

Q. 本章问题

1. 发送数据时应如何安排使数据到达对方的相应层次?
2. 接收方如何知道收到的数据应属于哪个层次?
3. 我发出的邮件内容是如何被各层次包装的?
4. 我如何知道一个收到的数据有多少层包装?



一、计算机网络与互联网

1. 计算机网络的概念

p 要素—自主的计算机 + 相互连接

p 网络系统中没有主从关系

• 注意区分“分布式系统”——基于网络的系统

2. 互联网是什么？

- 覆盖世界范围的计算机网络，通过网络互联了遍及全球的计算机设备

3. 互联网的构成

- 终端系统(end system)或主机(host)

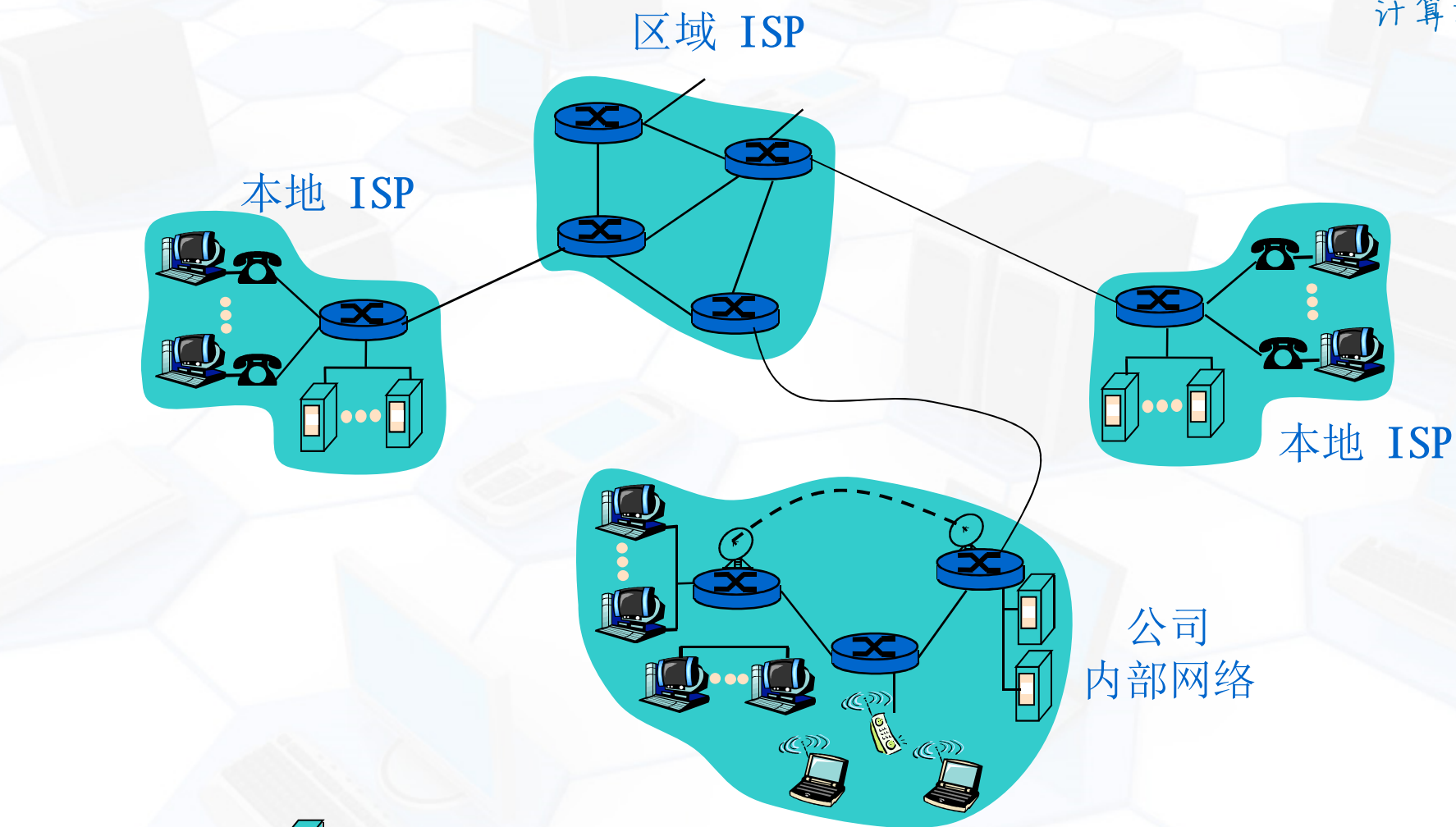
比如：PC、PDA、移动电话、家电

- 通信链路(communication link)

比如：有线介质（铜缆、光纤）、无线介质（无线电、红外线）

- 分组交换设备(packet switch)

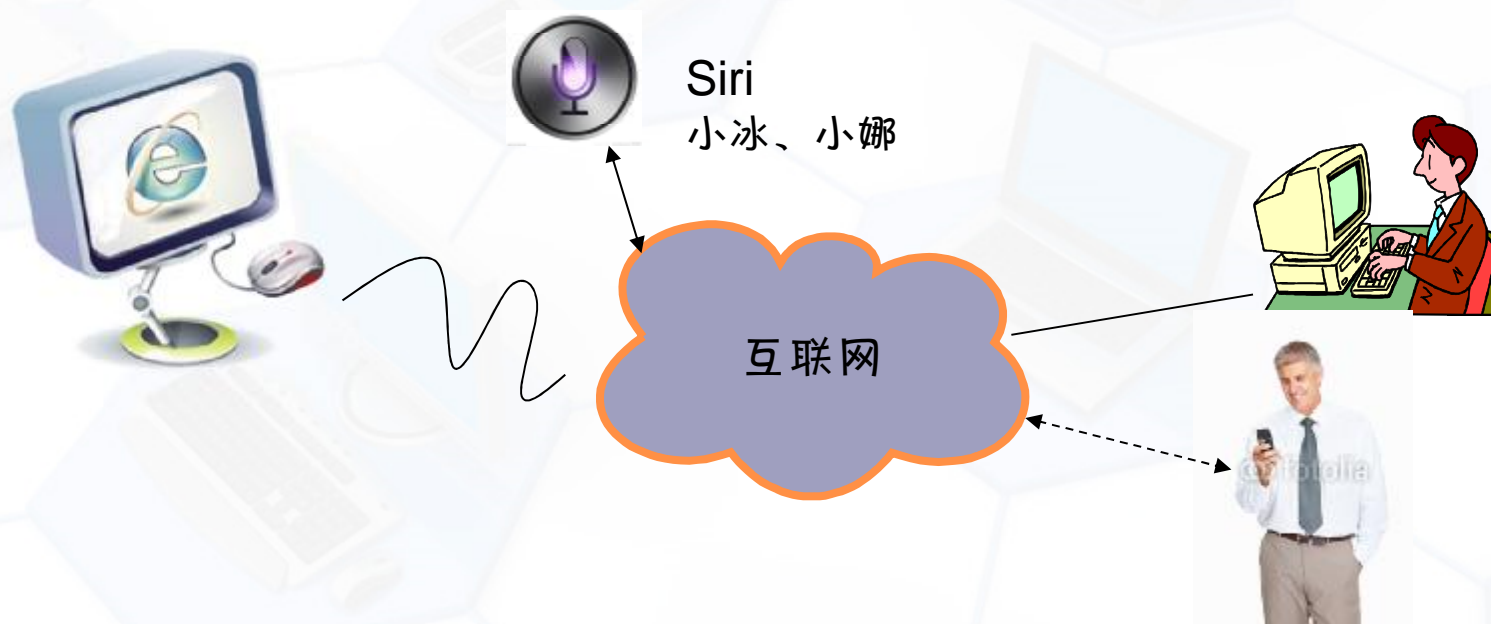
比如：路由器(router)、链路层交换机(link-layer switch)



主机、通信链路、交换设备及互联网

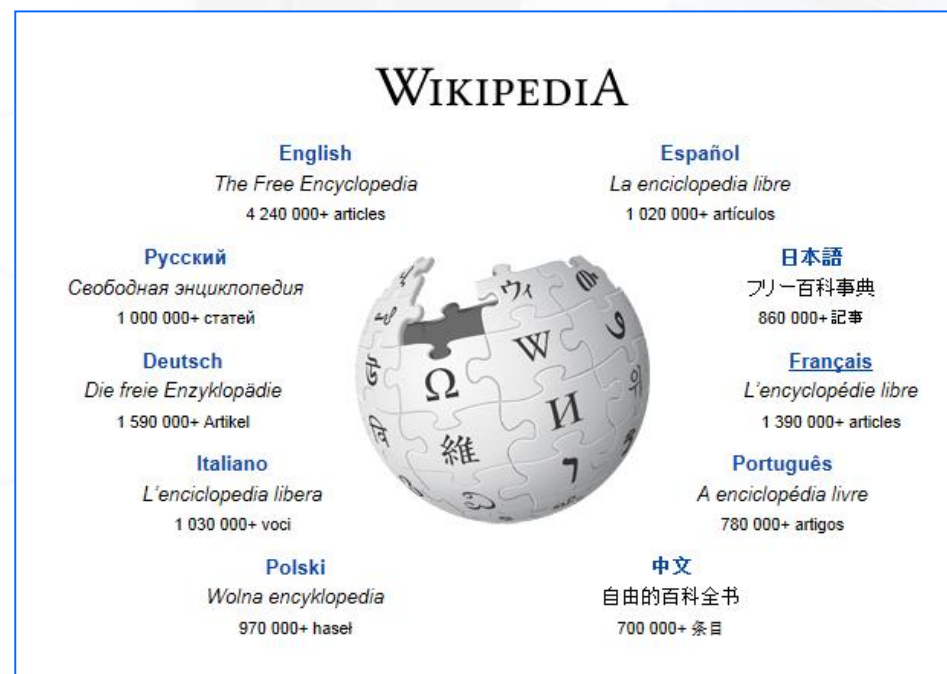
4. 应用程序与互联网

- 应用程序的种类：电子邮件、网上搜索、聊天、网游
- 应用程序运行在终端系统（主机）上，通过互联网在不同的应用程序间交换数据



通过互联网相互通信的应用程序

获取知识的多种途径



5. 网络的边缘设施

§ 端系统 (主机)

Ø 运行如电子邮件、浏览器等应用程序

Ø 位于“网络的边缘”

§ C/S 模式

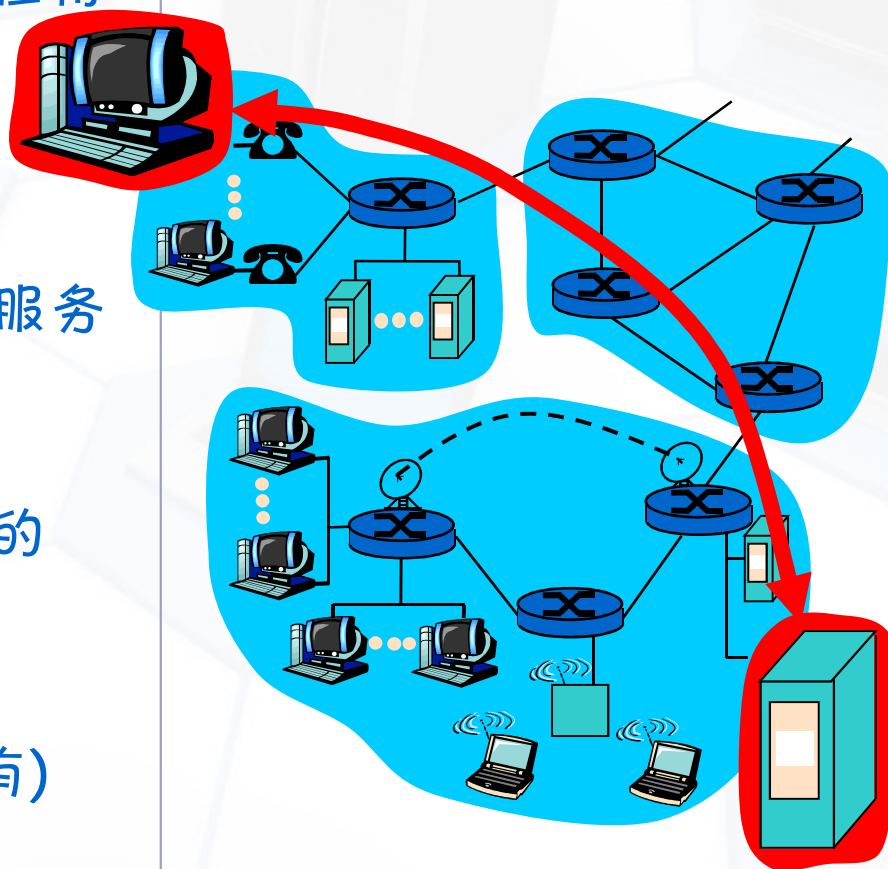
Ø 客户端发出请求，接收来自服务器端的服务

Ø 比如：Web访问的 browser/server; 电子邮件的 client/server

§ 对等系统 (peer-peer model)

Ø 专用服务端最小化(或者没有)

