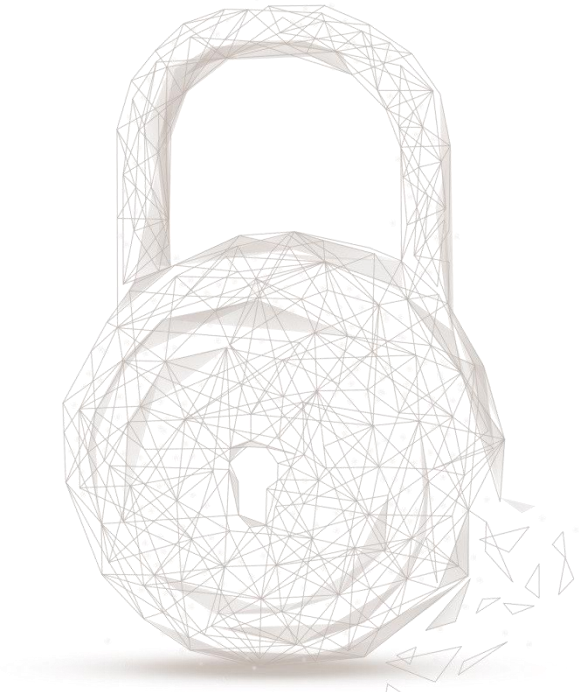
成都链安
BEOSIN

智能合约安全审计报告



审计编号：202008281848

审计合约名称：

GXC & relay

审计合约链接地址：

https://github.com/gxchain/gxc-relay-contract

Commit Hash：

fd829ed3d56c2a7ccaf3485925af8b918d416fce

合约审计开始日期：2020.08.26

合约审计完成日期：2020.08.28

审计结果：通过

审计团队：成都链安科技有限公司

审计类型及结果：

1. ETH业务部分

序号	审计类型	审计子项	审计结果
1	代码规范审计	编译器版本安全审计	通过
		弃用项审计	通过
		冗余代码审计	通过
		require/assert 使用审计	通过
		gas 消耗审计	通过
2	通用漏洞审计	整型溢出审计	通过
		重入攻击审计	通过
		伪随机数生成审计	通过
		交易顺序依赖审计	通过
		拒绝服务攻击审计	通过
		函数调用权限审计	通过
		call/delegatecall 安全审计	通过
		返回值安全审计	通过

		tx.origin 使用安全审计	通过
		重放攻击审计	通过
		变量覆盖审计	通过
3	业务审计	业务逻辑审计	通过
		业务实现审计	通过

2. GXC业务部分

序号	审计项目	审计结果
1	函数调用权限审计	通过
2	系统 API 函数使用审计	通过
3	get_trx_origin 使用安全审计	通过
4	溢出审计	通过
5	随机数安全审计	通过
6	手续费消耗审计	通过
7	冗余代码审计	通过
8	异常校验审计	通过
9	资产检查审计	通过
10	重放攻击审计	通过
11	业务逻辑审计	通过

备注：审计意见及建议请见代码注释。

审计结果说明：

本公司采用形式化验证、静态分析、动态分析、典型案例测试和人工审核的方式对GXC & relay项目智能合约代码规范性、安全性以及业务逻辑三个方面进行多维度全面的安全审计。**经审计，GXC & relay项目智能合约通过所有检测项，合约审计结果为通过。**以下为本合约详细审计信息。

ERC20代币审计：

1. 基本代币信息

Token name	暂无
Token symbol	暂无
decimals	5
totalSupply	初始为0(可铸币，无铸币上限；可销毁)
Token type	ERC20

2. 代币锁仓信息

无锁仓

ETH业务审计：

1. 编译器版本安全审计

老版本的编译器可能会导致各种已知的安全问题，建议开发者在代码中指定合约代码采用最新的编译器版本，并消除编译器告警。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

