field to your personal email address.
7. Click Save changes.
8. Sign out by clicking on your profile picture on the top-right of the page and by selecting Sign out.
9. Click the Forgot your password? link.
10. Set your personal email address and click Reset password.
11. Check in your personal mailbox and verify you have received an email (it may be in the spam folder).

Automatic backup configuration

Backups are important because they prevent data loss in case of accident and allow you to migrate to another ECS instance if you need.

In order to run backups automatically, please open a terminal and run the following commands:

说明:

The *GitLab documentation* requires tar version to be equals to or later than 1.30.

Let’s now create an OSS bucket where we will store our backups:

1. Log on to the *OSS console*.
2. Click Create Bucket.
3. Fill the new form with the following information:
   - Bucket Name = gitlab-my-sample-domain-xyz (you can set the name you want, but it must be unique)
   - Region = the same as your ECS instance (for example, Asia Pacific SE 1 (Singapore))
   - Storage Class = Standard
   - Access Control List (ACL) = Private
4. Click OK.
5. The page must show the bucket you have just created. Save the last Endpoint for VPC Network Access (something like `oss-ap-southeast-1-internal.aliyuncs.com`). It contains your bucket name and the region ID, for example, ap-southeast-1.

You will also need an access key id and secret:

1. Log on to the *user management center* by clicking on your user on the top-right of the page and by selecting AccessKey.
2. Click Create Access Key.
3. Note the AccessKeyID and the AccessKeySecret and click Save AccessKey Information.

In your terminal, mount your OSS bucket as a folder:

```
# Save your bucket name, access key id and access key secret in the
file /etc/passwd-ossfs
# The format is my-bucket:my-access-key-id:my-access-key-secret
echo gitlab-my-sample-domain-xyz:LTAIsP66uJ8zujwZ:rc15yggaCX08AiYKe2BG
nX49wNUGpk > /etc/passwd-ossfs
chmod 640 /etc/passwd-ossfs

# Create a folder where we will mount the OSS bucket
mkdir /mnt/gitlab-bucket

# Mount the OSS bucket
# The -ourl come from the last "Endpoint" for VPC Network Access
ossfs gitlab-my-sample-domain-xyz /mnt/gitlab-bucket -ourl=http://oss-
ap-southeast-1-internal.aliyuncs.com
```

```
# Check it works
echo "It works" > /mnt/gitlab-bucket/test.txt

# Unmount the OSS bucket
umount /mnt/gitlab-bucket
```

Check that the test file is present in your bucket:

1. Log on to the *OSS console*.
2. Click your bucket name from the left-side navigation pane.
3. Click Files from the top menu.
4. The file test.txt should be present and should contain It works.
5. Delete this file.

Configure the OSS bucket so that it is automatically mounted when the ECS machine starts. Create the following file:

Adapt and copy the following content:

Make sure you set the right bucket name and endpoint. Quit and save by pressing CTRL + X. Configure Systemd to run this script at startup:

Log on to the *OSS console*, and check that the test2.txt file is present in your bucket and delete it.

Let’s now configure GitLab to put its backup files in the mounted folder. Open the terminal and run:

```
# Open GitLab configuration
nano /etc/gitlab/gitlab.rb
```

Scroll to ### Backup Settings and insert the following line:

```
gitlab_rails['backup_path'] = "/mnt/gitlab-bucket/backup/"
```

Quit and save by pressing CTRL + X, and then check if it works:

```
# Apply GitLab configuration
gitlab-ctl reconfigure

# Manually launch a first backup
gitlab-rake gitlab:backup:create
```

The last command should have created a backup. Log on to the OSS console and check you have a file with a path like *backup/1540288854_2018_10_23_11.3.6_gitlab_backup.tar*.

Let’s now configure automatic backup to be executed automatically every night. For that we will create two types of *cron jobs*: one to execute the backup command above, one to save the GitLab configuration files.

