

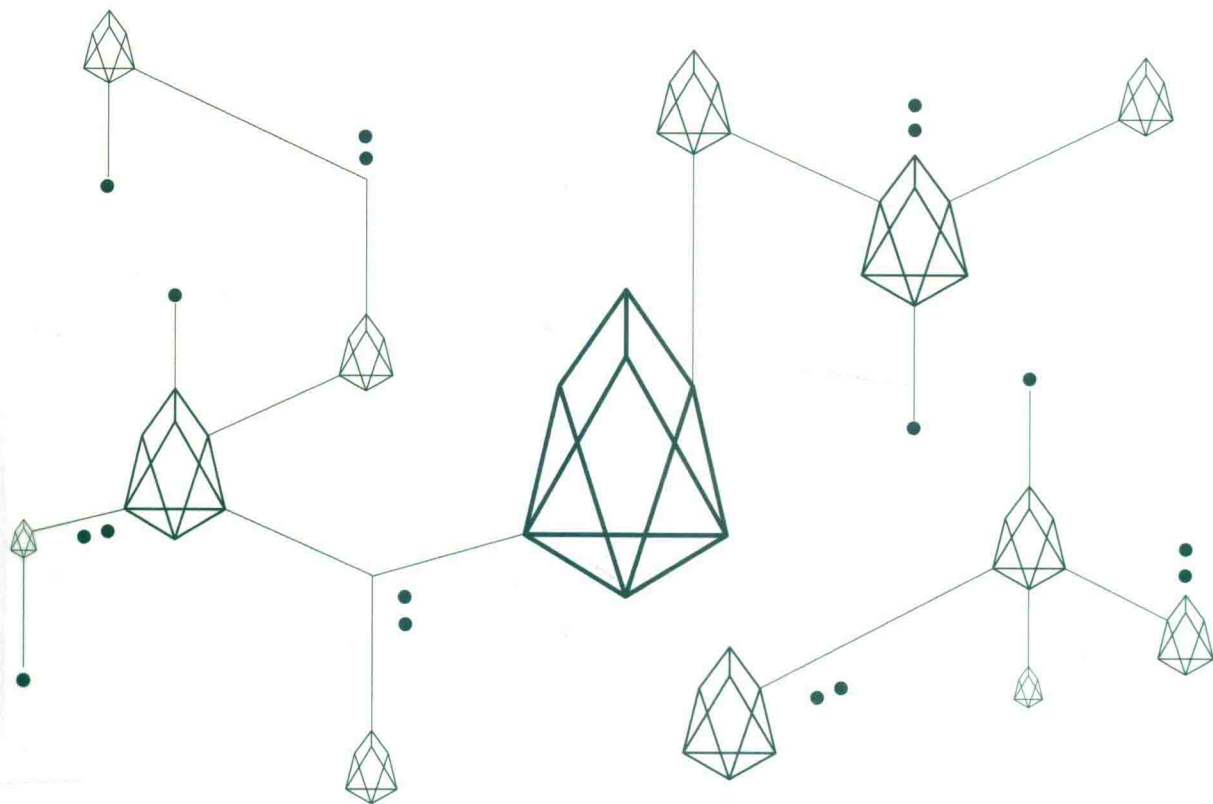
DIVE INTO EOS

Theory Analysis and Developmental Practices

深入理解EOS

原理解析与开发实战

李万才 林琪钧 郭琦康 廖洋阳 著



机械工业出版社
China Machine Press

区块链
技术丛书

DIVE INTO EOS

Theory Analysis and Developmental Practices

深入理解EOS

原理解析与开发实战

李万才 林琪钧 郭琦康 廖洋阳◎著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

深入理解 EOS: 原理解析与开发实战 / 李万才等著. —北京: 机械工业出版社, 2019.1
(区块链技术丛书)

