

2019智能手机影像技术应用 观察及趋势分析

中国信息通信研究院泰尔终端实验室

北京旷视科技有限公司

联合发布

2019年12月31日

前言

当前，手机已成为人们日常工作和生活中不可或缺的设备。移动支付的过程中无需携带现金或银行卡、手机随时随地网上购物、手机银行资金交易等应用场景，也让用户对手机的安全性和便捷性提出新的要求。同时，人工智能的发展为智能手机的影像处理赋能，尤其是夜摄、自拍、直播的功能也随之显著提升，并逐渐成为选购手机时的重要衡量指标。

从2019年各大厂商新旗舰机型发布的趋势来看，一方面，国内手机行业在影像应用领域的创新主要集中在AI影像增强领域，以满足人们对智能手机的影像处理要求的日益提升。另一方面，随着全面屏智能手机的兴起，屏下指纹解锁、2D/3D人脸识别解锁等需求也将迎来大爆发。生物识别技术作为影像技术的典型应用之一，凭借着安全、可靠、便捷等优势也必将应用愈加广泛。对此，本报告将通过梳理总结2019年度的市场现状和热点技术，分析2020年智能手机影像应用领域的发展前景及趋势。

目录

| | |
|-------------------------------------------|----|
| 第一章 智能手机影像应用行业现状 | 2 |
| 1.1 影像增强技术成为市场发展主旋律 | 3 |
| 1.1.1 长焦远摄和夜景摄影功能成为市场亮点 | 3 |
| 1.1.2 短视频社交风靡，“视频手机”概念凸显 | 4 |
| 1.1.3 前后摄像头升级，满足拍照刚需 | 6 |
| 1.2 生物识别技术仍是影响手机销售的核心配置 | 8 |
| 第二章 智能手机影像技术与应用变革 | 10 |
| 2.1 AI 影像增强创新发展现状 | 10 |
| 2.1.1 硬件层 | 10 |
| 2.1.2 算法层 | 14 |
| 2.2 生物识别将成为 5G 手机 AI 重要的应用 | 17 |
| 2.2.1 基于 ToF 和 3D 结构光的 3D 人脸识别与支付算法 | 17 |
| 2.2.2 指纹识别 | 19 |
| 第三章 前景与趋势 | 24 |
| 3.1 算法及方案芯片化、硬件化 | 24 |
| 3.1.1 AI 算法芯片化加速产品落地 | 24 |
| 3.1.2 指纹识别芯片的借势再起 | 25 |
| 3.2 手机摄像头模组领域创新动力充足 | 26 |
| 3.2.1 ToF 镜头将大幅增加 | 26 |
| 3.2.2 摄像头及传感器将持续创新 | 26 |
| 3.2.3 屏下摄像头 2020 年或将商用 | 28 |
| 3.2.4 潜望式摄像头将成为中低端手机的标配 | 29 |
| 3.3 总结 | 30 |

第一章 智能手机影像应用行业现状

当前，手机已成为人们日常工作和生活中不可或缺的设备。移动支付的过程中无需携带现金或银行卡、手机随时随地网上购物、手机银行资金交易等应用场景，也让用户对手机的安全性和便捷性提出新的要求。同时，人工智能的发展为智能手机的影像处理赋能，尤其是夜摄、自拍、直播的功能也随之显著提升，并逐渐成为选购手机时的重要衡量指标。

如在夜拍时，人工智能技术能够弥补手机因低成本感光硬件带来的性能劣势，通过多帧降噪、强化暗部和弱光细节等算法，缩短夜间摄影的反应时间，增强夜摄成像细节，降低拍摄操作难度，提升成像反应速度等。在拍摄视频时，人工智能技术还能对人或物体的边缘进行精准辨别和智能锁焦，最终实现实时高画质背景虚化效果。同时，人工智能技术还能通过对多源传感器信息融合和防抖场景智能分析，将陀螺仪频率提高2-3倍，从而更加灵敏地感应手机的运动状态，实现视频拍摄中的超级防抖。

从2019年各大厂商新旗舰机型发布的趋势来看，国内手机行业在影像应用领域的创新主要集中在AI影像增强及生物识别领域。

1.1 影像增强技术成为市场发展主旋律

进入2019年，智能手机行业创新不断，亮点纷呈，以华为、OPPO、小米等国内厂商为代表的高像素、大变焦机型层出不穷。以图像及视频拍摄为代表的手机AI影像增强技术成为市场创新的主旋律，决定着手机能否快速赢得消费者认可的关键因素之一。

1.1.1 长焦远摄和夜景摄影功能成为市场亮点

2019年上半年，长焦远摄和夜景摄影是手机AI影像应用创新的两大主要方向。

华为在今年发布了旗舰机型P30 Pro率先引领了2019年手机夜摄技术的发展。它采取了手机后置四摄方案，在潜望式长焦镜头支持下，最高可实现10倍混合变焦和最高50倍的数字变焦。同时，创新性地搭载了全新拜耳阵列设计的华为超感光传感器，以黄色像素替换三原色中的绿色像素，进光量增加40%，并在相机算法重新构建、芯片与系统深度调试的基础上，取得不俗的暗光表现力。



