

解决方案实践

快速构建基因测序环境

文档版本 1.0
发布日期 2024-07-24



版权所有 © 华为技术有限公司 2024。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

安全声明

漏洞处理流程

华为公司对产品漏洞管理的规定以“漏洞处理流程”为准，该流程的详细内容请参见如下网址：

<https://www.huawei.com/cn/psirt/vul-response-process>

如企业客户须获取漏洞信息，请参见如下网址：

<https://securitybulletin.huawei.com/enterprise/cn/security-advisory>

目录

1 方案概述	1
2 资源和成本规划	3
3 实施步骤	6
3.1 准备工作.....	6
3.2 快速部署.....	9
3.3 开始使用.....	20
3.4 快速卸载.....	32
4 附录	35
5 修订记录	37

1 方案概述

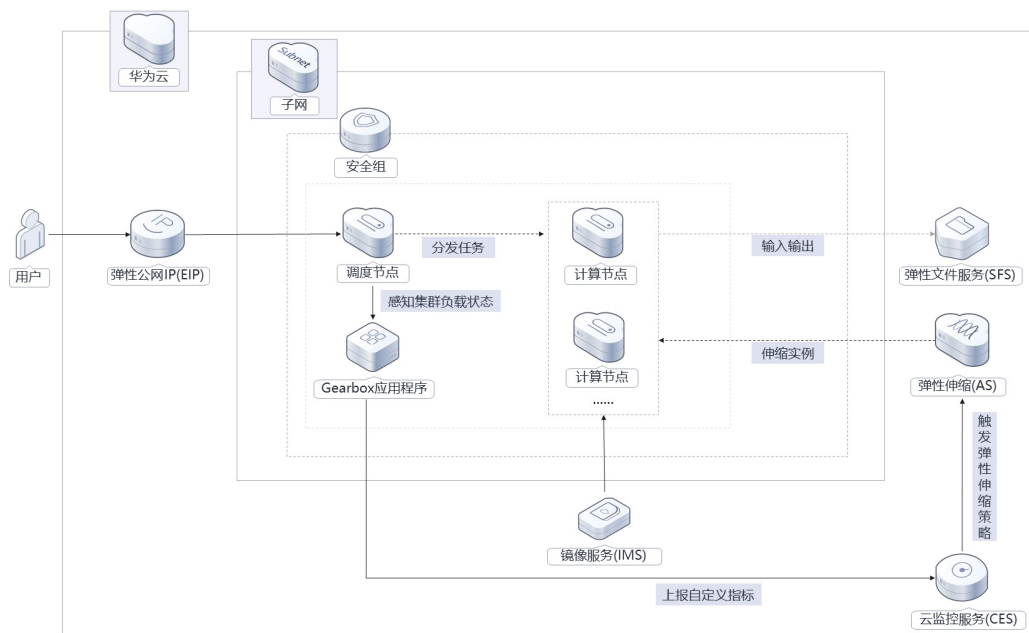
应用场景

该解决方案基于开源软件Slurm构建，快速帮助用户在华为云服务器上完成基因测序HPC环境的部署。Slurm是一个开源、容错和高度可扩展的集群管理和作业调度系统，适用于大型和小型Linux 集群。

方案架构

该解决方案部署架构如下图所示：

图 1-1 方案架构图



该解决方案将会部署如下资源：

- 创建三台云服务器，自动部署HPC开源调度软件Slurm，提供基因测序HPC环境。
- 创建弹性服务共享文件，为基因测序HPC环境提供共享文件存储服务。

- 安全组可以保护云服务器的网络安全，通过配置安全组规则，限定云服务器的访问端口。
- 云服务器管理节点绑定弹性公网IP，用于用户访问基因测序HPC环境。
- 在调度节点安装Gearbox程序、配置java环境。
- 使用云监控服务，Gearbox程序监测集群作业状态，计算自定义指标workload值，上报指标到云监控服务。

方案优势

- 高性能
提供C6（通用计算增强型）、M6（内存优化型）等计算密集型ECS实例，搭载第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器，计算性能强劲稳定，配套华为自研智能高速网卡，提供超高带宽和超低时延的网络体验。
- 降本增效
多种规格的计算资源和存储资源按需使用，精准匹配不同流程的IT资源需求，相同流程的成本最高可节省30%。
- 一键部署
一键轻松部署，即可完成资源的快速发放以及基因测序HPC环境的部署。

约束与限制

- 部署该解决方案之前，需注册华为账号并开通华为云，完成实名认证，且账号不能处于欠费或冻结状态。如果计费模式选择“包年包月”，请确保账户余额充足以便一键部署资源的时候可以自动支付；或者在一键部署的过程进入[费用中心](#)，找到“待支付订单”并手动完成支付。
- 请确保在部署解决方案前，使用的华为账号有IAM的足够权限，具体请参考[3.1-创建rf_admin_trust委托](#)。
- 确认租户配额充足：在“资源 > 我的配额”中查看以下配额是否充足，如配额不够，请提前提[工单](#)申请增加配额：
 - 计算：云服务器实例数、CPU核心数、RAM容量；
 - 存储：云硬盘、弹性文件服务；
 - 网络：虚拟私有云、子网、弹性公网IP、安全组等。
- 目前仅华北-北京四区域支持华为云Flexus 云服务器X实例一键部署。

2 资源和成本规划

该解决方案主要部署如下资源，不同产品的花费仅供参考，具体请参考华为云官网[价格详情](#)，实际收费以账单为准。

表 2-1 资源和成本规划（按需计费）

华为云服务	配置示例	每月预估花费
华为云Flexus 云服务器X实例(调度节点)	<ul style="list-style-type: none">● 按需计费：0.50元/小时● 区域：华北-北京四● 计费模式：按需计费● 规格：Flexus云服务器X实例 性能模式（关闭） x1.4u.8g 4核 8 GB● 镜像：CentOS 7.6 64bit● 系统盘：高IO 100GB● 购买量：1	360.00 元
华为云Flexus 云服务器X实例(计算节点)	<ul style="list-style-type: none">● 按需计费：5.44元/小时● 区域：华北-北京四● 计费模式：按需计费● 规格：Flexus云服务器X实例 性能模式（开启） x1.32u.64g 32核 64 GB● 镜像：CentOS 7.6 64bit● 系统盘：高IO 100GB● 购买量：2	7833.60元
SFS Turbo标准型	<ul style="list-style-type: none">● 按需计费：6.4元/小时● 区域：华北-北京四● 计费模式：按需计费<ul style="list-style-type: none">- SFS Turbo 标准型 10TB	4608.00 元

华为云服务	配置示例	每月预估花费
弹性公网IP EIP	<ul style="list-style-type: none"> ● 按需计费：0.34元/小时 ● 区域：华北-北京四 ● 计费模式：按需计费 ● 线路：动态BGP ● 公网带宽：按带宽计费 ● 带宽大小：5Mbit/s ● 购买量：1 	244.80 元
合计	-	13046.40 元

表 2-2 资源和成本规划（包年包月）

华为云服务	配置示例	每月预估花费
华为云Flexus 云服务器X实例(调度节点)	<ul style="list-style-type: none"> ● 区域：华北-北京四 ● 计费模式：包年包月 ● 规格：Flexus云服务器X实例 性能模式（关闭） x1.4u.8g 4核 8 GB ● 镜像：CentOS 7.6 64bit ● 系统盘：高IO 100GB ● 购买量：1 	251.00 元
华为云Flexus 云服务器X实例(计算节点)	<ul style="list-style-type: none"> ● 区域：华北-北京四 ● 计费模式：包年包月 ● 规格：Flexus云服务器X实例 性能模式（开启） x1.32u.64g 32核 64 GB ● 镜像：CentOS 7.6 64bit ● 系统盘：高IO 100GB ● 购买量：2 	5254.00 元
SFS Turbo标准型	<ul style="list-style-type: none"> ● 按需计费：6.4元/小时 ● 区域：华北-北京四 ● 计费模式：按需计费 ● SFS Turbo 标准型 10TB 	4608.00 元

