

百度集团-SW (09888.HK)

十年一刻终量产，智能驾驶闪耀时

百度：见证时代的转折。百度的第一个十年，拉开了中国互联网赛道的大幕。百度的第二个十年，见证了国内 AI 技术的演进。如今，随着硬件的成熟、算法的迭代、数据的积累，百度在 2021 年迎来辅助驾驶方案全面量产。百度带着量产的 ADAS 方案和领先的 robotaxi 技术走进第三个十年。

移动生态：生态孤岛崛起，信息中枢迁移。2020 年百度 1071 亿总收入中约七成来自广告。搜索、信息流、视频等移动生态是百度的核心变现业务。

随着移动互联网赛道的发展，除了百度以外，微信、抖音、快手等巨头在内容生态不断充实的同时，其更多推荐、搜索、商家销售服务等在生态内部完成。一个个生态孤岛的形成立让原有的互联网信息中枢发生了迁移，品牌投放预算也在转移。百度正通过对垂直内容生态、商业化产品的加强，来吸引更多广告投放。

AI：百度的布局有几何。AI 新业务是百度再次加速的重要引擎，其中包括 1) 百度智能云，2) DuerOS 操作系统，3) Apollo 智能驾驶业务。

2020 年，百度云等收入约 92 亿元、同比增长 44%，DuerOS 等加总收入约 32 亿。IDC 等数据显示，2020 年百度在 AI 云赛道优势领先，小度智能屏出货量全球第一，智能音箱全品类出货量中国第一。

智能驾驶：百度迎来辅助驾驶量产元年。当前，智能驾驶几个重要争论正变得逐渐清晰：1) 路线上，渐进式量产路线成为技术和商业化的多数选择。2) 模式上，头部车企选择类似 iOS 自研，但大量车企选择和百度等供应商合作的 Android 模式。3) 传感器上，激光雷达量产降价后将成为标配。4) 技术上，芯片硬件具有较高壁垒，长期算法优势则由数据决定。5) 变现上，L4 级 robotaxi 距离变现尚远，但 L2/L3 级 ADAS 迎来量产大时代。

百度兼具 robotaxi 和 ADAS 业务。百度将 Apollo Lite 降维商用至 AVP、ANP 等辅助驾驶产品，未来三年有望完成百万套量产。同时，ADAS 竞争也随着华为等的介入开始加剧。百度具有算法和数据上的先行优势，硬件层面则还需加强。未来要扩大量产“朋友圈”，硬件的加强、数据的增厚都是获取车企青睐的重要途径。

投资建议：预计百度 2021-2023 年收入为 1270/1436/1656 亿元，同比增长 19%/13%/15%，调整后净利润 213/243/304 亿元。

我们认为百度当前仍存在显著低估：基于谨慎假设，百度核心广告 10x 2021e P/E、百度云和 DuerOS 业务 5x 2021e P/S、核心参股公司按当前市值或估值，得出 1) 核心广告约 460 亿美金、2) 云和 DuerOS 约 150 亿美金、3) 核心股权投资约 150-200 亿美金。自动驾驶产品落地后，ADAS 按 20x2023e P/S 给予约 100 亿美金，robotaxi 按国内竞品对标给予 70 亿美金，则 4) 百度 Apollo 约 170 亿美金估值。基于此，我们给予百度整体约 930 亿美金估值。因此，我们给予百度 261 港元目标价、对应美股 269 美元目标价，首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：广告投放需求不及预期、自动驾驶业务商业化慢于预期。

财务指标	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万元）	107,413	107,074	126,983	143,639	165,567
增长率 yoy (%)	5.0	-0.3	18.6	13.1	15.3
Non-GAAP 归母净利润（百万元）	18,182	22,020	21,324	24,335	30,432
增长率 yoy (%)	-24.2	21.1	-3.2	14.1	25.1
Non-GAAP EPS (元/股)	6.5	8.0	7.7	8.8	11.0
净资产收益率 (%)	11.1	12.1	8.7	9.4	10.9
P/E (倍)	23.1	18.8	19.6	17.1	13.7
P/B (倍)	3.3	3.1	2.4	2.3	2.0

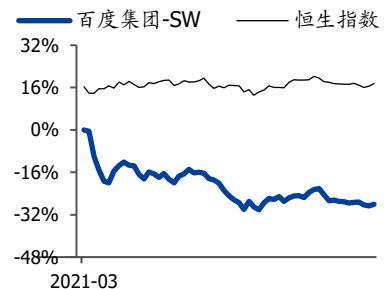
资料来源：公司公告，国盛证券研究所 注：股价为 2021 年 6 月 18 日收盘价

买入（首次）

股票信息

行业	软件及互联网服务
6 月 18 日收盘价(港元)	181.40
总市值(百万港元)	513,151.82
总股本(百万股)	2,828.84
其中自由流通股(%)	100.00
30 日日均成交量(百万股)	2.98

股价走势



作者

分析师 夏君

执业证书编号：S0680519100004

邮箱：xiajun@gszq.com

分析师 夏天

执业证书编号：S0680518010001

邮箱：xiatian@gszq.com

研究助理 刘澜

邮箱：liulan@gszq.com

相关研究

- 1、《快手：放任生长之后，快手开始体系再造》2021-02-05
- 2、《微信视频号，敢为天下后》2021-01-18
- 3、《京东集团：破局再造，让去中心化流量星火燎原》2020-07-19
- 4、《微信商业，当打之年》2020-07-08
- 5、《微盟集团：时势造微盟》2020-05-08
- 6、《中国有赞：私域电商快速崛起，工具变现也有春天》2020-03-14
- 7、《哔哩哔哩：成功破圈只是开始，商业化决定高度》2020-01-15
- 8、《微博的“钱”景：广告的红海、电商的绿洲》2019-12-31
- 9、《阿里巴巴（BABA.N）：阿里的变量：决战五环外，博弈直播间》2019-08-30

财务报表和主要财务比率
资产负债表 (百万元)

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
流动资产	165562	183342	265706	273227	307933
现金及现金等价物	33443	35782	113170	119663	147492
短期投资净额	112924	126402	126402	126402	126402
应收账款	7416	8668	10407	11170	13701
应收关联方款项	1594	726	2025	1087	2501
其他流动资产	10185	11764	13702	14905	17838
非流动资产	135754	149366	147899	148263	148935
固定资产	18311	17508	17002	17073	17547
外购版权及自制内容	10642	12991	12376	12822	13039
无形资产	1600	2022	1676	1523	1503
长期投资	69410	76233	76233	76233	76233
其他非流动资产	35791	40612	40612	40612	40612
资产总计	301316	332708	413605	421490	456868
流动负债	57380	68385	88295	84265	101838
短期借款	2618	3016	3316	3616	3916
应付账款	32701	36716	50139	47690	59434
客户预付款	11062	12626	17013	16371	20185
其他流动负债	10999	16027	17827	16589	18303
非流动负债	71121	72480	72480	72480	72480
长期借款	7804	0	0	0	0
其他非流动负债	63317	72480	72480	72480	72480
负债合计	128501	140865	160775	156745	174318
资本公积	38714	47213	75238	75238	75238
未分配利润	126268	135284	170607	184560	203484
累计其他综合损益	-1383	199	199	199	199
归属母公司股东权益	163599	182696	246044	259997	278921
少数股东权益	8107	6045	3685	1646	527
可赎回非控股权益	1109	3102	3102	3102	3102
可赎回及权益总额	172815	191843	252831	264745	282550
负债和权益总额	301316	332708	413605	421490	456868

现金流量表 (百万元)

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
经营活动现金流	28458	24200	54994	12724	34660
净利润	-2288	19026	32963	11914	17805
固定资产折旧	5615	5772	6090	6013	6109
无形资产摊销	661	544	693	600	567
内容及版权摊销	15862	16398	18071	17211	17638
营运资金变动	-3054	-658	14634	-5358	10396
其他经营现金流	11662	-16882	-17456	-17656	-17856
投资活动现金流	-19974	-27552	-5931	-6531	-7131
资本开支	-19121	-5331	-5931	-6531	-7131
其他投资现金流	-853	-22221	0	0	0
筹资活动现金流	-3873	5665	28325	300	300
短期借款	-428	398	300	300	300
普通股增加	0	0	28025	0	0
其他筹资现金流	-3445	5267	0	0	0
现金净增加额	4612	2101	77388	6493	27829

利润表 (百万元)

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入	107413	107074	126983	143639	165567
营业成本	-62850	-55158	-69014	-77734	-85120
毛利润	44563	51916	57969	65905	80448
销售及管理费用	-19910	-18063	-20811	-22905	-25627
研发费用	-18346	-19513	-22391	-25231	-29410
营业利润	6307	14340	14767	17769	25411
其他收益 (亏损)	-6647	8750	23111	-888	-888
利润总额	-340	23090	37878	16881	24523
所得税	1948	4064	4915	4967	6718
净利润	-2288	19026	32963	11914	17805
少数股东损益	-4345	-3446	-2360	-2038	-1119
归属母公司净利润	2057	22472	35323	13953	18924
Non-GAAP 归母净利	18182	22020	21324	24335	30432

主要财务比率

会计年度	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
成长能力					
营业收入 (%)	5.0	-0.3	18.6	13.1	15.3
营业利润 (%)	-59.4	127.4	3.0	20.3	43.0
Non-GAAP 归母净利 (%)	-24.2	21.1	-3.2	14.1	25.1
获利能力					
毛利率 (%)	41.5	48.5	45.7	45.9	48.6
净利率 (%)	16.9	20.6	16.8	16.9	18.4
ROE (%)	11.1	12.1	8.7	9.4	10.9
ROIC (%)	25.5	6.4	5.2	4.8	6.5
偿债能力					
资产负债率 (%)	42.6	42.3	38.9	37.2	38.2
净负债比率 (%)	-18.8	-17.9	-44.6	-44.6	-51.5
流动比率	2.9	2.7	3.0	3.2	3.0
速动比率	2.9	2.7	3.0	3.2	3.0
营运能力					
总资产周转率	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
应收账款周转率	16.0	13.3	13.3	13.3	13.3
应付账款周转率	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
每股指标 (元)					
每股收益 (最新摊薄)	6.5	8.0	7.7	8.8	11.0
每股经营现金流 (最新摊薄)	10.1	8.7	20.0	4.6	12.5
每股净资产 (最新摊薄)	45.2	49.1	61.4	66.5	73.3
估值比率					
P/E	23.1	18.8	19.6	17.1	13.7
P/B	3.3	3.1	2.4	2.3	2.0
EV/EBITDA	13.8	10.5	7.8	7.2	5.4

资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所 注: 股价为 2021 年 6 月 18 日收盘价

内容目录

1. 百度，推动时代的转折	6
2. 初困：信息中枢的迁移，背后是生态孤岛的崛起	7
3. 突围：做 AI 的基础设施	10
3.1 百度云：抢占 AI 云服务赛道	11
3.2 小度科技：物联网的种子，何时长大	13
3.3 百度 Apollo：自动驾驶，很远很远	15
3.3.1 自动驾驶：从 Apollo Go 的野望，到 Apollo Lite 的现实	16
3.3.2 车联网：从小度车载 OS 到 Carlife+，变现更为成熟	18
3.3.3 智能交通：ACE 交通引擎	19
4. 再战：迎来智能驾驶大时代	21
4.1 百度：十年一刻终量产，智能驾驶闪耀时	21
4.2 智能驾驶赛道，现在在吵什么	22
4.2.1 落地路线：跨越式的 Waymo、还是渐进式的 tesla？	22
4.2.2 平台模式：车企 iOS 自研、还是 Android 开放生态？	23
4.2.3 传感器：纯视觉，还是激光雷达？	25
4.2.4 技术：算力、算法、数据，哪个是核心壁垒？	27
4.2.5 变现：智能驾驶商业化，或远或近？	30
4.3 L4 级自动驾驶玩家：星辰大海，由技术和数据共同铺就	32
4.3.1 滴滴：跨越式 L4 路线，数据型选手	33
4.3.2 AutoX、Pony AI：独角兽中的佼佼者	34
4.4 ADAS 辅助驾驶玩家：理想的道路，现实中要慢慢走	35
4.4.1 华为：最强硬件玩家，弯道超车	37
4.4.2 地平线：算力竞赛开启，芯片佼佼者进入前台	38
4.5 百度 Apollo 的变量	39
4.5.1 Robotaxi：技术领先，规模化变现尚且遥远	39
4.5.2 ADAS：竞争加强，做大朋友圈尤为重要	41
5. 盈利预测及估值	43
风险提示	45

图表目录

图表 1: 百度核心业务: 移动生态、智能云、智能驾驶等.....	6
图表 2: 百度移动生态: 头部 APP 一览.....	7
图表 3: 网络广告是百度核心变现方式.....	7
图表 4: 国内互联网企业广告收入变迁.....	7
图表 5: 百度: 商业化体系一览.....	8
图表 6: 变现端: 与同类产品相比, 百度商业化效率足够高.....	8
图表 7: 流量端: 字节系和快手的用户时长增长显著.....	8
图表 8: 创作者端: 微信、抖音、快手等建立了充实的内容生态.....	9
图表 9: 用户端: 微信、抖音、快手的搜索 MAU 也快速赶上.....	9
图表 10: 百度人工智能核心战场.....	10
图表 11: "百度大脑"核心技术.....	10
图表 12: 百度 AI 新业务收入结构及增速: 亿元.....	11
图表 13: 百度 AIG 业务架构.....	11
图表 14: 2020H1 中国市场公有云 (IaaS+PaaS) 市场份额.....	12
图表 15: 2021H1 百度智能云为 AI 公有云服务市占率第一.....	12
图表 16: 2019 年百度云在 AI 公有云市场服务产品数量行业领先.....	12
图表 17: 百度 SLG 业务架构.....	13
图表 18: DuerOS 在人工智能三大要素和四项功能上拥有技术优势.....	14
图表 19: 小度智能家居控制中心: 手机应用+多类智能终端.....	14
图表 20: "小度"生态链可接入第三方品牌.....	14
图表 21: 百度智能驾驶业务进程.....	15
图表 22: 百度智能驾驶事业群组产品体系.....	16
图表 23: 百度 L4 级自动驾驶运营模式.....	16
图表 24: 百度纯视觉自动驾驶技术 Apollo Lite.....	17
图表 25: 百度基于 Apollo Lite 的降维商用产品: AVP、ANP.....	18
图表 26: 百度车联网事业部产品体系.....	18
图表 27: Carlife+操作界面及相关功能.....	19
图表 28: 部分 Carlife+合作品牌.....	19
图表 29: 度小镜产品正反面.....	19
图表 30: 度小镜部分功能示意.....	19
图表 31: 百度 ACE vs. 传统智能交通的区别.....	19
图表 32: 车路协同: 百度自研路侧计算单元.....	20
图表 33: 智能信控: 信号控制平台示意图.....	20
图表 34: 2021 年, 智能驾驶进入大规模量产元年.....	21
图表 35: 跨越式自动驾驶路径代表: 谷歌 Waymo.....	22
图表 36: 渐进式自动驾驶路径代表: 特斯拉.....	22
图表 37: SAE 自动驾驶级别标准: 辅助驾驶 vs. 自动驾驶界定.....	23
图表 38: 各国车企自动驾驶量产方案: 自研 vs. 合作.....	24
图表 39: 激光雷达传感器方案: 谷歌 Waymo.....	25
图表 40: 无激光雷达的纯视觉传感器方案: 特斯拉.....	25
图表 41: 激光雷达传感示意图.....	26
图表 42: 以览沃科技为例, 业内激光雷达成本已至 1000 美元量级.....	26
图表 43: 华为自研激光雷达, 预计成本可低至 200 美元.....	26
图表 44: 智能驾驶公司传感器方案举例.....	27

