

第二届全国高校软件定义网络（SDN）应用创新开发大赛
第二次培训研讨会

软件定义网络与未来互联网 的研究与发展

北京邮电大学 信息网络中心

马严

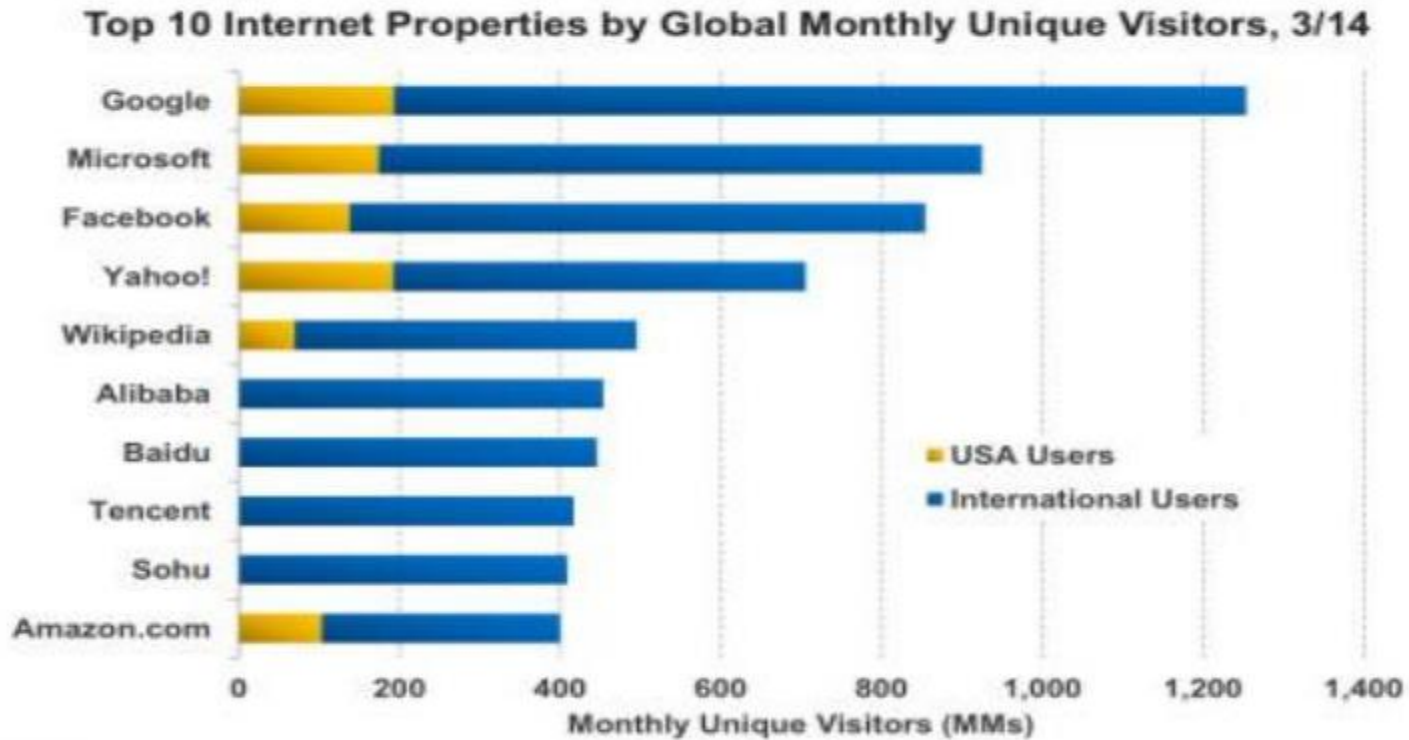
2015年3月21日

主要内容

- 互联网的发展与面临的问题
- SDN的背景和发展历史，SDN的基本特征和优点
- SDN相关技术
- 互联网发展与创新
 - 软件定义网络SDN、网络功能虚拟化NFV与未来网络
 - 关于跨界
- 北邮在进行的相关工作

