

ICS 33.040.40

CCS L78

团 体 标 准

T/ZGTXXH 079—2023

网络 5.0 创新实验平台



体系框架

Network 5.0 innovation test platform :
architecture framework

中国通信学会
CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

2023-11-07 发布

2023-11-07 实施

中国通信学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 概述	2
6 网络创新实验平台的服务能力	2
7 网络创新实验平台的总体框架	3
8 网络创新实验平台的功能要求	4
8.1 物理连接	4
8.2 用户试验网络定制	4
8.3 功能开发支持	4
8.4 试验验证服务与支撑	5
8.5 网元运行态软件管理	5
8.6 网络资源及状态监控	5
8.7 用户与权限	5
附录 A（资料性）确定性网络实验案例	6
A.1 确定性软转发测验案例	6
A.1.1 案例描述	6
A.1.2 平台需求描述	6
A.2 确定性组网集成测试	7
A.2.1 案例描述	7
A.2.2 平台需求描述	7

前 言

本文件依据GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国通信学会提出并归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、网络通信与安全紫金山实验室、电子科技大学、北京邮电大学、华中科技大学、中国移动通信集团有限公司、中国联合网络通信有限公司

本文件主要起草人：张杰、许都、张晨、刘辉宇、田野、杜宗鹏、吴斌伟、赵芷晴、聂秀英、张坦、罗龙、孙罡、张进、李晴、王文东、张宇超

本文件为首次发布。



中国通信学会
CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

引 言

网络5.0作为面向2030演进的未來数据通信网络架构，基于新应用与新业务的接入和承载需求，在继承IP优势基础上，协同管理、控制和数据面，连接分散的计算、网络和存储等资源，构建一体化的新型ICT基础设施，向各相关产业提供网络能力、计算能力及数据能力服务，并使其更加有效地满足万物互联、万物智能、万物感知的需求。

网络5.0采用“有限目标，分段演进”的技术发展路线，从宏观层面的体系架构，多平面功能，以及接口协议等多种粒度开展研究。相应地，网络5.0 试验与验证工作涵盖网络层的各个方面，需要构建一个具有一定规模的易用、高效、低成本的实验平台支持这种多层次联合创新过程中持续迭代的实验验证活动，集成联合创新成果，提升验证的有效性，加速网络创新。

本文件结合网络 5.0 创新需求以及实验平台建设，规范网络 5.0 创新实验平台体系框架，主要包括网络创新实验平台的总体框架，服务能力要求和功能要求。



中国通信学会

CHINA INSTITUTE OF COMMUNICATIONS

网络 5.0 创新实验平台 体系框架

1 范围

本项目结合网络 5.0 创新需求以及实验平台建设,规范网络 5.0 创新实验平台体系框架,主要包括网络创新实验平台的总体框架,服务能力要求和功能要求。

本项目适用于网络创新实验平台的设计、部署与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

T ZGTXXH 035—2022 网络5.0应用场景
 T ZGTXXH 036—2022 网络5.0总体技术需求
 T ZGTXXH 037—2022 网络5.0体系架构框架
 T ZGTXXH 039—2022 网络 5.0 协议架构
 T ZGTXXH 043—2022 网络 5.0 内生安全架构
 T/ZGTXXH 044—2022 网络5.0资源管控架构-有限类资源管控

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网络 5.0

网络 5.0 作为面向 2030 演进的未來数据通信网络架构,基于新应用与新业务的接入和承载需求,在继承IP优势基础上,分阶段逐步引入智能化、确定性、灵活寻址、内生安全和差异化服务等能力,协同管理、控制和数据面,连接分散的计算、网络和存储等资源,构建一体化的新型 ICT 基础设施,向各相关产业提供网络能力、计算能力及数据能力服务,并使其更加有效地满足万物互联、万物智能、万物感知的需求。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CENI	未来网络试验设施	China environment for network innovations
CPU	中央处理单元	Central process unit

ICT	信息通信技术	Information communication technology
IT	信息技术	Information technology
IP	互联网协议	Internet protocol
JSON	Javascript对象表示	Javascript object notation

