一、概述

1. 本教程介绍

1. 使用hardhat部署到不同网络，自动verify代码
2. 单元测试编写
3. deploy脚本，deploy插件使用
4. 可升级合约编写，使用，页面关联

你对工具链的所有疑问都会在这里得到demo答案！

2. hardhat框架的好处

1. 在config文件中配置网络，部署在node，hardhat，其他指定的网络
2. 在.env中写秘钥等信息
3. 可以自动部署，Verify代码
4. 可以编写单元测试

二、代码目录

参考链接：

1. 教程：https://medium.com/@rahulsethuram/the-new-solidity-dev-stack-buidler-ethers-waffle-typescript-tutorial-f07917de48ae
2. hardhat：https://learnblockchain.cn/docs/hardhat/guides/waffle-testing.html

三、部署在localhost

安装：

```
npm install
```

单元测试：

```
npx hardhat test
```

启动本地内存区块链环境：

```
npx hardhat node
```

1. 普通部署

方式1，使用hardhat-deploy包部署，具体编写查看`deploy`文件夹

```
npx hardhat --network localhost deploy
```

方式2，使用脚本部署

```
npx hardhat run --network localhost scripts/deploy.ts
```

测试一下，需要修改地址`testV1.ts`中的地址为刚刚部署的地址。

```
npx hardhat run scripts/testV1.ts --network localhost
```

2. 可升级部署

- 以可升级方式部署合约

1. 执行命令：

```
npx hardhat run --network localhost scripts/01-deploy_counter.ts
```

> 得到地址：0xCf7Ed3AccA5a467e9e704C703E8D87F634fB0Fc9

- 调用后查看运行结果

1. 修改testV1.ts中的地址为: `0xCf7Ed3AccA5a467e9e704C703E8D87F634fB0Fc9`
2. 执行命令：

```
npx hardhat run --network localhost scripts/testV1.ts
```

- 修改代码后开始升级

1. 首先创建新文件：CounterV2Upgrade.sol，相比之下比之前的合约增加了`changeOwner`方法。
2. 修改`02-upgradeCounterV2.t`中的合约地址为：`0xCf7Ed3AccA5a467e9e704C703E8D87F634fB0Fc9`。
3. 执行升级命令：

```
npx hardhat run --network localhost scripts/02-upgradeCounterV2.ts
```

- 调用合约，确认结果

1. 修改`testV2.ts`中的地址为：`0xCf7Ed3AccA5a467e9e704C703E8D87F634fB0Fc9`
2. 执行命令，查看结果，结果应该`加1`，`manager`也应该发生改变。

```
npx hardhat run --network localhost scripts/testV2.ts
```

四、部署在kovan

1. 普通部署（略）

略，同上，只需要将localhost改为kovan即可。

```
#部署在本地：
npx hardhat --network localhost deploy

#部署在kovan：
npx hardhat --network kovan deploy
```

2. 可升级部署

> 先备份.openzeppelin下面的kovan.json文件（若有）

- 以可升级方式部署合约

1. 执行命令：

```
npx hardhat run --network kovan scripts/01-deploy_counter.ts
```

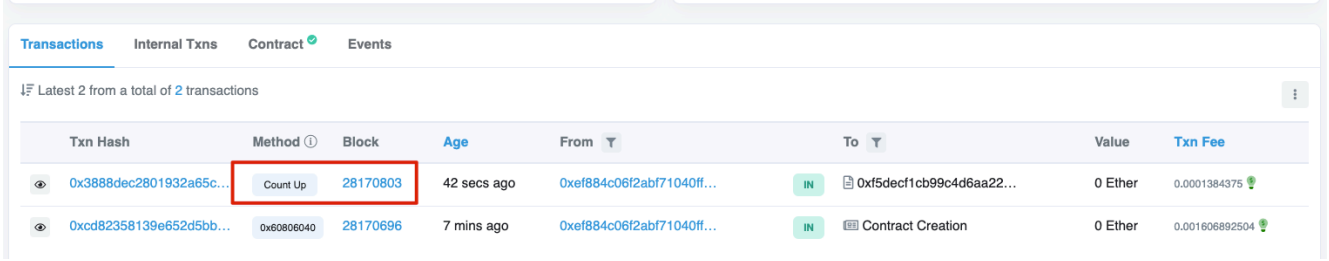
2. 该操作会部署三个合约，得到三个地址（存在vscode工程下：.openzeppelin/kovan.json文件中）
    1. **proxy合约（对外不变的）：**
        1. 地址：0xF5deCF1CB99C4D6Aa22Ee49A3D32Eb21bee73d22。
        2. 默认verify，因为这个升级合约是openzeppelin官方提供的，很多人已经验证过了。
    2. **proxyAdmain合约：**
        1. 地址：0x5670ffB7167bc72d3B11e209133aCC73Fb9292be。
        2. 默认verify，proxy的管理合约，用于修改代理与实现升级操作。
    3. **我们的Counter合约：**
        1. 地址：0x06e166edB942fe7Dd2b04d13443BbB6e835aEd39。
        2. 我们真正关心的业务逻辑。