2. 弃用项审计

Solidity智能合约开发语言处于快速迭代中，部分关键字已被新版本的编译器弃用，如throw、years等，为了消除其可能导致的隐患，合约开发者不应该使用当前编译器版本已弃用的关键字。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

3. 冗余代码审计

智能合约中的冗余代码会降低代码可读性，并可能需要消耗更多的gas用于合约部署，建议消除冗余代码。

- **安全建议：**无

- **审计结果：**通过

4. require/assert 使用审计

Solidity使用状态恢复异常来处理错误。这种机制将会撤消对当前调用(及其所有子调用)中的状态所做的所有更改，并向调用者标记错误。函数assert和require可用于检查条件并在条件不满足时抛出异常。assert函数只能用于测试内部错误，并检查非变量。require函数用于确认条件有效性，例如输入变量，或合约状态变量是否满足条件，或验证外部合约调用的返回值。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

5. gas 消耗审计

以太坊虚拟机执行合约代码需要消耗gas，当gas不足时，代码执行会抛出out of gas异常，并撤销所有状态变更。合约开发者需要控制代码的gas消耗，避免因为gas不足导致函数执行一直失败。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

6. 整型溢出审计

整型溢出是很多语言都存在的安全问题，它们在智能合约中尤其危险。Solidity最多能处理256位的数字(2**256-1)，最大数字增加1会溢出得到0。同样，当数字为uint类型时，0减去1会下溢得到最大数字值。溢出情况会导致不正确的结果，特别是如果其可能的结果未被预期，可能会影响程序的可靠性和安全性。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

7. 重入攻击审计

重入漏洞是最典型的以太坊智能合约漏洞，曾导致了The DAO被攻击。该漏洞原因是Solidity中的call.value()函数在被用来发送Ether的时候会消耗它接收到的所有gas，当调用call.value()函数发送Ether的逻辑顺序存在错误时，就会存在重入攻击的风险。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

8. 伪随机数生成审计

智能合约中可能会使用到随机数，在solidity下常见的是用block区块信息作为随机因子生成，但是这样使用是不安全的，区块信息是可以被矿工控制或被攻击者在交易时获取到，这类随机数在一定程度上是可预测或可碰撞的，比较典型的例子就是fomo3d的airdrop随机数可以被碰撞。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

9. 交易顺序依赖审计

在以太坊的交易打包执行过程中，面对相同难度的交易时，矿工往往会选择gas费用高的优先打包，因此用户可以指定更高的gas费用，使自己的交易优先被打包执行。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

10. 拒绝服务攻击审计

拒绝服务攻击，即Denial of Service，可以使目标无法提供正常的服务。在以太坊智能合约中也会存在此类问题，由于智能合约的不可更改性，该类攻击可能使得合约永远无法恢复正常工作状态。导致智能合约拒绝服务的原因有很多种，包括在作为交易接收方时的恶意revert、代码设计缺陷导致gas耗尽等等。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

11. 函数调用权限审计

智能合约如果存在高权限功能，如：铸币、自毁、change owner等，需要对函数调用做权限限制，避免权限泄露导致的安全问题。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

12. call/delegatecall安全审计

Solidity中提供了call/delegatecall函数来进行函数调用，如果使用不当，会造成call注入漏洞，例如call的参数如果可控，则可以控制本合约进行越权操作或调用其他合约的危险函数。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

13. 返回值安全审计

在Solidity中存在transfer()、send()、call.value()等方法中，transfer转账失败交易会回滚，而send和call.value转账失败会return false，如果未对返回做正确判断，则可能会执行到未预期的逻辑；另外在ERC20 Token的transfer/transferFrom功能实现中，也要避免转账失败return false的情况，以免造成假充值漏洞。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

14. tx.origin使用安全审计

在以太坊智能合约的复杂调用中，tx.origin表示交易的初始创建者地址，如果使用tx.origin进行权限判断，可能会出现错误;另外，如果合约需要判断调用方是否为合约地址时则需要使用tx.origin，不能使用extcodesize。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

