

Lab 2 云上应用高可用部署

实验介绍

在 Lab 1 中，我们在阿里云上体验了 ECS 云服务器的购买及使用流程，也学习了如何部署一个网站供外界访问。在本次的 Lab 2，我们选择另一家云服务提供商——华为云，来感受云服务如何支持应用高可用部署、解决传统部署方式存在的问题。

假设你是一家快速发展的科技公司的运维工程师。公司刚刚上线了一套全新的OA（Office Automation，办公自动化）系统，用于日常办公流程管理，部署在公司自己购买的一台物理服务器上。然而，在系统上线后的第一个月，就发生了两次严重的服务中断：第一次是因为服务器电源突然故障，在上面部署的 OA 系统无法运行，业务中断长达数小时；第二次是因为系统访问量激增，服务器不堪重负，虽然勉强还在运行，但响应时间长达10秒以上，员工抱怨不断。

经过分析，你发现了问题所在：

- **单点故障**：当前系统部署在本地物理服务器上，并且只有一台，一旦服务器出现故障或外部环境（如停电）影响，整个系统就会瘫痪。
- **资源不足**：系统无法动态应对访问量的波动，导致在高负载时性能急剧下降。即使身为运维的你能在访问量暴涨时马上找来新服务器分担压力，重复的部署工作也十分繁琐和费时；而且物理服务器增加后，你的日常运维工作量也增加了。

为了彻底解决这些问题，你决定将 OA 系统迁移到华为云，利用云服务的高可用性、弹性伸缩特性，提升系统的稳定性和性能。

你将迁移工作拆解为以下步骤：

1. 云上部署：

- 分析这套 OA 系统的架构，明确其组件（如 Web 服务器、数据库、缓存等）和依赖关系。然后，在华为云上购买必要的资源，包括 ECS（弹性云服务器）、RDS（关系型数据库）等。
- 将 OA 系统部署到华为云上，确保所有组件正常运行。

2. 实现高可用与弹性伸缩：

- 将系统部署到多个云服务器实例上，通过 ELB（弹性负载均衡）服务均衡访问压力，避免单点故障。
- 配置 AS（自动伸缩）服务，让实例数量能根据访问量动态调整，应对突发的流量增长，确保系统在高负载时仍能稳定运行。

实验步骤

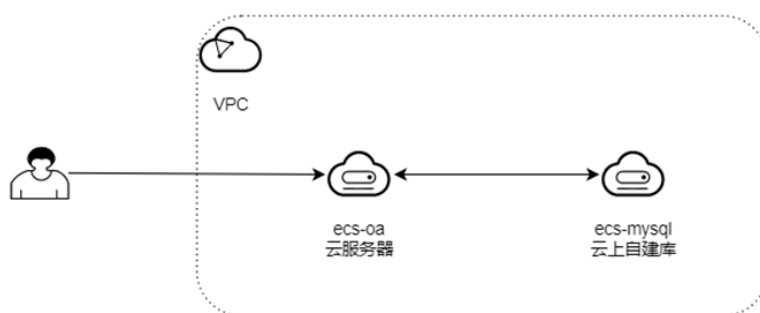
1. 华为云部署 OA 系统

本次实验所用的 OA 系统源码：https://gitee.com/dengzhiling1/oasys_mysql

你不需要细看这份源码。虽然开发它所涉及的技术栈可能稍显复杂，但作为一名运维，你只需要知道：

- 这是一个 Web 应用，需要部署在一台服务器上，对外提供访问；
- 这个应用需要连接一个 MySQL 数据库；
- 服务器和数据库应该在同一个网络中。

于是你敲定了如下图所示的系统架构图，并开始在华为云上部署。



1.1 购买并配置云数据库

访问[华为云云数据库 RDS](#)（Relational Database Service，关系型数据库服务）页面，点击购买。

计费模式选择【按需计费】；区域选择【华南-广州】；性能规格选择【MySQL】，其他默认。

注意：在“高级配置”一栏中，已经默认配置了虚拟私有云（VPC）和子网选项。在下一步骤的云服务器购买和配置中，也会默认相同的选择，这就是我们的云服务器和云数据库能够连通的网络基础。

基础配置

计费模式 ①

包年/包月

按需计费

区域 ②

华南-广州

不同区域的资源之间内网互不相通。请选择靠近您业务的区域，可以降低网络时延、提高访问速度。

资源选配

性能规格



TaurusDB 标准版

经典主备架构，2倍性能提升，辅以智能DBA，运维效率30...