中国的互联网快速发展

2014年3月，全球10大互联网服务有6个是“美国制造”，86%用户来自海外，中国迅速崛起



@KPCB

Source: comScore, 3/14

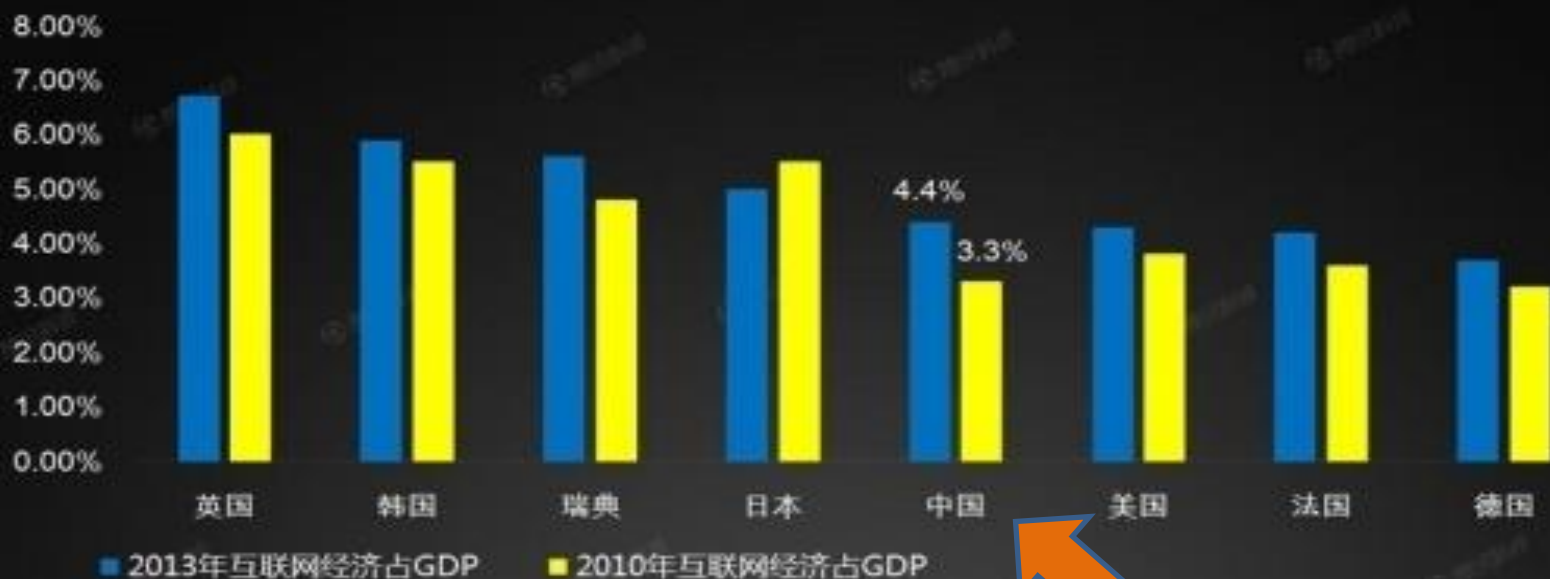
131

中国与互联网

- 1994年4月20日，当中国通过“NCFC工程”以国际专线64Kbps接入国际互联网时，很少有人能想像到互联网在今天会给中国带来如此巨变
- 20年来中国已成为名符其实的网络大国，但还不是强国。截至2015年初，中国网民规模突破6.5亿人，手机网民规模超过5.57亿，IPv4地址总量世界第二；IPv6地址总量达到（18797 块/32）且部署得到进一步扩展；各种应用得到推广
- 在网络空间继陆、海、空、天之后成为“第五空间”，如何培养人才，发展国民经济，改善民生，应对各种网络安全威胁与攻击，是我们工作的目标

