



数通网络开放可编程画册

华为技术有限公司

深圳龙岗区坂田华为基地

电话: +86 755 28780808

邮编: 518129

www.huawei.com

华为公共开发数字化信息体验部



CONTENTS

目录

前言	01
1.自动驾驶网络-开放可编程	03
2.业务为中心的敏捷自动化	08
3.多厂商管理	11
3.1 三方设备快速纳管	12
3.2 设备平滑升级	14
4.极简网络运营	16
4.1 事件中心	17
4.2 网络配置魔方	20
4.3 网络合规	23

5.配置安全可靠 **26**

5.1 事务管理机制 27

5.2 业务一致性保障 30

5.3 网络配置全联动 33

6.业务灵活定义 **36**

7.极速网络运维 **39**

8.超大规模管理 **42**

前言

开放可编程，助力运营商和企业向全自动驾驶网络演进

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云网融合的诉求。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。

在传统的“人+流程”的人工运维模式下，运营商或企业面临着如下痛点：

- 运营商和企业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：运营商或企业先提出新业务需求，各个设备厂商开发和发布版本，运营商或企业再验收和使用，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和企业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。

面对网络运维的严峻挑战，iMaster NCE的AOC平台（Agile Open Container）以YANG模型驱动为基础，提供了多域多厂商的网络自动化开放可编程平台。

开放可编程平台基于YANG模型驱动，支持多域多厂商设备，提供网络自动化能力，提供网络开放可编程能力。



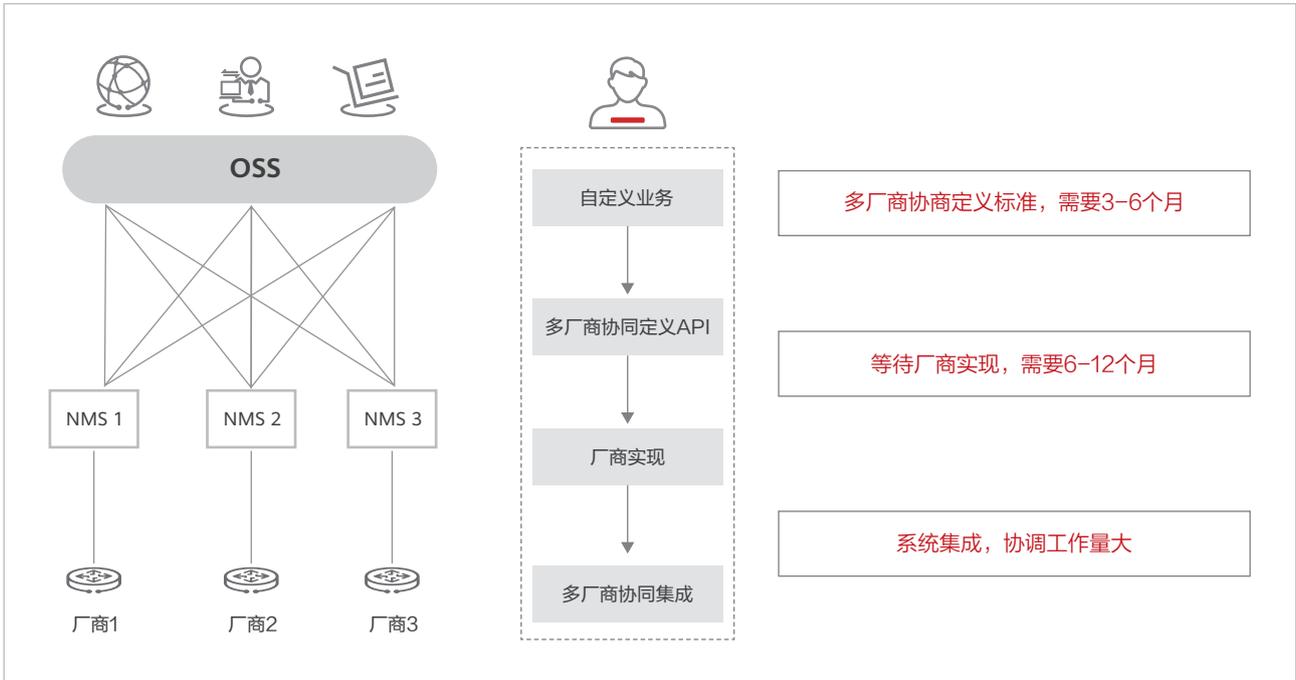
>> 1

自动驾驶网络-开放可编程

华为开放可编程提供了多域多厂商的网络自动化开放可编程平台，支持开发运维一体化，支持网络运维多元化，支持业务灵活定制，助力运营商和企业数字化转型，助力运营商和企业网络向自动驾驶网络演进。

面临挑战

1、自定义业务需要多厂商协商，组织协调工作量大，厂商实现周期长，为运营商自动化转型带来阻力。



2、NETCONF/YANG是业界主流趋势，标准组织、厂商、OTT纷纷定义YANG模型。



解决方案

为解决上述问题，iMaster NCE的开放可编程平台（AOC）支持基于YANG模型的网络向自动编程网络演进，助力运营商自动化转型战略。

- 1、预置主流厂商设备驱动，积木式编程，实现新业务敏捷上线和新设备快速集成。
- 2、基于EasyMap机制和YANG模型驱动，使能LowCode。
- 3、基于事务管理机制，配置变更更高可靠。
- 4、基于开放的可编程平台，客户自主开发业务，助力运维人员转型。



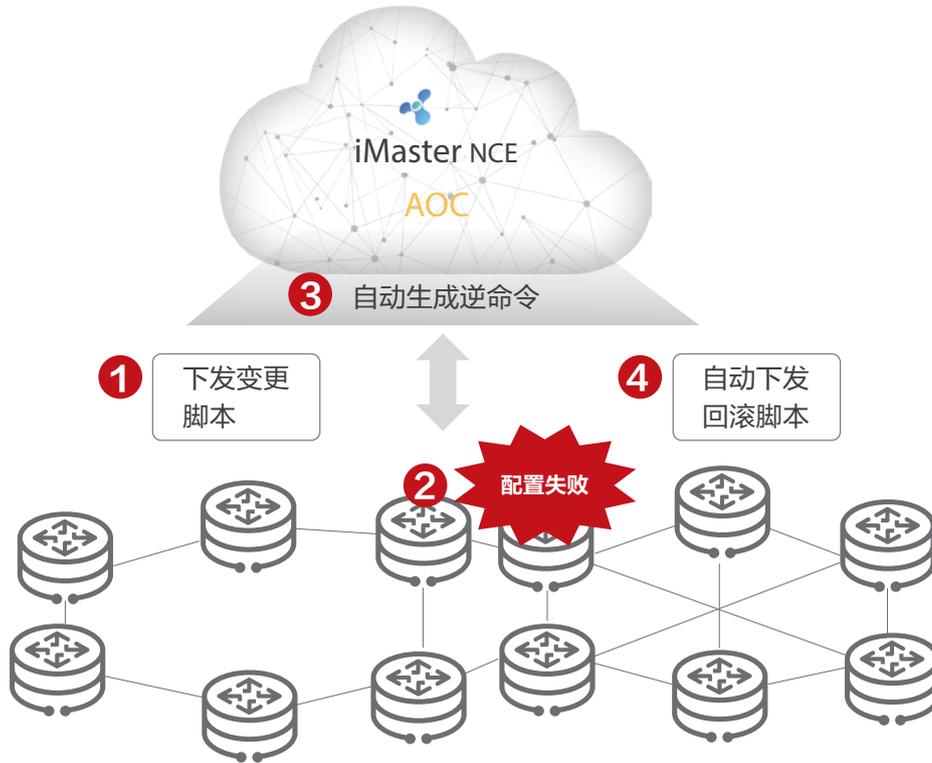
新业务敏捷上线，新设备快速集成

预置主流厂商设备驱动，积木式编程，业务包在线加载，实现新业务敏捷上线和新设备快速集成。



基于事务机制，配置变更更可靠

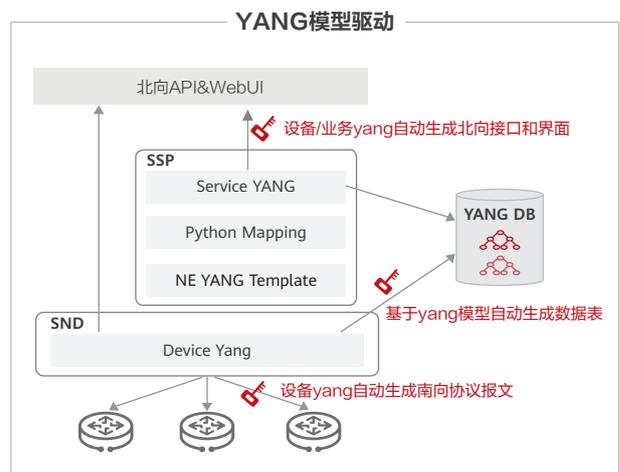
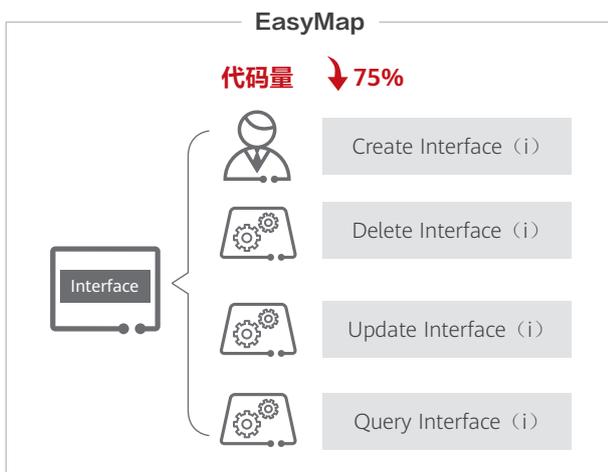
在AOC平台上的配置操作，从逻辑上支持按事务进行划分和管理，从而保障了配置的安全可靠。