图表 45: 自动驾驶核心技术体系: 感知、决策、执行.....	27
图表 46: 智能驾驶方案公司计算平台性能对比.....	28
图表 47: 百度 Apollo Lite 视觉神经网络.....	29
图表 48: 各方案提供商: 数据收集.....	30
图表 49: 各 ADAS 系统及车企: 收费模式.....	31
图表 50: 市场规模测算: 国内 ADAS 方案.....	32
图表 51: L4 级自动驾驶方案: 各平台参数对比.....	32
图表 52: 滴滴智能驾驶业务进程.....	33
图表 53: 滴滴“双子星”硬件平台的奢华配置: 传感器数量高达 50 个.....	34
图表 54: 滴滴“桔视”设备: 一年采集千亿公里数据.....	34
图表 55: AutoX 和 Pony AI: 位列 2020 年加州路测 MPI 前五名.....	34
图表 56: AutoX 和 Pony AI: 位列 2020 年加州路测总里程前五名.....	34
图表 57: L2/L3 级辅助驾驶方案: 各平台参数对比.....	36
图表 58: 华为智能驾驶业务进程.....	37
图表 59: 华为智能汽车解决方案 BU: 架构.....	37
图表 60: 地平线大事记.....	38
图表 61: 地平线量产情况.....	38
图表 62: robotaxi 产品: 百度 Apollo 无人驾驶测试车.....	39
图表 63: ADAS 产品: 威马 W6 搭载了百度辅助驾驶泊车 AVP.....	39
图表 64: 技术层: NR 报告显示百度自动驾驶进入 leader 阵营.....	40
图表 65: 数据层: 百度 L4 级自动驾驶在路测覆盖面上做到国内领先.....	40
图表 66: 各 L4 级别车企: 试运营及商业化情况.....	41
图表 67: 华为 MDC 810 计算平台.....	41
图表 68: 华为自研中长距激光雷达.....	41
图表 69: Apollo Lite: 环视感知方案示意.....	42
图表 70: Apollo Lite: 成像效果.....	42
图表 71: 百度“集度”第一款车或于 2022 年北京车展亮相.....	42
图表 72: 百度财务预测.....	43

1. 百度，推动时代的转折

百度成立于 2000 年 1 月，至今已经走过了二十年历程。二十年以来，不论是在互联网时代、还是在自动驾驶时代，百度都是推动时代转折的重要力量：

- 1) 2010 年以前，搜索引擎是互联网核心的信息中枢，百度作为搜索之王曾经屹立 PC 互联网之巅。
- 2) 2010 年以后流量平台崛起，微信、抖音、快手等巨头在内容生态不断充实的同时，其更多推荐、搜索、商家销售服务等在生态内部完成。百度面对移动生态的孤岛化，开始探索人工智能、自动驾驶等领域的前沿产品。
- 3) 2021 年，百度的智能驾驶业务经过数年探索终于迎来规模化量产元年：百度 AVP 和 ANP 等辅助驾驶产品开始规模化落地量产，未来三年有望完成前装量产 100 万台。

百度辅助驾驶产品的量产，让百度 Apollo 的变现可见度和预期规模大幅提升，为百度智能驾驶打开广阔的业务和估值前景。如今的百度，在经历了时代的更迭之后，带着成熟的 AI 产品、量产的辅助驾驶方案、领先的 robotaxi 进展，用技术搏一个光明的未来。

图表 1：百度核心业务：移动生态、智能云、智能驾驶等



資料來源：公司公告，國盛證券研究所

2. 初困：信息中枢的迁移，背后是生态孤岛的崛起

图表 2：百度移动生态：头部 APP 一览

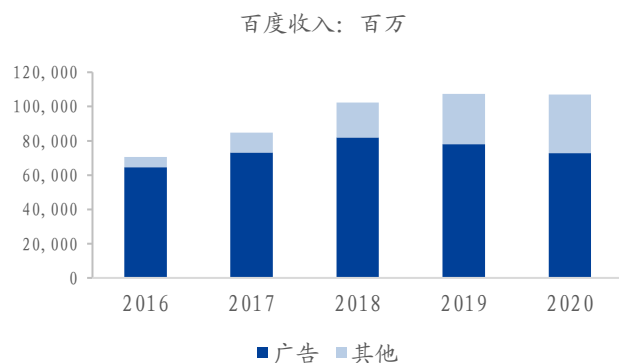


资料来源：Questmobile，国盛证券研究所

流量变现是百度此前核心的商业模式。搜索是百度的代表性产品形态，也是一个天然转化率高的广告载体。在 PC 时代，搜索是核心的信息获取渠道。作为在国内搜索赛道一度占到绝对优势地位的百度，成为企业广告投放的重要阵地。

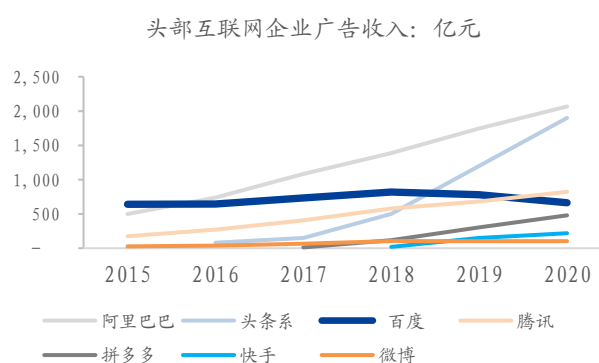
移动互联网时代，淘系、拼多多、微信、抖音、快手等巨头的更多推荐、搜索、商家销售服务等在生态内部完成。越来越多的企业把线上投放预算转移到了淘系、拼多多等电商平台和抖音、快手等短视频平台。

图表 3：网络广告是百度核心变现方式



资料来源：公司公告，国盛证券研究所

图表 4：国内互联网企业广告收入变迁



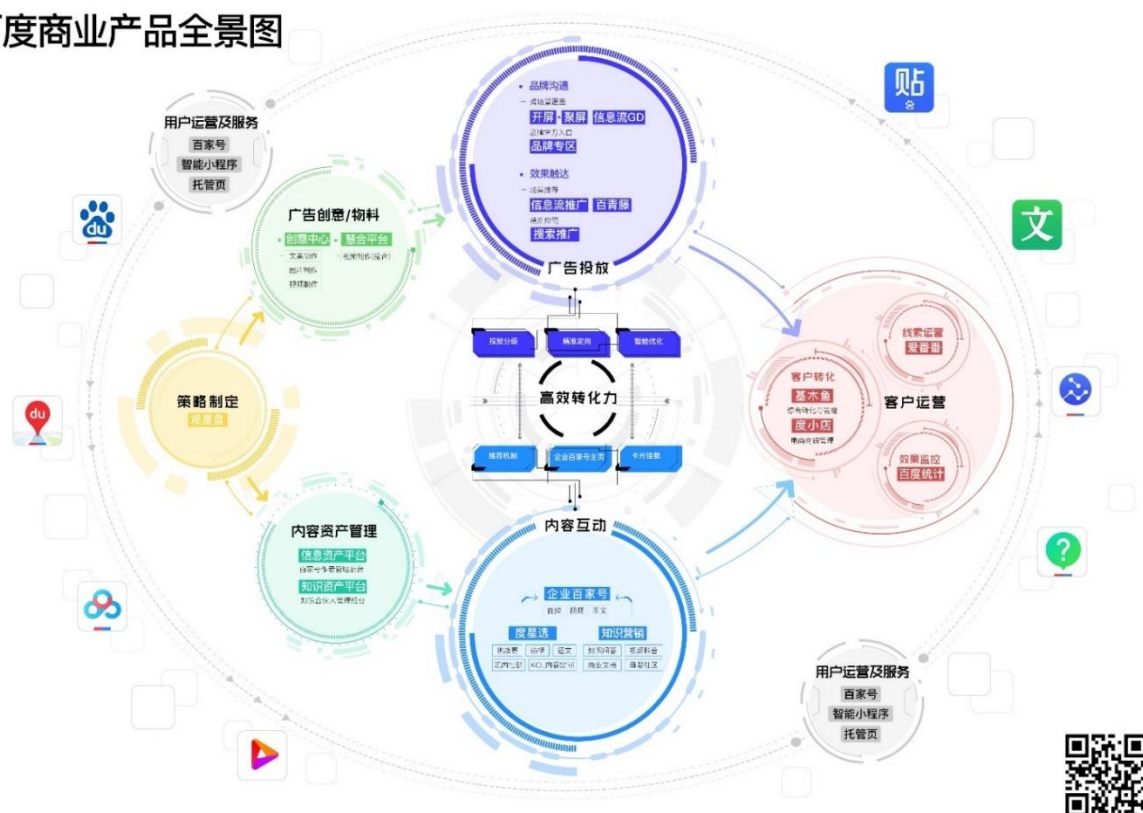
资料来源：公司公告，36 氪、亿邦动力等，国盛证券研究所

变现端，百度有着足够充实的商业化产品体系。但是，在流量端，百度还没有能够把更多用户的浏览时长和转化行为留在其移动生态中。

变现端，百度通过观星盘帮助企业客户实现 DMP 功能进行全域数据洞察、通过爱番番帮助企业进行 CRM 线索运营、通过基本鱼作为托管页为企业进行营销落地转化。

图表 5：百度：商业化体系一览

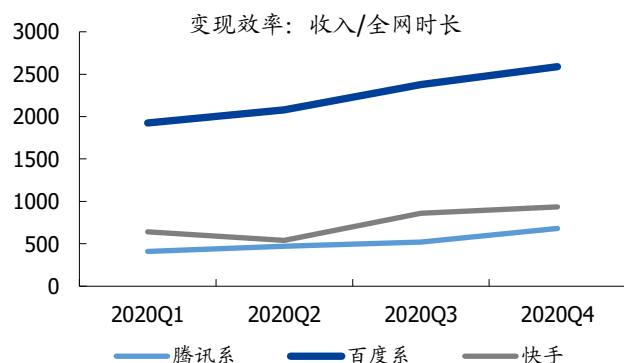
百度商业产品全景图



资料来源：公司官网，国盛证券研究所

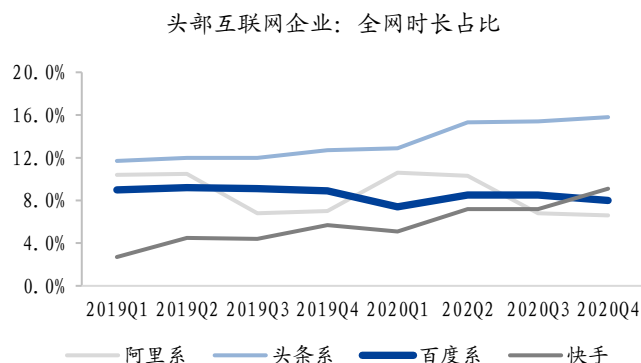
我们用腾讯、快手、百度的季度收入除以其全网时长贡献，得出商业化效率的指标。可见，在同样的流量基准上，百度的变现力度已经远远超过其他两个竞品。然而，在流量端，百度正面临着更多新流量平台的竞争和用户习惯的变化。

图表 6：变现端：与同类产品相比，百度商业化效率足够高



资料来源：公司公告，Questmobile，国盛证券研究所

图表 7：流量端：字节系和快手的用户时长增长显著

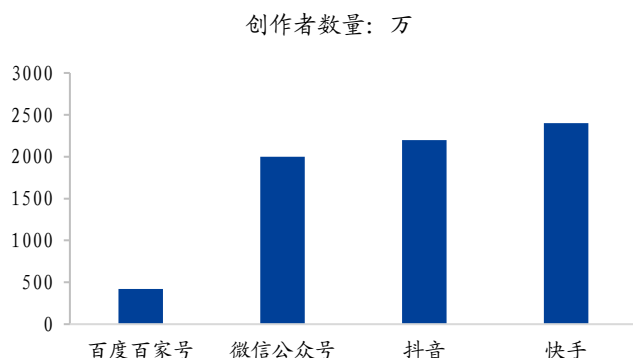


资料来源：Questmobile，国盛证券研究所

百度的流量失落伴随着几个过程:

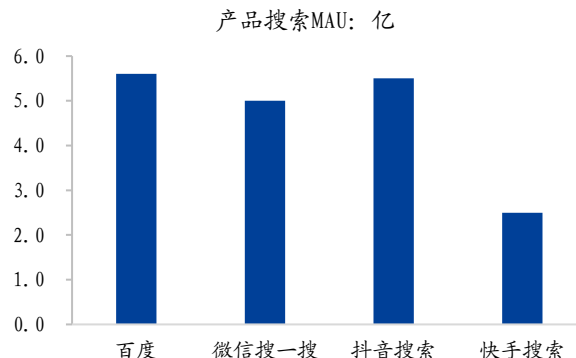
- 1) 内容端: 在自媒体时代、O2O 大战、短视频大战中, 更多平台建立了相对的产品流量优势。
- 2) 用户端: 当大型互联网平台建立了自己的内容生态以后, 平台倾向于将用户的留存和转化均留在生态内部、形成一个个生态孤岛。无论推荐还是搜索, 用户行为都在生态内部完成, 百度搜索不再是全网信息传播的中枢。

图表 8: 创作者端: 微信、抖音、快手等建立了充实的内容生态



资料来源: 各公司公告、36 氪、亿邦动力等, 国盛证券研究所。注: 微信公众号数量为账号数, 抖音和快手为创收的创作者数量

图表 9: 用户端: 微信、抖音、快手的搜索 MAU 也快速赶上



资料来源: 各公司公告、36 氪、亿邦动力等, 国盛证券研究所。
注: 百度为百度 APP 的月活数, 微信、抖音、快手均为搜索功能的月活数

当前, 微信生态已经拥有 2000 万公众号, 抖音和快手生态获得收入的创作者数量也各自达到了 2000 万以上。庞大的内容生态让这些平台有能力通过推荐、搜索等不同方式满足用户的各类信息获取需求。近期, 根据各家公司的披露, 快手搜索的 MAU 已达 2.5 亿, 而微信和抖音的搜索 MAU 各自已超 5 亿。

当前, 百度在移动生态业务上, 一方面通过对信息流、短视频等的投入、拟收购 YY 等方式增加内容构成和流量来源, 另一方面通过小程序、托管页等商业化产品建设加强变现。

3. 突围：做 AI 的基础设施

AI 新业务是百度这艘巨轮再次加速的核心引擎，从公司架构上来看，负责百度 AI 新业务的事业群组共有三个：

- 1) AI 技术平台体系（AIG），以智能云业务为主，包括大数据、云计算、安全等。
- 2) 智能生活事业群组（SLG），主要负责 DuerOS 各类产品技术创新与落地。
- 3) 智能驾驶事业群（IDG），即 Apollo 平台，涵盖智能交通、车联网、自动驾驶三类业务。

图表 10：百度人工智能核心战场

apollo
百度Apollo平台

一个开放、完整、安全的平台，将帮助汽车行业及自动驾驶领域的合作伙伴结合车辆和硬件系统，搭建一套属于自己的自动驾驶系统

DUEROS
对话式人工智能系统

为企业及开发者提供整套对话式人工智能解决方案，包括软硬一体化的智能设备解决方案和技能开发部署方案，赋予万物与人对话的能力

百度智能云
ABC 产业智能引领者

致力于为客户提供全球领先的人工智能、大数据和云计算服务。凭借先进的产品和丰富的解决方案，全面赋能各行业，加速产业智能化

资料来源：公司官网、国盛证券研究所

这三个事业群组共同构建并应用“百度大脑”，包括视觉、语音、自然语言处理、知识图谱、深度学习等核心技术。目前，百度大脑 AI 开放平台对外开放 248 项核心 AI 能力，服务超过 180 万开发者，日均调用量突破 1 万亿次，语音能力引擎日均调用量已经超过 100 亿次，语音、人脸、NLP、OCR 调用量位居中国第一。

