

3.7 调制与解调

调制与解调就是频率搬移技术

原因：

1) 信号被有效发出

天线尺寸大于信号波长十分之一时，信号才能有效发出。

语音4kHz，计算知其波长75km，需要天线长度7.5km！

调制后，中波AM频率在526.5kHz~1606.5kHz 范围，假设640kHz，波长为470米，天线长度47米即可。

2) 实现频分复用

即将不同的信号源调制的不同的频率上，在同一时间、同一区域传输信息，互不干扰。



讨论：为什么需要调制？

3.7 调制与解调

率搬移技术



讨论：为什么需要调制？



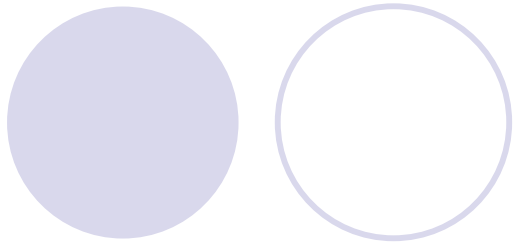
号波长十分之一时，信号才能有

知其波长75km，需要天线长度

M频率在526.5kHz~1606.5kHz 范
波长为470米，天线长度47米即可。

2) 实现频分复用

即将不同的信号源调制的不同的频率上，在同一时间、同一区域传输信息，互不干扰。

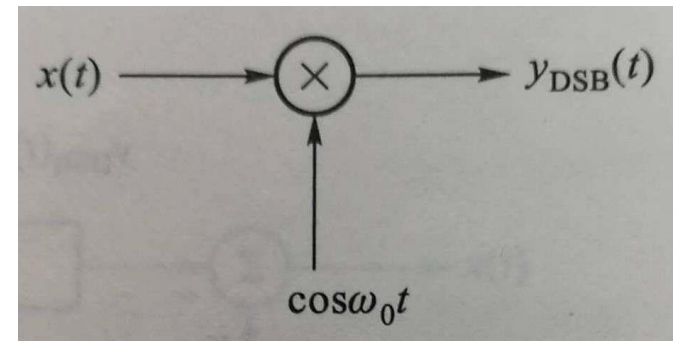


讨论：分别指出DSB-AM和普通调幅的实现方法和各自的优缺点

1、双边带调幅 (DSB-AM, Double SideBand Amplitude Modulation)

