

推荐（维持）

## 集成电路系列报告三

风险评级：中风险

从全球领先企业看 GPU 发展方向

2020年3月11日

### 投资要点：

魏红梅

SAC 执业证书编号：

S0340513040002

电话：0769-22119410

邮箱：whm2@dgzq.com.cn

研究助理：陈伟光

SAC 执业证书编号：

S0340118060023

电话：0769-23320059

邮箱：

chenweiguang@dgzq.com.cn

■ **从世界巨头寻找发展的足迹。**GPU的优势在于多核，每个核拥有的缓存相对较小，数字逻辑运算单元少且简单。GPU市场已经进入寡头竞争时代，PC端方面主要以Intel，NVIDIA，AMD为主。Intel借助其CPU在PC及服务器的绝对优势，在GPU市场方面也占据优势地位；NVIDIA与AMD则凭借领先的技术，在独立GPU领域占据优势。我们通过分析GPU的特性，以及NVIDIA与AMD的发展历程，得出两点结论：第一，外延并购加强研发才能提升市场竞争力；第二，独立显卡由于其优秀的性能将会是未来的主要发展方向。

■ **捕捉GPU应用的三大方向之一：追求极致的娱乐与性能平衡。**全球游戏市场蓬勃发展，带动PC出货量上升。在多种PC当中，游戏本受到的关注最多。游戏本的出货的上升在较大的程度上是由于支持光追技术的游戏本增加。但是高性能的GPU相对笨重且功耗大，未来笔记本会向轻薄化与强性能方向发展。

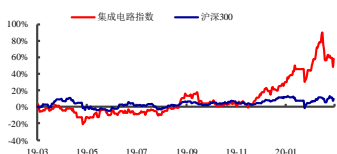
■ **捕捉GPU应用的三大方向之二：人工智能与深度学习。**人工智能已经成为经济发展的助推器。人工智能起始于深度学习。深度学习分为“训练”与“推理”两个过程。在“训练”阶段，GPU由于其多核特性，适用于并行计算；在“推理”阶段，由于目前FPGA与ASIC的技术尚未成熟，GPU仍是较为主要芯片。

■ **捕捉GPU应用的三大方向之三：自动驾驶。**自动驾驶技术已经成为整个汽车产业的最新发展方向，市场空间广阔。目前，全球多个GPU公司已经在自动驾驶方面布局。GPU由于其并行计算的优势能较好地处理图像与媒体信息。目前GPU是自动驾驶领域的主流方案。

■ **投资建议：**预计未来GPU在三大应用方向的需求将会增加，相关公司在该领域产能放量。建议关注景嘉微、航锦科技、通富微电、长电科技等相关公司。

■ **风险提示：**疫情蔓延导致技术下游需求受到抑制；公司产能受到不可抗力因素干扰，导致下降；终端需求下降；技术研发不及预期等。

### 集成电路产业指数走势



资料来源：东莞证券研究所，Wind

### 相关报告

## 目 录

1、 从世界巨头寻找发展的足迹 .....	4
1.1 GPU 的作用与分类 .....	4
1.2 GPU 市场：寡头竞争时代已经来临 .....	6
1.3 从世界巨头发展足迹寻找启示 .....	8
1.3.1 世界独立 GPU 领先者——NVIDIA .....	8
1.3.2 掌握处理器、集成 GPU、独立 GPU 三大技术公司——AMD .....	12
1.3.3 获得启示 .....	14
2、 捕捉 GPU 应用的三大方向之一：追求极致的娱乐与性能平衡 .....	15
2.1 全球游戏市场稳步发展 .....	15
2.2 游戏发展，电竞市场功不可没 .....	16
2.3 电竞市场带到相关设备出货增加 .....	18
2.4 追求极致的视觉体验-光追技术 .....	18
2.5 即使轻薄化也不能降低 GPU 性能——Max-Q 技术 .....	19
2.6 对消费电子类 GPU 的思考 .....	21
3、 捕捉 GPU 应用的三大方向之二：人工智能与深度学习 .....	21
3.1 未来经济社会发展的助推器——人工智能 .....	21
3.2 GPU 是人工智能的重要组成部分 .....	23
3.3 GPU 在深度学习领域空间广阔 .....	24
4、 捕捉 GPU 应用的三大方向之三：自动驾驶 .....	26
4.1 自动驾驶市场空间广阔 .....	26
4.2 国外龙头企业积极布局 .....	27
4.3 自动驾驶目前以 GPU 为主 .....	29
5、 投资建议 .....	30
6、 风险提示 .....	30

## 插图目录

图 1：CPU 与 GPU 之间的比较 .....	4
图 2：GPU 按终端类别分类 .....	6
图 3：全球 PC GPU 市场份额 .....	6
图 4：Intel 与 AMD 处理器出货量之间的对比 .....	6
图 5：NVIDIA 与 AMD 产品性能对比 .....	7
图 6：整机功耗测试（单位：瓦） .....	7
图 7：NVIDIA 研发费用 .....	9
图 8：NVIDIA 研发人员情况 .....	9
图 9：Intel 与 AMD 合作生产 80286 处理器 .....	12
图 10：AMD 锐龙 7 处理器 .....	14
图 11：AMD 处理器比例 .....	14
图 12：2018-2022 年全球游戏市场各细分市场收入预测 .....	16
图 13：2019 年全球游戏市场设备及细分市场年同比 .....	16
图 14：热门电竞游戏 .....	16
图 15：全球电竞观众人数 .....	16
图 16：全球电竞收入规模 .....	17
图 17：2018 年全球电子竞技行业主要地区收入占比统计 .....	17
图 18：2016-2019H1 中国电子竞技产业市场规模 .....	17

图 19: 2019-2024 年中国电子竞技产业规模预测.....	17
图 20: 电竞市场用户规模.....	18
图 21: 2018/2019 主要笔记本类别关注度对比.....	18
图 22: RTX 系列 GPU 发布.....	19
图 23: 光线追踪的效果.....	19
图 24: 显卡能效曲线.....	20
图 25: Intel 与 AMD 合作生产 80286 处理器.....	20
图 26: 全球人工智能市场规模.....	23
图 27: 我国人工智能产业规模快速增长.....	23
图 28: 深度学习模型的训练与推理.....	23
图 29: 中国人工智能芯片市场规模.....	25
图 30: 各类市场智能芯片产品结构.....	25
图 31: 2019-2021 年中国云端训练芯片市场规模.....	25
图 32: 2019-2021 年中国云端训练芯片产品结构.....	25
图 33: 2019-2021 年中国云端推断芯片市场规模.....	26
图 34: 2019-2021 年中国云端推断芯片产品结构.....	26
图 35: 2019-2021 年中国终端推断芯片市场规模.....	26
图 36: 2019-2021 年中国终端推断芯片产品结构.....	26
图 37: 自动驾驶芯片 Orin.....	27
图 38: NVIDIA 与滴滴合作的自动驾驶.....	28
图 39: Snapdragon Ride 平台.....	28
图 40: 英特尔自动驾驶方案.....	29

## 表格目录

表 1: CPU 与 GPU 的区别.....	4
表 2: 集成显卡与独立显卡的区别.....	5
表 3: 全球独显的市场份额.....	7
表 4: 全球移动 GPU 主要供应商.....	7
表 5: NVIDIA 收购的公司.....	9
表 6: NVIDIA 发布的技术.....	9
表 7: NVIDIA 的产品发布序列.....	11
表 8: NVIDIA 业务收入情况.....	12
表 9: AMD CPU 市场份额变化.....	14
表 10: 世界主要国家和地区近年 AI 战略及规划.....	22
表 11: GPU、FPGA 和 ASIC 的优缺点对比.....	24

# 1、从世界巨头寻找发展的足迹

## 1.1 GPU 的作用与分类

一般而言，消费者在选购消费电子产品的时候，例如在选购移动电话或者笔记本时，会更加关注 CPU（Central Processing Unit，中央处理器）的性能，例如 CPU 的品牌、系列、核心数量等等，而 GPU 受到的关注就相对较少。GPU（Graphic Processing Unit），及图形处理器，是一种专门在个人电脑、工作站、游戏机和一些移动设备（如平板电脑、智能手机等）上做图像和图形相关运算工作的微处理器。在 PC 诞生之初，并不存在 GPU 的概念，所有的图形计算都由 CPU 进行计算。然而，使用 CPU 做图形计算速度较慢，于是就设计了专门的图形加速卡以帮助处理图形计算。再后来，NVIDIA 提出了 GPU 的概念，将 GPU 提升带了一个单独的计算单元的地位。

CPU 一般由逻辑运算单元、控制单元和存储单元组成。CPU 虽然有多核，但总数没有超过两位数，每个核都有足够大的缓存；CPU 有足够多的数字和逻辑运算单元，并辅助有很多加速分支判断甚至更复杂的逻辑判断的硬件。因此，CPU 拥有超强的逻辑能力。GPU 的优势在于多核，核数远超 CPU，可以达到数百个，每个核拥有的缓存相对较小，数字逻辑运算单元少且简单。因此，GPU 相对于 CPU 更适用于处理数据并行计算问题。

图 1：CPU 与 GPU 之间的比较



资料来源：中关村在线，东莞证券研究所

表 1：CPU 与 GPU 的区别

	CPU	GPU
设计目标	侧重于程序执行的效率 运行复杂程度高，需要处理各种不同的数据行，同时逻辑判断有需要处理大量分支跳转和中断	重在大量趋同计算的并行处理 运行复杂度低，面对的是不被打断的计算环境，处理类型统一的、无相关性的大规模数据
内部架构	大部分晶体管用于控制，缓存的设计，负责算数逻辑的处理单元不多 逻辑核心复杂	大部分的晶体管用于算数逻辑处理单元 逻辑核心简单

适用任务	适合运行具有分支密集型，不规则数据结构、逻辑更加灵活复杂等特点的串行程序。	合适处理计算密集型、数据耦合度低、高度并行化的计算任务
------	---------------------------------------	-----------------------------

资料来源：搜狐网、东莞证券研究所

GPU 具有两种分类方式，一种根据与 CPU 的关系，另一种是根据 GPU 所在的应用端类别。根据与 CPU 的关系，GPU 可以分为独立 CPU 和 GPU。独立 GPU 一般焊接在显卡的电路板上，位置在显卡的风扇下面。独立 GPU 使用的是专用的显示存储器，显存带宽决定了和 GPU 的连接速度。集成 GPU 一般与 CPU 集成在一起。集成 GPU 与 CPU 共有个风扇和缓存。集成 GPU 由于设计制作、驱动程序都由 CPU 厂家完成，因此兼容性较好；此外，由于 CPU 与 GPU 实现了集成，因此，集成 GPU 的占用空间小；实现 GPU 与 CPU 的适配与兼容，集成 GPU 的性能相对独立 GPU 较弱，因此功耗和成本相对独立 GPU 较低。独立 GPU 由于拥有独立的显存，更大的空间和更好的散热，因此在性能上面独立显卡更好；但需要额外的空间，能够满足复杂庞大的图形处理需求，并提供高效的视频编码应用。然而，强劲的性能意味着更高的耗能，独立 GPU 需要额外的供电，并且成本也更高。

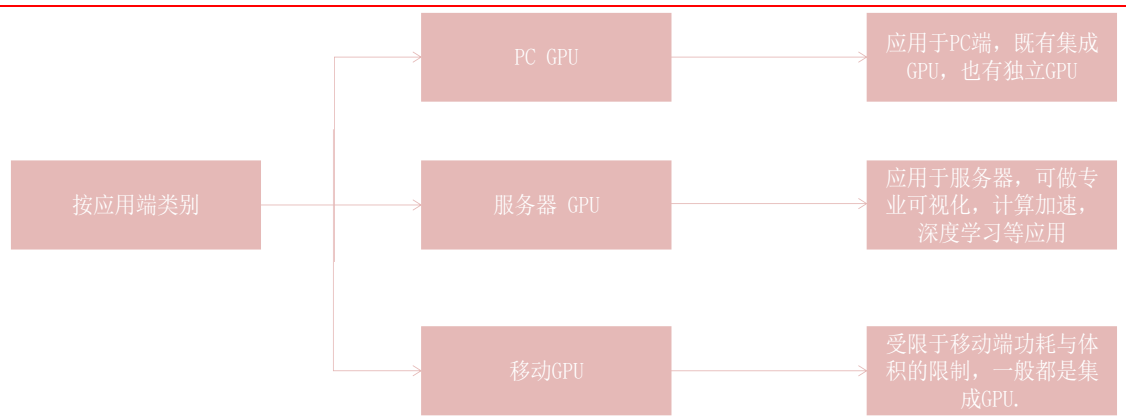
表 2：集成显卡与独立显卡的区别

区别	集成显卡	独立显卡
与 CPU 的关系	集成在 CPU 里面的图像处理单位，构成 CPU 的一部分	单独插在主板上的图像处理单位，其接口是 PCIE 接口，是一个单独的电脑组件
价格	低	高
兼容性	较好	较差
性能	较差	较好
升级成本	低	高
功耗	低	高
是否占用电脑内存	是	否
主要生产商与产品	Intel (HD 系列)、AMD (APU 系列)	AMD (Radeon 系列)，NVIDIA (GeForce 系列)
主要应用领域	移动计算市场，如笔记本和智能手机	高性能游戏电脑，VR/AR，人工智能