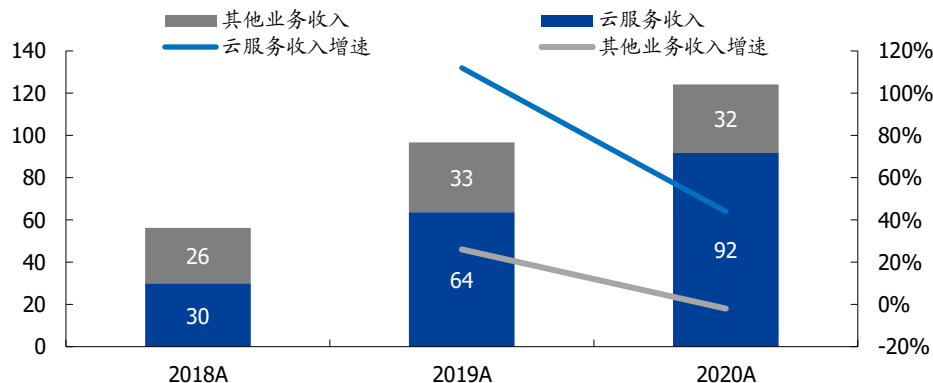
图表 11：“百度大脑”核心技术

百度大脑层级	核心技术	具体信息
基础层	AI 芯片 昆仑及鸿鹄	-昆仑是云到边缘 AI 芯片，支持搜索及智能云解决方案，满足公司深度学习计算需求。 -鸿鹄为 DuerOS 智能设备及车载信息娱乐系统提供动力，亦为公司的 AI 产品提供成本优势。
	飞桨深度学习框架	根据 CIC 报告，飞桨开源后居中国深度学习框架榜首。其能力包括： 1. 基于编程逻辑的深度学习框架，保证开发的灵活性和稳定性； 2. 深度学习模型万亿级参数实时更新的超大规模训练能力； 3. 针对不同平台及设施设计的高性能推理引擎端到端部署； 4. 开源的工业级模型，涵盖广泛的应用领域。
感知层	语音识别及合成	-流式截断多层注意力建模(SMLTA)，使识别中英文混合或普通话方言混合成为可能。 -Meitron 语音合成技术，用户可通过录制 20 句语音，将应用程序语音转换成自己专属语音。
	计算机视觉	视觉语义让机器理解视频，通过识别人、动作、物品及相关时间序列提取结构化语义知识。公司开发了虚拟客户代表，在百度大脑的支持下，与自动客户服务云解决方案相匹配。
认知层	知识图谱	由实体图谱、注意力图谱、事件、POI 及行业知识等各种知识图谱组成，将海量的多元素、多模态数据转化为包含数亿个节点及数千亿个关系的整体语义网络。
	NLP 框架 ERNIE	ERNIE 广泛应用于阅读理解、情感分析、搜索智能问答、视频推荐、点击率预测等领域。在机器翻译方面，百度翻译提供 203 种语言翻译，每天翻译的字符数逾 1,000 亿个。

资料来源：公司公告、国盛证券研究所

当前，百度 AI 的变现核心由智能云业务贡献。2020 年，包含百度智能云和网盘业务的百度云收入约 92 亿元，同比增长 44%。DuerOS 等业务加总收入约 32 亿。未来随商业化进程加速，收入有望快速增长。

图表 12：百度 AI 新业务收入结构及增速：亿元



资料来源：公司公告、国盛证券研究所

3.1 百度云：抢占 AI 云服务赛道

图表 13：百度 AIG 业务架构



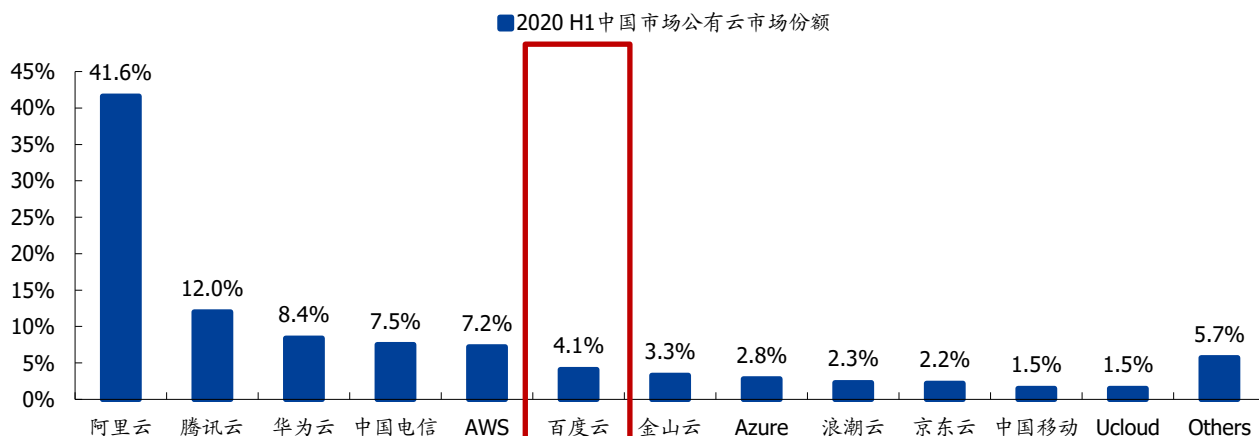
资料来源：百度智能云官网、国盛证券研究所

百度智能云提供一整套的云服务及解决方案，目前有超 50 项云基础服务产品，包括基础的计算、存储、通信、数据库等。在此基础上，依靠 AI 芯片、软件框架及应用程序在内的全栈 AI 技术，公司重点发力 AI 服务产品，目前提供超 100 项服务，热门产品模块包

括人脸与人体识别、OCR 文字识别、语音识别、视频检索分析等。

同时，公司兼顾各类场景下的企业与行业解决方案开发。2020 年百度 CTO 兼人工智能体系负责人王海峰发布内部架构升级邮件，把智慧政务、智慧医疗、智慧金融、智能客服与营销四大业务板块升级为四大事业部，并在工业互联网、视频、物联网、工业质检、物流地图等领域加大投入。截至 2020 年上半年，据 IDC 数据，百度云在 IaaS+PaaS 市场份额为 4.1%，位居行业第六。

图表 14: 2020H1 中国市场公有云 (IaaS+PaaS) 市场份额



资料来源: IDC、国盛证券研究所

其中，百度在 AI 云服务赛道具有领先优势。公司 AI 解决方案利用百度大脑为客户及开发者提供全面的模块化解决方案库，包括开源代码、预先训练模型、端到端开发套件、工具及组件等，同时在关键 AI 技术例如人脸人体技术、图像视频技术、语音及 NLP 技术上具有一定领先优势，落地了丰富的产品及服务。

图表 15: 2021H1 百度智能云为 AI 公有云服务市占率第一



2020H1 中国AI公有云服务市场份额

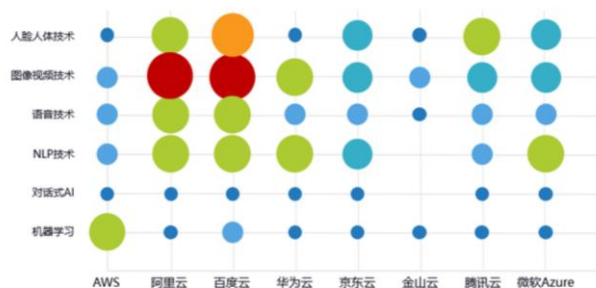


资料来源: IDC、国盛证券研究所

图表 16: 2019 年百度云在 AI 公有云市场服务产品数量行业领先



中国AI公有云服务产品数量统计



资料来源: IDC、国盛证券研究所

凭借多年在人工智能领域的探索，百度在细分赛道 AI 云市场做到行业佼佼者。根据 IDC，百度在 AI 云服务市场领先阿里云、腾讯云及华为云。据 CIC 数据，2019 年中国 AI 公有云服务市场规模达 133 亿元，2015-2019 年复合增速达 82.3%。未来随技术突破和应用场景完善，预计 AI 云赛道将保持高速增长。百度智能云作为赛道龙头，或将获得更大发展空间。

3.2 小度科技：物联网的种子，何时长大

百度人工智能操作系统小度 DuerOS 包括核心技术及两大开放平台，提供硬件、平台服务及解决方案等一系列产品，已形成完整生态系统：

- 1) 核心层，即小度对话核心系统：包括了从语音识别到语音播报再到屏幕显示的一个完整交互流程，以及背后支撑交互的自然语言理解、对话状态控制、自然语言生成、搜索等等核心技术。
- 2) 应用层，即小度智能设备开放平台：为第三方厂商提供包括核心接入组件、芯片模组、麦克风阵列等的开发套件。
- 3) 能力层，即小度技能开放平台：提供包括了原生技能和第三方技能在内的技能开放平台，开发者可以通过技能工具，来创建并发布基于 DuerOS 的技能。

除此之外，DuerOS 操作系统还帮助提供了一系列行业解决方案，包括智慧酒店、智慧社区、智慧教育等领域。

图表 17：百度 SLG 业务架构



资料来源：DuerOS 官网、国盛证券研究所

百度通过技术迭代、开放平台赋能，持续扩充其系统生态：

- 1) 自身技术方面，DuerOS 目前语音识别准确率达到 97%，同时拥有回声消除、远端识别等突破性技术。百度基于其巨量数据、多年技术积累以及丰富垂类内容，能够将识别的文字进行充分语义理解，并调用合适的原生技能或第三方技能来满足用户。
- 2) 开放平台方面，目前 DuerOS 已建立技能开放平台及智能家居开放平台，如同开发者基于 Android 应用框架能够开发 App 一样，第三方开发者也可以基于 DuerOS 的技能框架开发技能，同时硬件开发者也能够基于其平台工具，开发搭载对话式人工智能“小度”的智能家居，并接入“小度”生态链。基于百度本身的移动生态优势及超 3 万开发者，DuerOS 技能覆盖了从娱乐到生活，从信息到工具十个大类，拥有超 2000 个优质技能。智能家居“小度”生态链可接入的品牌数量已超过 400 个，已接入 DuerOS 设备的家电数量超过 1.1 亿台。

图表 18: DuerOS 在人工智能三大要素和四项功能上拥有技术优势



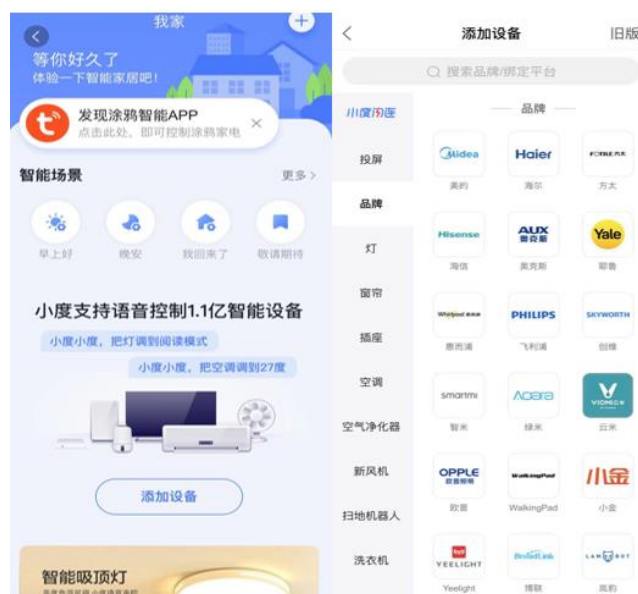
资料来源: DuerOS 官网、国盛证券研究所

图表 19: 小度智能家居控制中心: 手机应用+多类智能终端



资料来源: DuerOS 官网、小度 APP、国盛证券研究所

图表 20: “小度”生态链可接入第三方品牌



资料来源: 小度 APP、国盛证券研究所

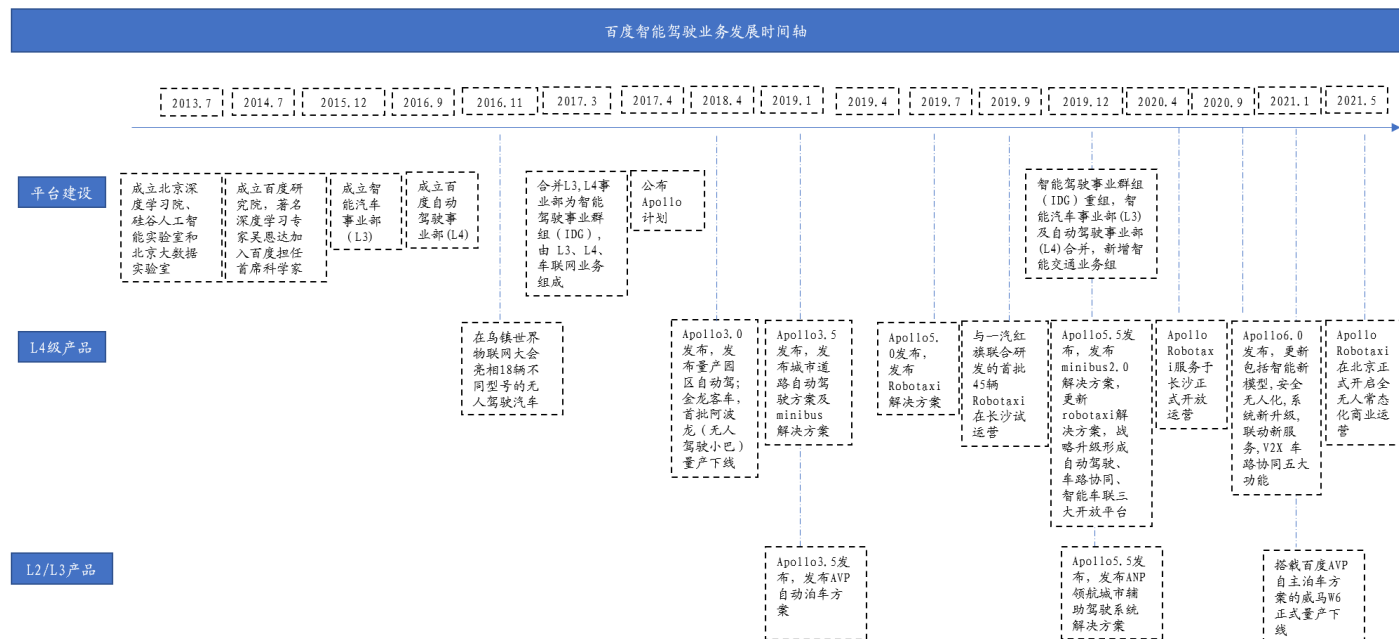
当前, DuerOS 的收入来源主要来自三方面:

- 1) 搭载 DuerOS 的智能音箱、智能屏等小度家族硬件产品的销售收入,
- 2) 销售给第三方厂商的搭载 DuerOS 的云模组收入,
- 3) 针对酒店、社区等行业应用场景的定制化解决方案收入。

2020 年, DuerOS 等业务整体收入约 32 亿。其中, IDC、Canalys 和 Strategy Analytics 三个机构数据显示, 2020 年, 小度智能屏出货量全球第一, 智能音箱全品类出货量中国第一。

3.3 百度 Apollo: 自动驾驶, 很远很远

图表 21: 百度智能驾驶业务进程



资料来源: 公司官网、Apollo 生态大会、国盛证券研究所

百度是国内最早进行智能驾驶方案研究的企业之一。百度自动驾驶事业群组很早就开始进行智能驾驶领域的探索, 后于 2013 年组建百度 AI 实验室, 经过 7 年发展及数次组织结构调整, 目前主要分为三大子业务组:

- 1) 自动驾驶业务组: 由原有百度自动驾驶事业部 (L4)、智能汽车事业部 (L2/L3) 合并而成, 自动驾驶技术开发进程国内领先。
 - i) L4 级别自动驾驶: 百度的无人驾驶出行项目 Apollo Go 是全球唯一在多城开展 Robotaxi (自动驾驶出租车) 与 Robobus (自动驾驶巴士) 运营的出行服务。产品目前主要有 Robotaxi 及阿波龙, 前者适用于商用出租车场景, 后者则可根据 B 端需求进行定制和量产。
 - ii) L2/L3 级别辅助驾驶: 百度在 2019 年推出了国内唯一 L4 级别的纯视觉自动驾驶方案 Apollo Lite。基于 Apollo Lite, 百度推出了降维商用的辅助驾驶产品: “AVP” 泊车域方案 (自主代客泊车, Automated Valet Parking), “ANP” 行车域方案 (领航辅助驾驶, Apollo Navigation Pilot)。截至 2020 年 12 月, 百度已就 ADAS 产品与 10 家领先汽车制造商签署战略合作协议。
- 2) 车联网事业部: 主要产品为小度车载 OS, 内含小度语音助手、百度地图、音乐、视频等丰富功能, 后又在 2020 年升级为小度车载 2020。
- 3) 智能交通业务组: 百度综合其智能驾驶技术、地图、大数据等, 打造出百度 ACE 交通引擎 (Autonomous Driving, Connected Road, Efficient Driving)。目前百度智能交通业务主要提供两类解决方案, 即智能信控和车路协同。

图表 22: 百度智能驾驶事业群组产品体系



资料来源: Apollo 官网、国盛证券研究所

3.3.1 自动驾驶: 从 Apollo Go 的野望, 到 Apollo Lite 的现实

百度在自动驾驶领域的应用, 一方面包括 L4 级应用 Apollo Go、旗下 robotaxi 已经在 2021 年 5 月 2 日在北京首钢开启常态化商业运营, 另一方面也包括 L2/L3 级 ADAS 方案、即基于 Apollo Lite 的 AVP 泊车和 ANP 行车产品。

