

# 第五章 生物遥测

1. 概述
2. 远程传输的几个核心技术
3. 生物遥测方法

# 概 述

生物医学遥测分类

生物医学遥测系统组成

远程医疗

## 遥测→适应→生物测量的特殊性

- ◎ 工作状态/运动状态下：生理检测。
- ◎ 飞行员/宇航员
- ◎ 难以配合的动物试验
- ◎ 减小干扰：无50Hz共模干扰回路
- ◎ 难以测量的部位：

消化道压力、深部体温、血管中压力、  
颅内压

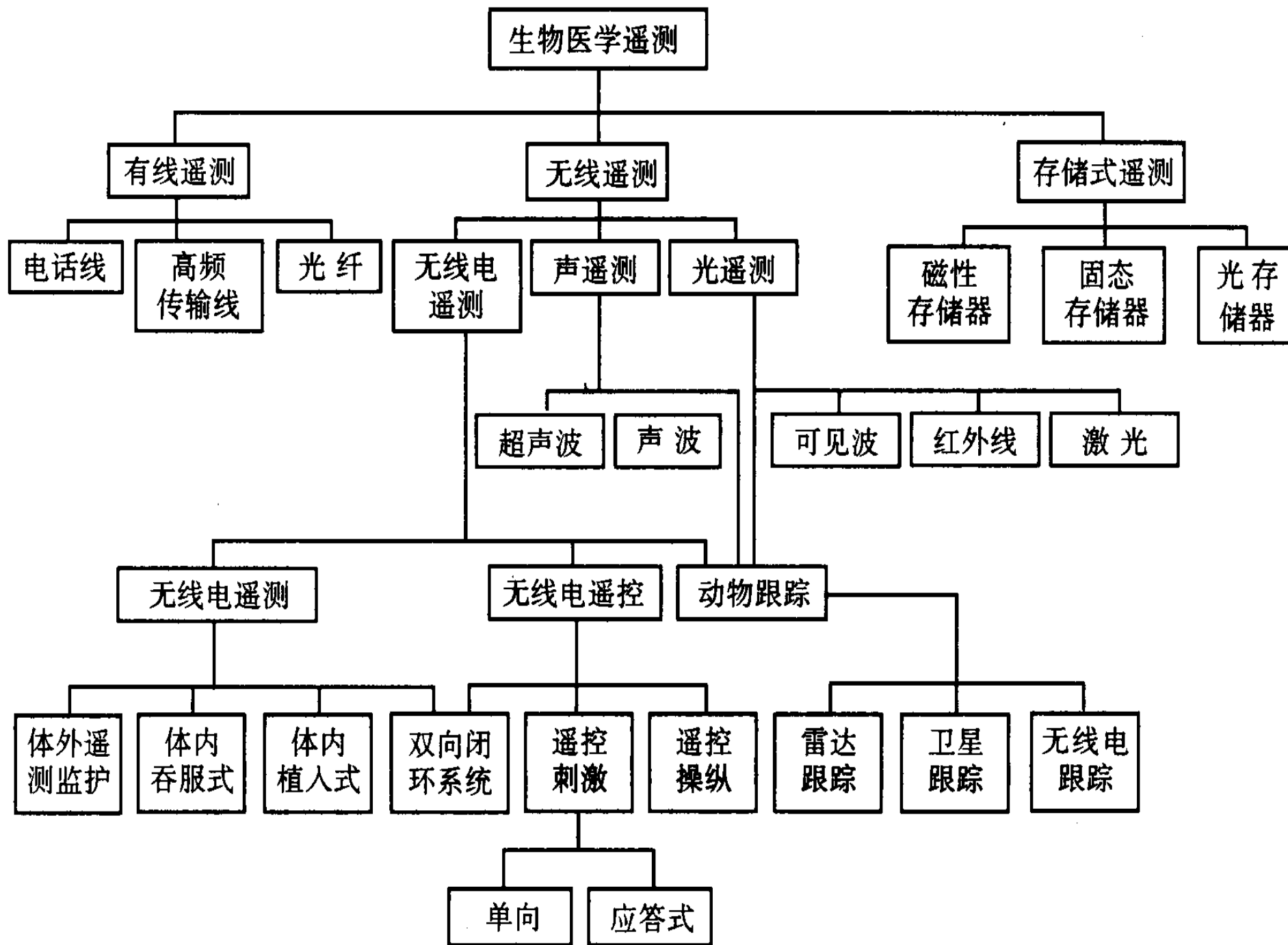


表 1.3 生物医学遥测技术的应用

| 应用领域       | 有线遥测 | 复合遥测 | 无线电遥测 | 声遥测 | 光遥测 | 存储遥测 | 植入式 | 吞服装置 | 携带装置 | 固定装置 |
|------------|------|------|-------|-----|-----|------|-----|------|------|------|
| 动物应用实时测量   | %    | n    | *     | *   | *   | n    | *   | *    | *    | n    |
| 跟踪         | n    | n    | *     | *   | %   | n    | %   | %    | *    | n    |
| 控制         | n    | n    | *     | *   | %   | *    | *   | n    | *    | n    |
| 临床监视(病人监护) | *    | *    | *     | n   | *   | n    | %   | n    | *    | %    |
| 功能测试       | n    | n    | *     | *   | *   | n    | *   | *    | *    | n    |
| 康复         | n    | n    | *     | n   | *   | *    | %   | n    | *    | n    |
| 远距离诊断      | *    | *    | *     | n   | n   | n    | n   | n    | *    | n    |
| 远距离医疗      | %    | %    | *     | *   | n   | *    | %   | n    | %    | n    |
| 活动的临床急诊系统  | n    | n    | *     | n   | n   | n    | n   | n    | %    | *    |
| 生理研究       | n    | %    | *     | *   | *   | *    | %   | *    | *    | n    |
| 运动与卫生      | n    | %    | *     | *   | *   | *    | %   | *    | *    | n    |

