

尊重和保护知识产权是创新的必由之路

华为创新和知识产权白皮书

(2020版)



目录

前言.....	01
01 华为创新与知识产权价值观.....	03
02 华为创新投入及知识产权历史成果.....	04
2.1 持续的创新投入.....	04
2.2 持续的知识产权成果.....	04
03 华为创新与知识产权大事记.....	07

04 华为创新与知识产权历史.....	10
华为集群路由器引领业界路由器架构设计	10
华为与摩托罗拉的历史往事.....	13
华为商业并购中的创新与知识产权	15
3G, 4G 和 5G——华为不停歇的创新步伐	18
05 继往开来，引领科技创新.....	23
结束语.....	31

前言

2020年，新冠疫情给全球经济带来史无前例的冲击，对人们的工作、生活、学习等各领域也产生深刻影响。不管是在科技抗疫方面，还是在支持新业态方面，ICT技术都发挥至关重要的作用。

作为全球领先的ICT解决方案提供商，过去30多年，无论是遭遇地震、海啸还是战争，华为创新的产品解决方案全力保障了客户网络在各种场景下的安全稳定运行。2020年这场新冠疫情，华为不仅帮助运营商客户有效应对了疫情期间网络流量激增的挑战，也通过创新的ICT解决方案，如5G、融合办公、远程会议、医疗、教育等，协助社会有效进行科技抗疫。

向客户持续提供创新产品、高效服务是我们不变的追求，也是华为发展的根基。创业初期，我们就坚持将每年10%以上的销售收入投入到研发，这给华为早期发展注入了强大的创新动力，华为的创新成果得到业界的高度认可，华为也因此能在激烈行业竞争中逐渐从一个弱小民营企业成长为世界领先的ICT基础设施、智能终端和云服务解决方案提供商。

华为坚信尊重和保护知识产权是创新的必由之路。在自身成长的同时，通过专利许可活动，共享技术，分享利益，促进全产业的繁荣发展和合作共赢。在过去20年里，华为跟ICT行业的主要专利持有人进行了广泛的交叉许可谈判，目前已经与美国、欧洲、日韩等主要ICT厂家签署了100份以上专利许可协议。

2019年我们第一次发布了《华为创新与知识产权白皮书》，概括性阐述华为在创新和知识产权方面的原则、实践以及对业界的贡献。这次我们发布《华为创新与知识产权白皮书》2020版，重点介绍华为在

2010 年之前在创新和知识产权方面的历史实践，通过历史数据和关键事件，展现华为从 90 年代创业早期阶段的研发和创新历程。

回顾历史，才能更好把握未来。持续创新与尊重知识产权是华为取得今日商业成就的源动力，也是未来我们致力构建万物互联的智能世界的基石。

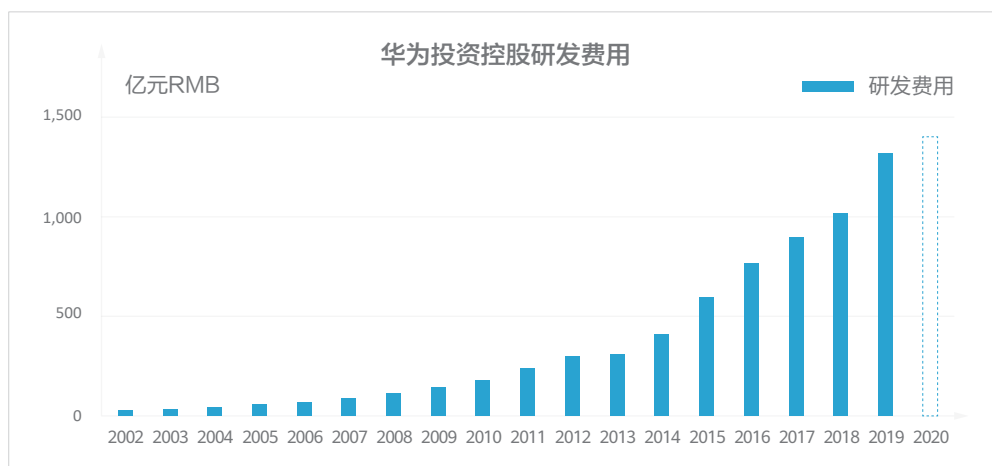
01 华为创新与知识产权价值观

- > 坚持开放式研究与创新，广泛吸纳全球产业链的创新成果，快速推出质量、性能领先的产品与服务，满足客户需求。
- > 重视自有知识产权保护。持续的研发投入使得华为成为全球最大的专利持有企业之一，华为愿意在全世界范围内提供专利与技术许可，以促进全球产业链的发展和技术进步。
- > 尊重他人知识产权，遵循国际规则和惯例，以积极友好的态度，通过交叉许可、商业合作等多种途径解决知识产权争议。

02 华为创新投入及知识产权历史成果

2.1 持续的创新投入

持续创新投入是华为基业长青的基石，下图展示了 2002-2019 年华为投资控股有限公司历年持续增长的研发费用。



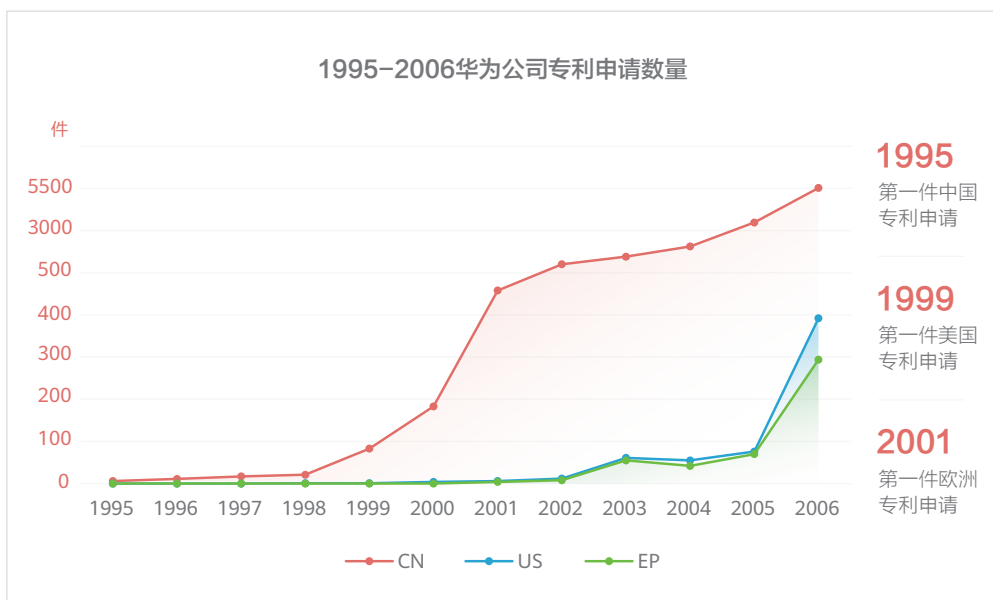
注：华为 2020 年年度报告尚未发布，此处 2020 年研发投入是预测值

- > 2020 年，华为从事研究与开发的人员有 10.5 万名，约占公司总人数的 53.4%。2019 年，研发费用支出为人民币 1317 亿元人民币，约占全年收入的 15.3%。截止 2019 年，近十年累计投入的研发费用超过人民币 6000 亿元（约 900 亿美元）。
- > 华为公司位居“2020 年欧盟工业研发投入排名”第三名。