图表 23: 百度 L4 级自动驾驶运营模式



资料来源: Apollo GO 2020 运营报告、国盛证券研究所

作为全国首款前装量产的 L4 级自动驾驶乘用车，Apollo Go Robotaxi 是百度自动驾驶目前的核心落地运营形式。目前，百度 Robotaxi 在北京首钢已经开启常态化商业运营，在长沙也对所有 18-60 岁公民开放试乘，通过百度地图“自动驾驶”入口即可预约体验。Minibus 阿波龙则更多作为展示车，为各类企业提供功能和外形定制。预计未来随技术成熟，自动驾驶的运营模式也将从出租车场景拓展到商务快巴、社区巴士场景等等。

由于 Robotaxi 前路漫漫，百度随即开始了 ADAS 路线的征程，并在 2019 年和 2020 年正式发布了 L4 级纯视觉自动驾驶技术 Apollo Lite。Apollo Lite 作为自动驾驶解决方案的一个鲜明特点在于：Apollo Lite 从成本角度出发放弃了其中最昂贵但感知准确度最高的激光雷达、采用了 10 路摄像头的纯视觉方案。

2020 年 12 月，百度智能驾驶事业群组总经理李震宇在第二届百度 Apollo 生态大会上，介绍了 Apollo Lite “两轻一强”的特点：

- 1) 轻传感器：依托 10 路摄像头而非激光雷达，“具备 360 度环视感知，探测距离达到了 240 米”，
- 2) 轻算力：应用了 30+深度学习网络，只需单一 GPU 显卡就可以支撑，算力需求小于 30TOPs，
- 3) 强感知：基于纯视觉感知、2D-3D 算法，显著提升 Apollo Lite 在复杂城市道路下的自动驾驶能力和体验。

图表 24：百度纯视觉自动驾驶技术 Apollo Lite



资料来源：第二届百度 Apollo 生态大会，国盛证券研究所

基于纯视觉路线的 Apollo Lite，百度降维商用、推出了可量产的泊车域产品 AVP 和行车域产品 ANP：

- 1) AVP: 解决最后一公里自由的“AVP”泊车域方案(自主代客泊车, Automated Valet Parking),
- 2) ANP: 基于 Apollo Lite 配合高精地图和 V2X, 用于高速、城市环线、城市道路的“ANP”行车域方案(领航辅助驾驶, Apollo Navigation Pilot)。

当前，百度 Apollo 智能驾驶产品已经开启大规模量产，威马、广汽、长城等车企开始与百度展开 AVP 产品的合作。公司将目标定为未来三年实现 AVP+ANP 量产 100 万台。

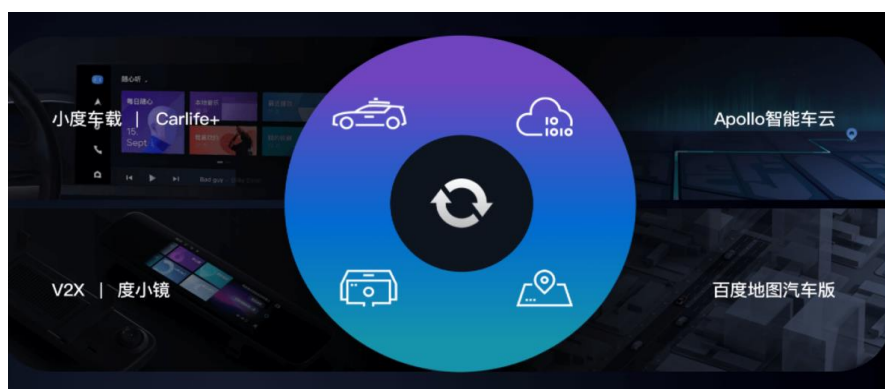
图表 25: 百度基于 Apollo Lite 的降维商用产品: AVP、ANP



资料来源: 第二届百度 Apollo 生态大会, 国盛证券研究所

3.3.2 车联网: 从小度车载 OS 到 Carlife+, 变现更为成熟

图表 26: 百度车联网事业部产品体系



资料来源: 百度车联网官方网站, 国盛证券研究所

随着汽车智能化、自动化到来, 车逐渐成为人-车-家智能场景中重要一环。百度车联网业务基于小度车载 OS, 开发了 Carlife+ 车载小程序、度小镜智能后视镜、Apollo 智能车云、百度地图汽车版等软硬件结合的应用, 打造智能车载服务生态, 满足用户出行、娱乐、生活等多元化需求, 构建人-车-家一体化互联闭环。其中, Carlife+、度小镜等已是成熟的变现产品。

- 1) Carlife+: 类似 Carplay 手机互联解决方案。支持苹果安卓双系统, 将数据线 with 车机 USB 端口连接, 或使用无线连接, 点击车机 APP Connect 界面的百度 CarLife+ 图标即可启动该系统, 主要功能有地图导航、音乐、电话等, 并且已开放开发平台, 持续扩大应用生态。目前 CarLife+ 已有超 70 家合作品牌, 包括销量 TOP10 的主要品牌, 应用于超过 650 款合作车型。
- 2) 度小镜: 汽车智能后视镜。于 2020 年 4 月推出, 锚定汽车后装智能设备市场, 集成了百度 CarLife+ 智能互联、百度地图汽车版、小度助手、ADAS 高级智能驾驶辅助功能、行车记录仪、海量车内娱乐资源等功能。原无前装 Carlife+ 等功能的车

型可以通过购买及安装该款产品得到车内功能智能化升级，目前京东官网售价为1199元/台。

图表 27: Carlife+操作界面及相关功能



资料来源: carlife+官网、国盛证券研究所

图表 28: 部分 Carlife+合作品牌



资料来源: carlife+官网、国盛证券研究所

图表 29: 度小镜产品正反面



资料来源: 京东 APP、国盛证券研究所

图表 30: 度小镜部分功能示意



资料来源: 京东 APP、国盛证券研究所

3.3.3 智能交通: ACE 交通引擎

图表 31: 百度 ACE vs. 传统智能交通的区别



资料来源: Apollo 智能交通白皮书、国盛证券研究所

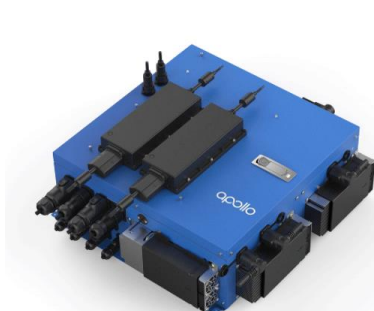
百度在智能驾驶的构想不仅仅停留在单车自动驾驶层级，其“车-路-云-图”一体化的 ACE (Autonomous Driving、Connected Road、Efficient Mobility) 智能交通架构，提出从车

辆到道路，实现交通实况与云端地图信息协同。在应用层级，不但能够对自动驾驶端提供更高精度的数据反馈，还能够提供城市规划、交通管理等多领域服务。

百度当前在智能交通领域的应用包括：

- 1) 车路协同相关：百度目前已自研路侧计算单元，通过在路测设施安装该计算单元，能够实现辅助计算和数据处理，并将数据反馈给交通管控平台及智能驾驶汽车终端，目前在全国十余家城市已开展示范应用。
- 2) 智能信控相关：目前百度已在北京、长沙、保定上线了智能信控系统。保定市应用实践表明，由 AI 驱动的智能信控系统能有效峰低路口和干线交通延误，主干线道路最高行程延误时间下降 30%，重点路口日均排队失衡度下降 40%，预计整体区域道路通行能力最高可提高 10%，测算最高可节约道路建设成本约 10 亿元。

图表 32：车路协同：百度自研路侧计算单元



资料来源：Apollo 官网、国盛证券研究所

图表 33：智能信控：信号控制平台示意图



资料来源：Apollo 官网、国盛证券研究所

对于车路智行体系，百度的发展愿景包括三个阶段：

- 1) 短期数字化：到 2025 年，实现 L2 级智能驾驶车辆规模化生产，新型交通信息基础设施覆盖主要城市及典型场景，交通治理和服务能力显著提升。
- 2) 中期网联化：到 2035 年，实现 L3/L4 等高级别自动驾驶车辆大规模商用，新型交通信息基础设施全域覆盖，智能交通技术自主可控且位于全球第一方阵。
- 3) 远期自动化：车路智行系统全面建成，基础设置规模质量、技术装备技术及交通安全水平、治理能里达到国际先进水平。

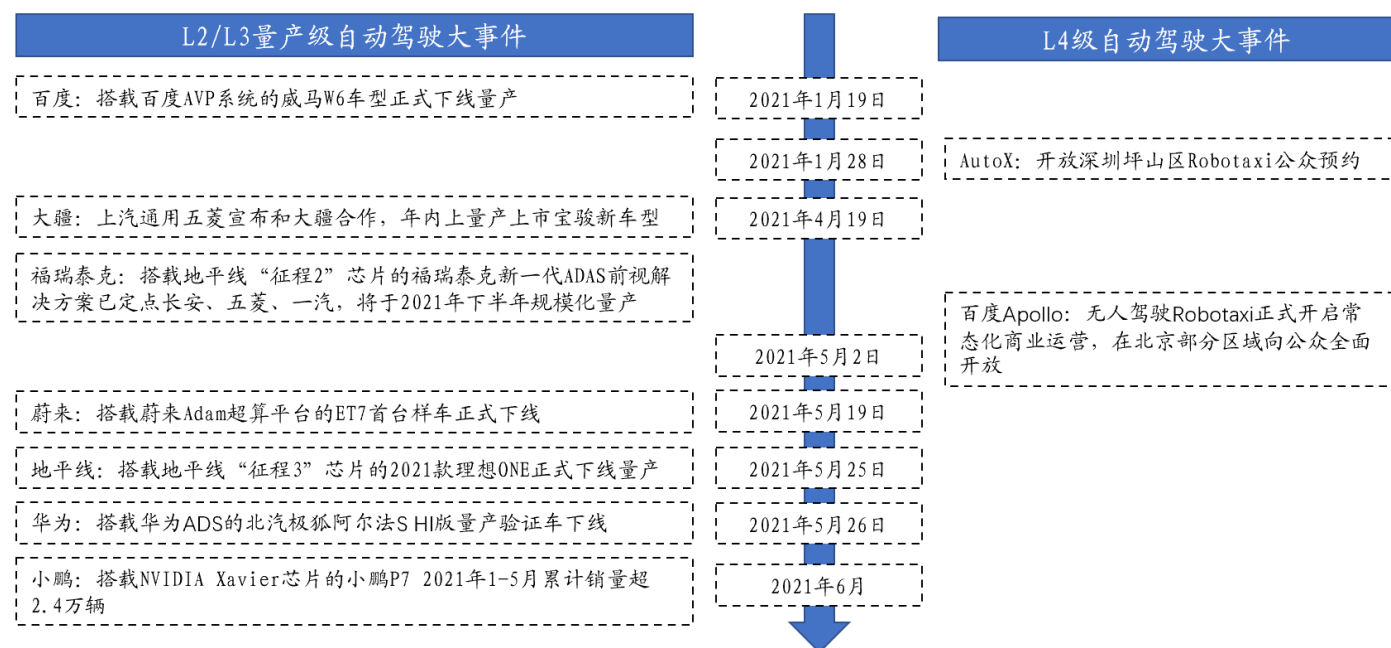
4. 再战：迎来智能驾驶大时代

4.1 百度：十年一刻终量产，智能驾驶闪耀时

百度的智能驾驶业务的发展伴随了国内智能驾驶赛道的演进。从百度刚开始进行智能驾驶探索至今已近十年。随着芯片和激光雷达等硬件厂商的推进、视觉算法等软件提供商的迭代、造车新势力对自研辅助驾驶的探索，智能驾驶、尤其是 L2/L3 级辅助驾驶产品越加成熟。

在 2021 年，不论是百度 Robotaxi（L4 级自动驾驶）的常态化商业运营，还是百度 AVP 和华为 ADS（L2/L3 级辅助驾驶）的量产下线，都标志着智能驾驶赛道迎来了大规模商业化的拐点。尤其是辅助驾驶赛道，除了先行的造车新势力小鹏、蔚来等已经开始产生成熟的 ADAS 软件收入以外，百度、华为、地平线等 Tier-1 供应商的量产下线更是吹响了 ADAS 量产的号角。

图表 34：2021 年，智能驾驶进入大规模量产元年



资料来源：各公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

在长远的未来，技术持续演进后的智能驾驶或可以带来超越人力驾驶的行车体验，因此或可以带来巨大的商业价值，仅以客运场景为例：

- 1) L4 级自动驾驶：无人驾驶出租车、无人驾驶客车等将成为消费者重要的打车、拼车、租车工具。
- 2) L2/L3 级辅助驾驶：自主泊车、自动导航等 ADAS 方案将成为车企必备系统。

根据 CIC 测算，至 2025 年，面向消费者的无人驾驶出租车相关市场规模或达 14581 亿元，而面向车企的智能驾驶服务市场规模或达 3994 亿元。

4.2 智能驾驶赛道，现在在吵什么

4.2.1 落地路线：跨越式的 Waymo、还是渐进式的 tesla?

自动驾驶的星辰大海是如此遥远，先行者们选择了不同的路径来探索。当前，自动驾驶核心路线有两条：

- 1) 跨越式路线：将 L4 作为直接目标，通过豪华的软硬件技术配置、多年的数据积累，直接向 L4 级无人驾驶进军。跨越式路线的典型代表为谷歌 Waymo。谷歌 Waymo 信仰技术和代码，坚持 L4 级 robotaxi 等产品的研发。

图表 35: 跨越式自动驾驶路径代表：谷歌 Waymo

谷歌Waymo智能驾驶业务发展时间轴	
2009	启动了自动驾驶项目，随后推出了谷歌的第一代无人车
2012.5	获得全美第一张自动驾驶路测牌照
2013	制造出第一辆自动驾驶汽车“萤火虫”
2016.12	谷歌自动驾驶项目成为Alphabet旗下子公司waymo
2017.9	和英特尔合作完成自动驾驶汽车车载计算平台的开发
2018.3	在亚特兰大进行了首次货运路测
2018.12	推出首个商业叫车服务Waymo One
2019.3	宣布开始进行激光雷达业务
2020.3	推出第五代自动驾驶系统Waymo Driver

资料来源：公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

图表 36: 渐进式自动驾驶路径代表：特斯拉

特斯拉自动驾驶业务发展时间轴	
2013	首次提出自动驾驶系统运用于汽车，开始研发Autopilot
2014.9	推出了Autopilot Hardware1系统，开始提供配备HW1的汽车
2015.10	发布7.0车载系统，搭载“自动驾驶”功能
2016.8	发布8.0版本自动驾驶系统
2016.10	发布Autopilot Hardware2 (HW2) 系统
2018.10	发布车机系统9.0，推出Autopilot新功能Navigate
2018.11	自动驾驶辅助功能Autopilot累计行驶里程10亿英里
2019.4	在会议上展示其自研的自动驾驶芯片和搭载了该芯片的自动驾驶电动汽车技术
2020.10	特斯拉发布全自动驾驶测试版FSD beta

资料来源：公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

- 2) 渐进式路线：从 L2 级辅助驾驶起步，通过有限场景 ADAS 系统的量产，低成本获得进行数据收集和算法验证，从而完成系统的迭代。渐进式路线的典型代表为特斯拉。量产是特斯拉影子模式进行数据和算法迭代的前提。为了实现量产，特斯拉在传感器配置上选择了较低成本的纯视觉方案。渐进模式让特斯拉得以一边商业化、一边进行数据和算法的迭代。

图表 37: SAE 自动驾驶级别标准: 辅助驾驶 vs. 自动驾驶界定

自动化等级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和时间探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
L0	应急辅助	驾驶员	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
L1	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
L2	组合驾驶辅助	系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
L3	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户 (接管后成为驾驶员) ¹	有限制
L4	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
L5	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制 ²

资料来源: SAE 官网、国盛证券研究所。注: 1. 动态驾驶任务接管用户可以为远程驾驶员 2. 排除商业和法规因素等限制

在国内, 不同的企业基于自身的业务积累不同, 对自动驾驶业务也有着不一样的探索路径:

- 1) 跨越式路径: 专注 L4 级自动驾驶的探究, 着力进行 robotaxi、robobus、robotruck 等产品的落地。典型的代表包括滴滴、小马智行、文远知行等。
- 2) 渐进式路径: 近年, 随着硬件技术的发展、算法的持续迭代、新能源汽车的崛起, 国内选择从 L2 级量产路径做起的企业如雨后春笋一般涌出。典型的代表包括华为、大疆、地平线等硬件起家的提供商, MAXIEYE、MINIEYE 等第三方提供商, 以及蔚来、小鹏等车企。

显然, 两个路径在迭代速度、商业化进展上不尽相同。L4 级无人驾驶面对复杂的城市道路环境, 有大量的 corner case 需要解决。当前的技术难以在短期实现 L4 级产品的规模化商用:

- 1) 从迭代速度上: 相比于谷歌 Waymo 的客运产品 Waymo One 和货运产品 Waymo Via 至今尚未规模化商用, Tesla 的辅助驾驶产品 AutoPilot 在 2018 年就官宣其车主的累计行驶里程达 10 亿英里。
- 2) 从商业化进展上: 谷歌 Waymo 尚未实现商业化, 而 Tesla 的 AutoPilot 已产生可观收入。Tesla 虽未直接披露, 但根据递延收入估算 2020 年 AutoPilot 软件收入已超 10 亿美金级别。

技术进展和商业化的迟缓让跨越式路线饱受质疑。2021 年 4 月以来谷歌 Waymo 的高管离职也被媒体解读为跨越式路线的阶段性失落。当前, 不论从迭代速度、还是商业化角度, 渐进式路线都是当前落地更成熟的路径。

4.2.2 平台模式: 车企 iOS 自研、还是 Android 开放生态?

