

# 大健康与新医疗

BIG DATA Health  
and New Medical

2022 年  
第 06 期



上海科学技术情报研究所  
上海市前沿技术发展研究中心  
技术与创新支持中心(TISC)

## 区块链技术在医疗健康领域的发展态势

### 编者按

传统医疗数据在信息化发展方面遇到诸多难题，相比其他传统行业，发展进度极为缓慢。究其根本，是因为目前医疗数据孤岛化且缺乏标准体系、数据安全难以保障、数据确权不明晰导致的传统参与者信息化的意愿低，医疗服务中的医疗数据未能被充分利用。同时，医药行业供应链由于参与主体众多，存在大量交互协作，信息被离散地保存在各自环节、各个系统中，缺乏透明度。信息的不流畅导致各参与主体难以准确了解相关事项的实时状况及存在问题，影响供应协同效率。当各主体间出现纠纷时，举证和追责耗时费力。

区块链在数据保密、智能合约、生态激励等方面具有天然优势，与医疗行业具有较高的契合度，能为医疗行业提供多环节安全解决方案，同时也能助推医疗行业智能化发展。

## 目 录

科技战略与政策 .....	3
国家出台政策积极探索区块链技术在医疗健康领域的应用 .....	3
技术研发 .....	5
医疗健康区块链之核心技术——信医链 .....	5
技术应用 .....	7
区块链技术在海外医疗卫生领域中的应用 .....	7
区块链技术在医疗健康领域的应用场景与案例 .....	12
区块链技术在医疗供应链中的应用 .....	16
行业动态 .....	20
医疗行业数据信息化缺失亟需技术革新的现状 .....	20
区块链技术在医疗行业的发展概览 .....	23
区块链技术在医疗健康领域的机遇与挑战 .....	25

## 科技战略与政策

### 国家出台政策积极探索区块链技术在医疗健康领域的应用

医疗行业可谓社会刚需。医疗需求方面，人口数量和人口结构是影响需求的直接因素，其中，我国人口老龄化问题突出；供给方面，医疗行业绝对值规模在逐年增加但人均资源仍不足。此外，我国医疗健康领域还存在医疗资源配置、利用率等方面有待提升，医药营销、产品流通等细分领域较为传统的问题。近年来，区块链作为颠覆性的前沿技术，在市场的热捧下，与许多传统行业碰撞，创造出区块链赋能的应用案例。区块链技术具有分布式存储、不可篡改、数据透明可溯源的特性，天然能够解决信息不对称、信任问题、信息孤岛等多个行业的痛点，于是被广泛应用于金融、供应链、知识产权、保险、医疗等领域。国家卫生健康委等多个官方机构认识到区块链的重要性，倡导区块链与医疗健康行业的融合应用。

1. 国家卫健委发布《关于加强全民健康信息标准化体系建设的意见》文件为加强全民健康信息标准化体系建设，更好地发挥标准的规范、引领和支撑作用，推进互联网、大数据、人工智能、区块链、5G 等新兴技术与医疗健康行业的创新融合发展，国家卫生健康委根据《中华人民共和国标准化法》等相关法律法规以及国务院办公厅《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》等文件精神，在广泛听取了委内有关单位、各省级卫生健康委、有关院士、医院、相关企业等专家的意见和建议的基础上研究制定了《关于加强全民健康信息标准化体系建设的意见》（以下简称《意见》），该意见于 2020 年 10 月公开发布。

《意见》中关于探索医疗健康区块链技术应用标准化建设的具体内容是：探索研究区块链在医疗健康领域应用场景，加快研究制订医疗健康领域区块链信息服务标准，加强规范引导区块链技术与医疗健康行业的融合应用。加强数据互联互通和数据溯源，鼓励医疗卫生机构在确保安全的前提下，探索区块链技术在医疗联合体、个人健康档案、电子处方、药品管理、医疗保险、智慧医院管理、疫苗管理、基因测序等方面的应用。

2. 国家医疗保障局对十三届全国人大三次会议第 7927 号建议的答复

2020年9月，在国家医疗保障局对十三届全国人大三次会议第7927号建议的答复（医保函〔2020〕50号）中提及：**关于信息共享和区块链技术的应用。**国家医保局将依托全国一体化在线政务服务平台，积极与相关部门沟通，在保障参保人信息安全和网络安全的前提下，建立部门间信息交换机制，实现医疗、医药、医保数据共享协同，同时积极探索区块链技术在医保相关领域的应用。

3. 国家卫健委办公厅《关于关于做好信息化支撑常态化疫情防控工作的通知》

为贯彻落实国务院应对新冠肺炎疫情联防联控机制《关于做好新冠肺炎疫情常态化防控工作的指导意见》（国发明电〔2020〕14号）要求，充分发挥信息化在支撑疫情监测分析、创新诊疗模式、提升服务效率、促进人员安全有序流动等方面的作用，国家卫生健康办公厅于2020年6月发布《关于关于做好信息化支撑常态化疫情防控工作的通知》。

在推广疫情期间线上服务经验，大力发展“互联网+医疗健康”工作环节，提出强化数据共享，并明确指出“探索构建患者主导的医疗数据共享机制，应用区块链等技术实现安全流动和授权访问。”

4. 中共中央国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》

海南是我国最大的经济特区，具有实施全面深化改革和试验最高水平开放政策的独特优势。为深入贯彻习近平总书记在庆祝海南建省办经济特区30周年大会上的重要讲话精神，落实《中共中央、国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》要求，加快建设高水平的中国特色自由贸易港，特制定《海南自由贸易港建设总体方案》。方案于2020年6月公开发布。

方案制定了阶段性发展目标。其中，分步骤分阶段安排中，明确了2025年前需落实的目标任务，针对“深化产业对外开放”任务，提出了“**建设区域医疗中心，建设海南国家区块链技术和产业创新发展基地。**”

资料来源：中央政府网，国家卫健委规划发展与信息化司、国家医疗保障局等官网

## 技术研发

### 医疗健康区块链之核心技术——信医链

作为医疗健康区块链的重要核心技术，信医链是国内最早形成并提出面向大健康领域医院、医药、商保、健康服务、互联网医疗等跨行业医疗健康的区块链平台。平台具有以下特点：（1）屏蔽底层通用区块链技术细节，降低医院及外部合作方研发成本；（2）侧重与医院的信息互联互通；（3）医院及医疗信息化企业采用常见的互联网医疗接入模式和接入技术就可以方便地接入区块链平台；（3）数据标准基于国家卫健委卫生信息标准。目前国家卫健委在推动医疗健康信息互联互通测评，一部分领先的医院已经通过测评，不少医院正在参加测评。降低了医院改造成本。

#### 1. 信医链体系架构

信医链在通用区块链技术架构下，面向医疗健康领域，封装了数据和服务 API 及 SDK，如图 1 所示。方便医院和医院外部的合作方开发应用、开展合作。



图 1 信医链体系架构

#### 2. 信医链拓扑

信医链的拓扑结构如图 2 所示。基于分布式账本技术，信医链管理医院对外共享的医疗数据，数据仍然保存在医院内部，而不是存储到云端或外部合作方；基于智能合约，信医链支撑医院对外共享医疗数据的使用和计算。数据传输过程，使用 https 协议，基于非对称密钥交换用于通信的对称密钥，对通信全过程加密。

特殊的客户端插件，保证不可复制和下载数据。将数据使用的行为数据上链，可全过程追溯、不可否认。医院可以对外部合作业务进行监管。

医疗机构对外共享的数据包括但不限于如挂号、出入院、收费、处方、检验报告、检查报告、手术报告、病历文书、出院小结、病案首页等。这些数据以卫生行业标准为基础。可以根据医院的信息化条件，采用不同的数据对接和抽取方式：

