



统计信号分析与处理

教师：徐旭、刘军

助教：苏乐强、张嘉旭（1班）

蒙贤辉、陈凌洁（2班）

2025. 2



绪论

- 1 统计信号分析与处理的研究对象
- 2 统计信号分析与处理的发展简史
- 3 统计信号分析与处理的应用领域
- 4 统计信号分析与处理课程的讲授内容



1 统计信号分析与处理的研究对象

1.1 统计信号分析与处理的学科地位

1.2 对信号进行统计分析的必要性

1.3 统计信号分析与处理的课程基础



1.1 统计信号分析与处理的学科地位

现代信息理论的学科分支

研究专题

应用广泛：

雷达、声纳

通信、侦测

控制

医疗、公共安全

气象预报、地震预报

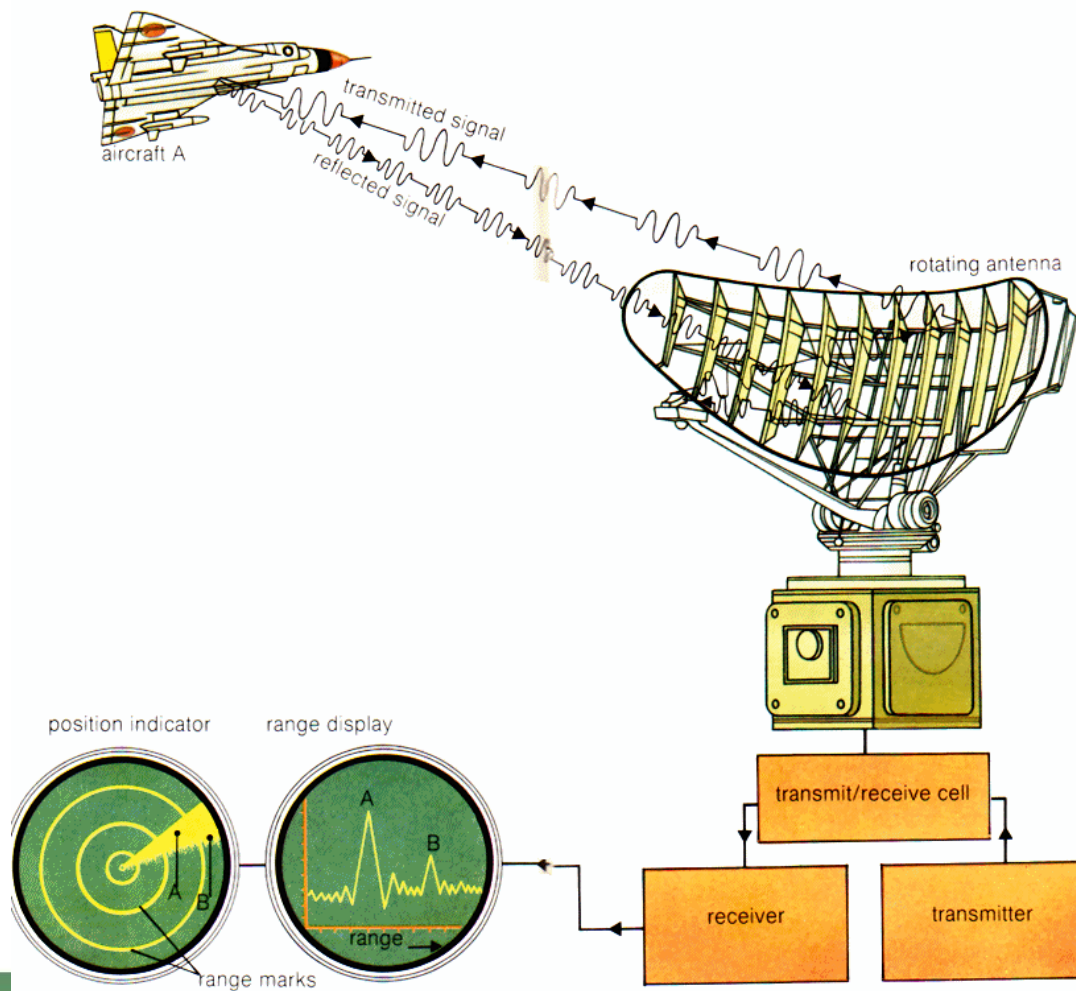
经济数据分析

.....



