

# 1G→2G→3G→4G→5G：一部波澜壮阔的移动通信史

2017-09-21 物联网智库



客观述真实，专业立言论，前瞻眺深远



来源：网优雇佣军  
物联网智库 整理发布  
转载请注明来源和出处

----- 【导读】 -----

现代生活离不开移动通信，从信息的生成、传输到接收，网络通信的背后蕴含着数不清的闪光智慧。



现代生活离不开移动通信，从信息的生成、传输到接收，网络通信的背后蕴含着数不清的闪光智慧。从1G到5G的演进，时代的转换一幕接一幕，其背后关于通信标准的江湖纷争也是波诡云谲、激烈异常，最终汇出了一部波澜壮阔的移动通信史。

## 1G.模拟之王——摩托罗拉

讲到双向无线通信，就不能不提摩托罗拉 (Motorola)。如果说当年AT&T是有线通信之王，摩托罗拉就是移动通信的开创者。

最初，无线通信技术主要应用于国家级的航天与国防工业，带有军方色彩，摩托罗拉的发展也是如此。

摩托罗拉创立于1928年，二战时与美国陆军部签订合约、协助其研发无线通讯工具。1941年，摩托罗拉研发出了第一款跨时代产品 SCR-300，至今仍是电影中美国通讯大兵最经典的形象。

虽然 SCR-300重达16公斤，甚至需要一个专们背负的通信兵、或安装在车辆和飞机上，然而由于 SCR-300使用了FM调频技术，使通话距离达到了前所未有的12.9公里，足以让炮兵观察员联系到炮兵阵地，也能让地面部队跟陆军航空兵通讯。

无论是二战期间的通信设备，之后第一款彩色电视机、半导体芯片、DSP通讯手机芯片，和1980年发明的“大哥大”、建立了AMPS (Advanced Mobile Phone System) 电话系统...

摩托罗拉作为模拟通信技术的佼佼者，在移动通信及电脑处理器领域中都是市场先锋，更在1989年被选为世界上最具前瞻力的公司之一。

可惜的是，一代巨头终究未能随市场趋势转型，最终轰然倒下。

## 2G.GSM与CDMA之争

由于1G模拟通信的通话质量和保密性差、信号不稳定，人们开始着手研发新型移动通信技术。1980年代后期，随着大规模集成电路、微处理器与数字信号的应用更加成熟，当时的移动运营商逐渐转向了数字通信技术，移动通信进入2G时代。

由于通信产业为国家战略产业，通信标准之争的背后是国与国、联盟之间的综合角力，一旦输了的一方则须持续向对方联盟缴纳高额专利费，且更容易被对方掌握产业主动权。

摩托罗拉垄断了1G，也意味著第一代通信标准把持在美国人手里。

在数字通信刚起步时，欧洲各国意识到：单打独斗在技术上将难以和美国抗衡。

二十年来，欧盟始终不甘落后于美国，若各自搞出一个不同的标准、很难在世界上占主导优势（标准这东西就是人多、说话大声拳头硬的就赢了；总不能全世界只你一个人跟别人用不一样的）。

它们吸取了各自为政的失败教训、加强内部联盟，终于在2G时代超越了美国。

1982年起欧洲邮电管理委员会成立了“移动专家组”负责通信标准的研究。

GSM的名字即是移动专家组（法语: Groupe Spécial Mobile）的缩写，后来这一缩写的含义被改为“全球移动通信系统”（Global System for Mobile communications），以向全世界推广GSM。

GSM的技术核心是时分多址技术 (TDMA)，其特点是将一个信道平均分给八个通话者，一次只能一个人讲话、每个人轮流用 1/8的信道时间。

GSM的缺陷是容量有限，当用户过载时，就必须建立更多的基站。不过，GSM的优点也突出：易于部署，且采用了全新的数字信号编码取代原来的模拟信号；还支持国际漫游、提供SIM卡方便用户在更换手机时仍能储存个人资料；能发送160字长度的短信。

