

目 录

1 WLAN QoS	1-1
1.1 WLAN QoS简介	1-1
1.1.1 WMM协议	1-1
1.1.2 智能带宽保障功能	1-3
1.1.3 客户端限速功能	1-3
1.1.4 协议规范	1-3
1.2 配置WLAN QoS	1-4
1.2.1 配置WMM	1-4
1.2.2 配置智能带宽保障功能	1-6
1.2.3 配置客户端限速功能	1-6
1.3 WLAN QoS显示和维护	1-7
1.4 WLAN QoS典型配置举例	1-7
1.4.1 WMM基本服务配置举例	1-7
1.4.2 流区分配配置举例	1-8
1.4.3 智能带宽保障典型配置举例	1-10
1.4.4 客户端限速典型配置举例	1-11

1 WLAN QoS

1.1 WLAN QoS简介

802.11 网络提供了基于竞争的无线接入服务，但是不同的应用需求对于网络的要求是不同的，而原始的网络不能为不同的应用提供不同质量的接入服务，所以已经不能满足实际应用的需要。

IEEE 802.11e 为基于 802.11 协议的 WLAN 体系添加了 QoS 功能，这个协议的标准化时间很长，在这个过程中，Wi-Fi 组织为了满足不同 WLAN 厂商对 QoS 的需求，定义了 WMM (Wi-Fi Multimedia, Wi-Fi 多媒体) 协议。WMM 协议用于保证优先发送高优先级的报文，从而保证语音、视频等应用在无线网络中有更好的服务质量。

目前 WLAN QoS 支持 WMM 协议、SVP 协议、智能带宽保障功能和客户端限速功能。

1.1.1 WMM协议

1. 基本概念

(1) EDCA

EDCA (Enhanced Distributed Channel Access, 增强的分布式信道访问) 是 WMM 定义的一套信道竞争机制，有利于高优先级的报文享有优先发送的权利和更多的带宽。

(2) AC

AC (Access Category, 接入类), WMM 定义了四种接入类型，相应的有各自的优先级队列，这些队列按优先级从高到低的顺序分为 AC-VO (语音队列)、AC-VI (视频队列)、AC-BE (尽力而为队列)、AC-BK (背景队列)。越高优先级队列中的报文，抢占信道的能力越强。

(3) CAC

CAC (Connect Admission Control, 连接准入控制) 用来限制能使用高优先级队列 (AC-VO 和 AC-VI 队列) 的客户端个数，从而保证已经使用高优先级队列的客户端能够有足够的带宽。

(4) U-APSD

U-APSD (Unscheduled Automatic Power-save Delivery, 非调度自动节能发送) 是 WMM 定义的一种新的节能处理方式，可以进一步提升客户端的节能能力。

2. 协议概述

在 802.11 协议中 DCF (Distributed Coordination Function, 分布式协调功能) 规定了 AP 和客户端使用 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, 载波监听/冲突避免) 接入方式。在占用信道发送数据前，AP 或客户端会监听信道。当信道空闲时间大于或等于规定的空闲等待时间，AP 或客户端在竞争窗口范围内随机选择退避时间进行退避。最先结束退避的设备竞争到信道。在 802.11 协议中，由于所有设备的空闲等待时间、竞争窗口都相同，所以整个网络中设备的信道竞争机会相同。

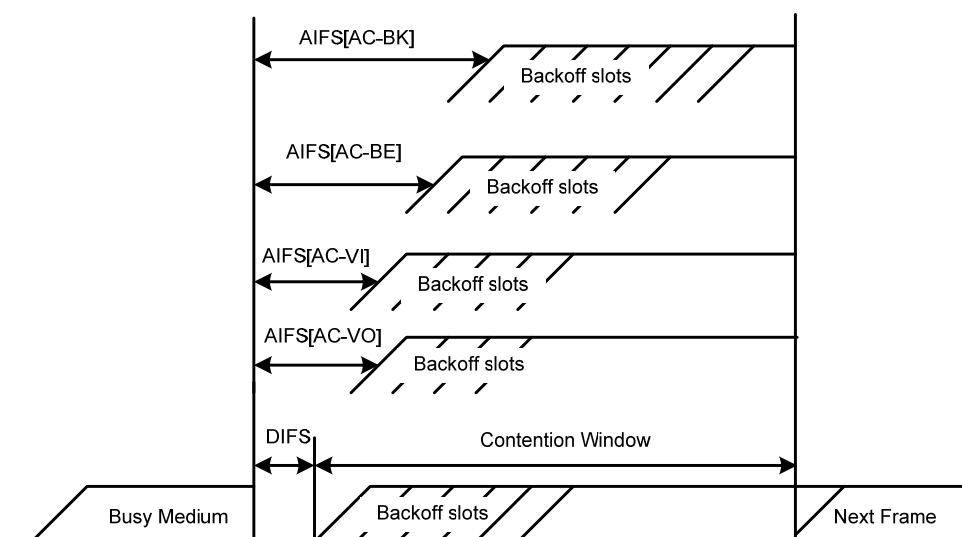
WMM 协议通过对 802.11 协议进行改进，改变了整个网络完全公平的竞争方式，将 BSS (Basic Service Set, 基本服务集) 内的数据报文分为 4 个 AC，高优先级 AC 中的报文占用信道的机会大于低优先级 AC 中的报文，从而使不同的 AC 获得不同级别的服务。