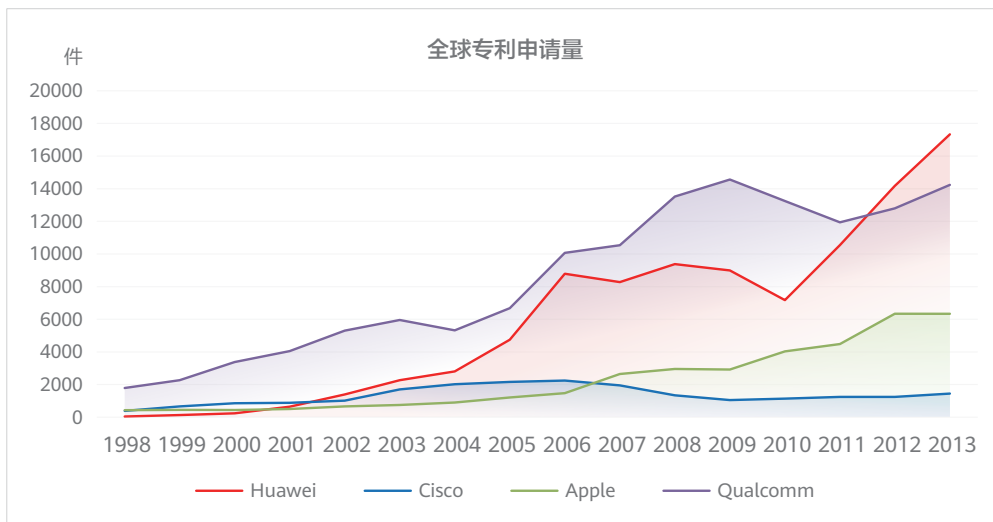
2.2 持续的知识产权成果

尊重和保护知识产权是创新的必由之路，华为公司始终重视自身的

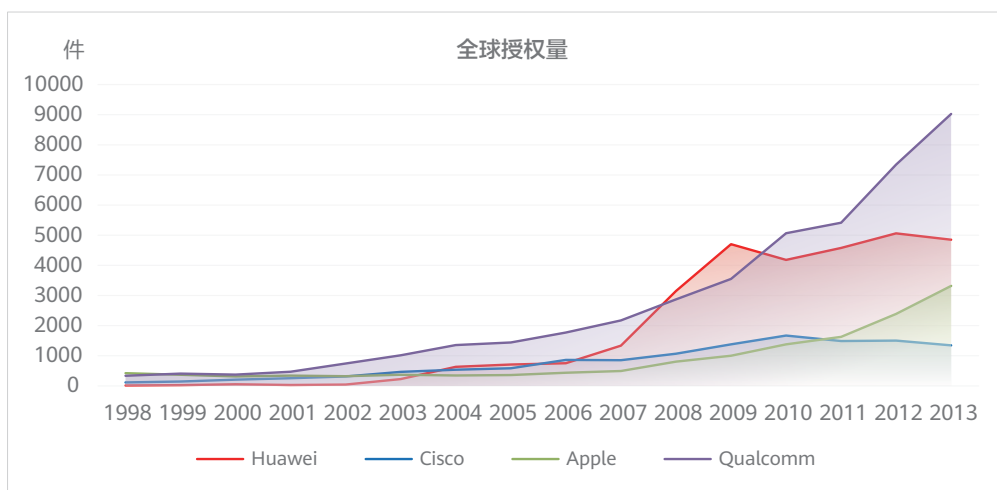
创新成果的保护,从1995年申请第一件中国专利开始,华为持续在中国、美国、欧洲等主要国家和地区进行专利布局。下图为华为公司1995-2006年专利申请数量。



2001年开始,华为公司全球专利申请量达到同行业领先的美国公司同等规模。下图是华为公司及部分同行业公司在1998-2013年全球递交专利申请的数量统计图。



从 2004 年开始，华为公司全球专利授权量达到同行业领先的美国公司同等规模。下图为华为公司及部分同行业公司 1998-2013 年获得全球专利授权数量统计图。



数据来源自 Orbit 专利数据库，检索日期 2020 年 7 月 28 日

持续的创新投入使得华为成为全球最大的专利持有企业之一。截至 2020 年底，华为全球共持有有效授权专利 4 万余族（超 10 万件）。90% 以上专利为发明专利。

华为在中美欧等主要国家和地区的专利申请量和授权量长期名列前茅。美国年专利授权数量持续在前 20 位，2019 年，在欧洲专利局当年专利授权数量排名第 2 位。华为同时也是累计获得中国授权专利最多的公司。

03 华为创新与知识产权大事记

按年历列出重要创新及知识产权相关事件：

- > 1993 年，华为发布 C&C08 大型数字程控交换机产品。
- > 1994 年，申请注册第一个商标“華為”。
- > 1995 年，递交第一项中国发明专利申请，该年累计提交 6 项不同技术领域的中国发明专利申请。
- > 1995 年，成立知识产权部，开始了有组织、有流程制度的保护自主创新之路。
- > 1997 年，推出无线 GSM 解决方案。
- > 1998 年，获得第一件中国发明专利授权。
- > 1999 年，递交第一件美国专利申请，专利保护开始走向国际，为华为产品走向国际市场保驾护航。
- > 1999 年，发布光传输业界首款 MSTP 设备 Optix2500+，引领业界正式从 SDH 时代进入 MSTP 时代。
- > 2000 年，获得第一件美国批准的发明专利授权。
- > 2001 年，伴随华为的海外市场拓展，华为和高通签署专利技术授权许可协议。在之后的 20 年里，华为跟电信行业的主要专利持有人进行了广泛的交叉许可谈判，目前已经与美国、欧洲、日韩等主要 ICT 厂家签署了 100 份以上专利许可协议。
- > 2001 年，以 7.5 亿美金出售电源业务子公司 Avansys 给艾默生，实现华为技术创新能力的第一次变现。

- > 2002 年，和爱立信达成第一份专利许可协议，获得无线领域的专利许可。
- > 2003 年，推出业界首款 IP 架构的 DSLAM 接入设备 MA5300。
- > 2003 年，思科与华为发生知识产权纠纷，双方于次年联合向美国法庭提交终止诉讼申请。
- > 2003 年，3Com 公司出资 1.65 亿美元，华为以相关技术和研发人员入股成立华为 3Com，2006 年华为获得 8.82 亿美金，将华为持有的华为 3Com 股份出售给 3Com。
- > 2004 年，推出业界首款分布式基站产品，获得荷兰运营商 Telfort 价值超过 2500 万美元的合同，首次实现在欧洲市场的重大突破。
- > 2004 年，基于前瞻的架构设计，发布支持集群组网的 NE5000E 核心路由器，引领业界路由器架构，该产品至今依然是明星产品。
- > 2006 年，率先发布业界第一款 OTN 设备 OptiX OSN 6800，引领光传输领域变革。
- > 2006 年，发布业界首款光铜一体的接入平台 MA5600T，业界同容量对比能耗最低，引领业界接入网络绿色革命。
- > 2007 年，华为和赛门铁克合资成立华为赛门铁克，开发存储产品。
- > 2008 年，华为在《专利合作条约》（PCT）的专利申请公开量达 1737 件，首次排名全球第一。
- > 2009 年，“HUAWEI”被世界品牌实验室评为“世界品牌 500 强”。
- > 2009 年，华为公司获得 IEEE 标准组织 2009 年度杰出公司贡献奖。
- > 2009 年，华为和 NTT DOCOMO，France Télécom，ETRI 和 VoiceAge 联合开发 G.711.1，华为作为核心成员组建专利池。
- > 2010 年，华为在欧洲起诉中兴通讯侵犯专利及商标权，2015 年欧