引擎版本 8.0

实例类型 高可用

性能规格 独享型 | 2 vCPU | 4 GB

磁盘存储 SSD云盘 | 100 GB

¥1.46 /小时



MySQL

适合个人学习，小型网站/应用，开发测试，性价比高

引擎版本 8.0

实例类型 主备

性能规格 通用型 | 4 vCPU | 8 GB

磁盘存储 SSD云盘 | 100 GB

¥2.12 /小时



PostgreSQL

适合个人学习、位置应用系统、复杂数据对象处理场景，快...

引擎版本 16

实例类型 主备

性能规格 通用型 | 4 vCPU | 8 GB

磁盘存储 SSD云盘 | 100 GB

¥2.12 /小时

以上规格若不满足您的需求，请选择自定义购买方式。 [点击切换](#)

备份空间

赠送存储空间等量的备份空间100GB

超出免费备份空间部分按照云数据库备份空间价格收取费用。实例创建后默认自动备份，数据保留7天。 [云数据库备份空间计费规则](#)☐ 磁盘加密

选择加密后会提高数据安全性，但对数据库读写性能有少量影响，请按照您的使用策略进行选择。

高级配置

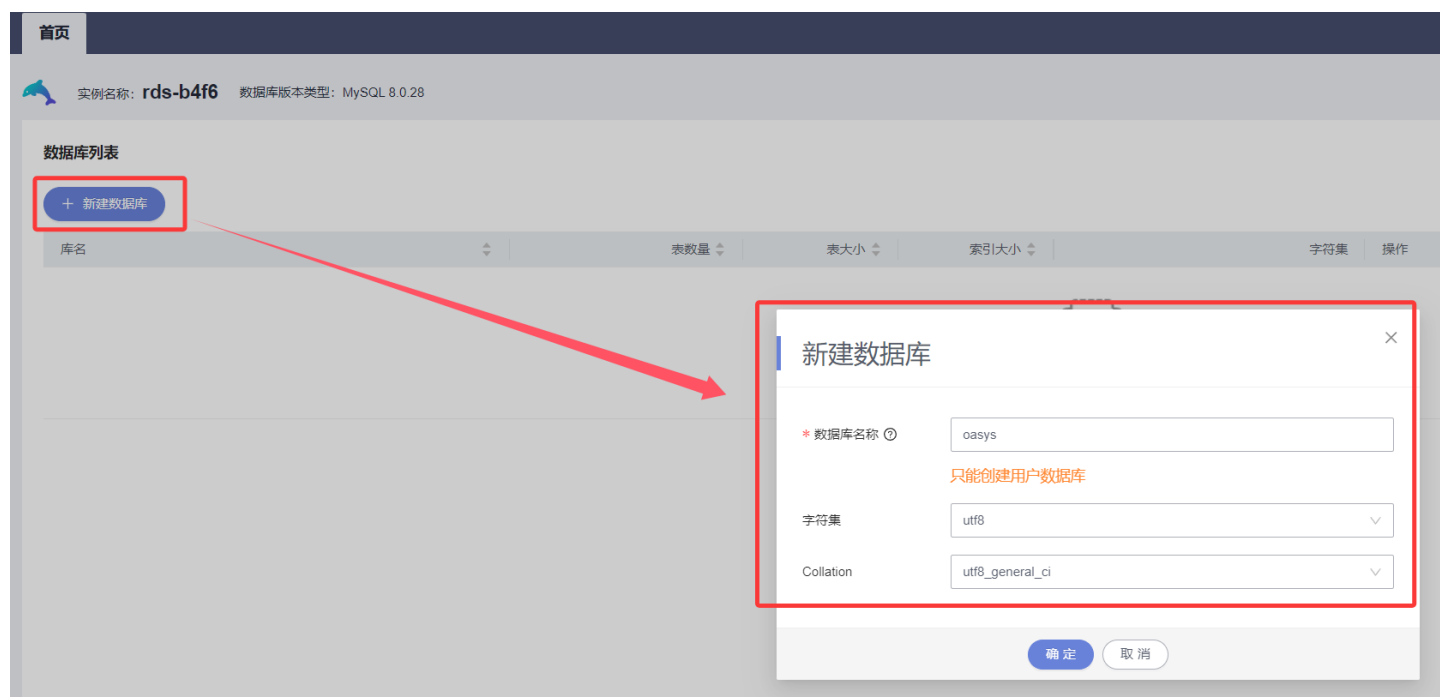
虚拟私有云: vpc-default 子网: subnet-default PV4地址: -- 数据库端口: 3306 安全组: default 表名大小写: 不区分大小写

