
实验四：区块链浏览器&常见的区块链钱包

一、实验概述

区块链技术的重要特点之一是具有数据不可篡改性。而在其所构筑的公链应用（如数字货币、智能合约）中，良好的数据透明性使得经过区块链接收确认的所有数据变得公开可验证，这也是区块链技术无需信任的决定性因素。区块链浏览器，作为区块链项目的关键基础设施，能够帮助大众在无需运行任何专用软件的情况下，对实时的区块链状态进行解析，获取其感兴趣的部分数据，也是学习区块链技术最为直观便捷的工具。

本实验一方面以比特币和以太坊的区块链浏览器为例，首先介绍获取区块链数据的基本技巧；进而利用区块链浏览器解析并学习区块链账本层与合约层的构造，结合多个典型事务，加深学生对于多种区块链状态的认知与体会；对批量获取区块链数据进行数据挖掘的相关技巧进行点拨，该实验也是后续所有区块链实践的必备积淀。另一方面，针对于存储私钥的应用——区块链钱包，本实验旨在让学生掌握主流货币系统生成密钥和地址、签发交易的基本方法，以及掌握区块链钱包的基本分类，了解并体验不同类型的区块链钱包，并针对学有余力的同学组队展开进阶实验。

二、预备知识

1. 区块链浏览器

作为浏览区块链信息的主要窗口，区块链浏览器向用户提供其感兴趣的区块链相关信息，包括但不限于：链状态、区块状态、交易状态、合约状态、账户状态，并且区块链浏览器还可能额外提供对于测试网络的支持（方便开发者进行测试应用的调试），数据可视化服务（方便用户对区块链状态进行宏观认识），钱包服务（方便用户管理数字资产）和开放 API（方便用户精确、批量的获取数据）。

TIPS：一些主流且稳定的区块链浏览器：

Blockstream: <https://blockstream.info/>

Blockchain: <https://www.blockchain.com/explorer>

BTC: <https://btc.com/block>

Blockcypher: <https://live.blockcypher.com/>

Etherchain: <https://www.etherchain.org/>

Etherscan: <https://etherscan.io/>

2. Base58

用于 Bitcoin 中使用的一种独特的编码方式，主要用于产生 Bitcoin 的账户地址。相比于 Base64 去除了易于混淆的 00ll 和作为标点的 +/, 使得地址的表述更加清晰, 但
该种编码方式也因此付出了编码效率上的妥协。

3. 比特币脚本

是比特币使用的一种基于堆栈的执行语言，比特币将一系列带有特定功能的执行脚本 OPCODE 进行特定编码，通过合理组合后按照“先入后出”的顺序执行，辅助完成交易的验证功能。

我们以最常见的 P2PKH 为例，演示一下以其为核心脚本的账本交易验证过程-因为 P2PKH 是支付给收款者公钥的 hash，所以交易的验证脚本需要分两步完成：首先验证交易发布者所提供的公钥在哈希运算后是否匹配；其次通过该公钥验证交易发布者提供的签名，若两者皆成功，则该输入的花销是有效的，如图所示：





所有的比特币脚本都可以在 <https://en.bitcoin.it/wiki/Script> 中进行查询。

4. API

Application Programming Interface, 即应用程序接口, 规定了运行在一个端系统上的软件请求因特网基础设施向运行在另一个端系统上的特定目的地软件交付数据的方式。API 的使用使得软件系统的职责得到合理划分, 有助于提高系统的可维护性和可扩展性。

5. JSON

JavaScript Object Notation, 是一种常用的轻量级数据交换格式, 因其具有简洁和清晰的层次结构, 而成为理想的数据交换语言, 既易于人阅读和编写, 同时也易于机器解析和生成, 并有效地提升网络传输效率。

如下示例, 其语法为:

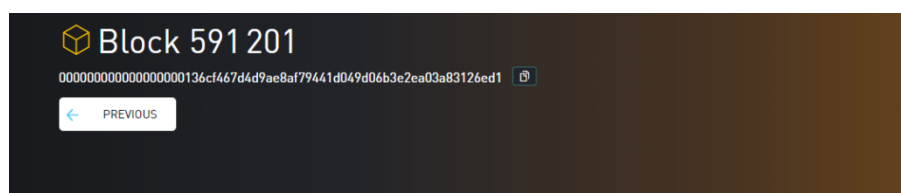
- 1) 在 JS 语言中, 一切都是对象;
- 2) 以花括号保存对象, 以键值对表示对象, 以方括号保存数组, 数据由逗号分隔;
- 3) 键/值对组合中的键名写在前面并用双引号 "" 包裹, 使用冒号 : 分隔, 然后紧接着值。

