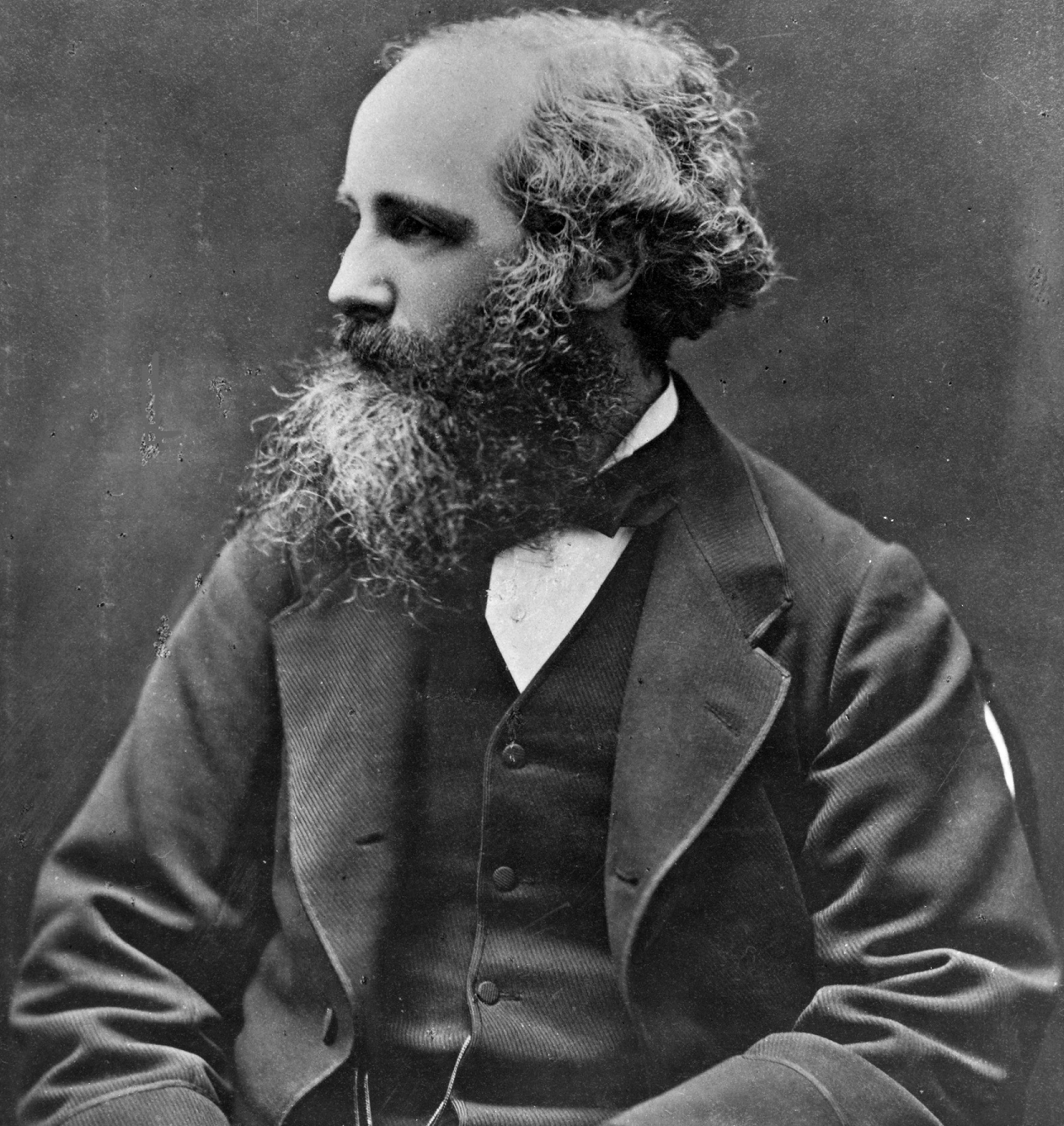


Wi-Fi

全图说Wi-Fi的发展历史

Wi-Fi技术的历史，如果从802.11算起，也才30多年的时间，但谈起它的前世今生，仍然有很多有趣的故事可以聊，这里不仅仅有标准的演进，技术的迭代和更新，也有政治的博弈和法律纷争。本文尝试从无线电最开始的故事讲起，再谈到Wi-Fi之前的技术酝酿，然后再谈它的每次技术的爬坡以及产业市场的变迁。把期间关键发展事件节点和人物做一个归纳性介绍，按照年代顺序进行线性展开。希望对大家有所帮助和启迪。

