

# 2021年中国智能网卡行业概览

2021 China SmartNIC Industry Overview

2021年中国スマートNIC業界の概要

概览标签：智能网卡、可编程网卡、SmartNic

报告主要作者：张俊雅

2021/06

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

# 摘要

## 01

### 智能网卡的萌发是由于CPU算力相对网络传输速率差距持续扩大

- 后摩尔时代下，CPU算力无法按照摩尔定律增长，提升遭遇瓶颈，而数据中心网络向高带宽和新型传输体系发展，其网络传输速率迈向100Gbps，且未来快速向200Gbps与400Gbps发展。智能网卡作用为灵活卸载CPU不适合的处理任务，满足数据平面网络处理需求并兼容现有网络协议生态。其核心作用在于减轻CPU算力负担并让其处理更重要的任务。

## 02

### 智能网卡行业主要受到数通市场、电信市场和智能驾驶市场的强驱动

- 智能网卡产线的萌生受到数通市场需求的强驱动，其将网络、存储、操作系统中需要高性能的数据平面卸载到智能网卡以降低“数据中心税”，让CPU集中精力于客户的应用程序；同时，智能网卡的引入可解决边缘机房升级改造成本过大且无法为MEC提供足够算力的问题，并为MEC在第三方应用、OVS加速等方面提供硬件加速的支持

## 03

### 中国智能网卡厂商硬件性能相比国际巨头差距较大

- 中国网络芯片的传输速率落后国际巨头1-2代，停留在10Gbps。中国网络芯片时延为5ms左右，与国际巨头NVIDIA和Boradcom的网络芯片时延高2-4ms。中国网络芯片的传输速率落后国际巨头1-2代，停留在10Gbps。中国网络芯片时延为5ms左右，与国际巨头NVIDIA和Boradcom的网络芯片时延高2-4ms。



## 中国智能网卡行业

智能网卡萌发的主要原因为CPU算力相对网络传输速率的差距持续扩大，激发网络侧专用计算需求，且智能网卡可搭载多元化功能如虚拟交换、存储、数据、网络加密等。智能网卡的主要应用场景为数通市场、电信市场和未来的智能驾驶市场。5G、云计算、人工智能和物联网的应用通用驱动着智能网卡的发展。目前智能网卡的核心技术均掌握在国际巨头企业手中，中国本土企业起步相对较晚。

# 目录

## CONTENTS

◆ 名词解释	09
◆ 智能网卡行业综述	10
• 智能网卡的萌发及其作用	11
• 智能网卡主流产品形态及其核心处理器	12
• 全球新增市场规模及预测	13
• 中国新增市场规模及预测	14
◆ 智能网卡行业产业链	15
• 产业链图谱	16
• 产业链上游	17
• 产业链下游	19
◆ 智能网卡行业驱动因素	20
• 数通市场	21
• 通用服务器	24
• 电信市场	25
• 智能驾驶市场	26
◆ 智能网卡行业壁垒	27
• 技术壁垒	28
• 渠道壁垒	29
◆ 智能网卡企业介绍	30
• 英伟达(NVIDIA) [NVDA.O]	31
• 英特尔(INTEL) [INTC.O]	33
• 博通(BROADCOM) [AVGO.O]	35
◆ 方法论	37
◆ 法律说明	38

# 目录 CONTENTS

◆ Terms	09
◆ Overview of the SmartNic Industry	10
• The emergence and function of the SmartNic	11
• Mainstream product form of SmartNic and its core processor	12
• Global new market size and forecast	13
• China new market size and forecast	14
◆ SmartNic Industry Chain	15
• Industry chain map	16
• Upstream of the industrial chain	17
• Downstream of the industrial chain	19
◆ Drivers of the SmartNic Industry	20
• Data Communication Market	21
• Universal server	24
• Telecom market	25
• Intelligent driving market	26
◆ SmartNic Industry Barriers	27
• Technical barriers	28
• Channel barriers	29
◆ SmartNic Enterprise Introduction	30
• NVIDIA [NVDA.O]	31
• INTEL [INTC.O]	33
• BROADCOM [AVGO.O]	35
◆ Methodology	37
◆ Legal Statement	38

# 图表目录

## List of Figures and Tables

图表1: CPU主频算力相对网络数据传输速率升级的差距	11
图表2: 智能网卡工作原理	11
图表3: 基于不同核心处理器的智能网卡类别及其特点	12
图表4: 全球智能网卡新增市场规模及预测, 2020-2025年	13
图表5: 中国智能网卡新增市场规模及预测, 2020-2025年	14
图表6: 产业链图谱	16
图表7: FPGA芯片设计流程	17
图表8: EDA软件全球市场份额	17
图表9: 集成电路制造工艺流程	18
图表10: 2020Q3全球封测厂商市占率	18
图表11: 智能网卡应用场景	19
图表12: 数据中心应用需求	21
图表13: “数据中心税”拆解	22
图表14: 智能网卡协议处理	23
图表15: 智能网卡卸载OVS前后转发率对比	23
图表16: 全球通用服务器出货量及预测, 2020-2025年	24
图表17: 中国通用服务器出货量及预测, 2020-2025年	24
图表18: MEC加速需求场景	25
图表19: 自动驾驶等级标准	26
图表20: 智能驾驶端到端业务时延	26
图表21: 智能网卡硬件壁垒	28
图表22: 智能网卡软件壁垒	28

# 图表目录

## List of Figures and Tables

图表23: 处理器芯片渠道壁垒	-----	29
图表24: 英伟达智能网卡产品	-----	31
图表25: 英伟达主营与扣非归母净利润	-----	31
图表25: 英伟达财务指标	-----	31
图表26: 英伟达主营构成	-----	32
图表27: 英伟达毛利率、净利率和成本率	-----	32
图表28: 英特尔智能网卡产品	-----	33
图表29: 英特尔主营与扣非归母净利润	-----	33
图表30: 英特尔财务指标	-----	33
图表31: 英特尔主营构成变化	-----	34
图表32: 英特尔毛利率、净利率和成本率	-----	34
图表33: 英伟达与英特尔智能网卡产品对比	-----	34
图表34: 博通智能网卡产品	-----	35
图表35: 博通主营与扣非归母净利润	-----	35
图表36: 博通财务指标	-----	35
图表37: 博通主营构成变化	-----	36
图表38: 博通毛利率、净利率和成本率	-----	36
图表39: 英伟达与博通智能网卡产品对比	-----	36

# 名词解释

- ◆ **SmartNic:** 即智能网卡，其核心是通过FPGA(现场可编程门阵列)协助CPU处理网络负载，编程网络接口功能
- ◆ **摩尔时代:** 摩尔定律是由英特尔(Intel)创始人之一戈登·摩尔(Gordon Moore)提出来的。其内容为：当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目，约每隔18-24个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。换言之，每一美元所能买到的电脑性能，将每隔18-24个月翻一倍以上。这一定律揭示了信息技术进步的速度。
- ◆ **FPGA:** FPGA (Field – Programmable Gate Array) ，即现场可编程门阵列，它是在PAL、GAL、CPLD等可编程器件的基础上进一步发展的产物。它是作为专用集成电路(ASIC)领域中的一种半定制电路而出现的，既解决了定制电路的不足，又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。
- ◆ **ASIC:** ASIC芯片是用于供专门应用的集成电路 (ASIC, Application Specific Integrated Circuit)芯片技术，在集成电路界被认为是一种为专门目的而设计的集成电路。
- ◆ **EDA:** 电子设计自动化 (英语: Electronic design automation, 缩写: EDA) 是指利用计算机辅助设计 (CAD) 软件，来完成超大规模集成电路 (VLSI) 芯片的功能设计、综合、验证、物理设计 (包括布局、布线、版图、设计规则检查等) 等流程的设计方式。
- ◆ **VxLAN:** 是一种网络虚拟化技术，可以改进大型云计算在部署时的扩展问题，是对VLAN的一种扩展。VXLAN是一种功能强大的工具，可以穿透三层网络对二层进行扩展。它可通过封装流量并将其扩展到第三层网关，以此来解决VMS (虚拟内存系统) 的可移植性限制，使其可以访问在外部IP子网上的服务器。
- ◆ **OVS:** Openvswitch是一个虚拟交换软件，主要用于虚拟机VM环境，作为一个虚拟交换机，支持Xen/XenServer, KVM以及virtualBox多种虚拟化技术。在这种虚拟化的环境中，一个虚拟交换机主要有两个作用：传递虚拟机之间的流量，以及实现虚拟机和外界网络的通信。
- ◆ **Infiniband:** 直译为“无限带宽”技术，缩写为IB，是一个用于高性能计算的计算机网络通信标准，它具有极高的吞吐量和极低的延迟，用于计算机与计算机之间的数据互连。InfiniBand也用作服务器与存储系统之间的直接或交换互连，以及存储系统之间的互连。
- ◆ **NFVI:** 网络功能虚拟化基础设施解决方案，是用来托管和连接虚拟功能的一组资源。具体来说就是，NFVI是一种包含服务器、虚拟化管理程序 (hypervisor) 、操作系统、虚拟机、虚拟交换机和网络资源的云数据中心。
- ◆ **VNF:** 虚拟网络功能，其被看作是NFV的关键。VNF在基础设施层提供的服务是NFV的主要运营目标，这意味着前者左右着网络虚拟化的前景。
- ◆ **UPF:** User Plane Function, 用户面功能，为 5GC 的基本组成部分。
- ◆ **MEC:** 边缘计算技术 (Mobile Edge Computing) 是ICT融合的产物，同时成为支撑运营商进行5G网络转型的关键技术，以满足高清视频、VR/AR、工业互联网、车联网等业务发展需求。

## 第一章：智能网卡行业综述

### Industry Overview



行业综述



产业链



驱动因素



行业壁垒



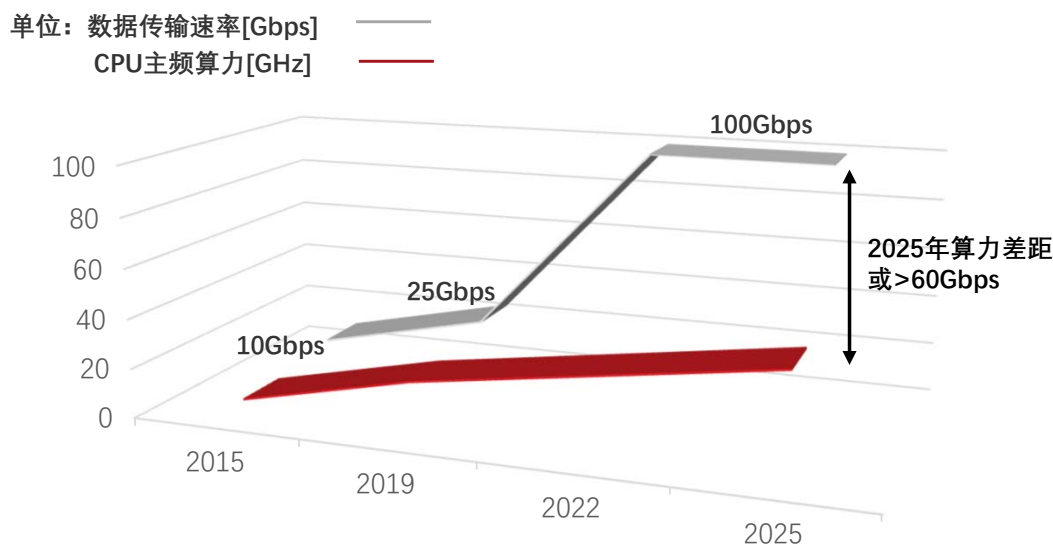
企业介绍



## 智能网卡行业综述——智能网卡的萌发及其作用

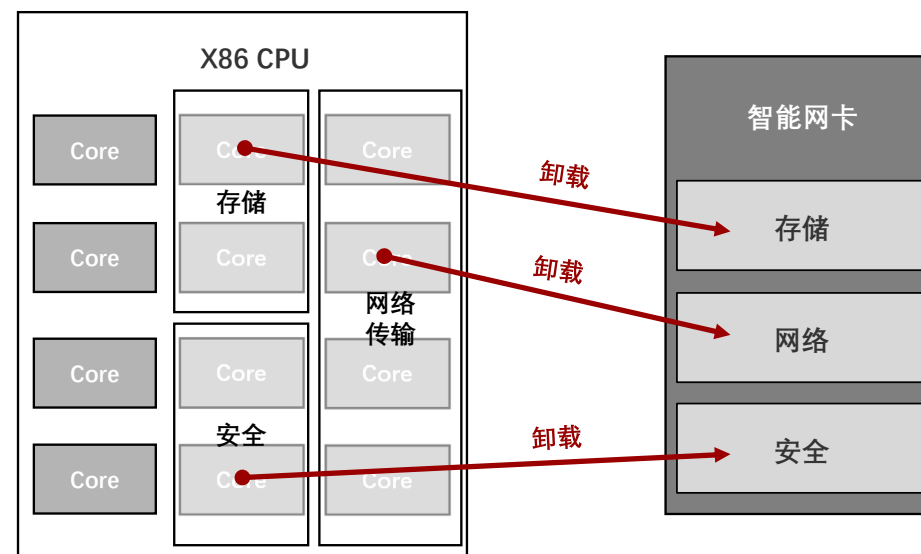
- 智能网卡萌发的主要原因为CPU算力相对网络传输速率的差距持续扩大，激发网络侧专用计算需求，且智能网卡可搭载多元化功能如虚拟交换、存储、数据、网络加密等