购买完成后，进入到[控制台](#)，等待云数据库实例创建完成（可能需要几分钟）。**记下这里的内网地址**，后续我们将用于配置 OA 系统：

实例名称/ID	实例备注	实例类型	数据库引擎版本	运行状态	计费模式	内网地址	存储空间类型
<input type="checkbox"/> rds-b4f6 7200d16d75574fafbf2514244d4380bin01	--	主备 4 vCPUs 8 GB	MySQL 8.0.28	● 正常	按需计费 2025/03/09 15:23:42 ...	192.168.0.214	SSD云盘

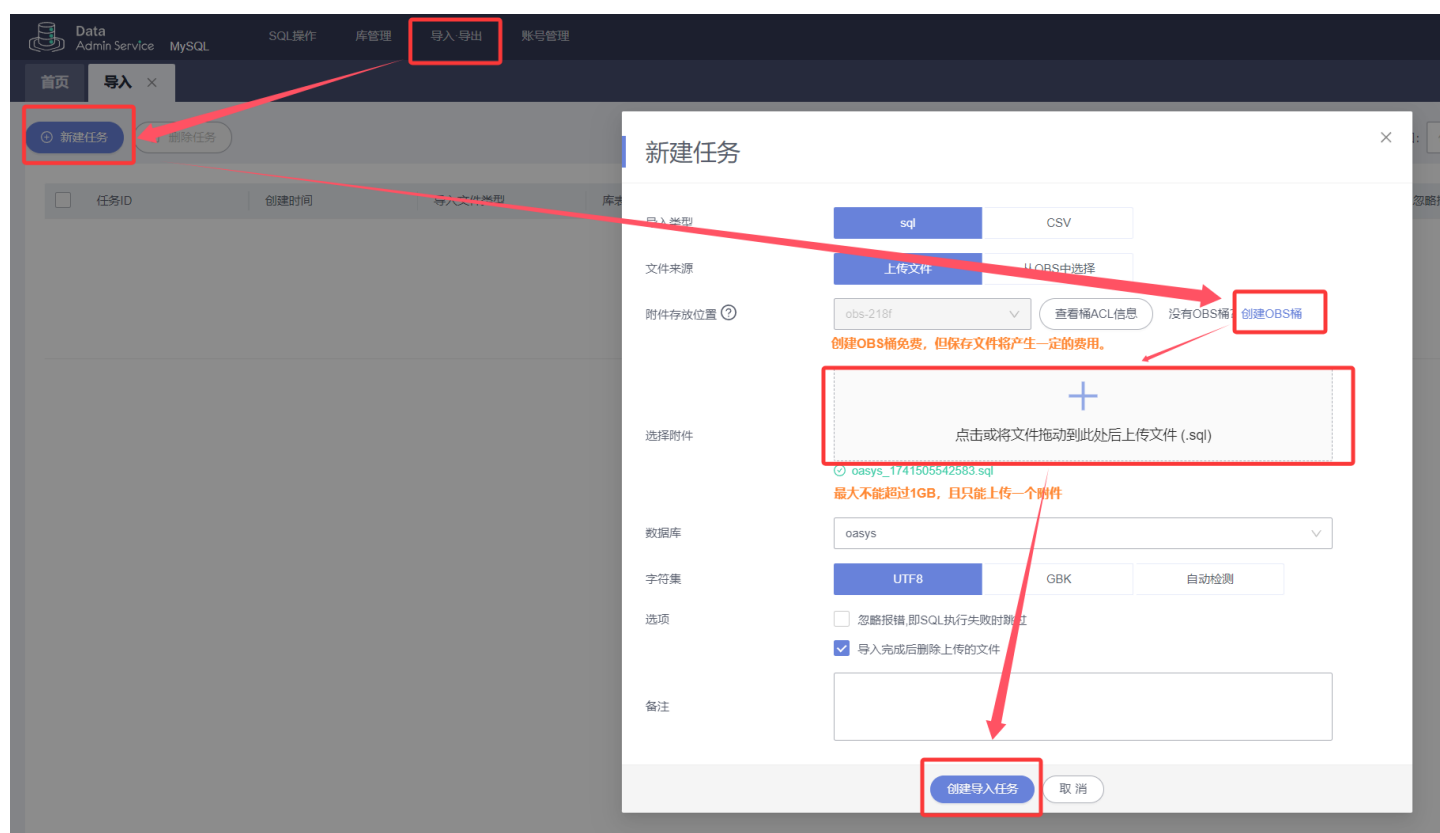
创建成功后，点击右侧的【更多】→【重置密码】，设置密码；然后点击【登录】，用户名为 root，输入刚才设置的新密码，登录到 MySQL 中。

