

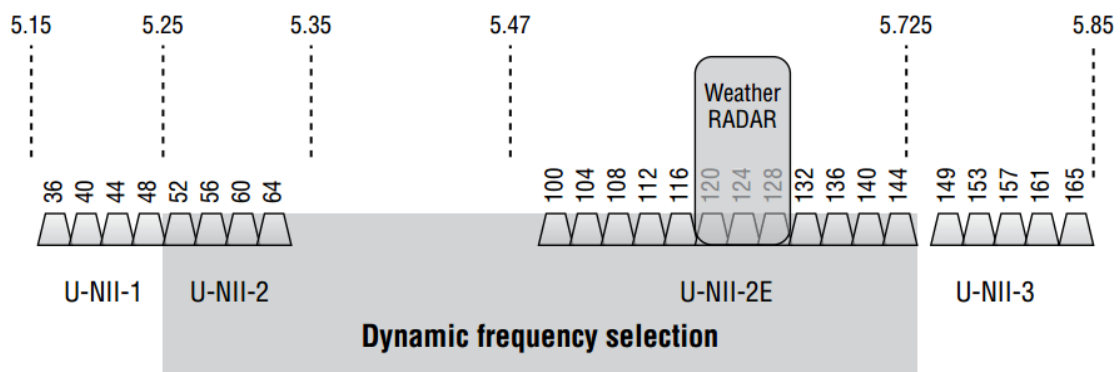
Introduction DFS

DFS (Dynamic Frequency Selection) 动态频率选择。802.11a标准使用5GHz频率。这个标准在美国没有问题，但是在欧洲却遇到强烈的抵制。

因为欧洲军方的雷达系统广泛运用这一频率(其中探测隐型飞机的雷达就使用这一频率)。如果民用的无线产品也使用这一频率，很可能对军事雷达和通讯产生干扰。为了解决这一安全顾虑，在欧洲出售的WLAN产品必须具备TPC和DFS这两个功能，即发射功率控制和动态频率选择。

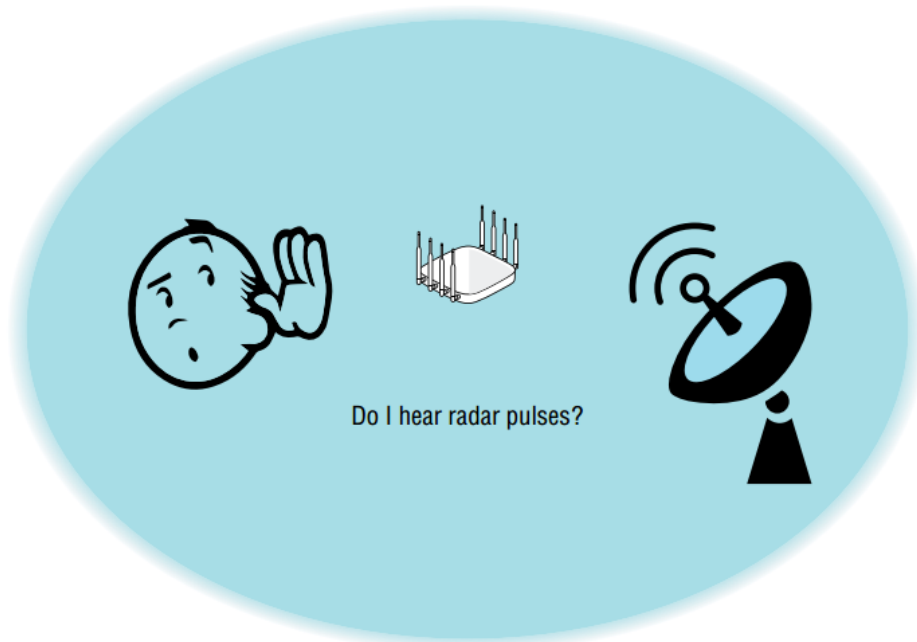
- TPC是为了防止无线产品发放过大的功率来干扰军方雷达。
- DFS是为了使无线产品主动探测军方使用的频率，并主动选择另一个频率，以避免军方频率。

根据WiFi信道规划DFS channel规定如下，在u-nii-2 (5.25-5.35GHz) 以及U-NII-2e 带宽 (5.47-5.725GHz) 划分为DFS 信道。如下图所示：