15. 重放攻击审计

重放攻击是指如果两份合约使用了相同的代码实现，并且身份鉴权在传参中，当用户在向一份合约中执行一笔交易，交易信息可以被复制并且向另一份合约重放执行该笔交易。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

16. 变量覆盖审计

以太坊存在着复杂的变量类型，例如结构体、动态数组等，如果使用不当，对其赋值后，可能导致覆盖已有状态变量的值，造成合约执行逻辑异常。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

17. 业务逻辑审计

1) 代币交付功能

- **业务描述：**该代币合约实现了deliver函数用于向指定地址转账一定数量的代币用于交付（发行）跨链资产至目标地址。该函数限制其仅可被指定DELIVER_ROLE权限用户进行调用。合约所有者预先发送代币至该权限地址，然后通过该地址分发GXC资产（ETH链）。

```
34      function deliver(
35          address to,
36          uint256 amount,
37          string memory from,
38          string memory txid
39      ) public {
40          require(
41              amount >= _minDeliver,
42              "The minimum value must be greater than minDeliver"
43          );
44          require(hasRole(DELIVER_ROLE, _msgSender()), "Must have deliver role to deliver");
45          for (uint256 i = 0; i < arrayLength; i++) {
46              require(
47                  keccak256(abi.encodePacked(txidArray[i])) !=
48                      keccak256(abi.encodePacked(txid)),
49                  "The txid has existed"
50              );
51          }
52          uint256 id_number = id % arrayLength;
53          txidArray[id_number] = txid;
54          id++;
55          transfer(to, amount);
56          emit Deliver(to, amount, from, txid);
57      }
```

图 1 deliver 函数源码截图

- **相关函数：**deliver、transfer
- **安全建议：**无

- **审计结果：**通过

2) **销毁提现功能**

- **业务描述：**该代币合约实现了burn(uint256 amount, string memory to)函数，用户通过该函数销毁GXC资产，同时指定GXC平台账户to，在被中继服务监听到指定销毁操作后，在GXC链将其对应资产进行提现。

```
59      function burn(uint256 amount, string memory to) public {
60          require(
61              amount >= _minBurn,
62              "The minimum value must be greater than minBurn"
63          );
64          super.burn(amount);
65          emit Burn(msg.sender, amount, to);
66      }
```

图 2 burn 函数源码截图

- **相关函数：**burn(uint256 amount, string memory to)、burn(uint256 amount)
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

3) **调整相关参数功能**

- **业务描述：**该代币合约实现了adjustParams函数用于调整指定的交付（发行）与销毁功能相关限制参数。该函数限制其仅可被指定ADJUST_ROLE权限用户进行调用。

```
68      function adjustParams(uint256 minDeliver , uint256 minBurn)
69          public
70      {
71          require(hasRole(ADJUST_ROLE, _msgSender()), "Adjust role required");
72          _minDeliver = minDeliver;
73          _minBurn = minBurn;
74      }
```

图 3 adjustParams 函数源码截图

- **相关函数：**adjustParams
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

GXC业务审计：

1. 函数调用权限审计

因项目的业务需求，智能合约一般存在着高权限要求的功能函数，如本合约的withdraw、confirmd、confirmw函数均要求调用者必须为本合约的管理员。因此，需要对合约函数的调用权限加以控制，避免权限泄露导致的安全问题。

```
44      //@abi action
45      void withdraw(std::string to_account, contract_asset amount, std::string from_target, std::string txid, std::string from_account)
46      {
47          int64_t account_id = get_account_id(to_account.c_str(), to_account.size());
48          uint64_t sender = get_trx_sender();
49          auto coin_kind = find(TARGETS.begin(), TARGETS.end(), from_target);
50          graphene_assert(amount.asset_id == 1, "Only support GXC");
51          graphene_assert(amount.amount >= MIN_WITHDRAW, "Must greater than min number");
52          graphene_assert(coin_kind != TARGETS.end(), "Invalid target");
53          graphene_assert(sender == adminAccount, "No authority");
54          graphene_assert(account_id >= 0, "Invalid account_name to_account");
55          graphene_assert(amount.amount > 0, "Invalid amount");
56          if (from_target == "ETH")
57          {
58              for(auto id_begin = eth_withdraw_table.begin(); id_begin != eth_withdraw_table.end(); id_begin++){
59                  graphene_assert((*id_begin).txid != txid, "The txid is existed, be honest");
60              }
```

