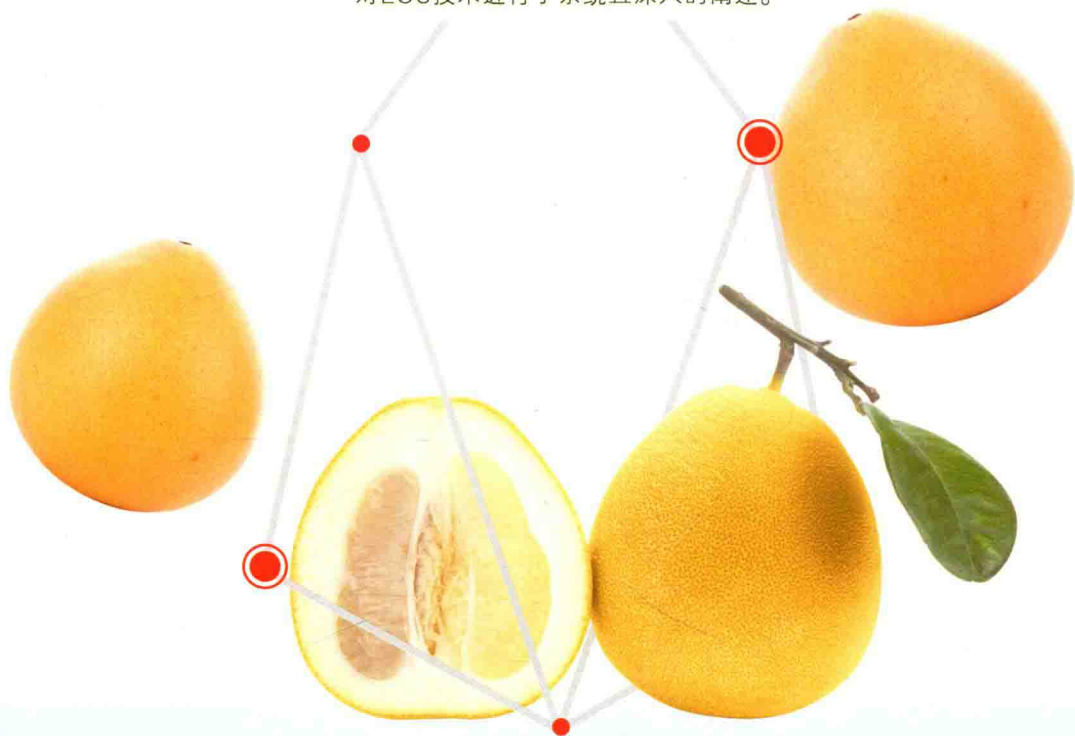


本书结合实战经验，
从基础的概念和原理，到一线的执行与案例，
对EOS技术进行了系统且深入的阐述。



EOS区块链

应用开发指南

虞家男◎编著

EOS区块链

应用开发指南

虞家男◎编著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

EOS被称为区块链3.0,是下一代区块链技术,本书将向读者展示EOS区块链技术的众多概念和特性。全书共分为7章,分别是初识EOS、EOS的工作原理、开发工具和环境、编写智能合约、EOS RPC接口、创建和部署DApp、部署基于EOS的侧链等。

本书希望能够帮助开发者进入EOS的世界并比较容易地上手开发DApp。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

EOS 区块链应用开发指南 / 虞家男编著. —北京: 电子工业出版社, 2019.1

ISBN 978-7-121-35072-6

I. ①E… II. ①虞… III. ①电子商务—支付方式—程序设计—指南 IV. ①F713.361.3-62
②TP311.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 218139 号

责任编辑: 付 睿

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订: 北京季蜂印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 720×1000 1/16 印张: 16.5 字数: 227 千字

版 次: 2019 年 1 月第 1 版

印 次: 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 69.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: 010-51260888-819, faq@phei.com.cn。

前言

科技界的发展规律遵循“天下大势，分久必合，合久必分”，区块链世界的发展也许正得益于“分”这个大势。

从中心化的传统信息系统世界逐渐过渡到去中心化的区块链新世界，我们正有幸经历着一场从“合”到“分”的生产关系伟大变革。在这个过程中，区块链也在现有如 PoW、PoS 这些完全去中心化的共识方式的基础上，开始了一些从“分”到“合”的有益探索，就像 EOS 的 DPoS+BFT 这种去中心化与中心化相结合的共识模式一样。

