

# PNC 物理层网络编码技术的研究及产业化项目

## 第一期仪器设备

### 1、设备采购使用计划

本项目支持的团队以香港中文大学网络编码技术——nEdge（边缘网络编码）、PNC（物理层网络编码）、BATS(分批稀疏编码)等网络编码技术为依托，为运营商的 5G 专网、重点企业 5G 私网提供 5G 通信服务管理+数据智能处理服务。

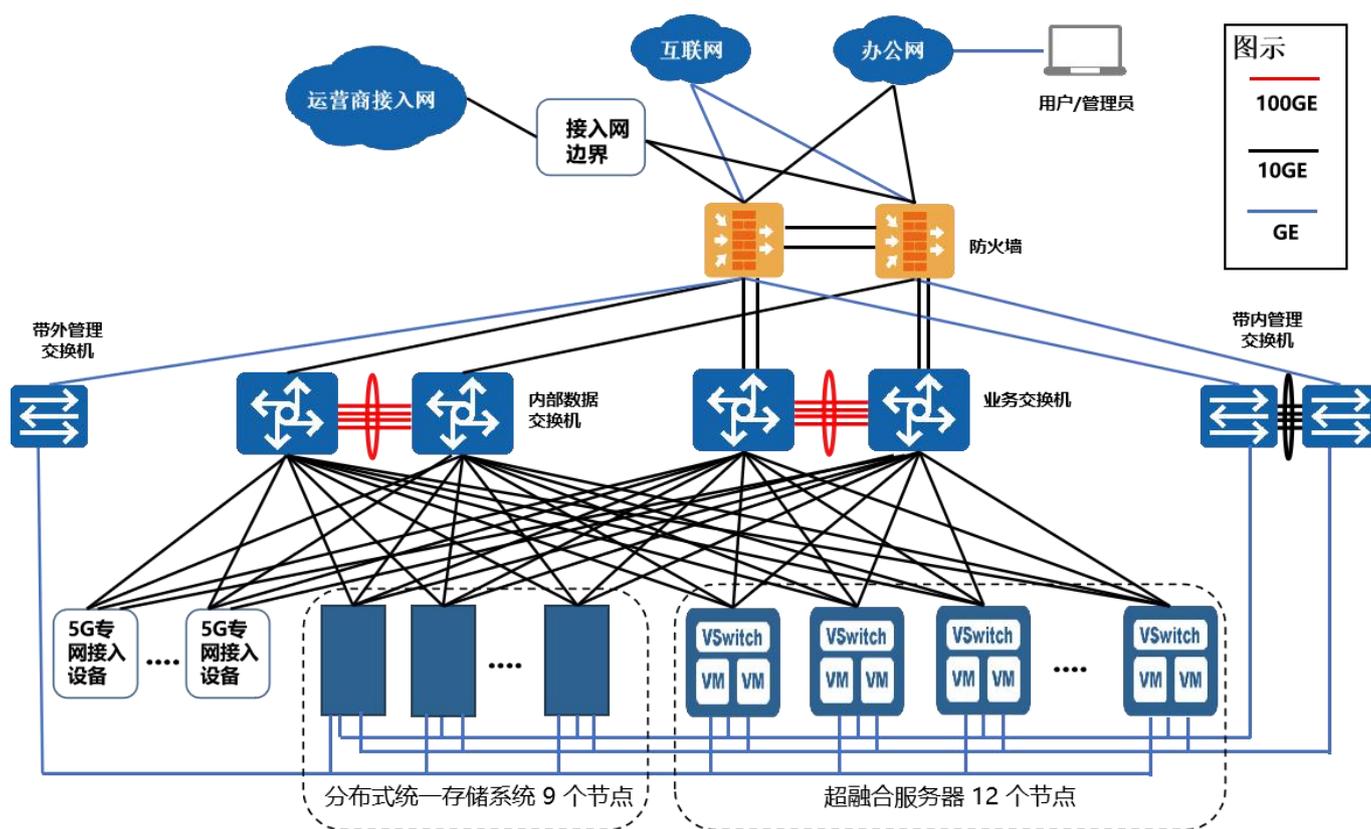
为满足团队网络编码技术研发及产品市场推广需要，计划采购设备组建以下三大数据平台。

1、5G 通信基础产品研发数据平台：主要用于以网络编码技术为核心的 nEdge 产品研发及调试平台。产品研发计划使用算力为 CPU，NPU，GPU，内存，闪存及 5G 专网接入设备。随着公司发展合作伙伴的加入算力会根据实际发展情况增加。

