

科技研发带头人系列报道

王哲鹏：让柔性技术像纸一样

本报记者 倪兆中 北京报道

“未来，柔性技术不仅能够在手机、电脑上运用，还能在服装、汽车领域运用，而且用户体验更加完善。”谈起柔性技术的未来，王哲鹏想颇多。

王哲鹏属于典型的北方汉子，身形高大，同时又保持着知识分子的谦虚和儒雅，但一提起自己所从事的研究，又变得神采奕奕。

作为联想集团副总裁、联想研

究院PC设备和生态创新实验室负责人，王哲鹏是联想柔性电子技术研发工作的关键人物之一。近几年来，柔性电子技术领域的攻关研究，一直是他工作中的一个重心。

从全球首款柔性设备技术原型，到全球首款折叠屏翻盖手机，再到全球第一台水滴形折叠电脑，王哲鹏已带领团队创造了多个世界第一。在竞争日趋激烈的背景下，王哲鹏和他的团队，让中国科技企业在柔性电子技术领域

占据一席之地，还在诸多层面拔得头筹。

毕业于清华大学自动化系的王哲鹏，自加入联想后一直从事研发工作，先后从事过智能电视、无人商店、车计算等多个领域的研发。自从8年前开始接触到柔性显示屏之后，王哲鹏就认为那是未来的一个趋势，“是一件必须要做的事情。”

目前，柔性电子技术最常见应用便是手机和电脑领域。相关研

究机构公布的数据显示，今年上半年国内智能手机出货量较往年有所下降，但折叠屏产品却逆势增长。这在某种程度上验证了王哲鹏的判断，人们会不断追求更舒适的体验。

在他看来，人类对柔性电子技术的应用，目前才刚刚开始，未来大有可为。“人类几千年来一直在追求更好的移动性，未来的柔性技术就会像纸一样，成本更低体验更好，极大地推动人类文明的发展。”

联想研究院推出了全球第一个真正可弯可折的柔性设备技术原型——手机手表二合一的CPlus和手机平板二合一的Folio。

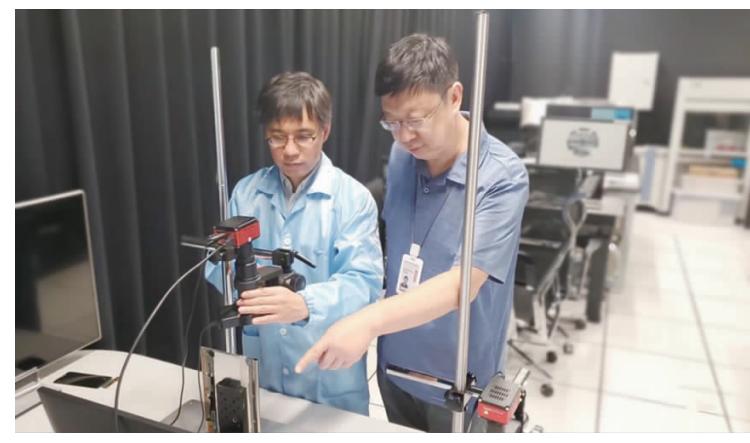
新一轮换机周期的发力点。

在新技术背景下，中国科技企业如何把握行业趋势，在全球竞争中脱颖而出？作为业界最早进行柔性技术和产品研究的公司之一，联想有自己的答案。

2020年9月，《联想柔性电子产品技术白皮书》发布。白皮书称，该公司从关键部件——屏幕和转轴到系统设计，从概念原型到商用产品，从产品形态到全生态系统，引领着柔性设备的创新和行业的发展。

时间回到2016年，在这年的联想创新科技大会上，联想研究院推出了全球第一个真正可弯可折的柔性设备技术原型——手机手表二合一的CPlus和手机平板二合一的Folio。这两款设备的面世，让折叠屏产品从概念变成了现实。

3年后，联想的柔性设备开始产品化，又创造了一项新的世界第一——全球首款折叠屏翻盖手机Motorola Razr 2019问世。作为全球首款竖向折叠屏手机，Motorola Razr 2019不是将平板电脑折叠成手机大小，而是将常规尺寸的智能



王哲鹏(右)和同事尚可在实验室。

本报资料室/图

手机对折成了尺寸更小、更易于携带的形态。

折叠屏在手机领域的成功运用，也让它在电脑上的应用成为可能。让柔性技术第一个在笔记本电脑上变为现实的产品是联想的ThinkPad X1 Fold，这款全球首款折叠屏笔记本电脑不仅是5G版的全球首销，还在设计、工艺、整机解决方案等方面做出多层突破。

