

通信行业首席分析师 马军  
 执业证书编号： S1220516030001  
 TEL: 010-68589279  
 E-mail: majun1@foundersc.com  
 分析师： 吴彤  
 执业证书编号： S1220518030001  
 TEL:  
 E-mail: wutong0@foundersc.com

#### 联系人：

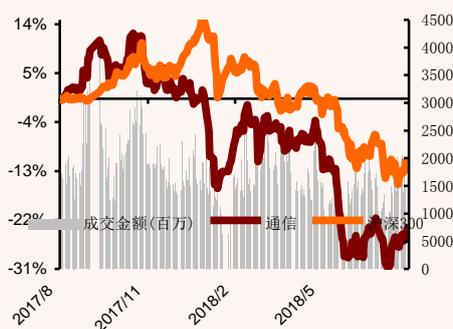
TEL:

E-mail:

#### 重要数据：

上市公司总家数	108
总股本(亿股)	1004.43
销售收入(亿元)	3016.25
利润总额(亿元)	175.10
行业平均 PE	∞
平均股价(元)	16.14

#### 行业相对指数表现：



数据来源：wind 方正证券研究所

#### 相关研究

请务必阅读最后特别声明与免责条款

现代通信行业通过将社会的生产、分配、交换、消费等关键环节有机联系起来，缩短经济活动的时间和空间，从而极大地提高社会效率并带来巨大经济效益，构成现代社会文明发展基石。19世纪以来，伴随着电报、电话等现代通信技术的发展，通信设备商在急剧膨胀的现代通信需求的推动下，开始登上历史舞台，并成为通信产业持续发展的核心动力。

- 1、数字通信原理奠定技术基础，信息革命全球燎原：70年前，香农数字通信原理理论的提出奠定了数字通信发展的核心理论基础，从数学的角度为现代通信指明了方向。然而，在此之前通信设备商如 AT&T、爱立信、诺基亚、摩托罗拉等公司就已经开始涉足通信设备产业，现代通信产业悄然兴起。中国通信业尽管起步较晚，但迎着程控交换机发展的大潮，中兴和华为凭借本土优势和技术研发，在通信设备竞逐中逐渐突围，开启了巨头成长之路。程控交换机帮助现代通信走向自动化，成本降低推动通信产业的全球加速普及。
- 2、互联网引爆信息革命，流量剧增推动网络建设升级：商业互联网的飞速发展极大的丰富了通信方式，过去20年间，总互联网流量完成了从100GB/天到超过20TBps的迅猛增长，因此数通设备逐渐成为主流，网络通信设备巨头思科顺势崛起。进入21世纪以来，云计算、SDN发展引爆流量需求，新兴设备商不断涌现，华为紧跟数通市场发展机遇，通过早期布局成为思科在中国市场最大竞争对手；核心路由器领域挑战者Juniper和软硬一体化Arista也通过自主研发创新成为思科的强劲对手，数通市场呈现“一超多强”局面。
- 3、“光进铜退”大势所趋，设备商再迎产业升级：光通信技术由于其超高带宽、抗干扰、损耗小等优势已经成为现代信息的核心承载，因此也成为各大电信设备商的兵家必争之地。目前来看，光通信设备商市场份额主要集中在华为、中兴、诺基亚和Ciena，其中中国光通信设备商已经占据了全球市场份额的半壁江山且稳定上行。硅光电子技术的发展形成了新的产业链，预计硅光器件市场规模在2025年有望增至15亿美元，鉴于其未来可期空间明显，光通信设备厂商积极利用资本优势通过收购等方式快速布局硅光领域，以期未来保持领先优势，把握产业升级新契机。
- 4、移动通信全面普及，1G-5G 波澜壮阔：1G 模拟通信时代，蜂窝通信这一基础通信理念开始贯彻，移动通信应用开始扩展，爱立信、诺基亚、摩托罗拉、NEC等纷纷加入通信标准制定。2G 数字通信时代，蜂窝通信基础设施逐渐完善，GSM成为全球第一代数字移动通信标准奠定了爱立信、诺基亚在无线移动通信设备方面的龙头地位，坚定拥护与之分庭抗礼CDMA标准的高通也强势崛起。3G 移动宽带时代，互联网接

《海外业务表现亮眼、毛利率下滑拖累业绩，集采重启叠加 5G 周期经营有望逐步改善》  
2018. 08. 26

《5G 频谱划分即将敲定，看好低估值真成长》 2018. 08. 26

《中报业绩基本符合预期，聚焦主业巩固核心能力》 2018. 08. 24

《CDN 毛利率维稳，业绩预期向好》  
2018. 08. 24

《营收规模稳健增长，经营效率持续改善》  
2018. 08. 21

入、全球漫游、多媒体应用等业务开始出现，高通坚持研发的 CDMA 技术恰成 3G 标准基础，华为、中兴紧抓 3G 建设发展机遇而逐渐成为行业龙头。4G 时代，OFDM 成核心技术，相比 3G 通信速度更快、灵活，更有效满足用户多媒体需求，华为、中兴、诺基亚、爱立信这四大设备商竞争格局确立。即将到来的 5G 万物互联时代，将推动物联网、自动驾驶、工业自动化、电子医疗和 AR/VR 等新应用场景发展，各国也争相抢夺 5G 标准制定以决胜未来。

- 5、**设备商推动产业进化，数字化转型大势所趋：**随着技术的日趋复杂和市场的日趋成熟，通信设备商不再满足于技术及产品研发带来的销售和系统集成盈利，开始寻求破局方略。一方面通过收并购形成规模效应，以实现技术和市场的有效互补；另一方面提供运营商端到端服务，关注客户需求保证服务质量在同质化竞争日趋严重的环境下提高自身竞争力。随着技术持续升级，设备商端到端解决能力达成了设备和终端的协同作用，在市场拓展和研发方面都起到了至关重要的作用。另外，从 2014 年 4G 建设高峰之后开始运营商资本支出不断减少，设备商在面对日益复杂的网络结构和需求的情况下开始更多的变通自身的技术服务能力加速数字化转型，云计算、大数据等方向将带来万亿级市场。
  - 6、**设备商未来挑战与机遇并存：**通信设备商未来将会持续受益通信运营商网络升级以及云化改造带来的 SDN/NFV 升级机遇，同时也将面对软硬件解耦趋势下的新的白盒设备商以及控制器软件厂商的竞争。另外，随着万物互联的推动，主设备商将迎来物联网爆发机遇。同时，中兴通讯再次受到美国“禁运”威胁，为全球化背景下设备商产业链安全敲响警钟。另外，在面对日益复杂的网络结构和需求的情况下，AI 的引入和应用将决定未来设备商的竞争格局。最后，综合看来运营商/企业与设备商过去单纯的供给格局正在改变，运营商/设备商的生态也在更多的相互渗透，有望打开设备商的未来市场空间，带来整个产业竞争格局的改善。
  - 7、**投资建议：**我们看到“适者生存”贯穿整个设备商通信史，推动巨头更替以及技术进步，也将决定未来的产业竞争格局。电信设备商的兴衰沉浮是时代对通信技术发展线路的选择，也是设备商自身创新、制造以及服务等综合能力的体现。5G 的到来将推动万物互联，通信作为技术密集型产业，未来空间依旧广阔，技术进步将永无止境，适者生存也将伴随行业发展，决定未来的竞争格局。最后，虽然在本文中我们对设备商的发展史进行了整体的回顾和分析，但是鉴于本文篇幅有限无法对整个发展史进行详细的剖析，只能是浅尝辄止、管中窥豹，在 5G 升级之际希望以史为鉴，洞察未来。
- 风险提示：**产业发展不及预期，全球化推进受贸易战影响等。

## 目录

1	以史为鉴，洞察未来.....	9
2	数字通信原理奠定信息技术基础，信息革命全球燎原.....	12
2.1	现代通信产业兴起，设备巨头同步悄然起航.....	13
2.1.1	AT&T 作为电话技术发明人，掀起电信革命.....	13
2.1.2	紧跟 AT&T 发展步伐，无线之王爱立信重磅登场.....	16
2.1.3	从木浆厂到通信设备商，转型基因驱动诺基亚创新不断.....	17
2.1.4	二战推动电信技术应用，移动通信鼻祖摩托罗拉崛起.....	18
2.2	程控交换机问世引爆电话普及，电信进入电子自动化时代.....	19
2.3	中国通信业快速起步，中兴、华为借程控交换逐步实现自主可控.....	20
3	互联网引爆信息革命，流量剧增推动网络建设升级机遇.....	23
3.1	从多协议兼容到全面技术领先，思科崛起承载互联网发展.....	24
3.2	云计算、SDN 发展引爆流量需求，数通市场呈现“一超多强”.....	25
3.2.1	华为：紧跟数通市场发展机遇，打造移动+数通双料王者.....	26
3.2.2	核心路由器领域的挑战者——Juniper.....	28
3.2.3	Arista：软硬件一体化创新驱动高端 IDC 交换机市场.....	28
4	“光进铜退”大势所趋，设备商再迎产业升级契机.....	30
4.1	硅光引领光电子产业变革，设备商领先布局抢占高地.....	38
5	移动通信全面普及，1G-5G 波澜壮阔.....	41
5.1	1G 时代，无线通信开始大众市场扩展.....	41
5.2	从模拟到数字通信，GSM 成 2G 时代全球通信标准.....	45
5.2.1	美国推动 CDMA 与 GSM 分庭抗争，高通强势崛起.....	48
5.3	全球争夺 3G 通信标准制定权，掌控标准即掌控产业上层.....	53
5.3.1	高通豪赌 CDMA 技术，峰回路转成为 3G 标准基础.....	54
5.3.2	中国推出 TD-SCDMA，培育自有产业生态.....	57
5.3.3	3G 时代设备商洗牌加剧，中兴华为强势崛起.....	60
5.4	4G 时代，四大设备商格局形成.....	64
5.4.1	全球通信设备市场规模再创新高，市场头部集中形成四强格局.....	67
5.4.2	WiMAX 终不敌 LTE，未来将加速融合.....	75
5.5	5G 聚焦万物互联，设备商市场空间大幅拓宽.....	77
5.5.1	从标准研制到争先抢占 5G 产业发展制高点的角力.....	80
5.5.2	5G 驱动数字经济，国家博弈加剧.....	82
6	适者生存，设备商推动产业进化.....	84
6.1	产品研发到系统集成及服务，设备商打开市场空间.....	86
6.2	新兴设备巨头重拾消费者业务，打造端到端解决方案.....	87
6.3	全球运营商资本支出缩减，设备商数字化转型势在必行.....	90
7	设备商未来发展与挑战展望.....	92
7.1	运营商云化升级加速，SDN/NFV 构筑下一代网络核心.....	92
7.2	万物互联时代，设备商再迎海量市场空间.....	96
7.3	经济全球化带来发展机遇，“中兴”禁令敲响供货警钟.....	99
7.4	人工智能使能将主导产业未来升级方向.....	101
7.5	设备商多元化发展，产业供给关系或将转变.....	107

8 适者生存，无限未来.....	109
8.1 适应时代需求，推动革命性创新技术 .....	110
8.2 适应市场需求，错位优势脱颖而出 .....	110
8.3 适应产业发展，多元化经营巩固竞争力.....	111

## 图表目录

图表 1:	美国通信技术产业增加值占 GDP 比重 .....	10
图表 2:	全球移动电话使用量 .....	10
图表 3:	国内 GDP 与通信业发展大事记 .....	11
图表 4:	国内 5G 直接经济产出结构 .....	11
图表 5:	通信数学原理逻辑图 .....	12
图表 6:	香农公式 .....	12
图表 7:	AT&T 早期大事记 .....	14
图表 8:	贝尔实验室重要研究成果 .....	14
图表 9:	AT&T 的拆分 .....	15
图表 10:	1911 年末爱立信欧洲分公司分布 .....	16
图表 11:	诺基亚发展史 .....	17
图表 12:	二战时期主要移动通信设备 .....	18
图表 13:	美国固定电话与移动电话用户数量 .....	20
图表 14:	全球电话用户渗透率 (1970~2000) .....	20
图表 15:	美国 80 年代交换机分类 .....	20
图表 16:	美国 80 年代主要交换机型号 .....	20
图表 17:	1949-1980 我国局用交换机容量 (百门) .....	21
图表 18:	1949-1980 我国电话普及率 (部/百人) .....	21
图表 19:	中兴通讯发展历史 (1987-1997) .....	22
图表 20:	华为发展历史 (1987-1997) .....	22
图表 21:	1988-1995 互联网发展大事记 .....	23
图表 22:	1995-1999 互联网发展大事记 .....	23
图表 23:	1991-2005 思科营收情况 .....	25
图表 24:	1991-2005 思科净利润情况 .....	25
图表 25:	数据中心网络设备竞争格局 .....	26
图表 26:	华为数通业务路线图 (1996-2002) .....	27
图表 27:	ARISTA 营收/净利润情况 .....	29
图表 28:	ARISTA 盈利能力情况 .....	29
图表 29:	光通信发展历史 .....	30
图表 30:	光纤带宽潜力 .....	31
图表 31:	光纤通信技术特点 .....	31
图表 32:	光纤通信发展阶段 .....	31
图表 33:	光通信产业链 .....	32
图表 34:	光通信产业链各环节及主要厂商 .....	32
图表 35:	2005-2016 全球光通信设备市场规模及预测 .....	32
图表 36:	2014-2016 年全球光通信设备商市场占比 .....	32
图表 37:	2016 年全球光通信设备市场份额 .....	32
图表 38:	2016 及 2022 年移动互联网流量类别及预测 .....	33
图表 39:	华为 2006-2014 光通信发展历程 .....	34
图表 40:	中兴通讯光传输发展早期情况 .....	35
图表 41:	诺基亚光通信发展情况 .....	36
图表 42:	CIENA 营收情况 .....	36
图表 43:	公司主营产品 .....	37
图表 44:	公司最新产品研发情况 .....	37
图表 45:	硅光电子器件在数据中心的优势 .....	38
图表 46:	硅光产业链主要企业 .....	39
图表 47:	2018 年硅光产品有望在市场逐步放量 .....	39

图表 48:	光器件市场规模 .....	40
图表 49:	1G 全球标准 .....	41
图表 50:	各制造商参与建设 NMT 标准移动通信系统名单 .....	42
图表 51:	1G 时代设备商早期格局 .....	43
图表 52:	摩托罗拉营收净利润情况 (1981-1989) .....	44
图表 53:	2002 年全球 2G 技术所占市场份额 .....	45
图表 54:	GSM 网络结构 .....	45
图表 55:	1995~2000 年爱立信与诺基亚优势产品与技术分布 .....	47
图表 56:	诺基亚 GSM 发展历史 .....	48
图表 57:	NOKIA、ERICSSON 销售情况 (百万美元) .....	48
图表 58:	NOKIA、ERICSSON 盈利情况 (百万美元) .....	48
图表 59:	1989-1998 CDMA 发展历程 .....	49
图表 60:	2G 时代 GSM 与 CDMA 差异比较 .....	49
图表 61:	CDMA 相较于其他通信系统的优势 .....	50
图表 62:	高通 1989-1999 CDMA 技术发展概况 .....	51
图表 63:	高通 1992-1999 收入与毛利率 (百万美元) .....	51
图表 64:	高通商业模式 .....	52
图表 65:	摩托罗拉 94-98 年税前利润 (百万美元) .....	52
图表 66:	2G 与 3G 各项指标比较 .....	53
图表 67:	3G 标准情况 .....	54
图表 68:	3G 通信标准分类 .....	54
图表 69:	高通 CDMA 从 2G 到 3G 演变路线图 .....	55
图表 70:	截至 2000 年与高通公司签署授权许可的公司 .....	55
图表 71:	2002 年主流通信标准的数据传输价格 .....	56
图表 72:	2002 年主流通信标准的用户体验对比 .....	56
图表 73:	高通 1999-2006 专利申请情况 .....	56
图表 74:	高通 2003-2009 许可证授权使用费 (百万美元) .....	56
图表 75:	1997-2007 TD-SCDMA 标准历程 .....	57
图表 76:	2007-2010 我国 TD-SCDMA 发展历程 .....	57
图表 77:	TD-SCDMA 技术标准演进 .....	58
图表 78:	TD-SCDMA 芯片厂商 .....	59
图表 79:	凯明大事记 .....	59
图表 80:	2005 - 2009 全球通信设备市值与增长情况 .....	61
图表 81:	2009 年全球通信设备市场 .....	61
图表 82:	全球主要地区在运营商网络设备产业中的分布 .....	61
图表 83:	2007 CDMA 通信设备合同数量份额 .....	62
图表 84:	2007 年 WCDMA 通信设备合同数量 .....	62
图表 85:	2005-2009 华为收入与盈利 (百万元) .....	62
图表 86:	2010 年中兴全球市场收入 (百万元) .....	62
图表 87:	主要厂商在运营商设备市场的份额变化 .....	63
图表 88:	通信设备产业在全球各区域市场份额 .....	63
图表 89:	4G 关键指标升级 .....	65
图表 90:	各国 4G 演进 .....	65
图表 91:	中国移动和中国联通网络建设招标结果 .....	66
图表 92:	2009-2011 年全球移动数据增长率 .....	67
图表 93:	2016-2021 全球移动数据预测 .....	67
图表 94:	2011-2014 年全球通信设备制造业销售收入(亿美元) .....	68
图表 95:	华为、中兴、思科、爱立信、诺基亚营业收入对比 (百万美元) .....	68

图表 96:	华为业务地理结构 .....	69
图表 97:	华为 2008-2017 营收情况 .....	69
图表 98:	华为 2008-2017 利润情况 .....	69
图表 99:	华为研发投入 .....	70
图表 100:	华为员工及研发人员占比 .....	70
图表 101:	华为累计申请专利数量 .....	70
图表 102:	2017Q4 智能手机排名 .....	71
图表 103:	中兴通讯 2008-2017 业绩情况 .....	71
图表 104:	中兴通讯业务结构发布 .....	72
图表 105:	中兴通讯近年来研发费用情况 .....	72
图表 106:	中兴通讯近年专利申请情况 .....	72
图表 107:	诺基亚收入情况 .....	73
图表 108:	诺基亚业务地理结构 .....	73
图表 109:	爱立信营收情况 .....	74
图表 110:	华为、爱立信运营商业务营收对比 .....	74
图表 111:	爱立信研发投入情况 .....	75
图表 112:	爱立信业务销售结构 .....	75
图表 113:	不同标准的 4G 演进 .....	76
图表 114:	主要运营商 4G 演进方向 .....	76
图表 115:	支持各类标准的厂商 .....	77
图表 116:	5G 关键升级指标 .....	78
图表 117:	5G 关键应用场景指标 .....	78
图表 118:	5G 直接/简介经济产出 (亿元) .....	79
图表 119:	运营商和各行业 5G 网络设备收入 (亿元) .....	79
图表 120:	5G 标准制定时间表 .....	80
图表 121:	主要国家 5G 进程 .....	80
图表 122:	2016-2017 全球主要厂商 5G 实验项目及成就 .....	81
图表 123:	2012-2017 年全球 5G 专利数量 .....	82
图表 124:	2012-2017 年全球主要 5G 专利授权公司 .....	82
图表 125:	5G 关键技术专利分布图 .....	82
图表 126:	5G 专利地区分布情况 .....	82
图表 127:	中兴通讯 2014 年芯片采购情况 .....	83
图表 128:	中兴微电子芯片供应情况 .....	83
图表 129:	移动通信运营商发展的四个阶段 .....	85
图表 130:	诺基亚重大收并购情况及各自业务情况 .....	86
图表 131:	华为客户服务情况 .....	87
图表 132:	诺基亚收入结构 .....	87
图表 133:	爱立信收入结构 .....	87
图表 134:	诺基亚 2G 手机对比其他手机 .....	88
图表 135:	2007-2015 手机系统份额变化情况 .....	89
图表 136:	华为消费者业务营收 .....	89
图表 137:	麒麟 970 与高通 845 对比 .....	89
图表 138:	2018Y1Q 美国智能手机市场份额 .....	90
图表 139:	2017 年度全球智能手机市场份额 .....	90
图表 140:	中美主要电信运营商资本开支 (亿美元) .....	90
图表 141:	设备商数字化转型情况 .....	91
图表 142:	2016-2022 年全球连接数预测 .....	92
图表 143:	SDN/NFV 对用户价值 .....	93

图表 144:	运营商 SDN/NFV 部署进展 .....	94
图表 145:	互联网厂商 SDN/NFV 项目 .....	94
图表 146:	SDN/NFV 产业链多元化.....	95
图表 147:	全球主要 SDN/NFV 厂商领导者发展情况.....	96
图表 148:	全球物联网连接数增长预测 .....	97
图表 149:	核心网对于物联网的改造升级三个阶段.....	97
图表 150:	移动边缘计算在 IoT 网关中的应用.....	98
图表 151:	四大设备商营业收入结构 .....	99
图表 152:	华为芯片研发历程 .....	100
图表 153:	人工智能在未来网络架构各层级的影响.....	103
图表 154:	设备商/运营商互相渗透.....	107
图表 155:	华为天际通覆盖范围与资费 .....	108
图表 156:	JASPER 市场拓展情况.....	109

## 1 以史为鉴，洞察未来

电信行业的发展离不开通信设备商的技术研发与产品销售，同时通信设备商的脱颖而出也需把握电信发展的时代机遇，现代通信行业与设备商们互相见证了在时代车轮驶过时各自轰轰烈烈的发展进程。

电报、电话等现代通信工具的发明掀起了通信革命，AT&T作为电话技术发明者，成立贝尔实验室催生了诸多信息技术划时代发明为现代通信技术发展奠定良好基础。同时，爱立信抓住电话网络发展机遇，以燎原之势迅速扩张。诺基亚积极把握新兴产业，从木浆厂破茧成蝶转型为通信设备商。西门子从最初的电报公司经百年发展演变为通信设备主要供应商之一。摩托罗拉在二战中抓住电信技术战时需求迅速崛起。世界上首部程控电话交换机的出现推动电信进入了电子自动化时代，20世纪60年代互联网的发展进而引爆了信息革命。思科迎合互联网浪潮因势利导推出可商用的兼容多重网络协议交换机，开启了联网时代。进入21世纪后，云计算、电商和电子支付等应用兴起，催生了新兴设备商的诞生。Juniper从做核心路由器起家，逐步发展成为云计算、IDC和SDN的弄潮儿。Arista顺“云计算”势而为，以软硬件一体的优势聚焦高速IDC需求而迅速崛起。发展程控交换机起家的华为也敏锐察觉互联网带来的数通机遇而早早开始布局。

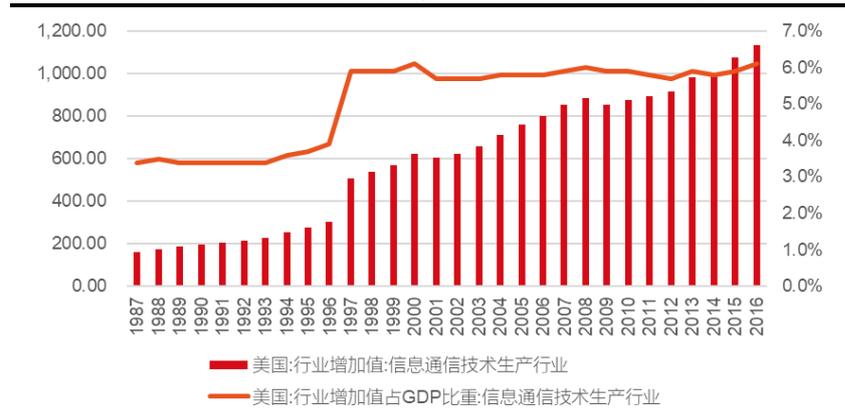
从固话到移动通信，通信标准的制定显尽设备商的兴衰沉浮。1G模拟通信时代，爱立信、诺基亚、摩托罗拉、NEC等纷纷加入通信标准制定，而摩托罗拉作为移动手机发明者，以先发优势垄断移动终端市场大半份额。2G数字通信时代，GSM成为全球通信标准奠定了爱立信、诺基亚在无线移动通信设备方面的龙头地位，坚定拥护与之分庭抗礼CDMA标准的高通也强势崛起，而起步较晚的摩托罗拉则逐渐掉队。3G移动宽带时代，高通坚持研发的CDMA技术成为3G标准基础，从而占据3G标准绝对上游并加速布局终端芯片半导体开启高质量发展；中国也推动TD-SCDMA的3G标准建设，华为中兴紧抓3G建设发展机遇而逐渐成为行业龙头。4G时代，各国推动不同的通信标准，但华为、中兴、诺基亚、爱立信这四大设备商竞争格局已确立，传统设备商逐渐向以提供解决方案为主的服务提供商转变。即将到来的5G万物互联时代，各国争相抢夺5G标准制定以决胜未来，随着通信网络对数字经济支撑作用越来越关键，5G之争也逐渐发展成为大国间的竞争。

从古代社会充满智慧的烽火传讯、飞鸽传书到现如今5G发展、万物互联，人们对远距离及时通信的需求催生了对通信技术长久以来不断深入的研究。工业革命开拓了人类社会的物质空间，信息技术革命的火种在全球范围内快速形成的燎原之势则满足了人类物质精神的双重需求。立于巨人肩膀之上的现代通信产业于19世纪末悄然兴起，以AT&T、爱立信、摩托罗拉为首的通信设备巨头为现代通信业的早期发展做出了不可磨灭的贡献。

通信不仅能把社会的生产、分配、交换和消费四个环节有机地联系起来，缩短经济活动的时间和空间，带来巨大的经济效益，而且是有序支撑社会的政治、军事、文化及外交等活动的重要手段。现代通信是社会变革的催化剂，对国际关系、社会管理和工作方式都产生了革命性的影响。1940年贝尔实验室发明出第一台战地移动通讯电话，让远距离高效互联成为可能，在二战中发挥了至关重要的作用。然而，

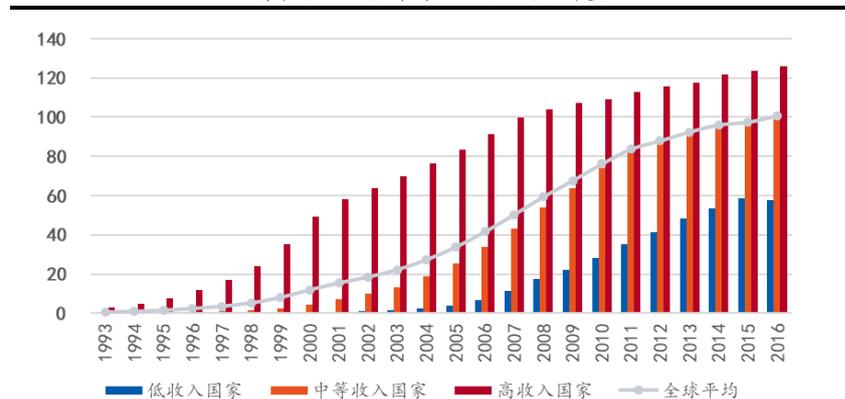
直到上世纪八十年代，摩托罗拉公司推出全球首款商用手机，移动通信技术才真正从军用走向民用。移动电话的普及，让人与人的沟通范围有效扩大，改变了产业结构，提高了经济效益，是经济全球化的重要动力和技术保障。移动通信将传统的具有垄断特性的电信业转变为具有潜在竞争性的产业，产业竞争大大加快了通信在全球范围内普及的步伐，全球移动电话使用量 20 年间迅速攀升，到 2015 年左右，全球每百人平均移动电话使用量已接近 100，这说明就整体水平而言，达到了人均一部移动电话的程度，移动电话已经从早期的奢侈品变成了日常必需品。至此，现代移动通信技术已经渗透到社会生活的各个领域，成为不可或缺的通信手段。

图表1： 美国通信技术产业增加值占 GDP 比重



资料来源：Wind，方正证券研究所

图表2： 全球移动电话使用量

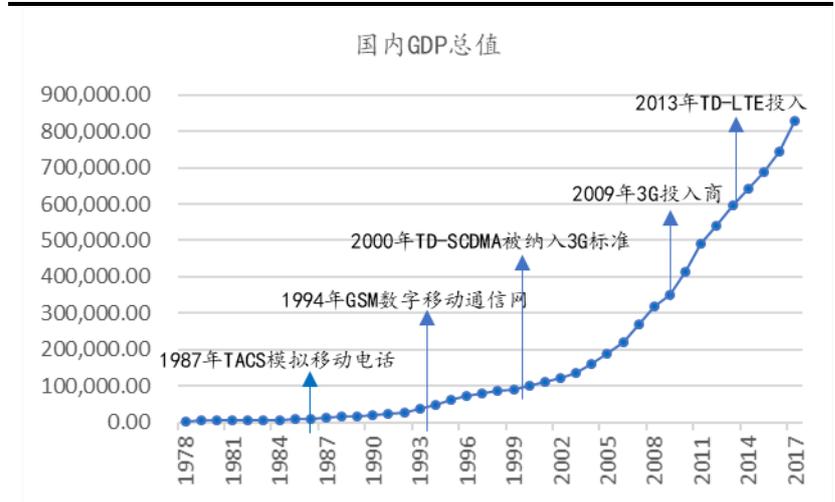


资料来源：Wind，方正证券研究所

我国的现代通信业较西方而言，起步较晚。上世纪 80 年代初期移动通信产业还几乎是一片空白，1987 年模拟蜂窝移动通信系统才在广州正式启动，但发展速度却令世界震惊，如今已经构建了全球最大的 4G 网络。2000 年后，我国拥有自主知识产权的 TD-SCDMA 被国际电联批准为第三代移动通信国际标准，标志着百年来中国电信发展史上的重大突破。经过多年发展，我国的通信产业，经过不断创新，实现了从无到有，不断变强，并走在世界前列的重大成就。以华为、

中兴为首的中国公司，抓住技术时间差凭借人口红利和工程师红利在发展中实现超越，从跟随转变为引领。到了4G时代，华为和中兴已经形成了较强的品牌能力，开始抢占海外市场并持续巩固故技术优势，走上了全球领先设备商之路。

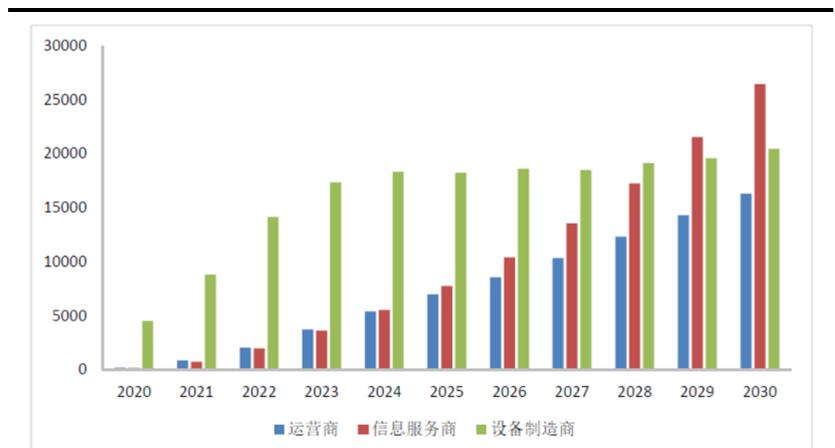
图表3： 国内 GDP 与通信业发展大事记



资料来源：Wind，方正证券研究所

通信行业作为技术拉动型产业，在之前的30年间，每一次的技术突破都带动了经济的阶段性增长。而5G的突破性进展无论从深度还是广度而言都将把人类社会推入新的时代，万物互联、万物感知、万物智能将不再是梦想，新的技术也必将给社会带来新的机遇和变化。5G的发展将直接带动包括运营、制造、服务在内的通信行业整体的快速增长，进而对GDP增长产生直接贡献，并通过产业间的关联效应和波及效应，间接带动国民经济各个行业，创造出更多的经济增加值。根据中国信通院预测，2030年5G将直接创造的经济增加值约为3万亿元，间接拉动的GDP将达到3.6万亿元。

图表4： 国内5G直接经济产出结构



资料来源：中国信通院，方正证券研究所

通信设备商作为现代通信技术的核心，一直以来都担任推动整个

通信技术的快速发展的角色，并通过可持续发展的商业模式巩固享受技术红利，再通过盈利能力支撑研发体系推动包括通信、电子、网络等相关技术的快速进步。同时，通信技术的发展，也一直在释放人们越来越多的通信需求。从最初的电报的简单摩斯电码通信，到电话的语音通信，到短信以及当下多媒体实时宽带通信，以及伴随 5G 到来的万物互联。我们认为，虽然从技术上面我们已经在逼近香农即信道极限，但是在效率、能耗、应用及产业生态方面，通信的未来空间依然广阔，而通信设备商必将伴随并持续推动产业的发展。

另外，在通信的技术发展过程中，通信设备商长时间以来都是上游核心的技术和设备提供商。但是，通信产业作为技术密集型领域，同时全球化的通信市场给后来者以足够的市场发展空间，设备商的发展和壮大不仅仅涉及到技术的领先，同时也需要抓举时代的机遇，契合产业的发展，适合市场的需求。因此，我们看到通信设备商的经营模式已经不仅仅是设备的提供商，更是技术服务和综合解决方案的提供商，同时凭借着完善的技术储备面对新兴应用开始逐渐步入运营，与运营商以及企业的单纯设备供给的关系正在逐渐改变。

纵观通信设备商发展史，我们将看到“恒者恒强”的竞争格局在通信业难以持续，强大如推动“光纤革命”的北电、拥有贝尔实验室的朗讯、曾经“无线霸主”摩托罗拉等都因为没有及时适应竞争而出局成为历史。但另一方面，巨头的陨落也在不断为通信行业注入了强大的竞争活力，因此我们看到众多企业，例如：无线设备商华为、中兴，数通设备商 Juniper、Arista 等紧抓时代机遇适应竞争格局在面对已有行业巨头的竞争中脱颖而出。综上，我们将看到“适者生存”贯穿整个设备商通信史，推动巨头的更替以及技术的进步，我们认为未来“适者生存”的法则将持续影响着通信产业的竞争格局。

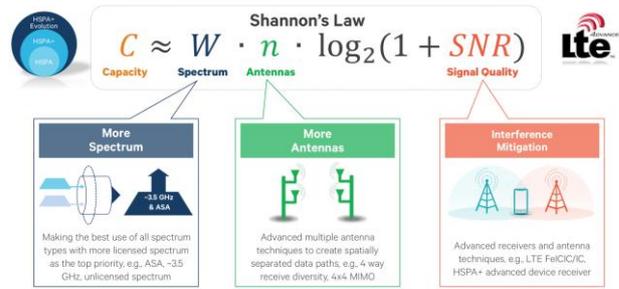
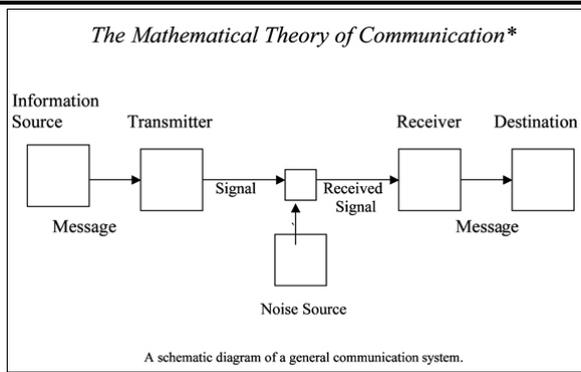
## 2 数字通信原理奠定信息技术基础，信息革命全球燎原

1948 年，克劳德·香农在《贝尔实验室技术杂志》上刊登了一篇名为《通信数学原理》的论文，阐述了关于信息论的基本观点。香农首先对通信的基本问题做出了阐述，即通信双方中之一方能够精确地或近似地再生另一方发出的消息，并针对这一基本问题首次做出信息的定量描述。

香农提出信源所发出的消息是离散的或连续的随机过程，并把这种随机性的不定量用信息熵(简称熵)来度量。与此同时，论文还对信源、信道、编码、译码和信宿的概念作了精确的描述，强调概率论思想在通信中的地位，并据此得出诸如容量公式、信道编码定理和信源编码定理等重要结果，进而建立了有关通信系统的完整的数学模型。此外，著名的香农公式更是给出了通信系统信道容量的理论界限。

图表5：通信数学原理逻辑图

图表6：香农公式



资料来源：《通信数学原理》，方正证券研究所

资料来源：Qualcomm，方正证券研究所

香农论文的发表很快在业界和学界引发极大反响，随后很快美国电气与电子工程师学会就正式成立了信息论学科组，并于 1954 年出版了信息论汇刊。由此，一门崭新学科——信息论得以建立，并进而奠定了数字通信发展的核心数学理论基础。鉴于香农对现代数字通信的巨大贡献，华为、AT&T 等现代通信巨头纷纷将自家的实验室命名为香农实验室。

虽然在论文发表之前，电报、电话等现代通信技术已经被发明出来了，但是香农的论文从数学的角度系统的阐述了现代通信的原理并指明了方向，因此在论文发表之后，整个通信技术系统高速发展被彻底点燃。

通信设备商作为技术的主导研发推动者以及产品生产和销售的产业链核心，见证了现代数字通信大气磅礴的历史发展，其自身发展也同样构成一部轰轰烈烈的历史。纵观通信设备商的发展史，我们在感叹通信技术在点燃 20 世纪信息技术革命推动数字化世界进程之余更希望以史为鉴紧抓 5G 到来之际，超级建设周期再度起航之中的产业链机遇！

## 2.1 现代通信产业兴起，设备巨头同步悄然起航

伴随着电报、电话等现代通信工具的发明，现代通信产业在 19 世纪逐渐兴起，早在《通信数学原理》发表之前，通信设备商如：AT&T、爱立信、西门子等公司就已经开始涉足通信设备产业，同期诺基亚也完成了初创和向通信业的转型。目前虽然仅剩诺基亚和爱立信依然活跃在通信行业的顶级行列，但是 AT&T、西门子作为曾经的巨头为现代通信业的发展做出了巨大的贡献，在收并购中主要也是被前两大巨头吸收。

### 2.1.1 AT&T 作为电话技术发明人，掀起电信革命

1876 年，贝尔与他的同事试验了世界上第一台可用的电话机，1877 年 7 月，贝尔电话公司(Bell Telephone Company)成立，后改名为 AT&T（美国电话电报公司）源于由亚历山大·格拉汉姆·贝尔成立的贝尔电话公司，1880 年美国贝尔公司开始建立第一个商业上可行的国内长途电话网络的计划，该计划后于 1885 在纽约州成立美国电话电报公司。1892 年网络已从纽约铺设至芝加哥，成为世界上第一条长途电话线从而拉开了人类长距离通信的序幕。

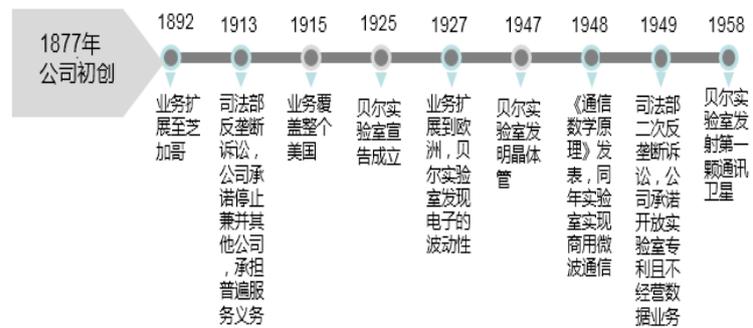
贝尔的电话专利在 1894 年到期，10 年之内美国产生了约 6000 多

家电话公司开启了电话普及时代，但因公司拥有庞大的客户群，加上设备仍较其他公司优良，所以公司业务仍大幅增加。

1899年12月30日美国电话电报公司收购美国贝尔，成为贝尔系统母公司。美国国内长途电话于1915已敷设至旧金山，从1927年起，使用双向无线电提供跨大西洋服务，直至1956年全球第一条横渡大西洋的同轴电缆使用为止。

1880年，加拿大贝尔(Bell Canada)成立，根据贝尔与美国贝尔公司的协议，贝尔还在加拿大成立了Northern Electric and Manufacturing公司也就是后面的北电公司，生产电话和设备。1988年，北方电讯(Northern Telecom)收购了海湾网络(Bay Networks)，成立司北电网络公司(Nortel Networks)，后于1995年更名为北电(Nortel)。

图表7： AT&T 早期大事记



资料来源：中国移动官网，方正证券研究所

1925年，传奇的贝尔实验室成立，AT&T每年拿出3%的利润用于贝尔实验室的研发经费。凭借着AT&T早年间在美国电信市场的垄断地位所获得的巨大利润，贝尔实验室拥有充足的研究经费为诸多电子、通信、计算机等现代信息技术领域划时代的发明创造了有利条件，并进而奠定了现代信息技术基础。

图表8： 贝尔实验室重要研究成果

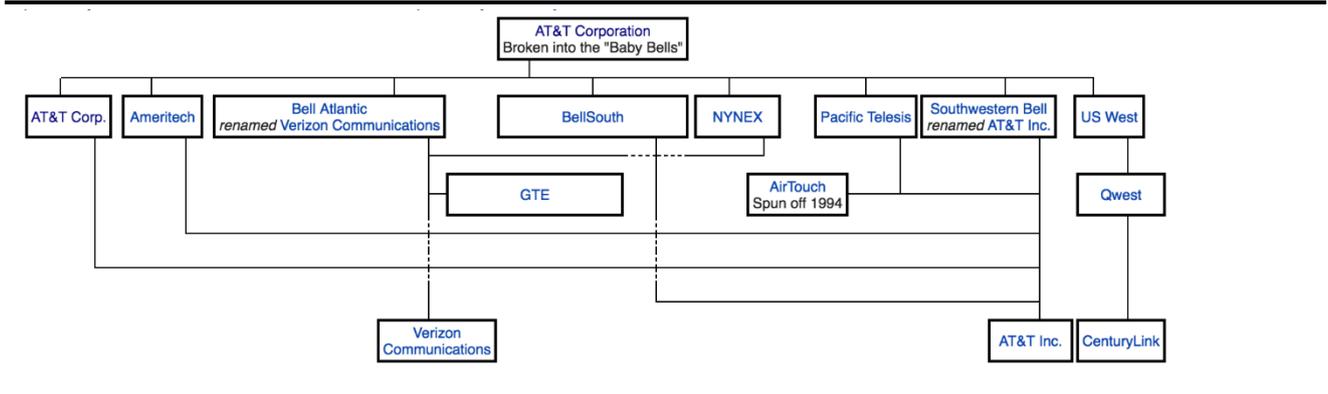
时间	主要研究成果
1940	数据型网络
1947	晶体管、移动电话技术
1954	太阳能电池
1958	激光
1960	金氧半场效应晶体管(MOSFET) (用于大规模集成电路的逻辑单元 CMOS, 如微处理器、单片机等)
1962	语音信号数字传输、通信卫星: Telstar 1
1963	无线电天文学 (太空望远镜、电波望远镜)
1969	UNIX 操作系统、电荷耦合组件 (CCD, 用于条码读取器、摄影机、扫描仪、复印机)
1972	C 语言
1979	系统单芯片型的数字信号处理器 (SoCDSP, 用于调制解调器、无线电话等)

资料来源：方正证券研究所

到 1983 年，AT&T 公司的营收超过美国另外三家大企业艾克森、美孚、通用汽车的总和。AT&T 几乎垄断了美国的州内、州际和国际电话业务。AT&T 控股的西电公司提供了几乎全部贝尔系统的设备，使电信设备生产也在 AT&T 的垄断之下。因此，实际上 AT&T 在运营和设备两个方面在美国都形成了实质上的垄断地位。

1984 年，美国司法部依据《反托拉斯法》对迅速扩张的 AT&T 进行拆分，形成了新的 AT&T 公司(专营长途业务)及七个本地电话公司，贝尔实验室也因此缩减形成了贝尔实验室核心团队，主要负责为各个拆分后的公司提供研究开发的服务。

图表9： AT&T 的拆分



资料来源: Wikipedia, 方正证券研究所

1984 年，美国国际电话和电报公司(ITT)下属比利时贝尔公司在中国成立了上海贝尔。1986 年，ITT 将其国际电信产品业务(包括比利时贝尔)出售给法国阿尔卡特阿尔斯通公司(Alcatel Alsthom)，成立了阿尔卡特公司(Alcatel)，成为当时全球第二大电信设备制造商，上海贝尔也就成为阿尔卡特在中国的合资企业。

1996 年，AT&T 主动解体为三个独立的公司：通讯服务公司（继承 AT&T 名称，从事电信服务业务）、通讯设备公司(朗讯科技，从事设备制造业务)、电脑信息服务公司(NCR，从事计算机业务)，并且退出个人电脑领域。贝尔实验室被一分为二，朗讯公司获得一半科研机构 and 贝尔实验室名称，另一半划归 AT&T，被称为 AT&T 实验室（后更名为香农实验室）。

2000 年，AT&T 又先后出售了无线通信，有线电视和宽带通信部门；朗讯科技的无线设备部门 Avaya 单独上市。2001 年，AT&T 再次主动拆分，变成独立的 AT&T（含企业服务和个人业务）、AT&T 移动和 AT&T 宽带等公司。2002 年，AT&T 香农实验室解散。2004 年，AT&T 被道琼斯指数除名，从地区性贝尔公司发展起来的西南贝尔 SBC 替代了它在该指数中的位置。2005 年，西南贝尔(SBC)对 AT&T 收购,此前 AT&T 分出的几家独立公司均被竞争对手或业界同行收购。

至此，曾经垄断全美及加拿大贯穿近整个世纪的 AT&T 经过拆分和合并完成设备制造业务与网络运营业务的分离，为通信业注入了市场竞争的发展动力。另外，纵观 AT&T 的发展史，从贝尔发明电话开始，AT&T 开启了现代通信时代。通过设立贝尔实验室并提供充足的经费，公司在巩固整体领先实力的同时极大的加速了整个现代通信的进程。

纵观 AT&T 的发展历史，我们认为现代通信业发展离不开革命

性科技的进步以及产业的同步扩张，现代通信产业起步开始就是一个技术密集型、资本密集型以及智力密集型企业，其发展壮大与产品的覆盖面所带来规模效应密不可分。支撑 AT&T 百年领跑的基础除了公司的先发优势以及规模优势，更是离不开公司在技术研发上面的大力投入，尤其是在产业和技术轮动方面堪称典范的贝尔实验室，帮助 AT&T 通过持续的技术创新巩固市场地位。同时，在 AT&T 谢幕之后，北电、阿尔卡特、朗讯、上海贝尔等开始登上舞台继续推动通信行业的发展。

