



手机玻璃：“硬碰硬”的较量

本报记者 谷月

一部智能手机价格动辄几千、上万元，而屏幕占手机成本25%，一不小心摔坏了，维修费少则几百元，多则上千元。于是，手机屏幕玻璃(盖板)成了第一道安全屏障。

自2007年研发出大猩猩玻璃并成功应用在iPhone手机上后，康宁一战成名，并在接下来的十几年中始终占据手机屏幕玻璃领先地位。近两年，国产手机厂商开始“打磨”手机屏幕玻璃。去年华为就在Mate50系列上推出了昆仑玻璃版本，荣耀在90系列和X50上用了硬度更高的巨犀玻璃，魅族也带来了名为泰坦的超坚硬玻璃，近日小米集团开发出迄今为止最坚硬的龙晶玻璃……

康宁大猩猩玻璃盛极一时

今天，大部分智能手机都以玻璃作为保护屏幕的盖板，但早期的手机屏幕盖板并不是玻璃。

在键盘功能机，甚至是“大哥大”时期，屏幕的保护面板以PC塑料(聚碳酸酯)和有机玻璃(PMMA)材质为主，这两种材质都有一个最大的弱点——不太耐磨。但当时的手机功能较少，显示的内容基本以文字为主。因此，即便屏幕有些许划痕也不影响使用。

可是，到了触屏手机时代，屏幕变得越来越大，承载的功能越来越多，如果屏幕不清晰，那么观影、拍

摄、阅读、办公等一系列体验感将大打折扣。

2007年，苹果初代iPhone亮相，首次实现了无键盘的大屏智能触控交互方式，而在屏幕表面覆盖着的正是一层经过化学强化处理的碱铝硅玻璃，由此才算开启“玻璃+电容式全触屏”的主流之路。

玻璃屏幕更通透，质感更细腻，也更加耐刮，不过它也有缺点：质地脆、不抗摔。以iPhone为例，当时iPhone的屏幕经常被用户不小心摔坏，甚至为了减少高达千元的维修成本还专门产生了“碎屏险”，消费

华为带火国产屏幕玻璃

然而近两年，用上一块国产手机屏幕玻璃开始变成国产手机厂商的“执念”。

2022年下半年，华为率先搭载并带火了昆仑玻璃。

据介绍，华为Mate50 Pro使用的昆仑玻璃获得了业界首个瑞士SGS五星抗跌耐摔认证，整机耐摔抗跌落性能是普通玻璃的10倍。昆仑玻璃因此成为业界关注的焦点。最近，华为X5折叠屏手机大热，其宣传亮点主打“抗摔耐磨”，该手机采用的正是“玄武钢化昆仑玻璃”。

相关资料显示，昆仑玻璃是地地道道的国产玻璃，来自重庆鑫景特种玻璃有限公司(以下简称“重庆鑫景”)。重庆鑫景创立于2014年，研发投入近20亿元。

在华为之后，越来越多的国产手机厂商开始选用国产屏幕玻璃。比如，今年荣耀在Magic4至臻版与

Magic5至臻版两款机型上，均采用了自研的“巨犀玻璃”。据悉，该款玻璃在耐摔性能上可以媲美昆仑玻璃。

魅族在其20系列手机上使用了一种全新双微晶玻璃材料——泰坦玻璃。该玻璃由山东青岛玻璃制造商生产，具有高透光、高强度、耐高温等特点。

近日，小米已经开发出迄今为止最坚固的手机玻璃——龙晶玻璃。根据官方公布的数据，小米龙晶玻璃的抗跌落性能较此前提升了10倍，耐刮性能提升了1.32倍。

据业内人士分析，手机厂商之所以如此迫切地在这一块小玻璃上投入精力，主要有两方面因素。

其一，从需求端来看，手机厂商存在降低物料成本的需求。在昆仑玻璃未面世前，几乎市面上大部分手机使用的都是康宁大猩猩玻璃，其价格自然水涨船高。

多种技术创新同步进行

在市场占有率不断扩大的同时，国产手机玻璃也在不断提升技术实力和产品品类，以适配更多终端应用需求。

以最新上市的小米龙晶玻璃为例。据小米方面介绍，龙晶玻璃的维氏硬度达到了860 HV0.025。作为对比，iPhone 15系列采用的超瓷晶玻璃硬度为814 HV0.025，华为Mate 60系列采用的昆仑二代玻璃硬度为830 HV0.025。可见，国产手机玻璃硬度正不断迈上新台阶。