Open your terminal and execute:

```
# Edit the CRON configuration file. Select nano as the editor.
crontab -e
```

Enter the following lines into this file:

```
0 2 * * * /opt/gitlab/bin/gitlab-rake gitlab:backup:create CRON=1
0 2 * * * /bin/cp /etc/gitlab/gitlab.rb "/mnt/gitlab-bucket/backup/$(/
bin/date '+\%s_\%Y_\%m_\%d')_gitlab.rb"
0 2 * * * /bin/cp /etc/gitlab/gitlab-secrets.json "/mnt/gitlab-bucket/
backup/$(/bin/date '+\%s_\%Y_\%m_\%d')_gitlab-secrets.json"
```

Save and quit by pressing CTRL + X.

You now have configured automatic backup every night at 2AM. If you want to test this configuration you can replace 0 2 * * * by the current time + 2 min. for example if the current time is 14:24, then set 26 14 * * *. after that you need to wait about 2 min and check whether new files have been created in your OSS bucket.

The restoration process is well described in the *official documentation* (section Restore for Omnibus installations). Note that it is considered as a *best practice* to test your backups from time to time.

GitLab runner installation and configuration

It is *a best practice* to run CI/CD jobs (code compilation, unit tests execution, application packing, and so on) on a different machine from the one that run GitLab.

Thus, we need to setup one *runner* on a new ECS instance. Please execute the following instructions:

1. Log on to the *VPC console*.
2. Select the region of the GitLab ECS instance (on top of the screen).
3. Click the VPC devops-simple-app-vpc.
4. Click 1 next to Security Group.
5. Click Create Security Group.

6. Fill the new form with the following information:
   - Template = Customize
   - Security Group Name = devops-simple-app-security-group-runner
   - Network Type = VPC
   - VPC = select the VPC devops-simple-app-vpc
7. Click OK to create the group. We will not add any rule in order to be as restrictive as possible (to improve security).
8. Log on to the *ECS console*.
9. Click Create Instance.
10. If needed, select Advanced Purchase (also named Custom).
11. Fill the wizard with the following information:
    - Billing Method = Pay-As-You-Go
    - Region = the same as the ECS instance where you have installed GitLab
    - Instance Type = filter by vCPU = 2, Memory = 4 GiB, Current Generation tab, and select a remaining type such as ecs.n4.large
    - Image = Ubuntu 18.04 64bit
    - System Disk = Ultra Disk 40 GiB
    - Network = VPC, select the VPC and VSwitch of the GitLab ECS instance
    - Assign a public IP (no need of an EIP this time)
    - Security Group = select devops-simple-app-security-group-runner
    - Log on Credentials = select Password and choose one
    - Instance Name = devops-simple-app-gitlab-runner
    - Host = devops-simple-app-gitlab-runner
    - Read and accept the terms of service
12. Finish the instance creation by clicking Create Instance.
13. Go back to the ECS console, select Instances from the left-side navigation pane and choose your region on top the screen. you should be able to see your new instance devops-simple-app-gitlab-runner.
14. Click Connect on the right of your ECS instance, copy the VNC Password (something like 667078) and enter it immediately after.
15. You should see a terminal in your web browser inviting you to login. Authenticate as root with the password you have just created.

Execute the following commands in this web-terminal:

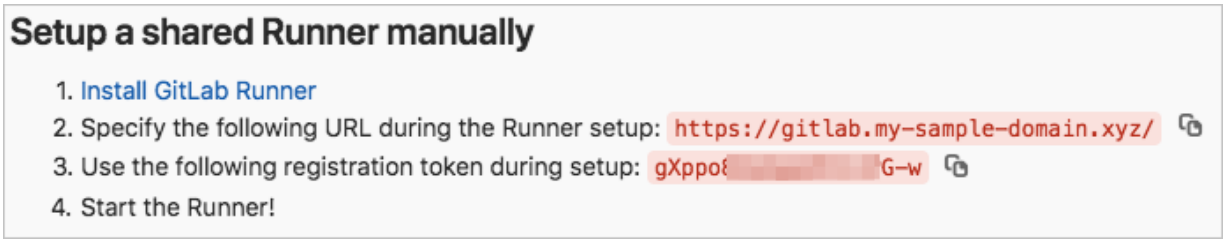
```
# Update the machine
apt-get update
apt-get upgrade

# Add a new repository for apt-get for GitLab Runner
curl -L https://packages.gitlab.com/install/repositories/runner/gitlab
-runner/script.deb.sh | sudo bash

# Add a new repository for apt-get for Docker
apt-get install software-properties-common
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo apt-key
 add -
add-apt-repository \
   "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu \
   $(lsb_release -cs) \
   stable"

# Update the machine
apt-get update

# Install GitLab runner
apt-get install gitlab-runner

# Install dependencies for Docker
apt-get install apt-transport-https ca-certificates curl software-
properties-common

# Install Docker
apt-get install docker-ce
```

