区块链技术

北京大学 软件与微电子学院
School of Software and Microelectronics, Peking University

Huiping Sun(孙惠平)
sunhp@ss.pku.edu.cn

Course Overview

上次课程内容

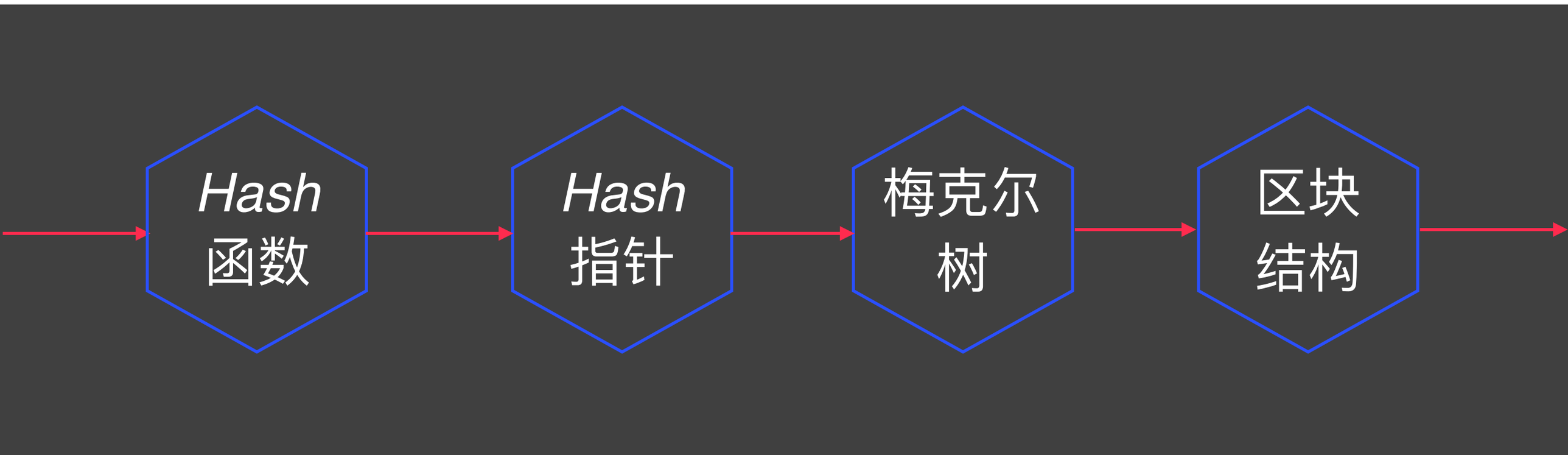
1 史前	2 初识	3 回顾	4 剖析
• 交易 • 交易历史 • 金融创新 • 记账历史	• 区块链定义 • 账本集vs.分 • 区块链结构 • 租车例子	• 区块链起源 • 比特币 • 区块链发展 • 智能合约 • ICO	• 计算视角 • 网络视角 • 是否使用 • 面临挑战

Course Overview

本次课程内容

1 区块	2 密码	3 共识	4 挖矿
• Hash算法 • Hash指针 • 梅克尔树 • 区块结构	• 密码学 • 公钥密码学 • 公钥管理 • 数字签名	• P2P • 分布共识 • 比特币共识 • 隐性共识	• 矿工任务 • 有效区块 • 激励机制 • 矿机矿池

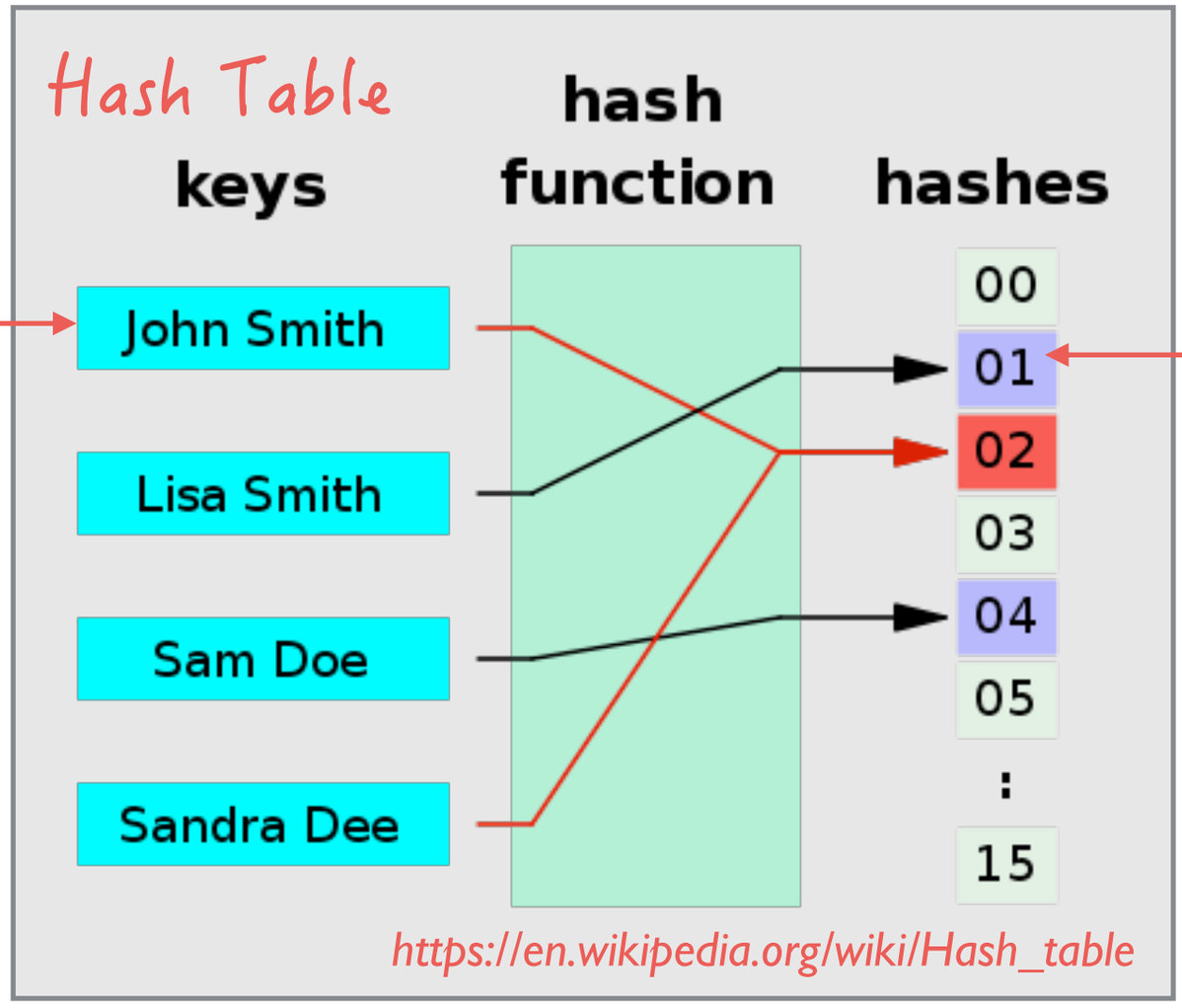
区块



Hash函数

https://en.wikipedia.org/wiki/Hash_function

输入为任意大小的字符串



https://en.wikipedia.org/wiki/Hash_table

输出为固定大小，例如256位

可以进行有效计算：例如O(n)

同样的输入产生同样的输出

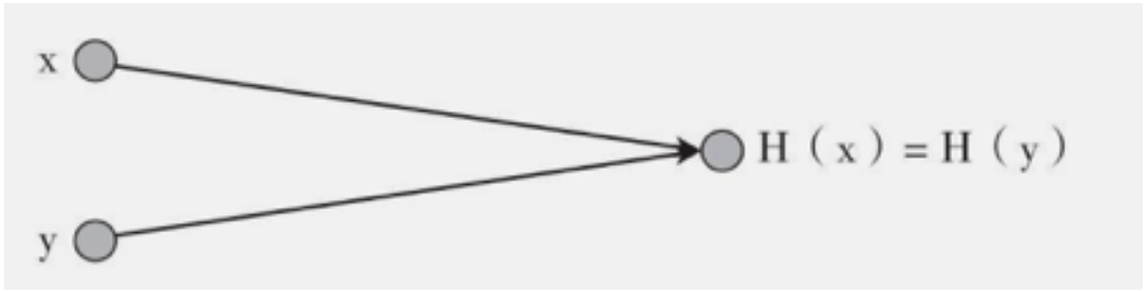
MEM2018 → SHA256 → 547d71f91fec62c23dee84cf2a5dcfd4bdc46a05b2ddd3253555c1b76be433e5