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Smith",
  "isAlive": true,
  "age": 27,
  "address": {
    "streetAddress": "21 2nd Street",
    "city": "New York",
    "state": "NY",
    "postalCode": "10021-3100"
  },
  "phoneNumbers": [
    {
      "type": "home",
      "number": "212 555-1234"
    },
    {
      "type": "office",
      "number": "646 555-4567"
    },
    {
      "type": "mobile",
      "number": "123 456-7890"
    }
  ],
  "children": [],
  "spouse": null
}
```

6. 区块链钱包的分类

区块链钱包常按照下面几种方法分类：按照节点数据是否存储完整，可分为全节点钱包（完整存储区块链所有交易数据）和轻节点钱包（只保存了区块链钱包的基本功能）；按照区块链钱包是否联网，可分为冷钱包（私钥在本地存储，不联网）和热钱包（联网）；按用户是否自行持有私钥，可分为中心化钱包（第三方机构代管用户私钥）和去中心化钱包（用户自行持有钱包的私钥）；按是否支持多种币种，可分为单、多币种钱包，及全币种钱包。

打开 <https://blockstream.info>，点击任意一个区块地址，以 <https://blockstream.info/block/00000000000000000136cf467d4d9ae8af79441d049d06b3e2ea03a83126ed1?expand> 为例：



| DETAILS | |
|--------------|------------------------------------------------------------------|
| HEIGHT | 591201 |
| STATUS | In best chain (1 confirmation) |
| TIMESTAMP | 8/22/2019, 3:13:36 PM GMT+8 |
| SIZE | 1269.283 KB |
| VIRTUAL SIZE | 999 vKB |
| WEIGHT UNITS | 3992.846 KWU |
| VERSION | 0x2000e000 |
| MERKLE ROOT | 3e0d72d40d8bebeb528c010bb3d1dbc9c591931689c5aafa719577e99e0c80e2 |
| BITS | 0x171ba3d1 |
| NONCE | 0x367f5550 |

其主要特征包括：状态（有无分叉，确认深度），时间戳（并非一个精确的值，仅仅具有参考意义），实际数据大小，可见大小（一般为 Bitcoin 规定的 1MB，节约的数据量由账本层隔离见证机制的施行带来，我们在下一节着重解析），由隔离见证带来的额外数据（以 KWU 为单位，采用独特的换算标准 https://en.bitcoin.it/wiki/Weight_units），矿工节点版本号，区块的默克尔根，以及生成有效 PoW 所需要的有效填充数 Nonce。区块详情中则包含了该区块容纳的所有交易信息，其中第一个交易固定为 Coinbase 类型，作用是将挖矿奖励支付给矿工指定的地址。

3) 交易状态：以交易地址作为唯一标识，点击任何一个交易，以

<https://blockstream.info/tx/e75cc9e67a64d3974210da8480d3d80c0b5fb1a966b6451dd847754d4e82a5e1> 为例，其主要特征包括：确认状态、所在的区块信息（地址，高度，时戳）、所付出的交易费用、交易的大小、节点版本号、锁定时间（用于定义该交易最早可入块的时间）、费用节约情况（如果激活隔离见证能够节省的费用）以及隐私情况（是否重用地址等）。进一步，通过点击交易的详情，我们可以观察交易的构造以及其每个输入的赎回脚本 **ScriptSig**，每个输出的锁定脚本 **ScriptPubkey** 和输出的花费情况。

Address

3NKtXY8ZpZe5XbE4YrjZogkid8hSBkDACw

| | |
|--------------------|----------------------------|
| CONFIRMED TX COUNT | 3 |
| CONFIRMED RECEIVED | 2 outputs (0.03830701 BTC) |
| CONFIRMED SPENT | 1 output (0.022167 BTC) |
| CONFIRMED UNSPENT | 1 output (0.01614001 BTC) |

5) 合约状态：以合约地址作为唯一标识，访问以太坊的区块链浏览器 Etherscan，选择其中的任意有效合约进行观察：<https://etherscan.io/contractsVerified>，以 <https://etherscan.io/address/0x39e743fee400a5d9b36f1167b70c10e8f06440e5> 为例，观察中可以辨识的特征有：合约名称，该合约的所有相关事务（初始的两笔事务分别用于创建合约以及向合约地址付款以启动合约），源码，账户余额，创建者地址，编译版本，遵循的协议，状态变更历史以及合约提供的接口（ABI）等众多信息。

Contract 0x39e743fee400a5d9b36f1167b70c10e8f06440e5

Earn Interest Crypto Credit

Sponsored: YoBit.Net - Add your ERC20 Token to YoBit.Net Exchange!

Contract Overview

Balance: 0 Ether

Ether Value: \$0.00

More Info

My Name Tag: Not Available, login to update

Contract Creator: 0x492c8851daa05... at tx 0x453b3d9b85a964...

Token Tracker: TNC Group Token (TNC)

Transactions Contract Events Analytics Comments

IF Latest 2 txs

| Txn Hash | Block | Age | From | To | Value | [Txn Fee] |
|---------------------|--------|-------------|--------------------|----------------------|---------|------------|
| 0x2250297a44414... | 840094 | 19 mins ago | 0x492c8851daa05... | 0x39e743fee400a5d... | 0 Ether | 0.0007601 |
| 0x453b3d9b85a964... | 840086 | 21 mins ago | 0x492c8851daa05... | Contract Creation | 0 Ether | 0.02482174 |

Download CSV Export

以上状态皆可通过区块链浏览器的搜索栏，输入相应的标识进行查询，这也是浏览器提供的最为基本的功能。

b. 其次介绍区块链浏览器提供的 API 支持

以 blockstream 为例，其 API 调用的完整方法记录在：

<https://github.com/Blockstream/esplora/blob/master/API.md#transaction-format> 中；使用 API 的方法有两类，第一类是使用 js 包管理工具直接对该开源浏览器进行部署；另外一种较为简单的方法则是直接通过 url 访问 API（前缀为 <https://blockstream.info/api/>），我们建议使用命令行工具 curl，一款利用 URL 语法在命令行方式下工作的开源文件传

输工具完成调用（采用浏览器直接访问亦可）：

我们以其中的第一条 GET /tx:txid/status 为例，尝试调用该接口：

该接口的功能是根据交易的地址，返回交易的确认状态，包括：是否被确认（confirmed），被收纳的区块高度（block_height）以及该区块的地址（block_hash）。

例如查询地址为

6dcc37358d08b6adee18deb22f037326b5e659c2030189fbf774344c9fb3915 的交易确认状态，打开终端，输入：

```
curl
https://blockstream.info/api/tx/6dcc37358d08b6adee18deb22f037326b5e659c2030189fbf774344c9fb39152/status
```

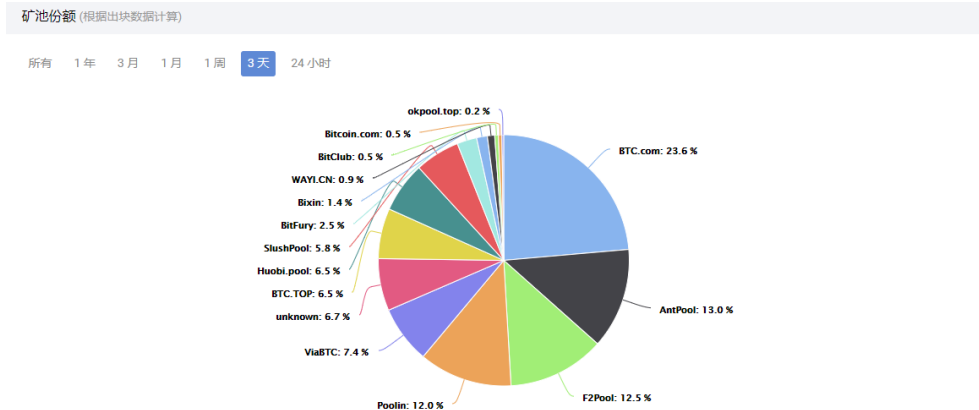
```
C:\Users\vivid>curl https://blockstream.info/api/tx/6dcc37358d08b6adee18deb22f037326b5e659c2030189fbf774344c9fb39152/status
{"confirmed":true,"block_height":364292,"block_hash":"00000000000000003dd2fdbb484d6d9c349d644d8bbb3cbfa5e67f639a465fe",
"block_time":1436293147}
C:\Users\vivid>
```

如上图可见，所查询交易的确认状态以 json 的形式被返回，安装 python 的同学可以使用 `python -m json.tool` 和管道对返回数据的格式进行修整。