As you can see we setup two applications: *GitLab Runner* and *Docker*. We will keep things very simple with Docker: it is a *very powerful* tool, but for the moment we will just use it as a super installer, for example we will not setup any tool, compiler or SDK on this machine. instead we will be lazy and let Docker to download the right *images* for us. Things will become more clear later in this tutorial when we will configure our CI/CD pipeline.

Now we need to connect the runner with GitLab:

1. Open GitLab in another web browser tab (the URL must be like https://gitlab.my-sample-domain.xyz/).
2. Sign in if necessary.
3. Click Admin area from the top (the wrench icon).
4. Click Runners from the left.

The bottom of the page contains an URL and a token:



Go back to the web-terminal connected to the runner machine, and type:

```
gitlab-runner register
```

This tool needs several information to register the runner. Enter the following responses:

1. Enter the gitlab-ci coordinator URL (for example, https://gitlab.com): copy the URL from the GitLab page above (for example, https://gitlab.my-sample-domain.xyz/)
2. Enter the gitlab-ci token for this runner: copy the token from the GitLab page above (for example, gXppo8ZyDgqdFb1vPG-w)
3. Enter the gitlab-ci description for this runner: devops-simple-app-gitlab-runner
4. Enter the gitlab-ci tags for this runner (comma separated): (keep it empty)
5. Enter the executor: docker
6. Enter the default Docker image (for example, ruby:2.1): alpine:latest

After the tool gives you back the hand, you should be able to see this runner in the GitLab web browser tab. Refresh the page and check at the bottom, you should see something like this:

Our GitLab is now ready to be used! But there are few more points to consider before creating our first project:

User management

As administrator, there are few steps you need to follow in order to improve your GitLab account:

1. Open GitLab in your web browser (the URL must be like https://gitlab.my-sample-domain.xyz/).
2. Click your avatar on the top-right of the page and select Settings.
3. Correctly set the Full name and Email fields and click Edit profile settings.
4. Click Account from the left.
5. Change your username and click Update username, and then confirm it again when the prompt appears (this step improves security as attackers would have to guess your username in addition to your password).

You may also want to control who can register on your GitLab server (the default configuration allows anyone on internet to register):

1. Click Admin area from the top (the wrench icon).
2. Click Settings from the left.
3. Expand the Sign-up restrictions section.
4. Uncheck the Sign-up enabled field.
5. Click Save changes.

Now only administrators can create new users. This can be done by navigating to the Overview > Users in the Admin area.

Maintenance

Linux servers need to be upgraded from time to time: security patches must be installed as soon as possible and applications should be updated to their latest versions.

On Ubuntu instances, the following commands allow you to safely update your server :

```
apt-get update
apt-get upgrade
```

Other commands such as `apt-get dist-upgrade` or `do-release-upgrade` are less safe, especially the last one since it can update Ubuntu to a newer LTS version that is not yet supported by Alibaba Cloud.

For more complex upgrade it may be more practical to replace the ECS instance:

1. Create a *backup* of the existing GitLab data.

2. Create a new ECS instance and install GitLab.

> **说明:**
> The GitLab version on the new ECS instance must be the same as the old one, if not the backup-restore process fails.

3. Restore the backups into the new machine.
4. Check the new instance works.
5. Unbind the EIP from the old ECS instance and bind it to the new one.
6. Release the old ECS instance.