华为云服务	配置示例	每月预估花费
弹性公网IP EIP	<ul style="list-style-type: none">● 区域：华北-北京四● 计费模式：包年包月● 线路：动态BGP● 公网带宽：按带宽计费● 带宽大小：5Mbit/s● 购买量：1	115.00 元
合计	-	10228.00 元

3 实施步骤

- 3.1 准备工作
- 3.2 快速部署
- 3.3 开始使用
- 3.4 快速卸载

3.1 准备工作

创建 rf_admin_trust 委托（可选）

步骤1 进入华为云官网，打开[控制台管理](#)界面，鼠标移动至个人账号处，打开“统一身份认证”菜单。

图 3-1 控制台管理界面

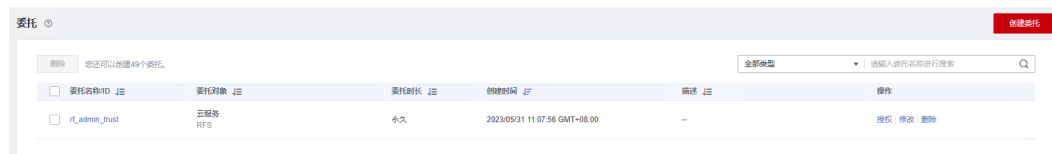


图 3-2 统一身份认证菜单



步骤2 进入“委托”菜单，搜索“rf_admin_trust”委托。

图 3-3 委托列表



- 如果委托存在，则不用执行接下来的创建委托的步骤。
- 如果委托不存在时执行接下来的步骤创建委托。

步骤3 单击步骤2界面中的“创建委托”按钮，在委托名称中输入“rf_admin_trust”，委托类型选择“云服务”，选择“RFS”，单击“下一步”。

图 3-4 创建委托

委托 / 创建委托

* 委托名称

* 委托类型 普通帐号
将帐号内资源的操作权限委托给其他华为云帐号。
 云服务
将帐号内资源的操作权限委托给华为云服务。

* 云服务

* 持续时间

描述

0/255

步骤4 在搜索框中输入“Tenant Administrator”权限，并勾选搜索结果，单击“下一步”。

图 3-5 选择策略

委托“rf_admin_trust”将拥有所选策略

策略名称: Tenant Administrator

名称	类型
Tenant Administrator	系统角色
全部云服务的管理员 (IAM管理权限)	

步骤5 选择“所有资源”，并单击下一步完成配置。

图 3-6 设置授权范围

根据当前选择的策略，系统会显示以下授权范围方案，建议您选择最小授权，可进行选择。了解如何根据您的应用场景选择最佳的授权范围方案

选择授权范围方案

所有资源
授权后，IAM用户可以按照权限使用帐号中所有资源，包括企业项目、区域项目和全局服务资源。

[展开其他方案](#)

步骤6 “委托”列表中出现“rf_admin_trust”委托则创建成功。

图 3-7 委托列表



----结束

创建访问密钥

部署该方案之前，需要您在华为云控制台配置访问密钥对，并创建云服务器SSH密钥对。

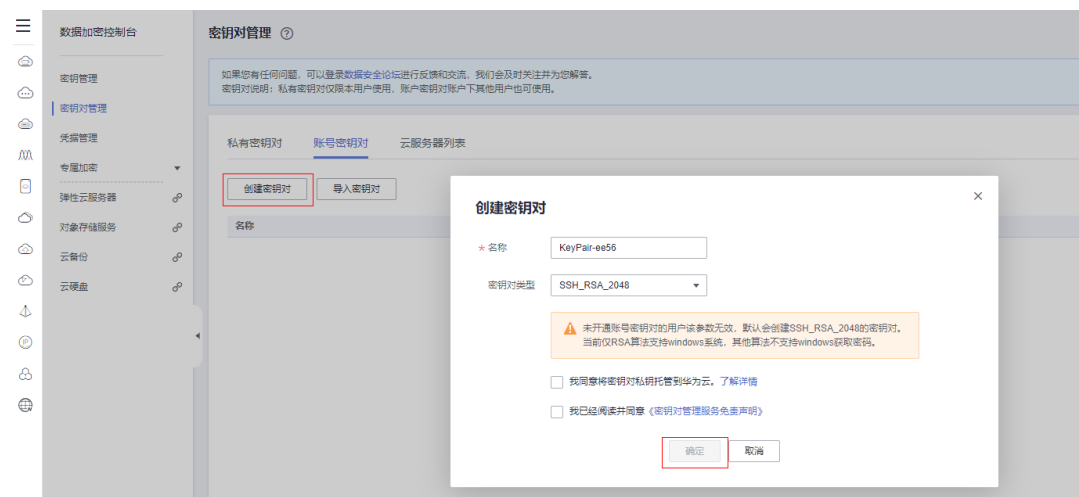
- 步骤1** 根据官方文档指引，在控制台--我的凭证--[访问密钥](#)中配置访问密钥AK并下载秘密访问密钥SK，密钥用于启动Gearbox程序的配置项。设置完成后打开已下载的credentials.csv文件获取AK和SK。

图 3-8 创建 AK，SK



- 步骤2** 参考通过管理控制台[创建密钥对](#)，用于设置弹性伸缩实例创建的登录密钥。

图 3-9 创建密钥对



----结束

3.2 快速部署

本章节主要帮助用户快速部署“快速构建基因测序环境”解决方案。

表 3-1 参数说明

参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
vpc_name	string	必填	虚拟私有云名称，该模板新建VPC，不允许重名。取值范围：1-54个字符，支持数字、字母、_(下划线)、-(中划线)、.(点)	gene-sequencing-environment-demo
security_group_name	string	必填	安全组名称，该模板新建安全组。取值范围：1-64个字符，支持数字、字母、_(下划线)、-(中划线)、.(点)	gene-sequencing-environment-demo
ecs_name	string	必填	云服务器名称，命名方式为 {ecs_name}-[0X]，不允许重名。取值范围：1-59个字符组成，包括字母、数字、下划线(_)、连字符(-)和句点(.)	gene-sequencing-environment-demo
ecs_worker_count	number	必填	云服务器计算节点数量，默认3台云服务器：1台调度节点、2台计算节点。取值范围：大于等于2台，上限由用户配额决定。具体请登录 华为云官网我的配额查看 。	2

参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
ecs_password	string	必填	云服务器初始化密码，创建完成后，请及时登录ECS控制台修改密码。取值范围：长度为8-26个字符，密码至少包含大写字母、小写字母、数字和特殊字符（\$!@%-_+=[]:./^,{}?）中的三种，密码不能包含用户名或用户名的逆序。管理员账户默认为root。重置密码请参考3.3开始使用步骤1。	空
ecs_image	string	必填	云服务器的公共操作系统镜像，具体请参考 弹性云服务器类型与支持的操作系统版本 ，请使用Linux操作系统。	CentOS 7.6 64bit

参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
ecs_master_flavor	string	必填	云服务器调度节点规格，支持弹性云服务器 ECS及华为云Flexus 云服务器X实例。Flexus 云服务器X实例规格ID命名规则为x1.?u.?g，例如2vCPUs4GiB规格ID为x1.2u.4g，具体华为云Flexus 云服务器X实例规格请参考控制台。弹性云服务器 ECS规格请参考官网 弹性云服务器规格清单 。	x1.4u.8g
ecs_worker_flavor	string	必填	云服务器计算节点规格，支持弹性云服务器 ECS及华为云Flexus 云服务器X实例。Flexus 云服务器X实例性能版规格ID命名规则为x1e.?u.?g，例如2vCPUs4GiB规格ID为x1e.2u.4g，具体华为云Flexus 云服务器X实例规格请参考控制台。弹性云服务器 ECS规格请参考官网 弹性云服务器规格清单 。	x1e.32u.64g