Ø 例如：Skype, BitTorrent

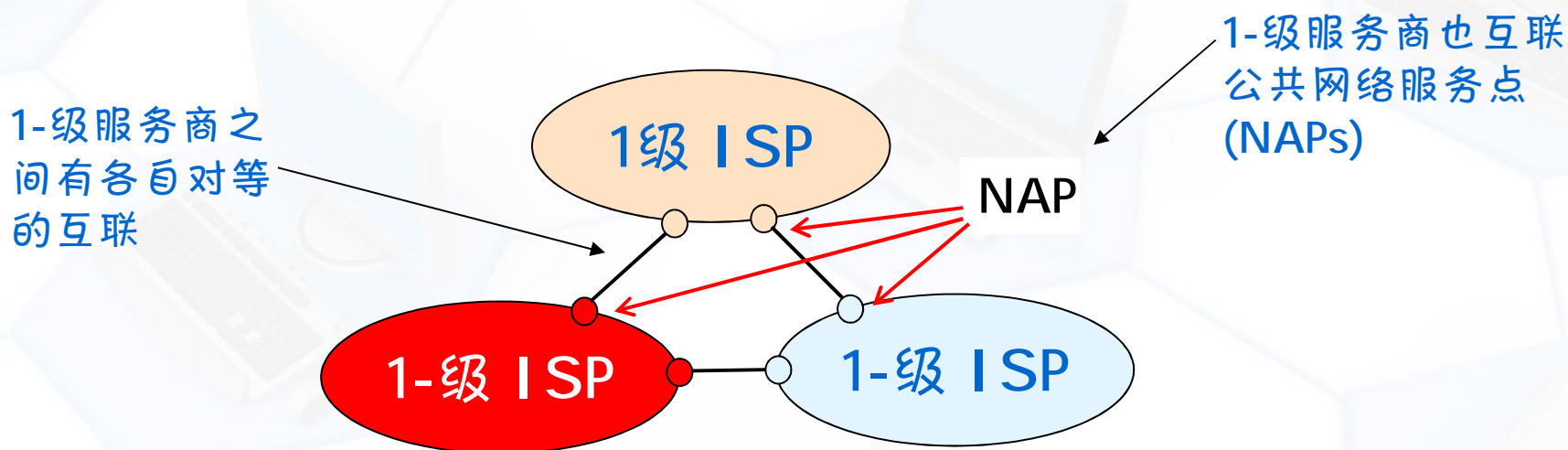


6. 互联网——网络的网络

§ 粗略的层次划分

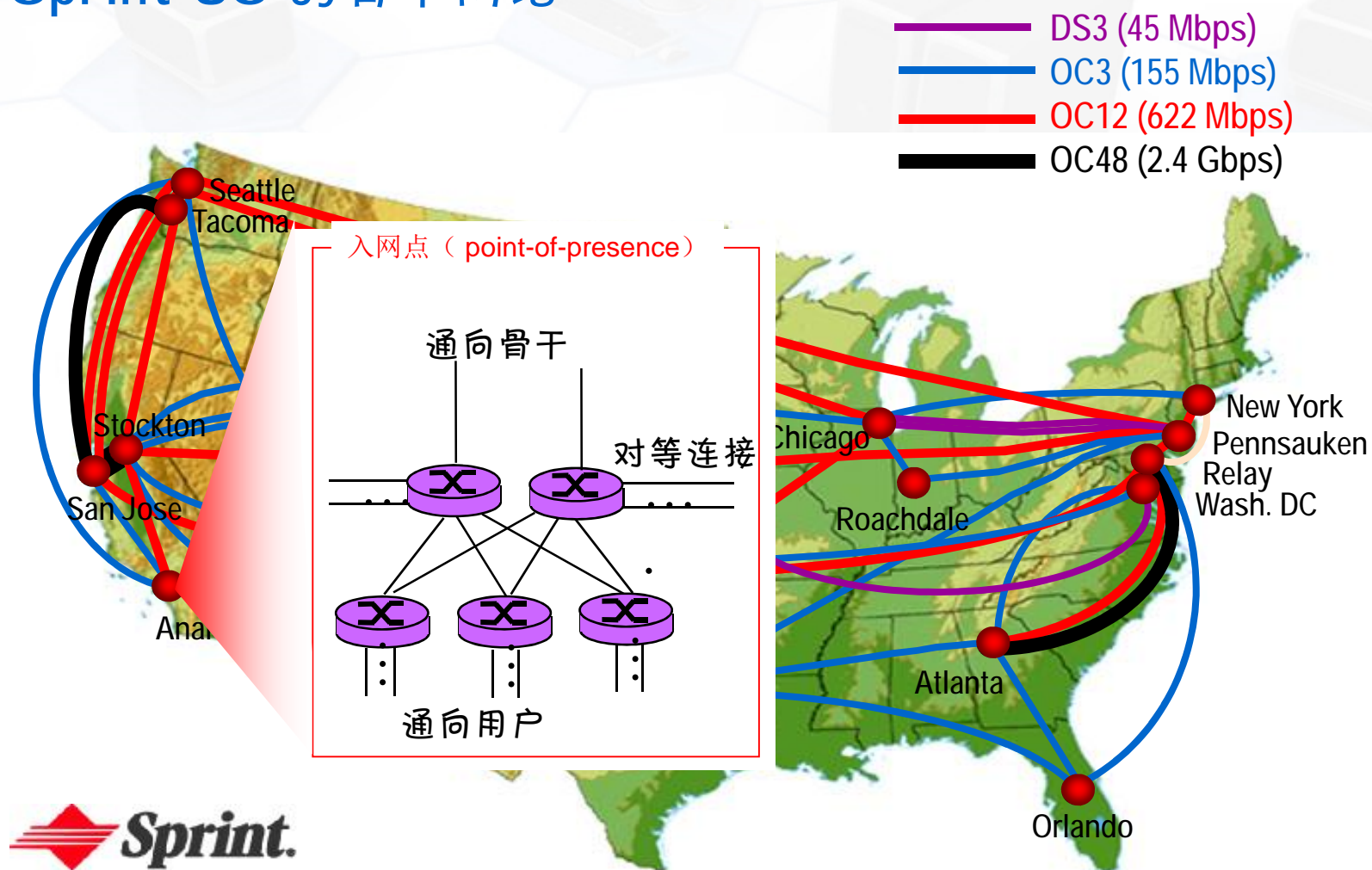
§ 中心可称为“1-级” ISPs (如：中国电信、中国网通、Sprint、AT&T)，以有线或无线的方式覆盖全国/国际