图 1 长焦镜头（图片来自于华为官网）

OPPO Reno 10倍变焦版的“潜望式结构”变焦功能的创新让人眼前一亮。搭配有潜望式长焦镜头，OPPO Reno 10倍变焦版“接棒式”实现了16-160mm“全焦段”覆盖，支持10倍混合光学变焦，最高可实现60倍数码变焦。Reno 10倍变焦版还搭载了超画质技术，通过复合多帧降噪与HDR技术，为用户带来超越以往的夜景降噪、高光压制效果，夜景成像细节及效果成为亮点之一。

1.1.2 短视频社交风靡，“视频手机”概念凸显

2019年下半年，随着“全民vlog”时代的来临，以快手、抖音为代表的短视频社交开始风靡大江南北。各大手机厂商和算法供应商开始把目光聚焦在视频拍摄领域，积极抢占手机AI视频的风口，开启视频手机的新赛道。

2019年9月开始,各大手机厂商开始陆续推出新的当家机型,如OPPO Reno2、苹果iPhone 11系列和华为Mate 30系列。这些新机型将视频拍摄功能提到一个非常重要的地位,不但在技术方面大胆突破,为其置入相关的人工智能算法,以提升消费者的体验,甚至将它们当成了其中一个主打卖点推向市场。由此可见,除手机拍照功能外,丰富手机AI视频的拍摄功能,已开始成为未来手机发展趋势之一。

OPPO Reno2提出了“视频手机”的概念,这款于9月10日发布的首款主打视频功能的手机,搭载AI视频虚化、Ultra Steady视频超级防抖、视频降风噪、录音变焦以及傻瓜式的soloop剪辑软件,降低了消费者的视频制作门槛。

iPhone11 Pro Max 也将手机视频拍摄作为了一个新卖点。它不仅支持四颗摄像头(三颗后置+一颗前置)的4K 60fps视频拍摄,还在视频防抖上做了明显的改进。具体来看,该机型包括前置摄像头在内的每一个摄像头,均支持4K 60fps及防抖功能,让用户在自拍和摄影过程中都能得到稳定、清晰的图像。同时,不论是前置与后置摄像头拍摄的视频,均可以无缝衔接,极大地降低了分辨率上的差异。此外,前置摄像头同样支持FHD 120P,给自拍慢动作玩法带来了更多的乐趣。

华为Mate 30 Pro搭载的电影镜头能够支持超高速数据读写和传输能力,出众的硬件能力也得到业界广泛关注。为了提升视频拍摄效果,在原有款型的基础上增加了一颗1/5.4英寸的4000

万像素RGGGB电影CMOS（3:2比例），支持4K 60fps视频录制，ISO高达51200，拍摄帧数最高可达7680fps，能够实现超高速视频录制。

三星Galaxy Note10系列在视频拍摄和剪辑、3D深度采集、桌面拓展方面均有所提升：支持视频背景虚化；允许用户使用变焦麦克风捕捉视频所需的声音；支持超级稳定模式，减少摄像头拍摄带来的晃动；支持4K超高清分辨率、HDR10+画面视频拍摄。同时，5G版本甚至配备了一套完整的智能编辑工具，支持插入转场特效或字幕，改变速度，用S Pen还可添加插图编辑多个视频，可以打造多样视觉效果。

vivo X30系列则开启了利用全焦段影像系统拍摄抖音视频的新玩法。vivo X30系列5G手机，将其全焦段影像系统开放给抖音。此前在多数情况下，手机只提供主摄像头给抖音调用，其他镜头往往被闲置，但X30系列拍抖音视频，用户还可以调用广角镜头、人像镜头、潜望镜头等多个镜头，用户可以自己挖掘和实现更多创意玩法。

1.1.3 前后摄像头升级，满足拍照刚需

(1) 超高像素传感器再次升级

先是6400万像素三星GW1传感器成为市场新宠，再次拉响了手机硬件的“军备竞赛”。该传感器拥有1/1.7英寸大底，单像素尺寸为0.8 μm ，拥有ISOCELL Plus像素隔离、Hybrid HDR等多项

行业领先技术，大大提升照片观感与出片率，为消费者带来“越级”的拍照体验。随后，Redmi Note 8 Pro、Realme X2、vivo NEX3均开始搭载6400万像素的多摄系统。

随后小米和三星的合作，也首次让手机传感器的像素突破了1亿大关。双方联合推出的ISOCELL Bright HMX传感器，像素高达1.08亿像素，并将其运用在小米MIX Alpha和小米 CC9 Pro上。

