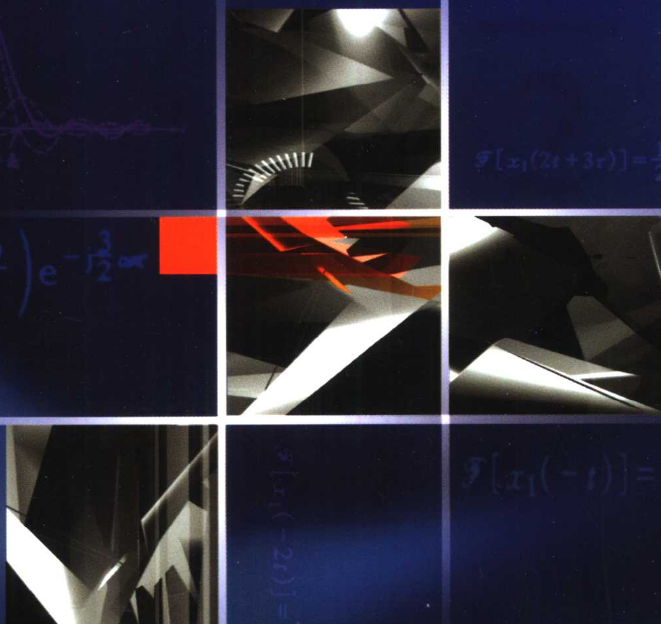
全国硕士研究生入学考试考前辅导教材

信号与系统复习考研例题详解

张明友　吕幼新　编



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

全国硕士研究生入学考试考前辅导教材

信号与系统
复习考研例题详解

张明友　吕幼新　编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 6 章，第 1 章为信号的基本运算，第 2 章为连续和离散线性时不变系统的时域分析，第 3 章和第 4 章为连续时间信号与系统的傅里叶分析及应用，第 5 章为连续时间信号与系统的 S 域分析，第 6 章为离散时间信号与系统的 Z 域分析。全书共包含了 276 个例题详解，其中许多例题选自国内各高校和电子科技大学历年来硕士研究生入学试题。

本书可供电子信息类各专业的教师和学生使用，更可作为“信号与系统”课程自学、复习、考研的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

信号与系统复习考研例题详解/张明友，吕幼新编．—北京：电子工业出版社，2003.7
全国硕士研究生入学考试考前辅导教材
ISBN 7-5053-8850-9

Ⅰ．信…　Ⅱ．①张…　②吕…　Ⅲ．信号系统—研究生—入学考试—解题　Ⅳ．TN911.6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 050816 号

责任编辑：陈晓莉
印　　刷：牛山世兴印刷厂
出版发行：电子工业出版社　http://www.phei.com.cn
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编 100036
经　　销：各地新华书店
开　　本：787×980　1/16　印张：22.5 字数：510 千字
版　　次：2003 年 7 月第 1 版　　2003 年 7 月第 1 次印刷
印　　数：5 000 册　定价：29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话：（010）68279077

前　言

《信号与系统》是电子信息类各专业的一门极为重要的专业基础核心课程，也是众多热门学科硕士研究生、博士研究生入学考试的必考课程。

这门课程核心的一些基本概念和理论，对于所有工程类的专业来说也是很重要的。但是，要全面掌握这门课，需要完成一定数量的习题，只有通过反复练习和应用，才能熟练掌握它的基本概念和分析方法。为此，我们在精选原编《信号与系统例题详解》(宇航出版社)和《信号与系统解题指导》(电子科技大学出版社)两书的部分内容基础上，参考了国内外有关书籍和国内一些高校硕士研究生入学试题汇编成本书。

本书精选了有关信号、系统、变换以及滤波、调制和采样方面各种类型的例题 276 题。旨在使读者通过这些例题加深对信号与系统分析的基本概念、基本理论的正确理解；掌握各种分析方法，能思路清晰地处理时域、变换域的信号与系统问题。

本书例题有如下特点：例题具有针对性、目的明确，它们或者要证明一个基本定理和重要结论，或者要建立某个新概念，或者要建立某一类型问题的一般分析方法。因而常常一个例题中包括许多小题，层层深入，耐人寻味。许多例题很有启发性，往往粗看起来既此又彼，解题时起步较难，但稍加思考，就会发现解法并不难，并可在解题过程中得到不少启发，进而培养观察问题、分析问题和解决问题的能力，对拓展读者的思维将会起到重要作用。因此，本书是一本很有实用价值的参考书，可作为读者自学、复习和考研的解题指导。

本书共 6 章，第 1 章为信号的基本运算，第 2 章为线性时不变系统的时域分析，第 3 章为连续时间信号与系统的傅里叶分析，第 4 章为滤波、调制和采样，第 5 章为连续时间信号与系统的 S 域分析，第 6 章为离散时间信号与系统的 Z 域分析。有关离散傅里叶变换和快速傅里叶变换的例题归在数字信号处理课程中，本书不作介绍。

本书第 1、2 章由张明友编写，第 3～6 章由吕幼新编写。在编写过程中得到吕明副教授、张扬副教授等同事的协助，在此谨表谢意。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，诚恳地希望读者批评指正。