除了手机玻璃的硬度不断迎来

突破外，国产手机玻璃在抗摔性、抗划伤性、透明微晶、超薄、柔性、陶瓷复合材料等方面的技术创新也在同步进行。

“国产手机玻璃产品迭代升级主要是在二步强化玻璃和透明微晶玻璃这两方面。”田英良表示，透明微晶玻璃组成体系多样，包括锂铝硅系统、镁铝硅系统等，其抗摔性能普遍可以达到1.2米以上，且其生产工艺正从低效的熔融浇筑法向高效的熔融压延法过渡，效率更高，成本更低；二步强化玻璃的抗划伤性能

者大呼“伤不起”。

2010年，苹果第一代Retina视网膜屏手机iPhone 4正式发布，产品采用前后双玻璃设计，号称用上了当时业界最坚固耐磨的玻璃面板，而这块玻璃就是康宁的当家产品——大猩猩玻璃(Gorilla Glass)。

据业内人士透露，康宁一直是苹果玻璃面板的原料供应商，第一代大猩猩玻璃就是为iPhone 4专门研发的。后来，经过不断迭代更新，康宁玻璃的抗磨、抗摔性能越发优异，因此也获得了各大手机品牌的青睐。

其二，从供给层面来看，如今，国内玻璃厂商正在崛起，国产手机屏幕玻璃与国外先进的产品相比，不但能达到同样甚至更好的耐刮擦效果，成本还更低。

平板显示玻璃技术和装备国家工程实验室副主任、北京工业大学材料与制造学部教授田英良向《中国电子报》记者介绍说：“我国手机玻璃采用更具优势的浮法生产工艺，突破了高温精细熔化和高温浮法成型等技术难题，单线产能较国外采用溢流法工艺的产能高出数倍，与此同时，投资成本却低很多。这使得国产手机玻璃成本较国外产品降低50%左右。”

凯盛科技相关负责人在接受《中国电子报》记者采访时指出，目前，手机玻璃已经基本实现主流产品的本土化。国产手机玻璃的生产成本更低。同时，通过完善的供应链

已经从早期的3N提高至5N，并进一步向7N水平迈进，其中由四川虹科最新研发投产的二步强化玻璃和重庆鑫景最新研发投产的透明微晶玻璃的抗摔防刮性能表现最佳。

此外，在折叠屏手机成为新趋势的背景下，手机玻璃必须“软硬”兼顾。近几年，我国超薄柔性电子玻璃(UTG)迎来快速发展，能够满足折叠屏手机“刚柔并济”的需求。

近日，我国首条一次成型超薄柔性电子玻璃生产线在新疆阿克苏正式投产。凯盛科技自主开发的厚

经过不断迭代更新，康宁玻璃的抗磨、抗摔性能越发优异，因此也获得了各大手机品牌的青睐。

在此后的十几年中，康宁始终占据手机屏幕玻璃领先地位。哪怕近几代的iPhone舍弃大猩猩玻璃，改用为超瓷晶玻璃，但新玻璃材质却是苹果和康宁共同研发的。据悉，超瓷晶玻璃是康宁在大猩猩玻璃的基础上，将氧化物(如氧化铝)加入到玻璃中，从而提高了玻璃的硬度和耐磨度。