点击【新建数据库】，配置如下所示：




向数据库导入OA系统的数据：点击上方的【导入·导出】，选择【导入】。

此处用到的 **oasys.sql** 文件在 **OA 系统源码** 目录下。新建一个导入任务，如下图所示，注意要先点击创建 OBS 桶之后再上传 .sql 文件：



回到数据库首页，点击 oasys 数据库，确认数据已导入成功，如下图所示：



当前所在库: **oasys** 切换库 | 192.168.0.214:3306 | 字符集: utf8mb4 排序规则: utf8mb4_0900_ai_ci

SQL窗口

数据字典

对象列表

元数据采集

❗ 对象列表数据来自实时查询(最多显示10000条), 对您的数据库有一定的性能消耗 [立即采集](#)

表

+ 新建表

视图

存储过程

事件

触发器

函数

❗ 统计信息从系统表中读取, 数据为预估值, 统计信息有延迟。

	表名	创建时间	行数 (预估值)	表大小 (预估值)	索引大小 (预估值)
+	aoa_attachment_list	2025-03-09 15:34:00	8 (预估值)	16KB (预估值)	0B (预估值)
+	aoa_attends_list	2025-03-09 15:34:01	33 (预估值)	16KB (预估值)	16KB (预估值)
+	aoa_bursement	2025-03-09 15:34:01	9 (预估值)	16KB (预估值)	48KB (预估值)
+	aoa_catalog	2025-03-09 15:34:01	8 (预估值)	16KB (预估值)	16KB (预估值)
+	aoa_comment_list	2025-03-09 15:34:01	67 (预估值)	16KB (预估值)	32KB (预估值)
+	aoa_dept	2025-03-09 15:34:01	5 (预估值)	16KB (预估值)	0B (预估值)
+	aoa_detailsburse	2025-03-09 15:34:01	11 (预估值)	16KB (预估值)	16KB (预估值)
+	aoa_director	2025-03-09 15:34:01	10 (预估值)	16KB (预估值)	16KB (预估值)
+	aoa_director_users	2025-03-09 15:34:01	41 (预估值)	16KB (预估值)	48KB (预估值)
+	aoa_discuss_list	2025-03-09 15:34:01	23 (预估值)	16KB (预估值)	32KB (预估值)