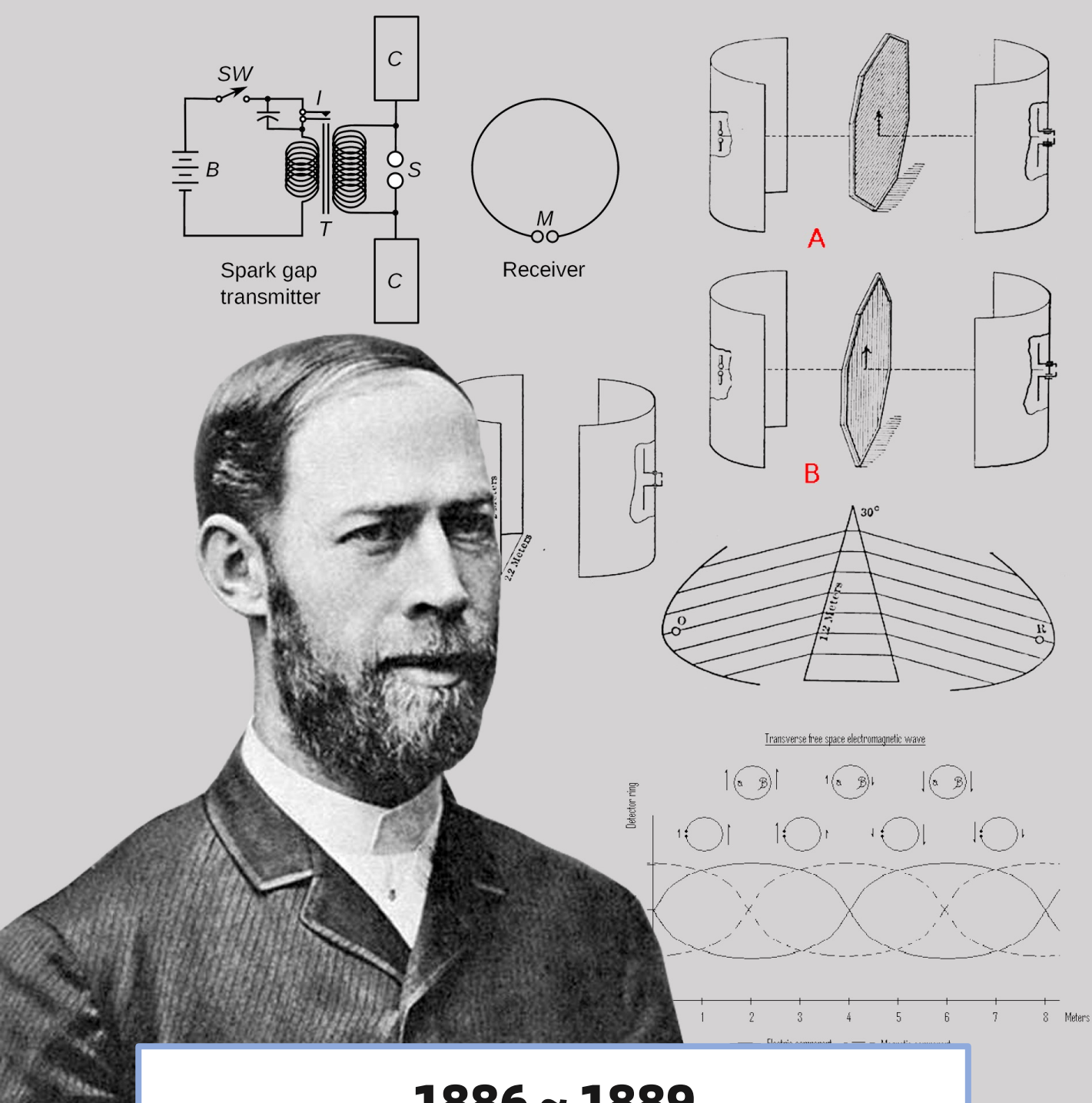




1865

1865年，詹姆斯·麦克斯韦（James Maxwell）发表了“电磁场动力学理论”，证明了电场和磁场以波的形式以光速在空间中传播。预测无线电波的存在。麦克斯韦也被视为现代电气工程领域的奠基人。这是第一个将电、磁和光描述为不同表现形式的同一个理论。麦克斯韦的电磁方程被称为“物理学的第二次伟大统一”。

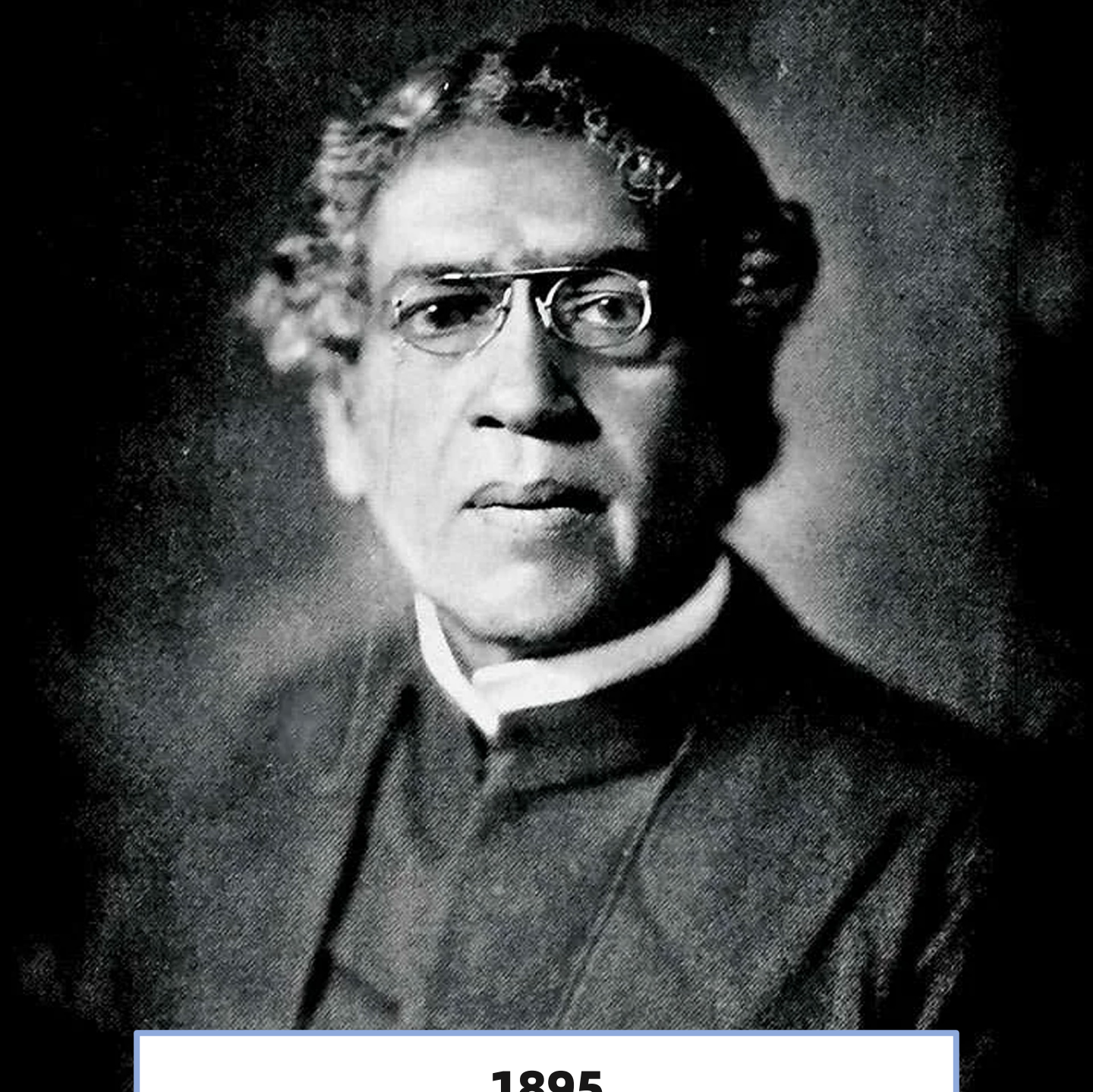




1886 ~ 1889

1886 年至 1889 年间，海因里希·鲁道夫·赫兹（Heinrich Rudolf Hertz）进行了一系列实验，最终证明了詹姆斯预言的电磁波的存在，以及麦克斯韦电磁方程的正确性。并于1887年开始发表一系列论文。因他对电磁学的重大贡献，故频率的国际单位制单位赫兹以他的名字命名。