不仅从技术角度来看互联网

中国互联网对经济的影响已迈入发达国家行列



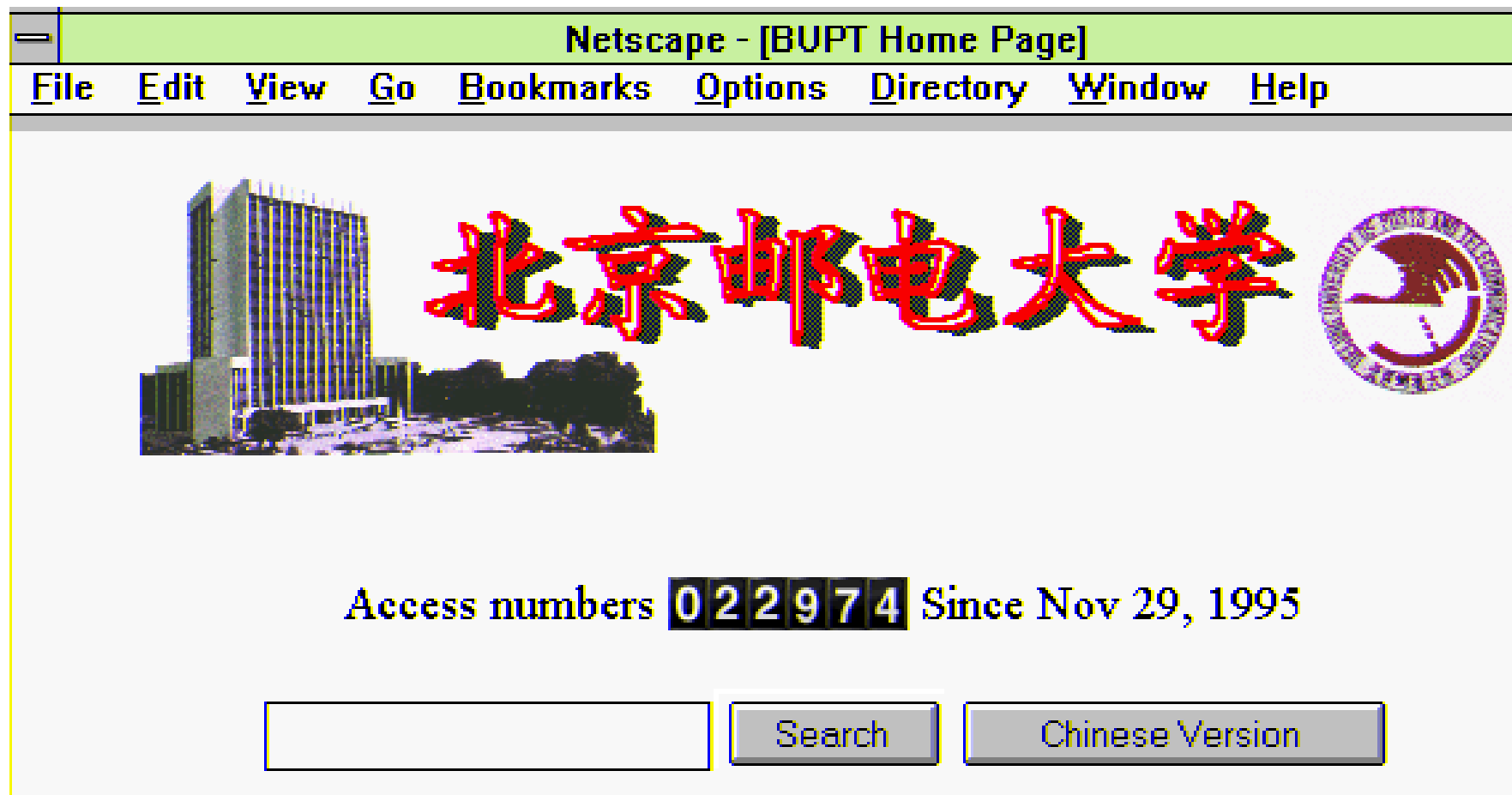
数据来源：麦肯锡报告

- 但我们必须保持发展的步伐和创新的势头

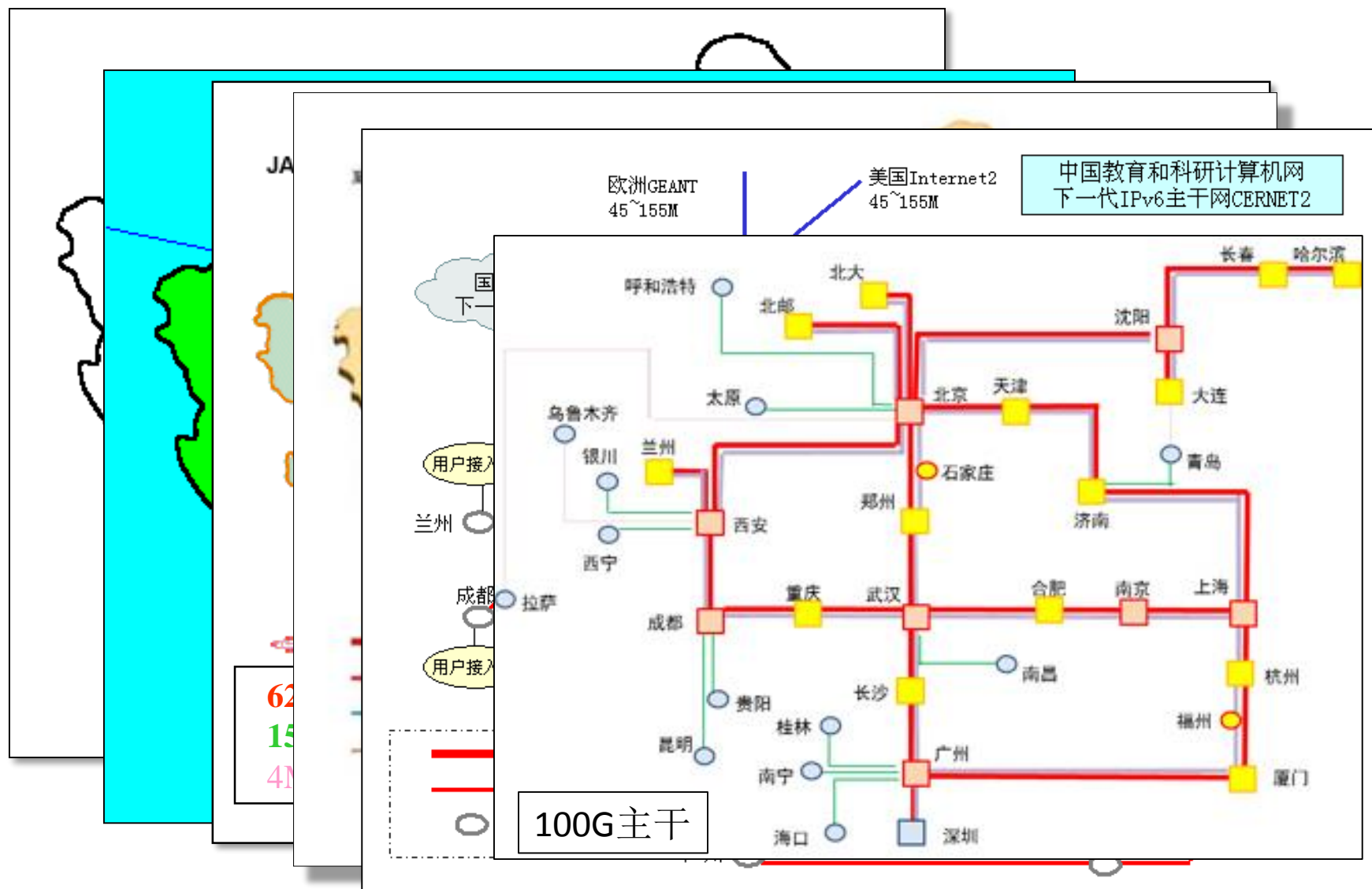
CERNET 20周年

- 1994年“CERNET示范工程”是由我国政府投资建设的第一个全国性运行TCP/IP协议的计算机互联网络。CERNET建设了连接八大城市的全国主干网，并实现了国际联网，建成了CERNET全国网络中心、八大地区网络中心和二个主节点，初步建成了较为完善的网络管理和运行体系，开发与研制了一批网络资源和应用系统
- 1996年进行了计算机信息网络及其应用关键技术研究、CERNET主干网升级工程、CERNET地区主干网和重点学科信息服务体系
- 1999年实施了国务院批准的"面向21世纪中国教育振兴行动计划"和教育部"现代远程教育工程"规划，结合CERNET的发展现状，由教育部组织实施"中国教育和科研计算机网高速主干网建设"工程
- 2000年9月开始提供IPv6地址分配服务，2004年CERNET2建设完成并开通我国第一个全国性IPv6主干网
- 2013年CERNET开通100Gbps光传输和IP主干网
- 已经成为国家信息基础设施的重要组成部分、人才培养基地、技术创新试验床

