



5G 先锋

NFV 系统集成白皮书

目 录

1 引言	3
2 虚拟化演进及挑战	3
2.1 虚拟化技术演进	3
2.2 运营商网络发展	4
2.3 虚拟化集成挑战	5
3 虚拟化集成解决之路	6
3.1 集成之本：流程规范化	6
3.2 集成之根：数据标准化	7
3.3 集成之魂：集成自动化	8
3.4 集成智能化	11
3.5 共建，共享，共赢	12
4 中兴通讯电信云集成中心	13
4.1 电信云集成中心简介	13
4.2 电信云集成中心蓝图	13
4.3 电信云集成中心技术架构	16
4.4 电信云集成中心运作模式	17
5 结论	19

1 引言

电信网络发展至今，历经了专用硬件时代，虚拟化时代，云化时代，而今，即将迈入云网融合时代。如何选择兼顾经济效益和性能领先的 5GC 网络建设方案，实现业务快速上线，提供卓越的用户体验是商业成功的关键。

受 NFV 及开源 IT 技术的影响以及多样化业务的驱动，网络虚拟化期望给电信运营商带来建设成本的降低和业务的灵活性，但同时也在网络集成和运维上也相较过去增加了新的需求和挑战，需要电信运营商、设备供应商以及系统集成商共同研究，让虚拟化电信网络真正成为一张快速集成、便捷运维的网络。

NFV 系统集成白皮书编写的目的，主要是阐述中兴通讯对如何建设 NFV 网络，实现快速集成的理解，在面向 NFV 网络未来演进的过程当中，NFV 系统集成又将如何开展，也将在本文当中作一些探讨。

2 虚拟化演进及挑战

2.1 虚拟化技术演进

在 3GPP 以及 ETSI 标准组织倡导下，电信运营商网络从 4G 网络开始引入 SDN、NFV 等虚拟化技术，促使电信设备由传统的单厂商、专有设备的“竖井式”布局逐步向基于通用服务器硬件、垂直分层解耦和水平分布式架构方向进行演变。

2020 年 6 月，5G R16 标准冻结，标志着电信运营商网络在 5G 行业应用上的能力得到增强和扩展。5G 切片、MEC 等技术逐渐进入行业视野，轻量化 APP 凭借虚拟化技术可以更易于部署在网络边缘，进一步降低了网络时延，提升终端的使用体验。

面向数字化 ICT 服务转型，电信网络正在面临前所未有的重构，微服务化的组件设计、IP 可达的轻量级 API 调用、服务实例的统一注册和发现，以及无状态的业务和数据分离等

云原生技术的实现，能够低成本快速适应、不断创新去适应不同行业的差异和变化。



2.2 运营商网络发展

为了适应数字化转型的行业需求，国内外电信网络运营商结合自身的经营状况进行着虚拟化网络的建设，不同运营商建设思路也不同，大致可分为以下三类：

1. 欧美大国大 T 集团，比如法电、沃达丰、TEF 等电信运营商，则倾向于采用分层解耦方案，其中虚拟层选用独立 IT 设备厂家比如 Redhat、VMware 等的云平台系统及虚拟化软件，基于此灵活部署电信设备厂商的电信类网元及第三方 APP。试图通过这种集成方案来充分挖掘虚拟化技术带来的红利，减少厂商绑定，更好的降本提效，实现业务创新。通过实际项目落地发现，IT 厂商的云平台需要匹配典型电信场景下高性能、高可靠性的网元建设需求，实现商用部署仍然依赖厂家或者集成服务商提供专业的集成能力；
2. 国内三大电信运营商，在 4G 物联网和 NFV 试点项目当中采用了三层解耦的集成方案，但在大规模虚拟化建设项目当中依然采用了二层解耦、软硬分开的建设方案，主要原因还是因为三层解耦的建设方案在架构和运维方面成熟度依然不够，当前阶段仍不太适合规模化的部署；

3. 实现区域化经营的大中型电信运营商，比如 AMX、VEON、H3G 等，汲取国际其他主流运营商的经验和教训，在实际项目落地时采取了相对务实的建设方案，由电信设备厂商先完成从底层硬件、虚拟化软件、云管平台和电信类网元的端到端建设，基于此再陆续集成第三方网元。

2.3 虚拟化集成挑战

随着 NFV 技术的发展和接口标准的规范化，NFV 网络建设按照同厂家建设->二层解耦->三层解耦->全解耦的方向演进，解耦程度越来越高，多厂家集成，以及提高自动化程度将是 NFV 系统集成面临的主要诉求。