\* 为常用; % 为偶尔使用; n 为无实际应用; 复合遥测是指有线遥测加无线遥测

# 生物医学遥测分类

按传输介质分：无线遥测 有线遥测

按信号变换分：模拟式遥测 数字式遥测

按传送的路数分：单路遥测 多路遥测

传感及发送

传输信道

接收及显示

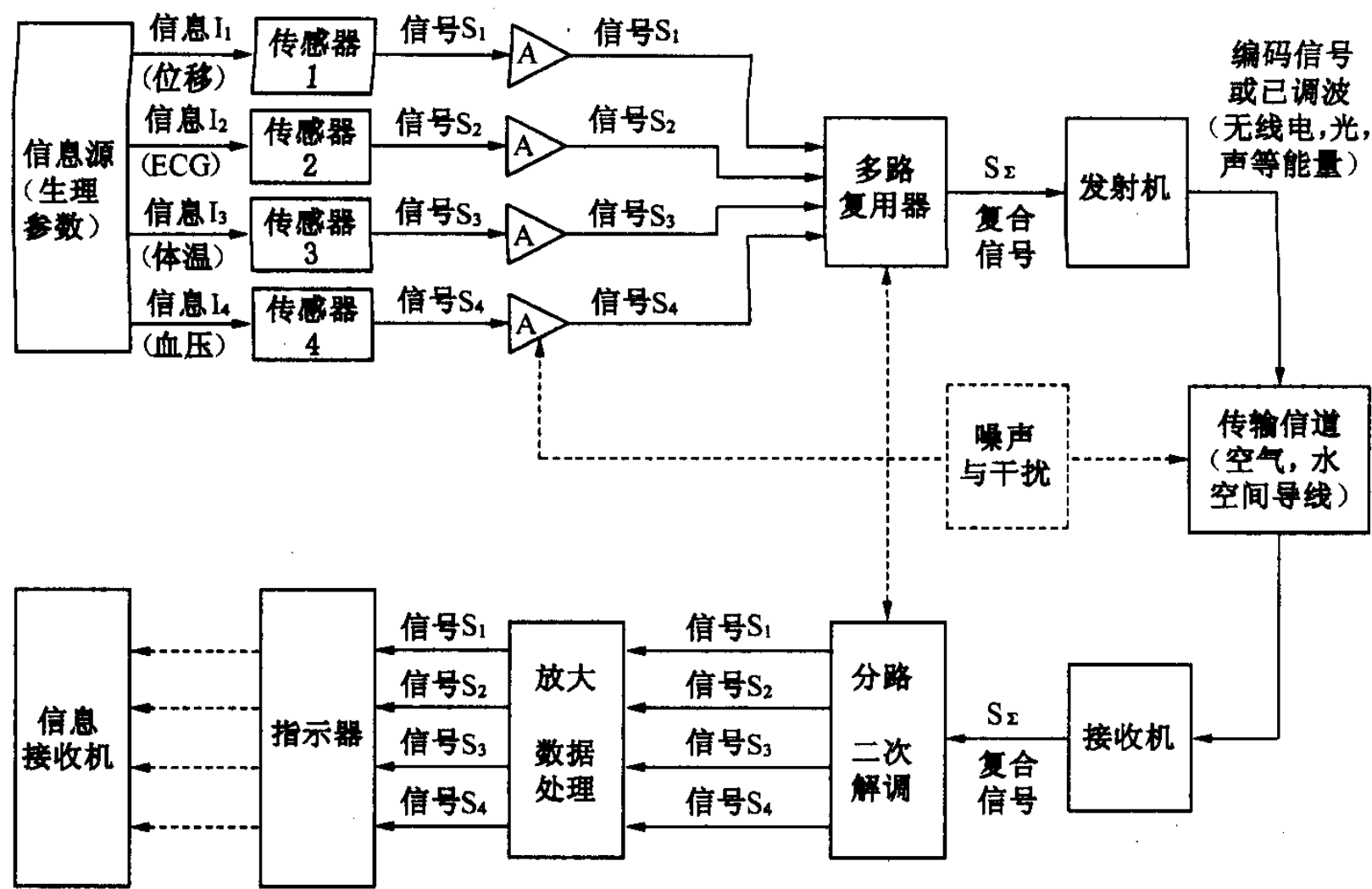


图 6-1 生理参数遥测系统示意图

# 远程医疗

个人与医院间、医院与医院间，实施医学信息(包括数据、声音和图像等多媒体信息)的远程传输与监控，实现家庭保健、远程会诊、医疗急救、远程医学教育、手术观摩、学术交流、共享数据库等。



# 远程传输的几个核心技术

调制与解调

编码与解码

基带传输与频带传输

多路复用技术

# 信号的调制和解调

生理信号 → 调制 → 发射。 . . .