车企对 ADAS 系统的选择, 是采用自研的 iOS 模式还是外购的 Android 模式, 在业内争论颇多。小鹏汽车董事长何小鹏、蔚来汽车董事长李斌均站 iOS 模式, 因为:

- 1) 产品角度, 自动驾驶对方案的耦合度要求很高, 通用方案不一定适配所有的车型。
- 2) 变现角度, 未来车企重要收入来源是软件增值服务, 车企有动力做高附加值的业务。

当前, 从车企用脚投票的选择上看, 既有选择自研、也有选择与作为一级供应商的互联网企业和硬件企业合作:

- 1) 车企自研：典型代表为蔚来、小鹏等造车新势力。
- 2) 与供应商合作：典型代表为与华为合作的北汽极狐、与百度合作的威马等。

造车新势力具有汽车制造基础，比起革命性的 L4 级自动驾驶，更偏向于自研基于原有行车功能的辅助驾驶系统，并搭载于自有车型上。其硬件及软件平台或采用第三方技术，或自行研发。以蔚来汽车为例，其于 2021 年 1 月推出首款智能电动轿车 ET7，采用英伟达高算力芯片，搭载自研 NIO Adam 算力平台，具有自动泊车 and 高速、城区辅助驾驶功能。于其他车型，其 NOP 领航辅助功能将随着 NIO OS2.7.0 升级，于 10 月通过 FOTA（远程固件升级）分批推送给用户。

在变现上，造车新势力也已经将自研的智能驾驶软件进行了商业化。据小鹏汽车 2021Q1 业绩公告，软件收入将成为整车销售以外的商业化增长引擎。

图表 38: 各国产车企自动驾驶量产方案：自研 vs. 合作

公司	自研		合作	
	车型	方案	车型	合作方
蔚来	蔚来 ET7、蔚来 ES8、蔚来 ES6、蔚来 EC6	NIO Pilot		
理想	理想 ONE	半自研		
小鹏	小鹏 G3、小鹏 P7、小鹏 P5	XPilot		
上汽	R 汽车 SUV ES33	PP-CEM	智己 L7	Momenta
			荣威 Marvel R	与华为在车联网方向合作
			通用五菱新宝骏	与大陆合作开发
			一汽红旗	与百度合作 L4 级乘用车
北汽			极狐阿尔法 HI	与华为合作开发
广汽			广汽埃安	与百度、华为、滴滴合作
长城			毫末智行 WEY 品牌	与华为、百度等合作
比亚迪			汉	与博世合作 Di Pilot
威马			W6	与百度、博世合作 Living Pilot
长安			UNI 系列	与地平线合作开发
奇瑞			小蚂蚁智驾版	与英博超算合作开发
			艾瑞泽 5	与百度合作开发

资料来源：各公司官网、相关新闻、国盛证券研究所

然而，由于自动驾驶系统的迭代需要大量的技术探索、数据积累、硬件支持、资金投入，在自研这一选择之外，也有大量车企选择和自动驾驶技术突出的头部供应商合作，如近期搭载华为 ADS 的北汽极狐阿尔法、搭载百度 AVP 的威马等。

百度目前的量产自动驾驶产品 AVP（自动泊车解决方案）及 ANP（领航辅助驾驶系统），其与 L4 级自动驾驶系统基于同一算法平台，并在高精地图、路测数据等软件基础上实现共享，是 L4 级自动驾驶技术的降维级应用。AVP 解决方案目前能够实现部分商场、公园等公共场所的自主泊车以及在家庭、办公场所记忆路线后的自动泊车，该技术目前已实现量产，首批搭载于威马 W6 车型，截至 2021 年 4 月订单量已超 6000 台，最早一批已经开启交付。而 ANP 系统于 2020 年 12 月首次发布，其基于轻量化 L4 方案 Apollo Lite 打造，帮助消费级车型实现可应对城区复杂道路的领航辅助驾驶。百度预计未来三年 AVP 和 ANP 量产 100 万台。

华为则在芯片、操作系统、算法平台和感知层等硬件研发皆有坚实基础，提出要打造高阶自动驾驶全栈解决方案。目前华为首款与极狐合作的 Alpha S 的 HI 版车型包含 AI 算力达到 400TOPS 的自研芯片，三颗激光雷达、六颗毫米波雷达以及数颗摄像头，能够在市区做到 1000 公里无干预自动驾驶。同时，华为已实现 96 线激光雷达等部件自研，未来有望将智能驾驶系统成本大幅降低。同样基于硬件优势开启智能驾驶方案建设的还有大疆、地平线等。大疆将无人机上应用成熟的雷达测绘和路径规划技术转入智能驾驶系统研发，地平线专注智能驾驶芯片研发。

由于自动驾驶是硬件、数据、算法、资金层面门槛都很高的业务，因此车企需要有足够成熟度的自动驾驶系统供应商。与供应商合作的 Android 模式是当前很多车企在自动驾驶系统商的选择。

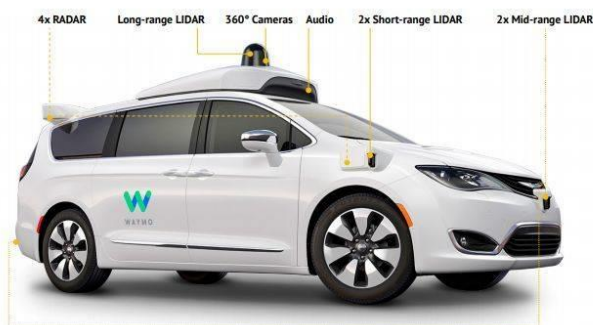
4.2.3 传感器：纯视觉，还是激光雷达？

主流的车载传感器包括激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、摄像头等。其中，激光雷达通过激光探测实现 3D 环境感知和 SLAM 定位，探测距离较远、整体精度极高。

但是，由于激光雷达成本高，在围绕传感器的“安全冗余 vs 量产成本”的权衡中存在着两派技术路线：

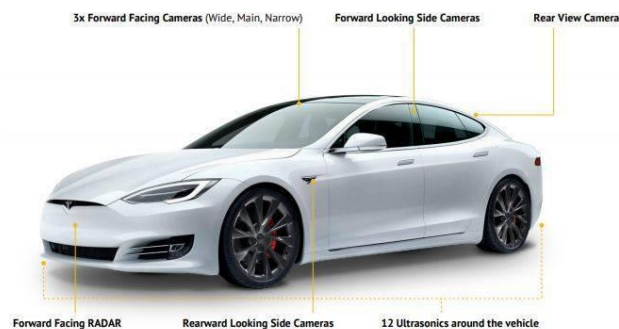
- 1) 一派是以激光雷达为核心、其他传感器为辅的方案，安全冗余更高，典型代表是谷歌 Waymo，
 - 2) 另一派是以摄像头为核心的纯视觉传感方案，量产成本更低，典型代表是特斯拉。
- 马斯克的“Lidar is a fool's errand”，就此引发了“激光雷达方案 vs. 纯视觉方案”的口水战。

图表 39: 激光雷达传感器方案：谷歌 Waymo



资料来源：Wevolver、国盛证券研究所

图表 40: 无激光雷达的纯视觉传感器方案：特斯拉

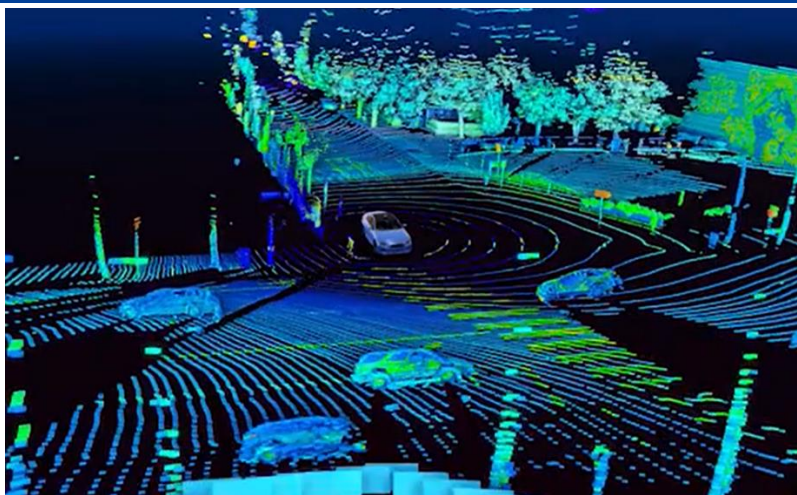


资料来源：Wevolver、国盛证券研究所

从技术角度，较纯视觉方案而言，配置了激光雷达的传感系统有更强的准确度：

- 1) 纯视觉方案：摄像头成像是被动式感知（passive sensing）。传感器接受物体表面的反射光，投影至二维平面，因而“景深”的信息丢失了。因此，当算法试图将二维平面的信息还原至三维时，则面临约束变量的缺失，从而面临“2D-3D”的核心挑战。
- 2) 激光雷达方案：激光雷达成像是主动式感知（active sensing）。激光雷达通过激光反射时间进行测距，在短时间完成对周边 360 度环境的实时建模，对距离、方位、高度、速度、形状等参数获得 3D 信息，从而对目标获得更为准确的识别。

图表 41: 激光雷达传感示意图



资料来源: Velodyne 官网、国盛证券研究所

从安全的角度, 激光雷达可以大幅提升传感精度。因此业内普遍认同激光雷达是高阶无人驾驶场景的标配。此前成本高昂是制约激光雷达大幅投入的核心原因。Velodyne 一家独大之时, 其 64 线激光雷达的官方价格一度约 7.5 万美金, 对整车厂商而言是难以承受的成本。

然而近年, 随着 Quanergy、Ibeo、Luminar 等竞品和新品的持续发力、以及更多车企和方案提供商自研激光雷达的持续推进, 业内激光雷达的成本得以开始降低。

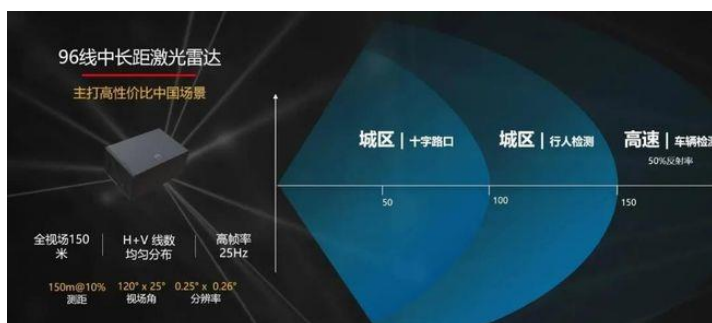
2020 年 CES 上, 大疆孵化的览沃科技 Livox 发布了为自动驾驶场景设计的激光雷达 Horizon 和 Tele-15, 定价为 6499 元和 8999 元。2020 年, 华为官宣了其自研的 96 线激光雷达, 并表示未来计划将激光雷达的成本降至 200 美元。这些意味着车载激光雷达的量产成本可普遍做到 1000 美元以内, 成本不再是激光雷达进入量产方案的约束变量。

图表 42: 以览沃科技为例, 业内激光雷达成本已至 1000 美元量级



资料来源: 览沃科技、国盛证券研究所

图表 43: 华为自研激光雷达, 预计成本可低至 200 美元



资料来源: 公司官网、腾讯新闻、国盛证券研究所

当前, 从目前各大方案供应商的选择来看, 激光雷达的确是更多传感器方案的核心选择。小鹏汽车在小鹏 P5 车型中加入了两颗大疆 Livox 定制的车规级激光雷达。华为在为北汽极狐阿尔法配置的 HI 版本中则配置了 3 颗激光雷达。接下来, 激光雷达的去与留, 随着成本的降低, 不再是车企和方案供应商面临的选择题。

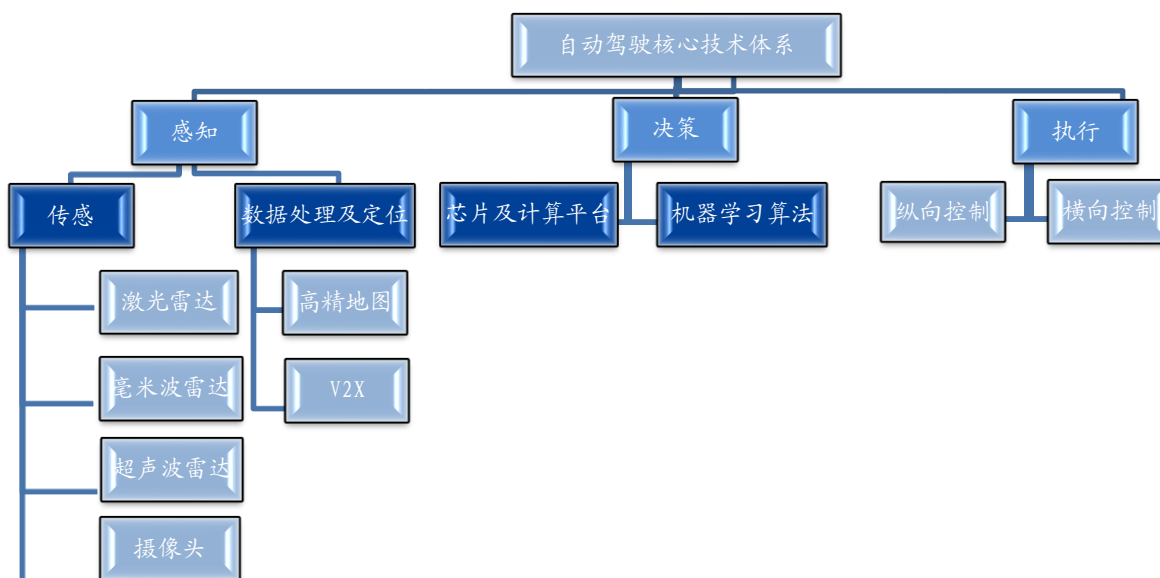
图表 44: 智能驾驶公司传感器方案举例

场景	厂商	车型	智能驾驶方案	性质	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达	摄像头
ADAS	百度	威马 W6	Apollo Lite	纯视觉	无	5	12	10
ADAS	蔚来	蔚来 ET7	NIO Pilot	激光雷达	1	5	12	11
		蔚来 ES8	NIO Pilot	纯视觉	无	5	12	5
		蔚来 ES6	NIO Pilot	纯视觉	无	5	12	5
		蔚来 EC6	NIO Pilot	纯视觉	无	5	12	5
ADAS	理想	理想 ONE 2021	理想 AD	激光雷达	1	5	12	5
		理想 ONE 2020	理想 AD	纯视觉	无	1	12	7
ADAS	小鹏	小鹏 P7	X pilot 3.0	纯视觉	无	5	12	13
		小鹏 P5	X Pilot 3.5	激光雷达	2	5	12	13
		小鹏 G3	X Pilot 2.5	纯视觉	无	3	12	5
ADAS	华为	极狐阿尔法	华为 ADS	激光雷达	3	6		13
ADAS	大疆		D130+	激光雷达	1	5	12	7
ADAS	地平线		Matrix FSD	激光雷达	可选	5		12
		长安 UNI-K、UNI-T	Horizon Matrix	纯视觉	无	5	12	5
Robotaxi	滴滴		双子星	激光雷达	7	6	12	23
Robotaxi	小马智行		PonyAlpha X	激光雷达	4	4		7
Robotaxi	AutoX		xUrban	激光雷达	多颗	6		若干
Robotaxi	文远知行		WMP	激光雷达	1	5		3

资料来源: 各公司官网、相关新闻报道、国盛证券研究所

4.2.4 技术: 算力、算法、数据, 哪个是核心壁垒?