图 4 withdraw 部分函数源码截图

```
90      //@abi action
91      void confirmd(uint64_t order_id, std::string target, std::string addr, contract_asset amount, std::string txid)
92      {
93          uint64_t sender = get_trx_sender();
94          graphene_assert(sender == adminAccount, "You have no authority");
95          auto idx = fund_in_table.find(order_id);
96          graphene_assert(idx != fund_in_table.end(), "There is no that order_id");
97          graphene_assert((*idx).target == target, "Unmatched chain name");
98          graphene_assert((*idx).asset_id == amount.asset_id, "Unmatched assert id");
99          graphene_assert((*idx).amount == amount.amount, "Unmatched assert amount");
100         if (target == "ETH")
101         {
102             for(auto id_begin = eth_confirm_table.begin(); id_begin != eth_confirm_table.end(); id_begin++){
103                 graphene_assert((*id_begin).txid != txid, "The txid is existed, be honest");
104             }
```

图 5 confirmd 部分函数源码截图

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

2. 系统API函数使用审计

GXChain本身为智能合约提供了大量的内置API，合约开发者在进行合约开发的过程中，一般会使用这些内置API完成复杂的业务逻辑，因此如果出现内置API使用不当，将会造成不可预估的安全问题。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

3. get_trx_origin使用安全审计

在 GXChain 的智能合约中，get_trx_origin 函数获取的是本次交易的原始调用者账户 ID；而 get_trx_sender 函数获取的则是本次交易的直接调用者 ID。如果将这二者混淆使用，可能会导致逻辑错误。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

4. 溢出审计

溢出是很多语言都存在的安全问题，它们在智能合约中尤其危险。例如uint64_t表示为一个0到(2**64-1)的整数，其最大值为2**64-1，但如果最大值加1，那么会溢出而得到0，同样地，0减去1会下溢得到最大值。溢出情况会导致不正确的结果，特别是如果其可能的结果未被预期，可能会影响程序的可靠性和安全性。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

5. 随机数安全审计

智能合约中可能会使用到随机数，目前最为常见的做法是用区块信息作为随机因子生成，但是这样使用是不安全的，因为区块信息是可以被矿工控制或被攻击者在交易时获取到，这类随机数在一定程度上是可预测或可碰撞的。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

6. 手续费消耗审计

在GXChain的智能合约中，消耗存储空间时需要支付对应的手续费。因此在合约设计时，需考虑到手续费消耗，避免手续费消耗过高；同时合约在进行表数据添加和修改时，应该按业务逻辑合理指定其RAM支付者。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

7. 冗余代码审计

智能合约中的冗余代码会降低代码可读性，并可能在部署合约时需要消耗更多的GXC，建议消除代码冗余。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

8. 异常校验审计

GXChain使用状态恢复异常来处理错误。这种机制将会撤消对当前调用(及其所有子调用)中的状态所做的所有更改。内置函数graphene_assert用于检查条件并在条件不满足时抛出异常，并返回对应的错误提示信息。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

9. 资产检查审计

GXChain所使用资产由两部分构成：资产数量和资产ID，其中资产ID是该资产在GXChain链上的唯一标识。因此合约在进行资产交易检查时，既要检查其资产数量，还要检查资产ID。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