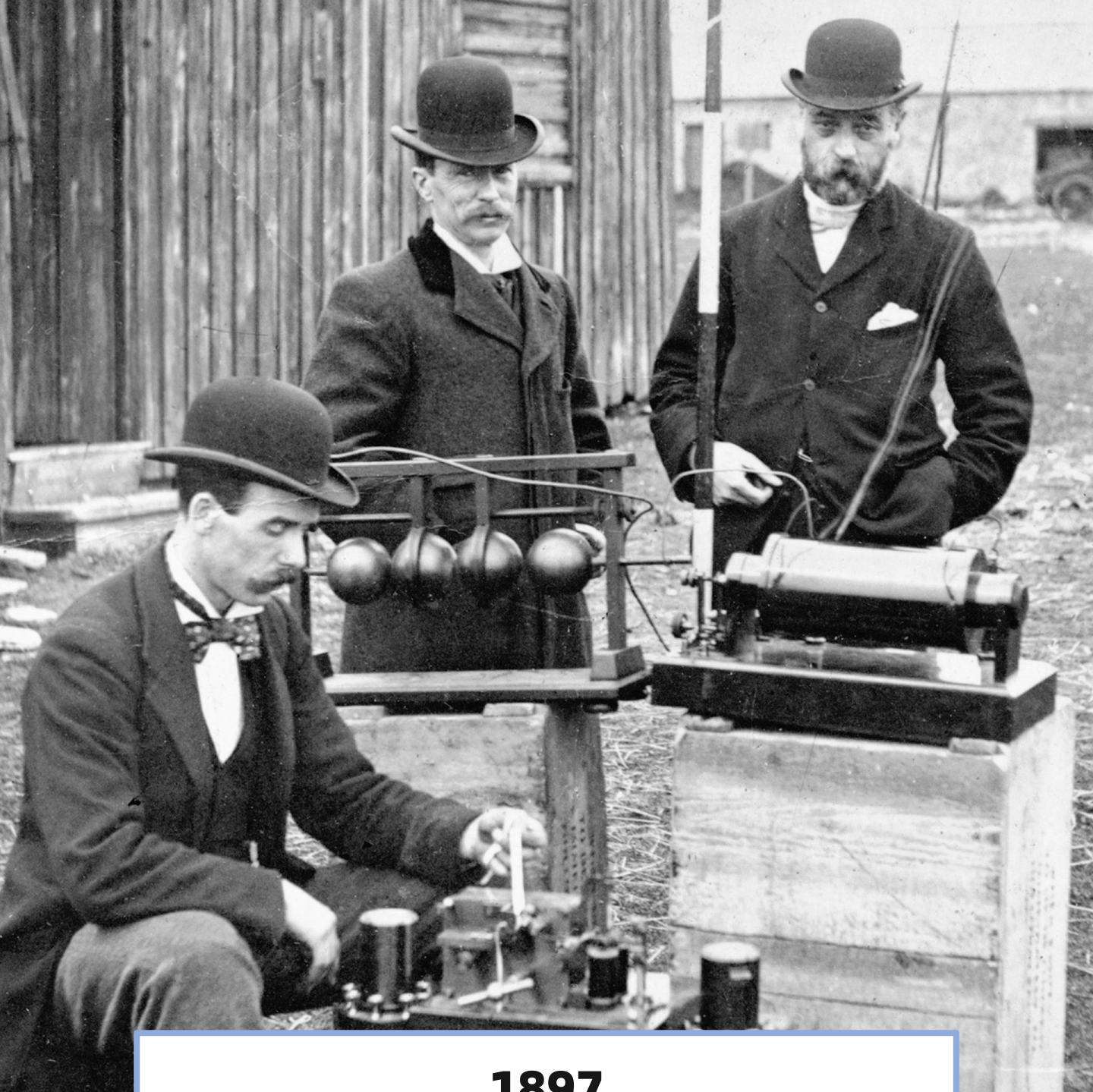




1895

贾加迪什·钱德拉·鲍斯（Sir Jagadish Chandra Bose）在1895年11月，于加尔各答市政厅的公开演示中，展示了毫米范围波长的微波如何穿过人体，并在 23 米的距离内穿过两堵中间的墙壁，在那里它们触发他在一个封闭的房间里设置了敲钟和点燃火药的装置。证明电磁波可以传输信息，而无需电线作为媒介。





1897

1897年，意大利发明家古列尔莫·马可尼 (Guglielmo Marconi) 在英国怀特岛上建立了一个广播电报台。这是第一次工程完整、商业上成功的无线电传输系统。在1901年，马可尼用风筝支撑天线跨越大西洋发送了一条消息。





1932

随着无线技术被越来越广泛地运用，信号干扰一度被认为是频谱使用的主要问题。因此，建立了独家许可以保护被许可人的信号。自 1930 年代以来，频谱通过行政许可进行分配。美国1927年通过无线电法，并在1932年规定，频谱分配需要通过向美国联邦通信委员会 (FCC) 申请授权使用。