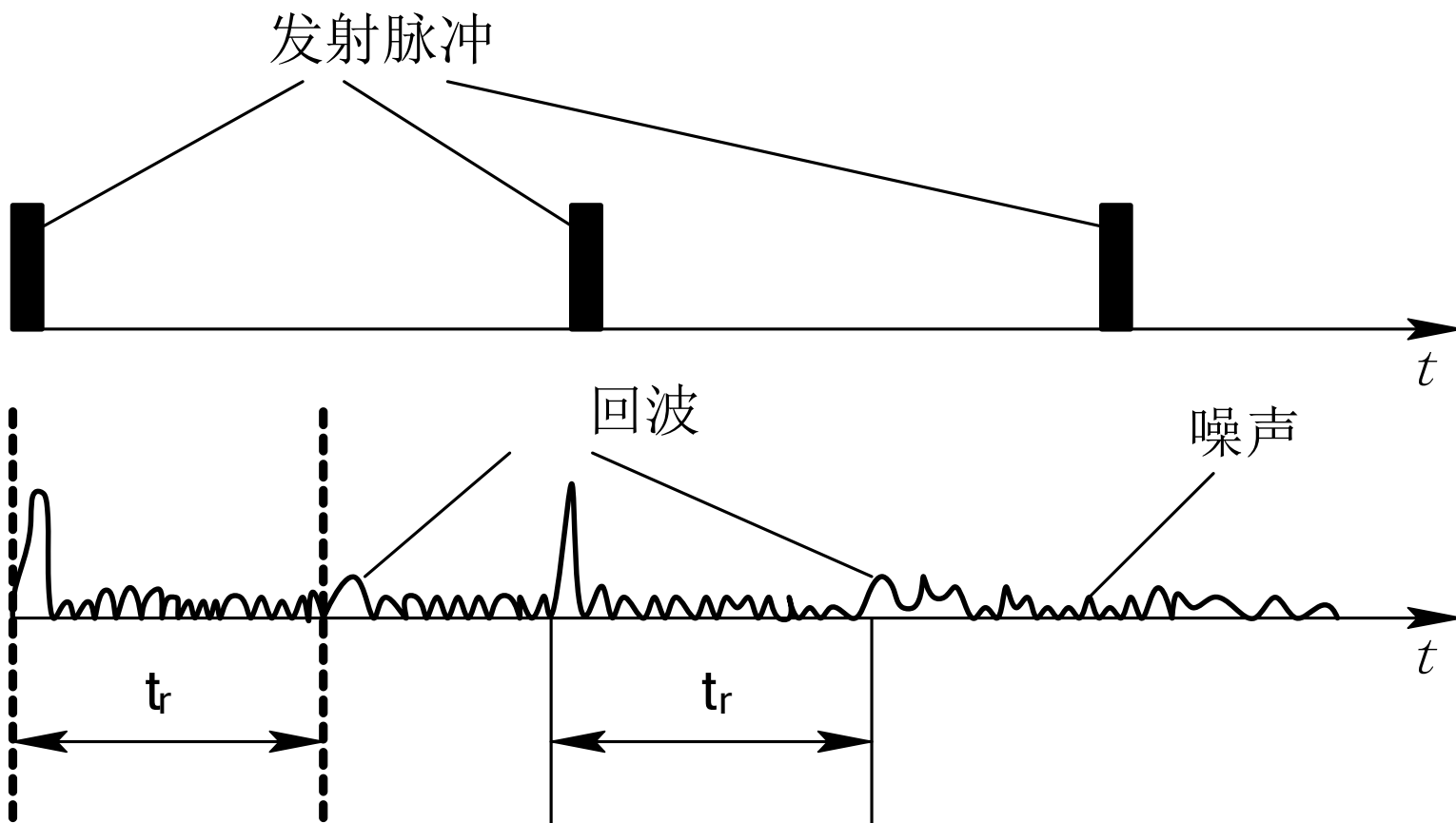
1.2 统计信号分析与处理的必要性

举例：雷达系统





雷达检测目标原理



面临的问题：脉冲波形的畸变、内部噪声、外界干扰：
影响目标信息接收的可靠性，判断目标存在变得困难了！



统计信号分析与处理的基本任务：

针对包含干扰和噪声的接收信号，研究如何最有效地辨识有用信号的存在与否或者存在哪一种信号、以及估计出未知的信号参数甚至信号波形的理论和方法。

本质上讲，利用有用信号与干扰噪声的统计特性差异，尽可能地抑制干扰和噪声，从而有效地提取有用信号的信息。



1.3 统计信号分析与处理的课程基础

概率论与随机过程

信号与系统

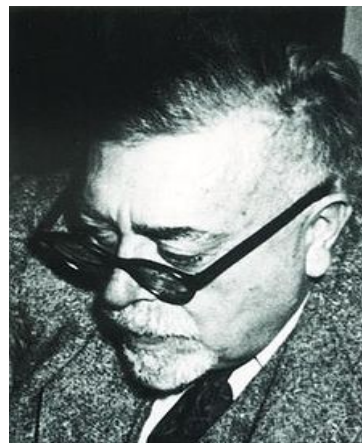
线性代数与矩阵理论



2 统计信号分析与处理的发展简史

2.1 维纳滤波器

1940年代，维纳、柯尔莫格洛夫将随机过程和数理统计的观点引入到通信和控制系统中来，揭示了信息传输和处理过程的统计本质，创建了最佳线性滤波理论。



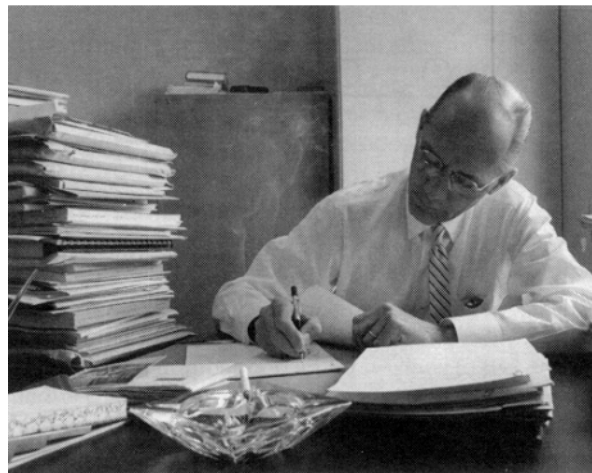


2 统计信号分析与处理的发展简史

2.2 匹配滤波器

1943年，诺斯基于最大输出信噪比准则，推导出在白噪声中检测已知信号波形的匹配滤波器结构。

他成为了1998年的 the IEEE Information Society's Golden Jubilee Awards for Technological Innovation 的获奖人之一。





