

基于纯IPv6构建分布式校际 数据中心：谋划、实施与展望

郑州大学信息化办公室、网络管理中心
河南省教科网、CERNET郑州核心节点

张子蛟

2025年12月



一、谋划

基于纯IPv6构建分布式校际数据中心

高校现有信息化建设模式之弊

01

每个高校独立建设，以自主管理和运营为主

02

学校不管大小和类别，都是“五脏俱全”

03

大部分学校都有数十个甚至数百个应用软件系统

04

有专门的数据中心机房、服务器和存储设备、管理和技术机构、人员和经费支持

05

从数字化转型的视角来说，信息化建设方面，每个学校都在重复建设，有些还是低层次重复建设

06

工业时代的产物

1

信息化设施、硬件和软件，甚至数据，随着需求的变化和技术的迭代，需要不断地投入和更新，占用巨大人力、经费和空间

2

高等教育数字化转型，必将导致高校信息化设施、硬件和软件，甚至信息化专职人员的全面迭代和提升

3

若各高校各自为战，由企业主导，将导致巨大的资金需求

4

很多高校办学资金本就不足，将导致大部分高校可能难以自行完成转型

5

具有挑战性，特别是人工智能及推理算力供给

思路：有组织的数字化转型



实现的基础

上述有组织的数字化转型实现的基础：

➤ **分布式校级数据中心**

一句话：基于纯IPv6把全省各高校的服务器连接成一个宏观的“192.168”网段

分布式校际数据中心：认知

多台位于不同高校（不同地理位置）的服务器或计算节点

1

通过网络连接形成一个逻辑上统一的数据中心

2

各学校作为应用和数据节点，实现校际间的能力共享、数据资源共享与协同计算

3



构建校际数据中心的问题与挑战

01

数据一致性与同步的高效率实现（节点间超大吞吐量数据传输）

02

NAT转换破坏校际数据中心节点的对等性

03

NAT转换破坏IPSec保护数据包的完整性（数据安全与隐私保护的有效实现）

04

轻便化的临时性服务节点的自动化创建与摘除的实现

05

网络层面实现业务细分

06

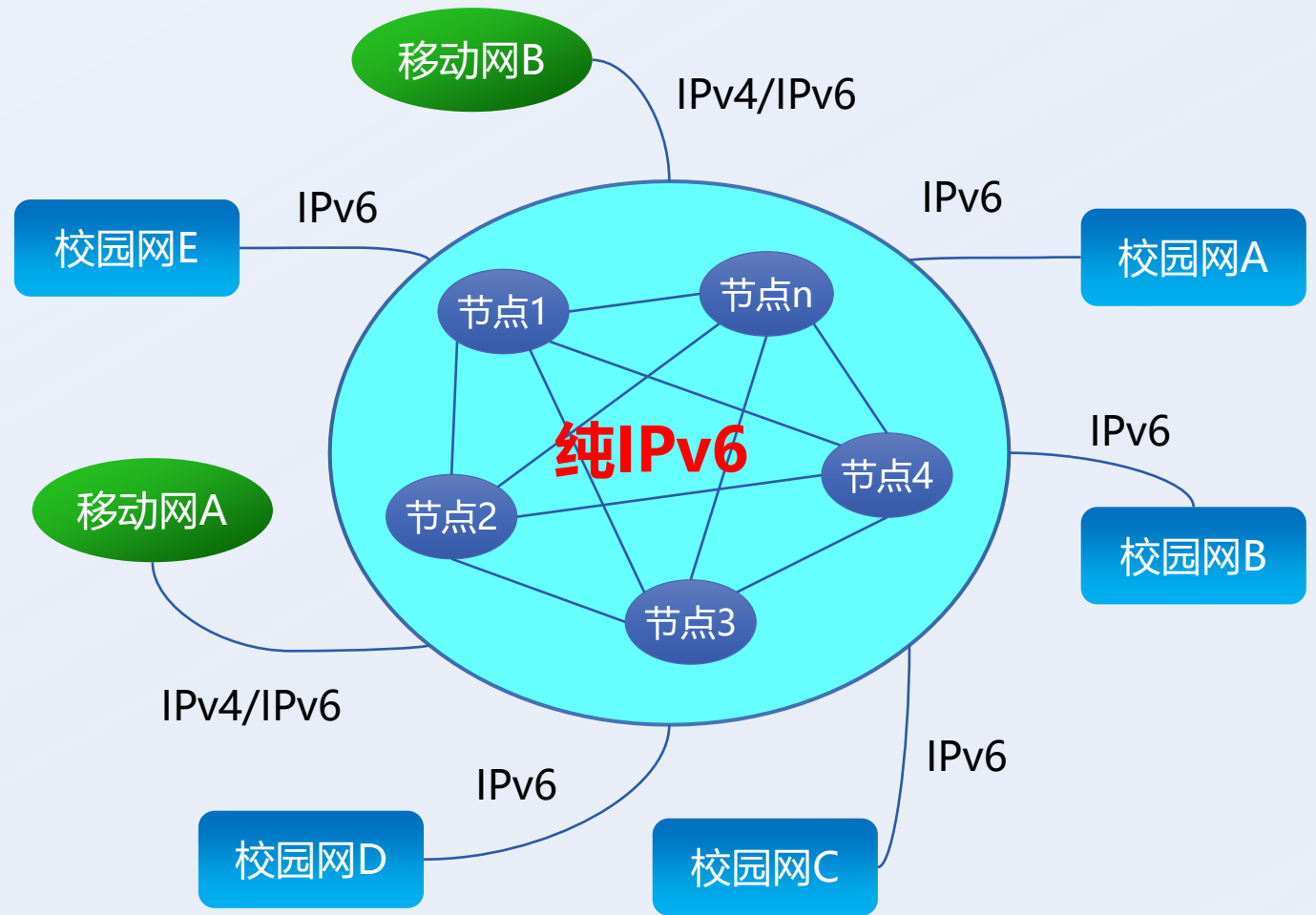