5 概述

经济社会发展对网络提出新需求，其中提供端到端寻址、路由与转发的数据承载网络在确定性、安全性、广域虚拟网、广域组播等多方面的能力缺失需要网络演进与创新。网络 5.0在现有IP网络协议基础上，基于“以网络为中心、能力内生”的核心主旨，通过打造新型网络协议体系，赋予网络确定性、可信、空间主权等属性，连通分散的计算、存储及网络等资源，使网络具备按需可达、就需服务、确权管理、安全可信等内在能力，构建一体化的ICT基础设施。

面向网络5.0应用场景（参见T ZGTXXH 035—2022），T ZGTXXH 036—2022规范了网络5.0总体技术需求，需求涵盖内生安全可信、确定性网络、资源的感知和管控、通量新传输层、多语义多标识等多个方面。进一步地，网络5.0在总体方面提出了新的网络体系架构（参见T ZGTXXH 037—2022）、协议架构（参见T ZGTXXH 039—2022）、内生安全架构（参见T ZGTXXH 043—2022）、面向大网环境的网络5.0有限类资源管控架构（参见T/ZGTXXH 044—2022）等，并开展了与之相适应的标识与编址，接口与协议的研究。

相应地，网络5.0 试验与验证工作涵盖网络层的各个方面，需要构建一个具有一定规模的易用、高效、低成本的实验平台支持这种多层面联合创新过程中持续迭代的实验验证活动，集成联合创新成果，提升验证的有效性，加速网络创新。因此网络5.0 创新实验平台需要：支持多样性的验证需求；提供功能与性能验证能力；提供用户定制化能力，支持自动化部署；持续演进能力。

从而，平台可以更好地支撑网络5.0 等网络层创新，提供功能评估和性能评测；支撑网络联合创新，包括从开发到实际应用部署前多阶段持续迭代实验验证，提供版本汇集与管理、编译服务等，加速网络创新。

6 网络创新实验平台的服务能力

网络创新实验平台的服务能力主要包括：

（1）多样化验证能力

面向用户，平台支持网络规模、编址方案、标识机制、网络协议、网元种类等多样化集成实验需求；支持物理和虚拟待测网元；提供多样化测试工具与典型应用参与验证；支持从微秒量级，毫秒量级等多延迟等级的链路资源；支持多域组网。

（2）底层资源确定性供给能力

试验验证平台不仅提供功能验证，还提供性能验证。确定性是创新网络的重点特征，作为实验平台，平台内部提供资源及其连接需要具备更严格的确定性，保障测验的准确性和有效性。这样不仅要求IT资源的确定性供给，如明确的CPU、内存、存储等，还要求网络资源，特别是实验拓扑中用于连接虚拟/物理节点的连接具有严格的质量保障，提供接近于物理直连的通信能力。

（3）用户定制化能力

平台应提供服务接口帮助用户快速方便地构建验证拓扑。平台应支持支持多样化需求表达的用户接口和界面功能，接收多样化的需求，按需选择资源，完成自动化的部署。定制内容包括定制网元功能及

接口、以及验证工具到典型应用，以及之间的连接关系，构成可视化地网络拓扑等等。

(4) 持续创新能力

平台提供面向用户试验过程的过程管理支持，包括网元功能的编译，拓扑信息版本管理，降低创新者繁琐的重复性工作，有效地支持网络创新。

实验用户利用上述平台服务能力，在其授权范围内，利用平台界面创建实验，在界面中拖拽节点，绘制节点间连线，定制所需网络拓扑。进一步地，用户细化节点功能和规格，如选择成型（已虚拟化完成）虚拟网元或者物理网元；对于非成型虚拟节点，用户可以配置 IT 资源参数，如 CPU 核数，内存及存储规格；选择具有特定网络功能的镜像等。用户还可以指定链路规格，如 50km 链路，跨域链路等。

待用户完成所有定制后，平台将基于这些定制条件，用户授权，以及当前可用资源情况，采用性能敏感/不敏感等策略选择平台资源；配置平台连接设备，建立拓扑连接；加载软件，最终完成拓扑部署。