3. EDCA参数

WMM 协议对每个 AC 定义了一套信道竞争 EDCA 参数，EDCA 参数的含义如下所示。

- AIFSN (Arbitration Inter Frame Spacing Number, 仲裁帧间隙数)：在 802.11 协议中，空闲等待时长 (DIFS) 为固定值，而 WMM 针对不同 AC 配置退避前需要等待的时隙，AIFSN 数值越小，用户的空闲等待时间越短，即高优先级 AC 具有较高的信道竞争机会。AIFSN 为 [图 1-1](#) 中 AIFS 时间段。
- ECWmin (Exponent form of CWmin, 最小竞争窗口指数形式) 和 ECWmax (Exponent form of CWmax, 最大竞争窗口指数形式)：决定了平均退避时间值。这两个数值越大，用户的平均退避时间越长。通过这两个值计算 [图 1-1](#) 中 Backoff slots 时间段。
- TXOP Limit (Transmission Opportunity Limit, 传输机会限制)：用户每次竞争成功后，可占用信道的最大时长。这个数值越大，用户一次能占用信道的时长越大。如果是 0，则每次占用信道后只能发送一个报文。

图1-1 WMM 为每个 AC 赋予不同的信道竞争参数



4. U-APSD节能模式

U-APSD 是对传统节能模式的改进。在这种机制下，客户端不再定期监听 Beacon 帧，而是由客户端决定何时到 AP 上获取缓存报文。对于客户端的一次请求，AP 可以发送多个缓存报文给客户端，该机制显著改善了客户端的节能效果。

开启 WMM 功能后，就自动开启 U-APSD 节能模式。

5. ACK策略

ACK 策略有两种：Normal ACK 和 No ACK。

- Normal ACK 策略：对于每个发送的单播报文，接收者在成功接收到报文后，都要回复 ACK 进行确认。
- No ACK (No Acknowledgment) 策略：在无线报文交互过程中，不使用 ACK 报文进行接收确认。在通信质量较好、干扰较小的情况下，No ACK 策略能有效提高报文传输效率。但是，在通信质量较差的情况下，如果使用 No ACK 策略，则会造成丢包率增大的问题。需要注意的是，对于 802.11n 客户端发送的 A-MPDU 报文，配置的 No ACK 不起作用。

1.1.2 智能带宽保障功能

在实际应用中，网络中的流量不会一直处于某个稳定的状态。当某个 BSS 的流量非常大时，会挤占其它 BSS 的可用带宽。如果直接对单个 BSS 的报文进行限速，在总体流量较小时，又会导致闲置带宽被浪费。

智能带宽保障功能提供了更灵活的流量控制机制，当网络未拥塞时，所有 BSS 的报文都可以通过；在网络发生拥塞时，每个 BSS 都可以获取最低的保障带宽。通过这种方式，既确保了网络带宽的充分利用，又兼顾了不同无线服务之间带宽占用的公平原则。例如，配置 SSID 1、SSID 2 及 SSID 3 的保障带宽占总带宽的比例分别为 25%、25%及 50%。当网络空闲时，SSID 1 可以超过保障带宽，任意占用网络剩余带宽；当网络繁忙、没有剩余带宽时，SSID 1 至少可以占有自己的保障带宽部分（25%）。



智能带宽保障功能只能对由 AP 发送至客户端的流量进行控制。

1.1.3 客户端限速功能

每个 AP 提供的带宽由接入的所有客户端共享，如果部分客户端占用过多带宽，将导致其它客户端受到影响。通过配置客户端限速功能，可以限制单个客户端对带宽的过多消耗，保证所有接入客户端均能正常使用网络业务。