Security updates can be automatically installed thanks to `unattended-upgrades`. For each ECS instance (GitLab and its runner), open a terminal (using SSH or the web-terminal console) and enter the following commands:

```
# Install unattended-upgrades
apt-get install unattended-upgrades

# Check the default configuration is fine for you. Press CTRL+X to
quit.
nano /etc/apt/apt.conf.d/50unattended-upgrades

# Enable automatic upgrades
dpkg-reconfigure --priority=low unattended-upgrades

# Edit the related configuration
nano /etc/apt/apt.conf.d/20auto-upgrades
```

The last configuration file can be modified in order to look like this:

```
APT::Periodic::Update-Package-Lists "1";
APT::Periodic::Unattended-Upgrade "1";
APT::Periodic::Download-Upgradeable-Packages "1";
APT::Periodic::AutocleanInterval "7";
```

Save and quit by pressing CTRL + X. You can launch `unattended-upgrades` manually for testing:

```
unattended-upgrade -d
```

The logs of `unattended-upgrades` are printed in `/var/log/unattended-upgrades`.

More information about automatic update *can be found here*.

Upgrade

The described architecture for GitLab is fine as long as the number of users is not too large. However, there are several solutions when things start to get slow:

- When pipeline jobs take too much time to run, maybe adding more runners or using ECS instances with higher specs can help.
- When GitLab itself become slow, the simplest solution is to migrate it to a stronger ECS instance type.

When a single GitLab instance become unacceptable, maybe because of performance issues or because *high-availability* is required, the architecture can evolve into a distributed system involving the following cloud resources:

- Additional ECS instances.
- A server load balancer to distribute the load across ECS instances.
- A NAS to let multiple ECS instances to share a common file storage system.
- An external database.

As you can see the complexity can quickly increase. Tools such as *Packer* (virtual machine image builder), *Terraform* (infrastructure as code software) or *Chef* / *Puppet* / *Ansible* / *SaltStack*(configuration management) can greatly help managing it: they require an initial investment but allow organizations to better manage their systems.

Another solution is to let other companies to manage this complexity for you. There are many *SaaS* vendors such as *GitLab.com* or *GitHub*. Alibaba Cloud offers Codepipeline, but it is currently only available in Chinese.

12.3 Continuous integration

Introduction

This topic introduces a simple Continuous Integration pipeline based on *GitLab CI/CD*. Although we keep it simple now, this pipeline will be extended in the next topic.

Simple application

This topic is based on a simple web application written on top of *Spring Boot* (for the backend) and *React* (for the frontend).

The application consists in a todo list where a user can add or remove items. The goal is to have a simple *3-tier architecture* with enough features that allow us to explore important concepts:

- The file organization shows a way to combine backend and frontend code into a single module (to keep it simple).

- The backend is *stateless*, which means that it does not store any data (for example, no shared variable in the code). Instead, the data is saved in a database. This architecture is particularly useful for *horizontal scaling*.
- Because a *relational database* is involved, this project demonstrates how to use *Flyway* to help to upgrade the schema when the application evolves.
- The build process involves *Npm*, *Babel*, *Webpack* and *Maven* to compile and package the application for production.
- Code quality is achieved thanks to *SonarQube*, a tool that can detect bugs in the code and help us to maintain the project over time.

GitLab project creation

Let's start by creating a project on GitLab:

1. Open GitLab in your web browser (the URL must be like https://gitlab.my-sample-domain.xyz/);
2. Click New··· from the top (with a + icon) and select New project.
3. Fill the new form with the following information:
   - Project name = todolist
   - Project slug = todolist
   - Visibility Level = Private
4. Click Create project.

