



太空链

基于人类共识的 太空探索计划

Space Exploration Program Based On
Human Consensus

Version 1.0



CONTENTS

目录

摘要	2
愿景	3
任务一	4
背景&任务	4
方法论	4
实施方案	5
现有成果&后续计划	5
任务二	7
背景&任务	7
方法论	7
实施方案	8
现有成果&后续计划	8
任务三	10
背景&任务	10
方法论&实施方案	11
团队介绍	12
核心团队	12
顾问团队	13
总结&展望	14
附件一：合作伙伴	15
附件二：《SpaceChain OS白皮书》简介	16
设计理念	16
设计方案	16
目前工作	17
附件三：《太空链智能卫星系统白皮书》简介	19

摘要

Abstract

从诞生到今天，人类已走过近10万年，这10万年中人类探索未知的脚步从未停止，而支撑这种探索的力量来自于人类的共识。不同级别的共识集合了不同数量的人类群体，解决了不同难度等级的问题。而当面对人类文明的太空化这一发展的终极问题的时候，如何探索一种共识来集合全人类的力量就成了一个需要解决的问题。

区块链技术的出现不但是一种技术应用的大革新，更是一种人与人合作的生产关系的变革。它让信任变的易得，让合作变得简单，为大规模的人之间的协作提供了良好的基础。太空链基金会致力于通过区块链的思想来探索这样一种共识机制，去解决人类文明如何走向太空这一终极问题。解决这一问题的具体工作，太空链基金会希望通过以下三个维度展开：

1. 让太空更好地服务地球。整合利用现有的航天资源，让航天资源更好地服务地球，服务人类；
2. 让更多人能触碰太空。支持新技术发展，降低太空准入门槛，大力发展教育，让更多的人参与太空探索，集中全世界的力量办大事；
3. 让人类的认知边界不断拓展。不断探索人类认知的边界，永不满足已有的认知，坚持向边界发起冲击，生生不息，探索不止。

太空链基金会现在正在着手开发开源的航天器操作系统SpaceChain OS。在SpaceChain OS的区块链沙盒开源操作系统中，任何开发者都可以在航天器上享受安全的环境来开发他们的应用程序，就像他们现在在智能手机上所做的一样。目前已经有多家航天公司希望在其航天器上使用SpaceChain OS，如低轨通信卫星、地球静止轨道通信卫星、商业空间站、运载火箭及其发动机等。

太空链基金同时也在努力研发和发射自己的卫星系统，系统将服务于太空链社群。2018年太空链将发射其第一个立方体卫星并验证其SpaceChain OS及其硬件系统的在轨验证，以完成我们的概念证明和技术证明SpaceChain OS。后续将持续开展SpaceChain OS的更新迭代和在轨验证，保障SpaceChain OS的安全性和高效性。

项目进展过程中吸引了业内顶尖专家的加入及优秀投资人的支持，如前比特币核心开发者和Linux基金会的董事会成员Jeff Garzik作为联合创始人和首席技术官加入；太空及区块链领域传奇投资者，曾投资过SpaceX、特斯拉、百度、OKcoin和Coinbase的Tim Draper给予全力支持；Qtum Foundation主席Patrick Dai作为项目的首席区块链技术顾问；软银亚洲基础设施基金总裁YanYan、美国电子商务协会主席Matt Roseziak, Nanoracks创始人Jeffrey Manber等也在太空链发展的过程中给予了大量的支持和建议。同时还有更多的人也正在加入太空链团队，成为投资者和顾问。

目前太空链的工程团队来自中国航天研究所、中科院、中国商业航天公司等。太空链也在与多个国家航天机构、商业航天公司和区块链项目的伙伴关系取得快速进展。

太空链基金会相信集合广泛优秀人才的智慧，朝着一个明确的方向努力，可以实现这种共识的搭建，并为最终人类文明走向太空持续输入坚实的力量。

愿景

Vision

人类出现至今已有近10万年的历史，10万年里人类从洞穴走到了月球，从几十人的部落到几十亿人的世界村，对比存在了1亿7千万年的恐龙，从诞生到灭绝却没有发生实质性的变化。究其原因，除了人类的思考能力更强以外，更重要的因素是人类群体可以达成共识。



图1 人类文明第一次在其他星球上留下的足迹
Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_11

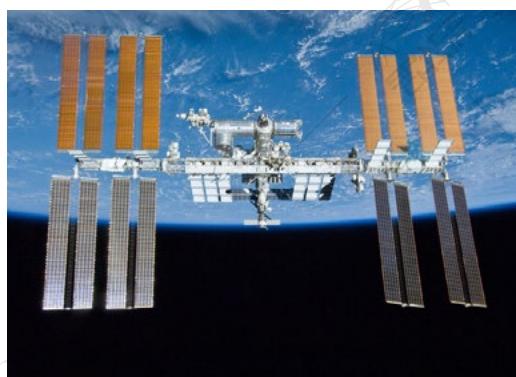


图2 国际空间站及猎鹰9号
上：https://www.nasa.gov/about/whats_next.html
下：<http://www.spacex.com/falcon9>

共识的基础是交流，而交流的载体是语言。掌握了语言的早期人类可以维持几十人的部落并完成狩猎斑马这种任务。然而如果要解决更大的问题，比如猎杀一群大象，就需要更大的群体。原有的面对面交流达成的共识机制已不足以调动如此多的人，因此新的共识机制——八卦，即与人描述其不认识的人的情况，应运而生，但这一共识也最多只能集合150人。同样，之后当面对更大的挑战时人类就发明新的共识机制来应对，比如以一个公司的共识来完成汽车的生产，以一个民族的共识来完成一场战争。这些新的共识机制可以创造几万人的公司，比如Google，也可以使几十亿的国家或宗教，比如印度、中国、基督教或伊斯兰教等得以繁荣。人类在不同的共识机制下完成不同的任务，面对不同级别的挑战。

当人类发展到今天，我们十分好奇是否存在一种足够大的挑战需要全人类达成共识制去完成的，而这个挑战就是人类文明如何走向太空。人类的发展已经越来越受到地球资源限制的束缚，就像电影《星际穿越》里面描述的那样，地球终有一日会不再适合人类居住，或者终有一天人类不再安于生活在地球上。人类文明终将走向太空，无论是为了延续还是为了发展。而走向太空这件事，需要全人类达成共识、一起完成，原因很简单，走进太空的成本太高、难度太大。目前人类在太空中建设的最大的生活舱是国际空间站，它质量为370吨，以目前火箭发射价格最低的SpaceX公司的猎鹰9号计算，需要约17次发射，一次发射约6200万美元，所以国际空间站的最低发射成本是10.5亿美元，相当于非洲一些小国家一年的GDP。而这仅仅是能满足6~7个人在距地面400km左右太空中生存的生活舱的发射成本。如果要达到万人的级别，这笔发射费就要到10万亿美元以上，目前年GDP能超过10万亿美元的国家只有美国和中国。由此可以估算完成人类文明走向太空这一巨大的挑战的花费。显而易见的是，这需要全人类的共同的力量，而团结这些力量需要的是更高级别的共识机制。

区块链技术的出现不但是一种技术应用的巨大革新，更是一种人与人合作的生产关系的变革。它让信任变的易得，让合作变得简单，为大规模的人之间的协作提供了良好的基础。以比特币社群为例，中本聪通过一纸白皮书开启了比特币区块链时代，而后他的离开并没有对社区规模的发展产生影响，就是因为他设计了一个有效的共识，让人们可以自发的为比特币社区贡献力量，而且参与的人越来越多，其作为媒介的比特币也就越来越有价值。

太空链的愿景，就是要在太空探索领域也寻找这样一种共识机制。当面对巨大挑战时，能有效地调动全人类的力量来应对这一挑战，探索这一共识机制的途径，就是去解决人类文明如何走向太空这一重大难题。因此，我们把太空链定义为一个基于人类共识的太空探索计划。解决这一问题，太空链希望完成以下三个维度的任务：