2 统计信号分析与处理的发展简史

2.3 理想接收机

1946年，卡切尼科夫发表了著作《潜在抗干扰性理论》，提出了错误判决概率为最小的理想接收机理论，证明了理想接收机应在其接收端重现出后验概率为最大的信号，即将最大后验概率准则作为一个最佳准则。





2 统计信号分析与处理的发展简史

2.4 贝叶斯最小风险准则

1950年代，密德尔顿(D. Middleton)等用贝叶斯准则(最小风险准则)来处理最佳接收问题，并使各种最佳准则统一于风险理论准则。





2 统计信号分析与处理的发展简史

2.5 卡尔曼滤波

1960年代，卡尔曼将状态变量引入到滤波中用状态空间模型替代自相关函数，形成递推滤波算法。

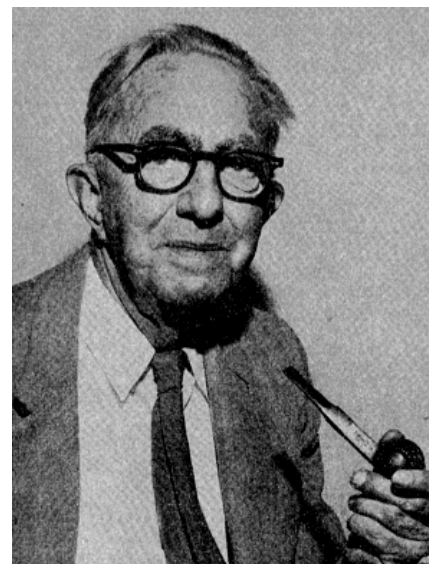




2 统计信号分析与处理的发展简史

2.6 非参量检测与估计

1945年， 威尔科克森 (Frank Wilcoxon) 发表文章提出了2个新的统计检测方法： Wilcoxon signed- rank test 和 Wilcoxon rank-sum test (秩检测器)





2 统计信号分析与处理的发展简史

2.7 稳健检测与估计

1960年代, Peter Huber提出了稳健检测方法、M估计理论。



FIG. 1. *Peter with his parents, 1940.*

**ROBUST
STATISTICS**

Peter J. Huber

4 volumes in the Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics
Robert A. Bradley, J. Brian Brimmer, David G. Kendall, and Geoffrey R. Robinson (eds.)