```
C:\Users\vivid>curl https://blockstream.info/api/tx/6dcc37358d08b6adee18deb22f037326b5e659c2030189fbf774344c9fb39152/status|python -m json.tool
% Total    % Received % Xferd  Average Speed   Time    Time     Time  Current
           Dload  Upload   Total   Spent    Left  Speed
100  144  100  144    0    0   144    0  0:00:01 --:--:-- 0:00:01 263
{"confirmed": true,
 "block_height": 364292,
 "block_hash": "000000000000000003dd2fdbb484d6d9c349d644d8bbb3cbfa5e67f639a465fe",
 "block_time": 1436293147}
```

c.一些浏览器对区块链的历史数据进行了进一步的挖掘，并提供了可视化的服务,方便用户对链状态的变化进行探究，我们以 btc 浏览器对比特币提供的多项统计为例：

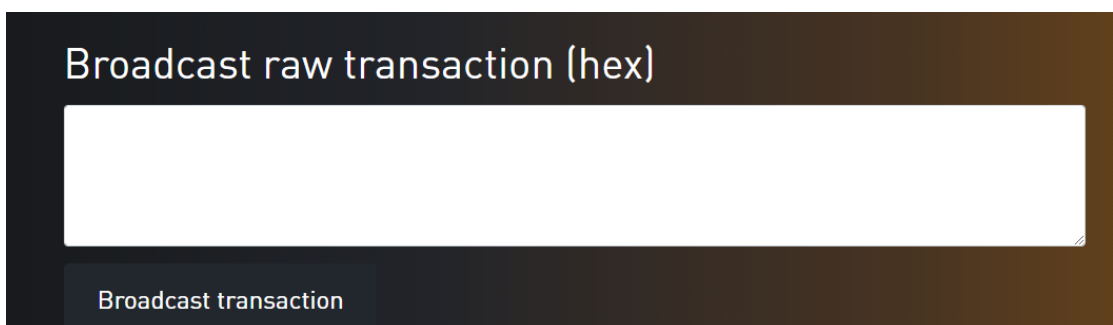
打开 <https://btc.com/stats>，可以看到其对于挖矿份额、交易费用、脚本类型、难度变更等多项参数进行实时的统计，以矿池份额为例，如下图：我们都知道，Nakamoto Consensus 理论上能容限的恶意节点比例为 51%，在考虑自私挖矿后，这一值被降低至 25%，而现有最大矿池的算力占比已经接近这个值，矿池的扩张正在逐渐蚕食比特币的安全性。



另一方面，去中心性的丧失也是令人担忧的，图中非矿池的算力占比仅占 6.7%，而对比整个比特币挖矿历史，这一占比为 37.4%，庞大的算力消耗与存储需求已使得个人节点不再适合作为全节点维护比特币生态，更倾向于加入矿池承担 hash puzzle 的运算外包业务。

d. 一些区块链浏览器提供了网页端发布交易，甚至是数字货币钱包的功能：

例如在 <https://blockstream.info/tx/push>：输入交易的 hex 编码，浏览器就可以代理广播该交易；



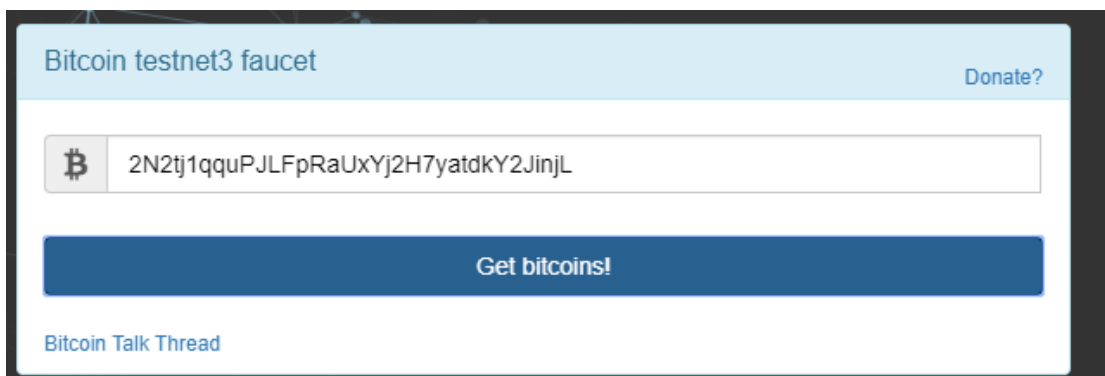
在 <https://wallet.btc.com>, <https://www.blockchain.com/wallet> 皆提供了钱包注册的功能。

e. 测试网络支持

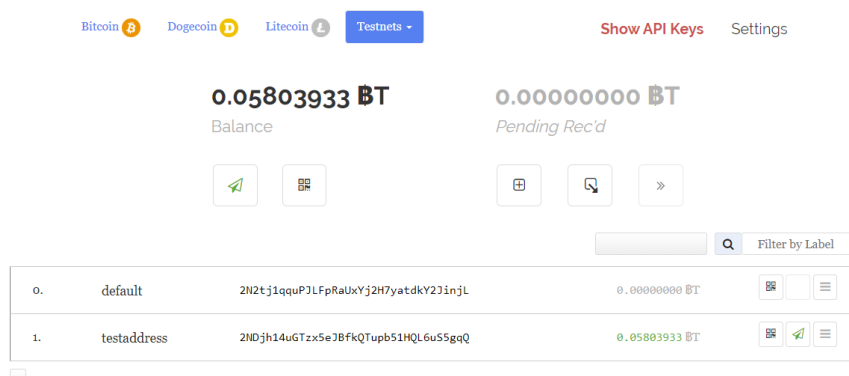
各个区块链社区考虑到了代币的昂贵，建立了测试生态用于开发者对于区块链应用的测试，如比特币的 Testnet3，其特点是挖矿难度很低，代币没有经济价值，但除此之外，其部署的技术一般优先于比特币主网。

blockstream 和 blockcypher 都提供了对于测试网络的浏览器支持，我们以 blockstream 为例：<https://blockstream.info/testnet/>。

测试网络的代币可以从各类 testnet faucet 上输入自己的测试链地址获取：例如 <https://coinfaucet.eu/en/btc-testnet/>（强烈建议在实践结束后将该测试币发送回原 faucet 地址，便于更多人进行实验！）



更可贵的是，block.io 为测试网络提供了钱包的支持，我们可以在其上进行注册，并使用测试网络代币管理账户，发送交易，体验丰富的钱包功能，定制并观察自己的交易。（完成此实践需要等待较长的确认时间，建议有兴趣的同学在课下实践）



练习 1: 1) 请在区块链浏览器中查询区块

000000000000000003dd2fdbb484d6d9c349d644d8bbb3cbfa5e67f639a465fe 并对该区块进行分析，该区块有何异常，造成该异常的原因是什么，这可能体现了区块链系统设计中的哪些问题？

2) 观察浏览器对于比特币挖矿难度变化的可视化实时结果

<https://btc.com/stats/diff>，尝试回答：难度调整的间隔；难度变化的趋势和其带来的影响；推测平均算力的计算方法。

3) 参考 blockstream API 的调用说明：

<https://github.com/Blockstream/esplora/blob/master/API.md>, 调用 API 回答以下问题：

a. 当前比特币待验证的交易数目为多少？数据量为多大？大概几个区块才能处理完这些交易？

b. 给出高度在 9991-10000 间区块内包含的总交易数目。

实验 2：利用区块链浏览器学习区块链账本层构造

本节我们利用区块链浏览器，观察一些典型的账本交易构造方法,进而实践比特币脚本的书写。

首先来熟悉一些典型的交易构造：

a. Coinbase: 示例- 创始块

<https://blockstream.info/block/00000000839a8e6886ab5951d76f411475428afc90947ee320161bbf18eb6048>