- 1.让太空更好地服务地球。整合利用现有的航天资源，让航天资源更好地服务地球，服务人类；
- 2.让更多人能触碰太空。降低太空准入门槛，大力发展教育，让更多的人参与太空探索，集中全世界的力量办大事；
- 3.让人类的认知边界不断拓展。不断探索人类认知的边界，永不满足已有的认知，坚持向边界发起冲击，生生不息，探索不止；

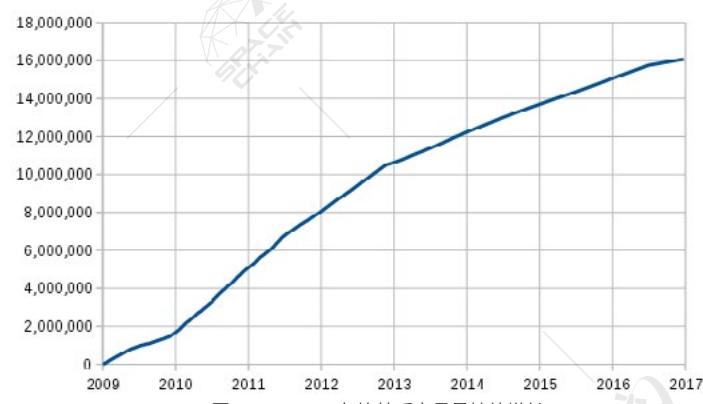


图3 2009-2017年比特币交易量持续增长
<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Total-bitcoins.svg>

Task 1

任务一

让太空更好地服务地球

I. 背景&任务

自从1957年人类第一颗卫星Спутник(Sputnik)升空至今，人类的太空探索已经走过了六十年的历史。六十年中卫星上天、人类登月、火星车登陆、哈勃望远镜增大人类的视野、旅行者号飞出太阳系，可谓功勋卓著。但是，我们发现人类自冷战之后就再也没有出现在月球上，这类大型的项目由于缺少了冷战期间不计成本的资金支持就会枯竭，不再有活力。我们也发现国际空间站即将不复存在，这种由一家主导且有参与限制的国际合作模式也不是可以引导人类走向未来的最好的方式。同时，目前国际航天合作相对封闭，美国和中国作为两大航天大国之间竟然存在ITAR这种互不合作的限制；国家内部，传统航天企业与商业航天企业的合作也存在壁垒。SpaceX早期因使用NASA的设备受到拒绝而不得不诉诸法律，中国早期的商业火箭公司由于发动机技术的限制发展受阻。这种合作的壁垒究其原因无所谓两点：

- 1、安全问题，这点大多出现在国家之间；
- 2、利益问题，这点大多是商业公司与国有公司之间的矛盾。而这两点归结起来，就是缺乏互信、缺乏共识。

因此，在航天领域建立一个跨国界的、可以保护参与者利益的、安全的太空合作联盟就是促进太空领域深度合作的关键，而这个联盟的核心就是共识机制。

航天领域内力量的整合对太空探索的意义是显而易见的。我们以卫星网络为例，现在很多国家都有自己的GEO卫星通信网络，是服务与本国的，也有许多商业公司有自己的卫星通信网络，比如美国铱星公司、Orbcomm公司、GlobalStar公司等，也有很多公司拟建立自己的卫星网络，比如OneWeb公司、SpaceX公司、LeoSat公司等，这些公司的卫星网络致力于服务自己与其客户。但是出于对信息安全、卫星系统安全、还有利益关系的考虑，这些网络之间都是相对孤立的，类似于一个一个的局域网，没有一张类似Internet的公用网络将各个网络串联起来，而互联网带来的价值是局域网所不能比拟的。

太空链的任务就是要通过共识机制、打破现有世界航天工业内部的壁垒，充分发挥现有能力，极致整合现有资源，为地球、为人类提供更高效、更有价值的服务，让太空更好地服务地球。

II. 方法论

要达成世界航天工业内部共识，需要打破现有阻碍共识达成的壁垒，这个壁垒来自两个方面：

1. 安全问题。太空涉及信息安全、太空安全、国家安全等问题；
2. 利益问题。技术分享没有好的合作共赢模式导致的资源分享不畅。

安全共识

首先需要确定的是太空链的范畴在于商业化的民用航天，不涉及政府、军用航天系统。类似目前的通信网络，大众使用的是一个互联互通的公共互联网络，同时并存的还有企业级局域网、政府内部网络、军用秘密通信网络等局域网，太空链期待整合的是愿意共建一个类似互联网的普惠大众的卫星网络的商业化的民用卫星网络，其余的专用卫星网络不受任何影响。

其次，服务于大众的商业化航天领域同样涉及安全问题，比如：卫星通信网络中的信息安全问题。任何使用卫星通信的人或公司都不希望自己的通信信息外泄；太空飞行器的安全。在太空中的飞行器，如卫星、飞船、空间站、探测器等具有不可修复性，因此其自身安全是需要重点关注的问题。

为解决信息安全及使用安全这两个关键的问题，针对目前太空应用的主要载体，即各类太空飞行器，太空链将基于区块链沙盒及区块链信息保护技术开发一款操作系统——SpaceChain OS，而建立共识就是为了完成系统的推广应用。

SpaceChain OS是基于SylinxOS开发的一款专门针对于太空飞行器设计的操作系统。它利用区块链技术对传输信息进行加密，确保信息传输的绝对安全；同时利用区块链技术在操作系统中植入沙盒管理层，让卫星上运行的每一个App都能安全运转，而App本身的运行错误或问题不会影响其他App的正常运转，更不会影响操作系统的运行和底层硬件的安全，杜绝类似电脑死机的情况出现。

基于信息安全和自身安全保护机制的操作系统的使用为太空飞行器之间的协作提供了良好的软件安全环境，可以很好地解决安全问题、打破安全问题带来的壁垒。

利益共识

有航天工业领域存在的第二个共识壁垒是技术、资源分享缺乏有效的合作共赢模式导致的合作不畅。这主要体现在传统航天公司与新兴商业航天公司之间的技术封锁。一方面由于发展较早且冷战时期得到了国家的倾力支持，传统航天公司在航天技术、工程能力、基础设施及不可再生资源上有着明显的优势。而另一方面，新兴的商业航天公司则更具活力、更贴近市场需求。由于无法保障技术持有方分享技术成果后的利益，现有的专利系统、技术保护体系及合同协议模式过于繁琐和低效，导致技术、资源分享不畅，从而导致最贴近市场需求的公司得不到必需的技术及资源去服务市场，最终结果就是太空应用的服务效果变差。

要打破这一共识壁垒，可以利用区块链技术打造的通证系统。通证，即可流通的数字加密权益证明。高效的流通性使通证系统可以保证技术分享的简约化，同时由于通证本身数目的确定性，技术分享带来的行业发展可以直接由通证的价值增长来体现，这也保障了技术分享方的分享技术的利益，从而从根本上打破利益分配带来的共识壁垒，在世界航天工业内部形成共识。

总之，太空链就是要消除航天领域内的共识壁垒，让传统的、封闭的航天技术可以更流畅地共享和交流，并引入开源的思想。开源意味着效率、共享和共识，开源的技术可以避免技术的重复投入，消除“重复造轮子”的现象，实现人类利益共同体的利益最大化，而这正是集合人类力量探索太空的第一步。