图表 45: 自动驾驶核心技术体系: 感知、决策、执行



资料来源: 国盛证券研究所整理

相较于电影追求的“速度与激情”，现实中“安全”是自动驾驶方案提供商一致的目标。为了进一步提升自动驾驶的行车安全，系统提供商们从“感知-决策-执行”等不同环节进行技术突破。其中核心在于在传感、芯片算力等硬件层面加强冗余，在数据、算法等软件层面进行迭代。那么，算力、算法、数据，哪个是更重要的技术壁垒呢？我们认为：

- 1) 首先，数据是驱动算法迭代、解决长尾 corner case 的核心能力，
- 2) 其次，芯片算力是基础能力，且车规级芯片壁垒高企、芯片企业已凭借高壁垒优势开始将业务向 ADAS 解决方案拓展。

在智能驾驶的硬件层面，芯片决定了智能驾驶系统的算力。蔚来 ES6 搭载了 Mobileye 的 EyeQ4 芯片，并计划未来搭载英伟达 Orin 芯片、单片算力达 200 TOPS。地平线近期推出的 Horizon Matrix Pilot，是基于多个征程 3 芯片、整体算力在 10-30 TOPS 之间，2021 款理想 ONE 也搭载了地平线征程 3。而地平线计划中的征程 5 芯片算力约达 96 TOPS。华为此次官宣的计算平台 MDC 810，搭载华为自研芯片，整体算力高达 400 TOPS。

图表 46: 智能驾驶方案公司计算平台性能对比

场景	公司	计算平台	算力	功耗	核心芯片
Robotaxi	滴滴	滴滴双子星	700 TOPS		英伟达自动驾驶芯片
Robotaxi	小马智行	PonyalphaX			
Robotaxi	文远知行	NVIDIA AGX Pegasus AI	320 TOPS		NVIDIA Xavier+Tensor Core GPU
Robotaxi / ADAS	百度	ACU	8-32 TOPS	5-20W	德州仪器 TDA4
ADAS	蔚来	NIO Pilot (之后为 NIO Adam)	2.5 TOPS	5W	现有芯片为 Mobileye Eye Q4, 计划 22 年搭载 NVIDIA Drive Orin (算力 200 TOPS 单片)
ADAS	理想	集成	2.5 TOPS	6w	地平线征程 3
ADAS	小鹏	NVIDIA DRIVETM AGX Xavier	30 TOPS	30w	NVIDIA DRIVETM AGX Xavier
ADAS	华为	MDC 810	400 TOPS		麒麟芯片
ADAS	大疆	大疆智能驾驶域控制器	标准版 20 TOPS, 扩展版 100 TOPS		
ADAS	地平线	Matrix 2	40 TOPS	20W 左右	地平线征程 3

资料来源: 各公司官网、相关新闻报道、国盛证券研究所

车规级芯片的制造壁垒很高, 需要满足相关标准认证, 包括可靠性标准 AEC-Q100 认证、质量管理标准 ISO/TS16949 认证、功能安全标准 ISO26262 认证等, 比如:

- 1) 温度要求: 按照 AEC-Q100 认证的 Grade 1 级温度范围要求, 车规级芯片需要满足 -40 到 +150 摄氏度的工作环境, 而一般消费级芯片满足 0-70 摄氏度工作环境即可。
- 2) 使用寿命: 车规级芯片一般要达到 15 年使用寿命, 一般消费级芯片达到 1-3 年即可。
- 3) 质量安全: 车规级芯片的不良率要在百万分之一以下, 一般消费级芯片可接受的不良率则在万二左右。

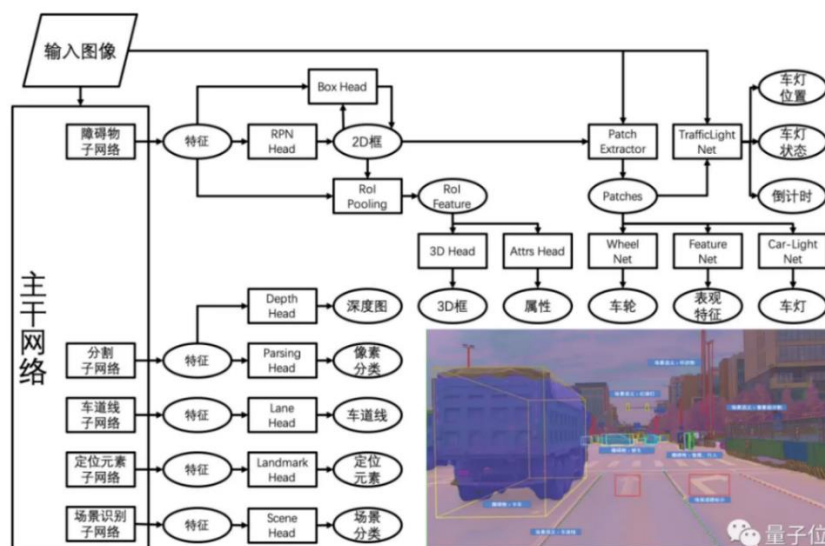
国内车规级芯片代表产品包括华为的麒麟 990A、地平线的征程系列芯片等。车规级芯片企业的高壁垒和稀缺性让这些企业也在自动驾驶赛道中获得了站到台前、向全栈方案拓展的机会。正如 Mobileye 芯片和算法一体、Qualcomm 在通过 Snapdragon Ride 自动驾驶平台进行软硬件一体的解决方案产出, 华为、地平线等推出的 ADAS 系统正在接到越来越多车企的合作需求。

在智能驾驶的软件层面，“数据驱动算法”是业内较认可的算法演进模式。数据决定了算法的迭代成熟程度，也决定了最终有多少 corner case（极端情况）可以被解决。数据量不同，算法的应用也不一样。

百度 Apollo 技术委员会把数据驱动算法迭代过程定义为三个阶段：

- 1) 阶段一：人为设定规则。早在数据基础还很薄弱时，深度学习算法能发挥的作用较低。这一阶段核心依托技术人员依据经验采用功能性确定的代码。依据经验设定的代码，对经验的依赖度较高、拟合的场景有限。
- 2) 阶段二：算法搭建。在数据基础设施更完善以后，数据的获取效率和质量都显著提升。此时技术人员就可以用更多的深度学习算法，包括神经网络（DNN），来进行算法体系搭建。这一阶段体现了明显的算法结构化、数据规模化。
- 3) 阶段三：数据优化。在经过了长时间测试之后，模型框架已经基本稳定，更多优化是由数据来驱动：从车端数据收集、到数据清洗、到模型迭代。随着模型的成熟和数据的充裕，这一阶段算法的任务也从预测头部问题收敛到预测特定场景。

图表 47：百度 Apollo Lite 视觉神经网络



~Apollo Lite视觉神经网络系统

资料来源：QbitAI，百度 Apollo 技术委员会，国盛证券研究所

因此，数据竞赛成为了算法提供商们优化模型、解决 corner case 的重要手段。环境数据可以通过传感器、高精地图等方式来采集。更重要的驾驶行为数据需要通过真实的驾驶行为来收集。

一方面，在环境数据的收集上，方案提供商们通过加强传感器冗余来获得足够的实时环境数据，通过 C-V2X 获得车对车、车对人、车对基础设施、车对网络等实时通信数据。此外，技术先行者，例如百度，还拥有世界上唯一的像素级、连续视频三维自动驾驶数据集 Apollo Scape。根据公开信息，百度 Apollo Scape 已经开放了 14.7 万帧像素级语义标注图像，未来还将添加红外图像加强夜间检测、提取稠密的轨迹信息来对驾驶行为进行建模等。

图表 48: 各方案提供商: 数据收集

路线	公司	解决方案	传感器数量		地图		数据库	量产成果	
			激光雷达	摄像头	C-V2X	高精地图		车型	出货量
互联网路线	百度	Apollo Lite	/	10	有	百度高精地图	Apollo Scape	威马 W6	截止 2021.4 月订单量超 6000 台
自研和集成	蔚来	Nio Pilot	1	11	/	高精地图	/	蔚来 ET7	预计 2022 年交付
		Nio Pilot	0	5	/	高精地图	/	蔚来 ES8	2020 年总出货量 1.1 万辆
		Nio Pilot	0	5	/	高精地图	/	蔚来 ES6	2020 年总出货量 2.8 万辆
		Nio Pilot	0	5	/	高精地图	/	蔚来 EC6	2020 年总出货量 5400 辆
	小鹏	X Pilot 3.0	0	13	有	高德高精地图	/	小鹏 P7	2020 年总出货量 1.5 万辆
		X Pilot 3.5	2	13	有	高德高精地图	/	小鹏 P5	2021 年 4 月发售
		X Pilot 2.5	0	5	/		/	小鹏 G3	2020 年总出货量 1.2 万辆
硬件路线	华为	Huawei ADS	3	13	有	华为高精地图	/	极狐阿尔法、长安、广汽	预计 2021 年年底交付
						RoadcodeHD、roadcodeRT			
	地平线	Horizon Matrix	可选	12	/	地平线 Horizon NaviNet	/	长安 UNI-K	2021/4 月发布量产车型
		Horizon Matrix	0	6		高德高精地图	/	长安 UNI-T	2020 年总销量 6.85 万
		Horizon Matrix Pilot	0	6		高精地图	/	思皓 QX	2021/6 月发售

资料来源: 各公司官网、相关新闻报道、国盛证券研究所

另一方面, 在行为数据的收集上, 为了加强对真实驾驶场景的模拟, 大量真实驾驶数据的收集、尤其是长尾场景驾驶数据的收集成为了必需。

特斯拉和华为都用“影子模式”来收集大量的驾驶行为数据、以便加强自动驾驶算法的迭代和执行。特斯拉在 2019 年发布“影子模式”, 即, 在人工进行驾驶的同时, 后台的自动驾驶软件也一直在运行、并学习人工的驾驶行为。这一过程中, 驾驶操作都由人来完成、机器并不参与, 但机器通过比对软件决策和人工决策之间的差别, 达到数据反馈和算法优化的效果。特斯拉影子模式的优势在于, 通过大量真实运行的特斯拉车辆, 低成本完成海量长尾的真实数据收集和算法进化。华为也有类似影子模式的功能, 即华为 DDI, 可以进行驾驶数据收集和算法反馈。

显然, 驾驶行为数据收集的前提是量产。自研 ADAS 的车企完成了大量汽车销售可以获得行车数据, 而一级供应商则需获得足够 OEM 合作伙伴来完成量产。因此, 从长期数据迭代的角, 百度合作造车并不值得惊讶。

4.2.5 变现: 智能驾驶商业化, 或远或近?

今年, 大量 L2/L3 级 ADAS 供应商开始和 OEM 合作量产、也有 L4 级 robotaxi 如百度开始常态化商业运营。我们认为:

- 1) L4 级无人驾驶: 仍处于商业化的测试探索阶段。
- 2) L2/L3 级辅助驾驶: 正迎来广阔的变现天地。

当前, L4 级 Robotaxi 开始尝试商业化的, 只有百度和谷歌 Waymo。但从试运营的结果

上看仍处于初级阶段：百度 robotaxi 在 5 月 2-5 日接单 848 单，按每单 30 元一次，则日均收入约 6000 元。

当前，无人驾驶技术（例如怎么解决各类 corner case）、安全员成本、收入规模有限，均制约了 L4 级 robotaxi 的规模化变现。

而在辅助驾驶的赛道，商业化的大幕正缓缓拉开：一方面，蔚来汽车、小鹏汽车等自研 ADAS 的车企都提供了 ADAS 系统单独收费项目，另一方面百度、华为等 ADAS 供应商也正在与车企合作量产。

图表 49：各 ADAS 系统及车企：收费模式

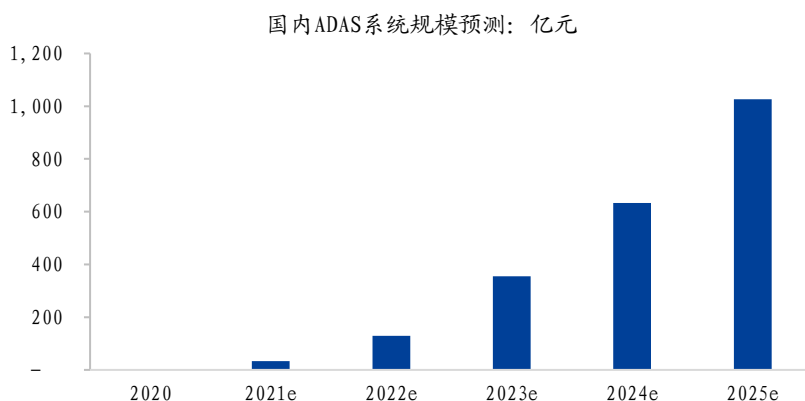
公司	产品	搭载车型	自动驾驶辅助系统		车联网
			车企端	客户端	
百度	AVP	威马 W6	收取一次性费用	在车型中搭载的 AVP 系统不另外收费，但只搭载在价格更高的 ACE 极智版和 X 特别版车型中	
华为	Huawei ADS	北汽极狐阿尔法	收取一次性费用	在车型中搭载的系统不另外收费，但只搭载在价格更高的 HI 版车型中	
蔚来	NOP	ES8、ES6、EC6		购车时可一次性选配，自动驾驶辅助系统精选包 15000 元，全配包 39000 元	购车时可一次性选配，NOMI Mate 2.0 4900 元
	NAD	ET7		购车时可订阅付费，680 元/月	购车时可一次性选配，NOMI Mate 2.0 4900 元
理想	理想 ADAS	理想 one		购车标配	购车标配
小鹏	NGP	小鹏 P7、小鹏 P5		购车时可终身订阅，也可按年订阅：终身订阅 36000 元（未交付时订购 20000 元），按年付费 12000 元一年（订阅满 3 年后免费）	购车标配

资料来源：各公司官网、国盛证券研究所

我们测算，随着国内新能源车普及率越来越高、ADAS 搭载率逐渐提升、ADAS 功能由 AVP/ANP 向更多复杂功能延展，ADAS 赛道规模将于未来几年迎来显著放量。

假设 2025 年新能源车普及率达 20%、其中 ADAS 搭载率达 40%、按照 ADAS 单价 2-4 万估算，ADAS 市场规模可达千亿体量。如果将智能座舱（汽车中控屏、全液晶仪表、抬头显示系统、流媒体后视镜）市场规模计算在内，2025 年辅助驾驶服务赛道规模有望达 2000 亿量级。

图表 50: 市场规模测算: 国内 ADAS 方案



资料来源: 国盛证券研究所测算

4.3 L4 级自动驾驶玩家: 星辰大海, 由技术和数据共同铺就

图表 51: L4 级自动驾驶方案: 各平台参数对比

公司	路线	产品			硬件层		软件层		实力指标		
	L4	无人驾驶出租车	无人驾驶客运巴士	无人驾驶货运	算力平台	传感器	算法	数据	MPI	测试车辆数	测试里程数
百度	✓	✓	✓	✓	ACU	激光雷达	自研算法	Apollo 高精地图	18050 (2019)	500 辆测试车	1200 万
滴滴	✓	✓	✓		滴滴双子星	激光雷达	自研算法	自研高精地图	5201	100 辆测试车	
小马智行	✓	✓		✓	PonyalphaX	激光雷达	自研算法	自研高精地图	10738	全球近 100 辆测试车(尔湾、硅谷以及国内)	500 万
AutoX	✓	✓		✓	AutoX XCU	激光雷达	自研算法	自研高精地图	20367	国内 100 辆测试车	
文远知行	✓	✓	✓		WMP	激光雷达	自研算法	自研高精地图	6507	国内超 100 辆测试车	450 万
元戎启行	✓	✓			Deep-Route Engine	激光雷达	自研算法	高精度地图		超过 60 辆测试车, 位于硅谷、东京、国内	140 万

