



第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



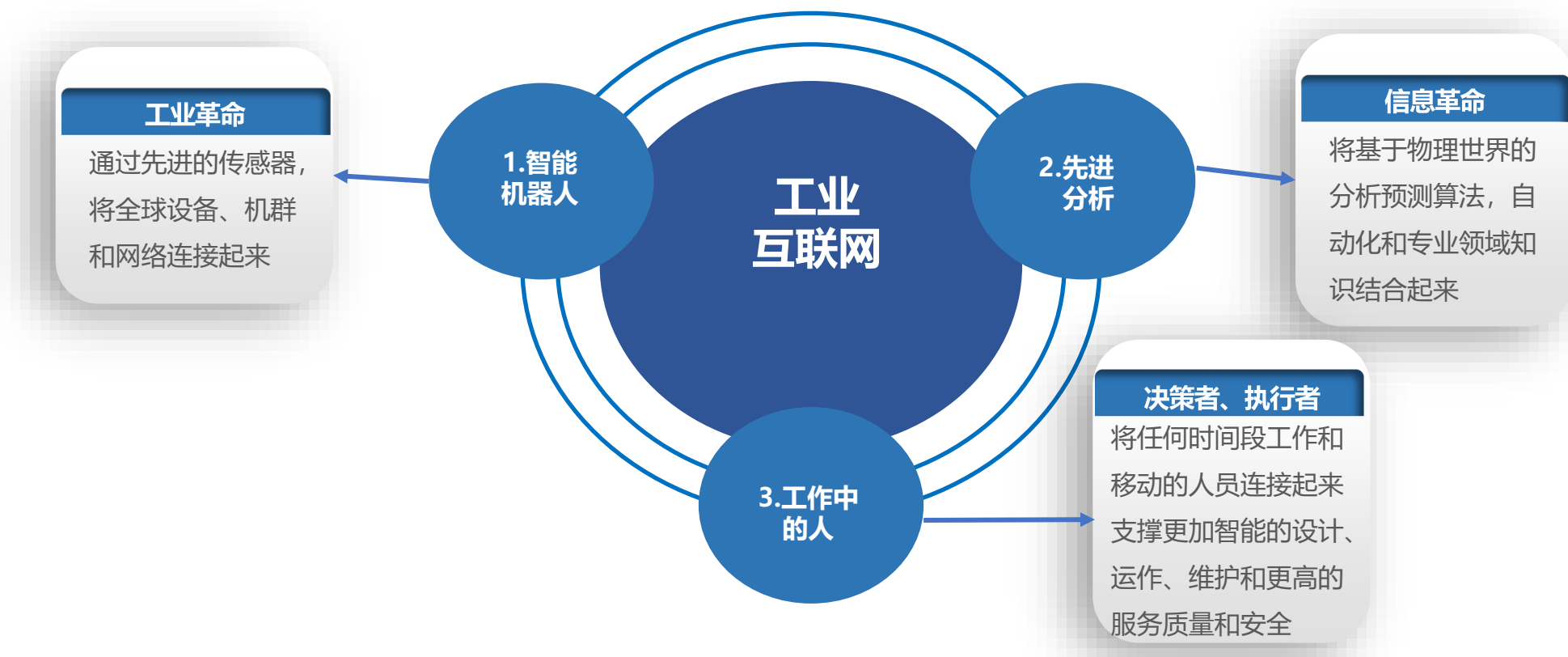
四个方面:

1. 技术突破焕发创新潜能，驱动工业互联网快速发展
2. 企业数字化转型加速，牵引工业互联网创新发展
3. 先进制造业发展路径明晰，推动工业互联网步入发轫阶段
4. 生态系统勾画国家竞争力新内涵，促进工业互联网体系日臻完善



第一个工业互联网提案——美国GE “工业互联网”

— 定义：工业互联网是一个由机器、设备组、设施和系统网络组成的庞大物理世界，能够在更深层面与连接能力、大数据、数字分析相结合。





工业互联网的内涵

工业互联网是满足工业智能化发展的需求，具有低时延、高可靠、广覆盖特点的关键网络基础设施，是新一代信息通信技术与先进制造业深度融合所形成的**新兴业态与应用模式**。工业互联网包括**网络、平台、安全**三大体系。

- (1) 网络体系是基础。
- (2) 平台体系是核心。
- (3) 安全体系是保障。



工业互联网的本质

- (1) 工业互联网是机器、数据和人的融合。
- (2) 工业互联网是实现数据价值的技术集成。
- (3) 工业互联网是基于互联网的巨型复杂创新生态系统。
- (4) 工业互联网是基于互联网平台的双创体系。