- 调用后查看运行结果

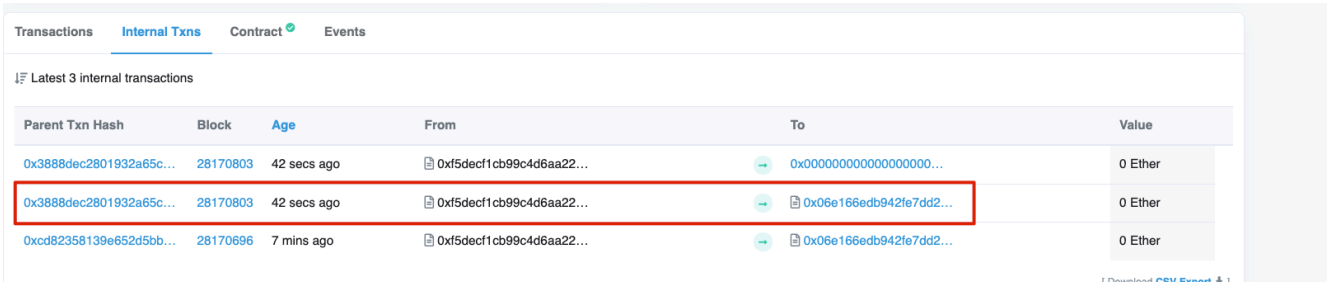
1. 修改`testV1.ts`中的地址为：`0xF5deCF1CB99C4D6Aa22Ee49A3D32Eb21bee73d22`。
2. 执行命令：

```
npx hardhat run --network kovan scripts/testV1.ts
```

3. 通过浏览器，输入代理合约Proxy地址，我们可以看到已经成功调用了一次CountUp，数据变成：1， 并且通过Internal Txns标签看到交互的合约是具体实现合约：