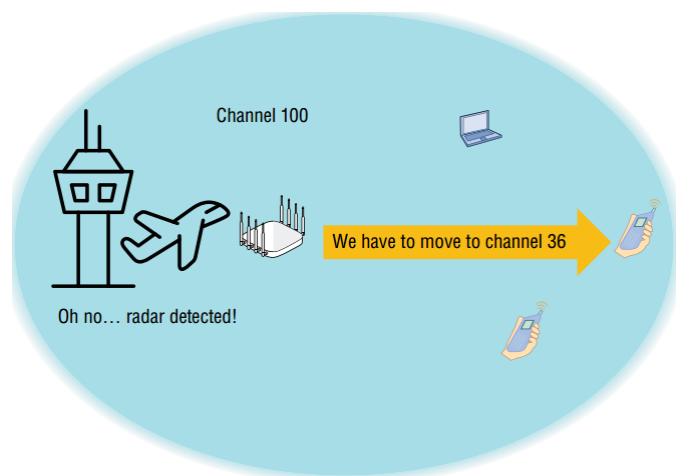
DFS工作机制

AP第一次在DFS channel上传输数据，必须要执行CAC (channel availability check)，如下图所示，此过程需要执行60s，可以理解为需要是使用的DFS channel上静默60s，如果在此期间有检查到雷达脉冲，则AP不能够使用此信道，需要重新选择信道，如果没有检查到，则AP可以在此信道传输 beacon 等管理帧。在欧盟的标砖中，针对TDWR(terminal Doppler weather raddr)使用的120,124,128信道，监听监测时间长达10mins。



STA也是需要遵循雷达监测的原则，因此他们是不能够刚使用的过程中向DFS channel 发送 probe request，在触发scan后，如果他们在DFS channel扫描到有AP在此DFS信道上发送beacon，STA则认为此信道的雷达检测试赶紧的，然后才可以做初始化连接，进行auth以及assoc交换。

需要注意的是雷达检测持续不断的一个过程，如果AP和STA已经工作在DFS channel上，但是此时检测到有雷达脉冲，API以及与它关联STA都不能够在此信道工作，如下图所示。



此时AP将发出channel switch announcement（CSA）信息通知STA将移至其他的channel上。CSA 信息在以下几种管理帧中出现，**action frame**，**beacon frames**，**probe response frames**，在Spec中有规定，此时AP和STA需要在10s内离开此信道，因此AP 需要发送多个CSA frames，从而保证所有的设备都离开。CSA帧格式定义如下：

Element ID	Length	Channel Switch Mode	New Channel Number	Channel Switch Count
Octets: 1	1	1	1	1

Figure 9-177—Channel Switch Announcement element format

其中new channel一般都是non-DFS Channel. 但一些供应商为STA提供了指定DFS channel。

AP和客户端一旦切换到非DFS通道，至少30分钟内不能返回到之前的DFS通道。这就是所谓的非占用时间。返回原始DFS信道的一个挑战是，在30分钟的等待期之后，AP将再次在DFS信道上监视60秒，然后再发送一次。这意味着当AP不再为客户端提供服务时，至少会有60秒的间隔。目前Broadcom，提供了一个称为zero-wait DFS的解决方案来解决这个问题，使用5 GHz接入点无线电的MIMO。例如，一个4×4:4 AP可以在DFS频道104上用一根天线MIMO无线电链监听，同时仍然在监听用剩下的三个无线电链向非dfs频道36的客户端提供访问。如果通道104被清除，AP可以向通道36上的所有客户端发送一个新的通道切换通知，告诉他们返回到原来的通道104。更好的是，AP可以利用单个MIMO无线电链来收听不同的DFS信道(例如，信道64)。如果新的DFS通道在60秒内是空的，客户机也可以移动。这样做的好处是，客户机可以转到通道64，而不必等待30分钟才能返回通道104。

因此整体流程，可以总结如下：



In association

- STAs provide AP with a list of channel in which STA can operate when (re)associating, which AP uses in selecting a new channel while in DFS.
- AP may reject STA with unacceptable channel list



Measurement

- AP runs Quieting the channel to test the presence of radar with less interference from other STAs. AP schedules quiet interval (Quiet Period and Quiet Duration) in beacon or probe response frame
- STAs in BSS (AP or non-AP STAs) measure radar or can request/report measurements each other in the current and other channels



Detecting radar and switching channel

- If STA detects radar operating in the channel or accepts that another STA detects radar, STA stop transmission
- AP shall inform associated STAs that AP is moving to the new channel using CSA (Channel Switch Announcement) in beacon or probe response frame. AP may force STAs to stop transmission by setting Channel Switch Mode 1.
- The decision for channel switch in BSS shall only made by AP. AP may make use of the information on Supported Channel and measurement result to select the new channel.
- Non-AP STAs that receives CSA can switch the channel or choose to move to a different BSS

DFS实际应用

在当前的AP 厂商中，一般是不会默认开启DFS功能的。原因如下：

1. 是否使用DFS功能，决定权在用户或者odm厂商定制。
2. 由于开启DFS后，需要进行FCC认证，此认证在如果是出口美国市场，认证时间长达几个月，因此在实际的使用过程中，一般都是拿到认证后，进行固件升级。
3. 在实际的使用过程中，通常周围的环境可能产生假脉冲雷达信号，让他们发出信号。

参考文献

1. CWNA chapter 13
2. https://blog.csdn.net/weixin_42353331/article/details/88686831
3. 802.11 spec 11.8