资料来源：百度文库、东莞证券研究所

根据应用终端类别，可以分为 PC GPU, 服务器 GPU, 移动 GPU。PC GPU 应用于 PC 端。根据其所在产品定位既可以使用集成 GPU，也可以使用独立 GPU。例如，若 PC 以轻办公，文字编纂为主，一般产品会选择搭载集成 GPU；若 PC 需要制作高清图片，编辑视频，渲染游戏等，则选择的产品搭载独立 GPU。服务器 GPU 应用于服务器，可做专业可视化、计算加速、深度学习等应用，根据云计算、人工智能等一系列技术的发展，服务器 GPU 将会以独立 GPU 为主。移动端轻薄化已经成为趋势，终端内部净空间由于多种功能模組的增加已经快速下降；同时就目前移动端需要处理的视频和图像而言，集成 GPU 已经能够满足。所以移动 GPU 一般采用集成 GPU。

图 2：GPU 按终端类别分类

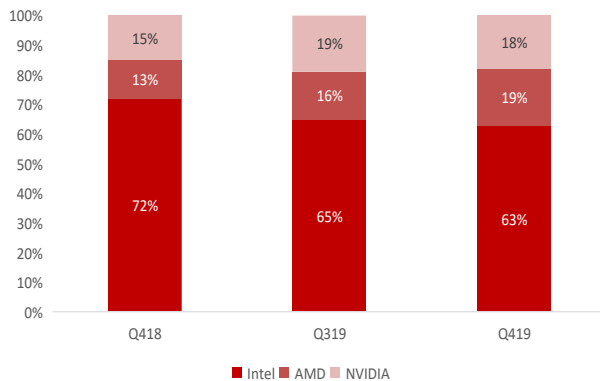


资料来源：《2018 国产芯片趋势动产报告》，东莞证券研究所

## 1.2 GPU 市场：寡头竞争时代已经来临

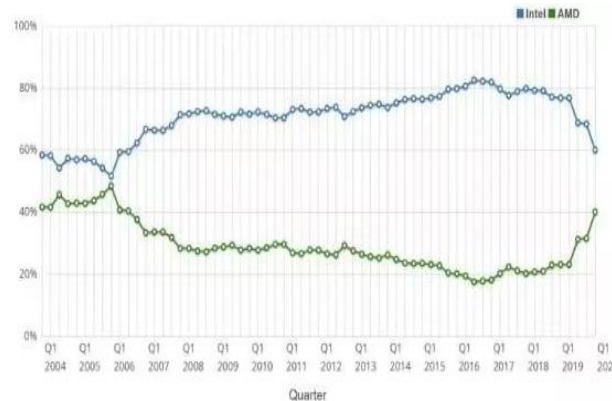
**PC GPU 市场，Intel 优势明显。**根据 Jon Peddie Research 的数据显示，全球 2019 年第四季度 PC 领域 GPU 出货量，Intel 是全球最大的处理器供应商。目前主流的处理器架构是 X86，主要的供应商是 Intel, AMD, VIA。截至 2019 年第四季度，消费级 x86 CPU 市场中，包括桌面品台，移动端平台（笔记本和平台 IOT 物联网）中，Intel 占据了 84.4% 的市场份额，AMD 占据了 15.5% 的市场份额。Intel 凭借在 CPU 出货量上的优势，通过销售集成 GPU，实现了在 GPU 市场的霸主地位。Intel 以 63% 的市场份额排名第一，对比 2019 年第三季度环比下滑了 2 个百分点；AMD 作为全球第二大的 X86 架构处理器供应商，既受益于 CPU 出货带动的集成 GPU 出货量，也受益于自身优秀的独立 GPU 的出货。AMD 以 19% 的市场份额排名第二，环比上升 3 个百分点；NVIDIA 是全球领先的独立 GPU 供应商，同时结合 ARM 架构处理器，出货集成 GPU，市场份额为 18%，环比下降了 1 个百分点。

图 3：全球 PC GPU 市场份额



资料来源：JPR，东莞证券研究所

图 4：Intel 与 AMD 处理器出货量之间的对比



资料来源：Pass Mark，东莞证券研究所

**独立 GPU 领域，AMD 奋起直追。**根据 Jon Peddie Research 发布的 AIB 数据显示，截至 2019 年第四季度，在独立 GPU 域中，NVIDIA 以 68.92% 的市场份额占据较大的优势。AMD 方面，AMD 得益于在 2018Q4 所推出 RX 5500 及 RX 5600 系列，以及 RX 5700 系列的放量，



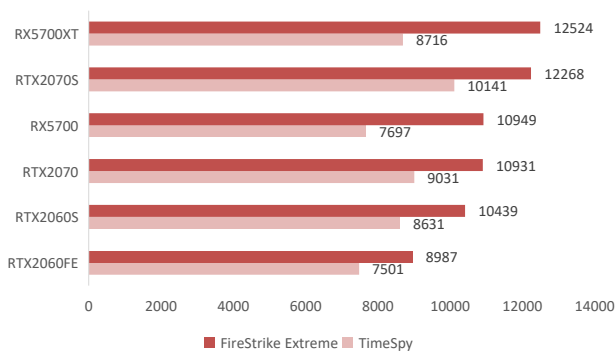
多方因素共同促使 AMD 显卡份额大涨，从 2018 年 18.77% 上升至 31.08%。AMD 推出的 Radeon 系列部分型号采用 7nm 工艺，并且在与 NVIDIA 的产品对比中（RTX2070 对标 RX5700，RTX2070S 对标 5700XT），同系列 AMD 性能略强，价格更低，重点是功耗一样。更强的性能，更低的功耗，AMD 的产品无疑对 NVIDIA 的市场份额造成了挑战。

表 3：全球独显的市场份额

GPU 供应商	Market share this quarter	Market share last quarter	Market share last year
AMD	31.08%	27.08%	18.77%
NVIDIA	68.92%	72.92%	81.23%
总计	100%	100%	100%

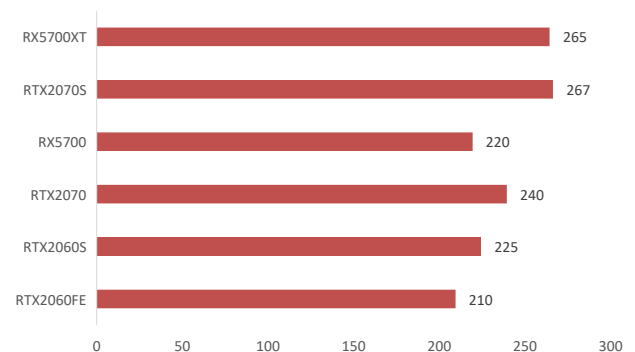
资料来源：AIB、东莞证券研究所

图 5：NVIDIA 与 AMD 产品性能对比



资料来源：ZOL，东莞证券研究所

图 6：整机功耗测试（单位：瓦）



资料来源：ZOL，东莞证券研究所

**五雄争霸，手机厂商不甘寂寞。**在移动 GPU 领域，主要以 Imagination、ARM、Qualcomm、Vivante、NVIDIA 为主。高通目前是 Android 阵营最大的处理器供应商。移动端主要使用集成 GPU，因此，高通 GPU 因其处理器的市场优势也有所受益。ARM Mail GPU 的主要使用者是华为和三星。ARM Mail 的 GPU 性能相对较弱，因此华为在 2018 年通过推出 GPU Turbo 软硬件优化弥补短板。三星方面已经与 AMD 前敌多年的 IP 授权，AMD 将向三星授权最新的 7nm RDNA 架构 Radeon 显卡 IP，并且尝试自研 GPU。苹果在与 Imagination 取消合作两年后，再次选择与 Imagination 合作，并给予支付授权费。虽然目前手机巨头都是采取购买 GPU 厂商 IP 的方式，但是目前三星、苹果、华为等有相关计划进行 GPU 自研项目。手机已经进入同质化时代，手机之间的差异性已经成为手机厂商竞争优势的关键。公版 GPU 难以使手机厂商产生本质的差异性。因此，手机需要通过自研 GPU 以及 CPU 实现手机性能的分化，从而获得市场的竞争优势。

表 4：全球移动 GPU 主要供应商

厂商	GPU 核心	授权商
Imagination	Power VR 系列，SGX 系列	Intel、联发科、LG、高通、瑞萨、三星、海思
ARM	Mail 系列	三星、海思、瑞芯微、展讯、意法半导体、全志

Qualcomm	Adreno 系列	自用、不对外授权
Vivante	GC 系列	飞思卡尔、军政、Marvell
NVIDIA	Geforce 系列、Tegra	开普勒架构已对外授权

资料来源：超能网，中国电子网、东莞证券研究所

## 1.3 从世界巨头发展足迹寻找启示

### 1.3.1 世界独立 GPU 领先者——NVIDIA

**怀着梦想，高歌猛进。**1993 年 4 月，从集成电路生产商 LSI Logic 出来的黄仁勋，联合 Sun 公司两位年轻工程师——Chris Malachowsky 和 Curtis Priem 共同创立了 NVIDIA，他们的初衷是研发一种专用芯片，用来加快电子游戏中 3D 图像的渲染速度，带来更逼真的显示效果。他们相信，PC 终将会成为享受游戏和多媒体的消费级设备。最初几年，由于技术上的优势，NVIDIA 发展颇为迅速。发布了多款优秀的产品，例如 NVIDIA STG-2000X、RIVA 128 等，并在 1998 年与台积电签署了多年战略合作伙伴关系协议。台积电开始协助制造 NVIDIA 产品。

**高低起伏，成长并非一帆风顺。**1999 年，NVIDIA 在纳斯达克挂牌上市。同年 8 月，NVIDIA 推出第一款以 GeForce 命名的显示核心——GeForce256，并首次提出 GPU 概念。次年底，NVIDIA 以 7000 万美元现金、100 万股公司股票，将 3dfx 收入囊中。此时的 NVIDIA 已经成为了行业的领头羊。2000 年，微软宣布选择 NVIDIA 为其首款 Xbox 游戏机提供图形处理器。在合作过程中，双方因交付价格问题产生矛盾。最终，微软把订单交给了 NVIDIA 的竞争对手 ATI。这次合作的失败让 NVIDIA 遭受了沉重的打击，不仅 2003 年营收减少，还错过了微软 DirectX9 规格确立的重要消息，直接导致当年推出的 GeForce FX 由于兼容性问题败给 ATI 的 Radeon9700。在与微软合作失败的同时，英特尔也开始扶持 ATI。面对如此严峻的局面，NVIDIA 开始寻求走出困境之道。首先，主动与微软和解，争取再次合作；同时和英特尔达成了专利交叉许可协议。第三，扩展自己客户源，包括争取到为索尼的 PlayStation 3 游戏机开发处理器；与暴雪娱乐（Blizzard Entertainment）合作，发布了 3D 图形世界的《魔兽世界》，推动大型多人在线游戏成为全球最受欢迎的游戏。

**外延并购，强化技术本领才是硬实力。**自 NVIDIA 创立以来，一直坚持技术创新，提升自身的实力。提升自身的技术实力有两种方式，一种是外延并购，一种是修炼内功。在外延并购方面，NVIDIA 自 1999 年上市，主要实施了 9 次并购活动。在这 9 次并购活动中，我们发现，NVIDIA 不仅通过并购活动巩固自身的技术优势，例如在 2000 年对 3dfx 的并购；也有不断延伸自身业务范围的并购，例如，2006 年对 Hybrid Graphics 的并购，曾帮助公司开始进行嵌入式 2D 和 3D 图形软件的开发；2008 年对 AGEIA 的并购则是增项游戏中的视觉体验；2013 年对 Portland Group 的并购则是推动为加速计算革命创建开发工具的进程。NVIDIA 通过并购活动不断拓展自身的业务范围，提升公司在市场的竞争力。