§ ISPs之间相互平等



1) 核心ISP

Sprint US 的骨干网络

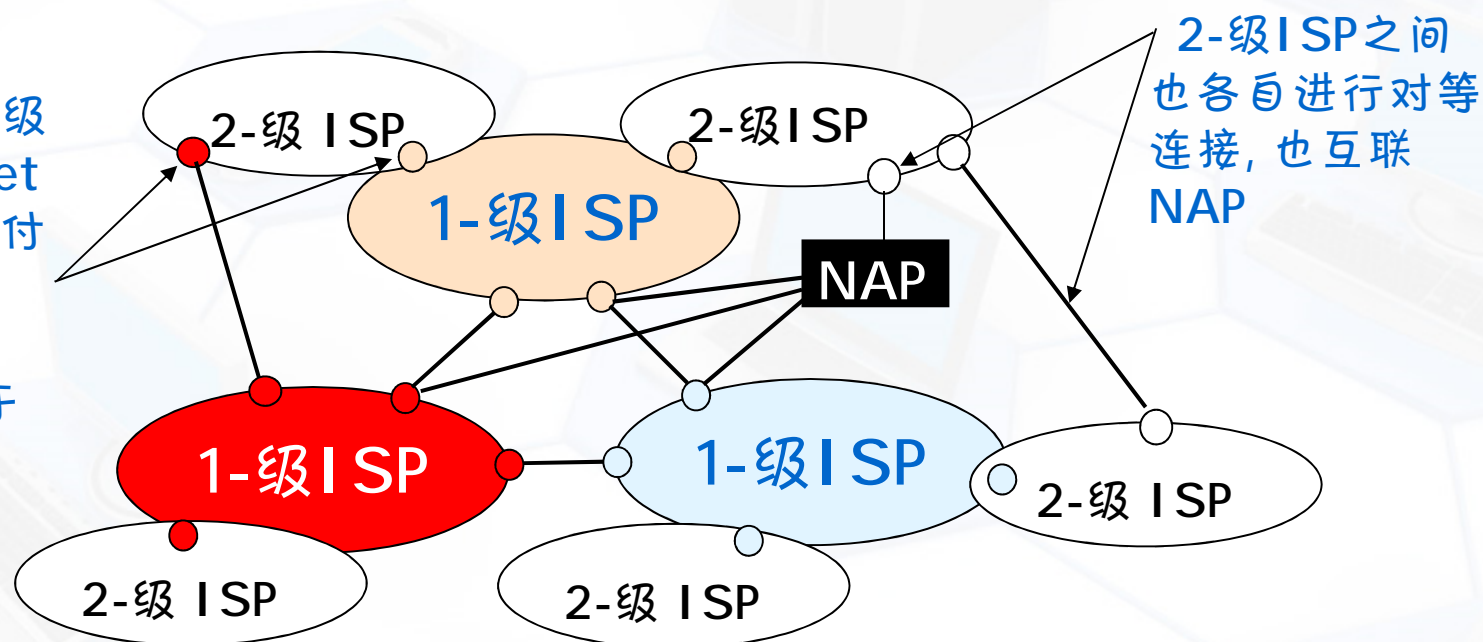


2) 二级ISPs: 小规模(区域级)ISPs

连接到一个或多个1-层ISPs, 也可能是其他2-层ISPs

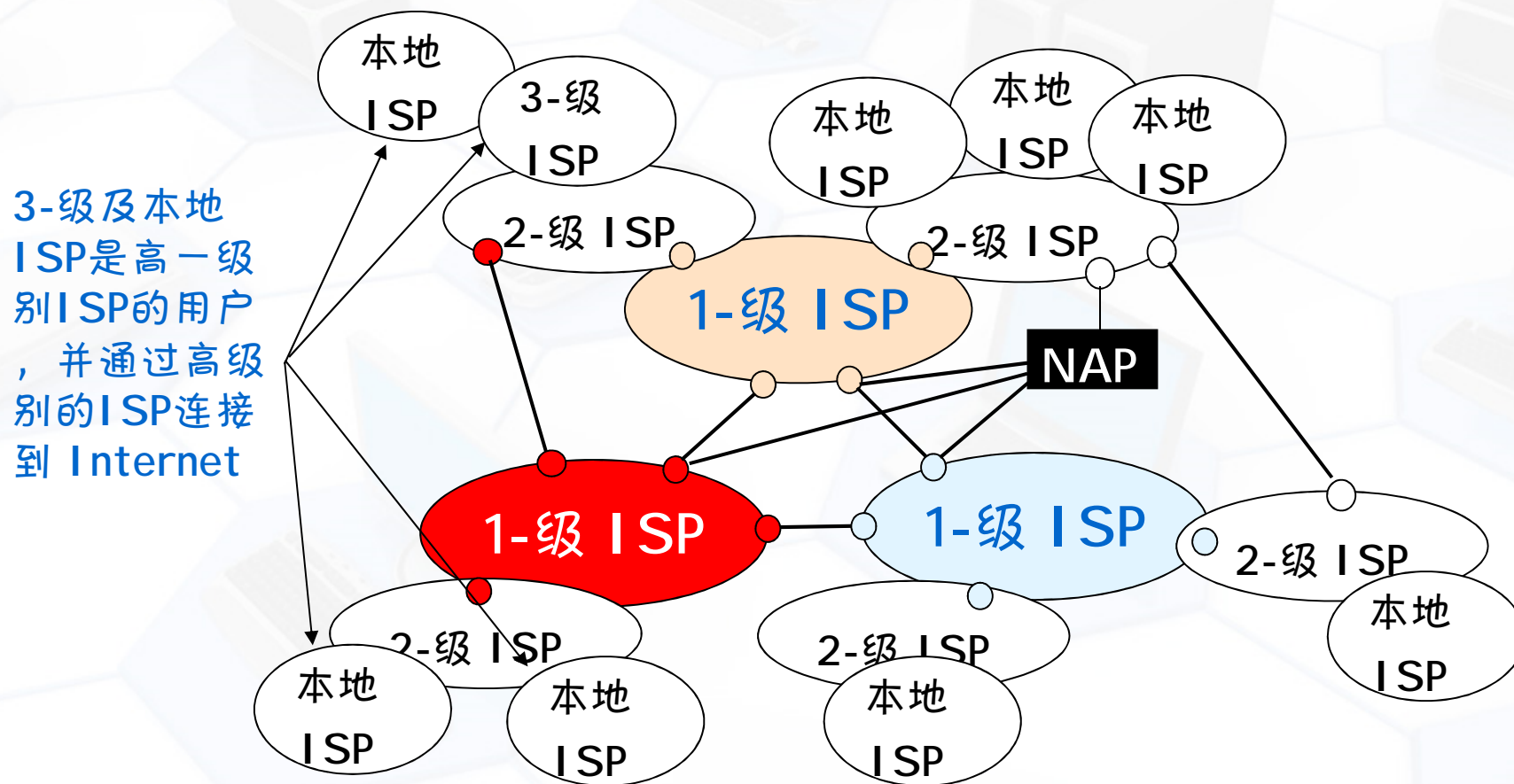
ü 2-级ISP经1-级ISP连到Internet的其他部分并支付费用

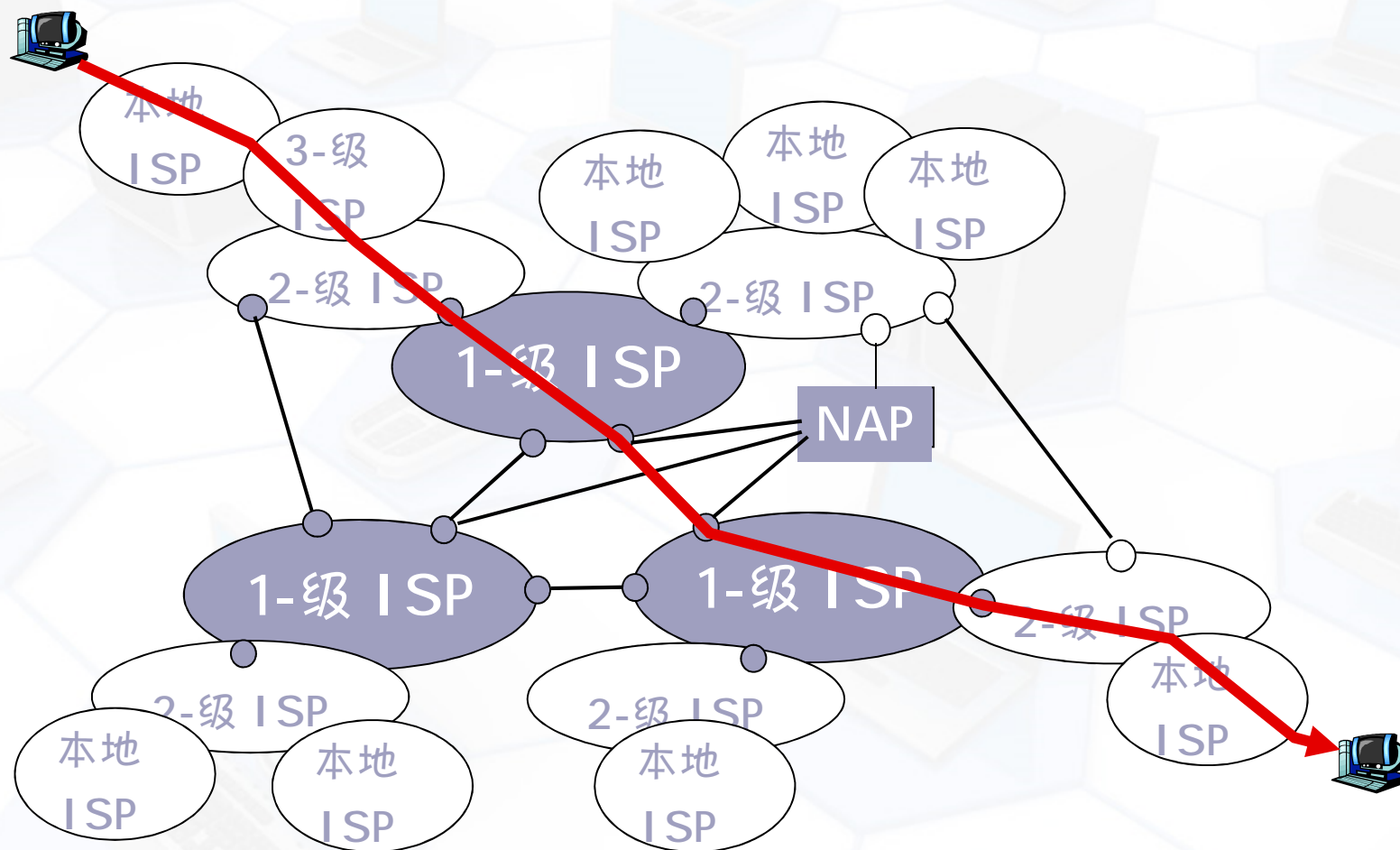
ü 2-级ISP属于1-级ISP的客户



3) 三级ISPs及本地ISPs

——访问网络的最后一跳(最靠近终端系统)





穿越互联网的数据通讯

二、计算机网络相关的术语

1. 网络中的通信传输技术

p 广播(Broadcast)

p 组播(Multicast)

p 点对点 (Point to Point)

2. 网络的分类

按网络连接的区域看网络分类：

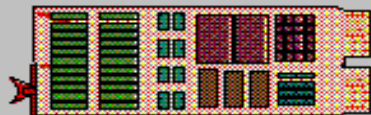

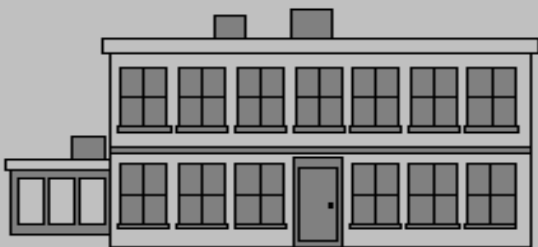
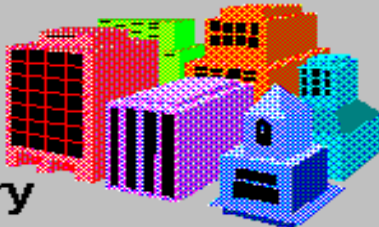

• 个域网（Personal Area Network, PAN）：只有数十米的区域，有蓝牙（802.15）、ZigBee（802.15.4）以及UWB（超宽带）等技术

• 局域网（Local Area Network, LAN）：10m~nkm，大楼，校园

• 城域网（Metropolitan Area Network, MAN）：城市，几十公里

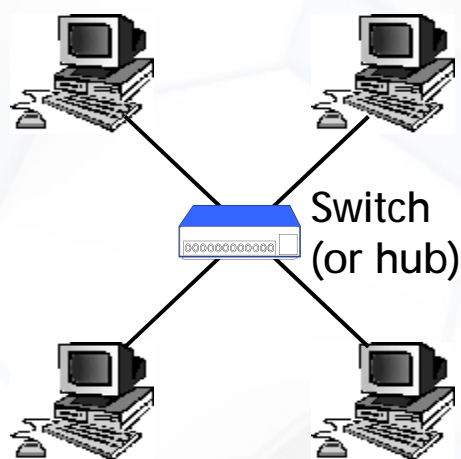
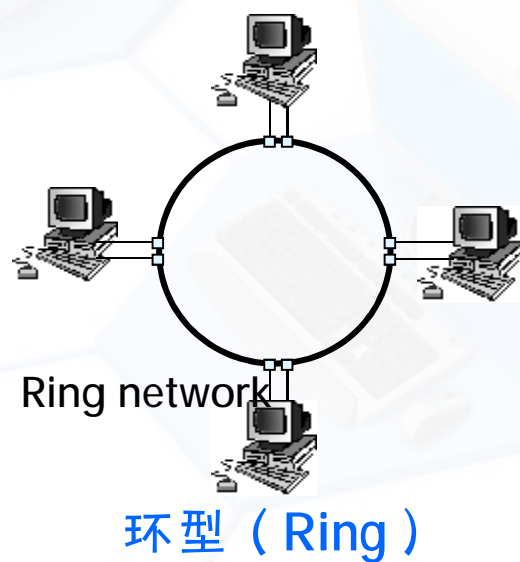
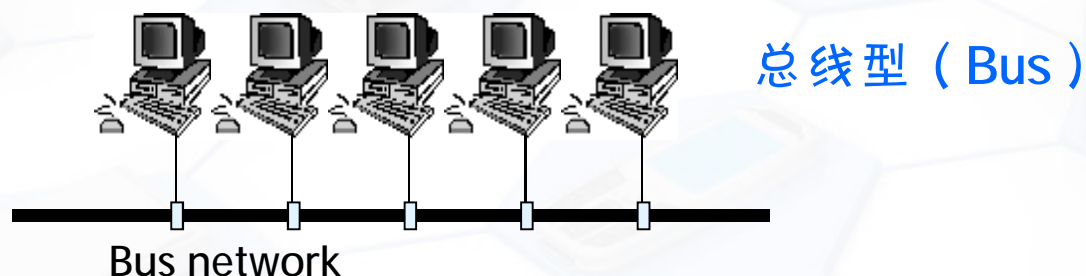
• 广域网（Wide Area Network, WAN）：国家和地区，100km~1000km

• 互联网（Internet）：由众多网络互连而成

Distance	Processors located in same	Network Type
0.1 m	board 	Data Flow Machine
1 m	system 	Multiprocessor
10 m	 room, building, campus	L A N Local Area Network
100 m		
1 km		
10 km	city  country	W A N Wide Area Network
100 km		
1000 km	continent  planet	Interconection of W A N s
10000 km		

3. 网络拓扑结构

1) 局域网常见结构



局域网使用广播通道，基本特点是 多终端共享一条通信线路；任一终端发出的信息可以直接被其它终端接收

典型拓扑结构：总线型，环型，星型

2) 广域网

使用点到点通道

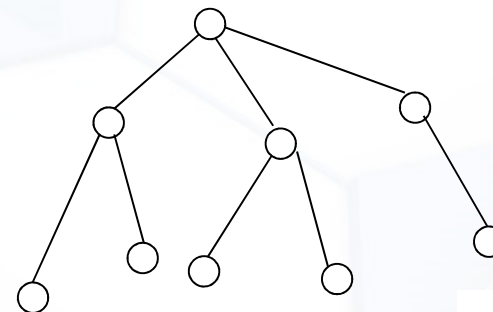
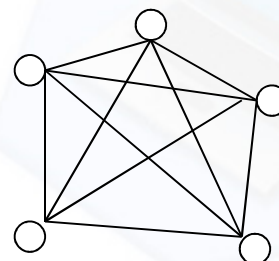
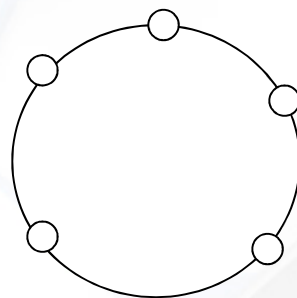
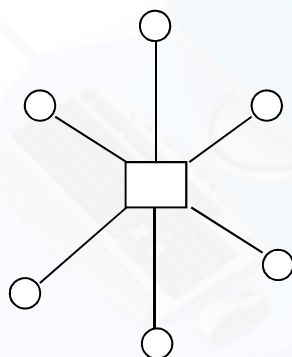
基本特点：

一条线路连接二台网络设备

一般两个主机的连接要经过多个网络设备

一般采用存储转发方式进行信息传输

典型拓扑结构：



三、计算机网络的演进

1. ARPANET和互联网

§ 七十年代的计算机网络

- X.25 分组交换网：各国的电信部门建设运行
- 各种专用的网络体系结构：SNA, DNA
- Internet 的前身ARPANET，进行实验运行

§ 八十年代的计算机网络

- 标准化计算机网络体系结构：OSI
- 局域网络 LAN 技术空前发展
- 建成NSFNET, Internet 初具规模

§ 九十年代的计算机网络

- Internet空前发展
- Web技术在Internet/Intranet 得到广泛应用

摩尔定律:

CPU性能18个月翻番,
10年100倍。

所有电子系统（包括
电子通信系统，计算机）
都适用

光纤定律:

超摩尔定律，骨干
网带宽9个月翻番，
10年10000倍。带
宽需求呈超高速增长
的趋势

迈特卡尔夫定律:联
网定律，
网络价值随用户数平
方成正比。未联网设
备增加N倍，效率增
加N倍。联网设备增
加N倍，效率增加 N^2
倍

2. Internet 的成功经验

§ 有远见的政府不断支持：1969 -

§ 有风险的企业参与和投入：

Ø NFS：MCI、IBM

Ø vBNS：MCI；Abilene：Qwest，CISCO

§ 联合协作的开放式研究：IETF/RFC

§ 教育和科研的示范网络为起点

Ø 具有实验物理学的研究特点

Ø ARPAnet、NSF、ANS、vBNS

§ 简单实用的技术路线：TCP/IP

3. 国际高速信息网络技术研究计划

§ 1992年美国政府的“国家信息基础设施 NII”

§ 1993年西方七国的“全球信息基础设施 GII”

§ 美国NII组成部分“高性能计算和通信 HPCC”

§ NGI 和 vBNS

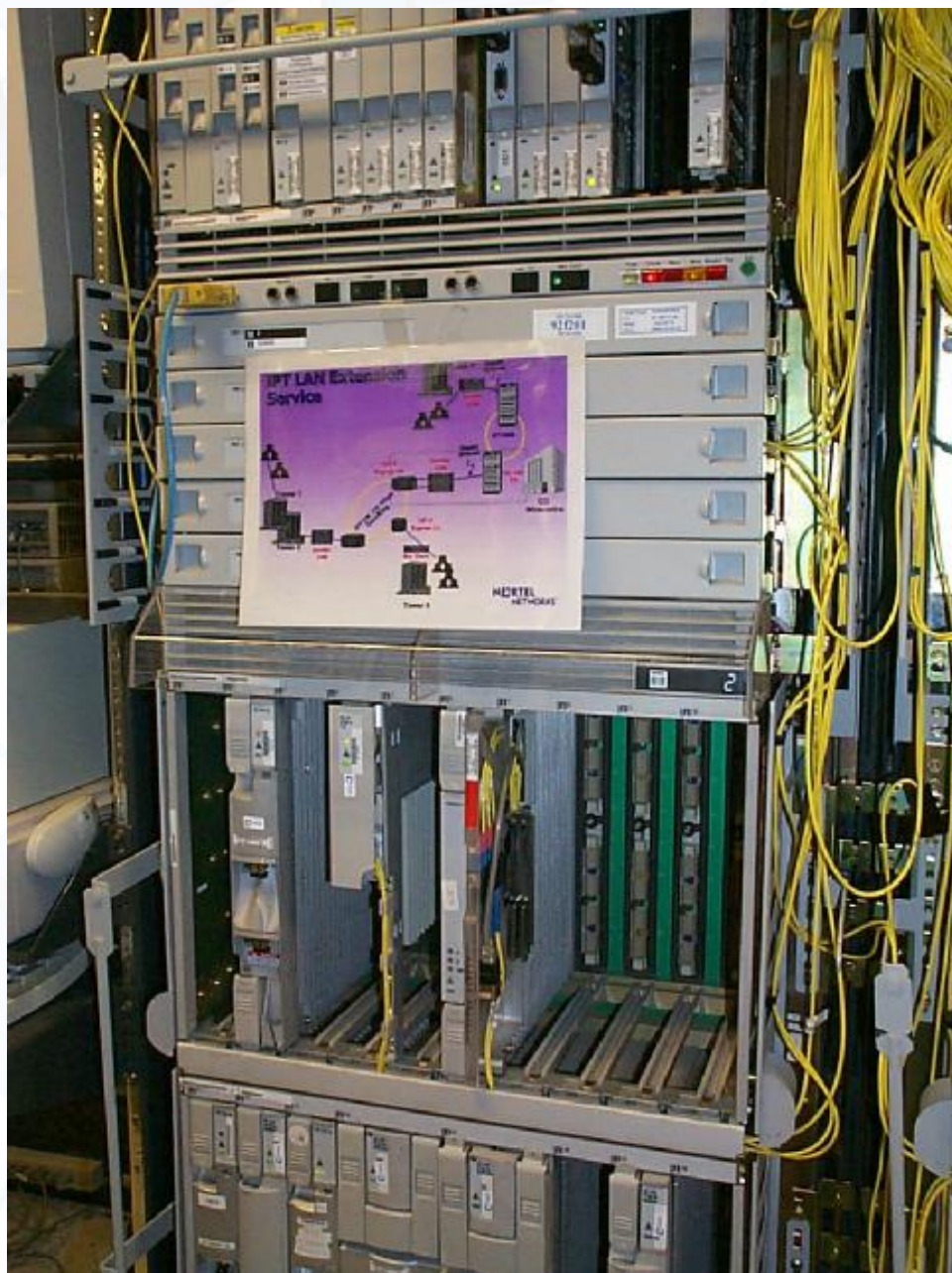
§ Internet 2 和 Abilene

§ TransPAC、APAN、STAR TAP

§ CANARIE 和 CA* net3



网络通讯 中心机房



网络管理节点

4. Internet 2

§ UCAID (120多个大学会员) 的一项研究计划
University Corporation for Advanced Internet Development