### 2.1.2 紧跟 AT&T 发展步伐，无线之王爱立信重磅登场

1876 年在电话发明一个月之后，爱立信成立并于 1978 年 11 月推出电话机产品并凭借着经济耐用的特性很快获得大量订单并销往欧美各地。1881 年，爱立信在两次竞标中击败 AT&T 赢得重要订单，成为公司发展的重要里程碑。

适逢电话网络在斯德哥尔摩迅速发展，爱立信把公司的主要业务转为生产电话。由于当时贝尔公司已买下了城中最大的电话网络，该网络只容许使用贝尔出产的电话，爱立信唯有把电话卖给瑞典市郊的电话公司及其它北欧国家。

1884 年，爱立信抄袭了 Western Electric 公司的设计，推出多交换台手动电话交换机。虽然该设备已经在 1879 年于美国取得专利权，却没有在瑞典申请专利。

1892-1911 年间，爱立信积极拓展海外市场，先后俄罗斯的圣彼得堡、美国纽约、英国比斯顿、美国布法罗、墨西哥、法国巴黎、匈牙利布达佩斯等地设立分公司，逐步发展为通信设备领域的国际巨头。

图表10: 1911 年末爱立信欧洲分公司分布



资料来源：爱立信官网，方正证券研究所

1950 年，爱立信的电话交换机承载了人类历史上首次国际长途呼叫，并于 1977 年安装了首台 AXE 数字电话交换机，至 1991 年爱立信在全球 11 个国家安装的 AXE 线路突破了 1.05 亿条，为 3,400 万用户提供服务。

至此，爱立信集团公司已经成为国际电信行业的重要企业。20 世纪 90 年代，全球通讯业进入了高速增长的数字时代，爱立信的业务重心也由固定电话向移动通信系统转移，并在 GSM/GPRS 网络时代里获得了巨大成功。公司拥有 2G/GSM 领域 40% 的市场份额和 2.5G/GPRS 近 50% 的市场份额。在 3G 时代。爱立信拥有 40% 的 3G

WCDMA 市场份额，在 3G 领域拥有无可争辩的全球市场领导地位。

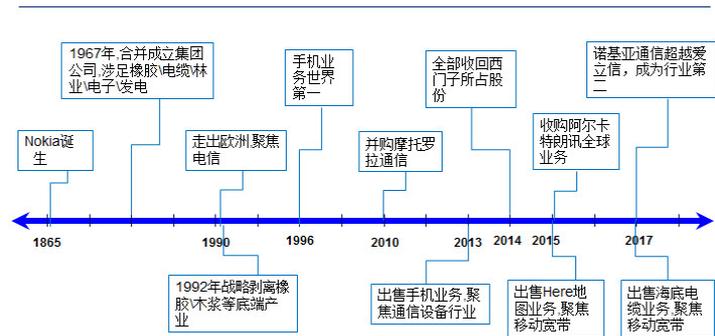
爱立信早期的发展及时的抓住了电话网络迅速发展的机遇，在面对 AT&T 巨大产业和技术优势的情况，公司一方面合理规避 AT&T 的专利限制；另一方面利用产品的性价比快速胜出，同时积极采取拓展同样蓬勃发展但对价格敏感的市郊等区域市场，快速扩大自身的经营规模。这些策略在现代电信发展史上会不断的重演，例如华为的城市包围城市政策、中国在程控交换机方面的追赶。通信行业作为一个技术驱动产业，在技术方面的领先将决定企业面对新兴技术应用的定价权。但是，前期的技术投入一定程度决定了新兴技术应用会采取相对较高的定价，然后通信网络巨大应用市场，必将驱动更多企业在技术上不断追赶、仿制，从而利用相对较低的价格叠加过硬的技术获得这些依然可观的二线市场。

### 2.1.3 从木浆厂到通信设备商，转基因驱动诺基亚创新不断

1865 年，诺基亚在芬兰成立，成立之初主业为木浆生产。1902，在无线电产业萌芽之际，公司增加电缆部门作为辅业经营，为公司全面拓展电信业铺垫基础。

图表 11： 诺基亚发展史

NOKIA 重大战略选择时间轴分布图



资料来源：TechOrange，方正证券研究所

后来诺基亚经数十年发展，已成为了芬兰国内跨产业的大型公司，其产业涉及造纸、化工、橡胶、电缆、制药、天然气、石油、军事等多个领域。1960 年，诺基亚时任总裁认为未来的电信行业是科技发展的趋势于是他建立了诺基亚电子部，并专注于电信系统方面的工作。电子部当时已在研究无线电传输问题，从而奠定了后来诺基亚集团电信的基础。

另外，西门子公司在 1847 年建立，成立之初就是一家电报公司，并与次年建造欧洲连通柏林到法兰克福总长 500 公里的第一条远距离电报线。1966 年，经过百年发展，公司业务覆盖通信技术、发电、工业、铁路系统、国防和信息与工程，成为通信设备主要供应商之一。2006 年，西门子与诺基亚成立诺基亚西门网络公司，并在 2013 年将所占 50% 股份出售给诺基亚。

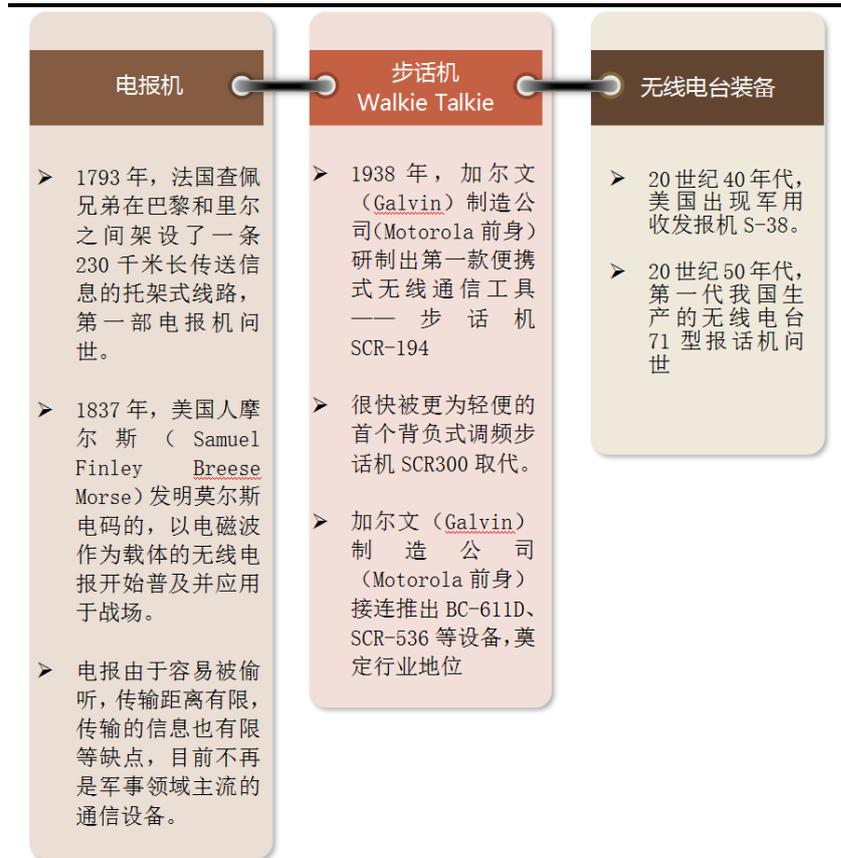
纵观诺基亚的早期发展历史，公司管理层始终关注新兴技术发展，积极推动公司业务转型，并稳扎稳打稳步推动公司转型。在随后诺基亚快速发展途中，我们将多次见证公司的坚决转型，破茧化蝶的变化，这也是在历经多次发展危机后诺基亚这一百年品牌得以持续活跃在通信业前沿的秘诀之一。

### 2.1.4 二战推动电信技术应用，移动通信鼻祖摩托罗拉崛起

战争作为科学技术的试验场，也极大地推动了科技的发展。在二战中，各参战国纷纷给予通信技术的发展以有力的支持，并通过广泛铺设电话线、电报线，大大增加了电话的覆盖范围。因此，战时及战后的一段时间内，电话在全球飞速普及，在各个国家都实现了覆盖范围上与技术上两方面的突破。

另外，移动通信在二战中起到了决定性的作用，各种初具雏形的无线通信设备大放异彩，也进一步加速了无线通信技术的应用普及。其中，**摩托罗拉**打造的手提式调幅(AM)无线对讲机“SCR536”成为盟军通信的重要手段，因此公司获得的订单合同价值在美军二战总订单中排名 94 位。

图表12： 二战时期主要移动通信设备



资料来源：方正证券研究所

在无线通信的基础领域，公司同样领先，例如公司在 1955 年推出了车载收音机用锗晶体管，这是全球第一个进入商用的大功率晶体管，同时也是摩托罗拉首个大批量生产的半导体产品。

1958 年，摩托罗拉推出了全球首台电源和接收器全部使用晶体管制造的双共车载对讲机 Motrac，由于耗电少，这款对讲机即使在汽车没有发动的情况下也一样可以通话。1969 年 7 月，阿波罗 11 号飞船安装了摩托罗拉的无线应答器，用于传递地球与月球间的语音通讯和电视。1983 年，公司生产了全球首款商用手机，并于 1991 年在德国汉诺威展示了全球首个使用 GSM 标准的数字蜂窝系统和电话原型。摩托罗拉的发展史基本上代表了整个移动通信早期的发展，公司作为全球手机鼻祖，摩托罗拉开发了全球第一款商用手机，第一款 GSM

数字手机，第一款智能手机，全球第一个无线路由器，以及著名的铱星计划等。

鉴于公司在无线移动通信领域卓越的领先地位，摩托罗拉在无线通信领域长期独占鳌头。据市场调查公司 Gartner 的数据，1994 年，摩托罗拉以 32.5% 的份额在全球手机市场独占鳌头，当时诺基亚的市场份额为 21%。另外，公司推出的“大哥大”手持式无线通信终端风靡世界，极大地提高了人们信息沟通和社会交往效率，并开启了大规模移动通信商用进程。

摩托罗拉公司在无线通信的地位一如 AT&T 在固网通信的地位，同时依靠无线通信的垄断实力，不断突破半导体、电视等其他行业从而迅速成长为综合新的大型跨国公司。但是，由于主业过于分散，在数字移动通信蓬勃发展的时代，摩托罗拉最终由于模拟时代巨大的领先而忽视了数字通信发展的速度，并一度成为公司的发展包袱。另外，后面我们会看到公司在美国押宝 CDMA 而错过了 GSM 的全球化大潮，从而逐渐走向了没落。现代通信行业作为高度竞争的行业，面对巨额的研发经费压力，公司在未来发展方向上的把握需要异常谨慎。

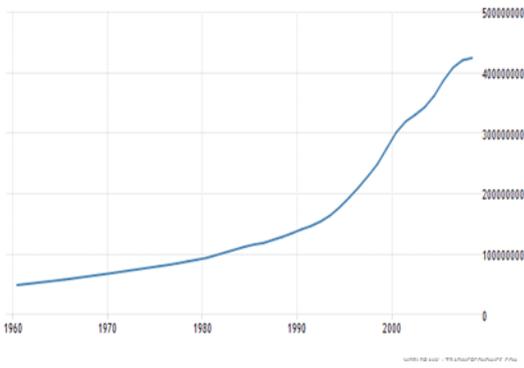
## 2.2 程控交换机问世引爆电话普及，电信进入电子自动化时代

半导体器件与计算机技术的迅猛发展使得传统交换机的机电式交换结构面临巨大冲击，推动交换机技术逐步进入电子化。1965 年，贝尔实验室出产了世界上第一部由计算机控制的程控电话交换机（1ESS），标志着电话交换机由机电时代迈入电子时代。由于电子交换机具有体积小、速度快、便于提供有效可靠服务等巨大优势，引起世界各国的广泛关注，相继研制出各类电子交换机，其中数量最多、影响最深远的是程控时分交换机。

程控时分交换机一般在话路中传输的是数字语音信号，因此又称程控数字交换机。随着数字通信与 PCM 技术的迅速发展及广泛运用，各发达国家竞相投入程控时分交换机的研制。1970 年，法国先行一步，在拉尼翁成功开通了世界上第一个由阿尔卡特研制的程控数字交换系统 E10，标志着交换技术从传统的模拟交换进入数字交换时代。

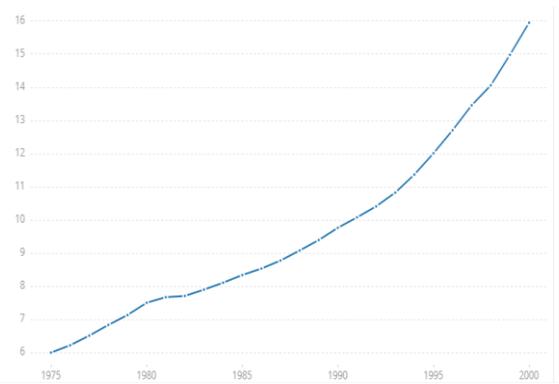
程控数字交换技术以其设备的先进性以及经济性大大节省了通信成本，也为开通非通话业务、实现综合业务数字交换奠定了基础，使得电话交换技术进入了一个新时期。随后世界都大力开发，进入 80 年代，程控和数字交换机开始在全球普及，进而加速。全球程控交换机市场在 80 年代是稳定增长的，全球每年新增用户从 1976 年的 1400 万用户增加到 1990 年的新增 2800 万用户，新增绝对量增加了一倍，再加上传统交换机改造规模，年销售规模到 90 年估计会超过 4000 万线以上。在 1960 年左右的时候，美国固定电话接近 5000 万用户，而全球的电话用户仅 9000 万，占比超过 55%，普及率达到 26%，而到了 1975 年，美国电话用户达到 8000 万，占全球用户数的 35% 左右，到了 1990 年，美国电话用户增加到 1.32 亿用户，占全球用户 27% 左右。

图表13: 美国固定电话与移动电话用户数量



资料来源: Trading Economics, 方正证券研究所

图表14: 全球电话用户渗透率 (1970~2000)



资料来源: World Bank, 方正证券研究所

随着微处理器技术和专用集成电路设备的发展, 程控数字交换技术的优越性越发凸显, 也彻底引爆了现代数字通信, 并成为当下的数字通信系统的原型。

图表15: 美国 80 年代交换机分类



资料来源: 《通信技术》第 60 期, 方正证券研究所

图表16: 美国 80 年代主要交换机型号

公司	产品	容量(线)	美国首装时间
AT&T	NO.1ESS	2000	1963
	NO.1ESS	10000-65000	1965
	NO.1A ESS	10000-128000	1976
	NO.2 ESS	4000-12000	1970
	NO.2B ESS	4000-24000	1976
	NO.3	600-4500	1976
	NO.4ESS	100000干线	1976
CIT-Alcatel	NO.5ESS	1000-52000	1982
	E10-5	500-15000	1983
GTE	GTD-1EAX	5000-45000	1972
	GTD-2EAX	1500-25000	1977
	GTD-3EAX	60000干线	1978
	GTD-5EAX	1000-165000	1982
ITT	1210	1000-50000	1978
NEC	NEAX61K	1000-100000	1981
北方电信	DMS-10	110-12000	1977
	DMS-1.00	2500-100000	1978
	DMS-1-200	60000干线	1978
Stromberg-Calsion	DCO	30-32400	1977

资料来源: 《通信技术》第 60 期, 方正证券研究所

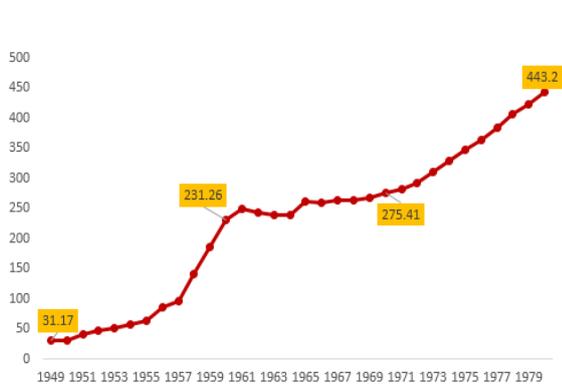
在全球化的竞争中, 由于主流厂商的产品不断演进, 竞争力不断提升, 应用的规模不断扩大, 再加上集成电路的功能越来越强大, 价格越来越便宜, 也使得产品的成本不断降低, 从而进一步释放了全球的现代通信需求。这也就是到 80 年代后期 90 年代初的时候, 市场开始向龙头厂商倾斜。从最初的百花齐放, 经过 10-15 年的竞争与淘汰, 在主流的国际市场只剩下了几个主流的交换机生产厂商, 全球化做得相对比较好的是西门子和爱立信, 接下来是阿尔卡特, 朗讯, 北电, 以及日本的 NEC 和富士通。

### 2.3 中国通信业快速起步, 中兴、华为借程控交换逐步实现自主可控

1957 年我国第一家自动电话交换机设备厂投资建成投产, 标志着我国电话设备制造开始起步。1958 年 8 月, 首部国产 312-IV 型明线十二路载波电话设备在上海邮电器材厂研制成功, 并于 1961 年投入使用; 1960 年 1 月, 中国首套 1,000 门纵横制自动电话交换机在上海吴淞电话局开通使用。这些电话交换机的生产增强了我国对于电话设

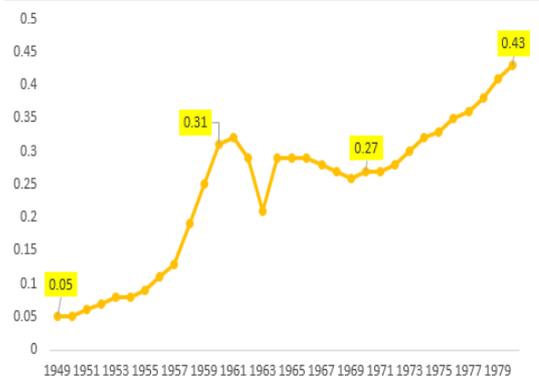
备的自主研发能力，对于我国通信设备制造业的发展影响深远。1975年我国自己研制的纵横制自动交换机设备通过国家鉴定，并在1980年开始在全国各地大量装用纵横制电话机。

图表17：1949-1980 我国局用交换机容量（百门）



资料来源：中国统计年鉴，方正证券

图表18：1949-1980 我国电话普及率(部/百人)

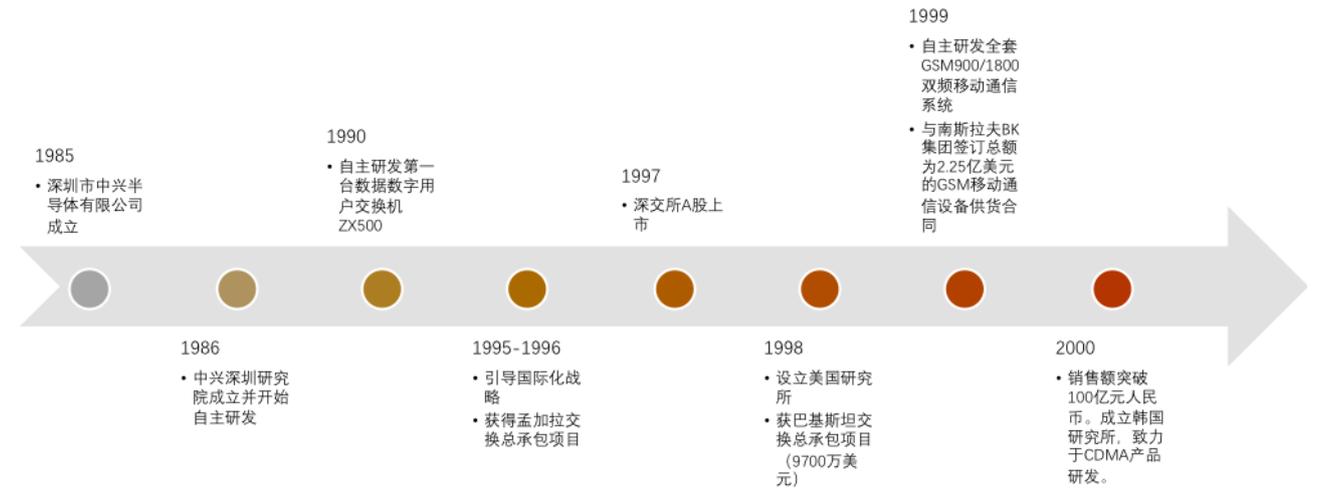


资料来源：中国统计年鉴，方正证券

1982年12月，中国从日本引进的首个万门程控市话交换系统在福州市电信局投产使用，建成中国首个引进的程控电话局，由此点燃了我国程控交换机发展的星星之火，使得我国逐步赶上了程控交换机发展的大潮。迎着程控交换机发展的大潮，中兴和华为相继成立，并凭借本土优势以及技术研发方面的迅速追赶，开启电信巨头成长之路。

1985年，深圳市中兴半导体有限公司成立。1986年，深圳研究所成立，中兴通讯开始自主研发。1990年，自主研发的第一台数据数字用户交换机 ZX500，成功面市。1995年，引导国际化战略，1996年获得孟加拉交换总承包项目。1997年，深交所A股上市。1998年，设立美国研究所（新泽西、圣迭戈、硅谷3家）。获巴基斯坦交换总承包项目，金额为9700万美元，是当时中国大陆通信制造企业在海外获得的最大一个通信“交钥匙”工程项目，令世界瞩目。1999年，中兴自主研发的全套 GSM900/1800 双频移动通信系统获得信息产业部颁发的六张电信设备进网许可证。与南斯拉夫 BK 集团签订总额为2.25亿美元的 GSM 移动通信设备供货合同，中国大陆拥有自主知识产权的 GSM 移动通信产品首次出口。推出 ZTE 189 全中文双频手机。2000年，中兴通讯销售额突破100亿元人民币。成立韩国研究所，致力于 CDMA 产品研发。

图表19: 中兴通讯发展历史 (1987-1997)



资料来源: 方正证券研究所

华为在 1987 年创立于深圳, 成立之初是一家生产用户交换机 (PBX) 的香港公司的销售代理。华为于 1990 年开始自主研发面向酒店与小企业的 PBX 技术并进行商用, 在 1992 年开始研发并推出农村数字交换解决方案, 更于 1994 年, 推出了 C&C08 数字程控交换机。自主研发程控交换机的生产使得华为的销售额显著增长, 1995 年销售额达 15 亿人民币, 主要来自中国农村市场。

华为的技术进步带动了产品种类的逐步丰富。1996 年, 华为推出综合业务接入网和光网络 SDH 设备, 并与香港和记黄埔签订合同, 为其提供固定网络解决方案。1997 年, 华为推出无线 GSM 解决方案, 并于 1998 年将市场拓展到中国主要城市。华为也成立了诸多研发中心, 分别是 1995 年成立的北京研发中心与知识产权部、1996 年成立的上海研发中心、1999 年成立的印度班加罗尔研发中心、2000 年成立的斯德哥尔摩研发中心, 这些研发中心都通过了 CMM4 级甚至 CMM5 级认证。技术的进步使得华为的国际认可度逐步提高, 使得 2000 年海外市场销售额首次突破 1 亿美元。从此, 华为进入加速发展阶段, 逐渐成长为世界最大的通信设备供应商之一。

图表20: 华为发展历史 (1987-1997)



资料来源: 方正证券研究所

在改革开放的推动下, 中国在 80 年代末依旧相对落后的通信产业成为了改革开放的重要瓶颈之一。中国有足够大的市场以及潜在的

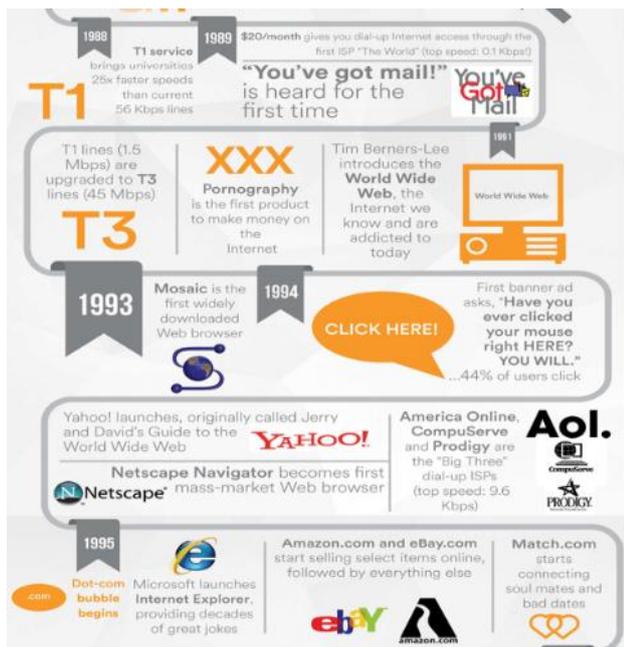
巨大通信需求，推动民族产业开展对欧美等领先通信厂商的快速追赶。面对改革开放建设推动并释放的巨大电信需求，中兴、华为等公司纷纷成立，在实现对先进技术追赶的同时，紧抓国内国际的电信建设需求，开启了巨头成长之路。

同时，我们看到华为的发展初期战略一如爱立信起步时面对AT&T的竞争又是选择“农村包围城市”。我们认为，通信市场的需求巨大，特别是在面临升级机遇时，更大更深层次的需求将会被释放出来。虽然领先厂商在技术和市场方面具备领先，但是研发费用带来的初期过高定价给了追赶着突破二线市场的破局机遇。另外，考虑到中国本身的巨大市场，中国厂商在这场通信设备竞速中逐渐突围。

### 3 互联网引爆信息革命，流量剧增推动网络建设升级机遇

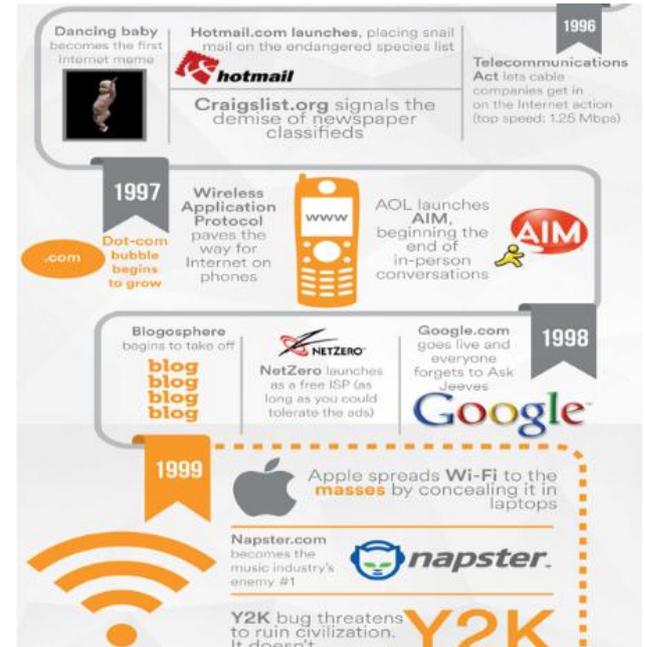
互联网的发展始于 20 世纪 60 年代，但在 60-70 年代并未实现大范围扩散，直到 20 世纪 80 年代才开始加速发展，并于 80 年代中后期在欧洲和澳大利亚迅速扩张，于 20 世纪 80 年代末和 90 年代初期在亚洲迅速扩张。

图表 21: 1988-1995 互联网发展大事记



资料来源: 199it, 方正证券研究所

图表 22: 1995-1999 互联网发展大事记



资料来源: 199it, 方正证券研究所

自 1995 年以来，商业互联网飞速发展，电子邮件、即时消息、互联网语音电话、双向交互式视频通话、博客、社交网络和在线购物网站的出现，极大的丰富了通信方式。同时随着技术的进步，互联网运营速度逐渐提升，越来越多的数据在以 1-Gbit/s 甚至 10-Gbit/s 或更高速率运行的光纤网络上传输。传输速度的提升带来了互联网流量爆发式的增长，据估计在 20 世纪 90 年代后期，公共互联网上流量以每年 100% 的速度增长，互联网用户数量年均增长率也达到了 20% 到 50% 之间。

根据思科的预测，在过去 20 年间，总互联网流量经历了迅猛增长。而在二十多年前的 1992 年，全球互联网络每天只传输大约 100

GB 的流量。十年后的 2002 年，全球互联网流量达到每秒 100 千兆字节 (GBps)。2016 年，全球互联网流量已超过 20,000 GBps。到 2021 年，全球每月人均 IP 流量将从 2016 年的 13 GB 增长到 35 GB，人均互联网流量将从 2016 年的 10 GB 增长到 30 GB。

相比于语音及文字等传统通信，互联网的发展带来信息内容的多媒体化升级，信息的沟通形式也变得更加多样化。另外，相比于传统的高度依赖运营商的通信网络，互联网的发展也推动网络建设更加离散化，标准化，而随着互联网通信需求的增加，数通设备逐渐成为主流，网络通信设备商顺势崛起

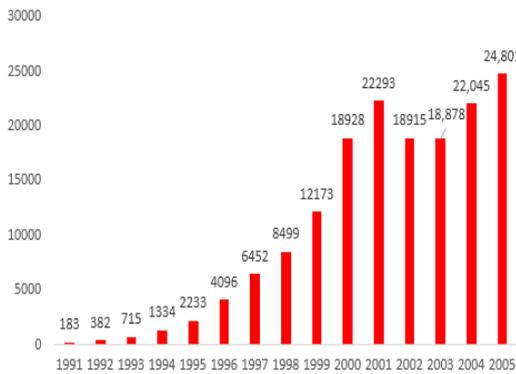
### 3.1 从多协议兼容到全面技术领先，思科崛起承载互联网发展

互联网起源于 1983 年美国自然科学基金会建立的 NSFNet，次年思科系统公司在斯坦福大学成立。1985 年，NSFNet 开始尝试和商业对接，由于互联网发展早期各大学、公司的网络采用的软硬件以及协议都不尽相同，从而催生了兼容多协议的路由器需求，而思科因势利导于 1986 年推出其第一款产品 AGS 多协议路由器，该路由器一推出便迅速在市场上使用，向之后的 90 年代到来的互联网大众化迈出了坚实一步。第二年，硅谷著名的风险投资公司红杉风投敏锐地察觉到网络设备市场的潜力，给予思科 200 万美元的投资。获得投资的思科如虎添翼，1989 年边界网关协议的出现使得路由更加高效，助推互联网的显著增长，思科也因此得以继续发展，于 1990 年成功上市。

上市后的思科通过不断的新建与收购逐步做大做强。1992 年到 1994 年的三年间，思科收购了几家以太网交换公司，如 Kalpana，Grand Junction，尤其是还收购了 Mario Mazzola 的 Crescendo Communications 部门，并将他们整合成了 Catalyst 业务部门。整体来看，思科上市以来收购逾百起，其中包括很多之前分立出来的大小公司，大的公司诸如 1999 年以七十亿美元收购的 Cerent，该公司是由思科前副总裁 Bhadare 创办的从事互联传输设备制造的公司，在早期也曾获得思科的投资；小公司更是不胜枚举，其中多数也是思科前员工创办的产品与技术水平十分符合思科要求的公司。

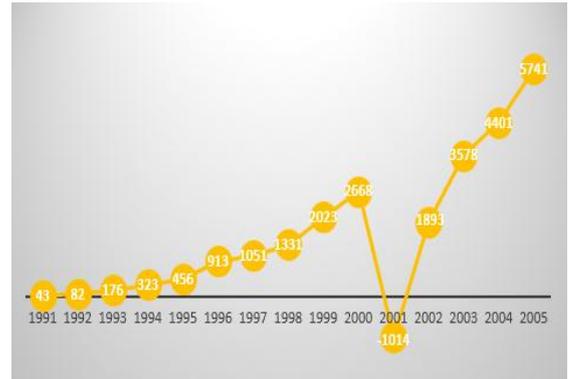
20 世纪 90 年代中后期互联网的惊人增长迅速改变了电信格局。随着互联网协议被广泛采用，多协议路由的重要性下降。在这样的背景下，思科设法迎合了互联网浪潮，产品链从调制解调器接入架延伸到核心 GSR 路由器这一关键领域，并于 1998 年开始成为该领域事实上的垄断者。2000 年 3 月底，在网络泡沫时代，思科成为全球最有价值的公司，市值超过 5000 亿美元。

图表23: 1991-2005 思科营收情况



资料来源: 公司年报, 方正证券研究所

图表24: 1991-2005 思科净利润情况



资料来源: 公司年报, 方正证券研究所

我们认为, 思科的发展得益于紧抓互联网发展时代机遇, 作为第一家推出可商用的兼容多重网络协议的交换机将不兼容的网络统一在一起, 标志着联网时代的到来, 从而构筑强大的发展先机。同时, 公司早期的设备开始利用经典的基于 CPU 计算的架构支持 IOS 操作系统, 并允许通过网络升级与技术发展保持同步, 从而持续提升用户体验巩固用户粘性, 保持领先。另外, 虽然公司的深耕企业环境, 但是在面对蓬勃发展的电信业市场以及越来越趋于统一的通信协议, 公司适时推出高容量的产品线 GSR 从而紧抓运营商快速发展的机遇。在保持公司领先实力的方面, 公司在内生增长以外将硅谷作为自己的试验场, 积极调动资本实力通过外延并购持续保持领先, 仅 2000 年一年, 思科就收购了 22 家公司。收购行动帮助思科吸纳革新的技术, 迅速进入新市场, 还为思科带来了一大批工程技术精英。

### 3.2 云计算、SDN 发展引爆流量需求, 数通市场呈现“一超多强”

思科崛起成为巨头的同时, 数通市场进一步蓬勃发展。进入 21 世纪以来, 云计算、电子商务、电子支付、电子办公等应用出现并加速发展, 引爆流量需求, 数通市场欣欣向荣。

如同传统通信设备商, 持续向好且需求巨大的数通市场也催生了一些新兴设备商的诞生, 他们通过自主研发、创新定制, 在满足市场需求的同时实现自身发展, 成为思科的强劲竞争对手, 如 Juniper、Arista 等, 使得数通市场呈现“一超多强”的局面。

图表25: 数据中心网络设备竞争格局



资料来源: Gartner (2017), 方正证券研究所

### 3.2.1 华为: 紧跟数通市场发展机遇, 打造移动+数通双料王者

华为从发展程控交换机起家, 后期敏锐地意识到互联网的发展将会带来数通领域的发展机遇, 因此公司早在 1994 年就开始布局数通领域的研发, 并成立北京研究所专门从事数通技术以及产品研发工作。从 1997 年开始, 公司开始推出自有以太网交换机产品。

图表26: 华为数通业务路线图 (1996-2002)



资料来源：方正证券研究所

1999年，长期专注于电信设备制造的华为第一次在中国推出了自己的数据产品——接入服务器。一年之内，攻击性极强的华为就抢到了中国新增接入服务器市场70%的份额。此后，华为的业务触角开始延伸到路由器、以太网等主流数据产品领域。2002年，华为在中国路由器、交换机市场的占有率直逼思科，成为它最大的竞争对手。同年夏天，华为大举进攻美国市场，任正非的口号是“雄赳赳、气昂昂，跨过太平洋”。

2003年11月，华为与昔日美国企业设备巨头3Com成立合资公司华为3Com(H3C)，将几乎全部面向企业的产品和资产都注入合资公司，从此开始了联合拓展之路。2006年，3COM从华为手中收购49% H3C股权，后于2010年3COM整体被HP收购。惠普收购3Com将继续巩固在路由交换的优势，一跃成为全球第二大基础网络设备供应商。根据市场调研公司Gartner的统计，思科在2009年上半年控制了本地网络交换器市场大约76%的份额，惠普和3Com两家公司的市场份额约为12%。2015年，清华控股有限公司旗下紫光集团下属子公司紫光股份有限公司，以不低于25亿美元收购惠普公司中国数据网络业务51%的股权即新华三，并成为该公司的控股股东。

2003年思科公司在美国指控中国华为技术有限公司及其美国分公司盗用部分思科的IOS(互联网操作系统)源代码，并应用在其Quidway路由器和交换机的操作系统中，对思科专利形成至少5项侵

权。思科声称，此次诉讼旨在寻求法律禁令，以制止华为对其知识产权继续进行侵犯，并弥补华为的非法侵权行为对思科所造成的损失。2003年双方知识产权诉讼案和解之后，难言胜负的思科与华为走上了不同的发展道路。思科依然专注于企业网市场，而华为则将重心放在了电信运营商设备市场。

根据 Dell'Oro 数据，2017 年第一季度，在服务供应商路由器和电信级以太网交换机市场中，华为首次超越长期霸占核心路由器市场全球首位的思科，占据核心路由器市场的全球第一份额。

### 3.2.2 核心路由器领域的挑战者——Juniper

1996 年，Juniper 由科学家 Pradeep Sindhu 建立。当时大多数用于互联网流量的路由器同时承担着为每个电话呼叫者提供专用电路的任务，在互联网运营中的效果并不是很理想，因此 Sindhu 以 200 万美元的种子资金开办了 Juniper 创建基于数据包的可优化 Internet 流量的路由器。到 1997 年 2 月，Juniper 已经筹集了 800 万美元的风险投资，并从包括西门子、爱立信、北电和 3Com 在内的五家最大的电信设备制造商中的四家获得了额外的 4000 万美元投资，另外还从 Qwest 和 AT&T 两家公司获得了 250 万美元的投资。

1998 年，Juniper 的年收入达到 380 万美元。次年，其唯一的产品 M40 路由器被 50 家电信公司使用，并与阿尔卡特和爱立信签署了在国际上分销 M40 的协议，Juniper 在核心路由器领域的市场份额从 1998 年的 6% 增长到 1999 年的 17.5%，2000 年 4 月时增长到了 20%。

2000 年末，Juniper 与爱立信合资成立了一家合资企业，开发和销售网络交换机，用于移动设备上的互联网流量，并与北电在光纤技术领域展开合作，这使得 Juniper 的收入在 2000 年增长了 600%，达到 6.73 亿美元，俨然成为 cisco 的强劲竞争对手。到 2001 年，Juniper 控制着高端核心路由器市场的三分之一，侵吞了大量 cisco 的销售额。根据《商业周刊》的报道，分析师一致认为 Juniper 的产品在技术上优于思科，原因在于 Juniper 依靠硬件即可完成大部分数据处理工作，而思科路由器却仍需依靠软件，这往往导致传输速度变慢。然而，思科作为龙头老大，提供了更广泛的服务和支持，市场地位仍然稳固，并通过不断收购成长为覆盖家庭、企业和互联网运营商的大型通用供应商，而 Juniper 则被认为是“反思科”，成为一家专注于狭窄领域的小公司。

2001 年，Juniper 为网络边缘推出了一系列路由器，使其能够与思科竞争。Juniper 边缘路由器在发布两个月后拥有 9% 的市场份额。到 2004 年，Juniper 控制着 38% 的核心路由器市场，并首次实现超过 10 亿美元的收入，2005 年收入更是达到 20 亿美元。

2004 年，Juniper 收购 NetScreen 后开始为企业部门开发产品，到 2005 年，企业客户占公司收入的三分之一。2007 年，公司在企业、边缘和核心路由器市场的份额分别为 5%，18% 和 30%。2008 年，Juniper 与 IBM，Microsoft 和 Oracle 建立了合作伙伴关系，以实现软件兼容性。之后，Juniper 平稳发展，成为云计算、IDC 与 SDN 的主要弄潮儿之一，与其他设备商一起同龙头老大思科展开竞争。

### 3.2.3 Arista: 软硬件一体化创新驱动高端 IDC 交换机市场

Arista 网络 (ANet) 公司创立于 2004 年，主营基于 SDN 技术的

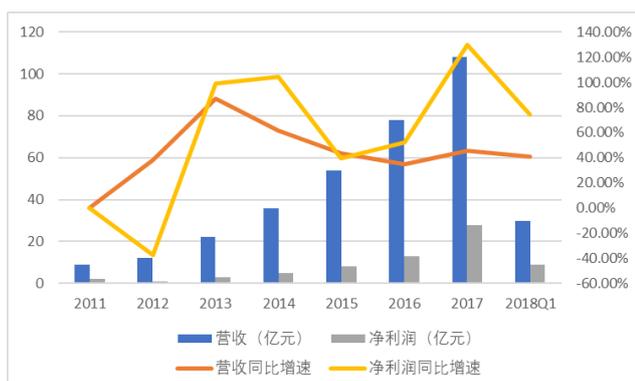
多层高速交换机的研发和销售，产品适用于云服务提供商、数据中心、高性能计算以及高平交易等环境内的高速网络数据交换。公司自创立以来就致力于为大型数据中心及云计算环境提供软件驱动的云网络解决方案，聚焦于构建 10/40/100Gigabit 以太网 (GbE) 交换机，重新定义网络结构，不仅为网络带来扩扩展性，还能显著改善数据中心网络的性价比。

Arista 于 2004 - 2008 年聚焦核心开发，推出其第一款商用产品——基于 EOS 的 7100 系列交换机，随后陆续推出了基于网络操作系统 EOS 的 7010 系列、7020R 系列、7050X 系列、7060X 系列、7160 系列、7150 系列、7250X 系列、7280 系列、7300 系列、7500 系列交换机。以上 Arista networks 所推出的 10/40/100GBps 以太网交换机是行业中最广泛的产品线之一，具有行业领先的容量水平、高性能、低延迟等优秀特性，产品所使用的多层次结构可以适应不同的网络结构，在 EOS 上统一部署可以极大地简化部署流程，提高部署效率。后期，公司提供的解决方案以其超高的扩展能力、低延迟、可编程能力和弹性而被 8 家最大的超大规模云计算企业中的 7 家应用，使得超大规模云提供商的成本结构得以优化。

公司发展壮大的核心竞争力来自于软硬一体化的优势，该优势很大程度上来源于公司的操作系统，即公司在 2004 年利用核心技术创新打造的网络操作系统 EOS (Extensible Operating System)。该系统是一个最大化的开放系统，在所有系统层次上都可以编程，因此 EOS 为客户的 IT 工作流程提供了理想平台，可同时集成第三方工具，在多供应商网络中实现最佳解决方案，进而最大程度的释放网络操作系统软件的智能化。不同于思科与 Juniper 推广自己的二层网络私有标准，Arista 始终坚持基于开放的标准，不希望通过私有技术绑定用户，让用户做痛苦的选择；还有就是必要性问题，Arista 否定私有技术能力的独特性，针对扩展性、可管理性等高性能指标，都能基于成熟标准的技术来给出解决方案。

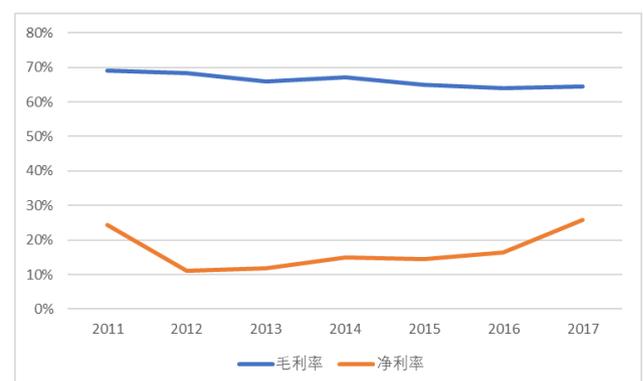
公司的产品聚焦高速 IDC 机房的云网络需求，近年来随着相关需求的爆发以及流量的增长，公司的云网络产品和技术将持续替代传统的网络技术。同时，公司云网络平台所面对的来自于数据中心云化网络升级的需求巨大，并依旧处于快速升级和应用的早期阶段。因此，公司营收和净利润自 2013 年以来都保持着高速增长。随着公司产品被越来越多的客户所采用和认可，产品的规模效应也在加速显现。

图表27: Arista 营收/净利润情况



资料来源：公司财报，方正证券研究所

图表28: Arista 盈利能力情况



资料来源：公司财报，方正证券研究所

与思科一样，Arista 的崛起是顺势而为的结果，这个势即数据中心网络架构的变革以及虚拟化技术、云计算带来的突破性应用潮流，这使得 Arista 一定程度上冲击了思科与 Juniper。不同于思科与 Juniper 推广自己的二层网络私有标准，Arista 始终坚持基于开放的标准，不希望以私有技术绑定用户，逼迫用户做出选择选择；还有就是必要性问题，Arista 否定私有技术能力的独特性，针对扩展性、可管理性高性能指标，都能基于成熟标准的技术来给出解决方案。也正因为如此，Arista 为新一代数据中心架构的变革注入了强大动力，逐步催生数通市场的格局的变化。同时，我们看到由于构架于通用芯片硬件方面，公司近年来一直保持 60% 以上的毛利率，净利率随着规模效应而逐年走高，公司的盈利能力持续增强。

#### 4 “光进铜退”大势所趋，设备商再迎产业升级契机

光通信一直以来都是人类主流通信之一，从肉眼接受可见光通信、到烽火台、信号灯等长距离通信，其本质都是利用光来传输信息。Guan 光通信即由光作为信息载体而实现的通信方式，按照传输介质的不同，可分为大气激光通信和光纤通信。大气激光通信是利用大气作为传输介质的激光通信；光纤通信是以光波作为信息载体，以光纤作为传输介质的一种通信方式。

1960 年，第一个红宝石激光器被发明从而可实现短距离大气激光通信；1966 年高锟博士发表论文奠定光纤通信基础，论文指出：光导纤维的高损耗不是其本身固有的，而是由材料中所含杂质引起的，如果降低材料中的杂质含量，便可极大地降低光纤损耗。随后，光通信在其本身优异特质以及通信容量剧增的推动下，实现了飞速发展。