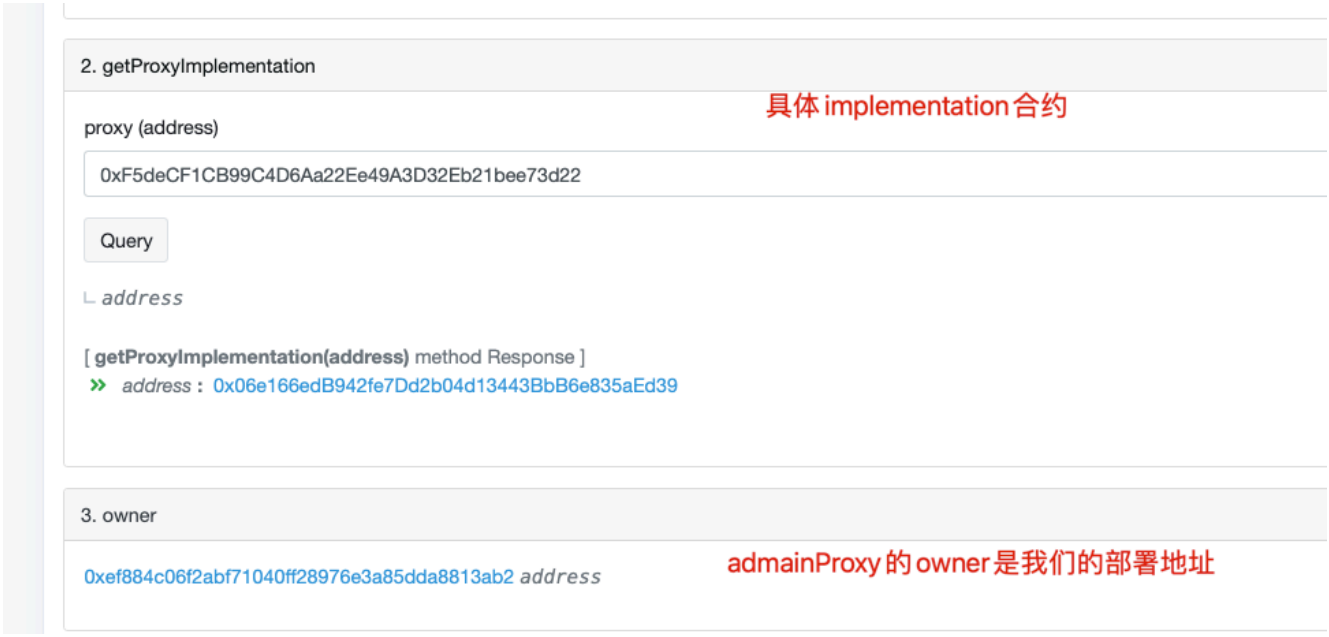


具体交互合约正是我们的Counter合约，如下图：



疑问：为什么上面还有个：0x0000交互？细节需要看代码。

4. 查看`proxyAdmin`合约，检查一下数据，在读方法中，如下图：输入proxy地址，可以得到我们的Counter合约地址：



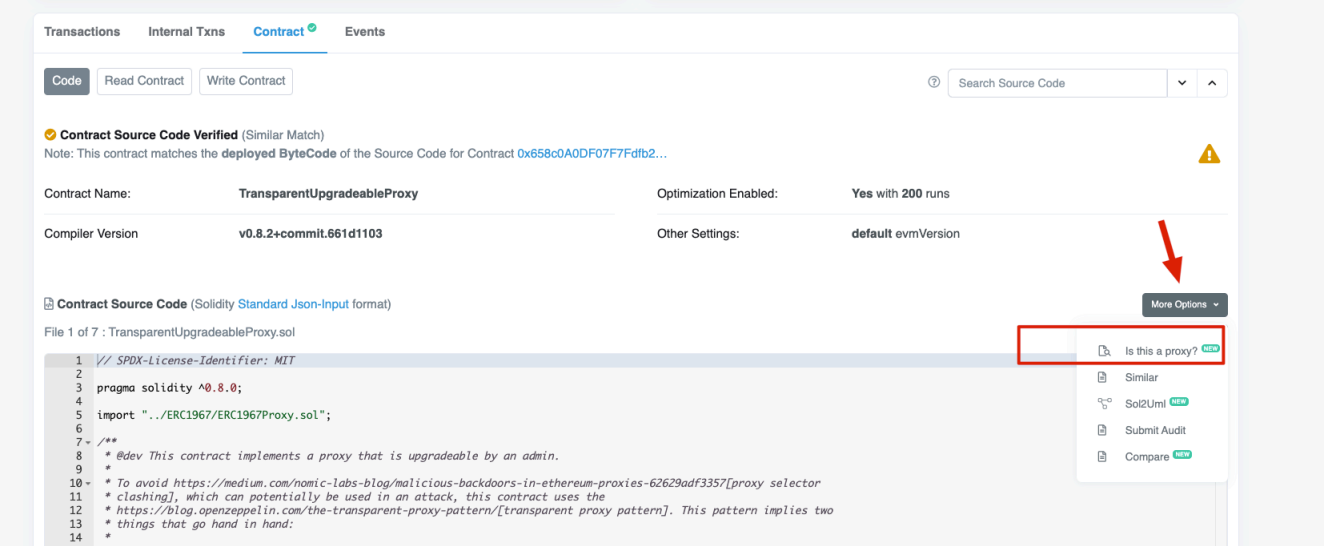
在写方法，可以看到proxyAdmain的相关方法：更换管理员，更换实现合约

4. 接下来我们verify我们的Counter合约代码：

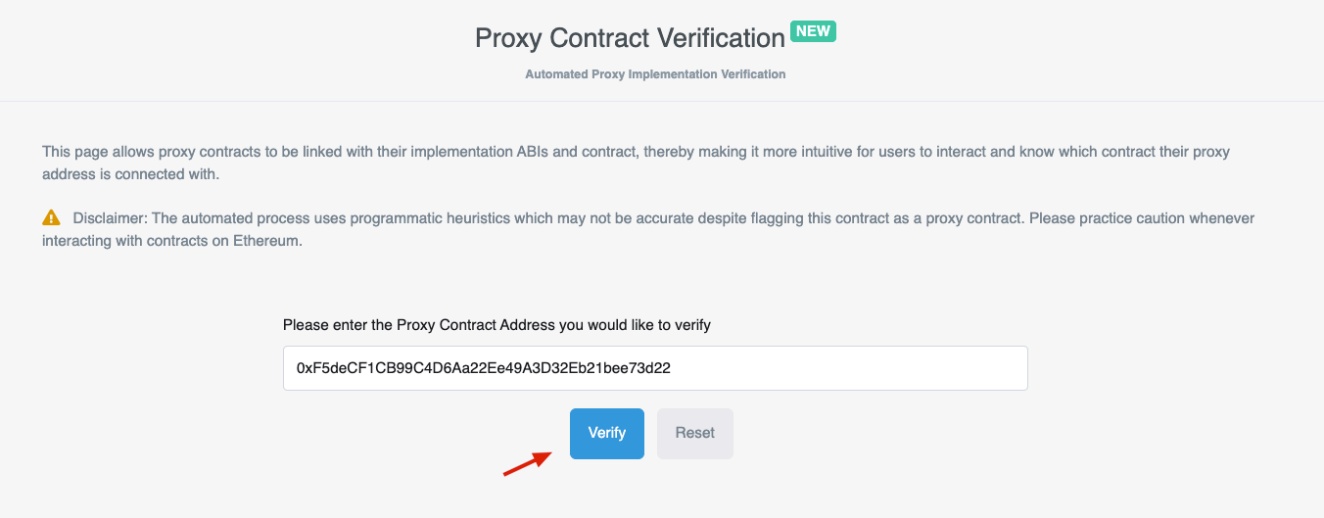
```
#npx hardhat verify --network kovan <合约地址> constructor参数
npx hardhat verify --network kovan 0x06e166edB942fe7Dd2b04d13443BbB6e835aEd39
```

```
→  typescript-solidity-dev-starter-kit git:(master) ✗ npx hardhat verify --network kovan 0x06e166edB942fe7Dd2b04d13443BbB6e835aE
d39
INFURA_API_KEY: 02cd1e3c295c425597fa105999493baa
PRIVATE_KEY: 5a9e3002fb90a55186dd13d5fe0f9fd10cf9f2d30ef8f277e742606ee3b29c6d
MNEMONIC: rescue enforce dumb hammer waste stadium wave armed expose comfort surround lift