时域形式：

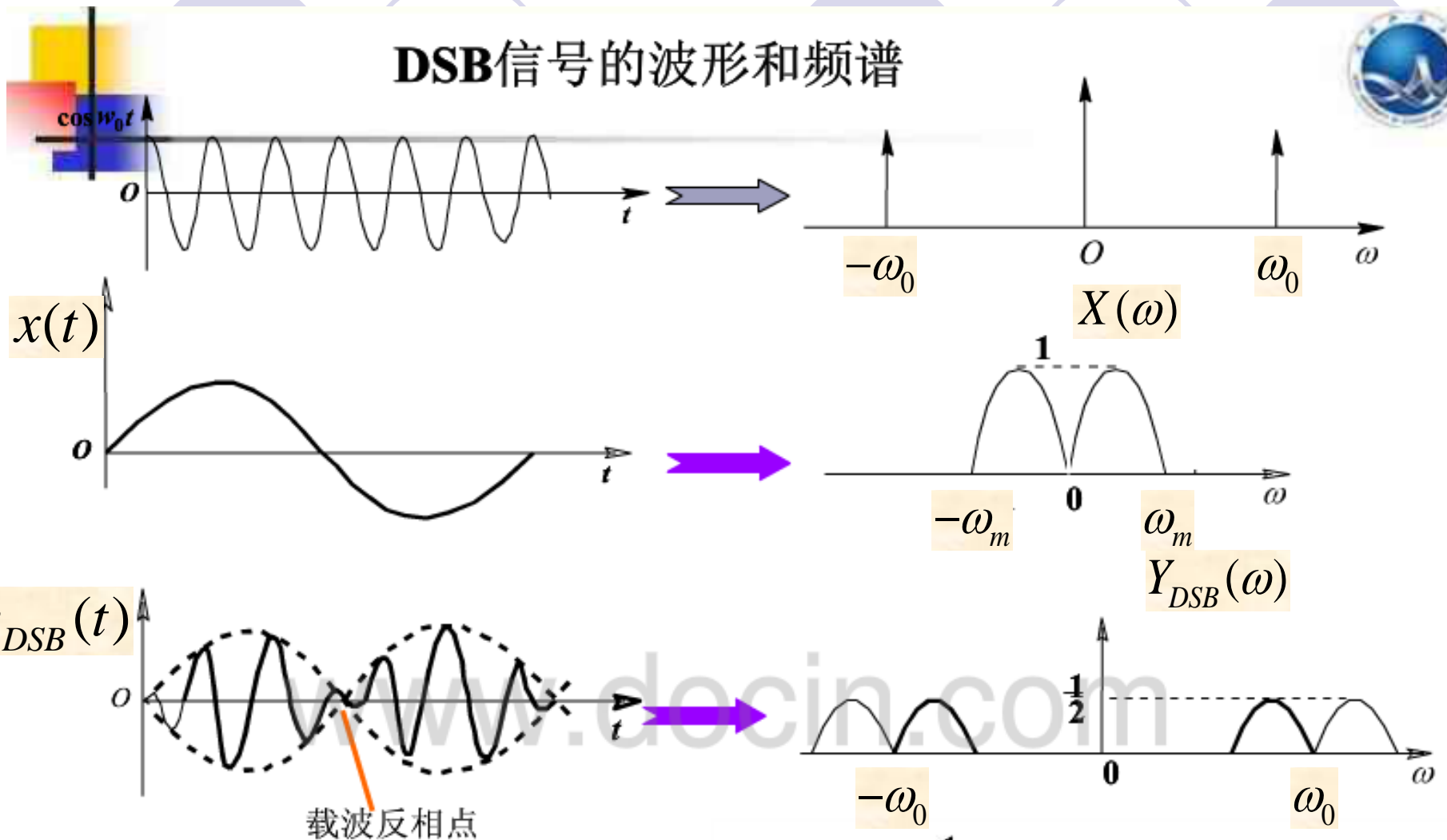
$$y_{DSB}(t) = x(t) \cos \omega_0 t$$



频域形式：（由调制定理得）

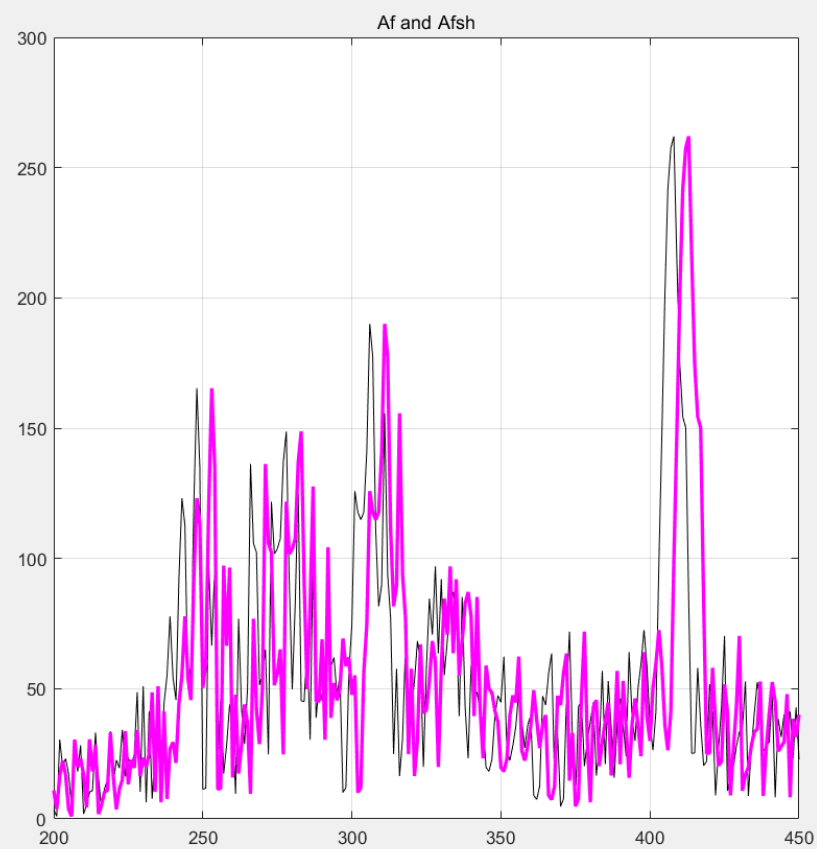
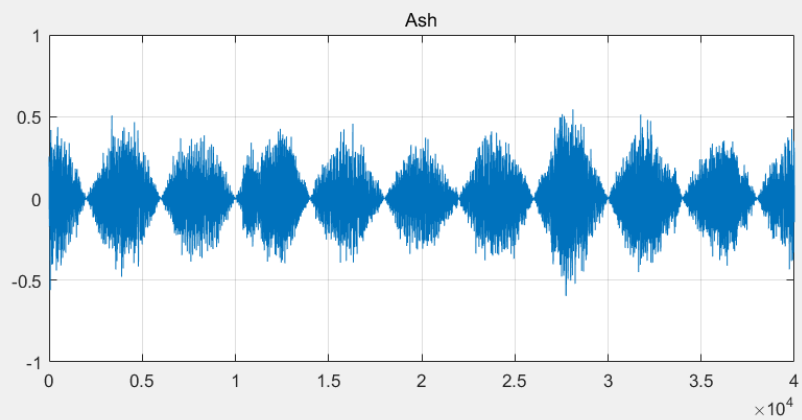