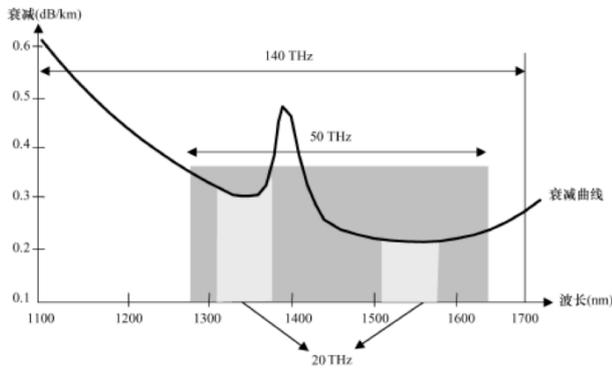
图表29： 光通信发展历史

时间	发展事件
1880 年	Alexander Graham Bell 发明了一种利用光波作为载波传输语音信息的“光电话”，它证明了利用光波作载波传递信息的可能性，是光通信历史上的第一步，是现代光通信的雏型。
1960 年	美国科学家 Theodore Harold Maiman 发明了红宝石激光器，光通信得到实质性的发展。
1966 年	英国标准电信研究所的华裔科学家高锟博士发表了一篇奠定光纤通信基础的重要论文，他指出：光导纤维的高损耗不是其本身固有的，而是由材料中所含杂质引起的，如果降低材料中的杂质含量，便可极大地降低光纤损耗。
1970 年	美国康宁玻璃公司首先制成了衰减为 20 dB/km 的低损耗石英光纤。 美国贝尔实验室、日本电气公司 NEC 和苏联先后研制成功室温下连续工作的双异质结半导体激光器。
1976 年	美国亚特兰大首次成功地进行了速率为 44.7 Mbit/s 的光纤通信系统商用试验，至 20 世纪 80 年代初，光纤通信系统已在各国大规模推广应用。
1984 年	通信用的半导体激光器研制成功，光纤通信的速率达到 144Mb/s，可传输 1920 路电话。
1992 年	光纤传输速率达到 2.5Gb/s，相当 3 万余路电话。
1996 年	各种波长的激光器研制成功，可实现多波长多通道光纤通信，即“波分复用”(WDM)技术
2000 年	利用 WDM 技术，一根光纤传输速率达到 640Gb/s

资料来源：方正证券研究所

等优点，光纤通信技术目前已成为现代通信的主要支柱之一，在现代电信网中起着重要作用。

图表30: 光纤带宽潜力



资料来源:《光纤通信原理》, 方正证券

图表31: 光纤通信技术特点



资料来源: 方正证券研究所

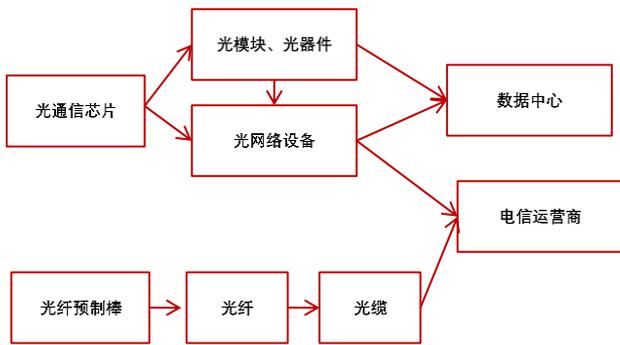
图表32: 光纤通信发展阶段

时间	阶段	关键技术
1966-1976 年	从基础研究到商业应用的开发时期。	短波长 (850nm) 低速率 (34 或 45Mb/s) 多模光纤通信系统, 无中继传输距离约为 10km。
1976-1986 年	以提高传输速率和增加传输距离为研究目标的大力推广应用的大发展时期。	光纤从多模发展到单模, 工作波长从短波长 (850nm) 发展到长波长 (1310nm 和 1550nm), 实现了工作波长为 1310nm, 传输速率为 140—565Mb/s 的单模光纤通信系统, 无中继传输距离为 50 到 100km。
1986-1996 年	以超大容量超长距离为目标, 全面深入开展新技术研究时期。	出现了 1550nm 色散位移单模光纤通信系统。采用外调制技术, 传输速率可达 2.5—10Gb/s, 无中继传输距离可达 100—150km, 实验室可以达到更高水平。
1996 年-至今	采用光放大器, 波分复用光纤通信系统的超长距离的光光子通信系统的时期。	光纤通讯系统的容量几乎以每六个月增加一倍的方式大幅跃进, 到了 2001 年时已经到达 10Tb/s 的惊人速率, 足足是 80 年代光纤通讯系统的 200 倍之多。近年来, 传输速率已经进一步增加到 14Tb/s, 每隔 160 公里才需要一个中继器。

资料来源: 方正证券研究所

光通信产业链包括光通信芯片、光模块、光器件以及光纤光缆等, 光通信的下游有电信运营商, 以及数据中心建设相关需求者。

图表33: 光通信产业链



资料来源: 方正证券研究所

图表34: 光通信产业链各环节及主要厂商

产业链环节	国内外主要厂商
光通信设备	华为、中兴、Ciena、Nokia、烽火通信、Infinera、Fujitsu、Cisco、Coriant、Adva
光器件及光模块	Finisar、Lumentum、Oclaro、NeoPhotonics、Avago、光迅科技、武汉电信器件、华工正源、深圳昂纳、日海通讯
光纤光缆	美国康宁公司、长飞光纤光缆、富通光纤光缆、亨通光电、通鼎互联、日本古河电工、烽火通信、中天科技、特发信息

资料来源: 方正证券研究所

鉴于光通信的大容量、抗干扰、损耗小等各种优异的特质, 在数据容量指数级增加的时代, 光纤通信基本上成了核心网、传输网的主流通信技术。同时, 随着接入带宽需求的不断增加, 以FTTX为代表的接入技术业逐渐成为主流。因此, “光进铜退”已经再高速进行中, 光通信设备也成为各大设备商的技术和产业发展重点。

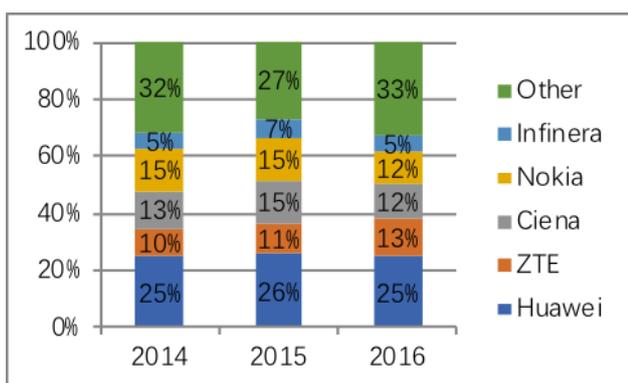
图表35: 2005-2016 全球光通信设备市场规模及预测



资料来源: Ovum, 方正证券研究所

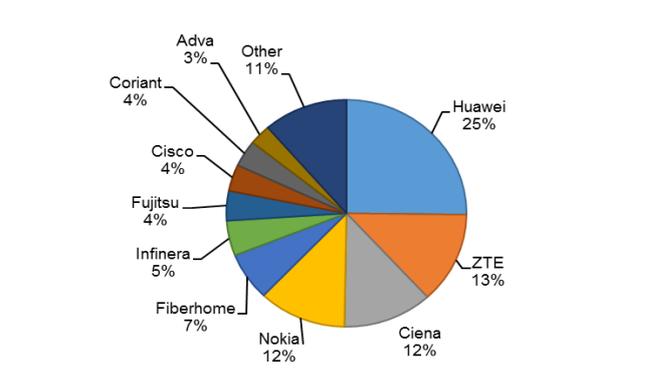
根据 Ovum 的预测, 在 2016 年以后, 光通信设备市场规模将稳定增长, 同比增速将维持在 5% 以上, 2021 年市场规模将达到 190 亿美元。

图表36: 2014-2016 年全球光通信设备商市场



资料来源: Ovum, 方正证券研究所

图表37: 2016 年全球光通信设备市场份额



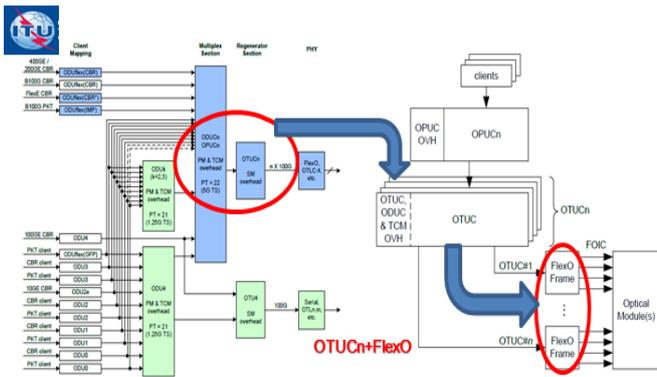
资料来源: Ovum, 方正证券研究所

从上图可以看出，光通信设备商市场分额已经相对集中，华为、中兴、诺基亚作为传统的电信设备商龙头，无疑将在光通信设备领域占据较大的市场份额。另外，我们也从上图可以看出中国光通信设备厂商的市场分额也在不断提升，从2005年全球分额10%到2016年已经占据了全球市场分额的半壁江山，且稳定上行，伴随着我国通信设备行业的整体崛起以及主流设备商（华为、中兴、烽火）纷纷转型疏通业务，并不断抢夺外资供应商分额。

在光通信的发展史中，随着无线数据、家庭宽带和专线业务的迅速发展，带宽需求不断高涨，光传输经历了技术方案和网络架构的持续演进(PDH、SDH、MSTP、WDM和OTN)——SDH较PDH系统，不仅容量提升，而且组网高效、运维方便;随着网络IP发展，SDH逐步演进到MSTP平台;而针对干线和城域核心，容量不足逐渐凸显，向WDM发展势在必行。

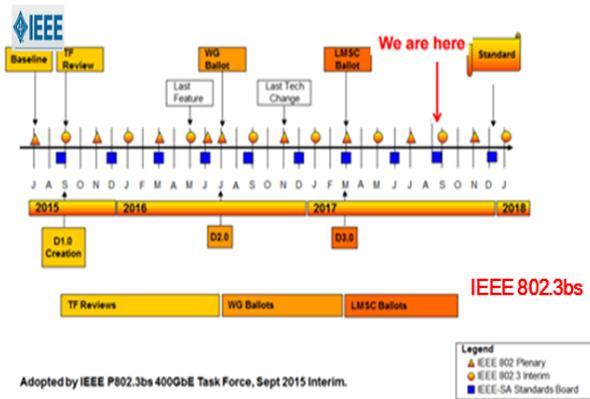
图表38: 2016及2022年移动互联网流量类别及预测

ITU-T : OTUCn+FlexO(SR)制定完成, 新型FlexO标准已启动



Source: ITU-T G.709 / G.709.1 FlexO(LR); 200G/400G FlexO.....

IEEE : 200/400GE按计划推进, 参数指标趋于稳定 (V3.3)



Source: IEEE 802.3

OIF/MSA : 400G相关标准启动, MSA组织之间竞争激烈

OIF 400G ZR MSA CFP-8/ODSP/QSP56-DD.....

CCSA : 400G WDM标准化启动, 预计年内完成制定

中国通信标准化协会 DP-16QAM/DP-8QAM/DP-QPSK.....

资料来源: 爱立信移动市场报告, 方正证券研究所

2018年初，ITU-T、IEEE、OIF、CCSA等与200G和400G等相关的标准化工作基本完成；200G和400G多样化的光模块产品逐步推出；城域流量增速将高于干线，干线和城域按需逐步引入200G和400G。

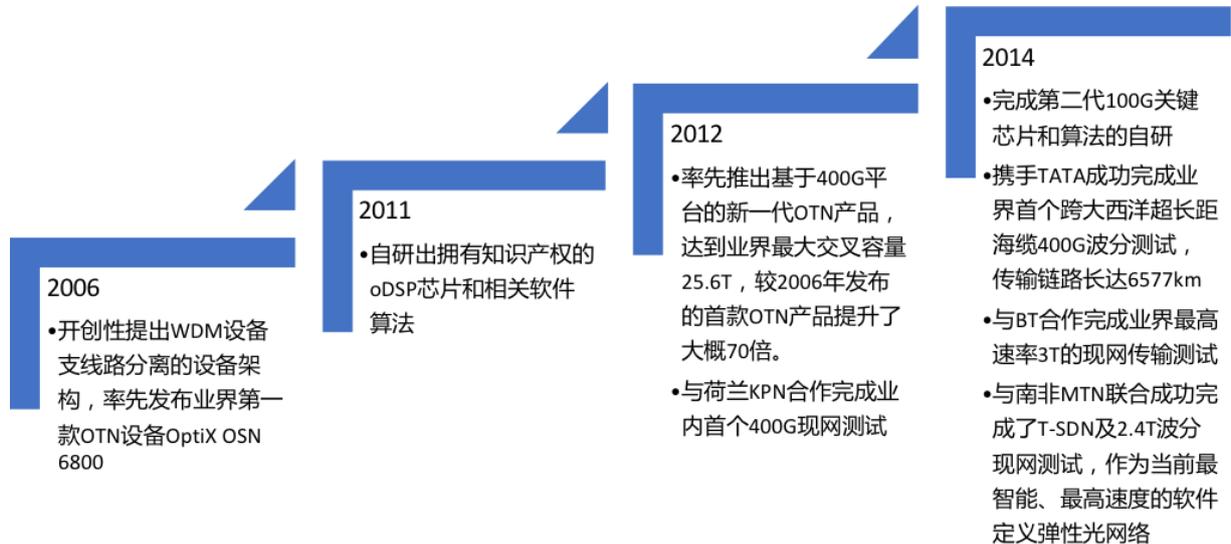
下面我们重点看下目前领先光通信设备厂商的发展历史：

华为在2006年开创性提出WDM设备支线路分离的设备架构，率先发布业界第一款OTN设备OptiX OSN 6800，引领光传输领域变革。在OTN标准领域，华为公司也早已从遵循者转变为主导者——华为积极引领ITU-T、CCSA等多个标准组织的OTN相关标准制订工作，累计提交OTN相关国际标准文稿100余篇，总体占比超过75%；华为牵头提出的ODU0、ODU2e、ODU3e2、OTU4、ODU HO/LO、ODUflex等一系列重要建议和映射规程提案都被G.709接纳。

在未来超高速线路接口技术标准领域，华为首创基于现有OTN体系架构以及100Gbps基准速率，扩展并演进到N×100G的超100G OTN体系架构，提出基准速率统一的同步间插OTUCn标准，持续引

领 OTN 超 100G 标准制定。

图表39: 华为 2006-2014 光通信发展历程



资料来源：华为，方正证券研究所

中兴通讯在 2009 年开始，面对国内三大运营商 xPON 市场的显著增长，中兴通讯凭借领先的技术实力和系列完整、成熟的产品在国内 xPON 市场竞争中继续保持领先地位，巩固了 xPON 第一品牌的地位。中兴通讯在全球首次发布并现网商用 10GEPON 产品，构建可平滑演进的 FTTx 产品理念，成为全球下一代 PON 技术与产品的最领先厂商。

同年，公司新一代光网络传输设备产业化项目进展状态良好，相继发布了 ZXCTN 系列分组承载产品、Mx20 系列波分产品，以及大容量 ASON 设备 ZXONE 5800 等多款新设备，获得全球市场的广泛认可。中兴通讯光网络市场份额持续增长，短短一年内连续超越多个竞争对手，全球光网络市场份额排名从十一位跃升至第四位，成为光网络市场强有力的竞争者。随着该项目的持续推进，2010 年还将有新产品陆续完成产业化，推向市场，预期会取得更加良好的市场效应。

2011 年 6 月，公司获得 Frost & Sullivan 2011 “最佳光传输厂商”和“最佳 IPTV 厂商”两项大奖。2012 年，400G/1T 光传输现场试验在欧洲取得重大突破。至此，公司奠定了光通信传输领域的市场领先地位。

图表40: 中兴通讯光传输发展早期情况



资料来源：中兴通讯，方正证券研究所

**诺基亚：**2012年底，诺基亚西门子 and Marlin 资本伙伴公司宣布达成协议，诺基亚西门子将向 Marlin 资本出售其光网络业务。未来这部分业务将会独立运作，并致力于成为光网络市场领先的供应商。目前，诺基亚的光传输设备产业主要来源于其 2016 年对阿尔卡特朗讯的成功收购。

从 2001 年开始，阿尔卡特是光通信行业的领导企业，连续五年在全球的光通信市场上保持第一。随着与朗讯科技的合并，目前阿尔卡特朗讯在全球光通信市场上服务于 150 个国家的 700 个大型电信运营商，市场占有率高达 25%，是第二名的两倍之多。

作为全球光网络的领导厂商，阿尔卡特朗讯始终引领着电信网络演进和发展，认为随着电信网络业务从 TDM 向 IP 的逐步转型，光传送网络必须实现大量的分组业务（以太网）传送，从而能够支持最新的多媒体业务，同时保持更高的灵活性（快速的配置和业务指配），以应对业务模式演进的不可预知性，并缩短新业务面市时间。此外，由于传统业务在目前乃至未来一段时期内仍将是运营商收入的重要来源之一，光传送网还需要兼容传统业务。

根据 Ovum 的统计数据，2007 年度阿郎再次以 24% 的市场份额领先全球光网络设备市场。2012 年，公司推出全新光业务引擎（PSE）芯片，可将现有 100G 网络容量翻倍，并将网速提升至四倍，使光网络能够支持高达 400Gbps（400G）的数据传输速率。不仅如此，它还可大幅提升 100G 网络系统的性能与经济效益，同时扩展并加速 100G 商用部署。

图表41: 诺基亚光通信发展情况

时间	发展情况
2012年	推出业界首个100G/200G 光子业务引擎PSE芯片
2015年	诺基亚宣布以156亿欧元收购阿尔卡特朗讯, 其光网络市占率为15%
2016年	推出业界首个可编程光网络PSE-2s芯片及面向100G 优化的PSE-2c芯片
2018年	1. 发布了第三代光子业务引擎芯片PSE-3, 即将在国内市面上市 2. 推出了WaveFabric系统和 WaveSuite软件: 作为打造面向业务的光网络的利器, Nokia WaveFabric系统将光网络的扩展性、敏捷性、确定性和安全性提到了新高度

资料来源: 方正证券研究所

**Ciena** 是一家 1992 年在美国成立的全球性的电信系统供应商, 包括电信设备, 电信软件, 服务 (语音/视频/数据)。广泛服务于通信提供商, 线缆运营商, 政府和企业。公司于 2009 年以 7.69 亿美元赢得对北电光纤网络及城域以太网设备 MEN 业务, 从而打造全球最大的单一光设备公司, 也顺利成为全球光网络的三强之一。

图表42: Ciena 营收情况



资料来源: Wind, 方正证券研究所

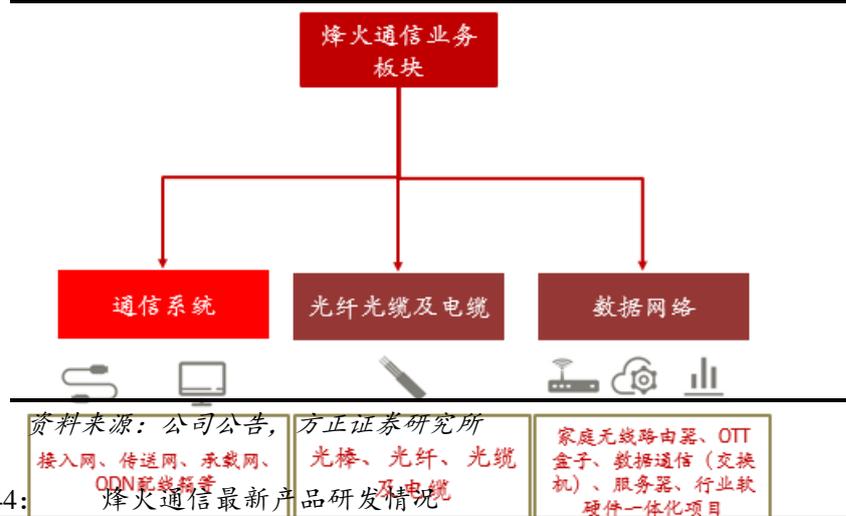
从 Ciena 的营收情况可以看出, 公司在收购北电 MAN 资产之后, 实现了营收规模的快速增长, 其后由于云计算、大数据等驱动互联网流量快速增, 公司作为光通信设备商一直都保持同比稳健增长。

**烽火通信** 成立于 1999 年, 是国内优秀的信息通信领域设备与网络解决方案提供商, 国家科技部认定的国内光通信领域唯一的“863”计划成果产业化基地、“武汉·中国光谷”龙头企业之一。公司掌握了大批光通信领域核心技术, 参与制定国家标准和行业标准 200 多项。公司是国家基础网络建设的主流供应商, 其产品类别涵盖光网络、宽带数据、光纤光缆三大系列, 光传输设备和光缆占有率居全国首位, 10 万套设备在网上稳定运行, 50 余万皮长公里光缆装备国家基础光缆干线网。目前公司通过收购南京安网进入信息安全领域, 通过参股北京志诚进入计费软件领域, 通过发起成立集成子公司进入集成领域, 通过与烽火网络的整合进入数据产品领域, 通过成立烽火国际公司来整合国际市场资源。公司承担的全球首条 80\*40GDWDM 干线在中国的成功开通标志着我国 DWDM 的商用水平已达到了世界先进水平。

公司立足光通信一个主业，拓展国际、国内运营商、信息化三大市场，逐渐向世界级卓越企业全面迈进。围绕这一战略，公司通过全资、控股、参股等数十个子公司布局多元业务领域；产品与服务覆盖 90 多个国家与地区，拥有武汉、东北、华东、西南、西北、南美、南亚、北非等产业基地。

公司业务战略已取得良好成效，逐渐从业务结构单一、产业规模有限的企业迅速成长为产业链覆盖全面、技术水平领先、制造实力强大、全球战略布局的企业。目前，公司产品覆盖范围包括光通信设备、光纤光缆、数据网络产品三大系列，其中数据网络产品收入不断增加，收入结构不断优化。

图表43: 公司主营产品



图表44:

产品	技术积累
POTN	烽火通信在传统 OTN 设备的基础上，成功开发完成能支持分组功能的新一代 POTN 设备。公司的 POTN 设备能够支持 P/O 混合组网，实现网络扁平化，能够满足 100G OTN 成熟商用的要求，并已完成 400G OTN 设备的技术储备工作。
IP RAN	烽火通信在国内较早开始 IP RAN 设备的研制工作。目前，公司已取得 Tbit 级 IP RAN 设备的入网许可证。
10G PON	10G PON 设备分为局端 OLT 和远端 ONU。从技术路线上分，又可分为 10G EPON 和 10G GPON。局端 OLT 方面，公司已实现 10G EPON 产品的规模商用，完成 10G GPON 的样机试点。远端 ONU 方面，公司已实现 10G EPON 产品的规模商用，完成 10G GPON 的样机试点。

资料来源: 烽火通信, 方正证券研究所

纵观光设备市场发展史，处于领先地位的公司例如华为、中兴、诺基亚都是通信主设备商巨头，在产品和市场方面与运营商光通信需求高度吻合，因此可以承接运营商一体化建设需求，在开拓市场的同时不断巩固自身的综合实力。另外，Ciena 作为全球单一最大的光网络设备商，由于却上在运营商主设备方面的协同，在发展方面还是可以看出明显受限，所以未能突围成为一线设备商。因此，我们看到同为光传输设备、光通信全产业链的烽火通信已经开始加速向综合 ICT 厂商转型，布局服务器、大数据和云计算领域。

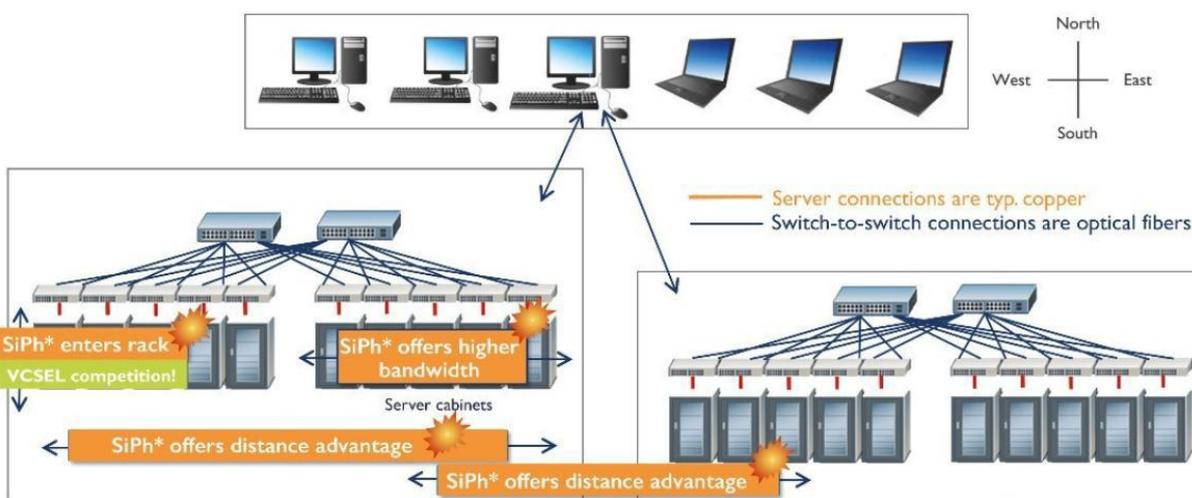
#### 4.1 硅光引领光电子产业变革，设备商领先布局抢占高地

硅光子技术，是利用 CMOS 工艺实现光子器件的集成制备，并将光器件与电子元器件集成在同一芯片上，从而实现低成本、高速率的光通信技术。硅光子器件是指以硅为材料制作而成的满足各种功能的有源或无源器件，包括探测器、调制器、光开关等器件已经相继问世，目前虽然光源和放大器还无法直接用硅材料制成，但通过异质激光器已经可以制作出可量产的光收发模块。

硅光子技术以光速传递信号，缩减了信息在器件之间的传输时间，同时芯片之间的互连速率也能够很容易提高到 40Gbit/s，这使得硅光子器件在光互联中起到了非常重要的作用。

硅光器件优势：高度集成、降低成本等。硅光子器件和传统半导体集成电路工艺有接近的地方，因此多数厂商希望通过使用 CMOS 平台来实现高度集成的生产制造进而降低成本。目前，传统光器件广泛使用的 InP 衬底因为材料生长的限制难以获得大尺寸的晶圆，相比较而言，硅衬底更容易制造较大尺寸的衬底，因而更易形成大规模生产、降低成本。此外，因为硅光器件拥有硅技术的优势，相比于传统光器件，硅光器件可嵌入更多功能、具有更低功耗和更高的可靠性。在数据中心领域，硅光未来可提供更高的带宽以及在传输距离等方面具备一定优势。

图表45： 硅光电子器件在数据中心的优势



资料来源：Yole Developement，方正证券研究所

硅光产业因为其优势和前景吸引了包括谷歌、亚马逊等互联网公司在内的众多公司参与其中，全球硅光产业链已经初具规模：从研究机构、初创公司到晶圆厂商、封测厂商已经一些大型集团公司均在从事相应的研究和开发工作。与此同时，已经有少数企业已经做出量产产品，并向市场供货。纵观硅光器件的发展历史，从 2000 年 Bookham 首次实现硅光产品的商业化到 2015 年前，仅有两家公司参与其中。直到 2016 年下半年开始，多家厂商相继发布了硅光器件产品：Intel 发布 100G PSM4 QSFP28 以及 100G CWDM4 QSFP28；2017 年初，Luxtera 出货业内首款 2x100G PSM4 硅光嵌入式光模块、Mellanox 推出 100G PSM4 硅光产品。

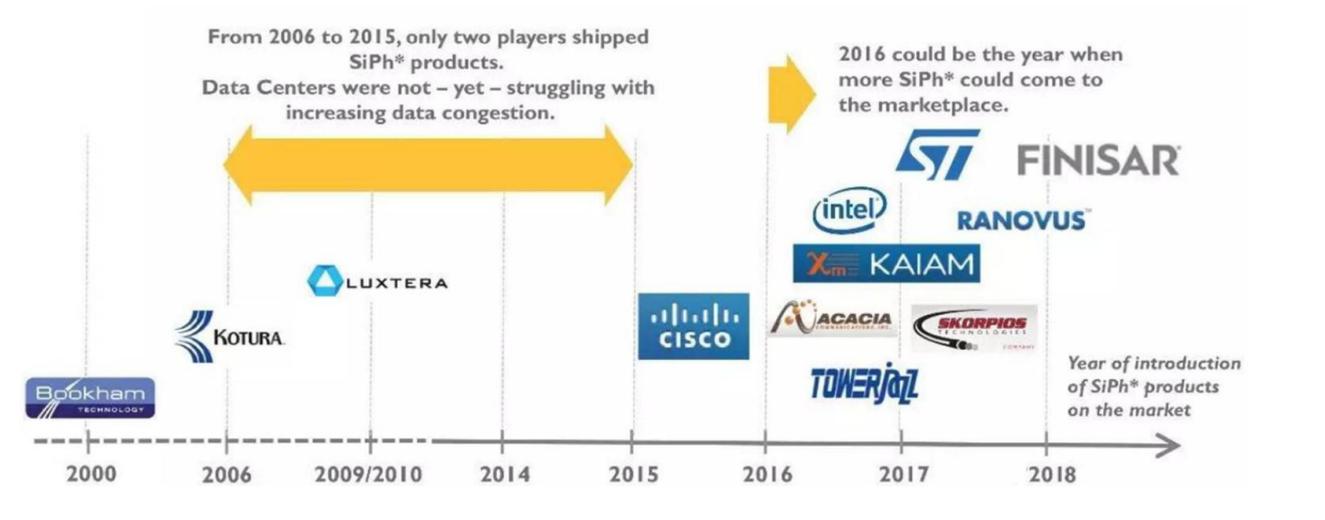
图表46: 硅光产业链主要企业



资料来源: Yole Developement, 方正证券研究所

硅光模块会在最近一两年集中量产和数据中心流量快速增长产生的高速传输需求是分不开的。目前, 硅光模块在短距离的成本相比于 VCSEL 没有优势, 长距离性能还无法满足需求。但相比于传统 100G 光模块, 硅光 PSM4 模块的封装更简单、成本更低, 并且能够满足性能需求, 在中短距离数据中心市场具备一定的竞争力, 预计 2018 年硅光模块的出货量有望逐步放量。长期来看, 未来硅光在 400G 潜在的成本优势更加明显。

图表47: 2018 年硅光产品有望在市场逐步放量

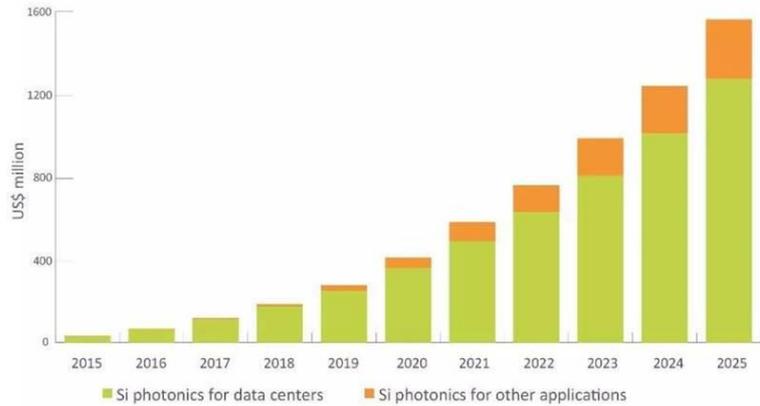


资料来源: Yole Developement, 方正证券研究所

硅光产品开始在 100G 中短距离传输崭露头角, 数通市场驱动硅光市场规模快速增长。近年来数据中心内部处理的数据量与日俱增, 传统低速率的传输方案限制了数据中心的性能, 不得不向高速率升级。但是, 采用高速率传输方案又会导致成本上升。从目前产业的发展情况看, 100G 中短距离的数据传输正好是硅光产品开始崭露头角的细分市场: 满足性能的前提下, 成本具有优势。数据中心 100G 产

品实现批量销售会进一步带动更多硅光产品的研发。

图表48： 光器件市场规模



资料来源：Yole Developpement，方正证券研究所整理

根据 Yole Developpement 的预测，硅光器件市场规模在 2025 年有望增长至 15 亿美元，2015 至 2025 年均复合增长率高达 45%，其中近 90% 用于数据中心。从未来发展趋势看，硅光在更高速率产品的成本优势会更加明显，若能在光源领域有所突破则有望进入长距离传输市场，并在数通市场的基础上进一步打开电信市场。

2015 年由爱立信牵头的 IRIS 项目已研制出硅光子交换机，在一块芯片上容纳成千上万的电路，IRIS 项目由爱立信与欧洲委员会联合创建，旨在利用硅光子技术，创建大容量和可重构 WDM 光交换机，实现在单个芯片上整体集成电路。该类芯片可通过集成大量功能，如高速传输、交换、以及在同一芯片实现互联互通等，帮助网络运营商提升网络性能，增加节点容量，满足未来 5G 网络和云计算的需求。另外，继 2012 年 2 月思科收购硅(CMOS)光子技术公司 Lightwire 后，2013 年 8 月 6 日，华为完成对比利时硅光技术开发商 Caliopa 公司的并购，华为将 100% 持有 Caliopa 所有权。本次收购是华为加大在欧洲研发实力的投入，特别是基于光子技术解决方案的硅光子学领域。

综上，我们认为光通信技术由于其超高带宽、抗干扰、损耗小等优势已经成为现代信息的核心承载，因此也成为各大电信设备商的兵家必争之地。我国光通信设备产业虽然起步较晚，但是凭借中兴、华为、烽火等强势厂商的异军突起在全球光设备市场占据越来越重要的地位，所占市场份额也在稳定增加。一方面，由于我国信息基础网络的快速建设给了本土厂商全球最大的市场，另一方面，几大龙头厂商也积极投入研发紧抓中国过去一段时间的工程师红利和成本优势，实现了对国外领先厂商的追赶。

另外，我们看到光通信设备厂商开始越来越多的经行垂直化研发和发展，例如：华为海思半导体已掌握光网络领域的核心芯片技术，并开始处于领先地位。同时，几家巨头积极利用资本优势通过收购等方式快速布局硅光领域，以期未来保持领先优势。我们认为，经过了中兴被美国禁运等一系列事件之后，各大光通信设备商势必将更加注意供货安全

## 5 移动通信全面普及，1G-5G 波澜壮阔

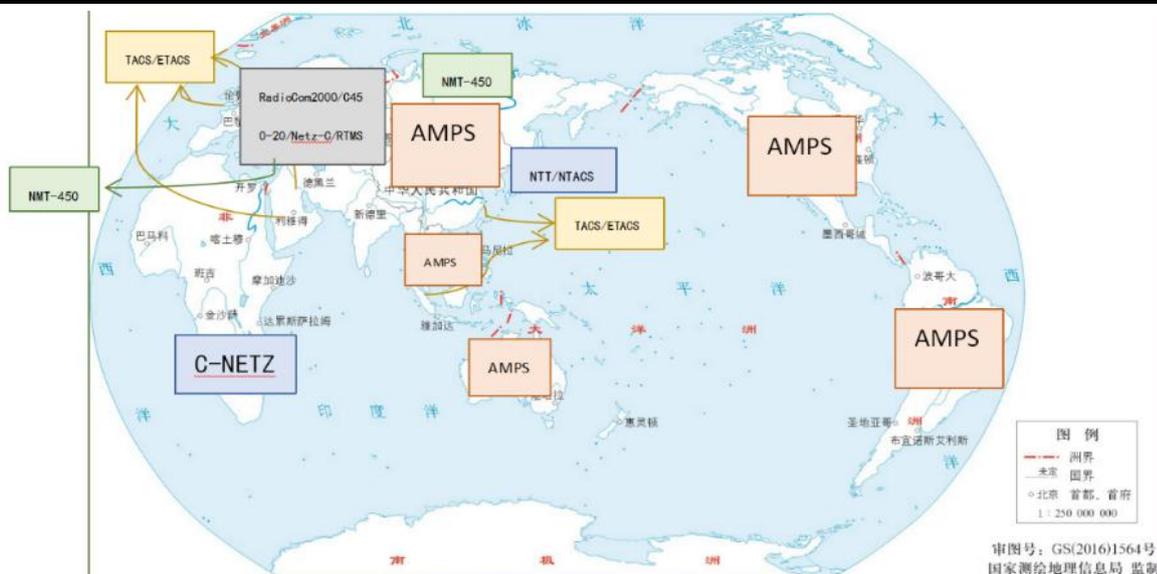
### 5.1 1G 时代，无线通信开始大众市场扩展

1G 往往被称为移动通信语音时代，早期移动通信设备技术有限，往往只针对一些特别的客户群体提供服务，诸如：军队、一些特定政府部门和一些特殊产业比如伐木业和建筑业的工人。在上世纪 60 到 70 年代，这些移动通信设备依然笨重并存在地理上的局限性，往往需要装载在货车或者卡车上进行移动。这些移动通信设备也无法做到大批量的生产，且单个设备覆盖距离有限。

二战之后，大部分国家都对各自国家的通信企业进行国有化，通信产业主要由政府的 PPT (Post、Telegraphy and Telephony) 部门所主导，这个时代也被称为“PPT 时代”。而无线通信市场则由政府主导的少数无线通信商或者大公司垄断。这个阶段各无线通信商和国家政府各自为营，导致世界无线通信产业并未指定一个统一的标准，产业发展因此受限。

1G 时代最大的特点是启用了模拟蜂窝组网。1946 年，美国的 AT&T 公司首次提出“蜂窝组网”的概念，随后推出第一款“蜂窝移动通信设备”。在未采用模拟蜂窝组网之前，只有少数频段适于传递信息，因此在单个时间段内只能传递有限的信息。但是在蜂窝组网框架下，由于在不同的单元也可以使用同样的频率而不会互相干扰，同时可以传递的信息量大增。1G 采用模拟蜂窝组网是真正的移动通信时代开始的标志。随着模拟蜂窝组网的引进，1G 移动通信技术在 1980 年代开始向全球渗透。

图表49： 1G 全球标准



资料来源：InfoSci-ONDemand\_Chapter5, 方正证券研究所

通信标准的不统一依然困扰着 1G 时代的世界移动通信产业的发展。在美国普遍适用的是由 AT&T 主导的 AMPS 规则。AMPS 规则同样也被用在加拿大，南美洲（包括巴西，阿根廷等国家），中国（包括香港），文莱，马来西亚，菲律宾，墨西哥，新西兰，澳大利亚，哈萨克斯坦，巴基斯坦，俄罗斯，新加坡（部分），韩国，蒙古和越南。而 TACS (Total Access Communication System) 和 ETACS (Extended

Total Access Communication System) 则被英国, 阿拉伯联合酋长国, 科威特, 中国澳门, 巴林岛, 马耳他和新加坡(部分)所接受。NMT-450 (Nordic Mobile Telephone-450) 则是广泛覆盖了澳大利亚(部分), 比利时、捷克、丹麦、芬兰、法国、德国、匈牙利、波兰、俄罗斯(部分)、西班牙、瑞典、泰国、土耳其和乌克兰。NMT-900 (Nordic Mobile Telephone-900) 则是普遍适用于丹麦、芬兰、法国、格陵兰、荷兰、挪威和瑞士。而德国, 葡萄牙和南非往往使用 C-NETZ (C Network; 德语)移动通信规则。除了 NMT-450, 法国还使用 Radiocom2000。意大利使用 RTMS (Radio Telephone Mobile System)。而日本则使用 NTT (Nippon Telephone and Telegraph)和 NTACS (Narrowband Total Access Communications System)。

在通信规则标准化的过程中, 技术层面也不断有所突破。北欧国家的通信系统逐渐从需要人工转接的通信系统 Manninen 过渡到无需人工转接的自动化系统 Autoradiopuhelin。同时, 全球各通信设备商也纷纷参与到 NMT 标准系统的建设中。比如摩托罗拉、爱立信、日本电气公司参与了 NMT 标准系统中 MTX 交换系统建设环节。诺基亚、Magnetic、三菱、日本电气公司、TeKeDe 和塔迪兰则是参与了基站系统的建设。摩托罗拉、Sonab、AP Radiotelefon、SRA、Storno、日本松下公司、Salora、三菱和日本电气公司参与了移动设备的生产环节。

图表50: 各制造商参与建设 NMT 标准移动通信系统名单

系统	参与建设的制造商
交换系统 (MTX)	爱立信; 摩托罗拉; 日本电气公司
基站系统	诺基亚; Magnetic; 三菱; 日本电气公司; TeKeDe; 塔迪兰
移动设备	摩托罗拉; Sonab; AP Radiotelefon; SRA; Storno; 日本松下公司; Salora; 三菱; 日本电气公司

资料来源: InfoSci-ONDemand\_Chapter5, 方正证券研究所

1G 时代作为移动通信的拓荒时代, 虽然没用形成全球实质的统一通信标准, 但是各个国家和地区对统一通信标准的重要性已经有了较强的共识, 移动通信设备巨头例如爱立信、诺基亚、摩托罗拉等等也纷纷加入了地区标准指定的行列, 极大地推进了后期移动通信标准的统一。

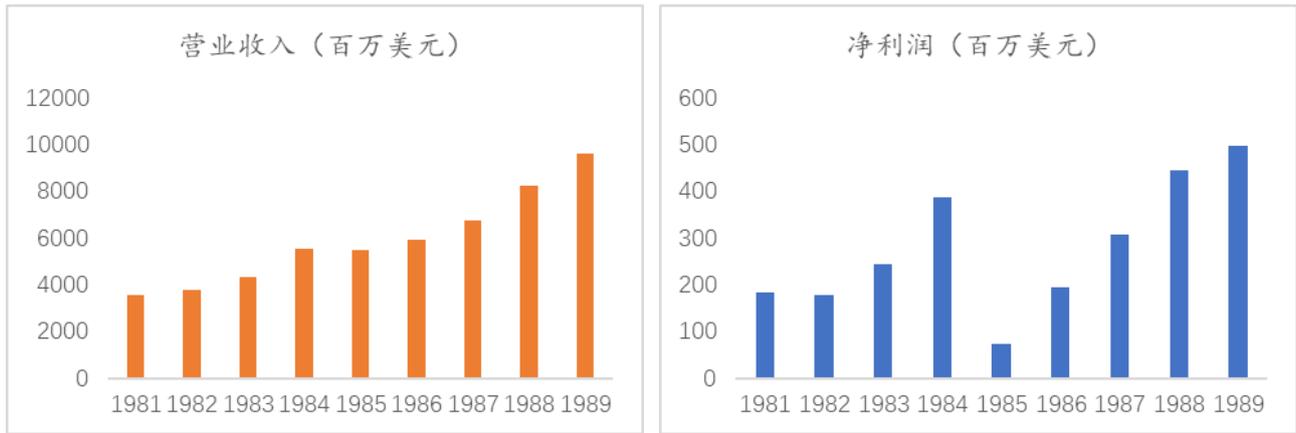
图表51: 1G时代设备商早期格局

公司	成立时间	国家	营业范围	核心竞争力
摩托罗拉	1928	美国	步话机（便携式蜂窝无线电话）	发明第一个移动通信设备，有先发优势  发迹于为军方提供军用设备，和美国军方关系密切
诺基亚	1865 成立； 1960 年后开始是专注电信业务	芬兰	早期曾是木浆厂和橡胶厂，1960 年后专注与电信业务，主要专注于移动手机业务。	研发能力虽然没有摩托罗拉和爱立信强，但是聚焦资源，专注移动通信手机业务，曾连续10+年在手机销售市场独占龙头地位。  积极参与 GSM 系统的建设和普及，在 GSM 系统崛起的同时也借势扩张自己的业务，最终在1998 年超过摩托罗拉成为最大的手机生产商。
NEC(日本电气)	1898	日本	交换机；传真设备；电脑；卫星业务；	凭借身处日本的地缘优势，无需和美国的摩托罗拉和欧洲的诺基亚和爱立信正面交锋。  积极参与 GSM 系统的建设
爱立信	1876	瑞典	移动通信设备；交换机	凭借瑞典在北欧国家独特的地位，最早参与了 NMT 规则的制定，加之积极参与 GSM 系统的建设，成为全球领先设备商。  擅长和国家政府打交道，尤其在欧洲国家建设 NMT 新规则和新系统时，政府倾向于将工程交给爱立信。

资料来源：方正证券研究所

在设备商的市场拓展方面，如前所述，作为移动电话的发明者，摩托罗拉几乎垄断了模拟通信时代的移动终端市场，市场份额超过70%，在运营商网络建设市场与 AT&T 平分秋色。在上世纪 70 年代，摩托罗拉凭借先发优势和技术实力一直是保持移动通信市场的龙头地位。在 60 年代到 90 年代，摩托罗拉不仅在绝对收入上领先于其他设备商，而且增长率几乎都在两位数，发展势头迅猛。

图表52: 摩托罗拉营收净利润情况(1981-1989)



资料来源: 公司年报, 方正证券研究所

当时, 诺基亚手机生产才刚刚起步, 主要市场仍局限在芬兰。爱立信经营多年, 二战后公司业务逐渐扩展至交换机、运营商网络建设等领域。更是凭借瑞典在北欧各国通信标准制定方面独特的领导地位成为欧洲最大通信设备商, 但是技术标准依然长期受制于美国。

诺基亚与爱立信的崛起都始于 90 年代以后, 当数字通信技术标准话语权由美国向欧洲的转移, 也就是所谓的 GSM 系统崛起时, 这两家欧洲厂商终于一改往日被美国通信设备商压制的局势, 开始掌握主动权。直到上世纪 80 年代, 爱立信开始凭借 GSM 成为移动通信设备商的领头羊。

诺基亚方面, 受益于欧洲电信市场的发展, 其在 1960 年后开始专注电信业务。虽然在移动通信业务诺基亚发展得比摩托罗拉和爱立信都晚, 但是由于战略调整得当, 集中有限的研发资源专注于发展移动手机业务, 因此在 1998 年诺基亚超过摩托罗拉成为全球最大的手机生产商。

日本方面, NEC 在日本国内市场是当之无愧的龙头。但是在 1G 时代, 从全球通信产业看, 掌握通信技术话语权的还是欧美国家的通信设备商。NEC 虽然积极参与 NMT 规则的指定和相关设备基站的建设, 但是由于没有爱立信的政府关系和诺基亚的地缘优势, 在 1G 时代始终稳健发展, 但是难以突破欧美国家从制定通信规则这一层面传导的压制。