盟法院判决，该判决帮助建立了标准必要专利（SEP）许可的司法规则。

- > 2011 年，成立了 2012 实验室，立足于研究未来以及平台技术，是创新的摇篮。
- > 2011 年，华为与 Motorola 发生知识产权纠纷后，华为在美国起诉 Motorola，最终 Motorola 向华为支付技术转移许可费，获得华为的许可，以向诺基亚西门子交付华为保密技术，完成并购交易。
- > 2013 年，华为授予欧洲无线设备商 Teltronic 无线基本专利许可。
- > 2014 年，里程碑式的 Huawei Mate7 智能手机发布。
- > 2015 年，华为与苹果签订专利许可协议，授予苹果无线基本专利许可。
- > 2016 年，华为与三星在中、美相互发起多起专利侵权诉讼，2019 年三星向华为付许可费后双方和解。
- > 2016 年，华为 P9 在业界首发徕卡黑白彩色双摄像头手机，引领手机拍照潮流。
- > 2017 年，Linux 内核新增贡献者，华为排名 Top3。
- > 2019 年，华为在欧洲的授权量排名第二。
- > 2020 年，华为在美国对 Verizon 提起专利侵权诉讼，要求 Verizon 就其专利侵权行为对华为进行赔偿。
- > 2020 年，华为加入 Open Invention Network Community，助力 Linux 联盟发展。
- > 2020 年，欧盟委员会正式公布了“2020 年欧盟工业研发投入排名”，华为排名第三。

04 华为创新与知识产权历史

在三十多年的创新历程中，华为始终立足于以客户为中心，一步一个脚印地持续投入创新和知识产权积累。这其中经历了无数创新过程的艰辛和汗水，也收获了产品和技术突破带来的成功和喜悦。下面带你一起走进华为创新与知识产权实践的故事。

华为集群路由器引领业界路由器架构设计

【1999年，当时正处于从64K拨号上网过渡到1M ADSL宽带上网之际，业界最先进路由器最大可以支持40G带宽，大家觉得已足够今后使用了。华为却提出要研发容量达80G，构成一个系统，带宽达到160G，还可以通过堆叠级联方式，线性扩大路由器容量的架构设计。到2014年，由于缺乏前瞻性的架构设计，业界知名的集群路由器厂家逐渐退出历史舞台。得益于先进架构设计，华为集群路由器的带宽容量可以平滑演进，满足数据流量爆炸性增长的需求，而成为业界路由器架构的主流方向，占据全球40%市场份额。】

2020年新冠疫情爆发，居家隔离的生活及工作方式使网络流量暴增，这需要仰仗互联网数据调度和转发的顶层“交通枢纽”——**骨干集群路由器**。一个14亿人口大国的互联网骨干网，因为部署了**华为NE5000E集群路由器**，在疫情期间得以稳定应对超大数据洪流，不禁让人好奇，架构设计需要多先进、吞吐量要多大、性能和可靠性要多高，才能完成这样的“Mission Impossible”呢？

眼界决定格局

时间回到1998年，其时华为正在研发一款**路由器NE08**，想通过

增加设备的槽位数扩大设备的带宽能力，但这款小路由器最多只能支持 6 个槽位、共享 1G 带宽的架构。为了破这个题，时任项目经理邓抄军想到了**通过交换式总线代替共享式总线**的方法，可以大量增加槽位，让带宽线性增长。

方向有了，还得能实现，接下来就面临两个难题：**第一，要在 PCB 印刷电路板上传输高速的数据信号；第二，要有一个支持大容量高速数据交换的芯片。**公司将这个研发项目取名代号 1011，由此掀开了华为核心路由器研发的大幕。在 1011 项目之前，传统共享式总线信号在印刷电路板上跑得很慢，传输速度很难突破 33Mbps，研发人员想到是否可以在印刷电路板上使用差分信号，在当时，还没有厂家做过类似的验证，这算是业界首创了。实验的结果令研发人员喜出望外，传输速率竟达到了 1.25Gbps！首先运用这项黑马技术的是另一款**ATM 交换产品 Radium 8750**，当时这款产品的研发工作也是受制于传统传输信号不稳定而濒临失败，而这项在 NE08 产品研发过程中冒出来的 idea，恰似仙女挥舞了魔法棒，让 8750 产品起死回生，成为业界第一个用高速信号传输的印刷电路板做系统开发的产品。

千禧年作为数据通信网络发展的一个关键阶段，随着上网的人越来越多，业界普遍认识到数据流量带宽的增长趋势。中国 10 几亿人口，即使 50% 中国人上网，数据流量就非常巨大了。尽管这一点成为共识，但并没有人能想到今后将需要设备支持 100G、400G、T 级这么巨大的带宽容量——当时，思科的单机容量最大可以支持 40G 带宽，用户觉得已经足够用了。然而华为基于对中国人口国情和对行业发展趋势的分析，希望提前进行技术布局，不惧做前无古人之事：**研发一颗容量达 80G、带宽达 160G 的高速交换芯片**，并且同步开展堆叠级联式路由器架构的研究，以应对未来容量进一步扩大的需求。“不管以后用不用得上，都先做起来”，这是当时华为高层对 1011 项目的坚定信念。大容量高速数据交换芯片的研发几经波折，在 2002 年研发成功，是对其时业界主流技术的革新，对华为集群路由器的开发具

有里程碑的意义。

首先，它开创了未来大容量集群路由器将采用**宽带多机框级联**的技术发展方向，避免带宽容量的增长被**传统级联**方式束缚了手脚。研发人员非常重视这些研究成果，将多机框级联的大容量集群方案**申请了专利**^[1]，在中国和美国都获得授权，成为一项业界首创。该发明为华为核心路由器支持大带宽演进的发展打下了坚实基础。后来的行业发展也证实了基于传统单机架构的核心路由器，由于难以满足流量带宽增长需求，逐步退出了历史舞台。

其次，1011 项目确立了大容量核心路由器的硬件架构，用性能更优的**上下行对称**的数据流处理架构，取代了当时业界主流的上下行不对称架构。**上下行对称**的处理架构通过软件提升数据传输的服务质量 QoS，同时具有性能更强、功耗更低、容易扩展等优点，至此，1011 项目把核心路由器需要解决的几大技术难题，包括多机框级联方式、硬件架构和高速交换网芯片，都已基本解决。

从平凡之路到不平凡之路

2003 年，华为正式启动核心路由器产品开发，2006 年华为发布了业界第一款**背靠背核心路由器 NE5000E 40G**。该方案为华为首创，只需通过光纤就可以直接将两个单机连接成为一个容量扩大一倍的系统，快速高效地满足了运营商容量扩展的需求。2008 年又发布了**2+8(2 个中央框 +8 个业务机框) 核心集群路由器 NE5000E 100G**。这一代路由器的每个业务机框通过 90 多根光纤带与中央机框相连，8 个机框就有将近 800 根光纤带，为了解决数量众多的光纤连接问题，华为简化了多机框的光纤连接复杂度，提升了安装维护效率，也极大提高了系统的可靠性。基于中国人口大国的国情，华为把握了大容量需求的发展趋势，结合对核心路由器业务特点的深刻理解，前瞻性地设计出

¹ 华为集群路由器架构专利举例

CN1120599C 可平滑扩容的数据通信系统

US7936776B2 SMOOTH CAPACITY EXPANSION METHOD AND SYSTEM FOR DATA COMMUNICATION PRODUCTS

US7602804B2 SMOOTH CAPACITY EXPANSION METHOD AND SYSTEM FOR DATA COMMUNICATION PRODUCTS

了平滑演进的产品架构。2013年，2+8核心集群路由器NE5000E又从100G升级到400G，产品性能保持业界领先。此后，又相继升级到800G，在2019年达到1.6T，持续引领业界发展。