ETHERSCAN_API_KEY: 8D6RIGK9W71R1UE6HD81NE4AWINU5B53BG
Nothing to compile
No need to generate any newer typings.
Compiling 1 file with 0.8.0
Warning: SPDX license identifier not provided in source file. Before publishing, consider adding a comment containing "SPDX-Lice
nse-Identifier: <SPDX-License>" to each source file. Use "SPDX-License-Identifier: UNLICENSED" for non-open-source code. Please
see https://spdx.org for more information.
--> contracts/Counter.sol


Successfully submitted source code for contract
contracts/Counter.sol:Counter at 0x06e166edB942fe7Dd2b04d13443BbB6e835aEd39
for verification on Etherscan. Waiting for verification result...
```

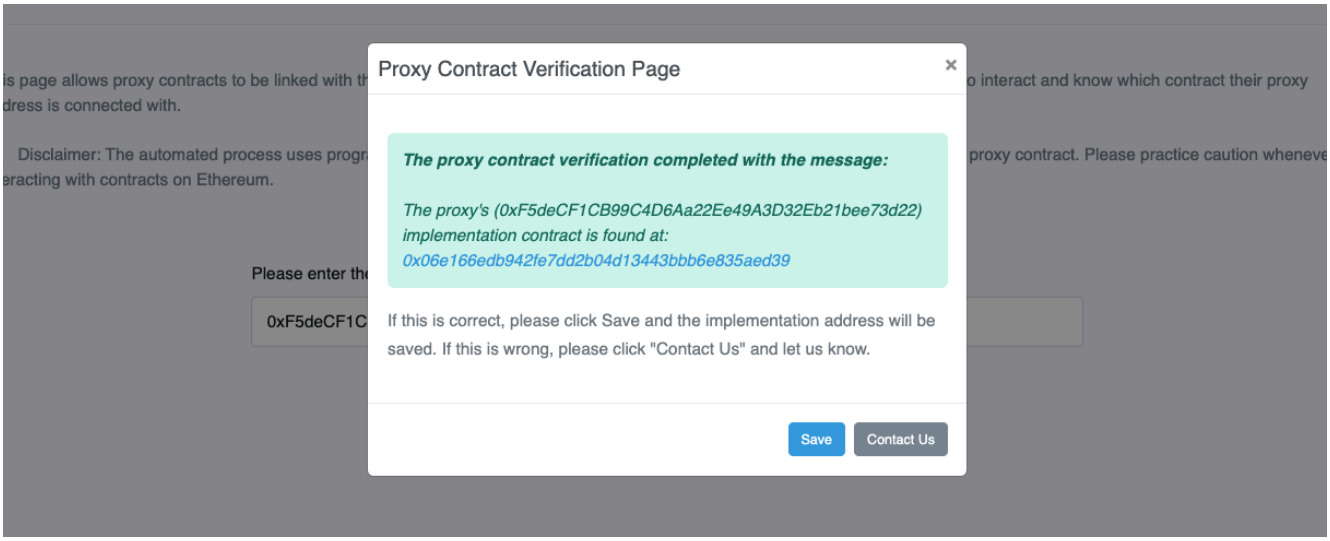
5. 为了在proxy下可以直接操作具体的实现逻辑，需要我们手动关联proxy和implementation的关系，操作为：在proxy页面点击：more option -> is this a proxy?