EasyMap & YANG模型驱动，使能LowCode

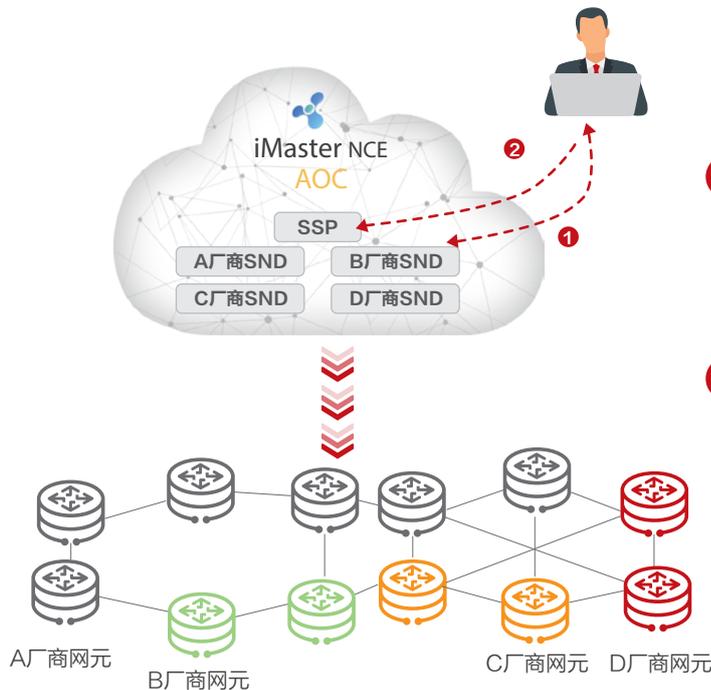
EasyMap机制支持极简编程，只需写创建代码，其他代码可自动生成，代码开发量减少75%；

YANG模型驱动，只需定义YANG模型，就可自动生成接口和数据库。



基于开放可编程平台，客户自主开发业务，助力运维人员转型

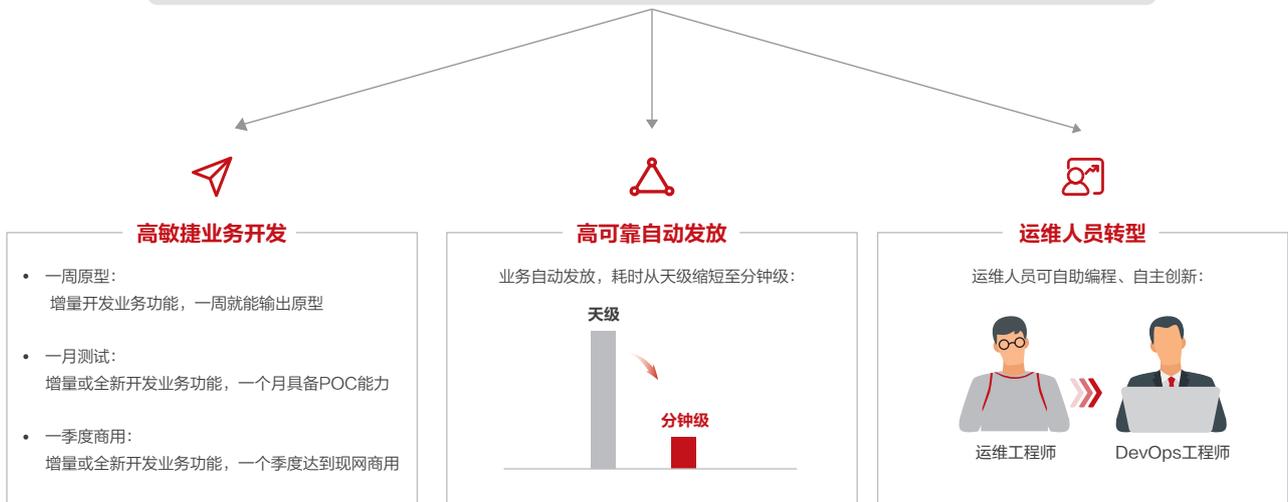
AOC提供网络开放可编程能力，不管是多厂商设备的管理，还是网络业务的开发，都能由用户自定义，支持敏捷快速交付，即插即用上线。



- 1 开发网元驱动包SND:**
以YANG模型方式抽象设备能力、屏蔽差异，实现设备能力开放，快速纳管多厂商设备。
- 2 开发业务包SSP:**
通过定义业务YANG模型和业务逻辑，使能业务定义能力开放，实现业务敏捷上线。

应用效果

AOC开放可编程平台，使能高敏捷业务开发、高可靠自动发放、运维人员转型。



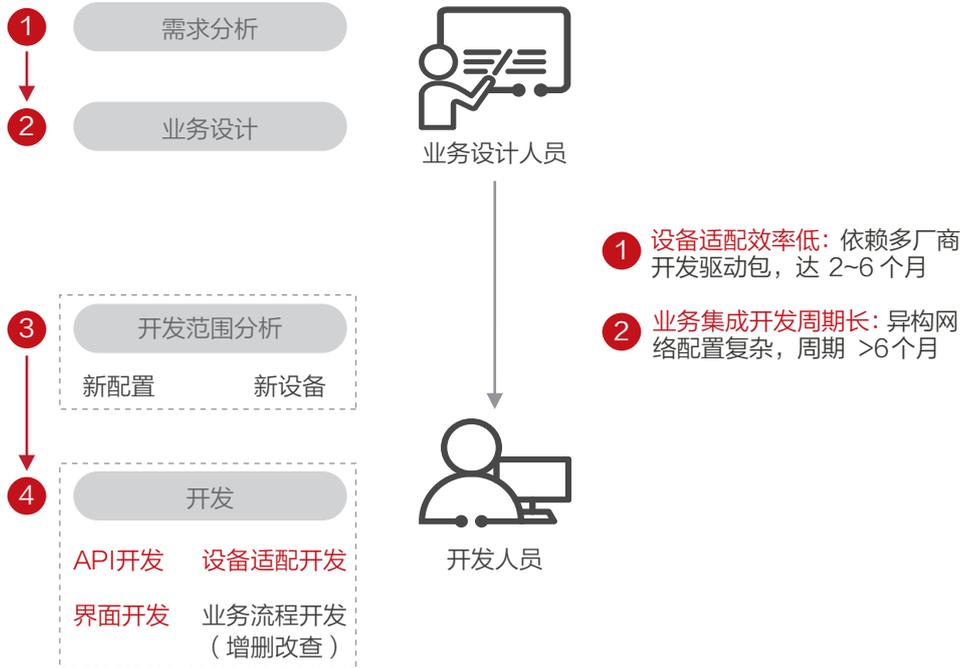
» 2

业务为中心的敏捷自动化

华为开放可编程，基于YANG模型驱动，提供EasyMap机制。通过YANG自动生成北向接口和配置界面，通过EasyMap减少代码开发量，大幅提升软件敏捷开发效率。同时基于YANG模型驱动和可编程引擎，实现了设备层和业务层的解耦，做到了基于业务视角对不同厂商设备统一管控。网络业务功能层和网络设备管理层解耦，业务模型可跨设备、跨厂商支撑业务自动化部署，实现了以业务为中心的敏捷自动化。

面临挑战

- **设备适配效率低下**：依赖多设备厂商开发驱动包，周期漫长。
- **新业务集成开发复杂，周期长**：异构网络配置复杂，新业务定义需要了解设备技术细节，代码开发量大。

