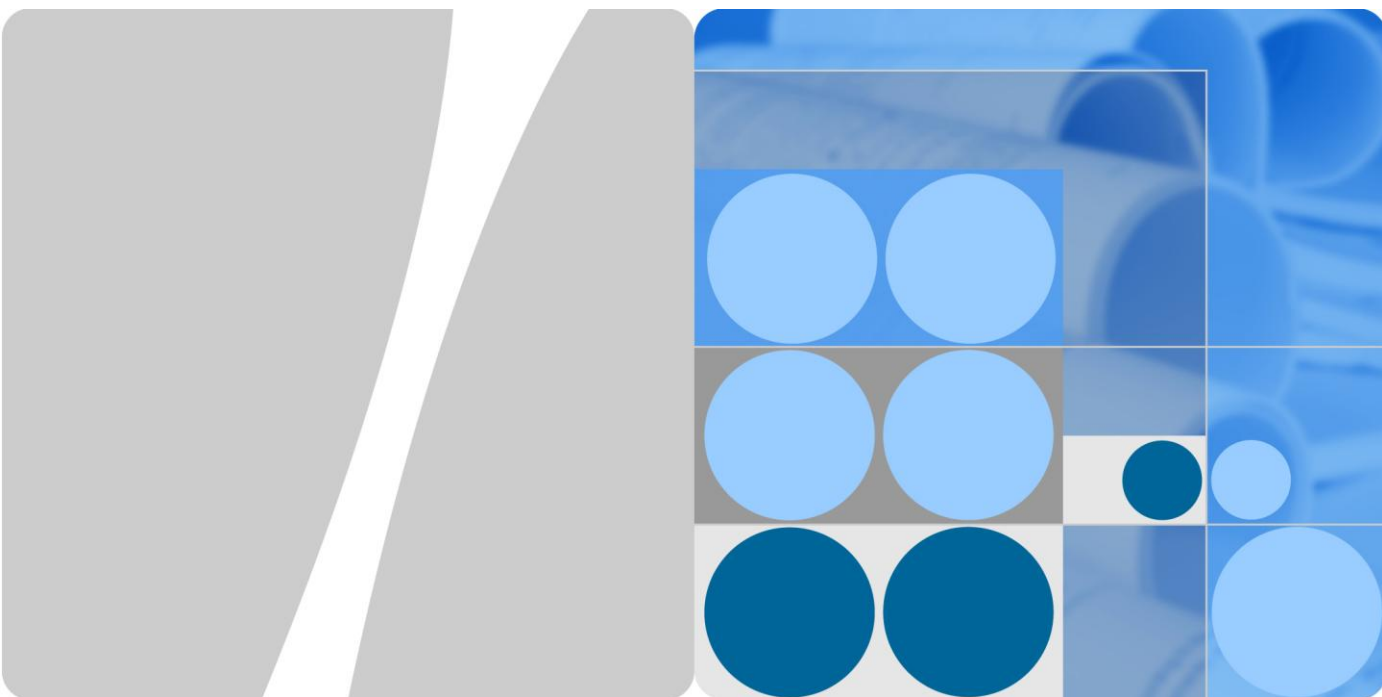


资料编码



WLAN mDNS 技术白皮书

文档版本 V1.0
发布日期 2014-06-25

华为技术有限公司



**版权所有 © 华为技术有限公司 2014。 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默示的声明或保证。

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： <http://www.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 0755-28560000 4008302118

客户服务传真： 0755-28560111

WLAN mDNS技术白皮书

关键词：WLAN、mDNS、多屏共享

摘 要：创新多屏共享应用，如Airplay、AirPrint等，仅限制于家庭环境，不适合在办公环境推广。 华为公司提供了mDNS Relay组件（部署在交换机上）和mDNS Gateway组件（部署在无线控制器AC上）来解决这个问题。

缩略语：

缩略语	英文全名	中文解释
SSID	Service Set Identifier	服务集标识，指站点 AP 提供的 WLAN 接入服务的名称
BSSID	Basic Service Set Identifier	基本服务集标识，指站点 AP 的 MAC 地址
CAPWAP	Control And Provisioning of Wireless Access Points	IETF 定义的 AC 对 AP 的管理和通信标准
mDNS	multicast DNS	基于组播域名服务(multicast DNS)

