



工业和信息化部电信研究院

China Academy of Telecommunication Research of MIT

通信设备产业白皮书

(2014年)

工业和信息化部电信研究院

2014年5月

版权声明

本白皮书版权属于工业和信息化部电信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：工业和信息化部电信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

当前，全球通信设备制造业正处在一个重大的关键节点。受制于运营商投资放缓，传统通信设备产业正陷入新一轮增长低潮，未来发展空间受限。与此同时，伴随信息通信产业融合加剧，IT 软硬件技术正全面渗透和深刻影响通信设备产业。通信设备产业面临从发展范式、产品架构、制造模式到产业生态等各方面的重大变革。传统设备企业尽管积极从电信专业服务、IT 及终端设备制造、企业通信服务等方向探索转型，但仍存在技术、商业模式等方面的巨大挑战。在新的产业发展形势下，深刻理解和把握产业重大变革机遇，重点提升通信网络与 IT 技术的融合创新和综合集成能力，推动产业链各环节深度协同，培育自主产业生态系统，是构建未来设备产业竞争优势的关键。我院推出通信设备产业白皮书（2014 版），对新形势下通信设备产业发展的主要特点及变革趋势进行分析探讨，并提出我国产业发展应重点把握的方向和领域，希望与业界分享，共同推动我国通信设备产业进一步做大做强。

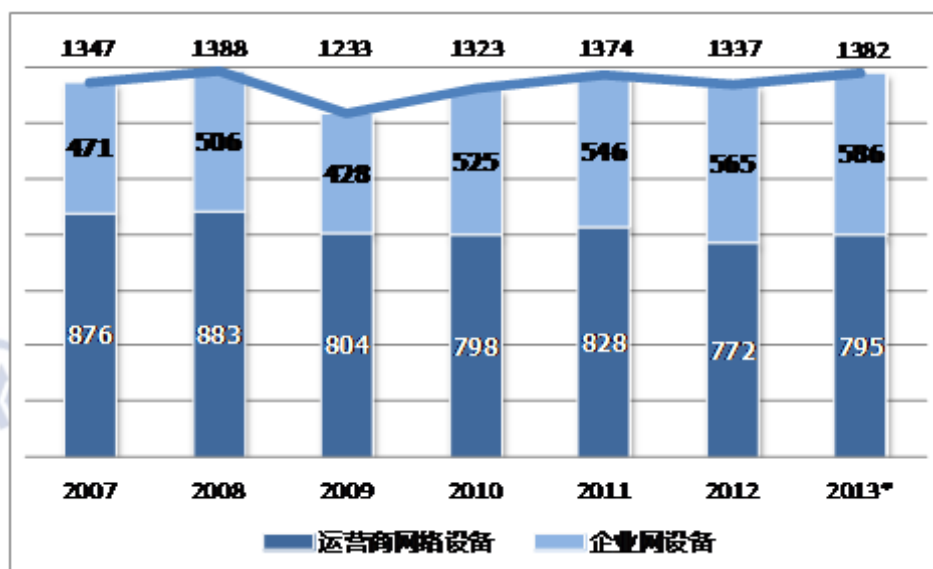
目 录

一、全球通信设备产业发展的主要特点	1
(一) 通信设备产业总体迈入成熟阶段.....	1
(二) 成本竞争推进产业格局深刻调整.....	2
(三) 传统创新路径的产业拉动作用减弱.....	6
(四) 供应链掌控日益成为产业竞争关键.....	8
二、国际主要通信设备企业的发展策略	10
(一) 聚焦电信专业服务.....	10
(二) 发挥集成制造优势.....	11
(三) 拓展企业服务市场.....	12
三、通信设备产业发展形势与面临的变革	14
(一) IT 技术理念深刻影响通信设备产业	14
(二) 主要企业加快布局 IT 化变革趋势.....	17
(三) IT 化影响逐步释放，但短期影响不大.....	19
四、我国通信设备产业面临的挑战与机遇	22
(一) 我国通信设备产业面临的主要挑战.....	22
(二) 我国通信设备产业的关键机遇.....	26
五、我国通信设备产业的发展方向和重点领域	27
(一) 夯实通信设备优势，实现产业由跟随到引领.....	27
(二) 着力突破产业关键薄弱环节.....	28
(三) 积极把握通信与 IT 融合新领域，构建综合竞争力.....	28
(四) 围绕融合领域加快构建 ICT 产业生态系统.....	29
(五) 探索新形势下的国际化拓展模式.....	31

一、全球通信设备产业发展的主要特点

（一）通信设备产业总体迈入成熟阶段

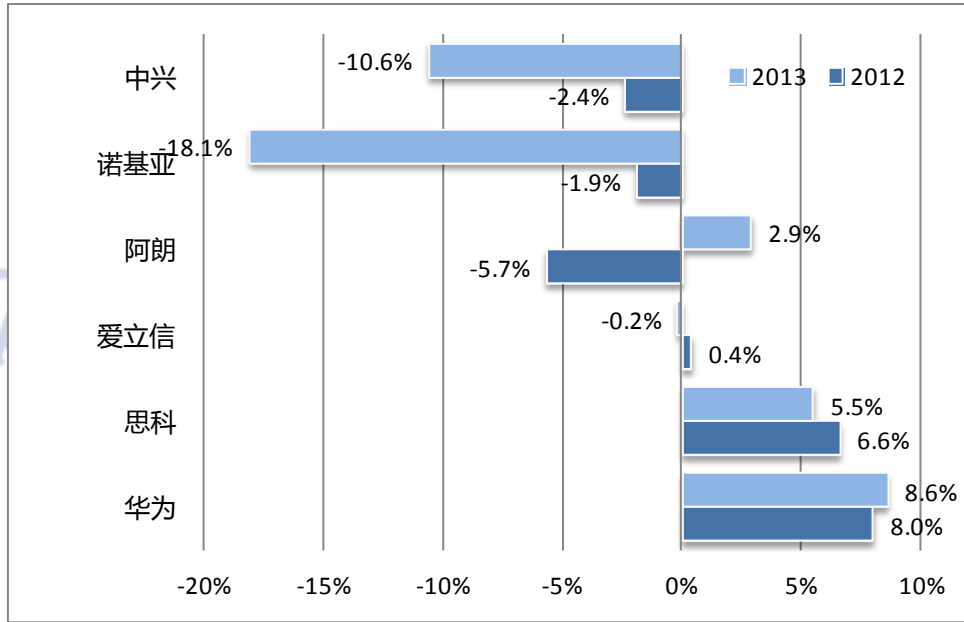
通信设备产业增长明显放缓。2007 年以来，全球通信设备产业全面进入低速增长轨道，产业规模仅由 1347 亿美元增长至 1382 亿美元，年均增长 0.4%。其中，运营商网络设备规模出现明显下滑，由 876 亿美元下降至 795 亿美元，年均下滑 1.6%；企业网设备虽然有所增长，但也仅年均增长 3.7%，总规模为 586 亿美元。



数据来源：Gartner

图 1：全球通信设备产业规模

主要设备厂商面临严峻增长瓶颈。随市场增长放缓，主要通信设备企业正陷入新一轮低潮。六大通信设备厂商中，有半数在 2013 年出现收入下滑。其中，诺基亚网络设备下滑幅度超过 18%，中兴与爱立信也分别下滑 10.6% 和 0.2%。阿朗在连续五年收入下滑后虽首次实现 2.9% 的增长（按固定汇率计算），但全年亏损 13 亿欧元。六大厂商目前只有思科和华为能够保持收入增长与持续盈利，但收入增速也由过去几年 15% 左右下降至 6%-8%。