编　者

2003 年 2 月

目　　录

第 1 章　信号的基本运算

1.1　基 本 内 容

在时域的信号分析中，常遇到（连续或离散时间）信号的一些基本运算，主要有：

1. 相加

任一瞬间的和信号等于同一瞬间相加信号瞬时值之和。

$$y(t)=x_1(t)+x_2(t)\quad y[n]=x_1[n]+x_2[n]$$

2. 相乘

任一瞬间的乘信号等于同一瞬间相乘信号瞬时值之积。

$$y(t)=x_1(t)x_2(t)\quad y[n]=x_1[n]x_2[n]$$

3. 幅度加权

信号的幅值在每一时刻都乘以常数 a。

$$y(t)=ax(t)\quad y[n]=ax[n]$$

4. 反折（转）

以变量 $-t$（或 $-n$）代替 $x(t)$（或 $x[n]$）中的独立变量 t（或 n）。

$$y(t)=x(-t)\quad y[n]=x[-n]$$

5. 时移

以变量 $t-t_0$（或 $n-n_0$）代替 $x(t)$（或 $x[n]$）中的独立变量 t（或 n）。$t_0>0$（或 $n_0>0$）时为右移，$t_0<0$（或 $n_0<0$）时为左移。

$$y(t)=x(t-t_0)\quad y[n]=x[n-n_0]$$

6. 尺度变换

以变量 at（或 n/k）代替 $x(t)$（或 $x[n]$）中的独立变量 t（或 n）。

$$y(t)=x(at)\begin{cases}|a|>1\text{ 时，表示 }x(t)\text{在时间轴上被压缩 }1/|a|\text{ 倍}\\|a|<1\text{ 时，表示 }x(t)\text{在时间轴上被扩展 }|a|\text{ 倍}\end{cases}$$

$$x_k[n]=\begin{cases}x[n/k] & \text{若 } n \text{ 是} k \text{ 的整倍数}\\ 0 & \text{若 } n \text{ 不是} k \text{ 的整倍数}\end{cases}$$

其中，$x_k[n]$是从原信号 $x[n]$的相继值之间加入$(k-1)$个零点而构成的。

7. 微(差)分

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[x(t)],\quad \frac{\mathrm{d}^n}{\mathrm{d}t^n}[x(t)]$$

离散信号的差分通常分前向差分 $\Delta x[n]$和后向差分$\nabla x[n]$，它们被分别定义为

$$\Delta x[n]=x[n+1]-x[n]$$

$$\nabla x[n]=x[n]-x[n-1]$$

我们采用后向差分表示法。二阶后向差分为

$$\begin{aligned}\nabla^2 x[n]&\approx\nabla(\nabla x[n])=\nabla(x[n]-x[n-1])\\&=(x[n]-x[n-1])-(x[n-1]-x[n-2])\\&=x[n]-2x[n-1]+x[n-2]\end{aligned}$$

三阶后向差分$\nabla^3 x[n]$等依次类推。

8. 积分(累加)

$$y(t)=\int_{-\infty}^{t}x(\tau)\mathrm{d}\tau,\quad y[n]=\sum_{k=-\infty}^{n}x[k]$$

它们在性质上有某些相似之处，例如

$$\begin{cases}\displaystyle\sum_{k=-\infty}^{n}\delta[k]=u[n]\\ \displaystyle\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)\mathrm{d}\tau=u(t)\end{cases}$$

$$\begin{cases}\displaystyle\sum_{k=-\infty}^{n}u[k]=(n+1)u[n]\\ \displaystyle\int_{-\infty}^{t}u(\tau)\mathrm{d}\tau=tu(t)\end{cases}$$

9. 信号 $x(\cdot)$与其偶部 $x_e(\cdot)$及奇部 $x_o(\cdot)$的关系

(1) $x(t)=x_o(t)+x_e(t),x[n]=x_o[n]+x_e[n]$;

(2) $x_e(-t)=x_e(t),x_o(-t)=-x_o(t)$,

$x_e[-n]=x_e[n],x_o[-n]=-x_o[n]$;

(3) $x_e(t)=\dfrac{x(t)+x(-t)}{2},x_o(t)=\dfrac{x(t)-x(-t)}{2}$,

$x_e[n]=\dfrac{x[n]+x[-n]}{2},x_o[n]=\dfrac{x[n]-x[-n]}{2}$;

(4) 若 $t<0$ 时 $x(t)=0$,则 $x(t)=2x_e(t)=2x_o(t)$;

若 $n<0$ 时 $x[n]=0$,则 $x[n]=2x_e[n]=2x_o[n]$;

(5) $\int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)\mathrm{d}t = \int_{-\infty}^{+\infty} x_e^2(t)\mathrm{d}t + \int_{-\infty}^{+\infty} x_o^2(t)\mathrm{d}t \quad t>0$

$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} x^2[n] = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_e^2[n] + \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_o^2[n] \quad n>0$

10. 信号能量和功率

能量有限的非周期信号能量 E

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2\mathrm{d}t \qquad E = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} |x[n]|^2$$

周期信号功率 P(计算一周期内的能量/周期)

$$P = \frac{1}{T}\int_T |x_p(t)|^2\mathrm{d}t \qquad P = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} |x_p[n]|^2$$

