

评 语：_____

成 绩	
-----	--

哈尔滨工业大学（威海）



《专业综合课程设计》

课程设计报告

题 目： 基于时频分析的脉冲信号参数
 测量及分类

班号/学号： 1802501/180200819

学生姓名： 张润

指导教师： 金铭

信息科学与工程学院

2021 年 12 月

设计目的

随着科学技术的进步，现代战争日益向高技术方向发展，其中的一个主要特征是战场上的电磁要素明显增加。在未来战争中，掌握制“谱”权，已经成为决定战争胜负的重要因素。随着雷达及导弹武器系统的大量使用，形成了复杂、多变并且具有严重威胁的电磁信号环境。在这种情况下，电子侦察工作显得越来越重要。

没有电子侦察就无法进行电子干扰和电子防御。为了有效地干扰敌方雷达的工作，必须全面、准确地掌握敌方雷达的技术参数和抗干扰能力。这些情况通常只能依靠电子侦察日积月累，在大量和全面地掌握了地方雷达的各项技术参数后，通过分析和综合，找出敌方雷达的体制和构成中的特点，为选择合适的干扰手段提供依据。为了有效地进行电子防御，同样需要全面掌握地方干扰设备的性能和特点，结合己方雷达的特点，制定出有效的反干扰措施，所有这些都需要以电子侦察为基础。

现代电子对抗与反对抗的手段已经越来越多变和具有针对性，如果不能及时调整己方的对抗手段，有针对性地对地方设备进行干扰和电子防御，将失去电子战的主动权。

设计任务

设计（论文）的任务和基本要求，包括设计任务、查阅文献、方案设计、说明书（计算、图纸、撰写内容及规范等）、工作量等内容。

1. 设计任务：对几种典型的脉冲信号进行时频分析，提取时频特征，并利用时频特征进行脉冲调制形式的分类识别。
2. 参考文献：《雷达辐射源信号分析与处理》，《模式识别》，Matlab 相关书籍等
3. 方案设计：
 - 1) 对常规脉冲、线性调频脉冲、相位编码脉冲进行建模和仿真。
 - 2) 利用短时傅里叶变换、小波变换等时频分析工具，对上述脉冲进行分析，提取脉冲前沿频率、脉内频率变化率、相位跳变等参数进行测量。
 - 3) 设计分类器，实现对不同类型脉冲的分类，分类器自定。
4. 设计报告内容要求包括：雷达脉冲建模；所采用的时频分析方法原理和参数估计；分类器设计和脉冲分类。