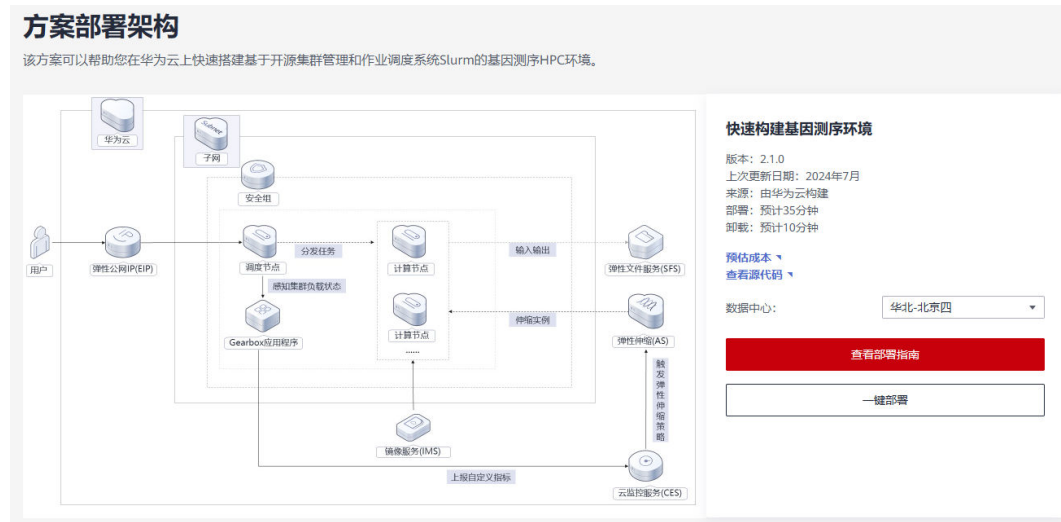
参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
system_disk_type	string	必填	云服务器系统盘规格，有关磁盘类型的详细信息，请参见 磁盘类型及性能介绍 。可用选项有：SAS(高I/O磁盘类型)、SSD(超高I/O磁盘类型)、GPSSD(通用SSD磁盘类型)、ESSD(极端SSD类型)。	SAS
system_disk_size	number	必填	云服务器系统盘大小，取值范围：40-1024GB，不支持缩盘。	100
bandwidth_size	number	必填	带宽大小，取值范围：1-2,000Mbit/s。	5
sfs_turbo_name	string	必填	弹性服务名称，取值范围：4-64字符，必须以字母开头，可以包含字母、数字、中划线和下划线，不能包含其他的特殊字符，不区分大小写。	
sfs_turbo_size	number	必填	弹性服务共享文件系统大小，取值范围：500~32768GB。	10240

参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
charging_mode	string	必填	计费模式，默认自动扣费，取值为prePaid（包年包月）或postPaid（按需计费）。	postPaid
charging_unit	string	必填	计费周期单位，当计费方式设置为prePaid时，此参数为必填项；当计费方式设置为postPaid时，此参数失效。有效值为：month（包月）和year（包年）。	month
charging_period	number	必填	云服务器ECS订购周期，仅当charging_mode为prePaid（包年/包月）生效，此时该参数为必填参数。取值范围： charging_unit=month（周期类型为月）时，取值为1-9； charging_unit=year（周期类型为年）时，取值为1-3。默认订购1月。	1
keypair_name	string	必填	已有SSH登录密钥对名称，请参考3.1准备工作 创建密钥对 获取。	空

参数名称	类型	是否可选	参数解释	默认值
as_name	string	必填	弹性伸缩资源名称，该模板使用新建弹性伸缩组，为集群提供弹性伸缩功能，不支持重名。取值范围：1-50个字符组成，只能由英文字母、数字、中划线(-)组成。	gene-sequencing-environment-demo
AK	string	必填	访问密钥AK，请参考部署文档3.1准备工作 配置访问密钥 获取。	空
SK	string	必填	访问密钥SK，请参考部署文档3.1准备工作 配置访问密钥 获取。	空
project_id	string	必填	用户方案部署所在区域的项目ID，请参考 统一身份认证--项目 获取。	空