- (1) 医院已建 CDR 或具备互联网服务接口，可提供数据访问 API（如：ESB、CDR、互联网医院服务 API 等）供信医链前置服务器访问；
- (2) 如不具备以上条件，可根据指定规则，每天从生产库（例如 HIS、LIS、CIS、RIS 等数据库）中抽取相关数据，根据指定的患者或病种或时间范围，存储到前置服务器上；
- (3) 按需手动上传患者病历数据到前置服务器。

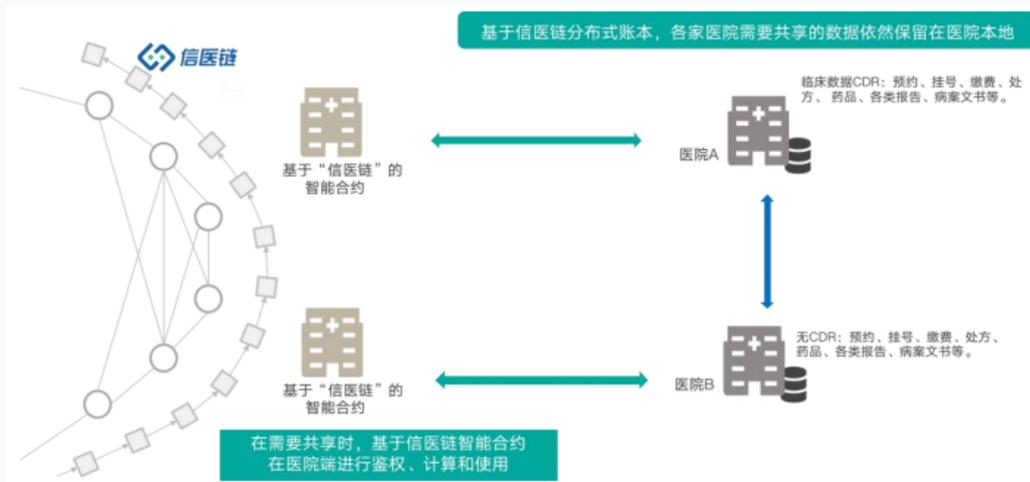


图 2 信医链拓扑

### 3. 信医链接口

图 3 是信医链接口服务。信医链接口是信医互联网服务平台的区块链版的接口。信医互联网服务平台已有 5 年的研发和应用的历史，医院通过信医互联网前置服务即可使用互联网医疗 SaaS 服务，包括医疗信息共享、互联网预约、互联网支付、互联网咨询、互联网远程会诊等。信医链是信医互联网医疗服务的区块链版。

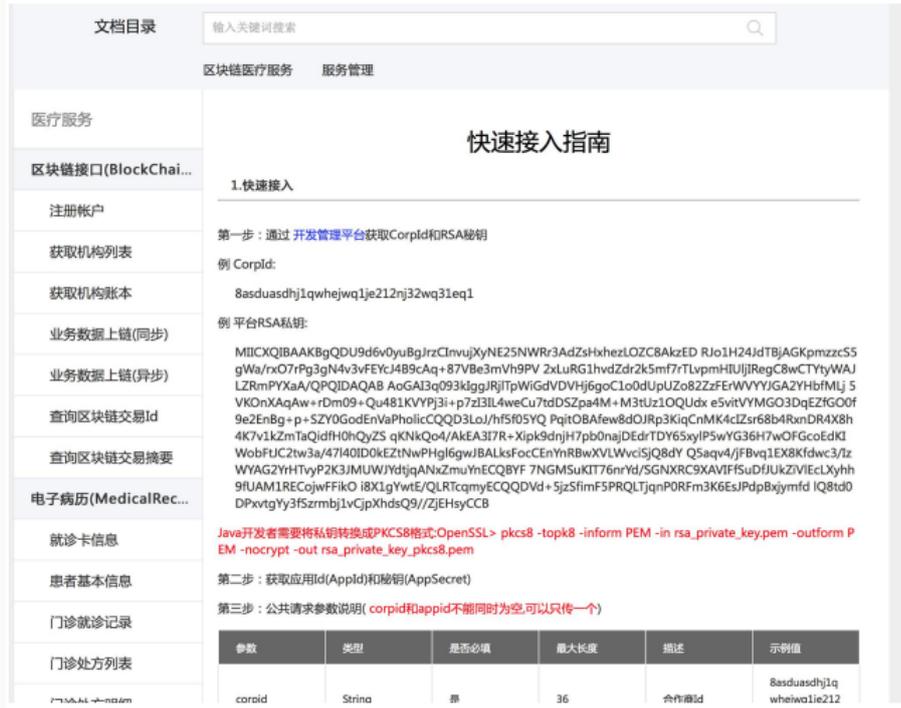


图 3 信医链接口

资料来源：信医链白皮书

## 技术应用

### 区块链技术在国外医疗卫生领域中的应用

区块链技术因其数据分布式记录、可追溯、匿名化的特性,可以解决医疗卫生领域数据共享困难、医疗记录篡改、隐私泄露等问题,又可以在医疗卫生领域的生产实践中推动数据共享,提供可回溯的路径,并保障个人隐私及数据安全。国外的区块链技术在医疗卫生领域有以下 3 方面的应用。

#### 1. 推动数据共享

##### (1) 促进电子病历共享

以往,电子病历的数据分散在各个医院,患者无法获得自己的诊疗记录,医生也无法详细了解患者的病史。采用区块链技术存储电子病历之后,患者可以主动地掌握自己的就诊信息,如医生的诊断和各项检查指标。目前,将区块链技术应用于电子病历的管理是国际上一大研究热点。许多研究和项目如 Healthcare Data Gateways, MedVault, Fatcom, BitHealth, Gem Health Network, 一些知名

公司如德勤、IBM 和埃森哲也在使用区块链技术存储医疗保健数据和电子病历。Factom 的技术首先将私人医疗数据进行加密编码，然后生成一个数据指纹以供时间标记和验证过程，这种方式可以确保实际医疗数据不会泄露给第三方。PokitDok 公司在英特尔的开源区块链平台 Sawtooth 和 Intel 芯片的支持下，建立了一个叫“Dokchain 治的医疗区块链解决方案；飞利浦与 Tierion 公司合作了首个“区块链+医疗治疗项目，Tierion 主要收集数据并记录到区块链中；区块链技术公司 Gem 则推出了 Gem Health 项目，飞利浦与其共同开发企业级的区块链医疗应用；Gem Health Network 利用区块链技术建立一个数据记录和身份管理的公开标准。一个全球化的医疗健康区块链能够将每个患者的包含本地医院和医生的记录信息关联匹配一个 ID。基于区块链技术的通用医疗健康 ID 能够减少患者诊疗过程中的医疗错误并保护患者的隐私，有利于电子病历信息的共享。

### （2）促进临床数据共享

尽管美国的法规条例强制要求开放临床试验方案以及在试验中获取的数据，但是临床数据的正确性和完整性仍然存在问题。根据近期启动的一项临床试验监控项目 COMPare 显示，在 67 例研究试验，仅 9 例(13%)正确地报告了试验结果，每年加入 ClinicalTrials.gov 的研究超过 20 000 项，类似问题很可能只是冰山一角。运用区块链技术，可以低成本地验证临床试验数据的完整性，并且在公开发布之前，数据的完整性可以在不向商业竞争对手披露秘密协议的情况下得到验证。麻省理工学院的研究人员 Ariel Ekblaw、Asaf Azaria 和 Thiago Vieira 以及 Andrew Lippman 等人提出使用区块链技术促进临床数据的二次开发，并开发了一个名叫“MedRee”的区块链医疗项目，致力于区块链医疗记录管理。