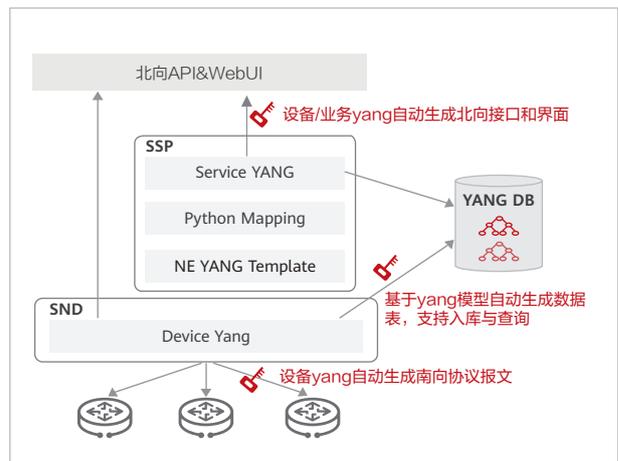


解决方案

AOC开放可编程平台支持基于YANG模型驱动和Easy-Map机制，使能LowCode，实现高敏捷业务开发。

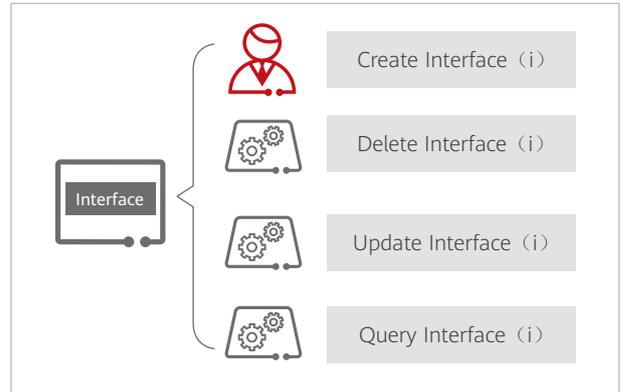
YANG模型驱动

- 基于YANG模型驱动，自动生成北向接口、配置界面，大幅减少了API代码开发和界面开发过程。
- 设备层和业务层的解耦，使能网络业务自动化，运维人员可聚焦业务本身、自定义业务模型。



EasyMap机制

EasyMap机制，在用户定义创建流程写入设备配置时，自动生成其它删/改/查操作代码。



应用效果



设备适配效率：
月级 → **天级**



新业务上线周期：
半年 → **1个月**

» 3

多厂商管理

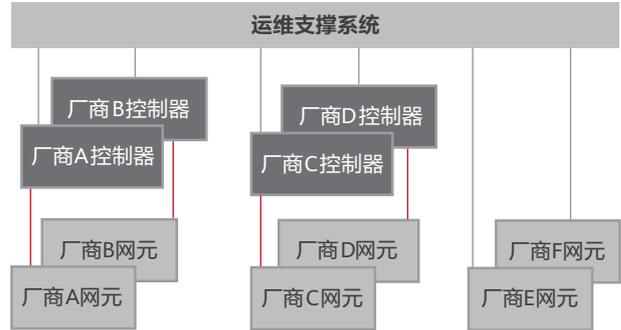
华为开放可编程解决方案，支持纳管主要的网络设备供应商及新的多厂商设备，具备强大的多域多厂商设备管理能力。用户基于AOC的开放可编程能力，可快速自定义开发设备驱动，实现多厂商新设备的快速纳管。

3.1 三方设备快速纳管



面临挑战

- 多厂商设备适配周期长：依赖厂商开发驱动包，2~6个月周期。
- 封闭的系统：只能由厂商开发驱动，无法自主开发。
- 没有统一管控平台。



方案概述

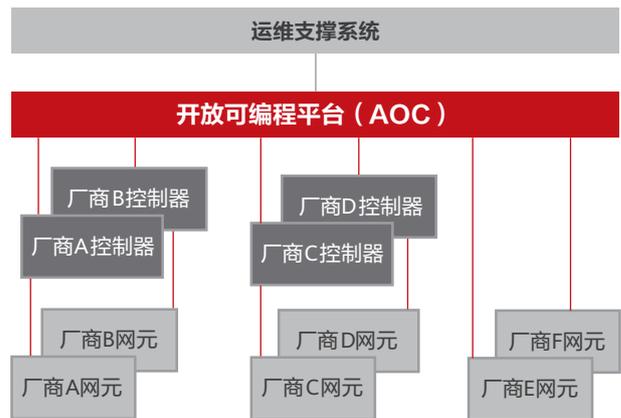
AOC支持NETCONF、CLI、REST等主流协议，支持用户自定义开发设备驱动包，无需设备厂商响应。驱动包低码生成，高效适配。

开放的可编程平台

- 提供开放能力，支持用户自定义开发多厂商的设备驱动包。
- 提供低码编程能力，用户可快速高效开发设备驱动包。

支持NETCONF、CLI、REST等主流协议

- 支持多种协议，适配多厂商各种类型设备。
- 统一平台管控多厂家设备。



应用效果



设备适配效率高，**天级**完成



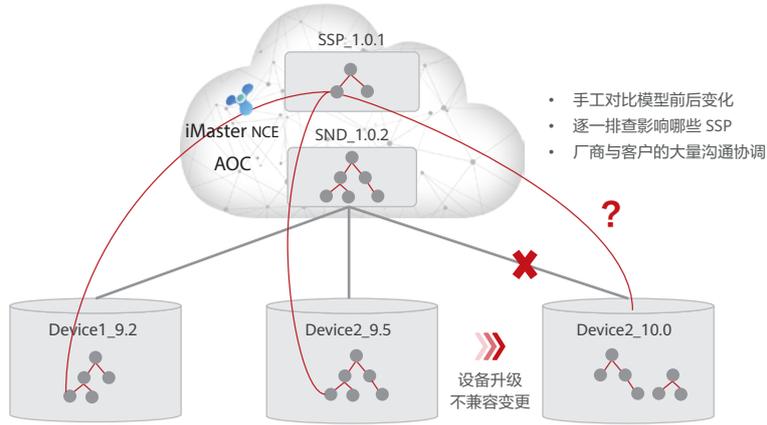
开放可编程台，支持自定义开发

3.2 设备平滑升级



面临挑战

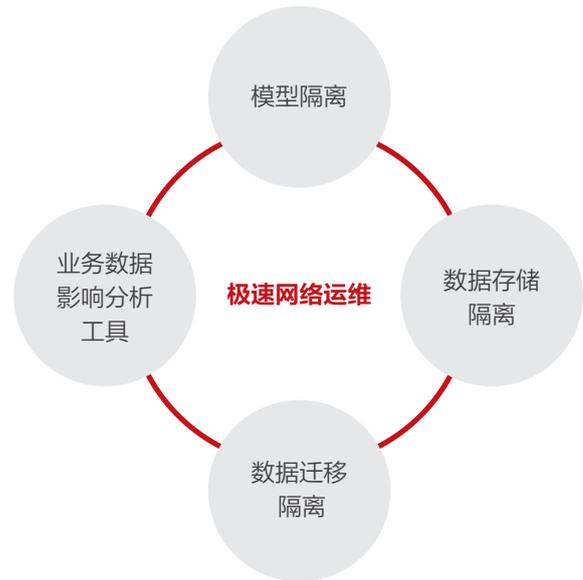
- 设备非兼容变更，无法管理不同版本。
- 业务配置无法使用，且SSP业务包修改效率非常低下，用户无法预知设备升级对业务影响。



解决方案

通过设备平滑升级解决方案，提升iMaster NCE竞争力，管理多版本、多款型设备，支撑用户自编程配置业务。

- 工具识别设备不兼容变更对业务影响
- 模型隔离
- 数据存储隔离
- 数据迁移隔离



应用效果



设备平滑升级，兼容管理多版本



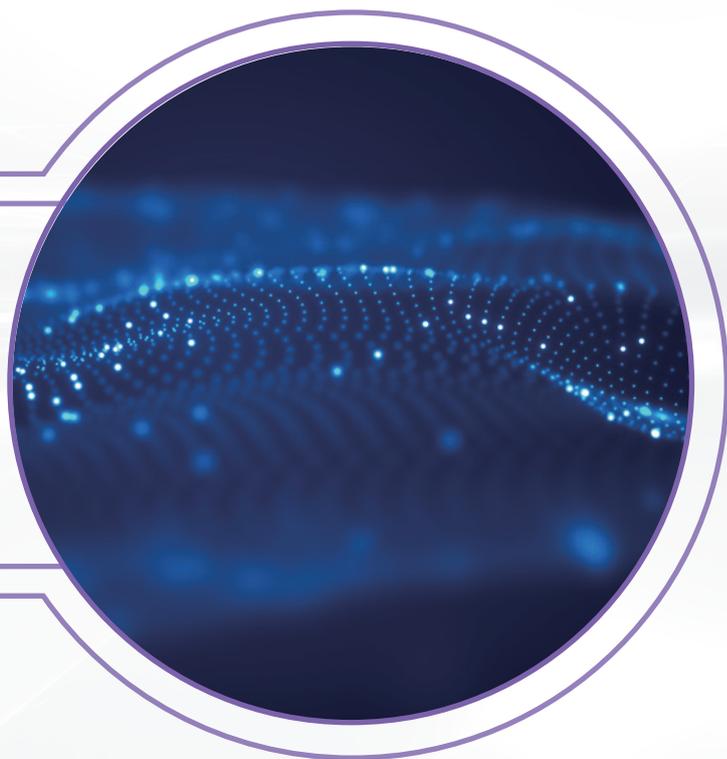
业务配置不受设备升级影响

>>4

极简网络运营

华为开放可编程解决方案，支持图形化网络运维管理，能直观呈现运维数据，清晰展示配置信息。对于高频操作，支持用户自定义和快速复用，减少机械重复性操作。支持网络配置魔方，在快速批量化开局或配置变更时，应用网络配置魔方批量配置具有效率高方便操作的突出优点。支持对事件进行驱动编排，事件中心还提供执行定时任务能力，可以执行用户插件包代码中实现的业务逻辑。支持对网络配置进行检查，保障网络安全运行。