在分分合合的大势下，EOS 主网正式上线。经历了比特币、以太坊两代区块链的发展，EOS 被称为区块链 3.0。

对开发者来说，应该怎样学习并进入 EOS 的世界？如何使用 EOS 开发 DApp？本书希望能够在这些问题上给还未进入区块链世界的开发者们提供一些帮助。

读者服务

轻松注册成为博文视点社区用户 (www.broadview.com.cn)，扫码直达本书页面。

- **提交勘误**：您对书中内容的修改意见可在 [提交勘误](#) 处提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动**：在页面下方 [读者评论](#) 处留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/35072>



第 1 章 初识 EOS	1
1.1 区块链操作系统.....	1
1.1.1 什么是 EOS.....	1
1.1.2 EOS 要解决什么问题.....	1
1.1.3 EOS 的解决方案.....	2
1.1.4 EOS 的生态发展需要哪些支持.....	4
1.2 EOS 开发团队	8
1.3 EOS 基础名词解释	11
1.3.1 区块链	11
1.3.2 比特币	11
1.3.3 以太坊	12
1.3.4 智能合约	14
1.3.5 DApp 去中心化应用.....	15
1.3.6 共识机制	16
1.3.7 出块时间	16
1.3.8 IPFS	16
1.4 EOS 系统的特点	18
1.4.1 设计理念	18
1.4.2 功能特性	20
1.4.3 经济模型	21

1.5	EOS 技术意义	22
1.5.1	EOS 与 BTC	22
1.5.2	EOS 与 ETH	22
1.5.3	EOS 与腾讯服务器集群	23
1.5.4	并行执行智能合约	25
1.5.5	数据中心级节点	26
1.5.6	跨链通信与更加轻量级的默克尔树证明	27
1.5.7	拓展性	28
1.5.8	拒绝服务攻击 DDoS	28
1.6	开发进度规划	30
1.6.1	阶段 1: 最小可行的测试环境 (2017 年夏季)	30
1.6.2	阶段 2: 最小可行的测试网络 (2017 年秋季)	32
1.6.3	阶段 3: 测试&安全审计 (2017 年冬季, 2018 年春季)	33
1.6.4	阶段 4: 并行优化 (2018 年夏季/秋季)	34
1.6.5	阶段 5: 实现集群 (未来)	34
1.7	EOS 系统当前面临的挑战	34
1.7.1	开发者的成本	34
1.7.2	潜在的攻击 EOS 系统的方法	35
1.7.3	超级节点的服务器成本和稳定性	35
1.8	总结	36
第 2 章	EOS 的工作原理	37
2.1	EOS 系统架构	37
2.2	区块数据结构	39
2.2.1	区块头 (block_header)	39
2.2.2	区块摘要 (signed_block_summary)	40
2.2.3	区块	41
2.3	EOS 的账户体系	41

2.3.1	什么是账户	41
2.3.2	什么是交易	42
2.3.3	什么是公钥	42
2.3.4	什么是密钥对	43
2.3.5	什么是权限	43
2.3.6	账户权限的更新	43
2.3.7	什么是钱包	44
2.3.8	账户和钱包的关系	44
2.3.9	EOS 权限管理	46
2.3.10	丢失密码可恢复	53
2.4	EOS 的共识机制	54
2.4.1	EOS 共识机制的历史背景	54
2.4.2	什么是 BFT-DPoS	54
2.4.3	交易的数据结构	56
2.4.4	每秒处理交易数 (TPS)	57
2.4.5	交易确认	57
2.4.6	交易作为权益证明 (TaPoS)	58
2.4.7	DPoS 的不可逆确认算法	58
2.4.8	EOS 共识机制的优势	59
2.4.9	EOS 共识机制的问题	61
2.5	社区治理模式	62
2.5.1	超级节点	62
2.5.2	节点基础配置	62
2.5.3	节点收益	63
2.5.4	EOS 主网启动过程	64
2.5.5	节点投票的设计	65
2.5.6	并行的 EOS 主网	68
2.6	EOS 资源的经济模型	68
2.6.1	什么是 EOS 资源	68