2、5G 通信基础产品测试平台：主要用于以网络编码技术为核心的 nEdge 产品与生态伙伴应用产品的测试平台。产品测试及场景演示计划使用算力为 CPU，NPU，GPU，内存，闪存及 5G 专网接入设备；随着公司业务推广及客户增加，合作伙伴的加入，算力会根据实际发展情况增加。

3、5G 通信基础产品应用服务平台：主要用于以网络编码技术为核心的 nEdge 产品为运营商的 5G 专网、重点企业 5G 私网提供 5G 通信服务管理+数据智能处理服务。

## 2、网络拓扑图及说明



网络拓扑图

网络拓扑主要说明如下：

### 一、业务网：

用于南北向应用对外提供访问；东西向应用模块内部通信；以及应用访问文件及对象存储。

其中超融合服务器 12 个节点、分布式统一存储 9 个节点，共 21 个节点，每节点采用 2 个 10GE 端口互联，网卡上均配置光模块。

2 台业务交换机之间进行 4 端口 100GE 堆叠。

每台业务交换双端口 10GE 上行防火墙，配置 2 个 10GE 光模块。

每台业务交换机 10GE 端口连接 21 个节点，配置对应的 10GE 光模块。

### 二、内部数据交换网：

用于超融合服务器及分布式存储的内部数据同步，业务本身无需上行，但可单链路上行到防火墙便于管理。

其中超融合服务器 12 个节点、分布式统一存储 9 个节点，共 21 个节点，每节点采用 2 个 10GE 端口互联，网卡上均配置光模块。

2 台内部数据交换机之间进行 4 端口 100GE 堆叠。

每台内部数据交换机单端口 10Gb 上行防火墙，配置对应的 10GE 光模块。

每台内部数据交换机 10GE 端口连接 21 个节点，配置对应的 10GE 光模块。

### 三、5G 专网接入设备

本设备与运营商的 UPF+MEC 网元对接，主要支持 UE 业务数据的路由和转发、数据和业务识别、动作和策略执行等。对接 UPF 接口与会话管理功能（SMF，Session Management Function）进行交互，直接受 SMF 控制和管理，依据 SMF 下发的各种策略执行业务流的处理。主要功能如下：

利用边缘端的 AI 盒子实现对数据切片（Date Slicing），旨帮助提高访问速度、分担数据压力，从而实现数据低延时传输。

在数据加密的基础上，通过密钥共享（Secret sharing）使得数据更安全。该方法建立在数据切片的基础上，类似古代的军符，在数据切片成四份后，每一份存储一个密钥，当四份密钥重新整合后，数据才可以实现解密。

通过网络编码的特性实现数据的去重，从而对数据进行了压缩优化。

通过整合多云分布式存储（nCloud），在三备份的情况下，比起传统方式可以节约 1/2 的存储容量，极大地降低成本，提高效率。

### 四、带内管理网：

用于超融合服务器及分布式存储的带内管理，如访问管理 web 界面，内部心跳等。

其中超融合服务器 12 个节点，分布式统一存储 9 个节点，共 21 个节点，每节点采用 2 个千兆 RJ45 端口互联。采用 2 台交换机进行堆叠，每台交换机所需千兆电口端口为 21 个。考虑以后集群扩容，本次所需 48 口接入交换机。

2 台带内管理交换机之间进行 4 端口 100GE 堆叠（每台配置 2 个 10GE 光模块）。

每台交换单千兆端口上行防火墙。

### 五、带外管理网：

以千兆电口上联到防火墙，千兆电口下联至 21 个节点（超融合服务器及分布式存储）各自的 1 个 BMC 电口，每台交换机千兆电口所需端口数为 21 个，考虑以后集群扩容，本次所需 48 口接入交换机。

### 六、防火墙：

防火墙万兆单上行到光猫再出到互联网，下行以万兆链路和业务网交换机及内部数据交换机互联、以千兆链路和带内管理交换机及带外管理交换机互联。

每台防火墙以 1 个千兆端口与 2 个带内管理网络的交换机及 1 台带外管理交换机互联，共计每台占用 3 个千兆网络端口。

每台防火墙以 1 个端口跟光猫互联（防火墙端万兆/千兆、光猫端千兆，整体链路自适应为千兆链路），2 个端口双机热备互联，2 个万兆端口与业务交换机互联，1 个万兆端口与内部数据交