### CPU主频算力相对网络数据传输速率升级的差距



- CPU算力增长速度与数据中心网络传输速率增长速度差距逐渐拉大，催生了智能网卡的需求。后摩尔时代下，CPU算力无法按照摩尔定律增长，提升遭遇瓶颈，而数据中心网络向高带宽和新型传输体系发展，其网络传输速率迈向100Gbps，且未来快速向200Gbps与400Gbps发展。

### 智能网卡工作原理



- 智能网卡作用为灵活卸载CPU不适合的处理任务，满足数据平面网络处理需求并兼容现有网络协议生态。其核心作用在于减轻CPU算力负担并让其处理更重要的任务。而传统的网卡仅负责数据链路的传输、网络堆栈算法和协议，其他如存储、网络加解密和安全等功能会占用大量CPU资源。

## 智能网卡行业综述——智能网卡主流产品形态及其核心处理器

- 智能网卡理论上可基于FPGA、MP与ASIC三类核心处理器进行设计，而已商用的智能网卡产品形态为“ASIC+GP”和“NP+GP”

### 基于不同核心处理器的智能网卡类别及其特点

	架构特性	架构优势	架构劣势
基于ASIC设计的智能网卡	<ul style="list-style-type: none"><li>基于ASIC设计的智能网卡门槛较高，研发周期也较长，需要两年左右的发展周期。中等复杂度的ASIC前期研发成本在几百到两千万美元不等。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有较<u>高性价比</u>。在预定义范围内对数据平面进行编程处理，并提供有限范围内的硬件加速支持，如批量使用等。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有<u>低可编程性</u>。在成熟的场景下专用硬件ASIC能发挥算力优势，但在新应用场景下缺乏灵活的可编程性。从确定需求到芯片到货之间时间跨度较长，期间需求持续变化，使得专用芯片已经落后于新的软件需求。</li></ul>
基于FPGA设计的智能网卡	<ul style="list-style-type: none"><li>基于FPGA设计的智能网卡可提供强大的计算能力和足够的灵活性。由于数据通路定制化的特性，FPGA可同时利用流水线并行、数据并行和请求并行来降低延迟并提高吞吐量。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有<u>低延迟</u>。FPGA相较于CPU和GPU等基于指令集的处理器在流式计算上具有延迟优势；</li><li>具有<u>低功耗</u>。FPGA相较于ASIC和MP处理器功耗减少约50%。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有<u>高复杂性</u>。FPGA需使用VHDL和Verilog的硬件描述语言进行编程，其语言的抽象层次较低，编程较为复杂。</li><li><u>开源生态不完善</u>。FPGA开发者往往需从第三方厂商购买通用IP核，其购买和开发成本十分高昂。</li></ul>
基于MP设计的智能网卡	<ul style="list-style-type: none"><li>MP即Multi-core，包含SoC-GP和SoC-NP。目前，被NVIDIA收购的Mellanox的BlueField系列采用的是“ASIC+GP”的智能网卡，即保证了一定的可编程性又保障了一定的性能。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有<u>高可编程性</u>。SoC-GP和SoC-NP相较于FPGA有着较高的可编程性。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><u>性能较弱</u>。SoC-GP和SoC-NP相较于FPGA性能表现较差。</li></ul>

来源：头豹研究院编辑整理

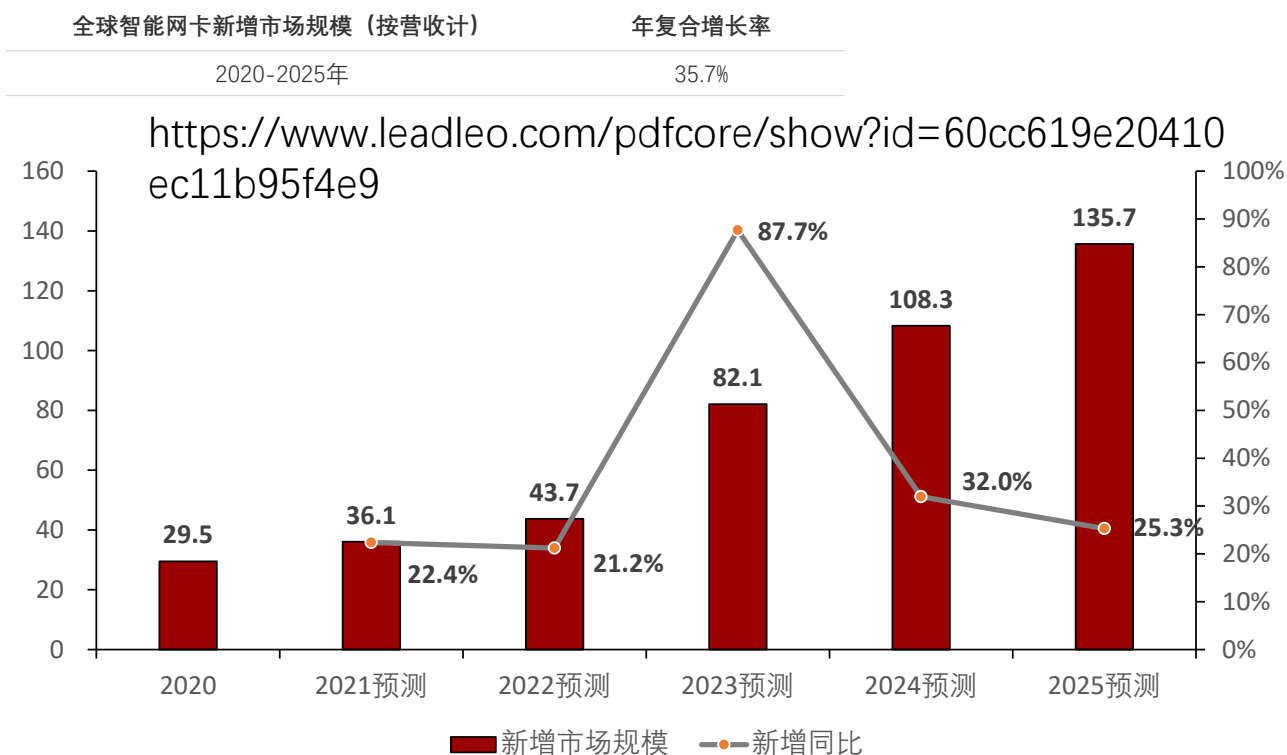
©2021 LeadLeo

## 智能网卡行业综述——全球新增市场规模及预测

- 全球智能网卡行业未来五年新增市场规模逐步攀升，主要得益于智能网卡方案的逐步成熟，叠加全球通用服务器出货量的稳定增长以及L3级别智能驾驶汽车的技术落地

### 全球智能网卡新增市场规模及预测，2020-2025年

单位：[亿美元]



- 高网络密度及高算法密度催生智能网卡需求，叠加通用服务器出货量稳定增长，全球智能网卡新增市场规模未来将达到135.7亿美元：2020年全球通用服务器新增出货量为1,210万台，同比增长3.1%，预计未来增长率维持在3%左右。其中以互联网企业和云计算厂商为代表的数通市场和电信市场服务器占比超过一半，其均有着较高的计算密度和网络密度需求。在拥有大规模服务器的数通和电信厂商中，数据中心带宽2-3年迭代一次，且服务器在网周期为5-7年，若基于双备份的原则下每台服务器配2块智能网卡，则每年智能网卡市场有着可观的新增市场规模。同时，智能驾驶汽车由L2级逐步升级至L3级，L4级也将在未来得以落地，届时每台智能驾驶汽车可看作一个小型数据中心并配备至少1块智能网卡。
- 互联网+云计算大厂为智能网卡带来可观新增市场空间，中、小厂商服务器未来3-5年较难普及：并非所有厂商都会配套智能网卡在其服务器上。是否配备智能网卡主要考虑两点：一是否有很高的计算密度和网络密度需求将其从CPU卸载到智能网卡上来，密度需求不够的情况下，其功能卸载所带来的收益将不足以支撑研发、网络改造的成本。通常情况下，拥有30-50万台服务器的厂家建议使用智能网卡方案，拥有10万台以上服务器的厂家可以考虑逐步向智能网卡方案切换，而只拥有几万台服务器的厂家使用智能网卡是不明智之举。二是若使用智能网卡则需考虑技术方案的适用性，不同智能网卡厂家方案差异较大。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

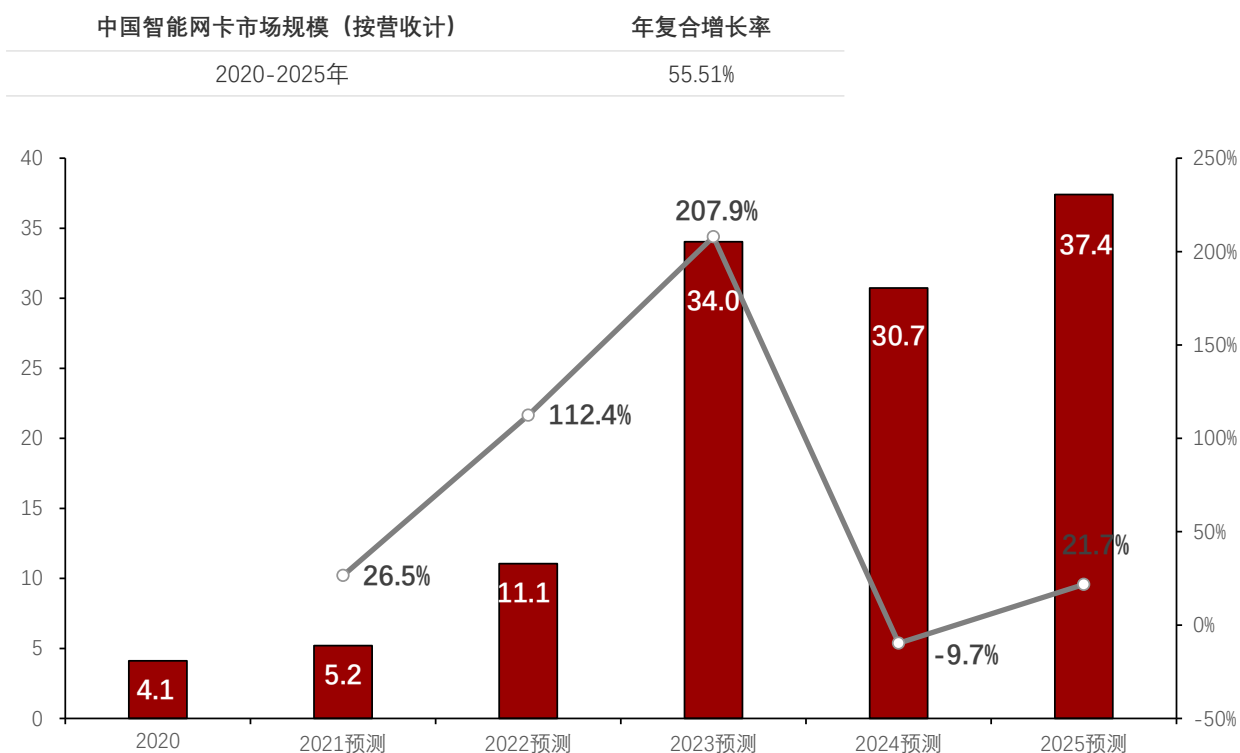
13

## 智能网卡行业综述——中国新增市场规模及预测

- 中国智能网卡行业在2023-2025年迎来高速增长，主要得益于新一轮服务器在网更新周期及各类云应用普及率的提升

### 中国智能网卡新增市场规模及预测，2020-2025年

单位：[亿美元]