### （3）促进个人健康数据共享

以往的个人健康数据保存在平台运营商手中，公众无法了解到自己的健康数据的详细去向，也难以向医生提供这些数据。麻省理工学院媒体实验室和 Beth Israel Deaconess 医疗中心设计了一个数据平台，平台中的数据采用分布式的方式进行权限管理。在这一平台中使用区块链技术是为了让患者了解他们的健康数据可以被哪些机构和个人获取到。虽然患者的健康数据并未真正保存在区块链中，但获取这些数据的权限可以在区块链中共享，从而促进医疗数据共享权限的研究。真正的个人健康数据保存在传统的健康档案管理系统中，而健康数据以外的其他资料如权限、数据存储位置和审核日志则保存在区块链中，并需要特定的软件进

行真正的互操作。因此，平台利用区块链技术分布式和匿名的特点可以确保个人健康数据的安全性和隐私性。瑞士的 Healthbank 公司则针对个人用户提供了一个存储个人健康数据的平台，在这一平台中用户可以在安全的环境下存储和管理自己的健康信息，数据的主动权完全掌握在用户手中。Healthbank 公司还计划开发一个可穿戴的健康监测设备，并将设备收集到的个人健康数据如心率、血压、睡眠等数据也存储在 Healthbank 中。今后，这些数据也将提供给研究人员用于医学研究，而且得益于区块链可追溯的特点，这一模式还可以更有针对性。普通用户将自己的健康数据提供给平台，可以得到一定的经济补偿，而那些非常具有价值的研究信息，可以通过区块链识别出来，从而对数据提供者进行更多的奖励，以激励他们持续地提供这些健康数据。

#### （4）优化医院流程处理与手术安排

以往的手术日程信息在医生办公室和医院的行政部门之间来回传递，信息的完整性和准确性得不到保证。为了使医院、医生和病人之间的沟通更为流畅，芝加哥 Healthnautica 公司利用可定制的软件系统为医生和患者办理手续。其产品 eORders 利用区块链原理，极大优化了手术治疗和程序调度过程，增强了患者安全，加强了收益周期管理并通过提高效率降低了成本。所有的手术订单在 eORders 中的显示都更加突出，便于医患双方的识别、理解和追溯，并且无法篡改。通过对患者身份的识别和确认，患者可以自动获得手术预付费审核和医疗保险的预授权，增强了医患之间的信赖度。同时，对患者病史和用药史的知悉，可以减少术前检查的流程，降低用药风险。

## 2. 提供可回溯的路径

### （1）医保审核

区块链技术在医疗卫生领域的另一个应用是医疗保险的审核以及支付环节。由于保险公司的数据系统和医院的数据系统之间没有对接，目前小额医疗保险理赔通常由投保人自行垫付医药费，再向保险公司理赔获得赔偿金。而利用区块链技术，保险公司在医疗保险审核环节可以结合电子病历的数据对患者进行快速理赔和预授权支付。Pokitdok 公司与英特尔合作建立了一个基于区块链技术的解决方案，提供身份管理以验证交易中所有人的身份是否可信。

### （2）药品及处方防伪

假药问题是一个迫切而尖锐的世界性难题。根据世界卫生组织统计,全球有 10% 的药品是假冒药品,其中发展中国家的假药比例高达 30%。这些假药不仅是减肥产品或者是增肌产品这样的保健品,更包含了治疗心脑血管疾病和癌症的药品以及抗生素、止痛药、避孕药等处方类药品。假药可能含有有效成分,但在大多数情况下这些成分并不稳定,剂量不是超标就是太低,纯度也达不到要求。当假药中的有效成分不起作用时,就会将患者置于非常危险的境地。Hyperledger 是一个旨在推动区块链跨行业应用的开源项目,该项目对假药进行了研究,对每一个生产的药品都标记了时间戳。Pokitdok 和 iSolve 等公司也在开发一个针对药品流通可追溯的区块链解决方案。首先,采用这种方法可以确定药品是何时何地由何人生产;其次,使用区块链可以检测药品的构成成分及其来源,并且可以把整个药品的流通环节在区块链中向所有人展示。这样就可以轻易识别假药并追溯到生产源头。Block Verify 作为医疗领域区块链技术应用的先锋,已经提供了这样的方案,它可鉴别的商品包括伪造、调换、被偷商品以及虚假交易等。在医药行业,这意味着 Block Verify 可以通过追踪药企供应链来鉴别消费者手中的药品是否是正品。

除了药品本身的质量问题,虚假的电子处方也是一个迫切需要解决的问题。2018 年 4 月,国务院办公厅发布关于促进“互联网+医疗健康发展的意见,提出要完善“互联网+治 药品供应保障服务。未来,用户将可以通过电子处方在互联网平台上合法购买处方药。在以往的处方药销售过程中,由医生为患者开具处方,患者再将处方传递给一个或多个药剂师,而药剂师并不知道处方是否是原始的、是否在有效期内的、和是否未被重复使用的。美国区块链公司 Nuco 提出了基于区块链的电子处方欺诈问题的解决方案:当医生开出处方时,附上二维码作为唯一标识符,该标识符与包括药物名称、数量、患者的匿名身份和时间戳的区块相关联。当药剂师填写处方时,扫描标识符,记录处方并与区块链中的原始处方进行比较,验证处方的原始性、有效性和唯一性。HealthChainRx 和 Scalamed 也即将发布解决方案,以打击处方欺诈,它强调让患者掌握他们的数据,包括授权谁可以使用这些数据以及如何使用。

### (3) 医疗器械和医疗用品跟踪

随着数字化医疗设备的普及和互联网的使用,一些医疗器械的潜在漏洞也暴露在黑客的视野中。利用区块链从家用设备、可穿戴设备或家庭保健提供者处

获取患者提供的治疗效果的相关信息,是拓宽不良事件安全性监测范围的一种途径。2015年,美国食品药品监督管理局发布风险公告,Hospira 医用智能泵及 Symbiq 输液系统可以被未经授权的用户通过医院网络入侵,进而控制和改变患者的用药剂量。2017年8月,美国FDA再次发布公告,有近50万植入了心脏起搏器的患者需要更新固件规避被黑客入侵的风险。在苏格兰政府的支持下,Napier大学和苏格兰国民医疗服务展开合作,利用区块链技术改善医疗器械供应链并对设备的使用寿命进行跟踪研究,监测患者的护理途径,提高召回设备时的响应速度。

### 3. 保障个人隐私及健康数据安全

#### (1) 个人电子健康数据采集环节

医疗物联网是物联网的一个子集,专注个人健康领域,主要包括监测睡眠、心率、血压等指标的可穿戴式设备。与医疗器械及医疗用品的缺陷类似,loHT 容易遭到黑客的入侵及泄露患者隐私。由于健康监测设备主要是以患者为中心,loHT 受到安全威胁更为严重。Bow head Health 最早将 loHT 与区块链进行结合,基于一个健康饮食及睡眠的个性化指导应用,通过匿名的形式收集和患者的健康数据和饮食习惯信息,并给用户奖励一种匿名的健康代币以激励用户养成良好的生活习惯。