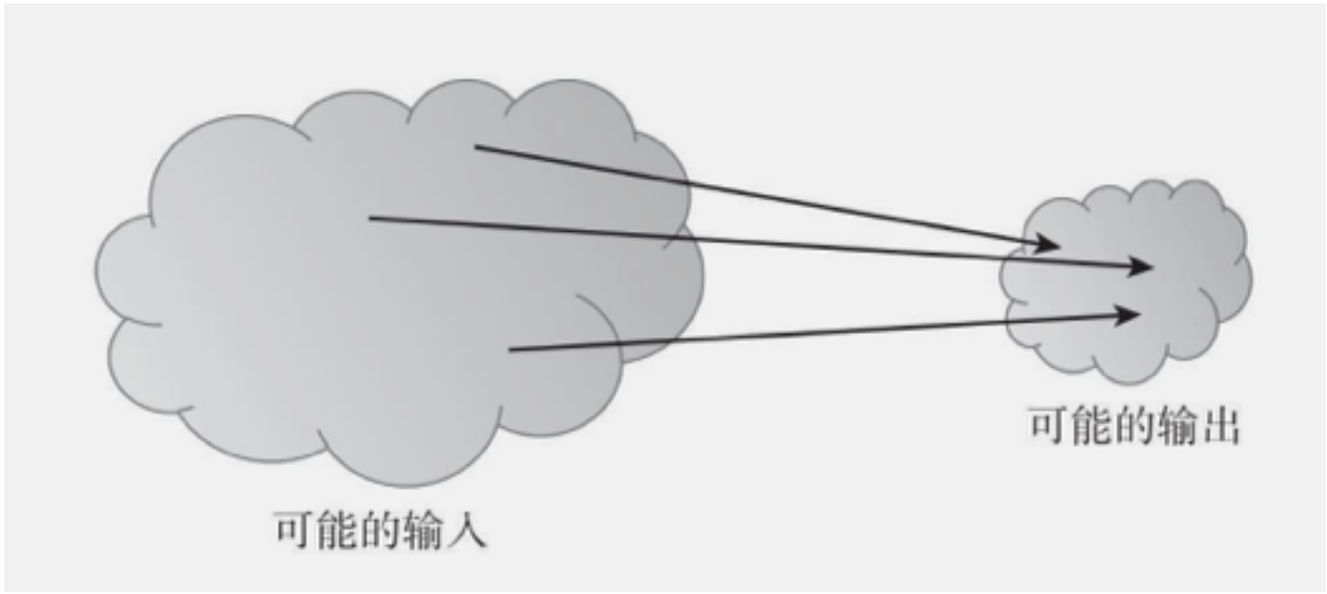
单向性

http://www.fileformat.info/tool/hash.htm

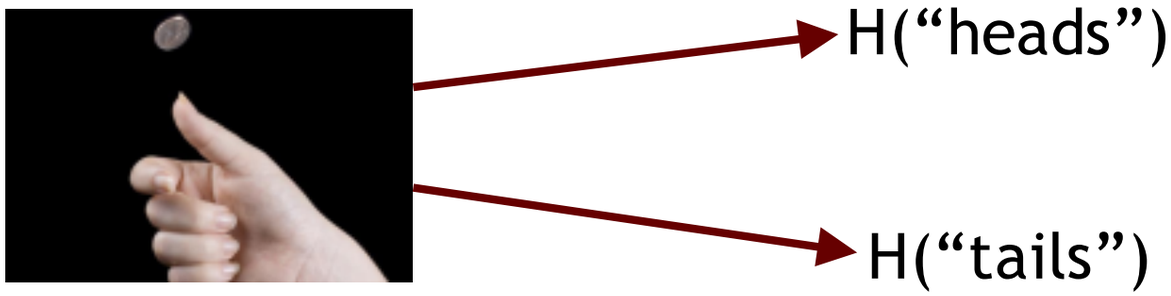
Hash函数

抗碰撞





隐匿性



给出$H(x)$，不能找到x

单向性

已知x，计算$H(x)$容易

已知$H(x)$，求x困难

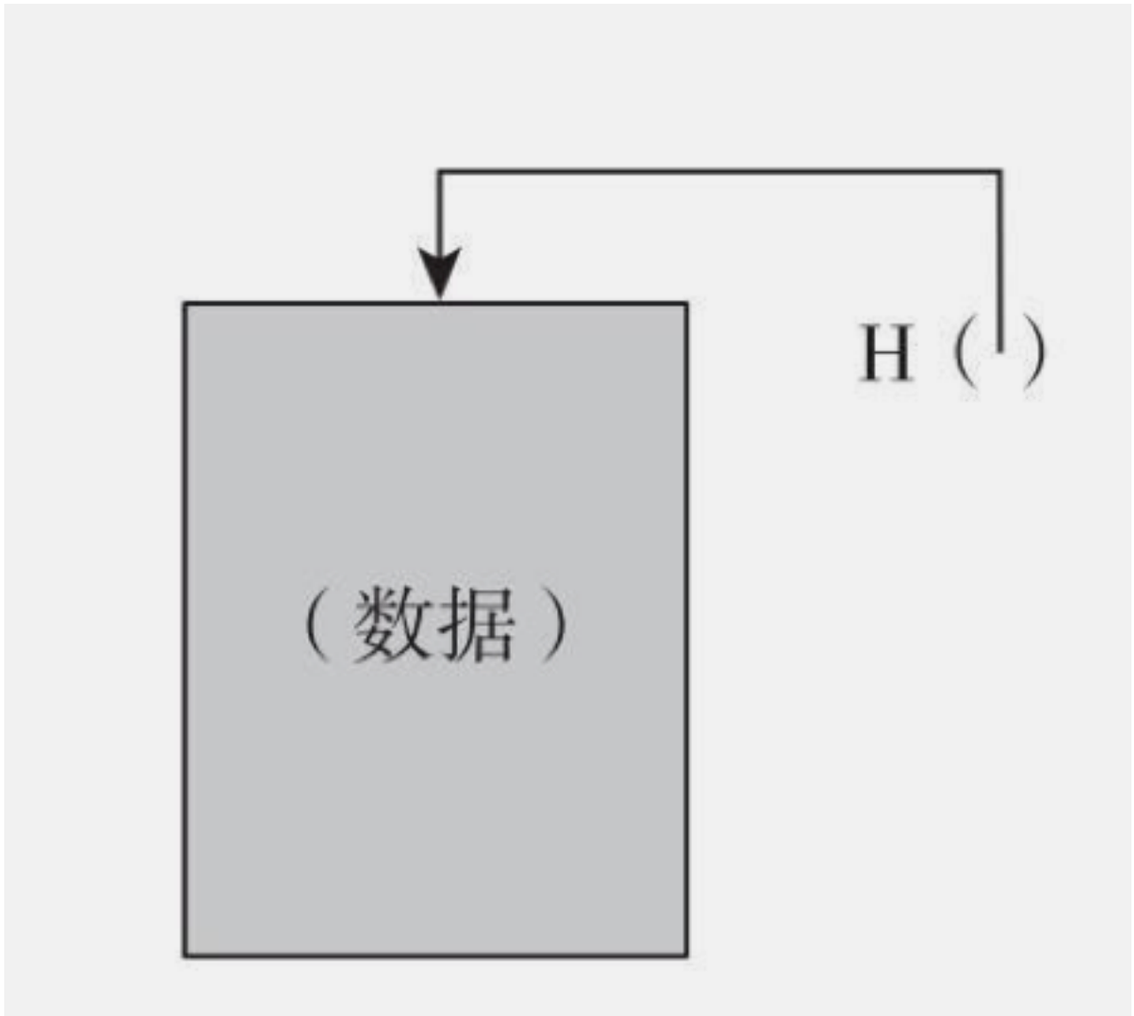
难题友好

Hash指针

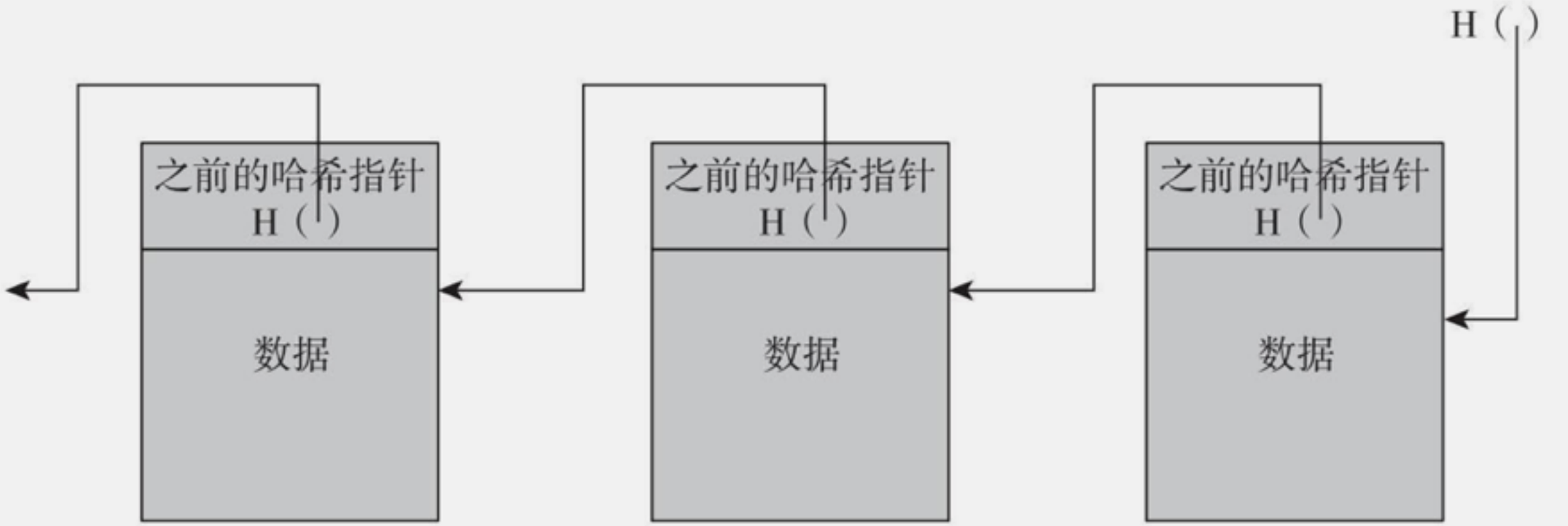
Hash指针：
是一个指向存储数据
及其数据Hash的指针

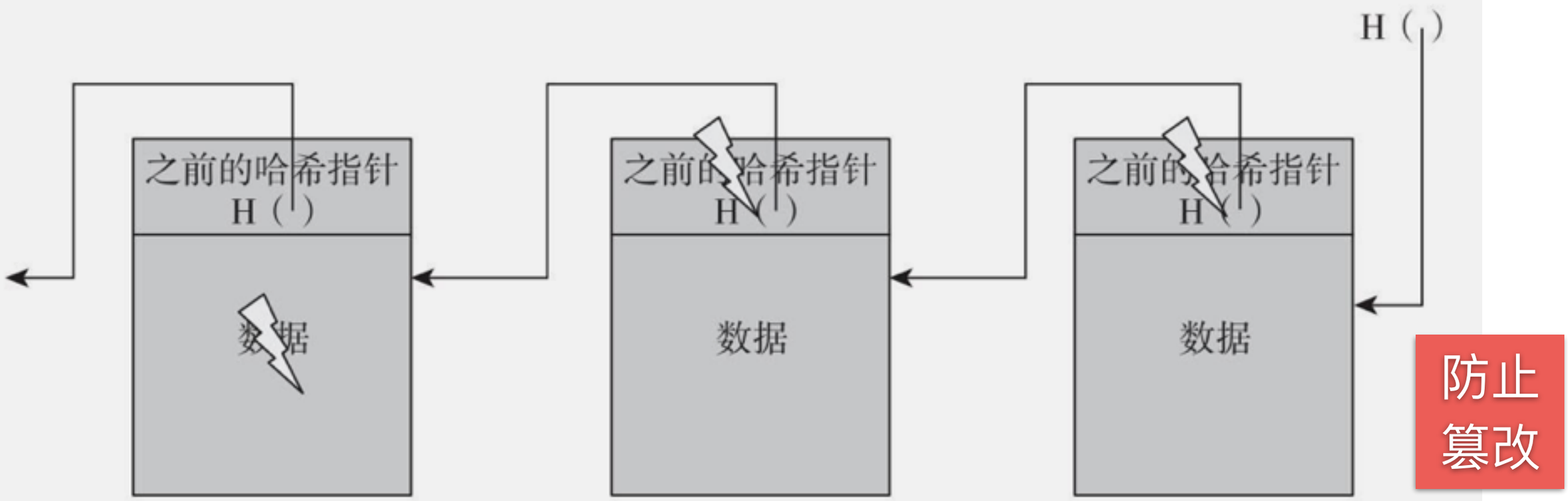
取回数据
验证数据是否改变

区块链的关键思想



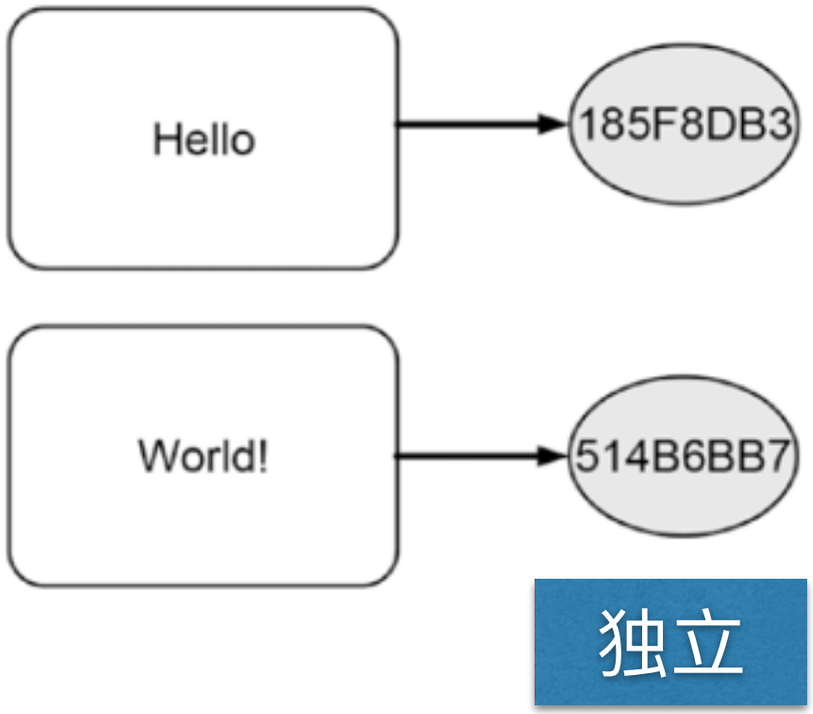
区块链


H（）
之前的哈希指针
H（）
数据
之前的哈希指针
H（）
数据
之前的哈希指针
H（）
数据


H（）
之前的哈希指针
H（）
数据
之前的哈希指针
H（）
数据
之前的哈希指针
H（）
数据
防止
篡改