§ 形成大学试验网, 开发下一代 Internet 技术和应用

Ø IPv6, Multicasting, QOS

Ø 以竞争方式得到 NGI 计划的经费支持

§ NGI 是政府计划, Internet 2 是大学合作计划

Ø 相互补充, 相互依靠

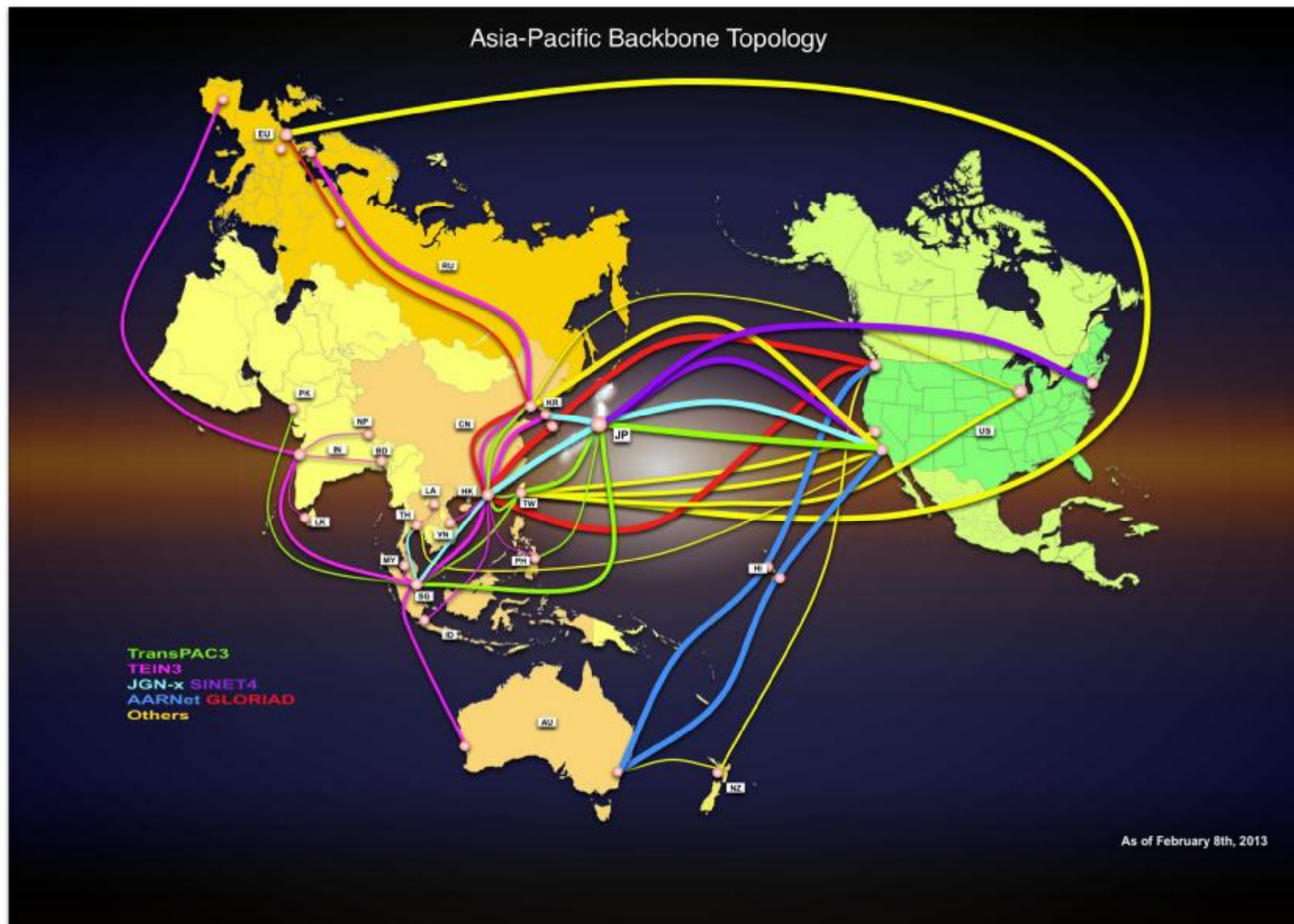
§ Internet 2 和 NGI 的合作范围

Ø NSF 支持的 vBNS

Ø Internet 2 将建立用于地区连接的 GigaPoP

Ø Internet 2 的许多网络应用开发由 NGI 支持

实例：the Asia Pacific Advanced Network



5. 中国的高速计算机网络研究计划

§ 国家“九五”、“十五”科技攻关项目

§ 国家 863 高技术研究发展计划

Ø 863 计算机主题，863 通信主题

Ø 中国高速信息示范网络 CAINONET (863-300)