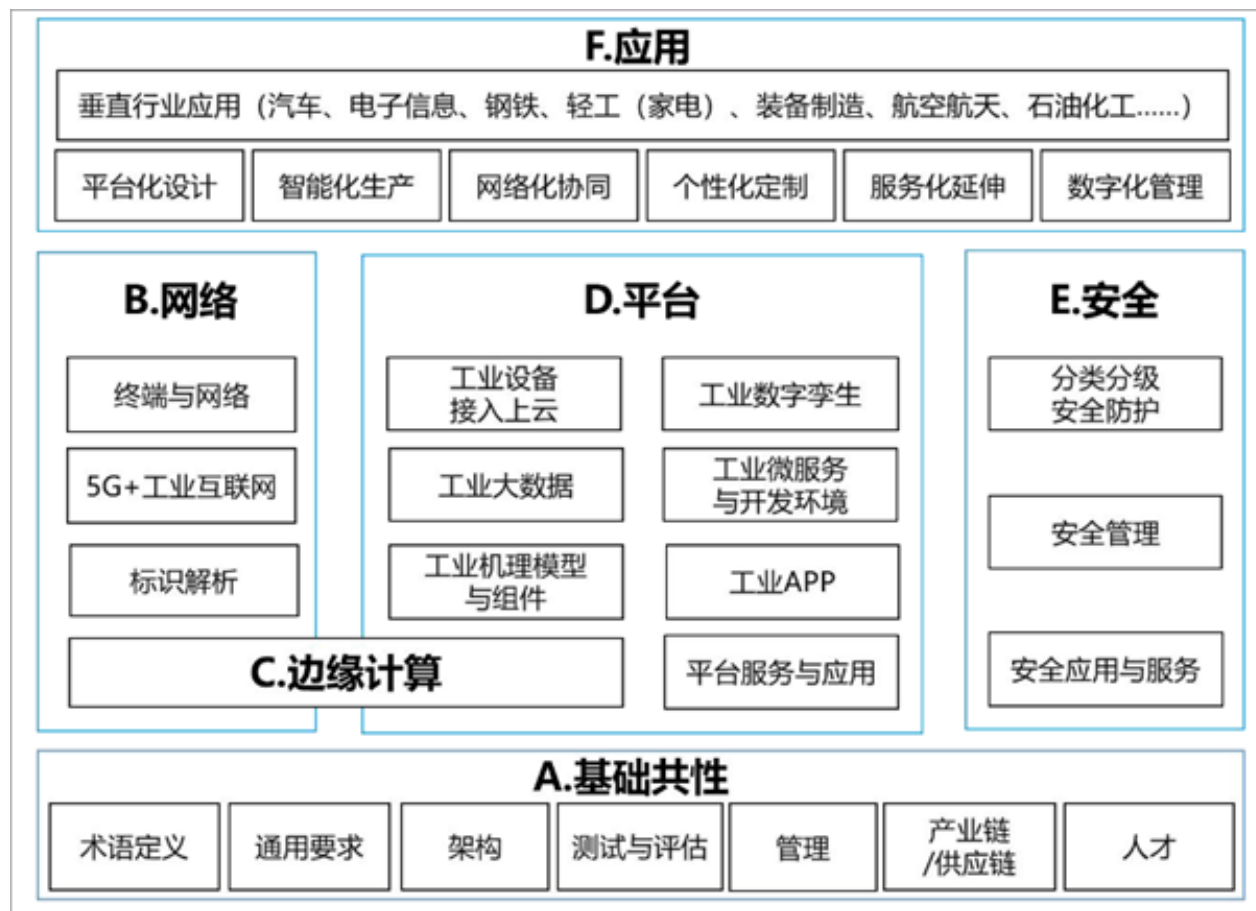
工业互联网的典型特征

- (1) 数据资产化，价值无极限。
- (2) 生产可定义，动态可调整。
- (3) 组织虚拟化，创新无边界。
- (4) IT/OT融合化，知识可复用。



8.1.4 工业互联网标准体系结构

工业互联网标准体系包括**基础共性**、**网络**、**边缘计算**、**平台**、**安全**、**应用**六大部分。





第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



8.2.1 工业互联网平台的体系架构

工业互联网平台四大要素：数据采集、基础设施、工业平台、工业App。





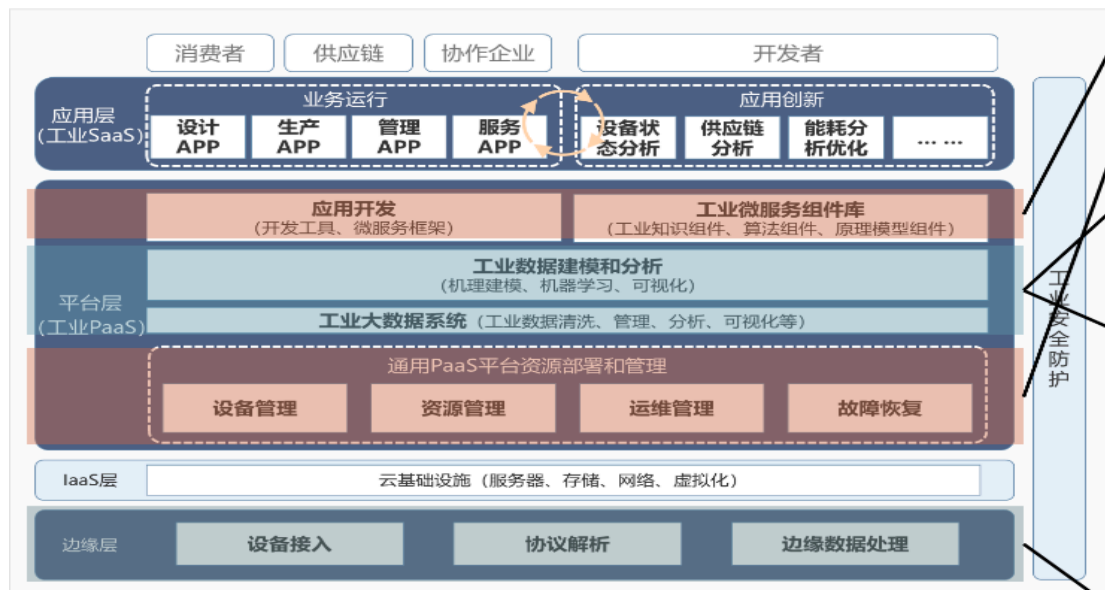
表8-1 工业互联网平台核心技术列表

架构分层	关键技术
数据采集层	传感器技术
	协议转换技术
	低功耗技术
	能量获取技术
	边缘计算技术
基础层设施	海量数据分布存储技术
	海量数据管理技术
	虚拟化技术
	云计算平台管理技术
工业 PaaS 层	数据建模分析技术
	工业建模技术
	微服务架构技术
	动态调度技术
	平台安全技术
工业 APP（SaaS 层）	多租户技术
	应用系统集成技术



工业互联网平台的技术进展

一是平台边缘功能由数据接入向智能分析演进。二是模型的沉淀、集成与管理成为平台核心能力。三是数据管理与分析从开源工具走向成熟商业方案。四是平台架构向资源灵活组织、功能封装复用、开发敏捷高效加速演进。