4.1 事件中心



面临挑战

- **缺少事件感知能力：**缺少统一的事件感知中心，用户无法及时感知到系统事件、告警等通知。
- **缺少闭环处理中心：**缺少闭环处理能力，无法支撑业务自动化运维诉求。

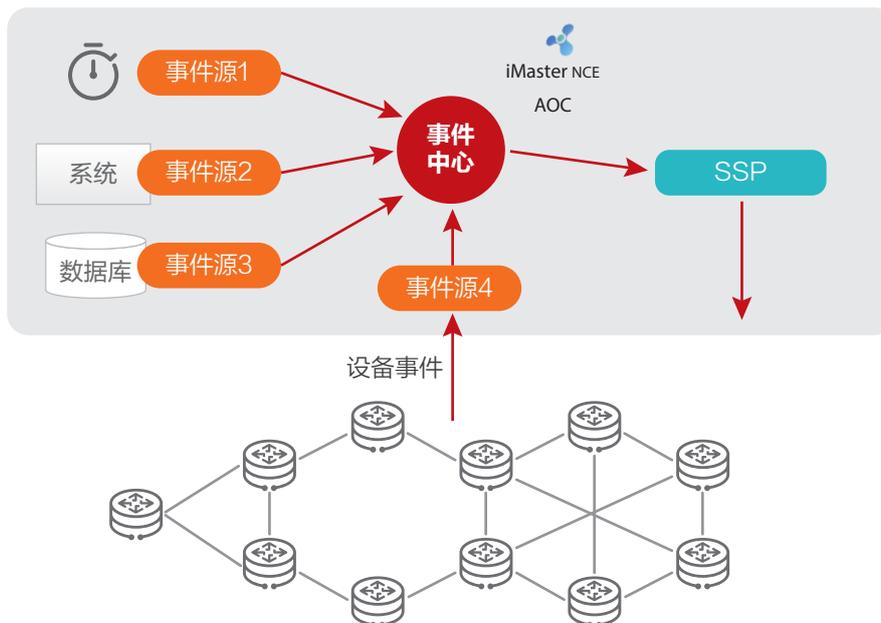
人工查看告警/一致性结果/日志等，人工执行告警处理/同步/配置等



解决方案

为解决上述问题，AOC支持感知内外部系统事件，支持事件驱动编排。

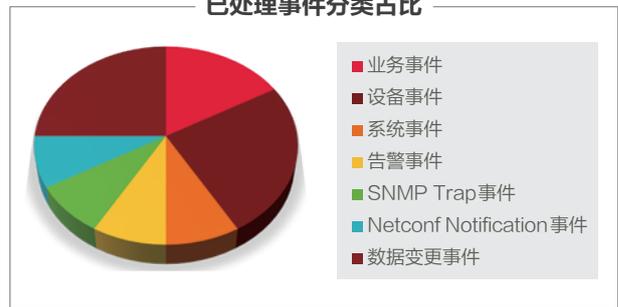
- 新增事件中心，提供自定义事件和规则管理能力，可以感知数据变化事件和普通事件。
- 事件中心提供闭环处理机制，可针对对应事件定义闭环处理逻辑。
- 提供定时任务能力，可定时执行预定义的操作，运维更加灵活。



事件中心支持感知普通事件和数据变更事件

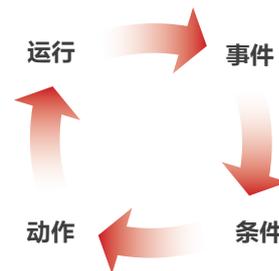
可感知业务事件、系统事件、设备事件、告警事件、SNMP Trap事件、Netconf Notification事件、数据变更事件，系统内事件全部感知上报。

已处理事件分类占比



支持自定义事件规则，针对不同的事件执行指定的闭环动作

设备运行，感知到事件，满足条件，则自动执行定义的闭环动作。循环往复，实现自动化运维。



支持定时任务，按时间调度执行指定动作

定时执行指定动作，运维更灵活。

应用效果



运维效率：**小时级** -> **秒级**



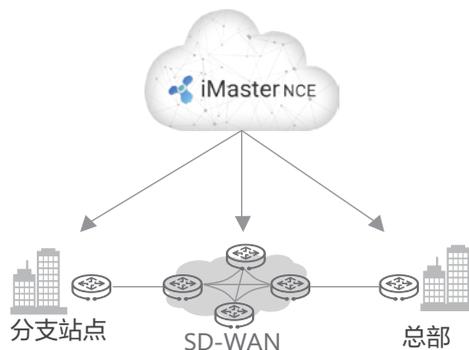
支持用户自编程闭环事件：
人工 -> **自动**

4.2 网络配置魔方



面临挑战

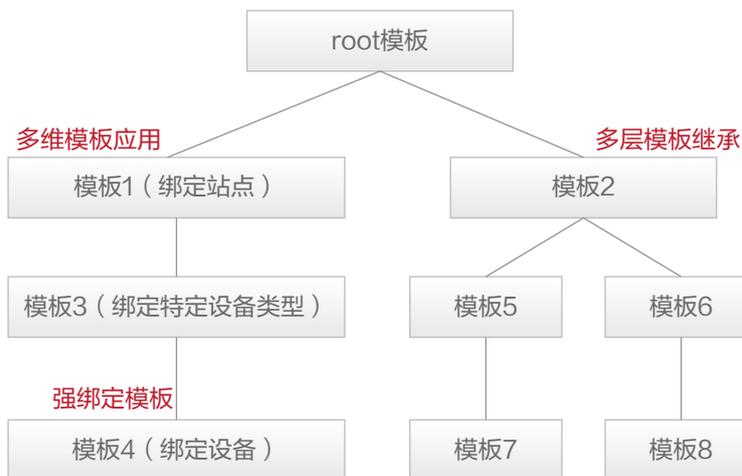
- 配置操作复杂，难以快速批量部署：园区场景复杂多样，批量部署诉求多。
- 模板无法应对不同场景，定制工作量巨大：模板管理不灵活，无法满足市场诉求，定制工作量非常巨大。



解决方案

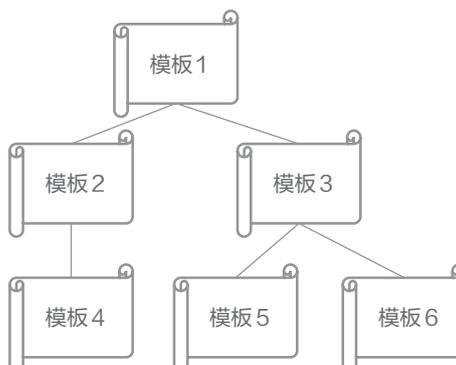
为解决上述问题，层次化模板支持以下功能：

- **灵活的模板管理**：模板支持多层继承，支持定制配置特性参数，指定参数取值。
- **多维的模板应用**：模板支持应用到租户、站点、设备，方便用户多场景操作。
- **强绑定模板修改**：支持模板强绑定租户、站点、设备，模板参数修改后，自动将配置同步到绑定的对象。