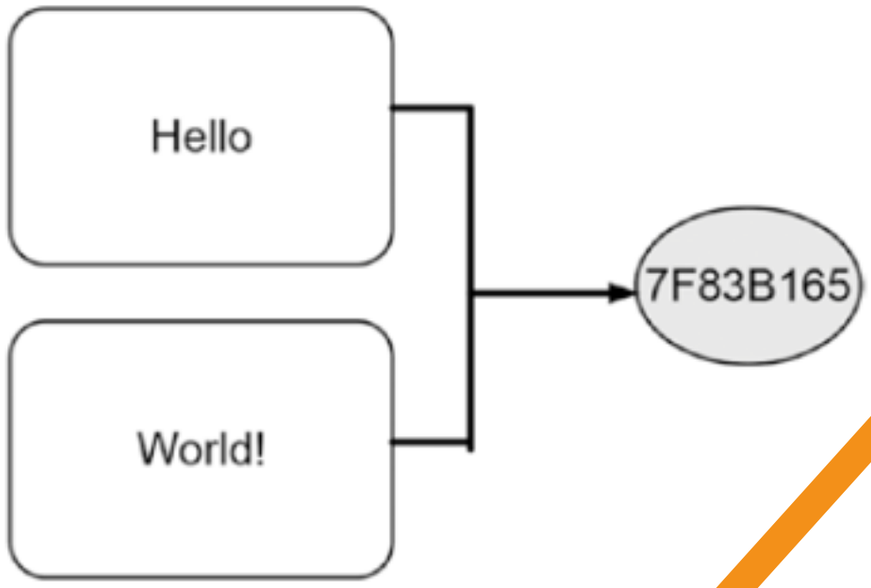
Hash数据模式

Blockchain Basics:A Non-Technical Introduction in 25 Steps @ APRESS



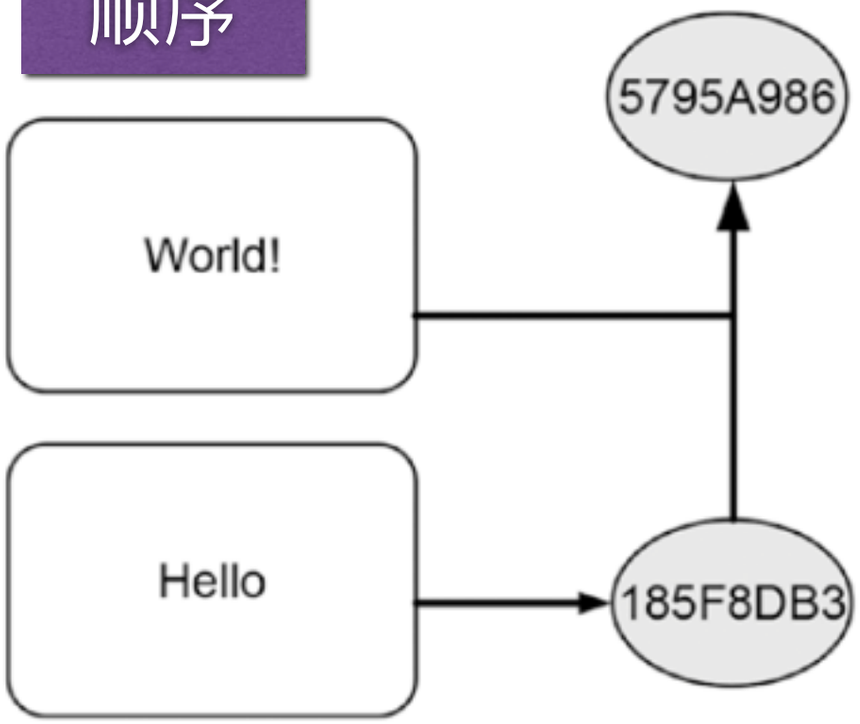
独立

重复

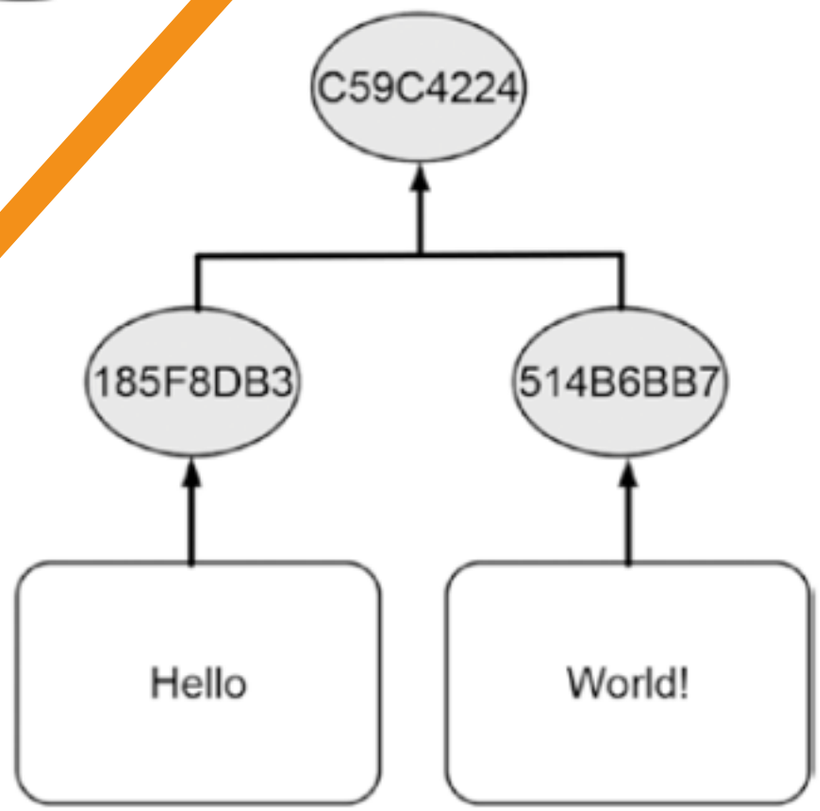


联合

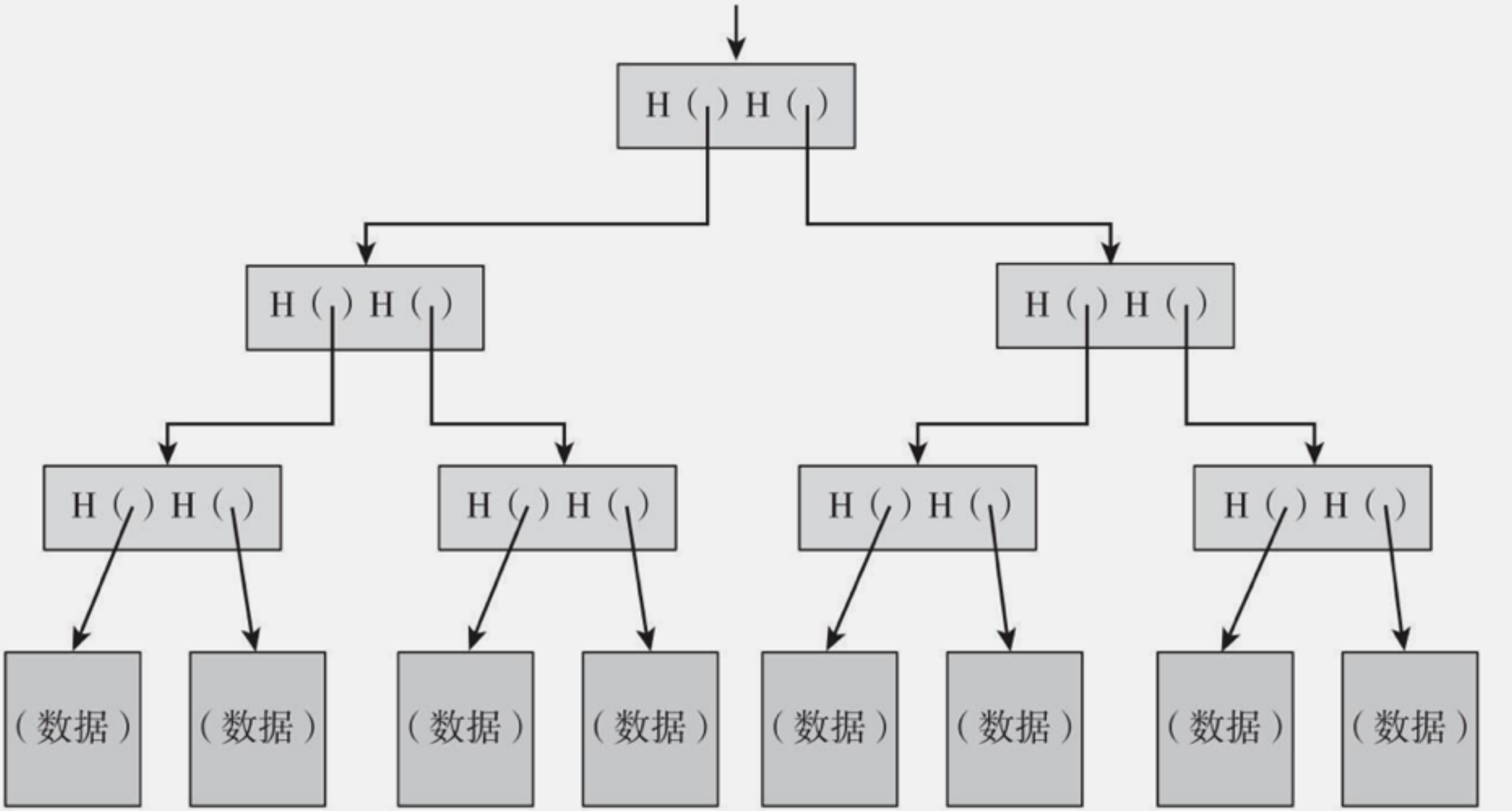
顺序



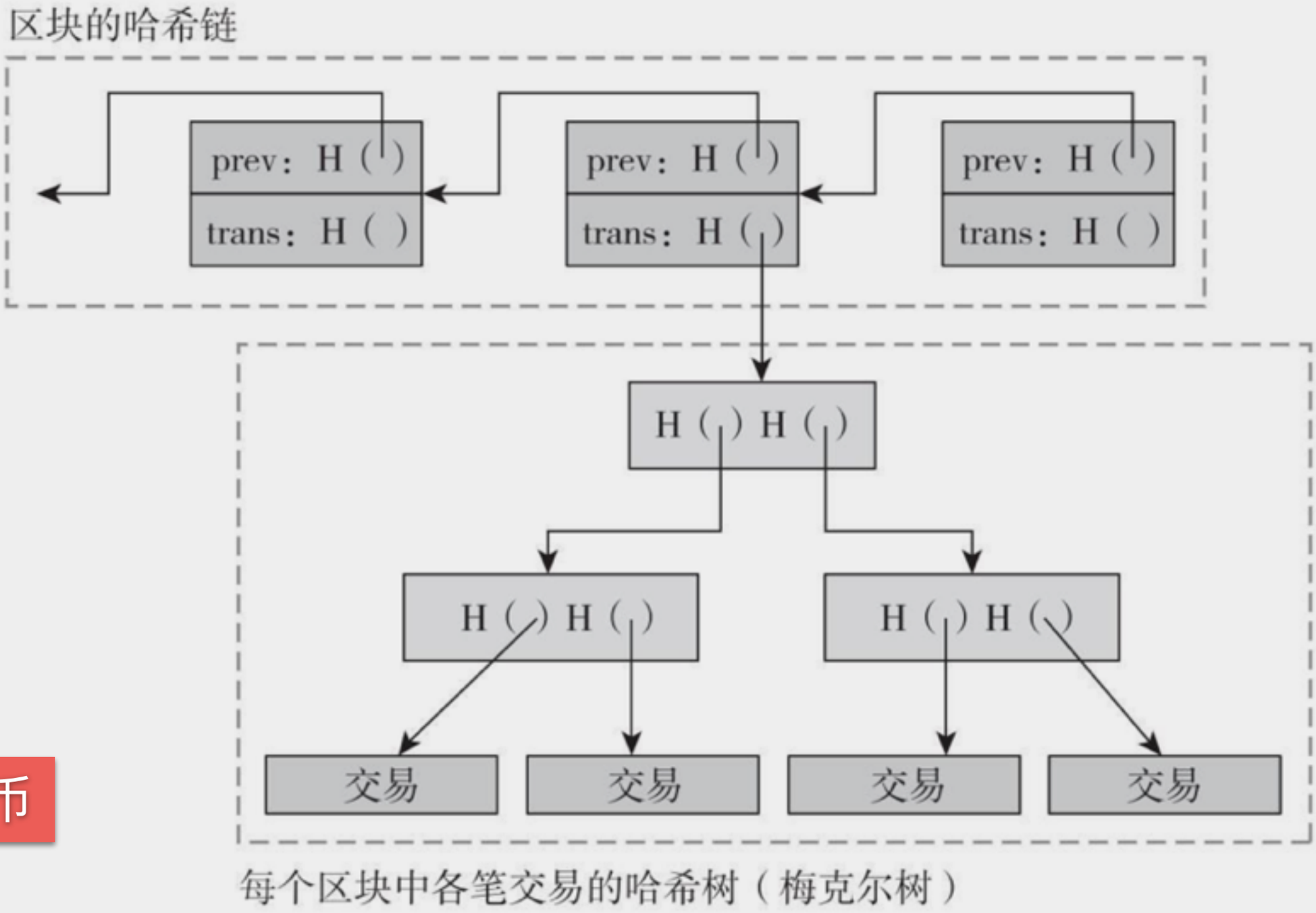
层次



梅克尔树



区块结构

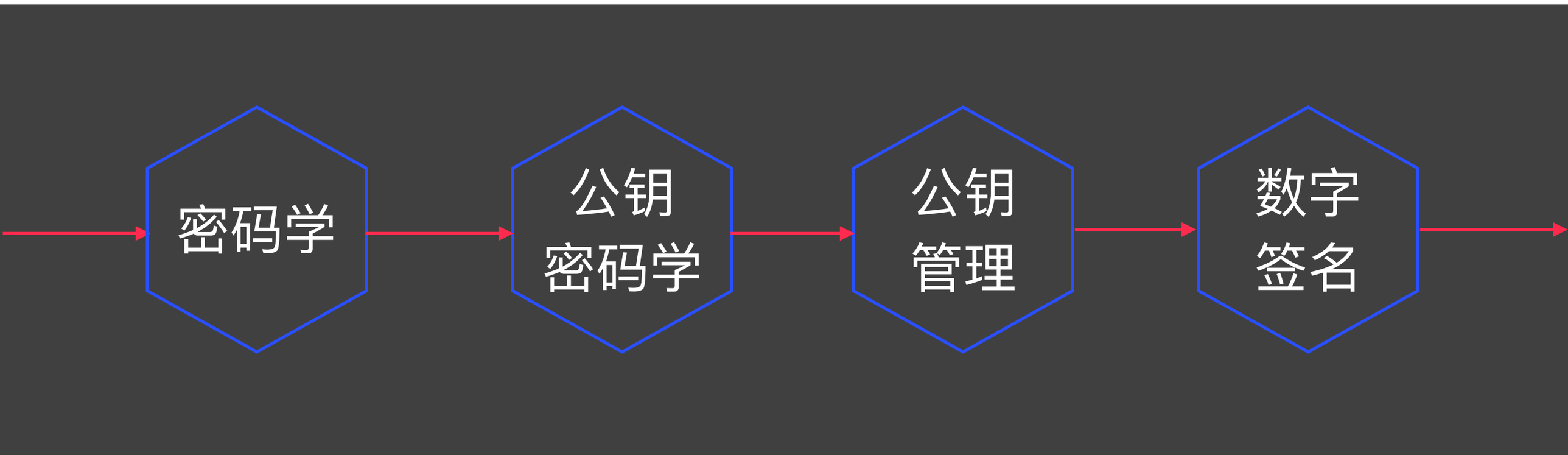


比特币

图3.7 比特币的区块链有两个哈希结构

注：一个就是把区块联结在一起的哈希链，另一个就是区块内部的交易哈希值梅克尔树。

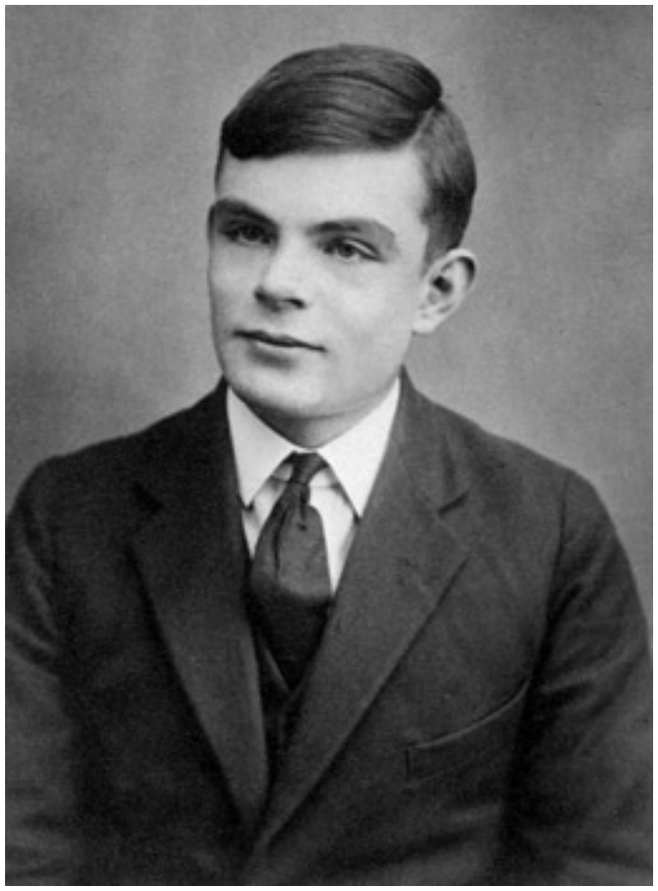
密码



密码学

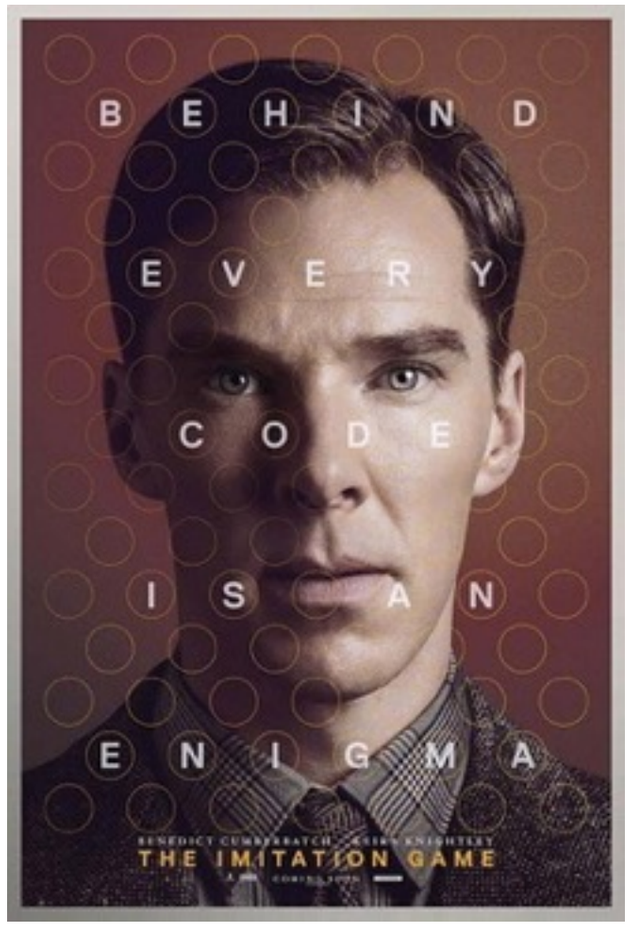
https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