作为一种特殊的交易固定作为每个区块的第一个交易，将挖矿奖励发送到矿工指定的地址或脚本，其输入脚本无需包含任何典型的赎回脚本，亦没有固定的格式，矿工通常使用的 Pushbytes 可能是嵌入具有一定含义的信息，也有可能是在规定 Nonce 尝试挖矿无果溢出后利用此种办法变相扩展 Nonce 的范围。

| | |
|-----------------|----------------------------------------------|
| #0 Coinbase | |
| SCRIPTSIG (ASM) | OP_PUSHBYTES_4 ffff001d OP_PUSHBYTES_1 04 |
| SCRIPTSIG (HEX) | 04ffff001d0104 |
| NSEQUENCE | 0xffffffff |

b. P2PKH: 示例-

<https://blockstream.info/tx/0de586d0c74780605c36c0f51dcd850d1772f41a92c549e3aa36f9e78e905284>


在隔离见证激活前最为常用的一种支付脚本，我们已经在背景中介绍了其验证的过程，锁定脚本格式为：`OP_DUP OP_HASH160 OP_PUSHBYTES_20 <hash> OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG`，其中推送的数据为 20 字节的公钥哈希，赎回脚本格式为：`OP_PUSHBYTES_72 <Sig> OP_PUSHBYTES_33 <Pubkey>`，即先推送 71 或 72 字节的签名，再推送 33 字节的公钥。

类似的支付脚本有直接向公钥支付的 P2PK，但由于隐私的原因被 P2PKH 所替代。

c. NullData (OpReturn)：示例-

<https://blockstream.info/tx/56a3de9926f1d1334b4f76ea9059d8357664d3ab72508b7c35efd9b511d82a01>

作为一种特殊的输出脚本，可以在交易中嵌入最多 80 字节的任意数据，该输出不可花销，亦无法单独作为交易的输出。一般用作保证该部分数据的不可篡改性及时效性，作为存在性证明进行使用，辅助搭建更复杂的去中心化应用。

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| #0 OP_RETURN | 0 BTC |
| TYPE | OP_RETURN |
| SCRIPTPUBKEY (ASM) | OP_RETURN OP_PUSHBYTES_20 6f6d6e690000000000000000001f00000020c25f9f00 |
| SCRIPTPUBKEY (HEX) | 6a146f6d6e6900000000000000001f00000020c25f9f00 |
| OP_RETURN DATA | omni  |

到这里我们可以回顾账本层交易费用的设定，其费用与交易的容量呈正比，这也就意味着在 Bitcoin 这样一个以数字货币功能作为核心的生态内锚定数据是异常昂贵的，并且会影响其他正常交易的入块，这也是该脚本设置数据限定的原因。-例如：示例交易为了锚定 20 字节的数据花费了 0.000446BTC 的费用-当前价值 5 美金。

d.P2SH: 示例-

<https://blockstream.info/tx/d3adb18d5e118bb856fbea4b1af936602454b44a98fc6c823aedc858b491fc13?expand>

比特币的脚本通过组合可以完成更加复杂的逻辑，构造一些简单的合约，而 P2SH 脚本是实现这类功能最为安全的方法，如下图：P2SH 的锁定脚本构造十分简单，仅包含数据段为赎回脚本的哈希值。

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| #0 3BnZYLfEgAaN4aTavSUhez7nAAAnjAJpB | 0.0996 BTC |
| TYPE | P2SH |
| SCRIPTPUBKEY (ASM) | OP_HASH160 OP_PUSHBYTES_20 6ebdbaf0840274a6b23b0643b75ef4e8e24f37b8 OP_EQUAL |
| SCRIPTPUBKEY (HEX) | a9146ebdbaf0840274a6b23b0643b75ef4e8e24f37b887 |
| SPENDING TX | Spent by e36e89b42a30311fa9d0624bf5b83c6d5e10a4a180ab5fe42dd1b1f6d99f1891:0 in block #232734 |

但要合法的花费该输出，交易发布者不仅需要在下个交易的输入中嵌入完整的赎回脚本，还需要提供解锁赎回脚本的相应数据，以这个输出为例，最终被

<https://blockstream.info/tx/d3adb18d5e118bb856fbea4b1af936602454b44a98fc6c823aedc858b491fc13?expand> 花费，其赎回脚本：

OP_PUSHNUM_2 OP_PUSHBYTES_65
04f3d35132084eb1b99b6506178c20adb42d26296012e452e392689bdb6553db33ba24b90000