10 条/页

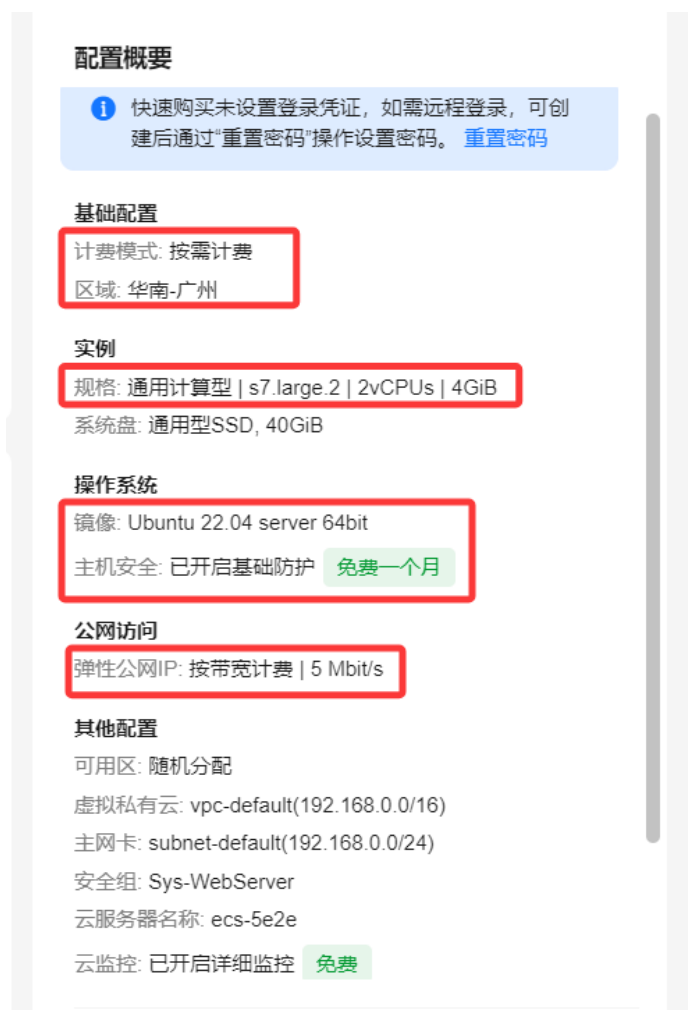
总条数: 52

< 1 2 3 4 5 6 >

至此，云数据库配置完成。

1.2 购买云服务器、部署 OA 系统

访问 [云服务器购买](#) 页面，按以下配置购买一台云服务器实例：



购买完成后打开[控制台](#)，注意上方菜单栏的区域选择【华南-广州】，找到刚才购买的云服务器实例，点击右侧的【更多】→【重置密码】，设置密码。

接下来，我们登录到云服务器，开始部署 OA 系统。

！ 与阿里云不同，华为云服务器的安全组策略默认不开放 SSH 端口，需要自行修改安全组策略 → 入方向 → 添加规则，选择22端口 → 配置源地址为 0.0.0.0/0 后，才能在自己电脑上以 SSH 方式登录云服务器。

你也可以不修改安全组策略，直接使用华为云提供的远程登录功能。

由于每个人都有自己的云数据库内网地址和密码，所以我们需要手动修改源码中的数据库配置文件后，重新编译得到 jar 包才能用于部署，安装相关工具的命令如下：

```
1 apt-get update
2
3 # 通过 Git 来下载源码目录
4 apt-get install git
5 git clone https://gitee.com/dengzhiling1/oasys_mysql
6
7 # 下载 maven 和 jdk8, 用于编译打包
```

```
8 apt-get install openjdk-8-jdk # 请勿使用更高版本
9 apt-get install maven
```

打开文件 `oasys_mysql/src/main/resources/application.properties`，修改 `url` 与 `password` 字段：

```
1 ...
2 spring.datasource.url=jdbc:mysql://替换为你的云数据库内网地址:3306/oasys?
  autoReconnect=true&useSSL=false&characterEncoding=utf-
  8&serverTimezone=Asia/Shanghai&rewriteBatchedStatements=true&allowPublicKeyRet
  rieval=true
3 spring.datasource.username=root
4 spring.datasource.password=替换为你的云数据库密码
5 ...
```

保存文件，然后执行以下命令将源码编译成 `jar` 包：

```
1 # maven 换源，使用华为云镜像源
2 cd /usr/share/maven/conf && sed -i '147i \ \ <mirror>\n \ \ \
  <id>mirror</id>\n \ \
3 \ \ <mirrorOf>*</mirrorOf>\n \ \ \ \ <name>cmc-cd-mirror</name>\n \ \ \ \
  <url>https://mirrors.huaweicloud.com/repository/maven/</url>\n \ \ </mirror>'
  settings.xml
4
5 cd oasys_mysql
6 # 编译打包
7 mvn clean package
8 # 部署启动 OA 系统
9 java -jar ./target/oasys.jar
```

注意：OA 系统运行在端口 8088 上，因此你需要像 **Lab 1** 那样配置安全组，在入方向放行 8088 端口（配置源地址为 `0.0.0.0/0`），才能通过 `http://<你的云服务器IP>:8088` 访问。

在登录页面中输入**用户名 soli**，**密码 123456** 登录（不需要填写验证码）。如果一切正常，应能跳转到以下页面。



！ 问题排查

如果你能打开登录页面，但无法登录，基本上是数据库连接问题，按以下步骤排查：

1. 检查日志输出，查看报错信息是否与数据库连接有关
2. 如果是，在云服务器上执行 `nc -zv <替换为你的数据库内网IP> 3306`，如 `nc -zv 192.168.0.214 3306`，看是否显示 `succeeded`。
3. 如果是，说明云数据库通信正常，则需要检查 `oasys_mysql/src/main/resources/application.properties`，看 IP 和密码是否替换正确