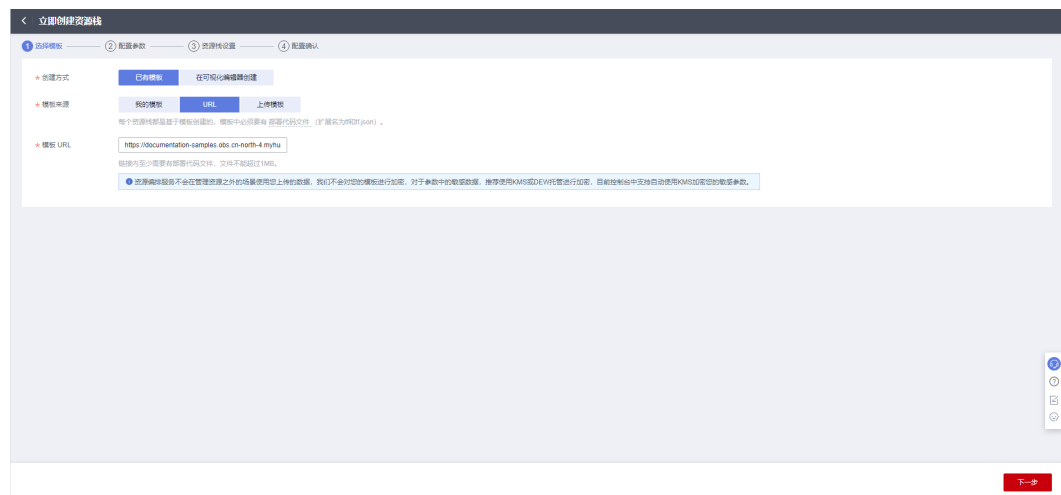
步骤1 登录华为云解决方案实践，选择“快速构建基因测序环境”。

图 3-10 解决方案实施库



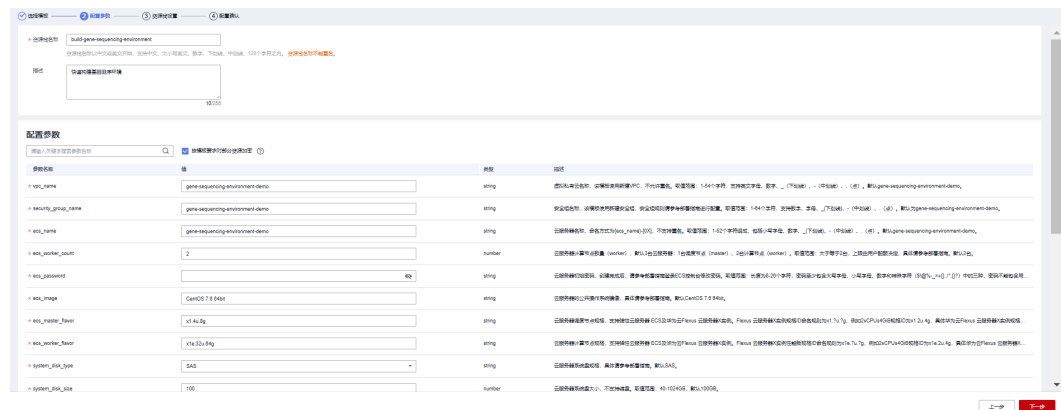
步骤2 单击“一键部署”，跳转至该解决方案创建资源栈部署界面。

图 3-11 一键部署



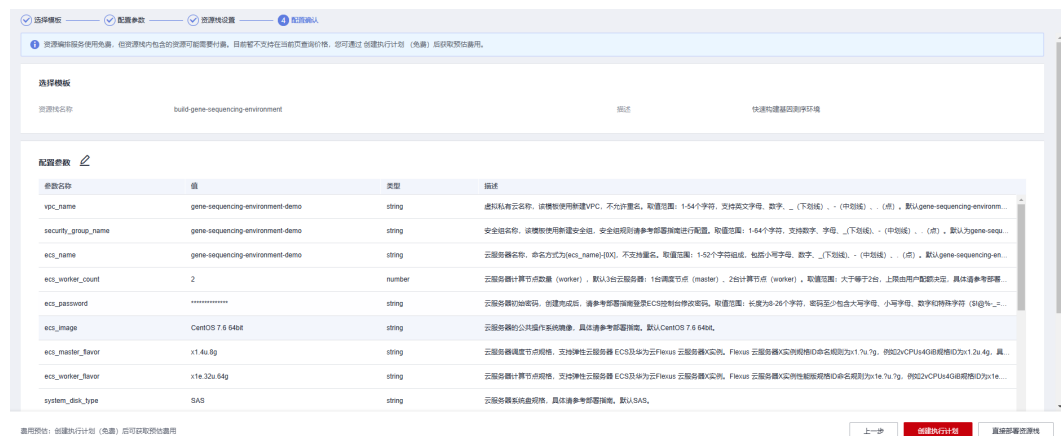
步骤3 单击“下一步”，参考表1完成自定义参数填写。。

图 3-12 配置参数



步骤4 在配置确认页面中，单击“创建执行计划”。

图 3-13 配置确认



步骤5 单击“创建执行计划”，根据提示输入执行计划名称等，单击“确定”。

图 3-14 创建执行计划

创建执行计划

通过执行计划，可以预览您的资源变更信息。

* 执行计划名称: executionPlan_20240717_1425_d2zv

描述: 请输入对执行计划的描述 (0/255)

确定 取消

步骤6 单击“部署”，并且在弹出的执行计划确认框中单击“执行”。

图 3-15 部署执行计划

执行计划名称ID	状态	占用情况	创建时间	描述	操作
executionPlan_20240717_1425_d2zv 854c36c2-728a-4156-93a0-d8421094055c	创建成功, 待部署	查看占用情况	2024-07-17 14:26:13 GMT+08:00	--	部署

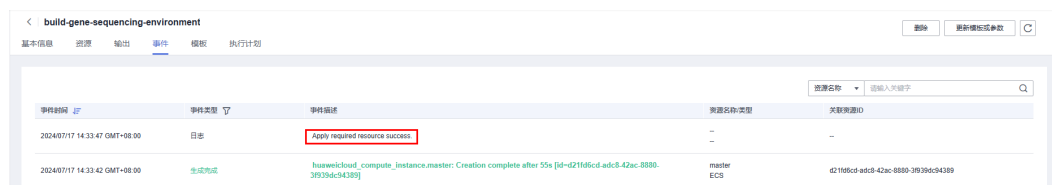
图 3-16 执行计划确认



步骤7 （可选）如果计费模式选择“包年包月”，在余额不充足的情况下（所需总费用请参考表2-2）请及时登录费用中心，手动完成待支付订单的费用支付。

步骤8 待出现“Apply required resource success”，表示该解决方案所有资源已经部署完成，等待30分钟集群内环境部署完成即可使用。

图 3-17 执行完成



注：集群内环境部署完成前请不要登录ECS进行其他操作，否则可能导致环境部署失败。

----结束

3.3 开始使用

📖 说明

- 有关Slurm详细使用指导请参考[Slurm产品文档](#)。
- 该解决方案默认使用的Slurm版本：22.05.3，部署的Java版本：jdk1.8.0_202
- 已在Slurm内默认创建了名为**cluster**的集群名
- 该解决方案涉及的所有的业务端口均默认配置了同一子网可访问，如果另有需要，需根据实际情况修改安全组规则
- 涉及到的Slurm业务端口如下：
 - 6817：Slurm管理节点的业务面端口
 - 6818：Slurm计算节点的业务面端口
- 后续文档将展开Slurm的基础使用说明

安全组修改（可选）

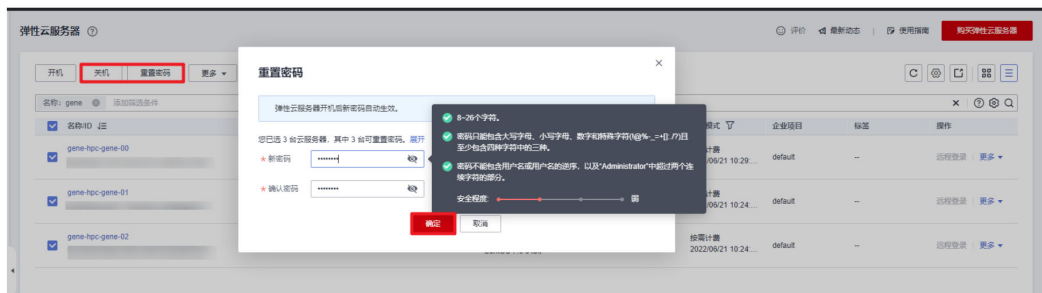
安全组实际是网络流量访问策略，包括网络流量入方向规则和出方向规则，通过这些规则为安全组内具有相同保护需求并且相互信任的云服务器、云容器、云数据库等实例提供安全保护。

如果您的实例关联的安全组策略无法满足使用需求，比如需要添加、修改、删除某个TCP端口，请参考以下内容进行修改。

- **添加安全组规则**：根据业务使用需求需要开放某个TCP端口，请参考[添加安全组规则](#)添加入方向规则，打开指定的TCP端口。
- **修改安全组规则**：安全组规则设置不当会造成严重的安全隐患。您可以参考[修改安全组规则](#)，来修改安全组中不合理的规则，保证云服务器等实例的网络安全。
- **删除安全组规则**：当安全组规则入方向、出方向源地址/目的地址有变化时，或者不需要开放某个端口时，您可以参考[删除安全组规则](#)进行安全组规则删除。

步骤1 修改初始密码。打开华为云服务器控制台，勾选以云服务器名称为前缀的三台云服务器，单击“关机”，关机成功后，单击“重置密码”，根据提示重置密码，单击“确定”后，开机即可正常使用。

图 3-18 重置密码



----结束

查看节点状态

- 步骤1** 在调度节点({ecs_name}-00)上查看slurm软件运行状态，执行systemctl status munge命令和systemctl status slurmctld命令查看munge服务和slurmctld服务是否运行正常。

```
systemctl status munge
systemctl status slurmctld
```

图 3-19 munge 服务正常运行

```
[root@master ~]# systemctl status munge
● munge.service - MUNGE authentication service
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/munge.service; enabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (running) since Wed 2023-04-26 11:40:35 CST; 2 weeks 0 days ago
     Docs: man:munged(8)
   Process: 12632 ExecStart=/usr/sbin/munged (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Main PID: 12634 (munged)
       Tasks: 4
      Memory: 1.3M
    CGroup: /system.slice/munge.service
            └─12634 /usr/sbin/munged

Apr 26 11:40:35 master systemd[1]: Starting MUNGE authentication service...
Apr 26 11:40:35 master systemd[1]: Started MUNGE authentication service.
[root@master ~]#
```