工业PaaS与应用开发

敏捷、高效的新型开发工具

开放、灵活的新型集成工具

新型微服务架构+资源编排管理

工业数据建模

数字孪生

机理与数据模型

信息模型

工业数据管理与分析

直观、易用数据分析和呈现工具

实时流计算框架

人工智能框架

面向工业需求的定制化数据管理工具

工业边缘

通用化数据接入和协议解析方案

规则引擎+复杂分析

通用化软硬件架构+资源编排管理



第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



8.3.1 工业互联网平台应用分布及层次

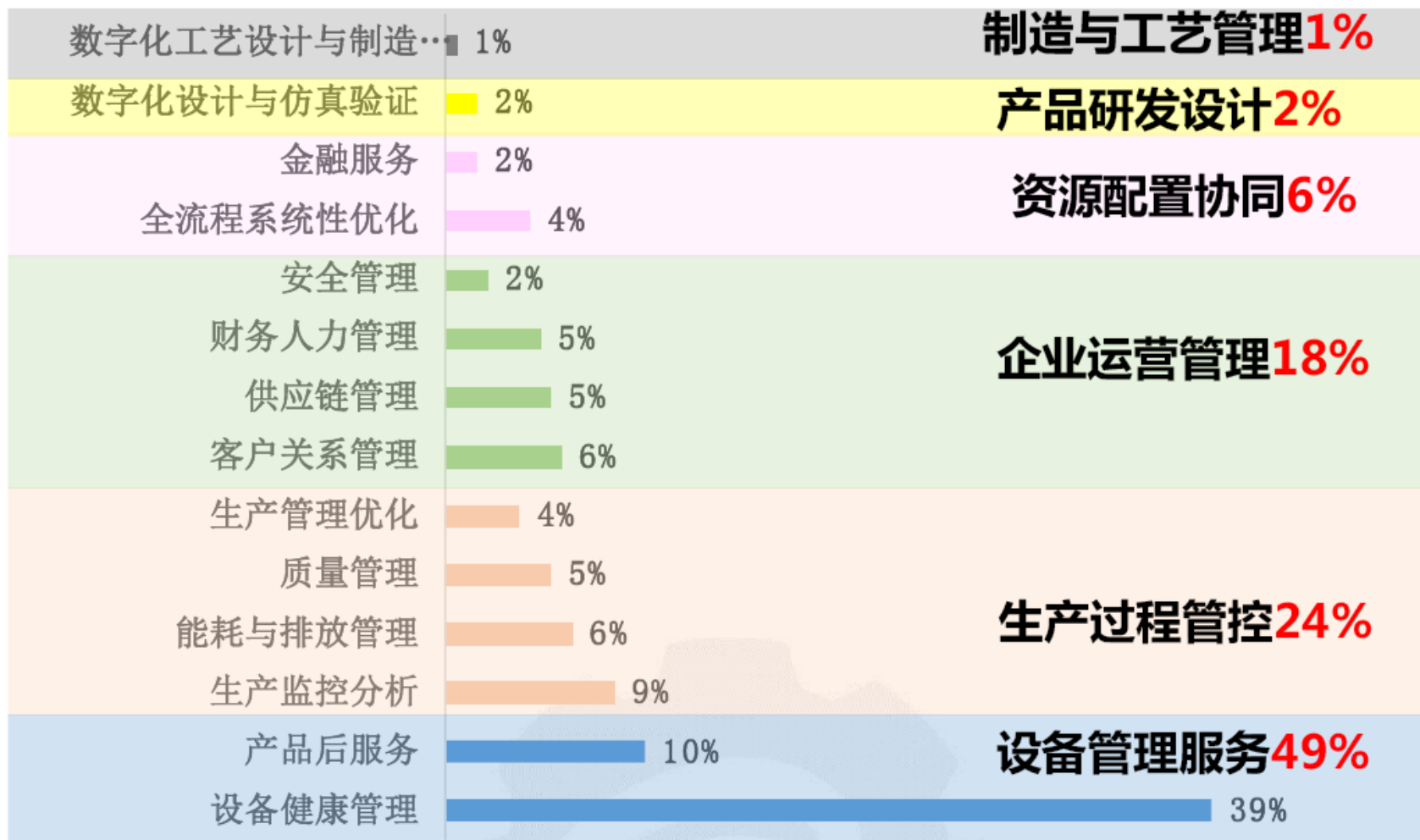


图8-4 国外工业互联网平台应用分布统计



8.3.1 工业互联网平台应用分布及层次

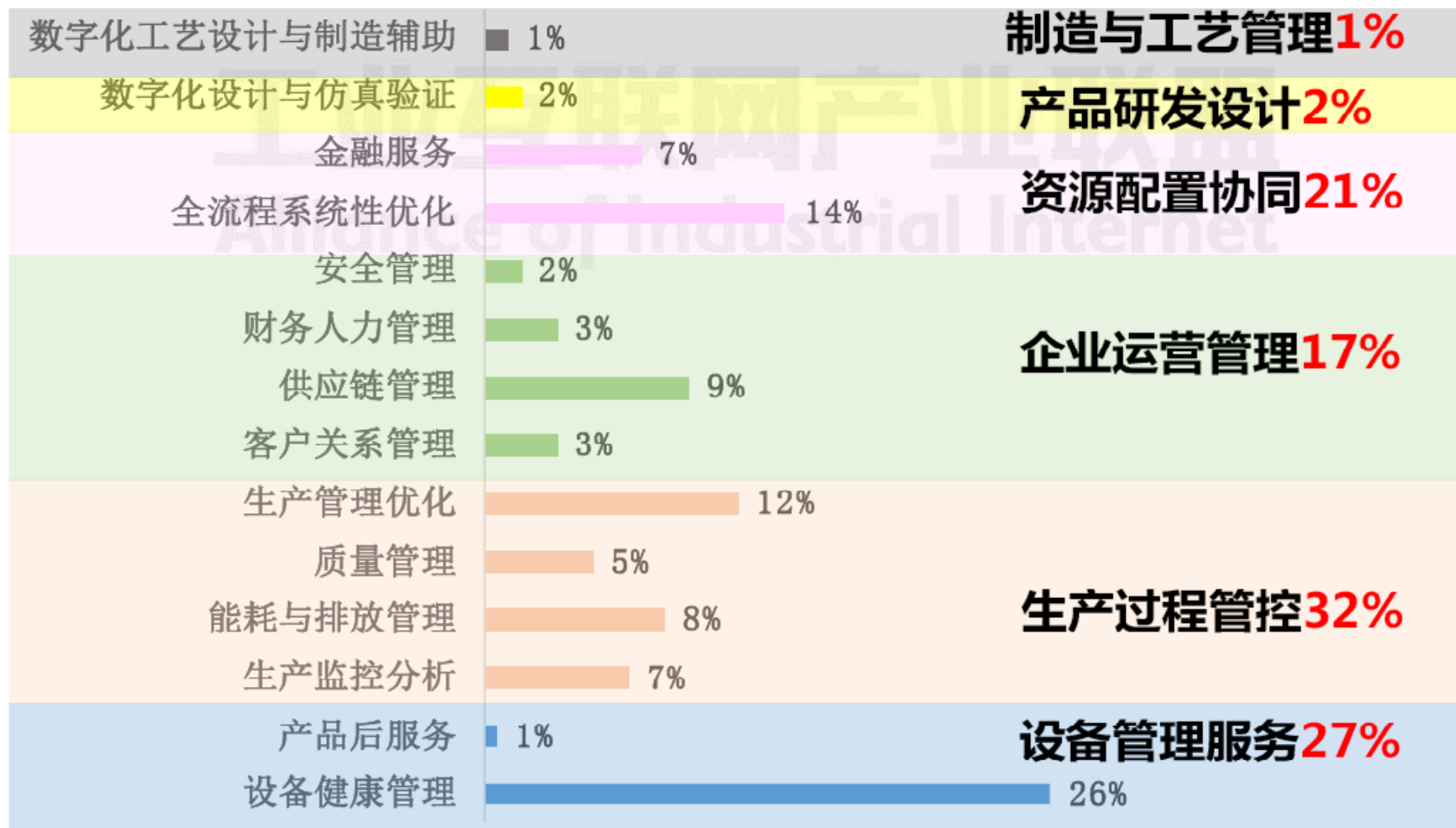
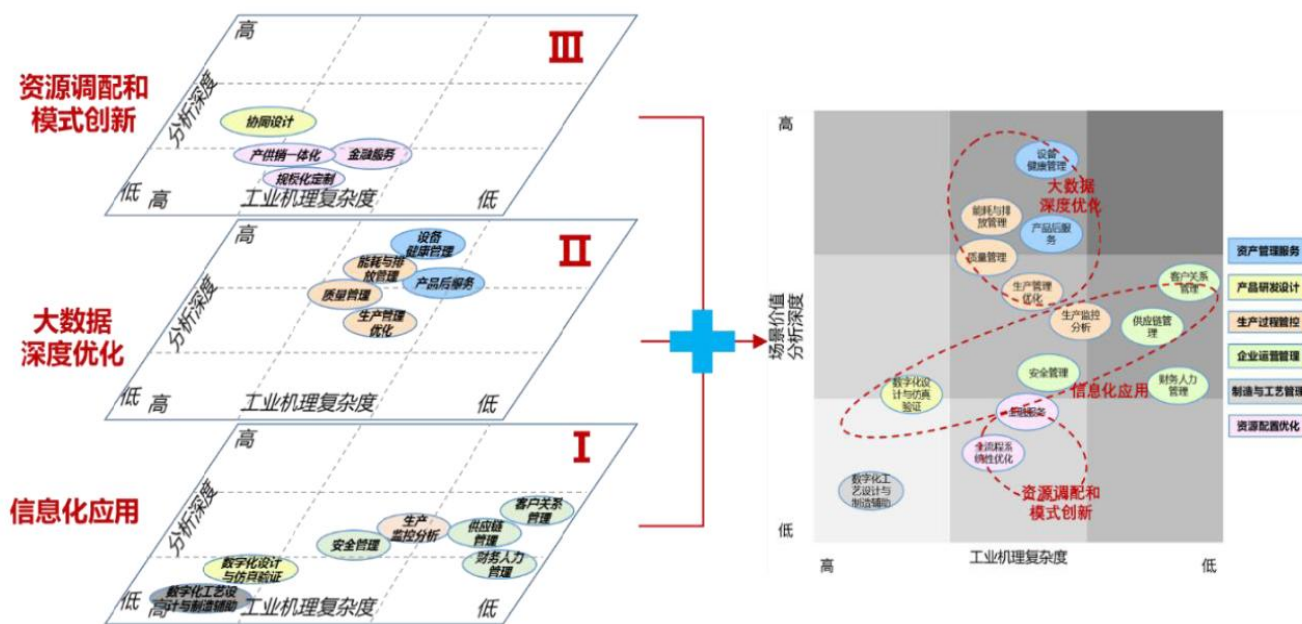


