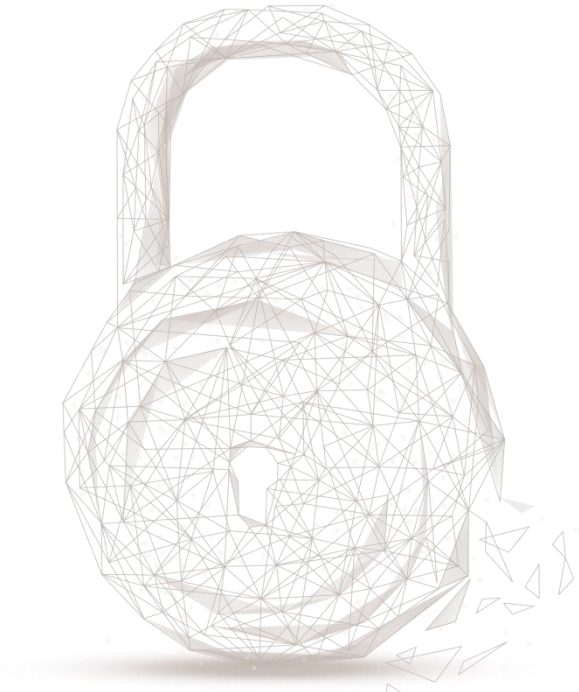
成都链安
BEOSIN

智能合约安全审计报告



审计编号：202008191640

审计合约名称：

BalancerRewards

审计合约链接地址：

https://github.com/dcocos-finance/reward-contract.git

Commit Hash：

7bfe1c273989b9ab60ec0a643fe3fdb7f7175ea1

合约审计开始日期：2020.08.13

合约审计完成日期：2020.08.19

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：

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

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BalancerRewards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，BalancerRewards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。

代码规范审计

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**

通用漏洞审计

1. 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**

2. 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**

3. 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**

4. 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**

5. 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**

6. 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**

7. 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**

8. 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**

9. 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**

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. 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**

业务审计

1. 抵押初始化

- **业务描述：**合约的“抵押-奖励”模式需要初始化相关参数（奖励比例rewardRate、首次更新时间lastUpdateTime、阶段完成时间periodFinish），通过指定的奖励分配管理员地址rewardDistribution调用notifyRewardAmount函数，输入初始用于计算奖励比例的奖励数值reward，初始化抵押与奖励相关参数。
- **相关函数：**notifyRewardAmount、rewardPerToken、lastTimeRewardApplicable

- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

2. **抵押代币**

- **业务描述：**合约实现了stake函数用于抵押BPT代币，用户预先授权该合约地址，通过调用BPT合约中的transferFrom函数，合约地址代理用户将指定数量的BPT代币转至本合约地址；该函数限制用户仅可在“抵押-奖励”模式开启（到达指定时间）后进行调用；每次调用该函数抵押代币时通过修饰器updateReward更新奖励相关数据；以及每次调用通过修饰器checkhalve检查是否到达阶段完成时间，并进行奖励减半操作和奖励比例与阶段完成时间的更新。
- **相关函数：**stake、rewardPerToken、lastTimeRewardApplicable、earned、balanceOf
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

3. **提取抵押代币**

- **业务描述：**合约实现了withdraw函数用于提取已抵押的BPT代币，通过调用BPT合约中的transfer函数，合约地址将指定数量的BPT代币转至函数调用者（用户）地址；该函数限制用户仅可在“抵押-奖励”模式开启（到达指定时间）后进行调用；每次调用该函数抵押代币时通过修饰器updateReward更新奖励相关数据。
- **相关函数：**withdraw、rewardPerToken、lastTimeRewardApplicable、earned、balanceOf
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

4. **领取抵押奖励**

- **业务描述：**合约实现了getReward函数用于领取抵押奖励（dCOCOS代币），通过调用dCOCOS合约中的transfer函数，合约地址将指定数量（用户的全部抵押奖励）的dCOCOS代币转至函数调用者（用户）地址；该函数限制用户仅可在“抵押-奖励”模式开启（到达指定时间）后进行调用；每次调用该函数抵押代币时通过修饰器updateReward更新奖励相关数据；以及每次调用通过修饰器checkhalve检查是否到达阶段完成时间，并进行奖励减半操作和奖励比例与阶段完成时间的更新。
- **相关函数：**getReward、rewardPerToken、lastTimeRewardApplicable、earned、balanceOf
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

5. **退出抵押奖励参与**

- **业务描述：**合约实现了exit函数用于调用者退出抵押奖励参与，调用withdraw函数提取全部已抵押的BPT代币，调用getReward函数领取完调用者的抵押奖励，结束“抵押-奖励”模式参与，用户地址由于其已抵押BPT代币数量为空，无法获得新的抵押奖励。
- **相关函数：**exit、withdraw、getReward、rewardPerToken、lastTimeRewardApplicable、earned、balanceOf
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