北京邮电大学1995年时的主页截图



CERNET的主干网拓扑变化

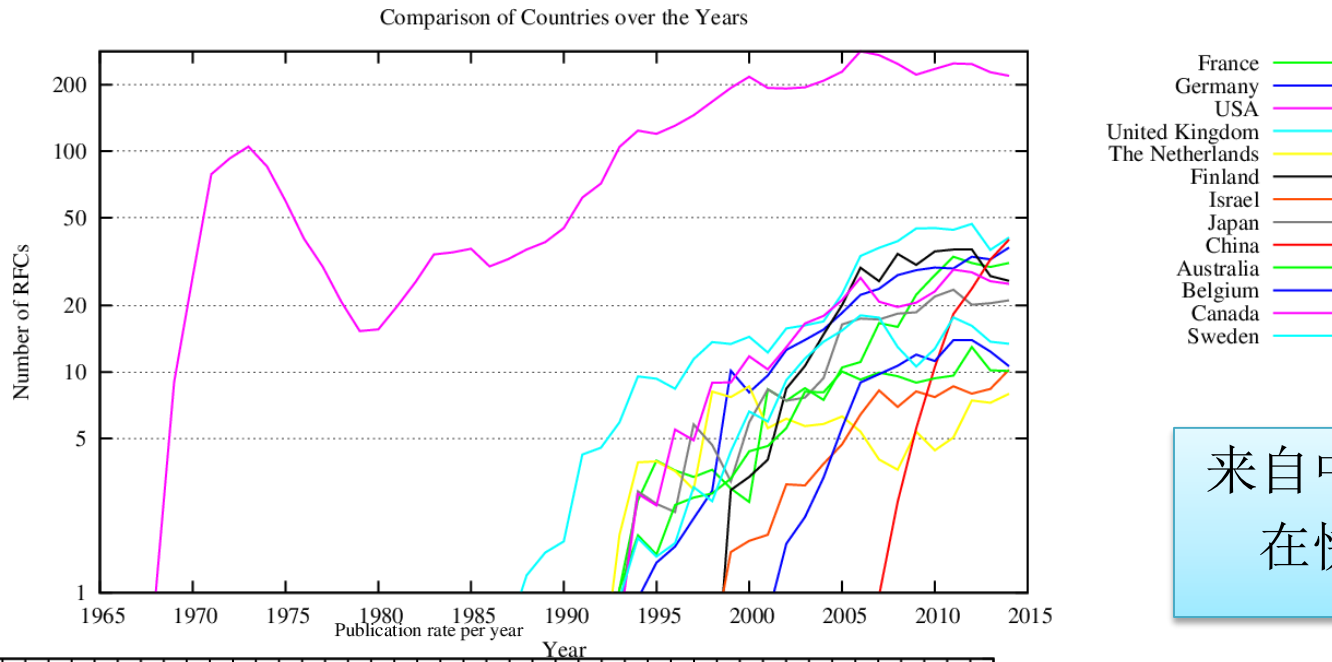


CERNET主干网带宽20年增长

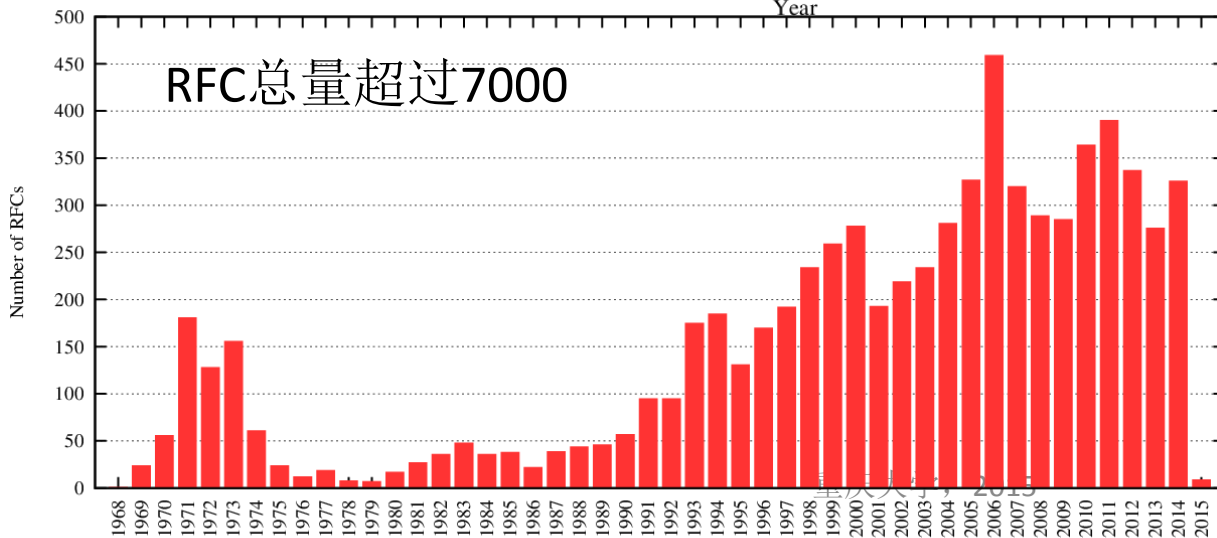
100万倍以上，还将快速增长！

年份	主干带宽
1994年	2.4K X.25
1995年	64K DDN
1997年	4M SCPC
2000年	155M SDH
2002年	2.5G DWDM
2004年	2.5G/5G DWDM
2005年	2.5G/5G/10G DWDM
2007年	2.5G/10G/20G DWDM
2014年	10G/100G DWDM