(2) 前置高清摄像头和算法助力夜景自拍效果提升

2019年以来，3200万像素的前置高清摄像头开始成为旗舰手机标配，如华为nova6 5G、华为nova5系列、小米CC9 Pro、荣耀20S、realme X2等。在高清前置摄像头的硬件基础上，超级夜景人像和超清自拍是其主打卖点，如华为nova6 5G、华为nova5系列打造了“人像超级夜景”的卖点，解决夜晚自拍噪点过多、画面模糊的痛点，进一步增强了画面的清晰度、层次感、暗部色彩饱和度，使夜景照片的颜色和细节看起来更准确生动。此外华为nova6系列还加入了800万像素105°超广角镜头，与前置3200万像素自动对焦镜头组成的双摄像头系统，解决了多人自拍时镜头范围过窄的痛点，也给短视频和vlog创作提供了更好的硬件和算法支持。

在前置人像自拍方面，旷视打造的AI影像增强算法能够充分提升画面暗部亮度和纯净度，保留人像细节表现力，并助力多款热门手机拿下DxOMark前置摄像头评测高分。

1.2 生物识别技术仍是影响手机销售的核心配置

生物识别技术依然是保障手机安全的核心配置，也是影响消费者购机的主要因素。这其中最为核心的就是3D人脸识别及解锁和指纹识别技术。其中，3D人脸识别算法仍是高端旗舰手机的首选，屏下指纹识别则成为主打性价比方案手机的标配。

在人脸识别及解锁方面，通过高效的人脸识别算法，手机可以实现毫秒级的人脸解锁和金融级的人脸支付功能，配合3D深度传感器，还可以进一步提高人脸识别的准确性和抗伪造能力，真正实现解放双手，利用生物识别验证，完成解锁手机、支付验证等步骤。3D人脸识别算法还可以应用于AR和3D体感游戏等突破性应用场景上。

荣耀旗舰机Magic 2于在两个红外感光镜头和一个散斑投射器组成的3D感光技术方案支持下，可以为用户提供即时在昏暗光线下也能够有效识别的全天候3D人脸解锁使用体验，能够有效支持3D人脸金融安全支付功能，包括基于人脸的隐私保护、基于机主人脸特征识别的应用锁、基于机主人脸特征识别的文件保密柜、3D人脸支付、3D活体检测和全安全环境数据处理等功能。2019年9月发布的iPhone11系列和华为Mate 30 Pro，均采用了3D人脸识别和解锁方案。这也表明3D人脸识别和解锁方案仍然是未来生物解锁的趋势。

从2019年手机旗舰新品来看，被广泛使用的屏下指纹识别方

案主要有两种：光学式屏下指纹识别方案和超声波指纹识别方案。除了三星在Galaxy S10和Note 10上使用了基于超声波的3D指纹识别技术，绝大多数新机基本选用了基于光学的屏下指纹识别技术。

CAICT 中国信通院

第二章 智能手机影像技术与应用变革

从2019年旗舰机型的设计趋势来看,在人工智能高度赋能下,高像素多摄系统和便捷安全的屏下指纹方案给消费者带来更安全、更智能、更便捷的使用体验,成为了一款旗舰机必备的卖点。随着手机多摄系统和屏下指纹识别方案的成熟,也带来了更多相关AI影像应用的发展。

2.1. AI 影像增强创新发展现状

2.1.1 硬件层

2.1.1.1 后置多摄系统的创新

从2019年发布的旗舰手机来看,后置多摄系统的创新呈现井喷之势:以四摄、五摄为代表的多摄系统诞生并大规模量产;潜望式长焦镜头的使用让手机实现多倍光学变焦成为了可能;上亿像素的传感器诞生也让手机在后期拥有更大的合成空间;RYYB传感器的设计则让用户拥有了与以往截然不同的暗光拍摄体验。

华为P30 Pro采用四摄系统与RYYB传感器设计主要体现在:采用800万大像素潜望式长焦镜头,能够实现5倍光学变焦+10倍混合变焦+50倍数码变焦;搭载后置四摄结构,在三摄的基础上增加ToF摄像头以加强照片景深效果。



图 2：10 倍变焦（图片来自于 OPPO）

OPPO Reno 10倍变焦版中，搭载了4800万像素主摄+1300万长焦+800万广角三摄全焦段影像系统，能够通过三个不同焦段的摄像头协同接力，实现超广角到长焦的10倍变焦效果，覆盖等效16-160mm焦段，并且在这个焦段内，成片尺寸始终大于等于800万像素。

小米MIX Alpha与CC9 Pro配备的1.08亿像素传感器成为下半年业界焦点：1/1.33英寸感光尺寸，F/1.7大光圈，支持OIS四轴光学防抖，激光自动对焦，四合一像素输出，默认2700万像素。由于拥有更大的CMOS尺寸，ISOCELL Bright HMX传感器也就能搭载更多的像素点，拥有更大的合成空间，能够确保在提升暗光拍摄能力的同时，能同时保障在合成后的像素表现。

