

概念验证报告：物联网中分布式账本技术应用于
新能源电池价值评估

企业介绍



中国联合网络通信集团有限公司（简称“中国联通”）是中国唯一一家在纽约、香港、上海三地同时上市的电信运营企业，连续十年入选“世界500强企业”，在2018年《财富》世界500强中位列第273位。中国联通拥有覆盖全国、通达世界的现代通信网络，为广大用户提供全方位、高品质信息通信服务。2019年4月23日，中国联通正式发布了5G品牌标识“5Gn”以及主题口号“让未来生长”。

更多信息，请访问中国联通网址：

<http://www.chinaunicom.cn>.



万向集团由鲁冠球于1969年创立。一开始只是一家小型农机修配厂，经过50年的发展，现在是一家收入超过1000亿元、利润超过100亿元的国际多元化集团。万向集团是行业龙头企业之一，主要从事汽车零部件的生产和销售。1999年，万向集团开始涉足电池、电动汽车、天然气发电、风力发电等清洁能源行业，取得了巨大的成功。



GSMA代表了全球移动运营商的利益，将750多家运营商与更广泛移动生态系统中的近400家公司联合起来，包括手机和设备制造商、软件公司、设备供应商和互联网公司，以及邻近行业部门的组织。GSMA还生产每年在巴塞罗那、洛杉矶和上海举行的行业领先的MWC活动，以及移动360系列区域会议。

有关更多信息，请访问GSMA公司网站：www.gsma.com。

在Twitter上关注GSMA：[@GSMA](https://twitter.com/GSMA)。

介绍

GSMA物联网计划由运营商指导小组管理,其主要目的是促进物联网在全产业生态中取得成功。今年(2019-2020年)GSMA物联网计划的主要任务之一是识别将区块链(本文某些地方也使用分布式账本这个名词)与物联网结合的好处和机会。在GSMA物联网计划下,中国联通网络技术研究院联合万向研究院、万向区块链以及GSMA共同发起了一个PoC,以评估分布式账本在物联网场景中的应用。该PoC具体应用的场景是分布式账本应用于新能源电池价值评估。

区块链和分布式账本技术被广泛认为是一种重要的新平台能力,可以彻底改变关键流程,特别是那些需要由不同组织的利益相关者参与的流程。分布式账本一方面保障了存储的数据不可篡改,另一方面通过加密技术确保数据跨多个节点的冗余和一致性。这增加了人们相信数据是真实性的信心。中国联通、万向研究院、万向区块链有志与中国的工业企业合作,帮助有需求的企业部署区块链/分布式账本解决方案。

本文档描述了建立跨多个组织工作的区块链/分布式账本网络的过程。它可以作为那些想要建立区块链部署的企业的参考,同时也展示了中国联通及其合作伙伴在交付多组织区块链/分布式账本网络方面的经验。

本PoC一共搭建了7个节点:万向研究院搭建了4个节点,万向区块链搭建了1个节点,联通搭建了2个节点。

区块链技术由万向区块链提供。应用场景和业务需求由万向研究院提供。整体技术方案由万向研究院联通网络技术研究院共同确定。联通网络技术研究院对PoC系统的性能进行了评估。GSMA提供了必要的DLT技术建议和PoC项目管理。

在本文中,我们总结了从PoC获得的经验,特别是描述了如何构建一个“联盟链”,以及遇到的一些问题和收集到的经验教训。

参与PoC的各方包括:中国联通网络技术研究院、万向研究院、上海万向区块链公司、GSMA

1. 主要发现

1.1 分布式账本技术具备商业运营条件

在PoC中我们发现,创建分布式账本节点的过程比较容易,大体包含三个步骤:

- 1、生成证书;
- 2、创建节点;
- 3、运行新创建节点的同时,将该节点添加至分布式账本(Distributed Ledger Technology, DLT)节点列表中。