互联网标准 RFC 的发展



来自中国的贡献
在快速增长



网络应用的发展



Mobile Apps

网上教育 / 搜索 / 阅读 / 游戏 / 购物
音乐 / 视频 / 信息分享 / 及时通信 / 新闻 / 社区
办公 / 地图等 位置服务 / 拍照 / 天气 / 工具
旅行 / 健康 / 文件处理 / 日历 / 。。。



WorldWideWeb 和视频



Email / FTP / BBS



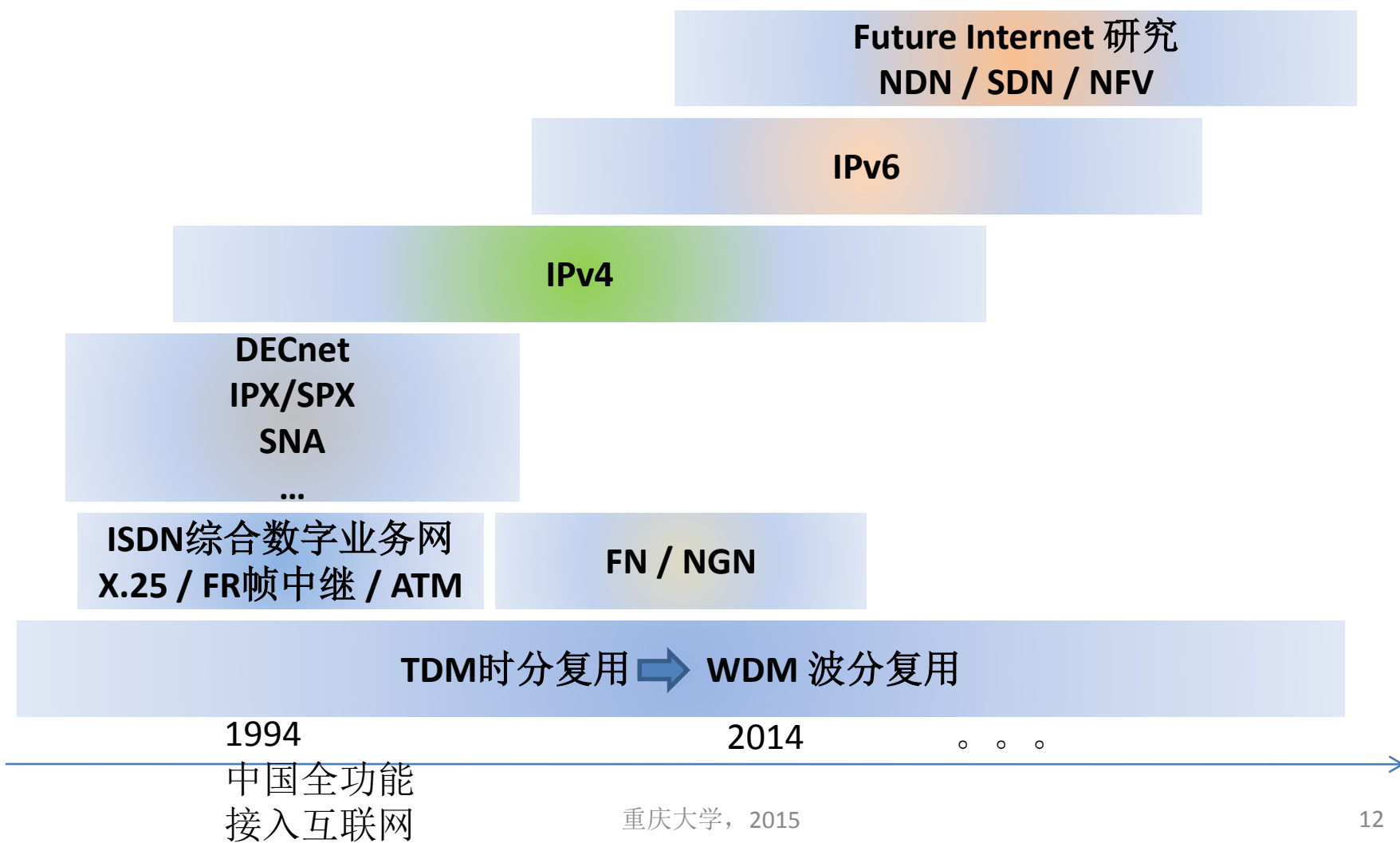
UUCP / Archie
Gopher / Wais

1994

2014

2024

网络体系结构的发展



互联网架构及其创新发展

- 今天的互联网已渗透到社会生活的各个方面
- 可以并且需要对互联网各个构件以及系统级别的创新
 - 通信传输系统，高性能光与无线通信系统
 - 全球域名体系，13个根域名服务器及其镜像
 - IPv4/IPv6地址、自治域编号的分配与管理
 - 通信协议 Protocols
 - 全球路由体系 Routing
 - 互联交换中心 IXPs
 - 数据中心 Data Centers
 - 各类操作系统与应用系统
 - 法律治理结构
 - 网络设备制造业与软件企业
 - 各类网络设备、服务器和终端设备
- 互联网的治理 Internet Governance