具体表现来看，搭载1.08亿像素超清镜头的小米CC9 Pro系列采用了五摄四闪方案，在10倍混合光学变焦镜头，50mm焦段经典人像镜头，2000万超广角镜头和独立微距镜头的配合下，覆盖13mm-125mm全焦段。其中1.08亿像素超清镜头和10倍混合光学变焦镜头均支持OIS光学防抖，支持激光对焦，采用双闪光灯、双柔光灯组合。此外，小米CC9 Pro尊享版还首次搭载了定制的8P（即8片塑料镜片）镜头。



图 3：电影四摄（图片来自于华为官网）

华为Mate30 Pro采用了4000万电影摄像头+4000万像素超感光摄像头+800万长焦摄像头+3D深感摄像头四摄配置。多摄像头的组合，让华为Mate30 Pro在拍照和视频上覆盖了18mm-80mm等效焦段。超广角方面，华为Mate30 Pro采用了一枚4000万像素电影摄像头，拥有1/1.54英寸的超大感光尺寸，视频拍摄中感光度最高可达ISO 51200在拍照的时候可以获得出色的动态范围，保证出色夜间拍摄效果。

2.1.1.2 前置摄像头创新

在2019年年初,vivo NEX创造性地推出了可升降式前置摄像头,把占屏比提升到了极致,着实让人眼前一亮。随后同样为了在屏幕上消灭摄像头,努比亚X则是以后置代替前置,利用副屏实现轻松自拍,这样做的好处就在于后置摄像头的成像素质更高。小米MIX 3则是将前置摄像头隐藏在了屏幕背后,用户可以通过设置,下滑屏幕后自动进入自拍模式。这对于自拍人士来说无疑是福音,只需要下滑就能实现原先需要点击相机,翻转相机这两个步骤,实现了快速自拍。

相比而言,华为nova4相对保守地采用了极点全面屏设计,通过全新的blind hole技术,将一枚直径为3.05mm的摄像头放入屏幕当中。此外为了加强机身及摄像头的稳定性,并采用“双层应力缓冲支架”,增加机身强度,稳定前置摄像头。

无论是何种设计,在全面屏普及的今天,它们都展示出了自己独特的设计和风格。无论是升降式摄像头、后置自拍还是极点全面屏,这些设计,都让智能手机变得更加精彩。

2.1.1.3 镜片规格升级

镜头创新领域,小米9透明尊享版则搭载了全球首款7P(7片塑料镜片)摄像头。相比6P,7P摄像头多增加了一片镜片,能够拥有更强的聚光能力和解析能力,可以减少光学色相差。小米

CC9 Pro尊享版则搭载了全球首款8P摄像头。

具体来看，P指的是镜头的片数。通常情况下，镜片片数越多，光线过滤、成像和色彩还原的效果越好，相应的设计难度也更高。

2.1.2 算法层

2019年，夜景拍摄和超级视频防抖两大算法风靡全球。华为、OPPO、vivo、小米、苹果及三星均在发售的旗舰机型中搭载了相应的夜景拍摄和超级视频防抖算法。

2.1.2.1 超画质技术



图 4：旷视超画质技术清晰度对比

作为2019年最具代表性的夜景算法之一，旷视超画质技术得益于手机核心芯片的算力，通过对原始图像进行处理，能够更好地降低图片噪声、保留画面细节，优化拍摄和影像处理时间，显著提升用户在夜晚和低光照环境下的拍摄体验，突破手机在夜景

和弱光环境下拍摄的局限，引领了AI+手机夜景拍摄的新潮流。利用复合多帧降噪和HDR技术，超画质技术能够提升动态范围，有效提高手机夜间拍照的成片率，并让相机具备优秀的抗鬼影能力。该技术还能够把整个拍照曝光时间控制在300毫秒左右，算法处理时间则控制在1秒左右，让用户能几乎在按下快门的同时，看到自己所拍摄的超美夜景照，实现所见即所得。同时，通过不同的曝光策略和曝光组合，超画质技术能够有效提升动态范围，取得较好的高光压制效果。超画质技术还夺得了CVPR 2019大会NTIRE 2019 真实图像降噪比赛“Raw-RGB”组的世界冠军。

2.1.2.2 希区柯克变焦

希区柯克变焦原本是一种专业的电影制作技术。这种效果是通过变焦镜头来调整视角，同时相机靠近或远离拍摄对象，从而使拍摄对象在整个画面中保持相同的大小。在它的经典形式中，当镜头放大时，相机角度会从一个物件上拉开，反之亦然。因此，在缩放过程中，会有一个连续的透视失真，最明显的特征是背景看起来会相对于主题改变大小，营造出一种科幻感更强，更加炫酷的镜头感。旷视通过采用人脸检测、特征检测、视频防抖等技术的结合，在手机手持拍摄中实现了这一功能，通过智能一键单击，能够产生在滑轨上推动摄像机的大片式拍摄效果，使人像的大小和位置保持不变，同时背景不断变化。在当前短视频内容为王的时代，希区柯克变焦可以让用户轻松制作炫酷的短视频作品。