- 中国智能网卡未来增长点主要来自2023-2025年服务器改造以及各种移动应用、公有云、私有云带来的新的计算、存储需求：在考虑服务器存量改造及增量换新的情况下，中国智能网卡市场规模预计在2025年达到37.4亿美元。通常数据中心服务器的在网周期为5-7年，中国将在2023-2025年进入新一轮服务器设备更换周期，此次换新将带来大量的存量市场规模。另一方面，近五年各种应用普及率逐年攀升，包括移动应用、公有云、私有云Paas层应用，以及以抖音为代表的视频、娱乐媒体应用，随之而来的新的计算、存储和安全需求将为中国智能网卡市场带来新的增量市场规模。预计2023-2025年每年新增通用服务器数量大约在300-400万台。
- 中国智能网卡市场未来或得益于大规模服务器改造及换新，但同时受限于中国与北美厂商智能网卡技术差距较大以及技术方案差异化带来的普及难点：中国服务器的存量改造与增量换新将伴随着庞大的智能网卡市场规模增长，但其中仍存在诸多制约因素。中国互联网+云计算厂商更偏好采用中国自研的智能网卡产品，而非北美厂商如Intel、NVIDIA、Broadcom等，但中国厂商在技术上与北美厂商存在较大差距，且中国厂商缺乏商用经验，其产品大多停留在实验室阶段，量产存在困难。同时，不同厂家技术方案差异化巨大，导致服务器升级改造时易出现硬件不兼容的情况。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

14

## 第二章节：智能网卡行业产业链

### Industry Chain Analysis



行业综述



产业链



驱动因素



行业壁垒

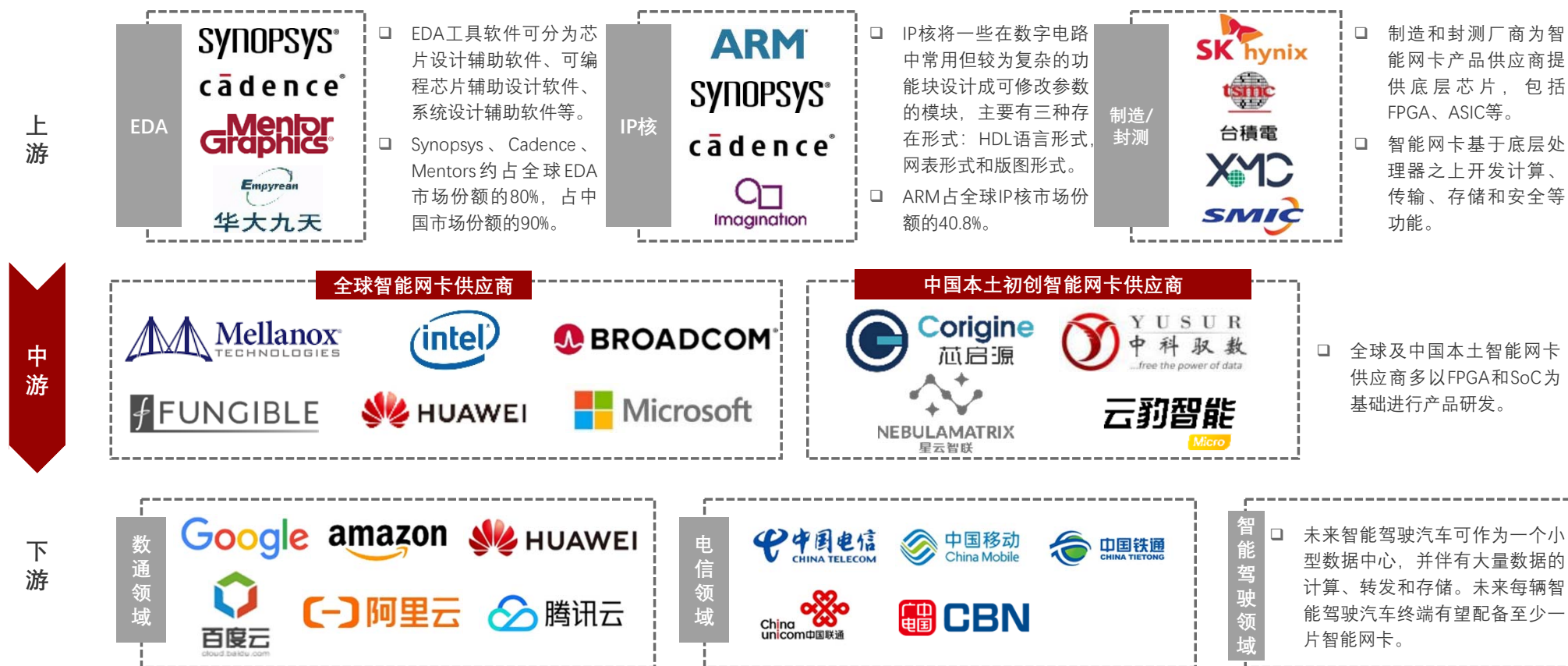


企业介绍

## 全球与中国智能网卡产业链——产业链图谱

- 智能网卡产业链为从上游软件侧EDA、IP核、硬件侧的制造和封装到中游智能网卡的集成和供应，再到下游云计算、通信和智能驾驶领域的应用

智能网卡产业链图谱



来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

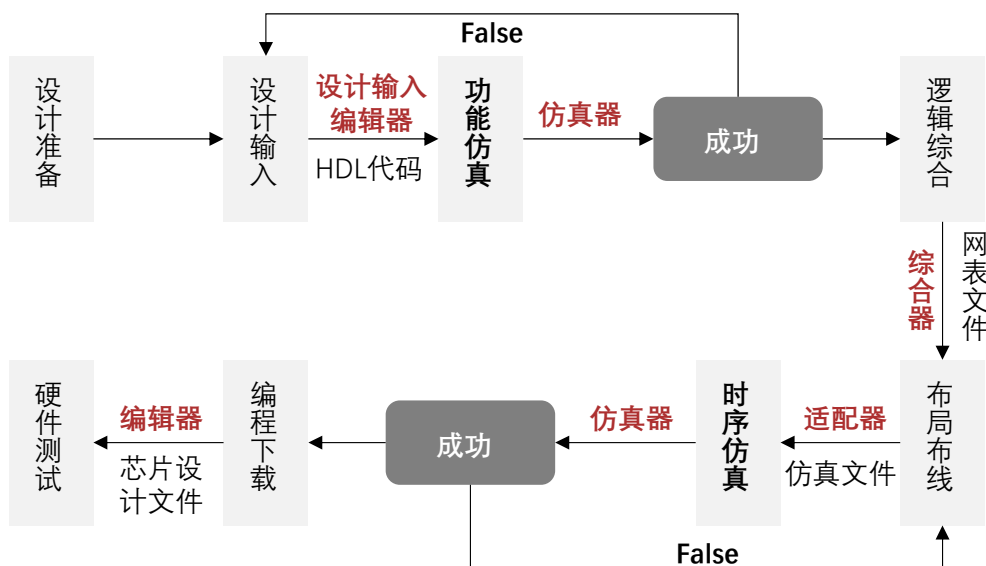
16



## 全球与中国智能网卡产业链——产业链上游（1/2）

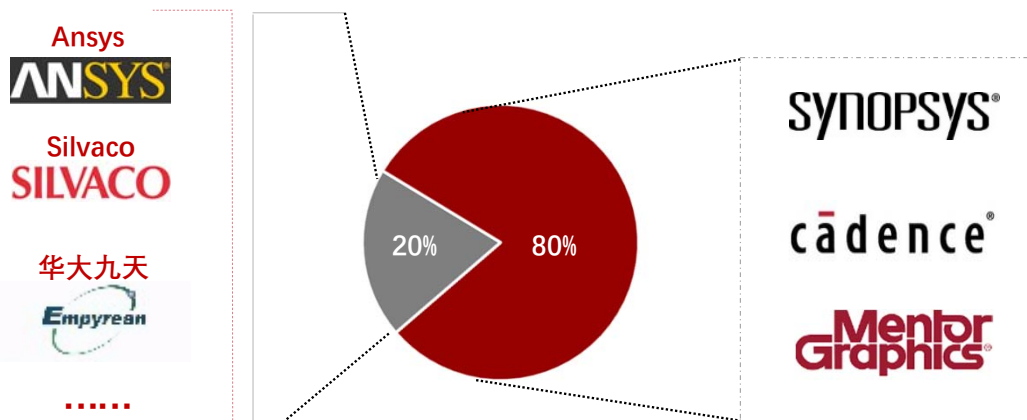
- 智能网卡上游EDA软件主要应用在可编程逻辑芯片设计中，其市场已在全球范围内形成较为成熟的竞争格局，EDA三巨头通过兼并收购持续扩大规模并占据全球80%市场份额

### FPGA芯片设计流程



- EDA软件主要应用在可编程的逻辑芯片设计中，如FPGA芯片的设计。其设计流程主要为7个步骤，分别为设计准备、设计输入、功能仿真、逻辑综合、布局布线、时序仿真、编程下载与硬件测试。
- 整个芯片设计流程需要用到的EDA工具有设计输入编辑器、仿真器、HDL综合器、适配器和编辑器。整个过程需要不停低迭代，直到通过功能仿真和时序仿真验证。

### EDA软件全球市场份额



- EDA软件行业在全球范围内已形成成熟的竞争格局，三大EDA巨头Synopsys、Cadence和Mentor占据全球80%的市场份额。三大EDA巨头总体在逻辑综合工具、时序分析工具、模拟/混合信号定制化电路、版图设计、布局布线工具相较于其他EDA软件开发商有着绝对的优势。
- 中国本土EDA厂商较国际EDA巨头有着较大差距，且美国已对中国部分企业施加EDA进口限制，中国本土EDA厂商可通过整合资源和定制化产品路线加快发展进程。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

17

## 全球与中国智能网卡产业链——产业链上游（2/2）

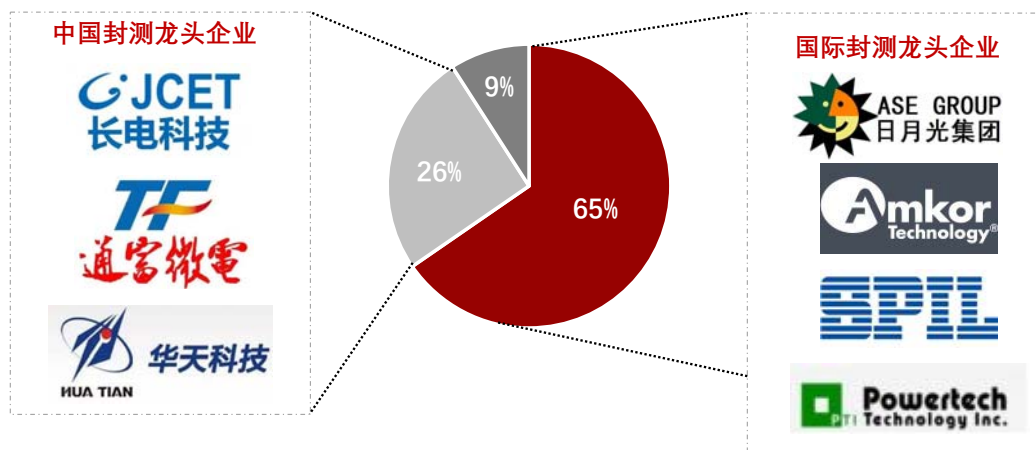
- 智能网卡上游封测环节为集成电路制造的后道工序，对提升智能网卡芯片的稳定性及制造水平尤为关键。未来高端集成电路国产化替代空间大，中国本土封测厂商市占率有望提升