事实上，折叠产品的技术研发一直没有间断。2022年，第三代Motorola Razr 5G可折叠刀锋手机

已上市，全球第一台水滴形折叠电脑ThinkPad X1 Fold 2022也已于10月对外正式发布。

这些柔性电子产品的面世，既是中国产品形态的丰富，更是中国柔性电子技术的彰显，向业界甚至全世界给出中国柔性电子产品“是什么、能做什么”的答案。

而王哲鹏，就是这些柔性电子技术研究工作的关键人物之一。几年间，他带领团队成员不断攻坚克难，创造出多个世界第一，推动柔性电子技术迈上新台阶。

涉足多个科技领域

当他第一次见到可以弯曲的屏幕时，就觉得“是一个必须去追求的创新”。

王哲鹏的经历，既简单，也丰富。

1994年，中国的互联网刚刚起步。那时的王哲鹏，还是一个青涩的小伙子。经过十几年的寒窗苦读，他从山西运城考入清华大学自动化系。1998年，他以校级优秀毕业生本科毕业，2000年底硕士毕业，次年进入IBM中国研究院工作。

在IBM期间，王哲鹏先后从事模式识别算法和个人电脑相关技术研究工作。“模式识别现在叫人工智能，那个时候人工智能这个词还不流行，你要说做人工智能，人

复刻经典手机

王哲鹏带领团队经过一年艰苦的研发和测试工作，实现了业界最早的水滴形可折叠屏幕。

在众多折叠屏产品中，Motorola Razr的“复活”为业界带来新的趋势。

Razr是摩托罗拉在2004年推出的一款超薄翻盖手机，凭借其俊朗的外形及卓越的手感迅速霸占全球市场，几年时间就销售过亿台，成为史上最成功的手机之一。

智能手机兴起后，传统手机由于功能单一，逐渐被市场淘汰，Razr也在这样的大背景下，慢慢退出人们的生活。从功能机到智能机的转变，引发了多家巨头的衰落与新巨头的崛起。而摩托罗拉，则选择在2014年将手机业务出售给联想。

尽管智能手机的功能越发强大，但受客观条件约束，设计出来的

家会觉得是骗人的。”

2004年底，IBM将个人电脑业务出售给联想，王哲鹏也顺势成为联想的一员。某种程度上，王哲鹏自参加工作的20年来，也可以说一直在同一家公司工作。刚进入联想不久，他就被派到美国，从事联想和IBM两家团队研发业务的整合工作。

两年后，王哲鹏回到国内。那时候电视还是家庭中的重要娱乐设备，他负责数字家庭相关的业务。“比方说在客厅放一个设备，可以把电脑或手机上的视频传过去，这种操作今天已经非常方便了，但

那时没有特别好的方案，也没有智能电视，所以就用一个盒子去做这种传输。”

智能手机兴起后，王哲鹏又和团队一起开发联想的第一款平板电脑。接下来的几年，他又先后从事过智能电视、智慧教育、无人商店、车计算等相关部门的研发工作。

虽然一直从事科研，但王哲鹏却很喜欢历史，历史类书籍和小说均有颇多涉猎。在读历史类书籍的过程中，王哲鹏尤其关注文明的传承。

“人们最早记录信息都是在骨头、龟壳上刻画，后来有了竹简，但也非常占地方。”他认为，造纸术

运用是人类文明发展的一个极大飞跃。“纸张的柔性技术改变了这种状况，可以说，人们几千年来都在追求更好的移动性。”

当他第一次见到可以弯曲的屏幕时，就觉得“是一个必须去追求的创新”。那是在2014年的一次交流会上，一家供应商做好了屏幕样品，拿来讨论它的应用场景。“正好我们团队也对显示屏技术比较了解，当时就觉得这个很有意思，未来可能会成为趋势。”

2015年，联想研究院正式启动了柔性技术相关研究，次年便推出了两款技术设备原型。

王哲鹏说，当复刻Motorola Razr的想法提出后，公司对于是使用一块完整的可折叠屏幕还是使用上下两块屏幕产生了争论。于是两种方案各造了一台模型机，拿给企业负责人定夺，最终企业负责人拍板使用一整块可折叠屏幕。

方案确定后，产品团队提出了一个要求，当手机合上时，上下两

部分要完全贴合。这一要求看似简单，但却是一个不小的挑战。因为当屏幕折叠后，如果将屏幕压得过多，屏幕有可能被压坏，如果屏幕弯折得不够，又无法完全贴合。

经过多次尝试，王哲鹏和他的团队创造性地提出了水滴形的弯折方案，即当屏幕弯折后，弯折部分像水滴一样一头大一头小。屏幕先进行内弯，再经过两次外弯，从而既实现了弯折后的完美贴合，又不至于让弯折部分承受过大的应力。这个方案看似简单，但是对屏幕叠构设计提出了巨大的挑战。王哲鹏带领团队经过一年艰苦的研发和测试工作，实现了业界最早的水滴形可折叠屏幕。