III.实施方案

为在世界航天工业内达成上述共识、更好地利用太空资源服务地球，太空链基金会具体需要按以下方案执行：

1. 基于SylixOS和Qtum区块链技术打造开源的SpaceChain OS，实现安全性的同时，增强其硬件适配性，使其能够适配更广泛的硬件系统，以满足不同航天器的不同需求。为验证SpaceChain OS的安全性及在轨工作能力，太空链基金会会对每一代SpaceChain OS做在轨工作验证，以保障其安全性，为社区提供安全可靠的开源代码。SpaceChain OS详细信息见附件：《SpaceChain OS白皮书》。
2. 在太空链内部，基于SpaceChain OS打造太空链通证系统，实现技术及资源等无形资产的数字化、权益化，为世界航天工业内提供高效可靠的价值共识机制，有效盘活现有技术及资源。
3. 在传统的航天工业领域，太空链基金会努力推广其SpaceChain OS在不同航天器的应用，如通信、导航、遥感等卫星系统、卫星地面系统、空间站、太空飞船、太空探测器等，同时在传统的航天公司推广太空链通证系统，实现现有航天资源的整合和优化利用。航天器使用SpaceChain OS的途径有多种，可以供自身计算机使用，同样也可以搭载运行有SpaceChain OS的载荷，使用方式灵活。
4. 对航天领域的初创公司，太空链基金会会提供资金、技术、资源、人员等各方面的支持，同时推广SpaceChain OS及太空链通证系统，促进其快速成长、更及时地提供更贴近市场需求的服务和产品。

IV.现有成果&后续计划

太空链自2017年3月成立以来，已在上述四个方向有了阶段性成果，呈现如下：

1. SpaceChain OS开发方面：

SpaceChain OS于2017年11月开始架构设计，并同期开始操作系统的开发工作。现已完成基于Qtum区块链技术的移植工作，已经实现了基本的区块链沙盒功能，并同时在开发EVM虚拟机。针对航天器特别的外设，SpaceChain也正在持续优化操作系统的硬件抽象层设计：包括卫星的星敏，GPS，电源管理等硬件以及相关的系统服务。

后续计划：

- ◆ 2018年3月完成全部软件开发功能，并在GitHub开放源代码；
- ◆ 2018年4月完成基于Zynq硬件系统的操作系统的移植工作；
- ◆ 2018年9-10月完成运行SpaceChain OS的Zynq硬件的太空验证；
- ◆ 2018年11月完成基于RISC-V指令集自主研发的一代卫星芯片；
- ◆ 2019年3月完成第二代硬件系统及SpaceChain OS的研发和适配工作；
- ◆ 2019年5月完成第二代OS的在轨验证；
- ◆ 之后以一年2次、一年4次、一年多次的速度开展OS及硬件系统的迭代工作。

2. 太空链通证系统设计方面

太空链基金会正在开展其通证系统的设计工作，目前已完成大部分的设计工作，后续会从经济层面和使用设计层面完成下一步设计。



图4 地球静止轨道通信卫星
美国DBS电视直播卫星,照片作者Hughes

3.传统航天领域的推广方面

太空链基金会持续拓展传统航天领域的SpaceChain OS应用,目前已有的合作伙伴有:

- ◆北京翼辉信息技术有限公司,SylixOS的发明者,将与太空链一起基于SylixOS开发SpaceChain OS;
- ◆Nanoracks,美国优秀的商业航天公司,有着建设商业化国际空间站的宏伟计划,与太空链一起探索SpaceChain OS在商业国际空间站上的应用。由于空间站是一个多方参与的平台,SpaceChain OS可以作为一个有效的统一协作的软件基础;
- ◆Kubos,优秀的美国软件开发团队,未来将与太空链一起持续升级SpaceChain OS及开展App开发;

同时,太空链基金会正在与传统航天公司建立联合实验室,从而有针对性地解决问题,形成联合创新孵化器,为优秀的航天技术创新提供有效的资金、资源及技术支持。

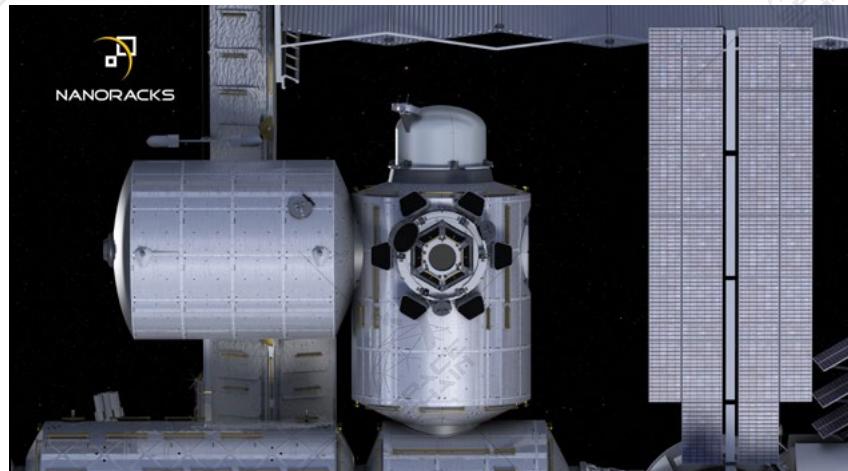


图5 Nanorack的国际商业空间站
[\(http://nanoracks.com/nanoracks-boeing-first-commercial-airlock-module-on-iss/\)](http://nanoracks.com/nanoracks-boeing-first-commercial-airlock-module-on-iss/)

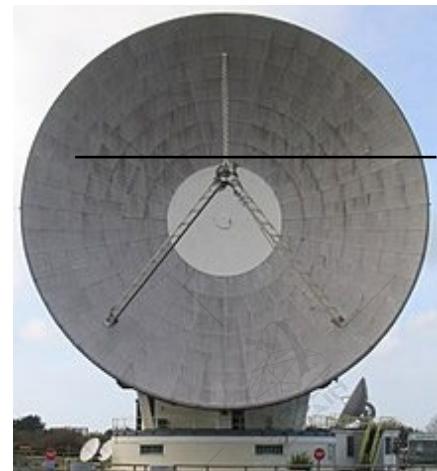


图6 Goonhilly位于英国的卫星地面站
Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Goonhilly_Satellite_Earth_Station

4.初创航天公司扶持方面

太空链基金会在全球范围内持续扶植航天领域的初创公司,目前已有的合作伙伴有:

- ◆北京曦华科技有限责任公司,与太空链一起开展运载火箭末级的再利用。运载火箭末级为运载火箭最后一级,在把卫星送入轨道后就成了太空垃圾,开发利用后打造成开放式MINI空间站集群,开展经济便捷的空间试验验证服务,普及推广低成本商业航天应用;
 - ◆润浙资本,是中国商业航天领域的投资机构,与太空链一起发掘中国优秀的航天初创公司,共同支持商业航天优秀项目;
 - ◆瑞东资本,中国航天领域的优秀的产业投资方,将与太空链一起共同打造太空链的航天生态及太空探索社群;
- 合作伙伴持续增加中...

Task 2

任务二

让更多人能触碰太空

I. 背景&任务

航天一直是以一个相对神秘的形象存在的。太空对于大众而言是遥不可及的，从俄罗斯的加加林到今天，仅有528个人走进了太空。航天工业同样也是相对封闭的行业，准入门槛很高。究其原因，主要有三个原因：

- 一. 市场小，太空应用的市场原来相对较小，不足以吸引其他力量进入；
- 二. 成本高，没有一条低成本开展太空应用与探索的途径；
- 三. 人才少，航天从业人员相对其他行业较少，导致航天技术存在较高壁垒。

但是正如前文所说，人类文明走向太空是需要全人类的统一的共识来完成的，不是仅依靠航天工业这一个行业能完成的，需要有一种模式来解决上述三个问题，让更多的人、更多的其他行业的公司触碰太空，这样才能更有效地推动人类对太空的探索活动。

近年来，太空的热潮逐渐兴起，人们越来越意识到太空是未来发展的方向，太空应用的市场也在不断的扩大，尤其是物联网时代的来临带来了卫星通信行业的蓬勃发展，使航天市场不断增大。现在的航天市场已经有足够的优势去吸引航天外其他的力量参与太空的建设和应用。