数据来源：上市公司财报

图 2：主要通信设备厂商 2012-2013 年收入增长速度

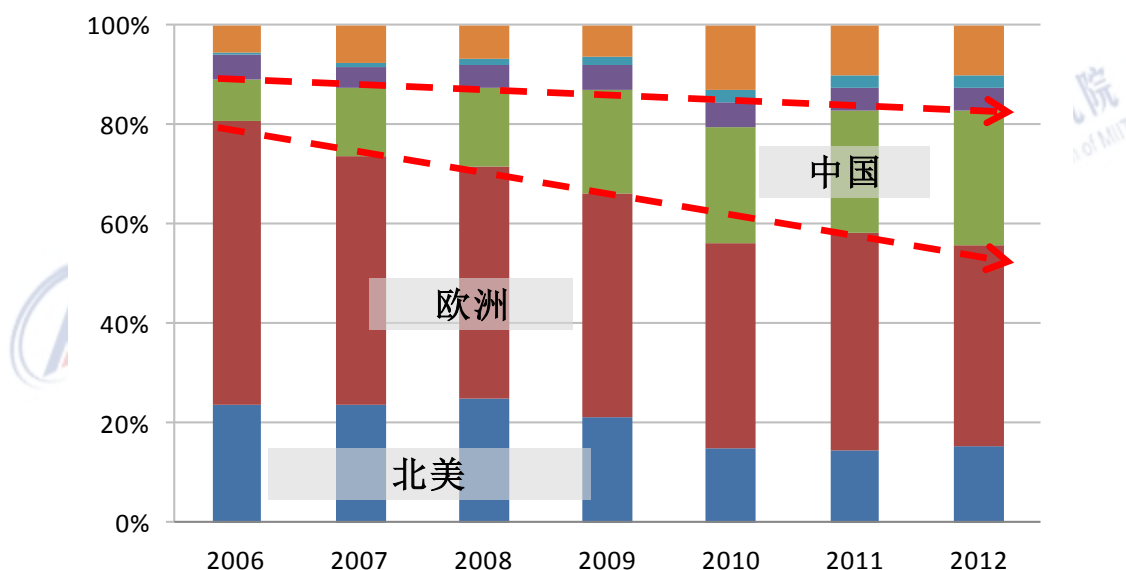
总体看，全球经济萧条是过去十年通信设备产业增长乏力的直接诱因。由于次贷危机与欧债危机，运营商网络设备产业在 2009 年与 2012 年先后下滑 8.9% 与 6.8%。深层次来看，通信设备产业内外部环境的深刻变革是造成产业发展低迷的根本原因。一方面，电信运营商过去十年在互联网业务冲击下转型增长乏力，全球电信收入在 2012 和 2013 年分别下滑 0.7% 和 0.5%，运营商的设备投资能力已经严重受限。另一方面，通信设备产业竞争日益加剧，成本优势日益成为产业竞争的核心要素，导致行业收入增长不断放缓，利润水平持续下降。在上述因素的共同作用下，预计未来全球通信设备业仍将处于低速增长。

（二）成本竞争推进产业格局深刻调整

随着成本优势在产业竞争中的作用日益突出，全球产业在地域格局与业务格局方面正发生深刻调整。

1、地域格局：全球产业向成本优势地区转移

我国产业凭借成本优势持续扩张，全球地位不断提高。目前，我国在全球运营商网络设备市场的份额已由2006年的8.5%提升至2012年的26.8%，2013年达到30%左右。从细分产品领域看，我国在固定宽带接入系统和光传输系统上的实力最强，2012年的全球份额分别为37.6%和32.2%，居各国之首。在移动通信系统领域市场份额超过26%，位居全球第二。数据通信设备领域的市场地位稍弱，全球份额约16%，位居全球第三。



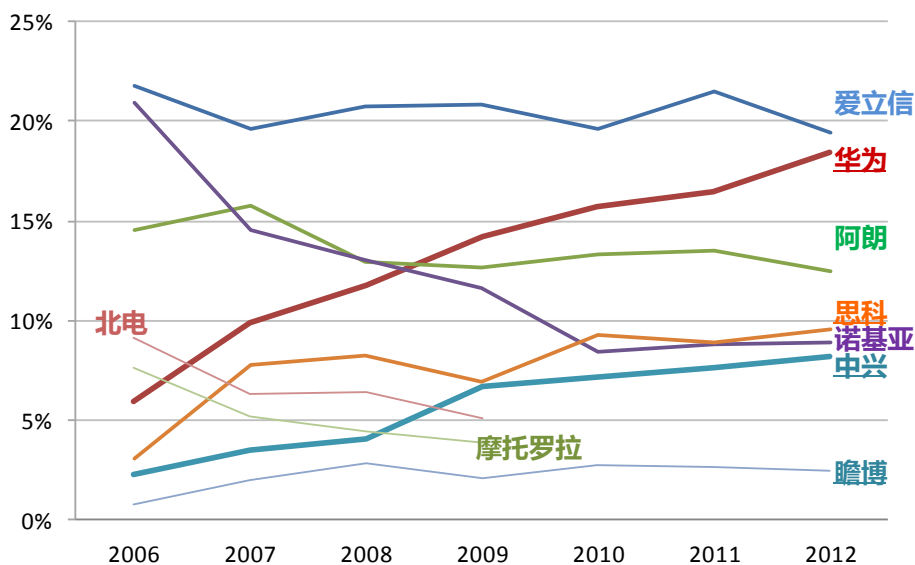
数据来源：基于 Gartner 数据整理

图3：全球主要地区在运营商网络设备产业中的分布

相比之下，北美地区在传统通信设备领域继北电和摩托罗拉退出市场后，目前仅剩 Ciena、Tellabs 等二线企业，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%。

从设备企业竞争格局看，中国厂商市场份额逐步扩大。凭借集成

创新优势，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。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。

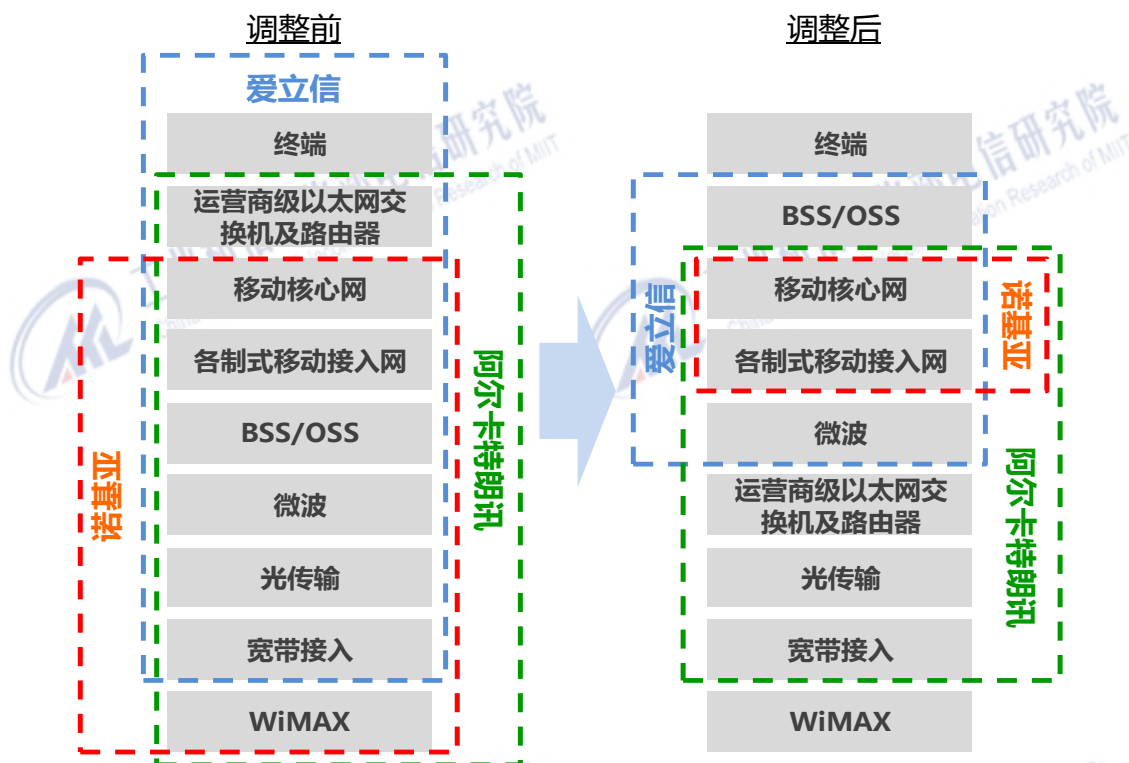


数据来源：基于 Gartner 数据整理

图 4：主要厂商在运营商设备市场的份额变化

2、业务格局：设备企业通过业务聚焦提升竞争优势

成本竞争加剧迫使设备企业必须在特定产品领域实现更强的规模经济优势，传统多元化的业务模式逐渐难以为继。在这一形势下，通信设备产业第三轮大规模整合已经开始。前两轮整合分别以企业并购重组和破产清算为主要特点，带来了阿朗、诺西的成立，以及北电与摩托罗拉退出市场。此轮整合则主要是设备厂商重新划定利益边界，通过剥离非核心业务，从而在核心产品领域取得更大规模和更强优势。



