我们在平台中发端进入IFFT之前的数据叫做频域的数据， 经过IFFT之后叫时域的数据，时域数据与多径信道卷积，被接收到后去除CP，然后经过FFT后进行频域的均衡和解调。

对于第二个题目，希望你写出频域的信道（2-28），频域的数据乘以频域的信道后进行频域的均衡和解调。

你要证明这两个过程的等价性。

%--------------------------------------------

用数学的方式来描述一个OFDM符号时间内信号的传输函数，对于其他的OFDM符号，同样适用于此分析。经过点IFFT的发射信号可以表示为：

 (2-16)

其中是矩阵的转置，假设循环前缀的长度为，则添加上CP之后的发射信号可以表示为：

 (2-17)

其中当时，，当发射信号经过信道，时域接收信号可以表示为：

 (2-18)

每个元素可以表示为类似于式(2-4)的形式：

 (2-19)

而是一个维度的矩阵，可以表示为：

 (2-20)

接收信号去掉循环前缀CP之后，得到点时域信号：

 (2-21)

循环前缀CP除了能避免符号间干扰，还能使得线性卷积变成圆卷积，所以时域信道矩阵是维度的卷积矩阵：

 (2-22)

维的卷积矩阵可以形象的用图2-5表示，阴影部分表示信道，这些信道数据分布在两个区域，一是对角线靠近左下方的区域，与对角线的距离小于等于，二是矩阵右上角的区域，呈一个边长为的三角形分布，而其余的位置则都没有信道数据，在矩阵中就是全零数据。



图2-5 OFDM系统时域循环卷积示意图

接收端，时域信号经过傅里叶变换之后，转换到频域的信号传输函数可以表示为：

 (2-23)

其中表示维的标准归一化傅里叶变换矩阵，表示频域发射向量，表示频域接收向量，表示噪声向量，表示矩阵的共轭转置：

 (2-24)

 (2-25)

 (2-26)

傅里叶变换矩阵第行第列的元素可以表示为：

 (2-27)

傅里叶反变换矩阵与是共轭转置关系，所以频域信道矩阵可以表示为:

 (2-28)

经过傅里叶变换之后噪声向量在频域可以表示为：

 (2-29)

那么频域发射信号和接收信号之间的关系可以表示为：

 (2-30)

通常在低速准静态环境下，信道的相干时间远大于OFDM符号的持续时间，所以每条可分辨径的衰落系数在一个OFDM符号的持续时间内几乎不变，有：

 (2-31)

因此，时域信道矩阵即为标准的循环移位矩阵，由矩阵运算可知，循环移位矩阵做式(2-28)的运算结果为理想的方阵，所以，信道的频域转移矩阵近似为理想的对角阵，其对角线上的元素为：

 (2-32)

所以，在准静态的信道下，频域接收信号等于频域发射信号点乘信道增益，OFDM系统采用循环前缀的结构，将线性卷积变成圆卷积，能有效的避免符号间干扰，并简化信道检测与均衡的复杂度，这是OFDM系统能广泛应用的一个优势。

%--------可能的话，进一步用仿真来验证下面的论述-----------------------------------------

但是，如果在一个快速变化的环境下，一个OFDM符号内可分辨径的衰落系数变化剧烈，将破坏的循环移位性质，那么也不再是一个对角阵，其第行列的元素可以表示为：

 (2-33)

因此，在高速移动场景下，频域信道矩阵非对角线上的元素上就会带来OFDM系统的载波间干扰。