资料来源: 各公司官网、相关新闻报道、国盛证券研究所。注: MPI 数据来源除百度为 2019 年加州路测数据外, 其他为 2020 年加州路测数据

4.3.1 滴滴：跨越式 L4 路线，数据型选手

图表 52：滴滴智能驾驶业务进程



资料来源：公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

滴滴从 2016 年开始组建自动驾驶团队，由滴滴的业务模式出发选择了 robotaxi 路线。L4 级 robotaxi 路线对行车安全的要求非常高，除了需要大量的资金投入之外，滴滴的自动驾驶业务也呈现了两个特点：

- 1) 一方面，滴滴对自动驾驶平台进行了极高的软硬件配置，
- 2) 另一方面，滴滴具有充足的一手实际驾驶数据积累。

在软硬件配置上，滴滴叠加了四层安全冗余：

- 1) 传感器冗余：滴滴自动驾驶硬件平台“双子星”搭载的传感器数量达 50 个，包括 7 个激光雷达、6 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、23 个摄像头、1 个红外摄像头、1 套高精度组合导航系统。
- 2) 自动驾驶系统冗余：滴滴自研的 Fallback G 系统可以在极端场景提供足够的备用应对方案。
- 3) 远程协助系统冗余：滴滴设有自动驾驶远程护航中心，后台全方面进行自动驾驶运行场景检测，帮助有效实施远程辅助。
- 4) 量产车型冗余：沃尔沃为滴滴自动驾驶提供支持转向、制动、供电、通信冗余系统的 XC90 车型。

图表 53: 滴滴“双子星”硬件平台的豪华配置: 传感器数量高达 50 个



资料来源: 公司官网、腾讯新闻、国盛证券研究所

图表 54: 滴滴“桔视”设备: 一年采集千亿公里数据



资料来源: 腾讯新闻、国盛证券研究所

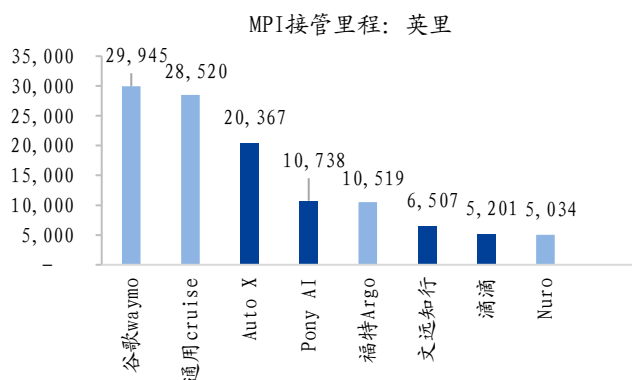
在数据积累上，滴滴的网约车业务使得其可以低成本积累大量的数据优势:

- 1) 模式上，滴滴通过其网约车平台的优势，与诸多车企展开合作。2018 年滴滴联合 31 家车企成立“洪流联盟”，2020 年滴滴与北汽合作推出新一代自动驾驶汽车，又与比亚迪合作发布了首款定制网约车 D1。
- 2) 数据上，滴滴通过其网约车业务每年可完成近 1000 亿公里数据的积累。滴滴的“桔视”车载摄像系统覆盖滴滴 50%以上网约车订单，对车内安全数据、车外行车记录进行手机，海量的数据场景库帮助滴滴算法持续迭代。

2021 年 4 月，滴滴发布了国际首个五小时无接管驾驶视频，摄于上海嘉定，这算是滴滴自动驾驶实力的亮相。除了上海以外，滴滴还获得了北京、苏州、合肥、美国加州的自动驾驶测试牌照。

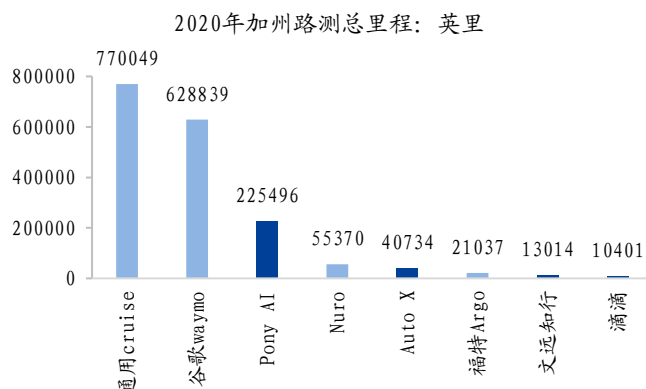
4.3.2 AutoX、Pony AI: 独角兽中的佼佼者

图表 55: AutoX 和 Pony AI: 位列 2020 年加州路测 MPI 前五名



资料来源: 加州机动车管理局、国盛证券研究所。注: 深色为中国企业

图表 56: AutoX 和 Pony AI: 位列 2020 年加州路测总里程前五名



资料来源: 加州机动车管理局、国盛证券研究所。注: 深色为中国企业

国内 L4 级自动驾驶领军者，除了百度和滴滴等综合互联网巨头外，还有一些出色的独角兽

兽企业也在探索未来。

Auto X 由计算机视觉专家肖建雄创立于 2016 年，成立 60 天完成首次无人驾驶开放道路测试。2019 年 Auto X 获得全球第二张加州 Robotaxi 试运营牌照。2020 年 Auto X 获得全球第二张加州全无人驾驶牌照，该牌照是当前含金量最高的自动驾驶技术认可，Auto X 是中国第一个获得该牌照的公司。在 2020 年的加州 DMV 自动驾驶数据中，Auto X 凭借超 2 万英里的 MPI（Miles Per Intervention）位列国际前三、中国第一。

Pony AI，即小马智行，由前百度自动驾驶首席架构师彭军和曾任职于谷歌和百度的楼天城共同创立于 2016 年。2019 年，Pony AI 获得加州自动驾驶车路试运营牌照，同年 Pony AI 自动驾驶测试总里程突破 100 万公里。2020 年 Pony AI 成立了卡车事业部并获得了广告首张自动驾驶卡车测试牌照。在 2020 年的加州 DMV 自动驾驶数据中，Pony AI 测试车的行驶里程约 22 万英里，与 Cruise 和 Waymo 同位前列。

4.4 ADAS 辅助驾驶玩家：理想的道路，现实中要慢慢走

短期由于技术和相关法规的限制，L4 级自动驾驶尚不能直接投入应用，但聚焦于自动泊车及辅助驾驶（ADAS）的 L2/L3 级自动驾驶系统正在密集落地。ADAS 赛道国内竞争者根据研发路线可分为四类：

- 1) 聚焦 L2/L3 级别自研系统的车企，如造车新势力蔚来、理想、小鹏等。
- 2) 将原有 L4 自动驾驶技术算法进行降维应用的互联网公司，例如百度。
- 3) 强于硬件研发、拓展为全栈解决方案的企业，如华为、大疆、地平线等。
- 4) 以及为车企提供自动化解决方案的相关咨询公司，如 MAXIEYE、MINIEYE 等。

图表 57: L2/L3 级辅助驾驶方案: 各平台参数对比

路线	公司	开始时间	产品		硬件层		软件层		量产成果	
			泊车方案	辅助驾驶方案	算力平台及芯片	传感器	算法	高精地图	车企型号	出货量
互联网路线	百度	2013	百度 AVP	百度 ANP	ACU (自研)	纯视觉	Apollo Lite	高精地图 Roadmap	威马 W6	截止 2021.4 月 订单量超 6000 台
	蔚来	2018 2020 2020 2020	S-APA	NOP	MobileyeQ4 、NVIDIA Orin	纯视觉	Mobileye Q4 芯片集成算法	百度地图	蔚来 ES6 蔚来 ES8 蔚来 EC6 蔚来 ET7	2020 年总出货量 2.8 万辆 2020 年总出货量 1.1 万辆 2020 年总出货量 5400 辆 计划中
造车新势力	理想	2019 2021	理想 APA	理想 ADAS	MobileyeQ4 征程 3	纯视觉 激光雷达	集成算法	百度地图 高德高精地图	理想 ONE 2020 理想 ONE 2021	2020 年总出货量 3.3 万辆 -
	小鹏	2017 2018 2021	小鹏 APA	NGP	NVIDIA Xavier MobileyeQ4 NVIDIA Xavier	纯视觉 纯视觉 激光雷达	英伟达自动驾驶 平台算法 MobileyeQ4 芯片算法 自研感知与决策 规划算法	高德高精地图 高德高精地图	小鹏 P7 小鹏 G3 小鹏 P5	2020 年总出货量 1.5 万辆 2020 年总出货量 1.2 万辆 计划中
	华为	2019	华为 AVP	Huawei ADS	MDC 810 (自研)	激光雷达	华为 ADS	RoadcodeHD, roadcodeRT	极狐阿尔法、长安、广汽	预计 2021 年年底交付
	大疆	2021	大疆 APA	大疆 City Assist	大疆智能驾驶域控制器 (自研)	纯视觉/激光雷达	大疆自研算法		上汽通用五菱宝骏	尚为概念车
	地平线	2020 2021 2021	自主泊车 城区泊车	FCW、LDW、 AEB、ESA 领航驾驶 无接管自动驾驶	征程 2 征程 3 征程 5	纯视觉 纯视觉 可选激光雷达	Horizon Matrix Mono Horizon Matrix Pilot Horizon Matrix FSD	高德高精地图 高精地图 高精地图	与福瑞泰克、英博超算等合作 与金脉等合作	
其他解决方案	MINIEYE	2013	APA	AEB、ACC、 LKA、TJA	华为、赛灵 思等	纯视觉/激光雷达	自主研发的视觉感知系统	高精地图(四维图新)		
	MAXIEYE	2016		MAXIEYE ADAS	CV22A	纯视觉	IFVS-智能前向视觉感知系统	高精地图		
	福瑞泰克	2017		福瑞泰克 ADAS	地平线征程 2	纯视觉	ADAS 前视解决方案	高精地图	长安、五菱、一汽	计划 2021 年下半年量产

资料来源: 各公司官网、相关新闻报道、国盛证券研究所

4.4.1 华为：最强硬件玩家，弯道超车

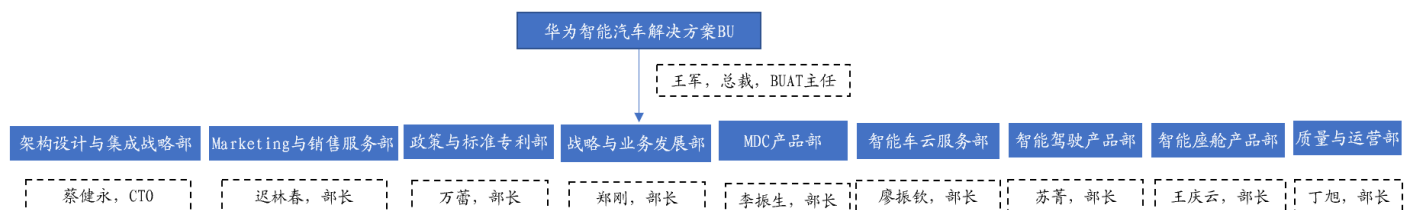
图表 58：华为智能驾驶业务进程



资料来源：公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

华为的车联网业务和最早的智能汽车相关业务开始于 2012 年。2019 年，华为成立了智能汽车解决方案 BU。与滴滴相反，华为的自动驾驶业务明确选择了不做 robotaxi、走渐进量产路线。

图表 59：华为智能汽车解决方案 BU：架构



资料来源：腾讯新闻、国盛证券研究所

2020 年 4 月，华为和 ARCFOX 极狐共同推出了极狐阿尔法 S 华为 HI 版，搭载了华为自研的高阶自动驾驶全栈解决方案（Autonomous Driving Solution，ADS）。

在软件层，华为 ADS 的地图系统 roadcode 包括高精地图 roadcode HD 和自学习地图 roadcode RT。同时，华为通过类似影子模式的 DDI 来加强对车主驾驶行为的学习。

在硬件层，硬件实力一向是华为的强项，这也体现在了华为自动驾驶的硬件平台 MDC 810 和自研的激光雷达传感器等硬件实力上：

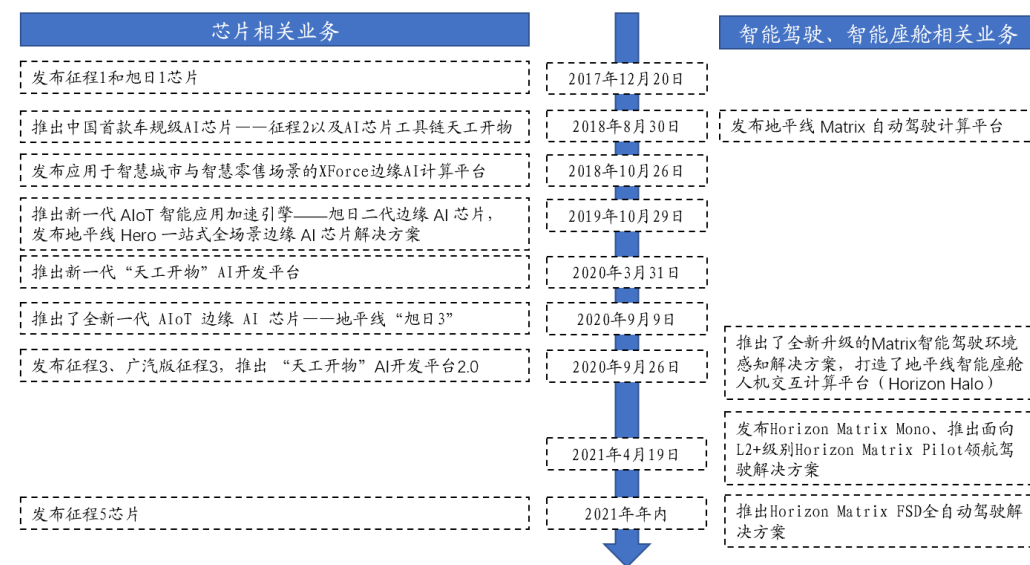
- 1) 计算平台方面，华为 MDC 810 是业内量产最大算力的计算平台，算力高达 400 TOPS，支持 16 个摄像头、12 个 CAN 总线、8 个车载以太网接入能力。
- 2) 传感器方面，华为给极狐阿尔法 S 华为 HI 版配置了三颗华为 96 线激光雷达，以及 6 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、以及 13 个摄像头。激光雷达是传感器中的核心技术构成、也是核心成本构成。华为自研的激光雷达 200 米测距、拥有 120°的水平视角和 25°垂直视角。华为表示未来计划将激光雷达成本降至 200 美

金，这大大降低了量产门槛。

随着算力芯片、激光雷达等硬件在自动驾驶迭代中的重要性日益凸显，头部硬件厂商正一跃成为极具竞争力的自动驾驶完整解决方案提供商。中国和华为一样从硬件切入ADAS提供商业务的还有大疆、地平线等。

4.4.2 地平线：算力竞赛开启，芯片佼佼者进入前台

图表 60：地平线大事记



资料来源：公司官网、腾讯新闻、新浪新闻、国盛证券研究所

地平线成立于 2015 年 7 月，率先提出聚焦边缘 AI 芯片方向。2017 年 9 月，地平线首次发布中国首款边缘 AI 芯片——面向智能驾驶的征程系列。2019 年 8 月，地平线宣布推出国内首款车规级 AI 芯片征程 2，并在 2020 年 3 月开启前装量产。

图表 61：地平线量产情况

智能驾驶相关产品		量产车型
芯片	征程 2	长安 UNI-T、UNI-K，奇瑞蚂蚁，智己汽车，广汽埃安 AION Y，思皓 QX，东风岚图 Free，广汽传祺 GS4 Plus
	征程 3	“轩辕”L3 级量产重卡
智能驾驶方案	Horizon Matrix	UNI-K，思皓 QX
智能座舱	Horizon Halo	UNI-T，UNI-K，思皓 QX

资料来源：公司官网、国盛证券研究所

在搭载征程系列芯片的智能驾驶车型不断落地的同时，地平线也把握住自身的技术壁垒和巨大的产业机遇，将业务拓展向整体智能驾驶系统方案、以及智能座舱方案。

2020 年 9 月，地平线推出智能座舱方案 Horizon Halo，搭载强计算能力和多模态 AI 技术，支持为每款车型打造量身定做的座舱差异化功能。2021 年 4 月，地平线进一步推出