灵活的模板管理

支持模板多层继承，继承后可灵活定制特性

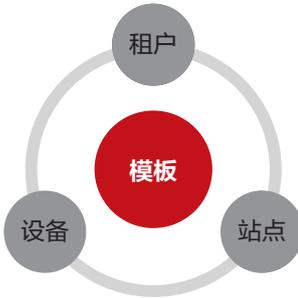


多维的模板应用

模板可应用到站点、租户、设备，方便用户多场景操作

强绑定模板修改

模板与站点/租户/设备绑定后，修改模板，即同步向绑定的站点/租户/设备下发修改的配置。



应用效果



一次定制，多次复用



效率提升**85%**

4.3 网络合规



■ 面临挑战

- 网络配置隐患没有自动化系统检查：用户现网中的错误配置、冗余配置，难以识别和修正。
- 已有的巡检管理模块不支持三方设备：通常不支持三方设备，三方设备的合规检查是个难点。
- 没有开放的框架定制检测项：检测项无法穷举，每个运营商/企业都有独有的合规要求。

冗余配置

...

```
interface FlexE78/0/1
```

```
segment-routing remote-ip-address 19.5.2.158 sid 16
```

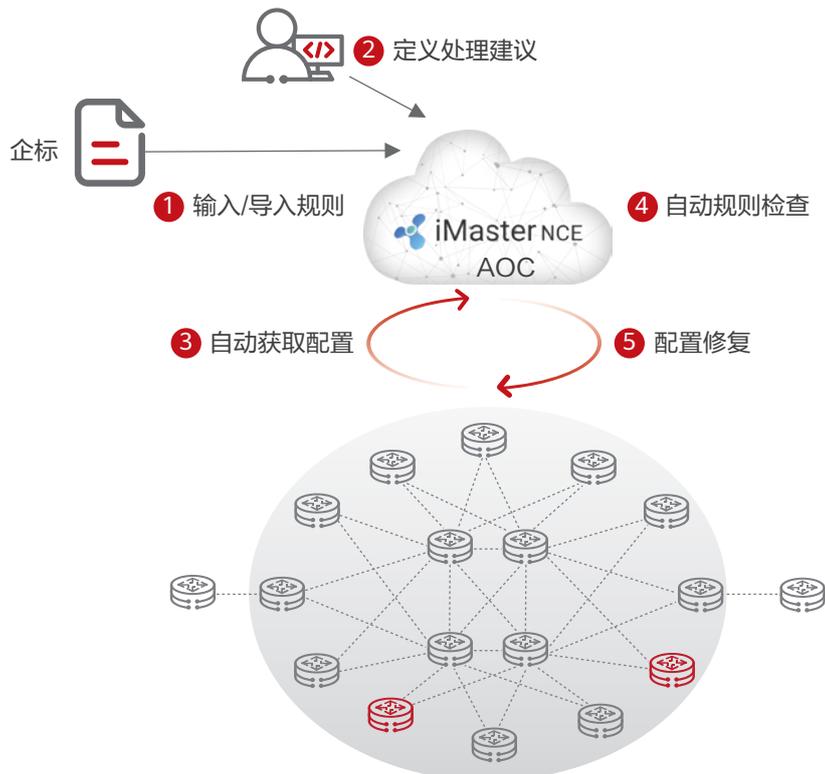
```
segment-routing remote-ip-address 19.5.5.177 sid 22
```

...

■ 解决方案

为解决上述问题，网络合规支持以下功能：

- **提供开放框架，支持自定义检测项：**输入规则，定义合规检测项。
- **周期性巡检：**创建巡检任务，对选定设备范围自动定时巡检。
- **多维呈现不合规问题：**多维展示网络配置隐患，帮助用户进行配置修复。



应用效果



敏捷开放

低代码图形化系统



持续保障

自动化执行，持续监控



灵活

灵活自定义配置合规策略



网络安全

消除漏洞，保障网络稳定

»5

配置安全可靠

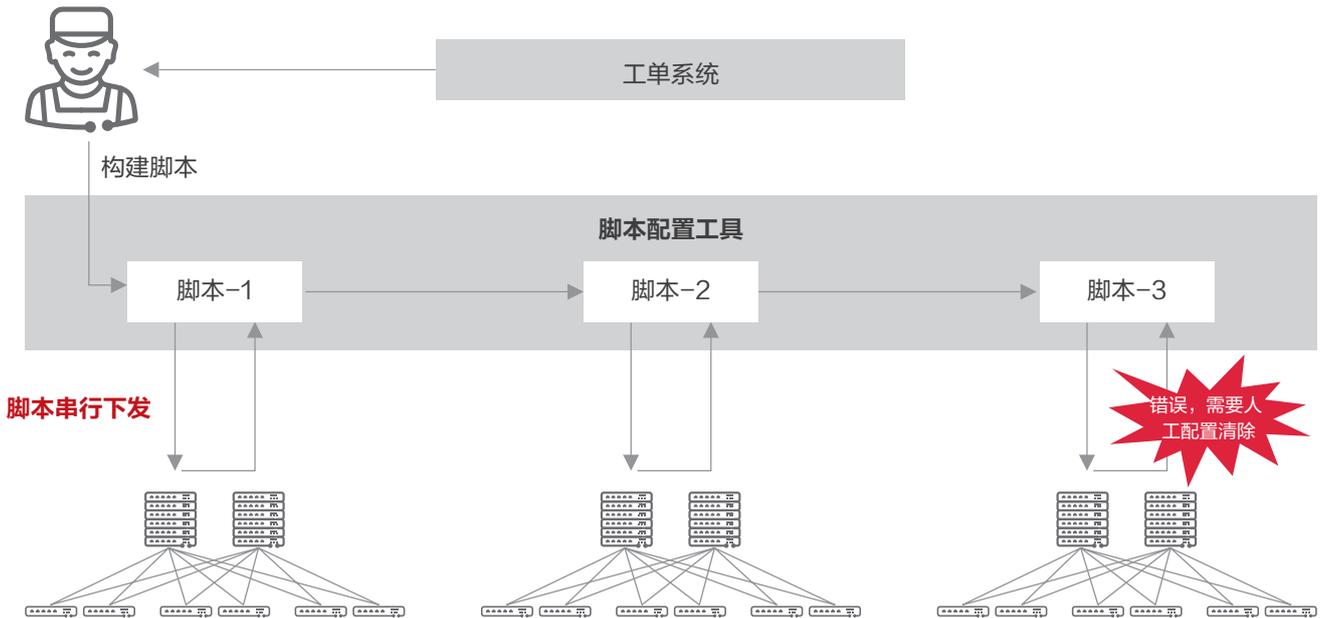
可靠性是网络变更最为关切的内容。AOC提供事务机制，配置变化支持在一个原子事务里提交，保证AOC中的数据和设备的数据一致性。AOC提供数据一致性管理，支持比较当前AOC的配置库和设备配置库的差异，并进行快捷修复，保障网络的配置安全可靠。

5.1 事务管理机制



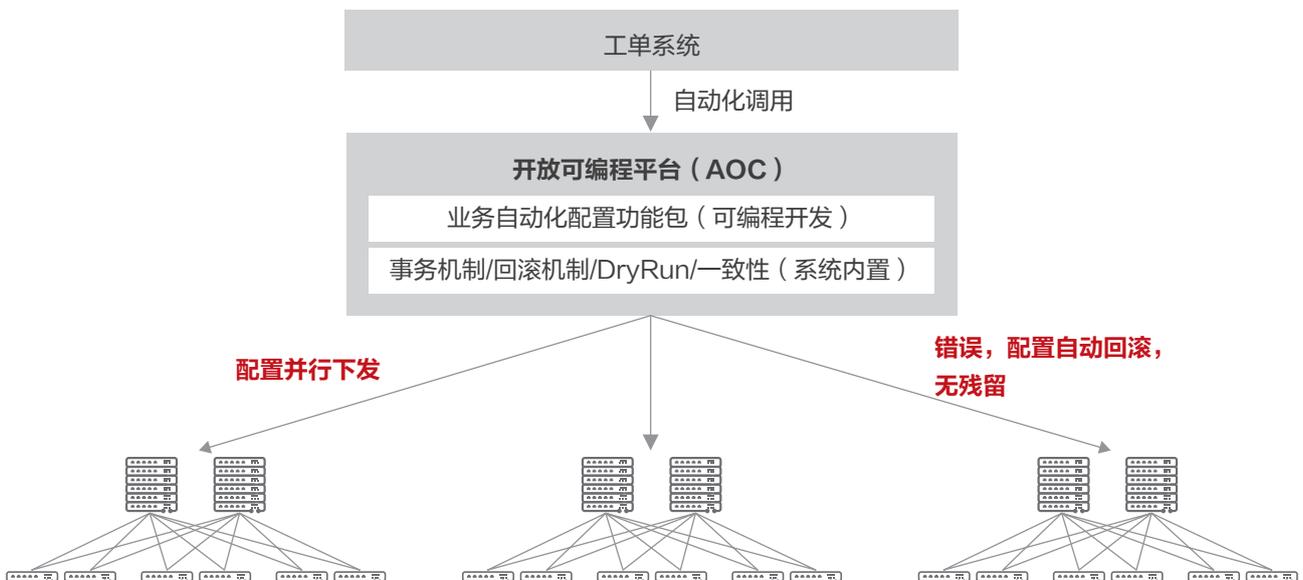
■ 面临挑战

传统配置失败，回滚依赖人工处理，耗时长易出错。



■ 解决方案

AOC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AOC中的数据和设备的数据一致性。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。在AOC平台上的配置操作，从逻辑上支持按事务进行划分和管理，从而保障了配置的安全可靠。具体包括配置预览、自动回滚、配置历史和配置回退等能力。