数据来源：电信研究院整理

图 5：欧洲设备厂商的业务布局调整

近几年来，爱立信先后剥离企业交换机、移动终端、终端芯片等业务，重点聚焦移动通信与业务/运营支撑系统领域。诺基亚则剥离微波传输、WiMAX、固定宽带接入、VoIP 系统、运营商以太网、业务支撑系统等业务，以移动通信设备作为核心业务。阿朗也剥离十余条产品线，包括 Genesys 呼叫中心系统、海缆业务等，主要专注于数据通信设备、光网络、移动通信设备等。

业务聚焦策略在后 LTE 时代将进一步深化。2015 年后，随着 LTE 网络建设高峰结束，全球通信设备投资增长可能出现进一步放缓，从而引发新的格局调整。特别是阿朗已经连续多年严重亏损，与其他设备企业相比，阿朗的业务线过长，难以实现资源的有效集中。而诺基亚在出售终端业务后则在寻求强化网络设备业务优势。

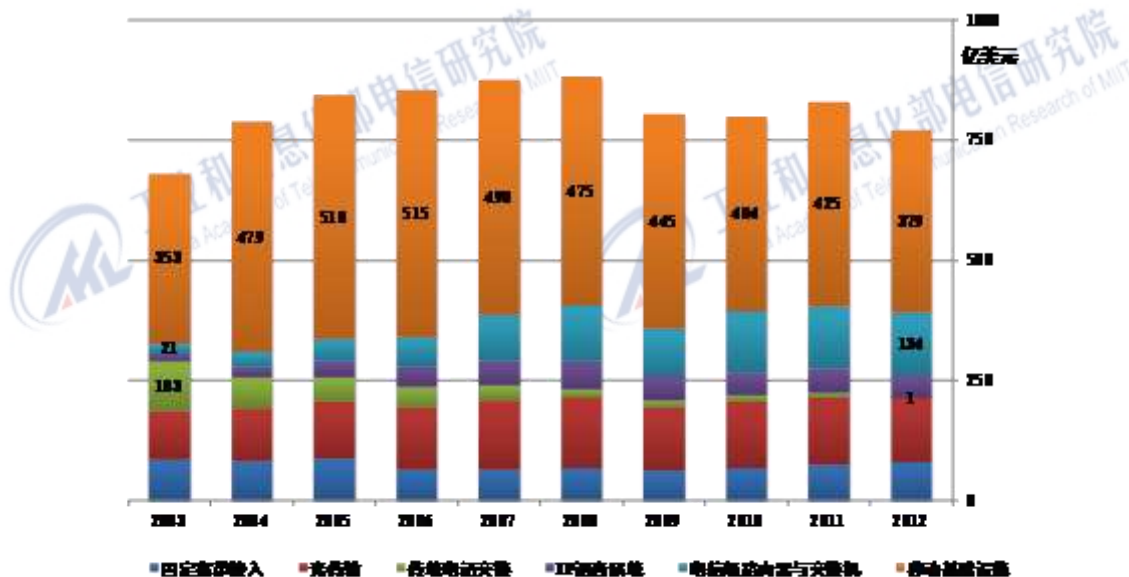
（三）传统创新路径的产业拉动作用减弱

通信设备产业创新模式正显现出回归传统产业特征的趋势，其突出特点是重大底层技术创新放缓，而面向产品改进和降低成本的技术研发日益成为重点。这一形势下，传统创新路径已经难以引发重大产业变革并进而实现产业规模与价值水平的显著提升。

创新重点由重大底层技术转向产品与组网方式。总体来看，通信设备产业在底层技术创新方面有放缓趋势，在 CDMA、WDM、OFDM 等技术之后，近期通信设备产业尚未出现新的有重大产业影响的基础性技术变革。当前，通信技术创新更多转向产品、物理层和组网方式革新，如多天线、异构网、光交换网络、多纤光纤等。

低成本技术与产品研发日益重要。为迎合电信运营商及相关企业的成本控制需要，低成本技术与产品研发成为当前通信设备研发创新关键。一是吸收借鉴 IT 技术中的低成本理念。例如 C-RAN 把 IT 技术中的“资源集中+虚拟化”理念引入通信设备领域，通过将移动基带处理单元集中化，达到降低部署成本和减少能耗目的。此外，设备企业还探索通信设备模块化，在数据通信与光通信设备中引入标准化插板，通过插拔不同的交换板和线卡来实现不同功能属性。二是运用新型组网方式降低数据传输成本。为应对数据流量激增，设备企业开始将 OTN 等数据传输能力更强的技术应用于城域网，以降低单位流量成本。例如华为将 OTN 技术引入 LTE 回传场景和宽带传送场景后，总成本可比传统技术方式降低 25%至 30%（包括 CAPEX 和 OPEX）。三是利用节能技术降低能耗成本。通过使用新型冷却系统、新型能源技术以

及节能设计方案等手段降低通信设备和数据中心能耗。



数据来源：Gartner

图6：通信设备市场结构

传统创新路径难以实现产业规模的显著提升。由于缺乏颠覆性的技术与商业模式创新，传统创新路径的成果更多表现为技术与设备产品的更新迭代，而难以创造新的价值空间。从过去十年发展规律看，尽管通信技术发生了移动化、宽带化、IP化等巨大变革，但设备产业规模仍然出现明显下滑。在**移动通信**领域，流量与收入增长的不匹配日益加剧，迫使运营商以更加理性的态度审视LTE等新一代网络投资部署，并导致投资规模比3G时代出现下降。在**数据通信**领域，IP化变革带来了180亿美元规模的数据通信设备市场，但同时也使传统交换设备市场趋于消亡，七成产业拉动效果被抵消。在**光传输与固定宽带接入**等领域，过去十年总体表现为新技术新设备替代原有产品，总体规模变化不大。

（四）供应链掌控日益成为产业竞争关键

1、通过纵向一体化布局核心产业环节

随通信设备产业成熟化，供应链掌控能力日益成为产业竞争关键，主要设备企业纷纷通过纵向一体化策略保障核心芯片与软件的供应安全，并以此构建设备产品的差异化竞争优势。

布局通信设备核心芯片。主要设备商采取“购买 IP 核+自研 SoC”模式开发与整机设备息息相关的核心芯片。在**数据通信**领域，思科通过购买 Tensilica、Xtensa 的 CPU 内核，自主设计了 QuantumFlow 网络处理器，并交由德州仪器进行流片测试。阿朗则基于博通的转发内核和三星的存储技术授权设计了 FP3 网络处理器。华为的 Solar 系列网络处理器也是自主研发设计。这些由通信设备企业研发设计的网络处理器在性能上已经超过第三方企业提供的商业芯片产品。在**光通信**领域，主要设备企业基于 FPGA、MPU 及存储芯片企业的技术授权，自主研发关键芯片。目前华为自主开发了 100G OTN 关键芯片、波分侧模块、客户侧模块。阿朗设计的 PSE 芯片已实现 400G 光传输。

自主开发关键系统软件。当前 Linux 等开源系统可以部分提供免费的网络协议栈软件，因而主要设备企业积极探索对标准 Linux 内核进行实时化和小型化改造，开发了可用于通信设备的 RTOS 平台，替代了 Vxworks 等商业化产品。例如在核心数据通信设备领域，思科、Juniper 分别基于 FreeBSD 内核开发了各自的数通设备操作系统 IOS 和 Junos，华为和 H3C 则分别基于 Linux 内核开发了 Comware 和 VRP。