图 3-20 Slurmctld 服务正常运行

```
[root@master ~]# systemctl status slurmctld
● slurmctld.service - Slurm controller daemon
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/slurmctld.service; disabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (running) since Wed 2023-04-26 15:01:22 CST; 1 weeks 6 days ago
    Main PID: 12387 (slurmctld)
       Tasks: 17
      Memory: 16.7M
    CGroup: /system.slice/slurmctld.service
            └─12387 /usr/sbin/slurmctld -D -s
              └─12388 slurmctld: slurmscriptd

May 10 11:18:09 master slurmctld[12387]: slurmctld: _job_complete: JobId=3063_49(3112) done
May 10 11:18:14 master slurmctld[12387]: slurmctld: _job_complete: JobId=3063_50(3063) WEXITSTATUS 0
May 10 11:18:14 master slurmctld[12387]: slurmctld: _job_complete: JobId=3063_50(3063) done
May 10 11:18:22 master slurmctld[12387]: slurmctld: update_node: node as-slurm-node-copy-4kww9x4w reason set to: scale in
May 10 11:18:22 master slurmctld[12387]: slurmctld: update_node: node as-slurm-node-copy-4kww9x4w state set to DRAINED
May 10 11:25:19 master slurmctld[12387]: slurmctld: error: find node record: lookup failure for node "as-slurm-node-copy-4kww9x4w"
May 10 11:25:19 master slurmctld[12387]: slurmctld: error: Unable to find node as-slurm-node-copy-4kww9x4w to delete
May 10 11:25:19 master slurmctld[12387]: slurmctld: error: failed to delete node 'as-slurm-node-copy-4kww9x4w'
May 10 11:25:19 master slurmctld[12387]: slurmctld: slurm_rpc_delete_node for as-slurm-node-copy-4kww9x4w: Invalid node n
May 10 11:30:59 master slurmctld[12387]: slurmctld: error: Nodes as-slurm-node-copy-4kww9x4w not responding, setting DOWN
[root@master ~]#
```

- 步骤2** 如果munge没有启动，执行：

```
systemctl start munge
```

- 步骤3** 如果slurmctld没有启动，执行：

```
systemctl start slurmctld
#查看集群内节点状态
sinfo
```

- 步骤4** 每次调度节点服务器重启后，需登录调度节点({ecs_name}-00)云服务器，输入用户名root以及密码进入云服务器，输入以上命令启动服务。

图 3-21 Slurm 配置成功

```
[root@master ~]# sinfo
PARTITION AVAIL  TIMELIMIT  NODES  STATE NODELIST
p1*        up    infinite     2    idle node[1-2]
[root@master ~]#
```

- 步骤5** 如果NODELIST中无节点，可登录到计算节点上开启slurmd服务。命令如下：

#开启node1节点slurmd服务

```
ssh 172.16.0.11
systemctl start slurmd
exit
```

#开启node2节点slurmd服务

```
ssh 172.16.0.12
systemctl start slurmd
exit
```

步骤6 在调度节点({ecs_name}-00)上运行Gearbox程序。

进入gearbox程序包所在目录下（默认为/usr/local/），启动Gearbox程序：

```
nohup java -jar gearbox-0.0.1-SNAPSHOT.jar --spring.config.name=gearboxConfig > /dev/null 2>&1 &
```

步骤7 在调度节点({ecs_name}-00)上查看Gearbox运行状态，执行ps aux|grep gearbox查看Gearbox服务是否正常运行。

查看Gearbox程序状态：

```
ps aux|grep gearbox
```

图 3-22 Gearbox 服务正常运行

```
[root@master ~]# ps aux|grep gearbox
root      4492  0.0  0.0 112812  980 pts/1    R+   14:40  0:00 grep --color=auto gearbox
root      16314 0.2  4.0 5695736 324216 pts/1    Sl   May08   0:10 java -jar gearbox-0.0.1-SNAPSHOT.jar --spring.config.name=Config
[root@master ~]#
```

步骤8 设置Slurm root用户配额，此配额与弹性伸缩的ECS数量相关。

```
#修改配额
sacctmgr modify user root set GrpTRES="node={用户所需的配额数量}"
#查看配额信息
sacctmgr list ass
```

注：gearbox启动后会将没有计算任务的节点设为drain状态，使用时要重新激活。命令如下：

```
scontrol update NodeName={节点名称} State=idle
```

图 3-23 节点状态为 drain

```
Every 1.0s: sinfo
PARTITION AVAIL  TIMELIMIT  NODES  STATE NODELIST
p1         up       infinite   1     drain as-slurm-node-copy-esiu6yqp
p1         up       infinite   1     idle  master
p2*        up       infinite   0     n/a
```

----结束

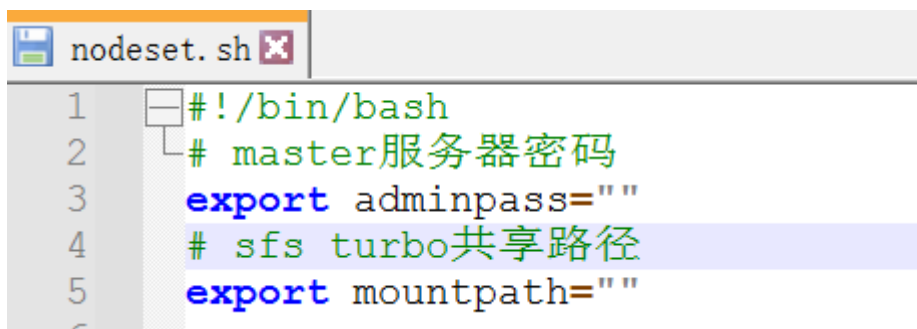
配置弹性伸缩

步骤1 打开节点注入文件nodeset.sh，输入master服务器密码：[参数说明ecs_password](#)，输入sfs turbo共享文件挂载目录：打开[弹性文件服务控制台](#)，复制共享路径，保存文件。

图 3-24 获取 sfs turbo 共享文件挂载目录



图 3-25 配置模板，选择使用已有云服务器规格为模板



步骤2 登录华为云弹性伸缩AS控制台，单击创建伸缩配置，在弹窗中，配置模板，选择使用已有云服务器规格为模板，选择云服务器，选择密钥对登录，密钥对选择表 1keypair_name，高级配置，选择以文件注入，注入文件获取参考上一步骤，单击“确定”创建新的弹性伸缩配置。