目 录

1	概述.....	6
2	WLAN mDNS 的技术实现.....	6
2.1	方案概述.....	6
2.2	基本原理.....	7
2.2.1	mDNS 协议.....	7
2.2.2	网络组成.....	8
2.3	业务处理流程.....	9
2.3.1	Server 发布 mDNS 服务.....	9
2.3.2	Client 查询 mDNS 服务.....	10
2.3.3	Gateway 通知服务冲突.....	10
2.3.4	Gateway 主动发现 mDNS 服务.....	10
2.4	逻辑网元及功能.....	11
2.4.1	mDNS Gateway 功能.....	11
2.4.2	mDNS Relay 功能.....	12
2.4.3	异常处理.....	12
2.5	特殊组网场景.....	14
2.5.1	AP 集中转发场景.....	14
2.5.2	AC 直连终端场景.....	14
3	华为实现的技术特色.....	15
3.1	支持跨 VLAN 网络的 mDNS 服务.....	15
3.2	支持跨三层网络的 mDNS 服务.....	15
3.3	有线和无线网络都支持 mDNS 服务.....	15
4	典型组网应用.....	15
4.1	有 Relay 场景.....	15
4.2	无 Relay 场景.....	16
4.3	混合场景.....	17

图表索引

图 1 mDNS 应用.....	6
图 2 跨 VLAN/跨三层 mDNS 场景	7
图 3 mDNS 方案中角色和功能.....	8
图 4 AP 集转与 AC 直连场景	14
图 5 有 Relay 场景组网图	16
图 6 无 Relay 场景组网图	17
图 7 混合场景组网图.....	18

1 概述

mDNS: multicast DNS，就是“基于组播域名服务”，是开放性零配置网络标准。

支持 mDNS 的设备分服务端设备和客户端设备两种，前者如电视机和打印机，后者如智能终端（Android 手机、平板电脑、iPhone 和 iPad），mDNS 服务端设备网络中自动广播它们的服务信息，同时侦听和应答客户端的服务请求，最终实现智能终端/平板自动发现 mDNS 服务，实现 mDNS 应用。



图 1 mDNS 应用

基于 mDNS 的应用，可以让智能终端（手机/平板电脑）上的音乐在附近的音响设备上播放，让视频节目投送到电视上放映，让打印文档在周围最近的打印机上打印出来。但是，mDNS 应用场景的限制在于：mDNS 协议不能跨 VLAN，因此仅适合家庭使用，没法向办公环境推广。

华为公司 WLAN 产品扩展增加了 mDNS 协议分析和控制功能，实现了跨 VLAN 的 mDNS 支持，使得在企业办公场景下，也能够使用多屏共享等 mDNS 的应用。

2 WLAN mDNS 的技术实现

2.1 方案概述

多屏共享等 mDNS 应用，可以将智能手机/平板电脑的音乐在音响设备上播放，将视频节目投送到电视上放映，让打印文档在周围最近的打印机上打印出来。但是，这些创新的应用仅限制于家庭环境：

- 1、mDNS 应用无法跨越 VLAN，不适应企业应用；
- 2、AP 转发组播报文速率低，降低了整体的无线容量，家庭网络尚可忽略但企业不行。

基于上述原因，mDNS 应用不适合在办公环境推广。

华为公司提供了 mDNS Relay 组件（部署在交换机上）和 mDNS Gateway 组件（部署在无线控制器 AC 上）来解决这个问题。

- **mDNS Relay:** 与支持 mDNS 的设备在同一 VLAN，把 mDNS 的组播报文转成单播报文与 mDNS Gateway 跨三层通信。
- **mDNS Gateway:** 收集记录各 VLAN 和子网的 mDNS 服务，应答 mDNS 客户端请求。

核心思想是：由 mDNS Relay 实现整网 mDNS 服务设备的发现，并单播转发给 mDNS Gateway 上进行集中登记，在 mDNS Client 查找 mDNS 服务时，mDNS Relay 同样单播转发给 mDNS Gateway，由后者进行应答。

典型跨 VLAN 的 mDNS 场景如下：

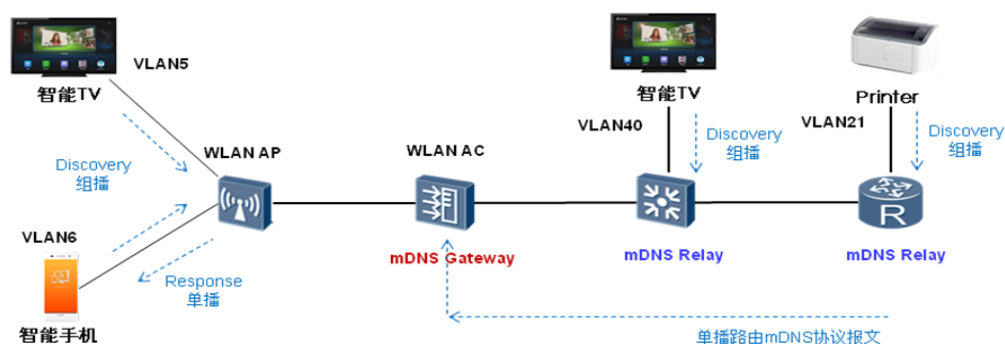


图 2 跨 VLAN/跨三层 mDNS 场景

2.2 基本原理

2.2.1 mDNS 协议

零设置网络（Zero Configuration Networking）是基于组播域名服务(Multicast DNS)和 DNS 的服务发现协议（DNS-Based Service Discovery）两套标准来实现的。