ISBN 978-7-111-61529-3

I. 深… II. 李… III. 电子商务 - 支付方式 - 程序设计 IV. ① F713.361.3 ② TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 279525 号

深入理解 EOS: 原理解析与开发实战

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 孙海亮

责任校对: 殷虹

印刷: 中国电影出版社印刷厂

版次: 2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 186mm×240mm 1/16

印张: 16.75

书号: ISBN 978-7-111-61529-3

定价: 79.00 元



凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

Foreword 推 荐 序

关于 EOS，总有些狂想是可以实现的（后附英文原版）

托马斯 Block.One 原产品副总裁

热爱 EOS 的人至今已经有数千万了，每个人都有自己的理由。EOS 推崇者和爱好者们，可能来自不同的国家，拥有不同的经历，职业并不一定相同，甚至所用的语言也完全不同，他们却拥有同样的坚持和热爱，怎么看这都是一件神奇的事儿。EOS 正在用自己的魅力感染着更多人了解自己进而了解什么是区块链。

对于 EOS 相关信息的研究及传播，EOS 的爱好者、研究者、BP 候选人都尽了自己最大的努力。

相信本书的读者应该有一部分阅读过我的《EOS.IO 公约草案 0.1 版本》，其中我提到一个非常重要的原则“仅限英语”，因为直到现在我依然认为多语种会带来理解的偏差。当然，其中还有一部分原因是我对其他语言的掌控能力可能不如英文。所以在李万才博士告诉我，他的这本书写完了，并希望我阅读之后撰写一篇序言时，我的第一反应是“我应该怎么去读它”以及“我是否会对他的著作内容产生理解偏差”。

中文并不是一门可以快速从入门到精通的语言，它的复杂程度是难以用语言进行描述的。还好李万才博士的翻译团队用他们的专业和耐心辅助我读完了这本书。

从内容上说，这是一本对 EOS 爱好者甚至区块链观察者非常友好的书。它是一本专业的书籍没错，但它在最大程度上做到了用最通俗的语言去完成 EOS 系统原理的文字表述，哪怕是对 EOS 了解并不深刻的读者，也能够看懂这本书在说什么。在实际操作层面，本书中基于 EOS 的 DApp 开发和基于 EOS 的侧链 / 竞争链开发，也做到了尽

可能详细，它像是一本产品说明书一样，让初学者也能够尽快上手。

我相信李万才博士在写这本书时，一定倾注了自己对 EOS 强大的热爱，否则它不会同时具备“通俗易懂”和“内容深刻”两个特征。如果说原理篇是新手入门的基础、实战篇是手把手教大家开发的教程说明，那么附录部分，则是为读者完成认知升级的含金量较高的一个部分。李万才博士在附录中所展示的内容并不是一些专属名词或者参考网站，而是 EOS 主网的系统优化方向。这不是刚接触 EOS 的人能够快速抵达的思想高度，也并不是每一个开发 EOS 的人都能拥有的思想深度。所以，这虽然是一本初学者都能看懂的书，但在对 EOS 的认知和理解上，李万才博士确实是深刻而富有远见的。从他对 EOS 原理介绍时所用的激情满满的文字中，你可以看到他对 EOS 的执着。如果你也深切地热爱 EOS，并坚信 EOS 的未来无限美好，那么，读这本书时你所获得的灵魂共鸣不会比我少。

至于什么人需要阅读这本书，我想远远不止 EOS 的爱好者、研究者和开发者，还应该包括区块链的爱好者、研究者、开发者和观察者。当然，还应该包括对新生事物充满好奇的人们。

EOS 每天都在不断发展壮大，每一个脚印都伴随着惊叹。它诞生在聚光灯之下，一举一动都那样引人注目，中文名的挑选轻而易举地使它成为区块链行业的头条新闻，主网相关的资讯都能在短短几小时内传播到世界各地——对 EOS 的热爱和关注，可以打破时间和地域的格局，这是一件多么伟大的事情。何况即便是到了已经被大众所认知的今天，EOS 也以自己与众不同方式在生长，逐渐从小众的狂热变成了大众的认可。

