

电磁场与电磁波理论

(第三版)

徐立勤 制作



绪论

课程名称：电磁场与传输理论B

课程编号：B0204112S

总学时：48

学分：3

主讲教师：徐立勤

Email: xulq@njupt.edu.cn

绪 论

- 一、课程的性质和目的
- 二、课程内容和学时分配
- 三、电磁场与电磁波理论的发展
- 四、电磁波波谱
- 五、电磁场与电磁波的特点
- 六、电磁场与电磁波的应用
- 七、教材和参考书
- 八、考核与其它

一、课程的性质和目的

- 课程性质：本课程是电子信息与通信类专业的一门重要的专业基础课。是研究无线信号传播和传输的重要的基础课程。
- 目的：电磁场和电磁波理论在与其它相关学科的相互渗透和相互促进的过程中，极大地推动着通信、雷达、广播等一系列电子科技的革新和进步。电磁场与电磁波的基本理论已经是电子信息与通信专业的学生所必须掌握和了解的最基础的专业知识了。通过本课程的学习，将使学生较为完整地掌握和了解电磁场与电磁波的基本理论和分析方法，了解电磁场理论在无线技术领域中的地位和应用，为后续专业课程打好良好的基础。

二、课程内容和学时分配

（根据需要可做相应调整）

课程内容	教学环节 时数	讲课	小计
矢量分析		4	4
宏观电磁场现象的基本规律		6	6
静电场及其边值问题的解法		10	10
恒定电场与恒定磁场		4	4
电磁波的辐射		6	6
均匀平面波的传播		8	8
均匀波导中的导行电磁波		4	4
均匀传输线的导行电磁波		6	6
总计		48	48

三、电磁场与电磁波理论的发展

● 电磁学的三个基本定律



三、电磁场与电磁波理论的发展

- 电磁场理论的发展

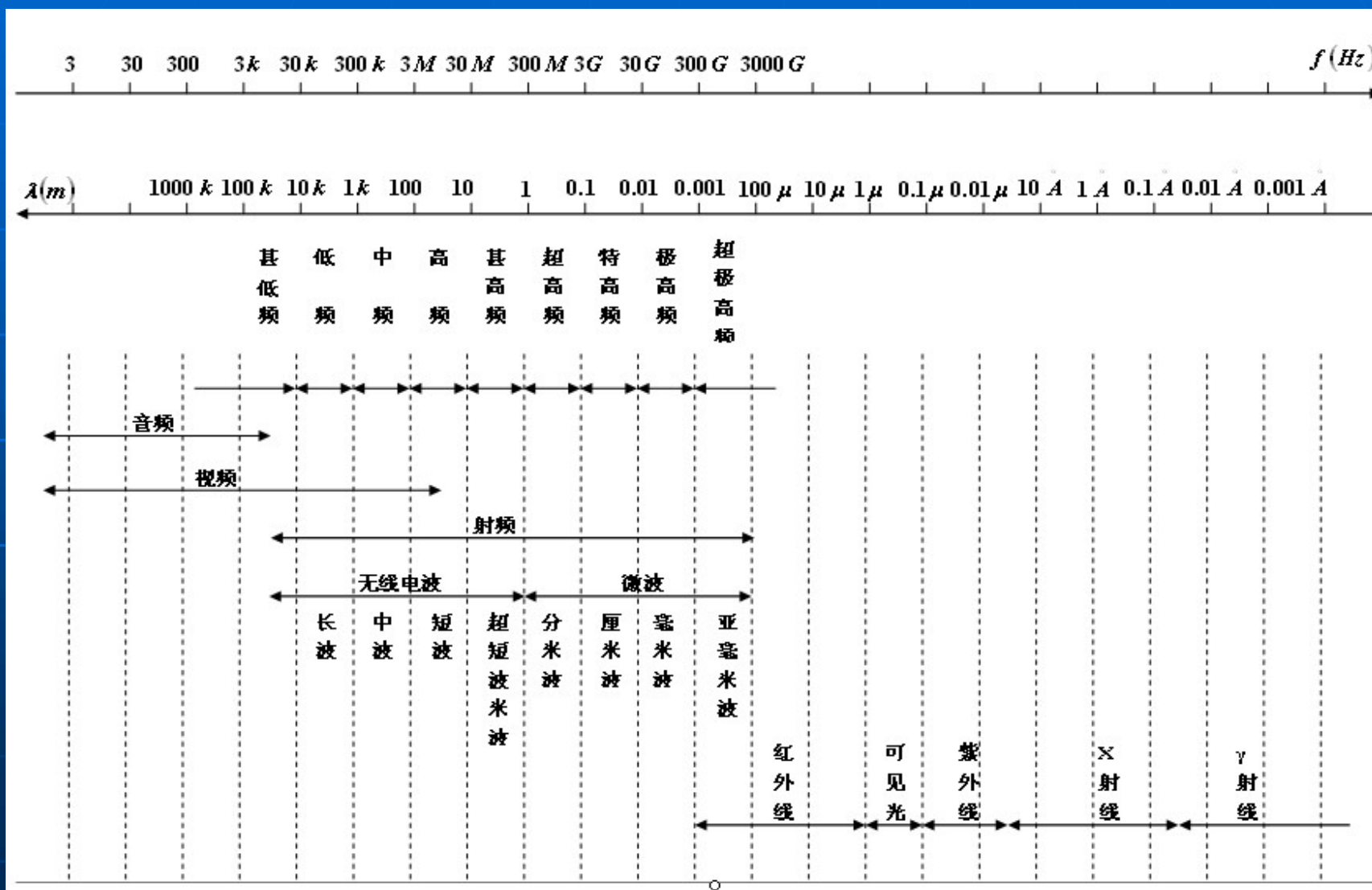
- 法拉第 (**M. Faraday, 1791-1867**) 终其一生从事电磁现象的实验研究，他的最主要的贡献，除了发现作为电磁学基础的电磁感应定律之外，他还提出了“电磁场”的新概念，并且用电力线和磁力线来描述电磁场。
- 麦克斯韦 (**J. C. Maxwell, 1831-1879**) 总结了法拉第等人的广泛的实验研究成果，在1873年发表的著名论文中，提出了著名的麦克斯韦方程组，预示了电磁波的存在，且其传播速度应等于光速。并指出**光波也是电磁波**。事实上，这种猜想为各种光波传播现象提供了十分完满的解释。