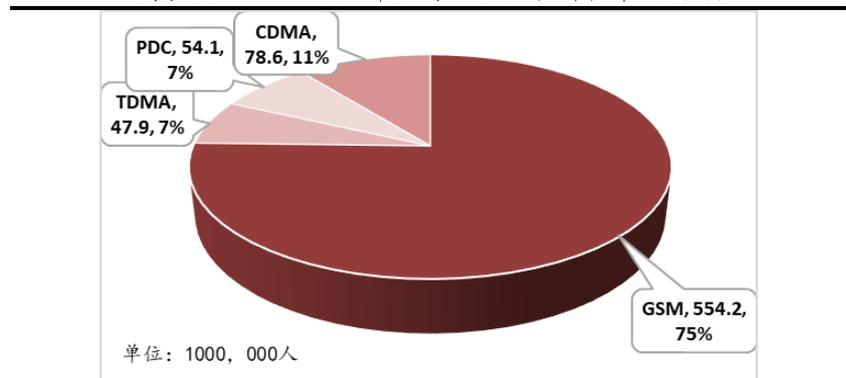
1G 时代作为整个大规模移动通信的拓荒时代, 虽然并未形成全球统一的通信标准, 但是极大地推广了移动通信的应用, 培养了用户习惯, 也开始贯彻蜂窝通信这一基础通信理念。方便快捷的移动通信开始越来越多的渗透到生产生活中, 并极大地提高了人与人之间的沟通效率, 逐渐成本为不可获取的通信方式。在产业端, 1G 时代大家已经逐步认识了通信标准的重要性, 也开始以国家、地区的建设为着力点开启标准之争, 而国家力量在标准之争的过程中也开始越来越多的走到了台前, 一方面扶持自己国家的设备商公司, 另一方面联合其他国家推动标准的落地, 从而形成更大范围的标准, 通过规模效应带动无线通信产业的快速发展, 并构筑领先实力。

## 5.2 从模拟到数字通信，GSM 成 2G 时代全球通信标准

由于 1G 采用的是模拟通信技术，使得该通信系统的容量十分有限，其通话质量差、通话安全性弱、信号不稳定和设备成本高体积大等问题也日益突出。而且，受传输带宽的限制和不同国家通信系统的混杂，国际漫游成为一个突出的问题。

21 世纪到来之前，通信技术完成了由模拟通信向数字通信的过度，第二代 (2G) 数字蜂窝系统构成了当今部署的大部分蜂窝通信基础设施。2G 通信技术大致可以分为两种，一种是欧洲电信标准协会基于 TDMA (时分多址) 主持开发的 GSM (Global System of Mobile Communication, 全球移动通信系统)，另一种则是美国高通公司投入研发的 CDMA (码分多址) 蜂窝通信系统。

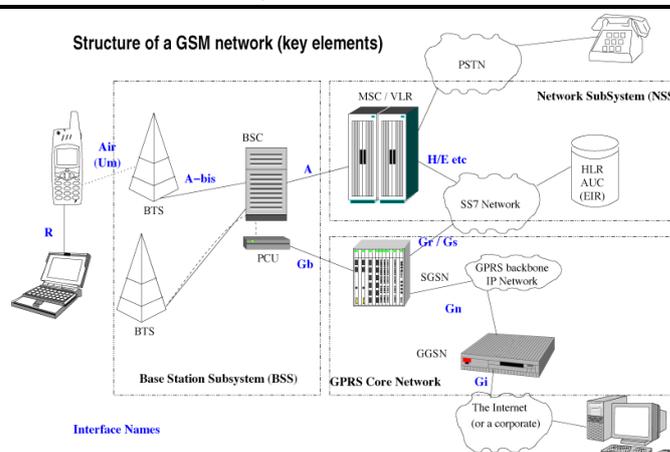
图表 53: 2002 年全球 2G 技术所占市场份额



资料来源: eTutorials, 方正证券研究所

GSM 系统在无线接口上采用时分复用技术 (TDMA)，语音或数据信号采用高斯最小频移键控 (GMSK) 方式进行调制。信道编码主要采用卷积码。每个 GSM 载频的带宽为 200KHz，在时间上以 4.615ms (更准确的说是 60/13ms) 为一帧，每一帧又顺序划分为 8 个时隙。时隙是 GSM 无线接口上资源的最小单位。作为 GSM 系统数据传输性能提升的 EDGE 系统，调制方式采用了效率更高的 8 进制相移键控 (8PSK)。开发中的 EDGE 演进技术则将采用 32 或 16 进制正交幅度调制 (32 或 16QAM)，每载频的数据传输能力可接近 1Mbps。

图表 54: GSM 网络结构



资料来源: Wikipedia, 方正证券研究所

为适应各国无线电频率分配的不同情况，GSM 系统可以在多个不同的频段工作。最初的 GSM 标准定义了 900MHz，1800MHz，和 1900MHz 频段。此后又补充了 850MHz 和 450MHz，以适合部分地区的需求。世界大部分地区采用 900M 和 1800M 频段。美洲的一些运营商使用 850M 和 1900M 频段。400—450M 频段则仅局限于北欧国家的运营商。此外，欧盟为铁路调度通信需要以 GSM 为基础制定的 GSM-R 系统，它的工作频率也在 900M 频段。GSM 上下行信号为频分双工，上下行信号采用不同的频率，但对于不同的频点，上下行频率之间保持固定的间隔。

GSM 系统的推出，标志着全球移动通信使用方式的重大转变，也推动了手机从奢侈品向必需品的过渡，并通过高效利用手机的空中接口和大量部署基础设施组件帮助降低用户成本。2002 年 GSM 蜂窝系统的用户数量占全球 2G 用户数量的 75%，这一数据也有效地说明 GSM 系统被广泛认可和使用，而其通用性标准和大规模的生产，实现了国际漫游功能并降低了手机和基础设施组件的成本。

GSM 全球推广一举奠定了爱立信、诺基亚在无线移动通信设备方面的全球龙头地位。1991 年，爱立信和诺基亚共同开发用于欧洲的 GSM 移动电话系统，当年爱立信在移动电话市场的占有率超过 40%，占移动电话市场的 6%。20 世纪 90 年代爱立信在数字移动电话和数字移动系统领域始终处于世界领先地位。在欧洲，第一批由爱立信研发生产的 GSM 系统于 1991 年 6 月在北欧国家和德国交付。在美国和日本，爱立信的数字时分多址（TDMA）技术在这一年取得了技术和商业上的成功。1992 年，公司开始经行符合美国标准且在数字网络/模拟网络中都能有效运行的移动电话。同年，公司推出了第一款 GSM 电话，也是当时全球最小的数字移动通信电话机，并开始为北美、欧洲、亚洲的运营商大规模配备数字移动电话。

1995 年爱立信加强了在手机市场的地位：在数字移动电话市场上，占据 20% 的市场份额，与其主要竞争对手诺基亚和摩托罗拉的份额大致相当；作为移动电话系统领域的全球领导者，该公司的全球市场份额超过 40%。GSM 系统中，爱立信的市场份额接近 50%。1998 年爱立信在移动电话市场、无线数据传输中排名第一；是最大的有线语音电话公司之一和无线数据传输领域的两大领导者之一。

1999 年，爱立信凭借超过 30% 的市场份额，主导了移动通信系统市场；占据无线宽带接入系统 30% 的市场份额；世界上 40% 的用户都与爱立信系统连接。同时，公司获得全球 50% 的 GPRS 订单；并凭借“axe”系统成为世界上固定电信的最大安装基地。至 2000 年，爱立信公司占领了 50% 的 GPRS（2.5G）市场，持续领跑 2G 移动系统和有线移动市场：爱立信的有线移动占 35% 的市场份额。公司在手机生产厂商中保持了世界第三的位置；推出 WCDMA 和 CDMA 2000 系统的产品组合；以及包括“IP v6”和“VOICE OVER IP OVER WCDMA”在内的新的数据和网络协议。

图表55: 1995~2000年爱立信与诺基亚优势产品与技术分布

	爱立信	市场份额	诺基亚	市场份额
1995	数字移动电话制造	20%	数字移动电话制造	> 20%，欧洲第一，世界第二大制造商
	移动电话系统	> 40%		
	GSM 系统	50%		
	窄带交易	12%		
1996	数字移动电话制造	世界前三，北美第一	数字移动电话制造	世界第一
			GSM 系统和 DCS 1800 系统	世界领先
			DSH 系统	市场发展良好
			21 英寸多媒体显示器 (Multigraph 445Xavc)	美国和欧洲市场份额上升
1997	移动电话系统	40%	数字移动电话制造	21%
	MINILINK (微波链路)	30%	GSM 系统	30%
	DECT 系统 (无绳业务通信)	世界第一		
1998	数字移动电话制造	世界第一	数字移动电话制造	世界第一
	无线语音电话	世界第二		
	有线语音电话	世界第五		
1999	移动电话系统	> 30%	数字移动电话制造	世界第一
	无线宽带接入系统	30%	HSCSD & GPRS	市场地位强大
	GPRS (2.5G)	50%	DSL 技术	市场地位良好
2000	GPRS (2.5G)	50%	VPN	44%
	有线移动发动机	35%	数字移动电话制造	32%，世界第一
	数字移动电话制造	世界第三		

资料来源：诺基亚、爱立信公告，方正证券研究所

诺基亚作为 GSM 手机的领先供应商，拥有广泛的产品和市场上先进的无线数据解决方案。1995 年，诺基亚成为欧洲第一、世界第二大移动电话制造商；1997 年，世界移动电话市场占有率超过 21%，在 GSM 中的市场份额上升至 30%，并成为欧洲最大的 GSM 基站供应商。在移动基础设施领域，诺基亚是 GSM 1800 的全球领导者，也是 GSM 900 解决方案的两大供应商之一。

诺基亚在 GSM 技术的开发和全球推广方面发挥了关键作用，并在 GSM 标准下的手机，基础设施和数据中处于多个“第一”的领先地位。到 1999 年诺基亚公司的商品净销售额已经达到 199.3 亿美元。2000 年，诺基亚在高端虚拟专用网络 (VPN) 硬件市场占有率 44% 的市场份额，移动电话市场占有率增长至 32%。

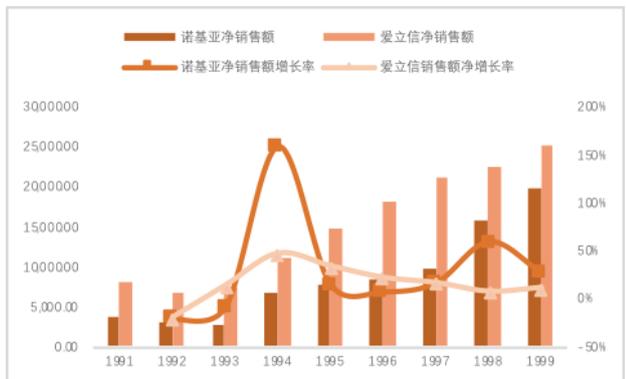
图表56: 诺基亚 GSM 发展历史

1989 年	第一个 GSM 网络订单
1991 年	第一个 GSM 移动电话网络; 第一个 DCS/GSM 1800 订单
1992 年	第一家开始大规模 GSM 电话制作的公司
1993 年	第一个将短信息服务中心投入商业用途; 第一个建立基于 GSM1800 的个人通信网络
1994 年	第一家提供 GSM 数据产品的公司
1995 年	美国市场上首个 PCS / GSM1900 订单
1997 年	第一个 GSM 双频基站; 第一款 GSM 1900/AMPS 手机: 诺基亚 6190

资料来源: 诺基亚, 方正证券研究所

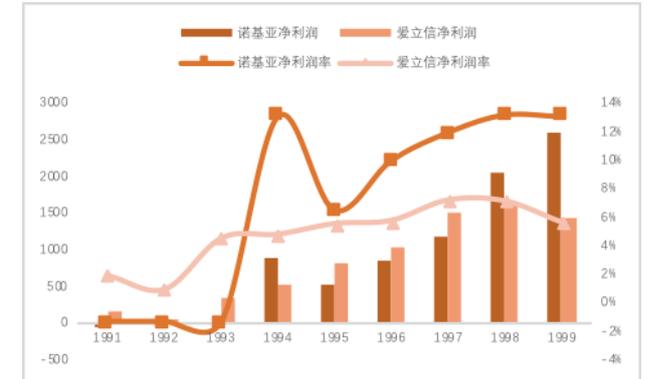
就诺基亚与爱立信的销售额与盈利能力而言, 1991 至 1999 年间, 爱立信销售额均高于诺基亚, 增长幅度也较为稳定; 但后期两者的净销售额的差异在逐渐缩小。诺基亚公司在销售额上的追赶也反应在了盈利能力上, 1998-1999 年, 诺基亚的净利润实现连续超越爱立信, 并且从 1994 年开始, 诺基亚的净利润率就一直领先于爱立信。

图表57: Nokia、Ericsson 销售情况(百万美元)



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

图表58: Nokia、Ericsson 盈利情况(百万美元)



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

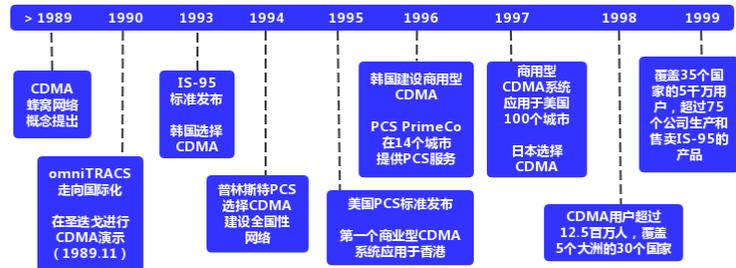
我们认为, 2G 时代欧洲两大厂商诺基亚、爱立信积极配合欧洲国家和地区研发和推广 GSM 成为全球实际意义上第一个数字移动通信标准, 从而也建立了自身在技术和产品方面的双线优势。同时, 爱立信和诺基亚早期都采用终端和系统双向突破的策略, 因此在 GSM 时代极大地享受手机日益普及带来的巨大利益。反观 Motorola, 由于其在模拟移动通信时代的垄断地位, Motorola 没有参与 GSM 的研发, 而是一意孤行与高通推动 CDMA 的发展, 从而错失了 GSM 带来的移动通信全球化的发展机会, 并因为发展“铱星计划”失败带来了沉重经营包袱。因此, 我们通过对比可以明显发现通信标准之于设备商的重要程度, 参与标准的制定并获取更高的技术和专利占比将帮助设备商在标准落地建设在全球获得发展先机。

### 5.2.1 美国推动 CDMA 与 GSM 分庭抗争, 高通强势崛起

CDMA (码分多址) 技术开发于第二次世界大战期间, 主要是为研究源于数据 48 研究创造价值

防止纳粹部队干扰美军无线电信号。1993年，美国高通公司发布了第一个CDMA标准：IS-95，两年后，CDMA技术在香港和美国大部分地区投入商业化使用；1997年CDMA网络试验在中国一些省会城市展开；截至2004年，CDMA商业化网络已经普及于40多个国家和地区，拥有全球接近20%的使用者。

图表59： 1989-1998 CDMA 发展历程



资料来源：Qualcomm，方正证券研究所

与GSM不同，CDMA允许用户访问整个频段，从而使更多用户在任何时间都能连接通信。它还通过伪随机化数字序列对每个用户的个人对话进行编码，这意味着语音数据的保密性更高：只有参与电话通讯的人才能接收数据。CDMA网络可以容纳更多的用户，这意味着它的通信容量大于GSM。此外，CDMA是所有3G通信网络的基础：它不仅适用于CDMA运营商，还适用于GSM运营商。

图表60： 2G时代 GSM 与 CDMA 差异比较

	GSM	IS-95 (CDMA one)
技术	TDMA 和 FDMA	CDMA
编码	数字电话	数字电话
第一次使用	1991年	1995年
漫游地区	除日本和韩国外的所有国家	有限的
手机交互	SIM卡	无
共同干扰	部分电子设备	无
信号质量/覆盖区域	在850/900 MHz的室内覆盖良好。35米限制。	无限单元尺寸；低发射功率以保证较大单元尺寸。
频率利用率/呼叫密度	0.2 MHz = 8个时隙。每个时隙通过交错最多可容纳2个呼叫。	< 1.228 MHz = 3Mbit/s
切换	硬切换	软切换
同时处理语音与数据	允许	不允许

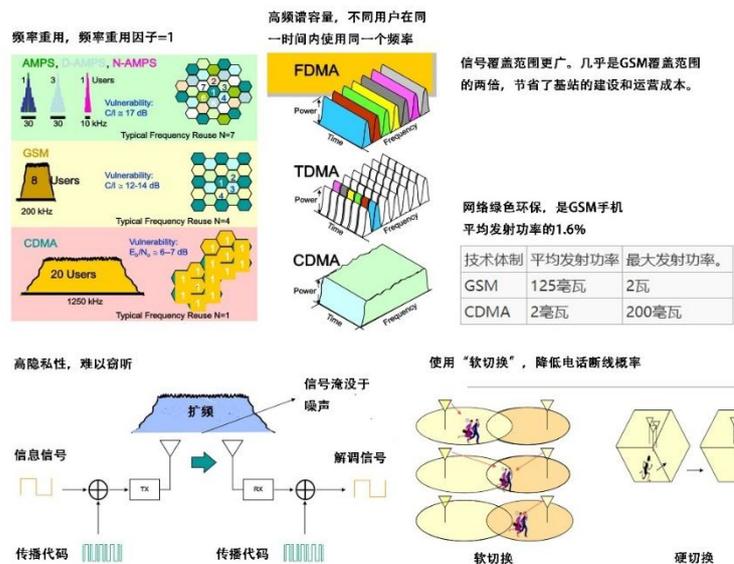
资料来源：方正证券研究所

CDMA 具有的独特有数使其成为一个具有成本效益和高品质的无线解决方案。首先，其强大的频率重用功能使 CDMA 网络中的每个基地收发机站 (BTS) 可以使用所有可用的频率。相邻的 BTS 可以以相同的频率进行传输，其频率重用因子是 1。CDMA 的这种特性减少了所需的频率规划，允许接纳更多的使用者。另外，CDMA 信号覆盖范围更广。几乎是 GSM 覆盖范围的两倍，因此节省了建设和运营成本。iii) 高频谱容量，是 AMPS (类比式移动电话系统, Advanced Mobile Phone System) 的 8-10 倍, GSM 容量的 4-6 倍。这是因为 CDMA 利用频率的方式与 FDMA 和 TDMA 都不相同：在 FDMA 系统中，不同的用户将使用不同的频率；TDMA 系统中，不同的用户使用一个频率的不同时隙；而 CDMA 是让不同用户在同一时间内使用同一个频率。

在安全性方面，CDMA 提供高隐私性，难以窃听。由于信息信号经过扩频调制后频谱被扩展，信号的功率谱密度随之降低，接收端接收到的信号谱密度比接收机噪声低，即信号完全淹没在噪声中，所以对其它同频段电台的接收不会形成干扰，信号也就不容易被发现。

CDMA 使用“软切换”，降低了电话断线的概率。切换是在手机移动的情况下能够继续拨打电话的必要条件。软切换是指在不中断与原基站的连通的情况下与新的基站连通，再与原基站断开连接，即“先通后断”；而其他通信系统使用的是“硬切换”，先中断与原基站的连接，再与新基站建立连接，即“先断后通”，通常会导致通话短暂中断。最后，CDMA 主打绿色、环保、健康，完美的电源控制和语音激活使手机平均发射功率较低，产生的辐射较少 CDMA 手机可以说是名副其实的绿色手机，它发射功率极小(2mw)，相当 GSM 手机(功率为 125mw)的 1/60，甚至低于电视屏幕产生的辐射功率。

图表 61: CDMA 相较于其他通信系统的优势

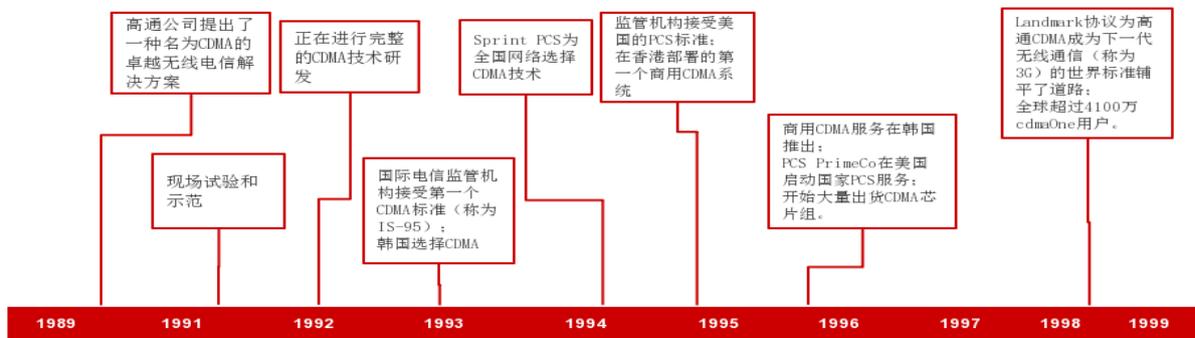


资料来源：ZTE University, 方正证券研究所

高通公司意识到 CDMA 技术的发展潜力，试图利用 CDMA 的优越性在 2G 数字蜂窝系统中与 GSM 分庭抗礼。1993 年 2 月，高通公

司展示了基于 CDMA 的基本分组数据 (TCP/IP) 服务, 并成为移动互联网连接的早期倡导者。同年 3 月, 高通公司推出业界首款双模 CDMA-AMPS 手机, CD-7000 是高通公司设计的一系列 CDMA 手机中的第一款。1993 年 7 月, 美国电信行业协会采用 CDMA 作为蜂窝标准, 验证了高通公司的业务模式, 并为这一先进的数字无线技术在全球范围的扩张打开了大门。1995 年 3 月, 加拿大政府与高通合作, 为 CDMA 数字蜂窝和个人通信服务 (PCS) 网络提供网络基础设施。1996 年, 高通联合美国威瑞森无线 (Primeco), 韩国 SK 电讯和西班牙电信公司推出第一个商用 CDMA 通信系统。到 1996 年底, 全球有超过 100 万的 CDMA 用户。1998 年 9 月, 高通推出了全球首款 CDMA 智能手机, 它最大限度地提高了 CDMA 无线数据能力, 使用户不仅可以进行语音通话, 还可以通过一台设备跟踪约会, 编辑联系信息, 发送和接收电子邮件以及浏览互联网。

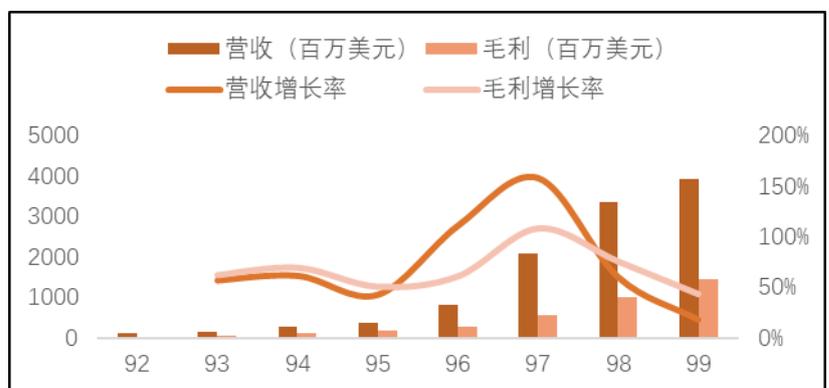
图表62: 高通 1989-1999 CDMA 技术发展概况



资料来源: 高通公司官网, 方正证券研究所

随着 CDMA 在北美以及全世界范围内的逐步推广, 高通的技术研发开始步入收获期。公司 1998 财年的收入约为 33 亿美元, 比 1997 财年增长 65%, 1998 财年第四季度的通信系统收入为 8.02 亿美元; 超过 700 万部 CDMA 手机的出货量从 1997 财年到 1998 财年翻了一番。这意味着 CDMA 手机, 专用集成电路 (ASIC) 和基础设施设备的销售额都在持续增长。

图表63: 高通 1992-1999 收入与毛利率 (百万美元)



资料来源: 高通官网, 方正证券研究所

高通 1992-1999 年收入与利润的变化趋势, 也完全符合 CDMA 技术研究源于数据 51 研究创造价值

术从无到有、从市场中的弱势地位到逐渐辉煌的过程。早在 1996 年，公司已经积累了足够的专利并主导开始大规模制造基于 CDMA 技术的基站设备、用户设备、ASIC 等设备，并开始联合电信设备制造商通过专利授权、提供融资等方式推进 CDMA 技术的应用和推广。

图表64： 高通商业模式

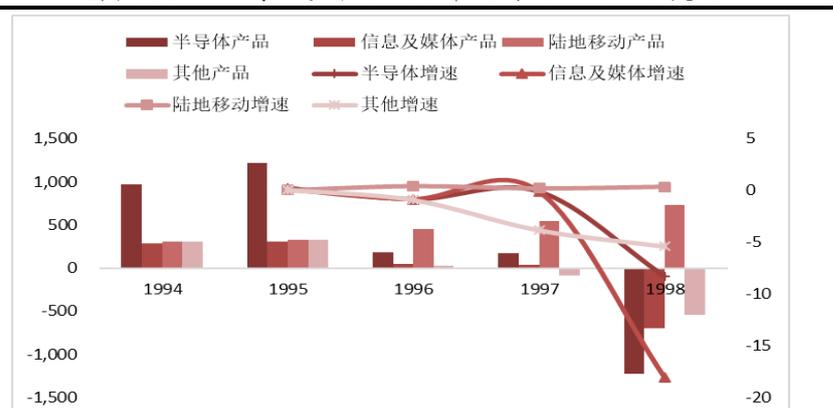


资料来源：MBA 智库，方正证券研究所

在商业模式方面，公司确定了以技术为主导，通过专利许可、芯片销售等方式，一方面帮助合作设备商降低研发成本，加快成品的研发制造，另一方面，通过交叉授权降低相关的知识纠纷从而降低专利成本，快速推动 CDMA 技术的普及。同时，高通持续投入巨资进行研发、战略收购，通过专利保护创新，然后将新技术集成到晶元并通过广泛许可知识产权扩大市场中参与厂商的数量，实现技术的商用。

而同样作为 CDMA 技术拥护者和标准推动者的摩托罗拉，却在 2G 时代逐渐掉队。一方面，公司起步较晚，从 1995 年才开始着手准备研发数字移动通信产品从而错失了数字移动通信发展的黄金时期。同年 9 月，由于缺少数字网络中的关键程控交换技术，导致丢失了美国威瑞森的全美 CDMA 网络覆盖建设价值 5 亿美元订单。另外，1996 年开始威瑞森公司不断受到用户关于摩托罗拉数字设备的投诉，摩托罗拉的盈利状况也从此走向恶化。1998 年，摩托罗拉在数字设备市场损失约 10 亿美元，曾经的模拟移动王者摩托罗拉从此在数字移动通信标准、主设备方面全面掉队。

图表65： 摩托罗拉 94-98 年税前利润（百万美元）



资料来源：公司公告，方正证券研究所

纵观 CDMA 的发展历程，虽然 CDMA 在技术上相较 GSM 领先，但是由于 CDMA 的推出时间相较 GSM 晚，同时由高通独家推动的标准在产业生态方面也落后 GSM，包括设备端以及终端。而反观 GSM 的发展历程，GSM 作为第一代数字移动通信标准，在欧洲实现了领先应用，1990 年第一版标准完成，继而 1992 年第一张商业运营 GSM 网络在芬兰落地。在发展的过程中，GSM 系统的功能不断得到丰富，从而能够提供更多样的服务。由 GSM 系统首先引入的短信信息服务（SMS）提供了一种新颖、便捷、廉价的通讯方式。1994 年，GSM 实现了基于电路交换的数据业务和传真服务。1999 年，WAP 协议使得用户可以通过手机访问互联网。2000 年后开始商用的通用分组无线服务（GPRS）使得 GSM 系统能够以效率更高的分组方式提供数据通讯。2003 年，EDGE 技术开始商用，提供了接近 3G 的数据通讯能力。

同时，GSM 在 Nokia、Ericsson 两家巨头的推动下，完善了从终端设备到运营商设备整个生态的快速完善，从而在数字移动通信时代抢占发展先机，也进一步巩固了 Nokia、Ericsson 两家巨头的行业地位。另外，1999 年，高通先后将基站业务、手机业务分别出售给爱立信和京瓷，从此专注于移动通信技术研发和授权以及销售集成相应技术的 ASIC 芯片，为随后到来的全面应用 CDMA 技术的 3G 时代及移动互联网时代做好准备。

### 5.3 全球争夺 3G 通信标准制定权，掌控标准即掌控产业上层

第三代移动通信技术，简称 3G（3rd-Generation）由 ITU 在 80 年代早期开始研发，发展目标为支持高速数据传输的蜂窝网络移动电话技术，因此 3G 服务能够同时发送声音（通话）及信息（电子邮件、即时通信等），其代表特征是提供高速数据业务。3G 最大的优势在于在保持原有 2G 业务从而帮助运营商实现平滑升级，并进一步提供互联网接入、全球漫游、多媒体应用等新技术和丰富多彩的移动多媒体业务。与 2G 网络相比，3G 的下载速度、访问速度和支撑的应用程序数量都有很大程度的提升。2G 网络中的数据传输速度低于 64kbps，而 3G 高达 2Mbps。在功能上，2G 技术的主要功能是通过语音信号传输信息，而 3G 是通过视频会议，多媒体短讯等进行数据传输。移动电话，视频传输和 GPS 系统也是 2G 无法使用的 3G 技术附加功能。

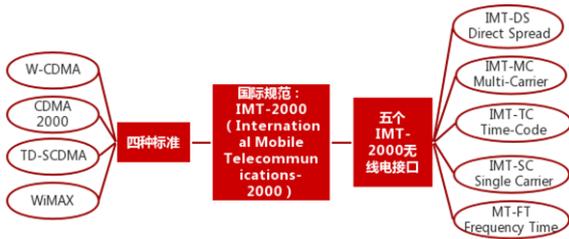
图表66： 2G 与 3G 各项指标比较

	2G	3G
带宽	150K~200K	1MHz~6MHz
频率	900MHz/1.8GHz	800MHz、1.9 ~ 2.1GHz
数据速率	21.4 kbps - 90kbps	2Mbps - 21Mbps
主要标准	2G:TDMA,CDMA,GSM 2.5G:GPRS,EDGE,QxRTT	WCDMA,CDMA-2000, TD-SCDMA,WiMAX
技术	数字蜂窝网络	宽带 CDMA;IP
服务领域	2G:数字语音、短信息 2.5G: 容量更高包装数据	高质量的音频，视频和 数据

资料来源：方正证券研究所

2007年，ITU制定了IMT-A标准，要求低速环境时峰值速率为1Gbps，高速环境则是100Mbps。1999年ITU批准了五个IMT-2000的无线电接口，分别是：IMT-DS Direct Spread（W-CDMA或UTRA-FDD）；IMT-MC Multi-Carrier（CDMA2000，也即IS-95的继承者）；IMT-TC Time-Code（UTRA-TDD和TD-SCDMA）；IMT-SC Single Carrier（EDGE, 2.75G技术）和IMT-FT Frequency Time（DECT）。3G存在四种标准：W-CDMA，CDMA2000，TD-SCDMA，WiMAX。

图表67： 3G标准情况



资料来源：方正证券研究所

图表68： 3G通信标准分类

标准	制定者	优势
W-CDMA	3GPP	提高移动电话的使用效率,超越同一时间只能做语音或数据传输服务的限制,受欧洲厂商广泛支持。
CDMA2000	高通公司	从第二代向第三代移动通信过渡最平滑的选择,提供更高的速率数据。
TD-SCDMA	大唐电信	中国拥有自主知识产权,在频谱利用率、业务支持、频率灵活性及成本等方面具有独特优势。
WiMAX		数据传输距离可达50km,具有QoS保障、传输速率高、业务丰富多样等优点。

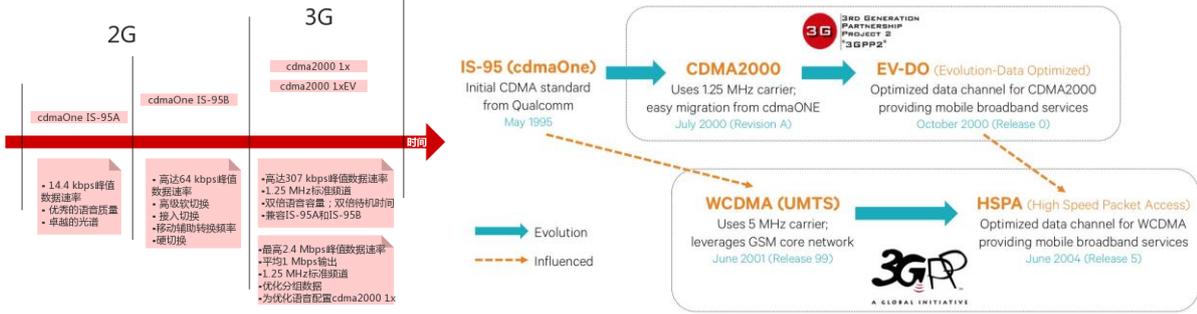
资料来源：方正证券研究所

3G时代，移动通信的需求开始从语音、短信向多媒体、互联网交互、视频通话等方面演进，从而带来更高的带宽需求，也推动通信产业的大幅升级。在经过2G时代，爱立信、诺基亚、高通等企业借由移动通信标准的全球化实现强势崛起，北欧、美国的通信产业也得到了极大地推动，因此在3G的标准制定过程中，地区和国家以及各巨头公司的博弈加剧，也造就了3G时代多个通信标准共存的局面，从而加剧了各设备上以及国家间的技术和市场博弈。

### 5.3.1 高通豪赌CDMA技术，峰回路转成为3G标准基础

在国际电信联盟希望增强移动通信网络兼容性并开发第三代移动通信技术的背景下，高通公司基于CDMA技术，于1999年研发出CDMA2000 1X，并被国际电信联盟认可为3G无线标准之一。

图表69: 高通 CDMA 从 2G 到 3G 演变路线图



资料来源: Qualcomm, 方正证券研究所

虽然存在不止一种 3G 通信标准,但高通公司所掌握 CDMA 技术和专利适用于绝大多数 3G 标准的设备,即符合国际电信联盟 3G 规范的 CDMA2000, WCDMA 和 TD-SCDMA 模式,都需要大量高通科技的专利才能实现。截至 2000 年底,高通公司已拥有 1,400 多项专利和应用,与 90 多家公司签署了有关 CDMAOne 和 CDMA2000 1x 的授权使用许可,并与 40 多家公司签署了关于 W-CDMA 和其他 CDMA 标准的技术许可协议,确立了自己作为其他公司寻求 CDMA 技术许可证时的合作伙伴地位。同年,高通收购了无线定位技术领域的领先企业 SnapTrack,并获得了关键定位技术的专利组合。

图表70: 截至 2000 年与高通公司签署授权许可的公司



资料来源: 高通官网, 方正证券研究所

3G CDMA 不管是在经济价格还是用户体验方面,相比与其他几种 3G 通信标准都有着不可忽视的优越性。正因如此,2001 年,高通公司拥有超过 1900 项(已申请及正在申请)适用于 CDMA 和其他技术的美国专利,向全球 100 多家领先的电信设备和电子制造商授权其基本的 CDMA 专利组合,并且通过 3G CDMA 技术,高性能的 CDMA2000 1X 无线设备数量已经超过 70 个。芯片的研发与销售上,

在该年芯片市场普遍不理想的情况下，高通公司同时保证了新产品的竞争力和市场销售额的增长，累计发货量超过 5.25 亿片。

图表71: 2002年主流通信标准的数据传输价

技术标准	支出/Mb	支出/月
GPRS	\$ 0.42	\$ 83
WCDMA	0.7	14
CDMA2000 1X	0.6	12
CDMA2000 1xEV-DO	0.2	4

资料来源: 高通官网, 方正证券研究所

图表72: 2002年主流通信标准的用户体验对

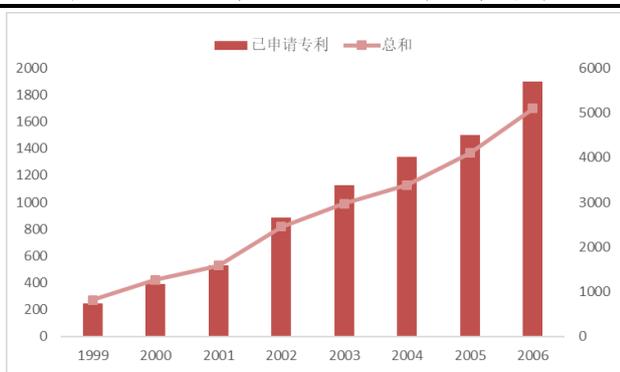
	峰值数据 传输速率	下载时间 (3分钟的歌曲)
GSM	9.6 kbps	41 分钟
IS-95A CDMA	14.4 kbps	28 分钟
GPRS	57.6 kbps	7 分钟
IS-95B CDMA	64.0 kbps	6 分钟
CDMA2000 1X	307 kbps	78 分钟
WCDMA	2,000 kbps	12 分钟
CDMA2000 1xEV-DO	2,400 kbps	10 分钟

资料来源: 高通官网, 方正证券研究所

2000年, 高通公司看到它的现金流只来自芯片制造和知识产权使用费, 因而将手机生产业务卖给日本京瓷公司(Kyocera), 将网络设备业务卖给瑞典爱立信公司。高通设计芯片, 将生产芯片的业务外包出去。因为高通拥有 CDMA 手机的许多核心技术, 任何想要应用 CDMA 技术的公司都必须向高通付费。

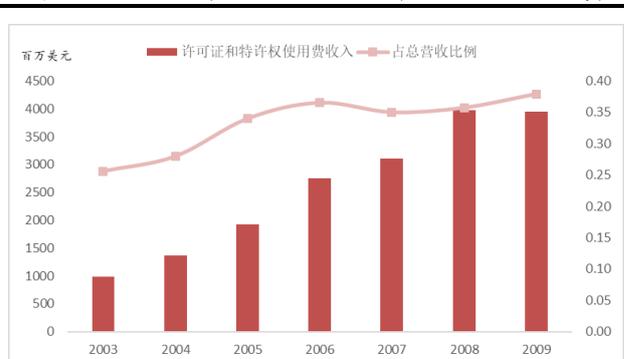
因此, 技术专利许可业务 (QTL) 已经成为高通最重要的业务之一, 通过将部分知识产权授权给无线产品制造商 (如无线电话和其他设备以及建立和运营无线网络所需的基础设施) 从而产生收益, 包括许可证持有人销售产品时的许可费和特许权使用费。这些创新型专利组合为该公司提供了一个不断增长的收入流, 并成为收入增长的坚实基础。2005年, 高通公司已经申请并开始应用的专利已经达到 4100 个, 2006 年增长至 5100。2006 财年, 2005 财年和 2004 财年, QTL 收入分别达到 2631, 1839 和 1331 百万美元, 占高通总收入的 35%, 32% 和 27%。专利和许可证使用费的增加与许可证持有者关于 CDMA 产品的销量有关, 而销量的增长主要是源于之前以 GSM 为主导的 WCDMA 产品需求的增长。

图表73: 高通 1999-2006 专利申请情况



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

图表74: 高通 2003-2009 许可证授权使用费



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

虽然在 2008 年之后高通公司的许可证和授权使用费收入有小幅下降, 但是从 2006 年开始, 技术许可证和授权使用费收入占总营业收入的比例已经稳定在 35% 以上, 并且呈总体递增趋势。到 2009 年,

北美地区 TDMA 和 PDC (Personal Digital Cellular, 个人数字蜂窝, 北美 TDMA 的变体) 手机的销售已经停止, 并将用户转移至 GSM 或 3G 技术; 无线运营商已关闭或计划关闭 2G 系统的使用。

高通公司的专利, 专利申请和商业机密等重要知识产权, 使它持续领导着 3G CDMA 技术的开发和商业化, 无线通信行业普遍需要获得高通公司的专利许可可以开发, 制造和销售关于 CDMA 技术的产品。2007 年, 高通推出了“骁龙”(Snapdragon)处理芯片, 结合了无线连接、多媒体播放、超快数据处理等任务。很多旗舰级别的 Android 手机基本上采用“骁龙”处理器, 时至今日“骁龙”一直都高端手机的代名词。

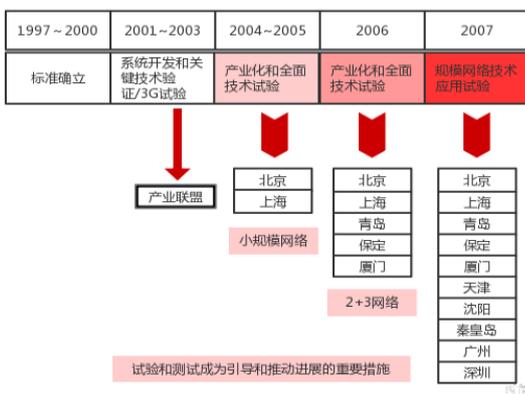
总结高通的发展路径, 我们认为高通贯彻了一流通信企业做标准的发展模式, 并至始至终坚持研发 CDMA 技术, 终于凭借其在 3G 时代的优越性一跃成为近乎所有 3G 标准的底层技术。高通最终也凭借多年积累的专利池以及芯片研发制造, 占据 3G 的绝对上游从而获取巨大利益。

### 5.3.2 中国推出 TD-SCDMA, 培育自有产业生态

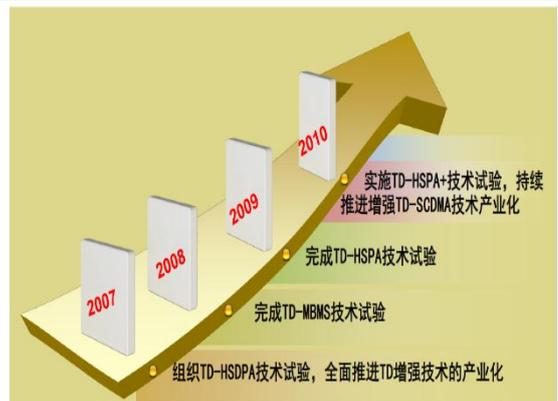
1998 年 6 月 29 日, 中国大陆地区原邮电部电信科学技术研究院 (现大唐电信科技股份有限公司)以信威通信的 SCDMA 技术为基础, 向 ITU 提出了该标准, 并且顺利通过成为 IMT2000 3G 系统的一个标准。在 3GPP R99 之后的版本, TD-SCDMA 实现了与原西门子所研究的 TD-CDMA 的高层融合, 结合 SCDMA 的智能天线、上行同步、和软件无线电 (SDR, Software Defined Radio) 等技术, 成功克服了 TD-CDMA 技术不能用于宏蜂窝组网的缺陷, 原因是通过 GPS 同步和特殊时隙, 实现了全网同步解决了切换的问题, 虽较 TD-CDMA 系统的特殊时隙配置固定化, 却获得了宏网组网能力。

2000 年, TD-SCDMA 被国际电联批准为第三代移动通信国际标准, 标志着百年来中国电信发展史上的重大突破, 第二年, TD-SCDMA 标准就被 3GPP (第三代移动通信伙伴项目)正式接纳; 2001 年到 2003 年间, 完成了 TD-SCDMA 的关键技术实验, 并成立了 TD-SCDMA 产业联盟, 大大推动了 TD-SCDMA 的产业化进程; 2005 年组织进行了 TD-SCDMA 产业专项测试和城市规模网络技术应用实验, 验证了 TD-SCDMA 技术和系统具备可商用水平和大规模独立组网能力; 2007 年, 组织北京、上海、青岛等十城市大规模网络技术应用实验, 并将建成的网络将为奥运城市提供丰富的 3G 业务服务。

图表 75: 1997-2007 TD-SCDMA 标准历程



图表 76: 2007-2010 TD-SCDMA 发展历程

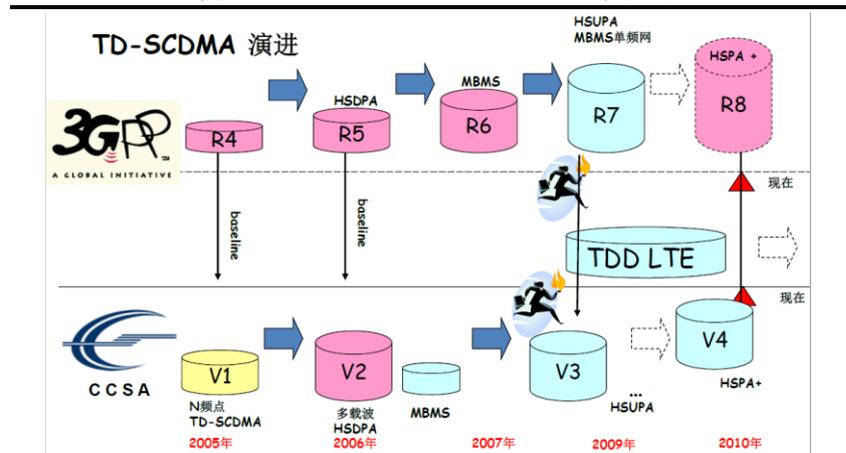


资料来源: 工信部, 方正证券研究所

资料来源: 工信部, 方正证券研究所

TD-SCDMA 技术与标准可以分为 TD-SCDMA 基本版本阶段及 TD-SCDMA 增强型版本阶段。TD-SCDMA 基本版本（3GPP R4 版）主要是实现语音和中低速数据业务，由 3GPP 在 2001 年完成制定；TD-SCDMA 增强型版本是指 TD-SCDMA 的 3GPP R5/R6/R7 版本，2002 年在 R5 中引入 HSDPA 特性，2005 年在 R6 中引入 MBMS 特性，2007 年在 R7 中引入 HSUPA 以及 MBMS 增强特性。TD-SCDMA 增强技术是在 TD-SCDMA 现有技术的基础上，通过引入局部的先进技术如 HARQ、AMC、高阶调制、快速调度机制、MIMO 等技术，取得明显的性能提升，来满足 TD-SCDMA 现有网络的快速升级和部署。

图表77: TD-SCDMA 技术标准演进



资料来源：工信部，方正证券研究所

TD-SCDMA 采用了一系列创新性技术，同时还兼具运营优势，形成了 TD-SCDMA 强有力的竞争力。主要技术包括：时分双工技术、智能天线技术、上行同步技术、联合检测技术、接力切换技术以及动态信道分配技术。运营方面，TD-SCDMA 是 3G 国际标准（ITU/3GPP）、TDD 唯一商用标准，可以满足不同环境需求并完全独立组网；特别适合数据业务的非对称性，频谱效率高、呼吸效应微弱；具有网络规划优势、设备可靠性和差异化业务竞争优势。