一方面，目前国内外运营商在建设云化资源池时，交付周期长、效率低、出错概率高的问题仍普遍存在。为了解决这些问题，国内外运营商纷纷成立开放实验室，组建集成团队，开发自动化工具，逐步提高 NFV 集成的效率，为构建高质量的 NFV 网络进行积极的探索，寻找符合本身发展的集成新模式。

另一方面，NFV 网络涉及的组件多，频繁版本变更导致的持续集成验证，也是 NFV 集成面临的问题。随着国内外 NFV 网络商用部署的加快，很多运营商已经着手 CI/CD 的研究，引入自动化流水线，通过持续集成模式来解决问题。

综上所述，虚拟化网络转型期间，规模商用项目建设和集成期间，通常会面临如下几种挑战：

1. 跨厂商集成复杂度高

- 多厂商、分层解耦架构带来大量跨厂商互操作和集成工作
- NFV 资源池建设涉及硬件、软件、集成商等众多家厂商
- 在 NFV 测试、试点中，与跨厂商集成相关问题数量占比多达 60%以上，且耗时较长

2. 大规模集成难度大

- 资源池云化后，大量内部接口需要在现场完成配置和对接，集成工作量巨大
- 单资源池服务器规模达上千台、交换机上百台、约 1 万+项配置，1 万+项接口检查，上万条连线检查，全量检查工作量大
- 根据估算，1000 台服务器的资源池采用传统手工集成方式，耗时约 7-8 个月

3. 集成质量无法保证

- 由于虚拟化和分层解耦，测试内容较传统网元测试增加了虚拟层和 MANO 等大量测试内容，测试量激增
- 厂商工具更多侧重于自有产品测试，缺少跨厂商系统级别测试，且中立性无法保证
- 运营商具备 NFV 相关知识、且具备集成管理和测试经验的人员仍较少，无法有效保证集成项目的交付质量。

3 虚拟化集成解决之路

3.1 集成之本：流程规范化

3.1.1 集成流程设计确保集成质量有依可循

如果作为首要集成商（Prime Service Integrator）负责一个端到端的集成项目，通常需要经过需求搜集、概要设计、详细设计、集成构建、测试、业务上线、转移、关闭八个项目阶段，覆盖架构设计、技术选型、应用集成、业务流程设计自下而上四个层面的方案设计，所以需要从宏观角度构建一套全局的集成方法论来端到端管理、监控、指导 NFV 项目交付甚至包括运维能力建设。

集成流程结合上述集成方法论，进行规范化的设计，确保集成过程中没有盲点，集成质量可以保证。集成流程设计环节需要重点关注两个方面的内容：第一点是集成技术方案的实

现层面，主要包括硬件资源设计、网络方案设计、业务资源规划设计、功能性设计、可靠性设计、稳定性设计、安全性设计等。基于充分理解客户需求和各组件的对接特性，将集成产品的性能、维护便利性达到最优。第二点是如何通过检查、测试、验证流程去佐证方案的能力，锁住集成质量，目前依赖设备商自查和运营商测试的手段还不足，需要借助自动化测试工具、CI/CD 等手段持续优化和丰富。

3.1.2 流程持续优化，加快集成交付效率

通常情况下，NFV 集成交付项目因涉及多厂商多组件对接联调，问题多，时间紧，需要做好流程的持续优化。结合项目实践，可提炼出项目中的几个方面的优化方向：

1. 流程并行化操作：对流程当中的关联操作进行梳理，区分强关联和弱关联，对互不影响或者关系影响不大的集成操作，可以考虑尽可能的并行，特别对耗时长的操作，需重点关注和优化，从而缩短整个交付周期，比如硬集连通性测试通过后软集提前进场、软集分阶段池化网元提前进场等。
2. 配置前置：硬件配置定制化，根据 NFV 项目方案设计的需求，可建议设备厂商在硬件设备出厂前完成软集所需的所有配置，现场只做检查和校验的工作。
3. 实验室预验证：对跨厂商对接、集成测试等操作，提前在实验室环境完成预集成和验证，尽早识别集成问题并加以解决，减少现场适配难度。
4. 预集成方案打包和批量下发：对于存在大规模、多数量的资源池集成交付的场景，通过构建预集成中心，将集成产品提前完成预集成，并将集成方案整体打包下发给所需的资源池，降低现场集成的工作量。