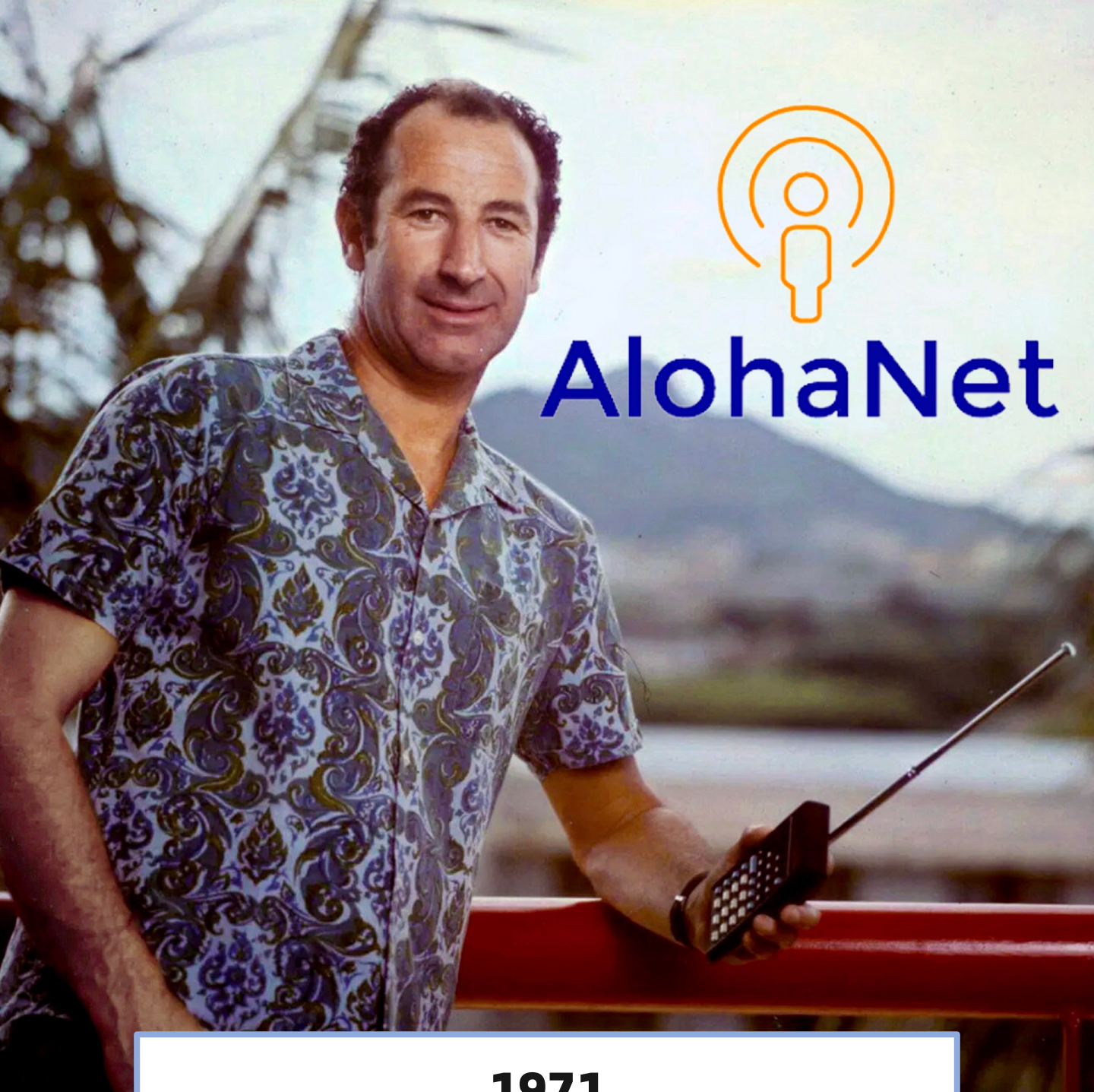
IEEE

*Advancing Technology
for Humanity*

1963

1963年1月1日，美国电气工程师协会(AIEE)和无线电工程师协会(IRE)合并成立了电气和电子工程师协会(IEEE)。IEEE的使命是推进技术造福人类。IEEE 802是电气和电子工程师协会(IEEE)标准系列，适用于局域网(LAN)、个域网(PAN)和城域网(MAN)。1990年，IEEE 802.11工作组成立，聚焦在无线局域网(WAN)领域。





1971

1971年，夏威夷大学诺曼·艾布拉姆森 (Norman Abramson) 等几位教授，想用低成本商业无线电设备将瓦胡岛和其他夏威夷岛屿的用户与瓦胡岛主校区的中央分时计算机连接起来。他们用无线分组数据网络方式开发了ALOHAnet。这个随机访问通道的ALOHA技术，后来在Wi-Fi网络中使用。





1985

1985年，在美国联邦通信委员会 (FCC) 工程师迈克尔·马库斯 (Michael Marcus) 的推动下，美国电信监管机构开放了无线频谱的 ISM（工业、科学和医学）频段，用于无需政府许可的通信。发布的频率包括：900 MHz、2.4GHz 和 5.8GHz。ISM 频段当时也称为“垃圾频段”。但正是这些频段成就了Wi-Fi



WaveLAN



1989

1989年，NCR Corporation开发出了WaveLAN无线收银方案，用于替换之前的以太网和令牌环方案。方案在900MHz 或 2.4 GHz 的频率运行，并提供 1 至 2 Mbps 的速度。WaveLAN 为 IEEE 802.11 工作组的形成和 Wi-Fi 的诞生奠定了重要基础。Bruce Tuch是 WaveLAN 技术团队负责任， Cees Links 是产品经理。





1990

1990年，NCR 向 IEEE 802 LAN/MAN 标准委员会贡献了 WaveLAN 设计。直接导致了802.11 无线局域网工作委员会的成立，这个工作组由代尔夫特理工大学的海耶斯（Victor "Vic" Hayes）来建立和主持的，因此他也被称为 “Wi-Fi之父”。





1992

在1990年代初，澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 的约翰·奥沙利文博士 (John O'Sullivan) 领导一组研发人员，开发了一项技术，该技术可减少为计算机网络传输的无线电信号的多径干扰。1992年他们获得了澳大利亚专利，并在1996年获得了美国专利。这项技术打破了室内无线网络传输瓶颈。





1993

Andrew项目是卡内基梅隆大学(CMU)于1982年开始开发的分布式计算环境。1993年,在美国国家科学基金会的资助下,卡内基梅隆大学的亚历克斯希尔斯博士(Dr. Alex Hills)开始实施“Wireless Andrew”一项无线研究计划,该计划由100个接入点覆盖校园六座建筑物。无线局域网速度位每秒2兆比特。





2Mbps

Max Speed

IEEE

802.11

Standard

1997

1997年，第一个版本的802.11协议发布，协议的端口物理层（PHY）和调制采用直接序列扩频（DSSS）/跳频扩频（FHSS）技术。提供高达2Mbps的传输速度。使用2.4GHz的频率，使用22MHz的带宽，大约室内20米，室外100米左右的覆盖范围。





1998

MobileStar Network由Mark Goode 和 Greg Jackson 创立，是一家无线互联网服务提供商。是第一家在机场、酒店或咖啡店放置 Wi-Fi 热点的无线 ISP。MobileStar 的创始人 Mark Goode 是第一个创造现在行业标准表达方式“热点”（hotspot）的人，指代配备 802.11 无线接入点的位置。





1999

1999年，考虑到IEEE没有规定测试802.11 设备是否符合其标准，产业界成立了无线以太网兼容性联盟 (WECA)，这个独立组织的章程是执行测试、验证产品的互操作性并推广技术。他们持有 Wi-Fi 商标并认证产品的互操作性。在2002年，WECA更名为Wi-Fi 联盟 (Wi-Fi Alliance) 。



Interbrand Wi-Fi

1999

Wi-Fi这个名称至少早在 1999 年 8 月就已投入商业使用，是由品牌咨询公司 Interbrand 创造的。

Interbrand当时提了10个名字，其中包括：Wi-Fi（听起来很像“hi-fi”）。但这个就是个自造词，和无线高保真没有任何关系。图形商标也是Interbrand设计的，阴阳Wi-Fi 标志表示产品的互操作性认证。