#### (2) 个人电子健康数据存储环节

在中心化的数据库中,大量医疗信息集中存储,这给黑客攻击带来了便利。在国外,医疗公司 Anthem 曾经泄露过 8 000 万患者和雇员的记录,而另一家美国公司 UCLA Health 也曾泄露过 450 万患者的数据。去中心化的区块链数据库能够实现多网络节点的联动和数据的安全保护。由于患者的个人信息往往在就医网节点记录,无法实现整个医疗体系中的共享,因此无形中给患者就医、医生诊断都设置了巨大的障碍。BitHealth 致力于在全球范围内存储和安全地传送医疗健康数据,运用区块链技术存储医疗健康数据并能够将其从世界各地任一节点恢复。运用区块链技术,数据可以在国际上以类似于 BitTorrent 的点对点文件分享技术形式进行传播,万一出现网络故障,可以从本地节点恢复数据。

#### (3) 个人电子健康数据处理环节

Doc. ai 的自然语言处理平台将减轻医生的负担,为患者带来更多的便利。2017年8月,数字健康初创企业 doc. ai 公司推出基于区块链的自然语言处理平台,通过人工智能分析处理大量医疗数据,以便为用户提供个性化的咨询建议。

未来，doc. ai 公司还将推出 3 种以人工智能为基础的自然语言处理模块，包括‘基因组学冶(基因研究)、“表型组学冶 (物理特性研究) 和‘暴露组学冶 (环境影响研究)。基因组学能够为癌症和罕见疾病的诊断提供更深入的支持；表型组学通过人脸预测用户的年龄、身高、体重、性别和身体质量指数，指导用户进行健康决策；暴露组学通过对周围环境数据如空气质量、水污染情况的研究，分析致病及健康恶化的因素。

资料来源：中华医学图书情报杂志

## 区块链技术在医疗健康领域的应用场景与案例

区块链技术在医疗健康领域的快速融入与成熟应用主要体现在医疗服务与医疗商业两大业务版块。

### 1. 医疗服务：医疗数据管理

医疗保健行业利用区块链技术逐渐成为趋势。其主要用于加强制药部门的供应链管理、安全和信息保密、数据确权和流程管理等方面。此外，区块链技术帮助患者记录和管理患者的健康数据，使患者能够从数据中获得个人财务收益。

#### (1) 个人电子病历

如果拥有安全完整的个人健康历史记录，记录每个生命体征，并且可以高效准确地捕获与所用药物、每位医生诊断、患者疾病和手术相关的信息以及其他信息，预计医疗服务的质量和协调性将会有所提高，而且相关成本和风险也会相应降低。

区块链具备数据不可篡改性，任何篡改都会留下密码学上的证据。以及多私钥的复杂权限保管的能力，通过智能合约技术对病例进行访问控制。解决电子病历面临的数据泄露、可扩展性、操作性和数据集成等问题。

案例：Health Wizz 宣布推出一款移动平台，利用区块链、移动技术和数据管理技术，帮助患者整理病历数据，让患者可以随时随地安全访问自己的数据库。此外，一些特定的组织可以使用加密货币来激励患者为医疗研究贡献自己的健康数据。Health Wizz 移动平台利用区块链技术为消费者提供所需的工具，使包括研究机构和制药公司在内的利益相关者共同汇集、管理和共享医疗数据，同时确

保数据的完整性，保护患者的隐私，真正做到了把患者医疗保健信息的所有权还给患者自己。

### （2）远程医疗

远程医疗是随着通信技术、计算机网络和多媒体技术的发展，并应用在医学上而不断发展起来的一门新兴学科。它以多种数字传输方式建立不同区域的医疗单位之间、医师和患者之间的联系，完成远程咨询、诊治、教学、学术研究和信息交流等任务。这种新模式的应用，有助于让就医过程由无序变得有序、省时，也可以解决发达和贫困地区医疗资源不平衡的问题。

在过去，中心化的远程医疗平台可能会由于内部失误或外部攻击，导致患者和健康相关的敏感资料被泄露。区块链技术提供了一个可行的方案，这是一个能做到完全透明却又能尊重用户隐私的方案。

**案例：Medicohealth** 是一个去中心化的远程医疗平台，旨在整合服务于移动健康和远程医疗市场的解决方案。用户通过在 Medicohealth 平台上同步电子健康记录，可以实现信息的安全存储，并实现个人健康信息的安全访问管理。此外，用户可以通过链接到许可机构的数据库检查医师执照，并对医生进行评价。Medicohealth 在给予病人线上医疗帮助的同时，保护他们的隐私并奖励线上提供帮助的医生，以提升医患双方的互动效率。

### （3）智能穿戴设备健康管理

随着物联网以及智能穿戴设备的发展，此类个人动态的连续数据也能发送到健康区块链中。智能穿戴设备的数据链，具有以下优势：

①**数据真实**：通过智能穿戴设备直接上传数据，保证数据传递过程中的有效和安全，从源头防止数据作假。②**健康管理**：运用 AI 技术分析来源于可穿戴设备的用户体征数据，提供个性化的生活习惯干预和预防健康管理计划。患者自己也可了解和管理自己的健康状态。③**辅助治疗**：借助区块链自主认知身份顾问程序管理技术，根据可穿戴设备一段时期的个人健康数据，医院提供个性化的医疗护理服务，提升治疗的精准度。

**案例：Welltok** 旗下的 CafeWellHealth 健康优化平台，运用 AI 技术分析来源可穿戴设备的 MapMyFitness 和 FitBit 等合作方的用户体征数据，提供个性化的生活习惯干预和预防健康管理计划。

### （4）医疗大数据分析

临床诊疗、医药研发、人类基因组研究都建立在庞大的个人基础健康数据支持之上。如果没有大的数据集，就比较难建立变体和性状之间的关联性，也难以通过机器学习来研究获得真正有意义的结果。然而目前这类数据远无法满足科研机构的需要，主要原因是临床诊疗数据和医药服用反应的数据无法及时得到记录和反馈，以及个人的基因数据检测成本较高。区块链使得这类数据的记录和共享成为可能，既可以保证数据的安全和隐私，还可以在向需求方提供数据获取通证奖励，必然可以在一定程度扩大这类数据的供给量，进而通过医疗大数据分析推动医疗研究的发展。

案例：科技创业公司 Nebula Genomics 正在使用区块链启动 DNA 测序，个人付费给测序服务提供商之后，测序的数据归个人所有，同时基因测序数据还通过 Nebula 网络获得保护，控制访问权限。生物和制药技术公司如果要获得基因测序数据，必须向用户购买，而不是向之前的测序公司购买。这改变了基因测序数据归属权问题。

#### （5）医疗计费和保险自动化

在医疗领域，患者、医疗机构、保险提供商之间组成了交互关系，医疗计费和保险赔付存在效率低下和服务复杂的问题。尤其是医疗保险方面，保险机构负责资金归集、投资、理赔，往往管理和运营成本较高，索赔支付和裁决为验证所有利益相关者是否符合和遵守合同中的商定条件，涉及大量的人工流程管理费用。医疗机构每年也有相当长的时间花费在保险报销过程中，病历资料的整理，保险服务提供机构和政府审计等等。

区块链技术把有关数据记录分布式存储在区块链上，实现了保险数据保全，数据不可篡改，避免合同争议。此外，医疗计费和保险中需要专业医生或公证人的流程可以通过智能合约以完全透明和安全的方式自动化和验证，智能合约能够实现大部分计费、支付程序的自动化，从而跳过中间人，降低行政成本，为病患和医疗机构双方节省时间。