如果问题无法解决/出现其他问题，钉钉联系助教邓芷灵协助排查

至此，我们成功地将 OA 系统迁移到华为云上。

2. 高可用部署

现在，OA 系统在云上运行，实际物理服务器的日常维护交给了云厂商负责，再也不用自己处理物理服务器的各种故障了。

但我们依然未解决访问量突增时，服务器超负荷运行的问题——我们依然只用了一台服务器来承接处理用户请求。

虽然可以继续买云服务器，但作为运维的你当然不想把上述部署流程再来一遍，更别说还要考虑部署多个实例之后的负载均衡问题：如果两台服务器都部署了 OA 系统，而用户只通过一个 URL 访问，请求应该转发到哪一台服务器呢？

在传统部署方式中，负载均衡通常通过 Nginx 配置来实现。但我们又希望 OA 系统所用的云服务器实例数量最好是动态变化的，访问量大时就多配几台，访问量小时就少配几台，总不能每次变化都手动修改 Nginx 配置文件。

于是你决定，让云把这一切都自动化。

什么是弹性负载均衡

2.1 配置 OA 系统开机运行 & 打包系统镜像

我们首先让 OA 系统开机启动，这样无论是云服务器重启还是应用新部署，我们都不必再登录上去执行启动命令了。

开机启动脚本 `oa-service.service` 已经在 [OA系统源码](#) 目录下，检查脚本中 `ExecStart` 字段中的路径是否符合你的实际情况，自行修改。

然后执行以下命令，添加开机启动服务：

```
1  cd oasys_mysql
2  # 将脚本拷贝到 /etc/systemd/system/ 目录
3  cp oa-service.service /etc/systemd/system/
4  cd /etc/systemd/system/
5  # 为脚本添加可执行权限
6  chmod +x oa-service.service
7  # 添加开机启动服务
8  systemctl daemon-reload
9  systemctl enable oa-service.service
```

验证开机启动是否生效：在华为云控制台重启云服务器实例，等待 1-2 分钟后，访问 OA 系统，若能正常访问则开机启动设置成功。

接下来，将配置好的这一切都打包成一个镜像，购买新的云服务器时只需要直接从镜像启动即可，不必重新配置了。

回到华为云控制台，在云服务器实例右侧选择【更多】→【镜像】→【创建镜像】，按以下配置创建镜像，命名为 `img-oa`：

镜像类型和来源

★ 区域

华南-广州

不同区域的云服务产品之间内网互不相通；请就近选择靠近您业务的区域，可减少网络时延，提高访问速度。

★ 创建方式

创建私有镜像

导入私有镜像

★ 镜像类型

系统盘镜像

整机镜像

数据盘镜像

★ 选择镜像源

云服务器

裸金属服务器

• 当前关机或开机状态的弹性云服务器才可以用来创建私有镜像。

• 创建镜像前，请确保弹性云服务器已完成相关配置。[了解更多](#)

• 请勿在创建镜像过程中对所选择的弹性云服务器及其相关联资源进行其他操作。

所有状态

ID

9c921e58-bb68-4ea9-9c92

名称	操作系统	运行状态	私有IP地址	创建时间
ecs-50c7	Ubuntu 22.04 server 64bit	运行中	192.168.0.160	2025/03/09 11:10:13 G...

当前选择：ecs-50c7 | 操作系统：Ubuntu 22.04 server 64bit | 系统盘：通用型SSD | 40 GiB

[购买弹性云服务器](#)

配置信息

加密

未加密

★ 名称

img-0a

2.2 购买 ELB 负载均衡服务

访问 [购买弹性负载均衡服务](#)，按以下配置购买：

配置概要

基础配置

实例类型：共享型

计费模式：按需计费

区域：华南-广州

名称：elb-5b18

网络配置

网络类型：IPv4 公网,IPv4 私网

所属VPC：vpc-default (192.168.0.0/16)

前端子网：subnet-default (192.168.0.0/24)

IPv4地址：自动分配IPv4地址

性能保障模式：默认开启

公网访问

弹性公网IP：全动态BGP | 按流量计费 | 5 Mbit/s

高级配置(可选)