除了先进架构和超强的数据处理能力外，核心骨干集群路由器还必须具备超强的纠错容错和自愈功能，避免引起全网业务中断，因此，华为的核心集群路由器里还注入了高可靠性防御系统，代码占据整机代码量的80%。华为集群路由器第一次在中国电信做测试时，光测设备就测了一个月，光纤一根一根拔，拔到最后一根流量仍不断；交换网板一块一块拆，拆到最后一块单板流量还不断。满流量测试72小时0丢包，不管怎么折腾、测试，都不出问题，华为集群路由器经受住了严苛的测试，高稳定性能让客户大为震惊。

华为从1998年开始核心路由器技术预研，到2013年产品性能业界领先，十五年时间过去了。华为持续研发投入，在系统架构、芯片、可靠性、整机工艺等方面持续创新，创造了多个业界第一：业界第一个将高速交换网应用到路由器产品设计（1999年）、首个推出背靠背集群解决方案（2006年）、率先推出400G（2013年）、800G（2016年）和1.6T（2019年）核心集群路由器，不断突破极限，持续引领数据通信网络“交通枢纽”集群路由器发展。

华为与摩托罗拉的历史往事

【从2000开始，华为与摩托罗拉开始长达十年的亲密合作，但却一度对簿公堂，最终双方在法官的主持下进行了调解，摩托罗拉向华为支付一笔费用获得相关商业秘密和保密信息的转让许可。】

1999年前后，摩托罗拉的市场竞争压力主要来自于爱立信和诺基亚。错失了市场机会，逐渐从市场中失利的摩托罗拉为了弥补其产品竞争力不足，尤其是核心网产品的缺失，寻求与华为合作。合作的形

式是摩托罗拉贴牌华为作为 OEM 的产品，即摩托罗拉传递客户需求、提出针对运营商的要求，负责网络的安装和日常维护，而产品的实现、代码的生成、技术问题的解决由华为来完成。在这种合作关系中华为是产品和技术的实际提供者，摩托罗拉作为集成提供商标贴牌和分销。

在双方长达 10 年的合作期间，双方的合作从最早的核心网 (CS / PS) 扩展到基站和基站控制器，从个别区域逐渐扩展到 40 多个国家。摩托罗拉总计从华为采购了价值 8.8 亿美元的先进核心网和无线接入产品；而华为也向摩托罗拉开放了大量保密的商业和技术信息，供摩托罗拉全球范围内数千名员工使用。

2008 年，摩托罗拉对其数名离职员工创立的 Lemko 公司提起一系列商业秘密诉讼。因为 Lemko 也曾试图向华为销售产品，所以华为也不幸地被卷入这起诉讼。

2010 年 6 月，摩托罗拉计划出售其通信基础设施业务给诺基亚西门子。在和诺基亚西门子公司达成协议后，摩托罗拉随即将华为作为被告加入和 Lemko 的诉讼，理由是其在和 Lemko 公司的诉讼证据中发现一名前摩托罗拉员工曾将摩托罗拉小基站产品规格书 (Specification) 发给华为的高管。

华为否认摩托罗拉所有的相关指控，并在诉讼中提供了大量证据，包括数百万计的文档和近亿行代码，供摩托罗拉律师和技术专家审查。这些证据不但显示早在 2001 年摩托罗拉和华为在中国联通共同投标时就曾经把同一小基站产品的产品规格书提供给华为；而且显示华为的相关产品是完全独立开发的，大量被指控侵权的产品实际上是摩托罗拉自身没有能力提供，而需要从华为 OEM 采购的产品。

在起诉华为的同时，摩托罗拉还要求华为同意将其与华为之间的 OEM 协议，以及华为在 OEM 合作中向其提供的产品技术和商务信息转移给华为的竞争对手诺基亚西门子，理由是与华为合作的 OEM 业务是其出售给诺基亚西门子的基础设施业务的一部分。在双方的合作中，华

为向摩托罗拉提供了大量产品设计、操作、支持、互通等极有价值的保密技术信息，以及大量用于销售的商务信息。在华为表示反对后，摩托罗拉执意要求转移华为保密信息以完成与诺基亚西门子的交易。

2011年1月，华为被迫在伊利诺伊北区联邦地区法院起诉摩托罗拉违反OEM协议及侵犯商业秘密、著作权。法院在起诉当天就根据华为请求批准了临时限制令，并在约一个月后批准了临时禁令，禁止摩托罗拉在未获得华为允许的情况下将华为的保密信息转移给诺基亚西门子。如果不能获得转移华为保密信息的许可，摩托罗拉将无法完成与诺基亚西门子的交易。2011年4月，华为和摩托罗拉两家公司的CEO在伊利诺伊北区联邦地区法院法官的主持下进行了调解。并在一个月后达成和解，摩托罗拉向华为支付一笔费用获得相关商业秘密和保密信息的转让许可，双方撤销相互间的所有指控。因为当时华为还没有建立起系统的知识产权转让与许可的机制，这也成为华为第一笔大额许可收费。

华为和摩托罗拉的联合声明链接如下：

<https://newsroom.motorolasolutions.com/news/motorola-solutions-and-huawei-issue-joint-statement.htm>

华为商业并购中的创新与知识产权

【华为在30余年的发展历史中，不乏因业务需求而产生的投资、合资、并购等交易。其中每一项交易的背后都是业界对华为作为一家高科技公司的研发能力，以及技术价值和知识产权的高度认可。】

1. 向艾默生出售安圣电气

2000至2002年间，全球IT泡沫破灭，国际通信设备业进入困难时期。出于公司发展战略的整体考量，华为决定聚焦核心电信领域，

将主要精力、资源抽出，转让和剥离与核心业务关联不大的业务，其中就包括安圣电气。

安圣电气时为华为最大的子公司，专业从事通信电源及相关产品开发、生产、销售及相关进出口业务，为电源领域的领头羊，2001年的市场销售总额达26亿元人民币，利润为5-6亿元人民币，拥有48项专利。而生在美国的艾默生电气公司，则一直在寻找契机参与到中国的发展中来，以实现从能源业务到通讯市场的进军。收购中国本地公司是艾默生的最佳选项。

但是彼时IT和通讯行业滑坡、世界经济衰退等不稳定因素影响交易的进展，谈判一度搁置，外界也不看好这宗交易。但艾默生却表现出了执着与坚定，非常认同安圣电气的价值，认可一旦拥有了这些华为宝贵的技术和产品实力，不但能有助于度过经济寒冬，将来也一定能获得长足发展。经过多轮谈判，艾默生最终以7.5亿美元收购安圣电气的技术、产品以及团队，并于2002年3月组建了包括安圣电气资产在内的艾默生网络能源。据华为首席法务官宋柳平博士回忆，双方在谈判过程中花费了相当的精力，在6件专利是许可还是转让问题上相持不下，协议3天后最终达成一致，其结果大大增加了整个交易的技术含金量。

此后十多年，艾默生网络能源公司保持快速增长、有着良好市场规模，在资本市场上为股东们持续创造了很好的回报与价值。

2. 与3Com成立合资公司，以技术入股，开创业界最佳实践

2002年前后，华为与美国互联网网络通信公司3Com正商讨在路由器等数通产品方面的合作，3Com要求华为提供的产品不涉及第三方知识产权问题，华为坦诚地向3Com提供了其路由器设计和源代码，供3Com审查。经评审，3Com确定华为拥有其产品的知识产权，并坚定地与华为继续合作。次年，华为与3Com成立合资公司，名为H3C(华为3Com)，华为以相关技术及资产入股，并成为合资公司的