康宁官方网站显示，自2016年康宁推出第五代大猩猩玻璃之后，包括华为、小米在内的各大手机厂商，都先后在各自的新旗舰手机上采用康宁旗下的玻璃产品，并作为亮点宣传。

目前，手机玻璃已经基本实现主流产品的本土化，国产手机玻璃的生产成本更低。

体系，我国玻璃厂商拥有较强且灵活的生产能力，能够快速响应手机制造商的定制需求。这些优势使得我国手机玻璃产品在市场上具有一定竞争力。

在华为昆仑玻璃大获成功后，越来越多的厂商进入手机屏幕玻璃市场。

“在性价比方面更具优势的国产手机玻璃自然可以在终端应用市场不断扩大占有。”据田英良统计，目前，国内从事手机玻璃生产的企业共12家，产能高达1.2亿平方米，国产手机玻璃占比已经从早期不足20%扩大至现在的70%以上。“中国已经成为全球手机屏幕保护玻璃第一生产大国。未来，手机玻璃市场将会呈现出中国企业绝对领先，美国、日本、德国三国企业竞相争夺高端市场的格局。”田英良表示。

国产手机玻璃在抗摔性、抗划伤性、透明微晶、超薄、柔性、陶瓷复合材料等方面的技术创新正同步进行。

度仅为30微米，最小弯折半径为1毫米，弯折疲劳次数不小于20万次，抗摔性能达到1.2米的UTG玻璃也已经具备批量供货能力。据凯盛科技玻璃相关负责人透露，目前，凯盛科技正在持续进行技术升级，并已经成功开发出15微米的UTG产品，并将转入工业化量产阶段。

业内人士指出，15微米UGT若能成功量产，我国超薄玻璃产业有望实现从跟跑、并跑到领跑的跨越。

TCL科技COO王成：

数实融合

中国制造业独具优势

本报记者 卢梦琪

11月29日，首届中国国际供应链促进博览会数字科技专题论坛在北京召开。TCL科技COO王成在发表演讲时表示，数字经济和实体经济深度融合是一项系统工程，在推进数实融合方面，中国制造业具备自己独特的优势。

当前，以5G、人工智能、大数据、云计算等为代表的数字技术加速创新发展，推动数智转型、数实融合，对实现新型工业化和经济高质量发展具有战略意义。

王成表示，在推进数实融合方面，中国制造业已经具备三点优势。一是中国工业门类齐全、规模庞大，为数实融合发展提供了广阔空间。我国制造业具备比较优势，我国拥有世界上最完整的工业体系，制造业增加值已经连续13年位居世界首位，份额比重占全球近三分之一。但目前，中国制造业的数字化转型还处于起步阶段。2022年，中国数字经济规模达到50.2万亿元，工业数字经济渗透率达到24.0%。未来，无论是传统产业的改造升级，还是新兴产业的培育发展，都将对数实融合形成巨大的市场需求。

二是快速发展的新型基础设施为推进数实融合提供了关键支撑。近年来，我国新型基础设施发展迅速，已建成全球规模最大、覆盖广泛、技术领先的网络基础设施，其中，5G基站数量占全球60%以上，数据产量和在用数据中心算力为推进数实融合提供了关键支撑。近年来，我国新型基础设施发展迅速，已建成全球规模最大、覆盖广泛、技术领先的网络基础设施，其中，5G基站数量占全球60%以上，数据产量和在用数据中心算力

三是数字经济加快向制造业各领域渗透，数实融合发展步入“快车道”。当前，数字经济的融合重点正从消费服务领域转向生产制造领域，向制造业研发、生产、经营、管理等环节渗透融合，推动生产形态迈向智能化。目前，我国“灯塔工厂”数量已占全球1/3以

叠层OLED发明人廖良生：

叠层为实现

高性能OLED提供新路径

本报记者 杨鹏岳

在OLED显示领域，如何解决OLED亮度与寿命之间的内在矛盾一直是业界人士关注的问题。

近日，俄罗斯工程院外籍院士、Tandem(叠层)OLED发明人廖良生在天马微电子全球创新大会上表示，叠层OLED是解决OLED显示“无法同时兼顾高亮度与长寿命”内在矛盾的可行路径。

廖良生表示，OLED的发明开启了显示与照明的新纪元，创造了千亿美元级别的应用市场。

根据市场调研机构公布的数据，2022年，全球OLED显示市场规模约为490亿美元，相关材料和装备市场规模超360亿美元；在照明方面，全球OLED照明市场规模约为50亿美元，相关材料和装备市场规模达200亿美元。

