

开放可编程
V100R021C10

产品简介

文档版本	01
发布日期	2023-04-24



版权所有 © 华为技术有限公司 2023。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址：深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址：<https://www.huawei.com>

客户服务邮箱：support@huawei.com

客户服务电话：4008302118

前言

概述

本文档介绍了开放可编程系统的应用场景和基本原理，帮助用户快速了解开放可编程系统的相关产品知识。

读者对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 系统管理员
- 维护工程师
- 技术支持工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
	表示如不可避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
	表示如不可避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
	表示如不可避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
	用于传递设备或环境安全警示信息。如不可避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。 “须知”不涉及人身伤害。
	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

图形界面元素引用约定

本文中可能出现下列图形界面元素，它们所代表的含义如下。

格式	意义
“ ”	带双引号 “ ” 的格式表示各类界面控件名称和数据表，如单击 “确定” 。
>	多级菜单用 “>” 隔开。如果选择 “文件 > 新建 > 文件夹”，表示选择 “文件” 菜单下的 “新建” 子菜单下的 “文件夹” 菜单项。

命令行格式约定

本文可能出现下列命令行格式，它们所代表的含义如下。

格式	意义
粗体	命令行关键字（命令中保持不变、必须照输的部分）采用 加粗 字体表示。
<i>斜体</i>	命令行参数（命令中必须由实际值进行替代的部分），采用 <i>斜体</i> 表示。
[]	表示用 “[]” 括起来的部分在命令配置时是可选的。
{ x y ... }	表示从两个或多个选项中选取一个。
[x y ...]	表示从两个或多个选项中选取一个或者不选。
{ x y ... } *	表示从两个或多个选项中选取多个，最少选取一个，最多选取所有选项。
[x y ...] *	表示从两个或多个选项中选取多个或者不选。

修改记录

文档版本	发布日期	修改说明
01	2020-08-30	第一次正式发布。

目 录

前言..... ii

1 概述..... 1

1.1 网络运维的挑战..... 1

1.2 开放可编程简介..... 2

1.2.1 主要能力..... 2

1.2.2 应用场景..... 2

1.2.3 特性介绍..... 3

2 基本原理..... 5

2.1 开放可编程架构..... 5

2.2 业务映射逻辑..... 6

1 概述

1.1 网络运维的挑战

1.2 开放可编程简介

1.1 网络运维的挑战

介绍了运营商在网络运维中存在的挑战。

行业趋势

5G时代，网络运维面临的挑战越来越大。从价值目标来讲，网络运维从节省成本变化到要出效益，网络运维更像流量经营。传统的网络运维，是典型的“人+流程”的人工运维模式，它具有半人工、半自动化的特征，同时也在努力地向全自动化的目标演进。网络运维首先要改变的是传统的思维方式，从开发运维分离，转变成开发运维一体化。这就要求运营商的运维部门具有 DevOps 能力，网络运维从传统的CT运维走向多元化的ICT运维。

在云计算迅猛发展的时代，OTT通过云原生架构保障云服务体验的设计理念深刻影响了运营商的建网模式。无论运营商强调自下而上的先网后云，还是OTT自上而下的云上一张网，战略选择差异的背后隐藏的共同驱动因素就是企业数字化转型正在加速网融合的诉求。网随云动、云网一体意味着运营商和企业均需要按需灵活定制，满足未来的业务场景。

客户痛点

在传统的“人+流程”的人工运维模式下，运营商面临着如下痛点：

- 运营商网络正陷于多厂商设备管理的困境，厂商设备多元化是运营商和企业避免被锁定的长期战略，但单一厂商控制器只能管理自己的网络设备，与OSS系统集成没有统一的接口标准。新增一款设备，适配效率取决于厂商能力和响应速度，制约了端到端网络业务自动化开通的演进，长期以来进展缓慢，已成为公认的行业瓶颈。
- 新业务上线慢，其周期短则需要等待半年，长则需要等待一两年，无法适应新时代的要求。新业务上线慢原因众多，其中之一便是新业务上线采取的还是传统的开发和运维分离的方式：运营商先提出新业务需求，各个设备厂商开发和发布版本，运营商再验收和使用，整个过程持续周期长。