. . . . . 接收 → 解调 → 生理信号

# 信号的调制和解调

## 几个概念

调制：控制高频振荡的三个基本参数，使高频信号按所要传递的低频信号的变化而变化。

（三个基本参数：幅度，相位，频率）

解调：调制的逆过程。

调制波：低频信号

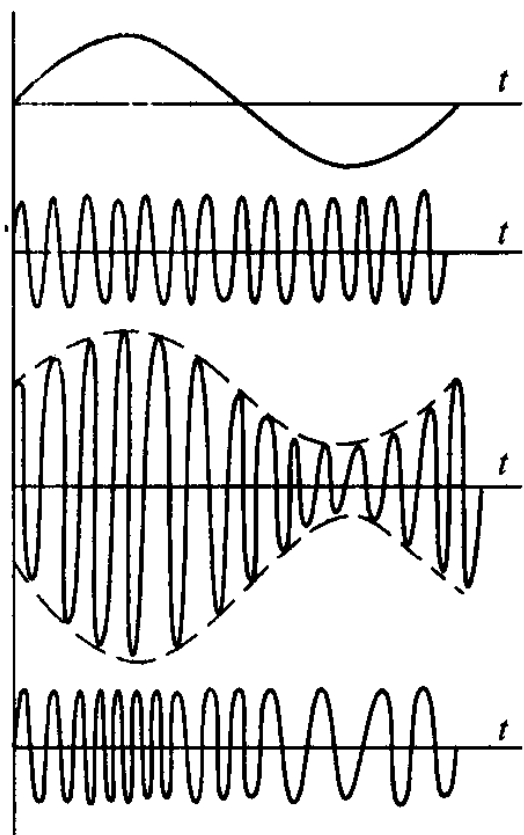
载波：高频信号

# 调制方式

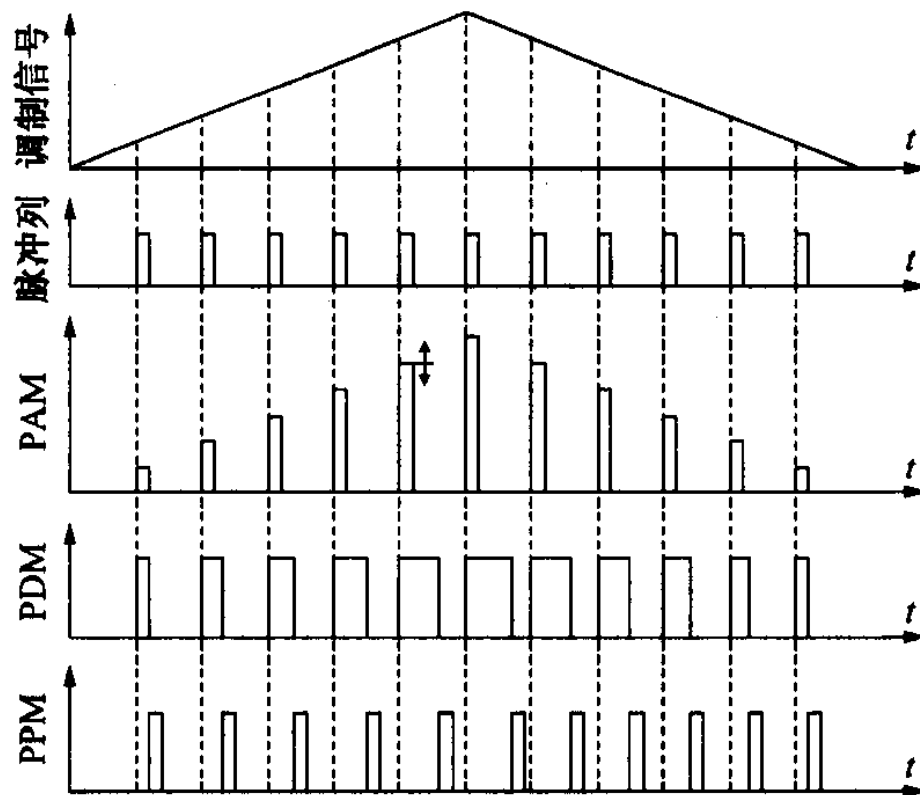
正弦波： 调幅（AM） 调频（FM） 调相（PM）

脉冲波： 脉冲幅度调制（PAM） 脉冲宽度调制（PDM）  
脉冲位置调制（PPM）

脉冲编码调制（PCM）： 一组脉冲（电码）  
幅移键控（ASK） 频移键控（FSK）  
相移键控（PSK）



(a) 载波为高频正弦波时受调制的情况



(b) 载波为矩形脉冲波时受调制的情况

图 6-2 模拟遥测中的不同调制方式

调制信号为： $u_{\Omega} = U_{\Omega} \cos \Omega t$

载波信号为： $u_o = U_o \cos \omega_o t$

调幅过程中，已调波的振幅随调幅信号成正比变化，即

$$U_o(t) = U_o + k_A U_{\Omega} \cos \Omega t$$

$$\begin{aligned}
 u(t) &= U_o(t) \cos \omega_0 t \\
 &= (U_o + K_A U_\Omega \cos \Omega t) \cos \omega_0 t \\
 &= U_o (1 + m_A \cos \Omega t) \cos \omega_0 t \qquad m_A = \frac{K_A U_\Omega}{U_o}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 u(t) &= U_o(t) \cos \omega_0 t = (U_o + k_A U_\Omega \cos \Omega t) \cos \omega_0 t \\
 &= U_o \cos \omega_0 t + \frac{m_A U_o}{2} \cos(\omega_0 + \Omega)t + \frac{m_A U_o}{2} \cos(\omega_0 - \Omega)t
 \end{aligned}$$

提示：已调幅波 $u(t)$ 中含有载频 $\omega_0$ 及上边频 $\Omega + \omega_0$ 和下边频 $\omega_0 - \Omega$ 三个频率成分