描述：--

标签：--

打开控制台，为新购买的弹性负载均衡实例添加监听器：



前两步默认即可，在第三步添加我们的云服务器，业务端口填写 8088；其他配置同样默认，无需修改。



配置监听器成功

- ✓ 添加监听器listener-e537成功。
- ✓ 添加后端服务器组server_group-e5e1成功。
- ✓ 配置健康检查成功。
- ✓ 添加后端服务器任务提交成功。

返回列表

继续添加

负载均衡器已配置完成

您可以通过访问ELB的IP和端口使用负载均衡啦。

这一服务相当于代替了传统的 Nginx 配置方式，无论后端实际部署了多少个云服务器实例，都可以通过弹性负载均衡提供的统一服务地址进行访问，至于请求自动转发，它自己会替我们处理好。

在基本信息中查看负载均衡服务的公网IP：

<

弹性负载均衡 / 负载均衡实例 (elb-2862) 运行中

满意度评价

添加监听器

查看后端服务器组

创建后端服

概览 NEW

基本信息

监听器

监控

访问日志

标签

名称

elb-2862

所属VPC

vpc-default

ID

030be81d-5b1c-404f-8c6a-2b59ca6520aa

IPv4子网

subnet-default

实例类型

共享型

性能保障模式

已开启

计费模式

按需计费

服务地址

IPv4私有地址 | 192.168.0.198

描述

--

IPv4公网地址 | 121.37.5.247

删除保护

公网计费信息

IPv4 | 5 Mbit/s | 按需 - 按流量

修改保护

未开启

创建时间

2025/03/09 19:27:08 GMT+08:00

现在，可以直接通过这一IP（以上图为例，<http://121.37.5.247>）访问我们在云服务器实例上部署的OA系统。

2.3 配置 AS 弹性伸缩服务

进入华为云控制台，打开弹性伸缩-伸缩实例-[伸缩配置](#)页面，创建一个伸缩配置：

★ 计费模式

按需计费

竞价计费

★ 区域

华南-广州

不同区域的云服务产品之间内网互不相通；请就近选择靠近您业务的区域，可减少网络时延，提高访问速度。

★ 名称

as-config-9141

使用该配置创建的云服务器名称为伸缩配置名称加八位随机码。

★ 配置模板

使用新模板

使用已有云服务器规格为模板

CPU架构

x86计算

鲲鹏计算

★ 规格

最新系列

vCPUs

全部

内存(GiB)

全部

规格名称

s7.large.2

实例类型

规格名称

vCPUs | 内存(GiB)

CPU

基准 / 最大带宽

内网收发包

通用计算型as7

as7.large.2 (可用区6, 可用区...

2vCPUs | 4GiB

2.45GHz

0.3/1.5 Gbit/s

150,000

通用计算型s7

s7.large.2 (可用区5, 可用区2...

2vCPUs | 4GiB

Intel Ice L...

0.2/1.5 Gbit/s

150,000

已选规格 优先使用当前选中的规格进行伸缩，您可以点击已选规格查看规格信息。您还可以选择9个规格。

s7.large.2

通用计算型 | s7.large.2 | 2vCPUs | 4GiB

★ 镜像

公共镜像

私有镜像

共享镜像

市场镜像

img-oa(40GiB)

选择之前保存的云服务器镜像

【弹性公网IP】选择不使用。因为我们已经有负载均衡服务作为入口来访问 OA 系统，弹性增加的云服务器实例其实不需要直接对外提供访问。

弹性公网IP

不使用

自动分配

?

不使用弹性公网IP的云服务器不能与互联网互通，仅可作为私有IP

★ 登录方式

密钥对

密码

用户名

root

★ 密码

请牢记密码，如忘记密码可登录ECS控制台重置密码。

.....

👁

★ 确认密码

.....

👁

接下来，我们[创建弹性伸缩组](#)，这一配置决定了云服务器自动扩缩容的上下限，并使用上一步的负载均衡服务实现请求的自动分发处理。配置如下：

★ 区域

📍 华南-广州

▼

不同区域的云服务产品之间内网互不相通；请就近选择靠近您业务的区域，可减少网络时延

★ 可用区

可用区7 ×

可用区6 ×

可用区5 ×

▼

可用区3 ×

可用区2 ×

🔍 ?