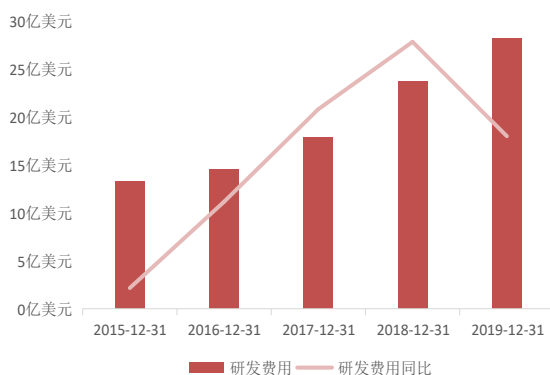
表 5: NVIDIA 收购的公司

时间	目标公司	意义
2000 年	3dfx	图形技术先驱
2003 年	Media Q	无线图形和多媒体技术的领导者
2005 年	ULi Electronics	核心逻辑技术开发商
2006 年	Hybrid Graphics	面向手持设备的嵌入式 2D 和 3D 图形软件开发商
2007 年	PortalPlayer	针对个人媒体播放器的半导体、固件和软件供应商
2008 年	Mental images	视觉渲染软件的领导者，其 iray 软件与 Quadro GPU 相结合，通过照片般逼真的设计效果为创意专业人士提供即时反馈
2008 年	AGEIA	游戏物理技术开发商，其 PhysX 软件在游戏中用于复制通过物理学影响物理世界中的物体的效果
2011 年	ICERA	基带领先者
2013 年	Portland Group	推动为加速计算革命创建开发工具的进程

资料来源：互联网公开资料、东莞证券研究所

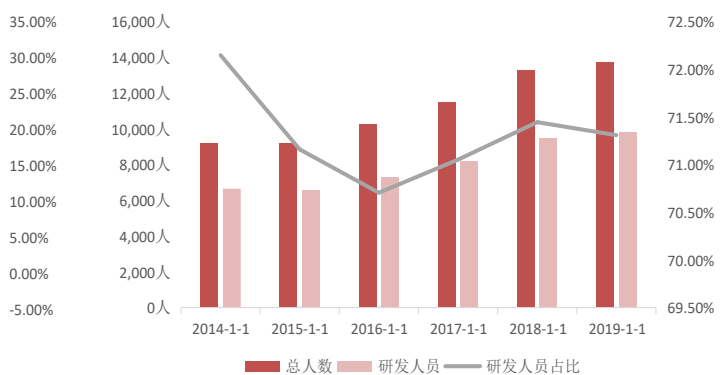
**NVIDIA 积极修炼内功。**自 2016 年起，公司的研发费用逐年增高。2015 年公司研发费用为 13.31 亿美元，2016 年公司研发费用为 14.63 亿美元，同比增长 9.92%；2017 年更是达到 17.79 亿美元，同比增长达到 22.83%。从 2017 年起，公司每年的研发费用保持双位数的增长，在 2018 年更是达到了 32.22% 的增长。在人才储备方面，自 2014 年起，公司的研发人员比例，维持在 71% 以上，即使当前全公司总人数已经达到 13775 人，公司的研发人员数量也有 9823 人。强劲的研发费用以及庞大的研发团队造就了 NVIDIA 一次又一次的技术创新，例如用于增强并行计算的 CUDA 架构、全球首款面向家庭的高清 3D 立体解决方案，后期更有高级驾驶辅助系统、轻松创建和部署用于制造、配送、零售、智能城市等的 AI 机器人应用程序、为超级计算提供协助的加速器等一系列面向未来的高端技术。

图 7: NVIDIA 研发费用



资料来源：公司公告，东莞证券研究所

图 8: NVIDIA 研发人员情况



资料来源：公司公告，东莞证券研究所

表 6: NVIDIA 发布的技术

时间	技术	描述
1996 年	支持 Direct3D 的 Microsoft	Direct3D 是一种用于渲染 3D 图形的 API，可满足其对性能的极高需求

	DirectX 驱动程序	
2004 年	SLI 技术	提升单台机器的图形处理能力
2006 年	CUDA	CUDA 使科学家和研究人员能够利用 GPU 的并行处理能力来应对最复杂的计算挑战。
2009 年	Fermi	下一代 CUDA GPU 架构
2009 年	3D Vision	全球首款面向家庭的高清 3D 立体解决方案
2010 年	Optimus 技术	自动管理 GPU 以平衡电池寿命和性能
2014 年	Maxwell 架构	GeForce GTX GPU 性能、图形和效率的革命性进步
2015 年	NVIDIA DRIVE	支持成熟的高级驾驶辅助系统，为自动驾驶汽车铺平了道路
2016 年	第 11 代 GPU 架构 NVIDIA Pascal	最先进的 NVIDIA Tesla® 加速器和 GeForce® GTX 显卡提供支持。
2016 年	NVIDIA DRIVE™ PX 2	可实现强大的车载人工智能，使汽车行业走上自动驾驶汽车的道路。
2016 年	Iray®VR	模拟光线和材质，以创建交互式、照片般逼真的虚拟环境
2017 年	NVIDIA® Volta GPU 架构	NVIDIA Tesla® V100 GPU 加速器为 DGX™系列 AI 超级计算机提供动力。
2017 年	NVIDIA Isaac™ 机器人模拟器	使训练和部署智能机器人变得更加容易
2018 年	NVIDIA® Turing™ GPU 架构	全球首款支持实时光线追踪的 GPU 提供动力
2018 年	NVIDIA® Jetson™ AGX Xavier™	轻松创建和部署用于制造、配送、零售、智能城市等的 AI 机器人应用程序。
2018 年	NVIDIA Clara 平台	提升了数百万种传统医疗仪器的功能，并为人工智能医疗设备开创了未来
2018 年	NVIDIA 推出 RAPIDS™	开源 GPU 加速平台，可加速数据科学和机器学习
2018 年	NVIDIA DRIVE™ Constellation 仿真系统	拟现实中模拟自动驾驶汽车在数十亿英里的安全驾驶。

资料来源：互联网公开资料、东莞证券研究所

**面向未来，拓展业务，形成生态。**从 NVIDIA 的发展史可以看出，公司最早是以生产图形加速器起家，并逐步成为微软、索尼、暴雪等知名游戏品牌的合作商。同时，通过一系列的外延并购已经获得了视觉渲染的技术，并在游戏领域中实现应用。游戏与视觉化技术仅仅是 NVIDIA 的一部分业务，多年的技术积累与创新使 NVIDIA 可以不断拓展自身的领域，布局未来产业。2012 年，多伦多大学 Alex Krizhevsky 创建了能够从 100 万样本中自动学习识别图像的深度学习神经网络。仅在两块 NVIDIA GTX580 GPU 上训练数天，“Alex Net”就赢得了当年的 Image Net 竞赛，击败了磨练几十年的所有人类专家算法。认识深度学习的强大后，斯坦福的 Andrew Ng 与 NVIDIA 研究室合作开发了一种使用大规模 GPU 计算系统训练网络的方法。这引起了全球关注。自此之后，深度学习神经网络技术迅速发展，Nvidia 也一举成为深度学习领域最炙手可热的公司。NVIDIA 在发布了“Fermi”架构后，在 2015 年发布了用于训练深度学习的最强大的处理器 NVIDIA GeForce GTX TITAN X，2016 年发布世界上第一款台式深度学习超级计算机，可增强人工智能应用 NVIDIA®DGX-1™。从架构到处理器再到超级计算机，NVIDIA 在不断地完善自身的生态。不仅是在深度学习领域，在自动驾驶领域，NVIDIA 也表现出色。自 NVIDIA 入局自动驾驶技术后，不断的研究开放式人工智能车辆计算平台，在 2015 年推出世界上第一块车载超级大脑第一代 Drive PX。随着技术的不断更新，优势也越来越大，NVIDIA 已经成为自动驾驶硬件的前沿公司。目前的 NVIDIA 已经和 70 多个知名的车企合作，其中也包括一些交通网络提供商和自动驾驶技术公司。

大数据、人工智能、自动驾驶是社会未来发展的趋势，公司通过自身的技术积累，重锤出击。目前相关业务已经形成了较好的发展势头。据公司财报显示，2019 年公司实现营业收入 109.18 亿美元，其中游戏业务实现营业收入 55.18 亿美元，同比下降 11.66%，专业可视化业务实现营业收入 12.12 亿美元，同比增长 7.36%，数据中心业务实现营业收入 29.83 亿美元，同比增长 1.74%；自动驾驶业务实现营业收入 7 亿美元，同比增长 9.20%。目前游戏业务在公司营收中占据主要部分，达到 50% 以上，但是可以看到，专业可视化、数据中心、自动驾驶等业务在营收中的占比逐步增加。我们认为，随着 5G 时代的来临，消费者对信息消费的需求增加，AR/VR、云游戏等一系列应用的推广，公司的游戏业务的有望重回上升轨道，专业可视化业务继续攀升；推动信息化社会进程加速的背后需要大数据、人工智能、自动驾驶等技术的配合，因为公司数据中心与自动驾驶业务未来将会继续收益。

表 7：NVIDIA 的产品发布序列

时间	产品	描述
1995 年	NVIDIA STG-2000X	NVIDIA 发布的第一款真正意义上被称为显卡的产品
1997 年	RIVA 128	第一款堪称成功的显示核心
1998 年	RIVA 128ZX	提供业界最快的 3D 处理能力
1999 年	RIVA TNT	第一款多纹理 3D 处理器。
1999 年	Geforce 256 (SDR 显存版)	1、首次提出了硬件处理几何图形的 T&L 技术。 2、支持硬件视频位移补偿和 MPEG-2 视频压缩。 3、是第一个完全支持 DirectX7 技术的显卡。 4、NVIDIA 在 GeForce 256 中首次提出了 GPU 的概念。
2000 年	Geforce 2 Go	全球首款针对笔记本的 GPU
2001 年	Geforce 3	业界首款可编程 GPU
2003 年	Geforce FX5000	温度控制上存在问题，噪音问题严重
2004-2005 年	Geforce 6800 系列显卡	NVIDIA 进一步将消费级市场进行划分。
2006 年	Geforce 8000 系列显卡	G80 核心使用 65 纳米工艺制造，内部集成了大量流处理器，使用了更大的显存带宽，更高的频率，从而获得了极强的性能。另外从 G80 核心开始，NVIDIA 的 SLI 技术开始支持 3 显卡互联。
2007 年	NVIDIA Tesla GPU	让此前在超级计算机中可用的计算能力同样适用于药物发现、医学成像和天气建模等领域研究人员的工作
2008 年	NVIDIA 推出了 Tegra 移动处理器	功耗比普通 PC 笔记本电脑低 30 倍，并提供超酷炫的性能。
2011 年	NVIDIA 推出全球首款双核移动处理器 Tegra 2	首款 Android 平板电脑基于此打造而成。
2012 年	GeForce GTX 600 系列	提供世界上最快的游戏性能
2013 年	Tegra 4 和 Tegra 4i	全球最快的四核移动处理器和首款完全集成的 4G LTE 移动处理器
2013 年	NVIDIA SHIELD	终极游戏和娱乐便携设备
2013 年	GeForce GTX TITAN	面向游戏玩家推出，采用与世界顶级超级计算机相同的 DNA
2014 年	NVIDIA Tegra K1	将世界上最快 GPU 的 DNA 引入到移动端。

2015 年	NVIDIA GeForce GTX TITAN X	用于训练深度神经网络的最强大的处理器
2015 年	NVIDIA Tegra X1	一款 256 核移动超级芯片，可为深度学习和计算机视觉应用带来 1 teraflops 的处理能力。
2016 年	NVIDIA®DGX-1™	世界上第一款台式深度学习超级计算机，可增强人工智能应用
2018 年	NVIDIA DGX-2™	第一款能够提供 2 千万亿次计算能力的单一服务器

资料来源：互联网公开资料、东莞证券研究所

表 8：NVIDIA 业务收入情况

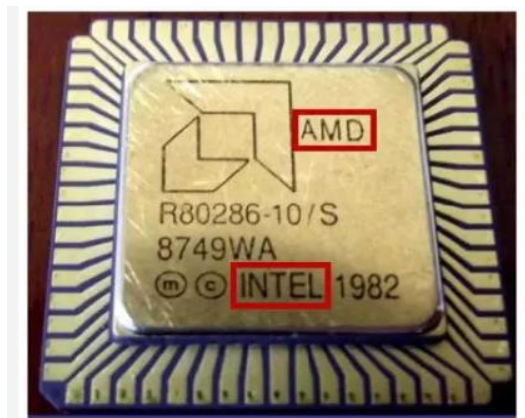
	2020 年 1 月 26 日	2019 年 1 月 27 日	2018 年 1 月 28 日
Gaming	5518	6246	5513
Professional Visualization	1212	1130	934
Data Center	2983	2932	1932
Automotive	700	641	558
OEM&Other	505	767	777
Total Revenue	10918	11716	9714