### 集成电路制造工艺流程



- 封测为IC制造的后道工序，分为封装和测试，是提高IC稳定性及制造水平的关键工序。封装环节是将引线框架上的集成电路焊盘与引脚相连接以达到稳定驱动集成电路的目的，并用塑封料保护集成电路免受外部环境损伤；
- 广义半导体测试工艺贯穿IC设计、制造、封测三大过程，包括验证设计、晶圆检测（CP）和封测环节中的成品检测（FT）。

### 2020Q3全球封测厂商市占率



- 2020年第三季度国际封测龙头厂商日月光集团、艾克尔（Amkor）、矽品（SPIIL）和力成（PTI）总体全球市占率占比超过65%，而中国三大封测龙头企业长电科技、通富微电和华天科技全球市占率占比达到约26%。
- 中国本土封测厂商通过并购海外优质标的获得先进封装技术，大幅提升封测技术实力和全球竞争力，未来中国本土封测厂商市占率有望逐步提升。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

18



## 全球与中国智能网卡产业链——产业链下游

- 数通领域为智能网卡最大应用市场，其可为数通领域内的云计算厂商提供成熟的硬件加速方案。随着5G和NFV技术的发展，电信市场边缘端对智能网卡需求逐步提升

### 智能网卡应用场景

智能网卡可应用于数据传输、虚拟交换、数据安全和数据存储等场景

	功能实现	应用场景	数据面	控制面
数通领域	数据加密 数据解密	云安全	加密解密算法实现	维护密钥
	数据分组检测	防火墙/ 安全组	数据分组解析/ 帧头修改	规则下放
	存储	云存储	NVMe实现	连接配置 RAID配置
电信领域	数据分组查表	虚拟路由 虚拟交换机	数据分组寻路	定义转发规则

中国数通领域内云计算厂商对智能网卡的关注点： 数据中心带宽2-3年迭代一次，因此智能网卡需满足支持用户数

□ **计算速率**：25Gbps~40Gbps

□ **可靠性**：大于99.99%

□ **灵活性**：满足最低灵活性

据中心带宽升级的需求。

中国电信领域内，智能网卡的引入可解决边缘机房升级改造成本过大且无法为MEC提供足够算力的问题，并为MEC在第三方应用、OVS加速等方面提供硬件加速的支持。

- 边缘端机房供电成本高，散热能力和承重能力有限
- 数据中心改造余地小，成本高，后摩尔时代CPU算力增长有限

解决途径

边缘机房配套智能网卡硬件加速，提升机房单位面积算力

## 第三章：智能网卡行业驱动因素

### Industry Drivers Analysis



行业综述



产业链



驱动因素



行业壁垒

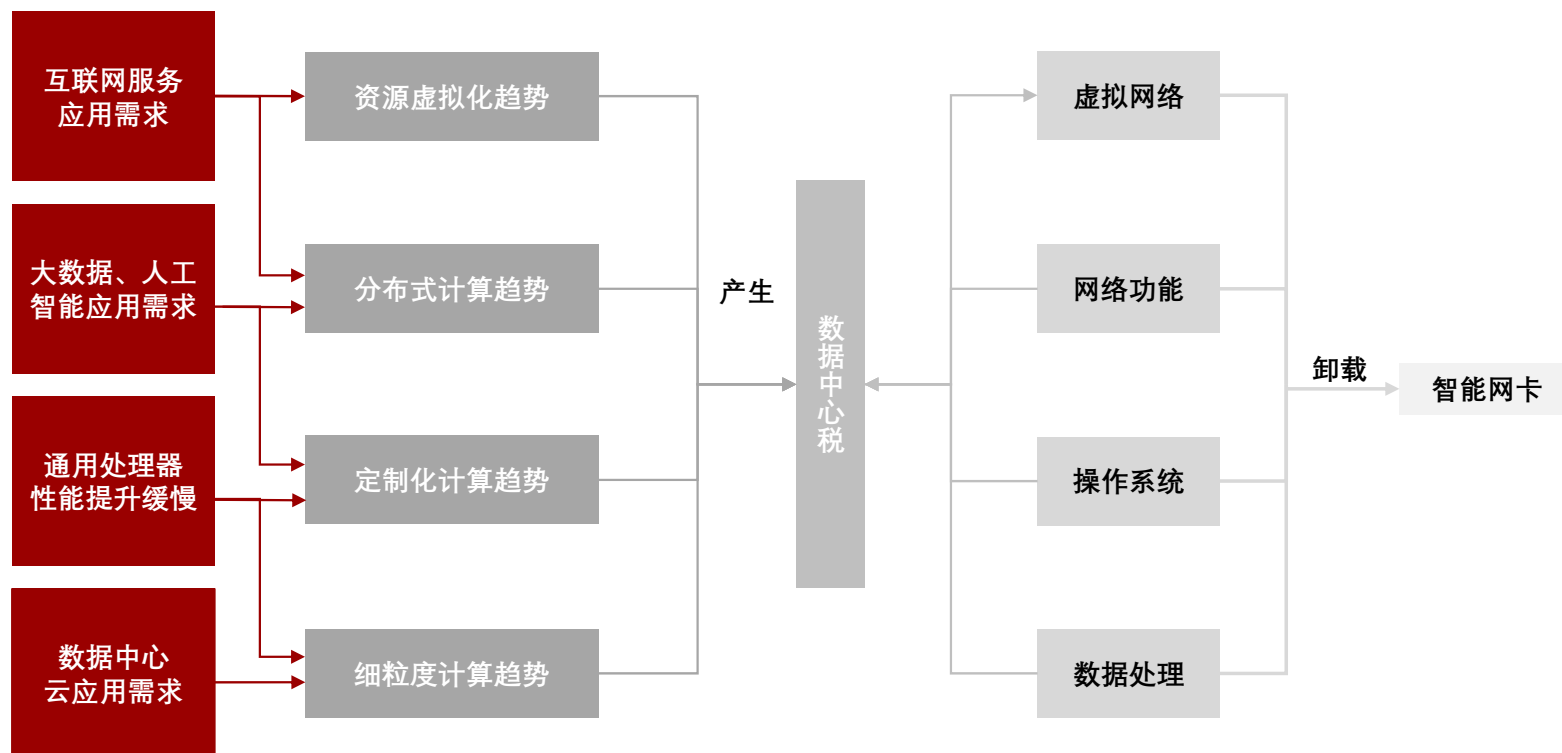


企业介绍

## 中国智能网卡驱动因素分析——数通市场（1/3）

- 智能网卡产线的萌生受到数通市场需求的强驱动，其将网络、存储、操作系统中需要高性能的数据平面卸载到智能网卡以降低“数据中心税”，让CPU集中精力于客户的应用程序

### 数据中心应用需求



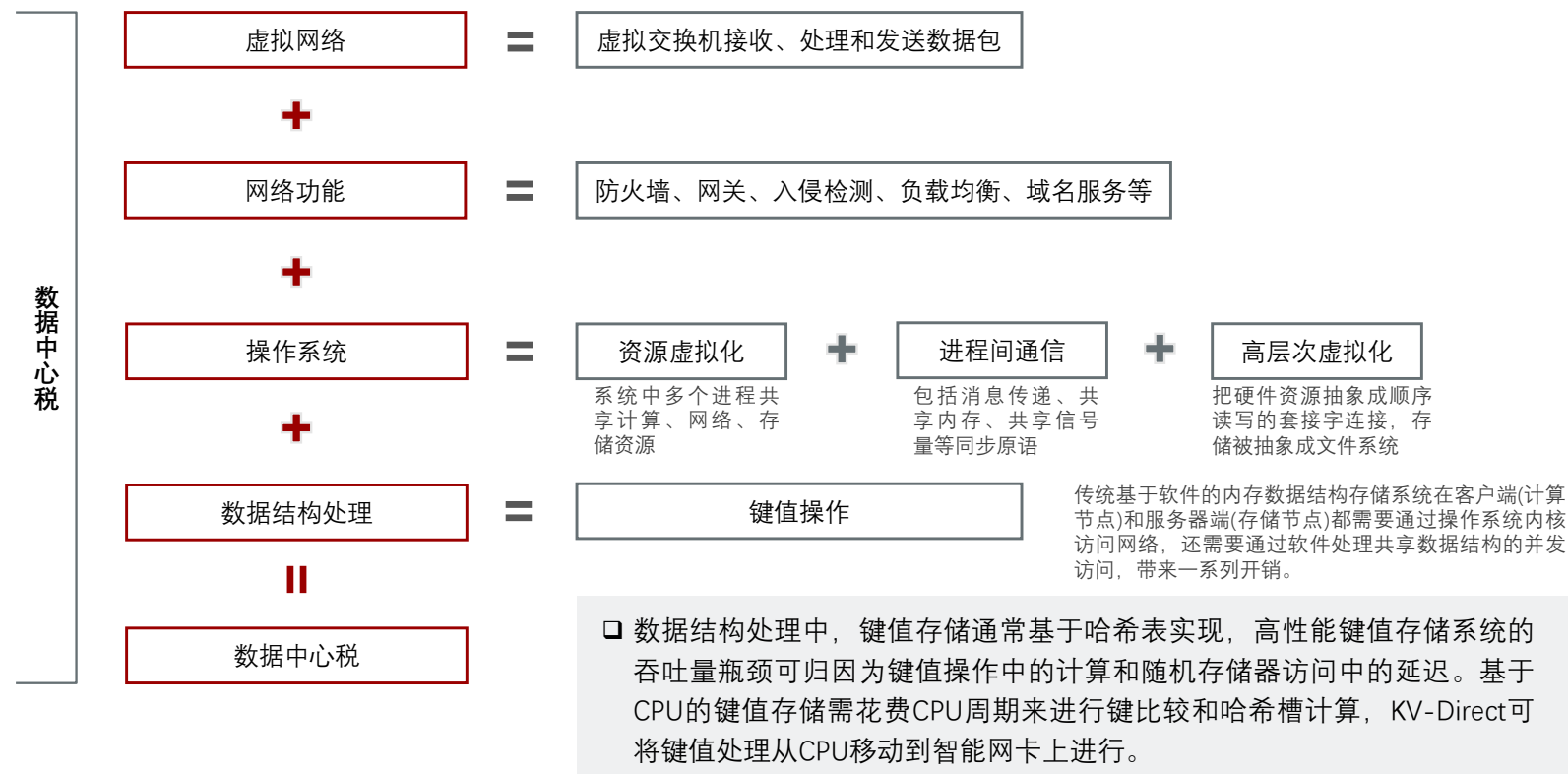
### 分析师观点

- 数据中心是进行大规模计算、海量数据存储和提供互联网服务的基础设施。近年来，人工智能和大数据的兴起对算力的要求激增，然而，在后摩尔定律时代，CPU算力增长放缓，需要新的体系结构以增强其算力、网络传输等方面的性能。同时，相比数据中心，云数据中心的应用类型和用户交互方式更丰富，硬件更加定制化。资源虚拟化、分布式计算、定制化计算和细粒度计算是云数据中心的四大趋势。
- 在四大趋势下，从虚拟网络、网络功能、操作系统和数据处理四个方面产生的除用户应用程序外的“数据中心税”不仅浪费了CPU资源，还导致应用程序无法充分利用硬件的低延迟和高吞吐量。将虚拟网络、网络功能、操作系统和数据处理等功能卸载至智能网卡上进行处理，对现代数据中心的性能和成本有重要意义。