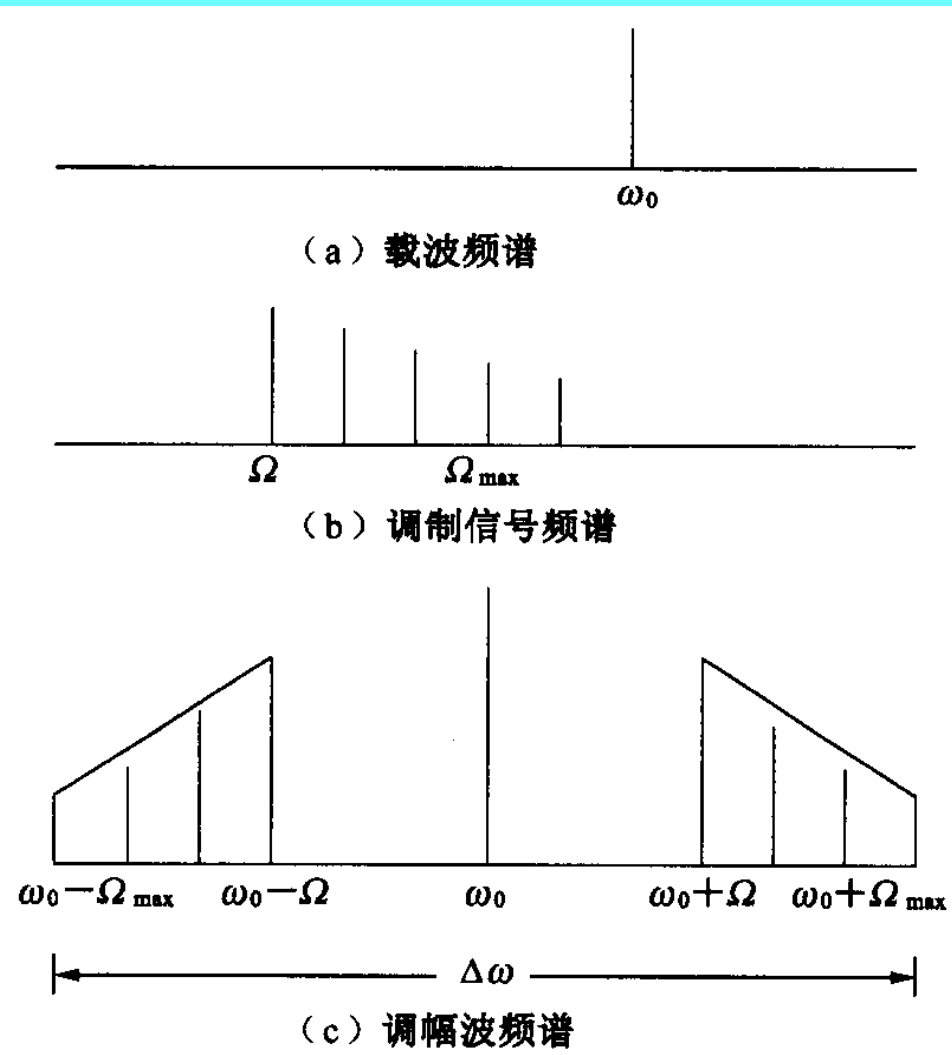


图 6-3 调制过程产生的频谱变换



# 编码与解码（数字式遥测系统）

**编码与解码：**发送端应将被测物理量按一定的规律变换成二进制数字码进行传输，这个过程称为编码过程，与此相反的过程，即解码过程（发生在接收端）。