整个操作过程仅需要一个小时左右的时间。

考虑到只需要一个小时的部署时间花销,本PoC采用的分布式账本平台具备商业业务运营的基本条件。不过如果要具备运营级别的服务能力,还需要考虑防火墙设置、平台修补、监控、节点联网管理等。不过这些方面此次PoC没有涉及。

需要说明的是,实施上面这三个步骤的前提是需要提前准备好分布式账本节点的部署环境。本文档的第5章给出了本PoC某个节点的实际部署环境作为例子。

1.2 网络性能对节点的共识效率影响重大

在PoC的测试中我们观察到:某些节点正常出块,但是极少参与共识。为了表述方便,我们把极少参与共识的节点称之为“迟钝节点”,把参与共识概率高的节点称之为“敏捷节点”。

通过对比部署环境的参数发现,在节点的算力和存储能力都占有绝对优势的情况下,仅因为网速的差异,节点就有可能成为“迟钝节点”。因为在达成共识之前,节点之间有大量的数据需要交互,包括交易信息、区块同步、共识信息等。慢网速意味着节点在区块同步、共识、获取新交易信息的过程中需要花费更多的时间。时间花费多的结果就是节点的处理速度慢、很少有机会参与共识,于是成为了“迟钝节点”。

每次共识时,“敏捷节点”之间达成共识的速度比“敏捷节点”与“迟钝节点”达成共识的速度更快,如果一个分布式账本系统中过2/3的节点为“敏捷节点”,那么“敏捷节点”们会早于“迟钝节点”达成共识。在本次PoC中,联通网研院节点的网速远远低于万向研究院节点的网速,很少能够参与到共识,成为了“迟钝节点”(只有当某个/某些“敏捷节点”宕机时联通网研院的节点才有机会参与共识)。

联通网研院和万向研究院节点的配置见表1。:

节点	网速	网速比较	CPU	CPU比较	内存	内存比较	共识效率
万向研究院	40G/S	高	2核	低	8G	低	高
联通网研院	2MG/S	低	4核	高	16G	高	低

表1 部分节点配置参数及相关对比

基于这一发现, 我们有理由认为高质量的分布式账本网络需要可靠的和高性能的网络基础设施支撑。中国联通有意愿与分布式账本技术平台的玩家合作, 以助力分布式账本技术业务发展。

1.3. 网络连接之外的运营商的潜在业务机会

我们发现, 节点在运行过程中会生成大量日志文件, 会导致磁盘溢出。如果本地磁盘不够, 同时交易数量很大, 则本地磁盘很容易溢出。

在本PoC中, 节点曾采用MPT (Merkle Patricia Trie)数据结构, 通过LevelDB在本地存储数据。此模式受本地磁盘大小的限制。当业务量增加时, 数据就会膨胀并导致磁盘溢出。

MPT支持轻量级客户机和数据跟踪。MPT带来了大量的哈希计算, 但破坏了底层数据存储的连续性。在性能方面, MPT State追求极限的可证明性和可跟踪性, 是以性能和可伸缩性上的妥协为代价。因此需要定期清理磁盘空间并及时删除过期日志来解决磁盘溢出问题。

AMDB (Advanced Mass Database)针对日志导致磁盘溢出的问题进行了优化。AMDB的数据读写请求不经过MPT, 而是直接访问存储, 以减少日志。结合缓存机制, 与基于MPT的存储相比, 存储性能有了很大的提高。