了全系列智能驾驶解决方案，包括 Horizon Matrix Mono 辅助驾驶方案、Horizon Matrix Pilot 领航驾驶方案、Horizon Matrix FSD 全自动驾驶方案。其中，Horizon Matrix Mono 和 Horizon Matrix Pilot 通过视觉感知产品实现量产交付，Horizon Matrix FSD 则可选用激光雷达探索无接管自动驾驶。

4.5 百度 Apollo 的变量

综合近年自动驾驶产业趋势，我们认为：

- 1) 落地目标选择上：L4 级完全无人驾驶场景尚且遥远，而 ADAS 已经迎来了全面量产期。
- 2) 平台模式上：iOS 还是 Android 模式尚有争议，但长尾车企需要技术领先的方案提供商作为生态引领者。
- 3) 传感器选择上：随着激光雷达的量产降价，激光雷达正成为各家辅助驾驶尤其是高级版辅助驾驶方案的标配。
- 4) 技术竞争上：算法的迭代需要量产行车数据的支持，算力的重要性使得一批头部芯片提供商一跃而起成为耀眼的全栈方案提供商。激光雷达的去与留，也随着硬件量产成本下降而成为不用纠结的问题。技术的竞争没有一家独大、只有群星闪耀。
- 5) 变现模式上：虽然 L4 级应用短期尚未有成规模的变现方式，但 ADAS 的量产落地已经为车企和供应商打开了软件变现的大门。

我们认为，百度 Apollo 当前的变量，在 robotaxi 业务上体现为规模化变现的进展，在 ADAS 业务上体现为竞争的增加。

图表 62: robotaxi 产品: 百度 Apollo 无人驾驶测试车



资料来源：腾讯新闻、国盛证券研究所

图表 63: ADAS 产品: 威马 W6 搭载了百度辅助驾驶泊车 AVP



资料来源：腾讯新闻、国盛证券研究所

4.5.1 Robotaxi: 技术领先，规模化变现尚且遥远

百度在 L4 级自动驾驶领域布局早、技术迭代领先。百度 Robotaxi 的核心优势包括：

- 1) 技术竞争力位居全球第一梯队。百度自 2017 年发布了 Apollo 系统，并在后续时间现后完成 6 次迭代，目前已经升级到 Apollo 6.0 版本。最新版本将主要工具库

升级至最高版本，同时算法模块上引入三个深度学习模型，包括基于 Point Pillars 激光点云障碍物识别模型、基于语义地图的低速行人预测模型以及基于语义地图的模仿学习真实路测数据。目前百度在 Navigant Research 发布的 2020 年全球自动驾驶竞争力榜单中位居第一梯队，也是国内唯一上榜的自动驾驶技术公司。

- 2) **先发叠加规模优势，路测数据积累一路领先。**自 2018 年 7 月百度首辆自动驾驶巴士阿波龙量产下线，到 2019 年 9 月 Robotaxi 在长沙首启试运营，百度 L4 智能驾驶路测车队飞速成长为国内上路最早、规模最大、路测距离最远的车队。截至 2020 年 12 月，公司自动驾驶累计测试里程已达 700 万公里，并持有 199 块中国自动驾驶牌照，远超第二名的 20 块。同时公司已在长沙、沧州、北京三地展开 RoboTaxi 的试运营服务，测试车辆达 500 辆，累计服务人次超 21 万人。基于公司数量领先的驾驶牌照与运营车队数量，未来公司也将持续快速积累路测数据，将更多长尾场景纳入无人驾驶能力范围。

图表 64: 技术层: NR 报告显示百度自动驾驶进入 leader 阵营



资料来源: Navigant Research、国盛证券研究所

图表 65: 数据层: 百度 L4 级自动驾驶在路测覆盖面上做到国内领先



资料来源: Apollo GO 2020 运营报告、国盛证券研究所

在技术上获得竞争优势之后，百度 robotaxi 核心的变量在于变现。当前国内 robotaxi 企业探索试运营的不少，但开始商业化的只有百度。但现阶段 robotaxi 商业化的问题在于：

- 1) 变现规模有限。按照 5 月初百度 robotaxi 试运营情况：收费 30 元一次、一天几百单，一年在北京运营收费约数百万元。由于当前 robotaxi 尚未到大规模铺开落地阶段，因此变现有限。
- 2) 改装车、安全员等成本仍较高。当前 robotaxi 仍需安全员接管，因此无论是人力成本、还是改装车成本都不低。

因此，robotaxi 仍面临商业化重重变量。

图表 66: 各 L4 级别车企: 试运营及商业化情况

车企	是否已在试运营	最新试运营情况	是否商业化	收费模式
百度	是	2021 年 5 月 2 日起在北京首钢园等区域开放完全无人驾驶“共享无人车”服务, 服务时间为 8:00-22:00 (有夜间服务), 另外在长沙、沧州开放有安全员的无人车服务	是	30 元一次
滴滴	是	在北京市智能网联汽车政策先行区等区域试运营	否	免费
Waymo	是	在美国的凤凰城和旧金山地区试运营, 其中在凤凰城面向部分付费和免费用户开放, 而旧金山地区只向谷歌内部员工开放试行	否	免费
小马智行	是	pony taxi 在北京高级别自动驾驶示范区试运营, 运营时间为 8: 30-22: 30; pony truck 获得广州市南沙区交通运输局颁发的货运道路运输经营许可证, 并已开展试运营	否	免费
AutoX	是	在上海市试运营, 开展 L4 级别全无人驾驶、且无人远程遥控的 RoboTaxi 运营	否	免费
文远知行	是	无人驾驶微循环小巴在广州国际生物岛开展对外试运营, 覆盖区域内各办公点和商业点	否	-
元戎启行	是	获深圳首个智能网联汽车应用示范许可, 有望年中在深圳市中心区向公众开放试乘	否	-

资料来源: 各公司官网、相关新闻、国盛证券研究所

4.5.2 ADAS: 竞争加强, 做大朋友圈尤为重要

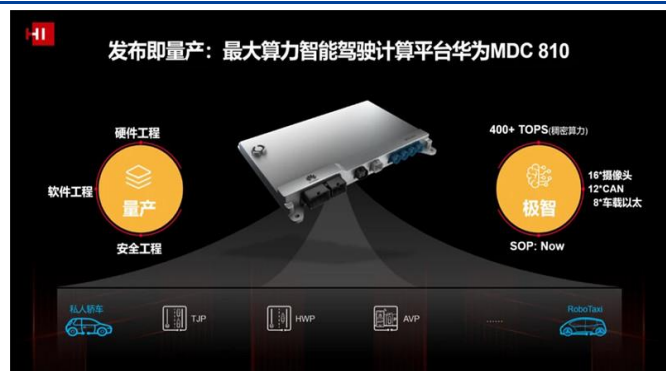
百度向 ADAS 的转型大大提升了百度 Apollo 商业化的可见度。百度 ADAS 的核心产品 AVP 已经开始量产、ANP 也即将开始量产。当前百度 ADAS 要扩大合作伙伴的阵营, 竞争的加强是一个核心变量。

由于 ADAS 技术已经开始成熟落地, 巨头们也持续进入 ADAS 赛道。我们认为, 华为等硬件巨头或在车企选择 ADAS 供应商环节与百度存在着重要的竞争。我们认为, 华为和百度相比:

- 1) 硬件上, 在激光雷达、芯片等核心硬件层面, 华为具有较大优势。
- 2) 软件上, 百度在算法、数据层面具有优势, 长期数据层面双方均需要更多量产行驶数据的积累。

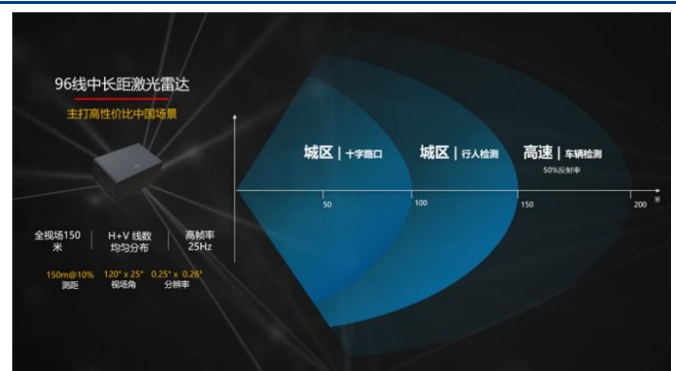
首先, 硬件层面, 华为的 MDC 810 具有 400+ TOPS 的超强算力, 华为在自研激光雷达层面也有望将这一核心传感器的量产成本降到 200 美元级别。硬件层面华为优势较大。

图表 67: 华为 MDC 810 计算平台



资料来源: 腾讯新闻、国盛证券研究所

图表 68: 华为自研中长距激光雷达

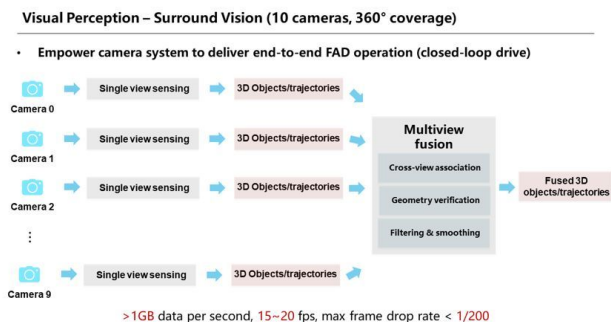


资料来源: 腾讯新闻、国盛证券研究所

然而，在软件层面，百度的算法和数据优势一定程度上可以弥补硬件的不足。

比如，百度 Apollo Lite 从成本角度出发放弃了其中最昂贵但感知准确度最高的激光雷达，采用了 10 路摄像头的纯视觉方案。算法的积累让百度可以通过“2D-3D 算法”完成感知识别，并通过 30+深度学习算法、显著提升 Apollo Lite 在复杂城市道路下的自动驾驶能力和体验。

图表 69: Apollo Lite: 环视感知方案示意



资料来源：百度，公司官网、腾讯新闻、国盛证券研究所

图表 70: Apollo Lite: 成像效果



资料来源：百度，腾讯新闻、国盛证券研究所

再比如，在数据层面上，百度拥有除了拥有高精地图等，也在加强各类自动驾驶场景和数据的积累。百度拥有世界上唯一的像素级、连续视频三维自动驾驶数据集 Apollo Scape。百度 Apollo Scape 已经开放了 14.7 万帧像素级语义标注图像，未来还将添加红外图像加强夜间检测、提取稠密的轨迹信息来对驾驶行为进行建模等。

长期，数据积累层面需要更多的真实行驶数据作为基础。百度通过“集度”造车，即是迈向量产、加强数据积累的重要手段。华为虽表示三年不造车，但其也在通过其他方式进行行驶数据收集，如在其辅助驾驶方案中通过 DDI 功能进行类似影子模式的数据反馈。

图表 71: 百度“集度”第一款车或于 2022 年北京车展亮相



资料来源：腾讯新闻、国盛证券研究所

当然，在对量产 OEM 的竞争上，不仅算法迭代程度、数据充足度、硬件冗余度等技术因素是重要因素，其他因素如竞争格局、品牌力、甚至 B 端销售能力，都是影响 OEM 选择 ADAS 供应商时的考量要素。ADAS 赛道强手林立，虽没有胜者通吃，但也需形成足够的量产合作才能推动更好的数据积累迭代，形成正反馈。

5. 盈利预测及估值

我们预计回暖的营销环境将带来百度 2021 年广告可喜增长，而智能驾驶 ADAS 的量产、以及智能云、DuerOS 的成熟将为百度未来几年带来新的增长引擎。

- 1) 百度移动生态：随着 2021 年整体营销环境较 2020 年的回暖，2021 年百度广告需求将呈现显著好转，预计全年百度移动广告增速或达 15% 以上。
- 2) 智能云及小度：百度云、DuerOS 等新业务的成熟，带来百度非广告收入 2020Q1 同比高增 70%。我们预计百度云、小度继续保持可喜态势，全年增长也达中高双位数。
- 3) 百度 Apollo：今年是百度 Apollo 的量产商业化元年。百度 ADAS 产品中，AVP 今年已经与 OEM 合作开始量产商业化，公司期望 AVP 和 ANP 在未来三年达成一百万台前装量产。除了 ADAS 以外，百度 Robotaxi 和更多车联网、智慧交通产品也有望在未来贡献营收。

图表 72：百度财务预测

百万元	2018	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E
收入	102,277	107,413	107,074	126,983	143,639	165,567	194,190
百度核心业务	78,271	79,711	78,684	97,178	112,319	132,350	158,964
1) 在线营销服务	72,645	70,038	66,283	76,618	79,972	83,607	87,407
2) 智能云、DuerOS	5,626	9,673	12,401	19,959	30,447	45,643	67,258
3) 智能驾驶	0	0	0	600	1,900	3,100	4,300
爱奇艺	24,989	28,994	29,708	31,133	32,807	34,865	37,033
YY	-	-	-	-	-	-	-
调整抵扣项	-983	-1,292	-1,318	-1,328	-1,488	-1,648	-1,808
收入增速		5.0%	-0.3%	18.6%	13.1%	15.3%	17.3%
百度核心业务		1.8%	-1.3%	23.5%	15.6%	17.8%	20.1%
1) 在线营销服务		-3.6%	-5.4%	15.6%	4.4%	4.5%	4.5%
2) 智能云、DuerOS		71.9%	28.2%	61.0%	52.5%	49.9%	47.4%
3) 智能驾驶					216.7%	63.2%	38.7%
爱奇艺		16.0%	2.5%	4.8%	5.4%	6.3%	6.2%
YY					-	-	-
Non-GAAP 归母净利润	23,976	18,182	22,020	21,324	24,335	30,432	38,216
百度核心	29,059	22,824	25,194	23,662	27,228	34,533	42,500
爱奇艺	-8,599	-8,765	-5,445	-4,020	-4,166	-4,345	-4,534
YY				-	-	-	-
调整抵扣项	3,516	4,123	2,271	1,682	1,272	245	251
Non-GAAP 归母净利率	23.4%	16.9%	20.6%	16.8%	16.9%	18.4%	19.7%

资料来源：公司公告，国盛证券研究所

财务上，我们预计百度 2021-2023 年收入为 1270/1436/1656 亿元，同比增长 19%/13%/15%，实现调整后净利润 213/243/304 亿元。

估值上，我们认为百度当前存在显著低估。基于保守假设，我们给予：

- 1) 百度核心广告 10x 2021e P/E，得出核心广告业务约 460 亿美金估值，
- 2) 百度云和 DuerOS 业务约 5x 2021e P/S，得出云和 DuerOS 业务约 150 亿美金估值，
- 3) 各个核心股权投资按当前市值或估值，得出核心股权投资约 150-200 亿美金估值。

随着百度 Apollo 产品落地，百度 robotaxi 开始常态化商业运营、百度 ADAS 步入大规模量产。尤其是 ADAS 业务中 AVP 今年量产落地、未来三年 AVP 和 ANP 前装量产 100 万台，百度辅助驾驶产品的变现可见度和预期规模大幅提升。因此，我们给予：

- 4) 百度 robotaxi 按国内竞品对标（小马智行投后 60 亿美元估值、文远知行投后 33 亿美元估值），得出 70 亿美金估值，
- 5) 百度 ADAS 按 20x 2023e P/S，得出约 100 亿美金估值。

因此，百度自动驾驶 Apollo 业务整体约 170 亿美金估值。

基于以上加总，我们给予百度整体约 930 亿美金估值。当前百度在估值上存在显著低估，我们认为百度 ADAS 业务今年开始的量产为其自动驾驶 Apollo 业务打开了广阔的估值前景。我们给予百度（9888.HK）261 港元目标价，对应美股（BIDU.O）约 269 美元目标价，首次覆盖给予“买入”评级。

百度的第一个十年，拉开了中国互联网赛道的大幕。百度的第二个十年，伴随着国内各类 AI 技术的成熟、也见证了国内智能驾驶赛道的起步。如今，随着芯片和激光雷达等硬件的成熟、视觉算法等软件的迭代，百度在 2021 年终于迎来辅助驾驶方案的全面量产变现。百度的第三个十年，除了 ADAS 大规模量产、robotaxi 迎来商业化拐点、还会有怎样的变量，我们拭目以待。

风险提示

广告主需求弱于预期：企业投放预算低于预期，或者平台竞争超预期。

自动驾驶业务商业化慢于预期：如，AVP、AVP 等 ADAS 业务量产订单弱于预期，或者 Robotaxi 业务落地迟于预期。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。