换机互联，1 个万兆端口与现有办公网设备互联。

## 七、运营商接入网边界

本项目的核心是基于边缘计算的切片技术，与运营商的 5G 专网对接是本项目的必备条件。

当网络切片技术与运营商接入网边界相结合时，可以实现更加灵活、高效和安全的网络服务。例如，通过为每个用户或业务分配独立的网络切片，并在接入网边界上实现严格的身份验证和访问控制，运营商可以提供定制化的网络服务，并确保数据的安全性和隐私保护。

随着 5G 等新技术的发展和应用，接入网边界的概念和实现方式也在不断变化和演进，基于 5G 网络的切片技术可以实现更加精细化的资源管理和业务定制，为 5G 的各种应用场景提供更加强大的网络支持。

### 3、设备技术参数要求

序号	设备名称	产品技术性能指标参数	单位	数量	备注
1	超融合服务器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>外观要求:</b> 国产非 OEM 产品, 标准 2U 机架式服务器, 含上架导轨。</li> <li>2) <b>★处理器:</b> 配置 2 颗国产芯片架构的处理器, (非 INTEL、AMD), 物理核心数 ≥32 核、线程数 ≥64, 基础主频 ≥2.3GHz, 支持超线程技术。(提供国产处理器原厂证明函, 证明函中至少包含芯片内置安全 Boot ROM, 采用国密算法, 以满足国产自主安全可控原则)。</li> <li>3) <b>内存:</b> 配置 ≥512GB DDR4 内存。</li> <li>4) <b>▲存储:</b> 最大支持扩展 ≥24 块 2.5 英寸盘+2 块 2.5 英寸硬盘或最大支持扩展 ≥12 块 3.5 英寸盘+2 块 2.5 英寸硬盘, 支持 SATA/SAS/NVME 类型硬盘混插。 配置 ≥2*480GB SSD 硬盘, ≥2*3.84TB NVME U.2 SSD 硬盘, ≥8*8TB HDD 硬盘。</li> <li>5) 配置一张 16 端口 8GB 缓存 RAID 卡, 支持 RAID0/1/5/6/10/50/60, 支持 U.2 硬 RAID。</li> <li>6) <b>网口:</b> ≥4 个万兆光口 (含万兆光模块), ≥2 个千兆网口。</li> <li>7) <b>电源:</b> ≥2 个电源模块, 功率 ≥800W, 支持 1+1 冗余。</li> <li>8) <b>PCIE 扩展能力:</b> 最大可扩展 ≥10 个 PCIe4.0 插槽 (含 1 个 OCP3.0 及 1 个 Storage 专用插槽)。</li> <li>9) <b>接口:</b> 提供 ≥4 个 USB 接口, ≥2 个 VGA, ≥1 个 RJ45 管理口。</li> <li>10) <b>服务器管理功能:</b> 支持独立的远程管理控制端口, 实现与操作系统无关的远程对服务器的完全控制, 远程开机、关机、重启、虚拟设备挂载等操作; 实时监控服务器内部关键部件运行状态和温度信息, CPU、内存、硬盘、风扇、电源、扩展卡。</li> <li>11) <b>软件兼容性:</b> 兼容国产操作系统厂商, 包括: 麒麟、统信、中科方德等。兼容国产数据库, 包括: 达梦、人大金仓等。</li> <li>12) <b>服务器维护功能:</b> 支持离线光诊断功能, 可断电环境下诊断主板关键信息故障 (提供主板离线光诊断功能实物图); 黑匣子日志、故障截屏、开机自检代码, 有效判断分析软硬件故障。</li> <li>13) <b>▲云主机管理:</b> 支持云主机的启动顺序调整, 支持网络、硬盘和光驱 3 种启动方式, 支持在图形界面对启动顺序进行调整, 支持网络启动优先、硬盘启动优先等设置。支持全局设置云主机防欺诈模式, 阻止用户非法修改 IP 地址和 MAC 地址后发出的数据包; 支持对单个云主机单独设置防欺诈模式; 支持主流 GPU 设备的直通和虚拟化, 支持将 GPU 设备或 vGPU 设备加载到云主机中, 支持关机自动卸载;</li> <li>14) <b>网络资源管理:</b> 支持云主机配置 IPv4、IPv6 或双栈 (IPv4+IPv6) 类型的网络, 并可使用多种网络服务。</li> <li>15) <b>存储资源管理:</b> 支持对镜像服务进行数据清理操作, 清理无效数据, 释放存储空间。</li> <li>16) <b>数据存储保护策略:</b> 要求支持多副本技术, 支持 3 副本、4 副本、5 副本、6 副本, 支持动态调整副本数。</li> <li>17) <b>监控报警:</b> 支持对云主机、路由器、镜像、镜像服务器、系统数据目录、物理机、三层网络、云盘、虚拟 IP、主存储、监听器和项目资源等多种监控对象的单个资源或全部资源进行监控。支持创建报警器自定义报警级别, 方便云平台用户关注最紧急的报警消息。</li> </ol>	台	12	