可以说，移动通信的技术与应用在2G时期有了惊人的进步。

1991年，爱立信和诺基亚率先在欧洲大陆上架设了第一个GSM网络。短短十年内，全世界有162个国家建成了GSM网络，使用人数超过1亿、市场占有率高达75%。

在欧洲人野心勃勃地想要超越美国称霸世界时，美国人同一时间却搞出了三套通信系统。其中两套同样是基于TDMA 技术的、第三套则是高通推出的码分多址技术(CDMA)。

TDMA的信道一次仅供一个人使用、八个用户得轮流使用，容量有限；然而CDMA采用加密技术、让所有人同时讲话也不会被其他人听到（好比编号1只能与编号1通话、编号2只能与编号2通话，互不干扰），容量大幅提升。

从技术上来看，CDMA系统的容量是GSM的10倍以上。

从1950年代起，CDMA就是美军军方的通信技术之一。在创始人Irwin Jacobs和Andrew Viterbi领军下，高通在1989年成功将CDMA 应用在移动通信上。



然而高通没有实际的手机制造经验，欧洲的运营商们也对它的知识产权不感兴趣。即使是在美国也只有极少数的运营商愿意使用该系统。

早期有关CDMA的报导都是相当消极的，基站不能达到预期的性能，CDMA手机也无处可买。总体而言就是雷声大，雨点小。

与此同时，欧洲大力投资GSM，短短数年内建立了国际漫游标准，在全球广布GSM基站。

自然，CDMA起步较GSM晚了一步，加之美国国内资源又被分散，CDMA失去了大半江山。

在2G时代，CDMA 是个失败者。另一方面，美国在通信标准之争上的失败，间接也影响了摩托罗拉手机的竞争力。

当数字移动电话渐渐取代模拟移动电话时，摩托罗拉仍在模拟移动电话市场有40%的份额，但数字移动电话却不到二成。

对于数字通信的威胁，摩托罗拉错估了模拟手机的寿命，当时其高管表示：4300万个模拟手机用户，错不了的！

如同AT&T当初不愿砸钱在无线电话部门上一般，摩托罗拉当中最赚钱、说话也最大声的模拟手机部门更不可能让资源流到数字手机部门里。

同样的故事也可见于而后的诺基亚与智能手机之争。企业巨头的倒下很少是源于单一的外在因素，多是由于企业内耗、导致技术推进缓慢。

1997年，摩托罗拉终于走下神坛，其全球移动电话市场份额从1997年的50%暴跌到17%。持续了20年辉煌的摩托罗拉终于被一家之前还在造纸、1992年才推出第一部数字手机的公司——诺基亚击垮。



### 3G.高通的专利地雷与三大标准之争

如前文所述，高通的CDMA技术在容量与通话质量上皆优于欧盟GSM的TDMA技术。但GSM早一步部署，短时间内快速推行全球，以致CDMA在当时不过是雷声大雨点小，高通也一度陷于危机之中。

但到了3G时代，局势却有了反转。究竟是什么原因呢？



让我们先来讲讲高通的历史。

## 高通的专利地雷

走进高通位于加州圣地牙哥的本部，迎面而至的一堵厚厚的专利墙上，镶嵌着高通所持有关于移动通信将近1400项专利。



这就是著名的“Qualcomm Patent Wall”。

高通的一切都明明白白的写在了这面墙上：财富、垄断、成功... 高通就像一条毒蛇，深谙扼住宿主脖子、获取高额利润之道。

冷战时期，美国军方所使用的通信方式能将信息进行加密与解密，称为码分多址(CDMA)技术，以确保信息传输时不被苏联所窃取。

Linkabit是加州圣地牙哥 (San Diego) 第一家电子通讯技术公司，负责承接这笔订单、为美国军方和航太局开发卫星通信和无线通信技术。



Linkabit的两位创始人皆是通信界的大牛——Irwin Jacobs任教于麻省理工电机系，其著作《通讯工程原理》(Principles of Communication Engineering)，奠定了当时乃至现在的通讯基础，至今仍是通讯界圣经宝典。

另一位创始人Andrew Viterbi提出了著名的维特比算法 (Viterbi algorithm)。

1980年，Jacobs和Viterbi将Linkabit 卖给同属通讯领域的 M/A-COM公司，并于1985年创办了高通 (Qualcomm)，意即有品质的通信 (QUALity COMMunications)。