使用的模块器件

Matlab 平台

设计参数和指标

能够仿真出常规脉冲、线性调频脉冲、相位编码脉冲的信号波形

能够分辨以上三种信号

设计方法及步骤

一、常规脉冲

常规脉冲信号（CW）采用固定载频，脉内不包含任何频率和相位调制信息，其信号模型可以表示为

$$s(t) = A \times \text{rect}(t/T) \exp(j2\pi f_0 t + \varphi) \quad (1)$$

式中， A 为信号幅度， f_0 为载频， φ 为初相， T 为脉冲宽度。CW 信号的瞬时频率恒为 f_0 ，它不随时间的变化而变化。

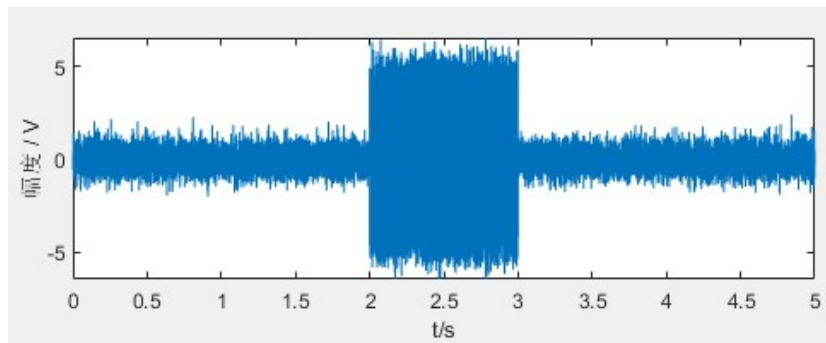


图 1 常规脉冲的时域波形

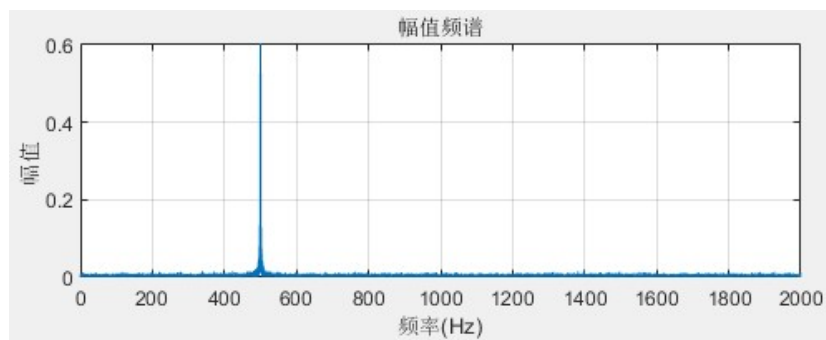


图 2 常规脉冲的频域波形

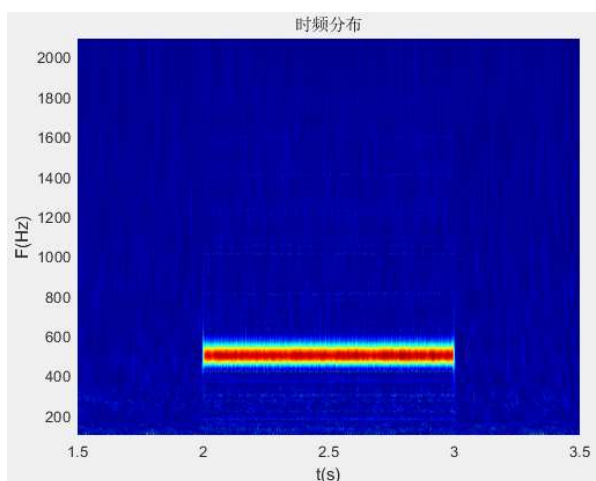


图 3 常规脉冲的时频分布

二、线性调频脉冲

线性调频（LFM）信号是一种广泛应用的脉冲压缩信号，信号频率随时间呈线性变化，即用对载频进行线性频率调制的方法展宽回波信号的频谱，也称之为 Chirp 信号，是比较容易产生的一种信号。其信号模型可以表示为

$$s(t) = A \exp \left\{ j2\pi \left(f_0 t + \frac{kt^2}{2} + \varphi \right) \right\} \quad 0 \leq t \leq T \quad (2)$$

LFM 信号的瞬时频率是一条斜率为 k 的直线。该信号具有峰值功率小、调制形式简单和时间带宽积较大的特点，可以提高雷达的距离分辨率和径向速度分辨率以及抗干扰性能。