2	分布式统一存储系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 分布式存储软件具有完全自主知识产权，具有国家版权局颁发的软件著作权登记证。</li> <li>2) <b>分布式存储架构：</b>存储节点采用分布式集群存储架构，不接受 IO 节点+SAN 盘阵或 JBOD 的存储架构。支持全对称和非对称式架构部署</li> <li>3) <b>▲访问协议：</b>统一资源池同时提供 NFS、SMB、FTP、POSIX、S3 等接口，支持多协议互通。</li> <li>4) <b>可靠性：</b>支持 EC 纠删码数据保护方式，不依赖于硬件 RAID 保护，支持 2~3 副本数据保护方式，单一系统最多容忍任意 2 个数据节点同时失效，单一系统最多容忍任意 2 块硬盘同时失效，支持磁盘分组技术，缩小故障域，进一步保障数据安全，智能感知磁盘的状态，精准预测磁盘故障，并自动纠错或主动处理。</li> <li>5) <b>功能要求：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>①数据保护策略：支持以节点池为单位设定数据保护策略，不同节点池可以设置不同的 N+M 配比或者副本数。</li> <li>②用户权限管理：支持 NFS 和 CIFS 统一用户管理，支持 AD 域管理服务。支持 POSIX 1.x ACL、NTFS ACL、NFS ACL 等多种 ACL 权限的转化与管理。</li> <li>③配额管理：支持对目录设置配额；配额类型支持配额、告警配额；配额仅监控存储的使用情况，不限制使用；硬性配额监控存储使用情况的同时并限制使用，超出阈值告警。</li> <li>④性能提升：支持 SSD 读缓存功能，提升随机 IOPS；要求提供设置 SSD 缓存加速的界面截图。</li> <li>⑤快照功能：支持文件/目录级快照，存储系统支持快照≥20000；存储系统的 Web 界面可实现快照；</li> <li>⑥分层存储功能：支持分层存储，基于既定策略将文件迁移到特定存储介质上。分级策略包括文件名、文件大小、修改时间、访问时间、元数据修改时间进行数据迁移；</li> <li>⑦远程复制功能：支持目录级别的异步远程复制，支持 1 对 1、1 对多、多对 1、双向复制；</li> <li>⑧支持 WORM（一次写入，多次读取，不可修改）功能，使文件在设定的保护期内不可被随意篡改和删除。</li> <li>⑨分布式存储具备目录/桶/卷级的 QoS 能力，针对目录/桶/卷级设置 OPS 和带宽上限；分布式存储具备 QoS 能力，SSD 读写缓存写满后性能仍保持平稳。</li> </ol> </li> <li>6) <b>智能 IO 模型：</b>提供 IO 可视化分析能力，需涵盖 IO 读写分布统计、IO 块大小统计、随机程度统计、客户端带宽 IOPS、独立缓存节点特性等方面特征分析，各类特征可通过柱状图、饼图等形式展示。</li> <li>7) 监控、管理：提供对存储整机、所有类型磁盘、网络接口、电源模块等部件的视图级监控，故障位置需与实际保持一致，提供 GUI 管理界面，支持运维可视化，无需第三方软件或插件。</li> <li>8) 迁移和备份：存储支持对重要数据进行迁移和备份至第三方存储，根据需要可将迁移和备份数据还原恢复。</li> <li>9) 外观要求：标准 4U 机架式服务器，含上架导轨。</li> <li>10) <b>★处理器：</b>配置 2 颗国产芯片架构的处理器（非 INTEL、AMD），物理核心数≥24 核、主频≥2.2GHz，支持超线程技术。</li> <li>11) 内存：内存槽位最大支持≥32 个。配置≥256GB DDR4 内存。</li> <li>12) 存储：可选支持≥24 个前置热插拔 3.5 硬盘或 24 个 2.5 硬盘，支持 SAS/SATA/NVMe SSD 和可选支持后置最大支持 16 个 3.5 寸/2.5 寸盘位 和 4 个 2.5 寸盘位，最大支持 40 块硬盘。本次实际配置≥2*480GB SSD 系统硬盘，≥2*3.84TB SSD，≥36*16TB HDD 硬盘。</li> <li>13) 网口：≥2 个千兆电口，≥4 个万兆光口（含万兆光模块）。</li> </ol>	套	9
---	-----------	---	---	---