太空链基金会的任务就是解决成本高和人才少这两个问题，让更多人能触碰到太空。

II. 方法论

如何解决成本高的问题

目前航天成本高的主要原因来自两个方面。一是进入太空的成本，即发射成本，SpaceX公司靠火箭回收技术实现了发射成本的下降，但是由于其技术尚未推广，世界范围内的发射成本还较高；二是航天制造成本过高，宇航级的元器件是普通工业级元器件的百倍，航天器的生产和试验设施的投入成本高，且资源相对垄断，使用成本高。这些问题都是很难解决的。

但是航天的目标不是工程实现而是太空应用，人们参与航天建设不单单是为了把卫星发上天，而是为了开展卫星的应用，所以寻找更低成本地开展太空应用的方式才是让更多的人参与航天的有效途径。

仍以卫星为例，现有的卫星大都是单一功能的，比如通信卫星用来通信、导航卫星用来导航、遥感卫星用来对地拍照。卫星应用的方式也只有购买现有卫星服务，如想要拥有定制化的卫星服务就必须自己设计并发射一颗卫星，成本之高可以想象。但是，类比于手机应用，很难想象单纯为开发一个定制化APP去定制一款手机。相比之下，手机APP的开发成本要远低于卫星应用开发的成本，而手机应用量也是卫星应用量的千百倍。

因此可见，降低卫星应用成本的有效手段是提升一颗卫星的应用次数，就像手机从Nokia这种功能机到现在智能手机的转变，而这种转变的根本是强大稳定的操作系统。在卫星上复刻这种功能卫星到智能卫星的转变同样需要一个稳定的安全的操作系统，SpaceChain OS正是可以解决这一问题的操作系统。开发者可以根据SpaceChain OS提供的软件开发环境开发卫星应用，并通过地面数据传输站将程序代码上传到卫星上，随即可以开展应用，极大地简化了开发的难度和流程，同时对卫星资源可以开展充分的利用，提高了使用效率。同时SpaceChain OS基于区块链沙盒技术保障了App之间的相对独立，某一个App出现的问题不会波及其他App更不会危害整个系统的安全。

因此，打造基于SpaceChain OS的智能卫星系统是降低太空应用成本的最有效最直接的手段。

如何解决人才少的问题

一直以来航天从业人员相对固定，非职业人员无法触碰到航天工程，主要原因是其技术有一定的专一性，且人员培养也是定向培养，没有经过专业训练的技术人员即使在自身领域有较高的成就也没有机会去为太空探索出一份力。这就是航天技术越来越封闭的原因，也是其发展活力越来越低的原因。因此，让更多更好的技术人员能够参与到太空的探索，不但能直接增加航天领域的人才数量，还可以将其他领域优秀的技术能力注入航天，形成极大的增量效益。

因此，降低航天领域的准入门槛和提升航天技术平均水平就成了解决人才少的问题最重要的手段，其主要方式有：

1. 降低技术门槛：去繁就简，让参与项目对开发者的要求降到最低；增加参与维度，从App、操作系统、硬件系统等多个方面吸引人才；
2. 提高航天技术平均水平：发展航天教育，在高等教育中普及航天技术基础，增加人才储备；推广航天、太空科普，提高大众对航天工程、太空探索的认知，增加潜在人才储备，同时引导公众资源投入太空探索事业。



III. 实施方案

1. 打造SpaceChain OS的智能卫星系统,降低太空应用成本

SpaceChain OS的具体实施方案上文已经有具体描述,此处不再赘述,技术文档见附件:《SpaceChain OS白皮书》。

SpaceChain OS的智能卫星系统实施方案:

- ①在SpaceChain OS在轨验证成功的基础上,太空链基金会向合作伙伴定制开发若干颗基于SpaceChain OS的智能卫星并发射升空。卫星具有通信、拍照、传感、姿态及轨道控制功能等,具体设计方案见附件:《太空链智能卫星系统白皮书》。通过自研自发若干低轨卫星,形成简单的卫星网络,为开发者提供基本的太空开发平台;
- ②通过发展合作伙伴的方式,吸引现有的能力较强的卫星系统参与SpaceChain OS的智能卫星系统的建设,虽然其卫星系统并没有使用SpaceChain OS,但是可以利用其现有的卫星能力为SpaceChain OS及App的开发和应用提供现阶段更强大的卫星应用网络,如:引入地球静止轨道卫星通信系统可以提供更高速率的星地通信能力,为太空应用提供更好的基础条件;
- ③通过上述卫星研制过程,太空链将与合作伙伴、太空链社区一起探讨基于SpaceChain OS的智能化卫星的硬件标准,共同制定并发布硬件标准体系,实现卫星各零部件的标准化生产,降低成本的同时可以快速提升硬件性能。任何参照此硬件标准生产的卫星都可适配SpaceChain OS。卫星成本的降低、性能的提升直接导致卫星应用收益的增加,自然会吸引更多的力量自发地参与卫星系统的建设,而卫星市场也会像如今繁荣的手机市场一样,大大提高卫星应用的水平。
- ④同时基于通证系统设立一套有效的经济模型,使自主参与卫星系统建设的,无论是发射卫星还是提供技术或者资源的人员都有直观的收入,同时也使得想要使用卫星服务的客户可以简单直接的购买卫星服务。

总之,通过自主引领SpaceChain OS的迭代更新和在轨验证,并自主发射卫星提供基础应用平台,太空链在提供操作系统和硬件标准的同时,还起到了系统建设的引领和带头作用,同时在基于通证系统的确定的收益模式的激励下,可以让已有的及新研的卫星资源不断加入太空链智能卫星系统,并最终为人类提供一个强大、高效、智能的太空应用开发和使用平台,给更多的人提供低成本的参与太空探索和应用的途径,让航天技术和太空探索活动的发展速度得到指数型的快速发展。

2. 降低航天准入门槛,提升航天技术平均水平,增加领域人才数量具体实施方案如下

- ①去繁就简方面,基于SpaceChain OS打造模块化开发包SDK,提供类似JavaScript的模块化开发环境,让App开发难度降低,让更多领域的技术人才能参与App的开发;实现SpaceChain OS充分开源,提供有效的开发环境及开发教程,形成OS开源社区,让愿意参与SpaceChain OS优化的各个领域的技术人员有途径参与;
- ②增加参与维度方面,打造适用于SpaceChain OS的太空硬件开发板及教程,允许开发者从软件和硬件两个层面参与开发;
- ③高校教育推广方面,以联合实验室、科研课题、开放课程、技术讲座等模式开展与国际知名高校的合作推广,同时太空链基金会向高校免费提供软件开发的技术辅助,并免费提供大量的硬件开发板,举办开发大赛,优秀的开发板及应用程序会由太空链基金会出资发射升空,开展太空应用。
- ④太空科普方面:太空链基金会将与优秀的合作伙伴一起开展形式多样并行之有效的航天、太空的科普活动,提高大众对航天、太空的认知,提升其参与感,增加潜在人才储备,同时引导公众资源投入太空探索事业。

IV. 现有成果&后续计划

1. SpaceChain OS的智能卫星系统实施

※ 太空链智能卫星及硬件标准方面

- ①2017年12月完成基于立方星的第一代智能卫星平台及载荷设计;
- ②2018年5月完成载荷设计;
- ③2018年9月完成卫星的总体生产,10月-11月择机发射;
- ④2018年11月-12月完成卫星基本功能测试;
- ⑤2018年12月在卫星功能测试成功的基础上,开展卫星软件安全性测试;

⑥2019年发射基于100kg级平台的第二代智能卫星,搭载最新版本的操作系统,并完成功能测试;与太空链社区及合作伙伴探讨智能卫星硬件标准并发布;

⑦2020年继续发射1颗第二代智能卫星,同时在卫星平台不改变的情况下实现软件及操作系统的在轨更新;使用更高性能的硬件打造第三代智能卫星,完成设计;

⑧2021~2022年发射4颗第三代智能卫星,并与之前2颗二代卫星一起形成基础的太空应用平台;

⑨持续完成智能卫星的硬件和软件的升级,发射并实现在轨验证。

※现有卫星资源合作伙伴发展方面

SpaceChain OS的智能卫星系统的建设,虽然其卫星系统并没有使用SpaceChain OS,但是可以利用其现有的卫星能力为SpaceChain OS及App的开发和应用提供比现阶段更强大的卫星应用网络,如:引入地球静止轨道卫星通信系统可以提供更高速率的星地通信能力,为太空应用提供更好的基础条件。目前已经同意为太空链空间应用提供空间网络资源的有:

1.Goonhill,将为太空链提供位于英国的高纬度测控站资源;

...