2.1.2.3 Ultra Steady 视频超级防抖技术

该技术是在视频HIS混合防抖技术的基础上优化而成，能够实现水平、垂直、旋转、水平偏转、垂直偏转等5轴防抖效果。HIS混合防抖技术由OIS光学防抖和EIS电子防抖技术结合而成，同时搭配陀螺仪来共同实现，其原理是对通过多源传感器信息融合和防抖场景智能分析，将陀螺仪频率提高2-3倍，更加灵敏地感应手机的运动状态，实现视频拍摄中的超级防抖功能。

目前，市面上常见的手机视频防抖产品大致有两类，即OIS光学防抖和EIS电子防抖。OIS光学防抖需要硬件支持，需要在相机模组中加入一个利用磁力悬浮的镜片，当陀螺仪检测到其位置发生移动之后，会将相关信号传送至SoC去计算需要的补偿量，然后通过补偿镜片组对位置进行补偿，来让光路保持稳定，从而尽可能降低由手机抖动造成的图像模糊问题。OPPO Reno2采用了该技术。

2.1.2.4 Fusion 与 Sat

当前，多摄和矩阵式相机的技术方向已经逐步逼近单反和相机的效果。在此过程中，光学变焦也成为其中核心需求之一。

通过获取多摄的平滑切换(Sat)和多摄的融合算法(Fusion)，模拟光变过程中平滑变焦和画质提升的效果，有效提升了用户体验，保证了不同拍摄场景、人物的良好拍摄效果。

其中, Sat为光变切换的子流程, 也是光变切换中重要算法, 主要解决的是光变切换前后, 由于baseline、光轴误差、OC等导致的切换前后内容和视角跳变的现象。而Fusion同为光变的子流程, 主要保证光变中wide+tele镜头组合和wide+ultra镜头组合在拍摄、过渡倍率中的清晰度提升。

2.2 生物识别将成为 5G 手机 AI 重要的应用

2019年开始, 手机生物识别技术迎来新的变化。其中3D人脸识别与支付算法和屏下指纹是最为值得关注的。

2.2.1 基于 ToF 和 3D 结构光的 3D 人脸识别与支付算法

3D人脸识别仍然是高端手机的必备配置, 如荣耀于2019年上半年推出了Magic2 3D感光版推出3D感光技术, 两个红外感光镜头, 再配合散斑投射器, 可以得到人脸的深度信息。下半年, iPhone11系列和华为Mate 30 Pro, 均采用了3D人脸识别和解锁方案。三星Galaxy S10 5G在推送One UI 2.0后, 也开始支持3D人脸识别。上述机型售价均在5000元以上。同时, 人脸支付市场于2019年快速崛起, 也让3D视觉技术迎来下沉的新机遇。此外, 5G的到来, 也在视频社交领域为3D动画表情、AR体感游戏等3D视觉杀手级应用提供了新鲜土壤。可以预见, 3D人脸识别将成为5G时代最重要的手机AI应用之一。

值得关注的是, 2019年, 以华为年度旗舰Mate30 Pro为代表

的高端机型，采用了3D人脸识别与支付算法。这也表明，3D人脸识别与支付算法仍然是高端手机生物识别方案的首选。

目前，3D人脸识别与支付算法的误识率低于百万分之一，反应时间快达40毫秒，其生成的结果高度可靠，能够支持智能手机实现0.1秒内极速识别、0.03秒重建的高精度安全面部识别和设备解锁功能。此外，该算法适应性强，能够支持目前安卓智能手机使用的所有主流3D摄像头模块系统，如结构光、主动立体视觉及ToF。基于该支付级别的安全保障，3D人脸识别与支付算法已允许消费者使用智能手机方便且安全地授权支付。



图 5：3D人脸解锁及支付算法（图据旷视官网）

旷视是人脸识别及支付领域的先行者和实践者，随着终端支付方式的演进，旷视基于ToF和3D结构光的3D人脸识别与支付算法也在不断完善，市场份额不断扩大。据灼识咨询报告显示，按2018年收入计算，旷视是最大的云端人脸识别身份验证解决方案提供商，占据超过60%的市场份额。2018年在中国制造生

产的配备身份验证功能的安卓智能手机中，超过 70% 使用了旷视提供的基于人脸识别的设备解锁解决方案。



图 6：用户体验手机3D人脸解锁功能（图据旷视官网）

2.2.2 指纹识别

2.2.2.1 AI 指纹识别算法

进入2019年，AI指纹识别算法已成为主流手机生物识别方案的性价比之选，这其中最具代表性的就是屏下指纹解锁方案。vivo、华为、小米、三星等手机品牌的新机型也都采用了相应的AI指纹识别算法。

具体来看，以生物识别为代表的身份鉴定方法凭借安全、可靠、准确等特性，在手机等智能终端上得以大规模使用。其中，指纹识别技术作为应用最为广泛的生物识别技术之一，已逐渐成为智能手机的标配功能。但随着全面屏手机渗透率不断提升，传