图8-5 我国工业互联网平台应用分布统计



层次一：基于平台的信息化应用

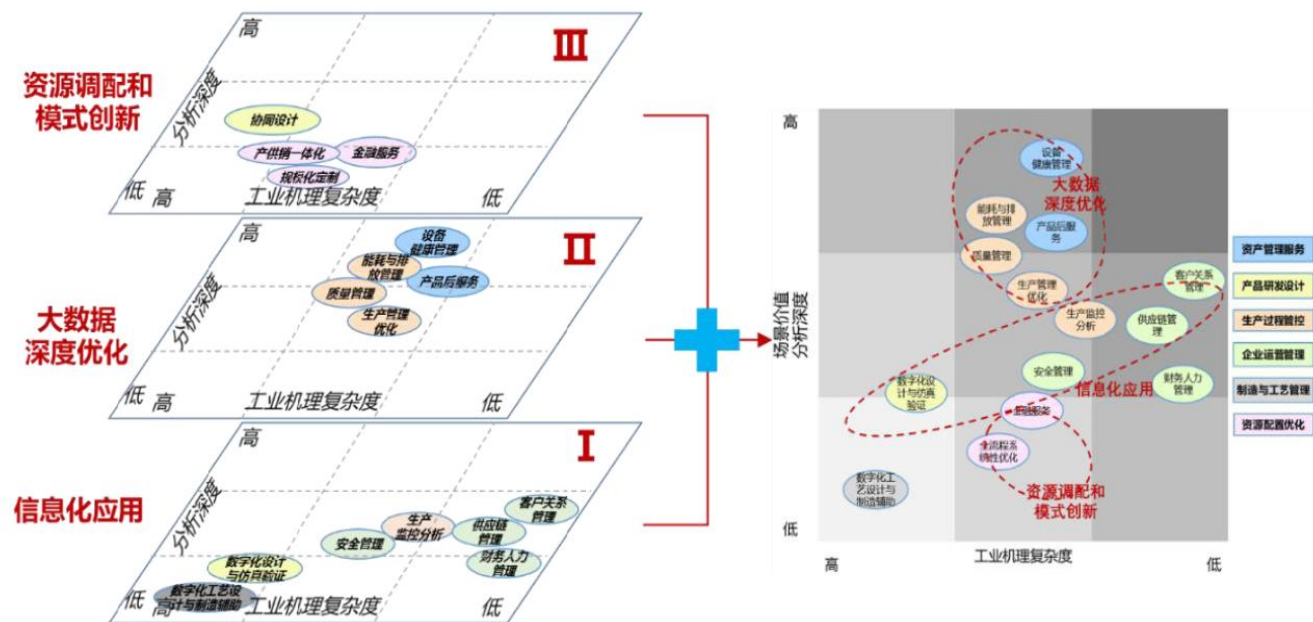
- 得益于平台的“**连接+数据可视化**”能力，传统的生产管理类信息化应用得到更为广泛的普及。其中，在生产监控分析领域应用最为广泛，在物料管理、排产调度等方面也有初步探索。
- 基于平台的“**软件上云+简单数据分析**”在客户关系管理、供应链管理和部分企业资源计划管理领域获得应用，有效降低中小企业软件使用成本。





层次二：基于平台能力的大数据深度优化

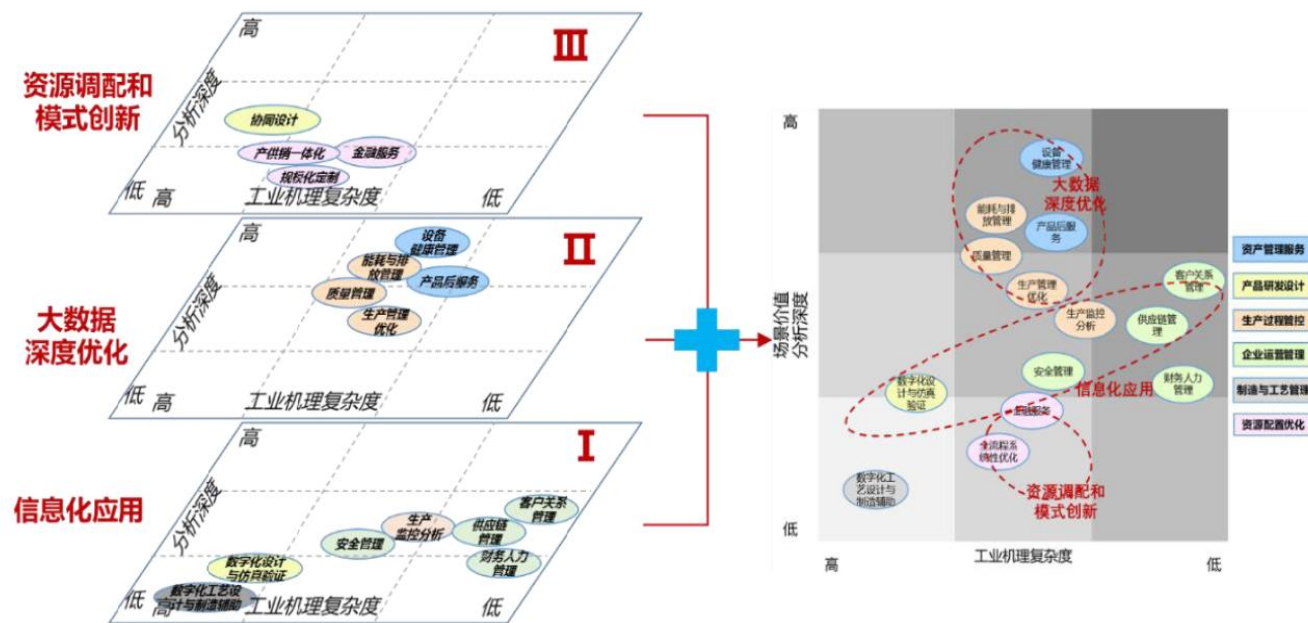
- 基于平台能力的大数据，以“**模型+深度数据分析**”模式在设备运维、产品售后服务、能耗管理、质量管控、工艺调优等场景获得大量应用，并取得较为显著的经济效益。





层次三：基于平台协同能力的资源调配和模式创新

- 借助平台**整合产业链资源**，探索制造能力交易、供应链协同等应用，成为部分企业的实践选择。
- 基于平台进行深层次的全流程系统性优化尚处在局部的探索阶段。





8.3.1 工业互联网平台应用分布及层次

- 无论是产业链、价值链的一体化优化、产品全生命周期的一体化优化、还是生产与管理的系统性优化，都需要建立在全流程的高度数字化、网络化和模型化基础上。
- **数据分析深度**与**工业机理复杂度**决定平台应用优化价值和展热度。