1999

苹果在1999年利用朗讯的技术，推出了AirPort 系列无线路由器（现在已经停产）。当时的苹果iBook笔记本电脑可选扩展插槽可以接上AirPort。这样iBook 是第一台集成 Wi-Fi 功能的消费类计算机。Apple 同时发布了供家庭 Wi-Fi 使用的 AirPort 基站。





54Mbps

Max Speed

IEEE

802.11a

Standard

1999

1999年9月，802.11a比802.11b晚发布差不多一个月。它端口物理层（PHY）和调制采用正交频分复用技术，明显比802.11b 更快的速度（高达 54 Mbps），而且也不再使用2.4GHz频率，而采用5GHz。在室内的覆盖范围和802.11b一样都是35米，室外稍微小了一点儿是120米，但由于速度的又是，让802.11a流行起来。





54Mbps

Max Speed

IEEE

802.11g

Standard

2003

2003年7月，802.11g协议发布，这个协议端口物理层（PHY）和调制采用扩展速率物理正交频分复用（Extended Rate Physical Orthogonal Frequency Division Multiplexing，简称ERP-OFDM），仍然使用2.4G频率，但是将最大速率提升到54Mbps。覆盖范围也略有提升：室内到38米，室外到140米。





2003

在2003年的世界无线电通信大会 (WRC) 上，就全球无线电频谱的使用做出了有利于Wi-Fi的决定。在 5 GHz 频段中再分配 455 MHz 的免许可频谱供全球 WLAN 使用。100 MHz 频谱 (5.150-5.250 GHz) 将分配给室内 WLAN 使用，另外 355 MHz 将分配给室内/室外混合使用 (5.250-5.350 GHz 和 5.470-5.725 GHz)。

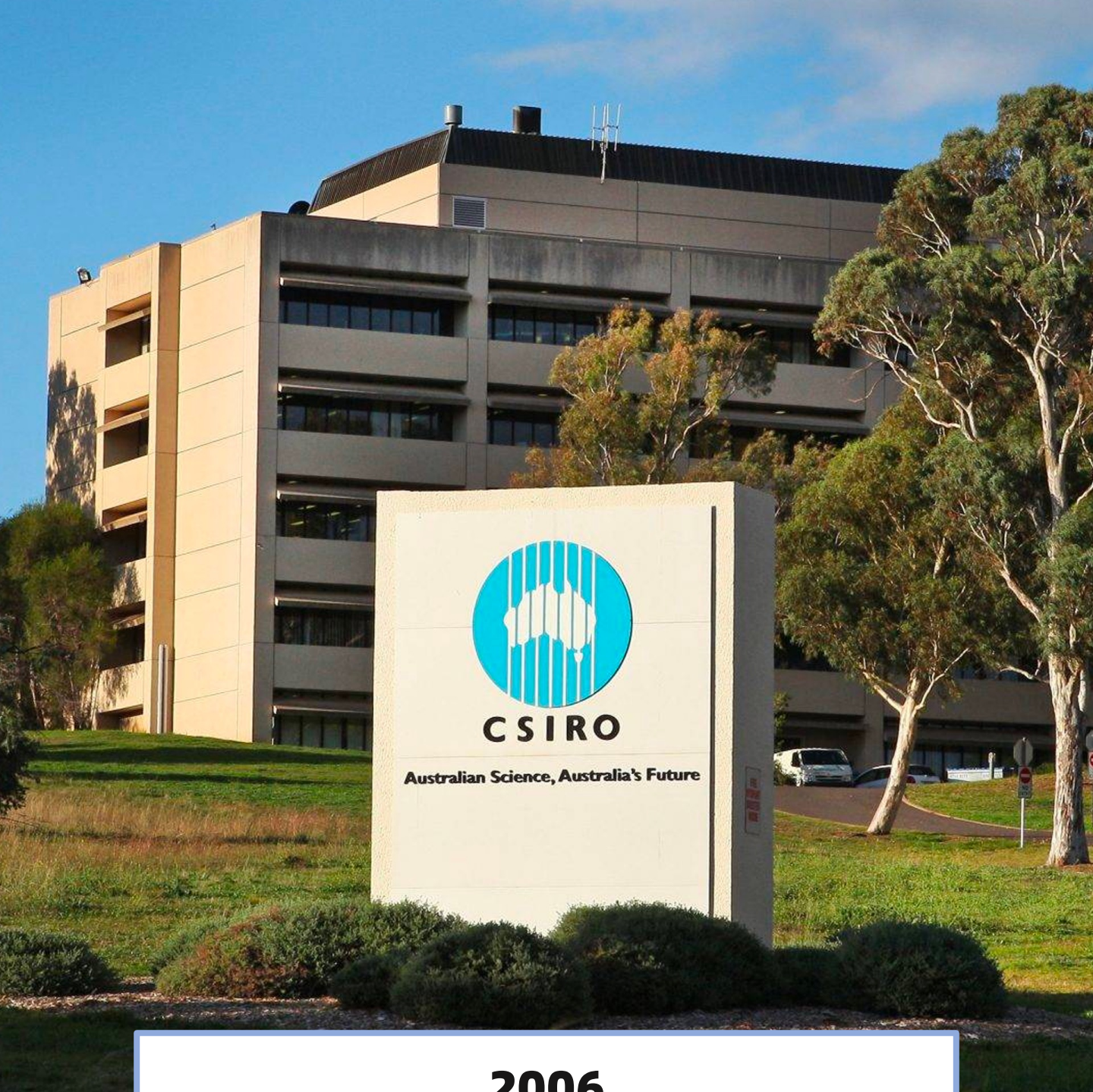




2003

Calypso在2003年发布支持Wi-Fi局域网的C1250i手机。这是第一款支持Wi-Fi的手机，支持协议为802.11b，手机可以在Wi-Fi环境下拨打VoIP的呼叫，也可以上网，最大能够提供11 Mbps的传输率。这款手机可以在GSM 网络小区和 WLAN 无线网络之间无缝切换。





2006

2006年，澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 赢得了与Buffalo Technology具有里程碑意义的法律诉讼，根据该诉讼，CSIRO 可以从全球每个无线局域网 (WLAN) 产品生产商处收取专利费。这个专利诉讼引发了一场诉讼索赔的雪崩效应。最终CSIRO从专利获利接近4.3亿美元，被称为“专利恶霸”和征收“WiFi 税”。