2.增加航天领域人才数量方面

SpaceChain OS方面的进度和计划上文已描述清晰,在此不赘述。

SpaceChain OS的太空RISC-V软核&FPGA硬件开发板及教程方面:

①2018年6月完成第一代FPGA开发板设计,第一款支持单双精度浮点指令的超低功耗开发板,纯数字逻辑内核,并具有一些开源的外围数字接口IP,基于RISC-V的freedom开源平台,添加I2C和Can接口,与Arduino兼容,尺寸为信用卡大小,发射到太空成功后面向大学及研究机构推广;

②2019年6月完成第二代FPGA开发板设计,添加AD和DA等模数混合信号处理IP,形成类似于STM32完整的MCU功能;添加开源的USB、DDR和Ethernet等数字IP,使其功能更加强大,同时为嵌入式软件工程师和高校学生发布相关工具书并提供教程;

③2019年12月完成第三代FPGA开发板设计,针对区块链具有AI加速功能,添加RISC-V向量扩展,RISC-V+NVDLA或向量扩展将是第一个开源的具有区块链AI加速功能,针对嵌入式软件工程师和高校学生同步更新参考工具书;

④后续持续更新迭代。

高校合作方面:

太空链基金会积极开拓与世界高校之间的多种形式的合作,目前拟推广合作高校有:

- 中国:清华、北大、北航、浙大、哈工大、复旦、西工大等
- 美国:哥伦比亚、斯坦福、乔治利亚理工等
- 欧洲:剑桥、牛津、法国国立高等航空航天学院等

大众科普:

太空链基金会正积极在全球各地开展多种太空科普活动,如慈善教育、航天科普活动、教育科普活动等。

Task 3

任务三

**让人类的认知边界
不断拓展**

I. 背景&任务

20世纪的人类痴迷于阿波罗登月的壮举，同时对商业航天也有着无比的向往和初步的探索，比如倾注了摩托罗拉无数心血的铱星星座等。21世纪，来自内心的信仰，对自由主义的追求及资本主义经济学的引导，持续激励着人类探索太空权力的欲望，人们对太空进行了野蛮式的索取和抢夺。但如果要使人类探索太空的征程可持续发展，让人类对太空的认知边界不断拓展，就必须激发出来自自由社会的力量，这就需要更加开放协作的商业航天的社会经济学模型。多年来，各个国家组织了大量的商业航天研讨会，在商业航天的定义上，我们花了大量时间去“喋喋不休”，却得不到一个明确的解释。因此，太空链基金会希望在解决商业航天全球协作这个问题上尽一点绵薄的力量。

目前的航天项目大多涵盖政府与商业两部分，政府主导的航天项目资金和政策会得到更多保障，但是同时也会受限于政府，会不断地受到政府预算和换届的影响，还会受到大利益集团的劫持，并被政府的低效所传染。全球协作的商业航天应该是纯粹的商业航天，或者是接近于纯粹的商业航天，因此需要划清政府项目和商业项目的界限。

纯粹的商业航天项目的核心是经济性。但遗憾的是，目前为止，除向政府出售产品或服务以外，航天项目在太空中赚取利润是非常困难的。其原因主要是航天应用还没有普及到广大民众，目前仍然存在市场过小的问题；同时航天项目的投入巨大，在没有明显的汇报预期的情况下很难有资本持续投入，因此还需要解决航天项目建设参与的自发性问题。

太空链的任务就是解决上述问题，建立社会经济学模型，探索出一个航天领域的强大的协作多赢模式，从而可以支撑全球协作可持续的商业航天计划。



图7 登月的阿波罗17号飞船

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/history/this-week-in-nasa-history-apollo-17-splashes-down-dec-19-1972.html>



图8 SpaceX的重型猎鹰火箭及OneWeb公司宏伟的低轨卫星星座计划
 左:<https://tech.everyeye.it/notizie/spacex-primi-test-positivi-per-falcon-heavy-lancio-novembre-303513.html>
 右:<https://www.spaceboard.eu/articles/space-out/return-of-the-constellations---a-case-for-the-internet>

II.方法论&实施方案

通过对商业航天的观察与思考,以及对其历史的分析与解读,太空链希望建立社会经济学模型,从而让商业航天永动发展延续,突破引力的束缚并迎来商业航天最终的大发展。最近诞生的新的商业航天模式,是由亿万富翁们投资巨型火箭和近地轨道巨型星座,继而开展人类对太空的“殖民”探索。这种商业航天模式是为了获取更大的利润,并在残酷的商业竞争中生存下来,为其客户提供更多的价值,而不仅仅是生产产品或提供服务。产生利润不仅是价值本身的增加值,也是社会增加的财富值,也是这种模式能够持续运行的关键。

从政治经济学原理上说,利润使每一个在生态链中的参与者都得到了好处。消费者期待着更好的产品和更好的服务,否则不会去购买。人们所创造出来的财富,即利润,要么用于其它商品和服务,要么用于投资创造更多的财富。这就是所谓的资本主义,在财富再分配的同时更注重财富的创造。

太空链基金会就是要利用通证系统建立航天财富的生态链、生产链和分配链,让每一位参与者和贡献者都获得公平的回报,通过这种社会经济模型吸引更多的资源参与航天建设,参与人类的太空探索,并无限拓展人类的认知边界。

III.现有成果&后续计划

太空链基金会正在开展其通证系统的设计工作,目前已完成大部分的设计工作,后续会从经济层面和使用设计层面完成下一步设计。

团队介绍

Team

核心团队



联合创始人&首席执行官

太空链项目联合创始人及首席执行官。比特币、区块链技术的早期参与及研究者，坚信区块链技术与航空航天领域的结合可以拓宽未来经济的前沿，使全球协作成为可能。拥有哥伦比亚大学硕士学位，也是Draper University 校友。

郑作



联合创始人&首席技术官

比特币核心开发人员，直接在Satoshi Nakamoto中本聪指导下工作了两年（直到Satoshi离开公众视野），他和Satoshi Nakamoto中本聪一起开发了比特币系统，目前世界上用的区块链技术都是依据他的设计执行。Linux 内核核心工程师，Linux基金会董事会董事，受Linux内核的发明人Linus Torvalds的指导从事开发工作15年以上，参与设计了Linux内核，因此目前世界上每个安卓手机、每个数据中心都能找到他的代码。领导开发了以太坊网络子系统。Bloq创始人、首席执行官。

Jeff Garzik



顾问

德丰杰(DFJ)投资基金的创办合伙人，硅谷风投教父。投资了SpaceX、Tesla、Theranos、Thumbtack等，早年也投资过百度、Hotmail、Skype等大家耳熟能详的公司。在硅谷创办了创业学院Draper University。

Tim Draper



首席航天顾问

NanoRacks首席执行官，从2009年开始，Manber带领着自己的第一家公司国际空间站上使用自己的硬件和服务。Manber早期参与了几项影响重大的商业航天项目，主要围绕航天资产的商业化以及如何将俄罗斯航天工业融入大型航天项目，包括国际空间站。Manber是唯一一个在上世纪90年代的私有化时期在俄罗斯太空中担任官方角色的美国人。Jeffrey Manber是商业航天领域的先驱之一。