- 网络设备适配、网络割接工作需要人工执行海量命令行脚本，易出错。随着脚本规模的增加，其可维护性也持续下降，使得网络运维逐渐成为一种高风险职业。

显然，这种基于单一厂商配置和基线化的网络管控理念已无法满足运营商日益灵活敏捷的运维诉求，面向多厂商开放和可编程的网络管控解决方案应运而生。

1.2 开放可编程简介

面对网络运维的严峻挑战，开放可编程系统以YANG模型驱动为基础，提供了端到端的开放可编程能力：设备驱动可编程、网络业务可编程、开放设备和业务北向接口，并且提供了安全可靠的保障机制。

1.2.1 主要能力

设备能力开放

设备能力开放，是指基于NCE产品，用户可以通过定制和加载设备YANG模型开发网元层的功能，新纳管设备，或定制设备功能，使能设备能力的开放。

设备功能当前仅支持华为工程师开发，未来会发布到第三方镜像中，支持第三方开发。

业务能力开放

业务能力开放，是指基于NCE产品，用户通过定制和加载业务YANG模型、业务逻辑，自定义网络业务功能应用（APP），比如L3VPN Service Model(IETF定义的业务北向模型)等。跨多个设备进行网络业务编排的业务，业务配置会被并行部署到多台设备。

业务应用可以由第三方开发、或者华为工程师开发。

北向能力开放

北向能力开放，是指系统的设备或者业务YANG模型自动生成北向RESTCONF、CLI和Web UI接口，快速对接北向人机和机机接口。

1.2.2 应用场景

本节描述了开放可编程系统的主要应用场景。

多厂商设备快速适配

运营商和企业网络普遍存在多厂商设备共存的场景(如：多厂商5G基站自动上线、多厂商CPE配置等)，缺乏统一管控。新设备集成慢，自动化程度低，开通周期长，成为端到端业务交付的瓶颈。开放可编程系统通过YANG接口自动识别读取设备YANG模型文件，生成网元驱动包并加载到系统中，1天即可完成一款新设备适配纳管，适配效率提升90%。

新业务快速上线

新业务上线依赖OSS系统和厂商控制器版本更新，面临API接口集成不足、定制费用高等问题困扰，导致上线周期长，难以满足业务场景灵活变化的需要。开放可编程系统支持自定义业务YANG模型和业务逻辑，自动生成北向API接口实现与OSS系统快速集

成，完成对设备和网络业务的增删改查等操作。开发时间由6~9个月版本发布缩短至1个月敏捷按需发布，业务上线周期缩短80%。

网络变更可靠

存量网络运维存在大量业务迁移变更的诉求，基本依赖人工操作或命令行脚本，出错率高。海量脚本维护困难，网络变更风险高，正确率难以保证。开放可编程系统提供Dryrun、回滚、事务、并发等安全可靠机制保障，网络变更正确率提升到99.9%。

管控析全栈可编程

面对5G网络切片与智能运维的场景，基于用户自定义网络业务模型，除了实现业务发放可编程外，开放可编程系统还提供控制算路与智能分析可编程能力，最大程度支持运营商业务面向未来网络演进。

1.2.3 特性介绍

本节描述了开放可编程系统的主要功能特性。

模型驱动

- 业务模型和设备模型都是基于YANG模型开发的。
- 业务模型和设备模型会自动生成北向接口，北向接口包括CLI、RESTCONF、WEB UI。
- 设备模型可以自动生成南向协议报文，包括NETCONF协议报文。
- 支持模型驱动的数据库，YANG模型自动生成数据库表项。

动态加载软件包

通过编写和加载软件包，实现新设备的快速纳管和新业务的快速构建。

系统提供的软件包包括：

- **SND包：网元驱动包（Specific NE Driver Pkg）**，为开放可编程系统提供与网元交互的数据模型。该数据模型通常包含一个.py文件和若干特性的数据模型（YANG），前者用于定义网元的相关信息，如设备类型、厂商、连接信息等，后者描述了网元相关特性的数据结构。系统通过加载网元驱动包，可以和设备建立连接，进行数据查询和配置下发，实现设备纳管。支持的SND包类型包括：NETCONF SND、CLI SND、NETCONF&CLI双协议SND、RESTCONF SND和Customized SND（提供YANG到其它协议的通用驱动）。
- **SSP包：业务包（Specific Service Plugin Pkg）**，定义了完成一套网络级业务配置对应的数据模型。该数据模型通常包含一个Jinja2模板文件、一个Python映射脚本和业务YANG模型。其中：
 - Jinja2模板描述了业务的数据结构，并使用Jinja2语法完成了诸如插值、条件判断、循环等操作。
 - Python映射脚本描述了如何将用户提交的数据填充到模板，并映射到网元数据结构中。
 - 业务YANG模型描述了业务的相关参数，按照业务输入，构建业务YANG模型。