1989年，高通大幅改善了CDMA的功率问题，并成功将其商用化。

可惜的是，此时欧洲通信标准协会已着手进行GSM技术标准制定，随后很快推行到了欧洲与日本市场。

美国本土的通信工业协会也认定GSM所采用的TDMA技术为2G标准。尽管CDMA比TDMA的容量更大、通话质量更好，但技术更复杂，大半运营商不相信技术的可行性。



高通发展的一大关键，在于Jacobs狡诈莫测的三大专利流氓手段：

### 1) 造地雷：建立垄断的专利布局

高通围绕着功率控制、同频复用、软切换等技术，构建了CDMA专利墙，相较于其他厂商在专利数量和品质上都有非常大的优势。

但高通不满足于此，它要一人享用这笔丰厚的利润。

在高通，养了一批不下于技术研发部门的庞大专利律师军团，通过并购、控告对手专利侵权等专利战，将所有CDMA的相关专利都一步一步拢络过来。

专利律师的职责，就是申请专利、谈专利价格、控告侵权公司。

第二步是大量申请垃圾专利，用垃圾专利保证其核心专利——在旧有的专利保护到期之前便申请新的专利、或大量申请CDMA外围专利，然后申告该技术为新技术的一环，封杀了关于CDMA内外围的所有技术。

### 2) 埋地雷：将专利技术套入通信标准

收集齐了专利地雷还不够，还要让人得踩到才行。

首先要明白为啥需要通信标准？你总不能让电信打不通移动的手机、华为打不通iPhone手机，制定统一的通信标准的目的就是让不同运营商商、基站设备与手机之间能互联互通。

由于GSM标准由欧洲运营商和设备商（如爱立信、诺基亚）共同提出，共同享有知识产权，专利基本上是开放的。

但高通表面上提出了一套采用CDMA技术的2G标准，实际上将CDMA专利技术藏在了里头，等于使用该2G标准时，也就踩到了高通的专利。

这种以单一家公司专利而垄断某一标准的行为，照理说不会发生于由各国成员组成的通信标准制定小组里，别的国家与厂商因本身利益冲突，必然会极力反对。

然而，当时2G研究才刚起步，多数厂商的注意力仍在欧洲人所提出的GSM标准上，高通的CDMA技术并没有多少人闻问，反而让高通趁隙而入。

### 3) 更多的地雷：将CDMA演算法整入芯片

高通的最后一步棋，是把CDMA的演算法嵌入集成芯片。其最大特点为整合信号的发送与接收、电源管理和数模转换等于单一芯片之上，即今天我们称的SoC（System on Chip, 片上系统）。

这样一来，使用高通专利的手机厂商，必须先缴一笔授权费取得专利使用权。在芯片或产品量产后，再依据出货量收取根据产品售价一定比例的费用，平均需缴纳手机销售额5-10%不等的权利金。

这点可是相当的不合理的——屏幕、镜头、机壳等零件全部与CDMA毫不相关，也得被抽销售额的百分比。（难道在手机上镶了块钻石，利润还得算在高通头上吗？）

那时高通提供了SoC一套完整的解决方案，大多数手机厂商还没SoC整合的技术能力，也只能乖乖挨这一刀。

你设局，也要有人愿意踩。高通专利的高门槛挡住了竞争对手，也挡住了CDMA的迅速市场化，多数运营商还是选择了GSM系统，靠专利使用费养活的高通在美国活的并不好。

此时，高通迎来了一根橄榄枝——来自于韩国政府。

在发展CDMA之前，韩国运营商、手机等通讯设备制造业相当薄弱。1990年11月，高通和电子通信研究院（ETRI）签署有关CDMA技术转移协定。

高通答应把每年在韩国收取专利费的20%交给韩国电子通信研究院、协助其研究，韩国政府也宣布CDMA为韩国唯一的2G移动通信标准，并全力支持韩国三星、LG 等投入CDMA 技术的商业应用。

韩国不向支持GSM的欧洲靠拢、选择了CDMA作为2G标准，主要是为了低廉的专利优惠，虽承担了一定的风险，最终也获得了相应的回报。

通过发展CDMA，韩国的移动通信普及率迅速提高，短短五年内移动通信用户数达100万，SK电信成为全球最大的CDMA运营商。通讯设备制造商更是异军突起，三星成为全球首家CDMA手机出口商。