另外，TD-SCDMA 的标准落地及建设也推动了一批相关芯片和解决方案厂商的进步。特别是培养了一批民族的芯片厂商，也是从根本上加速了中国相关产业的成熟。

图表78: TD-SCDMA 芯片厂商

厂商	公司概况	合作伙伴	产品
凯明	普天、大唐移动、德州仪器、诺基亚、LG电子等17家投资组建，其中，国内企业9家，国外企业8家。	波导、LG、联想、迪比特，中兴	2004年6月，凯明做出TD手机芯片。 2007年4月，发布TD-HSDPA芯片方案。
展讯	成立于2001年4月，目前在美国硅谷、圣地亚哥和中国的上海、北京、深圳等地设有分公司和研发中心。 2007年6月已在纳斯达克上市	中兴，爱可信，新邮通和联想等	2004年5月，D手机芯片SC8800 2007年2月，TD-HSDPA芯片SC8800H。
天碁	2003年1月正式成立，由大唐移动、飞利浦电子、三星合资创立。摩托罗拉2005年1月加盟成为新股东。	三星，摩托罗拉，大唐移动，中兴等	2004年9月，天碁做出TD手机芯片。 2007年9月，2.8Mbps TD-HSDPA芯片。
重邮信科	成立于2007年2月，其前身为成立于2000年10月的重庆重邮信科股份有限公司。2008年1月，香港时富中止与其成立合资公司	安凯，Synopsys，香港时富等	2005年研制出TD手机核心通芯一号，目前正在研制通芯二号。
联发科	台湾联发科有“手机之父”的称谓。收购ADI后也获得了后者WCDMA、TD的3G芯片（基带、射频）产品线。	2007年9月收购了美国ADI手机芯片部门。 ADI与大唐移动合作研发过TD手机芯片。	收购ADI后也获得了后者WCDMA、TD的3G芯片（基带、射频）产品线。
大唐移动	2002年2月8日在北京注册成立，是大唐电信科技产业集团的核心企业之一。	MyClick，龙旗科技，阿尔卡特，还向中兴通讯、华为、UT斯达康等提供产品	收购ADI后也获得了后者WCDMA、TD的3G芯片（基带、射频）产品线。

资料来源：腾讯科技，方正证券研究所

其中，成立于2002年2月的凯明，是由中国普天信息产业集团公司、电信科学技术研究院、德州仪器中国公司、诺基亚(中国)投资有限公司、LG电子株式会社、Hyper Market International Limited等17家公司联合出资组成，总股本23335万元人民币。在17家成员中，国内企业有9家，国外企业8家。外方资金占68.76%，中方占31.24%。普天信息集团、德州仪器、诺基亚等各占总股本金的13.5%。

图表79: 凯明大事记



资料来源：方正证券研究所

TI与凯明的芯片组可提供一款可靠的开放式芯片组解决方案，该行业在此之前一直依赖于相关进口技术。凯明与TI的芯片组解决方案经过本地化设计，可支持中国3G标准TD-SCDMA，使手持终端制造商能够显著缩短上市时间，从而加速3G TD-SCDMA的产业化进程。TD-SCDMA正逐步成为适用于亚洲运营商当前及新兴网络的一项重要技术，能够有效支持高速分组数据服务。

2008年5月，在TD-SCDMA中国商用的前夜，凯明因为资金链

断裂而黯然破产。我们也清楚地认识到，通信作为一个高度市场化竞争的行业，一味的依靠政府支持和政策保护的模式是很难持续发展的，企业的发展必须依靠市场化和政策相结合，才能在通信技术进步的过程中保持造血能力。

2009年1月，中国三大运营商获颁3G牌照，TD-SCDMA被分给国内当时最强势的运营商中国移动。这一方面表明了发展自有标准的难度较大，因为需要从底层芯片、终端到基站搭建整个生态，而不是像WCDMA、CDMA2000等在国际上已经有领先厂商重点投入的标准。另一方面，这也表明了中国高层对这一自有标准的重视，和发展决心。截至2010年12月末，根据三大运营商各自公布的口径简单相加，中国共有3G用户4705.2万户，其中中国联通1406万，占29.88%；中国电信1229万，占26.12%；中国移动2070.2万，占44.00%。至此，TD-SCDMA不论在形式上还是在实质上，都已在国际上被广大运营商、设备制造商所认可和接受，形成了真正的国际标准。

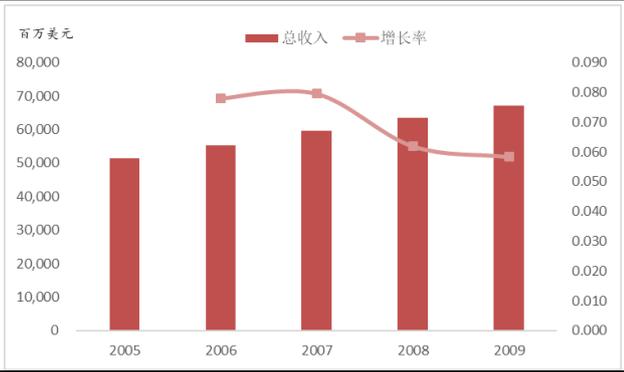
随着4G时代的到来，中国移动将主要资源投入TD-LTE的建设，不再追加对TD-SCDMA的投资。TD-SCDMA网络未来的目标是维护以保持网络稳定，逐步将过去发展的TD-SCDMA用户过渡到4G（第四代移动通信）网络上。这意味着从现在开始，TD-SCDMA网络将走向自然衰亡。

TD-SCDMA作为中国主导的第一版国际通信标准，虽然相较于较为成熟的WCDMA、CDMA2000还存在一些技术上面的差距，最后也只存在了短短5年，但是实现了中国自有标准从无到有的突破，帮助培育了一代中国的通信标准人才和完善了移动通信产业生态，并顺利演进成为TD-LTE 4G标准。同时，TD-SCDMA的商用也表明了中国作为巨大的移动通信市场，有足够的市场可以支撑自有系统，推动移动通信产业的成熟。

### 5.3.3 3G时代设备商洗牌加剧，中兴华为强势崛起

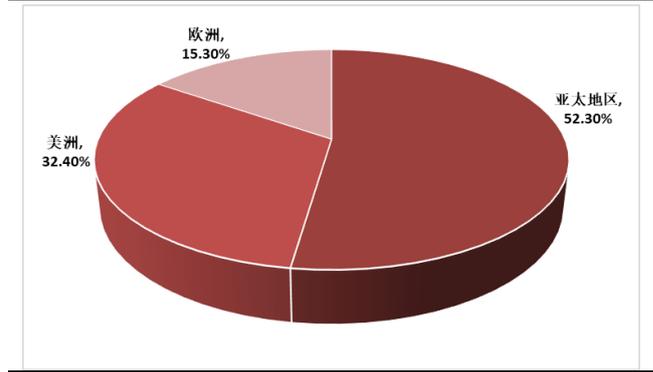
全球通讯设备市场2009年增长5.8%，达到671亿美元，2005 - 2009年期间的复合年增长率（CAGR）为7%。2009年，电器和电子产品零售商的销售收入为全球通讯设备市场带来最高收益，总收入为435亿美元，相当于市场整体价值的64.8%。全球通信设备市场在过去几年中经历了强劲的增长，但增长率略有放缓：亚太地区预计增长强劲，目前占全球通信设备市场的52.3%，相比之下，欧洲和亚太地区市场同期分别增长6.1%和8.3%，同年两地区收入分别为103亿美元和351亿美元。

图表80：2005 - 2009 全球通信设备市值与增长情况



资料来源：Datamonitor，方正证券研究所

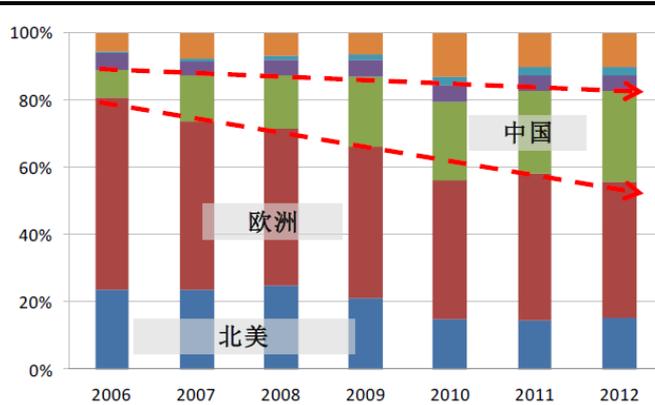
图表81：2009 年全球通信设备市场



资料来源：Datamonitor，方正证券研究所

我国凭借通信设备的成本优势持续扩张，在全球地位不断提高。在全球运营商网络设备市场的份额由 2006 年的 8.5% 提升至 2012 年的 26.8%，2013 年达到 30% 左右。数据通信设备领域占全球份额 16%，位居世界第三。相比之下，在北电和摩托罗拉退出市场后，北美地区的传统通信设备行业仅剩一些二线企业，但在互联网数据通信设备领域，思科、瞻博等仍保持领先地位。欧洲地区由于在成本竞争中不占优势，市场份额由 57% 下降至 41%。

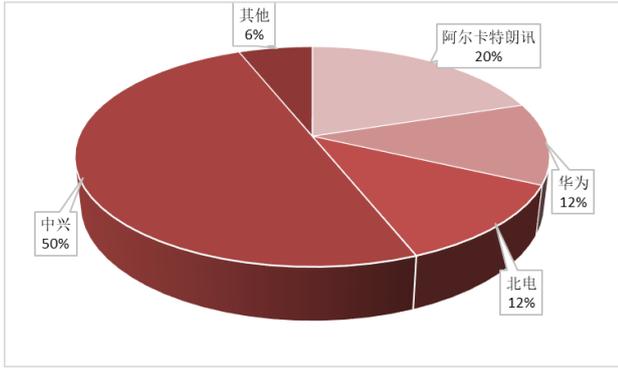
图表82：全球主要地区在运营商网络设备产业中的分布



资料来源：工信部研究院，方正证券研究所

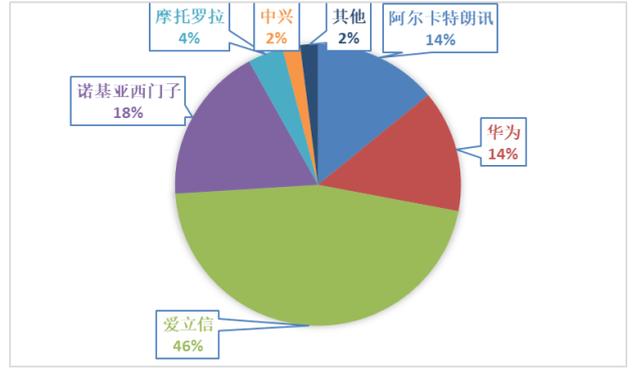
从设备企业竞争格局看，中国 3G 通信设备厂商市场份额逐步扩大。凭借集成创新优势以及中国的人口红利叠加工程师红利，华为、中兴等国内企业在通信设备产业整体低迷的情况下持续保持扩张势头。2007 年，中兴和华为的全球移动通信设备合同数已经排入全球前五名，其中中兴通讯占全球 CDMA 移动通信设备合同总数的 50%，远远超过阿尔卡特和北电的市场份额；华为占全球 WCDMA 移动通信设备合同总数的 14%。

图表83: 2007 CDMA 通信设备合同数量份额



资料来源: 中国通信研究院, 方正证券研究所

图表84: 2007年 WCDMA 通信设备合同数量

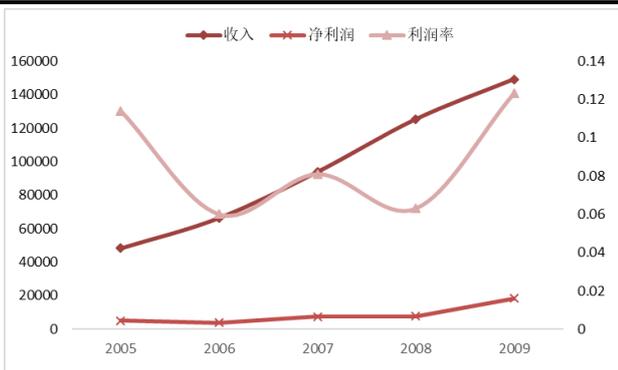


资料来源: 中国通信研究院, 方正证券研究所

华为公司提供的服务包括网络推广, 网络集成, 客户支持, 托管服务, 网络技术服务和学习服务, 在 2008 年交付了 22 万个站点, 为 180 个运营商提供了 320 个无线网络和 220 个固定网络的网络技术服务。2009 年, 华为销售收入达 149100 百万元人民币, 同比增长 19%, 公司营业利润率为 14.1%, 净利润达到 183 亿元人民币, 同年, 爱立信的收入下降了 1%, 净利润下降了 65%; 阿尔卡特朗讯营业收入下降了 9.1%, 亏损 7.23 亿美元; 诺基亚西门子的收入也在下降。同年, 华为成为全球第二大电信设备商, 仅次于行业巨头爱立信。

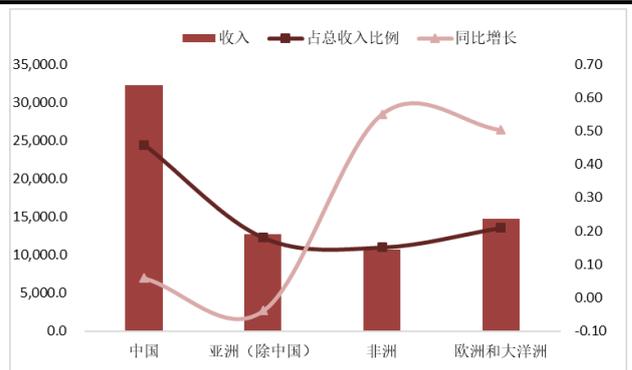
中兴通讯 2010 年实现营业收入 70,263.9 百万元人民币, 同比增长 16.58%; 实现净利润 3476.48 百万元人民币, 同比增长 28.97%, 基于不同产品、不同区域、不同客户的收入结构均获得优化, 其中, 欧美市场收入占比提升到 21%, 同比增速超过 50%。2013 年华为收入达到 395 亿美元, 同比增长 8.6%, 总规模超越爱立信, 在运营商网络市场的份额也由 2006 年的第六提升至第二。同期中兴的市场份额由第八提升至第六。

图表85: 2005-2009 华为收入与盈利(百万元)



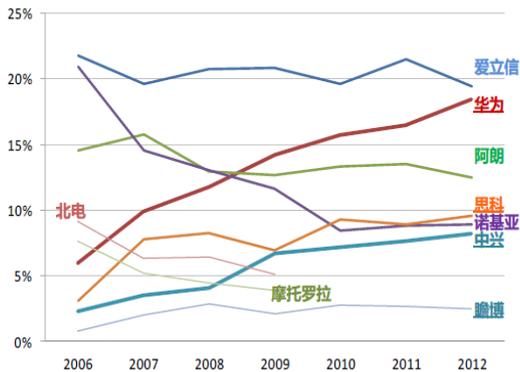
资料来源: 华为官网, 方正证券研究所

图表86: 2010年中兴全球市场收入(百万元)



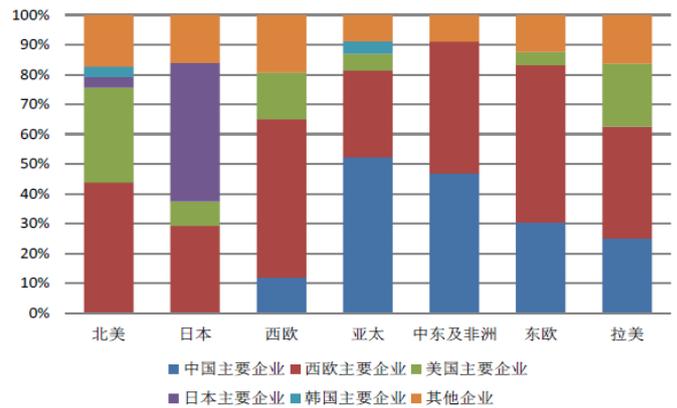
资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

图表87: 主要厂商在运营商设备市场的份额



资料来源: 工信部电信研究院, 方正证券研究所

图表88: 通信设备产业在全球各区域市场份额



资料来源: 工信部电信研究院, 方正证券研究所

在国内,截至2013年,我国企业已经占据了超过60%的系统设备市场,如果考虑光纤光缆及其他配套设备,我国企业份额更是高达70%以上,市场空间几近天花板。在发展中国家,我国设备企业在亚太、中东及非洲市场占比接近50%,拉美占比超过25%。但在发达国家,我国企业的市场渗透困难相对比较大。一方面,由于美国的阻挠,我国设备企业进入利润丰厚的北美市场面临很大困难。另一方面,我国在欧洲市场取得了较显著成功,获得了相当的市场份额,但也面临贸易保护等制约,进一步拓展市场困难较大。

在产业层面,中兴和华为紧抓行业发展机遇开始大力培育半导体芯片底层技术,利用设备整机牵引核心器件突破,向产业纵深发展。华为和中兴分别成立了海思半导体和中兴微电子,各自拥有超过3000人的研发团队。其中,海思半导体已经进入全球芯片设计第二梯队。在网络设备方面,海思能够提供OTN/PTN等多款光通信芯片及核心路由器网络处理芯片。在移动终端芯片方面,海思已经获得ARM最高等级授权,具备28纳米产品设计能力,并提供五模基带芯片、四核应用处理芯片等多款商用产品,WCDMA芯片国内外累积出货量超千万。

纵观3G时代,在多样化通讯需求的推动下以及智能手机的加速普及趋势中,移动互联网以及流量开始取代传统通信的语音和短信成为发展重点,3G作为为实现移动宽带网络而推出的标准生逢其时。3G标准重,CDMA成为所有标准的技术核心,因此作为CDMA主要推动者和专利所有者的高通获得高速发展的机会,一跃成为全球顶级的通信技术公司,并通过技术授权、专利授权以及芯片销售独辟蹊径,并通过持续投入研发巩固领先优势。

同时,中国作为快速发展中国家,在百年电信史上首次与全球同步,提出并推动TD-SCDMA的3G标准,并在国内开启建设。中国作为拥有全球最大的移动通信市场,推动TD-SCDMA快速建设与应用,并借此快速培育相应的生态,实现整个产业的全球同步。另外,中兴、华为开始发挥中国的人口红利叠加工程师红利,紧抓全球3G建设发展机遇,巩固集成创新能力实现在通信设备领域的全球领先,奠定了行业领先地位。在3G技术路线上,中兴选择了CDMA,华为选择了WCDMA,但CDMA后来被高通也放弃掉了,授权费各方面成本都很高,所以没法进行大规模普及,WCDMA专利分散,方便形成交叉专

利，很快成本就能降下来，华为抓住了这个机会从而实现营收规模的暴增。因此，技术以及标准的发展对于设备商的发展至关重要，因此设备商开始越来越多的参与标准的制定，期望将自身的技术优势以及专利融入标准中从而获得先发优势。

在中国设备商乘 3G 建设东风强势崛起的同时，欧美传统运营商在 3G 时代市场份额被不断蚕食，而面对即将到来的 4G，充足研发投入以及垂直一体化的综合能力将是未来竞争力的绝对因素，因此此阶段传统欧美设备厂商加速了并购开始抱团取暖的进程，摩托罗拉、北电等传统无线设备商慢慢成为历史。

**诺基亚：**2006 年，诺基亚与西门子联合宣布将两家公司的电信设备业务合并，双方各出资 50% 成立诺基亚西门子网络公司 (Nokia Siemens Networks)，总交易金额高达 250 亿欧元。2013 年 7 月 1 日，诺基亚宣布将斥资 17 亿欧元 (约合 22 亿美元)，全盘收购西门子持有的 50% 股份。诺基亚西门子将改名为 Nokia Solutions and Networks (诺基亚解决方案与网络)，并继续在业务中沿用 NSN 这个名字。2011 年年，诺基亚完成对摩托罗拉无线部门的收购，获得了摩托罗拉的 CDMA 和 WiMAX 资产，其获得了美国、日本、中国的重要市场。

**爱立信：**2009 年与意法半导体集团，以 50/50 的合资方式成立了“ST-Ericsson”。2010 年，以比此前诺西的收购价高出 74% 总额 11.3 亿美元的价格收购北电无线资产。此次收购北电北美的 CDMA 业务，将一方面加强爱立信在北美的市场地位，另一方面将可通过增加 2500 名研发人员增强对 LTE 技术的研发。2013 年 9 月 5 日，爱立信宣布已完成了对微软集团 Mediaroom 之 IPTV 业务的收购，期望得益于技术创新，成为 IPTV 和多屏解决方案的领先供应商，以满足电视客户快速增长的需求，持续推动整个产业。

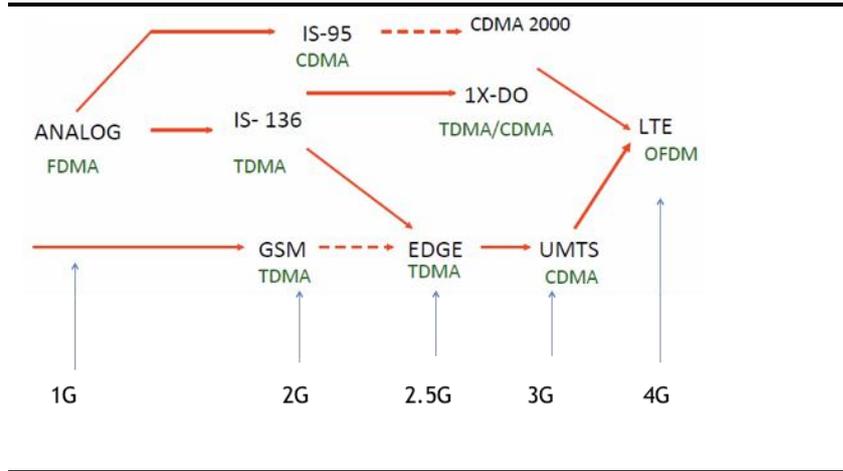
**阿尔卡特-朗讯：**阿尔卡特和朗讯于 2006 年 12 月 2 日在巴黎发表联合声明，宣布两家公司已正式签署合并协议。阿尔卡特将以换股方式收购朗讯股份，收购价高达 111 亿欧元 (约合 134 亿美元)。在合并后的新集团中，阿尔卡特和朗讯分别持有 60% 和 40% 的股份。两家公司合并后将成仅次于美国思科公司的全球第二大电信设备制造企业。随后，阿尔卡特-朗讯以 3.2 亿美元的现金对价收购 UMTS 无线接入业务及相关资产，随着本次并购的顺利完成，全球 1/4 的 UMTS 运营商 (约 40 家客户) 都采用阿尔卡特朗讯 UMTS 解决方案。

至此，阿尔卡特、爱立信、华为、诺基亚、中兴五大设备商的格局形成，在市场和技术的有机整合的情况下，各家都已开始大力投入研发备战即将到来的 4G。

#### 5.4 4G 时代，四大设备商格局形成

4G 核心技术是正交多任务分频技术 (OFDM)，3G 核心 CDMA 技术也会包含在第四代移动通信系统中与 OFDM 技术相互配合。2012 年 1 月 18 日，在日内瓦举行的国际电联 2012 年无线电通信全会全体会议上，LTE-Advanced 和 WirelessMAN-Advanced (802.16m) 技术规范通过审议，正式成为 4G (IMT-Advanced) 国际标准。我国主导制定的 TD-LTE-Advanced 同时成为 IMT-Advanced 国际标准，目前国内使用的 4G 标准包括 TD-LTE 和 FDD-LTE 两种制式。

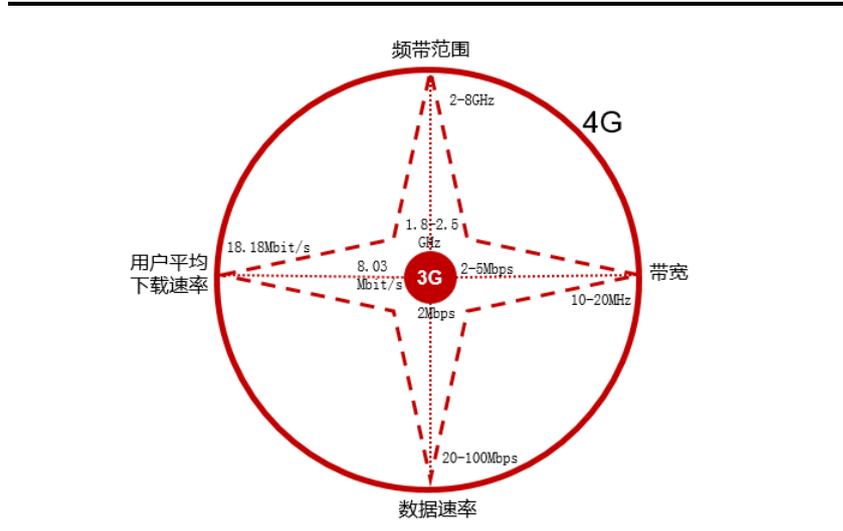
图表 1: 4G 标准进化



资料来源: 方正证券研究所

4G 相比于 2G, 3G 能极大地增加系统容量、提高通信质量和数据传输速率, 能够实现全球范围内的无线漫游, 并处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式, 还可以与第二代系统有良好兼容性。一般 3G 的通讯数据带宽达到 500kb/s 以上, 传递相对比较快, 可以很好的满足手机上网需求, 但对于用户的其他需求如视频、游戏、在线音乐等, 3G 网络的性能仍难以有效满足。相比 3G, 4G 通信速度快、网络频谱宽、通信灵活、智能性能高、兼容性好, 可达到第三代手机传输速度的 50 倍; 每个 4G 信道会占有 100MHz 的频谱, 相当于 W-CDMA 3G 网络的 20 倍, 可进一步有效满足用户的多媒体需求并培养用户的流量使用习惯。

图表 89: 4G 关键指标升级



资料来源: 方正证券研究所

在这样的大背景下, 4G 标准制定工作逐步完成, 各国根据自身情况选用了不同的 4G 标准。日本、韩国的多个运营商使用 FDD-LTE 的 4G 制式。2013 年 12 月 4 日, 我国工信部为国内三大运营商中国移动、中国联通和中国电信发放 TD-LTE 的 4G 牌照, 2015 年 2 月, 中国电信与中国联通分别获得 FDD-LTE 牌照。

图表 90: 各国 4G 演进

研究源于数据 65 研究创造价值

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
日本	标准制定									商用			
韩国	4G技术研发										商用		
中国	第一阶段 (关键技术攻关)	第二阶段 (系统和应用展示)		第三阶段 (外场试验和预商用)									正式商用
美国	标准制定									商用			
欧洲	第一阶段 (调研)				第二阶段 (系统设计和性能评估)		第三阶段 (演示系统的开发和实验)					商用	
ITU						频谱规划	征集标准	统一标准				开始商用	

资料来源：方正证券研究所

由于移动通信建设投资巨大，各大运营商很难在两种 4G 制式中均衡布局，只能选择其中一种重点发展。而我国又有一些特殊：3G 标准中，中国移动未能自由选择市场，而是在一定程度上承担着研发国家移动通信技术的重任，具有政治使命。在 3G 时代，中国移动承担起自主研发我国的 TD 制式技术，TD-SCDMA 在当时不够成熟，而中国联通和中国电信采用国际中发展更为广泛和成熟的 WCDMA 和 CDMA 制式，因此中国移动在 3G 中市场份额流失迅速，被中国联通和中国电信抢占。而到了 4G 时代，政府为了补偿中国移动在 3G 发展中的损失，2013 年先为三家运营商颁发了 TD-LTE 牌照，让走 TD 路线的中国移动抢先发展，2015 年才发放中国联通和中国电信适用的 FDD-LTE 牌照。

从中可以看出，在我国，移动通信技术的发展存在着政府与运营商以及运营商和运营商之间的博弈，而各大设备商选择为哪一家运营商服务，其实背后隐藏着市场份额之争，是一个站队的问题——运营商市场份额的大小也决定着设备商市场份额的大小。因此，各设备商都不愿因上游业务影响到自身发展，而是在 FDD-LTE 和 TD-LTE 的 4G 制式中均有参与，力求不放过任何一个市场以及发展的机会。这与 3G 时代，设备商往往偏重一种系统标准不同。当然，FDD-LTE、TD-LTE 在空口技术方面大概存在 80% 的重合度，也给了设备商足够的空间同时研发两种技术。

图表91： 中国移动和中国联通网络建设招标结果

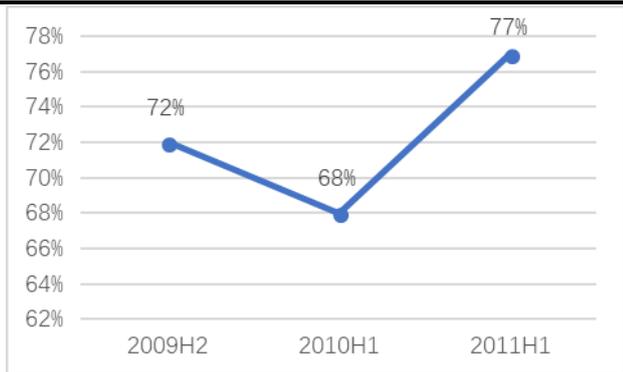
中国移动TD建设共四期招标结果	
一期招标	华为、中兴、大唐、阿尔卡特朗讯、爱立信、诺西、烽火、新邮通和普天
二期招标	中兴、华为、诺西、大唐、烽火、普天、新邮通、爱立信
三期招标	中兴、华为、爱立信、诺基亚网络、上海贝尔、大唐、新邮通、烽火、普天
四期招标	华为、中兴、大唐、诺基亚西门子、新邮通、烽火通信、爱立信、普天

中国联通LTE建设共三期招标结果	
一期招标	中兴、诺基亚、华为、中国普天、烽火、爱立信、上海贝尔、大唐、新邮通
二期招标	华为、中兴、上海贝尔、另两家国外设备商
三期招标	中兴、华为、爱立信、诺基亚、上海贝尔

资料来源：C114，方正证券研究所

3G 时代，移动互联网技术的改进引发了用户多样化需求，前期 3G 已为运营商带来初步流量红利，运营商收入重心逐渐由传统话音短信业务向移动数据业务转移。从 2009 年开始，全球移动互联网的数据流量以超过 50% 的年增长率持续增长，电信运营商的数据业务呈爆发性增长，思科预测，2016 年至 2021 年全球移动数据流量将增长 7 倍。但同时，电信运营商也面临着被通道化的威胁，成为仅向应用服务商提供数据流量及网络的通道，而无法触及服务商对用户直接收取费用的利益。

图表92: 2009-2011 年全球移动数据增长率



资料来源: Allot, 方正证券研究所

图表93: 2016-2021 全球移动数据预测



资料来源: Cisco, 方正证券研究所

随着移动通信技术的不断演进，通信产业链上运营商与设备商的主导地位在悄然发生变化。在 2011 年，《互联网周刊》主编姜奇平就曾经撰文《移动互联网新十年：运营商最容易看漏的机会》，分析运营商对市场机会的辨识，认为运营商看漏了数据核心技术的机会——电信运营商以往的核心技术都是 IC 类型的，数据核心技术基本都是 IT 类型的，移动互联网是 ICT 技术的融合，当前运营商比较重视价值链“一头一尾”的设备与用户体验，但对中间的 IT 核心技术失控，这是被边缘化的原因。

经历了 3G 时代的洗礼，用户移动互联网的通信习惯已经习惯，4G 到来恰逢其时，与移动互联网互相协同发展。因此，4G 的建设速度相对于 3G 更快，面对的流量需求也更为迅猛和高涨。设备商再次全面受益 4G 建设，同时相较于单纯受益于设备的售卖，设备上也开始在提供通信设备等网络基础设施的基础上为通信运营商提供技术和产品的解决方案，并且逐渐相依硬件制造为传统的设备商角色向提供解决方案为主的服务提供商转变。

#### 5.4.1 全球通信设备市场规模再创新高，市场头部集中形成四强格局

全球通信设备产业主要分为运营商网络市场及企业网市场。受全球经济环境的影响，2007 年至 2013 年，全球通信设备产业进入低速增长轨道，年均增长仅 0.4%。其中，运营商网络设备规模年均下降 1.6%；企业网设备规模年均增长 3.7%。受 4G 网络建设驱动及移动互联网、云计算、大数据、SDN 等新技术和业务普及带来的产业融合与市场范围扩大的驱动，2014 年，全球通信设备产业规模出现明显增长，同比增长 8.39%，达 1498 亿美元。其中运营商网络设备规模为 866 亿美元，企业网设备规模为 632 亿美元。

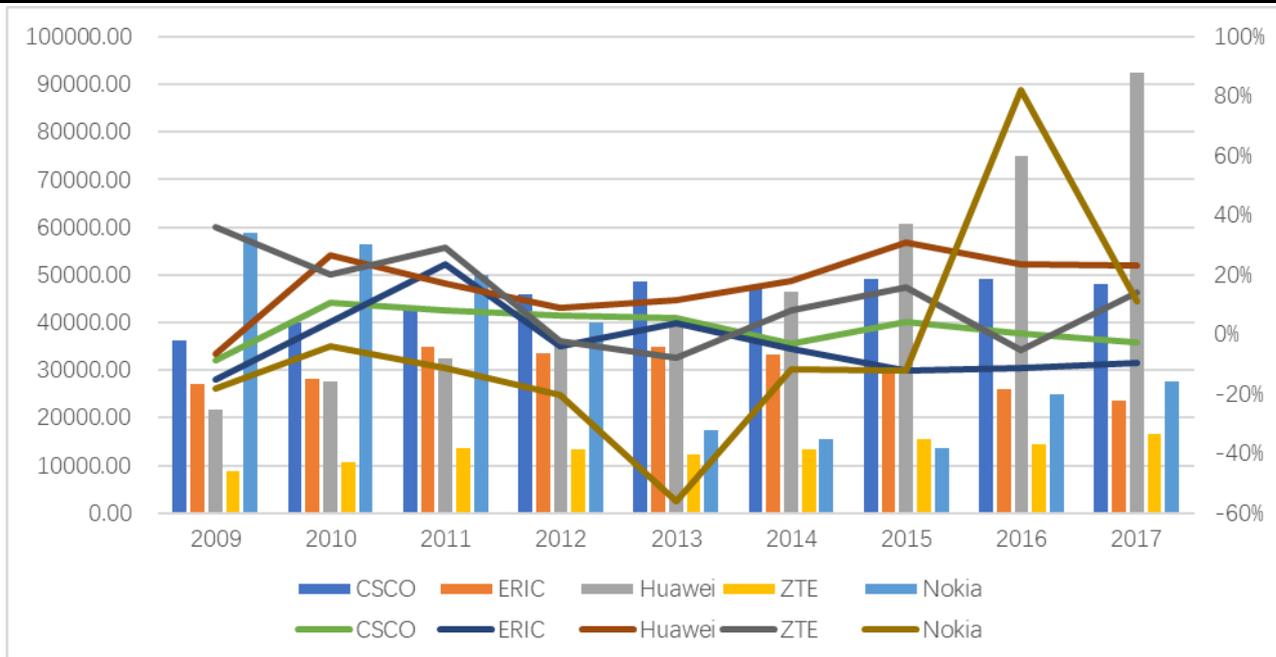
图表94: 2011-2014 年全球通信设备制造业销售收入(亿美元)



资料来源: Gartner, 方正证券研究所

全球企业网设备市场主要被美国企业占领, 思科、惠普、亚美亚 (Avaya)、瞻博网络公司等几家企业占据接近 70% 的份额。以华为、中兴通讯为代表的中国企业积极拓展, 市场份额由 2010 年的不足 2% 提高至 2013 年的 5% 左右, 在规模和价值上保持了持续提升态势。

图表95: 华为、中兴、思科、爱立信、诺基亚营业收入对比 (百万美元)



资料来源: 华为官网, 彭博, 方正证券研究所

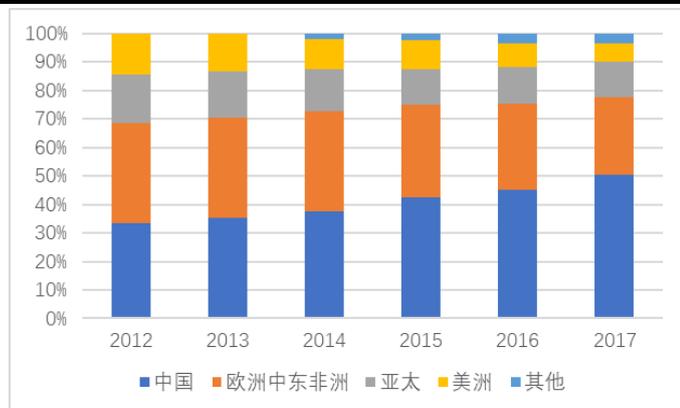
在全球通信设备市场规模持续扩大的过程中, 四大设备商的格局已经形成, 各大设备商的销售收入却并不都是增长的。爱立信营业收入在 2012 年之后持续下滑、思科增长乏力。而华为积极利用机遇推动自身在电信、企业网络市场的份额。另外, 诺基亚通过在 2016 年收购阿郎实现业务规模的提升, 但是 2017 年, 公司营收规模的增速仍然下落到 11% 左右。

### 华为：研发投入驱动公司 4G 时代全面领先

在前 4G 时代，即 4G 标准制定、3G 向 4G 过渡的过程中，华为与全球运营商协同合作，成功交付全球首个 LTE/EPC 商用网络，加入联合国世界宽带委员会，发布 GigaSite 解决方案和泛在超宽带网络架构 U2Net 和 HUAWEI SmartCare 解决方案，帮助电信运营商进行数字化转型，提升数字化自助渠道的利用率，并进一步提升客户满意度和运营效率。

在业务的地理范围上，华为也不局限区域，全球各地均有布局，较早进入欧美市场，如英国、荷兰、加拿大、美国等国家，国内外市场同时发展，积极寻求和全球领先厂商、运营商的合作。但其主要业务收入还是来自于国内，是以国内为基础，努力拓展欧非亚地区，而其来源于美洲的收入占比逐渐降低。欧非亚地区收入增长强劲是受益于这些地区的企业业务数字化转型加速和智能手机市场份额的提升，美洲收入不稳定是因为受拉丁美洲运营商业市场投资周期波动影响。

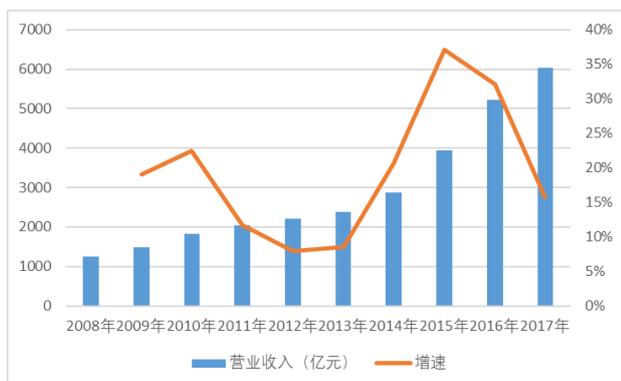
图表96： 华为业务地理结构



资料来源：华为年报，方正证券研究所

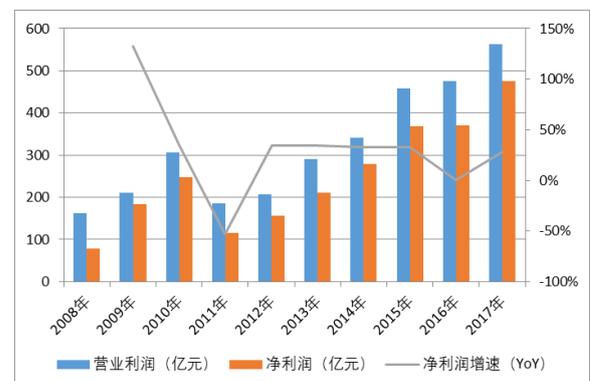
4G 时代，基本上也是华为近年来规模增速最快的时间，公司年销售收入接近或超过总资产规模，同时净利润也处于高速增长状态。一方面，华为业务涉及多项业务，相较其他的设备商更为全面，因此在 4G 发展中抓住设备端和终端，以及运营商应用多方面机遇；另一方面，华为善于创新并抓住客户的需求，从而迅速抢占市场份额。

图表97： 华为 2008-2017 营收情况



资料来源：华为年报，方正证券研究所

图表98： 华为 2008-2017 利润情况

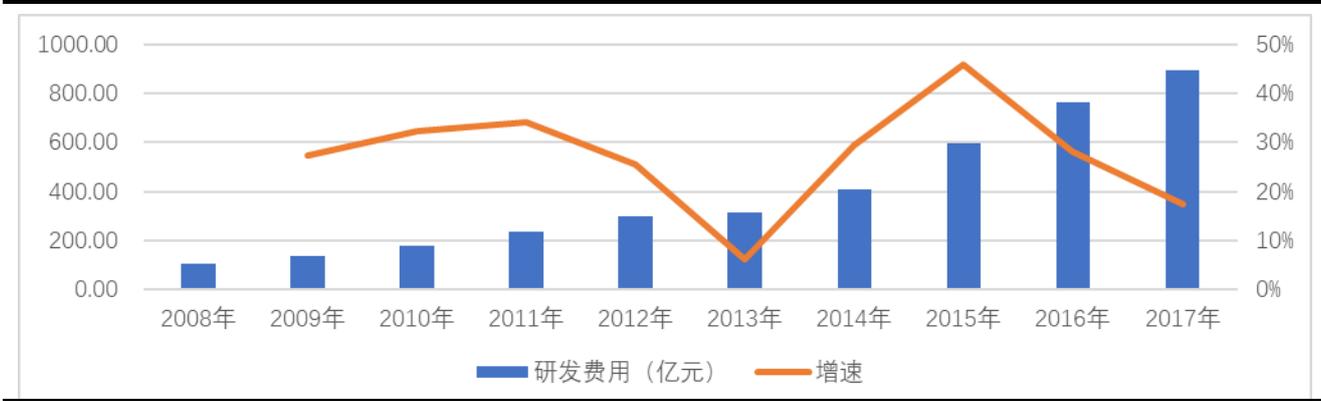


资料来源：华为年报，方正证券研究所

为了保持技术的领先性，华为重视研发，每年投入研发费用增速

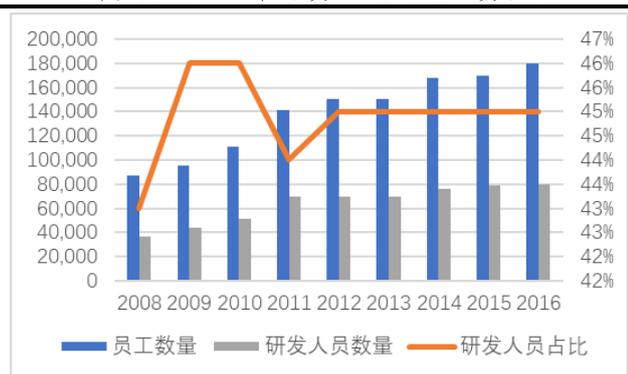
几乎都在 25% 以上，升值高达 46%；同时研发费用占营收比例稳定在 10~15%，并且绝对数额不断提高。在研发人员配置方面，公司的研发人员比例维持在 45% 左右的高位水平。在狼性文化的推动之下，华为的投入产出比较高，公司每年新增专利数量 20% 左右，截至 2016 年底，公司累计申请专利达到 159764 件。

图表99： 华为研发投入



资料来源：华为年报，方正证券研究所

图表100： 华为员工及研发人员占比



资料来源：华为年报，方正证券研究所

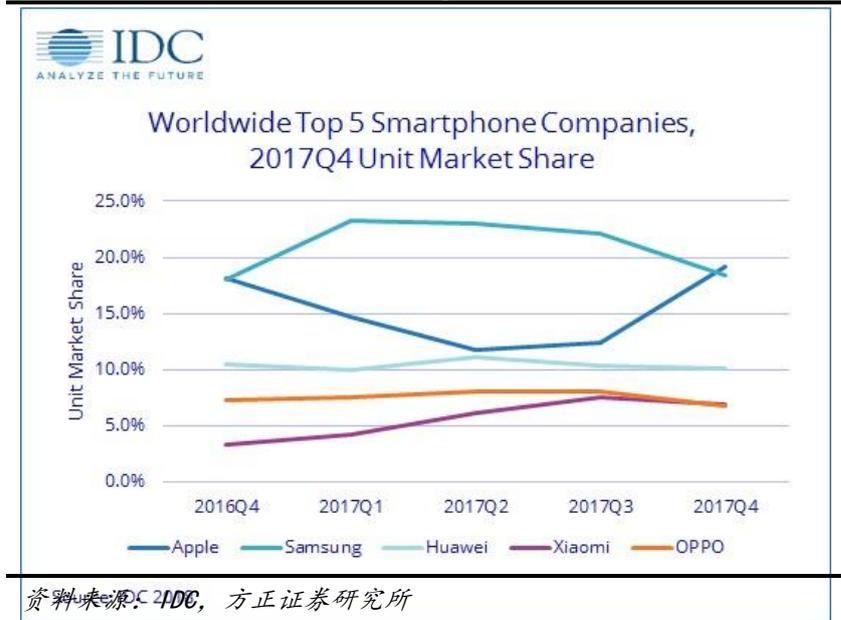
图表101： 华为累计申请专利数量



资料来源：华为年报，方正证券研究所

同时，4G 时代华为除了面向运营商以及企业网的通信设备持续稳健增长意外，与诺基亚、爱立信早早剥离消费者业务不同，公司将在通信设备方面技术实力拓展到消费者终端，从芯片底层开始倾心打造，并基于自有的海思处理器先后推出了手机、平板电脑等一系列产品。基于华为二十多年通讯行业的深厚沉淀，凭借自身的全球化网络优势、全球化运营能力和全球化合作伙伴，华为在深耕消费者业务底层技术的同时快速将华为一贯优良品质带给全世界的消费者，成就公司第二大业务板块。2017 年，华为与荣耀双品牌并驾齐驱，智能手机全年发货 1.53 亿台，全球份额稳居前三。