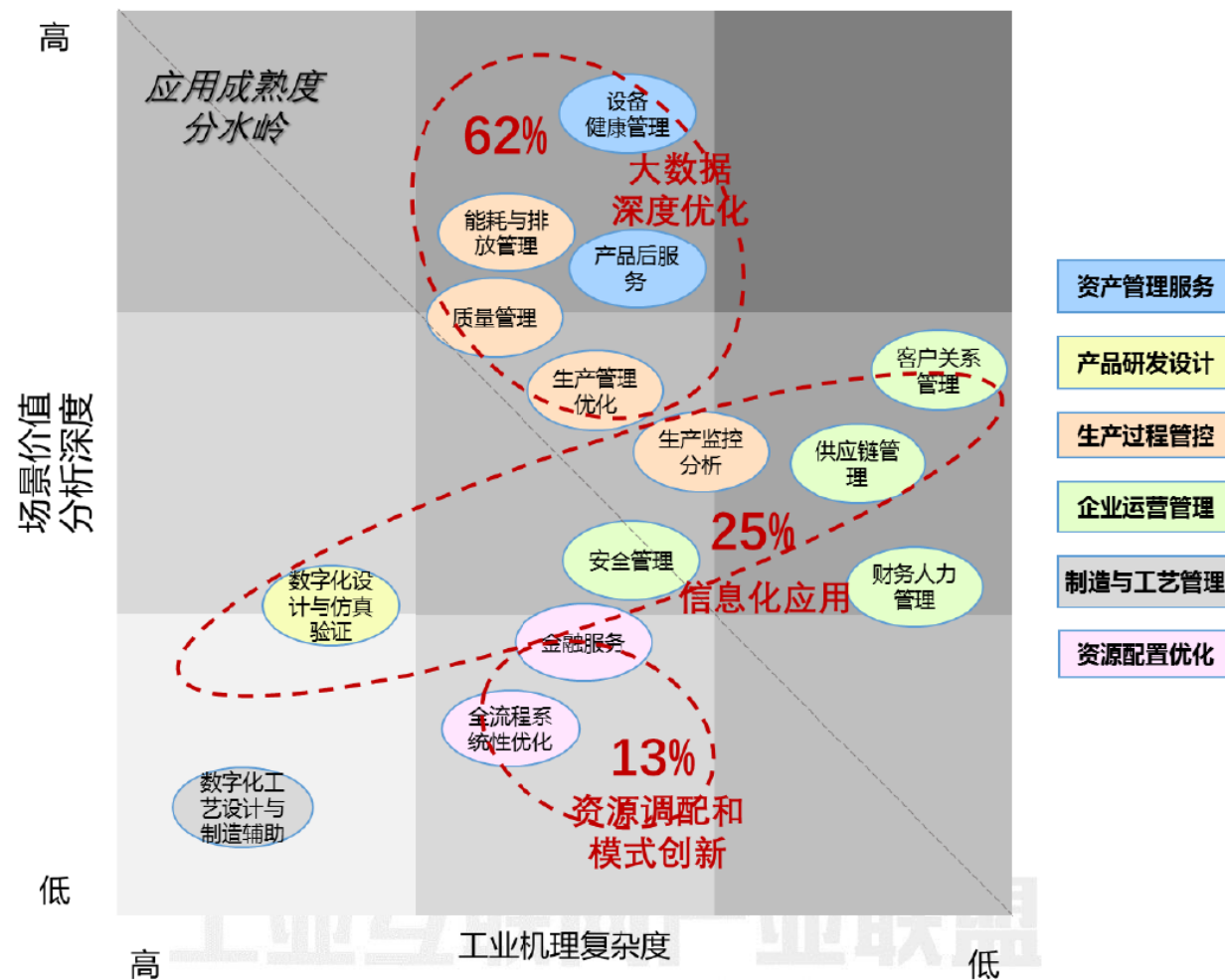


图8-7 工业互联网平台应用优化价值视图



(1) 大企业围绕“强化数据、创新模式”重点聚焦高价值应用

一是对特定场景进行深度的数据分析挖掘，优化设备或设计、生产、经营等具体环节，在现有基础上借助平台增强能力。

- 为有效避免设备故障造成的巨大损失，西安陕鼓动力与北京工业大数据创新中心合作，基于平台对远程机组状态进行数据分析，为设备健康运行与维修保养提供有效指导，实现正常检修工期缩短33.3%以上，平均节约设备管理内耗成本42%。
- 航天电器利用INDICS平台建立多种因素与质量关键KPI的关联关系模型，对设备、工艺、检测等数据进行质量关因分析，实现不良品率降低56%。



(1) 大企业围绕“强化数据、创新模式”重点聚焦高价值应用

二是对产业链条进行要素打通并叠加一定程度的数据分析，提升上下游协同与资源整合能力，积极拓展创新型应用。

- 海尔基于COSMOPlat平台对用户需求、反馈与制造能力数据进行整合与分析，某新产品上市周期由6个月降低至45天，8年时间内产品实现3次迭代升级，价格提升10%以上。



(2) 中小企业围绕“抓资源、补能力”诉求布局平台应用

通过平台融入到社会化生产体系中以获得潜在的订单与贷款，成为当前中小企业平台应用的核心诉求。

- 依托生意帮的协同制造管理平台，62家具有闲置产能的中小企业获得了总数为470万个车牌的生产订单，盘活了153台闲置设备，交付周期由90天缩短至14天。
- 超过13000家中小微企业接入至天正公司的I-Martrix平台，通过对生产设备数据与工业信用数据的交叉分析，使金融机构能够更准确评估中小企业的信用等级，从而实现精准放贷。目前已为超过1200家中小微企业提供了近13亿元的放贷额。



(2) 中小企业围绕“抓资源、补能力”诉求布局平台应用

通过平台获取经营与生产的信息化管理能力，也是中小企业使用平台的重要目的。

- 南康家具加工中小企业通过租用江西工业云平台的云化SaaS服务，提升企业经营管理与产业协作水平，平均每家企业可节约10万元/年的成本。
- 东莞爱电电子通过部署盘古信息的智能管理系统，实现了物料、工单信息的可视化与生产异常的实时报警，错料事故由每月4次降为0，工单完工清尾时间大幅缩减。



第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

- 当前，新一轮科技革命和产业变革加速发展，世界贸易和产业分工格局发生重大调整，大国博弈日益复杂尖锐。在复杂性、不稳定性、不确定性显著增强的发展环境中，产业链供应链遇到了前所未有的挑战。
- 在《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二零三五年远景目标的建议》中，习近平总书记将产业链与供应链两个名称首次作为一个整体概念提出，随后产业链供应链一词进入大众视野，并在短时间内大量转载，可见产业链供应链的概念得到中央政府和企业的高度重视。
- 工业互联网等新兴技术为发展安全可靠的产业链供应链提供了前所未有的机遇。工业互联网具有泛在连接、云化服务、知识积累、应用创新四大特征，这正是产业链供应链网络结构形成的必要条件。



传统供应链管理中存在的问题

- (1) 传统供应链缺少设备实时监控。
- (2) 传统供应链上下游协同困难。
- (3) 传统供应链缺乏快速响应能力。
- (4) 传统供应链存在信息偏差与滞后。
- (5) 传统供应链信息共享不充分。
- (6) 传统供应链缺乏应对风险冲击的弹性。



工业互联网的作用

(1) 提供新型基础设施，加速供应链数字化转型。

工业互联网提供了新型供应链基础设施支撑，为供应链数字化转型提供了必不可少的网络连接和计算处理平台，加速供应链数字化进程。工业互联网赋能供应链多方面的数字化转型，包括供应链决策控制，供应链运营，物件数码化和标准化管理，全生命周期管理、采购、以及信用和金融等方面。