即时通信、物联网、大数据、虚拟化、软件定义网络、在线支付、移动互联网、基于位置的服务、以及海量的新型应用

互联网的发展与创新

- 互联网的生命在于不停地创新
 - 关于多媒体
 - 从早期纯文字，到图片、语音到视频
 - 大批带“智能”的硬件进入市场
 - 物联网：IoT (Internet of Things)接通了各种传感器媒体：生物信息、化学参量、物理参量，思维意识。。。
 - 软件定义网络SDN、网络功能虚拟化NFV与未来网络
 - 本质是能力开放，能力释放和扩展
- 关于跨界应用与创新
 - 局部改进与颠覆性创新 evolution/revolution
 - 互联网管理与体制、互联网金融、互联网与工业化的两化融合...
- 限制发展的因素则是看我们是否具有创新性思维与扎实的行动

关于工业互联网

- 2015年政府工作报告中，李克强总理首提“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合。互联网与工业融合将引来新一轮产业变革，重视“互联网+”的发展已经上升到国家层面
- 互联网正彻底改变当代社会工业和农业生产模式
 - 国家发布了《工业和信息化深度融合专项行动计划》
 - 结合传感器和通信技术，基于互联网的模式再造新一代制造业和新型农业
 - 制造业服务化
 - 个性化定制
 - 制造资源的云化
 - 节能减排
- 软件定义网络的思路将支撑互联网与工业融合过程中信息通信基础架构的演进

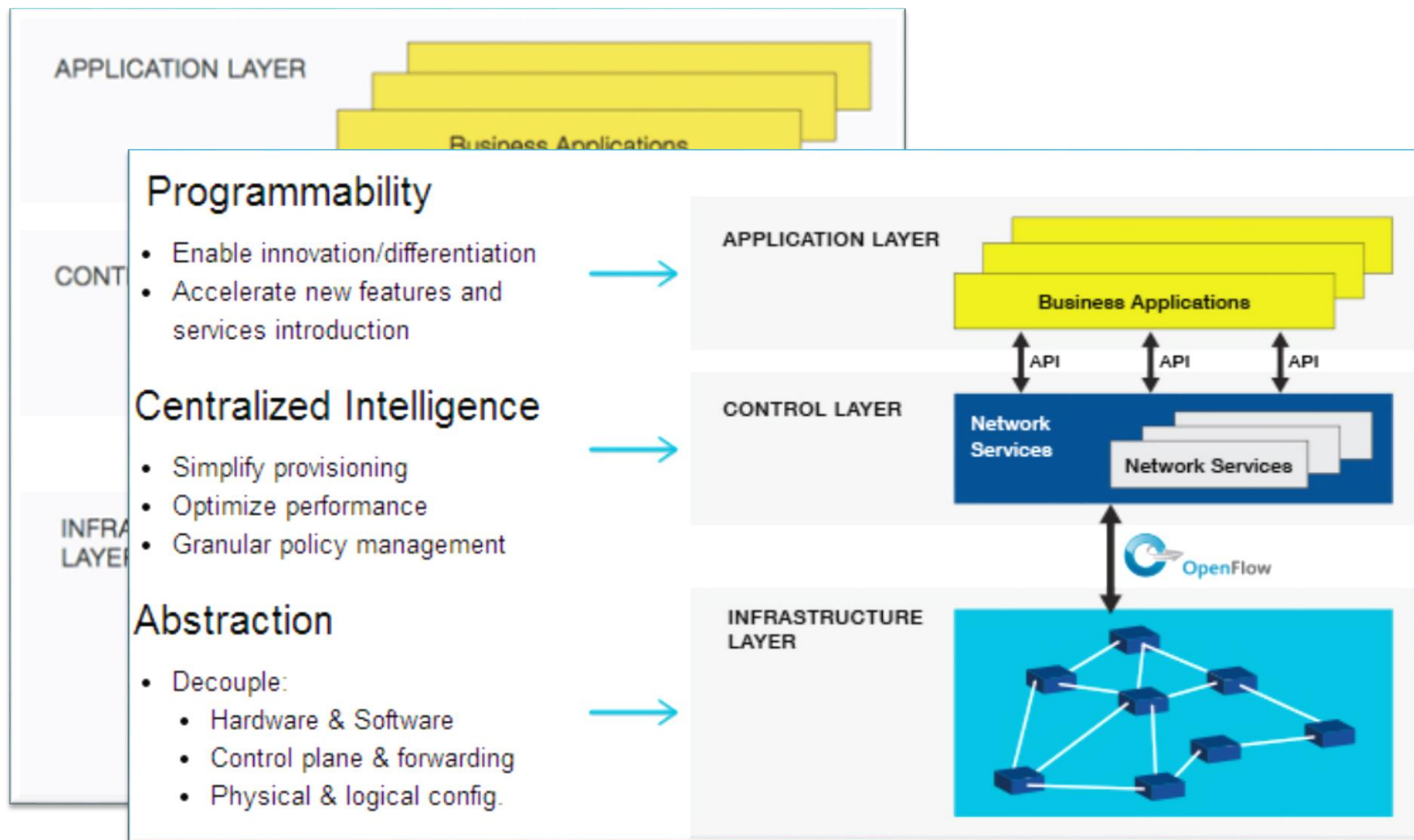
关于软件定义

- SDN(软件定义网络)、SDON (软件定义光网络)、SDD(软件定义数据中心)、SDS(软件定义系统)、SDAS(软件定义应用服务)、 ...。
- 软件定义一切，不仅仅是一个概念，而是实实在在的技术演进
- 软件定义以实体设备作为基础资源，抽象出分层的网络功能，对上层提供统一的转发、控制和管理的管理的接口，实现网络能力的开放
- 2014年9月Gartner对具有战略意义的十大技术与趋势做总结，预测将软件定义一切(Software Defined Anything) 会在未来拥有巨大潜力，并产生重大的影响