客户端限速功能有两种模式：

- **动态模式：**配置所有客户端使用的速率总值，每个客户端的限制速率是速率总值/客户端数量。例如，配置所有客户端可用速率的总和为 10Mbps，当有 5 个用户上线时，每个客户端的可用带宽限制为 2Mbps。
- **静态模式：**为所有客户端配置相同的限速速率，该配置对所有客户端生效。当接入客户端增加至一定数量时，如果所有接入客户端限制速率的总和超出 AP 可提供的有效带宽，那么每个客户端将不能保证获得配置的带宽。

1.1.4 协议规范

- 802.11e-2005, Amendment 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements, IEEE Computer Society, 2005
- Wi-Fi, WMM Specification version 1.1, Wi-Fi Alliance, 2005

1.2 配置WLAN QoS

1.2.1 配置WMM

1. 开启WMM功能

表1-1 开启 WMM 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入Radio接口视图	interface wlan-radio <i>interface-number</i>	-
开启WMM功能	wmm enable	缺省情况下，WMM功能处于开启状态 需要注意的是，协议要求802.11n的客户端必须支持WMM，所以当Radio工作在802.11an或802.11gn的情况下，WMM功能必须开启，否则可能会导致关联后的802.11n的客户端无法通信

2. 配置射频的EDCA工作参数

表1-2 配置射频的 EDCA 工作参数

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入Radio接口视图	interface wlan-radio <i>interface-number</i>	-
配置Radio的工作参数	edca radio { ac-be ac-bk ac-vi ac-vo } { ack-policy { noack normalack } aifsn <i>aifsn-value</i> ecw ecwmin <i>ecwmin-value</i> ecwmax <i>ecwmax-value</i> txoplimit <i>txoplimit-value</i> } *	如表1-3所示

表1-3 射频的 EDCA 工作参数缺省值

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-BK	7	4	10	0
AC-BE	3	4	6	0
AC-VI	1	3	4	94
AC-VO	1	2	3	47

3. 配置射频和客户端的协商参数（AC-BE或AC-BK）

表1-4 配置射频和客户端的协商参数（AC-BE 或 AC-BK）

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-

操作	命令	说明
进入Radio接口视图	interface wlan-radio <i>interface-number</i>	-
配置Radio和客户端的协商参数（AC-BE或AC-BK）	edca client { ac-be ac-bk } { aifsn <i>aifsn-value</i> ecw ecwmin <i>ecwmin-value</i> ecwmax <i>ecwmax -value</i> txoplimit <i>txoplimit -value</i> } *	如表1-5所示

表1-5 射频和客户端的协商参数的缺省值（AC-BE 或 AC-BK）

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-BK	7	4	10	0
AC-BE	3	4	10	0

4. 配置射频和客户端的协商参数（AC-VO或AC-VI）

表1-6 配置射频和客户端的协商参数（AC-VO 或 AC-VI）

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入Radio接口视图	interface wlan-radio <i>interface-number</i>	-
配置Radio和客户端的协商参数（AC-VO或AC-VI）	edca client { ac-vi ac-vo } { aifsn <i>aifsn-value</i> cac { disable enable } ecw ecwmin <i>ecwmin-value</i> ecwmax <i>ecwmax-value</i> txoplimit <i>txoplimit-value</i> } *	如表1-7所示
（可选）配置开启CAC（Connect Admission Control，连接准入控制）功能后使用的接入控制策略	cac policy { channelutilization [<i>channelutilization-value</i>] client [<i>client-number</i>] }	缺省情况下，使用基于客户端数量的CAC策略，客户端数量为20

表1-7 射频和客户端的协商参数的缺省值（AC-VO 或 AC-VI）

AC	AIFSN	ECWmin	ECWmax	TXOP Limit
AC-VI	2	3	4	94
AC-VO	2	2	3	47

5. 配置信任的报文优先级类型和端口优先级



说明

- 配置信任的报文优先级类型和端口优先级都只针对上行报文有效。
- 配置了信任的报文优先级类型后，端口优先级的配置不生效。

没有配置信任的报文优先级类型时，设备信任端口优先级，使用端口优先级进行优先级映射。

表1-8 配置信任的报文优先级类型和端口优先级

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入无线服务模板视图	wlan service-template <i>service-template-name</i>	-
配置信任的报文优先级类型	qos trust { dot11e dscp }	缺省情况下，信任端口优先级
配置端口优先级	qos priority <i>priority</i>	缺省情况下，端口优先级为0