三、电磁场与电磁波理论的发展

- 电磁场理论的发展

- **1888**年，德国物理学家赫兹（**H. Hertz, 1857-1894**），用实验测量证明了电磁波的存在以及电磁波的传播速度等于光速。赫兹的实验结果为麦克斯韦的理论提供了强有力的支持。到了**19**世纪末，电磁波的存在以及光与电磁波的统一已成为不争的事实，电磁波作为一种新的物质形态的存在已没有疑问。
- **20世纪初**，意大利发明家兼商人马可尼在英国用简单的无线电波收、发装置实现了跨大西洋的简单电报传输，开辟了无线电波在无线通信中的广泛应用前景。马可尼跨大西洋的电报传输是借助于电离层对无线电波的反射。

四、电磁波波谱



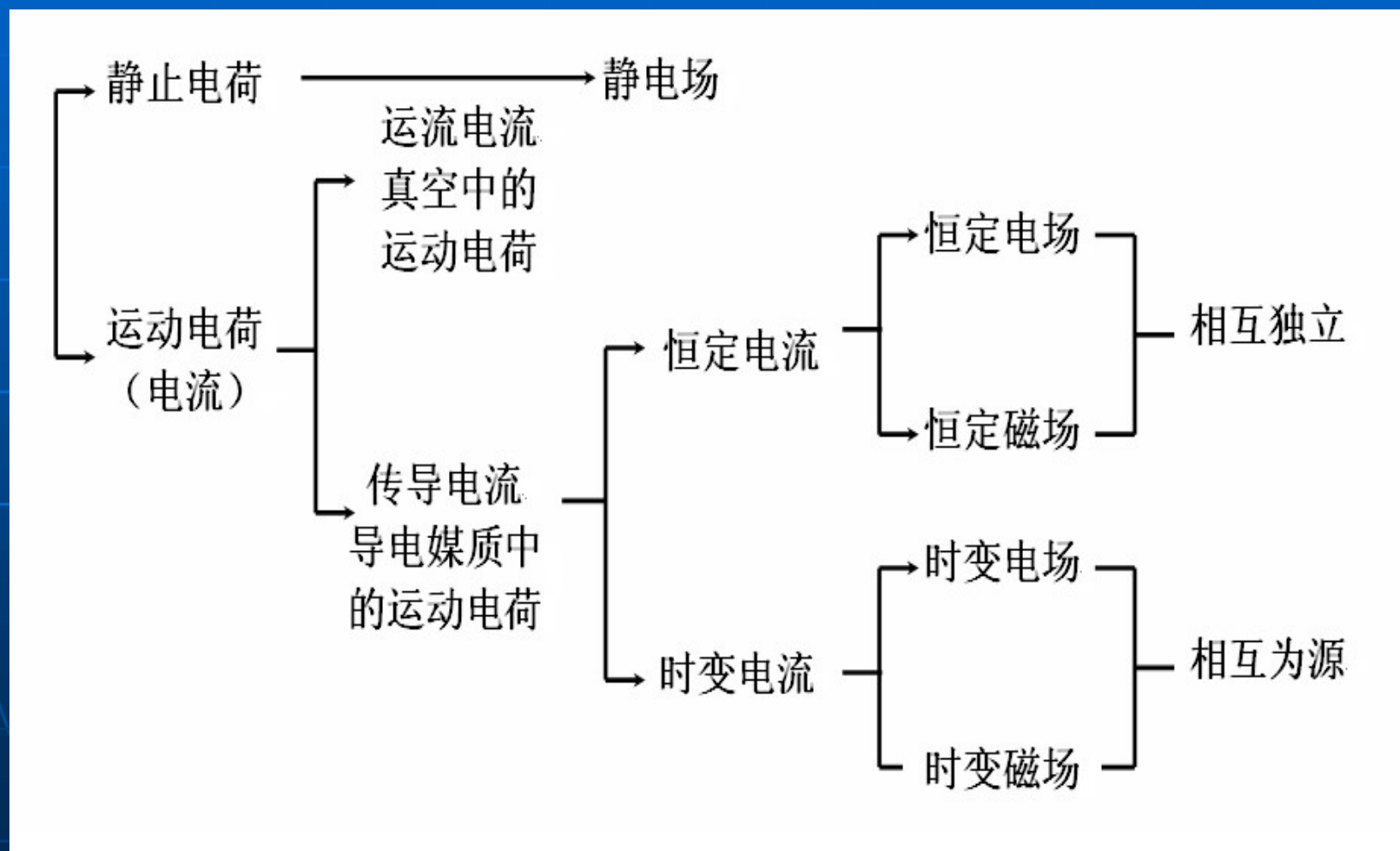
四、电磁波波谱

● 电磁波应用的典型波段

波段名称		频率范围	波长范围	应用
甚低频 (VLF)	甚长波	3-30 kHz	100-10 km	电工电子
低频 (LF)	长波	30-300 kHz	10-1 km	广播、医疗
中频 (MF)	中波	300-3000 kHz	1000-100 m	
高频 (HF)	短波	3-30 MHz	100-10 m	广播、电视、医疗
甚高频 (VHF)	米波	30-300 MHz	10-1 m	
特高频 (UHF)	分米波	300-3000 MHz	10-1 dm	移动通信、微波炉
超高频 (SHF)	厘米波	3-30 GHz	10-1 cm	卫星、雷达、遥测遥控、遥感
极高频 (EHF)	毫米波	30-300 GHz	10-1 mm	雷达、天文
至高频 (THF)	亚毫米波	300-3000 GHz	10-1 dmm	环境检测、科研工具

五、电磁场与电磁波的特点

● 电磁场的分类



五、电磁场与电磁波的特点

● 电磁波的特点

- 电磁波==无线电波 + 微波 + 光波 + X射线 + γ 射线
- 电磁波的波粒二象性——波动性和粒子性（与光波一样）
- 电磁波的属性——幅度和频率（波长、周期）
- 电磁波的波动性——直线传播、反射、折射、绕射、散射.....

① 通信的载波（载体）

② 探测和检测

- 电磁波的粒子性（能量）——加热、干燥、灭虫、育种、医学诊断、医学治疗...