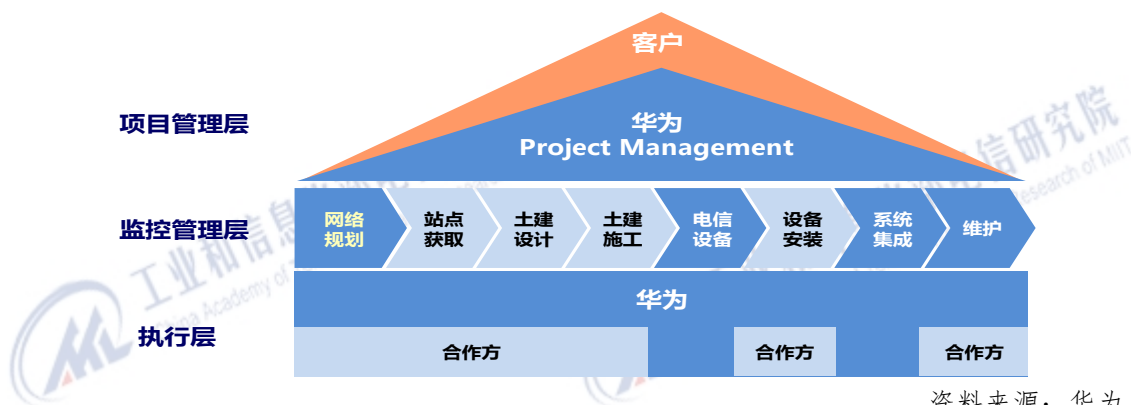
通过并购掌控产业链关键环节。除自主开发外，设备企业还会通

过并购方式充实自身技术储备，并阻断竞争对手供应链。如思科 1997 年收购了当时唯一的 OC-48 POS/ATM 光网络芯片提供商 Skystone，从而使自身产品领先对手 6 到 9 个月的时间。1999 年思科收购 StratumOne，控制了当时市场上 OC-192 成帧芯片的供货。2006 年思科进一步收购了 Greenfield，掐断了其竞争对手以太网交换机设备的处理器来源，迫使竞争对手转向 Intel 产品，延误了市场时机。

2、加快外包非核心业务环节以降低成本

外包代码生成、测试等非核心研发环节。华为目前已经成为国内 IT 领域最大的软件发包商，分包商包括文思海辉、博彦科技等多家企业。此外，华为还先后与中软国际和软通动力合资成立两家软件技术服务企业，以资本纽带拉近与外包商的关系。

以 TurnKey 方式实施网络工程外包。随设备企业全面介入电信运营商网络部署运维环节，工程外包越来越成为其降低海外项目成本的重要手段。如华为成立 Turnkey 管理办公室，与数十家本地分包商达成合作。其中，华为主要负责网络规划、设备提供、系统集成和后期运维等环节，而将站点选取、土建、设备安装等工作交给分包商。



资料来源：华为

图 7：华为海外工程外包模式

外包财务法律等内部职能环节。如思科建立了 ESM 模式，通过几家固定合作商解决海外本地审计、法律和全球服务中心管理等问题。其中，埃森哲负责系统的后台服务支持，安永负责法律和税务支持，普华永道负责财务审计支持。

二、国际主要通信设备企业的发展策略

面对通信设备产业增长乏力，依托传统优势向相关领域转型拓展已经成为设备企业的共同选择。总体来看有三种路径：

路径一：聚焦电信专业服务。主要策略是基于运营商网络设备销售进一步提供网络管理服务，代表企业包括爱立信、阿朗、诺基亚、华为等。

路径二：发挥集成制造优势。主要策略是依托在网络设备集成中形成的供应链和成本优势，将集成范围扩大至 IT 与终端设备，代表企业包括华为、中兴等我国厂商。

路径三：拓展企业服务市场。主要策略是在企业网设备基础上，进一步提供包括企业 IT 资源集成、网络应用在内的企业 ICT 服务，代表企业包括思科、瞻博、华为等。

（一）聚焦电信专业服务

布局网络管理服务已成为设备商应对增长放缓的重要举措。主要设备企业目前已基本形成涵盖网络咨询、网络规划设计、网络建设实施、系统集成、网络运维、网络优化在内的整套网络管理服务，实现向服务型制造转型。目前全球网络管理服务市场稳步成长，2011-2015

预计年均增 6-7%，为硬件设备市场增速的两倍以上，2015 年全球规模可达 770 亿美元，相当于硬件设备市场的 80%左右。



资料来源：爱立信、阿朗、诺基亚

图 8：主要设备企业的网络服务业务体系

服务化转型正深刻影响设备商的收入结构与业务模式。经几年时间摸索，设备商服务收入占比正接近 50%的结构性转变。目前爱立信在 140 个国家有 2.4 万专业服务人员，2013 年专业服务收入 168 亿美元，占总收入的 48%，比 2012 年提高 5 个点，预计 2014 年即将过半。诺基亚服务业务发展更快，收入占比达到 51%。阿朗服务收入占比也达到 33%。在成为重要收入增长贡献的同时，服务业务也日益成为绑定客户，推进设备产品销售的重要手段。

（二）发挥集成制造优势

与国外企业相比，中国设备企业充分发挥成本优势与集成制造能力，积极拓展企业网、IT 与终端设备，由运营商网络向整个 ICT 领域延伸，探索新的增长空间。

积极进入企业 ICT 设备市场。企业通信设备方面，提供涵盖企业路由器、交换机、传输接入网、无线局域网、安全、光纤、能源在内的整套企业网设备及通信解决方案，华为计划将企业网设备份额至 2015 年提升至全球第二。企业 IT 设备方面，华为、中兴都已经进入

服务器和存储设备领域，其中华为投入万名研发人员，2013 年前三季度其服务器、存储器发货量分别居中国市场第二和第一。

把握智能终端增长契机，大力发展消费者业务。2013 年，华为和中兴的智能终端出货量分别达到 4661 万部和 4200 万部，分列全球第三和第六。华为 2013 年终端收入已经达到 590 亿人民币，同比增长近 18%，中兴终端收入也达到 217 亿人民币，收入占比接近 30%。


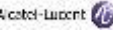

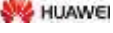

以整机产能牵引核心器件突破，向产业纵深发展。华为和中兴分别成立了海思半导体和中兴微电子，各自拥有超过 3000 人的研发团队。其中，海思半导体已经进入全球芯片设计第二梯队。在网络设备方面，海思能够提供 OTN/PTN 等多款光通信芯片及核心路由器网络处理芯片。在移动终端芯片方面，海思已经获得 ARM 最高等级授权，具备 28 纳米产品设计能力，并提供五模基带芯片、四核应用处理芯片等多款商用产品，WCDMA 芯片国内外累积出货量超千万。

(三) 拓展企业服务市场

与运营商市场相比，包括企业 IT 资源管理、企业通信服务、企业软件在内的企业 ICT 服务市场是当前全球发展最活跃的领域之一，主要设备企业积极依托各自硬件产品优势，加快拓展企业服务市场。

延伸运营商网络设备优势，加强对其他网络型行业的拓展。为进一步发挥通信设备领域积累的优势，通信设备企业开始积极拓展电力、交通运输、能源、媒体等具有大规模网络特性的行业，提供基于网络设备的解决方案。如图 9 所示，爱立信将媒体、交通运输和公共事业作为电信运营商以外的重点客户，提供包括电视采集与分发、LTE

广播、电视传输基础设施、媒体分发网络、铁路通信、智能电网通信在内的多种行业解决方案，将移动通信与支撑系统等领域的优势复制到更多行业。阿朗则以政府部门、交通铁路、电力和能源为重点行业，提供整套通信解决方案。

	电信运营商	政府	媒体	交通铁路	电力	能源
 ERICSSON	√	√	√	√	√	
 Alcatel-Lucent	√	√		√	√	√
 Nokia Networks	√	√		√		
 HUAWEI	√	√	√	√	√	√
 CISCO	√	√			√	

资料来源：爱立信、阿朗、诺基亚、华为、思科

图 9：主要设备企业对网络型行业客户的业务布局

基于组网提供企业 ICT 资源管理服务。领先设备企业积极把握虚拟化等技术创新趋势，在硬件产品基础上提供涵盖通信、计算、存储在内的企业基础资源整合与管理服务，使企业能够基于统一的资源平台部署各项信息化应用，并不断提升资源利用效率。目前思科在这一领域最为领先，已经建立了从基础资源整合、业务管理到资源分析的整套企业 ICT 资源管理体系。华为也有所突破，主要聚焦于基础资源管理领域。

全面布局企业通信服务。为构建从设备到服务的整套企业网解决方案提供能力，设备商还积极拓展企业通信服务市场，并利用各种高带宽应用牵引硬件销售。目前思科、华为、瞻博、中兴等企业已提供了包括统一通信、视频会议、移动办公、安全、呼叫中心在内的多项企业通信服务，并通过并购等方式整合优质资源。如思科开展几十项并购活动，获得了 Webex、Sourcefire 等领先企业的视频与安全技术。

探索由企业办公通信向生产制造通信延伸。伴随新一代信息通信技术对传统制造业的影响日益深刻，领先设备企业开始探索布局生产制造网络，以拓展更大市场空间。目前，思科已经提出涵盖企业业务流程的网络架构，包括制造设备联网、生产制造网络管理、安全控制等多个组成部分。为构建底层技术能力，思科于 2013 年提出万物互联战略，成立 500 人规模的物联网事业部，并与 NXP 等企业合作开发针对运输、制造业、智能电网、智能城市等领域的联网解决方案。此外，思科还与罗克韦尔、爱默生、霍尼韦尔、通用电气等传统工业控制企业达成战略合作，将自身的网络解决方案与这些企业的工控设备相结合，推进产品与服务的市场应用。