3.2 集成之根：数据标准化

3.2.1 统一集成 LLD 数据是实现多厂商 CI/CD 自动化水平的基础

当前阶段不同厂商的 LLD (Low Level Design) 数据主要是为了满足自有产品的部署

和配置需求，并没有考虑三层解耦异厂商对接场景。而为了提升集成交付效率，运营商希望通过构建 CI/CD 环境集成多厂商的组件，利用自动化的手段推动部署、测试和交付。基于这样的背景，需要将集成过程中涉及的硬件、软件、网络等详细规划、配置信息都形成统一的标准或者模板，这样才能便于传递集成需求，全面掌握实际网络的配置信息，同样有利于后续的操作运维。

3.2.2 倡导集成数据标准化、接口标准化成为主流运营商的共同诉求

2019 年 9 月，LFN 正式发布其 OPNFV 认证项目(简称 OVP)与 GSMA 联合成立的通用 NFV 基础设施工作小组(Common NFVi Task Team，简称 CNTT)首批规范，AT&T、Vodafone、Verizon、中国移动等主流运营商共同推进运营商统一集成数据标准化和接口标准化，其宗旨是建立 NFVi 层统一参考模型、体系结构和 NFVI& VNF 验证生命周期，以降低成本，缩短上市时间并降低电信运营的复杂性，从而受益于更广泛的社区。

从电信行业整个产业链来讲，集成数据标准化确实有利于集成资源模型、集成用例、集成工具、配置文件等集成资源的抽象和提取，方便运营商构建统一的资产库，以此为基础，快速搭建 CD/CD 环境，调用资产库当中的部署网元并完成相应的测试，输出测试报告，保障测试的中立性和准确性。

3.3 集成之魂：集成自动化

3.3.1 集成交付自动化，减少人工误差，并提升交付效率

3.3.1.1 规划设计

NFV 网络的复杂性决定了网络设计的难度。通常，NFV LLD (Low Level Design) 网络设计工作需要涉及数据表数十张，参数上千个，且各个表数据之间存在错综复杂的内在逻辑关系。在人工规划的模式下，规划设计人员需要具备丰富的实战经验和高等级的技能要求。即便如此，人工模式也不可避免会遭遇耗时长和易出错的问题，给后续的网络建设和部署带

来排障困难和工期延长的困扰。

自动化规划设计工具是基于解析 NFV 网络规划设计 workflow，通过对完整的 LLD 设计过程，包含集成设计需求量化、非功能需求确认、项目范围/约束/依赖输入、配置清单输入、命名规划、计算资源规划、网络资源规划、存储资源规划、云管理规划、端到端可靠性规划和端到端安全性规划等各个阶段的工作内容进行解析，判断该阶段是否可以用自动化工具来提效。通过自动化规划设计工具贯穿规划工作的完整业务流，帮助简化设计难度、缩短设计工期同时提高设计的精准度。

3.3.1.2 安装部署

NFV 网络部署内容多且涉及面广，整体部署过程包括 BoQ 确认、DC 环境信息收集、硬件组网配置、COTS 集成安装、Cloud OS 集成部署、MANO 集成部署及 APP Onboarding 等环节。整个过程涉及到的组件数量多、配置对象参数多且操作步骤繁琐，导致整体部署周期非常长，往往耗时数月。

针对三层解耦的多厂商集成场景，单厂商的自动化部署工具往往只能覆盖自有产品和组件的部署，无法贯穿整个部署环节。从运营商的角度来说，这点显然无法接受，每个厂商在实现各自产品部署上虽然有不同解决方案，但对外可以采用 RESTful API 这种轻量化的接口实现异构厂商组件部署的调用，从而提升部署环节的自动化水平。

3.3.1.3 测试验收

NFV 网络由多个硬件和软件厂商集成形成的产品，相比传统厂商专有设备，增加了虚拟化层、云平台、MANO 等不同虚拟化组件，也新增了大量测试用例用于检测虚拟化特性、LCM 管理、编排等虚拟化功能。如果采用人工测试的方法，测试人员不仅需要熟悉 NFV 架构，具备 Linux、云计算相关的维护、脚本配置的经验，同时还需要花费大量的时间和精力用于和各厂商测试工程师沟通，协同完成测试所需的每个步骤。在面对大规模、多 MV 集成