六、电磁场与电磁波的应用

- 静电场的应用

- 静电放电——具有不同静电电位的物体互相靠近或直接接触引起的电荷转移。是一种常见的近场危害源，可形成高电压，强电场，瞬时大电流，并伴有强电磁辐射，形成静电放电电磁脉冲；
- 静电感应——在外电场的作用下，导体中电荷在导体中重新分布的现象。利用静电感应现象可以使导体带电。早期的一些静电感应起电机就是根据这个原理制成的。利用静电感应使金属导体带电的过程叫做感应起电。

六、电磁场与电磁波的应用

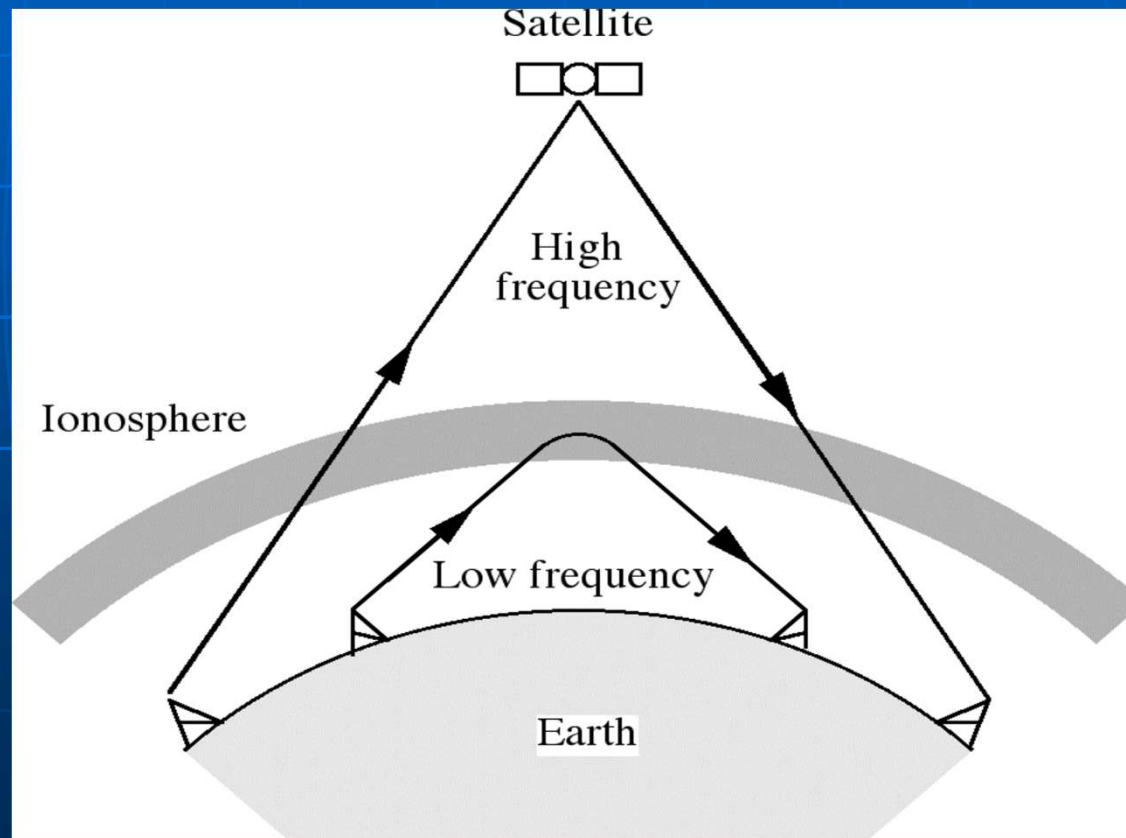
- 恒定电场的应用
 - 电镀工艺——将零件浸在金属盐溶液中作为阴极，金属板作为阳极，接直流电源后，在零件上沉积出所需的镀层；
 - 地质勘探——通过测量插入地下的两个电极之间的电流和电位分布来得知地层状况；
 - 超导技术——某些物质在一定温度条件下（一般为较低温度）电阻降为零，变为理想导电体。导体没有了电阻，电流流经超导体时就不发生热损耗，电流可以毫无阻力地在导线中形成强大的电流，从而产生超强磁场。