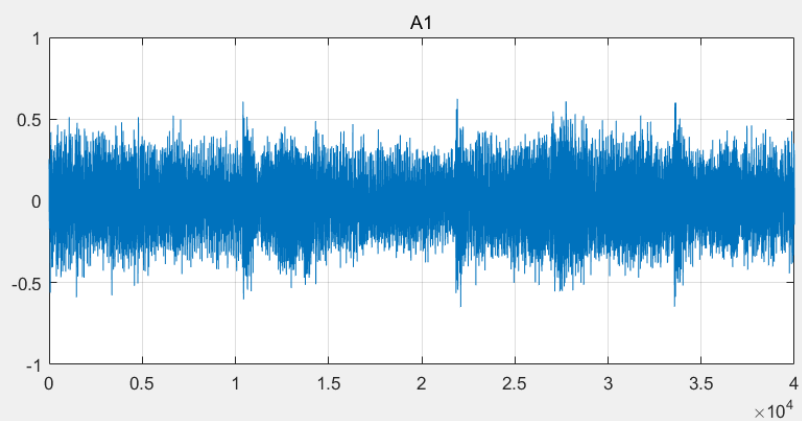
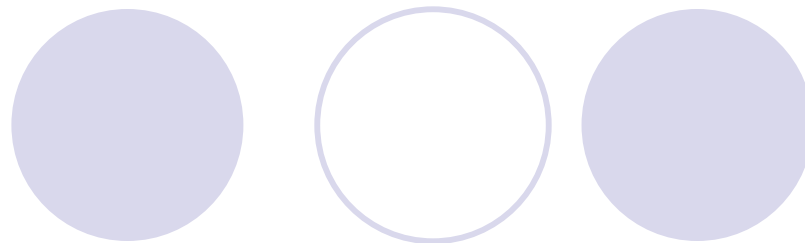
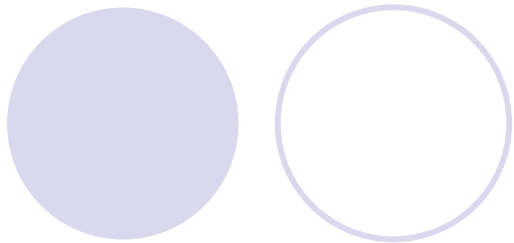
$$Y_{DSB}(\omega) = \frac{1}{2} [X(\omega + \omega_0) + X(\omega - \omega_0)]$$