图灵

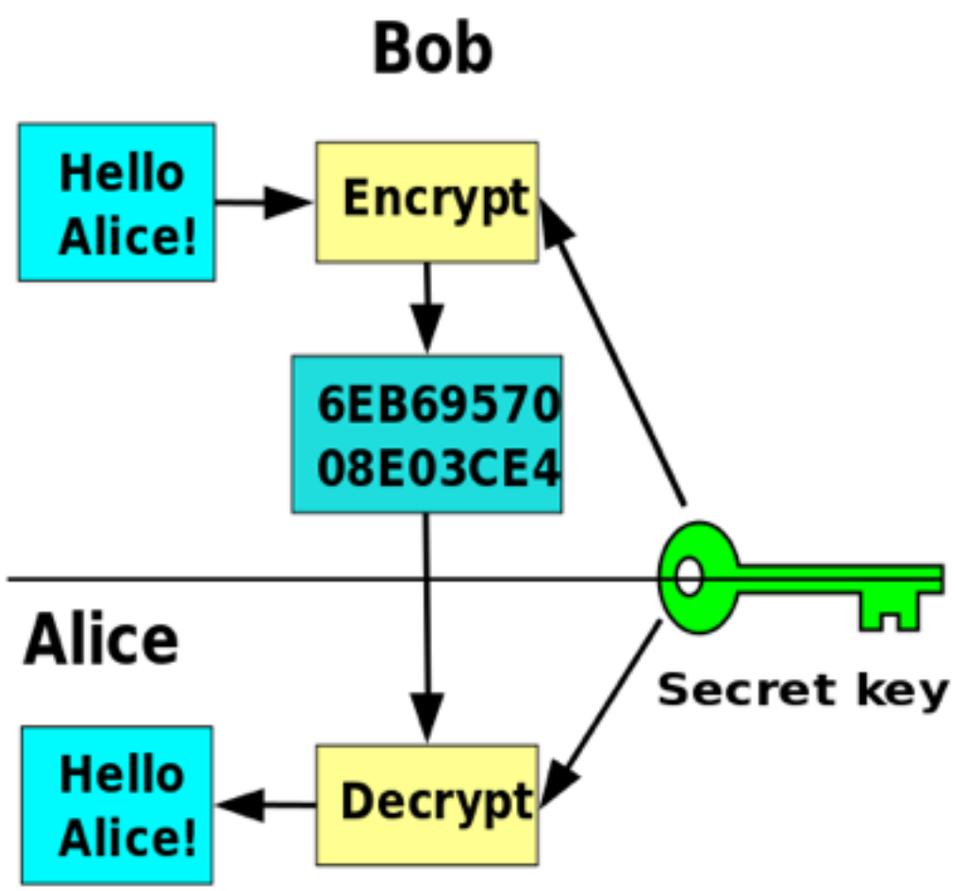


恩尼格玛密码机

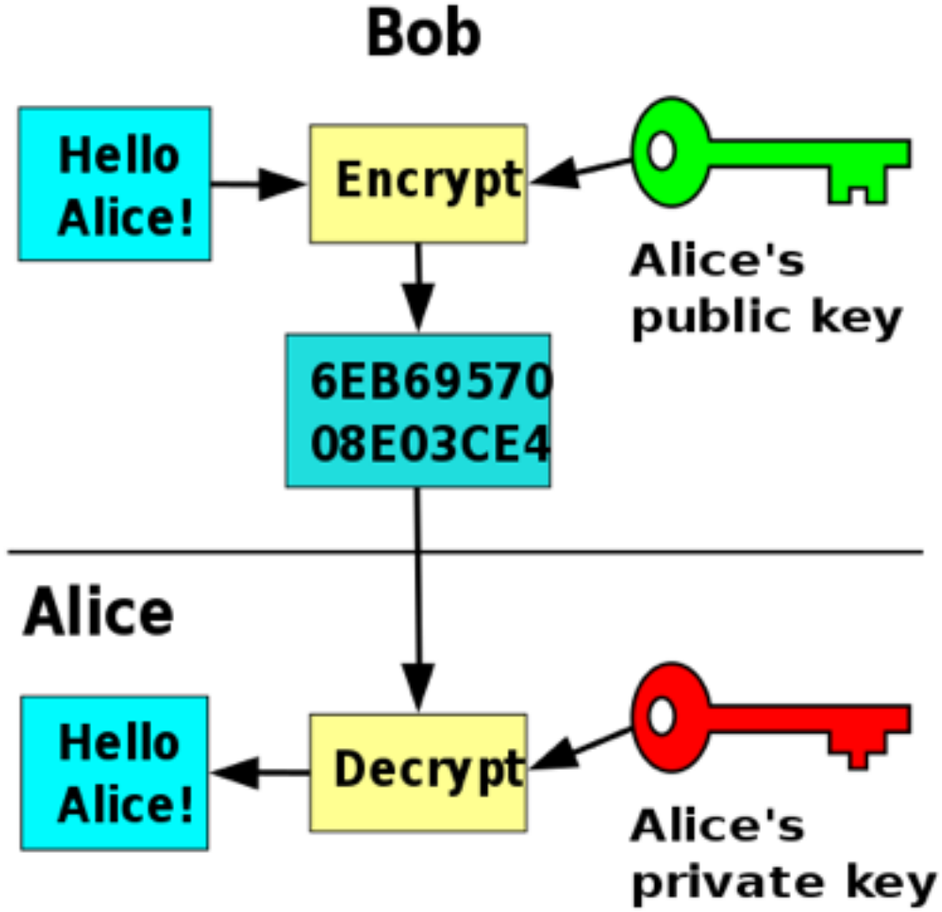
模仿游戏



对称密码学 vs. 非对称密码学



对称密码学



非对称密码学

DH vs. RSA

2015年
图灵奖

1976

Whitfield Diffie

Martin Hellman

Ralph Merkle

1978

2002年
图灵奖

Ronald L. Rivest

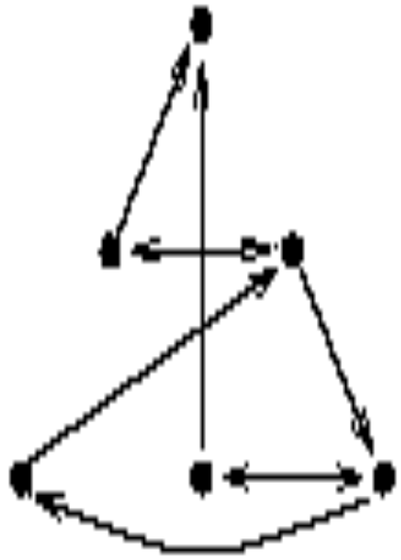
Adi Shamir

Leonard Max Adleman

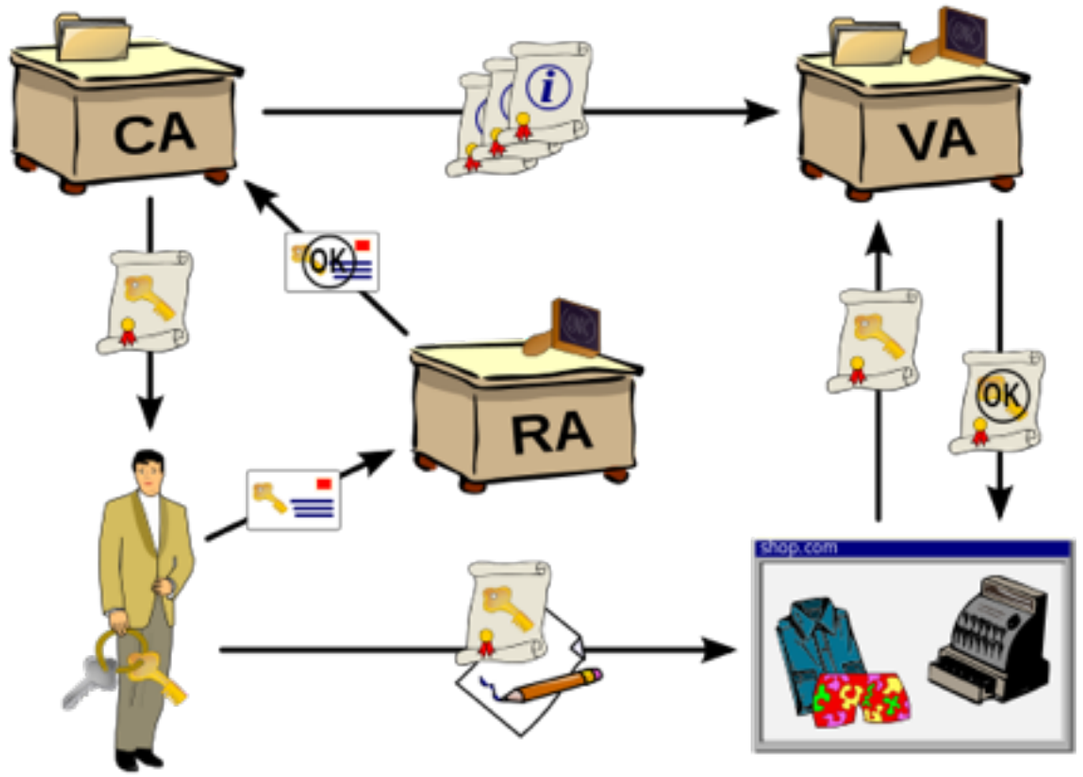
公钥管理： PKI vs. PGP

RSA

VERISIGN™



公钥管理的P2P版本



PGP®

1991

GnuPG

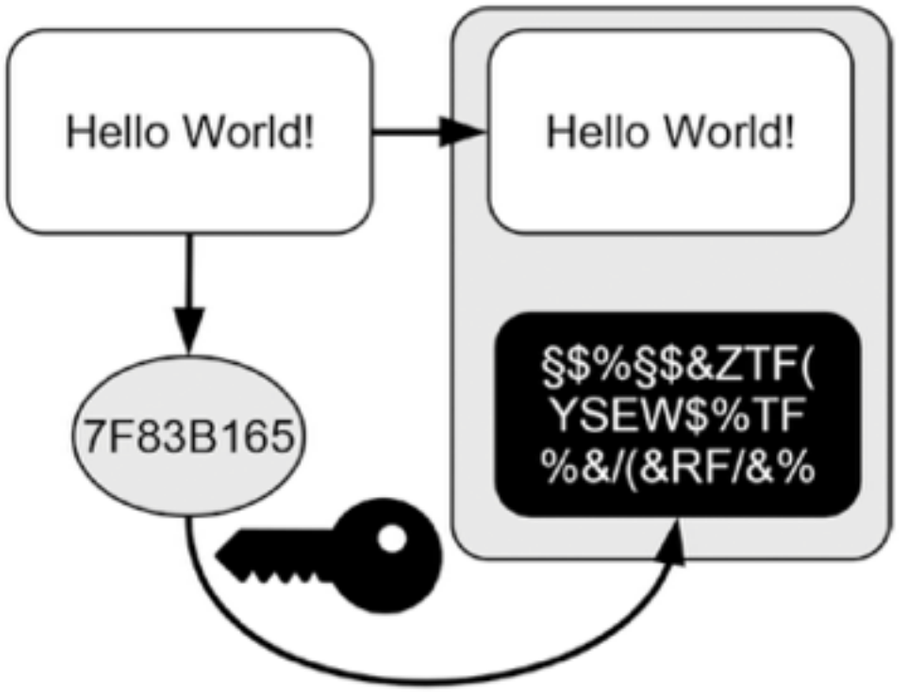
1999

Phil Zimmermann

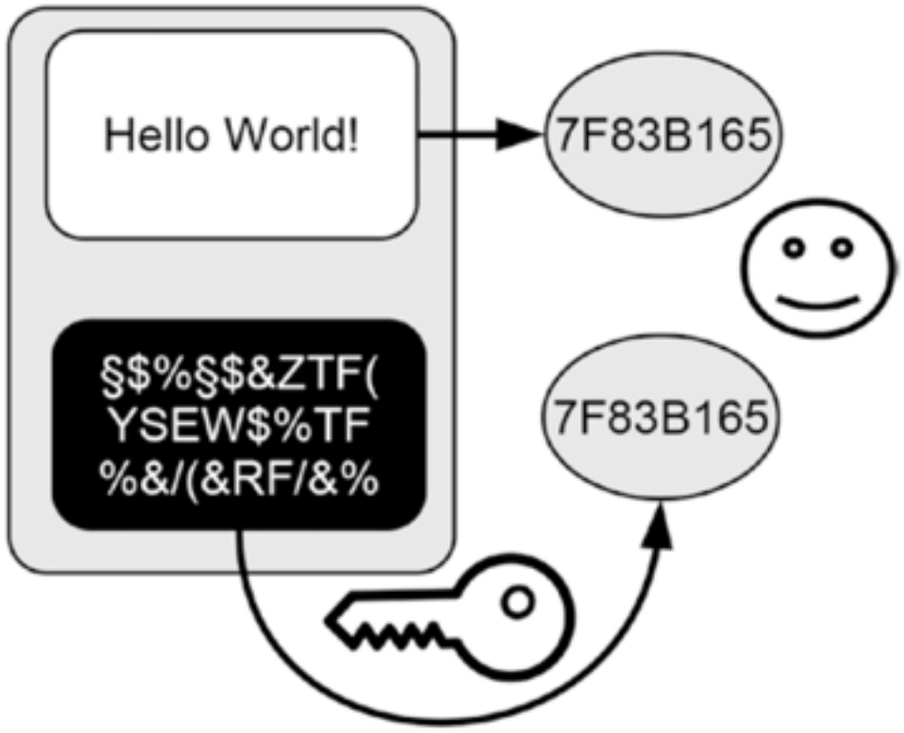
数字签名

Blockchain Basics:A Non-Technical Introduction in 25 Steps @ APRESS

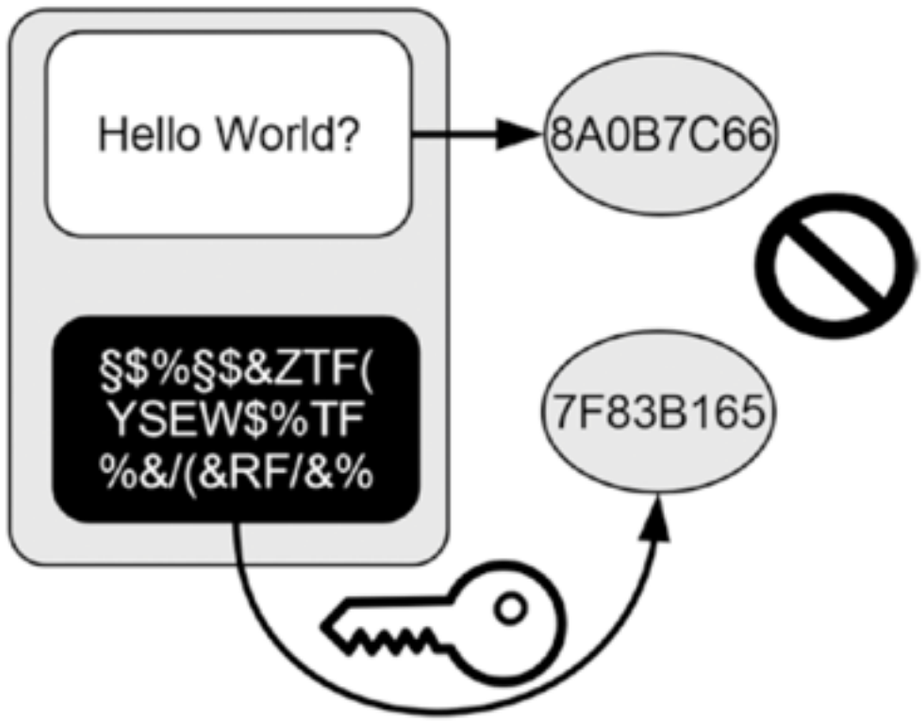
产生签名



验证签名



发现欺骗

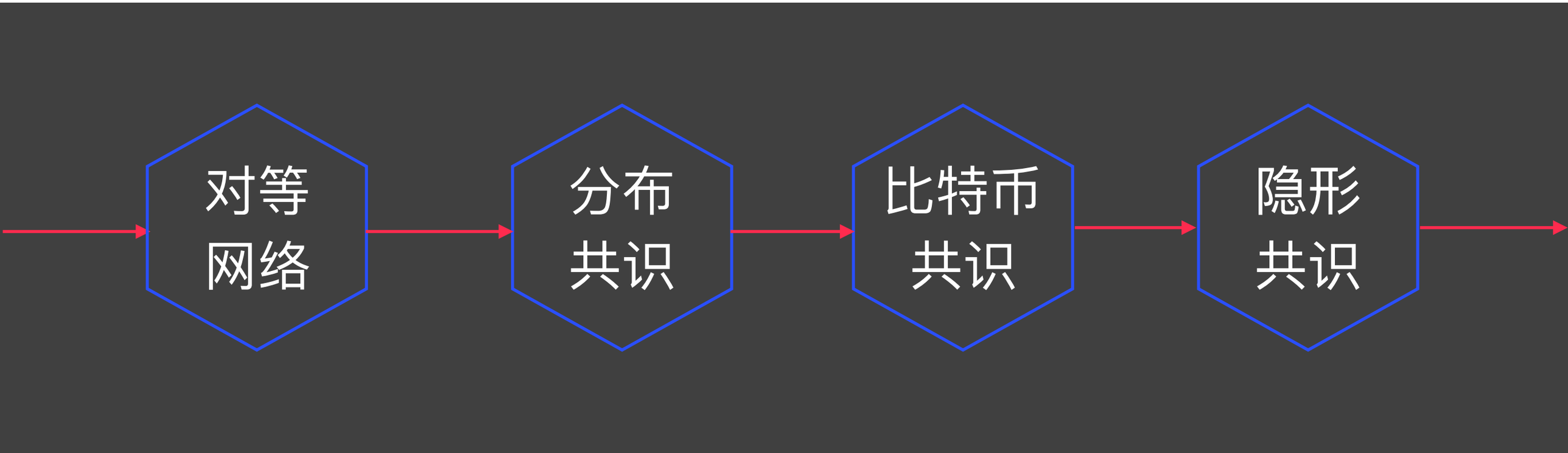


自己签名，任何人都可以验证（公钥分发）

不可伪造，公钥私钥

签名信息的大小

共识



