

天线发出的电磁波在介质中传播的时候，随着距离的增加以及其他因素的影响，能量逐渐分散，也就是信号强度逐渐降低，以目前主要使用的移动通讯技术所使用的1.9G中心频率和WLAN标准中802.11g所使用的2.4G~2.5G频率为例，信号在自由空间中传播时的衰减大致如下：

1 WLAN 射频覆盖经验公式

电波空间传播损耗来说，2.4GHz频段的电磁波有近似的路径传播损耗。可以参考如下公式：

$$\text{PathLoss(dB)} = 46 + 10 * n * \text{Log } D \text{ (m)}$$

其中，D为传播路径，n为衰减因子。针对不同的无线环境，衰减因子n的取值有所不同。在自由空间中，路径衰减与距离的平方成正比，即衰减因子为2。在建筑物内，距离对路径损耗的影响将明显大于自由空间。一般来说，对于全开放环境下n的取值为2.0~2.5；对于半开放环境下n的取值为2.5~3.0；对于较封闭环境下n的取值为3.0~3.5。

以室内50m距离计算，n取值为2.5，则衰减情况为： $PL=46+10*3*\log 50=97\text{dB}$ ，以天线输出口功率20dBm计算，则经过室内50m衰减后，信号强度为： $20\text{dBm}-97\text{dB}=-77\text{dBm}$ 。

AP信号链路损耗计算：

根据模型，室内路径损耗等于自由空间损耗加上附加损耗因子，且随距离成指数增长。接收电平估算公式如下：

$$\text{Pr[dB]} = \text{Pt[dB]} + \text{Gt[dB]} - \text{Pl[dB]} + \text{Gr[dB]}$$

其中：

Pr[dB]为最小接收电平，即为AP在不同传输速率下的接收灵敏度；

Pt[dB]为终端/AP最大发射功率；

Gt[dB]为终端/AP发射天线增益；

Gr[dB]为AP/终端接收天线增益；

Pl[dB]为路径损耗；

因为AP的发射功率一般大于网卡，因此主要瓶颈在网卡到AP方向的传输，即网卡发的报文AP是否能收到。

假设天线发射和接收增益为零，网卡在天线口的发射功率为10dBm。按照一般WLAN

设备的接收灵敏度计算，理论室内传播最大距离如下表：

速率 (Mbps)	灵敏度 (dBm)	距离 (n=2.5)	距离 (n=3)
54	-72	27.5	15.8
24	-82	69.2	33.9
11	-88	120.2	53.7
1	-94	208.9	85.1

2 不同材质对 WLAN 信号的衰减

物体	dB
地板	20-30
玻璃窗(无色)	2
大理石	5
木门	3
办公室墙的金属门	6
混凝土墙	10-15
砖墙	8

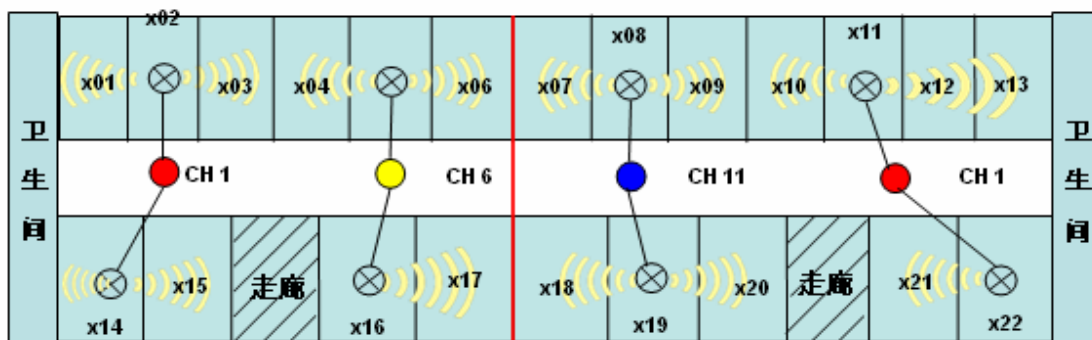
在实际组网中，尤其是在室分合路组网中，一些无源器件对WLAN也有损耗，其经验数据可参考如下：

表 3 无源器件插损计算表

Component type			Insertion loss(dB)
Power divider & combiner	2 ways		3.5
	3 ways		5.5
	4 ways		6.5
Coupler	5dB	Main branch	1.8
		Coupled branch	5
	7dB	Main branch	1.3
		Coupled branch	7
	10dB	Main branch	0.8
		Coupled branch	10
	15dB	Main branch	0.5
		Coupled branch	15
	20dB	Main branch	0.3
		Coupled branch	20
1/2" co-axis cable			0.12dB per meter
10D FB co-axis cable			0.21 dB per meter
7D FB co-axis cable			0.27 dB per meter
Connectors			0.2

2.1 场景分析

下面我们通过一个学生宿舍的场景进行一下分析：



以上图中Channel 6的AP为例，假设其他AP都不存在，仅看这个AP的信号覆盖。

该AP的信号从射频口发射后，经过了一个功分器，这样是每边一半，通过前文介绍的公式计算，就是-3dBm，然后经过馈缆进入天线发射到空中，由于馈缆距离很短，假设没有弯曲，那么其产生的衰减可以忽略不计。如果我们使用5dBm的全向天线，那么天线刚刚发射出信号的时候，实际的衰减是+2dBm，假设每个房间的宽度是5米，那么如果没有墙体阻挡，隔壁两间宿舍中心的信号强度，根据上面的数据计算应该是+2dBm - 54dBm，变成了 -52dBm，那么我们把墙体放上，如果是混凝土类板，那么还需要在再减去11.5dBm，这样就

变成了-63.5dBm。在这种情况下，如果我们使用普通室内型AP，配置使用最大功率20dBm，那么隔壁房间中心位置的信号强度应该就是-43.5dBm，即使加上信号反射等因素的影响，效果也还不错应该能保证在50dBm左右，但是如果在过一次同样的墙，信号就要在衰减11.5dBm，这样就是-60dBm以下了，应该说就很不理想了。

如果无线网卡在天线所在房间的隔壁房间，由于到达AP的路径与信号从AP来时相同，那么衰减也是一样的，但是通常情况下无线网卡的发射功率较AP低，比如是20mW，也就是13dBm，这样，到达AP时，计算得出信号是-50dBm左右，考虑额外的影响因素，预计实际应该在-60dBm左右，也还是不错的。同样如果再次穿墙，则直接变成了-70dBm以下了，这样由于AP和无线网卡的发射功率不对称，根据802.11族协议中相关的定义，导致了连接在AP上的无线网卡使用较低的速率发送数据，信道的效率从而变低。

上述情况在目前的实际部署中还是比较理想的情况，如果我们增加AP的数量，如图中所示，基本上不会出现情况特别差的房间，但是如果使用室分系统，就需要更细致的勘测和计算来保证实际的效果。