(2) 促进资源优化配置，推动产业价值链延长。

工业互联网能促进各类资源要素优化配置和产业链紧密协同，帮助供应链上下游企业创新产品和服务研发模式、优化生产制造流程，不断催生新模式新业态，延长产业价值链。

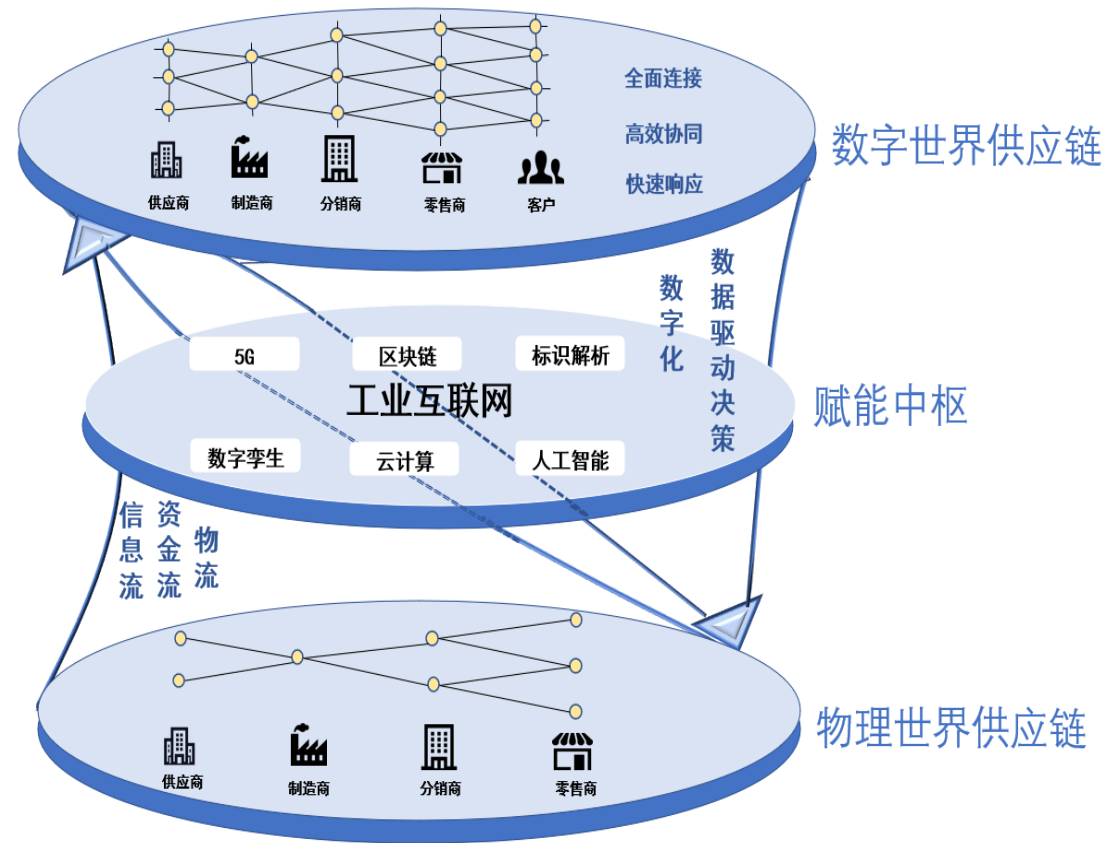
(3) 加强供应链可视化，形成全流程智能化供应链。

工业互联网将促进传统工业制造体系和服务体系再造，推动物流运输、仓储全流程可视化，供应链全流程线上协作，高度智能化等为显著特征的数字化供应链的形成。该数字化供应链是一个数字化网链结构，与传统供应链相比，在交互智能化、产品个性化、制造服务化、组织分散化、网络生态等方面具有优势。



8.4.2 基于工业互联网的供应链内涵与结构

- 基于工业互联网的供应链是**以工业互联网为基础，以降本增效为目标，以客户为中心，以人工智能、数字孪生等新一代信息技术为手段**，实现供应商、制造商、分销商、零售商全面连接、高效协同、智能决策的数字化网链结构。
- 工业互联网**赋能传统物理世界的供应链面向数字世界的延展**，形成双向映射、动态迭代的立体式结构，如右图所示。





8.4.2 基于工业互联网的供应链内涵与结构

表8-3 传统供应链和基于工业互联网的供应链比较

	传统供应链	基于工业互联网的供应链
驱动流程	离散、按顺序执行的事件驱动型流程，基于历史数据的经验驱动	端到端的统筹式洞察驱动型流程，基于大数据的实时驱动
需求预测	非实时、非智能认知分析和预测，基于经验预测需求	实时、智能认知分析和预测，基于人工智能预测需求
数据共享	信息孤岛，非实时信息交换	全链信息共享和沟通
柔性弹性	市场不断变化、供应链中断等问题难以解决	快速应对市场变化，快速恢复中断供应链，兼具柔性和弹性
运输过程	劳动密集型的运输	智慧化物流运输
供应链风险成因	市场需求波动、上下游之间信息传递失真等	因数据共享而存在数据管理漏洞和网络安全风险
供应链组织结构	以企业为中心的线性结构	以客户为中心的网链结构



五个方面：

1. 实时生产设备数据监控，全生产过程资源配置优化。
2. 高效协同产业链上下游，驱动全供应链数字化转型。
3. 精准对接客户个性需求，柔性生产组织大规模定制。
4. 精益化管理全生命周期，推动产品面向服务化延伸。
5. 技术融合打造创新应用，全面赋能物流数智化升级。



第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



1. 专业服务

2. 功能订阅

3. 交易模式

4. 金融服务模式

5. 其它模式

工业互联网平台运营展望：

（1）平台创新与竞争的大幕刚刚拉开，未来将有更多主体进入这一领域，但只有少数能最终构建起自己的“平台经济”。

（2）伴随平台成熟与应用深化，构建面向业务与数据的服务体系将可能成为平台建设的关键与核心。

（3）工业APP创新能力与应用交付能力将是平台价值实现的关键，具有工业积淀的企业短期优势更为明显。

（4）生态建设将成为下一阶段平台产业发展的主线。

（5）平台应用短期仍将以设备侧与工厂侧为主，长期看消费侧将逐渐发力，并最终实现汇聚打通。

（6）平台治理将成为政府与企业必须面对的重要问题，数据确权、数据流转与平台安全是关键。



第8章 工业互联网

8.1 工业互联网概述

8.2 工业互联网平台的体系架构及核心技术

8.3 工业互联网平台应用案例

8.4 工业互联网平台赋能产业链供应链

8.5 工业互联网平台运营模式

8.6 区块链赋能工业互联网



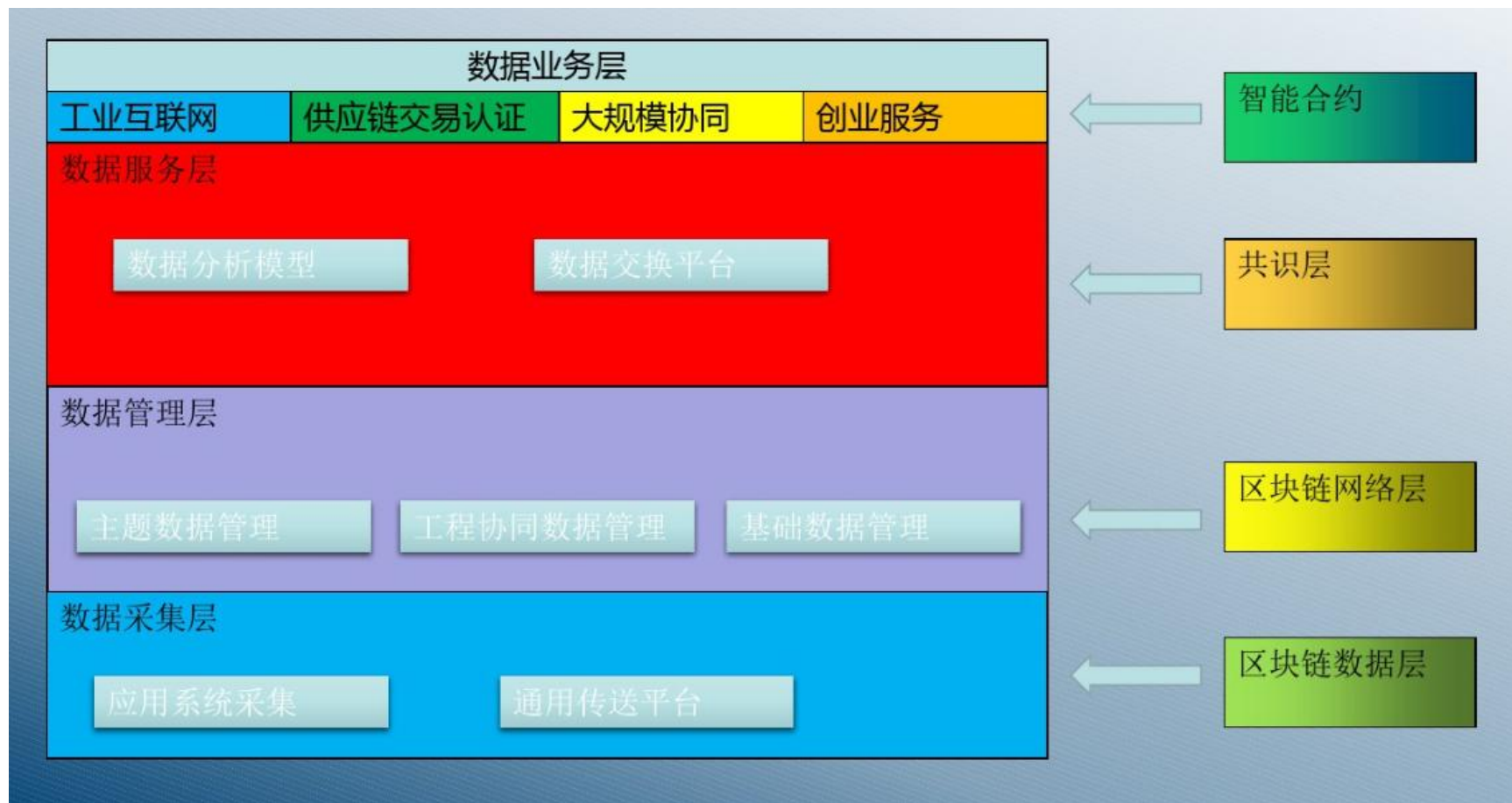
- 2019年10月24日下午，习近平总书记在中共中央政治局第十八次集体学习时强调：把区块链作为核心技术自主创新重要突破口，加快推动区块链技术和产业创新发展。
- 2020年3月20日，工业和信息化部印发的《关于推动工业互联网加快发展的通知》提出，提升工业互联网平台核心能力需以区块链等新技术作为支撑。