11. 判断是否是周期信号以及周期 T(或 N)的求解

$$f(t)=f(t+nT) \qquad n=0,\pm1,\pm2,\cdots$$

$$f[n]=f[n+kN] \qquad k=0,\pm1,\pm2,\cdots$$

12. 卷积

$$y(t) = x_1(t)*x_2(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_1(\tau)x_2(t-\tau)\mathrm{d}\tau$$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} x_1(t-\tau)x_2(\tau)\mathrm{d}\tau$$

$$y[n] = x_1[n]*x_2[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x_1[n]x_2[n-k]$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x_2[n]x_1[n-k]$$

(1) 卷积的特性

(a)交换律　$x_1(t)*x_2(t)=x_2(t)*x_1(t) \quad x_1[n]*x_2[n]=x_2[n]*x_1[n]$

(b)结合律　$x_1(t)*[x_2(t)*x_3(t)]=[x_1(t)*x_2(t)]*x_3(t)$

$x_1[n]*(x_2[n]*x_3[n])=(x_1[n]*x_2[n])*x_3[n]$

(c)分配律　$x_1(t)*[x_2(t)+x_3(t)]=[x_1(t)*x_2(t)]+[x_1(t)*x_3(t)]$

$x_1[n]*(x_2[n]+x_3[n])=(x_1[n]*x_2[n])+(x_1[n]*x_3[n])$

(d)卷积的微分、积分(差分、累加)

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[x_1(t)*x_2(t)] = x_1(t)*\frac{\mathrm{d}x_2(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}x_1(t)}{\mathrm{d}t}*x_2(t)$$

$$\int_{-\infty}^{t}[x_1(\lambda)*x_2(\lambda)]\mathrm{d}\lambda = x_1(t)*\int_{-\infty}^{t}x_2(\lambda)\mathrm{d}\lambda = \int_{-\infty}^{t}x_1(\lambda)\mathrm{d}\lambda * x_2(t)$$

$$\frac{\mathrm{d}x_1(t)}{\mathrm{d}t}*\int_{-\infty}^{t}x_2(\lambda)\mathrm{d}\lambda = x_1(t)*x_2(t)$$

$$x^{(i+j)}(t) = x_1^{(i)}(t)*x_2^{(j)}(t)$$

式中，i,j 或 $i+j$ 为正整数时，表示导数的阶数；为负整数时，表示重积分的次数。其中 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$应该是可积函数。

同样
$$\sum_{k=-\infty}^{n}\{x_1[k]*x_2[k]\} = \Big[\sum_{k=-\infty}^{n}x_1[k]\Big]*x_2[n] = x_1[n]*\Big[\sum_{k=-\infty}^{n}x_2[k]\Big]$$

$$\nabla x_1[n]*\Big[\sum_{k=-\infty}^{+\infty}x_2[k]\Big] = x_1[n]*x_2[n]$$

(2) 时移信号的卷积

$$x_1(t-t_1)*x_2(t-t_2)=x_1(t-t_2)*x_2(t-t_1)=x(t-t_1-t_2)$$

$$x_1[n-n_1]*x_2[n-n_2]=x_1[n-n_2]*x_2[n-n_1]=x[n-n_1-n_2]$$

13. 两个实函数的相关

$$\phi_{xx}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty}x(t+\tau)x(\tau)\mathrm{d}\tau = x(t)*x(-t) = x(t)\bigstar x(t)$$

$$\phi_{xy}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty}x(t+\tau)y(\tau)\mathrm{d}\tau = x(t)*y(-t) = x(t)\bigstar y(t)$$

$$\phi_{xx}[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty}x[k]x[n+k] = x[n]*x[-n] = x[n]\bigstar x[n]$$

$$\phi_{xy}[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty}x[k]y[n+k] = x[n]*y[-n] = x[n]\bigstar y[n]$$

注意：互相关不服从交换律，即

$$x(t)\bigstar y(t) \neq y(t)\bigstar x(t)$$
$$x[n]\bigstar y[n] \neq y[n]\bigstar x[n]$$

在信号与系统分析中有五个最重要的信号，由它们可构成各种各样的信号。这五个信号分别为：

(1) 冲激信号 $\delta(t)$和 $\delta[n]$；

(2) 阶跃信号 $u(t)$和 $u[n]$；

(3) 指数信号 e^{st}，和 z^n；

(4) 方波信号 $P_{2\tau}(t)=u(t+\tau)-u(t-\tau)$和 $P_{2N_1}[n]=u[n+N_1]-u[n-N_1]$；

(5) 冲激串信号 $\sum\limits_{n=-\infty}^{+\infty}\delta(t-nT)$ 和 $\sum\limits_{k=-\infty}^{+\infty}\delta[n-kN]$。

其中，$\delta(t)$、$\delta[n]$和 $u[t]$、$u[n]$的基本特性如下：

(1) $\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t-t_0)\mathrm{d}t = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t+t_0)\delta(t)\mathrm{d}t = x(t_0)$

(2) $\int_a^b \varphi(t)\delta(t)\mathrm{d}t = \begin{cases} \varphi(0) & ab<0 \\ 0 & ab>0 \\ \text{无定义} & ab=0 \end{cases}$