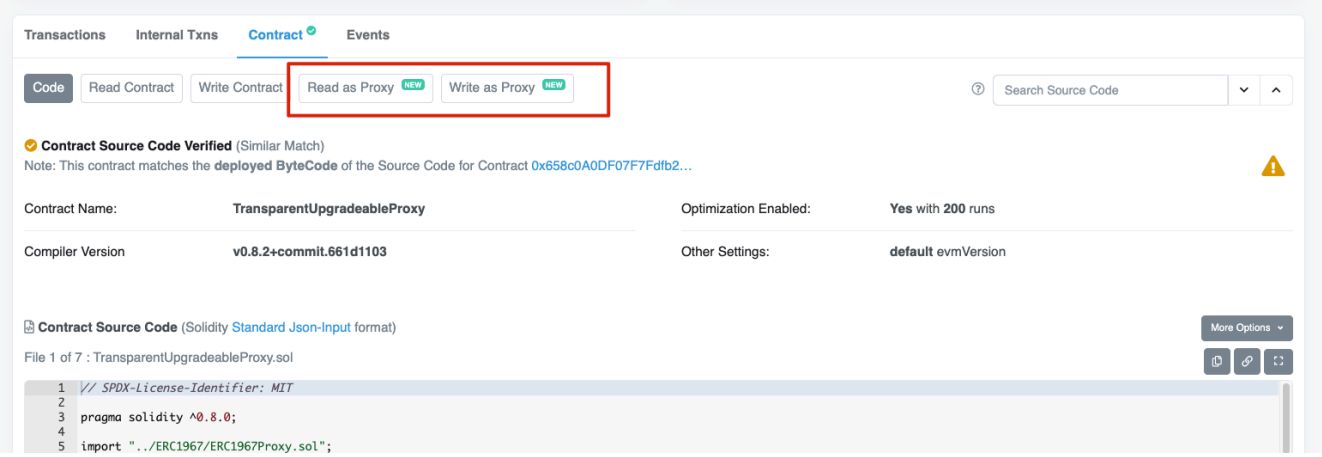
点击：verify



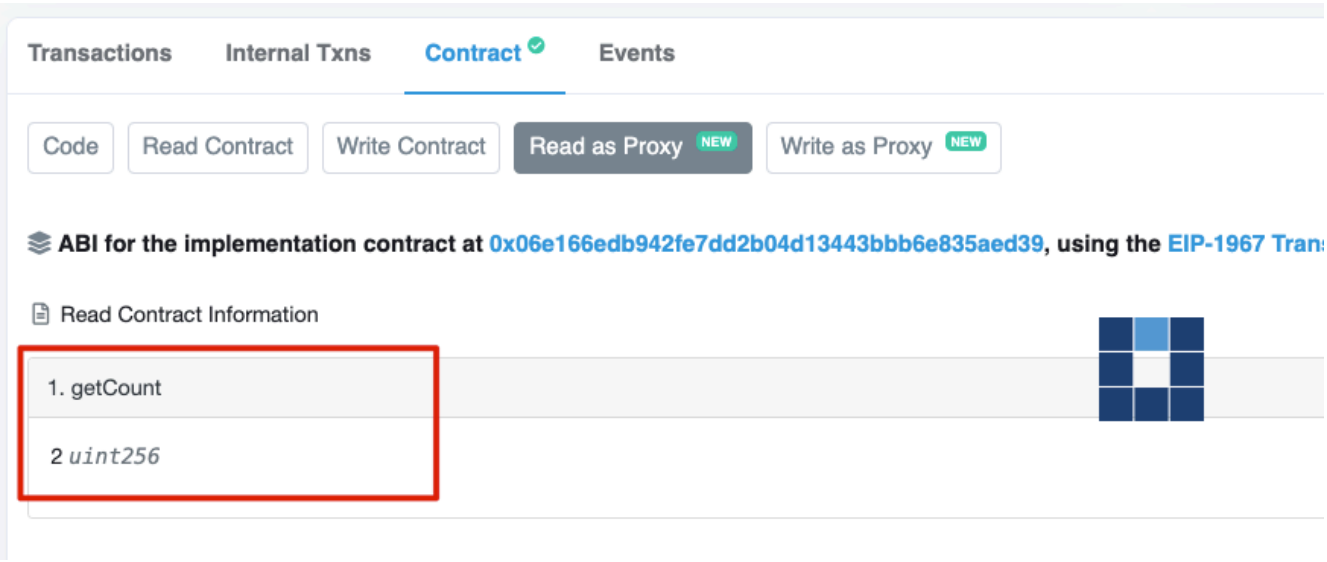
点击：save



此时，回到proxy页面，可以看到implementation对应的方法



点击：countUp后，数据变成：2



- 修改代码后开始升级

1. 修改：（proxy地址）

```
02-upgradeCounterV2.ts中的地址为：0xF5deCF1CB99C4D6Aa22Ee49A3D32Eb21bee73d22
```