资料来源：公司公告、东莞证券研究所

### 1.3.2 掌握处理器、集成 GPU、独立 GPU 三大技术公司——AMD

**起于代工，与开始 Intel 蜜月期。**AMD 成立于 1969 年。刚开始的时候，AMD 没有资金和技术优势，一直是采取低价策略争取成为各类产品的第二供应商。由于 IBM，促成了 AMD 与 Intel 的合作，并拿到了 Intel 的 X86 指令集的授权。IBM 的采购原则是必须两家以上的公司参与竞标，于是 Intel 开放技术，全面授权 AMD 生产 X86 系列处理器，AMD 成为 8086 和 8088 处理器的第二供应商。这也间接的提升了 AMD 的技术水平。1982 年，Intel 发布 80286 处理器，这是历史上两家公司第一次同时打上双方 logo 的产品。这块产品在市场上反应也比较好，在 6 年内，全世界基于 286 处理器的个人计算机便达到了 1500 万台。

图 9：Intel 与 AMD 合作生产 80286 处理器



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所



**蜜月结束，顽强生存。**AMD 在获得 286 处理器授权后便开始生产自己的 286 芯片，模仿 286 制造了克隆体“Am286”。Intel 在意识到威胁后，英特尔终止了与 AMD 的技术合作协议。AMD 没有放弃，于 1989 年自主研发了性能与 286 相似的 AM386 处理器，通过不断生产兼容 Intel 的处理器，以低廉的价格打入市场，使得 AMD 顽强的生存着。Intel 在 1997 年推出 Pentium MMX 后，退出 Socket 7 市场，这与 Intel 之前一直靠兼容性占领 CPU 市场的策略背道而驰。AMD 迅速反应，抓住 Intel 战略失误的机会，坚决地在 Socket7 架构上推出 K6，并提出 Super Socket7 架构（向下兼容 Socket7），获得了众多厂商的支持。更关键的是，AMD 基于 Socket 接口先于 Intel 生产出了 100MHz 外频的产品，性能上也更优异。在 1999-2003 年间，Intel 发布了 Pentium III，并向 Pentium 4 过渡。AMD 也不甘落后，发布 Athlon、Athlon XP 等多款产品。这个阶段双方的产品在性能上旗鼓相当，但是 AMD 一般价格上更便宜，在这段激烈的竞争中 AMD 市占率逐步提升。从 2003 年到 2006 年，Intel 在 CPU 的市场份额出现下滑，到 2006 年，AMD 已占据 CPU 一半的市场份额。

**坠入谷底，获得契机。**Intel 在 2006 年提出 Tick-Tock 战略，即工艺制程每 2 年实现一次进步，正是基于这个策略 2006 年后 Intel 逆转了局面。Intel 在 2006 年发布 Core2，采用的是 65nm 工艺，使得性能增长 40%，同时功耗减少 40%。这让 AMD 的 Athlon 优势全无，性能上的优势重新回到 Intel。虽然 AMD 发布了四核 Phenom，但是因为性能不足，敌不过 Intel。在 2006 年 AMD 以 54 亿美元收购显卡巨头 ATI。从这一刻开始，AMD 变成了世界上少数既能制造处理器 又能制造图形芯片的厂商。在 2009 年 1 月，AMD 将自身的移动部门以 6400 万美元卖给了高通。AMD 的处境处于谷底之中。

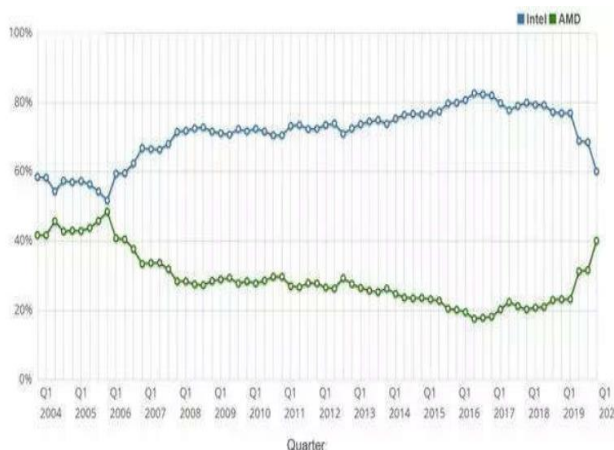
**冲出谷底，再起起飞。**虽然当时 AMD 的处境不佳，但是在家用游戏机市场，AMD 还是称霸全场的，在现在的 xbox、ps 系列游戏机上，它们的核心就是 AMD 提供的，这样的发展也算是对 AMD 的一种优势。2017 年 AMD 发布 Ryzen 处理器，性能出色，价格大幅低于 Intel。Ryzen 处理器性能实际提升幅度高达 52%，Ryzen 在游戏行业和新兴的加密货币市场上均出现了稳定的需求，Intel 只好全线降价应对。Ryzen CPU 在 2017 年中发布，主流型号 Ryzen 5 1600 短短不到一年就成为 AMD 历史上销量最好的产品。正是借助于 Ryzen，AMD 在 CPU 的市场份额从 2006 年以来首次出现连续几个季度增长，终于在 2017 年三季度实现扭亏为盈，股价同时也大幅上涨。AMD 在 2018 年第一季度末发布的 Ryzen 2 代，采用 12nm 工艺，对 i9 也直接发起了挑战。



图 10: AMD 锐龙 7 处理器



图 11: AMD 处理器比例



资料来源: 互联网公开资料, 东莞证券研究所

资料来源: 中国半导体论坛, 东莞证券研究所

表 9: AMD CPU 市场份额变化

AMD Share by Segment	Q4 2019 Share	Share Change (points)		Last quarter AMD share this high
		Quarter	Year	
Server excel. lot	4.50%	0.2	1.4	Q3 2013
Desktop excel. lot	18.30%	0.3	2.4	Q3 2014
Mobile excel. lot	16.20%	1.5	4	Q2 2013
Client excel. lot	17.00%	1.1	3.5	Q3 2013
Over X86 Share less Semi & lot	15.50%	0.9	3.2	Q4 2013

资料来源: Mercury Research、东莞证券研究所

不只是 CPU, GPU 同等优秀。GPU 方面, 不论是 14nm 工艺的还是 7nm 工艺的, GCN 架构时代已经过去, Radeon VII 已经停产, 当前的主力架构是 7nm RDNA 架构。2018 年, AMD 宣布新品有台积电代工, 并于 2019 年 6 月, 发布 Radeon RX5700 系列游戏显卡, 采用新一代 RDNA 架构以及台积电 7nm 工艺, 性能获得大幅提升。目前 AMD 正在开发 RDNA 2 架构。AMD 在新一代架构上实现硬件光追。从进度上来看, RDNA2 架构的产品有望在 2020 年发布。AMD 的 GPU 不仅是在 PC 端发力, 在移动端方面也不甘落后。虽然过去 AMD 因为运营问题将移动部分出售高通, 高通成为移动端 GPU 的领先者。然而, 这都不妨碍公司在 GPU 领域的布局。2019 年 6 月 4 日, 三星集团与 AMD 公司一起正式宣布, AMD 将把刚刚发布的 RDNA 图新架构的定制图形 IP 授权给三星集团。三星计划把这些技术用在未来的移动 SoC 身上。AMD 和三星双方将以 Radeon 显示卡技术为基础, 在超低功耗、高性能移动图形处理器 IP 上展开为期多年的合作。通过与三星的合作, AMD 进入智能终端 GPU 领域, 发挥自身在 GPU 领域的优势, 抢占市场份额。

### 1.3.3 获得启示

1、**强化自身实力才是硬道理。**无论是 NVIDIA 还是 AMD, 都曾经在发展的过程中出现一段低谷期。在低谷期中, 两家公司都通过一系列的方式不断发展自身的技术, 例如 NVIDIA 收购 Media Q 提升自身的无线图形和多媒体技术, AMD 收购 ATI 公司获得图形处理器的

技术。在获得技术后，两家公司技术进行吸收，并在后期推出了相关的重要产品，带领公司走出困境，获得市场的竞争优势。

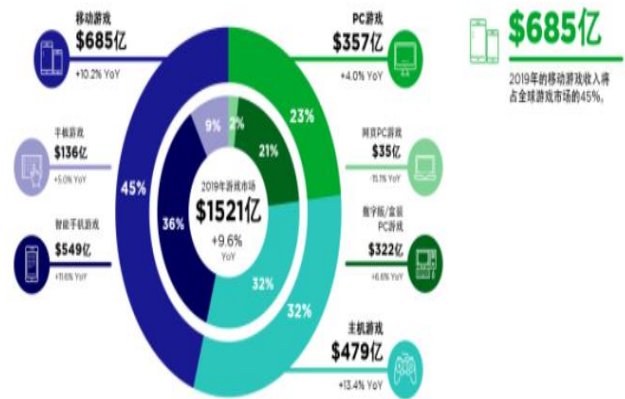
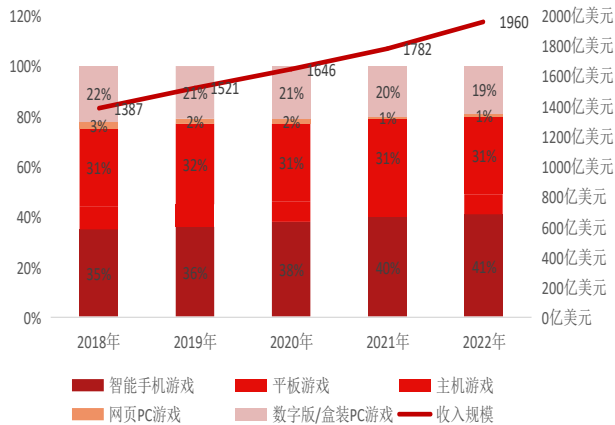
**2、独立 GPU 才是未来的方向。**从 NVIDIA 发布的产品、技术以及财报看，NVIDIA 已经信息化和数据化产业广泛布局，例如发布的超级计算机、自动驾驶系统以及深度学习的解决方案等。这一系列的产品布局有充分地说明 NVIDIA 对数据时代来临的看好。无独有偶，AMD 方面拥有 X86 架构的技术，已经在服务器产品上广泛布局。两大 GPU 公司都看好未来对大数据处理的需求。此外，2018 年 6 月，英特尔宣布旗下首款独立显卡将于 2020 年正式推出，英特尔正式进入独立显卡市场，未来将和 NVIDIA、AMD 展开直接竞争。大数据涉及信息消费，人工智能、自动驾驶等方方面面。对大数据的处理需要大量的并行计算。根据我们的分析，独立 GPU 拥有独立的内存可以发挥更强的性能，适合大规模处理并行计算。随着 5G 进程的加快，数据流量即将爆发，云计算、云游戏、人工智能、车联网等一系列应用都需要消耗大量的计算能力，对并行计算的需求将会增加。因此，独立 GPU 具有广泛的市场空间。

## 2、捕捉 GPU 应用的三大方向之一：追求极致的娱乐与性能平衡

### 2.1 全球游戏市场稳步发展

**移动端占据主要市场，PC 端游戏市场规模继续扩大。**近年来，随着移动终端与 PC 终端的普及率不断提升，游戏开发商提供各类吸引玩家的游戏，游戏市场出现了蓬勃发展。根据 Newzoo 数据显示，2019 年，全球游戏市场预计将产生 1521 亿美元的收入，同比增长 9.6%；并且预计全球游戏市场从 2018 年到 2022 年会维持稳定增长，年复合增长率达到 9%，到 2020 年全球游戏市场收入达到 1960 亿美元。2019 年，在各类游戏中，移动游戏（智能手机及平板电脑）是最大的细分市场，产生 685 亿美元的市场收入，占据全球游戏市场规模的 45%。由于越来越多玩家转向了移动端，网页游戏的市场收入同比下滑 15.1%，但是 PC 游戏收入规模同比增长 4%。因此，PC 端游戏市场整体规模维持上升态势。