六、电磁场与电磁波的应用

- 恒定磁场的应用
 - 铁磁材料（永磁体和铁氧体）——磁性材料的应用很广泛，可用于电声、电信、电表、电机中，还可作记忆元件、微波元件等。可用于记录语言、音乐、图像信息的磁带、计算机的磁性存储设备、乘客乘车的凭证和票价结算的磁性卡等。
 - 磁悬浮技术——利用磁力使物体处于无接触悬浮状态。磁悬浮技术是集电磁学、电子技术、控制工程、信号处理、机械学、动力学为一体的典型的机电一体化技术（高新技术）。研究的热点是磁悬浮轴承和磁悬浮列车，其中磁悬浮轴承因其无接触、无摩擦、使用寿命长、不用润滑以及高精度等特殊的优点而广为应用；

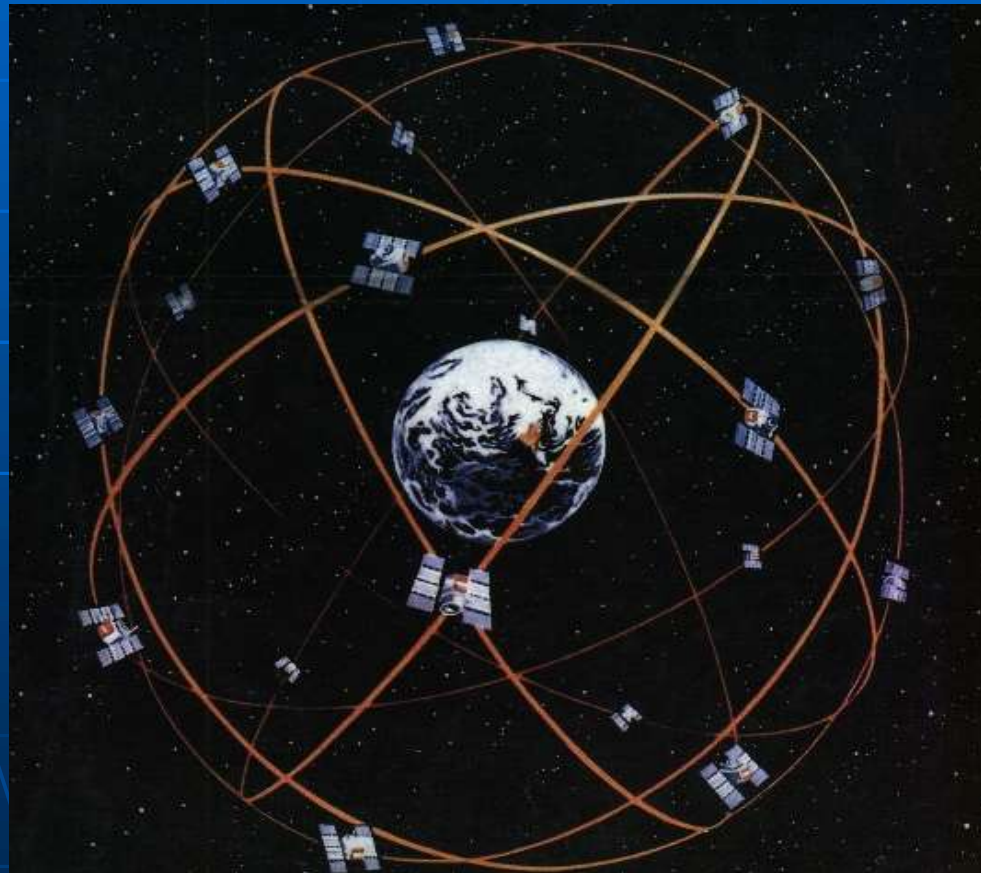
六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 无线电通信



六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 全球定位系统**GPS**（**Global Positioning System**）



六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 电磁波的反射和散射的应用——**B2** 隐形轰炸机