Jeffrey Manber



首席战略顾问

Bloq联合创始人、董事长，也是理查资本的创始合伙人。这家私人投资公司专注于区块链技术，投资超过20个项目，是区块链的投资者、企业家和倡导者。Roszak先生是区块链技术的思想领袖，曾在美国国会作证并在布鲁金斯学会发表讲话。Roszak先生曾在CNBC、华尔街日报、彭博社、CoinDesk和比特币杂志上多次发表文章。此外，Roszak先生还作为演讲者出席多次全球金融科技会议，包括“money - 20/ 20”、“消费电子展”和“美国银行家”。

Matthew Roszak

**首席区块链技术顾问**

中国最大的区块链开源平台Qtum量子链创始人和CEO，项目估值10亿美金，吸引了全球几百名开发者参与。从2012年起，帅初开始从事加密货币及其底层技术的研究和开发，是区块链社区活跃的布道者，是中国区块链应用落地的推动者。曾就读于中国科学院，曾就职于阿里巴巴。2017福布斯30 Under 30, Draper University校友。

帅初

**首席区块链战略顾问**

中国著名风险投资人，尤其在金融技术方面有着丰富的投资经验。Blockchain Global联合创始人，该公司专注于从事区块链技术和提供云数据服务，同时也孵化了几家区块链创业公司。Ryan也是ACX的联合创始人，ACX是一家总部位于澳大利亚的数字货币交易公司。他在2016年被任命为区块链的领导者之一。

Ryan Xu

**核心产业顾问**

润浙资本创始合伙人，对航天产业有深刻的理解和丰富经验，将为太空链团队在航天产业的合作指引方向。

孙斌

顾问团队



菩提项目创始人，企业家和软件工程师，从2011年起开始接触比特币。2014年开发以太坊智能合约，现正致力于建立Qtum的分散式预测市场。之前在Edmodo、Twitter和腾讯做软件工程师。拥有普渡大学理学硕士学位，专攻统计学机器学习，并有上海交通大学计算机科学专业硕士学位，专攻密码学。

林吓洪



Bytom比原链联合创始人，巴比特执行总裁。金融及技术领域研究者，盖茨基金会奖学金得主，曾任朗讯贝尔实验室资深工程师，全球最大的比特币交易所OKCoin(币行)副总裁。曾领导OKLink、Bytom等多款区块链产品的研发、运营团队。著作有《区块链：重塑经济与世界》等。

段新星



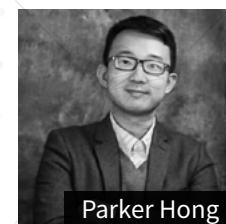
ICOAGE、区块链铅笔创始人，以网名“暴走恭亲王”被人所熟知。国内最早期的数字货币与区块链技术参与者，也是业内最具个人声誉的意见领袖。数学专业毕业，擅长IT技术和金融证券分析，有着多年IT和金融的从业背景，在德隆期间长期参与行业研究和投资分析。2012年开始致力于推动数字货币和区块链行业的发展：翻译和撰写过大量相关资料和区块链项目白皮书；参与《数字货币》、《区块链—新经济蓝图》、《区块链社会》等多部著作；参与开发和投资多个区块链和数字资产项目，努力打造业界生态；创办垂直领域最受肯定的权威新媒体“区块链铅笔”以及最具声誉的ICO平台ICOAGE。

龚鸣



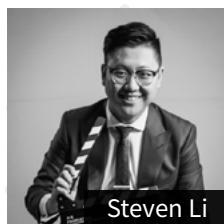
西安交通大学保送生、纸贵科技创始人&CEO、Ink labs基金会主席、Jenga Blockchain Capital管理合伙人、西安交通大学区块链技术与法律创新研究实验室发起人、APEC未来学院顾问委员会委员、丝绸之路创新设计联盟专家组成员。

唐凌



毕业于多伦多大学Rotman商学院。弘桥资本合伙人，国投高科下属产业引导基金投决会委员。曾任职于中信银行总行公司银行部、欧洲电信巨头Orange and Publicis下属创投Iris Capital加拿大公司。

Parker Hong



弘桥资本合伙人，某互联网公司投资部副总裁，主导过20余个互联网项目投资，投资阶段覆盖天使轮到B轮。曾获得加拿大安大略省青年创业奖。Demo+ 孵化器合伙人、评委会委员。多伦多大学校友会驻中国地区代表。多伦多大学经济管理学士学位，女皇大学金融硕士学位。

Steven Li

总结&展望

Summary

- 人类去过的最远的距离是月球，距地球平均约384,403.9公里。
- 人造航天器旅行者1号飞出太阳系，走的最远，距地球超过200亿公里。
- 人类用哈勃太空望远镜看到最远的天体距地球120亿光年。

这是人类感知到的宇宙的最大边界。

但宇宙诞生了138.2亿年，大爆炸的光到宇宙中心是138.2亿光年，如果那是宇宙的边界的话，人类距看到宇宙的边界还要18.2亿年。

每每读到这些数字，我们都会感受到人类的渺小与微不足道。但是，我们人类又是独特的。从组成上来看，虽然我们和一般的太空尘埃并无不同，但我们是智慧生命，也正是因为智慧，我们有了探索的责任，探索自己、探索周围、探索居住的星球，更是要探索我们所处的宇宙太空。

而我们对太空的探索才刚刚开始，未来，随着科学技术的发展和人类文明的进步，我们相信人类总会在太空探索中取得极大的成就，实现人类文明走向太空的愿望，让人从地球生命真正变成太空生命。

但成功永远不是等来的，需要你我、需要大家、需要全人类共同努力实现我们“走上天”的梦想。而太空链想做的，就是抛砖引玉，为这一梦想迈出第一步，哪怕这一步走失败了，哪怕区块链不是解决问题的最好办法，这都无关紧要。真正重要的是太空链的出现能够让更多人、甚至全人类都意识到：太空探索需要人类的共同努力。然后会有更多的人参与太空探索，有更多的人思考如何集合全人类的力量探索太空，这就是我们的期待。如果真的有这么一天，太空链的存在即会意义非凡。

所以，太空链的成功与否并不重要，它的存在，才是意义所在。



附件一

合作伙伴





附件二

《SpaceChain OS白皮书》简介

1.设计理念

航天领域设备种类比较繁多,SpaceChain OS需满足绝大多数设备的需求。例如,火箭的飞行控制需要惯性导航,导航过程中的积分运算对于操作系统有严格实时性的要求,而火箭的返回和降落需要极其精确复杂的控制,也需要一套大型操作系统才能保证其稳定运行,一些星载、箭载设备则需要一款通用操作系统来处理人机界面、存储数据。SpaceChain OS的设计理念包括:

满足航天器使用的实时性,实时操作系统需要硬实时性,用来满足需要实时性控制的场景。通常包括:卫星姿态控制、卫星星务、雷达、设备监控显示、设备控制、点火系统、发动机控制系统、生命维持系统等。

满足载荷等设备使用的通用性,满足航天器机载设备的需求,这类设备运行不需要硬实时性,对于可靠性、稳定性的要求也不追求极致,更多的需要是在易用性以及开发成本之间达到平衡。

满足第三方中间件、软件的需求,上层软件、中间件的开发通常会基于一套API,SpaceChain OS需要支持这套API和编程接口,从而保证程序在尽可能少的改动之后就可以在新的平台运行。

满足教育需求,SpaceChain的教育计划包括培养更多的优秀工程师、爱好者,以开源的SpaceChain OS以及开源指令集RISC-V作为开发教育计划的基础,实现大规模的知识共享,源代码、APP复用,最大限度保证开发成果的复用性、可延续性,同时降低参与太空计划的门槛,吸引更多人才参与太空探索。

安全性,信息安全和业务安全是两个重要的维度。信息安全:通信数据链路的安全、卫星开放的运算资源的安全,都是操作系统要带来的特性。业务安全:航天飞行器成本高昂,必须最大限度的保证安全,包括业务本身运行的可靠性、稳定性和异常恢复机制。