三、通信设备产业发展形势与面临的变革

（一）IT 技术理念深刻影响通信设备产业

通信设备产业当前正面临 IT 化的重大变革。由数据中心虚拟化所引发的网络虚拟化和可编程技术正全面由数据中心网络向企业网和电信运营商网络延伸。一方面，Nicira、Big Switch 等 IT 企业基于开源技术设计网络虚拟化控制平台，使企业可自行配置兼容交换机并搭建企业通信网络。另一方面，全球主要电信运营商依托标准化组织 ETSI 设立了网络功能虚拟化（简称 NFV）计划，将基于通用的计算、存储和网络设备搭建大规模电信网络，并实现资源虚拟化与软件控制。总体来看，IT 技术理念的影响将带来以下三方面的重大变革：

1、基于标准、通用、开放软硬件架构的制造模式初露端倪

从上世纪 90 年代起，“WINTEL”模式塑造了 PC 产业的基本规则和格局，而 2007 年以来的移动互联网变革浪潮，则以更为开放的思维重塑了智能终端产业，而这些趋势正进一步影响通信设备产业格局与运作模式。一是通用芯片与标准化软件驱动网络设备向通用架构发展。二是通用 IT 设备更多在通信网络中应用。二者都推动通信设备向通用化、开放化发展，硬件集成门槛将大幅下降。

在**核心芯片**领域，通用的通信设备芯片平台不断出现，对传统基于专用芯片的设备集成模式提出挑战。Intel 发布了 Crystal Forest 芯片平台，在一款芯片中集成信号处理、数据包处理、控制和应用四项功能，能够适用于从低端（无线接入、边缘路由器）到高端（LTE 核心网络和企业安全）的多种通信设备。近期 Intel、博通和 MTK 分别宣布将推出 SDN 交换机芯片，加速推动设备芯片通用化趋势。

在**基础软件**方面，目前有多个软件企业推出支持 Openflow 等标准接口的网络控制器。企业用户通过网络控制器，可在标准硬件上自行搭建和管理虚拟网络。如 Big Switch 的 SDN 软件 Switch Light 可运行于所有使用博通 Trident 芯片、支持 Openflow 接口的交换机产品，该软件未来可能进一步支持更多芯片平台。

此外，**通用 IT 设备**开始逐步被引入通信网络，在降低设备采购与运维成本的同时，进一步对传统专用设备生产模式产生冲击。如阿朗在 Lightradio 无线解决方案中已经采用 HP 服务器实现无线网络控制功能。

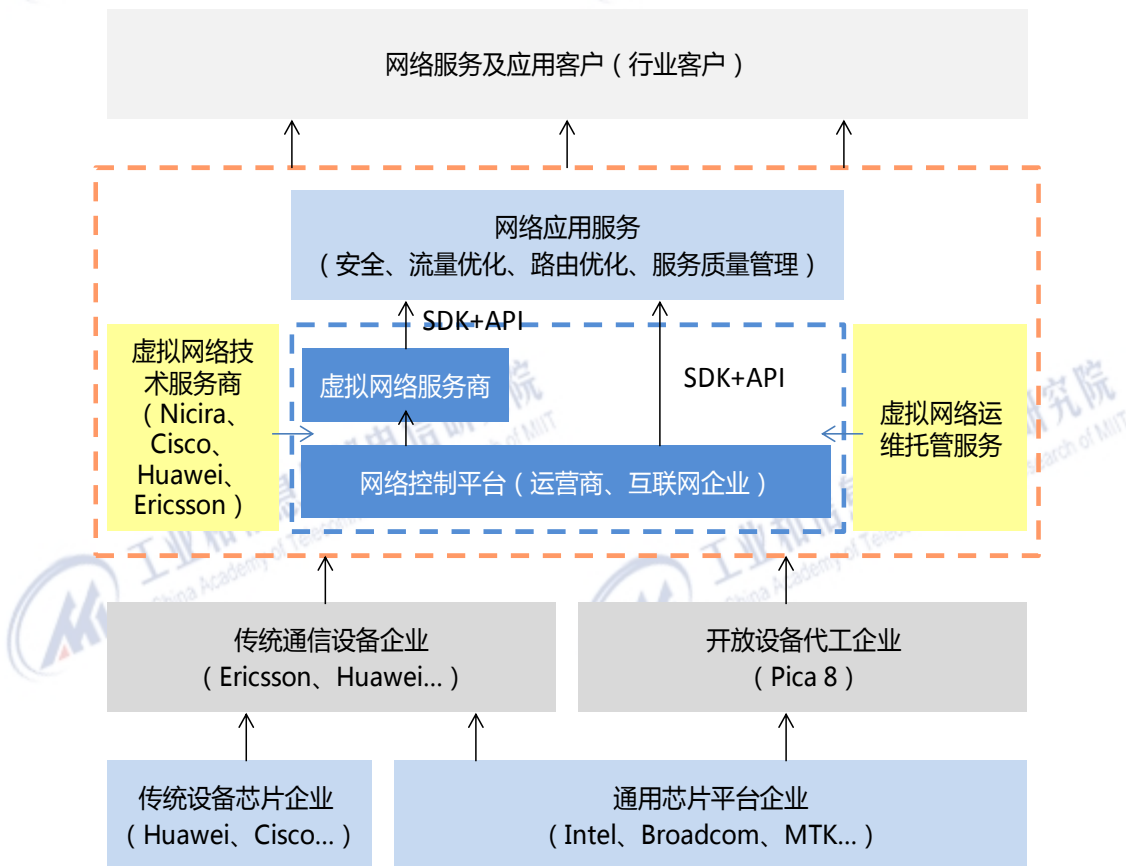
2、软件应用牵引硬件集成将成为重要模式

互联网企业的“定制服务器”模式向通信设备领域延伸。伴随通信设备向通用、开放架构发展，根据软件应用需求定制硬件设备的模式正成为降低部署成本的重要手段。例如谷歌在其全球数据中心网络 G-Scale 的部署中，基于开源协议设计了整套虚拟网络控制系统以及支持 Openflow 的 10GE 交换机，交换机的生产制造由 PICA8 等代工企业完成，显著降低了设备采购成本。在这一形势下，软件牵引硬件集成的产业布局正在形成。一方面，电信运营商与互联网企业为降低全球数据中心建设和管理成本，从应用层面已经显现出定制网络设备的需求。另一方面，广达、技嘉等依靠“定制服务器”模式取得成功的台湾代工企业则正积极布局定制设备的代工生产，其中广达投资设立了网络设备代工企业 PICA8，后者为包括谷歌、NTT、百度在内的多家企业提供数据中心网络设备。

3、基于开放平台的生态系统趋于形成

在通信设备软硬件架构开放化趋势下，一个类似于移动智能终端的生态系统正在网络设备领域形成，并催生出多种服务模式。一是网络虚拟化技术服务。软件及通信设备企业通过提供网络控制平台，帮助电信运营商及企业用户实现对大量硬件资源的虚拟化管理与软件控制，如思科的 ACI，Nicira 的 NVP 等。二是开放网络应用服务。第三方企业可依托开放的网络控制平台、标准的 API 和 SDK 进行应用开发，提供包括安全、流量优化、路由优化、服务质量管理在内的多种

网络应用服务。三是**虚拟网络资源服务**。第三方企业可从电信运营商、互联网接入服务商和互联网数据中心租用网络资源，利用虚拟化技术向成本敏感客户提供虚拟网络资源出租服务。四是**虚拟网络运维托管服务**。将出现专业化的编程公司为电信运营商提供网络的软件控制与管理服务。



资料来源：电信研究院

图 10：未来开放的网络生态系统

（二）主要企业加快布局 IT 化变革趋势

软件及互联网企业借开源模式向通信领域渗透。为加快通信软件布局，主要软件和互联网企业发起了一系列开源软件项目，在通信软件技术领域追赶和挑战传统设备企业。如 Google 和 Intel 发起了 Open Source Routing 项目，推进开源路由转发协议的研究，Facebook 则