针对这一技术挑战, 这对运营商来说, 与区块链平台提供商合作, 为客户提供区块链平台日志文件大小监测、日志文件迁移以及日志存储存储和网络资源, 有较大市场机会。

2. 应用场景介绍

新能源汽车是近几年发展的重点。人们越来越关注新能源汽车的发展。现在的环保是人们的主打, 是现代化的主要发展的途径, 绿色环保走进人们的生活中。国家战略倾向于大力发展新型能源汽车, 所以最近几年, 我国新能源汽车市场飞速迅猛。那么随之而来的就是新能源汽车的主要配件, 动力电池 (本文中电池指的是统称, 涉及到具体的电芯、电池模组, 电池包会明确指出) 的迅速发展。与此同时, 动力电池产销量爆发也意味着其报废的高峰期即将到来, 实现动力电池梯次利用以被企业提上日程。有业内人士表示, 以我国电动汽车的发展速度, 如果到2025年电动车市场存量超过500万辆, 以一辆车平均配备20千瓦时的电池来估算, 约有1亿千瓦时的锂离子电池进入汽车市场。如果回收处理不当, 将造成严重的环境危害。如何应对电动汽车后市场, 合理回收和利用退役下来的动力电池, 也成为企业的发展方向。

动力电池回收的主要成本是对电池模组性能测试。电池回收企业需要大量的人力、物力、财力对电池模组的剩余价值进行评估。通过电池生产厂商以及电池使用厂商新能源公司的调研, 了解到评估电池剩余价值的主要参数是电池出厂时的可充放电次数, 以及电池在投入使用到回收期间已经使用过的充放电次数。这些数据一般情况下都是保存在电池生产厂商和新能源公司/充电桩公司中。由于没有权威和自动化的系统来记录电池充电/放电数据, 电池回收公司对电池健康状态的相关记录都缺乏信任。该PoC的目的是证明可以维护值得信赖的记录, 以有效地避免这种情况。分布式账本技术被选中来增加相关记录的可靠性, 一以利用电池充电/放电的记录来评估电池的剩余价值, 而不需要通过复杂的电池模组性能测试, 从而降低电池回收的成本。

3. PoC节点部署

3.1. PoC的节点

本PoC中, 7个节点搭建了一条联盟链。各节点均可参与数据共识、记账、数据验证(针对存储在DLT上的数据)等相关活动。联盟链相关的技术架构见图1。基于存储在DLT上的加密hash数据, 万向研究院可以验证链下电池充电/状态信息的正确性。