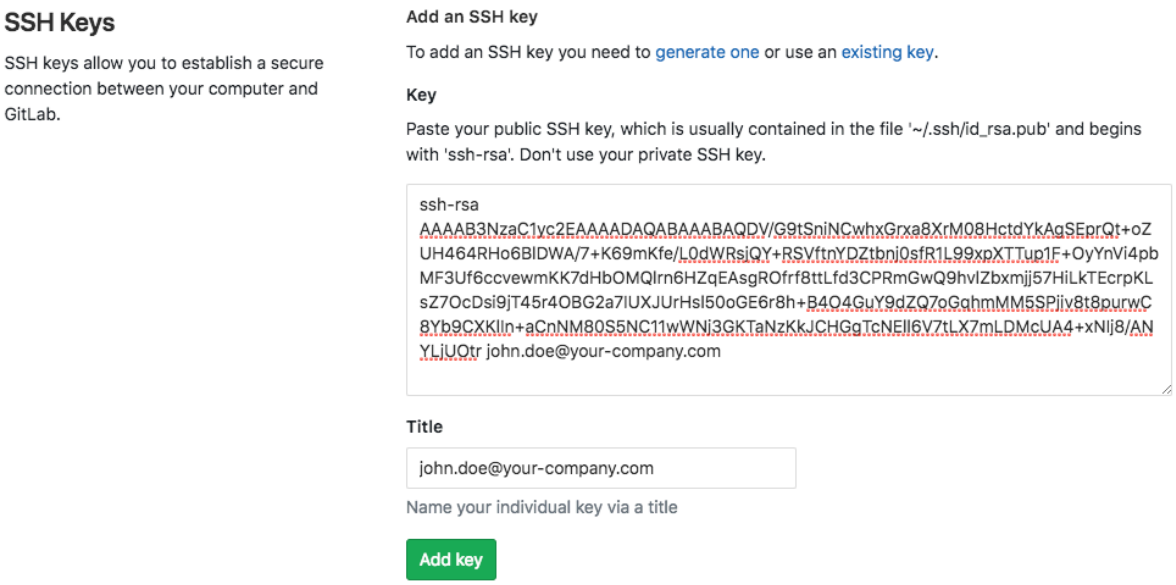
We now have a project but we cannot download it on our computer yet, for that we need to generate and register a SSH key:

1. In your GitLab web browser tab, click your avatar (top-right of the page) and select Settings.
2. Click SSH Keys from the left.
3. Open a terminal and type the following commands:

```
# Generate a SSH certificate (set the email address you set in your
GitLab profile)
ssh-keygen -o -t rsa -C "john.doe@your-company.com" -b 4096

# Display the public key
cat ~/.ssh/id_rsa.pub
```

4. Copy the result of the `cat` command and paste in the Key field (in the GitLab web browser tab).

5. The Title field should be automatically filled with your email address. The page looks like this:



6. Click Add key to register your SSH key.

You can now configure git and *clone* the project on your computer. Enter the following commands in your terminal:

```
# Set your real name
git config --global user.name "John Doe"

# Set the same email address as the one you set in your GitLab profile
git config --global user.email "john.doe@your-company.com"

# Create a directory for your projects
mkdir ~/projects
cd ~/projects

# Clone the empty project on your computer (set your GitLab domain
name and username)
git clone git@gitlab.my-sample-domain.xyz:johndoe/todolist.git

# Change directory and check the ".git" folder is present
cd todolist
ls -la
```

Copy all the files from the folder *sample-app/version1/** of this tutorial into *~/projects/todolist*. You should have a directory with the following top files:

- .git: Folder containing information for git.
- .gitignore: List of files to ignore for Git.
- .gitlab-ci.yml: GitLab CI pipeline configuration (more information about this file later).

- package.json: *Npm* configuration for the frontend: it declares dependencies such as *React*, *Babel* and *Webpack*.
- webpack.config.js: *Webpack* configuration for the frontend: it contains information about how to *transpile* the *JSX* code into standard JavaScript supported by all modern web browsers. It also describes how to package the frontend code and place it into a folder where *Spring Boot* can pick it and serves it via HTTP.
- pom.xml: *Maven* configuration for the backend: it declares dependencies, how to compile the code, how to run the tests, and how to package the complete application.
- src: Source code of the application.

The src folder is organized like this:

- src/main/java: Backend code in Java. The entry-point is `com/alibaba/intl/todolist/Application.java`.
- src/main/js: Frontend code. The entry-point is `app.js`.
- src/main/resources/application.properties: Backend configuration (for example, database url).
- src/main/resources/static: Frontend code (HTML, CSS and JavaScript). The built folder is generated by Webpack.
- src/main/resources/db/migration: Database scripts for *Flyway* (more on this later).
- src/test/java: Backend tests.
- src/test/resources: Backend tests configuration.