在其“开放计算项目”中加入了网络交换机研发项目。此外，还有数十个由中小型 IT 和互联网企业发起的开源通信软件项目（表 1）。与单一企业封闭式的软件开发模式相比，开源项目可以利用海量开发者实现更强的技术创新力，并基于开源社区构建产业生态系统，以谋求产业主导地位。但就现阶段看，软件和互联网企业的通信软件布局仍主要聚焦于数据中心等 IT 属性更强的领域。

表 1：主要的开源通信软件项目

开源组织/项目	主要技术	主要推动者
ONF	流量转发协议	Google、Facebook、Intel
Open Source Routing	路由转发协议	Google、Intel
Open Compute Projects	交换机软件	Facebook
Floodlight	SDN 控制器技术	Big Switch
Indigo	交换机支持 Openflow	Big Switch
Open vSwitch	开放虚拟交换标准	Nicira
Trema	SDN 控制器技术	NEC
LINC		Infoblox
Pica8/XORPlus		Pica8
Open Contrail		Juniper

资料来源：电信研究院整理

传统设备企业顺应“开放”潮流，加快变革转型。传统设备企业为了应对来自新兴设备企业的竞争，开始加入设备架构的“开放”大潮，但是这些企业的具体策略有所不同。一是采取“开放北向接口+资源虚拟化”模式，以有限开放保护设备产品销售收益。如思科在 2012 年和 2013 年分别推出虚拟化网络解决方案 ONE（开放网络环境）和 ACI（以应用为中心的基础设施），但其核心是必须基于思科的网络设备实现，在不开放南向接口的前提下，通过开放北向接口实现网

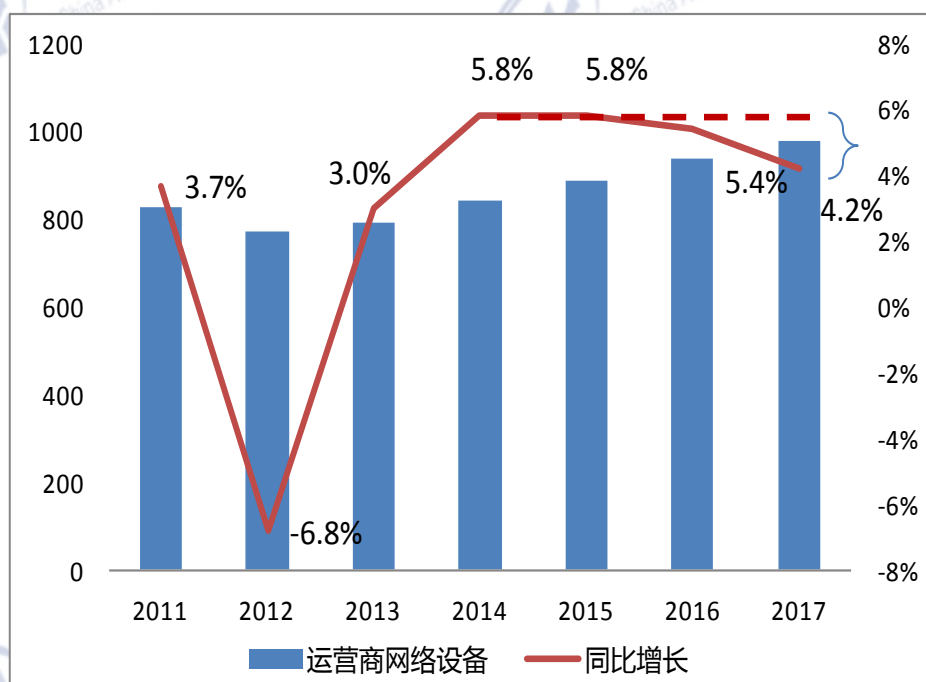
络、计算、存储资源的调用和管理能力。二是接受开放趋势，在“开放北向接口+资源虚拟化”基础上提供对第三方 IT 与网络设备的集成支持。如阿朗的网络控制平台 VSP 中，明确包含对裸机设备的集成能力。爱立信近期推出的虚拟化 4G 核心网（vEPC）则可以基于戴尔的通用服务器平台实现。三是采取更加开放的策略，进一步支持 Openflow 等通用接口协议。如华为在其推出的软件定义接入网、软件定义 OTN、SDN 控制器 SNC（Smart Network Controller）等一系列电信级解决方案中，都明确支持 Openflow 协议。

电信运营商为降低运维成本，积极推动网络设备的 IT 化。目前已有多家主流运营商计划将 NFV 应用于电信网络。其中，NTT 提出 O3 计划，将对现有电信网 90% 的部分进行改造，以实现各种网络设备资源的虚拟化和灵活调度。AT&T 则提出 Domain 2.0 项目，计划将电信网与 SDN、NFV 整合为一体，目前已经联系 100 家设备供应商和 1200 家初创公司共同开展合作。此外德国电信也提出了类似功能的 TereStream 网络项目。开放灵活的解决方案初步展现竞争优势。在 AT&T 近期公布的 Domain 2.0 合作商中，爱立信、Tail-f 和 Metaswitch 等企业凭借开放的解决方案成功入选。

（三）IT 化影响逐步释放，但短期影响不大

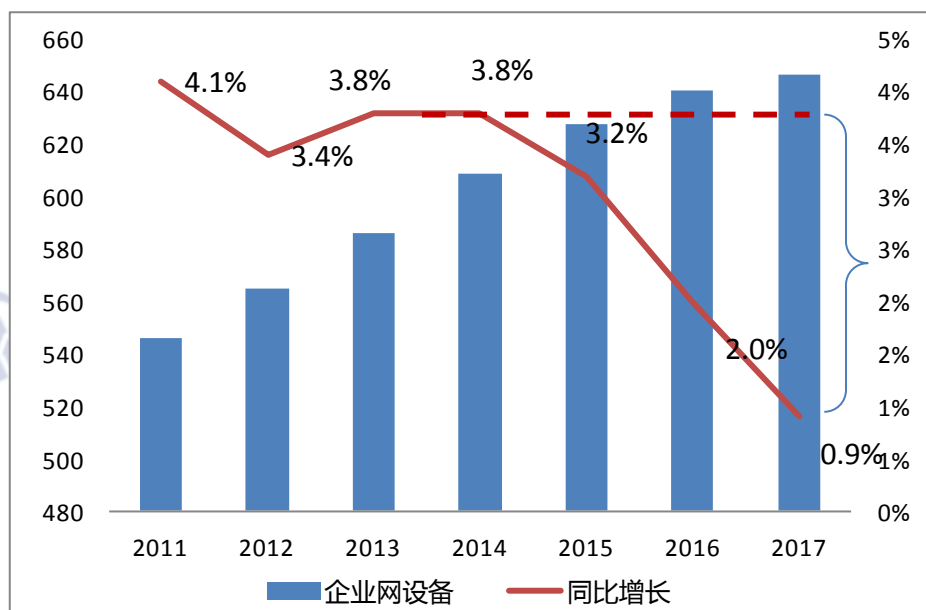
IT 化变革对通信设备产业规模的短期影响有限。SDN 和 NFV 等技术对网络成本主要作用在于降低运营成本，对设备投资虽然也有影响，但由于技术成熟度和现网设备替代等因素，其短期主要表现为投资规模增长放缓，设备市场出现大幅下滑的可能性较小。

企业网市场受到的冲击大于运营商网络市场。由于运营商网络较为复杂，因此软件控制、虚拟化等技术短期内将主要应用于移动回传网、移动核心网、边缘节点流量优化等特定领域，目的是对现有网络设备资源进行优化，减少部分投资需求。由于这种影响主要表现为“投资优化”，其应用场景相对有限、网络试验及部署周期较长，因而预计这种影响将在 2017 年以后逐渐显现，使运营商网络设备销售增速下降约 1 个百分点（图 11）。企业网相对简单，受到的冲击将更为明显。例如一些大型企业在采用 Vmware 等企业的云计算解决方案时可能会直接采用代工企业的 Openflow 交换机替代思科设备，从而带来市场结构的重大变革。这种影响主要表现为“产品替代”，由于其应用进程可能相对较快，因而预计 2015 年以后即可导致企业网设备投资放缓，至 2017 年增速降至 1% 左右（图 12）。