(3) $\delta(at) = \frac{1}{|a|}\delta(t)$

(4) $x(t)\delta(t-t_0) = x(t_0)\delta(t-t_0)$

(5) $\delta(-t)=\delta(t), \delta'(-t)=-\delta'(t), \delta''(-t)=\delta''(t)$,

$\delta'''(-t)=-\delta'''(t), \cdots, \delta^{(n)}(-t)=(-1)^n\delta(t)$

(6) $\frac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=\delta(t)=u_0(t), \int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)\mathrm{d}\tau = u(t) = u_{-1}(t)$,

$\delta'(t)=u_1(t), u_k(t)=\underbrace{u_1(t)*\cdots*u_1(t)}_{k\text{次}} \quad (k>0)$

$u_{-k}(t) = \underbrace{u_{-1}(t)*\cdots*u_{-1}(t)}_{k\text{次}} = \int_{-\infty}^{t} u_{-(k-1)}(\tau)\mathrm{d}\tau \quad (k>0)$

(7) $x(t)*\delta(t-t_0)=x(t-t_0)$

(8) $\delta(t-t_1)*\delta(t-t_2)=\delta(t-t_1-t_2)$

(9) $\int_{-\infty}^{+\infty}\delta'(t)\mathrm{d}t = 0 \quad \int_{-\infty}^{t}\delta'(\tau)\mathrm{d}\tau = \delta(t)$

(10) $\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta^{(n)}(t)\mathrm{d}t = (-1)^n x^{(n)}(0) \quad x(t)*\delta^{(k)}(t) = x^{(k)}(t)$

同样,有

(1) $u_{-1}[n] = u[n] = \sum_{k=0}^{+\infty}\delta[n-k]$ 或 $u[n] = \sum_{m=-\infty}^{n}\delta[m]$

(2) $u_0[n]=\delta[n]=u[n]-u[n-1]$

(3) $u_1[n]=\delta[n]-\delta[n-1]$

(4) $u_k[n]=\underbrace{u_1[n]*u_1[n]*\cdots*u_1[n]}_{k\text{次}} \quad k>0$

$u_{-k}[n]=\underbrace{u_{-1}[n]*u_{-1}[n]*\cdots*u_{-1}[n]}_{k\text{次}} \quad k>0$

(5) $x[n]*\delta[n]=x[n] \quad x[n]*u_1[n]=x[n]-x[n-1]$

(6) $x[n]*u[n] = \sum_{m=-\infty}^{n} x[m]$

(7) $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k]\delta[n-k]$

最后,我们列出在运算中常用的几何级数求值公式:

(1) $\sum_{n=0}^{n_2}\alpha^n=\begin{cases}\dfrac{1-\alpha^{n_2+1}}{1-\alpha} & \alpha\neq 1\\ n_2+1 & \alpha=1\end{cases}$

(2) $\sum_{n=n_1}^{n_2}\alpha^n=\begin{cases}\dfrac{\alpha^{n_1}-\alpha^{n_2+1}}{1-\alpha} & \alpha\neq 1\\ n_2-n_1+1 & \alpha=1\end{cases}\quad 0<n_1\leqslant n_2$

(3) $\sum_{n=0}^{+\infty}\alpha^n=\dfrac{1}{1-\alpha}\qquad |\alpha|<1$

(4) $\sum_{n=1}^{+\infty}\alpha^n=\dfrac{\alpha}{1-\alpha}\qquad |\alpha|<1$

(5) $\sum_{n=n_1}^{+\infty}\alpha^n=\dfrac{\alpha^{n_1}}{1-\alpha}\qquad |\alpha|<1$

1.2 例题解答

【例 1.1】 写出图1.1所示的三个图形的数学解析表达式。

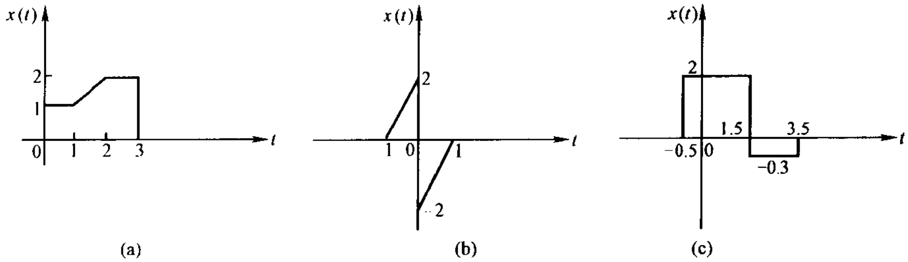
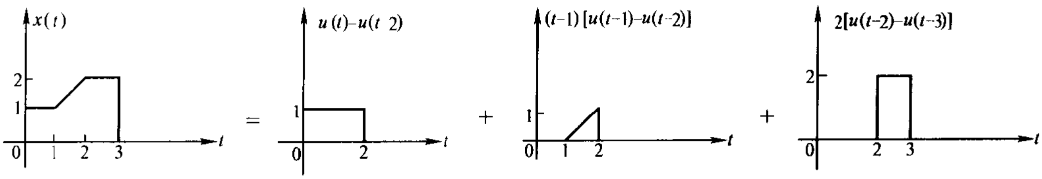