1.2.2 配置智能带宽保障功能

表1-9 配置智能带宽保障功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
配置指定射频类型的最大带宽参考值	wlan max-bandwidth { dot11a dot11ac dot11an dot11b dot11g dot11gac dot11gn } bandwidth	缺省情况下，不同射频类型的最大带宽参考值为： <ul style="list-style-type: none"> • dot11a 和 dot11g 为 30000Kbps • dot11an 和 dot11gn 为 250000Kbps • dot11ac 为 500000Kbps • dot11b 为 7000Kbps
进入Radio接口视图	interface wlan-radio <i>interface-number</i>	-
配置智能带宽保障功能	bandwidth-guarantee { disable enable }	缺省情况下，智能带宽保障功能处于关闭状态
配置无线服务模板的保障带宽	bandwidth-guarantee service-template <i>service-template-name</i> percent percent	缺省情况下，不存在无线服务模板的保障带宽

1.2.3 配置客户端限速功能

客户端限速功能可以基于无线服务模板或用户类别进行配置。若配置动态模式，则每个客户端的限速速率为总限速速率/客户端总数，若配置静态模式，则所有客户端的限速速率为配置的值。如果同时配置多种方式或不同模式的客户端限速，则多个配置将同时生效，每个客户端的限速值为多种方式及不同模式中的限速速率最小值。

1. 配置基于无线服务模板的客户端限速

基于无线服务模板的客户端限速对使用同一个无线服务模板接入的所有客户端生效。

表1-10 配置基于无线服务模板的客户端限速功能（无线服务模板视图）

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-

操作	命令	说明
进入无线服务模板视图	wlan service-template <i>service-template-name</i>	-
开启基于无线服务模板的客户端限速功能	client-rate-limit enable	缺省情况下，基于无线服务模板的客户端限速功能处于关闭状态
配置基于无线服务模板的客户端限速速率	client-rate-limit { inbound outbound } mode { dynamic static } cir <i>cir</i>	缺省情况下，不存在基于无线服务模板的客户端限速速率

2. 配置基于用户类别的客户端限速

基于用户类别的客户端限速对所有客户端生效，每种类型的客户端的速率都不能超过配置的限速值。

表1-11 配置基于用户类别的客户端限速功能（系统视图）

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
配置基于用户类别的客户端限速	wlan client-rate-limit { dot11a dot11ac dot11an dot11b dot11g dot11gac dot11gn } { inbound outbound } cir <i>cir</i> [<i>cbs cbs</i>]	缺省情况下，不存在基于用户类别的客户端限速

1.3 WLAN QoS显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示配置后 WLAN QoS 的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除 WLAN QoS 服务的统计信息。

表1-12 WMM 显示和维护

操作	命令
显示WMM射频的统计信息	display wlan wmm radio { all ap ap-name }
显示WMM客户端的统计信息	display wlan wmm client { all ap ap-name mac-address mac-address }
清除WMM射频的统计信息	reset wlan wmm radio { all ap ap-name }
清除WMM客户端的统计信息	reset wlan wmm client { all ap ap-name mac-address mac-address }

1.4 WLAN QoS典型配置举例

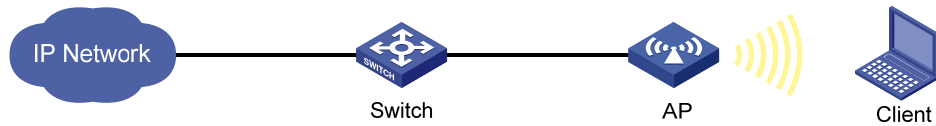
1.4.1 WMM基本服务配置举例

1. 组网需求

在 FAT AP 上启用 WMM 功能，使 FAT AP 和客户端在发送流量时能够区分业务优先级。

2. 组网图

图1-2 WMM 基本服务配置组网图



3. 配置步骤

配置服务模板，SSID 为 market。

```
<FAT AP> system-view
[FAT AP] wlan service-template market
[FAT AP-wlan-st-market] ssid market
[FAT AP-wlan-st-market] service-template enable
[FAT AP-wlan-st-market] quit
```

将无线服务模板 market 绑定到 WLAN-Radio 1/0/1 接口上。

```
[FAT AP] interface wlan-radio 1/0/1
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] undo shutdown
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template market
```

开启 WMM 功能。

```
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] wmm enable
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] quit
```