图表102: 2017Q4 智能手机排名

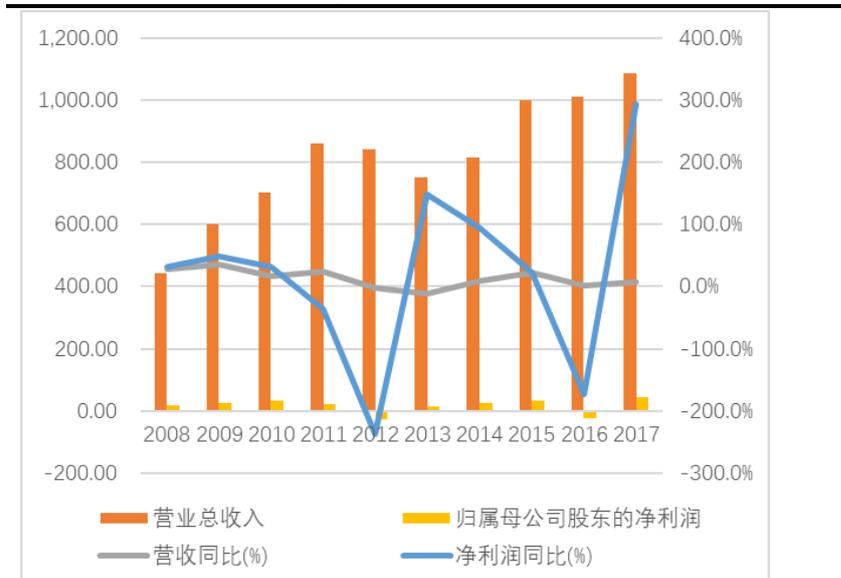


**中兴: M-ICT 战略打开成长空间**

2012年,是3G向4G更迭的时候,此时全球电信行业设备投资放缓,在无线网络方面,2G网络逐渐退出,3G网络持续优化与升级,4G网络部署逐步展开。而中兴面对新的挑战和机遇,在国内和国际市场均快速发展。国内市场方面,中兴抓住3G建设规模化、4G商用实验网建设启动及宽带中国战略等市场契机,紧密配合运营商的技术选择及网络建设计划;国际市场方面,中兴聚焦对人口大国及全球主流运营商的深入拓展与经营,同时积极布局政企网市场。这一年,公司在国际市场业务取得很多突破,如助力印度第一大移动运营商巴蒂电信成功商用南亚首个TD-LTE网络,400G/1T光传输现场试验在欧洲取得重大突破等。

2015年,在4G建设高峰期,中兴通讯的营收规模也一举突破千亿元,成为全球第四大通信主设备商。

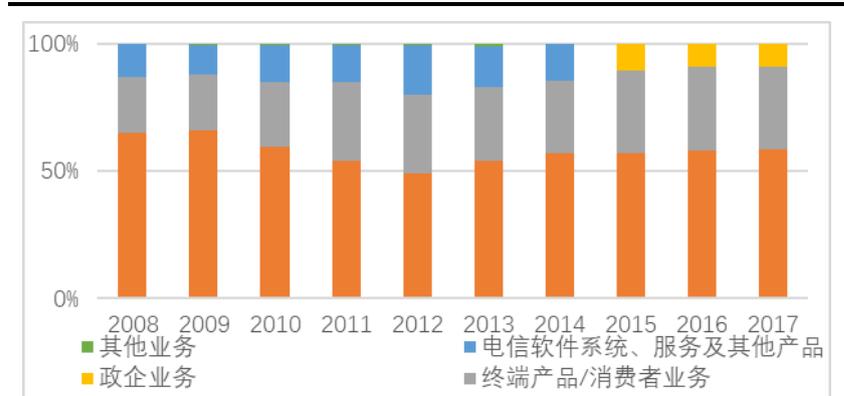
图表103: 中兴通讯 2008-2017 业绩情况



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所

随着 ICT 概念和业务浪潮的兴起，中兴也不断整合自身资源，向 ICT 产品及解决方案提供商转变，业务集“设计、开发、生产、销售、服务”等一体，聚焦于“运营商网络、政企业务、消费者业务”。

图表104： 中兴通讯业务结构发布



资料来源：Wind，方正证券研究所

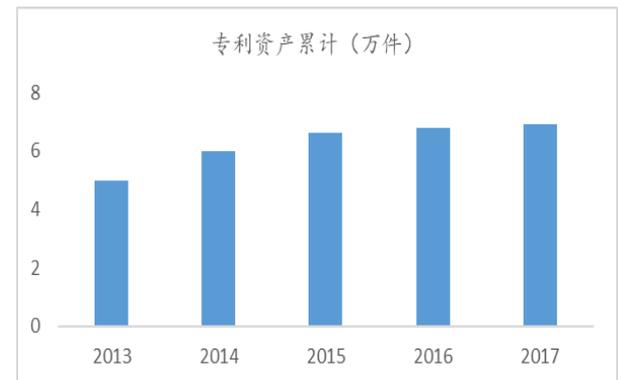
在研发方面，公司也是在 4G 时代加大研发投入，2015 年以来，公司每年研发费用突破 100 亿元，占营收比例也在 10% 左右。公司研发主要投向运营商网络业务，并在面向 5G 网络演进中已做好了充分的技术储备。此外，公司作为项目参与单位于 2016 年度荣获国家科学技术进步特等奖和国家技术发明二等奖，2017 年度荣获国家科学技术进步奖二等奖和国家技术发明奖二等奖。据世界知识产权组织（WIPO）统计，公司已连续七年在全球 PCT 国际专利申请排名中位居前三，并且在 2016 年位居第一。2017 年末，公司专利资产累计超过 6.9 万件，全球授权专利数量超过 3 万件。

图表105： 中兴通讯近年来研发费用情况



资料来源：Wind，方正证券研究所

图表106： 中兴通讯近年专利申请情况



资料来源：Wind，方正证券研究所

中兴依托于国内市场，积极发展亚太地区及欧美、大洋洲业务，实现整体业务的快速发展。中兴是中国通信业对外的窗口之一，为国家的通信业发展做出巨大贡献。在 2G 时代乃至 3G 时代，中国通信设备厂商都处在跟随者的角色，无法和欧美拥有百年技术沉淀的通信巨头相比。但是，中兴通讯不断攻城略地、发展壮大。北电、马可尼、摩托罗拉、朗讯等风光一时无两的欧美通信巨头纷纷倒下或抱团取暖，只剩下爱立信和多次重组后的诺基亚两家全球性的外资通信设备厂商。大浪淘沙后，中兴通讯已经成长为四家全球性通信设备商之一。

### 诺基亚：收购阿朗巩固综合竞争力，协同推进 5G 布局

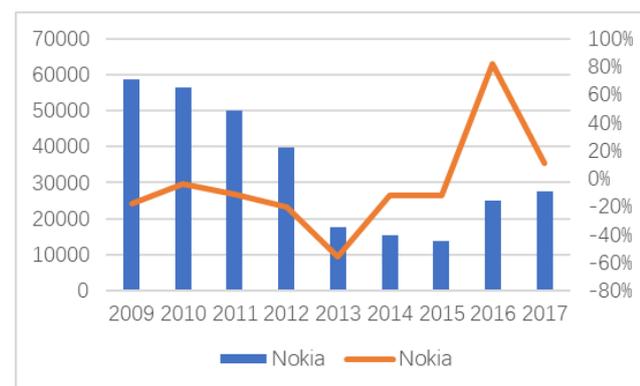
2000 年-2010 年，诺基亚手机在市场中占有极大份额，根据 IDC 报告，2005 年诺基亚占据 32% 的市场份额，2007 年第四季度占据 40% 的市场份额。正是诺基亚在手机市场中的遥遥领先，让其沉迷于过去的辉煌之中而忽视了全球手机发展趋势，坚守塞班系统导致最终无法匹敌苹果和安卓手机。

面对这样的困境，诺基亚选择投奔微软，2011 年与微软达成合作协议，2013 年由微软收购其手机业务。诺基亚向通信设备商转型，转而专注于移动宽带及相关业务、智能业务（智能网联车、数字地图）以及技术创新业务。2015 年 8 月诺基亚结束智能业务，而更加聚焦移动宽带业务和技术创新业务。

转型之后，诺基亚由于是新进入通信设备市场，没有牢固的根基，增长依然乏力，业绩呈下滑趋势。为了实现在与市场领导者爱立信进行竞争中成为一家主要的电信网络设备供应商的野心，2015 年-2016 年诺基亚实施收购阿尔卡特朗讯的计划。

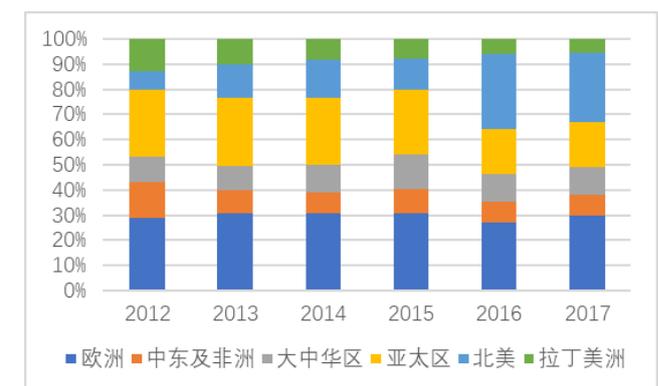
诺基亚在无线网络业务上具有一定优势，而阿朗则以路由器和其他设备闻名。尽管 2016 年收购阿朗后营业收入呈现合并式增长，但 2017 年诺基亚营业收入增长又回到了 11% 左右。在当前通信设备市场全球化的竞争状态下，诺基亚的增长来自于何处是真正的挑战。

图表107： 诺基亚收入情况



资料来源：Wind，方正证券研究所

图表108： 诺基亚业务地理结构



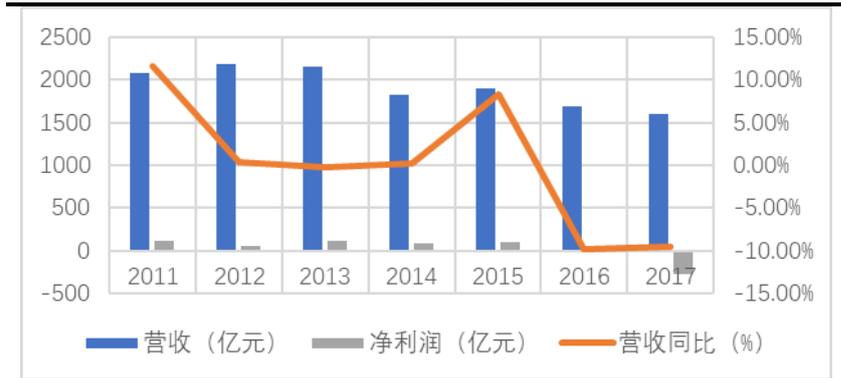
资料来源：Wind，方正证券研究所

在收购阿朗之前，诺基亚的市场主要在欧洲，其次为亚太地区，在收购阿朗之后，诺基亚得以打开北美市场，成为该地区的领导者，同时也是中国最大的市场竞争者。

### 爱立信：4G 时代后期营收下滑，开始更多聚焦服务

2011 年，公司向索尼出售了其在索尼爱立信的 50% 股份，从而全面退出了手机终端市场。随后，爱立信确立了以“电信设备为核心”同时发展移动宽带、网络服务和 OSS/BSS 全球市场的三大领域的聚焦战略，并把相关的服务环节提高至战略层面。2014 年，爱立信业务由“硬”转“软”，逐渐聚焦电信服务和软件供应，逐步减少甚至放弃了移动通信设备等部分低利润市场。

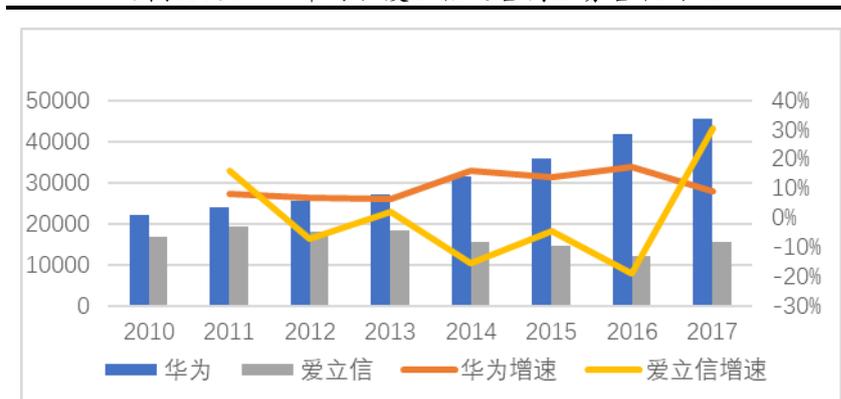
图表109: 爱立信营收情况



资料来源: Wind, 方正证券研究所

近年来在全球激烈竞争环境下,爱立信的市场份额不断被蚕食,在发展迅猛的华为面前,且守且退。2011年前后,爱立信看中欧洲运营商更新移动通信网络的机会,决定实施扩大欧洲市场份额的战略,抢回10年前因错失欧洲3G发展而丧失的份额。2016年开始,由于全球电信资本投入增速放缓,尤其是中国市场的资本开支大幅缩减,近两年设备商也受到严峻挑战。根据Ovum,最新一轮的通信服务提供商(CSP)收入报告出现了更多资本支出收缓的迹象,根据65%已发布财报的CSP的数据显示,2016年第四季度的资本支出总额为436亿美元,较2015年第四季度同比下降3%。同时HIS预测,2016年,受有线宽带投资增长驱动,全球电信服务提供商资本支出将略增0.7%,至3140亿美元。其中增速的降低不乏亚太地区市场的影响,尤其是中国。从地理上,亚太区依然占到全球电信市场的42%。

图表110: 华为、爱立信运营商业务营收对比

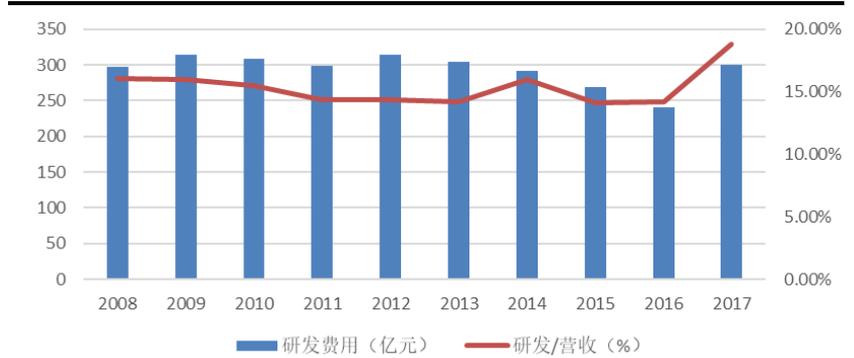


资料来源: Wind, 方正证券研究所

Ovum预测,2017年全球电信资本支出将下降6%,至3160亿美元。其中,北美地区AT&T、Verizon、Comcast, CenturyLink、Charter、BCE和Telus在财报中都预期其2017年的资本支出持平,或者资本支出/收入比持平。运营商资本支出放缓甚至下降的原因主要有两个,一是移动运营商在部署LTE和small cell升级方面的放缓,二是电信运营商在软件支出方面的重大转变。在这样的形势下,上游的投资需求不振,下游设备商的收入也面临考验。而爱立信不仅面临着市场环境的整体受挫,还面临着华为的迅猛攻势与市场份额的抢夺。由于,通信设备产业是高投入、高成本,极度依赖规模效应的产业,因此在规

模的进一步下滑并为 5G 和物联网等持续大规模投入之后，爱立信在 2017 年不可避免的亏损，当年扣非归母净利润为-177 亿元。

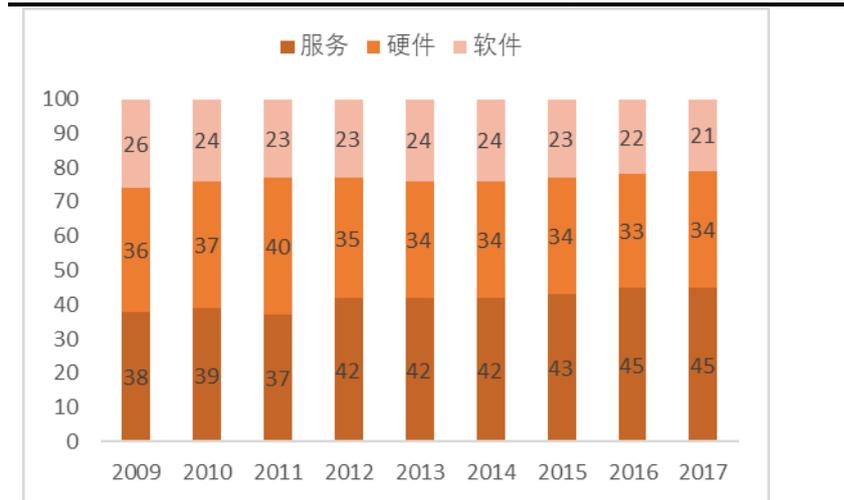
图表 111： 爱立信研发投入情况



资料来源：Wind，方正证券研究所

另外，公司近年来已经形成了较为均衡的业务结构，公司的软硬件销售以及服务营收占比趋于稳定。

图表 112： 爱立信业务销售结构



资料来源：公司年报，方正证券研究所

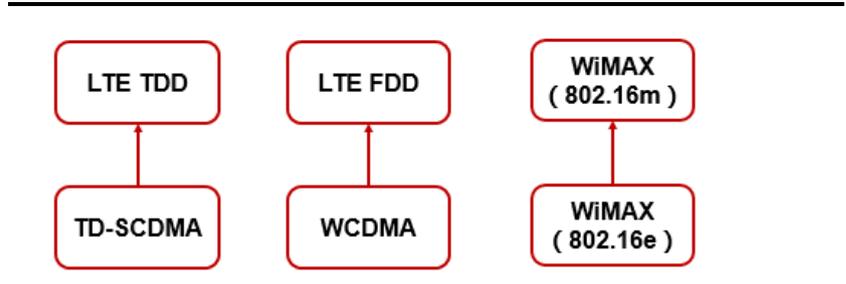
从上图中，我们发现在 4G 时代，公司的服务收入占比超过 42% 并保持上升阶段，契合运营商在建网完成之后的业务需求，也有助于保持公司的综合竞争力和业务粘性，并保证营收的平滑。

#### 5.4.2 WiMAX 终不敌 LTE，未来将加速融合

WiMAX 是 IEEE 提出的便携形式无线宽带连接标准，并最终能够在不需要直接视距基站的情况下提供移动无线宽带连接。与 3GPP 提出的标准不同，WiMAX 构建于在 IP 网络环境下，与计算机产业和英特尔、思科等 IT 厂商联系更为紧密，具有大宽带优势和移动性弱势，是一种城域网技术和基于开放标准的技术，能够在覆盖区域内任何地方帮助用户立即启用互联网连接。而传统的 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 的优势是移动性好但带宽窄，其特点延续到 4G 标准演进中也是如此。

其中 LTE 的演进路程是 WCDMA 和 TD-SCDMA 从 HSPA 演进至 HSPA+, 进而到 LTE (分为 FDD 和 TDD 两种方式); WiMAX 的演进是从 802.16e 演进为 802.16m。

图表113: 不同标准的 4G 演进



资料来源: 方正证券研究所

LTE FDD 由 WCDMA 演进而来, 同时又吸收了 CDMA2000 的技术标准, 能够同时兼容这两者, 是广为接受采用较多的通信技术标准。LTE TDD 可以使用 LTEFDD 系统不易使用的零散频段, 在频率利用率上具有较大优势, 两者可以互相补充和共存。

WiMAX 和 LTE TDD 均是时分双工, 具有比较大的相似度, 可以融合。采用 WiMAX 的运营商主要是固网运营商和新运营商如英国电信、美国 SprintNextel 和 Clearwire, 这些运营商可以利用 VoIP 等技术, 通过 WiMAX 网络为用户提供与蜂窝网络相同的移动语音服务。

图表114: 主要运营商 4G 演进方向

地区	运营商名称	2G&3G网络	未来演进方向
北美地区	美国AT&T	WCDMA/HSPA	LTE(WiMax作补充)
	美国Verizon Wireless	CDMA2000/EVDO	LTE
	美国SprintNextel	CDMA2000/EVDO	WiMax
	美国Clearwire	CDMA2000/EVDO	WiMax
	加拿大Bell Canada	CDMA2000/EVDO	LTE
	加拿大Telus	CDMA2000/EVDO	LTE
欧洲	沃达丰 (Vodafone)	WCDMA/HSPA	LTE(WiMax作补充)
	T-Mobile	WCDMA/HSPA	LTE
	法国电信(Orange)	WCDMA/HSPA	LTE
	西班牙电信(O2)	WCDMA/HSPA	LTE
	英国电信 (BT)	DSL/WiFi	WiMax
亚太地区	中国移动(CMCC)	GSM/TD-SCDMA/HSPA	LTE TDD
	中国电信(CT)	CDMA2000/EVDO	LTE
	中国联通(CU)	GSM/WCDMA	LTE
	日本NTT DoCoMo	WCDMA/HSPA	LTE
	日本KDDI	CDMA2000/EVDO/HSPA	LTE
	韩国SK电讯	CDMA2000/EVDO	LTE
	韩国电信(KTF)	CDMA2000/EVDO	LTE

资料来源: 中国移动集团研究院, 方正证券研究所

WiMAX 的主要定位是最后一公里接入, 更多面向细分市场提供语音、视频、信息或是高速无线数据接入服务。如果 WiMAX 实现大规模商用, 则可帮助运营商提供差异化服务、降低每比特成本、提高效率、进一步优化网络投资等。美国使 WiMAX 标准进入国际电信标准之后, 在英特尔、IBM 的支持下开始大力推广。加拿大北电、日本、韩国、马来西亚、菲律宾、中国台湾等均开始部署 WiMAX。

然而, 尽管 WiMAX 具有推广的可能性, 但是 LTE 具有网络更好

的后向兼容性，在 2G、3G 时代建立广泛的用户基础，能够利用前代技术积累下来的雄厚用户资源，其一开始的服务对象就是大众客户，目标是建设公共网络和实现广域覆盖。而相比之下，WiMAX 的目标是为细分市场提供宽带服务，同时也缺乏与其它技术标准间的兼容性，WiMAX 标准体系过于孤立，难于与 LTE 竞争。更关键的是，规模决定运营商终端设备成本，而 WiMAX 在规模上获得的支持远不如 LTE，且无论在覆盖范围还是容量有限的情况下，3G 所需的基站数量都少于移动 WiMAX 的基站数量，因而尚不具规模经济的 WiMAX 对于多数传统运营商来说并不是一个很好的选择。

而对设备商来说，WiMAX 通信设备的需求是自上而下的，上游运营商有一定需求，设备商会抓住机会，如 2009 年中兴通讯推出 WiMAX 紧凑型一体化基站 E9230，成为全系列、全频段 WiMAX 基站设备提供厂家，截止 2009 年第二季度，中兴通讯已经和全球 32 个国家超过 47 个运营商合作部署 WiMAX 网络，并已进入欧洲、日本等高端市场。但是又由于 WiMAX 市场需求较小，设备商也就不会去花费比 LTE 更多的时间和精力去建造。

图表 115： 支持各类标准的厂商

	LTE		WiMax
	LTE FDD	LTE TDD	
支持厂商	爱立信、诺基亚西门子、华为、摩托罗拉、北电网络、德州仪器、阿尔卡特朗讯、NEC	爱立信、大唐、诺基亚西门子、中兴、华为、普天、阿尔卡特朗讯	英特尔、思科、三星电子、阿尔卡特朗讯、摩托罗拉

资料来源：方正证券研究所

未来 WiMAX 的发展方向，主要还是与 LTE 融合，因为当前 WiMAX 用户基础较弱，使用范围不及 3GPP 的 LTE 网络。与 LTE 融合可为 WiMAX 运营商带来巨大的用户资源和丰富的产业体系以及规模效应，双方可以互相拓展用户资源等，实现双赢。

WiMAX 的主导者是 INTEL、IBM、摩托、北电以及北美一些运营商，除了摩托和北电其他的主要参与者例如 Intel、IBM 都是来自于 IT 设备、芯片以及无线技术领域，一定程度代表了对传统电信设备商的挑战，同时也是北美在主导新一代通信标准上面的尝试。但是，由于与上一代主流标准的不兼容，所支持的传统设备商较少，以及在电信及相关技术和成熟度的不足等原因，另外在 Intel2010 年退出 WiMax 后导致相应的底层芯片生态不完善，导致 WiMax 在与 LTE 标准竞争中落了下风。综合看来，通信标准作为整个产业的上层，同时具备极高的复杂度，因此一个标准的成功离不开设备商和运营商的支持，标准的制定也是各方实力的体现和最终利益的平衡，其背后也是国家力量和国家意志的集中体现。

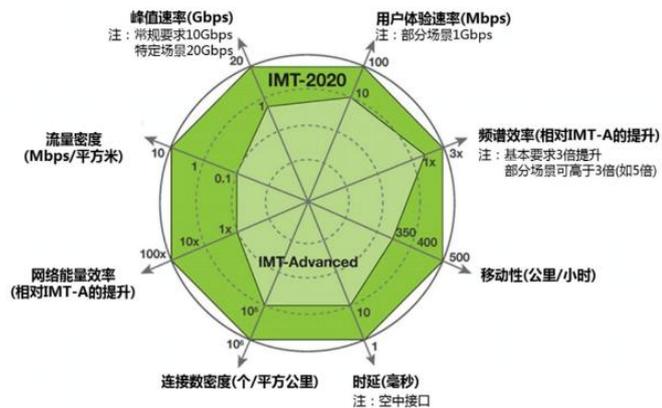
## 5.5 5G 聚焦万物互联，设备商市场空间大幅拓宽

过去二十年来，无线互联网和电信业务取得了惊人的进展，移动服务非常引人注目，由超高清视频，增强现实（AR）和触觉互联网等应用带来的移动网络数据流量的爆炸性增长，推动了下一代或第五代

移动无线网络（5G）的发展。5G 还将实现物联网（IoT），自动驾驶汽车，工业自动化，电子医疗和 AR / VR 等一系列新的适用于移动互联网和物联网的应用场景。因此，5G 网络的设计不仅是旨在提升容量和覆盖范围等传统关键性能指标，还要针对连接密度，延迟，可靠性和电源效率等新指标，是涵盖整个无线网络端到端的一场变革。

IMT-2020（5G）PG（推进组）发布的白皮书中提到，未来第五代移动通信系统的应用场景包括：移动互联网应用场景（具体还可细分为：连续的广域覆盖场景、热点的高容量场景）和物联网应用场景（具体还可细分为：低功耗的大连接场景、低时延的高可靠场景）。

图表116： 5G 关键升级指标



资料来源：Qualcom, 方正证券研究所

连续的广域覆盖场景能随时、随地为 用户提供 100 Mbps 以上的用户体验速率。热点的高容量场景使用户体验速率达到 1 Gbps、峰值接入速率达到几十 Gbps、移动数据流量密度达到几十 Tbps/km<sup>2</sup>。低功耗的大连接场景移动连接数的支持能力超千亿、移动连接数密度最高达到 100 万/km<sup>2</sup>。低时延的高可靠场景主要面向车联网、工业控制等垂直细分行业的相关特殊应用：端到端时延达到毫秒级别、空口时延要达到 1 毫秒的水平、业务可靠性保证达到接近 100% 的水平。

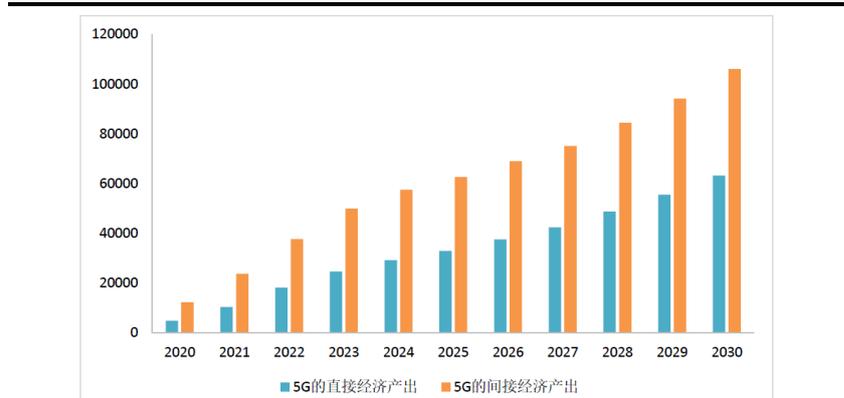
图表117： 5G 关键应用场景指标

未来 5G 的应用场景		对应的关键能力指标需求
移动互联网 应用场景	连续的广域覆盖	• 用户体验速率（随时随地）≥100 Mbps。
	热点的高容量	• 用户体验速率=1 Gbps； • 峰值接入速率=几十 Gbps； • 移动数据流量密度=几十 Tbps/km <sup>2</sup> 。
物联网 应用场景	低功耗的大连接	• 移动连接数的支持能力：超千亿； • 移动连接数密度最高达到 100 万/km <sup>2</sup> ； • 终端的功耗：超低； • 终端的成本：超低。
	低时延的高可靠	• 端到端时延达到毫秒级别； • 空口时延=1 毫秒； • 业务可靠性≈100%。

资料来源：中国信通院, 方正证券研究所

5G 各项指标的优越性对各行业转型变革与经济增长带来深远的影响，推动各国数字经济发展迈上新台阶。中国信息通信研究院正式发布《5G 经济社会影响白皮书》指出，5G 对经济贡献巨大。2030 年，在直接贡献方面，5G 将带动的总产出、经济增加值、就业机会分别为 6.3 万亿元、2.9 万亿元和 800 万个；在间接贡献方面，5G 将带动的总产出、经济增加值、就业机会分别为 10.6 万亿元、3.6 万亿元和 1150 万个。按照 2020 年 5G 正式商用算起，预计当年将带动约 4840 亿元的直接产出，2025 年、2030 年将分别增长到 3.3 万亿、6.3 万亿元，十年间的年均复合增长率为 29%；在间接产出方面，2020 年、2025 年和 2030 年，5G 将分别带动 1.2 万亿、6.3 万亿和 10.6 万亿元，年均复合增长率为 24%。

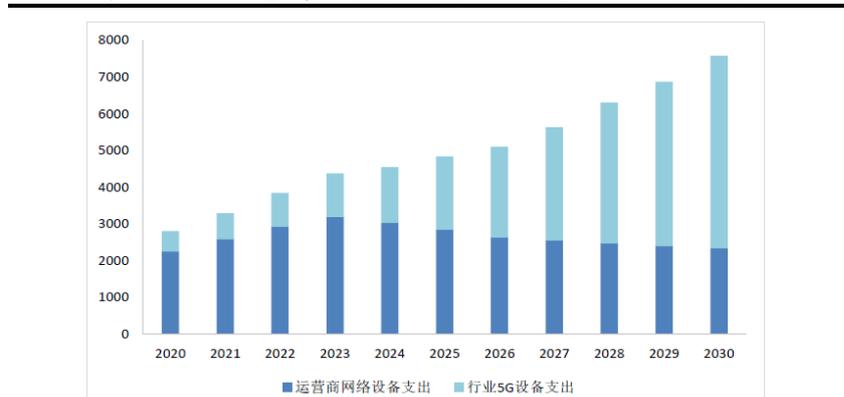
图表118： 5G 直接/简介经济产出（亿元）



资料来源：中国信通院，方正证券研究所

从设备环节看，5G 商用中后期各垂直行业将成为网络设备支出主要力量。在 5G 商用初期，运营商开展 5G 网络大规模建设，预计 2020 年，电信运营商在 5G 网络设备上的投资超过 2200 亿元，各行业在 5G 设备方面的支出超过 540 亿元。随着网络部署持续完善，运营商网络设备支出预计自 2024 年起将开始回落。同时随着 5G 向垂直行业应用的渗透融合，各行业在 5G 设备上的支出将稳步增长，成为带动相关设备制造企业收入增长的主要力量。2030 年，预计各行业各领域在 5G 设备上的支出超过 5200 亿元，在设备制造企业总收入中的占比接近 69%。

图表119： 营商和各行业 5G 网络设备收入（亿元）



资料来源：中国信通院，方正证券研究所

### 5.5.1 从标准研制到争先抢占 5G 产业发展制高点的角力

在标准化和早期试验正在进行的同时，5G 标准已进入标准研制的关键时期：2018 年 6 月份针对 eMBB 和 URLLC 标准的 5G 独立组网标准完成，相应的系统设备、芯片及终端就可以围绕该标准研发、生产、部署，以及后续的针对消费者市场 5G 网络建设；2019 年 12 月满足 ITU 全部场景，444 的 5G 标准冻结；5G 完整的技术规范将于 2020 年时间内完成。

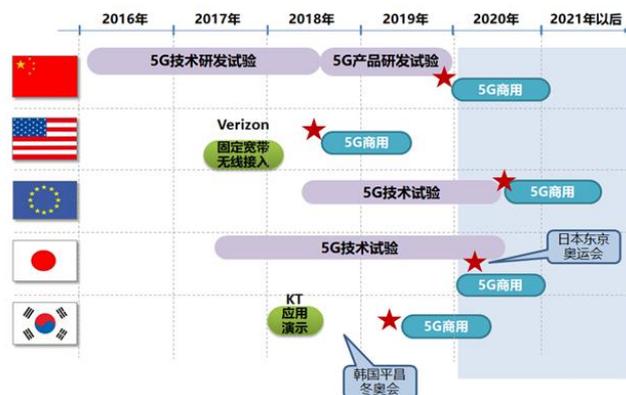
图表120： 5G 标准制定时间表



资料来源：IMT-2020，方正证券研究所

全球主要经济体的数字经济转型战略均将 5G 作为优先发展的领域，美国、欧美、日本、韩国等全球主要经济体都在力图超前研发和部署 5G 网络，普及 5G 应用，加快数字化转型的步伐。美国 AT&T 公司正在确定最终版的 5G 标准，并计划在 2018 年底前推出商业版；Verizon 公司已经发布了 5G 技术规范，并推出固定宽带无线接入试用版。2018 年的平昌冬奥会韩国 KT 等运营商进行了 5G 试商用；日本也要在 2020 年冬奥会实现 5G 网络商用。欧洲地区计划到 2020 年实现 5G 商业的大规模引进，到 2025 年主要城市地区和交通路线覆盖 5G。中国三大运营商，中国移动、中国联通和中国电信均计划在 2020 年实现商业发布，在此之前将于全国各省市进行广泛试验。

图表121： 主要国家 5G 进程



资料来源：方正证券研究所

总结 2G-3G 的发展历史，移动通信标准构成整个通信产业的核心

上层，也构筑了整个移动互联信息产业的核心基础，因此标准的制定除了设备商的支持与国家信息技术发展战略更是息息相关。所以，我们也看到越来越多的运营商、设备商在各国战略和政策的支持下开始抢先实验 5G，着力于抢占 5G 产业的制高点。

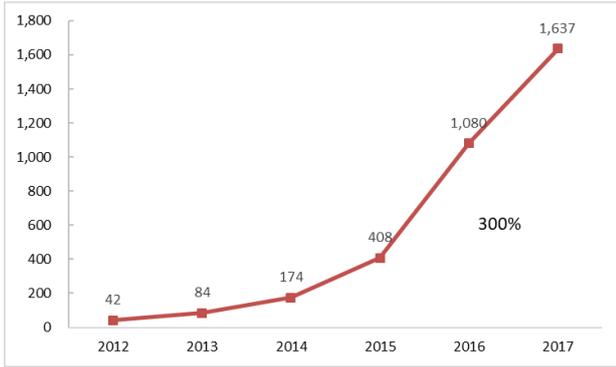
图表122: 2016-2017 全球主要厂商 5G 实验项目及成就

时间	公司	成就
2017. 6. 14	中兴通讯	创造 2.1Gbps 的商用 3D-MIMO 16-Stream 峰值速率
2017. 5. 21	爱立信 Verizon	使用 VR 护目镜测试 5G 赛车
2017. 5. 8	华为	在 5G MENA 2017 峰会上获得 “对 5G 研发的最大贡献”奖项
2017. 2. 7	爱立信 SK 电信 宝马韩国	刷新了 5G 世界纪录速度
2017. 1. 24	Starhub 华 为	在 5G 试验中实现了 35Gbps 的速度
2016. 11. 2	诺基亚 Starhub	在新加坡的 5G 展示台上实现了 4.3Gbps 的速度
2016. 8. 31	爱立信	首次提出了 5G NR (New Radio)，这是 5G 无线技术的新标准，支持高效连接海量物联网，实现低时延高可靠性和安全性的新水平。
2016. 6. 28	诺基亚	展示了全球首个 5G 网络
2016. 6. 29	三星	全球首个毫米波多小区切换
2016. 6. 2	中兴通讯	全球首个基于 5G 技术的无线 VR 服务演示
2016. 2. 22	华为 德国电信	全球首个 5G E2E 网络切片技术

资料来源：IEEE，方正证券研究所

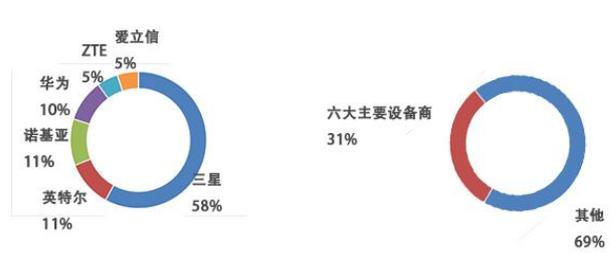
在 5G 专利方面，我们看到从 2015 年其，全球 5G 专利数上升了 300%，达到 1600 多个，其中 31% 以上专利集中于 6 家大型设备商：三星拥有 600 多项专利，占这六家主要设备商 5G 专利的 58%，诺基亚、华为、英特尔、爱立信、中兴通讯紧随其后。不管在技术的研发或是标准组织的参与，他们在 5G 技术的发展都有着极高的影响力，但现阶段并无一个设备商占有 5G 技术和专利的绝对优势。在标准制定的专利战中，更多的专利或许被预埋进标准，从而会在标准落地之后才会逐渐公开。

图表123: 2012-2017 年全球 5G 专利数量



资料来源: Netscribes, 方正证券研究所

图表124: 2012-2017 年全球主要 5G 专利授权

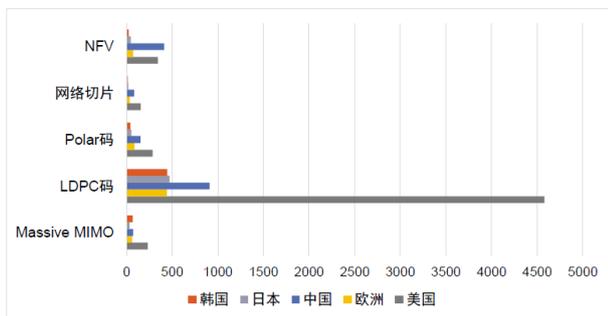


资料来源: Netscribes, 方正证券研究所

5G 专利在不同地区或国家的数量有所差距, 并且同一技术在不同地区或国家的申请数量有很大的区别。3GPP 的 5G 标准规划包含 R15 和 R16 两个版本, 在 R15 中确定了 Massive MIMO, LDPC 码, Polar 码, 网络切片和 SDN/NFV 等技术将会用于 5G。

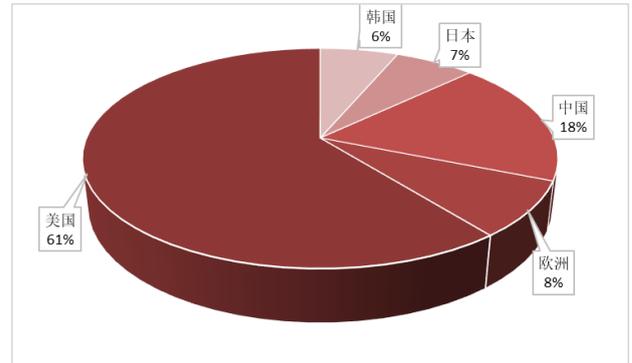
其中, LDPC 码有关专利总数最多, 以美国为首有 4579 件, 欧洲有 442 件, 中国有 910 件, 日本有 471 件, 韩国有 447 件。全球 5G 技术专利分布来看, 美国约占 60%, 其次是中国。

图表125: 5G 关键技术专利分布图



资料来源: TD 联盟, 方正证券研究所

图表126: 5G 专利地区分布情况



资料来源: TD 联盟, 方正证券研究所

### 5.5.2 5G 驱动数字经济, 国家博弈加剧

纵观 1G-4G 的竞争格局变化, 通信标准以及随后的产业竞争一直以来都是国家间的竞争和综合技术实力的体现。目前, 设备商 4 强的成长之路离不开背后国家或地区市场支持以及技术投入。GSM 作为第一个全球意义 2G 标准由欧洲提出, 从而给了爱立信、诺基亚拓展全球市场的实力和机遇, 在数字移动通信时代反超 1G 时代的美国摩托罗拉和北电, 成为数字移动通信的全球顶级设备商。3G 时代, 高通凭借在 CDMA 专利和技术相关的坚实储备, 晋升为顶级的移动通信企业。在 4G 时代, 中兴和华为依靠中国的工程师红利以及人口红利, 持续投入研发提升技术能力, 同时依靠国家推动相关移动通信建设晋升前四大设备商。

在数字经济越来越重要的今天, 移动通信作为数字经济的核心支

撑所处的战略地位愈加凸显。因此，全球各国的数字经济战略均将 5G 作为优先发展的领域，力图超前研发和部署 5G 网络，普及 5G 应用，加快数字化转型的步伐。欧盟于 2016 年 7 月发布《欧盟 5G 宣言——促进欧洲及时部署第五代移动通信网络》，将发展 5G 作为构建“单一数字市场”的关键举措，旨在使欧洲在 5G 网络的商用部署方面领先全球。英国于 2017 年 3 月发布《下一代移动技术：英国 5G 战略》，从应用示范、监管转型、频谱规划、技术标准和安全等七大关键发展主题明确了 5G 发展举措，旨在尽早利用 5G 技术的潜在优势，塑造服务大众的世界领先数字经济。韩国发布的 5G 国家战略提出拟投入 1.6 万亿韩元（约合 14.3 亿美元），并计划 2018 年平昌冬奥会期间由韩国电信开展 5G 预商用试验。

一直以来，通信设备商由于承载网络数据因此在信息安全日益受到重视的当下，经常被借以国家安全的理由实施对某设备商的禁令。2012 年，美国政府以担忧其设备安全性问题而限制华为进入美国电信市场，因此华为至今无法进入美国运营商设备市场。

2018 年 4 月，美国政府以中兴违反美国限制向伊朗出售美国技术的制裁条款，以及在支付 8.9 亿美元的罚款和罚金之后未完成承诺的对涉事 35 名员工取消奖金或作纪律处分为由，商务部激活拒绝令，将禁止美国公司向中兴通讯销售零部件、商品、软件和技术指导 2025 年 3 月 31 日。

根据赛迪智库 2016 年发布的报告，中兴通讯 2014 年芯片采购总额为 51 亿美元，其中从美国进口的芯片金额为 31 亿美元，占当年总采购额的 53%。从外部芯片供应商情况来看，中兴 2014 年从 Avago/Broadcom 采购芯片共计 13 亿美元，占总采购额的 22%。中兴微电子供应的芯片主要为内部配套为主，2014 年其销售额为 6.75 亿美元，占中兴芯片总采购额的 11%。

图表 127：中兴通讯 2014 年芯片采购情况



图表 128：中兴微电子芯片供应情况

中兴通讯			中兴微电子可提供的芯片
产品领域	主要产品	产品细分	
无线	宏基站	室外/室内宏基站	多模软基带芯片、数字中频芯片
		分布式基站	
	Small Cell	微基站/FEMTO	
承载	微波	室外/分体微波	中低端光交换芯片
		波分	
	光传输	SDH/MSTP	
手机	数据通信	IP 传送	IP 传送芯片
		路由器	中低端路由芯片
	交换机	中低端交换芯片	
	模块终端	3G 数据卡	3G 基带芯片

资料来源：赛迪咨询，方正证券研究所

资料来源：赛迪咨询，方正证券研究所

从上图可以看出，中兴通讯作为全球龙头设备商之一，其众多芯片和光模块依旧重度依赖，而来自美国的进口份额占比最大。公司芯片自研实力逐年提升，公司 2003 年成立中兴微电子，经过十多年的发展，中兴微电子已建立了一支高素质的研发和管理队伍，研发人员超过 2000 人，在全球设有多个研发机构。截至 2016 年底，共申请 IC 专利超过 3000 件（其中 PCT 国际专利超过 800 件）。2017 年中兴微电子销售规模达到 66 亿，位于国内 IC 设计公司第三。中兴微电子掌握国际一流的 IC 设计与验证技术，拥有先进的 EDA 设计平台、COT 设计服务、开发流程和规范，自研芯片研发并成功商用的有 100 多种，

覆盖通讯网络、个人应用、智能家庭和行业应用等“云管端”全部领域，在国内处于行业前列。

中兴微电子每年都将营收的 30% 投入研发，研发投入占比居全球前列。2016 年，中兴微电子专利申请数量位居中国芯片设计企业专利申请首位，专利申请年复合增长率达 58%，在中国内地企业中也排名第一。2017 年，根据集邦咨询的数据显示，中兴微电子以约 75 亿营收继续位居中国 IC 设计企业前三，预计同比 2016 年实现 33.9% 的同比增长。虽然中兴微电子有较强的芯片自研能力，但是由于其使用的主流芯片设计 EDA 工具，全部由 Synopsys、Cadence、Mentor 等美国公司提供，另外用于芯片逻辑仿真所需的高速 FPGA 芯片同样被 Xilinx、Intel/Altera 等所提供，因此介于目前中兴的处境，中兴微电子的芯片研发制造能力同样被大幅限制。

值此 5G 标准冲刺关键时期，同时在 5G 大规模建设前夜，美国的制裁对中兴显得尤为致命，也被认为是美国削弱中国整个 5G 进程而可能采取的一个策略。中兴作为中国第二、全球第四大电信设备厂商，大量的底层芯片以及开发软件来自于美国公司，例如交换机芯片、高芯片、射频器件、FPGA 以及芯片开发套件等。华为作为全球第一大电信设备商，虽然已经深耕底层芯片多年具备相对较强的芯片自研能力，但是同样存在大量芯片及软件进口的情况。