分布式账本平台和业务平台的关系见图2。

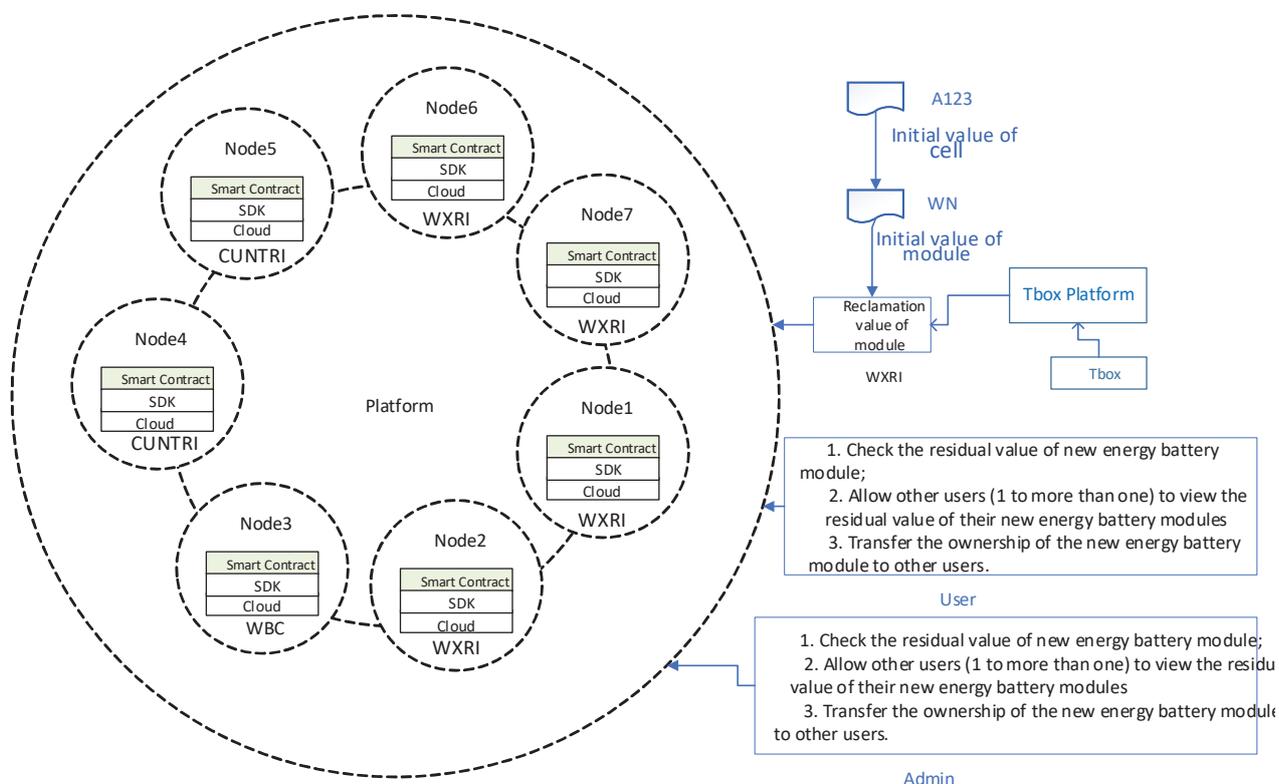


图1 PoC的节点

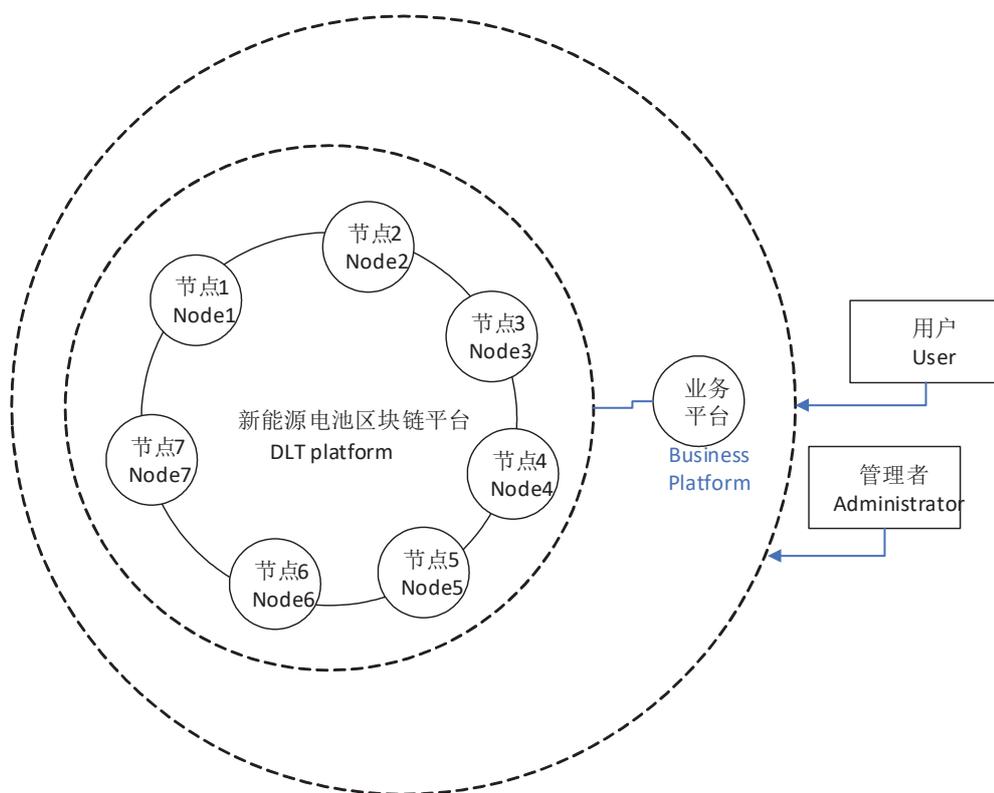


图2 分布式账本平台和业务平台

3.2. 节点部署流程

该PoC项目采用分布式账本技术实现了数据可追溯与难以篡改的功能。该项目基于开源框架技术搭建一条区块链，存储用于外部验证的、部署在新能源汽车上的电池模组相关信息。由于链的各个节点有与之对应的实体机构组织，且该项目也是为内部组织设计的，因此节点通过一定的授权后才能加入与退出网络，由各机构组织组成利益相关的联盟，共同维护区块链的健康运转。因此本次搭建的区块链种类是联盟链类型。该条联盟链由三方运营，分别为万向研究院、中国联通网络技术研究院、万向区块链三方。

由于开源框架采用了针对联盟链定制的PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance)共识机制，其联盟链具有秒级出块，具备高一致性、可用性，抗欺诈能力较强。PBFT算法建议总节点数 $n \geq 3f + 1$ (其中， f 代表作恶节点数)。系统的失效节点数量不得超过全网节点的 $1/3$ 。如果万向研究院、中国联通网络技术研究院、万向区块链三方各运营一个节点的话，需要必须保证节点需要永久运行且一直正常，否则联盟链不能正常进行工作。为了提高联盟链抵御攻击的能力，该联盟链共计建设七个节点，其中万向研究院运营四个节点，中国联通网络技术研究院运营两个节点，万向区块链运营一个节点。为保障三方各自拥有自己的密钥且不被其他方窥见，因此需要采用同一机构生成node证书及节点注册文件的方法，搭建各方节点并组网通信形成一条联盟链。

为了方便理解，在此绘制了搭建一条联盟链的流程图，如图3所示。。

¹ <http://www.wanxiang.com.cn/en/index.php/service>

² http://www.blockchainlabs.org/index_en.html

³ See <https://blockonomi.com/practical-byzantine-fault-tolerance/>

⁴ Being either nodes that might malfunction or which are under the control of malicious actors