今天如果还有人问区块链是否可以落地、有什么已经落地的成果，那么 EOS 和 DApp 必定是答案之一，这也是我在序言标题中所说的“关于 EOS，总有些狂想可以实现”。EOS 三个字母、BM、千万人的共同狂热，这些词汇聚在一起，是这么美妙而令人激动。

每个人都有自己的技术信仰，至于你的信仰是否能够成真，只看你愿意为这个技术付出多少贡献，以及这个技术能被拥有信仰的人们推进到怎样的地步。EOS 是我和李万才博士，还有众多的 EOS 爱好者们共同的、不可动摇的信仰。希望这本书能够为读到这篇序言的你带来一些帮助，也很高兴能够与李万才博士一起为 EOS 的推广做出一些微薄的贡献。关于 EOS，未来已来，梦想可期。

Foreword Amazing EOS idea is coming soon Thomas B. Cox Former VP of Product of Block.One

There are tens of millions of EOS enthusiasts, and everyone has their own reasons. It's amazing that they come from different countries, have different experiences and occupations, and speak different languages, yet share the same persistence and passion. EOS is so attractive that more people start to understand EOS and what blockchain is.

EOS enthusiasts, researchers, and block producers and candidates have done their best to research and disseminate information related to EOS.

I believe that some readers have read the early versions of the EOS.IO constitution that I drafted, in which I mentioned a very important principle "English only", and I still believe that mixing multiple languages will bring misunderstanding. Of course, part of the reason is that I'm not as good at other languages as I am at English. So when Dr. Li Wancai told me that his book was finished and hope I can write a preface after reading, my first reaction was "how should I read it" and "how can I understand the content of his book".

Chinese is not a language that can be quickly learned and easily mastered. Its complexity is difficult to describe. Fortunately, Dr. Li's translation team brought great professionalism and patience.

In terms of content, I believe you will find this is a very friendly book for EOS enthusiasts and even blockchain watchers. It is a professional book, using the most popular language to express the principles of the EOS system. Even readers who don't know

much about EOS can understand what the book is saying. In terms of actual operation, the development of EOS-based Dapp and EOS-based side chain/competition chain in this book are as detailed as PoSsible, just like a product manual, which enables beginners to get started as soon as PoSsible.

The book reflects the time and effort Dr. Li Wancai put into writing. How else could he achieve "easy to understand" and "deep content" at the same time? If the principle article is the basis for beginners and the actual practice is the development tutorial section, then the appendix is the high value reference section. What Dr. Li Wancai shows in the appendix is not some exclusive terms or reference websites, but the direction of system optimization of EOS main network. People who are new to EOS are not able to reach the level of thought quickly, and not everyone who develops with EOS can have the depth of thought. Therefore, although this is a book that beginners can understand, Dr. Li Wancai is indeed profound and far-sighted in his cognition and understanding of EOS. From his passionate introduction to EOS principles, you can see his dedication to EOS. If you are deeply passionate about EOS and believe that the future of EOS is infinitely better, then you will gain a lot of soul resonance when reading this book;

For anyone who needs to read this book, I think far more than EOS enthusiasts, researchers and developers. It should also include blockchain enthusiasts, developers and observers, of course, include people who are curious about new things.

EOS continues to grow and develop every day, and every footprint is accompanied by wonder. EOS was born in the spotlight, every movements are so eye-catching. The selection of Chinese names has easily become the headline news of the blockchain industry. All the information related to the mainnet can be spread to the world in just a few hours. - the attention to EOS can break the pattern of time and Region, which is a great thing. Moreover, even today, when it has been recognized by the public, EOS is growing in a different way, and gradually becomes a public recognition from the fanaticism of the niche.

