第一部分：地震波时程，傅里叶谱，反应谱

地震波加速度时程

数据来源于SAP2000软件自带地震波数据。

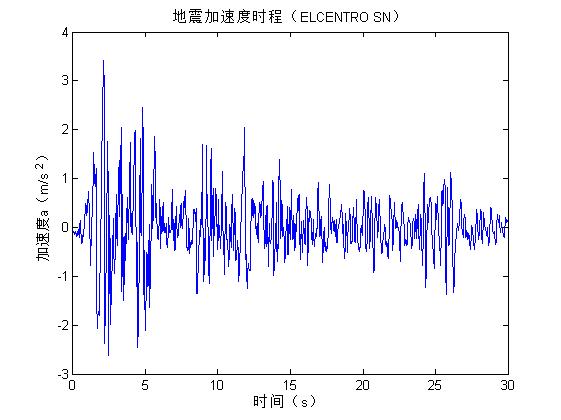
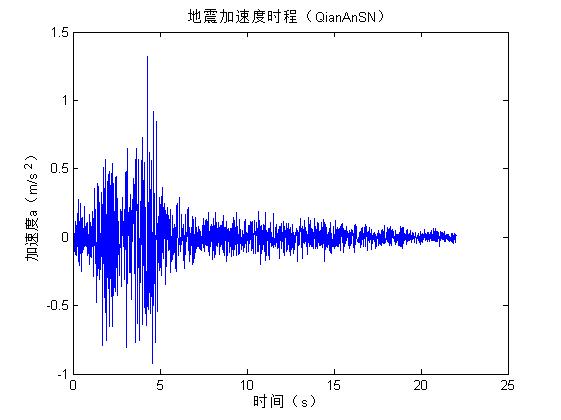
第一类场地：唐山地震迁安余震南北分量。

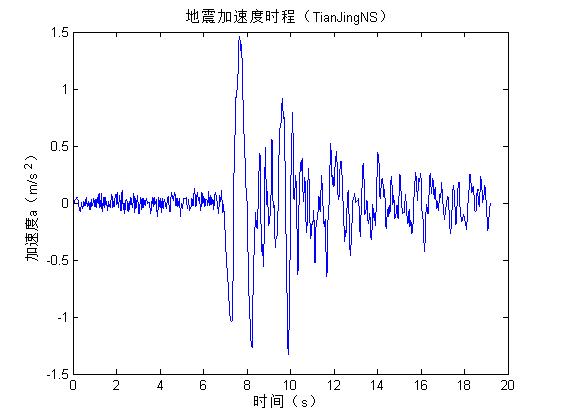
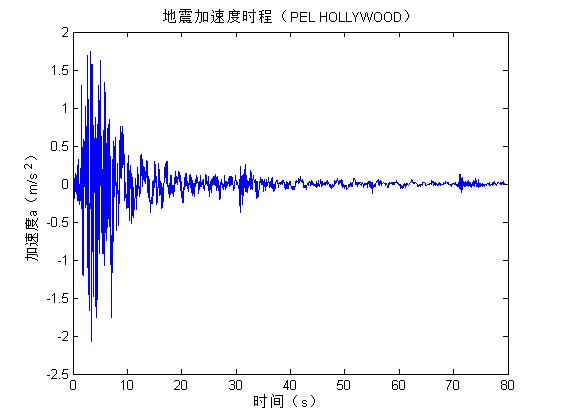
第二类场地：El Centro波南北分量。

第三类场地：Pel Hollywood波。

第四类场地：宁河天津波地震记录－南北向。

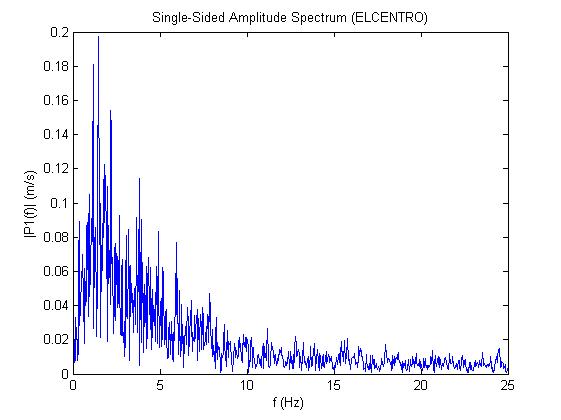
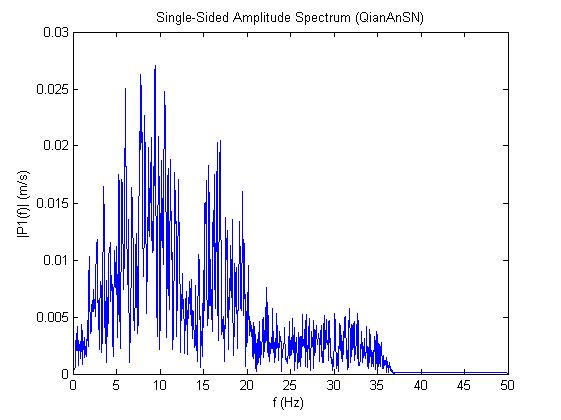
画地震波加速度时程m文件：Plot\_EarthquakeTimeSeries.m