资料来源：Gartner

图 11：IT 化变革对运营商网络设备市场的影响



资料来源：Gartner

图 12: IT 化变革对企业网设备市场的影响

运营商网络市场仍将由传统设备企业占据主导。电信网络在技术与结构上的复杂特性为传统设备企业设立了天然门槛，软件和互联网企业由于缺乏对运营商网络的足够理解，预计在相当长时间内都难以开发出可应用于电信网络的软件控制平台。电信运营商虽有庞大的设备采购需求，但缺少软件创新与系统集成能力，难以复制互联网企业的设备定制模式。相比而言，传统设备企业利用 IT 技术优化现有网络设备及解决方案的改良模式更易取得成功。目前主要设备企业都推出了面向软件控制与虚拟化功能的网络解决方案，AT&T 等运营商的新型网络项目也明显向传统厂商倾斜。这一形势下，通用 IT 设备与白牌网络设备虽然具有一定发展机遇，但需要以“被集成”的模式整合进传统设备企业的网络解决方案。

新兴企业存在改变企业网与数据中心市场的机会。在数据中心领域，IT 化变革对网络设备市场带来的变革最为深刻。除主要互联网企业自主设计虚拟化数据中心网络外，电信运营商及其他数据中心运

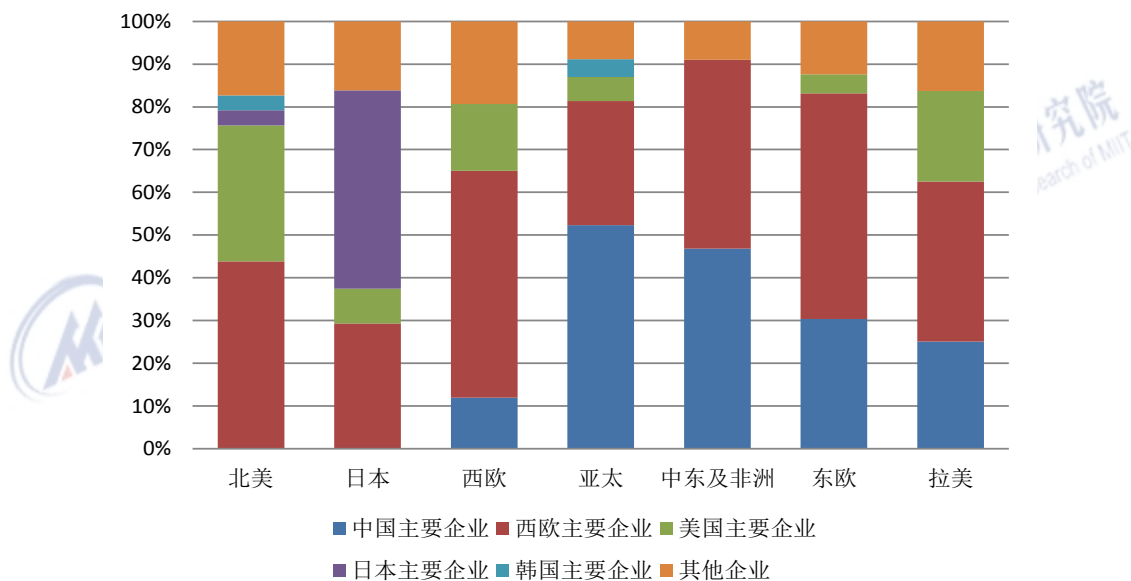
营者也计划使用 SDN 等技术对数据中心网络进行改造。后者将使 Nicira、Big Switch、Cumulus Networks 等新兴企业存在改变市场格局的重要机遇。在企业网市场，尽管部分企业可能出于对存量设备的依赖会继续使用思科解决方案，但也会有部分大型企业考虑采用更为开放灵活的技术方案和产品部署网络，以达到降低成本的目的。

四、我国通信设备产业面临的挑战与机遇

（一）我国通信设备产业面临的主要挑战

1、运营商网络市场未来拓展空间有限

近年来，尽管我国通信设备产业在全球取得快速突破，但未来增长空间不断收紧。在国内，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%，进一步增长困难很大。在发达国家，我国企业的市场渗透困难重重。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。



资料来源：Gartner

图 13: 我国通信设备产业在全球各区域市场份额

2、企业网市场短期难以取得显著突破

我国在企业网领域起步较晚，发展过程经过一定波折，当前与全球领先国家存在较大差距。目前，全球企业网设备市场基本被美国企业掌控，思科、惠普、Avaya、瞻博等几家企业占据接近 70% 的份额。以华为、中兴为代表的中国企业尽管积极拓展，市场份额由 2010 年的不足 2% 提高至 2013 年的 5% 左右，在规模和价值上远远落后与国外设备企业。总体来看，思科凭借技术领先、渠道优势、客户资源及完善的服务能力，在以太网交换机、企业路由器和企业 WLAN 设备三大领域都占据绝对主导。

3、模仿创新模式面临巨大挑战

我国通信设备产业在过去二十余年的发展中总体采取了模仿和集成创新策略，通过跟随全球领先国家、领先企业的研发策略与方向，

降低研发成本与风险。总体来看，我国企业的研发投入仅占总收入的10%左右，而欧美企业研发经费普遍占到收入的15%，并持续拿出研发经费的5%-10%与科研院校联合开展前沿技术研发。在IT与互联网技术加速渗透并影响通信领域的形势下，旧有创新策略正面临巨大挑战。IT与互联网创新的核心特点是“模式颠覆、赢者通吃”，只有创新引领者才能在竞争中生存。目前，欧美国家创新重点已经普遍转向IT软硬件技术，而我国在虚拟化、网络可编程、分布式计算、大数据等未来关键领域却尚未取得主动，面临较大挑战。

4、产业链基础性、关键性环节仍然缺失

在材料、集成电路、软件等一系列基础性产品领域，我国仍高度依赖进口产品。在**核心芯片**领域，尽管华为、中兴等企业近年来在通信设备专用芯片领域取得一定突破，初步实现了移动基站ASIC芯片、网络处理芯片（NP）、光通信（WDM/OTN/PTN）芯片的自主供给，但通用处理器、高性能DSP和FPGA、高速数模转换芯片等通用芯片产品仍然严重依赖国外。在**基础材料**领域，我国虽然实现光纤预制棒核心工艺的技术引进，但主要依靠本土企业与古河、住友、OFS等日美企业的合资公司，自主研发能力仍然较弱。在**基础软件**领域，我国通信设备所需的数据库等产品也主要依赖美国企业。

5、面向新领域的拓展尚缺乏核心竞争优势

尽管我国企业积极进行转型探索，但新领域核心优势的构建尚任重道远。一是**终端设备**产业加速回归传统产业特征，硬件集成价值急

剧下降，软件应用将成为实现终端设备价值的重要依托。我国产业短期尚能依靠集成制造与供应链优势继续扩张，但由于缺乏核心软件与关键应用平台掌控，若无进一步突破则长期将面临边缘化风险。二是IT设备产业增长已由硬件产品转向资源管理，我国企业尽管积极参与OpenStack等组织的技术研发，但在虚拟化技术等方面仍落后于国际领先企业，短期难以超越。三是企业服务市场价值向涉及企业业务流程深度综合集成的专业信息化服务转移，基础网络与IT资源服务价值下降，而后者是我国设备企业当前主要的业务模式。

6、面临以产业生态系统为核心的综合竞争

总体来看，我国通信设备产业的优势是以硬件设备为核心，借助硬件产品集成创新与软件技术模仿创新，从最初的低成本优势转化为产品性价比优势，并进而形成了部分领域的产品领先。然而，在产业融合的大趋势下，未来产业发展的核心要素正在发生根本性转变，ICT技术的综合集成和融合创新能力，特别是软件技术原始创新能力的重要性日趋突出，成为产业发展的关键要素。而产业竞争模式也由产品和单个企业的竞争转向集成产品、芯片、软件、技术、网络、应用等各环节要素的系统性抗衡转变，生态系统构建与产业资源整合能力成为未来产业格局的决定性因素。这一变化比较有利于企业整合能力强、产业链各环节发展均衡、产业生态系统强的发达国家，对我国现有的后发赶超模式提出了严峻挑战。

（二）我国通信设备产业的关键机遇

尽管挑战重重，但我国通信设备产业同样存在一系列转型提升的重大机遇。

一是通信设备产业已经进入产业成熟阶段，成本优势在竞争中的作用将持续加大。我国作为成本优势地区，有望凭借集成制造与供应链优势实现产业的进一步发展壮大。

二是通信设备的 IT 化变革已成必然趋势，我国产业长期处于跟随地位，既得利益包袱相对较小，更易于把握变革机遇，积极调整发展方向，加快布局新技术、新模式、新领域。

三是在产业融合变革形势下，通信与 IT 技术的综合掌控与整合能力成为未来产业竞争关键。我国通信设备产业通过向 IT 与企业服务等领域的多元化探索，已经初步构建了一定竞争优势。而国内互联网、计算机硬件、软件外包等领域的产业基础与资源积累，可以与设备产业形成优势互补、共同提升的协同发展机制，成为强化我国产业综合竞争实力的关键驱动。