软件定义网络

- ONF和IETF等机构推动SDN技术的发展
- 控制面与转发面分离
- 支持虚拟化，抽象底层资源，通过开放接口向上层提供编程接口
- 通过软件编程可以在数据转发和控制层面实现灵活有效的创新
- 网络流量动态感知、带宽调整和链路调度、转发策略和安全控制、服务质量优化等功能
- Openflow 是一种实现思路，已得到广泛关注

OpenFlow的架构和能力



未来互联网的研究

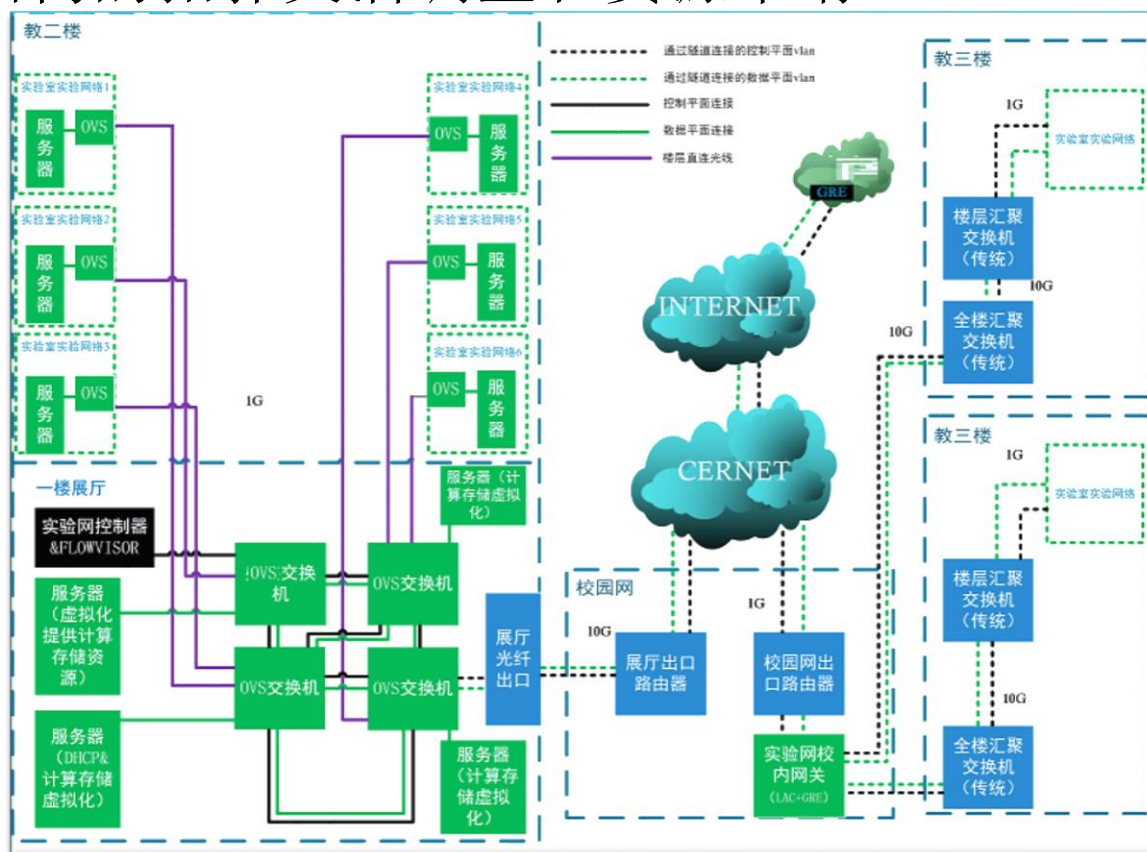
- 体系结构改变机制：革命性的还是演进性的变化
- 网络性能的提升：高性能光通信和无线通信能力
- 网络业务部署的结构：分布式还是集中式
- 未来网络的安全：可信、可控、可管与个人隐私保护
- 网络管理的方式：被动式管理还是主动式管理
- 网络研究的方式：学术研究与工程试验
- 经济与技术的关系：技术如何为经济发展服务

关于软件定义网络的思考

- 能力开放
 - 从发掘应用层、网络层的能力到跨层能力开放
 - SDN/NFV与互联网的关系
 - SDN与未来网络的关系
 - 如何开放、如何过渡
 - 为什么会有SDN，要创新要打破现状
- 遵守规则与制定规则
 - 技术规则与管理规则
 - 我们从遵守规则到参与制定规则
- 基础研究与应用研究