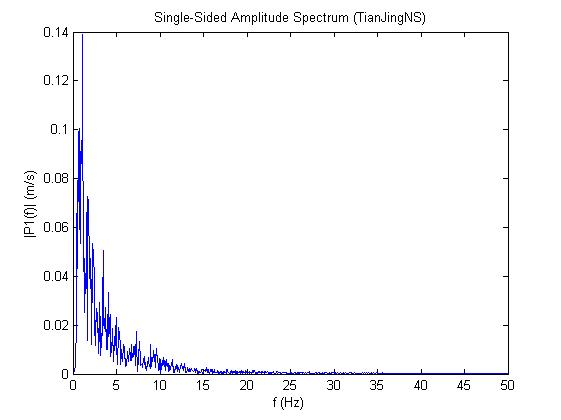
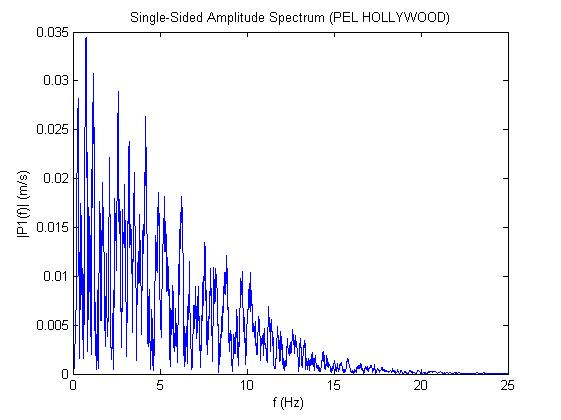