DSB信号的波形和频谱



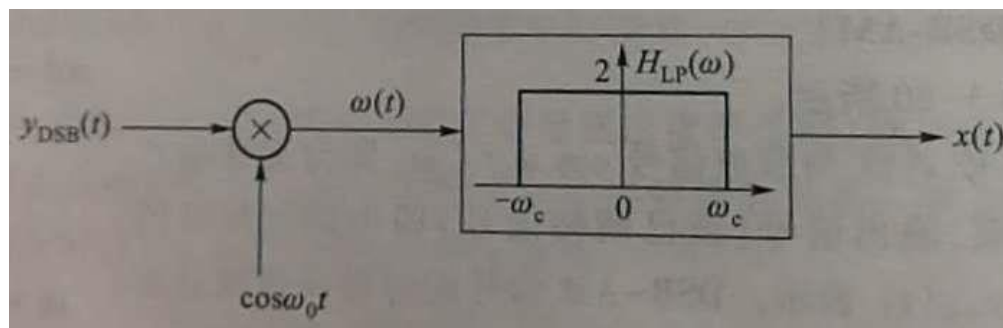
$\omega_0 \gg \omega_m$ 称为窄带信号

p186 图3-81更正



解调：将信号搬回低频段

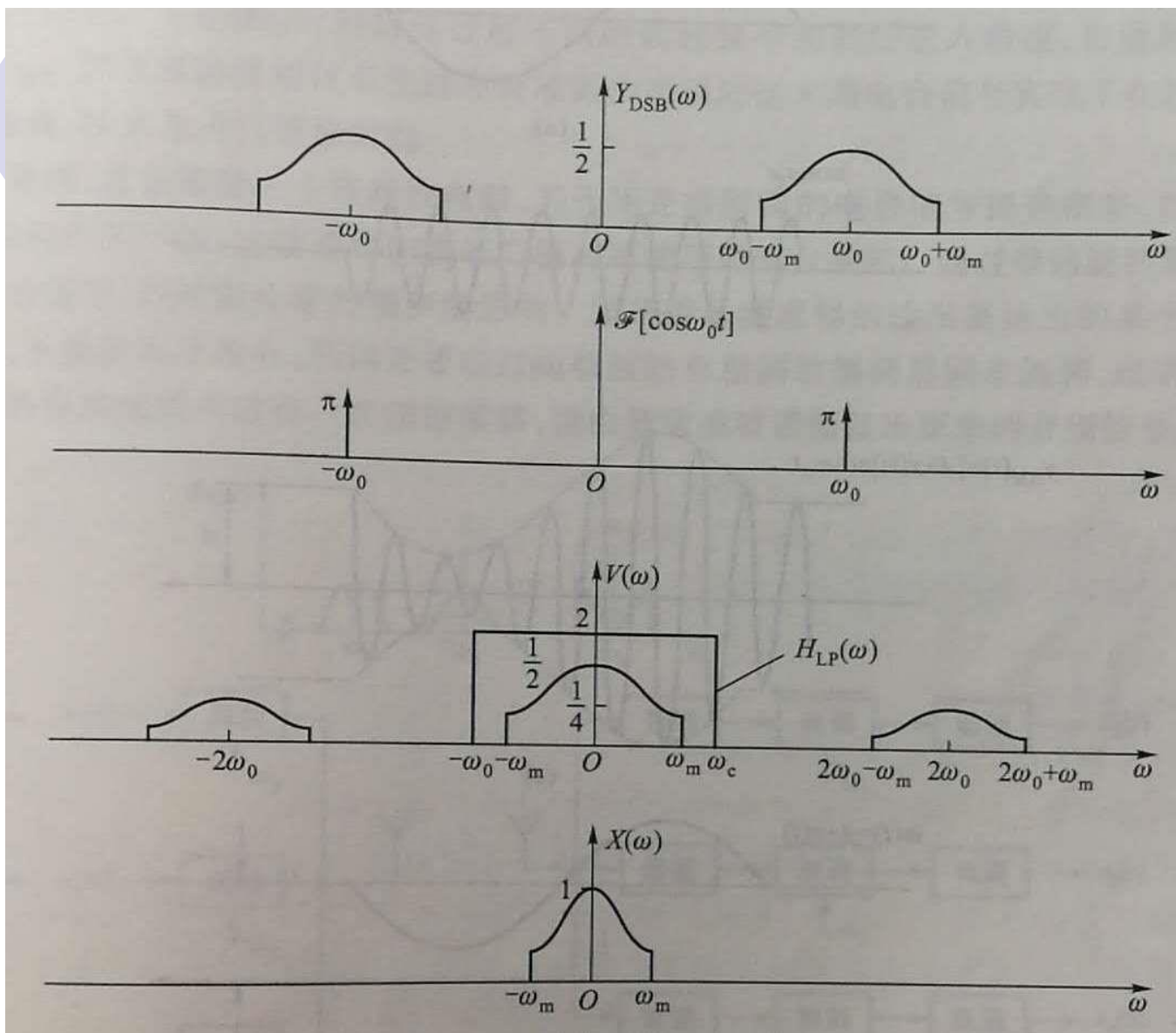
同步解调：接收信号与载波信号相乘，再经过低通滤波器即可得到原始信号。



$$\hat{x}(t) = y_{DSB}(t) \cos \omega_0 t = x(t) \cos^2 \omega_0 t = \frac{1}{2} x(t) + \frac{1}{2} x(t) \cos 2\omega_0 t$$