## 中国智能网卡驱动因素分析——数通市场（2/3）

- 数据中心分布式计算催生了高性能数据中心网络，而虚拟化、网络功能、操作系统和数据结构处理伴随着巨大性能开销

### “数据中心税”拆解



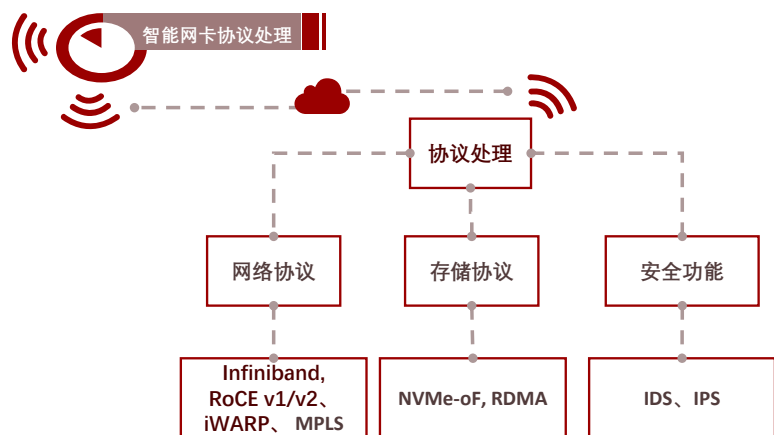
### 分析师观点

- ❑ 基于虚拟交换机的网络虚拟化模型中，虚拟机发送和接收的每个数据包都需要由虚拟交换机（vSwitch）处理，与非虚拟化环境相比，这种额外的主机处理会降低性能和吞吐量，增加平均延迟，并增加CPU的使用率。
- ❑ 虽然软件实现的虚拟交换机和网络功能可以使用更多数量的CPU核来支持更高的性能，但这会加大资产和运营成本。
- ❑ 对于分布式应用程序普遍使用操作系统中的套接字原语进行通信，而对于HTTP负载均衡器、DNS服务器、Redis键-值存储服务器等通信密集型的应用程序，操作系统占用了**50%至90%**的CPU时间，大部分用来处理套接字操作。

## 中国智能网卡驱动因素分析——数通市场（3/3）

- 数据中心低延时、高带宽的网络服务，以及虚拟网络转发性能提升的迫切需求驱动着智能网卡的发展，在网络协议和硬件卸载等方面为CPU释放宝贵资源

### 智能网卡协议处理

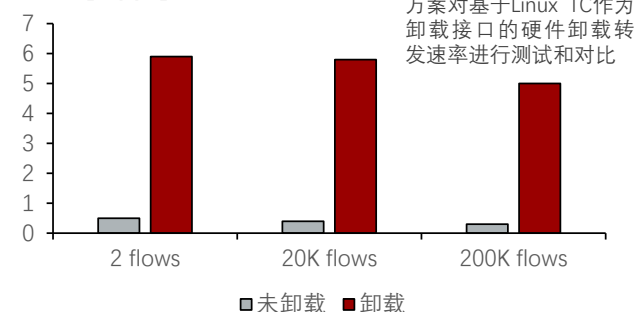


- 智能网卡作为一种有编程能力的网卡，可以快速处理网络协议，提供高效的网络I/O。传统的网卡仅支持标准以太网或Infiniband中的一种网络协议，而智能网卡除了传统TCP/IP协议，还支持RoCE v1/v2、iWARP等加速数据通路的协议，进而从CPU上卸载更多网络协议处理到网卡上，在数据中心中也能提供低延时、高带宽的网络服务。

### 智能网卡卸载OVS前后转发率对比

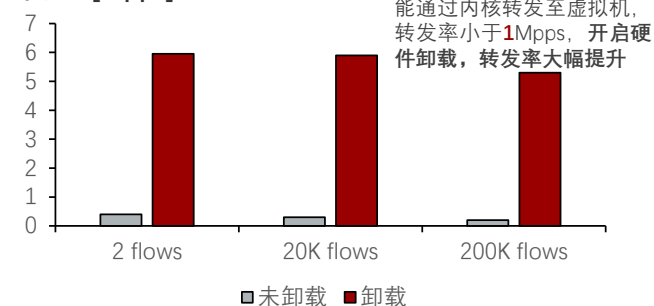
#### VxLAN场景

单位：[Mpps]



#### Non-VxLAN场景

单位：[Mpps]



### 分析师观点

- 云计算场景下的虚拟化技术需要靠软件来实现Hypervisor，但伴随巨大的性能开销。虚拟机和物理机仍存在较大的性能差距，阿里云和亚马逊等云厂商将虚拟化、网络、存储等相关组件卸载到智能网卡上，从而消除虚拟化、网络和存储组件带来的开销，提高虚拟机的性能。
- 智能网卡卸载OVS方案之一是基于Linux TC的虚拟交换机数据面卸载，该方案可应用于内核态转发模式下，是目前应用最广泛的卸载模式。基于Linux TC作为卸载接口的硬件卸载场景，在VxLAN和Non-VxLAN下开启智能网卡卸载OVS功能之后，虚拟网络转发性能大幅提升10倍以上。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

23

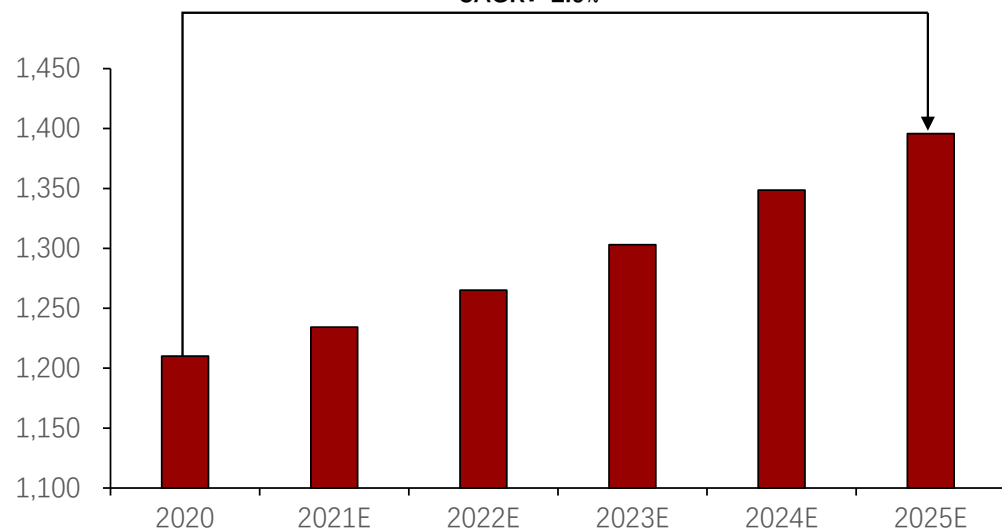
## 中国智能网卡驱动因素分析——通用服务器

- 全球与中国通用服务器出货量稳步上涨，预计中国在2023-2025年进入大规模服务器升级改造阶段，驱动着智能网卡的配套及应用

全球通用服务器出货量及预测，2020-2025年

单位：[万台]

CAGR: 2.9%

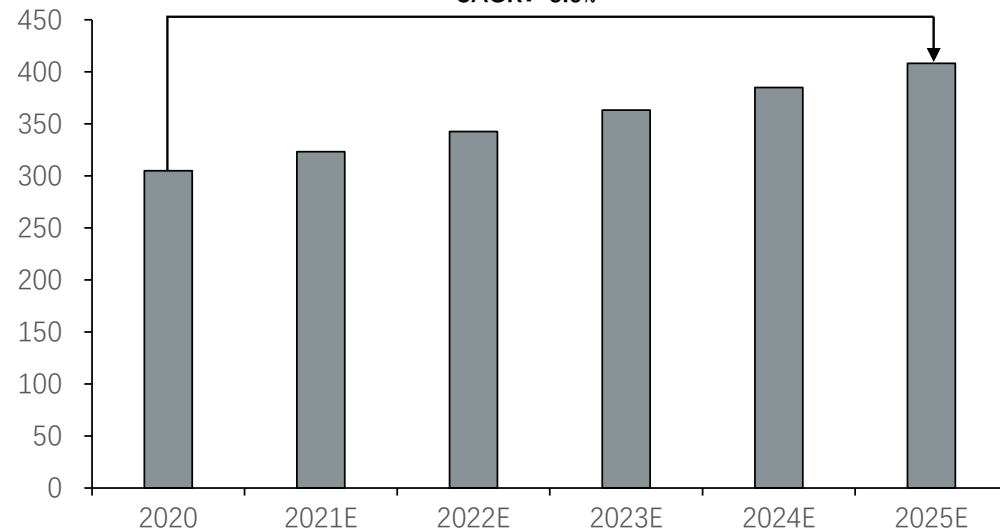


- 2020年全球X86通用服务器出货量为1,210万台，预计到2025年增长至1396万台，年复合增长率为2.9%。
- 未来通用服务器出货量将随着云计算、人工智能、物联网等技术的日益成熟和普及而稳步增加。数据中心和服务器数量的增长，以及数据中心网络带宽的迭代也驱动着智能网卡的应用和普及。

中国通用服务器出货量及预测，2020-2025年

单位：[万台]

CAGR: 6.0%



- 2020年中国X86通用服务器出货量约为305万台，预计在2025年增长至408万台，年复合增长率为6.0%。
- 通用服务器在网周期为5-7年，而数据中心带宽2-3年迭代一次。预计中国在2023-2025年进入服务器大规模更新换代阶段，届时将有大量的存量服务器升级改造以及新增服务器的购入，这将驱动着智能网卡的配套和应用。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

## 中国智能网卡驱动因素分析——电信市场

- 智能网卡的引入可解决边缘机房升级改造成本过大且无法为MEC提供足够算力的问题，并为MEC在第三方应用、OVS加速等方面提供硬件加速的支持

### MEC加速需求场景

#### NFVI层OVS加速

□ MEC应用对基础设施性的低延时、高速率转发性能有很高的要求。转发能力提升的关键为缓存，数据并行处理能力提升的关键在核数。后摩尔时代CPU的缓存和核数增长缓慢，引入智能网卡可突破转发性能和数据处理能力提升的瓶颈。

#### VNF层虚拟化用户面加速

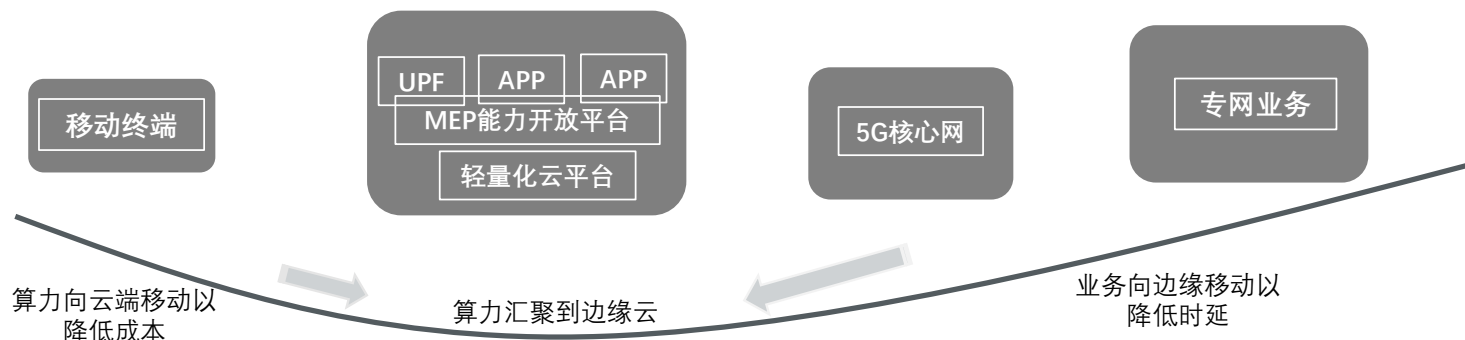
□ 虚拟化用户面UPF下沉到MEC，降低传输时延，减少带宽占用，实现软硬解耦，但相对于传统专用硬件性能有所下降，对于超低延时的应用和业务无法满足其性能要求，亦可引入智能网卡作为硬件加速。