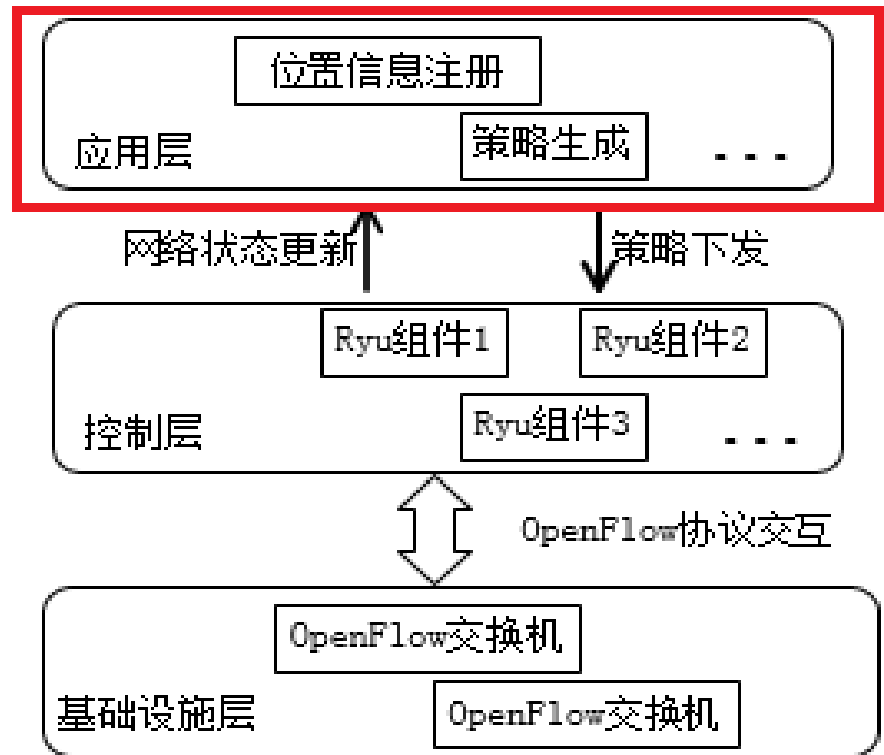
北邮的未来互联网络试验环境

- 为体系结构、未来光网络、高性能无线网络、路由、安全和网管试验验证提供实验环境
- 支持虚拟化和SDN结构的拓扑灵活调整和资源申请
- 与校园网可控隔离
- 已经连接4座楼宇和8个实验室
- 开展了多项实验



验证例子之一： 基于SDN的移动性管理框架

- 应用层由终端用户的业务应用程序组成，这些应用程序共同使用SDN网络的通信服务。
- 基础设施层包括OpenFlow等交换机提供数据包交换和转发功能的网络元素和设备，负责按照控制器下发的流表规则进行数据包的转发，与控制器之间的通信遵循OpenFlow协议。
- 控制层是SDN网络架构的核心层，提供综合控制功能，通过一个开放的接口监督网络转发行为，屏蔽基础设施层的网络设备差异，提供统一的编程接口。
- 应用层和控制层使用北向API通信

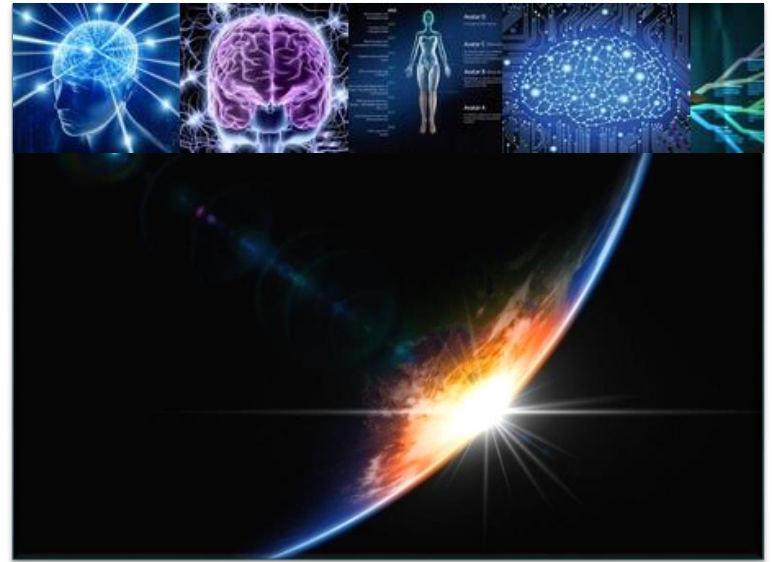


相关技术发展展望

- 尽管我们仍面临巨大挑战，但通过掌握关键信息通信技术(ICT)和相关软硬件设备与系统的生产部署，有信心保障今后的发展
- 高速有线和无线通信设备、高性能路由器、大型分布式处理软件已经处于世界前排位置
- 高密度大型集成电路、操作系统、数据库等仍落后于国际先进水平
- SDN/NFV、虚拟化、移动互联网、大数据分析
与利用、云计算和物联网的发展与融合在未来
几年里将得到长足发展

2045年的世界会是什么样子？

- 2013年在美国举行的2045未来世界大会上，未来学家和科技专家描绘了未来半个世纪科技可能对世界带来的影响
 - 更加智能的网络
 - 后大脑图谱时代
 - 生物科技时代
 - 云端大脑
 - 。 。 。
- 我们能期待到怎样的发展？
- 将存在哪些技术、安全和伦理问题？
- 去接受？去参与？去抗衡？去约束？



祝同学们参加
2015年SDN大赛
发挥聪明才智
有收获

谢谢！