288.8Mbps

Max Speed

IEEE

802.11n

Standard

2009

2009年10月，802.11n发布（又称Wi-Fi 4）。这个协议端口物理层（PHY）使用高吞吐量正交频分复用技术（HT-OFDM），调制采用多输入多输出正交频分复用技术(MIMO-OFDM)（64-QAM）。频段可以用2.4/5GHz。速率最高可达600Mbps。覆盖范围也提升：室内到70米，室外到250米。

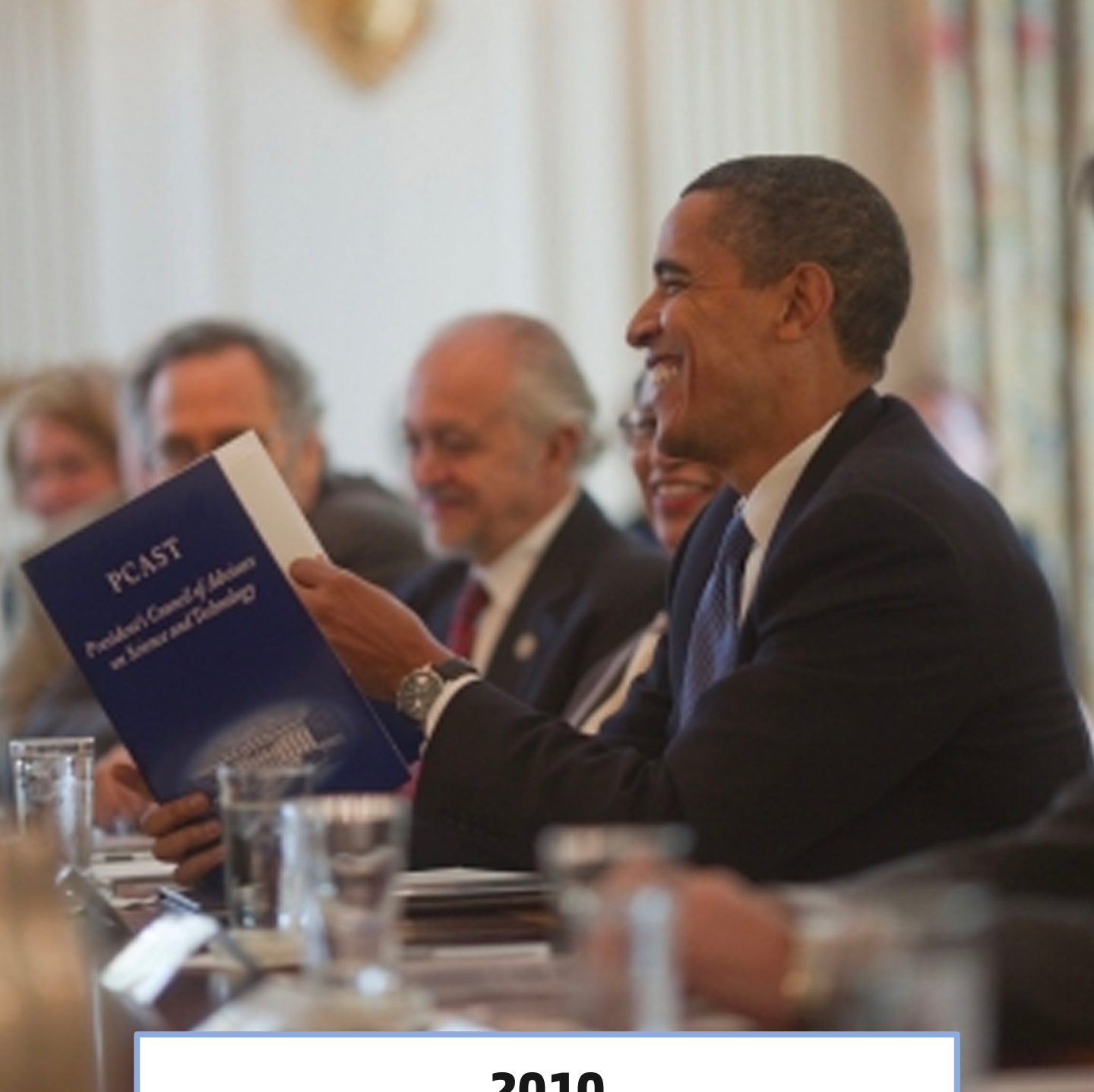




2009

2009年，IEEE802.16宣布全球部署。与Wi-Fi不同，这是一种无线城域网宽带标准。一开始命名为WirelessMAN，后来被修改为“WiMAX”。能够提供最后一英里的无线宽带接入，作为有线和DSL的替代方案。IEEE 802.16m或 WirelessMAN-Advanced 是4G的候选标准，与LTE Advanced标准竞争。