2.6.2	EOS 不是免费的吗? 为什么还要消耗资源.....	70
2.6.3	EOS 资源模型与 ETH 的不同.....	70
2.6.4	CPU 和带宽的抵押模型.....	71
2.6.5	内存买卖模型.....	72
2.6.6	EOS 收费模式可能存在的问题.....	73
2.7	总结.....	74
第 3 章	开发工具和环境.....	75
3.1	EOS 客户端安装.....	75
3.1.1	硬件和系统要求.....	75
3.1.2	环境准备.....	76
3.1.3	安装 EOS.....	76
3.1.4	验证安装结果.....	78
3.1.5	单节点测试.....	78
3.1.6	多节点测试.....	79
3.1.7	测试节点同步.....	80
3.1.8	主网节点同步测试.....	81
3.1.9	如何更新 EOS 版本.....	84
3.1.10	编译安装常见问题.....	86
3.2	nodeos 命令行工具.....	89
3.3	cleos 命令行工具.....	91
3.4	keosd 钱包.....	95
3.4.1	如何运行 keosd.....	95
3.4.2	命令参考.....	96
3.4.3	使用 nodeos 管理钱包.....	98
3.5	EOS 源代码结构.....	99
3.6	EOS 编程开发工具.....	103
3.6.1	Visual Studio Code.....	103
3.6.2	CLion.....	104

3.7	技术社区.....	105
3.8	总结.....	105
第 4 章	编写智能合约	106
4.1	什么是 EOS 智能合约	106
4.2	C/C++.....	106
4.2.1	预处理和头文件	107
4.2.2	构造函数	107
4.2.3	私有函数	107
4.2.4	公有函数	108
4.2.5	设置 Action	108
4.2.6	.h、.hpp 和.cpp 文件.....	108
4.3	WebAssembly.....	109
4.4	ABI.....	110
4.5	通信模式.....	115
4.5.1	Action	116
4.5.2	Transaction	117
4.6	控制结构.....	117
4.7	数据类型.....	117
4.7.1	自定义类型	117
4.7.2	结构体	119
4.7.3	结构体的别名	121
4.8	EOS 智能合约数据库	122
4.8.1	什么是 EOS 智能合约数据库.....	122
4.8.2	多重索引数据库 API (Multi-Index API)	123
4.8.3	数据表	124
4.8.4	多索引	125
4.8.5	迭代器	126
4.8.6	使用 multi-index 表.....	126

4.9	eosio 账户	129
4.10	eosiolib 库	129
4.11	系统合约	131
4.11.1	eosio.bios 智能合约	131
4.11.2	eosio.token 智能合约	133
4.11.3	exchange 智能合约	133
4.11.4	eosio.msigsig 智能合约	133
4.12	李嘉图合约 (Ricardian Contract)	134
4.13	应用实践 1: Hello World	135
4.13.1	你的第一个 EOS DApp	135
4.13.2	搭建智能合约测试环境	135
4.13.3	创建 DApp 工程	140
4.13.4	编译智能合约	141
4.13.5	部署智能合约到账户	143
4.13.6	调用智能合约	144
4.13.7	李嘉图合约	144
4.14	资源消耗限制	147
4.15	调试智能合约	148
4.16	智能合约安全性	148
4.16.1	溢出漏洞处理	148
4.16.2	智能合约更新升级	149
4.16.3	EOS 核心仲裁法庭解决争议	149
4.17	应用实践 2: eosio.token 智能合约	150
4.17.1	创建账户	150
4.17.2	部署智能合约	151
4.17.3	创建 EOS Token	151
4.17.4	发行 Token	152
4.17.5	转账	153
4.18	总结	154