图 12: 2018-2022 年全球游戏市场各细分市场收入预测 图 13: 2019 年全球游戏市场设备及细分市场年同比



资料来源: Newzoo, 东莞证券研究所

资料来源: Newzoo, 东莞证券研究所

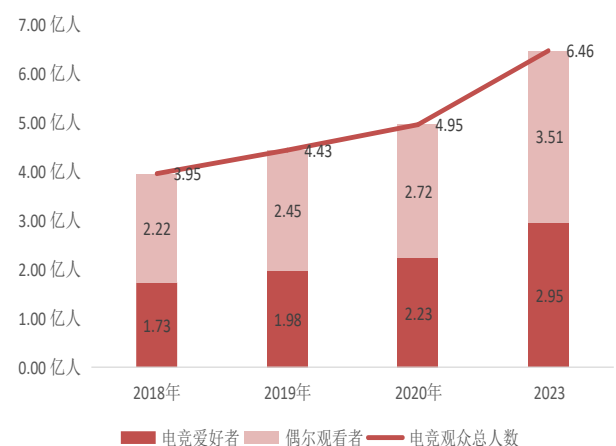
## 2.2 游戏发展, 电竞市场功不可没

**电竞圈人气快速攀升。**游戏市场的蓬勃发展离不开电竞市场的贡献。暴雪集团推出了《魔兽争霸》、《星际争霸》、《Dota》等一系列经典爆款游戏, 玩家人数不断上升。为提升游戏的知名度, 吸引更多的玩家, 游戏圈举办了相关的电子竞技比赛。随着游戏行业的不断发展, 游戏行业已经产生多款适用于电子竞技的热门产品, 端游方面有 Dota2、英雄联盟、风暴英雄等; 手游方面有王者荣耀、绝地求生等。热门游戏的推出加上相关的赛事的宣传, 全球电竞圈人气愈发旺盛。根据 Newzoo 数据显示, 2018 年, 全球电竞观众人数为 3.95 亿, 其中电竞爱好者人数为 1.763 亿; 预计 2023 年, 全球电竞观众人数达到 6.46 亿, 同比增长 10.4%。

图 14: 热门电竞游戏



图 15: 全球电竞观众人数



资料来源: MOB 研究院, 东莞证券研究所

资料来源: Newzoo, 东莞证券研究所

中国是全球电子竞技产业重点区域。根据 Newzoo 数据显示, 2018 年, 全球电子竞技收入规模为 7.76 亿美元; 2019 年, 全球电子竞技总收入为 9.50 亿美元, 同比增长 22.4%, 实现快速增长。当前, 电子竞技产业已经在全球多个地区开展, 以英雄联盟为例, 中国赛区为 LPL 赛区, 北美赛区为 LCS 赛区, 韩国为 LCK 赛区等, 还有部分外卡队伍所在区域。根据前瞻产业研究院数据显示, 2018 年, 北美地区的电子竞技收入在全球电子竞技

行业所有地区的收入中，排名第一，为 38.1%；西欧赛区为 18.7%，排名第二；中国赛区排名第三，为 18.10%。

图 16：全球电竞收入规模

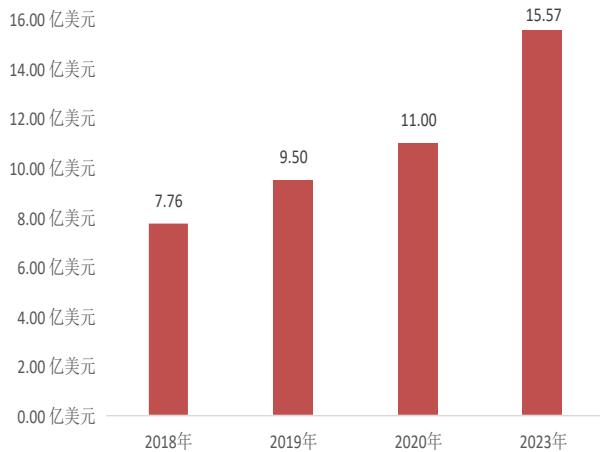
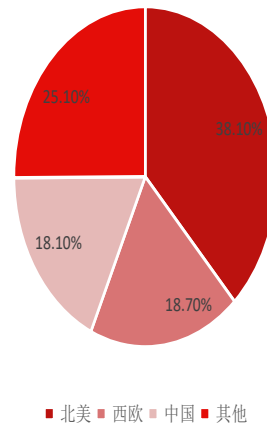


图 17：2018 年全球电子竞技行业主要地区收入占比统计



资料来源：Newzoo，东莞证券研究所

资料来源：前瞻产业研究院，东莞证券研究所

**中国赛区具备良好的电竞市场土壤，市场规模巨大。**中国电竞用户分布更为分散。根据前瞻产业研究院数据显示，中国有 48.1% 的电竞用户是在 24 岁以下的年龄段用户，更有高达 28.1% 的 30 岁以上用户。广泛的年龄段分布意味着中国电竞市场受众人数较多，基础良好，具备顺延性。第二，中国的电竞用户有下沉趋势。从区域的角度来看，三线及以下城市电竞用户占比达到 51.5%，下沉趋势明显。第三，中国有优秀的电竞产业链，内容授权方面有腾讯游戏、完美世界等；赛事内容有 LPL、KPL；电竞战队有 LGD、RNG、IG 等；赛事承办方有阿里体育，联盟电竞等等；还有内容传播商斗鱼、虎牙直播、企鹅电竞等。广大的电竞全体、电竞用户群不断下城，叠加完善的电竞产业链造就了中国电竞市场的快速发展。2016 年，中国电竞产业为 532.2 亿元，2017 年为 772.8 亿元，2018 年已经达到 912.6 亿元，年复合增长率为 30.9%。预计 2019 年中国电竞产业规模为 1150.6 亿元，到 2024 达到 2720 亿元，年复合增长率为 18.79%，有望维持快速增长。

图 18：2016-2019H1 中国电子竞技产业市场规模

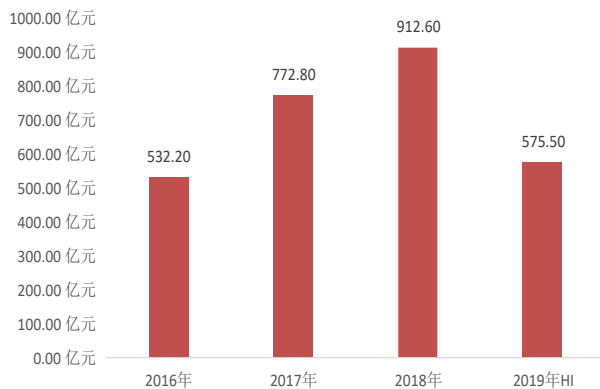
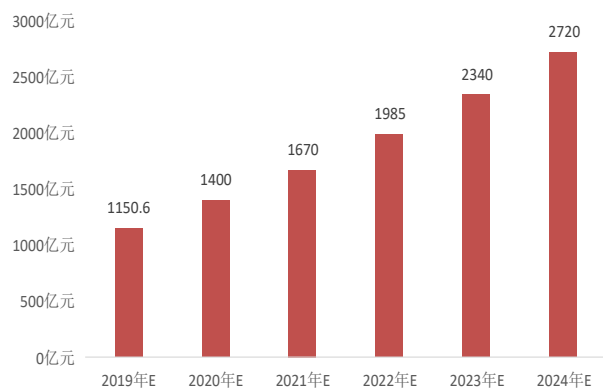


图 19：2019-2024 年中国电子竞技产业规模预测



资料来源：前瞻产业研究院，东莞证券研究所

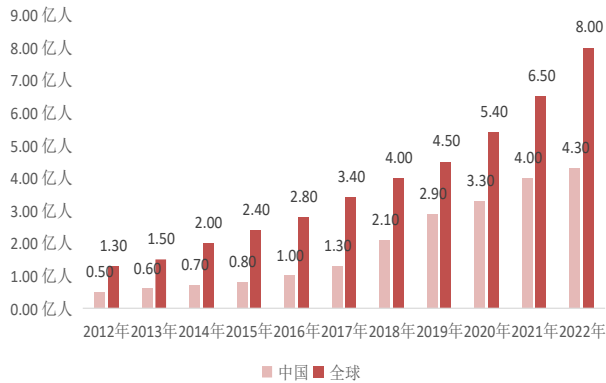
资料来源：前瞻产业研究院，东莞证券研究所

中国电竞市场的快速发展离不开电竞用户规模的快速增长。根据 MOB 研究院数据显示，2017 年中国电竞用户为 1.3 亿人，全球为 3.4 亿人，中国电竞市场用户在全球中占比为



38.24%。2018年，中国电竞用户已经达到2.1亿人，同比上升61.54%，占全球电竞用户超过50%。MOB研究院预测，2022年中国电竞用户人数快速增长，将达到4.3亿人，年复合增长（从2012年开始计算）为35.91%，占全球电竞用户数53.75%。

图 20：电竞市场用户规模



资料来源：MOB，东莞证券研究所

图 21：2018/2019 主要笔记本类别关注度对比



资料来源：ZOL，东莞证券研究所

## 2.3 电竞市场带来相关设备出货增加

即使游戏市场中 PC 端游戏的市场份额收到终端游戏的压制，但是由于整体市场规模不断发展，PC 端游戏市场规模也在扩大；叠加电竞市场的蓬勃发展，电竞观众以及电竞用户的规模的增长，对电竞产业相关的用品的关注度也会相应地增加，其中包括运行游戏的笔记本。根据 ZOL 数据显示，2019 年，游戏本关注度为 36.61%，较 2018 年增长约 2 个百分点，在各类笔记本中关注度排名第一。对游戏本的关注度增加更是体现在游戏 PC 和游戏显示器的出货量增加。根据 IDC 数据显示，2019 年第二季度全球游戏 PC 和游戏显示器出货量同比增长 16.5%。IDC 表示，在笔记本方面，游戏笔记本电脑的销量同比增长了 12.7%。

## 2.4 追求极致的视觉体验-光追技术

IDC 认为，这是 2019 年第二季度游戏笔记本销量的增加是因为“支持光线追踪游戏机型的大量推出”。“光追技术”即光线追踪技术。在 SIGGRAPH 2018 计算机图形与交互技术大会上，NVIDIA 推出世界上第一款光线追踪 GPU，并推出了最新光线追踪 GPU Quadro RTX 家族。光追技术能够完美地计算光线反射、折射、散射等路线，渲染的画面较为逼真，几乎与真实世界真假莫辨。由于这种技术的计算量非常大，因此实时光线追踪技术过去只在影视作品的 CG 制作中出现，一般渲染复杂的特殊效果可能需要数天乃至数周的时间，所以此前该项技术一直仅限于高成本的电影制作中，最直观的效果就是显示更真实。

目前该项技术以及可以应用到游戏当中，即为游戏开发者提供电影级画质的实时渲染。更具体的来说，就是在真实世界中，我们看到的 3D 物体被光源照亮，且光子可以在到达观看者的眼睛以前从一个物体反弹到另一个物体。光线追踪技术则反过来，通过从观看者眼睛（观景式照相机）反向追踪光线捕捉这些效果，通过追踪 2D 视表面上每个像素



的光线的路径，并应用到场景的 3D 模型中。此前的游戏渲染都是将 3D 图形投射到 2D 的屏幕上，在后期进行阴影处理，所以效果会比较粗糙，而 RTX 则通过追踪光线的轨迹来计算物品对光线的反射和折射，更真实地还原物品在现实中的颜色。

根据以上分析，光追技术可以增强玩家的游戏体验。在电竞市场日益发展的今天，支持光追技术是未来 GPU 的趋势。目前，除了 NVIDIA 发布具备光追技术的 GPU 外，并没有其他公司发布相关产品，但是 GPU 领域的另外两大公司——微软与 AMD 表示正在积极研发支持光追技术的 GPU。