控股股东，占股 51%；3com 公司以现金和其中国市场业务注入新公司，投资 1.65 亿美元，占股 49%。

成立合资公司后，华为利用其在技术、管理与产品设计方面的优势，同 3Com 共同提供了性价比优越的完整的企业级数据通信产品的开发、生产和销售业务。合资公司使 3Com 公司立即进入潜力巨大的中国市场，也加速了华为进入国际市场的进程及全球业务的拓展，降低了各自市场拓展的成本。其后三年，合资公司 H3C 实现了超过了 65% 的复合年增长率。

2006 年 11 月，华为将在 H3C 中的 49% 股权以 8.82 亿美元的价值出售给 3Com，同时通过此次合资、出售等行为，华为获得了 10 亿美元的商业回报。

2009 年 12 月，惠普正式收购 3Com，H3C 随之被合并到惠普企业业务集团下属的网络部门。2010 年，包括研发团队、产品和技术均来自华为的 H3C 在中国企业数通市场的占有率首次超越思科，排名第一。

H3C 是以华为强大技术及研发能力注入合资公司的典范，后续为合作双方、客户、分销商及其他合作伙伴带来了广泛的价值，至今对数据通信行业的良性发展具有积极意义。

3. 强强联合，形成双赢，影响产业格局

纵观华为历史上与美国和欧洲公司的交易并购中都是以华为出技术，对方出资金的方式进行合作，这不仅产生了很高的商业价值，为投资者持续带来回报，也对产业界产生深远影响，带动了产业的融合，无一不突显出华为强大的研发创新能力与知识产权的价值。这些交易包括：华为技术与国际存储和安全软件制造商赛门铁克公司合资成立华为赛门铁克，自 2008 年成立以来，申请专利 300 多项，参与了多个国际和国内的标准化组织，并在其中发挥重要作用，在存储领域和安全领域均成为业界标杆。2004 年，华为和西门子公司共同出资的合资企业鼎桥科技推出的商用化时分同步码分多址（TD-SCDMA）的解决方案，有效地

降低了研发成本，很快成为 TD-SCDMA 领域的领先者，其产品和解决方案广泛应用于中国移动 3G、4G 商用网络，稳居市场份额第一。

华为在 30 余年发展、壮大的历史中，遇到过各种风浪，也拥有很多机遇。华为正是因为拥有在各种并购交易中提供强大的研发资产和知识产权的能力，并在与业界伙伴合作过程中将这种能力转化为真实的商业价值，从而与合作伙伴或携手共渡难关、或抓住机遇快速发展，实现双赢。华为的合作创新能力也通过这一系列成功的交易被业界广泛高度认可，形成品牌。

3G，4G 和 5G——华为不停歇的创新步伐

回首过去，华为无线的领先，是超过二十年的持续研发投入，基于客户需求的创新给客户带来价值的结果；是十几年在国际标准组织中与产业伙伴开放合作，分享和应用最佳创新成果的自然回报。

华为在九十年代中期开始研制第二代移动通信基站，试图加入当时如火如荼的网络建设热潮中去。1999 年，中国政府宣布对国有电信运营商进行重大改组。改组后，新成立的移动运营商——中国联通第一次进行建网招标，这本来是华为的一次重要机会，结果华为却不幸落败，仅获得在偏远山区部署基站的“低价值”订单。

对于彼时的华为来说，仅是将数吨电信设备运送到平均海拔 1000 米的山顶，就已经困难重重了，更遑论电力供应、站点安全等挑战。但华为若因此退缩，失去客户的信任，就再也无法敲开中国联通的大门。经过激烈的技术讨论，一个革命性的创新方案诞生了^[2]。该方案将传统基站本来是合一的基带和射频均做成单独的模块，使得两者可以分离：基带模块设计复杂，零部件多，体积更大，功耗也更多，部署在山脚下；而能适应恶劣环境的射频模块则与天线一起运到山顶部署，两部分通过光纤互连。这样，成功满足了当地通信需求，获得了

² 华为分布式基站的专利举例

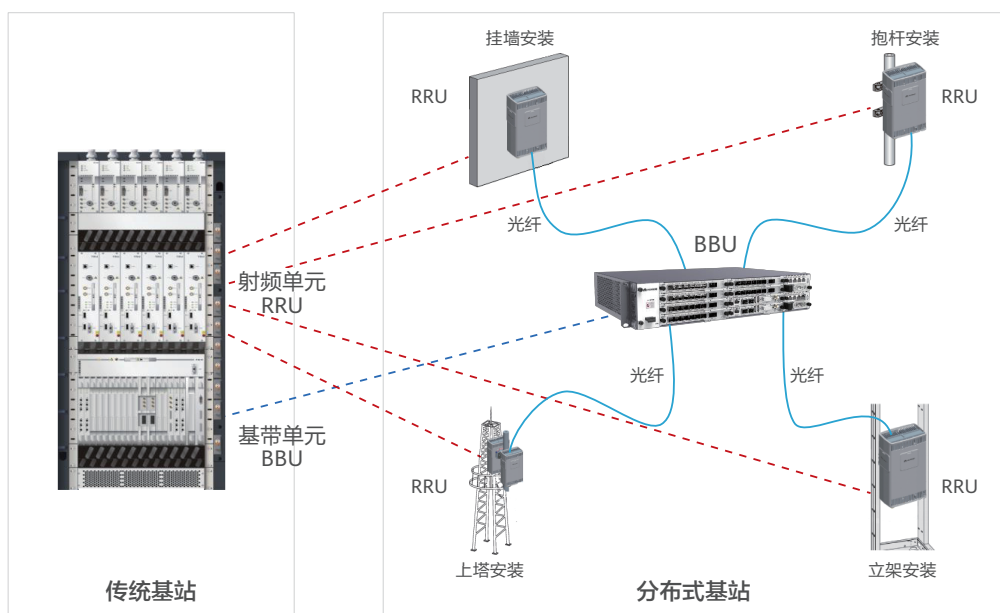
CN100382470C 一种基于光纤拉远的软基站系统

CN101166059B 一种光纤拉远软基站自动时延测量方法及系统

客户的认可。当第一个基带、射频分离的基站成功部署并顺利运行时，互相庆贺的工程师们却没有意识到，这一针对特殊场景设计的方案将帮助华为打开地球另一端的市場。

2003年，华为仍在欧洲3G市场的门外徘徊。与客户长时间沟通后，华为发现，在欧洲发达国家的大城市里，运营商越来越难为体型庞大的3G基站找到合适的机房，成本也越来越高。由于3G基站重量大，需要卡车运输，再由吊车将其搬上楼顶、运至机房，且吊车施工需要提前申请，警察配合封路，部署一次大约需要8000到18000美金。只有节省空间、易部署的解决方案才能打动客户的心。

秉承“基于客户需求创新”理念，华为以4年前的联通项目方案为灵感，率先提出了分布式基站的概念。它不仅延续了基带和射频模块分离的特征，还经过技术创新，扩展了应用场景。曾经为山顶场景设计的射频模块可以安全地安装在城市的任何屋顶、抱杆、墙壁上；而过去体积庞大的基带模块被重新设计成一个个盒子，可以堆叠摆放，甚至可以插入机房的现有机柜。与传统方案相比，分布式基站体积减小到十分之一，重量减小到十五分之一，所有部件可手拎到达现场，工程部署不再费时费力。