Run the application locally

Install the *JDK 8* and *Maven* on your computer, and build your application with the following command:

```
mvn clean package
```

This command should end with a BUILD SUCCESS message: it compiles and runs the tests and packages the application.

说明:

- The application source code organization is based on *this tutorial*. You can read this document if you are interested in *HATEOAS*, *WebSockets* and *Spring Security*.

- Although the application needs a database, the tests pass because they use *H2*, an in-memory database.

The next step is to setup a database locally:

1. Download and install *MySQL Community Server v5.7*. Note that it will normally give you a temporary root password.
2. MySQL should have installed the *MySQL Command-Line Tool*. You may need to configure your PATH environment variable if the `mysql` command is not available on your terminal. On Mac OSX you can do the following:

```
# Add the MySQL tools into the PATH variable
echo 'export PATH=/usr/local/mysql/bin:$PATH' >> ~/.bash_profile

# Reload .bash_profile
. ~/.bash_profile
```

3. Launch MySQL on your computer and connect to it with your terminal:

```
# Connect to the database (use the password you received during the
 installation)
mysql -u root -p
```

4. The command above should display a prompt. You can now configure your database:

```
-- Change the root password if you never did it before on this
database
ALTER USER 'root'@'localhost' IDENTIFIED BY 'YouNewRootPassword';

-- Create a database for our project
CREATE DATABASE todolist;

-- Create a user for our project and grant him the rights
CREATE USER 'todolist'@'localhost' IDENTIFIED BY 'P@ssw0rd';
GRANT ALL PRIVILEGES ON todolist.* TO 'todolist'@'localhost';

-- Exit
QUIT;
```

Now that we have a database up and running, we need to configure the applicatio n. Have a look at the backend configuration file “src/main/resources/application. properties” and check that the DB configuration corresponds to your installation:

```
spring.datasource.url=jdbc:mysql://localhost:3306/todolist?useSSL=
false
spring.datasource.username=todolist
spring.datasource.password=P@ssw0rd
```

说明:

- The `spring.datasource.url` property is in the format `jdbc:mysql://HOSTNAME:PORT/DATABASE_NAME?useSSL=false`.
- If you modified this file you need to re-run `mvn clean package`.