6. **奖励相关数据查询功能**

- **业务描述：**合约用户可通过调用lastTimeRewardApplicable函数查询当前时间戳与阶段完成时间中最早的时间戳；调用rewardPerToken函数可查询每个抵押代币可获得的抵押奖励；调用earned函数可查询指定地址所获取的总抵押奖励。
- **相关函数：**lastTimeRewardApplicable、rewardPerToken、earned
- **安全建议：**无
- **审计结果：**通过

合约源代码审计注释：

```
// 成都链安 // 合约文件：IRewardDistributionRecipient.sol
pragma solidity ^0.5.0; // 成都链安 // 建议固定编译器版本

import "@openzeppelin/contracts/ownership/Ownable.sol";


contract IRewardDistributionRecipient is Ownable {
    address public rewardDistribution; // 成都链安 // 声明变量 rewardDistribution，存储奖励分配管理员地址

    function notifyRewardAmount(uint256 reward) external; // 成都链安 // 声明 notifyRewardAmount 函数接口
    // 成都链安 // 修饰器，要求被修饰函数的调用者必须为奖励分配管理员地址
    modifier onlyRewardDistribution() {
        require(_msgSender() == rewardDistribution, "Caller is not reward distribution");
        _;
    }
    // 成都链安 // 设置奖励分配管理员地址函数
    function setRewardDistribution(address _rewardDistribution)
        external
        onlyOwner // 成都链安 // 调用者权限检查，要求调用者必须为合约管理员地址
    {
        rewardDistribution = _rewardDistribution; // 成都链安 // 设置奖励分配管理员地址为
```

```
_rewardDistribution
    }
}


// 成都链安 // 合约文件：BalancerRewards.sol
/**
/// @title BalancerRewards Contract
/// For more information about this token please visit https://dcocos.finance
/// @author reedhong
/*

   ____            __   __        __   _
  / __/__ __ ___  / /_ / /  ___  / /_ (_)__ __
 _\ \ / // // _ \/ __// _ \/ -_)/ __// / \ \ /
/___/ \_, //_//_/\__//_//_/\__/ \__//_/ /_\_\
     /___/
* Synthetix: CurveRewards.sol
*
* Docs: https://docs.synthetix.io/
*
*
* MIT License
* ==========
*
* Copyright (c) 2020 Synthetix
*
* Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
* of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
* in the Software without restriction, including without limitation the rights
* to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
* copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
* furnished to do so, subject to the following conditions:
*
* The above copyright notice and this permission notice shall be included in all
* copies or substantial portions of the Software.
*
* THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
* IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
* FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
* AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
* LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
* OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE
*/

pragma solidity ^0.5.0; // 成都链安 // 建议固定编译器版本

import "@openzeppelin/contracts/math/Math.sol";
import "@openzeppelin/contracts/math/SafeMath.sol";
```

```
import "@openzeppelin/contracts/ownership/Ownable.sol";
import "@openzeppelin/contracts/token/ERC20/SafeERC20.sol";
import "@openzeppelin/contracts/token/ERC20/IERC20.sol";
import "./IRewardDistributionRecipient.sol";



contract LPTokenWrapper {
    using SafeMath for uint256; // 成都链安 // 引入 SafeMath 安全数学运算库，避免数学运算整型溢出
    using SafeERC20 for IERC20; // 成都链安 // 引入 SafeERC20 库，其内部函数用于安全外部 ERC20 合约转账相关操作

    IERC20 public bpt = IERC20(0x16cAC1403377978644e78769Daa49d8f6B6CF565); // 成都链安 // 声明外部 Balancer Pool Token 合约实例

    uint256 private _totalSupply; // 成都链安 // 声明变量_totalSupply，存储抵押总量
    mapping(address => uint256) private _balances; // 成都链安 // 声明 mapping 变量 _balances，记录指定地址的抵押数量
    // 成都链安 // 抵押总量查询函数，返回抵押总量
    function totalSupply() public view returns (uint256) {
        return _totalSupply;
    }
    // 成都链安 // 抵押数量查询函数，返回指定地址 account 的抵押数量
    function balanceOf(address account) public view returns (uint256) {