应用效果



安全可靠

人工执行->**自动回滚**



易用高效

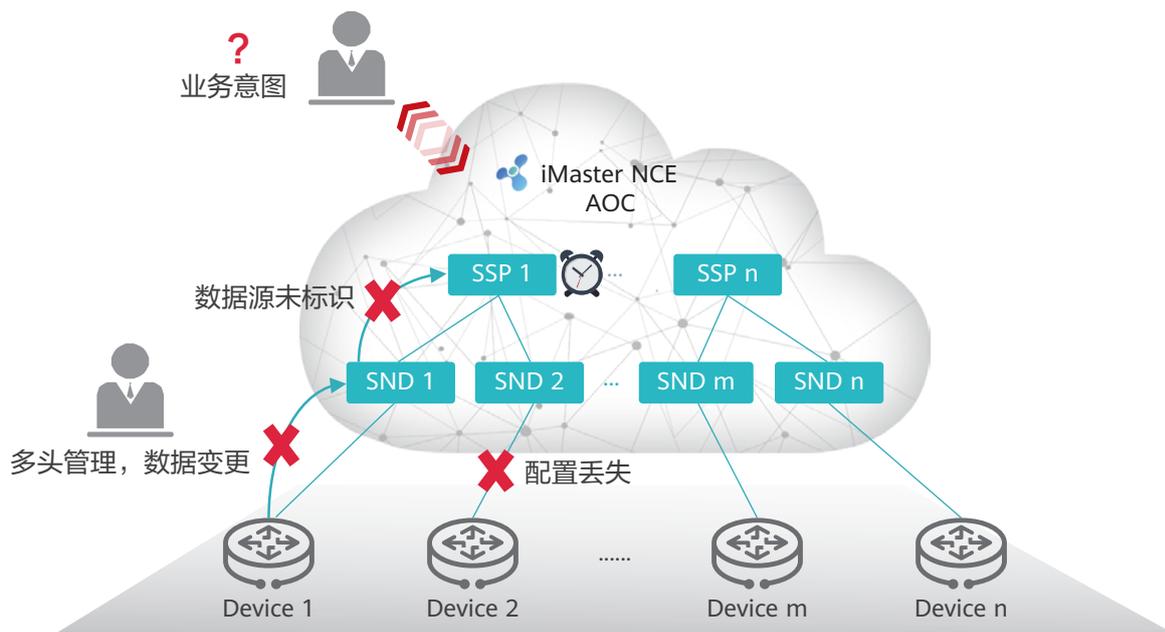
串行执行->**并发执行**

5.2 业务一致性保障



面临挑战

- **数据源未标识，难以精准运维：**由于多头管理，设备配置差异难以确认触发来源，无法精准运维。
- **设备问题不能及时发现：**设备配置丢失等异常场景，系统无法及时发现问题，对设备正常运行造成影响。
- **业务层和设备层数据不能及时对齐，产生隐患：**设备配置和AOC上业务配置存在差异，难以及时发现，造成正常业务配置时可能会产生异常数据覆盖。



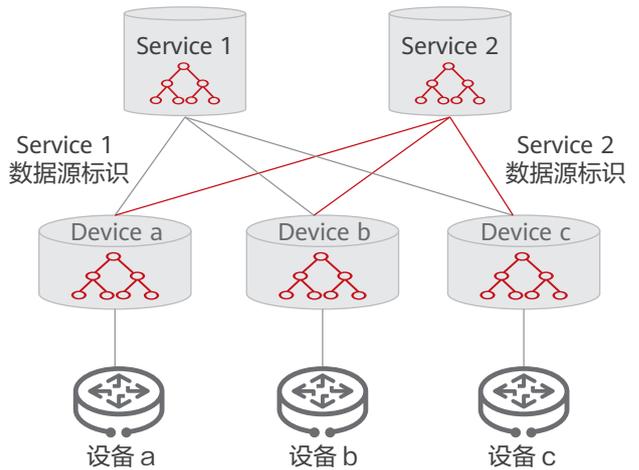
解决方案

业务一致性解决方案提供如下功能：

- **数据源：**可以按数据源标识保存数据配置、校验数据源冲突、按数据源精准修复业务一致性。
- **监控业务一致性：**支持实时监控设备配置/SND配置数据变更，呈现与业务层数据配置的差异。确保业务数据和设备数据一致。
- **设备业务一致性：**支持设备差异发现，同步/对账。

数据源支撑用户精准运维

数据源指数据的来源，配置数据报文支持携带自定义数据源标识，如数据源的软件包名称、业务定义点、数据源路径等，帮助用户确定数据来源、自动识别数据冲突、实现精准修复不一致数据。