		<p>14) 电源：配置 2 个标准电源，支持 1+1 冗余。</p> <p>15) 接口：提供≥2 个 USB3.0 接口，≥1 个 VGA。</p> <p>16) PCIE 扩展能力：最大可扩展≥10 个 PCIe4.0 插槽，支持直插主板的 riser 方式扩展 8 个全高 PCIe 4.0 标准卡。支持至少 1 个直插主板的内置 RAID 卡 PCIe 标准插槽，不使用线缆连接，不占用后置 PCIe 标准卡槽位。</p> <p>17) 服务： 提供不少于 3 年原厂硬件质保服务，提供原厂正式服务承诺函。 提供不少于 3 年原厂免费软件升级服务，提供原厂正式服务承诺函。</p>			
3	业务交换机	<p>1) ★交换容量≥387Tbps、包转发率≥115200Mpps；</p> <p>2) 业务槽位数≥6，交换网板插槽数量≥6，且支持网板 N+M 冗余；</p> <p>3) 风扇框冗余设计，风扇框≥2 个；</p> <p>4) ▲实际配置：100GE 光接口≥12 个，10GE 光端口数量≥50 个，交流电源≥4，风扇模块≥2，端口侧进风；</p> <p>5) 实配：10GE 多模模块≥30 个，100GE 堆叠电缆≥2 条；</p> <p>6) 支持 M-LAG 或 vPC 等类似技术（跨框链路聚合，要求配对设备有独立的控制平面，不能用堆叠等多虚一技术实现）；</p> <p>7) 支持 MAC 表项≥256K，支持 IPv4 路由表项≥256K；</p> <p>8) 支持 RIP、OSPF、ISIS、BGP 等 IPv4 动态路由协议；</p> <p>9) 支持 BFD 协议（Bidirectional Forwarding Detection）；</p> <p>10) 支持 VxLAN OAM: VxLAN ping, VxLAN tracer；</p> <p>11) 支持 Vxlan，且支持 BGP EVPN 特性、支持 VXLAN mapping。</p>	台	2	
4	内部数据交换机	<p>1) ▲交换容量≥4.8Tbps，包转发率≥2000Mpps；</p> <p>2) 高度≤1U，冗余风扇模块；</p> <p>3) 整机支持 100 GE 光接口≥6 个，10GE 光端口数量≥48 个；</p> <p>4) 实配：10GE 多模模块≥30 个，100GE 堆叠电缆≥2 条；</p> <p>5) 支持 M-LAG 或 vPC 或 DRNI 等跨机箱链路捆绑技术；</p> <p>6) 支持 MAC 表项≥256K，支持 IPv4 路由表项≥250K；</p> <p>7) 支持 ERPS 以太环保护协议（G.8032）；</p> <p>8) 支持 Netstream；</p> <p>9) 支持 BFD 协议（Bidirectional Forwarding Detection）；</p> <p>10) 支持 Vxlan，且支持 BGP EVPN 特性、支持 VXLAN mapping；</p> <p>11) 支持 RIPng、OSPFv3、ISISv6、BGP4+等 IPv6 动态路由协议；</p>	台	2	
5	5G 专网接入设备	<p>1) ▲本设备与运营商的 MEC 网元对接，主要支持 UE 业务数据的路由和转发、数据和业务识别、动作和策略执行等。对接 UPF 接口与会话管理功能（SMF, Session Management Function）进行交互，直接受 SMF 控制和管理，依据 SMF 下发的各种策略执行业务流的处理；</p> <p>2) 利用边缘端的 AI 盒子实现对数据切片（Data Slicing），旨帮助提高访问速度、分担数据压力，从而实现数据低延时传输；</p> <p>3) ▲在数据加密的基础上，通过密钥共享（Secret sharing）使得数据更安全。该方法建立在数据切片的基础上，类似古代的军符，在数据切片成四份后，每一份存储一个密钥，当四份密钥重新整合后，数据才可以实现解密；</p> <p>4) 通过网络编码的特性实现数据的去重，从而对数据进行了压缩优化；</p> <p>5) 支持通过标准网络文件接口访问数据，包括 CIFS 和 NFS(v4.1)，以及对象存储接口 Amazon S3。对于存储后端，支持绝大部分云存储服务供货商的 object 存储或 blob 存储，同时支持直连式存储（DAS）和网络附属存储（NAS）；</p>	套	2	