注： mDNS 协议（Multicast DNS [RFC 6762]）、SD 服务发现协议（DNS-Based Service Discovery [RFC 6763]）。

使用 mDNS 的设备在网络中自动传播它们自己的服务信息并聆听其它设备的服务信息，

mDNS 使本地网络中的系统和服务即使在没有管理员的情况下也可以被找到。

mDNS 使用的 Multicast DNS 协议使用固定目的地址 224.0.0.251（或者 IPv6 地址 FF02::FB）和端口 5353 进行组播。这个协议在同一个 VLAN 和子网中工作得很好，但是由于这个地址也是 link-local 地址，所以不能跨三层网络和 VLAN 进行服务发现。

2.2.2 网络组成

在企业网络中，一般提供服务的 mDNS 设备（如打印机、智能电视或智能电视盒等）与无线方式接入的 mDNS 客户端（如智能手机/平板电脑等）不在同一 VLAN 内。而 mDNS 协议只能工作在二层网络内，不能跨 VLAN 使用，所以需要使用 Gateway 来进行跨 VLAN 的 mDNS 报文转发与服务维护。由于企业网络一般会比较复杂，Client/Server 和 Gateway 之间会有网络拓扑、路由器，所以需要在子网的边缘交换机上开发 Relay 功能，把 mDNS 报文 relay 到 Gateway。

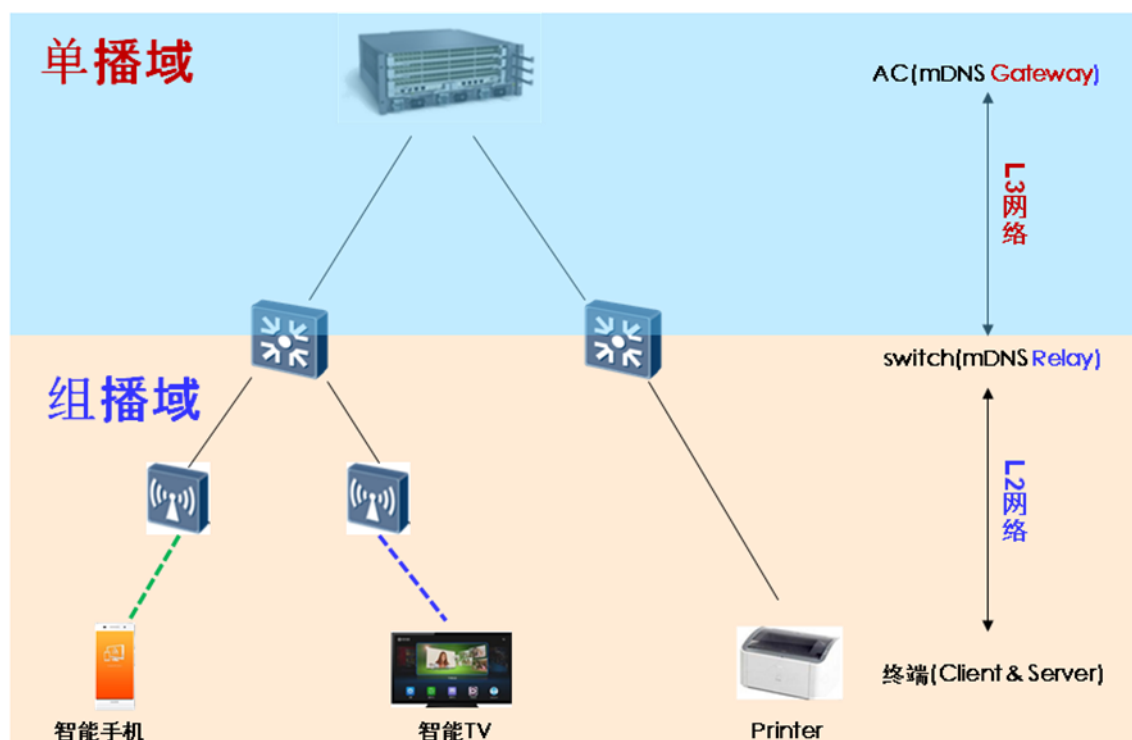


图 3 mDNS 方案中角色和功能

- 1、 **mDNS Relay**: 连接 TV、Printer 的设备上开启 mDNS Relay 功能(全局、基于 vlan、基于接口)，侦听服务注册报文，以单播报文转发到 Gateway 上。支持定时探测功能。
- 2、 **mDNS Gateway**: 功能(全局、基于 vlan、基于接口)，接收到 Relay 过来的单播报文上送 CPU，维护业务列表和其他信息。包括:服务名、域名、地址、端口、L4 类型、VLAN;