2010

为响应 FCC 提出的国家宽带计划，总统巴拉克·奥巴马在2010年签署了一份备忘录，承诺在未来十年内为无线行业释放 500 MHz 的频谱用于商业用途。

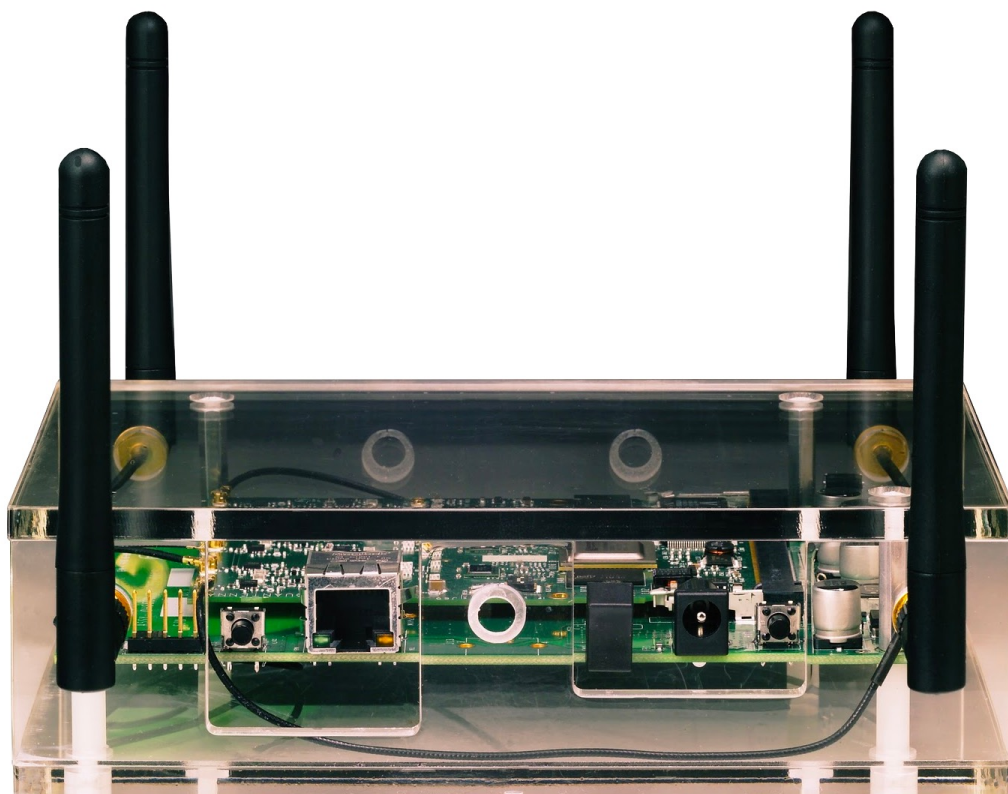




2011

爱丁堡大学移动通信教授Harald Haas在TED 全球演讲中创造了“Li-Fi”一词，和Wi-Fi一样，Li-Fi是无线的，使用类似802.11协议，但它也使用紫外线、红外线和可见光通信。同年，Li-Fi 联盟（Li-Fi Consortium）成立，目标是促进（Li-Fi）光无线技术的开发和在物联网等场景中的运用。





2011

2011年11月份，Quantenna Communications, Inc. 推出全球首款用于零售 Wi-Fi 路由器和消费电子产品的 802.11ac 千兆无线解决方案。QAC2300 双芯片解决方案包括支持最新 802.11ac 规范的新型 4x4 MIMO 数字基带芯片，以及宽腾达已经支持 802.11ac 的射频 (RF) 芯片。



BUFFALO™



2012

2012年5月14日，Buffalo Technology向市场发布了全球首款802.11ac产品AirStation™ WZR-D1800H 无线路由器和 WLI-H4-D1300 无线媒体客户端桥接适配器。内部集成到是Broadcom的首款 802.11ac Wi-Fi 芯片。





3466.8Mbps

Max Speed

IEEE

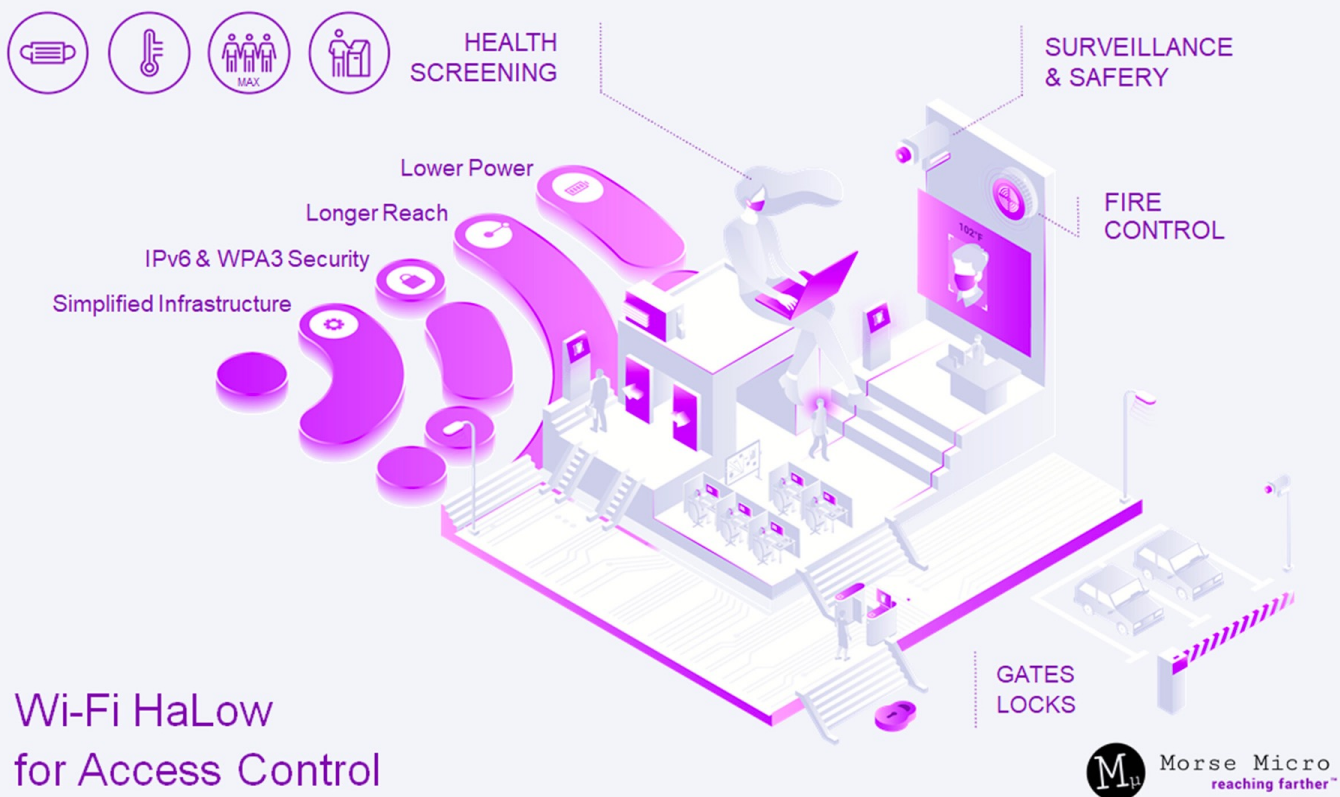
802.11ac

Standard

2013

2013年10月，802.11ac发布（又称Wi-Fi 5）。这个协议端口物理层（PHY）使用非常高吞吐量正交频分复用技术（VHT-OFDM），调制采用多用户多输入多输出正交频分复用技术(MU-MIMO-OFDM)（256-QAM）。频段采用5GHz。速率最高可达3466.8Mbps。覆盖范围：室内35米。





Wi-Fi HaLow for Access Control

2017

2017年，802.11ah发布（又称Wi-Fi HaLow）。这个协议使用900MHz频段，允许共享信号的大型站点或传感器组，支持物联网（IoT）的概念。它使用下采样的802.11a/g 规范来提供 26 个通道，每个通道都能够提供 100 kbit/s 的吞吐量。它可以覆盖一公里半径。