傅里叶谱

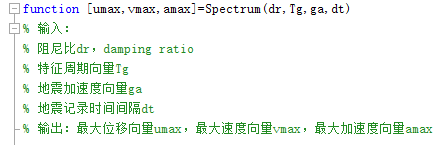
画傅里叶谱m文件：plot\_fourier.m





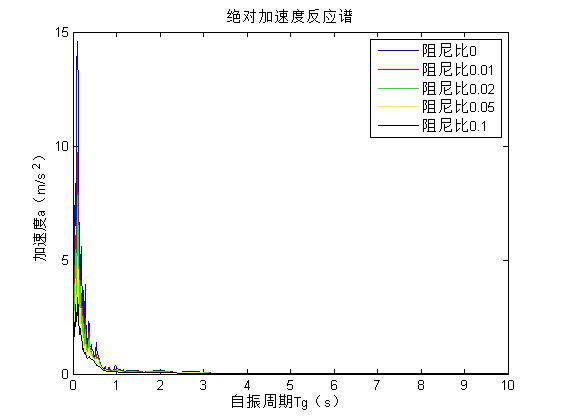
反应谱

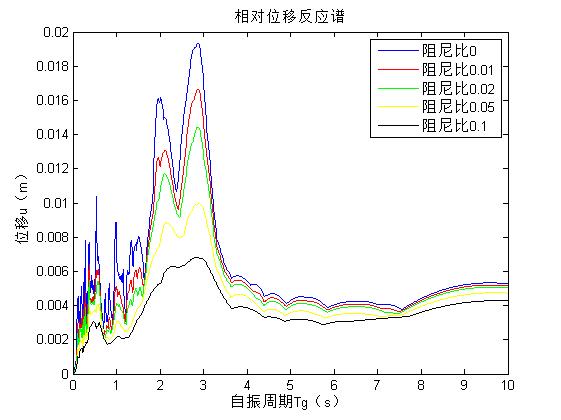
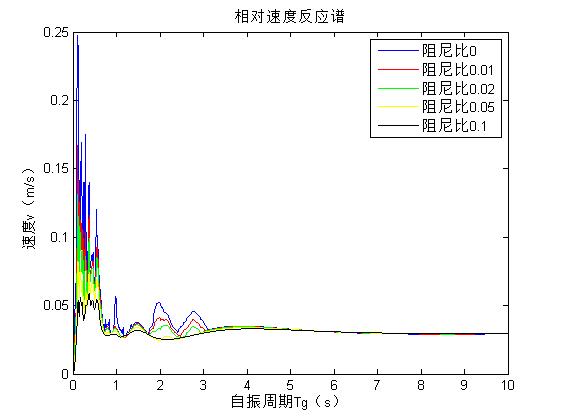
反应谱计算函数：Spectrum.m，程序中使用Newmark法进行时程分析，详见第二部分。



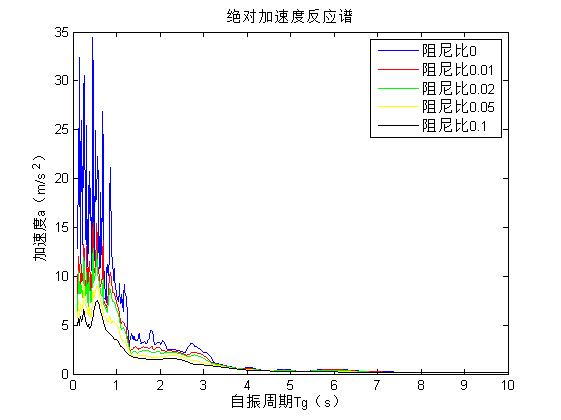
画四条地震波反应谱，使用四个程序：plot\_spectrum\_1.m，plot\_spectrum\_2.m，plot\_spectrum\_3.m，plot\_spectrum\_4.m。

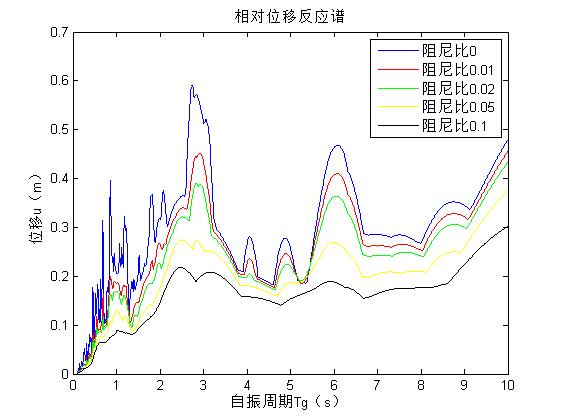
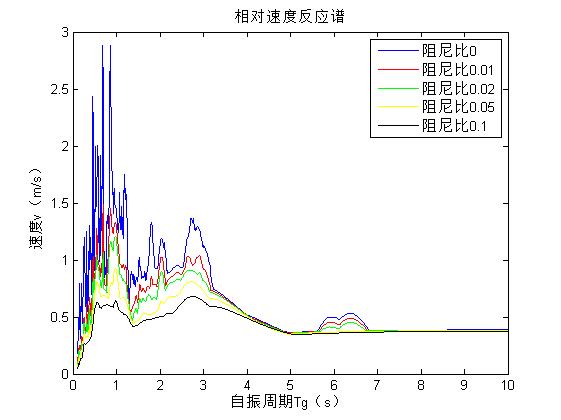
TANGSHAN AFTERSHOCK 迁安N-S分量