在显示领域，OLED作为新一代显示技术已被搭载到手机、电视、微显示器等产品设备中，并被广泛应用于消费、工业、医疗、安防、消防等领域。廖良生认为，未来，搭载叠层OLED屏的微显示器将有望成为AR/VR的主流显示方式。

在照明领域，OLED是用途极为广泛的新一代固态光源，主要被应用于室内照明、车载照明、医疗照明和艺术照明等。

廖良生表示，近年来，我国OLED显示产业发展迅速，但仍然面临诸多挑战。从材料本身来看，OLED材料在水汽、氧气、高电场环境等方面存在不稳定情况，且当器件发光亮度增加时，OLED材料的寿命就会急剧缩短。

从材料来源来看，我国OLED

上，工业互联网已覆盖45个国民经济大类和85%以上的工业大类。

据王成透露，TCL已在2015年将智能制造确定为企业发展战略。

首先是以数智变革驱动制造转型，借助AI、大数据等数字化技术，将技术平台与智能生产线深度融合，提升生产率，提高产品一致性和品效，降低运营成本。例如，TCL中环引入“深蓝AI模型”，实现人均劳动生产率提升200%，单机生产效率提升150%。

第二是赋能实体经济生态重构，打造数字化供应链。例如，TCL空调武汉智能制造产业园通过自主开发设计的“5G+数字化供应链产供协同平台”将300多家供应商的供应链拉通。

第三是发挥头部企业优势，带动产业链上下游数智转型。目前，TCL东智工业互联网平台已推广到20多个细分领域，助力50多家大型制造企业全面建成数智化工厂。四是推动工业绿色低碳，助力可持续发展。TCL旗下已有11个工厂获得国际和国家级绿色工厂认证，助力国家双碳目标达成。

王成表示，未来TCL将围绕边缘智能、AI、数字孪生等关键技术加大投入，不断提升企业数字化的技术支撑能力和赋能能力，通过打造重点行业垂直工业互联网平台，构建垂直行业生态合作伙伴联盟，建立产教融合生态圈。

在此次中国国际供应链促进博览会上，TCL实业与TCL科技共同亮相数字科技链展区，聚焦智能终端、半导体显示、新能源光伏三大核心产业，展示显示和光伏两大泛半导体垂直一体化供应链，包括国内首次展出的115英寸全球最大QD MiniLED电视、国内首款量产2K LTPO超清AMOLED屏幕、国内首次展出的TCL光伏科技一站式智慧新能源解决方案等亮相展会。

叠层OLED发明人廖良生：

叠层为实现

高性能OLED提供新路径

材料的进口依赖度还很高。因此，我国在提高OLED材料性能和突破专利限制方面存在挑战。

目前来看，如何解决OLED材料亮度与寿命之间的内在矛盾是产业发展的重中之重。

廖良生进一步阐释：“常规OLED是一种电流控制器件，当驱动电流增大时会出现两个结果：一是器件工作寿命急剧变短；二是像素电路的阈值电压严重漂移。”

据廖良生介绍，为解决上述问题，业界曾使用过很多种对策来延长OLED器件的工作寿命。其中包括，改善主体材料稳定性，提高客体材料发光效率，改善电极界面的注入特性，提高器件的出光提取效率，增加发光层厚度，采用“超晶格”发光层结构等。

但上述策略都存在局限性。例如，注入一对载流子，最多只能发出一个光子。要如何实现注入一对载流子，发出多个光子的愿景？廖良生表示，其关键在于内部连接层要保障导电、透明、工艺兼容，基于此，叠层OLED将起到重要作用。

据廖良生介绍，叠层OLED是由多个发光单元通过内部连接层进行串联而成的新型OLED器件。它不仅亮度高而且寿命长，大大缓解了高亮度与长寿命之间的内在矛盾。此外，叠层OLED还具有色彩组合方便、电流微区短路等优点。但廖良生也指出，叠层OLED的电学性能和光学性能有待进一步改善。

“叠层OLED具有广阔的应用前景。”廖良生强调，目前，叠层OLED正在电视、健康照明、汽车尾灯、微显示器等方面得到应用。包括苹果公司也在计划将双叠层OLED显示屏应用于其iPad和MacBook产品中。