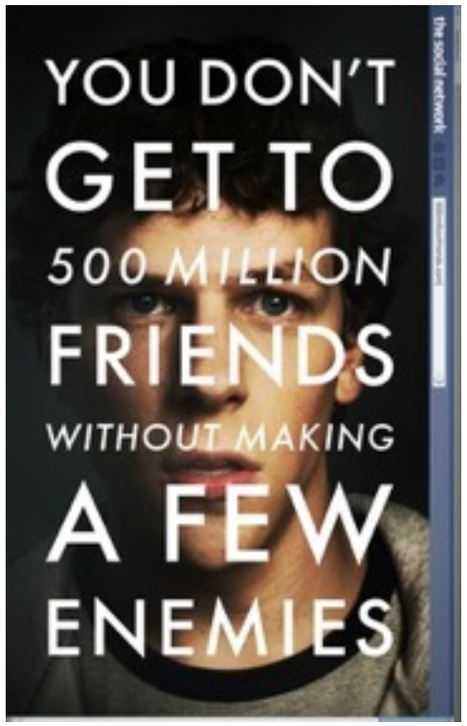
Peer to Peer

napster™

1999

Sean Parker

facebook

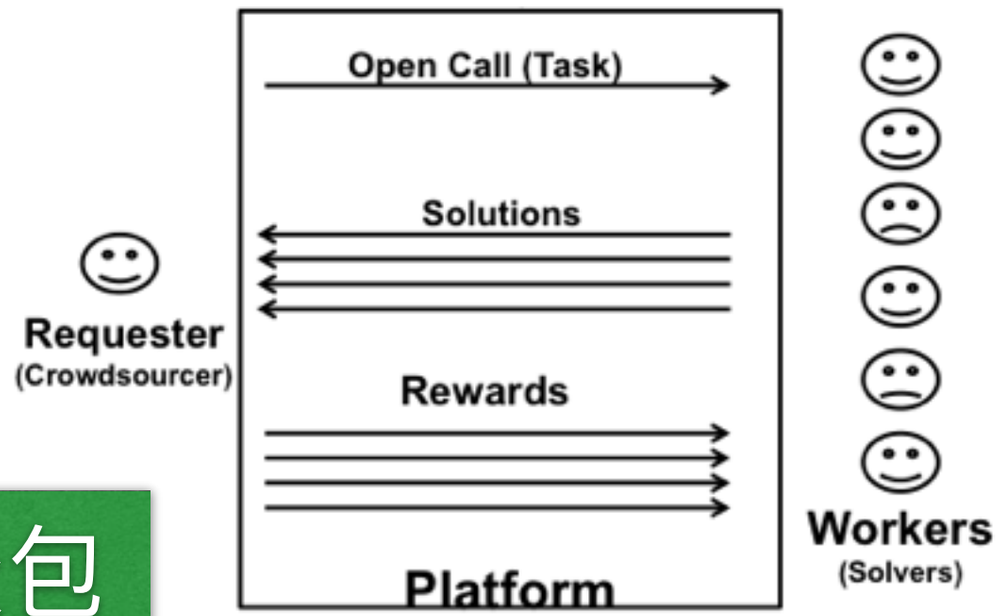


The Social Network

skype™

2003

KaZaA



众包

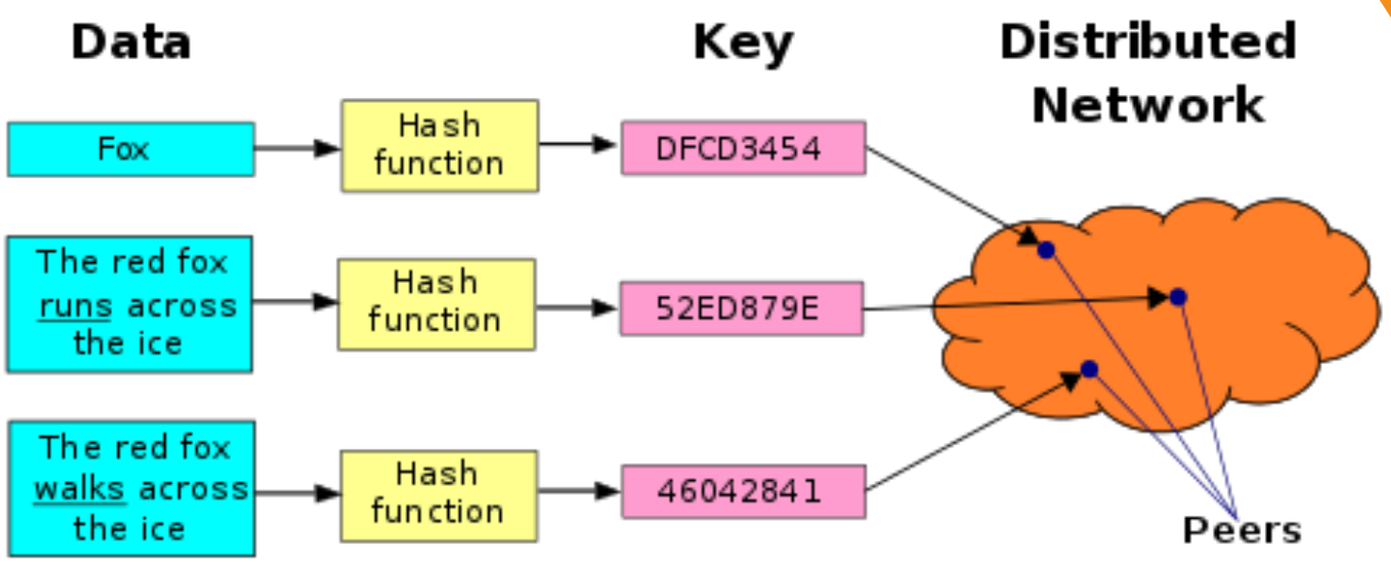
BitTorrent

2001

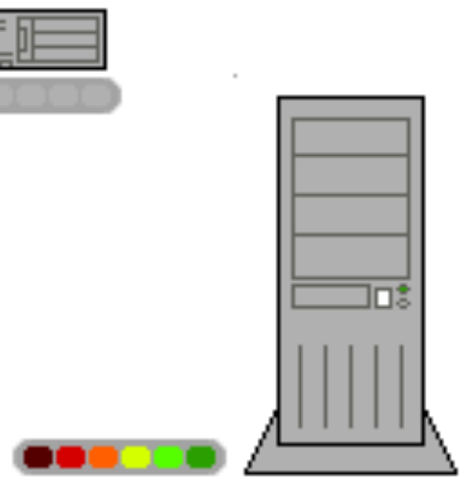
Bram Cohen

BitTorrent

Distributed Hash Table



https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_hash_table



激励

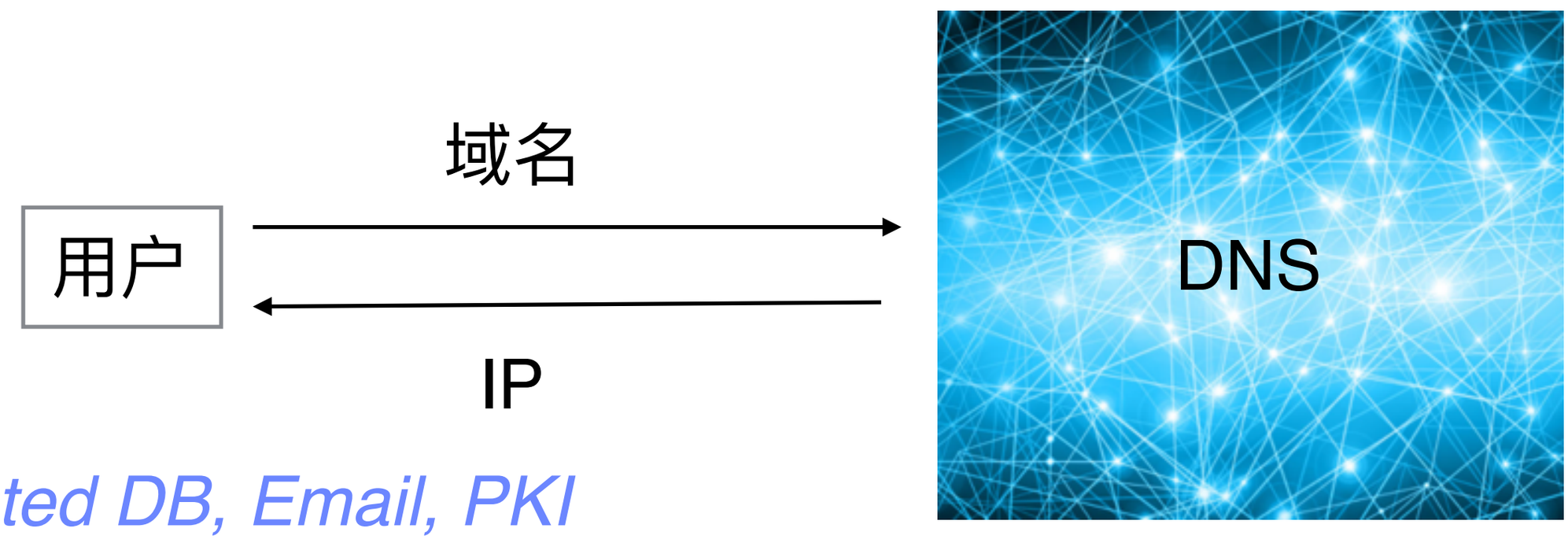
https://en.wikipedia.org/wiki/BitTorrent

分布共识

- 在一个有*n*个节点的系统中，每一个节点都有一个输入值，其中有一些节点是错误的或者恶意的。一个分布式共识协议具有如下两个属性：

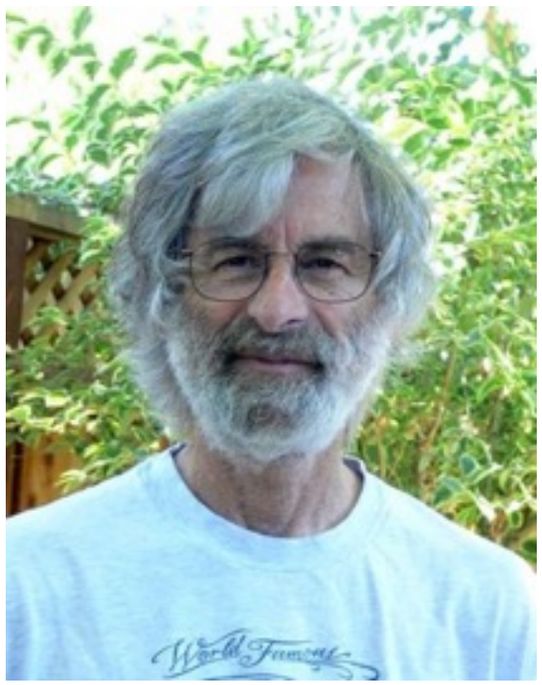
  ✳ 结束时所有诚实的节点均认同该值；

  ✳ 该值由诚实节点产生



Distributed DB, Email, PKI

拜占庭将军问题和Paxos



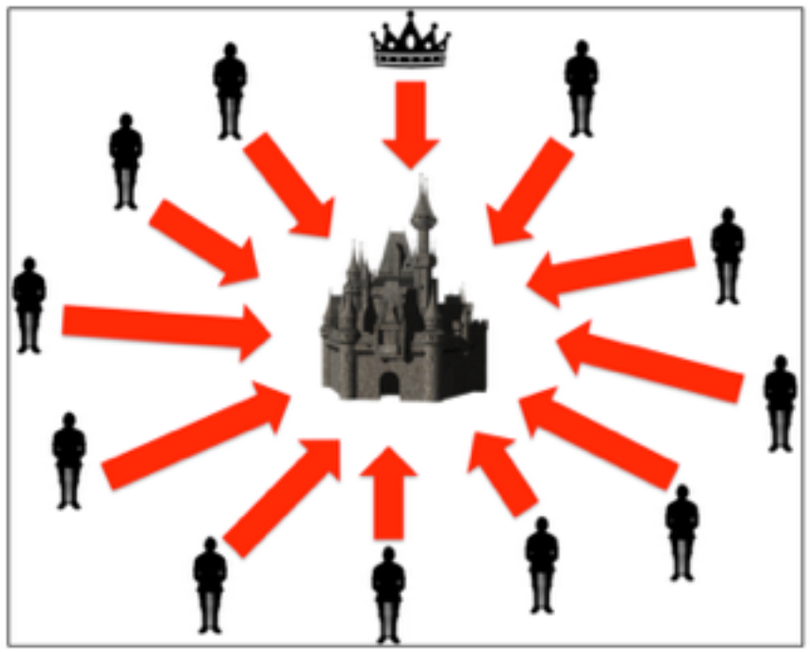
LESLIE LAMPORT

2013图灵奖

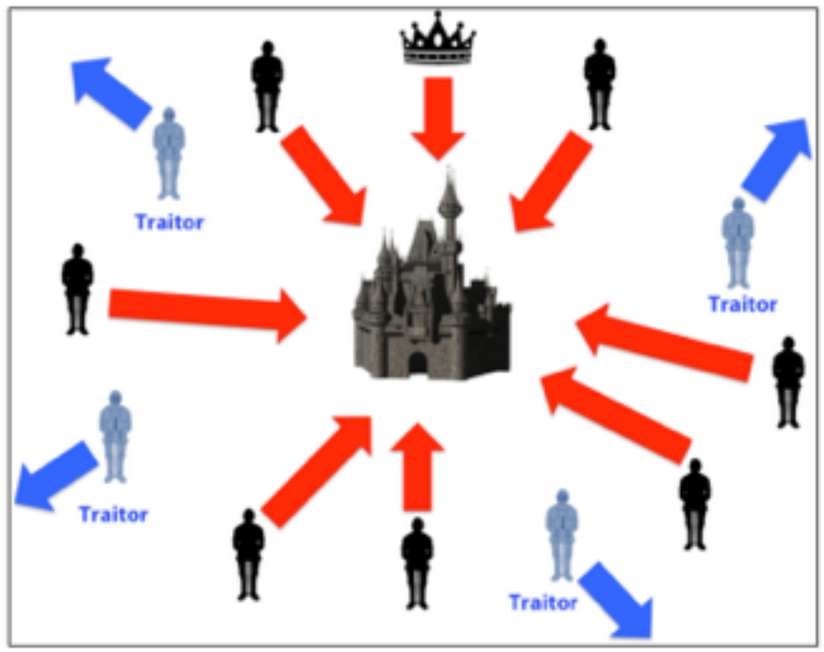