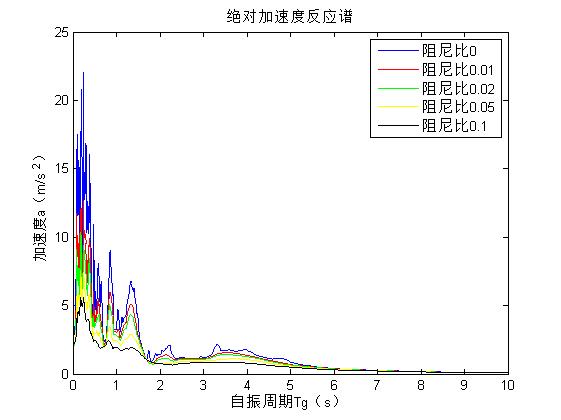


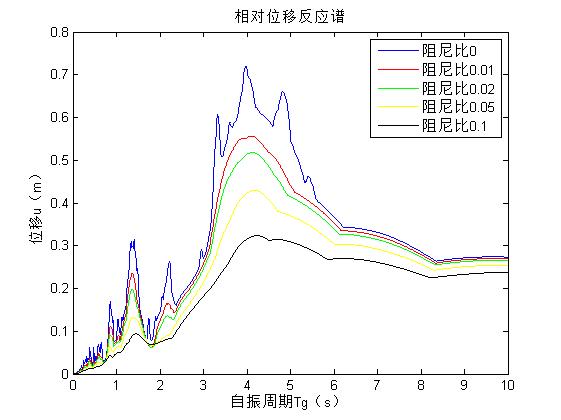
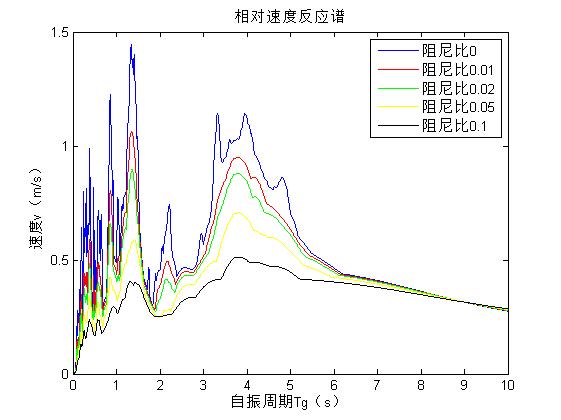
El Centro地震动N-S分量



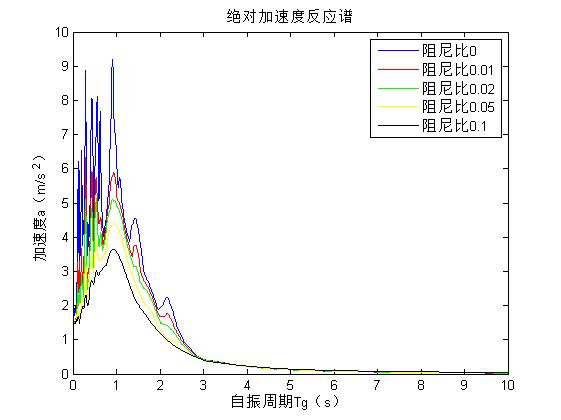


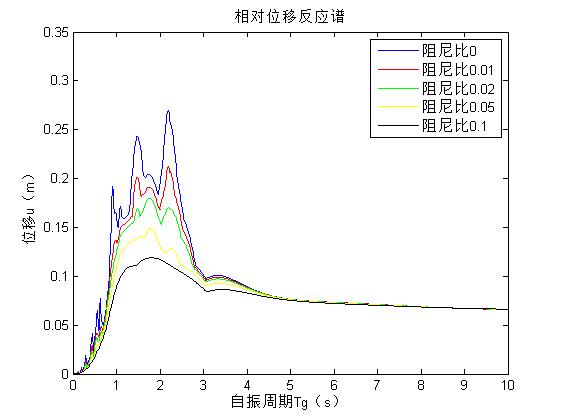
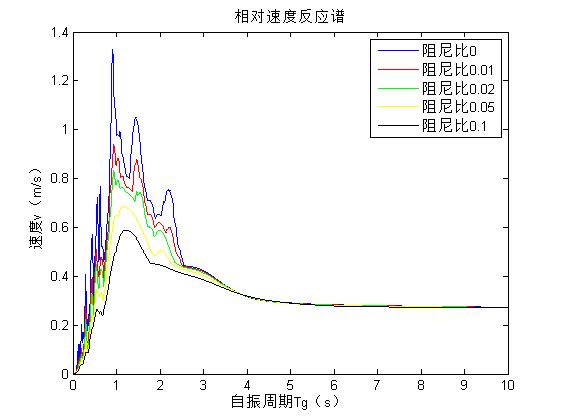
PEL\_HOLLYWOOD STORAGE\_90