2. 执行：

```
npx hardhat run --network kovan scripts/02-upgradeCounterV2.ts
```

在upgradeCounterV2合约中，我们增加了一个`changeOwner`方法，其他内容未改变。

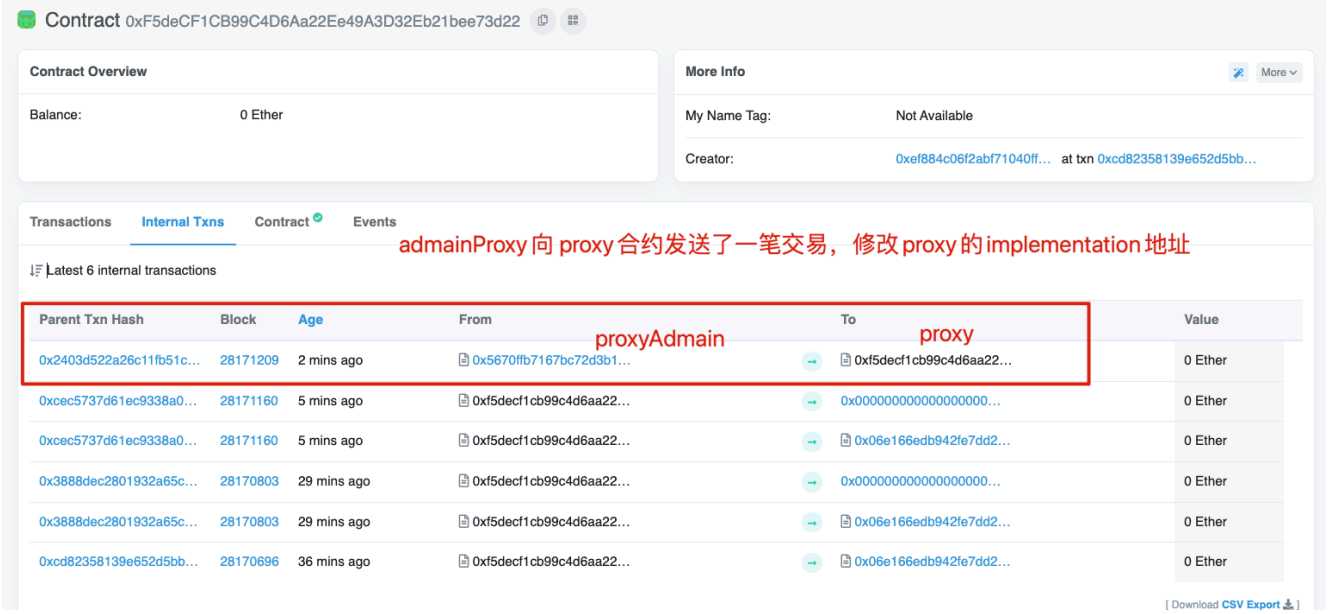
```
    function changeOwner(address owner) public {
        require(msg.sender == manager, "forbidden!");
        manager = owner;
    }
```

升级成功：

```
→  typescript-solidity-dev-starter-kit git:(master) ✗ npx hardhat run --network kovan scripts/02-upgradeCounterV2.ts
INFURA_API_KEY: 02cd1e3c295c425597fa105999493baa
PRIVATE_KEY: 5a9e3002fb90a55186dd13d5fe0f9fd10cf9f2d30ef8f277e742606ee3b29c6d
MNEMONIC: rescue enforce dumb hammer waste stadium wave armed expose comfort surround lift
ETHERSCAN_API_KEY: 8D6RIGK9W71R1UE6HD81NE4AWINU5B53BG
No need to generate any newer typings.
INFURA_API_KEY: 02cd1e3c295c425597fa105999493baa
PRIVATE_KEY: 5a9e3002fb90a55186dd13d5fe0f9fd10cf9f2d30ef8f277e742606ee3b29c6d
MNEMONIC: rescue enforce dumb hammer waste stadium wave armed expose comfort surround lift
ETHERSCAN_API_KEY: 8D6RIGK9W71R1UE6HD81NE4AWINU5B53BG
Upgrading CounterV2Upgrade...
counterV2 upgraded: 0xF5deCF1CB99C4D6Aa22Ee49A3D32Eb21bee73d22
→  typescript-solidity-dev-starter-kit git:(master) ✗
```

3. 到adminProxy中检查升级后的implementation地址： 0xC564f82cA3109F701420a212c345C4747Bc16b0f