假设产生的频率有误差，则

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= y_{DSB}(t) \cos \omega_1 t = x(t) \cos \omega_0 t \cos \omega_1 t && \text{经过低通后得到:} \\ &= \frac{1}{2} x(t) [\cos(\omega_0 + \omega_1)t + \cos(\omega_0 - \omega_1)t] && \frac{1}{2} x(t) \cos(\omega_0 - \omega_1)t \end{aligned}$$



同步解调过程频谱图



2、普通调幅 (AM, Amplitude Modulation)

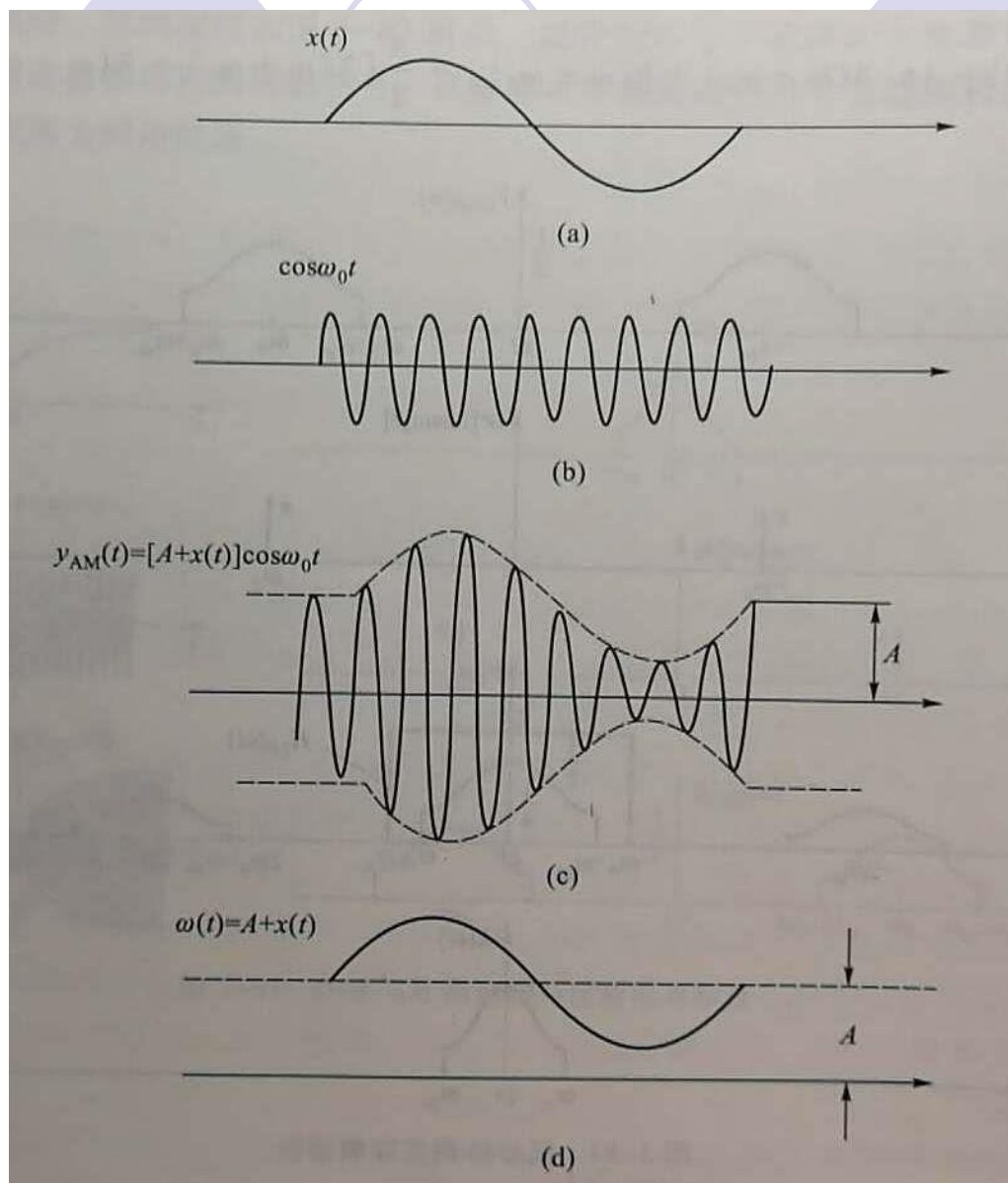
时域形式:

$$y_{AM}(t) = [A + x(t)] \cos \omega_0 t \quad A > |x(t)|_{\max}$$

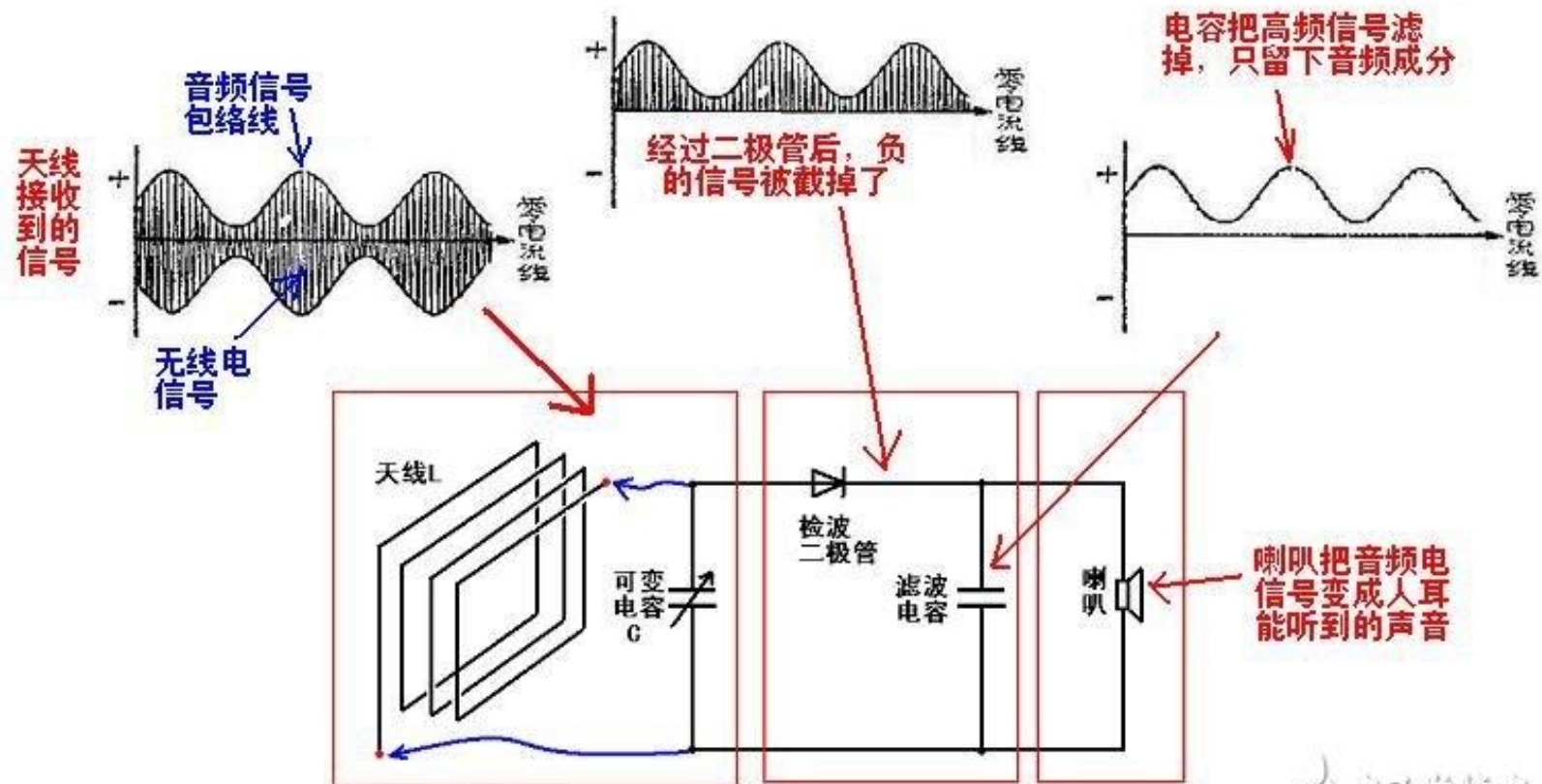
频域形式:

$$Y_{AM}(\omega) = A\pi[\delta(\omega + \omega_0) + \delta(\omega - \omega_0)] + \frac{A}{2}[X(\omega + \omega_0) + X(\omega - \omega_0)]$$