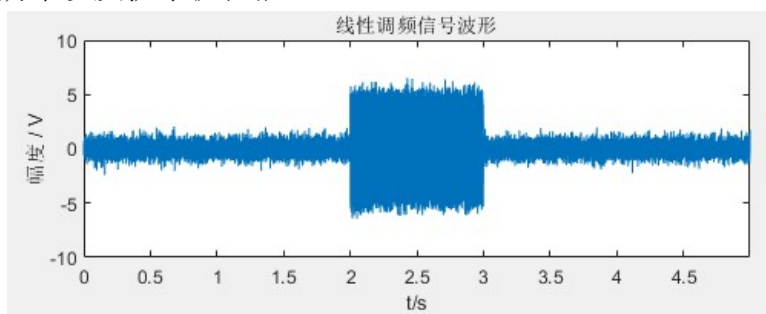


图 4 线性调频脉冲的时域分布

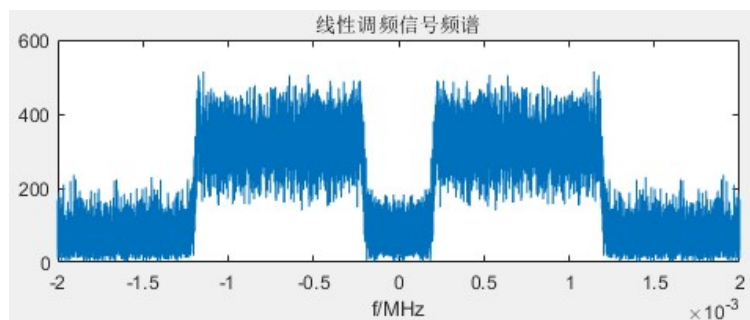


图 5 线性调频脉冲的频域分布

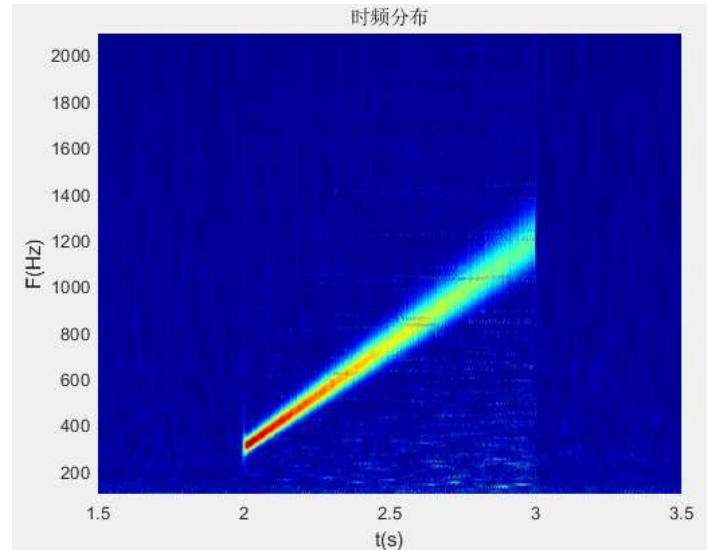


图 6 线性调频脉冲的时频分布

三、相位编码脉冲

相位编码（PSK）信号在载频不变的前提下，改变信号的相位，把码字信息调制在载波相位中。编码形式通常采用伪随机序列编码，技术简单成熟，抗干扰性强，不仅降低了单位频带内的信号能量，使其不易被敌人察觉，同时也提高了距离分辨率和多普勒分辨率。其信号的模型可以表示为

$$s(t) = A \sum_{i=1}^N \exp\{j(2\pi f_c t + \varphi_i)\} u_{T_p}(t - iT_p) \quad (3)$$