4. 验证配置

完成以上配置后，可通过如下显示命令查看 WMM 射频的统计信息。

```
[FAT AP] display wlan wmm radio all
AP ID : 1   AP Name : fatap

Radio : 1
Client EDCA updates : 0
QoS mode   : WMM
WMM status : Enabled
Radio max AIFSN      : 0           Radio max ECWmin : 0
Radio max TXOPLimit  : 0           Radio max ECWmax : 0
```

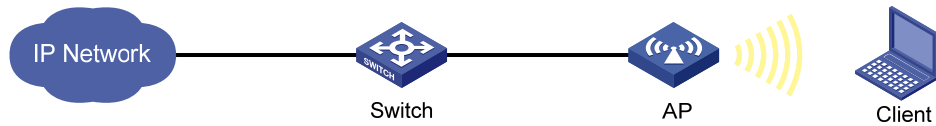
1.4.2 流区分配配置举例

1. 组网需求

FAT AP 将 Client 发送的 802.11 报文，经过端口优先级映射后，放入 AC-VO 队列。

2. 组网图

图1-3 流区分配组网图



3. 配置步骤

配置服务模板，SSID 为 market，并开启服务模板。

```
<FAT AP> system-view
[FAT AP] wlan service-template market
[FAT AP-wlan-st-market] ssid market
[FAT AP-wlan-st-market] service-template enable
```

配置端口优先级映射，将 Client 侧发送的 802.11 报文，优先级变为 7。

```
[FAT AP-wlan-st-market] qos priority 7
[FAT AP-wlan-st-market] quit
```

将无线服务模板 market 绑定到 WLAN-Radio 1/0/1 接口上。

```
[FAT AP] interface wlan-radio 1/0/1
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] undo shutdown
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template market
```

开启 WMM 功能。

```
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] wmm enable
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] quit
```

4. 验证配置

完成以上配置后，可通过如下显示命令查看到 Client 发送的报文被放入 AC-VO 队列。

```
[FAT AP] display wlan statistics client
MAC address           : 0015-005e-97cc
AP name                : 7848-59f3-fd40
Radio ID               : 1
SSID                   : market
BSSID                  : 7848-59f3-fd40
RSSI                   : 27
Sent frames:
  Back ground          : 0/0 (frames/bytes)
  Best effort          : 0/0 (frames/bytes)
  Video                : 0/0 (frames/bytes)
  Voice                 : 14/1092 (frames/bytes)
Received frames:
  Back ground          : 0/0 (frames/bytes)
  Best effort          : 66/8177 (frames/bytes)
  Video                : 0/0 (frames/bytes)
  Voice                 : 0/0 (frames/bytes)
Discarded frames:
  Back ground          : 0/0 (frames/bytes)
```

```

Best effort          : 0/0 (frames/bytes)
Video               : 0/0 (frames/bytes)
Voice               : 0/0 (frames/bytes)

```

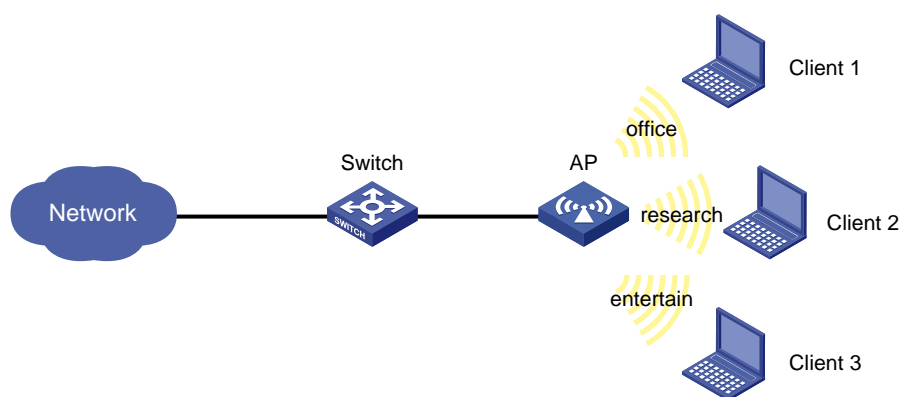
1.4.3 智能带宽保障典型配置举例

1. 组网需求

在某企业内，三个客户端分别通过名为 **research**、**office**、**entertain** 的 SSID 接入无线网络。为了满足企业网络正常运行的需求，要求在同一个 AP 内，保证无线服务 **office** 的带宽占总带宽的 20%，无线服务 **research** 的带宽占总带宽的 80%，无线服务 **entertain** 没有分配固定带宽。