我们认为，此次美国对中兴通讯的制裁，让众多设备商特别是国内的设备商认清底层芯片研发制造且自主可控的重要性以及进口关键器件的供应风险。因此，未来设备商的演进将有望在上层标准争夺的情况下更多地关注底层芯片技术，巩固垂直一体化的综合能力，并通过分散供货商来降低供货风险。

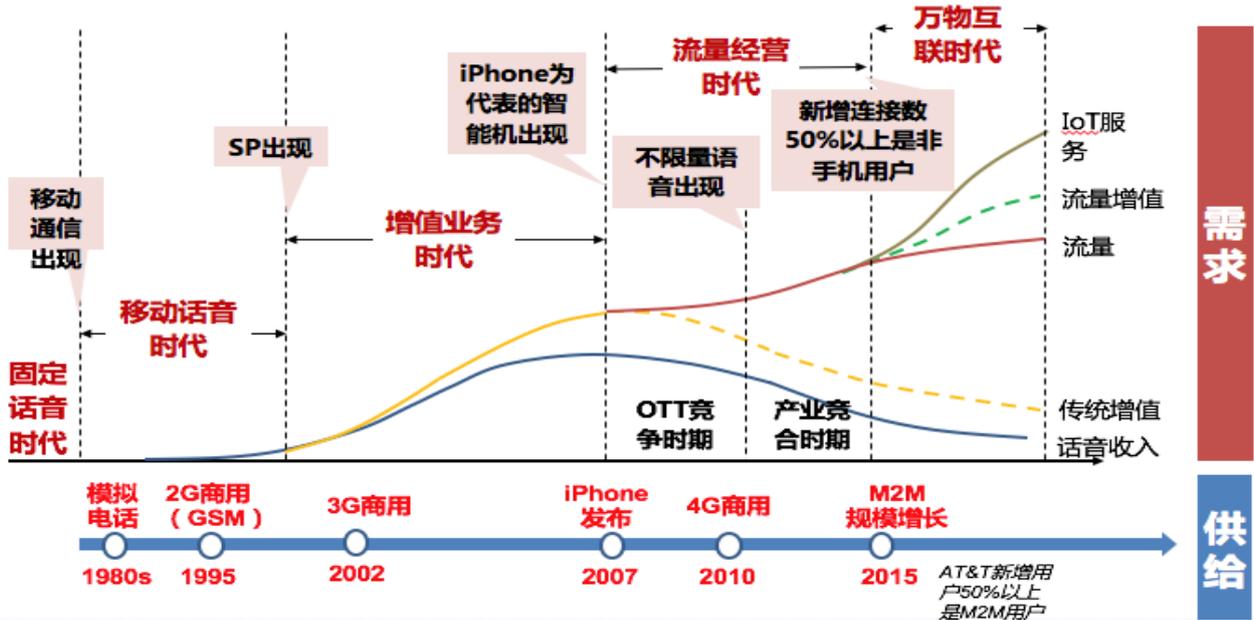
## 6 适者生存，设备商推动产业进化

综上所述，通信设备商的历史与整个电信业的发展不论是市场还是技术都是息息相关。现代通信业作为技术密集型产业，通信设备商的繁荣离不开对技术的投入所带来的持续的技术领先的红利，因此我们看到高通豪赌 CDMA 并晋升顶级通信厂商，也看到摩托罗拉作为模拟通信巨头错过数字移动通信发展先机从而结束半个多世纪对移动通信的垄断。另外，进入移动通信时代，随着经济全球化的发展，可漫游、多制式兼容等移动通信需求推动通信产业成为全球的产业，因此标准的制定决定了产业的顶层，因此率先掌握 GSM 标准全球推广的诺基亚一跃成为全球顶级运营商。因此，我们也看到在 3G-5G 的标准中引入了越来越多的企业间、国家间的博弈。

另外，随着互联网时代的到来和繁荣，以思科为首的企业紧抓时代发展机遇，从数通路由器入手，从解决最初的多协议兼容的早期行业痛点开始并逐步升级解决随着互联网大规模普及之后流浪暴增的技术难题，从而随着互联网流量的发展而持续繁荣。

因此，在回顾了著名设备商的发展史之后，我们将着重分析设备商与电信技术需求的协同驱动情况，从而希望一窥通信设备商以及通信产业的未来可能的演化路径。

图表129: 移动通信运营商发展的四个阶段



资料来源: 信通院, 方正证券研究所

## 5.2 技术追赶群雄并起, 规模效应决胜未来

如前所述, 电信产业中设备商占据核心上游, 一方面设备商着重投入研发从而推动整个产业的技术进步, 另一方面, 电信设备商的发展契合产业发展重点, 从而能顺势紧抓时代发展机遇。在技术方面, 电信设备商的发展一方面离不开自身对技术的投入以及市场开拓, 另一方面也离不开通过收并购快速补足市场和技术的不足, 通过协同作用来实现加速成长。电信技术的发展离不开充足的投入, 高投入带来的成本需要规模效应来分摊从而实现盈利, 因此在电信产业成熟的后期, 我们看到越来越多的电信设备企业通过合并实现规模的扩大, 并在技术和市场方面实现有效的互补。

因此, 我们看到电信设备商的发展基本是早期随着技术优势的逐步消除, 越来越多的二线设备厂商开始凭借着更高的性价比逐步崛起, 打破具备先发优势的企业垄断。另一方面, 随着电信产业逐步进入成熟阶段, 营收规模将是决定企业是否能够有实力投入下一代技术研发, 并最终获得足够大市场的关键因素, 同时设备商的综合一体化服务能力也越来越被看重, 因此我们看到在近年来越来越多的厂商抱团。

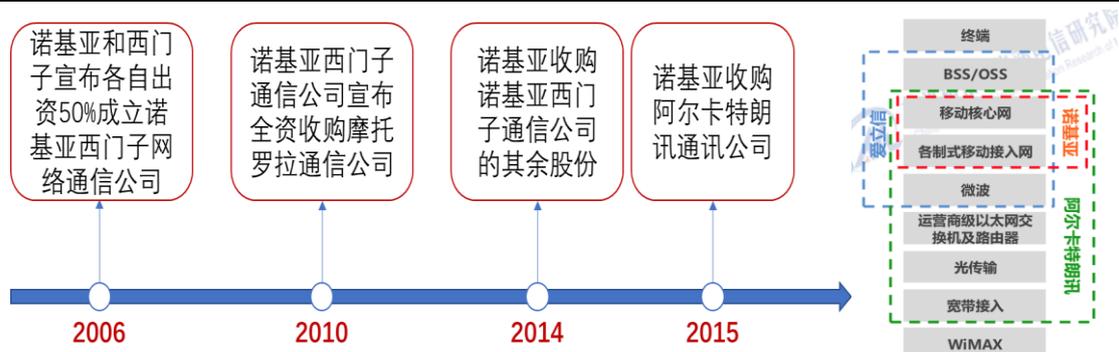
80年代, AT&T为了反垄断将公司分拆, 由集中变得分散。而与运营商不同, 随着数字技术的引入, 设备商开始扩大产品线, 并且将一些特定市场需求整合到一个单一的、全球化的标准当中。一些设备提供商在相关市场上的领导地位已经确立, 比如当时的北电已经在数字交换市场上逐步确立技术领先地位。设备的生产变得集中化, 设备商想尽一切办法提高产量、降低成本。80年代的市场, 政府其中也发挥了一些主导的力量, 发展民族自有的产业, 增强国家的技术能力。

分散到集中的历史演变周而复始, 印证了“分久必合, 合久必分”。诺基亚的逐步收购合作史是个强有力的例子。从90年代开始转型为电信公司, 到成为全球移动电话的执牛耳者。此时是诺基亚的一个逐步上升的发展历史, 但是随之而来的在手机市场的逐步失利, 诺基亚

仍然坚守着通信设备制造和解决方案的业务，2010 诺基亚西门子通信公司宣布全资收购摩托罗拉通信公司，2014 年又完成了对合资的诺基亚西门子公司的其余股份回收，2015 年宣布以 166 亿美元收购了阿尔卡特朗讯通信公司。通过逐步的收购，诺基亚在全球通信设备市场上占据了一席之地，和华为、中兴、爱立信共同“瓜分”市场。在 2017 年，诺基亚实现营收 1802 亿元人民币，虽然与华为仍相距甚远，但是保住了第二名的位置。这很大程度上得益于收购阿朗。

诺基亚收购阿朗时，阿朗的营业额是 159 亿美元，诺基亚通信业务约为 130 亿美元，排名前两位的华为运营商收入大约 310 亿美元，爱立信是 330 亿美元，而中兴通讯运营商收入近百亿美元。身处中间的位置，前面难以望其项背，后面——前者难以望其项背，而后面又追兵紧逼正好用来形容诺基亚和阿朗的处境。在财报中，诺基亚特别强调了两家合并所可能带来的成本节约的效果，可以通过理顺产品和服务的重叠部分，销售地区和网络的优化，制造、供应链等方面的合理化等手段来完成。同时对诺基亚和阿朗双方来说，可以补充各自短板。

图表 130: 诺基亚重大收并购情况及各自业务情况



资料来源：工业和信息化部电信研究部，方正证券研究所

## 6.1 产品研发到系统集成及服务，设备商打开市场空间

通信设备商早期聚焦通信技术及产品研发，通过产品的销售和系统集成实现盈利。随着通信技术的日趋复杂，特别是移动互联网给运营商带来了新的挑战，运营商在面对繁复的需求无力及时反应，而不得不求助于通信设备商来提供相应的服务。

在此变化的推动下，通信设备商也逐渐从单纯的技术研发和设备制造角色开始更多转变为运营商提供端到端的服务，一方面可以在建设大周期结束之后凭借和服务持续获得利润并增强客户粘性；另一方面，也可深入接触运营商的通信和网络需求，从而更好的按需定制，决定下一代的技术升级方案。

另外，随着技术标准化以及器件标准化之后，在同一代标准体系下，设备商之间的技术差距会逐渐消除，从而加剧同质化竞争。因此，贴近客户的个性化定制服务以及应急响应服务将是决定各设备商竞争力的具体体现。这也是华为、中兴得以快速崛起的关键因素之一，华为的狼性文化强调在保证客户服务质量，关注客户服务需求。因此，在技术日益同质化的时期，华为的营收和净利润能够脱颖而出，并不断蚕食传统巨头的市场。

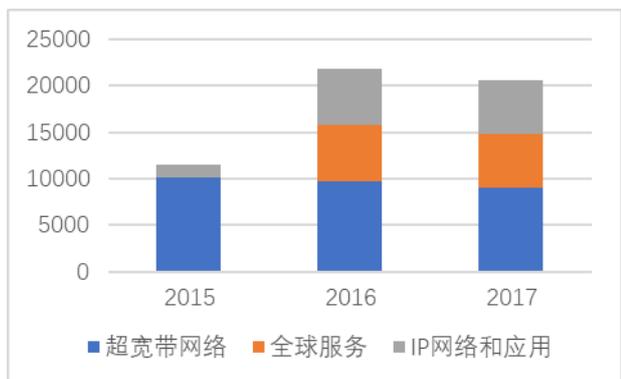
图表131: 华为客户服务情况

业务类型	概况	近年发展情况
消费者业务	手机, PC和平板, 穿戴设备等个人及家用产品	— 芯片、UI系统、双摄像头、工业设计等领域突破性创新 — 探索人工智能领域
企业业务	通过ICT基础设施建设, 为企业提供云计算与数据中心、企业网络、企业无线、统一通信与协作等服务	— 推出“一云二网三平台”的智慧城市解决方案构架 — 与合作伙伴携手打造融合、可视、开放的平安城市一站式解决方案 — 与多家顶尖金融机构研究基于云计算与大数据的下一代IT基础构架 — 全联接电网方案广泛应用
运营商业务	通过建立通信网络中的交换网络、传输网络、无线及有线固定接入网络和数据通信网络, 为全国各地运营商和企业提供硬件设备、软件服务和解决方案	— 联合运营商部署智慧家庭、智慧抄表和车联网等业务 — 在视频领域与多家运营商联合打造标杆项目携手运营商以云服务方式拓展B2B业务 — 通过Telco OS数字化运营系统帮助运营商实现运营和运维系统的变革

资料来源: 公司年报, 方正证券研究所

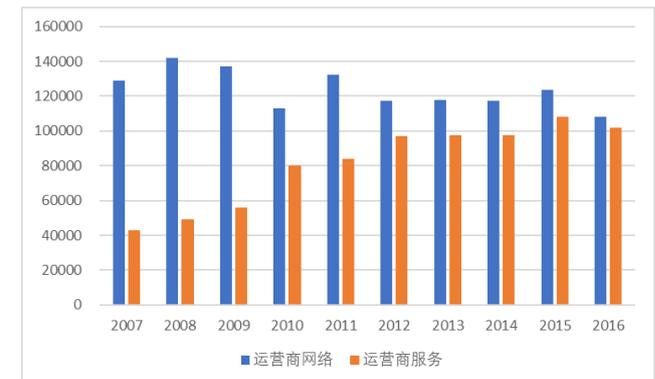
同时, 我们看到像诺基亚、爱立信等巨头也开始更多的关注运营商的服务需求。爱立信从 2010 年开始服务占据总营收的比例逐渐升高, 在 2016 年已经和运营商网络的收入中旗鼓相当; 诺基亚的收入结构也在持续优化, 在 2016-2017 年两年全球服务收入在收入中占比稳定在 28%左右。

图表132: 诺基亚收入结构



资料来源: Wind, 方正证券研究所

图表133: 爱立信收入结构



资料来源: Wind, 方正证券研究所

我们认为, 在过去的竞争中, 中国的人口红利、工程师红利给了华为、中兴后来居上的条件, 也帮助公司在技术上实现了对欧美技术的追赶, 并凭借着更优质的服务更快速的响应抢夺客户份额, 在全球设备市场不多进取。未来, 运营商在面对繁复的用户需求的时候将比以往更加依赖设备商的服务, 因此, 我们认为在中期我们认为工程师红利将取代人口红利成为中国设备商持续精进的主要动力。

## 6.2 新兴设备巨头重拾消费者业务, 打造端到端解决方案

从 1980 年代开始，以摩托罗拉、爱立信为代表的通信设备制造商逐步占据 1G 模拟时代，成为通信设备行业巨头。到 1995 年，数字通信技术代替了模拟通信，移动通信终端的功能不再仅限于通话，而是可以连入互联网，能够接入 WAP 的 GSM 脱颖而出。如前所述，随着 GSM 在 2G 时代的全球推广，爱立信和诺基亚凭借着强大的先发优势和技术优势迅速在全球移动通信领域实现崛起。

除了通信设备，爱立信和诺基亚在通信终端方面也凭借着自身的通信技术实力以及更为可靠便捷的产品设计而随着 GSM 一道风靡全球。在 2G、3G 时代，特别是在标准建设初期，系统的销售与配套的手机终端密不可分，形成可使用的生态便于被运营商接受。

由于摩托罗拉对数字移动通信发展行动缓慢，从而逐渐失去了与诺基亚竞争的黄金时期。与摩托罗拉的没落相对应的是诺基亚的强势崛起，诺基亚作为整个 2G、3G 时代最大的赢家，于 1998 年超越摩托罗拉和爱立信如愿成为全球最大的移动电话制造商，并保持这一极高的市场份额连续 14 年。2004 年诺基亚收购了塞班创始者 Psion 公司在塞班的所有股份。统治了新兴的智能手机市场。诺基亚凭借对于手机操作系统商机的把握，通过当时十分出色的塞班系统，逐步将市场份额做大，最终统治了新兴的智能手机市场。

图表 134： 诺基亚 2G 手机对比其他手机

品牌	型号	上市年份	特点
诺基亚	3310	2000	WAP 浏览器，全球售出 1.36 亿台
诺基亚	7650	2002	第一款塞班系统智能手机，三维摇杆
诺基亚	1110	2003	400 小时超长待机时间，5 年卖出 2.5 亿台，全球最畅销手机
摩托罗拉	V3	2004	支持下载播放视频，GPRS，WAP2.0，支持 USB 连接与 PC 数据同步
索爱	T86i	2002	全球第一款彩屏手机，大容量储存空间，可更换壁纸
索爱	T618	2003	独特外观，拍照快捷键，外接闪光灯

资料来源：方正证券研究所

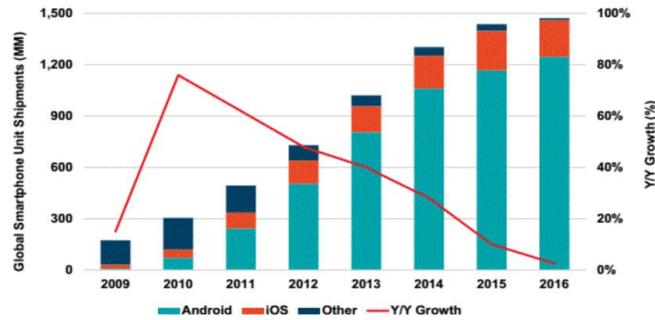
直到 2007 年整个行业发生巨变前，诺基亚的市场占有率仍然很高。2007 年第二季度，三星手机在中国市场的出货量是 454 万台，而诺基亚出货量是 2239 万台，市场占有率接近四成。但好景不长，随着安卓系统和苹果 iPhone 的出现，诺基亚的“不思进取”导致它失去霸主地位，在国际市场节节败退。

2007 年，苹果以新的全触屏智能手机概念杀入市场，次年，谷歌的安卓操作系统上线，当时的诺基亚固步自封，对苹果和安卓流畅的操作系统视而不见，固守陈旧塞班系统，市场地位受到挑战。短短五年，安卓系统市场份额已经高达 48%，占据绝对市场优势，终结了塞班多年的霸主地位。2011 年诺基亚不得不放弃塞班系统，转而投向微软，然而由于应用软件仍然存在问题，Windowsphone 依旧没办法拯救诺基亚这艘沉默的巨轮，2012 年三星取代诺基亚全球最大手机制造商的地位，2013 年第二季度亏损 1.15 亿欧元，收入下降超过 24%，自此，诺基亚的亏损已高达 41 亿欧元，转向安卓的时机已过，一代强者走向衰落。智能手机时代强调系统优势和人机互动的软件使用体验是塞班阵营的诺基亚、塞班+Win 阵营的索尼爱立信相继掉队，并在之后出现不同程度的亏损的原因，爱立信、诺基亚不得不相继剥离消费者终端业务，聚焦设备。2013 年诺基亚将全部手机业务以 71.71

亿美元出售给微软公司，完成瘦身，聚焦通信设备。之后索尼爱立信、阿尔卡特也纷纷剥离各类终端业务，以寻出路。

图表135： 2007-2015 手机系统份额变化情况

Smartphone Unit Shipments by Operating System (MM), Global, 2009 – 2016



资料来源：2017 互联网趋势报告，方正证券研究所

而国内的中兴、华为，从最初的贴牌小灵通、运营商定制机起家，逐渐开始形成自有品牌，远销海外，构成公司的重要业务板块。另外，华为在手机的红海竞争中，利用自有手机产品实现对海思半导体的培育，在多年的发展之后扶持子公司海思成为中国领先的半导体设计公司，同时公司研发的海思芯片在性能方面已经可以与国际领先的芯片相媲美。近年来，华为在智能手机方面实现华为和荣耀双品牌并驾齐驱，消费者业务收入占总收入的比重持续攀升，这是华为公司对通信终端业务的重视和华为实力的双重体现。

图表136： 华为消费者业务营收



资料来源：公司年报，方正证券研究所

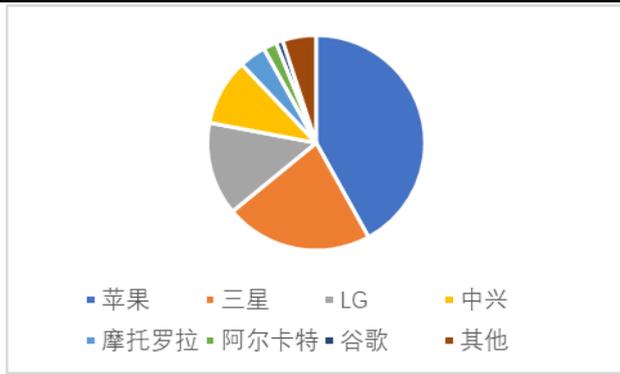
图表137： 麒麟 970 与高通 845 对比

对比机型	骁龙 845	麒麟 970
制程	三星 10nm LPP	台积电 10nm FinFET Plus
CPU	4 个 A75 (2.8GHz) + 4 个 A55 (1.8GHz)	4 个 A73 (2.4GHz) + 4 个 A53 (1.8GHz) + 内置独立 NPU
GPU	Adreno 630	Mali-G72 MP12 (12 核心)
CPU 核心	8 核心	8 核心
RAM	LPDDR4X	LPDDR4X
LTE	Cat. 18	Cat. 18

资料来源：方正证券研究所

相比于华为，中兴手机终端业务的发展相对稳健。2018 年，使用高通 SOC 的中兴公司截胡华为与美国第二大运营商 AT&T 达成合作，成功打开美国市场，在美国智能手机市场中占有一席之地。

图表138: 2018Y1Q 美国智能手机市场份额



资料来源: IDC, 方正证券研究所

图表139: 2017 年度全球智能手机市场份额



资料来源: IDC, 方正证券研究所

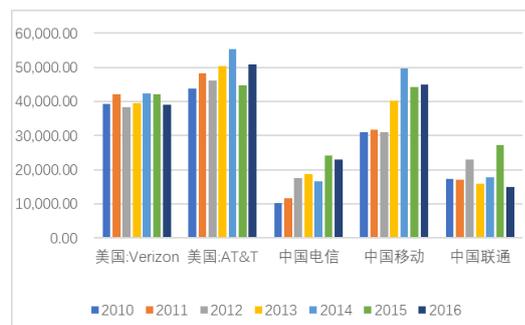
我们认为,爱立信、诺基亚之所以放弃手机终端业务,一方面是在面对新兴竞争对手例如苹果手机,较为沉重的历史包袱如塞班系统阻碍了公司较快的转型。另一方面,在面对手机同质化竞争时代,诺基亚、爱立信无法再依靠技术优势获得较大利润,而相反国内的厂商在人口红利、工程师红利的帮助下实现了对传统优势企业的赶超。

随着通信技术的发展以及人们通讯需求的提升,拥有“端到端”解决能力对设备上来说将仍然十分重要。一方面,设备和终端能形成较强的协同作用,不仅表现在市场拓展方面,同时也体现在研发方面,双方的协同开发可以更快更好地建立相应的实验环境,优化终端和设备的性能,例如华为在2018年4月推出了首款支持3GPP标准的5G芯片Balong 5G01。另一方面,手持终端的更新换代相较设备其周期更多,因此在通信基础设施建设高峰期过后,消费终端更换频次更高,会持续为公司带来营收和业绩,因此经过4G时代,华为的消费者终端业务日益成长为公司的主要业务板块之一。

### 6.3 全球运营商资本支出缩减,设备商数字化转型势在必行

4G的发展让运营商获得大笔收入,移动数据也成为了新一代的收入马车,但是为了争夺市场运营商在4G上的投入也需要一定的时间进行消化。从2014年开始中美主要的运营商的资本支出在明显缩减,并且从其支出计划来看,资本支出的减少是在不断持续的。

图表140: 中美主要电信运营商资本开支(亿美元)



资料来源: 工信部, 方正证券研究所

在面临着运营商资本支出的减少,设备商的市场又一次面临着挑战。仅仅依靠电信运营商提供收入的来源,充满着被动性。同时,新

的技术的发展，如 SDN 和 NFV 为设备商也带来了发展的不确定性。所以设备商的转型是势在必行的。总体来看，电信设备商数字化转型均以大管道为基础，瞄准云计算、物联网、大数据、大视频等方向，以满足客户数字化诉求、提升收入增长点为目标。他们推进数字化转型的落地措施是通过企业自身的调整和变革，满足除运营商以外的个人、家庭以及政企行业用户需求。

电信运营商传统业务两大支柱是移动业务和宽带业务。在微信等应用快速发展下，移动业务包括短信和语音等，受到 OTT 冲击，再加上许多国家和地区的“人口红利”几乎消耗殆尽（手机用户市场趋向饱和），因此收入增长遇到“天花板”。

电信运营商不得不转型发力移动互联网，构建能力开放平台，向第三方销售网络等能力，以增加收入。而电信运营商的固网宽带业务，也遇到增长瓶颈。消费者不愿为更高的带宽花费更多，认为上网、看网络视频几兆带宽就够了。这导致许多运营商对固网建设投资热情下降，从而又让电信设备商遭遇寒冬。

如今，电信运营商发力 4K、IPTV 等，向大视频、云计算（云 IDC）、大数据等数字化方向转型。其次，云计算、大数据等数字化转型方向，是业界公认的行业发展趋势，华为曾表示，全球数字经济转型将带来万亿级市场，在 2016 年这个数据将达到 1.5 万亿美元。其中，云计算和物联网未来均是千亿美元市场规模。最后，数字化转型也是市场格局重新洗牌的关键点。

对电信设备商而言，数字化转型浪潮让市场区分不那么明显，除了电信运营商客户，还可以开拓更广阔的个人和政企市场。比如手机市场门槛没那么高，电信设备商又拥有通信方面的专利优势，因此许多企业也投身其中。而 IT 领域，云计算让电信设备商看到“弯道超车”的机会。因此，我们看到华为、爱立信、中兴、诺基亚都早有相关布局。

图表 141： 设备商数字化转型情况

公司转型	具体行动
华为多年的数字化转型呼吁者	2011年，华为发布有关云计算布局计划，也开始开辟企业级的市场作为其发展的动力。2012年，华为成立了运营商网络业务、企业业务、终端业务和其他业务四大业务运营中心，后来形成三大业务BG。华为消费者业务也快速的发展，2015年营收到达199亿美元。华为企业业务虽然不如消费者业务增长快，但也终于开始盈利，而华为为传统的运营商业，并未停止创新脚步，通过发力云计算、物联网、大数据、大视频、SDN/NFV等领域，朝运营商数字化转型首选合作伙伴迈进。
爱立信早已开始新型布局	作为曾经的设备商龙头，爱立信也未曾停止想要打翻身仗之仗。在放弃终端等业务后，爱立信开始聚焦无线等主营业务，并将服务业务提升到新高度。爱立信总裁兼首席执行官卫翰思表示，5G、物联网和云正在驱动产业发展迈上新台阶，现在正是调整的最佳时机。爱立信在电视与媒体业务、IP和云的持续投资、行业与社会等目标领域均有较好进展，保持着强劲增长。
诺基亚、阿朗在融合中转型	诺基亚在无线领域优势显著，在北美市场拥有大片市场，而阿尔卡特朗讯在光网络领域积累深厚，在欧亚市场均有不俗表现。双方的结合实现了优势互补。合并后的公司如其他设备商一样，也大力投入5G的研究，并将物联网作为核心发展业务。此外，云和SDN/NFV等成为新公司业务转型发力点。
中兴通讯M-ICT战略，寻找新的增长点	2014年8月，中兴通讯正式启动M-ICT新战略，宣布以创造客户价值为核心，战略布局运营商、政企、消费者和新兴“蓝海”四大市场。在中兴看来，随着物联网、“互联网+”的迅猛发展，未来将是万物移动互联的。从收入中可以看出中兴的消费者业务已经占有一定的比例，出具规模，政企业务也同样处于发展的阶段。

资料来源：方正证券研究所

## 7 设备商未来发展与挑战展望

通信主设备商作为整个通信产业技术升级的强力推动者，未来将随着电信技术的升级以及用户需求的升级而持续进化。在可预见的未来，我们认为通信设备商未来将会受益通信运营商云化改造带来的 SDN/NFV 升级机遇，同时也将面对软硬件解耦去试下新的白盒设备商以及控制器软件厂商的竞争。另外，随着万物互联的推动，主设备商将迎来物联网爆发机遇，

### 7.1 运营商云化升级加速，SDN/NFV 构筑下一代网络核心

随着“大物移云”社会的到来，基于各类终端的数据流量已经成为社会生产生活越来越重要的一部分，随之而来的是以智能终端、物联网为代表的终端数量以及以视频、工业互联网为代表的不同性质流量的爆发式增长。

思科 VNI 预测报告(2015-2020)显示，到 2020 年全球 IP 流量预计将增长到每月 194.4EB，全球全年数据量将达到 2.3ZB，未来五年复合年增长率(CAGR)将达到 22%，据爱立信数据估计，到 2022 年全球各类终端连接数将超过 300 亿。

图表 142： 2016-2022 年全球连接数预测



资料来源：爱立信移动市场报告 2016，方正证券研究所

传统网络架构日益臃肿,越来越无法满足高效、灵活的业务承载需求，现有网络架构在架构与容量上无法满足高速发展的网络需求。

1) 网络创新困难，网络与业务分离，无法适应新的网络需求：云计算、物联网、工业互联网等网络新技术、新应用的兴起对同一张网络在速度、接入、可靠性等方面提出了完全不同的要求，而传统的网络需要持续数年从架构、硬件到软件的引入、调整、更新，才能满足新业务的需求。由于 IP 网络采用“垂直集成”的模式，控制平面和数据平面深度耦合，且在分布式网络控制机制下，导致任何一个新技术的引入都严重依赖现有网络设备，并且需要多个设备同步更新，使得新技术的部署周期较长（通常需要 3~5 年），严重制约网络的演进发展。

2) 网络设备日益臃肿，实现复杂度显著增加：在面对迅速膨胀、大量更新的网络需求时，传统的网络是采用不断添加新的硬件设备及平台来进行应对，造成设备日益臃肿。而在设备要求支持的功能和业务越来越多的时候（目前 IETF 发布的 RFC 标准超过 7000 个），目前

采用“打补丁”式的演进策略的 IP 分组技术，显著提升实现的复杂度。

3) 网络结构庞杂，管理运维成本过高：鉴于 IP 技术缺乏管理运维方面的设计，网络在部署全局业务策略时，需要对每台设备逐一进行手工配置。随着网络规模的扩大和新业务的引入，这种模式很难实现对业务的高效管理。同时在对这个越来越复杂的网络进行维护与管理时，又因为传统网络的“黑盒”架构使得很多调整无法实现而产生高额的成本。

4) 专用设备成本过高，每次网络升级运营要支出巨额资本，不利于激烈的市场竞争：传统网络的设备绝大部分属于硬件、软件及平台一体化，同时这些设备又属于不同的硬件厂商，这些不同厂商之间设备的设计、集成、运行、维护以及更新日所需要的技术和资本投入已经成为通信运营商最大的成本之一。

与传统的由设备商驱动的网络技术升级不同，SDN 与 NFV 从诞生之初起就是由网络的最初需求者，即互联网公司、电信运营商作为主力军进行驱动的，SDN 与 NFV 是互联网公司及电信运营商在面对未来网络的时候所选择的核心技术与路径，从而更好地提升自身竞争力、创造更大的网络价值。SDN 与 NFV 的技术特点能够且必须解决传统网络中面临的各种难题，支撑起互联网公司及电信运营商对下一代网络的需求。

图表143： SDN/NFV 对用户价值

SDN	NFV
<ul style="list-style-type: none"> <li>简化由成千上万来自不同供应商，API接口的物理路由器交换机组成的整个网络的配置过程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>加快产品和新业务推向市场的速度，更好地应对市场多变的需求</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>从应用或者策略管理的来看，整个网络大大简化，从而简化了操作。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>采购，设计，集成和基础设施的维护的过程大大简化</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>减少成本，不再为一些功能强大的硬件付出高昂成本。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>由于有了动态分配硬件资源的能力，可以在确定的时间增加网络功能，从而增加了灵活性/扩展</li> </ul>

资料来源：Riverbed，方正证券研究所

电信运营商作为 SDN 技术发展的重要推动者，结合业务和网络发展需要，积极推动 SDN 技术标准和商用解决方案的成熟。根据 Infonetics 的调研，全球 97% 的运营商计划部署 SDN，主要驱动力包括自动业务提供、业务快速引入、业务自动化等。

图表144: 运营商 SDN/NFV 部署进展

<b>AT&amp;T</b>	Domain 2.0支持AT&T未来面向用户定义网络云的愿景 (User-Defined Network Cloud), 目标是在 2020 年将 75%的网元设备纳入新架构中实现软件化。合作伙伴厂家大大超过传统设备商数量。
<b>Verizon</b>	2015年披露SDN部署计划, 联合阿尔卡特朗讯、思科、爱立信、Juniper 和诺基亚等。
<b>Vodafone</b>	2016年投入190亿欧元的网络虚拟化项目正式落地。
<b>英国电信</b>	全球范围内推出基于SDN/NFV的BT Connect Intelligence IWAN智能广域网业务。
<b>Telefonica</b>	华为与西班牙电信已完成业界首个基于SDN架构的IP+光网实验。

资料来源: 方正证券研究所

另外, SDN/NFV 能够满足大型互联网公司网络流量灵活调度、云平台扩展性需求。因此, 我们看到大型互联网企业有着强烈的 SDN/NFV 需求, 同时也在凭借自身强大 IT 能力支撑自主研发推进。

图表145: 互联网厂商 SDN/NFV 项目

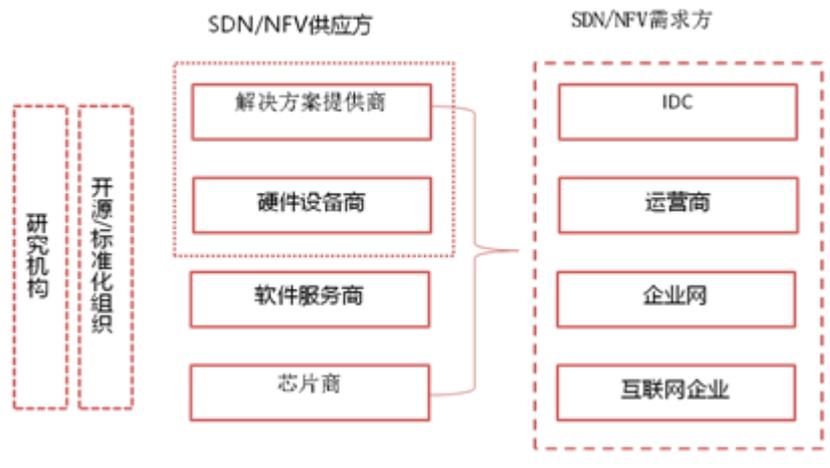
 <p><b>Google</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•2010年采用OpenFlow技术, 通过10G网络连接其分布在全球的12个数据中心。</li> <li>•2012年已经将链路使用率从平均的30%-40%, 提升到95%。</li> <li>•2014年推出基于SDN和NFV技术的Andromeda虚拟化平台, 用于提供、配置和管理虚拟网络和网络中数据包处理的业务流程点。</li> </ul>	 <p>利用SDN技术解决线上运行的上万台网络设备批量自动化的进行配置、监控、故障预警及处理、流量分析及调度。</p> <p>未来战略规划: 从需求出发, 通过解决实际问题加速技术创新和业务快速迭代的方式来推动SDN技术的应用和研究。利用SDN技术, 提升网络流量调度以及网络拓扑的自动化变更能力。</p>
 <p><b>Facebook</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•2011年发起成立开放计算项目(OCP), 降低硬件采购价格, 软硬件分离降低对硬件的依赖, 通过软件化实现快速升级。</li> <li>•2014年公布新的开源网络交换技术, 把硬件和软件分解成部件或模块, 系统的任意组成部分将更容易的进行改动, 提高灵活性。</li> </ul>	 <p>积极研究开发SDN相关的解决方案, 应用的领域包括广域网流量调度、数据中心网络虚拟化、数据中心物理Fabric集中控制等方面。</p> <p>未来战略规划:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•积极研究开发SDN相关的解决方案, 应用的领域包括广域网流量调度、数据中心网络虚拟化、数据中心物理Fabric集中控制等方面。</li> <li>•目前广域网流量调度已经在进行设备调测阶段, 数据中心网络虚拟化已经在小规模试点。</li> <li>•未来逐步深化现有的应用尝试, 应用范围也将逐步覆盖数据中心内、数据中心间、以及广域网通信领域。</li> </ul>

资料来源: 方正证券研究所

SDN 将数据的控制与转发分离, 导致软硬件逐步解耦, 屏蔽底层硬件, 网络结构呈开放性发展, 这将重塑网络设备行业的产业链。SDN 产业链将更加多元化: 芯片-设备-控制器-软件-用户。SDN 化的网络设备产业链将迎来两个新环节: 控制器和软件。控制器是 SDN 技术的典型代表, 是实现数据转发和控制的关键设备, 是旧产业链中不存在的。作为连接南北向接口的关键设备, 控制器拥有对上下游的强耦合性和标准制定的话语权。未来, 控制器将占据整个产业链很大一部分价值, 目前已经成为行业竞争的重中之重。过去的软件都是由设备商开发, 与硬件捆绑销售给用户, 无论用户是否需要, 都被迫买下一篮子的软件。随着 SDN 技术的标准化与开源化, 软件商将很大程度地独立存在。软件商将根据用户的多样化需求开发出多样的网络应用, 一些大型用户如运营商、互联网厂商甚至会自行开发软件, 行业将出现多样化的发展趋势。

研究源于数据 94 研究创造价值

图表146: SDN/NFV 产业链多元化



资料来源：方正证券研究所

在整体行业规模稳定的情况下，新增控制器、软件两环必然会侵蚀其它环节的利润。未来损失最大的便是现在的龙头设备商。软件的利润被剥离，中低端设备也将被白盒设备取代。但设备商也一直在积极参与SDN技术的发展与标准制定，呈积极防御的姿态，目的是希望在未来网络格局下依然享有垄断利润与话语权。

SDN技术将控制面和转发面分离，并且转发面可以为开发者提供标准API接口，降低网络设备研发门槛，中小网络设备商将有机会研发相对简单的网络设备，软件供应商具备了参与应用程序开发和控制器开发的机会。因此，SDN/NFV网络中，软硬件一体化的传统网络设备的垄断地位将面临巨大挑战，底层设备被屏蔽，软件的利润被剥离，对下游的议价能力将将被削弱。网络设备门槛降低，中低端设备面临白盒化中小厂商的威胁。电信市场新的需求会不断出现，标准的不断发展导致技术上多厂商互通存在问题；从实际部署看，厂商为屏蔽对手也不愿配合互通，运营商由于其自身人才限制，也不愿因为多厂商互通引入额外工作量。传统设备商巨头凭借其优异的产品以及服务能力，未来电信网络中的SDN/NFV设备仍将以传统设备商为主导。

图147: 全球主要 SDN/NFV 厂商领导者发展情况

厂商	SDN/NFV 情况
思科	思科是头号数据中心厂商，正利用其在硅片方面的经验推动在SDN市场的创新，其定制芯片可以收集应用程序数据流方面的数据。
VMware	就 SDN 覆盖产品的收入而论,VMware 是市场领导者。VMware 在 2012 年收购了 Nicira, 并实现商业化, 从而让其 SDN 网络虚拟化覆盖产品具有了美誉度。
华为	华为一直致力于 SDN 市场软硬件方面的创新, 提供了广泛的 SDN 产品组合, 因而便于使用第三方部件/组件, 并且引入了软件和芯片可编程方面的进步。
惠普	惠普企业已往市场投放了3000多万个具有OpenFlow功能的交换机端口, 并推出自家品牌的裸机交换机。
Juniper	瞻博网络是最早开源其SDN控制器, 并实现交换机操作系统和硬件相分离的的厂商之一。
Cumulus Networks	公司率先向市场推出了面向以太网交换机的Linux操作系统。
NEC	NEC是最早进入SDN领域的厂商之一, 它拥有可编程流(ProgrammableFlow)控制器和开放流(OpenFlow)控制交换机, 在医院、交通运输和铁路车站得到了大规模部署, 而其他所有厂商在这些应用领域还没有非常值得关注的使用场合。
Nuage Networks	公司提供基于边界网关协议(BGP)的SDN网络虚拟化覆盖产品以及软件定义的广域网解决方案。
Brocade	博科通讯提供了一款开源SDN控制器发行版以及强大的数据中心fabric。
Broadcom	博通是商业硅片市场的先行者, 提供面向 SDN 的交换机芯片和开发工具。

资料来源: 方正证券研究所

SDN 的发展壮大调整了网络产业格局, 使得互联网摆脱对传统网络硬件厂商的依赖, 基于软件的各种网络应用取代价格昂贵的专业网络设备, 降低了设备投入和运营成本, 传统设备厂商将面临挑战, 给新兴企业带来了巨大的市场新增量空间。第二三梯队企业在 SDN 设备、网络虚拟化等多方面产生了很多先进的解决方案, 在某种程度上有望打破传统设备厂商的垄断。

SDN/NFV 将颠覆现阶段以设备商-黑盒设备为主的网络产业链。白盒化冲击最大的一方, 将来自运营商自身。目前国内运营商 IT 基础较弱、人才储备不足很难适应网络 SDN/NFV 化趋势, 国内品牌厂商交换机和白牌机价格相差不大, 国内厂商对运营商的支持和服务非常到位, 目前 SDN/NFV 方案还是设备商提供控制层面的设备, 运营商没有必要刻意选择白牌模式。

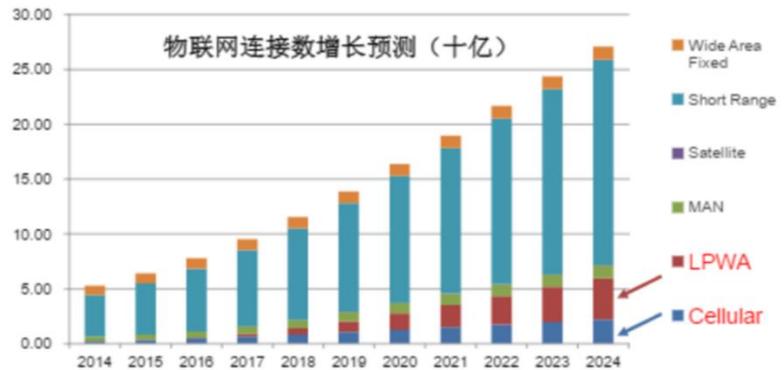
我们认为, SDN/NFV 的兴起对网络设备提供商的技术积累提出了根本性的挑战, 有望重塑市场格局。在此变革中, 传统设备商仍具备较强的技术积累及市场优势, 有望凭借参与标准指定以及收购等方式巩固自身优势, 进行积极防御。

## 7.2 万物互联时代, 设备商再迎海量市场空间

根据研究机构 Machina Research 的数据显示, 2015 年全球物联网连接数约为 60 亿个, 预计 2025 年这一数字将增长至 270 亿个。其中, 2G/3G/4G 蜂窝和 LPWAN 连接数将从 2015 年的 3% 上升至 2024 年的 17% 左右, LPWAN 连接数在 2024 年将占全部物联网连接

数的 11% 左右。自 2016 年起，LPWAN 连接数开始快速增长，预计在 2019 年将超过传统蜂窝连接，达到 14 亿连接的体量。华为在 2016 年全球联接指数报告中预测，到 2025 年物联网设备数量或将达到 1000 亿台，新增传感器部署速度或将达到每小时 200 万个，设备增速相当可观。

图表148： 全球物联网连接数增长预测

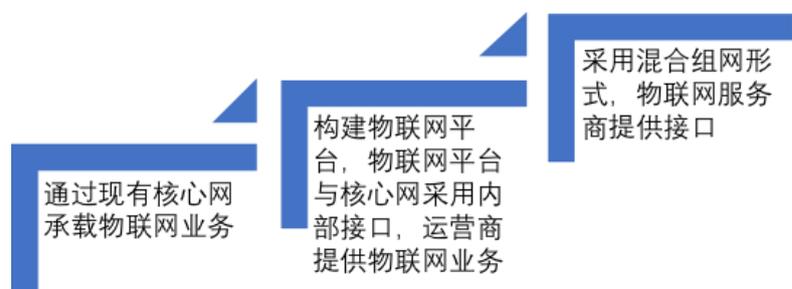


资料来源：Machina Research, 方正证券研究所

物联网是一个十足的长尾市场，涉及网络层、平台层、终端层、应用层以及周边系统等多个环节，因此发展物联网不仅仅是 ICT 产业自己的事情，也需要产业链各方以及跨行业合作伙伴的广泛参与。物联网的体系架构自下而上分为四个层次：感知层、网络层、平台层、应用层。由下图所示，通信设备商在物联网产业链中处于网络层环节。在物联网的产业链中，无线模组、网络服务提供两大核心环节和通信设备商直接相关，在目前主流的蜂窝物联网产业链商通信设备商的集中度达到 80%，已经成为典型的寡头竞争市场，并因此享有较高的定价权。同时，设备厂商作为相关蜂窝物联网标准的主要推动者，因此在产业链中占据关键地位。

随着物联网的发展，从核心网、无线网到承载网都需要相应的改进升级以满足日益提升的物联网需求。

图表149： 核心网对于物联网的改造升级三个阶段



资料来源：方正证券研究所

目前物联网的发展处于阶段 2，可以有两种发展策略，一种是新建物联网的核心网，另一种是改造现有核心网来实现物联网业务。物联网发展的初期，考虑到物联网业务量较小，核心网以实现业务功能为

目标，通过现网改造也不会对现网设备造成容量的冲击。物联网发展到中后期，对网络容量和质量要求高，现有核心网将难以满足业务增长的需求，针对物联网需求的升级改造势在必行。

对于核心网与无线网的改造，由于运营商本身不参与研发等环节，所以这部分就赋予了通信设备商更大的使能，中兴等通信设备商龙头将会受益于此。当下，基于 GSM、3G、LTE、Wi-Fi 等无线技术的蜂窝/无线物联网设备越来越多。总体上，物联网数据基本都是采用不同协议的加密的小包。而这些由“海”量物联网设备所产生的“海”量数据需要很大的处理及存储容量，从而就需要有一个低延迟/时延的汇聚节点来管理不同的协议、消息的分发、分析的处理/计算等。

如果采取移动边缘计算技术，上述的汇聚节点将被部署于接近物联网终端设备的位置，提供传感数据分析及低延迟响应。其中，移动边缘计算服务器的计算能力和存储能力可为以下 5 个方面提供服务：业务的汇聚及分发；设备消息的分析；基于上述分析结果的决策逻辑；数据库登录；对于终端设备的远程控制 and 接入控制。

图表150： 移动边缘计算在 IoT 网关中的应用



资料来源：ETSI，方正证券研究所

移动数据的成本过高意味着绝大多数物联网用例将有望需要采用混合云解决方案，其中数据在边缘处理。Wikimon 首席技术官 David Floyer 首次提出了物联网部署的替代架构的论点。边缘计算用于捕获本地站点的原始数据并执行对数据做出的初始分析，传递对实时网络有意义的数据并在本地存储其余数据。