```

0892805de1646821c7b0fb50b3d879c26e2b493b7041e6215356a0    OP_PUSHBYTES_65
04ab4ecc9e8ea2da0562af25bcaede00c4d5a00db60edc17672376decf0a35a34fdc9f1ffad1fb74
fd7b1b198b9231c25df88e0769bec49975649b4b3f40adafb0    OP_PUSHBYTES_65
04f7149f270717c00f6cc09b9ce3c22791c4aab1af40a5107aacca85b6f644cc0d84459e308f998
d801b8d9d355f8ec33b0e41866841e2870754cf667a9821703d    OP_PUSHDNUM_3
OP_CHECKMULTISIG

```

定义了一个 2/3 门限交易，根据脚本 OP_CHECKMULTISIG 的定义，在其脚本中包含了 3 个公钥，而花费该笔输出需要提供对于两个不同公钥的合法签名，OP_CHECKMULTISIG 会利用所有公钥对输入的签名进行验证，满足条件则输出为真。

解锁脚本首先推送解锁赎回脚本所需的数据，然后使用 PUSHBYTES 脚本推送赎回脚本的 HEX 编码。

练习 2：观察 P2SH 交易的赎回脚本：

```

OP_3DUP OP_ADD OP_PUSHDNUM_9 OP_EQUALVERIFY OP_ADD OP_PUSHDNUM_7
OP_EQUALVERIFY OP_ADD OP_PUSHDNUM_8 OP_EQUALVERIFY OP_PUSHDNUM_1

```

参考 <https://en.bitcoin.it/wiki/Script>

说明该脚本规定的解锁条件和运行机理，并拟写其解锁脚本

提示：

| Word | Opcode | Hex | Input | Output | Description |
|----------------|--------|------|----------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| OP_EQUAL | 135 | 0x87 | x1 x2 | True / false | Returns 1 if the inputs are exactly equal, 0 otherwise. |
| OP_EQUALVERIFY | 136 | 0x88 | x1 x2 | Nothing / fail | Same as OP_EQUAL, but runs OP_VERIFY afterward. |
| OP_AND | 132 | 0x84 | x1 x2 | out | Boolean and between each bit in the inputs. |

| | | | | | |
|---------|-----|------|-------------|----------------------|------------------------------------------|
| OP_3DUP | 111 | 0x6f | x1 x2 x3 | x1 x2 x3 x1 x2 x3 | Duplicates the top three stack items. |
|---------|-----|------|-------------|----------------------|------------------------------------------|

脚本-hex 转化工具: <https://bc-2.jp/tools/txeditor2.html>

实验 3：利用区块链浏览器解析并学习区块链合约层构造

这一节我们利用以太坊区块链浏览器 Etherscan 学习智能合约的基本构造，高阶的技巧将在之后的合约实践课程中讲解。

首先，点击任意区块的详情，以 <https://etherscan.io/block/8413441> 为例，我们可以观察到合约层部署带来的一些不同：

| Overview | | Comments |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ⑦ Block Height: | 8413441 | < > |
| ⑦ Timestamp: | ④ 44 secs ago (Aug-24-2019 02:12:14 PM +UTC) | |
| ⑦ Transactions: | 159 transactions and 11 contract internal transactions in this block | |
| ⑦ Mined by: | 0x5a0b54d5dc17e0aad383d2db43b0a0d3e029c4c (Spark Pool) in 25 secs | |
| ⑦ Block Reward: | 2.10364150042983477 Ether (2 + 0.10364150042983477) | |
| ⑦ Uncles Reward: | 0 | |
| ⑦ Difficulty: | 2,259,095,425,801,778 | |
| ⑦ Total Difficulty: | 11,606,399,841,581,248,506,764 | |
| ⑦ Size: | 26,459 bytes | |
| ⑦ Gas Used: | 7,994,010 (99.83%) | |
| ⑦ Gas Limit: | 8,007,795 | |
| ⑦ Extra Data: | PPYE sparkpool-eth-cn-hz3 (Hex: 0x5050594520737061726b706f66c2d6574682d636e2d687a33) | |
| ⑦ Hash: | 0x9000e4c3100a65aa05b3d509796d2e6b091cc71d3b0e9d825a59207b7a0883 | |
| ⑦ Parent Hash: | 0x9b7fa08c986c7235e42a4e098b015794411a03d5169b1450220a9bda19b7f7 | |
| ⑦ Sha3Uncles: | 0x1dcc4de8dec75d7aab85b567b6ccd41ad312451b948a74130a1426d40d49347 | |
| ⑦ Nonce: | 0xad12d5b006485176 | |
| Click to see less ↑ | | |

最为显著的一点，区块的大小不再有固定上限，而是由事务费用上限 Gaslimit 决定，而事务费用则直接与矿工所执行合约的总复杂度相关联。对于每一笔触发合约状态变动的事务，其复杂度都由所执行程序的指令加权每个指令的复杂度求和得到，而节点在发布事务前会附加相应的 Gas 并指定单位复杂度愿意支付的事务费用，矿工在执行该事务的过程中依次扣除执行费用，如果附加的 Gas 因不足被耗尽，则该次执行不会造成区块状态变动，且不会退回所消耗的费用。

可以理解的是，由于智能合约的编程语言是图灵完备的，事务的验证所消耗的算力不再可被忽略，为了避免庞大的计算开销以及恶意合约的影响，以太坊制定了以上的经济模型，限定每个区块所能处理的事务难度，这一举措也降低生态丧失去中心性的风险。

接下来，我们探究合约和其触发事务的状态，这里以著名的 ERC 代币合约为例（例如 ERC20，ERC621，ERC721），以太坊考虑到每个分布式应用需要形成自己的生态，甚至发行自己的代币，所以允许应用以代币合约的形式发行自己的代币，并与其他种类代币进行价值流通。定义此类功能需要遵循 ERC 合约规范，并实现其规定的接口（以下为部分示例接口）：

TotalSupply //代币发行总量

BalanceOf (address _owner) constant returns (uint256 balance)//查询余额

transfer(address _to, uint256 _value) returns (bool success) //发送相应代币数目到钱包地址

应用开发者在此基础上再实现更加复杂的合约功能。以 CryptoKitties（一款用智能合约开发的虚拟宠物游戏）为例：

<https://etherscan.io/address/0x06012c8cf97bead5deae237070f9587f8e7a266d#code>

在其合约首页上便可以看到其代币的价值以及合约定义的所有方法，方便用户的学习、检测与调用，用户可以发布事务通过自己的账户或驱动其他合约与该合约交互。

Sponsored: YoBit.Net - Add your ERC20 Token to Yobit.Net Exchange!

Contract Overview CryptoKitties: Core

Balance: 65.384125562707918724 Ether

Ether Value: \$12,400.75 (@ \$189.66/ETH)

Token: \$4.38

More Info

My Name Tag: Not Available, login to update

Contract Creator: 0xba52c75764d6f59... at txn 0x691f348ef11e9ef9...

Token Tracker: CryptoKitties (CK)

Transactions Internal Txns ERC20 Token Txns ERC721 Token Txns **Contract** Events Analytics Comments

Code Read Contract Write Contract

Contract Source Code Verified (Exact Match)

Contract Name: KittyCore

Compiler Version: v0.4.18+commit.9cf6e910

Optimization Enabled: Yes with 200 runs

Other Settings: default evmVersion

Contract Source Code (Solidity)