当前，工业互联网连接规模变大，端到端的连接和交易也将更为频繁，需要通过区块链将产业链上下游间的数据上链，有助于实现核心企业生态内共享、工业企业间互信共享、工业互联网平台间价值共享，利用区块链技术为工业“网络化生产”推进中遇到的生产协同、工业安全、信息共享、资源融合、柔性监管等挑战提供相应的解决方案。

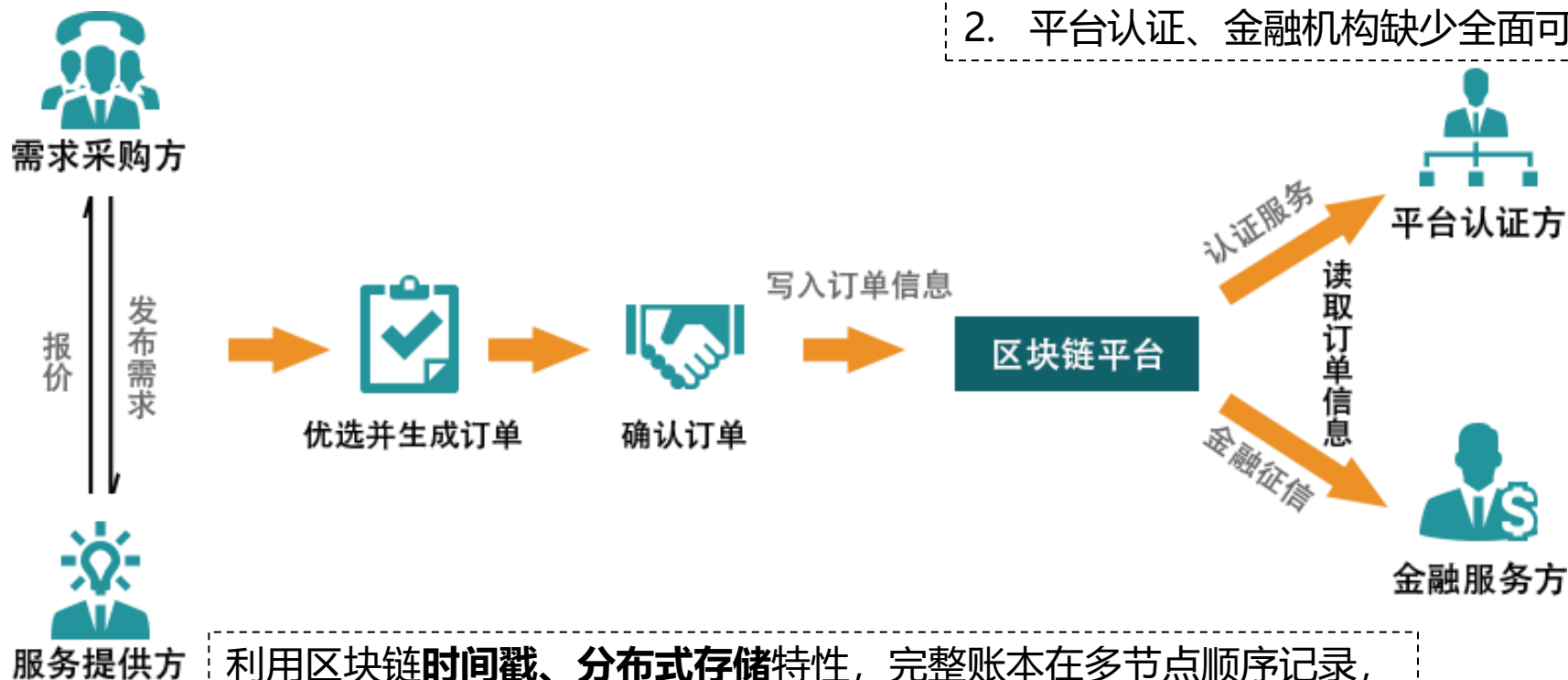


1. 基于区块链技术的工业云架构





2. 区块链+工业互联网应用场景举例



现行痛点:

1. 平台客户当发生经济纠纷时缺少可靠的交易凭证。
2. 平台认证、金融机构缺少全面可信的依据。

利用区块链**时间戳**、**分布式存储**特性，完整账本在多节点顺序记录，无法通过篡改一个单节点数据改变整个账本数据。同时利用**非对称加密技术**，只有获得相应公钥的认证方、金融服务方能够读取交易数据，增强数据隐私性与安全性。



3. 区块链在工业互联网信息安全中的应用

(1) 区块链可以解决工业互联网数据共享中的关键问题。

- 工业互联网数据是工业领域各类资源的核心载体，通过汇聚、处理、分析、共享和应用各类数据资源，推动工业经济全要素、全产业链、全价值链的数据流通共享，实现对工业领域各类资源的统筹管理和调配。