图 3-26 配置模板，选择使用已有云服务器规格为模板

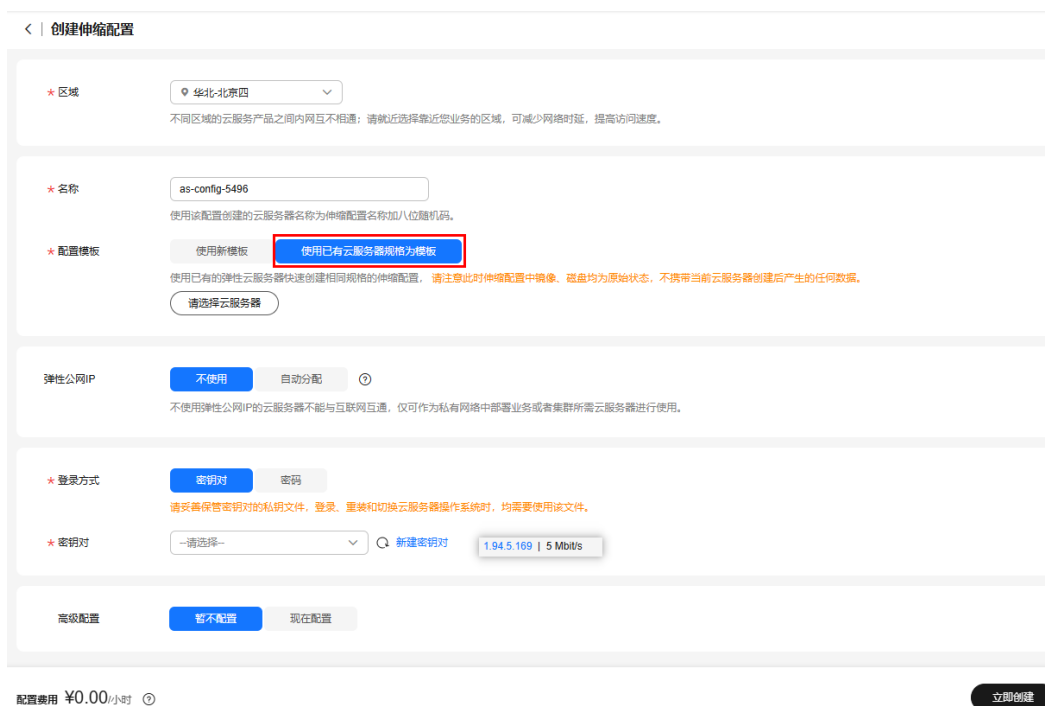


图 3-27 选择云服务器

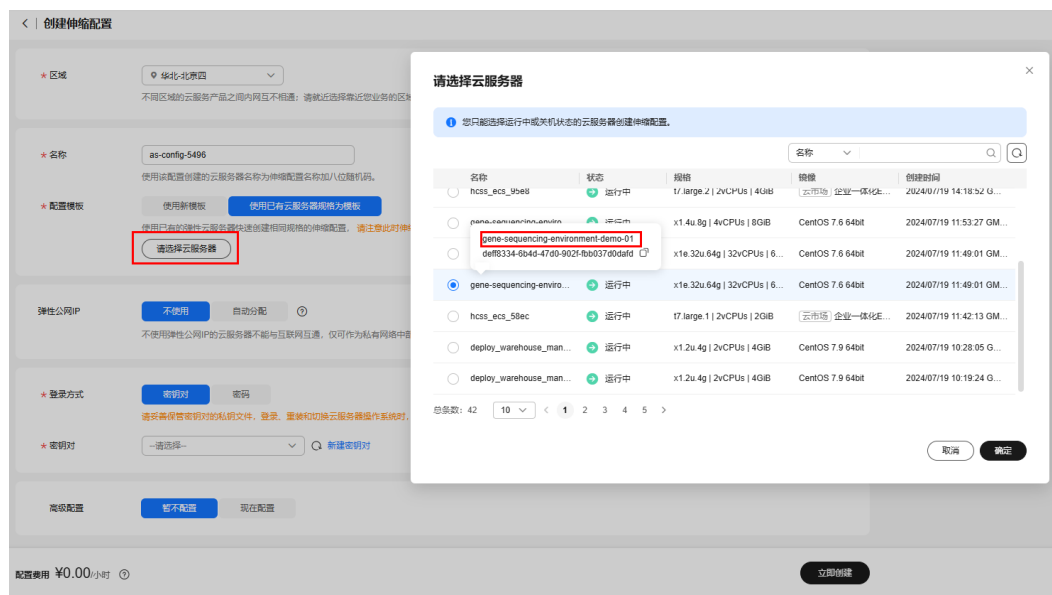
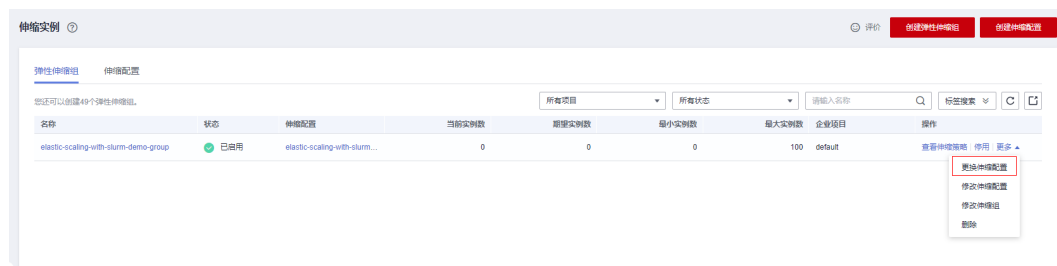


图 3-28 选择密钥对登录，高级配置选择以文件注入数据，并勾选相应选项。



步骤3 打开弹性伸缩组列表，选择该方案创建的弹性伸缩组（名称以as_name参数值为前缀），单击右侧“更多>更换弹性伸缩配置”，在弹窗中选择上一步骤创建的弹性伸缩配置，单击确定。

图 3-29 更换弹性伸缩配置



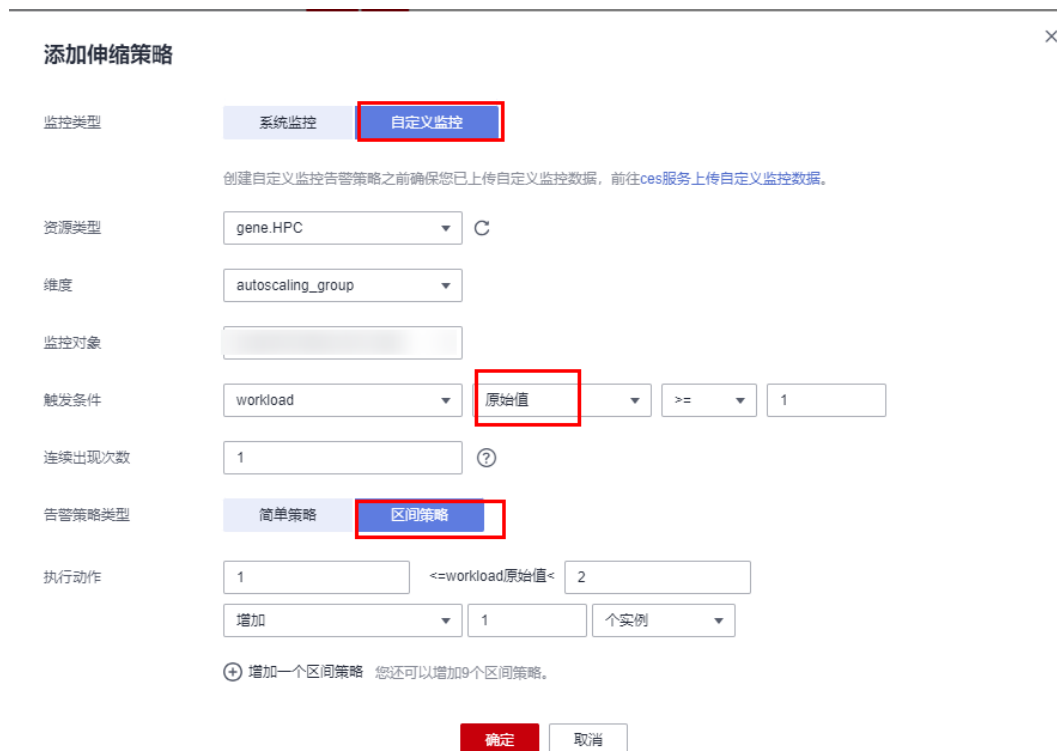
步骤4 登录华为云弹性伸缩AS控制台，查看该方案创建的弹性伸缩组。

图 3-30 弹性伸缩实例



步骤5 单击弹性伸缩组名称，进入伸缩组详情界面，增加新的伸缩策略。单击“添加伸缩策略”，选择“告警策略”。根据业务需求配置相应的区间范围（1条伸缩策略最大支持添加10个策略区间），配置完成后单击确定。

图 3-31 添加伸缩策略



步骤6 当策略区间增加的服务器数量不满足业务需要时，可以添加多个伸缩策略，单击“添加伸缩策略”。

图 3-32 添加策略



步骤7 安装业务软件，安装业务需要的软件到共享文件目录/data下面。安装完成后即可使用集群进行作业。

Slurm作业管理系统：

- Slurmd、Slurmdbd、Slurmctld日志文件目录： /var/log
 - Slurmdbd服务的配置文件： /etc/slurm/slurmdbd.conf
 - Slurmctld、Slurmd服务的配置文件： /etc/slurm/slurm.conf
- 详细使用参考[Slurm使用参考](#)，常用命令如下：

图 3-33 Slurm 常用命令

命令	功能介绍	常用命令举例
sinfo	显示系统资源使用情况	sinfo
squeue	显示作业状态	squeue
srun	用于交互式作业提交	srun -N 2 -n 48 -p debug A.exe
sbatch	用于批处理作业提交	sbatch -n -2 -n 48 job.sh
salloc	用于分配模式作业提交	salloc -p debug
scancel	用于取消已提交的作业	scancel JOBID
scontrol	用于查询节点信息或正在运行的作业信息	scontrol show job JOBID
sacct	用于查看历史作业信息	sacct -u pp100 -S 03/01/17 -E 03/31/17 --field=joid,partition,jobname,user,nodes,start,end,elapsed,state