解决了屏幕弯折的问题，王哲鹏又和他的团队研发出了相对应的星轨转轴技术。传统转轴方案会造成屏幕的拉伸或压缩，显然不适用于柔性屏幕，而星轨转轴可以使屏幕在弯折时留出足够的空间，以确保屏幕的状态正常。

水滴形弯折方案搭配星轨转轴，不仅可以在对折之后无缝隙，展开时屏幕下方的金属结构还可以将显示屏拉紧，保持平整。

这些元素让Motorola Razr 5G

成为市面上最早实现屏幕无折痕和折叠无缝隙的折叠屏手机，推出当日，2分钟内线上渠道售罄，线下30个省份、170个城市的库存也在当天销售一空。

解决了屏幕弯折的问题，王哲鹏又和他的团队研发出了相对应的星轨转轴技术。传统转轴方案会造成屏幕的拉伸或压缩，显然不适用于柔性屏幕，而星轨转轴可以使屏幕在弯折时留出足够的空间，以确保屏幕的状态正常。

水滴形弯折方案搭配星轨转轴，不仅可以在对折之后无缝隙，展开时屏幕下方的金属结构还可以将显示屏拉紧，保持平整。

这些元素让Motorola Razr 5G

成为市面上最早实现屏幕无折痕和折叠无缝隙的折叠屏手机，推出当日，2分钟内线上渠道售罄，线下30个省份、170个城市的库存也在当天销售一空。

国资委将通过专业化整合 弥补科创短板

本报记者 索寒雪 北京报道

在推动科技创新的路上，国资将发挥哪些作用？

近日，在中国国有企业改革论坛上，来自各个领域的专家，对“新发展格局下国有经济布局优化和结构调整研究”发表了不同观点。

国务院国资委研究中心主任、党委委员、研究员郑东华透露，国资委将以专业化整合为抓手，弥补科技创新短板。

调研：国企需加大科创投资

“从科技创新的角度来讲，我们国资国企在这些方面的布局，与外资企业甚至包括国内的一些民营企业相比还有一些不足，比如在高新技术产业里面。”郑东华透露，“曾经统计过10年国家统计局关于高技术产业的数据，发现国有企业占的投资比例低于民企。什么为抓手能够更好实现这些目标，对国资委来

讲，是非常清楚的，从产业链的角度来讲，比如推进专业化的整合，就是这段时间我们重点抓的工作。”

《中国经营报》记者也从国资委了解到，已经有多个项目集中签约，进行了专业化整合，甚至进行了央地国企之间的专业化整合。

比如，中国稀土集团与广晟控

股集团在稀土产业、科研、人才等多领域开展合作，共同推进我国稀土产业高质量发展。航空工业集团与沈阳航空产业集团智能制造合作项目，对于航空工业集团聚焦航空主业、提升核心竞争力，推动地方培育专业化水平高、引领作用突出的航空智能制造“专精特新”优势企业具有重要意义。南方电网与云南农垦集团电力供应资

看好柔性技术未来

在王哲鹏看来，柔性技术是未来的一个趋势，应用场景会越来越多。

柔性屏幕虽然很薄，但却是由显示层、偏光片、触摸板、不锈钢片等10多层功能结构叠加而成，任何一层出现问题都会导致屏幕无法使用。

实验室恒温恒湿的条件，不代表手机的真实使用场景。如何能让手机在海南、东北等地的极端天气下正常使用，研发人员模拟了相关场景，将屏幕放入专门的机器炙烤，观察它的变化。

尚可是王哲鹏团队的成员，他还保留着很多实验过程中留下来的屏幕“尸体”，有的发黑、有的发白，设置不同的参数，每一个“尸体”的反应各不相同，在经历过200多次的失败后，最终才找到适用于不同环境的屏幕堆叠。

对于折叠屏来说，一个大的挑战在于应对反复弯折。为验证柔性屏的设计是否满足产品的使用要求，需要借助弯折测试系统。然而市场上没有适用于水滴形弯折形状的测试设备。团队便自主研发了适用于水滴形的动态弯折测试系统和静态弯折测试系统。