场景下，这种方式是非常低效的，无法满足运营商高效集成的需求。

而当前的自动化测试工具主要用于厂商自有产品测试，相对缺乏中立的跨组件测试的自动化工具，要解决这个问题，需要运营商搭台和厂商一起共同构建自动化测试框架。2020年5月，中国移动联合 AT&T、Vodafone、Orange 等多家运营商，以及 Intel、爱立信等多个厂商，共同主导 OPNFV2.0 转型方案，倡导 NFV 由平台创新走向集成创新新阶段，共同推动接口测试自动化工具和框架开源。

3.3.2 集成自编排，实现集成流水线，快速流转

集成自编排依托自动化集成平台通过配置、执行、监控三个步骤实现流程自定义，形成集成自动化的流水线。

自动化集成平台实现控制与执行分离，控制层负责统一管理资源模块，如版本镜像、部署工具、测试工具、配置脚本等，对资源模块进行发现或者注销，并基于不同项目需求创建项目库，完成集成流程文件的配置，流程文件保存后自动将处理流程部署在后端的流式处理引擎上，即将前端的配置信息转化为后端的执行单元，调用控制层注册的资源模块，将之分配到执行层进行自动化集成操作。集成过程中的日志也根据配置文件完成采集方式的设置，由定义的采集点进行抓取，通过 API 接口获取并展现到监控页面上，实现对集成过程的监控。

由于整个过程可以通过可视化界面进行操作，可以大大改善自动化集成平台的可用性，管理到不同的集成场景。

3.3.3 软件定义集成，实现集成交付的打包和分发

集成交付自动化和流程自编排主要提升了集成操作的自动化，那么软件定义集成 (Software defined Integration) 则是从更加宏观的角度去考虑集成方案如何构建和实现

的。当前主流的运营商都在尝试构建适合自己网络特征的 CI/CD，实现虚拟化网络的可持续化集成和运维。

软件定义集成在实现上，通常采用 master-slave 的架构，预集成中心作为 master 局点，收集 NFV 网络的集成需求，对所有异厂商组件进行预集成，完成软硬件间、软软件间的适配，输出完整的集成方案。集成方案主要以集成流程.jjb 的文件形式打包，里面将集成方案所需的虚拟化软件/云管平台/MANO 自动化部署文件、VNF 镜像、自动化测试和配置套件以类似于 Docker 镜像的形式进行封装。由于打包文件包含了虚拟化网元所依赖的环境参数，可以在多个 NFV 局点实现方案批量下发，通过部署、配置、测试等步骤，最终实现业务上线。如果某个 slave 局点在某个环节出现问题，可以通过消息或者日志的方式及时通知给预集成中心，预集成中心收到后人工干预及时定位集成中出现的问题，优化参数，调试后重新打包下发给 slave 局点。

3.4 集成智能化

在当前的集成环境下，主要依赖人工进行场景化的方案设计和参数调整，测试用例也是基于相对理想化的应用环境进行设计的，而实际的商用环境错综复杂，信令和业务流量的转发路径具有不可预测性。与此对应的集成工具，无论其自动化程度如何，也都是按照既定的流程来运行的，缺乏自我学习、自我优化的能力。

基于 master-slave 架构，将预集成中心和商用局点打通，实时采集商用局点的配置信息和运行数据，通过入库、清洗、提取建立集成方案设计所需的业务数据模型，在预集成中心通过网元、测试工具、参数注入重新构建出真实的商用环境。通过规划、部署、测试三个环节持续循环和迭代，借助机器学习和专家标注，将学习到的参数固化到自动化工具当中，提供基于实际场景的方案设计和参数智能推荐。

集成智能化，核心是构建是 AI 加持的数字化集成平台，借助人工智能的技术根据所收

集的信息不断对集成方案做出迭代式改进。随着 DevOps 理念不断深化，集成和运维越来越密不可分，网络运维数据的不断汇入，结合人工智能和机器学习，必将对集成工具产生质的飞跃。

3.5 共建，共享，共赢

NFV 网络的发展和普及，使得 CT 和 IT 间的边界越来越模糊，传统设备厂商、互联网企业以及电信运营商间也将产生新的合作模式，利用云、网融合的趋势不断集成、催化新业务，才是可持续发展的虚拟化道路。中兴通讯认为，基于 NFV 分层架构，联合行业主流技术合作伙伴，保持开源、开放、合作共赢的心态和原则，进行技术联合创新和产品集成解决方案联合策划和验证，是共建 NFV 商业生态圈的基础。