图 1.1

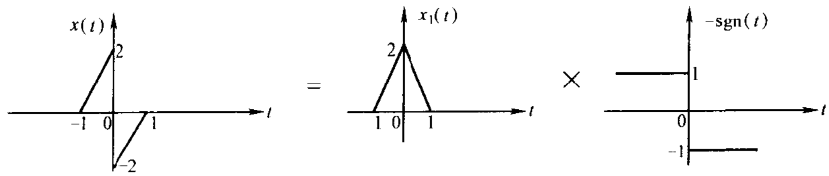
解: 图 1.1(a)的图形及数学解析表达式为:



$$x(t)=u(t)-u(t-2)+(t-1)[u(t-1)-u(t-2)]+2[u(t-2)-u(t-3)]$$

$$=u(t)+(t-1)u(t-1)-(t-2)u(t-2)-2u(t-3)$$

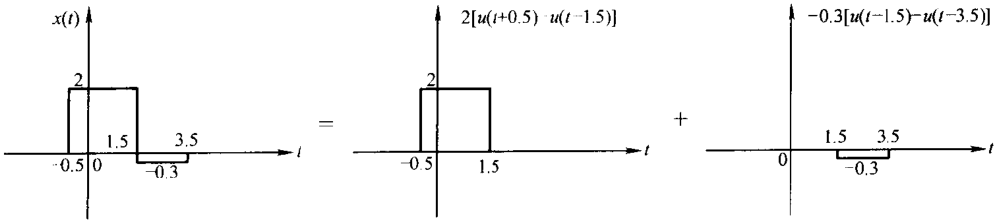
图 1.1(b)的图形及数学解析表达式为:



因为 $x_1(t)=2(t+1)u(t+1)+4tu(t)+2(t-1)u(t-1)$

所以 $x(t)=[2(t+1)u(t+1)+4tu(t)+2(t-1)u(t-1)](-\mathrm{sgn}t)$

图 1.1(c)的图形及数学解析表达式为：



$$
\begin{aligned}
x(t)&=2[u(t+0.5)-u(t-1.5)]-0.3[u(t-1.5)-u(t-3.5)]\\
&=2u(t+0.5)-2.3u(t-1.5)+0.3u(t-3.5)
\end{aligned}
$$

【例 1.2】 已知信号 $x_1[n]$和 $x_2[n]$分别为：

$$
x_1[n]=\begin{cases}0 & n<-1\\ 2^{-n}+5 & n\geqslant -1\end{cases}\qquad x_2[n]=\begin{cases}3(2^n) & n<0\\ n+2 & n\geqslant 0\end{cases}
$$

(1) 求 $x_1[n]+x_2[n]$；

(2) 求 $u[n]-u[n-3]$；

(3) 求 $u[n]\cdot u[n-3]$。

解:(1)

$$
y[n]=x_1[n]+x_2[n]=\begin{cases}3(2^n) & n<-1\\ 17/2 & n=-1\\ 2^{-n}+n+7 & n\geqslant 0\end{cases}
$$

(2)

$$
\begin{array}{rll}
 & \{\overset{\downarrow}{1},1,1,1,1,1,\cdots\} & \rightarrow u[n]\\
-) & \{\overset{\downarrow}{0},0,0,1,1,1,\cdots\} & \rightarrow u[n-3]\\
\hline
 & \{\overset{\downarrow}{1},1,1,0,0,0,\cdots\} & \rightarrow \delta[n]+\delta[n-1]+\delta[n-2]
\end{array}
$$

式中“↓”指 $n=0$。

(3) 序列相乘可采用对应样点的值分别相乘来计算，因此 $u[n]$ $u[n-3]$可表示成

$$
\begin{array}{rlll}
 & \{ & \overset{\downarrow}{1},1,1,1,1,1,\cdots \ \} & \rightarrow u[n] \\
\times) & \{ & \overset{\downarrow}{0},0,0,1,1,1,\cdots \ \} & \rightarrow u[n-3] \\
\hline
 & \{ & \overset{\downarrow}{0},0,0,1,1,1,\cdots \ \} & \rightarrow u[n-3]
\end{array}
$$

【例 1.3】 已知信号 $x(t)$波形如图 1.3 所示。试画出$\int_{-\infty}^{t}x(2-\tau)\mathrm{d}\tau$ 及$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[x(6-2t)]$的波形图。

解:在描绘某些信号的波形时,有时不必求出函数的表达式,而可直接利用信号运算及相应的波形变换图解。

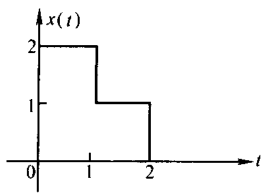


图 1.3

画$\int_{-\infty}^{t}x(2-\tau)\mathrm{d}\tau$ 波形时,应先画出 $x(2-t)$的波形,然后再画出$\int_{-\infty}^{t}x(2-\tau)\mathrm{d}\tau$ 的波形。

同样,画$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[x(6-2t)]$波形时,应先画出 $x(6-2t)$的波形,然后画出$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[x(6-2t)]$。图解结果如图 1.3-1 所示。