#### 智能网卡功能

#### 智能网卡加速方案

□ OVS-vswitch控制面接受SDN控制器的流表配置消息，将流表配置写入数据库，更新到OVS-datapath。Ovs-datapath数据通道下沉到智能网卡，可节省超过2核的CPU。

□ 虚拟化用户面UPF加速主要是将GTP（GPRS隧道协议）业务卸载。同一条数据流的后续数据报文由智能网卡接收、解包、处理后直接转发，降低节点内转发处理层次。



### 分析师观点

- 5G技术要求网络实现“大容量、大带宽、大联结、低延迟、低功耗”驱动了智能网卡在边缘机房部署的可能。在当前网络架构中，核心网部署在远端，传输时延较大，且无法满足5G时代下数字化和智能化对算力的高要求。
- 为了分担终端算力，将算力向云端移动，同时为了降低时延，将业务向边缘移动。MEC部署在网络边缘，可以减少数据传输过程中的转发和处理时延，并降低终端成本。但随着各种业务和应用汇聚在边缘端，导致MEC边缘云的计算开销激增，而边缘机房的供电、散热及承重能力有限，无法通过堆加大量的X86 CPU来提升算力，且CPU性能已无法按摩尔定律增长。此时，在MEC边缘云上，可将消耗CPU资源高的业务卸载至智能网卡上，释放边缘机房CPU的算力，降低机房功耗，同时提升边缘业务体验。



## 中国智能网卡驱动因素分析——智能驾驶市场

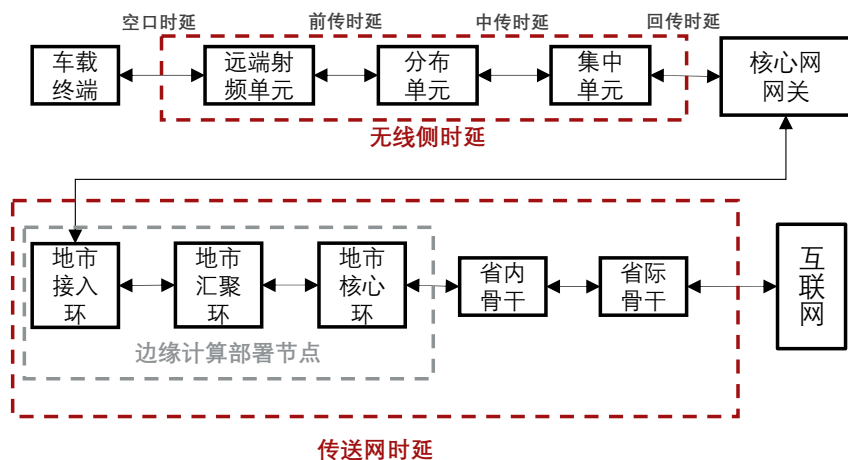
- 智能网卡的引入可通过降低无线侧时延来满足智能驾驶汽车高速移动场景下业务低时延的需求，有助于保障车辆高速移动下的鲁棒性和实时性

### 自动驾驶等级标准

	名称	定义
L1级	人工驾驶	以基础的驾驶辅助功能为主，如定速巡航
L2级	辅助驾驶	包含一系列高级驾驶辅助功能，以智能主动安全功能为主
L3级	半自动驾驶	可在有限条件下负责主要的动态驾驶任务
L4级	高度自动驾驶	可在有限条件下执行全部动态驾驶任务
L5级	完全自动驾驶	可代替驾驶员自动执行全部动态驾驶任务

- 智能网卡可在L3自动驾驶汽车上进行部署。L3级自动驾驶汽车均可实现有条件地执行动态驾驶任务，而L4与L5级自动驾驶汽车虽可实现完全自动驾驶，但短期内无法在市场上得到应用。

### 智能驾驶端到端业务时延



- 智能网卡可用在车载终端以提升终端处理能力和传输速率，从而降低空口时延。在车辆自动驾驶高速移动场景下，5G边缘计算端到端时延主要包括无线侧时延、传送网时延、核心网UPF和业务处理时延。为了满足自动驾驶低时延需求，可从降低无线侧时延、传送网时延、核心网UPF和业务处理时延三个方面来实现。
- 无线侧时延可分为空口时延、前传时延、中传时延和回传时延。空口时延与帧结构、终端处理能力、调度与传输方式有关。

### 分析师观点

- 未来智能驾驶汽车可看做一个小型数据中心，并伴有大量的数据处理、转发、交换和存储。为降低车载终端在无线侧的传输时延，每辆智能驾驶汽车有望配备至少两块智能网卡。
- 5G时代，自动驾驶和车联网等智能驾驶相关业务为行业带来了高带宽、低时延以及大联接的网络需求。自动驾驶在高速移动时，需要确保数据传输的业务连续性，即鲁棒性和实时性两个特点。鲁棒性要求智能驾驶汽车对不同的道路环境和天气均能很好地适应。高速自动驾驶的汽车会在不同的MEC之间切换，出于安全驾驶要求，需解决数据传输传送报文不丢失，且车辆和边缘之间网络连接可靠性的问题；实时性则要求边缘计算的数据处理必须和高速行驶的车辆同步进行。自动驾驶业务中辅助驾驶要求时延为20~100ms，而自动驾驶要求时延可低至3ms。智能网卡在车载终端的部署可提升终端处理能力并降低时延。



## 第四章：智能网卡行业壁垒

### Industry Barrier Analysis



行业综述



产业链



驱动因素



行业壁垒

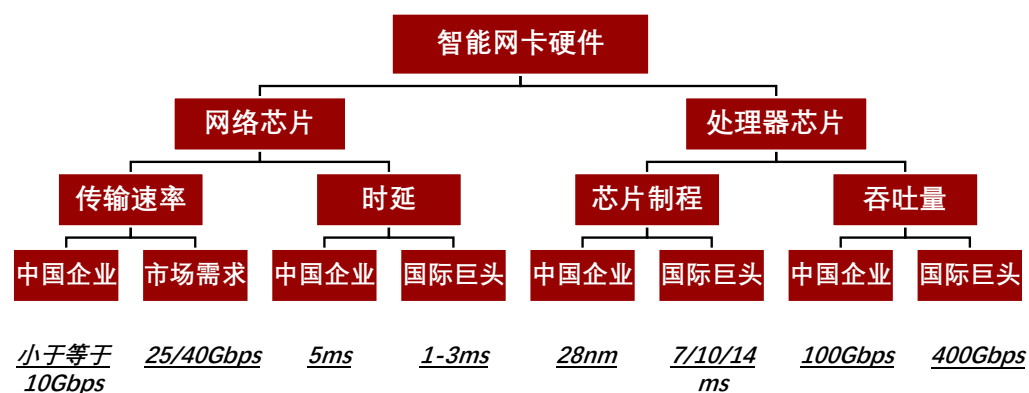


企业介绍

## 全球与中国智能网卡行业壁垒——技术壁垒

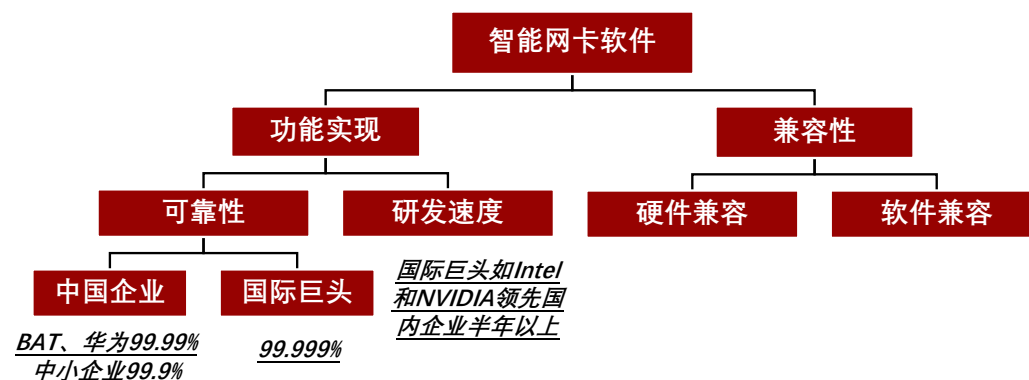
- 中国智能网卡厂商硬件性能较国际巨头差距较大，落后原因为技术积累不足以及上游EDA和先进制程工艺被外国掌控；智能网卡软件行业进入门槛较低，但中国本土企业创新速度同样落后于国际巨头

### 智能网卡硬件壁垒



- 中国网络芯片的传输速率落后国际巨头1-2代，停留在10Gbps。中国网络芯片时延为5ms左右，与国际巨头NVIDIA和Boradcom的网络芯片时延高2-4ms。落后的主要原因为高传输速率的网络芯片是基于调制解调模型QAM完成的，而中国本土企业对QAM算法优化程度不足，难以开发高速率网络芯片；另外，25/40Gbps的网络芯片采用的是10/14nm制程工艺，研发周期超过2年且研发成本超千万，初创企业难以负担。
- 中国处理芯片如FPGA门级数停留在千万级，制程为28nm，而国际巨头FPGA先进制程为7/10nm，门级数过亿。落后的主要原因为中国缺乏EDA工具，不能支持门级数过亿的设计工作，且美国对中国施加EDA出口限制；另外，14nm处理芯片产线开工成本高，若无一定订单量支撑，芯片代工厂难以投产。

### 智能网卡软件壁垒



- 智能网卡功能的实现如VxLAN、RDMA、DPI等功能的开发难度相对较低，只需要研发团队对汇编语言和底层协议熟悉即可，但功能的创新研发速度相比国际巨头至少落后半年。
- 市面上的硬件与虚拟操作系统版本众多，智能网卡企业难以做到同时兼容所有版本。联想的服务器序列超过40个版本，智能网卡企业若是和联想合作则需开发至少40个驱动程序，并且驱动程序要定时更新，研发和更新驱动程序导致极高的人力成本。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

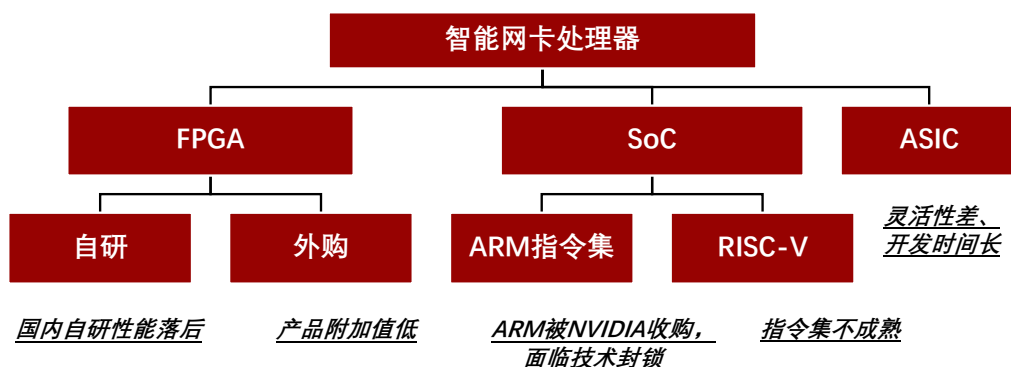
www.leadleo.com

28

## 全球与中国智能网卡行业壁垒——渠道壁垒

- 智能网卡采用FPGA和SoC是主流方案，但两者核心技术均掌握在美国芯片公司手中；智能网卡初创企业面临“大客户拿不下，小客户不需要的”两难境地

### 处理器芯片渠道壁垒



- 中国芯片产业起步较晚，过个环节受美国制约，导致中国本土企业自研FPGA的性能远落后于国际巨头。而外购FPGA则是在FPGA基础上集成驱动与功能软件，最后卖给客户。云计算和互联网大厂软件研发实力强劲，可自己采购FPGA再研发自己所需要的功能。
- 智能网卡企业若选择SoC技术路线，则需要像ARM公司授权。ARM被NVIDIA收购后，未来中国本土企业可能面临技术封锁。而RISC-V指令集虽然开源，但是缺少相匹配的EDA，整体生态不成熟。
- 初创企业初期会使用FPGA或SoC作为主流产品，之后不断改进需求再集成相应功能。待需求清晰且功能与之相匹配后，可根据客户需求使用ASIC方案。