宁河天津波地震记录－南北向



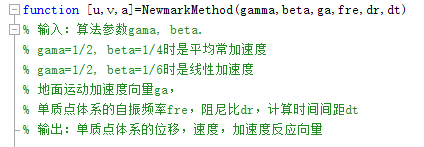


第二部分：时程分析方法

Newmark method

计算反应谱所用的数值方法为：Newmark法（线性加速度法）。取算法参数为：

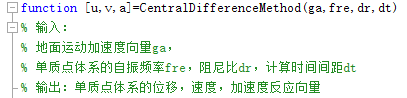
算法程序m文件：NewmarkMethod.m。



中心差分法

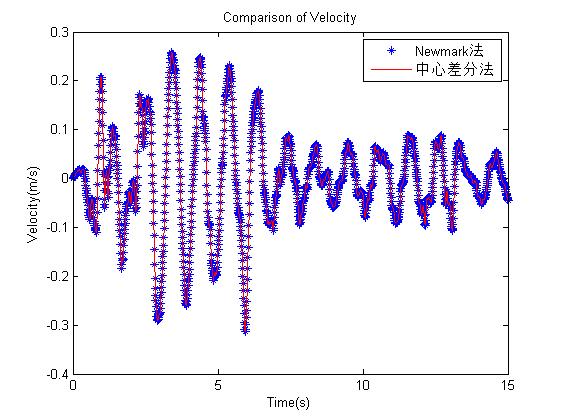
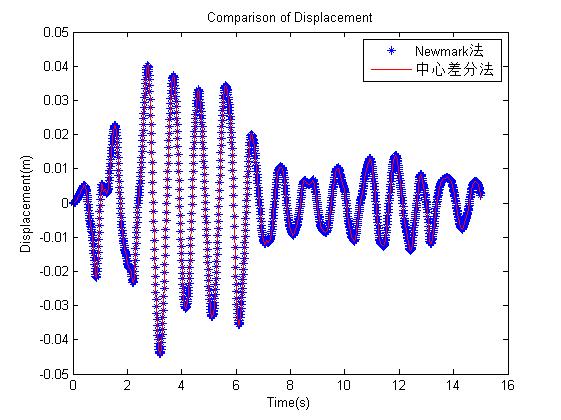
中心差分法用来和Newmark法进行对比，验证算法的有效性。