The Byzantine Generals Problem

1982

LESLIE LAMPORT, ROBERT SHOSTAK, and MARSHALL PEASE
SRI International



Coordinated Attack Leading to Victory



Uncoordinated Attack Leading to Defeat

Paxos Made Simple

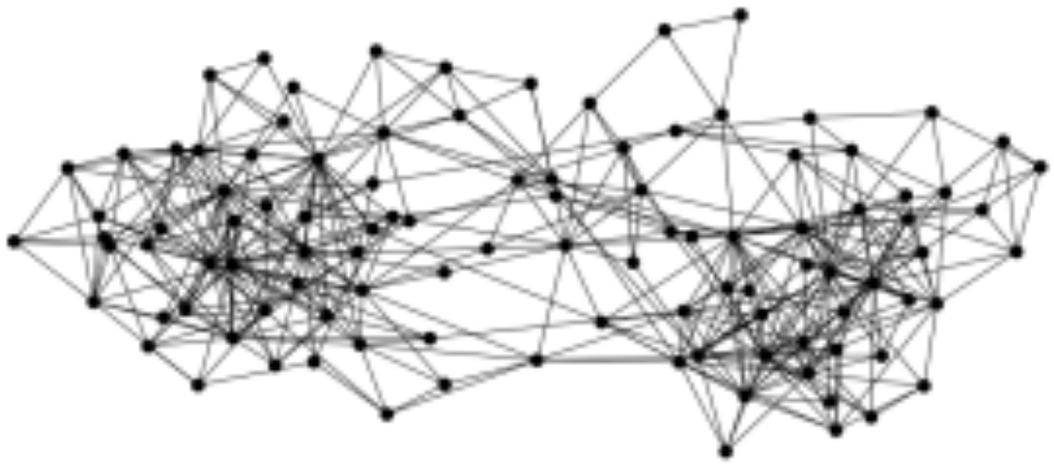
2001

The Paxos algorithm, when presented in plain English, is very simple.

比特币的交易传播

signed by Alice

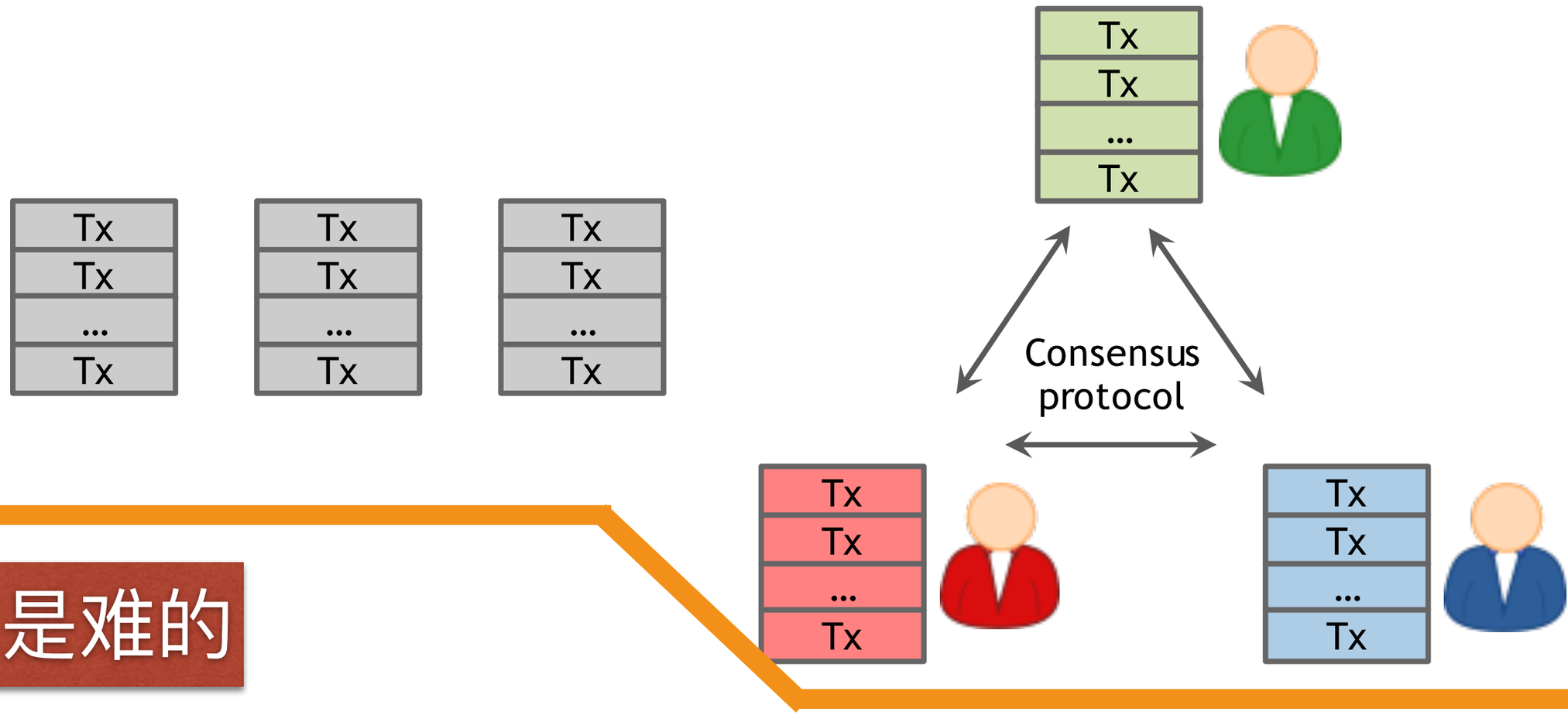
Pay to pk_{Bob} : H( )



- 比特币是一个*P2P*网络
- *Alice* 需要广播她完成的交易給所有的节点
- *Bob*计算机当时可以不在*P2P*网络中
- *A single, global ledger for the system*
- 等待共识的业务、已共识的业务

比特币的分布共识

每一个节点输出它的未共识的业务竞争下一个Block



共识是难的

- *Node: crash, malicious*
- *Network: Imperfect (online, latency)*

Global Time

比特币和身份

- 比特币节点需要身份 *(ID)*
- 比特币假设恶意节点小于*50%*
- 但是*P2P*系统中，*ID*面临很大问题
  - ✴ *Sybil Attack*
- *Pseudonymity*是比特币的目的