### 市场渠道壁垒

智能网卡初创企业面临“大客户拿不下，小客户不需要”的尴尬局面。智能网卡的潜在客户主要集中在大型企业以及政企客户。大型政企、云计算厂商等对供应链管控严苛，初创企业难以进入其供应链。中小客户对网络、算力的要求相对较低，因此对智能网卡的需求不高。

- 智能网卡客户粘性强：客户更换智能网卡供应商面临新增的智能网卡与现有硬件平台与软件系统不兼容的问题，因此客户通常不会轻易地更换成熟的智能网卡供应商。这为中小厂商初期开拓市场带来挑选。
- 云计算厂商供应链体系管控严苛：智能网卡是云计算厂商的二级供应商。云计算厂商对智能网卡产品的质量有严苛的管控指标。例如华为对智能网卡的要求包括：智能网卡可靠性需达到“4个9”；丢包率控制在万分之一；网卡速率需达到40G。
- 产品性能与功能测试周期长：华为与浪潮对产品性能以及功能测试的周期在8周左右。初创企业由于未在在华为与浪潮供应链里形成背书，前期的送样时间与沟通时间较长。通常，初创企业产品进入华为与浪潮供应链的时间超过半年，而数据中心相关硬件产品2-3年迭代一次。这意味着产品真正盈利期仅有1.5-2.5年，初创企业能否收回研发成本有着巨大的不确定性。

来源：头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

29

## 第四章：智能网卡企业介绍

### Industry Listed Company Introduction



行业综述



产业链



驱动因素



行业壁垒



企业介绍

## 智能网卡相关企业介绍——英伟达(NVIDIA) [NVDA.O] (1/2)

- 英伟达公司 (NVIDIA) 是全球可编程图形处理技术领袖，是GPU（图形处理器）的发明者，也是人工智能计算的引领者。英伟达2020Q1营收同比增长83.8%，游戏业务和加密货币为主要推动因素



### 英伟达公司

#### 企业介绍

英伟达公司是一家以设计智核芯片组为主的无晶圆IC半导体公司，是图形处理技术的市场领袖，专注于打造能够增强个人和专业计算平台的人机交互体验的产品。英伟达的图形和通信处理器已被多种多样的计算平台采用，包括个人数字媒体PC、商用PC、专业工作站、数字内容创建系统、笔记本电脑、军用导航系统和视频游戏控制台等。

#### 英伟达智能网卡产品



ConnectX-7  
25/50/100/200/  
400G SmartNIC



ConnectX-6 Dx  
10/25/50/100/2  
00G SmartNIC



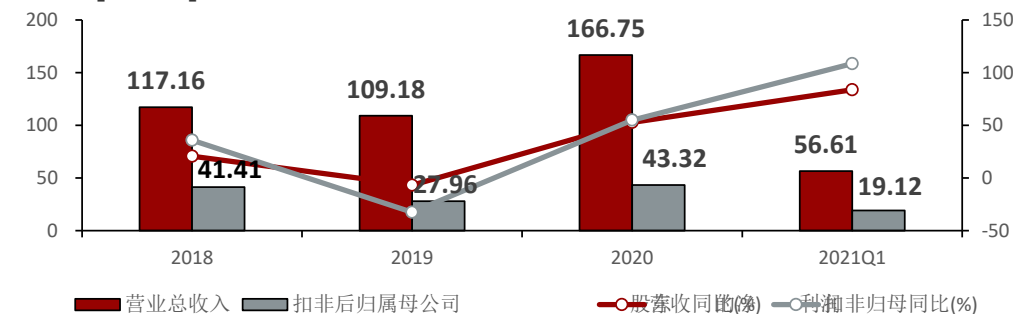
ConnectX-6 Lx  
25-50G  
SmartNIC



ConnectX-6  
10/25/50/100/200G  
SmartNIC

#### 主营与扣非归母净利润

单位：[亿美元]



#### 财务指标

	2020	2021Q1
每股收益	7.02	3.08
每股净资产	27.25	30.13
ROE	29.78%	10.72%
ROA	18.79%	6.42%
销售毛利率	62.34%	64.11%
销售净利率	25.98%	33.77%
资产负债率	41.33%	39.04%

来源：Wind，公司官网，头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

31

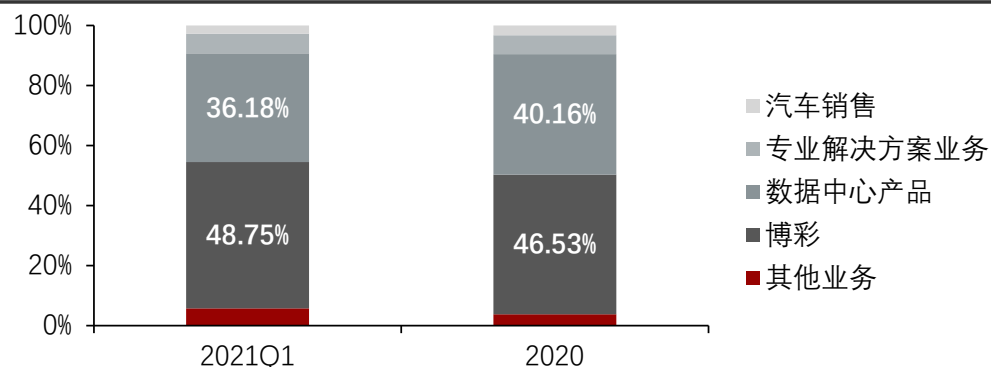
## 智能网卡相关企业介绍——英伟达(NVIDIA) [NVDA.O] (2/2)

- 英伟达公司 (NVIDIA) 受益于疫情影响, PC需求和数据中心产品需求旺盛, 使得游戏业务和数据中心业务营收连创历史新高。

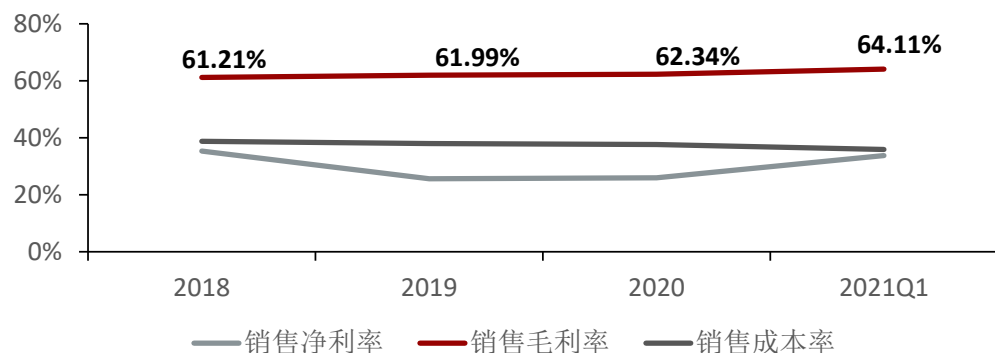


### 英伟达公司(NVIDIA) [NVDA.O]

#### 主营构成变化



#### 毛利率、净利率和成本率



来源: Wind, 公司官网, 头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo

#### 头豹洞察

- 英伟达2021年Q1营收为56.6亿美元, 同比增长84%。扣非后归母净利润为19.12亿美元, 同比增长108%。销售毛利率为64.1%, 销售净利率为33.8%, 均创阶段性历史新高。英伟达业绩高增长的主要原因为游戏业务和数据中心业务表现强劲。
- 英伟达拟以400亿美元收购Arm, Arm的芯片设计IP被广泛应用于各类终端市场, 在全球移动芯片市场中, Arm架构占比超过九成。收购Arm可让英伟达利用其数据中心智能网卡方面的领先地位, 开创一个基于Arm架构的服务器解决方案新时代, 但目前此笔收购存在巨大不确定性。

#### 企业亮点

1

##### 经营稳中向好

2021Q1 营收同比增长 **84%**, Non-GAAP 净利润同比增长 **107%**。当季营收创历史新高, 业绩展望相对积极。

2

##### 游戏业务表现强劲

英伟达GPU显卡需求旺盛。疫情导致全球PC需求爆发, 游戏高需求拉动GPU增长, 且GPU常被用于加密货币挖矿。

3

##### 数据中心业务连创新高

英伟达自收购Mellanox以来, 其数据中心产品表现强劲, 下游客户对以太网和InfiniBand需求旺盛。数据中心业务已连续6季度营收创历史新高。



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

32

## 智能网卡相关企业介绍——英特尔(INTEL) [INTC.O] (1/2)

- 英特尔(INTEL) 是半导体行业和计算创新领域的全球领先厂商，其SmartNic C5020X和N5010智能网卡可将交换、存储和安全等功能从服务器CPU上卸载并释放CPU资源，提升数据中心性能



### 英特尔(INTEL) [INTC.O]

#### 企业介绍

英特尔公司是美国一家研制CPU处理器的公司，是全球最大的个人计算机零件和CPU制造商。英特尔公司为计算机工业提供关键元件，包括：微处理器、芯片组、板卡、系统及软件等，这些产品是标准计算机架构的重要组成部分。英特尔微处理器包括Itanium, Xeron, Pentium III及Celeron等著名的品牌。英特尔公司设有多个运营部门：数字企业事业部、移动事业部、数字家庭事业部、数字医疗事业部和渠道平台事业部。

#### 英特尔智能网卡产品



Inventec FPGA  
SmartNIC  
C5020X

该产品基于全新 Intel FPGA SmartNic C5000X 平台架构，专为满足云服务提供商的需求而设计。这款全新的架构可通过将交换、存储和安全功能卸载至整合了英特尔FPGA和英特尔至强处理器的单个 PCIe 平台，提升数据中心的性能。

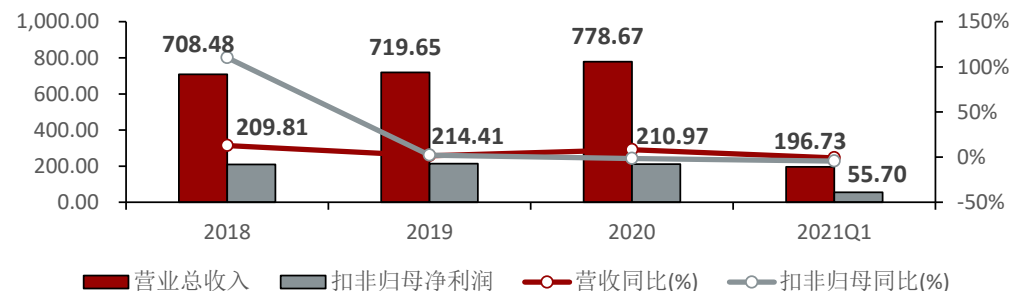


Silicom FPGA  
SmartNIC N5010

该产品允许电信设备制造商 (TEM)、虚拟网络功能 (VNF) 厂商、系统集成商和电信运营商的数据中心架构师和网络工程团队提升网络性能，释放服务器 CPU 周期来执行创收型工作负载。

#### 主营与扣非归母净利润

单位：[亿美元]