§ 国家“十五”863 高技术研究发展计划

§ 中国高速互连网络示范工程 CAINET

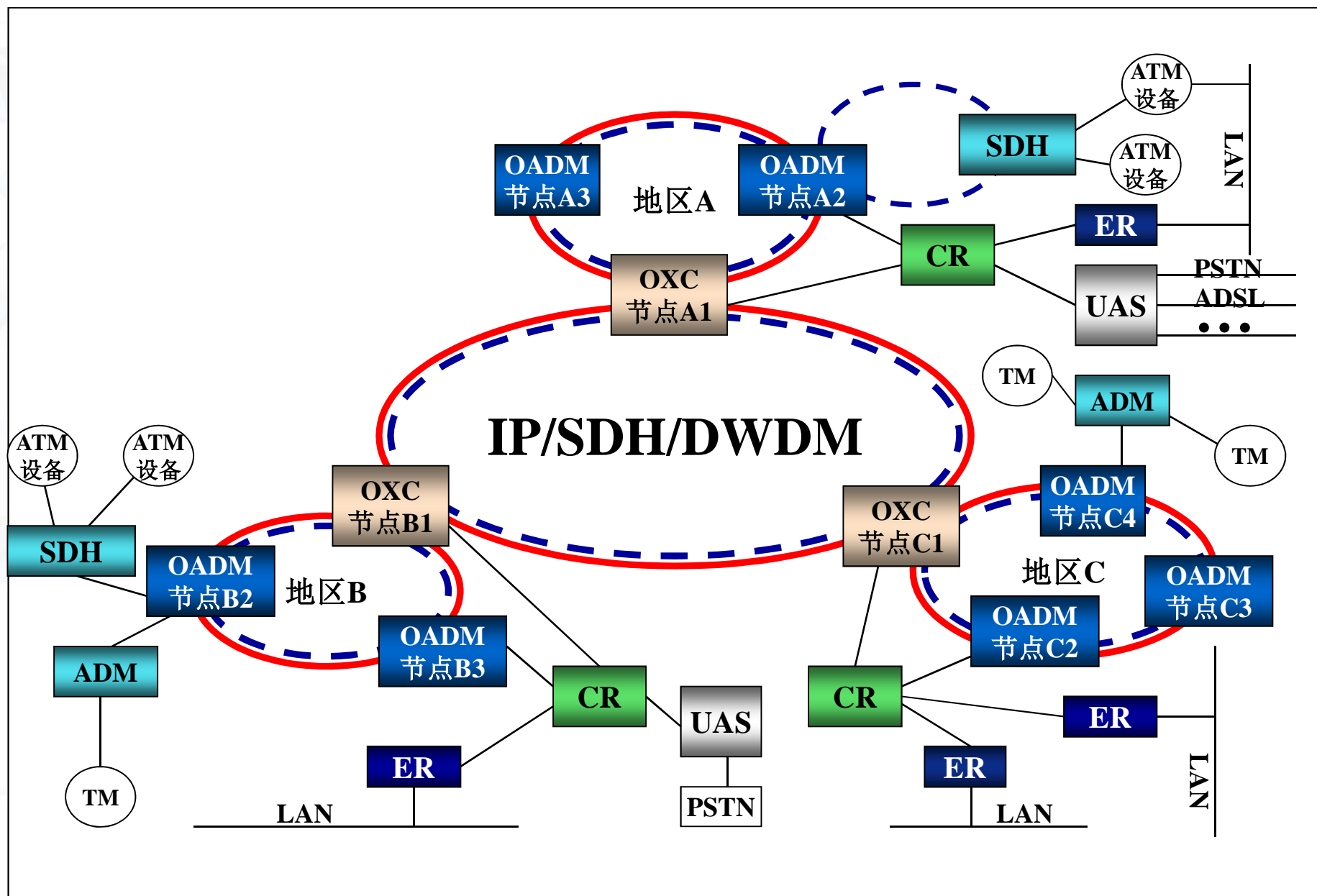
Ø 中科院、上海市、广电部、铁道部联合建设

§ 中国高速计算机互连试验网络 NSFCNET

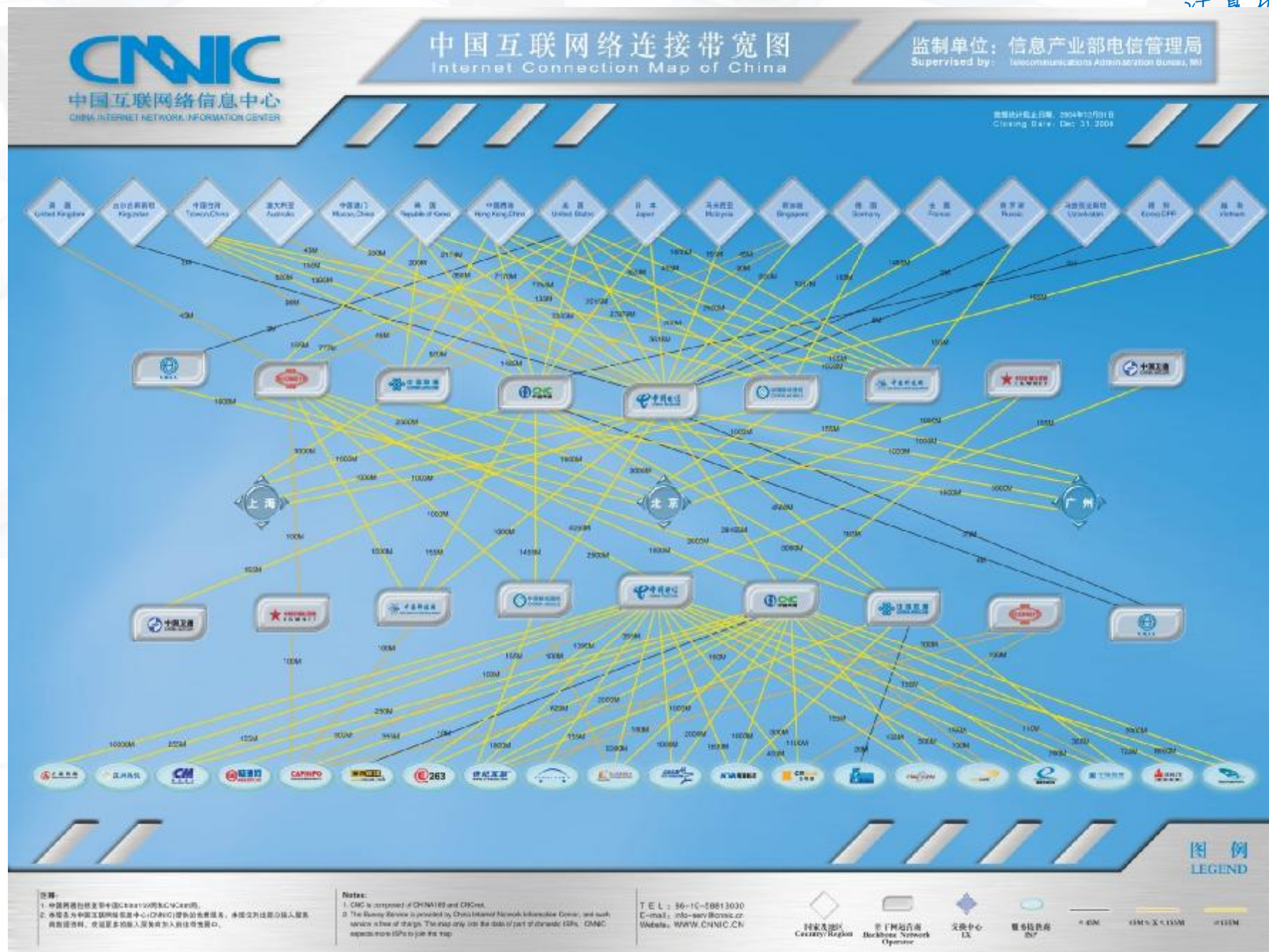
Ø 国家自然科学基金会

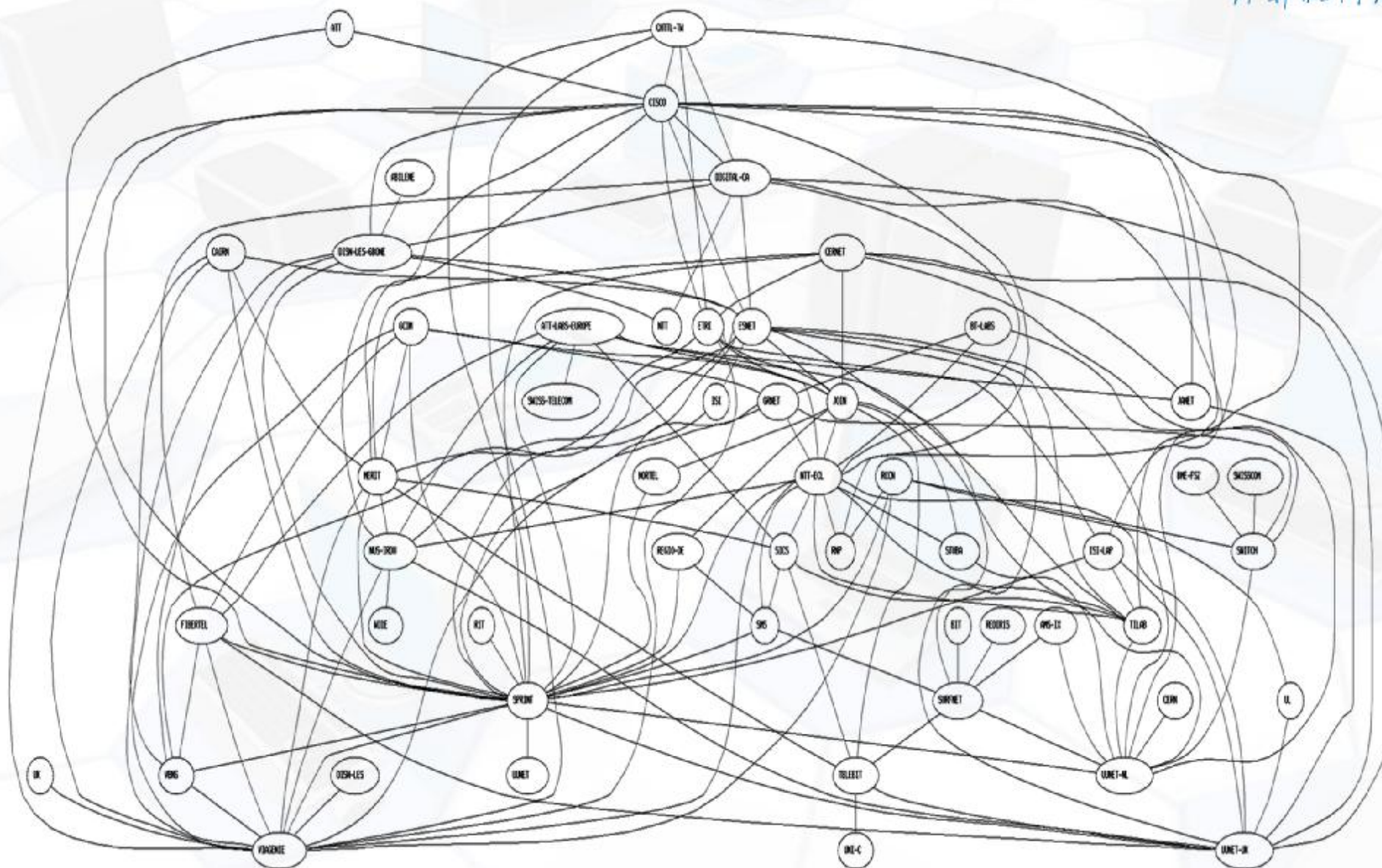
§ CERNET 2000 (高速网络) 工程

Ø 面向 21 世纪中国教育振兴计划：现代远程教育工程



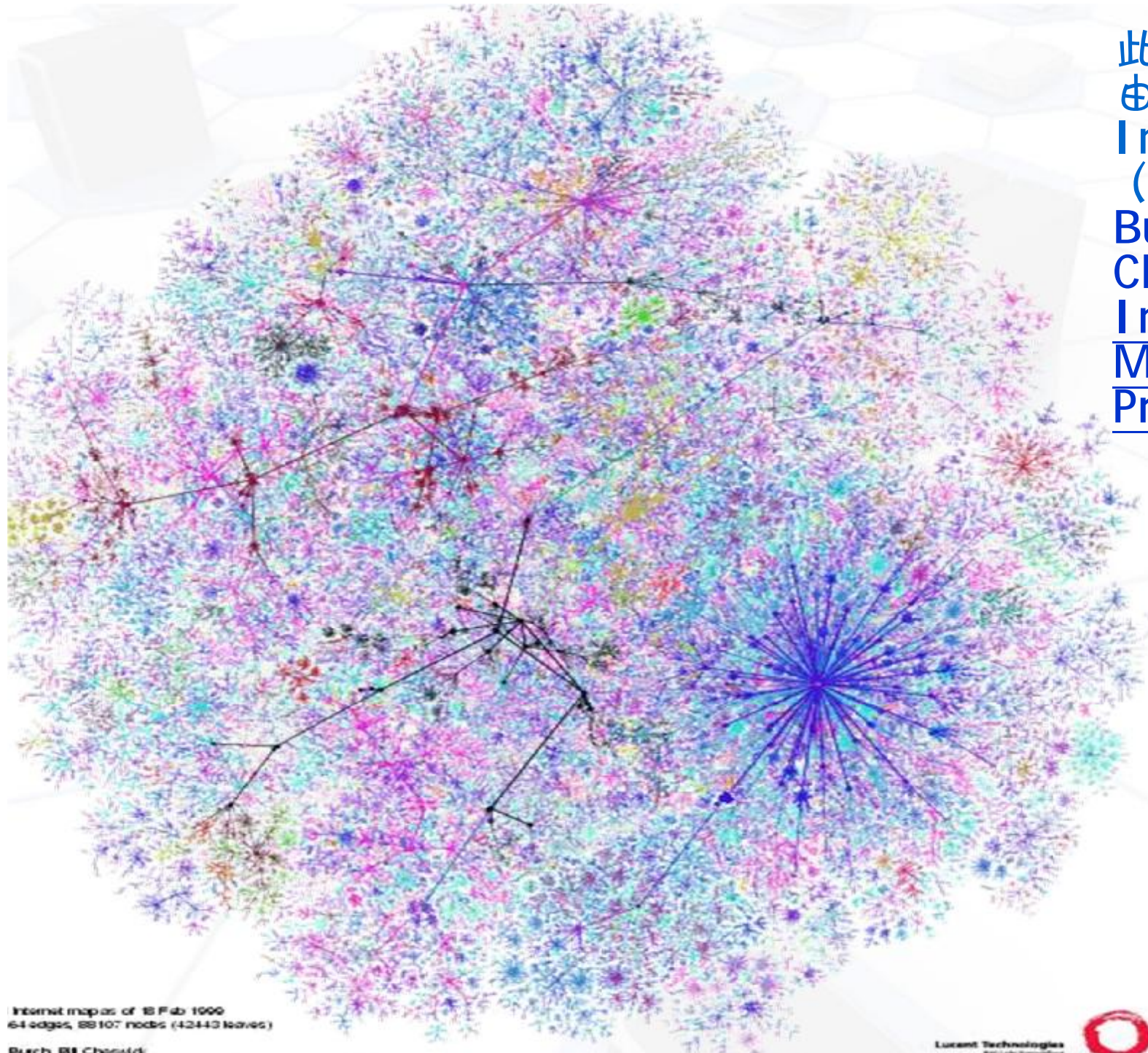
中国高速信息示范网CAI NONet示意图





The above picture and their tunnels. www.ics.forth.gr, Sun Feb 29 00:40:15 EET 2005

此图显示了路由级连接的 Internet
(来自 Hal Burch 和 Bill Cheswick 的 Internet Mapping Project)