随着虚拟化技术的成熟和分布式架构的普及，在容器技术、可持续交付、编排系统等开源社区的推动下，以及微服务等开发理念的带动下，电信应用上云、走云原生之路已经是不可逆转的趋势。在即将迈入的电信云原生时代，将会引入更为多样性的基础设施，更广泛的场景，更大量的应用，从而带来集成场景的多样化和复杂化，在这个大背景下，运营商、设备商、集成商都需要积极改变来应对。

从目前行业的发展形态来看，NFV 架构还趋于单一，云化、微服务化的架构演进速度仍较慢，无法设计出差异化、个性化的 VNF，NFV 网络自下而上的集成设计思路在一定程度上约束了业务创新的局面。随着 5G 技术不断成熟，电信网络逐步向垂直行业渗透，NFV 网络如何接入适合各行业场景的差异化应用？保持接口开放，提供轻量化、友好度高的 API 接口，支持容器化的开发、运行环境，边缘云提供更多、更易于获取的 IaaS 和 PaaS 基础组件，提供更灵活、云上的集成方式等等，都将不断孵化行业所需的新型业务，而这些都离不开产业上下游的共同努力，积极拥抱互联网技术，持续保持 NFV 架构的开放性。

4 中兴通讯电信云集成中心

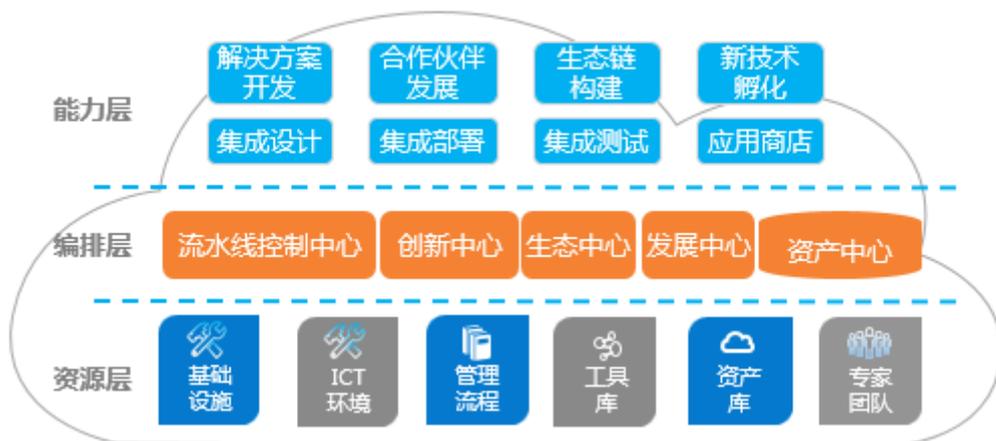
4.1 电信云集成中心简介

伴随虚拟化和行业发展，NFV 多层解耦场景在运营商环境中逐渐落地，实现大规模商用部署，为应对虚拟化集成的需求和挑战，中兴通讯在 2016 年底启动 ZTE SDN&NFV Joint OpenLab（中兴通讯电信云集成中心）的规划和建设。

中兴通讯电信云集成中心基于自研 AIC（Auto Integration Center）向运营商提供 5G 核心网集成规划设计、方案验证、测试设计、集成部署、集成测试等一系列端到端、一站式的服务。开放的虚拟化实验室（OpenLab）和预集成 workflow，涵盖 NFVI 集成、MANO 集成、VNF 集成等各种 5G 核心网 NFV 集成全业务场景，大幅度降低 5G 核心网场景集成难度，加速运营商 5G 网络建设，助力网络转型。

4.2 电信云集成中心蓝图

电信云集成中心作为 ICT 集成技术的赋能平台，以技术驱动发展，贯穿预研/孵化、实验室预集成、工程建设、网络运维网络全生命周期。集成中心发展蓝图从业务逻辑上可划分为三个层面：资源层、编排层和能力层。