用户在平台成功部署的拓扑上进行相关实验，在实验过程中，用户可借助平台实验辅助工具获取平台收集的数据，进行相关结果分析。用户还可以通过平台更新相关功能软件，编译软件，将执行软件加入功能软件池中，通过加载拓扑中相关节点的更新功能软件，完成拓扑更新，开展迭代的测验工作。

7 网络创新实验平台的总体框架

网络 5.0 创新实验平台采用 3 层的架构（见图 1），包括基础设施层，实例资源仓库，创新服务层，最终服务于网络创新，支持从体系架构、网络协议与关键技术、网络设备与系统等多层面的验证。

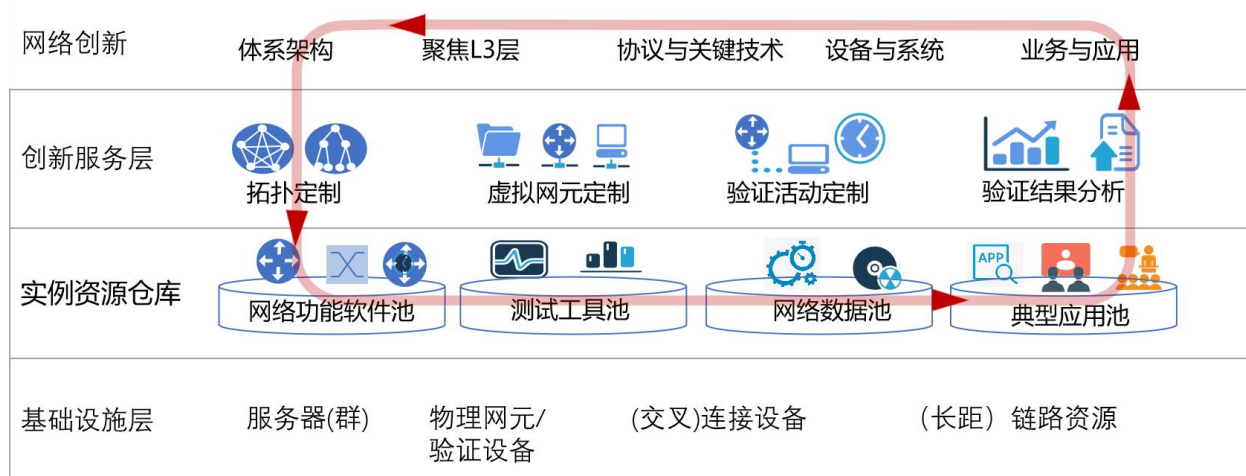


图 1 支撑网络创新的实验平台基础框架

基础设施层中主要包含 IT 基础设施以及多类型的链路资源，提供 IT 资源和基础的本地与长距连接。例如未来网络试验设施（CENI）提供的部分长途光链路资源。基础设施层还包括是有用于测验的第三方物理或虚拟的应用/测试设备等，以及连接基础设施层中设备的交叉连接设备。最终，形成种类丰富的基础资源池，满足试验验证过程中在地理空间、资源类型、试验规模等多样化需求。基础设施层提供开放接口用于对外提供资源管理。

实例资源仓库主要用来汇集网络功能软件，并提供试验验证活动中用到的通用/特色测试工具、网络试验数据以及典型应用等。

创新服务层则是通过用户界面及接口等多种方式允许用户在网络拓扑、虚拟网元、验证活动以及结果分析等定制，基于用户的定制化需求进行基础设施层资源、实例仓库中实例（网络功能软件、测试工具、应用等）调度，实现自动化部署、加载等，同时监测/记录基础设施层资源使用与状态数据，提供

实验运行数据访问。

8 网络创新实验平台的功能要求

8.1 物理连接

- 平台提供 10G 物理链路用于基础设施层设备物理连接，提供长距 10G 链路资源用于跨域连接。
- 支持网元间连接的定制能力，支持自动化开通。
- 提供物理连接状态监测能力，提供连接状态、流量统计。

8.2 用户试验网络定制

(1) 拓扑生成与修改

- 提供界面，允许实验员用户绘制实验网络拓扑，如采用拖放等方式选取不同类型图例代表不同类型节点，调整节点位置；利用连线方式连接节点等。
- 提供若干典型网络拓扑的自动生成，如提供线形、网格、树形、星形等拓扑模板，提高用户拓扑绘制效率。
- 提供图形化拖拽、手动参数调整等方式供实验员用户调整网络拓扑，可实现节点及连接关系的增删改操作。