		<p>6) ▲处理器：2颗国产芯片架构的处理器，主频≥2.2G，内核≥16C，L3缓存为64MB，支持超线程；支持片上的中国原生安全标准，固化于处理器内部的 Boot Room 技术、基于中国 SM2、3、4 算法的可信技术；</p> <p>7) 内存：配置 8*128GB DDR4 ECC 内存，频率≥2400MHz；</p> <p>8) 硬盘：配置 6 个 10TB 3.5 寸 SATA 硬盘，2 个 2.5 寸 960GB 的 SSD 硬盘；</p> <p>9) 网络接口：集成双口千兆 RJ45，支持扩展双口 10G RJ45、双口 10GSFP+(X710) 四口 10GSFP+(X710) 双口 25G、40G QSFP+及 100G 等多种网络；</p> <p>10) 管理功能：集成 BMC 管理芯片，支持 IPMI2.0、SOL、KVM OverIP、虚拟媒介等高级管理功能，对外提供 1 个 1Gbps RJ45 管理口，可支持 NCSI 功能。</p>			
6	防火墙	<p>1) ▲防火墙吞吐量≥40Gbps，最大并发连接数≥1200 万，每秒新建连接数≥40 万。</p> <p>2) IPS 吞吐量≥12Gbps。</p> <p>3) 实配：万兆光口≥8，千兆 Combo 接口≥8，千兆电口≥4，冗余双电源，风扇模块≥2，10GE 多模模块≥8 个，授权实配 IPS、AV、URL 特征库升级≥3 年。</p> <p>4) 当风扇模块出现故障时，可以在防火墙不断电的情况下，对风扇模块进行更换；为了避免防火墙过热，要求更换风扇模块所用的时间控制在 5 分钟内。</p> <p>5) 策略路由支持的匹配条件：源 IP/目的 IP，服务类型，应用类型，用户(组)，入接口，DSCP 优先级。</p> <p>6) ▲系统预定义 IPS 签名数量≥12000，支持用户自定义签名规则，支持正则表达式，病毒库数量≥500w。</p>	套	2	
7	带内管理交换机	<p>1) ▲交换容量≥750Gbps，包转发率≥420Mpps。</p> <p>2) 固定端口：千兆电口≥48 个，万兆光口≥4 个。</p> <p>3) 配置万兆多模光模块≥2 个。</p> <p>4) 为了提高设备可靠性，配置模块化可插拔双电源。</p> <p>5) 支持 MAC 地址≥128K，支持 ARP 表项≥64K。</p> <p>6) 支持静态路由、支持 RIP、RIPng、OSPF、OSPFv3、ISIS、BGP 等路由协议。</p> <p>7) 支持 Vxlan 二层网关、三层网关，支持 BGP-EVPN。</p> <p>8) 支持 CPU 防攻击、动态 ARP 检测、安全启动、加密通信分析功能。</p>	台	2	
8	带外管理交换机	<p>1) ▲交换容量≥750Gbps，包转发率≥220Mpps。</p> <p>2) 固定端口：千兆电口≥48 个，万兆光口≥4 个。</p> <p>3) 支持 MAC 表项≥128K，支持 ARP 表项≥64K，支持 IPv4/IPv6 路由表≥4K。</p> <p>4) 支持静态路由、支持 RIP、RIPng、OSPF、OSPFv3、ISIS、BGP 等路由协议。</p> <p>5) 支持防 ARP 攻击、DOS 攻击、ICMP 防攻击、CPU 保护功能。</p> <p>6) 支持 SNMP v1/v2/v3、Telnet、RMON、SSHv2。</p> <p>7) 支持通过命令行、Web、中文图形化配置软件等方式进行配置和管理。</p>	台	1	

其他要求：

一、提供完整、可操作性强的技术实施方案（含工作时间及进度安排）及科学合理的售后服务体系。

根据项目需要，存储系统需具备以下功能：并提供 Demo 演示视频：

1. 数据同时同步到 3 个存储节点；

2. 当 1 个存储节点出现故障时，不影响数据使用；

二、为保障本项目系统上线稳定性，中标人须提供 1 年原厂驻场服务（驻场时间为每周工作日早上 9 点-下午 5 点），安排不少于 1 名项目经理和 1 名工程师作为驻场人员，对本项目所有设备提供现场服务。（提供承诺函并加盖投标人公章，中标人签订合同 5 个工作日内向采购人提供驻场人员名单和简历）