4.2.1 资源层

资源层主要提供集成中心运作所需的各类资源，如 ICT 基础设施、工具库、资产库、专家团队、以及管理流程和制度等；资源层主要包括：

- **基础设施**：是指搭建集成中心硬件环境所需的基础配套和 ICT 设备，通常包括服务器、交换机、出口路由器、安全设备、机柜、配线架、光缆耗材、风火水电等配套设施等。
- **工具库**：是指为满足集成设计、部署、测试、验证所需的各类自动化工具，通常包括设计工具、配置工具、部署工具、测试工具等，这类工具可以自主开发也可以来源于厂商采购。
- **资产库**：是指围绕集成主体而开展的各项资源，主要覆盖 NFVI、MANO、SDN、VNF、IT APP 等多个业务领域，通常包括构成网元本身的如镜像文件、网元软件、配置脚本、版本包，也包括集成组网所需的 VLAN、IP 地址、VRF 等网络资源，还包括进行集成测试所需的各类说明文档，如设计规范、测试用例、测试脚本等。
- **专家团队**：是指运作集成中心所需的维护人力、专家资源。从集成角度大致可以分为需求导入、方案设计、方案评审、资源分配、环境配置、版本包开发、网元部署、测试和验证等多个环节，每个环节需要对应不同技能的专业人才。
- **管理流程**：是指运作集成中心的相关管理流程和操作指引，在管理流程当中需明确涉及集成中心操作的相关方职责范围、输入和输出，借助 IT 类工具实现的电子工作流也认为是管理流程的范畴。

4.2.2 编排层

编排层是指对集成中心的各项资源进行自动化调用和编排，使之成为适合不同业务场景的一体化运作的业务平台。编排层主要包括：

- **集成验证流水线**：是指负责实现集成中心 CD/CD 解决方案的流水线框架，通过该框架可以将资源层的集成对象、工具、集成环境进行编排，使之形成指定任务的流程文件，并调用任务执行器进行各项自动化操作，满足集成中心的集成需求，比如安装、配置、测试、升级等。
- **创新中心**：垂直行业孵化器，能力开放平台，与合作伙伴联合推动新技术发展
- **生态中心**：实现共赢生态环境，构建产业链协同发展
- **发展中心**：垂直行业孵化器，能力开放平台，与合作伙伴联合推动新技术发展
- **资产中心**：对资源进行调度和管理

4.2.3 能力层

能力层是集成中心对外的能力输出层，主要将编排层的各条流水线对外进行封装，基于项目维度提供可视化 portal，便于操作和呈现，能力输出主要包括设计中心、部署中心、测试中心等：

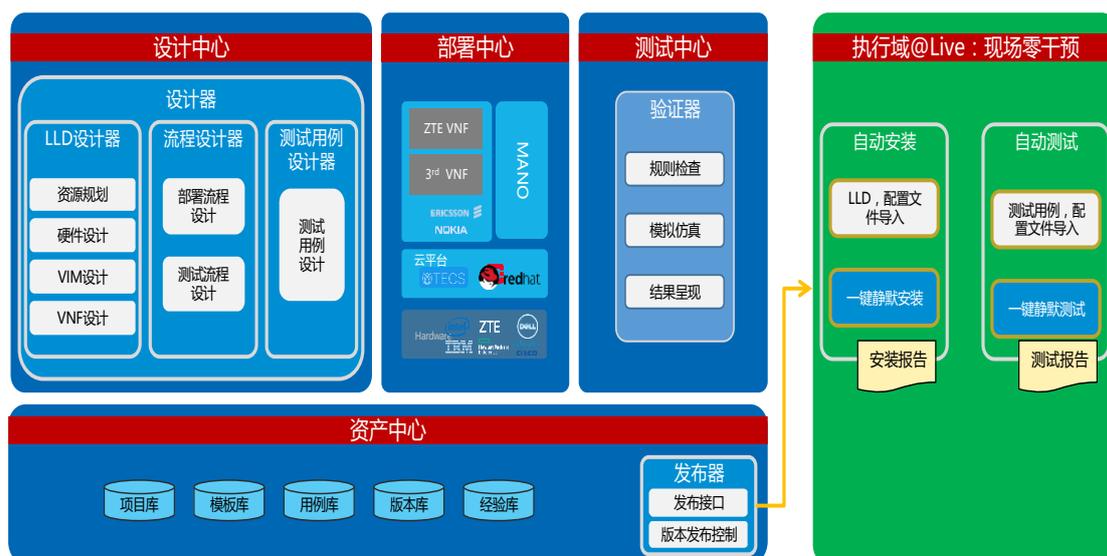
- **解决方案开发**：统一的开发、验证，完整的镜像环境；从客户角度进行开发、测试、验证，保障解决方案的竞争力和交付质量
- **合作伙伴发展**：ICT 专业技术人才，深度支撑合作伙伴开发工作，远程实验室方便远程进行系统的开发与测试
- **生态链构建**：实现共赢生态环境，构建产业链协同发展
- **新技术孵化**：与合作伙伴联合孵化有竞争力的解决方案，合作共赢，具备领先、专业的设计能力
- **应用商店**：经过编排、验证的各种软件资产，包括版本、用例、配置文件等
- **设计中心**：是指 NFVI、MANO、EMS、VNF 等网元以及自动化设计工具为满足不同流水线的集成需求而进行集成设计的操作平台，输出比如用例文件、脚本文件、网元部署

