$$V_2(f)= T(f)\ R(f)\ D(f) \tag{2.14}$$

其中

$$T(f)= V_1(f)\ B_1(f)\ X_1(f)\ C_1(f)\ M_1(f) \tag{2.15}$$

$$R(f)= M_2(f)\ C_2(f)\ X_2(f)\ B_2(f)\ G(f) \tag{2.16}$$

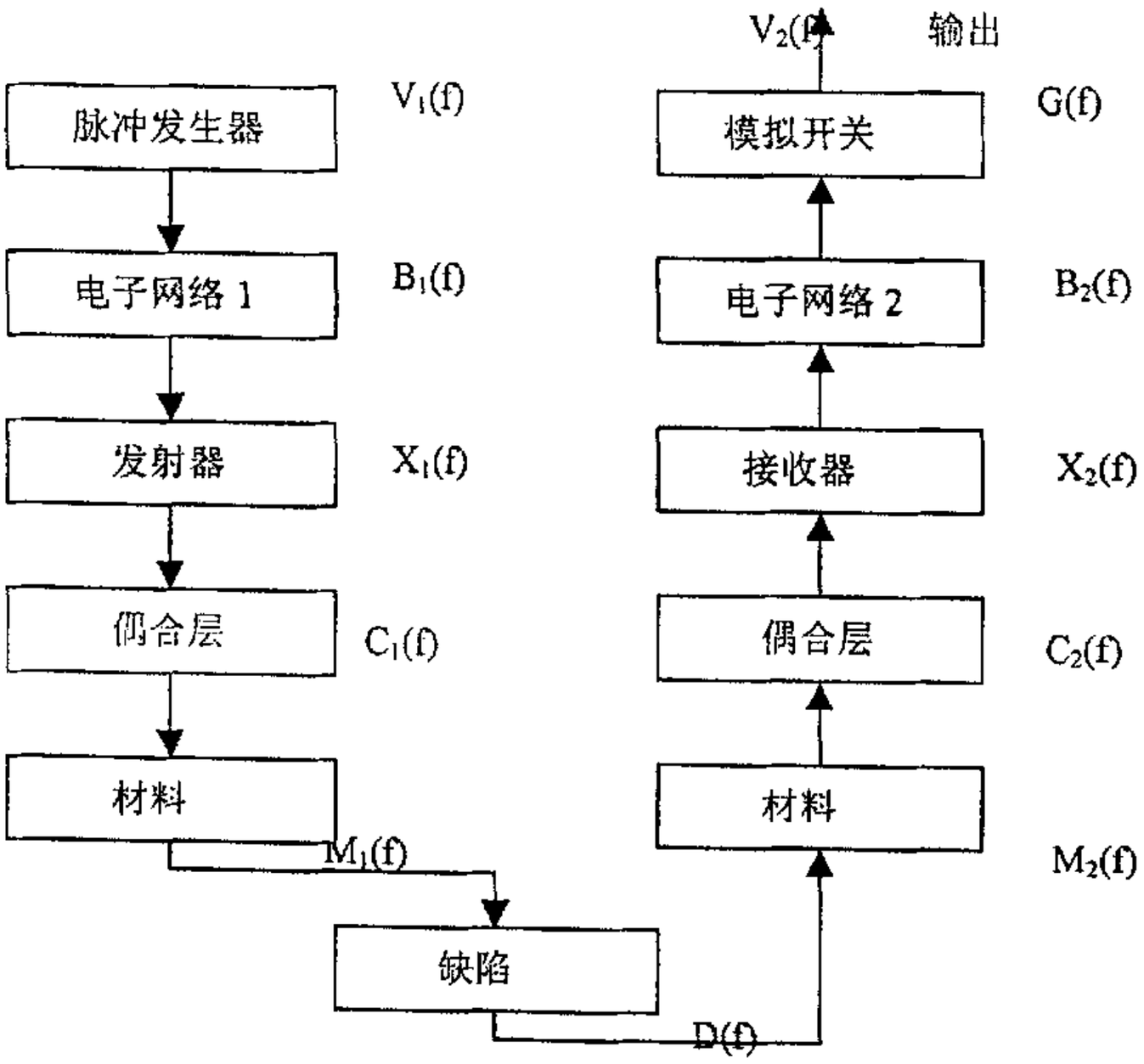


图 2-3 理论模型

T(f)和 R(f)是恒定、平滑的。

$V_2(f)$受 D(f)的影响而呈现出不同于 T(f).R(f)的变化，而 D(f)在一定检测条件下依赖于缺陷的性质。由(3)式可以看出，缺陷波频谱取决于一定检测条件下缺陷性质与 D(f)的关系，以及对于不同的检测条件下 T(f).R(f)产生畸变的规律。

2.3.2 线性调频 Z 变换（Chirp-zt）的原理

对信号作傅立叶变换的结果，等效于 z 变换在单位圆上的全部等间隔采样值。但是，在很多场合并不需要整个单位圆上的频谱或者有时突出整个单位圆上某一频段内的频谱。例如，对于窄带信号过程，往往只需对信号所在的一段频带内，而对频带以外的部分则可以完全不管。

这种只在某一特定频带内进行傅立叶变换也称为 Chirp-z 变换，它是沿 z 平面上的一段螺旋线作分角的采样，这样的采用点可表达为：

$$Z_k=AW^{-k}, \qquad (k=0,1,2,\ldots,M-1) \tag{2.17}$$

式（2.17）中，M 为采样点的总数，A 为起始点位置，这个位置可以进一步用它的半径 A_c 及相角 θ_0 来表示 $A=A_0e^{j\theta_0}$；参数 W 可表示为 $W=W_0e^{-j\phi_0}$。

假定 x(n)是长度为 N 的有限长信号序列，则其 Chirp-z 变换在采样点 Z_k 上的值为：

$$X(z_k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)z_k^{-n}=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)A^{-n}W^{nk} \qquad (k=0,1,2,\ldots,M-1) \tag{2.18}$$

考虑到 nk 可以用以下表达式来替换：

$$nk=(k^2+n^2-(k-n)^2)/2 \tag{2.19}$$

则式（2.19）可写成：

$$X(z_k)=W^{kk/2}\sum_{n=0}x(n)A^{-n}W^{n^2/2}W^{(k-n)(k-n)/2} \tag{2.20}$$

式（2.20）说明，如果我们对信号 x(n)先进行一次加权处理，加权系数为 $A^{-n}W^{nn/2}$，然后通过一个单位冲激响应 h(n)为 $W^{n^2/2}$ 的线性系统，最后，对该系统的前 M 点输出再作一次 $W^{-nn/2}$ 的加权，这样就得到全部 M 点螺旋线采样值。

Chirp-z 变换通过它特别的信号处理方式可以获得我们感兴趣范围内螺旋线上的采样值。

2.3.3 数字滤波器综合

数字滤波器，顾名思意，其作用是对输入信号起到滤波的作用，并产生输出信号。它可以在频率域或时间域进行。数字滤波器的种类很多，分类方法也不同。但总的来说，数字滤波器可分为两大类，即经典数字滤波器和现代滤波器。本文主要介绍经典数字滤波器，经典数字滤波器是假定输入信号 x(n)中的有用成分和希望去除的成分各自占有不同的频带。经典滤波器从功能上总的可分为四种，即低通（LP）、高通（HP）、带通（BP）、带租（BS）滤波器。在实际工作中，我们设计出的滤波器都是在某些标准下对理想数字滤波器的近似，但这保证了滤波器是物理可实现的，且是稳定的。