Today, if someone asks whether blockchain can landed and what has already been done, then EOS and the eos based dApp must be one of the answers, which is also what I said in the preface title "Amazing EOS idea is coming soon". The three letters "EOS",

"Daniel Larimer", "thousands of EOS enthusiasts", it's so wonderful and exciting that these words come together.

Everyone has their own beliefs about the role and purPoSe of technology. But if you want your beliefs to become visible in the world, your success depends on how much you are willing to contribute to the technology and how far it can be advanced by people of faith. Faith is key. And EOS happens to be a belief shared by me and Dr. Wancai li, as well as by EOS enthusiasts. I hope this book can bring you some help in reading this preface, and I'm glad to make some insignificant contributions to the promotion of EOS together with Dr. Li Wancai. Regarding EOS, the future has come and the dream is PoSsible.

前 言 Preface

为什么要写这本书

2014 年的夏天，我大部分时间都待在热气腾腾的深圳，身边的矿机嗡嗡作响，环境温度在 40 度以上，可那时我们这些创业者们却好似身在冰窟，心里无比凄凉。那时的我们没见过多少世面，也没经历过太多波折，比特币、莱特币、狗狗币是我们仅有的对区块链这座冰山的小小一角的窥视。但也正是在那个绝望的时刻，我接触到了 Bitshares，这也是 Daniel Larimer 的第一个项目，当然觉得特震撼。在那个时代，出现这个级别的产品，简直就如同比特币最初的横空出世，让人敬畏。

天才总是充满着野心和想象力，之后的 STEEM，现在的 EOS，都是 Daniel Larimer (以下简称 BM) 不断为区块链，乃至整个商业世界带来的超级创新项目。特别是 EOS，它勾勒出了区块链 + 云计算 + 大规模商业应用的未来图谱，让所有对区块链心生好感的人都充满了期望：这种技术如果普及了，能从多大程度上改变世界，改变我们自身呢？

为什么我们如此热爱 EOS，并选择 EOS 作为一个智能合约平台的载体呢？我先给出自己的理由：

(1) 我喜欢与众不同的人和不随波逐流的人，尤其是还能做出令人觉得瞠目结舌的产品的人。我是 BTS 和 STEEM 的深度用户，我觉得它们优雅、精致、超前于时代；我觉得它们的架构和技术能够实实在在地让我感到既酷又适于每日品玩。我看过 BM 的很多文章，那种既带着些许忧郁感又拥有自己的哲学高度，还能深入到技术细节的文字，让我感触良多。也许，在潜意识中，我也想成为 BM 那样的人吧。

(2) EOS 是一个从实践中、从小而美的应用中、从历经时间磨砺的系统中抽象出来的某种设计理念的实体化，不同于各种无中生有、野心勃勃的大概念和大设想，它更为亲切和熟悉，像是一个被顺水推舟解出的方程式，像是一部美剧中可独立成章的主线剧情，它自然而然地发生，无比贴合你一直以来的期待。

(3) 看好 EOS，是一个迭代更新的过程。随着不断地为 EOS 贡献微小的价值，我能感受到价值的积聚，以及这种价值的吸引力。而随之而来的成就感又激励我进一步做出能力所及的更多贡献，在这个过程中，我和 EOS 在某种层面上已经融为一体。我经常笑谈，自己是 EOS 的看门狗，便是此意。

(4) EOS 具有无限性。虽然 EOS 会受到现有硬件和软件架构的限制，但是 EOS 的出现对于创新的激发是无限的。因为它让很多人意识到这个巨大生态的价值，以及各种商业逻辑迁移的可能性。就我所知，很多针对 EOS 的创新已经在酝酿之中了。我相信，EOS 主网上线之日起的一个月内，会有数以百级的应用展现在我们面前。