开源,一门用来沟通的语言必须是开源并且透明的。

2.设计方案

SpaceChain OS的内核基础是SylinxOS。SylinxOS是一款大型、开源的实时操作系统。自2006面世以来,广泛应用于电力、轨道交通、航天、航空、工控、军工领域,其中,很多节点已经连续运行超过6万小时。SpaceChain OS采用SylinxOS作为底层平台,并在此基础上做了如下改进:

- 提高安全性。集成了安全沙盒、虚拟化等功能。
- 功能增加。增加诸多适用于航天领域的中间件,代码包,驱动。
- 区块链应用功能。集成了Qtum区块链技术,基于Qtum的区块链应用可以直接复用。
- 应用场景的扩展。扩展到不同的航天器,包括卫星、卫星地面系统、空间站、太空飞船、太空探测器等。
- 技术支持服务。对于太空初创企业,太空链基金会提供针对SpaceChain OS的更好的技术支持服务。
- 提高可靠性。对太空链基金会开发更新的每一代的SpaceChain OS,都会做在轨验证,为社区提供安全可靠的代码。

SpaceChain OS具有以下技术特点:

- 多平台的支持。支持6大硬件平台,包括ARM、DSP、SPARC、X86、MIPS。覆盖几乎所有能见到的处理器架构,包括目前航天使用较多的PowerPC、SPARC、MIPS,以及未来航天会用的处理器ARM。
- 图形界面的支持。支持完善的QT、Micro windows、μC/GUI等结构。完善的图形界面支持可以满足浏览器、图形界面、触控的需求,同时也完善其对于手持设备、显示设备的支持。
- 扩展能力。应用编程接口符合IEEE、ISO、IEC等多种编程接口规范,目前支持四套API,包括POSIX 1003.1b、VxWorks V6(80%)、GJB7714-2012、Sylinx API,以便最大程度地兼容现有的应用程序。
- 便捷的开发能力。方便将其安全稳定的特点应用于其他领域或场景,比如地面设备、手持终端、雷达、测控站等。
- 大量支持第三方中间件。包含但不限于以下:OpenSSL、Python、unixODBC、GoAhead、FastDB、SQLite、Lua、QGIS、uGFX。通过这些中间件,SpaceChain OS支持加密,脚本语言,以及各类现场总线、标准等。
- 升级能力强大。在所有支持的处理器上支持动态加载,支持APP和操作系统独立开发,支持一键上传、部署应用,支持应用和OS自身在线升级等多种升级方式。
- 完全开源。开放的软件代码和广泛的适用性。SpaceChain OS是一套开源的操作系统,包括SylinxOS kernel、第三方中间件、卫星应用、Qtum以及其他中间件或者应用程序。所有的源代码公开。可以访问SylinxOS.com、spacechain.com及GitHub免费获得。
- 安全。信息安全:内建网络安全模块、防火墙、流量控制等。SpaceChain支持可信计算、沙盒。业务安全:掉电安全文件系统TpsFs,形式化验证模型、沙盒。
- 前沿技术。虚拟化、微内核、安全沙盒、深度学习。

3.目前工作

※Qtum, EVM, 区块链应用市场

Space Chain 2月份发布 Qtum以及EVM虚拟机等区块链应用平台。

※星务软件 介绍常用平台以及其分别适用场景

SpaceChain OS已经完成了PowerPC和Cortex-R5两款处理器的适配工作，并且支持之前所述的两个特色安全功能，保证了卫星计算机硬件系统即使在受到高能粒子的冲击时，也能具有一定的纠错和容错的能力。

※PowerPC

(Performance Optimization With Enhanced RISC-Performance Computing, 有时简称PPC)是一种精简指令集(RISC)架构的中央处理器(CPU)，其基本的设计源自 IBM(国际商用机器公司)的 POWER(Performance Optimized With Enhanced RISC;《IBM Connect 电子报》2007年8月号译为“增强 RISC 性能优化”)架构。POWER 是1991年由Apple(苹果电脑)、IBM、Motorola(摩托罗拉)组成的 AIM 联盟所发展出的微处理器架构。

目前应用在航天上的PowerPC处理器有国微电子的SM750处理器和NXP公司的P1022处理器。

SM750 是国微电子的一款高性能 32 位超标量低功耗微处理器，采用 PowerPC精简指令集，且功能兼容 Motorola 公司的 MPC750 芯片，主频为266MHz，是具有抗辐射、超宽温的宇航级版本芯片。目前国微电子的SM750处理器已经完全适配完成。

P1022是NXP公司的一款基于E500核心的双核处理器，主频为1GHz，性能较高，可以应用在数据处理、科学计算等性能要求较高的场合。NXP公司的P1022处理器的适配工作目前正在进展，因P1022是SOC设计，集成的外设较多，所以需要开发的驱动较多，预计2018年4月前适配完成。

Cortex-R5, 源于ARM公司在经典处理器ARM11, 能适用于航天，主要是因为其有如下两个特色安全功能：针对具有 ECC 位的高速缓存和/或 TCM 内存的可选单位错误更正和双位错误检测。处理器将自动更正单位软错误。还可在所有外部接口上实施 ECC 保护，一种双处理器配置，适用于以锁步方式实现冗余 Cortex-R5 CPU 而获得可靠的容错/故障检测系统的，或者是独立运行的双核，每个内核都使用自己的总线接口、中断等执行自己的程序。

目前应用在航天上的Cortex-R处理器有TI公司的TMS570LS3137处理器和TMS570LC43x处理器。目前已经完成了上面两款处理器的适配工作，并且支持上面的两个特色安全功能，保证了卫星计算机硬件系统在受到高能粒子的冲击时，能有一定的纠错和容错的能力。

ZYNQ载荷，是一种成熟并得到验证的方案，广泛应用于电力、轨道交通、卫星、无人机等行业。SpaceChain OS支持全部的Zynq7000外设，包括QSPI、USB3.0、HDMI、SD、ETHERNET、DMA等。其测试性能如下。