4. 回到proxy中，查看内部交易，发现：

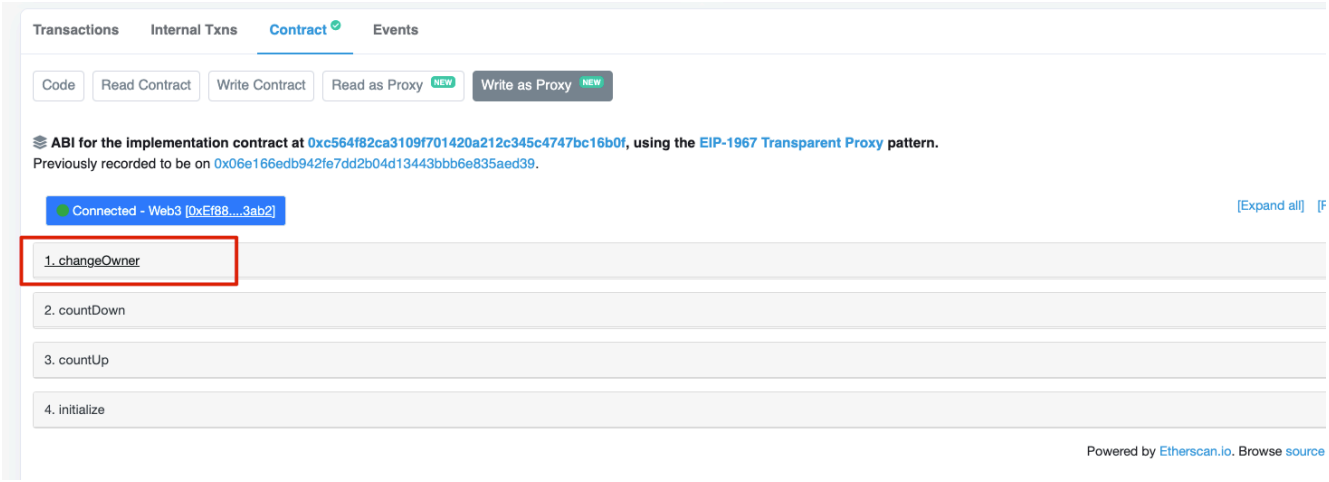


5. 对新发布的implementation合约进行verify代码：

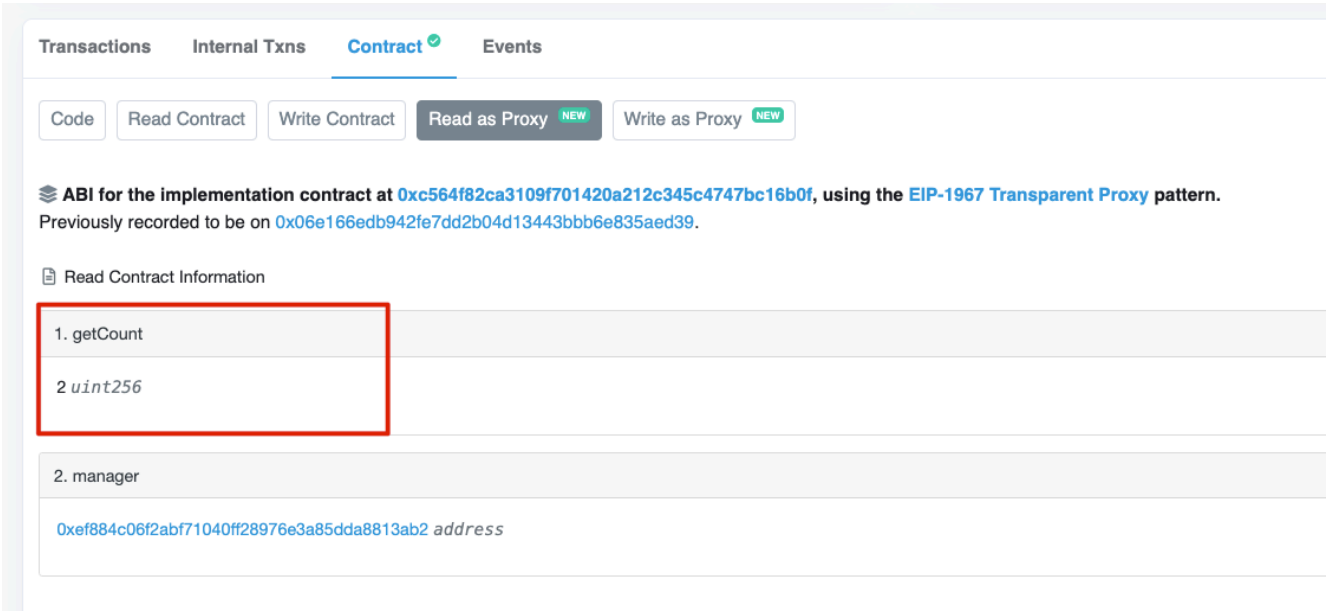
```
npx hardhat verify --network kovan 0xC564f82cA3109F701420a212c345C4747Bc16b0f
```

```
→  typescript-solidity-dev-starter-kit git:(master) ✗ npx hardhat verify --network kovan 0xC564f82cA3109F701420a212c345C4747Bc16
b0f
INFURA_API_KEY: 02cd1e3c295c425597fa105999493baa
PRIVATE_KEY: 5a9e3002fb90a55186dd13d5fe0f9fd10cf9f2d30ef8f277e742606ee3b29c6d
MNEMONIC: rescue enforce dumb hammer waste stadium wave armed expose comfort surround lift
ETHERSCAN_API_KEY: 8D6RIGK9W71R1UE6HD81NE4AWINU5B53BG
Nothing to compile
No need to generate any newer typings.
Compiling 1 file with 0.8.0
Warning: SPDX license identifier not provided in source file. Before publishing, consider adding a comment containing "SPDX-Lice
nse-Identifier: <SPDX-License>" to each source file. Use "SPDX-License-Identifier: UNLICENSED" for non-open-source code. Please
see https://spdx.org for more information.
--> contracts/CounterV2Upgrade.sol


Successfully submitted source code for contract
contracts/CounterV2Upgrade.sol:CounterV2Upgrade at 0xC564f82cA3109F701420a212c345C4747Bc16b0f
for verification on Etherscan. Waiting for verification result...

Successfully verified contract CounterV2Upgrade on Etherscan.
https://kovan.etherscan.io/address/0xC564f82cA3109F701420a212c345C4747Bc16b0f#code
→  typescript-solidity-dev-starter-kit git:(master) ✗
```