(2) 节点、链路特征配置

- 提供界面允许用户在绘制的拓扑中对网元的属性参数进行配置、调整等。
- 借助拓扑描述文件，用户可直接修改文件从而实现对特征参数的配置、修改。
- 节点特征包括但不限于节点所用 IT 资源，如 CPU 核数、内存、存储、物理端口。
- 节点功能类型，指定节点运行态软件，如镜像软件包等。
- 链路特征，包括但不限于以下属性，如链路时延级别，链路是否允许多段连接，是否支持时戳功能等

节点与链路特征参数具体定义不在本文档范围。

(3) 拓扑描述文件

- 提供文件读写接口，允许用户导出不同阶段（如绘制阶段、可部署阶段）的拓扑描述文件，允许用户导入拓扑描述文件。
- 拓扑描述文件，应包含基本的拓扑信息，即节点和连接关系；可包含完整的节点、链路特征信息等。
- 拓扑描述文件可采用 JSON 或 YAML 等语言来描述和主要参数定义。

(4) 拓扑状态显示

- 用户通过文件导入或绘制方式输入拓扑后，可执行校验、部署操作；部署完成则表明用户定义的网络拓扑已在平台上实际部署，即节点已创建、节点已加载预设的镜像文件、节点间定义的连接关系已建立，且该二层连接的带宽、时戳能力、跳数限制等均满足用户对连接属性的要求。
- 用户可通过管控窗口查看拓扑状态以及细化的端口状态、资源使用情况等。

8.3 功能开发支持

功能开发支持旨在提供方便、系统的开发环境，帮助网络5.0创新者快速迭代研发与验证，可包含以下功能：

- 支持软件代码的管理和配置，包括但不限于：代码存储、版本控制等。
- 支持自定义开发环境，如以镜像方式提供可自定义的开发环境。

8.4 试验验证服务与支撑

实验平台提供实验验证服务，帮助用户完成试验验证。平台提供常用试验工具，第三方应用等，提供位置、层面等可定制的测量与统计能力，可提供指标可视化工具，以图表形式呈现不同测量结果、和指标对比等。

- 在测试验证工具方面，平台提供物理或者是虚拟形态的网络试验工具，如流量生成、注入与测量工具，这些工具作为一种特殊的网元在拓扑定制中引入，并定制连接关系。可提供界面、模板等方式，帮助用户快速、方便地使用工具。
- 提供第三方验证类应用用于试验验证。这些应用可以以特殊类型网元在拓扑定制中引入，并定制连接关系。可提供界面、模板等方式，帮助用户快速、方便地使用应用。
- 汇集测量监测点数据，提供数据的临时存储、统计。

8.5 网元运行态软件管理

- 运行态软件，可以是镜像、安装包等形式，是虚拟网元设备的功能软件及其支撑软件。支持运行态软件生命周期管理。支持基于镜像进行虚拟机的分发和部署、镜像文件导入和导出、从虚拟机克隆或转换生成镜像等。
- 平台具备运行态软件的可靠存储，并提供上传/下载功能。
- 提供接口允许用户在拓扑定制阶段指定节点镜像文件时可以选择已上传的运行态软件。

8.6 网络资源及状态监控

平台提供整个平台的资源与状态监控功能，用于平台日常维护和资源规划：

- 提供平台内基础设施层物理资源的组网呈现，资源清单及其使用情况，资源统计及其可视化呈现等。
- 提供数据历史记录查询等。

8.7 用户与权限

- 支持用户的注册、注销、信息修改、密码修改/重置，支持用户状态设置、用户信息查询等操作；
- 支持对用户分类并分级管理，支持将管理员划分为多个用户组，不同用户组的用户拥有不同的操作权限；
- 支持用户与特定范围资源的绑定，资源范围支持域级别的划分。