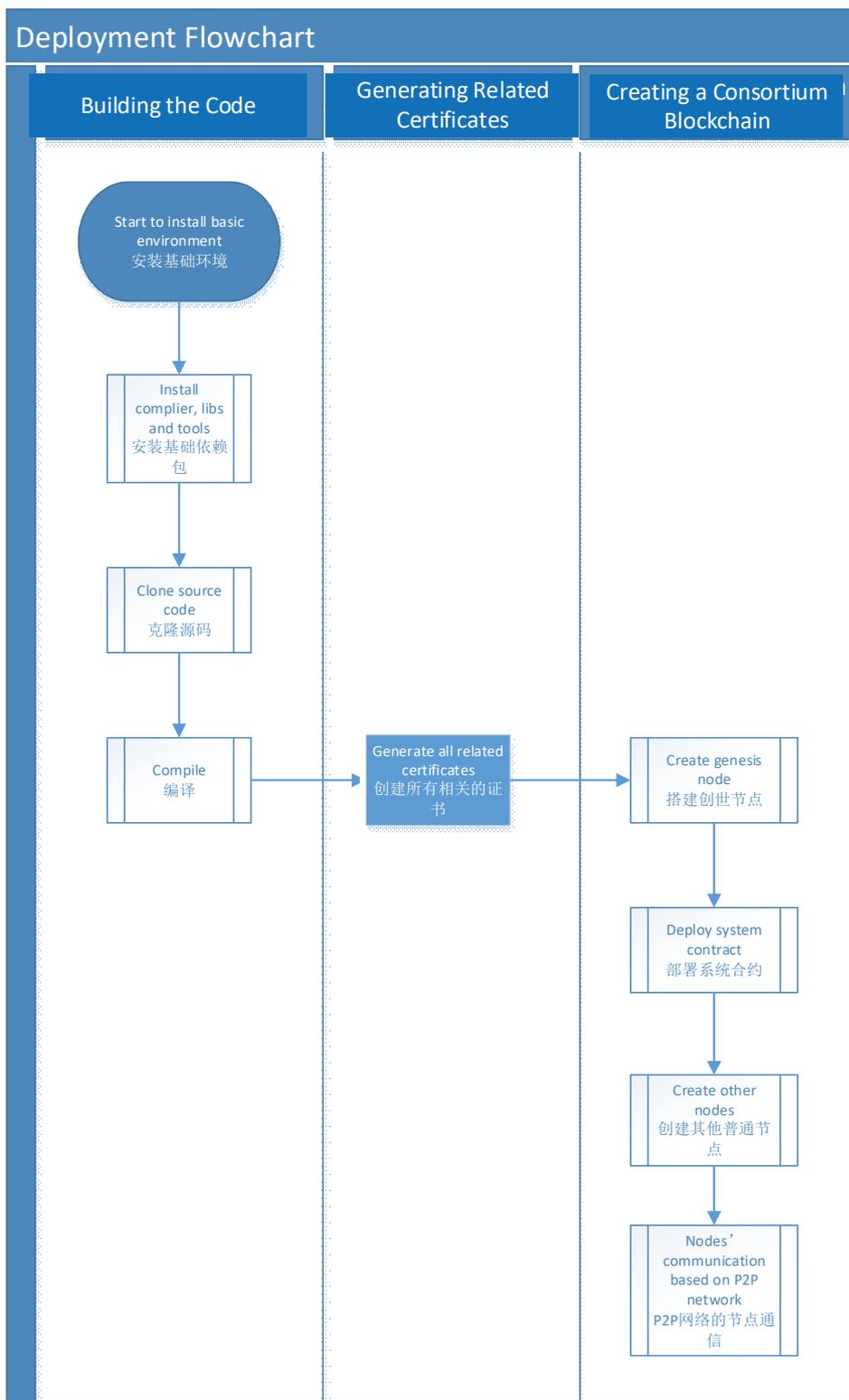


图3 部署流程图

4. 搭建联盟链

4.1. 创建创世节点

创建一条区块链从创建创世节点开始。创世节点是创建一条区块链时建立的第一个节点。该节点在该条区块链正常运营后,与其他节点没有区别。在本PoC制定的规则下,只要满足超过三分之二数量的节点是诚实的情况下,创世节点的退出对区块链也没有影响,创世节点退出了也无需指定其他节点成为创世节点。

经过各方协商本次项目区块链的创世节点由万向研究院进行搭建。

4.2. 部署系统合约

系统合约是本PoC DLT平台的内置智能合约。其中节点的加入和退出涉及到两点是节点管理合约和注销证书合约。系统合约一经部署,全网生效后,一般不轻易变更。若需重新部署变更升级,需全网所有节点都认可且重新更新运行参数配置文件的systemproxyaddress字段后重启。

4.3. 创建普通节点

同一条链中的所有节点共用相同的genesis.json,并且节点所属机构必须都是由同一个链证书所签发。创建普通节点的步骤与创建创世节点的步骤类似。普通节点不需要再修改genesis.json和ca.crt,直接复制创世节点的genesis.json节点的相应路径下即可。

在该PoC中,联通负责搭建两个普通节点。

4.3.1. 创建节点环境

联通搭建的两个节点分别位于阿里云服务器ESC的以下两个路径:

```
/China-Unicom-node0  
/China-Unicom-node1
```

需要在各自的目录创建三个文件夹:

- ➔ “data” 文件夹存放节点的相关证书文件, 需要手动配置相关文件。
- ➔ “log” 文件夹存放日志, 日志文件由系统生成。
- ➔ “keystore” 文件夹存放账户密钥: 账户密钥等文件由系统生成。

4.3.2. 节点启动的依赖文件

节点的启动依赖下列文件, 在启动前, 需要确认文件已经正确的配置:

节点证书身份文件 (/China-Unicom-node0/data)

配置文件 (/China-Unicom-node0/)

连接文件 (/China-Unicom-node0/data/)