四、计算机网络的应用

1. 视频会议（可视电话）



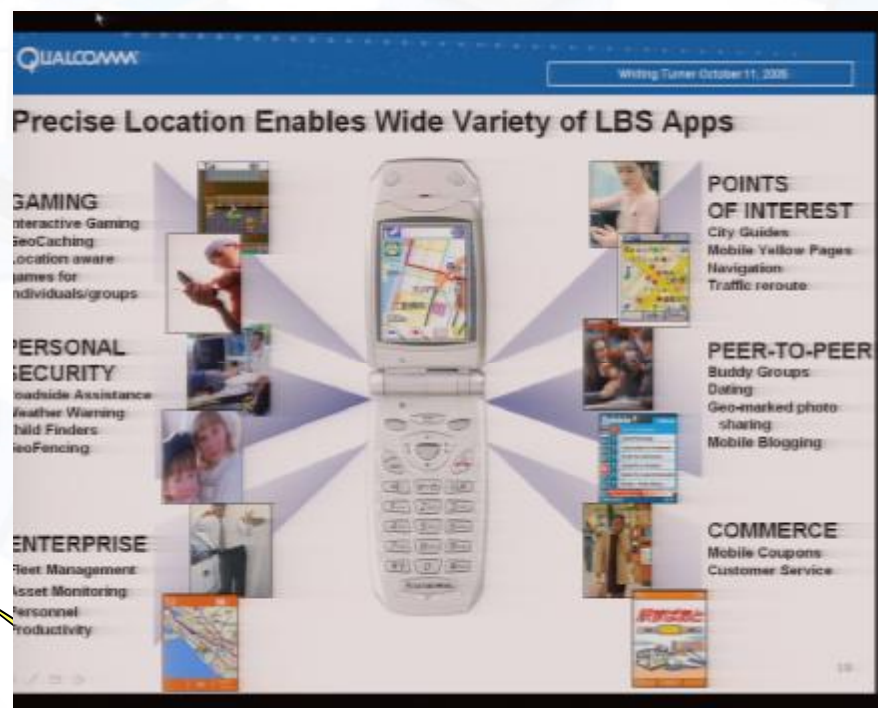
2. 移动应用

芬兰推出狩猎专用手机
猎人可对猎犬下达追逐令

“机警”的便携“侦探”
配有全球移动电话系统
(GSM)和全球定位系统
(GPS)的手机，能让你时
时掌握宠物的动向。

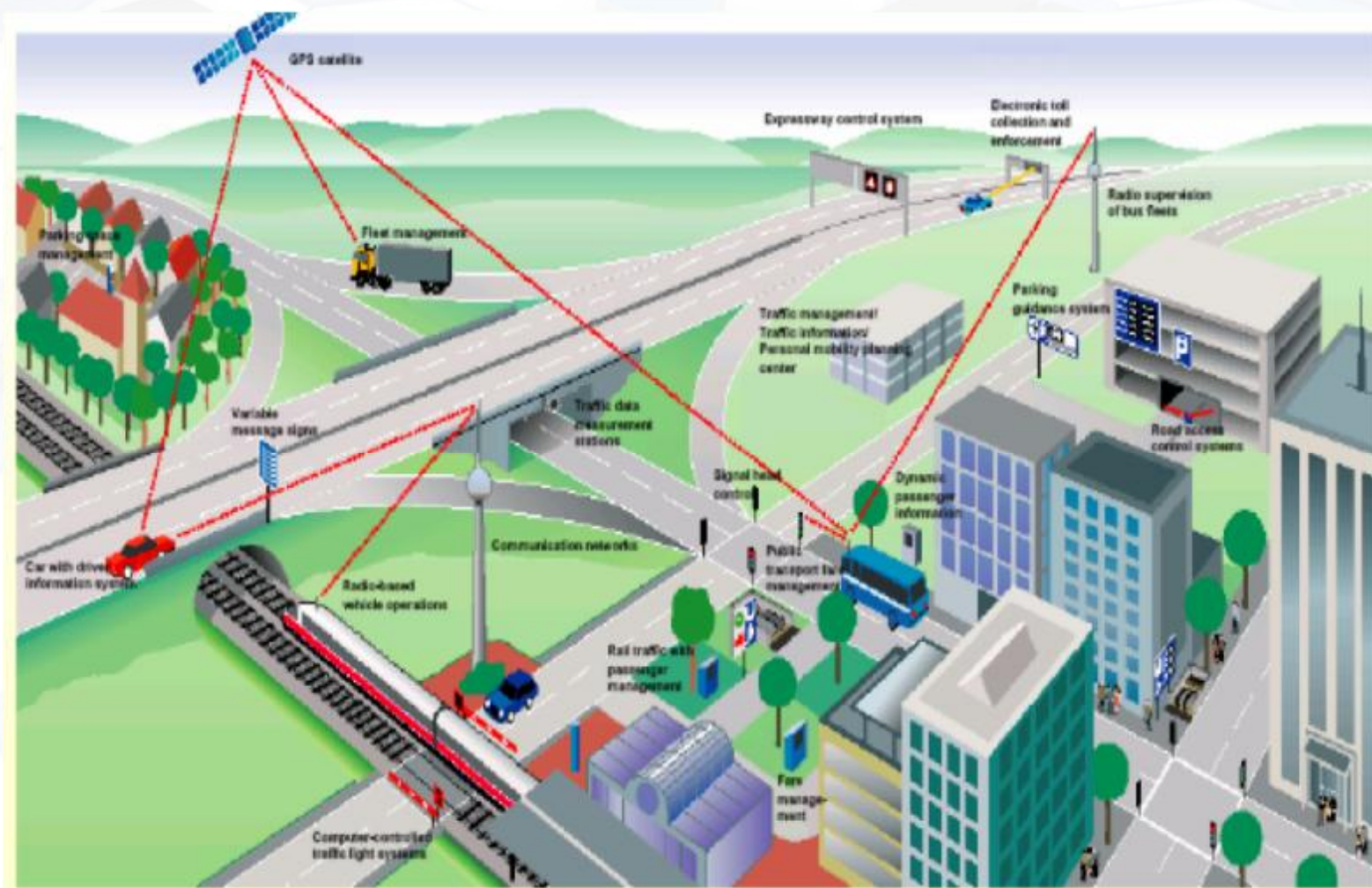


用手机遥控你的家
用户可使用手机通过因特网照顾家
中的各种事务，如开关窗户和照明灯、
监视人员出入等。如出现问题，家中
设备会自动通过电子邮件向主人报警。

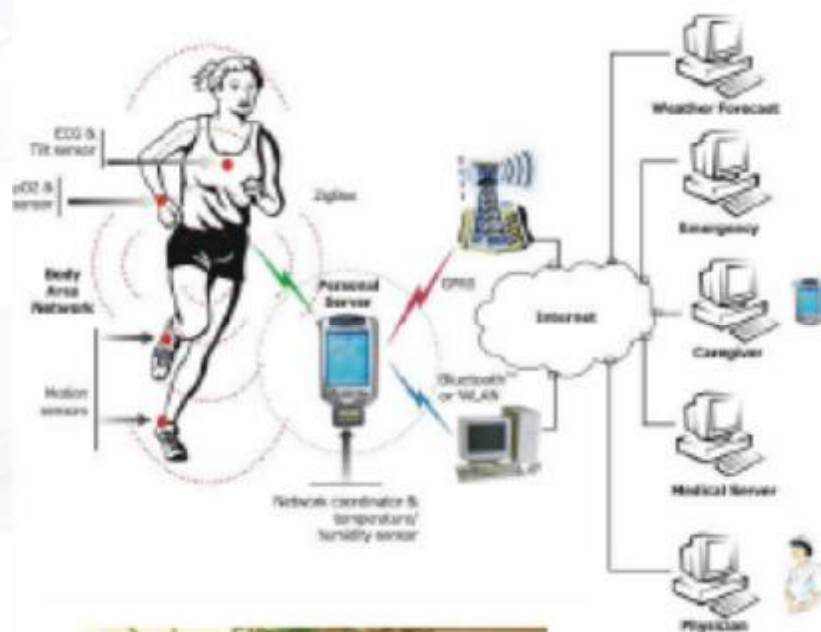


电话、短信、照相、游
戏、股票交易、电视、
身份识别、购物、导航、
电子支付....

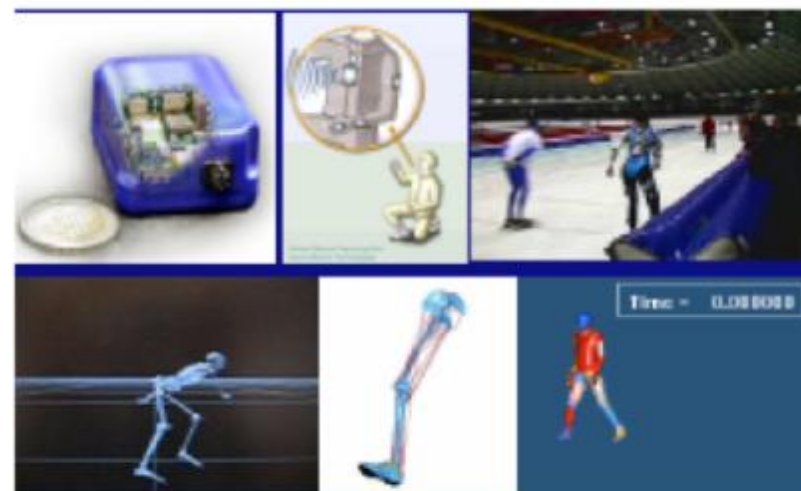
3. 移动定位



4. 生活关怀



SAND modules Philips



5. 信息化社会带来的影响

§ 生活丰富多彩

Ø 工业化社会——物质享受

Ø 信息化社会——精神享受/伤害（双刃剑）

§ 经济生活日益变化

Ø 产业结构的变革

§ 社会功能不断充实

Ø 新的法律、法规急需出台

§ 国际间合作更加密切

Ø “地球村”

§ 各类新问题

Ø 黑客、病毒、网络犯罪、隐私泄露等

五、网络协议

p 协议是相互通信的双方都遵从的约定

发送方提出要求

接收方根据要求
做出回答

发送方据收到的回复
做出下一步动作……

协议定义了在两个或
以上通信实体间交换
数据的格式和次序，
以及在数据收发或其
他事件发生时应采取
的动作

⋮

1. 有层次的协议

复杂的网络，有很多
“碎片”：

- Ø 主机
- Ø 路由
- Ø 不同介质的连接
- Ø 应用程序
- Ø 协议
- Ø 软件/硬件



是否有可能对网
络的结构进行
组织、分类？

分层的原因

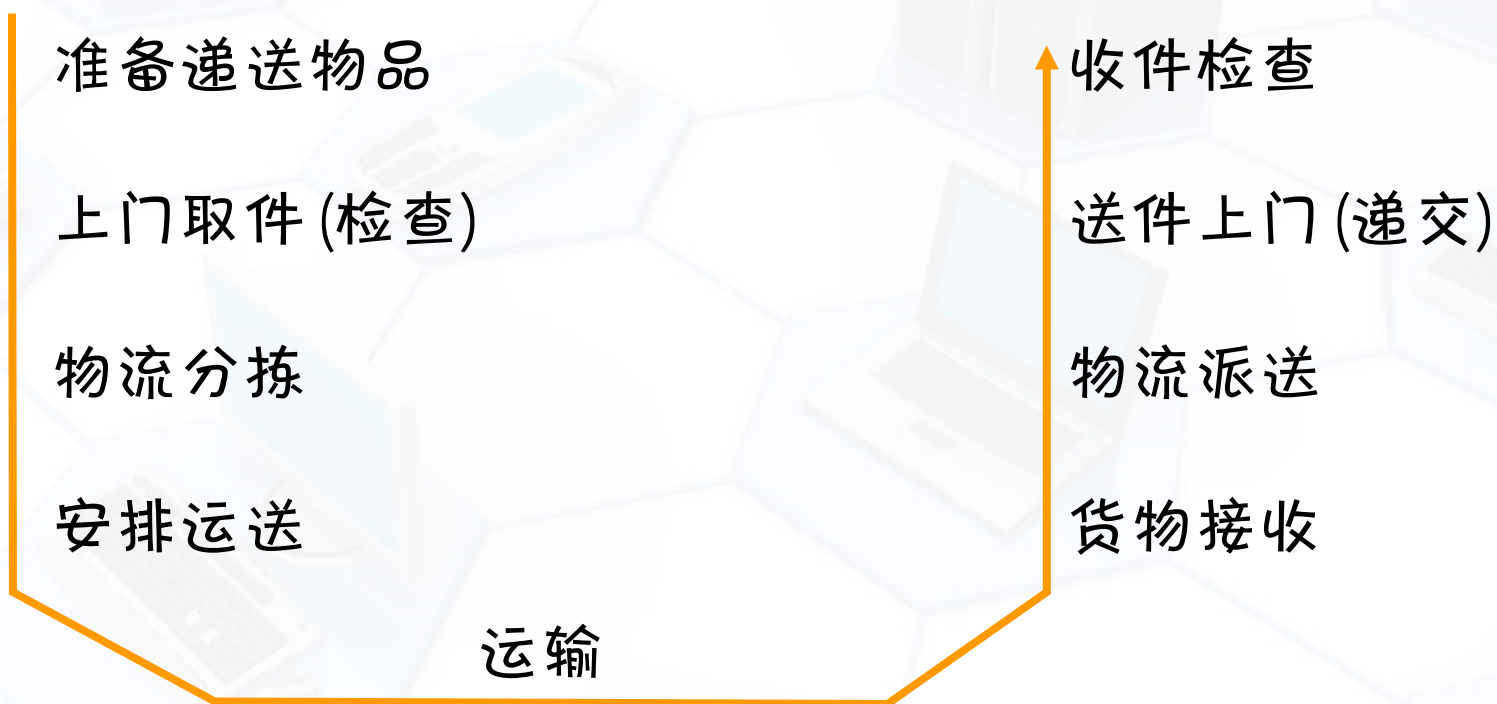
便于处理复杂的系统:

§ 清晰的结构有助于辨别复杂网络中“碎片”的关系

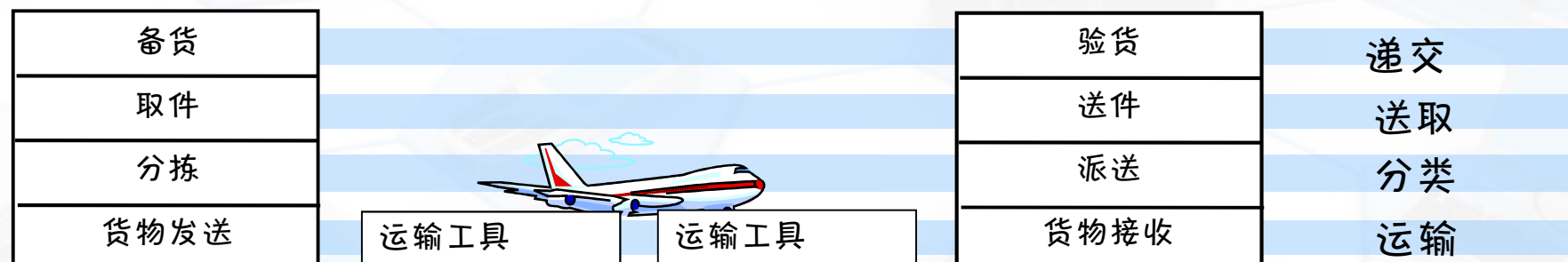
§ 模块化易于系统的维护、更新

Ø 某层服务的实现即使有变化，对其他系统是透明的

举例：物流的过程



物流的功能层次



各层都实现了一种服务

- Ø 通过各组层次内的动作
- Ø 依赖下层提供的服务

2. 网络体系结构—层和协议的集合

§ 协议体系(protocol architecture)

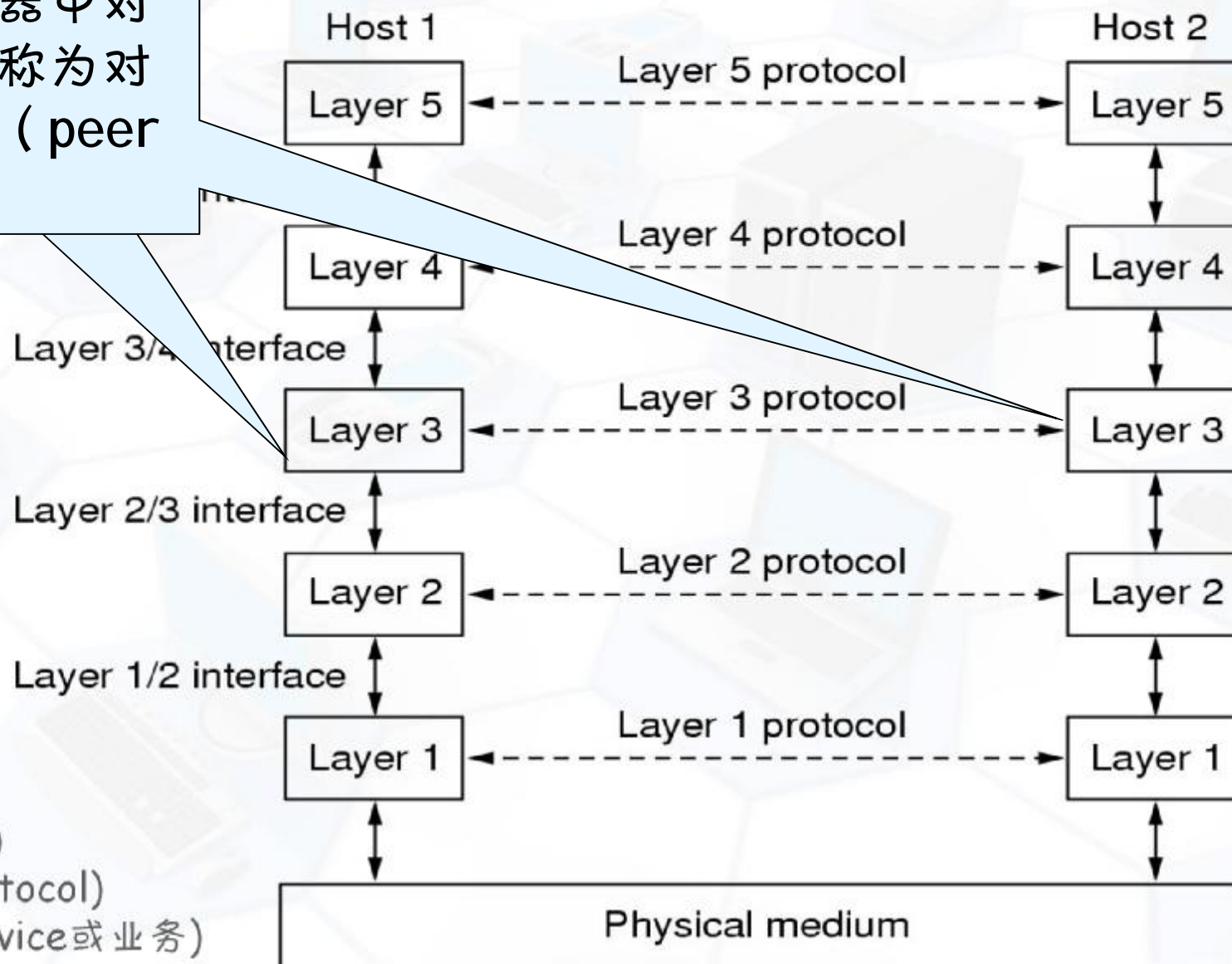
- ❌ 网络协议：指通信双方（或多方）关于如何进行通信的一种约定
- ❌ 协议分层：为了降低设计的复杂度，增加网络的可扩展性，具有概念化、结构化的优点，有利于增加功能