文件、业务配置文件等。

- **部署中心**：是指 NFVI、MANO、EMS、VNF 等网元以及自动化部署工具为满足不同流水线的需求而进行集成部署、配置的操作平台，通过平台可在集成中心完成所需网元的部署和业务配置。
- **测试中心**：是指 NFVI、MANO、EMS、VNF 等网元以及自动化测试工具为满足不同流水线的需求而进行集成测试、验证的操作平台，通过平台可在集成中心完成功能、性能、安全、稳定性等测试。

4.3 电信云集成中心技术架构

中兴通讯电信云集成中心，通过 AIC 自动化集成中心固化和整合集成流程，根据客户需求，实时定制集成设计并验证可行性。设计验证完成后，自动化生成 5G 核心网集成所需的详细设计文档，现场导入集成部署工具进行端到端全静默的集成部署，并进行全流程的自动化验证。该方案可实现用户 5G 核心网现场集成部署测试“零干预”，大幅缩短 5G 核心网部署、验证时间，在整个集成流程生命周期中从集成规划设计、网络部署到集成测试端到端，实现集成设计与客户需求之间的“零距离”，有效解决了运营商在 5G 建设中网络集成的痛点。同时，中兴通讯 5G 核心网自动化集成解决方案还考虑了对离线设计和远程部署的支持，引入云端经验模型，用户能够直接在云端按需实时进行 5G 核心网集成规划和预集成验证，使得从应用场景到网元的选择和部署过程更加便捷、灵活。

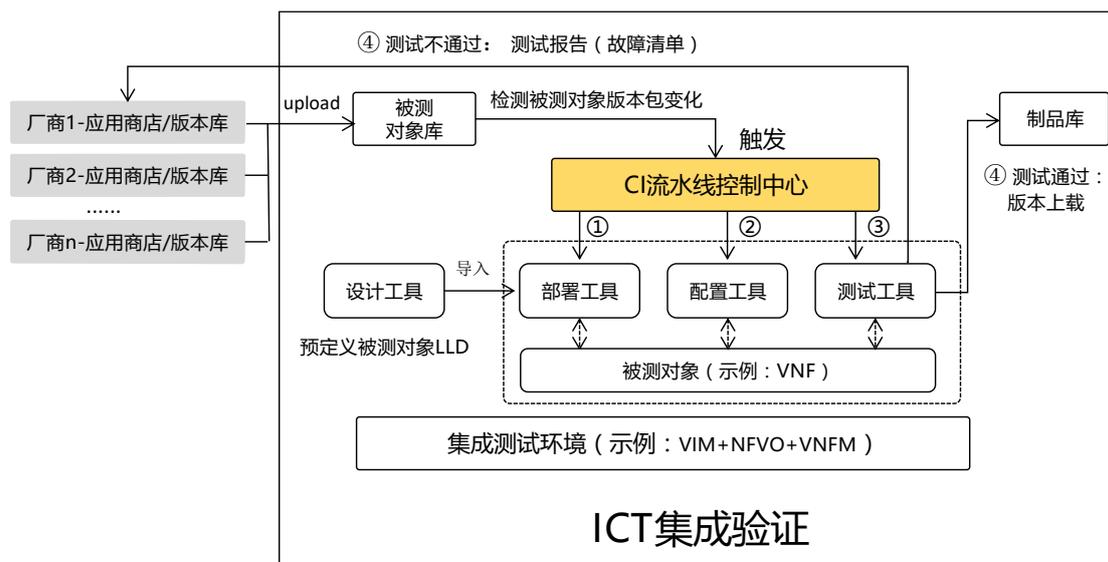


- 集成设计简化：采用直观的配置预览，灵活的配置组合，可视化的自动化规划设计流程，简化设计输入，降低技术难度，缩短设计时间；
- 集成部署简化：端到端的网元自动化部署，基本的部署输入，部署过程自动化、零干预，可测试可验收的虚拟化环境输出，简化部署过程，提升部署效率和质量；
- 集成测试简化：实现硬件/云平台/MANO/VNF 的功能、可靠性和性能自动化测试，网元和组件自主互通，测试场景丰富，适配客户多样化的需求，缩短测试周期，提升测试质量，推动业务快速迭代；
- 资产管理简化：引入简化资产管理，实现统一接入、统一管理，通过项目库、模板库、用例库、版本库、经验库进行统一管理和发布，简化资产管理，提升项目管理效率。