面对自己钟爱之物时，我们总想为它赋予更深刻、更高尚的意义，也许我也不自觉地美化了它，但是，我不会觉得惭愧，因为我忠于这种内心的选择，而且不会因此伤害到其他人。

当然，EOS 目前还处在发展初期，还没有那么成熟和完善，我经常会被问到的一个问题：我想学习 EOS 的开发，怎么入门？确实，我们特别需要一个有体系的、专业的能带着程序员、爱好者们真正走入 EOS 这个新的技术平台大门的教材，这也是这套书的最终目的。我们在引力区集合了自己的技术团队和社区的开发者们，通过社区大家长期深入沟通交流，找到了帮助初学者实现入门到精通的学习方法，总结出了我们真正需要的那些知识和需要跨过的那些门槛，然后以体系化的方式整理成册。我们的目标很明确，帮助 EOS 社区培养更多的开发者，也帮助开发者们进入一个超级公链生态。我觉得，公链和人之间是通过这种引力的方式互相链接起来的，这才是区块链的本质。

读者对象

这里根据软件需求划分出一些能使用本书的用户团体：

- 区块链技术初学者
- EOS 技术爱好者
- 基于 EOS 的 DApp 开发者

- EOS 生态建设者
- 开设相关课程的大专院校师生

本书特色

本书基于 EOS 引力区的技术团队在 EOS 主网上累积的实战技术开发经验撰写而成，书中介绍了 EOS 项目的技术全貌，内容深入浅出，旨在帮助读者快速理解 EOS 技术亮点以及实现过程。从实际软件开发案例、EOS 原生功能使用、智能合约开发，以及基于 EOS 的 DApp 开发和侧链开发等几个方面，详细介绍了从软件部署到具体开发的全部细节，适合初学者和具有一定开发基础的读者阅读。

如何阅读本书

本书分为两大部分：

第一部分为原理篇，本篇从三方面着手，即基础介绍、技术优势分析和代码原理分析三部分，由浅入深地介绍了 EOS 系统的原理。

第二部分为实战篇，通过项目实例详细讲解 EOS 主网原生功能使用、智能合约开发、基于 EOS 的 DApp 开发和基于 EOS 的侧链 / 竞争链开发。

其中第二部分通过具体的开发项目，手把手地带初学者快速掌握基于 EOS 的项目开发并掌握 DApp 开发逻辑，建议有一定开发能力的用户直接阅读这部分。对于初学者，则建议从头阅读，在掌握了 EOS 基本技术原理的基础再学习第二部分。

除上述两大部分，本书最后还包含一个附录。附录部分介绍了几个 EOS 主网的系统优化方向。

勘误和支持

除封面署名外，参与及支持本书编写工作的还有 blockone 刘函、eos cannon 施瑞琦、eos huobipool 闻华强、eos newyork Kevin、eos canada Richard、liquideos Galian、EOS 开发者社区陈澄、eos laomao 赵余、eos asia 郭达峰、eos bixin 吴广庚、eos beijing 李想、eos meetone 高锋、eos flytomars 龙志峰、starteos 李昂、eos store 陆海峰、GBAC 郑玉山、比特股理事刘嘉陵、zbeos 游凯强、oraclechain 赵微、eos 硅谷 Bo、eos authority Roshan。

由于作者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的

地方，恳请读者批评指正。为此，我特意创建了一个在线支持与应急方案的二级站点 <http://book.eosgravity.com/>。你可以将书中的错误发布在 Bug 勘误表页面中，同时如果你遇到任何问题，也可以访问 Q&A 页面，我将尽量在线上为读者提供最满意的解答。书中的全部源文件除可以从华章网站^①下载外，还可以从这个网站下载，我也会将相应的功能更新及时发布出来。如果你有更多的宝贵意见，也欢迎发送邮件至邮箱 liwancai@eosgravity.com，期待能够得到你们的真挚反馈。