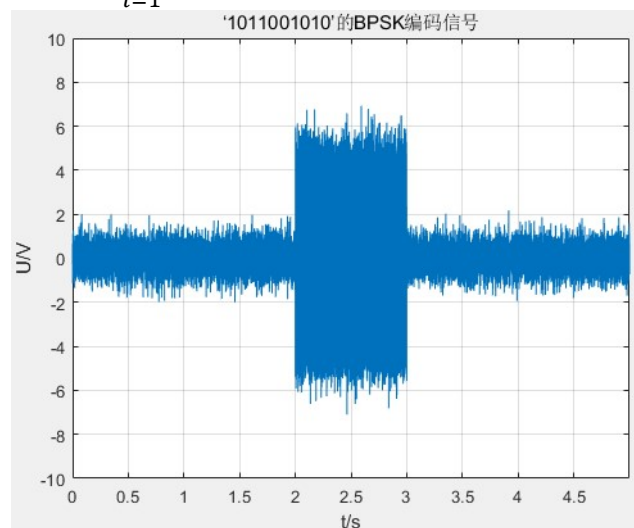


图 7 相位编码脉冲的时域分布

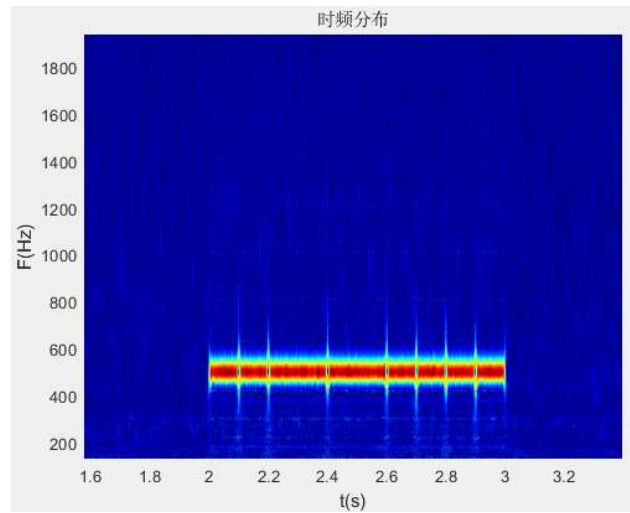


图 8 相位编码脉冲的时频分布

四、设计分类器对三种信号进行分类

1. 对常规脉冲进行判断

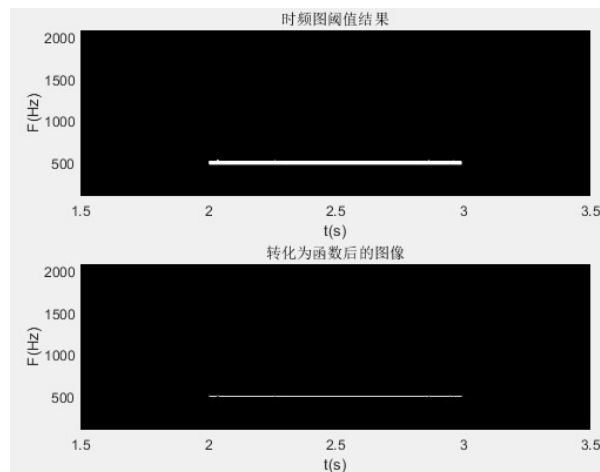


图 9 常规脉冲的时频阈值图

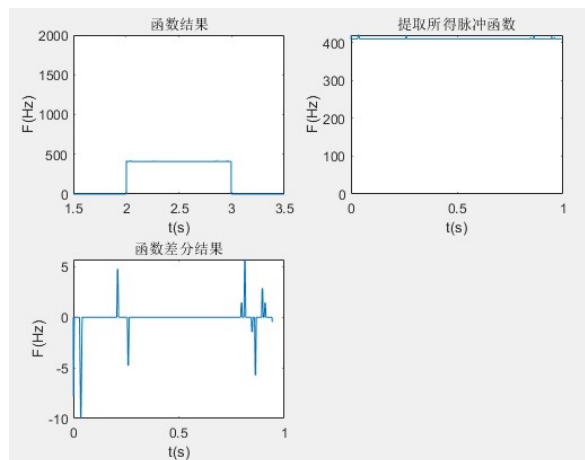


图 10 常规脉冲的函数差分结果

'Normal'

图 11 常规脉冲的分类结果

2. 对线性调频脉冲进行判断

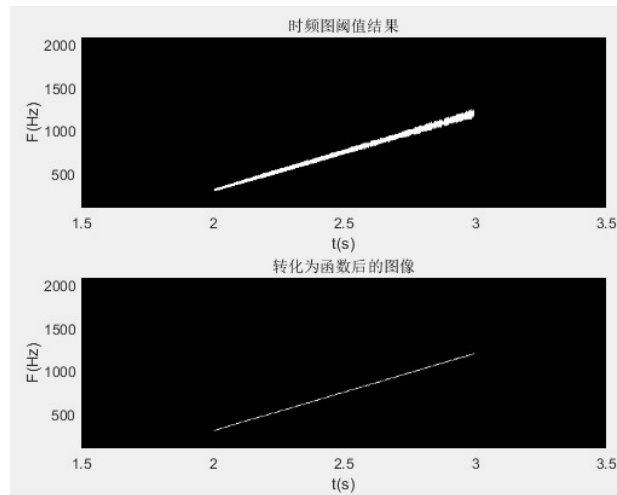


图 12 线性调频脉冲的时频阈值图

'LFM'