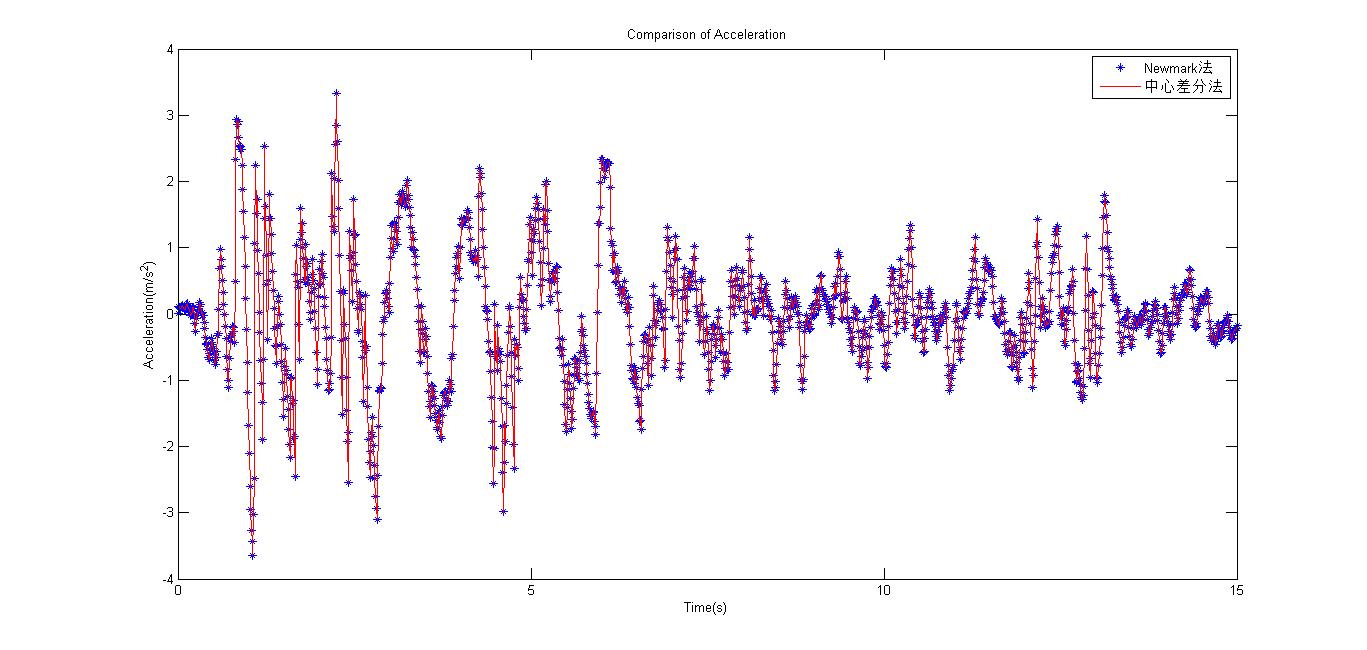
算法程序m文件：CentralDifferenceMethod.m



对比验证

用两个方法分别计算一个单自由度体系（自振周期为1s，阻尼比5%）在El Centro波下的地震时程反应，对比位移反应时程、速度反应时程、加速度反应时程，可看出两种方法得到的曲线基本重合，说明算法的有效性。

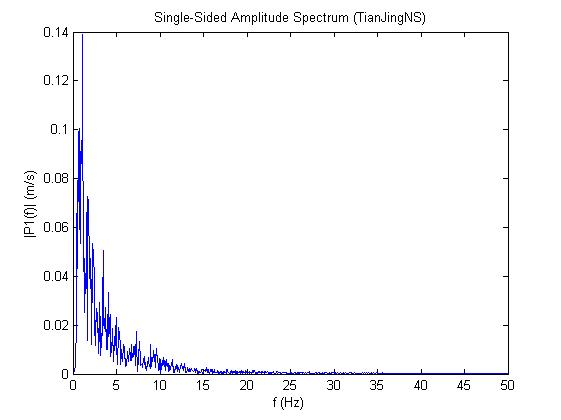
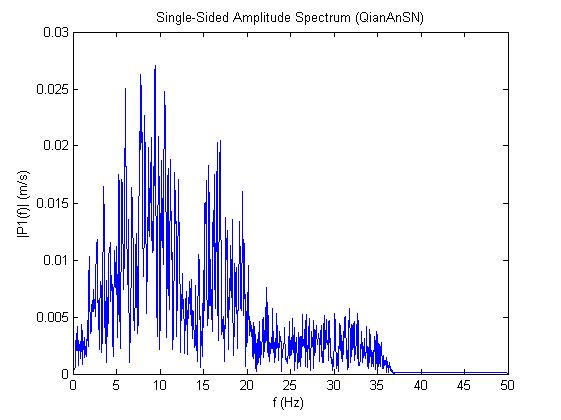




第三部分：分析，总结规律

地震动的频谱特性

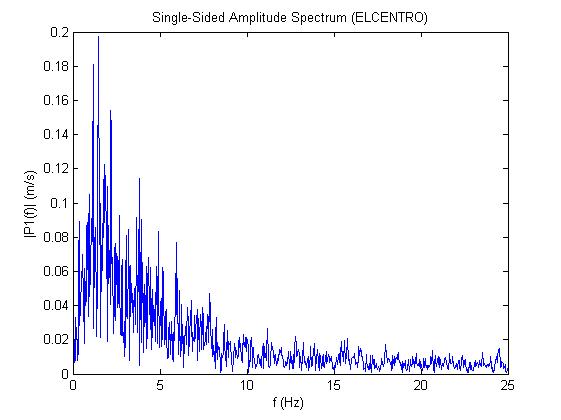
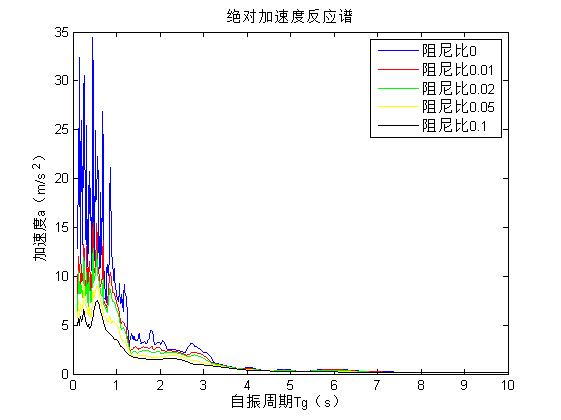
1. 从傅里叶谱可看出四类不同场地地震波的频谱成分，以第一类场地和第四类场地为例。