```
1- /*
2-  *Submitted for verification at Etherscan.io on 2017-11-28
3-  */
4-
5- pragma solidity ^0.4.11;
6-
7- /*
8-  * @title Ownable
9-  * @dev The Ownable contract has an owner address, and provides basic authorization control
10-  * functions, this simplifies the implementation of "user permissions".
11-  */
12-
13- contract Ownable {
14-     address public owner;
15-
16- }
```


在 events 一栏，可以看到该合约最近的状态变动，触发改动的事务地址以及事务所调用的具体方法：

| Transactions | Erc20 Token Txns | Erc721 Token Txns | Contract | Events | Analytics | Comments |
|--------------|------------------|-------------------|----------|--------|-----------|----------|
|--------------|------------------|-------------------|----------|--------|-----------|----------|

I# Latest 25 Contract Events

Tip: Event Logs are used by developers/external UI providers for keeping track of contract actions and for auditing

| Txn Hash | Method | Event Logs |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x55b8ad29bd5d3... # 8414336 <div>1 min ago</div> | 0x91aeedc | > Approval (address owner, address approved, uint256 tokenId) <small>[topic:0] 0x8e5be1ef5ebec7db5d14f71427d1e04E9d40314c0f7B2C91e5b20ea8e07ce3b925</small> <div>Hex → 00000000000000000000000000000000acff442ee979dc36386aaac2f536d99d06f130445</div> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000009fe45fd23680ae45d930197dece254d77b04128075</div> <div>Hex → 000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000019aec72</div> |
| 0x7450fd5b83bc2d7... # 8414336 <div>1 min ago</div> | 0x88c2a0bf giveBirth (uint256) | > Transfer (address from, address to, uint256 tokenId) <small>[topic:0] 0xddE252cad1bce89b69ce21068fc378daa992ba7f163ca411628fb5e4df233f3ef</small> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000</div> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000009ce8b6cc844d9b348f25e612927597242d86b4b6</div> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000019acea</div> |
| 0x7450fd5b83bc2d7... # 8414336 <div>1 min ago</div> | 0x88c2a0bf giveBirth (uint256) | > Birth (address owner, uint256 kittyId, uint256 matronId, uint256 sireId, uint256 genes) <small>[topic:0] 0xd05311b2dae608fd0a180df2ea7cf5948819af49204b554b18e39825f5e50a5b</small> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000009ce8b6cc844d9b348f25e612927597242d86b4b6</div> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000019acea</div> <div>Hex → 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000019ace1</div> <div>Hex → 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000cb63e</div> <div>Hex → 00005952d5b1c4e49d0e4ad48f4a1cb00d4a5619a34d5ee101e0401aea0f0423002f</div> |

Sponsored:  Allinfra - Bringing Access, Choice and Liquidity to renewable energy assets [Find out more](#)

Overview

Internal Transactions

Event Logs (2)

State Changes New

Comments

Transaction Hash: [0x1ff4d5b147252f04a677b41b69c2a1534b2df490dd4cf021e5f3a4daf1eff30](#)

Status: Success

Block: [8414255](#) 109 Block Confirmations

Timestamp: 24 mins ago (Aug-24-2019 05:18:51 PM +UTC)

From: [0xab5622d7da96c571c6abe08e4b85e462eb666e4f](#)

To: [Contract 0x06012c8cf97bead5deae237070f9587f8e7a266d \(CryptoKitties: Core\)](#)

TRANSFER


0.008 Ether

From 0x06012c8cf97bead5...

To → 0xab5622d7da96c571...

Tokens Transferred:

From 0x0000000000000000... To 0xc66f06302c857c9... For ERC-721 TokenID [1682662]

 CryptoKittie... (CK)

Value: 0 Ether (\$0.00)

Transaction Fee: 0.00229544623311 Ether (\$0.43)

Gas Limit: 350,000

Gas Used by Transaction: 259,226 (74.06%)

Gas Price: 0.000000008855000012 Ether (8.855000012 Gwei)

Nonce [Position](#) 211879 122

<https://etherscan.io/apis#misc>

另外 Etherscan 收集了一系列有助于合约开发和学习的在线工具，有助于智能合约发学习与漏洞检测：

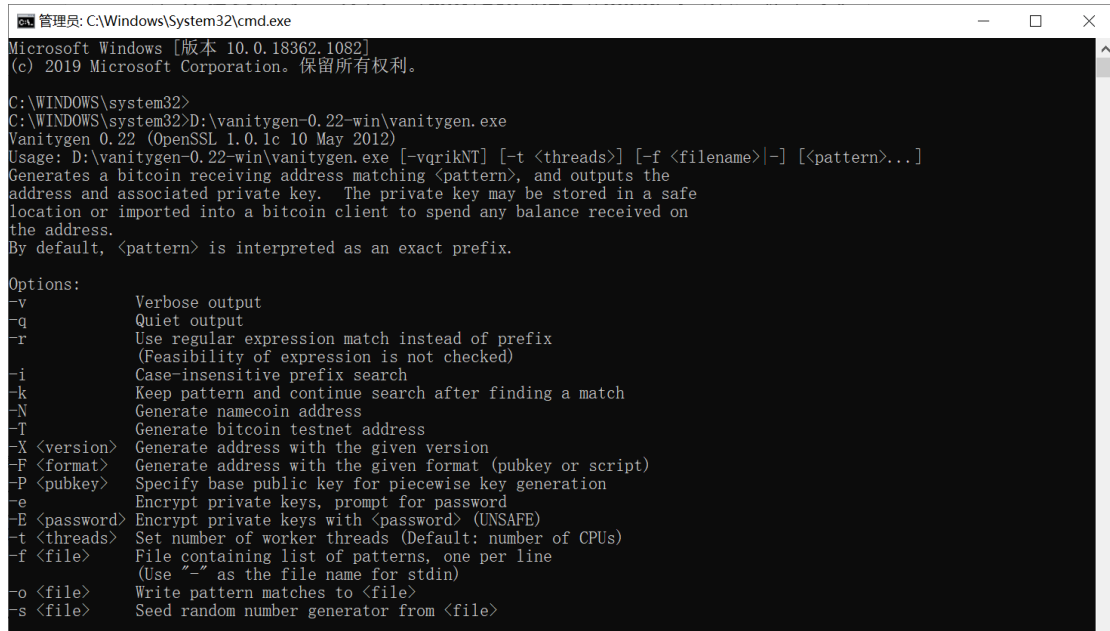
练习 3:

根据实验 3 中的描述尝试上述操作，并在实验报告中写出你对这部分的学习总结，不少于 80 字，截图不少于 1 张即可。

实验 4：体验比特币靓号地址

本实验提供了工具包“vanitygen-0.22-win.zip”，解压缩即可。

打开 cmd，直接将 vanitygen.exe 的图标拖拽进 cmd 的小黑窗里打开。

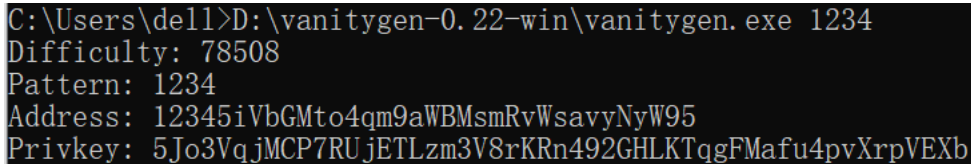