6. 查看proxy的写方法，我们的新方法中，看到新方法已经存在：



读方法中，getCount依然为升级之前的值：2

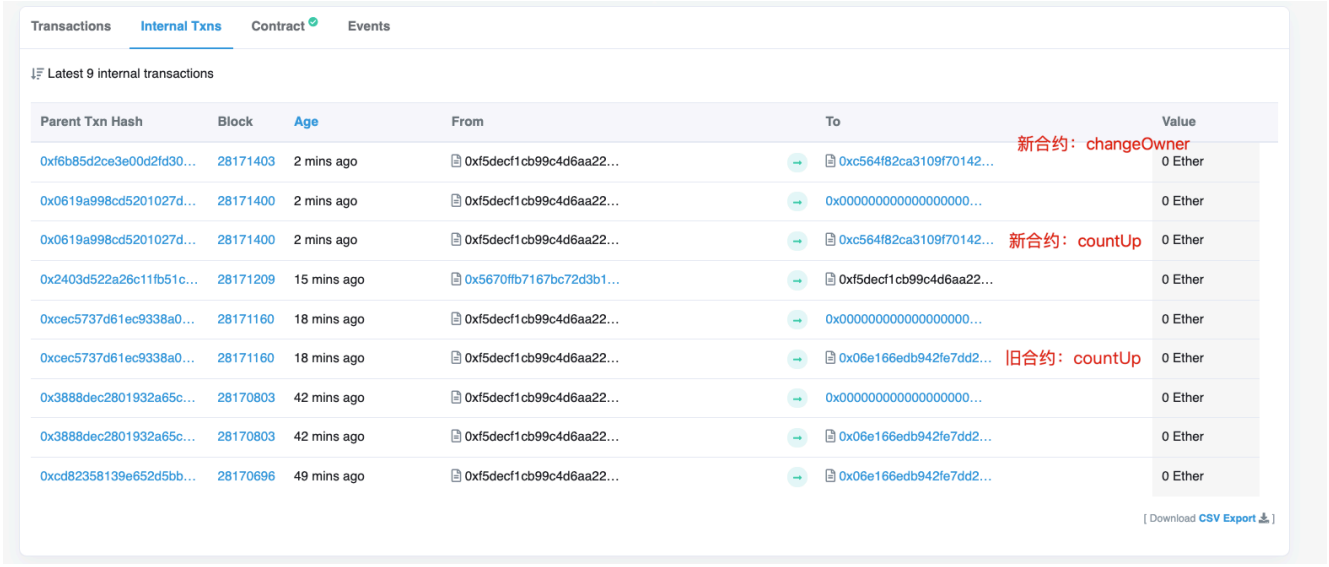


- 调用合约，确认结果

1. 修改`testV2.ts`中的地址为：0xF5deCF1CB99C4D6Aa22Ee49A3D32Eb21bee73d22
2. 执行命令

```
npx hardhat run --network kovan scripts/testV2.ts
```

3. 效果



数值改变，owner改变：