----结束

Gearbox 程序工作流程介绍

本方案以批任务为示例，演示Gearbox程序如何自动进行Slurm集群弹性扩缩容。

步骤1 gearbox程序启动后，设置Slurm root用户配额。

```
#修改配额
sacctmgr modify user root set GrpTRES="node={用户所需的配额数量}"
#查看配额信息
sacctmgr list ass
```

图 3-34 查看用户配额信息



步骤2 提交批处理任务（仅供参考）。

图 3-35 sbatch 提交 slurm 任务

执行 vim myscript，编辑如下内容

```
#!/bin/sh
SBATCH --job-name=ty
SBATCH --array=1-50
SBATCH -p p1
SBATCH --output=/root/log/slurm-%A_%a.out

echo "job start..."
sleep 10
echo "job finished.."
```

执行 sbatch myscript提交slurm任务

```
[root@master ~]# sbatch myscript
Submitted batch job 1
[root@master ~]# sbatch myscript
Submitted batch job 2
[root@master ~]# sbatch myscript
Submitted batch job 3
[root@master ~]# sbatch myscript
Submitted batch job 4
[root@master ~]# sbatch myscript
Submitted batch job 5
[root@master ~]#
```

步骤3 查看云监控告警状态。当作业状态为“queued”时，代表作业job在排队中，当前集群计算节点资源不足。此时查看自定义监控中workload值 ≥ 1 ，将通知弹性伸缩实例进行自动扩容。

图 3-36 workload 值变化状态



步骤4 登录弹性伸缩AS控制台，单击打开该方案创建的弹性伸缩组，查看弹性伸缩正在创建实例。

图 3-37 触发弹性扩容



步骤5 弹性扩容的ECS实例，登录方式为配置弹性伸缩 步骤2中的密码对，登录创建好的实例，查看Slurmd程序运行状态，确保被纳管进入Slurm集群，参与作业。

图 3-38 弹性扩容的 ECS 实例



图 3-39 密钥对方式登录弹性扩容的 ECS 实例

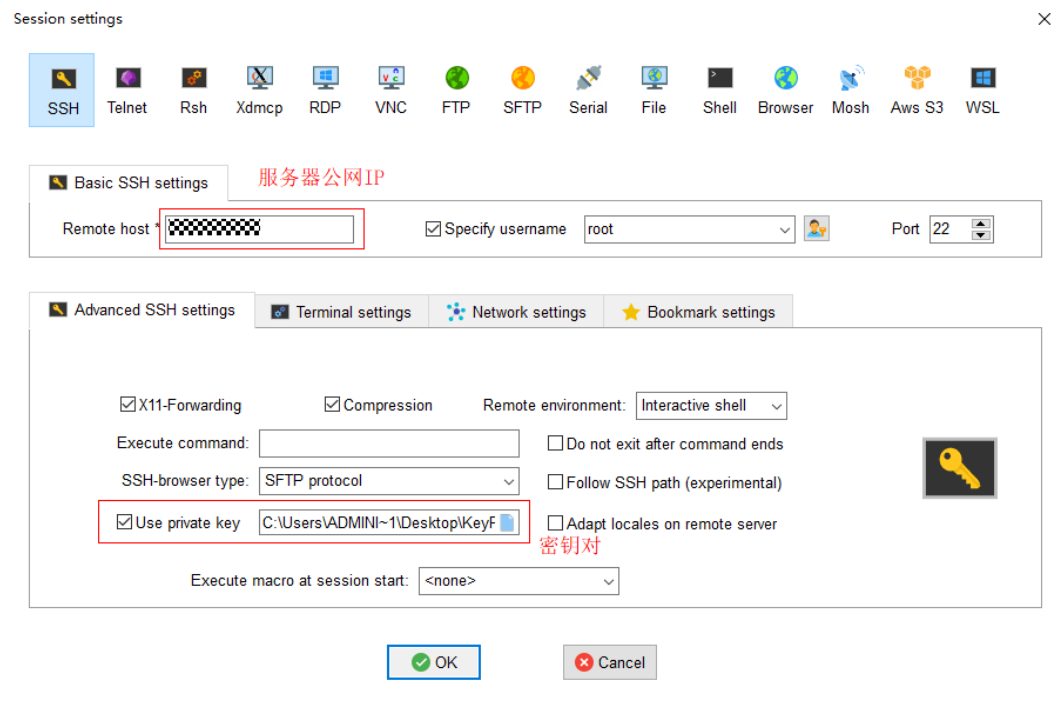


图 3-40 查看 Slurmd 程序运行状态

```
[root@as-config-7e4f-5iiqpfqt ~]# systemctl status slurmd
● slurmd.service - Slurm node daemon
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/slurmd.service; disabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (running) since Wed 2024-07-24 14:36:55 CST; 20s ago
     Main PID: 14392 (slurmd)
        Tasks: 10
       Memory: 3.4M
      CGroup: /system.slice/slurmd.service
             └─14392 /usr/sbin/slurmd -Z --conf Feature=f1 --conf-server master...
               └─14478 slurmdstepd: [7.extern]
                 └─14482 sleep 100000000
                   └─14484 slurmdstepd: [7.batch]
                     └─14488 /bin/sh /var/spool/slurmd/job00007/slurm_script
                       └─14493 sleep 10

Jul 24 14:36:55 as-config-7e4f-5iiqpfqt systemd[1]: Started Slurm node daemon.
Jul 24 14:36:55 as-config-7e4f-5iiqpfqt slurmd[14392]: slurmd: slurmd version...
Jul 24 14:36:55 as-config-7e4f-5iiqpfqt slurmd[14392]: slurmd: CPUs=2 Boards=...
Jul 24 14:36:55 as-config-7e4f-5iiqpfqt slurmd[14392]: slurmd: Launching batc...
Jul 24 14:37:05 as-config-7e4f-5iiqpfqt slurmd[14392]: slurmd: Launching batc...
Jul 24 14:37:15 as-config-7e4f-5iiqpfqt slurmd[14392]: slurmd: Launching batc...
Hint: Some lines were ellipsized, use -l to show in full.
```

步骤6 被纳入Slurm集群的可用ECS计算节点实例，Slurm调度节点(master)将会下发作业任务给这些实例。

图 3-41 扩容出的实例执行作业任务

```
Every 1.0s: squeue

```

JOBID	PARTITION	NAME	USER	ST	TIME	NODES	NODELIST(REASON)
3113_[31-50]	p1	ty	root	PD	0:00	1	(Resources)
3113_29	p1	ty	root	R	0:02	1	as-slurm-node-copy-esiu6yqp
3113_30	p1	ty	root	R	0:02	1	master

步骤7 Gearbox将周期检查Slurm集群中计算节点node状态。检查空闲的node节点并node状态设置为DRAIN；检查集群中状态为DRAIN的node，是否还有任务正在该计算节点运行，如果没有，将该实例删除（成功后，node状态将变为DOWN）；检查集群中状态为DOWN或DRAIN的node，将node记录从Slurm集群移除。

（参数说明：drain(节点故障)，alloc(节点在用)，idle(节点可用)，down(节点下线)，mix(节点部分占用，但仍有剩余资源)

图 3-42 将空闲实例状态修改为 drain

```
Every 1.0s: sinfo

```

PARTITION	AVAIL	TIMELIMIT	NODES	STATE	NODELIST
p1	up	infinite	1	drain	as-slurm-node-copy-esiu6yqp
p1	up	infinite	1	idle	master
p2*	up	infinite	0	n/a	