附录 A (资料性) 确定性网络实验案例

A.1 确定性软转发测验案例

A.1.1 案例描述

用户A开展了三层的流量整形、队列调度等确定性转发技术研究，以适应城域和广域场景，降低全网时钟同步要求。期间，开发了周期循环排队转发（CSQF），基于信用的流量整形等软件模块，并进行了小规模本地环境下的功能和基础转发性能验证，需要利用平台进行城域/广域环境下端到端能力验证。

实验用户实验前准备：

- 新确定性转发功能的镜像软件（sR）；
- 用户自带的测试工具镜像软件（sT）；
- 实验方案（拓扑，配置参数，测试方法等）
- 对平台要求：图 A.1 中 R1-R2 的链路为城域或广域链路。



图 A.1 实验拓扑示意图

用户获取网络资源授权。登陆平台，新增并上传sR，sT镜像；创建实验，绘制如下拓扑：并指定链路为50km链路，通过自带测试工具测试不同对队列调度下的转发能力，通过更改链路特征为跨域（北京-武汉，北京-深圳等），开展广域场景下的对比实验。需要注意的是，更改链路类型，会导致资源重新分配和部署。

A.1.2 平台需求描述

平台关键需求包括

(1) 基础设施层

- 提供多种链路资源，如室内 50km，城域（20km~50km），广域（~1000km, 1000km+等）链路；
- 提供链路类型的在线可选；
- 提供链路独享，虚拟机网卡直通模式等，提供近似直连的通信能力。

(2) 创新服务层

- 提供界面允许用户输入实验拓扑，如在界面中拖拽节点拓扑绘制，或者遵循用户实验拓扑信息模型，编制拓扑文件；
- 定制网元参数（如使用的镜像），选择链路类型；
- 根据用户输入，选择符合要求的 IT 资源和连接资源；
- 以实验网络为整体进行部署与加载；
- 提供网络数据池中的实验数据查询。

(3) 网络功能软件池

- 提供镜像软件的新增、删除、选择、加载；
- 平台可提供授权功能，允许用户选择自己上传的镜像软件是否可以开放给其他用户使用。

(4) 网络数据池

- 接收/存储来自实验过程中采集的链路统计数据等。

A.2 确定性组网集成测试

A.2.1 案例描述

用户A研发的确定性软转发虚拟设备相对成熟，需要与合作单位B的确定性物理设备互联互通，进行组网验证。

实验用户实验前准备：

- 虚拟网元镜像软件（sR）；
- 合作单位B的物理设备1台，含4x10G口；
- 实验方案（拓扑，配置参数，测试方法等）；
- 对平台要求：图A.2中 R_A1-R_B 和/或 $R_{A2}-R_B$ 链路为城域或广域链路；第三方数据网络测试工具（3x10G接口）。

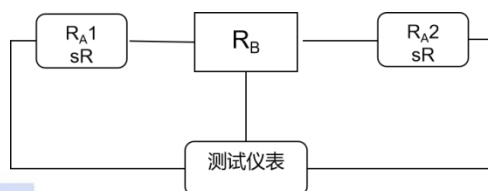


图 A.2 实验拓扑示意图

平台将RB设备业务端口接入到交叉设备，并记录交叉设备所用端口，录入该物理实验设备（如取名为 $DUTR_B$ ，管理口接入到平台实验用户管理网。

用户A重新建立一个实验，输入如图A.2拓扑，其中，指定 R_B 为 $DUTR_B$ ；根据平台指示，操作测试仪表发起测试。用户还可根据测试需要，更改链路（如 R_A1-R_B 、 $R_{A2}-R_B$ ）类型为50km链路，或者更改链路特征为跨域（如北京-武汉，北京-深圳等），开展广域场景下的互通实验。同样地，更改链路类型，有可能导致资源重新分配和部署。

A.2.2 平台需求描述

平台具备关键需求，除了A.1.2列出的需求外，还包括

- (1) 基础设施层
 - 支持物理参验设备组网，提供参验设备管控面访问能力；
 - 支持物理/虚拟测试工具组网，提供物理/虚拟测试工具管控面访问能力。
- (2) 创新服务层
 - 提供界面允许录入新增加的参验设备，允许拓扑定制中使用新增参验设备，提供机制访问参验的物理设备；
 - 允许拓扑定制中使用平台提供的测试工具，提供机制便于用户使用测试工具。