案例：LenderBot 是 2016 年由区块链企业 Stratumn、德勤与支付服务商 Lemonway 合作推出，它允许人们通过 Facebook Messenger 的聊天功能，注册定制化的微保险产品，为个人之间交换的高价值物品进行投保，而区块链在贷款合同中代替了第三方角色。

## 2. 医药商业：医药器材溯源

### （1）药品防伪溯源

通过“时间戳”技术和链式结构实现数据信息可追溯，每个事件和交易都有时间戳记，成为一条长链或永久性记录的一部分。通过共识机制来共同记录和维护数据，防止某参与者单方面修改或删除数据，保证药品信息在区块链上的不可篡改。通过区块链技术，可对医药药品在供应链上所有环节的关键细节和相关信息，包括药品的生产日期、价格、疗效、流通情况等进行查询，甚至追溯至原材料采购阶段。如药品运输过程中断或药品失踪，存储在区块链的数据可为各方提供快速追踪渠道，并确定药品的最后活动位置。此外，区块链网络上一旦发现存在安全隐患的药品，通过区块链记录的药品流通信息，找出问题环节，方便厂商和监管部门迅速介入，并在第一时间召回问题药品。

案例：MIoT.AI 是一家中国企业，成立于 2018 年 5 月。MIoT. AI 以物联网技术，通过 MIoT. AI 云医链连接医疗领域的各个环节包括医疗器械(医疗设备、穿戴设备)、诊断(体检设备、电子病历)、药品流通(药店 ERP) 等，将数据的产生、处理、存储和共享形成了有效的闭环，真正实现数据的真实性、不可篡改、确权和精准共享等，可为精准医疗、健康大数据、药品流通等提供真实、可靠的数据来源及安全保证。

### （2）医疗废弃物追踪解决方案

和药品防伪溯源类似，医疗废弃物追踪解决方案是通过物联网、传感器、智能垃圾桶等设备，对医疗垃圾的产生、运输和处理过程溯源，并对参与者保持激励。

案例：享链医疗废弃物追踪解决方案已经应用于福建省。国家卫健委在 2019 年开始了区块链试点项目，将享链用于医疗废弃物的数据采集、交接记录、医院内流转路线监控、医疗废弃物仓库库存监控等一系列管理措施。在这个案例中，部署一系列节点，比如医院护工把医疗废弃物收集、扫码、封袋，运输过程中医疗废弃物称重、运输、交接，以及销毁，通过 APP 将数据存下来，保证医疗废弃物从源头到末端的全过程监管。

资料来源：OKEx 投研报告

## 区块链技术在医疗供应链中的应用

对于医疗供应链而言，不论是医疗器械还是药品，都可以被看作是由供应商、制造商、仓库、配送中心和渠道商等构成的网络。供应链概念的核心就是主体之间建立信任，协作协同，将原本松散的企业形成链条，将离散的链上信息收集整合。不论是医疗器械还是药品的供应链的信息共享的主要对象是三方：供应链企业、金融机构、政府监管部门，同时供应链上有信息流、物流、资金流的交换。区块链和供应链在结构上存在天然的耦合，区块链的去中心化、可溯源性和智能合约，可以对供应链带来改变。

### 1. 目前医疗行业供应链的问题

实践与理论研究均表明，对于任意一条供应链而言，上下游信息的高效流转是提高供应链竞争力的重要手段，也是实现供应链协调的基本前提。同时医疗器械和药品由于其自身对于人的生命健康的特殊性，不论是整个供应链物流各个环节的各种信息（如温湿度），还是整个处于动态中的物流信息，整个医疗供应链对这些信息的监管要求相较于一般的产品供应链要更高。目前医疗行业的供应链问题主要体现在以下几个方面：

（1）资金：（金融机构）a.由于信息共享和信任问题，供应链上的小型医药购买方相较于大型企业的贷款或融资都相对更困难，导致小型企业生存空间小，压力大；b.在为大型企业的金融业务操作中，银行由于担心其交易信息的真实性，需花费大量成本去鉴定交易信息。

（2）产品：（供应链上的企业+消费者）a.交易双方的信息不对称性造成交易时需要花费大量时间进行对方信息的收集和核实，造成交易时间和资金成本的上升；b.供应链上的一些相关事务，例如计划、采购、生产、物流等流程，大多数都是通过链主来进行“中心化”的设计与管理，而链主往往会受到管理能力，管理幅度和影响力的限制；c.对于药品等医疗产品而言，消费者的身份信息十分敏感，但是现阶段销售方并没有给予足够的重视，患者的隐私安全问题得不到保障。

（3）监管：（政府监管部门）a.医药行业主要由国家食品药品监督管理总局（CFDA）来进行监管，依赖于国家机构的信任背书；b.CFDA 等在进行监管

时，虽然目前已增强了药品等的可追溯性，但由于供应链上交易主体众多，交易信息都散落在各个交易主体内部，追溯的时间较长。

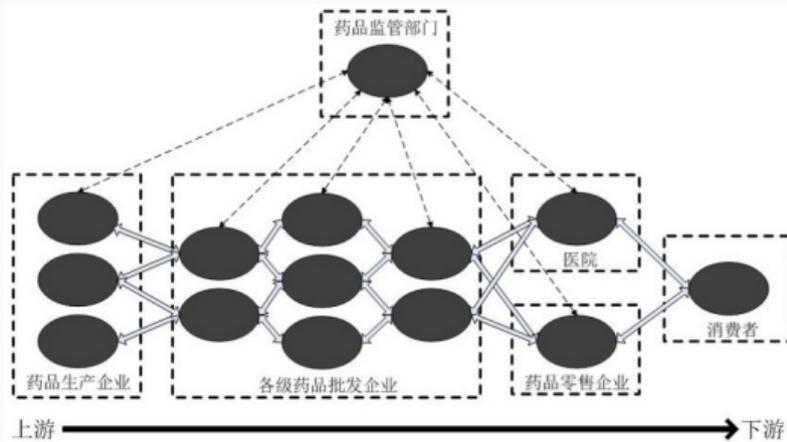


图 4 药品供应链流程

## 2. 区块链解决方案

(1) 资金：a.区块链技术使得医疗供应链中的上下游信息透明化，透明化的信息使得金融机构在对大型医药企业提供金融服务时的金融机构内部的评估成本大大降低。同时对于中小型医药企业来说，透明化的信息可以为贷款和融资带来新的机会；b.智能合约可以为医疗供应链上的交易实现资金的自动转账和出现问题后的自动赔付，提高了支付和清算的效率；

(2) 产品：a.供应链的上下游的企业产品信息都存储在区块链平台中，链上成员与终端消费者都能够根据约定的权限，查阅区块链上该产品的流转信息，保证了产品的可溯源性；b.基于区块链的交易信息的加密可以一定程度上缓解消费者个人健康相关隐私暴露的情况；

(3) 监管：a.区块链的信息透明机制可以一定程度上为 CFDA 解决监管成本高效率低的问题，出现问题后，溯源更加容易和高效；b.供应链医疗供应链上下游信息的共享和不可篡改性，可以为医疗供应链上下游企业之间提供互相监管的渠道，达成联盟链内的互信；c.智能合约结合物联网等新技术的应用，可以提高监管执行的效率。