步骤8 登录[弹性伸缩AS控制台](#)，单击打开该方案创建的弹性伸缩组，查看弹性伸缩已删除实例。

图 3-43 空闲实例被移出



----结束

gearbox 配置文件示例

下面内容为gearbox配置文件示例，请存放在gearbox安装目录下。配置gearboxconfig.yaml文件时，请删除示例中的所有注释。

```

user:
  # console账号的AK
  ak:
  # console账号的SK
  sk:
  # 用户所在region的项目ID
  project-id:
  # 代理地址，端口，用户名密码等，无需代理可不配置
  proxy-address:
  proxy-port:
  proxy-user-name:
  proxy-password:
as:
  # AS服务在待使用局点的终端节点域名
  endpoint: as.cn-north-4.myhuaweicloud.com
  # 预置伸缩组资源的伸缩组ID
  group:
  # 查询伸缩实例时单页最大返回数量，默认100可不修改
  list-instance-limit: 100
  # 删除伸缩实例时最大数量限制，AS服务最大支持50，可不修改
  delete-instance-limit: 50
ecs:
  # ECS服务在待使用局点的终端节点域名
  endpoint: ecs.cn-north-4.myhuaweicloud.com
metric:
  # 自定义监控指标命名空间，可不修改
  namespace: test.HPC
  # 自定义指标的指标名
  name: workload
  # 自定义指标维度名，可不修改
  dimension-name: autoscaling_group
  # 自定义指标维度ID，配置成伸缩组的ID dimension-id:
  # 指标上报的TTL参数，可不修改
  report-ttl: 172800
  # CES服务在待使用局点的终端节点域名
  metric-report-endpoint: ces.cn-north-4.myhuaweicloud.com
task:
  # 节点状态检查周期，单位 秒
  health-audit-period: 30
  # 自定义指标上报周期，单位 秒
  metric-report-period: 60
  # 检测是否需要扩容的周期，单位 秒
  scale-in-period: 5
  # 自动删除待扩容节点周期，单位 秒
  delete-instance-period: 5
  # 新扩容节点自发现周期
  discover-instance-period: 20
  # 对比伸缩组与slurm节点数量周期，单位 秒
  diff-instance-and-node-period: 60
  # 内部缓存刷新周期，单位 秒
  
```

```
refresh-cache-period: 100
# 配置检查任务运行周期, 单位 秒
configuration-check-period: 300
system:
# deadline/slurm
type: slurm
# 稳定节点的Node名称, 多节点英文逗号分割
stable-nodes: master
# 稳定节点所在的分区
stable-partition: p1
# 不稳定节点所在的分区
variable-partition: p1
# 空闲时间阈值, 空闲时间超过该值的节点将被缩容, 单位 秒
scale-in-time: 1
# 判断job是否属于排队状态的时间限制条件, 排队时间超过该值的job被认为是在排队并参与指标计算, 建议为0
job-wait-time: 1
# 新节点注册的超时时间, 超过该时间依然未注册成功将被AS删除, 单位: 分钟, 建议为10
register-timeout-minutes: 10
# 弹性节点使用的cpu核数
cpu: 4
# 弹性节点使用的内存大小, 该字段为预留字段, 可设置为任意大于0的数值
memory: 12600
gpu: 1
# 仅slurm集群配置有效, 默认是true, 在计算Workload时忽略含有GPU需求作业中的CPU需求量
ignore-cpu-request-of-gpu-job: true
# 是否使用powershell执行指令, 只有windows环境下生效
use-powershell-executor: true
# 支持多分区资源协同
partition:
# 特性整体开发, 默认值为false, 对接系统为slurm且该配置开启后后续配置生效;
multi-partition-scaling: false
# 提交到多个分区的作业负载, 在多个分区上的映射策略 MAPPING_TO_FIRST_PARTITION, 仅累积到第一个分区中, 其余分区不计算(默认); MAPPING_BY_WEIGHT, 按照各分区的权重计算负载的映射;
load-mapping-policy: MAPPING_TO_FIRST_PARTITION
# 分区配置列表
partition-configuration-list:
-
# 分区名
name: partition1
# 分区中节点资源类型, 支持CPU、GPU二选一;
type: CPU
# 分区在负载映射中的计算权重, 整数, 取值范围[0,100];
weight: 10
# 分区对应的租户id
project-id:
# 分区对应的伸缩组id, 伸缩组与分区需要一一对应
scaling-group-id: XXX
# 节点的资源规格, 当资源类型为CPU时可填节点CPU和内存规格, 当节点资源类型为GPU时可填节点规格为GPU数量;
node-spec:
# 节点CPU数量
cpu: 4
# 节点内存容量, 单位GB;
mem: 8
# 加速卡数量
gpu: 2
# 空闲一定时间后触发缩容, 单位秒, 未配置时使用全局配置, 配置后针对本分区覆盖全局空闲缩容时间;
scale-in-after-idle-time: 100
# 自定义指标维度名
dimension-name: autoscaling_group
# 自定义指标维度ID
dimension-id:
# 云端API调用的地址端点列表, 未配置时使用全局配置
ecs-endpoint: ecs.cn-north-4.myhuaweicloud.com
as-endpoint: as.cn-north-4.myhuaweicloud.com
ces-endpoint: ces.cn-north-4.myhuaweicloud.com
```

3.4 快速卸载

步骤1 登录**应用编排服务RFS**资源栈，找到该解决方案创建的资源栈，单击资源栈名称最右侧“删除”按钮，在弹出的“删除资源栈”提示框输入“Delete”，单击“确定”进行解决方案卸载。

图 3-44 解决方案删除



图 3-45 删除确认



步骤2 创建的伸缩配置资源不会被资源栈删除，请进入伸缩配置中删除。

图 3-46 删除伸缩配置



----结束

4 附录

名词解释

基本概念、云服务简介、专有名词解释

- 弹性云服务器ECS：是一种可随时自助获取、可弹性伸缩的云服务器，可帮助您打造可靠、安全、灵活、高效的应用环境，确保服务持久稳定运行，提升运维效率。
- **华为云Flexus云服务器X实例**：Flexus云服务器X实例是新一代面向中小企业和开发者打造的柔性算力云服务器。Flexus云服务器X实例功能接近ECS，同时还具备独有特点，例如Flexus云服务器X实例具有更灵活的vCPU内存配比、支持热变配不中断业务变更规格、支持性能模式等。
- 弹性公网IP：提供独立的公网IP资源，包括公网IP地址与公网出口带宽服务。可以与弹性云服务器、裸金属服务器、虚拟IP、弹性负载均衡、NAT网关等资源灵活地绑定及解绑。
- 弹性文件服务SFS Turbo：为用户提供一个完全托管的共享文件存储，能够弹性伸缩至320TB规模，具备高可用性和持久性，为海量的小文件、低延迟高IOPS型应用提供有力支持。
- Gearbox: Gearbox是一个华为云自研开源的资源协同系统。Gearbox系统与调度平台(Slurm)协同,协调云下、云上资源使用。支持自定义业务负载指标,提供基于指标的自动扩容能力,感知业务任务状态,闲置自动释放,提供无损的弹性伸缩能力。
- Slurm: 是一个开源,高度可扩展的集群管理工具和作业调度系统,用于各种规模的Linux集群。主要提供如下集中关键的特性:
 - 资源分配
分配独占或者非独占的资源给用户,可以控制分配的时长,供用户运行作业。
 - 作业管理框架
提供一个框架,可以帮助用户控制并行作业在所分配资源上的启动、运行和监控。
 - 队列
提交的作业资源需求超出了可用资源,将作业放入队列。
 - 不同的作业调度策略
提供资源预留,公平分享,回填等高级作业调度策略供使用。

- 其他工具
提供作业信息统计，作业状态诊断等工具。

5 修订记录

表 5-1 修订记录

发布日期	修订记录
2022-05-30	第一次正式发布。
2023-02-28	修订实施步骤。
2023-11-30	修订方案内容以及实施步骤。
2024-07-17	支持华为云Flexus云服务器X实例。