§ 分层的原则

- ❌ 将相似的功能集中在同一层内，必要时可将层的功能再分成子块，层数不宜过多，以避免层间接口的开销变大
- ❌ 当功能差别较大时应分层处理
- ❌ 各层只对相邻的上下层定义接口

§ 协议栈 (protocol stack)：一个特定的系统所使用的一组协议（每一层一个或几个协议）

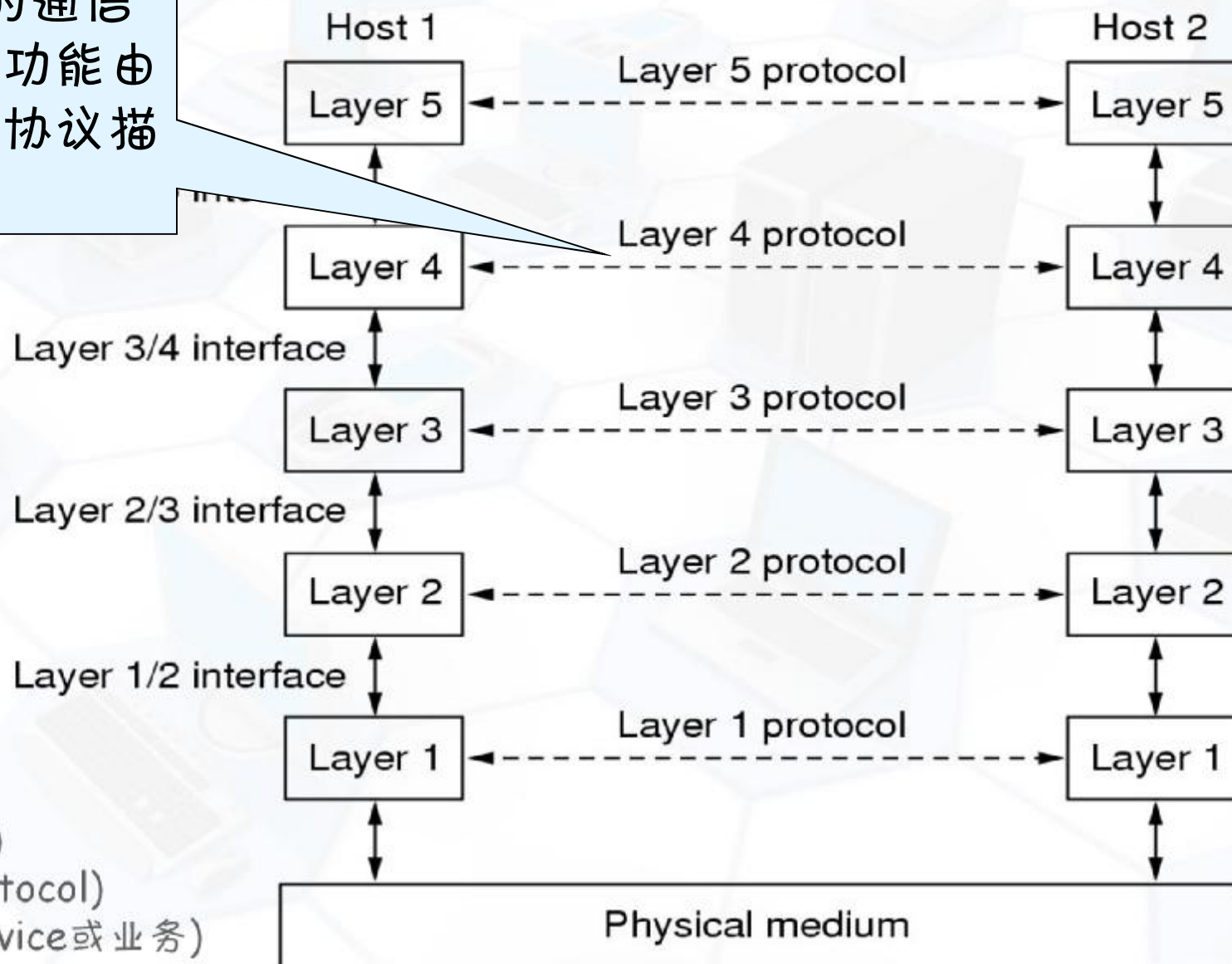
不同机器中对应的层称为对等实体 (peer entity)



层(layer)
 协议(protocol)
 服务(service或业务)
 接口 (interface)
 原语(primitive)

层和协议的集合图解

第n层的通信
规则和功能由
该层的协议描述



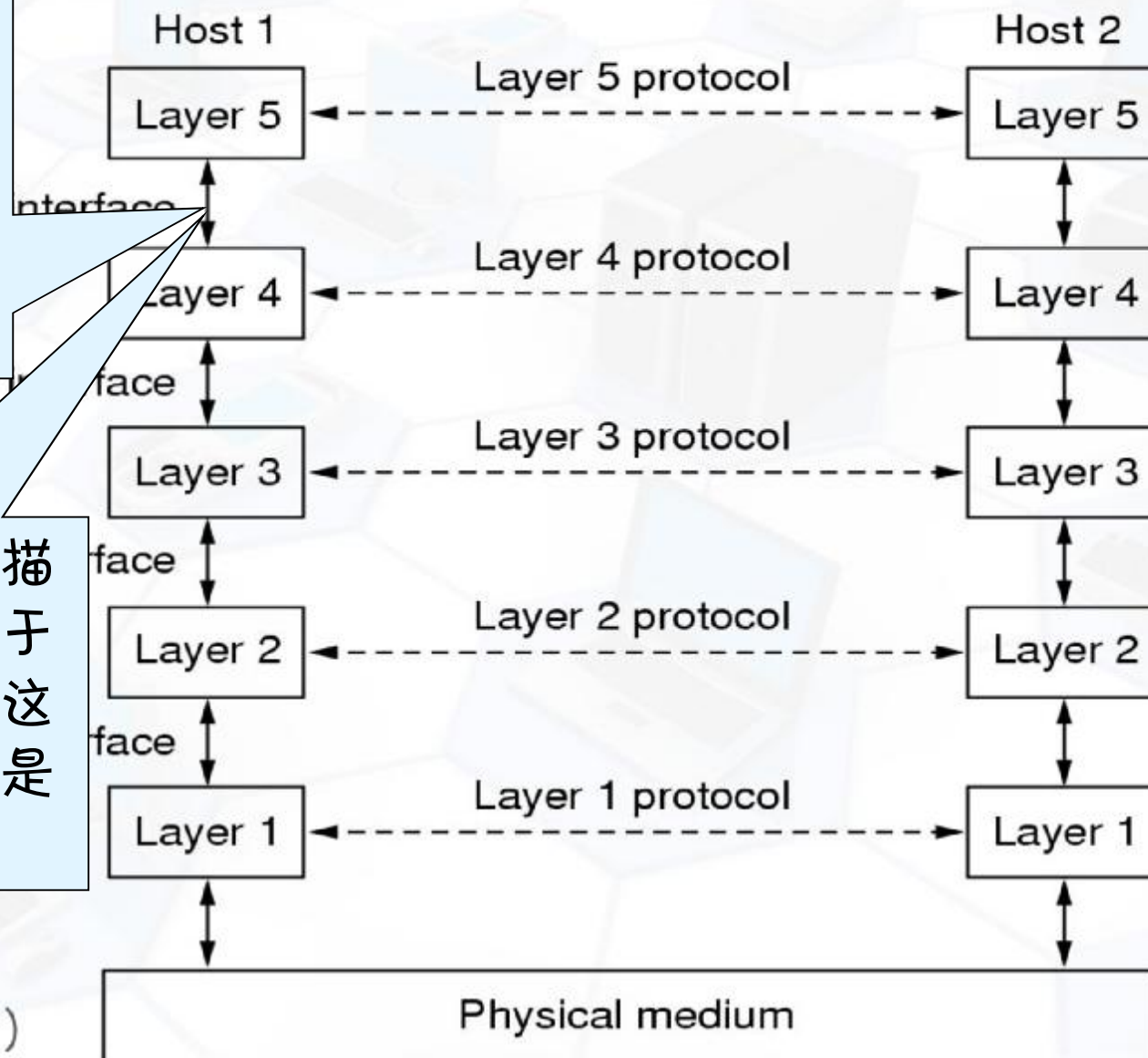
层(layer)
协议(protocol)
服务(service或业务)
接口 (interface)
原语(primitive)

层和协议的集合图解

相邻上下层之间都有接口，接口定义下层向上层提供的服务

服务由一组原语描述。如果协议位于操作系统中，则这些服务原语通常是一些系统调用

层(layer)
协议(protocol)
服务(service或业务)
接口(interface)
原语(primitive)



层和协议的集合图解

3. Internet 协议栈

§ 应用：支持各种网络应用程序

Ø 如：FTP, SMTP, HTTP

§ 传输：进程间的数据传送

Ø 如：TCP, UDP协议

§ 网络：在源和目的间对数据报进行路由

Ø 如：IP, 路由协议

§ 链路：相邻网络成员间的数据传递

Ø 如：PPP, 以太网(Ethernet)