华为企业 mDNS 方案的核心思想，简单说就是由 mDNS Gateway 集中维护诸如智能电视/打印机等全网智能服务资源数据库，负责向 client 以单播推送资源 List，Client 在发现服务之后，智能终端 Client 与服务端之间即可使用 TCP 或 UDP 直接点对点通讯。

mDNS 协议识别：华为网络产品支持 mDNS Snooping，能截获空口（WLAN）和有线端口（交换机、AR）的 mDNS 报文，记录源 MAC、源 IP、入端口、VLAN 等表项；mDNS Relay 按照配置，将截获的 mDNS 报文以单播转发至 mDNS Gateway。

mDNS 报文跨越 VLAN：设计思想是将截获的 mDNS 报文转成单播，通过三层 mDNS 网关将报文路由到指定 client 或者 service 设备（例如：智能电视）。利用 mDNS 转单播技术，一举解决了 mDNS 服务跨 VLAN 和组播消耗 AP 性能两个问题。

2.3 业务处理流程

mDNS 服务跨三层发现的基本流程如下：

1. 服务提供者组播发布主机名；
2. Relay 向 Gateway 转发发布主机名的信息,Gateway 记录主机名和 IP 地址信息；
3. 服务提供者组播发布服务；
4. Relay 向 Gateway 转发发布服务的信息,Gateway 记录服务信息；
5. Client 组播查找服务；
6. Relay 向 Gateway 转发查找服务的信息；
7. Gateway 向 Relay 返回查找结果；
8. Relay 组播服务查找结果的信息；

2.3.1 Server 发布 mDNS 服务

服务提供者,也就是 mDNS Server 设备在其网段内发送组播的服务相关 mDNS 报文，Relay 设备通过 ACL 规则抓取收到的组播 mDNS 的报文，除了按照原来的组播处理规则，在本地继续转发外，还要复制一份报文拷贝，并修改这些报文的源地址和目的地址，采用单播的方式发送给 Gateway，由 Gateway 记录并登记相关服务信息。

详细的 Relay 对报文的处理点如下：

Relay 抓取的 mDNS 组播报文特征如下：目的地址 Dest IP=224.0.0.251、报文协议=UDP，

目的端口号 Dest Port=5353。

修改 Server 发出的报文，将 DestIP=GatewayIP、SrcIP=RelayIP，分配 TransactionID，并记录 ClientIP、ClientVLAN 和 TransactionID 对照表，启动老化定时器。然后把修改过的报文发送到 Gateway，供 Gateway 进行登记注册和冲突检测。

2.3.2 Client 查询 mDNS 服务

该查询过程对应基本流程 5~8。其中查询报文发到 Gateway 的过程与 Server 发布 mDNS 服务的过程相同。

Gateway 收到 Client 的服务查询请求后，根据客户端的请求，查找在线的服务列表和域名表，回应给 Relay 设备。

Gateway 回应的是单播 UDP 报文：SrcIP=GatewayIP、DstIP=RelayIP、DestPort=5353、协议 UDP。

Relay 收到 Gateway 的回应报文后，根据报文中的 TransactionID 查表，找到历史上对应的请求报文的 Client 信息，修改 Gateway 发出的回应报文：目的地址 DestIP=224.0.0.251、SrcIP=RelayIP，TransactionID=0，TTL=255，组播发送到 Client/Server 所在的 VLAN。最后删除 ClientIP、ClientVLAN 和 TransactionID 对照表。

2.3.3 Gateway 通知服务冲突

服务冲突和域名冲突是通过 Client/Server 主动发送查询报文实现的。Gateway 收到 Client 的服务查询请求后，通过匹配 ACL，把报文上送到控制面处理。Gateway 根据客户端的请求，查找在线的服务列表和域名表，回应给 Relay 设备。Client/Server 收到应答后进行冲突处理。

2.3.4 Gateway 主动发现 mDNS 服务

如果 VLAN 内部署的都是 Server，并且已经在网络连接之前启动了，那么它们不会主动通知 Gateway 有什么服务，所以需要 Relay/Gateway 来定时探测刷新服务列表和 Server 的主机状态。