教学场景下视频切片的实时广播

问题解决的思路

充分运用IPv6自身的特质与优势

基于纯IPv6实现数据中心内部、各校节点的互连

前置消除分布式数据中心内部的IPv6网络配置的不确定性（例如MTU设置）



A close-up photograph of a network switch panel. The panel is dark with numerous ports. Several white Ethernet cables are plugged into the ports. The ports are labeled with numbers: 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, and 22. The cables are bundled together, and the overall scene is dimly lit, with a blue overlay on the left side.

二、实施与探索 (针对以上六个问题)

基于纯IPv6构建分布式校际数据中心

1.数据一致性与同步的高效率实现

01 基于确定的IPv6网络，实现节点间超大吞吐量数据传输

02 IPv6改变了数据传输和报文分割方式

03 理论上限：IPv6未严格限制MTU最大值，例如全链路配置MTU为9600字节

04 根据实际场景和业务需要，实现超过9600字节的MTU“巨帧”）

05 对网络进行定向配置，通过IPv6逐跳选项头（Hop-by-Hop Options Header）中的超大有效载荷选项（Jumbo Payload Option），实现传输超过65535字节的数据包

06 IPv6采用固定的基本报头结构，提高数据转发效率

数据一致性与同步的高效率实现



2.完整实现校际数据中心节点的对等可达性

01

充分利用IPv6**巨大的地址空间**

03

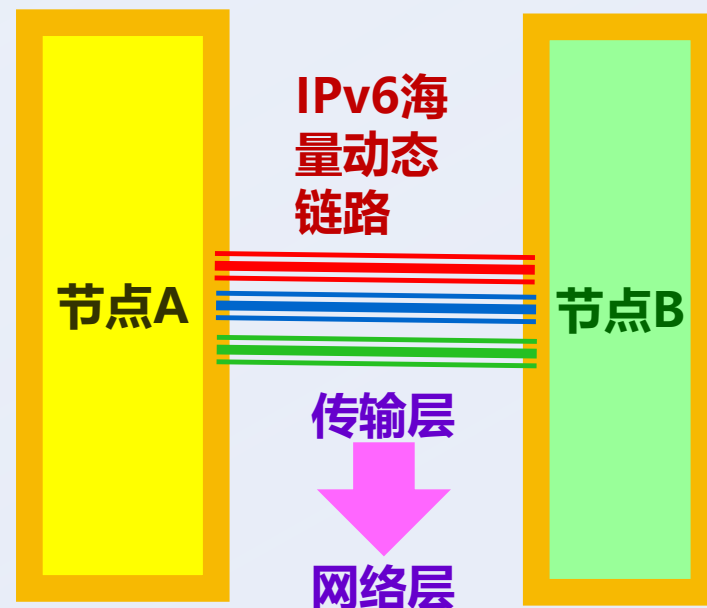
弃用NAT转换，
彻底解决NAT转换破坏
校际数据中心**节点的对等性的问题**