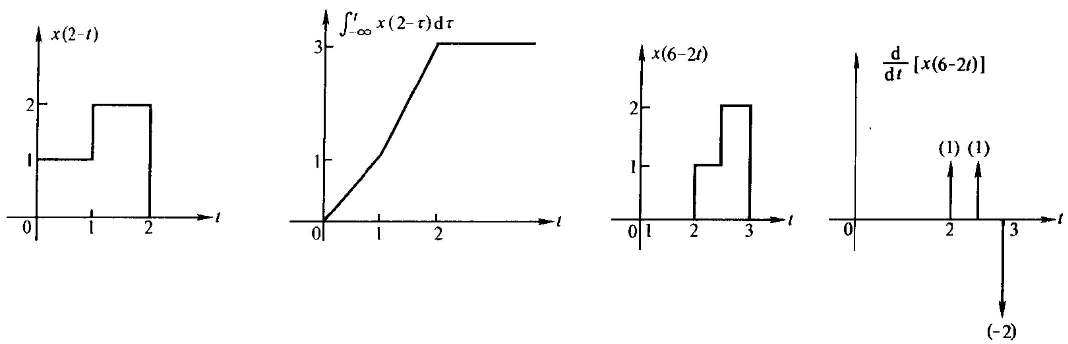


图 1.3-1

【例 1.4】 (1)已知一连续时间信号 $x(t)$如图 1.4(a)所示。画出并仔细标明下列各信号的图形。

① $x(t-2)$　　② $x(1-t)$

③ $x(2t+2)$　　④ $x(2-t/3)$

⑤ $[x(t)+x(2-t)]u(1-t)$　　⑥ $x(t)[\delta(t+3/2)-\delta(t-3/2)]$

(2) 对于图 1.4(b)所示的信号 $h(t)$,画出并仔细标明下列各信号的图形。

① $h(t+3)$　　② $h(t/2-2)$

③ $h(1-2t)$　　④ $4h(t/4)$

⑤ $\frac{1}{2}h(t)u(t)+h(-t)u(t)$　　⑥ $h(t/2)\delta(t+1)$

⑦ $h(t)[u(t+1)-u(t-1)]$

(3) 再用图 1.4(a)和(b)所示的信号 $x(t)$和 $h(t)$,画出并仔细标明下列各信号的图形。

① $x(t)h(t+1)$　　② $x(t)h(-t)$

③ $x(t-1)h(1-t)$　　④ $x(1-t)h(t-1)$

⑤ $x(2-t/2)h(t+4)$

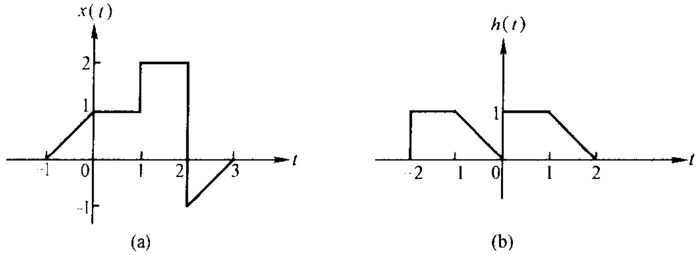
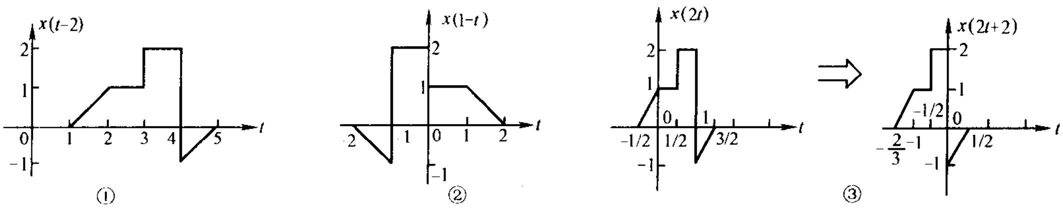
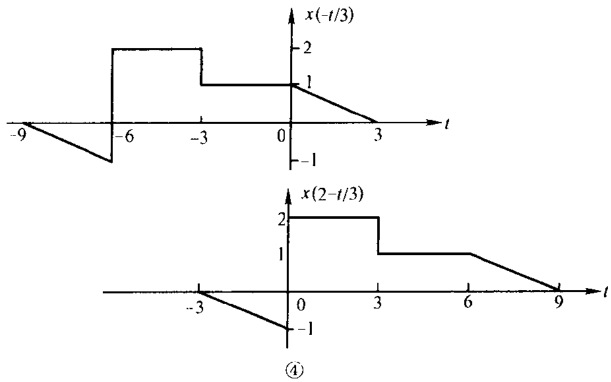
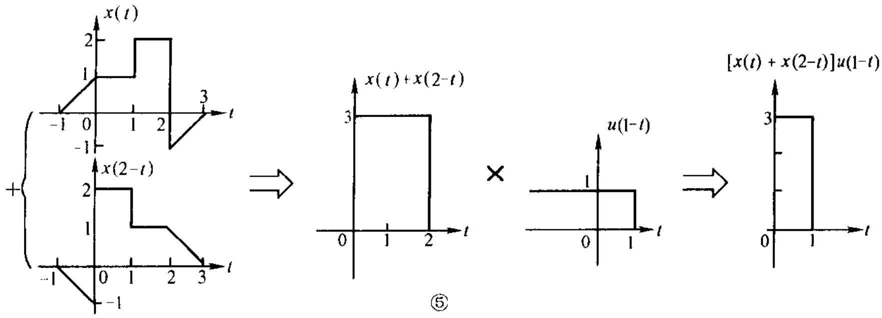