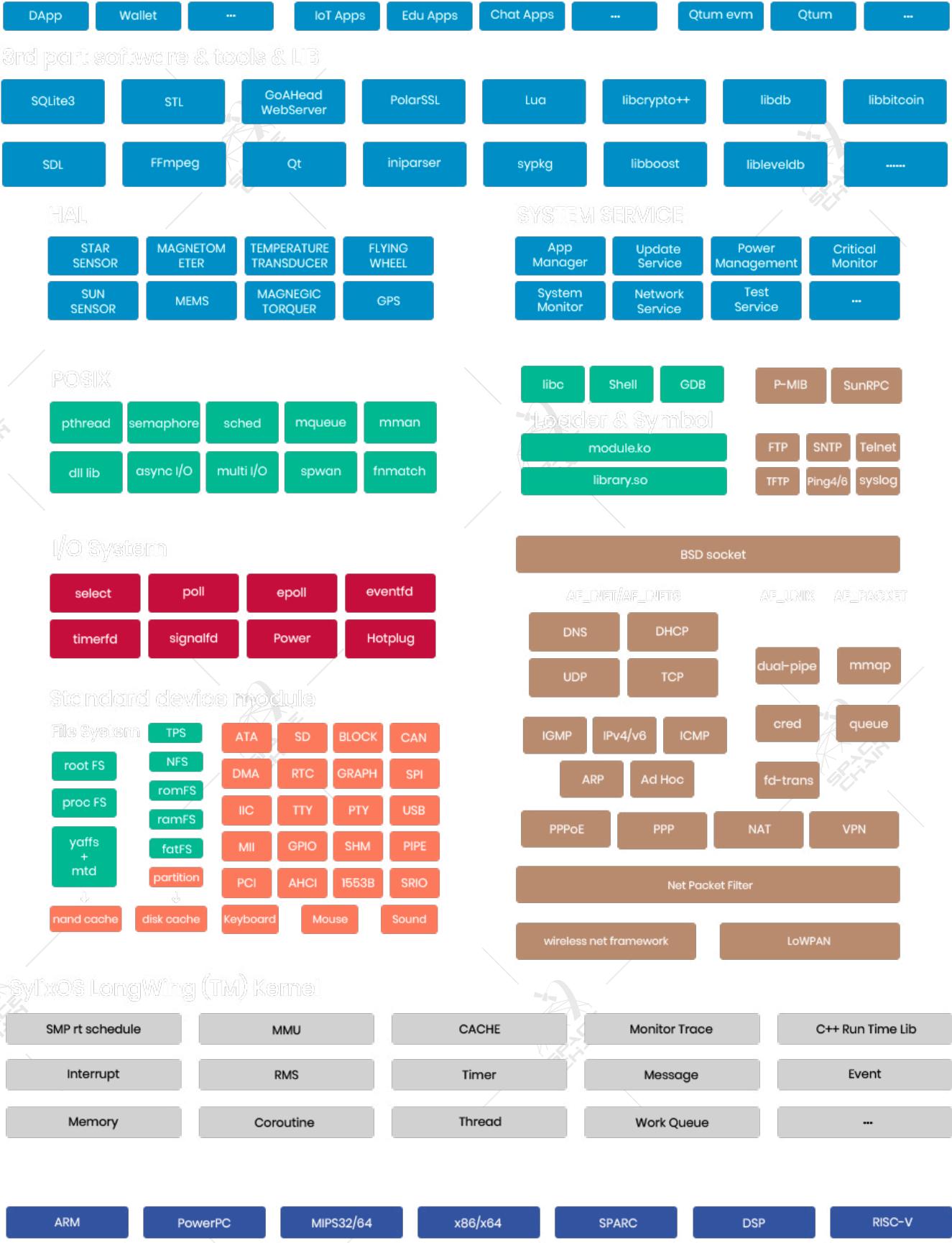


图4 SpaceChain OS架构图

附件三

《太空链智能卫星系统白皮书》简介

参数	数值
质量	100kg级别
功耗	≤200W
寿命	5年在轨
轨道	≥20kg; ≤100W

太空链智能卫星系统包括：

智能卫星、地面系统、用户终端、云服务器、核心网5个部分。

- 智能卫星，星地双向通信、星地数据传输、星间通信功能，搭载星上高性能计算机，运行SpaceChain OS，并行多个APP、区块链应用及智能合约。
- 地面系统，接收卫星下行数据并向卫星上注数据，实现卫星遥测遥控。
- 用户终端，与卫星双向通信功能，运行SpaceChain OS及APP、区块链应用及智能合约。
- 云服务器，实现数据存贮及去中心化的云计算服务。
- 核心网，连接地面系统及其他网络。

详解介绍智能卫星的设计：

太空链将自主打造一款低轨道智能卫星，作为太空链自主化应用平台。其基本参数如下：

卫星包括两部分：平台部分及载荷部分。

1.载荷部分

区块链载荷

区块链载荷的关键功能是基于SpaceChain OS安全地开展卫星多应用并行处理。为了达到这个目标，有效负载将需要一个操作系统来为应用程序提供软件环境。主要逻辑结构如下：

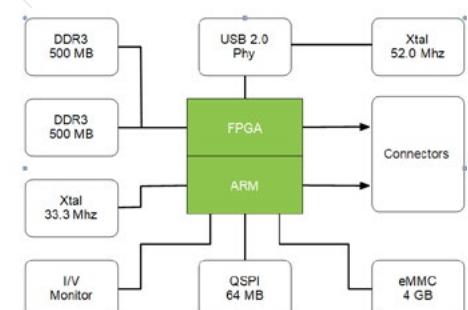
载荷	组成	功能
区块链载荷	高性能处理器(PSOC)	高性能计算，满足OS及App运行需求
	大容量存储	大量数据存储功能
	SpaceChain OS	运行SpaceChain OS 并基于OS运行APP等
区块链载荷	卫星-终端通信载荷	与终端的双向通信功能
	星间通信载荷	实时星间通信能力
	星地数据传输载荷	大容量与地面站数据传输能力



硬件侧

第一代区块链载荷将是一个ARM/FPGA组合的Zynq系列OBC板。

微处理器	基于Zynq-7000 全可编程的SoC (AP SoC)，设备集成软件可编程的ARM处理器和硬件可编程的FPGA处理器，实现关键分析和硬件加速，将CPU、DSP和集成于单一设备的信号功能。
操作系统	SpaceChain OS
I2C接口	OBC具有I2C总线支持双向数据传输、多主总线，总线上串行数据同时传输而不破坏主机的仲裁。串行时钟同步允许不同比特率的设备通过一个串行总线进行通信，并用作握手机制来暂停和恢复串行传输。
CAN总线	OBC的控制器使用CAN总线接口与其他子系统的硬件通信。它是一种串行通信协议，支持分布式实时控制，具有很高的安全性。



在未来，区块链载荷应快速升级以满足应用的需求。现有的处理器有不同的问题，会降低更新速率。例如：x86是复杂和不公开源码，该处理器的内部结构不清楚，有可能是后门，安全问题存在隐患；ARM有昂贵的知识产权成本，减少了用户的数量；SPARC是商业企业的产品，整个技术系统具有长期持续支持风险；MIPS和权力属于商业企业，以盈利为目的，因此不利于技术的推广。上下游企业容易发生利益冲突，缺乏良好的产业链生态支持。

为了满足区块链载荷的更新速度，需要使用开源处理器。2010年伯克利大学特聘教授David Patterson推出RISC-V处理器的开源项目，优势如下：

- 免费授权，不存在专利障碍
- 永久非营利基金做运营管理
- 上游和下游产业链完备
- 每年两次国际研讨会会议进行学术支持

目前，有50个核心成员企业、270家企业和29所大学参与RISC-V的开源项目。未来，区块链载荷将在开源RISC-V指令集架构下开展快速硬件能力的更新迭代。

软件部分参考《SpaceChain OS白皮书》。

2. 平台部分

组成	功能
主体结构	支撑卫星各部分的结构
综合管理单元	综合管理单元是平台核心控制部件，负责所有星上部件的协调与控制，完成卫星平台的遥测终端功能、姿态控制，并辅助完成载荷的管理与控制，以及完成星上综合信息管理等功能。
传感系统	为综合管理单元提供重要信息，如位置、温度、姿态等。
执行机构	执行综合管理单元的指令，完成姿态控制、轨道控制、热控等动作。
太阳能板及电源系统	为卫星平台及有效载荷提供必需的电能。
测控机	与地面测控站通信完成卫星测控工作。

综合管理单元，硬件系统包括OBC、控制及遥测模块、二次电源、数据存储及接口等。主要参数如下：

综合控制单元软件模块包括：

- 星务软件：完成遥控、遥测、能源、热控等数据处理和对地数据管理传输功能。
- 姿轨控软件：完成姿轨控相关的传感器信息处理、控制算法、执行部件控制和飞行模式管理。
- 载荷管理软件：完成载荷数据的接收、处理和相关管理工作。（TBD）
- 热控软件：完成卫星温度采集，与温度控制

控制周期	500ms
最大接入周期	3 秒
通信路径	CAN /Point-to-Point RS422, RS485
码速率	38400bps、115200bps
时间精度	0.1ms (GPS) ;10ms (地面)
遥控码速率	4800bps
遥测码速率	9600bps

传感系统包括:星载陀螺仪、磁强计、导航接收机、星敏、太敏及温度传感。传感系统数据均可以被区块链载荷直接调用。

执行机构包括:动量轮、磁力矩器、推进器、热控装置等。出于对卫星安全的考虑,执行机构不对区块链载荷进行开放。

太阳能板及电源系统包括:表贴太阳能板、展开太阳能板、电池、ACU及PDU。

遥测遥控系统包括:接收机和天线。上行使用VHF, 下行使用UHF。

3. 卫星整体功能描述