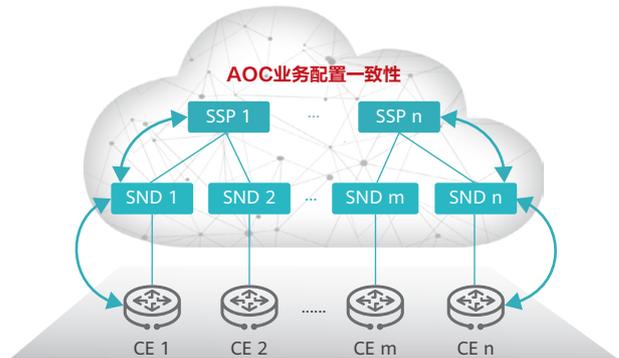
监控业务一致性

系统自动监控业务数据和本地设备数据或者远端设备端数据差异，实现显示差异状态。



业务一致性，确保网络运行稳定可靠

定时或按需执行指定动作，运维更灵活。



应用效果



按数据源精准
运维高效运维



及时发现并
修复设备问题



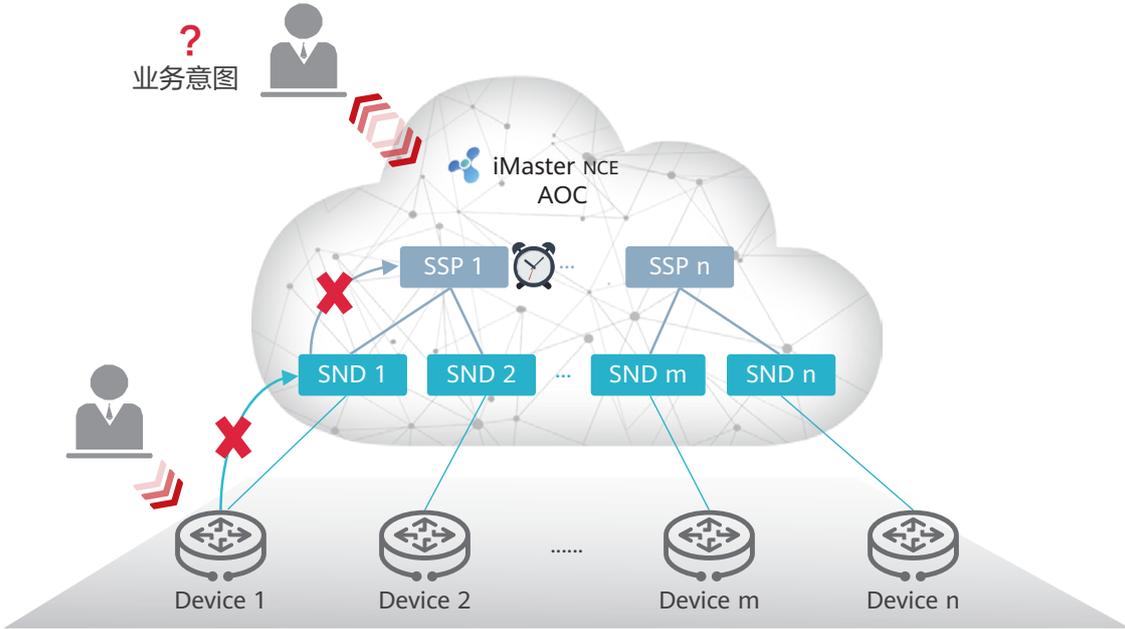
保障AOC
各层数据一致

5.3 网络配置全联动



■ 面临挑战

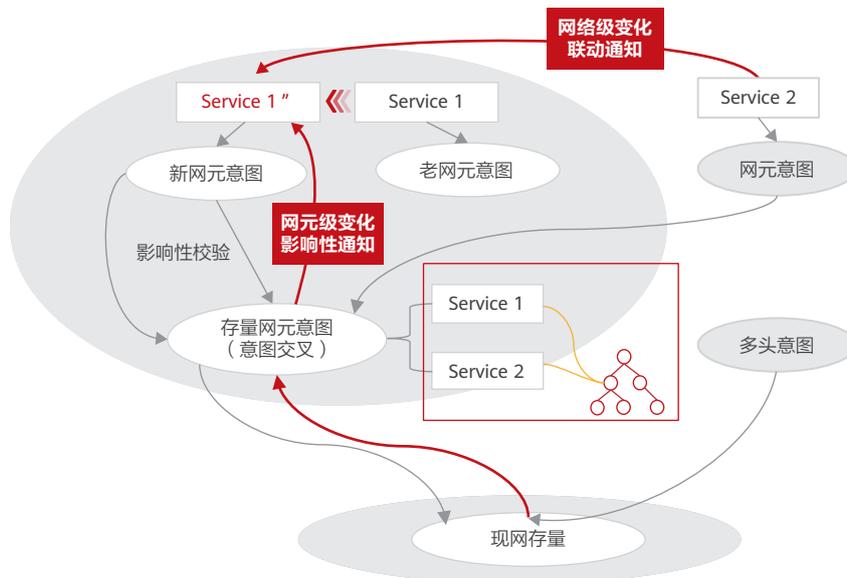
- **多头管理导致网元数据变更，无法判断对网络业务影响：**多头管理导致网元数据变更，客户无法判断对网络业务的影响，无法掌握业务意图在网运行时的偏差。
- **存在依赖关系的业务需要手工联动修改：**业务间存在依赖关系，发生变更后，需要人工识别和更新受影响的业务，易遗漏出错。



■ 解决方案

实时监控：实时感知网元数据变更对网络业务的影响，精准掌握业务意图在网运行状态。

业务变化时，系统自动识别依赖关系，自动联动相关业务，确保变更稳定不出错。



应用效果



实时感知网元数据变更，
精准掌握业务意图状态。



自动联动修改业务，
确保变更稳定不出错。

» 6

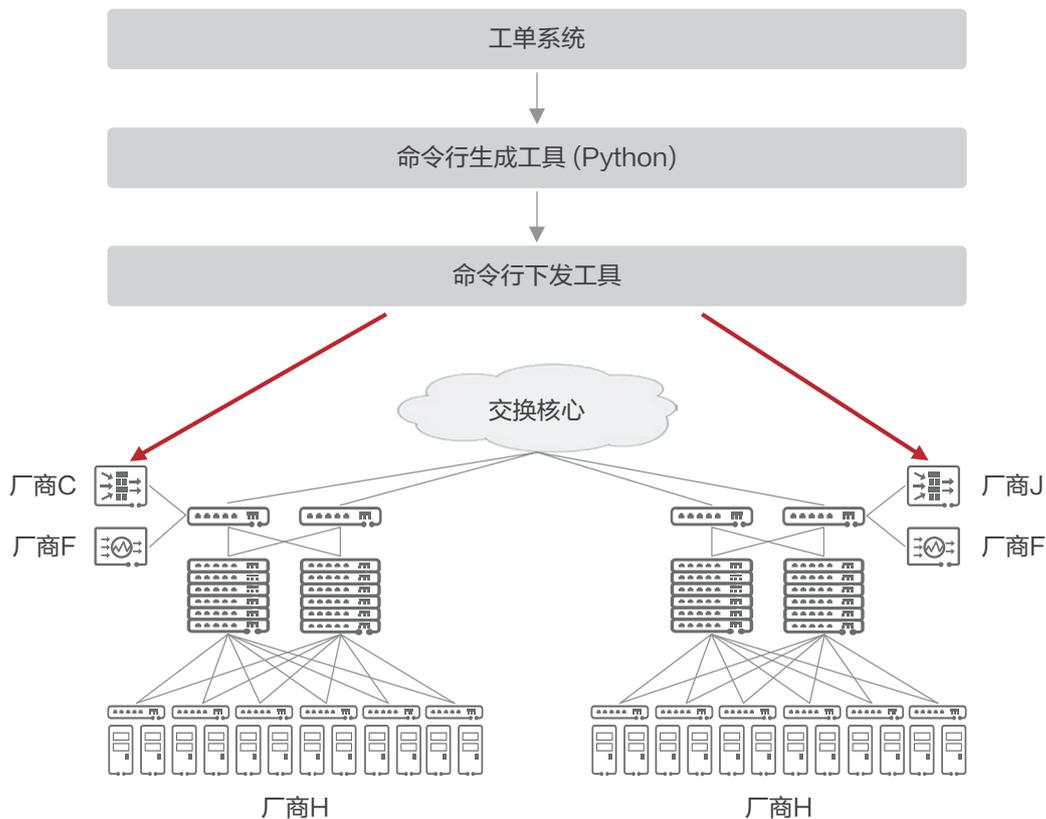
业务灵活定义

AOC提供网络开放可编程能力，网络业务的开发，由用户自定义。

支持构建设备无关统一模型，实现设备的通用能力开放。实现了对底层不同厂家设备的差异和变更的屏蔽。当有新厂家设备接入，或设备版本变更时，只需要少量的编码，调整映射包即可，通用模型和上层业务不受影响，不需要做任何变动。

面临挑战

- **业务逻辑代码与设备强绑定，随设备变化频繁刷新：**由于业务逻辑代码针对底层设备编码，当底层新增新款设备/设备升级/设备CLI命令变化时，业务软件包需同步刷新。
- **编写业务逻辑时交流效率低：**编写业务逻辑时，编程人员需要懂业务逻辑，还需要熟悉设备模型，需要大量交流，效率低下。