2. 组网图

图1-4 智能带宽保障配置举例组网图



3. 配置步骤

配置无线服务模板 **office**，SSID 为 **office**。

```

<FAT AP> system-view
[FAT AP] wlan service-template office
[FAT AP-wlan-st-office] ssid office
[FAT AP-wlan-st-office] service-template enable
[FAT AP-wlan-st-office] quit

```

配置无线服务模板 **research**，SSID 为 **research**。

```

[FAT AP] wlan service-template research
[FAT AP-wlan-st-research] ssid research
[FAT AP-wlan-st-research] service-template enable
[FAT AP-wlan-st-research] quit

```

配置无线服务模板 **entertain**，SSID 为 **entertain**。

```

[FAT AP] wlan service-template entertain
[FAT AP-wlan-st-entertain] ssid entertain
[FAT AP-wlan-st-entertain] service-template enable
[FAT AP-wlan-st-entertain] quit

```

配置 802.11ac 射频的最大带宽参考值为 10000Kbps。

```

[FAT AP] wlan max-bandwidth dot11ac 10000

```

将无线服务模板绑定到 WLAN-Radio1/0/1 接口。

```

[FAT AP] interface wlan-radio 1/0/1
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] undo shutdown
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template office
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template research
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template entertain
# 开启智能带宽保障功能。
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] bandwidth-guarantee enable
# 配置无线服务模板 office、无线服务模板 research 的保障带宽占总带宽的百分比分别为 20%、80%。
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] bandwidth-guarantee service-template office percent 20
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] bandwidth-guarantee service-template research percent 80
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] return

```

4. 验证配置

如果 AP 向所有客户端发送的数据流量累计小于 10000Kbps，AP 向 Client 1~Client 3 发送的流量不会受限制。

如果 AP 向 Client 1 发送流量大于 2000Kbps，向 Client 2 发送流量大于 8000Kbps，由于为 research 无线服务和 office 无线服务配置了智能带宽保障功能，设备会优先发送 Client 1 和 Client 2 的流量。因此，AP 向 Client 1 和 Client 2 实际发送的流量分别为 2000Kbps 以及 8000Kbps 左右，向 Client 3 发送的流量会受到限制。

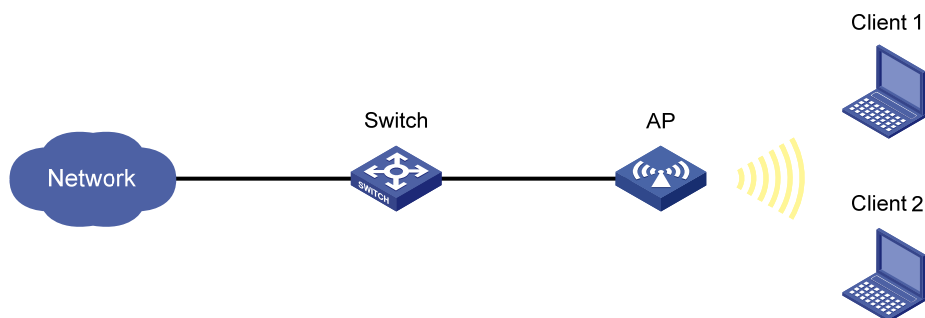
1.4.4 客户端限速典型配置举例

1. 组网需求

在 FAT AP 上配置客户端限速功能，FAT AP 分别在入方向以静态模式、出方向以动态模式限制客户端的速率。

2. 组网图

图1-5 客户端限速组网图



3. 配置步骤

配置无线服务模板，配置 SSID 为 service。

```

< FAT AP > system-view
[FAT AP] wlan service-template service
[FAT AP-wlan-st-service] ssid service

```

开启基于无线服务模板的客户端限速功能，并且配置限制从客户端到 AP 方向和从 AP 到客户端方向数据传输的最大速率，使从客户端到 AP 方向的固定速率为 8000 Kbps，从 AP 到客户端方向的共享速率为 8000Kbps。

```
[FAT AP-wlan-st-service] client-rate-limit enable
[FAT AP-wlan-st-service] client-rate-limit inbound mode static cir 8000
[FAT AP-wlan-st-service] client-rate-limit outbound mode dynamic cir 8000
[FAT AP-wlan-st-service] service-template enable
[FAT AP-wlan-st-service] quit
```

#将无线服务模板绑定到 WLAN-Radio1/0/1 接口上。

```
[FAT AP] interface wlan-radio 1/0/1
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] undo shutdown
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] service-template service
[FAT AP-WLAN-Radio1/0/1] return
```