**编码方式：**脉冲编码调制(PCM)  
增量调制(DM)

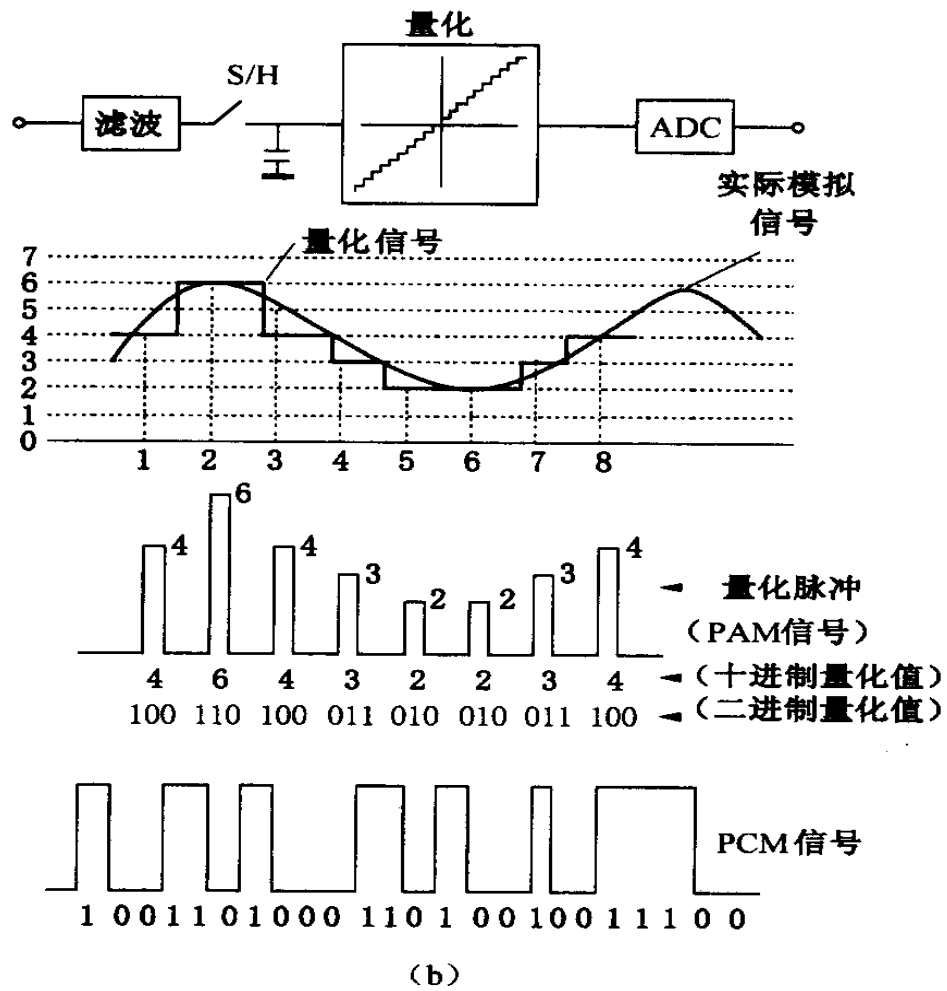
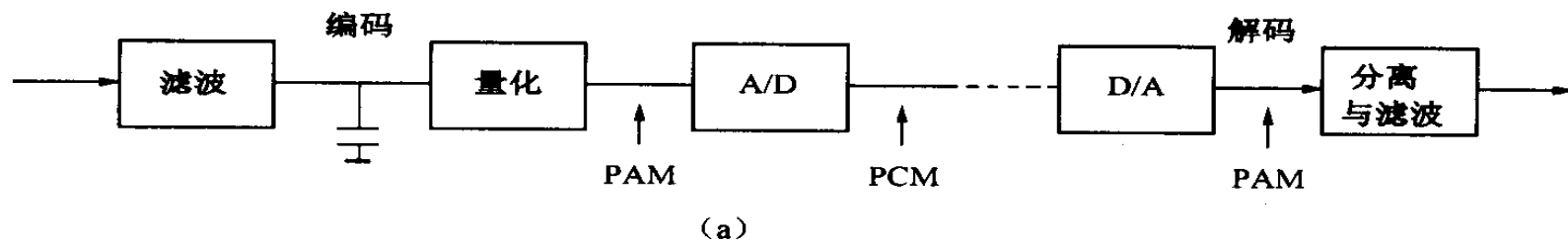