#### 财务指标

	2020	2021Q1
每股收益	4.98	0.83
每股净资产	19.95	19.76
ROE	26.59%	6.93%
ROA	14.43%	2.21%
销售毛利率	56.01%	55.17%
销售净利率	26.84%	17.08%
资产负债率	47.07%	47.02%

来源：Wind，公司官网，头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

33



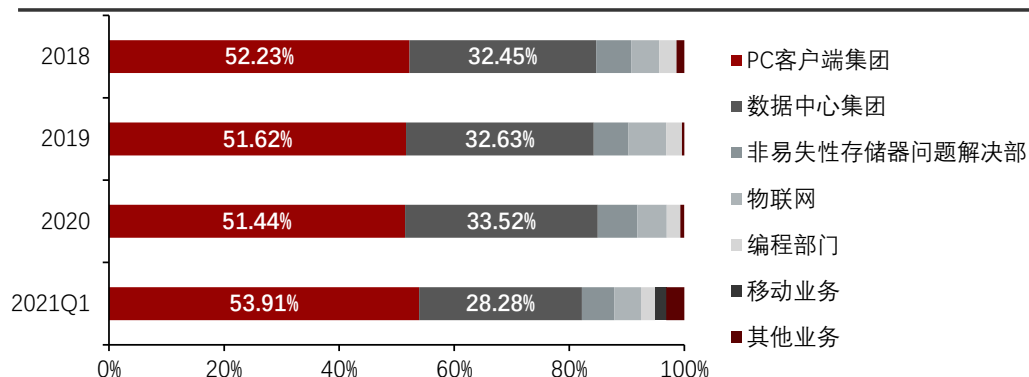
## 智能网卡相关企业介绍——英特尔(INTEL) [INTC.O] (2/2)

- 英特尔公司业绩整体表现疲软，主要因为上游云厂商库存去化和资本开支放缓，以及政企客户需求降低。针对数据中心的10nm至强可扩展处理器IceLake也进入交付阶段。

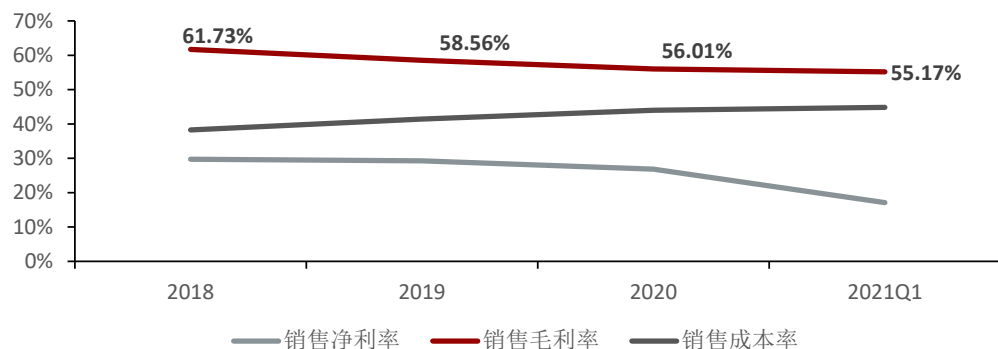


### 英特尔(INTEL) [INTC.O]

#### 主营构成变化



#### 毛利率、净利率和成本率



来源: Wind, 公司官网, 头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo

#### 头豹洞察

- 英特尔2021年Q1营收为**196.7亿美元**，同比下降**0.78%**。扣非后归母净利润为**55.7亿美元**，同比下降**4.34%**。销售毛利率为55.17%，销售净利率为17.08%。业绩下降主要因为上游企业市场需求疲软以及云计算厂商资本开支放缓。
- 英特尔针对数据中心研发的最强数据中心处理器Ice Lake正式发布并进入交付阶段。其采用10nm制程工艺，并搭配英特尔®傲腾™持久内存与存储产品组合、以太网适配器、以及FPGA和经过优化的软件解决方案，可在数据中心、云计算、5G和边缘计算等领域提供强大的性能与工作负载优化。

#### 英伟达与英特尔智能网卡产品对比

			NVIDIA	Intel
最新产品			BlueField2 (SoC)	SmartNIC N5010 (FPGA)
网络芯片	传输速率		100G (Mellanox ConnectX-6)	100G (Intel E810-CAM1 NIC)
	传输时延		1ms	2-3ms
处理器芯片	处理器芯片		8 ARM核	Intel Stratix 10 DX 2100 FPGA
	吞吐量		400G	512G (16*32G)
	制程工艺		14nm	14nm



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

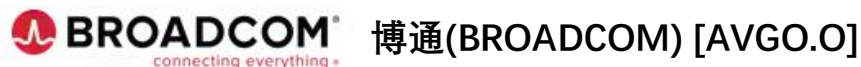
www.leadleo.com

34



## 智能网卡相关企业介绍——博通(BROADCOM) [AVGO.O] (1/2)

- 博通(BROADCOM)是全球领先的有线和无线通信半导体公司，其智能网卡BCM58800采用了TruFlow技术，可在硬件上卸载OvS以及实现SDN等功能



### 企业介绍

博通公司（原名:博通有限公司）前身为安华高科技，安华高科技（Avago Technologies）收购芯片制造商博通公司（Broadcom），新公司为Broadcom Limited.安华高科技（Avago Technologies,Nasdaq:AVGO）为聚焦III-V族复合半导体设计和工艺技术，各种广泛模拟、混和信号以及光电零组件产品和次系统的领先设计、开发和全球供应商，通过广泛丰富的知识产权，为无线通信、有线基础设施以及工业和其他等三个主要目标市场提供产品，产品应用包括移动电话和基站、数据网络、存储和电信设备、工厂自动化、发电和替代能源系统以及显示器等。Avago拥有源自于惠普（Hewlett-Packard）公司长达50年的技术创新传统以及遍布全球的公司团队。2018年3月23日，公司名由博通有限公司（Broadcom Ltd）改为博通公司（Broadcom Inc.）。

### 博通智能网卡产品



Broadcom  
NetXtreme-S  
BCM58800

Broadcom® NetXtreme® S系列BCM58800系列数据中心System-on-Chip (SoC) 器件专门用于在不断发展的数据中心中实现解决方案。

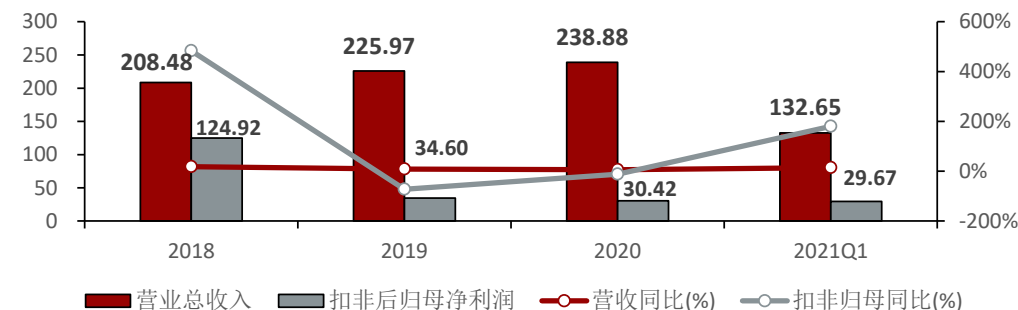
BCM58800器件采用NetXtreme E系列高级网络控制器，高性能ARM CPU模块，PCI Express (PCIe) Gen3接口，用于计算卸载的关键加速器和包括L3缓存和DDR4接口的高速内存子系统，所有这些都通过一致的片上网络（NOC）结构互连。

来源: Wind, 公司官网, 头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo

### 主营与扣非归母净利润

单位: [亿美元]



### 财务指标

	2020	2021Q1
每股收益	6.62	6.67
每股净资产	58.72	58.45
ROE	12.45%	12.40%
ROA	4.13%	3.79%
销售毛利率	56.58%	60.38%
销售净利率	12.39%	21.64%
资产负债率	68.52%	68.27%



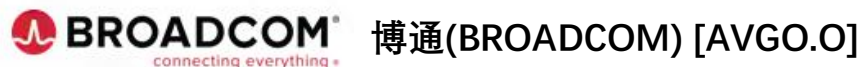
头豹  
LeadLeo

400-072-5588

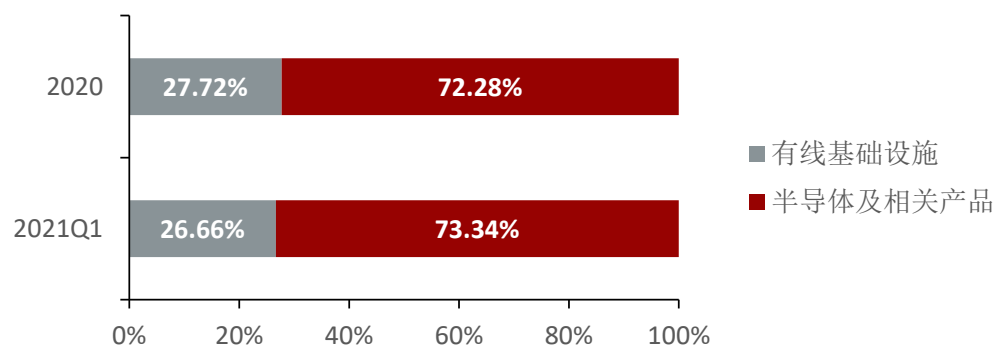
www.leadleo.com

## 智能网卡相关企业介绍——博通(BROADCOM) [AVGO.O] (1/2)

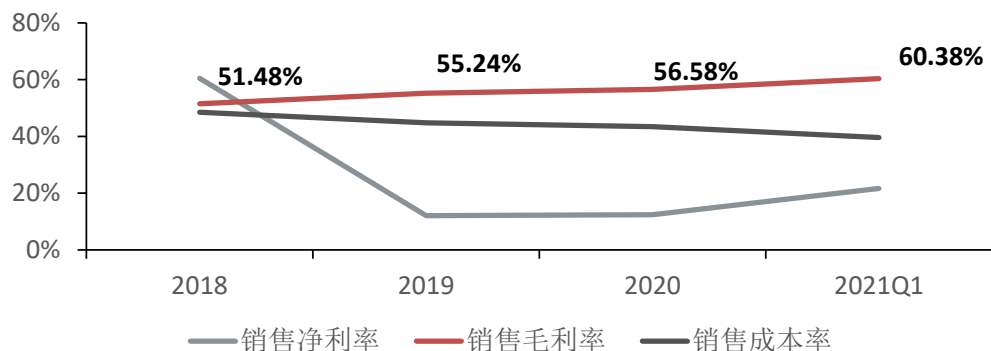
- 博通主营构成为有线基础设施和半导体及相关产品，销售毛利率稳步上升，其在路由器和交换机芯片市场份额第一，但在服务器处理器布局较少



### 主营构成变化



### 毛利率、净利率和成本率



### 头豹洞察

- 博通2021年Q1营收为**132.65亿美元**，同比增长**14.35%**。扣非后归母净利润为**29.67亿美元**，同比增长**180.17%**。销售毛利率为60.38%，销售净利率为21.64%。博通业绩增长的原因之一或为在半导体领域多次并购整合优质资源后显现成效。
- 博通在路由器与交换机芯片市场份额第一，但在服务器处理器的布局较少。博通发挥自身在网络解决方案的优势，抢夺智能网卡市场，填补其在服务器处理器的空白。

### 英伟达与博通智能网卡产品对比

			NVIDIA	Broadcom
最新产品			BlueField2 (SoC)	Stingray™ Adapter (SoC)
硬件	网络芯片	传输速率	100G (Mellanox ConnectX-6)	100G (Broadcom NetXtreme-S BCM58800)
		传输时延	1ms	2-3ms
	处理器芯片	处理器芯片	8 ARM核	8 ARM核
		吞吐量	400G	400G
		制程工艺	14nm	16nm

来源: Wind, 公司官网, 头豹研究院编辑整理

©2021 LeadLeo



头豹  
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

36

# 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从PBAT、生物可降解塑料、限塑令等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

# 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。