因含有载波分量，信号发射效率降低
但解调简单



普通调幅及其解调相关信号波形



电子发烧友
www.elecfans.com
www.52Hz.com

<http://www.elecfans.com/d/722995.html> 自制矿石收音机



3.频分多路复用技术

信道复用：多个信号在一个信道上同时传输

包括：频分复用

时分复用

码分复用

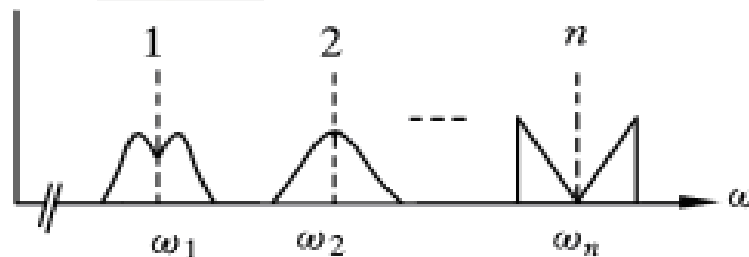
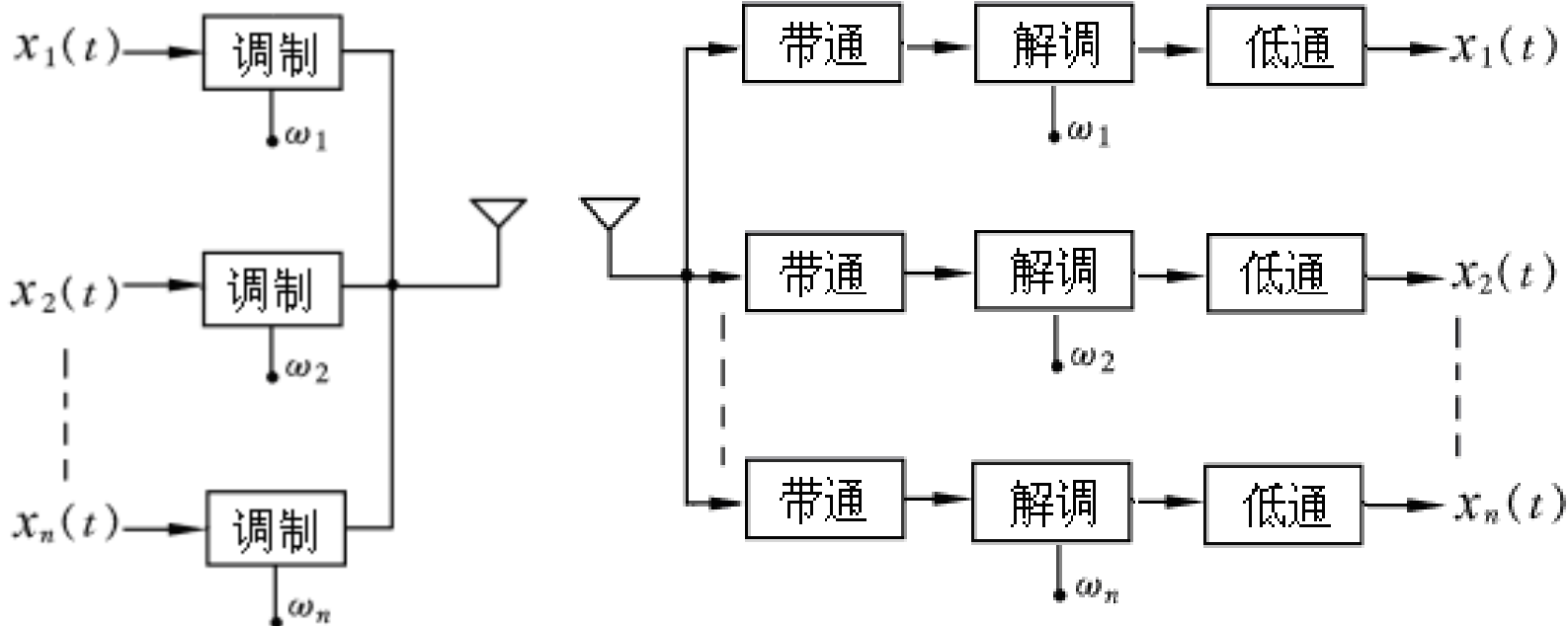
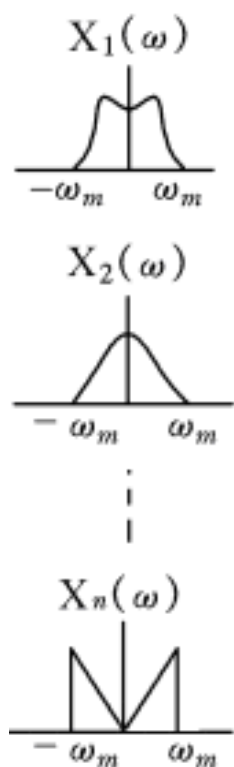
波分复用（光纤通信）