- 比特币跟踪和验证*ID*是困难的
- 比特币采用的应对方法：随机的选择节点

比特币的隐形共识机制

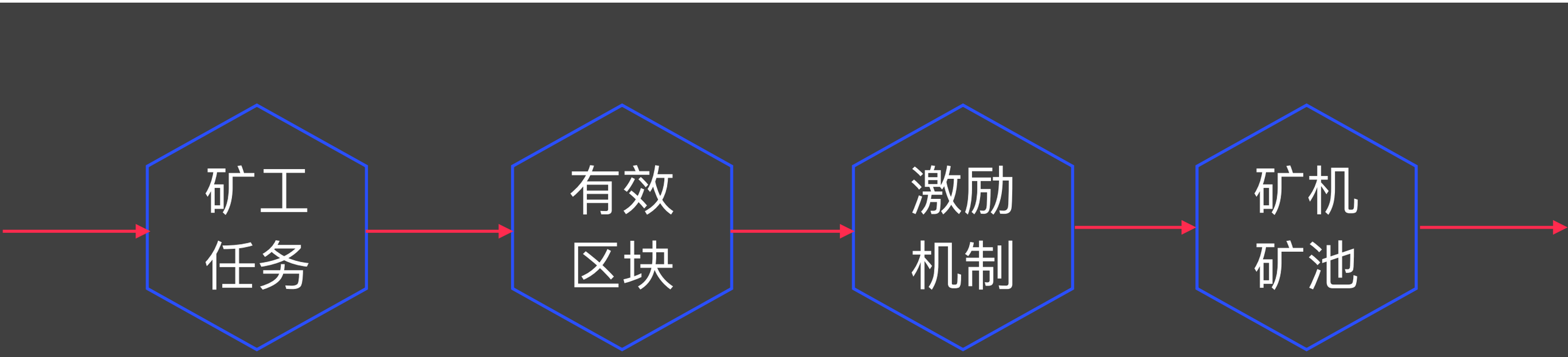
- 新的交易被广播到所有节点
- 每个节点将新的交易放进一个区块
- 在每一轮中，一个随机的节点被选择可以广播它的区块
- 其余节点可以选择接受这个区块，前提是区块的交易是可验证的
- 节点将以上区块的*Hash*放进自己的区块，表示它认可这个新区块

隐形共识：接受该块并扩展 vs. 拒绝该块，扩展前面的块

比特币的共识总结

- 理论落后于实践
- 引入了*Incentive*
  - ✳ 是电子货币
- 利用了随机性
  - ✳ 很长时间后才取得共识，*1*小时
  - ✳ 随着时间的增加，对某一块的共识的概率越来越大