CDMA不仅带动了韩国通信业的发展，也促进了整个韩国经济的发展。所以多有人说：“韩国人救了高通”，高通更从此成为全球性的跨国大公司。

韩国的成功典型，第一次向世界证明了CDMA正式商用的可能性，也让美国一些运营商及设备商对CDMA技术开始恢复信心。

在高通与韩国人赚的钵满盆满笑呵呵的同时，让我们把画面拉回到欧洲这边。

2000年后，2G的速度与容量上限逐渐面临瓶颈，经历了1G到2G眨眼间便大举翻盘的技术变革，各大手机厂商吃了历史教训，个个提心吊胆着准备迎接3G时代。

## 欧美中斗法：三大3G通信标准

3G最大的优点是更快的网速，2G的下载速度约仅9600bps ~ 64kbps，而3G初期的速度则为300k-2Mbps，足足提升了三十倍多。

爱立信、诺基亚、阿尔卡特等实力雄厚的欧洲厂商虽知TDMA难敌CDMA的优势，更难以作为3G核心技术，但谁也不想接受高通霸道的方案。

于是欧洲与日本等原本推行GSM标准的国家联合起来成立了3GPP组织 (3rd Generation Partnership Project)，负责制定全球第三代通信标准。

3GPP小心翼翼地参考CDMA技术，以尽量绕过高通设下的专利陷阱，开发出了原理类似的W-CDMA。

高通赶紧不落人后地与韩国联合组成3GPP2 (3rd Generation Partnership Project 2) 与3GPP抗衡，推出了CDMA2000。

既然你们都有一套自己的标准，当然，咱们中国也不能落于人后，硬是搞了一个TD-SCDMA。

谁也不想被高通揩油，所以用CDMA2000的少；TD-SCDMA 只有中国使用；自然，最后的结果是W-CDMA的参与者最多，在三个3G通信标准中最成熟、市场占有率也最高。

不过，因三大通信技术都碰触到了CDMA的底层专利技术，仍无法避免地被高通硬生生啃掉一块利润大饼，高通可谓是3G时代最大的赢家。

不过，真正让高通大赚的，还是源于智能手机的兴起。

## 3G的崛起，从iPhone开始

事实上，从2000年开始，通信业界就在呼喊3G，但喊了几年，直到2007、2008年才开始真正普及，这是什么原因呢？

很简单，市场没有杀手级的应用，你技术再强大也没有用。反之，高通费尽心思将专利写入标准，但标准没人用，也是只能摊手。

真正让3G火起来的、让高通大赚的，还是源于移动通信设备的革新——智能手机。

一提到智能手机，大家自然就想到了乔布斯，苹果在2007年推出了第一台iPhone，从而推动了一个智能手机的时代。

但想到智能手机这个idea的人并不是乔帮主，他也是从曾经的诺基亚Symbian手机与微软Windows Phone借鉴而来的。

21世纪初，电信业界描绘的3G世界如是说：任何人可以随时、随地，利用移动电话或其他移动设备(例如PDA)，打电话、上网；除了传送语音之外，还可以传送数据、视频、电脑游戏....。



IBM Simon在1994年开卖世界上第一台智能手机，完全使用触控式键盘，也是第一台以软件应用程序为卖点的手机。



听起来似乎相当熟悉？现今习以为常的场景，二十年前可是个宏大的理想。

3G曾经承载着全球电信业的高度期待，2000年时，英国、德国、法国、意大利和西班牙等国家，开始竞标3G牌照和无线频谱拍卖，各家运营商总计投下约900亿美元。德国更是创下了高达458亿美元3G牌照的拍卖纪录。

照理说，高额的投标将来都是要转嫁到消费者身上。欧洲的3G牌照费约是部署系统的3倍，意思是从提供3G所产生的非语音收入（也就是上网费用），必须是语音的3倍，整个投资才能回本。