## 3. 行业应用

### (1) 泰克的 MediLedger 区块链平台

基因泰克和辉瑞等制药公司联合推出了 MediLedger 区块链药品追踪项目，并进行试点应用。通过泰克的 MediLedger 区块链平台，药品供应链的所有节点

都将会在区块链上对流通的药品信息进行记录，任何药品在区块链上都能够得到验证，在最大程度上保证了药品的可追溯性。

#### （2）沃尔玛、IBM、京东、清华等成立食品供应链的区块链联盟

食品和医药产品由于监管要求比较高，在供应链管理上有类似性，所以这里举一例食品应用案例。IBM 基于 Linux 基金会旗下开源软件 Hyperledger 建立的区块链技术，可及时将猪肉的农场来源细节、批号、工厂和加工数据、到期日、存储温度以及运输细节等产品信息，以及每一个流程的信息都记载在安全的区块链数据库上。通过该项目的实施，沃尔玛可随时查看其经销的猪肉的原产地以及每一笔中间交易的过程，确保商品都是经过验证的。全程追踪可保障食品变得更健康，为消费者带来实打实的好处，消费者信任自然会上升到新高度。同时，有效安全的数字化信息记录以及快速的供应链追根溯源也令沃尔玛的交易效率上升到新层次。

#### （3）紫云药安宝药品追溯云服务平台

2016 年正式推出了药品追溯云服务平台，并与河南华润医药、民生药业以及美邦药业等医药企业签署了合作协议。紫云股份在 2017 年 3 月份率先将区块链技术引入到紫云药品追溯云服务平台中，系统中形成的药品追溯数据实时地写入区块链中，确保药品追溯数据的真实和不可篡改。郑州奥林特药业的追溯数据全部都是保存在紫云股份的区块链平台上，所有追溯数据不可篡改，确保奥林特药业产品在流通过程中的质量控制完全合规合格。

#### （4）中国药品安全追溯联盟

2017 年 8 月，“阿里健康”联合天士力、正大天晴、广药集团、科伦药业等十余家医药企业成立中国药品安全追溯联盟，以推动药品行业形成共治的药品安全追溯态势，保障药品从生产到消费的全程安全。联盟药品追溯服务由于采用了区块链技术，形成了新的药品追溯服务模式，免去了流转过程中的扫码工作。使得工业企业、流通企业医疗机构、零售药店、电商、第三方物流公司的业务互联互通，有效提高医药流通行业上下游企业之间的协同能力。医药区块链平台能为企业提供包括药品追溯、首营数据共享、“两票制”追溯、药品流向数据采集等增值服务。

#### （5）蚂蚁金服区块链医疗电子票据服务

蚂蚁金服与航天信息合作尝试建立区块链医疗电子票据服务。从2018年8月2日开始，杭州、台州、金华三地医院的患者用支付宝缴纳挂号、门诊和住院费后，相关电子票据就会即时发送到支付宝“发票管家”里；用现金、医院APP、医保卡付费的患者，只需要用手机扫一扫检查单上的二维码，就能扫出一张电子票据，凭借这些电子票据可进行报销、开请假证明。同时这些电子票据被记录在区块链里，区块链电子票据和普通电子票据的区别在于，区块链会在电子票据生成、传送、储存和使用的全程中都盖上“戳”，如果一张电子票据已经报销，就不可能再报第二次了，因为它已经被区块链盖上“已报销”的“戳”，并且这些“戳”可追溯、不可篡改。而这正是普通纸质发票、普通电子票据杜绝不了的问题。

#### 4. 小结

目前的区块链+供应链都以联盟链为主要形式，区块链+供应链是对供应链整体的变革，小型新创业机构对区块链的实行的动力会大于大型企业，这种业态可作为现行方式的一种补充存在。未来，区块链+供应链的模式上链的各方越多，物联网等新技术运用的增加，存在更多的利益博弈，可信度会更高。公有链在现阶段并没有真正应用，公有链适合国家层面的监管部门来实行，基于区块链的药品追溯平台的建立可能提高政府和社会对药品的溯源和监管能力，确保药品供应管理的质量和效率。区块链的隐私保护会给区块链上的各方不同的溯源权限，监管机构拥有比一般权限更高，这种依赖权威的监管机构的监管方式本质上并没有脱离区块链。

资料来源：IMIT 白皮书

## 行业动态

### 医疗行业数据信息化缺失亟需技术革新的现状

医疗产业从行业角度被分为医疗服务和医药商业两大类，行业痛点主要在医疗服务方面的数据未能被充分利用，以及医药商业中医药产品的防伪溯源难题。

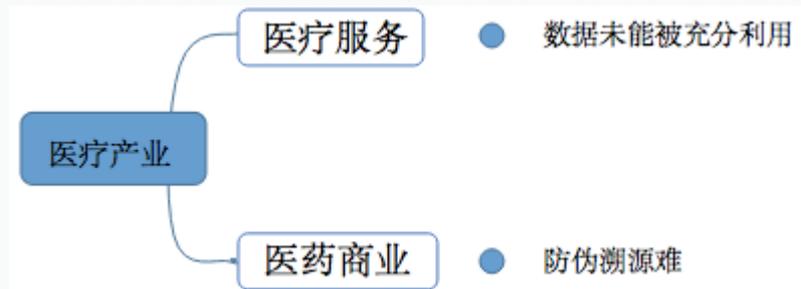


图5 医疗产业发展的主要问题

#### 1. 医疗数据未被充分利用

随着医疗信息化的普及和电子病历的推广，医疗机构每天有大量关于疾病、医疗、药品临床试验等数据产生、存储和流动，同时伴随更多医用级别可穿戴智能设备的问世，该领域每年数据量增长迅速。医疗健康领域正步入医疗健康大数据时代，数据作为最重要的生产资料，医用数据中的有用信息会在商业、科技决策、优化资源配置、节省资本等方面具有无可比拟的价值和潜力。

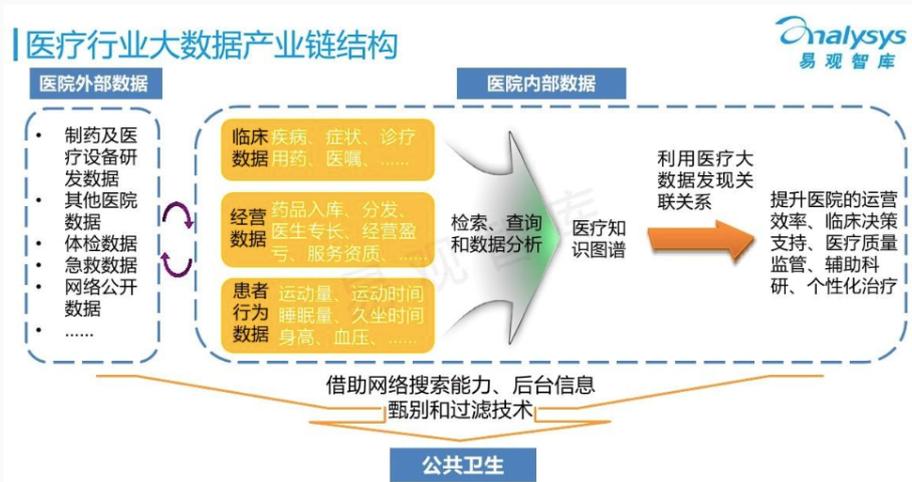


图6 医疗大数据产业的产业链结构

传统医疗数据在信息化发展方面遇到诸多难题，相比其他传统行业，发展进度缓慢。究其根本，是因为目前医疗数据孤岛化且缺乏标准体系、数据安全难以

保障、数据确权不明晰导致的传统参与者信息化意愿低，医疗服务中医疗数据未能被充分利用。

### （1）医疗数据孤岛化，缺乏标准体系

就目前的医疗系统，不同的医疗机构各自为政，分别掌握了不同阶段、不同患者的医疗数据。随着每一次医疗服务的结束，这些医疗数据散落在各地，无法形成一个完整且连贯的链状体系。下次问诊，医生为保证了解病人病史，需要再次询问病患以及二次化验，由此带来巨大的人力物力浪费。