统的指纹解锁方式面临前置无处开孔、后置指纹开孔影响手机背部一体性的问题。在此背景下，“隐形指纹技术”——屏下指纹解锁应运而生。

随着市场的愈加火热，以及性价比、操作体验等方面的综合优势，不少人工智能企业在此布局。

2.2.2.2 屏下指纹识别技术方案

随着全面屏的兴起，目前市面上的主流手机绝大部分都采用了屏下指纹识别技术。当前主流的屏下指纹识别，按照技术原理与实现方法又可以细分为两种：光学式和超声波式。两种屏下指纹识别各有不同，现阶段发展状况也各有差异。

(1) 光学式屏下指纹识别



图 7：（图片来自于小米）

该方案主要依靠光线反射来探测指纹回路。其技术原理为，

由于OLED屏幕像素间天生具有一定的间隔，能够让光线透过，当用户手指按压屏幕时，OLED屏幕发出光线将手指区域照亮，照亮指纹的反射光线透过屏幕像素的间隙返回到紧贴于屏下的传感器上，最终形成的图像通过与数据库中已存的图像进行对比分析，从而识别判断。其优势在于可以最大程度上避免环境光的干扰，在极端环境下的稳定性更好，但在湿手的情况下识别率表现不佳。目前光学阵营最主要的供应商有汇顶科技、神盾光学等。

(2) 超声波式屏下指纹识别方案

该方案通过传感器先向手指表面发射超声波，在接受回波后，利用指纹表面皮肤和空气之间密度的不同构建出一个3D图像，进而与已经存在于终端上的信息进行对比，以此达到识别指纹的目的。其优势在于具有较强的穿透性，抗污渍能力较高，能够支持活体检测，识别3D指纹图像，安全性相较于其它屏下指纹识别方案更高，但速度较慢。目前，Qualcomm是超声波屏下指纹识别技术主导者。

2.2.2.3 屏下指纹识别技术的应用现状及趋势

(1) 技术：光学式屏下指纹识别将占据更多市场份额

目前来看，光学式屏下指纹识别技术更加成熟，今年发售的高端机型，除个别型号外，几乎都搭载了光学式屏下指纹识别技

术，包括小米CC9 Pro系列、华为Mate30系列等，以此可以推测，未来光学式屏下指纹识别的市场份额将会得到提升。

Qualcomm是超声波屏下指纹识别技术的主导者。在超声波屏下指纹识别方面，Qualcomm在2015年推出了名为Sense ID的3D超声波指纹识别方案。到了2017年，Qualcomm发布新一代超声波指纹识别方案。2019年12月4日，Qualcomm在骁龙技术峰会上发布了新一代超声波指纹传感器——3D Sonic Max，可让指纹识别更加清晰，支持的识别面积为前一代的17倍，能够支持两个手指同时进行指纹认证，进一步提升了安全性，此外也提高了解锁速度和易用性。

vivo于2019年1月发布集各种黑科技于一身的APEX 2019，率先在业内展示了全屏幕指纹识别技术。在使用上，APEX 2019可以实现单指、双指在屏幕任意位置的录入和解锁，也支持桌面快捷加密应用。不仅如此，在熄屏状态下点亮屏幕后，用户用手指按压锁屏界面应用，即可在解锁屏幕的同时直接进入应用。

(2) 行业：人工智能技术突出企业加速进军屏下指纹识别领域

随着屏下指纹识别市场的愈加火热，越来越多的厂商开始进军这一领域。

汇顶科技是屏下光学指纹市场的拓荒者。凭借领先的综合性能，汇顶屏下光学指纹方案在短时间内获得了众多全球知名终端品牌的青睐，广泛商用于华为、OPPO、vivo、小米、一加、荣耀、联想等主流品牌，并成功打入美国市场。其中，采用汇顶屏

下光学指纹方案的一加6T通过了美国运营商的验证,成为首款在美国销售的屏下光学指纹手机。截至2019年2月,汇顶科技屏下光学指纹方案已申请、获得国际国内500项以上的专利。2019年11月,汇顶科技针对5G手机的超薄屏下光学指纹识别芯片,随小米CC9 Pro的发布而正式实现量产。

除了传统老牌供应商以外,不少人工智能技术突出企业和计算摄影解决方案供应商也纷纷布局,利用深度学习技术,进一步渗透屏下指纹识别市场。如旷视于2019年推出了光学式屏下指纹解锁解决方案,优化智能手机解锁体验。该方案改造及升级传统的视觉指纹识别算法,并基于ShuffleNet移动端深度神经网络,能够快速筛选及验证指纹。经海量数据测试,搭载该方案的设备解锁时间能缩至约110毫秒,在低湿度、低温、强光等情况下也能够获得更高的准确率。目前,该方案已经被运用到国内一线手机厂商的热门机型中。

第三章 前景与趋势

2020年，随着5G换机潮的到来，智能手机市场的竞争将更加激烈，无论对厂商、供应链，还是对行业，都将迎来一场大考。想稳固自己的地位，或是在5G时代中闯出一片新天地，都需要在创新领域奋力前进。