基站演进图

这一创新不仅为华为赢得了欧洲运营商的认可，还颠覆了传统的移动网络建设模式，代表了移动通信基站技术发展的里程碑，其他主流厂商纷纷效仿。作为分布式基站的先行者，华为成功从技术追随者转身为技术领导者。

2007年，为了把网络设备顺利演进到新的4G制式，同时保障2G/3G用户的服务质量，运营商往往需要多网络同时建设、同时运营，导致建设支出和运维支出严重超支。看到客户这一困境的华为又提出了一个全新的网络建设理念：SingleRAN，即2G、3G、4G基站合一，化繁为简地解决运营商面临的网络升级与盈利能力之间的矛盾。为此，华为投入了大量的人力、物力资源，历经三个阶段，不断突破数学、芯片设计、材料、散热等多个领域的技术难题，提出大量创新方案^[3]。很快，SingleRAN成功了。

2008年12月，华为和德国O2签署了首个SingleRAN订单，助其实现以更低成本提供更高带宽的运营梦想。这不仅再一次证明了华为的创新实力，还对全球移动通信市场带来了强力冲击。此后，凭借在欧洲各国网络演进中的表现，华为SingleRAN迅速获得了全球客户的青睐，并在4G时代大规模应用中成为全球移动网络架构的事实新标准。

2009年，绿色、可持续发展成为全球新趋势，运营商也提出了节能减排、低碳通信的新需求。为解决站点能耗高、设备繁复不美观等问题，华为充分利用前期创新的积累，开创性地引入了PC领域刀片服务器的概念，推出了刀片分布式基站^[4]。刀片式基站采用统一的模块化设计，实现基站主要元素的刀片化，不同模块可任意组合无缝拼装，使基站的安装像拼装乐高积木一样简单便捷。此外，刀片基站不但外观统一、简约美观，其自然散热、无需空调、环境友好的特性，还能

³ 华为 SingleRAN 创新方案的专利举例

CN101198150B 在多制式无线网络中实现分路传输的方法、装置及系统

⁴ 华为刀片式基站创新方案的专利举例

CN103596297B 射频拉远单元设备及其组合件

EP3525354A1 RADIO REMOTE UNIT DEVICE AND ASSEMBLY THEREOF

US9642284B2 RADIO REMOTE UNIT DEVICE AND ASSEMBLY THEREOF

US9167712B2 RADIO REMOTE UNIT DEVICE AND ASSEMBLY THEREOF

EP2698922B1 RADIO REMOTE UNIT DEVICE AND ASSEMBLY THEREOF

帮助运营商打造绿色移动网络，大幅降低碳排放量。



华为刀片式基站从立项到商用，历时 4 年，累计投入 3600 多人和数十亿美元研发资金，实现五大核心技术的自主创新。如今，该产品已广泛应用于全球 170 个国家 310 张网络，在网运行的刀片式射频模块数量超过 1500 万片，取得了巨大的商业成功，形成了行业事实标准。各厂家纷纷跟随，也陆续推出了各自的刀片基站产品。

2009 年，开启了华为 5G 研究的元年。继 3G 时代的分布式基站和 4G 时代的 SingleRAN、刀片式基站三大创新之后，2011 年初，基于行业发展趋势的洞察分析，华为首次提出大规模多天线技术将成为未来移动通信的主流发展方向，启动大规模多输入多输出 Massive MIMO (Massive Multiple Input Multiple Output) 的技术研究，形成一系列创新专利技术^[5]。

⁵ 华为 Massive MIMO 创新方案相关专利举例

CN110832949A 数据降维方法、装置及系统、计算机设备及存储介质

US20200162940A1 DATA DIMENSION REDUCTION METHOD, APPARATUS, AND SYSTEM, COMPUTER DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

EP3641487A1 DATA DIMENSION REDUCTION METHOD, DEVICE AND SYSTEM, COMPUTER DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

CN111108706A 用于压缩和 / 或解压缩信道状态信息的设备和方法

US20200228232A1 DEVICE AND METHOD FOR COMPRESSING AND/OR DECOMPRESSING CHANNEL STATE INFORMATION

EP3682568A1 DEVICE AND METHOD FOR COMPRESSING AND/OR DECOMPRESSING CHANNEL STATE INFORMATION

在 2014 年 9 月前，业界对 Massive MIMO 多天线的方向存在非常大的疑虑：一是业界没有现成方案，二是多天线处理算法异常复杂。比如，中国移动研究院的专家很早就开始关注多天线技术的发展方向，但是经过一轮和设备供应商和芯片供应商交流后，得到的反馈非常悲观，64T 的 Massive MIMO 基站要超过 100kg，成本是 8T 的 10 多倍，完全不具备商用可能。

就在客户不抱希望的情况下，华为研发的 128T 的 Massive MIMO 多天线基站平台测试成功，第一时间邀请中国移动研究院的专家来参观。客户惊喜的看到了 3 倍于现网的性能，重量约 49kg 的 128T 的 Massive MIMO 基站设备，感到非常不可思议。打开设备，客户看到的确有 128 个射频通道，两个射频通道只占用一个信用卡大小后，才真正翘起大拇指，说华为的 Massive MIMO 多天线技术的确是遥遥领先。

2018 年 7 月，华为 64T 和 32T 双 200M 全系列 5G Massive MIMO 产品全面商用。5G 时代，华为 Massive MIMO 多天线技术基站再次引领业界发展潮流。

创新研究，华为还在路上。今天，华为已经从基于客户需求的技术和工程创新的 1.0 时代，迈向了创新 2.0 时代。华为将与学术界、工业界联合起来，共同推动基础科学研究和基础技术发明，继续为客户、为社会创造新的价值。

05 继往开来，引领科技创新

伴随世界新技术革命的浪潮，华为依旧不忘初心，坚持创新驱动，持续努力为客户提供更多更好的产品。自 2015 年起，华为定期举办“十大发明（Top Invention）”的评选活动，旨在对未来有潜力开创新的产品系列、成为产品重要商业特性，产生巨大商业价值的发明或专利技术给予及时肯定和奖励；鼓励突破，营造创新文化，促进产品与技术创新。

华为“十大发明”开创出的新产品系列正在陆续登上舞台，把创新科技带来的便利带给全世界的每个人，每个家庭，每个组织，构建更加和谐便利的智能世界。

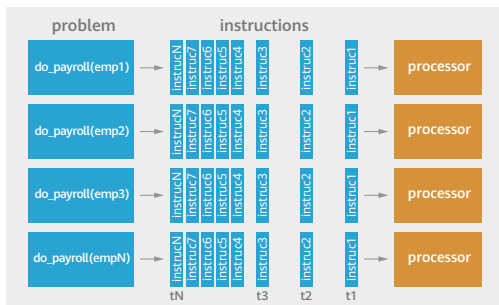
十大发明之 极化码（Polar Code）高速并行译码

- > 专利家族 1：极性码的译码方法和译码装置

CN105009461B/ CN107204779A/ EP3073642A1/ US9762352B2/
JP6184603B2/ KR101819015B1/ RU2649957C2/ ID2017/06416/ VN25371

- > 专利家族 2：极性码的译码方法和译码器

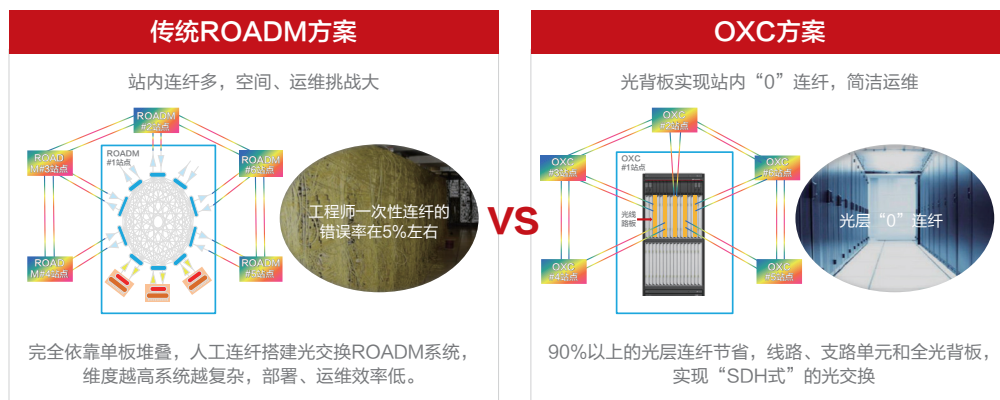
CN104038234B/ US10270470B2/ EP2953307A1/ JP6075812B2 /
IN329523A1 /KR10-1754912 /KR10-1814031