3 统计信号分析与处理的应用领域

3.1 雷达、声纳



机械雷达



美国“铺路爪”相控阵雷
达



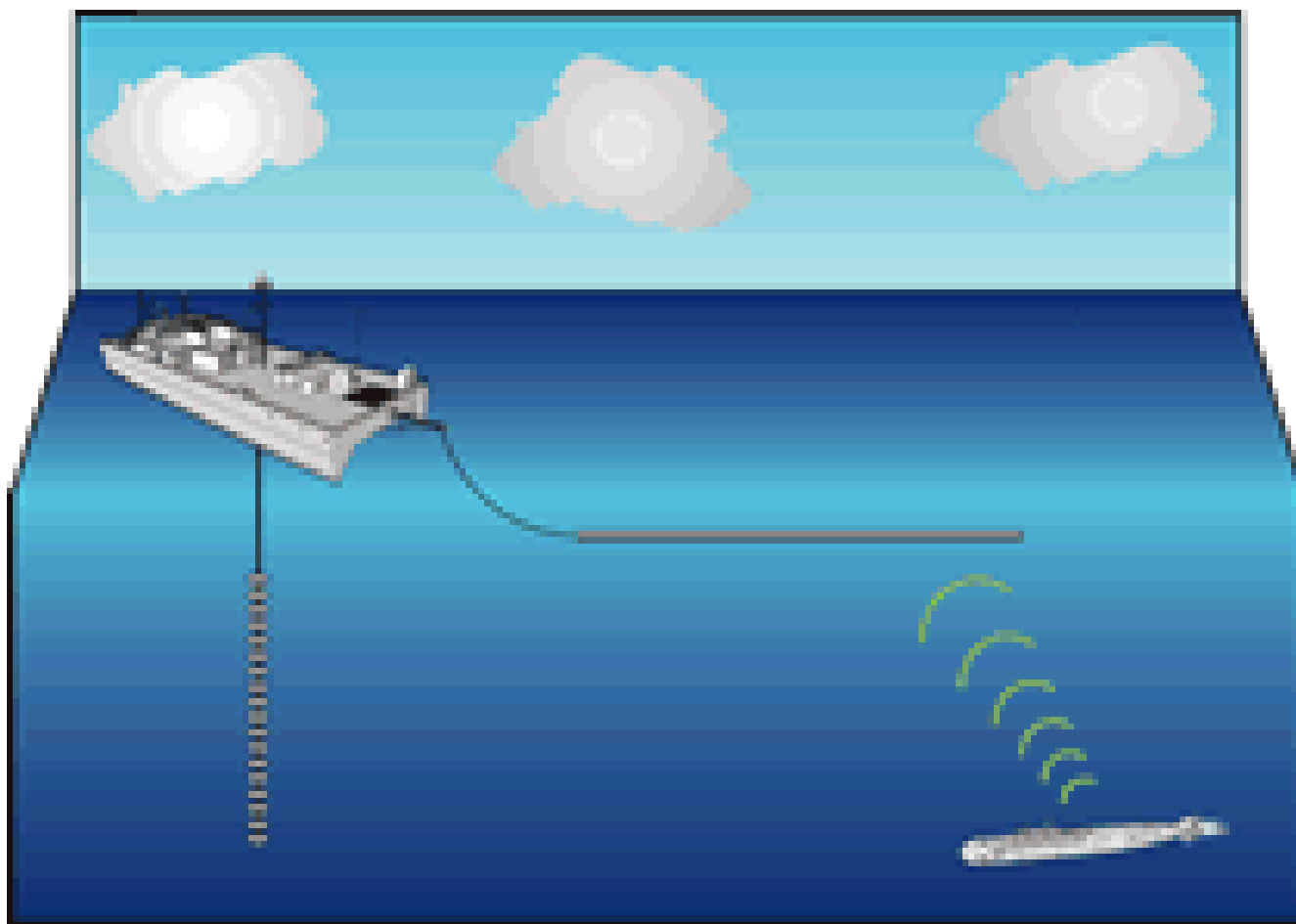
机载有源相控阵雷达



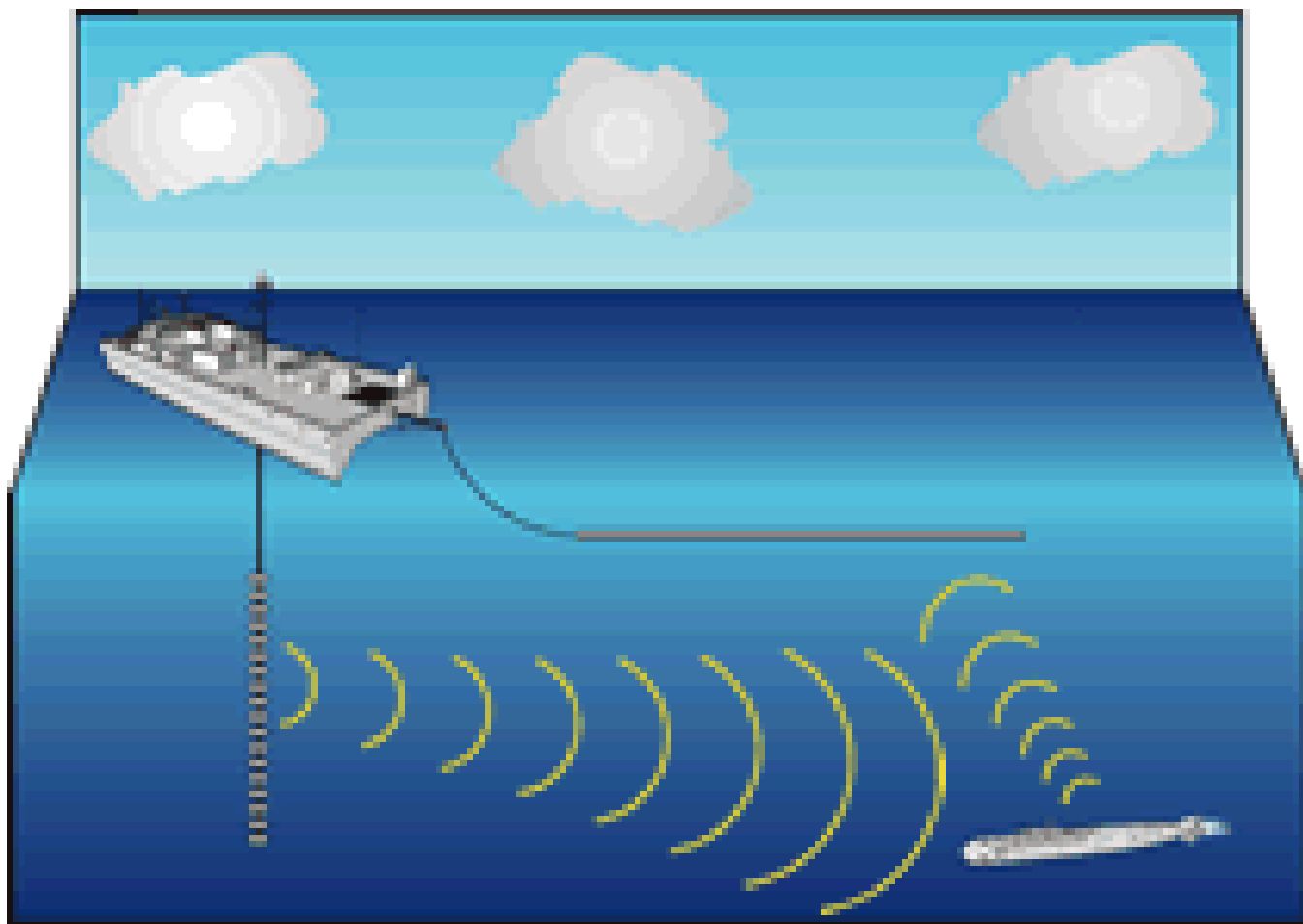
预警机



X波段雷达



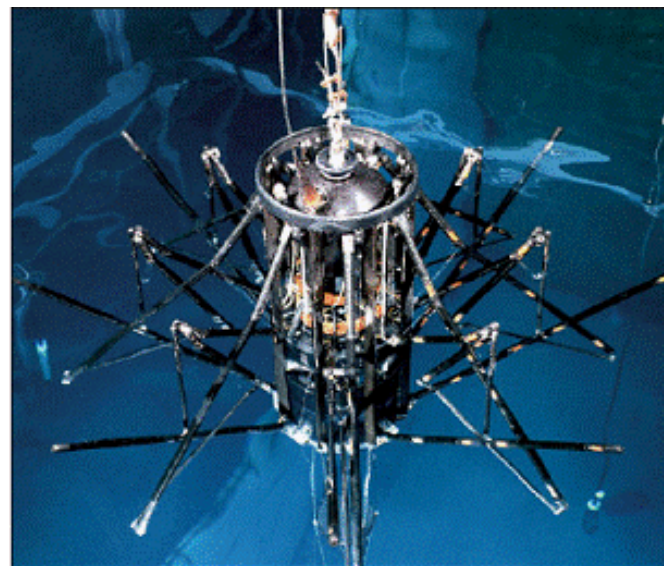
水下被动声纳测试系统



水下主动声纳探测系统原理



地面声纳探测直升机



探头

HELRAS DS-100
直升机远程主动声纳



王小谟院士

我国现代预警机事业的开拓者和
奠基人

自主研制出多部世界先进的地面雷达

自主研制出我国第一代机载预警系统

为推动我国国土防空网的建设作出了重大贡献





刘永坦院士

我国对海探测新体制雷达理论
体系的奠基人

自主研发新体制对海探测雷达，
解决了在强海杂波、电台干扰及大气噪声背景下信号处
理和目标检测问题，实现了国家海防预警科技的重大原
始创新。建成了中国第一个新体制雷达站。

为保障我国海防安全作出了巨大贡献





国家要强大，就要大力发展科学技术，自主创新是攀登科技高峰的必由之路。

大学生们要以他们为榜样，学习他们科技报国的爱国精神，敢为人先的创新精神，严谨治学的求实精神，淡泊名利的奉献精神，努力学好专业知识，为国家发展贡献力量！



3.2 通信、侦测

通讯基站





手机定位



3.3 语音处理

语音降噪指的是对受噪声污染的语音进行处理，从噪声背景中提取有用的语音信号，抑制、降低噪声干扰，以提高可懂度，使人易于接受或提高语音处理系统的性能。

语音降噪目的

改善语音质量，提高语音的清晰度

提高语音可懂度

语音降噪的应用场景

语音通信

助听系统

语音识别

远程会议系统

车载

智能家具

.....