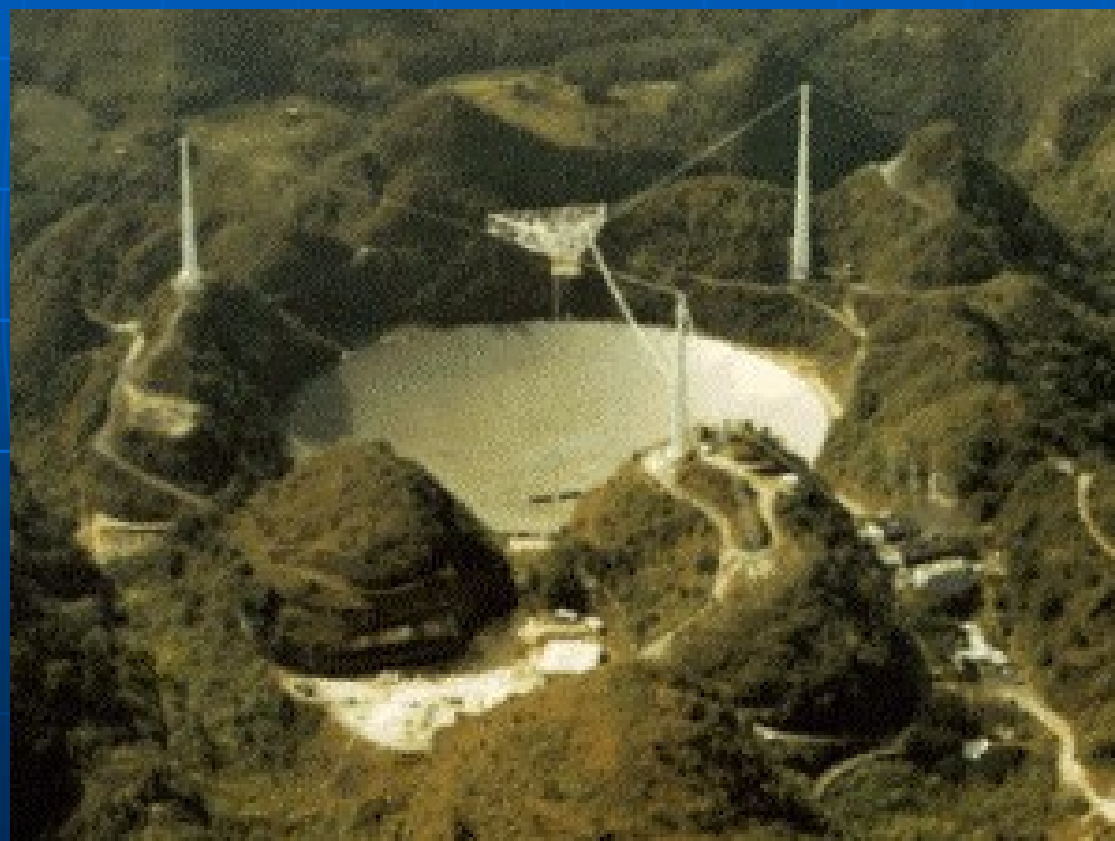
六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 相控阵雷达——美国的“铺路爪”预警雷达



六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 射电天文望远镜——波多黎各岛上的阿雷西博望远镜



六、电磁场与电磁波的应用

- 电磁波（时变电磁场）的应用
- 中国“天眼”——FAST，2016年将在贵州省平塘县建成，视野百亿光年。



七、教材和参考书

- 教材：

- 《电磁场与电磁波理论》（第三版），徐立勤，曹伟编
科学出版社，2018年6月

- 参考书：

- [1] 《电磁场与电磁波》（第四版），谢处方，饶克谨编
高等教育出版社，2006年1月
- [2] 《电磁场与电磁波》（第二版），B.S.Guru 周克定译
机械工业出版社，2005年8月
- [3] 《电磁场工程中的场与波》，吴志忠，杜忠顺编
东南大学出版社，1992年10月
- [4] 《电磁场与电磁波（第四版）全程导学及习题全解》，
严琪琪，赵立珍编 中国时代经济出版社，2007年9月

八、考核与其它

- 考核：

- 考核方式：闭卷、笔试

- 学业成绩的构成：平时成绩（30%）+ 期末成绩（70%）

- 平时成绩的构成（可调整）：

作业（25%）、出勤情况（25%）、期中测验（50%）

- 考试题型：基本概念40分、分析与计算题60分

- 关于基本概念

- ① 书上的黑体字

- ② 每章的思考题

- 关于计算与分析题——以时变电磁场为主

九、电磁场理论绪论录像



播放

十、电磁场理论的发展和应用读书报告

- 要求：

- 报告标题：电磁场理论发展与应用之.....
- 撰写一篇**3500**字左右的读书报告；
- 不能有公式、表格和图形；
- 列出三个以上的参考文献（包括网页链接）；
- 两周后交打印稿（A4纸正反两页，参见读书报告模板）。