10. 重放攻击审计

重放攻击是指如果两份合约使用了相同的代码实现，并且身份鉴权在传参中，当用户在向一份合约中执行一笔交易，交易信息可以被复制并且向另一份合约重放执行该笔交易。

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

11. 业务逻辑审计

1） 用户充值功能

- **相关函数：**deposit
- **功能描述：**通过调用该函数并且指定目标链和目标地址，并附带GXC资产，进行充值操作。该函数进行相关检查，对充值资产类型、充值数量进行了限制。该项目中继服务在监听到用户进行充值操作后，在目标链的外部中继合约上调用相关deliver函数进行目标链资产交付（发行）。

```
20      // @abi action
21      // @abi payable
22      void deposit(std::string target, std::string addr)
23      {
24          int64_t asset_amount = get_action_asset_amount();
25          uint64_t asset_id = get_action_asset_id();
26          graphene_assert(asset_id == 1, "Only support GXC ");
27          graphene_assert(asset_amount >= MIN_DEPOSIT, "Must greater than minnumber ");
28          contract_asset amount{asset_amount, asset_id};
29          uint64_t id_number = fund_in_table.available_primary_key();
30          auto coin_kind = find(TARGETS.begin(), TARGETS.end(), target);
31          graphene_assert(coin_kind != TARGETS.end(), "Invalid chain name");
32          uint64_t sender = get_trx_sender();
33          fund_in_table.emplace(sender, [&](auto &o) {
34              o.id = id_number;
35              o.from = sender;
36              o.asset_id = asset_id;
37              o.amount = asset_amount;
38              o.target = target;
39              o.to = addr;
40              o.state = 0;
41          });
42      }
```

图 6 deposit 函数源码截图

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

2） 充值确认功能

- **相关函数：**confirmd
- **功能描述：**该函数用于确认用户充值与跨链交付（发行）转账交易，当用户充值成功，并且在外部中继合约执行完对应deliver调用后，将中继服务获取到的对应txid与充值记录order作为参

数，验证充值订单。该函数限制其调用者（sender）仅可为指定的合约管理员（adminAccount），除此之外函数还对跨链目标、订单存储的资产类型、资产数量等进行检查。

```
90      //@abi action
91      void confirmd(uint64_t order_id, std::string target, std::string addr, contract_asset amount, std::string txid)
92      {
93          uint64_t sender = get_trx_sender();
94          graphene_assert(sender == adminAccount, "You have no authority");
95          auto idx = fund_in_table.find(order_id);
96          graphene_assert(idx != fund_in_table.end(), "There is no that order_id");
97          graphene_assert((*idx).target == target, "Unmatched chain name");
98          graphene_assert((*idx).asset_id == amount.asset_id, "Unmatched assert id");
99          graphene_assert((*idx).amount == amount.amount, "Unmatched assert amount");
100         if (target == "ETH")
101         {
102             for(auto id_begin = eth_confirm_table.begin(); id_begin != eth_confirm_table.end(); id_begin++){
103                  graphene_assert((*id_begin).txid != txid, "The txid is existed, be honest");
104             }
105             auto id_number = eth_confirm_table.available_primary_key();
106             eth_confirm_table.emplace(sender, [&](auto &o) {
107                 o.id = id_number;
108                 o.txid = txid;
109             });
110             auto begin_iterator = eth_confirm_table.begin();
111             if (id_number - (*begin_iterator).id > TXID_LIST_LIMIT)
112             {
113                 eth_confirm_table.erase(begin_iterator);
114             }
115             fund_in_table.modify(idx, sender, [&](auto &o) {
116                 o.state = 1;
117             });
118             fund_in_table.erase(idx);
119         }
120     }
```