有了这款测试设备，王哲鹏等人对屏幕进行了长时间大规模测试，使得最终产品弯折次数达到20万次以上。也就是说，假设用户每天开合100次，也能使用5年以上。

产品性能获得了业界的认可，2021年10月，中国计算机学会(CCF)2021年科学技术奖评选结果揭晓，王哲鹏团队研发的水滴形柔性屏技术及可折叠产品项目夺得技术发明二等奖。

CCF评奖公告指出：“水滴形柔性屏技术及可折叠产品持续开展柔性折叠核心技术研究以及创新折叠产品开发，凭借创

新的‘水滴形’设计实现了‘零折痕、零间隙’弯折设备的研发和量产，已成为全球柔性设备的龙头企业。”

王哲鹏对自己的产品很有信心，他自己也是Motorola Razr 5G的忠实用户，至今仍然使用着两年前的那款手机。外壳已经磨花，但屏幕仍旧保持完好。当谈及柔性技术的问题，他总是会掏出自己的手机作讲解，喜悦之情溢于言表。

在王哲鹏看来，柔性技术是未来的一个趋势，应用场景会越来越多。因为“柔性技术切实解决了用户想要尽可能地扩展屏幕空间，而又不至于使得尺寸变得太大的烦恼”。

他说，目前有很多汽车制造商对柔性屏幕很感兴趣，现在汽车中控屏越做越大，有些车辆直接凸出一块巨大的屏幕，显得比较突兀，如果使用折叠屏则会带来更加贴合的体验。

尤其是“透明A柱”开始受到行业关注，在驾驶位可以直接透过A柱看到车外。但A柱对于安全性的要求非常高，不能真的使用透明材料。如果在车外安装摄像头，在A柱内侧包裹柔性屏幕，就能解决这一问题。

谈起未来使用场景，王哲鹏思绪飞扬，屏幕还可以穿在衣服上，就像《哈利·波特》里的《预言家日报》一样，能够显示各种画面，成本未来也会大大降低，即使坏了也不心疼。“真正把电子设备做到就像当年造纸一样。”

在他看来，人类对于高移动性的追求是不会发生变化的，在柔性技术领域，未来一二十年都有很多可做的事情，柔性设备只会越来越多。

助推行业制定规范

联想在2021年携手中关村标准化协会联合10家企业发布了《微型计算机用折叠显示屏技术规范》中关村标准。

在全球化背景下，一个产品往往需要多道工序合作完成。柔性电子产品的发展，不仅是本行业的进步，同时也推动上下游相关产业的发展。

王哲鹏介绍，为了保证折叠屏的坚固性，屏幕最下方使用了一块不锈钢片，这块不锈钢片需要能够反复弯折。在此之前，没有产品对不锈钢提出过这种需求，正是柔性屏幕的出现，让一些不锈钢厂家找到新的市场。

不少手机转轴厂商也有类似经历，智能机兴起后，一些传统手机转轴厂商因为技术变革，业务不断萎缩。不少手机转轴制造商以为将被市场淘汰时，翻盖智能机的出现，又给这些厂家注入新的活力。

为了推动国内折叠技术行业的发展，联想还在2021年携手中关村标准化协会联合10家企业发布了《微型计算机用折叠显示屏技术规范》中关村标准。这项标准给折叠屏幕笔记本电脑这个超高端产品品类中的核心技术，也就是可以折叠显示的屏幕制定了技术规范与测试方法，为这项技术的进一步研发与制造提供了参考。

喜欢历史的王哲鹏，在采访中不止一次提起蔡伦。蔡伦改进了造纸术，推动了人类文明的进步。王哲鹏觉得，做事情就应当既实现自我价值，又有益于社会。

“我不太喜欢做重复的事情，喜欢不断地尝试。”王哲鹏说，在联想研究院工作多年，他有机会不断尝试各种新领域，很多都是非常前沿的。能够一直做自己想做的事，就是最大的意义所在。

在王哲鹏看来，在企业做科研尤其注重实用性。企业目标明确，做什么技术，多久后能用什么产品，都十分清晰。同时还要与时俱进，顺应潮流。在这个过程中，可以接触更多的新鲜事物，不断探索新的领域，提升自己的能力和眼界。

“我不太喜欢做重复的事情，喜欢不断地尝试。”王哲鹏说，在联想研究院工作多年，他有机会不断尝试各种新领域，很多都是非常前沿的。能够一直做自己想做的事，就是最大的意义所在。

产业链协同项目，能够有效推进产业结构优化布局，将双方优势转化成发展合力。中国电气装备与国家电网、兵器装备集团在业务、科技等领域开展多种方式合作协同，补齐发展短板，形成集群优势，进一步推动我国高端电力装备产业高质量发展。

下转 A4