图 22: RTX 系列 GPU 发布



资料来源: EDN, 东莞证券研究所

图 23: 光线追踪的效果



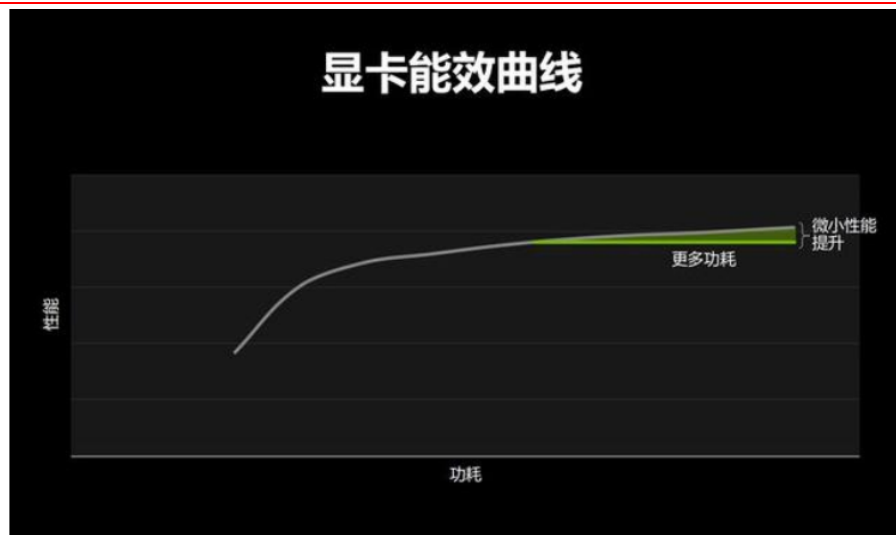
资料来源: 游民星空, 东莞证券研究所

## 2.5 即使轻薄化也不能降低 GPU 性能——Max-Q 技术

对于未来笔记本的发展，IDC 认为，未来笔记本将朝着性能更强和厚度更薄的方向发展。根据 ZOL 的数据显示，2019 年轻薄本的关注度为 26.83%，较 2018 年关注度上升约 5 个百分点。轻薄本由于其便携性、长续航以及优秀的外观往往成为通勤者、商务人士、女性的选择。虽然有如此点多的优点，但是轻薄本也有不足之处，性能不如一般的笔记本。因为要保持较长续航能力，所以性能与功耗往往会受到限制。

为了让消费者在体验到轻薄化带来的便携性同时享受性能的强悍，NVIDIA 推出了 MAX-Q 技术。显卡在提高频率带来性能提高的同时，功耗也必然随之增加，但随着功耗的提升，性能的提升幅度逐渐缩小。在达到某一平衡点之后，即使大幅度提升功耗也只能带来非常微小的提升。NVIDIA 正是利用这样的原理，通过计算获得最佳的平衡点，巧妙平衡显卡的性能和功耗，在降低 40%显卡功耗的同时依然能支持 90%左右的性能，从而达到性能与功耗的最佳平衡。

图 24：显卡能效曲线



资料来源：泡泡网，东莞证券研究所

除了硬件上的调校之外，软件层面也做出了相当深度的优化，与硬件方面的思路十分接近，GeForce Experience 软件新增的 WhisperMode（静默模式）可以智能优化游戏画质，通过降低一些对画面观感影响很小的特效，大幅度降低显卡的压力并将帧率控制在 60FPS 或者设定的某一水平上，同时也让显卡运行游戏时的功耗进一步降低。而这样的优化并不会对游戏画质和体验造成明显的影响

显卡更低的功耗水平则意味着更低的发热水平，也就不需要传统游戏本大规模的散热模组，搭载旗舰级的 GTX 1080 MAX-Q 显卡的笔记本产品甚至可以做到 18mm 甚至更低的厚度，而这一厚度已经接近作为轻薄本存在的 MacBook Pro。重量也相比传统游戏本有着大幅度的降低。例如外星人系列推出的 m15 与 51m 两款笔记本。M15 使用 RTX 2070 含 Max-Q 技术的显卡，51m 使用 RTX 2070 显卡，在重量上，m15 为 12.16 KG，51m 为 3.87KG。在使用 max-Q 技术，笔记本的重量大幅降低，但是性能并没有大幅下降，维持较高的水平。

图 25：Intel 与 AMD 合作生产 80286 处理器



资料来源：泡泡网，东莞证券研究所

## 2.6 对消费电子类 GPU 的思考

2009 年，Onlive 在 GDC 上展示了孤岛危机的云游戏版本，并联合了 EA、育碧等游戏厂商为其提供内容支持。虽然平台上线后同样因传输问题而流产，但是在 Onlive 实践启发下，索尼、NVIDIA 等厂商陆续进入云游戏领域。2017 年后，各大厂商明显加快了云游戏布局；其中，NVIDIA 在 2017 年发布了 GeForce Now 平台，EA、谷歌、微软也在 2018 年公布了云游戏计划。2019 年，NVIDIA 在 GTC China 宣布与腾讯合作推出 Start 云游戏服务，为其提供 GPU 支持。由于云游戏是基于云计算开展的，当玩家发送操作指令后，所有的计算过程都将由云端服务器完成，包括画面渲染、交互逻辑等，运算完成后再回传到玩家的显示终端。在这个过程中，玩家并不需要通过配置高性能的计算机参与其中，只需要拥有显示终端，即可体验到大型游戏制作，降低了玩家进入高配游戏的门槛，有助于吸引过去由于硬件配置跟不上而被挡在门外的玩家。

云游戏的出现是否意味着消费电子不需要配备高性能 GPU 呢？我们认为，消费电子对高性能 GPU 依然存在。虽然云游戏的画面渲染与交互逻辑等计算过程都在云端服务器中完成，可能会减少了游戏端对 GPU 性能的需求，但是 GPU 的作用不仅是体现在对游戏的渲染，还体现在对图片、视频的渲染与后期制作，对部分模型的模拟与处理。所以，消费电子对于高性能 GPU 的需求依然会维持。

## 3、捕捉 GPU 应用的三大方向之二：人工智能与深度学习

### 3.1 未来经济社会发展的助推器——人工智能

**人工智能影响深远，三大因素驱动发展。**当前，人工智能已进入新一轮爆发期，主要驱动因素来自三个方面：一是互联网发展提供了海量大数据资源，大大提升了算法有效性；二是计算机变革降低了硬件成本，缩短了运算时间，推动人工智能再次崛起；三是基础算法和 AI 平台自身创新加速，克服了传统算法和人类手工总结不完备的缺点，实现算法有效性大幅提升。人工智能快速发展，人工智能已经成为新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力，正在对世界经济、经济进步和人类生活产生极其深刻的影响。根据麦肯锡报告预测，人工智能将为全球贡献 13 万亿美元增量 GDP，在 2018 年的基础上增长 15%，平均每年给 GDP 贡献 1.2 个百分点的增长，对经济社会具有巨大贡献潜力，并可能从根本上改变人类社会的生产方式。

**人工智能前景广阔，是经济社会发展的一大助推器，吸引世界主要国家争相布局。**近年来，美国、中国、日本、英国、法国、韩国、欧盟委员会都发布了促进 AI 研究、开发和应用的战略，积极在人工智能领域进行卡位：美国于 2011 年推出《国家机器人计划》，推出 2.0 版机器人路线图并大力发展协作机器人；2013 年公布《推进创新神经技术脑研究计划》，计划在未来 12 年投入 45 亿美元，用于探索人类大脑工作机制；日本于 2015 年 1 月公布《机器人新战略》，计划到 2020 年，通过包括政府制度改革在内的多种政

策，扩大机器人开发投资，推进千亿日元规模机器人的扶持项目；欧盟的人脑计划则于2013年入选了欧盟的未来旗舰技术项目，15个欧洲国家参与其中，预期将获得欧盟10亿欧元的资金支持。

**我国：三步走战略积极推动 AI 发展。**于2016年8月发布《“十三五”国家科技创新规划》，明确将人工智能作为发展新一代信息技术的主要方向；2017年7月，国务院颁布《新一代人工智能发展规划》，制定了三步走的战略目标：①在2020年人工智能总体技术和应用于世界先进水平同步，人工智能产业成为新的重要经济增长点；②到2025年，人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，AI成为带动我国产业升级和经济转型的主要动力；③到2030年，我国人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心。

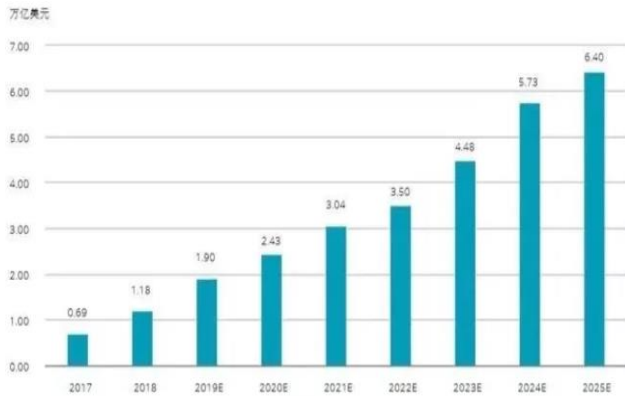
表 10：世界主要国家和地区近年 AI 战略及规划

国家	时间	政策及规划	推动机构
美国	2016年11月	《为人工智能的未来做准备》	国家科学技术委员会、白宫科技政策办公室、国家预算办公室、人工智能特别委员会
		《国家人工智能研究与发展战略计划》	
		《人工智能、自动化及经济报告》	
	2018年5月	白宫人工智能峰会	
中国	2015年5月	《中国制造2025》	国务院、科技部、工信部等
	2016年8月	《“十三五”国家科技创新规划》	
	2017年7月	《新一代人工智能发展规划》	
日本	2015年1月	《机器人新战略》	人工智能技术战略会议等
	2017年3月	《人工智能技术战略》	
印度	2018年6月	《国家人工智能战略》	中央部门成立人工智能小组
欧盟	2018年4月	《欧盟人工智能》	欧盟委员会等
德国	2018年7月	《联邦政府人工智能战略要点》	德国教育研究部、德国工程研究院
英国	2017年10月	《在英国发展人工智能》	英国政府
	2018年启动	《人工智能行业新政》	
韩国	2018年5月	《人工智能发展战略》	科技信息通信部

资料来源：国际技术经济研究所、信通院、东莞证券研究所

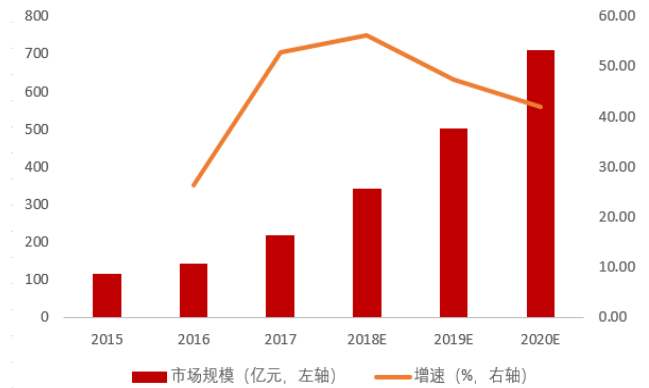
全球人工智能市场将在未来几年经历现象级的增长。德勤预测，未来2025年世界人工智能市场将超过6万亿美元，2017-2025年复合增长率达30%。根据信通院数据，我国2017年人工智能产业规模为206.9亿元，2018年将达到339.0亿元，同比增长63.85%；到2020年人工智能带动规模将达到710.0亿元，2017-2020年复合增速为48.37%。

图 26：全球人工智能市场规模



资料来源：德勤研究，东莞证券研究所

图 27：我国人工智能产业规模快速增长



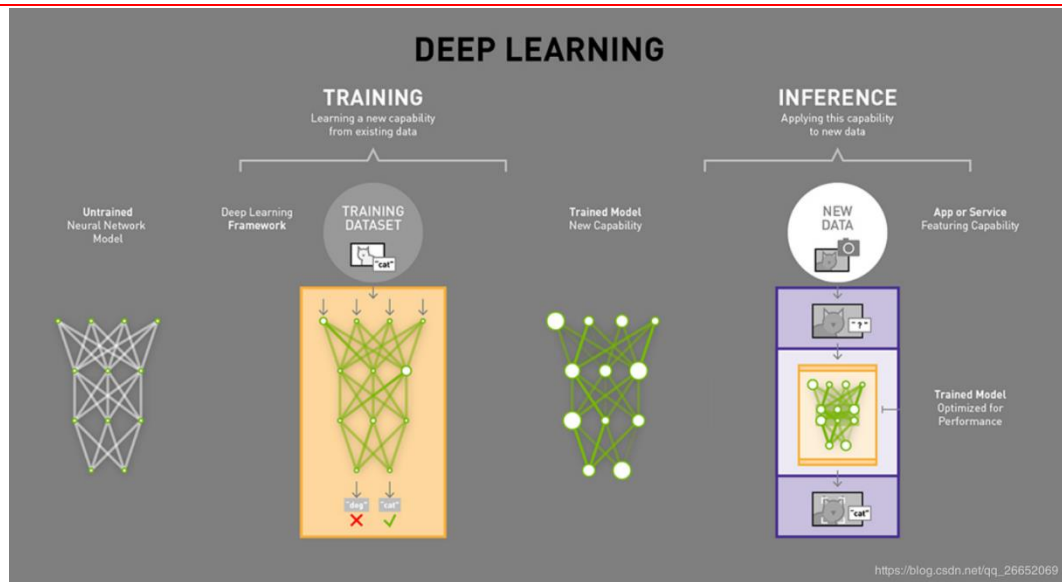
资料来源：CSDN，东莞证券研究所

### 3.2 GPU 是人工智能的重要组成部分

人工智能是实现数字化和智能化社会必不可少的条件。人工智能的三大要素：数据、算力、算法。数据是人工智能算法的原材料。人工智能需要对大数据的处理与分析，挖掘出数据背后的信息与规律。算力是对大数据进行处理的能力。算法是计算机通过对数据的处理获得的数据模型。深度学习的本质是通过对大数据的处理并建立的算法模型，可以实现各行业的 AI 应用，算法将数据和算力连到一起，共同针对不同细分场景，提供效率优化方案。