        return _balances[account];
    }
    // 成都链安 // 抵押函数
    function stake(uint256 amount) public {
        _totalSupply = _totalSupply.add(amount); // 成都链安 // 更新抵押总量
        _balances[msg.sender] = _balances[msg.sender].add(amount); // 成都链安 // 修改调用者的抵押数量
        bpt.safeTransferFrom(msg.sender, address(this), amount); // 成都链安 // 通过 IERC20 合约实体所引用的 SafeERC20 库中 safeTransferFrom 函数发起指定函数调用，调用指定代币合约的 transferFrom 函数，代理当前函数调用者转出其指定数量的抵押代币至本合约地址
    }
    // 成都链安 // 提取函数
    function withdraw(uint256 amount) public {
        _totalSupply = _totalSupply.sub(amount); // 成都链安 // 更新抵押总量
        _balances[msg.sender] = _balances[msg.sender].sub(amount); // 成都链安 // 修改调用者的抵押数量
        bpt.safeTransfer(msg.sender, amount); // 成都链安 // 通过 IERC20 合约实体所引用的 SafeERC20 库中 safeTransfer 函数发起指定函数调用，调用指定代币合约的 transfer 函数，转出指定数量的抵押代币至当前函数调用者
    }
}

contract BalancerRewards is LPTokenWrapper, IRewardDistributionRecipient {
```

```
    using SafeERC20 for IERC20; // 成都链安 // 引入 SafeERC20 库，其内部函数用于安全外部 ERC20 合约转账相关操作

    IERC20 public dCOCOS = IERC20(0xa1d0E215a23d7030842FC67cE582a6aFa3CCaB83); // 成都链安 // 初始化 dCOCOS 合约实例
    uint256 public constant DURATION = 7 days; // 成都链安 // 声明常量 DURATION，存储奖励计算间隔时间，默认为 7 天

    uint256 public initreward = 100000000*1e18; // 成都链安 // 声明变量 initreward，存储初始奖励数量
    uint256 public starttime = 1595865600; //utc+8 2020 07-28 0:00:00
    uint256 public periodFinish = 0; // 成都链安 // 声明变量 periodFinish，存储阶段完成时间
    uint256 public rewardRate = 0; // 成都链安 // 声明变量 rewardRate，存储奖励比例
    uint256 public lastUpdateTime; // 成都链安 // 声明变量 lastUpdateTime，存储上次更新时间
    uint256 public rewardPerTokenStored; // 成都链安 // 声明变量 rewardPerTokenStored
    mapping(address => uint256) public userRewardPerTokenPaid; // 成都链安 // 声明 mapping 变量 userRewardPerTokenPaid，存储指定地址已支付（计算）的奖励
    mapping(address => uint256) public rewards; // 成都链安 // 声明 mapping 变量 rewards，存储指定地址所获得的抵押奖励总量
    // 成都链安 // 声明奖励相关事件
    event RewardAdded(uint256 reward);
    event Staked(address indexed user, uint256 amount);
    event Withdrawn(address indexed user, uint256 amount);
    event RewardPaid(address indexed user, uint256 reward);
    // 成都链安 // 修饰器，更新奖励相关数据
    modifier updateReward(address account) {
        rewardPerTokenStored = rewardPerToken(); // 成都链安 // 调用内部函数 rewardPerToken，获取特定奖励比例下每个抵押代币可获得的抵押奖励
        lastUpdateTime = lastTimeRewardApplicable(); // 成都链安 // 调用函数 lastTimeRewardApplicable 确定上次更新时间为当前时间戳与阶段完成时间中最早的时间戳
        if (account != address(0)) {
            rewards[account] = earned(account); // 成都链安 // 更新指定地址 account 所获得的抵押奖励总量
            userRewardPerTokenPaid[account] = rewardPerTokenStored; // 成都链安 // 更新指定地址 account 已支付（计算）的奖励
        }
        _;
    }
    // 成都链安 // 获取当前时间戳与阶段完成时间中最早的时间戳
    function lastTimeRewardApplicable() public view returns (uint256) {
        return Math.min(block.timestamp, periodFinish);
    }
    // 成都链安 // 计算每个代币可获得的抵押奖励函数量
    function rewardPerToken() public view returns (uint256) {
        // 成都链安 // 如果该合约抵押总量为 0，则返回当前奖励比例下每个抵押代币可获得的抵押奖励
```

```
        if (totalSupply() == 0) {
            return rewardPerTokenStored;
        }
        return
            rewardPerTokenStored.add(
                lastTimeRewardApplicable()
                    .sub(lastUpdateTime) // 成都链安 // 计算距离上次更新时间后的时间差
                    .mul(rewardRate) // 成都链安 // 根据当前奖励比例计算该段时间获得的抵押奖励数量
                    .mul(1e18) // 成都链安 // 代币精度换算
                    .div(totalSupply())
            );
    }
    // 成都链安 // 奖励查询函数