在缺乏移动上网的杀手级应用的情况下，显然是不可能的事情。

于是研发者留下了负债和几近无用的3G牌照就离开了，有些公司还试图与发放牌照的政府打官司。不但后续融资与设备投资举步维艰、股价重挫，也让3G服务无法如期推出。

欧洲电信业一度处于溃败的状态。

美国《彭博商业周刊》以“泡沫的故事”、“一场欧陆大灾难”来形容欧洲3G愿景的幻灭。直到四、五年后，欧洲运营商才逐渐恢复元气，开始建设3G网络。

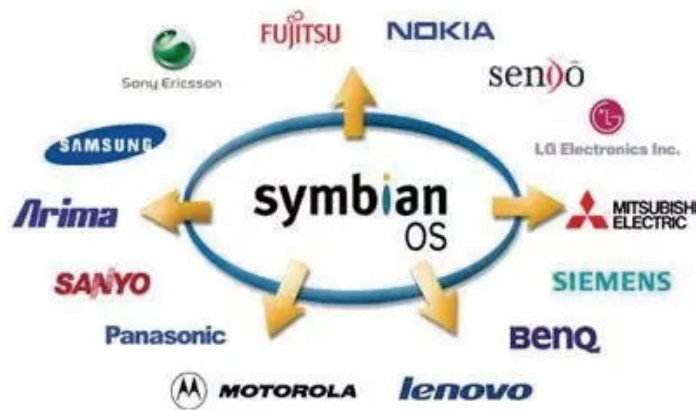
相较于早早烧完钱、以致于在3G转型上慢了一步的欧洲人，美国运营商由于现有频率占用问题使得发放牌照时间延迟，直到2004年初才能发放3G牌照，这反使美国运营商保有更多余力与资金投入3G网络，可以说是因祸得福。

有了完善的3G网络后，万事俱备、只欠东风，就差一部智能手机了。

最早的手机操作系统是微软在1996年发布的Windows CE。由于微软在PC操作系统上没有对手，面对全新的移动通信市场仍沿用过去PC操作系统的思维方式，导致了系统速度缓慢的先天缺陷。



另一方面，英国公司Psion和诺基亚、爱立信、摩托罗拉在1998年合资成立了Symbian公司，研发手机专用的操作系统以抵御来势汹汹的微软。



Windows CE其实仅是精简版的Windows系统，而Symbian一开始就是为手机而生，稳定度有更出色的表现。

可惜的是，在1999-2004年间，Symbian在发展上仍然以传统手机功能为主，诺基亚内部的心态总是：最重要的是如何卖出手机，应用程序只是让手机更好卖。

Symbian也建议过诺基亚在智能手机的开发上可以有更多其他的功能，无奈诺基亚就是听不进去。

此景仿若当时的摩托罗拉从模拟向数字手机转型，当时最赚钱、说话最大声的部门是有键盘、好接听的功能手机，触控式屏幕、甚至是最关键的APP生态系并不在Nokia高层的认知中。

在Windows Mobile与Symbian大乱斗，诺基亚依然一家独大的情形下，有一个角色正在偷偷地壮大势力，它的名字叫苹果。

2005年，苹果收购了一家叫FingerWorks的公司，这家公司自1999年起便开始研发手势识别、多点触控等技术，但在当时这样的应用并不为人们所看好，也没人猜到苹果买它来做什么。



**苹果要做什么呢？**

2007年1月9日，乔布斯发布了第一代iPhone。



iPhone1主打的 iTunes Music Store、Safari、Email、Camera 等应用，皆以图形化的方式呈现在简洁优美屏幕上，搭配多点触控屏幕技术，iPhone去除了键盘、单以一个 Home键和手指即可操作。

“最好的操作界面，就是我们的手指”，乔布斯在iPhone发布会上强调。

iPhone跨时代的创新并不止于此。

早期在手机中安装APP的方式，都是先从网页上下载、用接线传输到手机，再自行安装。

2008年苹果推出iOS 2，新增了最重要的应用商店 (App Store)，可以在该平台上下载安装应用程序，开始了APP生态系统的新时代。

你不会利用手机去推销生态系统，只会利用生态系统去推销手机。Symbian一直在示好并鼓励第三方开发者，在 iPhone 发布时，Symbian平台上已有一万多款应用。

然而，Symbian整整花费了7年时间在APP生态系统上所取得的成绩，苹果在发布iOS第一版的一年多后就超越了。

苹果的迅速成功和Symbian的坎坷命运都是因为同一个原因：应用商店。

通过统一平台，苹果帮助使用者更方便地购买应用程序，只能说缺少应用商店是Symbian的一个致命失误——没有资源的人若想自行开发将会非常困难，而开发和维护成本也很高。

尽管智能手机不是苹果发明的，但现在一般认知中的智能手机中所包含的四大功能：

- 多点触控(multi-touch screen)
- 手机操作系统(Mobile Operating System)
- 应用程序下载平台(App Platform)
- 应用程序(App)