致谢

这本书的出版发行，得益于众多社区成员、朋友们的帮助。

首先要感谢 EOS 引力区在本书成文过程中提供的帮助。因为有了 EOS 引力区的专业知识、敬业态度及为区块链无私奉献的精神，才有了这本书的顺利问世。

其次也要感谢 GBC 引力区块链、币晓爷、哈希女神、链就社、币乎、币车等媒体、项目方在本书出版发行过程中提供的支持。

同时要感谢薛虹森、李俊、沈雪红、孙振、陈翔、周宇、彭有旺、星辰、仲一、陈强、陈建清、康枝旺、马健宁等各位引力节点们助力 EOS 生态繁荣，以及为本书提供的全方位的反馈。

还要感谢邱琪、何德林、张怡军、刘定强、陈科伟、杨建锋、肖志铭、卜守强、刘晓凯等社区活跃成员一路的陪伴与鼓励。

感谢众多的社区成员给出的宝贵意见，他们直接或间接参与了本书的撰写工作。由于篇幅有限，在此我们无法一一致谢，但我们一直心怀感恩。在区块链探索自由的道路上，感恩一路有你。

感谢张国强老师的引荐，在你的努力下才促成了这本书的合作与出版。

感谢机械工业出版社华章公司的编辑杨福川和孙海亮，在这几个月的时间中始终支持我们的写作，你们的鼓励和帮助引导我们顺利完成全部书稿。

最后感谢我的父母、妻子小红以及女儿西西，你们的陪伴和理解时刻为我灌输着信心和力量！

谨以此书献给我最亲爱的家人，以及众多热爱 EOS 的朋友们！

李万才

① 参见华章网站 www.hzbook.com。——编辑注

目 录 Contents

推荐序
前言

第一部分 原理篇

第 1 章 EOS 基本介绍.....2

- 1.1 区块链 2.0 的痛点.....2
- 1.2 EOS 项目定义与愿景.....5
- 1.3 EOS 项目的发展历程.....8
- 1.4 EOS 项目版本更迭简况与现状.....11

第 2 章 EOS 项目技术优势解析.....15

- 2.1 EOS 的共识机制 (BFT-DPoS) ... 16
 - 2.1.1 超级节点竞选 18
 - 2.1.2 持币者投票 19
 - 2.1.3 超级节点治理 20
- 2.2 EOS 的账户体系.....20
 - 2.2.1 基于角色的多层级账户体系...21
 - 2.2.2 账户权限管理 21

- 2.2.3 强制延迟消息执行策略 22
- 2.2.4 密钥丢失或被盗后的恢复 23
- 2.3 网络资源 Token 化.....23
 - 2.3.1 带宽和日志存储 23
 - 2.3.2 计算和计算积压 (CPU) 24
 - 2.3.3 状态存储器 (RAM) 24
- 2.4 EOS 的节点治理.....25
 - 2.4.1 宪法和协议指导下的关键操作 25
 - 2.4.2 宪法和协议的升级 26
- 2.5 脚本与虚拟机.....27

第 3 章 EOS 代码原理分析.....29

- 3.1 EOS 项目代码框架总览 29
 - 3.1.1 脚本层 29
 - 3.1.2 插件层 31
 - 3.1.3 合约层 36
 - 3.1.4 支持层 39
- 3.2 共识算法代码实现 42

3.2.1	DPoS 机制实现关键代码分析	43
3.2.2	BFT 算法实现关键代码分析	53
3.3	网络层代码实现	61
3.4	区块打包与广播的代码实现	66
3.5	系统合约层代码实现	70
3.5.1	eosio.system 合约代码分析	71
3.5.2	eosio.Token 合约代码分析	79
3.5.3	eosio.msg 合约代码分析	82
3.5.4	eosiolib 依赖库	84
3.6	EOS 关键工具的代码实现	89
3.6.1	nodeos 代码实现	89
3.6.2	cleos 代码实现	92
3.6.3	keosd 代码实现	94