人工智能运行过程中有两部分：**训练与推理**。“训练”可以看作算法产生的过程。具体而言就是，在现有数据基础上，经过大量计算，确定模型参数，即建立算法模型的过程。“推理”可以看作将算法应用的过程，即在已建立的算法模型基础上，将新数据通过算法模型处理，得出结果的过程。

图 28：深度学习模型的训练与推理



资料来源：CSDN，东莞证券研究所



**“训练”阶段 GPU 具备明显优势。**虽然 CPU 的功能模块较多，但是大部分晶体管主要用于构建控制电路和高速缓冲存储器，只有少部分的晶体管可以组成各类专用电路。CPU 的优点在于调度、管理、协调能力强，计算能力不是重点。因此，从运算性能和效率看，CPU 不是计算芯片的最佳选择。深度学习算法需要处理海量数据，需要进行大量的简单运算，因此，深度学习对并行计算计算能力有较高的要求。在这一方面，GPU 拥有较强的优势，尤其是在训练过程中。首先，GPU 提供了多个并行计算的基础结构，并且核心数较多，可以执行海量数据的并行计算；第二，GPU 拥有更高的访存速度；第三，GPU 拥有更高的浮点运算能力。因为人工智能时代需要大量的多媒体与 3D 图形，所以更高的浮点计算能力意味着对图形与媒体的快速处理。

**“推理”阶段 GPU 是其中一种选择。**训练与推理阶段对运算的要求有所不同，训练阶段需要大量繁复的运算，并且为了让人工智能模型获得更佳的参数调整数据，运算的精细细腻度较高，而推理阶段则相反，模型已经训练完成，不再需要庞大运算量，且为了尽快获得推理结果，允许以较低的精度运算。因此，在推理过程中，芯片有多种选择，主要用 CPU、GPU、FPGA、ASIC 四种芯片。CPU：适合进行逻辑控制、串行计算等通用计算；GPU 并行计算能力强，但是无法单独工作，必须由 CPU 进行控制调用才能工作；FPGA 适用于多指令，单数据流的分析，因此常用于预测阶段，如云端。但是 FPGA 在实现复杂算法方面有一定的难度，运算量相对 GPU 小，量产成本高；ASIC 专用性强，但是开发周期较长，开发环境需要底层硬件编程，开发难度极高。

表 11：GPU、FPGA 和 ASIC 的优缺点对比

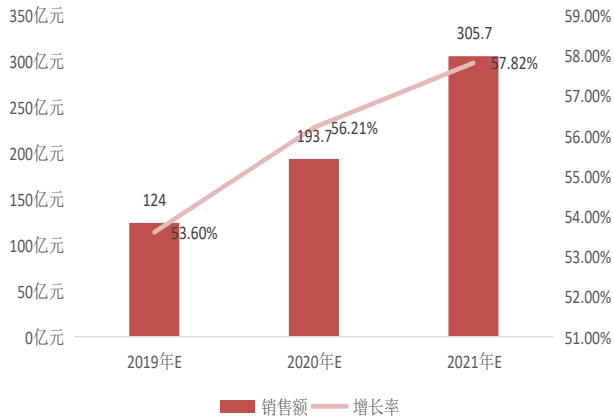
	GPU	FPGA	ASIC
一次性成本	高	极低（接近于 0）	高
量产成本	高	高	低
延迟	高	低	低
开发周期	很短	短	长
市场风险	低	低	高
开发环境	开发工具丰富，生态系统完善，容易上手	设置 FPGA 需要硬件知识，编程和配置门槛非常高	需要底层硬件编程，开发难度极高

资料来源：电路城、东莞证券研究所

### 3.3 GPU 在深度学习领域空间广阔

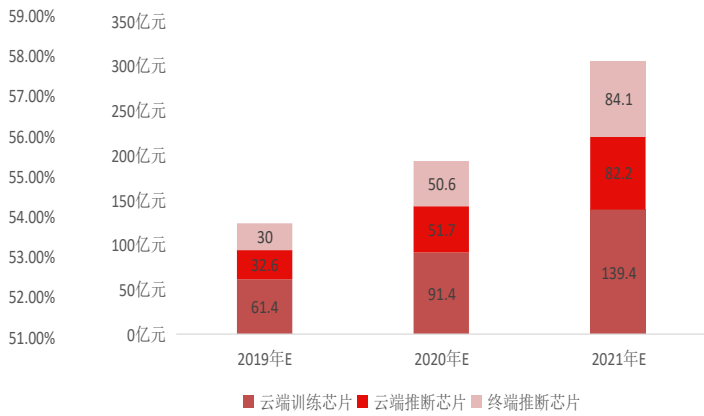
芯片是人工智能领域不可或缺的成分。随着 AI 使用的广泛使用，带动 AI 芯片常常的蓬勃发展。根据赛迪顾问数据显示，2019 年-2021 年，中国 AI 芯片市场规模为 124 亿元\193.7 亿元\305.7 亿元，分别同比增长 53.6%\56.21%\57.82%，年复合增长率为 57.01%。其中云端芯片市场份额最大，接近 50%，市场规模从 2019 年的 61.4 亿元增长至 2020 年 139.4 亿元。

图 29：中国人工智能芯片市场规模



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

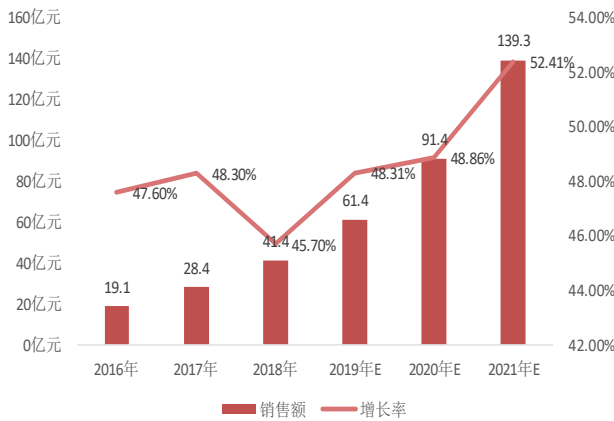
图 30：各类市场智能芯片产品结构



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

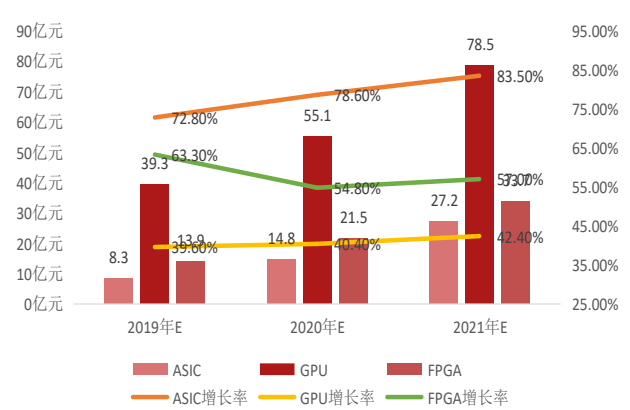
根据我们的分析，GPU 提供了多个并行计算的基础结构，并且核心数较多，可以进行海量数据的并行计算；拥有更高的访存速度；第三，GPU 拥有更高的浮点运算能力。因此，GPU 是 AI “训练”阶段较为适合的芯片。GPU 在 AI 时代的云端训练芯片中占据较大的份额，达到 64. %。虽然后期由于 FPGA 以及 ASIC 技术的突破，GPU 的市场份额有所下降，但是仍然是云端训练市场份额最大的芯片，2019 年-2021 年年复合增长率达到 40%。

图 31：2019-2021 年中国云端训练芯片市场规模



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

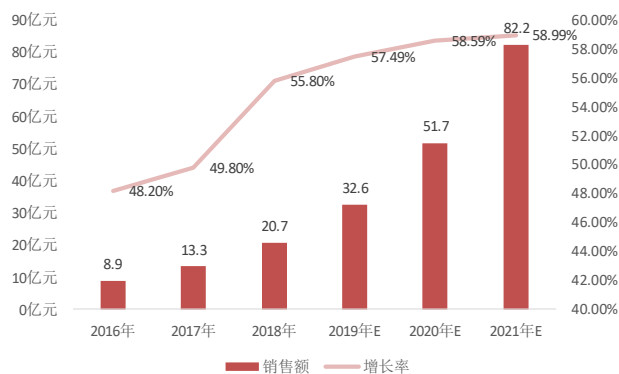
图 32：2019-2021 年中国云端训练芯片产品结构



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

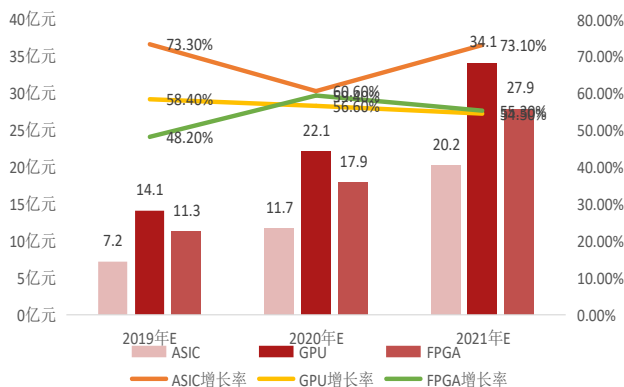
从目前的技术看，FPGA 由于量产成本高，并且设置需要 FPGA 硬件姿势，编程和配置较高；ASIC 由于开发周期较长，开发难度，GPU 在云端推理阶段仍然是较为合适的芯片，但是有 GPU 也存在功耗高，量产成本高等问题，所以 GPU 在云端推理阶段的市场份额并没有明天优势，约为 41.84%，年复合增长率为 56.5%。

图 33：2019-2021 年中国云端推断芯片市场规模



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

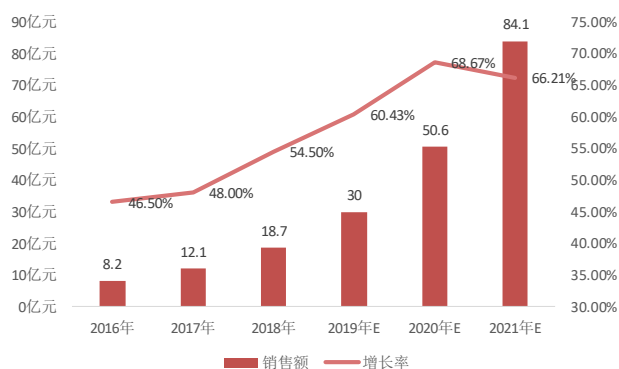
图 34：2019-2021 年中国云端推断芯片产品结构



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

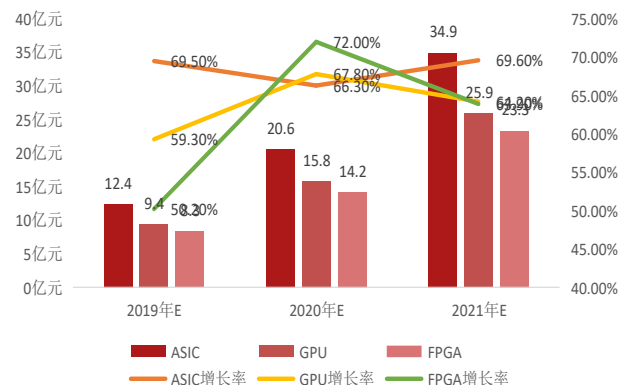
随着人工智能应用的推进，人工智能生态不断完善，在终端设备上将会出现越来越多的越来越多的 AI 应用，对推断计算的需求会越来越多，终端推断芯片的需求也会随之增加。未来，随着终端细分场景的落地，终端推断芯片将呈现出专业化发展趋势，同时由于终端对于性能、功耗、成本都更为敏感，这也使得相比 GPU、FPGA 更为专用、能效更高、成本更低的 ASIC 芯片将呈现快速增长势头。但是 GPU 目前依然是主流终端设备中的必须器件，所以市场份额不会下降太多。