空分复用

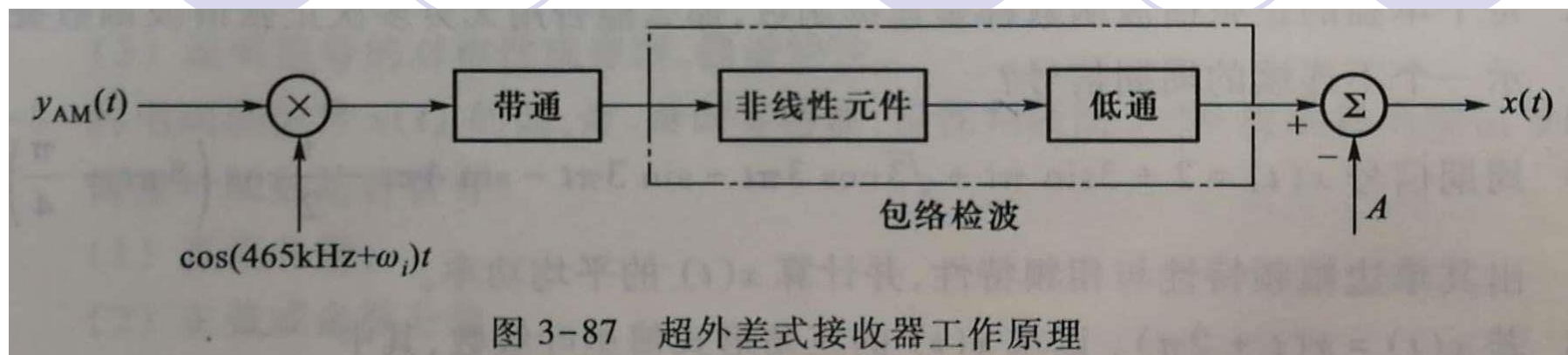
频分复用系统框图



讨论：怎样实现的FDMA？



超外差式接收机



ADSL

讨论作业 p202 3-48

完成实验六 (增加fourier_lab5.m解释)

第三章作业

3.1

1 (1) (2)

2

3

5 (b) (c)

6

7

8 (a) (c) (f)

3.2

9

11

12

13 (2) (4) (5)

14

15

16

18 (1) (4)

3.3

19 (1) (3)

20

22 (2)

23

24

25

3.4

29

30

32

33

34

3.6

36

37

39

40

41

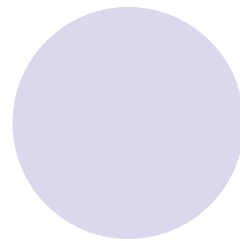
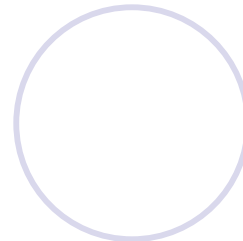
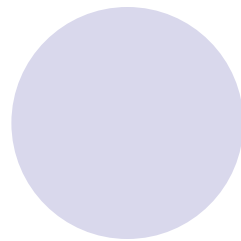
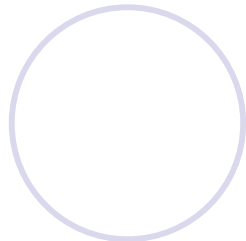
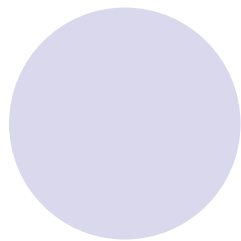
42 (2)

3.7

44

45 (改错: $x(t) = \exp(-jnt)$ 对 n 求和)

47



3-8 (c) 尽管非奇非偶，但由于偶谐特性，在一个周期内函数与 $\cos n\omega t$ 相乘再积分结果为0. 所以没有余弦分量。

3-10 (1) 利用已知导数的频谱，求原函数的频谱方法。3-115式