图 6-4 PCM 编码/解码过程

## 基带传输与频带传输(数字信号)

基带传输方式用来直接传送脉冲编码调制PCM信号，在实际传输过程中，尚需在脉冲序列中加入同步码和地址码等，同步码保证多路传输时的收、发端的同步，地址码用来使各信息送至相应的位置上。

频带传输尚需将PCM信号调制到某一载波信号上，一般数字的调制方式采用振幅键控(ASK)、频率键控(FSK)和相位键控(PSK)等

# 多路复用技术

用一个信道来完成多路信息传输的技术，称为多路复用技术

多路复用的方法：频分法多路复用 (FDM)，  
时分法多路复用 (TDM)。

## (1) 频分法多路复用 (FDM) 技术

频分法多路复用的基本方法是将各被测信号采用调制方式搬迁至互不重叠的高频频率（载波）上相加形成多路信号，然后用同一信道进行传输，在接收端采用不同中心频率的带通滤波器按信号频率区分开来。

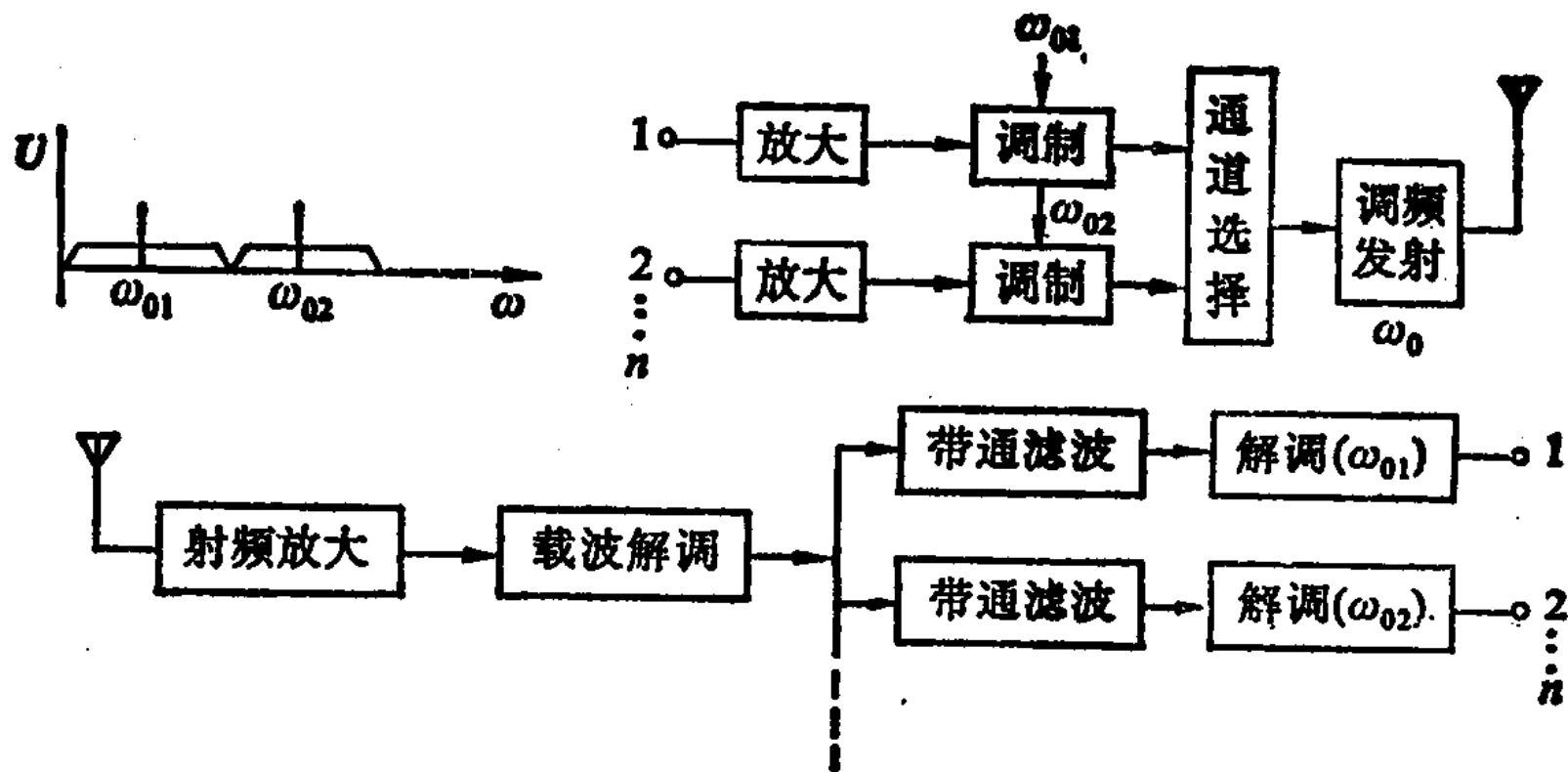


图 5.41 频率分割多路传输系统

# 时分法多路复用 (TDM) 技术

时分法多路复用的基本方法是在发送端将各被测信号按序被间隔相等的采样脉冲交叉采样，形成在时间上分离的多路复合信号，用同一信道进行传输，而在接收端按发送端同样的顺序将多路复合信号在时间上同步进行分离，形成各路信号。