3.4 控制

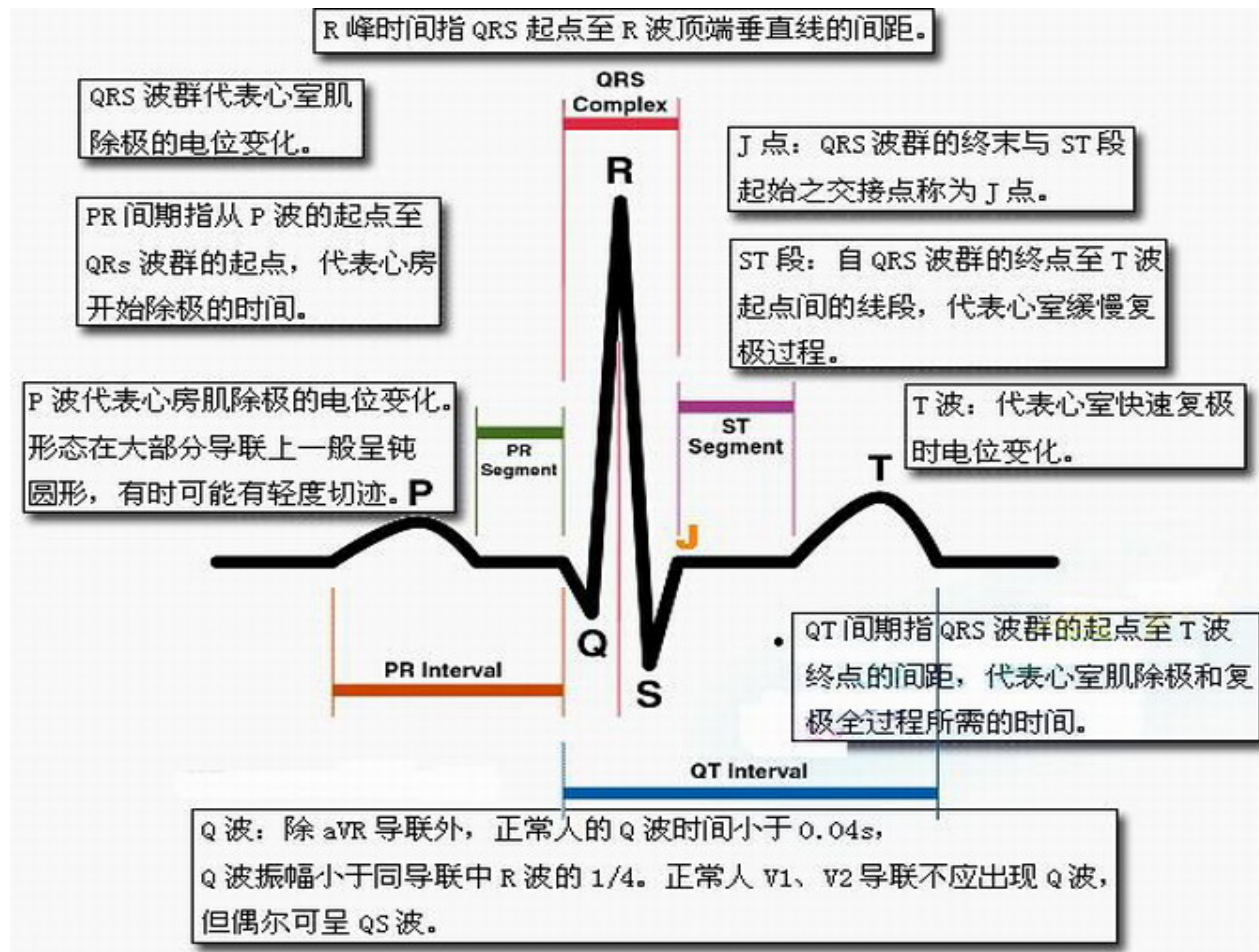
自动驾驶汽车





3.5 医疗

心电图





无线蓝牙综合脑电记录盒



专用脑电干扰抑制盒
与单芯屏蔽导联线

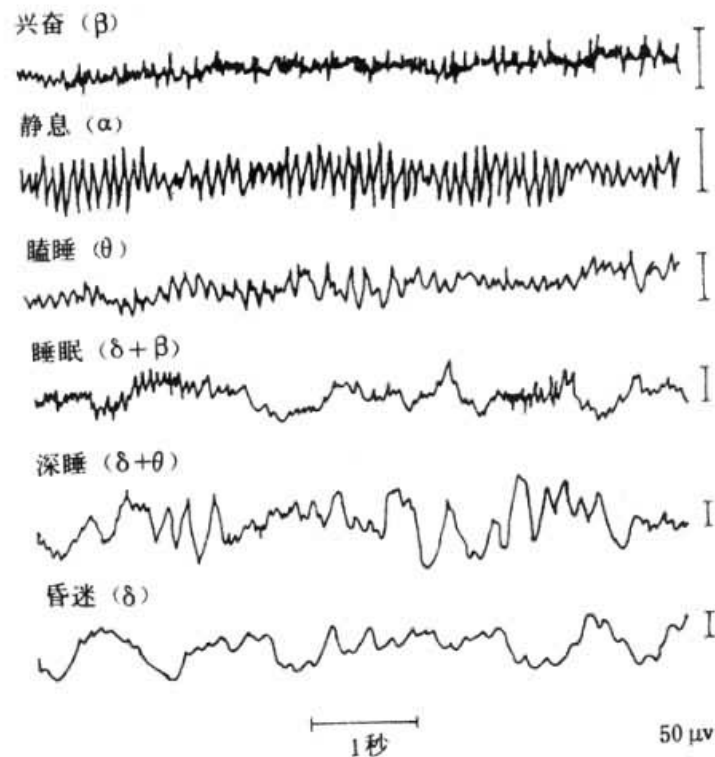
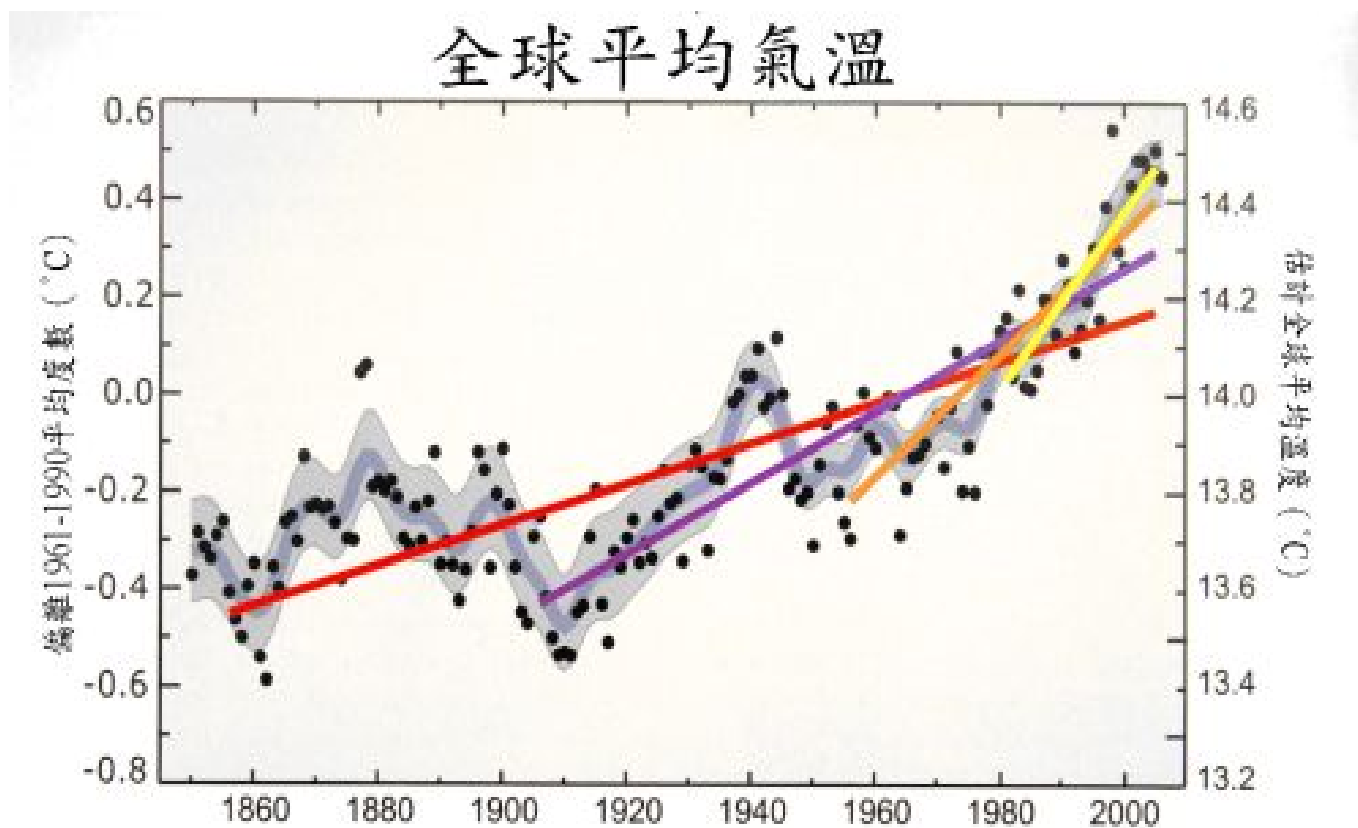