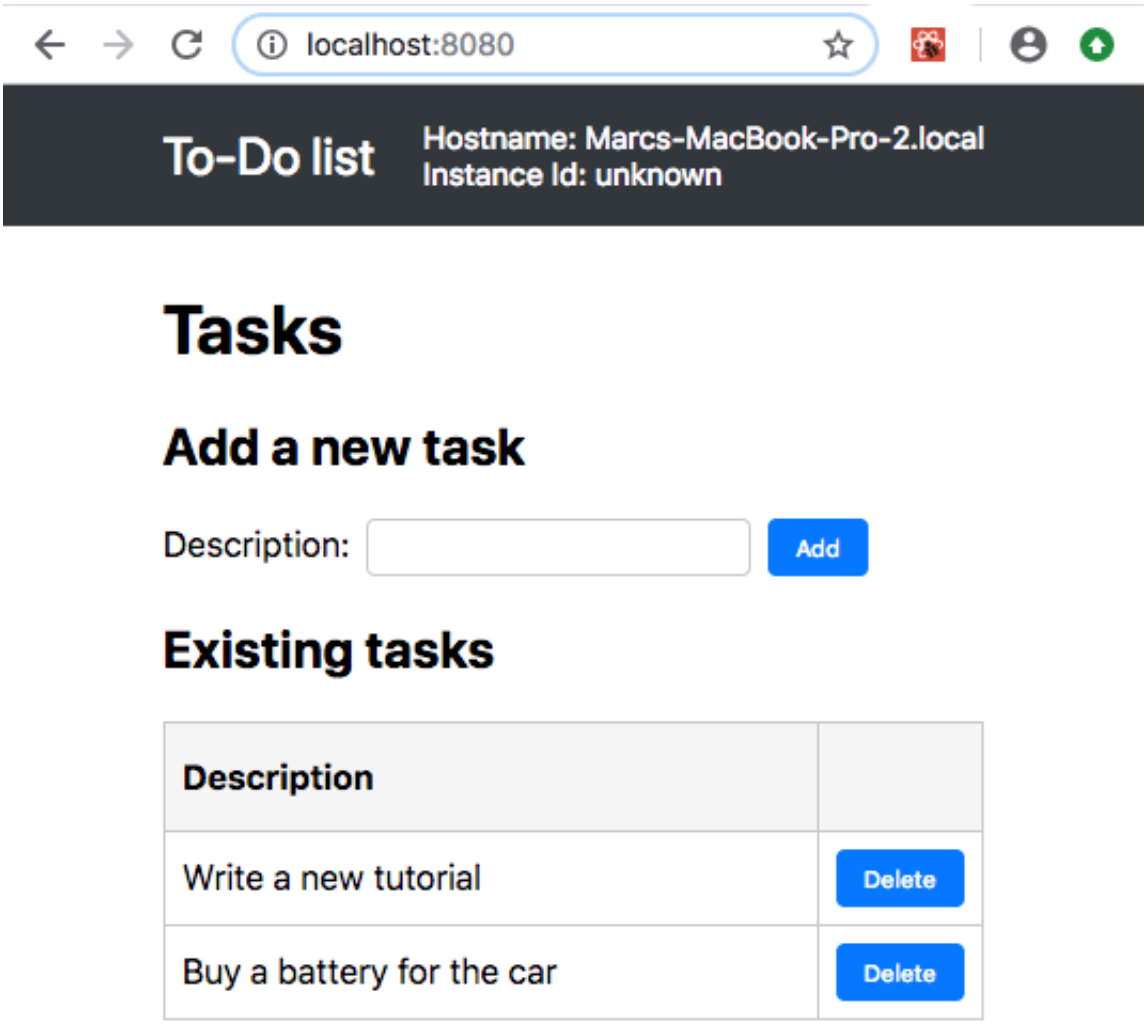
You can now launch the application locally with the following command:

```
mvn spring-boot:run
```

If everything went well, the application should print several lines of logs in the console. Look at the two last lines:

```
2018-11-02 13:56:18.139  INFO 87329 --- [main] o.s.b.w.embedded.tomcat
.TomcatWebServer  : Tomcat started on port(s): 8080 (http) with
context path ''
2018-11-02 13:56:18.145  INFO 87329 --- [main] com.alibaba.intl.
todolist.Application    : Started Application in 5.305 seconds (JVM
running for 17.412)
```

Open a new tab in your web browser and open the URL `http://localhost:8080`. You should normally get something like this:



说明:

You can add new tasks by filling a description and by clicking Add.

Congratulation if you managed to get the application up and running! The source code has been written with the *IntelliJ IDEA IDE* (the ultimate edition is necessary for frontend development, you can evaluate it for free for 30 days).

Before we move on and create our first CI pipeline, there is still an important point to talk about: we didn't create any table in the database, so how does the application work? Let's have a look at our database with a terminal:

```
# Connect to the database (use your new root password)
mysql -u root -p
```

The command above opens a prompt; please enter the following instructions:

```
-- Use our database
USE todolist;

-- Display the tables
SHOW TABLES;
```

The last command should display something like this:

```
+-----------------------+
| Tables_in_todolist    |
+-----------------------+
| flyway_schema_history |
| task                  |
+-----------------------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

Now we can understand why the application works: because the database *schema* has been created. The task table corresponds to the Java class `src/main/java/com/alibaba/intl/todolist/model/Task.java`. Let's study `flyway_schema_history`:

```
-- Look at the content of the flyway_schema_history table
SELECT * FROM flyway_schema_history;
```

The result should look like this:

```
+----------------+---------+------------------+------
+----------------------------+------------+--------------
+---------------------+----------------+---------+
| installed_rank | version | description       | type | script
                | checksum   | installed_by | installed_on        |
execution_time | success |
+----------------+---------+------------------+------
+----------------------------+------------+--------------
+---------------------+----------------+---------+
```

```
|              1 | 001     | Create task table | SQL   | V001__Crea
te_task_table.sql | -947603613 | todolist     | 2018-10-31 17:57:51 |
           24 |       1 |
+----------------+---------+-------------------+------
+---------------------------+------------+--------------
+---------------------+----------------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

The flyway_schema_history table has been created by *Flyway*, a tool that allows us to create and update our database schema. As you can see, the table contains the names of the scripts from `src/main/resources/db/migration` that have been successfully executed.