如果能完整记录一个人的医疗健康史，将对诊治流程起到大大的简化作用。医生在接诊病人时可以直观地了解病人服用过的药物、以前医生的医嘱、之前所患的病症和诊治方法，在其作出本次诊断的时候就能更精确和高效，医疗的水平和协调性会进一步提高，发生误诊的风险也会下降。

此外，关键患者数据和信息分散在不同的部门和系统中，也导致了整个行业标准体系的缺失。医疗机构之间没有一个标准化的医疗数据记录体系，即使实现医疗数据互相共享，也无法融合、有效利用。同时各种智能设备所收集的大健康数据也大多杂乱无章，无法形成有效的数据。

### （2）医疗数据安全难以保障

以一份完整的诊疗档案为例，其中包含了各种信息，如患者基本信息、诊断信息、医嘱信息、检验检查信息、药品信息、收费信息、主治医生信息等，此类医疗数据泄露会对个人隐私带来极大的伤害。尤其是中心化方式存储指纹数据、基因数据和虹膜数据等重要健康数据，一旦发生大规模泄露，将产生灾难性后果。

传统医疗数据可能会由于内部失误或外部攻击，导致患者和健康相关的敏感资料被泄露。医疗系统中隐私保护的难点在于参与人员节点多导致的潜在泄露点多，中心化数据库存在单点故障问题和单把私钥泄露导致数据库安全防线彻底崩溃，外部攻击防不胜防，现有的存储模式并不能实现其安全。

HEIMDAL 公司 2016 年发布的《2016 年中回顾：2016 年网络安全威胁分析报告》指出，全球范围内，医疗行业是该年度被勒索软件攻击最多的行业，其中第二季度占比达到了 88%。英国《卫报》2017 年 2 月 27 日的调查也曾揭露，英国国家保健医疗系统丢失了高达 50 万份的医疗资料。医疗数据的大规模泄露事件层出不穷，反映了整个行业急需技术革新的现状。

### （3）医疗数据所有权不清晰

医疗水平的进步与人类健康紧密相关，临床医学、医疗研究等工作依赖于医学工作者对医疗信息的收集、分析和使用。例如，临床医学评估和审查往往涉及多种药物使用和多种临床医学诊断结果，因此需要整合源自多方的医疗数据以进行纵向交叉研究和全面的比较。日渐兴起的互联网数据挖掘、分析行业成为促进商业医疗信息化发展的主要力量。以全球数据挖掘行业的领航者 IMS 健康公司为例，该机构为了获取与患者或医疗系统纵向或终生的交流，除了从医疗行业购买医疗数据外，还从电子病例中剥离出识别信息，组建基本医疗数据库，仅在 2006 年该公司医疗数据处理业务获益达 19.6 亿美元。

然而在这种中心化存储的现状下，医疗数据的使用未得到所有者的赋权。大量个人隐私掌握在中心化的机构中，由机构授权第三方使用，这种数据存储和使用的方式可能存在法律瑕疵。根据美国盖普洛民意调查，66%的人反对将医疗数据开放给医疗数据挖掘公司，其中最大的理由就是数据挖掘行为产生的个人隐私问题。同时医疗机构也可能因为数据使用涉及法律风险，而尽量避免数据互通。因此个人医疗数据所有权保护问题，也成为掣肘医疗研究工作的重要因素。

## 2. 医药产品供应链溯源难题

溯源最根本的目的是对商品真伪鉴定，建立消费者对商品品质的信任。医药行业供应链由制药厂商、批发商、药店、医院等众多参与主体构成，存在大量交互协作，信息被离散地保存在各自环节各自系统中，缺乏透明度。信息的不流畅导致各参与主体难以准确了解相关事项的实时状况及存在的问题，影响供应链协同效率。当各主体间出现纠纷时，举证和追责耗时费力。

### (1) 医药产品的防伪

根据美国商务部的数据，全球每年假药交易规模大约在 750 亿—2000 亿美元之间。在亚洲、非洲和南美洲的许多发展中国家，假药占销售药品总量的 10%—30%，非法交易导致每年超过 10 万人死于假药。2018 年，国内长生生物两次被曝疫苗造假，刺痛公众敏感的神经，传统的检验已越来越难以满足市场规范和消费者要求。

### (2) 医疗垃圾处理

在医药商业领域，一次性医疗器具目前已广泛应用于临床，而这些医疗废弃物处理牵扯到很多环节，从产生到集中处理周期长，要经历科室分类、打包、暂存、院内转运、集中贮存、院外转运、终端处置等环节。由于忽视了从源头到末

端的全过程监管，医疗废弃物甚至催生出“黑色产业链”，如劣质产品的趁虚而入，更有甚者仅简单消毒针头二次使用，乱扔乱弃造成环境污染和交叉感染等。有关数据显示，中国 2018 年的医疗废物总产量突破 200 万吨，这一数字每年持续增加，已构成严重的公共卫生和环境挑战，医疗垃圾处理溯源问题亟待解决。

以上问题致使医疗健康发展步入瓶颈期，而随着我国老龄化现象的愈发突出以及人们健康意识的高涨，医疗健康行业亟需前沿技术带动数据的规范化发展，以此最大限度提高行业的发展效率。

资料来源：OKEx 投研报告

## 区块链技术在医疗行业的发展概览

区块链作为一项正在发展中的技术，正在快速与各行各业融合。医疗行业是个潜在的市场。国内依托浙江数字医疗卫生研究院的开放医疗与健康联盟收集了近年海内外 194 个“医疗+区块链”项目并从国家分布、时间分布、项目主导者、企业类型及应用领域几个维度对医疗与区块链的融合状况进行分析。

### 一、国家分布

医疗+区块链在全球范围内已初具规模，尤以美、中、英最为突出。从收录的 194 个项目来看，共涉及 30 多个国家，收录项目数来源最多的三个国家/地区分别是美国、中国、英国。在国家和地区分布中，瑞士、新加坡、香港等几个金融行业发达的国家表现突出，体现了金融+区块链应用的发展成熟中不断向其他领域延伸的特征，这显示出通用的市场教育与人才储备是医疗+区块链发展的基础之一。另一个值得一提的国家是爱沙尼亚，作为目前公认较早使用区块链技术的国家之一，早在 2016 年，爱沙尼亚政府就首发第一个政府背景的区块链项目 e-resident，励志用 e-resident 项目打造一个完全去中心化的数字国家，先发优势让这个北欧的小国家走在了欧洲区块链改革的前端。

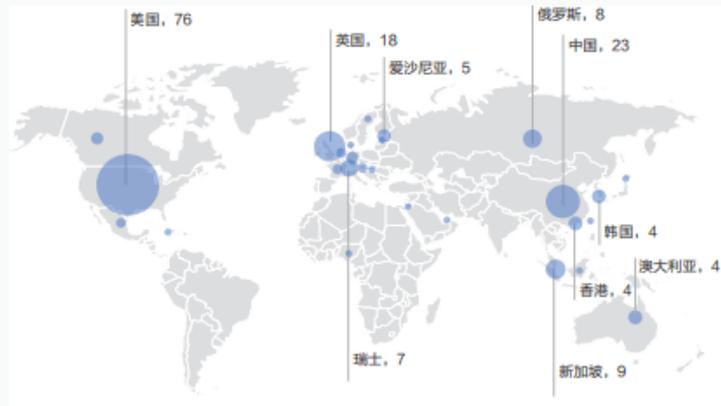


图 7 医疗区块链项目全球分布

## 二、时间分布

2017 年新增项目数达到鼎盛，2B 应用逐年增加。医疗+区块链在 2014 年就有应用案例，随着基础技术、底层链条的成熟，行业化应用数量开始显著增多，2017 年伴随着区块链的市场爆发，医疗区块链的新增项目也达到了顶峰，但 2018 年随着市场的冷却，缺乏有效的商业模式等多个原因，医疗区块链的新增项目也明显减少。以 B 端为目标用户的各年新增项目占比逐渐增加，2018 年达到了新增项目的 44%。这可能和联盟区块链性能与效率明显优于公链，用例场景搭建更落地，B 端支付能力强等原因有关。