第二部分 实战篇

第 4 章 EOS 网络启动与原生功能

介绍	104	
4.1	EOS 项目安装部署与编译	104
4.2	配置文件修改与测试	106
4.3	EOS 测试网启动	108
4.3.1	Bios 节点	109
4.3.2	预出块节点	109
4.3.3	普通节点	111
4.4	EOS 项目常用功能	112
4.4.1	链上信息查询	112
4.4.2	钱包管理	126
4.4.3	账户创建与权限管理	132

4.4.4	代币的交易	135
4.4.5	交易的签名与发送	137
4.4.6	系统资源获取	138
4.5	智能合约的部署与调用	140

第 5 章 智能合约开发

5.1	智能合约简介	142
5.1.1	智能合约定义	143
5.1.2	智能合约历史	148
5.1.3	智能合约优劣势	154
5.1.4	智能合约应用场景	155
5.2	EOS 中的智能合约	165
5.3	EOS 智能合约文件结构	169
5.3.1	.abi 文件	170
5.3.2	.wasm/.wast 文件	171
5.3.3	eosioapp 编译器使用	172
5.4	EOS 智能合约依赖库介绍	179
5.5	EOS 智能合约实战项目	196
5.5.1	HelloWorld 合约	196
5.5.2	数据库合约	200
5.6	常见 bug 与 debug 思路总结	205

第 6 章 基于 EOS 的 DApp 开发

6.1	什么是 DApp	207
6.1.1	比特币是第一个 DApp	208
6.1.2	DApp 命名的原因	208
6.1.3	DApp 运作的法律模型	209
6.2	开发 DApp 的一般流程	210
6.2.1	建立共识的机制	210

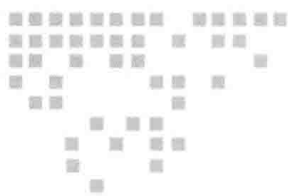
6.2.2 设计分发 Token 的机制	211
6.2.3 常见 DApp 开发阶段	213
6.3 DApp 的应用领域	214
6.3.1 游戏领域	214
6.3.2 社交 / 内容分发平台	216
6.3.3 数字货币钱包	216
6.4 基于 EOS 的 DApp 开发思路	217
6.5 DApp 开发实例——网页发币	227
第 7 章 基于 EOS 的侧链 / 竞争链 开发	232
7.1 侧链 / 竞争链的概念与起源	232
7.2 侧链实现方式	235
7.3 主流侧链项目	239
7.4 EOS 侧链	242
7.5 EOS 竞争链	245
附录 A EOS 系统优化方向展望	248



第一部分 *Part 1*

原 理 篇

- 第 1 章 EOS 基本介绍
 - 第 2 章 EOS 项目技术优势解析
 - 第 3 章 EOS 代码原理分析
-



EOS 基本介绍

1969 年，互联网在美国诞生，这是人类历史上的又一次革命。起初，互联网仅仅被运用在军事方面，后来被应用在生活中的各个方面。也正是它的广泛运用，才使得我们现在的生活如此便捷。

随着互联网的广泛应用，我们正与全世界“分享”着自己的个人信息，导致我们的个人信息经常被泄露，给我们的生活带来很大的困扰。主要的原因是，我们使用的各个平台的应用，其服务都是中心化的。这意味着平台使用的服务器一旦被黑客攻击，我们所有的数据都会被盗取，从而造成信息泄露和财产损失。这些问题的存在使得人们对互联网安全的担忧越来越重，互联网需要针对这些问题给出解决方案。所以，去中心化与保障信息安全的区块链技术应运而生。

1.1 区块链 2.0 的痛点

区块链的总体发展经历了三个阶段：1.0 时代的代表是去中心化账本，2.0 时代的代表是智能合约，3.0 时代的代表是行业应用。

早期区块链技术用途比较单一，仅仅是一种被用来保证去中心化架构下数字货币交易可信性的技术方案中的一部分。但是，区块链技术在运用过程中所体现出来的几点特性，决定了其可以被用在更为广阔的领域：