4.4. 组网通信

针对已完成网络准入可以进行Peer-to-Peer通信的节点, 网络准入过程涉及P2P节点连接列表添加和证书验证。本PoC分布式账本平台要求节点只有被注册到系统合约记账节点列表中才能参与组网通信与记账。所有的节点注册流程都相同。先注册创世节点再注册其他节点。在注册节点时, 被注册节点必须处于运行状态。

区块链节点间可以自动发起和维持TCP长连接, 在系统故障、网络异常时主动发起重连, 区块链节点建立连接时会使用CA证书进行认证。节点间连接建立流程如图4所示。

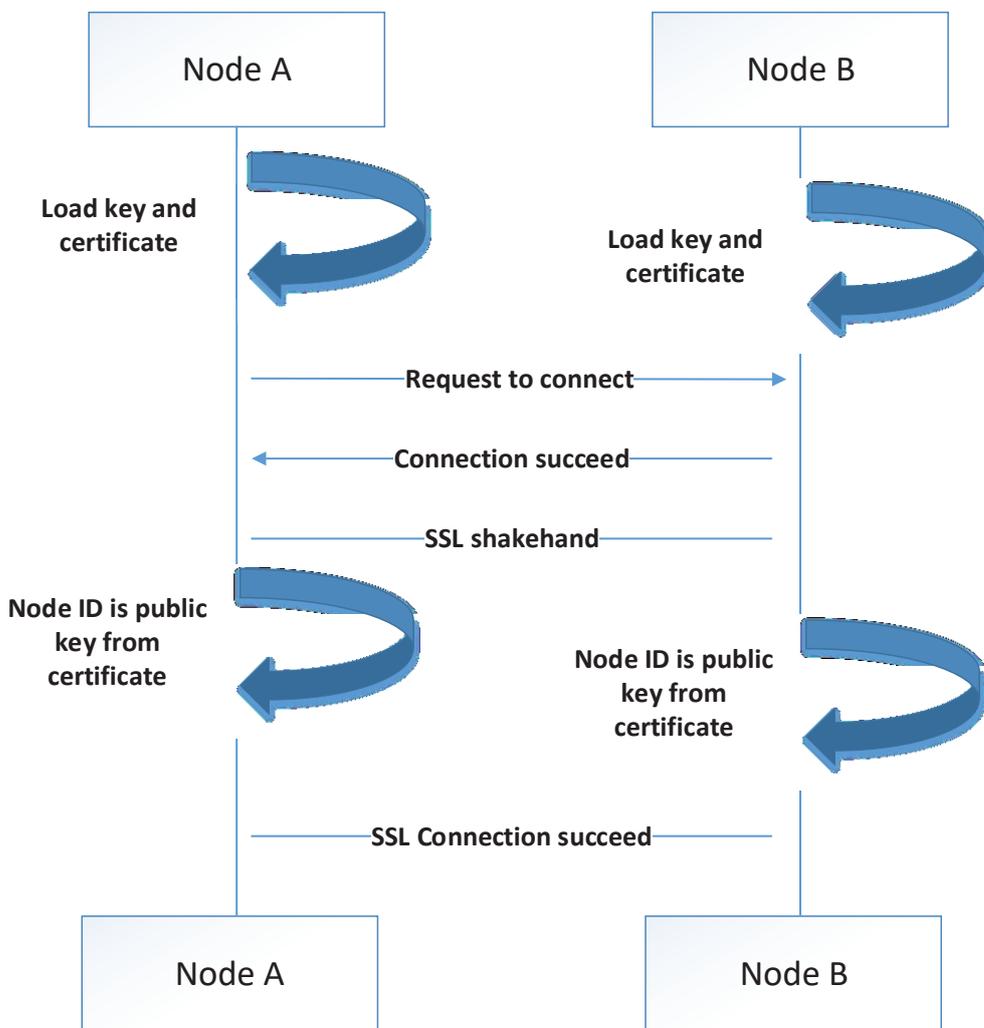


图4 节点间连接建立流程

图5是看到的整条区块链上的的各节点信息, 其中的node4和node5是联通网研院搭建的两个普通节点。

```
[fbcos2@fbcos2 systemcontract]$ babel-node tool.js NodeAction all
{ HttpProvider: 'http://127.0.0.1:8545',
  Outputpath: './output/',
  EncryptType: 0,
  privKey: 'bcec428d5205abe0f0cc8a734083908d9eb8563e31f943d760786edf42ad67dd',
  account: '0x64fa644d2a694681bd6add6c5e36cccd8dcde3' }
Soc File :NodeAction
Func :all
SystemProxy address 0x07536360c0fb65721d55339dde0528be9d97f886
NodeAction address 0x792b33395199425ae6cdf703439541a3e83cd32d
NodeIdsLength= 7
-----node 0-----
id=378549e87c36613902eef2a39cf2e6d00c66f4e9be50683c094bffed2f0a4729338a7f90533d6fccc23a898b26cc560a724bcd38c8ca8d3
bcb461c2d427594b
name=wxr-nodedata-1
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3E6
Idx=0
blocknumber=59
-----node 1-----
id=ca67bad9e742629ebcecf2a4180d6f01de138532d45fe34dfacbf54d97f6644d975a271a41e7f993a44347bea0f41f0c46c61b878e7c3fe
a27e72077fd97dd3
name=wxr-nodedata-2
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3E7
Idx=1
blocknumber=60
-----node 2-----
id=b11adc7ace0db091c4f3fef6192892373e41b76f63164b093974daa2c36cd67610cfebb5d0ce0751079659037324fad5aca35f0951a16c48