Working with Flyway requires us to follow this procedure:

1. During the development of the application, when we want to upgrade our database schema, we need to add a new script in the `src/main/resources/db/migration` folder with a higher prefix number (we cannot modify existing scripts).
2. When Flyway starts, it checks what are the scripts that have been already executed (thanks to the flyway_schema_history table), and run the new ones.

Flyway is automatically started when the applications starts, if you check the application logs, you can see that Spring calls Flyway during its initialization. For more information about this integration, please read the *official documentation*.

Commit and first CI pipeline

It is now time to save the project in the git repository. Please enter the following command in your terminal:

```
# Go to the project folder
cd ~/projects/todolist

# Check files to commit
git status
```

The last command should print something like this:

```
On branch master

No commits yet

Untracked files:
  (use "git add <file>..." to include in what will be committed)

 .gitignore
 .gitlab-ci.yml
 package.json
 pom.xml
 src/
```

```
webpack.config.js
```

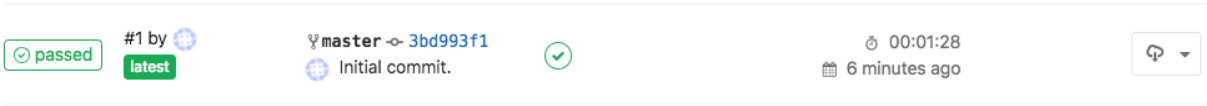
Add all these files and commit them:

```
# Add the files
git add .gitignore .gitlab-ci.yml package.json pom.xml src/ webpack.
config.js

# Commit the files and write a comment
git commit -m "Initial commit."

# Push the commit to the GitLab server
git push origin master
```

Pushing your code to GitLab triggers something interesting:

1. Open GitLab in your web browser (the URL must be like https://gitlab.my-sample-domain.xyz/);
2. Click Projects from the top and select Your projects.
3. Click the todolist project to see your files.
4. Click CI / CD from the left and select Pipelines.

You should see something like this:



Clicking Artifacts on the left allows you to download the generated .jar file containing your ready-for-production application.

Clicking the icon in the Stages column and then selecting build allows you to see the commands and logs used to compile and package the application.

This pipeline is triggered when somebody pushes code to the server. It is configured by the .gitlab-ci.yml file:

```
image: maven:3.6.0-jdk-8

variables:
  MAVEN_OPTS: "-Dmaven.repo.local=./.m2/repository"

cache:
  paths:
    - ./.m2/repository

stages:
  - build

build:
  stage: build
  script: "mvn package"
  artifacts:
```

```
    paths:
      - target/*.jar
```

The first line `image: maven:3.6.0-jdk-8` defines the Docker image used to execute the build command (as you can see, using Docker relieves us to setup the JDK 8 and Maven on the GitLab runner manually).

The `MAVEN_OPTS` variable and the `cache` block are an optimization: because Maven takes a lot of time to download dependencies, these definitions allow us to re-use these dependencies among pipelines.

The `stages` block defines only one stage `build`, we will add new ones later in this tutorial.

The `build` block is the most important one: it instructs the GitLab runner to execute `mvn package` in order to compile and run the tests and package the application. The `artifacts` block instructs GitLab to save the generated `.jar` file.

说明:

Even if this pipeline is simple, it is already quite useful for a team since it can immediately inform the team that somebody committed something bad (for example he missed a file, or some test fail unexpectedly). GitLab automatically sends an email to the person who made the mistake: this rapid feedback can save us a lot of time because the error cause has a great chance to be located in the code that we just modified.