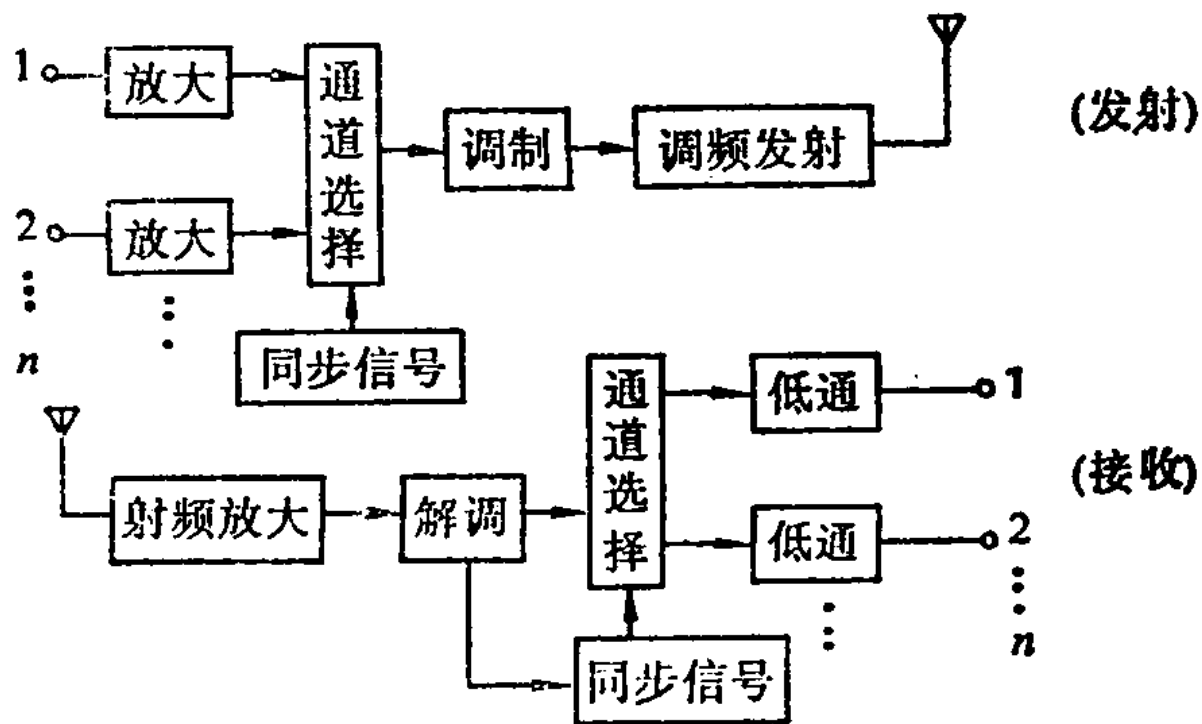
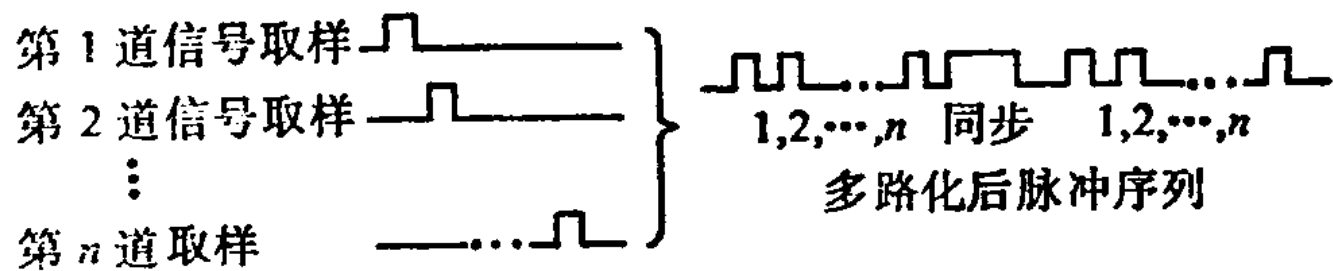


图 5.40 时分制系统原理

生物医学一般采用双重调制：抗干扰、多路信号。常用：FM-FM、FM-AM、PDM-FM

## 频段选择：

低：天线长；高：人体吸收

36.7MHz ~ 37.9MHz

146MHz ~ 176MHz

## 发射功率：

$$E = \frac{k\sqrt{P}}{r}$$