图 13 线性调频脉冲的分类结果

3. 对相位编码脉冲进行判断

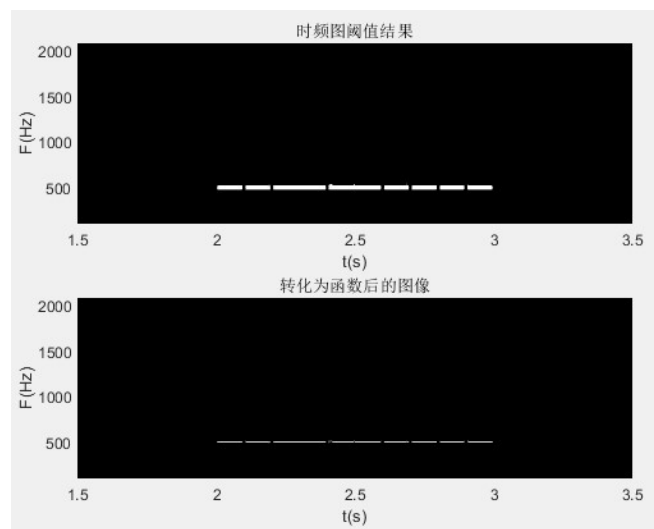


图 14 相位编码脉冲的时频阈值图

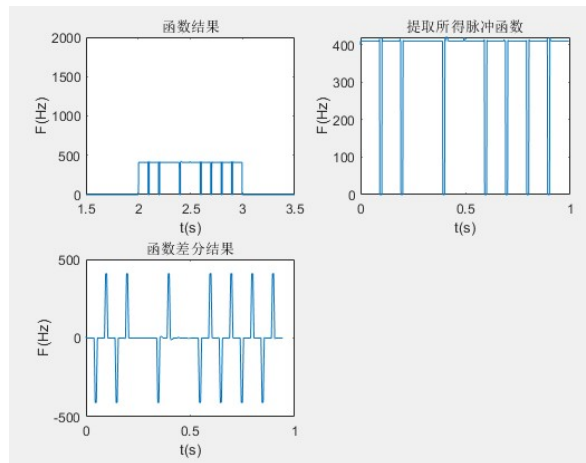


图 15 相位编码脉冲的函数差分结果

‘PSK’

图 16 相位编码脉冲的分类结果

设计流程图

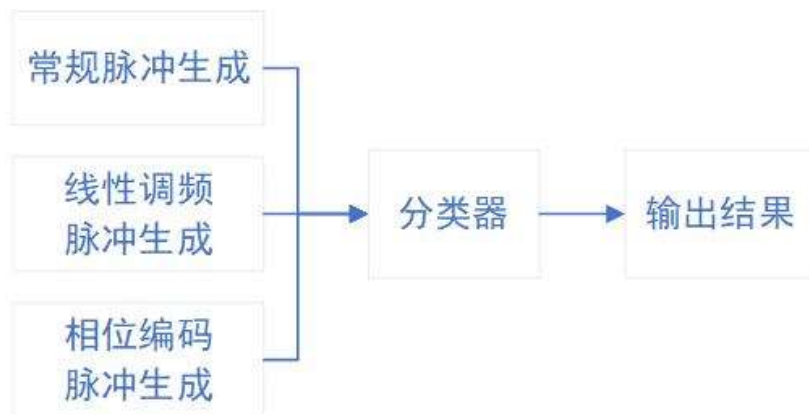


图 17 设计流程图

设计结果和分析

根据分类结果，可以看出分类器能够对常规脉冲信号、线性调频脉冲信号、相位编码脉冲信号进行有效的捕获和识别分类。