```
管理员: C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.18362.1082]
(c) 2019 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\WINDOWS\system32>
C:\WINDOWS\system32>D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe
Vanitygen 0.22 (OpenSSL 1.0.1c 10 May 2012)
Usage: D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe [-vqrikNT] [-t <threads>] [-f <filename>|-] [<pattern>...]
Generates a bitcoin receiving address matching <pattern>, and outputs the
address and associated private key. The private key may be stored in a safe
location or imported into a bitcoin client to spend any balance received on
the address.
By default, <pattern> is interpreted as an exact prefix.

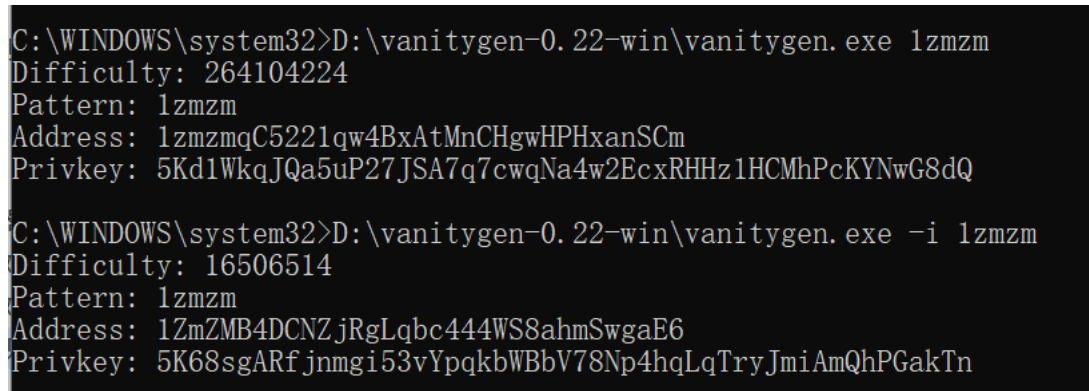
Options:
-v          Verbose output
-q          Quiet output
-r          Use regular expression match instead of prefix
            (Feasibility of expression is not checked)
-i          Case-insensitive prefix search
-k          Keep pattern and continue search after finding a match
-N          Generate namecoin address
-T          Generate bitcoin testnet address
-X <version> Generate address with the given version
-F <format>  Generate address with the given format (pubkey or script)
-P <pubkey> Specify base public key for piecewise key generation
-e          Encrypt private keys, prompt for password
-E <password> Encrypt private keys with <password> (UNSAFE)
-t <threads> Set number of worker threads (Default: number of CPUs)
-f <file>    File containing list of patterns, one per line
            (Use "-" as the file name for stdin)
-o <file>    Write pattern matches to <file>
-s <file>    Seed random number generator from <file>
```

然后打一个空格，并输入“1234”，如下图所示。这样我们就得到了一个以“1234”为开头的比特币地址。第一行是难度，第二行是我们限定筛选条件，第三行是碰到的地址，第四行就是私钥。