图3 不同兴奋状态下的脑电图

脑电图设备与脑电波形



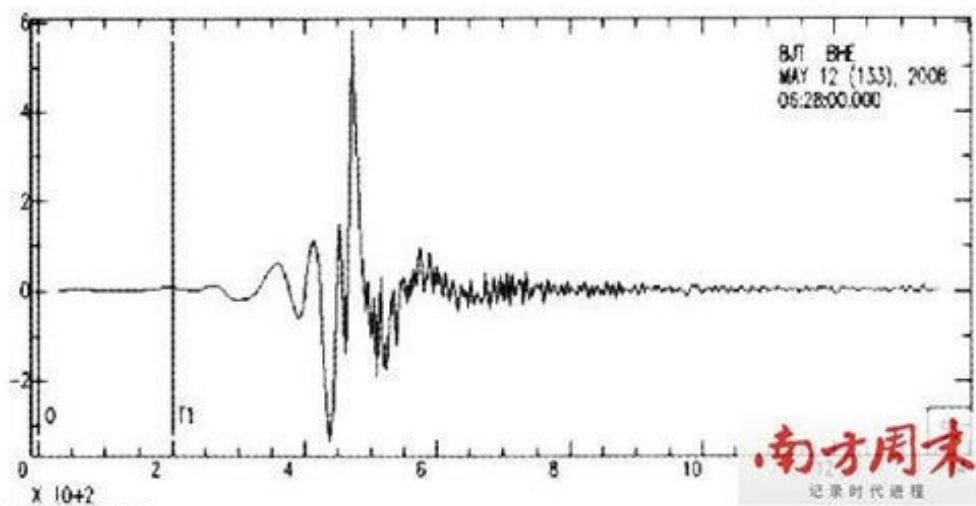
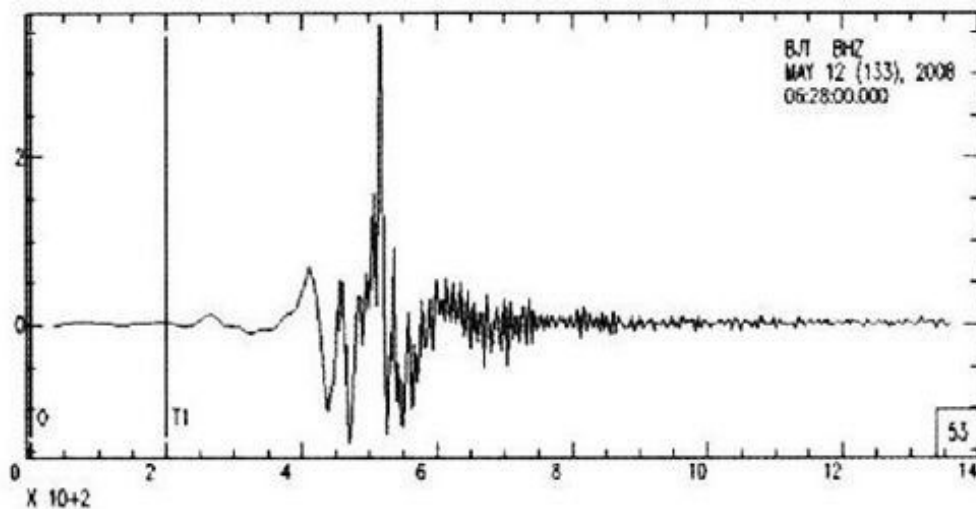
3.6 气象预报