图 1.4

解: (1) 依照图 1-4(a)所示信号,各小题的信号图形如图 1.4-1 所示。







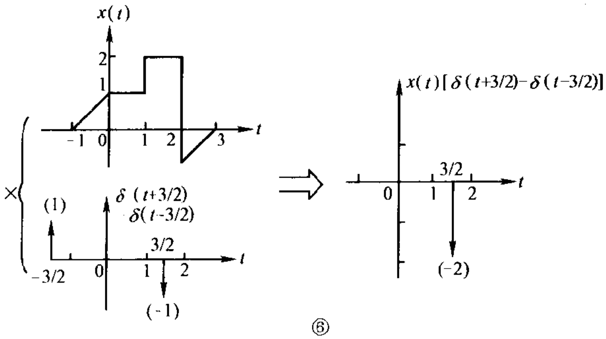


图 1.4-1

(2) 依照图 1.4(b)所示信号,各小题的信号图形如图 1.4-2 所示。

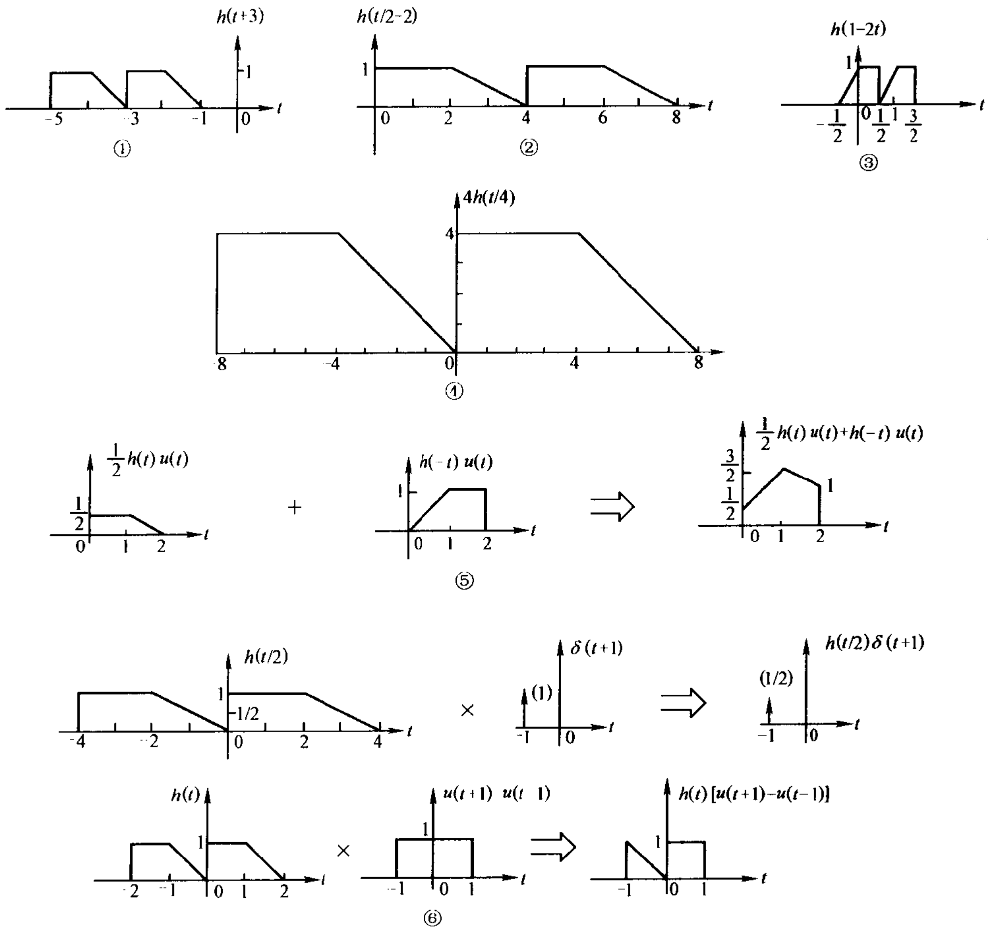


图 1.4-2

(3) 依照图 1.4(a)和(b)所示信号 $x(t)$和 $h(t)$,各小题的信号图形如图 1.4-3 所示。

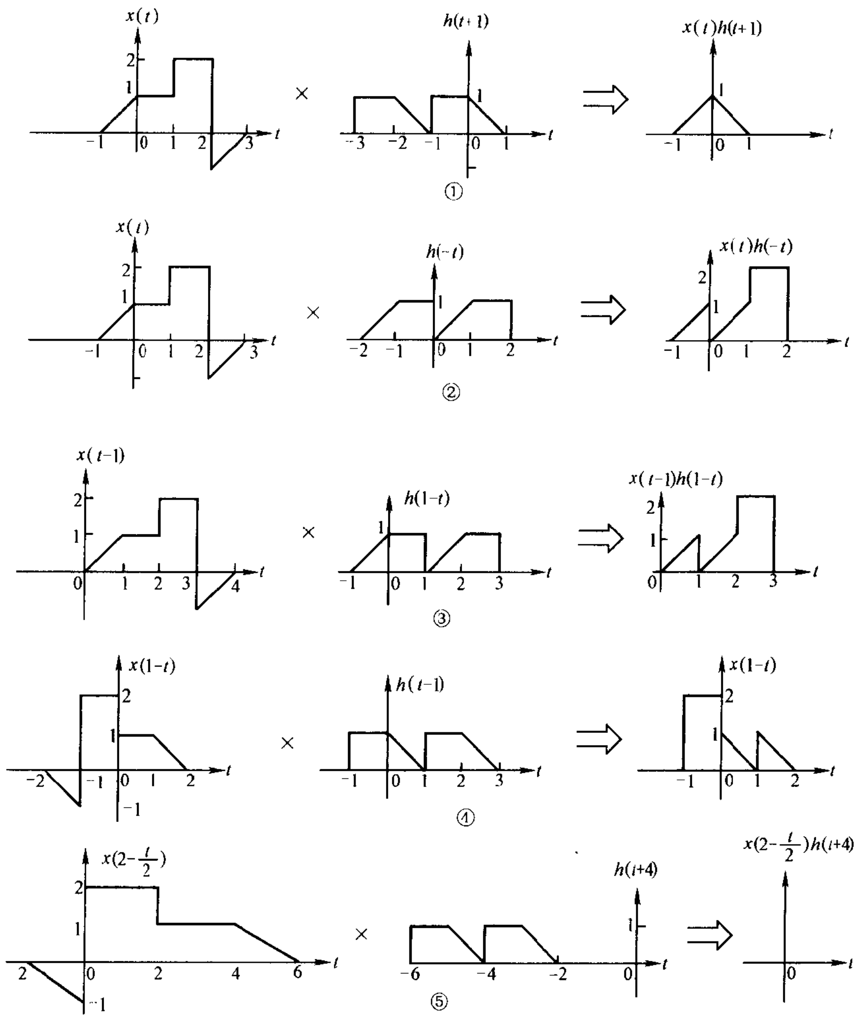


图 1.4-3

【例 1.5】 (1) 根据图 1.5(a)所示离散时间信号 $x[n]$,画出并仔细标明下列各信号图形。

① $x[n-2]$	② $x[4-n]$
③ $x[2n]$	④ $x[2n+1]$
⑤ $x[n]u[2-n]$	⑥ $x[n-1]\delta[n-3]$
⑦ $\frac{1}{2}x[n]+\frac{1}{2}(-1)^n x[n]$	⑧ $x[n^2]$