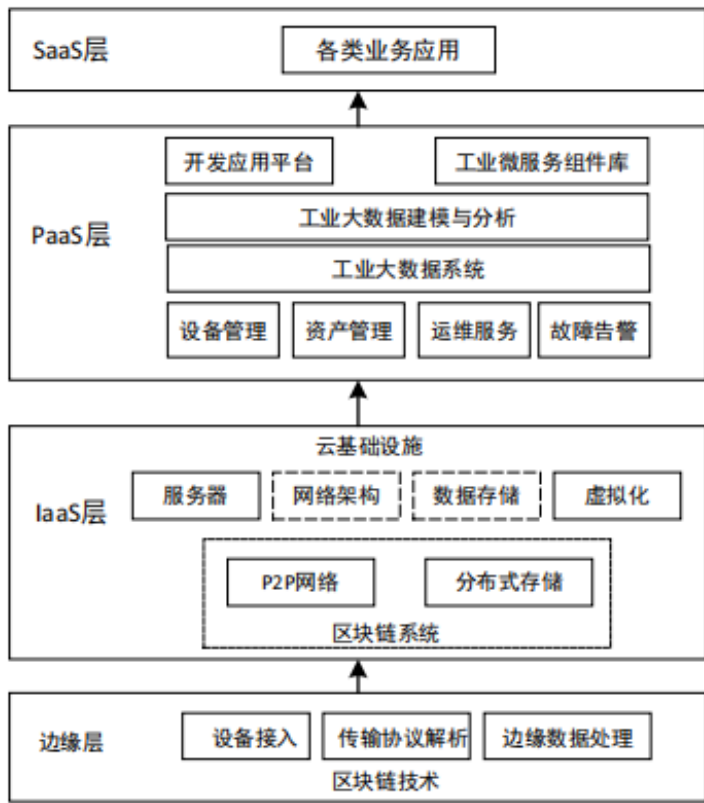


图8-15 基于区块链的工业互联网平台架构

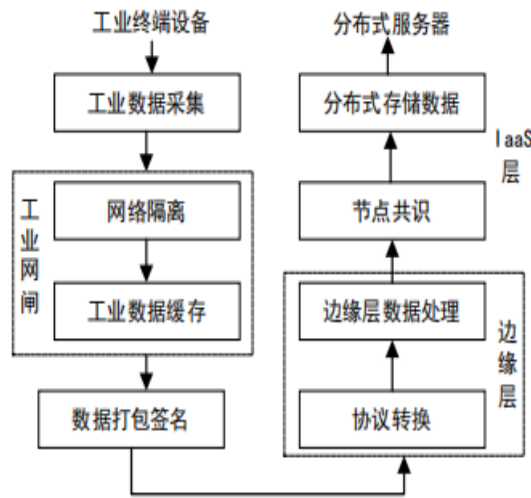


图8-16 基于区块链的平台数据处理流程



(2) 区块链可以实现对工业互联网企业运营的柔性监管。

- 工业互联网基于各种网络互联技术，可以将工业设计、工艺、生产、管理、服务等涉及企业从创立到结束的全生命周期全部串联起来，从而摆脱了传统工业企业间的割据状态。区块链特有的“物理分布式、逻辑多中心、监管强中心”的多层次架构设计，能够为政府监管部门和工业企业相互之间提供一种“松耦合”的连接方式，比如，政府与企业之间、企业与企业之间、同一企业内部不同的生产部门之间，均可实现工业互联网对象标识的管理需求。

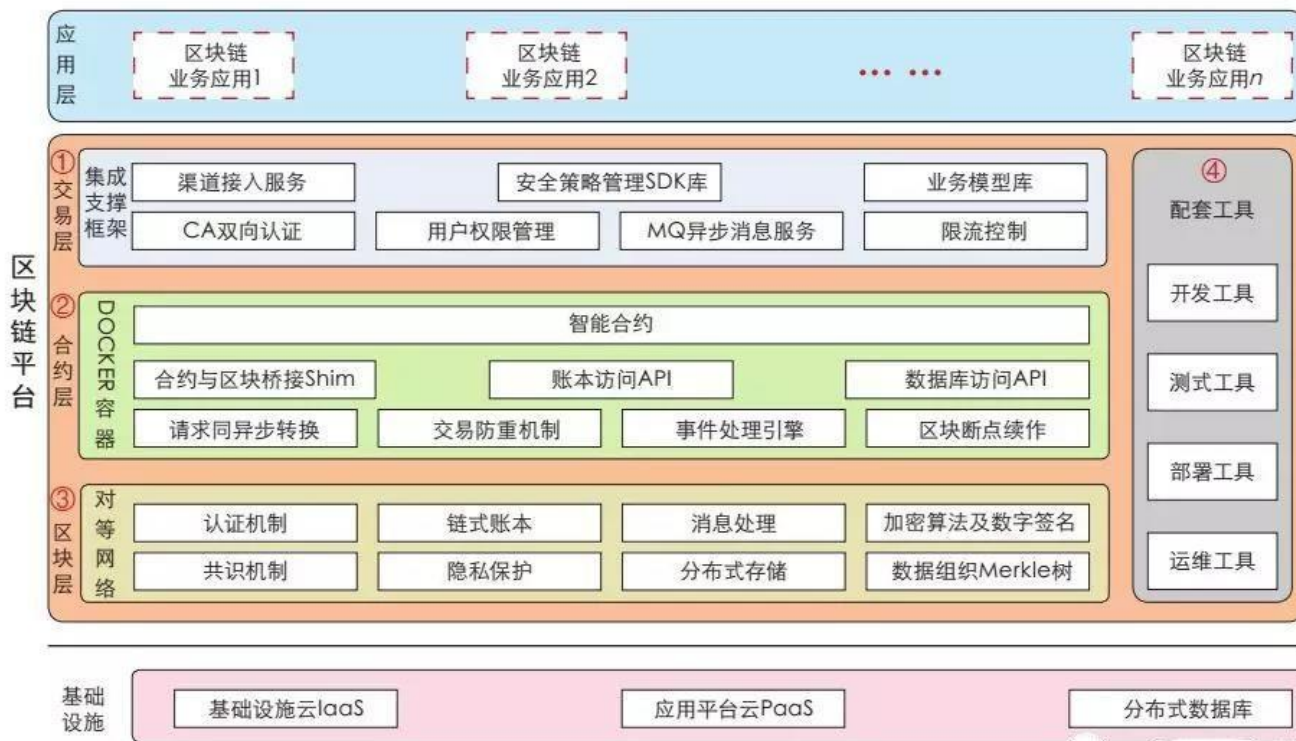


图8-17 区块链管理系统架构



(3) 区块链可以提升工业互联网企业的制造协同管理能力。

- 工业互联网应该赋能整个工业系统，使其拥有描述、诊断、预测、决策、控制的智能化功能。基于共识算法、密码学、智能合约等技术，可构建一个多方可信的“工业互联网+区块链”生产协作平台，提高工业生产制造效率和促进企业管理协同。

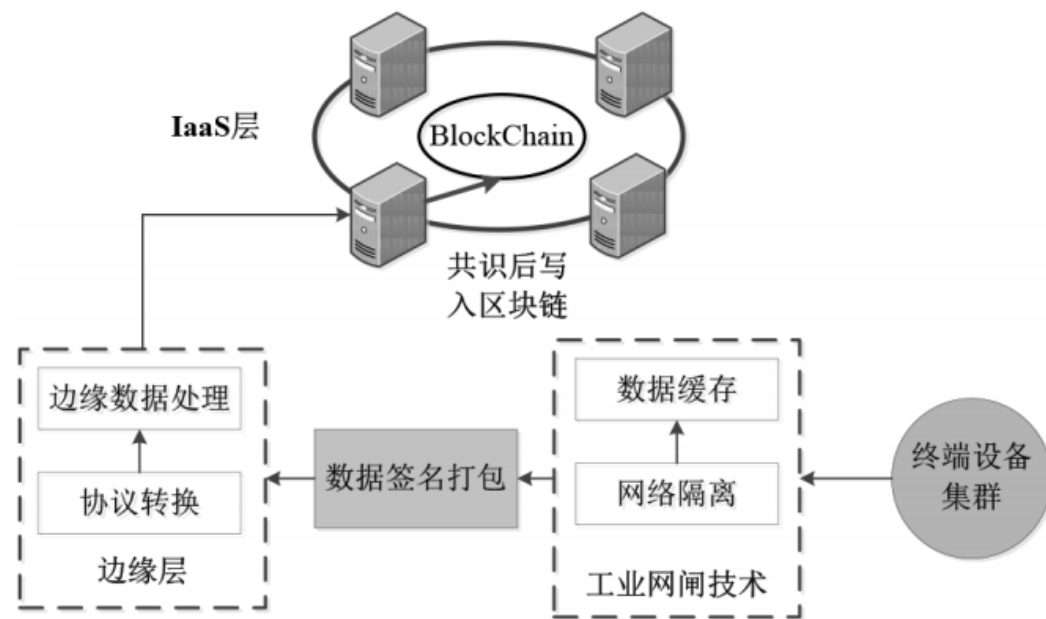


图8-18 基于区块链技术的工业互联网平台方案流程



(4) 区块链助力工业互联网建立主动防护体系。

- 工业互联网打破了传统的网络安全界限，企业 IT 和 OT 实现融合，工业网络、管理网络与互联网相互连接，大量工业互联网资产在公网暴露，安全边界不断延伸，工业互联网成为网络攻击的重点目标。区块链技术提供了一种在不可信网络中进行信息与价值传递、交换的可信通道，为解决工业互联网安全问题提供了新方法和新思路。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

THANKS