根据以上分析，结合移动终端企业面临的内外部环境挑战，我们分析2020年智能手机影像应用领域的创新将主要集中在以下几个方面。

3.1 算法及方案芯片化、硬件化

3.1.1 AI 算法芯片化加速产品落地

近年来，人工智能产业发展十分迅速，涌现出了一大批的人工智能解决方案明星公司。但是对行业而言，依然面临AI芯片算力不够，软硬系统集成成本太高、工程量太大、时间太长等问题，因此越来越多的AI算法厂商开始纷纷进入半导体领域，实现“算法芯片化”，打造更为适合自己需求、更具能效、具有自主IP（知识产权）的专用型AI芯片，帮助其更快地在特定应用领域实现商用化，通过规模化降低成本，以提升自身的核心竞争力，推动生态建设，加速AI算法的产品化落地。

2019年5月20日，耐能公司在台北发布首款名为“KL520”的AI芯片系列，将神经网络处理器的功耗降至数百mW等级，为包括智能手机在内的各种终端硬件提供高效灵活的AI功能，其中就包含高准确率的3D人脸识别功能。耐能独创性地把AI计算的场景从云端转移至终端设备，实现人工智能在云端及离线终端上的互补，不仅能达到实时识别与判断，同时还提供软硬件结合的解决方案。同时完成从提供IP到AI芯片的新里程碑，也开启了人工智能应用于不同层面的无限可能。

3.1.2 指纹识别芯片的借势再起

相比于3D识别，指纹识别芯片的产业成熟度较高。从2019年的数据来看，市场占有率逐渐转向头部公司。进入2019年，包括华为、小米、OPPO以及vivo等一线手机品牌在内的新机均采用汇顶科技的光学屏幕指纹芯片，汇顶科技指纹芯片在新机中导入比例接近90%，从全球指纹芯片市场占有率可以看到，汇顶科技仍稳居全球第一。台湾神盾公司（Egis）排名第二，苹果Authentic排第三。国内企业思立微排名第五。

由于终端整体需求下降和3D面部识别的竞争，2018年指纹芯片的出货量约为8.79亿颗，同比下降18.8%。在屏下指纹带动下，2019年全球指纹芯片的出货量强势逆袭。根据IHS数据，随着5G的爆发与新技术的应用，预计2020年全球屏下指纹识别芯

片出货量将超过3亿组。

随着超声波屏下指纹等新技术的驱动，指纹识别芯片必将会面临新一轮的挑战，唯有走在技术创新的前端，才能持续享受新技术的溢出红利。

3.2 手机摄像头模组领域创新动力充足

3.2.1 ToF 镜头将大幅增加

5G时代的到来，也让手机3D视觉应用迎来新一轮的发展期。预计在5G技术的支持下，ToF镜头将逐步运用于游戏、VR/AR等场景。据关注苹果公司的分析师郭明錤透露，2020年发布的两款iPhone及华为高端旗舰将配备ToF镜头，加快AR应用的发展。此外，腾讯数码报道，红米K30 Pro也极有可能配备ToF镜头。这也表明，预计接下来，市场对ToF镜头的普及和需求还将大幅增加。

3.2.2 摄像头及传感器将持续创新

(1) 摄像头的数量升级

未来，旗舰机型后置摄像头的标配方案或将采用四摄+ToF的方案，前置摄像头或将采用双摄+ToF的方案。主流机型则有可能采用三摄+ToF的后置摄像头方案，单摄+ToF的前置摄像头方案。

(2) 镜片规格升级

目前，4800万像素的摄像头目前主要是6P（6片塑料镜片）镜头，少量使用7P镜头。预计在2020年，6400万像素的摄像头成为主流后，将更多使用7P镜头；8P镜头方案则会继续在1亿像素以上的摄像头上使用。

同时，玻璃塑料混合镜头（简称“玻塑镜头”）或将迎来爆发期。玻塑镜头是由光学塑料镜片与光学玻璃镜片共同组立的镜头。玻塑镜头结合了玻璃镜头以及塑料镜头的优点，不仅厚度薄，还可以使得成像更清晰、失真率下降、实现大光圈的效果。理论上，镜头片数越多是为了成像越真实，7P（7片塑料镜头）以上的镜头可以增强镜头的聚光能力、解析力与对比度，改善暗态下的炫光，而加入折射率更高的玻璃镜片将会有效改善镜头组的厚度。2019年5月21日，荣耀发布新机荣耀20Pro，该机配备了四摄后置镜头，其中4800万主镜头采用6P1G（6片塑料镜头加1片玻璃镜头）的玻塑混合镜头，这是继LG V30之后首次有一线终端厂商采用玻塑混合镜头方案。

2019年，Mate30 pro首发4000万电影镜头，随着5G时代短视频和vlog的需求变大，能够支持长时间拍摄的电影镜头预计会迎来高峰。相比塑料镜头，玻塑混合镜头在长时间高温的情况下稳定性更好，有望被更多的手机电影镜头采用。因此我们可以预见，玻塑混合镜头可能会被更多使用在手机摄像头上。