第 5 章	EOS RPC 接口	155
5.1	配置插件	155
5.2	测试工具	155
5.3	主网 RPC 接口地址	156
5.4	主要接口功能说明	157
5.4.1	API 参数	157
5.4.2	Chain API	157
5.4.3	Wallet API	158
5.5	获取智能合约数据	158
5.6	客户端签名	160
5.6.1	keosd 签名	160
5.6.2	eosjs 库签名	162
5.6.3	eosjs2 库签名	164
5.6.4	mds-eosjs 库签名	166
5.7	应用实践 3: EOS 钱包	168
5.7.1	钱包的各种类型	169
5.7.2	钱包的数据和界面	169
5.7.3	查询账户余额	169
5.7.4	转账	170
5.7.5	开源 EOS 钱包	171
5.8	应用实践 4: 区块链浏览器	172
5.8.1	基本信息	172
5.8.2	区块列表与区块详情	173
5.8.3	交易详情	177
5.8.4	查询账户交易记录	181
5.9	总结	183
第 6 章	创建和部署 DApp	184
6.1	什么是 DApp (去中心化应用)	184

6.2	DApp 基础架构	185
6.3	Demux DApp 架构	186
6.4	MongoDB 数据库插件	189
6.5	智能合约的资源消耗	191
6.6	应用实践 5: TicTacToe	192
6.6.1	游戏规则	193
6.6.2	合约开发	193
6.6.3	创建 ABI 文件	205
6.6.4	编译合约	207
6.6.5	部署合约	207
6.6.6	命令行测试游戏	207
6.6.7	创建 Web 前端应用程序	209
6.7	应用实践 6: Todolist DApp	211
6.7.1	创建 table	212
6.7.2	创建 Action	213
6.7.3	部署和命令行测试	214
6.7.4	前端实现	215
6.8	应用实践 7: EOS Blog DApp	217
6.8.1	合约开发	217
6.8.2	前端开发	220
6.9	其他著名 EOS DApp 案例	222
6.9.1	Everipedia——基于 EOS 的维基百科	222
6.9.2	Chintai——EOS 通证租赁平台	224
6.9.3	EOSfinex——基于 EOS 的去中心化交易所	226
6.9.4	RiskExchange——基于 EOS 的风险交易所	227
6.10	总结	228
第 7 章	部署基于 EOS 的侧链	229
7.1	主链和侧链	229

7.1.1	主链	229
7.1.2	侧链	229
7.1.3	分层网络架构	230
7.2	侧链的意义	231
7.2.1	根据资源付费的无币区块链	231
7.2.2	降低开发资源费用	231
7.3	启动多节点测试侧链	232
7.4	启动支持投票的 EOS 侧链	237
7.4.1	手动执行启动过程	237
7.4.2	配置初始启动节点	238
7.4.3	IP 地址准备和 P2P 连接	238
7.4.4	启动 genesis 节点	238
7.4.5	为 eosio 账户创建密钥	239
7.4.6	创建重要的系统账户	239
7.4.7	部署 eosio.token 智能合约	240
7.4.8	部署 eosio.msg 智能合约	241
7.4.9	创建 SYS Token	242
7.4.10	部署 eosio.system 智能合约	243
7.4.11	切换到多节点	243
7.4.12	抵押 Token 和拓展网络	244
7.4.13	创建抵押账户	245
7.4.14	注册出块节点	246
7.4.15	eosio 撤销权限	249
7.5	总结	250
	本书总结	251
	参考文献	252

初识 EOS

1.1 区块链操作系统

1.1.1 什么是 EOS

EOS 是 Block.One 公司正在研发的一个区块链底层公链系统，其目的是解决现有区块链应用性能低、安全性差、开发难度高以及过度依赖手续费的问题。基于 EOS，任何团队都可以以比较快的速度开发出所需要的 DApp（基于区块链的分布式应用），这些应用可以让普通人无须任何手续费（例如，以太坊的 Gas）就方便地使用，甚至很难感受到正在使用的是区块链应用。

1.1.2 EOS 要解决什么问题

目前的区块链技术缺乏使终端用户与开发者连接起来的能力，也缺乏建立大规模业务的技术。因此，Block.One 公司提出了 EOS，一种高性能以及自治的区块链，一个大规模的面向消费者的分布式应用操作系统。

EOS 的系统设计围绕解决目前阻碍分布式应用被广泛采用的一些主要问题展开。持有 EOS 代币的第三方分布式应用开发者可以在 EOS 上发布一

个或多个应用。EOS 分布式应用的解决方案对开发者的吸引力在于其可扩展性，例如，在子链、侧链和跨链技术成熟后，EOS 每秒可以处理上达数百万笔交易并且无须用户支付交易手续费。EOS 的团队和合作伙伴都很强大，目前关于 EOS 的资料和研究团队越来越多。