02

分布式数据中心中
所有节点均分配**足量IPv6地址 (/64)**

04

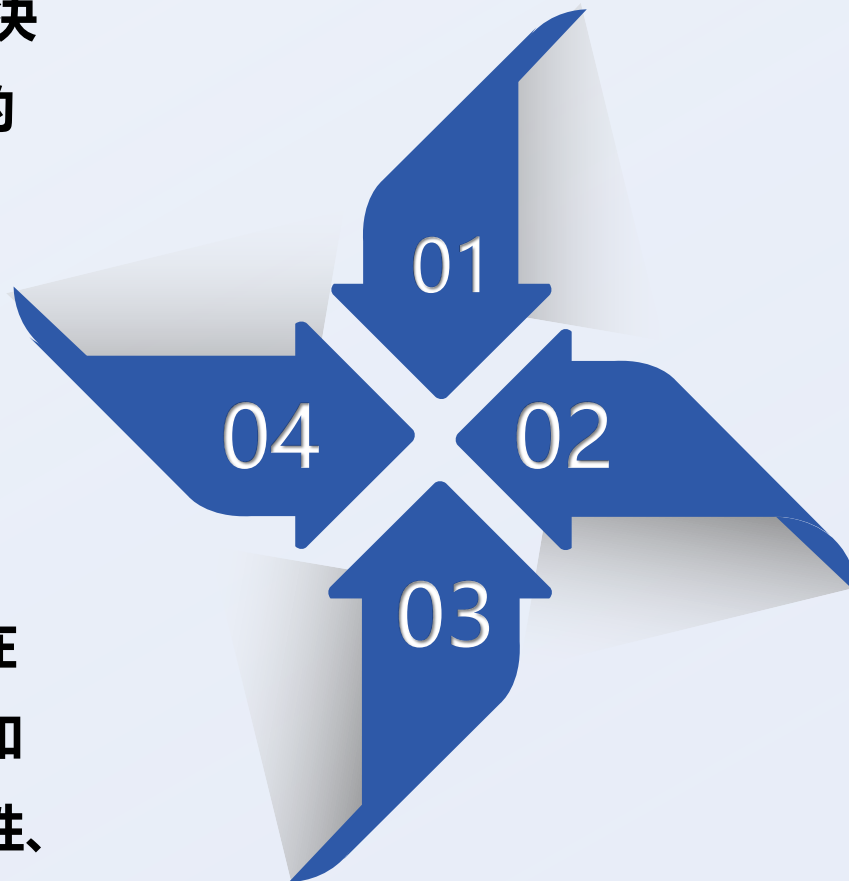
在服务器上动态为每一笔业务、对话
分配独立的IPv6地址，专用特定场景
的对等链路共享，实现节点协同工作，
提供更加**精细的支撑**



3.数据安全与隐私保护的有效实现

- ◆ 弃用NAT转换，彻底解决破坏IPSec保护数据包的完整性问题

- ◆ IPv6原生支持IPSec，在网络层对数据进行加密和认证，确保数据的保密性、完整性和真实性



- ◆ IPv4数据传输的安全性主要依赖于上层协议（如TLS/SSL等，应用层）来保障，下沉到IPv6传输层实现

- ◆ 为网络通信提供更高级别的安全保障（不用再破坏数据包）

4.云原生服务节点动态实现



IPv6同时支持状态化地址配置和**无状态地址配置**

IPv6丰富的地址资源和灵活的配置方式为**网络虚拟化**提供更好支持

IPv6的无状态地址配置 (**SLAAC**) 允许设备自动获取IPv6地址和相关网络配置信息, 而无需依赖外部配置服务器 (**DHCPv6服务器**)

探索基于IPv6的这一特质实现临时性服务节点的**自动化、轻便化**创建与摘除, 提高数据中心资源的灵活配置能力

IPv6提供更好的移动IP支持。动态节点可以在不同的学校网络间无缝切换, 并保持稳定的网络连接, 无需进行繁琐的地址配置和连接重建。基于此, 探索服务节点的**校园间漂移**

5.网络层面实现业务细分和QoS保障



IPv6协议流标签字段 (**Flow Label**) 可以更好地支持流量分类和优先级处理, 从网络层面实现业务细分和QoS保障



为不同类型的数据流提供**差异化**的服务质量保障



视频课程、视频会议、语音通话等实时多媒体通信应用中, 通过使用流标签, 网络设备可以识别这些**实时数据流**, 并给予它们更高的优先级, 确保音视频数据能够及时、稳定地传输, 提高通信质量



异地课堂交互场景, 能保证课堂的**实时性和互动性**。流标签可以帮助网络设备区分课堂交互数据流和其他数据流, 提升师生的体验



虚拟现实 (VR) /增强现实 (AR) 对网络带宽和传输质量要求极高。利用流标签, 网络可以为VR/AR数据流分配足够的带宽、**优化传输路径**, 确保用户获得流畅的沉浸式体验