Server 发回的应答在 Relay 上处理时，Relay 控制面报文处理点如下：

修改 Server 发出的报文：DestIP=GatewayIP、SrcIP=RelayIP，不需要分配 TransactionID 和操作 ClientIP、ClientVLAN 和 TransactionID 对照表。

Relay 设备把修改过的应答报文发送到 Gateway。

2.4 逻辑网元及功能

华为的企业 mDNS 方案的思想是：

1. 在Gateway上集中维护在线服务列表
2. Relay将VLAN内mDNS组播到单播的相互转换，即mDNS组播报文的跨三层转发，最终实现mDNS设备上服务的跨VLAN发现
3. 后续Client与Server直接采用IP通信

2.4.1 mDNS Gateway 功能

华为公司在 WLAN AC 部署 mDNS Gateway 模块，具备如下功能：

- 1) AC 支持以单播报文响应 client 的 mDNS request。
- 2) AC 集成 mDNS Gateway 功能，支持 mDNS 协议报文的识别，截获报文并建立多媒体资源数据库，维护全网服务资源信息，资源信息内容需要包含 IP 地址、名称等内容。
- 3) AC 支持主动发送 mDNS Request 报文，请求某一特定网段的打印机、音响、电视等多媒体信息。
- 4) AC 支持以单播报文响应 client 的 mDNS request。

在Gateway的实现上，关键点如下：

- 如果Server设备先加入网络、分到地址，这时候根据mDNS协议，它并不会主动通知Gateway，所以需要Gateway/Relay定时探测连接到它的二层网络的Server。
- 智能TV默认的服务老化时间是2min，老化定时器间按mDNS协议会在 $(120*80\%=)$ 96秒时发老化查询请求，华为系统缺省的定时查询间隔为90秒（可配置修改），即缺省情况下，在终端自身的老化定时器超时前，就主动发送请求刷新报文，减少了网络上老化查询信令开销；
- Gateway维护的记录快老化时，要构造查询报文发往Relay。探测报文源地址是自己、

目的地址是Relay设备， TransactionId设置成0。这样Relay发现报文的TransactionId为0就查不到对应的Client或Server的VLAN， 它就在所连接的所有VLAN内组播此查询请求， 从而得到所有VLAN里的服务。

2.4.2 mDNS Relay 功能

LSW 集成了 mDNS Gateway 功能：

- 1、支持配置 mDNS 协议中继转发的目的地址，即 AC 设备的目的 IP；
- 2、支持转换 mDNS 组播报文为单播报文，报文的目的 IP 地址为 AC 设备；
- 3、对于 mDNS 单播报文，按照正常流程转发，不做处理。

在Relay的实现上，关键点如下：

- 为了使mDNS报文可以发送到Gateway， Relay设备要修改报文的目的IP地址，改为Gateway的IP地址；
- 为了使回应报文能发回到本Relay设备， Relay要修改发给Gateway的报文的源IP，改为Relay的IP地址；
- 使用mDNS中的transaction Id字段作为Client请求/应答与Gateway查询/应答相互匹配的检索关键字
- 为了在收到Gateway的应答报文能找到Client所在的VLAN，所以要在修改源和目的地址时，记录mDNS报文的源地址、VLAN信息，并且分配一个TransactionId，填到mDNS报文里（组播mDNSClient会设置TransactionId为0，所以不影响对接）；
- 根据mDNS协议，为了跟Client对接，要让它认为应答报文与自己是同网段的或者是组播报文，所以Relay设备要修改应答报文的源地址为二层网络的地址、修改目的地址为mDNS组播地址224.0.0.251、修改TTL为255、修改TransactionId为0。

2.4.3 异常处理

老化刷新流程：

Gateway 实时维护网络中当前服务列表清单，每一个服务项都有一个老化时间，老化时间过去 80%后，Gateway 向指定的 Relay 发送查询消息，Relay 在网段内组播组播，如果收到有效应答，则刷新老化时间；否则说明该服务不再有效，如果当老化时间到，

仍旧没有收到该服务新的注册消息，则从服务列表清单中删除该服务项。

定时探测流程：

如果 Relay 配置了定时探测，则超时后 Relay 在网段内构造发送组播服务查询请求；

如果 Gateway 配置了定时探测，则超时后 Gateway 在直连的网段内构造发送组播服务查询请求；

系统定时探测时间是可配置的，缺省值 90 秒。

服务冲突处理：

如果服务名/主机名冲突，Gateway 向发生冲突网段所在的 Relay 发送 defend 消息，Relay 将此 defend 消息在网段内组播。

Gateway 后上电处理：

网络中 Gateway 设备可能后于 Server 启动，此时如果 Client 发送服务查询请求，由于 Gateway 并没有网络完整的服务清单列表，导致 Client 无法查到有效的 mDNS 服务而失败。故 Gateway 上电启动后，会主动向所有的 Relay 主动发起查找服务请求，从而主动收集当前在网的有效服务集。

