

海洋信息学：通与观课程教学大纲

课程代码：74120850

课程中文名称：海洋信息学：通与观

课程英文名称：Ocean Informatics: Communication and Observation

学分：4.0 周学时：3.5-1.0

面向对象：

预修要求：高等数学、大学物理，线性代数，数理统计/随机过程，信号与系统

一、课程介绍（200-300字）

（一）中文简介

海洋通信与观察是海洋信息学的一个分支。课程起名海洋信息学：通与观，英文缩写为OI:CO。

OI:CO 组成及机制

[组成] 分支 I 声、电磁和光海洋学

单元 1 声学—地球物理流体动力学

单元 2 电磁学—地球物理流体动力学

单元 3 光学—地球物理流体动力学

分支 II 海洋信息理论与统计学

单元 4 随机过程物理成因

单元 5 随机过程几何和统计表征

单元 6 随机过程信息推断

分支 III 海洋通与观像形成

单元 7 像形成：信息-理论通与观

单元 8 像形成推断：似然方法和信息方法

单元 9 像形成宽容性之路

[机制]

- 分支 I 物理、分支 II 信息和分支 III 像形成三者深度融合（融合）
- 从发展自然性质的统计信息表征到发展与其适应的人的信息推断能力（交叉）
- 从神秘的 O（海洋）到可视的 O（观察）（转化）

（二）英文简介

Ocean communication and observation is a branch of Ocean informatics. The course is called ocean informatics: communication and observation. The abbreviation is OI:CO.

OI:CO composition and mechanism

[constitution]

Branch I, Acoustic, electromagnetic, optic and Oceanographies

Unit 1 Acoustics - Geophysical Fluid Dynamics

Unit 2 Electromagnetics - Geophysical Fluid Dynamics

Unit 3 Optics - Geophysical Fluid Dynamics

Branch II Ocean information theory and statistics

Unit 4 Physical causes of stochastic processes

Unit 5 Geometric and statistical characterization of stochastic processes

Unit 6 Information inference of stochastic process

Branch III Image formation of ocean communication and observation

Unit 7 Image formation: information theoretic communication and observation

Unit 8 Image formation inference: likelihood methods and information methods

Unit 9 The robustness road of image formation

[Mechanism]

- Deep combination(fusion) of Branch I physics, branch II information, and branch III image formation

- From exploiting statistical information characterization of the natural structure to exploring the man's ability of informative inference which adapts to the former (interdisciplinary)

- From mysterious O (Ocean) to visible O (observation) (transformation)

二、教学目标

(一) 学习目标

这是一门本科生海洋信息和海洋物理专业必修课。鉴于学生修过高等数学和大学物理等有关基础课程，也可能选修过新生研讨课“信息哲学视野”，学习目标在于：

(1) 打下三个理论基础

- 声、电磁和光海洋学
- 海洋信息理论与统计学
- 海洋通与观像形成

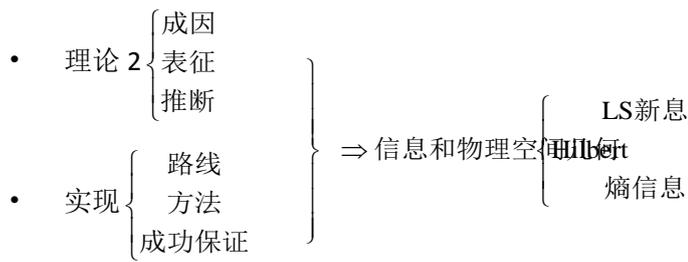
(2) 掌握海洋信息系统通与观基本方法，并获得基本实习训练。

(二) 教授方式

1.知识结构

相关知识结构面与点：3个分支，9个单元

- 理论 1 $\left\{ \begin{array}{l} \text{声} \\ \text{电磁物理} \Rightarrow \\ \text{光} \end{array} \right.$



2. 经典性和前沿性

与海洋物理密切联系的理论 1 具有经典性（成熟性），与信息理论密切联系的理论 2，特别是其中的自然性质与人的能力的交叉具有前沿性（发展性），而在理论 1 和理论 2 指导下的海洋通与观像形成信息工程实现，则具有信息系统科学性（整体性）。

（三）可测量结果

1. 问题提出及解

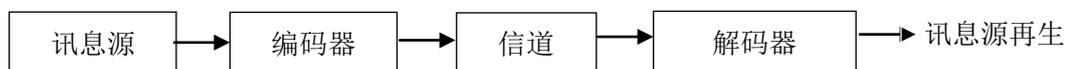
我们在信息与电子工程学院有一门本科生选修课“信息-理论通与观”，将通信与观察的任务需求凝炼为反演和推断的逆问题并求解，将通信与观察统一起来，并将信息-理论通信发展为信息-理论通信与观察。进而，在像形成问题的宽视野下，从寻找单个“正确的”像（反演）到选择一个“最好的”像（推断）。我们还开了一门本科生选修课“信号谱分析”，认识并揭示谱分析和像形成异曲同工。

我们的问题和解，正是要在海洋像形成通信与观察这样一个大工程背景（问题）下，取得海洋物理学和海洋信息学交相辉映（解）。

（1）通信与观察模型

一个通信模型

关于通信，香农在他的名著《通信的数学理论》中说：“通信的基本问题是，在一点精确地或近似地复现一个在另一点所选取的讯息。通常，这些讯息都赋有意义”。



一个观察模型

关于观察，通常是要推断目标源存在与否，和（如果存在）它的位置，类别及运动状态。



（2）通信与观察像形成及科学问题

无论是通信的讯息源，还是观察的目标源都是包含在一个情景中。通信者或观察者，乃

为情景源（讯息源或目标源）再生的像形成。这种将信息-理论通信发展为信息-理论通信与观察，其中包含的具有普遍性的科学问题是两个：(i)一个像形成推断器如何履行解码器/编码器和估计器的作用？(ii)观察的估计准则和通信的信道容量准则如何体现在像形成推断的机制中？