耗电限制    人体影响    对外干扰

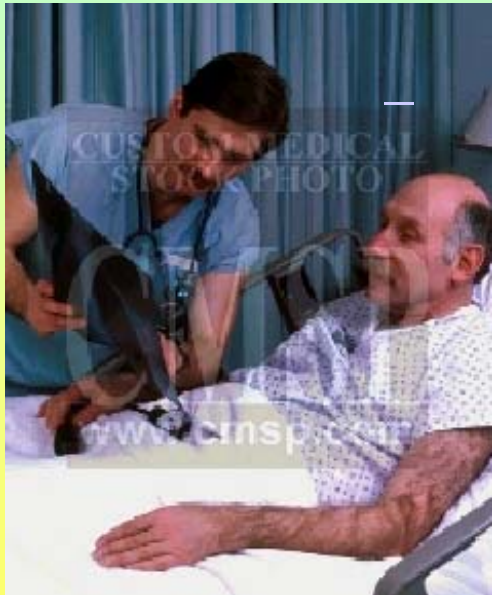


# 无线ECG

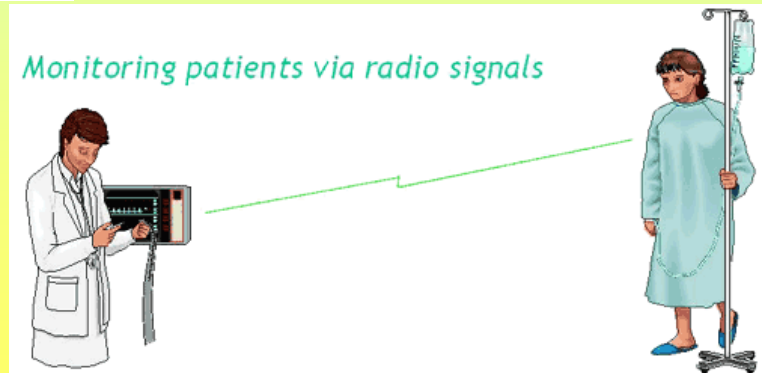
Wireless PDA  
used for  
measurement



Server collects /  
transmits data



Doctor examines patient



Patient data transmitted in real-time