2.5 特殊组网场景

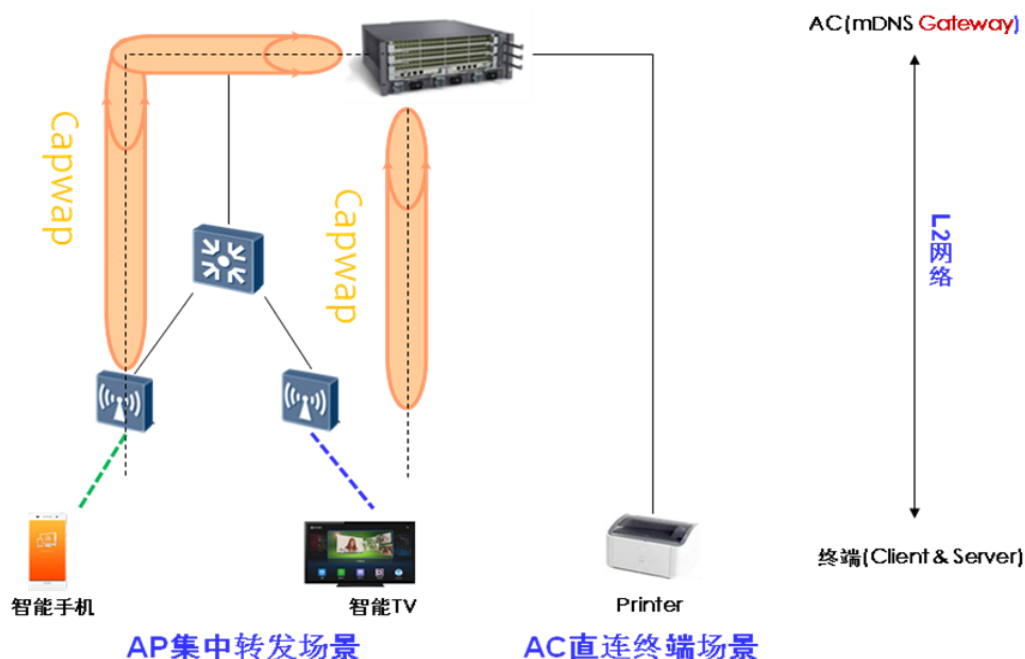


图 4 AP 集转与 AC 直连场景

2.5.1 AP 集中转发场景

AP 集中转发时，智能设备的数据报文从隧道直接送到 AC。处理过程与直连 AC 的场景相同，参见下一节。

2.5.2 AC 直连终端场景

对于与 AC 相同网络的智能设备，不需要经过 Relay。所以 Gateway 收报文时要允许接收目的地址是组播地址的 mDNS 报文，并且记录服务表和主机表时要记录报文 VLAN。Gateway 发报文时，对于直连的这些设备，要发送目的地址是组播地址的报文、并且指定 VLAN 发送。

3 华为实现的技术特色

3.1 支持跨 VLAN 网络的 mDNS 服务

mDNS 服务，受限于 mDNS 机制的限制，仅适用于很小规模的局域网环境，所以基于 mDNS 标准的应用，仅能在家庭网络环境中使用，并不适合在办公环境推广。华为公司产品提供 mDNS Relay 和 mDNS Gateway 特性功能，实现了跨 VLAN 网络总的 mDNS 服务。

3.2 支持跨三层网络的 mDNS 服务

华为公司产品集成的 mDNS Relay 和 mDNS Gateway 架构，不仅仅提供了跨 VLAN 的 mDNS 服务支持，同时可以支持跨三层的网络支持，进一步扩大了 mDNS 应用的网络支持范围。

3.3 有线和无线网络都支持 mDNS 服务

华为公司提供了的 mDNS Relay 组件部署在交换机上，mDNS Gateway 组件部署在无线控制器 AC 上，既可以同时部署 mDNS Relay 和 mDNS Gateway，配合实现跨 VLAN 和跨三层的 mDNS 支持网络，也可以单独部署 mDNS Gateway，实现跨 VLAN 的 mDNS 支持网络。