3.2.3 屏下摄像头 2020 年或将商用

随着全面屏深入人心，更多的手机厂商将目光集中于前置摄像头布局和指纹识别方案的创新，以尽可能提高正面屏幕的屏占比。2019年上半年，各种升降式摄像头如雨后春笋般出现，甚至普及到千元机市场，如OPPO Reno/Reno 10倍变焦版、一加 7/7 Pro、Redmi K20/K20 Pro、Realme X等机型均采用不同形式的升降式摄像头。但受制于硬件、软件和维修等成本的因素，2019年下半年，各大手机厂商又再次将创新点聚焦到水滴屏、挖空屏等异型屏上，并加大对屏下摄像头的研发力度。华为、OPPO、小米等厂商都已经在2019年展现了自己的屏下摄像头技术。据知名媒体《快科技》报道，华星光电透露明年屏下摄像头技术会量产商用。

(1) 透视全景屏

在MWC19 Shanghai大会上，OPPO带来了屏下摄像头方案，官方将其称为“透视全景屏”。该方案在一块完整的屏幕下隐藏前置摄像头，无论是正常内容显示、自拍，还是面部解锁、视频通话，除非系统提示，否则用户都很难发觉前置摄像头的存在，进而实现真正意义上的全面屏的显示效果。

(2) “隐式屏”

小米也在2019年6月公布了屏下摄像头技术，官方称其为“隐式屏”。使用前置摄像头自拍时，前置相机上方的屏幕会变为透

明，使光线充分进入，并完成自拍。同时，在屏下摄像头的方案中，小米还采用了具有低反射、高反射率特性的特殊定制屏幕。

(3) 透明屏幕

据快科技报道，2019年9月，外媒曝光了华为向世界知识产权局（WIPO）申请的一项带有屏下摄像头的智能手机专利，名为“移动终端及显示方法”，于2019年8月29日正式收录。据专利描述，手机状态栏的部分屏幕采用透明设计，前置摄像头、LED指示灯、传感器等就隐藏在透明屏幕的下方。不使用前置镜头的时候，透明屏幕会变成半透明（50-99%），用于显示网络连接、电量、时间等信息。用户还能通过主屏幕，来调整其透明度。如果使用前置镜头自拍，屏幕就会变成全透明，让镜头无障碍获得进光，保证图像质量。

3.2.4 潜望式摄像头将成为中低端手机的标配

2020年，潜望式长焦镜头有望再次回归主流，成为中低端手机的标配。随着手机轻薄化的趋势，以及消费者对“拍得清、拍得远”需求的提升，各大手机厂商也在继续挖掘潜望式镜头的能力，以提升手机的光学变焦倍数。预计在2020年，潜望式摄像头将会在智能手机中加速渗透，头部供应商将会继续提升在高端智能手机中的占有率，5倍甚至10倍的光学变焦将成为主流。由于潜望式可以将摄像头模组平行放置在手机上，通过45°的棱镜改

变光路，以大幅增加实际焦距，同时不影响整个模组高度，继而保证手机的厚度不增加。

2019年12月，vivo最新发布的X30 Pro就搭载了一颗1300万像素的潜望式镜头，可实现5倍光学变焦。据《快科技》于2019年11月16日援引外媒报导，三星Galaxy S11也将搭载全新的潜望式镜头，支持5倍光学变焦并提供更高倍率的数码变焦。另据华为中心报道，2020年发售的华为P40 Pro，可能配备了一个新的800万像素潜望式变焦镜头，具有f/4.0光圈，其潜望镜模块可以支持两个反射镜以及扩展的视野，能够实现10倍光学变焦能力。分析师郭明錤（Ming-Chi Kuo）表示，华为P40 Pro将是世界上第一款具备10倍光学变焦能力的手机。

3.3 总结

从2019年整体趋势来看，智能手机的影响拍摄性能，已成为影响消费者买单的两大重要因素。手机拍摄功能直接推动着以多摄系统、3D摄像头、电影镜头、潜望式镜头、超感光传感器和大尺寸传感器等为代表的影像模块的创新，同时带动以超画质技术等为代表的相关AI影像算法的创新。而在外观方面，因手机全面屏的趋势，也直接推动了3D摄像头、屏下指纹识别等AI影像应用等发展。

2020年，我们相信影响拍摄性能仍然是推动手机创新的源动力。在这过程中，随着更大尺寸的传感器以及潜望式摄像头的进

一步普及，手机厂商将引领手机行业向高倍“光学变焦”领域发起冲击，并进一步提升成像质量。随着硬件性能的稳步提升，相关AI影像算法的成熟，也会进一步为用户带来更佳的拍摄体验。在全面屏的推动下，以屏下摄像头技术为代表的“黑科技”商用化或许能给我们带来更多的惊喜。让我们拭目以待。

CAICT 中国信通院