6. 实现高水平、强能力视频教学场景

IPv6的多播 (**Multicast**) 允许一个源节点向一组对特定信息感兴趣的接收节点高效地发送数据包

IPv6的多播功能提供更多的多播地址空间和更完善的**多播路由协议**

视频直播、在线教育能够更高效在IPv6网络中传输数据, 减少网络带宽浪费, 提高数据传输效率和质量

高水平、强能力
视频教学场景

IPv6 的任播 (**Anycast**) 是一种一对多的通信模式, 允许将数据包发送给一组具有相同任播地址的节点中的一个成员

通过在**多个地理位置**部署具有相同**任播地址**的服务器节点, 当一个节点出现故障时, 路由器可以自动将数据包转发到其他正常运行的节点, 从而确保服务的持续可用性, 减少服务中断的时间

IPv6 的任播能降低延迟, 实现节点的负载均衡, 对内容分发网络 (CDN) **原生支持**

三、展望

基于纯IPv6构建分布式校际数据中心

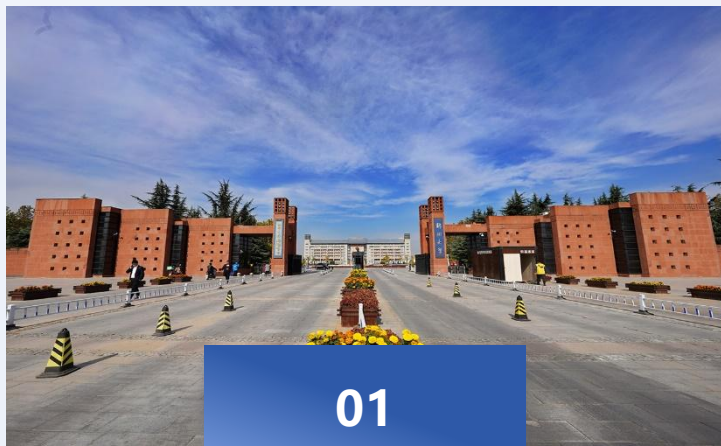


争取通过三年时间，在河南省部分高校构建分布式数据中心，支撑多校能力共享

在保证话语权和独立自主权的前提下

充分运用社会化体系、企业和成熟度高的产品、开源软件

实现多高校**分工协作、能力共享**



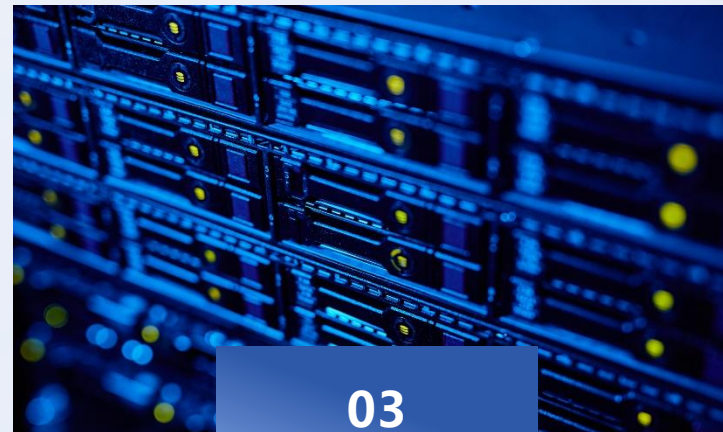
01

经过几年迭代，河南省大部分高校
基本不用再保留自己的
数据中心机房、服务器
和存储设备

基本不用再建设和维护自己专用的应用软件系统



02



03

仅保留少数运维校园网的技术人员即可
(也可聘请兄弟高校“校园网物业”实现)

期望的效果：31.31.3

31

大部分河南省高校
信息化工作人员减至原来的**三分之一**

31

每年的信息化建设和运营资金投入
减至原来的**三分之一**

3

信息化对教学、科研和治理支撑的效果增加到**三倍**


很多中小型规模的高校，甚至不用设置专门的处级信息化部门了
更多依靠社会化、体系化，依赖省际、校际协作的力量

一种可能的前景（桌餐模式，举例）

每个学校建设和运维两、三个系统，基于云原生和纯IPv6的分布式数据中心，实现能力共享


- 在线学习平台
- 人工智能中台
- 区块链中台

郑州大学




- 教务管理系统
- 后勤管理系统

河南大学




- 研究生管理系统
- 办公自动化平台

河南农业大学




- 国有资产管理平台
- 联邦身份认证平台

河南科技大学




- 站群管理平台
- 教学资源管理平台

河南工业大学




- 电子邮件系统
- 科研管理平台

华北水利水电大学




- 电子证书平台
- 学生工作管理平台

郑州轻工业大学




- 校友管理系统
- 安消一体化管控平台

河南理工大学




- 人事管理系统
- 餐饮管理平台

河南中医药大学



- 数据备份平台
- 校长信箱

信阳师范大学



.....

若拓展至全国范围内呢？

汇报完毕，希望梦想成真



郑州大学
ZHENGZHOU UNIVERSITY



河南省教育科研网