Polar 码理论上具有极佳的性能优越性，但作为 2009 年才以理论形式提出的崭新编码技术，Polar 码的工程实现影响未来通信技术应用 Polar 码的信心。尤其是 Polar 码译码时延大、译码速度低问题成为了 Polar 码前进的拦路虎。华为创造性提出 Polar 码高速并行译码算法，将之前的译码速度提高了 8 倍之多，扫清了 Polar 码工程实现的障碍，保证了 Polar 码在不足十年时间就走向而立。华为 Polar 码高速并行译码算法包括三个核心创新：分解 Polar 码为多个子码、并行计算、多级分解和并行 ML 译码。

十大发明之全光交叉 (Optical Cross Connect)

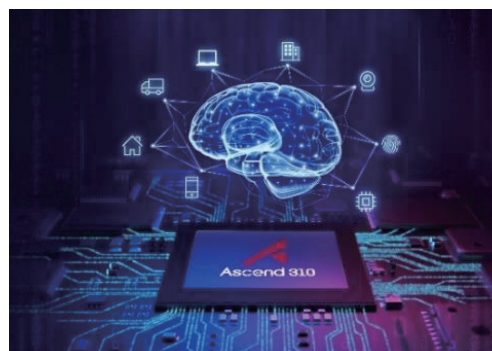
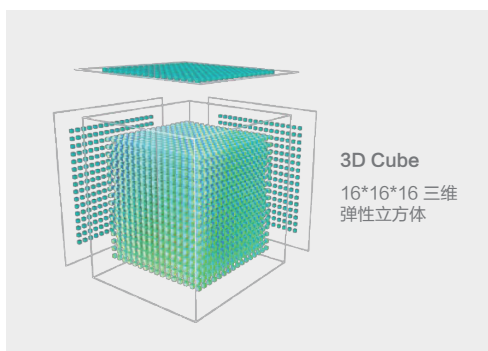
- > 专利家族 1：一种波长选择开关
CN104620155B/ US9762983B2/ EP3037865B1
- > 专利家族 2：光通信的装置和方法
CN105409140B/ US9641917B2/ EP3128682B1



作为光网络领域的领军企业，华为率先采用集成式互连构建全光交换资源池，实现高集成度、无纤化的全光交叉，有效地提升了大颗粒业务的交换效率。2019 年，华为在业界第一个推出商用全光交叉产品，继光传输网络 OTN (Optical Transport Network) 后继续引领光网络产业的发展。

十大发明 之 达芬奇 3D CUBE 计算引擎

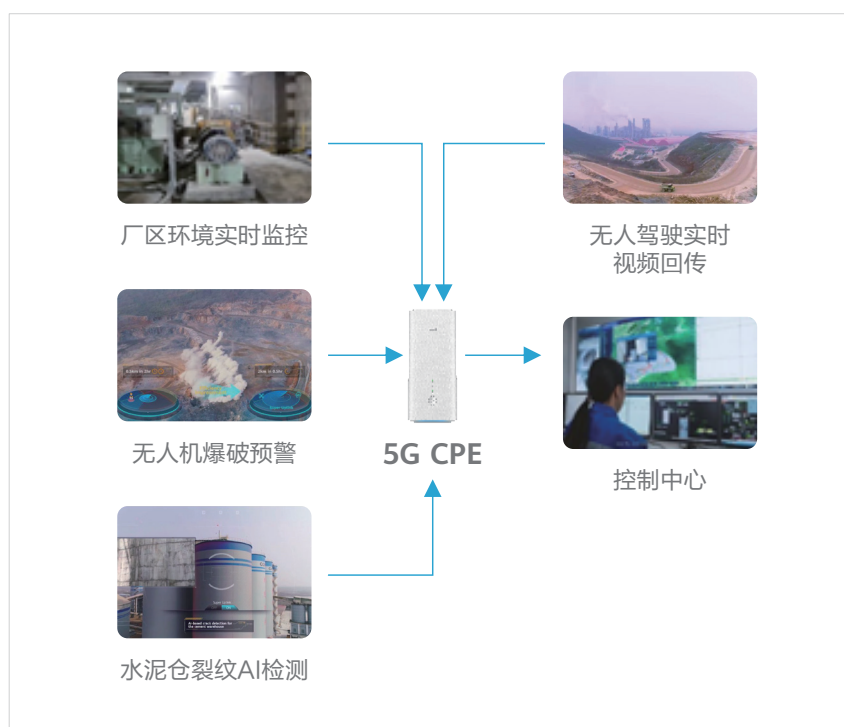
- > 专利家族 1: 运算加速器
CN109213962A/ US20200142949A1/ EP3637281A1/ KR10-2020-0019736/ VN70217/ BRPI2000167A2 / IN201917054037A
- > 专利家族 2: 矩阵乘法器
CN109992743B



2018年10月，华为发布了全球独创的达芬奇人工智能芯片架构。针对人工智能高速发展带来的巨大挑战，华为达芬奇架构提出了极具创新的高性能 3D Cube 计算引擎等关键技术，大幅提升了 AI 计算的效率和灵活性，同时发布两款基于达芬奇架构的 AI 芯片：极致计算能效比的昇腾 310、单芯片计算密度最大的昇腾 910。2019年6月，首款采用华为达芬奇架构神经网络处理单元 NPU（Neural Network Processing Unit）的手机芯片麒麟 810 正式亮相，随即，该芯片在苏黎世联邦理工学院推出的 AI Benchmark 榜单中位居 TOP3；8月，华为又正式推出基于昇腾 910 和 MindSpore 的全栈全场景解决方案；9月，新一代旗舰手机芯片麒麟 990 5G 版亮相，采用华为达芬奇架构 NPU，创新设计 NPU 双大核 +NPU 微核架构，充分发挥端侧 AI 智慧算力。华为达芬奇架构的独特优势，使其广泛应用在手机、数据中心、智能车、摄像头、可穿戴产品等多种形态的芯片中，支撑着华为公司普惠 AI 的战略目标。