4.4 电信云集成中心运作模式

4.4.1 持续集成过程（CI）

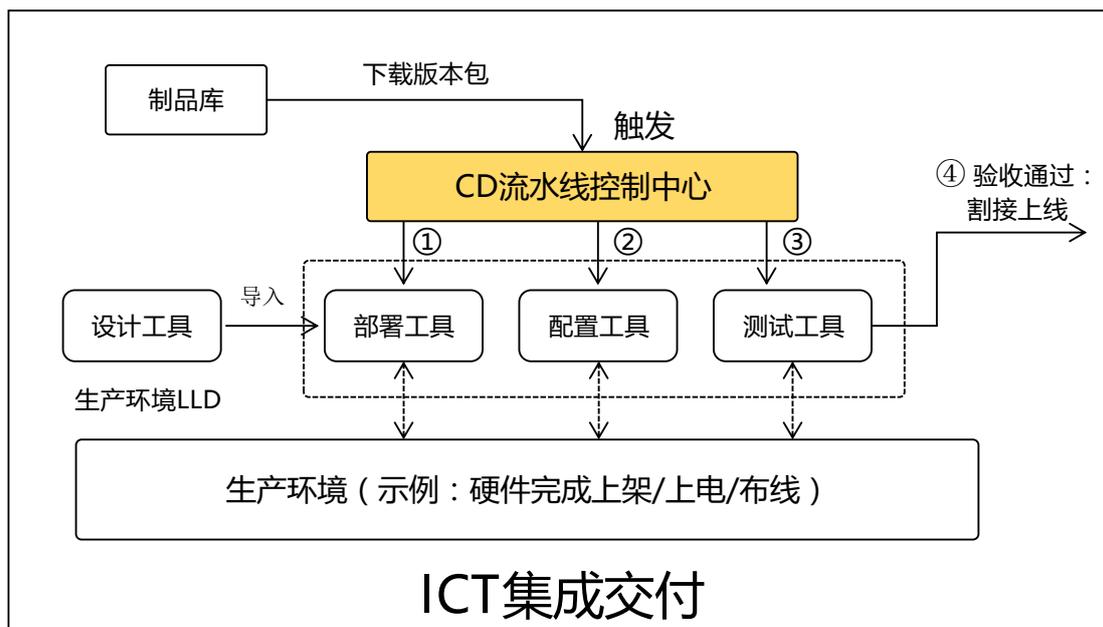
持续集成的系统框架示例如下图：



在集成验证阶段，集成中心的被测对象库与厂商的应用商店或者版本库连接，如果厂商的版本包需要更新则推送到集成中心，CI 流水线一旦检测到版本包发生变化则自动触发 CI 流程。集成中心编排层通过配置、执行、监控三个步骤实现持续集成，编排层负责统一调用资源层的测试对象及集成工具，如版本镜像、部署工具、配置工具、测试工具、配置脚本等，基于不同项目需求创建项目库，对被测对象进行设计、部署、配置、测试等自动化集成操作，如果测试通过再将版本包上载到制品库用于后续的生产环境持续交付，如果测试不通过，则输出故障报告至厂商侧，用于版本包的故障定位和更新。

4.4.2 持续部署过程（CD）

持续部署的系统框架示例如下图：



在集成交付阶段，一旦检测到制品库有新的版本包更新，可以自动触发或者人工方式启动集成中心持续交付流程。集成中心自动下载版本包，启动持续交付的流水线操作，根据任务管理器事先定义好的任务文件内容，生产环境当中的自动化设计工具根据待交付对象，自动化设计生成交付所需的 LLD 文件及配置文件，再调用自动化部署工具在生产环境当中进行部署，部署完成后自动化配置工具基于分配的网络资源信息编辑配置脚本，完成业务配置操作，然后调用自动化测试工具，导入测试用例和测试脚本，完成生产环境所需的功能、性能、安全、稳定性、业务拨测等业务上线所需的测试操作，输出测试报告。经验收确认后则可以准备业务割接上线。

5 结论

中兴通讯一直致力于为运营商的数字化转型提供助力，协助运营商将传统的移动网络打造成智能网络。面向未来，中兴通讯将携手更多的合作伙伴，共同探讨虚拟化集成新技术、新模式，持续构建开源、开放、共享的虚拟化网络集成生态系统，共同推进电信产业发展。