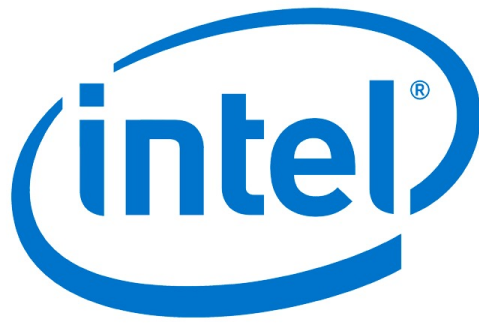




2018

2018年，华硕宣布推出ROG Rapture GT-AX11000路由器，这是世界上第一款三频 802.11ax 路由器。ROG Rapture 的峰值总吞吐量接近 11000 Mbps：2.4 GHz 频段高达 1148 Mbps，双 5 GHz 频段各高达 4804 Mbps（总共三个频段）。





2020

Intel在2020年11月份，推出首款支持Wi-Fi 6（6GHz频段）的M.2 无线网卡Intel Wi-Fi 6 AX210（在新标签页中打开）。当使用 1024QAM 和 160MHz 信道的Wi-Fi 6技术时，Intel Wi-Fi 6EAX210 模块可提供近 3 倍的峰值数据速率（高达 2.4Gbps）和高达 4 倍的容量。





9608Mbps

Max Speed

IEEE

802.11ax

Standard

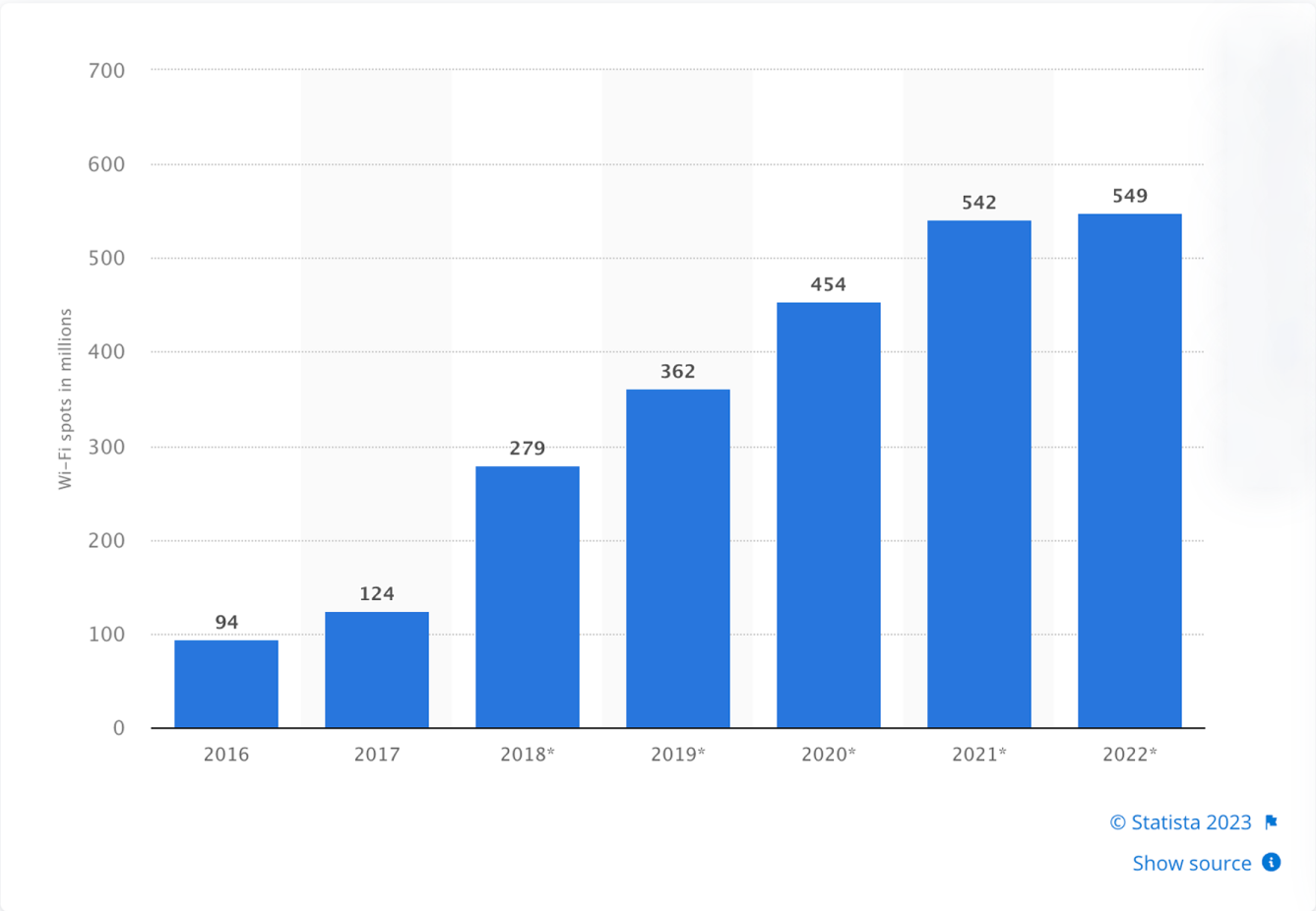
2021

2021年5月，802.11ax（又称Wi-Fi 6/6E）发布。这个协议端口物理层（PHY）使用高效正交频分复用接入技术（HE-OFDMA），调制采用多用户多输入多输出正交频分复用接入技术（MU-MIMO-OFDMA）（1024-QAM）。频段可以采用2.4/5/6GHz。速率最高可达9608Mbps。覆盖范围有所牺牲：室内30米。



Number of public Wi-Fi hotspots worldwide from 2016 to 2022

(in millions)



2021

根据Statista的数据，截至2021年，全球公共Wi-Fi热点的数量已经超过了5亿个。从2016年到2021年，这5年里，这个数量增长了5倍。





2022

2022年4月12日，Broadcom 宣布推出全球首个 Wi-Fi 7 生态系统解决方案。涵盖 Wi-Fi 路由器、住宅网关、企业接入点和客户端设备。这些 Wi-Fi 7 芯片的速度是当今市场上 Wi-Fi 6 和 6E 解决方案的两倍以上，同时提供可靠的低延迟通信和扩展范围。





46120Mbps

Max Speed

IEEE

802.11be

Standard

2024

预计2024年，802.11be（又称Wi-Fi 7）发布。这个协议端口物理层（PHY）使用极高吞吐量正交频分复用接入技术（EHT-OFDMA），调制采用多用户多输入多输出正交频分复用接入技术(MU-MIMO-OFDMA)

（4096-QAM）。频段可以采用2.4/5/6GHz。速率最高可达9608Mbps。覆盖范围：室内30米。



关注我们，了解更多.....



扫码加入“共熵个大家庭”



深圳市共熵产业与标准创新服务中心
SHENZHEN GONGSHANG INDUSTRY AND STANDARD INNOVATION SERVICE CENTER