§ 物理：线路上的二进制传输



六、网络参考模型

1. ISO的OSI模型

Ø 1983年ISO的OSI 模型正式成为国际标准

Ø 物理层（The Physical Layer）

在物理线路上传输原始的二进制数据位（基本网络硬件）

Ø 数据链路层（The Data Link Layer）

在有差错的物理线路上提供无差错的数据传输（数据形式称为Frame）

Ø 网络层（The Network Layer）

控制通信子网提供源点到目的点的数据传送（数据形式称为Packet）

Ø 传输层（The Transport Layer）

为用户提供端到端的数据传送服务（数据形式称为TPDU）

Ø 会话层（The Session Layer）

为用户提供会话控制服务（安全认证，数据形式称为SPDU）

Ø 表示层（The Presentation Layer）

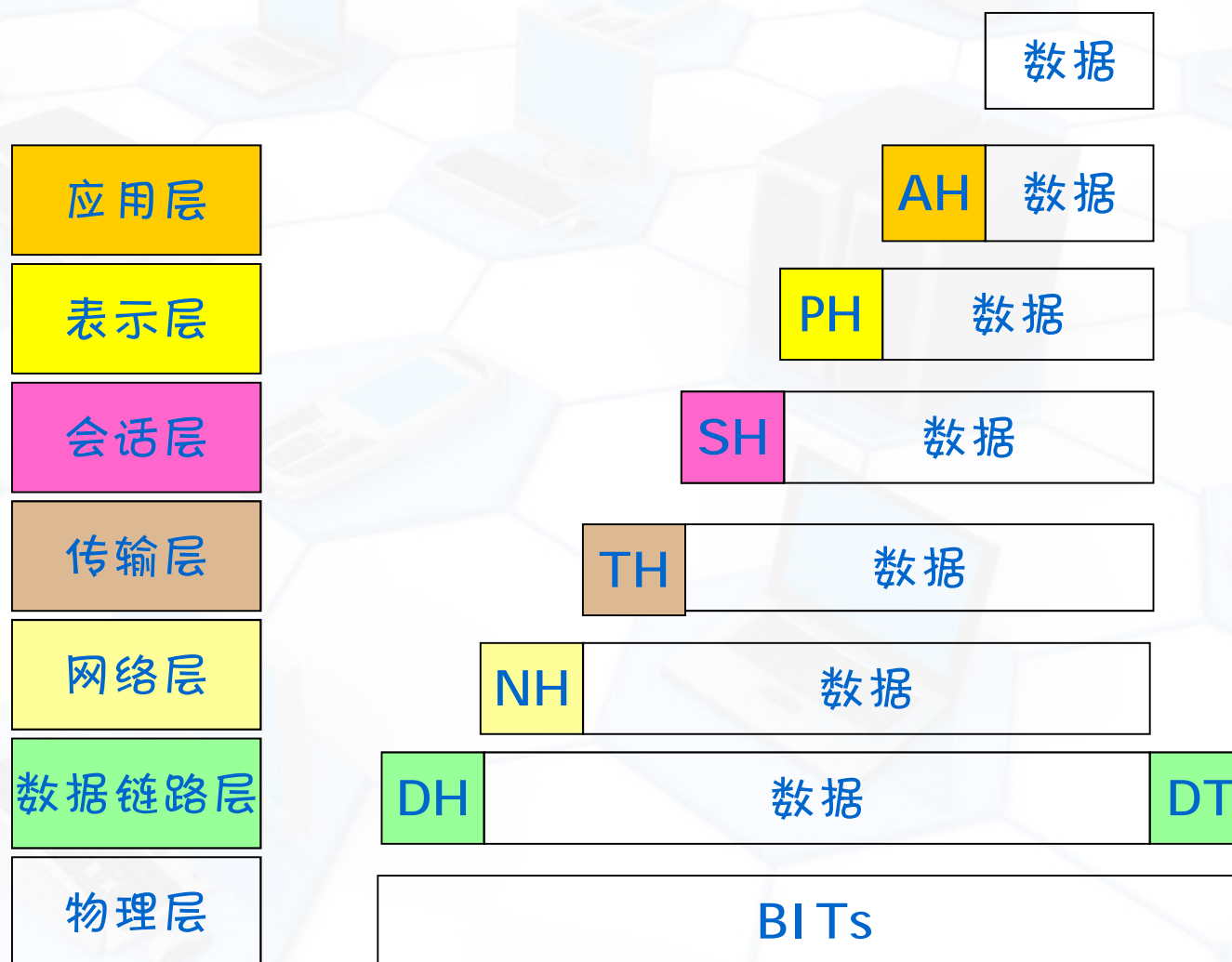
为用户提供数据转换和表示服务（数据形式称为PPDU）

Ø 应用层（The Application Layer）

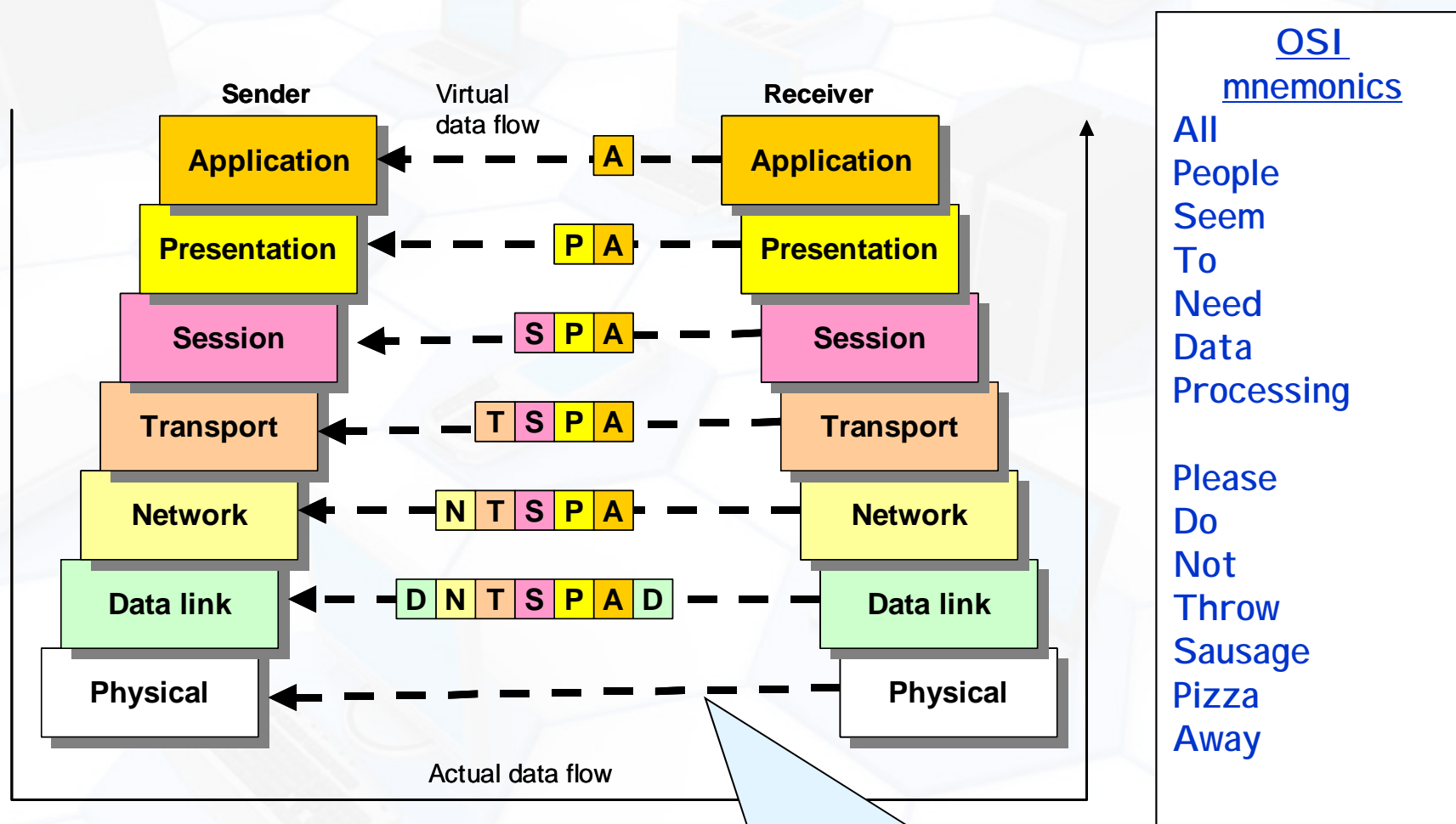
提供多种应用协议以满足用户的不同需求（数据形式称为APDU）

2. OSI模型和各层次的数据形式





数据在不同层次间的变化情况

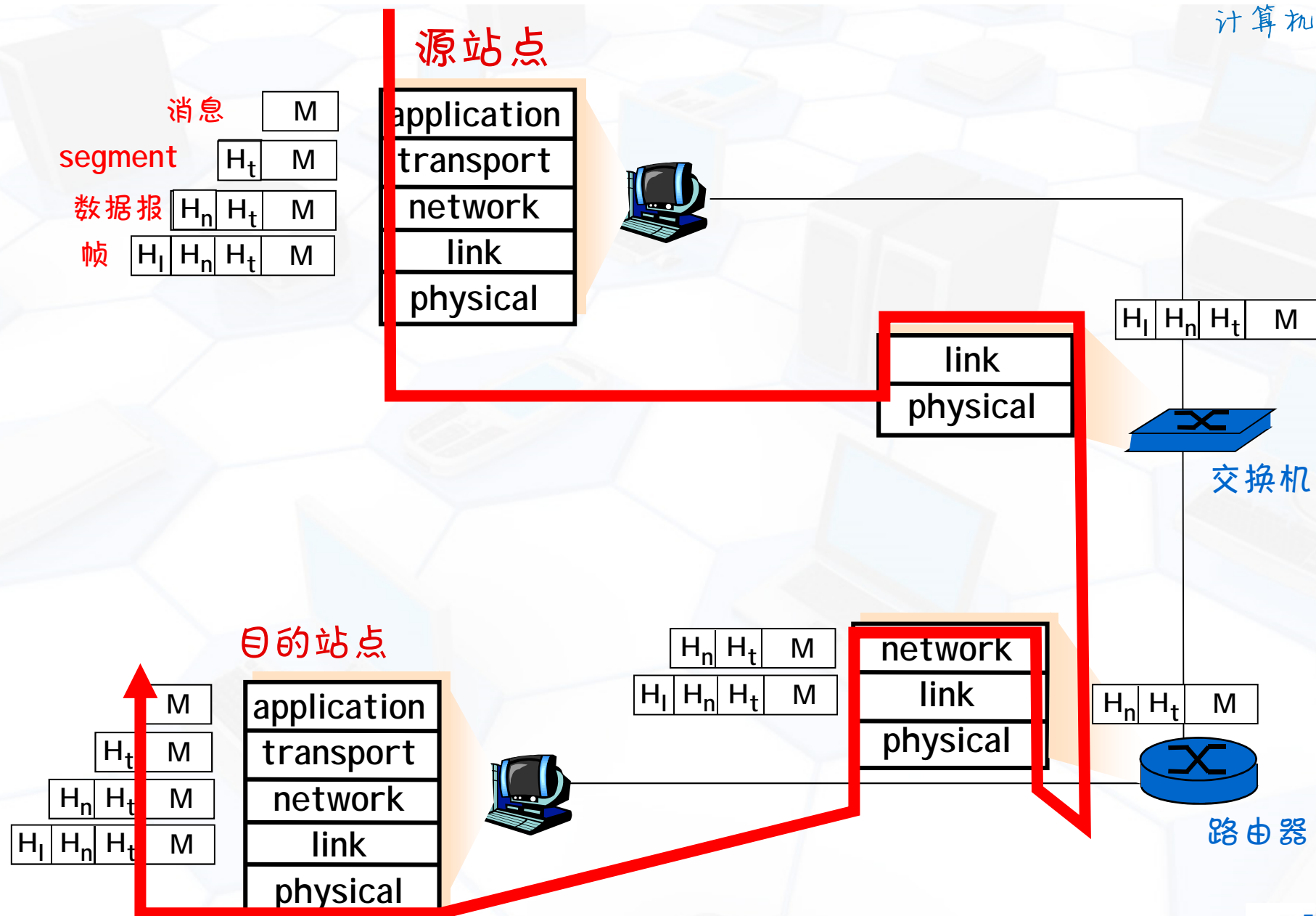


每一层都根据本层协议对数据单元进行封装

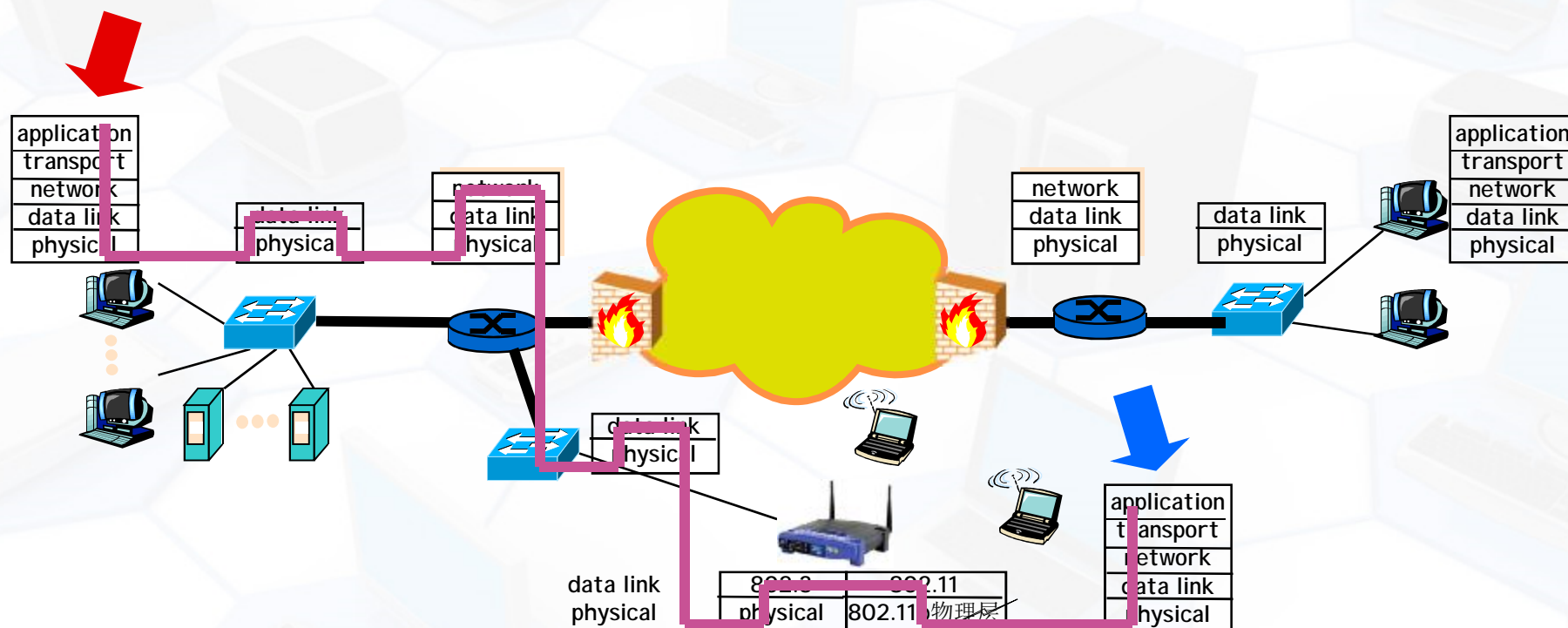
Top-Down

Bigger than bigger





数据在网络中传递时的封装情况



Internet中数据通讯示意图

3. 各层次的主要设备

网关/防火墙	应用层
	表示层
	会话层
	传输层
路由器	网络层
交换机、网桥	数据链路层
网卡、中继器、集线器	物理层

4. TCP/IP 参考模型

- p Internet 网络体系结构以 TCP/IP 协议为核心
- p TCP/IP 参考模型把 OSI 模型的第一层和第二层合起来称为网络接口层（Host-to- Network）
- p Internet 层（互联网层）：控制通信子网提供源点到目的点的 IP 包传送
- p 传输层：提供端到端的数据传送服务(TCP 和 UDP 协议)
- p 应用层：提供各种 Internet 管理和应用服务功能

5. TCP/IP 与 OSI 模型的比较

OSI 模型		TCP/IP模型	
应用层		应用层	
表示层			主要区别
会话层			
传输层		传输层	
网络层		互联网层	
数据链路层		网络接口层	主要区别
物理层			

参考书籍