十大发明之 5G 超级上行

- > 专利家族 1: 一种上行链路切换的方法、通信装置和通信系统
CN111200873A/ CN111200853A



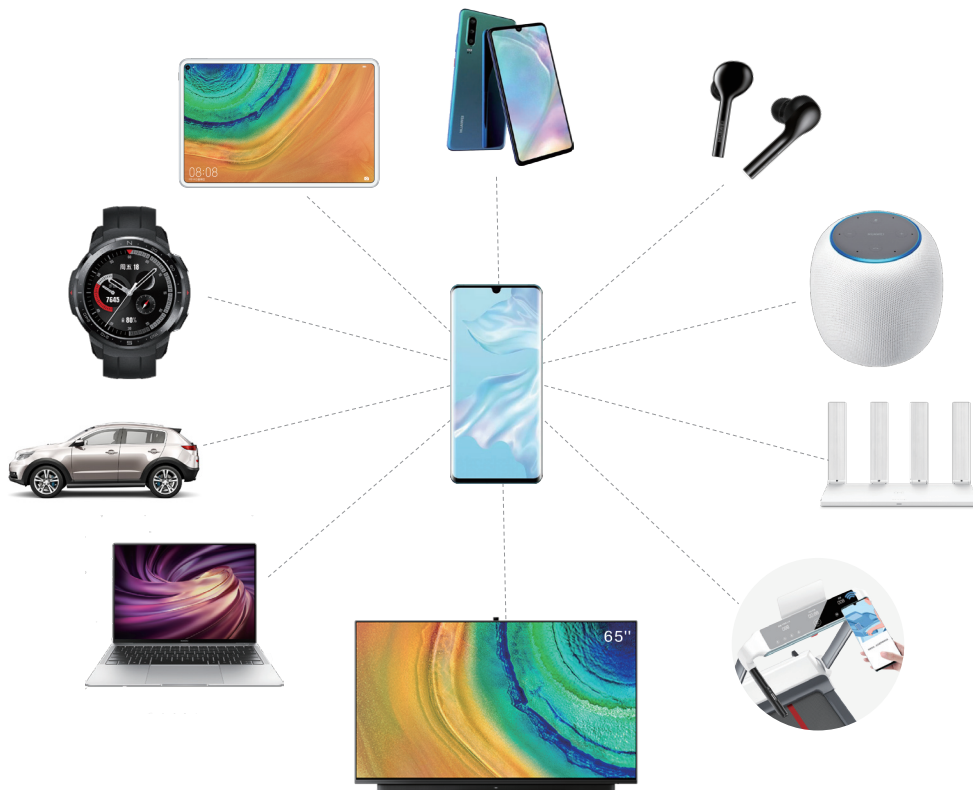
随着 5G 2B 业务发展，保证下行体验不变的同时，大幅提升上行体验并缩短时延，对网络提出了新的需求和挑战。为了综合解决上行覆盖和上行带宽，华为公司提出了系列解决方案。在 3GPP R15 和 R16 分别推动了上下行解耦和超级上行技术。

上下行解耦: 在远点 3.5G 上行无覆盖的地方增开低频做上行传输，在高频段上传输 5G 下行，在低频段上传输 5G 上行，从而提升 5G 上行覆盖。

超级上行: TDD 和 FDD 协同、高频和低频互补、时域和频域聚合。既提升了上行带宽，又提升了上行覆盖，同时缩短网络时延。它是无线通信首个时频结合的技术，是面向 2B/2C 市场的最优速率 / 时延解决方案，是无线通信的一个重大创新。

十大发明之一碰直达，文件轻松互传

- > 专利家族 1：一种文件传输方法及电子设备
CN111492678A
- > 专利家族 2：一种数据传输方法及电子设备
PCT/CN2018/110304



为解决人们工作、生活多种终端之间文件和图片互通分享难的问题，华为业界首创，提出软硬件结合，业内全新多终端交互方式。无论是手机，平板，穿戴设备，还是家里的电视，车……所有终端之间文件传输一触直达，传输的触发行为由操作系统 OS 内迁移到 OS 外，实现极简高效的用户体验，只要轻轻一碰，10MB 文件毫秒级传送。并且通过 OpenLab 平台，把碰一碰 SDK 开放给第三方应用，构建智慧互联生态。

十大发明之 鹰翼折叠屏

- > 专利家族 1：转动机构及折叠终端
CN109936648B
- > 专利家族 2：支撑组件及智能终端
CN110809073A/ CN209982521U
- > 专利家族 3：一种支撑结构和可折叠显示装置
CN110035140A/ CN210075297U



华为潜心研究折叠屏手机，自研突破性支撑机构、转动组件和运动机构，小小的铰链中包含 100 多个组成零部件，应用了很多的创新技术，实现柔性屏的拉伸保护、闭合无缝以及屏幕各分层不起拱的效果。2019 年，采用独特的鹰翼式折叠设计的华为 Mate X 上市，屏幕合上时紧密贴合，灵巧稳固；展开时平坦自然，浑然一面。一经推出就获得了广大消费者的喜爱。

十大发明 之 融合存储系统

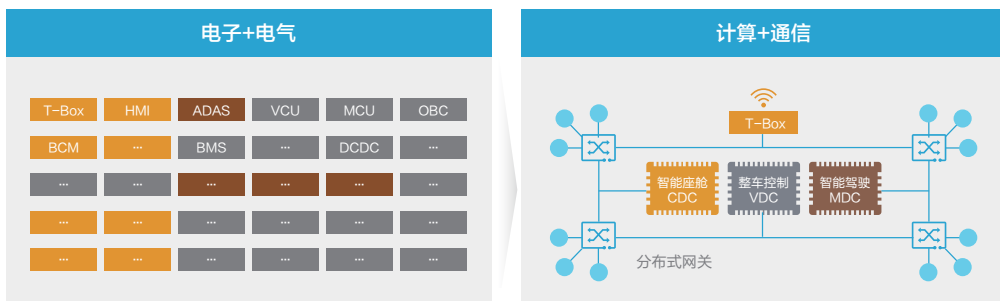
- > 专利家族 1：电子设备、电子系统及其电路板互联架构
 CN103974538B / EP2945470A1/ US8842441B2/ CN110998510A



2019年2月，华为发布了全球独创的融合存储架构。以独创的正交背板结构以及 Palm/Half Palm 盘为基础，实现集中式存储和分布式存储的融合统一，真正实现一套设备的多场景使用。同年7月，以融合存储架构为基础打造的 OceanStor Dorado 系列产品上市，在市场上引起极大的热度。

十大发明 之 汽车计算与通信架构

- > 专利家族 1：实现汽车中电子控制功能的系统、方法以及汽车
 CN201910865878.4 / CN201910867047.0



未来汽车的发展趋势是智能化、网联化、电动化和共享化，但目前汽车的电子电气架构布线复杂、算力分散、软件升级困难，已不能满足汽车“新四化”的发展需求。

2019年，华为在业界首次提出了汽车计算与通信架构 CCA（Computing and Communication Architecture），应用分布式网络+域控制器的新型架构替换总线网络+分布式功能单元的传统架构，实现了软件可升级、硬件可更换、传感器可扩展。



结束语

尊重和保护知识产权，长期大力投入资金，持续以客户为中心的研发创新，是华为生存和发展的根本。华为公司在创业初期就坚持将每年销售收入的 10% 以上投入到研发，经过三十多年的发展，在产业领域的多个方向做到了技术和解决方案世界领先，这是华为多年以来坚持战略投入、厚积薄发的必然结果。

任何先进的技术都不可能平白的产生，都是经过持续艰辛的努力探索才能获得。唯有尊重和保护知识产权才能激发社会的创新活力，它是创新的必由之路，也是我们把数字世界带给每个人，每个家庭，每个组织，构建万物互联的智能世界的基石。

华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话: +86 755 28780808
邮编: 518129
www.huawei.com

商标及版权声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

版权所有 © 华为技术有限公司2021。保留一切权利。

免责声明

本文档信息不构成任何要约或承诺, 华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息, 恕不另行通知。