(2) 用图 1.5(b)所示信号 $h[n]$,画出并仔细标明下列各信号图形。

① $h[2-n]$	② $h[n+2]$
③ $h[-n]u[n]+h[n]$	④ $h[n+2]+h[-1-n]$

⑤ $h[3n]\delta[n-1]$　　⑥ $h[n+1]\{u[n+3]-u[-n]\}$

(3) 用(1)和(2)小题中所用的信号 $x[n]$和 $h[n]$,画出并仔细标明下列各信号图形。

① $h[n]x[-n]$　　② $x[n+2]h[1-2n]$

③ $x[1-n]h[n+4]$　　④ $x[n-1]h[n-3]$

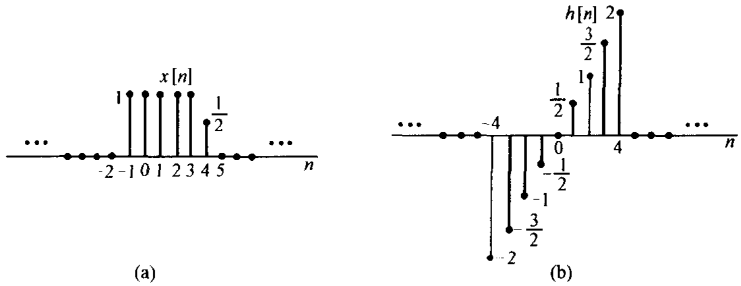


图 1.5

解:(1) 据图 1.5(a)所示离散信号 $x[n]$信号,求得各信号图形如图 1.5-1 所示。

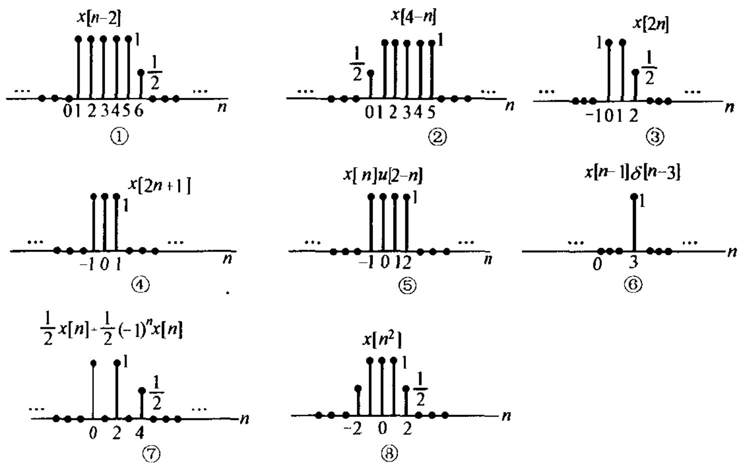


图 1.5-1

(2) 据图 1.5(b)所示 $h[n]$信号,求得各信号图形如图 1.5-2 所示。