3.7 地震预测与预警

地震
波形

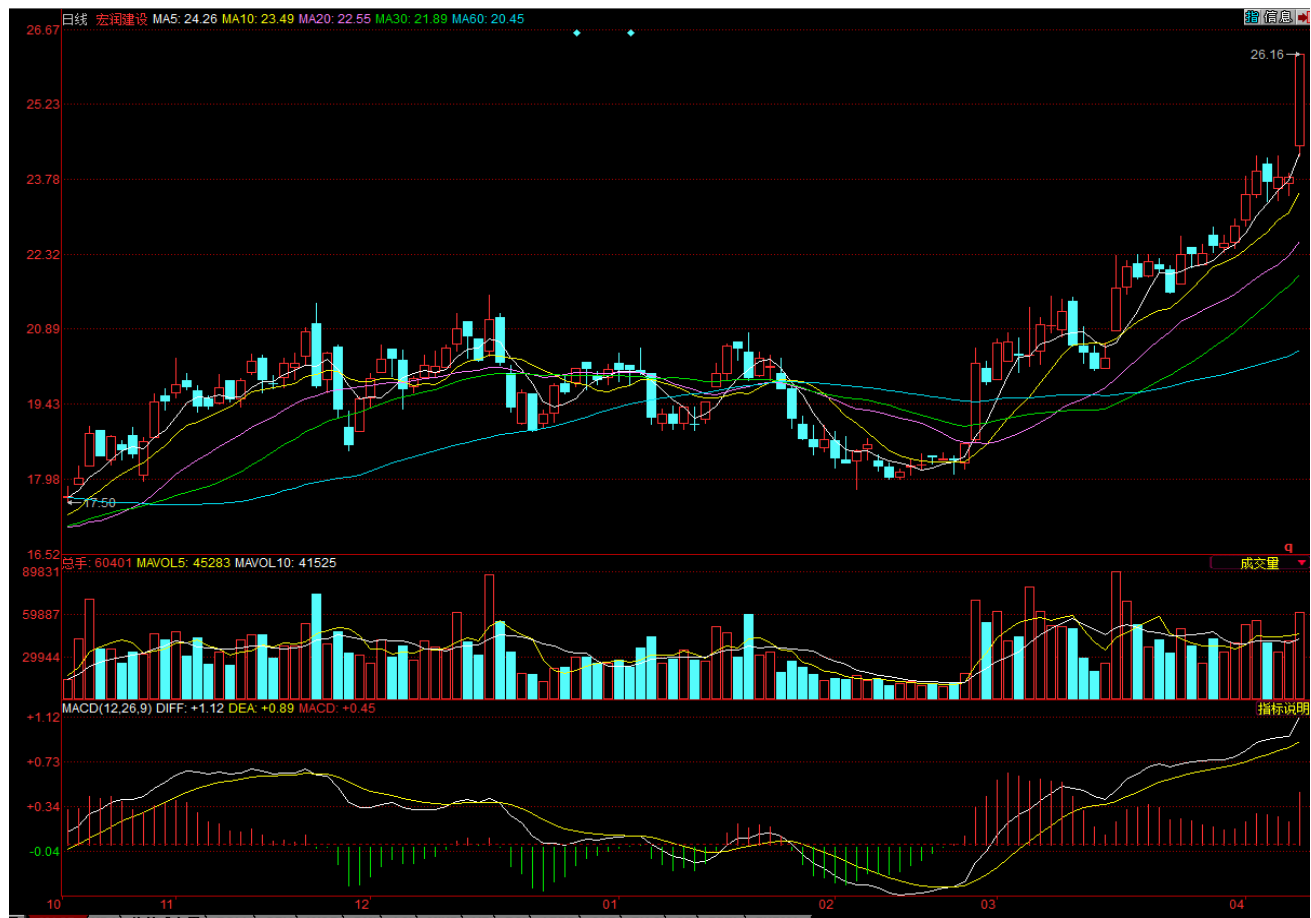


www.yicoo.com



3.8 经济分析

股市行情





4 统计信号分析与处理课程的讲授内容

- 4.1 概率论、随机过程、线性代数复习
- 4.2 随机信号与系统
- 4.3 噪声中的信号检测
- 4.4 信号估计理论
- 4.5 波形估计-维纳滤波



其它事项

教材：统计信号处理（叶中付）

参考书：

Robert N. McDonough, Anthony D. Whalen

Detection of signals in noise, Second Edition

Steven M. Kay

Fundamental of statistical signal processing,
Detection theory, Estimation theory

考核：

作	业： 20%
考	试： 80%