我们认为，随着技术的发展特别是 NB-IoT 等物联网专用标准的统一以及为物联网海量连接场景特别优化的 5G 标准的落地，物联网应用在智慧城市、BAT 以及小米等生态的带动下正蓬勃发展。同时，随着人工智能以及工业互联网的发展，物联网作为物理世界与数字世界之间不可或缺的关键网络承载，正开始发挥越来越大的作用。因此，主流运营商和设备商都开始加快推进物联网相关标准的制定、网络的建设以及应用的推广。设备商由于在物联网的标准指定以及专利申请中都占据较好的先发优势，同时多年来与运营商间建立良好的合作关系使得他们对应用场景的把握以及运营商的相关需求的掌握具备更好的优势。

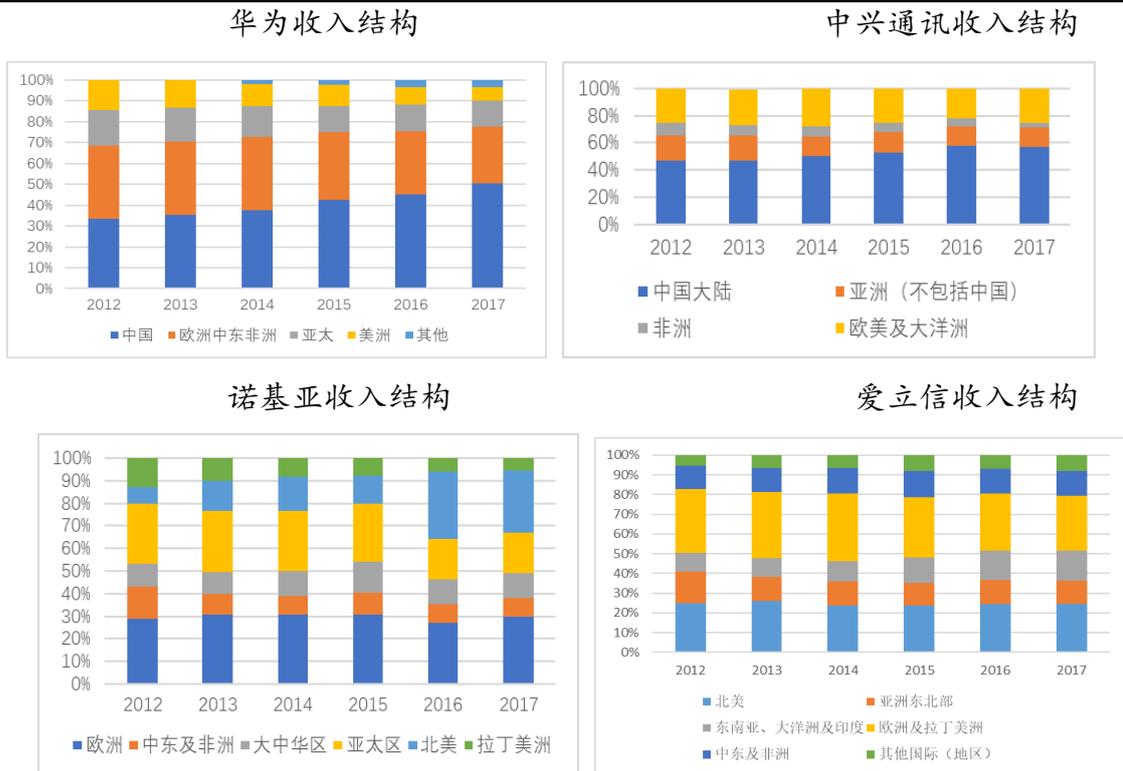
因此，总的看来物联网的爆发式发展将助力设备商未来进一步的发展，有望成为设备商竞争新的制高点，在软件平台方面的服务能力在物联网时代将更为显著。同时，物联网由于涉及工业控制以及个人

隐私，因此在安全方面以及稳定性方面需要极高的要求，甚至超过电信级要求。再者，物联网作为信息收集与动作执行的终端，在软硬件配合方面也有较高的要求。随着通用化芯片的普及以及相应标准的落实，物联网也将重现智能手机的普及，相应的制造门槛将会降低，会有更多的玩家进入这个市场。因此，物联网的未来虽然广阔，但是对电信设备商的挑战与机遇共存。

### 7.3 经济全球化带来发展机遇，“中兴”禁令敲响供货警钟

在经济全球化浪潮下，通讯设备商积极拓展海外市场，发挥规模效应并拓宽客户范围，才能在激烈竞争中赢得生存发展的机会。四大设备商巨头都早已积极布局海外 100 多个国家争抢市场份额。华为业务以中国为基础，向欧亚非等地区辐射，受益于运营商 4G 网络建设、智能手机市占率提升和企业业务数字化转型加速等因素，这些地区的营收保持快速增长。中兴的主要收入来自国内，欧美及大洋洲贡献的收入也十分显著。诺基亚的市场则主要在欧洲，其次为亚洲，收购阿朗过后打开了北美市场。爱立信市场主要在欧美地区，亚洲地区的占比相对稳定。

图表151： 四大设备商营业收入结构



资料来源：公司年报，方正证券研究所

全球化趋势下的设备商们在材料采购和产品生产等环节可选择采用其它国家更优质的器件或技术来实现最大的经济效益，其中通信设备商的上游产业芯片制造则主要由美国企业把控。芯片产业作为高投入长周期行业，一款 28nm 芯片的设计研发投入在 1~2 亿元，14nm 芯片约为 2~3 亿元，而一条 28nm 工艺集成电路生产线需要 50 亿美元，20nm 生产线更是高达 100 亿美元。如此高的投入让很多企业选择现

有成熟芯片。华为和中兴虽然都在芯片研发有很大投入，但仍对美国高通，Avago，TI 等企业的芯片有极高的依赖程度。前文提到，中兴通讯 2014 年芯片采购总额为 51 亿美元，从美国进口的芯片金额为 31 亿美元，占当年总采购额的 53%。从外部芯片供应商情况来看，从 Avago/Broadcom 采购芯片共计 13 亿美元，占总采购额的 22%。足见美国的企业在芯片产业上有很大话语权。

如今大国们纷纷将 5G 研发应用作为重大战略，力争超前研发部署 5G 网络，加速数字经济转型。值此 5G 标准冲刺关键之际，我国关键器件实力薄弱却成了影响 5G 进程的关键环节。2018 年 4 月 15 日美国商务部宣布 7 年内禁止美国企业向中兴销售零配件。6 月 7 日美国政府与中兴达成和解协议，中兴被罚 10 亿美元，并要求更换董事会、解聘涉事管理层、容许美国指定人员进入检查，美国禁令暂缓执行。而 6 月 15 日，美国参议院投票通过恢复中兴销售禁令法案。开盘几日，中兴市值较停牌前已蒸发超 500 亿。中兴事件被认为可能是美国削弱中国 5G 发展的一个策略。作为通讯设备商龙头，中兴无法从美国采购芯片，严重影响了运营状态，立即陷入休克状态。

因此，我国在参与 5G 标准制定争夺的同时需要加强底层器件和芯片的研发制造，达到自主可控以降低进口关键器件的供应风险。华为早在 2004 年就成立了海思公司，开展芯片研发工作，且研发投入一直处于高位。2017 年华为研发费用高达 897 亿人民币，占当年收入的 14.9%。华为的旗舰手机采用海思自研的芯片，倒逼海思迅速进步且稳定供货。2018 年，华为向业界发布了巴龙 5G01，这是首款基于 3GPP 标准的 5G 商用芯片，不仅推动了 5G 商用进程，也为华为 5G 终端战略打下坚实基础。尽管如此，华为对美国企业的芯片依然依赖度高。我国未来仍需加强芯片研发，注意供货安全，才能在 5G 标准制定争夺战中处于有利地位。

图表 152： 华为芯片研发历程

年份	研发进程
2004年	华为创办海思公司，正式拉开华为手机芯片研发之路。
2009年	推出了第一款面向公开市场的K3处理器，但因不够成熟以及不适销售策略而没有成功。
2012年	推出了K3V2处理器，定位华为旗舰手机Mate 1、P6等。成为世界上第二颗四核处理器。
2013年	收购德州仪器OMAP芯片在法国的业务，以此为基础成立图像研究中心。
2014年	为麒麟910、910T，920、925、928、620等机型研发芯片。麒麟910是海思第一款SoC，首次集成了海思自研的Balong710基带，这也是华为第一款被大众接受的芯片。
2015年	为麒麟930、935、950等研发芯片。从麒麟950开始，海思SoC芯片开始集成自研的ISP模块，使华为可以从硬件底层来优化照片处理。
2016年	为麒麟955、650等机型研发芯片。
2018年	— 发布巴龙5G01，在业界是第一款基于3GPP标准的5G商用芯片。不仅推动了5G商用的进程，还为华为的5G终端战略打下了坚实的基础。 — 发布巴龙765，在业内是首款8天线4.5G LTE调制解调芯片，首款支持LTE Cat.19的芯片，亦是首款TD-LTE G方案。

资料来源：方正证券研究所

同时，前面也提到在基础技术的发展上面，几大设备商都在快速领先布局，例如在硅光领域，爱立信、华为都在加速通过收并购和对外合作的方式加快布局。随着科技的发展，技术进步的难度进一步提

升，例如目前的最先进的半导体工艺的提升，都不再是一家公司或者简单一个国家能完成的。因此，我们认为产业链的分工化趋势会持续延续下去，但是设备商作为面向全球销售和采购的企业，也需要在合法合规的前提下保证供应链安全。

#### 7.4 人工智能使能将主导产业未来升级方向

目前传统的通信网络构架是相对僵硬固化的。它通过特定的协议和行业标准分配网络资源，以固定的方式连接专门的通信设备。在过去网络资源需求分布相对稳定，数据信息交换量不大，频率不高时，这种僵化的组网方式是可以解决基本网络资源需求的。当然，由于部分网络资源需求不均衡不稳定，也往往造成资源冗余。低级的组网方式也造成了成本浪费。

随着物联时代到来和网络架构向 5G 更迭，联网设备数量将呈几十倍甚至上百倍的增长。而物联时代的低时延特征又要求设备之间的数据交换与信息传递数量和频率都远远高于人与人、人与设备之间的交互。在快速而高频的数据交换中，网络流量需求不稳定、不均衡的现象将倍增。如果依然使用固化的通信网络，过去可以被忽略的成本浪费和资源冗余将严重影响网络运营。显然目前刚化的网络架构是无法承载物联时代和 5G 网络如此大量高频的数据交换的。在 5G 时代，网络架构需要实现灵活性和可拓展性、网络资源的调配方式必须是灵活的按需调配。而且实现这一网络资源灵活调配最理想的方式就是不依靠人工制定规则，而是利用人工智能技术让网络自己判断、学习进化，实时按需调配网络资源。在物联时代，海量高速数据交换无时无刻不在通信终端间发生。单单依靠人工的手段，是无法完成如此庞大的信息量交换和数据处理的。单单从网络设备故障维修来说，如果网络设备的故障和修复时间是以人类的响应时间为基准计算的，考虑到网络设备带来的海量状态信息，人工定位故障、分析故障原因、最后手工调度资源解决故障基本上已经成为了不可能的任务。只有依靠人工智能技术，让通信网络自我实时判断故障定位，对网络故障自动溯源、自己调配资源，才可能快速实现海量信息处理。另一方面，如果不采用人工智能技术，那么网络资源管理只能根据相对简单刚性的规则进行管理。就如同刚性系统必须预留足够的冗余度以应对峰值压力一样，一个刚性的、粗放的、非智能的网络资源管理系统无法高效率利用 5G 网络资源。

可以说物联时代和 5G 网络的到来逼迫通信网络的构建和运维必须采用人工智能技术，把网络运维优化的重担从以人工为主彻底转向以系统自我管理为主。根据《中兴通讯人工智能白皮书》，人工智能对于未来网络架构有基础设施层、网络及业务控制层以及运营及编排层三个层级的影响。首先是基础建设层，主要包括 DC 云基础设施硬件如服务器、存储设备、网络设备等以及其他非虚拟化的基础设施，如无线接入设备等。网络及业务控制层则主要是实现对网络的统一管控。主要包含传统的 EMS、虚拟化的 EMS 及 VNFM、SDN 控制器等。而运营及编排层主要负责业务和资源的设计、调度及管理，如全局业务编排、全局资源编排以及运营支撑相关的组件，如外部门户、工单系统、客户服务系统等，同时也包括专用的数据集中管理平台。

在以上网络架构下，就目前人工智能技术发展程度而言，设备商在 AI 方面有用武之地的主要是两个维度。

### 1) 端侧发力：异构计算加速信息处理

过去对于人工智能技术，业界往往探讨如何使云端设备处理的信息量和处理数据速度得到空前提升。而对设备端职责的考虑则基本停留在如何更快、更丰富地采集数据，然后上传。但是这一过程不可避免会出现时延。因此这两年来，随着 AI 技术的发展，设备商开始强调端侧对于数据的处理和计算，发展设备端的人工智能处理技术。在本地处理信息，一方面可以保证低时延的需求，另一方面对信息安全也有更好的保障。

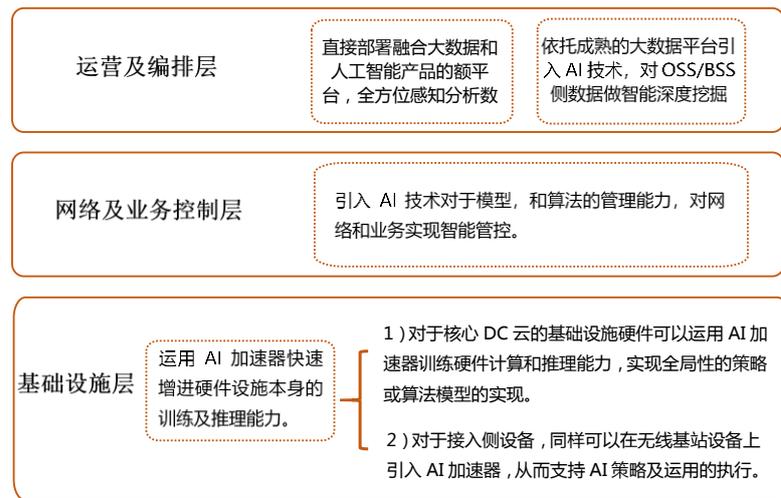
显然运用传统的处理器计算架构难以完成在设备端处理海量数据的需求，因此必须在设备端侧引入新的内核系统，也就是异构计算，这也是目前众多设备商都在发力的一个领域。异构计算是将不同架构的 CPU、GPU、DSP 和 FPGA 等特定硬件加速单元依据相关技术标准和规范有机内在融合在一起，每个任务都由最合适的工作单元来承担，不同异构内核之间实现协同计算。异构计算能够减少同构计算时 CPU、GPU、DSP 之间数据传输的时间，大大提升计算效率，并且以良好的性能协同支持图形处理、信息通信、人工智能、大数据等多领域应用。而且基于统一编程规范和标准，能大幅减小软件开发编程难度、降低产品研制和维护成本。

### 2) 算法模型+大数据管理，加速硬件计算和推理能力

人工智能技术对于设备商的应用场景之二即对算法模型和大数据的管理。一方面，设备商利用 AI 技术快速采集、分析海量数据，另一方面利用高级分析、深度学习、机器学习和人工智能等机器智能技术可以创造出人类无法独立创建算法模型。同时依托海量数据，算法和模型将不断得到优化，从而实现 AI 技术对于硬件计算速度和推理能力的提升。

以上两个维度落实到三个层面即在基础设施层运用 AI 加速器快速增进硬件设施本身的训练及推理能力。比如对于核心 DC 云的基础设施硬件可以运用 AI 加速器训练硬件计算和推理能力，实现全局性的策略或算法模型的实现。对于接入侧设备，同样可以在无线基站设备上引入 AI 加速器，从而支持 AI 策略及运用的执行。对于网络及业务控制层，可以引入 AI 技术管理算法和模型的能力，对网络和业务实现智能管控。比如：1) 网络智能运维及智能调优，包含 RCA（根因分析）、网络优化、参数自动配置、传输路由智能调优等。2) 网络安全，包含通过机器学习实现快速的跟踪和过滤，规则提取，识别并拦截恶意行为、预防攻击等。同时，也可以叠加引入 AI 训练能力，用来满足变化快、实时性要求高的部分业务控制需求。如果该层面实现智能化管理，网络运营成本将大幅降低，运营效率也会明显提升。对于运营及编排层：一种方式是在已经成熟商用的数据管理系统中引入人工智能技术，对 OSS 侧和 BSS 侧数据做智能深度挖掘，从而帮助网络的运营和运维。另一种方式是直接部署融合大数据和人工智能平台的产品，实现设备层面、网络层面、业务层面、用户终端层面及运营层面的全方位信息感知和数据分析。

图表153: 人工智能在未来网络架构各层级的影响



资料来源: 方正证券研究所

我们认为, 引入人工智能技术, 对未来网络进行智能化建设势在必行。通信网络是电信运营商生存发展的根基, 通信网络变革势必会给通信运营商带来又一次的产业洗牌, 因此近年来, 国内外电信运营商在未来网络智能化建设方面也一直持续投入, 积极探索。国内三大运营商积极探索 AI 在 5G 智能化、故障预测、网络优化、智能客服等领域的应用。

中国电信方面认为未来网络有四个特征: 1) 网络的软件化和功能的虚拟化。通过网络的软件化, 可以实现集约化的控制, 同时实现按需定制和高效运营; 2) 网络的云化, 通过云化可以实现网络转化和控制的分离, 资源实现灵活的调度, 同时提高资源的使用效率; 3) 软件的开源开放, 软件开源开放将降低研发的门槛和成本, 同时有助于各方实现真正开放多元业务创新; 4) 开发运营的一体化, 基于开放网络架构, 实现敏捷的开发和快速的上线。而在组网架构方面, 中国电信一直致力于推动网络的智能化建设。

在 2016 年 7 月, 中国电信就发布了《中国电信 CTNet2025 网络架构白皮书》, 正式启动中国电信 10 年网络智能化重构计划。现已建成全球最大的 vIMS 虚拟化网络。在 2016 年年底, 中国电信明确在“十三五”阶段, 中国电信将与产业链共创智能连接、智慧家庭、互联网金融、新兴 ICT 和物联网五大业务生态圈。2017 年年初, 中国电信联合华为等机构在国际著名的欧洲电信标准化协会 (ETSI) 成立了全球第一个网络人工智能标准工作组 ENI (Experiential Networked Intelligence), 2018 年 4 月 17 日, ETSI 对外正式发布了中国电信主导编制的网络人工智能需求标准《Experiential Networked Intelligence (ENI); ENI requirements》。该标准定义了网络人工智能应用的 3 大类 14 小类需求, 覆盖业务、网络、功能、运维、法律等多个领域, 是 ETSI ENI 正式发布的第一个标准, 也是全球第一个关于网络人工智能需求的标准。2018 年, 中国电信进一步明确全年工作思路是将“加快网络智能化、业务生态化、运营智慧化步伐”作为长期任务。

中国移动方面则在 2017 年提出了新一代网络的构想 NovoNet。中国移动认为现在的网络是以云和数据为核心, 而未来网络则是以内容和流量为核心。NovoNet 有三个方面的主要内容: 新的架构、新的

运营以及新的服务。而且在这个新的构架里中国移动重新定义了一个超级网源叫做 TIC。中国移动正在布局下一代的智慧网络编排管理系统,实现对云化网络的智能编排、调度、控制、运营等方面的能力,并在去年联合 AT&T,推出了下一代网管、网络编排器的开源框架 ONAP。中国移动研究院今年还成立了“人工智能和智慧运营研发中心”,面向智慧运营和智慧服务,加快构建人工智能关键技术平台和能力。另外,中国移动自主研发了智能客服——“移娃”系统,是全球服务量最大的应答交互系统之一。

中国联通方面则希望通过依托目前自己的数据资源优势,和 IT 巨头以及人工智能相关企业合作,打造大连接大数据的开放平台。2017 年 9 月 25 日,中国联通成立了专业化公司——联通大数据有限公司,进行大数据业务的集中运营。在对数据资源集中管理的同时,中国联通扬长避短,在智能技术方面和人工智能产业先行者合作:在智能产品上与百度、京东、科大讯飞合作;在智能应用上与阿里巴巴和腾讯合作;在解决方案上与小米合作;在智能服务与百度上合作。希望打造一个能力开放合作的平台。

相比较国内而言,国外运营商发力人工智能领域的动作更见迅猛。AT&T 采用创新的 UNI (UAS Network Inspection) 应用,将无人机电智能运维结合,通过计算机视觉和图像识别技术,利用无人机实现塔台天馈系统的智能巡检和运维派单。德国电信则是将智能客服 Amelia 与 T-System 相结合,为行业客户提供更便捷的咨询服务等。德国电信还和法国主导型运营商 Orange (原法国电信)和联合开发基于人工智能 (AI) 技术的语音助手平台 Djingo,与市场上已有的苹果 Siri 和亚马逊 Alexa 等形成竞争。几乎同一个时间,西班牙电信启动了人工智能新项目,先期是在三个服务运营中心 (分别位于阿根廷、智利和德国) 启用人工智能分析技术,意在分析移动网络的使用情况,预测潜在的问题区域,帮助提升用户体验同时获得用户服务体验的实时数据。SK 电讯则是推出了韩语人工智能助理 NUGU,功能与 Djingo 类似。

不过值得注意的是,智能化网络是未来网络发展趋势。但是同时,人工智能技术在电信领域的应用是一个长期过程,需要结合网络现状、云化转型进度、5G 及 IoT 等新技术的引入进程分阶段逐步推进。运营商的人工智能升级对设备上来说更多的意味着放大和升级的需求,对于软件服务及网络配置的人工智能需求也在逐渐提升,同时这也将加大对设备商人工智能相关技术储备的考验加剧。因此,目前我们看到四大主设备商已经在相应的人工智能方面早早的开始布局并持续加大投入力度。

#### **华为:端云结合发展 AI 技术,进行网络智能化建设**

在人工智能方面,华为主要旨在利用 AI 技术进行网络智能化建设,利用人工智能提升华为在全球巨大的网络存量的网络维护、故障诊断与处理能力。同时可能推出人工智能相关产品比如 AI 手机等。具体措施有:

1) 2012 年成立诺亚方舟实验室。负责人工智能算法的研究、管理 AI 的技术合作、识别 AI 主要应用场景和需求管理等;自 2016 年起,诺亚方舟实验室的研究成果就已经逐步应用到华为的手机产品上——Mate 9、P10

2) 2017 年 9 月发布了 EI 企业智能平台,推出了华为研究源于数据 104 研究创造价值

云 FusionCloud 私有云解决方案。企业智能 (EI), 包括基础平台服务、通用服务、场景解决方案等三类企业智能云服务, 以及异构计算平台。

其中基础平台服务包括机器学习、深度学习、图计算, 以及 AI 训练、推理、检索平台等; 通用服务包括视觉、语音、自然语言等领域 API 服务。同时, 面向行业与合作伙伴共同打造基于 AI、云计算和物联网等技术的场景解决方案。另一方面, 凭借积累多年的系统工程、芯片、硬件、基础软件等基础研发能力构建异构计算平台。

3)2017 年发布了集成专用神经网络单元(NPU)的人工智能处理器麒麟 970, 以及搭载人工智能处理器的 HUAWEI Mate 10 系列手机。值得注意的是麒麟 970 采用的是异构架构对芯片进行人工智能处理的, 芯片包括了 CPU、GPU、NPU、ISP、DSP。这也体现了华为对人工智能技术在通信产业发展模式的一个探索, 就是端云结合实现人工智能。云端智能的优势在于强大的运算能力, 基于大数据给出的策略性输出有极大优势。而端侧也可以运用 AI 技术获得强大的感知能力。端云协同可能是未来人工智能技术在通信设备产业的重要发展模式。

另一方面, 华为本身也利用人工智能技术优化自己企业运营模式

1) 供应采购系统应用 AI 技术节约成本: 基于 AI 技术, 华为实现了内部供应链流程优化, 打通从供货预测到物流、仓储到报关、运输、签收等各个环节。

2) 借助 OCR 技术提升海关单据录入效率: 借助于 OCR 文字识别技术, 华为实现对单据内容的自动化高精度采集 (数值类识别准确率达 97.37%), 大幅提高单据录入效率; 同时通过大数据分析, 对海关单据进行估价分析, 可控制每年千万美金级的风险敞口。

3) 基站设计利用 AI 技术提升效率: 华为结合在 AI 技术的研究成果, 基于数十年积累的设计建设基站的经验, 将基站设计转变为智能化、云化的工作模式, 大幅提升工作效率, 缩短了设计周期, 有效保障了项目进度。

4) 终端应用 AI 技术提升用户体验: 华为作为终端设备商, 同样也在终端对 AI 技术有所运用。比如在手机终端的实时应用推荐运用智能, 以及运用智能风控保障网上商城交易的安全性。

5) 内部 IT 客服系统: 智能问答系统节省人力成本, 而且机器学习有助于展开精准营销, 进行用户挽留。

### 爱立信: 深入拥抱人工智能技术, 专注 5G 运营网络发展

2018 年 2 月 27 日, 爱立信宣布全面转向人工智能的声明, 其中爱立信表示对于人工智能和机器智能对于自身产品与服务能力的提升目标是: 支持未来网络的自我优化、运维、提升效率和提供更好的客户体验。在基础设施建设方面, 爱立信投入大量资金, 希望不仅以更智能的方式获得数据, 而且还可以根据需要在本地计算数据。以提供高速度和高质量的数据交换。爱立信目前专注建设 5G 网络, 相信机器智能将解决在引入 5G、物联网和产业数字化等新的业务需求和新的技术之后, 日益复杂的网络架构下出现的新的业务挑战。

现阶段, 爱立信的目标可能是依托网络数据和人工智能技术, 助力 5G 网络的建设。包括运用 AI 技术完成信息的采集、识别和分析以及预测并预防网络问题。最终实现网络问题将主要转向远程修复而不是人工修复, 从而大大减少网络运维成本。目前, 爱立信和中国移动共同开发的基于网络切片技术的新一代 5G 智能工厂原型中已经采用

了人工智能技术对配件完成视频信息采集并进行识别和匹配。

与此同时，爱立信也在试验语音助手和自然语言处理(NLP)。这款应用的第一个试验是故障诊断。通过使用开源机器学习和 NLP 框架，爱立信让语音助理吸收大量文档库和技术手册的完整产品知识库，然后用自然语言回答技术人员的问题。该应用程序还可以通过智能手机摄像头实现图像识别和计算机视觉。另一方面，爱立信和中国移动共同开发的基于网络切片技术的新一代 5G 智能工厂原型中已经采用了人工智能技术对配件完成视频信息采集并进行识别和匹配。

### 诺基亚：起步较晚，切入智能语音市场

诺基亚在人工智能方面的布局不如华为和爱立信积极。但是随着人工智能技术的发展，诺基亚在细分领域智能语音市场也有所动作。2017 年 1 月，诺基亚推出智能语音助手 MIKA。诺基亚智能语音助手 MIKA 是一个多用途直观知识助手。目前该助手主要给工程师和电信运营商使用。它基于诺基亚的 AVA 认知服务平台，利用了诺基亚在服务领域的专业性。MIKA 能提供自动化的语音助手服务，让工程师能快速掌握大量工具、文件和数据等。可以缩短用户搜索信息的时间，帮助操作者专注于关键任务，而不必被复杂的网络环境干扰。另外，MIKA 支持电信业的特定需求，可基于全球网络的经验提供建议。

除了在智能语音领域有所动作，诺基亚还推出最新版本客户体验认知分析软件 (CEI)，该软件所涉及的技术包括机器学习和深度学习算法等，可以实现软件的自我优化，助力服务提供商提升工作效率，改善用户体验。另外，在 2017 年 7 月，诺基亚和小米合作签署了一份商务合作协议及一份多年有效的专利许可协议，小米方面表示双方会探索在 AI 方面进行合作的可能。

### 中兴：积极布局人工智能领域，助力网络智能化发展

根据《中兴通讯人工智能白皮书》，中兴目前对于人工智能技术的研发主要还是倾向于利用智能网络技术建设智能网络，旨在成为智能网络领先级设备商，这一点和华为有倒是不谋而合。凭借对行业的理解，中兴通讯依托 uSmartInsight 人工智能系统的端到端能力，为电信领域的人工智能应用落地提供完善的支撑。目前在白皮书中提出以下几个应用：1) 智能化 5G：包括负责调配网络资源的 5G 网络切片的智能化、5G Massive MIMO 波束赋形叠加 AI 技术以及基于射频指纹技术预测的 MLB 的智能化；2) 智能运维：包括智能故障溯源、网络事故预测、智能工单管理智能化、智能网络优化；3) 智慧运营：依托大数据资源和数据挖掘能力进行业务创新、提升用户体验，帮助电信运营商实现运营能力提升。

另一方面，中兴通讯也运用人工技术在各种家庭、安防终端上，生产包括智控机顶盒、智能摄像头以及各种智能动态人脸识别系统等。中兴通讯智能视觉大数据相关产品已经在公安、交通、教育、金融、社区、物流等领域全面铺开。

随着电信技术的发展，电信网络结构将变得日趋复杂，虽然再 SND/NFV 等技术的支持下，网络的维护相应变得简单。但是，随着电信需求的持续释放，物联网等大规模网络应用的普及，网络结构及规模势必持续放大，使用传统的人工网络管理和优化技术势必会在不久的将来限制网络的性能，因此人工智能作为可快速处理和优化复杂结构的技术将越来越多的被设备商及运营商所运用，其相应的技术储备与设备商未来的进一步发展息息相关。

## 7.5 设备商多元化发展，产业供给关系或将转变

过去，通信设备商作为电信运营商以及用户的上游提供相应的通信网络产品及终端产品，并不过多涉足网络的运营或提供响应的网络服务。如今，随着设备商产品和业务结构的日趋完善，以及网络服务范围的拓宽，特别是 OTT、虚拟运营商等服务的推进，设备商开始切入网络运营。另外，前面对白盒交换机的判断也表明，运营商例如 AT&T 以及互联网厂商如 Google, Facebook 等也逐渐开始借助白盒硬件逐渐摆脱对专用设备商的依赖。我们认为，这一趋势一方面推动设备商持续跟踪产业技术和业态发展，从而从技术和服务方面持续巩固领先优势，另一方面，也将督促设备商及早改进自身的业务模式以匹配未来整个产业的发展趋势。

图表154： 设备商/运营商互相渗透



资料来源：方正证券研究所

其中，华为在网络服务方面创新不断，公司凭借日益增长的终端规模以及与全球运营商的紧密联系，于 2015 年首发华为 P8 的同时推出“天际通”全球漫游服务。天际通的 WLAN 服务提供国内 700 万、国外 100 万个以上免费 WIFI 热点，覆盖全球 140 个国家，70000 家宾馆和展馆、3400 座机场和 1500 个航班，华为手机用户可以随时免费使用运营商热点，一键接入网络。天际通全球移动数据服务基于海思 SoftSIM 技术，拥有数十项专利支撑，提供硬件级安全保障，为跨国旅游、出境商务人士打造。用户在国外出差或旅游时，打开天际通 APP 即可一键接入当地的移动数据网络，不影响原 SIM 卡的通话和短信业务。

图表155: 华为天际通覆盖范围与资费

亚洲	中国香港, 中国澳门, 中国台湾, 日本, 韩国, 新加坡, 泰国, 马来西亚, 印度尼西亚, 菲律宾, 柬埔寨, 孟加拉, 斯里兰卡, 沙特阿拉伯, 阿联酋, 卡塔尔, 以色列, 阿塞拜疆, 哈萨克斯坦, 科威特, 巴林, 巴基斯坦, 越南, 印度(目前覆盖部分区域)
欧洲	英国, 法国, 德国, 意大利, 俄罗斯, 瑞士, 西班牙, 葡萄牙, 荷兰, 比利时, 丹麦, 爱尔兰, 瑞典, 奥地利, 希腊, 挪威, 土耳其, 芬兰, 波兰, 列支敦士登, 摩纳哥, 梵蒂冈, 保加利亚, 克罗地亚, 亚, 冰岛, 马其顿, 塞尔维亚, 斯洛文尼亚, 立陶宛, 爱沙尼亚, 匈牙利, 罗马尼亚, 斯洛伐克, 卢森堡, 捷克, 泽西岛, 马耳他, 拉脱维亚, 黑山
北美洲	美国, 加拿大, 墨西哥, 巴拿马, 牙买加, 哥斯达黎加, 萨尔瓦多
南美洲	巴西, 哥伦比亚, 智利, 秘鲁, 阿根廷

资料来源: 华为天际通 APP, 方正证券研究所

另外, 面对物联网这一正处于爆发期的万亿空间市场, 设备商也在加速布局, 并开始更多的参与物联网平台的建设和运营, 掌控物联网产业链上层。其中, Cisco 在 2013 年成立物联网部门, 2016 年以 14 亿美元收购 Jasper(基于云的物联网平台), 并于 2017 年推出 Kinect 物联网平台, 更深入的参与物联网的运营。

2017 年, Jasper 的企业客户数量从 3500 家增长到 11,000 家, 新增用户超过 200%。Jasper 已成为全球最大的物联网平台, 日均管理 4300 多万台设备, 且每月新增 150 多万台设备。升级之后的 Jasper Control Center 7.0 是全球首款支持蜂窝、NB-IoT 和 LTE-M 网络中 IoT 设备管理的商用物联网平台。

Kinetic 是一个物联网运营平台, 或者叫物联网操作平台, 集成连接管理、数据交付和边缘计算等综合能力。Kinetic 的最大能力是获取设备数据, 而且是实时的设备数据, 思科希望通过 Kinetic 提取未连接设备上已经存在的数万亿兆字节的数据, 并将这些数据实现价值最大化。Kinetic 平台使得思科以 IT 厂商之身, 将连接能力首次下沉到工厂中的物理设备这一层次, 通过各种来源访问和汇聚物联网数据。Kinetic 平台还提供边缘计算能力, 允许直接分析和处理设备的边缘数据, 无需通过路由将数据回传到云平台。

图表156: Jasper 市场拓展情况



资料来源: Cisco 官网, 方正证券研究所

Cisco 已具备提供多种环境下、多种协议及通信标准的安全端到端 IoT 解决方案, 我们认为未来随着物联网的持续发展, 在云化升级的驱动下, Cisco 将会更多涉及到物联网的平台运营及相关应用, 而不再是单纯的设备商角色。同时, 我们看到目前, 凭借 Jasper 的用户规模以及与运营商之间的合作, Cisco 开始从物联网平台的服务费中与运营商分成, 一改单纯卖设备从运营商收取费用的模式, 而是逐渐涉及到网络及平台的运营。

随着科技的发展, 产业的网络通信需求会持续放大, 类似于物联网这样极度碎片化的网络市场对运营商的物联网平台整合管理能力提出了较大的挑战。同时, 新兴业态的网络需求爆发速度将会逐渐加速快于运营商的服务反应能力, 而设备商作为技术的推动者将在服务新兴业方面具备更大的研发和服务优势。

同时, 随着白盒交换机以及开源 SDN/NFV 软件平台等技术和产业发展, 运营商例如 AT&T 以及互联网厂商也开始在着手采用更多的通用设备配合软件控制来取代设备商的专用设备, 从而通过软硬件解耦逐渐摆脱对设备商的依赖, 并在软件层面通过培养自有网络人才实现快速的面对应用。

因此, 综合看来运营商/企业与设备商过去单纯的供给格局正在改变, 运营商/设备商的生态也在更多的相互渗透, 带来整个产业竞争格局的改善。其中, 越来越多的设备商正紧抓产业云化升级机遇, 逐渐凭借自身的网络和技术优势开始涉足网络应用及服务提供, 与网络运营商以往单纯的供给关系正在改变, 未来有望成长为设备商营收的重要组成部分。

## 8 适者生存, 无限未来

电信设备商作为现代通信技术的核心推动者, 其发展史也很大程度上代表了现代通信技术的发展史, 而电信设备商的兴衰更替很多情况下是时代对通信技术发展路线的选择。另外, 随着电信行业的发展, 电信技术本身构成了第三次工业革命——信息革命的核心基础, 为经济全球化发展创造了高速信息公路。现代通信技术从香农的开创性论文奠定发展基础以来已经经过了 70 年, 整个电信的产业和技术格局已经经历了天翻地覆的变化。在通信以及计算技术的推动下, 无线通信、宽带通信、视频通信等众多以往只存在于科幻中的技术开始成为

生活的日常，5G 的到来将通信从人与人、人与物扩大到万物互联，但是我们坚信通信的未来依然广阔，技术的进步将永无止尽，而设备商将依然作为通信技术的推动者而持续进化。

在过去 70 年，轰轰烈烈的通信变革之中，我们看到“适者生存”是各大设备商发展和赖以生存的法则。电信市场作为一个技术密集型市场，同时也是一个巨大的全球化规模的市场，具有可撼动的特征，新的厂商通过支撑和培育开创性技术，有机会挑战现有龙头的地位。AT&T、摩托罗拉以及北电等通信巨头在历史的长河中相继沉没也验证了通信设备厂商难以出现“强者恒强”的格局，因此通信设备商唯有紧抓技术和时代的发展机遇，选择正确的发展方向才能得以生存和壮大。

### 8.1 适应时代需求，推动革命性创新技术

在技术方面，随着通信技术的快速发展以及通信需求的同步快速提升，现代通信相继经历有线到无线、模拟到数字、光进铜退、语音文字到多媒体、窄带到宽带等一系列巨大的产业和技术变革。早期的通信巨头，往往都是抓住了技术发展的方向，并凭借巨大的技术领先优势，从而在规模化市场中获得较大的经济利益。同时，在巩固市场地位之余，不忘投入充足的研发经费巩固技术的领先。最早的行业巨头 AT&T 凭借划时代的电话技术垄断早期电信市场，并依靠巨额收入支撑技术的持续进步，形成电信设备商可持续发展的最好范本。在无线领域，摩托罗拉复刻了 AT&T 的发展路径，凭借先发优势以及持续的技术的进步，跃升为早期的无线通信霸主。同时，两者在发展通信技术之余，推动了计算机、电子以及半导体等现代技术的进步，为现代的信息技术发展奠定了坚实基础。

在 80 年代之后，随着经济全球化的发展，全球范围的漫游以及互联互通的需求全面提升，与此同时，数字通信开始取代模拟通信成为至今为止的移动通信的核心技术基础。随着欧洲 GSM 技术作为首个全球意义的 2G 通信标准，北欧双雄爱立信、诺基亚凭借先发优势一跃成为全球顶级通信厂商。在通信标准研发及早期推广中，具备完整端到端解决方案提供能力的厂商竞争力凸显，因此在 2G 时代，诺基亚、爱立信等通信厂商在完善通信系统能力的同时具备强大的终端研发和生产能力，并与其系统间形成强大协同能力。

因此，我们认为通信行业作为技术密集型企业，先进的技术储备，适应时代的技术进步，将可助力公司成为伟大的通信设备商，并最终借由广阔市场需求获得巨大经济利益。同时，通过将盈利投入到研发中，可保持公司长期的竞争力。

### 8.2 适应市场需求，错位优势脱颖而出

通信产业的发展涉及到众多因素，包括可实现成本、兼容性等，因此技术的领先并不一定决定产业的发展方向。移动通信方面，在 2G 时代，高通和摩托罗拉坚持推动 CDMA 的应用，虽然技术上面相对 GSM 存在优势，但是由于支持的厂商较少，起步较晚，因此一直处于弱势地位，直到 3G 时代到来 CDMA 才得以主导，成为 3G 标准的核心技术。在 2G 时期，昔日的无线移动通信霸主摩托罗拉，在全球化的发展趋势中逐渐掉队，其在模拟移动通信中的巨大积累成就了其

霸主的地位，但是也同时形成了公司战略转型的重大负担，最终慢慢走向衰退。高通的发展则是设备商适应时代发展的典范，在以一己之力建立起来 CDMA 的产业生态之后，将设备制造逐渐剥离而着重上层技术的研发、标准和芯片的开发，实现了高质量发展之路。

在固网方面，互联网的发展将信息通信从信通领域发展到数通领域，Cisco 凭借在多协议联网方面的优势紧抓互联互通的历史机遇成为顶级数通厂商。另外，光通信已经成为现代高速通信的核心承载，未来一方面产业将继续升级从目前主流高速 100G 向未来高速的 400G 演进，同时硅光技术也将有望成为下一代光通信的核心技术带来整个光通信的变革。

正如前文中对中兴、华为崛起的分析中所说，通信产业作为技术密集型企业需要大力投入研发才能推动技术进步和产业的完善，因此新技术的市场应用起始成本通常较高，而技术的周期迭代往往较长，这就给了二线厂商反超的时间差。程控交换机时代，中国经历了“七国八制”时期，随着技术差距的缩小，华为、中兴等凭借中国巨大的人口红利和上升中的工程师红利而快速崛起，从跟随模式入手逐步做到自主开发，并开始越来越多地参与全球化竞争，抢占巨头原有的海外市场，走上成为四大设备商之路。

同样，在固网交换领域，虽然 Cisco 建立了强大的先发优势，但是随着技术进步相对的技术差距日益缩小给了后来者如华为、诺基亚新的机遇，这些设备商凭借着在通信领域的积累以及与运营商良好的合作关系快速开拓市场。另外，随着通用交换芯片以及开源 SDN 等技术的发展，新的数通设备商在互联网巨头的个性化、定制化网络需求的推动下开始涌现出来，例如 Arista 已经开始在北美蚕食主流设备商 Cisco 的市场。

因此，我们看到就通信市场而言，虽然革命性技术进步决定了短期的市场竞争格局，但是随着时间的推移，技术代差会日益缩小，巨大且快速发展的通信市场给予了新晋厂商从性价比、定制化、企业服务等多方面的发展机遇，帮助适应市场需求的厂商在巨头的压力之下脱颖而出，甚至后来居上。

### 8.3 适应产业发展，多元化经营巩固竞争力

随着通信需求的增长以及研发投入的相应加大，通信设备商必须拥有足够的营业规模才能盈利，同时随着通信网络越来越复杂化，拥有全套解决方案提供能力的综合通信设备提供商将更受运营商青睐，因此我们看到，诺基亚和阿郎抱团互补无线、有线侧设备能力，华为、中兴多年经营已具备无线侧到有线以及数通企业网的一整套解决方案。

在终端研发生产方面，随着在智能机时代的到来，面对 iOS、Android 的巨大竞争优势，曾经的终端霸主诺基亚、爱立信纷纷剥离终端业务聚焦网络技术和服 务，而 4G 时代中兴和 华 为 的 终 端 逐 渐 在 市 场 上 形 成 了 较 强 的 品 牌 能 力。我们 认为，随着 5G 的 到 来，设备端和终端的配合对于研发测试以及产品的推广将具备越来越重要的作用，能提供端到端解决方案的公司将更有望在市场的竞争中脱颖而出。同时，由于手机终端的更换频率相较通信标准的更新换代更为高频，因此较强的终端营收可以帮助公司的总体营收做到更为平滑。

另外，随着技术标准化以及器件标准化之后，同一代标准体系下，设备商之间的技术差距会逐渐消除，从而加剧同质化竞争。因此，贴近客户的个性化定制服务以及应急响应服务将是决定各设备商竞争力的具体体现。这也是华为、中兴得以快速崛起的关键因素之一，华为的狼性文化强调保证客户服务质量，关注客户服务需求。同时，我们看到在诺基亚、爱立信的营收中，服务占比近年来也稳定在较高的占比，其中诺基亚的服务营收占比在 30% 左右，爱立信的运营商服务占比 40% 以上。我们认为，随着网络需求的数量以及多样化程度日益增加，相关服务需求将会加大，而设备商作为设备的制造者以及技术的推动者在运营商服务方面占据得天独厚的优势，同时也能增加客户的粘性。

最后，随着通用化设备以及开源 SDN 等软件的发展，运营商例如 AT&T 正在加大对白盒设备的推动力，以期在软硬件解耦之后可以进一步摆脱对设备商的依赖，并可更快速的部署网络应用。为了应对这一趋势，设备商一方面通过升级自身的软硬件能力积极应对来自白盒生态的竞争，另一方面也开始开拓新的领域。其中，我们看到华为推出了“天际通”全球漫游服务，凭借与全球运营商的合作关系以及自家终端的规模优势开始涉及到个人网络服务领域。另外，我们看到在物联网的发展中，网络需求正变得日益离散化，网络管理难度正在指数级增加，我们看到思科正加大对物联网平台的投入，开始试图改变以往与运营商一贯的设备供应关系，而更多的涉及到网络运营，平台的盈利模式也开始是和运营商分成。

我们认为设备商的经营模式已经从以往的单一技术驱动和设备提供的角色，开始在内部和外部诸多因素的推动下开始多样化发展，从而适应整个产业的变化，一方面要通过服务和产品持续巩固与运营商的合作关系；另一方面也正在探索新的盈利模式以期逐渐参与运营而创造新的可持续盈利增长点。

综上所述，鉴于整个通信产业未来广阔，通信设备商的发展也将一往无前，我们认为“适者生存”将伴随着产业的发展，也将决定未来的产业竞争格局。最后，虽然在本文中我们对设备商的发展史进行了整体的回顾和分析，但是鉴于本文篇幅有限无法对整个发展史进行详细的剖析，只能是浅尝辄止、管中窥豹，希望以史为鉴，洞察未来。

## 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

## 免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

## 公司投资评级的说明：

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

## 行业投资评级的说明：

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

	北京	上海	深圳	长沙
地址：	北京市西城区阜外大街甲34号方正证券大厦8楼(100037)	上海市浦东新区浦东南路360号新上海国际大厦36楼(200120)	深圳市福田区深南大道4013号兴业银行大厦201(418000)	长沙市芙蓉中路二段200号华侨国际大厦24楼(410015)
网址：	<a href="http://www.foundersc.com">http://www.foundersc.com</a>	<a href="http://www.foundersc.com">http://www.foundersc.com</a>	<a href="http://www.foundersc.com">http://www.foundersc.com</a>	<a href="http://www.foundersc.com">http://www.foundersc.com</a>
E-mail：	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com