图 7 confirmd 函数源码截图

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

3) **用户提现请求功能**

- **相关函数：**withdraw
- **功能描述：**该函数用于发起用户提现请求操作，当中继服务监听到用户在对应目标链上的销毁操作时，调用该函数发起用户提现请求操作。该函数限制其调用者（sender）仅可为指定的合约管理员（adminAccount），除此之外，还对提现资产、提现数量等进行了检查。

```
44      //@abi action
45      void withdraw(std::string to_account, contract_asset amount, std::string from_target, std::string txid, std::string from_account)
46      {
47          int64_t account_id = get_account_id(to_account.c_str(), to_account.size());
48          uint64_t sender = get_trx_sender();
49          auto coin_kind = find(TARGETS.begin(), TARGETS.end(), from_target);
50          graphene_assert(amount.asset_id == 1, "Only support GXC");
51          graphene_assert(amount.amount >= MIN_WITHDRAW, "Must greater than min number");
52          graphene_assert(coin_kind != TARGETS.end(), "Invalid target");
53          graphene_assert(sender == adminAccount, "No authority");
54          graphene_assert(account_id >= 0, "Invalid account_name to_account");
55          graphene_assert(amount.amount > 0, "Invalid amount");
56          if (from_target == "ETH")
57          {
58              for(auto id_begin = eth_withdraw_table.begin(); id_begin != eth_withdraw_table.end(); id_begin++){
59                   graphene_assert((*id_begin).txid != txid, "The txid is existed, be honest");
60              }
61              auto id_number = eth_withdraw_table.available_primary_key();
62              eth_withdraw_table.emplace(sender, [&](auto &o) {
63                  o.id = id_number;
64                  o.txid = txid;
65              });
66              auto begin_iterator = eth_withdraw_table.begin();
67              if (id_number - (*begin_iterator).id > TXID_LIST_LIMIT)
68              {
69                  eth_withdraw_table.erase(begin_iterator);
70              }
71              auto contract_id = current_receiver();
72              auto contract_balance = get_balance(contract_id, amount.asset_id);
73              graphene_assert(contract_balance > amount.amount, "Balance not enough");
74              //withdraw_asset(_self, account_id, amount.asset_id, amount.amount);
75              auto id_number2 = fund_out_table.available_primary_key();
76              int64_t block_time = get_head_block_time();
77              fund_out_table.emplace(sender, [&](auto &o){
78                  o.id = id_number2;
79                  o.to_account = account_id;
80                  o.asset_id = amount.asset_id;
81                  o.amount = amount.amount;
82                  o.from_target = from_target;
83                  o.txid = txid;
84                  o.from_account = from_account;
85                  o.block_time = block_time;
86              });
87          }
88      }
```

图 8 withdraw 函数源码截图

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

4) **提现确认**

- **相关函数：**confirmw
- **功能描述：**该函数用于确认用户提现请求，并发送对应提现资产至对应用户。中继服务将监听提现表中的内容，定时地同意提现表中已经达成的24小时确认请求，将提现操作完成。该函数限制其调用者（sender）仅可为指定的合约管理员（adminAccount）。

```
122     //@abi action
123     void confirmw()
124     {
125        uint64_t sender = get_trx_sender();
126        graphene_assert(sender == adminAccount, "You have no authority");
127        int64_t block_time_now = get_head_block_time();
128        auto idx = fund_out_table.begin();
129        auto number_index = 0;
130        graphene_assert(idx != fund_out_table.end(), "There id nothing to withdraw");
131        while((idx != fund_out_table.end()) && number_index < NUMBER_LIMIT){
132            if(((*idx).block_time + TIME_GAP) > block_time_now){
133                break;
134            }
135            withdraw_asset(_self, (*idx).to_account, (*idx).asset_id, (*idx).amount);
136            idx = fund_out_table.erase(idx);
137            number_index++;
138     }
```