挖矿

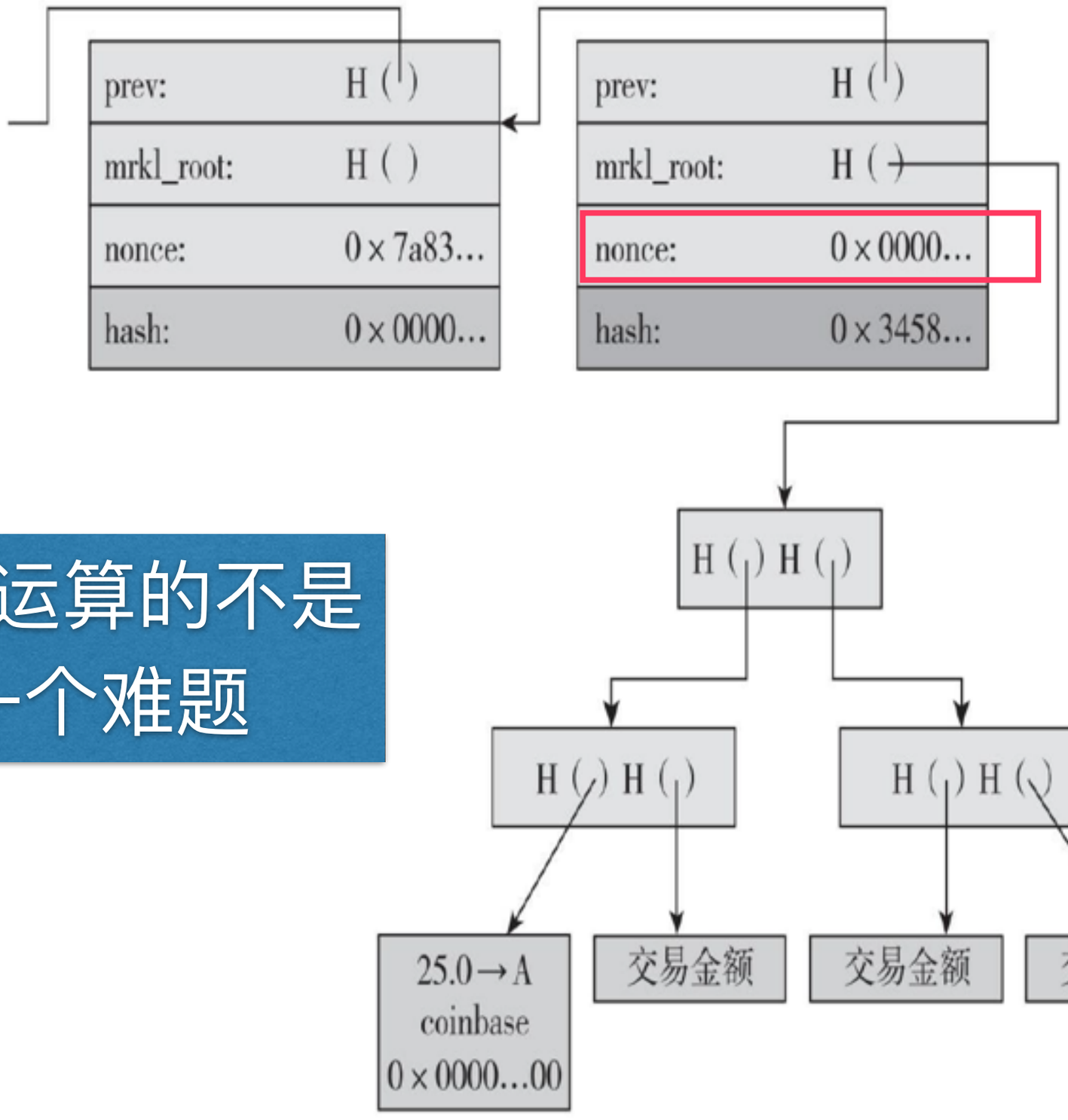


矿工的任务

- 监听交易广播
- 维护区块链网络和监听新的区块
- 组装一个备选区块
- 找到一个让你的区块有效的随机数
- 希望你的区块被全网接受
- 利润

验证交易和区块 vs. 和其余矿工竞争

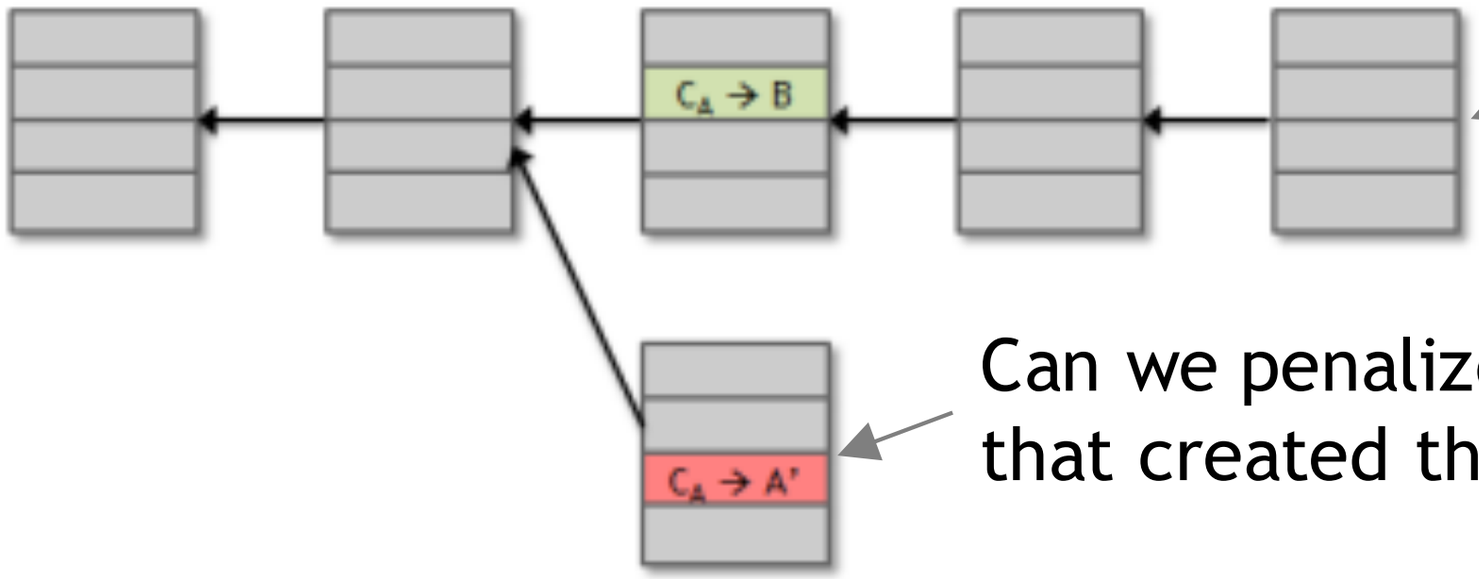
寻找有效区块



32位随机数

每个人运算的不是同一个难题

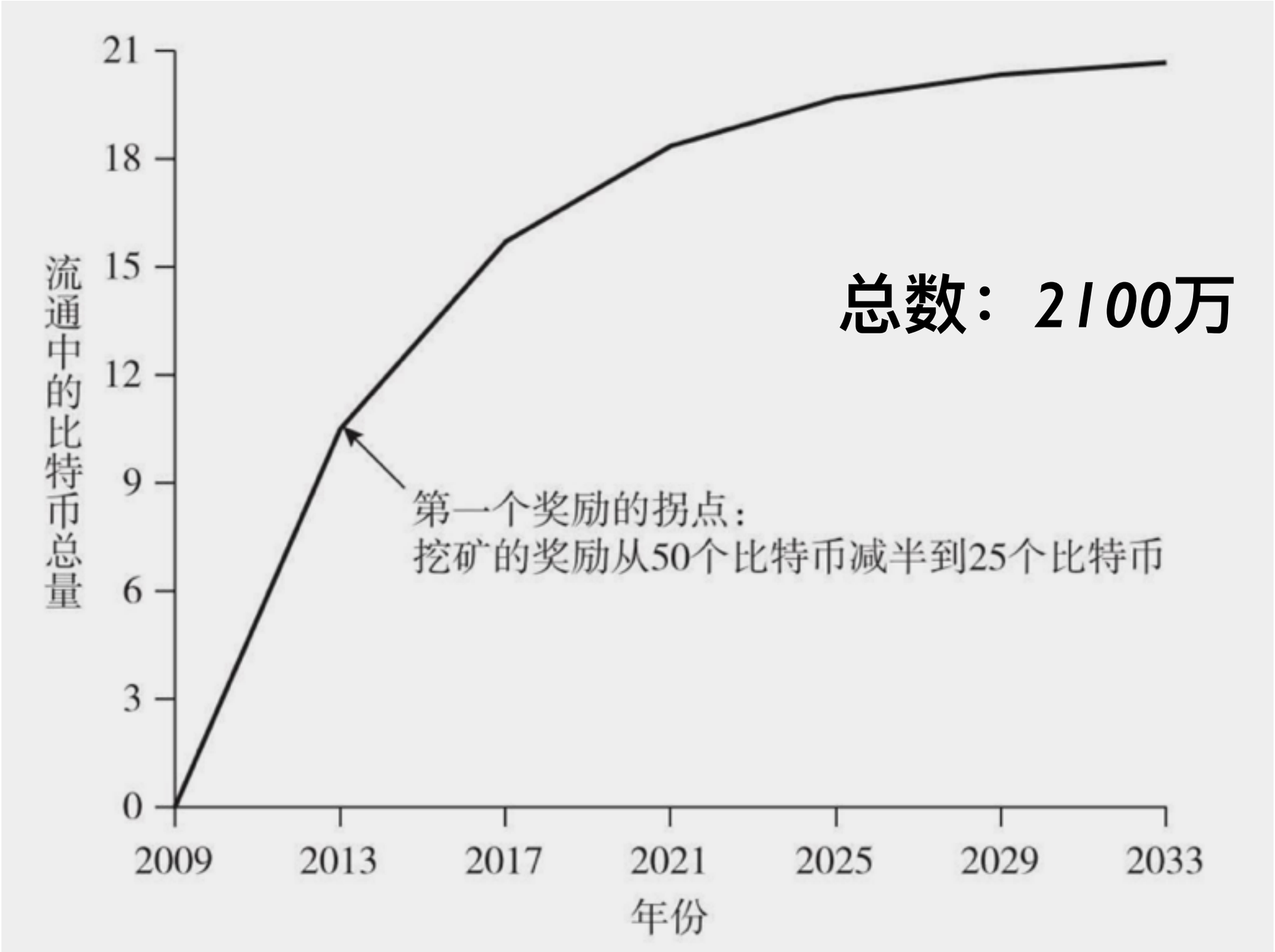
激励节点诚实



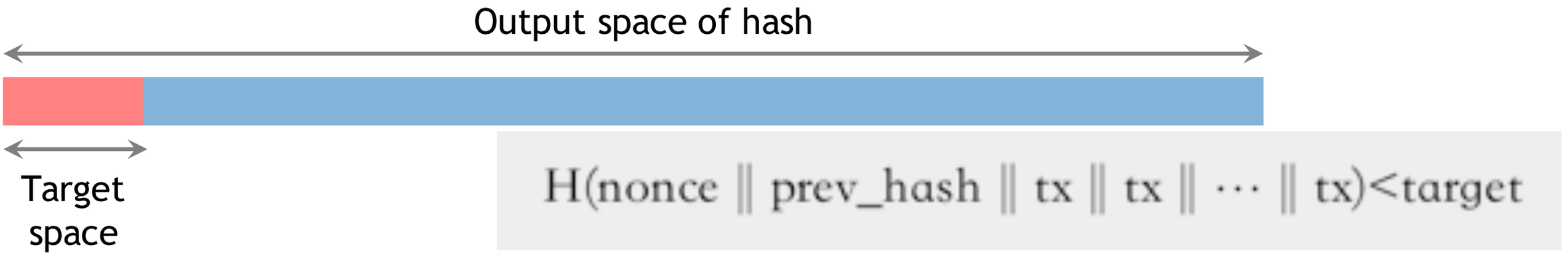
区块奖励 *vs.* 交易费奖励

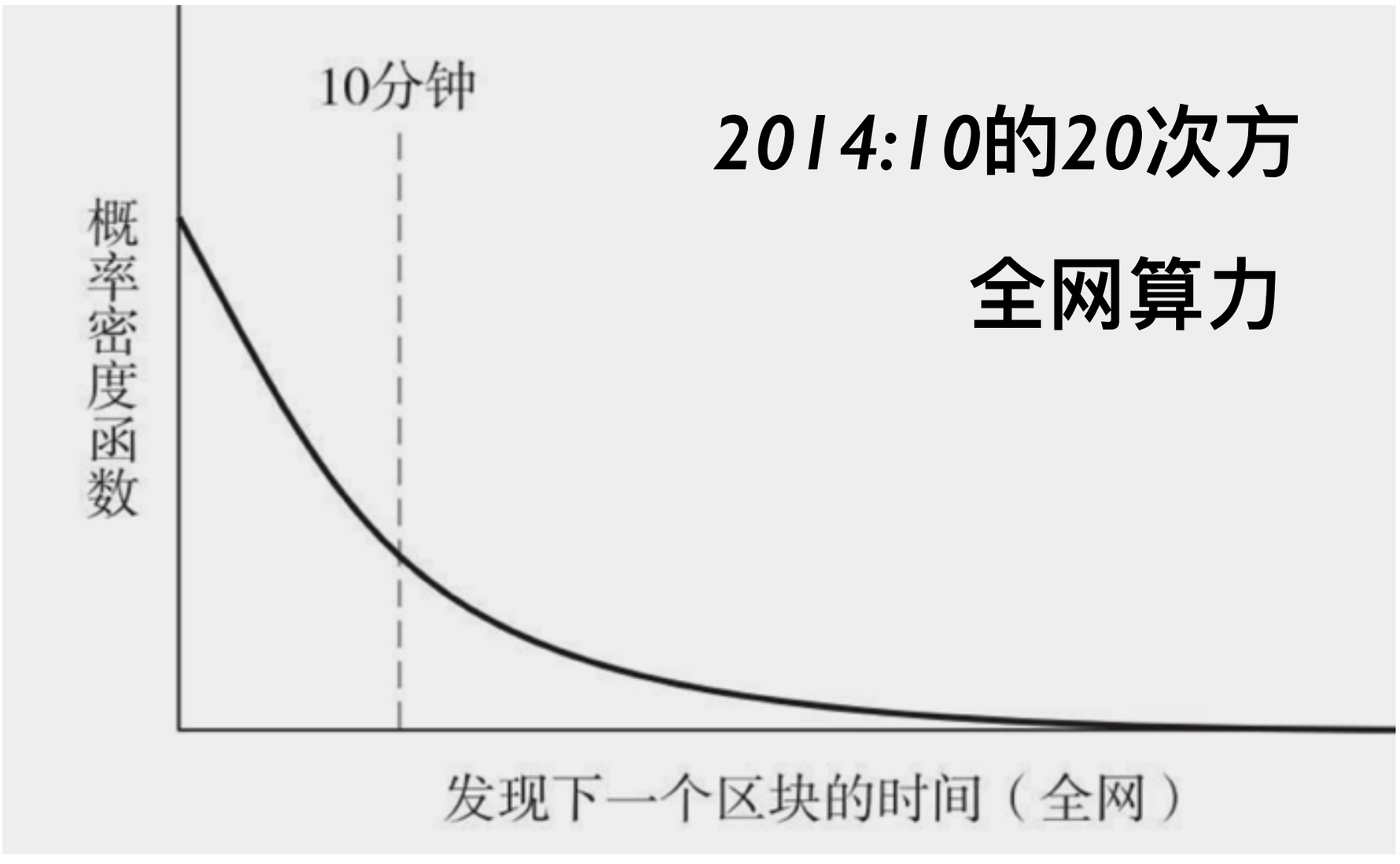
交易费：输入和输出不等

比特币奖励


流通中的比特币总量
21
18
15
12
9
6
3
0
2009
2013
2017
2021
2025
2029
2033
年份
总数：2100万
第一个奖励的拐点：
挖矿的奖励从50个比特币减半到25个比特币

工作量证明





*2014:10*的*20*次方

全网算力

限定*Hash*的输出范围

临时随机数

***PoW*：工作量证明**

***PoS*：权益证明**

挖矿发展

CPU

GPU

FPGA

ASIC

gold pan

sluice box

placer mining

pit mining

专业矿场

温度

电费

网速

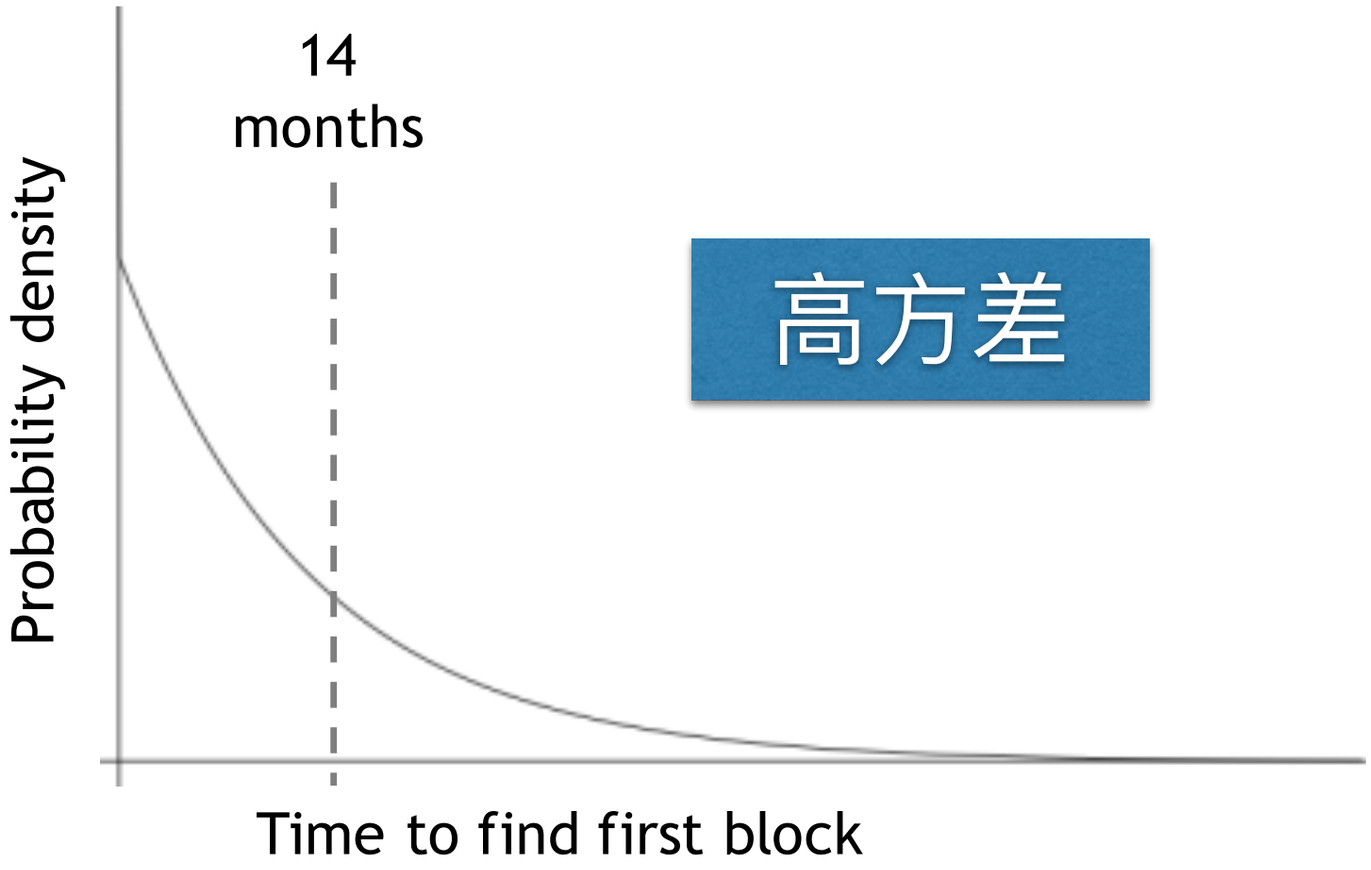
中国

矿池

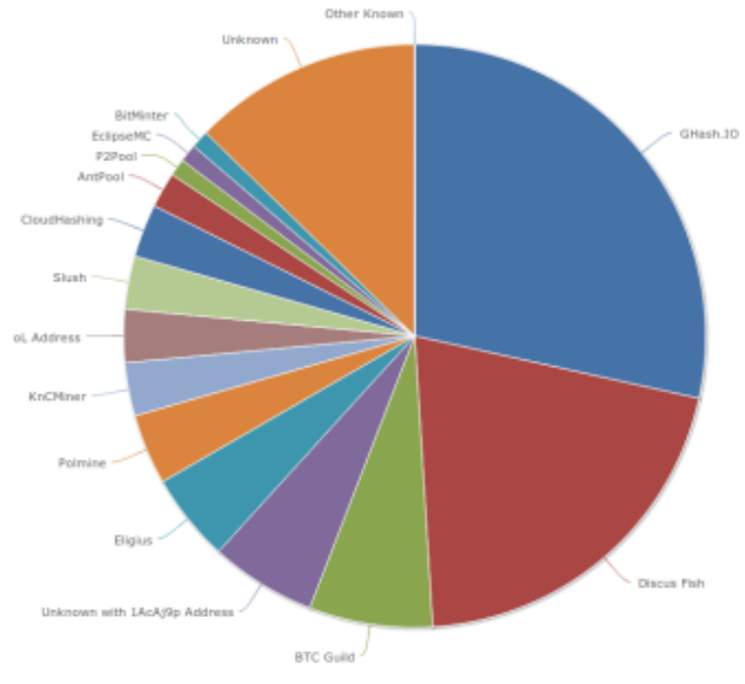
TerraMiner IV

Cost: ≈US$6,000
Expected time to find a block: ≈14 months
Expected revenue: ≈$1,000/month

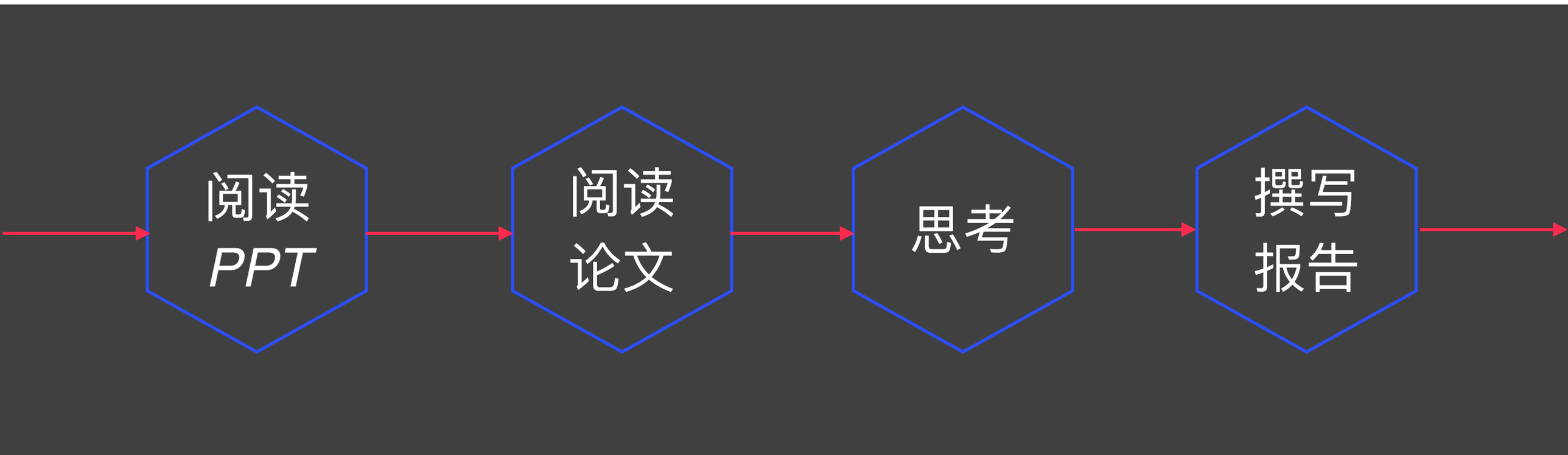
# blocks found in one year	probability (Poisson dist.)
0	42.4%
1	36.4%
2	15.6%
3+	5.6%



高方差



课后作业



Homework

课后作业

要求阅读如下资料，写阅读报告

Bitcoin Developer Guide

Find detailed information about the Bitcoin protocol and related specifications.

https://bitcoin.org/en/developer-guide#block-chain-overview

1、资料概述

2、主要收获

3、存在疑问

4、所思所感

周六晚上12点前提交给助教

谢谢！

Huiping Sun

sunhp@ss.pku.edu.cn

https://huipingsun.github.io