苹果成功地将过往各家大厂尝试的经验整合起来，一战成名。

真正有远见的企业家，是提早10年看到趋势并提早布局，最后在适当时机点推出产品，让市场爆发性成长。

3G的部署与网络速度的提升，早在2005年左右便已完工（若非欧洲破产重整、美国牌照延迟，早在2000年时3G技术已确立），同时，移动上网、应用程序(App)、手机操作系统也早已开展。

然而始终像一支蹩脚的足球队一样，缺乏临门一脚，以至于3G用户人数不多，始终无法普及。也因为资源早已备齐，所以才成就了iPhone的成功。

智能手机于2005-2007年间起步，2008-2012年爆发性成长，转折点在于iPhone。智能手机的轰动，也成功拉动3G用户暴增，进而迎来4G更高速上网时代。

## **4G.由OFDM引发的变局**

随着智能手机的发展，移动流量需求上升，W-CDMA随后演进为3.5G的HSDPA、3.75G的HSUPA，但其中的CDMA技术框架没有改变。而高通CDMA后续演进出的 1x EV-DO，于2001年被接受为3G技术标准之一。

本来照这样发展下去，以CDMA为核心的技术或许有可能一路称霸到4G，可惜事与愿违。

半途中有一号人物，杀进市场将一切计划打乱，这个家伙叫 Intel。



## Intel的逆袭 – WIMAX

先简单介绍一下授权频谱那点事。1980年代以前，美国所有的无线设备都得经过频谱授权。后来美国通信委员会 (FCC) 将标准放宽，仅限于发射功率较大、容易产生信号干扰的无线设备需经过频谱授权，其他低发射功率的设备可以使用未授权频谱。

这些未授权频谱早期无人重视，直到IEEE开始进行短距离无线传输的研究。

WiFi设备就是在IEEE的规定下发射功率不能超过100mW，实际的发射功率可能也就在60到70mW。

为了能让各家厂商能根据同一个标准生产兼容的设备，让通讯器材能有互通性，1999年，IEEE分别推出了802.11b与802.11a两种WiFi标准，分别使用 2.4GHz和5GHz频段，彼此标准不相容。

( 所以我们才会常常在连WiFi时，看到2.4G和5G两种频段 )

2003 年，IEEE引入正交频分复用技术 (OFDM)，推出802.11b的改进版802.11g使传输速度从原先的11Mbps提升至54Mbps。

现在我们使用的WiFi主要为802.11n，与 802.11a、802.11b、802.11g皆兼容，并采用MIMO技术，使传输速度及距离都有所提升，速度甚至可达600Mbps。