无论是哪一种组网，无论是 mDNS 的 Client 还是 Server，既可以是无线终端设备，也可以是有线终端设备。

4 典型组网应用

根据 mDNS 设备与无线控制器 AC 的相对位置，本特性有三种组网场景：

4.1 有 Relay 场景

当 mDNS 设备与 AC 之间跨三层网络时，需要用 mDNS Relay 组件把 mDNS 流量代理到 AC。

有 Relay 场景的典型组网举例如图 1-1 所示，智能手机、智能电视、打印机分别在不同的 VLAN/网段，并且与 AC 隔着路由器。mDNS Relay 转发 mDNS 服务通告和查询请求，mDNS Gateway 记录网络上的服务并应答查询请求。

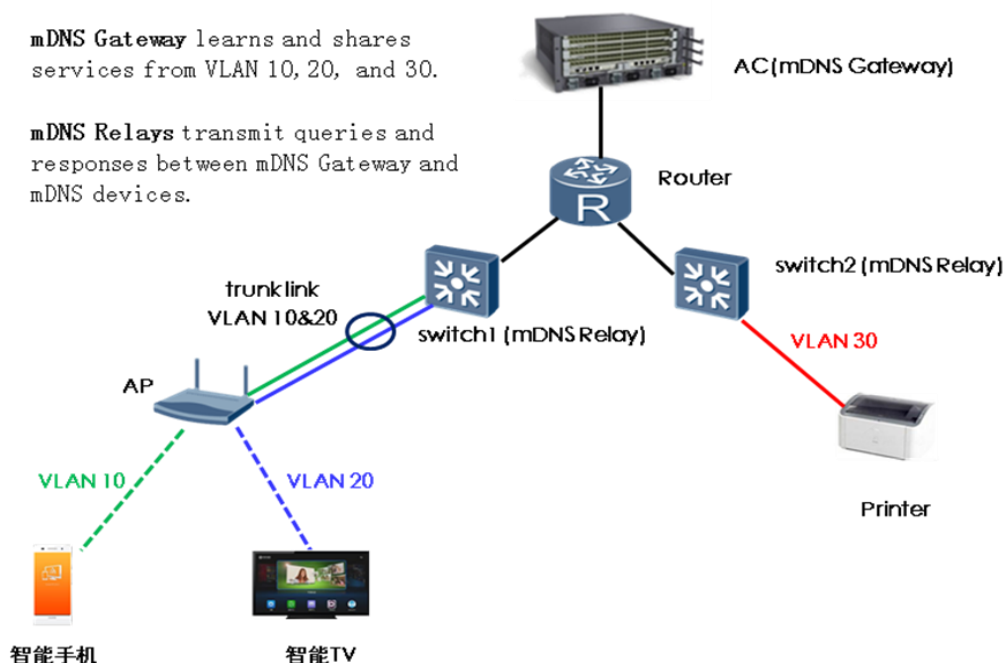


图 5 有 Relay 场景组网图

这种情况下，AP 采用直接转发方式，智能手机和智能电视的流量都转成有线流量经过交换机。AP 和交换机使用 trunk 接口转输两个 VLAN 的报文。交换机上启用 mDNS Relay 功能，把各个 VLAN 内的 mDNS 报文的地址替换为单播地址发到 AC，由 AC 来集中维护服务和应答查询请求。从而实现各个 VLAN 和网段间服务发现。

本场景需要配置：AC 上启用 mDNS Gateway 功能；交换机 1 上配置 Gateway 的地址并且设置在 VLAN10、20 启用 Relay 功能；交换机 2 上配置 Gateway 的地址并且在 VLAN30 启用 Relay 功能。

4.2 无 Relay 场景

当 mDNS 设备与 AC 在相同 VLAN/网段时，不需要 mDNS Relay。

无 Relay 场景的典型组网方式举例如图 1-2 所示。智能手机、智能电视、打印机分别在不同的 VLAN，但是与 AC 都在相同 VLAN（或者通过 CAPWAP 连接 AC）。mDNS Gateway 直接记录网络上的服务并应答查询请求。