    function earned(address account) public view returns (uint256) {
        return
            balanceOf(account)
                .mul(rewardPerToken().sub(userRewardPerTokenPaid[account])) // 成都链安 // 指定地址 account 在实际阶段获取的抵押奖励
                .div(1e18) // 成都链安 // 精度换算
                .add(rewards[account]); // 成都链安 // 指定地址 account 所获取的总抵押奖励
    }
    // 成都链安 // 重写 stake 函数，增加修饰器 updateReward，checkhalve 以及 checkStart
    // stake visibility is public as overriding LPTokenWrapper's stake() function
    function stake(uint256 amount) public updateReward(msg.sender) checkhalve checkStart{
        require(amount > 0, "Cannot stake 0");
        super.stake(amount); // 成都链安 // 执行父合约的 stake 函数
        emit Staked(msg.sender, amount); // 成都链安 // 触发 Staked 事件
    }
    // 成都链安 // 重写 withdraw 函数，增加修饰器 updateReward 和 checkStart
    function withdraw(uint256 amount) public updateReward(msg.sender) checkStart{
        require(amount > 0, "Cannot withdraw 0");
        super.withdraw(amount); // 成都链安 // 执行父合约的 withdraw 函数
        emit Withdrawn(msg.sender, amount); // 成都链安 // 触发 Withdrawn 事件
    }
    // 成都链安 // 退出函数，调用者提取全部抵押代币与抵押奖励
    function exit() external {
        withdraw(balanceOf(msg.sender)); // 成都链安 // 调用 withdraw 函数提取全部抵押代币
        getReward(); // 成都链安 // 调用 getReward 函数提取抵押奖励
    }
    // 成都链安 // 提取抵押奖励函数
    function getReward() public updateReward(msg.sender) checkhalve checkStart{
        uint256 reward = earned(msg.sender); // 成都链安 // 声明局部变量 reward，获取调用者的抵押奖励
        if (reward > 0) { // 成都链安 // 要求提取抵押奖励不得为 0
            rewards[msg.sender] = 0; // 成都链安 // 清空调用者的抵押奖励
            dCOCOS.safeTransfer(msg.sender, reward); // 成都链安 // 通过 IERC20 合约实体所引用的 SafeERC20 库中 safeTransfer 函数发起指定函数调用，调用指定代币合约的 transfer 函数，转
```

```
出指定数量的 dCOCOS 代币至当前函数调用者
            emit RewardPaid(msg.sender, reward); // 成都链安 // 触发 RewardPaid 事件
        }
    }
    // 成都链安 // 修饰器，在当前时间到达阶段完成时间时进行奖励减半操作
    modifier checkhalve(){
        if (block.timestamp >= periodFinish) {
            initreward = initreward.mul(50).div(100); // 成都链安 // 奖励总数减半

            rewardRate = initreward.div(DURATION); // 成都链安 // 更新奖励比例
            periodFinish = block.timestamp.add(DURATION); // 成都链安 // 更新阶段完成时间
            emit RewardAdded(initreward); // 成都链安 // 触发 RewardAdded 事件
        }
        _;
    }
    // 成都链安 // 修饰器，要求被修饰函数仅当时间到达开始时间时可被调用
    modifier checkStart(){
        require(block.timestamp > starttime,"not start");
        _;
    }
    // 成都链安 // 根据指定总奖励数量 reward 计算奖励比例并更新 lastUpdateTime 与
periodFinish
    // 成都链安 // 注意：该函数可由指定地址 rewardDistribution 调用来控制奖励比例与关键时间
判断节点
    function notifyRewardAmount(uint256 reward)
        external
        onlyRewardDistribution // 成都链安 // 调用权限检查，要求调用者必须为
rewardDistribution 地址
        updateReward(address(0)) // 成都链安 // 更新每个代币可获得的抵押奖励函数量与
lastUpdateTime
    {
        if (block.timestamp >= periodFinish) {
            rewardRate = reward.div(DURATION); // 成都链安 // 当时间到达阶段完成时间时，更
新奖励比例
        } else { // 成都链安 // 否则计算剩余阶段应得奖励并更新奖励比例
            uint256 remaining = periodFinish.sub(block.timestamp); // 成都链安 // 计算阶段
剩余时间
            uint256 leftover = remaining.mul(rewardRate); // 成都链安 // 根据当前奖励比例
计算剩余阶段应得抵押奖励
            rewardRate = reward.add(leftover).div(DURATION); // 成都链安 // 更新奖励比例
        }

        lastUpdateTime = block.timestamp; // 成都链安 // 更新 lastUpdateTime 为当前时间
        periodFinish = block.timestamp.add(DURATION); // 成都链安 // 更新阶段完成时间
        emit RewardAdded(reward); // 成都链安 // 触发 RewardAdded 事件
    }
}
```

成都链安
BEOSIN

官方网址

https://lianantech.com

电子邮箱

vaas@lianantech.com

微信公众号