1.1.3 EOS 的解决方案

1. 技术架构方面

通俗地讲，EOS 的技术架构就是可以实现现有任何高性能去中心化应用的基础架构，提供给开发者透明的网络带宽、计算资源、存储资源，并且对开发者友好。

我们可以把 EOS 看成一个去中心化的阿里云或者 AWS 生态。它的性能比以太坊（ETH）高许多倍，因此如果拿它做去中心化交易系统、社交网络、即时通信、预测平台等应用，都会有非常好的用户体验，Steem 和 BitShares 已经是其成功案例。ETH 虽然提出了分片和 PoS 的方案，但目前其扩容进度总体较慢，而 EOS 已经上线的主网的 TPS（代表系统处理能力的性能指标，即每秒处理交易数）最高可达 2000 多（作者完稿时）。

2. 经济模型方面

经济模型对于区块链很重要的原因有如下两个。

第一，区块链为了避免网络攻击每次交易需要收取 Gas 或者手续费。

第二，经济模型作为 Token 价值的载体，在整个系统的激励机制中扮演着重要角色。

Gas 费用的存在，导致很多小白用户使用区块链应用的门槛很高。试想注册需要发起一个交易，发帖、点赞、删除也需要，并且使用之前还要给 ETH 充值。这不符合目前绝大多数用户的互联网免费思维（即用户认为互联网上的产品可以免费使用），而 EOS 平台从机制上支持用户完全免费使用，在初始时可以由应用开发者为用户抵押资源。拥有的代币是一种权益证明，证明你能够使用多少资源。从商业逻辑上看，EOS 支持“B 端收取服务费，C 端免费”的模式。

3. 应用开发方面

EOS 的超高性能可以承载数量众多的 DApp 应用，所以我们可以预见，EOS 将成为可以孵化出众多独角兽项目的超级独角兽平台。

EOS 为什么那么快呢？核心原因是它使用了 DPoS 共识机制，ETH 全网的节点都参与生产或验证区块，而 EOS 只有 21 个超级节点，因此 EOS 可以更快地达成一致、生产区块。

这些 EOS 超级节点都是经过社区投票选择出来的，为了保持自己处在投票前列，这些超级节点会投入巨大的成本来升级硬件配置，随着 EOS 超级节点的逐步竞争和升级，不久的将来它们都会成为一个个超级数据中心。而同时，成为超级节点所获得的代币奖励也非常丰厚，并会随着 EOS 生态的发展进一步增值。

EOS 的另一个特点是，具有比较好的标准化和封装。作为区块链中的底层公链系统，就像手机的 Android 系统或 iOS 系统，开发者在 EOS 上开发出一款应用，普通用户就可以直接使用，而不需要安装其他辅助性软件。

我们可以把 EOS 类比成微信，微信为用户提供了账户、支付系统、朋友圈等各种基础设施，然后由开发商在上面直接开发一些小程序，所有的

微信用户就都可以使用了。在 EOS 上，开发商开发的是 DApp 应用，而且与微信不同的地方是，EOS 网络并不受某个公司的控制，它属于整个 EOS 社区的用户。

1.1.4 EOS 的生态发展需要哪些支持

EOS 的生态发展需要三个方面的支持：用户、开发者和超级节点，并在他们的互相作用下发展壮大。

1. 如何满足用户

对普通用户来说，选择 DApp 应用时的基础需求是用户体验好、免费、安全、可靠。

EOS 针对基础需求的解决方案如下。

(1) 秒级事务处理

所谓秒级事务处理，最简单的例子就是，你在 EOS 网络上转账，只需要 1s 就到账了。

不同数字货币的每秒交易处理峰值或者 TPS 不同，比特币是最少的，每秒最多可处理 7 笔交易，以太坊每秒 15 笔，以太坊用户应该都经历过以太坊网络拥堵的时候，一笔转账交易需要接近半天才能到账。

而 EOS 的终极目标是每秒处理上百万个请求（通过子链和侧链实现）。

(2) 支持免费使用模型

使用基于 EOS 开发的 DApp，用户并不需要支付任何转账费用、交易