系统通过加载业务包，可以进行业务配置下发，实现新业务的快速构建。

- **GND包：通用网元驱动包（Generic NE Driver Pkg）**，网元业务驱动功能，把设备模型转换成NCE通用模型，通用模型目前包括链路和接口模型。接口模型和链

路模型为NCE预制模型，不同厂商的业务驱动需要完成对应数据采集，并转换为通用模型。

事务机制

系统提供了事务机制，配置变化支持在一个原子事务里提交，保证开放可编程系统中的数据和转发器的数据一致性。同一个事务里的数据会并发下发到多台设备，要么全部成功，要么全部回退，没有部分数据成功。

数据一致性

开放可编程系统保存了下发到设备数据的副本，能够采集设备数据，发现设备数据和开放可编程系统上数据的差异并在界面呈现，可以以开放可编程系统为准或者以设备为准进行数据同步。

用户开放编程

- 支持RESTCONF等北向接口，支持基于Python脚本在开放可编程系统上开发新的能力。
- 支持模型驱动的编程接口。用户在编写SSP包（业务包）时，使用系统提供的EasyMap算法，只需要写创建流程，更新和删除都由算法比较计算得出，简化用户编程，降低开发难度。
- 支持YANG模型自动生成南向报文，提升驱动开发效率。

支持配置预览

对于配置到开放可编程系统上的数据，在下发到设备前，用户可以进行配置预览，查看将要下发到设备上的报文以及新旧配置数据的差异信息。

支持配置校验

用户配置到开放可编程系统上的数据可以基于YANG模型以及YANG模型提供的检查语法，进行相关的配置校验检查。

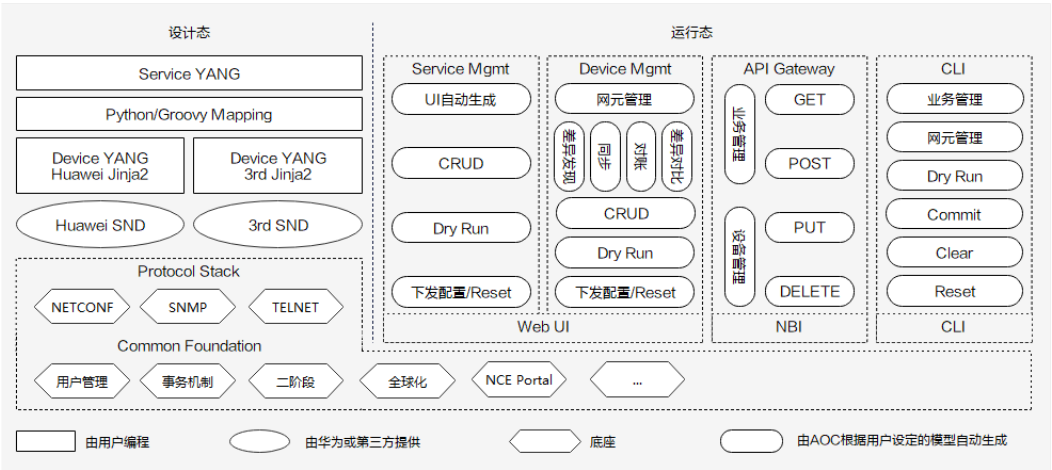
2 基本原理

- 2.1 开放可编程架构
- 2.2 业务映射逻辑

2.1 开放可编程架构

开放可编程在架构上由设计态和运行态两部分组成。其中设计态主要用于建立业务YANG模型和设备YANG模型之间的映射关系，运行态则是利用在设计态建立的映射关系完成设备的管理和业务的发放。

图 2-1 开放可编程架构图



 为用户提供的內容，包括定义业务YANG模型、设备YANG模型及这两个模型间的数据映射逻辑。

 为华为提供的基于设备原生YANG模型生成的设备驱动包，也可以由用户或第三方提供。

 为开放可编程系统基于用户定义的业务YANG模型和设备YANG模型自动生成的业务管理界面、设备管理界面、北向接口及集成在Web界面上的CLI命令行终端，用户可以使用这些方式完成设备的管理和业务的发放。

- template代码处理，该部分处理厂商相关的逻辑，这里的模板就是给设备模型下发的数据，不同厂商设备有不同模板。
- SND处理主要把设备模型转换为协议报文，如果是NETCONF设备，系统会自动把模型数据转换成NETCONF协议报文。