图 35：2019-2021 年中国终端推断芯片市场规模



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

图 36：2019-2021 年中国终端推断芯片产品结构



资料来源：赛迪顾问，东莞证券研究所

## 4、捕捉 GPU 应用的三大方向之三：自动驾驶

### 4.1 自动驾驶市场空间广阔

当前，汽车正由人工操控的机械产品逐步向电子信息系统控制的智能产品转变。智能汽车是指通过搭载先进传感器等装置，运用人工智能等新技术，具有自动驾驶功能，逐步成为智能移动空间和应用终端的新一代汽车。当前，自动驾驶技术已经成为整个汽车产业的最新发展方向。应用自动驾驶技术可以全面提升汽车驾驶的各方面性能，满足更高层次的市场需求。5G 的加速推进使自动驾驶的落地可能性在不断增大，同时近两年随着感知技术、算法、芯片、决策控制、系统融合等关键技术的快速发展。

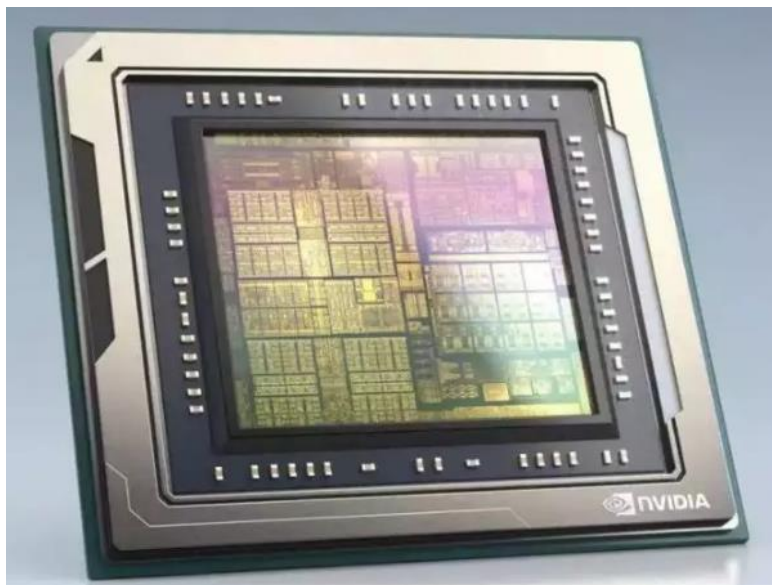
据全球市场调研机构 IHS Market 预测，2025 年全球自动驾驶汽车销量将达到 60 万辆，

2035 年将达到 2100 万辆。预计 2020 年 L1/2 渗透率有望达到 40%，2025 年 L3、L4/5 渗透率分别有望达到 15%、5%。伴随 5G 推动 L4/5 自动驾驶逐步落地，2030 年中国自动驾驶出行服务收入规模有望突破万亿。根据《智能汽车创新发展战略》，到 2025 年，中国实现有条件自动驾驶的智能汽车达到规模化生产，实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。

## 4.2 国外龙头企业积极布局

**NVIDIA:** 2019 年 12 月, NVIDIA 发布了软件定义的自动驾驶汽车平台——DRIVE AGX Orin, 其中内置了 NVIDIA 自研的全新的自动驾驶芯片 Orin, 这是一款系统级芯片, 晶体管数量高达 170 亿个, 集成 NVIDIA 新一代 GPU 内核和 Arm Hercules CPU 内核以及全新深度学习和计算机视觉加速器, 性能高达 200 TOPS, 大约是上一代 Xavier 的 7 倍。Orin 可处理在自动驾驶汽车和机器人中同时运行的大量应用和深度神经网络, 并且达到了 ISO 26262 ASIL-D 等系统安全标准, 能够支持从 L2 级到 L5 级完全自动驾驶汽车开发的兼容架构平台, 助力 OEM 开发大型复杂的软件产品系列。

图 37: 自动驾驶芯片 Orin



资料来源: 芯智讯, 东莞证券研究所

此外, NVIDIA 与滴滴进行合作。为帮助滴滴实现自动驾驶, NVIDIA DRIVE 借助多个深度神经网络融合来自各类传感器(摄像头、激光雷达、雷达等)的数据, 为滴滴 L4 级自动驾驶汽车提供推理能力, 从而实现对汽车周围环境 360 度全方位的理解, 并规划出安全的行驶路径。为了训练这些深度神经网络, 滴滴将采用 NVIDIA GPU 数据中心服务器。

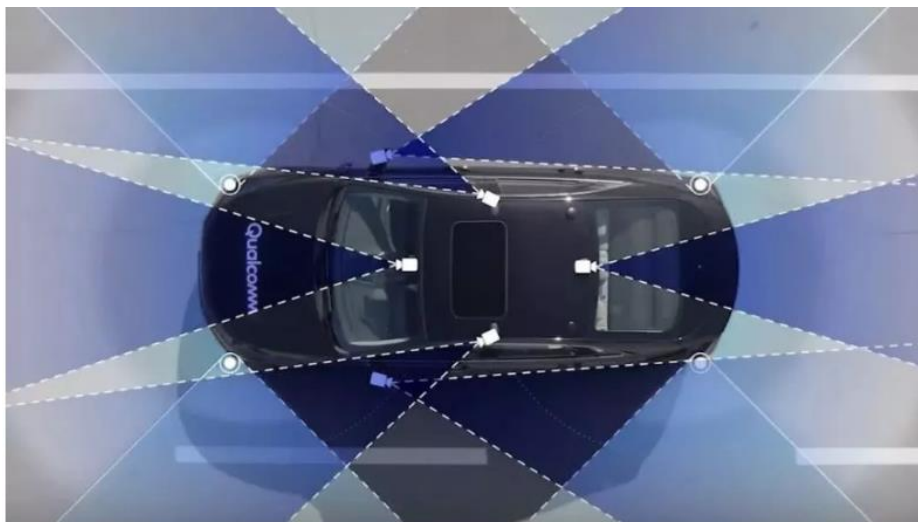
图 38：NVIDIA 与滴滴合作的自能驾驶



资料来源：芯智讯，东莞证券研究所

**高通：**高通已经获得了超过 70 亿美元的汽车订单，2019 年全年 242 亿美元的营收中，有 6 亿美元来自汽车相关业务，且该金额预计到 2024 年将上升至 15 亿美元。在 2020 CES 前夕，高通发布自动驾驶平台 Snapdragon Ride，包括安全芯片、安全加速器和自动驾驶软件栈，支持 L1 到 L5 级别的自动驾驶，这也是其首次推出系统化的自动驾驶芯片产品。高通有望在 2020 年上半年向客户运送芯片和系统，并预计装备有这些技术和芯片的汽车将于 2023 年开始生产。

图 39：Snapdragon Ride 平台



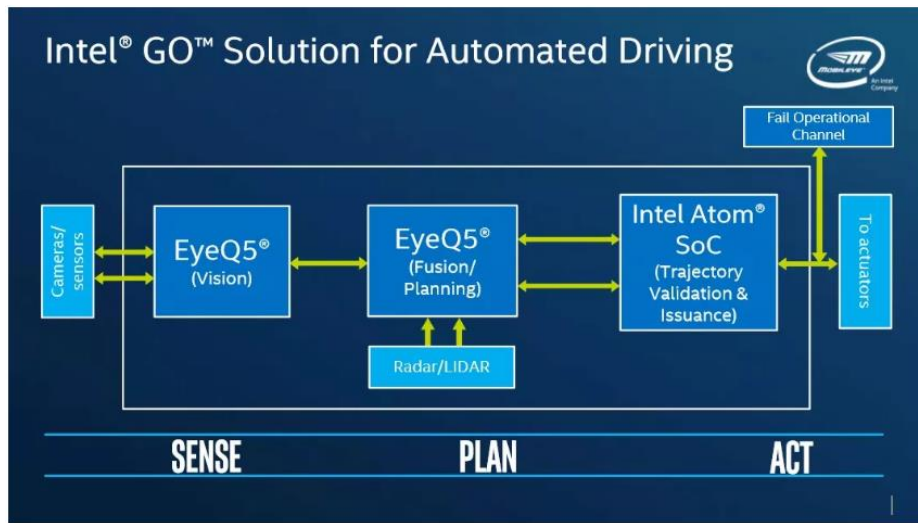
资料来源：腾讯网，东莞证券研究所

**英特尔：**2017 年，英特尔以 153 亿美元收购 Mobileye。Mobileye 主要从事 ADAS 系统和自动驾驶视觉技术开发，同时还拥有针对自动驾驶领域自主研发的 EyeQ 系列视觉处理芯片。目前，Mobileye 已与全球 25 家主机厂商和 13 家汽车制造厂商达成合作，全球搭



载 Mobileye ADAS 安全方案的车辆已经超过 2700 万辆。目前，Mobileye 旗下的几款产品已经占到 ADAS 领域 90% 市场份额。在收购 Mobileye 之前，英特尔先后收购了 FPGA 芯片巨头 Altera、视觉算法公司 Movidius，以此形成了自动驾驶端到端的完整解决方案。

图 40：英特尔自动驾驶方案



资料来源： EETIMES ASIA，东莞证券研究所

### 4.3 自动驾驶目前以 GPU 为主

过去汽车电子芯片以与传感器一一对应的电子控制单元（ECU）为主，主要分布与发动机等核心部件上。随着汽车智能化的发展，汽车传感器越来越多，传统的分布式架构逐渐落后，由中心化架构 DCU、MDC 逐步替代。

自动驾驶的实现，需要依赖感知传感器对道路环境的信息进行采集，包括超声波、摄像头、毫米波雷达、激光雷达等，采集的好的数据需要传送到汽车中央处理器进行处理，用来识别障碍物、可行道路等，最后依据识别的结果，规划路径、制定速度，自动驱使汽车行驶。整个过程需要在瞬时完成，延时必须要控制在毫秒甚至微秒级别，才能保证自动驾驶的行驶安全。因此，对中央处理器的算力要求非常高。

以用于感知道路环境的摄像头为例。一般而言，自动驾驶车身需要配置 12 个摄像头。为了识别障碍物，处理器需要对多路摄像头实时拍摄的数据进行解析。因此，单颗 1080P 的高清摄像头每秒可以产生超过 1G 的数据。12 个摄像头每秒产生 12G 数据量。

瞬时海量的数据处理对计算能力要求非常高，GPU 有着较强的优势。相比 GPU 在传统的车载仪表盘渲染能力要求，ADAS 更强调 GPU 的并行计算能力，已实现对图像进行分析和处理。ADAS 和全自动驾驶平台将使用 GPU 来分析传感器数据，以此迅速做出反应。这些数据不仅来自传感器，还来自摄像头。图像处理本身需要的是能对计算密集度较高得并行计算做出反应，在并行计算方面，GPU 有着较强的优势。

目前，自动驾驶的主流方案是 GPU + CPU。这是由于 FPGA 的技术门槛较高，处于创业类自动驾驶公司而言在短期内掌握足够熟练的 FPGA 编程技术并实现硬件可靠性设计的

难度太大，因此使用通用型 CPU+GPU 来做自动驾驶计算平台或域控制器的开发成为当前的主流。

## 5、投资建议

GPU 市场已经进入寡头竞争时代，PC 端方面主要以 Intel, NVIDIA, AMD 为主。Intel 借助其 CPU 在 PC 及服务器的绝对优势，在 GPU 市场方面也占据优势地位；NVIDIA 与 AMD 则凭借领先的技术，在独立 GPU 领域占据优势。我们通过分析 GPU 的特性，以及 NVIDIA 与 AMD 的发展历程，得出两点结论：第一，外延并购加强研发才能提升市场竞争力；第二，独立显卡由于其优秀的性能将会是未来的主要发展方向。从目前的技术，我们认为 GPU 的三大应用方向分别是：游戏、深度学习、自动驾驶。目前三大应用方向都处于初步阶段，并向导入期过渡。预计未来 GPU 在三大应用方向的需求将会增加，相关公司在该领域产能放量。建议关注景嘉微、航锦科技、通富微电、长电科技等相关公司。

## 6、风险提示

- 1、疫情蔓延导致技术下游需求受到抑制
- 2、公司产能受到不可抗力因素阻扰，导致下降
- 3、终端需求下降
- 4、技术研发不及预期等

**东莞证券研究报告评级体系：**

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10%之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

**分析师承诺：**

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

**声明：**

东莞证券为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

**东莞证券研究所**

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22119430

传真：（0769）22119430

网址：www.dgzq.com.cn