```
C:\Users\dell>D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe 1234
Difficulty: 78508
Pattern: 1234
Address: 12345iVbGMto4qm9aWBMsmRvWsavyNyW95
Privkey: 5Jo3VqjMCP7RUjETLzm3V8rKRn492GHLKTqgFMafu4pvXrpVEXb
```

随着指定字串的加长，难度是呈指数增长的，如果我指定的是字母，那么忽略大小写可以降低难度，忽略大小写用参数 -i。如下图所示。



```
C:\WINDOWS\system32>D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe lzmzm
Difficulty: 264104224
Pattern: lzmzm
Address: 1zmzmqC5221qw4BxAtMnCHgwHPHxanSCm
Privkey: 5Kd1WkqJQa5uP27JSA7q7cwqNa4w2EcXRHHz1HCMhPcKYNwG8dQ

C:\WINDOWS\system32>D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe -i lzmzm
Difficulty: 16506514
Pattern: lzmzm
Address: 1ZmZMB4DCNZjRgLqbc444WS8ahmSwgaE6
Privkey: 5K68sgARfjnmgi53vYpqkbWBbV78Np4hqLqTryJmiAmQhPGakTn
```

另外支持正则表达式，如生成一个以 333 结尾的地址，如下图所示：

```
C:\WINDOWS\system32>D:\vanitygen-0.22-win\vanitygen.exe -r 333$
Pattern: 333$
Address: 1EY4SzrNiiNEkoKrUXqujugxoznBF1e333
Privkey: 5Huhk88aHWaEon1wz3FaUtgVz9wELBrDdXxGzXzZXK3f2n1q4jQ
```

练习 4:

查阅相关资料，尝试生成满足以下条件的地址：

包含"ccc"的地址；

以 11 开头且以 77 结尾的地址；

以 3 个数字结尾的地址；

以 3 个数字再接"88"结尾的地址。

实验 5：体验在线生成不同种类的钱包地址

练习 5：

打开实验提供的 html 文件，选择“简体中文”模式，体验各类钱包地址的生成（任选三种方式）。

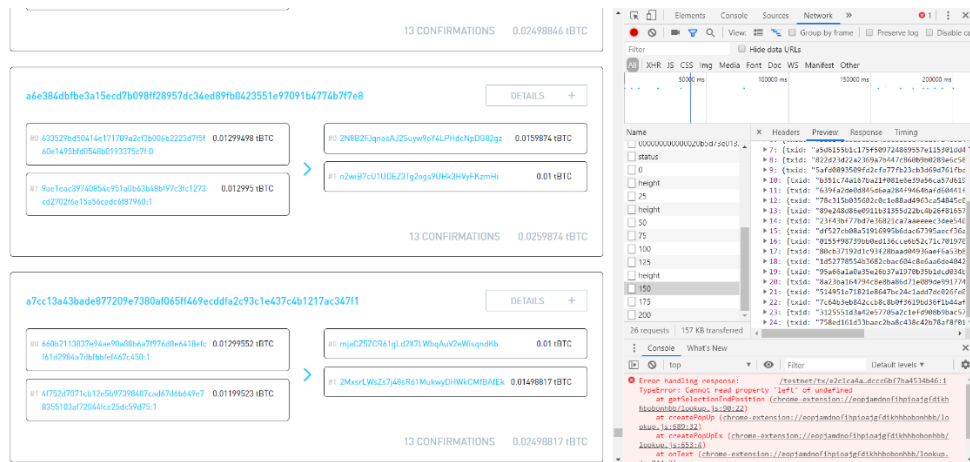
实验 6 (拓展实验)

以下实验为拓展实验(加分项),不作强制要求,感兴趣的同学可以任选其一完成:

拓展实验 6.1：数据批量获取与挖掘

调用公开的 API 或使用爬虫获取今年 8 月期间的所有区块数据,对所有交易发布者所使用版本号 `version` 情况进行统计分析并作统计图,对 `locktime` 字段的使用比例进行统计分析,过滤出所有 `locktime` 不为 0 的交易,并将该交易数据集写入到一个文件内。

提示：爬虫的使用-利用程序模仿用户访问行为，根据 URL 所呈现的规律，对区块链浏览器返回数据进行批量过滤与提取，一般在 API 调用受限时才会考虑使用。



拓展实验 6.2: 利用开源项目部署自己的区块链浏览器，并尝试调研区块链浏览器的构造方法。

提示：可用的开源项目-

<https://github.com/Blockstream/esplora>

<https://github.com/poanetwork/blockscout>

<https://github.com/carsenk/explorer>

拓展实验 6.3: 藏头诗

在实验 4 中, 我们使用 vanitygen 工具生成了很多比特币的靓号地址, 现在我们要实现一首藏在很多比特币地址中的藏头诗, 示例如下:

```
1 eLusE4jbTMVowpZD9C7zL2obXEvNpXBnd
1 9x8nMxMtSBxB5fLk3tTnPfpdUK649sDyH"
1 NPpXxjnPH9DvhjUjAcJGhyy4EJQngMb pH
1 4revk3JpC1PFrrmsGGRc5PdCGS14Yghy
1 Kys84rXXar28DP56YV13RUyndLSxuAv9w
1 PhnJ3ti kwLovT1knvALEclt3A7fABoQXu
1 8Tpz7NDmZKd5ARPJZg17PYjzRit3sETCc
1 F9LznRQVeyaua3f48MaBPJ9ETdUWgQ16
1 Nnm2dR9vhnf4kwRk8D53SFMLPp7xeU2aG
1 6Eb3SpBy5PttNe7dFGVUgiJggZrcS5sV
```

请使用批处理的方式, 通过 vanitygen 工具生成一首类似于示例的斜向藏头诗。

四、参考文献

- [1] <https://en.bitcoin.it/wiki/Script>, 访问时间: 2021.10.19
- [2] <https://blockstream.info/>, 访问时间: 2021.10.19
- [3] <https://www.blockchain.com/explorer>, 访问时间: 2021.10.19
- [4] <https://www.etherchain.org/>, 访问时间: 2021.10.19
- [5] <https://etherscan.io/>, 访问时间: 2021.10.19
- [6] <https://en.bitcoin.it/wiki/Script>, 访问时间: 2021.10.19
- [7] <https://github.com/Blockstream/esplora/blob/master/API.md#transaction-format>, 访问时间: 2021.10.19
- [8] <https://etherscan.io/apis#misc>, 访问时间: 2021.10.19