四是我国通信设备产业链经多年发展，在通信设备专用芯片、移动终端基带、射频与应用处理芯片、以及部分光器件与基础材料领域已经取得一定突破，初步培育了一批活跃在产业链细分领域的专业化中小企业，产业基础得到增强，具备了进一步向核心环节拓展延伸的能力。

五是产业转型升级具备一定市场资源支持。在国内，宽带中国战略实施、4G 发展和国家扩大信息消费政策举措将为设备产业发展提

供强劲的市场动力。在国外，我国设备企业已经积累了广泛的全球运营商客户资源，为网络设备与服务模式转型创造了重要基础条件。

五、我国通信设备产业的发展方向和重点领域

面对激烈变化的内外部环境 and 新一轮信息通信技术产业变革，我国在保持已有产品集成创新和低成本研发比较优势的基础上，亟需把握技术产业融合发展的新形势和新机遇，加强产业横向协作和纵向整合，着力提升通信网络与 IT 技术的融合创新和综合集成能力，推动产业链各环节的深度协同，构建自主产业生态系统，建立通信设备产业竞争新优势的同时，发挥通信设备企业的产业链辐射作用，塑造和提升整个信息通信领域的竞争能力，加快产业升级和创新发展。

（一）夯实通信设备优势，实现产业由跟随到引领

经多年积累，我国通信设备产业已经接近由模仿创新向自主创新转变的关键节点，应继续强化通信设备产业优势，力争引领全球技术和产品发展方向，实现产业发展由跟随到领先的根本性突破。

在**移动通信**领域，我国主导的 TD-LTE 已具备坚实的产业基础，应进一步加快对 LTE-A 的技术研发与设备商用化，积极投入第五代移动通信技术创新，力争使我国在下一代移动技术专利中占据主导地位。在**光传输**领域，积极开发 T 比特级高速光传输设备及大容量组网调度光传输设备，在确保传输速率领先的同时，在传输距离与设备可靠性方面取得明显提升。在**数据通信**领域，重点突破高端核心路由器与交换机产品，力争在产品性能、稳定性与安全性方面达到全球领先

水平。同时积极布局下一代路由器架构的开发，成为数据通信技术创新的重要参与者。

（二）着力突破产业关键薄弱环节

进一步提升通信设备核心芯片的自主研发能力。全面实现系统设备专用芯片的自主掌握，不断提升芯片产品性能。在光通信领域，重点突破成帧 OTN/PTN 处理芯片、PON/MAC 芯片的自主研发，实现产品在系统设备中获得应用。在数据通信领域，不断提升国产 NP 芯片、接口和交换单元芯片性能，力争达到行业领先水平，并大幅提高国产芯片在设备中的应用比例。

加快突破光通信基础器件模块产品。针对光通信 PLC 芯片、AWG 芯片、LD 芯片、PD 芯片等关键器件模块，重点加快技术研发突破与市场商用，可通过芯片、模块、设备企业联合开发模式，为国产光器件产品的应用与改进建立良性机制。

探索通信设备通用基础芯片的自主研发。着力突破 DSP 芯片、FPGA 芯片、MPU 芯片、高速数模转换芯片以及功放芯片等通信设备所必需的通用芯片产品。考虑到这些芯片产品应用范围广、研发风险大，政府应提供专项资金支持并承担部分研发风险，组织包括集成电路企业在内的产业相关主体共同研发突破。

（三）积极把握通信与 IT 融合新领域，构建综合竞争力

加大对新一代通信设备关键软件平台研究。一是强化网络虚拟化与网络可编程技术研发积累，探索相关技术在各种网络场景的应用模

式，不断提升虚拟化网络资源的管理控制能力和安全性。二是重点发展网络控制器接口技术，在南向接口方面探索可集成各类网络设备的解决方案，在北向接口方面借助标准 API 与 SDK 模式，提前布局网络应用生态。三是加快储备网络应用分析技术，提升流量分析、业务分析、用户数据分析等方面技术实力，为第三方网络应用开发商提供服务支持。

布局新型软硬件架构的设备产品与解决方案。积极跟踪各类通用通信芯片平台的研发与商用进展，探索建立基于标准、开放架构的产品设计与集成模式，持续改进提升新型设备性能，并围绕新型通信设备与通用 IT 设备形成网络解决方案。同时加强对产业上下游的整合，从研发初期便与芯片等上游企业建立合作，在加深对通用芯片平台技术理解的基础上，引导芯片开发方向。

探索云计算、大数据等融合领域的创新突破。计算存储资源与网络资源结合日益紧密，通信设备产业应基于网络优势向云计算、大数据等领域延伸，构建 ICT 产业综合竞争力。一是积极拓展云计算产品开发，提升在云计算专用服务器、存储设备、云计算大容量交换机等方面的研发实力，实现产品大规模部署商用。二是逐步掌握云计算、大数据的技术体系架构，提高分布式计算、分布式存储、虚拟化、非关系型数据库等云计算、大数据关键技术实力，搭建云计算管理与资源平台并开展商用服务。

（四）围绕融合领域加快构建 ICT 产业生态系统

产业融合变革形势下，竞争日益需要综合性资源和能力，必须强

化整个信息通信产业的横纵向合作，建立开放的 ICT 产业生态系统，实现各方优势资源的有效整合，才能在全球产业竞争中占据主动。

共同开展技术研发与合作。通信设备企业可基于设备产品与解决方案提供，发挥产业技术研发合作的交汇平台作用。一方面，设备企业可积极介入互联网企业 SDN 数据中心网络与电信运营商 NFV 的研发部署，加快商用化模式探索，推进创新技术在产业中的流动。另一方面，设备企业还可与芯片厂商合作，根据客户的业务承载需求定制芯片产品。

共同推进新技术的产业化与商用。通信设备企业可与电信运营商、互联网企业及科研院校合作，共同搭建新型试验网络，验证基于融合技术的网络架构在各类场景的运行状况，发现和改进可能出现的问题，推进相关技术、设备及解决方案的成熟与商用化。

合作培育应用生态。通信设备企业在推进网络控制平台北向 API 标准化的过程中，应充分考虑和吸纳包括电信运营商、互联网企业及其他各类企业的网络应用创新需求，为网络应用生态体系的形成与繁荣创建良好的技术基础与商业环境。

共同提升全球话语权。一是加快布局开源软件社区。由于我国产业在开源社区方面基础较弱，因此产业各方应相互协作，集中资源，通过研发、合作、资本等方式，对重要领域和具有重大影响的开源社区实现从参与、影响到掌控的渗透。二是共同影响国际标准制定。产业各方可合作参与 ONF、ETSI、ITU 等技术组织，内部协调一致，共同布局标准制定。

为构建紧密合作、共同发展的 ICT 产业生态，我国政府可考虑利用科技专项、政府采购及国内市场重大政策的牵引作用，从政策机制的设计上鼓励和推动产业各方加强沟通合作。此外，还应强化产业联盟在构建产业生态系统中的纽带作用，以联盟为平台协商共识性演进路线，大力发展开源社区，制定统一技术标准，共同推进产业化与大规模商用，形成合作共赢的产业生态体系。

（五）探索新形势下的国际化拓展模式

一是**强化全球资源整合能力**。借助并购、合资、合作等多种方式，整合利用领先国家的信息通信产业资源，拓展软件、计算机硬件、信息技术服务等相关行业能力，布局芯片、元器件等关键产业链环节。

二是**不断加深本地化发展能力**。在产业国际化拓展的同时，注重实现与当地经济社会发展目标的有机统一。包括产品服务与当地客户个性化需求相结合、企业经营与业务流程融入当地市场、技术研发利用本地科研资源、提高本地员工比例等。

三是**加强跨地区产业合作**。探索与利益相近地区形成通信设备产业的战略同盟，共同推动通信技术标准制定与设备产业创新发展，深化国际贸易合作中的沟通与互信。

四是**提升国际化的层次**。由传统的设备产品输出转变为技术标准与应用服务输出，探索通过关键软件技术平台与产业生态的突破，实现应用服务的全球拓展。





工业和信息化部电信研究院

地 址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62303621、62301204

传 真：010-62304980