★ 多可用区扩展策略

☒ 均衡分布

☐ 选择优先

?

★ 名称

as-group-c211

★ 最大实例数(台)

3

★ 期望实例数(台) ?

2

★ 最小实例数(台)

1

选择伸缩配置作为您创建的伸缩组内伸缩实例的模板；选择子网后将向伸缩组中的每个实例分配IP地址。

★ 伸缩配置

as-config-1b7f

+

选择刚才创建的伸缩配置

★ 虚拟私有云

vpc-default(192.168.0.0/16)

▼

🔍 新建虚拟私有云 ?

★ 子网

subnet-default(192.168.0.0/24)

▼

本子网作为云服务器的主网卡

☒ 源/目的检查 ?

⊕ 增加一个子网

您还可以增加 4 个子网

🔍 新建子网

负载均衡

不使用

使用弹性负载均衡

🔍 新建弹性负载均衡

伸缩组中的云服务器会自动挂载到您关联的负载均衡下。

将IPv6地址加入负载均衡后端服务器组需要保证实例具备IPv6地址，同时子网和负载均衡IPv6相关功能启用。

负载均衡器

共享型 | elb-2862...

▼

后端云服务器组

server_group-ac8...

▼

后端端口

8,088

▼

权重

1

IP协议版本

IPv4

▼

1. 选择刚才购买的弹性负载均衡服务

2. 注意修改后端端口

⊕ 新增一个负载均衡器 您还可以增加5个负载均衡器。

其他配置默认即可。

一切配置完成。点击我们新建的弹性伸缩组，可以看到服务已经自动为我们创建了2 个云服务器实例（我们先前手动购买的云服务器不在弹性伸缩服务的管理范围内），以达到我们的“期望实例数”：



作业要求

任务一（80 分）

完成以上全部配置后，仿照本文档第一节中的架构图，画出当前 OA 系统的部署架构图。注意，我们从头到尾都只有一台云数据库实例。

任务二（20 分）

通过 Python 等方式自动发送请求，模拟 OA 系统高负载情况，观察扩缩容过程。

（注意将我们手动创建的云服务器关机或将其移出负载均衡配置，确保请求能集中到弹性伸缩服务管理下的两台服务器）

将弹性伸缩组的名称改成你的学号，然后提供弹性伸缩页面-活动历史的截图，其中至少包含一次扩容和一次缩容。示例如下：



注意：我们的负载均衡服务是按流量收费的，所以创建伸缩策略时，需要将触发扩容的条件设得低一些；此外也要注意自动化请求脚本的运行时长和请求频率。

提示1：你可以通过以下 Python 方法向 OA 系统发送一个登录请求。此外，单线程发请求不足以给服务器造成压力，你需要改为多线程发送。

```
1 def send_request():
2     url = "http://<替换为你的负载均衡IP>/logins"
3     payload = {
4         "userName": "soli",
5         "password": "123456",
6         "code": ""
7     }
8     try:
9         response = requests.post(url, json=payload)
10        print(f"Status Code: {response.status_code}")
11    except requests.exceptions.RequestException as e:
12        print(f"Request failed: {e}")
```

提示2：在弹性伸缩组实例-伸缩策略中，添加伸缩策略，指定扩缩容的触发条件。无访问状态下，服务器 CPU 使用率不到 0.5%；高频率的请求会使这个值略微升高，如达到 0.8%（因为单纯的登录请求不会触发复杂的业务流程，不太需要 CPU）。自行配置合适的伸缩策略，只需要能观察到实例伸缩变化即可。



DDL 及提交方式

请于【2025.04.02 23:59】前，将作业PDF文件（文件命名为 姓名-学号-第二次作业，如 张三-23232323-第二次作业.pdf）发送至邮箱【dengzl11@163.com】，邮件标题格式：姓名-学号-第二次作业

清理一切

完成上述任务之后即可删除所有服务实例，无需保留，以免扣费过多：

- 删除云数据库RDS实例

- 删除弹性伸缩实例
- 删除弹性负载均衡实例
- 删除云服务器实例
- 删除“镜像服务”中的镜像
- 删除对象存储服务OBS中的桶实例

在[我的资源](#)中检查以上扣费项目是否已删除。其他服务（虚拟私有云 VPC、企业主机安全 HSS、消息通知服务 SMN）无需删除。