图 9 confirmw 源码截图

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

ETH合约源代码审计注释：

```
// SPDX-License-Identifier: MIT

pragma solidity >=0.4.21 <0.8.0; // 成都链安 // 建议固定编译器版本
pragma experimental ABIEncoderV2; // 成都链安 // 启用用来编码和解码嵌套的数组和结构体的编码器

import "@openzeppelin/contracts/presets/ERC20PresetMinterPauser.sol";

contract GXC is ERC20PresetMinterPauser {
    // 成都链安 // 声明 bytes32 常量，存储指定权限索引
    bytes32 public constant ADJUST_ROLE = keccak256("ADJUST_ROLE");
    bytes32 public constant DELIVER_ROLE = keccak256("DELIVER_ROLE");

    string[10] private txidArray; // 成都链安 // 声明定长数组 txidArray，存储十个指定交易id
    uint256 arrayLength = 10;
    uint256 private id;

    uint256 private _minDeliver = 50000;
    uint256 private _minBurn = 50000;

    uint8 private decimals_ = 5;
    // 成都链安 // 声明交付事件
    event Deliver(address indexed to, uint256 amount, string from, string txid);
```

```
    // 成都链安 // 声明销毁事件
    event Burn(address indexed from, uint256 amount, string to);
    // 成都链安 // 构造函数，初始化代币基本信息以及设置初始 ADJUST_ROLE 权限
    constructor(string memory name, string memory symbol)
        public
        ERC20PresetMinterPauser(name, symbol)
    {
        super._setupDecimals(decimals_); // 成都链安 // 初始化代币精度为 5
        _setupRole(ADJUST_ROLE, _msgSender()); // 成都链安 // 调整参数权限初始为部署者地址
    }

    // 成都链安 // 交付函数，拥有指定权限的用户向指定地址转账一定数量的代币
    function deliver(
        address to,
        uint256 amount,
        string memory from,
        string memory txid
    ) public {
        require(
            amount >= _minDeliver,
            "The minimum value must be greater than minDeliver"
        ); // 成都链安 // 交付数量检查，要求交付数量不小于最少交付数量
        require(hasRole(DELIVER_ROLE, _msgSender()), "Must have deliver role to deliver");
// 成都链安 // 调用权限检查，要求调用者必须拥有 DELIVER_ROLE 权限
        // 成都链安 // 遍历交易 id 数组，检查指定 id 是否存在
        for (uint256 i = 0; i < arrayLength; i++) {
            require(
                keccak256(abi.encodePacked(txidArray[i])) !=
                    keccak256(abi.encodePacked(txid)),
                "The txid has existed"
            ); // 成都链安 // 要求本次交付输入的 txid 不存在与当前存储的 txidArray 数组中
        }
        uint256 id_number = id % arrayLength; // 成都链安 // 获取 txidArray 数组索引
        txidArray[id_number] = txid; // 成都链安 // 存储/更新指定索引的交易 id
        id++;
        transfer(to, amount); // 成都链安 // 调用 transfer 函数，发送指定数量的代币至目标交
付地址
        emit Deliver(to, amount, from, txid); // 成都链安 // 触发 Deliver 事件
    }
    // 成都链安 // 销毁函数，调用者销毁一定数量的代币
    function burn(uint256 amount, string memory to) public {
        require(
            amount >= _minBurn,
            "The minimum value must be greater than minBurn"
        ); // 成都链安 // 要求销毁数量不小于最少销毁数量
        super.burn(amount); // 成都链安 // 调用父合约 burn 函数进行代币销毁
        emit Burn(msg.sender, amount, to); // 成都链安 // 触发 Burn 事件
    }
```

```
    // 成都链安 // 调整最少交付数量及最小销毁数量
    function adjustParams(uint256 minDeliver , uint256 minBurn)
        public
    {
        require(hasRole(ADJUST_ROLE, _msgSender()), "Adjust role required"); // 成都链安
// 调用权限检查，要求调用者必须拥有 ADJUST_ROLE 权限
        _minDeliver = minDeliver;
        _minBurn = minBurn;
    }
    // 成都链安 // 查询最少交付数量及最小销毁数量
    function getParams() public returns (uint256 ,uint256){
        return (_minDeliver, _minBurn);
    }
    // 成都链安 // 查询交易 id 函数
    function getTxids() public returns (string[10] memory) {
        return txidArray;
    }
}
```

成都链安
BEOSIN

官方网址

https://lianantech.com

电子邮箱

vaas@lianantech.com

微信公众号