OFDM+MIMO技术，解决了多径干扰，提升了频谱效率，大幅地增加系统吞吐量及传送距离。这两种技术的结合，使得WiFi取得了极大的成功。

随著版图不断扩大，IT业巨头们开始觊觎起蜂窝移动通信市场大饼——4G。

WiFi标准是IEEE 802.11，IT巨头进军电信业的标准是802.16，称作WiMax。

2005年，Intel和诺基亚、摩托罗拉共同宣布发展802.16标准，进行移动终端设备、网络设备的互通性测试。



有Intel领头的WiMax来势汹汹，电信产业这边却是几家欢喜几家愁。

OFDM说起来也不是新技术，早在1960年代贝尔实验室发明OFDM后，技术框架约在1980年代便已建立完成。

然而当时能支持OFDM的硬件不成熟，CDMA又由高通领军一时红火，便淘汰在3G标准之外。

简单来说就是CDMA太红，如果 Intel和 IT大厂没有在WiFi上将OFDM技术发扬光大，电信业没有一家注意到早期不被重视的OFDM。

由于WiMax的关系，OFDM才又重新进入电信业和学术界的视野中。

耶！终于可以不用再被高通的CDMA技术揩油了。

OFDM 不但能有效消除多径干扰，复杂度也比CDMA小了很多，相较于CDMA事实上更有优势。

此时，除了高通以外，众家电信巨头都欢乐了起来：终于不用再看高通面子、缴高额的高通税了！

若能有效将4G传输速率提升，又能绕过高通的CDMA专利陷阱，那是大好不过了！3GPP组织立即看风向转向。（ 承相～起风了～～ ）

2008年时，3GPP提出了长期演进技术 (Long Term Evolution, LTE) 作为3.9G技术标准。

又在2011年提出了长期演进技术升级版 (LTE-Advanced) 作为4G技术标准，准备把W-CDMA汰换掉，转而采用OFDM。

至于高通这边当然也看到了OFDM的发展前景。

为了不落后，在2005年WiMax进军移动通信业时，高通耗费了六亿美元，战略性收购了专门研发OFDM技术的Flarion公司。

并在2007年提出了UMB(Ultra-Mobile Broadband) 计划，把CDMA和OFDM、MIMO都整入UMB标准中，想继续维持CDMA的优势。

可惜各家厂商都怕了高通，以前让你一人称山大王四处为虐，现在看你有倾颓之势还不墙倒众人推。

况且全球覆盖率最高的基站正是W-CDMA，因此，各大运营商无不纷纷决定采用LTE-Advanced当作第四代通信技术标准。

UMB因为没人支持而迅速式微了下去，隔年高通就把UMB停掉、宣布加入3GPP的LTE阵营了。

解决了高通这个难缠的对手后，那WiMax呢？

不用3GPP打WiMax，这个阵营就先自己出了乱脚。

既然WiMax是由WiFi演进过来的技术，那么WiMax到底是IT网络还是电信网络？

WiMax论坛 (WiMax Forum) 的组成份子复杂，各怀鬼胎，在毫无共识的情况下产业发展整个乱了套。

除此之外最关键的问题还是电信设备的兼容性。

如同高通败在W-CDMA基站的广覆盖上，LTE可兼容WCDMA，且利用现有基站配套设备，而WiMax基站却要从头建起。

更何况LTE从头到尾就是电信业主导的通信标准，轮不到让Intel这种IT巨头分这块饼。

此时此刻的高通已无法复制3G时代的荣景，4G已经没有再使用CDMA技术了。（不过由于布局广，就算曾经的命脉CDMA被大幅削弱重要性，在OFDM上还是能收很多专利费）

Intel也在2010年宣布放弃WiMax，加入LTE阵营。



## 5G.改变社会

2G实现从1G的模拟时代走向数字时代，3G实现从2G语音时代走向数据时代，4G实现IP化，数据速率大幅提升。

5G将会给我们带来怎样的改变？5G最大的改变就是实现从人与人之间的通信走向人与物、物与物之间的通信，实现万物互联，推动社会发展。

**速率方面：**从4G的100Mbps为单位，5G可高达10Gps，比 4G 快达100倍，轻松看3D影片或4K电影。

**容量与能耗方面：**为了物联网(IoT)、智慧家庭等应用，5G网络将能容纳更多设备连接、同时维持低功耗的续航能力；

**低时延方面：**工业4.0智慧工厂、车联网、远程医疗等应用，都必须超低时延。

5G的容量是4G的1000倍，峰值速率10Gbps-20Gbps，意味着采用更高的频段，建设更多的基站，并引入Massive MIMO等关键技术。

低时延和大规模物联网连接，意味着网络能提供多样化的服务，这就需要网络更加灵活和分布，从而需要基于NFV/SDN向软件化/云化转型，用IT的方式重构网络，实现网络切片。

而虚拟化打通了开源平台，让更多的第三方和合作伙伴参与进来，从而在已运行多年的成熟的电信网络上激发更多的创新和价值。

5G是商业模式的转型，也是生态系统的融合。

正如NGMN所定义的：

5G是一个端到端的生态系统，它将打造一个全移动和全连接的社会。**5G主要包括三方面：生态、客户和商业模式。**它交付始终如一的服务体验，通过现有的和新的用例，以及可持续发展的商业模式，为客户和合作伙伴创造价值。

5G的诞生，将进一步改变我们的生活和社会，推动一场新的信息革命。就要到来，让我们拭目以待。



往期热文（[点击文章标题即可直接阅读](#)）：

- [《共享单车上的智能锁，做出来有多难？》](#)
- [《认知计算、区块链IoT、物联网安全...看懂的人将控制未来》](#)
- [《库卡、ABB、发那科、安川，4大工业机器人巨擘早已在物联网领域屯兵养马》](#)
- [《【重磅】物联网产业全景图谱报告，首开国内IoT产业二维视角全景图之先河》](#)
- [《一幅漫画告诉你：除了WiFi，蓝牙，最近火爆的NB-IoT能干嘛？》](#)
- [《一幅漫画告诉你：NB-IoT背后，还有一个大家都在说的LoRa是什么？》](#)