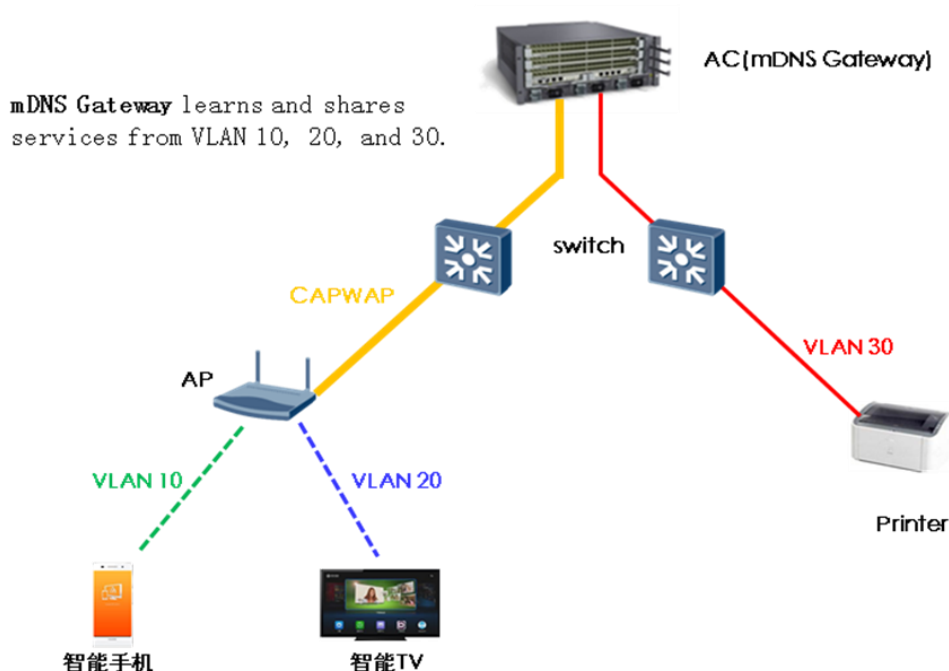


图 6 无 Relay 场景组网图

这种情况下，AP 采用集中转发方式，智能手机和智能电视的流量都通过 CAPWAP 隧道发送到 AC。打印机也与 AC 在同一 VLAN。中间的交换机不需要特殊处理，只做普通的二层转发。AC 上启用 mDNS Gateway 功能，集中维护 VLAN10、20 和 30 的服务并应答查询请求，从而实现各个 VLAN 和网段间服务发现。

需要指出的是，mDNS 设备之间使用 mDNS 发现了服务之后，应用程序的流量不使用 Multicast DNS 协议，也不涉及 mDNS Gateway。这就需要一个路由模块来实现跨 VLAN/网段转发业务流量。可以通过在 AC 上启用 VLAN 接口或者外接路由器来实现。

本场景需要在 AC 上配置启用 mDNS Gateway 功能。

4.3 混合场景

如果有一部分 mDNS 设备与 AC 在相同 VLAN，又有一部分与 AC 在不同 VLAN，则认为这是上述两种情况的混合场景。这种情况只需要针对在不同 VLAN 的情况部署 mDNS Relay。

混合场景的典型组网方式举例如图 1-3 所示。

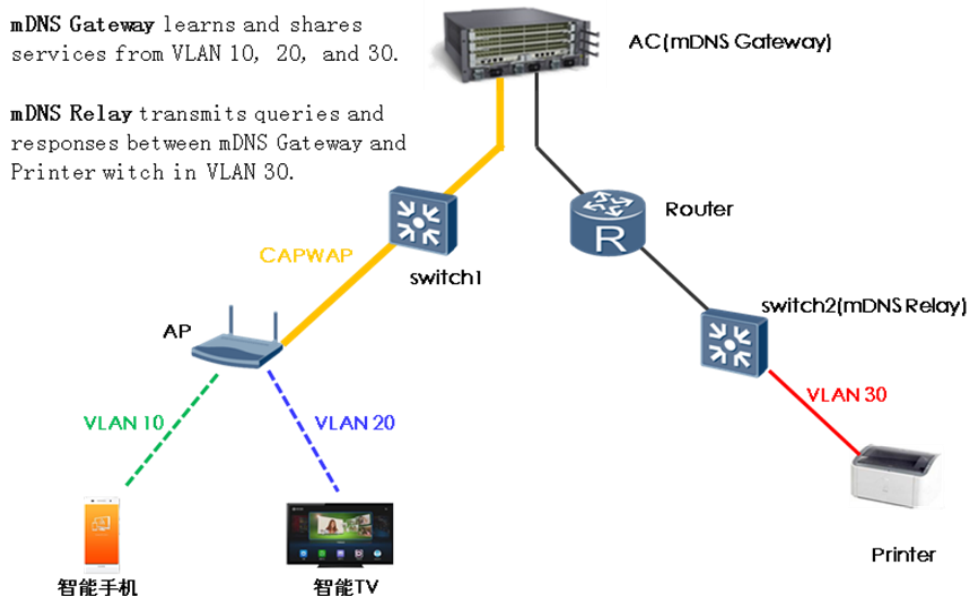


图 7 混合场景组网图

本场景需要配置：AC 上启用 mDNS Gateway 功能；交换机 2 上配置 Gateway 的地址并且在 VLAN30 启用 Relay 功能。