（3） 海洋声、电磁和光通信与观察像形成物理基础

声能长距离通过海洋传输，意味着声波在宽的深度和水平路径范围内采样海洋，形成与海洋地球物理流体动力学的交互作用。海洋的电磁散射，提供关于提取海洋中某些基本地球物理流体过程有意义的信息的途径，例如风，波和表面信号特征的信息。海洋光学在了解大尺度地球物理流体动力学特性方面有着巨大的应用价值，此外，它在生物和热动力特性研究中也存在着固有的意义。这一些——声，电磁和光的传输和散射产生时间，空间或空-时随机过程，形成为像形成推断随机过程物理成因的基础。同时，由于声远程传播采样海洋，直接用于构成像形成推断的抽象采样空间；由于电磁散射提取海洋有关环境信息，海洋光学了解大尺度地球物理流体动力过程特性，它们与声传播联合起来一起用于构成像形成推断抽象参量空间。

2. 讲课，研讨，实验（实习）

单元 1—3：讲课与研讨相结合。

单元 4—6：讲课与研讨相结合。

单元 7—9：讲课，研讨与实验（实习）相结合

三、课程要求

讲课、研讨与实验（实习）相结合

（1）讲课

- (i) 主题明确，概念陈述清楚。
- (ii) 提供课件。
- (iii) 布置习题和计算机实验。

（2）研讨

- (i) 提前布置研讨题目和要求。
- (ii) 做好 P.P.T，结合习题或计算机实验。
- (iii) 研讨计分。

（3）实验（实习）

进行海上实验，通过发射与接收，了解声、电磁和光产生、传播和散射特性和进行随机过程通信与观察像形成推断。

（二）考试评分与建议

百分制。考试 60 分；习题，研讨，实验，到课 40 分。

四、教学安排

2 学时/日×2 日/周×8 周（秋学期）+2.5 学时/日×2 日/周×8 周（秋学期）=72 学时。

（一）教学安排

分支 I：声、电磁与光海洋学

单元 1：声学—地球物理流体动力学

线性声波方程，声波的机械性能，声波方程的简单解，几何声学，声音的衰减与吸收，界面引入的反射、折射和散射，水中物体引起的反射与折射，声学与地球物理流体动力学。

单元 2：电磁学—地球物理流体动力学

麦克斯威尔方程，介电函数与电导率，电磁波在海面的反射和散射，雷达散射与地球物理流体动力学，波运动方程等

单元 3：光学—地球物理流体动力学

光学场和光学参量，表面照亮：太阳、天空和人工照明，表面互作用：反射、散射和折射，表面以下互作用，包括纯净海水，质点、浮游生物和溶解有机物，海底辐射传输，光学与地球物理流体动力学等。

分支 II：海洋信息理论与统计学

单元 4 随机过程物理成因

声波、电磁波和光波与地球物理流体动力学的交互作用，以及声波方程、麦克斯威尔方程和光波方程解形成像形成推断随机过程的物理成因。

单元 5 随机过程几何和统计表征

随机过程的几何（Hilbert 空间）表征，随机过程的统计表征，像形成推断的声波抽象采样空间，像形成推断的声、电磁和光波共同构成的抽象参量空间。

单元 6 随机过程信息推断

随机过程统计与信息-理论推断三大方法：最小二乘（LS），熵（Entropy）和核（Kernel）方法。

分支 III 海洋通与观像形成

单元 7 像形成：信息-理论通与观

通信的遥像形成系统，观察的遥警戒系统，域变换，卷积，滤波，模糊，扩展基本概念。

单元 8 像形成推断：似然方法和信息方法

像形成推断的物理解：解卷与层析，像形成推断的系统解：似然方法和信息方法。

单元9 像形成宽容性之路

像形成不确实性集的描述，像形成的协方差核控制再生核希尔伯特空间（RKHS）方法。

（二）安排时间表

学期/周次	单元/章	形式	学时
分支 I: 声、电磁与光海洋学			
秋/ 1	课程介绍	讲课	2
秋/ 1-2	单元 1 声学—地球物理流体动力学	讲课辅研讨	6
秋/ 3-4	单元 2 电磁学—地球物理流体动力学	讲课辅研讨	6
秋/ 4-5	单元 3 光学—地球物理流体动力学	讲课辅研讨	6
分支 II: 海洋信息理论与统计学			
秋/ 6-7	单元 4 随机过程物理成因	讲课辅研讨	6
秋/ 7-8	单元 5 随机过程几何和统计表征	讲课辅研讨	6
冬/ 1-2	单元 6 随机过程信息推断	讲课辅研讨	8
分支 III: 海洋通与观像形成			
冬/ 2-3	单元 7 像形成: 信息-理论通与观	讲课辅研讨	8
冬/ 4-6	单元 8 像形成推断: 似然方法和信息方法	讲课辅研讨 和实验	14
冬/ 7-8	单元 9 像形成宽容性之路	讲课辅研讨	8
冬/ 8	课题总结	讲课	2

五、教材和参考教材

1. 教材: 自编讲义

海洋信息学: 通与观

OI:CO

宫先仪 赵航芳

编撰

2. 参考教材

[1] J.R.Apel, Principles of Ocean Physics, Academic Press, 1987.

[2] R.E.Blahut, Theory of Remote Image Formation, Cambridge University Press, 2004.

六、课程教学网站: 学在浙里