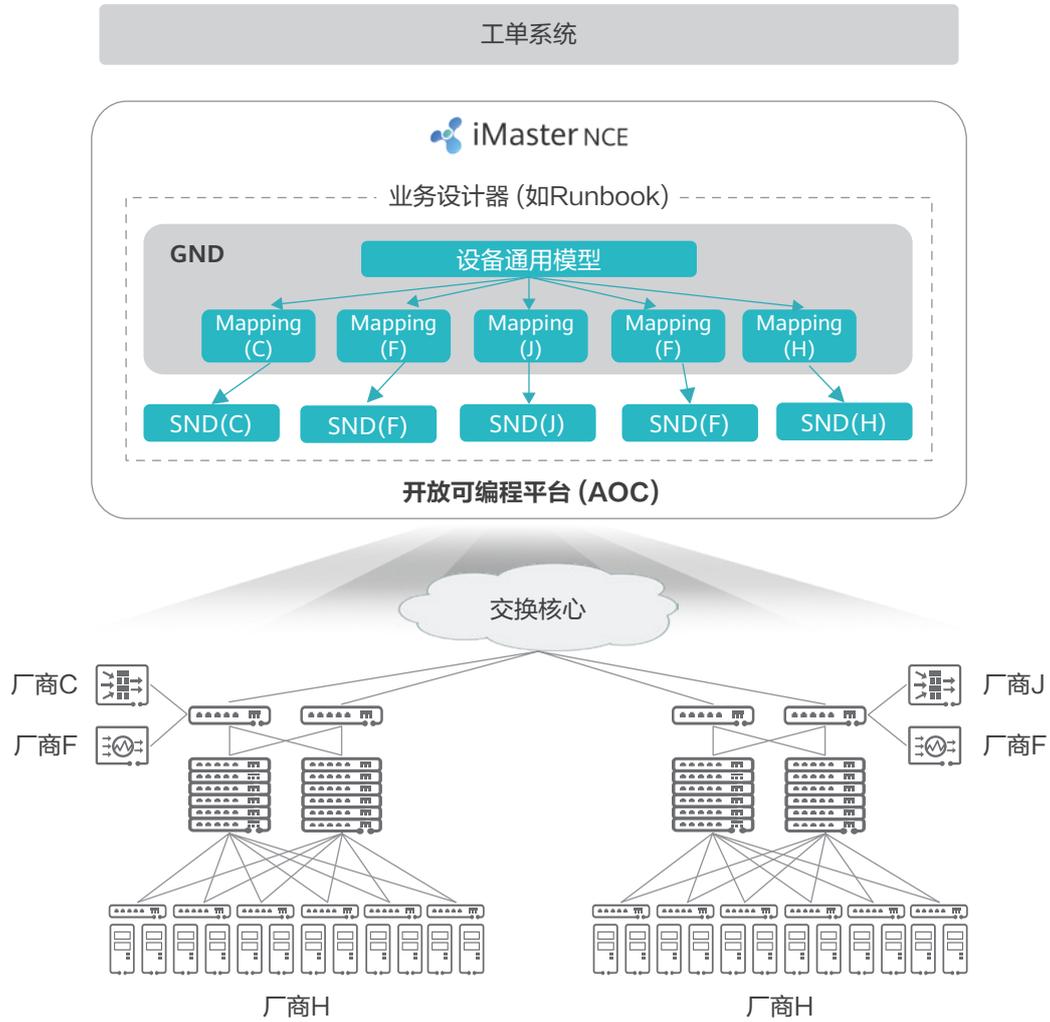


解决方案

设备无关统一模型支持以下功能：

模型分层，在业务层构建与厂商/设备无关的统一YANG模型，屏蔽设备底层差异，上层的GND配置实现包、SSP业务包、业务配置脚本不需要变化。

人员分工明确，各司其职。业务开发人员专注SSP和GND配置实现包逻辑即可，设备开发人员关注GND模型包和SND。



应用效果



屏蔽底层差异
降低维护工作量



人员分工明确
提高软件包开发效率



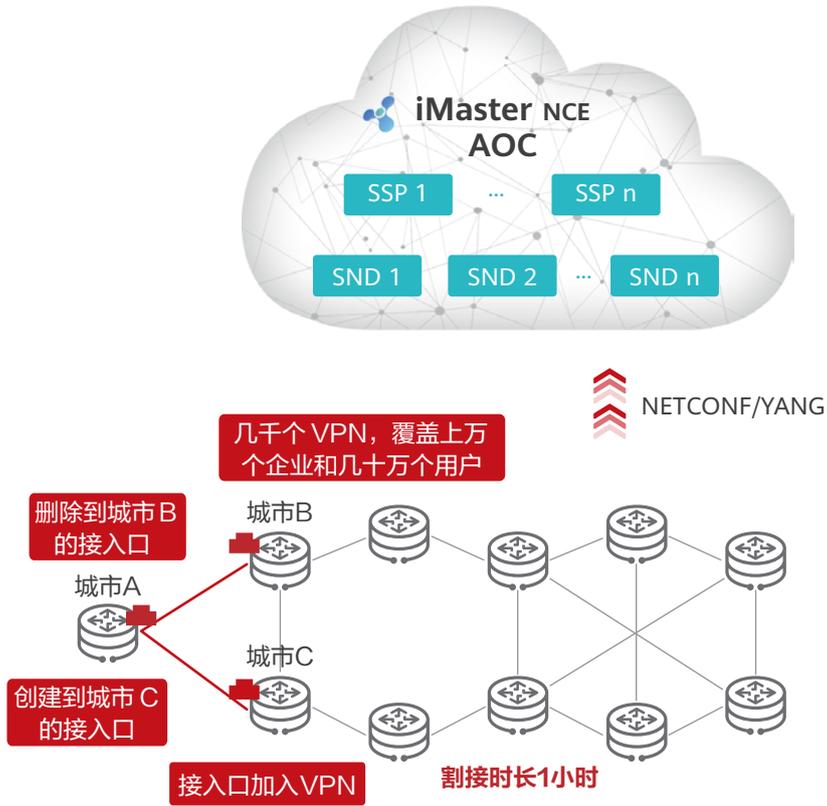
>>7

极速网络运维

AOC通过核心数据存储技术、多业务实例集群并发mapping技术，提升网络业务布放效率，实现极速网络运维。

面临挑战

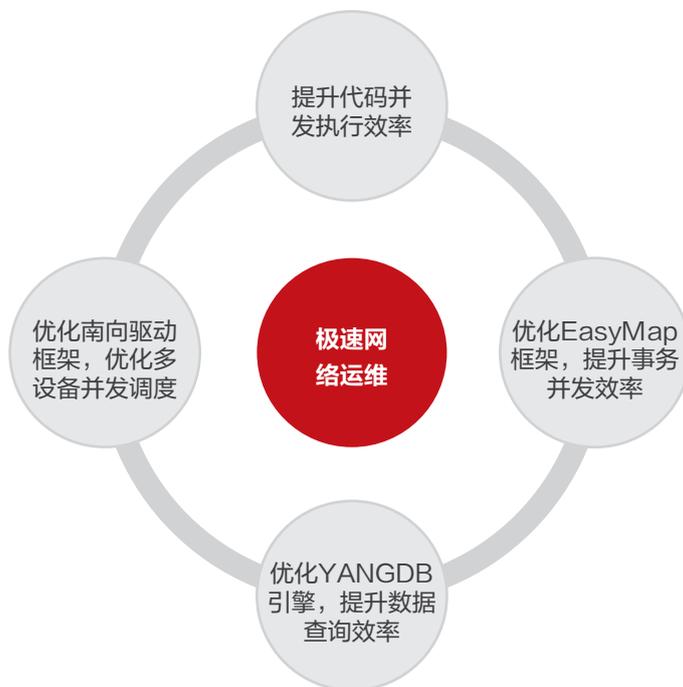
- **无法在规定时间内完成割接搬迁：**网络业务规模庞大，对规定时间窗内的割接、搬迁操作带来巨大挑战。
- **网络运维效率慢：**网络设备配置同步慢，难以实时运维网络。



解决方案

为解决上述问题，极速网络运维解决方案支持：

- 提升网络布放效率，支撑规定时间窗的割接、搬迁。
- 支持海量设备配置的同步、配置等操作，运维更高效。



应用效果



割接、搬迁场景操作效率
提升一倍



运维操作效率提升一倍

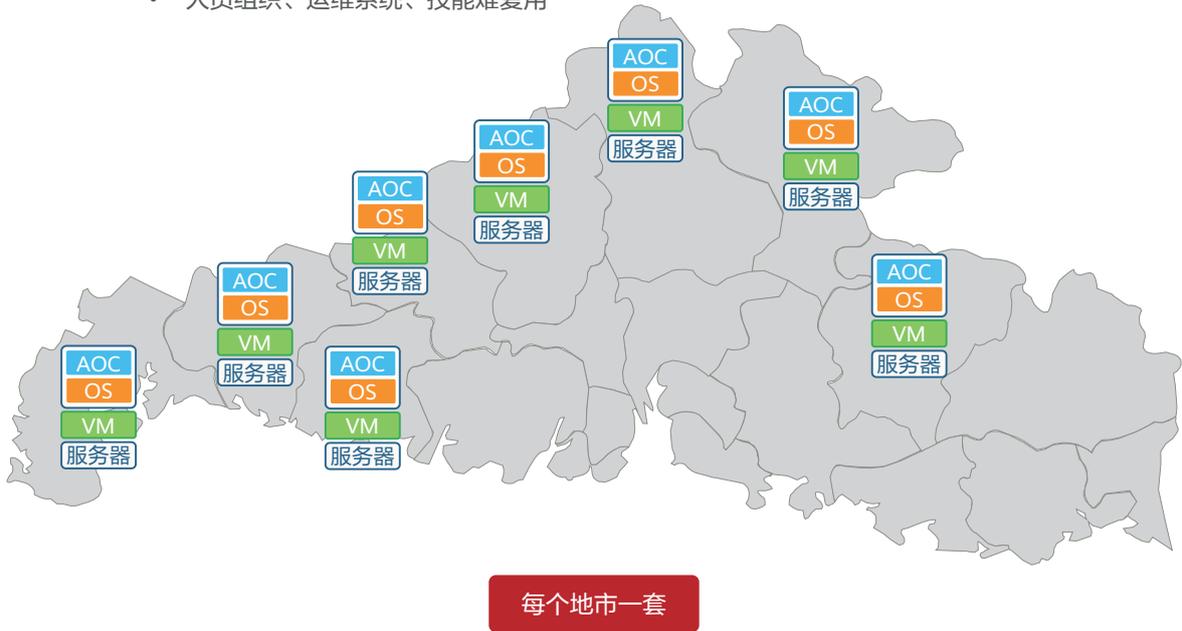


超大规模管理

AOC支持水平扩展架构，可根据网络规模弹性扩展。支持集约式超大网络管理，一个中心一套系统，端到端可视化。

面临挑战

- **硬件投资成本高**：硬件资源利用率不均衡，硬件投资成本高。
- **OPEX费用高**：隔离式网络管理，OPEX高。
 - 无法端到端可视
 - 数据不一致难同步
 - 人员组织、运维系统、技能难复用



解决方案

为解决上述问题，集约式超大规模管理支持以下功能：

- **水平扩展架构，端到端可视**：水平扩展架构是一个网络控制系统/网元控制系统分层架构。具备路由管理能力、支持分布式事务框架
- **数据融合拉通**：将网元管理器中数据统一汇聚，呈现出来
- **一套管理系统**：人员组织，运维系统，技能可复用



应用效果



硬件资源充分利用，
减少硬件投资成本。



集约式超大网络管理，
降低OPEX。