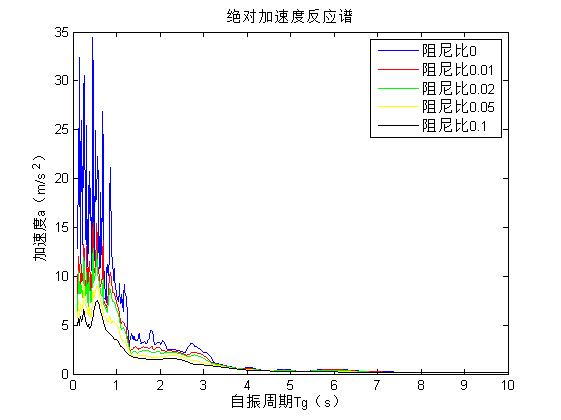
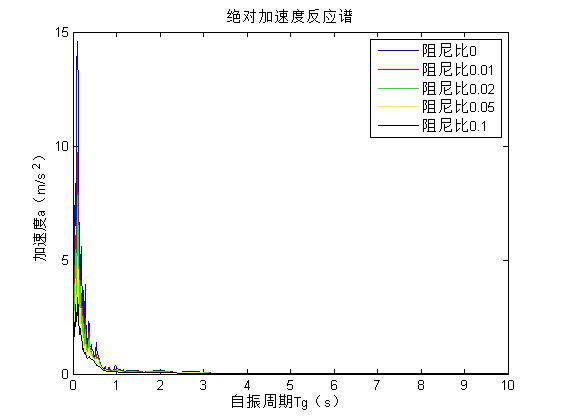
第一类场地的代表为迁安地震波，从傅里叶谱（左图）可看到，频谱成分分布比较均匀，高频和低频成分都有。而第四类场地的代表天津地震波，从傅里叶谱（右图）可看到，频谱主要集中在低频的成分，5Hz以上的成分基本没有。说明：**软土地基上的地震动记录的卓越周期显著，而硬土地基上的地震动记录则包含多种频率成分**。

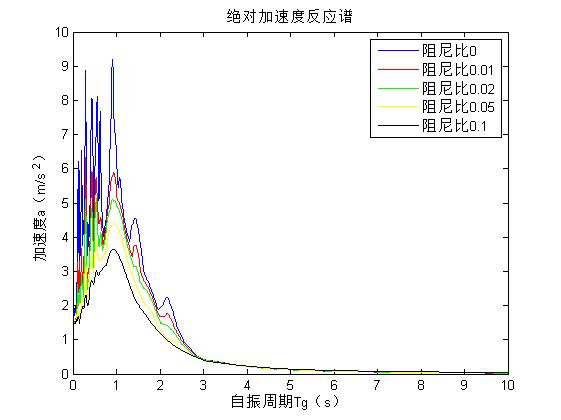
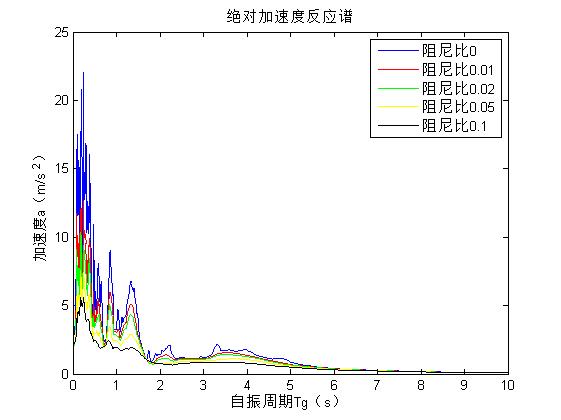
1. 从反应谱也可以得到地震动的频谱特性，以El Centro波为例。

从绝对加速度反应谱（左图）可以看到，El Centro波的周期大概集中于0.5s处左右，换算为频率为2Hz。从右图的傅里叶谱可看到El Centro波也集中于2Hz左右。所以，两者反应的频谱特性是一致的。



反应谱的类共振现象





从四条地震波的加速度反应谱可以看出，不同结构对地震动的各种频率成分有选择放大作用，称之为“类共振”现象。以纯简谐振动的共振现象不同的是，结构的反应始终是有限值，即使是阻尼比为0的结构。可以得出：**非规则波的动力反应中，不同的频率分量所造成的反应是相互制约的，从而使结构最大反应不会趋于无限值。**

同时，可以看出阻尼比能够有效降低处于“类共振”区的结构的地震反应。