9fb6371d2c11a7dc
name=wxr-nodedata-3
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3EB
Idx=2
blocknumber=61
-----node 3-----
id=4878b6456c57fd647de48538e8c60e1acc75ffe78b424181018334852146ca10a1c58675a6746060c1b835005081a98550adb4d10026d7a5
2a2b27c167c2ad34
name=wxr-nodedata-4
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3EC
Idx=3
blocknumber=62
-----node 4-----
id=b2e36d2ec19b6e33af055c07d48123efb39c471ad74ffbb42ba118eed160658499f32e5fc1fd2b48e951230c44ece38722636e7d16b51540
faa58480513403cc
name=China-Unicom-node1
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3E9
Idx=4
blocknumber=63
-----node 5-----
id=86e98a8dd9d791684d885fac8fa32959b4f490e024871030744df3e928f4c46a4fdc5d54ef35d5f66d665732d5ec90870afe68514c957451
a9e40de4eec05b78
name=China-Unicom-node0
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3EF
Idx=5
blocknumber=66
-----node 6-----
id=cb07a3c948b06b825d28984eef83fe50a55053cb9330c759f9e480574c5c9aec7a7e9cbc7004022e9c29ba670f33fd39c604d93fc277486a
f7c187ea8ac11775
name=WXBC
agency=POC
caHash=EA9CC68F8EF3E3F0
Idx=6
blocknumber=67
```

图 5 整条区块链上的节点信息

4.5. 节点删除

像注册节点一样,节点删除也是用来系统合约中的节点管理合约去删除节点。然后查看记账列表,看不到相应节点的信息,表示节点已经退出了记账列表。

在节点加入网络后,节点间通过证书进行通信。DLT平台的管理者,可以通过登记证书到注销证书列表,来禁止使用该证书的节点接入网络。

5. 实际部署环境

在实际部署时可以采用多种部署环境。表2的配置是选择了PoC的一个节点的实际部署环境作为例子展示给感兴趣的读者。

配置信息	
CPU	4 核
内存	16GB
实例类型	Optimized I/O
操作系统	Ubuntu 14.04 64bit
带宽	2Mbps
系统云盘空间	51GiB
数据云盘空间	640GiB

表2实际部署环境