## 三、项目主导者

各国均有政府主导以激活健康医疗数据资源为目的的尝试。企业自然是应用实践的主要推进者，但在医疗+区块链的探索中不乏政府的身影，医疗健康作为重要的民生内容，医疗数据作为重要的国家资源，医疗信息化建设对医疗领域的促进作用，区块链在解决医疗信息安全与隐私保护中的价值等诸多原因都让各国政府有动力去推动医疗+区块链的应用探索。

## 四、企业类型

医疗+区块链参与者众多但目前区块链技术企业是主流。医疗+区块链主要的建设团队业务类型排名前三的分别是区块链技术、卫生信息化和人工智能。区块链技术企业主导的项目作为新进入者在试图打破原有市场格局建立新秩序，更多的以搭建基础医疗链为主，且目前大多数项目处于主链建设阶段。医疗信息化企业作为医疗信息技术最直接相关的企业，利用区块链技术改进原有医疗信息化建设中的问题是很多医疗信息化企业关注的焦点。人工智能企业则是作为医疗健康大数据使用者，更多的为解决数据来源与授权问题。

## 五、应用领域

数据与资产管理领域占比近半，支付与理赔、供应链管理应用场景众多。根据我们目前收集到的应用案例显示，目前区块链在数据与资产管理的应用最为广泛， 占有所有项目的 48%，其中有新兴企业建立“以个人为中心”的去中心化的健康医疗数据与资产管理“革新”（71%），也有面向传统“中心化”存储对医疗健康信息安全与隐私保护升级的“改良”（25%）。

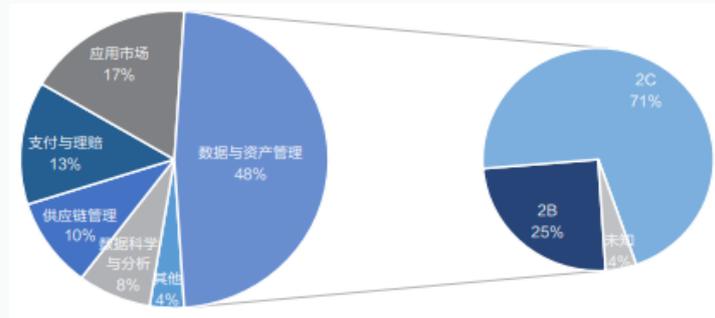


图 8 医疗+区块链项目分布情况

从具体的业务场景来看，以提高医疗业务流程效率 27%、实现个人健康医疗数据共享与变现 25%和利用数据提高医疗服务与健康产出 22%为主。

资料来源：IMIT 白皮书

## 区块链技术在医疗健康领域的机遇与挑战

区块链技术在医疗健康领域具有诸多渗透机遇，也存在一些挑战。机遇表现在以下几个方面：

### 1. 解决医疗产业现有痛点

区块链技术在医疗健康领域的应用前景被广泛看好，有望在医疗数据共享、医疗保险、药品追溯和可穿戴设备等领域发挥积极作用。

医疗信息和大数据的结合是医疗事业发展的必然方向，基于云储存和云计算的医疗数据使用和共享对于促进医疗事业进步，提高公共医疗健康水平有不可估量的作用；对保险服务商而言，管理成本高，患者报销流程冗长，病历资料难以整理。利用区块链技术的智能合约和流程自动化，有利于降低管理成本，提高效率，实现信息可信、可监控、可追溯；药品监管难度大、成本高，利用区块链的可追溯性、及时共享、广泛更新以及数据可信，可以提升供应链管理；未来可穿

戴设备有望通过区块链技术整合在医疗 IT 生态中。借助区块链技术，智能生态设备可以抛开手机和其它设备的束缚完全独立。

## 2. 推动 AI 在医疗领域的发展

AI+医疗发展的核心在于“算法+有效数据”。基础层的计算能力是构建生态的基础，技术层的算法、框架以及通用技术是构建技术护城河的基础，都属于人工智能产业大生态的基础设施，具有高投入、高收益的特点，需要中长期进行投资。随着区块链医疗数据互联互通程度的提升和共享机制的建立，AI+医疗行业发展将加速。未来可应用于疾病的诊断，并基于数据采集分析应用于睡眠监测、临床护理、慢性病监测等各种医疗领域。

## 3. 推动基因组工程的发展

区块链可以实现基因组数据库的安全存储和激励共享。在基因组大数据的基础上，破译基因密码，推动 DNA 序列测定技术、基因突变技术以及基因扩增技术等一大批新技术的发展。在此基础上，也将带动人造激素、生物医药、人造器官的研发进程。

挑战有以下几个方面：

### 1. 医疗机构信息化覆盖程度参差不齐

医疗大数据的主要来源是医院，而医院医疗大数据的汇集主要依赖于院内信息化建设的程度。由于医疗机构的信息化发展时间较短，从总体上看信息化覆盖程度不够。以中国为例，三级医院和三级以下医院、经济发达地区和经济欠发达地区还具有一定差别，特别是高集中度、高共享度的医疗信息化解决方案覆盖还不够。中国医院协会信息管理专业委员会发布的 2015~2016 年度中国医院信息化状况调研报告统计显示，在 342 家三级医院、194 家三级以下样本医院中，电子病历系统实施比例为 71.05%，而区域卫生信息系统实施比例仅为 8.77%。从全国范围看，医疗软件信息化市场远未饱和。

### 2. 医疗数据来源可靠性问题

孕育期的区块链药品溯源，同样需要跨越三大障碍：生产源头作假与掉包问题，即区块链只能提供信息化的技术，并不能解决造假和掉包的问题；数据来源可靠性问题，即能保证上传数据不被篡改，但不能保证数据本身不因人为因素导致数据不真实；利益相关方的参与问题，也就是区块链应用的前提是各利益相关方的分享意愿，引导企业上链还需要一定的教育工作。

### 3. 区块链技术发展瓶颈

区块链的每分钟确认交易的数字，智能合约的安全性，目前还存在不小的瓶颈制约，有赖于高性能公链的出现。区块链目前的主要缺点是延时高、交易速率慢，目前区块链应用尚在初创开发阶段。比之互联网技术，人们可以用浏览器、APP 等具体应用程序，实现信息的浏览、传递、交换和应用，但区块链明显缺乏这类高效的应用程序，在技术层面尚需突破性进展。

### 4. 通证的法律风险

由于各国的文化、认知、经济等差异，势必造就了对新生技术的态度与政策差异。鉴于对新生科技的风险未知性，目前全球各国对于区块链项目的发展均没有相对统一的市场管理原则与法律监管环境。其中以区块链项目通证表现最为突出，比如有些地区合规、有些地区禁止等。比较混乱的全球政策环境，也是融合扩大发展的重要制约因素之一。

资料来源：OKEx 投研报告

